贵州省粉煤灰、炉渣规模化处置

利用工程技术规范

Guizhou Provincial Guidelines for Engineering Technology of Large-Scale Disposal and Utilization of Fly Ash and Slag

（征求意见稿）

目 次

[前言 1](#_Toc208581682)

[1范围 2](#_Toc208581683)

[2规范性引用文件 2](#_Toc208581684)

[3术语和定义 4](#_Toc208581685)

[4总体要求 6](#_Toc208581686)

[5选址论证 7](#_Toc208581687)

[6基础调查 8](#_Toc208581688)

[7地质调查 10](#_Toc208581689)

[8其它调查 11](#_Toc208581690)

[9风险评估 11](#_Toc208581691)

[10工程设计 12](#_Toc208581692)

[11跟踪监测评价 21](#_Toc208581693)

[12工程管理验收 22](#_Toc208581694)

[13管理维护 23](#_Toc208581695)

前 言

本文件按照GB/T1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由贵州省生态环境厅、贵州省能源局、……共同提出。

本文件起草单位：贵州省环境科学研究设计院、生态环境部固体废物与化学品管理技术中心、国能安顺发电有限公司、中国科学院武汉岩土力学研究所、中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司、贵州省建筑设计研究院有限责任公司

本文件主要起草人：黄代宽、王程程、罗庆明、杨姣、刘小龙、白冰、黄正玉、彭景权、徐磊、杨立春、赖炯萍、张少剑、安思危、苏鹰、李倩、徐翼

1 范围

本文件规定了贵州省粉煤灰、炉渣规模化处置利用的工程技术要求，涵盖术语定义、总体要求、选址论证、基础调查、工程地质与水文地质调查、其他调查、风险评估、工程设计、跟踪监测评价、工程管理验收及管护维护等内容。

本文件适用于贵州省行政区域内利用燃煤锅炉粉煤灰、炉渣开展规模化处置利用工程的污染控制和环境管理，可作为贵州省燃煤锅炉粉煤灰、炉渣规模化处置利用项目的建设运行和管理活动的技术依据，具体包括安全环保影响评价、竣工验收、排污许可管理、清洁生产审核等。

本文件不适用于混堆有脱硫石膏的堆场（库），以及未经充分论证同意掺混脱硫石膏等其他工业固体废物的技术与项目。

2025年12月30 日前已堆存的粉煤灰、炉渣，需对照本文件规定的处置路径，达到相关要求后，方可参照本文件执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中规范性引用构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（含所有修改单）适用于本文件。

GB/T 176 水泥化学分析方法

GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间与安定性检验方法

GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰

GB 3095 环境空气质量标准

GB 3838 地表水环境质量标准

GB/T 5750.4 生活饮用水标准检验方法 第4部分 感官性状和物理指标

GB 6566 建筑材料放射性核素限量

GB 7467 水质六价铬的测定二苯碳酰二肼分光光度法

GB 7469 水质总汞的测定高锰酸钾-过硫酸钾消解法双硫腙分光光度法

GB 7484 水质氟化物的测定离子选择电极法

GB 8978 污水综合排放标准

GB 11911 水质铁、锰的测定火焰原子吸收分光光度法

GB 12523 建筑施工场界环境噪声排放标准

GB/T 14848 地下水质量标准

GB 15562.2 环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场

GB 15618 土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB/T 17643 土工合成材料 聚乙烯土工膜

GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准

GB/T 18923 运输包装件质量界限

GB 20426 煤炭工业污染物排放标准

GB/T 21010 土地利用现状分类

GB/T 25032 生活垃圾焚烧炉渣集料

GB/T 35561 突发事件分类与编码

GB 36600 土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）

GB/T 38360 裸露坡面植被恢复技术规范

GB 39496 尾矿库安全工程

GB/T 39701 粉煤灰中铵离子含量的限量及检验方法

GB 50010 混凝土结构设计规范

GB 50021 岩土工程勘察规范

GB 50201 土方与爆破工程施工及验收规范

GB 50210 建筑装饰装修工程质量验收标准

GB/T 50326 建设工程项目管理规范

GB 50330 建筑边坡工程技术规范

GB/T 50383 煤矿井下消防、洒水设计规范

GB 50487 水利水电工程地质勘察规范

GB/T 50869 生活垃圾卫生填埋处理技术规范

GB 51018 水体保持工程设计规范

GB 51060 有色金属矿山水文地质勘探规范

GB 51144 煤炭工业矿井建设岩土工程勘察规范

GB/T 51403 生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术

GB/T 51450 金属非金属矿山充填工程技术标准

GBJ 22 厂矿道路设计规范

GBZ 2.1 工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素

HJ 2.2 环境影响评价技术导则 大气环境

HJ 2.3 环境影响评价技术导则 地表水环境

HJ 19 环境影响评价技术导则 生态影响

HJ/T 20 工业固体废物采样制样技术规范

HJ 25.3 建设用地土壤污染风险评估技术导则

HJ 84 水质 无机阴离子（F-、Cl-、NO2-、Br-、NO3-、PO43-、SO32-、SO42-）的测定 离子色谱法

HJ 91.2 表水环境质量监测技术规范

HJ 164 地下水环境监测技术规范

HJ/T 166 土壤环境监测技术规范

HJ 212 污染物在线监控（监测）系统数据传输标准

HJ 557 固体废物浸出毒性浸出方法水平振荡法

HJ 610 环境影响评价技术导则地下水环境

HJ 664 环境空气质量监测点位布设技术规范（试行）

HJ 702 固体废物汞、砷、硒、铋、锑的测定微波消解/原子荧光法

HJ 710.1 生物多样性观测技术导则 陆生维管植物

HJ 740 尾矿库环境风险评估技术导则

HJ 761 固体废物有机质的测定灼烧减量法

HJ 766 固体废物金属元素的测定电感耦合等离子体质谱法

HJ 781 固体废物 22种金属元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法

HJ 786 固体废物铅、锌和镉的测定火焰原子吸收分光光度法

HJ 964 环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）

HJ 1147 水质pH值的测定电极法

HJ 1272 生态保护修复成效评估技术指南（试行）

HJ 1415 磷石膏利用和无害化贮存污染控制技术规范

AQ 2007.1 金属非金属矿山安全标准化规范 导则

AQ 2030 尾矿库安全监测技术规范

CJJ 133 生活垃圾填埋场填埋气体收集处理及利用工程技术规范

DL/T 5097 火力发电厂贮灰场岩土工程勘测技术规程

DL/T 5190.6 电力建设施工技术规范 第6部分：水处理及制氢设备和系统

DL/T 5190.9 电力建设施工技术规范 第9部分：水工结构工程

DL/T 5210.1 电力建设施工质量验收规程 第1部分 土建工程

DL/T 5210.4 电力建设施工质量验收规程 第4部分：热工仪表及控制装置

NY/T 1121 土壤检测系列标准

NY/T 1121.16 土壤检测 第16部分：土壤水溶性盐总量的测定

YB/T 4959 冶金矿山尾矿胶结充填技术规范

DB52/T 1179 磷矿开采磷石膏充填采矿技术规范

DB52/T 1382 岩溶洼地场地回填技术规范

《固体废物分类与代码目录》(中华人民共和国生态环境部公告2024年第4号)

《粉煤灰综合利用管理办法》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令2013年第19号）

《农用地土壤环境风险评价技术规定（试行）》（环办土壤函〔2018〕1479号）

《环境空气质量监测规范（试行）》（国家环境保护总局公告2007年第4号）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

粉煤灰fly ash

以煤炭、煤泥及煤矸石为主要燃料，辅以生物质、柴油、燃气中的一种或多种燃料，通过分层燃烧、悬浮燃烧或流化燃烧等燃烧方式在锅炉内充分燃烧后，随烟气排放并经除尘设备捕集获得的细颗粒固体物质，主要包含《固体废物分类与代码名录》中的SW02种类中的900-001-S02。添加石灰石等炉内脱硫剂的燃煤锅炉粉煤灰，应进行检测评估或预处理以确保符合本文件规定的技术要求。掺烧生活垃圾、橡塑制品、工业固体废物及有色金属矿的燃煤锅炉粉煤灰（代码900-002-S02），不适用于本文件。

[定义参考GB/T 1596和《固体废物分类与代码名录》，并详细规定了燃料类型、燃烧方式、捕获方式以及适用和不适用本文件要求的粉煤灰种类及对应代码]

3.2

炉渣bottom ash

以煤炭、煤泥及煤矸石为主要燃料，辅以生物质、柴油、燃气中的一种或多种燃料，通过分层燃烧、悬浮燃烧或流化燃烧等方式在锅炉内充分燃烧后，在锅炉底部排出的溶渣和粗颗粒固体物质，主要包含《固体废物分类与代码名录》中的SW03种类中的441-001-S03、900-001-S03。添加石灰石等炉内脱硫剂的燃煤锅炉炉渣，应进行检测评估或预处理以确保符合本文件规定的技术要求。掺烧橡塑制品、工业固体废物及有色金属矿的燃煤锅炉所产生炉渣，不适用于本文件。

[定义参考见《固体废物分类与代码名录》，并详细规定了燃料类型、燃烧方式、产生环节以及适用本文件要求的粉煤灰种类及对应代码]

3.3

矿山充填mineral backfilling

为满足露天及井工矿产资源土地复垦、开采工艺需求，通过采用符合GB/T 51450中充填材料规定（仅井工充填时适用）或满足GB 18599第Ⅰ类工业固废（露采矿坑和井工充填时均可用）要求的粉煤灰、炉渣作为主要材料，取代或部分取代天然土料、砂石和其它材料，对地表或地下采空区实施充填作业，以实现围岩支护、岩层位移控制及地压调控等工程目标，有效预防安全、环保风险，专项应用于露天或井工开采矿产资源形成的采空区、历史遗留矿山、污染场地、废弃工矿用地、提升矿产资源开发生态、环境、经济综合效益的工程建设活动。其中露天采空区充填须结合植被恢复、土壤改良、水土保持、地灾治理等措施，井工采空区须结合地下水污染防治、地灾治理和安全生产要求。

