

洪江市双溪煤矿钒冶炼厂 土壤污染治理项目

变更实施方案

委托单位：洪江市人民政府

编制单位：湖南乙竹环境科技有限公司

2020 年 8 月

洪江市双溪煤矿钒冶炼厂 土壤污染治理项目

变更实施方案

委托单位：洪江市人民政府

编制单位：湖南乙竹环境科技有限公司

2020 年 8 月



工程 资质



企业名称：湖南乙竹环境科技有限公司

经济性质：有限责任公司（自然人投资或控股）

资质等级：环境工程（污染修复工程、水污染防治工程）专项乙级。
可从事资质证书许可范围内相应的建设工程总承包业务以及项目管理和相关的技术与管理服务。

证书编号：A243014065

有效期：至2022年01月04日

中华人民共和国住房和城乡建设部制

发证机关：

2019年06月14日

No.AZ 0165683

洪江市双溪煤矿钨冶炼厂土壤污染治理项目
变更实施方案专家评审意见

2020年8月31日，怀化市生态环境事务中心在长沙主持召开了《洪江市双溪煤矿钨冶炼厂土壤污染治理项目变更实施方案》（以下简称《变更实施方案》）专家评审会。参加会议的有怀化市生态环境局、洪江市人民政府、怀化市生态环境局洪江市分局，编制单位湖南乙竹环境科技有限公司的领导和代表。会议邀请了3位专家组成评审组（名单附后）。前期，与会专家与领导实地察看了项目现场，会上，编制单位对《变更实施方案》内容进行了汇报，经与会代表与专家评审和讨论，形成如下评审意见：

一、项目概况

“洪江市双溪煤矿钨冶炼厂土壤污染治理项目”为2018年湖南省土壤污染防治项目储备库项目，已获得土壤污染防治项目专项资金支持。项目动工前，按照最新管理要求，补充开展了土壤污染状况调查及风险评估，工程内容及工艺路线均发生变更，故需进行工程方案变更。

二、报告质量

《变更实施方案》编制较规范，变更工程内容较完善，经进一步修改完善并经专家复核后可作为下一步的工作依据。

三、修改完善建议

- 1、简化前期内容说明，重点说明调查报告及风险评估主要结论，核实污染土壤量、超修复目标值土壤量。
- 2、细化工程变更原因说明，列表对比变更工程内容。补充地块规划图，核实治理修复范围及边界。
- 3、强化建场填埋与外运其他渣场方案比选，完善填埋场选址分析。
- 4、列表对比工程变更前后投资变化情况，补充工程平面布置、截排洪系统等相关图件。

专家组：万大娟（组长）、龙加洪、陈亮（执笔）

2020年8月31日

万大娟

龙加洪 陈亮

洪江市双溪煤矿钒冶炼厂土壤污染治理项目变更实施方案

修改意见说明

1、简化前期内容说明，重点说明调查报告及风险评估主要结论，核实污染土壤量、超修复目标值土壤量。修改说明：已对调查报告及风险评估报告相关内容进行简化，详见实施方案第3章节；并重点对调查报告及风险评估报告的主要结论进行说明，详见P20~23；已核实污染土壤量和超修复目标值土壤量，其中污染土壤量为7951.54m³，超修复目标值土壤量4778.9m³。

2、细化工程变更原因说明，列表对比变更工程内容。补充地块规划图，核实治理修复范围及边界。修改说明：已细化工程变更原因说明，详见P30，并对变更工程内容进行列表对比，详见P131表11-1；已补充地块规划图，详见P16；已核实项目治理修复范围及边界，详见P30~32。

3、强化建场填埋与外运其他渣场方案比选，完善填埋场选址分析。修改说明：已强化建场填埋与外运其他渣场方案比选内容，本方案建议建设标准填埋场处置II类固体废弃物和重金属污染土壤，详见P69；并补充完善对填埋场的选址分析，详见P70~76。

4、列表对比工程变更前后投资变化情况，补充工程平面布置、截排洪系统等相关图件。修改说明：已对工程变更前后投资变化情况进行列表对比说明，详见P138~139表11-5；已对工程平面布置、截排洪系统等相关图件进行补充，详见附图。

修改意见：总体完成，初次为富江市委提出的修改意见，建设内容。

（建设内容方案比选（表7-2））以及填埋场选址合理性。建设内容方面工作较浅显，深度有待加强。建设内容完善后即可作为工程实施的依据。

陈亮 2020.9.17

复核意见修改说明

在方案比选（表7-2）以及填埋场选址合理性分析方面总体较为浅显、深度有点不够。

修改说明： 已对（表7-2）废渣治理工艺对比进行补充完善，详见P62-P63；
已对填埋场选址合理性分析进行补充完善，详见P70-P77。

目 录

1. 项目概况	1
1.1. 项目概况及背景	1
1.2. 项目必要性	6
2. 编制依据	9
2.1. 相关法律、法规与规划	9
2.2. 相关标准	10
2.3. 其他	11
3. 场地概况	12
3.1. 基本信息、现状描述	12
3.2. 场地取样调查方案	17
3.3. 场地调查结论	20
3.4. 场地环境风险评估结论	21
4. 原治理与修复方案	24
4.1. 治理与修复范围	24
4.2. 治理与修复目标	24
4.3. 工艺设计	28
5. 变更后治理与修复范围	30
5.1. 治理与修复范围	30
5.2. 项目各污染修复方量确定	33
5.3. 土壤方量	34
5.4. 废渣方量	49
5.5. 建筑垃圾方量	50
5.6. 重金属废水处理量	51
6. 变更后治理与修复目标	52
6.1. 工程实施内容	52

