核技术利用建设项目

中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目

环境影响报告表

（公示稿）

贵州医科大学附属医院

二〇二五年三月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目

环境影响报告表

建设单位名称：贵州医科大学附属医院

建设单位法人代表（签字或盖章）：

通讯地址：贵州医科大学附属医院

邮政编码：550001　　联系人：

电子邮箱：　　联系电话：

打印编号：1741833539000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	9bn50f
建设项目名称	中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目
建设项目类别	55—172核技术利用建设项目
环境影响评价文件类型	报告表
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	贵州医科大学附属医院
统一社会信用代码	12520000429247776XA
法定代表人（签章）	左石
主要负责人（签字）	鲁晶
直接负责的主管人员（签字）	梁东江
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	广西辐卫安环保科技有限公司
统一社会信用代码	9145010031587495X5
三、编制人员情况	

1. 编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
秦家盛	06354543506450272	BH005107	

2 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
秦家盛	全文	BH005107	

建设项目环境影响报告书（表）
编制情况承诺书

本单位 广西辐卫安环保科技有限公司 （统一社会信用代码 91450100315874 95X5 ）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的 中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目 环境影响报告书（表）基本情况信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密；该项目环境影响报告书（表）的编制主持人为 秦家盛 （环境影响评价工程师职业资格证书管理号 06354543506450272 ，信用编号 BH005107 ），主要编制人员包括 秦家盛 （信用编号 BH005107 ）（依次全部列出）等 1 人，上述人员均为本单位全职人员；本单位和上述编制人员未被列入《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》规定的限期整改名单、环境影响评价失信“黑名单”。

承诺单位(公章)：广西辐卫安环保科技有限公司

2025年3月14日

广西辐卫安环保科技有限公司

承诺函

省生态环境厅：

我单位受贵州医科大学附属医院委托编制的《中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目环境影响报告表》已经按照国家有关法律法规和技术导则、规范要求编制完成，现按照程序将报告表报你厅审批。我单位承诺对所申请报批的报告书(表)内容、数据及提供材料的真实性等负责。该报告书(表)不涉及国家机密、商业秘密、个人隐私以及国家安全、公共安全、经济安全和社会稳定等内容，可对外进行公开(公示)。

特此承诺。

单位(盖章)：广西辐卫安环保科技有限公司

日期：2025年5月14日

编 制 单 位 承 诺 书

本单位 广西辐卫安环保科技有限公司（统一社会信用代码 91450100315874 95X5 ）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形， 不属于 （属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的下列第 1 项相关情况信息真实准确、完整有效。

1. 首次提交基本情况信息

2. 单位名称、住所或者法定代表人（负责人）变更的

3. 出资人、举办单位、业务主管部门或者挂靠单位等变更的

4. 未发生第 3 项所列情形、与《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条规定的符合性发生变更的

5. 编制人员从业单位已变更或者已调离从业单位的

6. 编制人员未发生第 5 项所列情形，全职情况发生变更、不再属于本单位全职人员的

承诺单位（公章）：

2025 年 3 月 14 日

编 制 人 员 承 诺 书

本人 秦家盛 （身份证件号码 [redacted] 1X ）郑重承诺：本人在 广西辐卫安环保科技有限公司 单位（统一社会信用代码 9145010031587495X5 ）全职工作，本次在环境影响评价信用平台提交的下列第 1 项相关情况信息真实准确、完整有效。

1. 首次提交基本情况信息
2. 从业单位变更的
3. 调离从业单位的
4. 建立诚信档案后取得环境影响评价工程师职业资格证书的
5. 被注销后从业单位变更的
6. 被注销后调回原从业单位的
7. 编制单位终止的

承诺人(签字)：

2025 年 3 月 14 日

统一社会信用代码
91450100315874955X5（1-1）

营业执照

（副本）

扫描二维码登录"国家企业信用信息公示系统"了解更多登记、备案、许可、监管信息。

名　　称　广西辐卫安环保科技有限公司

类　　型　有限责任公司(自然人投资或控股)

法定代表人　梁振隆

注册资本　伍佰捌拾万圆整

成立日期　2014年09月11日

住　　所　南宁市国凯大道17号研发大厦208室

经营范围　环保技术开发；放射诊疗建设项目职业病危害放射防护评价；放射防护器材和含放射性产品的检测、放射卫生防护检测、个人剂量检测，医疗场所射线防护装饰安装（以上项目取得资质证后在资质证核定的范围及有效期内开展经营活动）；防护器材的研发；销售：Ⅰ类医疗器械；环保设备、污水处理设备的销售及安装。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动。）

登记机关

2023 年 02 月 16 日

国家企业信用信息公示系统网址：http://www.gsxt.gov.cn

市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过
国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告

国家市场监督管理总局监制

本证书由中华人民共和国人事部和国家环境保护总局批准颁发，它表明持证人通过国家统一组织的考试合格，取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.

中华人民共和国人事部
approved & authorized
by
Ministry of Personnel
The People's Republic of China

国家环境保护总局
approved & authorized
by
State Environmental Protection Administration
The People's Republic of China

编号：
No.： 0004044

仅限用于中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目

持证人签名：
Signature of the Bearer

秦家盛

管理号：
File No.： 06354543506450272

姓名：
Full Name 秦家盛

性别：
Sex 男

出生年月：
Date of Birth 1972年05月

专业类别：
Professional Type

批准日期：
Approval Date 2006年05月

签发单位盖章：
Issued by

签发日期：
Issued on 年 月 日

您可以使用手机扫描二维码或访问人社网站https://www.gx12333.net/form/验证此单据真伪，验证号码761336f26a4b4417b5ed7de220f1f144

南宁市社会保险事业管理中心

社会保险缴费证明

证明编号：[illegible]4468809

广西辐卫安环保科技有限公司，单位编号：451550814。该单位秦家盛等1名职工在我中心参加社会保险,已足额缴费，参保情况见附件。

特此证明！

社保机构盖章　　2025年03月13日

备注：

1、本证明由参保单位或个人通过经办窗口、网上大厅、自主一体机打印，所盖公章为电子印章。

2、本证明涉及个人信息，因个人保管不当或向第三方泄露引起的一切后果由本人自行承担。

3、本证明的信息仅供参考，不作为待遇计发的依据。本证明自打印之日起三个月内有效。

附参保人员名单：

序号	姓名	个人编号	身份证号	险种	缴费起始时间
1	秦家盛	4[illegible]159	[illegible]1X	企业职工基本养老保险	202412-202502
2	秦家盛	4[illegible]159	452122[illegible]511X	失业保险	202412-202502
3	秦家盛	4[illegible]159	[illegible]511X	工伤保险	202412-202502

社保机构盖章　　2025年03月13日

承诺函

贵州省生态环境厅：

根据《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》的有关规定，我单位报送的《**中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目环境影响报告表**》的所有材料真实无误，承诺对材料的真实性负责；报送的环境影响报告书、表不含涉及国家秘密、商业秘密、个人隐私以及涉及国家安全、公共安全、经济安全和社会稳定的内容。

单位（盖章）：贵州医科大学附属医院

日期：2025 年 3 月 14 日

中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目环境影响评价委托函

广西辐卫安环保科技有限公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护条例》等法律法规的要求，经我单位研究决定，由贵公司承担我单位**“中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目”**的环境影响评价工作，编制环境影响报告表。该报告应结合本工程实际情况，严格执行国家有关建设项目环境保护管理的规定，符合环境评价导则及标准。

特此委托！

单位（盖章）：贵州医科大学附属医院

日　　期：2025 年 2 月 20

关于办理环境影响报告书（表）审批的申 请

贵州省生态环境厅：

我医院“中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目”已委托广西辐卫安环保科技有限公司编制了《中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目环境影响报告书（表）》，现报你厅审批。

贵州医科大学附属医院（公章）

2025 年 3 月 14 日

贵州医科大学附属医院同意环评报告表全文公开的有关说明

贵州省生态环境厅：

我单位拟进行**中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目**的环境影响评价工作，委托广西辐卫安环保科技有限公司开展环境影响评价工作。依据《环境影响评价法》、环境保护部《环境信息公开办法（试行)》以及《建设项目环境影响评价政府信息公开指南》相关要求，需对环境影响报告表全文进行公开。经我单位审查，报告表全文不包含商业秘密以及其他不适合公开内容，同意对环评报告进行全文公开，特此说明。

单位（盖章）：贵州医科大学附属医院

日期：2025 年 3 月 14 日

企业环境信用承诺书

为践行绿色发展理念，努力营造诚实守信的社会环境，本企业自愿承诺，坚持守法生产经营，并自觉履行以下环境保护法律义务和社会责任。

一、依法申请办理环境保护行政许可，保证向环保行政机关提供资料合法、真实、准确、有效。

二、严格遵守国家和贵州省有关环境保护法律、法规、规章、标准和政策规定，依法从事生产经营活动。

三、建立企业环境保护责任制度，实施清洁生产，减少污染排放并合法排污，制定突发环境事件预案，依法公开排污信息，自觉接受环境保护行政主管部门的监督检查等环境保护法律、法规、规章规定的义务。

四、自觉接受政府、行业组织、社会公众、新闻舆论的监督，积极履行环境保护社会责任。

五、发生环境保护违法失信行为，除依照《中华人民共和国环境保护法》等有关法律、法规规定接受环保行政机关给予的行政处罚外，自愿接受惩戒和约束，并依法承担赔偿责任和刑事责任。

六、本《企业环境信用承诺书》同意向社会公开。

特此承诺，敬请社会各界予以监督。

承诺单位：（盖章）贵州医科大学附属医院

法定代表人：

日期：2025 年 3 月 14 日

贵州医科大学附属医院

承诺函

贵州省生态环境厅：

由我单位建设的**中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目**，现已委托广西辐卫安环保科技有限公司编制《中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目环境影响报告表》，该编制单位已按照国家有关法律法规和相关技术导则、规范要求完成了报告表编制工作，现按程序将报告表报贵厅审批。我单位承诺对所申请报批的报告表内容、数据及提供材料的真实性等负责。该报告表不涉及国家机密、商业秘密、个人隐私以及国家安全、公共安全、经济安全和社会稳定等内容，可对外进行公开（公示）。

特此承诺。

单位（盖章）：贵州医科大学附属医院

日期：2025 年 3 月 14 日

贵州医科大学附属医院

委托函

贵州省生态环境厅：

兹我单位委托（姓名）陈振，（身份证号码）360[illegible]011，联系电话：175[illegible]66，前来贵厅办理和提交《**中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目环境影响报告表**》申请报批相关资料手续，请贵厅给予帮助办理为谢。

单位（盖章）：贵州医科大学附属医院

日期：2025 年 3 月 14 日

目录

表 1 项目基本情况.....1

表 2 放射源.....21

表 3 非密封放射性物质.....22

表 4 射线装置.....26

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）.....28

表 6 评价依据.....32

表 7 保护目标与评价标准.....35

表 8 环境质量和辐射现状.....36

表 9 项目工程分析与源项.....55

表 10 辐射安全与防护.....106

表 11 环境影响分析.....174

表 12 辐射安全管理.....266

表 13 结论与建议.....249

表 14 审批.....280

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="7">中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="7">贵州医科大学附属医院</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>左石</td><td>联系人</td><td>梁东江</td><td>联系电话</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="7">贵州省贵阳市云岩区贵医街 28 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="7">贵州省贵阳市花溪区清安大道与民安路交叉口西北侧中山大学附属第一医院贵州医院北侧地块内</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">贵州省发展和改革委员会</td><td>批准文号</td><td colspan="3">黔发改社会〔2024〕745 号</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>56112.48</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>3300</td><td>投资比例（环保投资/总投资）</td><td colspan="2">6.0%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="4">☑新建 □改建 □扩建 □其它</td><td>占地面积（㎡）</td><td>19711.76</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="6">□I类 □II类 □III类 □IV类 □V类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="6">□I类（医疗使用） □II类 ☑III类 □IV类 ☑V类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">非密封放射性物质</td><td>□生产</td><td colspan="6">/</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="6">/</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="6">☑乙 □丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="6">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="6">□II类 □III类</td></tr>
<tr><td>☑使用</td><td colspan="6">☑II类 ☑III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="7">——</td></tr>
</table>

项目概述

1.1 项目基本情况

1.1.1 建设单位情况

贵州医科大学附属医院建于 1941 年，医院是全省重点专科、重点学科、质控中心数量最多，专业覆盖最广的医疗机构。目前，医院有国家级基地 27 个，省级质控中心 22 个。有国家级重点专科（含建设项目）9 个，分别是重症医学科、皮肤性病科、急诊医学科、普通外科、神经内科、心血管内科、神经外科、血液内科。有省级临床重点专科（含建设项目）30 个，分别是皮肤科、内分泌科、重症医学科、血波内科、感

染科、神经外科、病理科、儿科、妇产科、临床护理、急救创伤中心、麻醉科、呼吸内科、心血管内科、儿童血液科、疼痛科、康复医学科、生殖中心、心脏大血管外科、骨科、临床检验中心、器官移植科、耳鼻咽喉科、眼科、介入科、风湿免疫科、肾脏内科、消化内科、精神病学科、全科医疗科。有省级临床重点学科（含建设项目）15 个，分别是医学影像科、感染科、肝胆外科、血液内科、神经外科、心理科、眼科、神经内科、康复科、心血管疾病、介入放射学、临床检验诊断学、妇产科学、皮肤病学与性病学、内分泌病学与代谢病学。

贵州医科大学附属医院医院核医学科创建于 1958 年，是全国首批组建的核医学专业科室之一。1960 年在全国率先成立核医学教研室，先后成为硕士学位授权点、博士学位授权点、影像医学与核医学 GCP 基地、贵州省医学会核医学分会主任委员单位、国家首批住院医师规范化培训专业基地、贵州省核医学质控中心挂靠单位、国家核医学质控中心成员单位。科室目前拥有包括归国博士在内的医务人员 25 人，其中高级职称 4 人，硕士研究生导师 3 人。核医学科全面开展 PET/CT 检查、SPECT/CT 检查、功能测定、核素治疗和甲状腺疾病门诊等工作。

为了医院发展需要，政府拟将原中山大学第一附属医院贵州医院（地址位于贵安新区中心城区天河潭大道与百马大道交汇处西侧）划归贵州医科大学附属医院管理，按照“一院两区”的模式实行高质量建设和管理运营。中山大学附属第一医院贵州医院（贵州医科大学附属医院贵安院区）是国家区域医疗中心，是贵州省人民政府与中山大学附属第一医院合作共建的一所公立综合性三级甲等医院，中山大学附属第一医院作为输出医院，贵州医科大学附属医院作为依托医院。中山一院贵州医院（贵医附院贵安院区）是贵州省委、省政府高位推动的重大民生项目，对提升贵州省整体诊疗水平和疑难危重复杂疾病能力，提高优质医疗资源区域辐射能力，减少贵州省人民群众跨省跨区域就医具有重要意义。医院位于全国第八个国家级新区——贵安新区的核心职能聚集区。重点建设肿瘤中心、内分泌代谢中心、血液病中心、耳鼻咽喉中心四个中心。

作为输出医院的中山大学附属第一医院，由广东公医学堂附设公医院发展而来，自创立之初就带有深深的公益烙印。百十年来，数更其名，中山先生“天下为公”的精神却赓续不绝。医院综合实力雄厚，是首批“辅导类”国家医学中心创建单位、国家公立医院高质量发展试点医院、国家建立健全现代医院管理制度试点医院，是全国首批

委省共建综合类国家区域医疗中心，并联合牵头建设国家神经区域医疗中心，获国家核辐射紧急医学救援基地、国家人体组织器官移植与医疗大数据中心落户，并入选国家疑难病症诊治能力提升工程（重症医学），是首批国家区域医疗中心建设输出单位，也入选了广东省首批高水平医院建设单位，并被作为广东国际精准医学中心建设依托医院；学科优势突出，拥有 5 个国家重点学科、36 个国家临床重点专科，为中山大学基础医学、临床医学入选“双一流”建设学科和临床医学进入 ESI 全球前 0.5‰做出重要贡献；管理服务卓越，连续四年在国家三级公立医院绩效考核中获评 A++。

1.1.2 项目由来

为更好的提供医疗卫生服务，贵州医科大学附属医院为了肿瘤放射治疗与核医学发展拟在该院区二期工程项目中建设分子肿瘤诊疗中心，分子肿瘤诊疗中心主要包含放疗中心、核医学诊疗中心，建筑面积约 13990 ㎡。分子肿瘤诊疗中心是为广大患者提供全面的医疗放射诊治疗断服务，给患者带来常规诊治方法所不能及的诊疗效果，具有良好的社会和经济效益。本期核技术利用项目的实施对减轻患者的医疗负担，减少医疗支出，改善病人治疗条件，促进医院科室的全面协调发展，以及提高医院服务质量及服务水平等 都具有重大意义。

1.1.3 评价等级

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国放射性污染防治法》以及《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》、《关于发布<射线装置分类>的公告》（环境保护部、工业和信息化部、国防科工局 2017 年第 65 号公告）、《关于发布放射源分类办法的公告》、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）等法律法规的规定，本项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 版）》中“五十五、核与辐射”第 172 条“核技术利用建设项目”中“**制备 PET 用放射性药物的；使用III类放射源的；使用II类射线装置的；乙、丙级非密封放射性物质工作场所**”，本项目应对中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目进行辐射环境影响评价并编制辐射环境影响报告表。并根据《贵州省省级生态环境部门审批环境影响评价文件的建设项目目录（2024 年本）》（黔环综合〔2024〕56 号），报贵州省生态环境厅审查批准。项目取得环评审批意见后方可开工建设，并依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中的相关规定，医院在项目投入运行前应向贵州省生态环境厅重新申领

《辐射安全许可证》。

为了调查医院新建分子肿瘤诊疗中心科核技术利用建设项目对辐射工作人员、公众和环境造成的影响，从辐射防护的角度论证该项目的可行性，为新建分子肿瘤诊疗中心应用单位提供参考建议，建设单位于2025年2月委托我公司进行中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目环境影响报告表的编制工作，委托书见附件1。环评单位接受委托后，立即组织专业技术人员开展资料收集、现场踏勘、资料整理分析、辐射环境现状监测及预测估算等工作，并与医院进行多方交流沟通核实，在进行工程分析的基础上，结合工程的具体情况以及辐射危害特征，按照《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）的要求，编制了本建设项目环境影响报告表。

1.1.4 评价目的

（1）对辐射活动场所周边进行辐射环境现状水平监测，掌握辐射活动场所的辐射环境现状水平；

（2）分析项目运行过程中产生的辐射影响，预测辐射工作人员和公众所受的年有效剂量；

（3）分析本项目是否满足国家和地方生态环境主管部门对核技术利用建设项目环境管理规定的要求，为本项目的辐射环境管理提供科学依据。

1.1.5 项目工程建设内容

1、项目名称：中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目

2、项目性质：新建

3、建设单位：贵州医科大学附属医院

4、建设地点：贵州省贵阳市花溪区清安大道与民安路交叉口西北侧（中山大学附属第一医院贵州医院地块内），住院楼东北侧预留空地（东经106.49472893°，北纬26.47856678°）。

1.1.6 建设内容包括：

本期建设分子肿瘤诊疗中心为一栋建筑，地下一层，地上三层。

放射治疗用房主要包含6间医用直线加速器机房、1间射波刀机房、1间TOMO刀机房、1间后装机房，配置6台医用电子直线加速器、1台射波刀、1台TOMO、1台

后装治疗机，用于开展放射治疗业务。核医学项目用房主要包括一楼的回旋加速器制药区，拟配置 1 台回旋加速器，主要生产 PET 检查用的正电子核素；二楼的 PET 检查区域，配置 2 台 PET/CT 与 1 台 PET/MR，用于开展 PET 检查业务；二楼的核素治疗区域，开展核素 ^{89}Sr、^{177}Lu、^{223}Ra 等核素治疗业务；三楼的 SPECT/CT 检查区域，配置 2 台 SPECT/CT，用于开展 SPECT/CT 检查业务；三楼的 ^{131}I 治疗区域，开展 ^{131}I 治疗甲亢/甲癌业务。

1、放射治疗辐射源范围：

（1）射线装置：6 台 10MV 医用电子直线加速器、1 台射波刀、1 台 TOMO。

（2）含密封源装置：1 台后装治疗机（装 ^{192}Ir 放射源）。

2、核医学辐射源范围：

（1）射线装置：射线装置：1 台回旋加速器、2 台 PET/CT、2 台 SPECT/CT。

（2）非密封放射性同位素包括：^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{15}O、^{89}Zr、^{64}Cu、^{124}I、^{68}Ga、^{99m}Tc、^{113}In、^{67}Ga、^{123}I、^{131}I、^{177}Lu、^{47}Sc、^{67}Cu、^{161}Tb、^{223}Ra、^{225}Ac、^{212}Pb、^{211}At、^{227}Th、^{213}Bi、^{89}Sr、^{188}Re、^{32}P，共计设计 5 乙级非密封放射性物质工作场所。

（3）密封放射性同位素：^{68}Ge-^{68}Ga 发生器、^{99}Mo-^{99m}Tc 发生器、^{68}Ge 校准源。

本项目所使用正电子核素 ^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{124}I、^{64}Cu、^{89}Zr 拟来源于回旋加速器自制生产，本项目回旋加速器未投入使用前拟外购获得；其余核素均拟为外购，订购量按医院每次使用量来订购。^{68}Ge 为 PET/CT 设备校准源，厂家自带配备。

1.2 本项目建设内容和规模

1.2.1 放射治疗辐射源范围：

1、射线装置：6 台 10MV 医用电子直线加速器、1 台射波刀、1 台 TOMO。

2、含密封源装置：1 台后装治疗机（装 ^{192}Ir 放射源）。

涉及的放射诊疗设备见表 1-1。

表 1-1 放射治疗项目所涉及的射线装置及放射源

射线装置						
序号	**名称**	**型号**	**数量**	**射线种类**	**主要参数**	**拟放置位置**
1	医用电子直线加速器	待定	6台	X射线/电子线	X 射线：6MV，1 米处最大剂量率 840Gy/h ； 10MV，1 米处最大剂量 1440Gy/h 电子线：最高能量15MeV ，1 米处最大剂量率：600Gy/h CBCT功能：最大管电压150kV，最	分子肿瘤诊疗中心 1 楼直线加速器1-6室

					大管电流1000mA	
2	射波刀	待定	1台	X射线	X射线能量：6MV 最大剂量率：600Gy/h 定位束管电压150kV，管电流1000mA	分子肿瘤诊疗中心1楼射波刀治疗室
3	TOMO	待定	1台	X射线	X射线能量：6MV 最大剂量率：510Gy/h CT成像能量：3.5MV	分子肿瘤诊疗中心1楼TOMO治疗室
放射源						
序号	放射源名称	总活度（Bq）	数量	类别	拟防置位置	备注
1	^{192}Ir	3.7×10^{11}Bq（10Ci）	1枚	III	分子肿瘤诊疗中心1楼后装治疗室	γ后装治疗机

1.2.2 核医学辐射源范围：

1、射线装置：1台回旋加速器、2台PET/CT、2台SPECT/CT。所涉及的放射诊疗设备见表1-2。

表1-2 本项目所涉及的放射诊疗设备

序号	名称	数量	射线种类	射线类别	主要参数	拟放置位置
1	回旋加速器（自屏蔽）	1台	质子、中子	II类	最大能量：10MeV 最大束流：100μA	分子肿瘤诊疗中心1楼回旋加速器机房
2	正电子发射断层及X射线计算机体层摄影成像系统（PET/CT）	2台	X射线	III类	待定，设计最大管电压：140kV 最大管电流：1000mA	分子肿瘤诊疗中心2楼PET/CT检查室1、2
3	单光子发射计算机断层成像及计算机扫描系统（SPECT/CT）	2台	X射线	III类	待定，设计最大管电压140kV 最大管电流：1000mA	分子肿瘤诊疗中心3楼SPECT/CT检查室1、2
4	PET/MR	1台	--	--	拟设3.0T超导磁体	分子肿瘤诊疗中心2楼PET/MR检查室

2、乙级非密封放射性物质工作场所

（1）非密封放射性同位素包括：^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{15}O、^{89}Zr、^{64}Cu、^{124}I、^{68}Ga、^{99m}Tc、^{113}In、^{67}Ga、^{123}I、^{131}I、^{177}Lu、^{47}Sc、^{67}Cu、^{161}Tb、^{223}Ra、^{225}Ac、^{212}Pb、^{211}At、^{227}Th、^{213}Bi、^{89}Sr、^{188}Re、^{32}P。

（2）医院本次拟建设五个独立的乙级非密封放射性物质工作场所，分别为一楼回旋加速器制药区、二楼PET检查区、二楼核素治疗病区、三楼SPECT/CT检查区、三

楼 ^{131}I 治疗区，具体建设内容详见表 1-3。

根据日等效最大操作量得出核医学三层楼五个核医学工作场所均属于乙级非密封源工作场所。具体分级情况分析详见表 1-4。

5 个乙级非密封源工作场所的分区：

1 层回旋加速器制药区为单独的空间，具备独立且完整的功能性，根据核素的日等效最大操作量可定义为于乙级非密封源工作场所；而二层的二楼 PET 检查区、二楼核素治疗病区、三楼 SPECT/CT 检查区、三楼 ^{131}I 治疗区分别定义为乙级非密封源工作场所是因为：

场所独立性：每个工作场所相对独立，有明确的物理边界和空间范围，与其他工作场所或区域有一定的隔离措施，本次评价要求医院通过墙体、隔离栏等进行分隔，以防止放射性物质的交叉污染和扩散。

放射性物质使用：每个场所都单独涉及非密封放射性物质的操作、处理、储存等活动。这些放射性物质可以是不同种类、不同活度，用于不同的目的。

功能完整性：每个工作场所都具备完成其特定放射性工作所需的基本设施和条件，包括防护设备、通风系统、辐射监测设备等，能够独立进行相关的放射性操作和实验，具有相对完整的功能。例如，每个场所都有独立的通风橱用于操作挥发性放射性物质，有专门的储源柜存放放射性核素。

表 1-3 本项目所涉及的乙级非密封放射性物质工作场所

序号	场所名称	类别	主要建设内容及涉及核素	位置
1	一楼回旋加速器制药区	乙级非密封放射性物质工作场所	拟建设 1 间回旋加速器机房、1 间热室及其辅助用房，使用 1 台自屏蔽式回旋加速器用于制备 ^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{15}O、^{89}Zr、^{64}Cu、^{124}I 核素，制备的所有放射性药物均为医院自用，不外销。	分子肿瘤诊疗中心一楼北侧
2	二楼 PET 检查区		2 间 PET/CT 检查室、1 间 PET/MR 检查室、分装室及其卫生通过间、储源室、固废间、4 间 PET/CT 候诊室、PET/CT 留观室、抢救室、PET/MR 候诊室、PET/MR 留观室、患者卫生间、患者通道及其相关辅助用房；主要涉及使用核素包括：^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{15}O、^{89}Zr、^{64}Cu、^{124}I、^{68}Ge、^{68}Ga	分子肿瘤诊疗中心二楼北侧
3	二楼核素治疗病区		分装室及其卫生通过间、注射室、储源室、6 间核素病房、1 间核素治疗留观病房、抢救室、固废暂存间、被服衰变间、洁净被服间、剂量检测室、患者通道等及其相关辅助用房；主要涉及使用核素包括：^{177}Lu、^{47}Sc、^{67}Cu、^{161}Tb、^{223}Ra、^{225}Ac、^{212}Pb、^{211}At、^{227}Th、^{213}Bi、^{89}Sr、^{188}Re、^{32}P	分子肿瘤诊疗中心二楼南侧
4	三楼 SPECT/CT		2 间 SPECT/CT 检查室、分装注射室及其卫生通过间、储源室、固废间、2 间 SPECT/CT 候诊室、	分子肿瘤诊疗中心

	检查区		SPECT/CT 留观室、抢救室、患者卫生间等及其相关辅助用房；主要涉及使用核素包括：^{99}Mo、^{99m}Tc、^{113}In、^{67}Ga、^{123}I。	三楼北侧
5	三楼 ^{131}I 治疗区		包括分装室及其卫生通过间、服药室、储源室、6 间核素病房、甲亢留观室、抢救室、固废暂存间、被服衰变间、洁净被服间、剂量检测室、患者通道及其相关辅助用房。主要涉及使用核素包括：^{131}I。	分子肿瘤诊疗中心三楼南侧

表 1-4 核医学科工作场所分级

核素名称	日实际最大操作量（Bq）	毒性组别因子	操作方式修正因子	日等效最大操作量（Bq）	总日等效最大操作量（Bq）	工作场所分级	场所
^{18}F	7.4×10^{10}	0.01	1	7.4×10^{8}	1.16×10^{9}	乙级	一楼回旋加速器制药区
^{11}C	1.85×10^{10}	0.01	1	1.85×10^{8}			
^{13}N	7.4×10^{9}	0.01	1	7.4×10^{7}			
^{15}O	7.4×10^{9}	0.01	1	7.4×10^{7}			
^{124}I	1.11×10^{9}	0.1	1	1.11×10^{8}			
^{89}Zr	1.11×10^{9}	0.1	1	1.11×10^{8}			
^{64}Cu	1.11×10^{9}	0.01	1	1.11×10^{7}			
^{18}F	1.85×10^{10}	0.01	10	1.85×10^{7}	5.00×10^{7}	乙级	二楼 PET 检查区
^{11}C	1.85×10^{9}	0.01	10	1.85×10^{6}			
^{13}N	7.40×10^{8}	0.01	10	7.40×10^{5}			
^{15}O	7.40×10^{8}	0.01	10	7.40×10^{5}			
^{89}Zr	3.70×10^{8}	0.1	10	3.70×10^{6}			
^{64}Cu	3.70×10^{8}	0.01	10	3.70×10^{5}			
^{124}I	3.70×10^{8}	0.1	10	3.70×10^{6}			
^{68}Ge	1.85×10^{9}	0.1	100	1.85×10^{6}			
^{68}Ga	1.85×10^{9}	0.01	1	1.85×10^{7}			
^{99}Mo	3.70×10^{10}	0.1	100	3.70×10^{7}	4.11×10^{8}	乙级	三楼 SPECT/CT 检查区
^{99m}Tc	3.70×10^{10}	0.01	1	3.70×10^{8}			
^{113}In	1.48×10^{8}	0.01	10	1.48×10^{5}			
^{67}Ga	3.70×10^{8}	0.1	10	3.70×10^{6}			
^{123}I	1.48×10^{8}	0.01	10	1.48×10^{5}			
^{131}I	3.70×10^{10}	0.1	1	3.70×10^{9}	3.70×10^{9}	乙级	三楼 ^{131}I 治疗区
^{177}Lu	7.4×10^{9}	0.1	1	7.40×10^{8}	2.32×10^{9}	乙级	二楼核素治疗区
^{47}Sc	3.7×10^{9}	0.1	1	3.70×10^{8}			
^{67}Cu	3.7×10^{9}	0.1	1	3.70×10^{8}			
^{161}Tb	5.55×10^{9}	0.1	1	5.55×10^{8}			
^{223}Ra	3.7×10^{6}	10	1	3.7×10^{7}			
^{225}Ac	3.7×10^{6}	10	1	3.7×10^{7}			
^{212}Pb	3.7×10^{6}	0.1	1	3.7×10^{5}			
^{211}At	3.7×10^{6}	1	1	3.7×10^{6}			
^{227}Th	3.7×10^{6}	10	1	3.7×10^{7}			
^{213}Bi	3.7×10^{6}	1	1	3.7×10^{6}			
^{89}Sr	1.48×10^{8}	0.1	1	1.48×10^{7}			
^{188}Re	1.30×10^{9}	0.1	1	1.30×10^{8}			
^{32}P	1.85×10^{8}	0.1	1	1.85×10^{7}			

本项目所使用正电子核素 ^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{15}O、^{124}I、^{64}Cu、^{89}Zr 拟来源于回旋加速器自制生产，回旋加速器拟制备药物情况见表 1-5，本项目回旋加速器未投入使用前

拟外购获得；其余核素均拟为外购，订购量按医院每次使用量来订购。^{68}Ge 为 PET/CT 设备校准源，厂家自带配备。

表 1-5　回旋加速器拟制备药物情况

核素名称	日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年操作天数	年最大操作量（Bq）	活动种类
^{18}F	7.4×10^{10}（2Ci）	7.4×10^{8}	250	1.85×10^{13}	生产使用
^{11}C	1.85×10^{10}（500mCi）	1.85×10^{8}		4.63×10^{12}	生产使用
^{13}N	7.4×10^{9}（200mCi）	7.4×10^{7}		1.85×10^{12}	生产使用
^{15}O	7.4×10^{9}（200mCi）	7.4×10^{7}		1.85×10^{12}	生产使用
^{124}I	1.11×10^{9}（30mCi）	1.11×10^{8}		2.78×10^{11}	生产使用
^{89}Zr	1.11×10^{9}（30mCi）	1.11×10^{8}		2.78×10^{11}	生产使用
^{64}Cu	1.11×10^{9}（30mCi）	1.11×10^{7}		2.78×10^{11}	生产使用
注：考虑合成效率与核素衰减半衰期，^{124}I、^{89}Zr、^{64}Cu 回旋加速器生产药量取 PET 检查用药量的 3 倍，^{18}F 回旋加速器生产药量取 PET 检查用药量的 4 倍备药，^{11}C、^{13}N、^{15}O 回旋加速器生产药量取 PET 检查用药量的 10 倍备药。					

3、密封放射性同位素：^{68}Ge-^{68}Ga 发生器、^{99}Mo-^{99m}Tc 发生器、^{68}Ge 校准源。

表 1-6　拟使用密封源应用情况一览表

核素名称	半衰期	物理化学性状	辐射类型	数量	源活度	使用目的	存放地点
^{68}Ge	288d	固体	γ射线 β射线	1	5.5×10^{7}Bq	PET/CT 校准	2 楼 PET 检查区储源室
^{68}Ge	288d	固体	γ射线 β射线	1	3.5×10^{6}Bq	PET/CT 校准	2 楼 PET 检查区储源室

4、本项目分子肿瘤诊疗中心辐射工作人员及工作负荷情况：

因本项目分子肿瘤诊疗中心为医院新增项目，处于项目筹备阶段，医院为分子肿瘤诊疗中心拟配备医护工作人员（医师、技师、物理师、护士等）102 人；配备的工作人员在上岗前必须参加过辐射安全与防护知识培训，并通过考核，持证上岗（部分上岗证见附件 9）；委托有资质的单位对相关放射工作人员开展个人剂量监测工作（部分个人剂量计监测报告见附件 12），工作人员工作期间按 GBZ128-2019 的要求佩戴个人剂量计，每 3 个月为一个周期，一年监测 4 个周期；按照国家相关法律规定，放射工作人员必须进行岗前、岗中、离岗、紧急职业健康检查。建立辐射工作人员辐射安全防护培训、个人剂量监测及职业健康监测档案。

5、工作制度

本项目分子肿瘤诊疗中心实行 8 小时工作制，（1）一层放疗中心、回旋加速器制备区每周工作 5 天，年工作 250 天；（2）二层、三层 PET/CT、PET/MR、SPECT/CT

每周工作 5 天，年工作 250 天；（3）核医学治疗区病房区的工作人员每周工作 7 天（需轮休），年工作 365 天。

表 1-7　本项目核医学设计工作负荷

核素	单个病人最大用量（Bq/ 人•次）		日最大病人量（人）	日最大操作量（Bq）	年最大病人量（人）	年最大操作量（Bq）
^{18}F	3.7×10^{8}Bq（10mCi）	50 人	60 人（3 台 PET 设备检查病人量）	1.85×10^{10}	15000	4.63×10^{12}
^{11}C	3.7×10^{8}Bq（10mCi）	5 人		1.85×10^{9}		4.63×10^{11}
^{13}N	3.7×10^{8}Bq（10mCi）	2 人		7.4×10^{8}		1.85×10^{11}
^{15}O	3.7×10^{8}Bq（10mCi）	2 人		7.4×10^{8}		1.85×10^{11}
^{68}Ga	3.7×10^{8}Bq（10mCi）	5 人		1.85×10^{9}		4.63×10^{11}
^{89}Zr	1.85×10^{8}Bq（5mCi）	2 人		3.7×10^{8}		9.25×10^{10}
^{64}Cu	1.85×10^{8}Bq（5mCi）	2 人		3.7×10^{8}		9.25×10^{10}
^{124}I	1.85×10^{8}Bq（5mCi）	2 人		3.7×10^{8}		9.25×10^{10}
^{99m}Tc	9.25×10^{8}Bq（25mCi）	60 人	60 人（2 台 SPECT 设备检查病人量）	3.7×10^{10}	15000	9.25×10^{12}
^{113}In	1.85×10^{8}Bq（5mCi）	2 人		3.7×10^{8}		9.25×10^{10}
^{67}Ga	1.85×10^{8}Bq（5mCi）	2 人		3.7×10^{8}		9.25×10^{10}
^{123}I	7.4×10^{7}（2mCi）	2 人		1.48×10^{8}		3.7×10^{10}
^{131}I	甲亢	3.7×10^{8}Bq（10mCi）	15 人	3.7×10^{10}	1500（一周两批次）	3.7×10^{12}
	甲癌	最大：7.4×10^{9}Bq（200mCi） 平均：5.18×10^{9}Bq（约 140mCi）	6 人（住院）		600（一周两批次）	
^{89}Sr	1.48×10^{8}Bq（4mCi）		1 人	1.48×10^{8}	250	3.70×10^{10}
^{32}P	1.85×10^{8}Bq（5mCi）		1 人	1.85×10^{8}	250	4.63×10^{10}
^{188}Re	1.30×10^{9}Bq（35mCi）		1 人	1.30×10^{9}	250	3.25×10^{11}
^{177}Lu	7.4×10^{9}Bq（200mCi）		1 人（住院）	7.40×10^{9}	100（一周两次）	7.4×10^{11}
^{47}Sc	3.7×10^{9}（100mCi）		1 人（住院）	3.70×10^{9}	100（一周两次）	3.70×10^{11}
^{67}Cu	3.7×10^{9}（100mCi）		1 人（住院）	3.70×10^{9}	100（一周两次）	3.70×10^{11}
^{161}Tb	5.55×10^{9}（150mCi）		1 人（住院）	5.55×10^{9}	100（一周两次）	5.55×10^{11}
^{223}Ra	3.7×10^{6}Bq （0.1mCi）		1 人	3.70×10^{6}	250	9.25×10^{8}
^{225}Ac	3.7×10^{6}Bq （0.1mCi）		1 人	3.70×10^{6}	250	9.25×10^{8}
^{212}Pb	3.7×10^{6}Bq （0.1mCi）		1 人	3.70×10^{6}	250	9.25×10^{8}
^{211}At	3.7×10^{6}Bq （0.1mCi）		1 人	3.70×10^{6}	250	9.25×10^{8}
^{227}Th	3.7×10^{6}Bq （0.1mCi）		1 人	3.70×10^{6}	250	9.25×10^{8}
^{213}Bi	3.7×10^{6}Bq （0.1mCi）		1 人	3.70×10^{6}	250	9.25×10^{8}
注：根据建设单位提供信息：1、甲癌病人单次最多收治 6 人，单名甲癌治疗患者一般用药量为						

3.7×10^{9}Bq（100mCi）~7.4×10^{9}Bq（200mCi），平均用量 5.18×10^{9}Bq（约 140mCi），甲亢病人单次最多治疗 15 人，每人最大用药量 3.7×10^{8}Bq（10mCi），故 ^{131}I 日最大用量为 3.7×10^{10}Bq。一年工作 50 周，一周 2 批次。
2、PET 与 SPECT 检查量每天最多检查 60 人，使用检查项目核素的使用人次并非叠加，当使用一种核素进行显像检查时相应减少另一种核素的使用人次。
3、^{99m}Tc 核素单人最大用量 9.25×10^{8}Bq（25mCi），平均用量约 5.55×10^{8}Bq（5.55×10^{8}Bq），故计划日最大操作量为 3.7×10^{10}Bq。

1.3 项目地理位置及选址合理性分析

1.3.1 项目地理位置

本项目位于贵阳市花溪区清安大道与民安路交叉口西北侧。医院地理位置见附图 1。医院东侧为城市道路及跪安花语墅小区，北侧为城市道路及融创云湖十里小区，西侧为星月大道及在建小区，南侧为清安大道及荒地。项目边界外直线距离 200 米范围内无中小学、幼儿园。

1.3.2 新建分子肿瘤诊疗中心周边环境关系

本项目新建的分子肿瘤诊疗中心位于医院的北侧，即住院楼北侧空地。分子肿瘤诊疗中心南侧为分别为住院楼、医技综合楼门急诊综合楼、感染楼，最近距离约 30m；分子肿瘤诊疗中心西南侧为行政楼，最近距离约 176m；分子肿瘤诊疗中心西侧为山坡和后勤楼，主要包括宿舍等，最近距离约 150m；分子肿瘤诊疗中心侧为山坡；分子肿瘤诊疗中心东侧空地和院内道路。医院总平面布置图及分子肿瘤诊疗中心相对位置详见附图 5 建设项目周边环境关系示意图及评价范围。

1.3.3 新建分子肿瘤诊疗中心布局情况

本项目放射治疗与核医学拟设置于分子肿瘤诊疗中心，分子肿瘤诊疗中心拟建成地上 3 层结构，高约 15m；地下层仅有配电间；分子肿瘤诊疗中心东南角与医技综合楼设置连廊。各个楼层布置如下：

（1）一层：建设 6 个直线加速器机房及其辅助的缓冲间、控制室、附房等；1 个射波刀机房及其辅助的缓冲间、控制室、附房等；1 个 TOMO 机房及其辅助的缓冲间、控制室、设备间、附房等；1 个后装机机房及其辅助的缓冲间、控制室、附房等；1 个 MR 机房及其辅助的缓冲间、控制室、附房等。

1 个回旋加速器机房及其控制室、热室、固废暂存间、理化实验室、无菌检测、阳性对照室及其配套区域等。具体见平面布置图 7，分子肿瘤治理中心一层平面布置图。

（2）二层：二楼的 PET 检查区域：2 间 PET/CT 检查室及其控制室、1 间 PET/MR 室及其控制室、分装注射室及其卫生通过间、储源室、固废暂存间、4 间 PET/CT 候诊

室、PET/CT 留观室、抢救室、PET/MR 候诊室、PET/MR 留观室、患者卫生间等；

二楼的核素治疗区域：包括分装室及其卫生通过间、注射室、储源室、6 间核素病房、1 间核素治疗留观病房、抢救室、固废暂存间、被服衰变间、洁净被服间、剂量检测室、配餐间等及其药前候诊大厅、诊室、护士办、医生办公室、技师办公室、值班室、监控室、更衣室等。具体见平面布置图 8 分子肿瘤治理中心二层平面布置图。

（3）三楼的 SPECT/CT 检查区域：2 间 SPECT/CT 检查室及其控制室、分装注射室及其卫生通过间、储源室、固废暂存间、2 间 SPECT/CT 候诊室、SPECT/CT 留观室、抢救室、患者卫生间等；

三楼的 ^{131}I 治疗区域：包括分装室及其卫生通过间、服药室、储源室、6 间核素病房、甲亢留观室、抢救室、固废暂存间、被服衰变间、洁净被服间、剂量检测室、配餐间等及其药前 SPECT/CT 候诊大厅、负荷室、药前治疗候诊大厅、接诊室、甲测室、控制室、护士办、主任办公室、医生办公室、报告中心、会议室、资料室、值班室、监控室、更衣室等。

本项目的衰变池位于分子肿瘤诊疗中心西侧，具体见平面布置图 6 分子肿瘤治理中心负一层平面布置图。具体见平面布置图 9 分子肿瘤治理中心三层平面布置图。

本项目各辐射工作场所四周及其楼上、楼下环境详见表 1-8，表 1-9。

表 1-8　本项目拟建放射治疗主要用房相邻周边情况

机房名字	周边布局情况					
	东北侧	东南侧	西南侧	西北侧	楼上	楼下
直线加速器 1 室	直线加速器 2 室	控制室/缓冲间/设备附房	射波刀治疗室	空地	屋面	土层
直线加速器 2 室	TOMO治疗室	控制室/缓冲间/设备附房	直线加速器 1 室	空地	屋面	土层
直线加速器 3 室	直线加速器 4 室	医护通道	空地	控制室/缓冲间/设备附房	屋面/核医学患者出口通道	土层
直线加速器 4 室	直线加速器 5 室	医护通道	直线加速器 3 室	控制室/缓冲间/设备附房	屋面/核医学患者出口通道	土层
直线加速器 5 室	直线加速器 6 室	医护通道	直线加速器 4 室	控制室/缓冲间/设备附房	屋面/核医学患者出口通道	土层
直线加速器 6 室	通道	医护通道	直线加速器 5 室	控制室/缓冲间/设备附房	屋面/核医学患者出口通道	土层
射波刀治疗室	直线加速器 1 室	控制室/缓冲间/设备附房	空地	空地	屋面	土层
TOMO治疗室	通道	控制室/缓冲间/设备附房	直线加速器 2 室	空地	屋面	土层
后装治疗室	空地	控制室/准备间	卫生间	MR机房	屋面	土层

表 1-9　本项目拟建核医学主要放射用房相邻周边情况

房间名称		区域周边环境					
		东北侧	东南侧	西南侧	西北侧	楼上	楼下
一楼回旋加速器制药区	主要放射用房有：回旋加速器机房、热室、理化实验室、阳性对照室、无菌室、固废暂存间及其相关辅助用房。	空地	空地	庭院	空地	屋面	土层
二楼PET检查区	主要放射用房有：2间PET/CT检查室、1间PET/MR检查室、分装室及其卫生通过间、储源室、固废间、4间PET/CT候诊室、PET/CT留观室、抢救室、PET/MR候诊室、PET/MR留观室、患者卫生间、患者通道及其相关辅助用房；	回旋加速器制药区屋面悬空	悬空/候诊区	庭院上空/医护通道/医生办公区	悬空	SPECT/CT检查区	放疗中心门诊/日间诊疗区/模拟定位室/空调机房
二楼核素治疗区	主要放射用房有：分装室及其卫生通过间、注射室、储源室、6间核素病房、1间核素治疗留观病房、抢救室、固废暂存间、被服衰变间、洁净被服间、剂量检测室、患者通道等及其相关辅助用房	庭院/医护通道/医生办公区	通道	悬空	出口楼梯间	三楼核素治疗区	放疗中心会议室/教学办公室/值班室/档案室/质控设备室
三楼SPECT/CT检查区	主要放射用房有：2间SPECT/CT检查室、分装注射室及其卫生通过间、储源室、固废间、2间SPECT/CT候诊室、SPECT/CT留观室、抢救室、患者卫生间等及其相关辅助用房；	悬空	悬空/候诊区	庭院上空/医护通道/医生办公区	悬空	二楼PET检查区	屋面
三楼核素治疗区	主要放射用房有：包括分装室及其卫生通过间、服药室、储源室、6间核素病房、甲亢留观室、抢救室、固废暂存间、被服衰变间、洁净被服间、剂量检测室、患者通道及其相关辅助用房。	庭院/医护通道/医生办公区	通道	悬空	出口楼梯间	二楼核素治疗区	屋面

1.4 选址合理性和布局合理性分析

1、选址及合理性分析

经调查，本次评价范围 50m 以内无自然保护区、文物保护区、风景名胜区、森林公园、饮用水水源保护区等环境敏感点和生态敏感点，本项目分子肿瘤诊疗中心所在四周 50 米评价范围内无环境敏感目标；项目所在位置周边 50m 范围内主要为医院用房、道路。由于本项目放疗中心、核医学核素治疗辐射工作场所、核医学核素诊疗辐射工作场所、核医学科放射性药物制备工作场所等科各辐射工作场所均拟按照相关规范要求建设良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响符合标准要求。本项目核医学辐射工作场所配套的放射性废液衰变池位于分子肿瘤诊疗中心西侧，其周边主要为设备山体及土层，周边无人员长时间居留场所。本项目涉及使用挥发性药物 ^{131}I 的核医学工作场所控制区产生的放射性废气均经过排风管道引至建筑屋面进行排放，废气总排口位于分子肿瘤诊疗中心屋面，废气排放口距一层地面高度约 20m，水平方向距南侧住院楼约 123m。本项目核医学工作场所的废气排放口高度均高于周边建筑，满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中尽可能的远离临近高层建筑的要求。

项目位于医院内部，周围没有项目建设的制约因素，本项目通过采取相应有效治理和屏蔽措施后对周围敏感点无影响，对周围环境影响较小，因此选址是合理的。

分子肿瘤诊疗中心场所不毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，且与非放射性工作场所有明确的分界隔离，排风口位于分子肿瘤诊疗中心楼顶，且远离了周边高层建筑，项目位置没有项目建设的制约因素，且本项目的核医学辐射工作场所按照相关规范要求建有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小，拟建的分子肿瘤诊疗中心所在区域位置相对独立，而且设置相应的物理隔离和单独的人员、物流通道。废气排口高于本建筑物屋顶，远离了邻近的高层建筑，从辐射安全防护的角度分析，本项目选址是合理可行的。

2、平面布局合理性分析

经调查，本项目辐射工作场所所在区域位置相对独立，工作区域专人管理，除需治疗的患者和医院医生、护士外，医院无关人员不得入内，并且在进入辐射区域的时候需经过严格身份确认，这样不但减少了无关公众受照射的概率，同时，也降低了其他工作人员受照射的概率。同时，辐射工作场所均采取了有效的屏蔽措施，防护设计参数均达到了相关技术规范对辐射工作场所的辐射防护要求，并且辐射工作场所均按规范要求设置电离辐射警告标志，合理划分控制区，监督区，且无关人员不得进入。

由于辐射工作场所周围有常驻人员，考虑到可能会造成的影响，本报告通过对辐射工作场所防护进行理论计算，结果显示在进行治疗过程中产生的电离辐射，经过屏蔽防护和距离衰减后，对周围工作人员和公众所致的辐射剂量符合剂量约束限值的要求。通过以上场所独立、划分区域等措施，病人通道和医务人员通道独立、单向，不会产生交叉污染，对外环境造成辐射影响很小，因此，项目平面布局是合理的。

1.5 产业符合性分析

贵州医科大学附属医院本次新建的核医学科用于分子肿瘤诊疗中心治疗条件，提高医院服务质量及服务水平，满足广大患者就医的需要，属于《产业结构调整指导目录（2024 年修订本）》“第一类 鼓励类”中第六项“核能”中第 4 条“同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防护技术开发与监测设备制造”，属于国家鼓励类产业。

1.6 医院核技术应用项目概况

1.6.1 原有核技术项目回顾

贵州医科大学附属医院申领了辐射安全许可证，证书编号为黔环辐证[00039]，使用种类和范围为：使用 I 类、V 类放射源;使用II类、III类射线装，使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。发证机关为贵州省生态环境厅，有效期至 2029 年 2 月 28 日，辐射安全许可详见附件 5。贵州医科大学附属医院在用的核技术项目见表 1-6。

表1-6 贵州医科大学附属医院在用的核技术项目情况

（一）放射源						
序号	核素	类别	总活度（贝可）/活度（贝可）×枚数			活动种类
1	Sr-90（Y-90）	V类	7.4E+8*2			使用
2	Na-22	V类	3.7E+6			使用
3	Co-60	I类	2.33E+14			使用
非密封放射性物质						
序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量（贝可）	年最大用量（贝可）	活动种类
1	PET-CT中心	乙级	Zr-89	7.4E+7	1.48E+11	使用
2	核医学科一楼低活性室	乙级	Sr-89	4.44E+7	1.48E+10	使用
3	核医学科一楼低活性室	乙级	P-32	7.4E+7	7.4E+9	使用
4	回旋加速器中心	乙级	N-13	7.4E+7	7.4E+10	生产
5	PET-CT中心	乙级	N-13	3.7E+7	3.7E+10	使用
6	核医学科一楼低活性室	乙级	Mo-99（Te-99m）	5.55E+7	1.11E+13	使用
7	核医学科一楼低活性	乙级	In-111	3.7E+7	3.7E+9	使用

	室					
8	核医学科二楼高活性室	乙级	I-131	3.7E+9	5.55E+12	使用
9	核医学科一楼低活性室	乙级	H-3	1.85E+6	5.55E+9	使用
10	回旋加速器中心	乙级	F-18	6.179E+8	1.554E+13	生产
11	PET-CT中心	乙级	F-18	3.7E+7	9.25E+12	使用
12	PET-CT中心	乙级	Cu-64	7.4E+7	1.48E+12	使用
13	回旋加速器中心	乙级	C-11	3.7E+8	7.4E+12	生产
14	PET-CT中心	乙级	C-11	7.4E+7	1.48E+12	使用

（三）射线装置

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	制备正电子发射计算机断层显像装置（PET）放射性药物的加速器	II 类	1	使用
2	移动式数字摄影X线系统	III类	2	使用
3	移动式C形臂X射线机	III类	2	使用
4	移动X射线机	III类	6	使用
5	医用诊断X射线装置	III类	2	使用
6	医用诊断X射线装置	III类	2	使用
7	医用诊断X射线装置	III类	1	使用
8	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	III类	1	使用
9	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	III类	1	使用
10	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	III类	6	使用
11	数字胃肠机	III类	2	使用
12	数字胃肠机	III类	1	使用
13	数字乳腺钼靶机	III类	1	使用
14	数字乳腺钼靶机	III类	2	使用
15	生物学X射线辐照仪	III类	1	使用
16	肯密度仪	III类	2	使用
17	骨密度仪	III类	1	使用
18	DSA数字血管减影	II 类	2	使用
19	DR	III类	2	使用
20	DR	III类	1	使用
21	DR	III类	1	使用
22	C臂X射线机	III类	2	使用
23	CT	III类	1	使用
24	CT	III类	1	使用
25	CT	III类	3	使用
26	CT	III类	3	使用
27	CT	III类	1	使用
28	DR	III类	2	使用

1.6.2 医院环评手续完成情况

贵州医科大学附属医院遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号令）、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正）、《建设项目分类管理名录》（2021 年版）、

《关于发布<射线装置分类>的公告》（公告 2017 年第 66 号）等国家辐射环境管理相关法律法规的规定；均已履行完成环保手续，并办理了辐射安全许可证（黔环辐证[00039]）。

贵州医科大学附属医院贵安医院（原名同济贵安医院）位于贵安新区天河潭大道北面项目于 2016 年 8 月开工建设，2021 年 7 月 1 投入试营业。目前，医生人员 380 人，日均接诊病人约 200 人。2015 年 6 月 20 日，贵安置业投资有限公司委托中冶节能环保有限责任公司编制《同济贵安医院（一期）建设项目环境影响报告书》；并于 2016 年 7 月 20 日取得贵安新区生态环境局《关于对同济贵安医院（一期）建设项目环境影响报告书的批复》（贵安环审〔2016〕25 号）。

2017 年 11 月 17 日，建设单位将倒班宿舍、能源中心及国家紧急救援中心（三个建筑单体）作为项目一期的补充项目，并对已批复的项目一期的部分建筑物的面积进行调整，布局功能不变；取得贵州省贵安新区行政审批局的相关文件。2018 年 5 月 30 日，贵安置业投资有限公司委托中冶节能环保有限责任公司编制《同济贵安医院（一期）建设项目环境影响评价补充报告》；并于 2018 年 8 月 22 日取得贵安新区生态环境局《关于对同济贵安医院（一期）建设项目环境影响评价补充报告》的审批意见（贵安环表〔2018〕17 号）。2020 年 7 月 30 日，贵安置业投资有限公司进行了项目名称和建设单位的变更，变更后的项目名称为贵州医科大学附属医院贵安医院；变更后的建设单位为贵州贵安大健康医药产业投资有限公司；并得到贵安新区生态环境局的同意。2021 年 7 月 9 日，贵州医科大学附属医院贵安医院申领了排污许可证，证书编号为：12520000MB1062078T001V。

环评批复文件、项目名称变更等手续见附件 6，项目验收备案文件见附件 7。

1.6.3 医院辐射安全管理现状

医院遵守《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关放射性法律、法规，配合各级环保部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好，运行正常，医院现有设备辐射工作场所屏蔽防护措施有效，能满足屏蔽防护要求；根据人员年度剂量报告，辐射工作人员剂量不超标，表明医院辐射工作辐射防护措施有效，无需整改。

（1）贵州医科大学附属医院履行了《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放

射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关辐射防护法律、法规，并接受了各级环保部门监督和指导，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，在辐射安全和防护制度的建立、落实以及档案管理等方面运行良好。

（2）医院在原有核技术利用项目运行中已根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中相应要求，制定了一套辐射安全管理制度（见附件 14）。制度基本满足目前核技术利用项目开展的需要，实践过程中若发现与工作实践不符或采取的防护技术有变化的情况出现，医院会立即组织相关人员进行修订，以保持制度的适用性和规范性，最大限度保护环境和人员免受辐射影响。

（3）医院从事辐射工作的工作人员定期参加了生态环保部门组织的上岗培训，且均持证上岗，辐射工作人员接受辐射防护安全知识和法律法规教育，提高守法和自我防护意识。对于可能新增的辐射工作人员，环评要求：根据生态环境部《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853 号）和《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019 年，第 57 号）精神，医院应尽快组织新增工作人员和原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员到生态环境部培训平台报名并参加考核。

（4）辐射工作期间，辐射工作人员佩带个人剂量计，接受剂量监测，建立剂量健康档案并存档。根据 2024 年的个人剂量监测报告，医院辐射工作人员因辐射工作岗位所致外照射个人累积剂量均小于 5mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也低于年平均剂量约束值 5mSv/a。对于可能新增的辐射工作人员，环评要求对新上岗工作人员应做好上岗前的健康体检，体检合格才能上岗，且至少每两年为辐射工作人员进行一次职业健康检查，建立职业健康监护档案。

（5）辐射防护与安全措施、辐射防护用品以及监测设备设置情况

医院各辐射工作场所均根据相关标准要求进行布局，采取了相应的控制区和监督区分区管理，各辐射工作场所设置有电离辐射警告标志和工作状态指示灯等辐射防护与安全措施，且均制定了相应的操作规程。医院为辐射工作人员和患者配置了铅橡胶防护衣、铅橡胶帽子、铅橡胶颈套等防护用品。医院已配备表面污染仪、γ辐射剂量率仪等监测仪器，定期对放射性同位素与射线装置工作场所的辐射安全与防护措施进行检查，并定期对放射性同位素与射线装置工作场所周围辐射环境进行自行监测。

（6）辐射工作场所自行监测、年度监测与年度评估情况

医院制定了设备定期保养维护制度，定期自行检测设备状况，记录设备日常运行和异常情况，且每年由设备厂家进行定期预防性保养。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，医院每年委托有资质单位对医院核技术利用建设项目辐射工作场所和周围环境进行 1 次辐射水平监测，监测报告存档。医院按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的要求，每年对本单位放射性同位素与射线装置安全和防护状况进行评估，并于每年 1 月 31 日前向发证机关提交上一年度评估报告。根据医院 2024 年度辐射工作场所年度监测报告可知，医院现有核技术利用项目辐射工作场所和周围环境的辐射监测结果满足相关标准要求。

综上所述，医院遵守了《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等相关放射性法律、法规，辐射防护设施运行、维护、检测工作良好，规章制度建立完善，相关措施落实、执行情况在不断完善中，辐射安全管理现状较为良好，采取的日常安全管理措施有效可行，上述管理制度能满足医院目前的辐射工作，现有的辐射安全与环境保护管理机构能有效的对项目进行监管。医院在日常工作中应进一步加强辐射安全管理，关注国家法律、法规等现行要求的修改或修订，及时更新并完善各项规章制度。

1.6.4 相关操作人员培训和职业健康检查纪录

根据医院提供资料，原有从事辐射工作人员均已具备相应的从业职业，并且均通过国家组织的辐射安全与防护培训开始并获得上岗证书，部分辐射工作人员证书见附件 12，辐射工作人员的个人剂量报告见附件 13，辐射工作人员均未出现剂量超标的情况。说明医院现有的辐射设备的运行和使用良好。

1.7 实践的正当性分析

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践的正当性要求，对于一项实践，只有在考虑了社会、经济和其他有关因素之后，其对受照个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的社会危害时，该实践才是正当的。本项目的建设有利于提高周边的医疗水平，更好的服务周边群众，具有明显的经济效益和社会效益，项目建成运行后，将为贵阳市贵安新区及周边地区提供一个更加优越的就医环境，同时将提高医院的整体医疗服务水平，吸引更多的就诊人员，医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。各屏蔽和防护措施符合要求，对环境的影响也在可接受范围内。符合《电离辐射防护与辐射源基本标准》

（GB18871-2002）中实践的内容：“源的生产和辐射或放射性物质在医学、工业、农业或教学与科研中的应用，包括与涉及或可能涉及辐射或放射性物质照射的应用有关的各种活动”，并且“在考虑了社会、经济和其他因素之后，其对照射个人或社会所带来的利益足以弥补其可能引起的辐射危害”。符合“实践正当性”的要求。

1.8 项目人员安排情况

本项目拟配备医护工作人员共 113 人。本项目拟配备医护工作人员须按照根据生态环境部《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853 号）和《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019 年，第 57 号）精神，组织培训机考核，通过核技术利用辐射安全与防护考核并取得了成绩单，确保做到持证上岗。

后若有新进的从事辐射工作的辐射工作人员须按照根据生态环境部《关于做好 2020 年核技术利用辐射安全与防护培训和考核工作有关事项的通知》（环办辐射函〔2019〕853 号）和《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019 年，第 57 号）精神，组织培训机考核，通过核技术利用辐射安全与防护考核并取得了成绩单，确保做到持证上岗，在上岗前必须取得辐射安全与防护知识培训合格证书；此外，已有培训证书的，在证书过期前应及时参加复训并通过考核。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度（Bq）/ 活度（Bq）×枚数	类别	活动种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
1	^{192}Ir	3.7×10^{11}Bq/1 枚	III 类	使用	放射治疗	分子肿瘤诊疗中心一层后装机房内	密封安装在分子肿瘤诊疗中心一层的后装机房的后装机机头内	新增
2	^{68}Ge	5.5×10^{7}Bq	V类	使用	PET/CT 校准	PET/CT 机房	存于分子肿瘤诊疗中心 2 楼 PET/CT 储源室	新增
3	^{68}Ge	3.5×10^{6}Bq	V类	使用	PET/CT 校准	PET/CT 机房	存于分子肿瘤诊疗中心 2 楼 PET/CT 储源室	新增
注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度（n/s）。								

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
1	^{18}F	液态，半衰期109.8min，低毒	生产	7.4×10^{10}	7.4×10^{8}	1.85×10^{13}	显像诊断	简单操作	一楼回旋加速器制药区	热室密闭手套箱内
2	^{11}C	液态，半衰期20.39min，低毒	生产	1.85×10^{10}	1.85×10^{8}	4.63×10^{12}	显像诊断	简单操作		热室密闭手套箱内
3	^{13}N	液态，半衰期10.0min，低毒	生产	7.4×10^{9}	7.4×10^{7}	1.85×10^{12}	显像诊断	简单操作		热室密闭手套箱内
4	^{15}O	液态，半衰期2.04min，低毒	生产	7.4×10^{9}	7.4×10^{7}	1.85×10^{12}	显像诊断	简单操作		热室密闭手套箱内
5	^{124}I	液态，半衰期4.18d，中毒	生产	1.11×10^{9}	1.11×10^{8}	2.78×10^{11}	显像诊断	简单操作		热室密闭手套箱内
6	^{89}Zr	液态，半衰期78.41h，中毒	生产	1.11×10^{9}	1.11×10^{8}	2.78×10^{11}	显像诊断	简单操作		热室密闭手套箱内
7	^{64}Cu	液态，半衰期12.7h，低毒	生产	1.11×10^{9}	1.11×10^{7}	2.78×10^{11}	显像诊断	简单操作		热室密闭手套箱内
分子肿瘤诊疗中心一楼回旋加速器制药区非密封放射性核素日等效最大操作量合计：1.16×10^{9}Bq，属乙级非密封放射性物质工作场所。										

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
8	^{18}F	液态，半衰期109.8min，低毒	使用	1.85×10^{10}	1.85×10^{7}	4.63×10^{12}	显像诊断	很简单操作	二楼PET检查区	存于PET检查区分装室通风橱内、储源室
9	^{11}C	液态，半衰期20.39min，低毒	使用	1.85×10^{9}	1.85×10^{6}	4.63×10^{11}	显像诊断	很简单操作		存于PET检查区分装室通风橱内、储源室
10	^{13}N	液态，半衰期10.0min，低毒	使用	7.40×10^{8}	7.40×10^{5}	1.85×10^{11}	显像诊断	很简单操作		存于PET检查区分装室通风橱内、储源室
11	^{15}O	液态，半衰期2.04min，低毒	使用	7.40×10^{8}	7.40×10^{5}	1.85×10^{11}	显像诊断	很简单操作		存于PET检查区分装室通风橱内、储源室
12	^{89}Zr	液态，半衰期4.18d，中毒	使用	3.70×10^{8}	3.70×10^{6}	9.25×10^{10}	显像诊断	很简单操作		存于PET检查区分装室通风橱内、储源室
13	^{64}Cu	液态，半衰期78.41h，中毒	使用	3.70×10^{8}	3.70×10^{5}	9.25×10^{10}	显像诊断	很简单操作		存于PET检查区分装室通风橱内、储源室
14	^{124}I	液态，半衰期4.18d，中毒	使用	3.70×10^{8}	3.70×10^{6}	9.25×10^{10}	显像诊断	很简单操作		存于PET检查区分装室通风橱内、储源室
15	^{68}Ge	固态，半衰期288d，中毒	使用	1.85×10^{9}	1.85×10^{6}	3.70×10^{9}	淋洗 ^{68}Ga	贮存		存于PET检查区分装室通风橱内、储源室
16	^{68}Ga	液态，半衰期68min，低毒	使用	1.85×10^{9}	1.85×10^{6}	4.63×10^{8}	PET显像用药物	简单操作		存于PET检查区分装室通风橱内、储源室
分子肿瘤诊疗中心二楼PET检查区非密封放射性核素日等效最大操作量合计：5.00×10^{7}Bq，属乙级非密封放射性物质工作场所。										

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
17	^{99}Mo	固态，半衰期2.75d，中毒	使用	3.70×10^{10}	3.70×10^{7}	2.22×10^{12}	淋洗 ^{99m}Tc	贮存	三楼SPECT/CT检查区	存于SPECT/CT检查区分装室通风橱内、储源室
18	^{99m}Tc	液态，半衰期6.02h，低毒	使用	3.70×10^{10}	3.70×10^{8}	9.25×10^{12}	SPECT显像	简单操作		存于SPECT/CT检查区分装室通风橱内、储源室
19	^{113}In	液态，半衰期100min，低毒	使用	1.48×10^{8}	1.48×10^{5}	3.70×10^{10}	SPECT显像	很简单操作		存于SPECT/CT检查区分装室通风橱内、储源室
20	^{67}Ga	液态，半衰期3.26d，中毒	使用	3.70×10^{8}	3.70×10^{6}	9.25×10^{10}	SPECT显像	很简单操作		存于SPECT/CT检查区分装室通风橱内、储源室
21	^{123}I	液态，半衰期13.2d，低毒	使用	1.48×10^{8}	1.48×10^{5}	3.70×10^{10}	SPECT显像	很简单操作		存于SPECT/CT检查区分装室通风橱内、储源室
分子肿瘤诊疗中心三楼SPECT/CT检查区的非密封放射性核素日等效最大操作量合计：4.11×10^{8}Bq，属乙级非密封放射性物质工作场所。										
22	^{131}I	液态，中毒	使用	3.70×10^{10}	3.70×10^{9}	3.70×10^{12}	甲癌治疗/甲亢治疗	简单操作	三楼^{131}I治疗区	暂存在三楼^{131}I治疗区储源室
分子肿瘤诊疗中心三楼^{131}I治疗区非密封放射性核素日等效最大操作量合计：3.70×10^{9}Bq，属乙级非密封放射性物质工作场所。										

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大操作量（Bq）	日等效最大操作量（Bq）	年最大用量（Bq）	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
23	^{177}Lu	液态，中毒	使用	7.4×10^{9}	7.40×10^{8}	7.40×10^{11}	肿瘤治疗	简单操作	二楼核素治疗区	暂存于二楼核素治疗区储源室
24	^{47}Sc	液态，中毒	使用	3.7×10^{9}	3.70×10^{8}	3.70×10^{11}	癌治疗	简单操作		暂存于二楼核素治疗区储源室
25	^{67}Cu	液态，中毒	使用	3.7×10^{9}	3.70×10^{8}	3.70×10^{11}	癌治疗	简单操作		暂存于二楼核素治疗区储源室
26	^{161}Tb	液态，中毒	使用	5.55×10^{9}	5.55×10^{8}	5.55×10^{11}	癌治疗	简单操作		暂存于二楼核素治疗区储源室
27	^{223}Ra	液态，极毒	使用	3.7×10^{6}	3.7×10^{7}	9.25×10^{8}	癌治疗	简单操作		暂存于二楼核素治疗区储源室
28	^{225}Ac	液态，极毒	使用	3.7×10^{6}	3.7×10^{7}	9.25×10^{8}	癌治疗	简单操作		暂存于二楼核素治疗区储源室
29	^{212}Pb	液态，中毒	使用	3.7×10^{6}	3.7×10^{5}	9.25×10^{8}	癌治疗	简单操作		暂存于二楼核素治疗区储源室
30	^{211}At	液态，高毒	使用	3.7×10^{6}	3.7×10^{6}	9.25×10^{8}	癌治疗	简单操作		暂存于二楼核素治疗区储源室
31	^{227}Th	液态，极毒	使用	3.7×10^{6}	3.7×10^{7}	9.25×10^{8}	癌治疗	简单操作		暂存于二楼核素治疗区储源室
32	^{213}Bi	液态，高毒	使用	3.7×10^{6}	3.7×10^{6}	9.25×10^{8}	癌治疗	简单操作		暂存于二楼核素治疗区储源室
33	^{89}Sr	液态，中毒	使用	1.48×10^{8}	1.48×10^{7}	3.70×10^{10}	癌治疗	简单操作		暂存于二楼核素治疗区储源室
34	^{188}Re	液态，中毒	使用	1.30×10^{9}	1.30×10^{8}	3.25×10^{11}	癌治疗	简单操作		暂存于二楼核素治疗区储源室

35	^{32}P	液态，中毒	使用	7.4×10^{9}	1.85×10^{7}	4.63×10^{10}	癌治疗	简单操作		暂存于二楼核素治疗区储源室
分子肿瘤诊疗中心二楼核素治疗区非密封放射性核素日等效最大操作量合计：2.32×10^{9}Bq，属乙级非密封放射性物质工作场所。										
注：^{68}Ge-^{68}Ga 发生器一年用 2 个，^{99}Mo-^{99m}Tc 发生器一年用 60 个。										

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

表 4 射线装置

（一）加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速粒籽	最大能量（MeV）	最大电流（mA）/剂量率（Gy/h）	用途	工作场所	备注
1	直线加速器	II类	6	待定	电子	X 射线： 10MV 电子线：15MeV	1440Gy/h（10MV）； 840Gy/h（6MV） 电子线距靶 1m 处最大剂量率：600Gy/h CBCT 模块：150kV、1000mA	放射治疗	分子肿瘤诊疗中心一层加速器机房	/
2	射波刀	II类	1	待定	电子	6MV	最大剂量率：600Gy/h 定位束：150kV、1000mA	放射治疗	分子肿瘤诊疗中心一层射波刀治疗室	/
3	TOMO	II类	1	待定	电子	6MV	最大剂量率：510Gy/h	放射治疗	分子肿瘤诊疗中心一层 TOMO 治疗室	/
4	回旋加速器	II类	1	待定	质子	≤10MeV	最大能量：10MeV 最大束流：100μA	制备 PET 用放射性药物	分子肿瘤诊疗中心一层回旋加速器中心	/

（二）X 射线机：医疗诊断、介入治疗”

序号	名称	类别	数量（台）	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	SPECT/CT	III类	2	待定	150	1000	放射诊断	分子肿瘤诊疗中心三层 SPECT/CT 机房 1/SPECT/CT 机房 2	/
2	PET/CT	III类	2	待定	150	1000	放射诊断	分子肿瘤诊疗中心二层 PET/CT 机房 1/PET/CT 机房 2	/

（三）中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（k V）	最大靶电流（μA）	中子强度（n/s）	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度（Bq）	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
该项目不涉及													

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

序号	名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放浓度	暂存情况	最终去向
1	回旋加速器运行时产生的臭氧、氮氧化物	气态	/	极低	极少量	极少量	极少量	不暂存	经活性炭过滤后经高于本建筑屋脊高度 3m 的排放口排放
2	回旋加速器废旧真空膜、靶膜、碳膜、碳膜支架、离子源、O 圈、核素传输管等高活性固废	固态	/	极低	极少量	极少量	极少量	暂存于回旋加速器机房内的靶废物暂存箱内	厂家回收或交由城市放射性废物库暂存处理
3	回旋加速器机房内洗靶、装卸靶过程中产生的一次性沾污废物等非高活性固废	固态	/	极低	极少量	极少量	极少量		
4	回旋加速器放射性药物制备区放射性固废	固态	核素 ^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{124}I、^{15}O、^{64}Cu、^{89}Zr	/	/	约 50kg	/	暂存在回旋加速器放射性药物制备区放射性废物储存间	暂存衰变至少 30 天后，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，α表面污染小于 0.08Bq/c ㎡、β表面污染小于 0.8Bq/c ㎡的，清洁解控并作为医疗废物处理
5	医用直线加速器废靶	固态	/	/	/	/	/	/	废靶交由设备供应商回收
6	三楼核素治疗区含 ^{131}I 放射性固废	固态	^{131}I	/	181.25 kg	2175k g	/	暂存	暂存衰变至少 30 天后，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，α表面污染

序号	名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放浓度	暂存情况	最终去向
									小于 0.08Bq/c ㎡、β表面污染小于 0.8Bq/c ㎡的，清洁解控并作为医疗废物处理
7	三楼 SPECT 检查区域产生的放射性固体废物合计	固态	含 ^{99m}Tc、^{113}In、^{67}Ga、^{123}I 放射性固废	/	125kg	1500kg	/	废物储存间	暂存衰变至少 30 天后，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，α表面污染小于 0.08Bq/c ㎡、β表面污染小于 0.8Bq/c ㎡的，清洁解控并作为医疗废物处理
8	二楼 PET 检查区域产生的放射性固体废物合计	固态	含 ^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{15}O、^{89}Zr、^{64}Cu、^{124}I、^{68}Ga 放射性固废	/	125kg	1500kg	/	废物储存间	暂存衰变至少 30 天后，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，α表面污染小于 0.08Bq/c ㎡、β表面污染小于 0.8Bq/c ㎡的，清洁解控并作为医疗废物处理
9	二楼核素治疗区域产生的放射性固体废物合计	固态	含 ^{177}Lu、^{47}Sc、^{67}Cu、^{161}Tb、^{223}Ra、^{225}Ac、^{212}Pb、^{211}At、^{227}Th、^{213}Bi、^{89}Sr、^{188}Re、^{32}P 放射性固废	/	175kg	2100kg	/	废物储存间	暂存衰变至少 30 天后，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，α表面污染小于 0.08Bq/c ㎡、β表面污染小于 0.8Bq/c ㎡的，清洁解控并作为医疗废物处理
10	感生放射性废气	气态	^{11}C、^{15}O、^{13}N、^{41}Ar	/	微量	/	/	微量	专用通风管道过滤后高空排放，弥散到大气中
11	放射性废气	气态	^{131}I、^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{15}O、	/	微量	/	/	微量	专用通风管道过滤后高空排放，弥散到大气中

序号	名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放浓度	暂存情况	最终去向
			^{64}Cu、^{89}Zr、^{124}I、^{68}Ga、^{99m}Tc、^{89}Sr、^{223}Ra、等						
12	回旋加速器放射性药物制备区放射性废水	液态	^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{15}O、^{68}Ga	/	/	约30m³	/	4号衰变池	在槽式衰变池中暂存衰变至少200天（所含核素半衰期大于24h的暂存超过10个半衰期）后，监测结果经审管部门认可后排入医院污水处理站处理最终排入城市污水管网
13	二层核医学科治疗病房区放射性废水	液态	含 ^{177}Lu、^{47}Sc、^{67}Cu、^{161}Tb、^{223}Ra、^{225}Ac、^{212}Pb、^{211}At、^{227}Th、^{213}Bi、^{89}Sr、^{188}Re、^{32}P	/	/	约534m³	总α<1Bq/L，总β＜10Bq/L	1号衰变池	在槽式衰变池中暂存衰变至少78（所含核素半衰期大于24h的暂存超过10个半衰期）后，监测结果经审管部门认可后排入医院污水处理站处理最终排入城市污水管网
14	二层、三层核医学科检查区放射性废水	液态	^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{15}O、^{64}Cu、^{68}Ga、^{89}Zr、^{124}I、^{99m}Tc、^{67}Ga、^{113}In、、	/	/	约420m³	总α<1Bq/L，总β＜10Bq/L	3号衰变池	在槽式衰变池中暂存衰变至少34天（所含核素半衰期大于24h的暂存超过10个半衰期）后，监测结果经审管部门认可后排入医院污水处理站处理最终排入城市污水管网
15	核素治疗病区放射	液态	^{131}I	/	/	约480m³	/	2号衰变池	在槽式衰变池中暂存衰变

序号	名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放量	排放浓度	暂存情况	最终去向
	性废水								至少 180 天后，直接排入医院污水处理站处理最终排入城市污水管网
17	废活性炭	固态	/	/	/	1440kg	/	废物储存间	暂存衰变至少 30 天后，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，α表面污染小于 0.08Bq/c ㎡、β表面污染小于 0.8Bq/c ㎡的，清洁解控并作为医疗废物处理
19	臭氧、氮氧化物	气态	/	/	/	/	/	/	设置通风系统，以保证工作场所良好通风
20	废 ^{68}Ge	固态	^{68}Ge	/	/	/	/	核医学科 PET 储源/放废室或储存间	由放射源供应商回收
21	废 ^{192}Ir 源	固态	^{192}Ir	/	/	/	/	不暂存	由放射源供应商回收

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为mg/L，固体为mg/kg，气态为mg/m³；年排放总量用kg。

2．含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

法规文件	（1）《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第九号，2014 年修订，2015 年 1 月 1 日起施行）； （2）《中华人民共和国环境影响评价法》（中华人民共和国主席令 第四十八号，2018 年修改，2018 年 12 月 29 日起施行）； （3）《中华人民共和国放射性污染防治法》（中华人民共和国主席令 第六号，2003 年，2003 年 10 月 1 日起施行）； （4）《中华人民共和国职业病防治法》（中华人民共和国主席令 第 24 号 2018 年 12 月 29 日修订） （5）《建设项目环境保护管理条例》（中华人民共和国国务院令 第 682 号，2017 年修改，2017 年 10 月 1 日起施行）； （6）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院 第 449 号令，2019 年 3 月 2 日修订版）； （7）《放射工作人员职业健康管理办法》，中华人民共和国卫生部令 第 55 号，2007 年 11 月 1 日起施行； （8）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年修正版），生态环境部令 第 20 号，自 2021 年 1 月 4 日起施行； （9）《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（原环境保护部令部令 第 18 号，2011 年，2011 年 5 月 1 日起施行）； （10）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部部令 第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）； （11）《关于发布<射线装置分类>的公告》（原环境保护部、国家卫生和计划生育委员会公告，公告 2017 年第 66 号，2017 年 12 月 6 日起实施）； （12）《关于发布放射源分类办法的公告》，（国家环境保护总局公告 2005 第 62 号），于 2005 年 12 月 23 日公布并施行； （13）《关于发布<放射性废物分类>的公告》（原环境保护部、工业和信息化部、国家国防科技工业局公告，公告 2017 年第 65 号，2018 年 1 月 1 日起实施）； （14）《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》

	（生态环境部 2019 年 第 57 号公告）； （15）《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部 2021 年第 9 号公告）； （16）《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）； （17）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，2023 年 12 月 27 日国家发展改革委令 第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行； （18）《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（生态环境部辐射源安全监管司，2023 年 9 月 11 日）； （19）《贵州省省级生态环境部门审批环境影响评价文件的建设项目目录（2024 年本）》（黔环综合〔2024〕56 号）； （20）《关于印发<医用同位素中长期发展规划>（2021-2035 年）的通知》（国家原子能机构、科技部、公安部、生态环境部、交通运输部、国家卫生健康委、国家医疗保障局、国家药品监督管理局文件国原发〔2021〕2 号，2021 年 5 月 26 日印发）； （21）《放射性废物安全管理条例》（国务院令第 612 号，2011 年 12 月 20 日发布，2012 年 3 月 1 日施行）； （22）《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》（环办辐射函〔2016〕430 号）。
技术标准	（1）《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ2.1-2016） （2）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （3）《辐射环境保护管理导则核技术利用建设项目环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016），环境保护部； （4）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）； （5）《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）； （6）《放射工作人员健康要求及监护规范》（GBZ98-2020）； （7）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）； （8）《职业性内照射个人监测规范》（GBZ129-2016）； （9）《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）；

	（10）《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）； （11）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； （12）《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）； （13）《操作非密封源的辐射防护规定》（GB11930-2010）； （14）《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第1部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）； （15）《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第2部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T 201.1-2011）； （16）《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第3部分：γ射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014）； （17）《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021） （18）《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）； （19）《后装γ源近距离治疗质量控制检测规范》（WS262-2017）； （20）《工作场所有害因素职业接触限值第1部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）； （21）《表面污染测定第1部分：β发射体（Epmax>0.15MeV）和α发射体》（GB/T14056.1-2008）； （22）生态环境部辐射源安全监管司《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函（2023）20号）； （23）《放射性废物管理规定》（GB14500-2002）； （24）《伽玛照相机、单光子发射断层成像设备（SPECT）质量控制检测规范》（WS523-2019）； （25）《正电子发射断层成像（PET）设备质量控制检测标准》（WS817-2023）； （26）《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范核技术利用》（HJ1326-2023）； （27）《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）； （28）《水质 总α放射性的测定 厚源法》（HJ898-2017）； （29）《水质 总β放射性的测定 厚源法》（HJ899-2017）；

	（30）《空气中碘-131 的取样与测定》（GB/T14584-1993） （31）《外照射放射防护剂量转换系数标准》（WS/T830-2024)。
其他	（1）环境影响评价委托书； （2）《STRUCTURAL SHIELDING DESIGN AND EVALUATION FOR MEGAVOLTAGE X-AND GAMMA-RAY RADIOTHERAPY FACILITIES Y》（National Council on Radiation Protection and Measurements 2005.12.31） （3）《Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities》（National Council on radiation protection and Measurements, 2004. 19） （4）《辐射防护手册》（李德平、潘自强主编，1991.01） （5）《辐射防护导论》（方杰主编，1991.06） （6）《医用外照射源的辐射防护》（1984.11）； （7）《UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes》（UNITED NATIONS, 2000）； （8）辐射安全许可证正副本复印件、辐射安全管理制度复印件； （9）贵州医科大学附属医院辐射工作人员培训证书、剂量检测报告。 （10）《核技术利用监督检查技术程序》（2020 发布版）； （11）《NNSA HQ-08-JD-IP-006 乙级非密封放射性物质操作场所监督检查技术程序》； （12）《NNSA HQ-08-JD-IP-030 非密封放射性物质医学应用场所监督检查技术程序》； （13）《NNSA HQ-08-JD-IP-031 医用放射性核素发生器利用场所监督检查技术程序》； （14）《NNSA HQ-08-JD-IP-017 固定式III、IV和V类源使用场所监督检查技术程序》； （15）《NNSA HQ-08-JD-IP-033 医用电子直线加速器使用场所监督检查技术程序》 （16）《NNSA HQ-08-JD-IP-036 III类医用射线装置监督检查技术程序》。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ10.1-2016）中“乙级非密封放射性物质工作场所项目的评价范围取半径 50m 的范围，放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围”的规定，因此综合考虑，本项目评价范围取各辐射工作场所四侧屏蔽体外周边 50m 的范围。本项目评价范围详见图 7-1。

图 7-1 本项目评价范围示意图

7.2 保护目标

由医院总平面布置及现场调查可得，本项目主要环境保护目标为本项目辐射工作人员、各场所周边偶尔路过或停留的其他非辐射工作人员以及评价范围内的公众。本项目的环境保护目标见表 7-1。

表 7-1　环境敏感目标一览表

区域	位置描述	人数规模	辐射剂量约束值
分子肿瘤诊疗中心辐射工作人员（控制区）	分子肿瘤诊疗中心控制区一层、二层及三层的辐射工作场所	约 102 人	5mSv/a
分子肿瘤诊疗中心辐射工作人员（监督区）	分子肿瘤诊疗中心监督区一层、二层及三层的辐射工作场所	约 102 人	5mSv/a
分子肿瘤诊疗中心非辐射工作人员、病人及家属	分子肿瘤诊疗中心一层、二层、三层及四周区域	固定约 5 人、流动约 150 人	0.1mSv/a
住院楼非辐射工作人员及病人、家属	分子肿瘤诊疗中心西南侧 35 米	固定约 380 人、流动约 5000 人	0.1mSv/a
医技综合楼非辐射工作人员及病人、家属	分子肿瘤诊疗中心东南侧 37 米	固定约 80 人，流动约 450 人	0.1mSv/a
院内道路、空地、消防通道等流动人员	分子肿瘤诊疗中心周围 50 米范围内	流动人员若干	0.1mSv/a

本项目评价范围内环境敏感目标主要为分子肿瘤诊疗中心的医护工作者，候诊病人及家属。

7.3 评价标准

7.3.1 剂量限值

（1）根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：

（一）职业照射剂量限值为：

a）由审管部门决定的连续 5 年的年平均有效剂量（但不可作任何追湖性平均），20mSv；

b）任何一年中的有效剂量，50mSv；

c）眼晶体的年当量剂量，150mSv；

d）四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），剂量约束可取限值的 10%～30%，本次评价从辐射防护最优化原则出发，尽量避免不必要的附加剂量照射，并为其它可能的辐射照射留下余额，本次评价取其 25%，即职业照射约束剂

量 5mSv。

（二）公众照射剂量限值为：

a）年有效剂量，1mSv；

b）特殊情况下，如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某单一年份的有效剂量可提高到 5mSv；

c）眼晶体的年当量剂量，15mSv；

d）皮肤的年当量剂量，50mSv。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），剂量约束可取限值的 10%～30%，本次评价从辐射防护最优化原则出发，尽量避免不必要的附加剂量照射，结合本项目所在地审管部门的要求，本项目放射工作场所周围非放射医务人员及其他公众人员接受的辐射剂量约束值按 GB18871-2002 公众照射剂量限值的十分之一执行，即 0.1mSv/a。

（2）根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）

4.4.2.1 一般情况下，职业照射的剂量约束值不超过 5mSv/a；

4.4.2.2 公众照射的剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

综上所述，医护人员职业照射的剂量约束值与公众照射的剂量约束值也参考核医学，本项目取不超过 5mSv/a 作为职业照射的剂量约束值；取不超过 0.1mSv/a 作为公众剂量约束值，为考虑人员受照剂量叠加影响后的约束值。

（3）根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）

4.9 从事放射治疗的工作人员职业照射和公众照射的剂量约束值应符合以下要求:

a)一般情况下，从事放射治疗的工作人员职业照射的剂量约束值为 5mSv/a。

b)公众照射的剂量约束值不超过 0.1 mSv/a。

（4）根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）

6.2.15 核医学放射工作人员应按《职业性外照射个人监测规范》GBZ 128-2019 的要求进行外照射个人监测，同时对于近距离操作放射性药物的工作人员，宜进行手部剂量和眼晶状体剂量监测，保证眼晶状体连续 5 年期间，年平均当量剂量不超过 20mSv，任何 1 年中的当量剂量不超过 50mSv。本次评价取其 25%，即职业照射约束剂量 5mSv。

7.3.2 工作场所辐射剂量率控制水平

（1）放射治疗项目

①放射治疗机房（直线加速器、TOMO、射波刀和后装机项目）

根据《放射治疗辐射防护与安全要求》（HJ1198-2021）第 6.1 .4 款的要求：

剂量控制应符合以下要求：

a）治疗室墙和入口门外表面 30cm 处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或在治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗室顶外表面 30cm 处和在该立体角区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列 1）和 2）所确定的剂量率参考控制水平Ḣc：

1）使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子（可依照附录 A 选取），由以下周剂量参考控制水平(Ḣc）求得关注点的导出剂量率参考控制水平Ḣc,d(μSv/h)：机房外辐射工作人员：Ḣc≤100μSv/周；机房外非辐射工作人员：Ḣc≤5μSv/周。

2）按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平Ḣc,max(μSv/h)：

人员居留因子 T＞1/2 的场所：Ḣc,max≤2.5μSv/h；人员居留因子 T≤1/2 的场所：Ḣc,max≤10μSv/h。

b）穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射，以年剂量 250μSv 加以控制。

c）对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶，机房顶外表面 30cm 处的剂量率参考控制水平可按 100μSv/h 加以控制（可在相应位置处设置辐射告示牌）。

②普通放射诊断 III 类射线装置机房

本项目涉及 PET/CT（CT 功能部分）、SPECT/CT（CT 功能部分）等射线装置工作场所辐射剂量率控制水平如下：

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）第 6.3 款的要求：

根据“b）CT 机、乳腺摄影、乳腺 CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔 CBCT 和全身骨密度仪机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h”的要求，确定本评价项目的 PET/CT（CT 功能部分）、SPECT/CT（CT 功能部分）机房的屏蔽墙、防护门及顶棚外 30cm 处的辐射剂量率控制水平为不大于 2.5μSv/h。

（2）核医学科项目

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中第 6.1 款的要求：

核医学场所屏蔽层设计应适当保守，按照可能使用的最大放射性活度、最长时间和最短距离进行计算。设计核医学工作场所墙壁、地板及顶面的屏蔽层时，除应考虑室内的辐射源外，还要考虑相邻区域存在的辐射源影响以及散射辐射带来的照射。

距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 10μSv/h；

放射性药物合成和分装的箱体、手套箱、注射窗等设备应设有屏蔽结构，以保证设备外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h，放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 25μSv/h；

固体放射性废物收集桶、曝露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道应增加相应屏蔽措施，以保证其外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h。

根据《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（国家核安全局，辐射函[2023]20 号）中的要求：

关于控制区剂量率：《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021，以下称核医学标准）第 6.1.5 节规定，距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 10μSv/h。本条规定的具体含义为：

1.控制区内工作人员经常性停留的场所（人员居留因子≥1/2），周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h。

2.控制区内工作人员较少停留或无需到达的场所（人员居留因子＜1/2），如给药/注射室防护门外、给药后患者候诊室防护门外、核素治疗住院病房防护门外以及核医学科患者走廊等位置，周围剂量当量率应小于 10μSv/h。

本次采用《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）以及《关于核医学标准相关条款咨询的复函》（国家核安全局，辐射函[2023]20 号）中相对较小的控制水平作为本项目核医学辐射工作场所防护设计的控制水平：在核医学控制区外人员可达处距屏蔽体外表面 0.3m 处的周围剂量当量率控制目标值不大于 2.5μSv/h，距核医学工作场所各控制区内房间防护门、观察窗和墙壁外表面 30cm 处的周围剂量当量率应小于

2.5μSv/h，如屏蔽墙外的房间为人员偶尔居留的设备间等区域，其周围剂量当量率应小于 10μSv/h；放射性药物合成和分装的箱体、注射窗外表面 30cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h，放射性药物合成和分装箱体非正对人员操作位表面的周围剂量当量率小于 25μSv/h；固体放射性废物收集桶、曝露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h。

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002)放射性物质工作场所表面放射性污染的控制水平（表 B11）见表 7-2。

表 7-2 工作场所放射性表面污控制水平（单位：Bq/c ㎡）

表面类型		α放射性物质		β放射性物质（Bq/c ㎡）
		极毒性	其他	
工作台、设备、墙壁、地面	控制区 a	4	4×10	4×10
	监督区	4×10^{-1}	4	4
工作服、手套、工作鞋	控制区监督区	4×10^{-1}	4×10^{-1}	4
手、皮肤、内衣、工作袜		4×10^{-2}	4×10^{-2}	4×10^{-1}
a 该区内的高污染子区除外				

7.3.3 核医学工作场所分级

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）附录 C 规定的非密封源工作场所的分级，应按表 7-3 将非密封源工作场所按放射性核素日等效最大操作量的大小分级。

表 7-3 非密封源工作场所的分级

级别	具体内容
甲	$>4\times10^{9}$
乙	2×10^{7}~4×10^{9}
丙	豁免活度值以上~2×10^{7}

放射性核素的日等效操作量等于放射性核素的实际日操作量（Bq）与该核素毒性组别修正因子的积除以与操作方式有关的修正因子所得的商。

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）附录 A，核医学放射性核素的毒性组别修正因子及操作方式有关的修正因子分别见表 7-4 和表 7-5。

表 7-4 核医学常用放射性核素毒性组别修正因子

毒性组别	毒性组别修正因子
高毒	1
中毒	0.1
低毒	0.01

表 7-5 核医学常见放射性核素状态与操作方式修正因子

活动类型	核素及状态	操作方式界定	操作方式修正因子
发生器淋洗	母体（液态）	贮存	100
	子体（液态）	简单操作	1
医疗机构使用	^{18}F、^{99}mTc（液态）	很简单操作	10
	^{125}I 籽源（固态）	很简单操作	100
放射性药品生产	分装、标记（液体）	简单操作	1
	分装、标记（固体）	简单操作	10
核素治疗	^{131}I（液态）	简单操作	1

表 7-6 操作方式与放射源状态修正因子

操作方式	放射源状态			
	表面污染水平较低的固体	液体、溶液、悬浮液	表面有污染的固体	气体、蒸汽、粉末、压力 很高的液体、固体
源的贮存	1000	100	10	1
很简单的操作	100	10	1	0.1
简单操作	10	1	0.1	0.01
特别危险的操作	1	0.1	0.01	0.001

7.3.4 工作场所辐射管理分区

（1）根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）要求，应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

6.4.1 控制区

6.4.1.1 注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

6.4.2 监督区

6.4.2.1 注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

（2）根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）：

4.3 辐射工作场所分区

4.3.1 应按照 GB18871 的要求将核医学工作场所划分出控制区和监督区，并进行相应的管理。

4.3.2 核医学工作场所的控制区主要包括回旋加速器机房、放射性药物合成和分装室、放射性药物贮存室、给药室、给药后候诊室、扫描室、核素治疗病房、给药后患者的专用卫生间、放射性废物暂存库、衰变池等区域。

4.3.3 核医学工作场所的监督区主要包括回旋加速器和显像设备控制室、卫生通过

间 以及与控制区相连的其他场所或区域。

4.3.4 控制区的入口应设置规范的电离辐射警告标志及标明控制区的标志，监督区入口处应设置标明监督区的标志。

5.2 分区原则

5.2.1 放射治疗场所应划分控制区和监督区。一般情况下，控制区包括加速器大厅、治疗室（含迷路）等场所，如质子/重离子加速器大厅、束流输运通道和治疗室，直线加速器机房、含源装置的治疗室、放射性废物暂存区域等。开展术中放射治疗时，术中放射治疗室应确定为临时控制区。

5.2.2 与控制区相邻的、不需要采取专门防护手段和安全控制措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域划定为监督区（如直线加速器治疗室相邻的控制室及与 机房相邻区域等）。

7.3.5 工作场所选址和平面布局

（1）核医学科项目

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）：

5.1 选址

5.1.1 核医学工作场所宜建在医疗机构内单独的建筑物内，或集中于无人长期居留的 建筑物的一端或底层，设置相应的物理隔离和单独的人员、物流通道。

5.1.2 核医学工作场所不宜毗邻产科、儿科、食堂等部门及人员密集区，并应与非放 射性工作场所有明确的分界隔离。

5.1.3 核医学工作场所排风口的位置尽可能远离周边高层建筑。

5.2 布局

5.2.1 核医学工作场所应合理布局，住院治疗场所和门诊诊断场所应相对分开布置；

同一工作场所内应根据诊疗流程合理设计各功能区域的布局，控制区应相对集中，高活室集中在一端，防止交叉污染。尽量减小放射性药物、放射性废物的存放范围，限制给药后患者的活动空间。

5.2.2 核医学工作场所应设立相对独立的工作人员、患者、放射性药物和放射性废物路径。工作人员通道和患者通道分开，减少给药后患者对其他人员的照射。注射放射性药物后患者与注射放射性药物前患者不交叉，人员与放射性药物通道不交叉，放

射性药物和放射性废物运送通道应尽可能短捷。

5.2.3 核医学工作场所宜采取合适的措施，控制无关人员随意进入控制区和给药后患者的随意流动，避免工作人员和公众受到不必要的照射。控制区的出入口应设立卫生缓冲区，为工作人员和患者提供必要的可更换衣物、防护用品、冲洗设施和表面污染监测设备。控制区内应设有给药后患者的专用卫生间。

7.3.6 工作场所放射防护要求

（1）核医学科项目

①根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）：

6.1 屏蔽要求

6.1.1 核医学场所屏蔽层设计应适当保守，按照可能使用的最大放射性活度、最长时间和最短距离进行计算。

6.1.2 设计核医学工作场所墙壁、地板及顶面的屏蔽层时，除应考虑室内的辐射源外，还要考虑相邻区域存在的辐射源影响以及散射辐射带来的照射。

6.1.7 固体放射性废物收集桶、曝露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道应增加相应屏蔽措施，以保证其外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h。

6.1.8 放射性物质贮存在专门场所内，并应有适当屏蔽。

6.2 场所安全措施要求

6.2.1 核医学工作场所的放射性核素操作设备的表面、工作台台面等平整光滑，室内 地面与墙壁衔接处应无接缝，易于清洗、去污。

6.2.2 操作放射性药物场所级别达到乙级应在手套箱中进行，丙级可在通风橱内进行。应为从事放射性药物操作的工作人员配备必要的防护用品。放射性药物给药器应有适当的屏蔽，给药后患者候诊室内、核素治疗病房的床位旁应设有铅屏风等屏蔽体，以减少对其 他患者和医护人员的照射。

6.2.3 操作放射性药物的控制区出口应配有表面污染监测仪器，从控制区离开的人员和物品均应进行表面污染监测，如表面污染水平超出控制标准，应采取相应的去污措施。

6.2.4 放射性物质应贮存在专门场所的贮存容器或保险箱内，定期进行辐射水平监测，无关人员不应入内。贮存的放射性物质应建立台账，及时登记，确保账物相符。

6.2.5 应为核医学工作场所内部放射性物质运送配备有足够屏蔽的贮存、转运等容器，容器表面应张贴电离辐射标志，容器在运送时应有适当的固定措施。

6.2.9 扫描机房外门框上方应设置工作状态指示灯。

6.3 密闭和通风要求

6.3.1 核医学工作场所应保持良好的通风，工作场所的气流流向应遵循自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染。

6.3.3 碘-131 治疗病房应设有单独的通风系统，病房的门窗应有封闭措施，保持治疗区域内的负压，治疗区域内的空气应经单独的排气管道有组织排放。

6.3.4 放射性物质的合成、分装以及挥发性放射性核素的操作应在手套箱、通风橱等密闭设备中进行，防止放射性液体泄漏或放射性气体及气溶胶逸出。手套箱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统，并在密闭设备的顶壁安装活性炭或其他过滤装置。

6.3.5 通风橱应有足够的通风能力。制备放射性药物的回旋加速器工作区域、碘-131 治疗病房以及设有通风橱、手套箱等场所的通风系统排气口应高于本建筑物屋顶，尽可能远离邻近的高层建筑。

7.3.7 放射性废物处理规定

（1）放射性废液

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）：

7.3.3 放射性废液排放

7.3.3.1 对于槽式衰变池贮存方式：

a）所含核素半衰期小于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控排放；

b）所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期（含碘-131 核素的暂存超过 180 天），监测结果经审管部门认可后，按照 GB18871 中 8.6.2 规定方式进行排放。放射性废液总排放口总α不大于 1Bq/L、总β不大于 10Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L。

7.3.3.2 对于推流式衰变池贮存方式，所含核素半衰期大于 24 小时的，每年应对衰变池中的放射性废液进行监测，碘-131 和最长半衰期核素的放射性活度浓度应满足

GB18871 附录 A 表 A1 的要求。

7.3.3.3 放射性废液的暂存和处理应安排专人负责，并建立废物暂存和处理台账，详细记录放射性废液所含的核素名称、体积、废液产生起始日期、责任人员、排放时间、监测结果等信息。

《生态环境部辐射源安全监管司关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函〔2023〕20 号）关于槽式衰变池中含碘-131 放射性废水排放含碘-131 放射性废水可按照下列任意一种方式进行排放：

（一）根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》第 8.6.2 条规定，经监管部门确认单次排入普通下水道的废水中碘-131 活度不超过 1ALImin，每月排放的废水中碘-131 总活度不超过 10ALImi。

（二）暂存 180 天后，衰变池废水可以直接排放。

（三）暂存不满 180 天但监测结果表明碘-131 活度浓度已降至不高于 10 贝可/升水平，也可直接排放。

医院应做好相关排放记录。

（2）放射性固体废物

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）：

7.2.3 固体放射性废物处理

7.2.3.1 固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，α表面污染小于 0.08Bq/c ㎡、β表面污染小于 0.8Bq/c ㎡的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：

a）所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天；

b）所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍；

c）含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。

7.2.3.2 不能解控的放射性固体废物应该按照放射性废物处理的相关规定予以收集、整备，并送交有资质的单位处理。放射性废物包装体外的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h，表面污染水平对β和γ发射体以及低毒性α发射体应小于 4Bq/c ㎡、其他α发射体应小于 0.4Bq/c ㎡。

7.2.3.3 固体放射性废物的存储和处理应安排专人负责，并建立废物存储和处理台

账，详细记录放射性废物的核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员、出库时间和监测 结果等信息。

根据《放射治疗辐射防护与安全要求》（HJ1198-2021）：

8.2 固态废物管理要求

1.废旧放射源管理要求：废旧放射源应按法律法规要求返回放射源生产厂家或原出口方。确定无法交回生产单位或者返回原出口方的，送交有相应资质的单位收贮，并承担相关费用。

2.直线加速器等治疗装置在调试及运行过程中，如活化后的回旋加速器、准直器、束流阻止器及加速器靶等组成部件，在更换或退役时，应作为放射性固体废物处理，拆卸后先 放进屏蔽容器或固态废物暂存间衰变暂存，最终送交有资质的单位收贮。

（3）放射性废气

根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）：

6.3.4 放射性物质的合成、分装以及挥发性放射性核素的操作应在手套箱、通风橱等密闭设备中进行，防止放射性液体泄漏或放射性气体及气溶胶逸出。手套箱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统，并在密闭设备的顶壁安装活性炭或其他过滤装置。

6.3.5 通风橱应有足够的通风能力。制备放射性药物的回旋加速器工作区域、碘-131 治疗病房以及设有通风橱、手套箱等场所的通风系统排气口应高于本建筑物屋顶，尽可能远离邻近的高层建筑。

7.4.1 产生气态放射性废物的核医学场所应设置独立的通风系统，合理组织工作场所 的气流，对排出工作场所的气体进行过滤净化，避免污染工作场所和环境。

7.4.2 应定期检查通风系统过滤净化器的有效性，及时更换失效的过滤器，更换周期不能超过厂家推荐的使用时间。更换下来的过滤器按放射性固体废物进行收集、处理。

《生态环境部辐射源安全监管司关于核医学标准相关条款咨询的复函》（辐射函〔2023〕20 号）关于独立通风要求：

核医学标准第 6.3.4 节规定，手套箱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统。单独的排风系统意为手套箱、通风橱等设备的排风管道在汇入“主排风管道前”的部分，应独立设置，防止发生气体回流和交叉污染。经过滤后的气体汇入到一个主管道

中排放不违反标准要求。

根据《放射治疗辐射防护与安全要求》（HJ1198-2021）：

8.4 气态废物管理要求

8.4.1 放射治疗室内应设置强制排风系统，采取全排全送的通风方式，换气次数不少于 4 次/h，排气口 位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）：

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

7.3.8 本次核技术利用项目限值要求汇总

表 7-7　核技术利用项目限值要求汇总

<table>
<tr><td>工作场所</td><td>限值要求</td></tr>
<tr><td>核医学场所</td><td>
1）剂量约束值：
辐射工作人 员职业照射剂量约束值：全身不大于 5mSv/a；四肢和皮肤不大于 125mSv/a；眼晶体不大于 5mSv/a；
公众照射剂量约束值不大于 0.1mSv/a
2）周围剂量当量率：
控制区内工作人员经常性停留的场所（人员居留因子≥1/2），周围剂量当量率应小于 2.5μSv/h，控制区内工作人员较少停留或无需到达的场所（人员居留因子＜1/2）应小于 10μSv/h；控制区外屏蔽体剂量率应低于 2.5μSv/h；放射性药物合成和分装的箱体、通风柜、注射窗等设备外表面 30cm 处人员操作位：＜2.5μSv/h，非正对人员操作位表面 30cm 处：＜25μSv/h； 固体放射性废物收集桶、曝露于地面致使人员可以接近的放射性废液收集罐体和管道外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h。
SPECT-CT 和 PET-CT 带 CT 设备，机房外 30cm 处：＜2.5μSv/h。
3）放射性表面污染控制水平
<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">表面类型</td><td colspan="2">α放射性物质</td><td rowspan="2">β放射性物质 （Bq/c ㎡）</td></tr>
<tr><td>极毒性</td><td>其他</td></tr>
<tr><td rowspan="2">工作台、设备、墙壁、地面</td><td>控制区 a</td><td>4</td><td>4×10</td><td>4×10</td></tr>
<tr><td>监督区</td><td>4×10^{-1}</td><td>4</td><td>4</td></tr>
<tr><td>工作服、手套、工作鞋</td><td>控制区 监督区</td><td>4×10^{-1}</td><td>4×10^{-1}</td><td>4</td></tr>
<tr><td colspan="2">手、皮肤、内衣、工作袜</td><td>4×10^{-2}</td><td>4×10^{-2}</td><td>4×10^{-1}</td></tr>
<tr><td colspan="5">a 该区内的高污染子区除外</td></tr>
</table>
4）放射性固废：
放射性废物收集每袋重量不超过 20kg；固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，β 表面污染小于 0.8Bq/c ㎡，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。
a）所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天；
b）所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍；
c）含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。
5）放射性废液：
a）所含核素半衰期小于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控排放；
b）所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期（含碘-131 核素的暂存超过 180 天），监测结果经审管部门认可后，按照 GB18871 中 8.6.2 规定方式进行排放。放射性废液总排放口总 α 不大于 1Bq/L、总 β 不大于 10Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10Bq/L。
一、关于槽式衰变池中含碘-131 放射性废水排放
含碘-131 放射性废水可按照下列任意一种方式进行排放：
（一）根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》第 8.6.2 条规定，经监管部门确认单次排入普通下水道的废水中碘-131 活度不超过 1ALImin
</td></tr>
</table>

	（9E+5 贝可)，每月排放的废水中碘-131 总活度不超过 10ALImin(9E+6 贝可)。 （二）暂存 180 天后，衰变池废水可以直接排放。 （三）暂存不满 180 天但监测结果表明碘-131 活度浓度已降至不高于 10 贝可/升水平，也可直接排放。 医院应做好相关排放记录。 5）手套箱、通风橱等密闭设备应设计单独的排风系统。单独的排风系统意为手套箱、通风橱等设备的排风管道在汇入“主排风管道前”的部分，应独立设置，防止发生气体回流和交叉污染。经过滤后的气体汇入到一个主管道中排放不违反标准要求。
放射治疗场所	1）剂量约束值： 辐射工作人 员职业照射剂量约束值不大于 5mSv/a 公众照射剂量约束值不大于 0.1mSv/a 2）周围剂量当量率： a）治疗室墙和入口门外表面 30cm 处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外的地面附和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑物或在治疗室旁邻近建筑物的高度超过自辐 射源点治疗室房顶内表面边缘所张立体角区域时，距治疗室顶外表面 30cm 处和在该立体角 区域内的高层建筑人员驻留处的周围剂量当量率应同时满足下列①和②所确定的剂量率 参考控制水平Ḣc： ①使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子（可依照附录 A 选　取），由以下周剂量参考控制水平(Ḣc）求得关注点的导出剂量率参考控制水平Ḣc,d(μSv/h)： 机房外辐射工作人员：Ḣc≤100μSv/周；机房外非辐射工作人员：Ḣc≤5μSv/周。 ②按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高剂量率参考控制水平 Ḣc,max(μSv/h)： 人员居留因子 T＞1/2 的场所：Ḣc,max≤2.5μSv/h； 人员居留因子 T≤1/2 的场所：Ḣc,max≤10μSv/h。 b）穿出机房顶的辐射对偶然到达机房顶外的人员的照射，以年剂量 250μSv 加以控制。 c）对不需要人员到达并只有借助工具才能进入的机房顶，机房顶外表面 30cm 处的剂 量率参考控制水平可按 100μSv/h 加以控制（可在相应位置处设置辐射告示牌）。 3）固体放射性废物管理 ①废旧放射源管理要求：废旧放射源应按法律法规要求返回放射源生产厂家或原出口方。确定无法交回生产单位或者返回原出口方的，送交有相应资质的单位收贮，并承担相关费用。 ②其他固态废物管理要求：直线加速器等治疗装置在调试及运行过程中，如活化后的回旋加速器、 准直器、束流阻止器及加速器靶等组成部件，在更换或退役时，应作为放射性固体废物处理，拆卸后先放进屏蔽容器或固态废物暂存间衰变暂存，最终送交有资质的单位收贮。 （4）气态废物管理要求 放射治疗室内应设置强制排风系统，采取全排全送的通风方式，换气次数 不少于 4 次/h，排气口位置不得设置在有门、窗或人流较大的过道等位置。

表 8 环境质量和辐射现状

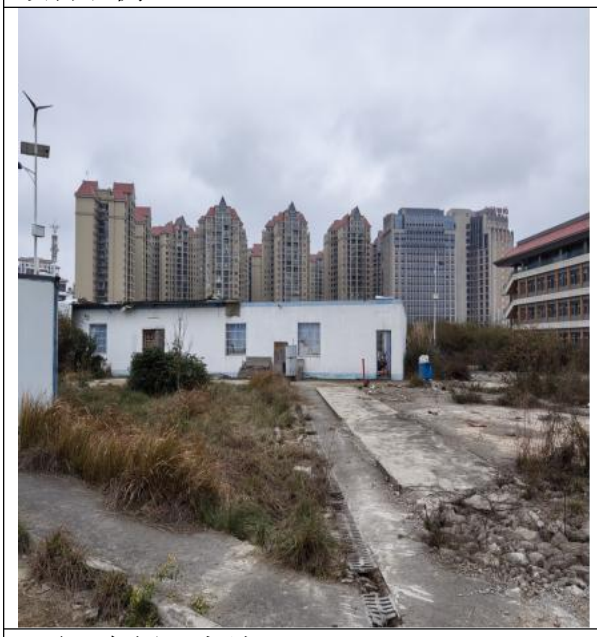
8.1 项目地理和场所位置

本项目拟建于中山大学附属第一医院贵州医院位于贵州省贵阳市花溪区清安大道与民安路交叉口西北侧(中山大学附属第一医院贵州医院地块内)，住院楼东北侧预留空地（东经 106.494907°，北纬 26.478754°）。为了解评价项目及周围的环境现状，于 2025 年 3 月到评价项目现场进行资料收集、环境现状调查。项目现状照片详见图 8-1，本项目医院地理位置见图 1-1。

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>项目所在地块</td><td>项目东北侧</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>项目东南侧（一期医技楼）</td><td>项目西南侧（一期住院楼）</td></tr>
</table>

项目北侧（空地）

项目西侧（空地）



项目东侧（空地）

环评工程师现场调查

图 8-1 项目拟建场址现状

8.2 环境本底调查及评价

环境现状评价的对象为核医学项目场址周围辐射环境现状。

8.2.1 监测内容及点位

1 、辐射环境现状监测目的

对项目场所进行辐射剂量率本底监测，以掌握场址的辐射环境质量现状水平，为现状评价提供基础数据。

2、监测对象：本项目现状评价对象为项目场址的辐射环境现状水平。

3、监测布点原则及监测点布置

依据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）第 5.3 条，本项目涉及应用非密封放射性物质，则环境现状监测因子应选取γ辐射剂量率。由于本项目拟建位置未开展过

核技术利用项目，故本项目辐射环境本底监测对象选取了γ辐射监测。根据现场条件，合理布设监测点，监测布点图见图 8-1。根据现场条件，合理布设监测点，监测布点图见图 8-2 所示。监测报告见附件 13。

4、监测仪器与监测规范

本项目电离辐射监测仪器的参数与规范见表 8-1。

表 8-1 监测仪器与规范

检测仪器	**剂量仪**
	SCK-200 型多功能辐射监测仪
型号	SCK-200
能量范围	20keV～7MeV
测量范围	1nGy/h～100μGy/h
监测时间	2025 年 3 月 5 日
检定单位	上海市计量测试技术研究院
证书编号	2024H21-20-5681057001-01
证书有效期	2024 年 12 月 26 日至 2025 年 12 月 25 日
环境条件	2025 年 3 月 5 日：温度：5℃ 湿度：78%；
监测规范	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）

5、质量保证措施

（1）结合现场实际情况及监测点的可到达性，在项目拟建场址内和评价范围内工作人员活动区域、人流量相对较大的区域布设监测点位，充分考虑监测点位的代表性和可重复性，以保证监测结果的科学性和可比性。

（2）依据《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）采用即时测量方法进行测量。

（3）监测仪器每年经有资质的计量部门检定或校准，检定合格后方可使用。

（4）每次测量前、后均检查仪器的工作状态是否正常。

（5）本次监测实行全过程的质量控制，严格按照监测机构《质量手册》、《程序文件》及仪器作业指导书的有关规定执行，监测人员经考核合格并持有合格证书上岗。

（6）监测报告严格实行三级审核制度，经校核、审核，最后由授权签字人批准。

6、监测结果

于 2025 年 3 月 5 日对项目开展现状监测，结果见表 8-3，监测点位图见图 8-1。

表8-3 贵州医科大学附属医院核医学科周围辐射环境现状监测结果（γ辐射剂量率）

监测点号	测量位置	γ辐射空气吸收剂量率（nGy/h）		备注
		平均值	标准差	
γ1#	二期项目地块中部	24	1.7	原野
γ2#	二期项目地块北部	32	1.4	原野
γ3#	二期项目地块东部	27	1.4	原野
γ4#	二期项目地块南部	30	1.5	原野
γ5#	二期项目地块西部	31	1.5	原野
γ6#	二期地块北侧	33	1.2	原野
γ7#	二期地块东侧	33	1.2	道路
γ8#	二期地块南侧	32	1.5	道路
γ9#	病房楼二楼	46	1.5	室内
γ10#	医技综合楼二楼	48	1.3	室内

注：监测结果均已扣除仪器对宇宙射线的响应值。

图8-1 γ辐射空气吸收剂量率监测点位图

由表 8-3 可知，项目拟建场所周围室内环境γ辐射空气吸收剂量率 46~48nGy/h 范围内，室外道路环境γ辐射空气吸收剂量率在 32~33nGy/h 范围内，室外原野环境γ辐射空气吸收剂量率在 24~33nGy/h 范围内。根据《贵州省环境陆地γ辐射剂量水平调查》，贵阳市建筑物内γ辐射剂量率在（34.9～151.9）nGy/h 之间，室外道路γ辐射剂量率在（18.3～99.5）nGy/h 之间，室外原野γ辐射剂量率在（20.1～145.8）nGy/h 之间，本项目场址及周围环境的天然γ辐射剂量率处于辐射环境本底水平，未见异常。

表 9 项目工程分析与源项

9.1 工程设备和工艺分析

9.1.1 放射治疗项目工程设备和工艺分析

9.1.1.1 直线加速器设备组成、工作原理和工艺流程

1、设备组成和工作原理

医用电子直线加速器是利用微波电磁场加速电子并且具有直线运动轨道的加速装置，它能产生高能X射线和电子线，其结构单元为：电子枪、微波系统、束流传输系统、稳频、温控及充气系统、真空系统、高压脉冲调整系统、辐射系统、剂量监测系统、机械系统及控制系统。

医用电子直线加速器的工作原理为：电子枪产生的电子由微波加速波导管加速后进入偏转磁场，所形成的电子束由电子窗口射出，经调制、准直后射向患者病灶；或者通过 2cm左右的空气射到金属钨靶，产生大量高能X射线，X射线最大能量为电子束的最大能量，经一级准直器和滤线器形成剂量均匀稳定的X线束，再通过监测电离室和二次准直器限束，最后到达患者病灶。因此，医用电子直线加速器既可利用电子束对患者病灶进行照射，也可利用X线束对患者病灶进行照射。高能射线能以电离辐射的形式作用于细胞，杀伤不同种类的肿瘤细胞。利用人体正常组织和肿瘤组织对射线照射的反应不同，可以最佳输出能量对人体肿瘤进行照射治疗。

加速器在常规模式下使用均整器对照射野进行调节以实现良好的剂量分布，在此模式下，通常剂量率不会太高，达到同样的治疗剂量需要延长治疗时间。为了提高单位时间内的输出剂量以缩短治疗时间，加速器可采用FFF模式以高剂量率的条件进行治疗。在FFF模式下对加速器束流性能可产生积极的影响，如深度剂量变浅、皮肤剂量随射野面积增大而变大的效应不明显、离轴剂量跌落快而野外剂量较小、总散射因子变化较小、剂量率明显提高、治疗时间明显缩短和图像质量高等优势。

本项目直线加速器同时还配备了CBCT系统。CBCT获取数据的投照原理和传统扇形扫描CT是不同的，X线球管以较低的射线量围绕患者做环形DR（数字式投照），获得的图像数据在计算机中重建后进而获得三维图像。从成像结构看，CBCT用三维锥形束X线扫描代替常规诊断CT的二维扇形束扫描；与此相对应，CBCT采用一种二维面状探测器来代替常规诊断CT的线状探测器。CBCT采用锥形束X线扫描可以显著提高X线的利用率，只需旋转 360 度即可获取重建所需的全部原始数据，而且用面状探测器采

集投影数据可以加速数据的采集速度。本项目加速器所配备的CBCT的最大管电压为150kV，最大管电流为 1000mA。

典型医用电子直线加速器组成及内部结构分别见图 9-1 及图 9-2，X射线和电子束治疗模式结构示意图见图 9-3。

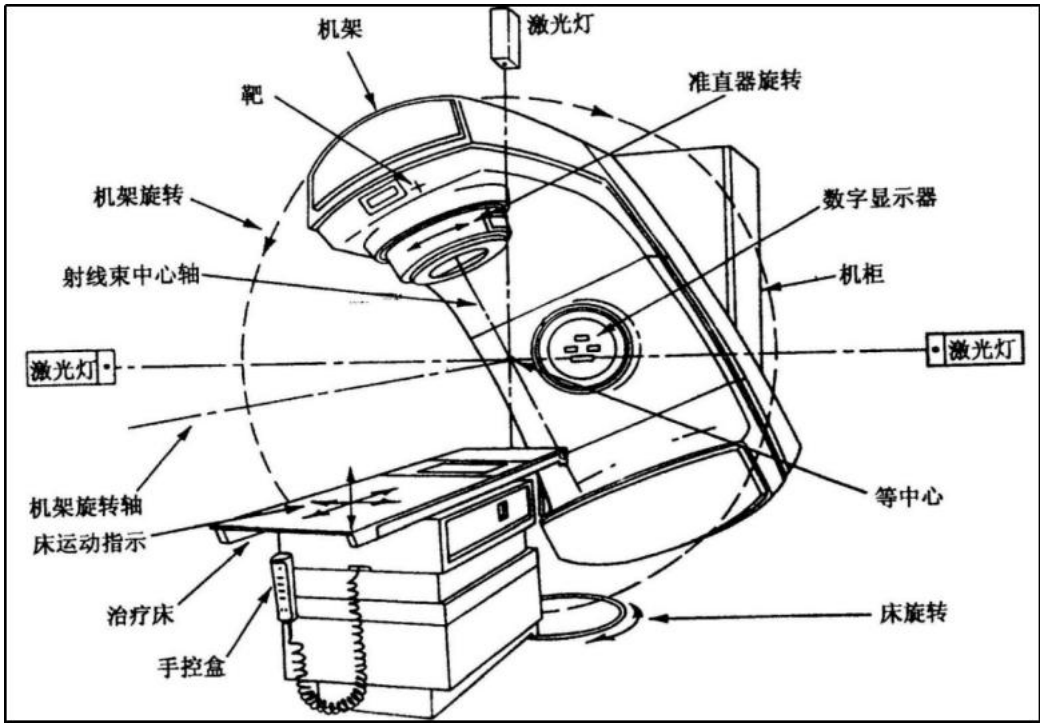


图 9-1　典型医用电子直线加速器结构示意图

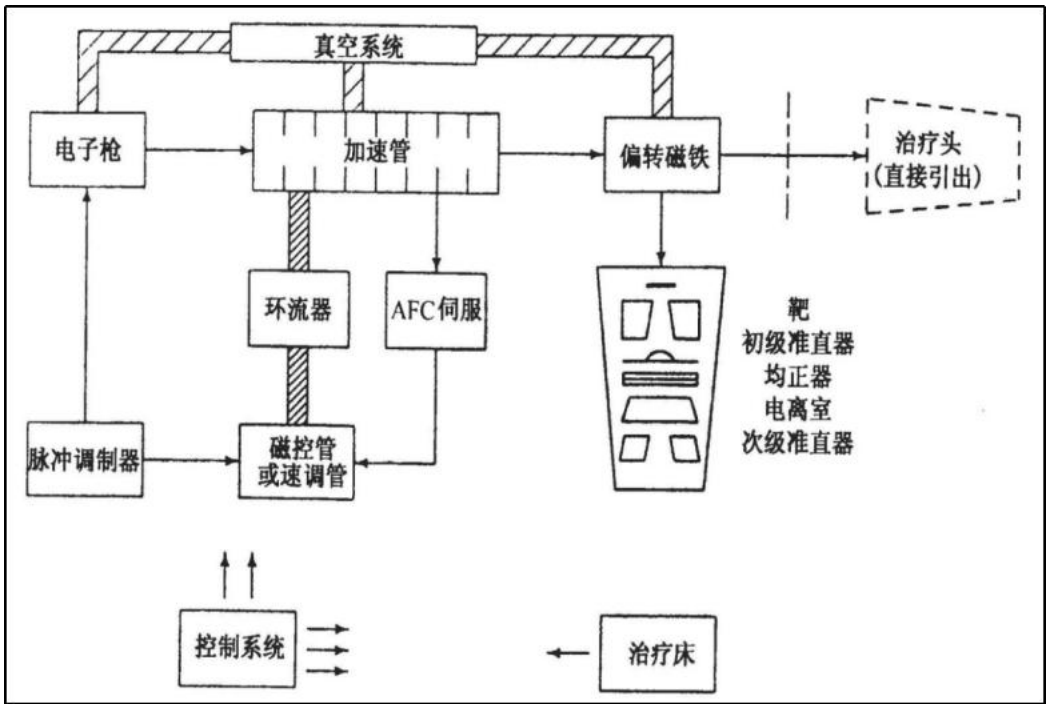


图 9-2　典型医用电子直线加速器内部结构框图

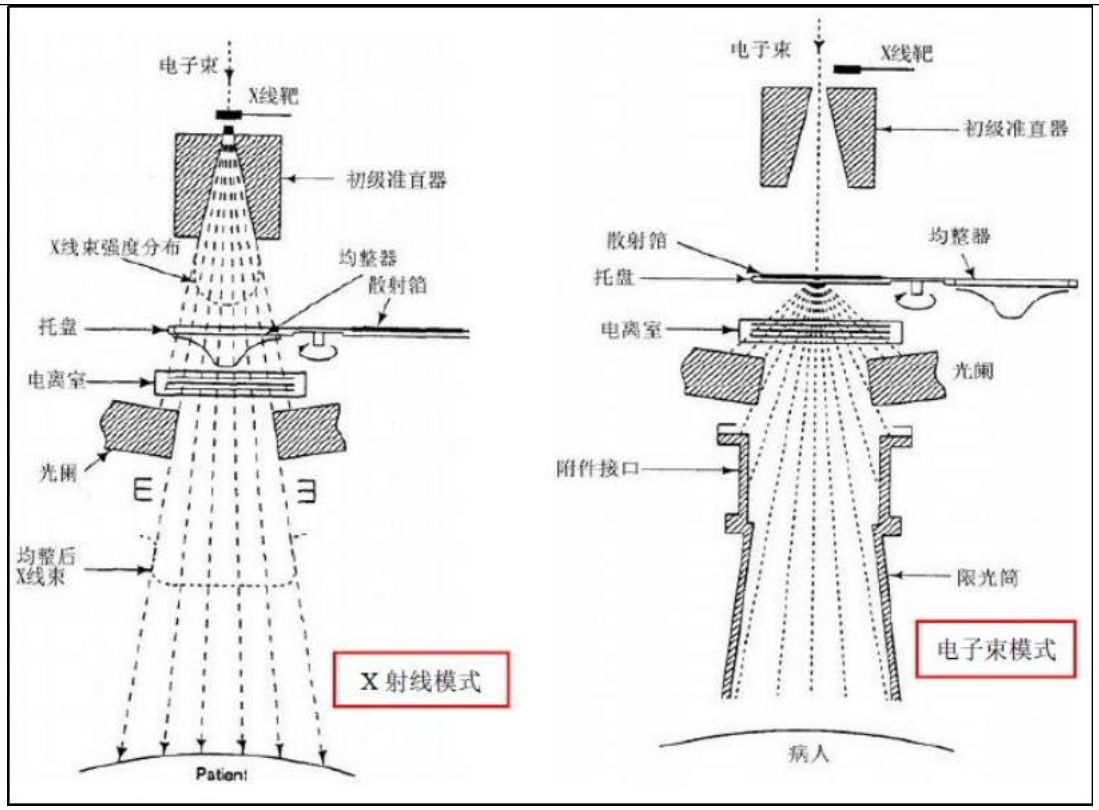


图 9-3　X射线和电子束治疗模式结构示意图

2、技术参数

本项目拟建设 6 台直线加速器用于放射治疗，直线加速器的具体技术参数如下：

生产厂家：待定。

设备型号：待定。

X射线能量：6MV、6MVFFF及 10MV、10MVFFF，4 档。

X射线等中心最大剂量率：1440Gy/h（10MV），840Gy/h（6MV），

SSD=100cm，最大照射野：40cm×40cm。

电子线能量：有 5 档最大 15MeV，电子线等中心最大剂量率：600Gy/h。

机头漏射线率<0.1%。

等中心离地高度：1250mm。

含有CBCT功能，拟设管电压 40～150kV，1000mA。

3、工作流程及产污环节

本项目直线加速器最大X射线能量为 10MV，电子线最大能量为 15MeV，所以需考虑感生放射性问题。直线加速器的工艺流程及产污环节如图 9-4 所示。

在应用直线加速器进行治疗之前需要先确定治疗方案，包括确定照射角度和视

野，计算照射时间和剂量，再开机进行治疗。具体工艺流程如下：

1）模拟定位：借助CT模拟定位机定位确定肿瘤的位置和范围，主要操作流程为：依据检查单→核对扫描部位→确定扫描条件→曝光。

2）治疗计划设计阶段：借助计算机治疗计划系统（TPS）进行治疗计划设计，选择好能量、照射野大小、治疗剂量与剂量比、楔形滤过板等。

3）治疗计划的确认：做好患者治疗计划，需要对患者治疗计划进行剂量验证。剂量验证是指将患者治疗计划移植到标准模体上并进行剂量计算，将模体放在医用直线加速器治疗床上，调用治疗计划进行照射，利用电离室对模体的等中心和周围剂量进行测量，然后与模体计划中的计算值相比较得出剂量偏差。

4）治疗计划的执行：①设置治疗机的物理、几何参数、电子线治疗提前将限束器固定在机头。②医护人员将患者送入治疗室，辐射工作人员进行摆位。③固定治疗体位，肿瘤中心位于等中心点。④除了待治疗患者，其余人员撤出治疗室，关闭防护门。⑤CBCT图像引导验证治疗位置并校准，加速器出束，进行治疗。⑥治疗完毕，医用直线加速器停止出束，治疗室保持良好通风，使有害气体浓度降低，打开迷路防护门，医护人员进入机房引导患者出治疗室；使用 10MeV以上高能射线治疗后，医护人员应延迟至少 3min进入机房。

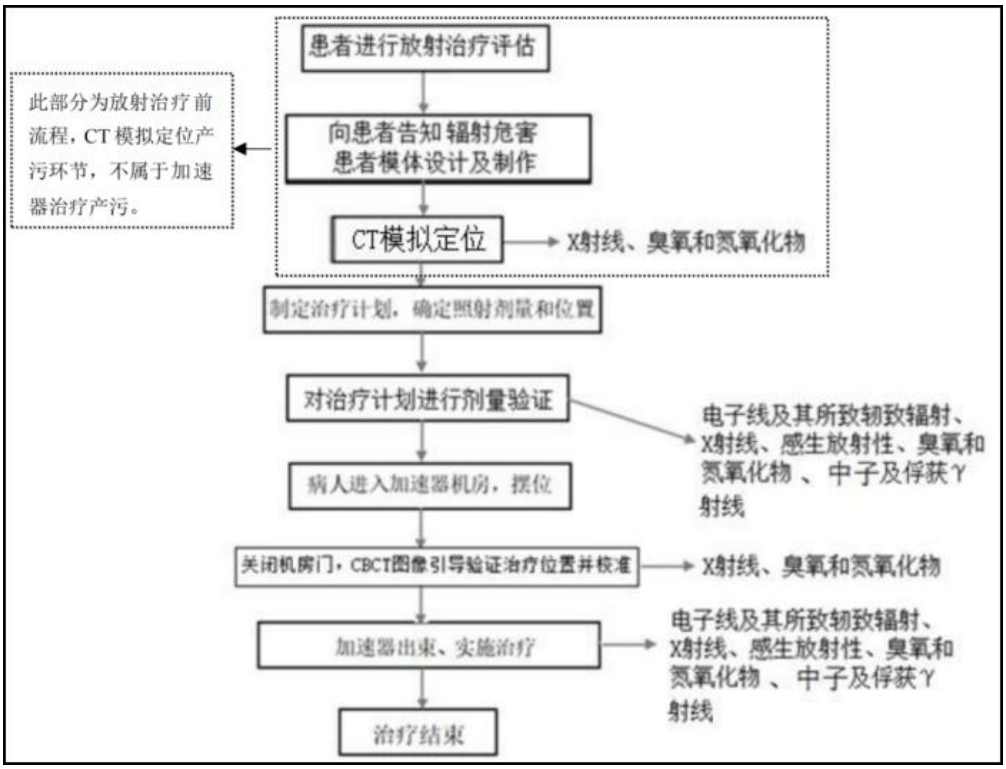


图 9-4　直线加速器工艺流程及产污环节

9.1.1.2 射波刀设备组成、工作原理和工艺流程

1、射波刀的设备组成和工作原理

射波刀（CyberKnife，国内有称作“赛博刀”）是一种新型的立体定向放射外照射治疗系统，它集影像引导系统和高准确性的治疗系统于一身，将一个 6MVX射线的轻型电子直线加速器安放在一个有 6 个自由度的机械臂上，利用机械臂的全向投照能力对肿瘤进行精确地、非共面和多中心的放射治疗。射波刀是全球唯一整合最先进的机器人技术和智能影像实时监控、追踪系统的放射治疗系统，尤其擅长对颅内肿瘤进行立体定向放射治疗、对运动器官进行追踪治疗。由于射波刀使用时主射束在水平面 360° 旋转，主射束会照射到治疗机房的大部分墙面上，因此治疗机房各侧墙体均按主屏蔽体的要求设计。射波刀结构包括：

（1）电子直线加速器（Linearaccelerator）：射波刀使用一个紧凑型、能产生6MVX射线的轻型电子直线加速器，电子直线加速器安装在由机器人控制的机械臂上。该电子直线加速器配有 12 个准直器，准直器直径从 5mm到 60mm。

（2）机器人机械臂（Robotarm）：机器人机械臂头端上安装有电子直线加速器，它带动电子直线加速器围绕患者在前、后、左、右、上、下六度空间自由转动，按照计算机预设的路线，机械臂可将电子直线加速器调整到最多两百余个位置（或节点），在每个节点处可以从 12 个角度投照射线，因此提供多达三千个方位发出射线。每到一个预设治疗点，机械臂停止运动，电子直线加速器对准靶区投照相应的放射剂量。

（3）治疗床（treatment table）：射波刀的治疗床也由机器人控制，可以在六度空间自由移动。

（4）靶区定位（影像）追踪系统（target localization system）：与传统放射外科使用立体定向架固定患者头部以确保射线精确投照不同，射波刀使用人体骨骼结构作为参考框架，颅内病灶与颅骨之间产生固定的对应关系。靶区定位（影像）追踪系统是利用天花板上安装的两组诊断X射线球管和安装于地板平面下的影像探测器组成。两组X射线球管发出的低能X线相互垂直，交叉穿过头颅（或患者肿瘤的治疗部位），影像探测器获得颅骨的数字图像，并将影像资料传输到数据处理系统（image processing system，IPS），计算机与事先CT扫描获得的颅骨数字重建图像（DDR）相比较，首先确定颅骨的精确位置，然后得出治疗靶目标（病灶）的精确位置。靶区定位追踪系统

使用 4 套计算机软件，治疗颅内病变时，使用 6 维颅骨追踪软件：治疗脊髓、脊柱及其周围肿瘤时，使用X-sight-Spine（脊柱追踪软件）；治疗部分周围型肺癌时，使用X-sight-Lung（肺部追踪软件）；治疗随呼吸运动的肿瘤时或需要埋置金标时，使用金标追踪和呼吸追踪系统。

（5）治疗计划系统：治疗计划系统由计算机工作站和Multiplan治疗计划软件组成。病人治疗前，先作CT和MRI定位，将定位影像传输到计算机内。医生先勾画出计划治疗的肿瘤和重要器官，然后设置中心点，最后选择准直器并给出肿瘤和重要器官的剂量要求，计算机能自动设计一个满足设定条件、适形满意、剂量分布均匀、照射范围与肿瘤形状几乎吻合的治疗计划。根据治疗的需要，医生可设计单次治疗，也可设计分次治疗。射波刀治疗计划系统不仅具有常规的正向治疗计划，而且还有任意形状逆向治疗计划。正向治疗计划是医生根据病灶的大小和形状，选择相应的准直器和照射方式逐步设计出一个和病灶形状几乎一样的照射形状，然后给出周边剂量和中心剂量。逆向治疗计划是医生先勾画出计划照射的靶区以及给出靶区和重要器官的剂量要求，计算机自动设计一个满足设定条件的治疗计划。

（6）呼吸追踪系统：当治疗肺部肿瘤或受呼吸运动影响的肿瘤（肝癌、胰腺肿瘤等）时，肿瘤随着病人的呼吸而上下左右运动。治疗这些体部肿瘤前，需向肿瘤内或周围放置金标（由黄金制成，长 5mm，直径 0.8mm的圆柱体称为金标），金标放置 5~7 天后才能实施射波刀治疗。呼吸追踪是让病人穿上胸前戴有发红光二极管的背心，呼吸追踪时，通过追踪金标的位置获得肿瘤的精确位置，同时计算机根据呼吸节律，自动微调机器人机械臂，让射线始终精确瞄准病灶。

