核技术利用建设项目

毕节黔焜肿瘤医院有限公司
加速器放射治疗与 DSA 介入治疗
核技术利用建设项目环境影响报告表

（送审稿）

毕节黔焜肿瘤医院有限公司

2025 年 6 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

毕节黔焜肿瘤医院有限公司

加速器放射治疗与 DSA 介入治疗

核技术利用建设项目环境影响报告表

建设单位名称：毕节黔焜肿瘤医院有限公司

建设单位法人代表：（签名或签章）

通讯地址：贵州省毕节市七星关区三板桥街道湖南商会旁新西客站站房

邮政编码：551700　　联系人：何涛

电子邮箱：[redacted]　　联系电话：[redacted]

打印编号：1750816745000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	834449
建设项目名称	毕节黔焜肿瘤医院有限公司加速器放射治疗与DSA介入治疗核技术利用建设项目
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）	毕节黔焜肿瘤医院有限公司
统一社会信用代码	91520502MA DYN9G2X2
法定代表人（签章）	杨赟
主要负责人（签字）	何涛 何涛
直接负责的主管人员（签字）	何涛 何涛
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	浙江君安检测技术有限公司
统一社会信用代码	91330106593053975 4
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
莫圣浩	20230503533000000014	BH064685	莫圣浩

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
宋全	表1、表2、表3、表4、表5	BH068705	宋全
章晓瑜	表6、表7、表8、表9、表10	BH068848	章晓瑜
莫圣浩	表11、表12、表13	BH064685	莫圣浩

统一社会信用代码

91330106593053975 4 (1/1)

营业执照

（副 本）

扫码二维码登录"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　浙江君安检测技术有限公司

类　　型　有限责任公司（自然人投资或控股）

法定代表人　[illegible]

经营范围　许可项目：职业卫生技术服务；辐射监测；放射卫生技术服务；检验检测服务；室内环境检测；放射性污染检测（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，具体经营项目以审批结果为准）。一般项目：环境监测监测；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；环保咨询服务（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）。

注册资本　捌佰万元整

成立日期　2012 年 03 月 22 日

营业期限　2012 年 03 月 22 日 至 2032 年 03 月 21 日

住　　所　杭州市西湖区文一西路 767 号西溪国际商务中心 [illegible]401 室

登记机关　杭州市西湖区市场监督管理局

2020 年 [illegible] 月 [illegible] 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日通过国家信用公示系统报送公示年度报告。

国家市场监督管理总局监制

环境影响评价信用平台

当前位置：首页 > 编制人员诚信档案

编制人员诚信档案

编制人员诚信档案

姓名：

从业单位名称：浙江君安检测技术有限公司

信用编号：

职业资格情况：--请选择--

职业资格证书管理号：

查询

序号	姓名	从业单位名称	信用编号	职业资格证书管理号	近三年编制报告书数量（经批准）点击可进行排序	近三年编制报告表数量（经批准）点击可进行排序	当前状态	信用记录
1	曹咏梅	浙江君安检测技术有限公司	BH068564	20170353703520153707200000074	0	0	正常公开	详情
2	宋全	浙江君安检测技术有限公司	BH068705		0	0	正常公开	详情
3	高洁	浙江君安检测技术有限公司	BH047390		0	0	正常公开	详情
4	桂红午	浙江君安检测技术有限公司	BH063592		0	0	正常公开	详情
5	章贤明	浙江君安检测技术有限公司	BH059028		0	0	正常公开	详情
6	金莎	浙江君安检测技术有限公司	BH053676		0	0	正常公开	详情
7	潘立成	浙江君安检测技术有限公司	BH038966		0	0	正常公开	详情
8	莫圣浩	浙江君安检测技术有限公司	BH064685	20230503533000000014	0	0	正常公开	详情
9	范伟	浙江君安检测技术有限公司	BH059911		0	0	正常公开	详情
10	章晓瑜	浙江君安检测技术有限公司	BH068848		0	0	正常公开	详情

首页 « 上一页 1 下一页 » 尾页 当前 1 / 20 条，跳到第 1 页 跳转 共 10 条

环评项目负责人职业资格证书（复印件）

14

环境影响评价工程师

Environmental Impact Assessment Engineer

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、生态环境部批准颁发，表明持证人通过国家统一组织的考试，取得环境影响评价工程师职业资格。

姓　　名：[redacted]

证件号码：

性　　别：男

出生年月：1993年10月

批准日期：2023年05月28日

管 理 号：20230503533000000014

中华人民共和国人力资源和社会保障部

中华人民共和国生态环境部

浙江省(杭州市本级)
社会保险参保证明（单位专用）

单位名称：浙江君安检测技术有限公司　　**统一社会信用代码：**91330106593053975 4　　**共1页，第1页**

当前单位参保险种	养老保险	工伤保险	失业保险
当前参保缴费总人数	23	23	23

2025年02月 － 2025年02月，该单位（**养老保险**）参保人员信息如下

序号	姓名	社会保障号	缴费起止年月	缴费月数
1	宋全	[redacted]	202502 － 202502	1
2	章晓瑜		202502 － 202502	1
3	莫圣浩		202502 － 202502	1

备注：1.本证明已签署经国家电子政务外网浙江省电子认证注册的机构认证的电子印章，社保经办机构不再另行签章。
2.本证明出具后3个月内可在“浙江政务服务网”进行网上验证，授权码：317388932571900 7664，
验证平台：https://mapi.zjzwfw.gov.cn/web/mgop/gov-open/zj/2002199511/reserved/index.html#validate。
3.本证明涉及参保单位及参保职工信息，应妥善保管。因保管不当造成信息泄漏的，依法承担相应的法律责任。

（盖章）

打印时间：2025年02月07日

浙江省社会保险
电子专用章

环评工程师现场踏勘照片

目　录

表 1 项目基本情况

<table>
<tr><td colspan="2">建设项目名称</td><td colspan="5">毕节黔焜肿瘤医院有限公司加速器放射治疗与 DSA 介入治疗核技术利用建设项目</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设单位</td><td colspan="5">毕节黔焜肿瘤医院有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">法人代表</td><td>杨贇</td><td>联系人</td><td>何涛</td><td>联系电话</td><td>[redacted]</td></tr>
<tr><td colspan="2">注册地址</td><td colspan="5">贵州省毕节市七星关区三板桥街道湖南商会旁新西客站站房</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目建设地点</td><td colspan="5">毕节黔焜肿瘤医院有限公司肿瘤医楼负一层
[redacted]</td></tr>
<tr><td colspan="2">立项审批部门</td><td colspan="2">—</td><td colspan="2">项目代码</td><td>—</td></tr>
<tr><td colspan="2">建设项目总投资（万元）</td><td>2300</td><td>项目环保投资（万元）</td><td>275</td><td>投资比例(环保投资/总投资)</td><td>11.96%</td></tr>
<tr><td colspan="2">项目性质</td><td colspan="3">☑ 新建□改建□扩建□其他</td><td>占地面积（m^2）</td><td>1000</td></tr>
<tr><td rowspan="9">应用类型</td><td rowspan="2">放射源</td><td>□销售</td><td colspan="4">□I类□II类□III类□IV类□V类</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□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="4">□制备 PET 用放射性药物</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">/</td></tr>
<tr><td>□使用</td><td colspan="4">□乙□丙</td></tr>
<tr><td rowspan="3">射线装置</td><td>□生产</td><td colspan="4">□II类□III类</td></tr>
<tr><td>□销售</td><td colspan="4">□II类□III类</td></tr>
<tr><td>☑ 使用</td><td colspan="4">☑II类 ☑III类</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="5">/</td></tr>
</table>

1.1 项目简介

1.1.1 单位简介

毕节黔焜肿瘤医院位于贵州省毕节市七星关区三板桥街道湖南商会旁新西客站站房，规划床位 150 张，建筑面积 1.1 万平方米，总投资 1.2 亿元，医院将重点发展多个肿瘤特色专科，如肿瘤内科、肿瘤外科、肿瘤妇科、放疗科、化疗科、中西医结合肿瘤科，以及检验科、病理科、输血科、康复科、营养科等特色科室，形成完善的肿瘤诊疗学科体系。医院积极引进和培养专业人才，建立一支高素质、高水平的肿瘤医疗团队；将与上海瑞金医院展开深度合作，建立肿瘤病种规范化治疗体系；将配备直线加速器、螺旋 CT、核磁共振成像仪（MRI）、全自动生化分析仪、基因检测设备等一系列先进的肿瘤诊疗设备，力争打造成为区域内技术领先、服务优质、患者信赖的肿瘤专科医院。

1.1.2 项目建设目的和任务由来

毕节黔焜肿瘤医院成立于 2024 年 9 月 3 日，2025 年 3 月 25 日取得毕节市七星关区市场监督管理局颁发的营业执照（附件 2），2025 年 4 月 17 日取得贵州省企业投资项目备案证明（附件 3）。毕节惠民医院有限公司 2024 年 8 月 12 日与毕节市天河城建开发投资有限公司签订房屋出租协议（附件 4），租用毕节市天河城建开发投资有限公司位于贵州省毕节市七星关区三板桥街道湖南商会旁新西客站站房已建房屋（主体已经建设）用于医院建设，2025 年 3 月 14 日毕节黔肿瘤医院有限公司出具关于房屋租赁的情况说明（附件 5）指出“由毕节惠民医院有限公司与毕节市天河城建开发投资有限公司 2024 年 8 月 12 日所签订的《房屋出租协议》所租用的贵州省毕节市七星关区三板桥街道湖南商会旁新西客站站房，实际使用人为我公司毕节黔焜肿瘤医院有限公司独立使用，所租用房屋和地块的一切事宜皆由毕节黔焜肿瘤医院有限公司执行”。

毕节黔焜肿瘤医院利用毕节市天河城建开发投资有限公司用地进行建设，占地面积 17142.06 平方米，新建肿瘤医楼共 7 层（-1F+6F），新建制氧机房与压缩空气站房（1 层）、垃圾站（1 层）、污水处理设施，以及停车场、消防、绿化等配套设施（不设置太平间）。

毕节黔焜肿瘤医院已委托贵州恒文工程项目管理有限公司编制了《毕节黔焜肿瘤医院有限公司建设项目环境影响报告表》，并于 2025 年 5 月 26 日取得毕节市生态环境局的批复（毕环表复[2025]133 号），见附件 6。

为满足人民群众日益增长的诊疗需求，提升诊疗水平与促进学科建设，医院拟在肿

瘤医楼负一层新建加速器放射治疗项目，拟新增 1 台医用电子直线加速器（X 射线最大能量 6MV、最高剂量率 1400cGy/min；电子线最大能量 6MeV、最高剂量率 3000cGy/min），用于开展肿瘤患者加速器放射治疗；拟新增 1 台 CT 模拟定位机（最高管电压 140kV、最大管电流 1000mA），用于开展肿瘤患者放射治疗模拟定位。拟在肿瘤医楼负一层新建 DSA 介入治疗项目，拟新增 1 台数字减影血管造影装置（以下简称 DSA，最高管电压 125kV，最大管电流为 1000mA），用于开展介入治疗手术。

由于本项目在运行过程中产生的 X 射线、电子线将对环境产生电离辐射影响。根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021 年版）：辐射工作单位在申请领取辐射安全许可证前，应当组织编制或者填报环境影响评价文件，并依照国家规定程序报生态环境主管部门审批。

对照《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，本项目属于““五十五、核与辐射”：“172 核技术利用建设项目”：“使用Ⅱ类射线装置””，建设前应编制辐射环境影响报告表。为此，毕节黔焜肿瘤医院委托浙江君安检测技术有限公司对加速器放射治疗与 DSA 介入治疗核技术利用建设项目进行辐射环境影响评价。我公司在现场踏勘的基础上，依据《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》（HJ 10.1-2016）的相关要求，编制完成了环境影响报告表。

1.1.3 项目建设内容及规模

本项目建设内容及规模见表 1-1。

表 1-1 项目组成及主要环境问题一览表

名称	建设内容及规模	可能产生的环境问题	
		施工期	运营期
主体工程	本项目拟在肿瘤医楼负一层新建 1 间加速器机房，加速器四周墙体及顶棚均采用混凝土屏蔽。治疗室净长 6.60m、净宽 6.20m、净高 3.70m；底部主屏蔽墙宽度 4.00m，厚度 2.90m，与主屏蔽墙相邻的次屏蔽墙厚度 1.60m，侧屏蔽墙厚度 1.60m；迷路内墙与外墙厚度共 2.80m，迷路长度 8.20m，迷路宽度 2.10m，迷路内口宽度 2.70m，迷路高度 3.20m；机房顶部主屏蔽墙宽度 4.20m，厚度 2.90m，与主屏蔽墙相邻的次屏蔽墙厚度 1.60m。加速器治疗室净面积 40.92m^2，容积 258.22m^3（含迷路）。拟新增的 1 台医用电子直线加速器 X 射线最大能量 6MV、最高剂量率 1400cGy/min；电子线最大能量 6MeV、最	噪声、施工废水、扬尘、固体废物、辐射源安装调试阶段产生的 X 射线、电子线等	X 射线、电子线、臭氧和氮氧化物

	高剂量率 3000cGy/min。 拟在肿瘤医楼负一层新建 1 间 CT 模拟定位机房，净长 6.25m、净宽 5.20m、净高 4.00m，机房净面积 32.50m^2，容积 130.00m^3；四周屏蔽墙为 40cm 混凝土，顶棚为 40cm 混凝土。拟新增的 1 台 CT 模拟定位机最高管电压 140kV、最大管电流 1000mA。 拟在肿瘤医楼负一层新建 1 间 DSA 机房，净长 6.64m、净宽 5.80m、净高 4.00m，机房净面积 38.52m^2，容积 154.08m^3；四周屏蔽墙为 20cm 混凝土 2cm 硫酸钡，顶棚为 20cm 混凝土+2cm 硫酸钡。拟新增的 1 台 DSA 最高管电压 125kV，最大管电流为 1000mA。		
辅助工程	加速器放射治疗项目配套建设有控制室、水冷机房、制模室/铅模室、物理室/计划室、办公室、护士站等辅助功能室；CT 模拟定位机房配套建设有控制室、准备室等辅助功能室；DSA 介入治疗项目配套建设有 DSA 控制室、设备房、污洗/处置室、介入库房、介入准备/恢复室、值班/休息室、更衣室、谈话间等辅助功能室。		
环保设施	◆废水处理：医护人员产生的生活污水经污水处理站预处理达标后，排入市政污水管网。 ◆废气处理：加强废气污染治理。落实环评相关废气治理措施。 ◆固废处理：固体废弃物按照“资源化、减量化、无害化”处置原则，分类收集、堆放、分质处置，实现资源的综合利用。		/
公用工程	依托医院的配电、供电、通讯系统及污水处理系统等。		/

1.2 项目选址及周边环境保护目标

1.2.1 项目地理位置

毕节黔焜肿瘤医院位于贵州省毕节市七星关区三板桥街道湖南商会旁，地理位置见图 1-1。

1.2.2 项目周围环境概况

（1）医院四周环境关系

医院北侧、东侧为毕节市商品批发大市场，南侧为空地、大洼居民区，西侧为草海大道、李家庄居民区。周围交通条件良好，医院四周环境关系见图 1-2。

（2）项目所在地与外部环境关系

本项目位于院内靠中部位置的肿瘤医楼负一层南端位置，肿瘤医楼共 7 层，含地下一层，地面以上 6 层，高 28.8m。肿瘤医楼北侧为内部道路、停车场；南侧为空地；西

侧为内部道路、小广场；东侧为内部道路、空地、消防回车场、制氧机房与压缩空气站房。

本项目加速器机房位于肿瘤医楼负一层南端东侧位置，DSA 机房位于南端西侧位置，加速器机房和 DSA 机房实体边界为：北侧位于肿瘤医楼内部；南侧为空地；西侧距离医院内部小广场 16.0m，距离医院外部民房 30.0m；东侧距离消防回车场 3.0m，距离制氧机房和压缩空气站房 17.2m，距离医院外部仓库 43.5m。

项目所在地及肿瘤医楼与四周环境关系见图 1-3。医院为新建医院，不存在原有核技术利用项目，不存在原有核技术利用项目与本项目之间叠加影响。

本项目平面局部如图 1-4 所示，放疗中心位于负一层东南角位置，含 1 间加速器机房、1 间 CT 模拟定位机房，以及控制室等辅助功能室；影像中心位于放疗中心西侧，含 1 间 DSA 机房、1 间 DR 机房、1 间 CT 机房，以及控制室等辅助功能室。

机房楼上对应区域如图 1-5 所示。

图 1-1 建设单位地理位置图

图 1-2 医院四周环境关系图

图 1-3 项目所在地与周边环境关系图

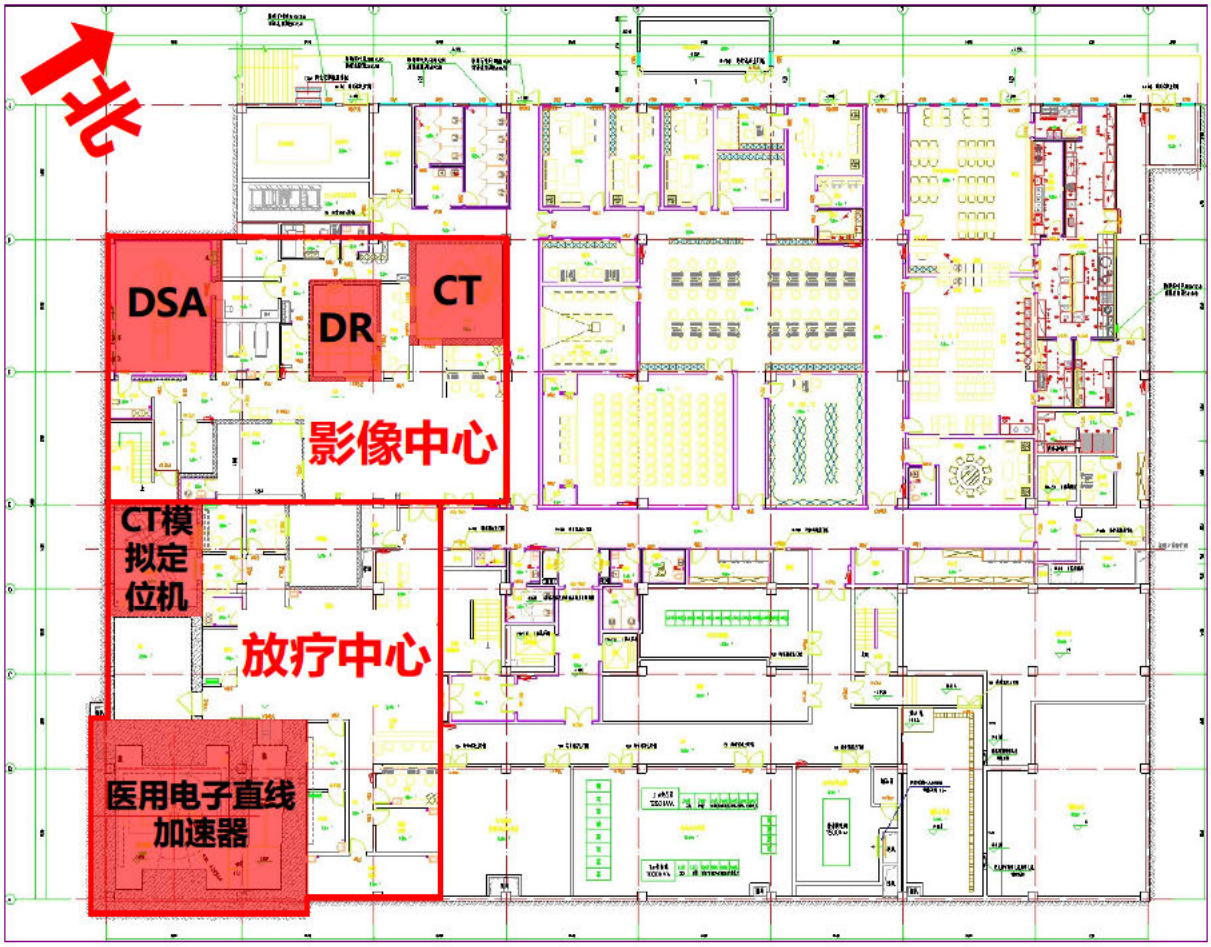


图 1-4 肿瘤医楼负一层平面图

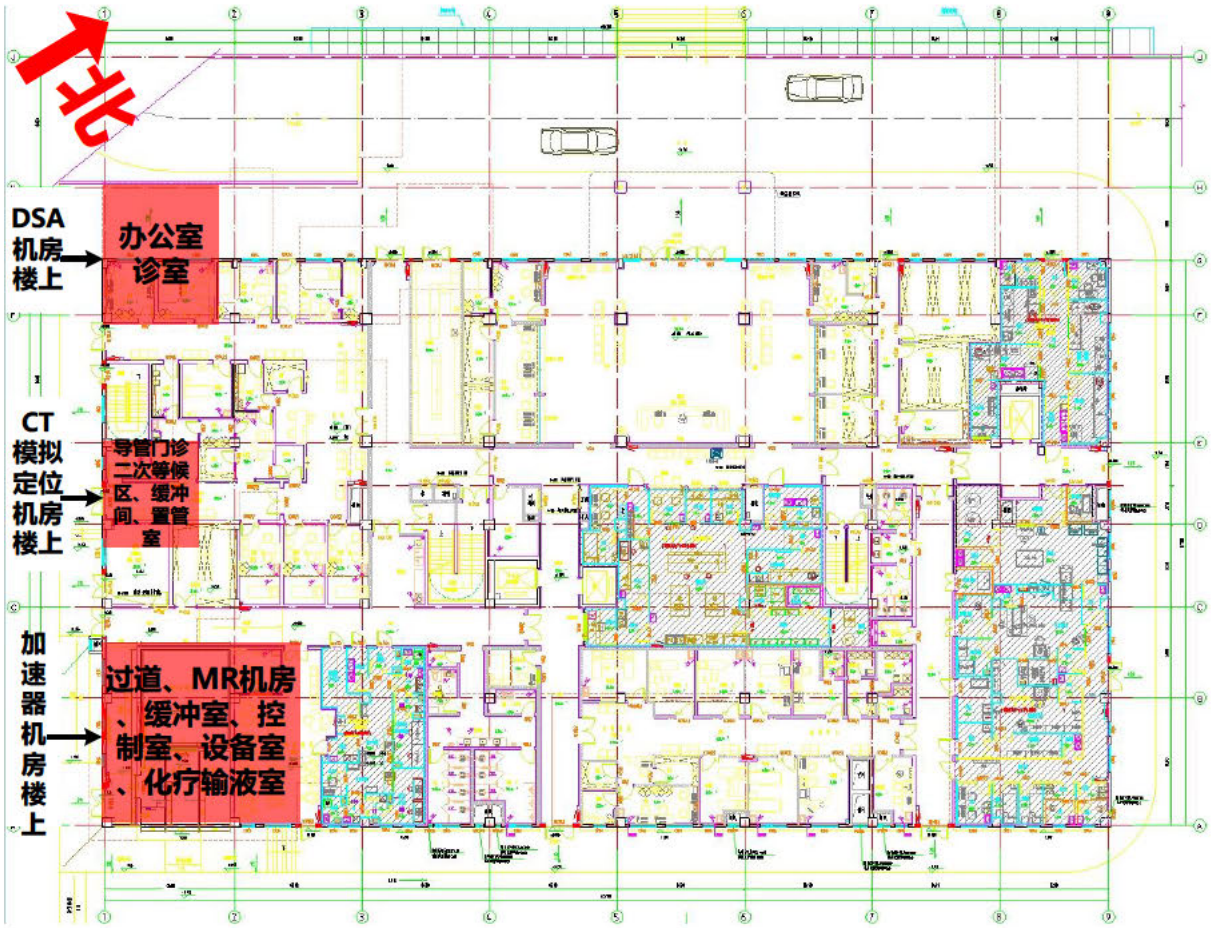


图 1-5 肿瘤医楼一层平面图

1.2.3 项目周边环境保护目标及选址合理性分析

本项目位于毕节黔焜肿瘤医院内部，项目用地属于医疗用地，周围无环境制约因素。范围内无自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等生态敏感点，通过采取相应有效治理和屏蔽措施后对周围环境影响较小；项目选址充分考虑其对周边环境的辐射影响，不邻接院内儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域以及人员流动性大的商业活动区域；综合考虑，本项目选址是合理的，项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众的辐射影响是可接受的，因此本项目选址是合法、合理的。

本项目加速器机房选址综合上述需求，布置在肿瘤医楼负一层东南侧位置（见图1-4），满足《放射治疗辐射安全与防护要求》(HJ1198-2021)规定的“放射治疗场所宜单独选址、集中建设，或设置在多层建筑物的底层的一端”和《放射治疗放射防护要求》(GBZ121-2020)中规定的“放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端”的要求。

本项目 CT 模拟定位机房和 DSA 机房经采取满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求的屏蔽措施和安全防护措施后，对周围环境与公众的辐射影响是可接受的，不会对周围环境与公众造成危害。

综上所述，本项目选址合理。

1.3 原有核技术利用项目许可情况

毕节黔焜肿瘤医院目前处于建设中，未开展放射诊疗工作，本项目处于规划过程中，不存在原有核技术利用项目环境遗留问题。

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
/	/	/	/	/	/	/	/	/

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	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

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》（GB 18871-2002）。

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 粒子	最大能量 （MeV）	额定电流（mA）/ 剂量率（Gy/h）	用途	工作场所	备注
1	医用电子直线 加速器	Ⅱ	1	待定	/	X 射线：6MV； 电子线：6MeV	X 射线：840Gy/h； 电子线：1800Gy/h；	肿瘤放射治疗	肿瘤医楼负一层 加速器机房	/

（二）X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压（kV）	最大管电流（mA）	用途	工作场所	备注
1	数字减影血管 造影装置	Ⅱ	1	待定	125	1000	介入治疗	肿瘤医楼负一层 DSA 机房	/

2	CT 模拟定位机	III	1	待定	140	1000	放射治疗患者模拟定位	肿瘤医楼负一层 CT 模拟定位机房	

（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（kV）	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	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
废气	气态	O_3、NO_X	/	/	/	/	/	专用排风管道送至屋顶排放

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/m^3；年排放总量用 kg；

2、含有放射性的废物要说明，其排放浓度/年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m^3）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 9 号，2014 年），自 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 24 号，2018 年），自 2018 年 12 月 29 日起实施）； （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 6 号，2003 年），自 2003 年 10 月 1 日起实施； （4）《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）自 2017 年 10 月 1 日起实施； （5）《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（2005 年 9 月 14 日经国务院令第 449 号公布，2014 年 7 月 29 日经国务院令第 653 号修改，2019 年 3 月 2 日经国务院令第 709 号修改）； （6）《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，2011 年），自 2011 年 5 月 1 日起施行； （7）《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（中华人民共和国生态环境部令第 16 号），自 2021 年 1 月 1 日起施行； （8）《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》（国家环保总局，环发[2006]145 号）； （9）《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，生态环境部令第 20 号，2021 年 1 月 4 日起施行； （10）《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 年 第 62 号），自 2005 年 12 月 23 日起施行； （11）《关于明确核技术利用辐射安全监管有关事项的通知》，中华人民共和国环境保护部办公厅，环办辐射函[2016]430 号，2016 年 3 月 7 日发布； （12）《生态环境部关于废止、修改部分规章的决定》（生态环境部令第 7 号），2017 年 12 月 20 日； （13）《国家危险废物名录（2025 年版）》，生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第 36 号公布，2025 年 1 月 1 日起施行；

	（14）《贵州省固体废物污染环境防治条例》（2021 年 5 月 1 日施行）； （15）《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》（2019 年 11 月 1 日起施行）； （16）关于发布《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》配套文件的公告； （17）《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》（生态环境部公告 2019 年第 57 号），2020 年 1 月 1 日起施行； （18）《关于进一步优化辐射安全考核的公告》（生态环境部公告 2021 年第 9 号），自 2021 年 3 月 15 日起施行； （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）》。
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）《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）； （3）《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）； （4）《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）； （5）《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）； （6）《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）； （7）《电子加速器辐照装置辐射安全和防护》(HJ979-2018)； （8）《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）； （9）《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）； （10）《室内空气质量标准》（GB/T18883-2022）； （11）《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）； （12）《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速放射治疗机房》（GBZ/T 201.2-2011）； （13）《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)； （14）《关于发布建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类的公告》（生态环境部公告 2018 年第 9 号）；

	（15）《中国环境天然放射性水平》（1995 年）。
其他	（1）环境影响评价委托书； （2）医院提供的工程设计图纸、辐射安全许可证、辐射防护相关管理制度等相关资料。

表 7 保护目标与评价标准

7.1 评价范围

描述评价范围内人员或敏感点的情况。以项目实体边界为中心，放射性同位素生产项目(放射性药物生产除外)的评价范围半径不小于 3km；放射性药物生产及其他非密封放射性物质工作场所项目的评价范围，甲级取半径 500m 的范围，乙、丙级取半径 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(无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围)，对于I类放射源或I类射线装置的项目可根据环境影响的范用适当扩大。当评价项目涉及非放射性环境影响的应参照非放射性评价的规范要求进行评价，并增加相应章节。本项目评价范围取加速器和 DSA 机房边界外 50m，评价范围示意图见图 7-1。

7.2 保护目标

本项目主要考虑加速器、CT 模拟定位机和 DSA 产生的 X 射线对周围环境产生的辐射影响，环境保护目标为本项目从事辐射工作的职业人员和评价范围内其他非辐射工作人员及周边公众人员。

根据现场勘察的实际情况，距离本项目机房防护体 50m 评价范围内，有本项目辐射工作人员、辐射工作场所附近其他科室工作人员、公众等环境保护目标。

本项目主要环境保护目标一览表见表 7-1。


北
医疗废物暂存间
停车场
小广场
外部道路
内部道路
肿瘤医楼
（-1F~6F）
28.8m
50m
50m
30.0m
16.0m
民房
仓库
拟建DSA机房
30m
消防回车场
17.2m
43.5m
50m
拟建加速器机房
制氧机房
压缩空气站房
空地
空地
50m
20m

图 7-1 评价范围示意图

表 7-1　环境保护目标一览表

场所	方位	场所名称	距离本项目机房最近距离（m）		人员情况	估计人数(人)	备注
			水平	垂直			
加速器放射治疗与DSA介入治疗辐射工作场所	内部	影像中心	/	/	辐射工作人员	10	全居留（T=1）
	内部	影像中心	/	/	医护人员、患者及家属	20	部分居留（T=1/5）
	内部	放疗中心	/	/	辐射工作人员	5	全居留（T=1）
	内部	放疗中心	/	/	医护人员、患者及家属	10	部分居留（T=1/5）
	楼上	加速器机房楼上 MR 屏蔽室、MR 控制室、MR 设备室、化疗输液室、过道	/	/	医护人员、患者及家属	20	部分居留（T=1/2）
	楼上	DSA 机房楼上办公室、诊室	/	/	医护人员	10	全居留（T=1）
	楼上	CT 模拟定位机房楼上缓冲间、置管室、导管门诊二次等候区	/	/	医护人员、患者及家属	20	部分居留（T=1/2）
	西侧	小广场	16.0m	6.6m	医护人员、患者及家属	20	偶然居留（T=1/40）
	西侧	民房	30.0m	6.6m	居民	10	全居留（T=1）
	东侧	消防回车场	3.0m	6.6m	工作人员	5	偶然居留（T=1/16）
	东侧	制氧机房、压缩空气站房	17.2m	6.6m	工作人员	5	偶然居留（T=1/16）
	东侧	仓库	43.5m	6.6m	其他	5	偶然居留（T=1/20）
	50m 评价范围内				其他医护人员、患者及家属	100	偶然居留 T=1/16

7.3 评价标准

7.3.1 辐射环境现状评价参考值

根据《贵州省环境陆地γ辐射剂量水平调查》可知，原野、道路及建筑物内的γ辐射剂量率（均指不包括宇宙射线贡献在内的离地 1 米高处的空气吸收剂量率）见表 7-2，毕节市环境陆地γ辐射剂量率见表 7-3。

表 7-2 贵州省环境陆地γ辐射剂量率

监测项目		原野（×nGy/h）	道路（×nGy/h）	建筑物内（×nGy/h）
γ辐射	均值	64.3±17.1	49.4±15.2	84.8±24.2
	范围	13.1-145.8	10.5-131.0	11.3-192.9
注：贵州省环境陆地γ辐射剂量率均已扣除了监测设备的宇宙射线响应值。				

表 7-3 毕节市环境陆地γ辐射剂量率

监测项目		原野（×nGy/h）	道路（×nGy/h）	建筑物内（×nGy/h）
γ辐射	均值	56.7±15.0	37.5±14.7	80.1±26.0
	范围	24.4-99.5	16.3-72.4	11.3-156.3
注：毕节市环境陆地γ辐射剂量率均已扣除了监测设备的宇宙射线响应值。				

7.3.2 剂量限值

根据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：

（1）防护与安全的最优化

对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平；这种最优化应以该源所致个人剂量和潜在照射危险分别低于剂量约束和潜在照射危险约束为前提条件（治疗性医疗照射除外）。

防护与安全最优化的过程，可以从直观的定性分析一直到使用辅助决策技术的定量分析，但均应以某种适当的方法将一切有关因素加以考虑，以实现下列目标：

1）相对于主导情况确定出最优化的防护与安全措施，确定这些措施时应考虑可供利用的防护与安全选择以及照射的性质、大小和可能性；

2）根据最优化的结果制定相应的准则，据以采取预防事故和减轻事故后果的措施，从而限制照射的大小及受照的可能性。

（2）剂量限值 职业照射剂量限值：

1）连续 5 年的年平均有效剂量，20mSv；

2）任何一年中的有效剂量，50mSv；

公众照射剂量限值：

1）年有效剂量，1mSv；

2）特殊情况下，若 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv，则某一单一年份的有效

剂量可提高到 5mSv；

对辐射工作人员、公众的剂量控制不仅要满足剂量限值的要求，而应依据辐射防护最优化原则，按照剂量约束和潜在照射危险约束的防护要求，把辐射水平降低到低于剂量限值的一个合理达到的尽可能低的水平。

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）：

（1）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：

1）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。

2）公众照射的剂量约束值不超过 0.1 mSv/a。

本次评价采用年剂量约束值如下：

1.加速器放射治疗辐射工作人员：职业照射剂量约束值取 5mSv/a；

2.DSA 介入治疗辐射工作人员：职业照射剂量约束值取 5mSv/a，眼晶体的年当量剂量约束值取 20mSv，四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量约束值取 125mSv；

3.公众照射剂量约束值取 0.1mSv/a。

（2）控制区

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。

（3）监督区

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。

7.3.3 辐射剂量率控制水平

7.3.3.1 加速器放射治疗工作场所

根据**《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）**，不同场所的居留因子见表 7-4。

表 7-4　不同场所的居留因子

场所	居留因子		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、移动式电子加速器的相邻手术室与诊室、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑中的驻留区。

部分居留	1/4	1/2～1/5	1/2：与屏蔽室相邻的患者检查室； 1/5：走廊、工作人员休息室。
偶然居留	1/16	1/8～1/40	1/8：各治疗机房房门外 30cm 处、相邻的(共用屏蔽墙)放射诊疗机房； 1/20：公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室； 1/40：仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场、车辆自动卸货区域、楼梯、无人看管的电梯。
取值依据参考《Structural Shielding Design and Evaluation for Megavoltage X-and Gamma-Ray Radiotherapy Facilities》(NCRP 第 151 号报告)			

剂量率控制应符合以下要求

（1）治疗室墙和入口门外表面 30cm 处、邻近治疗室的关注点、治疗室房顶外地面附近和楼层及在治疗室上方已建、拟建二层建筑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$\dot{H}c$：

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（$\dot{H}c$）求得关注点的导出剂量率参考控制水平$\dot{H}c,d$(μSv/h)：

机房外辐射工作人员：$\dot{H}c$≤100μSv/周；

机房外非辐射工作人员：$\dot{H}c$≤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$\dot{H}c,max$：

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

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

（2）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。

（3）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）。

7.3.3.2 CT 模拟定位和 DSA 工作场所

根据**《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）：**

X 射线设备机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

（1）具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5uSv/h；测量时，X 射线设备连续出束时间应大于仪器响应时间；

（2）CT 机机房外的周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h；

（3）具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25μSv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv。

7.3.4 辐射安全与防护要求

7.3.4.1 加速器放射治疗工作场所

根据**《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）：**

（1）安全防护设施和措施要求

放射治疗工作场所，应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等：

1）放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志，贮源容器外表面应设置电离辐射标志和中文警示说明；

2）放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯；

3）控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置，并设置双向交流对讲系统。

4）质子/重离子加速器大厅和治疗室内、含放射源的放射治疗室、医用电子直线加速器治疗室（一般在迷道的内入口处）应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况下报警功能，其显示单元设置在控制室内或机房门附近。

（2）放射治疗相关的辐射工作场所，应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全联锁措施：

1）放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置门—机/源联锁装置，防护门未完全关闭时不能出束/出源照射，出束/出源状态下开门停止出束或放射源回到治疗设备的安全位置。含放射源的治疗设备应设有断电自动回源措施；

2）放射治疗室和质子/重离子加速器大厅应设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹伤功能；

3）应在放射治疗设备的控制室/台、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周

墙壁、质子/重离子加速器大厅和束流输运通道内设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发；

4）安全联锁系统一旦被触发后，须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动；安装调试及维修情况下，任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证，工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。

7.3.4.2 CT 模拟定位和 DSA 工作场所

根据**《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）：**

本标准规定了放射诊断的防护要求，包括 X 射线影像诊断和介入放射学用设备防护性能、机房防护设施、防护安全操作要求及相关防护检测要求。本标准适用于 X 射线影像诊断和介入放射学。

（1）介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备防护性能的专用要求。

（2）介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备类型的防护性能专用要求。

（3）在机房内应具备工作人员在不变换操作位置情况下能成功切换透视和摄影 功能的控制键。

（4）X 射线设备应配备能阻止使用焦皮距小于 20cm 的装置。

（5）介入操作中，设备控制台和机房内显示器上应能显示当前受检者的辐射剂量测定指示和多次曝光剂量记录。

（6）应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

（7）X 射线设备机房（照射室）的设置应充分考虑邻室（含楼上和楼下）及周围场所的人员防护与安全。

（8）每台固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房，机房应满足使用设备的布局要求；对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积，最小单边长度应符合表 7-5 要求。

表 7-5　X 射线设备机房（照射室）使用面积及单边长度

设备类型	机房内最小有效使用面积 [d] m^2	机房内最小单边长度 [e] m
CT 机（不含头颅移动 CT）	30	4.5
单管头 X 射线设备 [b]（含 C 形臂，乳腺	20	3.5

CBCT）		
b 单管头 、双管头或多管头 X 射线设备的每个管球各安装在 1 个房间内。		

（9）X 射线设备机房屏蔽

1）不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 7-6 的规定。

表 7-6 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mmPb	非有用线束方向铅当量 mmPb
C 形臂 X 射线设备机房	2	2
CT 机房（不含头颅移动 CT）、CT 模拟定位机房	2.5	

2）机房的门和窗关闭时应满足表 7-6 的要求。

（3）X 射线设备工作场所防护

1）机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到受检者状态及防护门开闭情况。

2）机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

3）机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

4）机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句;候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

5）平开机房门应有自动闭门装置：推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

6）电动推拉门宜设置防夹装置。

7）受检者不应在机房内候诊；非特殊情况，检查过程中陪检者不应滞留在机房内。

8）模拟定位设备机房防护设施应满足相应设备类型的防护要求。

9）每台 X 射线设备根据工作内容，现场应配备不少于表 7-7 基本种类要求的工作人员、受检者防护用品与辅助防护设施，其数量应满足开展工作需要，对陪检者应至少配备铅橡胶防护衣。

表 7-7 个人防护用品和辅助防护设施配置要求

放射检查类型	工作人员		患者和受检者	
	个人防护用品	辅助防护设施	个人防护用品	辅助防护设施
介入放射学操作	铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅防护眼	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘、床侧防护帘/	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾、铅	——

	镜、介入防护手套 选配：铅橡胶帽子	床侧防护屏 选配：移动铅防护屏风	橡胶颈套 选配：铅橡胶帽子	
注：“——”表示不需要求。				

10）个人防护用品不使用时，应妥善存放，不应折叠放置，以防止断裂。

11）X 射线设备操作的防护安全要求：

①介入放射学、近台同室操作（非普通荧光屏透视）用 X 射线设备应满足其相应设备的防护安全操作要求。

②介入放射学用 X 射线设备应具有记录受检者剂量的装置，并尽可能将每次诊疗后受检者受照剂量记录在病历中，需要时，应能追溯到受检者的受照剂量。

③除存在临床不可接受的情况外，图像采集时工作人员应尽量不在机房内停留；对受检者实施照射时，禁止与诊疗无关的其他人员在机房内停留。

④穿着防护服进行介入放射学操作的工作人员，其个人剂量计佩戴要求应符合 GBZ 128 的规定。

（4）放射性废物管理要求

1）固态废物管理要求

①质子/重离子加速器、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。

②建立放射性固态废物台账，存放及处置前进行监测，记录部件名称、质量、辐射类别、监测设备、监测结果（剂量当量率）、监测日期、去向等相关信息，低于清洁解控水平的可作为一般固态废物处置，并做好存档记录。

2）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。

7.3.5 **《放射治疗放射防护要求》**（GBZ121-2020）

（1）工作场所放射防护要求

1. 治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外。

2.放射治疗机房应设置强制排风系统，进风口应设在放射治疗机房上部，排风口应

设在治疗机房下部，进风口与排风口位置应对角设置，以确保室内空气充分交换；通风换气次数应不小于 4 次/h。

3. X 射线管治疗设备的治疗机房、术中放射治疗手术室可不设迷路；γ 刀治疗设备的治疗机房，根据场所空间和环境条件，确定是否选用迷路；其他治疗机房均应设置迷路。

4.安全装置和警示标志要求

监测报警装置：含放射源的放射治疗机房内应安装固定式剂量监测报警装置，应确保其报警功能正常。

联锁装置：放射治疗设备都应安装门机联锁装置或设施，治疗机房应有从室内开启治疗机房门的装置，防护门应有防挤压功能。

标志：医疗机构应当对下列放射治疗设备和场所设置醒目的警告标志；

a)放射治疗工作场所的入口处，设有电离辐射警告标志；

b)放射治疗工作场所应在控制区进出口及其他适当位置，设有电离辐射警告标志和工作状态指示灯。

急停开关：放射治疗设备控制台上应设置急停开关，除移动加速器机房外，放射治疗机房内设置的急停开关应能使机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。通常应在机房内不同方向的墙面、入口门内旁侧和控制台等处设置。

视频监控、对讲交流系统：控制室应设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷路区域情况的视频装置；还应设置对讲交流系统，以便操作者和患者之间进行双向交流。

5.屏蔽要求

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：

$$\dot{H}c \leq \frac{He}{t \times U \times T}$$

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）；

He——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$\dot{H}c$。

7.3.6 **臭氧控制水平**

根据《室内空气质量标准》（GB/T18883-2022），室内臭氧控制水平为：臭氧 1 小时平均浓度<0.16mg/m^3。

表 8 环境质量和辐射现状

8.1 项目地理位置和场所位置

本项目位贵州省毕节市七星关区三板桥街道湖南商会旁新西客站站房，毕节黔焜肿瘤医院肿瘤医楼负一层，项目周边环境详见附件 7。

8.2 环境现状评价对象、监测因子、监测点位和监测布点原则

8.2.1 环境现状评价对象

加速器机房和 DSA 机房周围辐射环境本底水平。

8.2.2 监测因子

X-γ 辐射剂量率。

8.2.3 监测点位

为了解本项目及其周围辐射环境背景水平，评价单位对拟建机房周围进行了辐射环境背景水平监测。根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）等要求，共布设 21 个监测点位，布点情况见图 8-1。

8.2.4 监测布点原则

本项目主要污染因子为电离辐射，对环境空气、地表水及地下水影响较小，因此本次评价没有对区域环境空气、地表水和地下水环境质量进行监测评价，重点对评价区域开展了辐射环境现状监测评价。根据现场踏勘，本项目还未建设，评价范围内无其它电离辐射污染源。根据《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的方法布设监测点，根据项目周围环境现状，监测点位的选取覆盖核技术利用项目区域及周围公众人员活动区域（项目实体边界 50m 范围内）。现场监测时，收集环境温度、环境湿度、天气状况等信息。

8.3 监测方案

（1）监测单位：浙江君安检测技术有限公司；

（2）监测时间：2025 年 4 月 26 日；

（3）监测方式：现场监测；

（4）监测条件：温度 14℃，相对湿度 52%RH，天气多云；

（5）监测依据：《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）；

（6）监测频次：依据标准予以确定；

（7）监测工况：辐射环境现状；

（8）监测仪器：X、γ剂量率仪，见表 8-1；

（9）监测仪器校准因子 C_f：0.85。

表 8-1 监测仪器相关参数一览表

仪器名称	BH3103B 型便携式 X-γ 剂量率仪
仪器型号	BH3103B
生产厂家	中核控制系统工程有限公司
仪器编号	055
能量范围	25KeV~3MeV
量程	（1~10000）×10^{-8}Gy/h
检定单位	中国测试技术研究院
检定证书	校准字第 202407101353 号
校准日期	2024 年 07 月 12 日