[定义参考见，补充了露天开采采空区的充填区域，明确提出粉煤灰、炉渣可作为主要材料，取代传统的天然土料与砂石建材]

3.4

土地利用land utilization

在园林绿化景观营造、建设用地场坪、农用地整治、土壤改良、石漠化治理、地质灾害治理等工程实施过程中，通过科学选址和设计，避让环境敏感目标，有效应对不良地质条件，确保环境和安全风险处于可控范围的前提下，采用符合第Ⅰ类工业固废要求的粉煤灰、炉渣作为主要材料，取代或部分取代天然土料与砂石建材，开展的地形地貌重塑、土壤结构改良的工程及其附属设施建设活动。粉煤灰、炉渣土地利用活动须结合植被恢复、土壤改良、水土保持、第Ⅰ类工业固废堆存（库）防渗等措施。作为建设用地的，人为活动扰动层的土壤环境质量应满足标准要求。作为农用地的，耕作层和淋溶层的土壤环境质量应满足标准要求。

[本文件新增，区别于矿山充填，强化了选址规定、用途对象和目标指标要求]

3.5

生态修复ecological restoration

通过人工干预与自然恢复有机结合的方式，对历史遗留粉煤灰、炉渣堆场（库）或利用粉煤灰、炉渣等材料实施地形重塑、土壤改良、促进陆生系统恢复的工程，统筹考虑恢复区周边自然环境特征、景观、功能及国土空间用途管制需求，以适应当地生境的陆生植物为主体，系统开展因人类活动或自然因素导致的生态系统退化、破坏及受损区域的生态修复与重建工作，提升生态系统稳定性、增强生物多样性水平，优化生态服务功能，使其逐步恢复至接近自然演替状态，最终实现区域生态系统的可持续健康发展。

[本文件新增，区别于一般封场规定的覆土复绿，强化了生态修复应与当地生态景观及国土空间用途管制的充分衔接]

3.6

资源贮存和利用resource storage and utilization

按照GB 18599、GB 39496中第Ⅱ类工业固废和第Ⅱ类工业固废贮存场（库）要求，通过标准化建设和规范化管理，配套建设年消纳产灰单位累计30%以上粉煤灰、炉渣能力的减量化和资源化技术装备及其附属设施，有效防范粉煤灰、炉渣的不当堆存引发生态环境和生产安全问题，为粉煤灰、炉渣的资源化利用与安全处置提可持续保障。在贮存环节，应重点落实防潮、防风、防渗漏、防溃坝坍落的防护措施，编制并实施贮存场安全环保应急方案，确保粉煤灰的物理与化学性质稳定。粉煤灰、炉渣资源利用是指利用它们作为主要原料进行物质提取、生产建材、化工和复合材料等产品，或者直接用于道路或其它建筑工程。

[本文件新增，遵照《粉煤灰综合利用管理办法》避免建设永久性粉煤灰堆场（库），且原则上规模不超过3年储灰量之要求，结合GB18599、GB39496建设的资源贮存（库），明确按需配套建设适度规模的减量化、无害化的技术装备和附属设施]

3.7

无害化贮存harmless storage

对达到第Ⅰ类工业固废或改性后稳定达到第Ⅰ类工业固废的粉煤灰、炉渣，采用至少满足第Ⅰ类工业固废贮存场（库）进行贮存（现存符合的第Ⅰ、Ⅱ类场（库）均可作为粉煤灰、炉渣的无害化贮存场），并对贮存行为和相关安全环保设施实施规范化管理，产灰单位、用灰单位、无害化贮存场委托营运单位中的一家或多家应配套建设年消纳产灰单位100%以上粉煤灰、炉渣能力无害化技术装备及其附属设施。无害化贮存场设计、建设、营运和封场管理过程中应开展风险评估，按阶段和要求编制并实施安全环保应急、土地复垦、整改、封场等方案。

[本文件新增，考虑到粉煤灰、炉渣整体污染性弱于磷石膏，参照HJ 1415中磷石膏无害化贮存场要求而设定，明确按需配套建设适度规模无害化技术装备及其附属设施]

4 总体要求

4.1 产灰单位、用灰单位以及参与粉煤灰、炉渣规模化处置利用工程建设、监理以及委托营运单位方，应如实记录粉煤灰、炉渣及其产品的种类、数量、流向、贮存、利用、处置等信息，并于当年6月底前报送当地生态环境部门，实现可追溯、可查询。

[《粉煤灰综合利用管理办法》规定的产灰单位、用灰单位以及参与粉煤灰、炉渣处置利用工程建设、监理以及委托营运单位方应按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》和《一般工业固体废物管理台账制定指南（试行）》（中华人民共和国生态环境部公告2021年第82号）规定，如实记录粉煤灰、炉渣的种类、数量、流向、贮存、利用、处置等信息，并于当年6月底前报送当地生态环境部门，实现可追溯、可查询。]

4.2 粉煤灰、炉渣规模化处置利用工程应结合对象、功能和目标，采取工程管理措施，确保生态环境和安全生产风险可控。工程项目勘测设计、施工期、营运期以及封场后采用节能降耗、节水减排的工艺技术和装备，严格控制扬尘、地表水、地下水、土壤污染，确保人民生命财产安全，避免职业健康危害和负面社会舆情。环境影响评价（含排污许可论证）、安全评价、节能评价、地灾评估、社会稳定性评（含公众参与）等5个方面评价文件有其它要求的，从其规定。

4.3 粉煤灰、炉渣规模化处置利用工程实施前，应开展以下工作：

4.3.1 基本信息调查：通过资料收集、人员访谈、现场核实和供需方调查，明确粉煤灰、炉渣规模化处置利用工程项目的基本信息、基本属性、基础资料和市场需求。

4.3.2 生态环境本底调查：系统开展粉煤灰、炉渣规模化处置利用工程拟选地点及其周边的土壤、地表水、地下水和生物多样性等要素的生态环境本底调查，为场址适宜性、合规性评价和生态环境限制指标确定提供支撑。

4.3.3 项目环境风险评估：开展粉煤灰、炉渣规模化处置利用工程的环境危害性、敏感性、控制机制可行性评估，为场址适宜性、合规性评价以及治理措施针对性提供支撑。

4.3.4 场址合规性评价：通过法律法规政策标准对比、资料分析、现场核验、人员访谈、地理信息系统和遥感卫星影像分析、行政主管部门确认等方式，开展粉煤灰、炉渣规模化处置利用工程选址在规划、土地、环境、安全、社会公共利益等5个方面的政策合规性评价。

4.3.5 场址适宜性评价：通过工程地质勘察、水文地质调查、数值评估模型，结合相关资料分析，对粉煤灰、炉渣规模化处置利用工程项目所在地的场地稳定性、边坡稳定性、防洪排水可行性以及地下水污染防治可达性评估，为场址适宜性评价和针对性治理提供支撑。

4.3.6 科学编制粉煤、炉渣规模化处置利用工程实施方案：工程实施方案应至少达到可行性研究报告深度要求，方案包括但不仅限项目背景与必要性分析、粉煤灰炉渣特性和产排情况分析、总体目标与实施原则、场址合规性及适宜性分析（含环境本地调查、安全环保风险评估）、工艺路线技术方案比选、工程设计与建设内容、安全环保与水土保持方案、投资估算与效益分析、实施计划与进度安排、组织管理与保障措施、主要结论和建议等内容。

5 选址论证

粉煤灰、炉渣规模化处置利用工程责任主体单位可自行或委托三方专业机构对项目的合规性和适宜性开展论证。

5.1 场址合规性评价

通过法律法规政策标准对比、资料分析、现场核验、人员访谈、空间地理信息分析、行政主管部门确认等方式，开展场址合规性评价，评价要求：

5.1.1 场址应符合环境保护规划、工业发展（园区）规划、矿区总体规划、交通枢纽规划、水利工程规划、农业发展规划、城乡总体规划、控制性详细规划等专项规划的要求；

5.1.2 场址土地权属、性质清晰，手续完善，永久基本农田、公益林、湿地等受特殊保护的土地，符合《土地管理法》及地方土地利用政策要求；

5.1.3 场址应符合生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界（“三区三线”）国土空间规划管控要求；

5.1.4 场址应符合生态环境功能分区管控要求，特别是生态功能区规划、环境功能区划、土壤污染风险管控分区、地下水污染防治重点区划的要求；

5.1.5 场址应符合供水、排水、供电、交通、农业等公共基础设施、敏感环境受体和文物保护要求，合理回应群众意见，有效防控“邻避效应”。

5.2 场址适宜性评价

结合资料分析，通过工程类比法、专家综合研判法、工程地质勘察、水文地质调查、数值评估模型等，开展场址适宜性评价，评价要求如下：

5.2.1 场地稳定性应按照GB 39496、GB 50021要求，对活动中的断裂带、地裂缝、滑坡、泥石流、崩塌、岩溶、采空区、土洞塌陷、地震等不良地质条件进行评估，明确稳定性是否满足粉煤灰、炉渣堆存工程建设要求，避免不均匀沉降，提出整治措施建议；

5.2.2 参照GB 50330，对弱风化岩质边坡高度≥30m、土岩混合边坡高度≥18m、土质或强风化岩质边坡高度≥15m的粉煤灰、炉渣堆体工程采用工程类比法、圆弧滑动法（毕肖普法）、折线滑动法（传递系数隐式解法）、有限单元法中的两种以上，对实施区域进行边坡稳定评估，开展经济技术专项论证和设计。稳定性评估为稳定、基本稳定和欠稳定和不稳定级别，其中基本稳定和欠稳定需明确边坡稳定性治理工程措施，不稳定级别要求见5.3；