（7）计算机网络集成与控制系统：射波刀拥有一个计算机工作站（SGI），SGl计算机通过网络控制机器人机械臂、控制电子直线加速器何时投照射线、治疗床的移动和治疗靶区位置的追踪。此外，治疗时获得的骨骼图像与定位图像的自动比对均在SGI计算机掌控下自动进行。

射波刀外形结构见图 9-5，其射线治疗示意图见图 9-6。

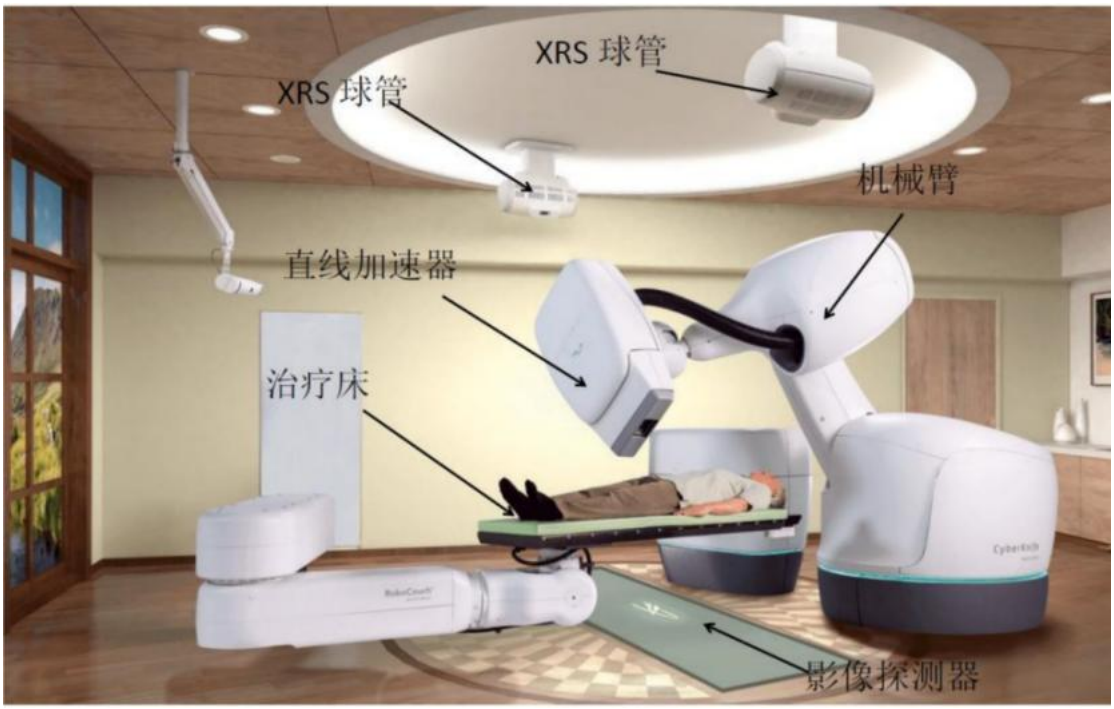


图 9-5　　射波刀外形结构示意图

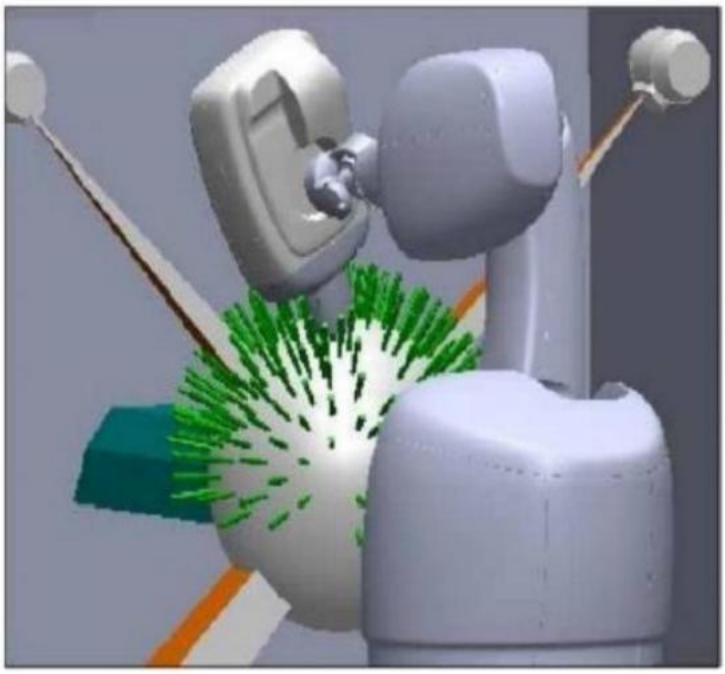


图 9-6　　射波刀出束治疗示意图

2、技术参数

治疗模式：X射线照射。

最大X射线能量：6MV。

最大输出剂量率：600Gy/h（SAD800mm）。

等中心距地高度：0.92m。

射线泄漏率：≤0.1%。

定位束：最大管电压 150kV、最大管电流：1000mA。

等中心平面射野直径：等中心平面射野直径 5、7.5、10、12.5、15、20、25、30、35、40、50 和 60（mm）。

3、工作流程及产污环节

（1）定位扫描：通过定位CT对病变部位进行扫描，用于确定肿瘤的精确位置。

（2）治疗计划：根据之前定位CT图像等，主治医师勾画靶区，选择合适的追踪模式，选择准直器的大小、射线强度、靶区范围、剂量分布、治疗剂量和其它参数，计算机能自动设计一个满足设定条件、适形满意、剂量分布均匀、照射范围与肿瘤形状几乎吻合的治疗计划。治疗计划设计完毕，将治疗计划保存并传输到射波刀主控计算机。

（3）靶区定位：患者平卧并固定在治疗床上，其余人员撤离治疗室，关闭大门。影像系统采集靶区的实时影像，并与治疗计划系统的治疗影像进行比对，找到靶区方位误差。工作人员通过电脑操作，移动治疗床，使实时影像与治疗影像完拟合。此时计算机获得了患者病灶的初步方位。

（4）射线治疗：机械臂将电子直线加速器旋转到初始坐标位，然后按照程序将加速器围绕着患者旋转到预定节点。电子直线加速器每到一个节点，机械臂停止运动，此时靶区定位追踪系统立刻获得新的靶区影像，计算机确认目前的靶区影像与治疗开始时影像完全一致。如果病人靶区有轻微的移动，靶区定位追踪系统立刻计算出移动造成的偏差，并将此偏差传输到机器人机械臂，机械臂微调加速器的方位或射线的入射角度，最后加速器将所需的剂量精确投射到病灶内。如果患者的移动超过计算机自动调整的范围，治疗会紧急暂停（E-stop）。加速器每到一个预定节点，将重复上述影像实时验证步骤。在治疗过程中，X射线球管每 10 秒钟发射一次，靶区影像追踪系统获取一次影像信息。从摄像到调整数据只需要几秒钟，射波刀基本上做到了在治疗过程中实时跟踪治疗靶区。根据病情需要，射波刀可将单次治疗变成多次分割治疗。

（5）治疗结束：加速器完成治疗，机器人回到停车位。工作人员打开防护门，护理人员将病人送出治疗室。

射波刀在治疗应用中，采用非等中心且从不同方向，以上千个小的圆形照射野

（直径一般为 1.5cm）照射肿瘤部位，主射束会照射到治疗室机房的大部分墙面上。射波刀治疗工作一般流程见图 9-7。

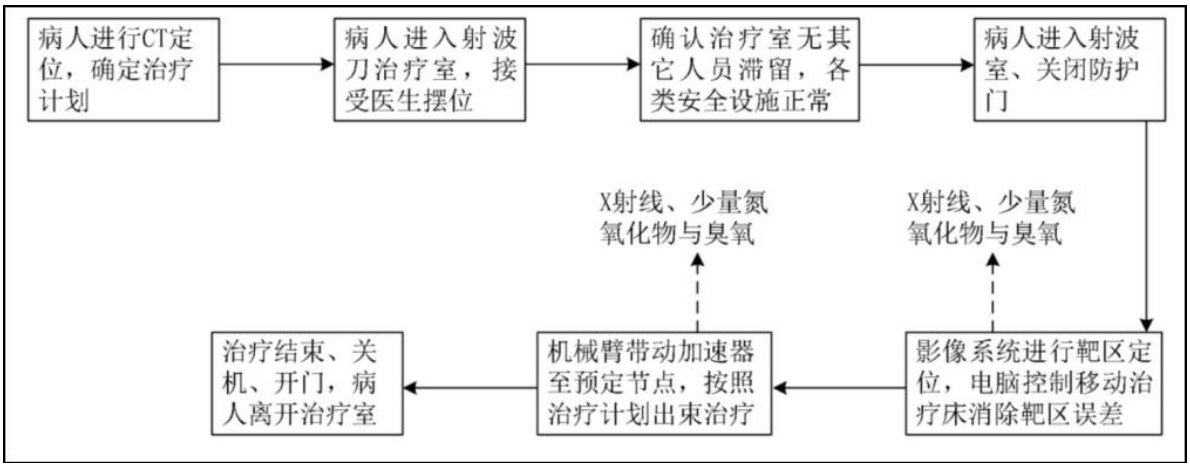


图 9-7　射波刀工作流程及产物环节示意图

9.1.1.3TOMO设备组成、工作原理和工艺流程

1、设备组成和工作原理

TOMO 即螺旋断层放射治疗系统（TomoTherapy），将现代诊断螺旋 CT 和医用直线加速器进行有机结合，构成同时具有螺旋 CT 影像扫描功能及调强放射治疗功能的一体化高端放疗设备。简单理解，就是把直线加速器放在 CT 的滑环机架上，使用扇形 X 光束实施照射。

（1）设备组成

TOMO主要由下列 4 大部件构成：螺旋断层治疗主机、机架和治疗床、数据库硬件和计算机集群、治疗计划系统工作站、操作台等。TOMO机架内包含一台 6MV的医用直线加速器，产生 6MV的X射线用于放射治疗和 3.5MV的X射线用于CT扫描成像，射线能量为一个加速器产生，不会同时发射 2 种不同能量的X射线。在加速器射线出口处，安装了二元气动多叶光栅（MLC），主要功能是对射线强度进行调制。在加速器对面还安装了CT探测器用于采集穿过病人的X射线信号，可以重建病人的CT图像和剂量信息等。TOMO采用 85cm大孔径CT滑环机架，机头安装在滑环上，等中心精度高达 0.1mm。治疗床在治疗时可以伴随机架旋转而连续运动，从而支撑病人进行CT扫描和螺旋治疗。加速器对面设置有 15.2cm厚的铅挡块，用于屏蔽加速器发射的主射线。

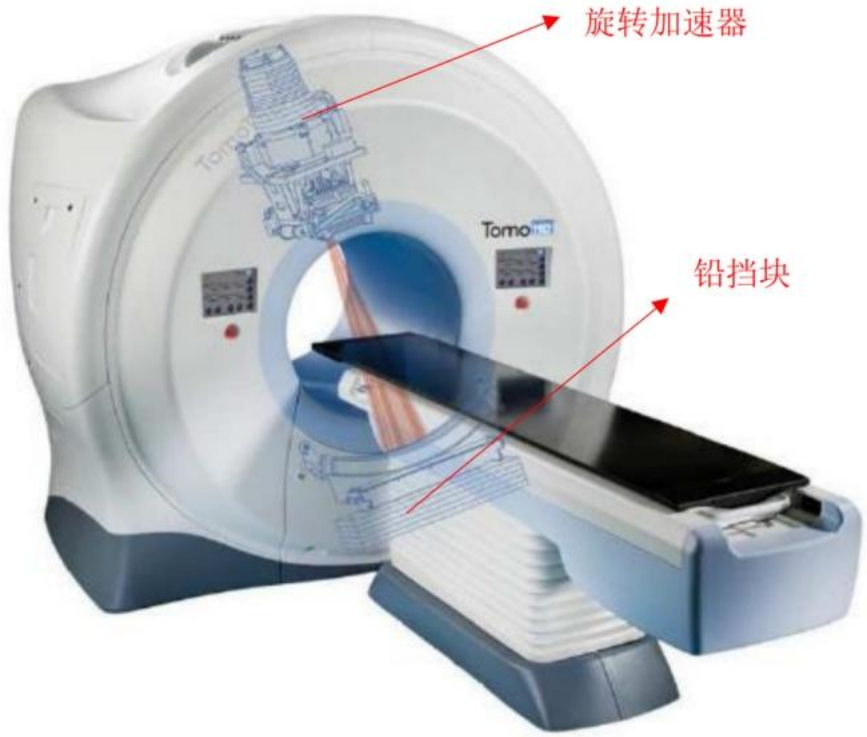


图 9-8　TOMO外观图

（2）工作原理

TOMO将 6MV直线加速器安装在螺旋CT滑环机架上，加速管沿机架径向安装使机架能够 360°旋转。它可产生 6MV的扇形束X射线，经射线出口处的 64 片 0.625cm宽的二元开/关式多叶准直器调制，从而实现 360°螺旋断层调强放射治疗；也可产生 3.5MV的扇形束X射线，经螺旋扫描而重建出兆伏级的三维CT图像（即MVCT），在治疗开始前进行MVCT成像扫描，重建出患者的三维影像，与计划CT或X射线模拟定位影像进行比较，从三维方向上修正摆位误差，从而实现图像引导下的IMRT治疗。

2、技术参数

X射线能量：6MV。

CT扫描能量：3.5MV

最大剂量率：510Gy/h（SAD850mm）。

最大射野：5x40cm。

机头漏射线率：≤0.1%。

系统自带铅屏蔽：有用线束自带厚度 125mm 铅屏蔽

等中心距地高度：113cm

3、工作流程及产污环节

TOMO工艺流程与产污环节与医用直线加速器治疗类似，TOMO使用X射线进行螺旋放疗，无电子线治疗模式；TOMO的图像引导系统为加速器产生的MV级X射线，穿透人体，在对面的CT探测器形成MV级图像引导放射治疗。

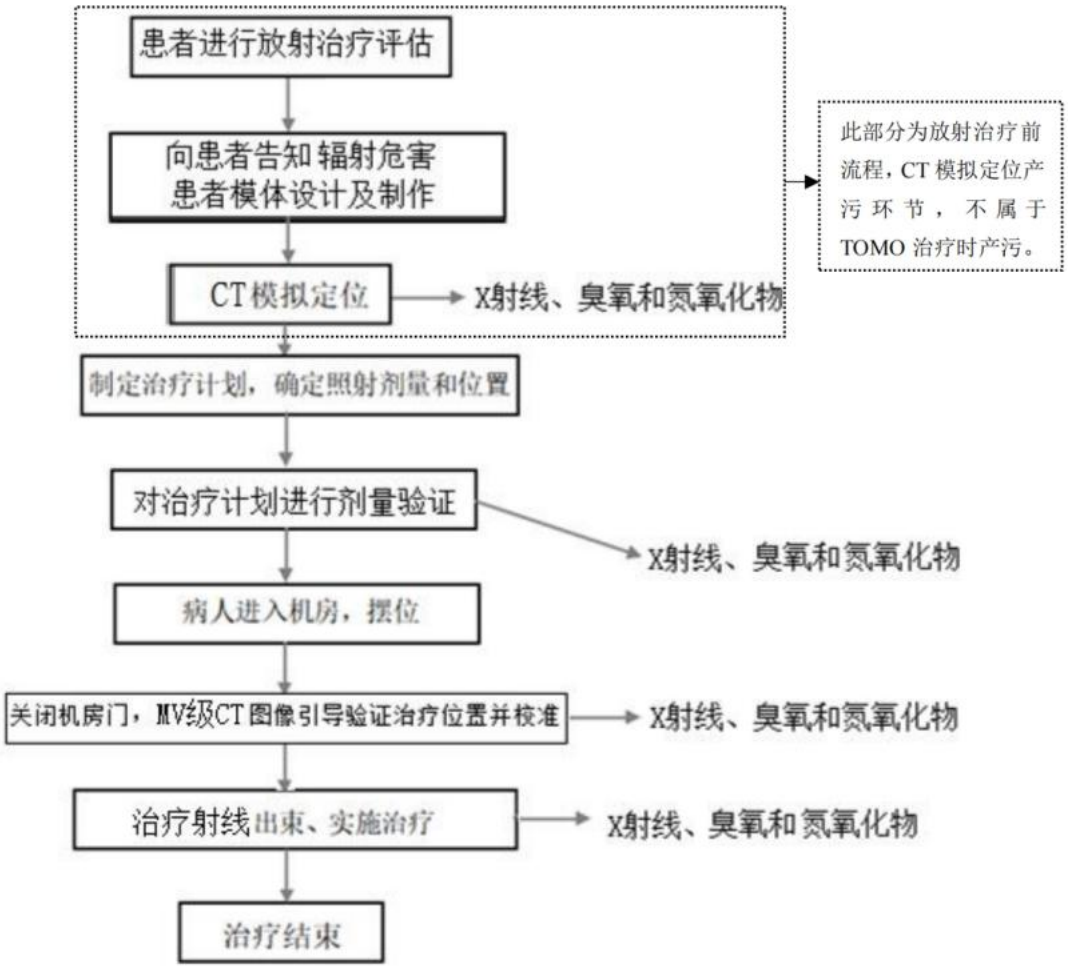


图 9-9　TOMO放射治疗工艺流程及产污环节

9.1.1.4 后装机设备组成、工作原理和工艺流程

1、设备组成和工作原理

（1）系统组成

后装治疗机主要由放射源、施源器、贮源器、传输系统、控制系统、安全系统、治疗计划系统组成。施源器是直径为毫米级的管状物，管内可装球形的真源和假源，并有气动通道；传输系统由分度头连接多个输源管，通过分度头引导控制，将放射源经不同的输源管送到施源器；控制系统由计算机控制按治疗计划实施放射治疗，治疗完毕自动将放射源回收到贮源器内；安全系统主要包括各种联锁系统、报警系统；治疗计划系统主要由计算机和治疗计划系统软件组成。

后装机是肿瘤内照射治疗设备，是集放射物理、微型放射源、影像技术、机电工程及计算机控制技术于一体的产品，它采用高剂量近距离后装治疗，通过腔内、管内、插植、术中、敷贴等手段，可以对人体的宫颈、宫体、直肠、膀胱、乳腺、食道、鼻咽、支气管、前列腺、脑部等体内肿瘤和皮肤浅表面肿瘤进行安全有效的治疗。

图 9-10　后装机示意图

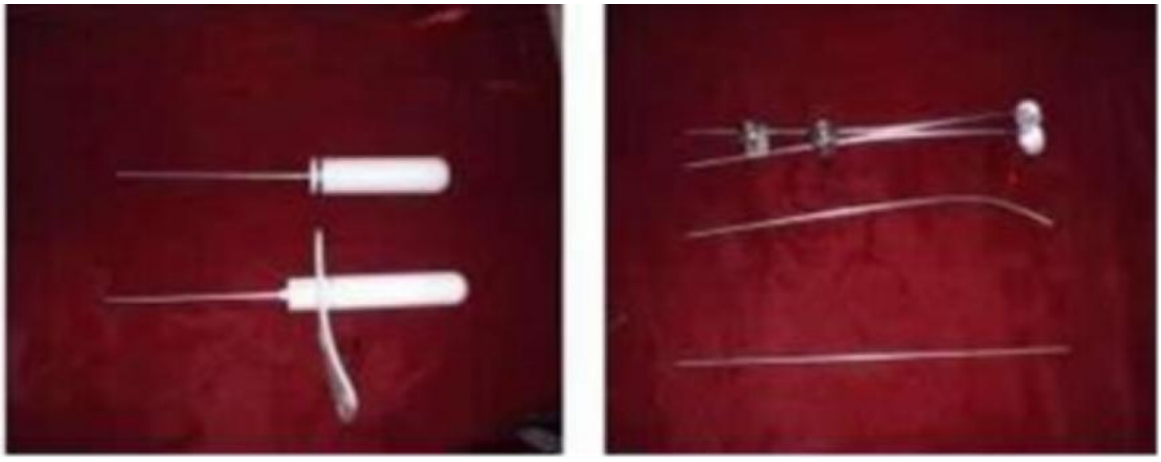


图 9-11　后装机施源器示意图

（2）工作原理

后装治疗采用后装技术首先将不带放射源的施源器置于患者病灶部位，然后在安全防护条件下遥控放射源通过传输系统到达施源器内，按照治疗计划系统预先精确规

划的治疗方案，使γ放射源在人体自然腔管道或组织间驻留，对肿瘤组织局部实施近距离大剂量照射，利用γ射线的生物效应，达到最大程度杀灭肿瘤组织和保护正常组织的目的，实现近距离放射治疗。

后装机治疗时则由传输管道连接贮源器，将源输送到预置于病员体内的施源器，按治疗计划由电脑自动控制进行照射治疗，照射完毕即自动将放射源收回到贮源器内。

2、技术参数

放射源：^{192}Ir。

半衰期：73.827d。

平均能量：0.37MeV。

初始最大装源活度：3.7×10^{11}Bq（10Ci）。

空气比释动能常数：0.111μSv/（h·MBq）。

后装机使用的 ^{192}Ir放射源，其半衰期短，每次使用同一源治疗的时间将会延长，在治疗时需按天计算放射性的衰变，几个月之后治疗的时间可能太长，一般 3 个月更换 1 枚，废放射源由放射源生产厂家负责调换、运输、处置，医院负责日常安全管理。

3、工作流程及产污环节

（1）病人经医生诊断、治疗正当性判断后，确定需要治疗的患者与放疗科预约登记，以确定模拟定位和治疗时间。

（2）预约病人首先通过模拟定位机进行肿瘤定位，确定肿瘤的具体位置和形状，确定治疗中心。定位操作过程类似于X射线影像诊断，工作人员隔室操作。

（3）确定肿瘤位置和形状后，物理人员根据医生给出的治疗剂量，通过治疗计划系统（TPS）制定治疗计划，该过程通常在电脑上完成。

（4）治疗计划制定后，肿瘤病人在技术人员协助下，依据计划在治疗床上进行连接施源器，该过程在治疗机房内完成。

（5）安装施源器后，技术人员进入操作室，确定所有安全措施到位后，启动治疗机进行照射。

（6）照射完毕后，技术人员在操作间内查看机房内置的固定式剂量监测报警仪读数，确定回源后进入机房，协助病人离开机房，治疗结束。

后装机治疗实施一般工作流程及产污环节示意图见图 9-12。

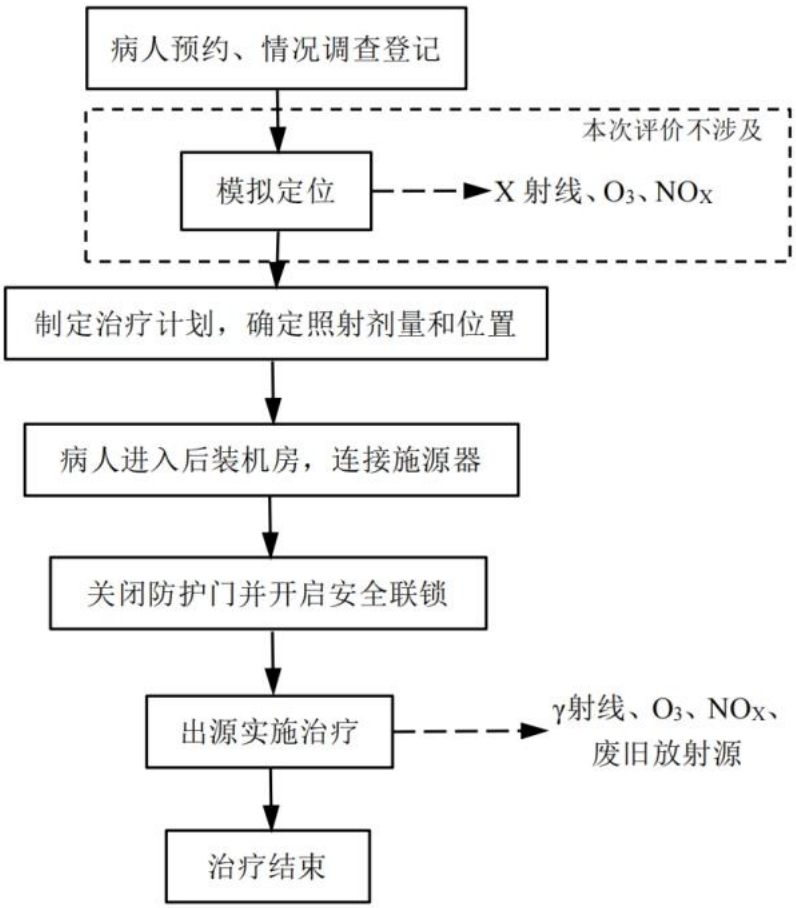


图 9-12　后装机工作流程及产污环节示意图

9.1.1.6 项目人员流线规划

（1）工作人员路线：工作人员沿着通道进入各机房控制室，摆位时进入各机房进行摆位等治疗准备后离开机房，在控制室内对设备进行隔室操作。

（2）患者路线：本项目患者在等候区等候候诊，经医护人员分流叫号后沿通道进入各机房接受治疗，治疗结束后原路返回。

图 9-15　　放射治疗人员流线图

9.1.1.7 放射治疗辐射工作人员配备情况及工作负荷

目前项目相关工作尚在筹备阶段，项目辐射工作人员拟从总院调配或新聘，建设单位拟配备 48 名放射肿瘤医师、40 名操作技师、4 名物理师和 10 名护士。治疗患者时，放射肿瘤医师、物理师和护士一般不在控制室长期逗留，工作人员配备计划及工作情况见表 9.1-1。

表 9.1-1 拟配备人员工作情况表

设备名称	治疗患者人数	工作岗位	岗位人数	出束治疗时间	周工作天数
医用直线加速器（每台）	调强治疗 72 人次/d 常规治疗 80 人次/d	技师	6 人	调强治疗出束时长平均约为 5min/人次，常规治疗出束时长平均约为 2min/人次	5d
射波刀	100 人次/d	技师	4 人	40min/人次	5d
TOMO	100 人次/d	技师	4 人	5min/人次	5d

后装机	20 人次/d	技师	4 人	10min/人次	5d

9.1.2 核医学项目工程设备和工艺分析

9.1.2.1 回旋加速器设备组成、工作原理和工艺流程

1、设备组成

本项目回旋加速器是一套完整的全自动的、带有自屏蔽的正电子药物生产系统。主要生产核素：^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{15}O、^{64}Cu、^{89}Zr、^{124}I。回旋加速器系统由磁场系统、高频系统、真空系统、离子源系统、束流引出系统、控制系统、靶系统和冷却系统等组成，各系统的具体情况如下：

（1）磁场系统

磁场系统包括上下磁轭、磁场线圈、磁场电源等。在维修时，上磁轭可以用液压装置将其打开。磁场靠安装在上下磁轭之间线圈上的电流获得能量。线圈由连续的铜片组成，线圈的这种组成方法使得线圈内产生的热量可通过线圈外冷却水的传导而排出，这样就不必要应用中通冷却水的磁场线圈。每一磁场极含有 4 个磁嵴，临近磁嵴之间的区域称之为磁谷，加速的束流在到达提取半径的路径中交替经过磁嵴与磁谷确定的强和弱的磁场。当束流通过每一次磁嵴区域时，由于强磁场的影响，束流轨迹近似为圆形；然而在磁谷区域时，束流轨迹接近于笔直的路径向下仪个磁嵴区。这交替的磁场(方位角变化的)对束流粒子在加速的中心层面提供了强的聚焦力，这些强的聚焦力引导粒子返回中心层面，产生高的束流引出效率。

（2）高频(RF)系统

高频系统作用是对“D”盒结构提供一个交替的高电压用以加速 H-离子。“D”盒结构为径 向的扇形小腔体，束流每一圈经过 2 个“D”盒各一次，得到 2 次加速。束流以这种方式得到能量，其轨道半径也逐渐增加。因此，当向提取半径方向加速时，束流的轨迹被描述为准螺旋形。当束流提取到达提取半径时，其能量也将达到预定能量。射频系统包括初级放大器、中级放大器、末级放大器、频率合成器、耦合器，以及相应的控制和检测电路，随着温度的变化，频率也不断且自动地受 RF 控制元件调整以维持共振。

（3）离子源系统

回旋加速器的离子源系统是垂直安装在真空内部的潘宁离子源(PIG 离子源)。离子源的机械安装与更换仅在维修中进行，在正常操作中不需要进行调试或干预性操作。

离子源有 2 个位于中心层面上下的钽电极，1 个中空的位于两个阴极之间圆柱型阳极。氢气分子电离子产生等离子体，偏压下提取出氢负离子，进入加速区域，不断得到能量，直到达到需要的能量并被引出。

（4）真空系统

真空系统包括磁辄之间的真空仓，用于抽气的泵，仪表和控制部分。真空仪表和控制部分用于监测仓室的压力及在系统出现故障时对仪器起到保护作用。真空仓连续不断的抽取以排除来源于离子源及真空室内表面的气体。真空系统通常要求每天 24 小时不停的工作以保证真空仓内残留的气体达到最小，加速器的性能最优化，这将有利于提高离子的提取效率，减少加速器内部的活化。真空泵分为两种：机械泵用于初级真空的获得，扩散泵用于高真空的获得。当维修时或有提前通知停电时，需要手动关闭真空系统，此时需要先关闭扩散泵，等冷却后才能关机械泵。

（5）束流引出系统

束流引出系统的作用主要是将加速器加速到一定能量的束流靶体上，与相应原料发生核反应。现代很多回旋加速器都使用 H^-离子源，因此，引出系统相对简单。这种引出系统仅使用一块很薄的碳膜(微米量级)，当 H^-经过碳膜时，H^-中 2 个电子被剥离，是束流从负离子变成正离子 H^+，结果使其受到的磁场作用力相反，带正电荷的束流偏向预定的出口并轰击靶体。

（6）靶系统

回旋加速器的靶系统包括准直器、装靶接口和对应靶体支持单元。循环的冷却水和氦气，通过换靶装置流动，用于排除靶内的热量。靶支持单元模块安装在加速器旁的橱柜内，这些模块含有使用每个靶所必需的控制与检测仪器、用于轰击的原材料传输、阀门等。靶材料包括液态、气态和固态靶三种类型。其中气体靶是由气瓶间通过管道自动输送到加速器，更换气体罐的操作室在气瓶间完成。固体靶是装在靶面板上，可重复使用。液态靶，需工作人员定期进入加速器机房添加靶水，通常每月一次。

（7）冷却系统

加速器运行中产生的热量有三种方式加以排出，第一种是用 He 冷，第二种是水冷，第三种是风冷。在回旋加速器中，对靶窗的冷却采用 He 冷却，氦冷却系统主要在轰击期间对靶室和靶窗的箔膜和钛箔膜之间进行冷却，两个箔膜之间的氦气流提供了

所必须的冷却；而对其他很多系统产生的热量，如：磁体、D 盒、真空泵、离子源等，则采用水冷却。风冷则主要使用在一些不方便或者不能使用水冷却的系统，如高频以及集成电路板等。

（8）控制系统：在控制系统计算机的界面上，可以独立地操作和控制每个子系统。而且更重要的运行参数，系统都有反馈值，便于了解系统的工作状态以及进一步的调整。系统能够根据条件和环境的改变，自动优化系统参数，使系统工作在最优的条件下，生产的效率得以提高，并延长了机器和相关部件的使用寿命。另外，这种智能化也包括了机器的连锁保护，可以有效的避免各种失误造成的对机器或者人身的伤害。

2、回旋加速器制备放射性同位素工作原理

回旋加速器制备放射性同位素的工作原理是利用加速器将带电粒子加速到一定的能量 时引出轰击特定的靶材料，通过核反应而生成放射性核素。回旋加速器生产正电子示踪剂的基础原理就是回旋加速器使处于真空室内的带电粒子在射频、交变磁场作用下，不断加速，当被加速粒子能量达到一定值时偏转引出，引出到加速器外部靶体上，与其束流路径上的靶核碰撞，入射粒子被靶体吸收，激活的靶体发生核反应并发射出中子、质子或α粒子，同时可产生具有一定阈能的正电子放射性核素，如 ^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{15}O、^{64}Cu、^{89}Zr、^{124}I 等。产生的正电子放射性核素进入放化合成系统，通过化学反应，将该核素标记到生理性代谢物质上（如葡萄糖、氨基酸、多肽、蛋白、核酸等），最终生成以发射β+或电子俘获形式进行衰变，能量适度，半衰期短，辐射危害小，适合 PET 显像所需的示踪剂。本项目拟使用的回旋加速器加速粒子为质子（P），回旋加速器工作原理简图见图 9.2-1。

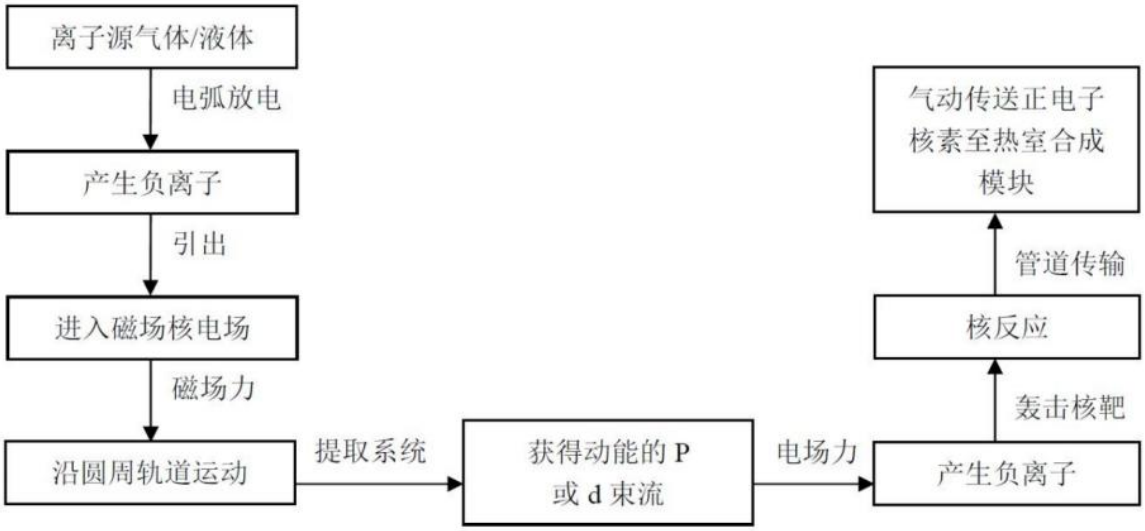


图 9-16　回旋加速器工作原理简图

3、设备技术参数

加速质子最大能量：10MeV

最大束流：100μA

表 9.2-1 最大能量和束流加速器表面 1 米处中子和伽马剂量率分布

位置	剂量分布（μSv/h）		
	中子	伽马	总和
前面	6.7	34.6	41.3
左侧	30.3	42.5	72.8
后面	14.1	15.9	30.0
右侧	112.7	55.9	168.6
顶面	14.4	16.5	30.9

本项目回旋加速器设备各项安全措施齐备，仪器本身采取了多种安全防护措施：

（1）回旋加速器本身自带有屏蔽装置，自屏蔽体由内、外两层组成，内层约为 30cm 厚的铅、环氧树脂和碳化硼混合的高密度铸件，用于慢化快中子，吸收热中子，外层约为 70cm 厚含聚乙烯和碳化硼的混凝土，用于慢化和吸收中子，降低次级γ辐射；

（2）回旋加速器界面设有用户登录密码，防止非相关人员操作机器；

（3）正常情况下，操作人员必须按规定程序并经过控制台确认验证设置无误时，才能 “启动”键启动引流；

（4）在操作台上设置有“紧急停止”按钮，一旦发现异常情况，工作人员可立即按下 此按钮来停止束流引出，并可通过循环冷却水冷却靶。

4、核素特性

本项目回旋加速器拟生产核素的放射性属性参数见表 9.2-2

表 9.2-2 本项目回旋加速器拟生产核素的放射性属性参数

核素	状态	半衰期	毒性	衰变方式	主要能量
^{18}F（氟）	液态	109.8min	低毒	EC、β^+	0.511(γ) 0.63(β^+)
^{11}C（碳）	液态	20.39min	低毒	EC、β^+	0.511(γ) 0.96(β^+)
^{13}N（氮）	液态	10min	低毒	EC、β^+	0.511(γ) 1.19(β^+)
^{15}O（氧）	液态	2min	低毒	EC、β^+	0.511(γ) 1.72(β^+)
^{89}Zr（锆）	液态	78.41h	中毒	EC、β^+	0.511、0.909(γ) 0.905(β^+)
^{64}Cu（铜）	液态	12.7h	低毒	EC、β^+	0.511、1.346(γ) 0.65(β^+)
^{124}I（碘）	液态	4.18d	中毒	EC、β^+	0.511、0.603、1.691(γ) 0.9736(β)

5、工作流程及产污环节

根据各核医学工作场所提前预定的药物种类及数量，本回旋加速器药物制备场所对应制备药物。放射性药物的制备总体上包括打靶前物料准备、回旋加速器打靶、药物合成、药物质控、药物分装、配送等 6 个环节。回旋加速器可完成临床上所需要的放射性同位素。其中 ^{18}F 是目前临床使用标记示踪剂最多的正电子放射性核素。以生产 ^{18}F-FDG 为例进行介绍，制备放射性药品 ^{18}F-FDG 的具体工艺流程如下：

（1）打靶前物料准备

回旋加速器在每次正式制备前均进行预处理，使用 ^{16}O-H_2O清洗靶、用纯氦吹干药物传递管道，然后在F-18 靶体内装入O-18 重氧水，工作人员在加速器控制室通过电脑控制，使用高压气体将靶体通过管道输运、装载于加速器束流出口，期间工作人员无需进入靶室内开展工作。

（2）回旋加速器打靶

辐射工作人员在控制室内通过视频监控画面确认无误后，打开回旋加速器，选择F-18 核素及相关参数开始打靶，在加速粒子达到最高阈能时引出轰击O-18 重氧水，通过 ^{18}O(p,n)^{18}F核反应，在F-18 靶体内生成F-18 核素，将制备的核素通过专用聚醚酮树脂管，在氦气推动下输送至设定的F-18 药物合成热室，再利用专用洗涤液及氦气对专用树脂管进行洗涤、吹干，回旋加速器关机。

回旋加速器在生产F-18 的过程中，辐射工作人员在位于邻室的控制室内，通过计算机操作来进行控制。轰击过程中若有参数偏差，回旋加速器将自动停止工作。自动

生产F-18过程的时间可以根据F-18产量的需要预先设定。

（3）药物合成

根据所需放射性药物提前配制试剂放置于合成热室内，回旋加速器打靶产生的F-18核素传送至对应合成热室的化学合成器内，在经活度测量、装载QMA柱、加淋洗溶液、无水乙腈除水、开展氟化取代反应、水解反应等一系列流程后，完成^{18}F-FDG药品的合成。药品的合成存在一定的合成效率（即转化率），在采用不同合成热室的条件下其合成效率也不一样。

整个^{18}F-FDG合成过程是在密闭并且屏蔽的合成热室内自动完成，化学合成器由计算机自动控制，不需人工介入。任何一个环节不符合要求，计算机将自动停止合成工作。

^{18}F-FDG合成原理流程图见图9-17。

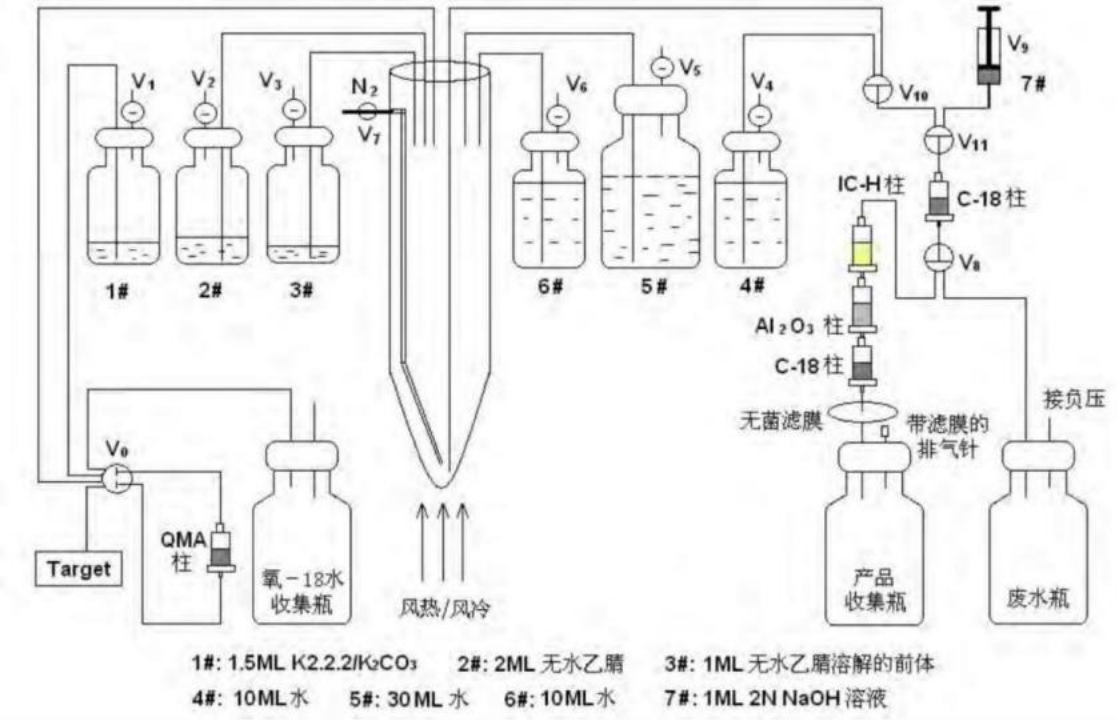


图 9-17　^{18}F-FDG合成原理流程图

（4）药物质控

合成后的^{18}F-FDG药物经由屏蔽的专用管路自动传送到分装热室内的无菌真空收集瓶内，收集瓶被预先放置在^{18}F-FDG药品分装防护装置内。辐射工作人员观察收集瓶内产品的澄明度，打开分装热室手孔用1ml移液枪抽取约0.01ml，拔下移液枪头，用毛细管从注射器顶端吸取少量液体，点在薄层硅胶板底端1cm处，完成点板操作；再取少量产品，点在PH试纸上检测产品的PH值；将薄层硅胶板放入方形药物屏蔽盒内，并

带入放射质检间内，在放射质检间层流通风柜中取出薄层硅胶板，并放于展开剂中，待展开完成，将薄层硅胶板晾干，放到薄层色谱扫描仪上进行扫描。此外，对于每批药物还需提取少量样品，经屏蔽后转入留样间留存。

（5）药物分装

辐射工作人员打开分装热室手孔，在分装热室内根据需要从药物收集瓶内利用无菌器皿抽取一定活度的 ^{18}F-FDG 装入到 10ml 或 30ml 的无菌西林瓶内，经压盖密封后放入铅罐内，从热室的物料口取出铅罐，通过外包间东侧传递窗传出。分装热室的内部是负压洁净百级的环境，并且具有良好的辐射屏蔽能力，分装人员通过打开分装热室的正面手孔门伸入双手，透过铅玻璃防护视窗来进行操作。

（6）配送

辐射工作人员在外包间打开传递窗，取出铅罐后，沿药物通道运送至药梯将药物运送至二楼PET检查工作场所使用。

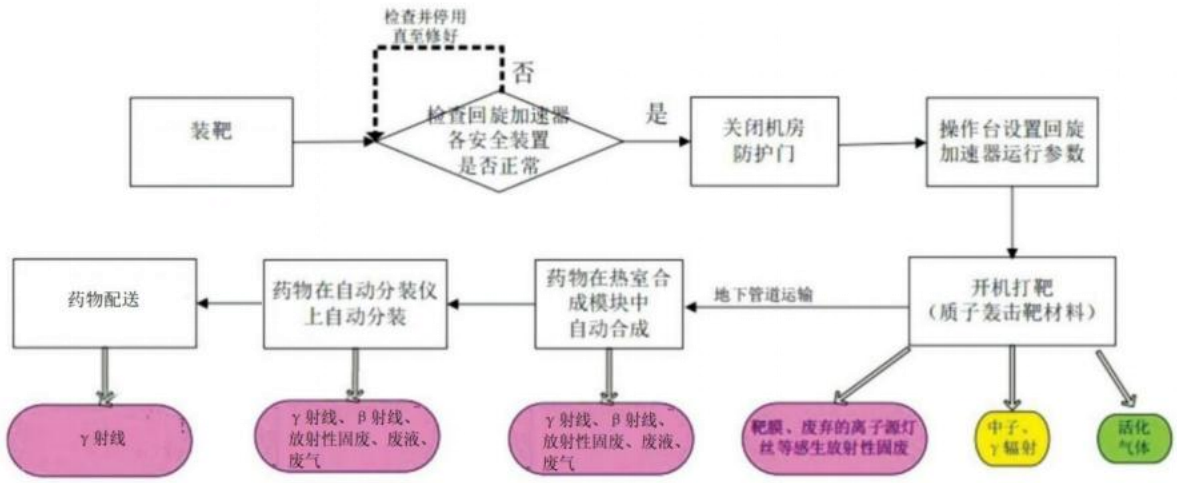


图 9-18 回旋加速器生产正电子药物产污环节示意图

9.1.2.2 PET/CT和PET/MR设备组成、工作原理和工艺流程

1、设备组成和工作原理

（1）设备组成

PET是正电子发射计算机断层成像的英文PositronEmissionTomography的缩写，是反映病变基因、分子、代谢及功能状态的显像设备，利用正电子核素标记葡萄糖等人体代谢物作为显像剂，通过病灶对显像剂的摄取来反映其代谢变化，从而为进行临床提供疾病的生物代谢信息诊断。PET扫描系统主要由扫描仪（scanner）、显像(imagingtable)、电子橱(electronicscabinet)、操作工作站（operator，sworkstation，

OWS）、分析工作站（analysisworkstation，AWS）和影像硬拷贝等组成。PET扫描仪的外形为一个柱状的支架（gantry），扫描视野位于支架的中央，由探测器、射线屏蔽装置等组成。

PET/CT由正电子发射断层成像（PET）和X射线断层成像扫描（CT）组成，使用同一个检查床和PET图像与CT图像融合对位工作站，同时具有PET与CT功能，同时利用PET和CT进行临床疾病的诊断。

PET/MR同时具有PET和MRI的检查功能，MRI显示人体内部器官的精确结构图像，PET显示人体的代谢活动情况，对疾病进行定性和定位诊断。MR是磁共振成像的英文（baimagneticresonanceimaging）的缩写，利用射频电磁波进行临床疾病的诊断对人体进行检查。由于核医学技术的特点，PET在精度方面和定位方面有一定的限制。PET-CT和PET-MR是在PET与CT、MR设备同机组合的基础上进行图像融合，融合后的图像既有精细的解剖结构又有丰富的生理、生化功能信息，能为确定和查找病灶的精确位置以及定量、定性诊断提供依据，并可利用X射线和射频电磁波对核医学图像进行衰减校正。

PET/MR 为正电子发射计算机断层成像（PET）和核磁共振成像（MRI）组合而成的一体化大型功能代谢与分子影像诊断设备，同时具有 PET 和 MR 的临床诊断功能。

一般情况 PET/CT 装置和 PET/MR 装置均会各配套有一套用于检测装置性能稳定性、图像信息的准确性的校准源，由于目前建设单位未选定 PET/CT 和 PET/MR 的品牌，而不同生产厂商生产设备的校准源配置方案不一致，建设单位存在购买意向的生产厂家生产的设备的校准源配置情况详见表 9.2-7。

表 9.2-3 本次 PET/CT 和 PET/MR 的校准源配置情况

序号	核素名称	放射性活度（Bq）及枚数	用途	类别	半衰期
1	^{68}Ge	5.55E+07Bq×1 枚	PET/CT、PET/MR校准源	V类	288d
2	^{68}Ge	3.5E+06Bq×1 枚	PET/CT、PET/MR校准源	V类	

（2）PET/CT和PET/MR工作原理

PET的工作原理是将 ^{18}F、^{68}Ga等放射性药物作为示踪剂注射到人体后，对受检者进行PET扫描成像。其临床显像过程为：将发射正电子的放射性核素（如 ^{18}F等）标记到能够参与人体组织血流或代谢过程的化合物（如脂肪酸、脱氧葡萄糖、氨基酸、核

苷等）上，将标有带正电子放射性核素的化合物注射到受检者体内，让受检者在PET的有效视野范围内进行PET显像。放射核素发射出的正电子在体内与组织中的负电子结合发生湮灭辐射，产生两个能量相等（511keV）、方向相反的γ光子。由于两个光子在体内的路径不同，到达两个探测器的时间也有一定差别，如果在规定的时间内，探头系统探测到两个互成 180 度的光子时，即为一个符合事件，探测器便分别送出一个时间脉冲，脉冲处理器将脉冲变为方波，符合电路对其进行数据分类后，送入工作站进行图像重建。便得到人体各部位横断面、冠状断面和矢状断面的影像。

CT 依据 X 射线穿过人体不同组织吸收程度的不同，反映人体各部密度分布的信息，因而在荧光屏上显示出不同密度的阴影，再根据阴影浓淡的对比，结合临床表现、化验结果等进行临床诊断。

PET/CT同时具有PET和CT的检查功能，CT显示人体内部器官的断层图像，PET显示人体的代谢活动情况，对疾病进行定性和定位诊断。本项目使用的正电子核素为^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{15}O、^{64}Cu、^{68}Ga、^{89}Zr、^{124}I八种，其中 ^{68}Ga为外购锗镓发生器淋洗，其他由回旋加速器自制，在回旋加速器投产前拟外购。

这些正电子核素有如下特点：

①是人体生命组成的基本元素，它们本身及其标记化合物的代谢过程反映了人体生理、生化功能的变化；

②半衰期短，适合于快速动态研究；

③湮没辐射产生的γ光子互成 180°，可提供良好的空间定位。正电子成像一般不需要机械准直器而采用电子准直，可大大提高探测灵敏度，改善空间分辨率。

PET系统的主要部件包括机架、环形探测器、符合电路、检查床及工作站等。

CT是计算机X射线断层扫描的英文ComputedTomography的缩写，原理是利用人体不同组织对X射线的吸收与透过率的不同，在荧光屏上显示出不同密度的阴影，再根据阴影浓淡的对比，结合临床表现、化验结果等进行临床诊断。CT主要由X射线管、探测器、扫描架、计算机系统和辅助设备系统 5 部分组成。

（3）锗镓发生器原理

锗镓发生器存放于PET药物及放射性废物贮存间内的模块箱内，根据需求量配备，在核医学科PET分装室通风橱中淋洗 ^{68}Ga，^{68}Ge半衰期较长，每个锗镓发生器可根据用量使用 1～2 年。锗镓发生器的具体工作原理为：^{68}Ge离子吸附在Al_2O_3色层柱上，衰变

后 ^{68}Ga离子与 ^{68}Ge离子电荷不同，^{68}Ga离子比较容易淋洗下来，使用时每隔数小时用0.05～0.15mol/L的HCl淋洗即可得到含有 ^{68}Ga离子的淋洗液。淋洗液配置成相应的药物后，工作人员使用活度计根据需要量对 ^{68}Ga药物进行标记，标记完成后在分装室注射窗给PET检查患者注射使用。

2、源项技术参数

本项目拟新增的 2 台PET-CT额定管电压 140kV，额定管电流 1000mA；本项目拟新增的 1 台PET-MR。本项目使用的正电子核素为 ^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{15}O、^{64}Cu、^{15}O、^{89}Zr、^{124}I八种，其中 ^{68}Ga为外购锗镓发生器淋洗，其他由回旋加速器自制，在回旋加速器投产前拟外购。

表 9.2-4　PET显像项目拟使用核素的放射性属性参数一览表

核素种类	半衰期	衰变类型	主要射线和能量（MeV）	状态	毒性级别
^{18}F	109.8min	β+、EC	0.511(γ)，0.63(β^+)	液态	低毒
^{11}C	20.39min	β+、EC	0.511(γ)，0.96(β^+)	液态	低毒
^{13}N	10min	β^+、EC	0.511(γ)，1.19(β^+)	液态	低毒
^{15}O	2.04min	β^+、EC	0.511(γ)，1.72(β^+)	液态	低毒
^{68}Ga	68min	β^+、EC	0.511(γ)，1.9(β^+)	液态	低毒
^{64}Cu	12.7h	β^+、EC	0.511、1.346(γ)，0.65(β^+)	液态	低毒
^{89}Zr	78.43h	β^+、EC	0.511、0.909(γ)，0.905(β^+)	液态	中毒
^{124}I	4.18d	β^+、EC	0.511、0.603、1.691(γ)，0.9736(β)	液态	中毒

3、工作流程及产污环节

工作流程及产污环节分析见图 9-22。

①订药：工作人员根据病人预约情况、临床诊断所需使用量，提前一天向回旋加速器室预定或向放射性药物供应单位订购，由回旋加速器室或厂家通过药梯运送至PET检查区，安排专人接收放射性核素，经确认无误完成相关交接、登记手续后，暂存在PET检查区储源室。

②分装注射：工作人员将 ^{18}F等正电子药物提至分装室分装柜内进行分装或将锗镓发生器在分装柜内进行淋洗分装，测量其放射性活度。分装完成后，工作人员做好防护措施后将装有放射性药物的转运罐转移至注射窗口为患者注射。

③显像诊断：注射后的病人进入相应PET注射后候诊室静躺休息，待药物充分代谢后，通过语音呼叫，进入相应机房，经医生进行语音提示摆位，必要时进入机房指导，随后离开机房进入控制廊，隔室操作对患者进行PET/CT或PET/MR扫描诊断。

④诊断结束后，根据医生指导，受检者按需在扫描检查完成后在指定留观室留观无异常后，通过专用通道离开核医学区域。

PET/CT、PET/MR显像诊断工作流程及产污环节示意图见图 9-19。

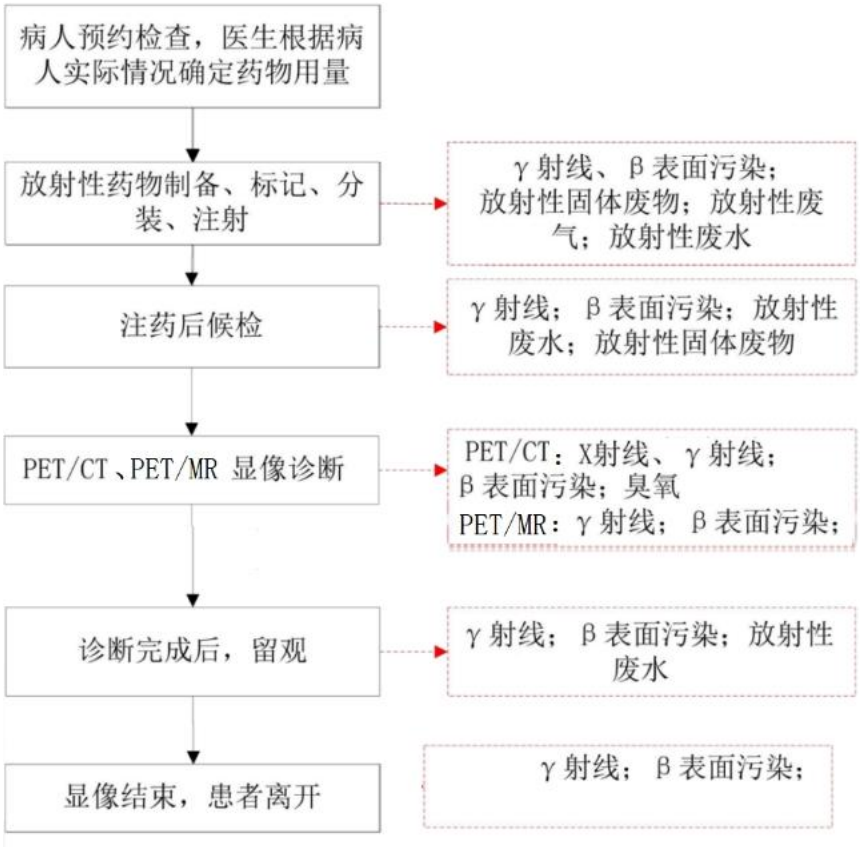


图 9-19　PET/CT、PET/MR显像诊断流程及产污环节示意图

9.1.2.3 SPECT/CT设备组成、工作原理和工艺流程

1、设备组成和工作原理

（1）设备组成及工作原理

SPECT/CT的全称是单光子发射计算机断层扫描仪（Single-Photo Emission Computed Tomography），其使用放射性药物进行诊断的基本原理是：受检者注射或口服含 ^{99m}Tc、^{131}I等标记药物，放射性药物在人体内代谢，在特定的器官或组织发射出光子（γ射线），穿过组织器官后到达SPECT探测器。SPECT使用低能准直器对γ射线进行准直，通过闪烁体将γ射线能力转换为光信号，再通过光电倍增管将光信号转化为电信号并进行放大，得到的测量值代表在该投影线上的放射性大小，再利用计算机从投影求解断层图形。其主要的功能特点是：除了显示脏器形态结构外，更重要的是可观察到脏器血流灌注、功能和代谢的变化。临床主要应用于骨骼显像、甲状腺显像、肾动态显像等。

SPECT/CT 主要由三部分组成，即探头、旋转运动机架、计算机及其辅助设备。探头部分主要由准直器、晶体、光导、光电倍增管、模拟定位计算电路组成。SPECT/CT 自身带有一个 CT 球管，同时获得 CT 解剖图像，与核素扫描获得的功能影像，进行图像融合，从而得到功能-解剖图像，有利于对疾病作出全面、准确的判断。

（2）钼-锝发生器原理

本项目显像诊断使用的锝-99m由钼锝发生器淋洗而成，该发生器属于裂变色层发生器，基本部件是钼酸锆柱/活化氧化铝柱、淋洗系统和用于保护工作人员的辐射屏蔽套。锝-99m由钼酸锆柱内钼-99 不断衰变产生，并被钼酸锆柱吸附，当加入适当的淋洗剂时，锝-99m便以 $^{99m}TcO_4^-$的形式被淋洗出来。为了使用方便，一套发生器除基本部件外，常附加子体核素溶液接收瓶（即负压瓶）和一定量的淋洗剂（生理盐水）。由于母体核素的不断衰变就不断地产生子体核素，因而核素发生器可以反复淋洗制得子体核素，一般情况下，发生器每隔 23 小时可淋洗一次，根据建设单位提供的信息，钼锝发生器每天淋洗一次，一年的使用量约 60 个。

2、源项技术参数

本项目拟新增的 2 台SPECT/CT的额定管电压 140kV，额定管电流 1000mA。

本次项目使用放射性核素 ^{99m}Tc、^{67}Ga、^{113}In、^{123}I进行SPECT/CT显像检查。本项目^{67}Ga、^{113}In、^{123}I均为外购单支药物。^{99m}Tc可外购单支药物，也可由钼锝发生器淋洗。

SPECT 显像项目拟使用核素的放射性属性参数见表 9.2-5。

表 9.2-5 **S**PECT 显像项目拟使用核素的放射性属性参数一览表

核素种类	半衰期	衰变类型	主要射线和能量（MeV）	状态	毒性级别
^{99m}Tc	6.02h	同质异能跃迁	γ：0.140	液态	低毒
^{67}Ga	100min	EC	γ：0.392	液态	中毒
^{113}In	3.26d	EC	γ：0.093、0.184、0.300	液态	低毒
^{123}I	13.2h	EC	γ：0.027、0.159、0.529	液态	低毒

3、工作流程及产污环节

①订药

工作人员根据病人预约情况、临床诊断所需使用量，提前一天向放射性药物供应单位订购，由厂家通过药梯运送至SPECT检查区，安排专人接收放射性核素，经确认无误完成相关交接、登记手续后，暂存在SPECT检查区储源室。

②分装标记、注射

工作人员将 ^{99m}Tc、^{67}Ga、^{113}In、^{123}I等药物提至分装室分装柜内进行分装测活或将钼锝发生器在分装柜内进行淋洗分装，测量其放射性活度。分装完成后，工作人员做好防护措施后将装有放射性药物的转运罐转移至注射窗口为患者注射。

③候检、显像、留观

患者注药后前往注射后候诊室内候诊，待药物充分代谢后，患者根据语音提示进入SPECT/CT检查室进行显像诊断，该过程工作人员需进入机房指导摆位，摆位时间约为 0.5min，病人显像诊断过程约 20min。诊断结束后患者在留观室内留观约 10min后经核医学科出口离开。

SPECT/CT显像诊断工作流程与产污环节详见图 9-20。

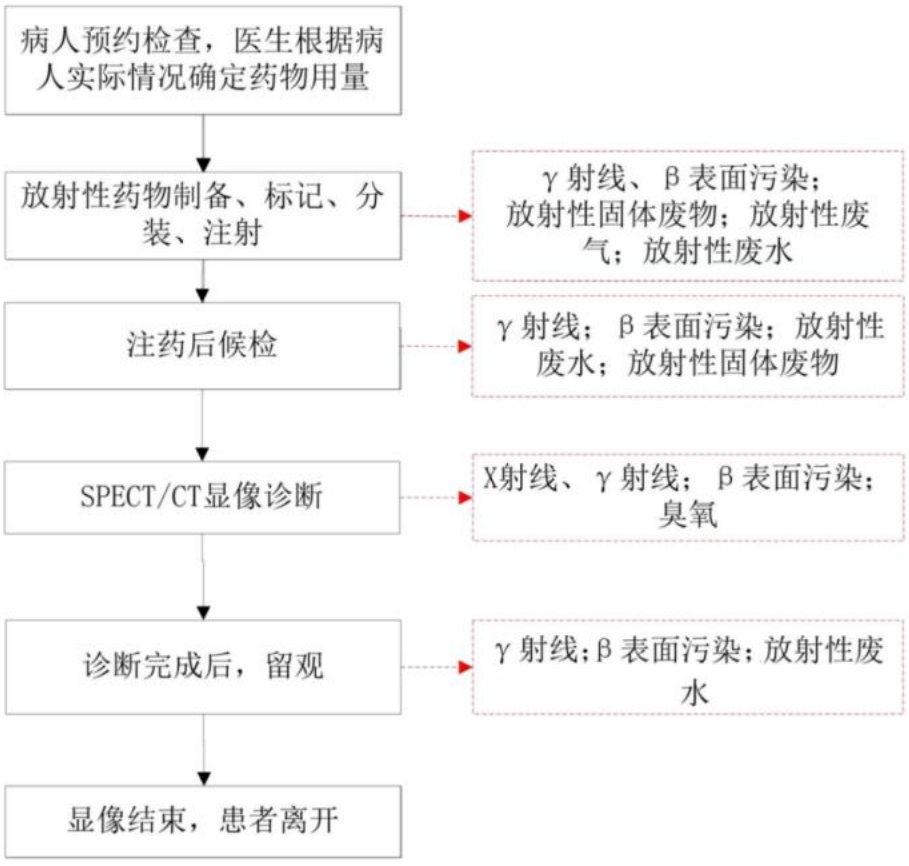


图 9-20　SPECT/CT显像诊断流程及产污环节示意图

（4）甲癌治疗患者SPECT/CT显像

甲癌治疗患者SPECT/CT显像：甲癌患者服药治疗后，患者出院前为观察治疗效果根据需要的会进行SPECT/CT扫描检查，由甲癌治疗病房经患者通道到SPECT检查区检查，患者在检查区内不候诊和留观，检查完成后回病房或从核医学出口离开。

9.1.2.4 核素 ^{131}I甲亢治疗和甲癌治疗

1、工作原理

甲亢治疗是利用甲状腺具有高度选择性摄取 ^{131}I的功能，口服一定量的 ^{131}I 后，可被甲状腺组织大量摄取。^{131}I衰变过程中，主要释放β射线。β射线可选择性地破坏甲状腺组织而不影响邻近组织。甲状腺组织被破坏后逐渐坏死，并纤维化，从而减少甲状腺激素的合成合分泌，达到类似于甲状腺全切除的目的。

甲癌治疗是利用特异性抗体作为载体，与能释放β射线或γ射线的 ^{131}I放射性核素结合，借助抗体的靶向作用，与肿瘤组织特异性结合，使肿瘤组织区域浓聚大量的放射性核素，并滞留一定时间，^{131}I在衰变过程中释放β射线或γ射线，通过射线的辐射作用破坏或干扰肿瘤细胞的结果和功能，起到抑制、杀伤或杀死肿瘤细胞的作用。

2、源项技术参数

甲癌、甲亢治疗项目拟使用核素 ^{131}I 的放射性属性参数见表 9.2-5。

表 9.2-5 拟使用核素 ^{131}I 的放射性属性参数一览表

核素种类	半衰期	衰变类型	主要射线和能量（MeV）	状态	毒性级别
^{131}I	8.02d	β^-	γ：0.365、0.284、0.637 β：0.602	液态	中毒

3、工作流程及产污环节

（1）甲亢治疗工作流程及产污环节

①预约患者：门诊接诊患者，询问患者病史级临床表现，对患者进行相关辅助检查（一般为甲功五项、甲状腺超声、甲状腺吸碘率、肝肾功能等），医生根据检查结果做出判断并制定相应的治疗方案，告知患者治疗前注意事项与诊疗过程的辐射危害，医生根据患者病情确定使用核素的剂量。

②订药：工作人员根据临床诊断所需药物的使用量、预约检查的人数，提前向供药单位订购放射性药物，供药单位在约定的时间送药品，经确认无误完成相关交接、登记手续后，将 ^{131}I药物放于核医学科三楼 ^{131}I治疗区储源室 1，本项目 ^{131}I药品为药罐装载货包形式的外购药物。

③分装、给药：开展甲亢治疗时，工作人员在上班前将药罐放在分装柜自动分碘仪内。接受 ^{131}I诊疗的患者进入 ^{131}I服药室，医护人员在通过电脑控制系统遥控操作自动分碘仪自动分装药物，并通过视频、语音系统指导患者在 ^{131}I服药室服药。

④留观：根据医生指导，甲亢患者服药短暂留观无异常后即可离开核医学科。

甲亢治疗项目工作流程与产污环节见图 9-22。

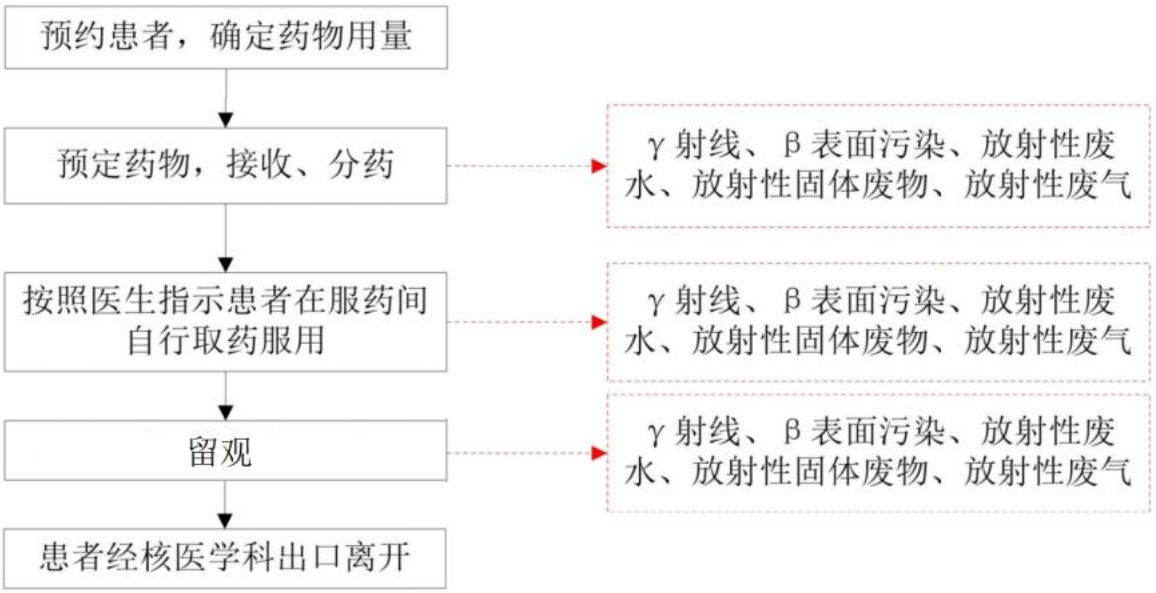


图 9-21　甲亢治疗工作流程及产污环节示意图

（2）甲癌治疗工作流程及产污环节

①预约患者：门诊接诊患者，询问患者病史级临床表现，对患者进行相关辅助检查（一般为甲功五项、甲状腺超声、甲状腺吸碘率、肝肾功能等），医生根据检查结果做出判断并制定相应的治疗方案，告知患者治疗前注意事项与诊疗过程的辐射危害，医生根据患者病情确定使用核素的剂量。

②订药：工作人员根据临床诊断所需药物的使用量、预约检查的人数，提前向供药单位订购放射性药物，供药单位在约定的时间送药品，经确认无误完成相关交接、登记手续后，将 ^{131}I药物放于核医学科三楼 ^{131}I治疗区储源室，本项目 ^{131}I 药品为药罐装载货包形式的外购药物。

③分装、给药：开展甲癌治疗时，工作人员在上班前将药罐放在分装柜自动分碘仪内。接受 ^{131}I诊疗的患者进入 ^{131}I服药室，医护人员在通过电脑控制系统遥控操作自动分碘仪自动分装药物，并通过视频、语音系统指导患者在 ^{131}I服药室服药。

④住院：甲癌患者服药后，根据医护人员语音指导和治疗区路径指示标志进入核素病房住院治疗，甲癌患者一般住院 3~5 天。

⑤出院：住院病人住院时间到期，经检测体表 1m 处的周围剂量当量率测量，患者体内放射性活度满足低于 400MBq 要求（辐射剂量率监测仪监测患者体表 1m 处的周围剂量当量率低于 25μSv/h）后，方可离开核医学核素病房出院。如有需要的患者出院前为观察治疗效果会进行 SPECT/CT 扫描检查。

甲癌治疗项目工作流程与产污环节见图 9-23。

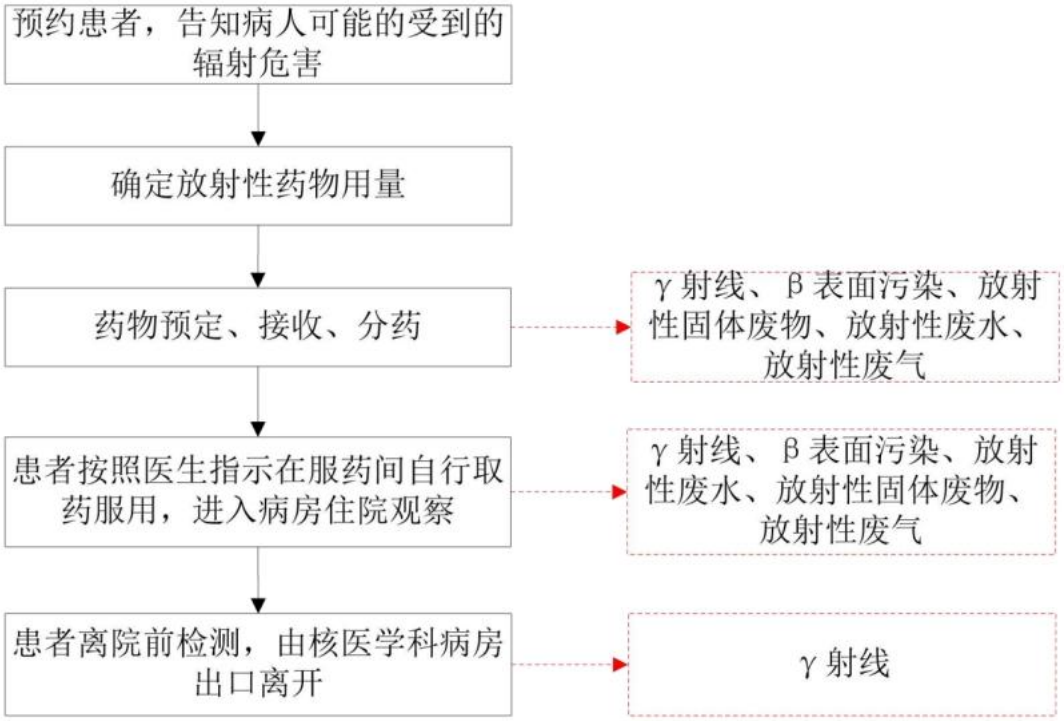


图 9-22　甲癌治疗工作流程及产污环节示意图

9.1.2.5 其他核素治疗

1、工作原理

放射性核素治疗是利用放射性核素在衰变过程中发射出来的射线的辐射生物效应来抑制或破坏病变组织的一种治疗方法。治疗原理是通过放射性核素或其标记化合物高度选择性聚集在病变部位进行照射，受到大剂量照射的细胞因繁殖能力丧失、代谢紊乱、细胞衰老或死亡，从而抑制或破坏病变组织，达到治疗目的。

^{177}Lu、^{47}Sc、^{67}Cu、^{161}Tb、^{89}Sr、^{188}Re、^{32}P 为β核素，^{223}Ra 、^{225}Ac、^{212}Pb、^{211}At、^{227}Th、^{213}Bi 为α核素，通过静脉注射以上核素的标记物进入人体新陈代谢，通过以上核素发射的α、β 射线进行肿瘤靶向治疗。

^{177}Lu 能够释放β射线，具有杀伤肿瘤的作用，在 ^{177}Lu 上连接 PSMA，相当于给 ^{177}Lu 安装了一个导航系统，让药物最大程度地富集于前列腺癌，进而增加治疗效果。^{177}Lu-PSMA 是治疗晚期前列腺癌的重要手段，包含同位素 ^{177}Lu 与前列腺细胞表面上的前列腺特异性膜抗原（PSMA）结合的蛋白质，该疗法影响原发性肿瘤和远处转移。

^{47}Sc、^{67}Cu、^{161}Tb 通过β衰变释放β粒子（电子），^{47}Sc 其最大能量约为 0.44 MeV，^{67}Cu 其最大能量约为 0.575 MeV，^{161}Tb 最大能量约为 0.593MeV。β粒子的射程

较短，能够有效破坏癌细胞，同时减少对周围健康组织的影响，^{47}Sc、^{67}Cu、^{161}Tb 通常与靶向分子（如抗体、肽或其他配体）结合，形成放射性药物。这些靶向分子能够特异性地识别并结合肿瘤细胞，从而将核素精确递送到肿瘤部位。

^{89}Sr 是纯β射线体，不伴γ射线，其发射的β射线能量较高，其半衰期为 50.5 天，在骨组织内的射程为 3mm。用于治疗的 $^{89}SrCl_2$ 是直接进行静脉注射，一般用量 4.0mCi/人，每份用于治疗的放射性液体由供应商事先分装，预约病人后发货，治疗时不需再分装， 可门诊治疗骨转移癌。

^{188}Re 发射的β射线能量为 2.12MeV，在软组织中的射程为 3mm，对周围组织损伤小，半衰期为 16.9h。同时还发射能量为 155keV 的γ射线，适宜于显像以及追踪其在组织内的分布变化。使用的 ^{188}Re 用于治疗恶性肿瘤骨转移。

^{32}P 通过β衰变释放高能β粒子（电子），其最大能量约为 1.71 MeV，平均能量约为 0.695 MeV。β粒子的射程较长（约 8 毫米），能够有效破坏癌细胞或异常增生的组织。血液病的 ^{32}P 治疗：包括真性红细胞增多与原发性血小板增多症。体胶与滑膜疾病的放射性核素胶体 ^{32}P 治疗：包括癌性胸腹腔积液与关节滑膜炎等。

^{223}Ra(α放射性核素)在内照射时具有极强的细胞毒性，对肿瘤细胞具有较强的杀灭作用，而其短射程对正常组织影响较小(α粒子的射程仅 43 微米)，并能够模拟钙的作用，并与羟基磷灰石形成复合物以加快一些部位骨质更新，例如骨转移灶部位。这种强有力的药物的α粒子的穿透范围短，不会伤害附近的健康组织和关键的骨髓。对工作人员和患者周围公众外照射影响轻，一般用于开展骨转移癌治疗。

^{225}Ac 是纯α射线体，其半衰期为 9.92 天，Ac-225 是一个十分有潜力、可应用于靶向α粒子疗法的放射性同位素：它的半衰期为 10 天，每次衰变时可同时释放 4 个α粒子，然后变成稳定的铋（Bi）元素。要想将 Ac-225 开发成可行的疗法，则需要找到合适的靶向载体，将这一具有高强度放射性的同位素螯合起来，以免其在递送过程中“开溜”而伤及健康组织，主要用于治疗前列腺癌。

^{212}Pb 其能量特性主要体现在其衰变过程中释放的α粒子和β粒子。^{212}Pb 通过衰变链释放能量 ^{212}Pb 通过β衰变成 ^{212}Bi 释放β粒子（能量约为 0.57 MeV），^{212}Bi 进一步衰变为 ^{212}Po（钋-212），并释放α粒子（能量约为 8.78 MeV）。释放的α粒子具有高能量（约 8.78 MeV）和短射程（约 50-100 微米），能够对癌细胞造成显著的 DNA 损伤，同时减少对周围健康组织的影响。^{212}Pb 主要用于治疗某些类型的癌症，如前列腺癌、

神经内分泌肿瘤和卵巢癌。

^{211}At 是一种α核素，半衰期为 7.21h，其可以释放射程为几个细胞直径之和的的α射线，这些射线会对命中的细胞进行杀伤破坏。因此，如果能将 ^{211}At 有效地送到癌细胞中，则有望做到在不损害周围正常组织的情况下治疗癌症，主要用于治疗神经内分泌肿瘤。

^{227}Th 是一种α核素，半衰期为 18.5d，其发射的α射线，可用于放射治疗软组织疾病，主要用于治疗神经内分泌肿瘤。

^{213}Bi 通过发射α粒子（高能量、短射程的辐射）来破坏癌细胞。α粒子的高线性能量转移（LET）特性使其能够对癌细胞造成显著的 DNA 损伤，同时减少对周围健康组织的伤害。^{213}Bi 主要用于治疗某些类型的癌症，如白血病、神经内分泌肿瘤、前列腺癌和黑色素瘤。

2.源项分析

核素治疗拟使用核素的放射性属性参数见表 9.2-6。

表 9.2-6　核素治疗拟使用核素的放射性属性参数一览表

核素种类	半衰期	衰变类型	主要射线和能量（MeV）	状态	毒性级别
^{177}Lu	6.73d	β⁻	0.208(γ)、0.206(β)	液态	中毒
^{47}Sc	3.42d	β⁻	0.159(γ)、0.441(β)	液态	中毒
^{67}Cu	61.88h	β⁻	0.185(γ)、0.575(β)	液态	中毒
^{161}Tb	6.89d	β⁻	0.074(γ)、0.593(β)	液态	中毒
^{223}Ra	11.44d	α	5.8713(α)、0.2695(γ)	液态	极毒
^{225}Ac	10d	α	5.829(α)、0.012(γ)	液态	极毒
^{212}Pb	10.6h	β⁻、α	8.78(α)、0.57(β)、0.239(γ)	液态	中毒
^{211}At	7.2h	α，EC	5.867(α)、0.079(γ)	液态	高毒
^{227}Th	18.7d	α	6.038(α)、0.012(γ)	液态	极毒
^{213}Bi	45.7min	α、β⁻	5.870(α)、1.42(β、)0.440(γ)	液态	高毒
^{89}Sr	50.53d	β⁻	0.585(β)	液态	中毒
^{188}Re	16.98h	β⁻、γ	2.12(β)、0.155(γ)	液态	中毒
^{32}P	14.26d	β⁻	1.71(β)	液态	中毒

3、工作流程及产污环节

经与建设单位了解，^{177}Lu、^{47}Sc、^{67}Cu、^{161}Tb核素为住院治疗，^{89}Sr、^{188}Re、^{32}P、^{223}Ra 、^{225}Ac、^{212}Pb、^{211}At、^{227}Th、^{213}Bi核素为门诊治疗。

住院治疗（^{177}Lu、^{47}Sc、^{67}Cu、^{161}Tb）工作流程：

①门诊接诊患者，询问患者病史级临床表现，医生根据检查结果做出判断并制定相应的治疗方案，告知患者治疗前注意事项。

②订药：工作人员根据临床诊断所需药物的使用量、预约治疗的人数，提前向供药单位订购放射性药物，供药单位在约定的时间送药品，经确认无误完成相关交接、登记手续后，将药物放于二楼核素治疗储源室。

③分装标记、注射给药：开展治疗时，工作人员在上班前将药罐放在分装柜内进行分装标记药物（一般为供药公司提前分装好的药物，不需要另行分装，只需进行活度标记）。需要进行治疗的患者进入二楼核素治疗注射室，工作人员通过注射窗口对患者进行注射。注射完成后转入核素病房内住院观察，患者一般住院 3~6 天。

④出院：住院病人住院时间到期，经检测体表 1m 处的周围剂量当量率测量（建议参照甲癌患者管理，辐射剂量率监测仪监测患者体表 1m 处的周围剂量当量率低于 25μSv/h）后，离开核医学核素病房出院。

核素住院治疗项目工作流程与产污环节见图 9-27。

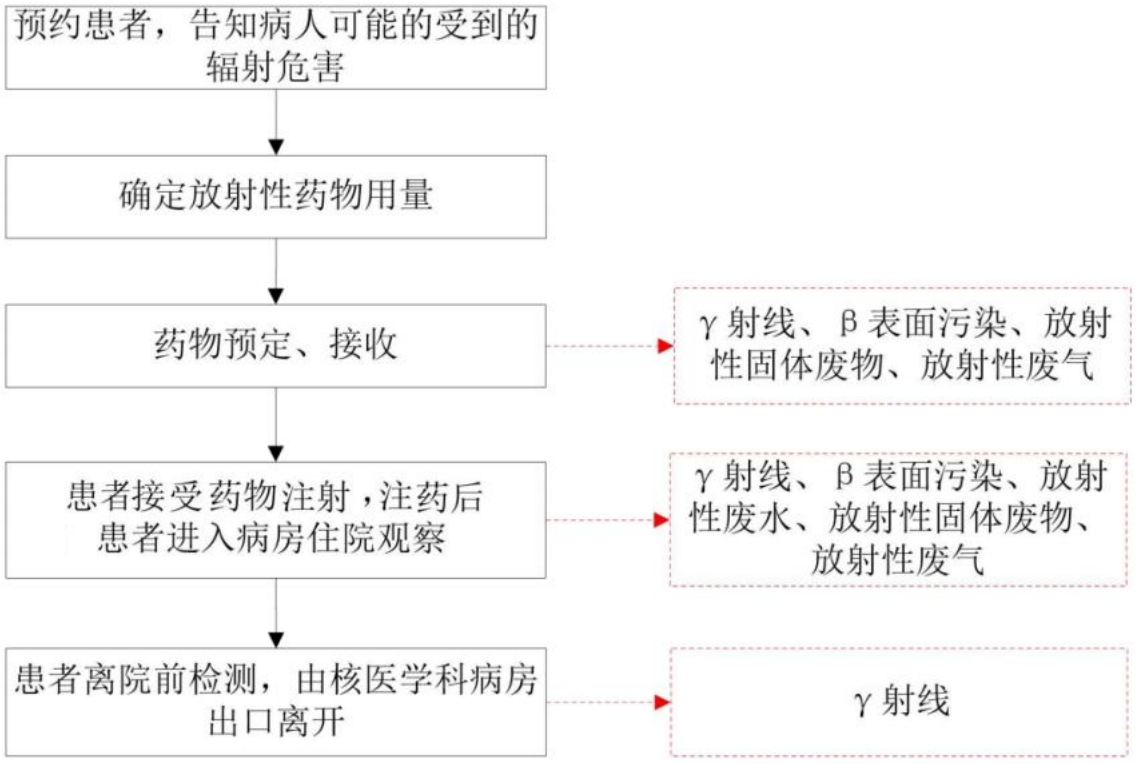


图 9-27　核素住院治疗项目工作流程与产污环节

门诊治疗（^{89}Sr、^{188}Re、^{32}P、^{223}Ra 、^{225}Ac、^{212}Pb、^{211}At、^{227}Th、^{213}Bi）工作流程：

①门诊接诊患者，询问患者病史级临床表现，医生根据检查结果做出判断并制定

相应的治疗方案，告知患者治疗前注意事项。

②订药：工作人员根据临床诊断所需药物的使用量、预约治疗的人数，提前向供药单位订购放射性药物，供药单位在约定的时间送药品，经确认无误完成相关交接、登记手续后，将药物放于二楼核素治疗储源室。

③标记、给药：开展核素治疗时，工作人员在上班前将药罐放在分装柜内进行药物标记（一般为供药公司提前分装好的药物，不需要另行分装，只需进行活度标记）。医护人员通过预约制度，进入二楼核素治疗注射室，通过注射窗口对治疗患者进行注射治疗。注射后，告知注意事项后可直接离开，无需留观，不产生废水。

核素门诊治疗项目工作流程与产污环节见图 9-28。

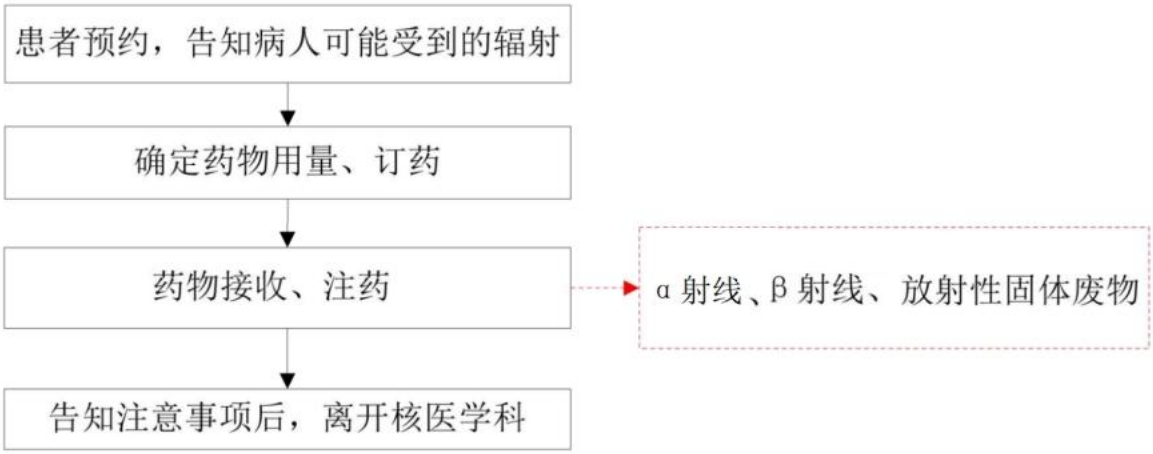


图 9-28 核素门诊治疗项目工作流程与产污环节

9.1.2.7 核医学项目人流、物流路线

（1）药物运送路线：①PET 检查使用的药物由回旋加速器自产经从一楼分装合成热室分装后经缓冲间→外包间→药物通道→经药梯传送至二楼 PET 分装室，外购的药物于一楼回旋制药区东南侧出入口(M3 运至药物通道，经药梯运至二楼 PET 分装室；②SPECT 检查使用的药物由供药单位人员在开展工作前与工作人员联系，于一楼回旋制药区东南侧出入口(M3)运至药物通道，从经药梯运至三楼 SPECT 分装室；③二楼核素治疗外购药物由供药单位人员在开展工作前与工作人员联系，将药物从出口经电梯运送至二楼，经病房通道→固废暂存间→分装室→运至储源室或分装柜；④三楼 ^{131}I 治疗外购药物由供药单位人员在开展工作前与工作人员联系，将药物从出口经电梯运送至三楼，经病房通道→固废暂存间→分装室→运至储源室或分装柜，药物运送路线如图 9-29 至图 9-31 橙色线路所示，药物运送时均在屏蔽容器内且会与人员路线错时运送，避免与人员路线交叉。

工作人员进出路线：①药物生产操作人员，从(M1)或(㎡)出入口进入一楼回旋加速器制药区，回旋加速器操作人员进入回旋加速器控制室进行回旋加速器放射性药物制备操作，在一更、二更缓冲间更衣之后进入热室房间进行药物的合成分装操作；以及进入理化实验室进行药物的分析与质控；②二楼 PET 影像检查区工作人员从药前大厅进入医护通道，经医护通道进入相关办公房，操作设备工作人员进入 PET/CT、PET/MR 控制室，需要辅助摆位的从工作人员防护门进入机房进行患者摆位指导，核素分装注射工作人员从药前大厅进入分装卫生通过间，穿戴防护用品后进入分装室进行药物的分装注射操作，分装注射完毕后在卫生通过间检查表面污染后沿原路返回；③二楼核素治疗区工作人员从药前大厅进入医护通道，经医护通道进入相关办公房，分装注射操作人员从医护通道进入卫生通过间穿戴防护用品后进入分装室进行药物的分装操作，分装注射完毕后在卫生通过间检查表面污染后沿原路返回；④三楼 SPECT 影像检查区工作人员从药前大厅进入医护通道，经医护通道进入相关办公房，操作设备工作人员进入 SPECT/CT 控制室，需要辅助摆位的从工作人员防护门进入机房进行患者摆位指导，核素分装注射工作人员从药前大厅进入分装卫生通过间，穿戴防护用品后进入分装室进行药物的分装注射操作，分装注射完毕后在卫生通过间检查表面污染后沿原路返回；⑤三楼 ^{131}I 核素治疗区工作人员从药前大厅进入医护通道，分装操作人员从医护通道进入卫生通过间穿戴防护用品后进入分装室进行药物的分装操作，^{131}I 分装操作在施药前将药物铅罐放入自动分装仪内，装好后经检测表面污染合格后原路返回至低活区。之后于自动分装控制室内进行远程自动分装操作；⑤其余工作人员根据各个工作岗位进入诊室、护士站、办公室等进行相关的工作。如图 9-29 至图 9-31 绿色线路所示。

（3）PET 检查患者进出路线：经过预约的患者进入二楼候诊大厅的护士站进行检查登记，护士对患者进行预检分流；患者注射前在候诊大厅候诊；经过叫号后从患者入口(M4)经缓冲间进入患者通道到达注射窗口接受注射；注射完成后进入相应的 PET 注射后侯诊室静卧候诊，经检查叫号后进入 PET/CT 检查室或 PET/MR 检查室进行扫描检查，检查完成后进入相应的留观室进行留观，待医技人员确认图像无误后，可从患者通道东北侧楼梯出口(M5)离开核医学，乘电梯患者可左转从西北侧（M6）电梯出口下到一楼从西北侧出口离开。如图 9-30 红色线路所示。

（4）SPECT/CT 受检者进出路线：经过预约的患者进入三楼候诊大厅的护士站进

行检查登记，护士对患者进行预检分流；患者注射前在候诊大厅候诊；经过叫号后从患者入口(M8)经缓冲间进入患者通道到达注射窗口接受注射；注射完成后进入相应的SPECT注射后侯诊室候诊，经检查叫号后进入SPECT/CT检查室进行扫描检查，检查完成后进入留观室进行留观，待医技人员确认图像无误后，可从患者通道东北侧楼梯出口(M9)离开核医学，乘电梯患者可左转从西北侧（M10）电梯出口下到一楼从西北侧出口离开。如图9-31玫红色线路所示。

（5）二楼核素治疗患者路线：①核素住院治疗（^{177}Lu、^{47}Sc、^{67}Cu、^{161}Tb）患者进出路线：患者在医生做出诊断后，需要进行核素住院治疗的患者经过预约登记后到二楼候诊大厅由护士进行登记分流，经过叫号从治疗患者入口(M7)经缓冲间进入患者通道到达注射窗口接受注射，注射完毕后进入核素病房区域进行留院观察（2-6天），达到出院条件时，进入剂量检测室，经过辐射剂量监测进行出院检测达标后经缓冲出口离开核医学病房，如图9-30淡蓝色实线所示；②核素门诊治疗（^{223}Ra、^{225}Ac、^{212}Pb、^{211}At、^{227}Th、^{213}Bi、^{89}Sr、^{188}Re、^{32}P）患者进出路线：患者在医生做出诊断后，需要进行核素门诊治疗的患者经过预约登记后到二楼候诊大厅由护士进行登记分流，经过叫号从治疗患者入口(M7)经缓冲间进入患者通道到达注射窗口接受注射，注射完成之后进入核素留观病房观察，无身体不适，经工作人员同意，直接从缓冲通道出口离开核医学。如图9-30紫色线路所示。

（6）^{131}I治疗患者进出路线：患者在医生做出诊断后，在三楼甲测室进行吸碘率测定，测定完成后可在护士站预约服药时间；到达约定时间后，可在四楼药前等候区等候；①甲亢治疗患者经过工作人员指引从^{131}I治疗患者入口（M11）经缓冲间→患者通道→进入服药室服药，服药后进入甲亢留观室进行留观，无身体不适，经工作人员同意，直接从缓冲通道出口离开核医学。如图9-30蓝色虚线所示。②甲癌治疗患者经过工作人员指引从^{131}I治疗患者入口（M11）经缓冲间→患者通道→进入服药室服药，服药后，进入病房区内核素病房进行住院观察，达到出院条件时，进入剂量检测室，经剂量率监测，距离患者体表1m处的周围剂量当量率不大于25μSv/h方可出院，检测达标后经缓冲出口离开核医学病房。如图9-31蓝色实线所示。

（7）放射性固体废物路线：核医学科内产生的放射性固体废物，收集后定期送至固废间内暂存，衰变一定时间，经检测合格后，从核医学科出口运离核医学科。如图9-29至9-31棕色实线所示。

图 9-29　一楼核医学人流、物流路线图

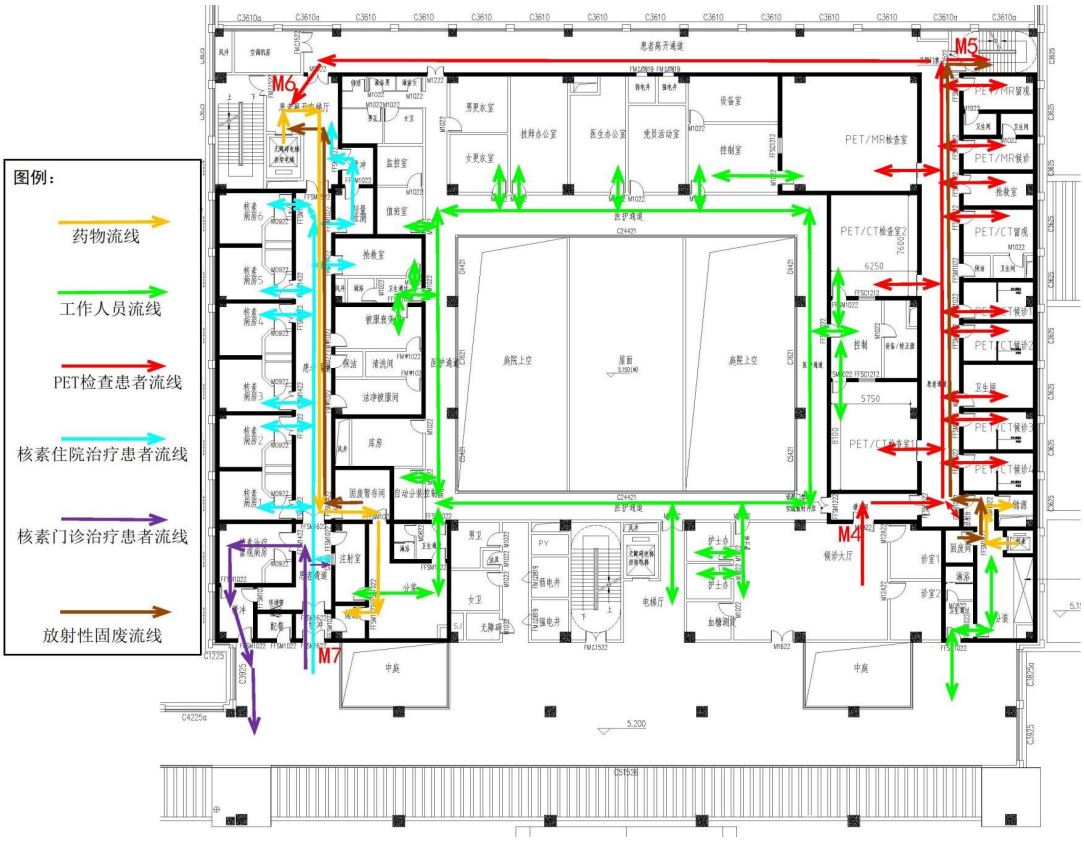


图 9-30 二楼核医学人流、物流路线图

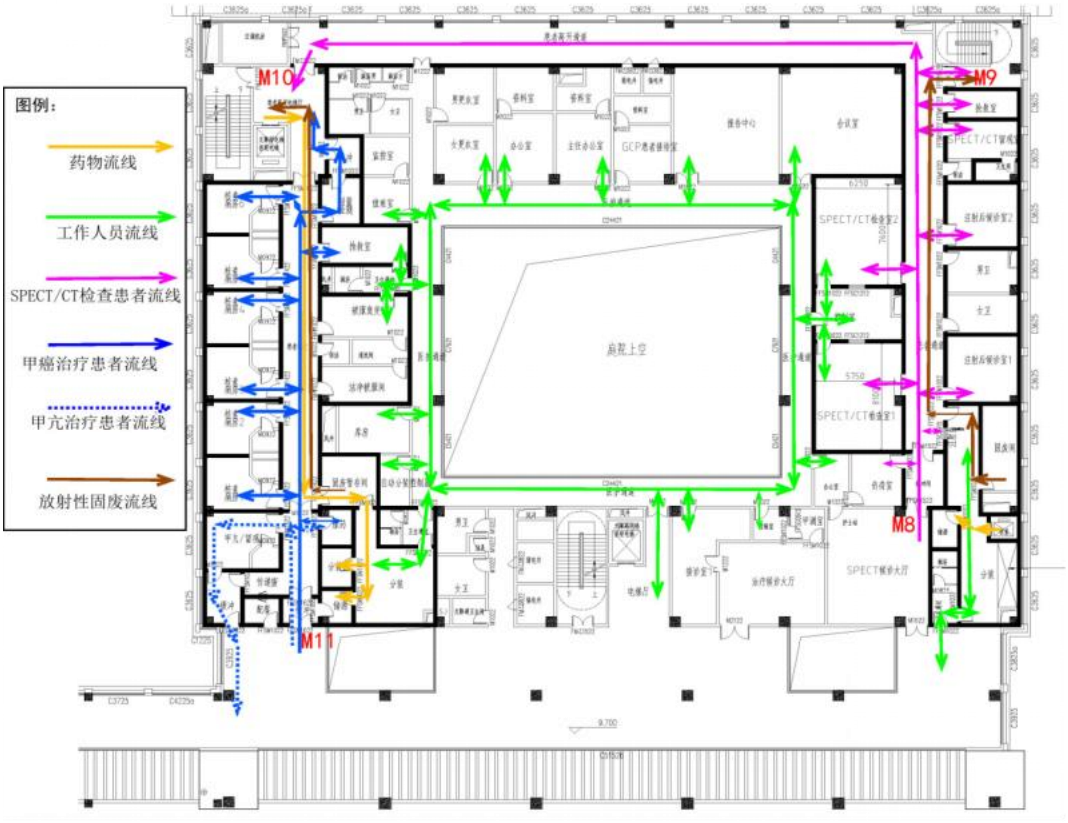


图 9-31 三楼核医学人流、物流路线图

9.1.2.8 核医学科项目辐射工作人员配备情况及工作负荷

目前本项目核医学相关工作尚在筹备阶段，相应工作人员拟从总院调配或重新招聘，后续医院将根据工作需要调整核医学相关专业的辐射工作人员。核医学拟设置医师、护士、技师、物理师与化学师等工作岗位，其中医师 6 人、护士 6 人、技师 6 人、物理师或化学师 2 人，医院暂拟为本次评价项目配备相关工作人员与岗位主要工作内容见表 9-1；

表 9.2-7　拟配备人员工作情况表

岗位	操作环节	操作时间	人数
回旋加速器操作人员（物理师、化学师）	正电子核素制备	2h	拟定 2 名
	正电子药物合成与质控	1min/次	
	正电子药物分装	2min/次	
	药物转运	1min/次	
核医学护士	PET 检查药物分装（回旋加速器未使用时）	1min/人份	拟定 6 名
	PET 检查药物注射	0.5min/人次	
	SPECT 检查药物分装	1min/人份	
	SPECT 检查药物注射	0.5min/人次	
	^{131}I 分装	0.5min/人份	
	治疗核素注射	0.5min/人次	
	病人转运	5min/人次	
	查房	20min/次	
核医学技师	PET/CT 检查患者摆位	0.5min/人次	拟定 6 名
	PET/CT 操作	20min/人次	
	PET/MR 检查患者摆位	0.5min/人次	
	PET/MR 操作	20min/人次	
	SPECT/CT 检查患者摆位	0.5min/人次	
	SPECT/CT 操作	20min/人次	
核医学医师	查房	20min/次	拟定 6 人

表 9.2-8　核医学检查与治疗工作负荷

核素	单个病人最大用量（Bq/ 人•次）	日最大病人量（人）	年最大病人量（人）
^{18}F	3.7×10^{8}Bq（10mCi）	60 人（3 台 PET 设备检查病人量）	15000
^{11}C	3.7×10^{8}Bq（10mCi）		
^{13}N	3.7×10^{8}Bq（10mCi）		
^{15}O	3.7×10^{8}Bq（10mCi）		
^{68}Ga	3.7×10^{8}Bq（10mCi）		
^{89}Zr	1.85×10^{8}Bq（5mCi）		
^{64}Cu	1.85×10^{8}Bq（5mCi）		
^{124}I	1.85×10^{8}Bq（5mCi）		
^{99m}Tc	9.25×10^{8}Bq（25mCi）	60 人（2 台 SPECT 设备检查病人量）	15000
^{113}In	1.85×10^{8}Bq（5mCi）		

^{67}Ga	1.85×10^{8}Bq（5mCi）		
^{123}I	7.4×10^{7}（2mCi）		
^{131}I	（甲亢）3.7×10^{8}Bq（10mCi）	15 人	1500（一周两批次）
	（甲癌）7.4×10^{9}Bq（200mCi）	6 人（住院）	600（一周两批次）
^{89}Sr	1.48×10^{8}Bq（4mCi）	1 人	250
^{32}P	1.85×10^{8}Bq（5mCi）	1 人	250
^{188}Re	35mCi	1 人	250
^{177}Lu	7.4×10^{9}Bq（200mCi）	1 人（住院）	100（一周两次）
^{47}Sc	3.7×10^{9}（100mCi）	1 人（住院）	100（一周两次）
^{67}Cu	3.7×10^{9}（100mCi）	1 人（住院）	100（一周两次）
^{161}Tb	5.55×10^{9}（150mCi）	1 人（住院）	100（一周两次）
^{223}Ra	3.7×10^{6}Bq (0.1mCi)	1 人	250
^{225}Ac	3.7×10^{6}Bq (0.1mCi)	1 人	250
^{212}Pb	3.7×10^{6}Bq (0.1mCi)	1 人	250
^{211}At	3.7×10^{6}Bq (0.1mCi)	1 人	250
^{227}Th	3.7×10^{6}Bq (0.1mCi)	1 人	250
^{213}Bi	3.7×10^{6}Bq (0.1mCi)	1 人	250

9.2 污染源项描述

9.2.1 施工期污染源

本项目施工期主要是分子肿瘤诊疗中心的主体工程建设以及防护工程的施工及装修，在建设阶段主要污染物为扬尘、施工废水、噪声、施工废渣等。在安装及调试阶段主要污染物是设备运行时产生的电离辐射、臭氧及氮氧化物。

1、主体工程建设与装饰工程施工

本项目核医学大楼主体工程建设及辐射防护工程的施工对周围环境产生一定的影响，主 要为大型机械（钻机、切割机、混凝土运输车等）的噪声、施工扬尘、施工废水、建筑垃圾，其次为施工人员产生的生活污水、生活垃圾；在对构筑物的室内外进行装修时(如表面粉刷、油漆、喷涂、裱糊、镶贴装饰等)，钻机、切割机等产生噪声，喷漆和其它涂料会产生废气、固体废弃物料及施工人员产生的生活污水、生活垃圾。

2、设备安装调试的污染分析

本项目射线装置的安装及调试由设备供货方专业人员进行，医院方不得自行安装及调试设备。安装调试阶段是在辐射防护设计完成后进行，在此过程中各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立辐射警告标志，禁止无关人员靠近。设备安装过程中会产生包装废物及电离辐射。

9.2.2 运行期污染源项描述

9.2.2.1 放射治疗项目的污染源项分析

9.2.2.1.1 正常工况

1、医用直线加速器

①X射线

由加速器的工作原理可知，电子枪产生的电子经过加速后，高能电子束与靶物质相互作用时将产生高能X射线。这种X射线是随机器的开、关而产生和消失。

②电子线

加速器产生高能电子线，随机器的开、关而产生和消失，其贯穿能力远弱于X射线，在X射线得到充分屏蔽的条件下，电子束亦能得到足够的屏蔽。

③感生放射性物质

由辐射照射而产生的放射性称为感生放射性，对于直线加速器，感生放射性主要是光-核反应引起的。一是光-核反应产生的中子与加速器结构材料相互作用产生的放射性核素。对医用直线加速器而言，主要的感生放射性核素是加速器结构材料，如不锈钢、铜和硬铝等产生的（n，γ）俘获反应产生的放射性核素；二是加速器运行时，射线通过空气时电离所产生的放射性核素中，包括 ^{15}O、^{13}N 等放射性气体。辐射防护的研究结果显示，当直线加速器工作在任何高于 8MV 的能量时，都会发生光-核反应。

④天空散射辐射

因机房顶上为屋顶，无建筑，穿过电子直线加速器机房屏蔽顶的辐射与机房顶上方空气作用产生的在机房外一定距离处地面附近人员驻留部位的散射辐射。

⑤侧散射辐射

机房顶旁边为病房楼，是指加速器产生的 X 射线射入加速器治疗机房顶的辐射与房顶屏蔽物质作用产生的并穿出房顶的在辐射源至治疗机房顶所张立体角区域外的散射辐射。

⑥臭氧、氮氧化物、含铅废气

加速器在运行过程中，射线作用于空气以及次级辐射等因素，可产生少量臭氧、氮氧化物，通过排风系统排入大气。进行直线加速器放射治疗前还需根据患者治疗部位制定个体化铅挡块用于保护靶区临近重要器官。铅模制作过程含会产生含铅废气。

⑦放射性固体废物

加速器靶物质经长期照射后，也可积累一定数量的感生放射性核素，因此，退役的靶为放射性固体废物。

2、射波刀

①X射线

根据射波刀的工作原理可知，本项目射波刀产生的X射线能量最高为6MV，X射线是随射线装置的开、关而产生、消失。只有在开机并出线的状态时，才会有X射线的产生，不产生放射性气体、废水及废物。因此，在开机出束期间，X射线是该项目的主要污染因子。

②臭氧、氮氧化物

本项目射波刀在工作时，空气在X射线作用下生少量臭氧和氮氧化物。

④天空散射辐射

因机房顶上为屋顶，无建筑，穿过机房屏蔽顶的辐射与机房顶上方空气作用产生的在机房外一定距离处地面附近人员驻留部位的散射辐射。

⑤侧散射辐射

机房顶旁边为病房楼，是指产生的 X 射线射入加速器治疗机房顶的辐射与房顶屏蔽物质作用产生的并穿出房顶的在辐射源至治疗机房顶所张立体角区域外的散射辐射。

3、TOMO

①X射线：TOMO仅有X射线治疗，出束工作时，产生X射线，运行时产生的X射线随TOMO的开、关而产生和消失。

②天空散射辐射

因机房顶上为屋顶，无建筑，穿过机房屏蔽顶的辐射与机房顶上方空气作用产生的在机房外一定距离处地面附近人员驻留部位的散射辐射。

③侧散射辐射

机房顶旁边为病房楼，是指产生的 X 射线射入加速器治疗机房顶的辐射与房顶屏蔽物质作用产生的并穿出房顶的在辐射源至治疗机房顶所张立体角区域外的散射辐射。

④放射性固体废物：TOMO的靶物质经长期照射后，也可积累一定数量的感生放射性核素，因此，更换或退役的废靶件为放射性固体废物。

⑤其他非放射性污染源：医用直线加速器在运行过程中，射线作用于空气以及次级辐射等因素，可产生少量臭氧、氮氧化物，通过排风系统排入大气，臭氧在常温常压下

稳定性较差，可自行分解为氧气。

4、后装治疗机

后装治疗机使用的放射源为点状米粒大，密封型，外有不锈钢包壳，且在正常使用情况下，不会产生放射性“三废”。在正常治疗条件下，后装机 ^{192}Ir放射源发出的平均能量为 370keV的γ射线，有小部分穿过治疗室屏蔽体（包括屏蔽墙、顶棚）及迷路防护门泄漏到工作场所及周围环境中，对周围的工作人员和公众产生γ外照射。

由于放射性衰变，随着放射性活度的降低，密封源在一定时间以后将无法继续满足放射治疗要求，需要更换新的放射源。而旧的放射源依然具有一定的放射性强度，依然存在对环境保护和人类健康的不利影响可能性，因此对于废旧放射源需要妥善处理。

因γ射线与空气中的氧发生电离作用，后装治疗机出束时将产生少量臭氧，通过机房通风系统可排出室外。

9.2.2.1.2 事故工况

（1）医用直线加速器、TOMO、射波刀

对于医用直线加速器、TOMO等射线装置的使用，只有当设备开机时才会产生X射线等危害因素，最大可能的事故主要有三种：

①射线装置在不停机，防护屏蔽又达不到要求情况下，给周围活动人员及辐射工作人员造成额外的照射；

②安全联锁失效，人员可能在防护门未关闭时误入机房，如果这时运行射线装置，则可能造成误照射事故；

③人员未全部撤离机房，射线装置运行给公众、辐射工作人员造成额外的照射；

④发生超剂量照射或治疗剂量不足的事故时可能对患者造成严重的放射性危害。

（2）后装治疗机

①在源密封壳破损，源活性物质泄露；

②治疗过程中，发生卡源事故；

③后装治疗机可能出现安全联锁失效、人员误入治疗室的情况，还可能发生放射源阻丝、源位异常等故障；

④将含源治疗装置卖给非法用户；

⑤设备检修时，工作人员误将治疗机的屏蔽装置打开或卸下放射源，都会对维修人员产生很强的辐射照射；

⑥因工作人员操作不当或出现设备故障，在设备安装、更换放射源时，发生放射源由设备或容器中滑落出来，造成安装或操作人员受到强辐射照射。

9.2.2.2 核医学项目的污染源项分析

9.2.2.2.1 正常工况

1、回旋加速器

本项目回旋加速器生产正电子核素过程中产生的主要污染物有中子、γ射线及β表面污染、放射性废气、放射性废水及放射性固废。药物合成、分装、质控、转运过程中产生的主要污染物有γ射线及β表面污染、放射性废气、放射性废水及放射性固废。

①中子

回旋加速器用高能的质子轰击靶发生核反应，在产生正电子核素的同时，也产生中子，因此，中子辐射是回旋加速器生产过程的主要污染物。

②γ射线

回旋加速器用高能的质子轰击靶，发生核反应，产生β+电子以及γ射线，快速运动的正电子通过物质时，与核外电子和原子核相互作用产生电子损失、韧致辐射和弹性散射，伴随产生 0.511MeV 的γ湮灭辐射。在正电子药物的合成、分装、质控包装、转运等过程中，药物也会对局部环境产生γ射线外照射，因此，γ射线是回旋加速器生产过程以及正电子药物合成、分装、质控、包装、转运过程中的主要污染物。

③β表面污染

本项目制备的放射性药物为β辐射体，在药物的制备、分装、质检环节，可能会撒落药物，对工作台、设备、墙壁、地面等产生放射性沾污，造成局部β放射性表面污染。

④放射性废液

回旋加速器的生产运行过程中，内循环系统冷却水在回旋加速器内受照射后产生放射性核素，主要是 ^{15}O（半衰期 T1/2=2.0min）、^{13}N（半衰期 T1/2=10.0min）、^{11}C（半衰期 T1/2=20.39min），半衰期均较短，且冷却水沿闭合回路在自屏蔽体内循环使用，因此这一过程不会对水造成放射性污染。医务人员的清洗、清洁会产生一定量的放射性废水，日产生量约 100L。

正常情况下正电子药物合成、分装、质控过程中不产生放射性废液，核素传输过程中以及合成过程中的极少量废液均收集在安瓿瓶内，贮存在合成热室内进行衰变，待活

度满足清洁解控水平后作为一般废物处理。正电子药物合成、分装、质控过程中若事故状况下发生洒落，采用干法去污，首先是用吸水纸擦拭，然后用酒精棉球反复擦拭直至检测数据合格，擦使用的吸水纸、酒精棉球等作为放射性固废收集在热室铅制废物桶内贮存衰变，待活度满足清洁解控水平后作为一般废物处理。

⑤放射性固体废物

放射性固体废物主要有以下几种：a、主要指加速器维修更换产生的高活性固废，如碳膜支架、靶膜和离子源等；b、在放射性药物的生产过程中产生极少量的沾污放射性核素的硅胶、树脂、氧化铝、滤膜及过滤柱等；c、通风系统中置换下的废活性炭；d、加速器药物分装产生的废注射器、棉签、试管等；e、放射性废液固化产生的放射性固废。

⑥放射性废气

回旋加速器机房内的空气受中子照射后生成放射性活化气体，主要核素有 ^{11}C（半衰期 20.39min）、^{13}N（半衰期 10min）、^{15}O（半衰期 2.0min）和 ^{41}Ar（半衰期 110min）等，其中关键核素为 ^{41}Ar。由于空气中可以生成 ^{41}Ar的 ^{40}Ar只占 1.3%，加上产生 ^{41}Ar的活化反应截面很小（4×10^{-4}靶），所以 ^{41}Ar的生成率极低。

本项目回旋加速器生产正电子核素为自动生产，停机后，工作人员无需进入回旋加速器机房内进行操作。回旋加速器运行后生产正电子核素进入热室合成分装操作过程，在化学合成时会产生少量放射性气体，整个过程在密封的化学合成模块内进行，化学合成模块安装在“带有屏蔽”和“独立排风管道”的合成分装热室内。

本项目回旋加速器机房和加速器药物合成分装模块均设有独立的通风系统，通风系统设置活性炭过滤装置，排放口高出屋顶。

⑦非放射性废气

回旋加速器机房内空气在射线强辐射下，吸收辐射能量并通过电离产生臭氧（O3）和氮氧化物（NOX），它们是具有刺激作用的有害气体。回旋加速器机房设置独立的通风系统，通风系统设置活性炭过滤装置，排放口高出本栋建筑屋顶 3m。

综上，本项目回旋加速器药物生产、合成、分装、质检以及转运过程产生的污染物主要是：γ射线、β表面污染、放射性固废、放射性废气、放射性废液。

2、非密封放射性物质工作场所

由本项目二层、三层核医学科各个核素的工作流程分析可知，γ射线外照射将伴随

核素在核医学诊疗项目整个开展过程中，包括供药、分装、注射(服药)等过程，并随后进入患者身体中。受诊患者注射(服药)放射性药物后，本身短时间内也成为一个“辐射体”， 不但对周围环境有外照射影响，排泄物也成为放射性污染物。供药、分装、注射(服药)操作过程产生的固体废物也可能受放射性污染而成为放射性固体废物。

本项目核医学项目污染因子有γ射线、β表面污染、X 射线，主要污染物有放射性废气、放射性废水及放射性固废及臭氧、氮氧化物。

①γ射线

工作人员在进行放射性药物的分装、注射等操作过程中，会受到放射性药物的外照射，主要污染因子为γ射线。接受核素诊疗的病人注射或服用放射性药物后，短时间内人体便是一个辐射（源），对周围的环境可能造成外照射影响，主要污染因子为γ射线。

②X 射线

本项目使用的 PET/CT、SPECT/CT 在曝光显像的过程中会发出 X 射线，以及放射性核素衰变过程中会产生韧致辐射，会对周围环境造成辐射影响，因此 X 射线是本项目各个非密封放射性物质工作场所的污染因子。

③α、β表面污染

工作人员在操作非密封放射性药物时，不可避免的会引起工作台、地面等放射性沾污，造成α、β放射性表面污染。

④放射性固体废物

主要是放射性药物操作使用过程中沾染放射性药物的固体废物，包括一次性注射器、安瓿瓶、棉签、滤纸、手套、一次性水杯等，核医学科废气处理系统定期更换的废活性炭也应作为放射性固体废物管理。

核医学科二楼 PET 检查区涉及使用的放射性药物包括 ^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{15}O、^{89}Zr、^{64}Cu、^{124}I、^{68}Ga，均采取注射的方式进行给药，产生的固体废物包括：一次性注射器、针头、棉签、口罩、擦拭纸、手套、药瓶等，产生量约 100g/人•次，此外，根据建设单位提供的资料：还有使用的锗镓发生器，产生量约 2 个/a。

核医学科二楼核素治疗涉及使用的放射性药物包括 ^{177}Lu、^{47}Sc、^{67}Cu、^{161}Tb、^{223}Ra、^{225}Ac、^{212}Pb、^{211}At、^{227}Th、^{213}Bi、^{89}Sr、^{188}Re、^{32}P，采取注射的方式进行给药，产生的固体废物包括：一次性注射器、针头、棉签、口罩、擦拭纸、手套、药瓶等，产生量约 50g/人•次，病房内产生的生活垃圾约 1kg/人/天。

核医学科三楼 SPECT 检查区涉及使用的放射性药物包括 ^{99m}Tc、^{113}In、^{67}Ga、^{123}I，均采取注射的方式进行给药，产生的固体废物包括：一次性注射器、针头、棉签、口罩、擦拭纸、手套、药瓶等，产生量约 100g/人•次，此外，根据建设单位提供的资料：还有使用的钼锝发生器，产生量约 60 个/a。

核医学科三楼 ^{131}I 核素治疗涉及使用的放射性药物包括 ^{131}I，^{131}I 采取口服的方式进行给药，产生的固体废物包括：使用过的一次性口杯、擦拭纸巾、口罩、手套、空药瓶及空药盒等，其产生量约为 1000g/人•次，病房内产生的生活垃圾约 6kg/人/天。

本项目各个核医学科废气排风口设置有活性炭过滤器，建设单位将每半年更换一次，更换一次产生量约 60kg。

PET 用 ^{68}Ge 校准源当达不到使用活度后就会进行退役，更换新放射源，此时产生 ^{68}Ge 废旧放射源。

根据前述分析，核医学场所放射性固废产生情况见表 9.2-1。

表 9.2-3 各个核医学场所放射性固废汇总表

放射性固废	产生来源	产生量（g/d·人）	日最大病人数（人）	日产生量（kg/d）	年产量（kg）
含 ^{177}Lu、^{47}Sc、^{67}Cu、^{161}Tb、^{223}Ra、^{225}Ac、^{212}Pb、^{211}At、^{227}Th、^{213}Bi、^{89}Sr、^{188}Re、^{32}P 放射性固废	住院病人一次性注射器、口罩、手套、棉签、药瓶以及擦拭废物等	1000	7	7	2100
^{68}Ge-^{68}Ga	锗镓发生器	2 个/a	/	/	/
废旧 ^{68}Ge 校准源	废旧放射源	3 枚/2 年	/	/	/
废活性炭	过滤器	60kg/a	/	/	120
二楼核素治疗区域产生的放射性固体废物合计				3.5	875
含 ^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{15}O、^{89}Zr、^{64}Cu、^{124}I、^{68}Ga 放射性固废	一次性注射器、口罩、手套、棉签、药瓶以及擦拭废物等	100	60	6	1500
^{99}Mo-^{99m}Tc	钼锝发生器	60 个/a	/	/	/
废活性炭	过滤器	60kg/a	/	/	120
PET 检查区域产生的放射性固体废物合计				6	1620
含 ^{99m}Tc、^{113}In、^{67}Ga、^{123}I 放射性固废	一次性注射器、口罩、手套、棉签、药瓶、擦拭废物以及生活垃圾等	100	60	6	1500
废活性炭	过滤器	60kg/a	/	/	120
三楼 SPECT 检查区域产生的放射性固体废物合计				6	1620
含 ^{131}I 放射性固废（甲癌）	口杯、擦拭纸巾、使用过的空药瓶以及病	1000	6	6	1800

	人生活垃圾等				
含 ^{131}I 放射性固废（甲亢）	口杯、擦拭纸巾、使用过的空药瓶以及擦拭废物等	100	15	1.5	375
废活性炭	过滤器	60kg/a	/	/	120
三楼核素治疗区域产生的放射性固体废物合计				7.5	2295
合计				23	5750

⑤放射性液体废物

患者注射/服用放射性药物后产生的排泄物及冲洗水等含有放射性核素的废水，核医学科工作人员完成放射性药物操作后清洗去污的废水，核医学科工作场所清洗及应急洗消产生的可能含放射性物质的废水。

本项目 PET 显像诊断病人，SPECT 显像诊断病人、^{131}I 甲亢治疗患者不需要进行住院观察，在注射（服药）后候诊过程中产生的废水主要来源于少量排泄废水、清洗废水，根据《建筑给排水设计标准》（GB50015-2019），使用时数 8h～12h 下的门诊病人用水定额取 12L/d·人；

二楼核素治疗区 ^{223}Ra、^{225}Ac、^{212}Pb、^{211}At、^{227}Th、^{213}Bi、^{89}Sr、^{188}Re、^{32}P 等核素门诊治疗病人不需住院观察，注射完成后即可离开核医学科，不考虑门诊患者废水排放，将留观病房作为 ^{177}Lu、^{47}Sc、^{67}Cu、^{161}Tb 住院患者考虑排放。每间病房一周中有 6 天住院，1 天轮空，根据医院提供的资料，每天每人产生的废水量最大为 240L；

^{131}I 甲癌病人由于需要进行留院观察，观察期间产生的废水主要来源于排泄废水、清洗用水及洗澡用水，每间病房一周中有 6 天住院，1 天轮空，根据医院提供的资料，每天每人产生的废水量最大为 240L；

根据医院提供的资料，核医学科诊断与治疗核素操作人员清洗以及场所清洁日产生的废水量均为 100L。

表 9.2-2　核医学科放射性废水排放汇总表

核素	半衰期	产生来源	用水量(L/d·人)	排放量(L/d·人)	日最大病人量(人)	周最大工作天数(d)	日产生量(L/d)	周产生量(L/周)
二楼 PET 检查场所								
^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{15}O、^{89}Zr、^{64}Cu、^{124}I、^{68}Ga	取半衰期最长 ^{124}I：4.18d	排泄、清洗	12	12	60	5	720	3600
工作人员清洁去污						5	100	500
二楼 PET 检查场所　合计							820	4100

三楼 SPECT 检查场所								
^{99m}Tc、^{123}I、^{113}In、^{67}Ga	取半衰期最长 ^{67}Ga：3.26d	排泄、清洗	12	12	60	5	720	3600
工作人员清洁去污						5	100	500
三楼 SPECT 检查场所　合计							820	4100
二楼核素治疗病房区								
^{177}Lu、^{161}Tb、^{47}Sc、^{67}Cu	取半衰期最长 ^{161}Tb：6.89d	排泄、清洗	240	240	7	6	1680	10080
工作人员清洁去污						6	100	600
二楼核素治疗病房区　合计							1780	10680
三楼 ^{131}I 治疗病房区								
^{131}I（甲亢）	8.02d	排泄、清洗	12	12	15	2	180	360
^{131}I（甲癌）		排泄、清洗、洗澡	240	240	6	6	1440	8640
工作人员清洁去污						6	100	600
三楼 131I 治疗病房区　合计							1180	9600
一楼回旋加速器制药区								
工作人员清洁去污						5	100	500
核医学科产生放射性废水　合计								28980

⑥放射性废气

主要是放射性药物分装操作过程的挥发和甲癌患者住院期间呼出产生的含放射性核素废气。放射性废气将设置专用排风管道汇集后经活性炭过滤处理，高于屋顶排放。

核医学工作场所涉及使用多种核素。其中 ^{131}I 属于碘化钠化合物，属于易挥发物质，其余核素挥发量极小。本次评价仅考虑 ^{131}I。

本项目各个场所排风管道拟设置“两级”过滤系统净化，“两级”过滤净化系统由高效空气过滤和活性炭过滤组成，保守预计各级的过滤效率大于 90%（高效过滤器按照《高效空气过滤器》（GB/T13554-2020）过滤效率应大于 99%）。本次评价，^{131}I 的挥发量按 1%保守估算，经计算，，^{131}I 排放源强见表 9.2-3。

表 9.2-3　各个核医学场所放射性废气排放量汇总表

核素	日最大操作量（Bq）	排放系数	日最大排放量（Bq）
^{131}I	3.7E+10	1%	3.7E+08

⑧臭氧、氮氧化物

本项目 PET/CT、SPECT/CT 营运期还会产生氮氧化物、臭氧空气污染物。

⑨噪声

机房排风管道内换气扇以及排风机工作时将产生一定的噪声。

⑪非放射性废水

各个核医学场所医护人员的生活污水依托医院已投入使用的污水处理设施处置。

⑫非放射性固体废弃物

固体废弃物主要为各个核医学场所工作人员产生的少量生活垃圾。

9.2.2.2.2 事故工况

1、回旋加速器

①人员在防护门关闭前尚未撤离回旋加速器机房，加速器运行可能产生误照射。在回旋加速器机房防护门内与控制室设置有紧急停机按钮，机房内靠近防护门处设置紧急开门按钮，只要未撤离人员了解该按钮的作用，可避免此类事故的发生。因此，在加速器机房内应设置此按钮醒目的指示和说明，便于在紧急情况下使用。

②安全联锁装置或报警系统发生故障

状况下，人员误入正在运行的回旋加速器机房内。因此，工作人员应每天检查安全联锁装置，且工作人员必须严格按照加速器操作程序进行操作，防止事故的发生。开机前依照清场巡查路线进行清场，依次按下 1#-8#清场巡查按钮，确认无人员滞留情况下，关闭防护门，开启设备。当发生事故时立即按下紧急按钮停止运行，减少事故的影响。

③回旋加速器装置失灵、损坏、调试和操作失误等，导致放射性核素或药物因意外停留在传输管道中，合成系统管道堵塞或泄漏等情况下，可能导致工作人员误照射或放射性核素污染相关工作场所。

④熔靶事故在核素制备过程中，靶处于高压状态，且粒子轰击靶会产生高温，当靶的冷却系统异常时，可能导致靶被打穿，使得靶水进入真空系统，靶物质冷凝在真空管壁上，造成污染。发生此类事故时，可关闭回旋加速器机房防护门 24h，利用 18F 等药物半衰期较短的特点，进行自然衰变后再进行处理。

⑤冷却水系统管道破裂等致使冷却水流出，污染地面、设备等，对人员产生外照射等影响。发生此类事故时，可关闭回旋加速器机房防护门 24h，利用 18F及其他核素半衰期较短的特点，进行自然衰变后再进行处理。长半衰期核素污染地面时，用吸水纸吸

附液体，再清洗，清洗液体少时用吸水纸吸附，作为放射性固体处理；液体量太大时，经专用管道排入放射性废液衰变池暂存衰变处理，最终与其他放射性废水一起排出。

2、非密封放射性物质工作场所

1）在操作放射性同位素的过程中，因容器破碎、药物泼洒等，有可能污染工作台、 地面、墙壁、设备等，甚至造成手和皮肤的污染。

2）放射性药物、放射源丢失或被盗，造成放射性事故；放射性药物在转移过程中由于操作人员违反操作规定或误操作引起意外泄漏而造成放射性表面污染。

3）因受到爆炸、火灾等各种自然或人为灾害的破坏，可能会导致放射性药物包容破损、放射性液体泄漏，若处置不当，会对人员和环境造成危害。

4）放射性废物处置或管理不当，造成环境放射性污染。

5）放射性废物管理不善，包括：放射性废水未经足够的时间衰变即进行排放，使排放超出规定的限值，可能对环境或人体造成一定的危害；放射性固体废物未经足够的时间衰变，存放时间过短，即进行擅自处理，可能对环境造成污染和对公众造成危害。

6）工作人员未按要求穿戴个人防护用品等，造成附加照射剂量。

7）在使用 PET/CT、SPECT/CT 发射 X 射线进行扫描时，人员误入机房引起误照射。

8）外力撞击导致放射源跌落裸露时，使工作人员或公众受到外照射。

9）密闭手套箱通风失效，造成放射性废气弥散到室内空气中。

事故工况下的污染因子与正常工况下基本相同，主要为：α、β表面污染、γ射线、X 射线、放射性废水、放射性废气、放射性固体废弃物等。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

通过对污染源分析可知，本项目产生的主要污染物为中子、γ射线、X 射线、β射线和表面沾污等。同时病人治疗和诊断过程中还会产生放射性废水、放射性气体和放射性固体废物。针对这些污染物，建设单位在设计阶段均制定了相应的污染防治措施。

本章节根据放射诊疗设备工作的特点，将其分为放射治疗单元、核医学单元来描述工作场所平面布局及分区、屏蔽防护设计及工作场所辐射安全措施、其他防护措施等。

10.2 放射治疗工作场所

10.2.1 放射治疗工作场所布局

医院分子肿瘤中心为地上三层结构建筑，无地下层；本项目放射治疗用房设计在一楼，含 6 间直加机房、1 间射波刀机房、1 间 TOMO 机房、1 间后装机房及其它辅助工作用房若干，放射治疗各机房周边情况见表 10-1。

表 10-1 本项目拟建放射治疗主要用房相邻周边情况

机房名字	周边布局情况					
	北侧	东侧	南侧	西侧	楼上	楼下
直线加速器 1 室	直线加速器 2 室	控制室/缓冲间/设备附房	射波刀治疗室	空地	屋面	土层
直线加速器 2 室	TOMO 治疗室	控制室/缓冲间/设备附房	直线加速器 1 室	空地	屋面	土层
直线加速器 3 室	直线加速器 4 室	医护通道	空地	控制室/缓冲间/设备附房	屋面/核医学患者出口通道	土层
直线加速器 4 室	直线加速器 5 室	医护通道	直线加速器 3 室	控制室/缓冲间/设备附房	屋面/核医学患者出口通道	土层
直线加速器 5 室	直线加速器 6 室	医护通道	直线加速器 4 室	控制室/缓冲间/设备附房	屋面/核医学患者出口通道	土层
直线加速器 6 室	通道	医护通道	直线加速器 5 室	控制室/缓冲间/设备附房	屋面/核医学患者出口通道	土层
射波刀治疗室	直线加速器 1 室	控制室/缓冲间/设备附房	空地	空地	屋面	土层
TOMO 治疗室	通道	控制室/缓冲间/设备附房	直线加速器 2 室	空地	屋面	土层
后装治疗室	空地	控制室/准备间	卫生间	MR 机房	屋面	土层

本项目放射治疗机房均设有迷路，机房设置在建筑物底部，相关辅助用房设置齐全，控制室设置在治疗室外，且均位于入口处区域，便于工作人员观察治疗室入口区域情况和对患者进行准备工作；拟设置的有用线束不朝向控制室，且有用线束方向无居留因子较大的用室，机房设置在建筑物底部，相关辅助用房设置齐全。结合放射治疗流程，本项目放射治疗机房平面布局设计合理。

10.2.2 放射治疗工作场所分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的分区要求，把放射工作场所分为控制区、监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。分区布局图详见图10-1。

（1）控制区：直线加速器1室、直线加速器2室、直线加速器3室、直线加速器4室、直线加速器5室、直线加速器6室、射波刀治疗室、TOMO治疗室、后装机治疗室以防护门和周围屏蔽体为界，界内治疗室内的区域设置为控制区；对于控制区，医院拟采取一系列的放射卫生防护与安全措施，设置安全联锁装置，严格限制人员进入控制区，保障在正常诊疗的工作过程中，除患者外，无关人员不得在该区内滞留，同时拟在控制区的入口处设立醒目的电离辐射警告标志、工作状态指示灯以保障该区的辐射安全。

（2）监督区：机房屏蔽墙和防护门外区域，如各控制室、设备附房、缓冲间、模具室、准备间、MR机房、楼梯间、配药室、卫生间与控制区相邻的通道、室外空地等设置为监督区。在所划定监督区内可不采取专门的防护安全措施，但需要定期或不定期地监测其监督区内的辐射剂量水平，为评价放射工作人员及周围人员是否安全提供依据。

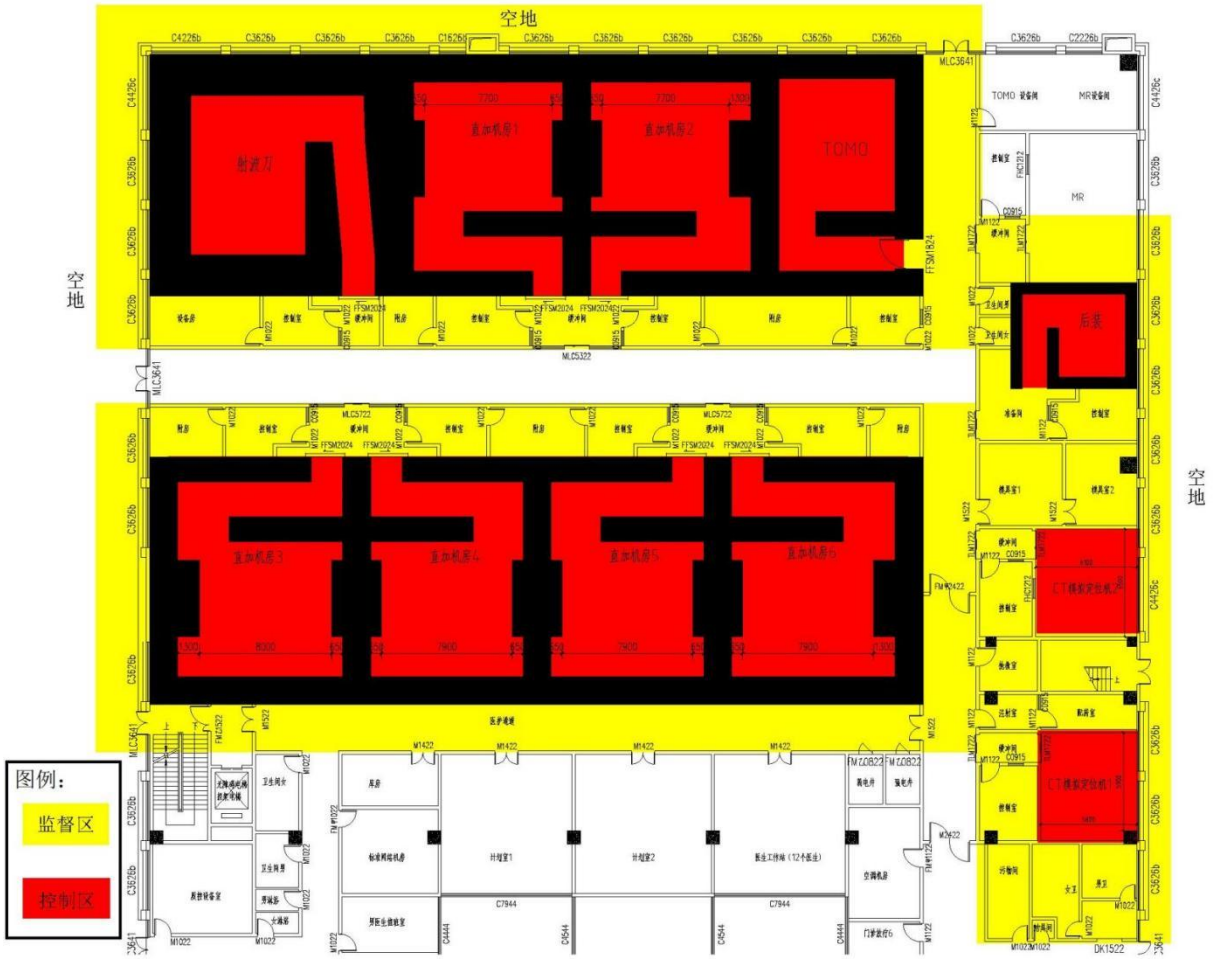


图 10-1　一层放射治疗工作场所分区布局图

10.2.3 放射治疗单元屏蔽设计

放射防护屏蔽设施的设计与一般设施的设计不同，由于放射防护屏蔽工程设施设计的特殊性，所以其设计单位必须具备相应的设计能力和资质。

由于射线种类不同，射线能量不同而穿透屏蔽体厚度的能力也不同，因此，放射防护屏蔽设计要求更为特殊。根据不同类型的辐射源项，放射防护屏蔽设施的设计必须满足：合理的分区布局、有效的屏蔽各种射线；各种预埋管件的设计应避免直通，具体管道位置应根据厂家提供的资料进行设计。