6.2. 治理与修复目标.....	52
7. 变更后治理与修复技术方案.....	54
7.1. 土壤污染治理与修复技术概述.....	54
7.2. 土壤污染治理与修复技术筛选.....	57
7.3. 废渣治理方案技术比选.....	61
7.4. 重金属废水治理技术比选.....	63
8. 变更后项目实施内容.....	67
8.1. 总体技术思路.....	67
8.2. 总体技术路线.....	67
8.3. 主体工程方案.....	69
8.4. 配套工程.....	106
8.5. 主要设备.....	107
8.6. 项目主要工程量.....	107
9. 环境监测与二次污染防治.....	110
9.1. 环境监测及管理计划.....	110
9.2. 治理过程环境保护目标.....	111
9.3. 防止二次污染防治措施.....	112
10. 项目管理与组织实施.....	116
10.1. 项目管理、组织机构与责任.....	116
10.2. 组织实施与进度安排.....	121
10.3. 项目招标.....	123
10.4. 项目监理.....	124
11. 变更前后投资对比.....	131
11.1. 变更前后主要工程量及处理工艺对比.....	131
11.2. 变更前投资估算.....	132
11.3. 变更后投资估算.....	135
11.4. 变更前后投资对比.....	138

12. 项目风险分析.....140

12.1. 政策风险..... 140

12.2. 技术风险..... 141

12.3. 资金风险..... 141

12.4. 项目管理风险..... 142

13. 效益分析.....143

13.1. 环境效益..... 143

13.2. 社会效益..... 143

13.3. 经济效益..... 144

附件..... 145

附图.....151

1. 项目概况

1.1. 项目概况及背景

1.1.1. 项目基本情况

项目名称：洪江市双溪煤矿钒冶炼厂土壤污染治理项目

建设单位：洪江市人民政府

建设地点：洪江市双溪煤矿钒冶炼厂

项目主要内容：

（1）Ⅱ类固废填埋场建设工程

在项目治理场地东侧 1.8km 处新建一座理论库容为 1.5 万 m³ 的安全填埋场，按Ⅱ类固废填埋场建设标准建设，并对填埋场进行封场和生态恢复，形成与周边环境景观协调一致的生态体系。

（2）重金属污染土壤处置

对本区域内 4778.9m³ 重金属污染土壤进行挖掘和转运，转运至Ⅱ类固废填埋场进行安全填埋处置。

（3）废渣填埋处置

对本区域内历史遗留废渣（第Ⅱ类一般工业固废）10165.96m³ 进行挖掘和转运，转运至Ⅱ类固废填埋场进行安全填埋处置。

（4）建筑垃圾清运处置

将本区域内废弃厂房拆除遗留的建筑垃圾 3221.68m³ 转运至洪江市建筑垃圾填埋场处置。

（5）重金属废水治理

本区域内厂区收集池残留的重金属废水，共计 1000m³，污水处理采用租赁一体化化学混凝沉淀设备处理后达标排放。

1.1.2. 项目背景

洪江市双溪煤矿钒冶炼厂生产基地由原来煤矿开采基地转变而来，位于洪江市工业园内，距离城区直线距离不足两公里，厂区总面积 58000m²，约 87 亩，厂区建（构）筑物面积及废弃水池约为 15046m²。通过相关资料显示，企业从事钒矿的采选和冶炼加工，生产的最终产品为五氧化二钒（含量 99%以上）。在很长时间内，生产工艺采用“钠法焙烧”工艺，后技改为“低钠焙烧”工艺，最后改为“无钠焙烧”工艺。目前工厂已关停，厂区内大部分建构筑物已拆除，但厂区内还存留有大量废渣堆未进行处理，环境风险较高。另外，渣堆渗滤液及场地内遗留废水未经任何处理直接经地表径流冲刷由下游水渠汇入舞水，已造成较严重的环境污染事故，直接威胁周边民众的饮水安全和城区自来水厂舞水取水地的水质情况。

根据洪江市政府规划要求，目前已经将原钒厂生产基地划拨为工业园区建设用地，目前亟待开发。根据该地块现场调查及场地调查报告显示，目前影响范围主要是原生产区部分，共计 12176.4m²。其中，包括厂区土壤污染面积 2813.52m²，主要污染因子为钒和砷；工业固体废弃物共计 13387.64m³，包括历史遗留废渣（第Ⅱ类一般工业固废）10165.96m³、废弃厂房拆除遗留的建筑垃圾（第Ⅰ类一般工业固废）3221.68m³，覆土厚度为 50cm，共计 6088.2m³；厂区遗留的冶炼废水 1000m³ 等。洪江市人民政府对于双溪煤矿钒冶炼厂生产基地地块改变土地利用性质非常重视，要求怀化市生态环境局洪江市分局对该地块进行土壤环境质量调查和评估，并提出污染土壤修复的建议。