5.2.3 按照GB 51018，对粉煤灰、炉渣堆体工程场址开展防洪排水工程建设适宜性评价；

5.2.4 按照HJ 610，对粉煤灰、炉渣规模化处置利用工程开展地下水污染防控的适宜性评价。

5.3 禁设场址情形

下列情形所涉区域，禁止设置粉煤灰、炉渣规模化处置利用工程：

5.3.1 自然保护区、森林公园、风景名胜区、地质公园、世界文化和自然遗产地、湿地公园、饮用水水源保护区、水产种质资源保护区等法定保护地范围内；

5.3.2 永久基本农田集中区域；

5.3.3 地质遗迹保护地、文物（考古）保护区；

5.3.4 矿产资源储备区（经论证对压覆矿开采活动无影响的除外）；

5.3.5 军事要地及国家保密地区；

5.3.6 学校、医院、居民点及政府机关卫生防护距离范围内区域；

5.3.7 水电路及通讯线性工程与河道安全防护距离范围内区域；

5.3.8 供水（含远景）规划区；

5.3.9 河湖生态缓冲、重要湖库、天然林、公益林等重点保护区域

5.3.10 边坡稳定性评价等级为不稳定区域；

5.3.11 其需要特别保护的区域。

5.4 优选场址情形

在同时满足5.1、5.2、5.3要求前提下，下列情形所涉区域，优先设置粉煤灰、炉渣规模化处置利用工程：

5.4.1 工业园区、工业聚集地规划范围内；

5.4.2 历史遗留废弃工矿用地；

5.4.3 未混有脱硫石膏和其它固废的在用、停用以及历史遗留灰坝；

5.4.4 单体填方量≥10万m³的基础设施建设用地；

5.4.5 未经整治的历史遗留弃土弃石场所在地；

5.4.6 有含煤地层自然出露，且耕种条件达不到高标准农田要求的坡耕地所在沟整地区；

5.4.7 经调查论证确定为高地质背景影响，需进行土壤安全利用整治的地区；

5.4.8 经评估存有生态环境问题的废弃坑塘水库以及其它未利用土地；

5.4.9 GB/T 21010规定的土地利用目标类型为园地、林草地以及建设用地的；

5.4.10 经县级以上人民政府确认，确需开展土地整治的废弃地、闲散地。

6 基础调查

6.1 资料收集

资料收集包括（但不限于）以下内容：

6.1.1 产灰单位及项目的名称、地理位置、面积、建设时间、设计使用年限等信息；

6.1.2 产灰单位及项目所在地地形地貌、水文气象、工程地质及水文地质等资料；

6.1.3 产灰单位原有灰渣处置设施的设计、施工、竣工资料，环境保护和水土保持竣工验收材料、防渗工程完整性检测报告；

6.1.4 产灰单位原有灰渣处置设施的渗滤液收集处理系统、排水系统、防渗系统的建设及运行记录；

6.1.5 产灰单位原有粉煤灰、炉渣现有处置利用设施的能力、近3年实际处置利用量、设计和剩余库容、灰渣及脱硫副产品综合利用情况；

6.1.6 产灰单位、现有灰坝中粉煤灰、炉渣及脱硫副产品的检测报告；

6.1.7 产灰单位原有粉煤灰、炉渣规模化处置利用工程项目的安全评价报告及相应的工程整治措施，有灰坝设施的，收集坝体位移、沉降、浸润线观测数据；

6.1.8 产灰单位原有粉煤灰、炉渣规模化处置利用工程项目的环境监测资料、环保执法记录及整改方案和落实情况；

6.1.9 项目所在区域的国土空间规划、生态环境分区管控资料；

6.1.10 项目及附近地区已有的大气、地下水、地表水、土壤环境质量检测报告；

6.1.11 项目及附近地区的敏感目标分布；

6.1.12 产灰单位相关环境影响评价文件及批复、水土保持方案及批复。

6.2 生态环境现状调查

6.2.1 大气环境现状调查

a)参照HJ 2.2中对应等级评价要求，开展项目所在地的大气环境质量现状调查，生态环境主管部门和项目技术评审环节有其它要求的，从其要求。

b)大气环境现状调查的监测指标包括但不限于二氧化硫、氮氧化物、PM2.5、PM10、总悬浮颗粒物、臭氧、一氧化碳、硫化氢、氨气以及铅。

c)大气环境监测点位、采样方法等应按照HJ 664有关规定执行。

d)大气环境现状调查时应记录风速、风向、气压、温度、相对湿度等气象条件。

e)根据GB 3095有关规定和调查监测指标，分析项目区域大气环境质量现状。

6.2.2 地表水环境现状调查

a)参照HJ 2.3中对应等级评价要求，开展项目所在地地表水环境质量现状调查，生态环境主管部门和项目技术评审环节有其它要求的，从其要求。

b)地表水水质监测因子至少应包括pH、硫酸盐、氯化物、氟化物、硫化物、硒、砷、汞、铬(六价)、铅、镉等，可根据粉煤灰、炉渣及脱硫副产品的特性增加监测因子。

c)地表水监测点位、采样方法等应按照HJ 91.2有关规定执行。项目地地下水系统与地表水有水力联系的，应补充对照断面、控制断面以及环境保护目标所在水域的监测断面。项目地水文地质条件复杂，地下水通道较多、流向复杂时，应根据区域水文地质勘察结论，另行增设监测点位。

d)根据GB 3838有关规定和调查监测指标，分析项目区域地表水环境质量现状。

6.2.3 地下水环境现状调查

a)参照HJ 610中对应等级评价要求，开展项目所在地地下水环境质量现状调查，生态环境主管部门和项目技术评审环节有其它要求的，从其要求。

b)地下水监测因子至少应包括浑浊度、pH、溶解性总固体、氯化物、硝酸盐(以N计)、亚硝酸盐(以N计)、硫酸盐、氟化物、硫化物、硒、砷、汞、铬(六价)、铅、镉等，可根据粉煤灰、炉渣及脱硫副产品的特性增加监测因子。

c)地下水监测点位、采样方法等应按照HJ 164有关规定执行。地下水监测取样可取自项目地已有和新建地下水监测井，和项目地有水力联系的取水井、泉点。地下水环境现状调查监测宜平水期、枯水期进行。

d)根据GB/T 14848有关规定和调查监测指标，分析项目区域地下水环境质量现状。

6.2.4 土壤环境现状调查

a)参照HJ 964中对应等级评价要求，开展项目所在地土壤环境质量现状调查，生态环境主管部门和项目技术评审环节有其它要求的，从其要求。

b)土壤环境监测因子至少应包括pH、砷、汞、铬(六价)、铅、锌、镉、钒、镍、钴、铁、锰、氟化物等，粉煤灰、炉渣以及脱硫副产品有其他特征指标，应增加对应监测因子。

c)参照NY/T 1121，对不少于3个拟剥离、拟采用典型土样品的物理、化学指标，主要包括有机质、pH、阳离子交换量、有效氮、有效磷、速效钾、质地、容重、砾石含量、土壤团聚体稳定性进行监测，为后续利用和改良奠定基础。

d)土壤监测点位、采样方法等应按照HJ/T 166有关规定执行。土壤监测点依据地形特征、主导风向和地表径流方向，项目规划、建设影响区域内布设。土壤监测对照点布设不应少于1个，且尽量布设在不受、少受人为活动影响的区域。土壤采样深度根据可能影响的深度确定，主要采集可能要剥离的表层至母质层土壤。

e)根据GB 36600、GB 15618中的筛选值和调查监测指标，结合土地利用现状，分析项目区土壤环境质量现状。

6.2.5 陆地生态系统现状调查

a)参照HJ/T 20中对应等级评价要求，开展项目所在地陆地生态系统现状调查，生态环境主管部门和项目技术评审环节有其它要求的，从其要求。

b)结合当地生态系统类型，参照HJ 710对应物种观测技术导则，系统调查项目评价范围内的植物区系、植被类型，植物群落结构及演替规律，群落中的关键种、建群种、优势种；动物区系、物种组成及分布特征；生态系统的类型、面积及空间分布；重要物种的分布、生态学特征、种群现状，迁徙物种的主要迁徙路线、迁徙时间，重要生境的分布及现状。明确乡土适生种和引进适生种。

c)调查项目地周边类似项目实际生态影响及采取的生态保护措施。

6.2.6 灰渣及其产品采测分析

a)根据HJ/T 20确定时间间隔和采样数，对连续生产工艺产生的粉煤灰、炉渣，应在燃煤锅炉和炉渣处置利用设施稳定运行且原辅材料类别稳定的时间段内，等时间间隔进行采样分析。

b)对于已贮存的粉煤灰、炉渣，按照对角线型、梅花型、棋盘型、蛇形等点分布确定采样位置，同时结合堆积高度，按照上部、中部、下部确定采样位置。将采集到的样品按照HJ/T 20规定进行充分混合后进行缩分，可采用份样缩分法、圆锥四分法等方法开展缩分后备用。

c)粉煤灰、炉渣的监检测因子，包括但不仅限pH值、镉、汞、铅、砷、铬、铜、镍、钴、锌、钒、含盐量、有机质、硫酸盐、铵盐等指标，粉煤灰、炉渣以及脱硫副产品有其他特征指标，应增加对应监检测因子。

d)经混合缩分后的样品依据HJ 761、HJ 766、HJ 781，开展粉煤灰、炉渣中有机质、重金属元素含量进行测定。

e)经混合缩分后的样品依据HJ 557规定方法获取浸出液，按照GB 8978的检测要求和标准，明确该样品为第I类一般工业固体废物或第Ⅱ类一般工业固体废物。

f)产灰单位及现有灰坝应按照GB 8978有关规定，监测并分析贮灰设施表面积水、渗滤液收集池的水质情况。

7 地质调查

当现有工程地质与水文地质资料无法满足项目设计需求，或经资料分析发现场址存在不良地质作用、通过工程地质类比判定存在不稳定因素时，应委托专业机构开展工程地质与水文地质现场勘察工作，两项勘察宜同步实施。