10.2.3.1 直线加速器、射波刀、TOMO 机房设计参数

依据建设单位提供的资料，直线加速器机房的屏蔽设计参数如下表：

表 10-2 直加机房屏蔽设计

功能房间名称	屏蔽体		屏蔽材料及厚度(cm)	机房尺寸参数
直线加速器机房 1	东北墙	主屏蔽墙	最小 329 混凝土（宽度为 460）	直线加速器机房 1 空间尺寸为：长 7.8m、宽 7.7m、高

		次屏蔽墙	170 混凝土	4.0 m，有效面积 60 ㎡；迷路长为 8.95m，内径宽为 2.1m，内入口宽为 3m，外入口宽为 1.8m，空间容积约为 340m³（含迷路）。
	西北墙	侧屏蔽墙	170 混凝土	
	西南墙	主屏蔽墙	300 混凝土（宽度为 460）	
		次屏蔽墙	最小 235 混凝土	
	东南墙	迷路内墙	150 混凝土	
		迷路外墙	150 混凝土	
	顶棚	主屏蔽墙	300 混凝土（宽度为 460）	
		次屏蔽墙	170 混凝土	
	防护门		18mmPb	
直线加速器机房 2	东北墙	主屏蔽墙	300 混凝土（宽度为 460）	直线加速器机房 2 空间尺寸为：长 7.8m、宽 7.7m、高 4.0m，有效面积 60 ㎡；迷路长为 9.65m，内径宽为 2.1m，内入口宽为 3m，外入口宽为 1.8m，空间容积约为 347m³（含迷路）。
		次屏蔽墙	170 混凝土	
	西北墙	侧屏蔽墙	170 混凝土	
	西南墙	主屏蔽墙	300 混凝土（宽度为 460）	
		次屏蔽墙	170 混凝土	
	东南墙	迷路内墙	150 混凝土	
		迷路外墙	150 混凝土	
	顶棚	主屏蔽墙	300 混凝土（宽度为 460）	
		次屏蔽墙	170 混凝土	
	防护门		18mmPb	
直线加速器机房 3	东北墙	主屏蔽墙	300 混凝土（宽度为 460）	直线加速器机房 3 空间尺寸为：长 8.15m、宽 8.0m、高 4.0 m，有效面积 65.2 ㎡；迷路长为 9.95m，内径宽为 2.1m，内入口宽为 3.1m，外入口宽为 1.9m，空间容积约为 372m³（含迷路）。
		次屏蔽墙	170 混凝土	
	东南墙	侧屏蔽墙	170 混凝土	
	西南墙	主屏蔽墙	300 混凝土（宽度为 460）	
		次屏蔽墙	170 混凝土	
	西北墙	迷路内墙	150 混凝土	
		迷路外墙	150 混凝土	
	顶棚	主屏蔽墙	300 混凝土（宽度为 460）	

		次屏蔽墙	170 混凝土	
	防护门		18mmPb	
直线加速器机房 4	东北墙	主屏蔽墙	300 混凝土（宽度为 460）	直线加速器机房 4 空间尺寸为：长 8.15m、宽 7.9m、高 4.0 m，有效面积 64.4 ㎡；迷路长为 9.2m，内径宽为 2.1m，内入口宽为 3.0m，外入口宽为 1.9m，空间容积约为 360m³（含迷路）。
		次屏蔽墙	170 混凝土	
	东南墙	侧屏蔽墙	170 混凝土	
	西南墙	主屏蔽墙	300 混凝土（宽度为 460）	
		次屏蔽墙	170 混凝土	
	西北墙	迷路内墙	150 混凝土	
		迷路外墙	150 混凝土	
	顶棚	主屏蔽墙	300 混凝土（宽度为 460）	
		次屏蔽墙	170 混凝土	
	防护门		18mmPb	
直线加速器机房 5	东北墙	主屏蔽墙	300 混凝土（宽度为 460）	直线加速器机房 5 空间尺寸为：长 8.15m、宽 7.9m、高 4.0 m，有效面积 64.4 ㎡；迷路长为 9.2m，内径宽为 2.1m，内入口宽为 3.0m，外入口宽为 1.9m，空间容积约为 360m³（含迷路）。
		次屏蔽墙	170 混凝土	
	东南墙	侧屏蔽墙	170 混凝土	
	西南墙	主屏蔽墙	300 混凝土（宽度为 460）	
		次屏蔽墙	170 混凝土	
	西北墙	迷路内墙	150 混凝土	
		迷路外墙	150 混凝土	
	顶棚	主屏蔽墙	300 混凝土（宽度为 460）	
		次屏蔽墙	170 混凝土	
	防护门		18mmPb	
直线加速器机房 6	东北墙	主屏蔽墙	300 混凝土（宽度为 460）	直线加速器机房 5 空间尺寸为：长 8.15m、宽 7.9m、高 4.0 m，有效面积 64.4 ㎡；迷路长为 9.85m，内径宽为 2.1m，内入口宽为 3.1m，外入口宽为 1.9m，空间容积约为 367m³（含迷路）。
		次屏蔽墙	170 混凝土	
	东南墙	侧屏蔽墙	170 混凝土	
	西南墙	主屏蔽墙	300 混凝土（宽度为 460）	
		次屏蔽墙	170 混凝土	

	西北墙	迷路内墙	150 混凝土	
		迷路外墙	150 混凝土	
	顶棚	主屏蔽墙	300 混凝土（宽度为 460）	
		次屏蔽墙	170 混凝土	
	防护门		18mmPb	
注：建设单位提供的混凝土密度≥2.35t/m³。				

表 10-3 射波刀机房屏蔽设计

功能房间名称	屏蔽体		屏蔽材料及厚度(cm)	机房尺寸参数
射波刀机房	西北墙		250 混凝土	治疗室面积 9.6m×6.9m，约 66.24 ㎡（不含迷路），机房内从地面至顶棚屏蔽体内表面高度为 4.5m；迷路长 12.1m，内径宽 2.0m，迷路外入口宽度 2.0m，内入口宽度为 2.8m，空间容积约为 407m³（含迷路）
	西南墙		250 混凝土	
	东北墙	迷路内墙	162 混凝土~220 混凝土	
		迷路外墙	235 混凝土~300 混凝土	
	东南墙		250 混凝土	
	顶棚		250 混凝土	
	防护门		10mmPb	
注：建设单位提供的混凝土密度≥2.35t/m³。				

表 10-4 TOMO 机房屏蔽设计

功能房间名称	屏蔽体		屏蔽材料及厚度(cm)	机房尺寸参数
TOMO 机房	西北墙		150 混凝土	治疗室面积 8.0m×7.0m，约 56 ㎡（不含迷路），机房内从地面至顶棚屏蔽体内表面高度为 5.3m；迷路长 8.7m，内径宽 2.1m，迷路外入口宽度 1.8m，内入口宽度为 2.2m，空间容积约为 394m³（含迷路）
	西南墙		170 混凝土	
	东北墙	迷路内墙	150 混凝土	
		迷路外墙	150 混凝土	
	东南墙		170 混凝土	
	顶棚		170 混凝土	
	防护门		10mmPb	
注：建设单位提供的混凝土密度≥2.35t/m³。				

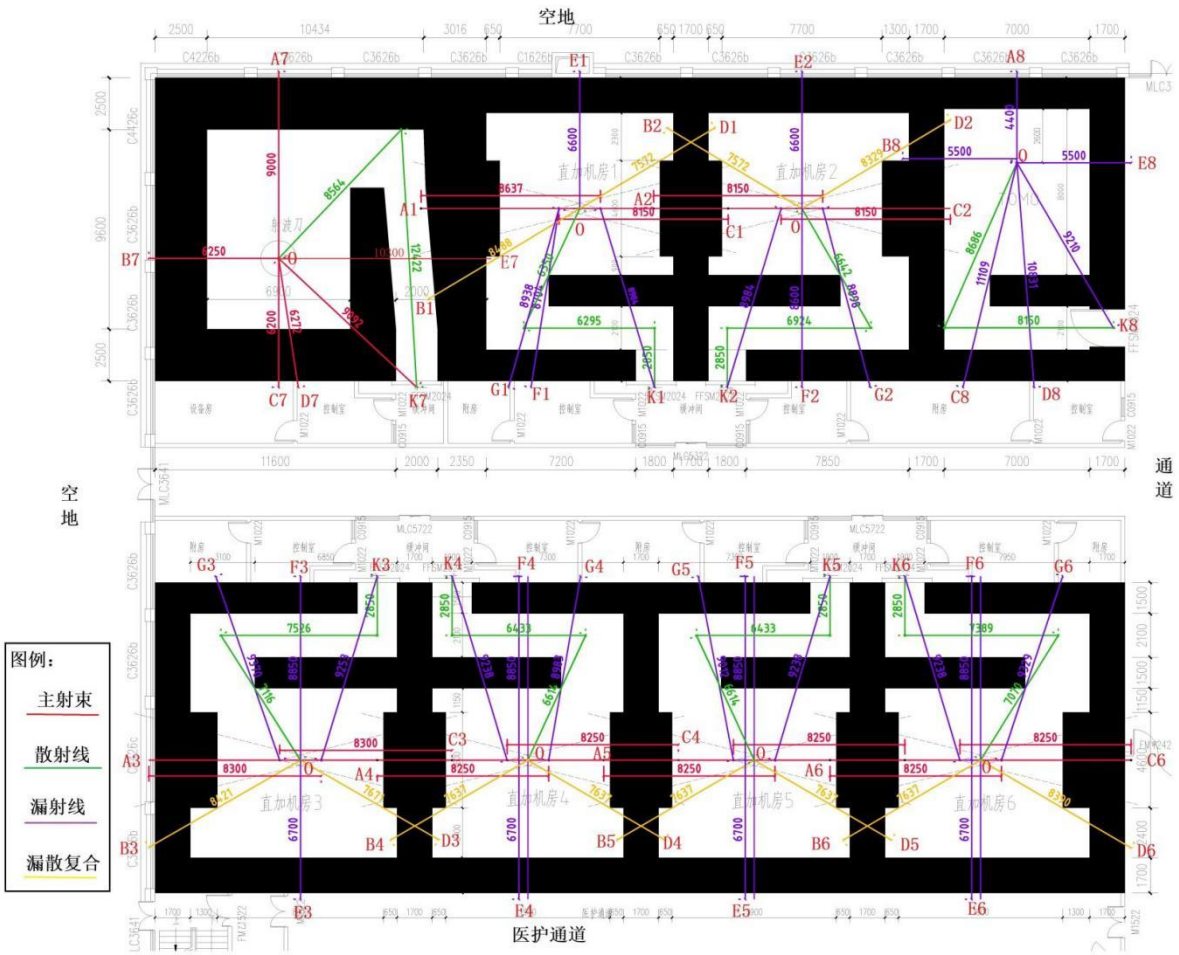


图 10-2 直加、射波刀、TOMO 机房平面布点图

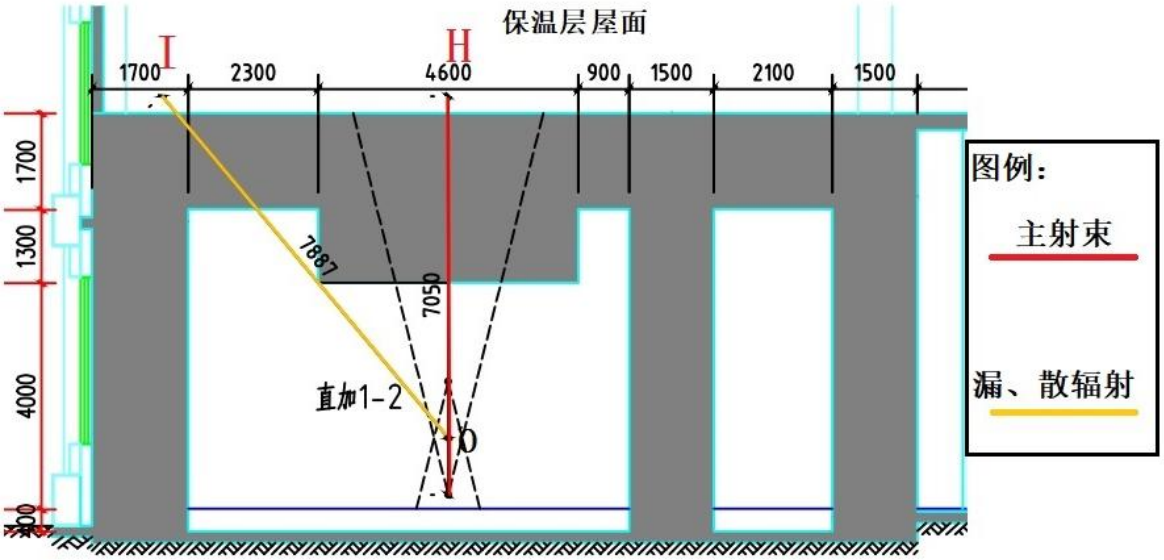


图 10-3 加速器机房 1-2 剖面布点图

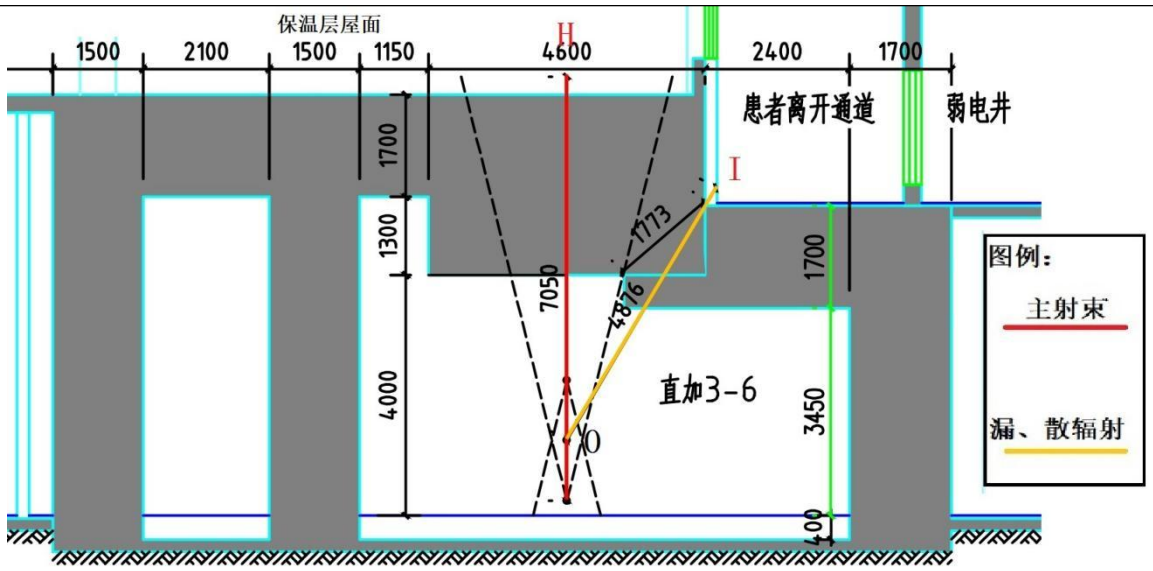


图 10-4 加速器机房 3-6 剖面布点图

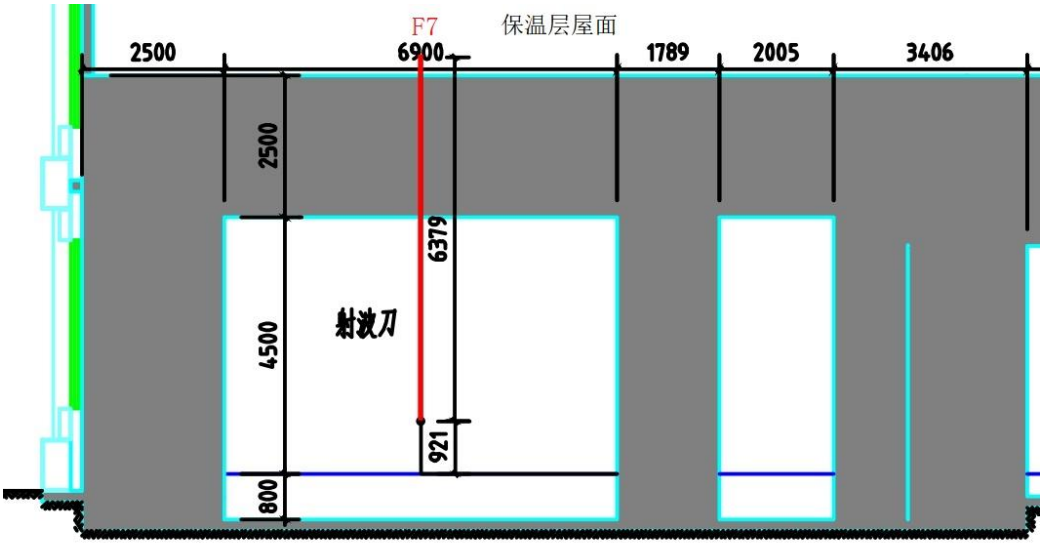


图 10-5 射波刀机房剖面布点图

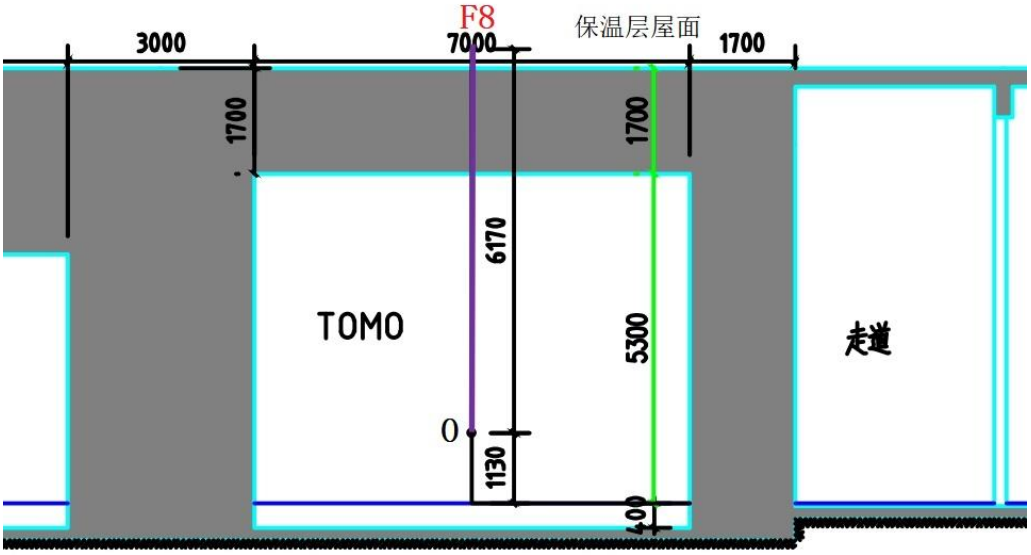


图 10-6 TOMO 机房剖面布点图

10.2.3.2 后装机房设计参数

后装治疗机房各屏蔽墙厚度及屏蔽设施设计参数见下表：

表 10-5 后装机房屏蔽设计

功能房间名称	屏蔽体	屏蔽材料及厚度(cm)	机房尺寸参数
后装机房	东北墙	70 混凝土	治疗室面积 5.0m×4.0m，约 20 ㎡（不含迷路），机房内从地面至顶棚屏蔽体内表面高度为 6.3m；迷路长 5.7m，内径宽 1.5m，迷路外入口宽度 1.5m，内入口宽度为 2.0m，空间容积约为 180m³（含迷路）。
	东南墙	70 混凝土	
	西北墙	70 混凝土	
	西南墙	70 混凝土（外迷路墙）	
		70 混凝土（内迷路墙）	
	顶棚	70 混凝土	
	防护门	10mmPb	

注：建设单位提供的混凝土密度≥2.35t/m³。

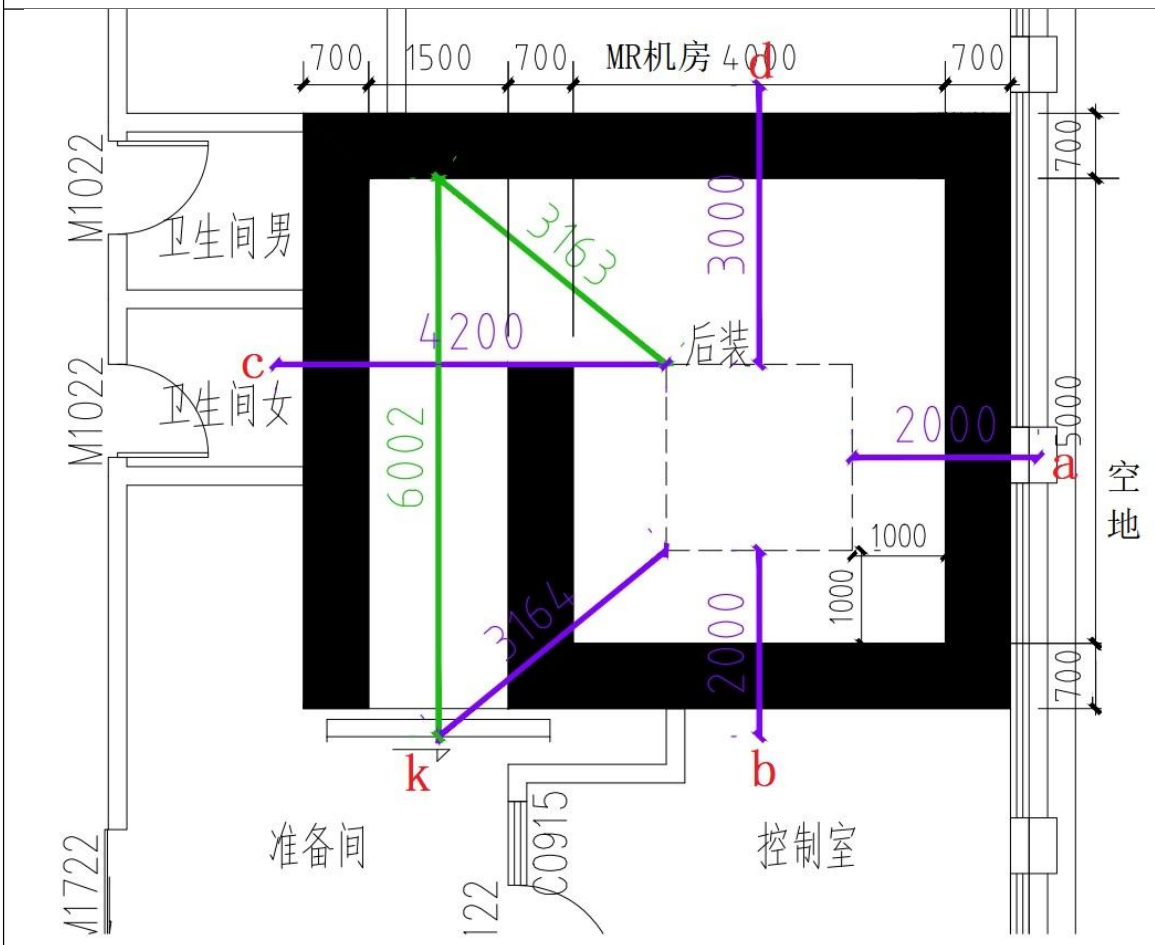


图 10-7 后装机房平面布点图

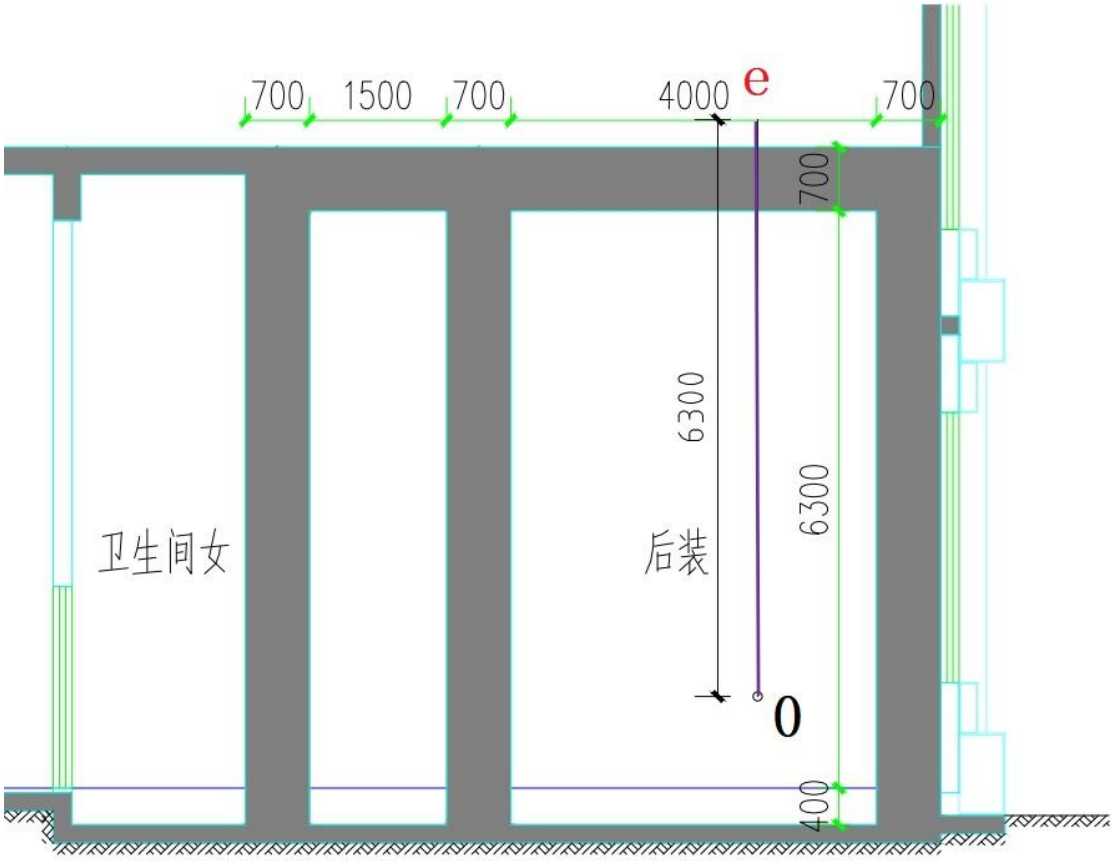


图 10-8 后装机房剖面布点图

10.2.4 放射治疗单元放射防护安全措施与设施

建设项目各放疗机房均设计了一系列安全设施，包括治疗室内和机房门的安全防护设施，如监视系统、对讲系统等。

表 10-6 加速器、射波刀、TOMO 机房安全设施设计检查表

检查依据	放射防护要求	建设项目安全设施设计情况	评价
GBZ 121-2020(6.2)	空间要求	6 间加速器机房设计的有效使用面积详见表 10-2，射波刀机房设计有效使用面积详见表 10-2，TOMO 机房设计有效使用面积详见表 10-2；空间可满足放射治疗设备的临床应用需要。	符合
	通风要求	放射治疗机房设计上送下排的通风系统，新风口与排风口对角设置，换气次数大于 4 次/h。	符合
GBZ 121-2020(6.3)	屏蔽要求	本项目放射治疗机房墙体均采用现浇混凝土，密度≥2.35t/m³。	符合
GBZ 121-2020(6.4.1) 放射诊疗管理规定第十条（一）	监测报警装置	设计在加速器、射波刀、TOMO 机房迷路内入口处安装固定式辐射监测报警装置。	符合
GBZ 121-2020(6.4.2)	联锁装置	防护门与设备设计联锁，一旦防护门被打开，联锁装置即切断出束开关，使设备立即停止出束；电动门设置红外线感应防夹装置（多点或幕式感应），机房内拟安装有从室内开启治疗机房门的装置。	符合

GBZ 121-2020(6.4.3)	电离辐射警告标志	拟在机房入口适当位置设置电离辐射警示标识及辐射危害提示性语句，拟在机房入口地面张贴“你已靠近辐射区域 请不要越过警示线”等警示语，并划出醒目警示线。	符合
	工作状态指示灯	机房入口防护门上方拟设置加速器出束警示灯，在灯箱设置“灯亮勿进 当心辐射”等警示语。	符合
GBZ 121-2020(6.4.4)	急停开关	在控制台、治疗室内关键部位墙面和迷道内墙面装有紧急停机开关，并有明显的标志，供应急停机使用。事故处理完毕后，再于本地复位，加速器才能重新启动。	符合
GBZ 121-2020(6.4.6)	视频监控	在每间加速器机房内拟设置 3 个摄像头，迷路拟设置 2 个摄像头；射波刀机房内拟设置 3 个摄像头，迷路拟设置 1 个摄像头；TOMO 机房内拟设置 2 个摄像头，迷路拟设置 1 个摄像头；还拟根据实际情况增加设置摄像头，确保机房内监控无死角，使控制室的工作人员可清楚地观察到治疗室及迷路内的情况，如发生意外情况可及时处理。	符合
	对讲交流系统	治疗室和控制室之间设计对讲系统，便于操作者和患者交流。	符合

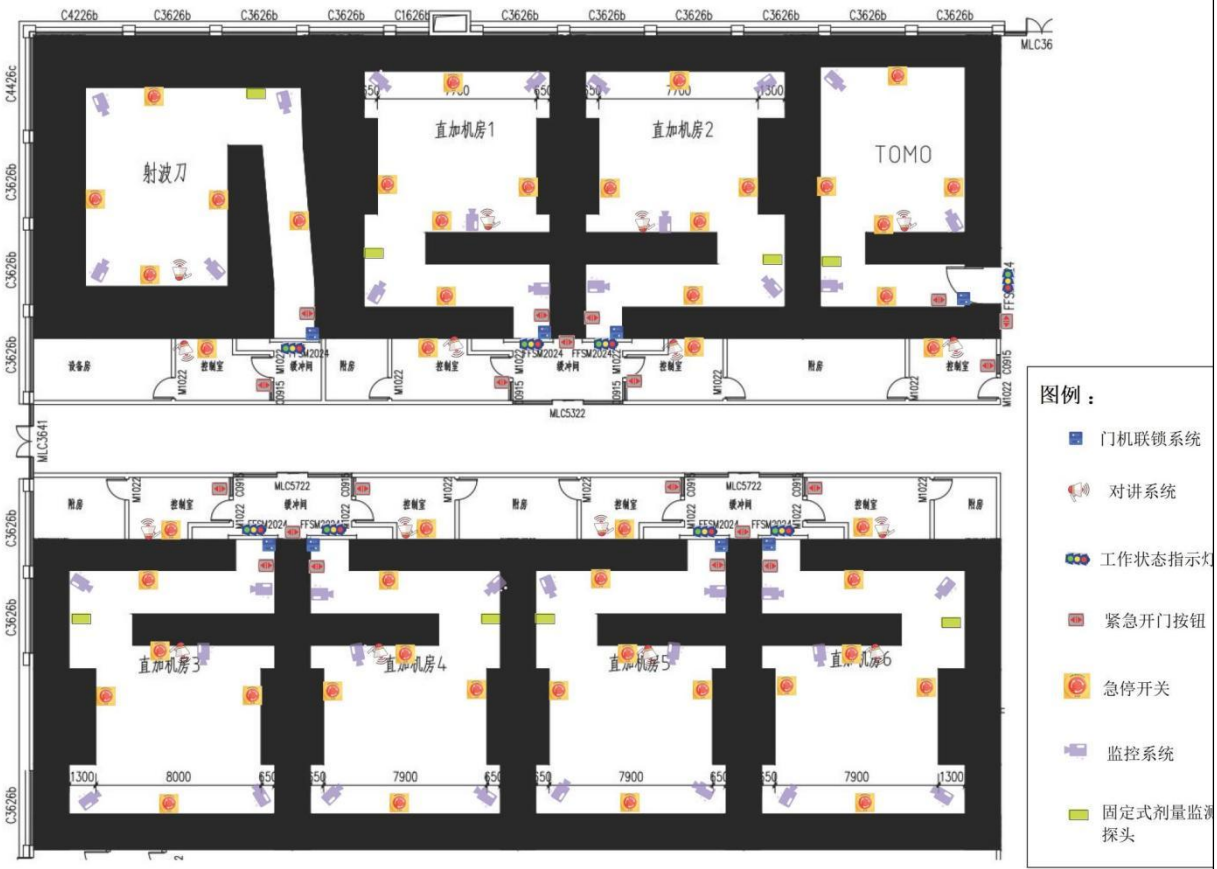


图 10-10 直线加速器、射波刀、TOMO 机房安全设施安装示意图

表 10-7 后装机房安全设施设计检查表

检查依据	放射防护要求	建设项目安全设施设计情况	评价
GBZ 121-2020(6.2)	空间要求	后装机房设计的有效使用面积为 22 ㎡，空间可满足放射治疗设备的临床应用需要。	符合
	通风要求	设置上送下排通风系统，新风口和排风口对角设置，换气次数大于 4 次/h。	符合
GBZ 121-2020(6.3)	屏蔽要求	本项目放射治疗机房墙体均采用现浇混凝土，密度≥2.35t/m³。	符合
GBZ 121-2020(6.4.1)放射诊疗管理规定第十条（一）	监测报警装置	设计在后装机房迷路内入口处安装固定式辐射监测报警装置	符合
GBZ 121-2020(6.4.2)	联锁装置	防护门与后装机设计联锁，防护门未关闭时，后装机不能正常出源，电动门设置红外线感应防夹装置（多点或幕式感应），机房内入口设计防护门开启开关。	符合
GBZ 121-2020(6.4.3)	电离辐射警告标志	拟在机房入口适当位置设置电离辐射警示标识及辐射危害提示性语句，拟在机房入口地面张贴“你已靠近辐射区域 请不要越过警示线”等警示语，并划出醒目警示线。	符合
	工作状态指示灯	机房入口防护门上方拟设置加速器出束警示灯，在灯箱设置“灯亮勿进 当心辐射”等警示语。	符合
GBZ 121-2020(6.4.4)	急停开关	拟在后装治疗机控制台上、后装治疗机设备表面人员易触及位置和后装治疗机房内墙面各设置急停开关。	符合
GBZ 121-2020(6.4.5)	应急储存设施	拟配备应急储源铅罐和镊子。	符合
GBZ 121-2020(6.4.6)	视频监控	治疗室设计 2 个监控摄像头、迷道设计 1 个监控摄像头。	符合
	对讲交流系统	治疗室和控制室之间设计对讲系统，便于操作者和患者交流。	符合

放疗机房拟采取的放射防护和安全措施符合《放射诊疗管理规定》和《放射治疗放射防护要求》GBZ 121-2020 的要求。

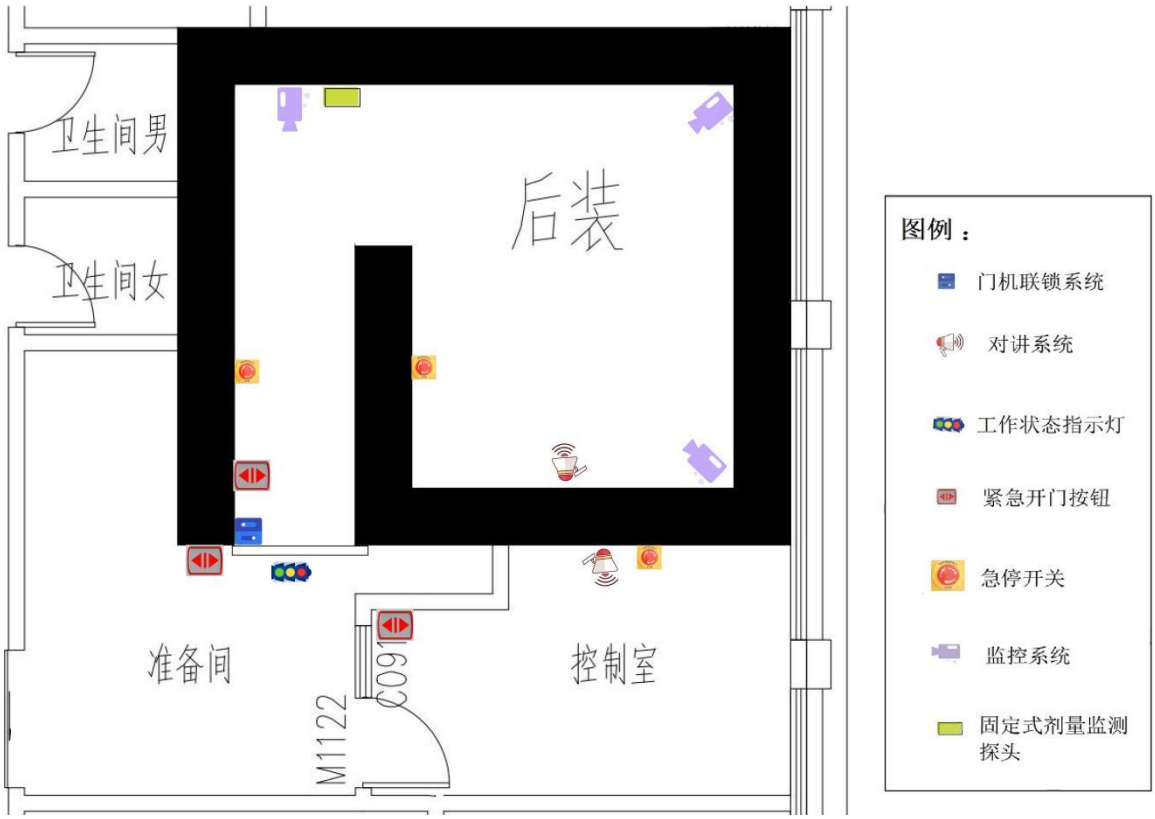


图 10-11 后装机房安全设施安装示意图

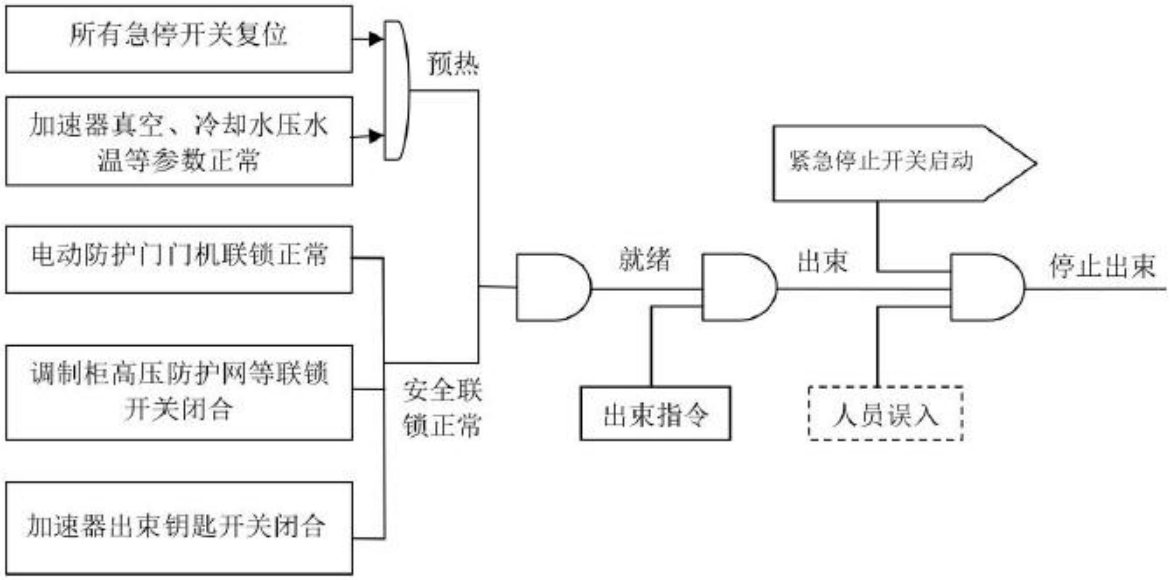


图 10-12 安全联锁逻辑图

10.2.5 放射治疗单元其他防护措施

10.2.5.1 放射治疗辅助防护用品

（1）为保证放射治疗设备输出量的准确性，防止过量剂量照射事故的发生，或治疗剂量不足而导致影响治疗效果的发生，医院拟配备一套放疗剂量仪进行放射治疗质量控制检测；医院拟配置一台扫描水箱进行设备质量控制检测，拟配置符合射波刀与

TOMO 质量控制检测模体及设备。

（2）为防止放射事故的发生和检测工作场所的辐射剂量水平，拟配置 1 台 X-γ辐射测量仪和 8 台个人剂量报警仪，医院拟于放射治疗机房各配置一套固定式剂量监测报警装置。

（3）为保证后装治疗设备输出量的准确性，医院拟配备放射治疗质量控制设备，拟增加配置井型电离室以测量治疗源外观活度偏差。

10.2.5.2 加速器的感生放射性防护

对于感生放射性的防护主要有两个方面的措施：建议进行调强治疗时尽量使用低能 X 射线模式；对于高能 X 射线的照射，工作人员应在停机一段时间后进入治疗室进行摆位。

10.2.5.3 管线穿墙

本项目放射治疗机房管线穿墙情况如下：

射波刀机房：①吊顶上方预留 2 根 SC100 穿墙套管，斜 45°角进出的 U 型线缆管道。②设非直通布线穿墙电缆沟。③斜向预埋一根钢管 DN100，低端距地 300mm，高端距地 1200mm。

6 间直加机房、TOMO 机房：①吊顶上方预留 2 根 SC100 穿墙套管，斜 45°角进出的 U 型线缆管道。②设非直通布线穿墙电缆沟。③斜向预埋二根钢管 DN100，低端距地 300mm，高端距地 1200mm。

后装机房设非直通布线穿墙电缆沟。

放射治疗机房线缆孔穿墙示意图详见图 10-13。

图 10-13　放射治疗机房线缆孔穿墙示意图

10.2.5.4 通风设计

（1）放射治疗机房通风

放射治疗机房通风设施如图 10-14 所示。

射波刀机房进风管由机房大门经迷路上方进入机房，采用上进风下排风设计，在机房吊顶拟设置进风口，在其对角处离地 20cm 处设计有 1 个排风口；排风管道拟设置向吊顶上延伸，经迷路上方经机房大门出机房，经管道至楼顶排出。

6 间直加机房的进风管道由机房大门经迷路上方进入机房，采用上进风下排风设计，在机房吊顶拟设置进风口，在其对角处离地 20cm 处设计有 2 个排风口；排风管道拟设置向吊顶上延伸，经迷路上方经机房大门出机房，经管道至楼顶排出。

TOMO 机房进风管道由机房大门经迷路上方进入机房，采用上进风下排风设计，在机房吊顶拟设置进风口，在其对角处离地 20cm 处设计有 1 个排风口；排风管道拟设置向吊顶上延伸，经迷路上方经机房大门出机房，经管道至楼顶排出。

后装机房进风管道由机房大门经迷路上方进入机房，采用上进风下排风设计，在机房吊顶拟设置进风口，在其对角处离地 20cm 处设计有 1 个排风口；排风管道拟设置向吊顶上延伸，经迷路上方经机房大门出机房，经管道至楼顶排出。

射波刀机房、直加机房 1、直加机房 2、TOMO 机房、后装机房排风管道在楼顶汇聚一个排风机组，排风机组设计风量为 11080m³/h，该 5 间机房设计的空间容积约为：407m³（射波刀机房）+340m³（直加机房 1）+347m³（直加机房 2）+394m³（TOMO 机房）+180m³（后装机房）=1668m³，根据风机设计的风量，在不考虑排风功率损失的情况下，该 5 间机房通风换气次数约为 11080m³/h÷1668m³≈6.64 次，满足通风换气次数应不小于 4 次/h 的要求。直加机房 3~6 排风管道在楼顶汇聚一个排风机组，排风机组设计风量为 11080m³/h，该 4 间机房设计的空间容积约为：372m³（直加机房 3）+360m³（直加机房 4）+360m³（直加机房 5）+367m³（直加机房 6）=1459m³，根据风机设计的风量，在不考虑排风功率损失的情况下，该 4 间机房通风换气次数约为 11080m³/h÷1459m³≈7.59 次（未考虑风量损失），满足通风换气次数应不小于 4 次/h 的要求。放射治疗排风口设置均位于屋顶，无人员居留。

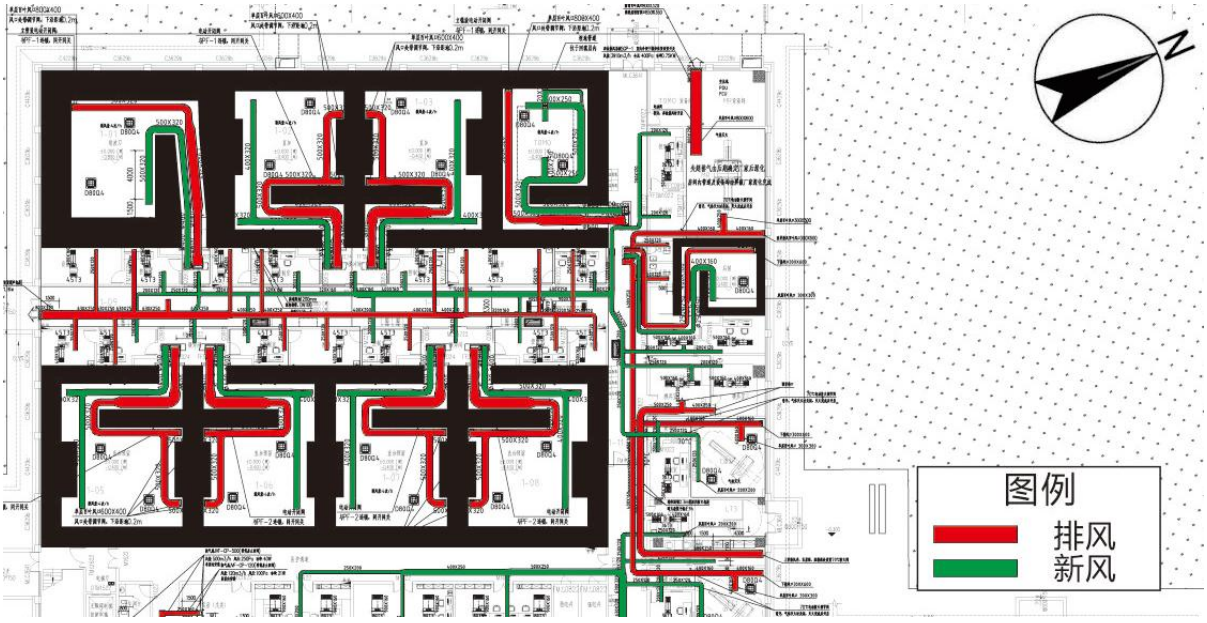


图 10-14 放射治疗单元通风系统

10.2.6 放射治疗单元三废处理措施

①废气

本项目放疗中心直线加速器、射波刀、后装机等运行过程中会产生少量的感生放射性气体以及臭氧、氮氧化物等非放射性气体，各加速器机房、后装治疗机房均拟设置强制通风系统，放射治疗机房治疗室新风口和排风口对角设置，新风口位 于天花处、排风口位于距地面 30cm 处；设计风量保证机房内每小时通风换气次数不小 4 次，可确保室内空气充分交换。本项目放疗中心各机房产生的少量感生放射性废气、臭氧、氮氧化物，废气收集后经排风井至建筑屋顶外排，排气口外临空，其下方为无人

员居留，对周边公众影响可忽略。

②废液

本项目直线加速器、射波刀等设备冷却水均是在封闭的系统中循环利用，不外排，因此不产生放射性废液。后装机也不产生放射性废液。产生的生活污水量较小依托医院的生活污水处理系统处置。

③固体废物

加速器更换金属靶件时，会产生废靶件，废靶件属于放射性固体废物。废靶件由加速器供应商储存在专用屏蔽容器中回收，不在医院内存储；后装治疗机配置的^{192}Ir放射源使用一定期限后，放射源衰变至其活度不能满足放射治疗需要时，将更换放射源，从而产生退役的废^{192}Ir放射源，本项目退役的废源拟由供源厂家回收，不在医院暂存。

10.3 核医学治疗工作场所

10.3.1 核医学工作场所的平面布局

本项目核医学科诊疗用房可分为一楼回旋加速器制药区、二楼 PET 检查区、三楼 SPECT/CT 检查区、二楼核素治疗区、三楼核素治疗区五个区域。本项目核医学主要用房相邻周边关系布置情况如表 10-12 所示。

表 10-12 本项目拟建核医学主要放射用房相邻周边情况

房间名称		区域周边环境					
		北侧	东侧	南侧	西侧	楼上	楼下
一楼回旋加速器制药区	主要放射用房有：回旋加速器机房、热室、理化实验室、阳性对照室、无菌室、固废暂存间及其相关辅助用房。	空地	空地	庭院	空地	屋面	土层
二楼 PET 检查区	主要放射用房有：2 间 PET/CT 检查室、1 间 PET/MR 检查室、分装室及其卫生通过间、储源室、固废间、4 间 PET/CT 候诊室、PET/CT 留观室、抢救室、PET/MR 候诊室、PET/MR 留观室、患者卫生间、患者通道及其相关辅助用房；	回旋加速器制药区屋面悬空	悬空/候诊区	庭院上空/医护通道/医生办公区	悬空	SPECT/CT 检查区	放疗中心门诊/日间诊疗区/模拟定位室/空调机房
二楼核素治疗区	主要放射用房有：分装室及其卫生通过间、注射室、储源室、6 间核素病房、1 间核素治疗留观病房、抢救室、固废暂存间、被服衰变间、洁	庭院/医护通道/医生办公	通道	悬空	出口楼梯间	三楼核素治疗区	放疗中心会议室/教学办公室/值班室/档案室/质控设备室

	净被服间、剂量检测室、患者通道等及其相关辅助用房	区					
三楼SPECT/CT检查区	主要放射用房有：2间SPECT/CT检查室、分装注射室及其卫生通过间、储源室、固废间、2间SPECT/CT候诊室、SPECT/CT留观室、抢救室、患者卫生间等及其相关辅助用房；	悬空	悬空/候诊区	庭院上空/医护通道/医生办公区	悬空	二楼PET检查区	屋面
三楼核素治疗区	主要放射用房有：包括分装室及其卫生通过间、服药室、储源室、6间核素病房、甲亢留观室、抢救室、固废暂存间、被服衰变间、洁净被服间、剂量检测室、患者通道及其相关辅助用房。	庭院/医护通道/医生办公区	通道	悬空	出口楼梯间	二楼核素治疗区	屋面

建设单位拟在该项目核医学工作场所患者通道出入口设置单独出、入口。核医学控制区的入口和出口拟设置门锁权限和单向门禁防护门，限制患者的随意流动，保证工作场所内的工作人员和公众免受不必要的照射。拟在分装室的出入口处设置更衣、洗手、淋浴间，并按要求进行污染检测等。该建设项目设计用房均满足《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中5.1条的要求，建议建设单位应严格按照要求对该建设项目进行建设及管理。

项目布局与《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中要求符合情况见表10-13。

表10-13 核医学工作场所平面布局与标准要求符合情况

《核医学放射防护要求》与《放射诊断放射防护要求》中规定	医院拟采用设计	符合情况
对于诊断工作场所应设置给药前患者或受检者候诊区、放射性药物贮存室、分装给药室（可含质控室）、给药后患者或受检者候诊室、质控（样品测量）室、控制室、机房、给药后患者或受检者卫生间和放射性废物储藏室等功能用房。	医院拟在二楼PET影像检查区工作场所设置有药前候诊大厅、储源室、分装室（含药物质控）、2间PET/CT检查室、1间PET/MR检查室及其控制室、注射室、4间PET/CT候诊室、PET/CT留观抢救室、PET/MR候诊室、PET/MR留观室、患者卫生间、固废间等功能用房。 拟在三楼SPECT/CT影像检查区工作场所设置有药前候诊大厅、储源室、分装室（含药物质控）、2间SPECT/CT检查室及其控制室、注射室、2间SPECT/CT注射后候诊室、SPECT/CT留观室、患者卫生间、固废间等功能用房。	符合
对于治疗工作场所应设置放射性药物贮存室、分装及药物准备室、给药室、病房（使用非密封源治疗患者）或给药后留观区、给药后患者专用卫生间、值班室和放置急救设施的区域等功能用房。	医院拟在二楼核素治疗工作场所设置包含储源室、分装室、注射室、6间核素病房及卫生间、核素治疗留观病房及卫生间、抢救室、固废暂存间、值班室等用房。 医院拟在三楼核素治疗工作场所设置包含储源室、分装室、服药室、6间核素病房及卫生间、甲亢留观室及卫生间、抢救室、固废暂存间、值班室等用房。	符合

正电子药物制备工作场所至少应包括回旋加速器机房工作区、药物制备区、药物分装区及质控区等。	医院拟在回旋加速器制药区设置回旋加速器室、分装合成热室、理化实验室、无菌检测室、阳性对照室等相关房间。	符合
需要设置清洁用品储存场所、员工休息室、护士站、更衣室、卫生间、去污淋浴间。	医院拟设置有专用污洗间、值班室、医生办公室、技师办公室、护士站/办公室，卫生间、更衣间、淋浴间。	符合
CT机房内最小有效使用面积不小于30㎡和机房内最小单边长度不小于4.5m。	PET/CT机房1设计最小有效使用面积为46.57㎡，机房设计最小单边长度为5.75m；PET/CT机房2设计最小有效使用面积为47.5㎡，机房设计最小单边长度为6.25m； SPECT/CT机房1设计最小有效使用面积为46.57㎡，机房设计最小单边长度为5.75m；SPECT/CT机房2设计最小有效使用面积为47.5㎡，机房设计最小单边长度为6.25m。	符合

10.3.2 核医学工作场所的分区

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）与《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的分区要求，把放射工作场所分为控制区、监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。分区布局图详见图10-15至图10-18（红色区域为控制区，黄色区域为监督区）。

表10-14 核医学工作场所分区

标准要求	控制区	监督区	工作场所
（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 6.4.1把需要或可能需要专门防护手段或安全措施的限定区域定为控制区。 6.4.2未被确定为控制区、通常不需采取专门防护手段和安全措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域定为监督区。 （2）《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020） 5.1.4核医学放射工作场所应划分为控制区和监督区。控制区一般包括使用非密封源核素的房间（放射性药物贮存室、分装及(或)药物准备室、给药室等）、扫描室、给药后候诊室、样品测量室、放射性废物储藏室、病房（使用非密封源治疗患者）、卫生通过间、保	回旋加速器机房、热室、理化实验室、阳性对照室、无菌室、固废暂存间、衰变池。	与控制区相邻区域：比如回旋加速器机房控制室、水冷机房、气瓶间、入口的更衣缓冲区、药物通道、准备间、留样室、消毒间、洁具间、控相邻的室外空地等区域	一楼核医学工作场所
	PET检查区域：2间PET/CT检查室、1间PET/MR检查室、分装室及其卫生通过间、储源室、固废间、4间PET/CT候诊室、PET/CT留观室、抢救室、PET/MR候诊室、PET/MR留观室、患者卫生间、患者通道、缓冲间等。 核素治疗区域：分装室及其卫生通过间、注射室、储源室、6间核素病房、1间核素治疗留观病房、抢救室、固废暂存间、被服衰变间、洁净被服间、剂量检测室、患者通道、缓冲间等。	与控制区相邻区域：比如PET/CT控制室与设备间、PET/MR控制室与设备间、诊室、医护通道、医生办公室、技师办公室、党员活动室、架空式、值班室、库房、自动分装控制室、配餐间、楼梯间等。	二楼核医学工作场所

洁用品储存场所等。监督区一般包括控制室、员工休息室、更衣室、医务人员卫生间等。	SPECT/CT 检查区域：2 间 SPECT/CT 检查室、分装注射室及其卫生通过间、储源室、固废间、2 间 SPECT/CT 候诊室、SPECT/CT 留观室、抢救室、患者卫生间、患者通道、缓冲间等。 核素治疗区域：分装室及其卫生通过间、服药室、储源室、6 间核素病房、甲亢留观室、抢救室、固废暂存间、被服衰变间、洁净被服间、剂量检测室、患者通道、缓冲间等。	与控制区相邻区域：比如 SPECT/CT 控制室、负荷室、甲测室、SPECT 候诊大厅、医护通道、会议室、报告室、资料室、更衣室、值班室、卫生间、监控室、库房、自动分装控制室、配餐间、楼梯间等。	三楼核医学工作场所

医院拟对控制区采取一系列的放射卫生防护与安全措施，禁止无关人员进入，进入药物操作区域需更换工作服及鞋套，在控制区场所设置门禁装置，悬挂电离辐射警示标识，加装视频监控与对讲系统。对候诊人员严格管理，不允许注射放射性药物后的候诊人员随便出入，除特别需要外不允许其他人员陪护候诊，也不允许放射工作人员滞留该区域内。药后患者使用的纸杯、棉球等物品以及呕吐物收集后作为固体放射性废物处理，排泄物由专用卫生间排入下水管道进入衰变池。医院拟对监督区不采取专门的防护安全措施，但定期进行辐射剂量和表面污染监测。

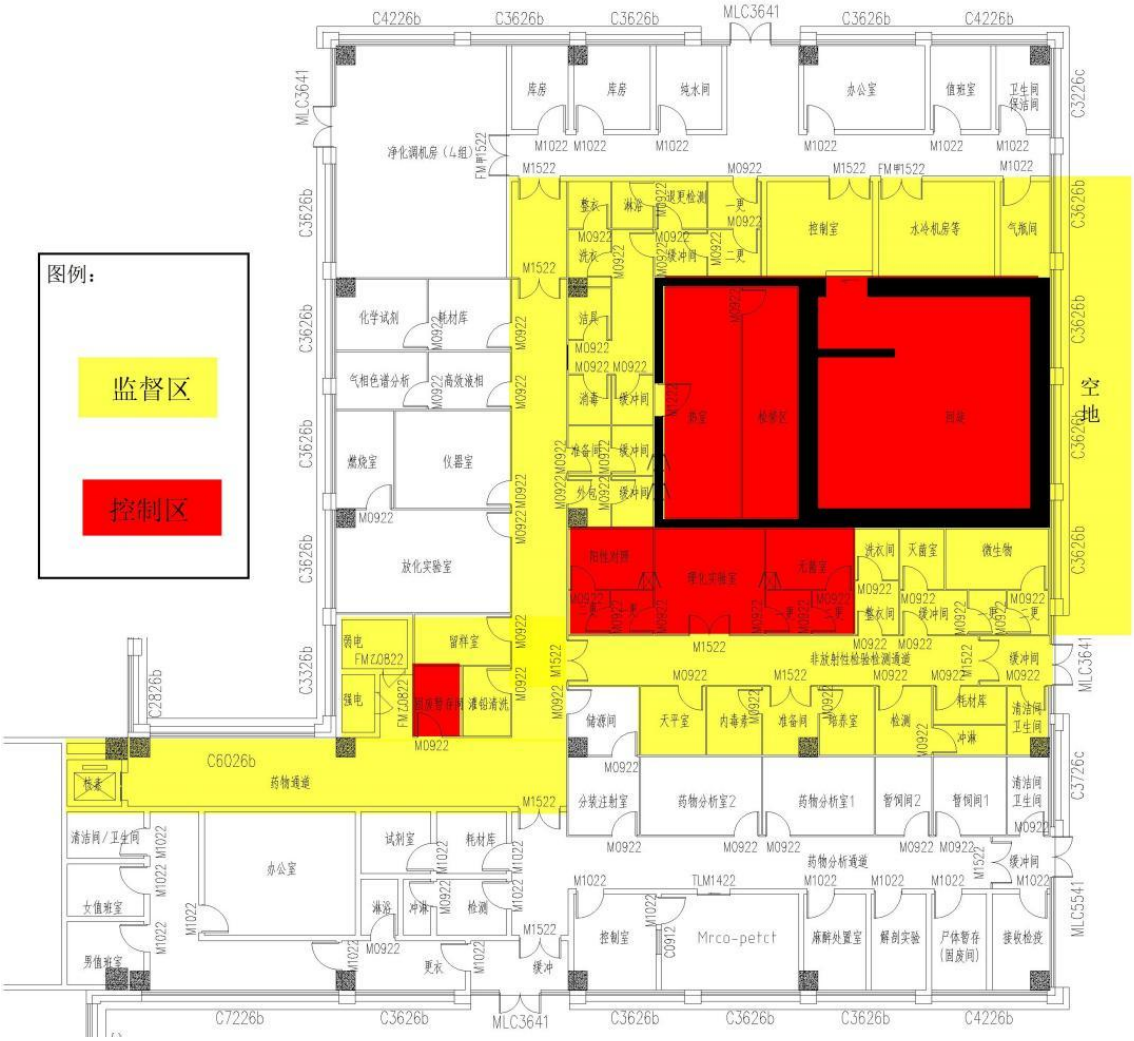


图 10-15 一楼核医学工作场所分区布局图

图 10-16 二楼核医学工作场所分区布局图

图 10-17 三楼核医学工作场所分区布局图

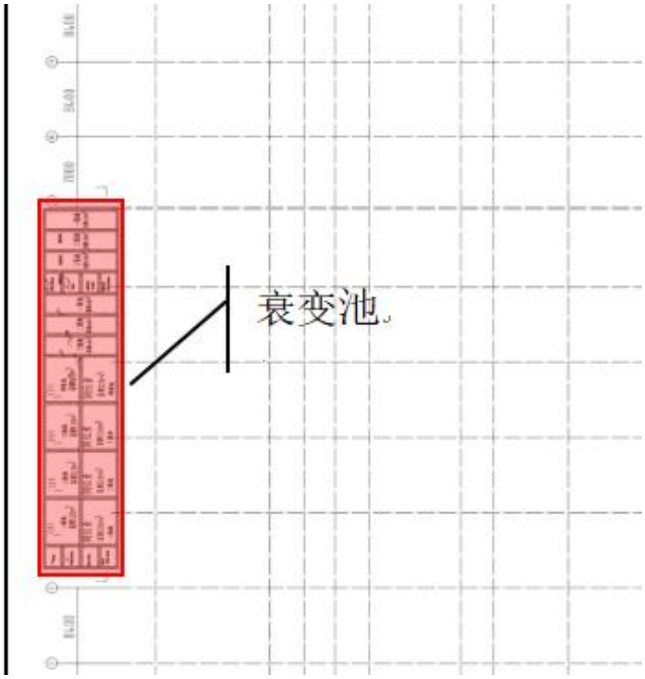


图 10-18 衰变池分区布局图

10.3.3 核医学辐射工作场所人流、物流路线设置情况

（1）药物运送路线（图 10-19~21 橙色路线）：

①PET 检查使用的药物由回旋加速器自产经从一楼分装合成热室分装后经缓冲间→外包间→药物通道→经药梯传送至二楼 PET 分装室，外购的药物于一楼回旋制药区南侧出入口运至药物通道，经药梯运至二楼 PET 分装室；

②SPECT 检查使用的药物由供药单位人员在开展工作前与工作人员联系，于一楼回旋制药区东南侧出入口(M³)运至药物通道，从经药梯运至三楼 SPECT 分装室；

③二楼核素治疗外购药物由供药单位人员在开展工作前与工作人员联系，将药物从出口经电梯运送至二楼，经病房通道→固废暂存间→分装室→运至储源室或分装柜；

④三楼 ^{131}I 治疗外购药物由供药单位人员在开展工作前与工作人员联系，将药物从出口经电梯运送至三楼，经病房通道→固废暂存间→分装室→运至储源室或分装柜；药物运送时均在屏蔽容器内且会与人员路线错时运送，避免与人员路线交叉。

（2）工作人员进出路线（图 10-19~21 绿色路线）：

①药物生产操作人员，从(M1)或(㎡)出入口进入一楼回旋加速器制药区，回旋加速器操作人员进入回旋加速器控制室进行回旋加速器放射性药物制备操作，在一更、二更缓冲间更衣之后进入热室房间进行药物的合成分装操作；以及进入理化实验室进行药物的分析与质控；

②二楼 PET 影像检查区工作人员从药前大厅进入医护通道，经医护通道进入相关办公房，操作设备工作人员进入 PET/CT、PET/MR 控制室，需要辅助摆位的从工作人员防护门进入机房进行患者摆位指导，核素分装注射工作人员从药前大厅进入分装卫生通过间，穿戴防护用品后进入分装室进行药物的分装注射操作，分装注射完毕后在卫生通过间检查表面污染后沿原路返回；

③二楼核素治疗区工作人员从药前大厅进入医护通道，经医护通道进入相关办公房，分装注射操作人员从医护通道进入卫生通过间穿戴防护用品后进入分装室进行药物的分装操作，分装注射完毕后在卫生通过间检查表面污染后沿原路返回；

④三楼 SPECT 影像检查区工作人员从药前大厅进入医护通道，经医护通道进入相关办公房，操作设备工作人员进入 SPECT/CT 控制室，需要辅助摆位的从工作人员防

护门进入机房进行患者摆位指导，核素分装注射工作人员从药前大厅进入分装卫生通过间，穿戴防护用品后进入分装室进行药物的分装注射操作，分装注射完毕后在卫生通过间检查表面污染后沿原路返回；

⑤三楼 ^{131}I 核素治疗区工作人员从药前大厅进入医护通道，分装操作人员从医护通道进入卫生通过间穿戴防护用品后进入分装室进行药物的分装操作，131I 分装操作在施药前将药物铅罐放入自动分装仪内，装好后经检测表面污染合格后原路返回至低活区。之后于自动分装控制室内进行远程自动分装操作；

⑥其余工作人员根据各个工作岗位进入诊室、护士站、办公室等进行相关的工作。

（3）PET 检查患者进出路线（图 10-20 红色路线）：经过预约的患者进入二楼候诊大厅的护士站进行检查登记，护士对患者进行预检分流；患者注射前在候诊大厅候诊；经过叫号后从患者入口(M4)经缓冲间进入患者通道到达注射窗口接受注射；注射完成后进入相应的 PET 注射后侯诊室静卧候诊，经检查叫号后进入 PET/CT 检查室或 PET/MR 检查室进行扫描检查，检查完成后进入相应的留观室进行留观，待医技人员确认图像无误后，可从患者通道东北侧楼梯出口(M5)离开核医学，乘电梯患者可左转从西北侧（M6）电梯出口下到一楼从西北侧出口离开。

（4）SPECT/CT 受检者进出路线（图 10-21 玫红色路线）：经过预约的患者进入三楼候诊大厅的护士站进行检查登记，护士对患者进行预检分流；患者注射前在候诊大厅候诊；经过叫号后从患者入口(M8)经缓冲间进入患者通道到达注射窗口接受注射；注射完成后进入相应的 SPECT 注射后侯诊室候诊，经检查叫号后进入 SPECT/CT 检查室进行扫描检查，检查完成后进入留观室进行留观，待医技人员确认图像无误后，可从患者通道东北侧楼梯出口(M9)离开核医学，乘电梯患者可左转从西北侧（M10）电梯出口下到一楼从西北侧出口离开。

（5）二楼核素治疗患者路线（图 10-20 紫色路线）：①核素住院治疗（^{177}Lu、^{47}Sc、^{67}Cu、^{161}Tb）患者进出路线：患者在医生做出诊断后，需要进行核素住院治疗的患者经过预约登记后到二楼候诊大厅由护士进行登记分流，经过叫号从治疗患者入口(M7)经缓冲间进入患者通道到达注射窗口接受注射，注射完毕后进入核素病房区域进行留院观察（2-6 天），达到出院条件时，进入剂量检测室，经过辐射剂量监测进行出院检测达标后经缓冲出口离开核医学病房，如图 10-20 淡蓝色实线所示；②核素门诊

治疗（^{223}Ra、^{225}Ac、^{212}Pb、^{211}At、^{227}Th、^{213}Bi、^{89}Sr、^{188}Re、^{32}P）患者进出路线：患者在医生做出诊断后，需要进行核素门诊治疗的患者经过预约登记后到二楼候诊大厅由护士进行登记分流，经过叫号从治疗患者入口(M7)经缓冲间进入患者通道到达注射窗口接受注射，注射完成之后进入核素留观病房观察，无身体不适，经工作人员同意，直接从缓冲通道出口离开核医学。

（6）^{131}I 治疗患者进出路线（图 10-21 紫色路线）：患者在医生做出诊断后，在三楼甲测室进行吸碘率测定，测定完成后可在护士站预约服药时间；到达约定时间后，可在四楼药前等候区等候；①甲亢治疗患者经过工作人员指引从 ^{131}I 治疗患者入口（M11）经缓冲间→患者通道→进入服药室服药，服药后进入甲亢留观室进行留观，无身体不适，经工作人员同意，直接从缓冲通道出口离开核医学。如图 10-21 蓝色虚线所示。②甲癌治疗患者经过工作人员指引从 ^{131}I 治疗患者入口（M11）经缓冲间→患者通道→进入服药室服药，服药后，进入病房区内核素病房进行住院观察，达到出院条件时，进入剂量检测室，经剂量率监测，距离患者体表 1m 处的周围剂量当量率不大于 25μSv/h 方可出院，检测达标后经缓冲出口离开核医学病房。

（7）放射性固体废物路线（图 10-19~21 棕色路线）：核医学科内产生的放射性固体废物，收集后定期送至固废间内暂存，衰变一定时间，经检测合格后，从核医学科出口运离核医学科。

医院拟制定相关规章制度和设置相关措施，使用门禁系统、语音通信系统、视频监控系统，严格限制药后患者进入非放射性工作区，合理安排患者的检查与治疗时间，尽量避免在病患走廊相遇等情况发生。根据不同检查或治疗项目做好不同颜色地面指引导向标识。

综上所述，该项目工作场所布局与流程合理。

图 10-19　一楼核医学人流、物流路线图

图 10-20 二楼核医学人流、物流路线图

图 10-21 三楼核医学人流、物流路线图

10.3.4 核医学单元屏蔽设计

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，该项目 X 射线装置机房有效使用面积、最小单边长度与标准的符合情况见下表 10-15。

表 10-15 机房有效使用面积、最小单边长度与标准的符合情况表

机房名称	设计有效使用面积	设计最小单边长度	标准要求最小边长度	标准要求有效使用面积	评价

PET/CT 检查室 1	46.57 ㎡（8.10m×5.75m）	5.75m	≥4.5m	≥30 ㎡	符合标准 GBZ130-2020
PET/CT 检查室 2	47.5 ㎡（7.60m×6.25m）	6.25m	≥4.5m	≥30 ㎡	
SPECT/CT 检查室 1	46.57 ㎡（8.10m×5.75m）	5.75m	≥4.5m	≥30 ㎡	
SPECT/CT 检查室 2	47.5 ㎡（7.60m×6.25m）	6.25m	≥4.5m	≥30 ㎡	

本项目放射工作场所的相关墙体、顶板、地板以及防护门的设计均采取了辐射屏蔽措施。根据医院提供的设计方案，本项目核医学科放射工作场所本项目主要房间拟设计的长、宽、高、面积等信息以及拟采取的防护措施见表 10-16。

表 10-16 核医学科各防护用房拟采取的辐射防护屏蔽设计方案

工作场所		规格 m（长×宽×高）	屏蔽体	辐射防护情况及设计参数
一楼回旋加速器制药区	回旋加速器机房	7.75×7.7×4.85（面积 63.14 ㎡）	顶棚	70cm 混凝土
			四面墙体	70cm 混凝土
			防护门	22mmPb 铅板+12cm 含硼聚乙烯
	热室	8.5×4.95×5.25（面积 42.07 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			四面墙体	西南墙 70cm 混凝土（邻回旋加速器机房） 其余三面墙体 30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	固废暂存间	2.55×1.72×5.08（面积 4.38 ㎡）	顶棚	12cm 混凝土
			四面墙体	5cm 硫酸钡防护板隔墙
			防护门	5mmPb 铅板
二楼 PET 检查区	PET/CT 检查室 1	8.10×5.75×4.2（面积 46.57 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			观察窗	14mmPb 铅玻璃
			防护门（2 扇）	14mmPb 铅板
	PET/CT 检查室 2	7.60×6.25×4.2（面积 47.5 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土

二楼PET检查区			观察窗	14mmPb 铅玻璃
			防护门（2 扇）	14mmPb 铅板
	PET/MR 检查室	9.8×7.6×4.2（面积 74.48 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			观察窗	14mmPb 铅玻璃
			防护门（2 扇）	14mmPb 铅板
	分装室	6.10×4.05×4.2（面积 24.70 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门（临患者通道）	9mmPb 铅板
			防护门（临卫生通过间）	14mmPb 铅板
			注射台	40mmPb
	PET/CT 注射后候诊室 1-4	5.05×2.8×4.2（面积 14.14 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	13mmPb 铅板
	PET/CT 留观室	5.05×3.25×4.2（面积 16.41 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	12mmPb 铅板
	PET/MR 注射后候诊室	5.05×2.3×4.2（面积 11.61 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	13mmPb 铅板
	PET/MR 留观室	5.05×2.5×4.2（面积 12.62 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	12mmPb 铅板
	抢救室	5.05×2.4×4.2（面积 12.12 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	9mmPb 铅板
	储源室	2.5×2.4×4.2	顶棚	30cm 混凝土

二楼PET检查区		（面积 6.0 ㎡）	地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	固废间	2.4×2.0×4.2 （面积 4.8 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	患者通道	/	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			墙体	30cm 混凝土
			防护门	14mmPb 铅板
SPECT/CT检查区	SPECT/CT检查室 1	8.10×5.75×4.2 （面积 46.57 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			观察窗	4mmPb 铅玻璃
			防护门（2 扇）	4mmPb 铅板
	SPECT/CT检查室 2	7.60×6.25×4.2 （面积 47.5 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			观察窗	4mmPb 铅玻璃
			防护门（2 扇）	4mmPb 铅板
	分装室	6.10×4.35×4.2 （面积 26.53 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门（2 扇）	3mmPb 铅板
			注射台	10mmPb
	SPECT/CT注射后候检室 1	5.05×4.95×4.2 （面积 25.0 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	3mmPb 铅板
	SPECT/CT注射后候检室 2	5.05×4.65×4.2 （面积 23.48 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	3mmPb 铅板

SPECT/CT检查区	SPECT/CT留观室	5.05×2.8×4.2（面积 14 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	3mmPb 铅板
	抢救室	5.05×2.0×4.2（面积 11.1 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	3mmPb 铅板
	储源室	2.85×1.8×4.2（面积 5.13 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	3mmPb 铅板
	固废间	6.45×2.5×4.2（面积 16.12 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	3mmPb 铅板
	患者通道	/	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	3mmPb 铅板
二楼核素治疗区	分装室	5.65×5.65×4.2（面积 31.92 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门（临卫生通过间）	7mmPb 铅板
			防护门（临注射室、固废暂存间）	5mmPb 铅板
	注射室	5.85×2.15×4.2（面积 12.57 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	储源室	2.45×2.15×4.2（面积 5.27 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板

二楼核素治疗区	固废暂存间	3.95×3.75×4.2（面积 14.81 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	核素病房 1-6	5.25×3.9×4.2（面积 20.47 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	核素治疗留观病房	5.25×4.45×4.2（面积 23.36 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	抢救室	6.25×2.8×4.2（面积 17.5 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			临患者通道防护门	5mmPb 铅板
			卫生通过间防护门	7mmPb 铅板
	被服衰变间	6.25×3.15×4.2（面积 19.68 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	剂量监测室	3.45×2.75×4.2（面积 9.48 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	患者通道	/	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			入口防护门	7mmPb 铅板
			出口防护门	7mmPb 铅板
			病房隔离防护门	5mmPb 铅板
三楼 ^{131}I 治疗区	分装室	5.65×5.65×4.2（面积 31.92 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土

三楼 ^{131}I 治疗区			防护门	7mmPb 铅板
	储源室	2.45×2.15×4.2（面积 5.27 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	服药室	2.65×2.15×4.2（面积 5.69 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	17mmPb 铅板
	甲亢留观室	5.25×4.2×4.2（面积 22.05 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	9mmPb 铅板
	核素病房 1-6	5.25×3.9×4.2（面积 20.47 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			临楼梯间墙体	30cm 混凝土+3cm 硫酸钡材料
			其余墙体	30cm 混凝土
			防护门	15mmPb 铅板
	抢救室	6.25×2.7×4.2（面积 16.87 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			临医生通道、临值班室墙体	30cm 混凝土+3cm 硫酸钡材料
			其余墙体	30cm 混凝土
			临患者通道防护门	15mmPb 铅板
	固废暂存间	3.95×3.75×4.2（面积 14.81 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	被服衰变间	6.25×3.05×4.2（面积 19.06 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	剂量监测室	3.45×2.75×4.2（面积 9.48 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土

			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	患者通道	/	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			入口防护门	18mmPb 铅板
			出口防护门	18mmPb 铅板
			病房隔离防护门	15mmPb 铅板
注：1.上述相邻防护体，防护取较大值做防护。 2.上述表中材料密度：混凝土密度≥2.35g/cm³，铅板密度≥11.3g/cm³，硫酸钡防护涂料密度≥3.2g/cm³。				

10.3.5 核医学单元放射防护安全措施与设施

10.3.5.1 核医学项目放射防护安全措施

本项目核医学拟采取一系列的的放射防护安全措施，与《放射诊疗管理规定》的要求相比较，其符合情况见表 10-17。

表 10-17 拟采取的防护安全措施符合情况核查表

序号	标准要求	拟采取的措施	评价
1	设有专门的放射性同位素分装、储存场所，放射性废物屏蔽设备和存放场所。	核医学科拟在二楼、三楼各区域均设置 1 间分装室、1 间储源室、1 间固废间，分装室内设计分装柜，拟在一楼设置有分装合成热室与一间固废间。	符合
2	配备活度计、放射性表面污染监测仪。	拟配备 5 台活度计，3 台表面污染监测仪。	符合
3	装有放射性同位素和放射性废物的设备、容器设有电离辐射标志；放射性同位素和放射性废物储存场所，放射诊疗工作场所的入口处，设有电离辐射警告标志。	拟在核医学专用放射性同位素的容器、铅防护废物桶上均设置电离辐射标志；拟在核医学工作场所的出入口处、高活区各防护门上设置电离辐射警告标志。	符合
4	放射性同位素不得与易燃、易爆、腐蚀性物品同库储存；储存场所应当采取有效的防泄漏等措施。	拟设置专门的储源室，储源室拟设置门锁，核医学科出入口拟设置门禁系统。	符合
5	放射性同位素储存场所应当有专人负责，有完善的存入、领取、归还登记和检查的制度，做到交接严格，检查及时，账目清楚，账物相符，记录资料完整。	拟安排专人负责，拟配备台账，放射性药物购进、使用均填写登记。	符合

经计算，根据工作场所的分类。《核医学放射防护要求》GBZ 120-2020 中第 5.2

条对核医学工作场所室内表面及装备的基本放射防护要求见表 10-18。

表 10-18 核医学工作场所的室内表面及装备结构要求

标准要求		医院拟采取室内表面及装备结构	评价
结构屏蔽	I 类、II类：需要。	本项目 I 类、II类场所均拟采取相应的屏蔽防护措施。	符合
地面	I 类、II类：地板与墙壁接缝无缝隙。	本项目 I 类、II类场所地面与墙壁的连接处拟采用圆弧设计，保证连接处无缝隙，采用易清洗、不易渗透材料。	符合
表面	I 类、II类：易清洗。	地面拟采用塑胶地板，工作台面表面采用不锈钢材料。	符合
分装柜	I 类、II类：需要。 合成和操作放射性药物的通风橱，工作中应有足够的通风（不小于 0.5m/s），排风口高度应高于本建筑物的屋脊，并酌情设置过滤装置。	合成与分装放射性药物的合成柜与分装柜均拟设置防护通风橱。通风橱设置通风装置，通风橱排风管道为单独的排风管道，并计划设置有效过滤装置，排风口高度高于该建筑的屋脊，通风橱通风速率拟设置不小于 0.5m/s。	符合
通风	I 类：特殊的强制通风。	拟在吊顶设置送新风与排风系统。	符合
	II类：良好通风。		
管道	I 类：下水道宜短，大水流管道宜有标记，以便维修检测。	大水流管道进行防护标记；管道深埋地下，对裸露管道进行包裹铅皮防护。	符合
	II类：普通管道。		
盥洗与去污	I 类、II类：感应式或脚踏式等手部非接触开关控制的洗手盆和去污设备。	拟设置感应式或脚踏式等手部非接触开关控制的洗手盆，设置有保洁间，保洁间内设置污洗池，并配备拖把、去污剂、小刷子、吸水纸、不透水塑料布、一次性镊子等清洗和去污设备。	符合

根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中的相关放射防护要求见表 10-19。

表 10-19 拟采取的防护安全措施符合情况核查表

序号	标准要求	采取的措施	评价
第 5.2 条：放射防护措施要求			
1	分装药物操作宜采用自动分装方式，^{131}I 给药操作宜采用隔室或遥控给药方式。	核医学科拟配备 1 台 ^{131}I 自动分装仪，用于甲亢、甲癌患者药物分装，控制台设置在自动分装操作间。^{18}F 等正电子药物在热室分装拟设置自动分装，分装完成后经药梯运送至二楼。	符合
2	控制区的入口应设置电离辐射警告标志。	拟在核医学工作场所的出入口防护门门上设置电离辐射警告标志	符合

3	核医学场所中相应位置应有明确的患者或受检者导向标识或导向提示。	拟在核医学科场所地面设置明确的患者和受检者的导向标识。	符合
4	给药后患者或受检者侯检室、扫描室应配备监视设施或观察窗和对讲装置。	拟在核医学科候诊区、服药室、注射室、SPECT/CT 检查室、PET/CT 检查室、注射后候检室、病房等区域拟设置监控设备和对讲装置；PET/CT 检查室、PET/MR 检查室、SPECT/CT 检查室和控制室之间拟设置观察窗和对讲装置。	符合
5	扫描室外防护门上方应设置工作状态指示灯。	PET/CT 检查室、PET/MR 检查室和 SPECT/CT 检查室受检者防护门上方均拟设置工作状态指示灯。	符合
6	回旋加速器机房内、药物制备室应安装固定式剂量率报警仪	拟在回旋加速器与分装合成热室安装固定式剂量监测报警系统	符合
7	回旋加速器机房应设置门机联锁装置，机房内应设置紧急停机开关和紧急开门按键	拟在回旋加速机房设置门机联锁装置，机房内设置紧急停机按钮与机房内安装有从室内开启治疗机房门的装置。	符合
第 6 条：操作中的放射防护要求			
1	根据工作内容及实际需要，合理选择使用移动铅屏风、注射器屏蔽套、带有屏蔽的容器、托盘、长柄镊子、分装柜或生物安全柜、屏蔽运输容器/放射性废物桶等辅助用品。	医院拟设置放射性药物分装柜，利用屏蔽良好的分装柜通风橱、注射窗进行药物分装和药物注射。配备有注射器防护套、注射器转运罐、转运铅罐、放射性铅废物桶等辅助用品。	符合
2	装有放射性药物的给药注射器，应有适当屏蔽。	拟配备注射器防护套。	符合
3	操作放射性药物时，应根据实际情况，熟练操作技能、缩短工作时间并正确使用个人防护用品。	拟配置有铅橡胶防护用品，防污染服，要求工作人员接触放射性核素时均穿戴防护用品。	符合
4	工作人员离开放射性工作室前应先洗手和进行表面污染监测，如果超过规定值，则应采取相应的去污措施，从控制区取出的任何物品都要进行表面污染水平检测	拟在放射性药物操作间（如分装室）出入口设置有卫生通过间配备有感应式洗手台，卫生通过间拟配置表面污染监测仪，工作人员在接触完放射性物质洗手后在更衣室进行表面污染监测。从控制区取出的任何物品进行表面污染监测。	符合
第 10 条：对 ^{131}I 治疗患者住院期间的放射防护要求			
1	^{131}I 治疗病房区应为相对独立的场所，病房区入口处应设缓冲区。患者住院后，只能在治疗区活动。	^{131}I 治疗病房区设置于相对独立的场所，病房区入口处设有缓冲通道。患者通道拟设置门禁，患者住院后，规定只能在治疗区活动。	符合
2	^{131}I 治疗病房区应有独立的通风系统，通风管道应有过滤装置，并定期更换，更换的过滤装置按放射性固体废物处理。	医院拟在吊顶设置进排风系统，核素治疗病房区设置独立的排风系统管道，排风管道拟高于本建筑的屋脊，排风管道拟设置过滤装置，并计划定期进行更换，更换的过滤装置按放射性固体废物处理。	符合
3	^{131}I 治疗住院患者的排泄物不应直接排到医院的公共污水管道，应先经过衰变池的衰变。下水管道宜短，露出地面的部分应进行防护和标记。	医院拟在分子肿瘤诊疗中心西北侧地下设置衰变池。拟将核医学科放射性废水排往该衰变池进行衰变，放射性废水暂存的时间满足相关标准、规范要求后，衰变池放	符合

		射性废水可以直接排放，通过系统总管道排放至医院总污水管网。下水管道拟设计尽量短，大水流管道进行标记；并对裸露管道进行包 20mmPb 的铅皮防护。	
4	病房内应设置患者专用厕所和淋浴间，厕所内应有患者冲厕所和洗手的提示。	核素病房均拟设置有独立的卫生淋浴间、厕所与洗手台。	符合
5	分装室与给药室之间药物传递应便捷，分装好的 ^{131}I 宜采用机械或自动、半自动的方式传递到给药室，给药过程应有监控。分装室应设置工作人员通过间，通过间应配备表面污染检测及剂量率检测仪表及清洗设施。	医院拟采用 ^{131}I 自动分装仪分药，装好的药物自动传递到服药室，服药室内拟设置视频监控，工作人员在自动分装控制台能清楚观察患者的服药状态。进入分装室前设置有卫生通过间，卫生通过间拟设置表面污染监测仪与洗手台。	符合
6	施用了 ^{131}I 治疗药物的患者如需住院应使用专用病房。专用病房宜为单人间，如不能实现，每间病房最多不应超过 2 人，并且 2 人之间应设置适当的防护屏蔽。	医院拟在三楼设置 6 间专用的 ^{131}I 治疗病房，病房均拟设置成单人间病房。	符合
7	病房中应配备对讲、监控等设施。	拟在病房内设置监控与对讲设施。	符合
8	患者使用过的被服应先进行存放衰变，衰变至少一个半衰期再进行清洗。	核素治疗病房区设置有被褥间，拟将患者使用过的被服应先进行存放衰变，衰变至少一个半衰期再进行清洗。	符合
9	在 ^{131}I 病房场所应使用专用的保洁用品 ，不能和其他场所(包括核医学其他放射性场所)混用，病房区域内应有存放及清洗保洁用品的场所。	核素病房区域内设置有专门的清洁间和固废暂存间，清洁间内设置有污洗池。病房区域拟设置单独的清洗保洁工具。	符合
10	病房区域内应配备测量患者体内活度的设备或可测量周围剂量当量率的仪器，接受 ^{131}I 治疗的患者，应在其体内的放射性活度降至 400MBq 或距离患者体表 1m 处的周围剂量当量率不大于 25μSv/h 方可出院，以控制该患者家庭与公众成员可能受到的照射。	核医学科拟在病房区域出口处设置剂量检测室，设置 X-γ辐射监测仪，方便工作人员对患者进行周围剂量当量率检测，规定患者体表 1m 处的周围剂量当量率不大于 25μSv/h 方可出院。	符合

表 10-20 与《核技术利用监督检查技术程序》要求对照分析表

序号	项目	规定的措施和制度	落实情况	备注
乙级非密封放射性物质操作场所监督检查技术程序（NNSA HQ-08-JD-IP-006）				
1	场所设施	工作场所功能、设置及分区布局	核医学科拟按要求设计了相应的功能用房，并设置监督区和控制区	符合
2		场所分区的管控措施及标识	核医学科拟设置场所分区的管控措施，并在各区入口处粘贴控制区或监督区标识	符合
3		电离辐射警告标志	核医学科场所门外拟设置电离辐射警告标识，衰变池区域拟设置电离辐射警告标识	符合
4		卫生通过间	核医学科的分装室前拟设置有卫生通过间	符合
5		通风系统完整性及效能	核医学科拟设置独立的排风系统	符合

6		密封箱室	核医学科拟设置	符合
7		屏蔽防护设施	核医学科拟设置，经估算，屏蔽防护效果满足相关标准要求	符合
8		防过热或超压保护	本项目核医学科不涉及	/
9		防止放射性液体操作造成污染的措施	核医学科地面与台面拟使用易清洗不易渗透材料，拟配备去污用品	符合
10		机械手或其它远距离操作工具	核医学科拟设置	符合
11		火灾报警仪	核医学科拟设置	符合
12		放射性废水处理系统及标识	核医学科拟设置独立的放射性废水处理系统，并拟设置标识	符合
13		放射性物料与成品暂存场所或设施	核医学科拟设置有储源室	符合
14		放射性固体废物暂存场所或设施	核医学科拟设置有固废间、拟配备 有一定数量的废物桶及废物储存箱	符合
15		安保设施	核医学科拟设置视频监控系统、报警系统	符合
16		防火设备、应急出口	核医学科拟配备灭火器，设置应急出口	符合
17	监测设备	人员出口污染监测仪	核医学科拟在核素操作卫生通过间配备污染监测仪	符合
18		固定式辐射监测报警仪	核医学科拟配备	符合
19		固定式或移动式气溶胶取样监测设备	核医学科拟配备	符合
20		便携式辐射监测仪	核医学科拟配备	符合
21		个人剂量计	核医学科拟配备	符合
22		个人剂量报警仪	核医学科拟配备	符合
23	防护用品	个人辐射防护用品	核医学科拟配备	符合
24	应急物资	去污用品和应急物资	核医学科拟配备	符合
25		合适的灭火器材	核医学科拟配备	符合
26		放射性同位素应急容器	核医学科拟配备	符合

10.3.5.2 核医学项目放射防护安全设施

（1）门禁系统：拟在核医学科控制区患者相关入口、出口、核素病房区入口、出口等均设置单向门禁系统，如图 10-22 至图 10-24 所示，门禁外侧拟设置密码锁，为保证消防逃生安全门禁里侧拟设有一键解锁功能；门禁防护门拟设置自动闭门装置，限制无关人员进入控制区，也可以限制药后患者返回非辐射区域。

（2）监控系统：拟在核医学科区域设置视频监控系统，视频监控能观察核医学科检查患者及治疗患者的活动路线情况；分装室、储源室等储源区域设置 24 小时有效监控，如附图 10-22 至图 10-24 所示。

（3）呼叫对讲系统：拟在核医学科候诊区、服药室、注射室、SPECT/CT 检查室、PET/CT 检查室、PET/MR 检查室、注射后候检室、病房等核医学区域设置语音呼叫系统，医护人员通过呼叫系统呼叫控制区内患者候诊、检查及治疗，如附图 10-22 至图 10-24 所示。

（4）警示标志与指引标识：拟在核医学科控制区入口、与出口及控制区各防护门处均设置了电离辐射警告标志；扫描检查室门口上方设置“射线有害，灯亮勿入”的辐射警示灯、门外设置警示线、辐射危害温馨提示等，在检查区和治疗区通道地面设置路面指引标识，如图 10-22 至图 10-24 所示。

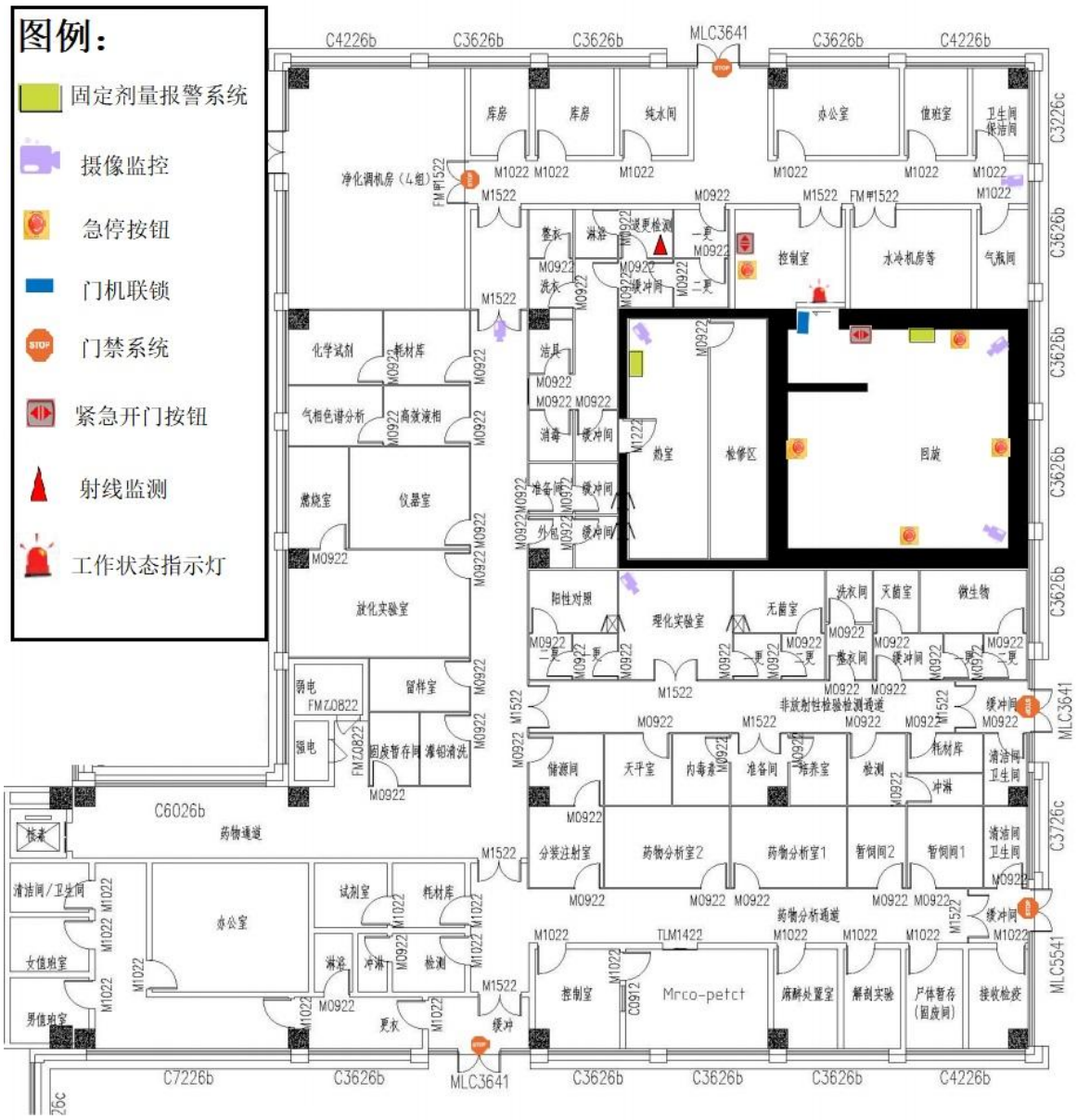


图 10-22 核医学科一楼放射防护安全措施布置图

图 10-23 衰核医学科二楼放射防护安全措施布置图

图 10-24 核医学科三楼放射防护安全措施布置图

10.3.6 核医学单元其他防护措施

10.3.6.1 工作场所表面污染防护

涉及放射性药物操作的工作场所拟按相关要求采用易清洗且不易渗透材料（如PVC板等），拐角使用弧线处理。地面要求平整光滑，易于清洗，拟采用PVC材料或涂刷塑料油漆。墙面要求平整光滑，拟采用PVC材料或其他易于清洗的涂料。工作台面要求平整、光滑、易于清洗。拟使用不锈钢面板等。墙面与地面、墙面连接转角处，以及工作台边沿宜采取弧形，以尽可能减少表面污染。除注射、给药外其余涉及放射性药物的所有操作均在通风橱内进行，通风橱操作台面要求光滑、平整、易于清洗去污。所有涉及放射性物质操作都将在铺衬有吸水纸的瓷盘内进行。 工作人员进入放射工作场所经卫生通过间更换服装，并穿戴工作衣、裤、帽、 鞋、防护口罩、胶质手套及相应个人防护用品。工作人员离开放射工作场所，需返经卫生通过间，清洗、更衣、并对手部等体表部位进行污染测定，确认未受放射污染，方可离开。受检者/患者根据预约按时来院，在注射区接受注射药物，到指定地点候诊、检查，不应随意走动，如需如厕必须前往患者专用卫生间如厕。检查治疗完毕由专门出口离开，尽量减少对其他人员的影响。

10.3.6.2 防护用品的配备

根据建设单位提供资料，拟为该项目配置防护设备和个人防护用品，配置种类与规格等详见表10-20、表10-21。

表10-20 拟配备防护用品一览表

防护用品名称	数量	备注（规格、设置场所等）
合成热室	3个	70mmPb
分装热室	1个	70mmPb
分装柜（含通风橱）	4个	（^{18}F分装柜60mmPb、^{99m}Tc分装柜20mmPb、^{131}I分装柜50mmPb、^{177}Lu分装柜15mmPb）
注射防护台	3个	（PET注射台40mmPb、SPECT注射台10mmPb、二楼核素治疗区注射台15mmPb）
移动注射台	1个	10mmPb
铅废物桶	29个	一层热室1个（20mmPb）、实验室1个（20mmPb）；二层PET检查区5间PET注射后侯检室各1个（20mmPb）、分装室1个（20mmPb）；二层核素治疗区7间病房各1个（5mmPb），分装室1个（5mmPb），注射

		室 1 个（5mmPb）；三层 2 间 SPECT/CT 注射后候检室各 1 个（5mmPb），分装室 1 个（5mmPb）；三层 ^{131}I 治疗区 6 间核素病房各 1 个（20mmPb），分装室 1 个（20mmPb），服药室 1 个（20mmPb），甲亢留观室 1 个（20mmPb）
固体废物储存箱	15 个	一楼回旋加速器制药区固废间 3 个（20mmPb）；二楼 PET 检查区固废间 3 个（20mmPb）；二楼核素治疗区固废暂存间 3 个（10mmPb）；三楼 SPECT 检查区固废间 3 个（5mmPb），三楼 ^{131}I 治疗区楼固废暂存间 3 个（20mmPb）
个人剂量报警仪	10 台	一层回旋加速器制药区配置 2 个，二层 PET 检查区配置 2 个，二层核素治疗区配置 2 个，三层 SPECT/CT 检查区配置 2 个，三层 ^{131}I 治疗区配置 2 个
固定式区域辐射监测仪	1 套	核医学科一层回旋加速器制药区域
X-γ辐射防护检测仪	1 台	自主巡测
周围剂量当量检测仪	2 台	剂量检测室（患者出院检测）
表面污染辐射监测仪	3 台	一层、二层、三层各设置一个
活度计	5 台	一层分装合成热室配置 1 个，二层分装室配置 2 个（每个区域各配置 1 个），三层分装室配置 2 个（每个区域各配置 1 个）
注射器防护套	4 个	PET 药物注射 20mmPb（2 个） SPECT 药物注射 5mmPb（2 个） 治疗药物注射 5mmPb（2 个）
放射源转运铅罐	3 个	40mmPb（2 个）20mmPb（1 个）
多用途钨合金注射器转运罐	4 个	20mmPb（2 个）5mmPb（2 个）
注：拟按开展项目依次配备齐全。		

表 10-21 拟配备个人防护用品一览表

使用人群或类别	拟配备情况			标准要求	使用场所
	防护用品	铅当量（mmPb）	数量		
核医学影像检查受检者	铅围脖	0.50	成人：4 儿童：4	给患者配备 CT 检查所需防护用品：（铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子） 给陪检者铅橡胶防护衣 GBZ130-2020	PET/CT 检查室、SPECT/CT 检查室
	铅围裙	0.50	成人：4 儿童：4		
	铅帽子	0.50	成人：4 儿童：4		
陪检者	铅防护衣	0.50	4		
工作人员	放射性污染防护服	——	若干	对于核医学使用正电子药物场所、核医学 ^{131}I 场所、核医学 SPECT/CT 场所配备放射性污	各区域核素分装操作室

				染防护服（GBZ120-2020）	
	铅橡胶衣	0.50	5	对于使用核医学 SPECT/CT 场所，配备铅橡胶衣、铅橡胶围裙、铅橡胶围脖；选配：铅橡胶帽子、铅玻璃眼镜（GBZ120-2020）	核医学科
	铅橡胶围裙	0.50	5		
	铅橡胶围脖	0.50	5		
	铅橡胶帽子	0.50	5		
	铅玻璃眼镜	0.50	5		

10.3.6.3 内照射防护措施

内照射防护的基本原则是：积极采取各种有效措施，切断放射性物质进入体内的各种途 径，尽可能的减少或避免放射性核素进入体内的一切机会，以使进入体内的放射性物质不超 过国家规定的放射性核素年摄入量限制，减少或防止体内受到内照射危害。为此医院制定以 下防护的基本措施如下：

①围封隔离：对于工作场所，采取两区划分管理，严密而有效的围封隔离控制区，以限 制可能被污染的体积和表面，防止放射性物质向周围环境扩散，防止由于人员或物体的移动 而将污染带到相邻房间等措施。内照射以吸入途径可能性最大，故本项目工作场所拟设置通 风系统，以降低空气中的放射性浓度。核医学科工作人员进行放射性药物分装等操作过程均 在屏蔽且密封负压的分装手套箱内进行，基本不会有放射性物质的散布。辐射工作人员均不 直接接触核素，放射性药物都处于良好的屏蔽状态。核医学科工作人员操作放射性药物需在 带独立通风系统的手套箱中进行操作。

②保洁去污：操作者必须遵守安全操作规定，防止或减少污染的发生，保持工作场所内 的清洁卫生，对受到污染的表面应及时去污。

③个人卫生防护：操作开放型放射性核素的人员，应根据工作性质正确穿戴相应的防护衣具 如工作服、工作帽、靴鞋、手套和口罩，必要时可穿戴隔绝式或活性炭过滤面具或特殊防护 口罩。限制暴露于污染环境中的时间。遵守个人卫生规定，不得在开放型放射工作场所或污 染区进食或吸烟等。

10.3.6.4 核素治疗患者出院辐射安全管理

本项目核素治疗主要为甲亢门诊治疗、骨转移癌门诊治疗、甲癌住院治疗和 ^{177}Lu 住院治疗。由于本项目甲亢门诊治疗、骨转移癌门诊治疗时，每位患者单次最大服药或注射量较小，均满足小于《核医学 辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中的患者出院体内放射性活度的相关要求，因此上述 患者药物治疗后体内放射性活度满足出院要求。

甲癌住院治疗和 ^{177}Lu 住院治疗服药量较大，甲癌患者出院前将被告知出院后的注

意事 项，出院当天需在出口辐射监测区进行辐射检测，满足体内放射性活度低于400MBq 要求时（通过辐射剂量率监测患者体表 1m 处的辐射剂量率低于 25μSv/h 时即可满足体内放射性活度 低于 400MBq），方可离开甲癌病房出院。根据 177Lu 药物说明书，一般整个治疗流程需要时 间约为 5 小时。根据有关文献（麻广宇，巴建涛，彭程，等. 177Lu-DOTATATE 治疗神经内分 泌 瘤 患 者 对 环 境 辐 射 安 全 的 研 究 进 展 [J]. 同 位 素，2022，35(2) ：128-134. DOI ：10.7538/tws.2021.youxian.047.）资料显示，患者接受 200mCi 的 177Lu 药物注射后即刻检测， 距离其 1m 处的剂量率为 20μSv/h ，5.2 小时（ ^{177}Lu 门诊治疗出院时间） 1m 处的剂量率为 13μSv/h。目前我国现有法规标准还没有对 ^{177}Lu 治疗患者的出院要求做出相关规定，因此本 项目建议 ^{177}Lu 标记物肿瘤靶向治疗患者在留观结束后，其体表 1m 处的辐射剂量率低于 13μSv/h 时，可出院离开。

10.3.6.5 密封源的防护措施

本项目在核医学科储源室内设置保险柜用于存放 PET 设备校准源以及敷贴器，放射性药物制备区储源室内设置保险柜用于存放锗镓发生器，各保险柜表面张贴电离辐射警告标志。医院对校准源、敷贴放射源统一管理，在储源场所内设置视频监控系统，配备灭火器材，实行双人双锁，以确保密封源的存放安全。放射源的存放场所不得堆放易燃、易爆、腐蚀性等物品。 制定密封源台账、定期清点制度，建立领取、使用、归还制度，建立安全状态检查、剂量测量制度。

10.3.6.7 核医学用房管线穿墙

本项目核医学机房管线穿墙情况如下：

（1）回旋加速器机房：设非直通布线穿墙电缆沟，预埋钢管套。

（2）PET-CT、PET-MR、SPECT-CT 机房：设非直通布线穿墙电缆沟。

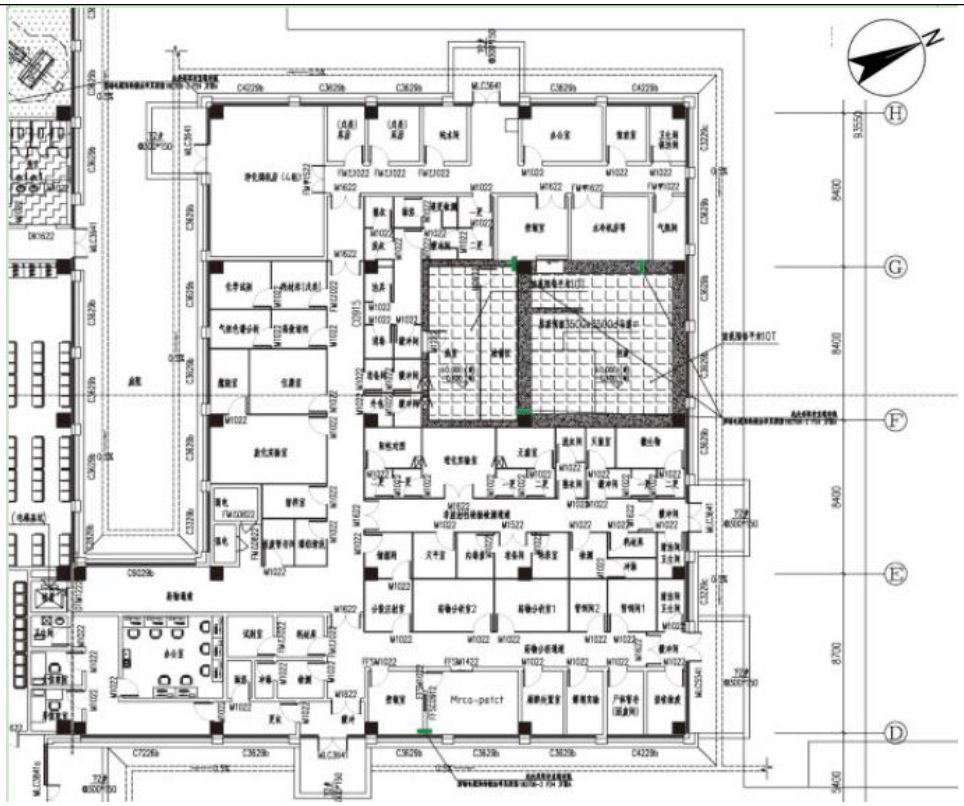


图 10-25 核医学科一楼线缆孔穿墙示意图

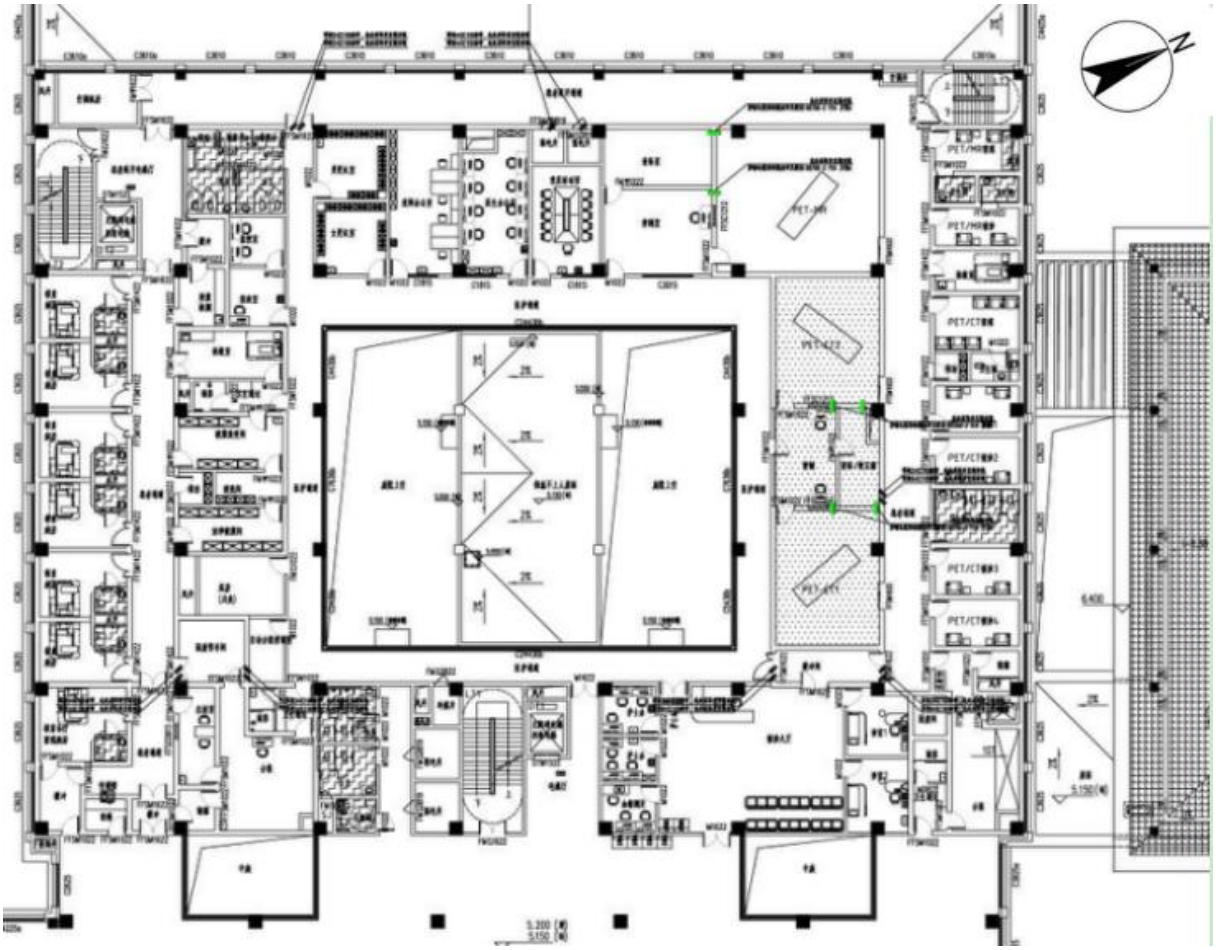


图 10-26 核医学科二楼线缆孔穿墙示意图

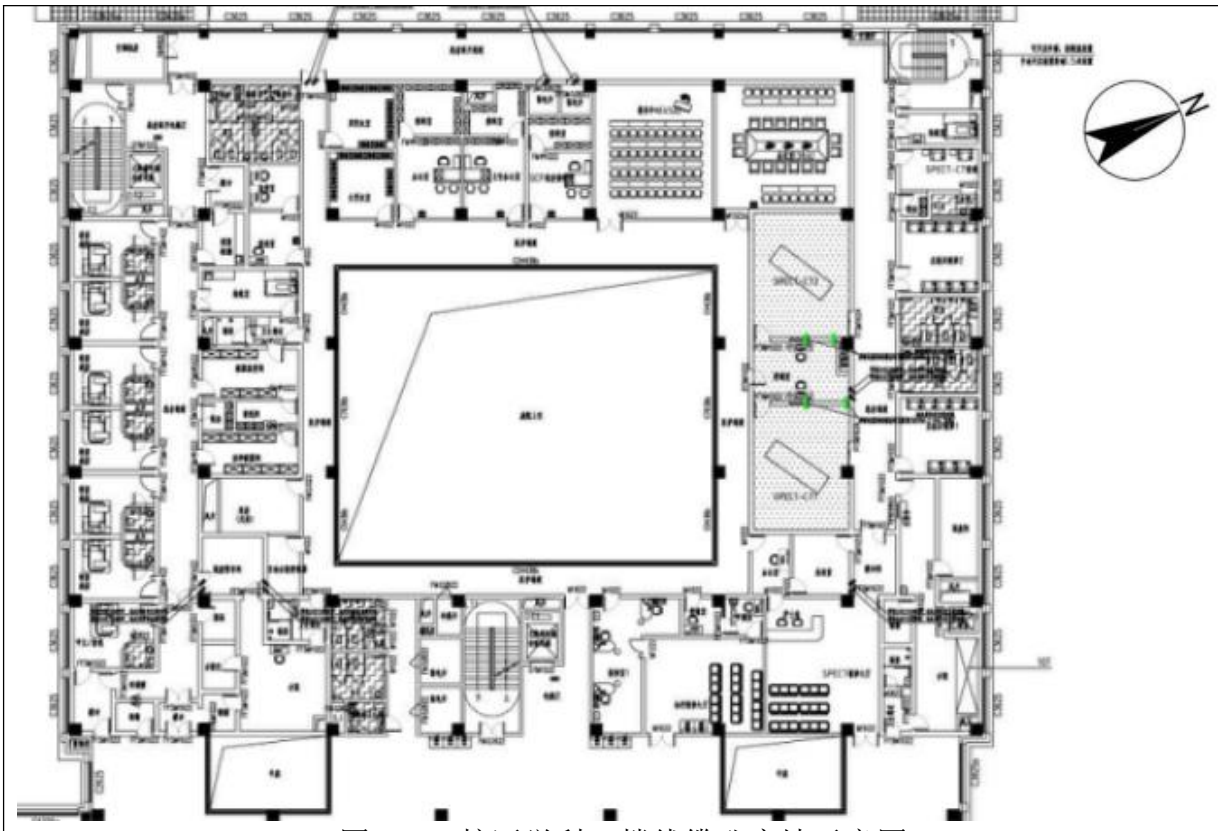


图 10-27 核医学科三楼线缆孔穿墙示意图

10.3.6.9 其他措施

（1）患者出入口设置门禁系统，入口防护门只进不出，出口防护门只出不进，实现病人 单向流动。工作人员通道设置门禁系统，防止无关人员入内。

（2）在患者及工作人员出入口、各功能用房设置电离辐射警告标志。SPECT/CT、PET/CT 和 PET/MR 机房门口均设置电离辐射警告标志及工作状态指示灯，机房设置观察窗及对讲装 置。

（3）在核医学科工作场所控制区、监督区地面设置明确的受检者（患者）路径导向标识 或导向提示，在各功能房张贴标识房间用途的门牌。

（4）在各辐射工作场所等工作人员缓冲区出口设置表面污染及 X-γ辐射剂量率监测设备， 辐射工作人员及物品从控制区出口离开时，使用科室配备的γ辐射监测设备及表面沾污等辐射 监测设备，对人体体表、衣物等进行监测，监测无异常后才能离开核医学辐射工作场所。

（5）核医学工作场所拟配备洗消处理设备（包括洗消液），分装给药室和卫生通过间内 的淋浴间、盥洗水盆、清洗池等选用脚踏式或自动感应式的开关，头、眼和面部采用向上冲 淋的流动水。

（6）本项目洗消设备旁设置香皂、中性肥皂等一般清洗用品，同时也配备生理盐水、专 用去污剂，配备软毛刷、毛巾、浴巾、纸巾、隔离布、隔离衣、隔离帽、手套、污染人员更 换衣物、伤口处理工具等去污用品供工作人员去污使用。

发现人员被污染时，应尽可能现场就近处理，如在洗手池去污，再进行淋浴。尽快脱去 污染的衣物和鞋，并转入污染物品袋；要尽早开始流动水冲洗去污。去污过程中，污染衣物 的脱放、去污剂的选取、污染人员的管理等要避免放射性核素进入体内和避免放射性核素播 散到他人处。去污产生的一般放射性废物置于废物桶内，污染的衣物等用品装入污染物品袋 内，在废物间内暂存，所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天， 其余放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍，含 ^{131}I 废物暂存时间超过 180 天， 污染衣物等经足够时间衰变处理后，经检测无异常后，可清洗后重复使用。

（7）拟在核医科控制区内设置视频监控和语音通话系统，对控制内的注射药物后受检者 进行管控，避免注射药物后的受检者进入非放射性工作区或者随意走动。

（8）医院对 ^{131}I 核素药物分装均采用自动分装，工作人员进行远程电脑操作。

（9）核医学科 SPECT 注射后候诊室、PET 注射后候诊室的座位与座位之间拟设置铅屏 风，核素病房的床位旁拟设铅屏风，以减少对其他患者和医护人员的照射。

（10）对核素治疗患者出院进行辐射安全管理，患者出院前将被告知出院后的注意事项， 出院当天需在出院监测区域进行辐射检测，患者体内放射性活度满足出院要求后方可离院。

（11）甲癌治疗患者使用过的被服出院前自行放置在被服暂存间存放衰变至少一个半衰 期后，待所有甲癌患者离院后，核医学科工作人员对被服表面进行表面污染和γ辐射剂量率 检测无异常后，再放入洗衣间洗衣机进行清洗。

（12）在 ^{131}I 甲癌病房卫生间洗手池场所存放清洗保洁用品供甲癌患者使用，保洁用品 不能和其他场所（包括核医学其他放射性场所）混用。

（13）甲癌病房内除医护人员之外的人员不应进入病房，医护人员一般通过视频及对讲 装置进行查房等医疗活动。当医护人员必须进入专用病房对患者进行救治时，应穿戴个人防 污染用品。

10.3.7 核医学项目三废处理措施

10.3.7.1 核医学固体废物处理措施

本项目拟配备有关人员负责废物的管理，区分出放射性废物与免管废物，拟设废物储存登记表，记录放射性废物主要特性和处理过程，并存档备案。其他未含放射性的固体废物按院感要求，日产日清。

本项目核医学科产生的放射性固体废物主要有一楼回旋加速器制药区日常维护保养定期更换的废靶部件、剥离膜、靶膜，放射性药物制取时操作放射性药物产生的手套、口罩和清洁去污时用过的抹布、吸水纸等含短半衰期核素的废物；二楼 PET 检查区产生的放射性废物主要是一次性注射器、安瓿瓶、棉签、吸水纸、一次性手套、口罩等固废主要含有 ^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{15}O、^{89}Zr、^{64}Cu、^{124}I、^{68}Ga；二楼核素治疗区产生的放射性废物主要是一次性注射器、安瓿瓶、棉签、吸水纸、一次性手套、口罩等固废主要含有 ^{177}Lu、^{47}Sc、^{67}Cu、^{161}Tb、^{223}Ra、^{225}Ac、^{212}Pb、^{211}At、^{227}Th、^{213}Bi、^{89}Sr、^{188}Re、^{32}P；三楼 SPECT 检查区产生的放射性废物主要是一次性注射器、安瓿瓶、棉签、吸水纸、一次性手套、口罩等固废主要含有 ^{99m}Tc、^{113}In、^{67}Ga、^{123}I；三楼 ^{131}I 治疗区产生的放射性废物主要是纸杯、安瓿瓶、吸水纸、一次性手套、口罩等固废主要含有 ^{131}I。

（1）核医学一楼回旋加速器制药区拟设置固废暂存间，将更换的废靶部件、剥离膜、靶膜暂存在固废暂存间内，定期由有资质的单位统一回收处理。拟在分装合成热室、实验室内放置铅废物桶，用于收集核素操作过程中放射性固体废物。收集满后密封暂存，放射性固体废物储存时间超过 30 天，经监测满足标准要求可清洁解控按医疗废物处理。

（2）核医学二楼 PET 检查区设置有 1 间放射性固废间，在分装室、注射后候检室、留观室及其它必要区域设置铅废物桶，用于收集核素操作过程中固体废物，PET 检查区的放射性废物集中暂存至放射性固废间封存衰变。固废间内拟设置 3 个的固体衰变箱，每个月固定时间对废物桶进行标记、封装、记录，按单双月轮换使用，半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天，大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍，经监测满足标准要求可清洁解控按医疗废物处理。

（3）核医学二楼核素治疗区设置有 1 间放射性固废暂存间，在分装室、注射室、核素病房及其它必要区域设置铅废物桶，用于收集核素操作过程中固体废物，放射性废物集中暂存至放射性固废暂存间封存衰变。固废暂存间内拟设置 3 个的固体衰变

箱，每个月固定时间对废物桶进行标记、封装、记录，按单双月轮换使用，半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天，大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍，经监测满足标准要求可清洁解控按医疗废物处理。

（4）核医学三楼 SPECT 检查区设置有 1 间放射性固废间，在分装室、注射后侯检室、留观室及其它必要区域设置铅废物桶，用于收集核素操作过程中固体废物，PET 检查区的放射性废物集中暂存至放射性固废间封存衰变。固废间内拟设置 3 个的固体衰变箱，每个月固定时间对废物桶进行标记、封装、记录，按单双月轮换使用，半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天，大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍，经监测满足标准要求可清洁解控按医疗废物处理。

（5）核医学三楼 ^{131}I 治疗区设置有 1 间放射性固废暂存间，在分装室、服药室、核素病房、甲亢留观室等可能产生废物的位置设置铅废物桶，用于收集核素操作过程中固体废物，放射性废物集中暂存至放射性固废间封存衰变。放射性废物暂存间内拟设置 3 个的固体衰变箱，每个月固定时间对废物桶进行标记、封装、记录，按单双月轮换使用，放射性固体废物储存时间超过 180 天，经监测满足标准要求可清洁解控按医疗废物处理。

（6）核医学二楼、三楼核素治疗病房区均设置有 1 间放射性被褥间，被褥间用于放置住院患者使用过的衣物及床上用品等；根据《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020），正常换洗的被服经集中暂存超过 1 个半衰期后可进行清洗。如果出现被污染（如呕吐物）的衣物及床上用品，当做放射性固体废物处理存放，存放置铅废物桶其进行封存。对废物桶进行标记、封装、记录，放射性固体废物储存时间超过 180 天，经监测满足标准要求可清洁解控按医疗废物处理。

（7）核医学科废气排放口更换下的废活性炭（一般半年更换 1 次）。也属于放射性固体废物，更换下的活性炭将存放于铅废物桶中，标注活性炭存放日期、存放量等，满足清洁解控水平后作为医疗废物处理。

（8）废放射源：^{68}Ge 校准源使用一定时限不再使用后，产生报废密封放射源，交由放射源生产单位回收处置。钼锝发生器与锗镓发生器活度不能满足淋洗需要时报废，废旧发生器由厂家回收。

本项目放射性废物按核素种类、污染水平及产生时间进行分类收集，收集一定量

后包装并编好日期后置于相应铅固废衰变桶内。放射性废物每袋重量不超过 20kg，且固体放射性废物收集桶外表面 30cm 处的周围剂量当量率小于 2.5μSv/h，待塑料袋装满放射性废物后应密封并及时转送至固废间贮存。收集的固体废物在专用贮存铅废物桶内存放衰变，待其所含放射性核素活度衰变至低于相应核素 GB 18871-2002 清洁解控水平推荐限值及 HJ 1188-2021 第 7.2.3.1 款要求时，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理。

根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）针对放射性固废的收集、贮存和处理提出如下管理措施要求：

1）放射性固体废物收集

①放射性铅废物桶应避开工作人员和经常走动的区域；

②放射性铅废物桶内应放置于专用塑料袋直接收纳废物，装满后的废物袋应密封，不破漏，并及时转运至放射性固废间置于固体衰变箱内进行封存处置；

③对破碎玻璃器皿等含尖刺及棱角的放射性废物，应先装入锐器盒，然后在装入专用塑料袋内；

④放射性废物包装体外的表面剂量不超过 0.1mSv/h，重量不超过 20kg；表面污染控制水平β应小于 0.4Bq/c ㎡。

2）放射性固废临时贮存和最终处理

①建立放射性废物收集、暂存、转运、回收台账，确保放射性固废不乱丢、不乱弃；

②收集固体衰变箱在密封衰变过程中需在外表面醒目处需张贴电离辐射警告标志，并注明固废的核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员、出库时间和监测结果等信息；

③建立放射性固废来源、去向及监测结果台账记录，以便备查；

④根据《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021），固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，β表面污染小于 0.8Bq/c ㎡的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：

a)所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天；

b)所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的

10 倍；

c)含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。

⑤标记、合成、淋洗放射性药物器皿等器材放置在放射固体储存箱中 10 个半衰期以上，再循环利用。

⑥不能解控的放射性固体废物应该按照放射性废物处理的相关规定予以收集、整备，并送交有资质的单位处理，放射性废物包装体外的表面剂量率应不超过 0.1mSv/h，表面污染水平对β和γ发射体应小于 4Bq/c ㎡。

10.3.7.2 核医学气态放射性废物处理措施

遵循自非放射区向监督区再向控制区的流向设计，核医学工作场所通风设计秉持着气流向自清洁区向监督区再向控制区的方向设计，保持含放射性核素场所负压以防止放射性气体交叉污染。核医学科场所设计了多套排风系统，每套排风系统设有独立风机、管线设有止回阀，不存在回流现象，可保持工作场所的负压和各区之间的压差，以防止放射性气体及气溶胶对工作场所造成交叉污染，保证场所内的通风良好。放射性废气和常规气体排风分开管理，核医学内控制室、设备间、诊室、工作人员办公室、值班室等非核素诊疗场所的排风管线不接入放射性废 气处理系统。风机采用两路供电，保证通风机供电不间断。核医学科废气在排放前经过活性炭吸附过滤装置处理后排放，同时手套箱、分装柜等设备也设置活性炭吸附过滤净化装置。

本项目核医学一楼回旋加速器机房使用独立的 1 套排风管道，回旋加速器机房内离地 30cm 设置 1 个排风口与吊顶新风口成对角设置，回旋加速器室排风管排至屋顶；分装合成热室设置 1 套排风系统；分装合成柜设置 1 套专门的排风管道，分装合成柜风速拟设置不低于 0.5m/s；上述高活区排风管道尽量远离了周围高层建筑，排风口设置活性炭吸附过滤，排风口高度设置于屋顶，高于本建筑屋脊。上述排风系统管道应均保持负压状态，即高活区气压低于低活区气压，气流流向由低活区向高活区流动。

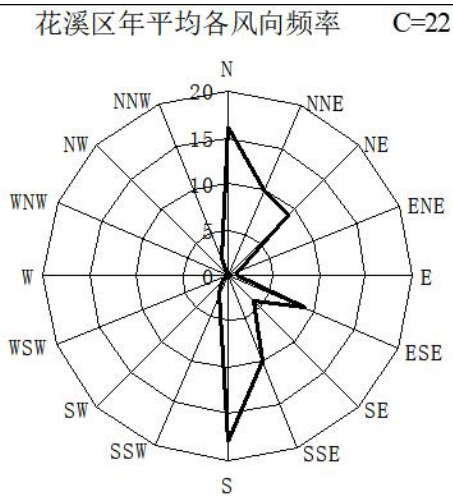
本项目核医学二楼 PET 检查区设计有 3 套排风管道：其中分装室、储源室、固废间使用独立的 1 套排风管道；PET/CT 检查室、PET/MR 检查室、注射后候诊室、留观室、抢救室、患者卫生间等区域使用独立的 1 套排风管道；分装柜手套箱拟设置 1 套专门的排风管道，分装柜风速拟设置不低于 0.5m/s；上述高活区排风管道尽量远离了周围高层建筑，排风口设置活性炭吸附过滤，排风口高度设置于屋顶，高于本建筑屋脊。同时设计有新风系统，新风通过风机将新风送至各用房；上述排风系统管道应均

保持负压状态，即高活区气压低于低活区气压，气流流向由低活区向高活区流动。

本项目核医学二楼核素治疗区域设计有 3 套排风管道：其中分装室、注射室、储源室使用独立的 1 套排风管道；核素病房、核素治疗留观病房、固废间、被服间、抢救室等区域使用独立的 1 套排风管道；分装柜手套箱拟设置 1 套专门的排风管道，分装柜风速拟设置不低于 0.5m/s；上述高活区排风管道尽量远离了周围高层建筑，排风口设置活性炭吸附过滤，排风口高度设置于屋顶，高于本建筑屋脊。同时设计有新风系统，新风通过风机将新风送至各用房；上述排风系统管道应均保持负压状态，即高活区气压低于低活区气压，气流流向由低活区向高活区流动。

本项目核医学三楼 SPECT 检查区设计有 3 套排风管道：其中分装室、储源室、固废间使用独立的 1 套排风管道；SPECT/CT 检查室、注射后候诊室、留观室、抢救室、患者卫生间等区域使用独立的 1 套排风管道；分装柜手套箱拟设置 1 套专门的排风管道，分装柜风速拟设置不低于 0.5m/s；上述高活区排风管道尽量远离了周围高层建筑，排风口设置活性炭吸附过滤，排风口高度设置于屋顶，高于本建筑屋脊。同时设计有新风系统，新风通过风机将新风送至各用房；上述排风系统管道应均保持负压状态，即高活区气压低于低活区气压，气流流向由低活区向高活区流动。

本项目核医学三楼 ^{131}I 核素治疗区域设计有 3 套排风管道：其中分装室、注射室、储源室使用独立的 1 套排风管道；核素病房、甲亢留观室、固废暂存、被服间、抢救室等区域使用独立的 1 套排风管道；分装柜手套箱拟设置 1 套专门的排风管道，分装柜风速拟设置不低于 0.5m/s；上述高活区排风管道尽量远离了周围高层建筑，排风口设置活性炭吸附过滤，排风口高度设置于屋顶，高于本建筑屋脊。同时设计有新风系统，新风通过风机将新风送至各用房；上述排风系统管道应均保持负压状态，即高活区气压低于低活区气压，气流流向由低活区向高活区流动。



花溪区常年风向图

根据设计，本项目核医学科排风口高约 20m，距离西南侧住院楼（高约 45m）最近距离约 123m，距离较远，本项目废气排放对住院楼的影响较小，且本项目位于花溪区，花溪区常年主导风向为南风和北风，住院楼位于本项目的侧风向，近一步降低了废气产生的影响，因此本项目排风口设置合理、可行。

综上所述，本项目核医学科工作场所排风设计符合《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）及《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）中的相关要求。