2017 年，怀化市生态环境局洪江市分局根据市委市政府的要求，委托第三方进行土壤污染区域场地土壤环境质量现状调查和编制实施方案上报省生态环境厅。通过省市两级专家筛选评审，于 2018 年顺利纳入湖南省土壤污染项目储备库。

由于厂区周边地块施工及场地原有建构筑物拆除施工，地块存在扰动，依据 GB36600-2018 和 HJ 25.1—2019 的要求，本项目以 30m×30m 布点密度重新进行土壤采样检测分析，根据本地块环境调查和风险评估结果表明，本项目地块土壤

中的重金属污染程度超过工业用地可接受风险水平，需尽快对该地块进行修复或管控工作。

2020年8月，我司受洪江市人民政府委托，结合项目区开展的污染场地调查及风险评估成果，编制《洪江市双溪煤矿钒冶炼厂土壤污染治理项目变更实施方案》。

1.1.3. 区域环境概况

1.1.3.1. 洪江市地理位置

洪江市位于湖南省西南部，沅水上游，云贵高原东部边缘的雪峰山区，东接溆浦县、洞口县，南邻绥宁县、会同县，西界芷江侗族自治县，北依怀化市。地理座标为东经 109°32'至 110°31'，北纬 26°91'至 27°29'。市境东起洗马乡土岭界，西止托口镇鲤鱼湾，长 102 公里；南起龙船塘乡雪峰界，北至岔头乡大沅，宽 55 公里。总面积 2173.54 平方公里，其中陆地 2105.36 平方公里，水面 68.18 平方公里。总面积占全省 1%。

洪江市交通区位优势明显，距西南五省(市)周边中心城市--怀化 35 公里，距芷江机场 40 余公里，枝柳铁路、320 国道、209 国道、沪昆高速公路、包茂高速公路过境而过，各旅游景区均有便利的交通直达。

1.1.3.2. 双溪煤矿钒冶炼厂地理位置

洪江市双溪煤矿钒冶炼厂生产基地由原来煤矿开采基地转变而来，位于洪江市工业园内，距离城区直线距离不足两公里，现已纳入洪江市工业园的规划范围。厂区附近有较多的居民集聚，最近的民居离厂区不足十米。同时，周边已有电线杆厂入驻，且处于正常生产状态。其地理位置分布图如下图所示。

填充时间较久，已趋于稳定，呈松散-稍密状。该层主要分布于废渣堆中，分布欠均匀。

2) 粉质粘土②层 (Q4al) :

灰褐色、黄褐色，有人工填土钻孔部位，上部土受填土污染物影响，呈灰褐色，往下逐渐呈黄褐色，主要由粉质粘土组成，含 20%碎石，稍湿，呈可塑状，无光泽，韧性及干强度一般。

根据本次勘察结果结合区域地质资料显示，场地基底为芷江白垩系下统 (K1) 地层，岩性为紫红色，暗黄色泥质粉砂岩夹薄层粉砂质泥岩，底部含紫红色砂砾岩等，属软质岩石，节理裂隙较发育，易于风化，岩质软，遇水易软化，干燥易开裂。根据 1:20 万会同幅区域地质图及怀化市地质矿产志等资料，勘察区一带区域地质构造较为简单，场地范围内没有区域断层穿过，也未发现其它不良地质现象，故区域地质构造稳定。

(3) 区域地质构造

根据本次勘察结果结合区域地质资料显示，场地基底为芷江白垩系下统 (K1) 地层，岩性为紫红色，暗黄色泥质粉砂岩夹薄层粉砂质泥岩，底部含紫红色砂砾岩等，属软质岩石，节理裂隙较发育，易于风化，岩质软，遇水易软化，干燥易开裂。根据 1:20 万会同幅区域地质图及怀化市地质矿产志等资料，勘察区一带区域地质构造较为简单，场地范围内没有区域断层穿过，也未发现其它不良地质现象，故区域地质构造稳定。

(4) 水文地质条件

场区内地下水类型主要为基岩裂隙水。

基岩裂隙水赋存于岩层的风化裂隙中。微风化灰岩为项目场地相对隔水层。

地下水的形成主要由大气降雨入渗补给，补给范围较大，补给量动态变化较大。地下水由自然分水岭向谷底渗流，通过低谷向溪流排泄。

由于本次勘察由于勘探深度有限，勘探点均未遇见地下水。

根据查询访问，由于工业集中区配套设施的完善，城市供水管网的接入代替了原汲取地下水的用水习惯，现勘察场地区域居民的生活用水来源均为城市自来

水。

(5) 气象参数

勘察区属亚热带季风气候，温暖湿润，四季分明，日照充足，雨量充沛，夏冬长，春秋短。据洪江区气象站统计资料：1967年至2015年40余年年平均气温16.9℃，最高气温39.1℃(2002年8月14日)，极端最低气温-8.6℃(2003年2月2日)；历年平均降水量1264.50 mm，年最大降水量为1850.6mm(1992年)，月最大降水量292.7 mm(1972年5月)，日最大降水量184 mm (2004年5月24日)，时最大降水量32.7mm(2004年6月22日9~10时)，无霜期301天。