8.4 质量保证措施

（1）合理布局监测点位，保证各监测点位布设的科学性和可比性。

（2）监测方法采取国家有关部门颁布的标准，监测人员经考核并持有合格证书上岗。

（3）检测仪器每年定期经计量部门检定，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）由专业人员按操作规程操作仪器，并做好记录。

（6）监测报告严格实行三级审核制度，经过校对、校核，最后由技术总负责人审定。

8.5 监测结果

监测结果见表 8-2。

表 8-2 辐射环境监测结果

监测点号	监测地点	监测结果（nGy/h）	备注
1	拟建消防回车场	53.0±10.0	室外
2	拟建制氧机房压缩空气站	53.0±7.2	室外
3	仓库	63.8±10.2	室内
4	绿化	53.0±7.2	室外
5	拟建垃圾站	53.0±6.7	室外
6	空地	53.0±11.2	室外
7	肿瘤医楼	57.7±5.4	室内

8	肿瘤医楼东侧道路	53.0±10.2	室外
9	肿瘤医楼西侧道路	61.5±13.3	室外
10	肿瘤医楼北侧道路	61.5±7.2	室外
11	小广场	53.0±8.1	室外
12	外部道路	53.0±9.6	室外
13	拟建医疗废物暂存间	53.0±9.0	室外
14	停车场	53.0±9.0	室外
15	拟建加速器机房	53.0±10.4	室外
16	拟建加速器机房北侧	53.0±10.4	室外
17	拟建 DSA 机房	61.5±13.4	室外
18	拟建 DSA 机房东侧	53.0±9.9	室外
19	拟建 DSA 机房西侧	53.0±8.0	室外
20	拟建 DSA 机房北侧	53.0±8.8	室外
21	民房	55.3±8.0	室外

注：1、测量时探头距离地面约 1m；

2、每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均已对宇宙射线的响应值修正；

3、环境 γ 辐射空气吸收剂量率=读数平均值×校准因子 k_1×仪器校验源效率因子 k_2-屏蔽修正因子 k_3×测量点宇宙射线响应值 D_C。k_3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1，仪器对宇宙射线的响应值为 27.7nGy/h。

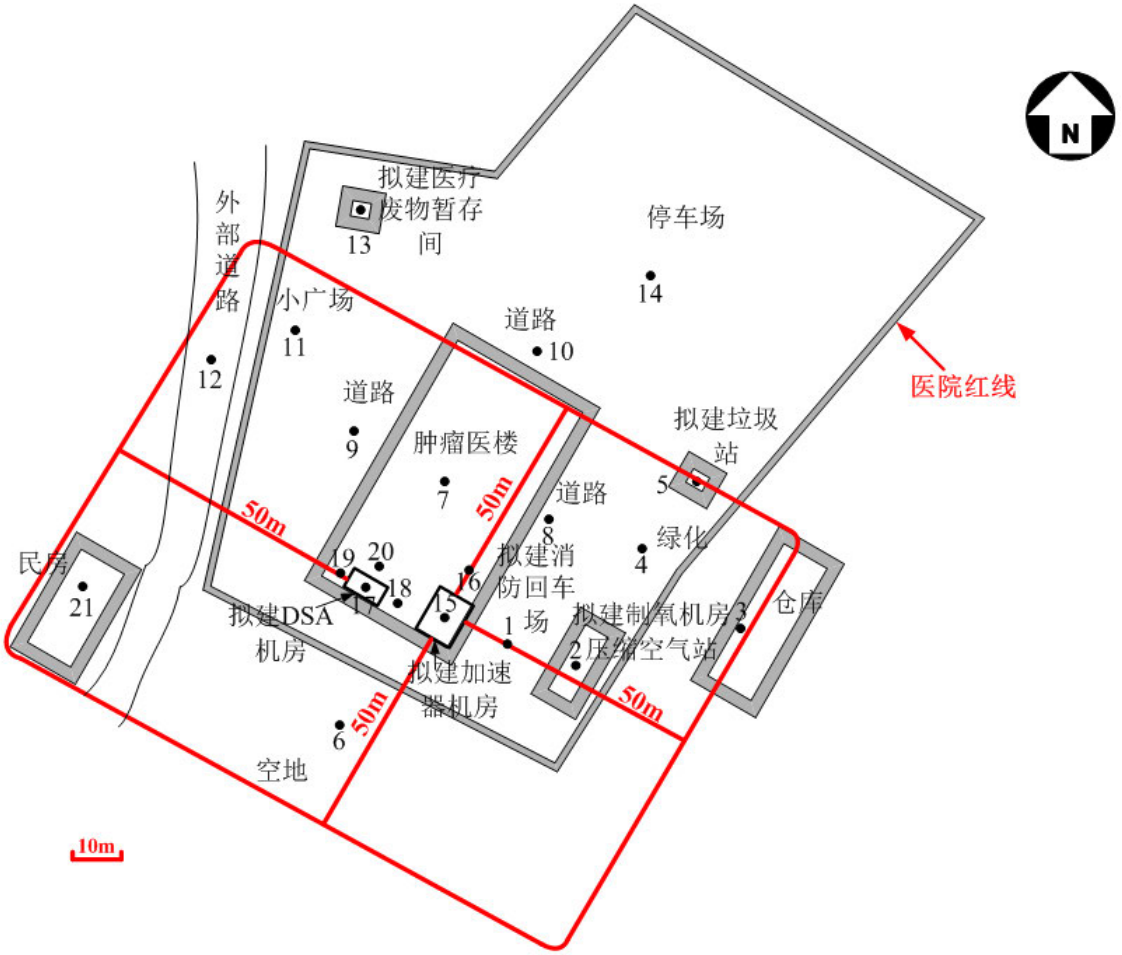


图 8-1　监测点位示意图

8.6 环境现状调查结果的评价

根据《贵州省环境陆地γ辐射剂量水平调查》可知，原野、道路及建筑物内的γ辐射剂量率（均指不包括宇宙射线贡献在内的离地 1 米高处的空气吸收剂量率）见表 8-3，毕节市环境陆地γ辐射剂量率见表 8-4。

表 8-3 贵州省环境陆地γ辐射剂量率

监测项目		原野（×nGy/h）	道路（×nGy/h）	建筑物内（×nGy/h）
γ辐射	均值	64.3±17.1	49.4±15.2	84.8±24.2
	范围	13.1-145.8	10.5-131.0	11.3-192.9
注：贵州省环境陆地γ辐射剂量率均已扣除了监测设备的宇宙射线响应值。				

表 8-4 毕节市环境陆地γ辐射剂量率

监测项目	原野（×nGy/h）	道路（×nGy/h）	建筑物内（×nGy/h）

γ辐射	均值	56.7±15.0	37.5±14.7	80.1±26.0
	范围	24.4-99.5	16.3-72.4	11.3-156.3
注：毕节市环境陆地γ辐射剂量率均已扣除了监测设备的宇宙射线响应值。				

表 8-5 本项目辐射环境监测结果

监测项目		原野（×nGy/h）	道路（×nGy/h）	建筑物内（×nGy/h）
γ辐射	均值	53.0±11.2	61.5±13.3	63.8±10.2
注：均已扣除了监测设备的宇宙射线响应值。				

由表 8-2 的检测结果可知，加速器机房和 DSA 机房拟建位置周围室内 X-γ 辐射剂量率为 57.7～63.8nGy/h，室外 X-γ辐射剂量率为 53.0～61.5nGy/h，根据表 8-3、表 8-4、表 8-5，本项目周围环境中建筑物内、原野、道路γ辐射剂量率处于毕节市建筑物内、原野、道路的γ辐射剂量率本底范围内，拟建项目及其周围环境的γ辐射剂量率水平未见异常。

检测报告见附件 11。

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 工作原理与设备组成

9.1.1.1 工作原理

（1）医用电子直线加速器

医用直线加速器主要是根据被加速的电子轰击高原子序数的金属靶而产生高能 X 射线的原理，利用加速器产生的不同能量的电子束和 X 射线，根据人体正常组织和肿瘤组织对射线照射的反应不同，以最佳输出能量对人体肿瘤进行照射治疗，属 II 类射线装置。

电子线束治疗工作原理：电子发射源发射的电子，进入真空加速管被加速，然后经磁偏转装置，使电子束转向，一般转 90°或 270°，再经过一个电子扩散箔，使电子均匀射出，形成电子线束。通过散射箔扩大射束的直径，再通过光阑提高电子野的均整性，最后通过输出窗射出达到患者病灶实现治疗的目的，即初始电子束直接引出并经散射、均整后用于患者的治疗。

X 线束治疗工作原理：对 X 射线而言，除电子那部分构造外，还有一个金属靶和 X 射线准直装置，经过磁偏转转向的高速电子束，射向高原子序数的金属靶，当电子同金属靶的原子核相撞时，速度减慢并损失部分能量，电子损失的能量转换为 X 射线，X 射线经过一个平板滤片，二次准直射出达到患者病灶进行治疗。

本项目加速器还配备有 CBCT（Conebeam CT），即锥形束 CT，其工作原理是根据人体不同组织对 X 射线的吸收与透过率的不同，应用灵敏度极高的仪器对人体进行检测，然后检测所获取的数据输入电子计算机，电子计算机对数据进行处理后，就可摄下人体被检查部位的断面或立体的图像，发现体内任何部位的细小变化。CBCT 可在医用电子直线加速器治疗前以治疗体位同步进行 CT 扫描，进行实时在线配准，在治疗前纠正摆位、器官运动、肿瘤体积变化等带来的误差，实现精准放疗，在确保疗效的基础上，可大幅减轻放疗副作用，最大限度避免放疗损伤。

（2）CT 模拟定位机

CT 是计算机断层 X 射线摄影术（Computed Tomography）的简称，它使用了精确

准直的 X 射线从各种不同的离散角度扫描所关注的平面，利用探测器记录透射光束的衰减量，并经过数学运算，电子计算机处理相应数据。它根据人体不同组织对 X 线的吸收与透过率的不同，应用灵敏度极高的仪器对人体进行测量，然后将测量所获取的数据输入电子计算机，电子计算机对数据进行处理后，就可摄下人体被检查部位的断面或立体的图像，发现体内任何部位的细小病变。

模拟定位 CT 机不仅可以像诊断性 CT 机一样为治疗计划系统提供高质量的横断面 CT 影像资料，还可以帮助临床医生精确勾画出肿瘤靶区及危险器官的轮廓，进而帮助计算机计划系统进行组织不均匀性校正，提高剂量计算的准确性。现代的模拟定位 CT 机综合了部分影像系统、计划设计系统和传统 X 射线模拟机的功能，常选用大孔径、高速扫描的螺旋 CT 机。由于扫描速度快，扫描层厚薄，重建的 CT 图像质量较高。临床医师可以及时发现异常病变，判断肿瘤性质，并进而确定治疗方式，布野方法及处方剂量。

（3）DSA

产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。

虽然不同用途的 X 射线机因诊疗目的不同有较大的差别，但其基本结构都是由产生 X 射线的 X 射线管、供给 X 射线管灯丝电压及管电压的高压发生器、控制 X 射线的“量”和“质”及曝光时间的控制装置，以及为满足诊断需要而装配的各种机械装置和辅助装置组成。

DSA 成像的基本原理是将受检部位注入造影剂之前和注入造影剂后的血管造影 X 射线荧光图像，分别经影像增强器增益后，再用高分辨率的电视摄像管扫描，将图像分割成许多的小方格，做成矩阵化，形成由小方格中的像素所组成的视频图像，经对数增幅和模/数转换为不同数值的数字，形成数字图像并分别储存起来，然后输入电子计算机

处理并将两幅图像的数字信息相减，获得的不同数值的差值信号，再经对比度增强和数/模转换为普通的模拟信号，获得去除骨骼、肌肉和其它软组织，只留下单纯血管影像的减影图像，通过显示器显示出来。

随着硬件系统的不断完善，影像链处理技术的飞跃，DSA 设备已经从影像增强系统（image intensifier）发展到了数字平板探测器；硬件的进步同样促进了整体机架机械运动性能的提升。术中三维血管造影、三维路图、旋转采集血管机“类 CT”或称“CT（Cone-BeamCT）”锥束等三维成像成为可能，各种基于“CT”的高级功能也纷纷开始萌芽，如出现了导管室内的术中定量分析、功能学成像等高端应用，可帮助医生判断即刻疗效、影响决策；术中实时导航可增加医生对解剖的空间认知；同时，血管造影剂、高压注射器等配套设备的提升也使 DSA 技术有了明显进步。DSA 利用 CT 功能进行三维旋转采集及重建，并且利用厂家工作站根据病变特点选择不同的重建方式，进行多种密度组织重建，提供类 CT 高分辨图像，有利于判断病变解剖部位及结构，从而帮助临床诊断。通过旋转采集原始影像数据传送到影像后处理工作站，经校正后进行断层重建，同时重建出横断面、矢状面、冠状面的断层图像。

9.1.1.2 设备组成

（1）医用电子直线加速器

医用电子直线加速器通常是以磁控管为微波功率源的驻波型直线加速器，主要由三大部分组成，既电子发射单元，电子加速单元和电子束引出单元，它的结构单元为：加速管、电子枪、微波系统、调制器、束流传输系统及准直系统、真空系统、恒温水冷系统和控制保护系统。

电子治疗子系统基本组成部件主要包括初级准直器、散射箔、托盘、均整器、电 离室、光阑、附件接口、限光筒等。

医用直线加速器内部结构框图见图 9-1，直线加速器有电子束和 X 射线两种治疗模式，X 射线治疗和电子治疗子系统结构见图 9-2，典型医用直线加速器外观结构见图 9-3，实景图见图 9-4。

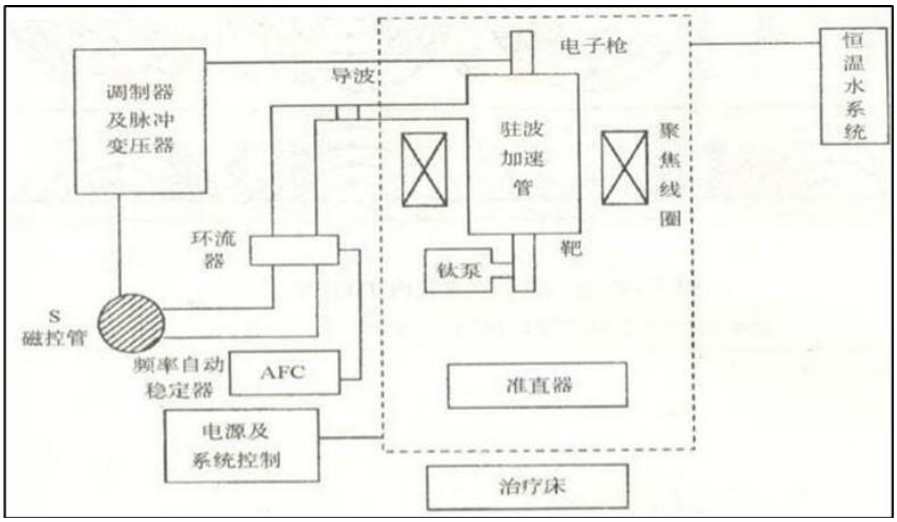


图 9-1 医用电子直线加速器内部结构图

本项目医用电子直线加速器相关信息与技术参数见表 9-1。

表 9-1 本项目医用电子直线加速器技术参数一览表

设备技术指标	参数
能量	X射线：6MV；电子线：6MeV
最大剂量率	X 射线：等中心 1m 处最大剂量率为 1400cGy/min 电子线：等中心1m处最大剂量率为3000cGy/min
X线漏射率	0.1%
靶点到等中心点距离	1000mm
最大射野	40cm×40cm
主射束夹角	28°
等中心点距地面高度	1315mm

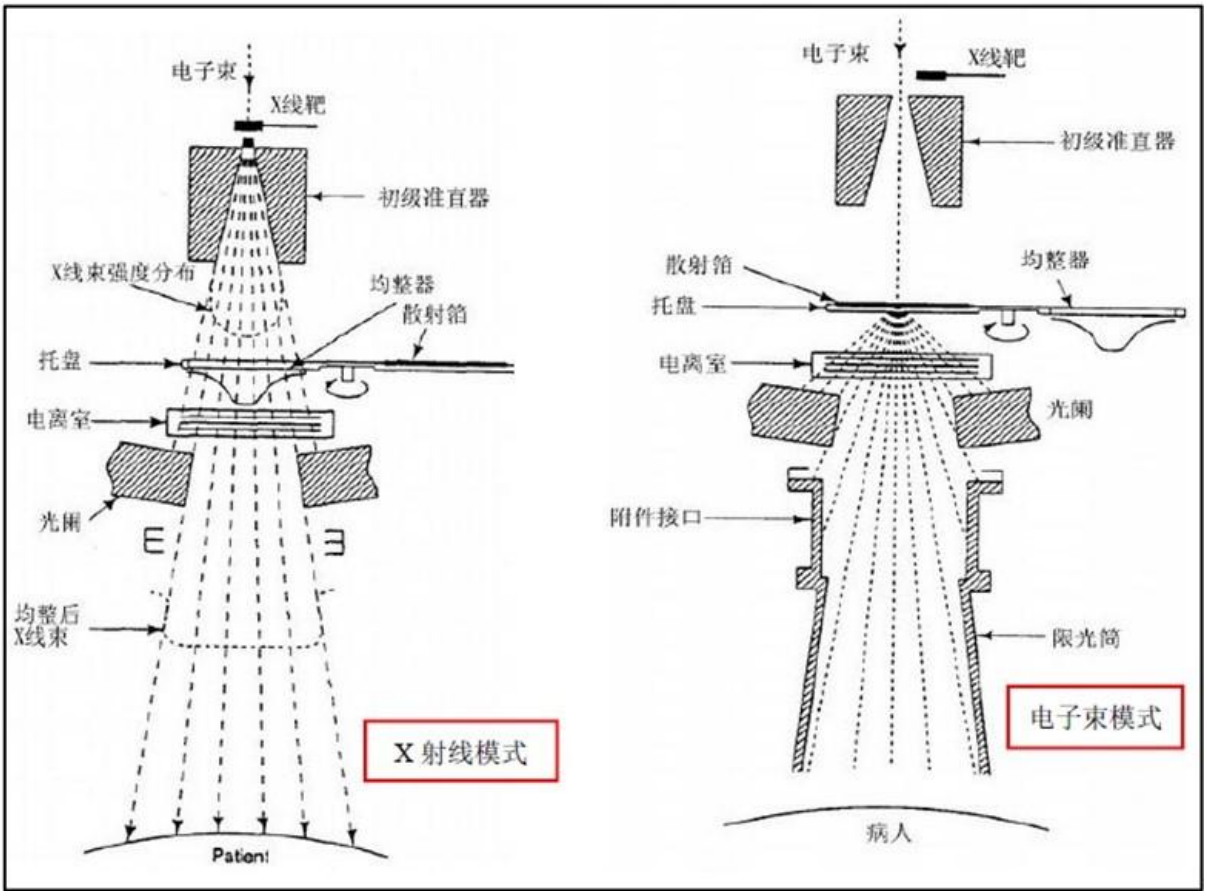


图 9-2 X 射线治疗与电子治疗系统结构图

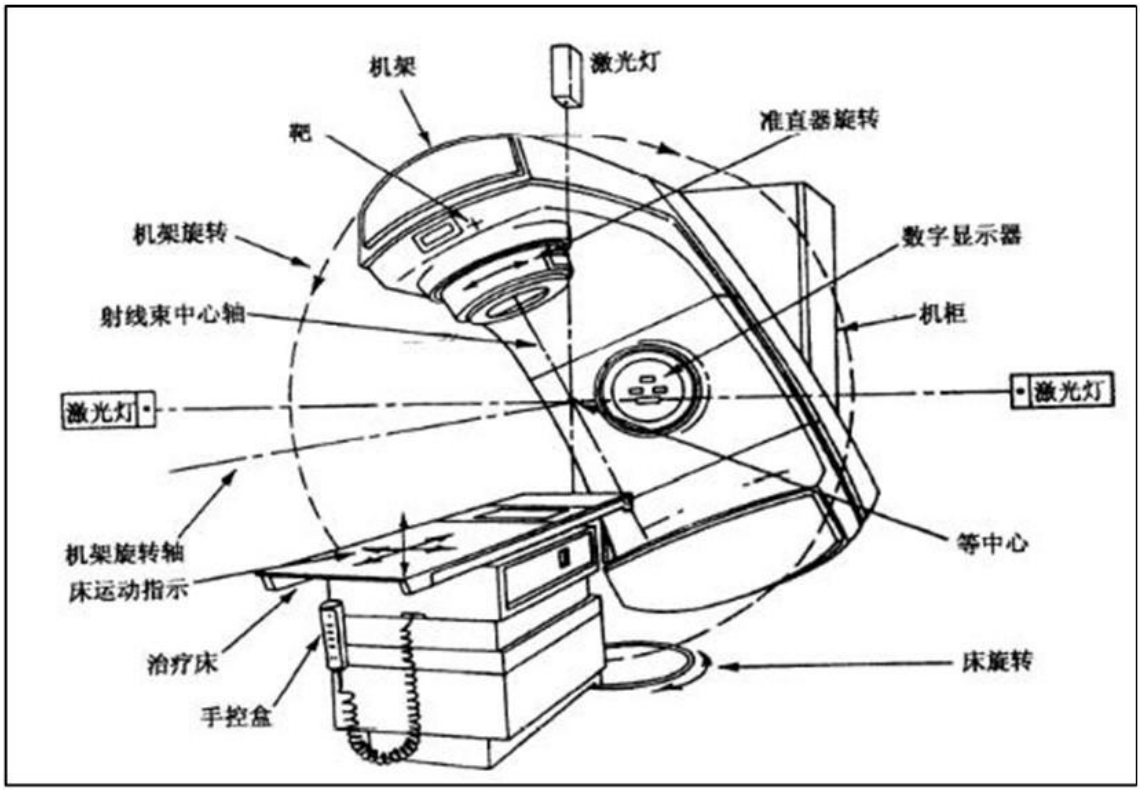


图 9-3 典型医用直线加速器外观结构图

图 9-4 典型医用直线加速器实景图

（2）CT 模拟定位机

产生 X 射线的装置主要由 X 射线管和高压电源组成，X 射线管由安装在真空玻璃壳中的阴极和阳极组成，阴极是钨制灯丝，它装在聚焦杯中，当灯丝通电加热时，电子就“蒸发”出来，而聚焦杯使这些电子聚集成束，直接向嵌在金属阳极中的靶体射击。靶体一般采用高原子序数的难熔金属制成。高电压加在 X 射线管的两极之间，使电子在射到靶体之前被加速达到很高的速度，这些高速电子到达靶面为靶所突然阻挡从而产生 X 射线。X 射线管基本结构如图 9.5 所示。

CT 模拟定位系统是以计算机断层扫描为基础的模拟定位系统，该系统由一台 CT 扫描设备、一套虚拟定位及计划系统和一套三维（或四维）移动激光射野模拟系统三部分组成。三大部分通过数据传输系统在线连接。

CT 模拟定位系统产生 X 射线的原理与常规放射诊断用 CT 基本没有差异，都是通过电子打击高原子序数材料靶产生轫致辐射。CT 模拟定位的全过程包括体位确定、固定，建立原始坐标系，图像采集、传输、重建，靶区勾画和确定，射野选择和布置，射野等中心确定和将原始坐标系原点移至等中心等一系列步骤，其基本要求与二维的 X 光

模拟一样，但是过程较为复杂，能够完成二维 X 线模拟机不能完成的非共面放射治疗等高技术强度放疗方案设计。

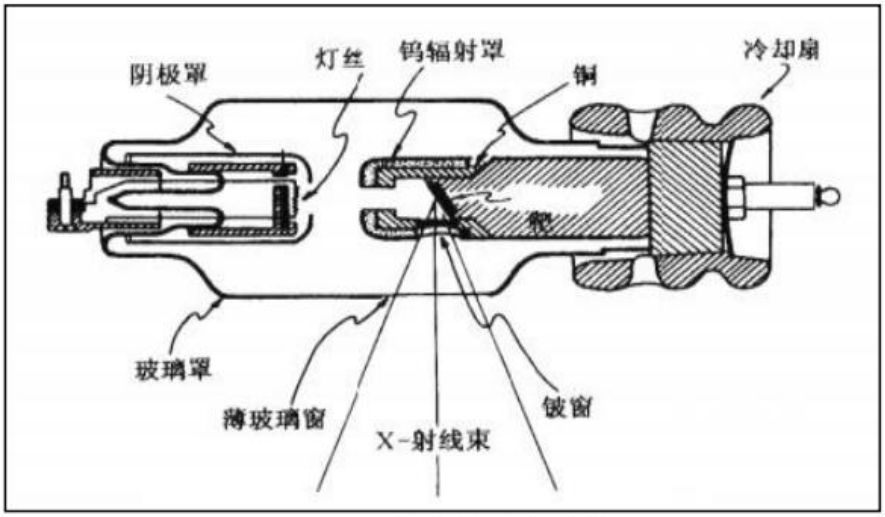


图 9-5 X 射线管基本结构图

本项目拟配置的 CT 模拟定位机相关技术参数见表 9-2。

表 9-2 CT 模拟定位机相关技术参数一览表

射线装置名称	类别	数量（台）	型号	最大管电压	最大管电流	拟安装位置
CT 模拟定位机	Ⅲ类	1	待定	140kV	1000mA	肿瘤医楼负一层 CT 模拟定位机房

（3）DSA

数字减影血管造影装置（DSA）是计算机与常规血管造影相结合的一种检查方法，是集电视技术、影像增强、数字电子学、计算机技术、图像处理技术等多种科技手段于一体的系统。DSA 射线装置主要由 X 射线发生系统、C 型支架、接收器、图像显示器、导管床、操作台等系统组成。X 射线发生系统位于接收器正对方向；操作台集合控制系统和设备状态显示等功能，位于操作室内；机房内控制装置一般为脚闸控制，通过设备电缆引出、位于地面。其整体外观图如图 9-6 所示。

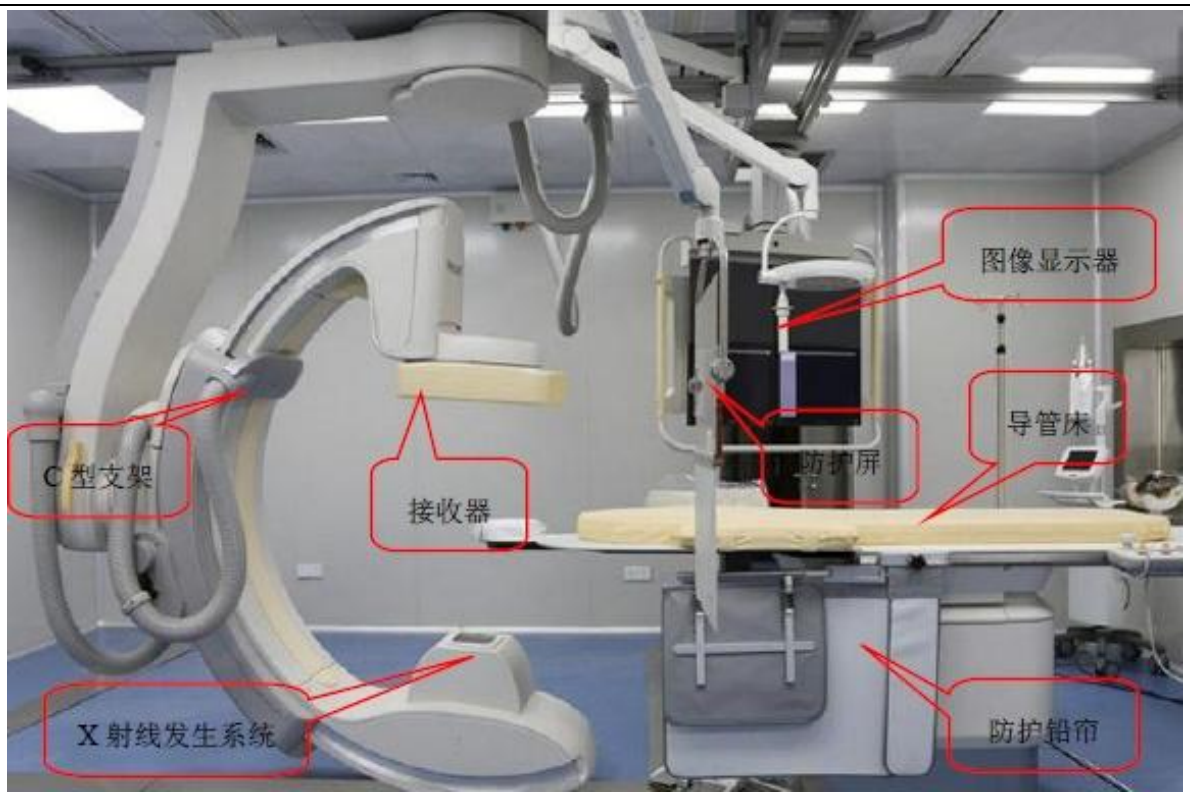


图 9-6 DSA 射线装置整体外观示意图

本项目拟配置的 DSA 相关技术参数见表 9-3。

表 9-3 DSA 相关技术参数一览表

射线装置名称	类别	数量（台）	型号	最大管电压	最大管电流	滤过材料及厚度	距靶 1m 处辐射剂量率（μGy/h）	泄漏率	拟安装位置
数字减影血管造影装置（DSA）	Ⅱ	1	待定	125kV	1000mA	2.5mmAl	摄影模式：1.62E+08；透视模式：4.05E+06；CT 模式：1.30E+08。	0.1%	肿瘤医楼负一层DSA机房

9.1.2 操作流程与产污环节

9.1.2.1 医用电子直线加速器

（1）工作流程及产污环节

直线加速器在进行放射治疗时，患者在射线机房内，医务操作人员位于射线机房外隔室操作。治疗时，射线机房可为医务人员以及墙外停留或通过的人员提供足够的屏蔽防护，并可防止在开机过程中，无关人员误入射线机房。

直线加速器治疗项目的操作流程如下，其工作流程及产污环节见图 9-7。

①根据医生指导意见，需要接受治疗的患者提前预约登记，以确定治疗时间；

②预约病人先在 CT 模拟定位机上进行肿瘤定位，确定肿瘤的具体位置和形状，确定治疗中心，工作人员隔室操作；

③确定肿瘤位置和形状后，物理人员根据医师给出的治疗剂量，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医护人员和患者进入直线加速器机房，医护人员进行指导摆位，根据 TPS 确定照射位置和面积，随后医务人员撤出直线加速器机房，确认机房内除了受诊患者无其他人员；

⑤启动加速器，锥形束计算机断层扫描系统（CBCT）进行图像引导系统拍摄放疗体位下的照射部位数字影像，与放疗计划系统进行对比，并校正放疗体位，出束治疗。

⑥治疗结束，医务人员关闭加速器，并进入机房指导协助患者离开。

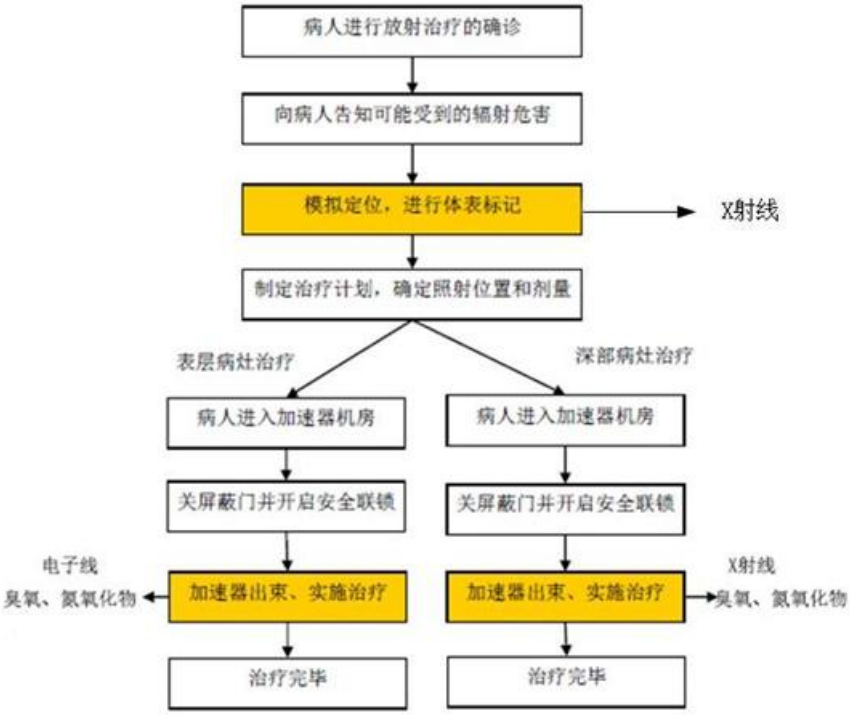


图 9-7 医用电子直线加速器工作流程及产污环节示意图

（2）工作负荷

结合医院提供的资料，本项目保守预计：放疗中心每周工作 5 天，加速器工作负荷不超过 400 人次/周，其中常规治疗 50 人次/周，调强治疗 350 人次/周。加速器常规治疗出束时间平均约 2 分钟/人次，调强治疗出束时间平均约 5 分钟/人次，则加速器治疗周出束时间为 30.8h，年出束时间为 1540h。物理师进行周计划、月计划验证及质控年累计有效出束时间 100h。

综上所述，本项目加速器 X 射线年总出束时间最大 1640h（治疗+质控）。

9.1.2.2 CT 模拟定位机

（1）工作流程及产污环节

模拟定位 CT 影像诊断是指利用 X 射线的穿透性取得人体内器官与组织的影像信息以判断肿瘤大小、位置的技术，本项目模拟定位 CT 机诊断流程如下：

①病人经医生诊断、正当性判断后，确定需要 X 射线影像诊断的病人与放疗科预约登记；

②患者在医护人员的指导下正确摆位；

③进行控制室操作，利用模拟定位 CT 机进行肿瘤定位；

④检查结束离开检查室。

CT 模拟定位机工作流程及产污环节见图 9-8。

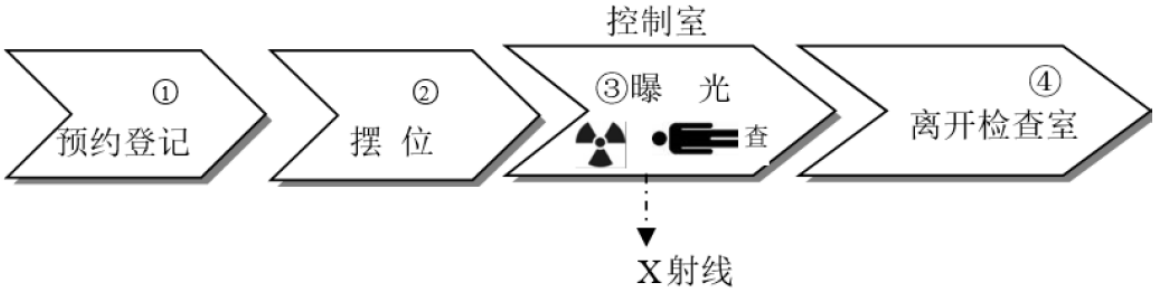


图 9-8 CT 模拟定位机工作流程及产污环节示意图

综上所述，模拟定位 CT 机正常工况下，污染源项主要为开机状态下产生的 X 射线，同时产生少量臭氧和氮氧化物。

（2）工作负荷

本项目 CT 模拟定位机预计每周诊断患者最多为 40 人次，每年最多为 2000 人次，CT 模拟定位机单次出束时间不超过 30 秒，出束时管电流保守取 1000mA，年工作负荷为 1.0×10^{6}mA・min，年出束时间 16.7h.

9.1.2.2 DSA

（1）工作流程及产污环节

DSA 设备与技术能准确反映异常血管团的范围、供血动脉、回流静脉等信息，清晰显示血管变异情况，并能动态显示病灶血流动力学特点，分辨率高同时可进行血管内治疗，在头面部血管瘤诊断及治疗方面具有重要作用，适用于治疗血管瘤(浅部血管瘤、深部血管瘤、混合型血管瘤）、血管畸形（动静脉畸形、静脉畸形、淋巴管畸形、静脉曲张、微静脉畸形、KT 综合症、SW 综合症、KM 综合症）、肿瘤（肺癌、食道癌、肝

癌、淋巴癌）、妇科、（卵巢囊肿、子宫肌瘤、输卵管造影、子宫腺肌症输卵管疏通术、盆腔静脉瘀血综合症）、其他（下肢血栓性疾病、动脉硬化闭塞性疾病、瘢痕疙瘩）等疾病。

医院拟使用 DSA 开展脑血管介入手术、心血管介入手术、神经介入手术与外周血管介入手术。介入手术时长取决于手术类型、病情复杂程度、医生经验与技术等多种因素，从 1 小时至数小时。各类手术操作流程类似，详细如下：

1）操作流程

①病人候诊、准备、检查由主管医生写介入诊疗申请单；医生检查是否有介入诊疗的适应症，在排除禁总疾居完善术前检查和预约诊疗时间；

②向病人告知可能受到的辐射危害：医生向病人或其家属详细介绍介入诊疗的方法、途径、可能出现的并发症、可预期的效果、术中所用的介入材料及其费用等；

③设置参数，病人进入机房、摆位：根据不同手术及检查方案，设置 DSA 系统的相关技术参数，以及其他监护仪器的设定；引导病人进入机房并进行摆位；

④根据不同的治疗方案，医生及护士密切配合，完成介入手术或检查，分为两种情况：

第一种情况，摄影模式，医生采取隔室操作的方式（即操作医生在控制室内对病人进行曝光），医生、护士通过铅玻璃观察窗和操作台观察机房内病人情况，并通过对讲系统与病人交流，技师隔室在控制室操作设备。

第二种情况，透视模式，医生需进行手术治疗时，为更清楚的了解病人情况时会有连续曝光，此时医生和护士位于铅屏/铅帘后身着铅服在曝光室内对病人进行直接的同室手术操作，技师隔室在控制室操作设备。

第三种情况，CT 模式，利用 DSA 系统中旋转血管造影采集的图像进行血管造影计算机断层成像；通常 CT 旋转采集 500 帧原始数据，因此其获取的图像质量优于三维重建影像，从而帮助医生更好地了解血管病变的位置、形态和范围，指导临床手术和治疗。

⑤治疗完毕关机：医生应及时书写手术记录，技师应及时处理图像、刻录光盘或照片；对单纯接受介入造影检查的病人，诊断报告由病人家属取回交病房病历保管。

2）产污环节分析

DSA 的 X 射线诊断机曝光时，主要污染因子为 X 射线。注入的造影剂不含放射性，同时射线装置均采用先进的数字显影技术，不会产生废显影液、废定影液和废胶片。DSA

拍片流程及产污环节如图 9-9 所示。

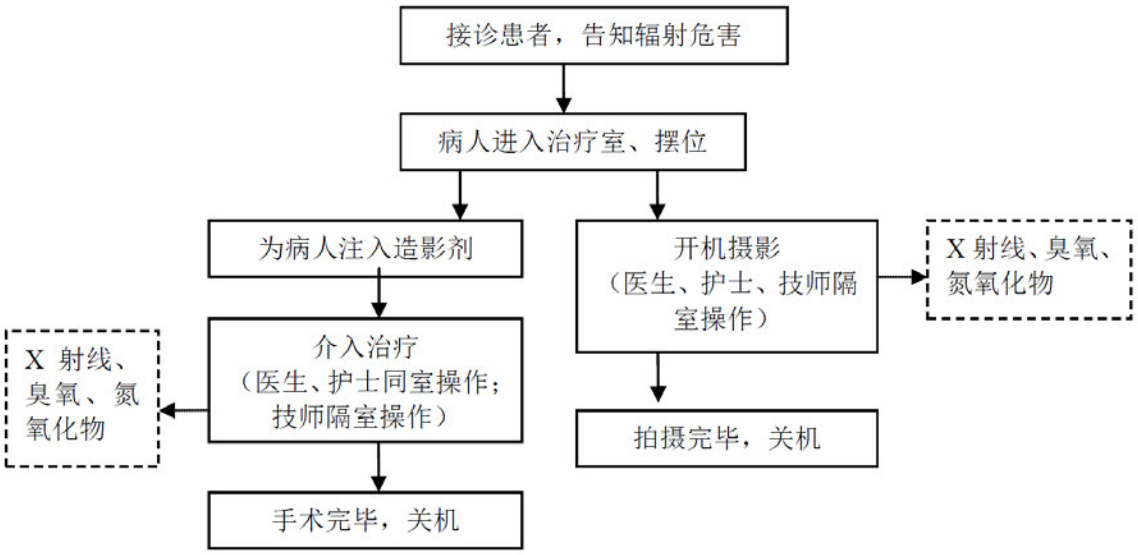


图 9-9 DSA 操作流程及产污环节示意图

综上可知，DSA 在开机状态下，产生的污染因子主要为 X 射线、臭氧和氮氧化物，无其他放射性废气、废水及固体废物产生。

DSA 手术工作中可能产生的医疗废物，如针头、纱布、注射器等属于固体废物，具有直接或者间接感染性、毒性以及其他危害性，应收集后按要求集中处置。

（2）工作负荷

本项目运营期，预计 DSA 全年各开展介入手术 500 台，摄影工作状态下，平均每台手术DSA 最长出束时间为1 分钟；透视工作状态下，平均每台手术DSA 最长出束时间为20 分钟；CT 模式下，平均每台手术 DSA 最长出束时间为 1 分钟。本项目DSA 最大工作负荷见表9-4。

表 9-4 本项目拟建射线装置最大工作负荷

射线装置	工作状态	平均每台手术最长出束时间（min)	年手术量(台）	年累计出束时 间（h)
DSA	摄影	1	500	8.3
	透视	20		166.7
	CT	1		8.3

（3）辐射工作人员岗位受照时间

根据《放射诊疗管理规定》，医院拟配置 3 名执业医师 1 名护士和和 1 名放射影像技师，共 5 名辐射工作人员参与本项目 DSA 诊疗工作（主要手术类型包括外周血管介入、心脏介入、脑血管介入、冠状动脉造影等），本项目劳动定员情况见表 9-1，配置

的工作人员只从事本项目 DSA 诊疗工作，不存在兼岗。医院拟配置工作人员将在生态环境部辐射安全与防护培训平台参加培训，考核合格后方可上岗。

表 9-5 本项目 DSA 拟设置的劳动定员及工作制度计划表

工作场所	岗位	人员数量（人）	工作制度	人员来源
DSA 机房	医生	3	8h/d、5d/week	新增
	技师	1		
	护士	1		

9.1.3 人员路径规划

（1）放疗中心

医护人员路径：医护人员由医护人员专用电梯经医护人员通道进入放疗中心，相关人员根据治疗流程，分别在 CT 模拟定位机房完成患者肿瘤部位扫描和标记，在物理室计划室制定放疗计划，在加速器机房完成患者摆位，在加速器控制室完成出束治疗。完成治疗工作后沿原路离开放疗中心。

患者路径：肿瘤患者由患者专用电梯经患者电梯进入放疗中心，在护士站完成点击后，沿走廊通过准备室进入 CT 模拟定位机房进行扫描，再经走廊进入加速器机房进行治疗，治疗结束后原路返回离开放疗中心。

（2）影像中心 DSA 介入治疗

医护人员路径：医护人员由医护人员专用电梯经医护人员通道通过影像中心西侧入口进入 DSA 机房和控制室，完成 DSA 介入手术后原路返回离开 DSA 介入工作场所。