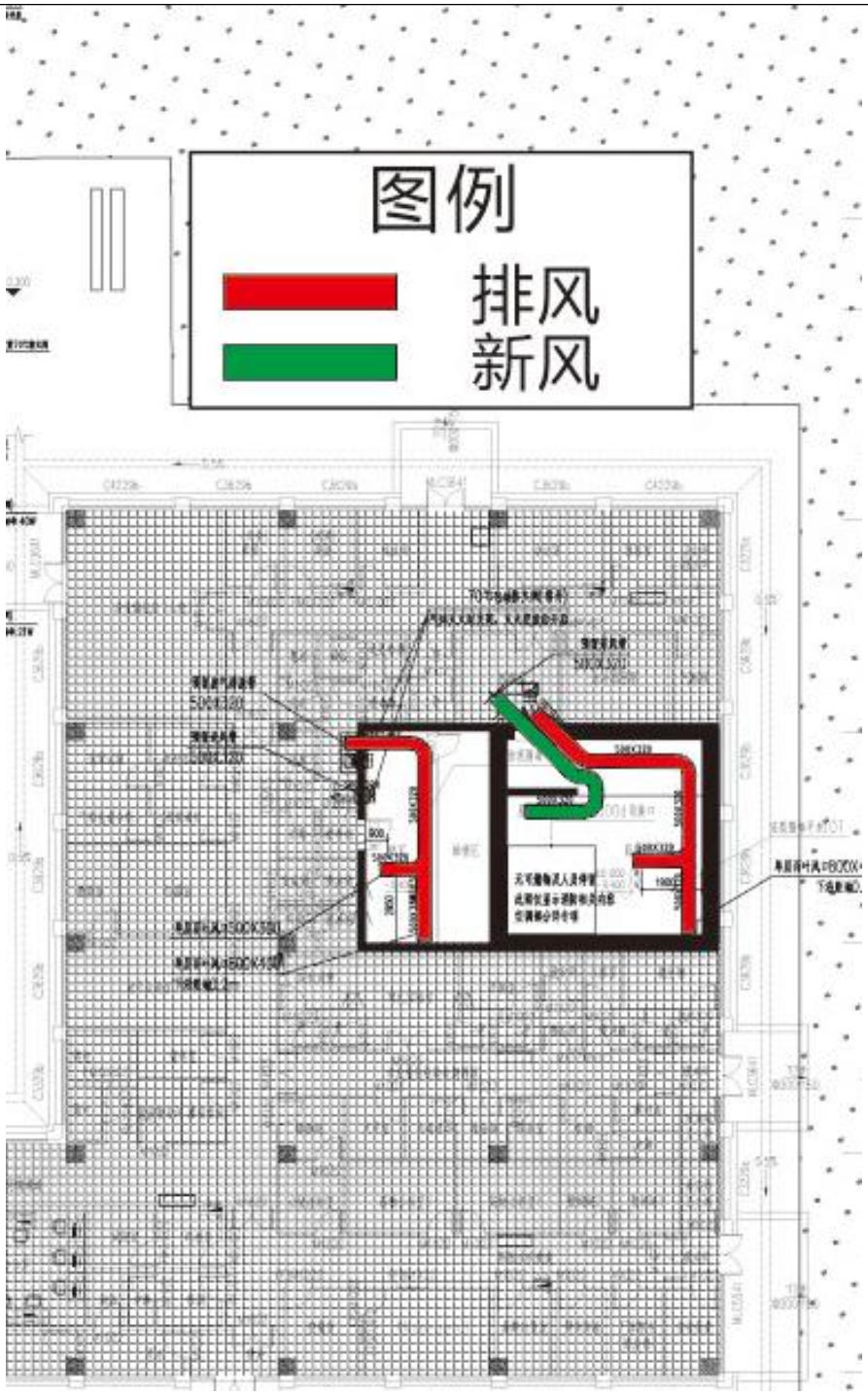


图 10-28 核医学科一层通风系统

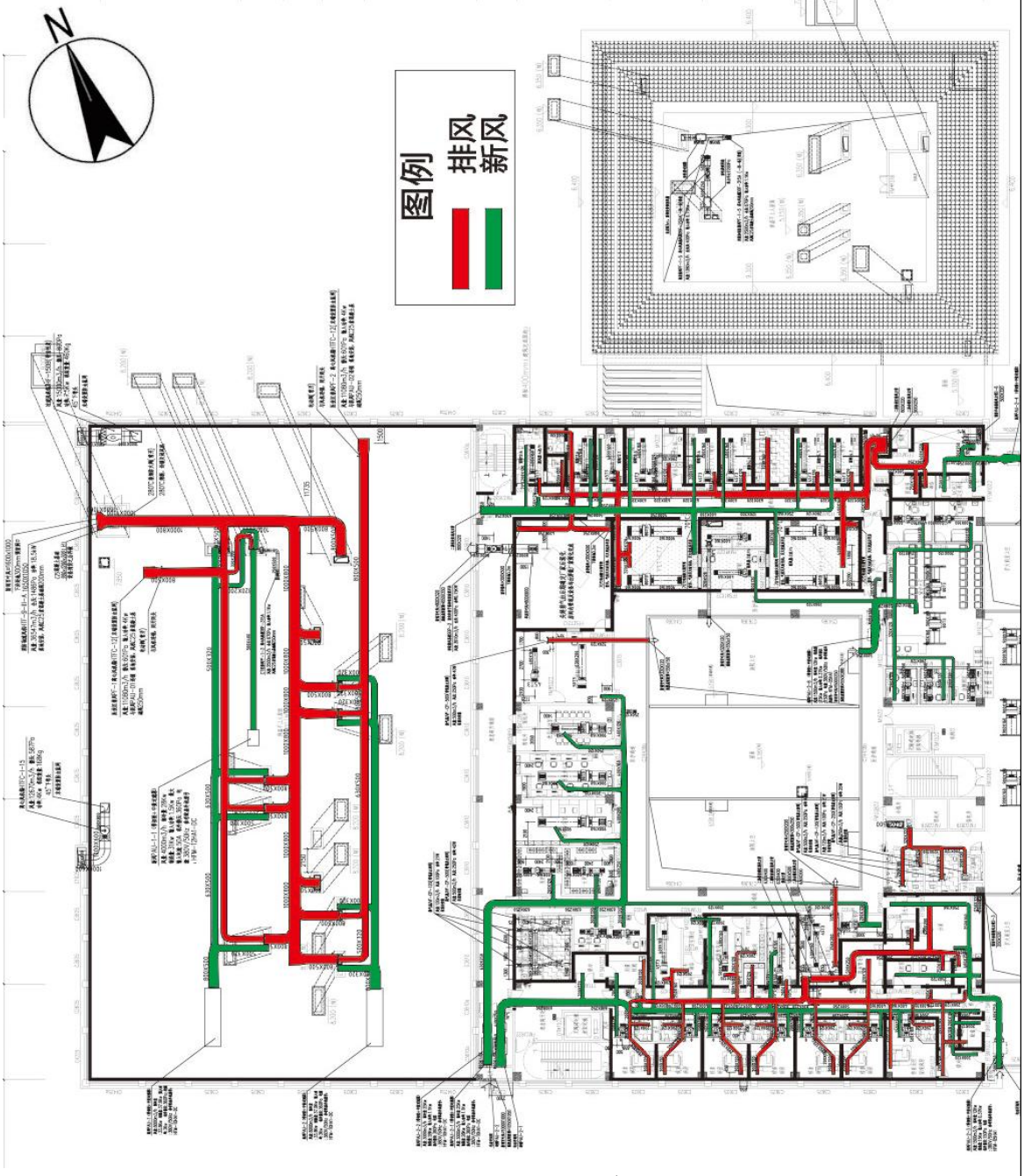


图 10-29　二层通风系统

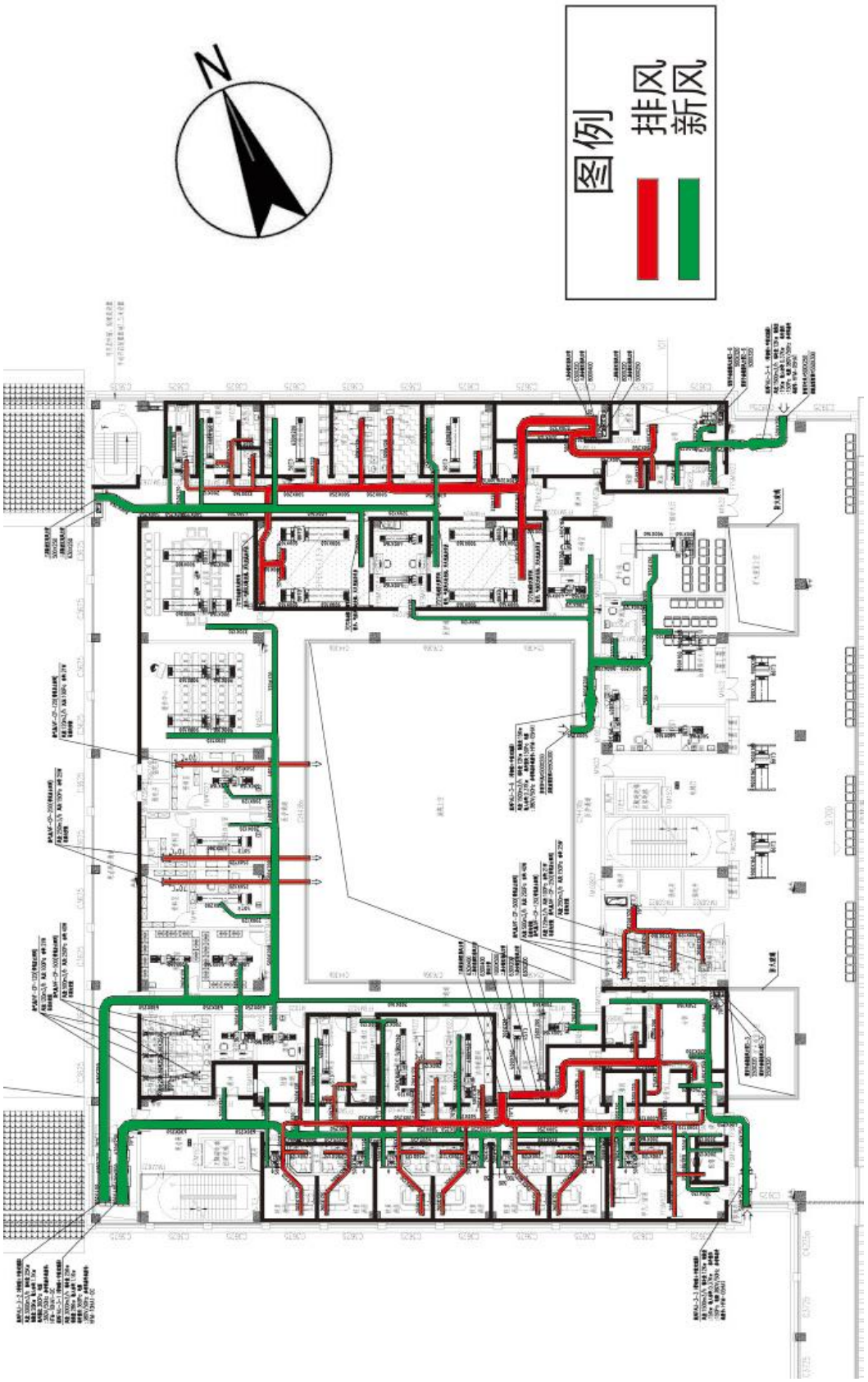


图 10-30　三层通风系统

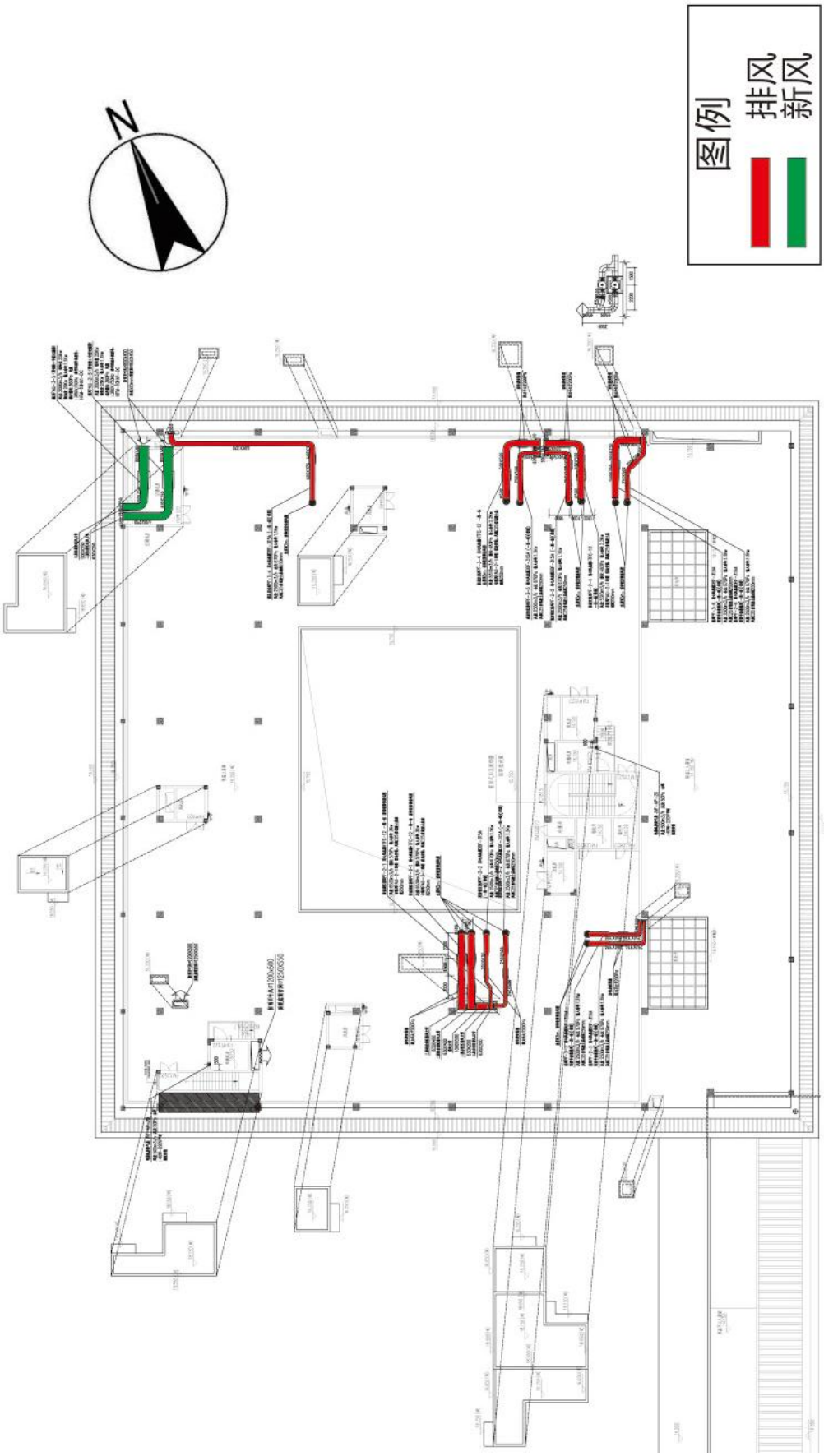


图 10-31　屋顶通风系统

10.3.7.3 核医学液态放射性废物处理措施

根据《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）和《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021），应设置放射性污水池以存放放射性废水直至符合排放要求时方可排放。

本项目的放射性废水的主要来源是工作人员操作过程手部受到微量污染或清扫工作台面、地坪的清洁工具清洗时可能会有带有微量放射性的废液以及患者冲洗排便用水。

本项目核医学工作场所控制区和缓冲区去污的淋浴间、盥洗水盆、清洗池等均拟采用脚踏式或自动感应式的开关，以减少场所内的设备放射性污染。头、眼和面部采用向上冲淋的流动水。同时医院拟采取合理的限水措施，核医学科控制区内所有马桶均为节水马桶，在满足患者基本生活需求和医疗需求的情况下限制用水量，避免无节制用水，并加强对医务人员和患者的宣传教育，从源头减少放射性废液产生。本项目核医学项目共设计了放射性废液衰变池，放射性废水通过废水管道排放至衰变池进行衰变， 排放前，采取少量废水进行放射监测，监测结果满足排放标准后排放至医院污水处理站，最 终排放至市政管网。

为了收集产生的放射性废水，医院拟根据核素半衰期不同，在分子肿瘤诊疗中心西面地下设置 4 组衰变池，每组衰变池前均设置有收集过滤污泥池，可分为

（1）1 号衰变池，容积为 120m³/个×4 个=480 m³，主要收集二楼核素治疗区住院病人产生的放射性废液含有 ^{177}Lu、^{47}Sc、^{67}Cu、^{161}Tb，^{223}Ra、^{225}Ac、^{212}Pb、^{211}At、^{227}Th、^{213}Bi、^{89}Sr、^{188}Re、^{32}P 核素门诊，核素治疗病人会留院观察，该衰变池主要收集核素治疗区产生的放射性废水；

（2）2 号衰变池，容积为 120m³/个×4 个=480 m³，主要收集三楼 ^{131}I 核素治疗区产生的放射性废水；

（3）3 号衰变池，容积为 40m³/个×3 个=120 m³，主要收集二楼 PET 检查区与三楼 SPECT 检查区产生的放射性废水，主要含有放射性废液 ^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{15}O、^{89}Zr、^{64}Cu、^{124}I、^{68}Ga、^{99m}Tc、^{113}In、^{67}Ga、^{123}I；

（4）4 号衰变池，容积为 40m³/个×3 个=120 m³，主要收集一楼回旋加速器制药区产生的放射性废水，主要含有放射性废液 ^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{15}O、^{89}Zr、^{64}Cu、^{124}I。

衰变池体为混凝土池体，内表面进行专业的耐酸碱腐蚀和防渗处理，确保池体坚固、 耐酸碱腐蚀、无渗透性、内壁光滑。衰变池池体外壁厚为 30cm 的混凝土，底板为 30cm 混凝土，盖板做为 20mmPb 铅盖板，裸露的废水管道包裹 20mmPb 铅皮，同时通过控制系统、液位计（具有液位报警功能）监视衰变池水位情况，衰变池表面还设置有检修口，便于检修管道与控制系统等部件，确保衰变池系统安全运行。

衰变池的排放方式均拟设置为并联槽式排放：废水重力自流至收集过滤污泥池，当过滤后的放射性污水达到一定的水位时液位传感器将信息反馈到控制器上，放射性废水通过泵进入衰变池第 1 格小池，当第 1 格小池废水到达控制液位时关闭第 1 格进水阀门并打开第 2 格进水阀门，放射性废水流入第 2 格小池，当第 2 格小池到达控制液位时关闭第二格进水阀门并打开第 3 格进水阀门，放射性废水流入第 3 格小池，当第 3 格小池到达控制液位时关闭第 3 格进水阀门并打开第 4 格进水阀门，放射性废水流入第 4 格小池，以此类推，如此循环。当最后 1 格小池即将排满时（通过设置控制液位），通过水泵抽取第 1 格衰变池的放射性废水进行检测，达到排放标准后，将该小格的放射性废水一次性排至医院污水处理站进一步处理后排至市政管网。

（1）1 号衰变池放射性废水储存能力分析：

1 号衰变池为 4 级衰变池，总容积为 120m³×4=480m³。

本项目二楼有 7 间核素病房废水排放量为：每批次 7 例患者，假设每位患者住院期间产生放射性废水量约为 240L/天，则每天的废水排放量为 1.68m³；每周有 6 天排放，则每周排放量为 1.68m³×6=10.08m³。

清洁与应急用水排放量为：100L/天，即 0.1m³，每周排放量为 0.1×6=0.6m³。

则每周排往 1 号衰变池的总排水量为 10.08m³+0.6m³=10.68m³/周。注满单个衰变池需要的时间约为 78.65d（120m³÷10.68m³/周×7d/周=78.65d），第一个衰变池注满后，废水可贮存时间约为 235.9d（即为将第二、三、四个衰变池注满的时间），满足《核医学辐射辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中“所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期”的时间要求。

（2）2 号衰变池放射性废水储存能力分析：

2 号衰变池为 4 级衰变池，总容积为 120m³×4=480m³。

本项目三楼有 6 间核素病房废水排放量为：每批次 6 例患者，假设每位患者住院

期间产生放射性废水量约为 240L/天，则每天的废水排放量为 1.44m³；每周有 6 天排放，则每周排放量为 1.44m³×6=8.64m³。

本项目甲亢病人按每周治疗两批次，每批次 15 人。按每人产生废水量为 12L。则每周的甲亢病人产生的废水量为 12L/人次×15 人×2 批次=0.36m³。

清洁与应急用水排放量为：100L/天，即 0.1m³，每周排放量为 0.1×6=0.6m³。

则每周排往 2 号衰变池的总排水量为 8.64m³+0.36m³+0.6m³=9.6m³/周。注满单个衰变池需要的时间约为 87.5d（120m³÷9.6m³/周×7d/周=87.5d），第一个衰变池注满后，废水可贮存时间约为 262.5d（即为将第二、三、四个衰变池注满的时间），满足《核医学辐射辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中“所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期（含 ^{131}I 核素的暂存超过 180 天）”的时间要求；也满足生态环境部辐射源安全监管司关于核医学标准相关条款咨询的复函“含碘-131 放射性废水的排放方式第二条：暂存 180 天后，衰变池废水可以直接排放”的时间要求。

（3）3 号衰变池放射性废水储存能力分析：

3 号衰变池为 3 级衰变池，总容积为 40m³×3=120m³。

SPECT/CT 检查项目放射性废水排放量：每天检查患者 60 人次，每人产生废水量 12L，则每天 SPECT/CT 检查项目病人放射性废水排放量为 12L/人次×60 人=0.72m³。每周有 5 天排放，则每周排放量为 0.72m³×5=3.6m³。

SPECT/CT 项目污洗与应急冲淋废水排放量为 100L/天，则每天患者检查项目放射性废水排放量为 100L=0.1m³。每周有 5 天排放，则每周排放量为 0.1m³×5=0.5m³。

PET/CT 检查项目放射性废水排放量：每天检查患者 60 人次，每人产生废水量 12L，则每天 PET/CT 检查项目病人放射性废水排放量为 12L/人次×60 人=0.72m³。每周有 6 天排放，则每周排放量为 0.72m³×5=3.6m³。

PET/CT 项目污洗与应急冲淋废水排放量为 100L/天，则每天患者检查项目放射性废水排放量为 100L=0.1m³。每周有 5 天排放，则每周排放量为 0.1m³×5=0.5m³。

则每周排往 3 号衰变池的总排水量为 3.6m³+0.5m³+3.6m³+0.5m³=8.2m³。注满单个衰变池需要的时间约为 34d（40m³÷8.2m³/周×7d/周=34d），第一个衰变池注满后，废

水可贮存时间约为68d（即为将第二、三个衰变池注满的时间），满足《核医学辐射辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中“所含核素半衰期小于24小时的放射性废液暂存时间超过30天后可以直接解控排放”的时间要求。同时也满足^{123}I（半衰期13.2d）暂存时间超过30天后可以直接解控排放”的时间要求。

（4）4号衰变池放射性废水储存能力分析：

4号衰变池为3级衰变池，总容积为40m³×3=120m³。

回旋加速器制药区放射性废液收集途径包括：淋浴、洁具间、热室控制室洗手盆，辐射检测区紧急喷淋去污装置、消毒间、洗衣间以及回旋加速器机房。回旋加速器正常运行状态下，无放射性废水产生。仅事故状态下产生含放射性的冷却水，冷却水产生量少则关闭回旋加速器机房至少24小时，衰变处理。若产生冷却水量较大则经专用管道收集后进入机房东侧回旋加速器放射性药物制备区放射性废液衰变池进行暂存衰变，经检测达标后排入医院污水管网。主要放射性废水为清洁去污废水。

回旋加速器制药区：每天2名核素操作人员，每人次用水5L，保守估算控制区内清洁用水平均100L/日，则每日最大废水产生量为100L。每周有5天排放，则每周排放量为0.1m³×5=0.5m³。

则每周排往4号衰变池的总排水量为0.5m³。注满单个衰变池需要的时间约为560d（40m³÷0.5m³/周×7d/周=560d），第一个衰变池注满后，废水可贮存时间约为1120d（即为将第二、三个衰变池注满的时间），满足《核医学辐射辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）中“所含核素半衰期小于24小时的放射性废液暂存时间超过30天后可以直接解控排放”的时间要求。回旋加速器专用的衰变池容积冗余较大，医院方是考虑到后期医院新增生产核素元素或者是新增用量等预留的容积。

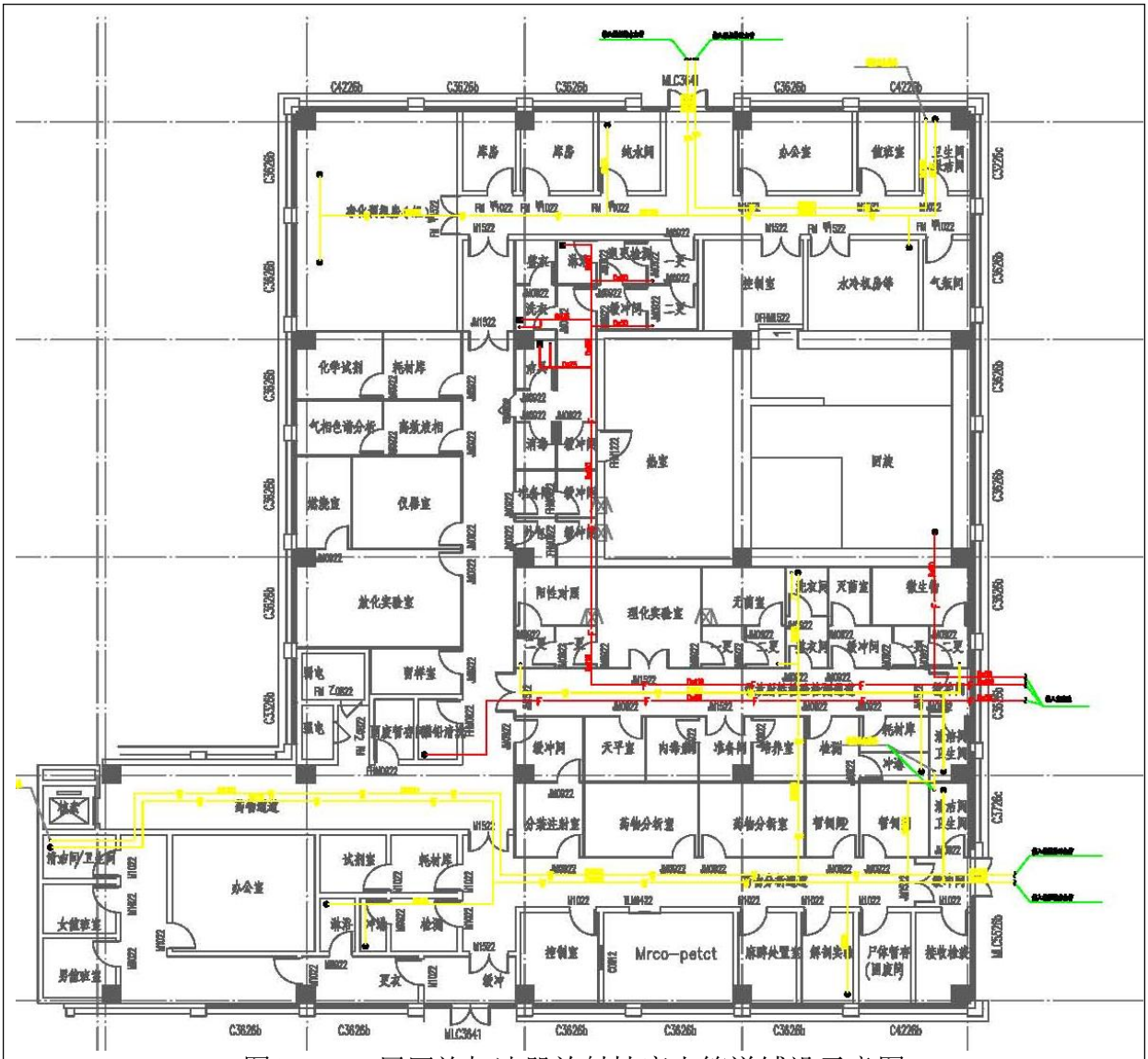


图10-32 一层回旋加速器放射性废水管道铺设示意图

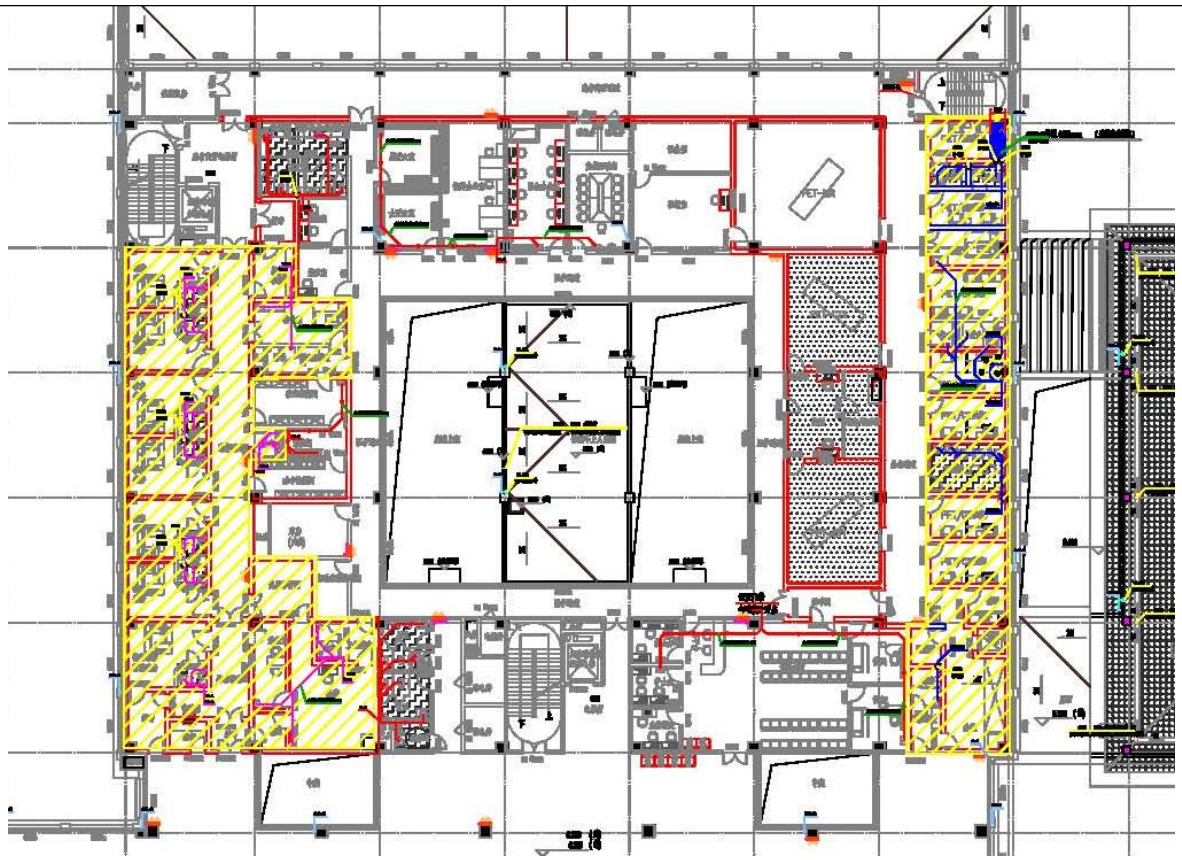


图10-33 二层放射性废水管道铺设示意图

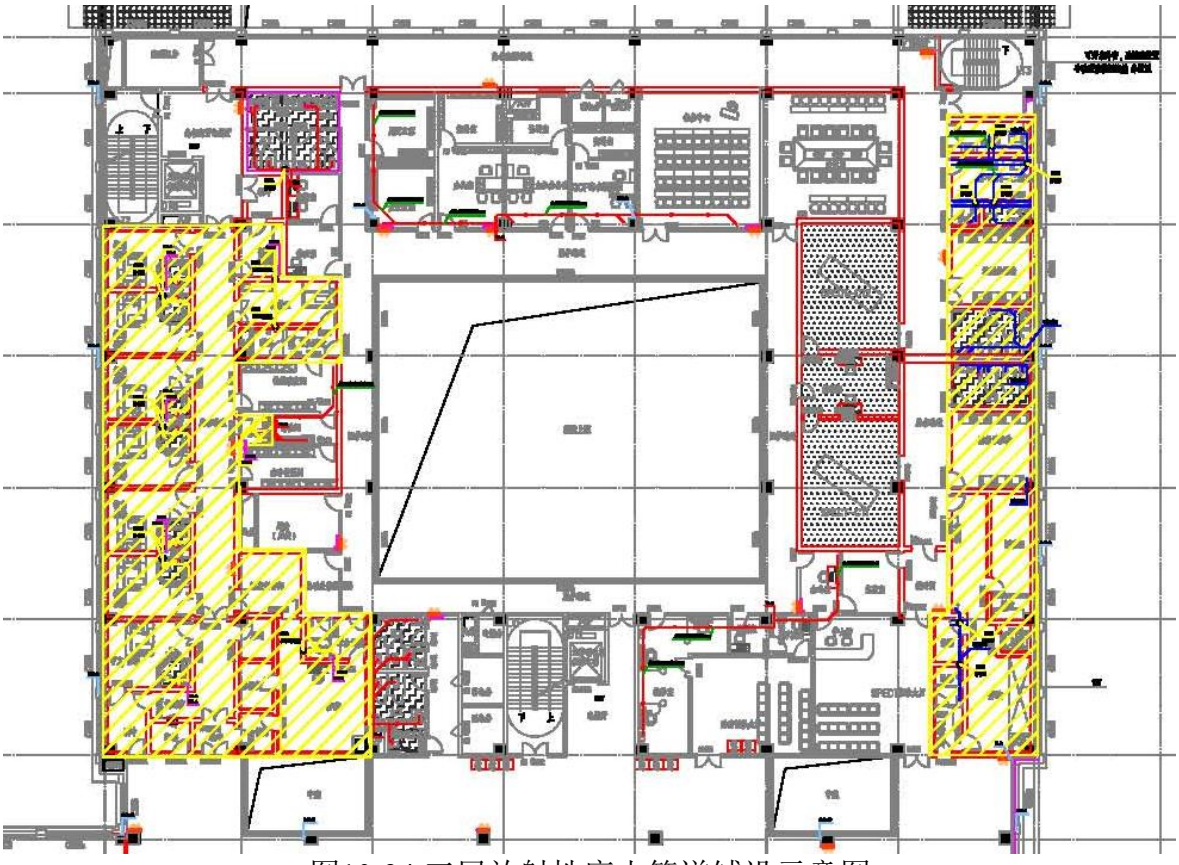


图10-34 三层放射性废水管道铺设示意图

衰变池地下一层平面图 1:100

图 10-35 衰变池平面设计图

衰变池1-1剖面图 1:100

图 10-36 衰变池剖面设计图

表 11 环境影响分析

11.1 建设阶段对环境的影响

本次评价内容为医院拟开展的核技术利用项目运行期对环境的辐射影响，本项目涉及的放射源、非密封性放射性物质使用的辐射工作场所主体工程建设过程的影响主要为非辐射类影响，项目建设阶段主要的污染因子有：噪声、废水、固体废弃物和扬尘，无辐射影响，亦无放射性废气、废水及固体废弃物产生。

11.1.1 施工期的环境影响

（1）废气影响分析及污染防治措施

本项目基础工程施工和主体结构施工阶段，散装水泥和建筑材料运输等施工活动会产生扬尘。装饰工程施工阶段，内饰及外墙装修等施工活动会产生的油漆、涂料等有机废气，废气中污染物包括游离甲醛、二甲苯、甲苯、溶剂汽油、丁醇、丙酮等；电焊等施工活动还会产生烟尘、氮氧化物等废气。

为减小施工期废气带来的影响，建议施工单位采取以下措施：运输车辆加盖篷布；加强施工设备和现场运输车辆管理，及时进行冲洗；经常进行地面清扫和洒水抑尘；使用环保型稀释剂、环保型油漆，减少污染物的产生和排放；尽量采用滚涂、刷涂等工艺，相比喷涂既可以提高了涂料、油漆的利用率，还能避免漆雾产生；加强施工场所通风。由于本项目周边环境敏感点较少，且距离较远，在采取以上污染防止措施后，施工期废气对周边环境产生的影响在可接受范围内。

（2）废水影响分析及污染防治措施

本项目施工期间产生的废水主要为施工人员产生的施工废水和少量生活污水。施工废水经沉降后回用于洒水抑尘，施工人员生活污水依托周围居民污水设施处理。采取以上措施后，施工期产生的废水对周边环境的影响在可接受范围内。

（3）噪声影响分析及污染防治措施

本项目施工期间，各种机械和设备运行时产生的噪声会对周围环境产生一定影响。由于本项目周边环境敏感点较少，且距离较远，且施工期间产生的噪声具有阶段性、临时性和声源不固定性，因此，施工单位在采取有效的噪声污染防治措施后，项目施工期间对周围声环境产生的影响可减小到较低程度。为进一步减小施工期间对周围声环境的影响，建议施工单位采取以下措施：场外运输作业尽量安排在白天进行；尽可能选取噪声低、振动小、能耗小的机械和设备；加强机械设备检修维护，确保正

常工况运行，减小噪声的排放；优化施工区内布局，使高噪声机械设备和活动远离周边建筑物和公众。

（4）固体废物影响分析及污染防治措施

本项目施工期产生的固体废物主要为建筑垃圾、装修垃圾以及施工人员产生的生活垃圾。施工期产生的固体废物应妥善处理，建筑垃圾、装修垃圾分类收集后运输至指定部门合理处置；生活垃圾统一收集后交由市政环卫部门清运。对固体废物从产生、收集、处置应实现严格的全过程管理。施工单位在落实上述措施后，施工期产生的固体废物对周边环境影响较小。

建设阶段的环境影响随着施工期的结束而消失，在采取相应的污染防治措施后，本项目施工期对周边环境的影响在可接受范围内。

11.1.2 设备安装调试的环境影响

本项目设备的安装由厂家专业人员进行，医院方不得自行拆卸、安装设备（设备仅是分装柜、活度剂、表污、辐射仪等），安装期间操作人员必须持证上岗并采取足够的个人防护措施。

本项目使用的设备的安装均在放射治疗工作场所、核医学科内具备防护措施的房间内完成，在设备安装阶段，应加强辐射防护管理，在此过程中医院应保证各屏蔽体屏蔽到位，关闭防护门，在机房门外设立辐射 警示标志，禁止无关人员靠近。人员离开时房间必须上锁并派人看守。由于设备的安装均在核医学科内具备防护措施的房间内进行，经过墙体的屏蔽和距离衰减后对环境的影响较小。

11.2 放射治疗项目运行阶段对环境的影响。

11.2.1 医用直线加速器

本次评价采用《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）标准中的相关计算公式对直线加速器运行时所致周围环境影响进行理论估算。

由于本项目直线加速器 X 射线能量 6MV、10MV 模式下等中心点最大剂量率分别为 840Gy/h、1440Gy/h，CBCT 功能能量远低于治疗能量，所以本次评价以最大 X 射线能量 10MV 论估算，计算时取 1Gy=1Sv。本项目直线加速器机房屏蔽体外的关注点选取距机房外表面 30cm 处人员可达位置。

各个关注点位置见表 11.2-1，关注点位置图见图 11.2-1，图 11.2-2，图 11.2-3。

表 11.2-1　各个关注点位置描述

机房	参考点位置	屏蔽防护体
直线加速器 1 室	A1(射波刀机房)	西南墙主屏蔽区
	B1(射波刀机房)	西南墙次屏蔽区
	C1(直加机房)	东南墙主屏蔽区
	D1(直加机房)	东南墙次屏蔽区
	E1(空地)	西北墙侧屏蔽墙
	F1(控制室)	迷路外墙
	G1(设备附房)	迷路外墙
	H1(屋面)	室顶主屏蔽区
	I1(屋面）	室顶次屏蔽区
	K1(入口缓冲间)	迷道内墙机房门
直线加速器 2 室	A2(直加机房)	西南墙主屏蔽区
	B2(直加机房)	西南墙次屏蔽区
	C2(TOMO 机房)	东南墙主屏蔽区
	D2(TOMO 机房)	东南墙次屏蔽区
	E2(空地)	西北墙侧屏蔽墙
	F2(控制室)	迷路外墙+迷路内墙
	G2(设备附房)	迷路外墙
	H2(屋面)	室顶主屏蔽区
	I2(屋面)	室顶次屏蔽区
	K2(入口缓冲间)	迷道内墙机房门
直线加速器 3 室	A3(空地)	西南墙主屏蔽区
	B3(空地)	西南墙次屏蔽区
	C3(直加机房)	东南墙主屏蔽区
	D3(直加机房)	东南墙次屏蔽区
	E3(医护通道)	西北墙侧屏蔽墙
	F3(控制室)	迷路外墙+迷路内墙
	G3(设备附房)	迷路外墙
	H3(屋面)	室顶主屏蔽区
	I3(患者出口通道)	室顶次屏蔽区
	K3(入口缓冲间)	迷道内墙机房门
直线加速器 4 室	A4(直加机房)	西南墙主屏蔽区
	B4(直加机房)	西南墙次屏蔽区
	C4(直加机房)	东南墙主屏蔽区
	D4(直加机房)	东南墙次屏蔽区
	E4(医护通道)	西北墙侧屏蔽墙
	F4(控制室)	迷路外墙+迷路内墙
	G4（设备附房)	迷路外墙
	H4(屋面)	室顶主屏蔽区
	I4(患者出口通道)	室顶次屏蔽区
	K4(入口缓冲间)	迷道内墙机房门
直线加速器 5 室	A5(直加机房)	西南墙主屏蔽区
	B5(直加机房)	西南墙次屏蔽区
	C5(直加机房)	东南墙主屏蔽区
	D5(直加机房)	东南墙次屏蔽区
	E5(医护通道)	西北墙侧屏蔽墙

	F5(控制室)	迷路外墙+迷路内墙
	G5（设备附房)	迷路外墙
	H5(屋面)	室顶主屏蔽区
	I5(患者出口通道)	室顶次屏蔽区
	K5(入口缓冲间)	迷道内墙机房门
直线加速器 6 室	A6(直加机房)	西南墙主屏蔽区
	B6(直加机房)	西南墙次屏蔽区
	C6(通道)	东南墙主屏蔽区
	D6(通道)	东南墙次屏蔽区
	E6(医护通道)	西北墙侧屏蔽墙
	F6(控制室)	迷路外墙+迷路内墙
	G6(设备附房)	迷路外墙
	H6(屋面)	室顶主屏蔽区
	I6(患者出口通道)	室顶次屏蔽区
	K6(入口缓冲间)	迷道内墙机房门

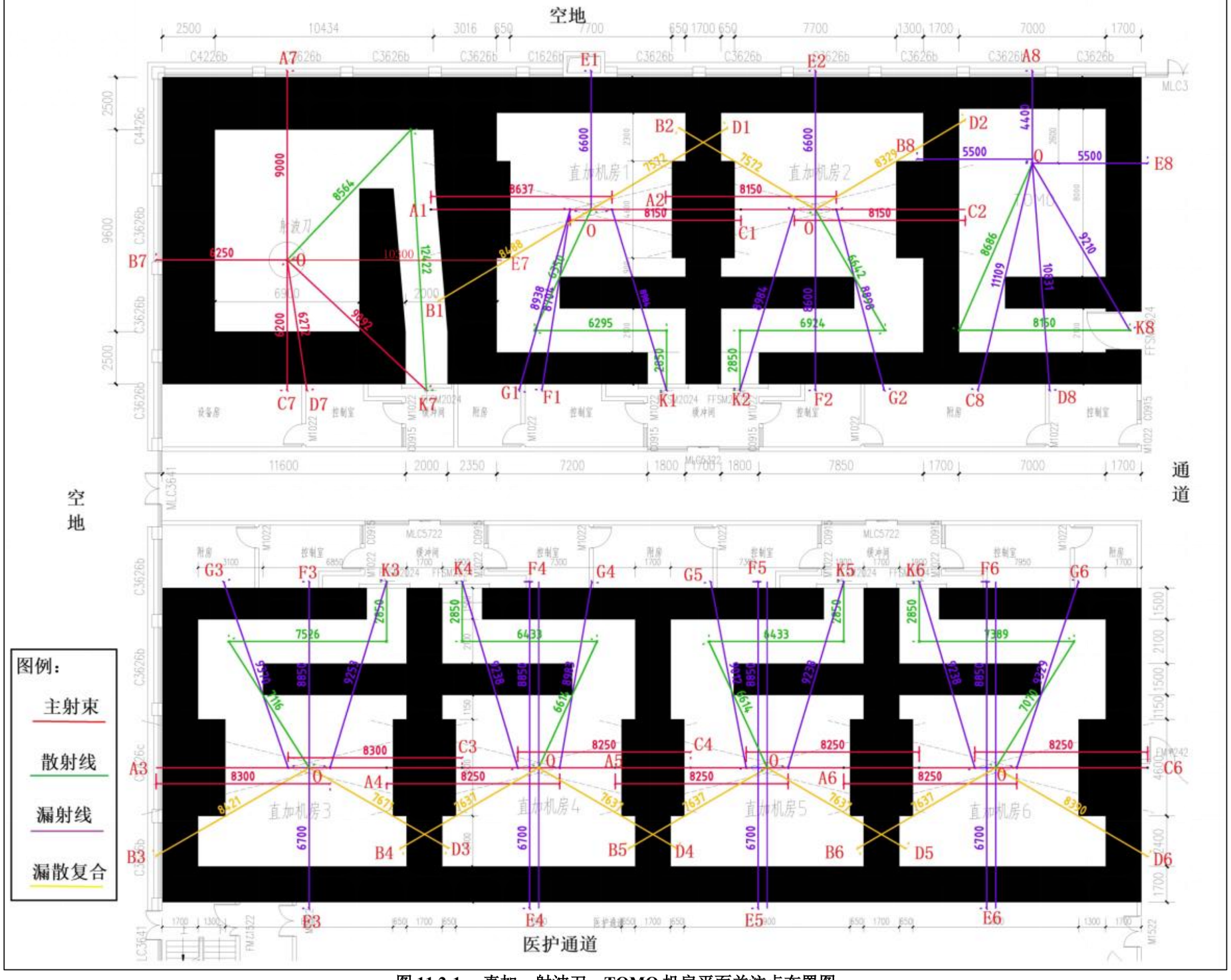


图 11.2-1　直加、射波刀、TOMO 机房平面关注点布置图

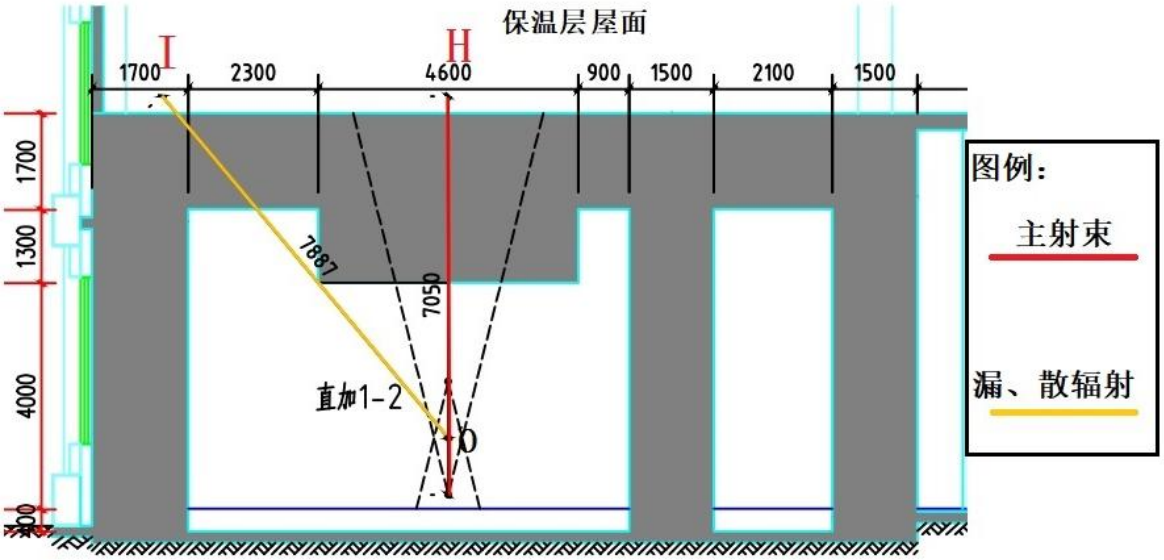


图 11.2-2　加速器机房 1-2 剖面布点图

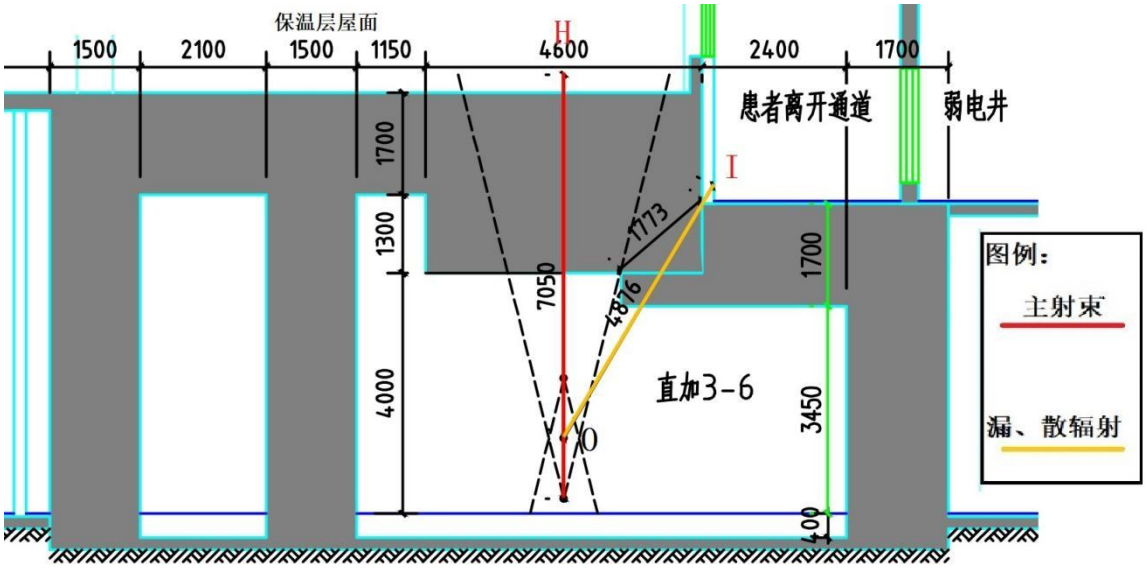


图 11.2-3　加速器机房 3-6 剖面布点图

(1)有用线束主屏蔽区半宽度核算

使用《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分:一般原则》(GBZ/T201.1-2007)的相关公式核算加速器机房有用线束主屏蔽区的宽度是否满足标准要求。

$$Y_p = 2[(a + \mathrm{SAD}) \cdot \tan\theta + 0.3] \quad \text{.....式（11.2-1）}$$

使用《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分:一般原则》(GBZ/T201.1-2007)的相关公式核算加速器机房有用线束主屏蔽区的宽度是否满足标准要求。

式中：

Y_P——机房有用束主屏蔽区的宽度，m；

SAD——源轴距，m；

θ——治疗束的最大张角(相对束中的轴线)，即射线最大出射角的一半；

a——等中心点至“墙”的距离，m。当主屏蔽区向机房内凸时，“墙”指与主屏蔽墙相连接的次屏蔽墙(或顶)的内表面;当主屏蔽区向机房外凸时，“墙”指主屏蔽区墙(或顶)的外表面。

将各参数代入式(11.2-1)得出本项目的设计主屏蔽宽度，结果见表 11.2-2。

11.2-2　有用线束主屏蔽区宽度核算值

机房	主屏蔽区	南墙主屏蔽区(a，内凸)	北墙主屏蔽区(b,外凸)	顶棚主屏蔽区(1，内凸)
加速器机房1	a（m）	5.25	3.9	5.2
	SAD（m）	1	1	1
	θ (°)	14	14	14
	Yp（m）	3.72	3.04	3.69
	实际设计宽度（m）	4.6	4.6	4.6
机房	主屏蔽区	南墙主屏蔽区(a，外凸)	北墙主屏蔽区(b,内凸)	顶棚主屏蔽区(1，内凸)
加速器机房2	a（m）	3.9	6	5.2
	SAD（m）	1	1	1
	θ (°)	14	14	14
	Yp（m）	3.04	4.09	3.69
	实际设计宽度（m）	4.6	4.6	4.6
机房	主屏蔽区	南墙主屏蔽区(a，内凸)	北墙主屏蔽区(b,外凸)	顶棚主屏蔽区(1，内凸)
加速器机房3	a（m）	6	4	5.2
	SAD（m）	1	1	1
	θ (°)	14	14	14
	Yp（m）	4.09	3.09	3.69
	实际设计宽度（m）	4.6	4.6	4.6
机房	主屏蔽区	南墙主屏蔽区(a，外凸)	北墙主屏蔽区(b,内凸)	顶棚主屏蔽区(1，内凸)
加速器机房4	a（m）	3.9	5.4	5.2
	SAD（m）	1	1	1
	θ (°)	14	14	14
	Yp（m）	3.04	3.79	3.69
	实际设计宽度（m）	4.6	4.6	4.6
机房	主屏蔽区	南墙主屏蔽区(a，外凸)	北墙主屏蔽区(b,内凸)	顶棚主屏蔽区(1，内凸)
加速器机房5	a（m）	4	5.4	5.2
	SAD（m）	1	1	1
	θ (°)	14	14	14
	Yp（m）	3.09	3.79	3.69
	实际设计宽度（m）	4.6	4.6	4.6

机房	主屏蔽区	南墙主屏蔽区(a，外凸)	北墙主屏蔽区(b,内凸)	顶棚主屏蔽区(1，内凸)
加速器机房6	a（m）	4	6.1	5.2
	SAD（m）	1	1	1
	θ (°)	14	14	14
	Yp（m）	3.09	4.14	3.69
	实际设计宽度（m）	4.6	4.6	4.6

从表 11.2-2 的预测结果可以看出，直线加速器机房 1~6 主屏蔽区的实际设计宽度均大于理论计算值，有用线束主屏蔽区的宽度设计满足《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分： 一般原则》（GBZ/T 201.1-2007）的相关要求。

（2）剂量控制要求

根据《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020），治疗机房墙和入口门外关注点周围剂量当量率参考控制水平：

治疗机房（不包括移动式电子加速器治疗机房）墙和入口门外 30cm 处（关注点）的周围剂量当量率应不大于下述a）、b）和 c）所确定的周围剂量当量率参考控制水平$\dot{H}_c$：

a）使用放射治疗周工作负荷、关注点位置的使用因子和居留因子，由周剂量参考控制水平求得关注点的周围剂量当量率参考控制水平$\dot{H}_c$，见下式：

$$\dot{H}_c \le \frac{H_e}{t \times U \times T} \quad \text{式（11.2-2）}$$

式中：

$\dot{H}_c$——周围剂量当量率参考控制水平，单位为微希沃特每小时(μSv/h）；

H_e——周剂量参考控制水平，单位为微希沃特每周(μSv/周），其值按如下方式取值：放射治疗机房外控制区的工作人员：≤100μSv/周；放射治疗机房外非控制区的人员：≤5μSv/周。

t——设备周最大累积照射的小时数，单位为小时每周（h/周）；

U——治疗设备向关注点位置的方向照射的使用因子；

T——人员在关注点位置的居留因子，取值方法参见附录 A。

b）按照关注点人员居留因子的不同，分别确定关注点的最高周围剂量当量率参考

控制水平 $\dot{H}_{c,\max}$ ：

1）人员居留因子 T>1/2 的场所：$\dot{H}_{c,\max}$ ≤2.5μSv/h；

2）人员居留因子 T≤1/2 的场所：$\dot{H}_{c,\max}$ ≤10μSv/h；

c）由上述 a）中的导出周围剂量当量率参考控制水平$\dot{H}_c$和 b）中的最高周围剂量当量率参考控制水平 $\dot{H}_{c,\max}$，选择其中较小者作为关注点的周围剂量当量率参考控制水平$\dot{H}_c$。

直线加速器机房屏蔽体外关注点处的周围剂量当量率参考控制水平见表 11.2-3。

表 11.2-3　直线加速器机房屏蔽体外关注点处的周围剂量当量率参考控制水平

机房	参考点位置	屏蔽防护体	He	t	U	T	$\dot{H}_c$	$\dot{H}_{c,\max}$	$\dot{H}_c$
			μSv/周	h/周	/	/	μSv/h	μSv/h	μSv/h
直线加速器 1 室	A1(射波刀机房)	西南墙主屏蔽区	100	30	1/4	1/2	26.67	10	10
	B1(射波刀机房)	西南墙次屏蔽区	100	30	1	1/2	6.67	10	10
	C1(直加机房)	东南墙主屏蔽区	100	30	1/4	1/2	26.67	10	10
	D1(直加机房)	东南墙次屏蔽区	100	30	1	1/2	6.67	10	6.67
	E1(空地)	西北墙侧屏蔽墙	5	30	1	1/16	2.67	10	2.67
	F1(控制室)	迷路外墙	100	30	1	1	3.33	2.5	2.5
	G1(设备附房)	迷路外墙	100	30	1	1/8	26.67	10	10
	H1(屋面)	室顶主屏蔽区	5	30	1/4	1/20	13.33	10	10
	I1(屋面）	室顶次屏蔽区	5	30	1	1/20	3.33	10	3.33
	K1(入口缓冲间)	迷道内墙机房门	5	30	1	1/8	1.33	10	1.33
直线加速器 2 室	A2(直加机房)	西南墙主屏蔽区	100	30	1/4	1/2	26.67	10	10
	B2(直加机房)	西南墙次屏蔽区	100	30	1	1/2	6.67	10	6.67
	C2(TOMO 机房)	东南墙主屏蔽区	100	30	1/4	1/2	26.67	10	10
	D2(TOMO 机房)	东南墙次屏蔽区	100	30	1	1/2	6.67	10	6.67
	E2(空地)	西北墙侧屏蔽墙	5	30	1	1/16	2.67	10	2.5
	F2(控制室)	迷路外墙+迷路内墙	100	30	1	1	3.33	2.5	2.5
	G2(设备附房)	迷路外墙	100	30	1	1/8	26.67	10	10
	H2(屋面)	室顶主屏蔽区	5	30	1/4	1/20	13.33	10	10
	I2(屋面)	室顶次屏蔽区	5	30	1	1/20	3.33	10	3.33
	K2(入口缓冲间)	迷道内墙机房门	5	30	1	1/8	1.33	10	1.33
直线加速器 3 室	A3(空地)	西南墙主屏蔽区	5	30	1/4	1/16	10.67	10	10
	B3(空地)	西南墙次屏蔽区	5	30	1	1/16	2.67	10	2.67
	C3(直加机房)	东南墙主屏蔽区	100	30	1/4	1/2	26.67	10	10
	D3(直加机房)	东南墙次屏蔽区	100	30	1	1/2	6.67	10	6.67

	E3(医护通道)	西北墙侧屏蔽墙	5	30	1	1/4	0.67	10	0.67
	F3(控制室)	迷路外墙+迷路内墙	100	30	1	1	3.33	2.5	2.5
	G3(设备附房)	迷路外墙	100	30	1	1/8	26.67	10	10
	H3(屋面)	室顶主屏蔽区	5	30	1/4	1/20	13.33	10	10
	I3(患者出口通道)	室顶次屏蔽区	5	30	1	1/8	1.33	10	1.33
	K3(入口缓冲间)	迷道内墙机房门	5	30	1	1/8	1.33	10	1.33
直线加速器 4 室	A4(直加机房)	西南墙主屏蔽区	100	30	1/4	1/2	26.67	10	10
	B4(直加机房)	西南墙次屏蔽区	100	30	1	1/2	6.67	10	6.67
	C4(直加机房)	东南墙主屏蔽区	100	30	1/4	1/2	26.67	10	10
	D4(直加机房)	东南墙次屏蔽区	100	30	1	1/2	6.67	10	6.67
	E4(医护通道)	西北墙侧屏蔽墙	5	30	1	1/4	0.67	10	0.67
	F4(控制室)	迷路外墙+迷路内墙	100	30	1	1	3.33	2.5	2.5
	G4（设备附房)	迷路外墙	100	30	1	1/8	26.67	10	10
	H4(屋面)	室顶主屏蔽区	5	30	1/4	1/20	13.33	10	10
	I4(患者出口通道)	室顶次屏蔽区	5	30	1	1/8	1.33	10	1.33
	K4(入口缓冲间)	迷道内墙机房门	5	30	1	1/8	1.33	10	1.33
直线加速器 5 室	A5(直加机房)	西南墙主屏蔽区	100	30	1/4	1/2	26.67	10	10
	B5(直加机房)	西南墙次屏蔽区	100	30	1	1/2	6.67	10	6.67
	C5(直加机房)	东南墙主屏蔽区	100	30	1/4	1/2	26.67	10	10
	D5(直加机房)	东南墙次屏蔽区	100	30	1	1/2	6.67	10	6.67
	E5(医护通道)	西北墙侧屏蔽墙	5	30	1	1/4	0.67	10	0.67
	F5(控制室)	迷路外墙+迷路内墙	100	30	1	1	3.33	2.5	2.5
	G5（设备附房)	迷路外墙	100	30	1	1/8	26.67	10	10
	H5(屋面)	室顶主屏蔽区	5	30	1/4	1/20	13.33	10	10
	I5(患者出口通道)	室顶次屏蔽区	5	30	1	1/8	1.33	10	1.33
	K5(入口缓冲间)	迷道内墙机房门	5	30	1	1/8	1.33	10	1.33
直线加速器 6 室	A6(直加机房)	西南墙主屏蔽区	100	30	1/4	1/2	26.67	10	10
	B6(直加机房)	西南墙次屏蔽区	100	30	1	1/2	6.67	10	6.67
	C6(通道)	东南墙主屏蔽区	5	30	1/4	1/2	1.33	10	1.33
	D6(通道)	东南墙次屏蔽区	5	30	1	1/4	0.67	10	0.67
	E6(医护通道)	西北墙侧屏蔽墙	5	30	1	1/4	0.67	10	0.67
	F6(控制室)	迷路外墙+迷路内墙	100	30	1	1	3.33	2.5	2.5
	G6(设备附房)	迷路外墙	100	30	1	1/8	26.67	10	10
	H6(屋面)	室顶主屏蔽区	5	30	1/4	1/20	13.33	10	10
	I6(患者出口通道)	室顶次屏蔽区	5	30	1	1/8	1.33	10	1.33
	K6(入口缓冲间)	迷道内墙机房门	5	30	1	1/8	1.33	10	1.33

（3）屏蔽厚度与屏蔽透射因子的相应关系

1）有效屏蔽厚度

当 X 射线束以θ角斜入射厚度为 X（cm）的屏蔽物质时，射线束在斜射路径上的有效屏蔽厚度 Xe（cm）见下式：

$$X = Xe \bullet \cos\theta \quad \text{.....式（11.2-3）}$$

其中，θ为斜射角，即入射射线与屏蔽物质平面的垂直线之间的夹角。

2）屏蔽物质的厚度与辐射屏蔽透射因子 B 的关系如下：

$$B = 10^{-(Xe+TVL-TVL1)/TVL} \quad \text{.....式（11.2-4）}$$

TVL1——第一什值层厚度，cm；

TVL——平衡什值层厚度，cm；

Xe——物质的有效屏蔽厚度，cm；

（4）主屏蔽墙和侧屏蔽墙

有用线束和泄漏辐射的屏蔽与剂量估算：

对于给定的屏蔽物质厚度时，屏蔽体外关注点的剂量率计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \bullet f \bullet B}{R^2} \quad \text{.....式（11.2-5）}$$

$\dot{H}$——屏蔽体外关注点的剂量率，μSv/h；

$\dot{H}_0$——加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶（以下简称靶）1m 处的常用最高剂量率，μSv×㎡/h；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距离，m；

f——对有用线束为 1，对泄漏辐射为泄漏辐射比率，取 0.1%；

B——辐射屏蔽透射因子，相应的 TVL1、TVL 见标准的附录 B 表 B.1。

（5）与主屏蔽区直接相连的次屏蔽区

初级辐射束不直接到达该屏蔽墙，屏蔽计算只考虑加速器装置头的泄漏辐射和来自患者 体表的散射辐射，二者之和为该点的总剂量率。

①患者体表的散射辐射

利用下列公式对患者体表的散射辐射进行剂量计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \bullet \alpha_{ph} \bullet (F/400) \bullet B}{R^2_s} \quad \text{.....式（11.2-6）}$$

$\dot{H}$——屏蔽体外关注点的剂量率，μSv/h；

$\dot{H}_0$——加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶（以下简称靶）1m 处的常用最高剂量率，μSv×㎡/h，由设备参数可知，X 射线模式下，加速器 10MV 最大输出剂量率为 1.44×10^{9}μGy/h；

Rs——患者（位于等中心点）至关注点的距离，m；

αph——患者 400c ㎡ 面积上的散射因子，其值见标准的附录 B 表 B.2，取 3.18×10^{-3}； B——辐射屏蔽透射因子，相应的TVL 见标准的附录B 表 B.4；

F——治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积，c ㎡；设备照射野为 40cm×40cm。

相关参数及计算结果见表 11.2-5　直线加速器机房的散射辐射致关注点处的剂量率。

②泄漏辐射

泄漏辐射计算公式见式（11.2-5），代入相关参数得：表 11.2-6 直线加速器机房泄漏辐射致关注点处的剂量率.

表 11.2-4 加速器机房主屏蔽墙与侧屏蔽墙的剂量率估算结果表

机房	参考点位置	$\dot{H}_o$	Xe	TVL1	TVL	B	R（m）	f	$\dot{H}$
		(μSv/h）	（cm）	（cm）	（cm）				(μSv/h）
直线加速器 1 室	A1(射波刀机房)	1.44E+09	349	41	37	4.74E-10	8.64	1	9.15E-03
	C1(直加机房)	1.44E+09	300	41	37	1.00E-08	8.15	1	2.17E-01
	H1(屋面)	1.44E+09	300	41	37	1.00E-08	7.05	0.001	2.90E-04
直线加速器 2 室	A2(直加机房)	1.44E+09	300	41	37	1.00E-08	8.15	1	2.17E-01
	C2(TOMO 机房)	1.44E+09	300	41	37	1.00E-08	8.15	1	2.17E-01
	H2(屋面)	1.44E+09	300	41	37	1.00E-08	7.05	1	2.90E-01
直线加速器 3 室	A3(空地)	1.44E+09	300	41	37	1.00E-08	8.30	1	2.09E-01
	C3(直加机房)	1.44E+09	300	41	37	1.00E-08	8.30	1	2.09E-01
	H3(屋面)	1.44E+09	300	35	31	2.83E-10	7.89	0.001	6.55E-06
直线加速器 4 室	A4(直加机房)	1.44E+09	300	41	37	1.00E-08	8.25	1	2.12E-01
	C4(直加机房)	1.44E+09	300	41	37	1.00E-08	8.25	1	2.12E-01
	H4(屋面)	1.44E+09	300	41	37	1.00E-08	7.05	1	2.90E-01
直线加速器 5 室	A5(直加机房)	1.44E+09	300	41	37	1.00E-08	8.25	1	2.12E-01
	C5(直加机房)	1.44E+09	300	41	37	1.00E-08	8.25	1	2.12E-01

	H5(屋面)	1.44E+09	300	41	37	1.00E-08	7.05	1	2.90E-01
直线加速器 6 室	A6(直加机房)	1.44E+09	300	41	37	1.00E-08	8.25	1	2.12E-01
	C6(通道)	1.44E+09	300	41	37	1.00E-08	8.25	1	2.12E-01
	H6(屋面)	1.44E+09	300	41	37	1.00E-08	7.05	1	2.90E-01
射波刀	A7(空地)	1.44E+09	250	37	33	3.51E-08	9.00	1	6.24E-01
	B7(空地)	1.44E+09	250	37	33	3.51E-08	6.25	1	1.29E+00
	C7(设备附房)	1.44E+09	250	37	33	3.51E-08	6.20	1	1.32E+00
	D7(控制室)	1.44E+09	250	37	33	3.51E-08	6.27	1	1.29E+00
	E7(直加机房)	1.44E+09	454	37	33	2.31E-14	10.30	1	3.14E-07
	H7(屋面)	1.44E+09	250	37	33	3.51E-08	6.38	1	1.24E+00
TOMO	A8(空地)	1.44E+09	170	37	33	9.33E-06	4.40	0.001	6.94E-01
	B8(直加机房)	1.44E+09	170	37	33	9.33E-06	5.50	0.001	4.44E-01
	C8(设备附房)	1.44E+09	150	37	33	3.76E-05	11.11	0.001	4.39E-01
	D8(控制室)	1.44E+09	300	37	33	1.07E-09	10.83	0.001	1.32E-05
	E8(医护通道)	1.44E+09	170	37	33	9.33E-06	5.50	0.001	4.44E-01
	H8(屋面)	1.44E+09	170	37	33	9.33E-06	6.17	0.001	3.53E-01

表 11.2-5　直线加速器机房患者体表的散射辐射致关注点处的剂量率

机房	参考点位置	$\dot{H}_o$ (μSv/h)	X（cm）	θ（°）	Xe（cm）	TVL1（cm）	TVL（cm）	Rs（m）	B	f	$\dot{H}$ (μSv/h)
直线加速器 1 室	B1(射波刀机房)	1.44E+09	235	45	332	28	28	8.49	1.35E-12	0.001	2.70E-08
	D1(直加机房)	1.44E+09	170	45	240	28	28	7.57	2.59E-09	0.001	6.51E-05
	I1(屋面）	1.44E+09	170	45	240	28	28	7.89	2.59E-09	0.001	6.00E-05
直线加速器 2 室	B2(直加机房)	1.44E+09	170	45	240	28	28	7.57	2.59E-09	0.001	6.51E-05
	D2(TOMO 机房)	1.44E+09	170	45	240	28	28	8.33	2.59E-09	0.001	5.38E-05
	I2(屋面)	1.44E+09	170	45	240	28	28	7.89	2.59E-09	0.001	6.00E-05
直线加速器 3 室	B3(空地)	1.44E+09	170	45	240	28	28	8.42	2.59E-09	0.001	5.26E-05
	D3(直加机房)	1.44E+09	170	45	240	28	28	7.68	2.59E-09	0.001	6.33E-05
	I3(患者出口通道)	1.44E+09	177	45	250	28	28	4.88	1.15E-09	0.001	6.96E-05
直线加速器 4 室	B4(直加机房)	1.44E+09	170	45	240	28	28	7.64	2.59E-09	0.001	6.40E-05
	D4(直加机房)	1.44E+09	170	45	240	28	28	7.64	2.59E-09	0.001	6.40E-05
	I4(患者出口通道)	1.44E+09	177	45	250	28	28	4.88	1.15E-09	0.001	6.96E-05
直线加速器 5 室	B5(直加机房)	1.44E+09	170	45	240	28	28	7.64	2.59E-09	0.001	6.40E-05
	D5(直加机房)	1.44E+09	170	45	240	28	28	7.64	2.59E-09	0.001	6.40E-05
	I5(患者出口通道)	1.44E+09	177	45	250	28	28	4.88	1.15E-09	0.001	6.96E-05
直线加速器 6 室	B6(直加机房)	1.44E+09	170	45	240	28	28	7.64	2.59E-09	0.001	6.40E-05
	D6(通道)	1.44E+09	170	45	240	28	28	8.39	2.59E-09	0.001	5.30E-05
	I6(患者出口通道)	1.44E+09	177	45	250	28	28	4.88	1.15E-09	0.001	6.96E-05

表 11.2-6　直线加速器机房泄漏辐射致关注点处的剂量率

机房	参考点位置	$\dot{H}_o \times f$ (μSv/h)	X (cm)	θ (°)	Xe (cm)	TVL1 (cm)	TVL (cm)	Rs (m)	B	$\dot{H}$ (μSv/h)
直线加速器 1 室	B1(射波刀机房)	1.44E+06	235	45	332	35	31	8.49	2.56E-11	5.12E-07
	D1(直加机房)	1.44E+06	170	45	240	35	31	7.57	2.36E-08	5.94E-04
	E1(空地)	1.44E+06	170	90	170	35	31	6.60	4.42E-06	1.46E-01
	F1(控制室)	1.44E+06	170	10	173	35	31	8.70	3.64E-06	6.91E-02
	G1(设备附房)	1.44E+06	170	16	177	35	31	8.94	2.66E-06	4.79E-02
	I1(屋面）	1.44E+06	170	45	240	35	31	7.89	2.36E-08	5.47E-04
直线加速器 2 室	B2(直加机房)	1.44E+06	170	45	240	35	31	7.57	2.36E-08	5.94E-04
	D2(TOMO 机房)	1.44E+06	170	45	240	35	31	8.33	2.36E-08	4.91E-04
	E2(空地)	1.44E+06	170	90	170	35	31	6.60	4.42E-06	1.46E-01
	F2(控制室)	1.44E+06	300	90	300	35	31	8.60	2.83E-10	5.51E-06
	G2(设备附房)	1.44E+06	150	16	156	35	31	8.90	1.25E-05	2.27E-01
	I2(屋面)	1.44E+06	170	45	240	35	31	7.89	2.36E-08	5.47E-04
直线加速器 3 室	B3(空地)	1.44E+06	170	45	240	35	31	8.42	2.36E-08	4.80E-04
	D3(直加机房)	1.44E+06	170	45	240	35	31	7.68	2.36E-08	5.78E-04
	E3(医护通道)	1.44E+06	170	90	170	35	31	6.70	4.42E-06	1.42E-01
	F3(控制室)	1.44E+06	300	90	300	35	31	8.85	2.83E-10	5.20E-06
	G3(设备附房)	1.44E+06	150	16	156	35	31	9.37	1.25E-05	2.04E-01

	I3(患者出口通道)	1.44E+06	177	45	250	35	31	4.88	1.13E-08	6.86E-04
直线加速器 4 室	B4(直加机房)	1.44E+06	170	45	240	35	31	7.64	2.36E-08	5.84E-04
	D4(直加机房)	1.44E+06	170	45	240	35	31	7.64	2.36E-08	5.84E-04
	E4(医护通道)	1.44E+06	170	0	170	35	31	6.70	4.42E-06	1.42E-01
	F4(控制室)	1.44E+06	300	0	300	35	31	8.85	2.83E-10	5.20E-06
	G4（设备附房)	1.44E+06	150	16	156	35	31	8.98	1.25E-05	2.22E-01
	I4(患者出口通道)	1.44E+06	177	45	250	35	31	4.88	1.13E-08	6.86E-04
直线加速器 5 室	B5(直加机房)	1.44E+06	170	45	240	35	31	7.64	2.36E-08	5.84E-04
	D5(直加机房)	1.44E+06	170	45	240	35	31	7.64	2.36E-08	5.84E-04
	E5(医护通道)	1.44E+06	170	90	170	35	31	6.70	4.42E-06	1.42E-01
	F5(控制室)	1.44E+06	300	90	300	35	31	8.85	2.83E-10	5.20E-06
	G5（设备附房)	1.44E+06	150	16	156	35	31	9.01	1.25E-05	2.21E-01
	I5(患者出口通道)	1.44E+06	177	45	250	35	31	4.88	1.13E-08	6.86E-04
直线加速器 6 室	B6(直加机房)	1.44E+06	170	45	240	35	31	7.64	2.36E-08	5.84E-04
	D6(通道)	1.44E+06	170	45	240	35	31	8.39	2.36E-08	4.84E-04
	E6(医护通道)	1.44E+06	170	90	170	35	31	6.70	4.42E-06	1.42E-01
	F6(控制室)	1.44E+06	300	90	300	35	31	8.85	2.83E-10	5.20E-06
	G6(设备附房)	1.44E+06	150	16	156	35	31	9.33	1.25E-05	2.06E-01
	I6(患者出口通道)	1.44E+06	177	45	250	35	31	4.88	1.13E-08	6.86E-04

表 11.2-7　直线加速器机房散射辐射和泄漏辐射致关注点处的剂量率

机房	参考点位置	散射辐射 $\dot{H}$（μSv/h）	泄漏辐射 $\dot{H}$（μSv/h）	总 $\dot{H}$（μSv/h）
直线加速器 1 室	B1(射波刀机房)	2.70E-08	5.12E-07	5.39E-07
	D1(直加机房)	6.51E-05	5.94E-04	6.59E-04
	E1(空地)	/	1.46E-01	1.46E-01
	F1(控制室)	/	6.91E-02	6.91E-02
	G1(设备附房)	/	4.79E-02	4.79E-02
	I1(屋面）	6.00E-05	5.47E-04	6.07E-04
直线加速器 2 室	B2(直加机房)	6.51E-05	5.94E-04	6.59E-04
	D2(TOMO 机房)	5.38E-05	4.91E-04	5.45E-04
	E2(空地)	/	1.46E-01	1.46E-01
	F2(控制室)	/	5.51E-06	5.51E-06
	G2(设备附房)	/	2.27E-01	2.27E-01
	I2(屋面)	6.00E-05	5.47E-04	6.07E-04
直线加速器 3 室	B3(空地)	5.26E-05	4.80E-04	5.33E-04
	D3(直加机房)	6.33E-05	5.78E-04	6.41E-04
	E3(医护通道)	/	1.42E-01	1.42E-01
	F3(控制室)	/	5.20E-06	5.20E-06
	G3(设备附房)	/	2.04E-01	2.04E-01

	I3(患者出口通道)	6.96E-05	6.86E-04	7.56E-04
直线加速器 4 室	B4(直加机房)	6.40E-05	5.84E-04	6.48E-04
	D4(直加机房)	6.40E-05	5.84E-04	6.48E-04
	E4(医护通道)	/	1.42E-01	1.42E-01
	F4(控制室)	/	5.20E-06	5.20E-06
	G4（设备附房)	/	2.22E-01	2.22E-01
	I4(患者出口通道)	6.96E-05	6.86E-04	7.56E-04
直线加速器 5 室	B5(直加机房)	6.40E-05	5.84E-04	6.48E-04
	D5(直加机房)	6.40E-05	5.84E-04	6.48E-04
	E5(医护通道)	/	1.42E-01	1.42E-01
	F5(控制室)	/	5.20E-06	5.20E-06
	G5（设备附房)	/	2.21E-01	2.21E-01
	I5(患者出口通道)	6.96E-05	6.86E-04	7.56E-04
直线加速器 6 室	B6(直加机房)	6.40E-05	5.84E-04	6.48E-04
	D6(通道)	5.30E-05	4.84E-04	5.37E-04
	E6(医护通道)	/	1.42E-01	1.42E-01
	F6(控制室)	/	5.20E-06	5.20E-06
	G6(设备附房)	/	2.06E-01	2.06E-01
	I6(患者出口通道)	6.96E-05	6.86E-04	7.56E-04

（6）**加速器机房的迷路散射辐射屏蔽的剂量估算**

1）加速器(≤10MV）机房的迷路散射辐射屏蔽的剂量估算

①有用线束不向迷路方向

入口处的散射辐射剂量率$\dot{H}_g$计算公式如下：

$$\dot{H}_g = \frac{\alpha_{ph} \bullet (F/400)}{R_1^2} \bullet \frac{\alpha_2 \bullet A}{R_2^2} \bullet \dot{H}_0 \quad \text{.....式（11.2-7）}$$

$\dot{H}_g$——入口处的散射辐射剂量率，μSv/h；

$\dot{H}_0$——加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶（以下简称靶）1m 处的常用最高剂量率，μSv×㎡/h；

R1——等中心点至散射墙面的距离，m；

R2——迷道散射墙面至入口处的距离，m；

α_{ph}——患者 400c ㎡ 面积上的散射因子，其值见标准的附录 B 表 B.2；

α_2——砼墙入射的患者散射辐射的散射因子，其值见标准的附录 B 表 B.6；

A——散射面积，㎡；

B——辐射屏蔽透射因子，相应的 TVL 见标准的附录 B 表 B.4；

F——治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积，c ㎡。

在给定防护门的铅屏蔽厚度 X（cm ）时，防护门外的辐射剂量率$\dot{H}$ (μSv/h）计算公式如下：

$$\dot{H} = \dot{H}_g \bullet 10^{-(X/TVL)} + \dot{H}_{og} \quad \text{.....式（11.2-8）}$$

式中$\dot{H}_{og}$为机头泄露辐射穿过迷路内墙在 g 处的剂量率，计算公式见（11.2-5），TVL=0.5cm（铅）。代入相关参数得出$\dot{H}_{og}$见表 11.2-8。

由表 11.2-8 可知，加速器泄露辐射经迷道内墙屏蔽后在迷路入口防护门处（g）的辐射剂量率最大为 2.11E-01μSv/h，满足不超过该点参考剂量率控制水平的 1/4（即 1.33μSv/h 的四分之一 0.33μSv/h）的要求，迷路内墙厚度设计可行。

本项目直线加速器机房入口处的散射辐射剂量率见表 11.2-9。

经铅防护门屏蔽后的剂量率见表 11.2-10。

表 11.2-8 泄漏辐射在迷道入口处的剂量率（10MV）

关注点	$\dot{H}_o \times f$（μSv/h）	X（cm）	θ（°）	Xe（cm）	TVL1（cm）	TVL（cm）	B	R（m）	$\dot{H}_{og}$（μSv/h）
直线加速器 1 室 K1	1.44E+06	150	17	157	35	31	1.17E-05	8.94	2.11E-01
直线加速器 2 室 K2	1.44E+06	150	17	157	35	31	1.17E-05	8.94	2.11E-01
直线加速器 3 室 K3	1.44E+06	150	17	157	35	31	1.17E-05	9.25	1.97E-01
直线加速器 4 室 K4	1.44E+06	150	17	157	35	31	1.17E-05	9.24	1.98E-01
直线加速器 5 室 K5	1.44E+06	150	17	157	35	31	1.17E-05	9.24	1.98E-01
直线加速器 6 室 K6	1.44E+06	150	17	157	35	31	1.17E-05	9.24	1.98E-01

表 11.2-9 散射辐射在迷道防护门入口处的剂量率

位置	$\dot{H}_o$（μSv/h）	αph	α2	F/400	A（㎡）	R1（m）	R2（m）	$\dot{H}_g$（μSv/h）
直线加速器 1 室 K1	1.44E+09	1.35E-03	2.20E-02	4	11.76	6.8	11.1	839.27
直线加速器 2 室 K2	1.44E+09	1.35E-03	2.20E-02	4	11.76	7.2	11.5	708.69
直线加速器 3 室 K3	1.44E+09	1.35E-03	2.20E-02	4	10.5225	7.4	11.3	652.11
直线加速器 4 室 K4	1.44E+09	1.35E-03	2.20E-02	4	10.695	7.1	11.2	719.99
直线加速器 5 室 K5	1.44E+09	1.35E-03	2.20E-02	4	10.8675	7.1	11.2	731.60
直线加速器 6 室 K6	1.44E+09	1.35E-03	2.20E-02	4	10.7985	7.1	11.2	726.96

表 11.2-10 防护门外的辐射剂量率

位置	$\dot{H}_g$（μSv/h）	铅门厚度（mm）	TVL（mm）	铅门的透射因子 B	$\dot{H}_{og}$（μSv/h）	B	剂量率 $\dot{H}$（μSv/h）
直线加速器 1 室 K1	839.27	18	5	6.31E-04	2.11E-01	2.51E-04	2.11E-01
直线加速器 2 室 K2	708.69	18	5	6.31E-04	2.11E-01	2.51E-04	1.78E-01
直线加速器 3 室 K3	652.11	18	5	6.31E-04	1.97E-01	2.51E-04	1.64E-01
直线加速器 4 室 K4	719.99	18	5	6.31E-04	1.98E-01	2.51E-04	1.81E-01
直线加速器 5 室 K5	731.60	18	5	6.31E-04	1.98E-01	2.51E-04	1.84E-01
直线加速器 6 室 K6	726.96	18	5	6.31E-04	1.98E-01	2.51E-04	1.83E-01

本项目直线加速器机房墙体及防护门外关注点的剂量率见表 11.2-11。

表 11.2-11　本项目加速器机房墙体及防护门外关注点的剂量率情况统计表

位置		10MV，辐射剂量率（μSv/h）		剂量率控制水平 $\dot{H}_c$（μSv/h）	结论
直线加速器 1 室	A1(射波刀机房)	9.15E-03		10	满足
	B1(射波刀机房)	1.81E-09		10	满足
	C1(直加机房)	2.17E-01		10	满足
	D1(直加机房)	6.59E-04		6.67	满足
	E1(空地)	1.46E-01		2.67	满足
	F1(控制室)	6.91E-02		2.5	满足
	G1(设备附房)	4.79E-02		10	满足
	H1(屋面)	2.90E-04		10	满足
	I1(屋面）	6.07E-04		3.33	满足
	K1(入口缓冲间)	2.11E-01 2.95E-01	5.06E-01	1.33	满足
直线加速器 2 室	A2(直加机房)	2.17E-01		10	满足
	B2(直加机房)	6.59E-04		6.67	满足
	C2(TOMO 机房)	2.17E-01		10	满足
	D2(TOMO 机房)	5.45E-04		6.67	满足
	E2(空地)	1.46E-01		2.50	满足
	F2(控制室)	5.51E-06		2.5	满足
	G2(设备附房)	2.27E-01		10	满足
	H2(屋面)	2.90E-01		10	满足
	I2(屋面)	6.07E-04		3.33	满足
	K2(入口缓冲间)	1.78E-01 2.29E-01	4.07E-01	1.33	满足
直线加速器 3 室	A3(空地)	2.09E-01		10.00	满足
	B3(空地)	5.33E-04		2.67	满足
	C3(直加机房)	2.09E-01		10	满足
	D3(直加机房)	6.41E-04		6.67	满足
	E3(医护通道)	1.42E-01		0.67	满足
	F3(控制室)	5.20E-06		2.5	满足
	G3(设备附房)	2.04E-01		10.00	满足
	H3(屋面)	6.55E-06		10	满足
	I3(患者出口通道)	7.56E-04		1.33	满足
	K3(入口缓冲间)	1.64E-01 2.71E-01	4.35E-01	1.33	满足
直线加速器 4 室	A4(直加机房)	2.12E-01		10	满足
	B4(直加机房)	6.48E-04		6.67	满足
	C4(直加机房)	2.12E-01		10	满足
	D4(直加机房)	6.48E-04		6.67	满足
	E4(医护通道)	1.42E-01		0.67	满足
	F4(控制室)	5.20E-06		2.5	满足
	G4（设备附房)	2.22E-01		10.00	满足
	H4(屋面)	2.90E-01		10	满足
	I4(患者出口通道)	7.56E-04		1.33	满足
	K4(入口缓冲间)	1.81E-01 2.80E-01	4.60E-01	1.33	满足

直线加速器 5 室	A5(直加机房)	2.12E-01		10	满足
	B5(直加机房)	6.48E-04		6.67	满足
	C5(直加机房)	2.12E-01		10	满足
	D5(直加机房)	6.48E-04		6.67	满足
	E5(医护通道)	1.42E-01		0.67	满足
	F5(控制室)	5.20E-06		2.50	满足
	G5（设备附房)	2.21E-01		10.00	满足
	H5(屋面)	2.90E-01		10	满足
	I5(患者出口通道)	7.56E-04		1.33	满足
	K5(入口缓冲间)	1.84E-01 2.96E-01	4.80E-01	1.33	满足
直线加速器 6 室	A6(直加机房)	2.12E-01		10	满足
	B6(直加机房)	6.48E-04		6.67	满足
	C6(通道)	2.12E-01		1.33	满足
	D6(通道)	5.37E-04		0.67	满足
	E6(医护通道)	1.42E-01		0.67	满足
	F6(控制室)	5.20E-06		2.5	满足
	G6(设备附房)	2.06E-01		10	满足
	H6(屋面)	2.90E-01		10	满足
	I6(患者出口通道)	7.56E-04		1.33	满足
	K6(入口缓冲间)	1.83E-01 2.91E-01	4.74E-01	1.33	满足

由表 11.2-11 可知，本项目直线加速器机房 1~6 屏蔽体外人员可达的四周墙外 30cm 处、顶棚外 30cm 处以及防护门外的剂量率在 4.07E-01~5.06E-01μSv/h 之间，均符合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）等的相关要求，同时均满足表 11.2-2 和表 11.2-3 中的剂量率控制水平，故本项目直线加速器机房屏蔽设计方案合理可行。

根据医院提供资料可知，常规放射治疗状态下，本项目直线加速器 CBCT 用于摆位验证，不与直线加速器治疗同时出束，且本项目加速器配备锥形束 CT，锥形束 CT 为 150kV 的最大管电压，加速器能量为兆伏级，直线加速器机房的防护能满足加速器的要求，则也能满足锥形束 CT 的防护，且直加机房的屏蔽体混凝土厚度足以使锥形束 CT 所致机房周围剂量当量率忽略不计，对机房外人员无影响。

①加速器机头结构材料的感生放射性

加速器在放射治疗时，当射线能量达到或超过产生(γ，n）反应的阈能量时，还会产生感生放射性。偏转磁铁上，将产生 ^{62}Cu（半衰期 9.7min）、^{64}Cu（半衰期 12.7h）、^{66}Cu（半衰期 5.1min）、^{65}Ni（半衰期 38min）等核素。直线加速器钨靶发生

光核反应的阈值为 8.0MeV，本项目直线加速器产生的最大电子线能量为 15MeV，会产生感生放射性。因此需要考虑感生放射性对直线加速器操作人员在治疗室内摆位过程的影响。

为了核算操作人员在摆位过程中受到的辐射剂量，本项目选取江西省肿瘤医院使用的一台 True Beam 型医用电子直线加速器（X 射线最大能量为 15MV，输出剂量率为 6Gy/min，X 射线最大能量大于本项目，类比可行）工作场所辐射防护检测报告（见附件 23）中感生放射性检测数据进行类比，类比项目感生放射性检测结果见表 11.2-12。

表 11.2-12　类比项目感生放射性检测结果

检测项目	检测条件	检测点位置	检测结果(μSv/h）		
			最大值	最小值	平均值
感生放射性	15MV，有用线束输出剂量率为 600MU/min，照射野 30cm×30cm，照射 4Gy 剂量停止后 3min 内测得。	距机头前表面 5cm 处	1.06	1.00	1.03
		距机头前表面 100cm 处	0.37	0.34	0.35
		距机头左表面 5cm 处	1.05	0.90	0.96
		距机头左表面 100cm 处	0.41	0.38	0.40
		距机头左表面 100cm 处	0.41	0.38	0.40
		距机头左表面 100cm 处	0.41	0.38	0.40

由上表类比分析可知，本项目直线加速器正常运行后机房内感生放射性水平机头表面 5cm 处的周围剂量当量率最大值为 1.10μSv/h，机头表面 100cm 处的周围剂量当量率最大值为 0.43μSv/h，均满足《医用电子直线加速器质量控制检测规范》（WS674-2020）中的相关标准，即“第 4.5 款规定，在≤3min 的时间内，测得感生放射性的周围剂量当量率在离外壳表面 5cm 任何容易接近处≤200μSv/h，离外壳表面 1m 处≤20μSv/h”。

②空气活化产生的放射性气体

加速器在放射治疗时，当射线能量达到或超过产生(γ,n）反应的阈能量时，会产生感生放射性，空气中会产生少量感生放射性气体。如空气中会产生 ^{11}C（半衰期 20.5min）、^{13}N（半衰期 10min）和 ^{15}O（半衰期 124s）。感生放射性气体半衰期较短，一般仅为几分钟，所以感生放射性的有效防护措施一般是等关机后等待一段时间之后再进入机房。本项目使用 10MV 能量进行治疗人数不超过患者总人数的 10%，且机房设置了机械排风装置，感生放射性废气随空气排出，对环境影响较小。

③冷却水

冷却水中被活化而形成的放射性核素主要是 ^{15}O、^{13}N，半衰期分别为 2.1min、7.3s，只需要放置较短的时间，其活度就可衰减到可忽略的水平。

（9）有效剂量估算

由《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）可知，受照人员的有效剂量的计算公式如下：

$$E=\sum_{T} w_T \bullet \sum_{R} w_R \bullet D_{T,R} \quad \text{……式（11.2-13）}$$

w_R——辐射 R 的辐射权重因子；由 GB18871-2002 附录 J 可知，光子（所有能量）的辐射权重因子为 1；

w_T——组织或器官 T 的组织权重因数；由 GB18871-2002 附录 J 可知，人体整体的组织权重因数为 1；

$D_{T,R}$——辐射 R 在器官或组织 T 内产生的平均吸收剂量，Gy；数值上约等于空气比释动能，空气比释动能=空气比释动能率×受照时间；

本项目直线加速器计划每台每天最多治疗 80 人，每周工作 5d，每年工作 50 周。其中常规放射治疗量约占 1/10，调强放射治疗量约占 9/10。常规放射治疗患者治疗照射时间平均约为 2min，调强放射治疗患者治疗照射时间平均约为 5min，则每台加速器周治疗照射时间约为 30 h，年治疗照射时间约为 1500h。摆位时间平均 3min/人次，则每台加速器平均周摆位时间约为 20h，年摆位时间约为 1000h。摆位时工作人员距机头至少 1m 距离。由于使用 X 射线 6MV 能量进行治疗不产生感生放射性，不考虑感生放射性对工作人员摆位时的辐射影响，仅考虑受相邻机房泄露辐射影响；使用 X 射线能量 10MV 进行治疗摆位时需考虑感生放射性辐射影响和邻机房泄露辐射影响叠加，感生放射性所致剂量率本次取类比项目距机头 1m 处最大值 0.43μSv/h。由于 X 射线能量 10MV 治疗人数不超过患者总人数的 10%，则受感生放射性影响摆位时间为 3min×80×250×10%=100h，其他摆位时间为 900h。代入式（11.2-13）算得本项目直线加速器所致人员受照剂量情况见表 11.2-13。

表 11.2-13 本项目直线加速器所致人员受照剂量情况

位置			射线能量	剂量率(μSv/h）	年工作时间 t（h）	线束使用因子 U	居留因子 T	年有效剂量（mSv/a）	
直线加速器 1 室	工作人员	控制室操作	10	6.91E-02	1500	1	1	1.04E-01	3.84E-01
		机房摆位	10	6.67E-01	100	1	1	6.67E-02	
		机房摆位	10	2.37E-01	900	1	1	2.13E-01	
	工作人员	A1(射波刀机房)	10	9.15E-03	1500	1	1/2	6.86E-03	

		B1(射波刀机房)	10	5.39E-07	1500	1/4	1/2	1.01E-07	
		C1(直加机房)	10	2.17E-01	1500	1	1/2	1.63E-01	
		D1(直加机房)	10	6.59E-04	1500	1/4	1/2	1.24E-04	
	公众成员	E1(空地)	10	1.46E-01	1500	1	1/40	5.48E-03	
		K1(入口缓冲间)	10	5.06E-01	1500	1/4	1/8	2.37E-02	
		G1(设备附房)	10	4.79E-02	1500	1/4	1/20	8.98E-04	
		H1(屋面)	10	2.90E-04	1500	1	1/40	1.09E-05	
		I1(屋面）	10	6.07E-04	1500	1/4	1/40	5.69E-06	
直线加速器2室	工作人员	控制室操作	10	5.51E-06	1500	1	1	8.26E-06	2.80E-01
		机房摆位	10	6.67E-01	100	1	1	6.67E-02	
		机房摆位	10	2.37E-01	900	1	1	2.13E-01	
	工作人员	A2(直加机房)	10	2.17E-01	1500	1	1/2	1.63E-01	
		B2(直加机房)	10	6.59E-04	1500	1/4	1/2	1.24E-04	
		C2(TOMO机房)	10	2.17E-01	1500	1	1/2	1.63E-01	
		D2(TOMO机房)	10	5.45E-04	1500	1/4	1/2	1.02E-04	
	公众成员	E2(空地)	10	1.46E-01	1500	1	1/40	5.48E-03	
		G2(设备附房)	10	2.27E-01	1500	1/4	1/20	4.25E-03	
		H2(屋面)	10	2.90E-01	1500	1	1/40	1.09E-02	
		I2(屋面)	10	6.07E-04	1500	1/4	1/40	5.69E-06	
		K2(入口缓冲间)	10	4.07E-01	1500	1/4	1/8	1.91E-02	
直线加速器3室	工作人员	控制室操作	10	5.20E-06	1500	1	1	7.80E-06	2.80E-01
		机房摆位	10	6.67E-01	100	1	1	6.67E-02	
		机房摆位	10	2.37E-01	900	1	1	2.13E-01	
	工作人员	C3(直加机房)	10	2.09E-01	1500	1	1/2	1.57E-01	
		D3(直加机房)	10	6.41E-04	1500	1/4	1/2	1.20E-04	
	公众成员	A3(空地)	10	2.09E-01	1500	1	1/40	7.84E-03	
		B3(空地)	10	5.33E-04	1500	1	1/40	2.00E-05	
		E3(医护通道)	10	2.09E-01	1500	1/4	1/8	9.80E-03	
		G3(设备附房)	10	2.04E-01	1500	1/4	1/20	3.83E-03	
		H3(屋面)	10	6.55E-06	1500	1	1/40	2.46E-07	

		I3(患者出口通道)	10	7.56E-04	1500	1/4	1/8	3.54E-05	
		K3(入口缓冲间)	10	4.35E-01	1500	1/4	1/8	2.04E-02	
直线加速器4室	工作人员	控制室操作	10	5.20E-06	1500	1	1	7.80E-06	5.17E-01
		机房摆位	10	9.04E-01	100	1	1	9.04E-02	
		机房摆位	10	4.74E-01	900	1	1	4.27E-01	
	工作人员	A4(直加机房)	10	2.12E-01	1500	1	1/2	1.59E-01	
		B4(直加机房)	10	6.48E-04	1500	1/4	1/2	1.21E-04	
		C4(直加机房)	10	2.12E-01	1500	1	1/2	1.59E-01	
		D4(直加机房)	10	6.48E-04	1500	1/4	1/2	1.21E-04	
	公众成员	E4(医护通道)	10	1.42E-01	1500	1/4	1/8	6.64E-03	
		G4（设备附房)	10	2.22E-01	1500	1/4	1/20	4.17E-03	
		H4(屋面)	10	2.90E-01	1500	1	1/40	1.09E-02	
		I4(患者出口通道)	10	7.56E-04	1500	1/4	1/8	3.54E-05	
		K4(入口缓冲间)	10	4.60E-01	1500	1/4	1/8	2.16E-02	
直线加速器5室	工作人员	控制室操作	10	5.20E-06	1500	1	1	7.80E-06	5.17E-01
		机房摆位	10	9.04E-01	100	1	1	9.04E-02	
		机房摆位	10	4.74E-01	900	1	1	4.27E-01	
	工作人员	A5(直加机房)	10	2.12E-01	1500	1	1/2	1.59E-01	
		B5(直加机房)	10	6.48E-04	1500	1/4	1/2	1.21E-04	
		C5(直加机房)	10	2.12E-01	1500	1	1/2	1.59E-01	
		D5(直加机房)	10	6.48E-04	1500	1/4	1/2	1.21E-04	
		E5(医护通道)	10	1.42E-01	1500	1/4	1/8	6.64E-03	
	公众成员	G5（设备附房)	10	2.21E-01	1500	1/4	1/20	4.14E-03	
		H5(屋面)	10	2.90E-01	1500	1	1/40	1.09E-02	
		I5(患者出口通道)	10	7.56E-04	1500	1/4	1/8	3.54E-05	
		K5(入口缓冲间)	10	4.80E-01	1500	1/4	1/8	2.25E-02	
直	工作	控制室操	10	5.20E-06	1500	1	1	7.80E-	2.80E-

线加速器6室	人员	作						06	01
		机房摆位	10	6.67E-01	100	1	1	6.67E-02	
		机房摆位	10	2.37E-01	900	1	1	2.13E-01	
	工作人员	A6(直加机房)	10	2.12E-01	1500	1	1/2	1.59E-01	
		B6(直加机房)	10	6.48E-04	1500	1/4	1/2	1.21E-04	
	公众成员	C6(通道)	10	2.12E-01	1500	1/4	1/8	9.92E-03	
		D6(通道)	10	5.37E-04	1500	1/4	1/8	2.52E-05	
		E6(医护通道)	10	1.42E-01	1500	1/4	1/8	6.64E-03	
		G6(设备附房)	10	2.06E-01	1500	1/4	1/20	3.86E-03	
		H6(屋面)	10	2.90E-01	1500	1	1/40	1.09E-02	
		I6(患者出口通道)	10	7.56E-04	1500	1/4	1/8	3.54E-05	
		K6(入口缓冲间)	10	4.74E-01	1500	1/4	1/8	2.22E-02	

由表 11.2-15 估算可知，在最大工作负荷的前提下，按照已有的相关设计估算，考虑多台设备叠加，6 台直线加速器运行时对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为 0.52mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也低于剂量约束值 5mSv/a。对公众人员照射的最大年有效剂量值为 2.37E-02mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射 源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也低于剂量约束值 0.1mSv/a。

（10）非放射性气体对环境的影响

根据《辐射防护手册 辐射源与屏蔽》（第一分册）可知，绝大多数天然核素的反应阈能在 10MeV 以上，当射线的能量超过阈能时，由于（X，n）光-核反应会产生中子，光-核反应 产生的中子、中子俘获γ射线以及中子与加速器结构材料和空气发生的（n，γ) 反应产生感生 放射性核素。直线加速器钨靶发生光核反应的阈值为 8.0MeV。本项目拟使用的直线加速器治 疗状态下产生的 X 射线能量最大为 10MV，加速器出束工作时，高能电子会造成室内空气电 离，会产生少量的臭氧和氮氧化物，对周围环境空气会产生影响。

射波刀机房、直加机房 1、直加机房 2、TOMO 机房、后装机房排风管道在楼顶汇聚一个排风机组，排风机组设计风量为 11080m³/h，该 5 间机房设计的空间容积约为：407m³（射波刀机房）+340m³（直加机房 1）+347m³（直加机房 2）+394m³（TOMO 机

房）+180m³（后装机房）=1668m³，根据风机设计的风量，在不考虑排风功率损失的情况下，该 5 间机房通风换气次数约为 11080m³/h÷1668m³≈6.64 次，满足通风换气次数应不小于 4 次/h 的要求。直加机房 3~6 排风管道在楼顶汇聚一个排风机组，排风机组设计风量为 11080m³/h，该 4 间机房设计的空间容积约为：372m³（直加机房 3）+360m³（直加机房 4）+360m³（直加机房 5）+367m³（直加机房 6）=1459m³，根据风机设计的风量，在不考虑排风功率损失的情况下，该 4 间机房通风换气次数约为 11080m³/h÷1459m³≈7.59 次（未考虑风量损失），满足通风换气次数应不小于 4 次/h 的要求。放射治疗排风口设置均位于屋顶，无人员居留。

根据计算，直线加速器机房有效通风换气次数均大于 4 次/h，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）以及《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中对放射治疗机房通风换气次数不小于 4 次/h 的要求，本项目 6 台直线加速器运行产生的少量臭氧和氮氧化物，采用机械排风装置收集后经专用排气管道送至所在建筑楼屋顶排气口排 放，对环境影响较小。

11.2.2 射波刀

由厂家提供资料可知，射波刀有用线束方向可朝四周墙壁及底板，能以水平向上最大 18°角照射各墙体，算得射线束在有用线束方向墙体投影的最高点距地 4.5m-0.92=3.58m，低于射波刀机房高度 5m，故有用线束不会朝向顶棚，即四周墙体及底板为有用线束方向，顶棚主要考虑泄漏辐射影响。6MV 的射波刀 80cm 处最大剂量率为 600Gy/h，则 1m 处剂量率为 380Gy/h，泄漏辐射率为 0.1%。计算路径见图 11.2-4。

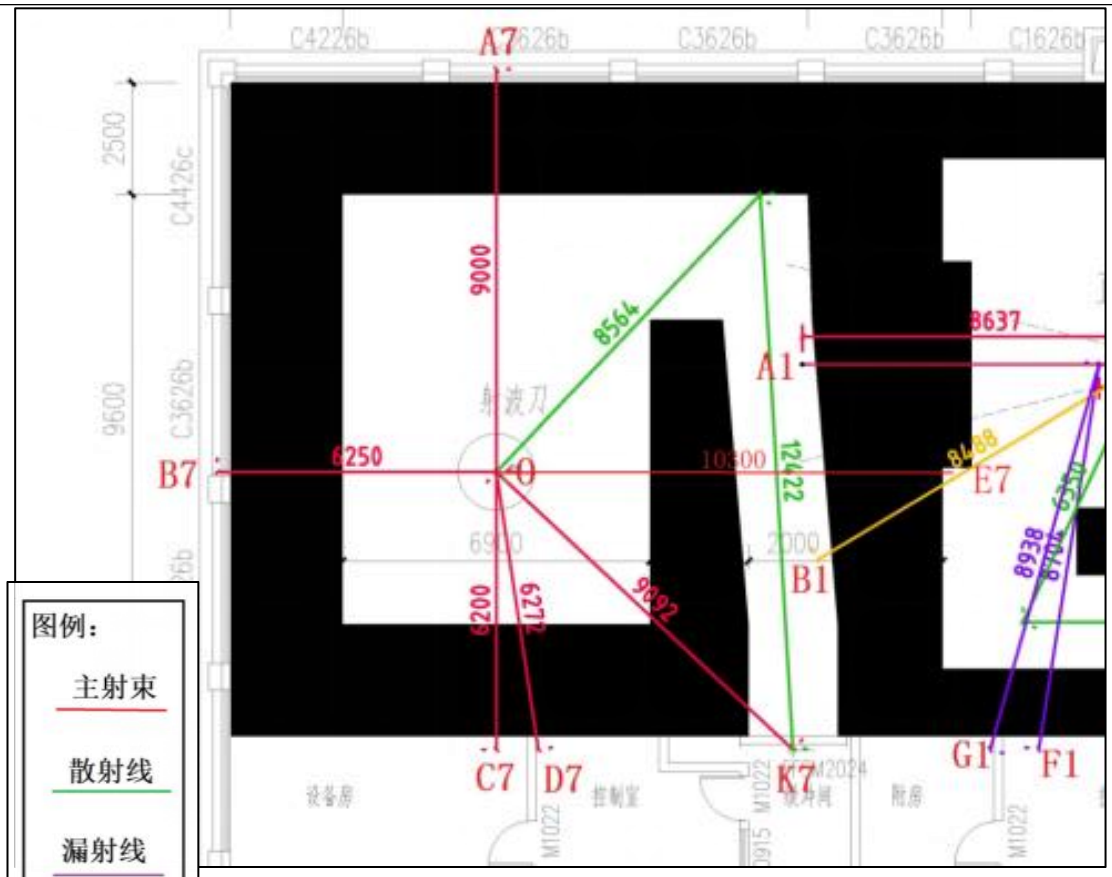


图 11.2-4　射波刀机房平面关注点布置图

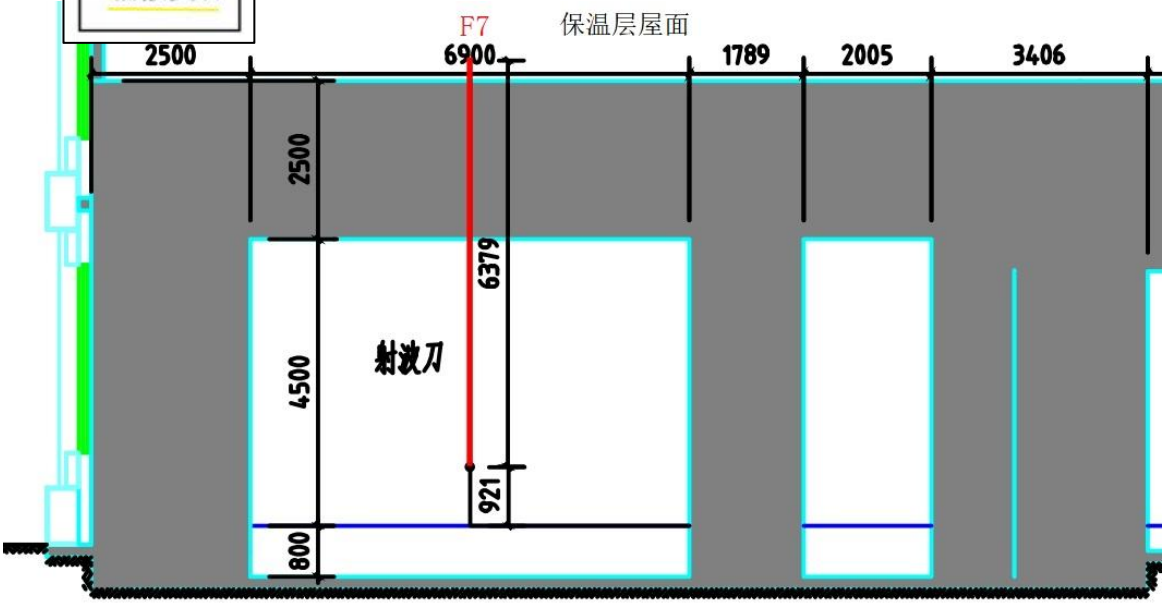


图 11.2-5　　射波刀机房剖面布点图

《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）中建议射波刀机房外的剂量率参考控制水平取 10μSv/h，本项目机房屏蔽体外 30cm 处关注点的剂量率参考控制水平取 2.5μSv/h，取值是偏安全的。将

相关参数代入式（11.2-3）、式（11.2-4）、式（11.2-5）计算得：

表 11.2-16　射波刀机房关注点处剂量率估算结果表

机房	参考点位置	$\dot{H}_o$ (μSv/h)	X (cm)	Xe (cm)	TVL1 (cm)	TVL (cm)	B	R(m)	f	$\dot{H}$ (μSv/h)
射波刀	A7(空地)	3.84E+08	250	250	37	33	3.51E-08	9.00	1	1.66E-01
	B7(空地)	3.84E+08	250	250	37	33	3.51E-08	6.25	1	3.45E-01
	C7(设备附房)	3.84E+08	250	250	37	33	3.51E-08	6.20	1	3.51E-01
	D7(控制室)	3.84E+08	250	253	37	33	2.68E-08	6.27	1	2.62E-01
	E7(直加机房)	3.84E+08	454	454	37	33	2.31E-14	10.30	1	8.36E-08
	F7(屋面)	3.84E+08	250	250	37	33	3.51E-08	6.38	1	3.31E-01
	K7(入口缓冲间)	3.84E+08	250	250	37	33	3.51E-08	9.09	1	1.63E-01

注：a.防护门外 30cm 处剂量率估算结果未考虑铅防护门的屏蔽作用，路径为有用线束朝防护门入口左侧边界（估算结果为最大值），泄露辐射经迷路内墙所致防护门处的剂量率以有用线束代替。

b.标准 GBZ/T201.2 中的 k 点不存在，故未计算 k 点。

c.有用线束朝迷路入口照射，防护门铅的十值层厚度根据 NCRP151 取 5.7cm。

2）防护门处剂量率估算

机房防护门外的剂量率主要考虑泄漏辐射及散射辐射，射入屏蔽墙上的泄漏辐射被散射至计算点的辐射剂量率计算公式见式（11.2-5），散射辐射散射至计算点的辐射剂量率计算公 式见式（11.2-6）。相关计算参数及计算结果如下：

表 11.2-17　泄漏辐射在迷道防护门入口处的剂量率

位置	$\dot{H}_o \times f$ (μSv/h)	αw	A（㎡）	R_L（m）	R（m）	$\dot{H}$ (μSv/h)
防护门（K7 点）	3.84×10^{5}	6.40×10^{-3}	10..07	8.56	12.42	5.2

表 11.2-18　散射辐射在迷道防护门入口处的剂量率

位置	αph	α2	F/400	A（㎡）	R1（m）	R2（m）	$\dot{H}_g$（μSv/h）
防护门（K7 点）	1.39×10^{-3}	22×10^{-3}	0.29	10..07	8.56	12.42	6.39

表 11.2-19　防护门外的辐射剂量率

位置	$\dot{H}_g$（μSv/h）	铅门厚度（mm）	TVL（mm）	铅门的透射因子 B	$\dot{H}_{og}$ (μSv/h)	剂量率 $\dot{H}$ (μSv/h)
泄露辐射	5.2	10	5	6.31×10^{-2}	0.10	0.37
散射辐射	6.39	10	5	6.31×10^{-2}		

注：①用有用线束朝迷路入口照射时的值（0.163μSv/h）替代机头泄露辐射经迷路内墙所致迷路入口的值。

②参照标准 GBZ/T201.2-2011 第 5.2.6.1，散射辐射铅中 TVL 值为 5mm。

由理论估算可知，医院射波刀机房防护门及墙外 30cm 处的剂量率均符合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）等的相关要求。

射波刀带有 2 个 kV 级的 X 射线球管，其产生的 X 射线能量远小于直线加速器 X 射线能量，能满足射波刀的屏蔽墙体也能满足 kV 级的 X 射线球管产生的 X 射线的屏蔽，其对周围 环境的影响相对射波刀直线加速器而言，可以忽略。

3）有效剂量估算

由医院提供资料可知，医院射波刀周治疗人数最大 15 人次/天，年治疗人数为 3750 人次。治疗患者人均治疗过程中的出束时间为 40min/人次，则年出束时间为 2500h。摆位时间平均 3min/人次，则年摆位时间为 187.5h。剂量估算时，射波刀工作人员的剂量率为机房西墙外的剂量率，公众人员位置取机房周边辐射剂量率最高的地方（防护门处），居留因子取 1/8。其中，工作人员为射波刀的操作人员，公众人员为除直线加速器操作人员外的其他在机房周边活动的人员。将参数代入式（11.2-13）：

表 11.2-20　射波刀职业工作人员及公众成员的年有效剂量

位置			剂量率(μSv/h）	年工作时间 t（h）	线束使用因子 U	居留因子 T	年有效剂量（mSv/a）	
射波刀	工作人员	控制室操作	2.62E-01	2500	1	1	6.55E-01	7.58E-01
		患者摆位	5.53E-01	187.5	1	1	1.04E-01	
	工作人员	E7(直加机房)	8.36E-08	2000	1	1/2	8.36E-08	
	公众	A7(空地)	1.66E-01	2000	1	1/20	1.66E-02	
		B7(空地)	3.45E-01	2000	1	1/20	3.45E-02	
		C7(设备附房)	3.51E-01	2000	1	1/8	8.77E-02	
		F7(屋面)	3.31E-01	2000	1	1/20	3.31E-02	
		K7(入口缓冲间)	1.63E-01	2000	1	1/8	4.08E-02	

注：①上表中公众为机房周边其他非辐射工作人员和患者，按医院工作时间 8h/d 计，则年工作时间 2000h/a。

②工作人员在射波刀机房进行摆位，保守估算考虑受 1 号直线加速器南墙叠加影响。

由表 11.2-20 可知，在最大工作负荷的前提下，按照已有的相关设计估算，射波刀运行时 对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为 0.758mSv/a，符合《电离辐射防护

与辐射源安全 基本标准》（GB18871-2002）的要求，也低于剂量约束值 5mSv/a。对公众人员照射的最大年有效剂量值为 8.77E-02mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002） 的要求，也低于剂量约束值 0.1mSv/a。

（4）通风能力分析及非放射性气体对环境的影响

射波刀机房、直加机房 1、直加机房 2、TOMO 机房、后装机房排风管道在楼顶汇聚一个排风机组，排风机组设计风量为 11080m³/h，该 5 间机房设计的空间容积约为：407m³（射波刀机房）+340m³（直加机房 1）+347m³（直加机房 2）+394m³（TOMO 机房）+180m³（后装机房）=1668m³，根据风机设计的风量，在不考虑排风功率损失的情况下，该 5 间机房通风换气次数约为 11080m³/h÷1668m³≈6.64 次，满足通风换气次数应不小于 4 次/h 的要求。直加机房 3~6 排风管道在楼顶汇聚一个排风机组，排风机组设计风量为 11080m³/h，该 4 间机房设计的空间容积约为：372m³（直加机房 3）+360m³（直加机房 4）+360m³（直加机房 5）+367m³（直加机房 6）=1459m³，根据风机设计的风量，在不考虑排风功率损失的情况下，该 4 间机房通风换气次数约为 11080m³/h÷1459m³≈7.59 次（未考虑风量损失），满足通风换气次数应不小于 4 次/h 的要求。放射治疗排风口设置均位于屋顶，无人员居留。

根据计算，射波刀机房有效通风换气次数均大于 4 次/h，满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）以及《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021） 中对放射治疗机房通风换气次数不小于 4 次/h 的要求，本项目射波刀机房运行产生的少量臭氧和氮氧化物，采用机械排风装置收集后经专用排气管道送至所在建筑楼屋顶排气口排 放，对环境影响较小。

11.2.2 TOMO

TOMO 产生的 3.5MVX 射线成像能量低于治疗能量 6MV，TOMO 机房屏蔽保守采用 6MVX 射线能量档进行计算，6MVX 射线对应的等中心处剂量率 510Gy/h（850cGy/min）。TOMO 机房屏蔽保守采用 6MVX 射线能量档进行计算。根据《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011），TOMO 机房屏蔽按照泄漏辐射考虑。计算路径见图 11.2-6。

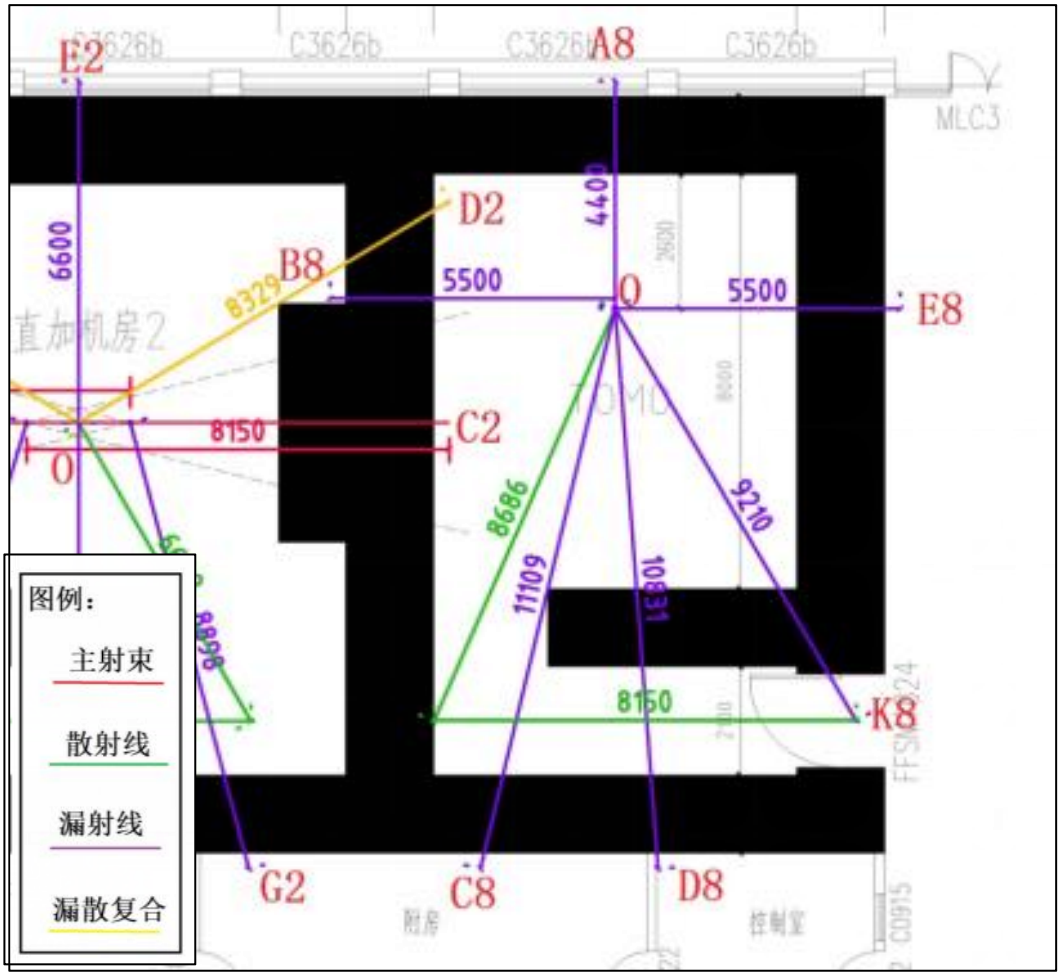


图 11.2-6 TOMO 机房平面关注点布置图

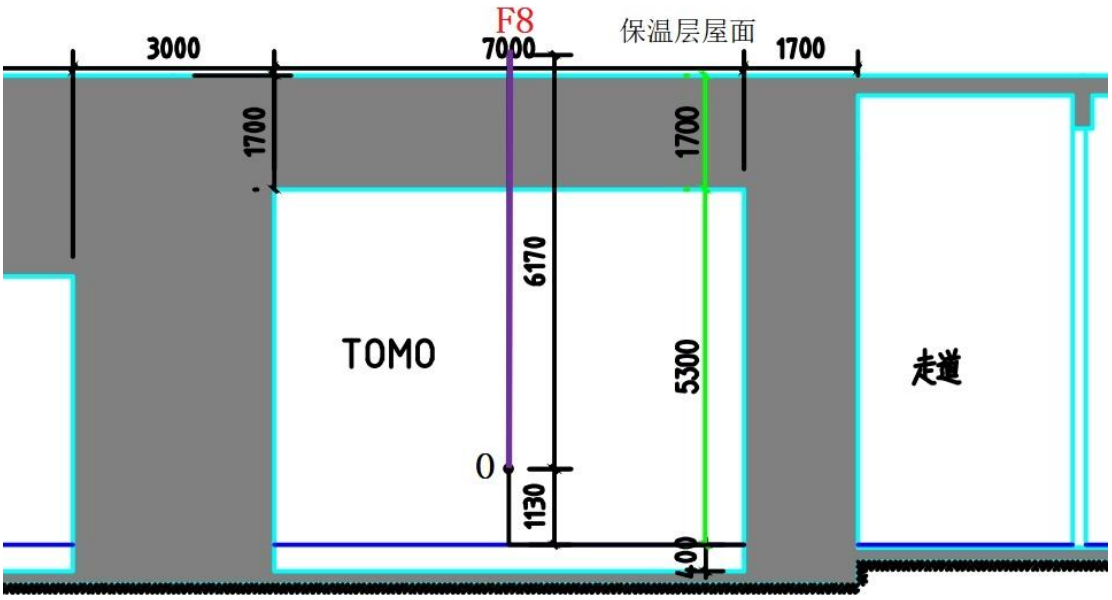


图 11.2-7　TOMO 机房剖面布点图

《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）中建议 TOMO 机房外的剂量率参考控制水平取 10μSv/h，本项目机房屏蔽体外 30cm 处关注点的剂量率参考控制水平取 2.5μSv/h，取值是偏安全的。将相关参数代入式（11.2-3）、式（11.2-4）、式（11.2-5）计算得：

表 11.2-21　TOMO 机房关注点处剂量率估算结果表

机房	参考点位置	$\dot{H}_o$ (μSv/h)	X (cm)	Xe (cm)	TVL1 (cm)	TVL (cm)	B	R(m)	f	$\dot{H}$ (μSv/h)
射波刀	A8(空地)	8.80E+08	170	170	34	28	1.39E-06	4.40	0.001	6.32E-02
	B8(直加机房)	8.80E+08	170	170	34	28	1.39E-06	5.50	0.001	4.04E-02
	C8(设备附房)	8.80E+08	150	173	34	28	1.07E-06	11.11	0.001	7.61E-03
	D8(控制室)	8.80E+08	300	300	34	28	3.16E-11	10.83	0.001	2.37E-07
	E8(医护通道)	8.80E+08	170	170	34	28	1.39E-06	5.50	0.001	4.04E-02
	F8(屋面)	8.80E+08	170	170	34	28	1.39E-06	4.40	0.001	3.21E-02

注：a.防护门外 30cm 处剂量率估算结果未考虑铅防护门的屏蔽作用，路径为有用线束朝防护门入口左侧边界（估算结果为最大值），泄露辐射经迷路内墙所致防护门处的剂量率以有用线束代替。

c.有用线束朝迷路入口照射，防护门铅的十值层厚度根据 NCRP151 取 5.7cm。

2）防护门处剂量率估算

机房防护门外的剂量率主要考虑泄漏辐射及散射辐射，射入屏蔽墙上的泄漏辐射被散射至计算点的辐射剂量率计算公式见式（11.2-5），散射辐射散射至计算点的辐射剂量率计算公式见式（11.2-6）。相关计算参数及计算结果如下：

表 11.2-22　散射辐射在迷道防护门入口处的剂量率

位置	屏蔽设计	透射因子	$\dot{H}_o$ (μSv/h)	αph	α2	A（㎡）	R1（m）	R2（m）	$\dot{H}$ (μSv/h)
防护门（K8 点）	10mPb	0.001	8.80×10^{8}	1.39×10^{-3}	0.22	12.43	8.69	8.15	1.70E-02

备注：①αph 取值参照标准 GBZ/T201.2-2011 第 5.2.6.1 和附录 B 表 B.2，取 45°散射角对应值；

②α2 取值参照标准 GBZ/T201.2-2011 第 5.2.6.1 和附录 B 表 B.6，取 0.5MeV 栏内对应值；

③参照标准 GBZ/T201.2-2011 第 5.2.6.1，散射辐射铅中 TVL 值为 5mm；

④TOMO 的 SAD 为 85cm，根据距离平方反比定律，1m 处的剂量率 H•0 约为 8.80E+08μSv/h。。

由理论估算可知，医院 TOMO 机房防护门及墙外 30cm 处的剂量率均符合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）等的相关要求。

表 11.2-23　穿过迷路内墙泄漏至防护门外辐射计算参数及结果一览表

$\dot{H}_o$ (μSv/h)	屏蔽设计	斜射角θ	透射因子 B	f	R	计算结果 (μSv/h)
8.80E+08	1500mm 混凝土+15mmPb	30°	3.03E-06	0.001	10.4	0.06

3）有效剂量估算

由医院提供资料可知，医院 TOMO 周治疗人数最大 30 人次/周，年治疗人数为 1500 人次。治疗患者人均治疗过程中的出束时间为 25min/人次，则年出束时间为 625h。摆位时间平均 5min/人次，则年摆位时间为 125h。剂量估算时，TOMO 工作人员的剂量率为机房西墙外的剂量率，公众人员位置取机房周边辐射剂量率最高的地方（防护门处），居留因子取 1/8。其中，工作人员为 TOMO 的操作人员，公众人员为除直线加速器操作人员外的其他在机房周边活动的人员。将参数代入式（11.2-13）：

表 11.2-24　TOMO 职业工作人员及公众成员的年有效剂量

位置			剂量率 (μSv/h)	年工作时间 t（h）	线束使用因子 U	居留因子 T	年有效剂量（mSv/a）	
TOMO	工作人员	控制室操作	2.37E-07	625	1	1	1.48E-07	6.91E-02
		患者摆位	5.53E-01	125	1	1	6.91E-02	
	工作	B8(直加机房)	4.04E-02	750	1	1/2	1.52E-02	

	人员						
	公众	A8(空地)	6.32E-02	750	1	1/20	2.37E-03
		C8(设备附房)	7.61E-03	750	1	1/8	7.14E-04
		E8(医护通道)	4.04E-02	750	1	1/8	3.79E-03
		F8(屋面)	3.21E-02	750	1	1/20	1.20E-03
		K8(入口缓冲间)	7.70E-02	750	1	1/8	7.22E-03

注：①上表中公众为机房周边其他非辐射工作人员和患者，按医院工作时间 8h/d 计，则年工作时间 2000h/a。

②工作人员在 TOMO 机房进行摆位，保守估算考虑受 2 号直线加速器北墙叠加影响。

由表 11.2-24 可知，在最大工作负荷的前提下，按照已有的相关设计估算，TOMO 运行时对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为 0.069mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全 基本标准》（GB18871-2002）的要求，也低于剂量约束值 5mSv/a。对公众人员照射的最大年有效剂量值为 1.52E-02mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也低于剂量约束值 0.1mSv/a。

（4）通风能力分析及非放射性气体对环境的影响

射波刀机房、直加机房 1、直加机房 2、TOMO 机房、后装机房排风管道在楼顶汇聚一个排风机组，排风机组设计风量为 11080m³/h，该 5 间机房设计的空间容积约为：407m³（射波刀机房）+340m³（直加机房 1）+347m³（直加机房 2）+394m³（TOMO 机房）+180m³（后装机房）=1668m³，根据风机设计的风量，在不考虑排风功率损失的情况下，该 5 间机房通风换气次数约为 11080m³/h÷1668m³≈6.64 次，满足通风换气次数应不小于 4 次/h 的要求。直加机房 3~6 排风管道在楼顶汇聚一个排风机组，排风机组设计风量为 11080m³/h，该 4 间机房设计的空间容积约为：372m³（直加机房 3）+360m³（直加机房 4）+360m³（直加机房 5）+367m³（直加机房 6）=1459m³，根据风机设计的风量，在不考虑排风功率损失的情况下，该 4 间机房通风换气次数约为 11080m³/h÷1459m³≈7.59 次（未考虑风量损失），满足通风换气次数应不小于 4 次/h 的要求。放射治疗排风口设置均位于屋顶，无人员居留。

根据计算可得 TOMO 机房有效通风换气次数大于 4 次/h，满足《放射治疗放射 防护要求》（GBZ121-2020）以及《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中对放射治疗机房通风换气次数不小于 4 次/h 的要求，本项目 TOMO 运行产生的少量臭氧和氮氧化 物，采用机械排风装置收集后经专用排气管道送至所在建筑楼屋顶排气口

排放，对环境影响 较小。

放疗中心的 6 直线加速器、射波刀、TOMO 等工作区域相邻，相应的辐射工作人员可能存在辐射叠加的影响，本次从保守估计该区域内 1 名辐射工作人员参与所有治疗层程序所产生的累计计量结果见下表：

表 11.2-25　直线加速器、射波刀、TOMO 辐射工作人员个人累计剂量叠加结果分析

设备		年有效剂量（mSv/a）
直线加速器 1 室	工作人员	3.84E-01
	工作人员	6.86E-03
		1.01E-07
		1.63E-01
		1.24E-04
	公众成员	5.48E-03
		2.37E-02
		8.98E-04
		1.09E-05
		5.69E-06
直线加速器 2 室	工作人员	2.80E-01
	工作人员	1.63E-01
		1.24E-04
		1.63E-01
		1.02E-04
	公众成员	5.48E-03
		4.25E-03
		1.09E-02
		5.69E-06
		1.91E-02
直线加速器 3 室	工作人员	2.80E-01
	工作人员	1.57E-01
		1.20E-04
	公众成员	7.84E-03
		2.00E-05
		9.80E-03
		3.83E-03
		2.46E-07
		3.54E-05
		2.04E-02
直线加速器 4 室	工作人员	5.17E-01
	工作人员	1.59E-01
		1.21E-04
		1.59E-01
		1.21E-04
	公众成员	6.64E-03
		4.17E-03
		1.09E-02
		3.54E-05
		2.16E-02
直线加速器 5 室	工作人员	5.17E-01
	工作人员	1.59E-01
		1.21E-04
		1.59E-01

		1.21E-04
		6.64E-03
	公众成员	4.14E-03
		1.09E-02
		3.54E-05
		2.25E-02
直线加速器 6 室	工作人员	2.80E-01
	工作人员	1.59E-01
		1.21E-04
	公众成员	9.92E-03
		2.52E-05
		6.64E-03
		3.86E-03
		1.09E-02
		3.54E-05
		2.22E-02
射波刀	工作人员	1.01E+00
	工作人员	8.36E-08
	公众	1.66E-02
		3.45E-02
		8.77E-02
		3.31E-02
		4.08E-02
TOMO	工作人员	1.38E-01
	工作人员	4.04E-02
	公众	6.32E-03
		1.90E-03
		1.01E-02
		3.21E-03
		1.93E-02

根据上表统计，辐射工作人员叠加的累计剂量为 4.902 mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全 基本标准》（GB18871-2002）的要求，也低于剂量约束值 5mSv/a。公众流动性比较大，暂不考虑。

11.2.4 后装治疗机

（1）估算公式选取

由《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 3 部分：γ射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014） 可知，后装治疗机主要考虑γ放射源产生的γ射线对墙和室顶的直接照射（初级辐射）及散射 辐射在机房入口的照射。

初级辐射的屏蔽计算：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H}_0 \times f \times B}{R^2} \quad \text{式（11.2-14）}$$

$\dot{H}$ ——在屏蔽体外关注点的剂量率，μSv/h；

$\dot{H}_0$——活度为A的源在距其1m处的剂量率，μSv/h；$\dot{H}_0=A\bullet K_Y$，K_Y放射源的空气比释动能率常数，^{192}Ir为0.111μSv/（h.MBq），最大装源活度3.7×10^{11}Bq（3.7×10^{5}MBq），计算可得4.107×10^{4}μSv/h；

f——对有用线束为1；

R——辐射源至关注点的距离，m；

B——辐射屏蔽透射因子，B=10$^{-X/TVL}$，X为屏蔽物质厚度，TVL为什值层厚度，混凝土对^{192}Ir放射源为TVL=152mm。

（2）散射辐射的屏蔽

入口处（防护门处）经屏蔽后的散射辐射剂量$\dot{H}$计算公式如下：

$$\dot{H}=\frac{\dot{H}_0\times S_w\times a_w}{R_1^{\ 2}\times R_2^{\ 2}}\times B \quad \text{.....式（11.2-15）}$$

$\dot{H}_0$活度为A的源在距其1m处的剂量率，μSv/h；$\dot{H}_0=A\bullet K_Y$，K_Y放射源的空气比释动能率常数，^{192}Ir为0.111μSv/（h.MBq），源活度3.7×10^{11}Bq；

S_w——迷路内口墙的散射面积，㎡；

a_w——散射体的散射因子，㎡，取表C.5中0.25MeV时45°入射0°散射值3.39×10^{-2}；

R_1——辐射源至散射体中心点的距离，m；

R_2——散射体中心点至计算点的距离，m；

B——辐射屏蔽透射因子，B=10$^{-X/TVL}$，X为屏蔽物质厚度，TVL为什值层厚度，散射辐射在防护门处的能量约0.2MeV，TVL$_{铅}$=5mm。

（3）关注点选取

后装机房内^{192}Ir放射源距离地面最大高度0.8m，后装治疗机活动区域距南墙、西墙、东侧迷路内墙的内侧墙面最近距离各1m，距离北墙内侧表面为2m。西墙外为土层，故西墙外未设置关注点。计算路径见图11.2-8。

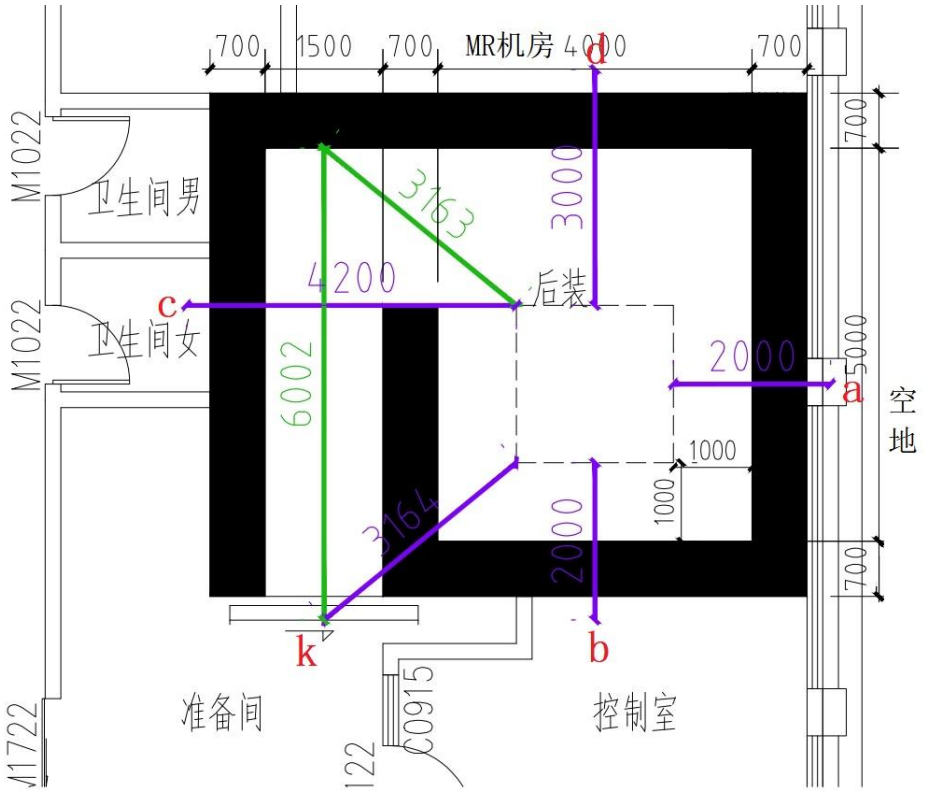


图 11.2-8　后装机房平面布点图

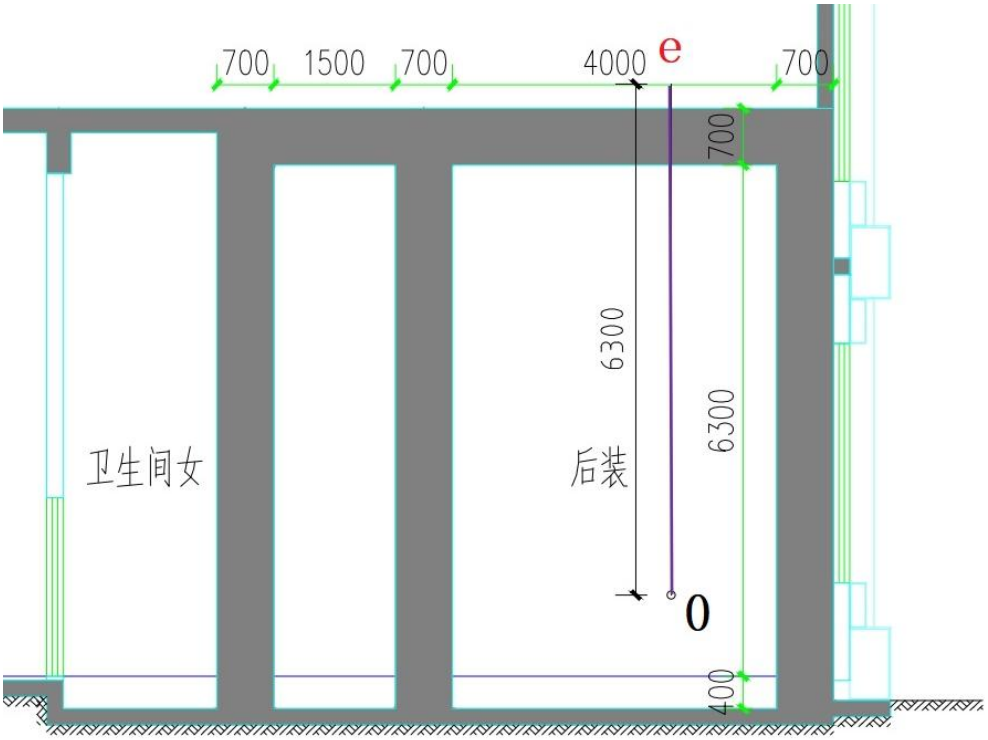


图 11.2-9　　后装机房剖面布点图

（3）计算结果

后装治疗机治疗状态下，^{192}Ir 处于裸源状态时，由公式（11.2-14）计算出最大装源活度 10Ci 时 1m 处剂量率为$4.107\times10^{4}\mu Sv/h$。