7.1 工程地质调查

7.1.1 依据DL/T 5097标准，需查明地层分布特征、软弱夹层及岩溶发育状况，评估边坡稳定性及地层与地质构造条件，明确地基承载力、压缩模量等关键参数。

7.1.2 针对岩溶中等发育及以上区域，应补充石芽、落水洞等不良地质现象专项调查。地形地貌测绘比例尺不得小于1:5000。

7.1.3 按照本文件5.2.2条款要求，对超限边坡开展稳定性评价。

7.1.4 石漠化区域需测定岩石裸露率，并提供岩溶发育强度分区图。

7.1.5 工程地质勘察布设不少于3条勘测样线，按20~50m间距布置钻孔，钻孔深度需穿透压缩层并进入稳定基岩≥3m。

7.1.6 工程地质勘察需提供土层参数（包括但不限于黏聚力、内摩擦角），以及承载力分析、沉降分析等关键数据与结论。

7.2 水文地质调查

7.2.1 参照GB 50487，查明项目区域地下水补给带、径流带、排泄带的赋存状态，明确岩溶管道及裂隙密集带的规模与空间分布特征，掌握溶洞填充物（黏土、碎石或流水）性质及裂隙倾角。

7.2.2 分析项目区地块水力联系范围内地下水采测井的水质现状，确定其侵蚀潜力。

7.2.3 通过水均衡分析确定大气降水入渗系数、地表水体渗漏量及地下水排泄方式。

7.2.4 采用钻孔压水试验测定岩体透水性，综合运用抽水试验测定项目区渗透系数。

7.2.5 宜通过示踪试验确定地下水补给-径流-排泄区域范围及流速，宜采用三维激光扫描技术获取溶洞空间形态，评估其对地基稳定性的影响。

8 其它调查

8.1 对工程周边符合施工要求的土源分布状况、储量规模、取用成本及可供应量进行调查。

8.2 开展产灰单位既有粉煤灰、炉渣处置利用情况调查，具体涵盖粉煤灰无害化处置与资源化利用设施的建设及运行状况，以及既有灰场防渗系统、排水系统、喷洒系统、回水系统及供电设施的建设运营情况。

8.3 工程实施配套条件调查，包括可利用水源及其供水设施、项目供电供热需求情况、项目区地表附着物状况及通往项目区的交通运输条件。

8.4 并对所需材料的市场供应状况、价格水平、当地用工情况及劳务信息开展调查。

8.5 通过人员访谈或问卷调查，了解相关权利人、所在地政府部门和地方行政主管部门的工程建设意愿。

9 风险评估

9.1 依据GB 18599，结合6.2.6，确定原灰渣和（或）改性后灰渣及其产品满足或优于第I类一般工业固体废物，且用于露天矿山、井下充填回填的，可不开展环境风险评估。用于污染地块修复治理的，可援引污染地块土壤环境风险评估报告和结论。

9.2 粉煤灰、炉渣作为胶凝材料（在物理、化学作用下，能从散粒状或块状经将替变成坚固的石状体，制成有一定机械强度的复合固体）的，其稳定固化后的试块或钻芯（材料：水=1:20），7天静渍浸出浓度，满足GB 14848要求或者达到地下水环境质量现状的，认为环境可接受，可不开展环境风险评估。

9.3 结合6.2.6，原灰渣和（或）改性后灰渣及其产品浸出浓度有且仅有9≤pH值≤10，且重金属类指标总量达到或者优于GB 36600第一类用地筛选范围内粉煤灰、炉渣的规模化处置利用工程（涉及农用地耕作层的项目除外），认为环境可接受，可不开展环境风险评估。

9.4 除9.1~9.3豁免情况外，应充分按照HJ 740开展项目风险评估，结合项目对应土地利用类型、大气环境区划功能、地表水环境区划功能、地下水环境区划功能，对应根据HJ 25.3、环办土壤函〔2018〕1479号、HJ 2.2、HJ 2.3、HJ 610开展环境风险和影响评价。

9.5 依据GB/T 35561，对5.2发现欠稳定区域项目的工程地质和水文地质灾害隐患进行风险评估。

9.6 参照各地重大项目、重大决策社会稳定性评估要求，通过问卷调查、公众访谈、专家咨询等方式，收集项目相关社会信息，重点识别征地拆迁、青苗补偿、基础设施搬迁占用、就业、投融资风险等因素情况信息。

9.7 相关风险评估结论和建议应纳入项目实施方案中，评估发现问题需明确针对性防范措施。

10 工程设计

10.1 矿山充填类项目设计及作业要求

10.1.1 露天矿坑充填

a)矿坑清理整形

露天矿坑使用前，应对坑内积存水体抽干并达标外排或用于充填工艺用水暂存。具有活动中的断裂带、地裂缝、滑坡、泥石流、崩塌、岩溶、采空区、土洞塌陷等地质灾害隐患的，应采取工程措施予以摘除。充填区具有营养表土和可利用黏土资源的，应挖取暂存和充分利用。对场平和路用后剩余的粒径≥150mm碎石、建筑垃圾以及其它尖锐物应全部挖除。场地内乔木灌木以及杂草应作全部拔出割清。通过上述措施，为库盆施工和充填创造条件。

b)截洪导排

参照GB 50201、GB/T 50869，应设置永久性截洪沟及坝面行洪系统，防止大气降水的垂直入渗和包气带入渗。截洪沟按50年一遇暴雨设计，梯形断面，底宽≥0.6m，纵坡≥1%；沟壁≥150mm现浇混凝土，抗冲刷厚度≥50mm。截洪沟两端，应设消能沉砂池，池体容积≥2m×1m×1.5m，池内水体达到农业灌溉要求的，可用于生态恢复工程供水设施。

c)底部防渗层。

采用黏土防渗的，黏土层厚度≥0.75m，渗透系数≤1×10⁻5cm/s，压实度≥92%（重型击实）。复合衬里防渗系统应包括土工膜和压实黏土，黏土厚度≥0.30m，渗透系数≤1×10⁻5cm/s，压实度≥92%（重型击实）

d)底部导排系统

渗滤液排水层厚度≥300mm（级配碎石φ20mm～φ40mm，孔隙率≥30%），渗透系数≥1×10⁻²cm/s，排水层以下设导水设施，其中：对“交椅山”形露天矿坑，参照CJJ 133，设导水盲沟，主盲沟间距≤30m，纵向坡度≥2%，断面宽×深≥0.6m×0.6m，内设≥200mmHDPE穿孔管，开孔率2%～3%，外包≥300g/m²透水土工布；对“锅底”形露天矿坑，参照CJJ133，竖向石笼φ1.0m，高至封场表面，内部填充φ50mm～φ100mm碎石，石笼底部设有有效容积≥7d渗滤液产生量的窨井，并配有抗腐蚀潜污泵Q≥10m³/h，H≥30m。

e)顶部保护阻隔层

采用≥300mm压实黏土或等效人工复合衬里防渗系统。

f)植物生长层

参照GB/T 38360和《贵州省恢复植被和林业生产条件、树木补种标准(试行)》，植被恢复土层厚度≥500mm，pH6.0～7.5，有机质≥1.5%，全氮≥0.1%。

g)进场道路

参照GBJ 22，为满足运输及消防需要，进场道路最低要求为：路基宽7.0m，路面宽6.0m，20cm厚C30混凝土面层+20cm厚5%水泥稳定碎石基层。最大纵坡≤7%，最小转弯半径≥15m；两侧设0.5m路肩排水沟。道路限速20km/h，设置反光标志、减速带及夜间照明。

h)粉煤灰、炉渣充填材料

露天矿坑充填入场粉煤灰、炉渣及其改性材料浸出浓度指标执行表1规定，理化指标执行表2规定。

表1 露天矿坑充填入场粉煤灰、炉渣及其改性材料浸出浓度限值

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **指标名称** | **单位** | **浓度限值** | **分析方法** | **指标来源** |
| 1 | pH值 | 无量纲 | 6~9 | HJ 1147 | GB 8978表4 |
| 2 | 汞 | mg/l | ≤0.05 | GB 7469 | GB 8978表1 |
| 3 | 镉 | mg/l | ≤0.1 | HJ 766 | GB 8978表1 |
| 4 | 铬 | mg/l | ≤1.5 | HJ 766 | GB 8978表1 |
| 5 | 六价铬 | mg/l | ≤0.5 | GB 7467 | GB 8978表1 |
| 6 | 铅 | mg/l | ≤0.5 | HJ 766 | GB 20426表1 |
| 7 | 砷 | mg/l | ≤0.5 | HJ 766 | GB 8978表1 |
| 8 | 铜 | mg/l | ≤0.5 | HJ 766 | GB 8978表1 |
| 9 | 镍 | mg/l | ≤1.0 | HJ 766 | GB 8978表1 |
| 10 | 锌 | mg/l | ≤2.0 | HJ 766 | GB 8978表1 |
| 11 | 铁 | mg/l | ≤6.0 | GB 11911 | GB 20426表1 |
| 12 | 锰 | mg/l | ≤4.0 | GB 11911 | GB 20426表1 |
| 13 | 氟化物 | mg/l | ≤10 | GB 7484 | GB 20426表1 |
| 14 | 氨氮 | mg/l | ≤10 | GB/T 39701 | 本文件新增要求 |
| 15 | 硫酸盐 | mg/l | ≤1000 | HJ 766 | 参照高矿化采煤废水概念，本文件新增要求 |