患者路径：患者由患者专用电梯经患者电梯通过影像中心东侧入口由患者通道进入 DSA 机房，介入手术结束后患者原路离开。

污物通道：DSA 机房内产生的固体废物由 DSA 机房东侧污物通道通过楼梯间转移出机房。

本项目人员路径规划见图 9-10。

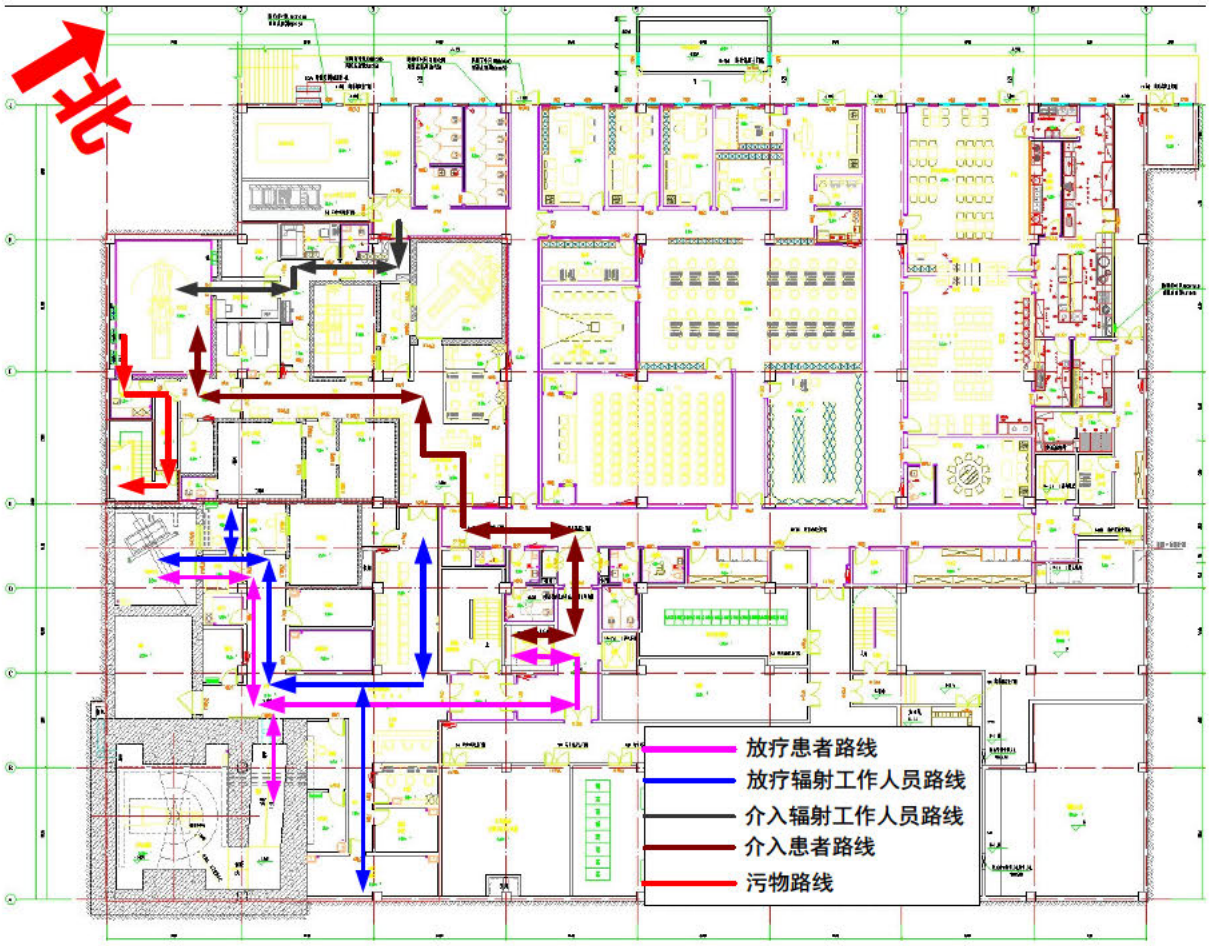


图 9-10 本项目人员路径规划示意图

9.2 污染源项分析

9.2.1 施工期及设备调试安装

（1）污染源项

本项目施工期没有辐射污染源项，直线加速器在开机调试时产生 X 射线、电子线，CT 模拟定位机在开机调试时产生 X 射线，DSA 在开机调试时产生 X 射线。

（2）非辐射环境影响因子

施工期非辐射环境影响因子主要是：废气、废水、噪声和固体废物。

9.2.2 运行期

9.2.2.1 正常工况

（1）医用电子直线加速器

1）电离辐射

①X 射线：本项目医用直线加速器在运行时，从加速器电子枪里发出来的电子束，在加速管内经加速电压加速，轰击到钨金上，产生 X 射线。发射出来的 X 射线主要用

于治疗，治疗剂量与剂量率的大小、加速器电子能量、受照射的靶体材料、电子束流强度、电子入射方向、治疗部位到源的距离等因素有关。

本项目新增使用的医用电子直线加速器 X 射线最大能量为 6MV，距靶 1m 处最高剂量率为 1400cGy/min。X 射线穿透能力极强、剂量率高，将对辐射工作人员、公众及周围环境造成辐射污染。

②电子线：本项目医用直线加速器处于电子束模式下使用初始电子线进行浅层治疗时，会产生电子线，电子线最高能量为 6MeV，高能电子线随机器的开关而产生和消失。

③中子和感生放射性：根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中第 6.1.2 条要求，大于 10MV 的 X 射线放射治疗设备，须考虑中子屏蔽。本项目使用的加速器 X 射线最大能量为 6MV，不考虑中子和感生放射性的影响。

因此，加速器放射治疗项目运行期间，主要辐射环境影像因素为加速器产生的 X 射线和电子线，无中子和感生放射性影响。

2）非电离辐射

加速器在运行过程中，X 射线作用于空气发生“空气辐照分解”现象，产生少量的臭氧与氮氧化物，相比之下臭氧的产额高，臭氧危害性较氮氧化物大，氮氧化物的影可以忽略。臭氧和氮氧化物通过排风系统排入大气。

3）固体废物

一般固体废物：辐射工作人员产生的少量生活垃圾和办公垃圾由环卫部门统一定期清运。

加速器废靶：①直线加速器的金属靶件更换时会有废靶件产生；②如果冷却水循环系统出现故障，可能造成靶体散热不畅导致靶被打穿的情况，产生废靶；③加速器报废时，会有废靶产生。直线加速器靶件更换时将产生废靶，约 6~8 年产生一个废靶，废靶件由加速器供应商回收，不会在医院储存。

4）废水

工作人员和患者产生的生活污水，生活污水经污水处理站预处理达标后，排入市政污水管网。

5）噪声

本项目噪声源主要为风机、水冷机房水泵和空调产生的噪声，风机等声源的声级较小，噪声影响不大，不会改变区域声环境功能区规划。

（2）CT 模拟定位机

本项目 CT 模拟定位机运行期间，主要辐射环境影像因素为 X 射线，X 射线装置运行时，机房内会有微量臭氧、氮氧化物等有害气体产生。

（3）DSA

X 射线装置在辐射场中产生的射线通常分为两类：一类为有用线束（又称初级辐射），是直接由 X 射线管出射口发出，经限束装置准直能使受检部位成像的辐射线束；另一类为非有用线束（又称次级辐射），包括有用线束照射到受检者身体或诊断床等其他物体时产生的散射线和球管源组件防护套泄漏发出的漏射线。

有用线束能量相对较高，剂量较大，而散射线和漏射线的辐射剂量相对较小。X 射线装置在使用过程中产生的主要辐射影响及影响途径如下：

1）采取隔室操作，并且在设备安全和防护硬件及措施到位的正常情况下，射线装置机房外的工作人员及公众基本上不会受到 X 射线的照射。

2）进行介入手术治疗时，机房内进行手术操作的医生和医护人员会受到一定程度的 X 射线外照射。

本项目 DSA 运行时诊断结果在显示屏上观察或采用数字技术机打印，不使用胶片摄影，不会产生废显（定）影液、废胶片和报废感光原料。

X 射线装置运行时，机房内会有微量臭氧、氮氧化物等有害气体产生。

9.2.2.2 事故工况

（1）医用电子直线加速器

①安全联锁装置失效或设备运行时人员误留或误入机房，装置的运行可能对人员产生超剂量照射。

②对加速器进行维修时，若发生安全联锁失效或强制出束等情况时，导致维修人员可能受到意外的照射。

③治疗计划系统、安全联锁系统、计时器和剂量监测系统等出现问题，都有可能导致患者受到偏离处方剂量的照射，甚至造成患者死亡的事故发生。

（2）CT 模拟定位机

①在给病人做检查治疗时，设备控制键失效，无法停止出束，导致病人受到意外照射。

②控制室操作人员或病人家属在防护门关闭后未撤离机房，而射线装置出束时造成的误照射。

（3）DSA

本项目使用 DSA 射线装置主要发生的辐射事故有以下几点：

（1）DSA 安装调试阶段，可能由于设备参数设置不当、误操作、设备尚未具备正常运行的条件，或者人员未进行恰当的防护造成在场辐射工作人员受到过量照射。

（2）DSA 投入运行后，由于 DSA 设备故障、操作不当、辐射工作人员没有穿戴防护用品等情况下，医生在同室操作时可能受到超剂量的 X 射线照射。

（3）门灯联锁装置和闭门装置出现故障，在屏蔽门没有关闭的情况下出束，或射线装置工作时无关人员打开屏蔽门并误入，对门外人员及误入人员造成误照射。

（4）机房内无关人员未全部撤出机房，操作室人员操作失误启动射线装置，造成人员误照射。

（5）检查或维修状态下，设备维修人员违反操作规程或误操作，造成人员误照射。

表 10 辐射安全与防护

10.1 项目安全设施

10.1.1 辐射工作场所布局及合理性分析

本项目位于毕节黔焜肿瘤医院肿瘤医楼负一层南端位置，加速器机房位于南端东侧、CT 模拟定位机房位于南端中部、DSA 机房位于南端西侧，如图 10-1 所示。

加速器放射治疗工作场所由加速器机房及其控制室、CT 模拟定位机房及其控制室、水冷机房、制模室/铅模室、物理室/计划室、办公室、护士站等辅助功能室组成，加速器机房设置有“直”迷路，CT 模拟定位机房设置有医护人员防护门、患者防护门、观察窗。DSA 介入治疗项目由 DSA 机房及其控制室、设备房、污洗/处置室、介入库房、介入准备/恢复室、值班/休息室、更衣室、谈话间等辅助功能室组成，DSA 机房设置有医护人员防护门、患者防护门、污物通道门、观察窗，DSA 介入治疗工作场所设置了相互隔离不交叉的患者通道、医护通道、污物通道。

加速器放射治疗项目布局均符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中“治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外”的规定。患者路线、工作人员路线、污物路线相互独立，不产生交叉；DSA 介入治疗项目中，DSA 观察窗设置于机房西侧墙体中部，能有效观察机房内情况，本项目新增 DSA 设备有用线束垂直向上，有用线束不会直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。因此 DSA 机房布局相对合理。

本项目选址合理，避开了人员密集区域，场址相对独立，场所布局功能分区明确，与辐射工作场所相关的各类辅助用房紧密布置在机房周围，既便于病人就诊，又利于辐射防护，机房墙体、顶板及防护门等屏蔽防护设计充分考虑了电离辐射效应，能有效降低电离辐射对工作人员和周边公众的辐射影响。

本项目布局合理，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）规定的“放射治疗场所宜单独选址、集中建设，或设置在多层建筑物的底层的一端”和《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中规定的“放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端”的要求；满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中规定的“治疗机房应设置迷路”的要求；满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中

规定的“固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房；机房应设有观察窗”的要求。

机房周边毗邻位置情况如表 10-1 所示。

表 10-1 本项目辐射工作场所机房周边相邻位置分布概况表

编号	机房名称	东侧	南侧	西侧	北侧	上方	下方
1	加速器机房（含迷路）	控制室、水冷机房、制模室/铅模室	地下土层	地下土层	库房、过道	过道、MR机房、缓冲室、控制室、设备室、化疗输液室	无建筑
2	CT模拟定位机房	控制室、准备室、洗手室	库房	地下土层	楼梯间、过道、介入库房	导管门诊二次等候区、缓冲间、置管室	无建筑
3	DSA机房	值班/休息室、介入准备/恢复室	楼梯间、过道、过道、介入库房	地下土层	设备房、控制室	办公室、诊室	无建筑

综上所述，本项目辐射工作场所布局合理。

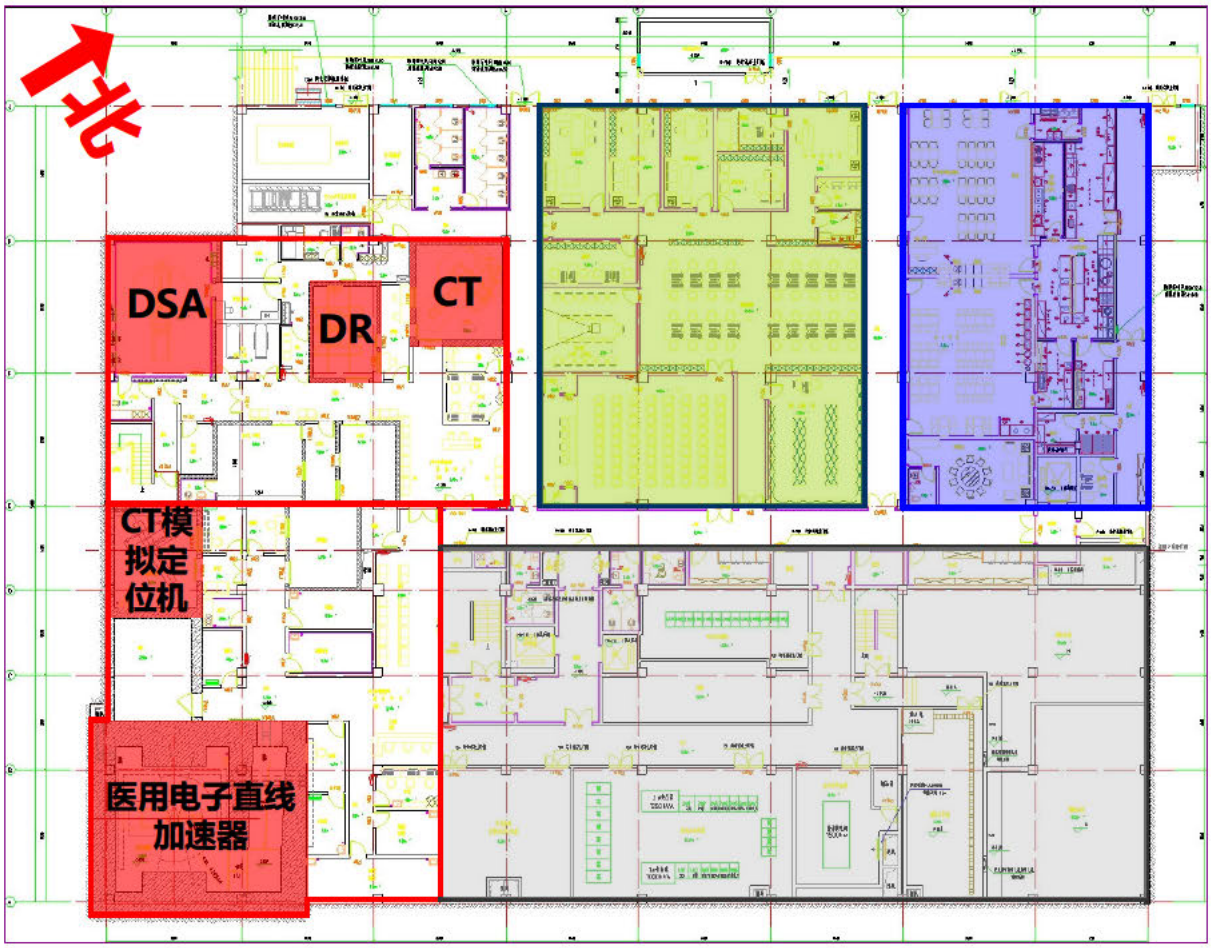


图 10-1 肿瘤医楼负一层平面图

10.1.2 辐射工作场所分区原则及区域划分情况

为便于辐射防护管理和职业照射控制，医院按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的要求，采取分区管理措施，把辐射工作场所分为控制区和监督区，分区原则如下：

（1）控制区：需要专门防护手段或安全措施的区域划为控制器，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。在控制区的进出口及其他适当位置处设立醒目的警告标志。运用行政管理程序(如进入控制区的工作许可证)和实体屏障（包括门锁和联锁装置）限制进出控制区，放射性工作区应与非放射性工作区隔开。

（2）监督区：未被确定为控制区，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的区域。在监督区入口处的适当地点设立表明监督区的标牌，划出监督区的边界，定期检查工作状况，确认是否需要防护措施和安全条件，或是否需要更改监督区的边界。

建设单位根据上述分区原则，结合项目实际情况，将加速器机房、CT 模拟定位机房、DSA 机房划分为控制区，以便于辐射防护管理和职业照射控制：将加速器控制室、水冷机房、库房、过道、MR 机房、缓冲室、控制室、设备室、化疗输液室；CT 模拟定位机控制室、准备室、洗手室、楼梯间、过道、介入库房、导管门诊二次等候区、缓冲间、置管室；DSA 控制室、设备房、值班/休息室、介入准备/恢复室、办公室、诊室等区域划分为监督区。分区状况如图 10-2、图 10-3 所示。

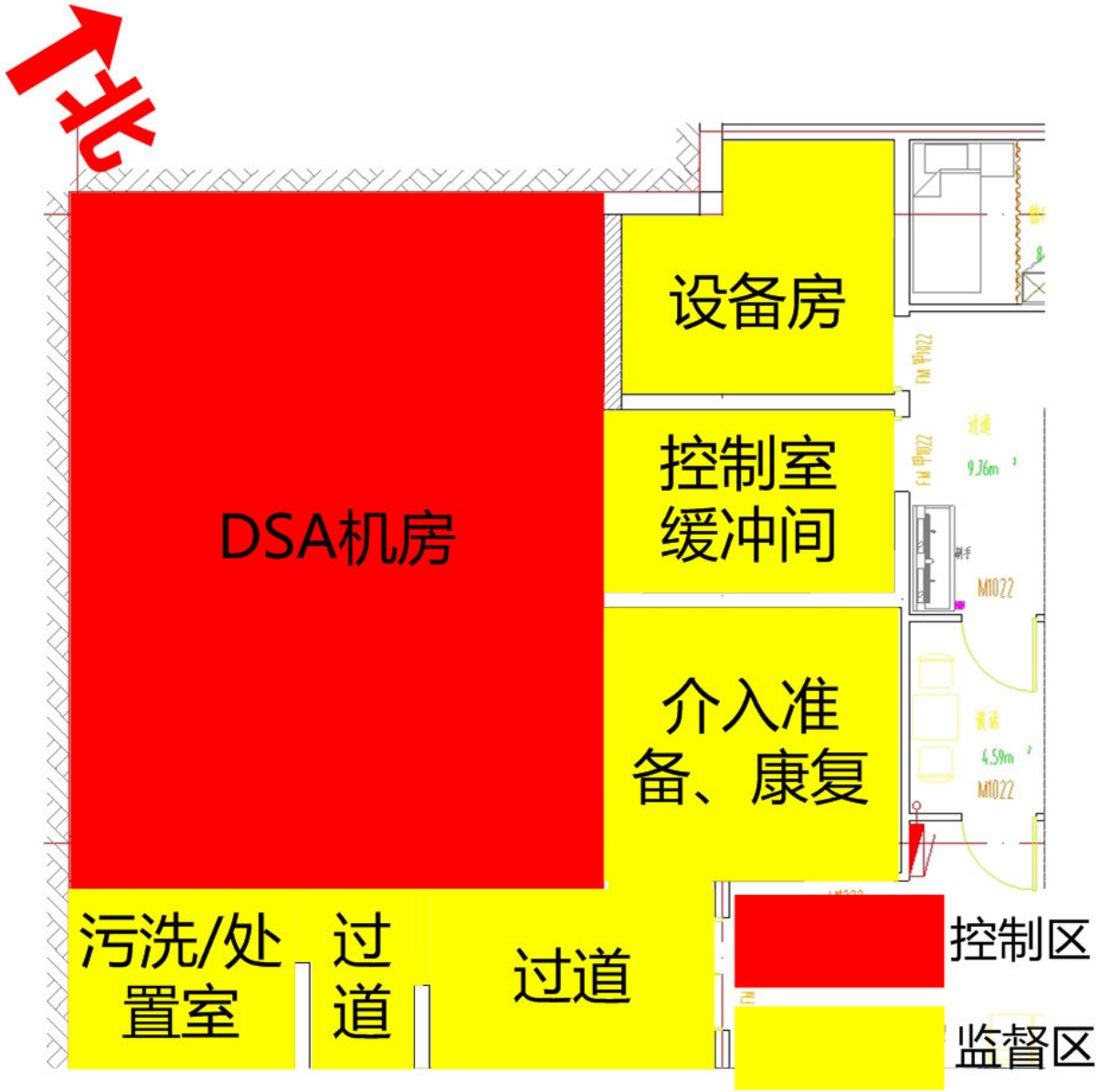


图 10-2 本项目辐射工作场所分区图（影像中心 DSA 工作场所）

图 10-3 本项目辐射工作场所分区图（放疗中心）

10.1.3 辐射防护屏蔽设计

本项目加速器放射治疗与 DSA 介入治疗辐射工作场所屏蔽设计方案如表 10-2 所示。

表 10-2 本项目机房辐射防护屏蔽设计方案

序号	功能用房	长×宽×高（m）	净面积（m^2）	屏蔽设施	屏蔽设计方案
1	加速器机房	治疗室：6.60m×6.20m×3.70m； 迷路：8.20m×2.10m×3.20m；	治疗室：40.92m^2； 迷路：17.22m^2	北墙	混凝土：主屏蔽墙宽度 4.00m，厚度 2.90m
					混凝土：与主屏蔽墙相邻的次屏蔽墙厚度 1.60m
				南墙	混凝土：主屏蔽墙宽度 4.00m，厚度 2.90m
					混凝土：与主屏蔽墙相邻的次屏蔽墙厚度 1.60m
				西墙	混凝土：屏蔽墙厚度 1.60m
				东墙	混凝土：迷路内墙与外墙厚度共 2.80m
				顶棚	混凝土：主屏蔽墙宽度 4.20m，厚度 2.90m
					混凝土：与主屏蔽墙相邻的次屏蔽墙厚度 1.60m
				地板	/
2	CT 模拟定位机房	6.25m×5.20m×4.00m	32.50m^2	北墙	40cm 混凝土
				南墙	40cm 混凝土
				西墙	40cm 混凝土
				东墙	40cm 混凝土
				观察窗	4mmPb
				控制室门	4mmPb
				机房大门	4mmPb
				顶棚	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡
				地板	/
3	DSA 机房	6.64m×5.80m×4.00m	38.52m^2	北墙	20cm 混凝土 2cm 硫酸钡
				南墙	20cm 混凝土 2cm 硫酸钡
				西墙	20cm 混凝土 2cm 硫酸钡
				东墙	20cm 混凝土 2cm 硫酸钡
				观察窗	4mmPb
				控制室门	4mmPb
				污物通道门	4mmPb
				机房大门	4mmPb
				顶棚	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡
				地板	/

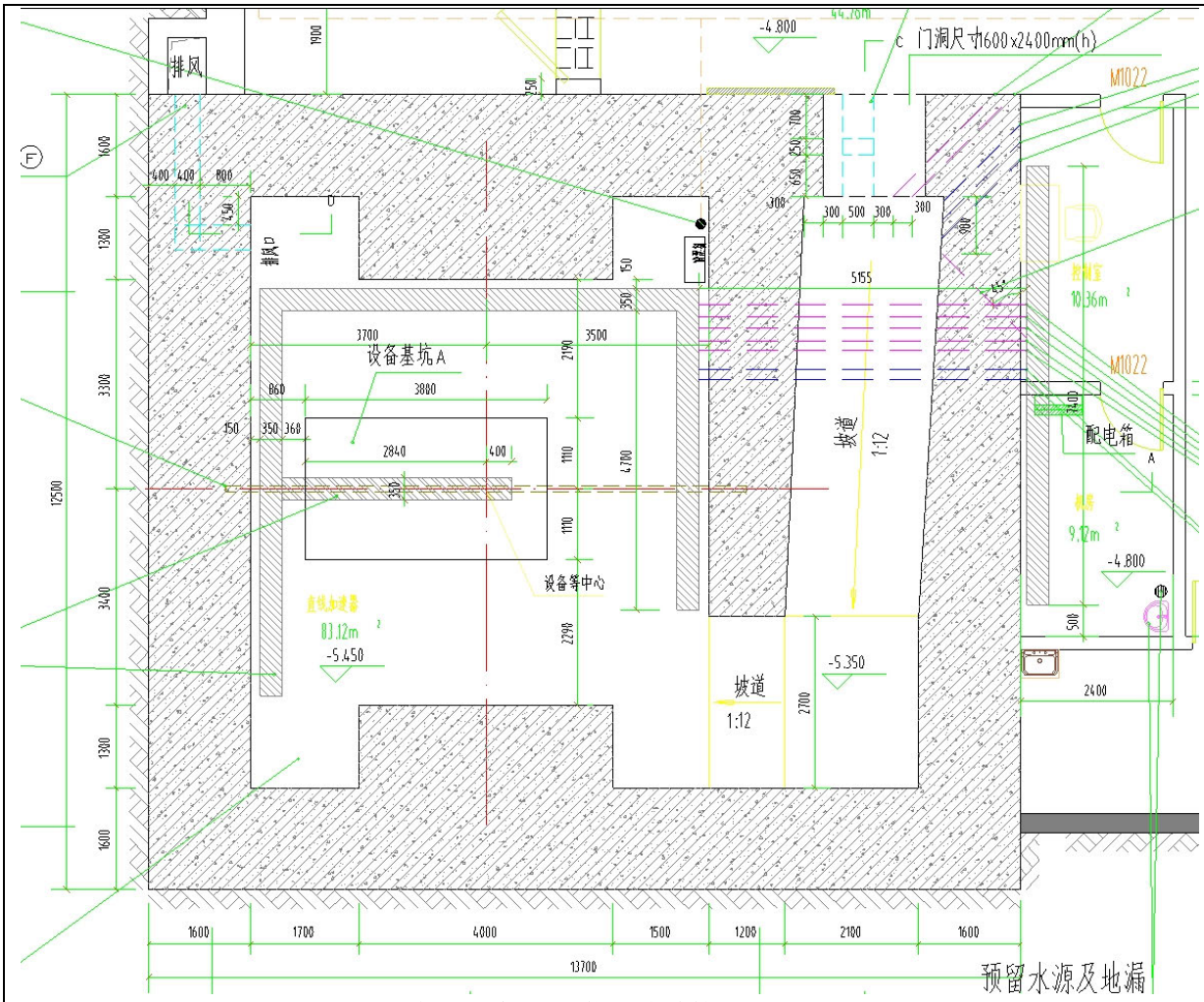


图10-4加速器机房屏蔽设施结构图（平面图）

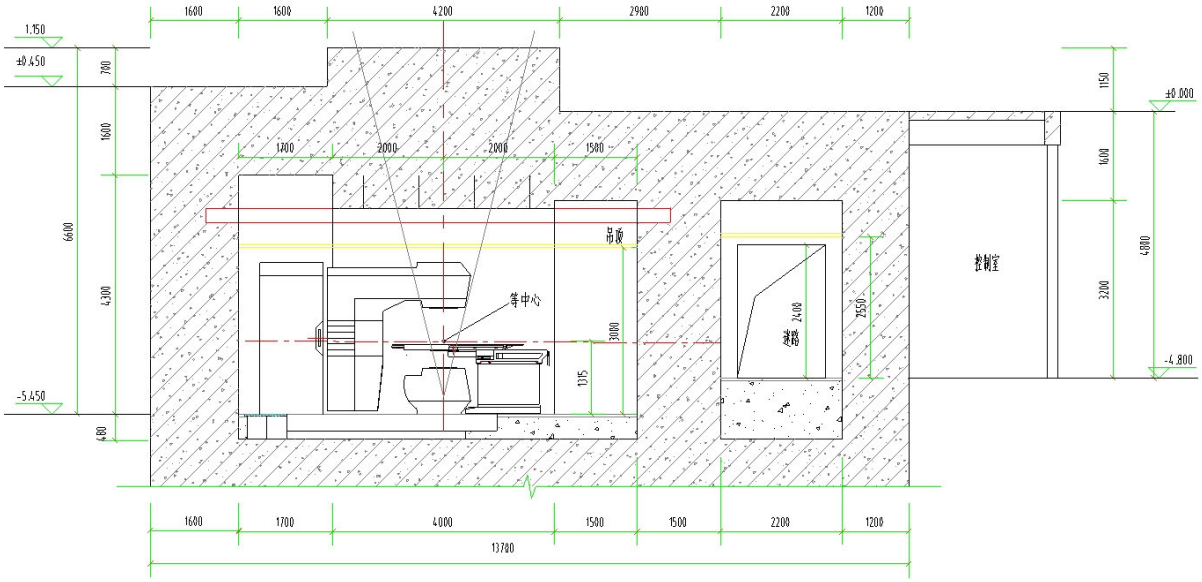


图 10-5 加速器机房屏蔽设施结构图（剖面图）

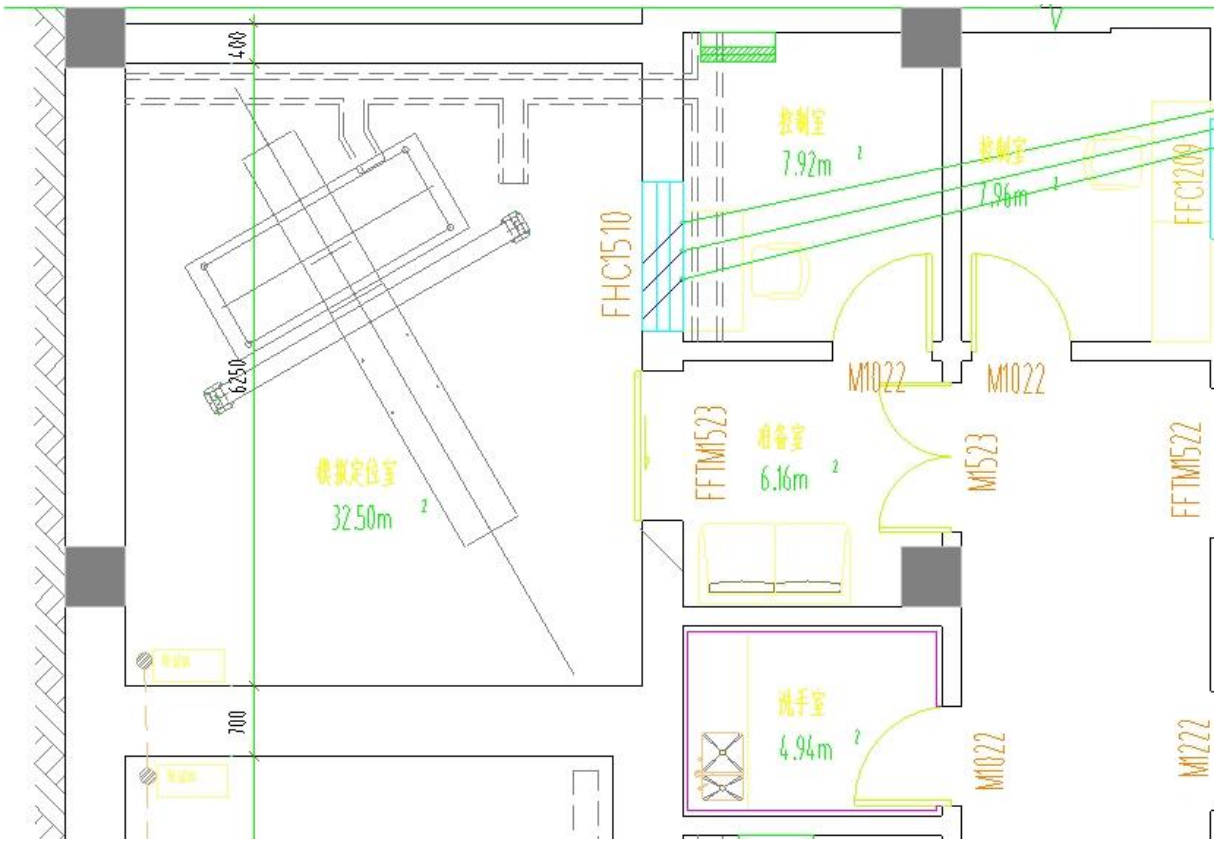


图 10-6 CT 模拟定位机房屏蔽设施结构图（平面图）

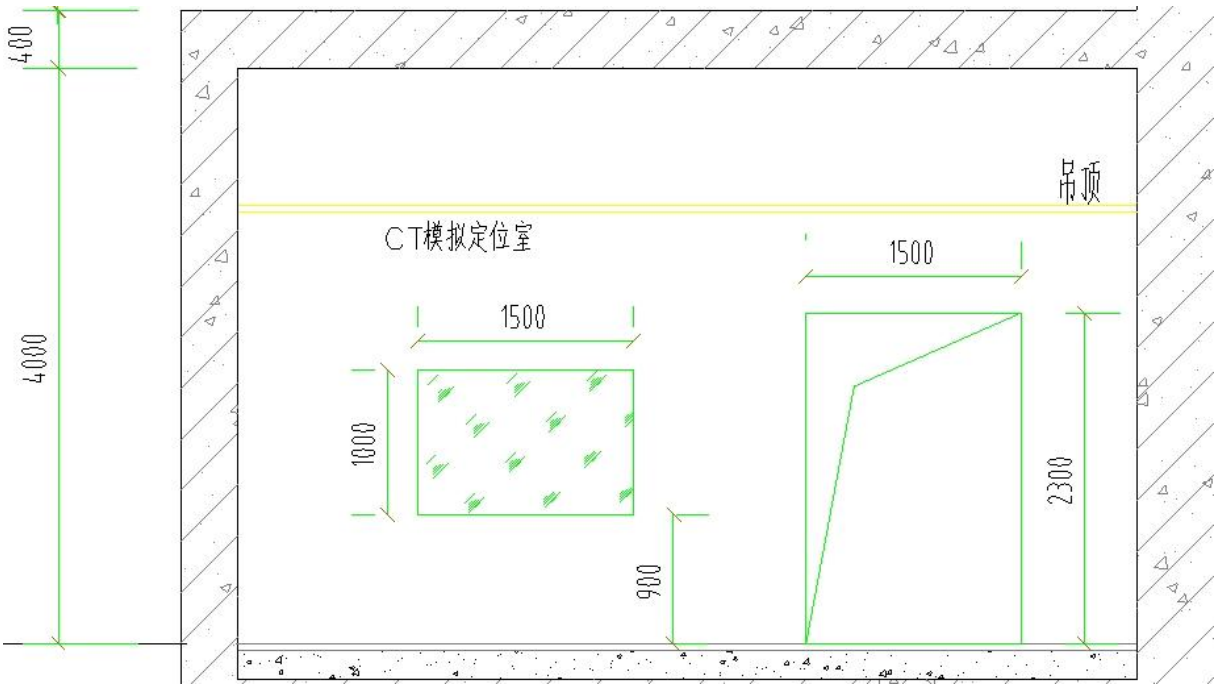


图 10-7 CT 模拟定位机房屏蔽设施结构图（剖面图）

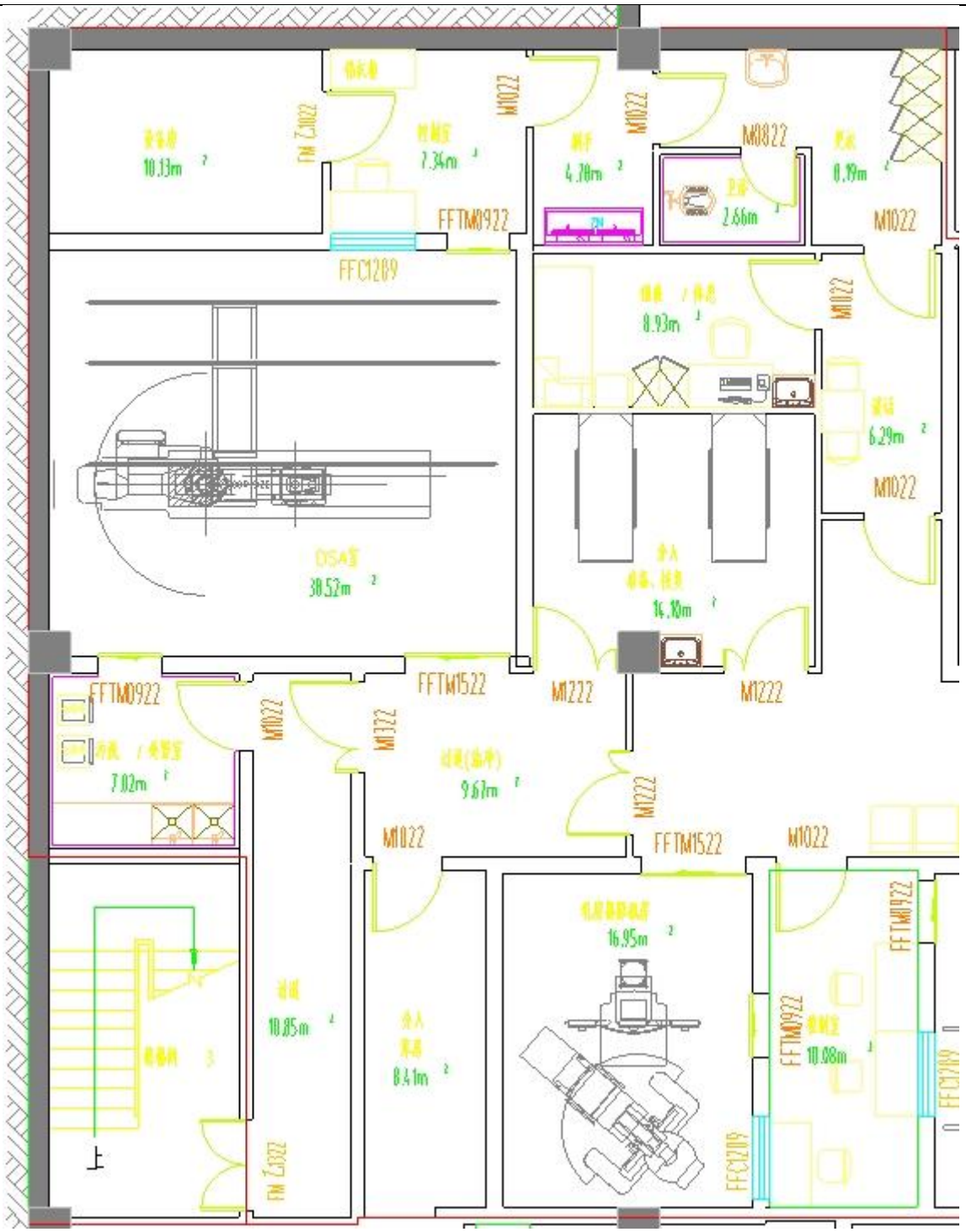


图 10-8 DSA 机房屏蔽设施结构图（平面图）

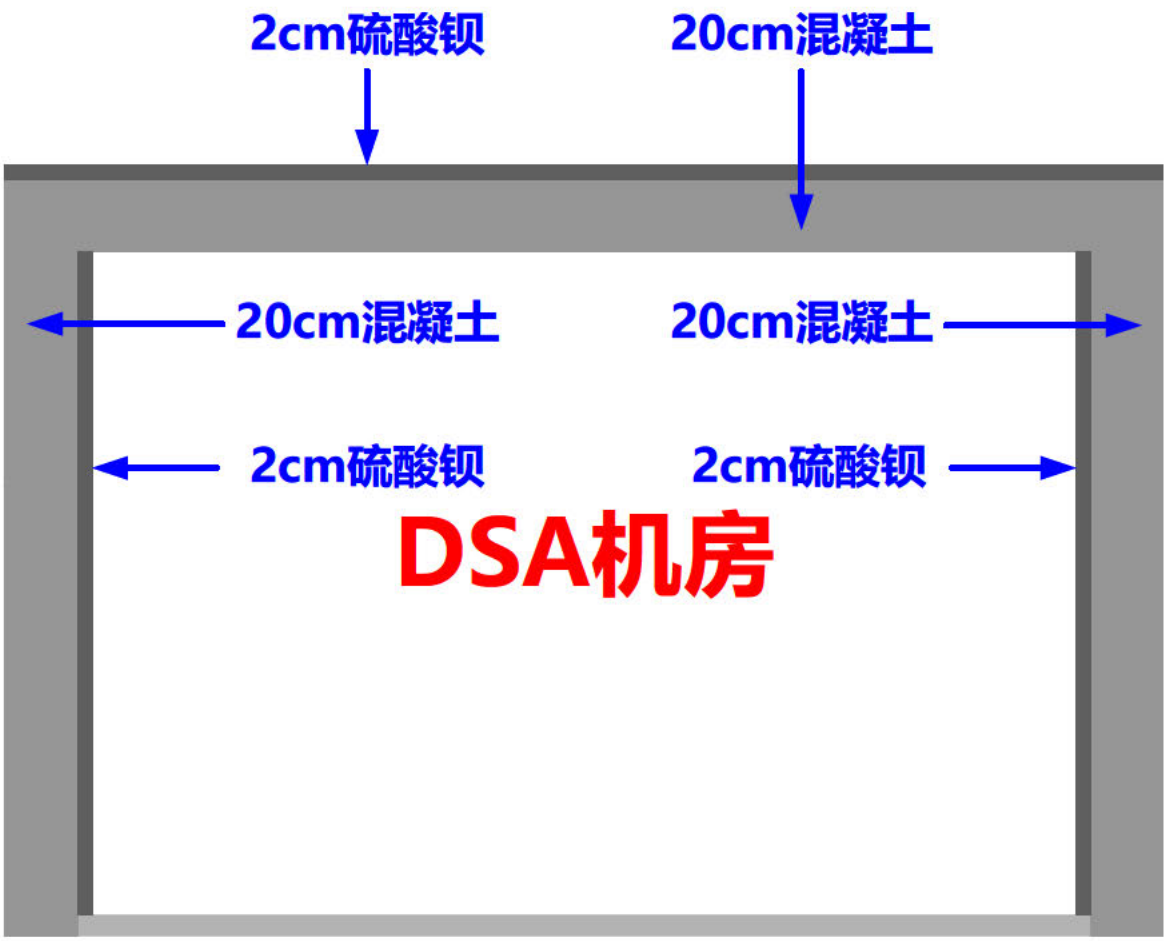


图 10-9 DSA 机房屏蔽设施结构图（剖面图）

参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）附录C的C.1.2中（式C.1）及（式C.2）进行等效铅当量厚度的计算。

$$B = \left[\left(1+\frac{\beta}{\alpha}\right)e^{\alpha\gamma X} - \frac{\beta}{\alpha}\right]^{-\frac{1}{\gamma}}$$

（式10-1）

式中：

B——给定混凝土厚度的屏蔽透射因子；

α ——混凝土对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

β ——混凝土对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ ——混凝土对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X——混凝土厚度。

$$X = \frac{1}{\alpha\gamma}\ln\left(\frac{B^{-\gamma}+\frac{\beta}{\alpha}}{1+\frac{\beta}{\alpha}}\right)$$

（式 10-2）

式中：

X——混凝土的铅当量厚度；

α——不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

β——混凝土对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

γ——混凝土对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

B——给定混凝土厚度的屏蔽透射因子。

表 10-3 铅、砖、混凝土对射线装置管电压的 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压（kV）	铅			混凝土		
	α	β	γ	α	β	γ
140（CT）	2.009	3.990	0.3420	0.03360	0.01220	0.5190

CT 模拟定位机最高管电压为 140kV，无主射线，均为散射线，根据式 10-1，算得 40cm 混凝土的屏蔽透射因子 B 为 8.02×10^{-7}；根据式 10-2 算得 40cm 混凝土折算铅当量为 5.4mmPb。

本项目 CT 模拟定位机房屏蔽设计参数以及与标准对照分析情况见表 10-4。

表 10-4 CT 模拟定位机房屏蔽设计参数与标准对照分析评价一览表

机房名称	屏蔽方案	设计方案	铅当量	标准要求	评价
CT 模拟定位机房	有效使用面积	32.50m^2	/	≥30m^2	符合
	最小单边长度	6.25m×5.20m	/	≥4.5m	符合
	北墙	40cm 混凝土	5.4mmPb	≥2.5mmPb	符合
	南墙	40cm 混凝土	5.4mmPb		
	西墙	40cm 混凝土	5.4mmPb		
	东墙	40cm 混凝土	5.4mmPb		
	观察窗	铅玻璃	4mmPb		
	控制室门	铅门	4mmPb		
	机房大门	铅门	4mmPb		
	顶棚	40cm 混凝土	5.4mmPb		
	地板	/	/	/	/
注：混凝土密度不小于 2.35g/cm^3					

通过表 10-4 可知，本项目拟建 CT 模拟定位机房的有效使用面积、最小单边长度满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求；本项目 DSA 带有 CT 模式，由表 10-2 可知，DSA 机房有效使用面积、最小单边长度满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求；机房四周墙体、顶棚、防护门以及观察窗采取了辐射屏蔽措施，充分考虑了邻室（含楼上）及周围场所的人员防护与安全，且屏蔽厚度符合标准要

求，从 X 射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本项目拟建 DSA 机房的屏蔽措施设计满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关屏蔽措施的技术要求。

本项目拟配备的 DSA 最高管电压 125kV、最大管电流 1000mA。125kV 管电压对应的不同屏蔽物质的有关拟合参数如表 10-5 所示。

表10-5　铅、砖、混凝土对射线装置管电压的X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压（kV）	铅			砖			混凝土		
	α	β	γ	α	β	γ	α	β	γ
125（有用线束）	2.219	7.923	0.5386	0.0287	0.067	1.346	0.03502	0.07113	0.6974

保守考虑所有屏蔽体均按照主线束的拟合参数进行计算。本项目 DSA 机房四周墙体均为 20cm 混凝土+2cm 硫酸钡涂料，混凝土密度 2.35g/cm^3，根据式 10-1，DSA 采用 125kV（主束）的拟合参数计算，算得 20cm 混凝土的屏蔽因子 B=6.75×10^{-4}，根据式 10-2 算得 20cm 混凝土对应的铅当量为 2.3mmPb。

本项目 DSA 机房拟使用的硫酸钡防护涂料密度不低于 2.79g/cm^3，参考《放射防护实用手册》（主编赵兰才、张丹枫）P105，管电压为 120kV 时，9.5mm 硫酸钡涂料折算为 1mmPb，19mm 硫酸钡涂料折算为 2mmPb。经与设备厂商确认，设备运行时最大管电压不超过 120kV，因此，本报告按保守考虑，20mm 硫酸钡涂料折算为 2mmPb。