1）关注点处周围剂量当量率参考控制水平

后装治疗工作负荷：每天治疗20 人，每周工作5d，每年工作50 周，最大装源活度时， 每人次治疗出束时间约6min，估算源强最大时后装治疗周工作时间为10h，年治疗照射时间 为500h。

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）的6.1.4 条款中对剂量控制的相 关要求及《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）第6.3.1 节计算公式对后装治疗机屏蔽 体外关注点处的周围剂量当量率参考控制水平进行计算，计算参数及结果如下。

表11.2-26　后装治疗机机房屏蔽体外关注点处的周围剂量当量率参考控制水平

参考点位置	He	t	U	T	● Hc	● H c ,max	● Hc
	μSv/周	h/周	/	/	μSv/h	μSv/h	μSv/h
a（空地）	5	10	1	1/16	8	2.5	2.5
b（控制室）	100	10	1	1	10	2.5	2.5
c（卫生间）	5	10	1	1/8	4	2.5	2.5
d（MR 机房）	5	10	1	1/2	1	1	1
e（屋面）	5	10	1	1/20	10	2.5	2.5
k（准备间）	5	10	1	1/8	4	2.5	2.5

2）屏蔽墙、室顶外辐射剂量率

本项目各屏蔽墙体及室顶外关注点辐射剂量率计算结果见表 11.2-27。

表 11.2-26　治疗室墙体及室顶外关注点辐射剂量率计算结果

屏蔽墙	1m 处剂量率 (μSv/h）	有效屏蔽厚度	关注点到靶点的距离（m）	关注点剂量率
a（空地）墙外 30cm	4.11E+04	700mm 混凝土	2	2.55E-02
b（控制室）墙外 30cm	4.11E+04	700mm 混凝土	2	2.55E-02
c（卫生间）墙外 30cm	4.11E+04	700mm 混凝土	4.2	5.78E-03
d（MR 机房）墙外 30cm	4.11E+04	700mm 混凝土	4	6.37E-03
e（屋面）墙外 30cmm	4.11E+04	700mm 混凝土	6.3	2.57E-03

3）防护门外辐射剂量率

防护门外侧 g 点处辐射剂量率包括主射束穿过迷路内墙的辐射路径和主射束一次散

射路径的叠加。

①g 点处主射束穿过迷路内墙的辐射剂量率

k 点处主射束穿过迷路内墙的辐射剂量率计算结果见表 11.2-28。

表 11.2-28　k 点处主射束穿过迷路内墙的辐射剂量率计算结果

关注点	屏蔽墙	1m处剂量率(μSv/h）	有效屏蔽厚度（mm）	关注点到靶向点的距离（m）	关注点剂量率(μSv/h）
k	迷道内墙	4.107E+04	700mm 混凝土	3.162	1.02E-02

注：1）关注点k点屏蔽物质厚度按垂直入射考虑，估算结果是偏保守的。2）源距迷路内墙最近距离出束时，射线经迷路内墙至防护门g点的距离按垂直距离考虑。

②k 点处主射束一次散射辐射剂量率

k 点处主射束一次散射辐射剂量率计算结果见表 11.2-29。

表 11.2-29　k 点处主射束一次散射辐射剂量率计算结果

关注点	计算参数				计算结果H_g(μSv/h）
	S_w（㎡）	α_w	R_1（m）	R_2（m）	
k	（2.31+2）×4.05=17.46	3.39E-02	3.16	6.0	67.62

表 11.2-30 防护门屏蔽后辐射剂量率计算结果

关注点	主射束穿过迷路内墙的 辐射剂量率(μGy/h）	主射束一次散射辐射剂量 率(μSv/h）	屏蔽厚度（mmPb）	关注点处辐射剂量 率(μSv/h）
g	1.02E-02	67.62	10	054

由理论计算结果可知，^{192}Ir 后装治疗机机房屏蔽体外 30cm 处的剂量率在（6.37E-03～0.54）μSv/h 之间，符合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第 3 部分：γ射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）等的相关要求，也满足低于表 11.2-25 中相关控制水平的要求。

（4）贮源状态下机房外的辐射剂量率水平分析

由《后装γ源近距离治疗质量控制检测规范》（WS262-2017）可知：在距离贮源器表面 5cm 处的泄露辐射所致周围剂量当量率不超过 50μSv/h，在距离贮源器表面 100cm 处的泄露辐射所致周围剂量当量率不超过 50μSv/h。贮源状态下，根据式（11.2-16）算得后装治疗机最大装源活度、最薄屏蔽墙体（70cm 混凝土）、距源最近距离（2m）的

关注点处的剂量率为3.10×10-5μSv/h。贮源状态下机房外的辐射剂量率亦能满足《放射治疗机房的辐射屏蔽规范第3部分：γ射线源放射治疗机房》（GBZ/T201.3-2014）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）、《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的相关要求。

（5）有效剂量估算

后装治疗工作负荷：每天治疗20人，每周工作5d，每年工作50周，最大装源活度时，每人次治疗出束时间约6min，估算源强最大时后装治疗周工作时间为10h，年出源治疗照射时间为500h。工作人员在机房内摆位时间约3min/人次，则年摆位时间250h。

后装治疗机源贮存状态时，公众人员受照时间按每天8h、年工作250d考虑，并扣除出出源治疗时间，居留因子取1。

表11.2-31　职业工作人员及公众成员的年有效剂量

位置		剂量率(μSv/h)	年工作时间（h）	居留因子	年有效剂量（mSv/a）	
工作人员（b，控制室）	治疗状态	2.55E-02	500	1	1.27E-02	1.263
	贮源状态	3.10E-05	1250	1	3.88E-05	
工作人员（摆位）		5	250	1	1.25	
公众成员a（空地）墙外30cm		2.55E-02	500	1/20	6.37E-04	
公众成员c（卫生间）墙外30cm		5.78E-03	500	1/5	5.78E-04	
公众成员d（MR机房）墙外30cm		0.006370031	500	1/20	1.59E-04	
公众成员e（屋面）墙外30cmm		2.57E-03	500	1/20	6.42E-05	
公众成员k（准备间）墙外30cm		0.54	500	1/8	3.38E-02	
源贮存		3.10E-05	1500	1	4.65E-05	

注：北墙外模具间为加速器工作人员用房，故按工作人员考虑。居留因子取值参照《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）附录A的表A.1。非治疗（贮源）状态工作人员在控制室的工作时间按总工作时间8h/d×250d/a-治疗时间500h/a-机房内摆位时间250h/a=1250h/a。

由表11.2-30可知，在最大工作负荷的前提下，按照已有的相关设计估算^{192}Ir后装治疗机运行和贮存时对工作人员职业照射的最大年有效剂量值为1.263mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也低于剂量约束值5mSv/a。对公众人员照射的最大年有效剂量值为3.38E-02mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）的要求，也低于剂量约束值0.1mSv/a。

（6）通风能力分析及非放射性气体对环境的影响

射波刀机房、直加机房 1、直加机房 2、TOMO 机房、后装机房排风管道在楼顶汇聚一个排风机组，排风机组设计风量为 11080m³/h，该 5 间机房设计的空间容积约为：407m³（射波刀机房）+340m³（直加机房 1）+347m³（直加机房 2）+394m³（TOMO 机房）+180m³（后装机房）=1668m³，根据风机设计的风量，在不考虑排风功率损失的情况下，该 5 间机房通风换气次数约为 11080m³/h÷1668m³≈6.64 次，满足通风换气次数应不小于 4 次/h 的要求。直加机房 3~6 排风管道在楼顶汇聚一个排风机组，排风机组设计风量为 11080m³/h，该 4 间机房设计的空间容积约为：372m³（直加机房 3）+360m³（直加机房 4）+360m³（直加机房 5）+367m³（直加机房 6）=1459m³，根据风机设计的风量，在不考虑排风功率损失的情况下，该 4 间机房通风换气次数约为 11080m³/h÷1459m³≈7.59 次（未考虑风量损失），满足通风换气次数应不小于 4 次/h 的要求。放射治疗排风口设置均位于屋顶，无人员居留。

根据计算可得后装治疗机房有效通风换气次数大于 4 次/h，满足《放射治疗放 射防护要求》（GBZ121-2020）以及《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）中对 放射治疗机房通风换气次数不小于 4 次/h 的要求，本项目后装治疗机运行产生的少量臭氧和氮氧化物，采用机械排风装置收集后经专用排气管道送至所在建筑楼屋顶排气口排放，对环 境影响较小。

11.2.1.5 放射治疗机房通风管道和电缆穿墙处的辐射环境影响

本项目 6 间直线加速器机房、射波刀机房、TOMO 机房以及后装治疗机机房进风管道和排风管道均在防护门上方墙体采用 S 型方式穿墙，穿墙处管道两端 30cm 位置及管道穿墙口周围墙位置内外包铅皮，对穿墙部位进行屏蔽补充。本项目 6 间直线加速器机房穿墙处管道两端 30cm 位置及管道穿墙口周围墙位置内外包 8mmPb 铅皮，其他射波刀机房、TOMO 机房以及后装治疗机 机房穿墙处管道两端 30cm 位置及管道穿墙口周围墙位置内外包 5mmPb 铅皮，对穿墙部位进 行屏蔽补充。机房内射线不会直接照向通风管口，通过 S 型方式的设计穿越屏蔽墙，增加射 线的散射次数和衰减，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。

由表 10.2-2 及各机房防护门处剂量率估算值可知，直线加速器机房 16mmPb 防护门、射波刀机房、TOMO 机房以及后装治疗机机房 10mmPb 防护门外的辐射剂量率满足标准要求，由此 可推断本项目直线加速器机房排风管道补偿措施（内外共包

16mmPb 铅皮）以及射波刀机房、TOMO 机房以及后装治疗机机房排风管道补偿措施（内外共包 10mmPb 铅皮）能满足标准要求。 从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果。

本项目直线加速器机房、射波刀机房、TOMO 机房以及后装治疗机机房内电缆沟均通过地下 电缆沟走线，并采用“⌐”型方式从地坪下穿越屏蔽墙体到达机房外。通过多次折返的电缆 沟设计和下沉地面穿越屏蔽墙的设计，增加泄漏射线的散射次数和衰减，从而保证不减弱屏 蔽墙体的屏蔽效果。

综上所述，本项目放射治疗机房通风管道、电缆穿墙处的剂量率均能满足《放射治疗机 房的辐射屏蔽规范第 1 部分：一般原则》（GBZ/T201.1-2007）、《放射治疗机房的辐射屏蔽 规范第 2 部分：电子直线加速器放射治疗机房》（GBZ/T201.2-2011）、《放射治疗辐射安全 与防护要求》（HJ 1198-2021）等的相关要求。

11.2.2 事故影响分析

11.2.2.1 可能的辐射风险事故

（1）电子直线加速器、射波刀、TOMO项目可能的辐射事故

1）安全联锁装置发生故障情况下，人员误入正在运行的机房造成X射线误照射。

2）工作人员或病人家属在防护门关闭后尚未撤离机房，加速器运行，会对工作人员或病 人家属产生不必要的X射线照射。

3）工作人员在机房内为患者摆位或其他准备工作，控制台处操作人员误开机出束，发生事故性出束，对工作人员造成辐射伤害。

4）加速器控制系统出现故障，照射治疗不能停止，病人受到计划外照射。

5）维修期间的事故，加速器维修工程师在检修期间误开机出束，造成辐射伤害。

（2）后装机项目可能的辐射事故

1）工作人员操作不当或设备故障，在设备安装和换装放射源时发生放射源由设备或容器中跌落出来，造成安装或操作人员受到强辐射照射。发生卡源造成额外照射。

2）治疗机处于运行状态时，因故障，门机联锁装置失效，导致人员误入处于运行状态的机房，受到不必要的辐射照射。

3）放射源保管不善，可能发生丢失事故，产生严重的环境污染事故。

4）摆位工作人员尚未撤离机房，控制台处操作人员误操作，后装机出源，对工作人员造成照射。

11.2.2.2事故受照剂量估算

（1）放射治疗射线装置事故受照剂量估算

1）本项目放射治疗射线装置包括电子直线加速器、射波刀、TOMO，本次按能量最大的直线加速器进行分析。直线加速器对病人开机治疗时，距焦点1m处X射线的最大吸收剂量率为2400cGy/min，假设考虑加速器运行时人员误入治疗室，人员在无其他屏蔽的情况下处于加速器机头外1m远处的主射束方向。由于治疗室内设置有“紧急止动”按钮，只要误入人员按下此按钮就可以停机，所以受照时间取10s，则事故情况下误入人员距加速器机头1m处受到的辐射剂量为4.0Sv，超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中20mSv/a剂量限值。

参考《实用辐射安全手册第二版》关于急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系，见表11.2-32。

表11.2-32 急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系

辐射剂量（Gy）	急性放射病发生率（%）	辐射剂量（Gy）	死亡率（%）
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.50	50
1.25	60	3.60	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第40条关于辐射事故分级要求，根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级，见表11.2-33。

表11.2-33辐射事故分级

事故等级	事故情形
特别重大辐射事故	射线装置失控导致3人以上（含3人）急性死亡。
重大辐射事故	射线装置失控导致2人以下（含2人）急性死亡或者10人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	射线装置失控导致9人以下（含9人）急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

本项目直线加速器事状态下急性放射病发生率超过99%，可导致9人以下（含9人）急性重度放射病，属于较大辐射事故。

2）在维修人员进行检修时，假设触动直线加速器开关，造成维修人员在无其它屏蔽的情况下处于加速器照射头射束1m处的直射方向，主射束1m处剂量率为最大值24Gy/min，每次误入照射时间为3～4秒。若照射时间为4秒，则维修人员受到的辐射剂量为1.6Sv/次，为较大辐射事故。

（2）后装机事故受照剂量估算

若发生放射源丢失、被盗、失控，根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第449号）规定，属于较大辐射事故，需及时上报上级主管部门和环保部门，并启动应急预案。治疗状态下人员误入、放射源裸露或卡源状态下：相关人员距放射源0.5m处停留8min时受到的有效剂量为32.9mSv，导致职业人员受照射剂量超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中20mSv/a剂量限值，导致公众受照射剂量超过《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中1mSv/a的剂量限值，为一般事故；若照射时间过长会导致急性放射性疾病的发射，可能会发展为较大辐射事故。医院应加强放射源的安全管理，杜绝事故发生。

11.2.2.3风险事故防范措施

（1）电子直线加速器项目辐射事故防范措施

1）制定有自检制度，且严格进行经常性自查，如发现门机联锁、监视器、工作状态指示灯、电离辐射警告标志不够完善或失灵，以及防护门出现故障，应立即补充和修复。定期进行门机联锁装置、工作状态指示灯检查，防止人员误入。

2）加强人员培训，制定规范的操作规程并落实。

3）制定完善的操作规范，对操作人员定期培训，使之熟练操作，严格按照操作规范操作，实施照射前控制台工作人员应先观察监控确保机房内摆位工作人员已撤出。

4）做好设备保养维护工作，定期对设备开展维护维修。

5）医院应联系有维修资质的人员前来对设备进行维护，不得私自拆卸维修X射线装置。

（2）后装机项目辐射事故防范措施

1）换源事宜由供源厂家专业人员负责，严禁私自拆卸。做好设备日常维护，经常对设备的性能进行检查，防止卡源事故发生。

2）定期验证安全装置与设施的有效性，保证门机联锁装置有效。

3）放射源贮存在后装机机头内，限制无关人员进入后装机房，做好防盗措施，设

置防盗门、防盗窗及报警装置等。制定落实放射源安全管理与台账制度，设专人负责。

4）制定完善的操作规范，对操作人员定期培训，使之熟练操作，严格按照操作规范操作，实施照射前控制台工作人员应现观察监控确保机房内摆位工作人员已撤出。

11.2.2.4事故应急措施

一旦发生辐射事故时，立刻启动辐射事故应急预案。当事人应即刻报告辐射事故应急处理小组组长，组长随即通知辐射事故应急处理小组有关成员采取相应救助措施，妥善处理，并在2小时内填写《辐射事故初始报告》，向当地环境保护主管部门、公安部门和卫生部门报告（发生人员超剂量照射时报告）。

11.3 回旋加速器辐射工作场所辐射影响分析

11.3.1 回旋加速器制药分析

根据医院提供资料，拟购置的回旋加速器带有自屏蔽系统，主要技术参数见表11.3-1。

表 11.3-1 回旋加速器（带自屏蔽体）技术参数

最大能量	流强	泄漏辐射能量		靶心距地面的距离
		中子	γ射线	
≤10MeV	100 μA	≤5MeV	≤8MeV	1m
6 个靶位，生产 ^{18}F，^{13}N，^{11}C，^{68}Ga，^{89}Zr，^{64}Cu				

表 11.3-2 回旋加速器带自屏蔽体的材料组成

材料	厚度				
	前面	侧面	后面	上部	底部
聚乙烯	20.6cm	11.5cm	23.8cm	23.9cm	0.0cm
铁	0.45cm	0.45cm	0.45cm	0.4cm	0.0cm
铅	10.0cm	10.0cm	10.0cm	10.0cm	0.0cm
铁	0.6cm	0.6cm	0.6cm	0.6cm	0.0cm
重混凝土	62.2cm	56.4cm	59.3cm	59.4cm	0.0cm
铁	0.6cm	0.6cm	0.6cm	0.6cm	0.0cm

11.3.2 回旋加速器机房周围剂量率水平估算

（1）屏蔽墙屏蔽计算公式

保守起见，所有核素工作场所的屏蔽，可采用瞬时剂量率计算方法。符合瞬时剂量率目标要求的屏蔽厚度 X 的计算，公式如下：

$$X = TVL \times \lg(\frac{A \times \Gamma}{\dot{H}_p \times r^2}) \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad （11.3\text{-}1）$$

式中： X — 屏蔽厚度，mm；

TVL — 十分之一值层，mm；

A — 放射源的预期最大放射性活度，MBq；

Γ — 放射源 1 米处比释动能率常数，μSv·㎡·h^{-1}·MBq^{-1}；

$\dot{H}_P$ — 参考点处剂量率控制目标值，μSv/h；

r— 放射源至屏蔽关注点的距离，m。

参照《核医学放射防护要求》（GBZ120-2020）附录 I 中“1.3 自屏蔽回旋加速器机房屏蔽估算方法”，回旋加速器屏蔽室外的剂量率可采用生产厂家提供的泄露辐射剂量等高线，采用近似方法估算。已知某参考点r0、r1处的中子和γ射线剂量率，以及机房屏蔽材料的厚度为X，则机房屏蔽墙外评价点R 处的中子和γ射线剂量率的总和H_R 可按下列公式计算。

$$\dot{H}_R=\left(\frac{r_0}{R}\right)^2\cdot\left(\dot{H}_n\times10^{-X/TVL_n}+\dot{H}_r\times10^{-X/TVL_r}\right)\quad\text{（11.3-2）}$$

式中：$\dot{H}_R$——回旋加速器室外关注点剂量率，单位为微希沃特每小时（μSv/h）

r_0——参考点距靶心的距离，单位为米（m）；

R——屏蔽墙外关注点距靶心的距离，单位为米（m）；

$\dot{H}_n$——参考点 r_0 处的中子剂量率，单位为微希沃特每小时（μSv/h），查生产厂家提供的泄漏辐射剂量等高线；

X——屏蔽墙厚度，单位为厘米（cm）；

TVL_n——中子射线的十分之一减弱层厚度，单位为厘米（cm）；

$\dot{H}_r$——参考点 r_0 处的 γ 射线剂量率，单位为微希沃特每小时（μSv/h），查生产厂家提供的泄漏辐射剂量等高线；

TVL_r——γ射线的十分之一减弱层厚度，单位为厘米（cm）。对11MeV回旋加速器泄漏辐射γ射线的能量约为8MeV，中子的能量约为5MeV。

（2）回旋加速器机房周围剂量率水平估算

设备厂商根据设备源项、屏蔽材料及厚度对回旋加速器外剂量率进行了计算，依据设备厂商提供的资料，设备表面γ射线和中子剂量分布图见图11-1。设备泄露辐射剂量等高线图见附图26。

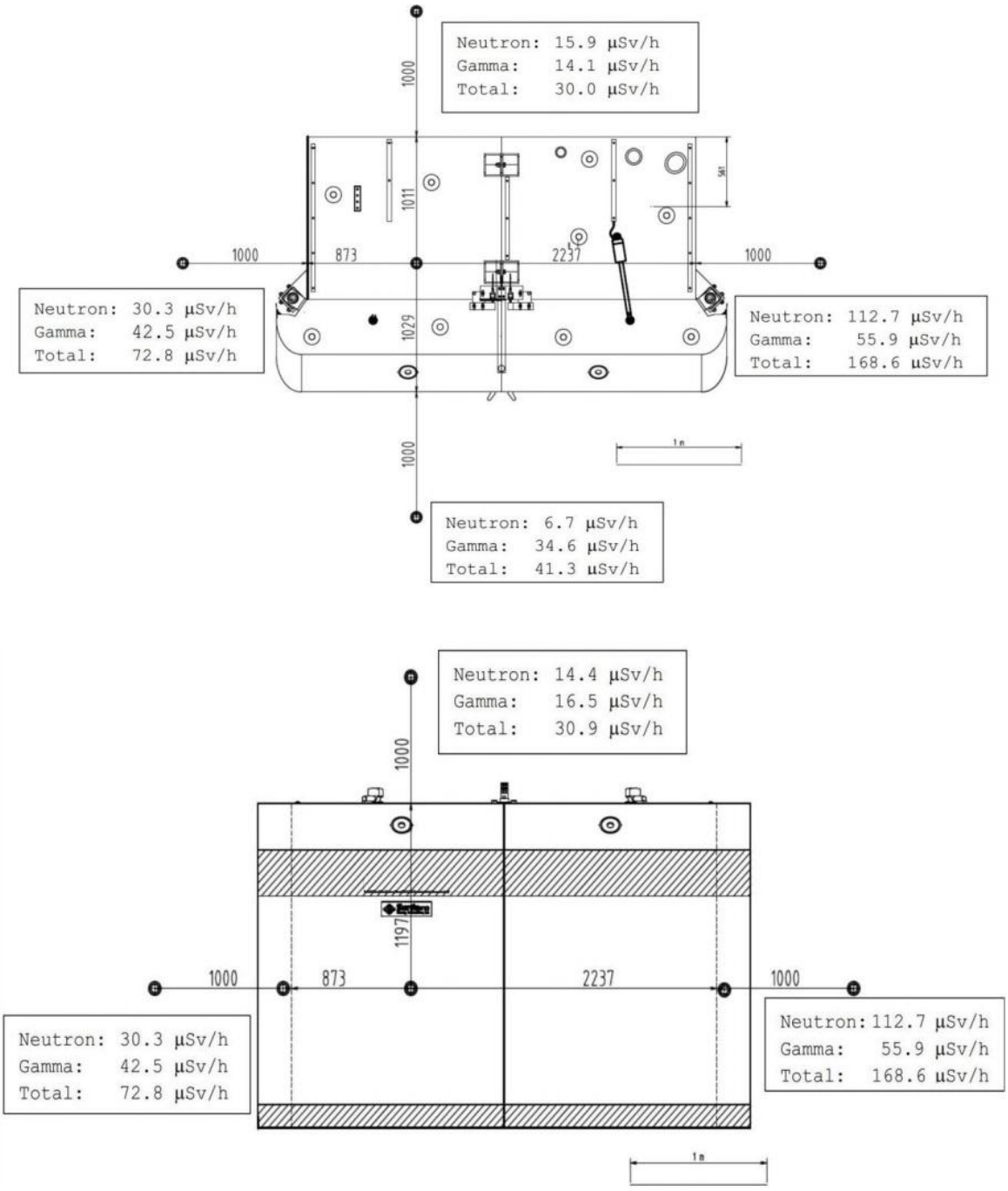


图11.3-1　HM-10 型回旋加速器表面γ剂量和表面中子剂量分布图

根据图11-1、图11-2，回旋加速器自屏蔽体外 1m 处剂量率参见下表：

表 11.3-3 回旋加速器自屏蔽外剂量率

方位	中子辐射剂量率	γ辐射剂量率	总辐射剂量率
回旋加速器自屏蔽体后面 1m 处	15.9	14.1	30.0
回旋加速器自屏蔽体正面 1m 处	6.7	34.6	41.3

回旋加速器自屏蔽体左面 1m 处	30.3	42.5	72.8
回旋加速器自屏蔽体右面 1m 处	112.7	55.9	168.6
回旋加速器自屏蔽体顶面 1m 处	14.4	16.5	30.9

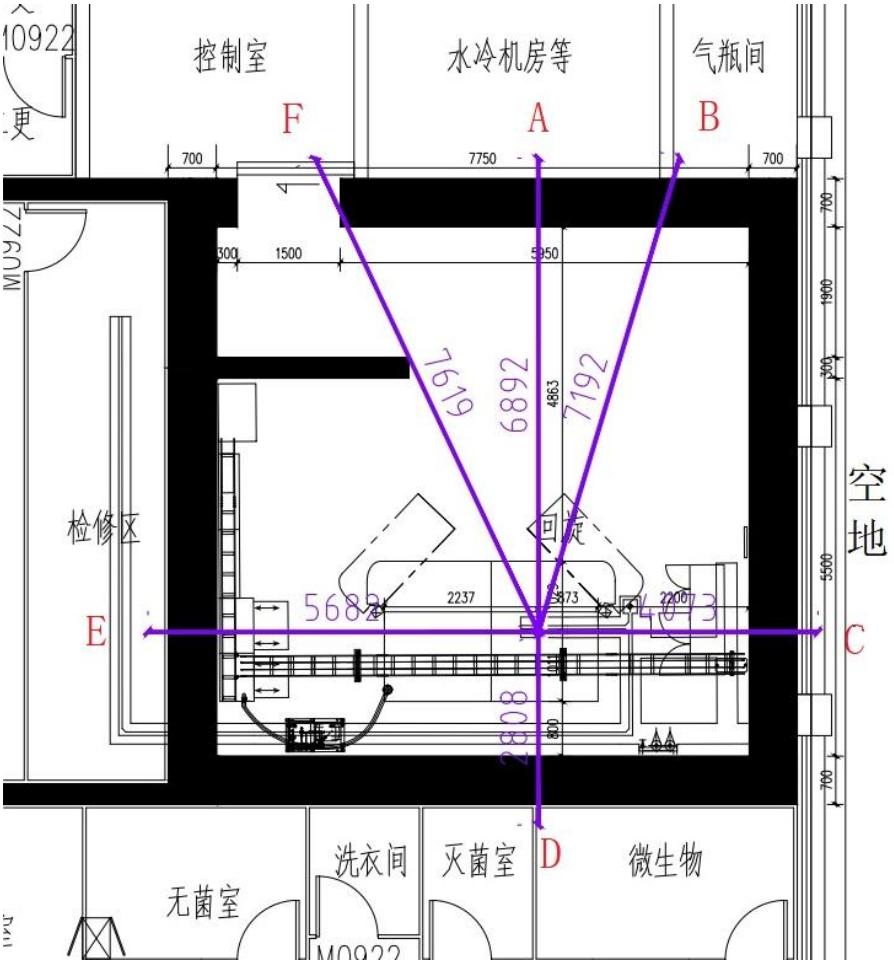


图 11.3-3　回旋加速器机房平面布点图

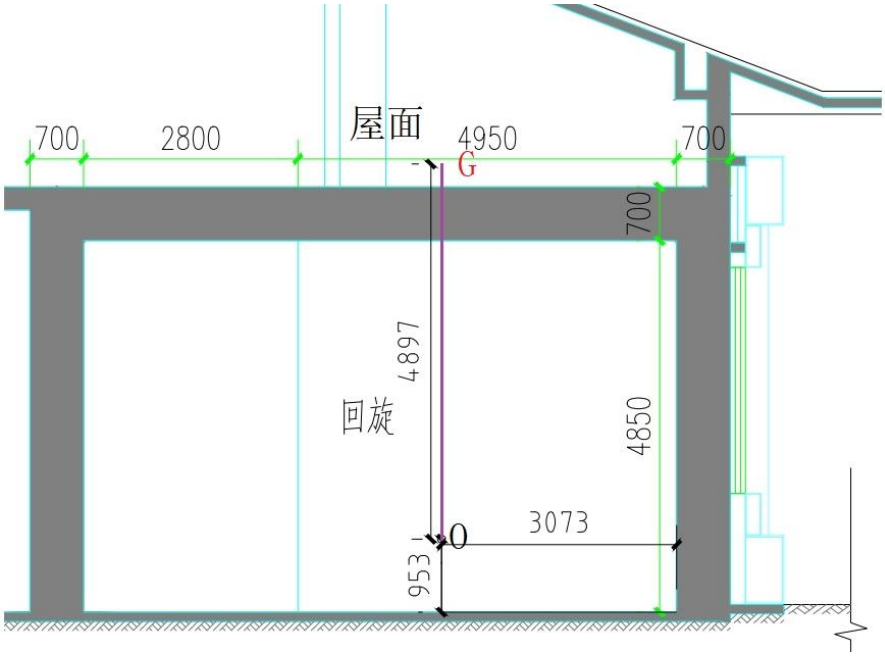


图 11.3-4　回旋加速器机房剖面布点图

依据《正电子发射扫描仪和回旋加速器建设中的防护评价［J］》，杨国山，蔡反功等， 中国辐射卫生，1999 年，8（1）：22，回旋加速器屏蔽体外γ射线能量约为8MeV，中子能 量约为 5MeV 。不同屏蔽材料的TVL 值见表 11.3-4 。由式 11-1 可以估算得出回旋加速器机房 外 30cm 处的剂量率，结果详见表 11.3-5。

表 11.3-4 回旋加速器泄露辐射不同屏蔽材料的TVL值

材料名称	混凝土（2.35g/cm³）	铅（11.3g/cm³）	聚乙烯（0.97g/cm³）
TVLr（8MeV）	38cm	5cm	80cm
TVLn（5MeV）	43cm	47.8cm	24cm

表 11.3-5 回旋加速器机房外 30cm 处中子和γ射线辐射剂量率

位置	距加速器中心 1m 处剂量率 (μSv/h）		回旋加速器中心距与屏蔽体外表面 30cm 处的距离 R（m）	TVL（cm）		屏蔽层厚度 X（cm）	剂量率 (μSv/h）
	n	γ		n	γ		
A	112.7	55.9	6.89	43	35	70cm 混凝土	0.20
B	112.7	55.9	7.19	43	35	70cm 混凝土	0.19
C	112.7	55.9	4.07	43	35	70cm 混凝土	0.58
D	112.7	55.9	2.81	43	35	70cm 混凝土	1.22
E	112.7	55.9	5.68	43	35	70cm 混凝土	0.30
G	112.7	55.9	4.90	43	35	70cm 混凝土	0.40

由表 11-4 可以得出，回旋加速器机房墙体外剂量率最大为 1.22μSv/h，低于 2.5μGy/h 剂量率目标控制值。

防护门外剂量率：防护门外剂量率主要考虑：（1）中子和γ射线穿过迷道内墙和防护门的剂量率；（2）中子和γ射线经迷道内散射后穿过防护门的剂量率。

（1）初始中子剂量率取112.7μGy/h，γ剂量率取55.9μGy/h，源至计算点距离为7.62m，屏蔽层为22mmPb+12cm含硼聚乙烯，根据式11.3-2，计算得剂量率为1.24μGy/h=[(1/7.62)^2×)112.7×10$^{(-2.2/5.5)}$×10$^{(-12/24)}$+55.9×10$^{(-2.2/5.5)}$×10$^{(-12/80)}$)]。

（2）散射终点的散射辐射剂量率按下式计算：

$$H_S = 0.1 H_0 R_0^{-2} R_S^{-2} \qquad \text{（式 11.3-3）}$$

H_s：散射终点的散射辐射剂量率，μGy/h；

H_0：入射剂量率，μGy/h(中子剂量率取 15μGy/h，γ剂量率取 15μGy/h)；

R_0：入射距离，3.60m；

R_s：散射距离，6.89m；

防护门外侧的辐射剂量率：

$$H_m = \frac{H_0}{K} \cdots\cdots\cdots \text{（式·11.3-4）}$$

式中：H_m：防护门外侧的辐射剂量率，μSv/h

H_o：防护门内侧(迷路外口处)的辐射剂量率，μSv/h

K：与散射辐射类型、能量及防护材料组成有关的衰减倍数，$10^{屏蔽层厚度/TVL}$。

根据式11.3-3，计算得迷道外口处剂量率为0.027μGy/h=(0.1×112.7×3.60^{-2}×6.89^{-2}+0.1×55.9×3.60^{-2}×6.89^{-2}），再经防护门屏蔽后剂量率为0.0013μGy/h=［0.0028×10$^{-(12/24)}$+0.0015×10$^{-(2.2/5.5)}$×10$^{-(12/80)}$］。则防护门外剂量率为1.24+0.013=1.25μGy/h。

综上所述，回旋加速器机房外辐射水平最大为室顶外1.25μGy/h，低于2.5μGy/h剂量率控制目标。

（2）热室外 30cm 处γ空气吸收剂量率估算

①估算公式如下：

剂量率：$D = 0.873 \times k \times \Gamma \times A/r^2$　　（式11.3-4）

式中：

D：　γ剂量率，10^{-2}Gy/h；

0.873：　转换系数，10^{-2}Gy/R；

Γ：　照射量率常数，R ·㎡/h ·Ci；

A：　核素活度，Ci；

r：　距离点源的距离，m；

k：　屏蔽减弱系数，无量纲。

屏蔽衰减系数

$$k = 2^{-\frac{d_p}{HVL}}　　\text{（式 11.3-5）}$$

式中：

HVL：　半值层厚度，mm；

dp：　屏蔽层厚度，mm；

k：　屏蔽减弱系数，无量纲。

②参数选取

本项目热室内主要合成的核素有^{18}F、^{11}C、^{13}N及^{15}O等，由于这些核素释放的γ射线

能量相当，且^{18}F使用量也是其他三种核素使用量的总和，本次环评以^{18}F为例对热室进行防护能力的估算。本次假设源到药物合成工作柜/分装工作柜外表面为0.6m，^{18}F日最大操作量为1.11×10^{11}Bq(5Ci)，铅对$^{18}F\gamma$射线的半值层约为5.6mm，混凝土对$^{18}F\gamma$射线的半值层约为5.9cm，实心砖对$^{18}F\gamma$射线的半值层约为8.4cm，防护涂层对$^{18}F\gamma$射线的半值层约为56mm。由《辐射防护手册》第三分册查出^{18}F的Γ照射量率常数为：0.58R·㎡/h·Ci。

③热室外剂量率估算结果

药物在热室合成模块箱中合成后，在热室分装模块箱内进行自动分装，人员不近距离接触，分装工作完成后，工作人员进入热室，以^{18}F计，^{18}F最大制备量为5Ci，药物分装好后置于分装柜中，分装柜正面防护≥70mmPb当量，经计算，合成、分装工作柜正面表面30cm处剂量率为5.40μGy/h，低于10μGyh的剂量率目标控制值，热室合成室外合成/分装工作柜运行过程中对周围环境影响较小。

（3）外包间（成品通道）外剂量率

药物在热室分装模块箱内进行分装，分装后的药物盛放在20mmPb注射器防护套中，外有40mmPb药物转运防护罐。根据用药当天患者数量和PET中心核医学科内患者诊断情况，在患者注射前分批次将药物分装好并转运至PET中心核医学科内，生产剩余的放射性药品暂存于成品库房中，药物在回旋加速器制药区内分装成10mCi/支，每次最大转运10支，故每次最大转运量100mCi。由式11.3-4、式11.3-5，转运防护罐外表面不同距离处γ空气吸收剂量率，结果详见下表。

表11.3-6 转运防护罐外表面不同距离处γ空气吸收剂量率

与防护罐外表面距离	0cm	5cm	30cm	60cm	1m	2m
放射性药物与计算点的距离（m）	0.06	0.11	0.36	0.66	1.06	2.06
剂量率 (μGyh）	83.72	24.90	2.32	0.70	0.26	0.08

根据表11.3-6，铅罐外1m处剂量率为0.26μGy/h，铅罐距外包间（成品通道）墙体距离均大于60m，外包间外剂量率应低于0.70μGy/h，低于2.5μGy/h剂量率控制目标。

（4）药物转运装置外表面γ空气吸收剂量率估算

当天生产出的放射性药物装于转运防护罐(屏蔽能力为40mmPb当量)内，配备转运推车(带锁具)由药物专用电梯送至一层PET中心核医学科，然后储存至储源间，根据需要的核素量再送至分装注射室通风橱中待给患者注射。转运全程用时约1min(从负一层外包间到一层储源间全程约20m，推车速度按照0.5m/s，(人步行速度一般为1.1～1.9m/s))。转运过程周围人员距转运罐距离约为0.3m，防护罐外表面0.3m处剂量率为2.32μGy/h。

11.3.3 回旋加速器受照人员剂量估算

根据医院提供资料，本项目回旋加速器每周工作 5 天，每年工作 250 天，年最大开机运行时间为 375h。

计算时保守考虑，辐射工作人员的剂量率取机房周边最大辐射剂量率进行预测，回旋加速器机房东侧为理化室演示、无菌室、灭菌室、微生物室等，南侧检修区和热室、缓冲间等，西侧为控制室、冷水机房等、气瓶间，北侧为空地。除北侧空地和楼上屋顶，周边均设置医护人员出入门禁，公众成员无法到达。回旋加速器机房楼上绿化，除偶尔逗留公众人员外，无人员长期居留。代入公式（11.2-15）计算，本项目回旋加速器运行所致工作人员和公众的最大附加年有效剂量估算结果见表 11.3-8。

11.3-8　工作人员和公众的最大附加年有效剂量估算结果

防护关注点		根据设计厚度核算剂量率结果（μSv/h）	年工作时间 t（h）	线束使用因子 U	居留因子 T	年有效剂量（mSv/a）
工作人员	防护门 F	1.04	375	1	1	0.39
	屏蔽墙 E	1.11	375	1	1/2	2.08E-01
公众	屏蔽墙 A	0.05	375	1	1/8	2.34E-03
	屏蔽墙 B	0.05	375	1	1/8	2.34E-03
	屏蔽墙 C	0.28	375	1	1/20	5.25E-03
	屏蔽墙 D	0.29	375	1	1/8	1.36E-02
	顶面墙 G	0.12	375	1	1/20	2.25E-03

由表 11.3-8 估算结果可知，在最大工作负荷的前提下，拟建的回旋加速器运行所致工作人员最大附加年受照剂量为 0.39mSv/a，公众人员年最大附加受照剂量为 0.014mSv/a，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中工作人员和公众的照射剂量限 值 20mSv/a 和 1mSv/a 的要求，也低于剂量约束值 5mSv/a 和 0.1mSv/a 的要求。

11.3.4 感生放射性的影响分析

当加速器加速粒子能量大于10MeV时，加速器机房内会产生感生放射性。加速器感生放射性包括：加速器结构材料的感生放射性、空气活化产生的放射性气体和冷却水的感生放射性。该设备使用的材质主要为铜、铝、不锈钢等，产生感生放射性核素27Mg、24Na、28Al、62Cu、64Cu、66Cu等，半衰期从2.3min到12.8h不等。在加速器运行时，由于有足够的结构屏蔽，所以由部件产生的感生放射性不会对屏蔽体外的工作人员造成危害。但在停机后，工作人员必须等待一段时间后进入。加速器检修时，

工作人员必须佩戴个人剂量报警仪和巡测仪，穿戴防污染手套、铅衣、铅围裙等防护用品。

11.3.5三废对环境的影响

加速器机房内的空气活化后，主要产生的核素包括^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{15}O、^{89}Zr、^{64}Cu、^{124}I、^{68}Ga等，半衰期7.3s~78.41h。

本项目核医学一楼回旋加速器机房使用独立的1套排风管道，回旋加速器机房内离地30cm设置1个排风口与吊顶新风口成对角设置，回旋加速器室排风管排至屋顶；分装合成热室设置1套排风系统；分装合成柜设置1套专门的排风管道，分装合成柜风速拟设置不低于0.5m/s；上述高活区排风管道尽量远离了周围高层建筑，排风口设置活性炭吸附过滤，排风口高度设置于屋顶，高于本建筑屋脊。上述排风系统管道应均保持负压状态，即高活区气压低于低活区气压，气流流向由低活区向高活区流动。排风系统排风量为1500m³/h，进风系统风量为1200m³/h。采取上进风下排风的强制排风方式，排风量大于进风量，使机房内保持负压，防止有害气体通过门缝等位置向外泄露。该回旋加速器产生的废气汇集后拟经高效活性炭过滤装置（过滤效率≥99%）过滤后经加速器室东北侧回旋专用排风井排至所在建筑屋顶高于屋脊3m外排。通风管道均从南墙吊顶以上采取多折式穿越墙体，回旋加速器机房的排风量为1500m³/h，机房有效容积为280.3m³，则每小时换气次数为5.36次。

回旋加速器工作时，内循环系统冷却水在回旋加速器内受照射后产生放射性核素，主要是^{15}O（半衰期T1/2=2.1min）、^{13}N（半衰期T1/2=10min）、^{11}C（半衰期T1/2=20.4min），半衰期均较短，且冷却水沿闭合回路在自屏蔽体内循环使用，因此这一过程不会对水造成放射性污染。回旋加速器的靶膜由厂家专业人员负责更换，换下的靶膜置于回旋加速器机房中废靶暂存坑铅罐中，由生产厂家回收处理或交由城市放射性废物库处置。回旋加速器废气处理系统产生的少量废旧活性炭在污物暂存间按相关要求衰变处理后作为一般医疗废物处置。

因此，回旋加速器的放射性废水、废气及固体废物对环境的影响较小。本项目回旋加速 器机房防护措施、对周边环境的影响等满足相关标准要求。

11.4 非密封放射性物质工作场所

11.4.1 工作场所的分级与分类

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）附录C 提供的非密封源工作场所分级与放射性核素日等效最大操作量计算方法，根据日等效最大操作量得出核医学三层楼五个核医学工作场所均属于乙级非密封源工作场所。详见表11.4-1所示。

表 11.4-1　非密封源工作场所的分级

级别	日等效最大操作量/Bq
甲	＞4×10^{9}
乙	2×10^{7}～4×10^{9}
丙	豁免活度值以上～2×10^{7}
日等效最大操作量计算方法如下： 日等效最大操作量=（计划的日操作最大活度×核素毒性组别修正因子）/操作方式修正因子	

表 11.4-2　核医学科工作场所分级

核素名称	日实际最大操作量（Bq）	毒性组别因子	操作方式修正因子	日等效最大操作量（Bq）	总日等效最大操作量（Bq）	工作场所分级	场所
^{18}F	7.4×10^{10}	0.01	1	7.4×10^{8}	1.16×10^{9}	乙级	一楼回旋加速器制药区
^{11}C	1.85×10^{10}	0.01	1	1.85×10^{8}			
^{13}N	7.4×10^{9}	0.01	1	7.4×10^{7}			
^{15}O	7.4×10^{9}	0.01	1	7.4×10^{7}			
^{124}I	1.11×10^{9}	0.1	1	1.11×10^{8}			
^{89}Zr	1.11×10^{9}	0.1	1	1.11×10^{8}			
^{64}Cu	1.11×10^{9}	0.01	1	1.11×10^{7}			
^{18}F	1.85×10^{10}	0.01	10	1.85×10^{7}	5.00×10^{7}	乙级	二楼 PET 检查区
^{11}C	1.85×10^{9}	0.01	10	1.85×10^{6}			
^{13}N	7.40×10^{8}	0.01	10	7.40×10^{5}			
^{15}O	7.40×10^{8}	0.01	10	7.40×10^{5}			
^{89}Zr	3.70×10^{8}	0.1	10	3.70×10^{6}			
^{64}Cu	3.70×10^{8}	0.01	10	3.70×10^{5}			
^{124}I	3.70×10^{8}	0.1	10	3.70×10^{6}			
^{68}Ge	1.85×10^{9}	0.1	100	1.85×10^{6}			
^{68}Ga	1.85×10^{9}	0.01	1	1.85×10^{7}			

^{99}Mo	3.70×10^{10}	0.1	100	3.70×10^{7}	4.11×10^{8}	乙级	三楼 SPECT/CT 检查区
^{99m}Tc	3.70×10^{10}	0.01	1	3.70×10^{8}			
^{113}In	1.48×10^{8}	0.01	10	1.48×10^{5}			
^{67}Ga	3.70×10^{8}	0.1	10	3.70×10^{6}			
^{123}I	1.48×10^{8}	0.01	10	1.48×10^{5}			
^{131}I	3.70×10^{10}	0.1	1	3.70×10^{9}	3.70×10^{9}	乙级	三楼 ^{131}I 治疗区
^{177}Lu	7.4×10^{9}	0.1	1	7.40×10^{8}	2.32×10^{9}	乙级	二楼核素治疗区
^{47}Sc	3.7×10^{9}	0.1	1	3.70×10^{8}			
^{67}Cu	3.7×10^{9}	0.1	1	3.70×10^{8}			
^{161}Tb	5.55×10^{9}	0.1	1	5.55×10^{8}			
^{223}Ra	3.7×10^{6}	10	1	3.7×10^{7}			
^{225}Ac	3.7×10^{6}	10	1	3.7×10^{7}			
^{212}Pb	3.7×10^{6}	0.1	1	3.7×10^{5}			
^{211}At	3.7×10^{6}	1	1	3.7×10^{6}			
^{227}Th	3.7×10^{6}	10	1	3.7×10^{7}			
^{213}Bi	3.7×10^{6}	1	1	3.7×10^{6}			
^{89}Sr	1.48×10^{8}	0.1	1	1.48×10^{7}			
^{188}Re	1.30×10^{9}	0.1	1	1.30×10^{8}			
^{32}P	1.85×10^{8}	0.1	1	1.85×10^{7}			

11.4.2 核医学项目

1、用房屏蔽设计参数

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，该项目 X 射线装置机房有效使用面积、最小单边长度与标准的符合情况见下表 11.4-3。

表 11.4-3 机房有效使用面积、最小单边长度与标准的符合情况表

机房名称	设计有效使用面积	设计最小单边长度	标准要求最小边长度	标准要求有效使用面积	评价
PET/CT 检查室 1	46.57 ㎡（8.10m×5.75m）	5.75m	≥4.5m	≥30 ㎡	符合标准 GBZ130-2020
PET/CT 检查室 2	47.5 ㎡（7.60m×6.25m）	6.25m	≥4.5m	≥30 ㎡	
SPECT/CT 检查室 1	46.57 ㎡（8.10m×5.75m）	5.75m	≥4.5m	≥30 ㎡	
SPECT/CT 检查室 2	47.5 ㎡（7.60m×6.25m）	6.25m	≥4.5m	≥30 ㎡	

2、核医学项目用房屏蔽核算方法

（1）屏蔽计算方法

保守起见，所有核素工作场所的屏蔽，可采用瞬时剂量率计算方法。符合瞬时剂量率目标要求的屏蔽厚度 X 的计算，公式如下：

$$X = TVL \times \lg(\frac{A \times \Gamma}{\dot{H}_p \times r^2}) \cdots\cdots\cdots\

屏蔽材料	混凝土 (2.35g/cm³)	铅 (11.3g/cm³)	实心砖 (1.65g/cm³)	硫酸钡材料 （3.2g/cm³）
^{18}F 的 *TVL* 值	17.6cm	1.66cm	26.3cm	--
^{131}I 的 *TVL* 值	17cm	1.1cm	24cm	9.5cm
^{99m}Tc 的 *TVL* 值	11cm	0.1cm	16cm	--
^{177}Lu 的 *TVL* 值	15cm	0.57cm	--	--

注：1.本评价报告中的屏蔽材料密度要求不低于表格中的数值。
2.对混凝土、铅、实心砖的 *TVL* 值参照 GBZ120-2020 表 I.1，^{131}I 对于硫酸钡材料的 *TVL* 值参考《辐射安全手册》图 6.4 重晶石混凝土插值法取值。
3.^{177}Lu 的 *TVL* 值参考《辐射安全手册》图 6.4 的能量 0.208MeV 插值法取值。

（4）屏蔽计算参数

a）点源原则

严格来讲点源的定义是参考点到源的距离要大于源线度 5 倍以上，可实际上并不是理想点源状态，计算中将患者视为“点源”，本报告书给出的计算结果均使用点源公式。计算时四周屏蔽墙参考点位置在墙外 0.3m 处，人体高度假定为 1.0m，屋顶参考点位置在楼板地面上方 0.3m 处，楼下参考点位置在楼下人员可达处 1.7m 处。

b) PET/CT 机房、SPECT/CT 机房还需考虑 CT 屏蔽防护：依据《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）第 6.2.1 条的要求：“CT 机房屏蔽防护不低于 2.5mm 铅当量”。

c)二楼 PET 检查区 PET/CT 检查室 1-2、PET/MR 检查室、分装室、抢救室、患者通道按 1 名注射 ^{18}F 受检者（370MBq）进行计算；PET/CT 候诊室 1-4、PET/MR 候诊室按 2 名注射 ^{18}F 受检者（370MBq）进行计算；PET/CT、PET/MR 留观室按 2 名注射 ^{18}F 受检者进行核算（370MBq 的 ^{18}F-FDG 分别经过 50min、70min 衰减，总量 270MBq+238MBq=508MBq）；本区域核素使用量最大为 ^{18}F，故使用 ^{18}F 核素进行屏蔽计算，放射性核素 ^{18}F 在 1m 处的剂量常数为 0.143μSv·㎡/h·MBq，根据院方提供的数据，PET/CT 影像检查受检者每人次最大给药活度 3.7×10^{8}Bq（10mCi），经建设单位提供，二楼 ^{18}F 分装柜单次最大操作量为 1.11×10^{10}Bq（300mCi）。分装、合成热室单次操作 3.7×10^{10}Bq（1Ci）。

d）二楼核素治疗区注射室、核素病房 1-6、核素治疗留观病房、抢救室、病房通道按 1 名注射 ^{177}Lu 患者（7400MBq）进行计算，本区域核素使用量最大为 ^{177}Lu，故使用 ^{177}Lu 核素进行屏蔽计算。放射性核素 ^{177}Lu 的γ空气比释动能率常数为：$1.32\times10^{-}$

^{18}Gy·㎡/（Bq·s）（参照《辐射安全手册》表 6.2），1m 处的剂量常数为 4.752×10^{-3}μSv·㎡/h·MBq。估算在距其 100cm 处参考点的空气比释动能率约为 35.2μGy/h，计算时取 1Gy=1Sv。

e）三楼 SPECT/CT 检查区 SPECT/CT 检查室 1-2、抢救室、患者通道按 1 名注 ^{99m}Tc 受检者（925MBq）进行计算；注射后候检室按最多同时容留 10 名注 ^{99m}Tc 受检者进行计算；SPECT/CT 留观室按最多同时容留 5 名注 ^{99m}Tc 受检者进行计算；本区域核素使用量最大为 ^{99m}Tc，故使用 ^{99m}Tc 核素进行屏蔽计算，放射性核素 ^{99m}Tc 在 1m 处的剂量常数为 0.0303μSv·㎡/h·MBq，根据院方提供的数据，SPECT/CT 影像检查受检者最大给药活度为 925MBq（25mCi），分装柜单次最大操作量为 3.7×10^{10}Bq（1Ci）。

f）三楼核素治疗区服药室、核素病房 1-6、抢救室、病房通道按 1 名 ^{131}I 甲癌患者（7400MBq）进行计算，甲亢留观室按最多同时容留 3 名 ^{131}I 甲亢患者（370MBq）进行计算。放射性核素 ^{131}I 在 1m 处的剂量常数为 0.0595μSv·㎡/h·MBq，根据院方提供的数据，甲亢患者每人次最大给药活度 3.7×10^{8}Bq（10mCi）、甲癌患者每人次最大给药活度 7.4×10^{9}Bq（200mCi），分装柜单次最大操作量为 3.7×10^{10}Bq（1000mCi）。

11.4.3 本项目放射工作场所拟采取的防护措施

本项目核医学科工作场所的相关墙体、顶板、地板以及防护门的设计均采取了辐射屏蔽措施。根据医院提供的设计方案，本项目核医学科放射工作场所本项目主要房间拟设计的长、宽、高、面积等信息以及拟采取的防护措施见表 11.4-5。

表 11.4-5 拟采取的防护措施

工作场所		规格 m（长×宽×高）	屏蔽体	辐射防护情况及设计参数
二楼 PET 检查区	PET/CT 检查室 1	8.10×5.75×4.2（面积 46.57 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			观察窗	14mmPb 铅玻璃
			防护门（2 扇）	14mmPb 铅板
	PET/CT 检查室 2	7.60×6.25×4.2（面积 47.5 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			观察窗	14mmPb 铅玻璃
			防护门（2 扇）	14mmPb 铅板
	PET/MR 检查室	9.8×7.6×4.2（面积 74.48 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土

二楼 PET 检查区			观察窗	14mmPb 铅玻璃
			防护门（2 扇）	14mmPb 铅板
	分装室	6.10×4.05×4.2（面积 24.70 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门（临患者通道）	9mmPb 铅板
			防护门（临卫生通过间）	14mmPb 铅板
			注射台	40mmPb
	PET/CT 注射后候诊室 1-4	5.05×2.8×4.2（面积 14.14 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	13mmPb 铅板
	PET/CT 留观室	5.05×3.25×4.2（面积 16.41 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	12mmPb 铅板
	PET/MR 注射后候诊室	5.05×2.3×4.2（面积 11.61 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	13mmPb 铅板
	PET/MR 留观室	5.05×2.5×4.2（面积 12.62 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	12mmPb 铅板
	抢救室	5.05×2.4×4.2（面积 12.12 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	9mmPb 铅板
	储源室	2.5×2.4×4.2（面积 6.0 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	固废间	2.4×2.0×4.2（面积 4.8 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	患者通道	/	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			墙体	30cm 混凝土
			防护门	14mmPb 铅板
SPECT/CT 检查区	SPECT/CT 检查室 1	8.10×5.75×4.2（面积 46.57 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			观察窗	4mmPb 铅玻璃
			防护门（2 扇）	4mmPb 铅板
	SPECT/CT 检查室 2	7.60×6.25×4.2（面积 47.5 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土

SPECT/CT 检查区			四面墙体	30cm 混凝土
			观察窗	4mmPb 铅玻璃
			防护门（2 扇）	4mmPb 铅板
	分装室	6.10×4.35×4.2（面积 26.53 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门（2 扇）	3mmPb 铅板
			注射台	10mmPb
	SPECT/CT 注射后候检室 1	5.05×4.95×4.2（面积 25.0 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	3mmPb 铅板
	SPECT/CT 注射后候检室 2	5.05×4.65×4.2（面积 23.48 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	3mmPb 铅板
	SPECT/CT 留观室	5.05×2.8×4.2（面积 14 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	3mmPb 铅板
	抢救室	5.05×2.0×4.2（面积 11.1 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	3mmPb 铅板
	储源室	2.85×1.8×4.2（面积 5.13 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	3mmPb 铅板
	固废间	6.45×2.5×4.2（面积 16.12 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	3mmPb 铅板
	患者通道	/	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	3mmPb 铅板
二楼核素治疗区	分装室	5.65×5.65×4.2（面积 31.92 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门（临卫生通过间）	7mmPb 铅板
			防护门（临注射室、固废暂存间）	5mmPb 铅板
	注射室	5.85×2.15×4.2（面积 12.57 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	储源室	2.45×2.15×4.2（面积 5.27 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土

二楼核素治疗区			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	固废暂存间	3.95×3.75×4.2（面积 14.81 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	核素病房 1-6	5.25×3.9×4.2（面积 20.47 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	核素治疗留观病房	5.25×4.45×4.2（面积 23.36 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	抢救室	6.25×2.8×4.2（面积 17.5 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			临患者通道防护门	5mmPb 铅板
			卫生通过间防护门	7mmPb 铅板
	被服衰变间	6.25×3.15×4.2（面积 19.68 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	剂量监测室	3.45×2.75×4.2（面积 9.48 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	患者通道	/	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			入口防护门	7mmPb 铅板
			出口防护门	7mmPb 铅板
			病房隔离防护门	5mmPb 铅板
三楼 ^{131}I 治疗区	分装室	5.65×5.65×4.2（面积 31.92 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	7mmPb 铅板
	储源室	2.45×2.15×4.2（面积 5.27 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	服药室	2.65×2.15×4.2（面积 5.69 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	17mmPb 铅板
	甲亢留观室	5.25×4.2×4.2（面积 22.05 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	9mmPb 铅板

三楼 ^{131}I 治疗区	核素病房 1-6	5.25×3.9×4.2（面积 20.47 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			临楼梯间墙体	30cm 混凝土+3cm 硫酸钡材料
			其余墙体	30cm 混凝土
			防护门	15mmPb 铅板
	抢救室	6.25×2.7×4.2（面积 16.87 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			临医生通道、临值班室墙体	30cm 混凝土+3cm 硫酸钡材料
			其余墙体	30cm 混凝土
			临患者通道防护门	15mmPb 铅板
	固废暂存间	3.95×3.75×4.2（面积 14.81 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	被服衰变间	6.25×3.05×4.2（面积 19.06 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	剂量监测室	3.45×2.75×4.2（面积 9.48 ㎡）	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			四面墙体	30cm 混凝土
			防护门	5mmPb 铅板
	患者通道	/	顶棚	30cm 混凝土
			地板	30cm 混凝土
			入口防护门	18mmPb 铅板
			出口防护门	18mmPb 铅板
			病房隔离防护门	15mmPb 铅板
注：1.上述相邻防护体，防护取较大值做防护。 2.上述表中材料密度：混凝土密度≥2.35g/cm³，铅板密度≥11.3g/cm³，硫酸钡防护涂料密度≥3.2g/cm³。				

根据表11.5-7核医学科有关用房的屏蔽核算，二层的核医学科、三层的核医学科估算出的剂量率结果在0.01~7.76μSv/h，均分别满足相应的剂量控制值（0.5μSv/h、2.5μSv/h、10μSv/h）的要求。

表 11.4-7　核医学科有关用房的屏蔽核算

屏蔽体		剂量控制值(μSv/h)	核算核素	核算参数	根据拟采用厚度核算剂量率结果(μSv/h)
二楼 PET 检查区					
PET/CT 检查室 1、2（370MBq）	顶棚	2.5	CT	140kV	＜0.01
			^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=3.8m	0.07
	地板	0.5	CT	140kV	＜0.01
			^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=4.5m	0.05
	四面墙体	2.5	CT	140kV	＜0.01
			^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=2.5m	0.23
	观察窗	2.5	CT	140kV	＜0.01
			^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=3.0m	0.84
	防护门（2 扇）	2.5	CT	140kV	＜0.01
			^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=3.0m	0.84
PET/MR 检查室	顶棚	2.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=3.8m	0.07
	地板	0.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=4.5m	0.05
	四面墙体	2.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=2.5m	0.23
	观察窗	2.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=3.0m	0.84
	防护门（2 扇）	2.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=3.0m	0.84
分装室（370 MBq）	顶棚	2.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=3.8m	0.07
	地板	0.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=4.5m	0.05
	东南墙体（大厅）	2.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=1.5m	0.46
	其余三面墙体	10	^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=1.5m	0.46

屏蔽体		剂量控制值(μSv/h)	核算核素	核算参数	根据拟采用厚度核算剂量率结果(μSv/h)
	防护门（临患者通道）	10	^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=1.5m	6.75
	防护门（临卫生通过间）	2.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=2.0m	1.90
	注射台	2.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=0.5m	1.13
PET/CT注射后候诊室1-4、PET/MR候诊室（740 MBq）	顶棚	2.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=106μSv/h，r=3.8m	0.14
	地板	0.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=106μSv/h，r=4.5m	0.10
	四周墙体	10	^{18}F	$\dot{H}_0$=106μSv/h，r=1.5m	0.93
	防护门	10	^{18}F	$\dot{H}_0$=106μSv/h，r=1.5m	7.76
PET/CT留观室、PET/MR留观室（508MBq）	顶棚	2.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=72.6μSv/h，r=3.8m	0.10
	地板	0.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=72.6μSv/h，r=4.5m	0.07
	四周墙体	10	^{18}F	$\dot{H}_0$=72.6μSv/h，r=1.5m	0.64
	临楼梯间墙体	2.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=72.6μSv/h，r=1.5m	0.64
	防护门	10	^{18}F	$\dot{H}_0$=72.6μSv/h，r=1.5m	6.11
抢救室（370 MBq）	顶棚	2.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=3.8m	0.07
	地板	0.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=4.5m	0.05
	四周墙体	10	^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=1.5m	0.46
	防护门	10	^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=1.5m	6.75
患者通道	顶棚	2.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=3.8m	0.07
	地板	0.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=4.5m	0.05
	墙体（临监督区）	2.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=1.5m	0.46

屏蔽体		剂量控制值(μSv/h)	核算核素	核算参数	根据拟采用厚度核算剂量率结果(μSv/h)
	防护门	2.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=52.9μSv/h，r=2.0m	1.90
二楼核素治疗区					
分装室（7400MBq）	顶棚	2.5	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=3.8m	0.02
	地板	0.5	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=4.5m	0.02
	西南墙体（注射室）	10	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=1.5m	0.16
	其余墙体	2.5	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=1.5m	0.16
	防护门（临卫生通过间）	2.5	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=1.5m	0.93
	防护门（临注射室、固废暂存间）	10	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=1.5m	1.56
注射室（7400MBq）	顶棚	2.5	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=3.8m	0.02
	地板	0.5	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=4.5m	0.02
	四周墙体	10	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=1.5m	0.16
	防护门	2.5	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=1.5m	0.62
	注射台	2.5	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=0.5m	0.33
核素病房 1-6、核素治疗留观病房（7400MBq）	顶棚	2.5	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=3.8m	0.02
	地板	0.5	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=4.5m	0.02
	四周墙体	10	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=1.5m	0.16
	临楼梯间 墙体	2.5	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=1.5m	0.16
	防护门	10	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=2.0m	1.17
抢救室（7400MBq）	顶棚	2.5	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=3.8m	0.02
	地板	0.5	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=4.5m	0.02

屏蔽体		剂量控制值(μSv/h)	核算核素	核算参数	根据拟采用厚度核算剂量率结果(μSv/h)
	临医生通道、临值班室墙体	2.5	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=1.5m	0.16
	其余墙体	10	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=1.5m	0.16
	临患者通道防护门	10	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=1.5m	2.07
	卫生通过间防护门	2.5	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=1.5m	0.93
病房通道（7400MBq）	顶棚	2.5	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=3.8m	0.02
	地板	0.5	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=4.5m	0.02
	入口防护门	2.5	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=2.0m	0.52
	出口防护门	2.5	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=2.0m	0.52
	病房隔离防护门	10	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=2.0m	1.17
三楼 SPECT/CT 检查区					
SPECT/CT 检查室 1、2（925 MBq）	顶棚	2.5	CT	140kV	＜0.01
			^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=28μSv/h，r=3.8m	＜0.01
	地板	2.5	CT	140kV	＜0.01
			^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=28μSv/h，r=3.8m	＜0.01
	四面墙体	2.5	CT	140kV	＜0.01
			^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=28μSv/h，r=2.5m	<0.01
	观察窗	2.5	CT	140kV	＜0.01
			^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=28μSv/h，r=3.0m	<0.01
	防护门（2 扇）	2.5	CT	140kV	＜0.01
			^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=28μSv/h，r=3.0m	<0.01
	顶棚	2.5	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=28μSv/h，r=3.8m	<0.01

屏蔽体		剂量控制值(μSv/h)	核算核素	核算参数	根据拟采用厚度核算剂量率结果(μSv/h)
分装室（925 MBq）	地板	2.5	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=28μSv/h，r=3.8m	<0.01
	东南墙体（大厅）	2.5	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=28μSv/h，r=1.5m	0.02
	其余三面墙体	10	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=28μSv/h，r=1.5m	0.02
	防护门（临患者通道）	10	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=28μSv/h，r=1.5m	0.01
	防护门（临卫生通过间）	2.5	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=28μSv/h，r=2.0m	<0.01
	注射台	2.5	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=28μSv/h，r=0.5m	<0.01
抢救室（925 MBq）	顶棚	2.5	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=28μSv/h，r=3.8m	<0.01
	地板	2.5	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=28μSv/h，r=3.8m	<0.01
	临楼梯间墙体	2.5	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=28μSv/h，r=1.5m	0.02
	其余墙体	10	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=28μSv/h，r=1.5m	0.02
	防护门	10	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=28μSv/h，r=2m	<0.01
注射后侯检室 1、2（9250MBq）	顶棚	2.5	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=280μSv/h，r=3.8m	0.04
	地板	2.5	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=280μSv/h，r=3.8m	0.04
	其余墙体	10	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=280μSv/h，r=1.5m	0.23
	防护门	10	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=280μSv/h，r=1.5m	0.12
SPECT 留观室（4625MBq）	顶棚	2.5	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=140μSv/h，r=3.8m	0.02
	地板	2.5	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=140μSv/h，r=3.8m	0.02
	其余墙体	10	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=140μSv/h，r=1.5m	0.12
	防护门	10	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=140μSv/h，r=1.5m	0.06

屏蔽体		剂量控制值(μSv/h)	核算核素	核算参数	根据拟采用厚度核算剂量率结果(μSv/h)
患者通道（925MBq）	顶棚	2.5	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=28μSv/h，r=3.8m	<0.01
	地板	2.5	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=28μSv/h，r=3.8m	<0.01
	墙体（临监督区）	2.5	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=28μSv/h，r=1.5m	0.02
	防护门	2.5	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=28μSv/h，r=2.0m	<0.01
三楼核素治疗区					
服药室（7400 MBq）	顶棚	2.5	^{131}I	$\dot{H}_0$=440.3μSv/h，r=3.8m	0.52
	地板	2.5	^{131}I	$\dot{H}_0$=440.3μSv/h，r=3.8m	0.52
	四周墙体	10	^{131}I	$\dot{H}_0$=440.3μSv/h，r=1.5m	3.36
	防护门	10	^{131}I	$\dot{H}_0$=440.3μSv/h，r=1.5m	5.57
甲亢留观室（1110 MBq）	顶棚	2.5	^{131}I	$\dot{H}_0$=66μSv/h，r=3.8m	0.08
	地板	2.5	^{131}I	$\dot{H}_0$=66μSv/h，r=3.8m	0.08
	四周墙体	10	^{131}I	$\dot{H}_0$=66μSv/h，r=1.5m	0.50
	防护门	10	^{131}I	$\dot{H}_0$=66μSv/h，r=1.5m	4.46
核素病房 1-6（7400 MBq）	顶棚	2.5	^{131}I	$\dot{H}_0$=440.3μSv/h，r=3.8m	0.52
	地板	2.5	^{131}I	$\dot{H}_0$=440.3μSv/h，r=3.8m	0.52
	临楼梯间墙体	2.5	^{131}I	$\dot{H}_0$=440.3μSv/h，r=1.5m	1.62
	其余墙体	10	^{131}I	$\dot{H}_0$=440.3μSv/h，r=1.5m	3.36
	防护门	10	^{131}I	$\dot{H}_0$=440.3μSv/h，r=2m	4.76
抢救室（7400 MBq）	顶棚	2.5	^{131}I	$\dot{H}_0$=440.3μSv/h，r=3.8m	0.50
	地板	2.5	^{131}I	$\dot{H}_0$=440.3μSv/h，r=3.8m	0.50

屏蔽体		剂量控制值(μSv/h)	核算核素	核算参数	根据拟采用厚度核算剂量率结果(μSv/h)
	临医生通道、临值班室墙体	2.5	^{131}I	$\dot{H}_0$=440.3μSv/h，r=1.5m	1.62
	其余墙体	10	^{131}I	$\dot{H}_0$=440.3μSv/h，r=1.5m	3.36
	临患者通道防护门	10	^{131}I	$\dot{H}_0$=440.3μSv/h，r=2m	4.76
	卫生通过间防护门	2.5	^{131}I	$\dot{H}_0$=440.3μSv/h，r=2m	1.67
病房通道（7400 MBq）	顶棚	2.5	^{131}I	$\dot{H}_0$=440.3μSv/h，r=3.8m	0.50
	地板	2.5	^{131}I	$\dot{H}_0$=440.3μSv/h，r=3.8m	0.50
	入口防护门	2.5	^{131}I	$\dot{H}_0$=440.3μSv/h，r=2.5m	1.63
	出口防护门	2.5	^{131}I	$\dot{H}_0$=440.3μSv/h，r=2.5m	1.63
	病房隔离防护门	10	^{131}I	$\dot{H}_0$=440.3μSv/h，r=2.0m	4.76
热室（37000MBq）	合成柜	2.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=5291μSv/h，r=0.5m	1.28
	分装柜	2.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=5291μSv/h，r=0.5m	1.28
^{18}F 分装柜（11100MBq）	柜体	2.5	^{18}F	$\dot{H}_0$=1587μSv/h，r=0.5m	1.54
^{99m}Tc 分装柜（37000MBq）	柜体	2.5	^{99m}Tc	$\dot{H}_0$=1121μSv/h，r=0.5m	<0.01
^{131}I 分装柜（37000MBq）	柜体	2.5	^{131}I	$\dot{H}_0$=2202μSv/h，r=0.5m	0.71
^{177}Lu 分装柜（7400MBq）	柜体	2.5	^{177}Lu	$\dot{H}_0$=35.2μSv/h，r=0.5m	0.33
注：混凝土密度≥2.35g/cm^3；硫酸钡防护材料密度≥3.2g/cm^3；铅密度≥11.3g/cm^3。					

11.4.5 核医学工作人员的职业性照射剂量

核医学科的工作人员由于工种的不同，所受的职业照射剂量也不同。根据本项目的工作流程、安排，对本项目相关工作人员受照剂量进行估算。

（1）PET/CT 各工艺环节受照剂量估算

本项目 PET/CT 检查主要使用 ^{18}F 药物进行检查，使用 ^{11}C、^{13}N、^{68}Ga 影像检查的情况相对较少，且 ^{11}C、^{13}N、^{68}Ga 与 ^{18}F 的γ射线能量均为 0.511MeV，所以参考使用 ^{18}F 药物检查的药物剂量估算。

①放射性核素制备：

回旋加速器制备核素时，工作人员主要位于回旋加速器控制室，其γ剂量率为本底水平。故核素制备过程工作人员受到的累积剂量可以忽略。

②药物合成与质控：

合成工艺自动完成，合成期间工作人员不在热室居留，在控制室内操作，γ剂量率为本底水平，放射性药物合成过程中放射工作人员的受照剂量可以忽略。药物质控一般采用微居级的药物量（100μCi），平均质控时间一般 1min，选距放射源 30cm 剂量率 5.88μSv/h 进行剂量估算，每年按 500 次质控估算（按每周 10 次估算），年受照剂量约为 **0.05mSv**。

③正电子药物分装及转运：

工作人员通常利用热室分装柜自动分装待注射药物，自动分装时间为 2min。分装时，工作人员不处于分装柜位置，该自动分装过程工作人员受照剂量可忽略不计。

药物分装后暂存于 40mmPb 铅罐内，工作人员手持铅罐至传药梯，经传药梯传送至三楼分装室，假设一次运送 30mCi 药物（3 人量），单次运送接触时间约 1min，每天运送 10 次，运送时剂量参考铅罐四周表面 30cm 剂量率为 6.87μSv/h，按一天 PET/CT 检查 60 人，一年工作 250 天。整个药物转运过程工作人员接受的年剂量为 **0.58mSv**。

④正电子药物分装与注射：

当回旋加速器未启用前，放射工作人员位于三楼分装室分装柜进行正电子药物分装与注射，手动分装时间最大均约为 1min/人次。根据院方提供分装柜信息和上文的计算结果，手动分装时胸部和眼晶体参考剂量率参考柜体外剂量率为 1.54μSv/h。手部剂量率以抽取单支针剂 10mCi，^{18}F 药物距 30cm 计算为 588μSv/h 进行估算。根据建设单

位提供的资料，一次按最大工作量 60 人计，一年工作 250 天计算，则 ^{18}F 药物分装过程中分装工作人员接受的最大年剂量均为：**胸部与眼晶体受照剂量为 0.19mSv，手部 73.5mSv。**

工作人员 ^{18}F 核素手动注射时受到的职业性照射，注射时间最大均约为 0.5min/人次。根据院方提供的拟购置的注射窗信息（40mmPb）和计算结果，注射时胸部和眼部以含有注射台屏蔽时进行核算，手部剂量率以无屏蔽时进行估算：估算结果胸部和眼部参考剂量率为 2.29μSv/h，距 10mCi ^{18}F 药物 30cm 为计算参考点，手部剂量率参考剂量率为 588μSv/h。根据建设单位提供的资料，PET/CT 检查一天按最大工作量 30 人计，一年工作 250 天计算，则 ^{18}F 药物注射过程注射护士接受的最大年剂量为：**胸部与眼晶体受照剂量为 0.14mSv，手部 36.8mSv。**

⑤PET/CT 或 PET/MR 摆位与 PET/CT 或 PET/MR 检查：

PET/CT 或 PET/MR 摆位：通常 PECT/CT 操作间内工作人员通过语音通话系统指导受检者摆位，受检者姿势不正确时工作人员进入 PET/CT 机房内指导摆位。若每位患者工作人员进入机房内摆位约 1 次，摆位时间为 0.5min，摆位剂量率参考 52.9μSv/h（距人员 1m 剂量率估算）。按一年检查 15000 计算，摆位过程工作人员接受的年剂量为 **6.61mSv。**

PET/CT 或 PET/MR 扫描时，工作人员在控制室操作，PET/CT 观察窗表面的剂量率为 1.21μSv/h，一次扫描检查时间 20min，一年检查 15000 人计算，此过程工作人员受到的累积剂量为 6.06**mSv。**

（2）SPECT/CT 检查项目剂量估算

①^{99m}Tc 药物的分装与注射：

工作人员 ^{99m}Tc 核素手动分装时受到的职业性照射，手动分装时间最大均约为 1min/人次。根据院方提供分装柜信息和计算结果，手动分装时胸部和眼晶体参考剂量率参考柜体外剂量率为 0.01μSv/h。手部剂量率以抽取单支针剂 25mCi， ^{99m}Tc 药物 30cm 计算为 311μSv/h 进行估算。根据建设单位提供的资料，一次按最大工作量 60 人计，一年工作 250 天计算，则 ^{99m}Tc 药物分装过程中分装工作人员接受的最大年剂量均为：**胸部与眼晶体受照剂量小于 0.02mSv，手部 38.9mSv。**

工作人员 ^{99m}Tc 核素手动注射时受到的职业性照射，注射时间最大均约为 0.5min/人次。根据院方提供的拟购置的注射窗信息（20mmPb）与计算结果，距 25mCi ^{99m}Tc

药物 30cm 为计算参考点，注射时胸部和眼部以含有注射台屏蔽时进行核算，手部剂量率以无屏蔽时进行估算：估算结果胸部和眼部参考剂量率为 0.01μSv/h，手部剂量率参考剂量率为 311μSv/h。根据建设单位提供的资料，一天按最大工作量 30 人计，一年工作 250 天计算，则 ^{99m}Tc 药物注射过程注射护士接受的最大年剂量为：**胸部与眼晶体受照剂量小于 0.01mSv，手部 19.4mSv。**

②受检者摆位、SPECT/CT 扫描检查：

SPECT/CT 摆位：通常 SPECT/CT 操作间内工作人员通过语音通话系统指导受检者摆位，受检者姿势不正确时工作人员进入 SPECT/CT 机房内指导摆位。若每位注锝受检者工作人员进入机房内摆位约 1 次，摆位时间为 30s，摆位剂量率为 28μSv/h（距人员 1m 剂量率估算）。按一年检查 15000 人算，摆位过程工作人员接受的年剂量为 2.33mSv。若每位服碘扫描受检者工作人员进入机房内摆位约 1 次，摆位时间为 30s，摆位剂量率为 23.8μSv/h（胸部、眼晶体、手部均参考此剂量率），按一年检查 600 人算，摆位过程工作人员接受的年剂量为 0.12mSv；则摆位过程中工作人员接受总的年剂量为 **4.90mSv。**

SPECT/CT 进行 ^{99m}Tc 受检者扫描时，工作人员在控制室操作，SPECT/CT 观察窗剂量率＜0.01μSv/h（忽略不计），此过程工作人员受到的累积剂量可以忽略。^{131}I 受检者检查时 SPECT/CT 观察窗剂量率为 1.65μSv/h（胸部、眼晶体、手部均参考此剂量率），每人扫描时间 20min，一年扫描 600 人次，此过程工作人员受到的累积剂量为 **0.33mSv。**

（3）^{131}I 应用项目剂量估算

①^{131}I 药物分装：根据医院提供资料，^{131}I 核素拟采用远程自动分装，自动分装时间约为 0.5min/人份，自动分装时人员不在分装柜旁，则 ^{131}I 药物分装过程工作人员受照剂量可忽略不计。此处工作人员接触到射线的时间是分装前把放射性药品灌装进自动分装柜过程中受到的照射。800mCi^{131}I 药物保守按距离 40mmPb 铅罐 30cm 的剂量率计算受照剂量不超过 4.52μSv/h，假定工作人员每次把放射性药物放入全自动分装仪时间约 5min(0.0833h)，每年进行 100 次，则工作人员在放射性药物分装前准备的过程中的年受照剂量约为 **0.04mSv。**

②医务人员查房：以甲癌患者住院为例，医护人员每天查房时间约 20min，以甲癌病房防护门外最大剂量率控制水平 4.76μSv/h，一年 300 天计算，则查房医护人员接

受的年剂量为 **0.48mSv**。

（7）^{177}Lu注射治疗项目估算：

^{177}Lu 治疗病人项目常见用量每例病人最大为 7.4×10^{9}Bq（200mCi），直接按每例病人使用量订购分装好的针剂，不存在分装过程，直接注射使用。^{177}Lu 的γ空气比释动能率常数为：1.32×10^{-18}Gy·㎡/（Bq·s）（参照《辐射安全手册》表 6.2）。估算在距其 30cm 处参考点的空气比释动能率约为 391μGy/h；计算时取 1Gy=1Sv，根据工作流程可知，放射工作人员受到的辐射照射来自为病人注射过程中产生的照射，每年病人约 200 人次，每次注射时长 0.5min。可以计算出工作人员因 ^{177}Lu 注射所接受的附加年有效剂量约为 **0.65mSv**。

（8）^{89}Sr注射治疗项目估算：

^{89}Sr 治疗病人项目常见用量每例病人约为 1.48×10^{8}Bq（4mCi），直接按每例病人使用量订购分装好的针剂，不存在分装过程，直接注射使用。^{89}Sr 的空气比释动能率常数为：3.16×10^{-21}Gy·㎡/（Bq·s）（参照《辐射安全手册》表 6.2）。估算在距其 30cm 处参考点的空气比释动能率约为 0.02μGy/h；计算时取 1Gy=1Sv，根据工作流程可知，放射工作人员受到的辐射照射来自为病人注射过程中产生的照射，每年注射病人约 250 人次，每次注射时长 0.5min，每年注射时间 1.67h。可以计算出工作人员因 ^{89}Sr 注射所接受的附加年有效剂量约为 4.18×**10^{-5}mSv**。

（9）^{223}Ra、^{225}Ac、^{212}Pb、^{227Th}、^{211}At、^{227}Th、^{213}Bi 注射治疗项目估算：

^{223}Ra、^{225}Ac、^{212}Pb、^{227Th}、^{211}At、^{227}Th、^{213}Bi 治疗病人项目常见用量每例病人约为 3.7×10^{6}Bq（10μCi），直接按每例病人使用量订购分装好的针剂，不存在分装过程，直接注射使用。本次剂量估算为 ^{223}Ra 为例进计算，^{223}Ra 的γ空气比释动能率常数为：1.32×10^{-17}Gy·㎡/（Bq·s）（参照《辐射安全手册》表 6.2）。估算在距其 30cm 处参考点的空气比释动能率约为 3.48μGy/h；计算时取 1Gy=1Sv，根据工作流程可知，放射工作人员受到的辐射照射来自为病人注射过程中产生的照射，每年 ^{223}Ra、^{225}Ac、^{212}Pb、^{227Th}、^{211}At、^{227}Th、^{213}Bi 核素治疗病人约 2000 人次，每次注射时长 0.5min。可以计算出工作人员因 ^{223}Ra 注射所接受的附加年有效剂量约为 0.**58mSv**。

综上所述，本项目工作人员在核医学各个操作环节中如药物分装、注射及受检者摆位、检查等环节中的受照剂量估算表 11.4-10。

表 11.4-10 各岗位放射工作人员年受照剂量估算结果

工作岗位	工作内容	年受照剂量（mSv）

		拟设工作人员数	胸部剂量	手部剂量	眼晶体剂量
回旋加速器操作人员（物理师、化学师）	放射性核素制备	4	<0.01	<0.01	<0.01
	药物合成与质控		0.05	0.05	0.05
	正电子药物分装与转运		0.29	0.29	0.29
	平均单人总计=总计/人数		0.0875	0.175	0.175
核医学护士	正电子药物分装	10	0.19	73.5	0.19
	正电子药物注射		0.14	36.8	0.14
	^{99m}Tc 药物分装		<0.01	38.9	<0.01
	^{99m}Tc 药物注射		<0.01	19.4	<0.01
	^{131}I 药物分装		0.04	0.04	0.04
	查房		0.48	0.48	0.48
	^{89}Sr 核素注射		<0.01	<0.01	<0.01
	^{177}Lu 核素注射		0.65	0.65	0.65
	^{223}Ra 等 10 个核素注射		0.58	0.58	0.58
	平均单人总计=总计/人数		0.209	17.036	0.209
核医学技师	PET/CT 摆位	40	6.61	6.61	6.61
	PET/CT 检查		6.06	6.06	6.06
	SPECT/CT 摆位		4.9	4.9	4.9
	SPECT/CT 检查		0.33	0.33	0.33
	平均单人总计=总计/人数		0.4475	0.4475	0.4475
注：1、标注<0.01 按 0.01 计算；2、本项目年剂量估算结果仅根据一些检测点位检测结果得出的理论值，估算结果为工作岗位轮换人数的平均值，实际情况受多种因素影响，放射工作人员的实际受照剂量以个人剂量监测为准。					

本项目放射工作人员年受照剂量小于本项目年有效剂量约束值 5mSv/a，手部年当量剂量约束值 125mSv/a，眼晶体年当量剂量约束值 5mSv/a。

11.4.6 公众成员中个人受照射剂量

（1）关键人群

按居留时间、活动场所及辐射方向考虑，邻近射线装置机房和放射性同位素用房的非放射工作人员。

（2）放射治疗用房周围公众预期受照剂量

①保守按最大条件 10MV 与最大出束剂量率考虑下（实际使用条件较低），计算时保守考虑，辐射工作人员的剂量率取机房周边最大辐射剂量率进行预测，回旋加速器机房东侧为理化室演示、无菌室、灭菌室、微生物室等，南侧检修区和热室、缓冲

间等，西侧为控制室、冷水机房等、气瓶间，北侧为空地。除北侧空地和楼上屋顶，周边均设置医护人员出入门禁，公众成员无法到达。回旋加速器机房楼上绿化，除偶尔逗留公众人员外，无人员长期居留。在最大工作负荷的前提下，拟建的回旋加速器运行所致工作人员最大附加年受照剂量为 0.39mSv/a，公众人员年最大附加受照剂量为 0.014mSv/a，符合 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中工作人员和公众的照射剂量限 值 20mSv/a 和 1mSv/a 的要求，也低于剂量约束值 5mSv/a 和 0.1mSv/a 的要求。

（3）核医学用房周围公众预期受照剂量

核医学科所有辐射用房布置是相对独立、相对封闭的区域，科室有严格的“三区”管理制度，出入口均设有门禁，无关公众成员不会进入辐射区域。公众可达区域为工作场所边界外及楼上楼下区域。

根据医院提供的资料，回旋加速器每天运行打药时间为2h，每年工作250天，年工作时间为500h。

医院核医学科PET/CT显像诊断患者约15000人/年，每天^{18}F分装的时间为30分钟，一年250天，年分装时间为250小时，年注射病人15000人，年注射时间为125小时；SPECT/CT显像诊断患者约15000人/年，^{99}Mo-^{99m}Tc发生器每天淋洗分装的时间为30分钟，一年250天，年淋洗分装时间为125小时，每人次注射时间约30秒，年注射病人1500人，年注射时间为125小时；在三楼分装室总操作时间250+125+250+125=750h；三楼PET注射室与SPECT注射室操作时间均为125h。

医院PET/CT显像诊断患者约15000人/年，医院拟设置3间PET/CT注射后候检室供注射PET药物病人休息（每间1人），1间PET/CT留观/抢救室供病人留观，PET/CT留观抢救室最大容纳均为3名注射药物患者，病人注射后候诊时间平均为30min，留观时间平均为10分钟，则注射病人每年在PET/CT注射后候诊室休息时间为30×15000÷60÷3=2500 h，留观时间为10×15000÷60÷3=834h；PET/CT扫描时间按在上班工作时间计算，取每天工作8h，全年按250工作日算，则总时长为250×8=2000h。

医院SPECT/CT显像诊断患者约15000人/年，医院拟设置1间SPECT/CT注射后候检室供注射SPECT/CT药物病人休息，1间SPECT/CT留观室供病人留观，1间运动负荷室供病人运动，SPECT/CT注射后候诊室最大容纳为5名注射药物患者，SPECT/CT留观室最大容纳为3名注射药物患者，病人注射后候诊时间平均为30分钟，留观时间平均为10

分钟，运动时间平均为10分钟。则注射病人每年在SPECT/CT注射后候诊室休息时间为30×15000÷60÷5=1500h，在SPECT/CT留观室留观时间为10×15000÷60÷3=834h，在需要运动的病人概率为1/10，运动负荷室运动时间10×15000÷60÷10=250h，SPECT/CT扫描时间保守按在上班工作时间计算，取每天工作8h，全年按250工作日算，则总时长为250×8=2000h。

三楼患者走廊为SPECT/CT检查患者与PET/CT检查患者共用，防护设计防护量较大，SPET/CT检查患者在患者走廊内停留对周围公众影响较小，本项目主要考虑PET/CT检查病人在走廊里活动对周围公众的影响，按每个PET/CT检查病人在三楼患者走廊停留时间2分钟，则每年在三楼患者走廊的时间为2×15000÷60=500h。

医院^{131}I甲亢治疗患者约1500人/年，甲亢留观时间平均为10分钟/人次，最大可容纳留观3人，则年留观时间为1500×10÷60÷3=83.33h；医院服碘治疗患者（甲癌与甲亢）约2100人/年，每人服药时间为2分钟/人次，则年服药时间为2100×2÷60=70h；四楼抢救室，假设每100个病人有一位病人需要抢救，每个病人抢救时间1h，则每年抢救时间为2100÷100×1=21h；

本项目核医学科场所周边（含上下层）逗留或活动的公众成员因为该项目运行受到的年有效剂量按照最不利的情况进行估折中考虑为250h小时计，公众人员的居留因子区1/8，则计算出公众人员所受到的个人累计剂量约，最大为0.05mSv/a，低于公众成员年剂量管理约束值（0.1mSv/a）。

11.6 事故影响分析

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 第 449 号）第四十条：根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。

表 11.6-1　辐射事故等级划分表

事故等级	危害结果
特别重大辐射事故	指 1 类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上(含 3 人)急性死亡。
重大辐射事故	指 I 类、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 2 人以下(含 2 人)急性死亡或者 10 人以上(含 10 人)急性重度放射病、局部器官残疾。
较大辐射事故	指Ⅲ类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下(含 9 人)急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故	指 I 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

本项目根据《职业性外照射急性放射病诊断》（GBZ 104-2017）表 1 的骨髓型急性重度放射病的受照剂量范围参考值 4.0~6.0Gy 界定是否会产生急性重度放射病，另根据《实用辐射安全手册》（第二版）（丛慧玲，北京：原子能出版社）表 2-13 急性效应与剂量关系中 4 Gy 作为重度放射病的阈值，以及表后“对低 LET 辐射，皮肤损伤的阈值量 3~5Gy，低于此剂量不会发生皮肤损伤” 的相关描述以及急性放射病的发生率以及急性放射病的死亡率与辐射剂量的关系，见表 11.6-2，从而以是否达到 3.5Gy 界定是否会发生较大辐射事故。

表 11.6-2　急性放射病的发生率、死亡率与辐射剂量的关系表

辐射剂量/Gy	急性放射病的发病率/%	辐射剂量/Gy	死亡率/%
0.70	1	2.00	1
0.90	10	2.50	10
1.00	20	2.80	20
1.05	30	3.00	30
1.10	40	3.20	40
1.20	50	3.5	50
1.25	60	3.6	60
1.35	70	3.75	70
1.40	80	4.00	80
1.60	90	4.50	90
2.00	99	5.50	99

11.6.1 可能发生的辐射事故

1、医用直线加速器、射波刀、TOMO

直线加速器是一种将电能转换成 X 射线能的医疗设备，X 射线受开机和关机控制，关机时没有射线发出。因此，断电状态下较为安全。直线加速器的安装、检修由设备销售厂家负责。医院只负责日常安全使用及管理。由于设备自身的屏蔽措施以及设备的固有安全联锁装置，设备在正常使用的情况下发生事故的概率极小，可能发生的辐射事故主要包括：

（1）调试及维修阶段公众误入机房；

（2）直线加速器门-机联锁装置失效造成误照射；

因加直线速器门-机联锁装置失效，防护门尚未关闭到位直线加速器即出束运行，导致门外的公众成员受到误照射；或无关人员推门进入正在运行的直线加速器机房内而受到误照射。

（3）人员还未全部撤离机房，操作间内人员启动设备，造成人员误照射；

（4）在防护门未关闭的情况下即进行曝光操作，可能给工作人员和周围活动的人

员造成不必要的照射；

（5）未进行质量控制检测。

直线加速器年久或更换部件和维、检修后，未进行质量控制检测，机器性能指标发生变化，有可能在诊疗过程中使患者可能受到较大剂量的照射。

本项目直线加速器属于 II 类射线装置，当设备关机时不会产生 X 射线，不存在影响辐射环境质量的事故，只有当设备开机时才会产生 X 射线等危害因素。

本次评价事故工况环境影响考虑可能发生的最大辐射事故，即直线加速器运行时，人员误入，造成有关人员被误照。

本项目直线加速器在对病人开机治疗时，距靶点 1m 处 X 射线的最大吸收剂量率按 14Gy/min 计，则在与靶点不同距离上 X 射线剂量率可由下（式 11.6-1）估算。

$$H=H_0/R^2 \qquad 式\ 11.6\text{-}1$$

式中：H—距直线加速器焦点 R 处的 X 射线的吸收剂量率（Gy/min）；

H0—距直线加速器焦点 1m 处 X 射线的吸收剂量率，14Gy/min；

R—估算点与直线加速器焦点的距离，m。

$$E=H*W_T*W_R \qquad 式\ 11.5\text{-}2$$

式中：E—受照人员的有效剂量；

W_T—组织权重因数，本项目取 1；

W_R—辐射权重因数，本项目取 1。

根据（式 11-1）和（式 11-2），将与直线加速器焦点不同距离的 X 射线吸收剂量的估算结果列于表 11.6-3。

表 11.6-3 事故情况下误入人员受到的吸收剂量率估算结果

	风险因子(X 射线)	吸收剂量率(Gy/min)
风险因子(X 射线)	1	14
	1.5	6.22
	2	3.5
	3	1.56
	5	0.56
	10	0.14

由上表可见，假设误入人员位于加速器照射头射束 1m 远处的漏射方向，X 射线漏

射束的空气比释动能率取主射束方向的 0.1%。由于机房内和操作间均设置有“紧急停机”按钮且装有视频监控系统，只要有人员就可及时被发现，只要误入人员按下此按钮就可以停机，所以受照时间取 1min，则事故情况下误入人员距直线加速器 1m 处受到的辐射剂量为 14mSv，超过 GB 18871-2002 中公众年剂量限值（1mSv），所以本项目加速器一旦发生辐射事故，会导致误入人员会受到超过年剂量限值的照射，故为一般辐射事故。

2、后装机

（1）可能发生的辐射事故

根据前述分析，本项目后装机可能发生的辐射事故主要包括：

①调试及维修阶段公众误入机房；

②运营期公众误入正在运行的后装机房；

③其它医护人员还未全部撤离机房，即进行出源，人员受到不必要的照射。

④在防护门未关闭的情况下即进行出源操作，可能给工作人员和周围活动的人员造成不必要的照射。

⑤III类放射源换源丢失或被盗；

⑥后装机换源过程和治疗过程中出现放射源卡源事故，导致放射源裸露在外界。

（2）事故情况下影响分析

①本项目拟使用后装机所使用的放射源为 ^{192}Ir，属于III类放射源根据《放射源分类办法》中放射源分类原则，III类放射源为危险源。在没有防护情况下，接触这类源几个小时就可对人造成永久性损伤，接触几天至几周也可致人死亡。因此本项目拟使用的 ^{192}Ir 放射源若发生丢失被可造成一名或多名公众在没有防护情况下近距离接触致其永久性损伤甚至死亡，根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号）规定，属于较大辐射事故。

②卡源、脱源事故分析：

本项目换源装源过程或病人治疗过程中出现卡源、脱源事故，后装机放射源处于裸源状态，距放射源 1m 处 y 射线的最大吸收剂量率按 4.1×10^4 μ Sv/h 计，则

在与焦点不同距离上 X 射线剂量率可由下（式 11.5-3）估算。

$$H=(4.1\times10^4 uSv/h)/R^2 \qquad \text{式 11.5-3}$$

式中：

H—距后装机源点处的 X 射线的吸收剂量率， μ Sv/h；

R—估算点与后装机源点的距离，m。

根据（式 11.6-3）将与放射源不同距离 γ 射线吸收剂量的估算结果列于表 11.6-4。

表 11.6-4 事故情况下误入人员受到的吸收剂量率估算结果

	风险因子(X 射线)	吸收剂量率(Gy/min)
风险因子(X 射线)	0.5	164000
	1	41000
	1.5	18222.22
	2	10250
	3	455.56
	5	1640
	10	410

当放射源处于裸源状态时，人员近距离接触放射源将产生超剂量辐射，能导致脱发，会严重损害人体血液内的细胞组织，造成白血球减少，引起血液系统疾病，如再生性障碍贫血症，严重的会使人患上白血病（血癌），根据《放射源同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院第 449 号）本项目后装机可能发生的辐射事故为较大辐射事故。

3、回旋加速器

1、事故情景分析

事故工况下，回旋加速器制药区可能发生的污染如下：

（1）在防护门关闭后，如果有人滞留在加速器室内或安全联锁系统失效、人员误入，加速器运行可能产生误照射。

（2）在回旋加速器运行过程中通风系统出现故障，加速器仍然运行，导致臭氧累积使机房内浓度增高。

2）放射性同位素的操作

（1）在操作放射性同位素的过程中，因容器破碎、药物泼洒等，有可能污染工作台、地面、墙壁、设备等，甚至造成手和皮肤的污染。

（2）放射性药物丢失或被盗，造成放射性事故；放射性药物在转移过程中由于操作人员违反操作规定或误操作引起意外泄漏而造成放射性表面污染。

（3）因受到爆炸、火灾等各种自然或人为灾害的破坏，可能导致放射性药物包容

破损、放射性液体泄漏、放射性释放， 若处置不当，会对人员和环境造成危害。

（4）放射性废物处置或管理不当，造成环境放射性污染。

2、事故后果分析

1）放射性药物意外泄漏或丢失事故

（1）事故后果分析以用量最大的 ^{18}F 为例，事故情况假设 ^{18}F 试剂瓶发生丢失，丢失时内装放射性 ^{18}F 的活度为 100mCi；丢失后在整个事故持续时间内放射性药物未发生洒漏，过程中按点源考虑；丢失的药物被同一人随身携带，距离按 10cm 考虑；事故持续最长时间为 2h。

（2）剂量估算模式与参数选取

分别计算距放射源 0.1m 、0.2m 、0.5m 、1.0m 、2.0m 、5.0m 、10m 处的个人有效剂 量。事故持续时间分别计算 4h 、8h 、1d 、2d 、3d 的情况。

（3）计算结果

根据事故情景假设条件计算得出，距源 0.1m~10m 范围内不同事故持续时段的个人 有效剂量，计算结果见表 11.6-5。

表11.6-5 ^{18}F 丢失事故下不同持续时间不同距离处个人有效剂量分布

距源距离(m)	各事故持续时段的射线所致辐剂量(Sv)				
	0～10min	0～30min	0～60min	0～90min	0～120min
0.1	8.86×10-3	2.64×10-2	3.30×10-2	7.96×10-2	1.06×10-1
0.2	2.22×10-3	6.60×10-3	1.32×10-2	1.98×10-2	2.64×10-2
0.5	3.54×10-4	1.06×10-3	2.12×10-3	3.18×10-3	4.24×10-3
1.0	8.86×10-5	2.64×10-4	3.30×10-4	7.96×10-4	1.06×10-3
2.0	2.22×10-5	6.60×10-5	1.32×10-4	1.98×10-4	2.64×10-4
5.0	3.54×10-6	1.06×10-5	2.12×10-5	3.18×10-5	4.24×10-5
10.0	8.86×10-7	2.64×10-6	3.30×10-6	7.96×10-6	1.06×10-5

（4）事故后果

由表可以看出，在事故持续时间为 10min 、30min 、60min 、90min 和 120min 的情况下，距放射源 0.1m 处的 γ 射线外照射辐射剂量分别为 0.00886Gy 、0.0264Gy 、0.0330Gy 、0.0796Gy 和 0.106Gy。结合前文可知，考虑的整个事故持续周期 2h 内，急性放射病发病率均在 1%之下，事故持续时间达到 2h 时，急性放射性病发病率接近 1%。事故持续周期内可造成人员急性放射性病而导致较大辐射事故。由于 18F 半衰期只有 1.83h，而计算过程中并未考虑其衰变， 因此该计算结果是偏保守的。

2）回旋加速器室误入事故影响分析

在事故工况下，回旋加速器处于运行状态，误入人员位于回旋加速器室内，剂量

率取 100mSv/h。从回旋加速器室声音报警响起至工作人员按下紧急按钮，加速器停止工 作，这个过程最多需要 10 秒，受照射时间取 10 秒。经计算人员受到的有效剂量约为 2.78×10^{-4}Sv/次，事故造成职业人员受照剂量较小。结合前文可知，考虑的整个事故持 续周期内，急性放射病发病率远低于 1%。

4、核医学科

（1）可能发生的辐射事故

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐 射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四 个等级。

特别重大辐射事故，是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控造成大范围严 重辐射污染后果，或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人以上（含 3 人）急 性死亡。

重大辐射事故，是指 I 类、II 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位 素和射线装置失控导致 2 人以下（含 2 人）急性死亡或者 10 人以上（含 10 人） 急性重度放射病、局部器官残疾。

较大辐射事故，是指III类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同位素和射 线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾。

一般辐射事故，是指 IV 类、V 类放射源丢失、被盗、失控，或者放射性同 位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

针对医院核医学科应用的放射性核素与射线装置进行分析，本项目核医学科 可能发生辐射事故包括：

1）医院核医学科管理不严、保管不当，导致放射性药品丢失、被盗，进 而对公众造成辐射影响。

2）放射性药品分装、注射操作过程中因操作不当，放射性药品出现洒漏 对工作场所台面、地上等形成放射性污染。

3）门灯联锁装置故障等原因导致射线装置误照射事故

4）服药病人未经许可离开指定的活动区域，可能导致接触到的其他医患 和家属受到不必要的照射。

本项目 PET-CT 、SPECT-CT 属于III类射线装置，在进行显像检查时，由于 防护门联锁装置失效，工作人员误入正在运行的检查室，致使人员受到照射；或 工作人员尚未撤离检查室，即开启设备进行扫描，对室内工作人员进行放射性照 射。

（2） 辐射事故防范措施

1）放射性药品或放射源丢失、被盗事故为了防止放射性药品贮存期间发生丢失、被盗事故，医院拟采取如下防范措 施：

①放射性药品贮存场所（储源室、分装质控室）均位于一层核医学科控制区 内，在核医学科患者通道入口、出口处设计单向门禁系统，限制无关人员进入此 区域；

②在储源室、分装质控室以及主要通道处设计安装视频监控系统，由医院保 卫部门进行全天监控；

③对放射性药品贮存场所（储源室、分装质控室）设置门锁，采用双人双锁 进行管理；

④建立放射性药品台账制度，实现专人管理，明确放射性药物的签收、储存 和发放等环节有详细的程序和记录；

应急措施：当发生放射性药品被盗事故，事故发现者应立即上报医院辐射事 故应急领导机构。接到报告后，医院应立即启动辐射事故应急预案。同时，保护 事故现场，防止无关人员进入现场，在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》， 并向当地环境保护主管部门和公安部门报告，协助公安、环保主管部门对被盗的 密封源进行侦察和追缴。禁止缓报、瞒报、谎报或者漏报辐射事故。

2）放射性药品洒漏事故

工作人员在分装、注射或给药过程中，由于工作人员未按操作规程要求或操 作失误，可能导致盛装放射性药物的试剂瓶被打翻或者破碎，进而导致放射性药 物撒漏在工作台面以及地上。假如发生洒漏事故，人员在其附近逗留时间越长， 接受的剂量也就越大，同时距离事故点距离越近，所受到的剂量越大。对事故洒 漏场地进行清污的人员，应加强个人防护措施，减少接触时间和尽量增加操作距 离，以减少辐射影响。

防范措施：核医学科分装、注射或给药工作人员应严格按照操作规程操作， 穿戴个人防护用品（放射性污染防护服、铅衣等），增加操作熟练程度，减少操 作时间，以减少辐射影响。

应急措施：若发生非密封放射性物质洒漏事故，应迅速用吸附衬垫或其他物 质吸干溅洒的液体，用酒精药棉或纸巾进行擦抹，以防止污染扩散。吸附、擦拭 物质作为放射性固体废物，放入带有屏蔽功能的废物桶内。并对污染区域进行面污染监测，β 表面污染大于 $4Bq/cm^2$ ，用酒精药棉或纸巾进行擦拭，直到污染 区表面污染小于

4Bq/cm^2。

（3）射线装置误照射事故

本项目核医学科共涉及Ⅲ类 PET-CT 2 台、SPECT-CT2 台 射线装置 4 台，发生辐射 事故时，可能会对室内工作人员造成辐射损伤。为了预防事故发生，可采取如下 防范措施：

①定期对 PET-CT 、SPECT-CT 防护门闭门装置进行检查、维护，确保其处 于正常的工作状态；

②控制室工作人员每次在使用 PET-CT 、SPECT-CT 进行扫描前，通过观察 窗查看检查室内人员停留情况，在仅有患者且防护门关闭到位的情况下，开启 PET-CT 、SPECT-CT 设备进行扫描操作。

应急措施：发生误照射事故时，控制室内工作人员应立即按下紧急停机开关 或切断射线装置高压电源，终止射线装置出束，同时向医院辐射安全与环境保护 应急管理机构报告。

11.6.2 辐射事故应急

贵州医科大学附属医院已成立放射卫生防护安全委员会及放射卫生防护安全管理办公室，落实了机构的成员及其职责，并通过此机构进一步建立辐射安全责任书，落实安全责任，制订辐射防护措施等。加强辐射安全管理，制定放射诊疗设备的相关操作规程、辐射防护安全制度和放射事故应急处理预案，并负责组织开展放射事件的应急处理救援工作。

按照国务院令第 449 号《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》及环境保护主管部门的要求。医院成立了放射卫生防护安全委员会及放射卫生防护安全管理办公室（见附件 6）。负责对辐射防护相关工作进行控制和管理。

组　长：左石

副组长：张松 李伟

组　员：莫非　赵伟　李小宝　袁小明　鲁晶　罗松　吕士兵　高波　李福强

李湘海　王莉莉　王明华　周石　彭慈军　吴春维　杨华　马思星　许良璧

出良钊　陈章荣　王林　贺电　邹小华　张淼　伍国锋　周沁丹　梁东江　田娅

成立放射卫生防护安全管理办公室：

办公室主任：李福强　王莉莉

办公室副主任：田娅　梁东江　周沁丹

办公室成员：朱波　喻世龙　吴东维　杨承昊

职责：

（一）放射卫生防护安全管理办公室主任为放射卫生防护安全管理领导责任人，监督、指导本单位放射诊疗工作的放射安全防护管理。

（二）放射卫生防护安全管理办公室负责监督落实可能 产生职业病危害新建、扩建、改建和技术改造、技术引进建设项目三同时执行情况，确保建设项目职业病防护设施必须 与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。放 射治疗、核医学、介入放射学、X 射线影像诊断建设项目根据《放射诊疗管理规定》，应当编制评价报告书，我院应当在项目立项后施工前（可行性论证阶段）委托具备相应评价资质能力的单位进行预评价报告编制，并上报省级卫生健康行政部门。在项目竣工验收前，委托具备相应评价资质能力的单位进行控制效果评价报告编制，并向省级卫生健康行政 部门申请竣工验收，并根据《放射诊疗管理规定》办理《放射诊疗许可证》相应变更。

（三）医务处负责医院辐射工作人员的管理。包括组织医院辐射工作人员接受专业技术、辐射防护知识及有关规定的培训和健康检查，定期组织对辐射工作人员进行剂量监测。

（四）放射卫生防护安全安全防护管理办公室负责到行政部门办理或更换《放射诊疗许可证》。

（五）设备处定期组织场所及防护设施的检测，具体负责放射装置及场所每年的一次工作场所性能防护检测。

（六） 设备处及使用科室负责医院的辐射工作场所、 设备、防护用品的管理，检查防护设备设施、警示标志、工 作指示灯是否安全有效工作。

（七）核医学、伽马刀、保卫处负责放射性同位素的存 储、保管及安全。

（八）使用科室负责日常监测、设备处负责年度监测。

11.6.3　应急响应

1）应急启动

发生辐射事故时，现场工作人员立即向成立放射卫生防护安全管理办公室报告，

夜间及节假日期间向院行政 总值班报告。医成立放射卫生防护安全管理办公室或院行政总值班接到报告后，对事故情况进行初步判断，确定事 故级别，立即赶赴现场的同时向应急领导小组相关领导报告。应急领导小组接到辐射事故 报告后，立即启动辐射事故应急预案，并及时向地方生态环境部门、卫生行政部门、公安 机关及时报告事故发生情况及处理情况。

2）应急响应行动

技术支持组根据放射性核素理化性质和放射性危害，提供专业技术支持，以便更好地 收集、处理放射性物质。

安全保卫组建立事故警戒、控制区， 人员进入现场须经批准，离开现场须经辐射监测 和去污。必要时，建立交通控制通道，保障事故处理人员、设备或物资进出通畅。

辐射防护人员立即对现场的辐射水平进行监测，检查应急处置人员的防护设备，设置 环境监测点，开展人员剂量监测和污染监测，根据事故处理进展提供辐射防护建议。

医疗救助人员对有记忆性照射或摄入核素的人员进行医疗救治或建议送院外专科医 院治疗。

3）应急终止

当辐射事故所造成的危害已被彻底消除，无继发可能或者应急处置行动已无继续的必 要时，由应急领导小组宣布解除应急状态，转入常态管理。并对本次事故发生的时间、地 点、起因、过程、人员伤害情况进行细致的分析，编写并上报放射性事故报告。最后，根 据分析报告结果进行整改，吸取经验教训，采取措施防止类似的事故重复发生。

辐射事故应急处置流程图见下图 11.6-1。

11.6.4 应急保障

根据应急预案规定的职责分工，应急组织配备了一定量的应急设施设备，主要包括辐 射监测设备、辐射防护用品等。

11.6.5 应急培训与演练

1）应急培训

由应急领导小组组织承担应急任务的人员每年至少进行一次辐射事故应急预案的

培 训，熟悉事故类型、危害和处置程序， 使之正确理解应急响应要求，能有效执行应急响应。 应急培训应形成记录并保存。

2）应急演练

（1）每年开展不低于一次的针对放射性同位素和医用射线装置辐射事故应急预案的 应急演练，使相关人员熟悉应急预案、应急处理方案，并能有序地进行协调、配合。

（2）每次演练后，针对演练中发现的问题，及时对应急预案进行必要的修改和完善， 以提高应对突发辐射事故的应急处置能力。

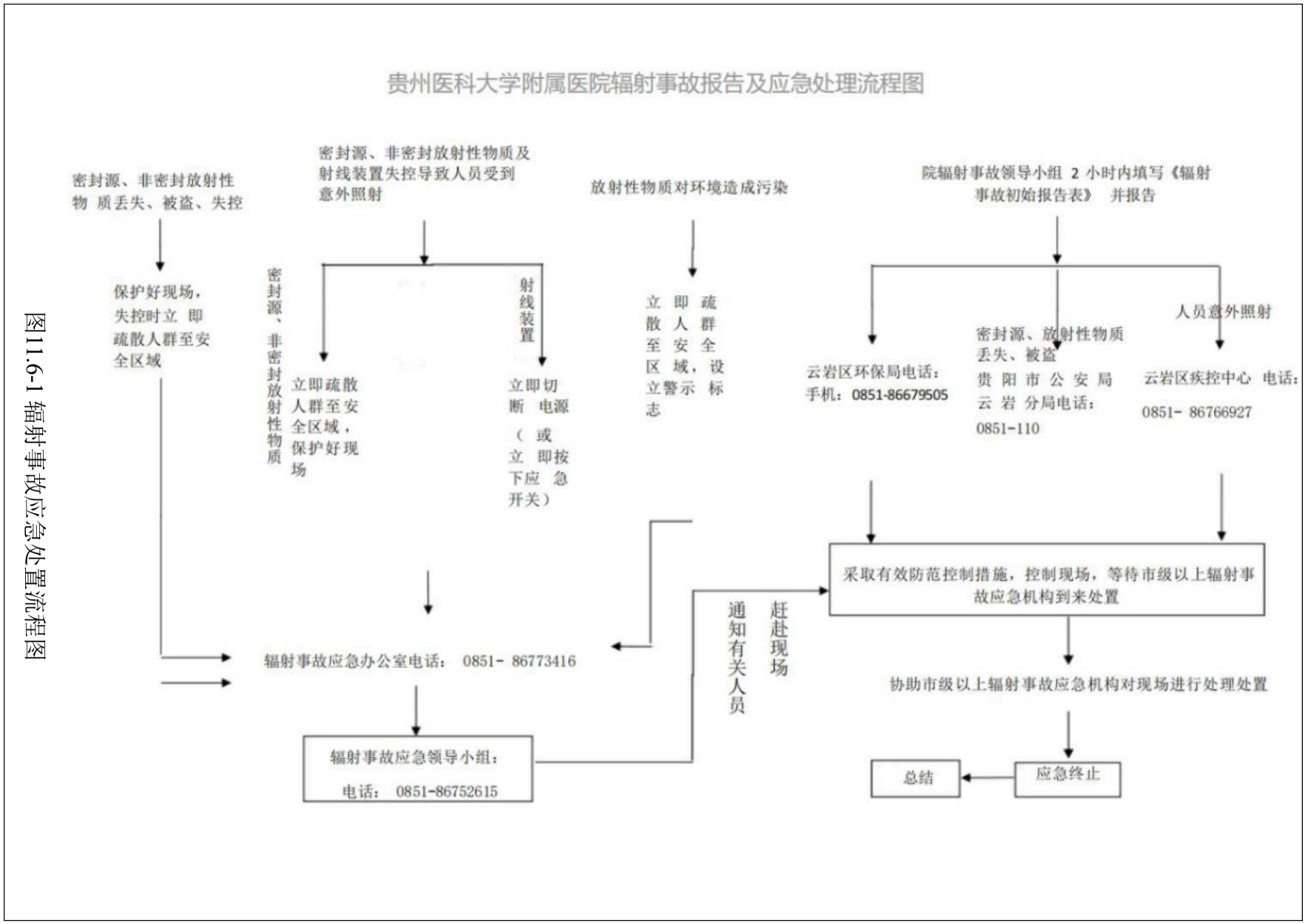


图11.6-1 辐射事故应急处置流程图

表 12 辐射安全管理

12.1 辐射安全与环境保护管理机构的设置

为做好工作过程中的辐射安全与防护管理工作，防止辐射污染环境，保障公众的健康，减少人为因素导致人员意外照射事故的发生，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相应的规定，遵照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中关于“营运管理”的要求，建设单位需制定相应的辐射安全管理制度。

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（国家环境保护总局令第 31 号，2006 年 3 月 1 日施行，2021 年 1 月 4 日经生态环境令第 20 号修订）第十六条要求：“使用 I 类、II类、III类放射源，使用 I 类、II类射线装置的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作。辐射安全管理机构成员和辐射工作人员均需参加辐射安全与防护培训并取得培训合格证”。

贵州医科大学附属医院已成立放射卫生防护安全委员会及放射卫生防护安全管理办公室，落实了机构的成员及其职责，并通过此机构进一步建立辐射安全责任书，落实安全责任，制订辐射防护措施等。加强辐射安全管理，制定放射诊疗设备的相关操作规程、辐射防护安全制度和放射事故应急处理预案，并负责组织开展放射事件的应急处理救援工作。

12.1.1 辐射安全与环境保护管理机构

按照国务院令第 449 号《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全与防护管理办法》及环境保护主管部门的要求。医院成立了放射卫生防护安全委员会及放射卫生防护安全管理办公室（见附件 6）。负责对辐射防护相关工作进行控制和管理。

组　长：左石

副组长：张松　李伟

组　员：莫非　赵伟　李小宝　袁小明　鲁晶　罗松　吕士兵　高波　李福强

李湘海　王莉莉　王明华　周石　彭慈军　吴春维　杨华　马思星　许良璧

出良钊　陈章荣　王林　贺电　邹小华　张淼　伍国锋　周沁丹　梁东江　田娅

成立放射卫生防护安全管理办公室：

办公室主任：李福强　王莉莉

办公室副主任：田娅　梁东江　周沁丹

办公室成员：朱波　喻世龙　吴东维　杨承昊

职责：

（一）放射卫生防护安全管理办公室主任为放射卫生防护安全管理领导责任人，监督、指导本单位放射诊疗工作的放射安全防护管理。

（二）放射卫生防护安全管理办公室负责监督落实可能 产生职业病危害新建、扩建、改建和技术改造、技术引进建设项目三同时执行情况，确保建设项目职业病防护设施必须 与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。放 射治疗、核医学、介入放射学、X 射线影像诊断建设项目根据《放射诊疗管理规定》，应当编制评价报告书，我院应当在项目立项后施工前（可行性论证阶段）委托具备相应评价资质能力的单位进行预评价报告编制，并上报省级卫生健康行政部门。在项目竣工验收前，委托具备相应评价资质能力的单位进行控制效果评价报告编制，并向省级卫生健康行政 部门申请竣工验收，并根据《放射诊疗管理规定》办理《放射诊疗许可证》相应变更。

（三）医务处负责医院辐射工作人员的管理。包括组织医院辐射工作人员接受专业技术、辐射防护知识及有关规定的培训和健康检查，定期组织对辐射工作人员进行剂量监测。

（四）放射卫生防护安全安全防护管理办公室负责到行政部门办理或更换《放射诊疗许可证》。

（五）设备处定期组织场所及防护设施的检测，具体负责放射装置及场所每年的一次工作场所性能防护检测。

（六） 设备处及使用科室负责医院的辐射工作场所、 设备、防护用品的管理，检查防护设备设施、警示标志、工 作指示灯是否安全有效工作。

（七）核医学、伽马刀、保卫处负责放射性同位素的存 储、保管及安全。

（八）使用科室负责日常监测、设备处负责年度监测。

12.1.2 放射工作人员及培训

本项目尚在筹备中，医院拟在项目建成前按《放射诊疗管理规定》第七条规定的人员要求配置相关的工作人员，人员拟从总院调配或新聘人员。

依据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》中第十六条第二款的要求，从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。依据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》中第二十八条的要求，生产、销售、使用放射性同位素和射线装置的单位，应当对直接从事生产、销售、使用活动的工作人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。

根据生态环境部《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（2019 年，第 57 号）的相关要求，自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部培训平台报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效；自行考核结果有效期五年，有效期届满的，应当由核技术利用单位组织再培训和考核。

本环评要求所有辐射工作人员需在上岗前进行培训并且取得培训合格证才能上岗，医院禁止无证操作，并计划每五年组织一次复训。未取得培训合格证的放射工作人员需按照生态环境部（公告 2019 年第 57 号）和生态环境部（公告 2021 年第 9 号）的要求，在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习相关知识，通过培训平台报名并参加考核，考核合格后再持证上岗。医院按照生态环境部《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（公告 2021 年第 9 号）的要求计，划每五年组织一次复训。

12.2 辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》(国务院令第 449 号)、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法（2021 修订）》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》(环境保护部令第 18 号)中的有关要求，使用放射性同位素的单位要健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、放射性同位素使用登记制度、设备台账登记制度、人员培训计划、监测方案等；有完善的辐射事故应急方案；产生放射性废气、废液、固体废物的，还应具有确保放射性废气、废液、固体废物达标排放可行的处理方案；使用放射性同位素和射线装置开展诊断和治疗的单位，还应制定相应的质量保证大纲和质量控制检测计划。

医院已根据相关标准要求制定了一系列辐射防护管理制度，详见表 12-1。

表 12.2-1 辐射防护管理制度

序号	名称	序号	名称
1	辐射事故应急预案	2	辐射安全防护管理规定

3	辐射工作人员个人剂量管理制度	4	辐射安全防护设施维护与维修制度
5	日常巡查制度及监测方案	6	放射（辐射）工作人员培训制度
7	监测仪表使用与检验管理制度	8	辐射防护安全保卫制度
9	放射治疗辐射事故应急预案	10	放射治疗工作场所、放射源储存场所管理制度
11	放射治疗放射源的贮存管理和处理措施制度	12	辐射安全和防护设施定期巡检制度
13	加速器放射治疗操作规程	14	放射源与射线装置台账管理制度
15	放射治疗的质量保证和质量控制	16	放射治疗安全防护制度
17	设备维护维修质控制度	18	放射治疗工作人员岗位职责
19	核医学科放射安全事件应急处理预案	20	核医学科医疗质量与安全管理制度总则
21	核医学科辐射防护制度	22	核医学科放射性药品管理制度
23	核医学科工作制度	24	放射性废物处理制度及场所设施退役（报废）处置方案
25	核医学科放射性核素操作制度	26	核医学科工作人员岗位职责

目前建设单位制定的管理制度中，针对放疗科、核医学科项目的相关辐射安全制度较完善，从操作人员岗位责任，辐射防护和安全保卫，设备检修、放射设备的使用等方面分别做了明确要求和规定。同时制定了较为符合实际情况的、切实可行的辐射事故应急预案，保障了从事辐射工作的人员和公众的健康与安全，同时保护了环境。

医院还应根据相关条例、办法以及本报告的要求在今后运行中结合实际工作不断完善，使其具有较强的针对性和可操作性。

12.3 辐射监测

12.3.1 辐射监测及个人剂量监测

辐射监测是安全防护的一项必要措施，通过辐射剂量监测得到的数据，可以分析判断和估计电离辐射水平，防止人员受到过量的照射。根据实际情况，需建立辐射剂量监测制度，包括工作场所环境监测和个人剂量监测。

本项目核医学科与放射治疗工作场所，根据国家环境保护部令第 3 号《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，本项目应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量报警仪、辐射剂量巡测仪、表面污染监测仪等仪器，用于对辐射工作场所周围的辐射水平进行巡测。

医院应定期请有资质的单位对辐射工作场所和周围环境的辐射水平进行监测，包括仪器设备防护性能的检测，每年 1~2 次；医院定期对辐射场所周围辐射水平进行监测，并对监测结果进行记录，定期对放射性废水、放射性固体废物、放射性废气进行核素分析和总β放射性活度；本项目辐射工作人员均应佩戴个人剂量计监测累积剂量，核医学场所核素操作人员在穿戴防护用品的情况下铅衣内外分别进行个人剂量监测，定期（不少于 1 次/季度）送有资质部门进行个人剂量测量，并建立个人剂量档案，辐射环境监测计划及方案要求见表 12-1。同时医院应定期安排辐射工作人员进行职业健康体检，并建立职业健康档案。落实以上措施后，医院安全措施能 够满足辐射安全的要求。

表 12.3-1 监测计划及方案要求一览表

监测对象	具体内容	监测频率		监测项目	采样布点
对放射工作人员	佩戴个人剂量计，个人剂量监测	3 个月为一周期，一年监测四次		X-γ累积剂量	/
工作场所和周围环境	核医学科控制区内、辐射工作人员活动区，辐射工作场所屏蔽体外 30cm 处（包括场所周边）	自主监测	每月一次	X-γ辐射剂量率	机房四周屏蔽体外、防护门外等
		委托监测	每年一次	X-γ辐射剂量率	核医学科四周屏蔽体外、防护门外等
				β表面污染	人员易接触的工作台、分装柜或通风橱表面、注射口台面、地面、墙面等
	放射治疗辐射 工作人员活动区，辐射工 作场所屏蔽体外 30cm 处 （包括场所周边）	自主监测	每月一次	X-γ辐射剂量率	机房四周屏蔽体外、防护门外、穿墙孔洞等，后装机表面 5cm/1m
		委托监测	每年一次	X-γ辐射剂量率	机房四周屏蔽体外、防护门外、穿

					墙孔洞等，后装机表面 5cm/1m
	工作结束后辐射工作人 员的衣物表面、鞋子表面 及底部、手等部位	自主监测	每次工作结束后	β表面污染	人员易接触的工作台、分装柜或通风橱表面、注射口台面、地面、墙面、工作人员的衣物表面、鞋子表面及底部、手等部位等
放射性废物	核医学科放射性废水	委托监测	排放前	总α、总β放射性活度、^{131}I活度浓度	排出口或抽样口
	核医学科放射性固体废物	委托监测	处理前	X-γ辐射剂量率、α、β表面污染	固废间或贮存容器外表面
	核医学科放射性废气	委托监测	活性炭更换前后	总α、总β放射性活度、^{131}I活度浓度	放射性药物使用场所中与排放口
防护性能	放射性设备性能的自主稳定性和质量控制检测	每年一次；设备初次投入使用、大修及更换关键组件时	质量控制性能及防护检测	/	防护性能

12.3.2 竣工环境保护验收

贵州医科大学附属医院医院核技术利用新建项目，在通过审批取得辐射安全许可证后，设施投入使用后应立即自主组织验收，验收合格后方可投入使用。验收内容见表 12-2。

表 12.3-2 环境保护验收项目一览表

项目	“三同时”验收内容	验收要求
防护措施	核医学科废水：放射性废水单独收集，经衰变池处理后排入医院污水处理站。医院在核医学科西北侧设置 4 组衰变池废水处理系统，用于收集处理核医学科产生的放射性废水。衰变池为槽式衰变池，为混凝土结构。排水管道外裸露的部分采取铅皮进行包裹，确保排水管道外表面 0.3m 处的辐射剂量率低于 2.5μSv/h。	核医学科衰变池污水处理系统满足衰变贮存时间超过 180 天或超过核素最长半衰期的 10 倍，并经监测满足要求后经环保部门同意排入医院污水处理设施，并设置取样口。
	核医学科废气：排风系统。废气通过管道在屋顶的排放口排放，通风柜风速不小于 0.5m/s，且设置活性炭过滤装置。 放射治疗废气：放射治疗机房设置通排风系统，换气次数 4 次/h 以上。	安装到位、运行良好，减少放射性废气以及臭氧、氮氧化物对工作人员的影响。

		核医学科固废：PET 用 ^{68}Ge 校准源当活度达不到使用要求后，由厂家更换后回收；钼锝发生器一般使用一周后，因放射性活度下降已无实际医用价值，便连同原包装容器退还给供方；锗镓发生器一般使用两年后，因放射性活度下降已无实际医用价值，便连同原包装容器退还给供方；其他放射性废物则储存在相应的废物暂存室（固废间）的铅废物桶中，达到标准要求的衰变时间后，经检测达到清洁解控水平后，由环保主管部门批准后，方可作为普通废物处理，固废间内配置铅废物桶，容量及数量满足核医学科产生的量及贮存衰变时间的要求。确保废物桶表面 30 cm 处剂量率≤2.5 μSv/h。 放射治疗固废：后装机 ^{192}Ir 放射源当活度达不到使用要求后，由厂家更换后回收。	不会产生二次污染，并设废物处置台账。
		屏蔽措施：核医学科具体防护屏蔽措施参见前文表 10-16 核医学科各功能用房拟采取的辐射防护屏蔽设计方案 放射治疗：具体防护屏蔽措施参见前文表 10-2 至 10-5 各功能用房拟采取的辐射防护屏蔽设计方案	满足 HJ1188-2021、HJ1198-2021、GB18871-2002 要求，辐射工作人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv。
安全措施		核医学科严格分区管理，各区之间通过门禁系统进行分隔，限制人员流通； 放射治疗分区管理，设置监控对讲系统、辐射报警系统、联锁系统等	满足 HJ1188-2021、HJ1198-2021 要求
		各个房间外均张贴警示标志，放射性废物桶张贴电离辐射标志	按要求张贴
		岗位职责和操作规程等工作制度在合适处张贴上墙	按要求张贴
个人防护		拟配置的新增辐射工作人员，均计划参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规培训考核，考核合格后上岗。	辐射工作人员均取得辐射安全与防护知识考核合格证；并进行岗前职业健康体检，体检合格。
		拟购置辐射防护仪、剂量报警仪和表面沾污 仪	按要求送检，并确保运行正常
		辐射工作人员均佩戴个人剂量计，开展个人 剂量监测	按 GBZ128-2019 要求佩带/送检
		配置铅橡胶防护服、铅橡胶颈套、铅橡胶围裙、 铅橡胶帽、铅防护眼镜、等防护用品	防护用品的配置满足的要求并按要求配置/佩带
管理措施	管理结构	按要求建立医院辐射安全管理领导小组，辐射安全和防护负责人需参加辐射安全与防护知识考核。	以文件的形式成立辐射安全与环境保护管理机构，且辐射安全负责人取得考核合格证。
	管理制度	相关的辐射防护管理制度。	根据要求制定

检测依据：

依据国家技术规范开展人员剂量检测。设备质量健侧 、环境场所进行检测，包括但不限于如下检测规范：

《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）；

《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；

《水质 总α放射性的测定 厚源法》（HJ898-2017）；

《水质 总β放射性的测定 厚源法》（HJ899-2017）；

《表面污染测定第1部分：β发射体（Epmax>0.15MeV）和α发射体》（GB/T14056.1-2008）‘

《空气中碘-131 的取样与测定》（GB/T14584-1993

《伽玛照相机、单光子发射断层成像设备（SPECT）质量控制检测 规范》（WS523-2019）

12.5 从事辐射活动能力评估结论

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》使用射线装置及放射性同位素的单位应具备的条件，对建设方建设本项目应具备的能力进行分析并提出完善措施。贵州医科大学附属医院辐射防护所采取的技术措施和管理措施进行对照分析见表 12-3。

表 12-3 建设单位能力分析

号 序	应具备的条件	规定要求	拟落实情况	投入运行后的要求
场所的安全和防护				
1	放射性诊疗项目的屏蔽设计	放射性诊疗项目机房建筑（包括辐射防护墙、门）的防护厚度应充分考虑 X、γ射线直射、散射、漏射效应。	委托了具备建筑工程设计资质的单位进行设计，机房的防护厚度满足要求。	定期对各机房和场所周围环境开展辐射监测，保持屏蔽措施的有效性，避免出现射线泄漏。
2	警示标识	放射性诊疗项目机房防护门外及与其他公共场所相连接处应设置固定的电离辐射警示标志和工作状态指示灯，控制区边界应设置明显可见的警示标志。	本项目各辐射工作场所防护门外拟设置有辐射警示标志和工作状态指示灯。	运营时严格按计划执行，定期维护，确保辐射安全。
3	档案记录	应建立设备运行、维修、辐射环境监测记录、个人剂量管理及维修记录制度，并存档备查。	建设方对辐射工作人员拟建立个人剂量档案，并定期对其进行个人辐射剂量监测；医院拟建立设备运行、维修档案。	医院应及时更新并妥善保存相关档案。

4	评估报告	使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前向生态环境部提交上一年度的评估报告。	医院拟在项目正式运行后于每 1 月 31 日前通过全国辐射安全申报系统一向年生度态的环评境估部报告提交。	医院须将本项目的辐射安全与防评护估状况，并于每年年度 1 月 31 日前通过全国辐射安全申报系统向生态环境部提交上一年度的评估报告。
5	辐射监测方案	应建立放射性诊疗项目的日常辐射监测方案。	医院拟建立辐射监测方案	医院应落实好日常辐射监测计划
人员安全和防护				
1	管理人员要求	使乙级非密封放射性物质工作场所的，应当设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。	医院拟成立辐射安全防护管理机构，负责有关正常工作条件的保障及解决放射实践中出现的各种防护问题，在本项目投入营运前确定辐射管理职责。	确保有符合要求的辐射安全与环境保护工作管理人员，开展这方面的工作。
2	操作人员要求	从事辐射工作的人员必须通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训和考核。	本项目辐射工作人员均为新增，医院应尽快安排新增辐射工作人员参加辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的培训考核，并取得考核合格证书。	对于取得了合格证书满五年的人员，应按照《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》的要求安排复训及考核。
3	个人剂量管理	每名核医学科与介入工作人员应配备个人剂量计（佩戴 2 个，铅衣内、铅衣外各 1 个）。个人剂量计应并编号定人配戴，定期送交有资质的检测部门进行测量，并建立个人剂量档案	本项目医院拟为每个辐射工作人员购买个人剂量计，并指导其正确佩戴，个人剂量计每 90 天送检一次，数据归档。	个人剂量计应编号定人并正确配戴，建设单位应每个季度定期送检，并对检测结果及时分析，对检测结果存在超过个人剂量管理现值的情况及时上报查明原因，及时解决。
环保制度、应急报告与处理、废物处理				
1	废物处理方案	应具有确保项目产生固体废物、废气达标排放的处理能力或者可行的处理方案。	建设方拟对项目运用过程中产生的废气采用排气管、风机强制排出，对于放射性气体的排放，在排风口处设置过滤装置；核医学科放射性废水采用槽式排放的方式处理；放射性固体废物在核医学场所内 固废间衰变暂存处理，达到清洁解控水平后按医疗废物处理。	建设方须严格按照设计要求以及配套的设施进行施工和配备

2	辐射防护安全管理制度	有健全的操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、放射性同位素使用登记制度、人员培训计划、监测方案等。	环评报告已要求医院应根据科室具体情况制定有人员培训制度、操作规程、岗位职责管理制度、辐射防护安全保卫制度，结合医院实际情况制定辐射事故应急预 案等。	警示标志张贴规范，今后不断完善各项规章制度和操作规程，所有制度应张贴上墙等。
3	辐射事故应急预案	有完善的辐射事故应急措施。	医院拟制定辐射损伤处置流程和规范，该规范包括：指挥体系、辐射事件应急处置的原则、医院辐射事故应急处理程序。	做好应急和救助的装备、资金、物资准备。

通过对照国家有关要求对本项目从事辐射活动能力的逐项分析，贵州医科大学附属医院已经基本具备了使用本次评价的核技术利用项目的综合能力。

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

本项目拟在中山大学附属第一医院贵州医院住院楼东北侧空地新建分子肿瘤诊疗中心。**本项目分子肿瘤诊疗中心的核技术利用内容包括：**

放射治疗单元涉及放射诊疗设备包括6台医用电子直线加速器、1台射波刀、1台TOMO刀、1台后装治疗机（含^{192}Ir放射源装置）。

本项目核医学所涉及的放射诊疗设备包括 1 台回旋加速器、2 台 PET/CT、2 台 SPECT/CT、1 台 PET/MR。

本项目核医学涉及的非密封放射性同位素包括：^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{15}O、^{89}Zr、^{64}Cu、^{124}I、^{68}Ga、^{99m}Tc、^{113}In、^{67}Ga、^{123}I、^{131}I、^{177}Lu、^{47}Sc、^{67}Cu、^{161}Tb、^{223}Ra、^{225}Ac、^{212}Pb、^{211}At、^{227}Th、^{213}Bi、^{89}Sr、^{188}Re、^{32}P。涉及的密封放射性同位素：^{68}Ge-^{68}Ga 发生器、^{99}Mo-^{99m}Tc 发生器、^{68}Ge 校准源。本项目所使用正电子核素 ^{18}F、^{11}C、^{13}N、^{124}I、^{64}Cu、^{89}Zr 拟来源于回旋加速器自制生产，，本项目回旋加速器未投入使用前拟外购获得；其余核素均拟为外购，订购量按医院每次使用量来订购。^{68}Ge 为 PET/CT 设备校准源，厂家自带配备。

13.1.2 实践的正当性分析

本项目的建设对保障群众健康、拯救生命有着十分重要的作用。项目营运以后，能够使新的放射诊疗技术得以更广泛的应用，提高医院放射诊疗及服务水平，使患者得到更好的治疗效果和诊疗环境，具有明显的社会效益，同时将吸引更多的就诊人员，医院在保障病人健康的同时也为医院创造了更大的经济效益。

在实践过程中医院采取了相应的辐射防护措施，在患者得到诊疗预期效果的同时，对周围环境、工作人员、公众的辐射影响满足国家辐射防护安全标准的要求，因此，本项目的实施对受照个人和社会所带来的利益远大于其引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中关于辐射防护“实践正当性”的原则与要求。

13.1.3 产业政策符合性

本项目属于《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录（2024年本）>的决定》“鼓励类”中第六项“核能”中第5条“同位素、加速器及辐照应用技术开发，辐射防

护技术开发与监测设备制造”，属于国家鼓励类产业，符合国家产业政策。

13.1.4 选址合理性分析

本项目位于贵州省贵阳市花溪区清安大道与民安路交叉口西北侧（中山大学附属第一医院贵州医院地块内），项目在中山大学附属第一医院贵州医院住院楼东北侧空地新建分子肿瘤诊疗中心，用地为医院建设用地。经调查，本次评价范围50m以内无自然保护区、文物保护区、风景名胜区、森林公园、饮用水水源保护区、集中居民区等环境敏感点和态敏感点，项目位于医院内部，周围没有项目建设的制约因素，且本项目的各个辐射工作场所均按照相关规范要求建有良好的实体屏蔽设施和防护措施，产生的辐射经屏蔽和防护后对周围环境影响较小。