备注：按照HJ577要求，收集过滤浸出液进行分析结果。

表2 露天矿坑充填入场粉煤灰、炉渣及其改性材料理化指标要求

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **指标名称** | **单位** | **浓度限值** | **分析方法** | **指标来源** |
| 1 | 充填用水pH值 | 无量纲 | ≥5.0 | HJ 1147 | GB/T 51450 |
| 2 | 充填用水硫酸盐 | mg/l | ≤2700 | HJ 766 | GB/T 51450 |
| 3 | 水溶性总盐含量 | % | ≤2.0 | NY/T 1121.16 | GB 18599 |
| 4 | 有机质含量 | % | ≤2.0 | HJ 761 | GB 18599 |
| 5 | 45微米筛余物 | % | ≤45.0 |  GB/T 1596 | GB/T 1596 |
| 6 | 需水比例 | % | ≤115.0 | GB/T 1596 | GB/T 1596 |
| 7 | 含水率 | % | ≤1.0 | GB/T 176 | GB/T 1596 |
| 8 | SO3质量分数 | % | ≤8.0 | GB/T 176 | GB/T 1596 |
| 9 | 游离CaO质量分数 | % | ≤4.0 | GB/T 176 | GB/T 1596 |
| 10 | SiO3/Al2O3/Fe2O总质量分数 | % | ≥50 | GB/T 176 | GB/T 1596 |
| 11 | 密度 | g/cm3 | 1.9~2.6 | GB/T 25032 | GB/T 1596 |
| 12 | 雷氏安定性 | mm | ≤5.0 | GB/T 1346 | GB/T 1596 |
| 13 | 强度活性指数 | % | 62 | GB/T 1596 | GB/T 1596 |

i)场地土壤环境质量要求

作为建设用地和农用地的，修复治理后，人为活动影响层、植物根系活动层的土壤应分别满足GB 36600和GB 15618中对应筛查值要求，回填层材料仅作浸出浓度要求，回填层作业要求执行10.4.2中a）规定。

10.1.2 井工矿洞充填

a)矿洞勘测

依据GB 51144、GB 51060、GB/T 51450等相关国家标准，对拟充填的煤矿、金属矿及非金属矿洞开展系统性工程地质和水文地质勘察工作，旨在为矿井充填地质条件评估、充填方案设计、工程稳定性分析及安全环保措施制定提供依据与支撑。

在地层与构造勘察方面，通过资料收集、钻探、地球物理勘探等多元化技术手段获取完整地质剖面信息，获取充填区地层岩性特征、断层分布规律、节理发育状况及矿体空间赋存条件。重点分析覆岩关键层结构特征，计算岩层破断距及移动角等关键参数。应提供巷道井径、采区、采空区基本信息，提供临近充填井筒的距离、深度、井壁结构及支护情况说明。

在水文地质勘察方面，通过资料收集、钻探、地球物理勘探等多元化技术手段获取完整地质剖面信息，查明矿区地下水类型、水位动态变化特征、渗透系数等关键水文地质参数。重点识别导水通道分布规律，疏干降压漏斗发育情况，评估充水风险，确定“两带”（垮落带与导水裂隙带）发育高度，确保注浆层位设置于导水裂隙带上方。水文地质勘察应提供含氺层、隔水层的起止深度、岩性、裂隙特征、水位、水量以及水力联系等信息。

宜采用手持（适宜安全保障好的在产矿洞）或无人载具（适宜情况不明的矿洞（含历史遗留矿洞））的三维激光扫描技术，获取矿洞内部几何形状、尺寸及表面特征，为设定充填方位、方量提供基础数据。

参照《煤矿安全规程》要求，应采用气体检测装备，对拟充填矿洞中氧气、甲烷、硫化氢、二氧化碳、总挥发性有机物、氨气、总悬浮颗粒物等气体组分进行分析，并满足GBZ 2.1的要求。有人井下作业时，氧气含量≥20%，甲烷含量≤0.5%，硫化氢气体浓度≤15mg/m³，二氧化碳含量≤0.5%，氨气浓度≤30mg/m³，总挥发性有机物≤100mg/m³，总悬浮颗粒≤10mg/m³，烟粉尘中游离二氧化硅含量高的，根据《煤矿安全规程》调整。

b)充填准备

清除洞内积水、淤泥、设备、杂物及残留矿石。对洞壁倾斜部分进行修整，对松散岩体或裂隙发育区采用锚杆、喷射混凝土或钢拱架临时支护，临时支撑柱间距≤1.0m，直径≥15cm，承载力≥200KN，防止充填过程中塌方或变形，禁用木质支撑材料。充填矿洞，有泉水出露点的，应设置引排设施。采用注浆封堵导水断层或溶洞，注浆终压需达静水压力的2.5倍。有井下充填作业人员需求的，充填前检查通风、管路及顶板稳定性，人员应佩戴防护装备。检测氧气、甲烷、硫化氢、二氧化碳、总挥发性有机物、氨气、总悬浮颗粒物等气体组分。

c)充填孔管设计。

充填孔管直径φ≥110mm。采用竖井筒注浆的，应明确井筒坐标、标高、深度等参数，并明确井筒的内径、外径、结构和开凿方式，偏斜率应≤0.5%（每隔20~30m至少设置1个测斜点）。采用定向钻开孔注浆的，参照DZT0054，明确各孔段顶角、方位角、垂深、水平位移，中靶实测垂深误差≤±0.5m，方位偏差≤3°。注浆孔管应采用清洗液的粘度18~25s，密度1~1.10kg/l，失水量≤9mL/30min，含砂量小于等于0.2%。

d)充填系统设计

宜利用现有商砼站制备充填材料，不具备条件的，应按照GB/T 50383、YB/T 4959、AQ 2007.1、DB52/T 1179配套建设充填站，包括：

原料处理系统：配备破碎筛分设备，确保颗粒级配符合充填要求；需具备防潮、防尘功能，料仓与储存设备，容积需满足连续3天以上的充填需求；具备4小时以上的储浆能力尾砂浆浓缩机，提升浓度至56%~76%。

料浆制备系统：宜配备双轴搅拌机、强力活化搅拌器，确保尾砂、胶凝材料与水均匀混合，形成符合浓度要求的充填料浆；宜配备螺旋给料机、皮带秤、流量计等，实现原料的精准配比（如灰砂比、水灰比）；宜配备制浆机与滤浆机，用于制备膏体或高浓度浆液，并过滤残渣，确保料浆稳定性。

输送与控制系统：宜采用耐磨钢管（如双金属复合管），管径需根据输送量计算，满足满管流要求。垂直管道需设置减振措施，末端管道需内衬耐磨材料。宜采用PLC控制系统：集成传感器（压力、浓度、流量）和上位机，实现充填参数实时监测与自动调节。

其它辅助设施：宜配备清洗液高位水池，容量需≥3次冲洗管道用量。宜配备除尘与废水处理设备，扬尘点应密闭作业，设置相应的沉淀池、污水处理站，确保粉尘排放符合GB 16297，废水处理后达到GB 8978一级标准排放。宜配备防雷装置、防火防爆设备、应急通道及火灾自动报警系统。

上述设施设备应尽量采用变频调速设备降低电耗，物料中粉煤灰、炉渣、煤矸石等占比需≥80%，水泥掺混量≤100kg/m³、硅酸钠掺混量3%，减少能耗、物耗。

e)充填作业要求充填材料参数：质量浓度宜通过γ射线浓度计检测。充填体7天无侧限抗压强度≥3.0MPa；渗透系数≤1×10⁻5cm/s。其它指标要求见表3。表3 粉煤灰炉渣基矿井充填材料标准试块静态浸出浓度限值

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **指标名称** | **单位** | **浓度限值** | **建议分析方法** | **指标来源** |
| 1 | pH值 | 无量纲 | 5.5~9 | HJ 1147 | GB 14848 表1 Ⅳ类要求 |
| 2 | 硫酸盐 | mg/l | ≤350 | HJ 766 | GB 14848 表1 Ⅳ类要求 |
| 3 | 总硬度 | mg/l | ≤550 | GB/T 5750.4 | GB 14848 表1 Ⅳ类要求 |
| 4 | 氯化物 | mg/l | ≤350 | HJ 84 | GB 14848 表1 Ⅳ类要求 |
| 5 | 氟化物 | mg/l | ≤2.0 | GB 7484 | GB 14848 表1 Ⅳ类要求 |
| 6 | 氨氮 | mg/l | ≤0.5 | GB/T 39701 | GB 14848 表1 Ⅳ类要求 |
| 7 | 汞 | mg/l | ≤0.001 | HJ 702 | GB 14848 表1 Ⅳ类要求 |
| 8 | 镉 | mg/l | ≤0.01 | HJ 766 | GB 14848 表1 Ⅳ类要求 |
| 9 | 铬 | mg/l | ≤1.5 | HJ 786 | GB 8978 表1要求 |
| 10 | 六价铬 | mg/l | ≤0.10 | GB 7467 | GB 14848 表1 Ⅳ类要求 |
| 11 | 铅 | mg/l | ≤0.10 | HJ 786 | GB 14848 表1 Ⅳ类要求 |
| 12 | 砷 | mg/l | ≤0.05 | HJ 766 | GB 14848 表1 Ⅳ类要求 |
| 13 | 铜 | mg/l | ≤1.5 | HJ 766 | GB 14848 表1 Ⅳ类要求 |
| 14 | 镍 | mg/l | ≤0.1 | HJ 766 | GB 14848 表1 Ⅳ类要求 |
| 15 | 锌 | mg/l | ≤5.0 | HJ 786 | GB 14848 表1 Ⅳ类要求 |
| 16 | 铁 | mg/l | ≤1.5 | GB 11911 | GB 14848 表1 Ⅳ类要求 |
| 17 | 锰 | mg/l | ≤1.0 | HJ 766 | GB 14848 表1 Ⅳ类要求 |

备注：标准试块尺寸100mm×100mm×100mm或Φ100×200mm；浸没介质：饮用水，并确保侧向、顶面浸没深度保持在5mm左右；浸没时间48h；浸没温度为室温，浸出浓度应达到或优于GB 14848表1中的Ⅳ类要求。