本项目 DSA 机房屏蔽设计参数以及与标准对照分析情况见表 10-6。

表 10-6　DSA 机房屏蔽设计参数与标准对照分析评价一览表

机房名称	屏蔽方案	设计方案	铅当量	标准要求	评价
DSA 机房	有效使用面积	38.52m^2	/	≥20m^2	符合
	最小单边长度	6.64m×5.80m	/	≥3.5m	符合
	北墙	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	4.3mmPb	≥3.0mmPb	符合
	南墙	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	4.3mmPb		
	西墙	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	4.3mmPb		
	东墙	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	4.3mmPb		
	观察窗	铅玻璃	4mmPb		
	控制室门	铅门	4mmPb		
	机房大门	铅门	4mmPb		
	污物通道门	铅门	4mmPb		
	顶棚	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	4.3mmPb		
	地板	/	/	/	/

注：1、混凝土密度不小于 2.35g/cm^3；硫酸钡涂料密度不小于 2.79 g/cm^3，并保证硫酸钡与水泥的比例不小于 4:1。

通过表 10-6 可知，本项目拟建 DSA 机房的有效使用面积、最小单边长度满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求；机房四周墙体、顶棚、防护门以及观

察窗采取了辐射屏蔽措施，充分考虑了邻室（含楼上）及周围场所的人员防护与安全，且屏蔽厚度符合标准要求，从 X 射线放射诊断场所的屏蔽方面考虑，本项目拟建 DSA 机房的屏蔽措施设计满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）相关屏蔽措施的技术要求。

10.1.4 辐射工作场所通风设计

10.1.4.1 通风量与换气次数

电离辐射可能会使空气发生辐射分解而产生臭氧和氮氧化物，产生臭氧与氮氧化物的产额比例大约为 3：1，且臭氧的危害比氮氧化物大，因此在考虑该项目的有害物质排放时，主要考虑臭氧的排放可以满足废气排放要求。

本项目加速器机房、CT 模拟定位机房、DSA 机房均设置强制排风系统。加速器机房采取全排全送的通风方式，经核算排气次数，加速器机房换气次数 7.7 次/h，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）与《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）规定的“治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h”要求。CT 模拟定位机房设置机械排风装置，换气次数 5.4 次/h；DSA 机房设置机械排风装置，换气次数 5.2 次/h。CT 模拟定位机房与 DSA 机房均能保持良好的通风，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的“机房设置机械排风装置”要求。本项目机房通风量与换气次数见表 10-7。

表 10-7 本项目机房通风量与换气次数一览表

机房名称	机房净空容积（含迷路）m^3	净高（m）	设计风量（m^3/h）	换气次数（次/h）	评价
加速器机房	258.22	3.7	2000	7.7	符合要求
CT 模拟定位机房	130.00	4.0	700	5.4	能保持良好的通风
DSA 机房	154.08	4.0	800	5.2	能保持良好的通风

10.1.4.2 管线孔穿墙设计及屏蔽补偿方案

（1）加速器机房

加速器机房进风管（尺寸 500mm×250mm）呈“Z 字型”穿过机房大门上方混凝土屏蔽墙，在吊顶上方沿迷路到达治疗室。根据图 10-10 的进风管穿墙设计方案，迷路入口处的 X 射线（散射线）在“Z 字型”路径中经过多次散射衰减，可以到达屏蔽效果。

加速器机房排风口位于机房西北角位置，高度 20cm，排风管（尺寸 400mm×400mm）沿北侧屏蔽墙呈“L 型”穿过屏蔽墙至排风井，延伸至楼顶排放。根据图 10-11 的排风管穿墙设计方案，机房内 X 射线（散射线）在“L 型”路径中经过多次散射衰减，可以

到达屏蔽效果。

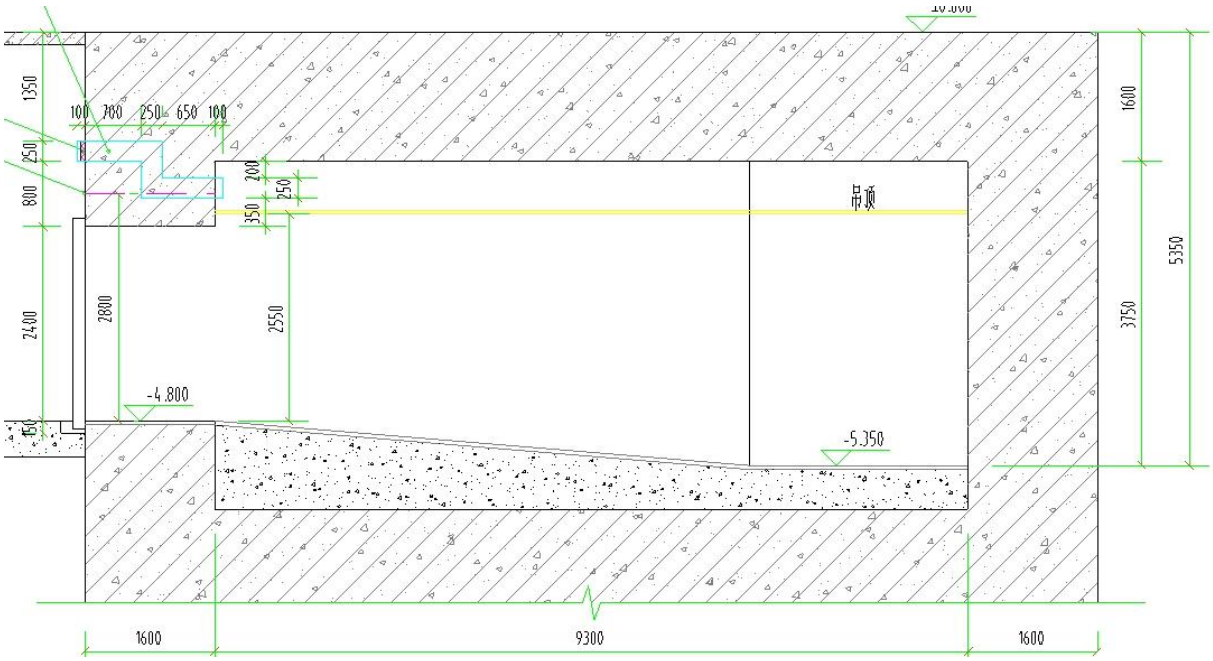


图 10-10 加速器机房风管穿过屏蔽墙示意图（进风口）

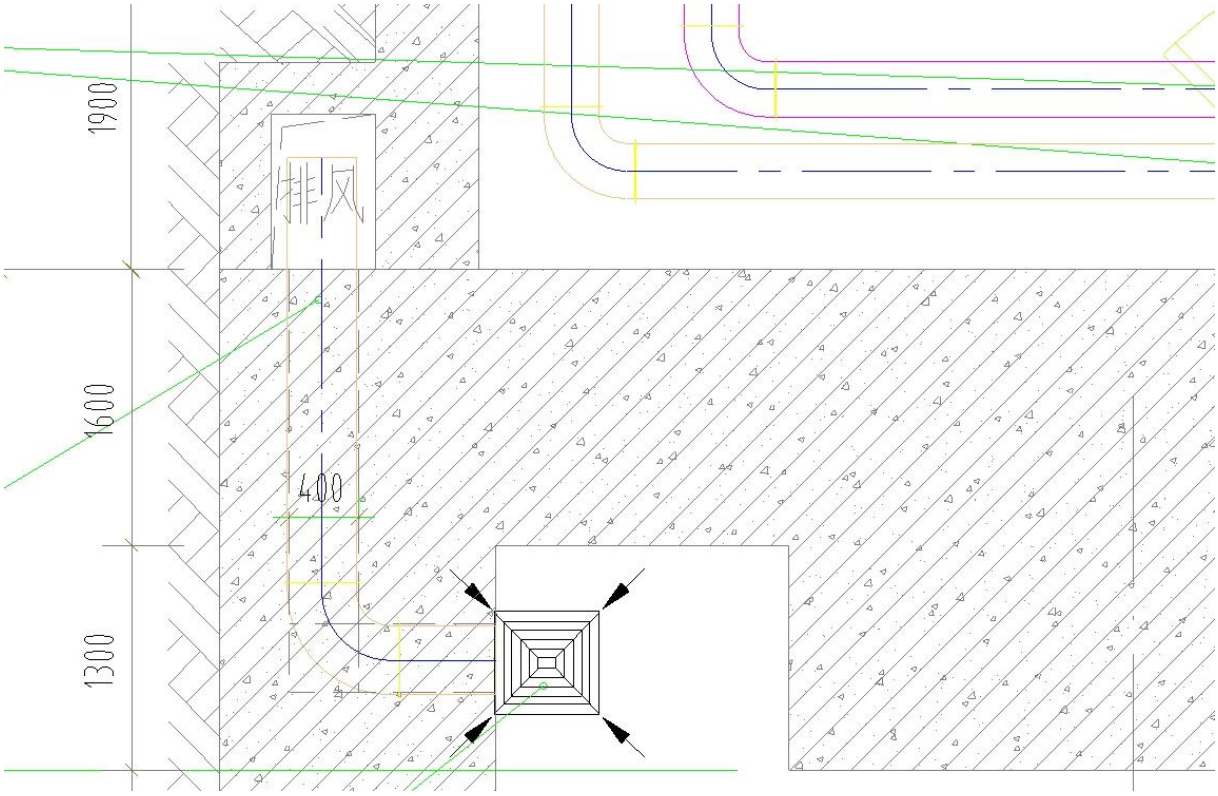


图 10-11 加速器机房风管穿过屏蔽墙示意图（排风口平面图）

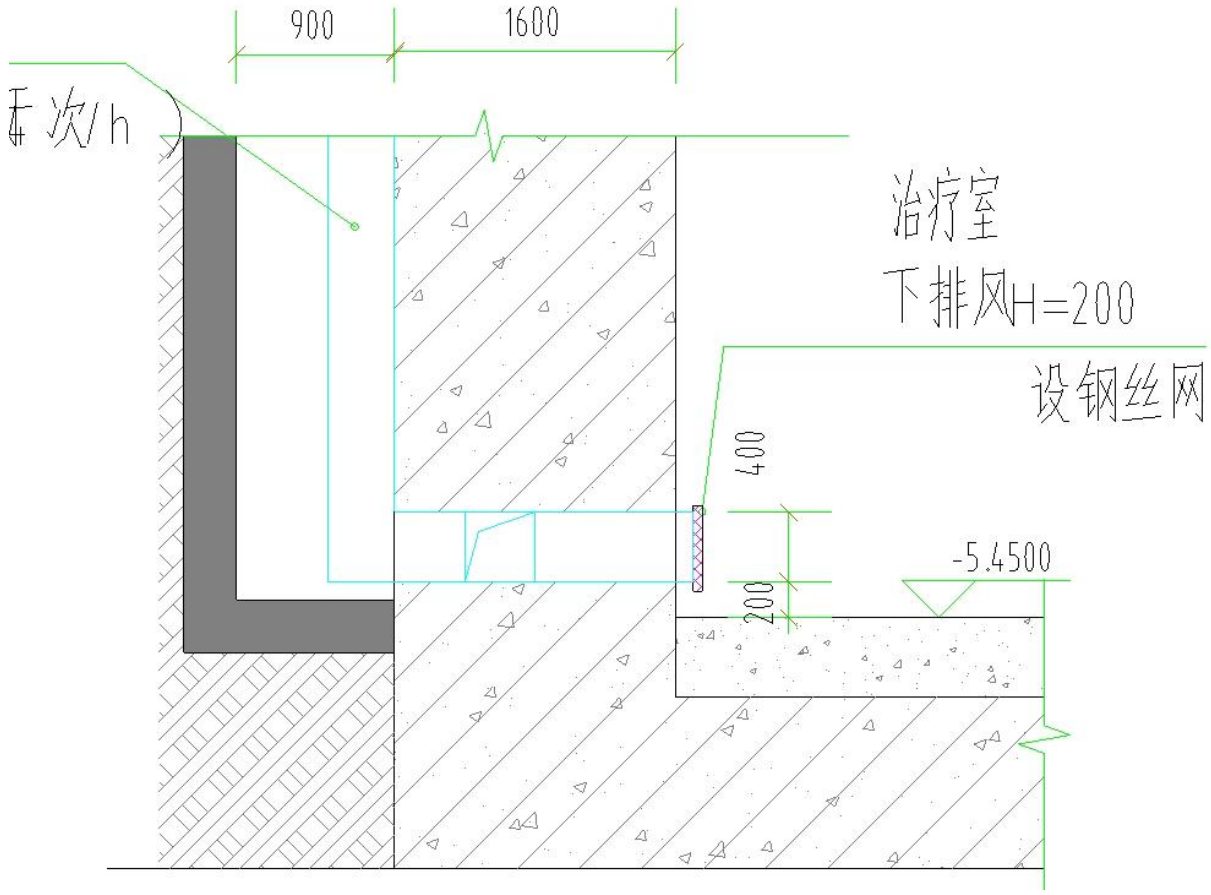


图 10-12 加速器机房风管穿过屏蔽墙示意图（排风口剖面图）

（2）CT 模拟定位机房

CT 模拟定位机房进风管与排风管均在机房大门上方混凝土屏蔽墙穿过，进风口与排风口并排布置，呈“45°角”穿墙。风管尺寸均为 200mm×200mm，穿墙处风管外包 3mm 铅板进行屏蔽补偿。根据图 10-13 的风管穿墙设计方案，机房内的 X 射线（散射线）在“45°角”路径中经过多次散射衰减，再加上外包 3mm 铅的屏蔽补偿，可以到达屏蔽效果。

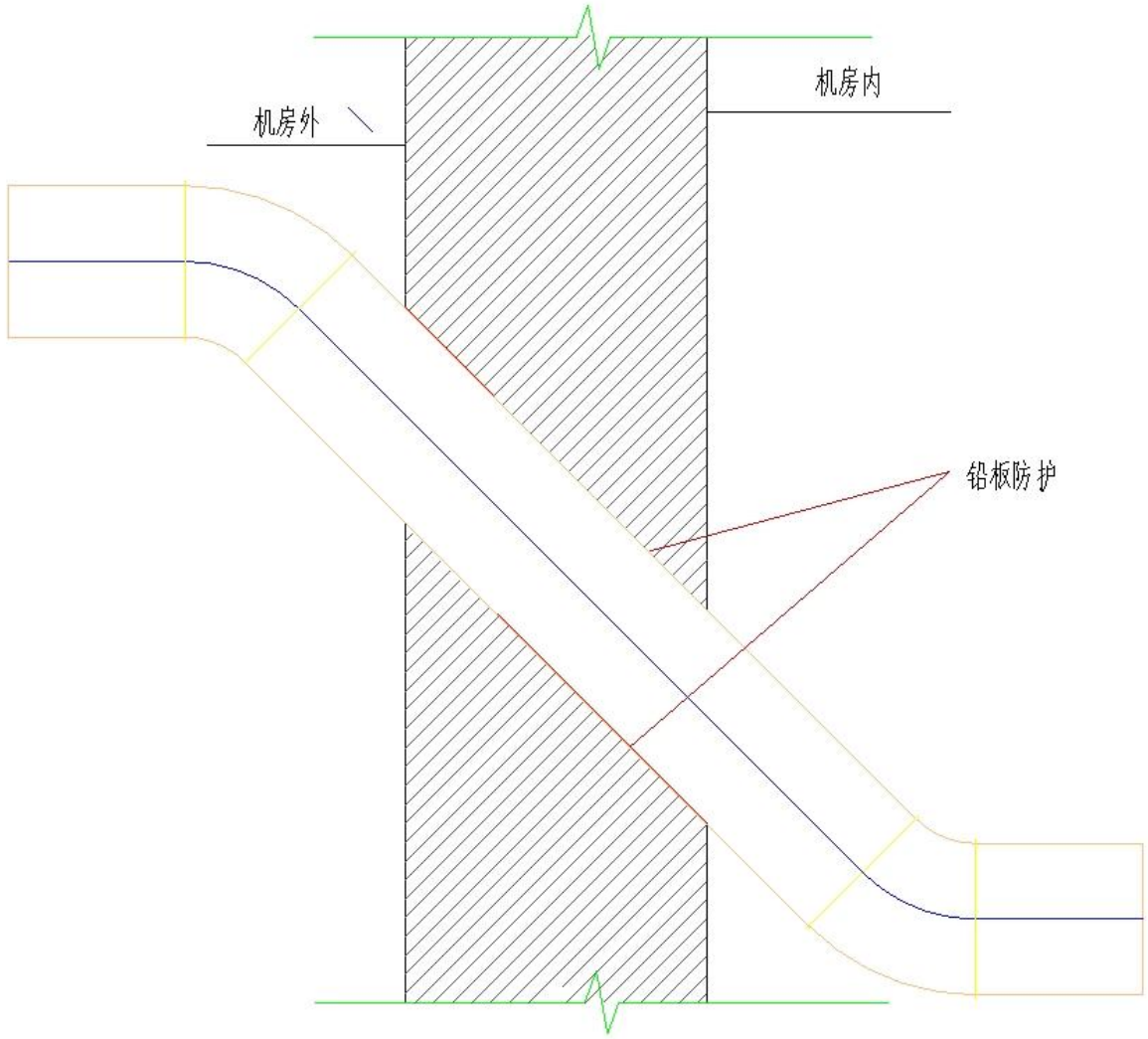


图 10-13 CT 模拟定位机房风管穿过屏蔽墙示意图（进风管与排风管）

10.1.4.3 排风口设计方案

本项目加速器机房的拟设在治疗室天花板上东北侧与西北侧各设置 1 个送风口，排风口设在治疗室西北角位置，距离地面高度 20cm，与送风口成对角线，加速器机房通风遵循“上进下出”的原则，送风口和排风口的设计位置合理，排风量 2000m^3/h，通风换气次数 7.7 次/h，通风系统可以有效的对机房内空气进行换气。CT 模拟定位机房与 DSA 机房设置动力通风装置。本项目通风装置风机采用消声包裹，消声量不低于 20 dB（A），设备仅在昼间运行，经距离衰减和降噪措施后，可以使医院环境噪声满足 1 类声环境功能区的限值要求（昼间：55dB（A），夜间 45dB（A））。

本项目排风管道引申至楼顶排放，排放口周围环境开阔，无门、窗或人流较大的过道等区域，并且排放口进行了防雨、防鸟、防虫设计，满足《放射治疗辐射安全与防护

要求》(HJ1198-2021)关于气态废物管理的要求。机房排风/送风管线走向设计见图 10-14。

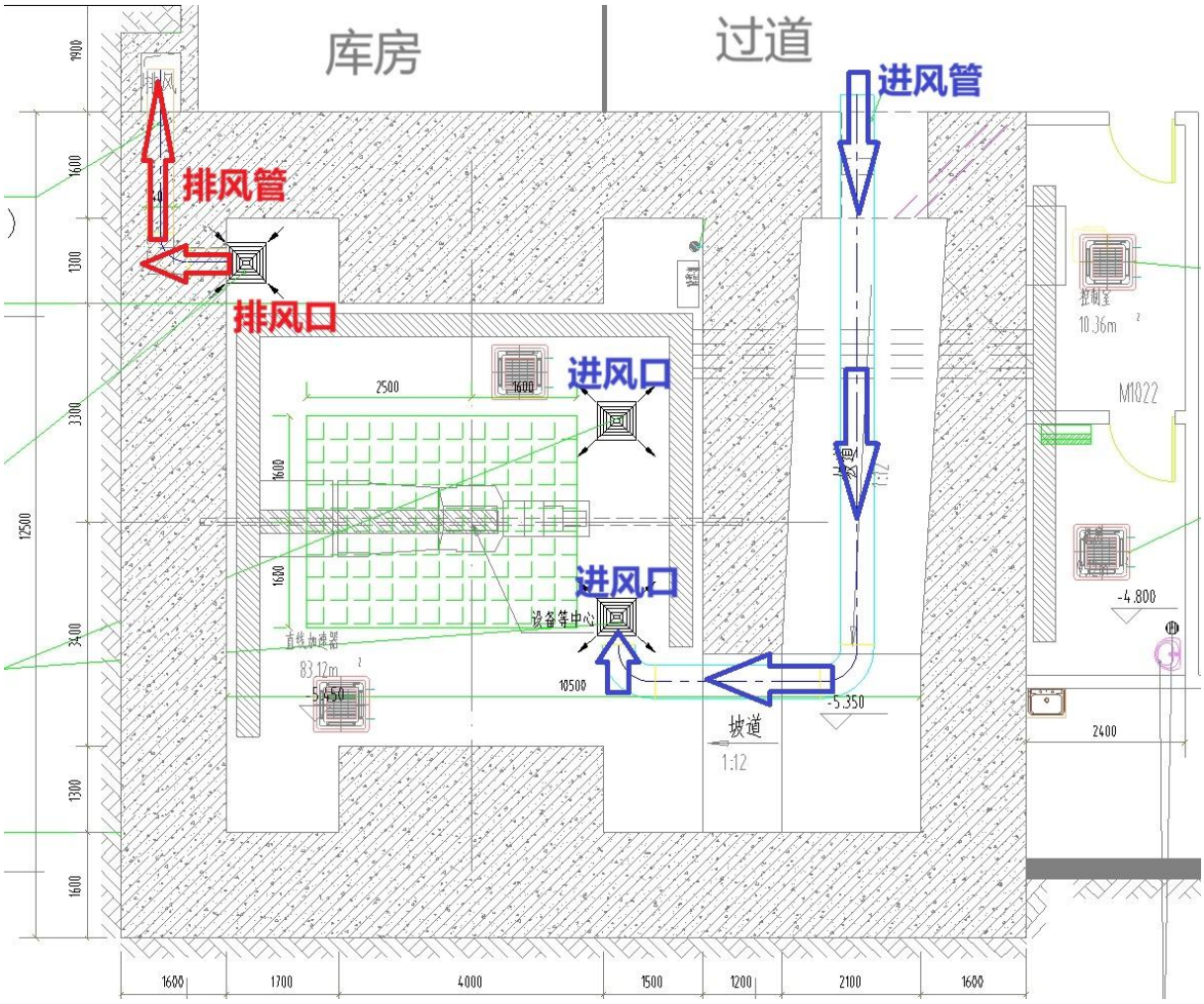


图 10-14 本项目通风管道走向示意图

10.1.4.4 电缆沟穿墙设计

加速器的电缆沟穿墙到控制室，穿墙部分采取预埋的钢质引导管，电缆沟穿墙部分呈“U”型，尺寸 300mm×300mm，电缆沟穿墙部分设置 2cm 厚度的不锈钢盖板及 4mm 铅板进行屏蔽。通过增加泄漏射线的散射次数和衰减效果，从而保证不减弱屏蔽墙体的屏蔽效果，电缆沟穿墙平面图见图 10-15。CT 与 DSA 电缆沟穿墙平面图见图 10-16。

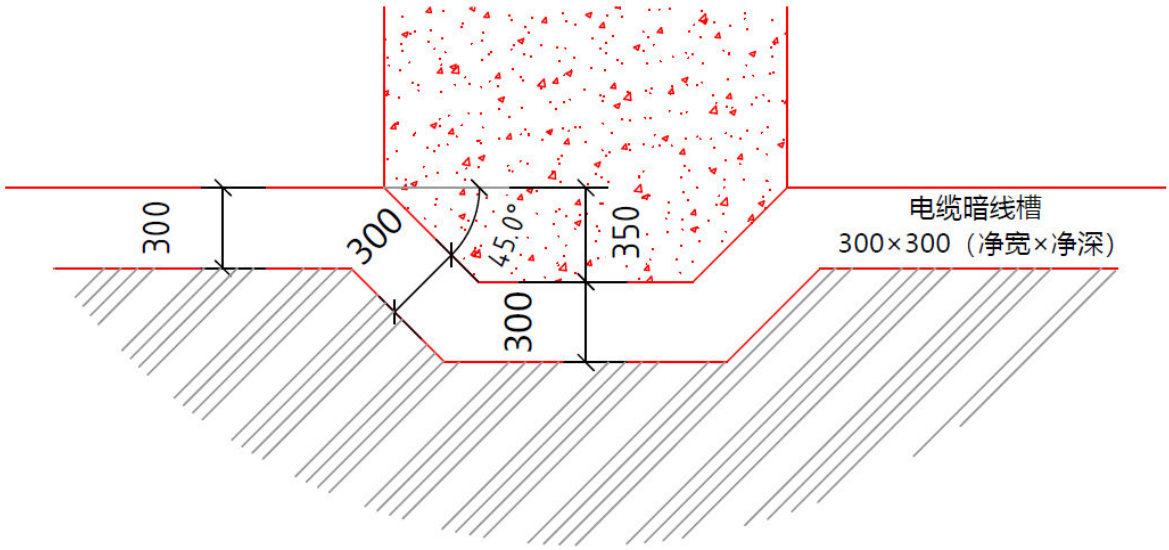


图 10-15 本项目加速器电缆沟穿墙示意图

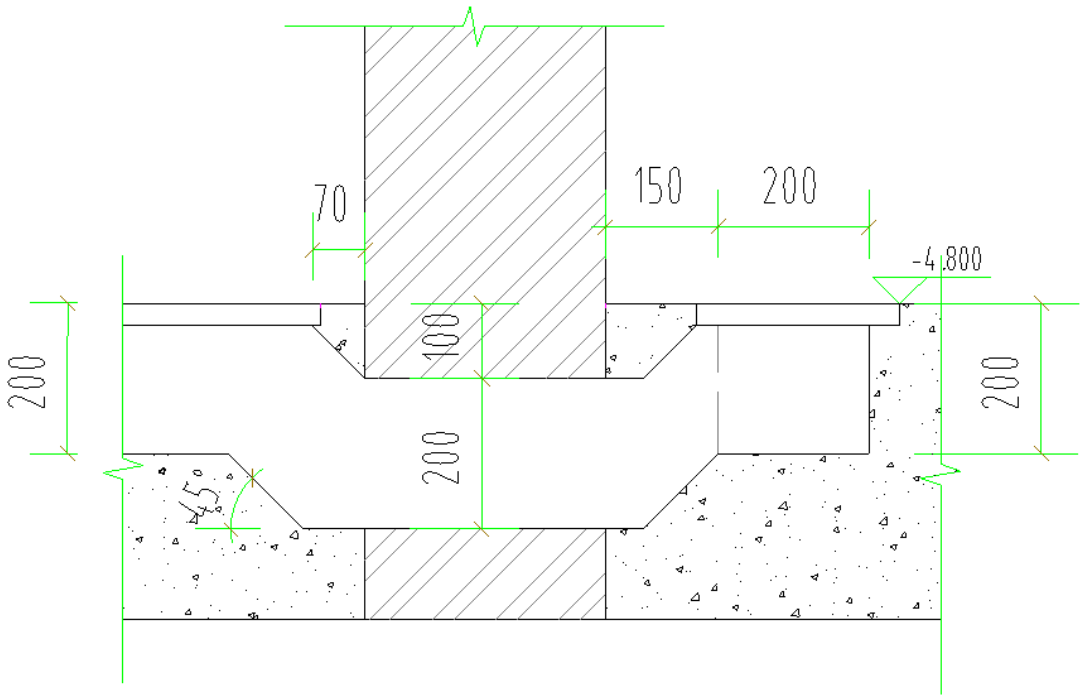


图 10-16 CT 与 DSA 电缆沟穿墙示意图

10.1.5 辐射安全防护设施与措施分析

10.1.5.1 加速器机房辐射安全防护设施和措施

（1）加速器设备固有安全防护措施

1）加速器只有在开机状态时才有 X 射线产生，通过多叶准直器定向出来，其他方向的射线被自带屏蔽材料所屏蔽，断电停机即停止出束；

2）控制台上有辐射类型、标称能量、照射时间、吸收剂量、治疗方式等参数的显示装置，操作人员可随时了解设备运行状况；

3）条件显示联锁：加速器具有联锁装置，只有当射线能量、吸收剂量选值、照射方式和过滤器的规格等参数选定，并当治疗室与控制台等均满足预选条件后，照射才能进行；

4）控制台上有蜂鸣器，在加速器工作时发出声音以提醒人员防止误入；

5）时间控制联锁：当预选照射时间选定时，定时器能独立地使照射停止；

6）加速器设置有密码，操作密码只有具体操作人员掌握，只有输入正确的密码后才可能进行操作和参数的修改；

7）剂量分布监测装置与辐照终止系统联锁，当剂量分布偏差超过预选值时，可自动终止辐照；

8）急停按钮：医用直线加速器设备操作台和床体上均自带 1 个急停按钮。急停开关应为红色按钮，并带有中文标识，易于辨认。当发现异常后，按下操作盒上此开关，机器将自动切断加速器主电源；

9）钥匙开关：加速器控制台上设电源钥匙开关，只有当加速器一切都处于安全状态，并且要是就位后，加速器才能启动工作，一旦钥匙被取走，加速器将无法启动工作。钥匙由专人使用和保管。

从加速器设备固有安全防护措施可以看出，加速器在防止事故发生方面，设有相应措施。只要操作人员按照加速器说明书要求严格执行，就能够减少 X 射线对人员的辐射危害和降低辐射事故的发生率。

本项目直线加速器安全联锁逻辑示意图参见图 10-17。

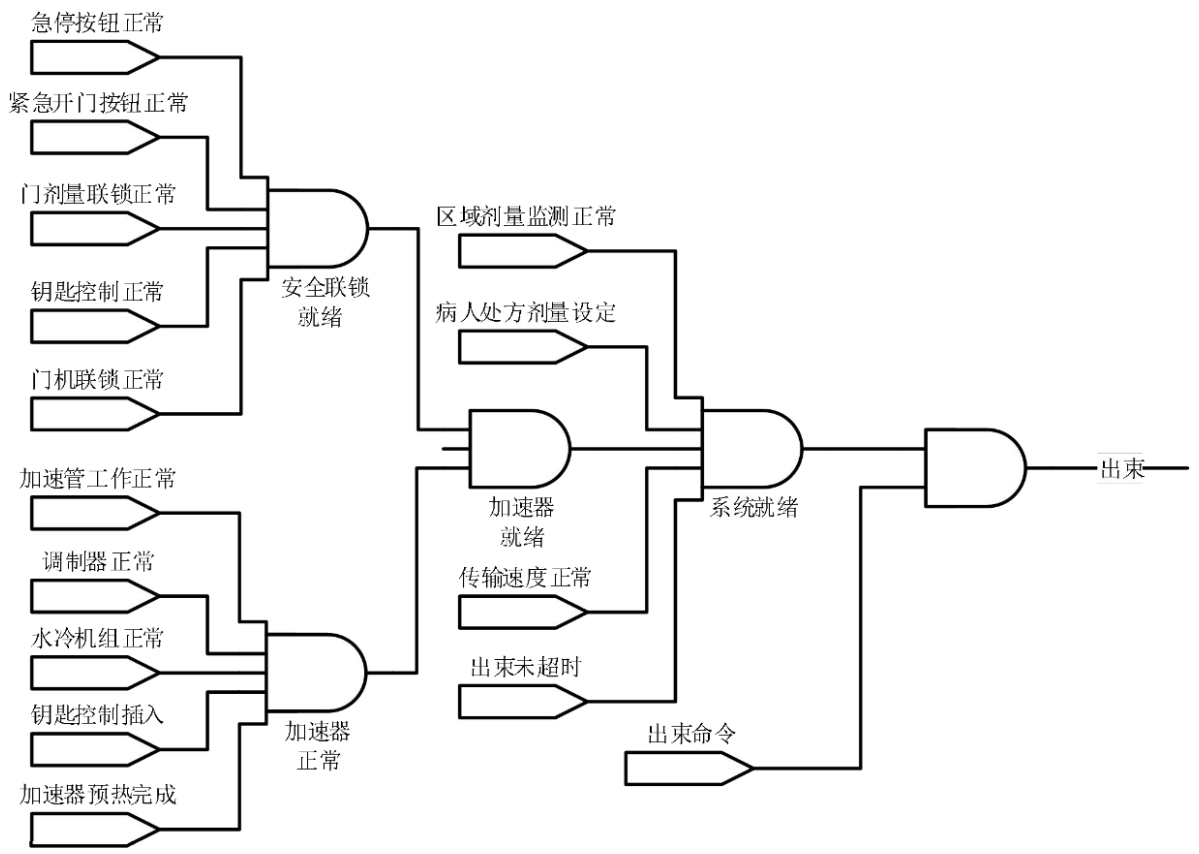


图 10-17 项目直线加速器安全联锁逻辑示意图

（2）加速器辐射工作场所其他安全防护措施

1）固定式剂量报警装置：加速器机房内迷路口处设置固定式剂量报警装置，仪表指示装在控制室内。对监测点进行实时剂量率监测和报警。实时剂量率、累积剂量监测值同时显示在主机面板上，实时剂量率、累积剂量的“报警阈值”可通过面板上的按键进行修改。仪器有声光报警，以警示现场工作人员，确保工作人员安全。

2）视频监视系统、对讲系统：加速器机房的治疗室和控制室之间安装有监视器 4 个、对讲装置 1 套，控制室内能通过视频监视治疗室内患者的治疗情况，并通过对讲系统与室内人员联系，以便于医师在控制室观察患者在治疗室的状况、及时处理意外情况。视频监控数量和位置能实时、全方位观察治疗室及迷路内状况，可以确保治疗室内及迷道不留视频监控死角，因此视频监控布局数量及位置可行。

3）急停开关：直线加速器机房的治疗室和控制室设置 8 个急停开关（主机架、治疗床及控制台各 1 个、东墙 1 个、南墙 1 个、西墙 1 个、北墙 1 个、迷路内墙 1 个），急停开关为红色按钮式开关，高度约 1.2m，易于辨认，人员可以在事故情况下按下急停开关， 按下后不能自动复位，必须由人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治

疗活动。急停开关设置满足应急需求，布置位置和数量合理可行。

4）设置门机安全联锁，机房门关闭后，装置才能启动，防护门上方设有工作状态指示灯，能显示加速器工作状态，装置启动时工作状态指示灯亮起。防护门为电动移门，防护门与墙搭接处应尽可能减小缝隙漏泄辐射，防护门宽于门洞的部分应大于“门-墙”间隙的十倍。防护门设红外防挤压装置，防止人员被夹伤。另外防护门设紧急开门装置，紧急状况下，能从机房内开门。

5）加速器机房入口处设置电离辐射警告标识和中文警示说明。

6）每名辐射工作人员配备 1 个 TLD 个人剂量计；

7）加速器机房拟配备 2 台个人剂量报警仪；

8）加速器机房配备 1 套固定式剂量报警仪；

9）加速器辐射工作场所配备 1 台巡测仪（便携式 X-γ 剂量率仪）；

10）操作室上张贴相应的辐射工作制度、操作规程、岗位职责等；

11）受检者出入口门外应设置黄色警戒线，告诫无关人员请勿靠近。

本项目直线加速器机房拟设置的辐射安全防护措施的布置如图 10-18 所示。

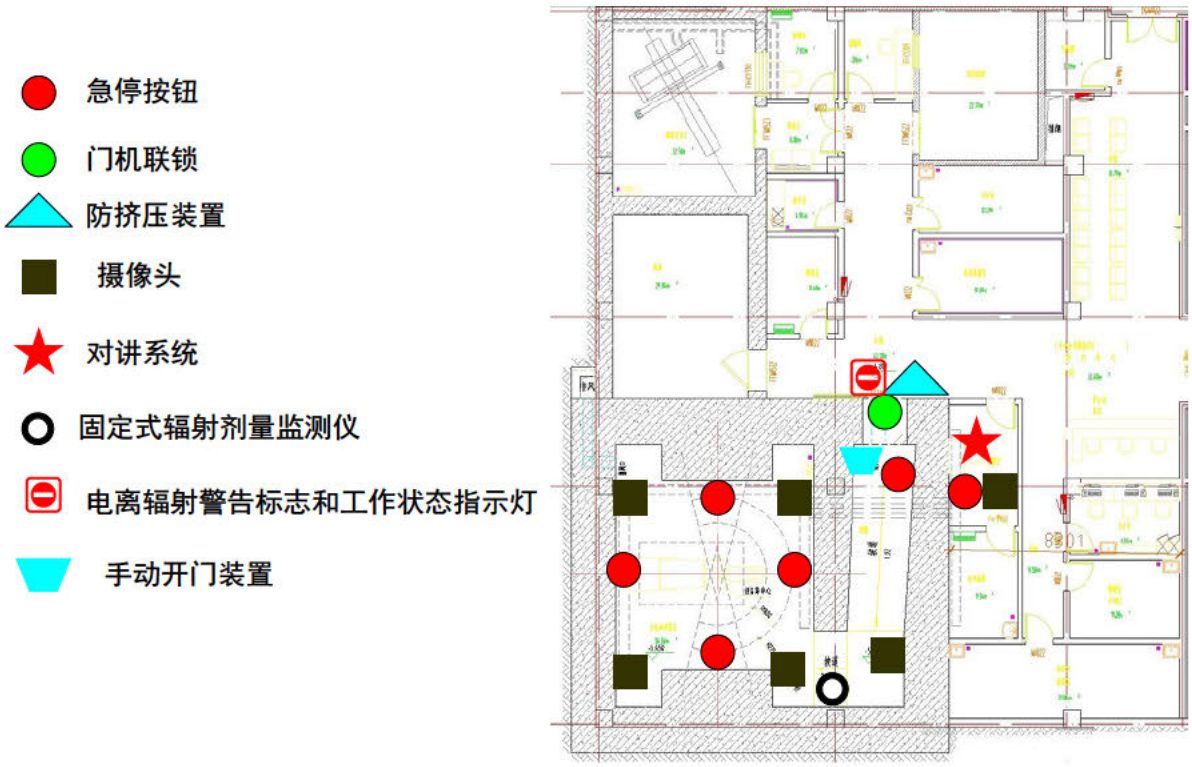


图 10-18 本项目加速器机房防护与安全装置示意图

10.1.5.2 加速器机房辐射安全与防护措施符合性分析

本项目加速器机房辐射安全与防护措施设置以及与《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）符合性分析情况见表 10-8。

表 10-8 本项目加速器机房辐射安全与防护措施对照分析表

序号	标准要求	本项目设计情况	评价
1	《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）：放射治疗工作场所，应当设置明显的电离辐射警告标志和工作状态指示灯等；a）放射治疗工作场所的入口处应设置电离辐射警告标志，贮源容器外表面应设置电离辐射标志和中文警示说明；b）放射治疗工作场所控制区进出口及其他适当位置应设电离辐射警告标志和工作状态指示灯；c）控制室应设有在实施治疗过程中能观察患者状态、治疗室和迷道区域情况的视频装置，并设置双向交流对讲系统。 《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）：医疗机构应当对下列放射治疗设备和场所设置醒目的警告标志；a)放射治疗工作场所的入口处，设有电离辐射警告标志；b)放射治疗工作场所应在控制区进出口及其他适当位置，设有电离辐射警告标志和工作状态指示灯。视频监控、对讲交流系统：控制室应设有在实施治疗过程中观察患者状态、治疗床和迷路区域情况的视频装置；还应设置对讲交流系统，以便操作者和患者之间进行双向交流。	本项目加速器机房门设置明显的电离辐射警告标志，在机房防护门上方设置工作状态指示灯，并配以醒目的中文说明；机房内设置多个摄像头，能够实现治疗室和迷道区域的无死角观察，监控视频设置在控制室内，实施治疗过程中工作人员能够观察到患者状态、治疗室和迷道区域情况，控制台设置能够和机房内进行双向交流的对讲系统。	符合
2	《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）：放射治疗相关的辐射工作场所，应设置防止误操作、防止工作人员和公众受到意外照射的安全联锁措施：a）放射治疗室应设置门—机联锁装置，防护门未完全关闭时不能出源照射，出源状态下开门放射源回到治疗设备的安全位置；b）放射治疗室应设置室内紧急开门装置，防护门应设置防夹伤功能；c）应在放射治疗设备的控制室/台、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室四周墙壁设置急停按钮；急停按钮应有醒目标识及文字显示能让在上述区域内的人员从各个方向均能观察到且便于触发；f）安全联锁系统一旦被	加速器机房的电动防护门与加速器设备实现门机联锁，出源状态下开门放射源回到治疗设备的安全位置。电动防护门设置有带状红外探测防夹措施，探测高度能覆盖整个门洞高度范围；机房控制室控制台和墙上、治疗室迷道出入口及防护门内侧、治疗室内四周墙面均设置了紧急停止开关并有明显标志及中文说明，设置合适的高度，使上述区域人员从各个方向均能观察到且便于触发；机房具有从室内开启治疗机房门的装置，防护门具有防挤	符合

	触发后，须人工就地复位并通过控制台才能重新启动放射治疗活动；安装调试及维修情况下，任何联锁旁路应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证，工作完成后应及时进行联锁恢复及功能测试。	压功能。加速器安全联锁系统一旦被触发后，须人工就地复位，加速器才能重新启动；安装调试及维修由设备厂家专业人员进行，联锁系统应通过单位辐射安全管理机构的批准与见证，工作完成后进行联锁恢复及功能测试，正常后由相关管理人员进行确认。	
	《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）：放射治疗设备控制台上应设置急停开关，除移动加速器机房外，放射治疗机房内设置的急停开关应能使机房内的人员从各个方向均能观察到且便于触发。通常应在机房内不同方向的墙面、入口门内旁侧和控制台等处设置。放射治疗设备都应安装门机联锁装置或设施，治疗机房应有从室内开启治疗机房门的装置，防护门应有防挤压功能。		
3	《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）：含放射源的放射治疗室、医用电子直线加速器治疗室（一般在迷道的内入口处）应设置固定式辐射剂量监测仪并应有异常情况下报警功能，其显示单元设置在控制室内或机房门附近。	拟在加速器机房的迷道内入口处设置固定式辐射剂量监测仪并设定剂量阈值，监测仪与加速器机房的控制室操作台进行联动，正常治疗过程不报警，工作人员定期检查其有效性，确保其报警功能正常，监测仪显示单元设置在控制室的操作面板上。	符合
	《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）：监测报警装置：含放射源的放射治疗机房内应安装固定式剂量监测报警装置，应确保其报警功能正常。		

由表 10-8 可知，本项目加速器机房拟采取的辐射安全和防护措施合理可行，符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）、《放射治疗放射防护要求》（GBZ 121-2020）的规定。

10.1.5.3 CT 模拟定位机房安全防护措施

（1）设置观察窗

在机房与控制室之间设置铅玻璃观察窗，以便观察受检者状态。

（2）辐射安全警示设施

CT 机房大门上将设置醒目的符合 GB18871-2002 规定的电离辐射警告标志、工作状态指示灯；灯箱上拟设置“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区拟设置辐射

危害告知栏。

（3）电动防护门灯联锁

CT 机房的电动防护门与工作状态指示灯联锁：门关闭时红灯亮，代表有辐射；门打开时绿灯亮，代表没有曝光，不产生射线。防护门有防夹伤功能，通过红外探测功能，在探测到防护门处有物体时能够自动停止关闭动作，避免人员夹伤。

（4）视频监控装置

CT 模拟定位机房内拟安装 1 个摄像头，用于观察患者防护门的开闭状态。

（5）配备防护用品

CT 模拟定位过程中患者应佩戴防护用品，减少不必要的辐射照射。CT 模拟定位机投入使用前，医院应按《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求为患者配备防护用品，拟配备的防护用品详见表 10-9。

表 10-9 本项目 CT 模拟定位机房防护用品配备情况表

机房类型（设备名称）	使用对象	防护用品（mmPb）	数量（套）
CT 模拟定位机	患者/受检者	铅衣（0.5）、铅橡胶性腺防护围裙（0.5）、铅橡胶颈套（0.5）、铅橡胶帽子（0.5）	2
	儿童	铅衣（0.5）、铅橡胶性腺防护围裙（0.5）、铅橡胶颈套（0.5）、铅橡胶帽子（0.5）	1

本项目 CT 模拟定位机房拟采取的辐射安全和防护措施合理可行，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的相关辐射安全和防护措施的要求。

10.1.5.4 DSA 机房安全防护措施

本项目 DSA 机房拟按照标准要求设置相应的辐射安全防护和措施，详见表 10-10。

表 10-10 本项目 DSA 机房拟设置的辐射安全防护措施一览表

机房名称	项目	数量	拟设置情况	评价
DSA 机房	电离辐射警告标志	2	拟在病人走廊防护门、操作室防护门、污物通道防护门上各设置 1 个。	符合要求
	放射防护注意事项告知栏	1	拟在机房西侧等候区张贴放射防护注意事项。	
	工作状态指示灯、门灯联锁	1	拟在病人走廊防护门上方设置醒目的工作状态指示灯，防护门与指示灯有效关联	
	警示语句	1	拟在病人走廊防护门上方设置“射线有害，灯亮勿入”警示语句。	

	闭门装置	3	病人走廊拟设置电动推拉门，并拟设自动门锁和防夹装置；操作室、污物通道防护门拟设置手动平开门，并拟设置手动门锁和自动闭门装置。	
	放射防护公告栏	1	在候诊区醒目位置设置 1 个放射防护注意事项公告栏	
	温馨提示和注意事项	1	介入室外醒目位置张贴对辐射敏感人群如孕妇、儿童慎重接受 X 射线照射等告知内容	
	操作规程	1	在操作台旁的墙上张贴操作规程	