本项目各辐射工作场所所在区域位置相对独立，工作区域专人管理，除需诊断和医院医生、护士外，医院无关人员不得入内，并且在进入辐射区域的时候需经过严格身份确认，这样不但减少了无关公众受照射的概率，同时，也降低了其他工作人员受照射的概率。同时，各辐射工作场所均采取了有效的屏蔽措施，防护设计参数均达到了相关技术规范对辐射工作场所的辐射防护要求，并且各辐射工作场所均按规范要求设置电离辐射警告标志，合理划分控制区，监督区，且无关人员不得进入。但由于各辐射工作场所周围有常驻人员，考虑到可能会造成的影响，本报告通过对各辐射工作场所防护进行理论计算，结果显示在进行治疗或诊断过程中产生的电离辐射，经过屏蔽防护和距离衰减后，对周围工作人员和公众所致的辐射剂量符合剂量约束限值的要求。通过以上场所独立、划分区域等措施，本项目不会产生交叉污染，对外环境造成辐射影响很小。

综合分析，本项目选址相对合理。

13.1.5 辐射事故风险与防范

13.1.5.1 辐射防护结论

本项目（1）放射治疗单元涉及放射诊疗设备包括6台医用电子直线加速器、1台射波刀、1台TOMO刀、1台后装治疗机（含^{192}Ir放射源装置）；（2）核医学所涉及的放射诊疗设备包括1台回旋加速器、2台PET/CT、2台SPECT/CT、1台PET/MR；（3）5个乙级非密封放射性物质工作场所的各屏蔽防护墙及防护门的屏蔽防护设计，室内表面及装备结构设计均，通风换气要求，“三废”的暂存与处置等满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021、《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）、

《核医学放射防护要求》（GBZ 120-2020）的相关要求。

13.1.5.2 放射性三废的治理和结论

（1）核医学放射性废气

核医学科工作场所设置了独立通风系统，合理组织工作场所的气流，对排出工作场所的气体均进行过滤净化；操作放射性药物所用的分装柜手套箱等装置均设置了专用的排风装置风速不小于 1m/s，废气经专用管道引至屋顶 3m 处排放，端口处加装活性炭过滤装置，排放口高于楼顶 3m。经处理后，核医学科产生的放射性废气可达到环境主管部门的要求排放。

（2）核医学放射性废水

核医学科拟建 4 组独立的并联槽式衰变池，衰变池为地下结构。核医学科产生的放射性废水，经专用管道排入衰变池。衰变池为 4 格槽式衰变池，为混凝土结构，总容积约 1200m³，能够满足放射性废水单池关闭后存放时间容积要求。衰变池的放射性废水需贮存期满后，总β活度浓度、碘-131 活度浓度监测结果满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ 1188-2021）中排放限值要求，并经审管部门认可后排入医院污水处理站集中处理，对水环境影响较小。

（3）核医学放射性固体废物

核医学科配置足够数量的固废收集桶，并在各个核医学场所设置 1 间固废间、1 间清洁间，用于暂存衰变核医学科产生的放射性固体废物。放射性固体废物处置措施能够满足《核医学辐射防护与安全要求》（HJ1188-2021）的要求。废弃的放射源由放射源供应单位回收或送交放射性废物库统一处理，不会对周围环境产生污染。

13.1.6 辐射环境影响分析结论

根据本报告表 9、表 10、表 11 对本次核技术利用项目运行过程中，对周边环境及人员的辐射影响分析可知，在正常情况下，辐射工作场所周围辐射剂量率水平满足相关标准的要求，在运行工程中对周围环境中的工作人员和公众的辐射影响均能满足本报告提出的剂量约束值的要求，即工作人员有效剂量控制值不超过 5mSv/a，公众有效剂量控制值不超过 0.10mSv/a，同时满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）。

13.1.7 辐射安全管理结论

医院已成立专门的辐射安全防护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。医院

须根据相关法律、法规、条例及本环评报告提出的要求，制定辐射安全管理制度。对于本项目原未参加或新增的辐射工作人员，医院应及时安排其参加生态环境部辐射安全与防护培训平台或医院自行组织的培训，然后报名参与并通过辐射安全和防护专业知识及相关法律法规的考核；并委托有资质的单位对本项目辐射工作人员进行个人剂量监测及职业健康检查，建立完整的个人剂量监测档案和职业健康监护档案。

13.2 结论

综上所述，中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目在落实本报告提出的各项污染防治、辐射安全防护措施和辐射安全管理制度后，运营期对周围环境产生的辐射影响符合环境保护的要求，对辐射工作人员及周围公众造成的影响满足国家辐射防护标准的要求。因此，从辐射安全和环境保护角度分析，本项目的建设是可行的。

13.3 建议与承诺

13.3.1 建议

（1）医院要严格执行辐射污染防治与辐射环境管理的法律法规；认真落实各项污染防治措施和要求，认真落实岗位辐射防护制度和岗位责任制制度，落实培训计划及应急监测计划等各项规章制度。

（2）根据医院管理架构和管理模式及人员配备情况，进一步细化和完善各项辐射安全管理规章制度及辐射事故应急预案。

（3）医院对从事辐射性医疗及放射治疗的工作人员要经常进行辐射防护知识的教育，并形成长效机制，提高辐射防护意识，提高自我防护意识，定期检查和评估工作人员的个人剂量，建立个人剂量档案。

（4）医院应加强施工中的监理及管理，确保按设计要求进行施工。

（5）医院在取得本次环评报告批复文件后，按要求做好工作场所的防护，工作场所达到使用标准后，医院应当按照《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》规定的许可证申请程序，申请领取《辐射安全许可证》。

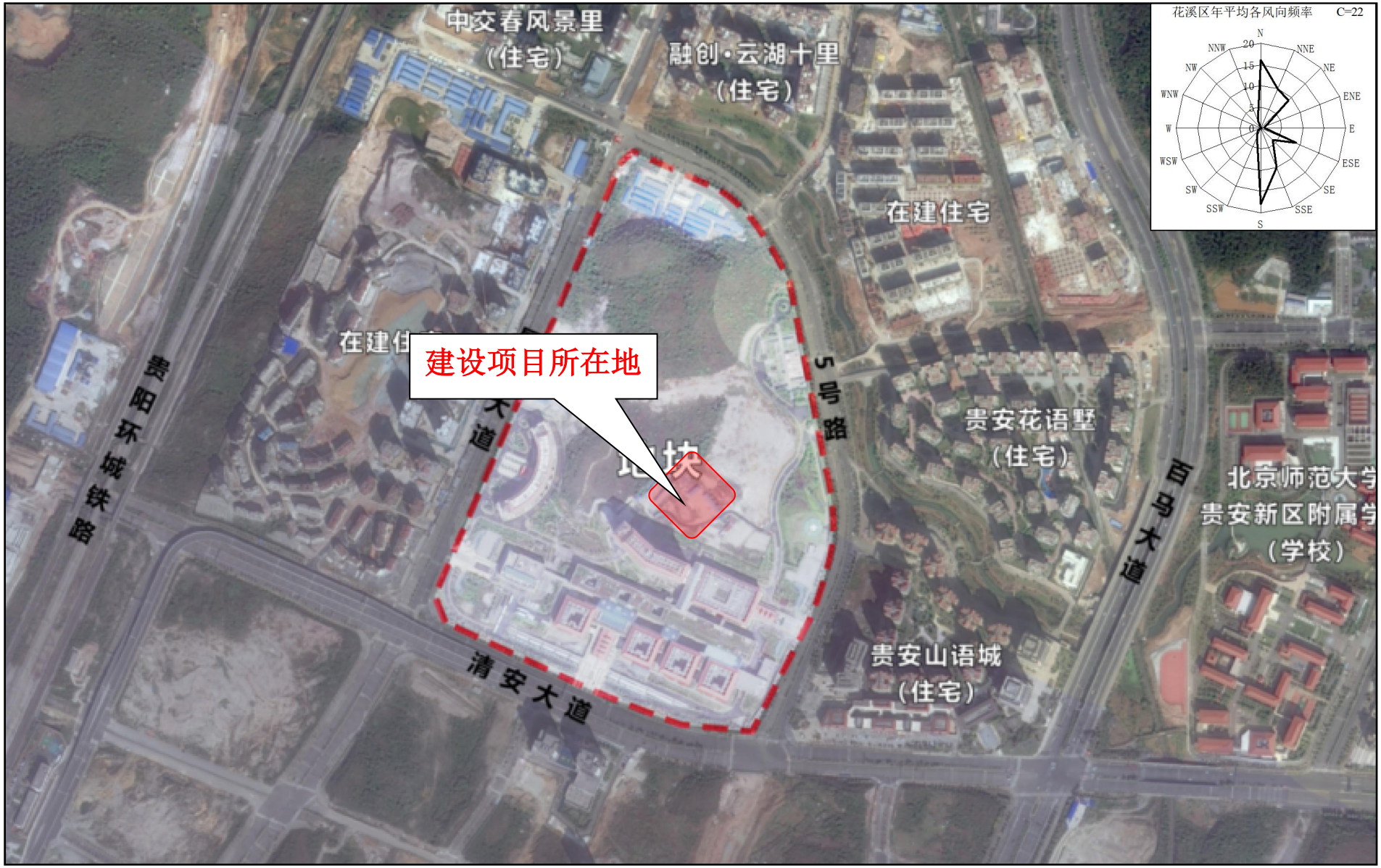
表 14 审批

下一级环保部门预审意见： 公 章 经办人　　年　月　日
审批意见： 公 章 经办人　　年　月　日

附图 1.　地理位置图

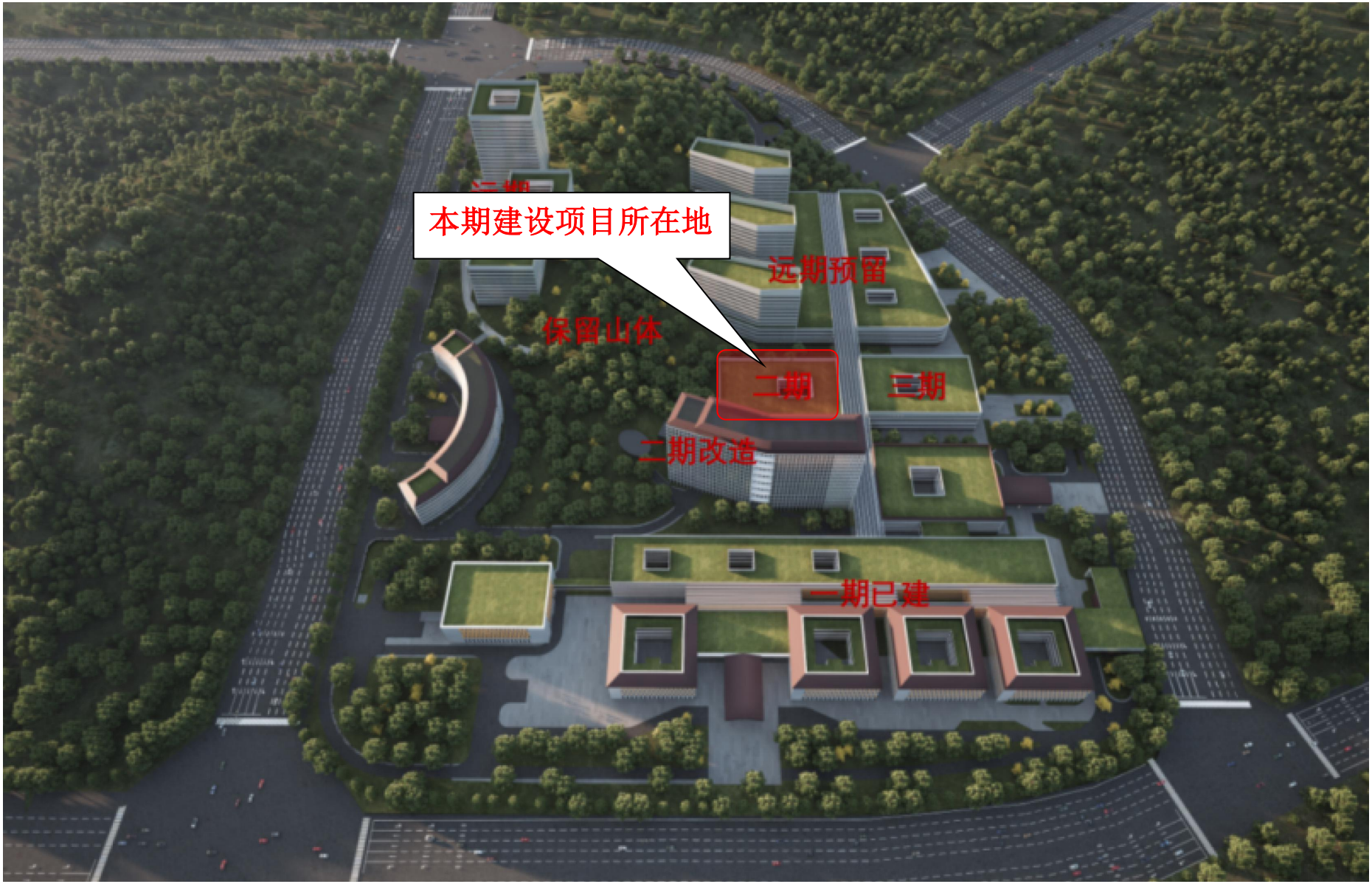
建设项目所在地
花溪区年平均各风向频率　C=22
N
NNE
NE
ENE
E
ESE
SE
SSE
S
SSW
SW
WSW
W
WNW
NW
NNW
20
15
10
5
0
贵州永腾晟建材科技有限公司
废品回收
杉二村
兴安大道
中交·春风景里
融创·云湖十里
安营扎寨山庄
数谷大道
恒力(贵阳)产业园行政大楼
清安大道
中铁八局集团第三工程有限公司贵安新区制梁场
中山大学附属第一医院贵州医院
贵安山语城
百马大道
北京师范大学贵安新区附属学校
置悦城·贵安餐苑
平寨
星河社区
贵安综合维修基地
风塘坡
废品回收
水碾头
龙五寨
(在建) S1号线一期
贵安站
星月湖公园
赵家庄
梨木寨
百马路
碧桂园贵安1号星月湾
寅贡寨
金马中路
野鸡坡

附图 2.　贵州医院航拍图及地块周边情况



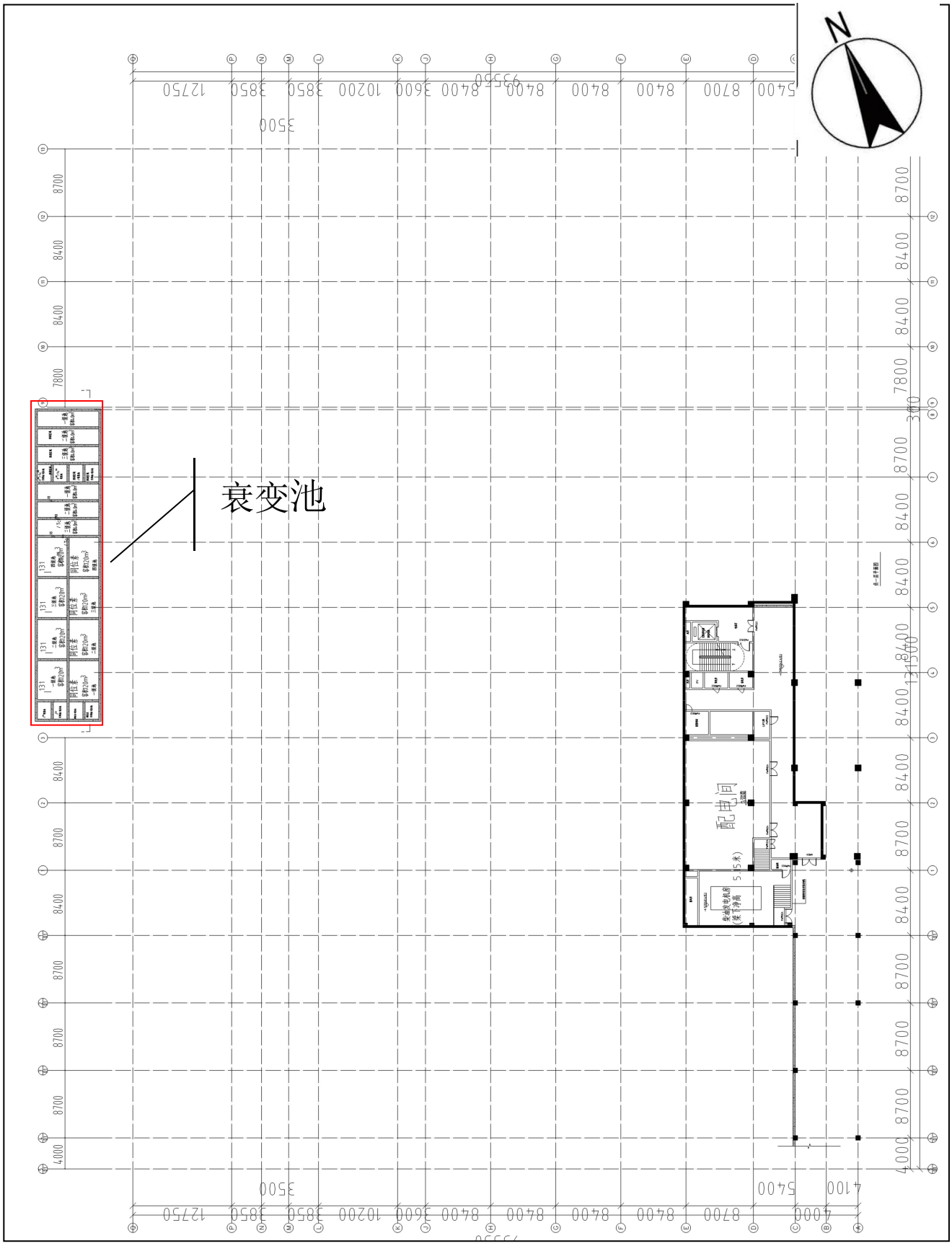
附图 3.　建设项目所在位置的相对位置关系

附图 4.　项目总图规划示意

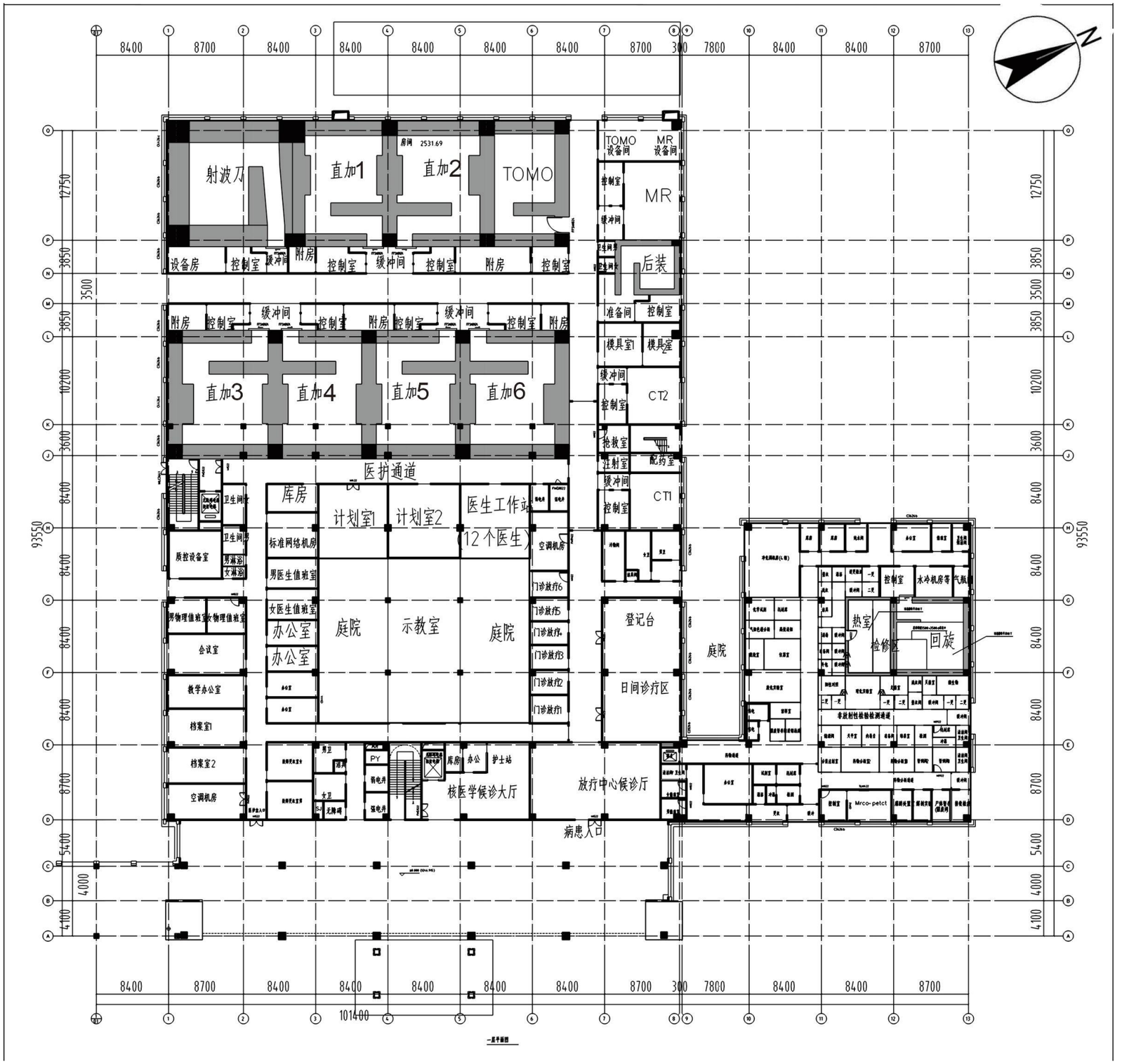


附图 5.　建设项目周边环境关系示意图及评价范围

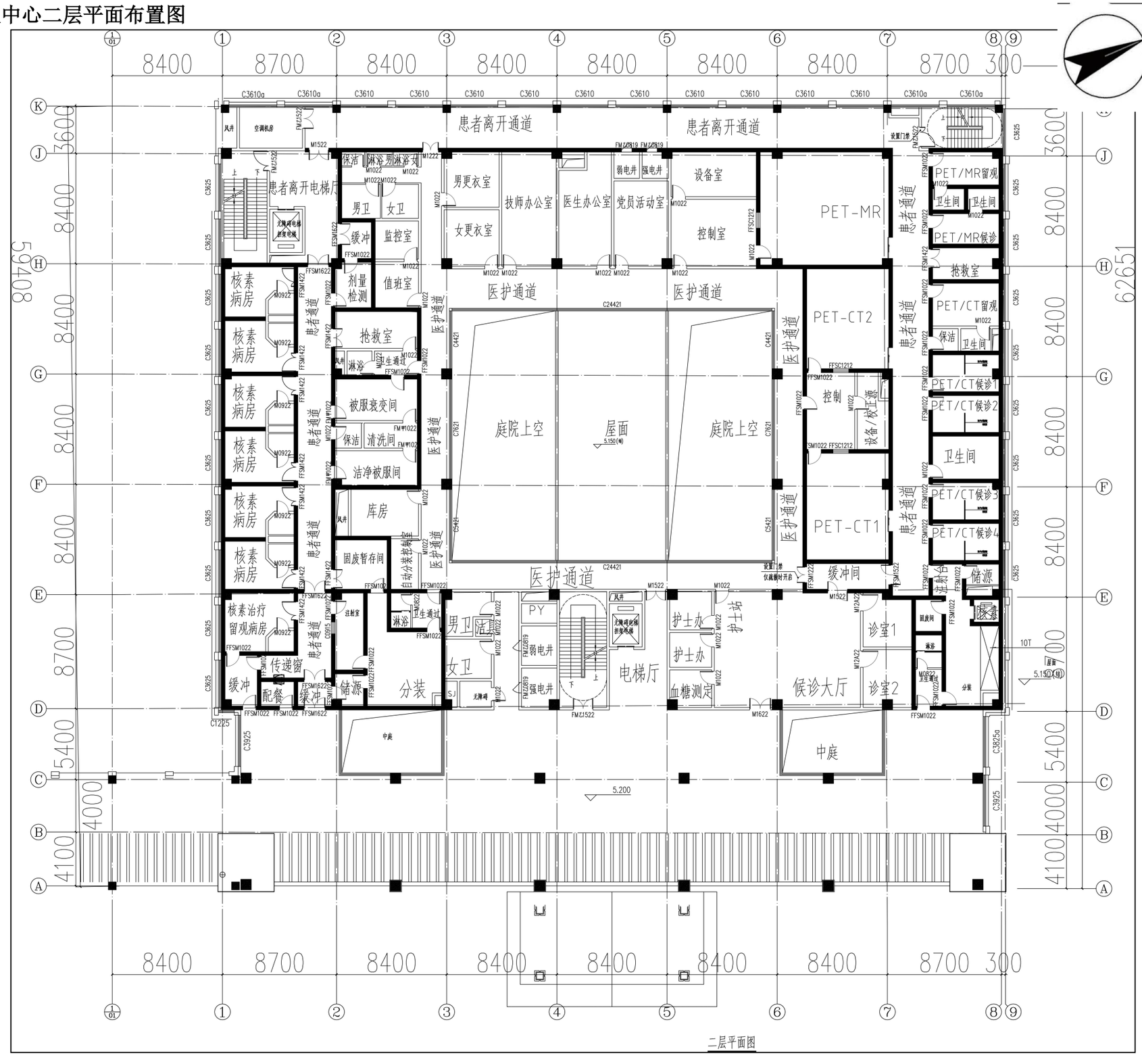
附图 6.　分子肿瘤治理中心负一层平面布置图



附图 7.　分子肿瘤治理中心一层平面布置图

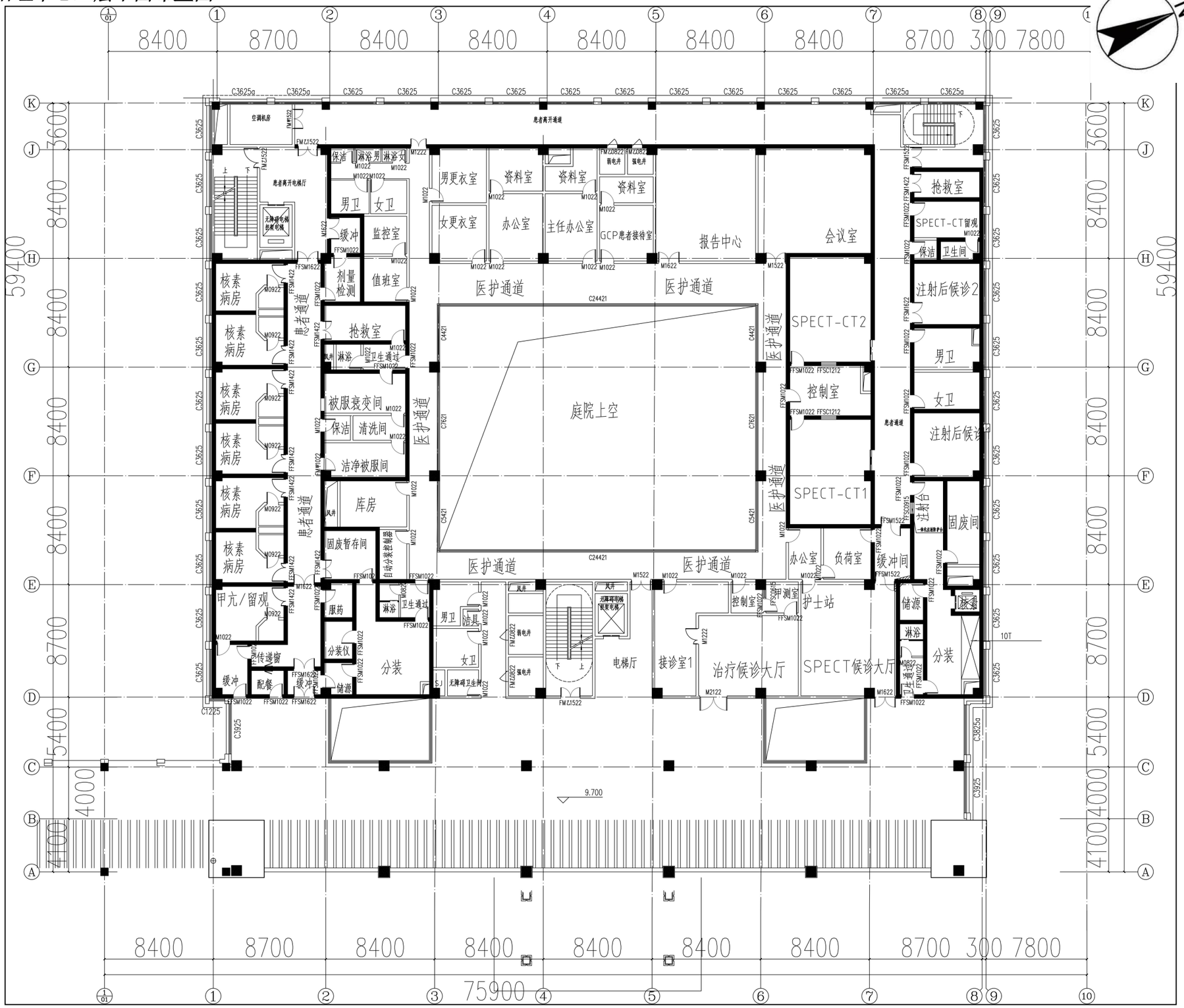


附图 8.　分子肿瘤治理中心二层平面布置图

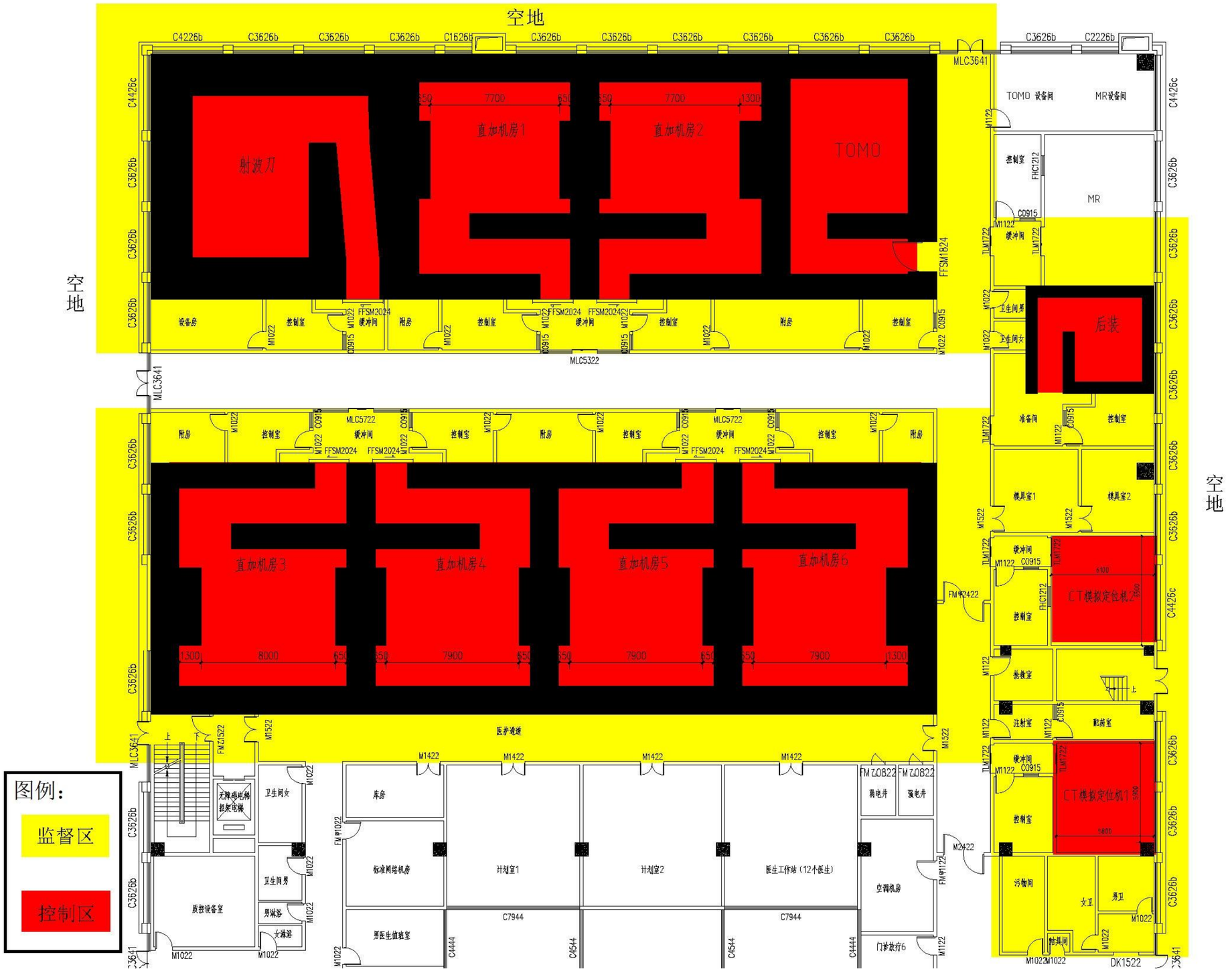


二层平面图

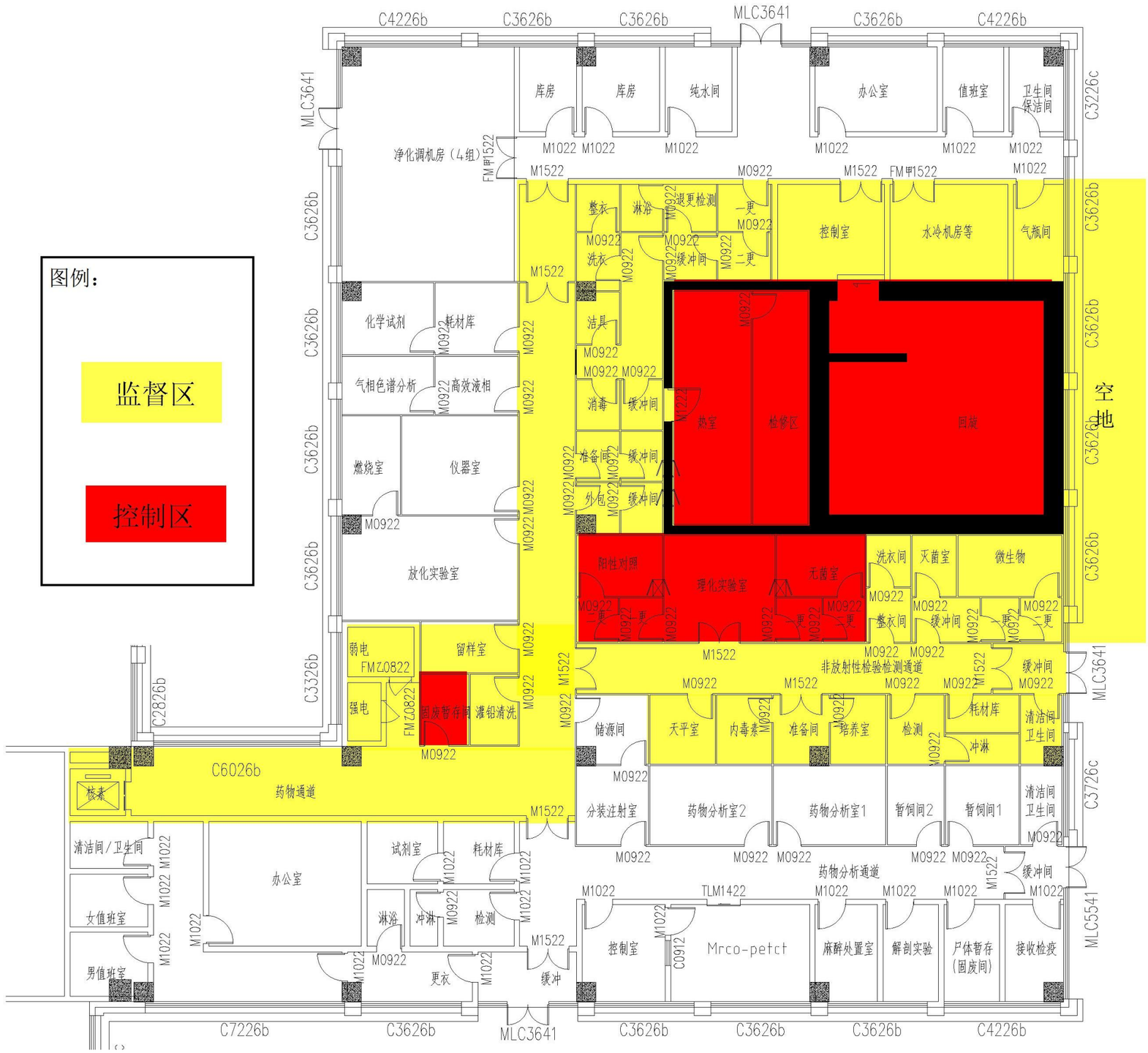
附图 9.　分子肿瘤治理中心三层平面布置图



附图 10.　放射治疗工作场所分区布局图

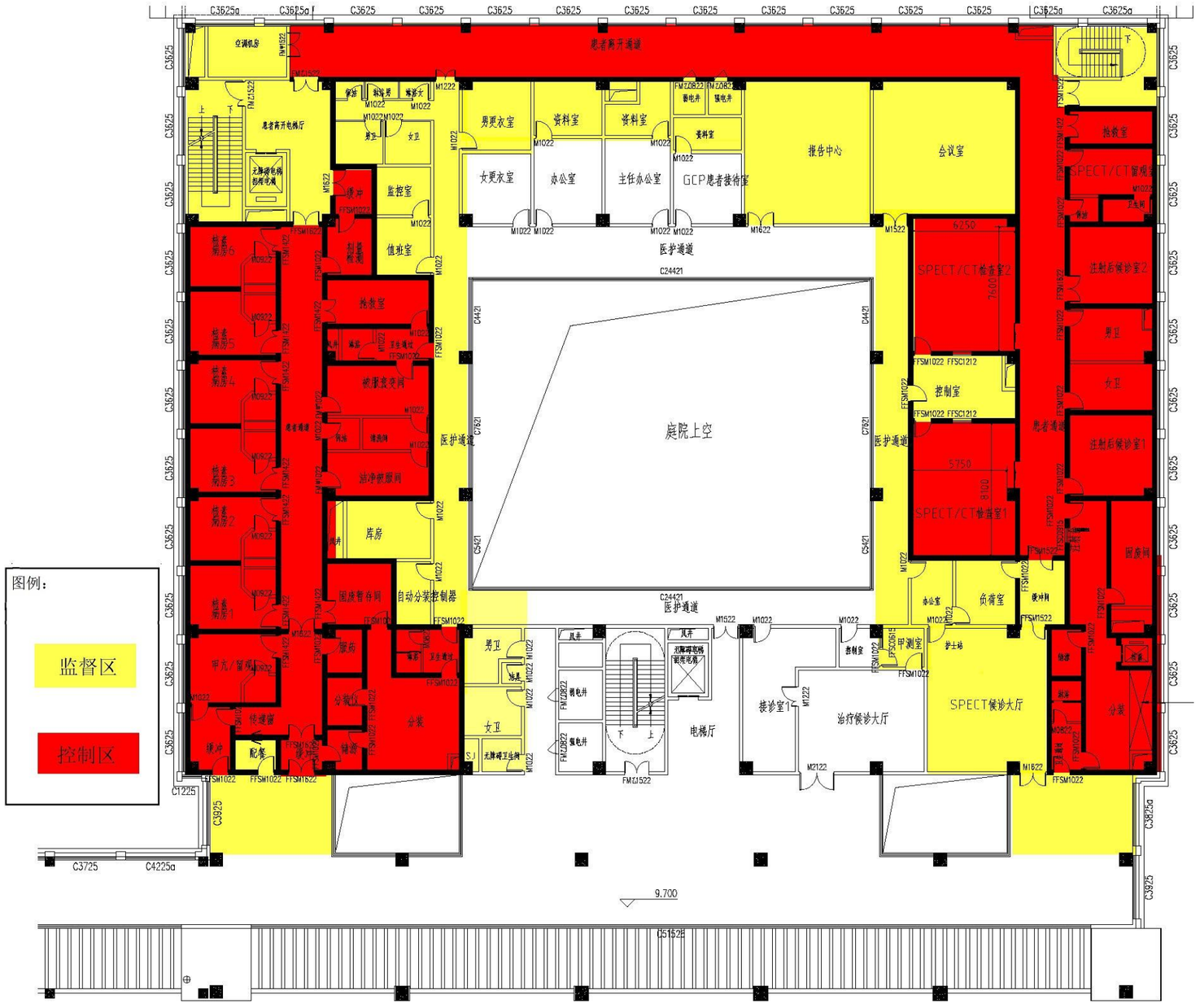


附图 11.　一楼核医学工作场所分区布局图

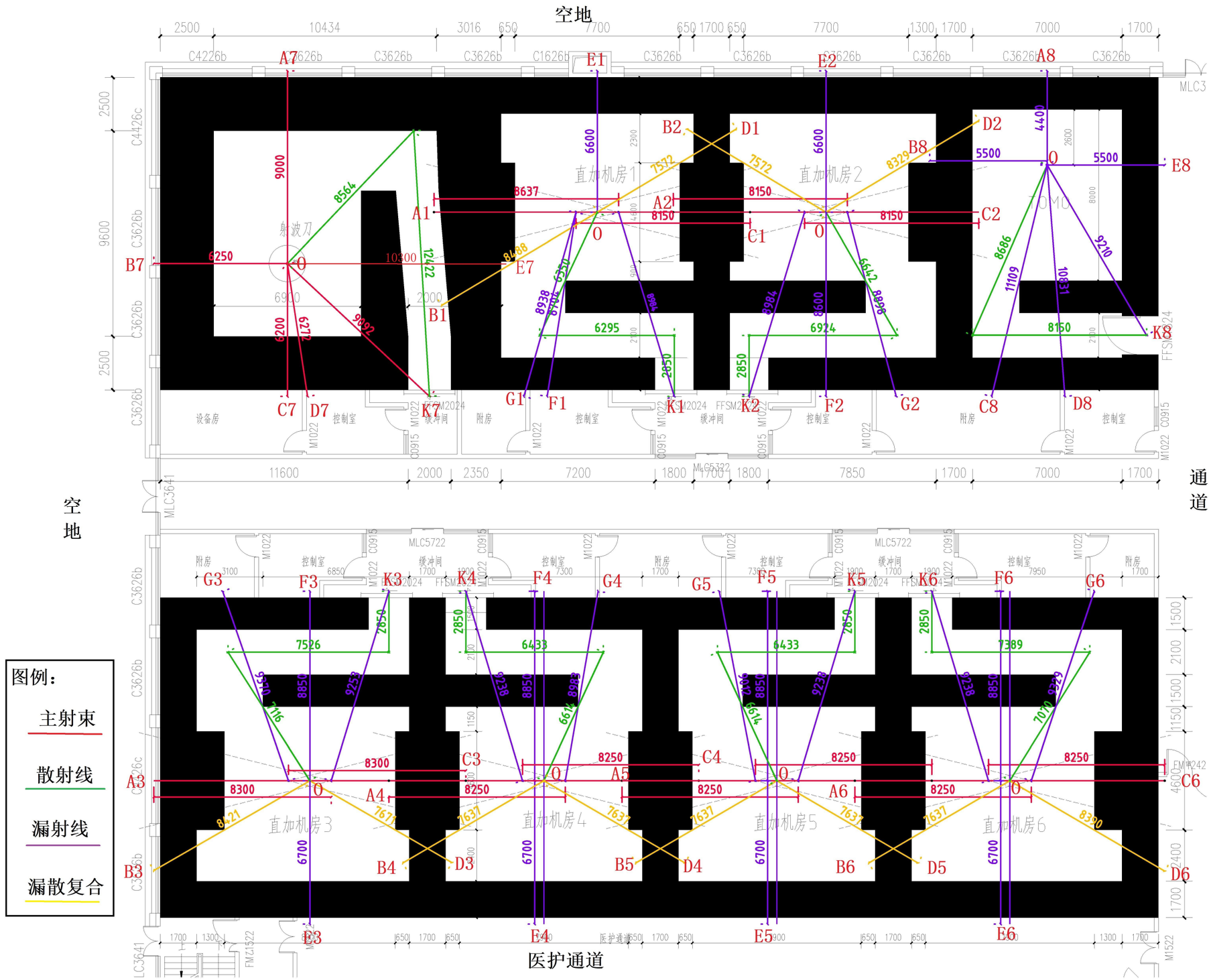


附图 12.　二楼核医学工作场所分区布局图

附图 13.　三楼核医学工作场所分区布局图

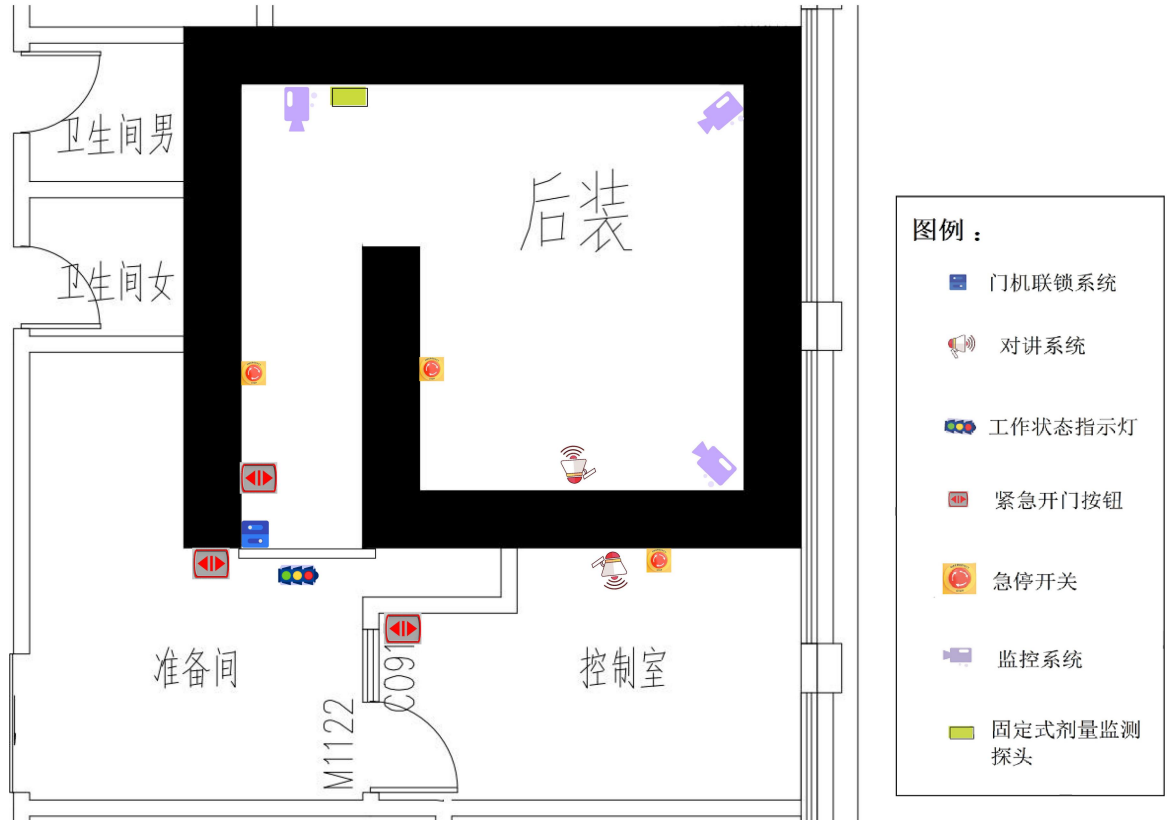


附图 14.　直加、射波刀、TOMO 机房平面关注点布置图

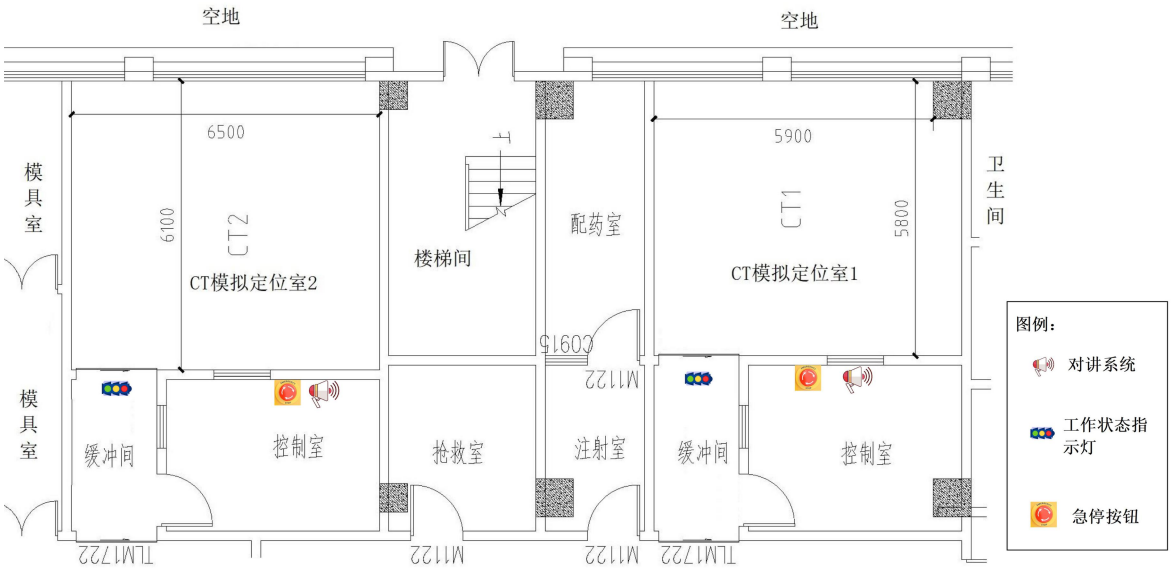


附图 15.　直线加速器、射波刀、TOMO 机房安全设施安装示意图

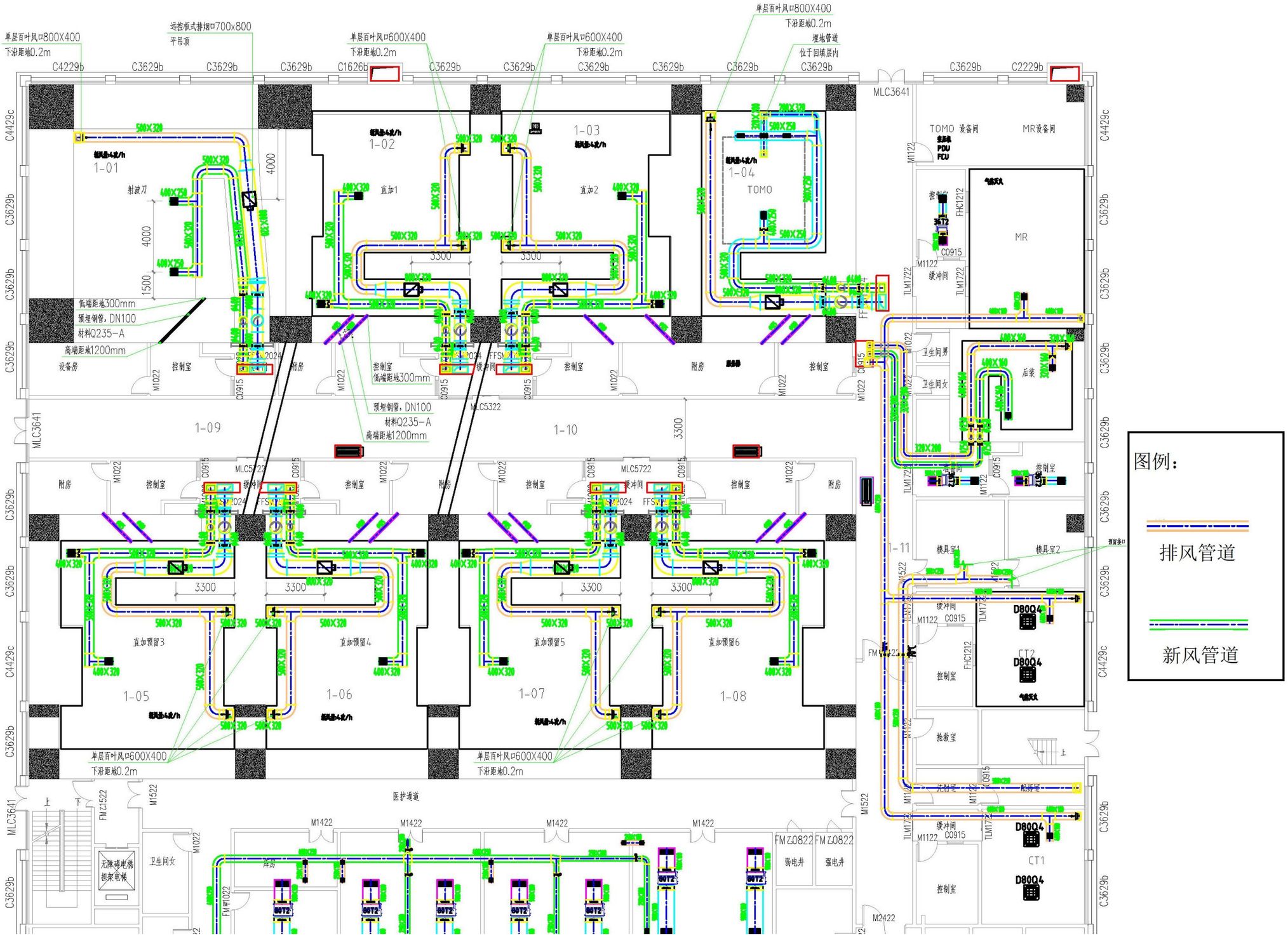
附图 16.　后装机房安全设施安装示意图



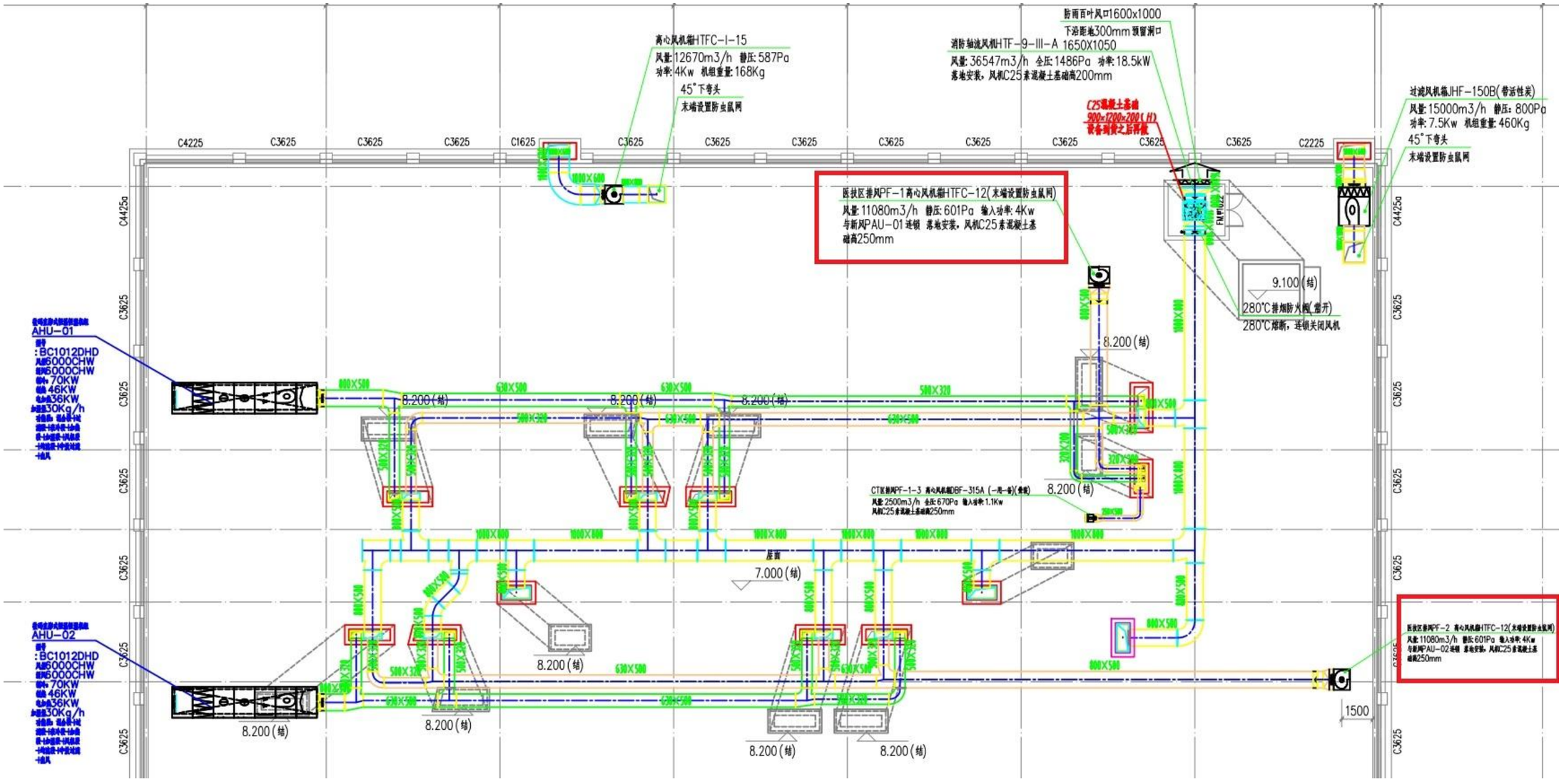
附图 17.　CT 模拟定位机房安全设施安装示意图



附图 18.　放射治疗机房通风管道示意图

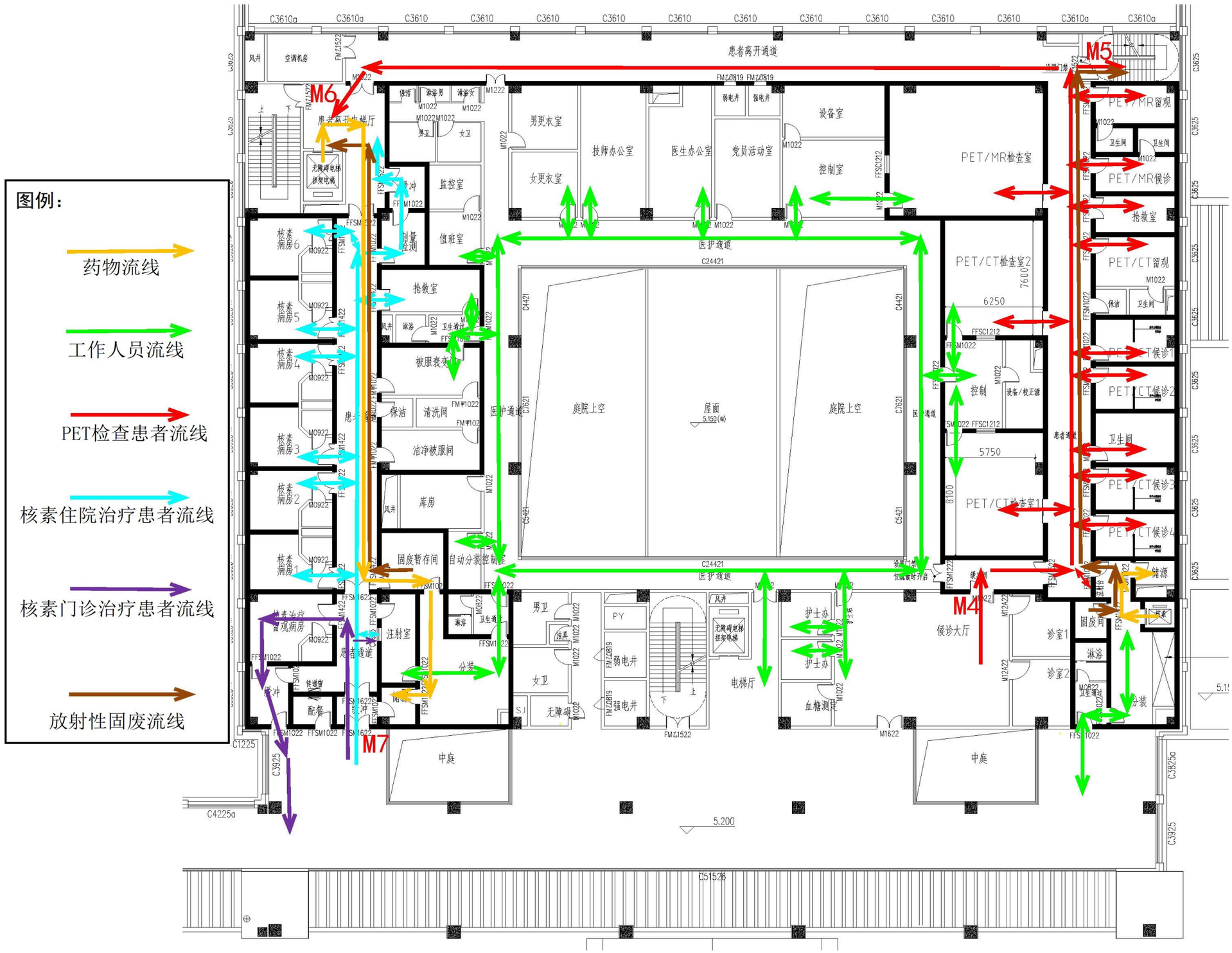


附图 19. 放射治疗排风出口示意图

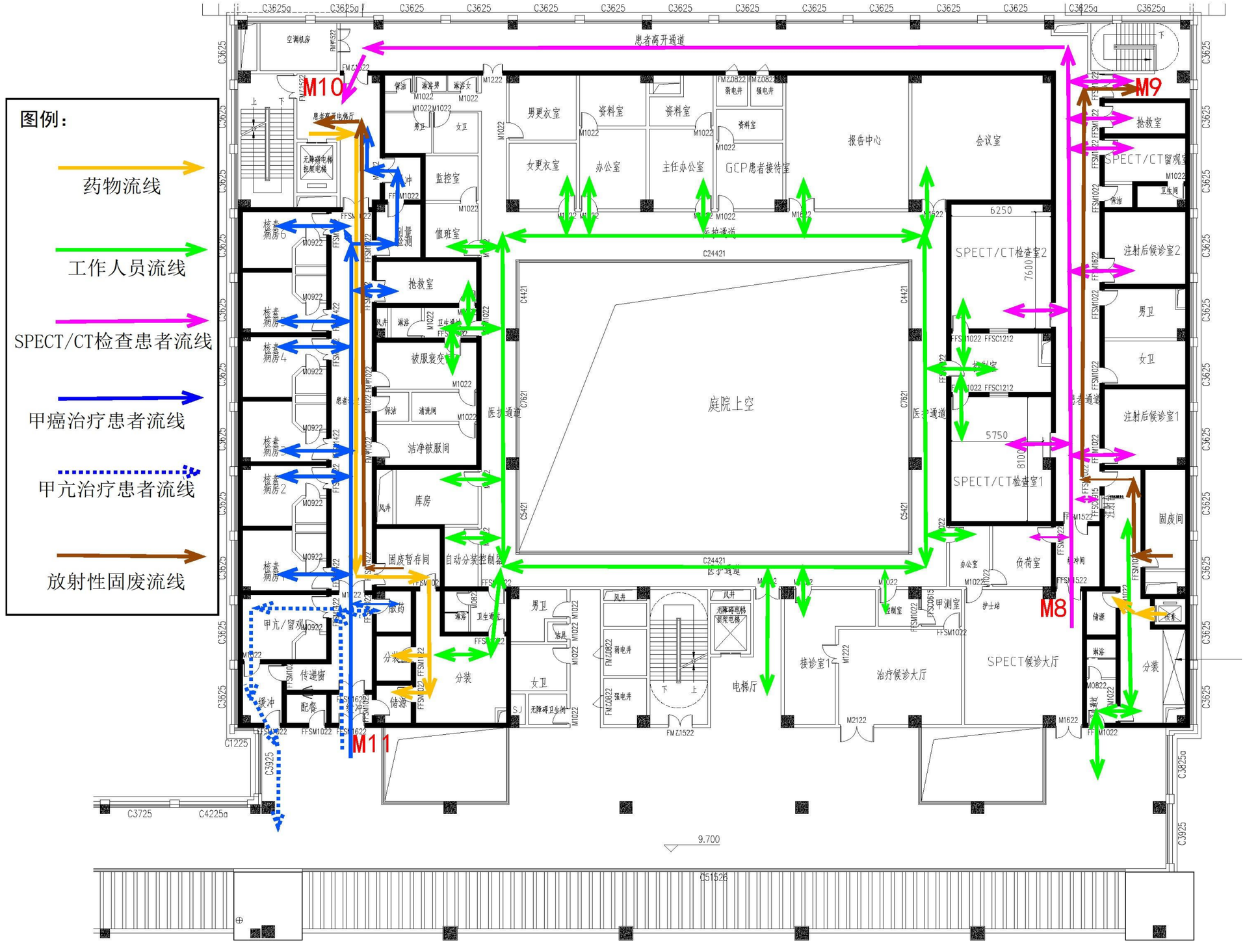


附图 20.　一楼核医学人员与药物流线图

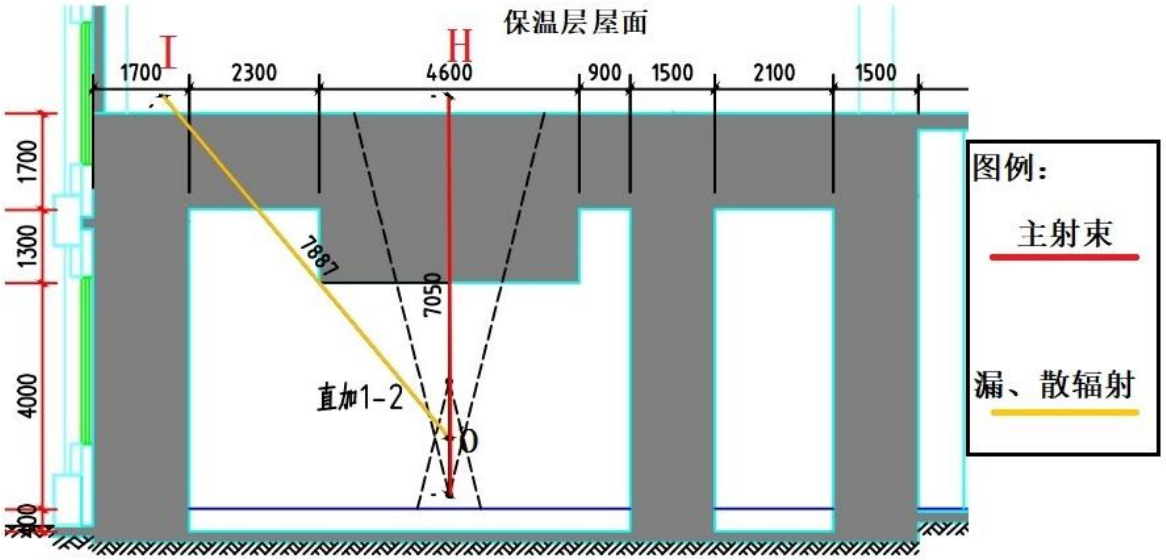
附图 21.　二楼核医学人员与药物流线图



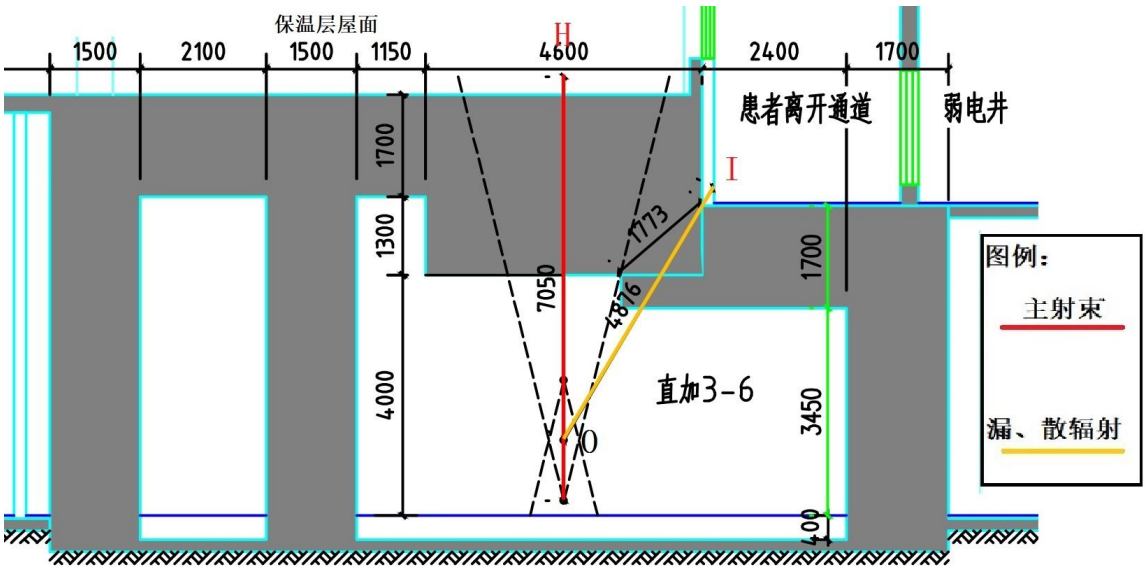
附图 22.　三楼核医学人员与药物流线图



附图 23. 加速器机房剖面布点图

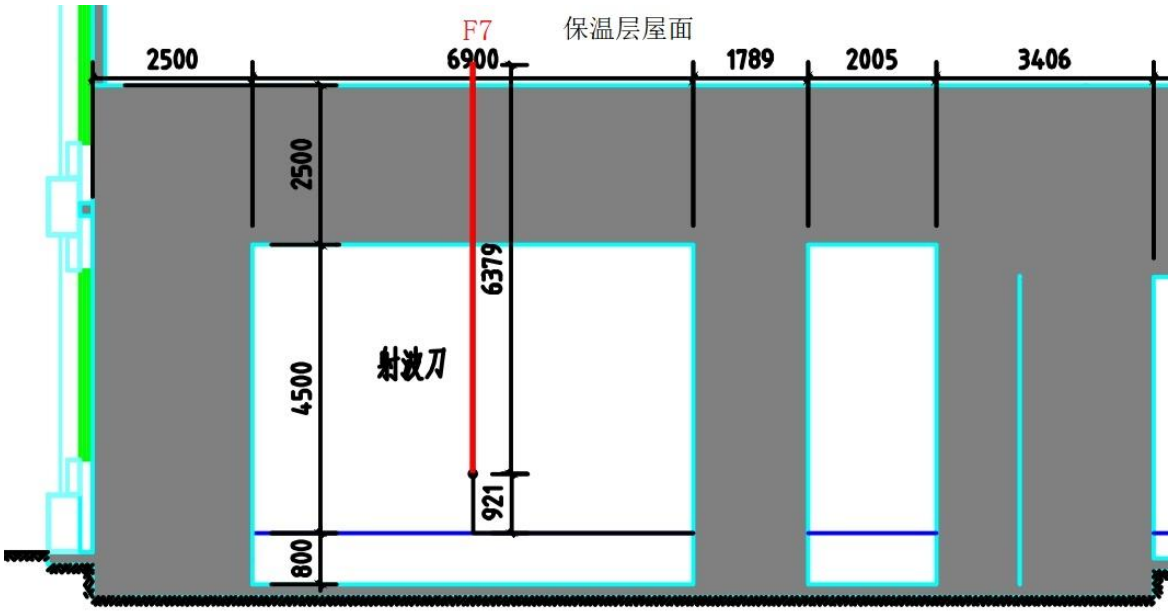


加速器机房 1-2 剖面布点图

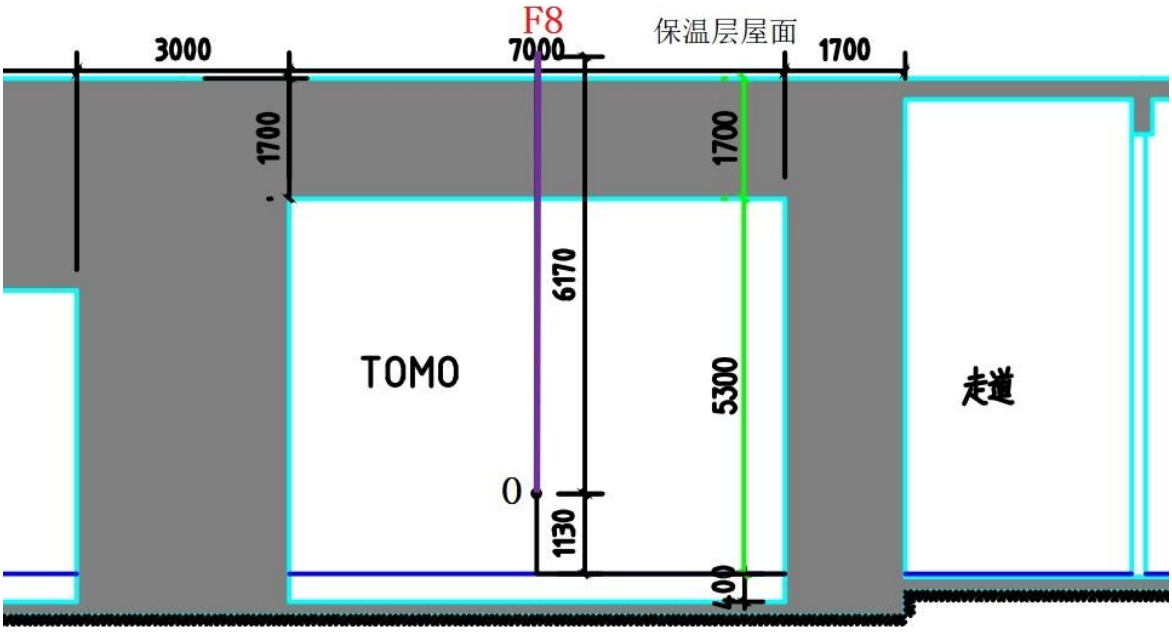


加速器机房 3-6 剖面布点图

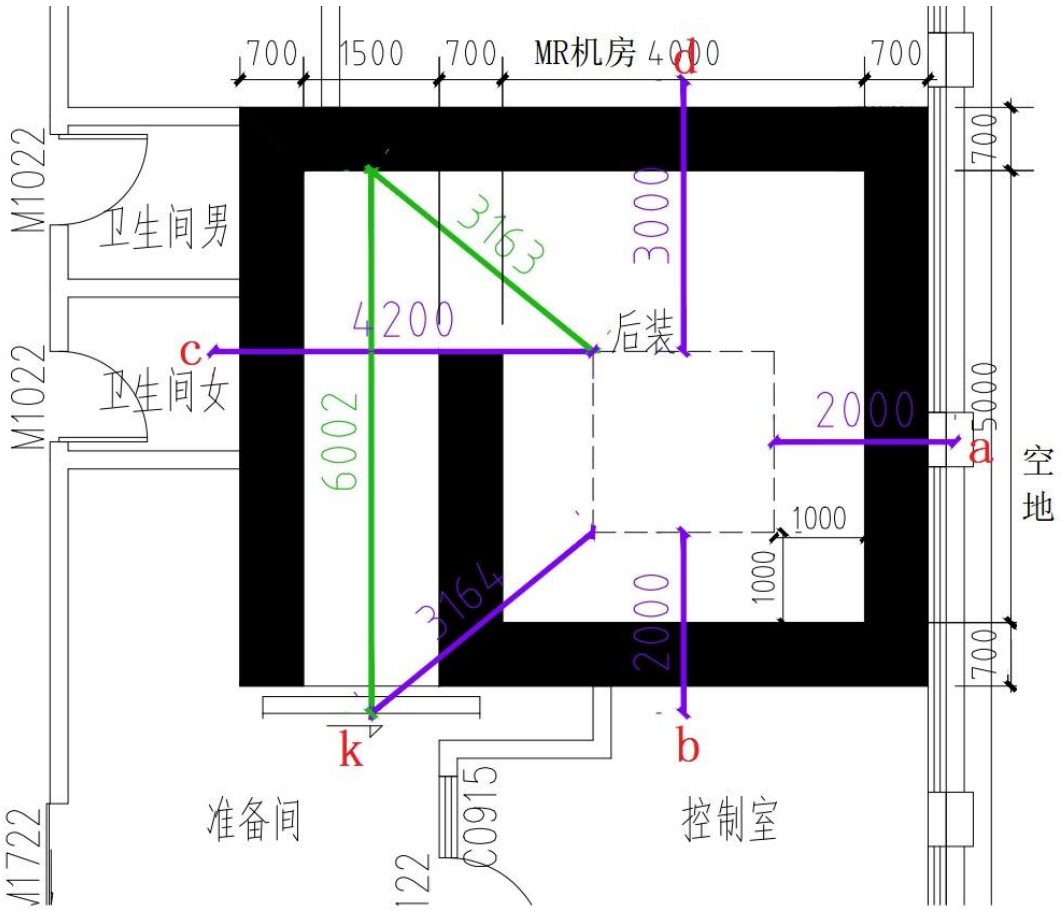
附图 24. 射波刀机房剖面布点图



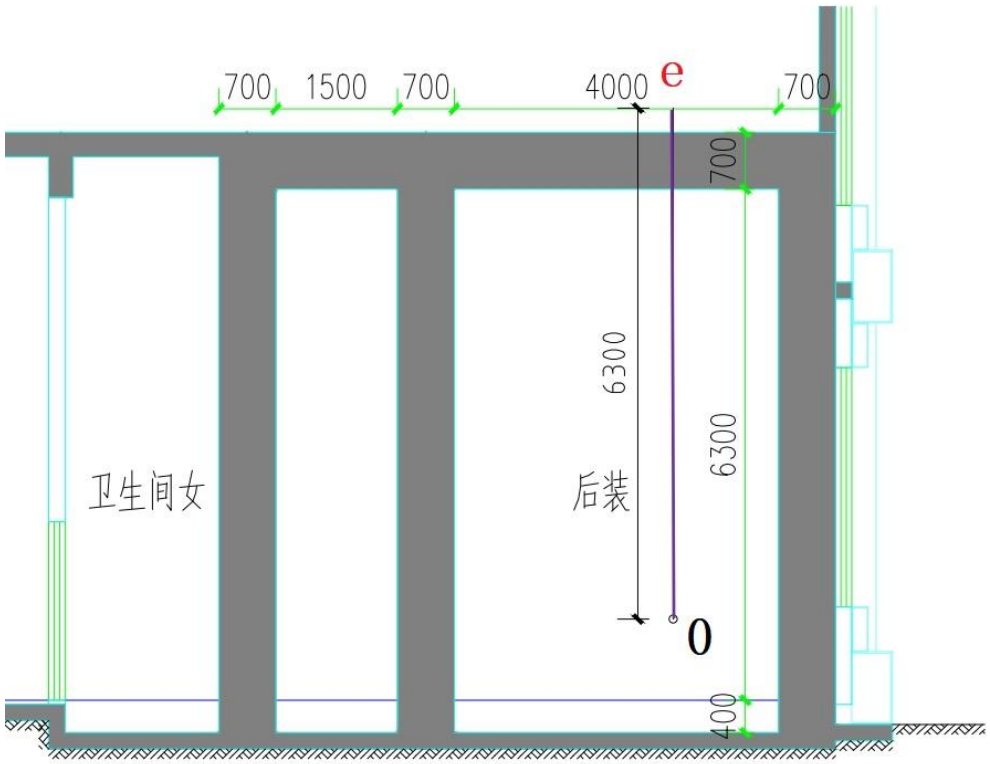
附图 25. TOMO 机房剖面布点图



附图 26.　后装机房平面布点图及剖面图

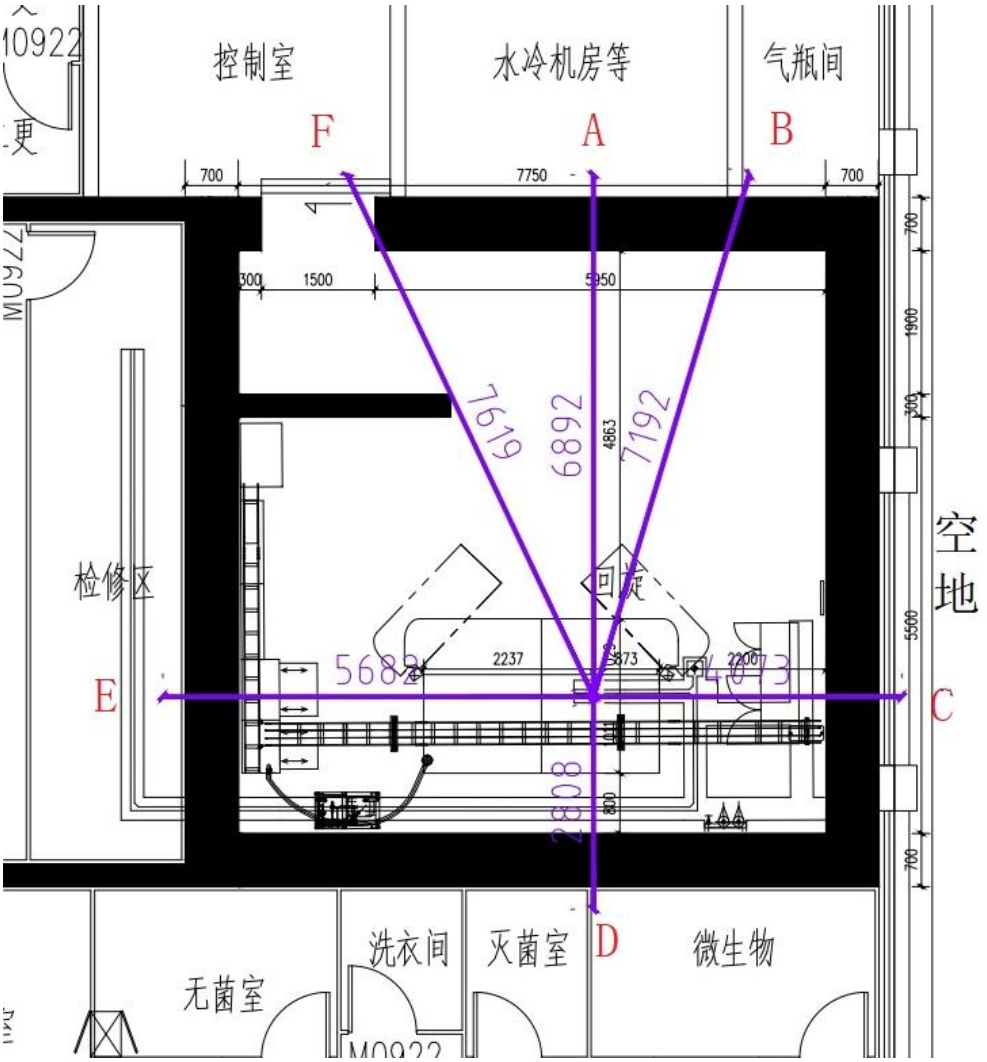


后装机房平面布点图

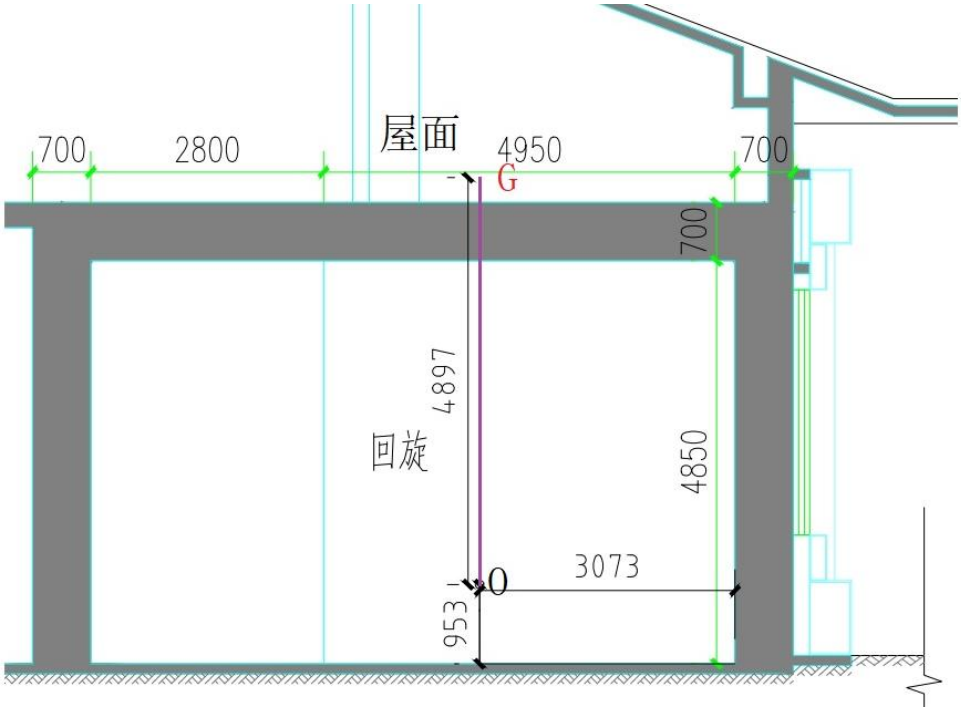


后装机房剖面布点图

附图 27. 回旋加速器机房平面布点图

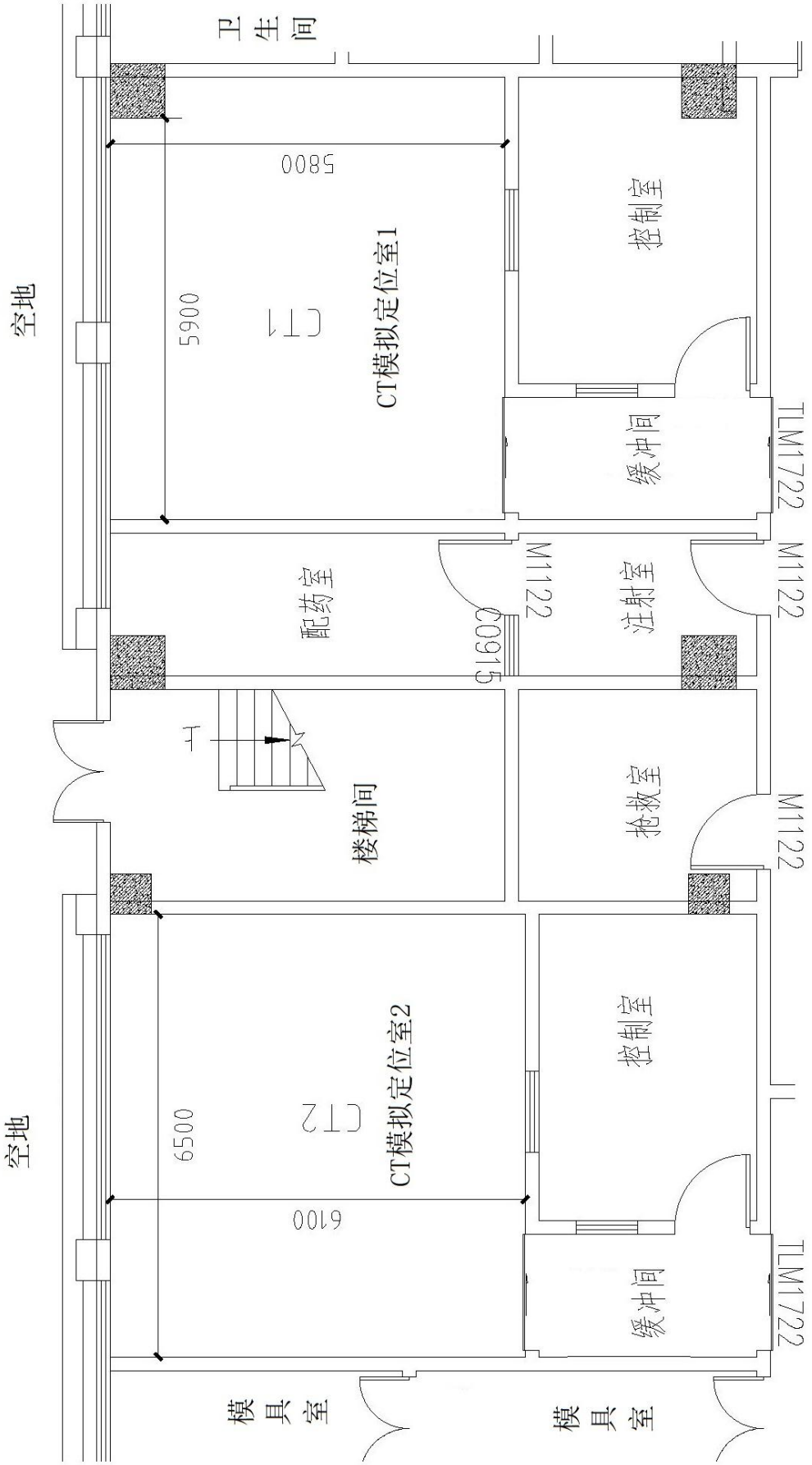


回旋加速器机房平面布点图

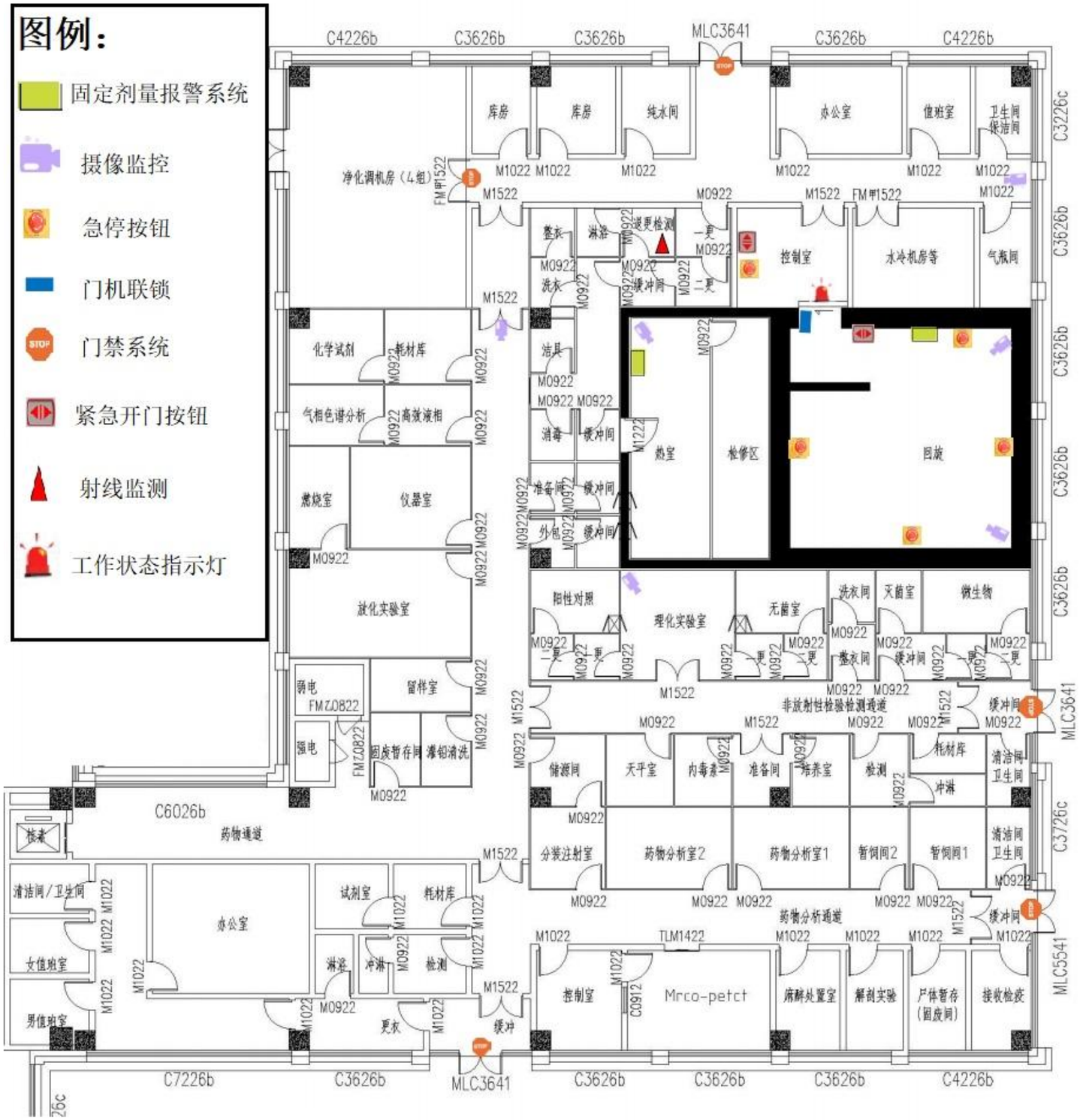


回旋加速器机房剖面布点图

附图 28. 模拟定位机房平面布置图



附图 29. 核医学科一楼放射防护安全措施布置图

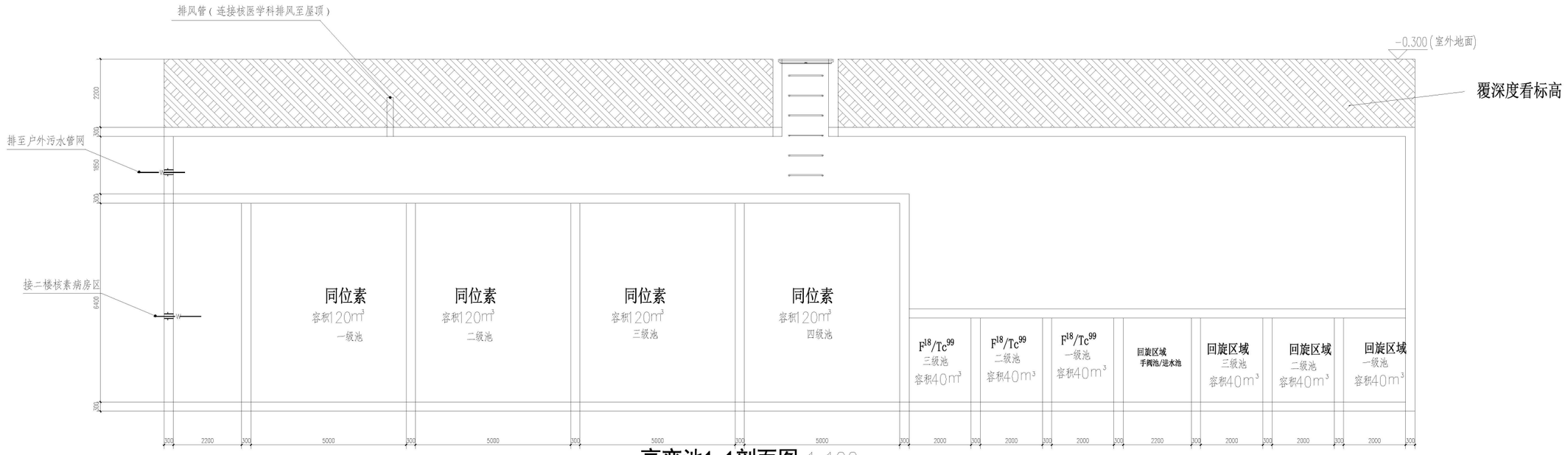


附图 30.　核医学科二楼放射防护安全措施布置图

附图 31.　核医学科三楼放射防护安全措施布置图

附图 32.　衰变池平面设计图

衰变池地下一层平面图 1:100

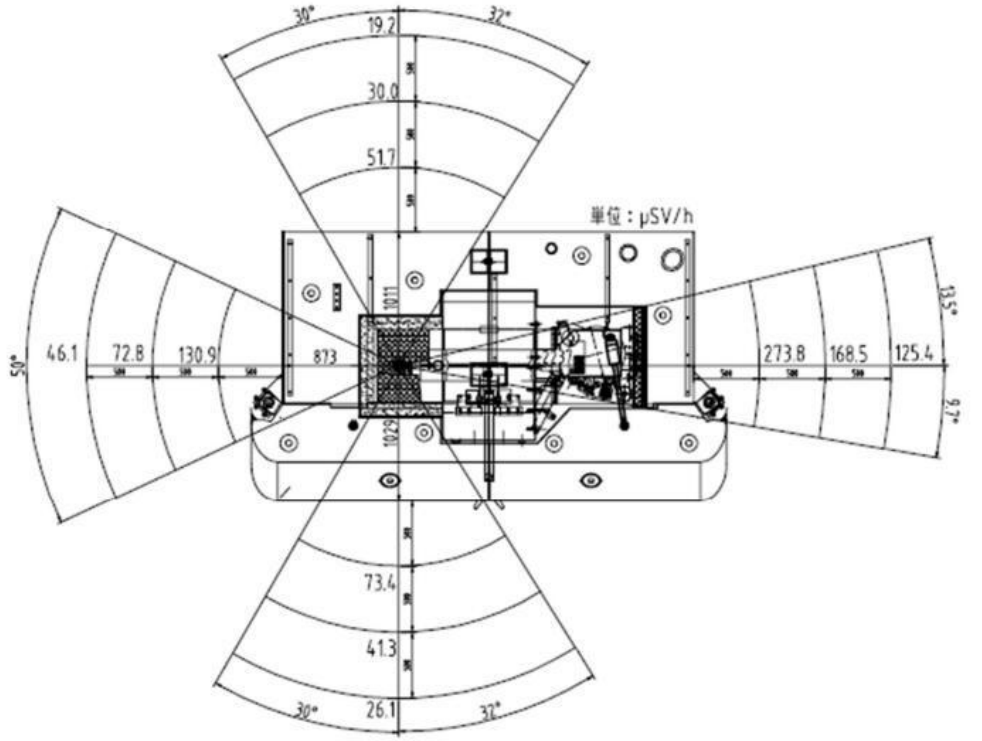


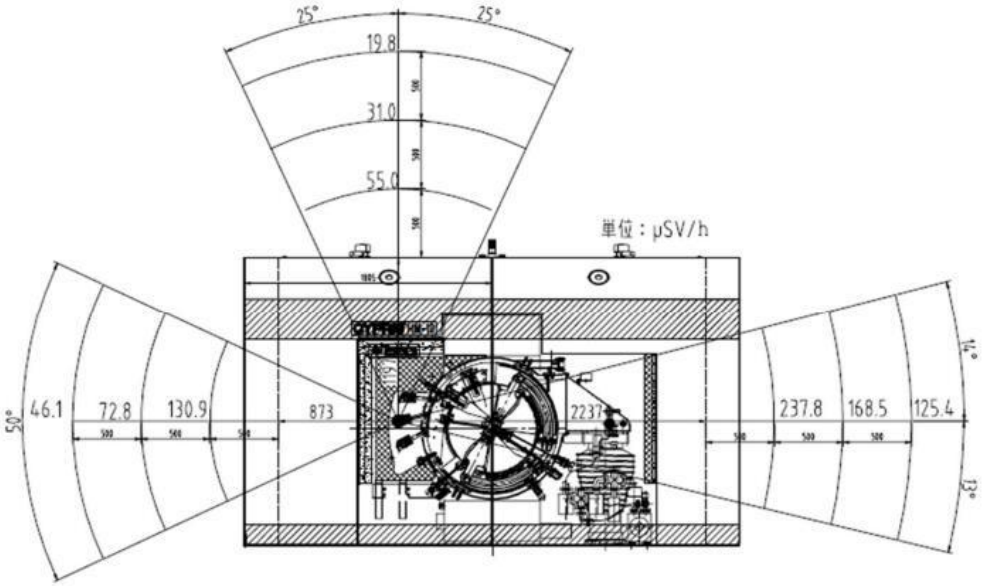
衰变池1-1剖面图 1:100

附图 33.　设备泄露辐射剂量等高线

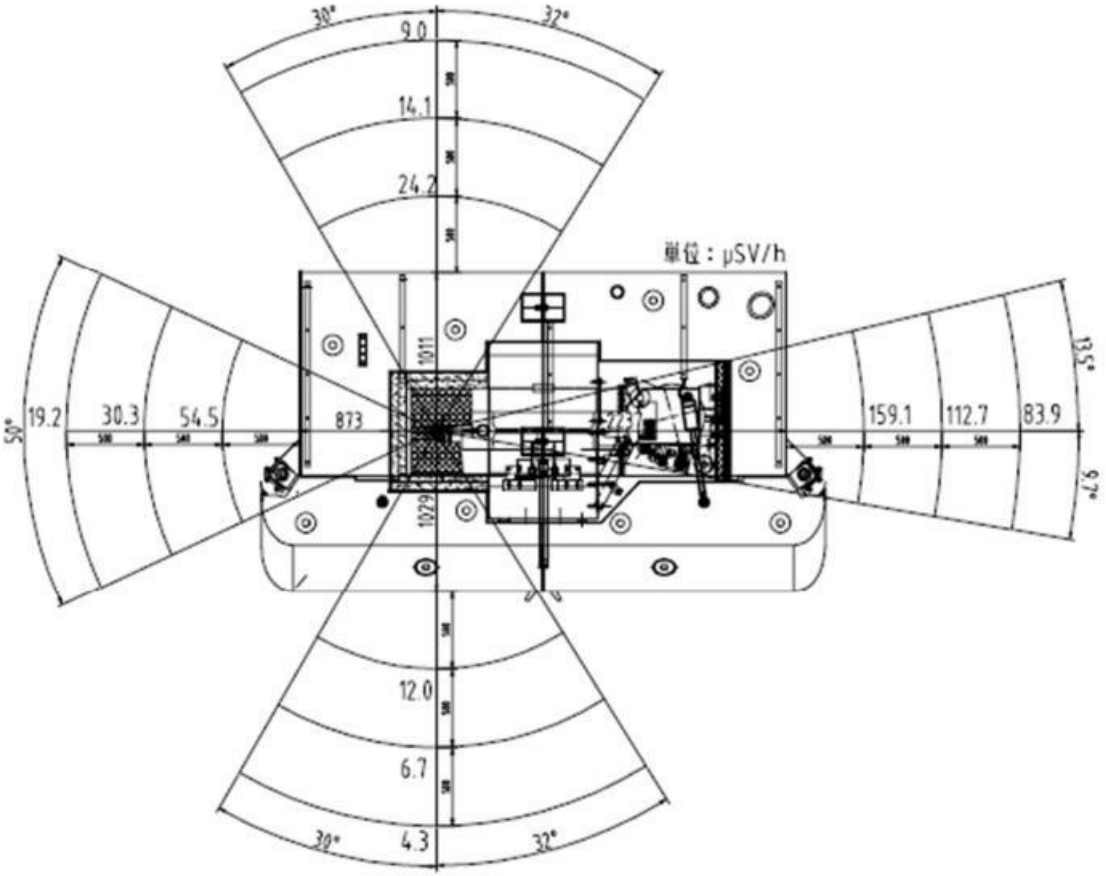
HM-10　@100 μ A

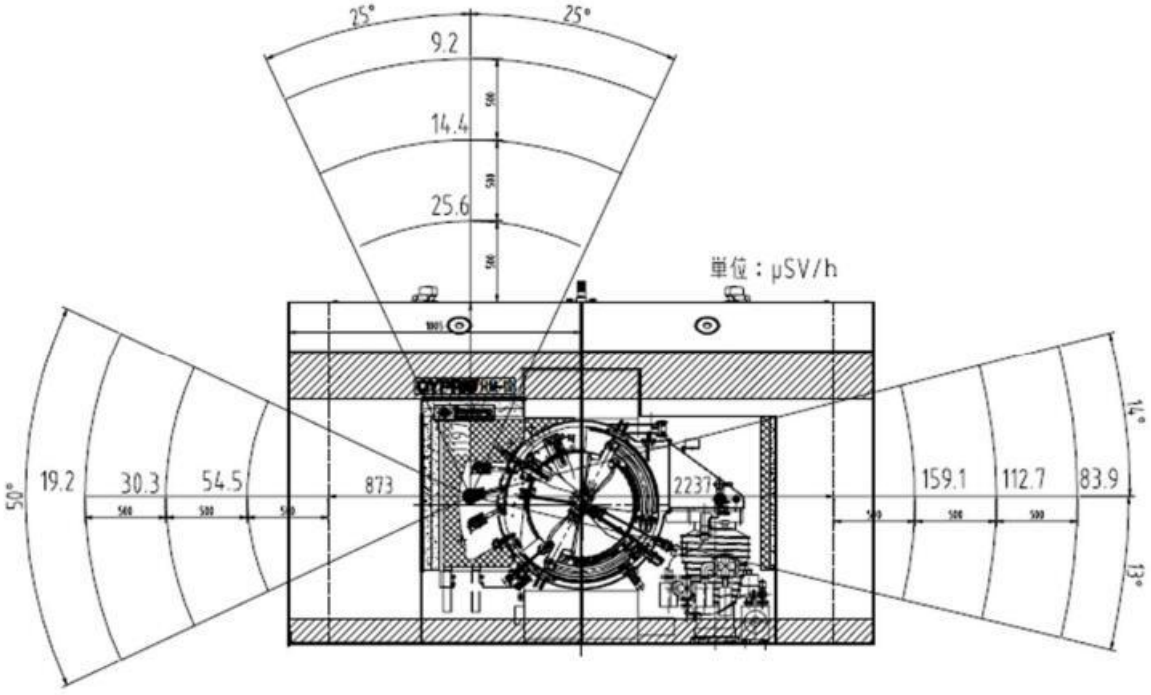
・Total



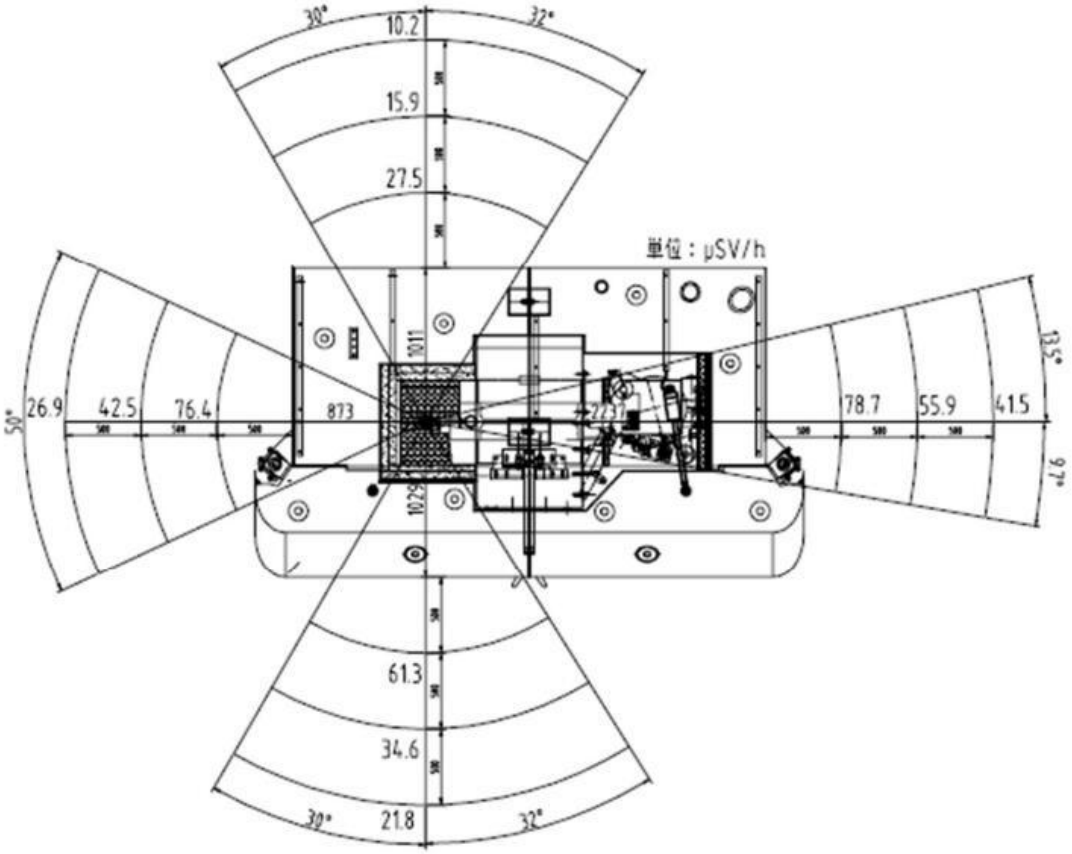


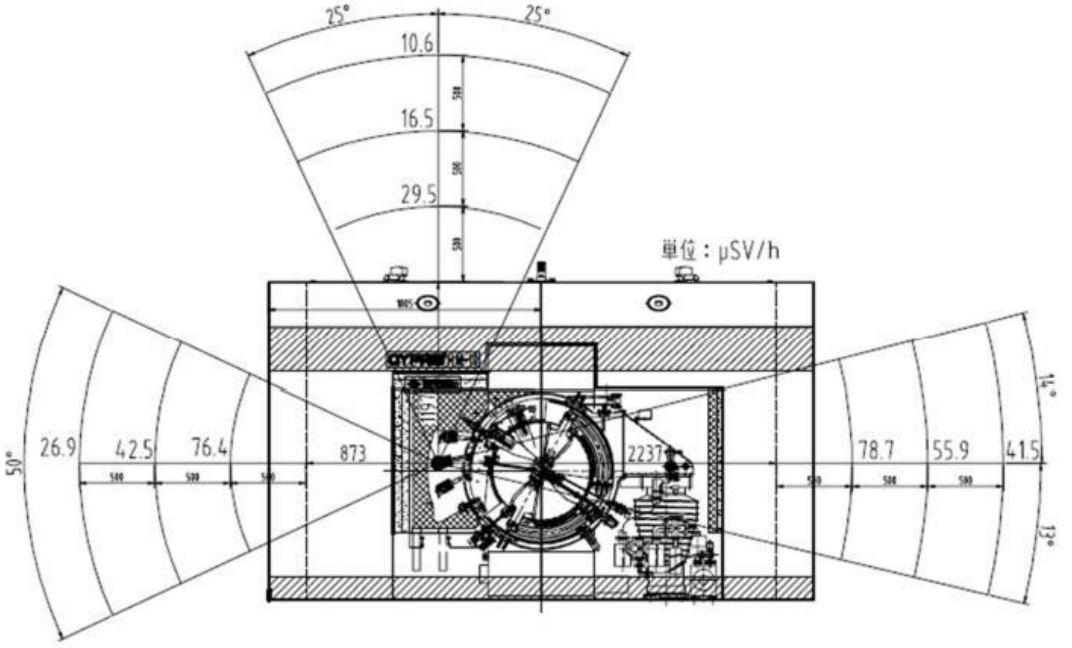
・Neutron


単位：μSV/h
38°
32°
9.0
14.1
24.2
50°
19.2
30.3
54.5
873
1011
1029
2231
159.1
112.7
83.9
13.5°
9.7°
12.0
6.7
30°
4.3
32°


単位：μSV/h
25°
25°
9.2
14.4
25.6
50°
19.2
30.3
54.5
873
2237
159.1
112.7
83.9
14°
13°

・Gamma

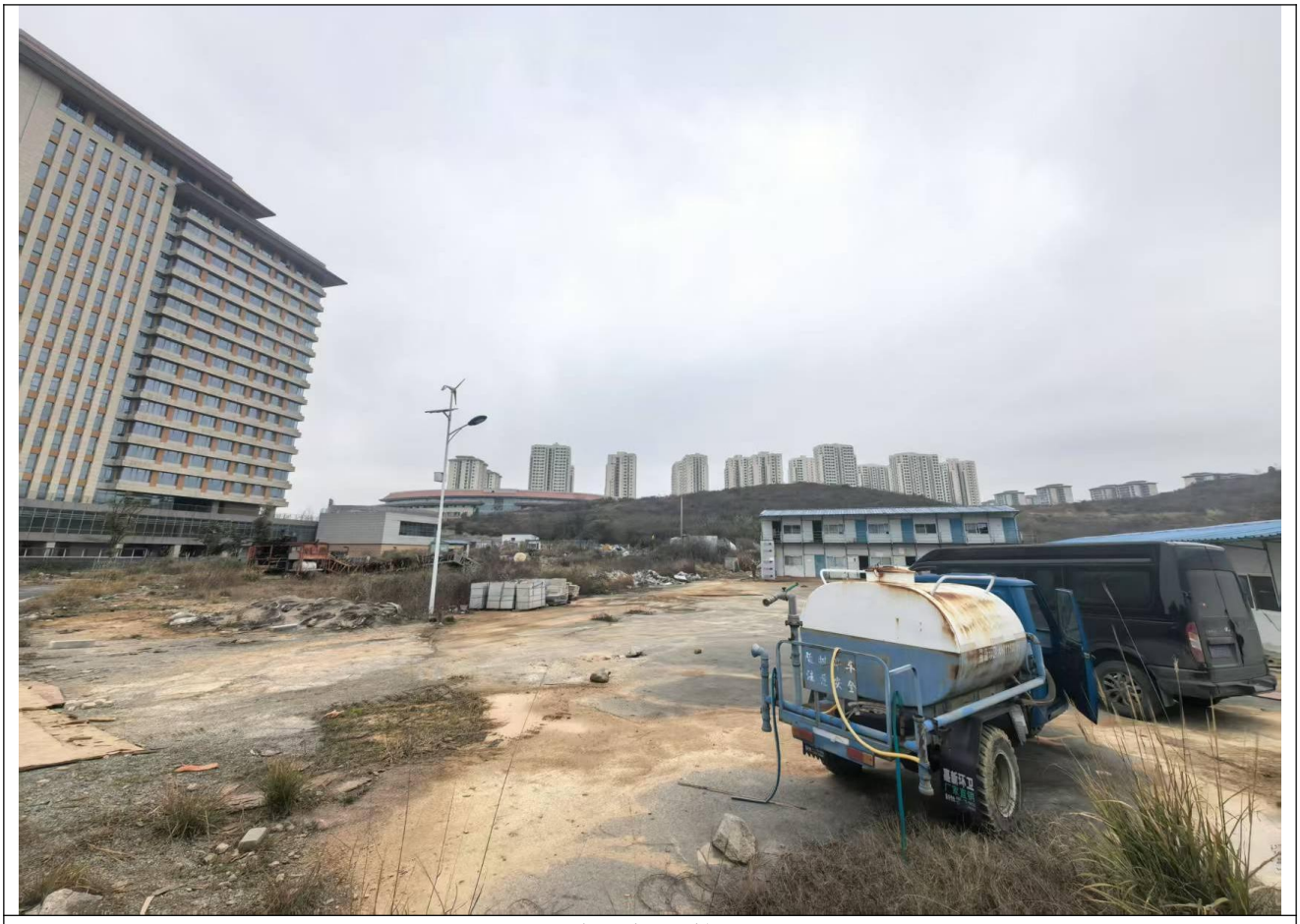

単位：μSV/h
38°
32°
10.2
15.9
27.5
26.9
42.5
76.4
873
78.7
55.9
41.5
50°
13.5°
9.7°
61.3
34.6
30°
21.8
32°


単位：μSV/h
25°
25°
10.6
16.5
29.5
26.9
42.5
76.4
873
78.7
55.9
41.5
50°
14°
13°

附图 34.　现场现状照片

医院大门

场地现状



场地现状

项目场地南侧的住院楼

项目场地东侧的山体

项目场地北侧的山体和远处居民区

项目场地东侧的荒地及远处居民楼

医技综合楼现状

医技综合楼现状

门急诊医技综合楼现状图

门急诊医技综合楼现状图

第一住院楼现状图	第一住院楼现状图

中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目环境影响评价委托函

广西辐卫安环保科技有限公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护条例》等法律法规的要求，经我单位研究决定，由贵公司承担我单位**“中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目”**的环境影响评价工作，编制环境影响报告表。该报告应结合本工程实际情况，严格执行国家有关建设项目环境保护管理的规定，符合环境评价导则及标准。

特此委托！

单位（盖章）：贵州医科大学附属医院

日　　期：2025 年 2 月 20

附件 2.　建设单位法人证书

中华人民共和国

事业单位法人证书

（副本）

统一社会信用代码 1252000042924776XA

名　　称 贵州医科大学附属医院

宗旨和业务范围 为人民身体健康提供医疗与护理保健服务。　医疗与护理、预防保健、内、外、妇产、妇女保健、儿、儿童保健、眼、耳鼻喉、口腔、皮肤、精神、传染、肿瘤、急诊医学、麻醉、医学检验、病理、医学影像、中医科医学教学：医科大学生、成人医科学历教育、医科中专生临床教学　医科大学生、成人医科学历教育、医科中专生临床实习　医学硕士生的培养　医学研究　卫生医疗人员培训　卫生技术人员继续教育　保健与健康教育

住　　所 贵阳市云岩区贵医街28号

法定代表人 左石

经费来源 差额拨款

开办资金 ￥108616.49万元

举办单位 贵州省卫生健康委员会

登记管理机关

gjsy.gov.cn

有效期自2021年08月26日 至2026年08月26日

请于每年3月31日前向登记管理机关报送上一年度的年度报告

国家事业单位登记管理局监制

附件 3. 医疗机构执业许可证

中华人民共和国

医疗机构执业许可证

机构名称 贵州医科大学附属医院　　法定代表人 左石

地　　址 贵阳市云岩区北京路、贵阳市云岩区盐务街57号、贵阳市北京路9号　　主要负责人 左石

诊疗科目 [illegible]　　登记号 42924776-X52010311A1001

有效期限 自 2022 年 08 月 17 日至 2025 年 08 月 16 日

该医疗机构经核准登记，准予执业

贵州医科大学

已复印仅供办理[illegible]使用

中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会制

发证机关 贵州省卫生健康委

发证日期 2022 年 08 月 18 日

附件 4.　发改立项文件

贵州省发展和改革委员会文件

黔发改社会〔2024〕745 号

省发展改革委关于中山大学附属第一医院贵州医院二期建设项目可行性研究报告的批复

省卫生健康委：

报来《省卫生健康委关于提请审批中山大学附属第一医院贵州医院二期工程项目可行性研究报告的函》收悉。经研究，现批复如下：

一、原则同意所报中山大学附属第一医院贵州医院二期建设项目（监管平台代码：2411-520000-04-01-967233；项目云序号：2024520000007791）可行性研究报告。本项目重点以加强分子肿瘤相关医技平台建设为核心，提高医院在肿瘤相关领域的诊疗水平，补充完善相关科室医疗体系，显著提升区域内重点病种诊疗能力，有效减少跨省就医，满足人民群众优质医疗服务需求。

二、该项目选址位于贵阳市花溪区清安大道与民安路交叉口

西北侧（中山大学附属第一医院贵州医院地块内）。项目拟建总建筑面积15690平方米，新建分子肿瘤诊疗中心13440平方米、改造肿瘤临床药物试验中心2250平方米以及配套附属设施工程，购置医疗设备523台（套）及信息化建设等。项目建设性质为新建，工程总工期30个月。

三、项目估算总投资56112.48万元，其中：建安工程费用12289.71万元，工程建设其他费用1434.81万元，预备费1097.96万元，信息化设备及软件购置费5700.00万元，医疗设备购置费35590.00万元。

资金来源：申请中央预算内投资44889.00万元，贵安新区财政配套资金11223.48万元。

四、原则同意贵州医科大学附属医院为中山大学附属第一医院贵州医院二期建设项目法人。项目建设要严格执行项目法人责任制、招标投标制、合同管理制和竣工验收制等，落实社会稳定风险防范及应急处置预案。要全面落实节能管理制度、强化节能节水，提高能源利用效率和效益。要进一步理顺工程管理体制，确保项目良性运行。

五、严格按照《关于党政机关停止新建楼堂馆所和清理办公用房的通知》（中办发〔2013〕17号）和《贵州省政府投资项目管理办法》（省人民政府令第202号）有关规定，严禁搭车建设楼堂馆所，严禁擅自增加建设内容，严格控制工程投资。

六、在初步设计阶段，要根据审查和评估意见重点做好优化

建设方案工作，整合现有资源，在满足使用功能的前提下，严格加强项目资金管理，合理确定各项费用及成本，节约资金，避免损失浪费，确保工程质量和安全。

七、请据此开展项目建设有关前期准备工作，抓紧编制初步设计报我委审批。

附件：审批部门核准意见

贵州省发展和改革委员会

2024年12月24日

贵州省发展改革委办公室　　2024年12月25日印发

共印5份

附件 5. 用地许可证

中华人民共和国

建设用地规划许可证

地字第 5201112025YG0007580 号

根据《中华人民共和国土地管理法》《中华人民共和国城乡规划法》和国家有关规定，经审核，本建设用地符合国土空间规划和用途管制要求，颁发此证。

发证机关 贵[illegible]局

日 期 2025-3-12

用地单位	贵州医科大学附属医院
项目名称	中山大学附属第一医院贵州医院二期建设项目
批准用地机关	贵州贵安新区管理委员会
批准用地文号	黔贵安管函〔2025〕14号
用地位置	贵安新区湖潮乡
用地面积	21526.31平方米
土地用途	医疗卫生用地/1
建设规模	以发改部门可研批复为准。
土地取得方式	划拨
附图及附件名称 中山大学附属第一医院贵州医院二期建设项目规划用地红线图。 建设用地规划许可证自核发之日起2年内，建设项目未取得土地批准文件的，建设用地规划许可证自行失效。	

遵守事项

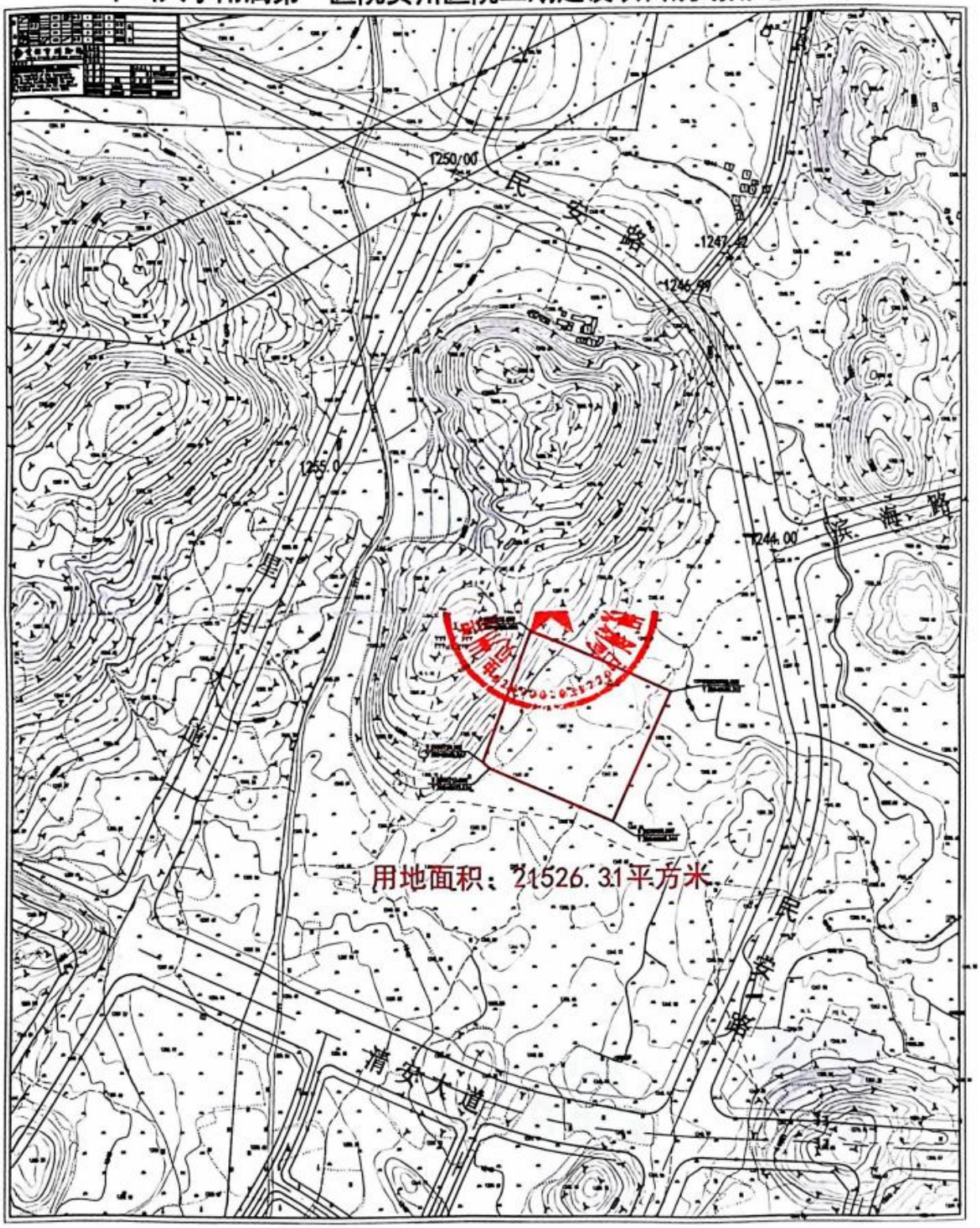
一、本证是经自然资源主管部门依法审核，建设用地符合国土空间规划和用途管制要求，准予使用土地的法律凭证。

二、未取得本证而占用土地的，属违法行为。

三、未经发证机关审核同意，本证的各项规定不得随意变更。

四、本证所需附图及附件由发证机关依法确定，与本证具有同等法律效力。

中山大学附属第一医院贵州医院二期建设项目规划用地红线图



附件 6.　中山大学附属第一医院贵州医院环评批复

贵安新区环境保护局

贵安环审〔2016〕25 号

关于对同济贵安医院（一期）建设项目环境影响报告书的批复

贵州贵安置业投资有限公司：

你公司《同济贵安医院（一期）建设项目环境影响报告书》（以下简称《报告书》）收悉。经研究，现批复如下：

同济贵安医院（一期）建设项目位于贵安新区湖潮乡天河潭大道北侧。拟建项目总用地面积 431093 平方米，总建筑面积 319000 平方米，共 1500 张床位，医职人员 1868 人。项目一期建设内容包括门急诊医技综合楼、1#病房楼、医技综合楼、感染疾病科、高压氧仓、科研办公区、地下建筑及配套设施。项目总投资 348863 万元，其中环保投资 382 万元。

放射源环境影响评价工作不在《报告书》评价范围内，你公司应委托有相应环境影响评价资质的单位另行评价。

根据该项目环境影响评价结论，项目在全面落实生态保护及污染防治措施的前提下，不利环境影响可以得到一定程度缓解，从环境保护角度分析，我局同意你公司按照《报告书》中所列建设项目的性质、规模、地点和环境保护对策措施等进行

建设。

二、在项目设计、施工及运行管理过程中应重点做好以下工作：

（一）加强施工期的环境管理。施工阶段使用商品混凝土。在施工过程中应采取有效措施，落实《中华人民共和国大气污染防治法》第六十九条有关要求，尽可能减轻施工扬尘对环境造成的不良影响。进一步优化施工期生产废水和生活污水处理设计方案，采取可靠措施对各类污废水进行处理后回用，不外排。合理安排施工时间，避免夜间施工，确保施工噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准要求；确需夜间施工时，应按规定办理夜间施工许可，并公告附近居民。科学安排施工工序，优化土石方平衡；建筑固废和生活垃圾应集中收集后及时清运至指定地点处置。落实生态保护措施，有效控制施工期水土流失，施工区表土应单独剥离妥善堆存用于后期覆土绿化，施工区范围内成材树木应采取移栽保护措施，禁止随意砍伐。采取有效措施，降低工程建设对周围保护目标的影响。

（二）加强水环境保护。项目区排水实行雨污分流。项目区内建设 2 个污水处理站，各类废水达到《报告书》提出的预处理要求后，经污水处理站处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 预处理标准后经市政污水管网排入湖潮污水处理厂处理。配套市政管网及污水处理厂未建成投运前，项目产生的各类污废水须经污水处理站处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918－2002）一级 A 标准（其中 COD、NH_3-N 达到《地表水环境质量标准》（GB3838－2002）Ⅳ类标准，特征污染物执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 2 排放标准）后尽量回用，不能回用的自建管道排入车田河。

（三）拟建项目采暖须使用清洁能源，不得建设燃煤设施。

锅炉废气须满足《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）中表 2 燃气锅炉标准；污水处理站周边大气污染物浓度因满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表 3 要求，并采取有效措施防止恶臭污染扰民；食堂产生的油烟应经过油烟净化装置处理满足《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）相关要求后通过专用烟道引至屋顶高空排放；地下车库应确保送排风系统的正常运行，加强通风，保证足够的通气量，科学合理设置送风口，通气筒终端朝向开阔处，专用排气筒应远离人群活动，高于人的呼吸带，以减少对周围人群的影响，废气排放浓度须满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)（表 2）二级标准要求。

（四）合理布置总图，选用低噪声设备。采取有效的隔声减震措施降低锅炉、污水处理站等噪声源对院区的影响，优化交通出入口及室外停车场位置，确保院区内声环境质量达《声环境质量标准》（GB3096－2008）1 类标准要求。

（五）科学合理设置院区内的生活垃圾收集设施，设计全封闭式防渗垃圾收集间；中药渣及生活垃圾应做到日产日清，运至环卫部门指定地点处理。医疗废物应按照《医疗废物管理条例》（国务院令第 380 号）分类收集和贮存、严格管理，交由有资质机构进行最终处置，医疗废物贮存设施设置应满足《医疗废物集中处置技术规范》（环发〔2003〕206 号）中有关规定。污水处理站产生的栅渣和污泥属于危险废物。污泥清掏前应进行监测，确保满足《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）中表 4 医疗机构污泥控制标准。污泥和栅渣在进行消毒和机械式压滤干化后交有危险废物处置资质的单位处置，危险废物贮存间的设置及危险废物的外运应严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）、《危险废物转移联单管理办法》、《危险废物收集 贮存 运输技术规范》

（HJ2025-2012）中相关要求执行。

三、加强环境风险防范。制定环境风险应急预案，落实岗位职责、应急措施及应急物资，定期开展演练，防止环境风险事件发生。做好日常环境监管，加强上岗人员培训，提高职工环保意识和操作技能水平，对环保设施及易出现施事故隐患的环节进行定期检查和维护。

四、项目建设必须高度重视环境保护工作。项目建设应确保环保投资，并在工程设计、建设中予以落实。必须严格执行配套的环保设施与主体工程同时设计，同时施工，同时投入使用的环境保护“三同时”制度，定期向我局提交“三同时”执行情况报告。项目竣工投用后，应在 3 个月内，按有关规定向我局申请竣工环保验收。验收合格后，项目方能投运。你公司应做好环保信息公开工作，自觉接受社会监督。

五、该项目环境影响报告书批准后，建设项目的性质、规模、地点或采用的污染防治措施发生重大变化的，建设单位应重新向我局报批建设项目环境影响报告书；建设项目环境影响报告书自批准之日起满 5 年，建设项目方开工建设的，该环境影响报告书应报我局重新审核。

贵安新区环境保护局

2016 年 7 月 20 日

抄送：湖潮乡人民政府、中冶节能环保有限责任公司

贵安新区环境保护局办公室　　2016 年 7 月 20 日 印发

共印 10 份

审批意见：　　贵安环表〔2018〕17号

贵州贵安置业投资有限公司：

你公司报来《同济贵安医院（一期）建设项目环境影响评价补充报告》（以下简称《补充报告》）收悉。经研究，现批复如下：

一、同济贵安医院（一期）建设项目位于贵安新区湖潮乡百马大道与天河潭大道交界处西北侧，于2016年7月20日取得我局环评批复（贵安环审〔2016〕25号）。为完善医院配套设施，增强医疗服务水平，拟新增建设倒班宿舍、紧急救援中心和能源中心，新增建筑面积51166平方米，并调整原评价范围内部分单体建筑面积（功能不变），调整方案于2017年11月17日取得贵州省贵安新区行政审批局《关于调整同济贵安医院（一期）建设项目可行性研究报告的批复》（贵安行审投函〔2017〕130号）。项目总投资由原348863万元增至391002万元，新增环保投资50.6万元。

根据该项目环境影响评价结论，在全面落实生态保护及污染防治措施的前提下，不利环境影响可以得到一定程度缓解，从环境保护角度分析，我局同意你公司按照《补充报告》中所列建设项目的性质、规模、地点和环境保护对策措施等进行建设。

二、项目建设和运行管理中应重点做好以下工作

（一）加强施工期的环境管理。认真落实生态保护和施工期污（废）水、扬尘、渣土、生活垃圾处理、噪声污染防治等对策措施。有效控制施工期水土流失，施工区表土应单独剥离妥善堆存用于后期覆土绿化；工程弃渣应运至合法弃渣场，生活垃圾应及时清运至综合执法局指定地点处置；采取可靠措施对施工期污废水进行处理，禁止外排；施工阶段采取洒水抑尘、密闭运输等措施减轻因施工带来的不利环境影响；尽可能选用低噪声设备，合理安排施工时间，确保施工期噪声达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），确需夜间施工时，应按规定办理夜间施工许可，并公告附近居民；强化对施工用机（汽、柴）油等运输、贮存和使用的管理，杜绝跑、冒、滴、漏。施工中的废机油属危险废物，须按照相关管理办法管理。

（二）加强水污染防治。各类废水达到《补充报告》提出的预处理要求后，排入医院污水处理站处理达《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2预处理标准后经市政污水管网排入湖潮污水处理厂处理。配套市政管网及污水处理厂未建成投运前，项目产生的各类污废水须经污水处理站处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918－2002）一级A标准（其中COD、NH_3-N达到《地表水环境质量标准》（GB3838－2002）IV类标准，特征污染物执行《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2排放标准）后尽量回

用，不能回用的自建管道排入车田河。

（三）做好大气污染防治工作。拟建项目采暖须使用清洁能源，不得建设燃煤设施。锅炉废气须满足《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）中表2燃气锅炉标准；餐饮区产生的油烟应经过油烟净化装置处理满足《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）相关要求后通过专用烟道引至屋顶高空排放；地下车库应确保送排风系统的正常运行，加强通风，保证足够的通气量，科学合理设置送风口，通气筒终端朝向开阔处，专用排气筒应远离人群活动，高于人的呼吸带，以减少对周围人群的影响，废气排放浓度须满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)（表2）二级标准要求。

（四）加强噪声污染防治工作。采取有效的隔声减震措施降低锅炉、污水处理站等噪声源对院区的影响，确保院区内声环境质量达《声环境质量标准》（GB3096－2008）1类标准要求。

（五）做好固体废物收集处置工作。科学合理设置生活垃圾收集设施，生活垃圾应做到日产日清，运至综合执法局指定地点处理。医疗急救车辆救援过程中产生的医疗废物应按照《医疗废物管理条例》（国务院令第380号）分类收集和贮存、严格管理，交由有资质机构进行最终处置。

四、项目建设必须高度重视环境保护工作。项目建设应确保环保投资，并在工程设计、建设中予以落实。必须严格执行配套的环保设施与主体工程同时设计，同时施工，同时投入使用的环境保护“三同时”制度，定期向我局提交“三同时”执行情况报告。项目建成后，应按有关法律法规开展竣工环保验收。验收合格后，项目方能正式投运。你公司应做好环保信息公开工作，自觉接受社会监督。