充填作业规范：采用分段充填与接顶技术，避免离析，进路充填长度超过40m时需设置挡墙，分层高度控制在4~5m。每周至少开展1次充填体强度、管道磨损情况检测，建立充填质量档案。

10.2 土地利用类项目设计及作业要求

土地利用类项目包含一般性覆土复绿工程，修复治理后用作农用地和修复治理后用作建设用地类等3个方向。其中原有灰场生态修复类项目可免于或简化选址论证，选址论证材料援引原灰场设计建设资料，工程设计需满足如下要求：

a)堆体整形

堆体应根据区域地形地质、水文条件、施工方式、景观要求等因素，采取削坡开级、挡护、坡面固定、滑坡防治等措施进行治理，治理达到稳定状态。削坡开级整平后，所形成台阶宽度应≥2m，高度宜为8m～12m，堆体终场坡度≤1:3（土质边坡）或≤1:2.5（具有锚固设施）。回填的粉煤灰、炉渣或覆土厚度每达到0.3m～0.6m应摊铺、平整、辗轧，对应填方压实度应≥92%。

b)边坡治理

参照GB 50330，对弱风化岩质边坡高度≥30m、土岩混合边坡高度≥18m、土质或强风化岩质边坡高度≥15m的，设计安全系数≥1.3（正常工况）、≥1.1（地震工况）。在渗流作用下易产生塌陷、滑坡等不良地质作用的坡段，应采取渗流疏导措施，确保边坡的稳定性。对易发生滑坡的坡体，应根据堆体的岩性、潜在滑动层、地下水径流条件、人为开挖情况等滑坡要求，采取削坡反压、拦排地表水、控制地下水、抗滑桩等滑坡防治措施。无削坡及挡护条件时，可采取锚索支护等措施固定坡面。其中：边坡高度≤15m的，宜采用金属编织网（抗拉强度≥50kN/m）和植被固土，种植狗牙根（*Cynodondactylon*）、紫花苜蓿（*Medicagosativa*）、三叶草（*Trifolium*）等耐冲刷植物，制备覆盖率≥95%。边坡高度＞15m的，应采取浆砌石、锚固杆索、格构钢筋混凝土、抗滑桩等措施进行锚固。设置边坡挡墙的，应参照GB 50487，设施排水孔，边坡每5m设φ100mm排水孔，坡度5%，外包≥200g/m²透水土工布。

c)截洪导排

工程防洪标准、级别及排水构筑物设计按照GB 50210、DB52/T 1382相关规定执行，至少保证相关截洪导排设施应对50年一遇暴雨。根据堆场现状和周围地形情况，可采用排水涵洞、挡水坝、截洪沟、防洪提、溢流道和必要的泄洪通道等防洪工程措施。堆场边坡坡顶、坡面、坡脚和台阶均应设排水沟，并做好坡脚防护。其中截洪导排沟采用M7.5浆砌石或C20以上混凝土构筑，且底宽≥0.6m，深≥0.8m，纵坡≥1%，并在单段截洪导排沟的沟头、沟中和沟尾的设置容积≥20m³的消力池，消力池水质达到GB/T 18923的，可用于生态恢复用水。拦灰坝或挡墙下游设置渗滤液收集池并配套泵送设施，池体应至少保证收集7天的渗滤液，收集的淋溶液可回用于堆场抑尘或绿化。根据现场条件，需设置盲沟的，参照CJJ 133，采用φ≥100mm开孔HDPE（开孔率2-3%）作为导水管，坡度≥2%，外包≥200g/m²土工土，回填碎石厚度≥20m。

d)覆土防渗工程

顶部防渗层：参照GB 18599，黏土厚度≥0.75m（渗透系数≤1×10⁻⁵cm/s，压实度≥93%）或HDPE膜（厚度≥1.5mm）+30cm黏土。

覆土层：覆土厚度应根据植被恢复类型和场地用途确定。优先使用场区表土（剥离暂存），当无剥离土或者剥离土达不到要求时，可采用客土。

恢复为生态修复植被层或农用地的，生态修复植被特点合理确定覆土厚度，且厚度≥50cm，有机质≥1.5%，pH值介于5.5至8.5之间，其它指标按照GB 15618相关要求执行，并按照农用地安全利用要求，持续3年开展农作物可食部分的食品安全检测，检测合格的，可计入新增农用地，纳入土地增减挂钩管理程序，检测不合格的，则持续开展农用地土壤风险管控范畴；恢复为建筑及景观用地的，根据使用功能确定覆土厚度，并参照GB 36600土壤污染风险筛选值的天然土壤及符合相关标准的替代材料。

e)植被恢复（适用于生态修复或农用地恢复的）

优先使用贵州本土物种，杜绝外来物种入侵风险。

建议优先种植狗牙根（*Cynodon dactylon*）、多年生黑麦草（*Lolium perenne*）、高羊茅（*Festuca arundinacea*）、土荆芥（*Dysphania ambrosioides*）、雀麦（*Bromus japonicus*）、茅草（*Imperata cylindrica*）、荩草（*Arthraxon hispidus*）、白蒿（*Artemisia sieversiana*）、墨西哥玉米草（*Zea mays subsp. mexicana*）、高丹草（*Sorghum hybrid sudangrass*）、苏丹草（*Sorghum sudanense*）、扁穗牛鞭草（*Hemarthria compressa*）等本地适生先锋草本植物。可开展皇竹草（*Pennisetum hybridum*）、巨菌草（*Pennisetum giganteum*）、甜象草（*Pennisetum purpureum cv. Mott*）等高产、耐刈割且适应性强的多年生牧草的试点种植，以实现生态效益与社会经济效益的协同提升。

针对pH值偏高、存在粉煤灰炉渣基质及砷、铅、锌、镉等重金属污染的环境背景区，推荐种植蜈蚣草（Pteris vittata）、紫茉莉（Mirabilis jalapa）等修复性植物。若土壤覆盖层贫瘠，建议选用紫花苜蓿（Medicago sativa）、三叶草（Trifolium spp.）等豆科先锋物种，以满足固氮、快速覆盖及浅根系生长的需求。

植被恢复初期（1 - 2年）应以草本植物为主，3年后逐步引入胡枝子（Lespedeza bicolor）、紫穗槐（Amorpha fruticosa）、火棘（Pyracantha fortuneana）、刺梨（Rosa roxburghii Tratt）等灌木或小乔木，构建稳定的复合群落结构。植被恢复宜实现30天成坪覆盖、污染控制（淋溶重金属达标）及实现4年以上自然演替，恢复后的植被覆盖率应不低于周围区域土地植被覆盖率，植被类型要与原有类型相适应、与周边自然景观相协调。

避免选用乔木及根深＞1m的物种，防止破坏顶部防渗层。

施肥：定植前应采用腐殖土、畜禽养殖粪便、废弃菌棒及其它腐熟生物质对覆盖素土使用底肥进行培肥，禁用纯氮肥；在草本阶段（前1~2年）的4~9月施用氮磷钾复合肥，每月1次，单次施用量2~3kg/亩。在灌木阶段（3年后），每年春季采用沟施缓释肥方式实现追肥，用量15~20kg/亩。在具有重金属修复治理功能的场地，宜采用微肥控制，根据情况施用柠檬酸、钼酸铵、硫酸锌、硒肥等进行调控，遵从“少量多次”的要求，草本恢复阶段的4~9月，每3~4周施用一次，每次100~150g/亩。

灌溉保墒。初期保水（1~3个月）喷水频次：定植后前2周每日早晚喷水，确保根层土壤含水率＞15%。为减少蒸发，并促进定植，边坡铺设无纺布或覆盖秸秆（厚度5~10cm）3个月左右。排水防渍避免积水导致根腐病。中后期节水（3个月后），雨季（5~9月）停止灌溉，旱季（10~4月）每7~10天喷灌1次，保持土壤湿润但不渍水。可利用截洪沟消力池收集雨水、渗滤液池收集的符合农业灌溉标准的水体，用于干旱期灌溉。

生态修复后，场内植被覆盖率≥90%，生物量≥1.5kg/m²（干重）。

10.3 资源贮存利用类项目设计及作业要求

10.3.1 资源贮存库建设

资源贮存库库容应根据服务区域粉煤灰、炉渣资源化消纳周转能力及未来15年内贮存与资源化动态消纳需求设定，永不封场。

当资源贮存库服务对象（或产灰单位）同时产生粉煤灰、炉渣及脱硫副产物时，应分区设置粉煤灰堆存区、炉渣堆存区及脱硫副产品堆存区，各堆存区间须采用浆砌石或钢混结构隔离墙坝进行分隔，并在设计中为各堆存区预留10%~15%的弹性容量空间。

资源贮存库设计应严格执行GB 18599中第Ⅱ类一般工业固体废物贮存场所的相关要求，具体设施参数包括但不限于：库区轴线定位、堆存高度、分区库容规模、整体库区结构、外坡坡度比、初期坝材料选型与构筑工艺、设计最高浸润线控制值等；同时需明确库坝防渗系统、排渗系统、反渗漏防护措施及渗滤液收集处置方案，细化库区防洪与排洪形式等技术要求，并配套提交总平面布置图及控制性工程细部设计图纸。