由表 10-10 可见，本项目拟建 DSA 机房的防护措施均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中的相关技术要求。DSA 机房拟设置的辐射安全防护措施的布置如图 10-19 所示

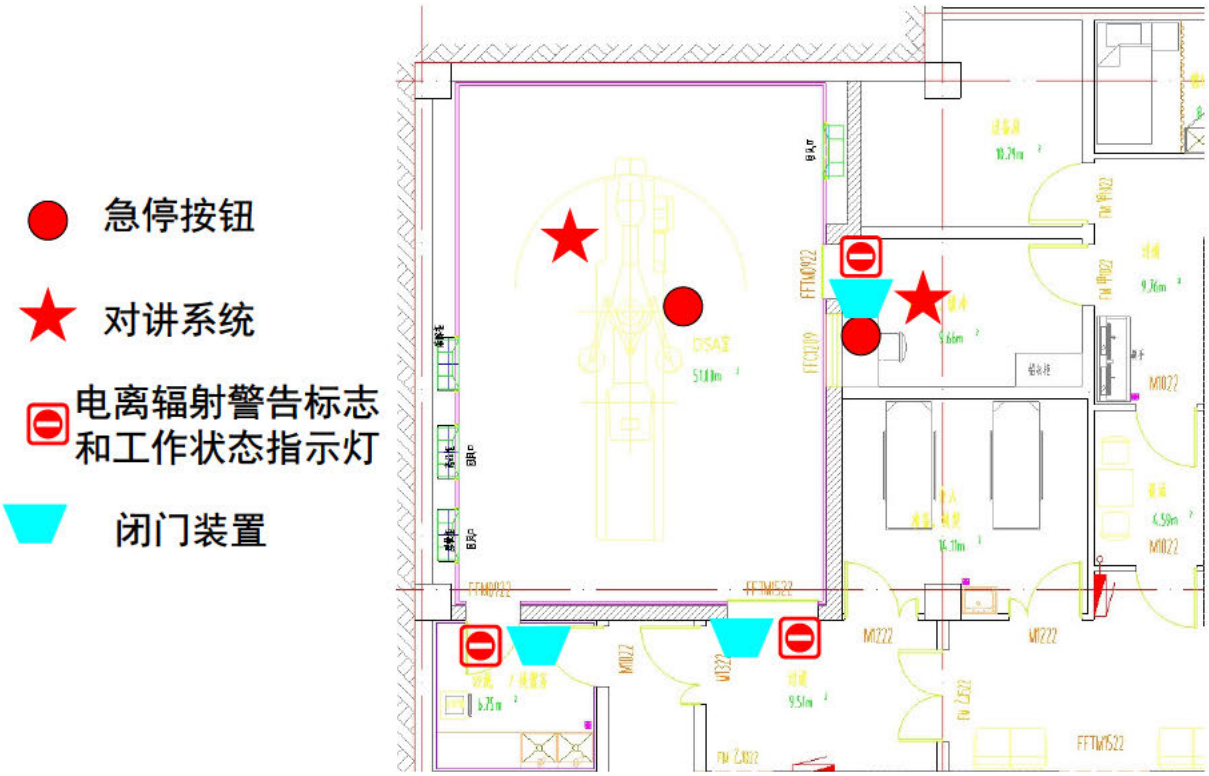


图 10-19 本项目 DSA 机房防护与安全装置示意图

建设单位拟为 DSA 辐射工作人员和受检者分别配备相应的个人防护用品，包括铅橡胶围裙、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子、铅防护眼镜以及铅橡胶手套等，拟使用数字减 影血管造影装置出厂配备的铅玻璃悬挂屏风和床侧防护铅帘等辅助防护设施。详见表 10-11。在辐射工作中应做好个人的放射防护，以达到辐射防护的目的。

表 10-11 本项目 DSA 机房拟配备防护用品情况一览表

机房名称	使用对象	拟配备的防护用品（mmPb）	标准要求（mmPb）	评价

DSA 机房	受检者	个人防护用品	铅衣（0.5）、铅橡胶性腺防护围裙（0.5）、铅橡胶颈套（0.5）、铅橡胶帽子（0.5）各 1 件；儿童铅橡胶方巾、铅橡胶颈套、铅橡胶帽子各 1 件（0.5）	铅橡胶性腺防护围裙（方形）或方巾（≥0.5）、铅橡胶颈套（≥0.5） 选配：铅橡胶帽子（≥0.25）	符合要求
		辅助防护设施	——	——	
	工作人员	个人防护用品	铅衣（0.5）、铅橡胶围裙（0.5）、橡胶颈套（0.5）、铅防护眼镜（0.5）、铅橡胶帽子（0.5）各 4 件；介入防护手套（0.025）各 4 件	铅橡胶围裙（≥0.25）、铅橡胶颈套（≥0.5）、铅防护眼镜（≥0.25）、介入防护手套（≥0.025）	
		辅助防护设施	铅悬挂防护屏（0.5）、防护吊帘（0.5）、床侧防护帘（0.5）各 1 件；移动铅防护屏风（2）1 扇	铅悬挂防护屏/铅防护吊帘（≥0.25）、床侧防护帘/床侧防护屏（≥0.25）、选配：铅橡胶帽子（≥0.25）、移动铅防护屏风（≥2）	

10.2 三废的治理

10.2.1 废气

本项目加速器、DSA、CT 模拟定位机运行过程中无放射性废气产生，运行过程中产生的废气主要是微量臭氧和氮氧化物，机房已设置送、排风系统，使机房内通风换气每小时不少于 4 次，将有害气体及时排出室外。

10.2.2 废水

本项目加速器、DSA、CT 模拟定位机运行过程中不产生放射性废水。医护人员产生的生活污水经污水处理站预处理达标后，排入市政污水管网。

10.2.3 固体废物

本项目 DSA 手术工作中可能产生的医疗废物，如针头、纱布、注射器等属于固体废物，具有直接或者间接感染性、毒性以及其他危害性，应收集后按要求集中处置。

10.2.4 噪声

本项目噪声主要来源于通排风风机运行噪声。机房通风排风管道连接处拟采用隔声消声措施进行减振降噪，风机拟采用低噪设备，其中排风风机采用消声包裹，消声量不低于 20 dB（A），设备仅在昼间运行，经距离衰减和降噪措施后，可以使医院环境噪声满足 1 类声环境功能区的限值要求（昼间：55dB（A），夜间 45dB（A））。

10.3 环保设施投资估算

本项目环保投资估算详见表 10-12。

表 10-12 本项目环保投资估算一览表

类别	环保设施	金额（万元）
屏蔽措施	加速器机房、DSA 机房、CT 模拟定位机房屏蔽	200
防护设备	加速器机房防护门（1 扇），CT 模拟定位机房防护门（1 扇），铅玻璃观察窗（1 个），DSA 机房防护门（3 扇），铅玻璃观察窗（1 个）	30
监测设备与警示装置	加速器机房实时剂量监测装置（固定式）	5
	辐射巡测仪（1 台）	3
	个人剂量报警仪（10 台）	1
	电离辐射警示标志及“两区”划分标识（若干）、工作状态指示灯（若干个）	2
	火灾报警仪（若干）	5
废水处理设施	/	/
废气处理设施	排风装置	20
辐射安全培训	辐射工作人员定期进行辐射防护与安全培训和考核	3
个人剂量监测	辐射工作人员个人剂量定期监测	1
个人防护用品	CT 模拟定位机房防护用品、DSA 机房防护用品	3
辐射环境监测	辐射工作场所辐射环境年度监测	1
制度上墙	相关辐射安全管理制度制定及上墙	1
合计		275

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，本项目涉及的射线装置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，具体防护屏蔽方面的工程量较少，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。

因此，本次医院核技术利用项目在建设期间对周围环境无辐射影响，建设阶段按照已审批的医院非辐射工程环评报告书中施工管理要求进行建设施工，对环境的影响能够满足标准要求，并且施工期的影响是短期和暂时的，随着施工的结束而消失。

本项目安装调试阶段会产生 X 射线和电子线，但时间很短，辐射影响很小。安装调试由厂商进行，建设单位不得执行拆卸、安装设备。安装调试期间，应加强辐射防护管理，保证各屏蔽体屏蔽到位，在机房周围设立电离辐射警告标志，禁止无关人员靠近，在人员离开机房并保证周围的视频监控正常运行情况下进行调试。安装调试结束后，项目建设阶段影响将随之消除。由于安装调试人员均为生产厂家的专业技术人员，该类人员所接受的辐射影响已在生产厂家的辐射环评中接受评价，因此，不属于该项目评价的人员。

11.2 运行阶段对环境的影响

本项目对外环境的影响主要是加速器、CT 模拟定位机、DSA 产生的 X 射线的辐射影响。

本报告采用理论计算的方法，对建设项目投入使用后的辐射环境影响进行分析预测和评价。

11.2.1 加速器辐射环境影响分析预测

本次评价按照建设单位确定的加速器能量和剂量率参数对加速器机房进行分析预测和评价，本项目加速器 X 射线能量为一档：6MV，等中心处最高剂量率为 840Gy/h；电子线能量为一档：6MeV，等中心处最高剂量率为 1800Gy/h。

对于 X 射线，机房的辐射屏蔽防护按照最高剂量率 840Gy/h 进行预测。对于电子线，根据《辐射防护手册》第三分册（P95）4.1.5 加速器的辐射源：“能量为 E（MeV）的单能电子线，在物质中的最大射程（单位为 $g \cdot cm^{-2}$）约为能量（单位为 MeV）的 0.6 倍”。本项目加速器以电子档工作时最大电子线能量为 6MeV，射程为 $6\times0.6=3.6g\ cm^{-2}$，

可以估算出 6MeV 的电子在密度为 2.35g/cm^{-3} 的混凝土中的深度为 1.53cm，本项目混凝土屏蔽厚度最小为 160cm，对电子线能完全屏蔽。因此本项目不需要额外考虑电子线对屏蔽墙外的辐射影响。

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ 1198-2021）中第 6.1.2 条要求，大于 10MV 的 X 射线放射治疗设备，须考虑中子屏蔽。本项目使用的加速器 X 射线最大能量为 6MV，不考虑中子和感生放射性的影响。

本项目加速器配备了 CBCT 模块，用于放射治疗前对患者肿瘤位置进行验证，在考虑防护时，应考虑对 CBCT 产生 X 射线的屏蔽。根据医院提供的资料，加速器 CBCT 模块参数为 X 射线最大管电压 150kV、最大管电流 1000mA，X 射线能量远远低于加速器的 X 射线能量，故本项目加速器机房设计厚度和结构材质完全能满足对 CBCT 的屏蔽要求。

本评价主要考虑加速器 X 射线能量 6MV、等中心处最高剂量率 1400cGy/min 的情况下对屏蔽墙和机房大门外部的辐射照射，评价采用《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）、《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速放射治疗机房》（GBZ/T 201.2-2011）中推荐的公式进行辐射屏蔽估算。

11.2.1.1 有用线束主屏蔽区宽度核算

根据《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）和《建设项目职业病危害放射防护评价规范第 2 部分：放射治疗装置》（GBZ/T220.2-2009）中有关有用线束主屏蔽区的宽度计算公式，两者比较选取更保守的 GBZ/T220.2-2009 的计算公式（式 11-1），机房主屏蔽墙体宽度核算结果见表 11-1。

$$Yp = 2[r \times \frac{a+SAD}{SAD} + 0.3] \text{…….(式 11-1)}$$

式中：

Yp——机房有用束主屏蔽区的宽度，m；

r——放射治疗装置等中心位置处最大方形照射野对角线长度的 1/2，0.283mm；

SAD——源轴距，m；对于医用电子直线加速器 SAD=1m；

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

0.3——有用束对应的机房屏蔽范围略大于有用束在机房屏蔽墙的投影区，0.3m 为

保险系数。

表 11-1 加速器机房主屏蔽墙宽度核算结果一览表

机房名称	主屏蔽墙位置	主屏蔽墙形式	等中心至墙距离（m）	计算值（m）	设计值（m）	评价
加速器机房	北墙主屏蔽墙宽度	内凸	4.60	3.77	4.00	符合
	南墙主屏蔽墙宽度	内凸	4.60	3.77	4.00	符合
	顶棚主屏蔽墙宽度	外凸	6.285	4.16	4.20	符合

由表 11-1 可知，本项目加速器机房主屏蔽墙（底部主屏蔽墙和顶棚主屏蔽墙）宽度均符合《放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第 2 部分：电子直线加速放射治疗机房》（GBZ/T 201.2-2011）对加速器有用线束的主屏蔽区宽度要求。

11.2.1.2 加速器机房外关注点处导出剂量率参考控制水平

（1）导出剂量率参考控制水平计算公式

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》（GBZ/T201.2-2011）附录 A 中式 A.2，关注点的导出剂量率控制水平为：

$$\dot{H}_{c,d} = H_c/(t \cdot U \cdot T) \text{…….(式 11-2)}$$

式中：

H_c——周参考剂量控制水平（μSv/周）；

t——治疗装置周治疗照射时间，h；

U——有用线束向关注位置的方向照射的使用因子；

T——人员在相应关注点驻留的居留因子。

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）6.1.4 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近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$\dot{H}_c$：

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（$\dot{H}_c$）求得关注点的导出剂量率参考控制水平$\dot{H}_{c,d}$

（μSv/h）：

机房外辐射工作人员：$\dot{H}_c$≤100μSv/周；

机房外非辐射工作人员：$\dot{H}_c$≤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 $\dot{H}_{c,max}$（μSv/h）：

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

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

根据建设单位提供资料，放疗科每周工作 5 天，加速器工作负荷不超过 400 人次/周，其中常规治疗 50 人次/周，调强治疗 350 人次/周。加速器常规治疗出束时间平均约 2 分钟/人次，调强治疗出束时间平均约 5 分钟/人次，则加速器治疗周出束时间为 30.8h，年出束时间为 1540h。

（2）关注点选取

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）的要求，本项目关注点设置在机房屏蔽墙 30cm 外、机房大门外 30cm 处、顶棚上方距顶棚外表面 30cm 处，加速器机房所在区域正下方、西侧、南侧为地下岩土层，人员无法到达，故不设关注点。根据本项目加速器机房周围环境状况分析，在机房外设置 8 个关注点，关注点分布详见图 11-1、图 11-2，关注点描述如下：

A：北墙外 30cm 处，库房；

B：北墙外 30cm 处，过道；

C：东墙外 30cm 处，控制室；

D：东墙外 30cm 处，水冷机房；

E：东墙外 30cm 处，制模室/铅模室；

F：机房大门外 30cm 处，过道；

G：顶棚上方 30cm 处，MR 屏蔽室、MR 控制室、MR 设备室；

H：顶棚上方 30cm 处，化疗输液室；

I：顶棚上方 30cm 处，过道。

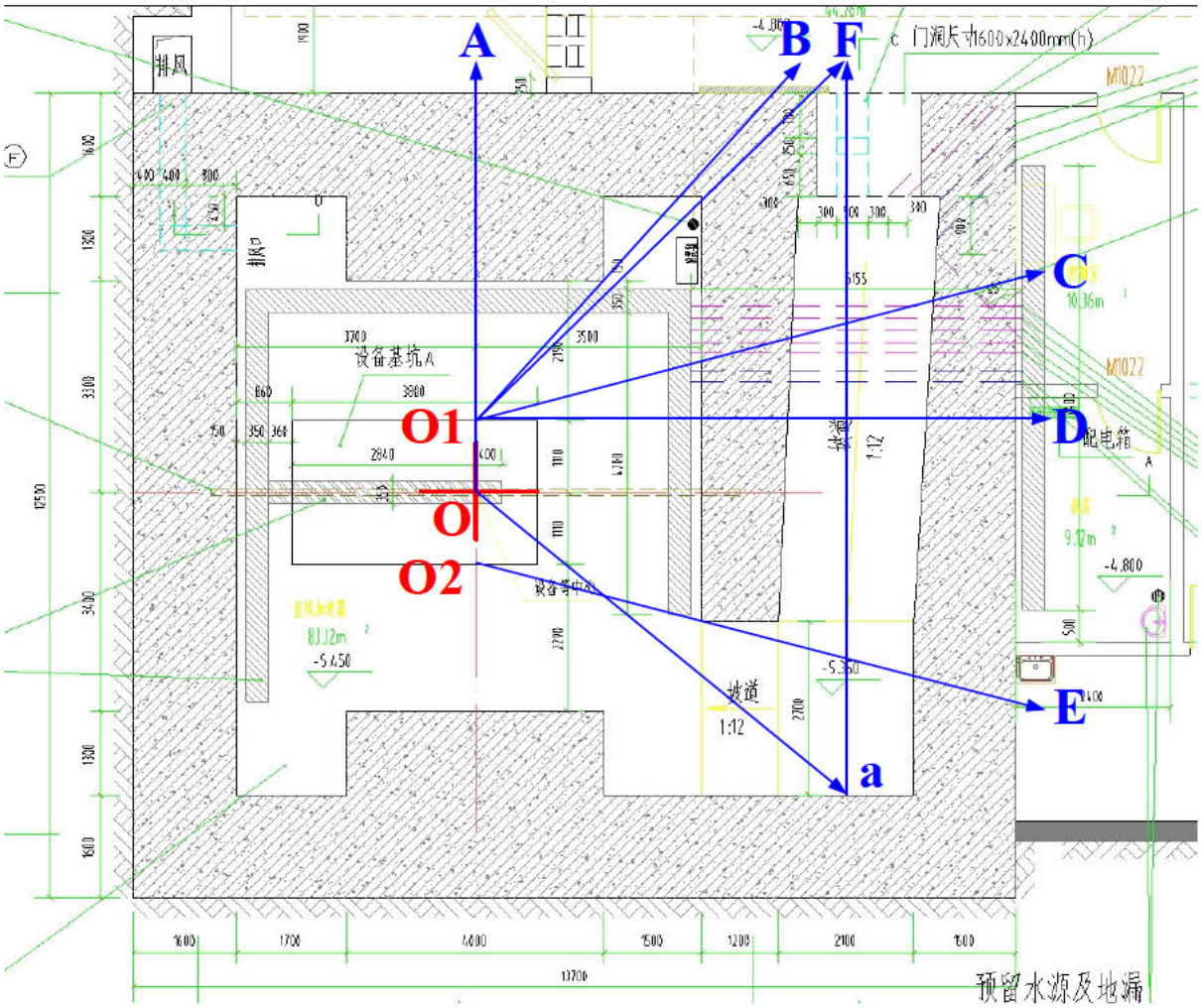


图 11-1 加速器机房关注点示意图（平面图）

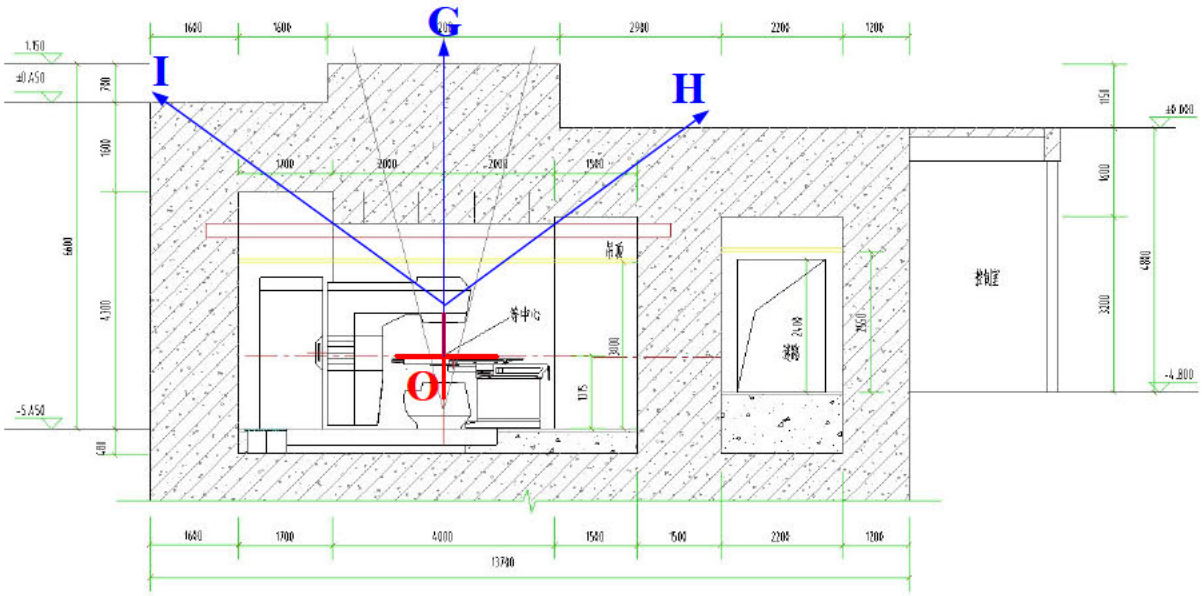


图 11-2 加速器机房关注点示意图（剖面图）

（3）关注点处居留因子选取

根据《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021），不同场所的居留因子见表 11-2。本项目关注点处居留因子见表 11-3。

表 11-2　不同场所的居留因子

场所	居留因子		示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、移动式电子加速器的相邻手术室与诊室、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑中的驻留区。
部分居留	1/4	1/2～1/5	1/2：与屏蔽室相邻的患者检查室； 1/5：走廊、工作人员休息室。
偶然居留	1/16	1/8～1/40	1/8：各治疗机房房门外 30cm 处、相邻的(共用屏蔽墙)放射诊疗机房； 1/20：公厕、自动售货区、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、病人滞留区域、屋顶、门岗室； 1/40：仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场、车辆自动卸货区域、楼梯、无人看管的电梯。
取值依据参考《Structural Shielding Design and Evaluation for Megavoltage X-and Gamma-Ray Radiotherapy Facilities》(NCRP 第 151 号报告)			

表 11-3 本项目直线加速器机房各关注点处居留因子取值一览表

序号	关注点	点位描述	居留因子	备注
1	A	北墙外 30cm 处，库房	1/16	偶然居留
2	B	北墙外 30cm 处，过道	1/5	部分居留
3	C	东墙外 30cm 处，控制室	1	全居留
4	D	东墙外 30cm 处，水冷机房	1/16	偶然居留
5	E	东墙外 30cm 处，制模室/铅模室	1	全居留
6	F	机房大门外 30cm 处，过道	1/8	偶然居留
7	G	顶棚上方 30cm 处，MR 屏蔽室、MR 控制室、MR 设备室	1	全居留
8	H	顶棚上方 30cm 处，化疗输液室	1	全居留
9	I	顶棚上方 30cm 处，过道	1/5	部分居留

（4）关注点处辐射剂量率参考控制水平

相关参数带入式 11-2，算得周围剂量当量率参考控制水平$\dot{H}c$，再与$\dot{H}_{c,max}$比较。本项目加速器机房各关注点辐射剂量率参考控制水平取值情况见表 11-4。

表 11-4 加速器机房各关注点辐射剂量率参考控制水平一览表

关	点位描述	辐射	H_c	t(h)	使用	居留	$\dot{H}c,max$	$\dot{H}_{c,d}$计算值	$\dot{H}_{c,d}$取值

注点		类型	(μSv/周)		因子U	因子T	(μSv/h)	(μSv/h)	(μSv/h)
A	北墙外，库房	有用线束	≤5	30.8	1/4	1/16	10	10.39	10
B	北墙外，过道	复合辐射	≤5	30.8	1	1/5	10	0.81	0.81
C	东墙外，控制室	泄漏辐射	≤100	30.8	1	1	2.5	3.25	2.5
D	东墙外，水冷机房	泄漏辐射	≤5	30.8	1	1/16	10	2.60	2.60
E	东墙外，制模室/铅模室	泄漏辐射	≤100	30.8	1	1	2.5	3.25	2.5
F	机房大门外，过道	复合辐射	≤5	30.8	1	1/8	10	1.30	1.30
G	顶棚上方，MR 屏蔽室、MR 控制室、MR 设备室	有用线束	≤5	30.8	1/4	1	2.5	0.65	0.65
H	顶棚上方，化疗输液室	复合辐射	≤5	30.8	1	1	2.5	0.16	0.16
I	顶棚上方，过道	复合辐射	≤5	30.8	1	1/5	10	0.81	0.81

（5）有用线束辐射剂量率计算

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/T 201.2-2011），有效屏蔽厚度：

$$X_e = X \cdot sec\,\theta \text{……(式 11-3)}$$

式中：

X_e——射线束在斜射路径上的有效屏蔽厚度，cm；

X——屏蔽墙体厚度，cm；

θ——入射角夹角，即入射线与物质平面的法线的夹角。

对于给定的屏蔽物质的厚度 X（mm），按式（11-4）计算相应的辐射屏蔽透射因子B：

$$B = 10^{-(X_e+TVL-TVL_1)/TVL} \text{……(式 11-4)}$$

式中：

TVL_1——辐射在屏蔽物质中的第一个什值层厚度，单位为 cm；

TVL——辐射在屏蔽物质中的平衡什值层厚度，单位为 cm；

当未指明TVL_1时$TVL_1 = TVL$。

屏蔽体外关注点有用线束和泄漏辐射的剂量率$\dot{H}$（μSv/h）计算公式如下：

$$\dot{H} = \frac{\dot{H_0} \cdot f}{R^2} \cdot B \text{.....(式 11-5)}$$

式中：

$\dot{H}$——加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶 1m 处的最高剂量率，μSv/h；

$\dot{H}_0$——加速器有用线束中心轴上距产生治疗 义射线束的靶 1m 处的常用最高剂量率，μSv·m^2/h；

f——对有用线束为 1，对泄漏辐射取 0.001；

R——辐射源点（靶点）至关注点的距，m；

B——屏蔽物质的屏蔽透射因子。

由此算得本项目加速器机房有用线束主屏蔽区外关注点处辐射剂量率，详见表 11-5。

表 11-5 有用线束主屏蔽区外关注点处辐射剂量率计算结果一览表

参数 \ 关注点	A	G
点位描述	北墙外，库房	顶棚上方，MR 屏蔽室、MR 控制室、MR 设备室
辐射类型	有用线束	有用线束
屏蔽材料	混凝土	混凝土
入射角 θ（°）	0	0
有效厚度 X_e（cm）	290	290
距离 R（m）	7.50	6.59
$\dot{H}_0$（μSv·m^2/h）	8.40E+08	8.40E+08
f	1	1
TVL_1（cm）	37	37
TVL（cm）	33	33
B	2.15E-09	2.15E-09
$\dot{H}$（μSv/h）	3.22E-02	4.17E-02
导出剂量控制限值 $\dot{H}_c$（μSv/h）	≤10	≤0.65
是否满足要求	满足	满足

（6）侧屏蔽墙泄漏辐射剂量率计算

加速器机房侧屏蔽墙泄漏辐射剂量计算方法与有用线束相同，其中 TVL1、TVL 为附录 B 表 B.1 的泄漏辐射值。关注点处的泄漏辐射剂量率估算结果如表 11-6 所示。

表 11-6 侧屏蔽墙外关注点处泄漏辐射剂量率计算结果一览表

参数 \ 关注点	B	C	D	E	H	I
点位描述	北墙外，过道	东墙外，控制室	东墙外，水冷机房	东墙外，制模室/铅模室	顶棚上方，化疗输液室	顶棚上方，过道
辐射类型	泄漏辐射	泄漏辐射	泄漏辐射	泄漏辐射	泄漏辐射	泄漏辐射
屏蔽材料	混凝土	混凝土	混凝土	混凝土	混凝土	混凝土
入射角 θ（°）	41°	73°	0	76°	57°	57°
有效厚度 X_e（cm）	2.12	293	280	165	291	291
距离 R（m）	7.19	7.70	7.40	8.97	5.99	6.81
$\dot{H}_0$（μSv·m²/h）	8.40E+08	8.40E+08	8.40E+08	8.40E+08	8.40E+08	8.40E+08
f	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
TVL_1（cm）	34	34	34	34	34	34
TVL（cm）	29	29	29	29	29	29
B	7.28E-08	1.17E-10	3.29E-10	3.04E-06	1.37E-10	1.37E-10
$\dot{H}$（μSv/h）	1.20E-03	1.66E-06	5.05E-06	3.17E-02	3.22E-06	2.49E-06
导出剂量控制限值 $\dot{H}_c$（μSv/h）	≤0.81	≤2.5	≤2.60	≤1.30	≤0.16	≤0.81
是否满足要求	满足	满足	满足	满足	满足	满足

（7）散射辐射剂量率计算

①患者一次散射辐射剂量率计算

$$\overset{g}{\dot{H}} = \frac{\overset{g}{\dot{H}}_0 g \alpha_{ph} g (F/400)}{R_s^2} g B \text{ ……(式 11-6)}$$

式中：

$\dot{H}_0$——加速器有用线束中心轴上距产生治疗 X 射线束的靶 1m 处的常用最高剂量率，μSv·m²/h；取值为 8.40×10⁸；

α_{ph}——患者 400cm² 面积上垂直入射 X 射线散射至距其 1m（关注点方向）处的剂量比例，又称 400cm² 面积上的散射因子，取 30° 散射角的值 2.77×10⁻³；

F——治疗装置有用线束在等中心处的最大治疗野面积，40×40cm^2；

R_s——患者（位于等中心点）至关注点的距离，m；

B——屏蔽物质的屏蔽透射因子。

表 11-7 侧屏蔽墙外关注点处散射辐射剂量率计算结果一览表

参数 \ 关注点	B	H	I
点位描述	北墙外，过道	顶棚上方，化疗输液室	顶棚上方，过道
辐射类型	泄漏	泄漏	泄漏
屏蔽材料	混凝土	混凝土	混凝土
设计厚度 X（cm）	160	160	160
斜射角 θ（°）	31°	41°	41°
有效厚度 X_e（cm）	187	251	251
距离 R（m）	7.55	6.79	7.50
$\dot{H}_0$（μSv·m^2/h）	8.40E+08	8.40E+08	8.40E+08
α_{ph}	2.77E-03	2.77E-03	2.77E-03
F（cm^2）	40×40	40×40	40×40
f	1	1	1
TVL（cm）	26	26	26
B	6.42E-08	2.22E-10	2.22E-10
$\dot{H}$（μSv/h）	1.05E-02	4.48E-05	3.67E-05
导出剂量控制限值 $\dot{H}_c$（μSv/h）	≤0.81	≤0.16	≤0.81
是否满足要求	满足	满足	满足

②迷路入口处辐射剂量率计算

对于迷路入口处辐射剂量率计算（未经机房大门屏蔽），由于本项目直线加速器有用线束不向迷路内墙照射，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），防护门外的辐射剂量考虑如下：

1）人体受有用线束照射时，散射至 i 点的辐射并再次受墙的二次散射至 g 处的辐射，散射路径为“O1-O-i-g”；

2）至 i 点的泄漏辐射受墙散射至 g 处的辐射，散射路径为“O1-i-g”；

3）有用线束穿出人体达到位置 h，受主屏蔽墙的散射至 n 处迷路外墙再次散射到达 g 处的辐射。散射路径为“O-h-n-g”；

在估算 g 处的累积剂量率时，以加速器向 b 方向水平照射时“1）人体散射辐射”

作为以上三项之和的近似估计，通常可忽略“2）”项、“3）”项。

结合本项目加速器机房布局情况，在计算迷路入口处散射辐射时主要考虑患者散射至 a 处再散射至 F，该处辐射剂量率计算公式如下：

$$\dot{H}_g = \frac{\alpha_{ph} \cdot (F/400)}{R_1^2} \cdot \frac{\alpha_2 \cdot A}{R_2^2} \cdot \dot{H}_0 \quad \text{……(式 11-7)}$$

式中：

$\dot{H}_g$——g 处的散射辐射剂量率，μSv/h；

α_{ph}——患者 400cm^2 面积上的散射因子，取 30° 散射角的值 2.77×10^{-3}；

F——治疗装置有用束在等中心处的最大治疗野面积，cm^2；

α_2——砼墙入射的患者散射辐射的散射因子，通常使用 0.5MeV，45° 入射角的值 22.5×10^{-3}；

A——i 处的散射面积，m^2；

R_1——“O-i”之间的距离，m；

R_2——“i-g”之间的距离，m；

$\dot{H}_0$——加速器有用线束中心轴上距靶 1m 处的常用最高剂量率，μSv•m^2/h。

患者散射经迷道内口散射至关注点 F 点处的辐射剂量率计算参数及结果见表 11-8。

表 11-8 关注点 F 点处的散射辐射剂量率计算参数及结果一览表

关注点	$\dot{H}_0$（μSv•m^2/h）	α_{ph}	α_2	A（m^2）	F（cm^2）	R_1（m）	R_2（m）	$\dot{H}_g$（μSv/h）
F	8.40×10^8	2.77×10^{-3}	22.5×10^{-3}	7.88	1600	7.36	11.2	2.43×10^2

（8）机房大门外关注点 F 处辐射剂量率计算

机房大门屏蔽后迷路入口处辐射剂量率计算公式如下：

$$\dot{H} = \dot{H}_g \times B \quad \text{……(式 11-8)}$$

式中：

$\dot{H}_g$——屏蔽前迷路入口处散射辐射剂量率，μSv/h；

$\dot{H}$——屏蔽后迷路入口处散射辐射剂量率，μSv/h；

B——物质的屏蔽透射因子，计算时，TVL1=TVL。迷路入口的 X 射线散射辐射能量约为 0.2MeV，铅中的 TVL 值为 5mm。

算得机房大门外辐射剂量率如表 11-9 所示。

表 11-9 机房大门外辐射剂量率计算参数及结果一览表

关注点	$\dot{H}_g$(μSv/h)	X(mm)	TVL(mm)	剂量率计算值 $\dot{H}$（μSv/h）	导出剂量率控制值 $\dot{H}_c$（μSv/h）	是否满足要求
F 点	2.43×10^2	15	5	2.43E-01	≤1.30	满足

（9）加速器机房外辐射剂量率预测结果与评价

本项目加速器机房外辐射剂量率预测结果与剂量率参考控制水平如表 11-10 所示。

表 11-10 加速器机房外辐射剂量率预测结果与剂量率参考控制水平一览表

机房名称	关注点	点位描述	辐射剂量率预测结果(μSv/h)			合计(μSv/h)	剂量率参考控制水平(μSv/h)	是否符合要求
			有用线束	泄漏辐射	散射辐射			
加速器机房	A	北墙外，库房	3.22E-02	/	/	3.22E-02	10	符合
	B	北墙外，过道	/	1.20E-03	1.05E-02	1.17E-02	0.81	符合
	C	东墙外，控制室	/	1.66E-06	/	1.66E-06	2.5	符合
	D	东墙外，水冷机房	/	5.05E-06	/	5.05E-06	2.60	符合
	E	东墙外，制模室/铅模室	/	3.17E-02	/	3.17E-02	2.5	符合
	F	机房大门外，过道	/	/	2.43E-01	2.43E-01	1.30	符合
	G	顶棚上方，MR 屏蔽室、MR 控制室、MR 设备室	4.17E-02	/	/	4.17E-02	0.65	符合
	H	顶棚上	/	3.22E-06	4.48E-05	4.80E-05	0.16	符合

		方，化疗输液室						
	I	顶棚上方，过道	/	2.49E-06	3.67E-05	3.92E-05	0.81	符合

由表 11-8 可知，本项目加速器机房外辐射剂量率预测结果符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）的要求。

11.2.2 DSA 辐射环境影响分析预测

11.2.2.1 工作场所周围环境影响分析

DSA 设备在手术中分摄影、透视和 CT 三种模式。DSA 摄影（拍片）模式是指 DSA 的 X 射线系统曝光时，工作人员位于控制室，即为隔室操作方式。DSA 透视模式是指在透视条 件下，医护人员近台同室进行介入操作。CT 模式下，工作人员位于控制室隔室操作。本次评价分别对摄影、透视、CT 三种工况下机房周围的辐射水平进行了预测。

在介入手术过程中，机头有用线束直接照向患者，根据《Structural Shielding Design For Medical X-Ray Imaging Facilities》（NCRP147 号出版物）第 4.1.6 节指出，在血管造影术中将使用影像增强器，可阻挡主射线，初级辐射的强度会大幅度地被病人、影像接收器和支撑影像接收器的结构衰减，因此 DSA 屏蔽估算时可不考虑主束照射。因此，本次评价重点考虑泄漏辐射和散射辐射对周围环境的辐射影响。

根据 DSA 设备的工作原理，设备在正常工况时，本项目 DSA 设备参数无法同时达到最大管电压 125kV，最大管电流 1000mA，正常工况时不同手术类型和不同患者身体状况都会影响管电压和管电流的参数，实际使用时管电压通常在 90kV 以下，透视管电流通常为十几毫安，摄影时功率较大，管电流通常为几百毫安。根据目前一些医院的实际值统计，摄影模式下，普遍情况下 DSA 设备的管电压和管电流为 60～100kV、300～500mA；透视模式下管电压和管电流为 60～90kV、5～15mA，本环评拟进行保守估算，采用摄影工况下的设备参数：管电压 100kV、管电流 500mA；透视工况下的设备参数：管电压 90kV、管电流 15mA。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020），介入设备等效总滤过不小于 2.5mmAl，本项目购置正规生产厂家生产的设备，滤过参数满足标准要求，本次计算总滤过取 2.5mmAl 保守读数，采用摄影工况下的设备参数：管电压 100kV、管电流 500mA；透视工况下的设备参数：管电压 90kV、管电流 15mA；CT 模式下，取管电压 120kV，

管电流 300mA（CT 通常曝光管电流不超过 300mA）。根据《辐射防护手册》（第三分册）P58 图 3.1（见图 11-3）可得到不同总滤过情况下不同电压下距靶 1m 处的空气比释动能，根据公式 11-8 计算可得到射线装置距靶 1m 处的最大剂量率，见表 11-11。

根据《辐射防护导论》射线装置距靶 1m 处的空气比释动能率，按公式 11-8 计算：

$$\dot{K}=I\cdot\delta_x\frac{r_0^2}{r^2}\text{.....(式11-8)}$$

式中：

$\dot{K}$——离靶（m）处由 X 射线机产生的初级 X 射线束造成的空气比释动能率，mGy/min；

I——管电流（mA）；

δ_x——管电流为 1mA，距靶 1m 处的发射率常数，mGy/(mA・min)；

r_0——取 1m；

r——源至关注点的距离，m。

表 11-11 DSA 不同管电压下距靶 1m 处最大剂量率一览表

设备	运行模式	滤过材料及厚度(mm)	离靶 1m 处空气中的空气比释动能(mGy/mA s)	运行管电压(kV)	运行管电流(mA)	距靶 1m 处的最大剂量率(μGy/h)
DSA	摄影	Al，2.5	0.09	100	500	1.62E+08
	透视	Al，2.5	0.075	90	15	4.05E+06
	CT	Al，2.5	0.12	120	300	1.30E+08

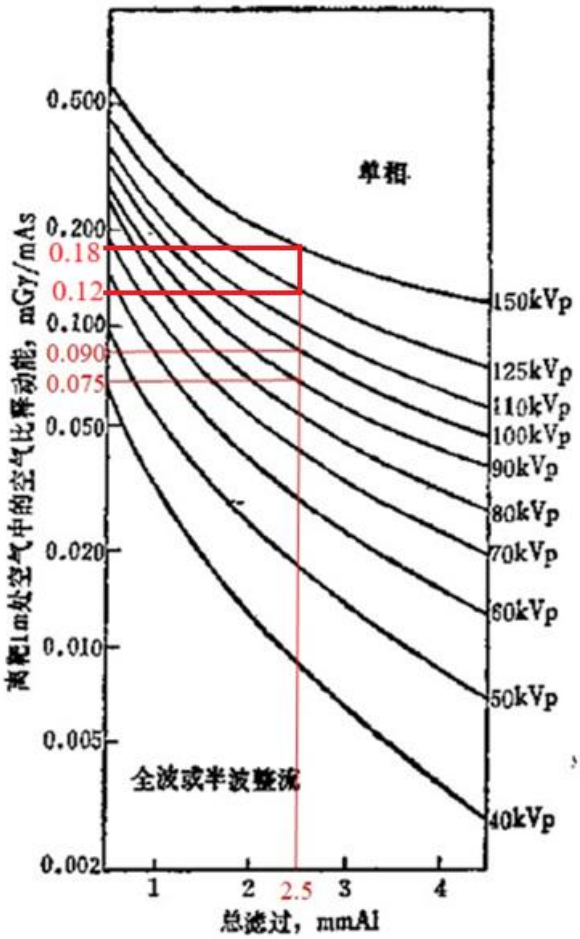


图 11-3 距 X 射线源 1m 处的照射量率随管电压及总滤过厚度变化情况示意图

11.2.2.2 关注点的选取

根据本项目 DSA 设备在机房内计划安装的位置(病床位于机房中心位置,尺寸 2.5m×0.8m)，X 射线球管位于病床南侧和北侧边界处，距地面 0.4m。关注点选取机房各防护门、观察窗、四周屏蔽墙外 30cm 处、顶棚上方距离顶棚 1m 处。

如图 11-4 所示，DSA 机房辐射源点距离东墙外 30cm 处 3.65m（设备房）和 4.21m（介入准备/恢复室），距离控制室观察窗外 30cm 处 3.00m，距离控制室门外 30cm 处 3.00m，距离南墙外 30cm 处 3.82m，距离机房大门外 30cm 处 4.35m，距离污物通道门外 30cm 处 4.35m。辐射源点距离顶棚上方离顶棚地面 1m 处 5.02m，如图 11-5 所示。

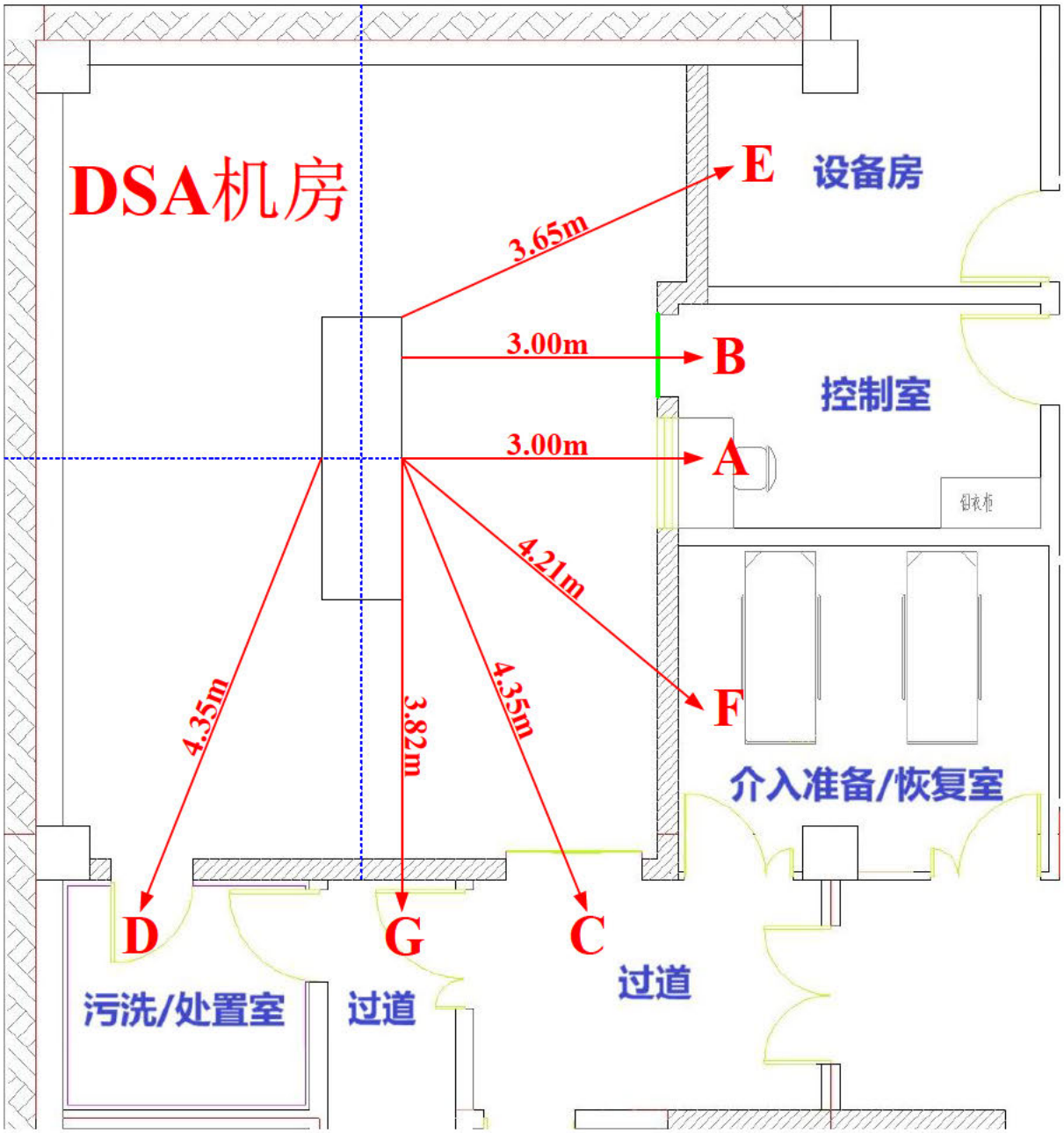


图 11-4 DSA 机房关注点示意图（平面图）

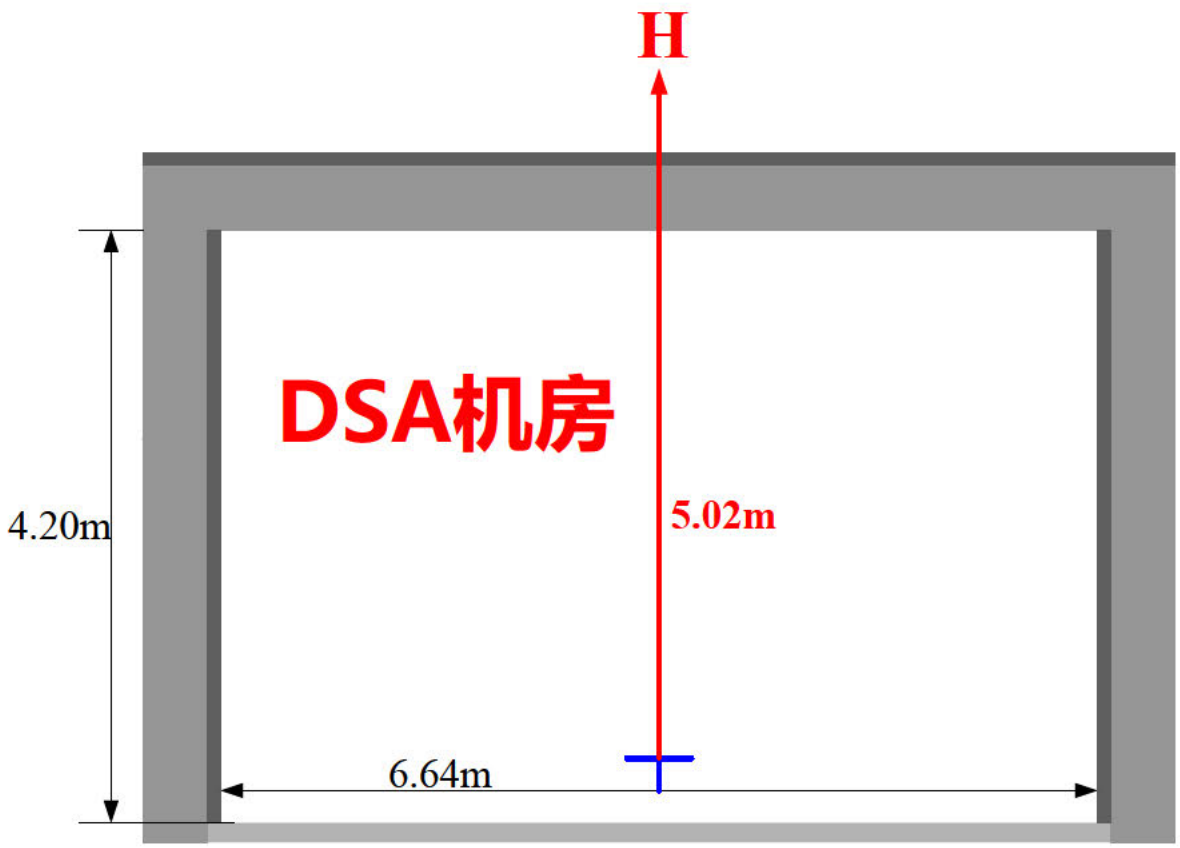


图 11-5 DSA 机房关注点示意图（剖面图）

11.2.2.3 DSA 辐射环境影响分析预测

① DSA 泄漏辐射环境影响

泄漏辐射剂量率按初级辐射束的 0.1%计算，根据《辐射防护手册》第一分册（李德平、潘自强主编，原子能出版社，1987 年），计算公式如公式 11-9 所示：

$$H=\frac{f\cdot H_0\cdot B}{R^2}$$ ……(式 11-9)