五、其他环境管理要求按《同济贵安医院（一期）建设项目环境影响报告书》及我局批复（贵安环审〔2016〕25号）执行。

经办人：刘钰淇　　2018年8月22日

贵安新区环境保护局

贵安新区生态环境局

贵安新区生态环境局关于《贵州贵安大健康医药产业投资投资有限公司关于申请同济贵安医院（一期）建设项目相关变更事宜的函》的复函

贵州贵安大健康医药产业投资有限公司：

《关于申请同济贵安医院（一期）建设项目相关变更事宜的函》收悉。经研究，我局意见如下：

一、原则同意该项目的项目名称和建设单位变更。相关环保要求按原环评批复（贵安环审〔2016〕25号及贵安环表〔2018〕17号）执行。

二、变更后由你公司承担建设运营过程中环境保护主体责任。

贵安新区生态环境局

2020年7月30日

（联系人：李秋月；联系电话：[illegible]）

附件 7.　中山大学附属第一医院贵州医院验收资料

项目信息自验情况一览

建设项目基本信息

企业基本信息

建设单位名称	贵州贵安大健康新医药产业投资有限公司	建设单位法人	严勃
代码类型	统一社会信用代码	统一社会信用代码（组织机构代码/营业执照号）	915204213088080064
建设单位联系人	何晨阳	固定电话（选填）	
手机号码	7	电子邮箱	2670067784@qq.com
建设单位所在地	贵州贵安新区	建设单位详细地址	天河潭道路北面

建设项目基本信息

项目名称	贵州医科大学附属医院贵安医院	项目代码	
建设性质	新建	环评文件类型	报告表
行业类别（分类管理名录）	版本：2018 111-医院、专科防治院(所、站)、社区医疗、卫生院（所、站)、血站、急救中心、疗养院等其他卫生机构	行业类别（国民经济代码）	Q841-医院
项目类型	生态影响类	工程性质	非线性
建设地点	贵州贵安新区天河潭道路北面	中心坐标	东经 106度 29分 37秒 北纬 26度 28分 38秒
环评文件审批机关	贵安新区环境保护局	环评审批文号	贵安环审〔2016〕25号
环评批复时间	2016-07-20		
本工程排污许可证编号	12520000MB1062078T001V	排污许可批准时间	2021-07-09
项目实际总投资(万元)	362909.82	项目实际环保投资(万元)	448.5
验收监测(调查)报告编制机构名称	贵州贵安大健康新医药产业投资有限公司	验收监测(调查)报告编制机构社会信用代码（或组织机构代码）	915204213088080064
运营单位	贵州贵安大健康新医药产业投资有限公司	运营单位社会统一信用代码(或组织机构代码)	915204213088080064
验收监测单位	贵州求实检测技术有限公司	验收监测单位统一社会信用代码（或组织机构代码）	91520112MA6H9W747L
竣工时间	2021-05-03	验收监测时工况	无
调试起始时间		调试结束时间	
验收报告公开起始时间	2021-10-22	信息公开　验收报告公开结束时间	2021-11-18
验收报告公开形式及载体	网站 http://www.sttgzzk.com/news_view.aspx?TypeId=143&Id=956&Fid=t2:143:2		

工程变动情况

工程内容	环评文件及批复要求	实际建设情况	变动情况及原因	是否属于重大变动	是否重新报批环境影响报告书(表)文件
项目性质	新建	新建	无	否	无
规模	1500张床位，日就诊人数为1500人	1500张床位，日就诊人数为1500人	无	否	无
生产工艺	医院	医院	无	否	无
环保设施或环保措施	污水处理站	污水处理站	无	否	无
其他	/	/	无	否	无

污染物排放量

污染物		现有工程（已建成的）	本工程（本期建设的）	总体工程	总体工程（现有工程+本工程）				排放方式
		实际排放量	实际排放量	许可排放量	“以新带老”削减量	区域平衡替代本工程削减量	实际排放总量	排放增减量	
废水	水量（万吨/年）	0	69.35	0	0	69.35	0	0.000	间接排放市政管网
	COD（吨/年）	0	26.722	0	0	26.722	0	0.000	
	氨氮（吨/年）	0	2.87	0	0	2.87	0	0.000	
	总磷（吨/年）	0	0	0	0	0	0	0.000	
	总氮（吨/年）	0	0	0	0	0	0	0.000	
废气	气量（万立方米/年）	0	6794.69	6794.69	0	0	0	6794.690	/

二氧化硫（吨/年）	0	0	0	0	0	0	0.000	/
氮氧化物（吨/年）	0	2.63	0	0	0	0	2.630	/
颗粒物（吨/年）	0	0	0	0	0	0	0.000	/
挥发性有机物（吨/年）	0	0	0	0	0	0	0.000	/

环境保护设施落实情况

表1 水污染治理设施

序号	设施名称	执行标准	实际建设情况	监测情况	达标情况
1	污水处理站	《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表2预处理标准	1#污水处理站，2#污水处理站	污水处理站排口设置监测点位	达标

表2 大气污染治理设施

序号	设施名称	执行标准	实际建设情况	监测情况	达标情况
1	油烟净化装置	《饮食业油烟排放标准》（GB18483-2001）	油烟净化装置	食堂油烟排口设置监测点位	达标
2	地下车库排风系统	《大气污染物综合排放标准）（GB16297-1996）（表2）二级标准要求	地下车库机械通风系统	医院厂界设置4个监测点位	达标
3	/	《医疗机构水污染物排放标准》（GB18466-2005）表3要求	光量子活性炭除臭设备	2个污水处站厂界分别设置4个监测点位	达标

表3 噪声治理设施

序号	设施名称	执行标准	实际建设情况	监测情况	达标情况
1	隔声减震措施	《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准	备用发电机设置在地下、封闭的房间内；污水处理站主体建筑和设备均设置在地下，风机和水泵也设置地下室内；空调风机设置在楼顶、远离人群	医院厂界设置4个噪声监测点位，医院内部设置1个噪声监测点位	达标

表4 地下水污染治理设施

表5 固废治理设施

序号	环评文件及批复要求	验收阶段落实情况	是否落实环评文件及批复要求
1	生活垃圾暂存间	垃圾收集箱	是
2	医疗垃圾暂存间	医疗垃圾暂存间	是

表6 生态保护设施

表7 风险设施

序号	环评文件及批复要求	验收阶段落实情况	是否落实环评文件及批复要求
1	编制突发环境事件应急预案	已编制完成，并完成备案，备案编号：GAXQHB-2022-005-L	是

环境保护对策措施落实情况

	环评文件及批复要求	验收阶段落实情况	是否落实环评文件及批复要求
依托工程	/	/	是
环保搬迁	/	/	是
区域削减	/	/	是
生态恢复、补偿或管理	/	/	是
功能置换	/	/	是
其他	/	/	是

工程建设对项目周边环境的影响

	是否达到验收执行标准
地表水	无
地下水	无
环境空气	无
土壤	无
海水	无

2	医疗垃圾暂存间	医疗垃圾暂存间	是

表6 生态保护设施

表7 风险设施

序号	环评文件及批复要求	验收阶段落实情况	是否落实环评文件及批复要求
1	编制突发环境事件应急预案	已编制完成，并完成备案，备案编号：GAXQHB-2022-005-L	是

环境保护对策措施落实情况

	环评文件及批复要求	验收阶段落实情况	是否落实环评文件及批复要求
依托工程	/	/	是
环保搬迁	/	/	是
区域削减	/	/	是
生态恢复、补偿或管理	/	/	是
功能置换	/	/	是
其他	/	/	是

工程建设对项目周边环境的影响

	是否达到验收执行标准
地表水	无
地下水	无
环境空气	无
土壤	无
海水	无
敏感点噪声	无

验收结论

	根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》有关规定，请核实该项目是否存在下列情形：
□ 1	未按环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定要求建设或落实环境保护设施，或者环境保护设施未能与主体工程同时投产使用
□ 2	污染物排放不符合国家和地方相关标准、环境影响报告书（表）及其审批部门审批决定或者主要污染物总量指标控制要求
□ 3	环境影响报告书（表）经批准后，该建设项目的性质、规模、地点、采用的生产工艺或者防治污染、防止生态破坏的措施发生重大变动，建设单位未重新报批环境影响报告书（表）或环境影响报告书（表）未经批准
□ 4	建设过程中造成重大环境污染未治理完成，或者造成重大生态破坏未恢复
□ 5	纳入排污许可管理的建设项目，无证排污或不按证排污
□ 6	分期建设、分期投入生产或者使用的建设项目，其环境保护设施防治环境污染和生态破坏的能力不能满足主体工程需要
□ 7	建设单位因该建设项目违反国家和地方环境保护法律法规受到处罚，被责令改正，尚未改正完成
□ 8	验收报告的基础资料数据明显不实，内容存在重大缺项、遗漏，或者验收结论不明确、不合理
□ 9	其他环境保护法律法规规章等规定不得通过环境保护验收
☑	**不存在上述情况**
验收结论	合格
验收意见:	贵安医院环保验收意见及签到表.pdf
验收报告:	贵安医院竣工环境保护验收报告.pdf

离线留言

附件 8.　建设单位原有核技术利用项目环保手续（部分）

审批意见:　　黔环辐表〔2015〕20 号

贵阳医学院附属医院:

你院报来《贵阳医学院附属医院 PET 使用、开放场所核技术应用扩项环境影响报告表》（以下简称《报告表》）收悉。经研究，现批复如下:

一、该项目为贵阳医学院附属医院核技术应用项目扩项，其建设内容为:增加 PET-CT 使用核素（^{18}F、^{13}N、^{3}H、^{32}P、^{111}In、^{89}Zr、^{64}Cu），增加核素 ^{99m}Tc 用量，增加使用核素 ^{89}Sr，所有工作场所为乙级非密封放射性物质工作场所；新增使用 ^{90}Sr-^{90}Y 密封源用于敷贴器；新增使用一台 DSA，为 II 类射线装置；新增包括两台 DR、两台 CT 在内的共计四台 III 类射线装置。

二、原则同意《报告表》结论。《报告表》评价内容较全面，结论明确，辐射防护对策措施可行，可作为项目辐射环境管理的依据。我厅同意你单位按《报告表》所列项目内容、规模、地点和环保措施进行项目建设。

三、你院必须全面落实《报告表》提出的各项污染防治措施和安全管理要求，并着重做好以下工作:

（一）建立和完善相应的辐射规章制度、辐射安全操作规程、事故应急预案，避免因使用不当和管理不善而造成辐射污染。

（二）加强放射性同位素和非密封放射性物质工作场所的管理，严格执行登记和台帐制度。对工作场所应严格分区管理，各区应有明显标志。

（三）工作场所设备机房设计需满足防护要求的屏蔽厚度，使用场所应有门机连锁装置等防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全措施和安全设施。

（四）放射性工作场所应设置电离辐射警示标识和工作状态警示灯，限制无关人员进入。

（五）定期进行辐射安全与防护知识的培训和安全教育，辐射工作人员必须经过辐射安全防护培训。

（六）加强健康管理。使用、检修、维护工作人员在接触放射性同位素和射线装置时，应佩带个人剂量计和辐射防护用品。定期对辐射工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，建立个人剂量档案和职业健康档案。

（七）不得随意转让和处理放射性同位素，不得随意排放和处置放射性废液、废气和固体废物，废弃放射性药品容器应集中收贮于专用废物桶，定期由放射性同位素生产厂家回收。

（八）必须落实辐射监测计划并将监测结果上报备案。编写辐射安全和防护状况年度评估报告，并于每年1月31日前报我厅。

四、项目建成后三个月内必须按规定程序向我厅提出竣工环境保护验收申请，经验收合格后方可正式运行。

五、该项目日常监督管理由贵阳市环保局负责。我厅委托贵州省辐射环境监理站负责该项目例行监督检查工作。

经办人：杜尚怿　　分管负责人：　　分管厅长：

贵州省环境保护厅 行政审批专用章

2015年5月15日

贵州省环境保护厅

黔环函〔2014〕321号

贵州省环境保护厅关于贵阳医学院附属医院核技术应用项目竣工环境保护验收意见的函

贵阳医学院附属医院：

你院报来贵阳医学院附属医院核技术应用项目竣工环境保护验收申请相关材料收悉。根据我厅组织项目所在地环保部门现场检查验收并召开验收会形成的验收意见，你院已按照整改要求完成了相应的整改，提交的验收监测报告等材料已按要求修改补充完善，经研究，现函复如下：

一、项目基本情况

贵阳医学院附属医院核技术应用项目的建设内容为：使用I-125粒子进行粒子植入；使用包括1台回旋加速器、6台数字血管造影机、1台数字乳腺钼靶机、6台CT机、1台牙片机、1台口腔曲面断层扫描装置、1台超声碎石机、5台DR胸片机、2台数字胃肠机、5台移动X射线机、1台术中床旁X光机、1台C臂X射线机、1台G臂X射线机和1台骨密度仪在内的共

计 34 台射线装置，其中回旋加速器和数字血管造影机为Ⅱ类射线装置，其余为Ⅲ类射线装置；使用非密封放射性物质 I-125、Mo-99（Tc-99m）、I-131，其工作场所为乙级非密封放射性物质工作场所。

二、项目环保执行情况

贵阳医学院附属医院核技术应用项目环境影响报告表于 2007 年 3 月由贵州省环境保护厅以黔辐环表[2007]8 号文予以批复，同意其建设；2011 年 5 月和 2012 年 5 月，贵州省环境保护厅分别以黔环辐表[2011]28 号和黔环辐表[2012]35 号文对贵阳医学院附属医院新增设备的核技术应用项目环境影响报告表予以批复，同意其增项核技术应用项目的实施。贵阳医学院附属医院核技术应用项目在实施过程中认真执行了建设项目环保“三同时”制度。医院成立了辐射安全与环境保护管理机构，相关管理制度健全，已基本落实环评及批复意见提出的环保措施。

三、验收意见

贵阳医学院附属医院的核技术应用项目在正确使用和管理的情况下，活动符合辐射防护“实践正当性”的要求。项目按照环境保护管理部门的要求办理了环境影响评价手续，在实施过程中认真执行了建设项目环保“三同时”制度，各项辐射防护措施基本达到环评及批复要求。根据竣工环境保护验收监测结果，辐射对职业人员和公众造成的年有效剂量在国家标准限值

以下，满足剂量限值要求。我厅同意该核技术应用项目通过竣工环境保护验收。

四、你单位应进一步做好以下工作

（一）在今后的使用过程中，严格执行各项辐射管理制度，操作规程及应急预案。

（二）落实辐射监测计划，编写辐射安全和防护状况年度评估报告，并于每年1月31日前报我厅。

贵州省环境保护厅

2014年6月30日

贵州省环境保护厅办公室　　2014年6月30日印发

共印15份

附件 9.　辐射安全许可证

辐射安全许可证

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称：贵州医科大学附属医院

地　　址：贵州省贵阳市云岩区贵医街 28 号

法定代表人：左石

种类和范围：使用Ⅰ类、Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；生产、使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。

证书编号：黔环辐证[00039]

有效期至：2029 年 02 月 28 日

发证机关：贵州省生态环境厅

发证日期：2025 年 01 月 08 日

中华人民共和国生态环境部制

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规的规定，经审查准予在许可种类和范围内从事活动。

单位名称	贵州医科大学附属医院			
地　　址	贵州省贵阳市云岩区贵医街28号			
法定代表人	左石	电话	[redacted]	
证件类型	身份证	号码	[redacted]	
涉源部门	名　称	地　址		负责人
	回旋加速器中心	贵医附院院内		王明华
	PET-CT中心	贵医附院院内		王明华
	核医学科一楼低活性室	贵医附院院内		王明华
	敷贴治疗室	贵医附院院内		王明华
	核医学科二楼高活性室	贵医附院院内		王明华
	核医学科一楼低活性室机房	贵医附院院内		王明华
种类和范围	使用Ⅰ类、Ⅴ类放射源；使用Ⅱ类、Ⅲ类射线装置；生产、使用非密封放射性物质，乙级非密封放射性物质工作场所。			
许可证条件				
证书编号	黔环辐证[00039]			
有效期至	2029年02月28日			
发证日期	2025年01月08日（发证机关章）			

贵州省生态环境厅 行政审批服务专用章

辐射工作单位须知

一、本证由发证机关填写，禁止伪造、变造、转让。

二、单位名称、地址、法定代表人变更时，须办理证书变更手续；改变许可证规定的活动种类或者范围及新建或者改建、扩建生产、销售、使用设施或者场所的，需重新申领许可证；证书注销时，应交回原发证机关注销。

三、本证应妥善保管，防止遗失、损坏。发生遗失的，应当及时到所在地省级报刊上刊登遗失公告，并持公告到原发证机关申请补发。

四、原发证机关有权对违反国家法律、法规的辐射工作单位吊销本证。

填写说明

一、本证由发证机关填写（正本尺寸为:25.7×36.4厘米，副本采用大32开本，14×20.3厘米）。

二、证书编号

证书编号形式为：A环辐证［序列号］。A为各省的简称，环境保护部简称国；序列号为5位。

三、种类和范围

（一）种类分为生产、销售、使用。

（二）正本内，范围分为Ⅰ类放射源、Ⅱ类放射源、Ⅲ类放射源、Ⅳ类放射源、Ⅴ类放射源、Ⅰ类射线装置、Ⅱ类射线装置、Ⅲ类射线装置。

副本内，范围写明放射源的核素名称、类别、总活度，非密封放射性物质工作场所级别、日等效最大操作量，射线装置的名称、类别、数量。

（三）正本内，种类和范围填写种类和范围的组合，如生产Ⅰ类放射源和Ⅱ类放射源，销售和使用Ⅱ类射线装置。

特别的，生产、销售、使用非密封放射性物质的，种类和范围填写甲级非密封放射性物质工作场所、乙级非密封放射性物质工作场所或丙级非密封放射性物质工作场所。

建造Ⅰ类射线装置的填写销售（含建造）Ⅰ类射线装置。

四、“日等效最大操作量”、“工作场所等级”按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871－2002）确定。

五、许可内容明细表为活页。

活动种类和范围

（一）放射源

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	核素	类别	总活度（贝可）／活度（贝可）×枚数	活动种类
1	Sr-90(Y-90)	V类	7.4E+8*2	使用
2	Na-22	V类	3.7E+6	使用
3	Co-60	I类	2.33E+14	使用
	以下空白			

活动种类和范围

（一）放射源

证书编号：

序号	核素	类别	总活度（贝可）/ 活度（贝可）×枚数	活动种类

活动种类和范围

（二）非密封放射性物质

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量(贝可)	年最大用量（贝可）	活动种类
1	PET-CT 中心	乙级	Zr-89	7.4E+7	1.48E+11	使用
2	核医学科一楼低活性室	乙级	Sr-89	4.44E+7	1.48E+10	使用
3	核医学科一楼低活性室	乙级	P-32	7.4E+7	7.4E+9	使用
4	回旋加速器中心	乙级	N-13	7.4E+7	7.4E+10	生产
5	PET-CT 中心	乙级	N-13	3.7E+7	3.7E+10	使用
6	核医学科一楼低活性室	乙级	Mo-99(Tc-99m)	5.55E+7	1.11E+13	使用
7	核医学科一楼低活性室	乙级	In-111	3.7E+7	3.7E+9	使用
8	核医学科二楼高活性室	乙级	I-131	3.7E+9	5.55E+12	使用
9	核医学科一楼低活性室	乙级	H-3	1.85E+6	5.55E+9	使用
10	回旋加速器中心	乙级	F-18	6.179E+8	1.554E+13	生产
11	PET-CT 中心	乙级	F-18	3.7E+7	9.25E+12	使用
12	PET-CT 中心	乙级	Cu-64	7.4E+7	1.48E+12	使用
13	回旋加速器中心	乙级	C-11	3.7E+8	7.4E+12	生产
14	PET-CT 中心	乙级	C-11	7.4E+7	1.48E+12	使用
	以下空白					

活动种类和范围

（二）非密封放射性物质

证书编号：

序号	工作场所名称	场所等级	核素	日等效最大操作量(贝可)	年最大用量（贝可）	活动种类

活动种类和范围

（三）射线装置

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
1	制备正电子发射计算机断层显像装置（PET）放射性药物的加速器	II类	1	使用
2	移动式数字摄影X线系统	III类	2	使用
3	移动式C形臂X射线机	III类	2	使用
4	移动X射线机	III类	6	使用
5	医用诊断X射线装置	III类	2	使用
6	医用诊断X射线装置	III类	2	使用
7	医用诊断X射线装置	III类	1	使用
8	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	III类	1	使用
9	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	III类	1	使用
10	血管造影用X射线装置	II类	6	使用
11	数字胃肠机	III类	2	使用
12	数字胃肠机	III类	1	使用
13	数字乳腺钼靶机	III类	1	使用
14	数字乳腺钼靶机	III类	2	使用
15	生物学X射线辐照仪	III类	1	使用
16	骨密度仪	III类	2	使用
17	骨密度仪	III类	1	使用
18	DSA数字血管减影	II类	2	使用

活动种类和范围

（三）射线装置

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	装置名称	类别	装置数量	活动种类
19	DR	III类	2	使用
20	DR	III类	1	使用
21	DR	III类	1	使用
22	C臂X射线机	III类	2	使用
23	CT	III类	1	使用
24	CT	III类	1	使用
25	CT	III类	3	使用
26	CT	III类	3	使用
27	CT	III类	1	使用
28	CT	III类	2	使用
	以下空白			

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
1	Na-22	20210401	3.7E+6	3120-21-04	TR21NA000315	V	刻度/校准源	PET-CT中心	来源	土耳其	贵阳市管理员	20211028
									去向			
2	Sr-90(Y-90)	20220204	7.4E+8	Sr90.2.22	RU22SY000125	V	敷贴器	敷贴治疗室	来源	俄罗斯联邦	贵阳市管理员	20220519
									去向			
3	Sr-90(Y-90)	20220204	7.4E+8	Sr90.3.22	RU22SY000135	V	敷贴器	敷贴治疗室	来源	俄罗斯联邦	贵阳市管理员	20220519
									去向			
4	Co-60	20230701	1.025E+12	NPM156	CA23C0012762	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
5	Co-60	20230701	1.04E+12	NPM069	CA23C0011892	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
6	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM048	CA23C0011682	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
7	Co-60	20230701	1.025E+12	NPM094	CA23C0012142	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
8	Co-60	20230701	1.006E+12	NPM185	CA23C0013052	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
9	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM140	CA23C0012602	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
10	Co-60	20230701	9.99E+11	NPM176	CA23C0012962	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
11	Co-60	20230701	1.021E+12	NPM162	CA23C0012822	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
12	Co-60	20230701	1.029E+12	NPM031	CA23C0011512	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
13	Co-60	20230701	1.025E+12	NPM016	CA23C0011362	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
14	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM033	CA23C0011532	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
15	Co-60	20230701	9.99E+11	NPM090	CA23C0012102	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
16	Co-60	20230701	1.014E+12	NPM027	CA23C0011472	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
17	Co-60	20230701	9.99E+11	NPM154	CA23C0012742	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
18	Co-60	20230701	1.043E+12	NPM044	CA23C0011642	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
19	Co-60	20230701	1.01E+12	NPM025	CA23C0011452	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
20	Co-60	20230701	1.025E+12	NPM106	CA23C0012262	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
21	Co-60	20230701	1.029E+12	NPM124	CA23C0012442	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
22	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM128	CA23C0012482	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
23	Co-60	20230701	1.021E+12	NPM083	CA23C0012032	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
24	Co-60	20230701	1.029E+12	NPM047	CA23C0011672	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
25	Co-60	20230701	1.021E+12	NPM050	CA23C0011702	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
26	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM177	CA23C0012972	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
27	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM059	CA23C0011792	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
28	Co-60	20230701	1.01E+12	NPM063	CA23C0011832	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
29	Co-60	20230701	1.029E+12	NPM148	CA23C0012682	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
30	Co-60	20230701	1.01E+12	NPM134	CA23C0012542	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
31	Co-60	20230701	1.043E+12	NPM049	CA23C0011692	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
32	Co-60	20230701	1.021E+12	NPM042	CA23C0011622	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
33	Co-60	20230701	1.006E+12	NPM183	CA23C0013032	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
34	Co-60	20230701	1.006E+12	NPM015	CA23C0011352	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
35	Co-60	20230701	1.006E+12	NPM019	CA23C0011392	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
36	Co-60	20230701	1.029E+12	NPM010	CA23C0011302	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
37	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM014	CA23C0011342	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
38	Co-60	20230701	1.01E+12	NPM024	CA23C0011442	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
39	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM045	CA23C0011652	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
40	Co-60	20230701	1.006E+12	NPM159	CA23C0012792	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
41	Co-60	20230701	1.003E+12	NPM137	CA23C0012572	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
42	Co-60	20230701	9.879E+11	NPM066	CA23C0011862	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
43	Co-60	20230701	9.99E+11	NPM173	CA23C0012932	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
44	Co-60	20230701	1.029E+12	NPM131	CA23C0012512	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
45	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM013	CA23C0011332	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
46	Co-60	20230701	1.025E+12	NPM166	CA23C0012862	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
47	Co-60	20230701	9.99E+11	NPM097	CA23C0012172	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
48	Co-60	20230701	1.025E+12	NPM115	CA23C0012352	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
49	Co-60	20230701	1.01E+12	NPM182	CA23C0013022	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
50	Co-60	20230701	9.99E+11	NPM087	CA23C0012072	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
51	Co-60	20230701	1.021E+12	NPM161	CA23C0012812	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
52	Co-60	20230701	1.006E+12	NPM111	CA23C0012312	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
53	Co-60	20230701	1.036E+12	NPM041	CA23C0011612	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
54	Co-60	20230701	1.051E+12	NPM022	CA23C0011422	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
55	Co-60	20230701	1.014E+12	NPM101	CA23C0012212	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
56	Co-60	20230701	1.025E+12	NPM171	CA23C0012912	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
57	Co-60	20230701	1.021E+12	NPM043	CA23C0011632	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
58	Co-60	20230701	1.029E+12	NPM095	CA23C0012152	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
59	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM086	CA23C0012062	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
60	Co-60	20230701	1.003E+12	NPM152	CA23C0012722	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
61	Co-60	20230701	1.021E+12	NPM147	CA23C0012672	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
62	Co-60	20230701	1.014E+12	NPM155	CA23C0012752	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
63	Co-60	20230701	1.047E+12	NPM005	CA23C0011252	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
64	Co-60	20230701	1.01E+12	NPM112	CA23C0012322	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
65	Co-60	20230701	1.01E+12	NPM109	CA23C0012292	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
66	Co-60	20230701	1.029E+12	NPM160	CA23C0012802	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
67	Co-60	20230701	1.006E+12	NPM139	CA23C0012592	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
68	Co-60	20230701	1.025E+12	NPM091	CA23C0012112	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
69	Co-60	20230701	1.021E+12	NPM057	CA23C0011772	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
70	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM180	CA23C0013002	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
71	Co-60	20230701	1.029E+12	NPM011	CA23C0011312	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
72	Co-60	20230701	1.043E+12	NPM158	CA23C0012732	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
73	Co-60	20230701	1.029E+12	NPM186	CA23C0013062	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
74	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM030	CA23C0011502	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
75	Co-60	20230701	1.025E+12	NPM074	CA23C0011942	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
76	Co-60	20230701	1.025E+12	NPM061	CA23C0011812	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
77	Co-60	20230701	1.01E+12	NPM040	CA23C0011602	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
78	Co-60	20230701	1.029E+12	NPM126	CA23C0012462	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
79	Co-60	20230701	1.047E+12	NPM062	CA23C0011822	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
80	Co-60	20230701	1.014E+12	NPM168	CA23C0012882	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
81	Co-60	20230701	1.006E+12	NPM108	CA23C0012282	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
82	Co-60	20230701	1.021E+12	NPM023	CA23C0011432	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
83	Co-60	20230701	1.021E+12	NPM051	CA23C0011712	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
84	Co-60	20230701	1.006E+12	NPM105	CA23C0012252	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
85	Co-60	20230701	1.029E+12	NPM058	CA23C0011782	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
86	Co-60	20230701	9.879E+11	NPM037	CA23C0011572	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
87	Co-60	20230701	1.014E+12	NPM123	CA23C0012432	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
88	Co-60	20230701	1.006E+12	NPM191	CA23C0013112	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
89	Co-60	20230701	1.021E+12	NPM084	CA23C0012042	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
90	Co-60	20230701	1.021E+12	NPM075	CA23C0011952	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
91	Co-60	20230701	1.025E+12	NPM029	CA23C0011492	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
92	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM167	CA23C0012872	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
93	Co-60	20230701	1.025E+12	NPM026	CA23C0011462	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
94	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM100	CA23C0012202	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
95	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM001	CA23C0011212	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
96	Co-60	20230701	1.025E+12	NPM127	CA23C0012472	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			

台帐明细登记

（二）非密封放射性物质

证书编号黔环辐证[00039]

序号	核素		总活度（贝可）	频次		用途	来源/去向	审核人	审核日期
97	Co-60	20230701	9.99E+11	NPM054	CA23C0011742 II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航 20230828
								去向	
98	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM117	CA23C0012372 II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航 20230828
								去向	
99	Co-60	20230701	1.021E+12	NPM006	CA23C0011262 II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航 20230828
								去向	
100	Co-60	20230701	1.04E+12	NPM021	CA23C0011412 II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航 20230828
								去向	
101	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM150	CA23C0012702 II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航 20230828
								去向	
102	Co-60	20230701	1.01E+12	NPM145	CA23C0012652 II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航 20230828
								去向	
103	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM103	CA23C0012232 II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航 20230828
								去向	
104	Co-60	20230701	1.021E+12	NPM046	CA23C0011662 II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航 20230828
								去向	

台帐明细登记

（二）非密封放射性物质

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	核素		总活度（贝可）	频次		用途		来源/去向		审核人	审核日期
105	Co-60	20230701	1.036E+12	NPM174	CA23C0012942	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航 20230828
									去向		
106	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM085	CA23C0012052	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航 20230828
									去向		
107	Co-60	20230701	1.04E+12	NPM078	CA23C0011982	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航 20230828
									去向		
108	Co-60	20230701	1.014E+12	NPM098	CA23C0012182	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航 20230828
									去向		
109	Co-60	20230701	1.01E+12	NPM164	CA23C0012842	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航 20230828
									去向		
110	Co-60	20230701	9.768E+11	NPM079	CA23C0011992	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航 20230828
									去向		
111	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM035	CA23C0011552	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航 20230828
									去向		
112	Co-60	20230701	1.025E+12	NPM093	CA23C0012132	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航 20230828
									去向		

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号黔环辐证[00039]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
113	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM099	CA23C0012192	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		
114	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM184	CA23C0013042	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		
115	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM096	CA23C0012162	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		
116	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM158	CA23C0012782	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		
117	Co-60	20230701	1.01E+12	NPM163	CA23C0012832	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		
118	Co-60	20230701	1.006E+12	NPM102	CA23C0012222	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		
119	Co-60	20230701	1.01E+12	NPM081	CA23C0012012	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		
120	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM192	CA23C0013122	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
121	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM052	CA23C0011722	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
122	Co-60	20230701	1.029E+12	NPM055	CA23C0011752	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
123	Co-60	20230701	1.014E+12	NPM082	CA23C0012022	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
124	Co-60	20230701	1.051E+12	NPM118	CA23C0012382	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
125	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM038	CA23C0011582	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
126	Co-60	20230701	1.025E+12	NPM007	CA23C0011272	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
127	Co-60	20230701	1.003E+12	NPM170	CA23C0012902	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
128	Co-60	20230701	1.036E+12	NPM121	CA23C0012412	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
129	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM144	CA23C0012642	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
130	Co-60	20230701	1.025E+12	NPM004	CA23C0011242	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
131	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM008	CA23C0011282	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
132	Co-60	20230701	1.01E+12	NPM165	CA23C0012852	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
133	Co-60	20230701	1.006E+12	NPM141	CA23C0012612	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
134	Co-60	20230701	1.006E+12	NPM017	CA23C0011372	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
135	Co-60	20230701	9.99E+11	NPM089	CA23C0012092	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
136	Co-60	20230701	1.01E+12	NPM189	CA23C0013092	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
137	Co-60	20230701	9.99E+11	NPM072	CA23C0011922	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
138	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM076	CA23C0011962	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
139	Co-60	20230701	9.805E+11	NPM080	CA23C0012002	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
140	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM149	CA23C0012692	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
141	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM187	CA23C0013072	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
142	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM018	CA23C0011382	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
143	Co-60	20230701	1.021E+12	NPM146	CA23C0012662	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
144	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM077	CA23C0011972	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号:黔环辐证[00039]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
145	Co-60	20230701	1.006E+12	NPM129	CA23C0012492	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		
146	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM088	CA23C0012082	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		
147	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM143	CA23C0012632	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		
148	Co-60	20230701	1.029E+12	NPM136	CA23C0012562	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		
149	Co-60	20230701	1.014E+12	NPM132	CA23C0012522	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		
150	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM053	CA23C0011732	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		
151	Co-60	20230701	1.006E+12	NPM119	CA23C0012392	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		
152	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM003	CA23C0011232	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
153	Co-60	20230701	1.021E+12	NPM188	CA23C0013082	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
154	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM116	CA23C0012362	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
155	Co-60	20230701	1.04E+12	NPM157	CA23C0012772	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
156	Co-60	20230701	1.029E+12	NPM071	CA23C0011912	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
157	Co-60	20230701	1.01E+12	NPM113	CA23C0012332	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
158	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM032	CA23C0011522	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
159	Co-60	20230701	1.01E+12	NPM107	CA23C0012272	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
160	Co-60	20230701	1.029E+12	NPM070	CA23C0011902	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
161	Co-60	20230701	1.029E+12	NPM073	CA23C0011932	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
162	Co-60	20230701	1.043E+12	NPM120	CA23C0012402	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
163	Co-60	20230701	1.04E+12	NPM012	CA23C0011322	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
164	Co-60	20230701	1.029E+12	NPM065	CA23C0011852	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
165	Co-60	20230701	1.021E+12	NPM002	CA23C0011222	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
166	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM178	CA23C0012982	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
167	Co-60	20230701	1.029E+12	NPM122	CA23C0012422	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		
168	Co-60	20230701	1.006E+12	NPM067	CA23C0011872	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源 加拿大	杨航	20230828
									去向		

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
169	Co-60	20230701	1.025E+12	NPM175	CA23C0012952	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
170	Co-60	20230701	1.04E+12	NPM114	CA23C0012342	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
171	Co-60	20230701	1.029E+12	NPM039	CA23C0011592	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
172	Co-60	20230701	1.021E+12	NPM190	CA23C0013102	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
173	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM172	CA23C0012922	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
174	Co-60	20230701	1.01E+12	NPM133	CA23C0012532	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
175	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM179	CA23C0012992	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
176	Co-60	20230701	9.99E+11	NPM036	CA23C0011562	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
177	Co-60	20230701	1.021E+12	NPM135	CA23C0012552	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		
178	Co-60	20230701	1.025E+12	NPM169	CA23C0012892	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		
179	Co-60	20230701	1.021E+12	NPM110	CA23C0012302	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		
180	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM151	CA23C0012712	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		
181	Co-60	20230701	1.006E+12	NPM138	CA23C0012582	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		
182	Co-60	20230701	1.025E+12	NPM034	CA23C0011542	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		
183	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM028	CA23C0011482	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		
184	Co-60	20230701	1.01E+12	NPM130	CA23C0012502	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源加拿大	杨航	20230828
									去向		

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：黔环辐证[00039]

	序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
185	Co-60	20230701	1.01E+12	NPM125	CA23C0012452	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
186	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM068	CA23C0011882	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
187	Co-60	20230701	1.01E+12	NPM009	CA23C0011292	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
188	Co-60	20230701	1.025E+12	NPM060	CA23C0011802	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
189	Co-60	20230701	1.021E+12	NPM104	CA23C0012242	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
190	Co-60	20230701	1.021E+12	NPM064	CA23C0011842	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
191	Co-60	20230701	1.025E+12	NPM181	CA23C0013012	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
192	Co-60	20230701	1.014E+12	NPM092	CA23C0012122	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			

台帐明细登记

（一）放射源

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	核素	出厂日期	出厂活度（贝可）	标号	编码	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
193	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM056	CA23C0011762	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
194	Co-60	20230701	1.032E+12	NPM142	CA23C0012622	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
195	Co-60	20230701	1.018E+12	NPM020	CA23C0011402	II	伽玛刀	贵医附院伽马刀中心	来源	加拿大	杨航	20230828
									去向			
	以下空白								来源			
									去向			
									来源			
									去向			
									来源			
									去向			
									来源			
									去向			
									来源			
									去向			

台帐明细登记

（三）射线装置

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	装置名称	规格型号	类别	用 途	场 所	来源/去向	审核人	审核日期
1	DR	NOVA FA	III类	医用诊断X射线装置	影像楼 ： 二楼	来源 佳能		
						去向		
2	DR	DX-D300	III类	医用诊断X射线装置	省政府门诊 ： 一楼	来源 AGFAHEALTHCA RE V		
						去向		
3	DR	MULTIX Impact	III类	医用诊断X射线装置	贵医附院体检中心	来源 西门子		
						去向		
4	DR	MULTIX Impact	III类	医用诊断X射线装置	贵医附院体检中心	来源 西门子		
						去向		
5	CT	SOMATOM Definition AS	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	急诊大楼 ： 一楼	来源 西门子		
						去向		
6	CT	Aquilion ONE TSX-305A	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	急诊大楼 ： 一楼	来源 Canon		
						去向		
7	CT	Gemini-64	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	PET-CT中心 ： 一楼	来源 飞利浦		
						去向		
8	CT	supria	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	贵医附院体检中心 ： 一楼	来源 日立		
						去向		

台帐明细登记

（三）射线装置

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	装置名称	规格型号	类别	用 途	场 所	来源/去向		审核人	审核日期
9	CT	SOMATOM Definition AS	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	影像楼 ： 三楼	来源	西门子		
						去向			
10	CT	AQUILION ONETSX-301A	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	影像楼	来源	Canon		
						去向			
11	DSA 数字血管减影	Artis Zee III Floor	II类	血管造影用X射线装置	影像楼 ： 五楼第五手术室	来源	西门子		
						去向			
12	DSA 数字血管减影	INFX-8000V	II类	血管造影用X射线装置	影像楼 ： 五楼第六手术室	来源	东芝		
						去向			
13	DSA 数字血管减影	Azurion7 M20	II类	血管造影用X射线装置	影像楼 ： 六楼第三手术室	来源	PHILIPS		
						去向			
14	DSA 数字血管减影	Artis Q Floor	II类	血管造影用X射线装置	影像楼 ： 六楼第四手术室	来源	SIMENS		
						去向			
15	DSA 数字血管减影	Artis Q ceiling	II类	血管造影用X射线装置	影像楼 ： 七楼第二手术室	来源	SIEMENS		
						去向			
16	DSA 数字血管减影	innova IGS 5	II类	血管造影用X射线装置	影像楼	来源	GE		
						去向			

台帐明细登记

（三）射线装置

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向		审核人	审核日期
17	数字乳腺钼靶机	SDM-0500-2AC	III类	医用诊断X射线装置	影像楼：影像楼二楼	来源	美国 Hologic		
						去向			
18	数字乳腺钼靶机	Senographe DS	III类	医用诊断X射线装置	贵医附院体检中心：体检中心三楼	来源	美国通用		
						去向			
19	数字胃肠机	HF51-3A	III类	医用诊断X射线装置	影像楼：二楼	来源	北京万东		
						去向			
20	数字胃肠机	EXAVISTA	III类	医用诊断X射线装置	影像楼：二楼	来源	日立		
						去向			
21	数字胃肠机	Ultimax-i DREX-UI80	III类	医用诊断X射线装置	内镜中心：第二住院楼	来源	东芝		
						去向			
22	C臂X射线机	BV plusera	III类	医用诊断X射线装置	第三住院楼：手术室	来源	飞利浦		
						去向			
23	C臂X射线机	Ziehm Vision FD Vario 3D	III类	医用诊断X射线装置	第三住院楼：手术室	来源	德国奇目		
						去向			
24	骨密度仪	Discovery	III类	医用诊断X射线装置	门诊楼：一楼	来源	美国 Hologic		
						去向			

台帐明细登记

（三）射线装置

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	装置名称	规格型号	类别	用 途	场 所	来源/去向	审核人	审核日期
25	骨密度仪	DPX Bravo	III类	医用诊断X射线装置	贵医附院体检中心：四楼	来源 美国通用		
						去向		
26	回旋加速器	HM-10	II类	制备正电子发射计算机断层显像装置（PET）放射性药物的加速器	回旋加速器中心：机房	来源 日本 住友		
						去向		
27	DR	uDR780ipro	III类	医用诊断X射线装置	影像楼：二楼	来源 上海联影		
						去向		
28	骨密度仪	Prodigy Primo	III类	医用诊断X射线装置	贵医附院体检中心：3楼	来源 美国通用		
						去向		
29	移动式X射线机	Mobieye700	III类	医用诊断X射线装置	贵州医科大学附属医院院内	来源 中国迈瑞		
						去向		
30	DR	Radspeed pro80	III类	医用诊断X射线装置	急诊大楼：一楼	来源 置换		
						去向		
31	移动式X射线机	D-Vision 9000	III类	医用诊断X射线装置	贵州医科大学附属医院院内	来源 中国西姆		
						去向		
32	DSA	Artis Q biplane	II类	血管造影用X射线装置	急诊中心：4楼DSA室1	来源 西门子		
						去向		

台帐明细登记

（三）射线装置

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	装置名称	规格型号	类别	用 途	场 所	来源/去向	审核人	审核日期
33	DSA	UNIQ FD10	II类	血管造影用X射线装置	急诊中心 ： 4楼DSA室2	来源 从利浦		
						去向		
34	移动式数字摄影X线系统	MUX-200D	III类	医用诊断X射线装置	贵州医科大学附属医院院内	来源 岛津		
						去向		
35	移动式数字摄影X线系统	MUX-200D	III类	医用诊断X射线装置	贵州医科大学附属医院院内	来源 岛津		
						去向		
36	移动式数字摄影X线系统	MUX-200D	III类	医用诊断X射线装置	贵州医科大学附属医院院内	来源 岛津		
						去向		
37	移动式数字摄影X线系统	MUX-200D	III类	医用诊断X射线装置	贵州医科大学附属医院院内	来源 岛津		
						去向		
38	CT	uCT 760	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	贵医附院体检中心：一楼2检	来源 联影		
						去向		
39	CT	SOMATOM go.Now	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	发热门诊 ： 发热门诊	来源 西门子		
						去向		
40	移动式C形臂X射线机	Brivo OEC 715	III类	医用诊断X射线装置	手术室 ： 急诊手术室 第三住院部手术室	来源 新增		
						去向		

台帐明细登记

（三）射线装置

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	装置名称	规格型号	类别	用途	场所	来源/去向	审核人	审核日期
41	移动式C形臂X射线机	OEC One	III类	医用诊断X射线装置	手术室：急诊手术室 第三住院部手术室	来源 新增		
						去向		
42	生物学X射线辐照仪	RS2000	III类	X射线血液辐照仪	临床研究中心：4楼	来源 新增		
						去向		
43	CT	TSX-303A	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	影像楼：二楼	来源 搬迁		
						去向		
44	CT	TSX-036A	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	贵医附院体检中心：一楼	来源 新增		
						去向		
45	CT	SOMATOM go.Fit	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	车辆识别码：LZZ8BMNJ7MC428853	来源 西门子		
						去向		
46	数字乳腺钼靶机	Selenia Dimensions	III类	医用诊断X射线装置	影像楼：二楼	来源 Hologic		
						去向		
47	移动式数字摄影X线系统	uDR 380ipro	III类	医用诊断X射线装置	贵州医科大学附属医院院内	来源 上海联影		
						去向		
48	移动式数字摄影X线系统	uDR 380ipro	III类	医用诊断X射线装置	贵州医科大学附属医院院内	来源 上海联影		
						去向		

台帐明细登记

（三）射线装置

证书编号：黔环辐证[00039]

序号	装置名称	规格型号	类别	用 途	场 所	来源/去向		审核人	审核日期
49	移动X射线机	D-Vision 9000	III类	医用诊断X射线装置	第三住院楼手术室	来源	西姆医疗		
						去向			
50	移动X射线机	Ziehm Vision RFD	III类	医用诊断X射线装置	第三住院楼手术室	来源	德国奇目		
						去向			
51	移动头部CT	EVISION-720	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	急诊大楼	来源	天津金曦		
						去向			
52	骨密度仪	Lunar iDXA	III类	医用诊断X射线装置	门诊楼骨密度二检	来源	双能		
						去向			
53	SPECT/CT	Symbia Intevo 6	III类	医用X射线计算机断层扫描（CT）装置	核医学科一楼低活性室机房	来源	西门子		
						去向			
54	移动式C型臂X射线机	PLX7500	III类	医用诊断X射线装置	第三住院楼手术室	来源	南京普爱医疗设备股份有限公司		
						去向			
	以下空白					来源			
						去向			
						来源			
						去向			

附件 10.　放射卫生防护安全管理委员会制度及相关职责

贵州医科大学附属医院文件

院发〔2023〕40 号

放射卫生防护安全管理委员会制度及相关职责

医院放射卫生防护安全管理委员会在院长领导下，负责医院放射卫生防护安全管理工作，具体如下:

一、制订放射卫生防护安全管理工作的计划和总结;定期对放射卫生防护安全控制效果进行评议;对突发放射卫生防护安全应急预案、各放射卫生防护安全管理制度进行定期修订。

二、定期召开放射卫生防护安全工作会议，定期对委员会成员进行调整;讨论放射卫生防护安全管理工作计划和总结、放射人员职业危害控制等事宜。

三、对全院放射卫生防护安全管理工作的监督检查过程中存在的问题提出整改意见并及时督导。

四、会同上级有关部门按有关法律法规及制度规定调整和处理放射事故，并对有关人员提出处理决定。

五、成立放射卫生防护安全委员会及放射卫生防护安全管理办公室。

为认真落实国务院《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》及省卫生健康委相关文件精神的规定，切实加强医院放射卫生防护安全的监督管理，预防、控制和消除辐射危害，保障放射诊疗工作人员、患者和公众的健康权益，结合我院辐射工作实际，成立医院放射卫生防护安全委员会及放射卫生防护安全管理办公室：

委员会组成如下：

组　长：左　石

副组长：张　松　李　伟

组　员：莫　非　赵　伟　李小宝　袁小明　鲁　晶
李湘海　罗　松　吕士兵　高　波　李福强
王莉莉　王明华　周　石　彭慈军　吴春维
杨　华　马思星　许良璧　出良钊　陈章荣
王　林　贺　电　邹小华　张　淼　伍国锋
梁东江　田　娅　周沁丹

成立放射卫生防护安全管理办公室：

办公室主任：李福强　王莉莉

办公室副主任：田　娅　梁东江　周沁丹

办公室成员：朱　波　喻世龙　吴东维　杨承昊

六、相关工作职责

（一）放射卫生防护安全管理办公室主任为放射卫生防护安全管理领导责任人，监督、指导本单位放射诊疗工作的放射安全防护管理。

（二）放射卫生防护安全管理办公室负责监督落实可能产生职业病危害新建、扩建、改建和技术改造、技术引进建设项目三同时执行情况，确保建设项目职业病防护设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。放射治疗、核医学、介入放射学、X 射线影像诊断建设项目根据《放射诊疗管理规定》，应当编制评价报告书，我院应当在项目立项后施工前（可行性论证阶段）委托具备相应评价资质能力的单位进行预评价报告编制，并上报省级卫生健康行政部门。在项目竣工验收前，委托具备相应评价资质能力的单位进行控制效果评价报告编制，并向省级卫生健康行政部门申请竣工验收，并根据《放射诊疗管理规定》办理《放射诊疗许可证》相应变更。

（三）医务处负责医院辐射工作人员的管理。包括组织医院辐射工作人员接受专业技术、辐射防护知识及有关规定的培训和健康检查，定期组织对辐射工作人员进行剂量监测，具体操作细则：

1. 安排辐射工作人员 2 年一次健康体检，4 年一次的辐射工作人员培训，每个季度一次的个人剂量监测。

2. 负责《放射诊疗许可证》的管理，建立辐射工作个人剂量、健康检查和教育培训档案。

3. 每个辐射工作人员做好档案管理，档案资料包括每 2

年一次的健康检查报告、教育培训证明，每个季度一次的个人剂量监督报告等；健康检查结果、个人剂量监测结果、教育培训情况。

4.督促辐射从业人员按规定使用防护用品和个人剂量计，对健康检查、个人剂量监测有问题的工作人员，要按照有关规定进行跟进解决问题，保管好书面记录并妥善保存。

（四）放射卫生防护安全安全防护管理办公室负责到行政部门办理或更换《放射诊疗许可证》。

（五）设备处定期组织场所及防护设施的检测，具体负责放射装置及场所每年的一次工作场所性能防护检测。

（六） 设备处及使用科室负责医院的辐射工作场所、设备、防护用品的管理，检查防护设备设施、警示标志、工作指示灯是否安全有效工作。

（七）核医学、伽马刀、保卫处负责放射性同位素的存储、保管及安全。

（八）使用科室负责日常监测、设备处负责年度监测。

贵州医科大学附属医院

2023年9月7日

附件 11. 贵州医科大学附属医院辐射事故应急预案

附件一:

贵州医科大学附属医院辐射事故应急预案

一、总则

（一）编制目的

坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻落实习近平总书记关于坚持底线思维着力防范化解重大风险的重要指示批示精神和省委、省政府近期有关安全生产的文件会议精神，落实核与辐射应急保障措施，为提高本单位对突发辐射事故的处理能力，最大程度地 预防和减少突发辐射事故的损害，保护环境，保障工作人员 和公众的生命财产安全，维护社会稳定，特制定本预案。

（二）编制依据

《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《国家环境保护部辐射事故应急预案》、《贵州省突发环境事件应急预案》、《贵州省环境保护厅辐射事故应急响应预案》、《贵阳市突发环境事件应急预案》、《贵阳市辐射事故应急预案》、《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕 145 号）等。

（三）应急原则

预案的实施将认真贯彻执行“以人为本，预防为主，统一领导、分类管理，属地为主、分级响应，专兼结合、充分利用现有资源”的原则。

（四）应急任务

1.贯彻执行国家、省、市辐射事故应急工作的法规和政策；按照相关法律法规要求，储备必要的辐射事故应急物资，如应急防护用品（铅防护服等）、应急监测设备（个人剂量报警仪、便携式 X- γ测量仪、个人剂量计等）、通讯设施等。

2.负责制定本单位的辐射事故应急响应计划，做到有专人负责，做好应急演练工作，增强实战能力。

3.负责组织协调医院辐射事故应急处理处置工作。辐射事故发生时，启动本单位辐射事故应急预案，按照《辐射事故初始报告表》要求，及时向当地环保部门报告事故情况，视情况向公安、卫生行政部门报告，协助环保部门并尽快 确定事故所影响的范围及规模，组织本单位有关人员采取应急响应措施，控制事故源，切断一切可能扩大污染范围的环节，防止污染源扩散。

4.辐射事故终止后，尽快将事故发生的原因及事故状况报区（市、县）及以上辐射事故领导机构，协助做好辐射环境监测等各种事故后期工作。

5.负责本单位辐射事故应急处理（处理前、处理中、处理后）的经费保障工作，以及对受到影响的公众财产、人身安全等损失的赔偿。

（五） 适用范围

医院辐射事故主要是指：密封源、非密封放射性物质丢失、被盗、失控；密封源、非密封放射性物质及射线装置造成人员受到意外的异常照射；环境放射性污染的事件。

主要包括:

1.密封源、非密封放射性物质丢失、被盗、失控;

2.放射性物质造成对环境的放射性污染;

3.密封源、非密封放射性物质及射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

4.其它辐射事故。

（六）放射性同位素与射线装置基本情况

全院主要有Ⅴ类放射源核素，非密封放射性物质，Ⅱ类及Ⅲ类射线

二、辐射事故分级

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个级别。

（一）特别重大辐射事故（一级）

凡符合下列情形之一的，为特别重大辐射事故:

1. Ⅰ、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控并造成环境辐射污染后果;

2. 放射性同位素和射线装置失控导致3人以上（含 3 人）急性死亡;

3. 放射性物质泄漏，造成大范围严重环境辐射污染事故;

4. 对我省境内可能或已经造成较大范围辐射环境影响的航天器坠落事件或境（省） 外发生的核与辐射事故;

注: 特别重大辐射事故的量化指标如下:

事故造成气态放射性物质的释放量大于等于 5.0E+15Bq 的 I-131 当量，或者事故造成大于等于 3km2 范围的环境剂量率达到或超过 0.1mSv/h，或者β/γ沉积水平达到或超过 1000Bq/cm2，或者 a 沉积活度达到或超过 100Bq/cm2; 事故造成水环境污染时液态放射性物质的释放量大于等于 1.0E+13Bq的Sr-90当量; 事故造成地表、土壤污染（未造成地下水污染）时液态放射性物质的释放量大于等于1.0E+14Bq 的 Sr-90 当量; 在放射性物质运输过程中，发生事故造成大于等于25000D2 的放射性同位素释放。

（二）重大辐射事故（二级）

凡符合下列情形之一的，为重大辐射事故:

1. Ⅰ、Ⅱ类放射源丢失、被盗;

2.放射性同位素和射线装置失控导致2人以下（含 2 人）急性死亡或者10 人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾；

3.放射性物质泄漏，造成较大范围环境辐射污染后果；

注：重大辐射事故的量化指标如下：

事故造成气态放射性物质的释放量大于或等于5.0E+14Bq，且小于5.0E+15Bq的I-131当量，或者事故造 成大于等于0.5km2，且小于3km2范围的环境剂量率达到或 超过0.1mSv/h，或者 β/ γ沉积水平达到或超过1000Bq/cm2，或者a沉积活度达到或超过100Bq/cm2；事故造成水环境污染时液态放射性物质的释放量大于等于 1.0E+12Bq，且小于1.0E+13Bq的Sr-90当量；事故造成地表、土壤污染（未造成地下水污染）时液态放射性物质的释放量大于等于1.0E+13Bq，且小于1.0E+14Bq的Sr-90当量；在放射性物质运输过程中，发生事故造成大于等于2500D2，且小于25000D2的放射性同位素释放。

（三）较大辐射事故（三级）

凡符合下列情形之一的，为较大辐射事故：

1.Ⅲ类放射源丢失、被盗；

2.放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾；

3.放射性物质泄漏，造成小范围环境辐射污染后果；

注： 较大辐射事故的量化指标如下：

事故造成气态放射性物质的释放量大于等于5.0E+11Bq，且小于 5.0E+14Bq 的 I-131 当量，或者事故造 成大于等于500m2，且小于0.5km2 范围的环境剂量率达到或超过0.1mSv/h，或者β/γ沉积水平达到或超过1000Bq/cm2，或者a沉积活度达到或超过 100Bq/cm2；事故造成水环境污染时液态放射性物质的释放量大于等于1.0E+11Bq，且小于 1.0E+12Bq 的 Sr-90 当量；事故造成地表、土壤污染（未造成地下水污染）时液态放射性物质的释放量大于等于1.0E+12Bq，且小于1.0E+13Bq 的 Sr-90 当量；在放射性物质运输过程中，发生事故造成大于等于2.5D2，且小于2500D2的放射性同位素释放。

（四）一般辐射事故（四级）

凡符合下列情形之一的，为一般辐射事故：

1.IV、V类放射源丢失、被盗；

2.放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射；

3.放射性物质泄漏，造成厂区内或设施内局部辐射污染后果；

4.铀矿冶、伴生矿超标排放，造成环境辐射污染后果；

注：一般辐射事故的量化指标如下：

事故造成气态放射性物质的释放量小于 5.0E+11Bq 的I-131 当量，或者事故造成小于 500m2 范围的环境剂量率达到或超过 0.1mSv/h，或者β/γ沉积水平达到或超过 1000Bq/cm2，或者a沉积活度达到或超过 100Bq/cm2；事故造成水环境污染时液态放射性物质的释放量小于1.0E+11Bq 的 Sr-90 当量；事故造成地表、土壤污染（未造成地下水污染）时液态放射性物质的释放量小于1.0E+12Bq 的Sr-90当量；在放射性物质运输过程中，发生事故造成小于 2.5D2的放射性同位素释放。

三、辐射事故的预防

辐射事故多数是人为因素造成的责任事故，严格辐射防护安全管理，做好预防工作，是防止辐射事故发生的关键环节。

(一)建立健全辐射防护安全管理制度、操作规程和各项管理制度，如射线装置运行台账（做好交接班记录）、年度评估、个人剂量 档案、职业人员健康体检、放射工作场所监测方案等，严格落实辐射 防护各项规章制度，做到专人负责辐射安全管理工作。

(二)定期参加省级以上环保部门组织的辐射工作人员上岗证培训，禁止无证上岗，严格操作规程。

(三)定期检查辐射防护设施，如门机联锁装置、工作指示灯等，发现问题，及时检修。

四、辐射事故的处理

（一）立即撤离有关工作人员，封锁现场，控制事故源。切断一切可 能扩大污染范围的环节，防止事故扩大和蔓延。放射源丢失，要全力追回，对放射源脱出，要将源迅速转移至容器内。

（二）对可能受放射性核素污染或者损伤的人员，立即采取暂时隔离和应急救援措施，在采取有效个人防护措施的情况下组织人员彻底清 除污染并根据需要实施医学检查和医学处理。

（三）对受照人员要及时估算照剂量。

（四）污染现场未达到安全水平之前，不得解除封锁，将事故的后果和影响控制在最低限度。

五、应急组织机构及其职责

（一）辐射事故应急领导小组人员及职责

为了加强为了加强辐射事故应急工作的统一指挥，及时应对、处理，医院成立辐射事故应急工作领导小组，下设应

急办公室，负责医院内的辐射事故应急管理工作。医院院长任辐射事故应急领导小组组长，副院长为副组长，成员

由医院设备处、放射科、主任及其他工作人员组成。成员名单如下:

组　长:　左石（院长 ）

副组长:　李伟（副院长）代宏（副书记）张松（副院长）

组　员:　赵伟（设备处处长）、 鲁晶（设备处副处长）林秀兰（院办公室主任）、 李小宝（后勤处处长）、 莫非（医务　处处长）、 袁晓明（保卫处处长）、 高波（放射科主任） 、周石（介入主任）、 王明华（核医学主任） 、出良钊（伽玛刀中心主任）、王林（疼痛科主任）、 许良壁（内镜中心主任）、 邹小华（手 术室主任）、王莉莉（医学工程科科长）

1.组织制定医院辐射事故应急处理预案及修订;

2.负责组织协调辐射事故应急处理处置工作。负责组织应急准备工作，调度人员、设备、物资等，指挥其他各应急小组迅速赶赴现场，开展工作; 对辐射事故的现场进行组织协调、安排救助，指挥辐射事故应急救援行动，并向放射 工作人员与公众通报;

3.监督检查辐射安全工作，防止辐射事故的发生;

4.针对防范措施失效和未落实防范措施的部门提出整改意见;

5.负责恢复正常秩序、稳定受照人员情绪等方面的工

作;

6.负责辐射事故应急处理过程中（处理前、处理中、处理后）的各项经费保障工作，并对受到影响的公众财产、人身安全等损失进行赔偿。

（二）辐射事故应急办公室人员及职责

组　长:　赵伟（设备处处长）

组　员:　林秀兰（院办公室主任）、余钦（院办公室副主任）、莫非（医务处主任）、李湘海（医务处副处长）、李小宝（后勤管理处）、罗松（后勤处副处长）、鲁晶（设备处副处长）、安若石（总务科科长）、王莉莉（医学工程科科长）

1.按照辐射事故应急处理预案的要求，落实应急处理的各项日常工作;

2.组织辐射事故应急人员的培训，制定培训方案，专人负责，注重落实;

3.负责与当地环保部门、公安部门及卫生部门等相关部门的联络，报告辐射事故发生和应急救援情况;

（三）现场处置组人员及职责

组　长:　赵伟（设备处处长）

组　员:　莫非（医务处主任）、李湘海（医务处副主任）、 莫非（医务处处长）、袁晓明（保卫处处长）、吕世

兵（保卫处副处长）、高波（放射科主任）、周石（介入主任）、王明华（核医学主任）、出良钊（伽玛刀中心主任）、王林（疼痛科主任）、 许良壁（内镜中心主任）、邹小华（手 术室主任）、王莉莉（医学工程科科长）

1.接到辐射事故发生的报告后，立即赶赴现场，首先采取措施保护工作 人员和公众的生命安全，保护环境不受污染，最大限度控制事态发展;

2.负责现场警戒，划定紧急隔离区，不让无关人员进入，保护好现场;

3.迅速、正确判断事件性质，将事故情况报告辐射事故应急办公室;

4.现场进行伤员救助，并根据现场情况向辐射事故应急办公室报告人员损伤情况;

5.联系相关医院，跟随救治;

6.将人员恢复情况随时报应急办公室

7.协助相关主管部门（卫生、环保、公安等） 的应急处置工作，并接受其指挥领导。

（四） 后勤保障组的人员及职责

组　长：李小宝　　后勤处处长

副组长：罗松　　后勤处副处长

成　员：　安若石　总务科科长

王 波　停车场负责人

1.负责辐射事故应急处理期间的后勤保障工作;

2.完成应急处理领导小组交办的其它工作。

（五）安保组:

组　长:袁小明　保卫处处长

副组长:吕士兵　保卫处副处长

成 员:刘为民　保卫科科长

赵俊杰　保卫科工作人员

熊凌敬　保卫科工作人员

主要职责:放射源在贵州医科大学附属医院期间源的安保及安全应急相关工作。

六、辐射事故类型

（一）密封源、非密封放射性物质丢失、被盗、失控;

（二）放射性物质造成对环境的放射性污染;

（三）密封源、非密封放射性物质及射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

（四）其它辐射事故。

七、应急响应程序

本单位一旦发生辐射事故，立即启动本医院辐射事故应急预案，具体程序如下:

（一）迅速报告

发生或者发现辐射事故的科室和个人，必须立即向医 院应急办公室（或总值班室） 报告。医院应急办公室（或总值班室） 应立即向辐射事故领导小组汇报，及时收集整理相关处理情况，按照《辐射事故初始事故表》 要求填写事故初始情况，在事故发生 2 小时内报告当地环保部门，视情况向当地公安、卫生行政部门报告。

（二） 现场处置

目前我院主要是使用Ⅰ类、Ⅴ类放射源、使用Ⅱ 、Ⅲ类射线装置，我们根据法规要求定期监控，将事故隐患消灭在萌芽状态，若出现放射事故应立即启动事故应急预案，使辐射事故在短时间内得到有效控制，将辐射伤害和事故损失降低到最低限度。

1. 现场指挥程序

（1）事故发生后，当事人应立即通知同工作场所的工作人员撤离，封闭工 作场所并及时上报应急办公室;

（2）应急办公室应立即上报医院辐射事故领导小组，在院辐射事故领导小组的统一指挥下召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案;

（3）事故处理必须在院辐射事故领导小组的领导下，在有经验的工作人员 和辐射安全管理人员的参与下进行。未取得辐射安全管理人员的允许不得进入事 故区。

（4）确认发生辐射事故后，应及时上报公安、环保、卫生部门。

除上述工作外，辐射安全管理人员还应进行以下几项工作:

（1）迅速确定现场的辐射强度及影响范围，划出禁区，防止外照射的危害。

（2）根据现场辐射强度，决定工作人员在现场工作的时间。

（3）协助和指导在现场执行任务的工作人员佩戴防护用具及个人剂量仪。对严重剂量事故，应尽可能记下现场辐射强度和有关情况。并对现场重复测量，估计当事人所受剂量，根据受照剂量情况决定是否送医院进行医学处理或治疗。

(4)各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似似事故重复发生。

2.辐射事故应急措施

（1）Ⅰ类、Ⅴ类放射源丢失、被盗、失控当医院的 Ⅰ类、Ⅴ类放射源发生丢失、被盗、失控等突发事件时，应保护好 现场，立即通知应急领导小组，启动应急预案。第一时间向公安、环保、卫生部 门报告。通知医院相关部门负责人到达现场，对事件进行评估、分析因放射性物 质扩散造成的

危害，并请公安部分协助侦破，请环保部门对环境进行监控，争取把放射性物质造成的危害、损失降到最低限度。

（2）Ⅰ类、Ⅴ类放射源失控导致人员受到意外照射一旦发生Ⅰ类、Ⅴ类放射源失控导致大剂量误照时，立即疏散人群至安全区域，保护好现场，并立即上报医院应急领导小组，启动应急预案，通知医院急救中心，请专家对误照及超剂量照射者进行评估，做出治疗、体检方案，把被误照、过量照射者的健康损失减少到最小程度。

（3）射线装置失控导致人员受到意外照射一旦发生射线装置失控导致大剂量 X 射线误照时，立即终止原放射诊疗工作，关闭射线机电源，如发生在加速器机房应立即将受照人员转移到机房外，并立即上报医院应急领导小组，启动应急预案，通知医院急救中心，请专家对误照及超剂量照射者进行评估，做出治疗、体检方案，把被误照、过量照射者的健康损失减少到最小程度。

（4）放射性物质对环境造成污染使用非密封放射性物质时，一旦产生辐射环境剂量异常，应第一时间将人员 疏散至安全区域，设立警示标志，并上报医院应急领导小组，启动应急预案，通 知应急处置小组进行处理，污染现场尚未达到安全水平以前，不得解除封锁。如 确实无法处理的，向环保部门报告请求帮助。

（5）自然灾害发生自然灾害，若放射性物资受损，应立即上报环保部门，请求技术增援。

八、应急终止

贵阳市及市级以上辐射事故应急机构宣布终止应急状 态后，我单位负责善后处置工作，妥善安置受害和受影响人 员，对初步确定受照剂量超标的工作人员进行跟踪剂量调 查，并立即安排需要医治的人员就医，尽快恢复正常秩序， 保证社会稳定。

九、事故分析

配合有关部门对现场进行勘查、辐射事故后处理等工作，查找事故发生的原因，进行调查处理，将事故处理结果及时报上级行政主管部门和环保部门。

总结经验教训，制定或修改防范措施，加强日常辐射安全管理，杜绝类似事故发生。

十、应急保障

（一）负责本单位辐射事故应急处理过程中的资金保障、应急物资保障、通讯保障等。

（二）组织本单位辐射事故应急演练工作，检验能否及时有效的将事故发生情况报告当地环保部门，及应急物资是否配备齐全等。

（三） 应急物资。便携式 X- γ计量仪、个人剂量报警仪、 铅手套、铅衣、通讯设备等。

十一、附则

本方案于 2018 年 1 月 1 日起生效。2023年8月31日进行修订。

贵州医科大学附属医院

附件1：贵州省、贵阳市相关政府机构联系电话

（一） 贵州省核与辐射安全应急响应办公室电话：

专家组成员名单

姓 名	专 长	联系电话/
卢 苇	辐射事故应急处理处置	
曾桂萍	辐射事故应急处理处置	
刘志明	辐射事故应急处理处置	
王兴波	辐射事故应急处理处置	
邓多丽	辐射事故应急处理处置	

（二） 市、区政府部门联系电话

贵阳市环保部门联系电话：

市公安局报警电话：

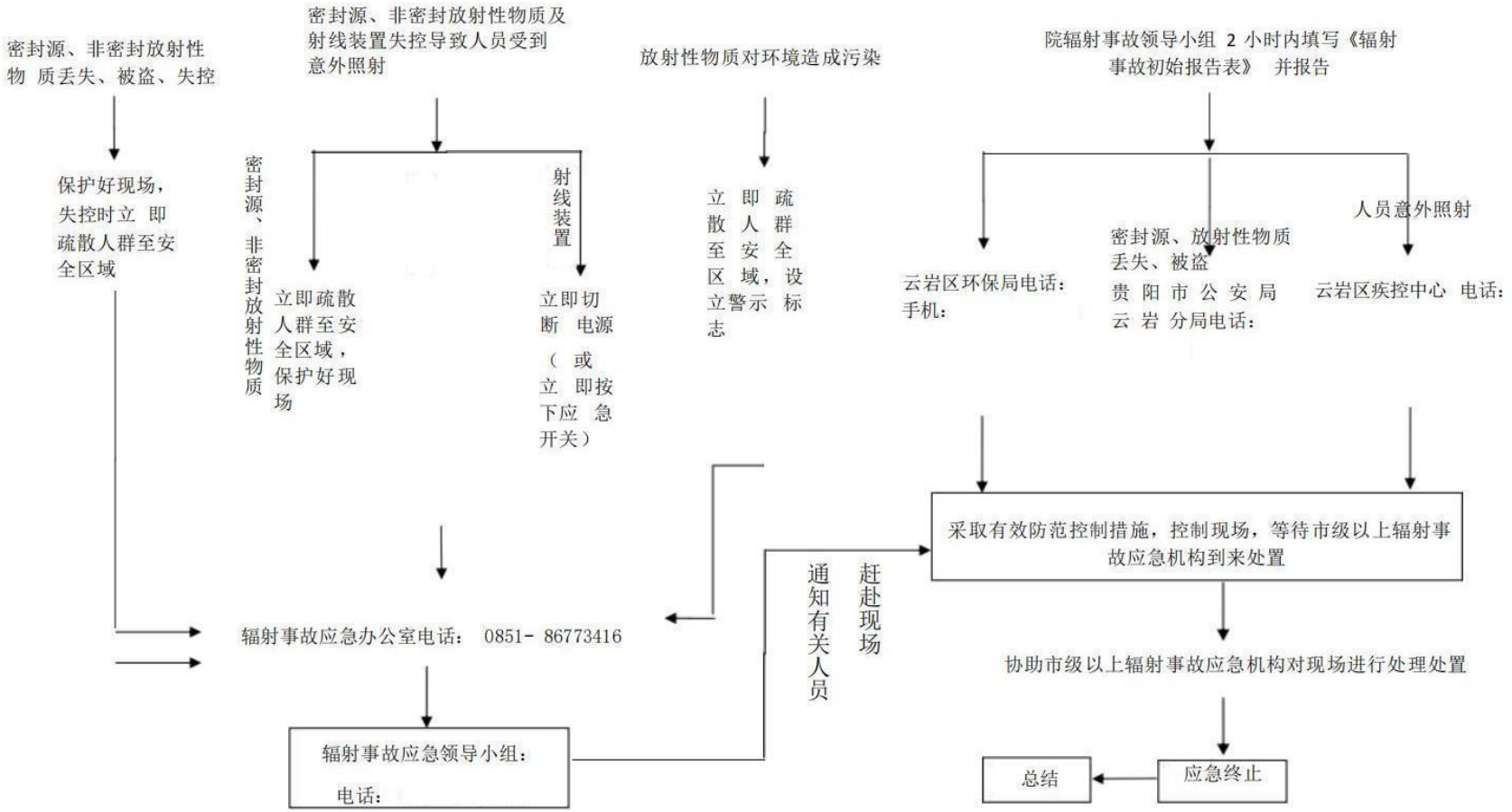
云岩区环境保护局：

附件2： 辐射事故初始报告表

<table>
<tr><td>事故单位名　称</td><td colspan="7">(公章)</td></tr>
<tr><td>法定代表人</td><td></td><td>地　址</td><td colspan="3"></td><td>邮　编</td><td></td></tr>
<tr><td>电　话</td><td colspan="2"></td><td>传　真</td><td></td><td>联系人</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>许可证号</td><td colspan="2"></td><td>许可证审批机关</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>事　故发生时间</td><td colspan="2"></td><td>事故发生地点</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">事　故类　型</td><td colspan="3">□ 人员受照　□ 人员污染</td><td colspan="4">受照人数　　受污染人数</td></tr>
<tr><td colspan="3">□ 丢失　□ 被盗　□ 失控</td><td colspan="4">事故源数量</td></tr>
<tr><td colspan="3">□ 放射性污染</td><td colspan="4">污染面积(m²)</td></tr>
<tr><td>序号</td><td>事故源核素名称</td><td>出厂活度（Bq）</td><td>出厂日期</td><td colspan="2">放射源编码</td><td>事故时活度（Bq）</td><td>非密封放射性物质状态（固/液态）</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>序号</td><td>射线装置名称</td><td>型　号</td><td>生产厂家</td><td colspan="2">设备编号</td><td>所在场所</td><td>主要参数</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>事故经过情况</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td>报告人签字</td><td></td><td>报告时间</td><td colspan="5">年　月　日　时　分</td></tr>
</table>

注： 射线装置的“主要参数”是指 X 射线机的电流（mA） 和电压（kV）、加速器线束能量等主要性能参数。

贵州医科大学附属医院辐射事故报告及应急处理流程图



附件 12. 辐射培训证书（部分）

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

常建英，女，1966年04月22日生，身份证：

1，于2023年03月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GZ0200062 有效期：2023年03月16日 至 2028年03月16日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

陈唯唯，女，1988年01月06日生，身份证： 于2022年06月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200106 有效期：2022年06月16日至 2027年06月16日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

董洪敏，女，1965年09月11日生，身份证：

X，于2022年08月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200165　　有效期：2022年08月12日 至 2027年08月12日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

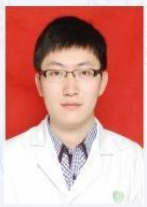
甘家应，男，1968年06月09日生，身份证：　　于2022年11月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200224　　有效期：2022年11月09日 至 2027年11月09日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单



耿一超，男，1987年11月10日生，身份证：　　于202
3年02月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GZ0200031　　有效期：2023年02月20日 至 2028年02月20日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

郭振能，男，1969年04月17日生，身份证：　　，于20
22年08月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200164　　有效期：2022年08月12日至 2027年08月12日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

何明媛，女，1984年12月28日生，身份证：[redacted]，于2023年03月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GZ0200082　　有效期：2023年03月16日 至 2028年03月16日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

赵朝芬，女，1988年01月03日生，身份证：[redacted]，于2022年07月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200128　　有效期：2022年07月15日 至 2027年07月15日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

贺前勇，男，1990年03月22日生，身份证：[redacted]于202
3年02月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GZ0200034　　有效期：2023年02月20日 至 2028年02月20日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

洪卫，男，1970年10月31日生，身份证：[redacted]，于2022
年11月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200202　　有效期：2022年11月09日 至 2027年11月09日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

胡丽丽，女，1989年07月12日生，身份证：[redacted]，于2022年06月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200088　　有效期：2022年06月16日 至 2027年06月16日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

胡琴，女，1992年06月15日生，身份证：[redacted]，于2021年11月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS21GZ0200088　　有效期：2021年11月26日 至 2026年11月26日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

胡银祥，男，1980年01月15日生，身份证：[redacted]，于2022年03月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200016　　有效期：2022年03月16日 至 2027年03月16日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

黄雷，男，1994年12月18日生，身份证：[redacted]，于2021年12月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS21GZ0200102　　有效期：2021年12月09日 至 2026年12月09日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

黄韵红，女，1966年12月25日生，身份证：[redacted]，于2023年03月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GZ0200063　　有效期：2023年03月16日 至 2028年03月16日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

金风，女，1963年06月24日生，身份证：[redacted]，于2023年02月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GZ0200005　　有效期：2023年02月16日 至 2028年02月16日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

金海洁，女，1987年07月21日生，身份证：　　，于2022年03月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200026　　**有效期：2022年03月16日 至 2027年03月16日**

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

李凤虎，男，1980年03月01日生，身份证：　　，于2022年06月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200064　　有效期：2022年06月16日 至 2027年06月16日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

李雷蕾，女，1990年04月18日生，身份证：[redacted]，于2025年01月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS25GZ0200004　　有效期：2025年01月08日 至 2030年01月08日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

李青松，男，1979年10月21日生，身份证：[redacted] 于2023年02月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GZ0200025　　有效期：2023年02月20日 至 2028年02月20日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

李小凯，男，1982年06月01日生，身份证：，于2023年05月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GZ0200181　　有效期：2023年05月19日 至 2028年05月19日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

刘江，男，1982年12月19日生，身份证：于2022年08月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200180　　有效期：2022年08月12日 至 2027年08月12日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

刘丽娜，女，1987年05月29日生，身份证：[redacted]，于2023年07月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GZ0200216　　有效期：2023年07月14日 至 2028年07月14日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

刘凌枫，男，1991年10月08日生，身份证：[redacted]，于2023年03月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GZ0200073　　有效期：2023年03月16日 至 2028年03月16日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

刘雯，女，1983年05月30日生，身份证：[redacted]，

于2021年11月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS21GZ0200089　　有效期：2021年11月26日 至 2026年11月26日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

龙金华，女，1974年05月09日生，身份证：[redacted]，于2023年02月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GZ0200037　　有效期：2023年02月20日 至 2028年02月20日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

卢冰，男，1964年01月30日生，身份证：[redacted]，于2023年02月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GZ0200033　　有效期：2023年02月20日 至 2028年02月20日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

罗秀玲，女，1972年04月12日生，身份证：[redacted]，于2022年08月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200167　　有效期：2022年08月12日 至 2027年08月12日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

罗元强，男，1983年03月12日生，身份证：[redacted]，于2022年03月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200020　　有效期：2022年03月16日 至 2027年03月16日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

欧阳伟炜，男，1973年10月31日生，身份证：[redacted]，于2023年05月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GZ0200178　　有效期：2023年05月19日 至 2028年05月19日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

漆修，男，1973年12月23日生，身份证：[redacted]，于2022年07月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200132　　有效期：2022年07月15日 至 2027年07月15日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

冉文锋，男，1978年05月11日生，身份证：[redacted]，于2022年11月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200196　　有效期：2022年11月09日 至 2027年11月09日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

石泓槟，男，1989年05月22日生，身份证：[redacted]，于202
2年07月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200136　　有效期：2022年07月15日 至 2027年07月15日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

苏胜发，男，1979年07月19日生，身份证：[redacted]于202
2年06月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200066　　有效期：2022年06月16日 至 2027年06月16日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

截图(Alt + A)

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

唐超，男，1995年10月12日生，身份证：[redacted]，于2023年11月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GZ0200301　　有效期：2023年11月07日 至 2028年11月07日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

万军，男，1982年08月04日生，身份证：[redacted]，于2021年11月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS21GZ0200065　　有效期：2021年11月25日 至 2026年11月25日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

汪莹，女，1972年06月07日生，身份证：[redacted]，于2022年07月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200130　　有效期：2022年07月15日　至　2027年07月15日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

王刚，男，1979年02月18日生，身份证：[redacted]，于2023年05月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GZ0200167　　有效期：2023年05月19日　至　2028年05月19日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

王孔义，男，1989年05月22日生，身份证：[redacted]，于2022年07月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200157　　有效期：2022年07月15日 至 2027年07月15日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

王文玲，女，1963年08月01日生，身份证：[redacted]，于2023年03月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GZ0200078　　有效期：2023年03月16日 至 2028年03月16日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

王志勇，男，1986年01月18日生，身份证：[redacted]，于202
2年03月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200018　　有效期：2022年03月16日 至 2027年03月16日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

吴涛，女，1972年02月04日生，身份证：[redacted]，于2023
年11月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GZ0200290　　有效期：2023年11月07日至 2028年11月07日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

吴伟莉，女，1969年07月10日生，身份证：　　于202

2年11月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200208　　有效期：2022年11月09日 至 2027年11月09日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

许聪凤，女，1989年09月05日生，身份证：　　，于202

2年03月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200015　　有效期：2022年03月16日 至 2027年03月16日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

许国伟，男，1992年04月28日生，身份证：[redacted]，于2021年12月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS21GZ0200095　　有效期：2021年12月09日至 2026年12月09日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

杨文刚，男，1984年09月21日生，身份证：[redacted]，于2023年04月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GZ0200102　　有效期：2023年04月12日 至 2028年04月12日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

游士虎，男，1988年11月21日生，身份证：[redacted]，于2021年12月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS21GZ0200104　　有效期：2021年12月09日至 2026年12月09日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

岳阳，男，1994年02月15日生，身份证：[redacted]，于2022年07月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200147　　有效期：2022年07月15日　至 2027年07月15日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

张皓嘉，男，1991年07月09日生，身份证：[redacted]，于2021年12月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS21GZ0200105　　有效期：2021年12月09日 至 2026年12月09日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

张婧，女，1984年08月30日生，身份证：[redacted]，于2022年07月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200151　　有效期：2022年07月15日 至 2027年07月15日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

张毅，男，1990年09月21日生，身份证：[redacted]，于2022年03月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200021　　有效期：2022年03月16日 至 2027年03月16日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

赵红，男，1990年04月15日生，身份证：[redacted]，于2022年11月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200222　　有效期：2022年11月09日 至 2027年11月09日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

周进朋，男，1981年10月15日生，身份证：[redacted]，于2022年11月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS22GZ0200195　　有效期：2022年11月09日 至 2027年11月09日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

核技术利用辐射安全与防护考核

成绩报告单

朱峰，男，1967年02月06日生，身份证：[redacted]，于2023年05月参加 放射治疗 辐射安全与防护考核，成绩合格。

编号：FS23GZ0200184　　有效期：2023年05月19日至 2028年05月19日

报告单查询网址：fushe.mee.gov.cn

附件 13. 个人剂量体检报告

中国认可
检测
TESTING
CNAS L3997

贵州省疾病预防控制中心

Guizhou Center for Disease Prevention and Control

检 测 报 告

TEST REPORT

受 理 编 号: Sample Serial No.	FS2024-0053
委托单位/联系电话: Applicant Name	贵州医科大学附属肿瘤医院有限公司/18870212607
检 测 项 目: Test item(s)	X、γ 射线个人剂量检测
报 告 日 期: Date Reported	2024年11月15日

贵州省疾病预防控制中心 检验检测专用章

2211 0058 5061 5

说　明

一、对报告如有异议，应于收到报告之日起十五日内以书面形式向中心 综合业务大厅提出复核申请，逾期不予受理；

二、由于客户自身原因对报告有修改需求的，向中心业务大厅提出报告修改申请；

三、本报告封面及签发页加盖印章方为有效报告；

四、报告各页之间加盖印章作为骑缝章，若使用部分内容、涂改或增删报告均为无效报告；

五、本检验检测报告及本机构名称未经许可，不得用于向社会发布信息，不得用于产品标签、广告、商品宣传和评优等；

六、本报告仅对送检样品或指定的实验对象负责，抽检样品仅对该批次样品负责。

INSTRUCTION

1.If there is any objection to the report, the applicant shall submit an application for review to the comprehensive Business Hall of the Center in written form within 15 days from the date of receipt of the report.

2. If the customer needs to modify the report due to his own reasons, he shall submit an application for the modification of the report to the central business Hall.

3. This report shall be valid only if the cover and issue pages are stamped.

4. A seal is affixed between the pages of the report as a seal. If part of the report is used, altered or added or deleted, the report will be invalid.

5. This inspection report and the name of this organization shall not be used to release information to the public, and shall not be used for product labeling, advertising, product promotion and evaluation without permission.

6. This report is only responsible for the submitted samples or designated test subjects, and the sample is only responsible for the batch of samples.

本中心联系地址：贵阳市八鸽岩路 73 号　　邮编（P.C.）：550004

GZCDC Add：No. 73, ba ge yan Road, Guiyang city, Guizhou province, China

P.C：550004

综合业务大厅电话：0851-86826786

Quality Control Department Tel：0851-86826786

贵州省疾病预防控制中心

检　测　报　告

受理编号：FS2024-0053

检测项目：	X、γ射线个人剂量检测	检测方法：	热释光剂量法
用人单位：	贵州医科大学附属肿瘤医院有限公司	委托单位：	贵州医科大学附属肿瘤医院有限公司
检测/评价依据：	GBZ128-2019《职业性外照射个人监测规范》 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》		
检测室名称：	放射卫生检验科	检测类别/目的：	委托/常规
检测仪器名称/型号/编号：	个人监测用X、γ辐射热释光测量系统/RE2000/370015	探测器：	热释光剂量计(TLD)-片状（圆片）-LiF(Mg,Cu,P)
检测日期：	2023年10月10日——2024年10月10日		

结论：

你单位金风、吴伟莉等三百四十一人年受照剂量均小于20mSv，符合GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》附录B1.1的规定。

检测结果：

序号	编号	姓名	性别	职业类别	本年度检测次数	$H_p(10)$(mSv)
1	0003	金风	女	放射治疗（2D）	4	0.10
2	0007	吴伟莉	女	放射治疗（2D）	4	<MDL
3	0020	李媛媛	女	放射治疗（2D）	4	0.06
4	0022	龙金华	女	放射治疗（2D）	4	0.94
5	1273	罗秀玲	女	放射治疗（2D）	4	0.07
6	0029	龚修云	男	放射治疗（2D）	4	0.13
7	13246	李卓玲	女	放射治疗（2D）	4	0.16
8	6258	郭朝振	男	放射治疗（2D）	4	0.12
9	16534	王冲	男	放射治疗（2D）	4	0.08
10	14479	贺前勇	男	放射治疗（2D）	4	<MDL
11	0002	卢冰	男	放射治疗（2D）	4	0.11
12	2754	欧阳伟炜	男	放射治疗（2D）	4	0.30
13	0024	马筑	男	放射治疗（2D）	4	0.07
14	7779	杨文刚	男	放射治疗（2D）	4	0.05

贵州省疾病预防控制中心

检　测　报　告

受理编号：FS2024-0053

序号	编号	姓名	性别	职业类别	本年度检测次数	$H_p(10)$ (mSv)
15	1282	左凯	男	放射治疗（2D）	4	0.11
16	16522	黄小敏	女	放射治疗（2D）	4	<MDL
17	0005	王文玲	女	放射治疗（2D）	4	0.06
18	0008	董洪敏	女	放射治疗（2D）	4	0.20
19	1305	陈望花	女	放射治疗（2D）	4	0.06
20	16134	刘宽奇	男	放射治疗（2D）	4	0.13
21	17507	徐宇轩	男	放射治疗（2D）	4	0.07
22	19490	宋娅	女	放射治疗（2D）	4	0.12
23	0010	常建英	女	放射治疗（2D）	4	0.83
24	17546	杜艳	女	放射治疗（2D）	4	0.33
25	0014	李凤虎	男	放射治疗（2D）	4	0.27
26	4066	李杰慧	女	放射治疗（2D）	4	0.15
27	14477	杜燕军	女	放射治疗（2D）	4	0.19
28	1288	梅烦	男	放射治疗（2D）	4	0.18
29	0006	黄韵红	女	放射治疗（2D）	4	<MDL
30	0009	吴涛	男	放射治疗（2D）	4	0.15
31	0028	胡云飞	女	放射治疗（2D）	4	0.10
32	14474	陈露阳	女	放射治疗（2D）	4	0.14
33	16524	旷华香	女	放射治疗（2D）	4	0.08
34	16536	王苗	女	放射治疗（2D）	4	0.17
35	4067	苏胜发	男	放射治疗（2D）	4	0.20
36	0027	陈娟	女	放射治疗（2D）	4	0.07
37	3944	张毅	男	放射治疗（2D）	4	0.08
38	14485	李羚	女	放射治疗（2D）	4	0.04

贵州省疾病预防控制中心

检　测　报　告

受理编号：FS2024-0053

序号	编号	姓名	性别	职业类别	本年度检测次数	$H_p(10)$ (mSv)
39	0041	胡银祥	男	放射治疗（2D）	4	0.16
40	0038	甘家应	男	放射治疗（2D）	4	0.09
41	0040	洪卫	男	放射治疗（2D）	4	<MDL
42	0044	罗元强	男	放射治疗（2D）	4	<MDL
43	2756	王志勇	男	放射治疗（2D）	4	0.05
44	6261	许聪凤	女	放射治疗（2D）	4	1.47
45	10873	张皓嘉	男	放射治疗（2D）	4	<MDL
46	10872	游士虎	男	放射治疗（2D）	4	<MDL
47	9790	金海洁	女	放射治疗（2D）	4	0.09
48	0039	郭振能	男	放射治疗（2D）	4	0.15
49	0042	周进朋	男	放射治疗（2D）	4	<MDL
50	9788	胡琴	女	放射治疗（2D）	4	<MDL
51	21360	杨超	男	放射治疗（2D）	4	<MDL
52	19496	何建	男	放射治疗（2D）	4	0.10
53	0034	朱峰	男	放射治疗（2D）	4	<MDL
54	10859	刘雯	女	放射治疗（2D）	4	0.10
55	13241	侯琴	女	放射治疗（2D）	4	0.05
56	3424	万军	男	放射治疗（2D）	4	0.08
57	9813	赵红	女	放射治疗（2D）	4	0.16
58	16127	熊壮	男	放射治疗（2D）	4	0.05
59	16143	黄和玲	女	放射治疗（2D）	4	<MDL
60	0046	汪莹	女	放射治疗（2D）	4	0.12
61	6262	王孔义	男	放射治疗（2D）	4	0.05
62	16146	陈杰	男	放射治疗（2D）	4	0.11

贵州省疾病预防控制中心

检　测　报　告

受理编号：FS2024-0053

序号	编号	姓名	性别	职业类别	本年度检测次数	$H_p(10)$ (mSv)
63	6260	石泓槟	男	放射治疗（2D）	4	<MDL
64	0048	漆修	男	放射治疗（2D）	4	<MDL
65	0051	冉文锋	男	放射治疗（2D）	4	0.08
66	0047	石剑虹	女	放射治疗（2D）	4	<MDL
67	16137	刘安东	男	放射治疗（2D）	4	0.04
68	0045	刘江	男	放射治疗（2D）	4	<MDL
69	13242	黄雷	男	放射治疗（2D）	4	0.79#
70	14502	岳阳	男	放射治疗（2D）	4	0.07
71	16129	唐超	男	放射治疗（2D）	4	<MDL
72	20470	龙贵江	女	放射治疗（2D）	4	<MDL
73	12769	石帅	男	放射治疗（2D）	4	<MDL
74	12771	邵宏宇	男	放射治疗（2D）	4	0.10
75	12766	曹东东	男	放射治疗（2D）	4	0.14
76	12765	唐雅雪	女	放射治疗（2D）	4	0.14
77	17520	罗盼	女	放射治疗（2D）	4	0.09
78	14481	贾亚森	男	放射治疗（2D）	4	<MDL
79	6263	耿一超	男	放射治疗（2D）	4	<MDL
80	1307	刘秋琳	男	放射治疗（2D）	4	0.09
81	1304	罗大先	女	放射治疗（2D）	4	0.09
82	4068	何明媛	女	放射治疗（2D）	4	0.08
83	12761	杜井富	女	放射治疗（2D）	4	0.12
84	19482	杨明慧	男	放射治疗（2D）	4	0.10
85	0017	王刚	女	放射治疗（2D）	4	0.20
86	6264	陈梦翔	男	放射治疗（2D）	4	0.21

贵州省疾病预防控制中心

检　测　报　告

受理编号：FS2024-0053

序号	编号	姓名	性别	职业类别	本年度检测次数	$H_p(10)$(mSv)
87	6265	刘丽娜	男	放射治疗（2D）	4	0.04
88	17516	潘欢	女	放射治疗（2D）	4	0.17
89	1289	李永霞	女	放射治疗（2D）	4	0.15
90	19524	周莉莉	男	放射治疗（2D）	4	0.11
91	21362	邓宇	女	放射治疗（2D）	4	0.12
92	19488	王艳	女	放射治疗（2D）	4	0.16
93	21363	郑佳敏	女	放射治疗（2D）	4	0.10
94	21364	郑倩	女	放射治疗（2D）	4	0.15
95	21365	向兰	女	放射治疗（2D）	4	0.26
96	21366	李海豪	女	放射治疗（2D）	4	0.15
97	21367	刘淋淋	男	放射治疗（2D）	4	0.05
98	21368	梁定发	男	放射治疗（2D）	4	0.11
99	10853	段庆红	男	介入放射学（2E）	4	<MDL
100	2762	雷鹰	男	核医学（2C）	4	0.23
101	0057	胡睿	男	诊断放射学（2A）	4	0.14
102	0058	张顺	女	诊断放射学（2A）	4	<MDL
103	0064	李江	男	诊断放射学（2A）	4	<MDL
104	0063	赵恒飞	男	诊断放射学（2A）	4	0.07
105	6271	王旭东	男	诊断放射学（2A）	4	0.11
106	1313	杨洁	男	诊断放射学（2A）	4	0.06
107	6273	安坤宝	男	诊断放射学（2A）	4	0.05
108	2764	刘育峰	男	诊断放射学（2A）	4	0.12
109	9796	牟鹏	男	诊断放射学（2A）	4	0.08
110	7788	丁亚男	男	诊断放射学（2A）	4	0.11

贵州省疾病预防控制中心

检　测　报　告

受理编号：FS2024-0053

序号	编号	姓名	性别	职业类别	本年度检测次数	$H_p(10)$(mSv)
111	7789	葛润钦	男	诊断放射学（2A）	4	0.08
112	7790	印宇	男	诊断放射学（2A）	4	0.05
113	7797	徐娇娇	女	诊断放射学（2A）	4	0.08
114	10863	冉孟新	女	诊断放射学（2A）	4	<MDL
115	18020	蹇新梅	男	诊断放射学（2A）	4	<MDL
116	10862	毛金宝	女	诊断放射学（2A）	4	0.10
117	10867	王松	男	诊断放射学（2A）	4	0.10
118	10868	徐帅	男	诊断放射学（2A）	4	0.24
119	9798	冉红芹	男	诊断放射学（2A）	4	0.18
120	13240	龚源浩	女	诊断放射学（2A）	4	0.16#
121	13239	冯晴晴	男	诊断放射学（2A）	4	0.08
122	13257	王怡	女	诊断放射学（2A）	4	0.13
123	13913	陈旭	女	诊断放射学（2A）	4	0.13
124	1312	罗健	男	诊断放射学（2A）	4	<MDL
125	14476	邓婷婷	男	诊断放射学（2A）	4	0.07
126	19497	陈娜	女	诊断放射学（2A）	4	0.24
127	19498	孙婕	女	诊断放射学（2A）	4	0.15
128	3947	王明华	男	核医学（2C）	4	0.14
129	4080	周利	男	核医学（2C）	4	<MDL
130	4082	柏登胜	女	核医学（2C）	4	0.06
131	15341	彭云涛	男	核医学（2C）	4	<MDL
132	19503	邹子斌	男	核医学（2C）	4	0.06
133	19504	罗周浩	男	核医学（2C）	4	0.05
134	19505	史天福	男	核医学（2C）	4	0.09

贵州省疾病预防控制中心

检　测　报　告

受理编号：FS2024-0053

序号	编号	姓名	性别	职业类别	本年度检测次数	$H_p(10)$(mSv)
135	19506	谢晓菲	男	核医学（2C）	4	<MDL
136	19507	李颖	女	核医学（2C）	4	0.08
137	16556	姜智鑫	女	介入放射学（2E）	4	0.11
138	13259	肖诤	男	介入放射学（2E）	4	0.11
139	14482	蒋莉	男	介入放射学（2E）	4	0.17
140	19509	许定虹	女	介入放射学（2E）	4	0.27
141	19487	王艳	女	介入放射学（2E）	4	0.17
142	17542	李德慧	女	介入放射学（2E）	4	0.08
143	13915	黄志梅	女	介入放射学（2E）	4	0.30
144	16135	刘骏	女	介入放射学（2E）	4	0.24
145	17522	刘思君	男	介入放射学（2E）	4	0.23
146	3950	王东	男	诊断放射学（2A）	4	0.13
147	9791	李晓隆	男	诊断放射学（2A）	4	<MDL
148	9815	邹明昌	男	诊断放射学（2A）	4	0.06
149	3953	聂远	男	诊断放射学（2A）	4	0.10
150	9802	王进	男	诊断放射学（2A）	4	<MDL
151	9803	王兴猛	男	诊断放射学（2A）	4	0.04
152	16139	李志远	男	诊断放射学（2A）	4	<MDL
153	9808	杨明	男	诊断放射学（2A）	4	<MDL
154	14488	刘贵忠	男	诊断放射学（2A）	4	<MDL
155	16148	司马重阳	男	诊断放射学（2A）	4	0.91
156	19512	陈江	男	诊断放射学（2A）	4	0.88
157	16130	苏朝江	男	诊断放射学（2A）	4	0.99
158	19513	田茂梅	男	诊断放射学（2A）	4	0.69

贵州省疾病预防控制中心

检　测　报　告

受理编号：FS2024-0053

序号	编号	姓名	性别	职业类别	本年度检测次数	$H_p(10)$(mSv)
159	16128	吴天香	女	诊断放射学（2A）	4	0.26
160	6282	万卿	男	介入放射学（2E）	4	0.11
161	6279	黄儒文	男	介入放射学（2E）	4	<MDL
162	6280	王念	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
163	6281	范成都	男	介入放射学（2E）	4	<MDL
164	6290	罗夫君	男	介入放射学（2E）	4	0.12
165	7803	刘辉	男	介入放射学（2E）	4	0.12
166	7806	任雪娇	女	介入放射学（2E）	4	0.06
167	9806	杨福润	女	介入放射学（2E）	4	0.08
168	9800	田姗飞	女	介入放射学（2E）	4	0.05
169	9807	杨剑	男	介入放射学（2E）	4	<MDL
170	11895	杨登武	男	介入放射学（2E）	4	<MDL
171	14497	王子越	男	介入放射学（2E）	4	<MDL
172	14480	黄绍鹏	男	介入放射学（2E）	4	0.05
173	11413	刘晶	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
174	16138	林小芬	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
175	16140	李芮	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
176	17547	陈正涛	男	介入放射学（2E）	4	<MDL
177	17544	胡梦蓉	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
178	6292	曹晓彤	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
179	19515	刘芳芳	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
180	6295	张艳	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
181	6296	程小容	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
182	6298	邓进飞	女	介入放射学（2E）	4	<MDL

贵州省疾病预防控制中心

检　测　报　告

受理编号：FS2024-0053

序号	编号	姓名	性别	职业类别	本年度检测次数	$H_p(10)$(mSv)
183	6299	黄显秀	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
184	6300	刘燕虹	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
185	6303	钟合群	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
186	5304	张倩茹	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
187	5305	朱丽	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
188	5309	赵鑫	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
189	5312	张婕	女	介入放射学（2E）	4	0.05
190	5313	余胜美	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
191	5315	陈雪艳	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
192	5316	廖超	男	介入放射学（2E）	4	<MDL
193	5317	林雪梅	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
194	7809	杨扬	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
195	9799	宋婷婷	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
196	7807	胡慧	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
197	14473	陈娟	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
198	14493	唐红	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
199	14508	郑思梦	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
200	11416	于露	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
201	11412	丁志洁	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
202	19517	王宗婷	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
203	19518	谢骋	男	介入放射学（2E）	4	<MDL
204	13266	王正华	男	介入放射学（2E）	4	0.38
205	21469	黄新源（白云）	男	介入放射学（2E）	4	0.06
206	19531	娄琳滟	女	介入放射学（2E）	4	<MDL

贵州省疾病预防控制中心

检　测　报　告

受理编号：FS2024-0053

序号	编号	姓名	性别	职业类别	本年度检测次数	$H_p(10)$(mSv)
207	19532	杨诗俨	男	介入放射学（2E）	4	<MDL
208	19533	杨云飞	男	介入放射学（2E）	4	<MDL
209	19534	王晋婷	女	介入放射学（2E）	4	0.05
210	19535	夏小梅	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
211	19536	胡浩	男	介入放射学（2E）	4	<MDL
212	19537	陈金栩	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
213	19538	李雪彦	女	介入放射学（2E）	4	<MDL
214	19539	游登伟	男	介入放射学（2E）	4	<MDL
215	19540	常沙	男	介入放射学（2E）	4	<MDL
216	21383	李小龙（白云）	男	介入放射学（2E）	4	0.12
217	19951	杨超杰	男	介入放射学（2E）	4	0.12
218	19955	杨丽娟	女	介入放射学（2E）	4	0.09
219	19957	陈国伟	男	介入放射学（2E）	4	0.42
220	19962	李薇	女	介入放射学（2E）	4	0.46
221	19964	文宗萍	女	介入放射学（2E）	4	0.29
222	16133	刘宗旸	男	诊断放射学（2A）	4	0.25
223	12773	龚泽芹	女	介入放射学（2E）	4	0.14
224	12778	刘哲	男	介入放射学（2E）	4	0.19
225	21787	程丽辉	女	介入放射学（2E）	4	0.34
226	12780	何群	女	介入放射学（2E）	4	0.29
227	12779	龚路兵	男	介入放射学（2E）	4	0.28
228	12781	代婷	女	介入放射学（2E）	4	0.26
229	12782	张正	男	介入放射学（2E）	4	0.29
230	12777	刘小敏	女	介入放射学（2E）	4	0.35

贵州省疾病预防控制中心

检　测　报　告

受理编号：FS2024-0053

序号	编号	姓名	性别	职业类别	本年度检测次数	$H_p(10)$ (mSv)
231	12783	朱绍元	男	诊断放射学（2A）	4	0.12
232	12784	叶远梅	女	诊断放射学（2A）	4	0.32
233	12785	王子琪	女	诊断放射学（2A）	4	0.07
234	12786	王小艳	女	诊断放射学（2A）	4	0.20
235	12787	龚颖	女	诊断放射学（2A）	4	0.11
236	12788	李坤树	男	诊断放射学（2A）	4	0.15
237	17543	黄丽	女	诊断放射学（2A）	4	0.05
238	12789	刘前怡	女	诊断放射学（2A）	4	0.10
239	12791	金丽	女	诊断放射学（2A）	4	0.08
240	12792	班红	女	诊断放射学（2A）	4	0.18
241	21788	罗丹	女	核医学（2C）	4	0.18
242	21789	龙婉玉	女	核医学（2C）	4	0.79
243	20687	彭朝艳	女	核医学（2C）	4	0.07
244	21791	乔彦雨	男	介入放射学（2E）	4	0.11
245	21826	王红鉴	女	介入放射学（2E）	4	0.16
246	19511	谢飞	女	介入放射学（2E）	4	0.19
247	21827	谢安勇	男	诊断放射学（2A）	4	<MDL
248	21828	李荣梅	女	核医学（2C）	4	0.07
249	0065	王文燕	女	诊断放射学（2A）	4	0.22
250	3429	吴长迎	女	诊断放射学（2A）	4	0.23
251	6274	代雪陈	女	诊断放射学（2A）	4	0.31
252	7802	王亚男	女	诊断放射学（2A）	4	0.16
253	3428	苏蕾	女	诊断放射学（2A）	4	1.11
254	9789	黄怡	女	诊断放射学（2A）	4	0.21

贵州省疾病预防控制中心

检　测　报　告

受理编号：FS2024-0053

序号	编号	姓名	性别	职业类别	本年度检测次数	$H_p(10)$ (mSv)
255	14475	邓慧莉	女	诊断放射学（2A）	4	0.24
256	21829	张江霖	男	诊断放射学（2A）	4	0.13
257	20473	谢文琴	女	核医学（2C）	4	<MDL
258	16554	朱启慧	女	核医学（2C）	4	<MDL
259	21384	覃龙	男	放射治疗（2D）	4	0.17
260	21385	叶永英	女	放射治疗（2D）	4	0.10
261	21386	余丽佳	女	放射治疗（2D）	4	0.12
262	21387	李涛涛	男	放射治疗（2D）	4	0.09
263	21388	李双庆	女	放射治疗（2D）	4	0.18
264	21389	陆定丹	女	放射治疗（2D）	4	0.18
265	21390	李正林	男	放射治疗（2D）	4	0.17
266	21391	王嘉璇	女	放射治疗（2D）	4	0.13
267	21392	吴松友	男	放射治疗（2D）	4	0.12
268	21393	吴华静	女	放射治疗（2D）	4	0.18
269	21394	曾钰萍	女	放射治疗（2D）	4	0.13
270	21395	周宇	男	放射治疗（2D）	4	0.19
271	2758	赵许亚	女	介入放射学（2E）	4	0.23
272	4079	何伟	男	介入放射学（2E）	4	0.43
273	0053	汪玲	男	介入放射学（2E）	4	0.28
274	17536	练启才	女	介入放射学（2E）	4	0.19
275	5318	李俊祥	男	介入放射学（2E）	4	0.28
276	7812	曹葳	男	介入放射学（2E）	4	0.35
277	14507	张宇	男	介入放射学（2E）	4	0.31
278	19499	何益兴	男	介入放射学（2E）	4	0.23

贵州省疾病预防控制中心

检　测　报　告

受理编号：FS2024-0053

序号	编号	姓名	性别	职业类别	本年度检测次数	$H_p(10)$ (mSv)
279	19500	黄智	男	介入放射学（2E）	4	0.16
280	19501	沈思成	男	介入放射学（2E）	4	0.52
281	21832	周聪	男	介入放射学（2E）	4	0.35
282	21831	陈靖	男	介入放射学（2E）	4	0.27
283	9204	陈霞霞	女	放射治疗（2D）	3	0.10
284	4065	李小凯	男	放射治疗（2D）	3	<MDL
285	7776	胡丽丽	女	放射治疗（2D）	3	0.12
286	14489	刘凌枫	男	放射治疗（2D）	3	<MDL
287	10869	许国伟	男	放射治疗（2D）	3	<MDL
288	2752	梁娜	女	放射治疗（2D）	3	<MDL
289	12768	韩磊	男	放射治疗（2D）	3	<MDL
290	0013	李青松	男	放射治疗（2D）	3	<MDL
291	9786	陈宇	女	放射治疗（2D）	3	<MDL
292	0054	姚灵	男	介入放射学（2E）	3	0.06
293	0061	黎光俊	男	诊断放射学（2A）	3	0.16
294	9812	张熠	男	诊断放射学（2A）	3	0.06
295	13247	梁婷	男	诊断放射学（2A）	3	0.17
296	9811	张雯婕	女	介入放射学（2E）	3	0.04
297	13917	吴靖	女	介入放射学（2E）	3	0.23
298	16131	钱媛	女	诊断放射学（2A）	3	0.19
299	9810	易强林	男	介入放射学（2E）	3	<MDL
300	14490	刘倩倩	女	介入放射学（2E）	3	<MDL
301	14483	李吉梅	女	介入放射学（2E）	3	<MDL
302	5310	吴婧	女	介入放射学（2E）	3	<MDL

贵州省疾病预防控制中心

检　测　报　告

受理编号：FS2024-0053

序号	编号	姓名	性别	职业类别	本年度检测次数	$H_p(10)$(mSv)
303	19963	穆静波	女	介入放射学（2E）	3	0.40
304	12790	王毅	男	诊断放射学（2A）	3	0.07
305	21790	范厚艳	女	介入放射学（2E）	3	0.09
306	16142	姜燕	女	诊断放射学（2A）	3	0.11
307	23064	喻彦龙	男	介入放射学（2E）	3	0.08
308	21830	陈家兴	男	介入放射学（2E）	3	0.24
309	0030	陈潇潇	女	放射治疗（2D）	2	0.10
310	16144	胡程	男	放射治疗（2D）	2	0.07
311	14487	李艳	女	放射治疗（2D）	2	0.08
312	7801	潘欣璐	男	诊断放射学（2A）	2	0.10
313	3952	蒋代国	男	诊断放射学（2A）	2	<MDL
314	21468	晏丹	女	诊断放射学（2A）	2	0.45
315	6301	王彦懿	女	介入放射学（2E）	2	<MDL
316	10850	陈瑶	女	介入放射学（2E）	2	<MDL
317	19492	黎小梅	女	放射治疗（2D）	2	0.13
318	21361	阮航	男	放射治疗（2D）	2	<MDL
319	15344	陈高娟	女	介入放射学（2E）	1	0.07
320	20471	吴汉金	男	介入放射学（2E）	1	<MDL
321	10870	阳国美	女	介入放射学（2E）	1	<MDL
322	19521	旷楠	女	放射治疗（2D）	1	0.05
323	23065	张虎	男	诊断放射学（2A）	1	0.10
324	23066	黄照法	男	诊断放射学（2A）	1	0.07
325	23067	周兴虎	男	诊断放射学（2A）	1	0.17
326	23068	田锡坡	男	诊断放射学（2A）	1	0.08#

贵州省疾病预防控制中心

检　测　报　告

受理编号：FS2024-0053

序号	编号	姓名	性别	职业类别	本年度检测次数	$H_p(10)$(mSv)
327	23069	杨洋	男	诊断放射学（2A）	1	0.03
328	23070	徐洪能	男	诊断放射学（2A）	1	0.07
329	23071	辛应灿	男	诊断放射学（2A）	1	0.08#
330	23072	曾瑞	男	诊断放射学（2A）	1	0.07
331	23073	陈垣旭	男	诊断放射学（2A）	1	0.08
332	23074	贺钰婷	女	诊断放射学（2A）	1	0.08
333	23075	古丽妮尕尔•艾力	女	诊断放射学（2A）	1	0.02
334	23076	穆海热姆•艾散江	女	诊断放射学（2A）	1	0.07
335	23077	刘正玉	女	诊断放射学（2A）	1	0.09
336	23078	杨国瑄	女	诊断放射学（2A）	1	0.08
337	23079	姜雪	女	诊断放射学（2A）	1	0.11
338	16126	许明	女	诊断放射学（2A）	1	<MDL
339	23080	李洪广	男	介入放射学（2E）	1	0.04
340	16537	韦运豪	男	介入放射学（2E）	1	0.05
341	21377	晏丹	女	介入放射学（2E）	1	<MDL

贵州省疾病预防控制中心

检　测　报　告

受理编号：FS2024-0053

备注：

标注的结果为名义剂量

MDL（最低探测水平，minimum detectable level）：0.02mSv

（以下空白）

编制人：　　审核人：　　签发人：

签发日期：2024年11月15日

（检验检测专用章）

附件 14.　相关制度

贵州医科大学附属医院文件

院发〔2023〕44 号

关于印发贵州医科大学附属医院放射诊疗设备相关管理制度的通知

全院各处（科）室:

根据医院放射诊疗设备管理制度要求，重新印发《贵州医科大学附属医院放射诊疗设备相关管理制度》，具体内容见附件，请认真组织学习并抓好贯彻落实。

附件:

一、贵州医科大学附属医院辐射事故应急预案

二、辐射安全防护管理规定

三、辐射工作人员个人剂量管理制度

四、辐射安全防护设施维护与维修制度

五、日常巡查制度及监测方案

六、放射(辐射）工作人员培训制度

七、监测仪表使用与检验管理制度

八、辐射防护安全保卫制度

贵州医科大学附属医院

2023 年9月20日

附件一:

贵州医科大学附属医院辐射事故应急预案

一、总则

（一）编制目的

坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻落实习近平总书记关于坚持底线思维着力防范化解重大风险的重要指示批示精神和省委、省政府近期有关安全生产的文件会议精神，落实核与辐射应急保障措施，为提高本单位对突发辐射事故的处理能力，最大程度地 预防和减少突发辐射事故的损害，保护环境，保障工作人员 和公众的生命财产安全，维护社会稳定，特制定本预案。

（二）编制依据

《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《国家环境保护部辐射事故应急预案》、《贵州省突发环境事件应急预案》、《贵州省环境保护厅辐射事故应急响应预案》、《贵阳市突发环境事件应急预案》、《贵阳市辐射事故应急预案》、《关于建立放射性同位素与射线装置辐射事故分级处理和报告制度的通知》（环发〔2006〕 145 号）等。

（三）应急原则

预案的实施将认真贯彻执行“以人为本，预防为主，统一领导、分类管理，属地为主、分级响应，专兼结合、充分利用现有资源”的原则。

（四）应急任务

1.贯彻执行国家、省、市辐射事故应急工作的法规和政策；按照相关法律法规要求，储备必要的辐射事故应急物资，如应急防护用品（铅防护服等）、应急监测设备（个人剂量报警仪、便携式 X- γ测量仪、个人剂量计等）、通讯设施等。

2.负责制定本单位的辐射事故应急响应计划，做到有专人负责，做好应急演练工作，增强实战能力。

3.负责组织协调医院辐射事故应急处理处置工作。辐射事故发生时，启动本单位辐射事故应急预案，按照《辐射事故初始报告表》要求，及时向当地环保部门报告事故情况，视情况向公安、卫生行政部门报告，协助环保部门并尽快 确定事故所影响的范围及规模，组织本单位有关人员采取应急响应措施，控制事故源，切断一切可能扩大污染范围的环节，防止污染源扩散。

4.辐射事故终止后，尽快将事故发生的原因及事故状况报区（市、县）及以上辐射事故领导机构，协助做好辐射环境监测等各种事故后期工作。

5.负责本单位辐射事故应急处理（处理前、处理中、处理后）的经费保障工作，以及对受到影响的公众财产、人身安全等损失的赔偿。

（五） 适用范围

医院辐射事故主要是指：密封源、非密封放射性物质丢失、被盗、失控；密封源、非密封放射性物质及射线装置造成人员受到意外的异常照射；环境放射性污染的事件。

主要包括：

1.密封源、非密封放射性物质丢失、被盗、失控；

2.放射性物质造成对环境的放射性污染；

3.密封源、非密封放射性物质及射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

4.其它辐射事故。

（六）放射性同位素与射线装置基本情况

全院主要有Ⅴ类放射源核素，非密封放射性物质，Ⅱ类及Ⅲ类射线

二、辐射事故分级

根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个级别。

（一）特别重大辐射事故（一级）

凡符合下列情形之一的，为特别重大辐射事故：

1. Ⅰ、Ⅱ类放射源丢失、被盗、失控并造成环境辐射污染后果；

2. 放射性同位素和射线装置失控导致3人以上（含 3 人）急性死亡；

3. 放射性物质泄漏，造成大范围严重环境辐射污染事故；

4. 对我省境内可能或已经造成较大范围辐射环境影响的航天器坠落事件或境（省） 外发生的核与辐射事故；

注：特别重大辐射事故的量化指标如下：

事故造成气态放射性物质的释放量大于等于 5.0E+15Bq 的 I-131 当量，或者事故造成大于等于 3km2 范围的环境剂量率达到或超过 0.1mSv/h，或者β/γ沉积水平达到或超过 1000Bq/cm2，或者 a 沉积活度达到或超过 100Bq/cm2；事故造成水环境污染时液态放射性物质的释放量大于等于 1.0E+13Bq的Sr-90当量；事故造成地表、土壤污染（未造成地下水污染）时液态放射性物质的释放量大于等于1.0E+14Bq 的 Sr-90 当量；在放射性物质运输过程中，发生事故造成大于等于25000D2 的放射性同位素释放。

（二）重大辐射事故（二级）

凡符合下列情形之一的，为重大辐射事故：

1. Ⅰ、Ⅱ类放射源丢失、被盗；

2.放射性同位素和射线装置失控导致2人以下（含 2 人）急性死亡或者10 人以上（含10人）急性重度放射病、局部器官残疾；

3.放射性物质泄漏，造成较大范围环境辐射污染后果；

注：重大辐射事故的量化指标如下：

事故造成气态放射性物质的释放量大于或等于5.0E+14Bq，且小于5.0E+15Bq的I-131当量，或者事故造 成大于等于0.5km2，且小于3km2范围的环境剂量率达到或 超过0.1mSv/h，或者 β/ γ沉积水平达到或超过1000Bq/cm2，或者a沉积活度达到或超过100Bq/cm2；事故造成水环境污染时液态放射性物质的释放量大于等于 1.0E+12Bq，且小于1.0E+13Bq的Sr-90当量；事故造成地表、土壤污染（未造成地下水污染）时液态放射性物质的释放量大于等于1.0E+13Bq，且小于1.0E+14Bq的Sr-90当量；在放射性物质运输过程中，发生事故造成大于等于2500D2，且小于25000D2的放射性同位素释放。

（三）较大辐射事故（三级）

凡符合下列情形之一的，为较大辐射事故：

1.Ⅲ类放射源丢失、被盗；

2.放射性同位素和射线装置失控导致 9 人以下（含 9 人）急性重度放射病、局部器官残疾；

3.放射性物质泄漏，造成小范围环境辐射污染后果；

注： 较大辐射事故的量化指标如下：

事故造成气态放射性物质的释放量大于等于5.0E+11Bq，且小于 5.0E+14Bq 的 I-131 当量，或者事故造 成大于等于500m2，且小于0.5km2 范围的环境剂量率达到或超过0.1mSv/h，或者β/γ沉积水平达到或超过1000Bq/cm2，或者a沉积活度达到或超过 100Bq/cm2；事故造成水环境污染时液态放射性物质的释放量大于等于1.0E+11Bq，且小于 1.0E+12Bq 的 Sr-90 当量；事故造成地表、土壤污染（未造成地下水污染）时液态放射性物质的释放量大于等于1.0E+12Bq，且小于1.0E+13Bq 的 Sr-90 当量；在放射性物质运输过程中，发生事故造成大于等于2.5D2，且小于2500D2的放射性同位素释放。

（四）一般辐射事故（四级）

凡符合下列情形之一的，为一般辐射事故：

1.IV、V类放射源丢失、被盗；

2.放射性同位素和射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射；

3.放射性物质泄漏，造成厂区内或设施内局部辐射污染后果；

4.铀矿冶、伴生矿超标排放，造成环境辐射污染后果；

注：一般辐射事故的量化指标如下：

事故造成气态放射性物质的释放量小于 5.0E+11Bq 的I-131 当量，或者事故造成小于 500m2 范围的环境剂量率达到或超过 0.1mSv/h，或者β/γ沉积水平达到或超过 1000Bq/cm2，或者a沉积活度达到或超过 100Bq/cm2；事故造成水环境污染时液态放射性物质的释放量小于1.0E+11Bq 的 Sr-90 当量；事故造成地表、土壤污染（未造成地下水污染）时液态放射性物质的释放量小于1.0E+12Bq 的Sr-90当量；在放射性物质运输过程中，发生事故造成小于 2.5D2的放射性同位素释放。

三、辐射事故的预防

辐射事故多数是人为因素造成的责任事故，严格辐射防护安全管理，做好预防工作，是防止辐射事故发生的关键环节。

(一)建立健全辐射防护安全管理制度、操作规程和各项管理制度，如射线装置运行台账（做好交接班记录）、年度评估、个人剂量 档案、职业人员健康体检、放射工作场所监测方案等，严格落实辐射 防护各项规章制度，做到专人负责辐射安全管理工作。

(二)定期参加省级以上环保部门组织的辐射工作人员上岗证培训，禁止无证上岗，严格操作规程。

(三)定期检查辐射防护设施，如门机联锁装置、工作指示灯等，发现问题，及时检修。

四、辐射事故的处理

（一）立即撤离有关工作人员，封锁现场，控制事故源。切断一切可 能扩大污染范围的环节，防止事故扩大和蔓延。放射源丢失，要全力追回，对放射源脱出，要将源迅速转移至容器内。

（二）对可能受放射性核素污染或者损伤的人员，立即采取暂时隔离和应急救援措施，在采取有效个人防护措施的情况下组织人员彻底清 除污染并根据需要实施医学检查和医学处理。

（三）对受照人员要及时估算照剂量。

（四）污染现场未达到安全水平之前，不得解除封锁，将事故的后果和影响控制在最低限度。

五、应急组织机构及其职责

（一）辐射事故应急领导小组人员及职责

为了加强为了加强辐射事故应急工作的统一指挥，及时应对、处理，医院成立辐射事故应急工作领导小组，下设应

急办公室，负责医院内的辐射事故应急管理工作。医院院长任辐射事故应急领导小组组长，副院长为副组长，成员

由医院设备处、放射科、主任及其他工作人员组成。成员名单如下:

组　长:　左石（院长 ）

副组长:　李伟（副院长）代宏（副书记）张松（副院长）

组　员:　赵伟（设备处处长）、 鲁晶（设备处副处长）林秀兰（院办公室主任）、 李小宝（后勤处处长）、 莫非（医务　处处长）、 袁晓明（保卫处处长）、 高波（放射科主任） 、周石（介入主任）、 王明华（核医学主任） 、出良钊（伽玛刀中心主任）、王林（疼痛科主任）、 许良壁（内镜中心主任）、 邹小华（手 术室主任）、王莉莉（医学工程科科长）

1. 组织制定医院辐射事故应急处理预案及修订;

2. 负责组织协调辐射事故应急处理处置工作。负责组织应急准备工作，调度人员、设备、物资等，指挥其他各应急小组迅速赶赴现场，开展工作；对辐射事故的现场进行组织协调、安排救助，指挥辐射事故应急救援行动，并向放射 工作人员与公众通报;

3. 监督检查辐射安全工作，防止辐射事故的发生;

4. 针对防范措施失效和未落实防范措施的部门提出整改意见;

5. 负责恢复正常秩序、稳定受照人员情绪等方面的工

作;

6.负责辐射事故应急处理过程中（处理前、处理中、处理后）的各项经费保障工作，并对受到影响的公众财产、人身安全等损失进行赔偿。

（二）辐射事故应急办公室人员及职责

组　长:　赵伟（设备处处长）

组　员:　林秀兰（院办公室主任）、余钦（院办公室副主任）、莫非（医务处主任）、李湘海（医务处副处长）、李小宝（后勤管理处）、罗松（后勤处副处长）、鲁晶（设备处副处长）、安若石（总务科科长）、王莉莉（医学工程科科长）

1.按照辐射事故应急处理预案的要求，落实应急处理的各项日常工作;

2.组织辐射事故应急人员的培训，制定培训方案，专人负责，注重落实;

3.负责与当地环保部门、公安部门及卫生部门等相关部门的联络，报告辐射事故发生和应急救援情况;

（三）现场处置组人员及职责

组　长:　赵伟（设备处处长）

组　员:　莫非（医务处主任）、李湘海（医务处副主任）、 莫非（医务处处长）、袁晓明（保卫处处长）、吕世

兵（保卫处副处长）、高波（放射科主任）、周石（介入主任）、王明华（核医学主任）、出良钊（伽玛刀中心主任）、王林（疼痛科主任）、 许良壁（内镜中心主任）、邹小华（手 术室主任）、王莉莉（医学工程科科长）

1.接到辐射事故发生的报告后，立即赶赴现场，首先采取措施保护工作 人员和公众的生命安全，保护环境不受污染，最大限度控制事态发展;

2.负责现场警戒，划定紧急隔离区，不让无关人员进入，保护好现场;

3.迅速、正确判断事件性质，将事故情况报告辐射事故应急办公室;

4.现场进行伤员救助，并根据现场情况向辐射事故应急办公室报告人员损伤情况;

5.联系相关医院，跟随救治;

6.将人员恢复情况随时报应急办公室

7.协助相关主管部门（卫生、环保、公安等） 的应急处置工作，并接受其指挥领导。

（四） 后勤保障组的人员及职责

组　长：李小宝　　后勤处处长

副组长：罗松　　后勤处副处长

成　员：　安若石　总务科科长

王 波　停车场负责人

1.负责辐射事故应急处理期间的后勤保障工作;

2.完成应急处理领导小组交办的其它工作。

（五）安保组:

组　长:袁小明　保卫处处长

副组长:吕士兵　保卫处副处长

成 员:刘为民　保卫科科长

赵俊杰　保卫科工作人员

熊凌敬　保卫科工作人员

主要职责:放射源在贵州医科大学附属医院期间源的安保及安全应急相关工作。

六、辐射事故类型

（一）密封源、非密封放射性物质丢失、被盗、失控;

（二）放射性物质造成对环境的放射性污染;

（三）密封源、非密封放射性物质及射线装置失控导致人员受到超过年剂量限值的照射。

（四）其它辐射事故。

七、应急响应程序

本单位一旦发生辐射事故，立即启动本医院辐射事故应急预案，具体程序如下:

（一）迅速报告

发生或者发现辐射事故的科室和个人，必须立即向医 院应急办公室（或总值班室） 报告。医院应急办公室（或总值班室） 应立即向辐射事故领导小组汇报，及时收集整理相关处理情况，按照《辐射事故初始事故表》 要求填写事故初始情况，在事故发生 2 小时内报告当地环保部门，视情况向当地公安、卫生行政部门报告。

（二） 现场处置

目前我院主要是使用Ⅰ类、Ⅴ类放射源、使用Ⅱ 、Ⅲ类射线装置，我们根据法规要求定期监控，将事故隐患消灭在萌芽状态，若出现放射事故应立即启动事故应急预案，使辐射事故在短时间内得到有效控制，将辐射伤害和事故损失降低到最低限度。

1. 现场指挥程序

（1）事故发生后，当事人应立即通知同工作场所的工作人员撤离，封闭工 作场所并及时上报应急办公室;

（2）应急办公室应立即上报医院辐射事故领导小组，在院辐射事故领导小组的统一指挥下召集专业人员，根据具体情况迅速制定事故处理方案;

（3）事故处理必须在院辐射事故领导小组的领导下，在有经验的工作人员 和辐射安全管理人员的参与下进行。未取得辐射安全管理人员的允许不得进入事 故区。

（4）确认发生辐射事故后，应及时上报公安、环保、卫生部门。

除上述工作外，辐射安全管理人员还应进行以下几项工作：

（1）迅速确定现场的辐射强度及影响范围，划出禁区，防止外照射的危害。

（2）根据现场辐射强度，决定工作人员在现场工作的时间。

（3）协助和指导在现场执行任务的工作人员佩戴防护用具及个人剂量仪。对严重剂量事故，应尽可能记下现场辐射强度和有关情况。并对现场重复测量，估计当事人所受剂量，根据受照剂量情况决定是否送医院进行医学处理或治疗。

(4)各种事故处理以后，必须组织有关人员进行讨论，分析事故发生原因，从中吸取经验教训，采取措施防止类似似事故重复发生。

2.辐射事故应急措施

（1）Ⅰ类、Ⅴ类放射源丢失、被盗、失控当医院的 Ⅰ类、Ⅴ类放射源发生丢失、被盗、失控等突发事件时，应保护好 现场，立即通知应急领导小组，启动应急预案。第一时间向公安、环保、卫生部 门报告。通知医院相关部门负责人到达现场，对事件进行评估、分析因放射性物 质扩散造成的

危害，并请公安部分协助侦破，请环保部门对环境进行监控，争取把放射性物质造成的危害、损失降到最低限度。

（2）Ⅰ类、Ⅴ类放射源失控导致人员受到意外照射一旦发生Ⅰ类、Ⅴ类放射源失控导致大剂量误照时，立即疏散人群至安全区域，保护好现场，并立即上报医院应急领导小组，启动应急预案，通知医院急救中心，请专家对误照及超剂量照射者进行评估，做出治疗、体检方案，把被误照、过量照射者的健康损失减少到最小程度。

（3）射线装置失控导致人员受到意外照射一旦发生射线装置失控导致大剂量 X 射线误照时，立即终止原放射诊疗工作，关闭射线机电源，如发生在加速器机房应立即将受照人员转移到机房外，并立即上报医院应急领导小组，启动应急预案，通知医院急救中心，请专家对误照及超剂量照射者进行评估，做出治疗、体检方案，把被误照、过量照射者的健康损失减少到最小程度。

（4）放射性物质对环境造成污染使用非密封放射性物质时，一旦产生辐射环境剂量异常，应第一时间将人员 疏散至安全区域，设立警示标志，并上报医院应急领导小组，启动应急预案，通 知应急处置小组进行处理，污染现场尚未达到安全水平以前，不得解除封锁。如 确实无法处理的，向环保部门报告请求帮助。

（5）自然灾害发生自然灾害，若放射性物资受损，应立即上报环保部门，请求技术增援。

八、应急终止

贵阳市及市级以上辐射事故应急机构宣布终止应急状 态后，我单位负责善后处置工作，妥善安置受害和受影响人 员，对初步确定受照剂量超标的工作人员进行跟踪剂量调 查，并立即安排需要医治的人员就医，尽快恢复正常秩序， 保证社会稳定。

九、事故分析

配合有关部门对现场进行勘查、辐射事故后处理等工作，查找事故发生的原因，进行调查处理，将事故处理结果及时报上级行政主管部门和环保部门。

总结经验教训，制定或修改防范措施，加强日常辐射安全管理，杜绝类似事故发生。

十、应急保障

（一）负责本单位辐射事故应急处理过程中的资金保障、应急物资保障、通讯保障等。

（二）组织本单位辐射事故应急演练工作，检验能否及时有效的将事故发生情况报告当地环保部门，及应急物资是否配备齐全等。

（三） 应急物资。便携式 X- γ计量仪、个人剂量报警仪、 铅手套、铅衣、通讯设备等。

十一、附则

本方案于 2018 年 1 月 1 日起生效。2023年8月31日进行修订。

贵州医科大学附属医院

附件1：贵州省、贵阳市相关政府机构联系电话

（一） 贵州省核与辐射安全应急响应办公室电话：

专家组成员名单

姓 名	专 长	联系电话/
卢 苇	辐射事故应急处理处置	
曾桂萍	辐射事故应急处理处置	
刘志明	辐射事故应急处理处置	
王兴波	辐射事故应急处理处置	
邓多丽	辐射事故应急处理处置	

（二） 市、区政府部门联系电话

贵阳市环保部门联系电话：

市公安局报警电话：

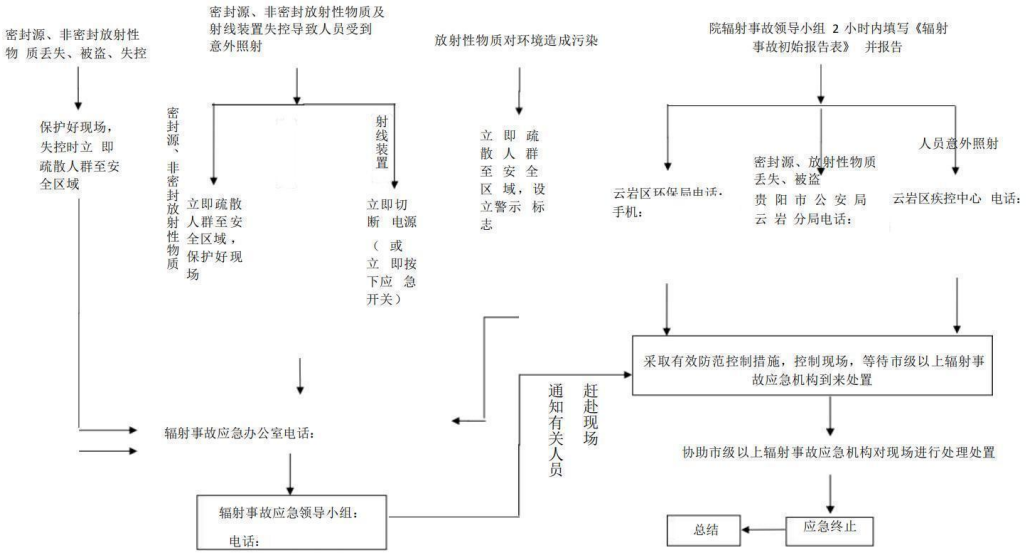
云岩区环境保护局：

附件2： 辐射事故初始报告表

<table>
<tr><td>事故单位名　称</td><td colspan="7">(公章)</td></tr>
<tr><td>法定代表人</td><td></td><td>地　址</td><td colspan="3"></td><td>邮　编</td><td></td></tr>
<tr><td>电　话</td><td colspan="2"></td><td>传　真</td><td></td><td>联系人</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>许可证号</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">许可证审批机关</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>事　故发生时间</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">事故发生地点</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="3">事　故类　型</td><td colspan="3">□ 人员受照　□ 人员污染</td><td colspan="4">受照人数　　受污染人数</td></tr>
<tr><td>丢失</td><td>□</td><td>被盗</td><td>□</td><td>失控</td><td colspan="2">事故源数量</td></tr>
<tr><td colspan="3">□ 放射性污染</td><td colspan="4">污染面积(m²)</td></tr>
<tr><td>序号</td><td>事故源核素名称</td><td>出厂活度（Bq）</td><td>出厂日期</td><td colspan="2">放射源编码</td><td>事故时活度（Bq）</td><td>非密封放射性物质状态（固/液态）</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>序号</td><td>射线装置名称</td><td>型　号</td><td>生产厂家</td><td colspan="2">设备编号</td><td>所在场所</td><td>主要参数</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>事故经过情况</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td>报告人签字</td><td colspan="2"></td><td>报告时间</td><td colspan="4">年　月　日　时　分</td></tr>
</table>

注： 射线装置的“主要参数”是指 X 射线机的电流（mA） 和电压（kV）、加速器线束能量等主要性能参数。

贵州医科大学附属医院辐射事故报告及应急处理流程图



附件二：

辐射安全防护管理规定

一、从事医用 X 线诊断工作，必须持有“射线装置工作许可证”及“辐射安全许可证”。

二、从事放射诊断及技术的工作人员必须具备有关行政部门确认的相应专业技术职称，参加卫生、环保部门的辐射知识培训，熟悉防护知识，健康条件合格，持有“放射工作人员证”，从事 CT、MRI、DSA 工作人员必须持有相应“上岗合格证 ”。

三、医用 X 线机及 CT 机房防护门上应设置警告标志，工作时必须关闭防护门、窗，并使用防护门上方的红色工作信号灯。

四、X 线工作人员必须经常定期检查 X 线机和防护设备的防护性能，及时处理所发生的问题。

五、工作中应尽量使用各种防护设备和辅助防护用品，最大限度的减少受照剂量，发现破损应及时更换。

六、使用一般 X 线机透视应在满足透视诊断的基础上尽量缩小光圈，透视操作应间断曝光。

七、在不影响诊断的原则下，应尽可能采用“高电压，低电流，厚过滤和小视野 ”条件进行操作。

八、用移动式 X 线机摄片时，工作人员必须离开 X 线球管2米以外，并注意周围人员的防护安全。

九、在诊断中，如需伸手进入有用线束时，必须带上铅胶手套。

十、用 X 线进行各类特殊检查（如空气整复，取出异物）时，应尽量缩短照射时间，并采取有效的防护措施。

十一、工作中必须坚持将个人计量检测仪佩戴在身体有代表性的部位。

十二、避免不必要的 X 线检查，对被检查者必须注意摄影部位以外的防护，特别是生殖器官的防护。

十三、放射工作人员必须定期进行体检，建立健康档案，如有异常，按有关规定及时处理。

十四、在放射科临床教学中，对学员必须进行X射线防护知识教育，并注意他们的防护。

贵州医科大学附属医院

附件三：

辐射工作人员个人剂量管理制度

为维护辐射工作人员的健康与安全，对辐射工作人员的健康和防护状况提供剂量依据，根据《辐射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《辐射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》、《辐射工作人员个人剂量监测规定》、《辐射工作人员职业健康管理办法》等制定本管理办法，本办法适用于我院各从事辐射工作的工作人员。

一、我院所有从事辐射工作的人员均需接受常规的外照射个人剂量监测。

二、辐射工作人员个人剂量监测（以下简称个人剂量监测）的基本内容:

（一）个人剂量监测：主要指外照射个人剂量监测;

（二）工作场所的监测：主要指工作场所的辐射水平，空气污染;

（三）异常照射剂量监测：主要包括事故和一般应急受照的剂量监测。当辐射工作人员受到事故或其它意外照射时，需要采取不 同于常规个人剂量监测的特殊监测，应尽快地估算其剂量，以利确定受照的严重程度，必要时应对事故剂量（包括器官剂量当量，待积剂量当量及有效剂量当量等）进行较精确的估算（包括重建辐射场，进行模拟性的测量等）。对于有

计划的特殊照射，应当采取必要的个人剂量监测手段，以保证一次所接受的照射不超过国家辐射卫生防护基本标准规定的限值。

三、辐射工作人员进入辐射工作场所，应当遵守下列规定:

（一）正确佩戴个人剂量计;

（二）进入辐射治疗等强辐射工作场所时，除佩戴常规个人剂量计外，还应当携带报警式剂量计。

四、个人剂量监测管理

辐射工作人员接受个人剂量监测，并遵守下列规定:

（一）外照射个人剂量监测周期一般为30天，最长不应超过90天；内照射个人剂量监测周期按照有关标准执行;

（二）建立并终生保存个人剂量监测档案;