资源贮存库从上至下的结构层分布需满足如下要求：

a)回填层/回填区

作为资源储存的粉煤灰、炉渣、脱硫副产品应分质分区回填，并做好钢混结构硬隔离。入库堆填物料可不作无害化预处理，确需无害化处理的，应确保处理工艺不对后续资源化利用产生负面影响。回填过程对压实度不作要求，作业面采用推土机码平即可。粉煤灰、炉渣、脱硫副产品堆填作业面需控制在500㎡、300㎡、400㎡以内，并配套喷雾、围挡防扬尘装置，非作业区域应采取≥200g/㎡的土工膜临时覆盖，避免扬尘和大气降水垂直入渗。钢筋混凝土隔离墙应按“一级安全、C40以上混凝土、抗渗等级≥P6、高厚比≤25、双排HRB400钢筋、悬臂剪力墙”进行设计，并配套端柱、抗滑基础及分段后浇带，当L>8m时，设伸缩缝/诱导缝20mm，缝内填防水弹性胶，确保承载力、裂缝与耐久性全部满足GB 50010要求。

b)膜上导排层

回填层底部应设置导排层，预埋φ≥100mm开孔HDPE（开孔率2-3%）作为导水管，坡度≥2%，外包≥200g/m²透水土工土，采用粒径20mm～60mm、含泥量≤2%的卵（砾）石等石料回填导渗护管，回填碎石厚度≥30cm，膜上导排层导出水位渣场渗滤液，需做好后续集中收集、监测、处置和利用措施。全场导排层应做好明确标记，回采利用时不得开挖至该层。

c)保护层

膜上导排层之下设置主防渗膜保护层，厚度≥50cm，可采用保护粘土或者粒径≤2mm的粉煤灰或炉渣、煤矸石改性防渗材料替代，其防渗系数≤1.0×10⁻⁷cm/s。

d)主防渗层

主防渗层应采用指标符合GB/T 17643，厚度≥1.5mm，断裂强度≥40N/mm、断裂伸长率≥700%的HDPE膜作为主防渗层。若选用其他人工合成材料，其拉伸强度、断裂伸长率、渗透系数及耐化学腐蚀性能须经测试验证，整体效能需等同于1.5mmHDPE膜。膜间焊接焊缝强度须≥35N/mm，且经检测确保无漏点（漏点率≤0.1%），同时需按期提交《防渗系统施工报告》及《人工防渗衬层完整性检测报告》。HDPE膜铺设时褶皱高度须≤2cm，土工布搭接宽度须≥30cm。在岩溶发育区或地下水敏感区域，宜采用HDPE膜与双层GCL毯复合防渗膜结构；当场地内尖锐物分布较多时，宜采用“两布一膜”（HDPE膜与双层土工布复合膜）防渗膜结构。通过上述措施，用于资源贮存库主防渗层综合渗漏系数≤1.0×10⁻⁷cm/s。

e)衬层

主防渗层之下应设置衬层，宜采用经压实粘土作为渗衬层，厚度≥0.75m，其饱和渗透系数≤1.0×10⁻5cm/s；若采用其他类型粘土类防渗衬层材料，其隔水效能须达到同等及以上水平。

f)膜下导排层

衬层之下应设置地下水导排系统，可采用盲沟、窨井或导排管进行建设。对于“交椅山”库形的，宜采用地下水导排管或盲沟作为导排系统，预埋φ≥300mm开孔HDPE（开孔率2-3%）或长×宽≥30cm×30cm钢混沟渠作为导水管沟，坡度≥2%，外包（覆盖）≥200g/m²透水土工土，回填60mm～80mm（孔隙率≥30%）、含泥量≤2%的卵（砾）石厚度≥50cm。对于“锅底型”库形的，宜采用导排管沟+地下水收集盲井作为导排系统，库盆底部每300㎡设置一口地下水收集盲井，单口地下水收集盲井容积≥5m³，采用C40以上混凝土、抗渗等级≥P6、高厚比≤25、双排HRB400钢筋一次浇筑成型，需配套埋设竖管放置液位触发抽水泵，确保窨井内水位长期位于基础层以下1.5m，地下水导排管沟和盲井周边应设置卵（砾）石导渗层。

g)基础层

基础层应是具有承载填埋堆体负荷的天然岩土层或经过地基处理的稳定岩土层。基础层表面与地下水年最高水位须保持1.5m以上的安全距离。

10.3.2 资源贮存利用设施

a)设置资源贮存设施的项目，需配套建设服务对象（或产灰单位）粉煤灰、炉渣及脱硫副产物年产生量30%以上资源利用的资源化利用能力。

b)资源化利用方向包括但不限于混凝土掺和料、路用工程建设、建筑用砌块板材、用于废水废气治理、用作土壤改良剂或缓释肥载体、金属回收领域、生态修复领域等，相关产品生产及工程技术要求按照GB/T 1596、DL/T 5055、GB/T 36535、GB/T 39201、GB/T 42350、GB/T 51450、JC 238、JC/T 409、JC/T 862、JC/T 2468等相关标准执行。

c)资源利用设施应按"三区两通道"原则，布局原料接收区/加工暂存区/合格品存储区，人流/物流独立通道。

d)资源利用设施设计、建设和运行过程中，需按照安全环保要求规范建设防雷、防风、防火、防爆设施，规范建设废气、扬尘、废水、噪声污染防治设施。

e)资源利用场站应根据工程需要，配套建设供水、供电、供气（热）、交通、通讯、监控等设施。

10.4 无害化处置填埋类项目设计及作业要求

10.4.1 无害化填埋场

无害化填埋场库容应根据服务区域粉煤灰、炉渣资源化消纳周转能力及未来15年内贮存需求设定，预留10%~15%的弹性容量空间，并参照10.2.1要求提供削坡整形、边坡治理、截洪导排以及封场方案。

入场粉煤灰、炉渣及无害化改性材料需按照到GB 18599中第I类工业固体废物要求，进行无害处理。粉煤灰炉渣无害化填埋场原则上不能用作脱硫副产品回填。

无害化填埋场设计应严格执行GB 18599中Ⅰ类场地的相关要求，具体设施参数包括但不限于：库区轴线定位、堆存设计标高、库容规模、库区结构、外坡坡度比、初期坝材料选型与构筑工艺、浸润线控制标高等；需明确库坝防渗系统、排渗系统、反渗漏防护措施及渗滤液收集处置方案，明确库区防洪与排洪形式等技术要求，并配套提交总平面布置图及控制性工程细部设计图纸。无害化填埋场从上至下的结构层分布需满足如下要求：

a)回填层/回填区

无害化的粉煤灰、炉渣回填应隔层填埋，填埋粉煤灰、炉渣厚度每达到0.3m～0.6m应摊铺、平整、辗轧，压实系数≥96%。当粉煤灰、炉渣回填压实厚度达到3m左右时，应覆盖20cm~40cm的夯实黏土或者等效防渗材料，压实系数≥0.92%，综合渗透系数应≤1.0×10⁻5cm/s。粉煤灰、炉渣堆填作业面需控制在500㎡以内，并配套喷雾、围挡防扬尘装置，非作业区域应采取≥200g/㎡的土工膜临时覆盖，避免扬尘和大气降水垂直入渗。

b)库内导排层

回填层底部应设置库内导排层，预埋φ≥100mm开孔HDPE（开孔率2-3%）作为导水管，坡度≥2%，外包≥200g/m²透水土工土，采用粒径20mm～60mm、含泥量≤2%的卵（砾）石回填导渗护管，回填碎石厚度≥30cm，库内导排层导出水为渣场渗滤液，需做好后续集中收集、监测、处置和利用措施，每填埋10000吨粉煤灰和炉渣，对应设置≥1m³渗滤液收集池，也可参照下列公式计算渗滤液收集池容积。

Q=10-3CIA

其中：Q为渗滤液产生量(m³)，C为雨水下渗系数(无量纲)，I为72小时降雨强度（mm），A为填埋库区汇水面积（㎡）。

c)防渗层

当天然基础层饱和渗透系数≤1.0×10-5cm/s，且厚度≥0.75m时，可以采用天然基础层作为防渗衬层。天然基础层不能满足防渗要求时，可采用改性压实粘土类衬层或具有同等以上隔水效力的其他材料防渗衬层，渗透系数≤1.0×10-5cm/s。

f)库底导排层

防渗层下应设置地下水导排系统，可采用盲沟、窨井或导排管进行建设。对于“交椅山”库形的，宜采用地下水导排管或盲沟作为导排系统，预埋φ≥300mm开孔HDPE（开孔率2-3%）或宽×高≥30cm×30cm钢混沟渠作为导水管沟，坡度≥2%，外包（覆盖）≥200g/m²透水土工土，回填60mm～80mm（孔隙率≥30%）、含泥量≤2%的卵（砾）石厚度≥50cm。对于“锅底型”库形的，宜采用导排管沟+地下水收集盲井作为导排系统，库盆底部每300㎡设置一口地下水收集盲井，单口地下水收集盲井容积≥5m³，采用C40以上混凝土、抗渗等级≥P6、高厚比≤25、双排HRB400钢筋一次浇筑成型，需配套件埋设竖管放置液位触发抽水泵，确保窨井内水位长期位于基础层以下1.5m，地下水导排管沟和盲井周边应设置卵（砾）石导渗层。

g)基础层

基础层应是具有承载填埋堆体负荷的天然岩土层或经过地基处理的稳定岩土层。基础层表面与地下水年最高水位须保持1.5m以上的安全距离。

10.4.2 无害化处置设施

a)无害化填埋项目，需配套建设入场粉煤灰、炉渣的无害处置设施，其日处理能力应100%满足入场粉煤灰、炉渣无害化处理要求。无害化处置设施可建设在产灰单位所在地和（或）建设在的无害化填埋项目所在地，也可交由第三方集中进行无害化处置。

b)粉煤灰炉渣无害化处置工艺包括但不仅限于化学稳定化、固化稳定化、逆流水洗、多固废协同处置等。

c)无害化处置设施应按"三区两通道"原则，布局原料接收区、加工处置区、熟化稳定区，以及人流、物流独立通道。

d)产灰单位、无害处置场所应建设入场粉煤灰、炉渣理化性质分析能力，至少配制多参数水质检测仪、手持XRF、恒温箱、马弗炉、电子天平等设施设备，可即时开展粉煤灰、炉渣pH值、重金属含量、含水率、烧失量、电导率等关键指标分析。

e)无害化处置设施设计、建设和运行过程中，需按照安全环保要求规范建设防雷、防风、防火、防爆设施，规范建设废气、扬尘、废水、噪声污染防治设施。

f)无害化处置设施场站应根据工程需要，配套建设供水、供电、供气（热）、交通、通讯、监控、地磅等设施。

11 跟踪监测评价

11.1 大气及噪声环境质量监测

11.1.1 按照HJ 212开展大气及声环境质量实时在线监测，监测项目应包括：PM2.5、PM10、TSP、TVOC、H₂S、NH₃、CO、声压、风速、风向、温度、湿度、气压、降水量等参数监测。