(6) 地震效应

根据GB50021-2001第5.7.5条，结合地质勘察结果，本场地未发现液化土层，故本工程可不考虑液化影响，场地内地形较为平坦，不具备产生地震滑坡等不良地质作用的条件因素。根据场地地形、地貌、地质条件及地震效应，综合判断该场地属对建筑抗震一般地段。

按《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)及《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)附录A，本地区Ⅱ类场地基本地震动峰值加速度为0.05(g)，基本地震动反应谱特征周期为0.35(s)，抗震设防烈度为6度。场地土类型为中硬土。

1.2. 项目必要性

1.2.1. 减少钒污染、保护洪江市饮用水源地安全的需要

由于双溪煤矿地底下蕴藏着丰富的煤炭、钒及各种伴生矿等矿产，自二十世纪中期以来，原双溪镇的经济支柱产业主要煤炭采掘业和钒冶炼企业。由于矿区长期开采过程中产生大量含钒、镉等重金属的生产废水，不断随地下径流进入洪江市自来水厂在舞水的饮用水源地，致使洪江市城区居民的饮用水安全遭受严重威胁，并将污染传延至沅水以及洞庭湖库区，严重影响长江流域的饮用水安全。

采矿业产生的钒矿山废渣，是含有重金属的有毒废物，主要有害成分是Cd等伴生矿，土壤受重金属侵蚀严重，遇雨雪渗透流失，对该地区水系构成严重污

染，据调查显示，钒矿冶炼厂关停之前此处寸草不生，地下水严重污染，居民饮用水受到严重威胁，这不仅使当地工农矛盾突出，社会稳定受到严重影响，而且严重制约了当地的经济发展和生活水平的提高。

因此，本项目的建设是解决受重金属污染区及洪江城区居民饮用水安全问题的迫切需要，是保障沅水及洞庭湖流域生态安全的重要举措，也是维护长江流域饮用水安全的关键举措。

1.2.2. 是贯彻十八大精神、落实“土十条”的需要

十八大报告首次单篇论述“生态文明”，全国党代会报告第一次提出“推进绿色发展、循环发展、低碳发展”、“建设美丽中国”。作为生态文明建设的重要内容，2011年初，国务院正式批复《重金属污染综合防治“十二五”规划》（简称《规划》），这是我国出台的第一个“十二五”专项规划，充分体现了党中央、国务院对重金属污染防治的高度重视。《规划》提出，要进一步优化重金属相关产业结构，基本遏制住突发性重金属污染事件高发态势。重点区域铅、汞、铬、镉和类金属砷等重点重金属污染物的排放量，比2007年减少15%。非重点区域重点重金属污染物排放量不超过2007年水平，重金属污染得到有效控制。重金属污染防治涉及重点行业，包括重有色金属矿采选、冶炼、铅蓄电池、皮革及其制品、化学原料及其制品五大行业。2016年5月28日，《土壤污染防治行动计划》颁布，要求全面贯彻党的十八大和十八届三中、四中、五中全会精神，按照“五位一体”总体布局和“四个全面”战略布局，牢固树立创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，认真落实党中央、国务院决策部署，立足我国国情和发展阶段，着眼经济社会发展全局，以改善土壤环境质量为核心，以保障农产品质量和人居环境安全为出发点，坚持预防为主、保护优先、风险管控，突出重点区域、行业和污染物，实施分类别、分用途、分阶段治理，严控新增污染、逐步减少存量，形成政府主导、企业担责、公众参与、社会监督的土壤污染防治体系，促进土壤资源永续利用，为建设“蓝天常在、青山常在、绿水常在”的美丽中国而奋斗。主要考核指标包括到2020年，受污染耕地安全利用率达到90%左右，污染地块

安全利用率达到 90%以上。到 2030 年，受污染耕地安全利用率达到 95%以上，污染地块安全利用率达到 95%以上。

洪江市双溪煤矿钒冶炼厂重金属土壤污染治理工程的实施是十八大精神的现实体现，是落实“土十条”的重要举措，对于污染地块的安全利用有重要的促进作用。本项目的实施不仅能有效解决历史遗留污染问题、保障污染地块的安全利用和当地人民群众的根本利益，且对促进洪江市的社会和谐发展有着积极作用。

1.2.3. 是提高人民生活质量、确保矿区可持续发展的需要

环境保护是衡量人民生活水平的一个重要指标。洪江市双溪煤矿钒冶炼厂遗留污染综合治理项目的实施，不仅有利于洪江市生产生活用水水质的提高，减小对沅水、洞庭湖区水质的影响，也有利于洪江工业园生态及环境质量的改善，对保护工业园区人民生活和人民的身体健康有着重要的意义，对于改善工业园招商引资的环境有突出贡献。