（三）允许辐射工作人员查阅、复印本人的个人剂量监测档案。

五、个人剂量监测档案管理

（一）设立专（兼）职人员管理辐射工作人员个人剂量监测工作，医院建立个人剂量档案。并接受上一级辐射卫生防护主管部门的监督和指导。

（二）设立专（兼）职人员对其进行管理，定期送至检测技术 服务机构进行监测。将辐射工作人员每次监测名单、定期监测报告及年度报告原件上交医院总务处永久保存，复印件

留存科室并建档。尤其对于未送检个人剂量计的人员需在人员名单中说明原因;

（三）辐射工作人员调离时，医院应配合调离人员办理其个人剂量档案资料的转出工作，同时向上级辐射卫生防护主管部门备案。

（四）个人剂量监测档案应当包括；常规监测的方法和结果等相关资料和应急或者事故中受到照射的剂量和调查报告等相关资料。

（五）个人剂量监测结果按照规定及时记录在个人的《辐射工作人员证》。

（六）个人剂量监测的数据，作为辐射工作人员辐射损伤职业病诊断的重要依据之一。

六、本管理办法自公布之日起实施。

贵州医科大学附属医院

附件四:

辐射安全防护设施维护与维修制度

一 、维护、维修制度

（一）使用科室严格操作规程，操作设备每天进行必要的保养维护。

（二）设备维护维修成员，编写设备故障及有关维护保养的记录。

（三）每月彻底检查有关部件，更换损坏的零件，防患于未然。

二、维修、维护内容

（一）各传动机构包括电动、手动铅门，润滑油是否符合要求，否则应及时添加或更换。

（二）驱动部分的松紧度，过松时应及时调整，保证驱动部分正常工作。

（三）所有限位开关是否正确，是否可靠工作。

（四）设备工作状态灯是否显示正常，损坏应及时更换。

（五）排风是否正常，检查排风量，保证换气次数。

（六）电动门红外感应是否灵敏，保证病人的安全。

贵州医科大学附属医院

附件五：

日常巡查制度及监测方案

一、为保障射线装置的安全应用，保证放射诊疗工作安全进行和操作人员安全，制定本制度。

二、为保障射线装置的安全应用，保证放射诊疗工作和操作人员安全，定期对射线装置、操作人员的接受剂量进行监测。

三、配置必要的监测仪器和个人剂量监测装置。辐射诊疗部门的剂量监测仪表、个人防护用品应当经常检修，定期校验，保证正常使用。

四、定期进行辐射水平检测；开放型放射性同位素工作场所工作人员应当做好个人防护，每次操作离开时，应当进行个人体表及防护用品的污染检测，发现污染要立即处理，并做好记录存档。

五、安装、维修或者更换与辐射源关键部件后的设备，应当经检测机构对其进行检测验收，确认合格后方可启用；

六、定期进行稳定性检测和校正，每年进行一次全面的维护保养，并接受检测机构按照有关规定进行状态检测。

七、放射诊断、治疗装置的防护性能和与照射质量有关的 技术指标，应当符合有关标准要求。对患者和受检者进行诊断、治疗时，应当按照操作规程，严格控制受照剂量，对邻近照射野

的敏感器官和组织应当进行屏蔽防护；对孕妇和幼儿进行医疗照射时，应当事先告知对健康的影响。

八、委托经资质认证的检测机构，对含放射性同位素设备及射线装置、放射工作场所及其周围环境、放射防护设施性能等每年进行检测。

九、对放射工作人员采用热释光辐射剂量探测器进行个人剂量监测、评价，并建立档案，妥善保存。

贵州医科大学附属医院

附件六：

放射(辐射）工作人员培训制度

根据上级有关部门的规定，为提高放射工作人员的素，提高辐射防护知识和业务能力，确保放射工作人员的身体健康，特作如下规定：

一、从事医用 X 射线工作的人员，必须持有“射线装置工作许可证 ”，方能上岗工作；

二、从事医用 X 射线诊断的工作人员必须具备有关行政部门确认的相应专业技能，熟悉防护知识，健康条件合格，持有“放射工作人员证 ”，并按规定接受个人剂量监测；

三、从事医用 X 射线工作的人员，必须按照有关部门规定，定期进行放射防护安全知识培训及定期进行健康体检；对不适合从事该项工作的人类应调离该工作岗位；

四、必须建立和健全 X 射线工作的人员放射防护安全知识 培训及健康检查资料的保存。

贵州医科大学附属医院

附件七：

监测仪表使用与检验管理制度

一、仪器设备的使用与校验

（一）本院的监测仪器有辐射剂量巡测仪以及表面污染监测仪，监测仪表都由专人负责保管，专人使用，不得随意拆卸重装。

（二）仪器设备应严格按操作规程使用。

（三）监测仪器会定期送到国家计量研究院进行比对校验，并要求仪器的精度和不确定度符合国家相关标准。

二、仪器设备的维修

（一）仪器设备应有专人管理，经常进行保养，维护。

（二）仪器设备一旦出现故障，应立即停止使用，组织维修，不允许带“病”工作。本院工程师无法的故障应尽快联系外来维修。维修情况应有详细的记录，凡属影响性能的故障，修复后应重新检定或校验。

贵州医科大学附属医院

附件八：

辐射防护安全保卫制度

一、在院长及分管院长领导下，成立医院辐射安全与环境保护领导小组，负责全面防护管理工作，定期研究辐射防护工作，保护人群及工作人员防护安全，辐射装置使用部门应做好日常防护工作。

二、辐射装置使用场所和环境：必须按部分标准进行防护处理和屏蔽，并警示。

三、严格掌握辐射装置使用的适用范围，正确合理地使用辐射装置，对受检查者及携扶者，辐射装置使用工作人员均应采取有效防护措施。

四、在场所许可证范围内开展工作，操作人员应持证上岗。

五、保证辐射装置处于正确状态，各种仪表指示准确。

六、辐射装置工作场所布局合理，不准堆放无关杂物。

七、加强防火、防盗管理。辐射装置使用部门在发生辐射装置丢失、被盗、火灾事故后，应立即向领导汇报，并报公安、环保和卫生行政部门。在报告的同时及时向有关部门如实提供事故中丢失、被盗、火灾中的辐射装置种类，以便相关部门采取相应措施。

贵州医科大学附属医院

贵州医科大学附属医院
THE AFFILIATED HOSPITAL OF GUIZHOU MEDICAL UNIVERSITY

放射治疗辐射事故应急预案

一、辐射事故具有突发性和应急响应的复杂性，为确保辐射事故发生后能迅速有地开展应急救援工作，并结合我科实际制定本应急预案。

二、肿瘤科放射事件应急处理工作小组：

科室行政主任负责日常组织管理和现场应急指挥。

行政主任不在岗/联系不上时，高年资医生成为现场应急指挥负责人。科室所有中级以上人员均为应急处理专家组成员。

三、可能发生的辐射事故有：

1.放射治疗实际照射剂量偏离处方剂量25%以上；

2.设备故障、失控造成辐射事故；

3.放射性同位素源丢失、被盗或造成环境严重污染；

4.人为失误引起严重后果的。

5.后装治疗机“卡源”。

四、发现辐射事故苗头时，现场工作人员立即上报主管领导及科主任，并立即组织有关专家查找分析原因,初步确认是否属辐射事故,确属辐射事故时立即启动应急预案。

五、设备故障、失控造成辐射事故：

1.治疗照射不能停止时的应急。

操作人员必须密切监视每一次治疗过程，如发现治疗设备不能正常停止照射时，应采取如下措施

(1)按下专用按钮“出束暂停”键。

(2)如继续出束，则按下专用按钮的“出束终止”键。

(3)如继续出束，则按下控制台“急停”开关。

(4)在维修人员确保机器能够正常运行之前操作人员不得试图再次开机。

2、急停开关失灵时的应急。

急停开关可能会失灵，当按下急停开关之后，如果还能听到驱动电机的声音或者该灭的灯还没熄灭，说明急停线路没起作用，应采用以下措施

(1)立即断开主电路器，即关掉整机电源。

(2)如有病人在治疗床上，应将病人迅速从治疗床上移开，并记录病人已照射的剂量。

(3)操作人员不得试图再次开机，应联系设备维修人员进行维修，在确保机器能够正常工作和急停开关电路正常时才能正常开机。

3.事故性出束应急

工作人员在治疗室内为患者摆位或做其他工作时，控制台处操作人员误关门并出束时;在放射治疗设备维修调试过程中出束。在上述两种情况下，应立即就近按下急停开关切断电源，迫使机器停止出束。

六、针对事故原因采取相应措施进行处理:

1.若因机器故障失控造成辐射事件时，立即停机检修，待修复后经各种参数检测符合治疗要求时方可投入临床治疗。

2.若因照射剂量偏离处方剂量造成辐射事件时,应根据具体情况具体处理:对剂量病人应根据欠量多少合理补足所欠剂量;对超量病人应根据超量多少决定:若治疗总剂量未超者应严密观察治疗后反应并对症处理;若超过治疗总剂量较多时，应积极取救治措施，将放射损伤减至最低限度。

3.若因放射性同位素源丢失、被盗，应立即上报医院、卫生主管部门及公安部门立案侦察;若因放射源失控造成环境严重污染时，应立即撤退现场所有人员，严格封锁现场，并请相关专家采取相应措施处理。未达到环境污染要求前不得解除封锁。

4.人为失误造成辐射事故时，应根据情节轻重追究相关人员责任。

5.如发生后装机“卡源”故障，工作人员使用控制台键盘操作或使用控制台上“紧急回源”开关不能把放射源倒回后装治疗机储存铅罐中，工作人员立刻向科室应急处理小组汇报，并向医院辐射应急处理小组上报。

成立安全保卫组疏散现场人员，及时控制事故现场，疏散周围群众，划出

禁区禁止无关人员随意出入，以防事态扩大。

成立现场处置小组，进入辐射场所进行“紧急手动回源操作”。

A.紧急手动回源操作如下：

1）穿好“医用X射线防护服

2）佩戴调试好个人剂量仪，以备做辐射剂量估算参考

3）戴好“医用X射线防护眼镜

4）戴好“医用X射线防护面罩”

5）戴好“医用X射线防护手套

6）根据后装机“装(换)源”相关操作规程，快速进入治疗室，打开治疗机机顶盖，用“手动回源扳手”，迅速将放射源倒回后装治疗机储存铅罐中

7）换抢救现场组工作人员进入治疗室放下患者并转移出患者

8）保存故障(未放疗)计划，以备下次补充放疗

9）关闭控制电脑，并做好相应记录

10）监测处置组评估事故抢救人员和病人受照剂量；进行危害评价等方面的工作。

如放射源脱出治疗机无法手动回源倒回后装治疗机储存铅罐中，值班人员应立即将放射源倒回后装放射源应急储存铅罐中，现场处置组工作人员操作如下：

B.紧急倒源放入后装放射源应急储存铅罐操作如下：

1）利用监控摄像头找准放射源位置

2）打开后装放射源应急储存铅罐，并找好储存通道

3）穿好“医用X射线防护服”

4）佩戴调试好个人剂量仪，以备做辐射剂量估算参考

5）戴好“医用X射线防护眼镜

6）戴好“医用X射线防护面罩”

7）戴好“医用X射线防护手套

8）快速进入治疗室，使用长柄夹夹住放射源，打开应急储存铅罐上盖，将放射源倒回后装治疗机放射源应急储存铅罐中，后关闭应急储存铅罐上盖。

9）换抢救现场组工作人员进入治疗室放下患者并转移出患者

10）保存故障(未放疗)计划，以备下次补充放疗

11）关闭控制电脑，并做好相应记录

12）监测处置组评估事故抢救人员和病人受照剂量；进行危害评价等方面的工作。

放射治疗工作场所、放射源储存场所管理制度

贯彻落实《中华人民共和国职业病防治法》、《放射性同位素与射线装需安全与防护条例》、《放射诊疗管理规定》等法律、法规、规章的要求，保证放射诊疗质里和辐射水平符合有关规定或标准，防止放射性危害制定本制度。

放射治疗工作场所管理制度

一、本制度适用于医院放射性建设项目的评价，放射诊疗设备、工作场所及防护设施的定期检测工作。

二、设备科负责委托经资质认证的检测机构，对放射工作场所及其周围环境、放射防护设施性能等每年进行检测，建立并保存检测与评价档案。

三、医院新、改、扩建 放射诊疗建设项目，在建设项目施工前委托具有省卫生行政部门资质认可的放射性职业病危害评价机构进行职业病危害放射防护预评价;取得评价报告后及时向辖区卫生行政部门申请建设项目卫生审查，经审查符合国家相关标准和要求并取得认可文书后方可施工。

四、放射诊疗建设项目在竣工验收前、委托原预评价机构进行职业病危害控制效果评价，取得评价报告后及时向辖区卫生行政部门申请建设项目竣工验收，经验收合格并变更《放射诊疗许可证》的方可投入使用，未经竣工验收合格不得投入使用。

五、正常使用的放射诊疗设备，每年委托省卫生行政部门资质认证的检测机构进行一次状态检测;新安装、维修或更换重要部件后的设备也应经省卫生行

政部门资质认证的格测机构合格后方可启用。

六、正常使用的放射诊疗工作场所，每年委托省卫生行政部门资质认证的检测机构进行一次状态检测和性能检测。

七、凡从事放射工作的人员必须具备相应的专业技术知识和能力，并经放射防知识培训考核合格，持《放射工作人员证》者方可上岗。

八、放射诊疗工作人员应当按照有关规定配戴个人剂量计，建立档案，妥善保存。

放射源储存工作场所管理制度

一、放射源辐射防护符合国家电离辐射防护与辐射源安全基本标准。

二、在购置新源时，应与放射源生产单位(或原出口国或废源集中贮存设施)签订废弃放射源贮存和处置协议。新购放射源必须有国家统一编号。

三、放射治疗机房，必须经环保部门验收合格后方可使用。

四、配备必要的检查或监测设备。受辐射剂量较高的技术和操作维修人员要配备带报警装置的个人辐射剂量计。

五、对运行中含放射源的装置和场所，要配置剂量监测和报警装置，并定期检验确保辐射防护设施完好与含源装置性能的稳定。放射源的使用场所应有相应的辐射屏蔽，安装带报警的剂量测量仪器。

六、建立放辐射安全管理机构，实行“一把手”负责制。

七、放射源实行专人保管，实行管理、使用分离的原则，杜绝“以使带管”现象，防止放射源失控现象发生。 建立放射源使用登记制度，贮存、领取、使用、归还放射源时应当进行登记、检查，做到账物相符。

八、制定放射源使用操作程序，责任到人。

九、存放和使用放射源场所应当设置放射性警示标志。附近不得放置易燃、易爆腐蚀性物品。

十、辐照设备或辐照装置有必要的安全联锁、报警装置或者工作信号。

十一、建立安全保卫制度，落实防火、防盗、防丢失、防泄漏。发生放射源丢失被盗、火灾和放射性污染事故时，应在第一时间内向当地政府、环保、公安部门报告。

放射治疗放射源的贮存管理和处理措施制度

放射源的贮存：放射源在非使用期间贮存在设备储源容器内，储源容器位于机房内。同时在后装治疗机房内配置1个备用应急贮源罐，用于非正常状况下放射源的贮存。

治疗室不得存放易燃、易爆物品，并配备专门的灭火器材、火灾报警仪。旦发生火灾，应优先对放射源进行灭火并抢离火灾现场，防止放射源屏蔽体破坏，防止放射源失控。

放射源的实体保卫：后装治疗机房的防护门应具有防盗功能。在后装治疗机房安装实时摄像装置，由医院保安人员24h视频监控以防放射源被盗。

初装源、换源：初装源、换源过程中有相关人员到场进行实时的监测、监督，医院工作人员均不直接参与放射源的更换操作，仅监督辅助厂家专业人员按国家相关规定进行更换操作。厂家按国家相关规定将贮源容器运至医院放疗科机房后，整个更换过程期间机房门关闭，机房内仅有厂家专业人员（应穿戴好防护服，佩带个人剂量计并携带个人剂量报警仪等），医院工作人员在控制室内通过监控设施进行实时监督，保证放射源更换过程按国家相关规定有序进行。在初装源/换源过程及工作结束后，及时对后装机机房周围、含源设备等进行剂量监测。

废旧放射源处理：由放射源生产厂家负责。放射源生产厂家的专业技术员在后装治疗机房内将储源器内的废旧放射源倒出之后，装入铅罐并运回，按废旧源处理规定进行相应处理；若放射源生产厂家无法回收废源，则应联系有收贮废旧放射源辐射安全许可证的单位现场收贮。

贵州医科大学附属医院
THE AFFILIATED HOSPITAL OF GUIZHOU MEDICAL UNIVERSITY

辐射安全和防护设施定期巡检制度

根据放射治辐射安全与防护要求（HJ1198-2021），每年由我院委托有资质的监测机构进行第三方监测。此外我科还需要对直线加速器室和后装治疗室进行定期巡检，内容为工作场所防护检测，每季度1次，并记录留档。若发现检测异常应及时查明原因，及时上报科室及医院。

肿瘤科

检测记录（模板）

设备名称：　　设备型号：

设备编号：　　环境温度：　　℃

检测条件：　　环境湿度：　　%RH

检测地点：　　巡检仪型号：

检测项目：

检测位置	剂量当量率检测结果（μSv/h）	辐射剂量水平控制目标值（μSv/h）
机房周围本底		≤2.5
控制室墙壁		
操作位		
操作位旁地沟		
防护门		
防护门门缝		
走廊墙壁		

记录人：　　检测时间：20_____年____月____日

加速器放射治疗操作规程

根据我院放疗设备配置条件及放射治疗技术的更新发展的需要。直线加速器室按放射治疗技术分类、制定以下放射治疗操作流程。

一、加速器室治疗人员要求

摆位人员必须是经过专业培训、了解和熟悉加速器的各种性能(基本结构、射线性质、工作范围和特点)和操作规程的技术人员。在日常放疗工作中，必须严格按每台加速器的操作规程执行放射治疗技术摆位。摆位技术人员每天在治疗病人前，严格按每台加速器的操作规程做好放疗前的准备工作，机器如有异常请及时上报相关部门处理。

二、肿瘤放射治疗摆位技术基本操作规范

1. 放疗患者治疗单的确认

当拿到治疗单时要做三查五对的工作

查机器类型、射线性质。

查治疗单内容是否清楚、是否有主管医生签名查患者体表标志线(或照射野)是否清楚，特殊患者请主管医生共同摆位。

对姓名(或病人 ID 号)、对性别、对诊断及医嘱、对照射中心及射野剂量、对累积剂量。

确认上述各项正确无误后实施技术员双签名制度。(摆位签名、抄单签名)

2. 对患者及家属要交待放疗注意的事项及时间安排

放疗期间保证体表标志线(或照射野)清晰保，持皮肤干燥。

不能随意擦洗体表标志线(或照射野)照射野十字中心。

照射时不要紧张、不能随意移动身体。

在治疗中如有不适请随时示意。

治疗结束时不能自己下治疗床。

告诉患者及家属下次治疗时间及联系方式。

3. 治疗室治疗摆位基本操作规范

治疗室治疗摆位需要俩位技术员共同摆位，进机房时一人在前一人在后，确保患者安全进入治疗室。

检查治疗机机架归零、治疗床归零、激光定位线的等中心位置。

放置固定装置，使其中心线与激光定位线对齐并固定。找出患者的固定体膜(或面膜)，按照医嘱使患者处于正确的治疗体位。

两位技术员共同确认辅助装置使用是否正确。

源皮距(SSD)照射:必须先转机架角度，再升降床对源皮距。

等中心照射(SAD):升治疗床使患者的体表标志线与激光定位线完全重合(X、Y、Z 三个方向)，扣膜并固定。

对等中心:移动治疗床使患者体膜(或面膜上)的射野中心线与激光定位线(X、Y、2 三个方向)完全重合。如误差超出规定允许范围，应重新调整体位，直至满意为止。

摆位结束后，让陪护人员退出机房，技术人员走在最后一位，确保治疗室中非治疗者全部出门，才能关闭屏蔽门。

4. 控制室开机实施放射治疗

复核调出的治疗计划(或输入的治疗参数)，保证准确无误才能开机出束治疗。如在控制室采用自动摆位，要注意观察应确保机架在转动过程中不能与患者、治疗床发生碰撞。

开始治疗:通过监视器全程观察患者在治疗中的变化，患者如有不适应及时终止治疗，先将患者安全移出治疗室，及时与主管医生联系。记录有关参数备查。

如机器发生故障终断治疗，应及时告知患者，确保患者安全离开治疗室，记录有关参数汇报相关负责人或维修人员。

5. 治疗结束

机器归零。

治疗床尽量放低位。

让患者下床穿好衣服，必要时帮助病人。

离开治疗室，技术员应走在最后。

三、一般常规放疗

根据质控要求，首次治疗摆位必须由医生、物理师、放疗技师共同参与，确定治疗体位。主管医生确认签字后才能实施放疗。

放疗计划单的医嘱、治疗体位描述要简洁明了，要有上级医生签字。

四、三维适形(3DCRT)放疗

根据质控要求，实施三维适形(3DCRT)放疗，首次治疗摆位必须由医生、物理师、放疗技师共同参与。调出计划进行射野(MLC 或适形挡块)、剂量验证。按计划的治疗体位要求进行摆位，摆位误差要有文字记录，经医生、物理师签字认可后，放疗技师才能实施放疗(必要时可对 MLC 或适形挡块进行照片验证)。

五、三维适形调强(IMRT)放疗

根据质控要求，实施三维适形调强(IMRT)放疗，首次治疗摆位必须由医生(各科授权的医生)、物理师、放疗技师共同参与。按计划的治疗体位要求进行摆位并用机器配置的实适影像验证系统(EPID)或者 CBCT 进行体位验证。放疗技师负责按医嘱进行摆位、照像，物理师、医生负责对验证结果进行配准评估。摆位误差结果要有文字记录，经医生、物理师签字认可后，放疗技师才能对该病人实施放疗。

六、图像引导调强(IGRT)放疗

1. 治疗病例选择

   各学科根据科里相关规定，选择适合 IGRT 治疗的病种(即病人)，需做 IGRT 治疗的病人，医生要填写 IGRT 放疗申请单，由物理师统一安排。相关的质控标准由物理师、医生制定。

2. 加速器室 IGRT 放疗前的准备工作

   IGRT 由医用直线加速器执行放疗。加速器室 IGRT 放疗前的准备工作除严格执行本机 IMRT 放疗的操作规程外，执行 IGRT 放疗时需做好以下准备工作。

   (1)XVI/CBCT 等三维验证系统的开启

开启 XVI 电脑主机、展开 CBCT 系统探测板、X 线球管，预热 X 线球管，开启验证系统。

(2)开启六维床系统、由物理师做相关的质控。

3. 治疗摆位及体位验证

根据科里规定每次做 IGRT 治疗均需作体位验证工作，治疗摆位必须由医生(各科授权的医生)、物理师、放疗技师共同参与。放疗技师负责按医嘱进行摆位，并用机器配置的 XVI/CBCT 验证系统对治疗体位进行模拟 CT 扫描成像，用六维床系统对配准误差结果进行自动修正校准。物理师、医生(各科授权的医生)负责对 CT 描成像验证结果进行配准评估，误差结果要有文字记录。经六维床系统自动修正校准后的误差结果，医生、物理师签字认可后，放疗技师才能对该病人实施放疗。在 IGRT 治疗过程中技术员要配合医生、物理师做好相关的技术工作。

放射源与射线装置台账管理制度

贯彻落实《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射诊疗管理规定》及国家和省内有关法律、法规、规章和标准，并采取有效措施使本单位的放射防护工作符合有关规定和标准，不得违法违标。

一、指定专人负责保管和管理放射性同位素和射线装置，建立放射性同位素与射线装置台账，管理台账包括编号、核素名称、测定日期、测定活度、购源日期、含设备、所属部门、用途、借入借出记录、核查情况。

二、放射性同位素和射线装置的购置、转移及运输需通过医院同意上报环保部门，待批准后方可执行。

放射治疗的质量保证和质量控制

一、严格掌握放射治疗适应症。实施放射治疗的病人应先经病理学或细胞学明确诊断，并经医生诊断确属放射治疗疾病。

二、放射治疗申请单项目应填写齐全（姓名、部位、物理条件、剂量），接受放疗申请单时，应仔细核对姓名、部位、物理条件、剂量，查对放疗申请单书写是否正确，是否有主治医生以上人员审签，治疗剂量是否经过物理师计算核对，治疗结束后治疗单应保留归档。

三、合理制订放射治疗计划：

（1）对接受放射治疗的病人，应明确治疗目的（根治性或姑息性),合理制订放射治疗计划，严格按计划执行。

（2）制订放射治疗计划，必须有1名主治医师以上职称的人员参与，放射治疗单必须由具有主治医师以上职称的师签字。

（3）应由模拟机或相关模拟定位设备定位设计照射野，确定放射治疗的几何参数。

（4）确定以病变中心为治疗中心的治疗区域范围、确定体位和制作体位固定器，确定需要的模块，减少野外的照射和保护关键器官。

（5）使用治疗计划软件确定靶区边界以及使靶区内剂量均匀的计划照射方案，采用多角度多野叠合、旋转照射或适形调强等照射方案，配合使用楔形板、射野挡块、组织补偿器等。

（6）定位后射CT断层片，根据照射范围制定治疗计划，使照射等剂量曲线尽量合理。靶区应在85%-90%的等剂量曲线内。

（7）计算投照剂量并由放射物理师进行校对核实。

四、正确摆位，严密操作

（1）照射前技术员应认真阅读治疗单，核对病人姓名、诊断、照射剂量，并按医嘱正确摆位，做到一人开机，两人摆位，不得擅自修改治疗医嘱。

（2）对新设照野或非常规照野的首次摆位，或技术员在摆位过程中出现疑问，主管医师应亲自下机房指导。

（3）照射过程中，技术员应密切监视病人和设备运行情况，照射结束要检查病人体位移动情况，及时记录和提醒病人注意。

（4）发现摆位或剂量差错，应及时报告主管医生及技术组长，不得自行涂改或隐瞒不报。

五、几何位置的质量保证

（1）治疗床：治疗床锁定后可能的移动范围；床负载（病人登上治疗床）后床面竖直高度和水平面内的中心位置偏离；改变治疗床的角度时床的等中心偏差。

（2）患者定位与固定：定位标尺的准确性；固定方式的可靠性；固定于位置摆放的可重复性。对于可移动的靶区的跟随治疗，如按正常频率呼吸，在吸入的极限时刻，躺在治疗床上的患者胸部出于最高的几何位置，在此刻进行辐射照射治疗肺癌，克服靶区移动问题，即实现呼吸门控照射。

（3）放射治疗装置的几何参数：治疗机头和机架的等中心偏差；灯光野与辐射野的一致性；辐射野设定值与实际辐射野的一致性；随治疗时间控制多叶光栅调整辐射野。

（4）治疗时允许的位置不确定度：几何位置总不确定度。

（5）几何位置质量控制检验与测验通常应进行的几何位置质量控制检测频数如下：

每年检查项目：机架、治疗头、准直器旋转、治疗床（横、纵、旋转、负载下垂）。

每月检查项目：束中心轴、野的数字指示、床竖直标尺、治疗摆位及其固定装置。

每周检查项目：源皮距指示、灯光野、激光定位灯、挡块与补偿器配备齐全。

六、物理剂量的质量保证

（1）物理剂量相关参数：辐射源、辐射野、参考点的吸收剂量、辐射野内的剂量均整度和对称性。

（2）治疗剂量的不确定度：靶区剂量的总不确定度<5%。

（3）物理剂量检验与测试中，通常进行的物理剂量质量控制测试。

（4）新安装的治疗装置必须进行验收检测并接受管理部门的检测。

（5）切实按照规定的质量控制规定定期进行检验并接受管理部门按法规要求的年度检测。

（6）治疗装置使用和质控检验中，凡发现工作不稳定或指标不符合标准与规范要求，必须停止使用。

（7）治疗装置维修后必须检测。

（8）对质量控制相关的工具也要检验：包括(CT)模拟定位及自身的指标，扫描水箱探头到位精度。参考剂量检测仪表（参考计量仪）应每年进行剂量检定。

（9）参考点剂量检测：应以治疗装置的等中心符合要求为前提，应仔细调整模体相对辐射源点的距离、模体的水平面、检测中心点与束中心轴投影点的一致性、照射野等几何位置；应可靠固定探测器；应进行温度气压校正，剂量检定因子校正，与辐射质相关的模体中参考点剂量与最高剂量点的转换因子，以及电离室壁材料、电离室中心电极、反散射、离子复合、模体介质等影响测量结果的修正因子，应按规程进行所有的校正。

(10)放射性同位素源治疗装置必须确定放射源的有效活度，参考剂量率和相应的日期，使用中必须进行放射源衰变校正，这种校正应纳入计算机管理。

七、仪器技术档案（说明书、线路图、故障及维修记录）应保存良好。使用中如果仪器发生故障应当及时报告维修人员，尽快修理，并记录在案。

八、设定专人负责资料档案的保管。

放射治疗安全防护制度

（一）根据卫生部令46号文件《放射诊疗管理规定》，并结合我院实际制定本制度。

（二）医院放射防护管理领导小组，辐射安全防护小组，负责放射治疗工作的质量保证和安全防护工作。

（三）放疗设备机房选址必须经广西壮族自治区环保和卫生监督部门论证审批，机房图纸须经广西壮族自治区卫生防护部门论证同意方可修建。机房竣工后应向广西壮族自治区环保和卫生主管部门等申请机房及设备安全防护验收，办理《医疗机构执业许可证》与《放射诊疗许可证》，并向卫生行政执业部门办理相应的诊疗科目登记手续方可投入临床使用。

（四）放疗设备购进必须经过有关放疗设备投入运行前论证，并经有关专家按规定项目对放疗设备性能、机械物理参数、剂量及分布等逐一验收检查，符合要求后方可投入临床应用。

（五）放疗设备在使用过程中按规定定期进行检测，发现偏离应及时修正，保证其经常处于最佳运行状态。若因机器故障、维护保养或更换重要部件后，需重新检测有关参数，合格后方可投入使用。

（六）机器搬迁、机房新建或改扩建后，需请广西壮族自治区环保和卫生监督部门验收检查，符合条件后方可投入使用。正式使用后应按规定定期检测，发现问题及时处理以防射线泄漏。

（七）按时申请办理放射性同位素，射线装置《医疗机构执业许可证》与《放射诊疗许可证》的换证登记手续。

（八）医院成立放射事故应急处理小组，制定放射事件应急预案。

（九）凡从事放射诊疗工作的人员，必须具备相应的专业技术知识和能力，并经放射防护知识培训考核合格、健康体检合格、持《放射工作人员证》者方可上岗，无放射资质人员不得上岗。

（十）放射诊疗工作人员，必须加强个人防护及对周边环境防护，以保证治疗环境安全。并按规定进行个人剂量监测和健康体检，建立个人剂量和健康档案，如发生放疗意外事件应及时进行讨论和解决相关问题。

（十一）建立、建全QA、QC体系制度及措施，保证放射诊疗的安全性和可靠性。

（十二）对放射治疗剂量的检测，监测仪表应定期送有资质的机构进行比对检测，以保证所测剂量的准确性和可靠性。

（十三）对放疗病人应严格掌握治疗适应症，严格控制受照剂量，严格遵守放射防护最优化原则，尽量减少重要器官及邻近组织的剂量和体积，对确需进行放射治疗的病人，必须制定周密科学的治疗计划。

（十四）放射治疗过程中应有两名技师参与摆位，并密切注视治疗装置的显示及病人情况，及时解决治疗中出现的问题。

（十五）放射治疗工作人员应当严格按照放射治疗操作规程、规范实施照射，不得擅自修改治疗计划。

（十六）放射治疗工作人员应当验证治疗计划的执行情况，发现偏离治疗计划现象时，应当及时采取补救措施并向科室负责人报告。

（十七）定期对放射诊疗工作场所的防护设施进行放射防护检测，保证辐射水平符合有关规定。

设备维护维修质控制度

为规范科室生产生活及工作秩序，确保相关工作正常开展，特制定《设备维护维修质控制度》，应严格执行。

1. 科室人员严格按照仪器设备操作规程使用，新进人员或进修人员在未掌握使用方法前不得单独操作仪器。贵重仪器应专人使用并负责仪器保养。
2. 维修工程师应定期开展放疗设备检修及维护保养，并做好相应的维修记录。

物理师应做好维修后质控记录。

3. 放疗技术人员在使用中若发现设备故障，应及时报告本科维修工程师及领导，尽快维修。维修结束经物理师质控合格后方可用于临床使用。
4. 各室的放疗技术人员还应定期检查铅门、应急灯、工作状态警示灯、排风扇等重要辅助设备的运行情况，若发现损坏应及时上报维修工程师和设备科，及时更换。

放射治疗工作人员岗位职责

一、放射治疗科主任职责

（一）全面负责放疗科的医疗、科研、教学及行政管理等各项工作。

（二）组织制定放射治疗科的各项规章制度和工作制度及技术操作规范并监督执行。带领科室领导班子制定放疗科发展规划，根据医院要求制定科室年度工作计划。

（三）及时传达并落实医院及上级主管部门的指示精神，完成医院下达的年度指标和各项工作任务。

（四）主持全科重危、疑难、死亡病例讨论；新病人治疗方案讨论，每周查房，严格把好医疗质量关，防止医疗差错及医疗事故的发生。

（五）加强自身业务能力的学习与提高，重视科室的人才培养，做好各级医师、进修生、研究生的培养培训和临床医疗工作，定期组织科内业务学习，派员参加国内外学术会议，妥善安排人员到上级医院参观、进修学习。

（六）抓好科研教学工作，积极引进国内外先进技术，积极开展新技术新方法的科学研究，总结治疗经验，在国内外学术期刊发表文章。

（七）组织全科查房和多学科会诊，协调出入院管理。

（八）协调与院内其他科室的医疗合作关系，参加院内危重疑难病例的会诊。

二、主任医师职责

（一）在科主任的领导下，分工负责并指导本专业的医疗、教学、科研等工作。

（二）每周至少一次大查房，并指导下级医师的各项医疗工作，组织疑难和死亡病例的讨论。

（三）定期参加门诊工作，并承担院内外会诊和远程会诊。

（四）疑难病人的治疗方案制定和治疗计划确认。

（五）承担下级医师的规范化培训、考核、业务能力培养以及研究生、进修生、实习生的教学工作。

（六）不断提高自己科研能力和业务水平，运用国内外先进经验指导临床实践，积极开展新技术、新疗法，提高临床医疗质量。

（七）副主任医师参照主任医师职责执行。

三、主治医师职责

（一）在上级医师的指导下，负责本科医疗、科研、教学工作。

（二）按时查房，及时了解患者的病情变化，具体负责患者诊疗计划的实施、医患沟通、健康指导等工作

（三）承担院内会诊工作。

（四）协助完成住院医师的规范化培训，指导住院医师、进修医师、研究生的临床工作。

（五）加强自身的基本知识、基础理论学习，承担相应的科研任务。

（六）协助护士长搞好病房的管理和安全防范

四、医师职责

（一）严格遵守医院及科室的各项规章制度，遵守医务人员道德规范。

（二）在上级医师指导下，熟练掌握放疗流程，根据工作能力、年限，具体负责一定数量患者的医疗工作。

（三）对患者进行全面检查、做出初步诊断、按病历书写规范及医院相关规定书写病历、按照上级医师的医嘱进行治疗，密切观察病情变化，并做好记录，发现问题及时处理并向上级医师报告。

（四）上级医师查房时应详细汇报患者的病情和诊疗措施，认真记录上级医师意见并执行。

（五）协助上级医师完成临床科研工作。

（六）加强基本知识和基础理论学习，完成医院规定的住院医师规范化培训。

五、技术员职责

（一）严格遵守医院及科室的各项规章制度及技术操作规范，遵守医务人员道德规范。

（二）严格按照操作流程正确使用设备，要爱护设备，注意观察设备运行状态，发现异常及时上报，并做好记录，

（三）加强业务学习，熟练掌握各种放射治疗技术，正确执行放疗医嘱，严格遵守查对制度，认真操作，准确无误地填写放射治疗单，严防差错事故发生。

（四）保管好病人的治疗记录单，做好新病人的登记工作。

（五）不断提高服务质量，改善服务态度，努力做到让病人满意。

六、物理师职责

（一）严格遵守医院及科室的各项规章制度及技术操作规范。

（二）积极配合临床、科研、教学工作，负责设备的QA和QC工作并记录。

（三）与医师共同完成CT定位、放疗计划确认、校位及射野验证工作。

（四）负责定位图像的传输、提取、重建、表轮廓及危及器官的勾画，并按要求完成放射治疗计划的设计和治疗排程。

（五）负责放射治疗网络的简单维护，放射治疗计划信息的存储备份。

（六）加强业务学习，积极开展新技术，努力提高治疗计划的设计水平。

核医学科放射安全事件应急处理预案

（一）编制目的

在认真贯彻落实放射事件应急处理预案基础上，在玉林云天肿瘤医院放射防护组织机构统一指挥下，针对核医学开放性放射性工作场所可能发生和需特别注意防范的环节，制定相应的应急响应预案。

（二）编制依据

1、中华人民共和国放射性污染防治法

2、中华人民共和国职业病防治法

3、放射性同位素与射线装置安全和防护条例（国务院第449号令）

4、国家环保总局2005年62号公告

5、国家环保总局2006年26号公告

6、中华人民共和国卫生部令（第16号）

7、原卫生部“人体体表放射性核素污染处理规范”

（三）适用范围

玉林云天肿瘤医院核医学科放射事故的医学应急工作

（四）防控对象

非密封性放射性药物及其工作场所（乙级）

射线装置：回旋加速器（II类），PET/CT、SPECT/CT（III类），密封放射源（V类放射源）

（五）放射事件的等级评估

依据中华人民共和国卫生部令（第16号）放射事件等级划分，核医学科可能发生的放射事件等级为一般辐射事故。

（六）现场应急处理：组织管理

科室行政主任负责日常组织管理和现场应急指挥。

行政主任不在岗/联系不上时，高年资医生成为现场应急指挥负责人。核医学科所有中级以上人员均为应急处理专家组成员。

（七）事故报告

发现问题，立即启动应急预案。现场人员在做好控制现场、防止污染扩散、去污及应急急救处理后，第一时间报告科室应急指挥负责人，组织实施现场应急处理工作。

事故比较复杂，现场人员无法准确判断和明晰急救处理的措施方法时，第一时间直接通知科室负责人，指导并组织现场应急。 科室应急指挥负责人根据事件的性质和轻重按规定逐级上报。

（八）核医学科常见突发事件及其应急处理方法

1、核素药物泄露污染:

污染级别判断:

重度：≥10倍本底剂量率

中度：2-10倍本底剂量率

轻微：<2倍本底剂量率

处理原则与方法:

重度污染：根据实际情况，在采取简单、必要的污染控制措施后，判断是否需要撤离和区域出入控制。

核素药物沾污，即使很轻微，也必须引起足够重视，彻底去污。

处理顺序优先级：人员保护—控制污染—封锁现场—就地尽快处理。

人体污染去污顺序：眼—口—鼻—其它部位，注意皮肤完整性保护。

去污方法：水—肥皂—其它专用去污剂。

人员去污：体表污染后快速及时的清水冲洗对大多数核素药物有很好的清除作用；碘污染在清水冲洗的基础上可加用肥皂。皮肤污染时，一般不用有机溶剂去污。衣服受到污染，去除被污染的衣服，换清洁衣服。被污染或怀疑被污染的衣服于放射性废物室暂存。

场所及设备的去污清理：在污染得到可靠控制的情况下，迅速安排场所去污，去污过程中，应对所产生的固态和液态废物进行适当分类收集，以便作进一步处理或处置。

场所及设备除污染操作基本原则：①尽可能快速地去除污染，防止污染扩大；②尽可能限制污染范围，地面不要用水冲洗；③湿式操作除污染，防止放射性尘埃飞散；④去污操作开始宜用简单方法，为防止污染表面的破坏，首先考虑用水、洗剂、弱酸、醋酸盐等除污染。

具体方法：①地面、墙壁、桌面等去污：用吸水性材料如棉签、纱布、吸水强的纸由周边向中心清除污染物，然后用水—中性洗涤剂等清洗。②设备去污：用能够溶解或吸收放射性物质的试剂去污；最大限度地减少放射性，然后采用静置法，等待自然衰变。

清洁解控标准：降到本底剂量率。污染现场及设备无法达到解控标准时，暂时封闭污染现场，等待自然衰变至本底水平。

2、放射源丢失、被盗

放射源存放于指定位置，双人双锁管理。加强日常防控管理，严防放射源丢失。在发生科室意外失窃时，第一时间检查/清点放射源。发现放射源丢失，第一时间报告。

3、放射性药物异常偏离处方剂量

正常偏离标准：±10%

异常偏离标准：①诊断放射性药物实际用量偏离处方剂量50%以上；②治疗用药实测剂量偏离处方剂量25%以上。发现异常偏离，第一时间报告，听从指挥，视需采取促排/阻断吸收等救治措施。

4、射线装置失控

现场人员紧急关闭射线源，保证患者立即脱离有害射线；做好自身保护，按照医院放射事件应急处理预案启动应急。

5、个人剂量检测有超量可能

正常规范操作，在现有防护条件下，不可能发生人员超剂量。一旦发现工作人员个人剂量有超量可能，即开展有针对性地调查，分析改进工作方法。

标准与处理：超过1/10年剂量限值，暂时调离高射线岗位，加强专业技能学习，通过考核后再上岗；超过3/10年剂量限值，强制休假；工作量突然暴增的月份，由工作量带来的剂量增加，提前安排妥高辐射岗位人员轮换。

6、突发自然灾害：如水灾、火灾、地震等

在保证人员和患者安全第一的前提下，立即关闭射线源、锁好放射源。突发自然灾害，通讯、交通可能发生故障。科内所有工作人员都负有救治患者、保障安全的责任，自动进入紧急状态，参与抢救工作。

7、事后处理

发生放射安全事故后，由科主任主持，相关人员参加，分析事故原因、总结教训、制定切实改进措施。表彰应急过程中的先进个人。对肇事人员进行责任追究，形成书面报告报医院相关部门。

8、应急保障

医院放射防护工作领导小组统一领导。

核医学科中级以上人员为科室放射应急专家组成员。

全科人员是应急保障的实体及主要力量，并肩负与其它各科救援力量的协同合作。

9、事故防患

全科人员坚持定期学习、定期演练，提高预防和处理放射事件的意识与能力。定期检查防患设施，确保应急设施、设备、物品随时保持良好、可用状态。

核医学科医疗质量与安全管理制度总则

（一）全科室人员必须把诊断、检查质量放在工作的首位，强化质量意识，自觉接受医疗质量管理小组的检查监督。

（二）认真落实和严格执行科室制定的管理制度和操作规程。

（三）成立由科主任领导的，包括诊断和技术组人员组成的医疗质量管理小组，负责科室诊断和扫描技术质量管理工作。

（四）治疗评估结果纳入科室年度考核内容。

（五）坚持实行每日早间专业业务学习、集体读片制度和疑难病例讨论制度；规范诊断报告的书写。

（六）坚持实行技术读片制度，由医疗质量管理小组人员对扫描质量进行评价。

（七）加强质量管理力度，严肃制度的落实情况检查。

（八）明确各级人员的岗位职责，严格“三基”培训，定期进行考核。

（九）加强影像资料的管理，实行病人送资料入核医学图文报告系统前再次检查核对和图像调阅管理制度。

（十）工作人员应妥善保管科室大门及房门钥匙，防止丢失；一旦不慎遗失，应及时报告，并作紧急处理。

（十一）各机房操作间内不得会客。

（十二）工作人员下班前必须检查仪器、水、电、煤气及关窗锁门。全科（室）人员应熟知总电源开关位置。灭火机置于醒目地点，工作人员应熟练掌握灭火机的使用方法。

（十三）非工作需要，在科室内不得使用电炉。

（十四）室内无人时，工作人员应随手关门。高活性区（室），闲人不得入内。

（十五）放射性同位素专人负责专区妥善保管，不得遗失。

（十六）未经科室同意，本科工作人员不得在科室留宿。

（十七）提高警惕，发现非本科（室）就诊人员应及时查问。发生重大事故应及时向领导汇报。

（十八）专人负责安全管理，应定期检查，发现问题及时改进。

核医学科辐射防护制度

（一）机房设计合理，面积应满足防辐射要求，墙壁、门窗施工安装后经专业机构检测，合格后方可正式投入使用。

（二）机房外安装醒目的防辐射警示标志及工作灯，提醒周围人员。

（三）医务人员和患者的各种防辐射屏蔽隔离设备应齐全、充足，并保持完好、清洁，随时可以使用。

（四）操作人员在机房内曝光时应穿戴防护衣、帽、手套、面罩，积极采取措施，防止射线损伤。

（五）对患者注意防护，尽量缩小同机 CT 的照射野，减少曝光量和曝光次数，对敏感部位应做屏蔽防护。

（六）注意周围人员的防护，曝光前注意关好门窗，防止漏射线对他人的损伤。

（七）无关人员不得随意进入机房内，确有必要者应作好周密的防护并尽可能远离辐射源。

（八）操作技术人员发现机器有异常辐射应立即关机、切断电源，并立即向科主任汇报。

（九）科室医技人员应带个人剂量章监测辐射剂量；定期体检，及时了解辐射损伤情况。技师上岗还需带具有报警功能的个人剂量仪。

（十）按有关规定轮流安排工作人员休假或疗养。

（十一）科室设防护监督员，定期检查监督防护措施的落实。

核医学科放射性药品管理制度

放射性药物是指含有放射性何素或其标记化合物，用于诊断或治疗的药物，为确保放射性药品的安全使用和管理，针对核医学科使用的放射性药品，特制定相关安全制度。医院使用放射性药品必须符合国家放射性同位素卫生防护管理的有关规定，并取得《放射性药品使用许可证》，在《放射性药品使用许可证》规定品种、剂量等范围使用。

第一节 放射性药物的订购

（一）放射性药物的订购应由专人负责，负责人根据核医学科检查和治疗患者的预约情况，向有资质的生产放射性药物的企业（持有《放射性药品生产企业许可证》、《放射性药品经营企业许可证》）订购放射性药物，放射性药物的制备和质量控制由该企业负责。

（二）放射性药品的购买以信誉好、价格合理、质量保证为原则。

（三）放射性药品的订购按检查和治疗的需要，有计划、定量进行购买，保证药品零库存。

第二节 放射性药品的验收、登记、保管

（一）放射性药物的接收、登记和贮存由专门人员负责。

（二）收到放射性药品后，应与送货人员当场交接，首先要检查外包装有否损坏，询问送货人运输过程有无异常，应认真核对药品名称、出厂日期、批号、总活度等是否符合订货要求，确认无最后签字验收。

（三）确认无误后，保留货单并进行逐项登记（放射性药品种类、活度、数量、生产厂家等），经手人签字备案。

（四）放射性药品应存放在铅罐内，置于指定的活性室通风橱贮源槽内，标识鲜明，以防发生差错。

（五）严格登记和报告剩余药物，半衰期长的剩余药物表明日期、名称、剩余剂量，放置衰变室内，定期（每月）核对账物，防止被盗。

第三节 放射性药品的使用

（一）放射性药品的使用科室为核医学科，核医学科必须具备与其医疗任务相适应的并经过核医学技术培训的技术人员。非核医学专业技术人员未经培训，不得从事放射性药品使用工作。

（二）放射性药品使用前，再次核对放射性药品的种类、活度，并在申请单上注明所使用放射性核素种类、活度及时间。

（三）给病人注射前，认真核对病人姓名、性别、年龄、检查或治疗目的、项目、和注射活度等，用药后进行登记并签名。

（四）核医学科必须对使用的放射性药品进行临床质量检验，收集药品不良反应等项工作。

核医学科工作制度

1、实行科主任负责制，健全科室管理系统，加强思想教育，改善服务态度，提高诊疗质量，密切与临床科室联系，积极开展医疗、教学、科研工作。

2、根据医院年度工作要求，结合科室具体情况，制定科室年度工作计划，组织实施，定期检查，年终总结。

3、贯彻执行各类各级人员岗位责任制，明确分工。人员相对固定。适当轮换，以扩大知识面，适应科室工作需要，保证诊疗质量。

4、健全科室会议制度，定期召开科务会，及时传达院务会及科主任例会内容，不定期进行业务学习和政治学习。

5、自觉遵守医院各项规章制度，坚守工作岗位，严格考勤考核。

6、医技人员各负其责，对患者做诊疗时要认真，关心患者，态度和蔼。病历书写简明扼要，符合规范。

7、建立和执行医师接诊制度，其工作内容包括：掌握适应症；填写或补充患者的病史、体检及其他有关特殊检查结果；确定检查项目、部位、放射性药物的品种、剂量；及时处理诊疗中发生的问题；显像检查完成后，确定病人可

否离去或复查；及时发送诊断报告，并安排必要的进一步检查；向患者或其家属交代有关诊疗注意事项；有不能解决的问题及时请示上级医师或科主任。

8、加强质量管理，保证检查质量。检查结果如与临床不符，应分析其原因，必要时应复查。

9、实行阅片制，经常研究检查和治疗技术问题，解决疑难问题，不断提高工作质量。报告书写项目应填写完整，叙述准确、客观，结论合理。

10、加强与其他临床科室联系，不断开展新项目、新技术，及时总结工作经验。

11、物品管理应指定专人负责，合理使用。建立差错事故登记制度。

放射性废物处理制度及场所设施退役（报废）处置方案

在核医学工作中，会产生许多放射性废弃物，按其物态分为固体废物、废液和气载废物，简称“放射性三废”。放射性废弃物不能以普通废弃物的方法进行处理而要根据废物的性状、体积、所含放射性核素的种类、半衰期、比活度情况相应处理，不使放射性物质对环境造成危害。

核医学科在医院放射防护管理委员会的领导下，认真执行国家的有关放射防护法律、法规，严格执行放射性废物、废水及废气处理规定的各项规章制度。

放射性废物应单独存放，不得与易燃、易爆、腐蚀性物品同库储存；固体和液体的放射性废物不可混同收集、储存。

应由专人负责放射性废物的收集、分类、存放、监测、处理和安全防护管理工作，对于放射性废物的收集、存储、监测和处理过程应做好登记并存档备案，记录应包括时间、核素名称、半衰期、体积、表面沾污剂量率等。

一、固体放射性废物的管理：

（1）固体放射性废物应收集：于具有屏蔽结构和电离辐射标志的专用废物桶。废物桶内应放置专用塑料袋直接收纳废物。含尖刺及棱角的放射性废物，应预先进行包装处理，再装入废物桶，防止刺破废物袋。放射性废物每袋重量不超过 20 kg。装满废物的塑料袋应密封后及时转送至放射性废物暂存间贮存。

（2）固体放射性废物贮存：产生少量放射性废物和利用贮存衰变方式处理放射性废物的单位，经审管部门批准可以将废物暂存在许可的场所和专用容器中。暂存时间和总活度不能超过审管部门批准的限制要求。放射性废物贮存场所应安装通风换气装置，放射性废物中含有易挥发放射性核素的，通风换气装置应有单独的排风管道。入口处应设置电离辐射警告标志，采取有效的防火、防丢失、防射线泄漏等措施。废物暂存间内应设置专用容器盛放固体放射性废物袋（桶），不同类别废物应分开存放。容器表面应注明废物所含核素的名称、废物的类别、入库日期等信息，并做好登记记录。废物暂存间内不得存放易燃、易爆、腐蚀性物品

（3）固体放射性废物处理：

固体放射性废物暂存时间满足下列要求的，经监测辐射剂量率满足所处环境本底水平，α 表面污染小于 0.08Bq/cm²、β表面污染小于 0.8 Bq/cm² 的，可对废物清洁解控并作为医疗废物处理：

a）所含核素半衰期小于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过 30 天；

b）所含核素半衰期大于 24 小时的放射性固体废物暂存时间超过核素最长半衰期的 10 倍；

c）含碘-131 核素的放射性固体废物暂存超过 180 天。

d）近距离放射性粒籽治疗中放射性废物主要为固体废物，即废弃的放射性粒籽源，可采用放置衰变法处理，例如 ^{198}Au 的 10 个半衰期是 27 天、^{125}I 是 600 天、^{103}Pd 是 170 天。

不能解控的放射性固体废物应该按照放射性废物处理的相关规定予以收集、整备，并送交有资质的单位处理。放射性废物包装体外的表面剂量率应不

超过 0.1mSv/h，表面污染水平对β和γ发射体以及低毒性α发射体应小于 4 Bq/cm²、其他α发射体应小于 0.4 Bq/cm²。

固体放射性废物的存储和处理应安排专人负责，并建立废物存储和处理台账，详细记录放射性废物的核素名称、重量、废物产生起始日期、责任人员、出库时间和监测结果等信息。

二、液态放射性废物的管理：

（1）放射性废液收集：

核医学工作场所应设置有槽式或推流式放射性废液衰变池或专用容器，收集放射性药物操作间、核素治疗病房、给药后患者卫生间、卫生通过间等场所产生的放射性废液和事故应急时清洗产生的放射性废液。

核医学工作场所放射性药物标记、分装、注射后的残留液和含放射性核素的其他废液应收集在专用容器中。含有长半衰期核素的放射性废液应单独收集存放。盛放放射性废液的容器表面应张贴电离辐射标志。

（2）放射性废液贮存 ：

经衰变池和专用容器收集的放射性废液，应贮存至满足排放要求。衰变池或专用容器的容积应充分考虑场所内操作的放射性药物的半衰期、日常核医学诊疗及研究中预期产生贮存的废液量以及事故应急时的清洗需要；衰变池池体应坚固、耐酸碱腐蚀、无渗透性、内壁光滑和具有可靠的防泄漏措施。

（3）放射性废液排放

对于槽式衰变池贮存方式：

a）所含核素半衰期小于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 30 天后可直接解控排放；

b）所含核素半衰期大于 24 小时的放射性废液暂存时间超过 10 倍最长半衰期（含碘-131 核素的暂存超过 180 天），监测结果经审管部门认可后，按照 GB 18871 中 8.6.2 规定方式进行排放。放射性废液总排放口总 α 不大于 1 Bq/L、总 β 不大于 10 Bq/L、碘-131 的放射性活度浓度不大于 10 Bq/L。

对于推流式衰变池贮存方式，所含核素半衰期大于 24 小时的，每年应对衰变池中的放射性废液进行监测，碘-131 和最长半衰期核素的放射性活度浓度应满足 GB 18871 附录 A 表 A1 的要求。

放射性废液的暂存和处理应安排专人负责，并建立废物暂存和处理台账，详细记录放射性废液所含的核素名称、体积、废液产生起始日期、责任人员、排放时间、监测结果等信息。

三、气态放射性废物的管理

产生气态放射性废物的核医学场所应设置独立的通风系统，合理组织工作场所的气流，对排出工作场所的气体进行过滤净化，避免污染工作场所和环境。

应定期检查通风系统过滤净化器的有效性，及时更换失效的过滤器，更换周期不能超过厂家推荐的使用时间。更换下来的过滤器按放射性固体废物进行收集、处理。

四、场所设施退役（报废）管理

（1）对退役放射源进行登记造册，建立档案，并按要求收贮。放射源的报废处理必须向环保部门申报，并办理相关手续。待处理的废放射源必须妥善保管，严禁随意堆放、掩埋、焚烧和丢弃。

（2）废含放射性同位素装置的处理，应经环保部门批准，由专业人员操作。未取出放射源前，不得对废含放射性同位素装置进行任何处理。

（3）放射性场所退役必须向环保部门申报，进行退役场所环境检测，取得退役检测合格证书后方可交付其他部门使用。

（4）废放射性源、废射线装置和退役场所进行处理后，应及时办理注销手续，报环保部门备案。

五、科室应每月对放射性废物的处理进行检查、总结，对存在问题与缺陷进行整改。

六、医院每季度对相关科室的放射性废物的处理进行检查，对于存在的问题进行总结，并提出整改措施。

核医学科放射性核素操作制度

一、核医学科分为控制区、监督区，操作放射性核素只允许在控制区（高活性区）进行。

二、放射性药品到货后应及时放在高活性区固定的地方，并在专用登记薄上登记签名，由专人保管。

三、进入高活性区须换工作鞋，带上橡胶手套进行放射性核素分装和清洁处理。

四、在操作放射性核素时，必须做好充分的准备工作，必要时先进行模拟实验，尽量缩短操作时间，做到稳、准、快。

五、放射性核素在分装稀释前，应由两人核对放射性药物的批号、比活度、测量日期、总体积和测量放射性总活度，计算出取药的体积，记录剩余药量。

六、取放射性核素进行核素治疗时，计算处方剂量及取药的全过程，均须有两人在场。一人操作，一人核对。

七、操作放射性核素时，时刻注意个人防护，尽量在铅砖、铅玻璃的屏蔽下操作。并穿戴必要的个人防护衣物，如眼镜、铅裙、袖套和脖套等。

八、操作放射性核素应在搪瓷盘中进行，操作放射性液体，盘内应铺垫吸水纸。

九发生放射性沾染或泄漏事件时，尽量将污染限制在原有的范围内，并及时报告上级医师，按人员体表放射性污染处理技术方案进行处理。

十、注射器、药水杯等用完后，及时放入专用的放射性废物贮存桶内，放置储源室内十个半衰期后作为一般医疗废物交环保部门处理。

十一、工作人员离开控制区前应先洗手和进行表面污染监测，如果超过规定值，采取人员体表放射性污染处理技术方案进行处理，从控制区取出的任何物品都要进行表面污染水平检测。

核医学科工作人员岗位职责

一、核医学科主任职责

1、在院长领导下，负责领导本科的医疗、教学、科研、行政管理工作。科主任是本科质量与安全管理和持续改进第一负责人，应对院长负责。

2、定期讨论本科在贯彻医院的质量方针和落实质量目标，对进行质量指标过程中存在问题提出改进意见和措施，并有反馈记录。

3、制订本科年度工作计划，组织实施，经常督促检查，按期总结汇报。

4、领导和组织科内医务人员进行诊断、治疗工作，研究分析疑难病例，抢救危重病员，提高医疗质量。

5、负责组织领导本科医务人员的业务学习和技术考核。提出升、调、奖、惩的意见，培养提高本科人员的医技水平。

6、组织领导本科有关人员进行仪器设备的安装、检修及保养工作，审签请购、报销。

7、审定放射性核素的订货计划，督促检查放射性核素的贮存安全工作，组织本科医务人员轮流做好放射性核素的开瓶、分装、送服、注射等工作。

8、经常督促检查全体人员执行放射性核素的操作规程，做好防护，防差错事故。

9、组织并担任临床教学，安排进修、实习人员的培训。

10、确定本科人员轮换、值班和休假。

11、做好本科室人员的思想政治工作，充分调动积极性。

二、核医学科医师职责

1、在科主任领导和主治医师指导下进行工作

2、对病员进行仔细检查、诊治、开医嘱、书写病历及经常了解病员的思想、生活情况，做好思想工作。

3、参加门诊，担任或指导见习员进行技术操作，及时准确发出同位素检查

报告单。

4、守各项规章制度和同位素操作规程，做好防护工作严防差错、事故发生。

5、参加技术改进和科学研究工作。

6、参加教学和进修人员的培训工作。

7、依法执业，严谨求实，尊重患者，优质服务，团结协作，严格遵守《医疗机构从业人员行为规范》，廉洁自律，不向服务对象索取或收受“红包”等财物：不利用执业之便谋取不正当利益不收受医疗器械、药品、试剂等生产、销售企业或人员以各种名义、形式给予的回扣、提成，不违规参与医疗广告宣传和药品医疗器械促销。

三、核医学科技师职责

1、在科主任领导和主治医师指导下，负责同位素技术工作。

2、负责仪器的使用、检查和保养工作，协助相关工程技术人员做好修工作。

3、负责同位素实验室的管理，督促各级人员遵守操作规程并定期检查实验室使用情况。

4、建立机器使用档案，随时记录发生的故障及修理经过。

5、负责同位素的贮存、保管和放射线的监护工作，搞好安全防护。

6、指导技士、见习员、进修人员的技术操作，解决技术上的疑难问题，必要时豪自参加。

7、开展技术改进和研究，不断提高技术水平。

8、依法执业，严谨求实，尊重患者，优质服务，团结协作。严格遵守《医疗机构从业人员行为规范》，廉洁自律，不向服务对象贪取或收受“红包”等财物：不利用执业之便谋取不正当利益不收受医疗器械、药品、试剂等生产、销售企业或人员以各种名义、形式给予的回扣、提成：不违规参与医疗广告宣传和药品医疗器械促销。

四、核医学科护士工作职责

1、在护士长的领导和科主任及医技人员的指导下进行工作。

2、负责接诊、诊疗预约、咨询、宣传教育、治疗和诊前准备等工作，维持就诊秩序。遵守护理人员职业道德，保持良好的服务态度。

3、认真执行各项规章制度和技术操作规程，正确执行医嘱，准确及时完成诊疗护理工作，严格执行查对制度，严防差错事故的发生。

4、严格执行放射防护规章制度和安全操作规程，做好安全防护，对放射性物品和放射污染废源按规定妥善放置和处理，防止放射性污染，一旦发生污染事件，及时报告领导，同时进行应急处理，防止污染扩散。

3、经常巡视候检病人，发现身体不适或过敏反应者，及时处理和积极配抢救。与医生技术人员密切配合，共同完成诊疗工作。

4、负责消毒隔离工作，每日检查消毒无菌物品，急救物品，及时补充。负责室内空消毒和细菌培养，保持室内整洁、通风良好。

5、协助科主任作好科室的管理工作，指导卫生员工作。

6、参加业务学习及技术训练。

7、经常征求病人意见，改进护理工作。

附件 15.　本底现状监测报告

广西辐卫安环保科技有限公司

监 测 报 告

报告编号：GXFWA/HJ2025-055(黔)

委托单位：贵州医科大学附属医院

项目名称：中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目环评现状监测

监测项目：γ辐射空气吸收剂量率

监测性质：委托监测

（加盖公司公章或检测专用章）

报告日期 2025 年 3 月 11 日

声　明

1. 本报告依据国家有关法规、标准、协议和技术文件进行。本机构保证检测工作的公正性、独立性和可靠性，对检测的数据负责；不对部分摘录或引用本报告的有关数据造成的后果负责。
2. 本报告无检测人（或编制人）、审核人、签发人签名无效；报告中有涂改或未盖本公司红色检测专用章（或公司公章）、无骑缝章和无 CMA 章无效。
3. 对本检测报告有异议者，请于收到报告书之日起十五日内向本单位提出复核申请，逾期不予受理。
4. 委托现场检测对委托单位现场实际状况负责；送样委托检测，仅对来样负责。
5. 未经本单位书面允许的对本报告的任何局部复制、使用和引用均为无效，本单位不承担任何法律责任。
6. 监测结果仅对本次监测项目负责。
7. 本报告一式叁份，客户方贰份，本公司留存壹份。

检测单位：广西辐卫安环保科技有限公司

联系地址：贵州省贵阳市花溪区淮河路卓越时代大厦二楼 1 号

邮政编码：550000

联系电话：0851-82284581

手　　机：19078810201

联 系 人：陈振

邮　　箱：gxfwahbkjyxgsgzfgs@163.com

监 测 报 告

一、基本信息：

委托单位	贵州医科大学附属医院		
委托单位地址	贵阳市云岩区贵医街 28 号		
委托监测项目	γ辐射空气吸收剂量率	监测日期	2025 年 3 月 5 日
项目名称	中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心 核技术利用项目环评现状监测		
监测地点	中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心 核技术利用项目及周边区域		
监测评价依据	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021		
监测仪器	1.仪器名称：SCK-200 型多功能辐射监测仪 2. 仪器编号：21002+21001 3. 能量范围：20keV～7MeV　　4. 测量范围：1nGy/h～100μGy/h 5. 检定单位：上海市计量测试技术研究院 6. 证书编号：2024H21-20-5681057001-01 7.校准有效期：2024 年 12 月 26 日~2025 年 12 月 25 日		
任务来源及监测目的	广西辐卫安环保科技有限公司受贵州医科大学附属医院委托，对中山大学附属第一医院贵州医院二期分子肿瘤诊疗中心核技术利用项目进行辐射环境影响评价。广西辐卫安环保科技有限公司接受委托后于 2025 年 3 月 5 日对该项目进行环评现状补充监测工作。		

二、监测条件：

监测条件	监测时段	天气情况	环境温度（° C）	环境相对湿度（%）	经纬度、海拔高度
参数	13:00-14:00	阴	5° C	78%	经度：E106.494907° 纬度：N26.478754° 海拔：1.228 km

监 测 报 告

三、监测布点示意图：

图1 γ 辐射空气吸收剂量率监测点位图

（以下空白）

监 测 报 告

四、监测结果

γ 辐射空气吸收剂量率监测结果

监测点号	测量位置	γ辐射空气吸收剂量率（nGy/h）		备注
		平均值	标准差	
γ1#	二期项目地块中部	24	1.7	原野
γ2#	二期项目地块北部	32	1.4	原野
γ3#	二期项目地块东部	27	1.4	原野
γ4#	二期项目地块南部	30	1.5	原野
γ5#	二期项目地块西部	31	1.5	原野
γ6#	二期项目地块北侧	33	1.2	原野
γ7#	二期项目地块东侧	33	1.2	道路
γ8#	二期项目地块南侧	32	1.5	道路
γ9#	病房楼二楼	46	1.5	室内
γ10#	医技综合楼二楼	48	1.3	室内

注：监测结果均已扣除仪器对宇宙射线的响应值。

检 测 人 杨成强　　审 核 人 [illegible]

签 发 人 [illegible]　　签发日期 2025 年 3 月 11 日

（加盖公司公章或检测专用章）

检验检测机构
资质认定证书

副本

证书编号：18 20 03 10 1008

名称：广西辐卫安环保科技有限公司

地址：南宁市国凯大道17号研发大厦208室（邮政编码：530033）

经审查，你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力，现予批准，可以向社会出具具有证明作用的数据和结果，特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

（*凡涉及相关法律法规设定许可的检验检测项目，应在获得相应许可后方可开展检验检测工作*）

许可使用标志

CMA

发证日期：2023年6月6日

有效期至：2024年5月21日

发证机关：广西壮族自治区市场监督管理局

本证书由国家认证认可监督管理委员会监制，在中华人民共和国境内有效。

附件 16. 核技术利用单位辐射安全与防护年度评估报告（2024）

《核技术利用单位辐射安全与防护年度评估报告》

填 报 单 位 贵州医科大学附属医院（盖 章）

填 报 人

联 系 电 话

填 报 日 期 2025 年 01 月 13 日

贵州省生态环境厅制

使 用 说 明

一、本表适用于核技术利用单位填写。

二、报告表提交材料要求加盖单位公章。

三、表格中涉及的项目必须填写完整。

四、本表上报时间为每年1月1日至1月31日。

法定代表人声明

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部第18号令）规定：生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应当对本单位的放射性同位素与射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年1月31日前向发证机关提交上一年度的评估报告。

根据以上规定，我代表本单位作如下声明：我单位将如实填写年度评估报告，并对报告的真实性负责。

法定代表人签字： 　　日 期：2025年1月13日

一、基本情况

表 1-1　单位基本信息（与“国家核技术利用监管系统”信息一致）

注册地址	注册地行政区划	贵州省-贵阳市-云岩区	邮政编码	550004
	地址	贵州省贵阳市云岩区贵医街 28 号	经度：东经 106 度 42 分 30 秒	纬度：北纬 26 度 35 分 54 秒
联系方式	通讯地址	贵州省贵阳市云岩区贵医街 28 号	邮编	550004
	联系人	杨承昊	电话	
法定代表人	姓名	左石	电话	
	证件类型	身份证	证件号码	
单位性质	机关事业单位		行业类型	综合医院
单位代码	12520000429247776XA			

涉源部门	序号	部门名称	地址	负责人	工作场所
	1	放射科	贵州省贵阳市云岩区贵医附院院内	高波	第三住院楼影像楼门诊楼急诊大楼
	2	伽马刀中心	贵州省贵阳市云岩区贵医附院院内	出良钊	贵医附院伽马刀中心
	3	省政府门诊	贵州省贵阳市云岩区省政府盐务街	汪春红	省政府门诊
	4	卒中胸痛中心	贵州省贵阳市云岩区贵医附院院内	楚兰，李伟	急诊中心
	5	内镜中心	贵州省贵阳市云岩区贵医附院院内	许良壁	内镜中心
	6	核医学科	贵州省贵阳市云岩区贵医附院院内	王明华	核医学科二楼高活性室核医学科一楼低活性室回旋加速器中心 PET-CT 中心敷贴治疗室
	7	体检中心	贵州省贵阳市云岩区贵州医科大学门口	胡建	贵医附院体检中心

二、辐射安全和防护设施的运行与维护情况（可参考《生态环境部辐射安全与防护监督检查技术程序(2020年修订)第11册 核技术利用》（附件1）中对应的辐射工作场所 “2辐射安全防护设施与运行”检查项开展自查，并列出需整改的问题清单。）

本年度我单位根据实际情况，完善各项辐射安全和防护设施。1、辐射工作场所设立规范的警示标识;2、X线机房的辐射防护门、窗及墙体屏蔽效果良好，经监测能确保职业人员及公众的安全。3、工作指示灯运行正常。4、个人剂量报警仪已购置并使用正常。5已配备辐射防护用品如:防护服、铅围脖

种类和范围	放射源	□生产	□Ⅰ类 □Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类
		□销售	□Ⅰ类 □Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类
		□使用	□Ⅰ类 □Ⅱ类 □Ⅲ类 □Ⅳ类 □Ⅴ类
	非密封放射性物质	□生产 □销售 □使用	□甲 □乙 □丙
	射线装置	□生产	□Ⅱ类 □Ⅲ类
		□销售	□Ⅱ类 □Ⅲ类
		□使用	□Ⅰ类 □Ⅱ类 □Ⅲ类
		□销售（含建造）Ⅰ类射线装置	

表 1-2 许可证信息（与“国家核技术利用监管系统”信息一致）

许可证信息	单位类型	和技术利用单位	单位状态	正常
	发证机关	贵州省生态环境厅	证书编号	黔环辐证[00039]
	发证日期	2024-03-01	有效期至	2029-02-28
	审批机关	省级环境保护部门	许可证条件	

三、辐射安全和防护制度的制定与落实情况

制度名称	制修定情况	落实情况	备注
辐射安全与防护管理规定	已制定并严格执行	□落实 □基本落实 □未落实	放射科管理制度 伽马刀管理制度 核医学管理制度
管理机构及岗位职责	已制定并严格执行	□落实 □基本落实 □未落实	贵州医科大学附属医院辐射安全小组成立文件
操作规程	已制定并严格执行	□落实 □基本落实 □未落实	放射科操作规程 伽马刀操作规程 核医学操作规程
台账制度	已制定并严格执行	□落实 □基本落实 □未落实	放射装置台账 放射源管理台账
设备维护维修制度	已制定并严格执行	□落实 □基本落实 □未落实	设备维修与预防性维护管理制度
安全保卫制度	已制定并严格执行	□落实 □基本落实 □未落实	辐射防护安全保卫制度

人员培训计划	已制定并严格执行	□落实 □基本落实 □未落实	放射工作人员培训制度
监测计划	已制定并严格执行	□落实 □基本落实 □未落实	辐射防护检测及体检保健制度
应急预案	已制定并严格执行	□落实 □基本落实 □未落实	贵州医科大学附属医院辐射事故应急预案

四、辐射工作人员变动及接受辐射安全和防护知识教育培训情况（包括本年度从事过辐射工作岗位的所有工作人员，包括调离辐射岗位或已经辞职的）

序号	姓名	性别	工作岗位	培训起止时间	辐射安全工作人员上岗证有效期	是否建立个人剂量档案	人员变动情况	备注
1	付向阳	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	是	退休
2	沈桂权	男	放射科	-	2023/9/20-2028/9/20	是	是	退休
3	徐茂丽	女	放射科	-	2024.12.30-2029.12.30	是	无	
4	宋玲玲	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
5	卢孝诚	男	放射科	-	2023/9/22-2028/9/22	是	无	
6	高波	男	放射科	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
7	代卫升	男	放射科	-	2024.12.30-2029.12.30	是	无	

8	赵卫	男	放射科	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
9	陈静	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
10	柴鑫	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
11	杜霞	女	放射科	-	2023/9/18-2028/9/18	是	无	
12	刘静	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
13	杜幼	女	放射科	-	2023/9/18-2028/9/18	是	无	
14	周杰	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
15	阮志兵	男	放射科	-	2023/9/16-2028/9/16	是	无	
16	雷平贵	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
17	李其	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
18	吴桂鹏	男	放射科	-	2023/9/19-2028/9/19	是	无	
19	张燕	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
20	谢弘	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
21	印雅俊	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
22	王洋	男	放射科	-	2023/9/18-2028/9/18	是	无	
23	黄翌殊	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
24	胡娜	女	放射科	-	2023/9/21-2028/9/21	是	无	
25	唐茂文	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
26	张媚	女	放射科	-	2023/9/17-2028/9/17	是	无	
27	杨钰铸	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
28	温磊	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
29	毛巨江	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
30	王昌全	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
31	胡建	男	放射科	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
32	李颖	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	

33	于静	女	放射科	-	2023/9/21-2028/9/21	是	无	
34	丰佐明	男	放射科	-	2023/9/22-2028/9/22	是	无	
35	罗贤	男	放射科	-	2023/9/16-2028/9/16	是	无	
36	眭贺	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
37	李晶	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
38	汪春红	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
39	邹迅	男	放射科	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
40	刘光启	男	放射科	-	2023/9/18-2028/9/18	是	无	
41	满家彬	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
42	陈佳妮	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
43	冯辉	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
44	王振民	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
45	王伟	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
46	余杰	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
47	龙泰先	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
48	文伟	男	放射科	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
49	胡玉翠	女	放射科	-	2023/9/16-2028/9/16	是	无	
50	陈鹏宇	男	放射科	-	2024.12.30-2029.12.30	是	无	
51	郑渝平	男	放射科	-	2023/9/16-2028/9/16	是	无	
52	尚滔	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
53	曾新群	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
54	黄吉雨	女	放射科	-	2023/9/18-2028/9/18	是	无	
55	廖一飞	男	放射科	-	2023/9/22-2028/9/22	是	无	
56	赵卫鹏	男	放射科	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
57	肖彬	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	

58	刘宗伦	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
59	张艳翎	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
60	熊昕	女	放射科	-	2023/9/22-2028/9/22	是	无	
61	于倩	女	放射科	-	2023/9/16-2028/9/16	是	无	
62	文宁	男	放射科	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
63	王秉文	男	放射科	-	2023/9/18-2028/9/18	是	无	
64	汪逸尘	男	放射科	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
65	陈佳	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
66	杨延	女	放射科	-	2023/9/16-2028/9/16	是	无	
67	朱霞	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
68	郭青	女	放射科	-	2023/9/22-2028/9/22	是	无	
69	李方燕	女	放射科	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
70	朱玥	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
71	王正福	男	放射科	-	2023/9/18-2028/9/18	是	无	
72	陈香羽	女	放射科	-	2023/9/16-2028/9/16	是	无	
73	朱秀梅	女	放射科	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
74	郝成	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
75	陈万胜	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
76	徐恒天	男	放射科	-	2023/9/17-2028/9/17	是	无	
77	孙浩达	男	放射科	-	2023/9/16-2028/9/16	是	无	
78	张宾	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
79	叶春朋	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
80	李子源	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
81	雷圆	男	放射科	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
82	代文宇	男	放射科	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	

83	徐斌	男	放射科	-	2023/9/22-2028/9/22	是	无	
84	刘胜龙	男	放射科	-	2023/9/17-2028/9/17	是	无	
85	廖丽娟	女	放射科	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
86	杨兴雨	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
87	李薇	女	放射科	-	2023/9/17-2028/9/17	是	无	
88	马丽	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
89	余雯	女	放射科	-	2023/9/18-2028/9/18	是	无	
90	周芳	女	放射科	-	2023/9/16-2028/9/16	是	无	
91	吴文江	男	放射科	-	2023/9/16-2028/9/16	是	无	
92	周健	女	放射科	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
93	申雪花	女	放射科	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
94	黄斌	男	放射科	-	2023/9/21-2028/9/21	是	无	
95	杨丽铭	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
96	朱丹	女	放射科	-	2023/9/17-2028/9/17	是	无	
97	曹红	女	放射科	-	2023/9/18-2028/9/18	是	无	
98	廖林玲	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
99	尹敏	女	放射科	-	2023/9/16-2028/9/16	是	无	
100	杨方艳	女	放射科	-	2023/9/21-2028/9/21	是	无	
101	吴敏	女	放射科	-	2023/9/17-2028/9/17	是	无	
102	陈夜星	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
103	李婷婷	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
104	徐春艳	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
105	费习满	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
106	徐卫	男	放射科	-	2023/9/22-2028/9/22	是	无	
107	孟宇泽	男	放射科	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	

108	杨杰	女	放射科	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
109	彭勇	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
110	尹义	男	放射科	-	2023/9/18-2028/9/18	是	无	
111	李新颖	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
112	刘炫	男	放射科	-	2023/9/22-2028/9/22	是	无	
113	赵云飞	男	放射科	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
114	张露	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
115	易婷	女	放射科	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
116	佟晏荭	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
117	文双	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
118	王君昕	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
119	彭永会	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
120	郭海燕	女	放射科	-	2023/9/17-2028/9/17	是	无	
121	罗旋	男	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
122	唐雨曼	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
123	郭影	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
124	杨洁	女	放射科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
125	邹君鑫	男	放射科	-	2023/9/18-2028/9/18	是	无	
126	董雨雨	女	放射科	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
127	娄斌鸿	男	放射科	-	2024.12.30-2029.12.30	是	无	
128	段岑	女	放射科	-	2023/9/16-2028/9/16	是	无	
129	邹盛晖	女	神经外科伽玛刀治疗中心	-	2021.11.26-2026.11.26	是	无	
130	曹晗	女	神经外科伽玛刀治疗中心	-	2021.11.26-2026.11.26	是	无	
131	赵娟	女	神经外科	-	2022.7.15-2027.7.15	是	无	

			伽玛刀治疗中心					
132	陈洁	女	神经外科伽玛刀治疗中心	-	2021.11.26-2026.11.26	是	无	
133	李烨	女	神经外科伽玛刀治疗中心	-	2021.11.26-2026.11.26	是	无	
134	徐超	男	神经外科伽玛刀治疗中心	-	2021.11.26-2026.11.26	是	无	
135	出良钊	男	神经外科伽玛刀治疗中心	-	2021.11.26-2026.11.26	是	无	
136	吕莹	女	神经外科伽玛刀治疗中心	-	2023.4.12-2028.4.12	是	无	
137	聂红昉	男	神经外科伽玛刀治疗中心	-	无	是	无	从事岗位无需辐射证书
138	韩民	男	肝胆外科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
139	王旭浩	男	肝胆外科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
140	郭宇廷	男	肝胆外科	-	2021.11.23-2026.11.23	是	无	
141	冉勋	男	肝胆外科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
142	罗安燕	女	肝胆外科	-	2021.11.23-2026.11.23	是	无	
143	吴昶皓	男	肝胆外科	-	2021.11.25-2026.11.25	是	无	
144	王明华	男	核医学科	-	2021.11.25-2026.11.25	是	无	
145	曾曦	女	核医学科	-	2021.8.15-2026.8.15	是	无	
146	宋普姣	女	核医学科	-	2021.12.9-2026.12.9	是	无	
147	沈金丹	女	核医学科	-	2021.11.25-2026.11.25	是	无	
148	陈明丽	女	核医学科	-	2021.11.25-2026.11.25	是	无	
149	王启超	男	核医学科	-	2021.11.25-2026.11.25	是	无	
150	闫港	男	核医学科	-	2021.11.26-2026.11.26	是	无	

151	吴杰	男	核医学科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
152	刘豫	男	核医学科	-	2021.11.26-2026.11.26	是	无	
153	沈奇	女	核医学科	-	2021.11.25-2026.11.25	是	无	
154	刘盛静月	女	核医学科	-	2021.11.26-2026.11.26	是	无	
155	赵宇	男	核医学科	-	2021.11.25-2026.11.25	是	无	
156	赵兵	男	核医学科	-	2021.11.25-2026.11.25	是	无	
157	张江	男	核医学科	-	2020.10.16-2025.10.16	是	无	
158	曹松松	男	核医学科	-	2020.10.16-2025.10.16	是	无	
159	韩贵娟	女	核医学科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
160	王竟	男	核医学科	-	2023.9.10-2028.9.10	是	无	
161	熊文强	男	核医学科	-		是	无	外单位人员
162	吴德国	男	核医学科	-		是	无	外单位人员
163	刘林	男	核医学科	-		是	无	外单位人员
164	姚涛	男	核医学科	-		是	无	外单位人员
165	唐秀华	女	急诊神经科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
166	伍国锋	男	急诊神经科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
167	王丽琨	女	急诊神经科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
168	陈镭	女	急诊神经科	-	2021.12.9-2026.12.9	是	无	
169	毛远红	男	急诊神经科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
170	叶飞	男	急诊神经科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
171	赵旭	男	急诊神经科	-	2023.2.20-2028.2.20	是	无	
172	蒋世翔	男	急诊神经科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
173	吴倩	女	急诊神经科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
174	熊翠	女	急诊神经科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
175	袁仲德	女	急诊神经科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	

176	朱莹	女	急诊神经科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
177	苏娟	女	急诊神经科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
178	车炜	男	急诊神经科	-	2023.5.19-2028.5.19	是	无	
179	杜航	男	临床医学研究中心	-	2021.10.22-2026.10.22	是	无	
180	王新俊	男	临床医学研究中心	-	2021.10.22-2026.10.22	是	无	
181	黄康敏	女	临床医学研究中心	-	2021.10.22-2026.10.22	是	是	离职
182	刘冬梅	女	麻醉科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
183	刘波	男	麻醉科	-	2021.12.9-2026.12.9	是	无	
184	安胜	男	麻醉科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
185	郑蕾	女	麻醉科	-	2024.9.10-2029.9.10	是	无	
186	龙忠芳	女	麻醉科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
187	周倩	女	麻醉科	-	2021.12.9-2026.12.9	是	无	
188	刘远馨	女	麻醉科	-	2023.5.25-2028.5.25	是	无	
189	欧炜	女	麻醉科	-	2021.12.9-2026.12.9	是	无	
190	王丰	男	麻醉科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
191	肖开开	男	麻醉科	-	2024.9.10-2029.9.10	是	无	
192	臧圆圆	女	麻醉科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
193	钟兴凤	女	麻醉科	-	2024.9.10-2029.9.10	是	无	
194	易菁	女	麻醉科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
195	朱贞燕	女	麻醉科	-	2021.12.9-2026.12.9	是	无	
196	安丽	女	麻醉科	-	2023.5.25-2028.5.25	是	是	因岗位调整调离至非放射性岗位
197	陈觅	女	麻醉科	-	2023.5.25-2028.5.25	是	是	因岗位调整调离至非放射性岗位
198	董丽	女	麻醉科	-	2023.5.25-2028.5.25	是	是	因岗位调整调离至非放射性岗位
199	董璐	女	麻醉科	-	2023.5.25-2028.5.25	是	是	因岗位调整调离

								至非放射性岗位
200	冯运林	男	麻醉科	-	2023.5.25-2028.5.25	是	是	因岗位调整调离至非放射性岗位
201	胡柏龙	男	麻醉科	-	2023.5.25-2028.5.25	是	是	因岗位调整调离至非放射性岗位
202	胡廷菊	女	麻醉科	-	2023.5.25-2028.5.25	是	是	因岗位调整调离至非放射性岗位
203	黎安良	男	麻醉科	-	2023.5.25-2028.5.25	是	是	因岗位调整调离至非放射性岗位
204	李惠	女	麻醉科	-	2023.5.25-2028.5.25	是	是	因岗位调整调离至非放射性岗位
205	李君晴	女	麻醉科	-	2023.5.25-2028.5.25	是	是	因岗位调整调离至非放射性岗位
206	李文谦	男	麻醉科	-	2023.5.25-2028.5.25	是	是	因岗位调整调离至非放射性岗位
207	李妍	女	麻醉科	-	2023.5.25-2028.5.25	是	是	因岗位调整调离至非放射性岗位
208	吕洁	女	麻醉科	-	2023.5.25-2028.5.25	是	是	因岗位调整调离至非放射性岗位
209	牟正前	女	麻醉科	-	2023.5.25-2028.5.25	是	是	因岗位调整调离至非放射性岗位
210	邱丽	女	麻醉科	-	2023.5.25-2028.5.25	是	是	因岗位调整调离至非放射性岗位
211	任益民	男	麻醉科	-	2023.5.25-2028.5.25	是	是	因岗位调整调离至非放射性岗位
212	陈超	男	麻醉科	-	2021.12.9-2026.12.9	是	是	因岗位调整调离至非放射性岗位
213	姚丽	女	内分泌科	-	2023/9/22-2028/9/22	是	无	
214	闵婕	女	内分泌科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
215	刘敏	女	内分泌科	-	2023/9/23-2028/9/23	是	无	
216	彭年春	女	内分泌科	-	2023/9/15-2028/9/15	是	无	
217	张伟光	女	内镜中心	-	2023/9/22-2028/9/22	是	无	
218	王喜菊	女	内镜中心	-	2023/9/22-2028/9/22	是	无	
219	许良璧	女	内镜中心	-	2023/9/19-2028/9/19	是	无	
220	段晨虹	女	内镜中心	-	2023/9/19-2028/9/19	是	无	
221	陈万伟	男	内镜中心	-	2023/9/19-2028/9/19	是	无	

222	王丽娟	女	内镜中心	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
223	刘娅琳	女	内镜中心	-	2023/9/19-2028/9/19	是	无	
224	李大欢	女	内镜中心	-	2023/9/19-2028/9/19	是	无	
225	李娟	女	内镜中心	-	2023/9/19-2028/9/19	是	无	
226	王于锦	男	内镜中心	-	2023/9/22-2028/9/22	是	无	
227	张宇轩	男	内镜中心	-	2023/9/19-2028/9/19	是	无	
228	朱磊	男	内镜中心	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
229	张伟	男	内镜中心	-	2023/9/22-2028/9/22	是	无	
230	何沂洋	女	内镜中心	-	2023.9.15-2028.9.15	是	无	
231	籍元雪	女	内镜中心	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
232	兰海云	女	内镜中心	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
233	张维森	男	内镜中心	-	2023/9/24-2028/9/24	是	无	
234	李杰	男	内镜中心	-	2023/9/19-2028/9/19	是	无	
235	杨世宇	男	内镜中心	-	2023/9/20-2028/9/20	是	无	
236	李裕银	男	内镜中心	-	2024.12.30-2029.12.30	是	无	
237	刘香	女	神经内科—卒中中心	-	2021.7.14-2026.7.14	是	无	
238	杨英	女	神经内科—卒中中心	-	2021.7.15-2026.7.15	是	无	
239	何婷	女	神经内科—卒中中心	-	2024.2.7-2029.2.7	是	无	
240	张甲岩	男	神经内科	-	2021.7.14-2026.7.14	是	无	
241	蔡刚	男	神经内科	-	2021.7.15-2026.7.15	是	无	
242	杨樟	男	神经内科	-	2022.7.15-2027.7.15	是	无	
243	方旭明	男	神经内科	-	2021.11.23-2026.11.23	是	无	
244	林翔	男	神经内科	-	2021.11.23-2026.11.23	是	无	

245	夏聪	男	神经内科	-	2021.7.14-2026.7.14	是	无	
246	李军	男	神经内科	-	2020.8.27-2025.8.27	是	无	
247	宋世宾	男	神经外科		2022.2.25-2027.2.25	是	是	因岗位调整调离至非放射性岗位
248	彭瀚	男	神经外科	-	2021.11.25-2026.11.25	是	无	
249	杨华	男	神经外科		2021.11.25-2026.11.25	是	是	即将退休，已不从事放射性工作
250	向欣	男	神经外科	-	2021.11.25-2026.11.25	是	无	
251	姜健楠	男	神经外科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
252	严健	男	神经外科	-	2021.11.25-2026.11.25	是	无	
253	崔君拴	男	神经外科	-	2022.8.12-2027.8.12	是	无	
254	徐旭	男	神经外科	-	2022.8.12-2027.8.12	是	无	
255	杨杰	男	神经外科		2021.11.25-2026.11.25	是	是	因岗位调整调离至非放射性岗位
256	魏入廷	男	神经外科	-	2022.7.15-2027.7.15	是	无	
257	韩锋	男	神经外科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
258	杨人	男	神经外科		2021.11.25-2026.11.25	是	是	因岗位调整调离至非放射性岗位
259	杨明	男	神经外科	-	2022.7.15-2027.7.15	是	无	
260	严章玮	男	神经外科	-	#N/A	是	无	
261	侯雨男	男	神经外科		2021.11.25-2026.11.25	是	是	因岗位调整调离至非放射性岗位
262	徐源	男	神经外科		2022.2.25-2027.2.25	是	是	因岗位调整调离至非放射性岗位
263	吴跃辉	男	神经外科	-	2023.11.7-2028.11.7	是	无	
264	郑锴	男	神经外科	-	新入职	是	无	2024.12月
265	黄媛馨	女	疼痛科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
266	孙丽华	女	疼痛科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
267	范雪松	女	疼痛科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
268	张忠杰	男	疼痛科	-	2021.12.9-2026.12.9	是	无	
269	刘婷	女	疼痛科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	

270	杨璇	女	疼痛科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
271	张菱	女	疼痛科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
272	于子龙	男	疼痛科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
273	毛冬梅	女	疼痛科	-	2021.12.9-2026.12.9	是	无	
274	鲁婕清	女	疼痛科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
275	李宁怡	男	疼痛科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
276	姚旌	女	疼痛科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
277	陆巍	男	疼痛科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
278	沃春新	男	疼痛科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
279	孟显美	女	疼痛科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
280	顾光丽	女	疼痛科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
281	秦乐	女	疼痛科	-	2022.6.16-2027.6.16	是	无	
282	陈渔	女	疼痛科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
283	陈云婷	女	疼痛科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
284	杨俊龙	男	疼痛科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
285	罗笛	女	疼痛科	-	2023.5.12-2028.5.12	是	无	
286	代小娟	女	疼痛科	-	新入职	是	无	2024.12月
287	袁敏	女	疼痛科	-	新入职	是	无	2024.12月
288	钱颖颖	女	疼痛科	-	新入职	是	无	2024.12月
289	苏皓琳	女	疼痛科	-	新入职	是	无	2024.12月
290	殷富裕	女	疼痛科	-	新入职	是	无	2024.12月
291	双倩	女	体检中心	-	2023/9/23-2028/9/23	是	无	
292	杨茂伦	男	体检中心	-	2023/9/22-2028/9/22	是	无	
293	陈章荣	男	心内科	-	2019.3.25-2024.3.25	是	是	因岗位调整调离至非放射性岗位
294	周纬	男	心内科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
295	潘家义	男	心内科	-	2022.7.15-2027.7.15	是	无	
296	陈云	女	心内科	-	2022.3.16-2027.3.16	是	无	

297	谢登海	男	心内科	-	2021.11.23-2026.11.23	是	无	
298	伍洪令	男	心内科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
299	沈正	男	心内科	-	2021.11.23-2026.11.23	是	无	
300	陈进	男	心内科	-	2021.11.23-2026.11.23	是	无	
301	梁金峰	男	心内科	-	2021.12.9-2026.12.9	是	无	
302	石林艳	女	心内科	-	2021.12.9-2026.12.9	是	无	
303	廖付军	男	心内科	-	2021.11.23-2026.11.23	是	无	
304	牛力	男	心内科	-	2022.6.16-2027.6.16	是	无	
305	贺世鑫	男	心内科	-	2021.11.25-2026.11.25	是	无	
306	徐诗云	女	心内科	-	2023.4.12-2028.4.12	是	无	
307	唐倩	女	心内科	-	2021.11.25-2026.11.25	是	无	
308	王龙	男	心内科		2021.12.9-2026.12.9	是	是	已离职
309	沈毅	男	心内科	-	2021.12.9-2026.12.9	是	无	
310	骆椤	男	心内科	-	2021.11.26-2026.11.26	是	无	
311	刘武鹏	男	心内科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
312	董琦	男	心内科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
313	谢国锋	男	心内科	-	2021.11.26-2026.11.26	是	无	
314	谌晶晶	女	心内科	-	2021.12.09-2026.12.09	是	无	
315	韦波	男	心内科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
316	熊国宝	男	心内科	-	2021.12.9-2026.12.9	是	无	
317	龙雄	男	心内科	-	2021.12.9-2026.12.9	是	无	
318	何浩江	男	心内科	-	2021.11.26-2026.11.26	是	无	
319	郑红梅	女	心内科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
320	司晓云	男	心内科	-	2022.7.15-2027.7.15	是	无	
321	杨富尧	男	心内科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	

322	代方杰	男	心内科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
323	汤昌旺	男	心内科	-	2024.10.18-2029.10.18	是	无	
324	马思星	男	血管外科	-	2021.11.26-2026.11.26	是	无	
325	鞠世龙	男	血管外科	-	2022.3.16-2027.3.16	是	无	
326	孟菊	女	血管外科	-	2022.7.15-2027.7.15	是	无	
327	李永康	男	血管外科	-	2021.11.25-2026.11.25	是	无	
328	王腾飞	男	血管外科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
329	邓劼	男	血管外科	-	2021.12.9-2026.12.9	是	无	
330	吴婕	女	血管外科	-	2021.11.25-2026.11.25	是	无	
331	李始亮	男	血管外科	-	2021.11.25-2026.11.25	是	无	
332	赵磊	男	血管外科	-	2023.4.12-2028.4.12	是	无	
333	安天志	男	介入科	-	2021.10.25-2026.10.25	是	无	
334	蒋天鹏	男	介入科	-	2021.11.23-2026.11.23	是	无	
335	王义军	男	介入科	-	2021.11.9-2026.11.9	是	无	
336	李婷颖	女	介入科	-	2021.11.26-2026.11.26	是	无	
337	许敏	男	介入科	-	2021.11.23-2026.11.23	是	无	
338	黄学卿	男	介入科	-	2021.11.23-2026.11.23	是	无	
339	袁映楠	男	介入科	-	2021.11.26-2026.11.26	是	无	
340	何洋	男	介入科	-	2021.11.26-2026.11.26	是	无	
341	陈帮福	男	介入科	-	2021.11.26-2026.11.26	是	无	
342	雷毅	男	介入科	-	2021.11.26-2026.11.26	是	无	
343	曾林莉	女	介入科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
344	王黎洲	男	介入科	-	2021.12.9-2026.12.9	是	无	
345	李德梅	女	介入科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
346	李董江	男	介入科	-	2023.6.19-2028.6.19	是	无	

347	张帅	男	介入科	-	2022.2.25-2027.2.25	是	无	
348	刘鲜梅	女	介入科	-	2023.7.14-2028.7.14	是	无	
349	龙庆璋	男	介入科	-	2024.5.15-2029.5.15	是	无	
350	石玉	男	介入科	-	2024.5.15-2029.5.15	是	无	
351	程芝梅	女	介入科	-	2024.8.15-2029.8.15	是	无	
352	黄玉庭	男	介入科	-	2024.9.10-2029.9.10	是	无	
353	黄智	男	介入科	-	新入职	是	无	2024.12月

五、 本年度核技术应用项目的办理情况（未涉及的项目填“无”）

办理环保手续	办理时间	内容及批文号（备案号）
新建、改建、扩建项目环评审批	改建 2024-01-25	建设项目名称:贵州医科大学附属医院核医学科 SPECT/CT 影像诊断区改建项目 项目建设规模:本项目为核医学科 SPECT/CT 影像诊断区改建项目,建设面积约 274 平方米。 改建后拟新安装放射诊疗设备;设备名称:双探头单光子发射断层成像设备;设备型号:Symbia intevo6 ;设备编号:待定;生产厂家:西门子;主要参数:探头数量:2;CT 参数:16 排;130kV 345mA;机房位置: SPECT/CT 检查室。 备案编号：202452010300000020

	改建 2024-01-26	我院更换一台西门子 SPECT/CT 设备 ，设备名称:单光子发射断层成像设备;在贵州医科大学附属医院核医学科 SPECT 检查室使用，（型号:Symbia Intevo 6 ，管电压 130kV ，管电流 345mA。）备案编号：202452010300000024
验收备案	无	无
许可证变更、增项、注销、延续	无	无
放射性同位素进出口、转让、转移	无	无
放射性废物（源）送贮	无	无
放射源返回生产厂家	无	无

退役环保手续	无	无

六、场所辐射环境监测和个人剂量监测情况

	辐射环境日常监测	辐射场所环境年度监测	个人剂量监测
监测单位	贵州辐源环保科技有限公司	贵州辐源环保科技有限公司	贵州省疾病预防控制中心
监测时间	2024	2024	2024
监测结果（结果异常及原因分析请在“表九需要补充的内容”中说明）	无异常	无异常	无异常
是/否建立监测档案	是	是	是

七、辐射事故及应急响应情况

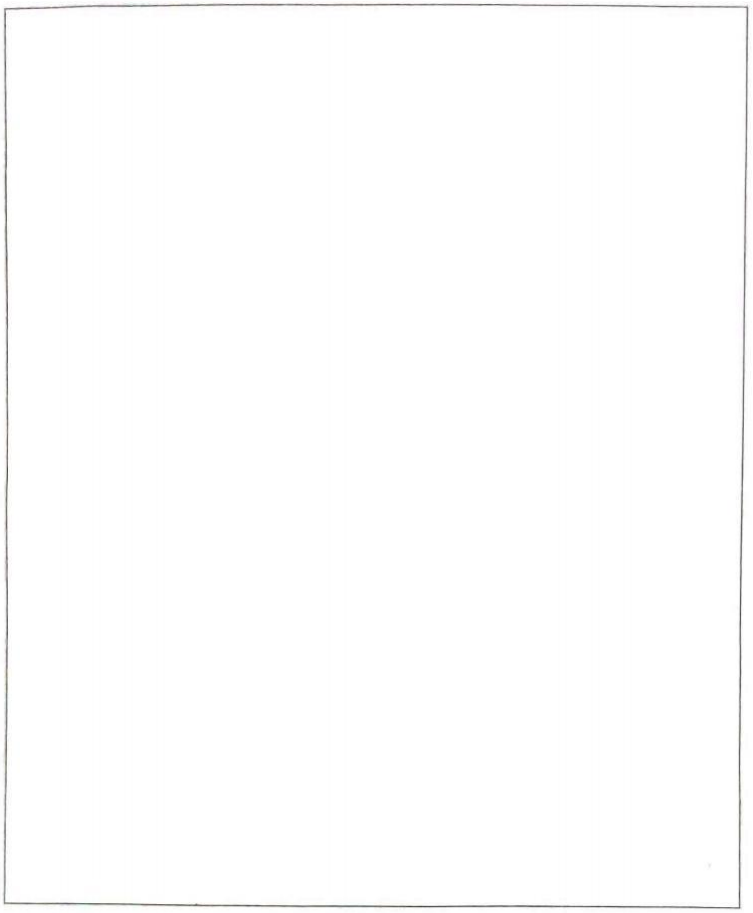
建立事故领导小组	□是 □否
事故应急负责人	左石

应急联络电话	
本年度辐射事故应急设施是否完善	□是 □否
本年度是否开展过应急演练	□是 □否
本年度辐射事故应急情况简介	
事故级别	□特别重大 □重大 □较大 □一般
事故时间	_____ 至
事故地点	
事故及应急情况简介	没有发生辐射事故，应急设施完善，没有开展应急演练。

八、存在的安全隐患及其整改情况

监管部门发现隐患的整改情况： 无
自查发现隐患的整改情况： 无

九、需要补充的内容



附件：1、生态环境部辐射安全与防护监督检查技术程序(2020 年修订)第 11 册 核技术利用

2、辐射场所环境年度监测报告（核技术利用单位提供）

3、个人剂量监测报告（核技术利用单位提供）

附件 17. NNSA HQ-08-JD-IP-006 乙级非密封放射性物质操作场所监督检查技术程序

生态环境部（国家核安全局）

技术类

乙级非密封放射性物质操作场所监督检查技术程序

C	2020.2.20	胡梅	张志刚、江光	刘华
版　次	发布日期	编　写	审　核	批　准
责任部门：华北核与辐射安全监督站			NNSA/HQ-08-JD-IP-006	
			文　件　编　码	

修 订 记 录

版 次	说 明	日 期	修订人
A	初版。	2012	毛亚虹
B	修订。	2017	——
C	按照2019年国家核安全局第三层级监督程序的工作部署，修订本程序。	2020.2.20	胡梅

乙级非密封放射性物质操作场所监督检查技术程序

1 监督检查目的

对乙级非密封放射性物质操作场所单位的监督检查重点是：辐射工作分区管理控制、辐射防护屏蔽和表面污染防治、放射性“三废”处理等。

2 检查程序适用范围

本程序主要适用于乙级非密封放射性物质操作场所的监督检查，有专用检查技术程序的场所除外。

3 引用标准和文件

（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；

（2）《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）；

（3）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；

（4）《职业性内照射个人监测规范》（GBZ 129-2016）；

（5）《放射性废物管理规定》（GB 14500-2002）。

4 监督检查内容

监督检查的具体内容见例行监督检查表。

5 监督检查意见

核实上次检查意见的落实及改进情况，提出本次检查中存在的问题和意见。

乙级非密封放射性物质操作场所监督检查表

1 基本信息

1.1 非密封放射性物质基本信息

操作场所级别	核素名称	物理/化学形态

1.2 放射性废物情况

废物形态	已产生的废物量	主要放射性核素	拟采用处理方式
固态			
液态			
气载	/		

注：检查时登记该单位内现暂存的固态、液态放射性废物量（体积/容积或重量），气载放射性废物无需填写废物量。

2 辐射安全防护设施与运行

序号	检查项目		检查结果	备注
1*	A 场所设施	工作场所功能、设置及分区布局		
2*		场所分区的管控措施及标识		
3*		电离辐射警告标志		
4*		卫生通过间		
5*		通风系统完整性及效能		
6*		密封箱室		
7*		屏蔽防护设施		
8		防过热或超压保护		
9*		防止放射性液体操作造成污染的措施		
10*		机械手或其它远距离操作工具		
11*		火灾报警仪		
12*		放射性废水处理系统及标识		
13*		放射性物料与成品暂存场所或设施		
14*		放射性固体废物暂存场所或设施		
15*		安保设施		
16		防火设备、应急出口		
17*	B 监测设备	人员出口污染监测仪		
18*		固定式辐射监测报警仪		

19*		固定式或移动式气溶胶取样监测设备		
20*		便携式辐射监测仪		
21*		个人剂量计		
22		个人剂量报警仪		
23*	C 防护用品	个人辐射防护用品		
24*	D 应急物资	去污用品和应急物资		
25		合适的灭火器材		
26*		放射性同位素应急容器		

注：加*的项目是重点项，检查合格划√，不合格划×，不适用或无法验证划 /。不能详尽的在备注中说明。

3 法规执行情况

序号	检 查 内 容	检查结果		
		有/是	无/否	备注
1	**许可证**			
1.1	持证单位的名称、地址、法定代表人是否进行了变更			
	变更后是否办理许可证变更手续			
1.2	持证单位是否改变或超出所从事活动的种类或者范围			
	是否按原申请程序重新申请许可证			
1.3	持证单位是否新建、改建、扩建生产、使用设施或者场所			
	是否按原申请程序重新申请许可证			
1.4	许可证是否在有效期内			
	超出有效期限后，是否办理许可证延续手续			
2	**建设项目环境影响评价审批**			
2.1	持证单位是否新建、改建、扩建生产、使用设施或者场所			
	相应的环境影响评价是否通过审批			
3	**建设项目竣工环保验收**			
3.1	是否按规定的程序和标准进行了验收			
	如是:是否向社会公开了验收报告			

4	**退役**			
4.1	是否有场所退役			
	如有：是否通过退役环评审批/备案			
	如有：是否按照规定的程序和标准进行了退役终态验收			
	如有：是否向社会公开了验收报告			
5	**进出口、转让和转移**			
5.1	是否有放射性同位素进出口			
	如有：放射性同位素的进出口审批和备案档案是否齐全			
5.2	是否有放射性同位素的转让和转移			
	如有：转让和转移审批或备案档案是否齐全			
5.3	交接清单与转让审批是否对应			
6	**监测**			
6.1	工作区域和环境辐射水平测量档案			
6.2	个人剂量监测记录（包括内照射）			
6.3	放射性流出物的相关记录（放射性核素、活度或浓度、时间等）以及废水排放的相关审批手续			
6.4	监测仪器比对或刻度档案			
7	**放射性物质管理**			
7.1	非密封放射性物质使用台账			
7.2	非密封放射性物质转让台账			
7.3	非密封放射性物质进出口台账			
7.4	放射性废物处理档案是否齐全			
8	**辐射安全设施管理**			
8.1	安全防护设施维护与维修工作记录			
9	**事件与事故**			
9.1	是否有辐射事故或事件			
	辐射事故或事件是否按规定报告			
10	**人员管理**			
10.1	辐射工作人员上岗前培训/再培训档案			
11	**辐射安全自查**			
11.1	定期辐射安全自查			

11.2	年度评估报告			

4 管理制度与执行情况

序号	检查项目		成文制度	执行情况	备注
1	A 综合	辐射安全与防护管理大纲			
2	B 放射性物质	非密封放射性物质的管理规定			
3		物料平衡管理规定			
4	C 场所管理	场所分区管理规定			
5		操作规程			
6		安保管理规定			
7		去污操作规程			
8		安全与防护设施等维修与维护制度			
9	D 监测	监测方案			
10		监测仪表使用与校验管理制度			
11	E 人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度			
12		辐射工作人员个人剂量管理制度			
13	F 应急	辐射事故应急预案			
14	G 三废	放射性“三废”管理规定			

5 上次检查改进情况

已完成：

未完成：

6 存在的主要问题

检查日期_____

检查人员签字_____

被检查单位代表签字_____

附件 18. NNSA HQ-08-JD-IP-030 非密封放射性物质医学应用场所监督检查技术程序

生态环境部（国家核安全局）

技术类

非密封放射性物质医学应用场所监督检查技术程序

C	2020.2.20	刘艳阳	张志刚、江光	刘华
版　次	发布日期	编　写	审　核	批　准
责任部门：华北核与辐射安全监督站			NNSA/HQ-08-JD-IP-030	
			文　件　编　码	

修 订 记 录

版 次	说 明	日 期	修订人
A	初版。	2012	毛亚虹
B	修订。	2017	——
C	按照2019年国家核安全局第三层级监督程序的工作部署，修订本程序。	2020.2.20	刘艳阳

非密封放射性物质医学应用场所监督检查技术程序

1 监督检查目的

核医学中广泛使用非密封放射性物质进行诊断和治疗。对这类项目的监督检查，应包括：场所分区布局及人、物流向是否合理，工作人员操作时防护是否得当，对患者的管理是否科学，放射性“三废”是否按法规要求进行处理等。同时应避免环境污染和职业人员与公众受到不必要的照射。

2 检查程序适用范围

本程序适用于非密封放射性物质医学应用场所的监督检查。

3 引用标准和文件

（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；

（2）《临床核医学患者防护要求》（WS 533-2017）；

（3）《临床核医学放射卫生防护标准》（GBZ 120-2006）；

（4）《职业性皮肤放射性污染个人检测规范》（GBZ 166-2005）；

（5）《职业性内照射个人监测规范》（GBZ 129-2016）；

（6）《放射性废物管理规定》（GB 14500-2002）；

（7）《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ 133-2009）；

（8）《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）。

4 监督检查内容

监督检查的具体内容见监督检查表。

5 监督检查意见

核实上次检查意见的落实及改进情况，提出本次检查中存在的问题和意见。

非密封放射性物质医学应用场所监督检查表

1 基本信息

1.1 非密封放射性物质基本信息

工作场所级别	核素名称	日操作最大活度（mCi或Bq）	物理形态	用途

1.2 放射性废物情况

废物形态	主要放射性核素	拟采用处理方式
固态		
液态		
气载		

2 场所安全和防护设施与运行

序号	检查项目		检查结果	备注
1*	A 场所设施	场所分区布局是否合理及有无相应措施/标识		
2*		电离辐射警告标志		
3*		独立的通风设施		
4*		治疗病房病人之间防护		
5*		给药操作人员屏蔽		
6		易去污的工作台面		
7*		病人专用卫生间		
8*		放射性核素暂存场所或设施		
9*	B 监测设备	表面污染监测仪		
10*		便携式辐射水平监测仪		
11*		个人剂量计		
12		个人剂量报警仪		

序号	检 查 项 目		检查结果	备注
13*	C 放射性废物和废液	放射性废液处理排放系统及标识		
14*		放射性固体废物暂存场所或设施		
15*	D 防护器材	个人防护用品		
16*		放射性表面去污用品和防污染材料		

注：加*的项目是重点项，检查合格划√，不合格划×；不适用或无法验证划 /。不能详尽的在备注中说明。

3 法规执行情况

序号	检 查 内 容	检查结果		
		有/是	无/否	备注
1	许可证			
1.1	单位的名称、地址、法定代表人是否进行了变更			
	如有：变更后是否办理许可证变更手续			
1.2	是否改变或超出所从事活动的种类或者范围			
	如有：是否按原申请程序重新申领许可证			
1.3	是否有新建、改建、扩建生产、使用设施或者场所			
	如有：是否按原申请程序重新申领许可证			
1.4	许可证是否在有效期限内			
	如超出：是否办理许可证延续手续			

序号	检 查 内 容	检查结果		
		有/是	无/否	备注
2	**建设项目环境影响评价审批**			
2.1	是否有新建、改建、扩建使用设施或者场所			
	如有：是否通过环境影响评价审批			
3	**建设项目竣工环境保护验收**			
3.1	是否按规定的程序和标准进行了验收			
3.2	如是：是否向社会公开了验收报告			
4	**退役**			
4.1	是否有场所退役			
	如有：是否通过退役环评审批/备案			
	如有：是否按照规定的程序和标准进行了退役终态验收			
	如有：是否向社会公开了验收报告			
5	**进出口和转让**			
5.1	是否有放射性同位素进出口			
	如有：进出口审批和备案档案是否齐全			
5.2	是否有放射性同位素转让			
	如有：转让审批和备案档案是否齐全			
5.3	交接清单是否与转让审批表对应			
6	**监测**			
6.1	工作区域和环境辐射水平测量档案			
6.2	个人剂量监测记录（内外照射）			
6.3	排入环境废液中的放射性核素、活度或浓度、时间、审批及其他情况的记录			
6.4	监测仪器比对或刻度档案			
7	**放射性药物管理**			
7.1	放射性药物管理情况记录（购买、使用）			
7.2	放射性废物送贮或清洁解控档案			

序号	检 查 内 容	检查结果		
		有/是	无/否	备注
8	**事故与事件**			
8.1	是否有辐射事故或事件			
	辐射事故或事件是否按规定报告			
9	**人员管理**			
9.1	辐射工作人员上岗前培训/再培训档案			
10	**辐射安全自查**			
10.1	定期辐射安全自查			
10.2	年度评估报告			

4 管理制度与执行情况

序号	检 查 项 目		成文制度	执行情况	备注
1	A 综合	辐射安全与防护管理规定			
2		放射性药物管理规定			
3	B 场所	场所分区管理规定			
4		操作规程			
5		辐射安全和防护设施维护维修制度			
6		放射性药物（体内）治疗病房管理规定			
7	C 监测	监测方案			
8		监测仪表的使用管理制度			
9	D 人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度			
10		辐射工作人员个人剂量管理制度			
11	E 应急	辐射事故/事件应急预案			
12	F 三废	放射性“三废”管理规定			

5.上次检查改进情况

已完成：

未完成（说明理由）：

6.存在的主要问题

检查日期_____

检查人员签字_____

被检单位代表签字_____

附件 19. NNSA HQ-08-JD-IP-031 医用放射性核素发生器利用场所监督检查技术程序

生态环境部（国家核安全局）

技术类

医用放射性核素发生器利用场所监督检查技术程序

C	2020.2.20	刘艳阳	张志刚、江光	刘华
版　次	发布日期	编　写	审　核	批　准
责任部门：华北核与辐射安全监督站			NNSA/HQ-08-JD-IP-031	
			文　件　编　码	

修 订 记 录

版 次	说 明	日 期	修订人
A	初版。	2012	毛亚虹
B	修订。	2017	——
C	按照2019年国家核安全局第三层级监督程序的工作部署，修订本程序。	2020.2.20	刘艳阳

医用放射性核素发生器利用场所监督检查技术程序

1 监督检查目的

医用放射性核素发生器通常是一种能从较长半衰期母体核素中分离出短半衰期核素的装置。对这类发生器利用场所的监督检查，主要是检查场所的安全与防护是否符合要求。

2 检查程序适用范围

本程序适用于医用放射性核素发生器利用场所的监督检查。

3 引用标准和文件

（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；

（2）《放射性废物管理规定》（GB 14500-2002）；

（3）《医用放射性废物的卫生防护管理》（GBZ 133-2009）；

（4）《操作非密封源的辐射防护规定》（GB 11930-2010）；

（5）《低、中水平放射性固体废物暂时贮存规定》（GB 11928-1989）。

4 监督检查内容

监督检查的具体内容见监督检查表。

5 监督检查意见

核实上次检查意见的落实及改进情况，提出本次检查中存在的问题和意见。

医用放射性核素发生器利用场所监督检查表

1 基本信息

1.1 放射性核素发生器利用场所基本信息

发生器名称	产生核素名称	物理形态	操作场所级别

1.2 放射性废物情况

废物形态	主要放射性核素	拟采用处理方式
固态		
液态		
气载		

2 场所安全和防护设施与运行

序号	检查项目		检查结果	备注
1	A 场所设施（放射性核素生产、贮存与包装）	场所分区布局是否合理及有无相应措施/标识		
2		电离辐射警告标志		
3		卫生通过间（乙级及以上）		
4		人员出口配备污染监测仪（乙级及以上）		
5		独立的通风设施		
6		放射性核素暂存场所或设施		
7		屏蔽防护设施		
8		放射性废液处理排放系统及标识		
9		放射性固体废物暂存场所或设施		

序号	检 查 项 目		检查结果	备注
10	B 监测设备	表面污染监测仪		
11		便携式辐射水平监测仪		
12		个人剂量计		
13		个人剂量报警仪		
14	C 防护器材	个人防护用品		
15		放射性表面去污用品和防污染材料		

注：“检查结果”未见异常的划√，不正常的没执行的划×；不适用的均划 /。 不能详尽的在备注中说明。

3 法规执行情况

序号	检 查 内 容	检查结果		
		有/是	无/否	备注
1	**许可证**			
1.1	单位的名称、地址、法定代表人是否进行了变更			
	如有：变更后是否办理许可证变更手续			
1.2	是否改变或超出所从事活动的种类或者范围			
	如有：是否按原申请程序重新申领许可证			
1.3	是否有新建、改建、扩建生产、使用设施或者场所			
	如有：是否按原申请程序重新申领许可证			
1.4	许可证是否在有效期限内			
	如超出：是否办理许可证延续手续			
2	**建设项目环境影响评价审批**			
2.1	是否有新建、改建、扩建使用设施或者场所			
	如有：是否通过环境影响评价审批			

序号	检 查 内 容	检查结果		
		有/是	无/否	备注
3	**建设项目竣工环境保护验收**			
3.1	是否按规定的程序和标准进行了验收			
	如是:是否向社会公开了验收报告			
4	**退役**			
4.1	是否有场所退役			
	如有：是否通过退役环评审批/备案			
	如有：是否按照规定的程序和标准进行了退役终态验收			
	如有：是否向社会公开了验收报告			
5	**进出口和转让**			
5.1	是否有放射性同位素进出口			
	如有：进出口审批和备案档案是否齐全			
5.2	是否有放射性同位素转让			
	如有：转让审批和备案档案是否齐全			
5.3	交接清单是否与转让审批表对应			
6	**监测**			
6.1	工作区域和环境辐射水平测量档案			
6.2	个人剂量监测记录（内外照射）			
6.3	排入环境废液中的放射性核素、活度或浓度、时间、审批及其他情况的记录			
6.4	监测仪器比对或刻度档案			
7	**放射性药物管理**			
7.1	放射性药物管理情况记录（购买、使用）			
7.2	放射性废物送贮或清洁解控档案			

序号	检 查 内 容	检查结果		
		有/是	无/否	备注
8	**辐射安全设施管理**			
8.1	辐射安全和防护设施维护维修记录（包括检查项目、检查方法、检查结果、处理情况、检查时间、检查人员）			
9	**事故与事件**			
9.1	是否有辐射事故或事件			
	辐射事故或事件是否按规定报告			
10	**人员管理**			
10.1	辐射工作人员上岗前培训/再培训档案			
11	**辐射安全自查**			
11.1	定期辐射安全自查			
11.2	年度评估报告			

4 管理制度与执行情况

序号	检 查 项 目		成文制度	执行情况	备注
1	A 综合	辐射安全与防护管理规定			
2		非密封放射性物质管理规定			
3	B 场所	场所分区管理规			
4		操作规程			
5		辐射安全和防护设施维护维修制度			
6	C 监测	监测方案			
7		监测仪表的使用管理制度			

8	D 人员	辐射工作人员培训/再培训管理制度			
9		辐射工作人员个人剂量管理制度			
10	E 应急	辐射事故/事件应急预案			
11	F 三废	放射性“三废”管理规定			
12		发生器返回制度			

5.上次检查改进情况

已完成：

未完成（说明理由）：

6.存在的主要问题

检查日期_____

检查人员签字_____

被检单位代表签字_____

附件 20. NNSA HQ-08-JD-IP-017 固定式Ⅲ、Ⅳ和Ⅴ类源使用场所监督检查技术程序

固定式Ⅲ、Ⅳ和Ⅴ类源使用场所

监 督 检 查 表

检查表编号：NO.____[　　]_____号

实施检查单位：_____

被 检 查 单 位：_____

监督检查类别：_____

监督检查时间：_____

单位基本情况

1、单位基本信息

单位名称：_____

法定代表人（或负责人）：_____电话：_____

单位地址：_____省（市）_____市（区、县）_____镇（乡）

及街（道、路）_____号，　邮政编码：_____

联 系 人：_____电　话（传真）：_____

E-mail：_____辐射安全许可证号：豫环辐证[　　]

许可种类与范围：_____

2、辐射安全与防护

辐射安全与防护管理机构名称：_____

负责人：_____学历：_____专业：_____电　话：_____

辐射工作人员数量：_____（其中，取得相应级别培训合格证人数：_____

在有效期内____人数）（其中：个人剂量监测人数：_____）

3、放射源及射线装置

在用放射源：总数_____枚,其中Ⅰ____类枚，Ⅱ类_____枚，Ⅲ类_____枚，

Ⅳ类_____枚，Ⅴ类_____枚。

在用射线装置：总数_____台，其中Ⅰ类____台，Ⅱ类_____，Ⅲ类_____

4、管理系统应用情况

辐射工作单位信息是否录入管理系统：_____，信息是否准确、完整：_____。

单位盖章或负责人签字：_____填写日期：_____。

固定式Ⅲ、Ⅳ和Ⅴ类源使用场所监督检查技术程序

1．监督检查目的

固定式Ⅲ、Ⅳ和Ⅴ类放射源使用范围较广，涉及对象复杂，应用条件差异也较大。尽管这些放射源活度不大，但如果保安措施不到位，管理疏忽也将给单位或社会留下潜在的辐射安全风险，威胁到职业人员和公众的安全。因此，对这类源的使用场所的监督检查重点是：防止放射源被盗或者失控，避免人员误入辐照场所受到不应有的辐射照射。

2．检查程序适用范围

本程序适用于除刻度装置用源和固定式探伤外工业、科研用固定式Ⅲ、Ⅳ和Ⅴ类源使用场所的监督检查。

3．引用的主要标准和文件

（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；

（2）《工业仪表用铯 137γ 辐射源》(GB/T 13366-2009)；

（3）《含密封源仪表的放射卫生防护要求》（GBZ 125-2009）；

（4）《密封放射源及密封 γ 放射源容器的放射卫生防护标准》（GBZ 114-2006）。

4．监督检查内容

监督检查的具体内容见监督检查表。

5．监督检查意见

核实上次检查意见的落实及改进情况，提出本次检查中存在的问题和意见。

固定式Ⅲ、Ⅳ和Ⅴ类源使用场所监督检查表

1 放射源基本情况

使用场所	装置名称	放射源核素名称	放射源编码

注：源数量 3 枚以上可加附表。

2 辐射安全防护设施与运行

序号	检　查　项　目		检查结果	备注
1*	A 场所设施	粘贴或悬挂与源对应的放射源编码		
2*		场所分区管理		
3*		场所外围电离辐射警告标志		
4*		屏蔽防护		
5*		放射源有固定可靠的安装方式		
6*		防盗措施		
7*		放射源周围有隔离措施		
8*	B 源容器	源容器是否完好		
9*	C 监测设备	便携式辐射监测仪器仪表		
10*		个人剂量计		
11		个人剂量报警仪		
12	D 应急准备	应急物资		
13		灭火器材		

注：加*的项目是重点项，检查合格划√，不合格划×，不适用或无法验证划 /；不能详尽的在备注中说明。

3　法规执行情况

序号	检　查　项　目	检查结果		
		有/是	无/否	备注
1	**许可证**			
1.1	持证单位的名称、地址、法定代表人是否变更			
	如有：变更后是否办理许可证变更手续			

序号	检 查 项 目	检查结果		
		有/是	无/否	备注
1.2	是否改变或超出所从事活动的种类或者范围			
	如有：是否按原申请程序重新申领许可证			
1.3	是否新建、改建、扩建生产、使用设施或者场所			
	如有：是否按原申请程序重新申领许可证			
1.4	许可证是否在有效期限内			
	如超出：是否办理许可证延续手续			
2	**建设项目环境影响评价审批或备案**			
2.1	是否有新建、改建、扩建使用设施或者场所			
	如有：是否通过环境影响评价审批或备案			
3	**建设项目竣工环境保护验收**			
3.1	是否按规定的程序和标准进行了验收			
	如无：是否向社会公开了验收报告			
4	**退役（III类源）**			
4.1	是否有场所退役			
	如有：是否通过退役环评审批/备案			
	如有：是否按照规定的程序和标准进行了退役终态验收			
	如有：是否向社会公开了验收报告			
5	**放射源管理**			
5.1	放射源台账			
5.2	是否有放射源的定期查验记录（2人签字）			
	每枚放射源与源容器的对应关系是否明确			
5.3	是否有放射源进出口			
	如有：放射源的进出口审批档案是否齐全			
5.4	是否有放射源的转让			
	如有：转让审批或备案档案是否齐全			
5.5	增减放射源是否办理副本增减项			
5.6	是否有放射源的返回或送贮			
	如有，返回或送贮备案档案是否齐全			
6	**监测**			
6.1	工作区域和环境辐射水平测量档案			
6.2	个人剂量监测记录			
6.3	监测仪器比对或刻度档案			
7	**事故与事件**			
7.1	是否发生过辐射事故或事件			
	如有，辐射事故和事件是否按规定报告			
8	**人员管理**			
8.1	辐射工作人员上岗前培训/再培训档案			

序号	检 查 项 目	检查结果		
		有/是	无/否	备注
9	**辐射安全自查**			
9.1	年度评估报告			

4 管理制度与执行情况

序号	检 查 项 目		成文制度	执行情况	备注
1	A 综合	辐射安全管理规定			
2		放射源管理制度			
3		运行操作规程			
4		安保管理制度			
5		安全防护设施的维护与维修制度			
6	B 监测	工作场所及环境监测方案			
7		监测仪表使用与校验管理制度			
8	C 人员	辐射工作人员个人剂量管理制度			
9		辐射工作人员培训/再培训管理制度			
10	D 应急	辐射事故/事件应急预案			

5 上次检查改进情况

已完成：

未完成（说明理由）：

6 存在的主要问题

检查日期：_____

检查人员签字：_____

被检查单位代表签字：_____

附件 21. NNSA HQ-08-JD-IP-033 医用电子直线加速器使用场所监督检查技术程序

医用电子直线加速器使用场所

监 督 检 查 表

检查表编号：NO.____[　　]_____号

实施检查单位：_____

被 检 查 单 位：_____

监督检查类别：_____

监督检查时间：_____

单位基本情况

1、单位基本信息

单位名称：_____

法定代表人（或负责人）：_____电话：_____

单位地址：_____省（市）_____市（区、县）_____镇（乡）

及街（道、路）_____号，　邮政编码：_____

联 系 人：_____电　话（传真）：_____

E-mail：_____辐射安全许可证号：豫环辐证[　　]

许可种类与范围：_____

2、辐射安全与防护

辐射安全与防护管理机构名称：_____

负责人：_____学历：_____专业：_____电　话：_____

辐射工作人员数量：_____（其中，取得相应级别培训合格证人数：_____

在有效期内____人数）（其中：个人剂量监测人数：_____）

3、放射源及射线装置

在用放射源：总数_____枚,其中Ⅰ____类枚，Ⅱ类_____枚，Ⅲ类_____枚，

Ⅳ类_____枚，Ⅴ类_____枚。

在用射线装置：总数_____台，其中Ⅰ类____台，Ⅱ类_____，Ⅲ类_____

4、管理系统应用情况

辐射工作单位信息是否录入管理系统：_____，信息是否准确、完整：_____。

单位盖章或负责人签字：_____填写日期：_____。

医用电子直线加速器使用场所监督检查技术程序

1 监督检查目的

医用加速器主要是电子直线和X射线加速器（能量高于10MeV的还存在放射性废物危害），用于远距离放射治疗，对人体和环境有一定的潜在危险。对该类加速器工作场所的监督检查，主要是验证相关辐射安全与防护设施完备性及其运行情况，验证各项安全联锁有效性，检查各项规章制度制定与执行情况，核实记录、档案情况，确保工作人员、公众与环境安全。

2 检查程序适用范围

本程序适用于医用电子直线（含X射线）加速器工作场所的监督检查。

3 引用标准和文件

（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）；

（2）《远距治疗患者放射防护与质保要求》（GB 16362-2010）；

（3）《电子加速器放射治疗放射防护要求》（GBZ 126-2011）；

（4）《放射治疗机房设计导则》（GB/T 17827-1999）；

（5）《放射治疗机房的辐射屏蔽规范》（GBZT 201.1-2007）；

（6）《职业性外照射个人监测规范》（GBZ 128-2019）；

（7）《放射性废物管理规定》（GB 14500-2002）。

4 监督检查内容

监督检查的具体内容见监督检查表。

5 监督检查意见

核实上次检查意见的落实及改进情况，提出本次检查中存在的问题和意见。

医用电子直线加速器使用场所监督检查表

1 加速器基本信息

加速器型号		加速器名称	
生产厂家			
生产厂家和销售单位是否一致， 如不一致，销售单位名称和持证情况※：			
最大能量（MV/MeV）	X 射线	电子	

※销售并维修调试单位应持有使用Ⅱ类射线装置的许可证

2 辐射安全防护设施与运行

序号	项目	检　查　内　容	检查结果	备注
1*	A 控制台及安全联锁	防止非工作人员操作的锁定开关		
2*		控制台有紧急停机按钮		
3*		视频监控与对讲系统		
4*		治疗室门与高压联锁		
5*	B 警示装置	入口电离辐射警告标志		
6*		入口有加速器工作状态显示		
7*		工作场所分区及标识		
8*	C 治疗室紧急设施	屏蔽门内开门按钮		
9		治疗室门防夹人装置		
10*		紧急照明或独立通道照明系统		
11*		治疗室内有紧急停机按钮		
12*		治疗床有紧急停机按钮		
13	D 监测设备	治疗室内固定式剂量报警仪		
14*		便携式辐射监测仪器仪表		
15*		个人剂量报警仪		
16*		个人剂量计		

序号	项目	检 查 内 容	检查结果	备注
17*	E 其它	个人辐射防护用品		
18		通风系统		

注：加*的项目是重点项，检查合格划√，不合格划×；不适用或无法验证划 /。不能详尽的在备注中说明。

3 法规执行情况

序号	检 查 内 容	检查结果		
		有/是	无/否	备注
1	**许可证**			
1.1	持证单位的名称、地址、法定代表人是否进行了变更			
	如有：变更后是否办理许可证变更手续			
1.2	持证单位是否改变或超出所从事活动的种类或者范围			
	如有：是否按原申请程序重新申领许可证			
1.3	持证单位是否有新建、改建、扩建生产、使用设施或者场所			
	如有：是否按原申请程序重新申领许可证			
1.4	许可证是否在有效期限内			
	如超出：是否办理许可证延续手续			
2	**建设项目环境影响评价审批**			
2.1	是否有新建、改建、扩建设施或者场所			
	如有：是否通过环境影响评价审批			
3	**建设项目竣工环境保护验收**			
3.1	是否按规定的程序和标准进行了验收			
	如是:是否向社会公开了验收报告			

序号	检 查 内 容	检查结果		
		有/是	无/否	备注
4	**退役**			
4.1	是否有场所退役			
	如有：是否通过退役环评审批/备案			
	如有：是否按照规定的程序和标准进行了退役终态验收			
	如有：是否向社会公开了验收报告			
5	**监测**			
5.1	工作区域和环境辐射水平测量档案			
5.2	个人剂量监测记录			
5.3	监测仪器比对或刻度档案			
6	**射线装置管理台账**			
7	**放射性废物管理档案**			
8	**辐射安全设施维护与维修记录**			
9	**事故/事件**			
9.1	是否有辐射事故/事件			
9.2	辐射事故/事件是否按规定报告			
10	**人员管理**			
10.1	辐射工作人员上岗前培训/再培训档案			
11	**辐射安全自查**			
11.1	定期辐射安全自查			
11.2	年度评估报告			

4 管理制度与执行情况

序号	项目	检 查 项 目	成文制度	执行情况	备注
1	A 综合	辐射安全防护管理规定			
2		安全防护设施维护与维修制度			
3	B 场所	场所分区管理规定			
4		操作规程			
5	C 监测	场所及环境监测方案			
6		监测仪表使用与校验管理制度			
7		校验源管理制度			
8	D 人员	辐射工作人员培训/再培训制度			
9		辐射工作人员个人剂量管理制度			
10	E 应急	辐射事故/事件应急预案			
11	F 三废	放射性“三废”管理规定			

5 上次检查改进情况

已完成：

未完成（说明理由）：

6 存在的主要问题

检查日期：_____

检查人员签字：_____

被检查单位代表签字：_____

附件 22.　NNSA HQ-08-JD-IP-036 Ⅲ类医用射线装置监督检查技术程序

Ⅲ类医用射线装置

监 督 检 查 表

检查表编号：NO.____[　　]_____号

实施检查单位：_____

被 检 查 单 位：_____

监督检查类别：_____

监督检查时间：_____

单位基本情况

1、单位基本信息

单位名称：_____

法定代表人（或负责人）：_____电话：_____

单位地址：_____省（市）_____市（区、县）_____镇（乡）

及街（道、路）_____号，　邮政编码：_____

联 系 人：_____电　话（传真）：_____

E-mail：_____辐射安全许可证号：豫环辐证[　　]

许可种类与范围：_____

2、辐射安全与防护

辐射安全与防护管理机构名称：_____

负责人：_____学历：_____专业：_____电　话：_____

辐射工作人员数量：_____（其中，取得相应级别培训合格证人数：_____

在有效期内____人数）（其中：个人剂量监测人数：_____）

3、放射源及射线装置

在用放射源：总数_____枚,其中Ⅰ____类枚，Ⅱ类_____枚，Ⅲ类_____枚，

Ⅳ类_____枚，Ⅴ类_____枚。

在用射线装置：总数_____台，其中Ⅰ类____台，Ⅱ类_____，Ⅲ类_____

4、管理系统应用情况

辐射工作单位信息是否录入管理系统：_____，信息是否准确、完整：_____。

单位盖章或负责人签字：_____填写日期：_____。

III类医用射线装置监督检查技术程序

1 监督检查目的

III类射线装置中的医用X射线机数量和种类较多，主要用于医学成像诊断，对这类单位主要检查辐射安全防护设施与运行情况是否满足国家法律法规及相关标准的要求。

2 检查程序适用范围

本程序适用于使用III类射线装置中的医用 X 射线机的生产、使用场所的监督检查。

3 引用的主要标准和文件

（1）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）

（2）《医用 X 射线诊断放射防护要求》（GBZ 130-2013）

（3）《便携式X射线检查系统放射卫生防护标准》（GBZ 177-2006）

（4）《车载式医用X射线诊断系统的放射防护要求》（GBZ 264-2015）

4 监督检查内容

监督检查的具体内容见监督检查表。

5 监督检查意见

核实上次检查意见的落实及改进情况，提出本次检查中存在的问题和意见。

Ⅲ类医用射线装置监督检查表

1 射线装置基本信息：

装置名称：		规格型号：	
工作场所：		设备编号：	
额定管电压（kV）		额定管电流（mA）	
最大	常用	最大	常用

2 辐射安全防护设施与运行

序号	检　查　项　目		检查结果	备注
1*	A 场所 设施	单独机房		
2*		机房门窗防护		
3*		候诊位设置		
4*		闭门装置		
5*		防护用品和辅助防护设施		
6*		入口处电离辐射警告标志		
7*		入口处机器工作状态显示		
8	B 其它	监测仪表		
9*		个人剂量计		

注：加*的项目是重点项，检查合格划√，不合格划×，不适用或无法验证划 /。不能详尽的在备注中说明。

3 法规执行情况

序号	检　查　内　容	检查结果		
		有/是	无/否	备注
1	许可证			
1.1	持证单位的名称、地址、法定代表人是否进行了变更			
	如有：变更后是否办理许可证变更手续			

1.2	持证单位是否改变或超出所从事活动的种类或者范围			
	如有：是否按原申请程序重新申领许可证			
1.3	持证单位是否有新建、改建、扩建生产、使用设施或者场所			
	如有：是否按原申请程序重新申领许可证			
1.4	许可证是否在有效期限内			
	如超出：是否办理许可证延续手续			
2	**环评**			
2.1	持证单位是否新建、改建、扩建使用设施或者场所			
	相应的环境影响登记表是否备案			
3	**监测**			
3.1	工作区域和环境辐射水平测量档案			
3.2	个人剂量监测记录			
4	**射线装置管理台账**			
5	**辐射安全设施管理**			
5.1	安全防护设施维护与维修工作记录(包括检查项目、检查方法、检查结果、检查时间、检查人员)			
6	**事故与事件**			
6.1	是否有辐射事故			
6.2	辐射事故是否按规定报告			
7	**人员管理**			
7.1	辐射工作人员上岗前培训/再培训档案			
8	**辐射安全自查**			
8.1	定期辐射安全自查			
8.2	年度评估报告			

4 管理制度及执行情况

序号	检 查 项 目	成文制度	执行情况	备注
1	辐射安全与环境保护管理机构			
2	操作规程			
3	辐射安全和防护设施的维护与维修制度			
4	场所及环境监测方案			
5	监测仪表使用管理制度			
6	辐射工作人员培训/再培训管理制度			
7	辐射工作人员个人剂量管理制度			
8	X 射线诊断中受检者防护规定			
9	辐射事故应急预案			

5 上次检查改进情况

已完成：

未完成（说明理由）：

6 存在的主要问题

检查日期：_____

检查人员签字：_____

被检查单位代表签字：_____