式中：H—关注点处的泄漏辐射剂量率，Sv/h；

f—泄漏射线比率，取 0.1%；

H_0—距靶点 1m 处的最大剂量率，Sv/h；

R—靶点至关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子。

根据《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）计算屏蔽透射因子，公式如下：

$$B=\left[\left(1+\frac{\beta}{\alpha}\right)e^{\alpha\gamma X}-\frac{\beta}{\alpha}\right]^{-\frac{1}{\gamma}}$$ ……(式 11-10)

式中：

B—屏蔽透射因子；

X—屏蔽材料铅当量厚度，mm；

α、β、γ—不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，本项目拟合参数取值见表 11-12。

表 11-12 不同屏蔽物质对不同管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压(kV)	材料	α	β	γ
90	铅	3.067	18.83	0.7726
	混凝土	0.04228	0.1137	0.469
	砖	0.03750	0.08200	0.8920
100（主束）	铅	2.500	15.28	0.7557
	混凝土	0.03925	0.08567	0.4273
	砖	0.03520	0.0880	1.149
100（散射）	铅	2.507	15.33	0.9124
	混凝土	0.03950	0.08440	0.5191

DSA 机房各关注点预测的泄漏辐射剂量率计算参数及结果见表 11-13（计算中 Gy 到 Sv 的转换因子取 1）。

表 11-13 DSA 机房各关注点处泄漏辐射剂量率计算结果一览表

工作模式	关注点及位置描述	H0（μSv/h）	屏蔽材料及厚度	靶点距关注点距离（m）	B	辐射剂量率（μSv/h）
摄影	A：铅玻璃观察窗外 30cm 处（控制室）	1.62E+08	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	3.00	1.46E-08	2.63E-04
	B：控制室门外 30cm 处（控制室）	1.62E+08	4mmPb 铅玻璃	3.00	3.39E-06	6.10E-02
	C：机房大门外 30cm 处（过道）	1.62E+08	4mmPb 防护门	4.35	3.39E-06	2.90E-02
	D：污物通道门外 30cm 处（污洗/处置室）	1.62E+08	4mmPb 防护门	4.35	3.39E-06	2.90E-02
	E：东侧屏蔽墙外 30cm 处（设备房）	1.62E+08	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	3.65	1.46E-08	1.78E-04
	F：东侧屏蔽墙外 30cm 处（介入准备/恢复室）	1.62E+08	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	4.21	1.46E-08	1.33E-04
	G：南侧屏蔽墙外 30cm 处（过道）	1.62E+08	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	3.82	1.46E-08	1.62E-04

	H：顶棚上方距顶棚地面1m 处	1.62E+08	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	5.02	1.46E-08	9.39E-05
透视	A：铅玻璃观察窗外30cm 处（控制室）	4.05E+06	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	3.00	2.36E-09	1.06E-06
	B：控制室门外30cm 处（控制室）	4.05E+06	4mmPb 铅玻璃	3.00	3.69E-07	1.66E-04
	C：机房大门外30cm 处（过道）	4.05E+06	4mmPb 防护门	4.35	3.69E-07	7.90E-05
	D：污物通道门外30cm 处（污洗/处置室）	4.05E+06	4mmPb 防护门	4.35	3.69E-07	7.90E-05
	E：东侧屏蔽墙外30cm 处（设备房）	4.05E+06	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	3.65	2.36E-09	7.17E-07
	F：东侧屏蔽墙外 30cm 处（介入准备/恢复室）	4.05E+06	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	4.21	2.36E-09	5.39E-07
	G：南侧屏蔽墙外30cm 处（过道）	4.05E+06	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	3.82	2.36E-09	6.55E-07
	H：顶棚上方距顶棚地面1m 处	4.05E+06	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	5.02	2.36E-09	3.79E-07
	机房内医生手术位（铅衣内）	4.05E+06	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 床侧防护帘	0.7	4.08E-03	33.72
	机房内医生手术位（铅衣外）	4.05E+06	0.5mmPb 床侧防护帘	0.7	2.52E-02	208.29
	机房内护士协作位（铅衣内）	4.05E+06	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 床侧防护帘	1.1	4.08E-03	13.66
	机房内护士协作位（铅衣外）	4.05E+06	0.5mmPb 床侧防护帘	1.1	2.52E-02	84.35
CT	A：铅玻璃观察窗外30cm 处（控制室）	1.30E+08	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	3.00	3.80E-07	5.50E-03
	B：控制室门外30cm 处（控制室）	1.30E+08	4mmPb 铅玻璃	3.00	1.26E-05	1.82E-01
	C：机房大门外30cm 处（过道）	1.30E+08	4mmPb 防护门	4.35	1.26E-05	8.66E-02
	D：污物通道门外30cm 处（污洗/处置室）	1.30E+08	4mmPb 防护门	4.35	1.26E-05	8.66E-02
	E：东侧屏蔽墙外30cm 处（设备房）	1.30E+08	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	3.65	3.80E-07	3.00E-03
	F：东侧屏蔽墙外 30cm 处（介入准备/恢复室）	1.30E+08	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	4.21	3.80E-07	2.30E-03
	G：南侧屏蔽墙外30cm 处（过道）	1.30E+08	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	3.82	3.80E-07	2.70E-03

② 患者散射辐射环境影响

对于病人体表的散射的 X 射线可以采用反照射率法估算，引用李德平、潘自强主编的《辐射防护手册》第一分册——《辐射源与屏蔽》（[M]北京：原子能出版社，1987）。可按以下公式进行估算。

$$H_S = \frac{H_0 \cdot \alpha \cdot B \cdot \mathrm{s}}{\left(\mathrm{d}_0 \cdot \mathrm{d}_\mathrm{s}\right)^2} \quad \text{……(式 11-11)}$$

式中：

H_s—关注点处的患者散射辐射剂量率，μSv/h；

H_0—距靶点 1m 处的最大剂量率，μSv/h；

α—患者对 X 射线的散射比，α=a/400 查《辐射防护手册第一分册》P437 表 10.1 得 a=0.0013（90°散射）；

S—散射面积，取 100cm^2；

d_0—源与患者的距离，m；

d_S—患者与关注点的距离，m；

B—屏蔽透射因子。

DSA 机房各关注点预测的散射辐射剂量率计算参数及结果见表 11-12（计算中 Gy 到 Sv 的转换因子取 1）。

表 11-12 DSA 机房各关注点处散射辐射剂量率计算结果一览表

工作模式	关注点及位置描述	屏蔽材料及厚度	H_0(μSv/h)	S(cm^2)	d_0(m)	d_s(m)	B	辐射剂量率（μSv／h）
摄影	A：铅玻璃观察窗外 30cm 处（控制室）	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	1.62E+08	100	0.70	3.00	3.31E-08	6.70E-05
	B：控制室门外 30cm 处（控制室）	4mmPb 铅玻璃	1.62E+08	100	0.70	3.00	5.14E-06	2.50E-03
	C：机房大门外 30cm 处（过道）	4mmPb 防护门	1.62E+08	100	0.70	4.35	5.14E-06	1.20E-03
	D：污物通道门外 30cm 处（污洗/处置室）	4mmPb 防护门	1.62E+08	100	0.70	4.35	5.14E-06	1.20E-03
	E：东侧屏蔽墙外 30cm 处（设备房）	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	1.62E+08	100	0.70	3.65	3.31E-08	1.07E-05

	F：东侧屏蔽墙外 30cm 处（介入准备/恢复室）	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	1.62E+08	100	0.70	4.21	3.31E-08	8.03E-06
	G：南侧屏蔽墙外 30cm 处（过道）	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	1.62E+08	100	0.70	3.82	3.31E-08	9.75E-06
	H：顶棚上方距顶棚地面 1m 处	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	1.62E+08	100	0.70	5.02	3.31E-08	5.65E-06
透视	A：铅玻璃观察窗外 30cm 处（控制室）	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	4.05E+06	100	0.70	3.00	2.36E-09	2.82E-08
	B：控制室门外 30cm处（控制室）	4mmPb 铅玻璃	4.05E+06	100	0.70	3.00	3.69E-07	4.41E-06
	C：机房大门外 30cm 处（过道）	4mmPb 防护门	4.05E+06	100	0.70	4.35	3.69E-07	2.10E-06
	D：污物通道门外 30cm 处（污洗/处置室）	4mmPb 防护门	4.05E+06	100	0.70	4.35	3.69E-07	2.10E-06
	E：东侧屏蔽墙外 30cm 处（设备房）	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	4.05E+06	100	0.70	3.65	2.36E-09	1.90E-08
	F：东侧屏蔽墙外 30cm 处（介入准备/恢复室）	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	4.05E+06	100	0.70	4.21	2.36E-09	1.43E-08
	G：南侧屏蔽墙外 30cm 处（过道）	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	4.05E+06	100	0.70	3.82	2.36E-09	1.74E-08
	H：顶棚上方距顶棚地面 1m 处	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	4.05E+06	100	0.70	5.02	2.36E-09	1.00E-08
	机房内医生手术位（铅衣内）	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 床侧防护帘	4.05E+06	100	0.70	0.60	4.08E-03	30.44
	机房内医生手术位（铅衣外）	0.5mmPb 床侧防护帘	4.05E+06	100	0.70	0.60	2.52E-02	188.04
	机房内护士协作位（铅衣内）	0.5mmPb 铅衣+0.5mmPb 床侧防护帘	4.05E+06	100	0.70	1.00	4.08E-03	10.96
	机房内护士协作位（铅衣外）	0.5mmPb 床侧防护帘	4.05E+06	100	0.70	1.00	2.52E-02	67.69
	A：铅玻璃观察窗外 30cm 处（控制室）	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	1.30E+08	100	0.70	3.00	3.80E-07	1.46E-04

CT	B：控制室门外30cm 处（控制室）	4mmPb 铅玻璃	1.30E+08	100	0.70	3.00	1.26E-05	4.08E-03
	C：机房大门外30cm 处（过道）	4mmPb 防护门	1.30E+08	100	0.70	4.35	1.26E-05	2.30E-03
	D：污物通道门外30cm 处（污洗/处置室）	4mmPb 防护门	1.30E+08	100	0.70	4.35	1.26E-05	2.30E-03
	E：东侧屏蔽墙外30cm 处（设备房）	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	1.30E+08	100	0.70	3.65	3.80E-07	9.84E-05
	F：东侧屏蔽墙外 30cm 处（介入准备/恢复室）	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	1.30E+08	100	0.70	4.21	3.80E-07	7.39E-05
	G：南侧屏蔽墙外30cm 处（过道）	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	1.30E+08	100	0.70	3.82	3.80E-07	8.98E-05
	H：顶棚上方距顶棚地面 1m 处	20cm 混凝土+2cm 硫酸钡	1.30E+08	100	0.70	5.02	3.80E-07	5.20E-05

根据表 11-11、表 11-12 的计算结果，本项目 DSA 机房各关注点预测的总的辐射剂量率汇总后见表 11-13。

表 11-13 DSA 机房各关注点处预测的总辐射剂量率计算结果一览表

工作模式	关注点及位置描述	泄漏辐射剂量率（μSv/h）	散射辐射剂量率（μSv/h）	总辐射剂量率（μSv/h）	标准要求	是否符合
摄影	A：铅玻璃观察窗外30cm 处（控制室）	2.63E-04	6.70E-05	3.30E-04	≤25μSv/h	符合
	B：控制室门外30cm 处（控制室）	6.10E-02	2.50E-03	6.35E-02	≤25μSv/h	符合
	C：机房大门外30cm 处（过道）	2.90E-02	1.20E-03	3.02E-02	≤25μSv/h	符合
	D：污物通道门外30cm 处（污洗/处置室）	2.90E-02	1.20E-03	3.02E-02	≤25μSv/h	符合
	E：东侧屏蔽墙外30cm 处（设备房）	1.78E-04	1.07E-05	1.89E-04	≤25μSv/h	符合
	F：东侧屏蔽墙外 30cm 处（介入准备/恢复室）	1.33E-04	8.03E-06	1.41E-04	≤25μSv/h	符合
	G：南侧屏蔽墙外30cm 处（过道）	1.62E-04	9.75E-06	1.72E-04	≤25μSv/h	符合
	H：顶棚上方距顶棚地面1m 处	9.39E-05	5.65E-06	9.96E-05	≤25μSv/h	符合
透视	A：铅玻璃观察窗外30cm 处（控制室）	1.06E-06	2.82E-08	1.34E-06	≤2.5μSv/h	符合
	B：控制室门外	1.66E-04	4.41E-06	1.70E-04	≤2.5μSv/h	符合

	30cm 处（控制室）					
	C：机房大门外 30cm 处（过道）	7.90E-05	2.10E-06	8.11E-05	≤2.5μSv/h	符合
	D：污物通道门外 30cm 处（污洗/处置室）	7.90E-05	2.10E-06	8.11E-05	≤2.5μSv/h	符合
	E：东侧屏蔽墙外 30cm 处（设备房）	7.17E-07	1.90E-08	7.36E-07	≤2.5μSv/h	符合
	F：东侧屏蔽墙外 30cm 处（介入准备/恢复室）	5.39E-07	1.43E-08	5.53E-07	≤2.5μSv/h	符合
	G：南侧屏蔽墙外 30cm 处（过道）	6.55E-07	1.74E-08	6.72E-07	≤2.5μSv/h	符合
	H：顶棚上方距顶棚地面 1m 处	3.79E-07	1.00E-08	3.89E-07	≤2.5μSv/h	符合
	机房内医生手术位（铅衣内）	33.72	30.44	64.16	/	/
	机房内医生手术位（铅衣外）	208.29	188.04	396.33	/	/
	机房内护士协作位（铅衣内）	13.66	10.96	24.62	/	/
	机房内护士协作位（铅衣外）	84.35	67.69	152.04	/	/
CT	A：铅玻璃观察窗外 30cm 处（控制室）	5.50E-03	1.46E-04	5.65E-03	≤2.5μSv/h	符合
	B：控制室门外 30cm 处（控制室）	1.82E-01	4.08E-03	1.86E-01	≤2.5μSv/h	符合
	C：机房大门外 30cm 处（过道）	8.66E-02	2.30E-03	8.89E-02	≤2.5μSv/h	符合
	D：污物通道门外 30cm 处（污洗/处置室）	8.66E-02	2.30E-03	1.17E-01	≤2.5μSv/h	符合
	E：东侧屏蔽墙外 30cm 处（设备房）	3.00E-03	9.84E-05	3.09E-03	≤2.5μSv/h	符合
	F：东侧屏蔽墙外 30cm 处（介入准备/恢复室）	2.30E-03	7.39E-05	2.37E-03	≤2.5μSv/h	符合
	G：南侧屏蔽墙外 30cm 处（过道）	2.70E-03	8.98E-05	2.79E-03	≤2.5μSv/h	符合
	H：顶棚上方距顶棚地面 1m 处	4.60E-03	5.20E-05	4.65E-03	≤2.5μSv/h	符合

由上表计算结果可知：本项目 DSA 射线装置在摄影模式下，机房外周围各关注点处的辐射剂量率最大值为 3.35×10^{-2}μSv/h；透视模式下，机房外周围各关注点处的辐射剂量率最大值为 1.70×10^{-4}μSv/h；在 CT 模式下，机房外周围各关注点处的辐射剂量率最大值为 1.86×10^{-1}μSv/h.机房外周围各关注点处的辐射剂量率能够满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中“具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时，周围

剂量当量率应不大于 2.5μSv/h；具有短时、高剂量率曝光的摄影程序，机房外的周围剂量当量率应不大于 25μSv/h；CT 机房外周围剂量当量率应不大于 2.5μSv/h”的要求。

11.2.3 CT 模拟定位机辐射环境影响分析预测

根据公式 11-8 和图 11-3，可算得 CT 模拟定位机距靶 1m 处最大剂量率，如表 11-14 所示。

表 11-14 CT 模拟定位机距靶 1m 处最大剂量率一览表

设备	运行模式	滤过材料及厚度(mm)	离靶 1m 处空气中的空气比释动能(mGy/mA s)	运行管电压(kV)	运行管电流(mA)	距靶 1m 处的最大剂量率(μGy/h)
CT 模拟定位机	CT	Al，2.5	0.18	140	300	1.94E+08

CT 模拟定位机房外关注点如图 11-6、图 11-7 所示。

根据“11.2.2 DSA 辐射环境影响分析预测”中的计算方法，算得本项目 CT 模拟定位机泄漏辐射、散射辐射、总辐射剂量率水平，如表 11-5、表 11-6、表 11-7 所示。

表 11-15　CT 模拟定位机房外各关注点泄漏辐射剂量率计算结果一览表

关注点	位置描述	H0（μSv/h）	屏蔽材料及厚度	靶点距关注点距离（m）	B	辐射剂量率（μSv/h）
A	铅玻璃观察窗外 30cm 处（控制室）	1.94E+08	4.0mmPb 铅玻璃	3.10	1.60E-05	3.23E-01
B	东墙防护门外 30cm 处(准备室)	1.94E+08	4.0mmPb 铅门	3.10	1.60E-05	3.23E-01
C	东墙外 30cm 处(控制室)	1.94E+08	40cm 混凝土	3.78	8.03E-07	1.09E-02
D	东墙外 30cm 处(准备室)	1.94E+08	40cm 混凝土	3.61	8.03E-07	1.20E-02
E	北墙外 30cm 处(楼梯间)	1.94E+08	40cm 混凝土	3.82	8.03E-07	1.07E-02
F	北墙外 30cm 处(卫生间)	1.94E+08	40cm 混凝土	4.03	8.03E-07	9.60E-03
G	南墙外 30cm 处(库房)	1.94E+08	40cm 混凝土	3.82	8.03E-07	1.07E-02
H	顶棚上方 1m 处(缓冲间、置管室、导管门诊二次等候区)	1.94E+08	40cm 混凝土	4.40	8.03E-07	8.00E-03

表 11-16　CT 模拟定位机房外各关注点散射辐射剂量率计算结果一览表

关注点	位置描述	屏蔽材料及厚度	H_0(μSv/h)	S(cm^2)	d_0(m)	d_s(m)	B	辐射剂量率（μSv／h）
A	铅玻璃观察窗外 30cm 处（控制室）	4.0mmPb 铅玻璃	1.94E+08	100	0.70	3.10	1.60E-05	8.60E-03

B	东墙防护门外30cm 处(准备室)	4.0mmPb 铅门	1.94E+08	100	0.70	3.10	1.60E-05	8.60E-03
C	东墙外 30cm 处(控制室)	40cm 混凝土	1.94E+08	100	0.70	3.78	8.03E-07	2.89E-04
D	东墙外 30cm 处(准备室)	40cm 混凝土	1.94E+08	100	0.70	3.61	8.03E-07	3.17E-04
E	北墙外 30cm 处(楼梯间)	40cm 混凝土	1.94E+08	100	0.70	3.82	8.03E-07	2.83E-04
F	北墙外 30cm 处(卫生间)	40cm 混凝土	1.94E+08	100	0.70	4.03	8.03E-07	2.54E-04
G	南墙外 30cm 处(库房)	40cm 混凝土	1.94E+08	100	0.70	3.82	8.03E-07	2.83E-04
H	顶棚上方 1m 处(缓冲间、置管室、导管门诊二次等候区)	40cm 混凝土	1.94E+08	100	0.70	4.40	8.03E-07	2.13E-04

表 11-17　CT 模拟定位机房外各关注点总辐射剂量率计算结果一览表

关注点	位置描述	泄漏辐射剂量率（μSv/h）	散射辐射剂量率（μSv/h）	总辐射剂量率（μSv/h）	标准要求	是否符合
A	铅玻璃观察窗外 30cm 处（控制室）	3.23E-01	8.60E-03	3.32E-01	≤2.5μSv/h	符合
B	东墙防护门外 30cm 处(准备室)	3.23E-01	8.60E-03	3.32E-01	≤2.5μSv/h	符合
C	东墙外 30cm 处(控制室)	1.09E-02	2.89E-04	1.12E-02	≤2.5μSv/h	符合
D	东墙外 30cm 处(准备室)	1.20E-02	3.17E-04	1.25E-02	≤2.5μSv/h	符合
E	北墙外 30cm 处(楼梯间)	1.07E-02	2.83E-04	1.10E-02	≤2.5μSv/h	符合
F	北墙外 30cm 处(卫生间)	9.60E-03	2.54E-04	9.85E-03	≤2.5μSv/h	符合
G	南墙外 30cm 处(库房)	1.07E-02	2.83E-04	1.10E-02	≤2.5μSv/h	符合
H	顶棚上方 1m 处(缓冲间、置管室、导管门诊二次等候区)	8.00E-03	2.13E-04	8.21E-03	≤2.5μSv/h	符合

通过表 11-17 可以看出，本项目 CT 模拟定位机房外关注点处剂量率最大值为 3.32×10^{-1}μSv/h（铅玻璃观察窗外 30cm 处、防护门外 30cm 处），各关注点处剂量率预测值均满足标准《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的“不大于 2.5μSv/h”要求。

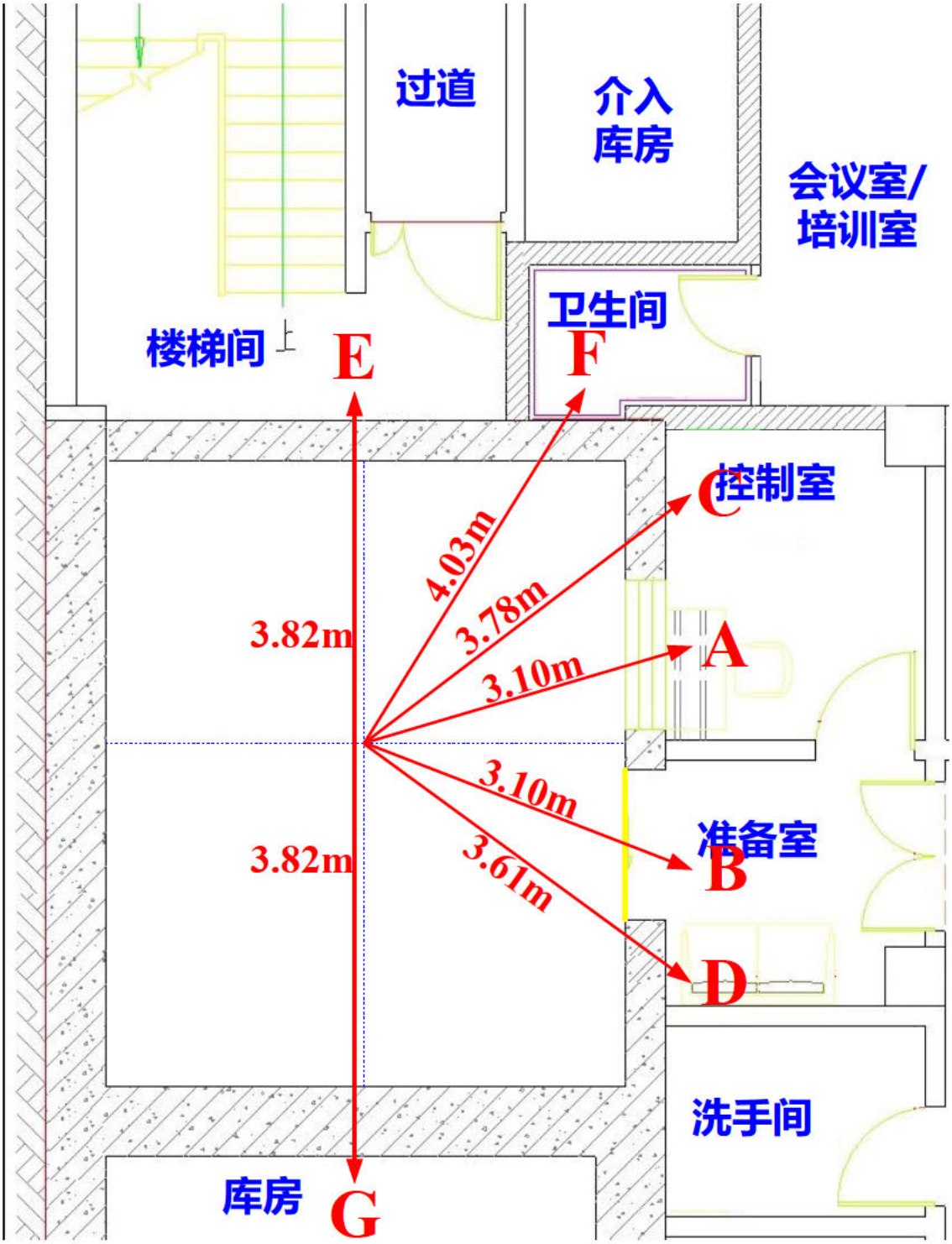


图 11-6 CT 模拟定位机房关注点示意图（平面图）

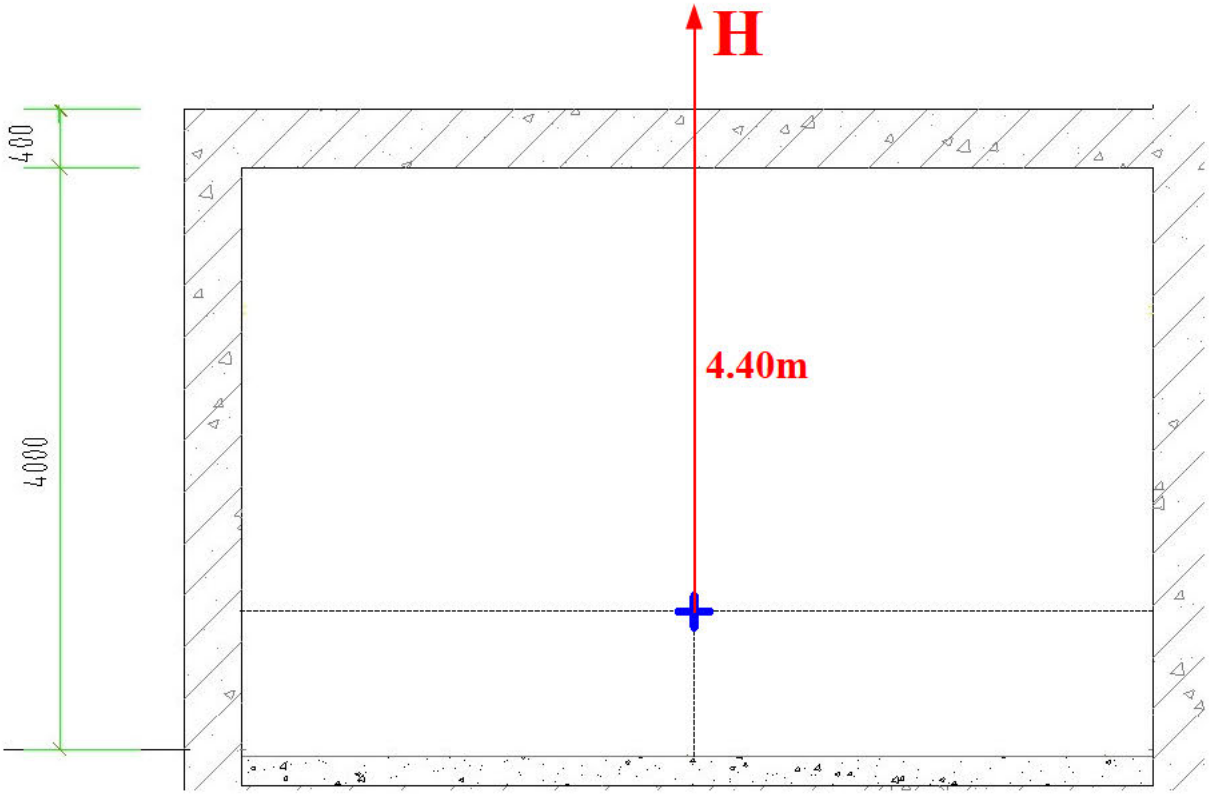


图 11-7 CT 模拟定位机房关注点示意图（剖面图）

11.2.10 辐射工作人员与公众受照剂量估算

根据《辐射防护导论》，本项目辐射工作人员及公众年有效剂量按下式计算：

$$H=D\times t\times T\times 10^{-3}(mSv) \quad \text{……(式11-12)}$$

H：X-γ射线外照射人均年有效剂量，mSv；

D：X-γ辐射剂量率，μSv/h；

t：年受照时间，h；

T：人员居留因子，无量纲。

11.2.10.1 加速器机房外人员受照剂量

本项目加速器机房外关注点处辐射工作人员和公众年有效剂量计算参数和计算结果见表 11-18。

表 11-18　加速器机房外人员年有效剂量计算结果一览表

关注点	点位描述	人员类别	预测剂量率（μSv/h）	U	T	t (h/a)	年有效剂量(mSv/a)
A	北墙外，库房	公众	3.22E-02	1/4	1/16	1640	8.25E-04
B	北墙外，过道	公众	1.17E-02	1	1/5	1640	3.84E-03

C	东墙外，控制室	辐射工作人员	1.66E-06	1	1	1640	2.72E-06
D	东墙外，水冷机房	公众	5.05E-06	1	1/16	1640	5.17E-07
E	东墙外，制模室/铅模室	公众	3.17E-02	1	1/16	1640	4.10E-02
F	机房大门外，过道	公众	2.43E-01	1	1/8	1640	4.98E-02
G	顶棚上方，MR 屏蔽室、MR 控制室、MR 设备室	公众	4.17E-02	1	1/2	1640	3.43E-02
H	顶棚上方，化疗输液室	公众	4.80E-05	1	1/2	1640	3.43E-05
I	顶棚上方，过道	公众	3.92E-05	1	1/5	1640	1.29E-04

由表 11-18 可知，本项目加速器辐射工作人员年有效剂量 2.72E-06mSv，远低于 5 mSv/a 的剂量约束值；公众年有效剂量 4.98E-02mSv，低于公众剂量约束值 0.1mSv/a。

11.2.10.3 CT 模拟定位机房外人员受照剂量

本项目 CT 模拟定位机房外关注点处辐射工作人员和公众年有效剂量计算参数和计算结果见表 11-19。

表 11-19　CT 模拟定位机房外人员年有效剂量计算结果一览表

关注点	点位描述	人员类别	剂量率(μSv/h)	T	t (h/a)	年有效剂量(mSv/a)	剂量约束值(mSv/a)	评价
A	铅玻璃观察窗外 30cm 处（控制室）	辐射工作人员	3.32E-01	1	16.7	5.54E-03	5	符合
B	东墙防护门外 30cm 处(准备室)	辐射工作人员	3.32E-01	1	16.7	5.54E-03	0.1	符合
C	东墙外 30cm 处(控制室)	公众	1.12E-02	1	16.7	1.87E-04	0.1	符合
D	东墙外 30cm 处(准备室)	辐射工作人员	1.25E-02	1	16.7	2.09E-04	5	符合
E	北墙外 30cm 处(楼梯间)	公众	1.10E-02	1/16	16.7	1.15E-05	0.1	符合
F	北墙外 30cm 处(卫生间)	公众	9.85E-03	1/16	16.7	1.03E-05	0.1	符合
G	南墙外 30cm 处(库房)	公众	1.10E-02	1/16	16.7	1.15E-05	0.1	符合
H	顶棚上方 1m 处(缓冲间、置管室、导管门诊二次等候区)	公众	8.21E-03	1	16.7	1.37E-04	0.1	符合

由表 11-19 可以看出，本项目 CT 模拟定位机房外辐射工作人员年有效剂量最大值 5.54E-03mSv，低于 5 mSv/a 的剂量约束值；公众年有效剂量最大值 4.04E-05mSv，低于

公众剂量约束值 0.1mSv/a。

11.2.10.4 加速器与 CT 模拟定位机辐射叠加影响

库房受加速器与 CT 模拟定位机辐射叠加影响，分别取加速器和 CT 模拟定位机房分别对公众年剂量进行叠加，计算结果表 11-20。

表 11-20　人员受照剂量叠加影响计算结果一览表

人员	受照剂量最大值(mSv/a)		叠加剂量(mSv/a)	剂量约束值(mSv/a)	评价
	加速器	CT 模拟定位机			
公众	8.25E-04	5.54E-03	6.37E-03	0.1	符合

可以看出，本项目加速器与 CT 模拟定位机对库房公众年受照剂量叠加后的值为 6.37E-03mSv/a，低于公众剂量约束值 0.1mSv/a。

11.2.10.5　DSA 机房外人员受照剂量

根据表 9-4、表 9-5，本项目 DSA 年总手术台数为 500 台，其中单名医生年最大手术台数不超过 200 台，单名护士年最大手术台数预计为 500 台（护士在手术过程中护士承担记录手术情况、传递医疗器械及辅助医生手术的工作，既有同室操作又有隔室操作，同室时间按透视模式总时间的 1 / 3 考虑）。单名技师年最大手术台数预计为 500 台。

（1）辐射工作人员年有效剂量

根据《职业性外照射个人监测规范》（GBZ128-2019）对于工作人员穿戴铅围裙的情况，按照以下公式进行估算有效剂量：

$$E_{外}=0.79H_U+0.051H_O \quad \text{……(式 11-13)}$$

E 外—有效剂量 E 中的外照射分量,单位为 mSv；

Hu—铅围裙内佩戴的个人剂量计测得的 Hp（10），单位为 mSv；

Ho—铅围裙外锁骨对应的衣领位置佩戴的个人剂量计测得的 Hp（10），单位为 mSv。

（2）介入手术医生四肢(手和足)或皮肤年当量剂量

本次评价对 DSA 工作人员皮肤年当量剂量进行理论计算。进行介入手术时，使用床上 0.5mmPb 铅悬挂防护屏和 0.5mmPb 铅防护吊帘,医生手术时在推送导管时将手部置于床上 0.5mmPb 铅防护吊帘后。

根据《电离辐射所致皮肤剂量估算方法》(GBZ/T244-2017)和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)，有辐射场空气比释动能率信息时，皮肤吸收剂量用下式进行估算：

$$D_S=C_{KS}\left(\mathrm{k}\cdot\mathrm{t}\right) \quad \text{……(式 11-14)}$$

$$H = D_S \cdot W_R \quad \text{……(式 11-15)}$$

式中：

Ds—皮肤吸收剂量（mGy）；

Cks—空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数（Gy / Gy），从表 A.5 查空气比释动能到皮肤吸收剂量的转换系数 Cks＝1.156mGy/mGy；

k—手术位置的空气比释动能率， μGy/h；

t—人员累积受照时间，h；

H—关注点的当量剂量，mSv；

WR—辐射权重因数，X 射线取 1。

根据《医用 X 射线诊断设备质量控制检测规范》（WS76-2020），表 B.1 中第 7 条“非直接透视荧光屏设备，透视防护区检测平面上周围剂量当量率需小于 400μSv/h”，根据表 10 分析，本项目拟按照要求配备床侧防护帘，所以本介入项目透视防护区周围剂量当量率保守取 400μSv/h。

（3）介入手术医生眼晶体年当量剂量

在手术过程中，医生使用 0.5mmPb 铅悬挂防护屏＋0.5mmPb 铅防护吊帘外，配戴 0.5mmPb 铅防护眼镜。根据表 10-5 参数，计算所得 90 kV 下，0.5mmPb 的屏蔽因子 B=2.52×10^{-2}，DSA 透视防护区周围剂量当量率保守取 400μSv/h，经铅防护眼镜屏蔽后的剂量率约为 10.1μSv/h。

根据《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》（GBZ/T301-2017）和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002），有辐射场空气比释动能率信息时，眼晶状体吸收剂量用下式进行估算：

$$D_L = C_{KL} \cdot k \cdot t \quad \text{……(式 11-16)}$$

$$H = D_L \cdot W_R \quad \text{……(式 11-17)}$$

式中：

DL—眼晶状体吸收剂量（mGy）；

CkL—空气比释动能到眼晶状体吸收剂量的转换系数（mGy/mGy），根据《电离辐射所致眼晶状体剂量估算方法》（GBZ/T301-2017），从表 A.4 查空气比释动能到眼晶状体吸收剂量的转换系数，保守取 0.07MeV～0.1MeV 中最大值 CkL＝1.55mGy/mGy；

k—X、γ辐射场的空气比释动能率（μGy/h）；

t—人员累积受照时间，h；

H—关注点的当量剂量，mSv；

WR—辐射权重因数，X 射线取 1。

辐射工作人员的当量剂量、年有效剂量估算结果见表 11-21 和表 11-22。

表 11-21 辐射工作人员当量剂量估算结果

工作人员	项目	剂量率（μSv / h）	工作时间（h）	当量剂量(mSv/a)	当量剂量约束值（mSv/a）
医生	手部年当量剂量	400	66.7	30.8	125
	眼晶体年当量剂量	10.1	66.7	1.0	20
注：手部年当量剂量和眼晶体年当量剂量计算还需乘以转换系数和辐射权重因子。					

表 11-22 辐射工作人员年有效剂量估算结果

工作人员	项目	剂量率(μSv/h)	单人手术台数（台）	单台手术时间(min)	工作时间（h）	年有效剂量（mSv）	剂量约束值（mSv）
医生	同室（铅衣内）	64.16	200	20	66.7	4.73	5
	同室（铅衣外）	396.33					
	隔室	1.86×10^{-1}		1	8.3		
护士	同室（铅衣内）	24.62	500	20	55.6	1.51	5
	同室（铅衣外）	152.04					
	隔室	1.86×10^{-1}		1	8.3		
技师	隔室	1.86×10^{-1}	500	21	175	0.03	5
注：1、医生和护士隔室操作时，保守取 DSA 控制室门外 CT 模式下辐射剂量率 1.86×10^{-1}μSv/h 进行保守估算； 2、护士的同室时间按透视模式总时间的 1/3 考虑； 3、技师操作位剂量率取 DSA 控制室门外 CT 模式下辐射剂量率 1.86×10^{-1}μSv/h 进行保守估算。							

由表 11-21、表 11-22 可知，项目拟建 DSA 机房辐射工作人员年有效剂量为 4.73mSv，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目提出的辐射工作人员剂量约束值（不高于 5mSv/a）的要求；医生手部的年当量剂量为 30.8mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目辐射工作人员手部当量剂量不高于 125mSv/a 的剂量约束值要求；医生眼晶体的年当量剂量为 1.0mSv/a 满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目辐射工作人员眼晶状体当量剂量不高于 20mSv/a 的剂量约束值要求。

（4）公众有效剂量估算

表 11-23 公众年有效剂量估算结果

点位	透视模式辐射剂量率（μSv/h）	透视年出束时间（h）	摄影模式辐射剂量率（μSv/h）	摄影年出束时间（h）	摄影模式辐射剂量率（μSv/h）	CT 模式年出束时间（h）	居留因子	年有效剂量（mSv）
A：铅玻璃观察窗外 30cm 处（控制室）	1.34E-06	166.7	3.30E-04	8.3	3.32E-01	8.3	1	2.80E-03
B：控制室门外 30cm 处（控制室）	1.70E-04	166.7	6.35E-02	8.3	3.32E-01	8.3	1	2.81E-03
C：机房大门外 30cm 处（过道）	8.11E-05	166.7	3.02E-02	8.3	1.12E-02	8.3	1/5	9.57E-05
D：污物通道门外 30cm 处（污洗/处置室）	8.11E-05	166.7	3.02E-02	8.3	1.25E-02	8.3	1/5	7.12E-05
E：东侧屏蔽墙外 30cm 处（设备房）	7.36E-07	166.7	1.89E-04	8.3	1.10E-02	8.3	1/5	2.08E-05
F：东侧屏蔽墙外 30cm 处（介入准备/恢复室）	5.53E-07	166.7	1.41E-04	8.3	9.85E-03	8.3	1	8.36E-05
G：南侧屏蔽墙外 30cm 处（过道）	6.72E-07	166.7	1.72E-04	8.3	1.10E-02	8.3	1/5	2.11E-05
H：顶棚上方距顶棚地面 1m 处	3.89E-07	166.7	9.96E-05	8.3	8.21E-03	8.3	1	6.90E-05

由表 11-23 可知，本项目 DSA 机房外公众受照剂量最大为 2.80×10^{-3}mSv/a，满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）和本项目提出的公众剂量约束值不超过 0.1mSv/a 的要求。

11.2.10.6 其他项目的辐射叠加影响

影像中心北端位置拟设置 1 间 DR 机房与 1 间 CT 机房。DR 机房四周墙体拟采用“24cm 实心砖+2cm 硫酸钡”、机房顶棚拟采用“20cm 混凝土+2cm 硫酸钡”的辐射防护屏蔽方案；CT 机房四周墙体拟采用“37cm 实心砖+2cm 硫酸钡”、机房顶棚拟采用“20cm 混凝土+2cm 硫酸钡”的辐射防护屏蔽方案。DR 机房距离本项目 DSA 机房最近距离 5.96m，CT 机房距离本项目 DSA 机房最近距离 12.37m。DR 机房和 CT 机房与本项目 DSA 机房、加速器机房、CT 模拟定位机房之间有墙体隔离，空间位置不紧邻，且 X 射线随距离平方反比衰减。因此不考虑 DR 与 CT 对本项目 DSA、加速器和 CT 模拟定位机的辐射叠加影响，本次环评内容不含影像中心 DR 与 CT。

11.2.11 环境保护目标受照剂量

本项目加速器机房、DSA 机房、CT 模拟定位机房周边区域公众年有效剂量最大值位于加速器机房大门外过道处，公众年有效剂量最大值为 4.98E-02mSv，因射线距离衰减与屏蔽衰减，评价范围内距离更远处环境保护目标年受照剂量远低于 4.98E-02，本项目环境保护目标受照剂量如表 11-24 所示