可持续发展的定义是：“既满足当代人的需要，又不危及后代人民满足其需求的发展”。这一定义得到全世界的认同。当前，在抓经济发展的同时，必须考虑环境的承受能力。因此，对双溪煤矿钒冶炼厂污染地块进行环境污染治理，配套建设相应环保设施，做好污染防治工作，是实现社会、环境、经济三大效益和谐统一的需要，也是实现区域可持续发展的需要，更是打造绿色生态洪江工业园的现实需要。

2. 编制依据

2.1. 相关法律、法规与规划

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）；
- (2) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2016 年 11 月 7 日）；
- (3) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日）；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月 1 日）；
- (5) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日）；
- (6) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018 年 12 月 29 日修订）；
- (7) 《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月 1 日）；
- (8) 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日）；
- (9) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 7 月 16 日）；
- (10) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2016 年 9 月 1 日）；
- (11) 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（2017 年 7 月 1 日）。
- (12) 《“健康中国 2030”规划纲要》2016 年 10 月 25 日；
- (13) 《国家环境保护“十三五”环境与健康工作规划》（2017 年 2 月 22 日）；
- (14) 《“十三五”生态环境保护规划》国发〔2016〕65 号；
- (15) 《大气污染防治行动计划》（国发[2013]37 号）；
- (16) 《水污染防治行动计划》（国发[2015]17 号）；
- (17) 《土壤污染防治行动计划》（国发[2016]31 号）；
- (18) 《全国地下水污染防治规划（2011-2020 年）》（环发[2011]128 号）；
- (19) 《全国土壤污染状况调查公报》（2014）；
- (20) 《关于保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》（环发[2012]140 号）；
- (21) 《关于加强工业企业关停、搬迁及原址场地再开发利用过程中污染防治工作的通知》（环发[2014]66 号）。
- (22) 《湖南省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》；

- (23) 《湖南省“十三五”环境保护规划》（2016 年 9 月 8 日）；
- (24) 《湖南省实施<中华人民共和国固体废物污染环境防治法>办法》(2018 年 5 月 1 日)；
- (25) 《湖南省环境保护条例》（2013 年 5 月 27 日）；
- (26) 《湖南省大气污染防治条例》（2017 年 6 月 1 日）。
- (27) 《湖南省土壤污染防治工作方案》（2017 年 1 月 23 日）；
- (28) 《企业拆除活动污染防治技术规定(试行) 》(环保部公告 2017 年第 78 号)。

2.2. 相关标准

- (1) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- (2) 《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91-2019）；
- (3) 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- (4) 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2004）；
- (5) 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；
- (6) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；
- (7) 《水质采样技术指导》（HJ 494-2009）；
- (8) 《水质样品的保存和管理技术规定》（HJ 493-2009）；
- (9) 《水质采样方案设计技术规定》（HJ 495-2009）；
- (10) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）；
- (11) 《重金属污染场地土壤修复标准》（DB43/T1165-2016）；
- (12) 《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）；
- (13) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）；
- (14) 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）；
- (15) 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）；
- (16) 《建设用地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2019）；
- (17) 《工业固体废物采样制样技术规范》（HJ/T20-1998）；

- (18) 《固体废物浸出毒性浸出方法-水平振荡法》（HJ 557-2010）；
- (19) 《固体废物浸出毒性浸出方法-翻转法》（GB 5086.1-1997）；
- (20) 《危险废物鉴别标准-浸出毒性鉴别》（GB 5085.3—2007）；
- (21) 《固体废物浸出毒性浸出方法-硫酸硝酸法》（HJ/T 299-2007）；
- (22) 《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）；
- (23) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）。

2.3. 其他

- (1) 《洪江市双溪煤矿钨冶炼厂场地环境污染调查报告》（2020年6月）；
- (2) 《洪江市双溪煤矿钨冶炼厂土壤污染风险评估报告》（2020年7月）；
- (3) 业主提供的其他相关资料。

3. 场地概况

3.1. 基本信息、现状描述

3.1.1. 场地历史生产调研

3.1.1.1. 厂区历史生产背景

洪江市黔城镇双溪煤矿钒冶炼厂原厂区总面积 58000 m², 约 87 亩, 已于 2010 年关停。通过现场调研和相关资料显示, 该企业从事钒矿的采选和冶炼加工。根据现场调查及场地调查报告显示, 该厂区目前环境影响范围主要是原生产区部分, 地块污染面积约 12176.4m², 该区域功能分区主要包括以下三个部分: 1#钒矿主厂区、2#堆渣区和 3#废水池区, 详见图 3-1 所示。其中 1#钒矿主厂区主要为产品生产和原料堆场区域; 2#废渣堆存区主要为原厂区相关废弃物的堆存区域; 3#废水池区主要为产品生产过程中产生的相关废水收集处理区域。