11.1.2 至少布设3个监测点位，分别位于堆场当时上风向50m处，堆场中心区域、下风向50 m处，监测点位距地面或堆体高1.5~2.0 m。

11.1.3 至少1次/半年开展手工采样和分析，方法按照GB 3095相关规定执行，至少连续监测3天。

11.1.4 项目建设和运行期间，大气污染排放应符合GB 20426的要求，噪声排放应符合GB 12523要求。

11.2 地表水环境质量监测

11.2.1 监测项目应至少包括浑浊度、pH值、溶解性总固体、氯化物、硝酸盐(以N计)、氨氮（NH3-N计）、亚硝酸盐(以N计)、硫酸盐、氟化物、砷、汞、铬、六价铬、铅、镉等。

11.2.2 地表水监测点位、分析方法、监测频次应按照HJ 819执行，岩溶地区应增加地表水的监测频次。

11.2.3 监测频次至少1次/半年，直到地下水水质连续2年不超出地下水本底水平。

11.3 地下水环境质量监测

11.3.1 项目所在区域地下水埋藏深度小于15 m的粉煤灰堆场，应开展地下水环境质量监测。

11.3.2 监测项目应包括：pH值、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、硫化物、氟化物、砷、镍、铅、汞、镉、六价铬、铜、锌等十四项指标。

11.3.3 至少布设3个监测点位，分别位于堆场地下水流向上游50m处，地下水流向下游30m和50m处。

11.3.4 地下水采样和分析方法按照HJ/T 164相关规定执行。每半年至少连续监测2天。

11.4 土壤环境质量监测

11.4.1 监测项目应包括：pH值、氟化物、硫化物、砷、铅、汞、镉、总铬、六价铬、镍、铜、锌等。

11.4.2 至少布设4个土壤监测点位，分别在堆场地下水流向上游200 m处，地下水流向下游50 m、100 m、200 m处，共采集1次，采集深度、采样和分析方法按照HJ25.2执行。

11.4.3 监测频次至少1次/年，采样深度根据可能影响的深度适当调整，以表层土壤为重点采样层。

11.5 渗滤液收集处置设施水环境监测

11.5.1 灰水处理系统应继续正常运行，并对处理设施进出水主要污染物和水量进行监测，监测方式及监测频率应根据相应环境影响评价文件和灰水处理工艺控制需要确定。

11.5.2 污染修复的监测频次按照HJ25.6要求的修复工程运行初期、运行稳定期、运行后期分别设定。

11.6生态环境监测

11.6.1 植被恢复的效果监测应结合修复方向选择。

11.6.2 监测内容主要包括植被种类、分布、面积和植被成活率及林草植被恢复率、林草覆盖率等。

11.6.3 每年6~9月开展1次，持续3年稳定后停止监测。

11.7 安全监测

11.7.1 坝体位移监测。在贮灰场竣工3年内，每月监测1次；竣工三年后，每季度监测一次。

11.7.2 坝体沉降监测。一般情况下，每季度监测一次。

11.7.3 宜采用北斗卫星高精度变形监测等先进技术监测坝体位移、沉降等变化情况。

11.7.4 浸润线监测。正常情况下，每月测量一次。根据浸润线监测数据，应当及时绘出坝体浸润线。

11.7.5 地下水位变化监测。地下水位监测应当重点监测其变化幅度及与地表水的联系。系统动态监测时间不少于1个水文年，并每月监测一次，雨季应当增加监测次数。

11.7.6 蚁穴、兽洞观测。根据当地气候特点，每年春季、秋季应当对坝体蚁穴、兽洞等进行全面检查。

11.7.7 在汛期或者发生地震、暴雨、洪水、泥石流以及其他可能影响贮灰坝安全等异常情况时，运行管理单位应当加强巡视检查，并增加监测频次和监测项目。

11.7.8 运行管理单位应当加强安全监测数据分析和管理，发现监测数据异常或者通过监测分析发现坝体有裂缝、滑坡征兆等严重异常情况时，应当立即采取措施予以处理并及时报告。

11.7.9 每年汛期前应当对贮灰场排洪设施进行检查、试运、维修和疏通。汛期后应当对贮灰场坝体和排洪构筑物进行全面检查与清理，发现问题及时处理。

11.8 安全环保评估

11.8.1 根据监测、巡查情况开展安全环保成效评估，并提出优化方案或者改进措施，具体评估时间可根据实际情况确定。

11.8.2 评估指标主要考虑环境安全、环境质量、植被群落、主导生态功能，具体参照HJ 1272、HJ 740，AQ 2030执行：

a)重点针对修复后的大气、地表水和地下水水质、土壤质量的改善和渗滤液水质水量变化等情况进行分析评估；

b)重点针对修复后的植被类型、分布、成活率、覆盖度的变化情况进行分析评估；

c)重点对水源涵养、土壤保持等变化情况进行分析评估；

d)重点对项目环境安全风险进行评估。

12 工程管理验收

12.1 工程管理

12.1.1 施工前应依据工程勘察文件、设计文件、招标文件及各行政审批文件，系统编制施工组织设计与专项施工方案，科学统筹并合理化安排施工工序顺序。

12.1.2 工程施工应严格执行国家及行业现行相关专项工程施工规范、施工程序及管理文件要求，工程质量监督管理须符合GB/T 50326标准相关规定，建立健全过程监理制度、财务管理制度、安全环保制度、操作规程、巡查监测记录及档案管理制度。

12.1.3 施工组织设计应结合项目具体特征编制针对性安全管控措施，并针对施工过程中可能出现的滑坡、坍塌、溃坝、强降水、大风、火灾等情况，制定安全环保、职业卫生应急处置措施与应急预案。

12.1.4 有限空间作业和吊装作业时，必须严格执行作业安全操作规程，设置安全警示标识，作业人员须配备必要的个人防护装备，且现场需安排专人监护，确保作业过程安全可控。

12.1.5 施工单位应制定并有效落实安全环保监测实施方案，主动接受各级行政主管部门的监督检查。

12.1.6 工程施工所采用的设备、材料、器件等物资，应符合国家现行相关标准要求，且经供货商提供有效产品合格证明文件后，方可投入使用。

12.1.7 在工程项目建设、运营及管护期间，均应严格执行GB 15562.2标准要求，规范设置各类标志及警示牌。具体内容包括：公示项目总平面布置图、明确四至界限范围、注明建设与运营时间节点、展示工艺流程说明，并公布责任单位信息及责任人职务、联系方式等详细信息。

12.2 注意事项

12.2.1 对于卧管、竖井、斜槽、管涵等清理、修缮、巡检应按有限空间作业安全操作规程执行。

12.2.2 排水系统的施工与验收应符合DL/T5190.9、DL/T5210.1的有关规定。

12.2.3 灰水、地下水和地表水处理设施施工与验收应按照DL/T 5190.6、DL/T 5210.4的有关规定。

12.2.4 堆体整形过程中应采取临时覆盖措施，同时应保持场区内排水、灰水收集处理等设施正常运行。

12.2.5 覆盖工程宜在雨季到来之前完成施工;工程量大，需要跨雨季施工的，应对未完成部分采取临时覆盖措施，减少雨水向堆体渗透。覆盖土层应按照设计压实密度和平整度进行压实、压平，防止土层沉降和塌陷。

12.2.6 土工布、复合排水滤网施工和试验应符合GB/T 51403有关规定。

12.2.7 防渗膜应铺设平整、搭接严密、焊接牢固，其施工和验收应符合GB/T 51403、GB 18599的有关规定。防渗膜分段施工时，铺设后应及时进行检验，验收并完成上层覆盖。

12.2.8 阻隔层与周边防渗层连接处应采取防止雨水灌入措施，具有焊接条件的，可实施阻隔层与周边防渗层的焊接。

12.3 工程验收

12.3.1 竣工验收应按照《建设项目（工程）竣工验收办法》《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》和本标准有关规定执行。

12.3.2 验收内容及标准如下：

a) 堆体整性及边坡治理、截洪导排、防渗、覆土、配套工程、生态恢复等各项工程均按照设计完成，并满足本标准要求；

b) 生态修复植被覆盖符合6.5.1要求；

c)土地治理应符合TD/T 1036要求，作为生态修复用地的，施工与验收应满足CJ/T340要求；修复治理用作耕地的，施工与验收应满足GB 15618要求；修复治理用作建设用地的，施工与验收应满足GB 36600要求；

d) 项目勘查、设计、施工、监理、管理等全过程的计算资料和档案齐全；

e) 建立后期管理和维护制度，并落实资金保障。

12.3.3 验收完成后，责任主体应当向属地县级能源管理、生态环境、自然资源行政主管审查备案，涉及农用地利用的，还应向属地县级农业农村部门审查备案。

13 管理维护

工程验收合格后，应做好后期管护工作，管护内容主要包括工程设施维护和植被养护。

13.1 工程设施维护应按照工程设计和运行要求定期检查和维护，发现工程设施运行不正常或损毁，应及时修复或替换。

13.2 植被养护包括成活期和生长期两个阶段。成活期养护内容包括草籽撒播、浇水、苗木绑扎、培土、扶正，草帘、遮阳网等。生长期养护内容包括松土、除草、灌溉、施肥、修剪、补植、病虫害防治、有害或入侵植物清除等。