表 11-24　环境保护目标受照剂量一览表

场所	方位	场所名称	距离本项目机房最近距离（m）		人员情况	估计人数（人）	居留因子 T	年有效剂量（mSv）
			水平	垂直				
加速器、DSA、CT 模拟定位机房辐射工作场所	内部	影像中心	/	/	辐射工作人员	10	1	＜4.98E-02
	内部	影像中心	/	/	医护人员、患者及家属	20	1/5	＜4.98E-02
	内部	放疗中心	/	/	辐射工作人员	5	1	＜4.98E-02
	内部	放疗中心	/	/	医护人员、患者及家属	10	1/5	＜4.98E-02
	楼上	加速器机房楼上 MR 屏蔽室、MR 控制室、MR 设备室、化疗输液室、过道	/	/	医护人员、患者及家属	20	1/2	＜4.98E-02
	楼上	DSA 机房楼上办公室、诊室	/	/	医护人员	10	1	＜4.98E-02
	楼上	CT 模拟定位机房楼上缓冲间、置管室、导管门诊二次等候区	/	/	医护人员、患者及家属	20	1/2	＜4.98E-02
	西侧	小广场	16.0m	6.6m	医护人员、患者及家属	20	1/40	＜4.98E-02
	西侧	民房	30.0m	6.6m	居民	10	1	＜4.98E-02
	东侧	消防回车场	3.0m	6.6m	工作人员	5	1/16	＜4.98E-02
	东侧	制氧机房、压缩空气站房	17.2m	6.6m	工作人员	5	1/16	＜4.98E-02
	东侧	仓库	43.5m	6.6m	其他	5	1/20	＜4.98E-02
	50m 评价范围内				其他医护人员、患者及家属	100	1/16	＜4.98E-02

由表 11-24 可以看出，本项目环境保护目标处相关人员受照剂量均小于公众剂量约

束值 0.1 mSv/a。

11.2.12 加速器废气环境影响分析

本项目直线加速器在使用过程中会产生臭氧、氮氧化物等非放射性污染因素。其中臭氧是主要的有害气体产物，且对人体的健康影响较大。直线加速器在出束状态下，X 射线与空气相互作用产生臭氧，其产率和浓度可用以下两个公式分别进行估算：

$$Q_0=6.5\times10^{-3}GS_0Rg \quad \text{……(式 11-18)}$$

式中：

Q_0——臭氧产率，mg/h；

G——射束在距离源点 1m 处的剂量率，Gy·m^2/h；本项目取 840；

S_0——射束在距离源点 1m 处的照射面积，m^2；本项目取 0.16m^2；

R——射束径迹长度(m)，本项目取 1m；

g——空气每吸收 100eV 辐射能量所产生的臭氧分子数，此处取 10；

如照射时间足够长，浓度均匀，则室内附加的臭氧饱和浓度由下式估算：

$$C=Q_0\times T/V \quad \text{……(式 11-19)}$$

式中：

C—加速器治疗室内臭氧浓度，mg/m^3；

T—臭氧有效清除时间，h；

V—加速器治疗室内空间体积，本项目为 258.22m^3；

$$T=tv\times ta/(tv+ta) \quad \text{……(式 11-20)}$$

式中：tv—每次换气时间，h；

本项目加速器机房空间体积均为 258.22m^3，机房风机排风量为 2000m^3/h (连续通风)，每小时换气 7.7 次，满足国家标准不低于 4 次/小时的要求，每次换气时间约 0.13h；

ta—臭氧分解时间，h；此处取为 0.83h；

经计算，加速器治疗室内臭氧产率为 8.74mg/h，室内臭氧的平衡浓度为 3.79×10^{-3}mg/m^3，室内臭氧浓度满足《室内空气质量标准》(GB/T18883-2002)中臭氧 1 小时均值<0.16mg/m^3 的标准限值，排放的臭氧浓度满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准，即<0.20 mg/m^3 的标准限值。本项目加速器产生的臭氧通过通风管道引至屋顶高空排放经自然稀释后对环境影响较小。

11.3 事故影响分析

11.3.1 辐射等级判定依据

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第四十条对于事故的分级原则，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（Ⅰ级）、重大辐射事故（Ⅱ级）、较大辐射事故（Ⅲ级）和一般辐射事故（Ⅳ级）等四级，详见表 11-25。

表 11-25　加速器潜在危害及可能发生的事故等级一览表

事故等级	危害结果
特别重大辐射事故（I级）	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 人以上急性死亡。或者放射性同位素和射线装置失控导致 3 人及以上急性死亡。
重大辐射事故（II级）	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 人及以下急性死亡或者 10 人及以上急性重度放射 病、局部器官残疾。
较大辐射事故（III级）	III类放射源丢失、被盗、控，或者放射性同位素和射线装置导致 9 人及以下急性重度放射病、局部器官残疾。
一般辐射事故（IV级）	IV类、V类放射源丢失、被盗、失控，或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。

事故造成的急性放射病发生参考剂量见表 11-26

表 11-26　加速器潜在危害及可能发生的事故等级一览表

急性放射病	程度	受照剂量范围参考值
骨髓型急性放射病	轻度	1.0Gy~2.0Gy
	中度	2.0Gy~4.0Gy
	重度	4.0Gy~6.0Gy
	极重度	6.0Gy~10.0Gy
肠型急性放射病	轻度	10.0Gy~20.0Gy
	中度	-
	重度	20.0Gy~50.0Gy
	极重度	-
脑型急性放射病	轻度	50Gy~100Gy
	中度	
	重度	
	极重度	
	死亡	100Gy

11.3.2 直线加速器辐射事故影响分析

11.3.2.1 事故类型

医用电子直线加速器主要用于肿瘤放射治疗，加速器只有在治疗期间时才会产生 X 射线等，因此，该项目辐射事故多为人员误留或误入加速器治疗机房产生的误照射

事故，主要的事故类型有：

（1）装置正常工作时，非辐射工作人员误留、误入机房，导致发生误照射；

（2）射线装置调试检修、维护过程，作人员操作或者曝光参数设置错误造成人员被误照射，引发辐射事故。

11.3.2.2 事故后果计算

（1）事故假设

①装置正常工作时，非辐射工作人员误留、误入机房，导致发生误照射；假设误留、误入人员在未采取任何屏蔽防护措施下进入机房内，在位于机房内迷道口时发现设备处于开机状态，立即撤至迷道内；鉴于机房迷道内设急停开关，只要按下此按钮就可以停机。最大误照射时间为 2min (一次完整的治疗照射时间)。

②射线装置调试检修、维护过程，作人员操作或者曝光参数设置错误造成人员被误照射，引发辐射事故。假设检修人员在未采取任何屏蔽防护措施下，处于加速器照射头 0.5m 之外的主射束方向。在发现设备处于开机状态，立即撤至机房迷道内，鉴于机房内四周墙壁和治疗床上均设有急停开关，只要按下此按钮就可以停机，停止事故照射。

（2）剂量估算

距焦点 1m 处 X 射线的最大吸收剂量率为 1400cGy/min（主射线），H_O=8.4×10^8μSv/h，患者一次散射 H_S=4.54×10^6μSv/h，泄漏射线 HL=8.4×10^5μSv/h。

表 11-27　事故假设①情况下室内误留、误入公众受到的累计剂量一览表

距离（m）	各时段的射线所致辐射剂量（Sv）					
	5s	10s	30s	60s	90s	120s
0.3	7.50E-03	1.49E-02	4.48E-02	8.98E-01	1.34E-01	1.79E-01
0.6	8.28E-01	1.66E-01	4.98E-01	9.98E-01	1.49	1.99
0.9	2.08E-02	4.15E-02	1.24E-01	2.49E-01	3.73E-01	4.98E-01
1.2	9.20E-03	1.84E-02	5.53E-02	1.11E-01	1.66E-01	2.21E-01
1.5	5.20E-03	1.04E-02	3.11E-02	6.24E-02	9.33E-02	1.24E-01
出束时声音提示系统将发出提示音，在听到声音提示后误入公众应能在10s内及时离开机房,且控制室内人员能够通过室内监控发现误入人员及时停机并通过对讲装置提醒室内人员离开。因此针对公众可能会发生较大辐射事故。						

表 11-28　事故假设②情况下室内误留、误入公众受到的累计剂量一览表

距离	各时段的射线所致辐射剂量（Sv）					
	5s	10s	30s	60s	90s	120s
机头上方 0.5m	1.87	3.73	5.60	7.47	9.33	14.00
机头上方 1m	4.67E-01	0.93	1.40	1.87	2.33	3.50
站立区 0.3m	5.20E-03	1.04E-02	1.56E-02	2.08E-02	2.59E-02	3.89E-02
站立区 0.6m	1.30E-03	2.60E-03	3.90E-03	5.20E-03	6.50E-03	9.70E-03

站立区 0.9m	6.00E-04	1.20E-03	1.70E-03	2.30E-03	2.90E-03	4.30E-03
站立区 1.2m	3.00E-04	6.00E-04	1.00E-03	1.30E-03	1.60E-03	2.40E-03
站立区 1.5m	2.00E-04	4.00E-04	8.00E-04	8.00E-04	1.00E-03	1.60E-03
处于机头上方的检修人员，如果停留超过10s可能会发生较大辐射事故，因一般检修机头时会佩戴个人剂量报警仪，因此在个人剂量报警仪响起时，检修人员应能在4s内及时离开主射线范围，可能会发生一般辐射事故。 由于机房内和治疗床上安装有急停开关，只要按下此按钮就可以停机，且出束时有声音提示装置，在听到声音提示后检修人员应能在10s内摁下停机按钮或离开机房，因此针对站立区检修人员，可能会发生一般辐射事故。						

对于本项目加速器最大可信事故为较大辐射事故。针对一般辐射事故建设单位需进行超标原因调查，并最终形成正式调查报告，经本人签字确认后上报发证机关。发生较大辐射事故时，事故单位应当立即启动本单位的辐射事故应急方案采取必要防范措施，将受照人员及时送医，并在 2 小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告，还应同时向当地卫生行政部门报告。

11.3.3 DSA 辐射事故影响分析

11.3.3.1 事故类型

根据污染源分析，DSA 射线装置主要环境风险因子为 X 射线，危害因素为 X 射线超剂量照射，射线装置只有在开机状态下才会产生 X 射线，一旦切断电源便不会再有射线产生。

本项目 DSA 可能发生的辐射事故如下：

（1）防护门未关闭或射线装置工作时防护门被误开启，造成周围公众误照射。在透视情况下，防护门闭门装置失效导致防护门关闭不到位，或在 DSA 射线装置工作时，防护门被误开启，公众误入，对周围公众造成误照射。

（2）DSA 射线装置控制系统失灵，发生误照射。医护人员结束手术后脱下铅衣清理现场时，此时 DSA 射线装置控制系统失灵持续拍片，同时防护门处于开启状态，对手术室内清理的辐射工作人员及周围公众造成误照射。

（3）维修射线装置时，人员受意外照射。设备维护人员在维护 DSA 射线装置射线管或测量探测器时，射线管正处于出束状态，DSA 射线装置上的指示灯和声音装置均失效。此时维护人员位于 X 射线主射束方向或散射站立区，无任何屏蔽措施。

11.3.3.2 事故后果计算

（1）根据表 11-13 计算结果，本项目 DSA 射线装置在透视工况下 1m 处无铅衣铅屏风遮挡的情况下周围剂量当量率为 4.05×10^{6}μGy/h，此时防护门意外打开，周围公众误入：

表 11-29　事故假设（1）情况下计算结果

距机头距离（m）	各时段的射线所致辐射剂量（mSv）					
	30s	1min	2min	3min	4min	5min
2.0m	8.44E+00	1.69E+01	3.38E+01	5.06E+01	6.75E+01	8.44E+01
2.5m	5.40E+00	1.08E+01	2.16E+01	3.24E+01	4.32E+01	5.40E+01
3.0m	3.75E+00	7.50E+00	1.50E+01	2.25E+01	3.00E+01	3.75E+01
3.5m	2.76E+00	5.51E+00	1.10E+01	1.65E+01	2.20E+01	2.76E+01
4.0m	2.11E+00	4.22E+00	8.44E+00	1.27E+01	1.69E+01	2.11E+01
Gy到Sv的转换因子取1，由计算结果可知，在该事故情形下，可能发生一般辐射事故。若发生该类事故，室内和控制室内辐射工作人员应立即按下急停按钮。						

（2）按照本项目 DSA 射线装置在拍片工况下 1m 处无铅衣铅屏风遮挡的情况下空气比释动能率为 1.62×10^{8} μGy/h，计算结果如下：

表 11-30　事故假设（2）情况下计算结果

距机头距离（m）	各时段的射线所致辐射剂量（mSv）					
	2s	4s	6s	8s	10s	15s
0.5m	3.60E+02	7.20E+02	1.08E+03	1.44E+03	1.80E+03	2.70E+03
0.8m	1.41E+02	2.81E+02	4.22E+02	5.63E+02	7.03E+02	1.05E+03
1.0m	9.00E+01	1.80E+02	2.70E+02	3.60E+02	4.50E+02	6.75E+02
2.0m	2.25E+01	4.50E+01	6.75E+01	9.00E+01	1.13E+02	1.69E+02
3.0m	1.00E+01	2.00E+01	3.00E+01	4.00E+01	5.00E+01	7.50E+01
4.0m	5.63E+00	1.13E+01	1.69E+01	2.25E+01	2.81E+01	4.22E+01
Gy到Sv的转换因子取1，由计算结果可知，在该事故情形下，可能发生一般辐射事故。若发生该类事故，室内和控制室内辐射工作人员应立即按下急停按钮。						

（3）维修射线装置时，人员受意外照射假设 1 名设备维修人员在维护射线管或平板探测器时，射线管正处于出束状态，DSA 射线装置上的指示灯和声音装置均失效，室内还有另一名维修人员站在床旁，此时两位辐射工作人员均未采取防护措施。入射体表剂量率参考值 100mGy/min（GBZ130-2020 表 E.4）估算。

表 11-31　事故假设（3）情况下计算结果

距离	各时段的射线所致辐射剂量（mSv）					
	5s	10s	30s	1min	3min	5min
主射线方向 0.3m 处	9.26E+01	1.85E+02	5.56E+02	1.11E+03	3.33E+03	5.56E+03
主射线方向 0.5m 处	3.33E+01	6.67E+01	2.00E+02	4.00E+02	1.20E+03	2.00E+03
主射线方向 1.0m 处	8.33E+00	1.67E+01	5.00E+01	1.00E+02	3.00E+02	5.00E+02
站立区 0.5m	5.59E+00	1.12E+01	3.35E+01	6.71E+01	2.01E+02	3.35E+02
站立区 0.8m	2.18E+00	4.37E+00	1.31E+01	2.62E+01	7.86E+01	1.31E+02
站立区 1.0m	1.40E+00	2.80E+00	8.39E+00	1.68E+01	5.03E+01	8.39E+01
站立区 2.0m	3.49E-01	6.99E-01	2.10E+00	4.19E+00	1.26E+01	2.10E+01
Gy到Sv的转换因子取1，由计算结果可知，处于站立区的检修人员受到的剂量通常不会超标，但主射线方向的检修人员如果在出束状态下停留过久可能发生一般辐射事故，因此检修人员应注意携带个人剂量报警仪并穿戴防护用品。						

根据计算结果，DSA 在事故状态下短时间内可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）中公众年受照射剂量 1mSv/a 限值；可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）中职业人员年受照射剂量 20mSv/a 限值，构成一般辐射事故。

11.3.4 事故处理方法及预防措施

11.3.4.1 事故处理方法

针对以上可能发生的事故风险，医院拟根据可能发生辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围完善辐射事故应急方案。

与此同时，医院应加强辐射安全管理，在项目运行时严格遵循已制定的相关操作规程和辐射安全管理制度，并在实际工作中不断对其完善；医院应定期对加速器、DSA 射线装置进行检查、维护，发现问题及时维修，并应定期监测加速器、DSA 机房周围的环境辐射剂量率等，确保辐射工作安全有效运转。

根据《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）规定，发生辐射事故时，医院应立即启动医院内部的事故应急方案，采取必要防范措施，并在 2 小时内向所在地生态环境部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，同时向卫生健康部门报告。事故发生后医院应积极配合生态环境部门及卫生健康部门调查事故原因，并做好后续工作。

11.3.4.2 辐射事故预防措施

医院严格执行《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，拟采取的事故防范措施主要包括辐射安全管理和设备固有安全设施两方面。

（1）辐射安全管理措施

①医院已成立辐射安全与放射防护管理委员会，负责全院辐射防护监督与检查工作。医院应继续完善各种辐射安全防护制度、防护工作计划、辐射事故应急预案并定期组织演练；全面贯彻落实辐射防护法律法规、行政规章和卫生行业标准，确保临床放射诊疗质量和医疗安全，推进放射诊疗工作的科学化、规范化、标准化、制度化、流程化管理；完善辐射安全和放射防护相关职责、制度、流程、操作技术规范及相关质量控制方案；定期检查各种制度、防护措施的贯彻落实情况；组织实施辐射工作人员和领导小组一起定期在国家培训平台上学习关于辐射安全与防护相关的法律法规及防护知识；定期组织对辐射工作场所防护效果检测，检查辐射工作人员是否按照有关规定佩戴个人剂量计并定期进行个人剂量监测结果存档，组织本院辐射工作人员进行上岗前、在岗期间

和离岗时的职业健康体检，并分别建立辐射工作人员个人剂量监测、职业健康管理、培训管理档案。

②医院需根据法律法规继续完善辐射事故预防措施及应急处理预案，包括应急机构的设置与职责及联系电话、应急响应程序、紧急响应措施、条件保障等。

③医院需根据法律法规继续完善辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、设备使用登记制度、操作规程等。

建设方严格执行以下风险预防措施：

①定期认真地对本单位射线装置的安全和防护措施、设施的安全防护效果进行检测或者检查，完善各项管理制度并严格按要求执行，对发现的安全隐患立即进行整改，避免事故的发生。

②建设单位拟制定加速器、DSA 和 CT 模拟定位机辐射工作设备操作规程。凡涉及对射线装置进行操作，必须按操作规程执行，并做好个人的防护，并应将操作规程张贴在操作人员可看到的显眼位置。

③定期对使用射线装置的安全装置进行维护、保养，对可能引起操作失灵的关键零配件定期更换，并建立射线装置维护、维修台账；

④建设单位所有辐射工作人员需在系统学习后，报名参加生态环境部组织的辐射安全与防护考试，均需持证上岗；

⑤项目所涉及的射线装置纳入应急适用范围，增加医院内部应急领导小组成员电话。

（2）设备固有安全设施：本项目加速器机自身采取了多重安全措施以防止辐射事故的发生，如多重安全联锁系统、剂量监控系统、 “紧急停机”按钮等。以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

以上各种事故的防范与对策措施，可减少或避免放射性事故的发生率，从而保证项目的正常运营，也保障了工作人员、公众的健康与安全。

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

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》第十六条第一款：使用I类、II类、III类放射源，使用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；其他辐射工作单位应当有 1 名具有大专以上学历的技术人员专职或者兼职负责辐射安全与环境保护管理工作。

为贯彻落实《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》等法律法规，进一步规范本单位辐射安全防护和环境保护工作，保障辐射工作人员和患者的健康权益，毕节黔焜肿瘤医院应根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，成立辐射安全与环境保护管理机构，包括毕节黔焜肿瘤医院辐射安全管理领导小组和辐射防护管理委员会。

12.1.1 机构的设置

建设单位拟成立“毕节黔焜肿瘤医院辐射安全管理领导小组”，主要成员与职责应包括：

组　长：由院长担任；

副组长：由副院长担任；

成　员：包括放疗科、介入科、影像科、设备科、医务科、办公室、后勤等相关科室负责人。

12.1.2 领导小组职责

辐射安全管理领导小组职责应包括以下内容：

1）制定和完善医院辐射安全管理制度，确保各项规定符合相关法律法规和标准要求；

2）定期组织辐射安全防护知识培训和应急演练，提高医护人员和公众的辐射安全防护意识；

3）定期对医院辐射设备进行安全检查和维护，确保设备正常运行，减少辐射事故发生的可能性；

4）对医院辐射工作场所进行定期监测和评估，确保辐射水平符合国家规定的限值。对辐射事故进行及时、有效的应急处置，最大限度地减少事故对人员和环境的影响；

5）领导小组各成员应认真履行职责，确保医院辐射安全工作的顺利开展；

6）定期召开领导小组会议，研究解决医院辐射安全工作中存在的问题和困难；

7）加强与上级主管部门和相关单位的沟通联系，及时了解最新政策法规和技术标准；

8）加强对医院辐射工作人员的监督和管理，确保各项安全管理制度得到有效执行。

12.1.2 辐射工作人员管理

建设单位拟组织辐射工作人员通过国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（网址：http：//fushe.mee.gov.cn）进行报名，自主学习并参加考核，通过考核后上岗，以满足辐射工作人员岗位要求。辐射工作人员拟配备个人剂量计，每三个月委托有资质单位进行个人剂量监测，建立个人剂量档案；辐射工作人员拟进行岗前、在岗期间和离岗职业健康检查，每一年或两年委托相关资质单位对放射工作人员进行职业健康检查，建立职业健康档案。

12.2 辐射安全管理规章制度

12.2.1 档案管理分类

辐射工作单位的相关资料应按照档案管理的基本规律和要求进行分类归档放置。档案资料可分以下大类：“制度文件”、“环评资料”、“许可证资料”、“射线装置台账”、“监测和检查记录”、“个人剂量档案”、“培训档案”、“辐射应急资料”。建设单位应根据单位辐射项目开展的实际情况将档案资料进行分类管理。

12.2.2 主要规章制度

由于本项目为新建，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（环境保护部令第 3 号）“第十六条”、《生态环境部（国家核安全局）核技术利用项目监督检查技术程序》（2020 年发布版）的相关要求中的相关规定，建设单位需制定的规章制度如下。

表 12-1 建设单位辐射安全管理基本要求汇总对照分析表

序号	辐射安全管理要求	落实情况	应增加措施
1	从事生产、销售、使用放射性同位素与射线装置的单位，应持有有效的《辐射安全许可证》	医院应及时申领《辐射安全许可证》	本项目取得批复后应及时申领《辐射安全许可证》
2	辐射工作人员应参加专业培训机构辐射安全知识和法规的培训并持证上岗	建设单位承诺参加辐射安全与防护的学习，并做到持证上岗	/
3	辐射工作单位应建立辐射安全管理机构	建设单位拟成立辐射安全	/

	或配备专（兼）职管理人员	管理工作领导小组	
4	需配置必要的辐射防护用品和监测仪器并定期或不定期地开展工作场所及外环境辐射剂量监测，监测记录应存档备查	拟配置	/
5	辐射工作单位应针对可能发生的辐射事故风险，制定相应辐射事故应急预案，特别应做好辐射工作场所的实体保卫及防护措施	拟制定	根据实际使用情况定期完善。
6	辐射工作单位应建立健全辐射防护、安全管理规章制度及辐射工作单位基础档案	拟制定	根据实际使用情况定期完善。
7	辐射工作单位应作好辐射工作人员个人剂量监测和职业健康检查，建立健全个人剂量档案和职业健康监护档案	建设单位拟进行相应的监测并建立档案	/
8	辐射工作单位应在辐射工作场所入口设置醒目的电离辐射警示标志	建设单位拟配置	/
9	辐射工作单位应提交有效的年度辐射环境监测报告	建设单位拟计划实施	/

表 12-2 建设单位需制定的辐射安全管理制度一览表

序号	项目	规定的制度	落实情况	备注
1	综合	辐射安全与环境保护管理机构文件	拟制定	/
2		辐射安全管理规定（综合性文件）	拟制定	文件中关于辐射工作场所安全管理要求的内容，**需悬挂于辐射工作场所墙上。**
3		操作规程	拟制定	**需悬挂于辐射工作场所墙上。**
4		辐射安全和防护设施维护维修制度	拟制定	包括机构人员、维护维修内容与频度、重大问题管理措施、重新运行审批级别。
5		辐射工作人员岗位职责	拟制定	/
6		放射源台账管理制度	拟制定	/
7	监测	辐射工作场所和环境辐射水平监测方案	拟制定	/
8		监测仪表使用与校验管理制度	拟制定	/
9	人员	辐射工人员培训/再培训管理制度	拟制定	辐射工作人员应参加辐射安全防护培训，持证上岗。
10		辐射工作人员个人剂量管理制度	拟制定	每季度将个人剂量送有资质单位检测，对于结果异常者应立即调查并写明原因，由当事人签字确认。
11	应急	辐射事故应急预案	拟制定	预案中“辐射事故应急响应程序”**需悬挂于辐射工作场所墙上。**

建设单位同时应认真组织学习《核安全文化宣贯推进专项行动教材——核安全文化

培训手册》（国家核安全局二零一四年十一月），重视并加强核安全文化建设。

在制定以下规章制度时，需注意：

（1）《辐射监测方案》中应包含：建设单位应委托有资质的单位对辐射工作场所的剂量进行监测，监测周期为 1 次/年；建设单位定期（监测周期为 1 次/月）对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。

（2）《辐射工作人员个人剂量管理制度》中应包含：对于每季度检测数值超过 1.25mSv 的，要进一步开展调查，查明原因，撰写调查报告并由当事人在调查报告上签字确认。

（3）《辐射工作人员培训制度》中应包括：自觉参加生态环境部网上免费学习考核平台（http:/fushe.mee.gov.cn）中辐射安全与防护专业知识的学习，考核通过后方能上岗。

需要上墙的规章制度：《辐射工作场所安全管理要求》、《辐射工作人员岗位职责》《辐射工作设备操作规程》和《辐射事故应急响应程序》应悬挂于辐射工作场所。上墙制度的内容应体现现场操作性和实用性，字体醒目，尺寸大小应不小于 400mm×600mm。建设单位应根据规章制度内容认真组织实施，并且应根据国家发布新的相关法规内容，结合建设单位实际及时对各项规章制度补充修改，使之更能符合实际需要。

12.3 辐射监测

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《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ1157-2021）和《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）中的相关规定，本项目个人辐射剂量、工作场所及周围环境监测要求如下：

12.3.1 监测仪器

建设单位应根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，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。每名辐射工作人员均需配置个人剂量计和个人剂量报警仪，加速器和 DSA 辐射工作场所配备 X-γ辐射剂量率仪。

12.3.2 个人剂量监测

本项目拟配置 10 名辐射工作人员，医院应严格按照国家关于个人剂量监测和健康管理规定，为辐射工作人员配备个人剂量计；同时，应根据每年的工作人员的变化增加

个人剂量计，并进行个人剂量监测（1 季度 1 次）和职业健康检查（不少于 1 次/2 年），建立个人剂量监测档案和职业健康监护档案，并为工作人员保存职业照射记录。此外，建设单位还应按以下要求实施：

（1）按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环保部令第 18 号）要求，建设单位应做好以下工作：

①按照法律、行政法规以及国家环境保护标准，发现个人剂量检测结果异常的，应当立即核实和调查，并由当事人签字确认，同时将有关情况及时报告辐射安全许可证发证机关。

②医院应安排专人负责个人剂量检测管理，建立辐射工作人员个人剂量档案。个人剂量档案应当包括个人基本信息，工作岗位，剂量检测结果等材料。

③辐射工作人员有权查阅和复制本人的个人剂量档案。辐射工作人员调换单位的，原用人单位应当向新用人单位提供个人剂量档案的复印件。

（2）医院在每年的 1 月 31 日前向《辐射安全许可证》发证机关送报本单位射线装置安全和防护状况年度评估报告，并在该报告中增加各辐射工作人员剂量检测数据及安全评估的内容。

12.3.3 工作场所辐射监测

（1）委托监测

医院须定期（每年一次）委托有资质的单位对本项目周围环境进行辐射环境监测，建立监测技术档案，监测资料每年年底向当地生态环境主管部门上报备案。

1）监测频度：每年常规检测一次。

2）监测范围：本项目加速器机房、DSA 机房，CT 模拟定位机房以及机房外周围环境等。

3）监测项目：周围剂量当量率。

4）监测记录应清晰、准确、完整并纳入档案进行保存。

（2）自行监测

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的相关规定，使用放射性同位素与射线装置的单位应当按照国家环境监测规范，对相关场所进行辐射监测，并对监测数据的真实性、可靠性负责；不具备自行监测能力的，可以委托有相应资质和监测能

力的环境监测机构进行监测。

本项目正常运行后，医院定期或有必要时对工作场所周围进行自测，并建立监测技术档案。监测内容和要求如下：

1）监测内容：X-γ辐射剂量率。

2）监测范围：辐射工作场所周围、楼上。

3）监测布点及数据管理：监测布点应参考环评提出的监测计划（表 12-3）或验收监测布点方案，选择距墙体、门、窗表面 30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面 100cm。建立监测技术档案，监测数据应记录完善，并将数据实时汇总，建立好监测数据台账以便核查。

表 12-3 工作场所监测计划建议

<table>
<tr><th>工作场所</th><th>监测类别</th><th>监测因子</th><th>监测频度</th><th>监测设备</th><th>监测布点</th><th>控制水平</th></tr>
<tr><td rowspan="3">加速器机房、DSA机房、CT模拟定位机房</td><td>验收监测</td><td rowspan="2">周围剂量当量率</td><td>竣工验收1次</td><td>X-γ辐射剂量率仪</td><td rowspan="3">距墙体、门外表面30cm；顶棚上方（楼上）距顶棚地面100cm</td><td rowspan="3">加速器机房屏蔽体外周围剂量当量率不大于导出剂量率控制水平；CT机房外周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h；透视模式下DSA机房外周围剂量当量率应不大于2.5μSv/h，摄影模式下DSA机房外周围剂量当量率应不大于25μSv/h。</td></tr>
<tr><td>年度监测</td><td>1次/年</td><td>X-γ辐射剂量率仪</td></tr>
<tr><td>自主监测</td><td>周围剂量当量率</td><td>1次/季度</td><td>X-γ辐射剂量率仪</td></tr>
</table>

4）监测质量保证

①制定监测仪表使用、校验管理制度，并利用监测部门的监测数据与本单位监测仪器的监测数据进行比对，建立监测仪器比对档案；也可到有资质的单位对监测仪器进行校核；

②采用的国家颁布的标准方法或推荐方法，其中自我监测可参照有资质的监测机构出具的监测报告中的方法；

③制定辐射环境监测管理制度和方案。

此外，建设单位需定期和不定期对辐射工作场所进行监测，随时掌握辐射工作场所剂量变化情况，发现问题及时维护、整改。做好监测数据的审核，制定相应的报送程序，监测数据及报送情况存档备查。

12.4 辐射事故应急

建设单位应根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的规定，制定《辐射事故应急处理预案》。

12.4.1 辐射事故应急领导小组

医院拟成立由院长、副院长担任组长和副组长的辐射事故应急处置领导小组。小组成员名单如下：

组长：由院长担任；

副组长：由副院长担任；

成 员：包括院办公室主任、医疗设备科科长、总务科科长、医务科科长、肿瘤科主任、放射科主任、介入室主任等相关科室负责人。

医院拟成立的辐射事故应急处理工作领导小组下设办公室，由设备科负责日常工作及资料收集。

12.4.2 辐射事故应急领导小组职责

辐射事故应急领导小组主要职责应包括以下内容：

（1）定期组织对辐射诊疗场所、设备和人员进行辐射安全防护情况自查和监测，发现事故隐患及时汇报并落实整改措施；

（2）发生人员受超剂量照射事故，立即启动本预案；

（3）事故发生后立即组织有关部门和人员进行辐射事故急处理；

（4）负责向卫生健康行政部门及时报告事故情况；

（5）负责辐射事故应急处理具体方案的确定和组织实施工作；

（6）辐射事故中人员受照时，要通过个人剂量监测仪或其它工具、方法迅速估算受照人员的受照剂量；

（7）负责迅速安置受照人员就医，组织控制区内人员的撤离工作，并及时控制事故影响，防止事故的扩大蔓延。

12.4.3 应急计划

应急计划应包括以下内容：

（1）辐射事故报告程序

1.发现III类射线装置发生事故时，将事故情况及时向院长报告，并按领导指示上报医务科（工作日）、或院值班（非工作日）及分管院长或带班领导；由医务科（工作日）

或院值班（非工作日）将事故情况及时报告生态环境部门、公安部门和市卫生健康局应急办。

2. 发现Ⅱ类射线装置发生事故时，当事人应立即通知并同现场所有的人员离开到安全地带；并及时上报医务科（工作日）、或院值班（非工作日）及分管院长或带班领导。由医务科（工作日）或院值班（非工作日）将事故情况及时报告生态环境部门、公安部门和市卫生健康局应急办。

3.辐射安全事故应急处理小组在接到报告后立即启动应急预案，小组成员应迅速到达事故现场，保护现场，配合公安机关、卫生健康部门和生态环境部门开展调查和侦破工作。

（2）应急处置措施

应急处置措施领导小组接到报告后，应指挥相关成员迅速赶赴现场开展指挥、技术指导及医学救援工作，相关部门在相应职责范围内开展工作，积极采取措施保护工作人员和患者的生命安全，保护环境不受污染，最大限度控制事态发展。事故现场完成处置、初步调查并经检测达到安全水平后，方可解除封锁，应急响应终止。参加放射事故处理人员应及时安排进行体格检查等医学随访。

事故应急措施：

1）发生辐射事故时，现场人员应保护现场、示警并立即报告。报告程序为：本科室主任→医务科→院辐射安全事故应急处理小组→卫生健康和生态环境主管部门报告。情况紧急时，现场人员可直接向生态环境、卫生健康和公安主管部门报告，同时报告医务科。

2）院辐射安全事故应急处理小组在接到报告后立即启动应急预案，小组成员迅速到达事故观场，组织人员封锁现场，疏散人员，配合生态环境、公安等主管部门切断一切可能扩大污染范围的环节。在确保自身安全的情况下，对事故人员采取紧急防护处理，对其进行污染物处理、检查和救治。

3）院辐射安全事故应急处理小组配合生态环境主管部门迅速确定放射性核素种类、污染程度和污染范围，并采取措施尽快清除污染。污染被清除后，被污染现场须经检测达到安全水平，方可解除封锁。

4）院辐射安全事故应急处理小组配合生态环境、卫生健康等部门调查事故原因。

（3）事故的调查

1）应急工作终止后，应立即成立由事故发生科室及其他相关职能部门组成事故调

查组，开展事故调查工作。

2）调查组要遵循实事求是的原则对事故的发生时间、地点、起因、过程和人员伤害情况及财产损失情况进行细致的调查分析，认真做好调查记录与总结分析，并及时向领导小组汇报。

3）调查组同时应积极主动配合各卫生健康、生态环境、公安部门有关行政主管部门开展事故调查、处理等各方面的相关事宜。

4）调查工作结束后，领导小组应总结经验教训，制定或修改相关措施，加强日常安全管理，杜绝类似事故发生。

（4）应急的解除

当发生辐射事故的射线装置或场所修复后，经生态环境部门监测安全合格报请卫生健康行政主管部门批准，应急预案方可解除。要及时收集与事故有关的物品和资料，领导小组应做好调查研究工作，认真分析事故原因，总结经验教训，制定或修改相关措施，加强日常安全管理，杜绝类似事故发生，保护国家财产及公众的安全。

12.5 竣工验收

本次评价项目竣工后，建设单位应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4 号）对配套建设的环境保护设施进行验收，建设单位应如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况，自行或委托有能力的技术机构编制验收报告，报告编制完成 5 个工作日内，建设单位应公开验收报告，公示的期限不得少于 20 个工作日。建设单位在提出验收意见的过程中，可组织由设计单位、施工单位、环境影响报告表编制机构、验收监测（调查）报告编制机构等单位代表以及专业技术专家等成立的验收工作组，采取现场检查、资料查阅、召开验收会议等方式开展验收工作。建设项目配套建设的环境保护设施经验收合格后，其主体工程方可投入生产或者使用；未经验收或者验收不合格的，不得投入生产或者使用。根据《建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 核技术利用》（HJ 1326-2023）的相关要求中的相关规定，本工程竣工环境保护验收一览表见表 12-4。

表 12-4 环境保护设施验收一览表

类别	环保设施/措施	数量（个/台）	备注
屏蔽措施	加速器机房、DSA 机房、CT 模拟定位机房屏蔽	/	/
防护设备	加速器机房防护门（1 扇），CT 模拟定位机房防护门（1 扇），铅玻璃观察窗（1 个），DSA 机房防护门（3 扇），铅玻璃观察窗（1 个）	/	/
		/	/
		/	

监测设备与警示装置	加速器机房实时剂量监测装置（固定式）	1	/
	辐射巡测仪	1 台	/
	个人剂量报警仪	10 台	
	电离辐射警示标志及“两区”划分标识（若干）、工作状态指示灯（若干个）	/	/
	视频监控、语音对讲装置	各 1 套	
	火灾报警仪（若干）	/	/
废水处理设施	/	/	/
废气处理设施	排风装置	1 套	/
台账管理	建立台账	/	/
规章制度	建立：辐射安全管理领导小组、辐射事故应急预案、操作规程、辐射安全和防护设施维护维修制度、辐射工作人员岗位职责、射线装置台账管理制度、辐射工作场所和环境辐射水平监测方案、监测仪表使用与校验管理制度、辐射工人员培训/再培训管理制度、辐射工作人员个人剂量管理制度等辐射安全管理规章制度	/	/
人员培训	辐射工作人员应参加辐射安全防护培训，持证上岗。	/	/
辐射安全培训	辐射工作人员定期进行辐射防护与安全培训和考核	/	/
个人剂量监测	辐射工作人员个人剂量定期监测	/	/
个人防护用品	CT 模拟定位机房防护用品、DSA 机房防护用品	3 套	/
辐射环境监测	辐射工作场所辐射环境年度监测	/	/

表 13 结论与建议

13.1 结论

13.1.1 项目概况

本项目位于毕节黔焜肿瘤医院肿瘤医楼负一层，医院拟在肿瘤医楼负一层新建加速器放射治疗项目，拟新增 1 台医用电子直线加速器（X 射线最大能量 6MV、最高剂量率 1400cGy/min；电子线最大能量 6MeV、最高剂量率 3000cGy/min），用于开展肿瘤患者加速器放射治疗；拟新增 1 台 CT 模拟定位机（最高管电压 140kV、最大管电流 1000mA），用于开展肿瘤患者放射治疗模拟定位。拟在肿瘤医楼负一层新建 DSA 介入治疗项目，拟新增 1 台数字减影血管造影装置（DSA，最高管电压 125kV，最大管电流为 1000mA），用于开展介入治疗手术。

13.1.2 实践的正当性

本项目的建设目的是为改善医疗条件，更好地服务于人民健康，实践过程中采取了符合标准要求的安全防护措施，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，项目建设的社会和经济效益远大于建设项目的投入，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”的要求。

13.1.3 产业政策符合性分析结论

本次核技术利用项目的建设旨在提高诊断治疗水平，更好的解除病人痛苦、挽救病人生命，提高医疗质量、改善患者就医环境，符合国家卫生事业发展的政策要求。另外，

本项目的建设属于《产业结构调整指导目录(2024 年本)》鼓励类第六条核能中的“4．核技术应用：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”；

本项目符合《西部地区鼓励类产业目录（2025 年本）》中的：“43.医院、卫生院、诊所等提供的疾病诊断、治疗服务”，因此，本项目符合国家产业政策。

13.1.4 选址的合理性结论

本项目位于毕节黔焜肿瘤医院内部，项目用地属于医疗用地，周围无环境制约因素。范围内无自然保护区、保护文物、风景名胜区、水源保护区等生态敏感点，通过采取相应有效治理和屏蔽措施后对周围环境影响较小；项目选址充分考虑其对周边环境的辐射影响，不邻接院内儿科病房、产房等特殊人群及人员密集区域以及人员流动性大的商业

活动区域；综合考虑，本项目选址是合理的，项目运营过程产生的电离辐射，经采取一定的辐射防护措施后对周围环境与公众的辐射影响是可接受的，因此本项目选址是合法、合理的。

加速器放射治疗工作场所由加速器机房及其控制室、CT 模拟定位机房及其控制室、水冷机房、制模室/铅模室、物理室/计划室、办公室、护士站等辅助功能室组成，加速器机房设置有“直”迷路，CT 模拟定位机房设置有医护人员防护门、患者防护门、观察窗。DSA 介入治疗项目由 DSA 机房及其控制室、设备房、污洗/处置室、介入库房、介入准备/恢复室、值班/休息室、更衣室、谈话间等辅助功能室组成，DSA 机房设置有医护人员防护门、患者防护门、污物通道门、观察窗，DSA 介入治疗工作场所设置了相互隔离不交叉的患者通道、医护通道、污物通道。

加速器放射治疗项目布局均符合《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中“治疗设备控制室应与治疗机房分开设置，治疗设备辅助机械、电器、水冷设备，凡是可以与治疗设备分离的，尽可能设置于治疗机房外”的规定。患者路线、工作人员路线、污物路线相互独立，不产生交叉；DSA 介入治疗项目中，DSA 观察窗设置于机房西侧墙体中部，能有效观察机房内情况，本项目新增 DSA 设备有用线束垂直向上，有用线束不会直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。因此 DSA 机房布局相对合理。

本项目选址合理，避开了人员密集区域，场址相对独立，场所布局功能分区明确，与辐射工作场所相关的各类辅助用房紧密布置在机房周围，既便于病人就诊，又利于辐射防护，机房墙体、顶板及防护门等屏蔽防护设计充分考虑了电离辐射效应，能有效降低电离辐射对工作人员和周边公众的辐射影响。

本项目布局合理，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）规定的“放射治疗场所宜单独选址、集中建设，或设置在多层建筑物的底层的一端”和《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中规定的“放射治疗设施一般单独建造或建在建筑物底部的一端”的要求；满足《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）中规定的“治疗机房应设置迷路”的要求；满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）中规定的“固定使用的 X 射线设备应设有单独的机房；机房应设有观察窗”的要求。

本项目不产生放射性废气。运行过程中产生的废气主要是微量臭氧和氮氧化物，加速器机房、CT 模拟定位机房、DSA 机房均设置强制排风系统。加速器机房采取全排全送的通风方式，经核算排气次数，加速器机房换气次数 7.7 次/h，满足《放射治疗辐射

安全与防护要求》（HJ1198-2021）与《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）规定的“治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h”要求。CT 模拟定位机房设置机械排风装置，换气次数 5.4 次/h；DSA 机房设置机械排风装置，换气次数 5.2 次/h。CT 模拟定位机房与 DSA 机房均能保持良好的通风，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的“机房设置机械排风装置”要求

综上所述，本项目辐射工作场所的设置满足辐射防护相关标准的要求，场所选址合理。

13.1.5 辐射防护屏蔽能力分析结论

本项目 DSA 与 CT 模拟定位机房的有效使用面积、最小单边长度，以及屏蔽体等效铅当量均满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求。

本项目加速器机房外关注点处周围剂量当量率预测值符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）与《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）要求，拟采取的安全防护措施符合《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）要求；CT 模拟定位机房外关注点处周围剂量当量率预测值符合标准《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，机房拟采取的安全防护措施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求 DSA 机房外关注点处周围剂量当量率预测值符合标准《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的要求，机房拟采取的安全防护措施符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）要求。

本项目辐射工作人员年有效剂量最大值不超过 4.73mSv，满足年剂量约束值不超过 5mSv/a 的要求；公众年有效剂量最大值 1.58E-02 mSv/a，低于公众剂量约束值 0.1mSv/a；评价范围内环境保护目标受照剂量远低于 1.58E-02mSv/a。

综上所述，本项目辐射工作场所辐射防护屏蔽能力与安全防护措施符合标准要求。

13.1.6 环境影响分析结论

（1）放射性固体废物

本项目不产生放射性固体废物。DSA 手术工作中可能产生的医疗废物，如针头、纱布、注射器等属于固体废物，具有直接或者间接感染性、毒性以及其他危害性，收集后按要求集中处置。

（2）放射性废液

本项目不产生放射性废液。医护人员产生的生活污水经污水处理站预处理达标后，

排入市政污水管网。

（3）废气

加速器机房采取全排全送的通风方式，经核算排气次数，加速器机房换气次数 7.7 次/h，满足《放射治疗辐射安全与防护要求》（HJ1198-2021）与《放射治疗放射防护要求》（GBZ121-2020）规定的“治疗室通风换气次数应不小于 4 次/h”要求。CT 模拟定位机房设置机械排风装置，换气次数 5.4 次/h；DSA 机房设置机械排风装置，换气次数 5.2 次/h。CT 模拟定位机房与 DSA 机房均能保持良好的通风，符合《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）规定的“机房设置机械排风装置”要求。

本项目运行过程中预计加速器治疗室内臭氧浓度为 3.79×10^{-3}mg/m^3，室内臭氧浓度满足《室内空气质量标准》(GB/T18883-2002)中臭氧 1 小时均值<0.16mg/m^3 的标准限值，排放的臭氧浓度满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中的二级标准，即<0.20 mg/m^3 的标准限值。本项目加速器产生的臭氧通过通风管道引至屋顶高空排放经自然稀释后对环境影响较小。

辐射环境影响分析结论：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，项目在运行过程中对周围环境中的辐射工作人员和公众的辐射影响满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002)要求，并且能满足本报告提出的剂量约束值的要求：辐射工作人员照射的剂量约束值不超过 5mSv/a，公众照射剂量约束值不超过 0.1mSv/a。