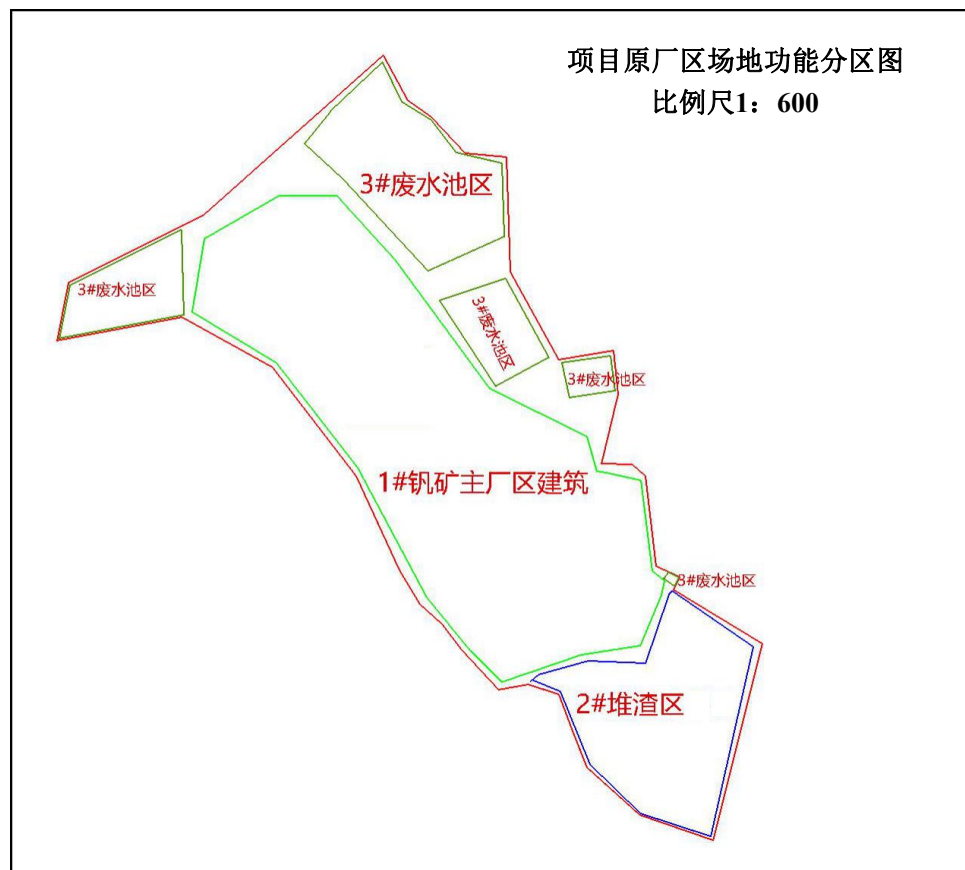


图 3-1 项目原厂区场地功能分区

3.1.1.2. 生产工艺流程

该项目选用的原材料主要是钒矿，一种黑色金属矿产。独立钒矿床很少，多共生或伴生于钒钛磁铁矿、铝土矿、铀矿、煤矿、磷矿或铅锌铜矿床中。主要钒矿物有钒铅矿、钒钛磁铁矿、钒钙铜矿、钒钾铀矿、钒钙铀矿等。

通过相关资料显示，该厂在很长时间内，生产工艺采用“钠化焙烧”工艺，后技改为“低钠焙烧”工艺，最后改为“无钠焙烧”工艺。钠法焙烧工艺流程图如下（注：由于该厂较长时间采用钠法焙烧工艺，因此建议分析该工艺下的污染状况）：

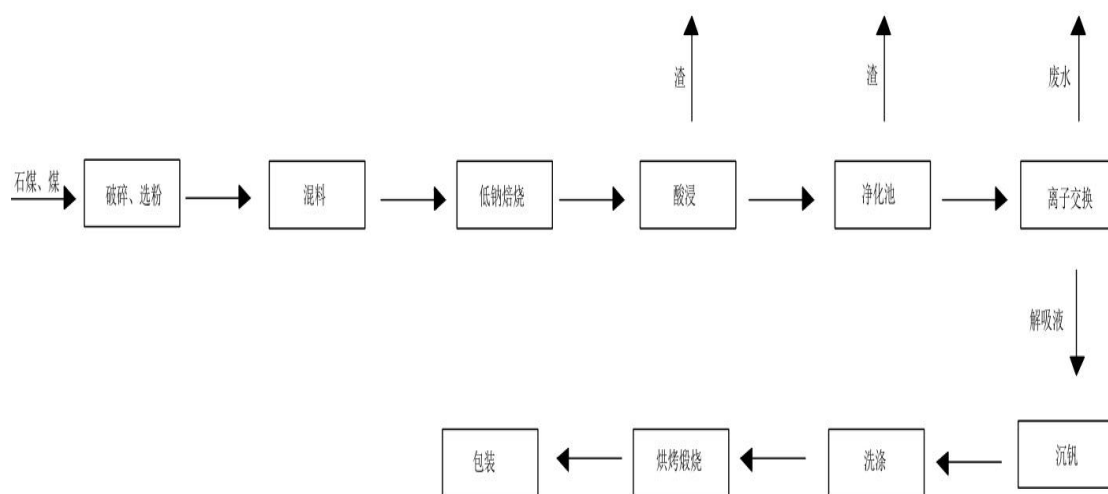
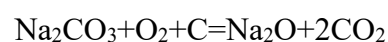
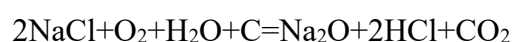
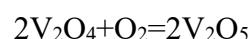


图 3-2 选矿车间工艺流程图

详细生产工艺流程见如下所示，主要分为以下六个阶段：

(1) 低钠焙烧

从矿山来的含钒石煤经鄂式破碎机破碎及立轴式粉碎机粉碎后，粒度小于 0.2mm 送矿仓贮存，粒度合格粉矿由圆盘给料机均匀加入螺旋混料机配料。同时，工业盐、A 添加剂(烧碱、纯碱等)等也经给料机按配料比均匀送入螺旋混料机。在螺旋机内混合均匀的物料送圆盘制粒机内制成 3-6mm 小球，由加料管送入焙烧窑内。控制窑内温度 $820\pm 15^{\circ}\text{C}$ ，保持氧化气氛。主要反应化学方程式如下：





氧化焙烧的目的主要是使低价钒转化成可溶性五价钒。钒转化率的高低取决于原料性质、粒度，添加剂催化作用强度，焙烧温度、氧化强度，反应时间，焙烧窑的稳定性等诸多因素。

(2) 酸浸取

将焙烧好的熟球送入浸取池，用酸溶液经多级逆流浸出后，绝大多数五价钒溶于溶液中。澄清后，底流进行过滤洗涤，上清液进行固液分离，渣送渣场堆存，溶液送净化池除杂。

(3) 净化除杂

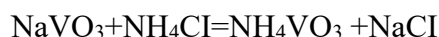
含钒浓度很高的浸出液含有一定量的 Cd、As 等杂质，为获得合格产品，必须在沉钒前除去杂质，在浸出液中缓慢加入适量的 Mg^{2+} 使杂质沉淀下来，此过程渣量较少。除杂后的溶液中进入树脂筒进行离子交换。

(4) 离子交换

即树脂吸附、解吸、再生。净化后的浸出液用离子交换树脂吸附、富集钒，达到钒、水分离，饱和树脂解吸用 12% 的 NaCl 溶液在弱碱性条件下脱洗。脱洗后树脂用新水再生，再生废水返回浸取工序。一般初级和二级浸取液由于杂质含量高，离子交换后不再循环利用，需处理后外排，而后的多级浸出液可在浸取车间顺序利用，部分达到树脂吸附要求后可经离子交换后返回浸取工序作为初级或二级浸取液。

(5) 沉钒

将含钒浓度较高的淋洗合格液调 PH 至 8-9，加入 NH_4Cl 至 40-50mg/L 搅拌、静置，抽出上清液，沉淀物过滤，并用水洗涤，得含水的偏钒酸氨，在离心机中进行液固分离。其主要化学反应表达如下：



(6) 脱氨

含水 15-20% 的偏钒酸按在脱氨炉中脱水、脱氨，锻烧成粉状五氧化二钒。其主要化学反应表达如下：



通过工艺流程图可知，废渣绝大多数为酸浸工段固液分离后的矿渣，通过现场勘查了解到，两个场均对该部分废渣进行压滤脱水，尾矿库废渣的含水率较低。

目前工厂已关停，但厂区内还存留有大量废渣未进行处理，环境风险较高，另外原矿渗滤液未经任何处理直接由下游水渠汇入舞水，已造成较严重的环境污染事故。

3.1.1.3. 现场调查情况

经现场调研考察，调查地块厂房等建构筑物已拆除，部分地面堆有建筑垃圾，部分废渣堆存区域裸露，渗滤液也未经处理直接外排。地块内遗留有集水槽，水槽内有一定量的重金属废水。周边道路地面为泥渣路，道路有部分堆渣。厂区距离居民区不足 10 米，厂区下侧 500 米外有生产企业。

根据区域环境的摸底调查，虽然双溪煤矿钒冶炼厂已经停产了十年，但是周边脏乱差和土壤污染的现状尚未改变，土壤重金属污染严重，生态复绿工作较差。钒厂尾渣库已实施闭库工程。地块周边有大规模居民区，居民用水皆为自来水，周边土壤污染严重。厂周围植被较少，山体裸露，下方集水区域地表水体与表层土壤均呈现深绿色。



图 3-3 污染区域现状图

3.1.2. 场地使用规划

根据《洪江市城市总体规划（2016-2030 年）》和《洪江市工业集中区规划设计（2011-2020）》的规划表明，由于距离城区较近且处于工业园区的核心地带，目前此处急需开发且开发价值较大，该地块规划为二类工业用地，洪江市自