13.1.7 辐射环境管理制度

管理机构：放射防护委员会、放射安全事故应急救援领导小组，明确各成员的职责，并将加强监督管理。

管理制度：医院拟制定包括《辐射防护和安全保卫制度》、《设备检修维护制度》《人员培训计划》、《辐射监测制度》、《辐射工作人员岗位职责》、《放疗科辐射防护制度》《放疗科设备操作规程》在内的一系列管理制度。医院应根据本单位核技术利用项目开展的情况，不断对各项管理制度进行调整、补充和完善，并在以后的实际工作中落实执行。

人员培训和剂量监测：项目开展前，未持有辐射安全防护培训合格证的辐射工作人员应在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台参加培训并考核合格后方可上岗；辐射

工作人员将按要求佩戴个人剂量计上岗，个人剂量计不超过 3 个月送检 1 次。

综上所述，医院管理机构、规章制度及辐射工作人员的管理满足相关辐射防护标准的要求和本单位核技术利用建设项目开展的需求。

13.1.8 安全培训及健康管理

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相应类别的考核。

医院应根据人员变动情况，及时安排新增的辐射工作人员和原未参与培训的辐射工作人员在国家核技术利用辐射安全与防护培训平台上参加培训，考核合格后方可上岗。在项目运行过程中按要求定期组织辐射工作人员进行再培训和考核，确保所有辐射工作人员培训合格后上岗。

13.1.9 可行性分析结论

综上所述，毕节黔焜肿瘤医院加速器放射治疗与 DSA 介入治疗核技术利用建设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，该项目的建设是可行的。

13.2 建议和承诺

13.2.1 建议

认真学习贯彻国家相关的环保法律、法规，加强核与辐射安全知识宣传，不断提高遵守法律的自觉性和安全文化素养，切实做好各项环保工作。设置统一的内部监管部门，并明确管理人员，对医院核技术利用项目和辐射工作人员进行管理，统筹安排项目申报和履行相关环保手续，履行辐射安全防护相关职能，并对全院辐射工作人员受照情况进行分析，加强对个人剂量的监督与管理。

13.2.2 承诺

（1）严格落实辐射工作场所各项辐射防护措施，并严格执行已制定的各项辐射安全管理制度；

（2）定期检查辐射安全连锁装置、门控、语音、视频监控和报警系统等，定期进

行日常自行监测和年度监测，发现问题及时解决，杜绝在没有启动安全防护措施的情况下强制运行辐射诊疗设备，以防止辐射事故发生；

（3）委托专业单位进行本项目的辐射防护措施及施工，保证使用合格的防护材料，防护厚度及施工质量达到屏蔽设计的要求；

（4）定期组织辐射事故应急处理相关培训及演练；

（5）严格按本次核技术利用项目设计内容进行建设，若发生重大变动应按法律法规要求向有关生态环境主管部门进行申报,办理相关手续,并采取相应的污染治理措施，主动接受生态环境主管部门的监督管理。项目建成后，按要求及时组织竣工环境保护验收工作；

（6）按要求每年向发证机关提交本单位辐射安全和防护年度评估报告。

表 14 审批

下一级生态环境部门预审意见： 公章 经办人： 年　月　日
审批意见： 公章 经办人： 年　月　日

建设项目环境影响审批备案登记表

（审批部门签章）年月日

（适用于编制环境影响报告表的项目）共 1 页

序号	项目名称	项目地点	总投资(万元)	项目内容及规模	主要污染物及生态影响	环评批复日期
1	毕节黔北肿瘤医院有限公司加速器放射治疗与DSA介入治疗核技术利用建设项目	贵州省毕节市七星关区三板桥街道湖南商会旁新西客站站房	2300	建设内容：拟在肿瘤医楼负一层：新建 1 间加速器机房，安装使用 1 台医用电子直线加速器（属II类射线装置，X 射线最大能量 6MV、最高剂量率 1400cGy/min；电子线最大能量 6MeV、最高剂量率 3000cGy/min），用于加速器放射治疗；新建 1 间 CT 模拟定位机房，安装使用 1 台 CT 模拟定位机（属III类射线装置，最高管电压 140kV、最大管电流 1000mA），用于肿瘤患者模拟定位；新建 1 间 DSA 机房，安装使用 1 台数字减影血管造影装置（属 II 类射线装置，最高管电压 125kV、最大管电流 1000mA），用于介入治疗。 建设规模：拟在肿瘤医楼负一层：新建加速器机房及其控制室，以及水冷机房、制模室/铅模室、物理室/计划室、办公室等辅助功能室；新建 CT 模拟定位机房其控制室；新建 DSA 机房及其控制室，以及设备房、污洗/处置室、介入库房、介入准备/恢复室、更衣室等辅助功能室。	本项目营运期间产生的主要污染物为 X 射线、电子线。职业人员与公众所受的年有效剂量均低于年管理剂量约束值，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）中有关“剂量限值”的要求。	

附件 1 委托书

委 托 书

浙江君安检测技术有限公司：

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和共放射性污染防治法》、《建设项目环境保护分类管理名录》等相关法律法规的规定，我院研究决定委托贵单位承担“加速器放射治疗与 DSA 介入治疗核技术利用建设项目”环境影响评价工作。

根据该项目环境影响评价的需要，我单位将提供项目的有关文件、技术资料和协助现场踏勘。

有关该项目环境评价的其他事宜，由双方共同协商解决。

委托方：毕节黔焜肿瘤医院有限公司

2025 年 4 月 18 日

附件 2 营业执照

统一社会信用代码 91520502MADYN9G2X7

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　毕节黔焜肿瘤医院有限公司

类　　型　有限责任公司(自然人投资或控股)

法定代表人　杨赟

经营范围　法律、法规、国务院决定规定禁止的不得经营；法律、法规、国务院决定规定应当许可（审批）的，经审批机关批准后凭许可（审批）文件经营；法律、法规、国务院决定规定无需许可（审批）的，市场主体自主选择经营。许可项目：医疗服务；医疗美容服务；药品批发；依托实体医院的互联网医院服务；母婴保健技术服务；中药饮片代煎服务。（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，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准）一般项目：医院管理；健康咨询服务（不含诊疗服务）；养老服务；康复辅具适配服务；特殊医学用途配方食品销售。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）

注册资本　壹仟万圆整

成立日期　2024年09月03日

住　　所　贵州省毕节市七星关区三板桥街道湖南商会旁新西客站站房

登记机关　2025 年 03 月 25 日

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

国家企业信用信息公示系统网址：http://www.gsxt.gov.cn

国家市场监督管理总局监制

附件 3 投资备案证明

贵州省企业投资项目备案证明

项目编码：2504-520502-04-05-813771

项目名称：毕节黔焜肿瘤医院

项目单位：毕节黔焜肿瘤医院有限公司

社会统一信用代码：91520502MADYN9G2X7　　单位性质：私营企业

建设地址：三板桥街道湖南商会旁新西客站站房

建设性质：新建　　项目总投资：12000.0万元

建设工期：12个月

建设规模及内容：租赁站房8500平方米，新建1500平方米手术及治疗用房。备案号为：备202523号。

有效期至：2027 年 4 月 17 日　　赋码机关：七星关发改委

2025 年 4 月 17 日

提示：备案证明有效期为两年。项目两年内未开工建设且未办理延期的，备案证明自动失效。项目在备案证明有效期内开工建设的，备案证明长期有效。

附件 4 房屋出租协议

房屋出租协议

出租方(以下称甲方):毕节市天河城建开发投资有限公司

房屋地址：贵州省毕节市七星关区三板桥街道湖南商会旁新西客站站房

营业执照代码:

法定代表人

联系电话:

承租方(以下称乙方):毕节惠民医院有限公司

营业执照代码:

法定代表人:

联系电话

为顺利开展毕节西客运站用地范围及地面建筑附着物(用地面积约 17142.06 ㎡，主体施工建筑面积约 8139.79 ㎡，除主体建筑外场地面积约 9500 平方米)租赁进度，促进双方后续更好的合作，经甲乙双方友好协商，协议如下:

1、甲方自本协议签订之日起 10 个工作日内开展以上商业的公开出租挂网审批和公告等相关事宜工作;

2、乙方于本协议签订之日按甲方指定的账户缴纳诚意性保证金 100000.00 元(大写:壹拾万元)。双方签订《商业及场地租赁合同》之日，该诚意性保证金自动转为《商业租赁合同》约定的租赁履约保证金，本协议自动作废;甲方未在双方约定的时间内完成该项目租赁审批工作,租赁事宜中止的，甲方于 10 个工作日内将该诚意性保证金无息全额退还给乙方。

3、 甲方按双方已意向性商定租赁相关事宜完成审批后，因乙方原因不能开展公开竞租后续事宜的，甲方不退乙方以上诚意性保证金。

4. 乙方需在完成市公共资源交易中心报名、招标等程序后，于该项

目成交公告公示之次日与甲方签订《商业及租赁合同》。因乙方不能在前述时间内签订《商业及租赁合同》的，甲方不退乙方以上诚意性保证金。

5. 本协议壹式肆份，甲方执叁份，乙方执壹份，自双方签章之日起生效。

6. 本协议未尽事宜，双方协商解决，可签订补充协议，与本协议具有同等法律效力。协商解决不成的，可向甲方所在地人民法院提起诉。

（以下无正文，仅供双方签字盖章使用）

甲方（盖章）：	乙方（签字）：
法定代表人（签字）	法定代表人（签字）：
联系电话：	联系电话

2024 年 8 月 12 日

附件 5 房屋租赁情况说明

房屋租赁情况说明

由毕节惠民医院有限公司与毕节市天河城建开发投资有限公司 2024 年 8 月 12 日所签订的《房屋出租协议》所租用的贵州省毕节市七星关区三板桥街道湖南商会旁新西客站站房，实际使用人为我公司贵州黔焜肿瘤医院有限公司独立使用，所租用房屋和地块的一切事宜皆由贵州黔焜肿瘤医院有限公司执行。

特此证明，以告知。

贵州黔焜肿瘤医院有限公司

2025 年 3 月 14 日星期五

附件 6 医院环评批复

毕节市生态环境局

毕环表复〔2025〕133 号

毕节市生态环境局关于毕节黔焜肿瘤医院建设项目环境影响报告表的批复

毕节黔焜肿瘤医院有限公司：

你单位报来的《关于毕节黔焜肿瘤医院建设项目环境影响报告表》（以下简称《报告表》）及有关材料收悉。经研究，同意《报告表》及其技术评估意见。

一、在项目建设和运行中应注意以下事项

1.认真落实环保“三同时”制度，环保设施建设须纳入施工合同，保证环保设施建设进度和资金。

2.《报告表》经批准后，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的，你单位应当重新向我局报批《报告表》。本批复自下达之日起 5 年后方决定开工建设，须报我局重新审核《报告表》。

3.建设项目竣工后，你单位应按《环保部关于发布<建设项目竣工环境保护验收暂行办法>的公告》（国环规环评〔2017〕4 号）规定，完成竣工环境保护验收备案。

二、主动接受监督

你单位应主动接受各级生态环境部门的监督检查。该项目的日常环境监督管理工作由毕节市生态环境局七星关分局负责。

本批复仅就项目对环境的影响进行评价和预测，并提出污染防治要求，涉及其他相关部门审批或核准的，项目须分别取得相关部门审批或核准后，方可开工建设。

毕节市生态环境局

2025年5月26日

（此件公开发布）

抄送：毕节市生态环境保护综合行政执法支队，毕节市生态环境项目服务中心，毕节市生态环境局七星关分局，贵州恒文工程项目管理有限公司。

毕节市生态环境局办公室　　2025年5月26日印发

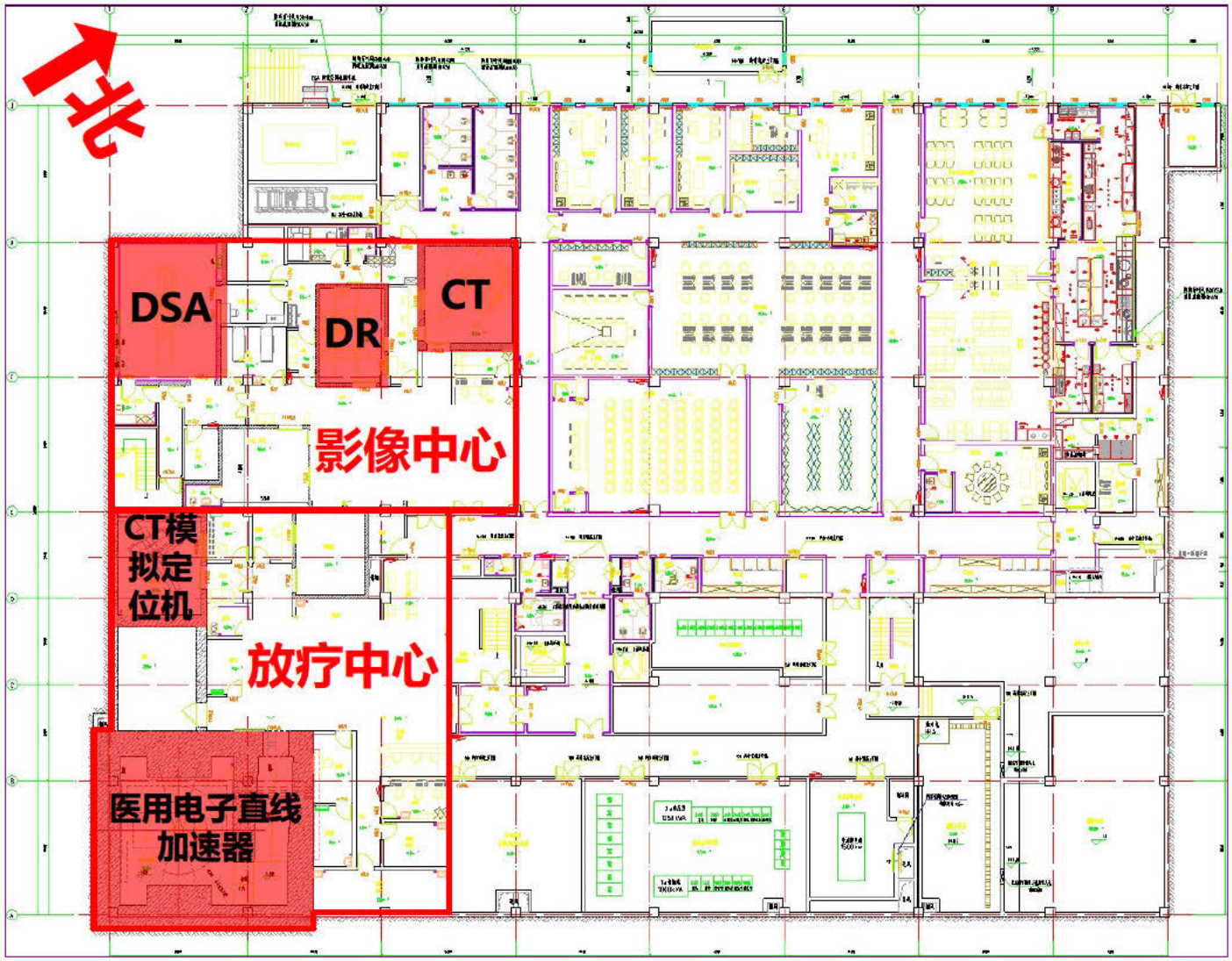
共印8份

附件 7 项目地理位置图

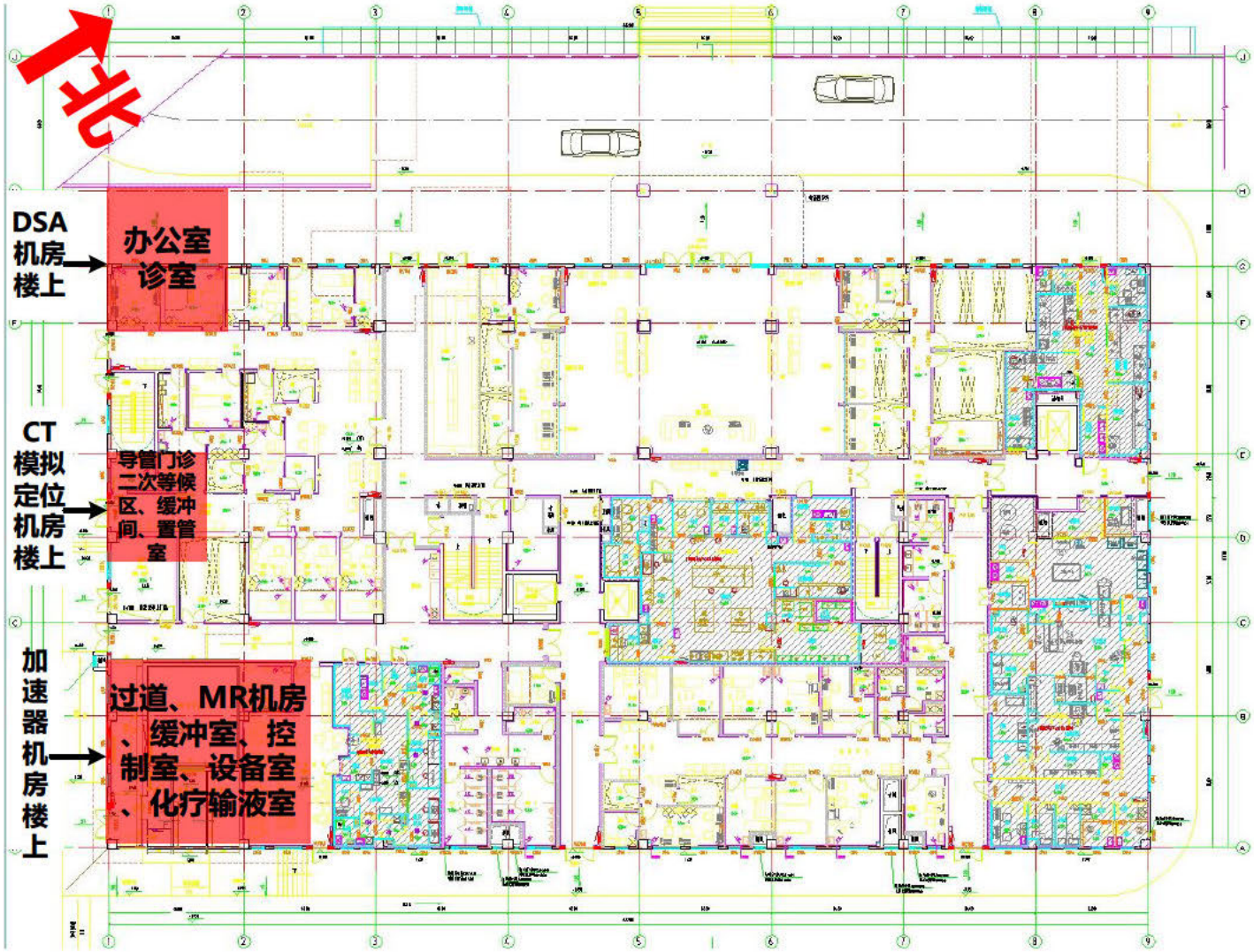

北
经纬度
经纬度格式 度
经度
纬度
[redacted]
GCJ-02坐标
位置信息
经纬度: g105.25175194,27.27693961(GCJ-02坐标)
K码: 8ju70brdk
获取高度
复制经纬度
复制K码
贵州省毕节市七星关区
三板桥
毕节黔焜肿瘤医院
项目所在位置
200米
吉林一号 遥感商城
影像拍摄日期: 2023/02/11


北
毕节市商品批发大市场
李家庄居民区
毕节黔焜
肿瘤医院
仓库
大洼居民区
50米
吉林一号 遥感商城
数据来自长光卫星技术股份有限公司 GS(2024)5003号
影像拍摄日期：2023/02/11

附件 8 肿瘤医楼负一层平面图



附件 9 肿瘤医楼一层平面图



附件 10 现场踏勘照片


毕节黔焜肿瘤医院建设项目
拍摄时间：2025.04.26 14:20
天　　气：多云 14°C
地　　点：毕节市七星关区·毕节市商品综合批发大市场
海　　拔：1507.9米
经　　度：[redacted]
纬　　度：[redacted]
建设单位：毕节黔焜肿瘤医院
今日水印相机 真实可验
防伪 AMWTXA19R4GY2R


毕节黔焜肿瘤医院建设项目
拍摄时间：2025.04.26 14:05
天　　气：多云 14°C
地　　点：毕节市七星关区·毕节市商品综合批发大市场
海　　拔：1515.6米
经　　度：[redacted]
纬　　度：
建设单位：毕节黔焜肿瘤医院
今日水印
相机 真实可验
防伪 MPLNXNREM3M9TU


毕节黔焜肿瘤医院建设项目
拍摄时间：2025.04.26 14:08
天　　气：多云 14°C
地　　点：毕节市七星关区·毕节市
商品综合批发大市场
海　　拔：1515.8米
经　　度：[redacted]
纬　　度：
建设单位：毕节黔焜肿瘤医院
今日水印
相机真实可验
防伪 34PRC1T4MRR4TT


毕节黔焜肿瘤医院建设项目
拍摄时间：2025.04.26 14:08
天　　气：多云 14°C
地　　点：毕节市七星关区·毕节市商品综合批发大市场
海　　拔：1515.3米
经　　度：[redacted]
纬　　度：[redacted]
建设单位：毕节黔焜肿瘤医院
今日水印
相机真实可验
防伪 WYNDY94BXBERYD


毕节黔焜肿瘤医院建设项目
拍摄时间：2025.04.26 14:11
天　　气：多云 14°C
地　　点：毕节市七星关区·毕节市商品综合批发大市场
海　　拔：1510.0米
经　　度：[redacted]
纬　　度：[redacted]
建设单位：毕节黔焜肿瘤医院
今日水印
相机真实可验
防伪 RBE36DW6A4CCDU


毕节黔焜肿瘤医院有限公司
业主办公室
毕节黔焜肿瘤医院建设项目
拍摄时间：2025.04.26 14:13
天　　气：多云 14°C
地　　点：毕节市七星关区·毕节市商品综合批发大市场
海　　拔：1512.3米
经　　度：[redacted]
纬　　度：
建设单位：毕节黔焜肿瘤医院
今日水印
相机 真实可验
防伪 GDP9WGHLNCAGYW

附件 11 环境本底监测报告

JA-BD-067

221112051686

浙江君安检测技术有限公司

监 测 报 告

报告编号：浙君检（辐）字 FH 2025 贵第 00146 号

委托单位：	毕节黔焜肿瘤医院有限公司
受检单位：	毕节黔焜肿瘤医院有限公司
监测类型：	现状监测
监测类别：	委托监测
项目名称：	毕节黔焜肿瘤医院有限公司加速器放射治疗与DSA介入治疗建设项目辐射环境现状监测

浙江君安检测技术有限公司

2025 年 6 月编制

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。本机构保证监测工作的公正性、独立性和可靠性，对监测的数据负责；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. 本报告无监测人（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监测专用章、无骑缝章无效。
3. 对本监测报告有异议者，请于收到报告书之日起十五日内向本单位提出复核申请。
4. 委托现场监测对委托单位现场实际状况负责；送样委托监测，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. 本报告一式贰份，客户方壹份，本公司留存壹份。
7. 本报告未经浙江君安检测技术有限公司同意，不得以任何形式用于广告及商品宣传。

监测单位：浙江君安检测技术有限公司
技术档案存放处：浙江君安检测技术有限公司档案室
联系地址：杭州市西湖区文一西路 767 号西溪国际商务中心 1 幢 401 室
邮政编码：310030
联系电话：[redacted]
传　　真：
网　　址：
邮　　箱：

统一社会信用代码 91330106593053975 4 (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　浙江君安检测技术有限公司

类　　型　有限责任公司（自然人投资或控股）

法定代表人　范慧芳

经营范围　服务：职业卫生技术服务（放射防护）；环境检测技术的技术服务；其他无需报经审批的一切合法项目。（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）

注册资本　捌佰万元整

成立日期　2012 年 03 月 22 日

营业期限　2012 年 03 月 22 日 至 2032 年 03 月 21 日

住　　所　杭州市西湖区文一西路 767 号西溪国际商务中心 1 幢 401 室

登记机关　杭州市市场监督管理局西湖区分局

2019 年 12 月 24 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 日通过国家信用公示系统报送公示年度报告。

国家市场监督管理总局监制

检验检测机构
资质认定证书

证书编号：221112051686

名称： 浙江君安检测技术有限公司

地址： 杭州市西湖区文一西路767号西溪国际商务中心1幢401室

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。

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律责任由浙江君安检测技术有限公司承担。

许可使用标志

CMA

221112051686

发证日期：2022年10月12日

有效日期：2023年10月11日

发证机关：浙江省市场监督管理局

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。

浙江君安检测技术有限公司

监 测 报 告

（一）项目基本情况

项目名称：	毕节黔焜肿瘤医院有限公司加速器放射治疗与DSA介入治疗建设项目辐射环境现状监测		
委托单位名称：	毕节黔焜肿瘤医院有限公司		
委托单位地址：	贵州省毕节市七星关区三板桥街道湖南商会旁新西客运站站房		
受检单位名称：	毕节黔焜肿瘤医院有限公司		
受检单位地址：	贵州省毕节市七星关区三板桥街道湖南商会旁新西客运站站房		
监测环境条件：	温度：14℃，相对湿度52%，多云		
监测地点地理经度：	[redacted]		
监测地点地理纬度：			
监测地点海拔高度：			
监测地点地磁纬度：			
项目名称：	环境本底		
监测方式：	现状监测	监测项目：	γ辐射空气吸收剂量率
联系人：	/	联系电话：	/
委托日期：	2025年4月26日	监测日期：	2025年4月26日
监测依据：	《环境γ辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021） 《辐射环境监测技术规范》（HJ61-2021）		

（二）监测仪器

仪器名称	BH3103B型便携式X-γ剂量率仪
仪器型号	BH3103B
生产厂家	中核控制系统工程有限公司
仪器编号	055
能量范围	25KeV～3MeV
量程	$(1\sim10000)\times10^{-8}$Gy/h
检定单位	中国测试技术研究院
校准证书	校准字第202407101353号
校准日期	2024年07月12日

受检场所清单：

（此页以下空白）

（三）监测结果

（1）拟建肿瘤医楼负一层 DSA、加速器机房

1. 样品基本信息

样 品 编 号：	gz2025042602001	样 品 名 称：	拟建肿瘤医楼负一层 DSA、加速器机房
校准因子 Cf：	0.85	仪器响应时间：	1s

2. 监测点位及结果

监测点号	监测地点	监测结果（nGy/h）	备注
1	拟建消防回车场	53.0±10.0	室外
2	拟建制氧机房压缩空气站	53.0±7.2	室外
3	仓库	63.8±10.2	室内
4	绿化	53.0±7.2	室外
5	拟建垃圾站	53.0±6.7	室外
6	空地	53.0±11.2	室外
7	肿瘤医楼	57.7±5.4	室内
8	肿瘤医楼东侧道路	53.0±10.2	室外
9	肿瘤医楼西侧道路	61.5±13.3	室外
10	肿瘤医楼北侧道路	61.5±7.2	室外
11	小广场	53.0±8.1	室外
12	外部道路	53.0±9.6	室外
13	拟建医疗废物暂存间	53.0±9.0	室外
14	停车场	53.0±9.0	室外
15	拟建加速器机房	53.0±10.4	室外
16	拟建加速器机房北侧	53.0±10.4	室外
17	拟建 DSA 机房	61.5±13.4	室外
18	拟建 DSA 机房东侧	53.0±9.9	室外
19	拟建 DSA 机房西侧	53.0±8.0	室外
20	拟建 DSA 机房北侧	53.0±8.8	室外
21	民房	55.3±8.0	室外

注：1、测量时探头距离地面约 1m；

2、每个监测点测量 10 个数据取平均值，以上监测结果均已对宇宙射线的响应值修正；

3、环境 γ 辐射空气吸收剂量率=读数平均值×校准因子 k_1×仪器校验源效率因子 k_2-屏蔽修正因子 k_3×测量点宇宙射线响应值 D_c。k_3 楼房取 0.8、平房取 0.9、原野和道路取 1，仪器对宇宙射线的响应值为 27.7nGy/h。

（此页以下空白）

3. 机房方位及监测布点示意图

注："●"表示监测点位置。

编制人 _____ 审核人 _____ 签发人 _____

浙江君安检测技术有限公司

2025 年 6 月 7 日

附件 12 医院选址批复

毕节市七星关区卫生健康局

七星卫健呈〔2024〕86 号　　签发人：吴传义

毕节市七星关区卫生健康局关于毕节黔焜肿瘤医院拟选址的请示

毕节市卫生健康局：

为有效进一步落实“放管服”改革要求，大力支持鼓励社会民营资本办医。我局收到毕节黔焜肿瘤医院交来的医疗机构设置可行性研究报告报备信息后，于 2024 年 11 月 6 日进行现场查看医疗机构选址情况，该机构选址（毕节市七星关区三板桥街道湖南商会旁新西客站站房），拟房屋建设、类别、规模等符合医疗机构基本标准。为此特呈报贵局。

毕节市七星关区卫生健康局

2024 年 11 月 15 日

附件 13 仪器检定证书

E 00429730

NIMTT 中国测试技术研究院

National Institute of Measurement and Testing Technology

ilac-MRA CNAS 中国认可 国际互认 校准 CALIBRATION CNAS L0893

校准证书

Calibration Certificate

证书编号：校准字第 202407101353 号

Certificate No.

防伪码
4e99802c4f394e8e
bcbb15ff43f6acec
4b8ff4d3c6f04be9
85da873f14cb10a7

客户名称 Client Name	浙江君安检测技术有限公司
联络信息 Contact Information	/
器具名称 InstrumentName	便携式 X-γ 剂量率仪
型号/规格 Model	BH3103B
器具编号 Serial No.	055
制造单位 Manufacturer	中核（北京）仪器厂

（校准专用章） Stamp

扫码验真

1010029722

授权签字人 Approved by 黄平

签发日期 Issue Date 2024 年 Year 07 月 Month 12 日 Day

地址：中国·四川·成都玉双路 10 号
Address: No.10, Yushuang Road, Chengdu, Sichuan, China
邮编：610021
Post Code
网址：www.nimtt.cn
Web
电话：[redacted]
Telephon
传真：
Fax
邮箱：
E-mail

第 1 页 共 3 页
Page of

接收日期 Receive Date	2024 年 07 月 08 日	校准日期 Calibrate Date	2024 年 07 月 11 日

本次校准所依据的技术文件
Reference Documents for the Calibration

JJG 393-2018 便携式 X、γ 辐射周围剂量当量（率）仪和监测仪

本次校准所使用的主要标准器具
MeasurementStandards or Calibration Instruments Used in the Calibration

名称 Name	编号 No.	测量范围 Measuring Range	不确定度或准确度等级或最大允许误差 Uncertainty or	溯源证书编号 Traceability Certificate No.	有效期至 Due Date
剂量仪	092408 + 00360	$(1\times10^{-6}\sim1)$ Gy/h	U_{rel}=3.2% (k=2)	中国计量科学院 -DLj12024-01988	2025-03-04

校准地点及环境条件
Location and Environment Conditions

地点：Location 四川省成都市武侯区望江路 29 号电离辐射楼

环境温度：Temperature	25.0 ℃	湿度：Humidity	71 %	其它：Others	94.6 kpa

声明：
Declaration
1. 本单位仅对加印“中国测试技术研究院校准专用章”的完整证书负责。
2. 校准结果仅对被校器具的本次校准有效。
3. 本次校准使用的标准器具均可溯源到中国国家计量基准。

校 准 结 果

Results of Calibration

一. 校准条件:

（1）用^{137}Cs-γ辐射源确定由计量标准提供的量值与相应指示值之间关系;
（2）被校准仪器按其校准方向置于辐射场中，且其参考点放置在检验点上;
（3）此次校准时，本院未进行任何调试或维修。

二. 校准结果:

约定值（μGy/h）	指示值（μGy/h）	相对误差（%）	G_F（约定值/指示值）	备注
1.72	2.02	18	0.85(1±6%), k=2	/
6.87	7.93	16	0.87(1±6%), k=2	/
31.8	37.7	19	0.84(1±6%), k=2	/
172	219	28	0.79(1±6%), k=2	/

备注：检定规程要求相对误差不超过－15 %～＋22 %。

（以下空白）

说明 Remarks	/

核验员 Checked by 冯彦全　　校准员 Calibrated by 但玉娟

E 00429731

NIMTT 中国测试技术研究院

National Institute of Measurement and Testing Technology

ilac-MRA CNAS 中国认可 国际互认 校准 CALIBRATION CNAS L0893

校准证书

Calibration Certificate

证书编号：校准字第 202407102913 号

Certificate No.

防伪码
7124c52f319d4290
875f14265c7d5d95
a017252b0b724167
a1dac42b6d39569b

客户名称 Client Name	浙江君安检测技术有限公司
联络信息 Contact Information	浙江
器具名称 Instrument Name	便携式 X-γ 剂量率仪（X 射线防护仪）
型号/规格 Model	BH3103B
器具编号 Serial No.	055
制造单位 Manufacturer	中核（北京）核仪器厂

中国测试技术研究院 校准专用章

（校准专用章）Stamp

扫码验真

1010029715

授权签字人 Approved by

签发日期 Issue Date 2024 年 Year 07 月 Month 22 日 Day

地址：中国·四川·成都玉双路 10 号
Address: No.10, Yushuang Road, Chengdu, Sichuan, China
邮编：610021
Post Code
网址：www.nimtt.cn
Web
电话：[redacted]
Telephone
传真：
Fax
邮箱：
E-mail

接收日期 Receive Date	2024年07月08日	校准日期 Calibrate Date	2024年07月17日

本次校准所依据的技术文件
Reference Documents for the Calibration

JJG 393-2018 便携式X、γ辐射周围剂量当量（率）仪和监测仪

本次校准所使用的主要标准器具
Measurement Standards or Calibration Instruments Used in the Calibration

名称 Name	编号 No.	测量范围 Measuring Range	不确定度或准确度等级或最大允许误差 Uncertainty or	溯源证书编号 Traceability Certificate No.	有效期至 Due Date
剂量仪	T10022-000293+TW32002-000480	10 nGy/h～100Gy/h	U_{rel}=2.6%, k=2	计量院-检定证书 DLj12023-11192	2024-08-28

校准地点及环境条件
Location and Environment Conditions

地点：Location 成都市成华区玉双路10号第一实验楼101室

环境温度：Temperature (20.2~20.8)℃ 湿度：Humidity 50%RH 其它：Others 气压：94.5 kPa

声明：
Declaration
1. 本单位仅对加印“中国测试技术研究院校准专用章”的完整证书负责。
2. 校准结果仅对被校器具的本次校准有效。
3. 本次校准使用的标准器具均可溯源到中国国家计量基准。

校 准 结 果

Results of Calibration

一. 校准方法和条件

1. 在 X 射线均匀辐射场校准，校准量为剂量当量，被校仪器探测器有效探测中心定位于射线束中心轴上且距源 3 m，射野 φ30 cm，校准因子是约定真值与被校仪器读数之比；

2. 量值参考点：20 ℃，101.325 kPa。

二. 校准结果

1. X 射线剂量当量校准因子 C_F，单位：μ Sv/h·$(10^{-8}$Gy/h$)^{-1}$

辐射质	总过滤 mm	HVL mmCu	约定值 μ Sv/h	C_F	U_{rel}/% $k=2$
N-80	3 Be+3.785 Al+1.96 Cu	0.58	64.8	1.42×10^{-2}	8
N-100	3 Be+3.785 Al+4.70 Cu	1.11	66.2	1.51×10^{-2}	8
N-120	3 Be+3.785 Al+1.0 Sn+4.17 Cu	1.71	63.2	1.55×10^{-2}	8
N-150	3 Be+3.785 Al+2.1 Sn+0.65 Cu	2.35	75.1	1.55×10^{-2}	8
N-250	3 Be+3.785 Al+2.0 Pb+3.0 Sn	5.18	68.4	1.36×10^{-2}	8

2. 由下式，从仪器读数 M（单位：10^{-8}Gy/h）获得剂量当量 $H^*(10)$，单位：μ Sv/h

$$H^*(10) = M \cdot C_F$$

（以下空白）

说明 Remarks	建议复校时间间隔为 12 个月。

核 验 员 Checked by 张志

校 准 员 Calibrated by 许涛瞳

附件 14 授权委托函（建设单位）

毕节黔焜肿瘤医院有限公司

委托函

兹我单位委托：李芳，身份证号码：[redacted]联系电话：[redacted]前来贵厅办理和提交毕节黔焜肿瘤医院有限公司加速器放射治疗与 DSA 介入治疗核技术利用建设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）：毕节黔焜肿瘤医院有限公司

日期：2025 年 6 月 17 日

附件 15 承诺函（建设单位）

毕节黔焜肿瘤医院有限公司

承诺函

贵州省生态环境厅：

我单位建设的加速器放射治疗与 DSA 介入治疗核技术利用新建项目，现已委托浙江君安检测技术有限公司编制毕节黔焜肿瘤医院有限公司加速器放射治疗与 DSA 介入治疗核技术利用建设项目环境影响报告表。该编制单位已经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你厅审批。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）：毕节黔焜肿瘤医院有限公司

日期：2025 年 6 月 17 日

附件 16 承诺函（环评编制单位）

浙江君安检测技术有限公司

承诺函

贵州省生态环境厅：

我单位受毕节黔焜肿瘤医院有限公司委托编制的毕节黔焜肿瘤医院有限公司加速器放射治疗与 DSA 介入治疗核技术利用建设项目环境影响报告书（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，现按照程序将报告书（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）：浙江君安检测技术有限公司

日期：2025 年 6 月 17 日

附件 17 建设项目环境影响报告书（表）编制情况承诺书

建设项目环境影响报告书（表）编制情况承诺书

本单位浙江君安检测技术有限公司（统一社会信用代码913301065930539754）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 毕节黔焜肿瘤医院有限公司加速器放射治疗与DSA介入治疗核技术利用建设项目 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）的编制主持人为莫圣浩（环境影响评价工程师职业资格证书管理号 2023050353300000014 ，信用编号 BH064685 ），主要编制人员包括章晓瑜（信用编号 BH068848 ）、宋全（信用编号 BH068705 ）、莫圣浩（信用编号 BH064685 ）（依次全部列出）等 3 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)：浙江君安检测技术有限公司

日期：2025 年 6 月 17 日

附件 18 承诺书（环评编制单位）

编制单位承诺书

本单位浙江君远检测技术有限公司（统一社会信用代码91330106593053975U）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、业务主管单位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，全职情况变更、不再属于本单位全职人员的
7. 补正基本情况信息

承诺单位（公章）：浙江君远检测技术有限公司

2019年 12 月 7 日

附件 19 人员承诺函（环评编制单位）

编制人员承诺书

本人 宋全 （身份证件号码[redacted]）郑重承诺：本人在 浙江君安检测技术有限公司 单位（统一社会信用代码 91330106593053974U）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. 编制单位终止的
6. 被注销后从业单位变更的
7. 被注销后调回原从业单位的
8. 补正基本情况信息

承诺人(签字)：宋全

2024 年 3 月 22 日

编制人员承诺书

本人章晓瑜身份证件号码[redacted]郑重承诺：本人在浙江高科检测技术有限公司单位（统一社会信用代码91330106593059784Y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. 编制单位终止的
6. 被注销后从业单位变更的
7. 被注销后调回原从业单位的
8. 补正基本情况信息

承诺人(签字)：章晓瑜

2022年 7 月 22 日

编制人员承诺书

本人黄圣洪（身份证件号码[redacted]）郑重承诺：本人在浙江圣安检测技术有限公司单位（统一社会信用代码91330106MA2J305397）全职工作，本次在环境影响评价信用平台提交的下列第 4 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. 编制单位终止的
6. 被注销后从业单位变更的
7. 被注销后调回原从业单位的
8. 补正基本情况信息

承诺人（签字）：黄圣洪

2023 年 [illegible] 日

附件 20 关于办理环境影响报告书（表）审批的申请

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：

我单位的毕节黔煜肿瘤医院有限公司加速器放射治疗与 DSA 介入治疗核技术利用建设项目已委托浙江君安检测技术有限公司编制了《毕节黔煜肿瘤医院有限公司加速器放射治疗与 DSA 介入治疗核技术利用建设项目环境影响报告表》，现报你厅审批。

单位（盖章）：毕节黔煜肿瘤医院有限公司

日期：2025 年 6 月 12 日

附件 21 建设项目环评审批基础信息表

建设单位（盖章）：	毕节黔煜肿瘤医院有限公司	填表人（签字）：	何涛	建设单位联系人（签字）：	何涛

建设项目	项目名称	毕节黔煜肿瘤医院有限公司加速器放射治疗与 DSA 介入治疗技术利用建设项目			建设内容、规模	建设内容：拟在肿瘤医楼负一层，新建 1 间加速器机房，安装使用 1 台医用电子直线加速器（属Ⅱ类射线装置，X 射线最大能量 6MV、最高剂量率 1400cGy/min；电子线最大能量 6MeV、最高剂量率 3000cGy/min），用于加速器放射治疗；新建 1 间 CT 模拟定位机房，安装使用 1 台 CT 模拟定位机（属Ⅲ类射线装置，最高管电压 140kV、最大管电流 1000mA），用于肿瘤患者模拟定位；新建 1 间 DSA 机房，安装使用 1 台数字减影血管造影装置（属Ⅱ类射线装置，最高管电压 125kV、最大管电流 1000mA），用于介入治疗。 建设规模：拟在肿瘤医楼负一层：新建加速器机房及其控制室，以及水冷机房、制模室/组模室、物理室/计划室、办公室等辅助功能室；新建 CT 模拟定位机房其控制室；新建 DSA 机房及其控制室，以及设备房、污洗/处置室、介入库房、介入准备/恢复室、更衣室等辅助功能室。				
	项目代码[1]								
	建设地点	贵州省毕节市七星关区三板桥街道湖南商会旁新西客站站房毕节黔煜肿瘤医院有限公司肿瘤医楼负一层							
	项目建设周期（月）	2.0			计划开工时间	2025 年 7 月			
	环境影响评价行业类别	五十五、核与辐射-172 核技术利用建设项目			预计投产时间	2025 年 12 月			
	建设性质	新建			国民经济行业类型[2]	Q841 医院			
	现有工程排污许可证编号（改、扩建项目）	无			项目申请类别	新申项目			
	规划环评开展情况	不需开展			规划环评文件名	无			
	规划环评审查机关	无			规划环评审查意见文号	无			
	建设地点中心坐标[3]（非线性工程）	经度	[redacted]	纬度	[redacted]	环境影响评价文件类别	环境影响报告表		
	建设地点坐标（线性工程）	起点经度	/	起点纬度	/	终点经度	/	终点纬度 /	工程长度（千米） /
	总投资（万元）	2300				环保投资（万元）	275		环保投资比例 11.96%

建设单位	单位名称	毕节黔煜肿瘤医院有限公司	法人代表	杨贸	评价单位	单位名称	浙江君安检测技术有限公司	证书编号 /
	统一社会信用代码（组织机构代码）	91520502MADYN9G2X7	技术负责人	何涛		环评文件项目负责人	莫圣浩	联系电话 [redacted]
	通讯地址	贵州省毕节市七星关区三板桥街道湖南商会旁新西客站站房	联系电话	[redacted]		通讯地址	浙江省杭州市西湖区文一西路 767 号西溪国际商务中心 1 幢 401 室	

污染物排放量	污染物	现有工程（已建+在建）①实际排放量（吨/年）	现有工程（已建+在建）②许可排放量（吨/年）	本工程（拟建或调整变更）③预测排放量（吨/年）	总体工程（已建+在建+拟建或调整变更）④"以新带老"削减量（吨/年）	⑤区域平衡替代本工程削减量[4]（吨/年）	⑥预测排放总量（吨/年）[5]	⑦排放增减量（吨/年）[5]	排放方式
废水	废水量(万吨/年)						0.000	0.000	◉ 不排放
	COD						0.000	0.000	○ 间接排放： □ 市政管网
	氨氮						0.000	0.000	□ 集中式工业污水处理厂
	总磷						0.000	0.000	○直接排放： 受纳水体：
	总氮						0.000	0.000	
废气	废气量（万标立方米/年）						0.000	0.000	/
	二氧化硫						0.000	0.000	/
	氮氧化物						0.000	0.000	/
	颗粒物						0.000	0.000	/
	挥发性有机物						0.000	0.000	/

项目涉及保护区与风景名胜区的情况	影响及主要措施 / 生态保护目标	名称	级别	主要保护对象（目标）	工程影响情况	是否占用	占用面积（公顷）	生态防护措施
	自然保护区							□避让□减缓□补偿□重建（多选）
	饮用水水源保护区（地表）							□避让□减缓□补偿□重建（多选）
	饮用水水源保护区（地下）							□避让□减缓□补偿□重建（多选）
	风景名胜区							□避让□减缓□补偿□重建（多选）

注：1、同级经济部门审批核发的唯一项目代码
2、分类依据：国民经济行业分类(GB/T 4754-2017)
3、对多点项目仅提供主体工程的中心坐标
4、指该项目所在区域通过"区域平衡"专为本工程替代削减的量
5、⑦=③-④-⑥；⑥=②-④+③，当②=0 时，⑥=①-④+③