然资源局及洪江市工业集中区管理委员会均提供了所述地块用地性质证明材料，详见附件。

洪江市工业集中区土地利用规划总图详见附图，本项目地块位于洪江市工业集中区株山片区，土地利用规划详见下图所示。

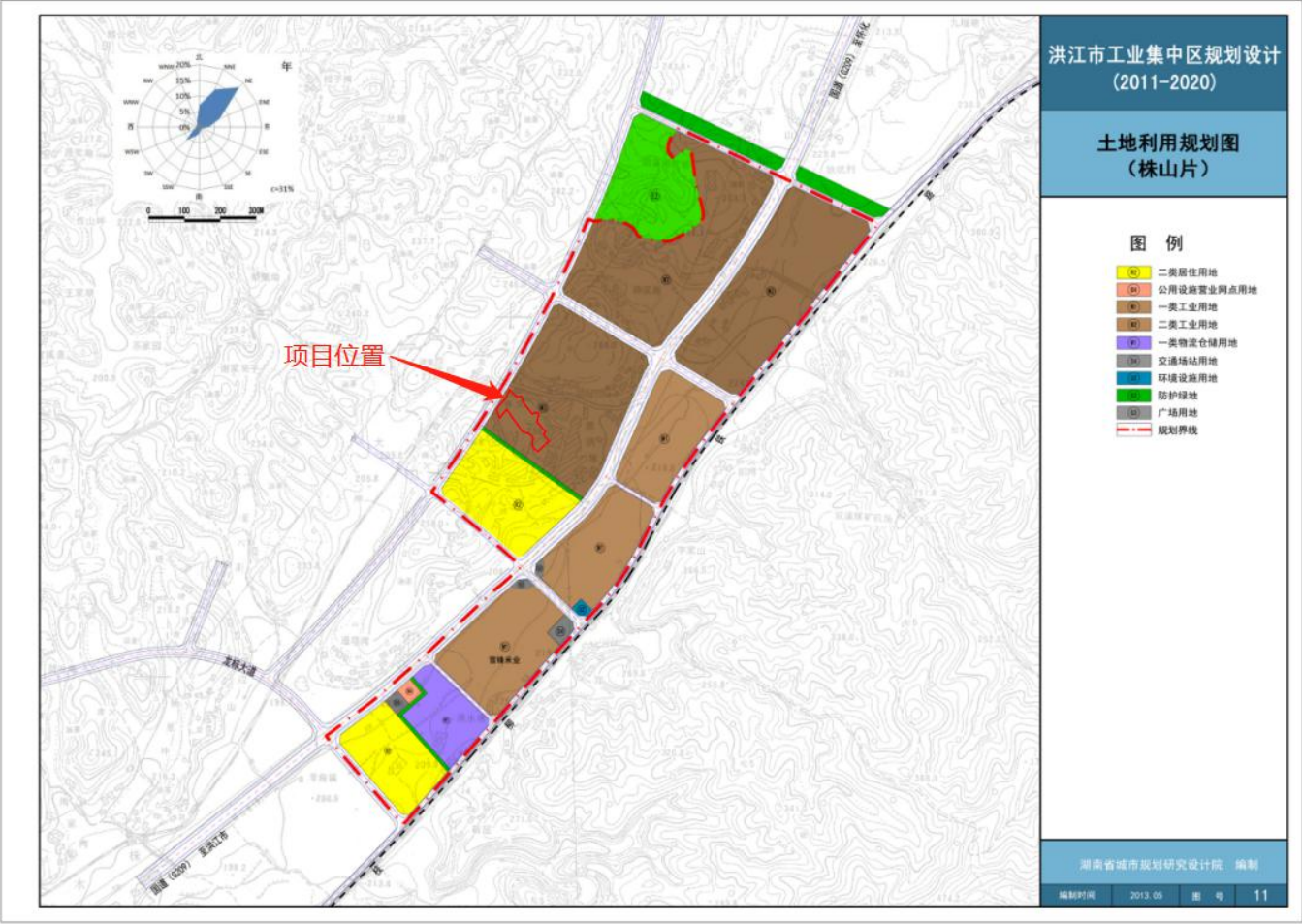


图 3-4 洪江市工业集中区土地利用规划图（株山片）

3.2. 场地取样调查方案

根据《洪江市双溪煤矿钨冶炼厂场地环境污染调查报告》（2020年6月），本次场地取样调查方案工作计划主要根据《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》制定，分初步采样调查和详细采样调查两个阶段。

3.2.1. 采样点样品数量统计

根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1—2019），结合现场踏勘与前期资料调研结果，项目采用分区布点+系统布点相结合的方式。采样调查对象主要包括土壤、废渣、建筑垃圾、地下水和地表废水，共采集样品 105 个，详细采样点位置见表 3-1 所示。

表 3-1 采样点样品数量统计表

阶段	类别	项目	样品数量（个）
初步采样调查	土壤	红线内土壤	9
详细阶段调查	土壤	红线内土壤	69
		红线外土壤	7
		农田土壤	4
		背景值土壤	2
	固废	废渣	6
		建筑垃圾	1
	水体	地下水	4
		地表水	3
合计（个）			105

3.2.2. 采样点分布图

按照采样方案的布置，本次调查取样布点按照分区布点+系统布点相结合的方式。其中红线内，设置 16 个采样点位（ZK1--ZK16），并根据专家意见对 ZK6 和 ZK8 进行加密取样；红线范围外，设置 7 个土壤采样点位（S1-S7）；设置 6 个废渣采样点位（ZK6、ZK8、ZK9、ZK12、ZK14、ZK16）；设置 1 个建筑垃圾采样点位；设置 2 个土壤背景值采样点位（BJ1、BJ2）；设置 4 个地下水采样点位（D1-D4）；设置 3 个地表废水采样点位（F1-F3）。详细采样点分布图见图 3-5、图 3-6 和图 3-7 所示。

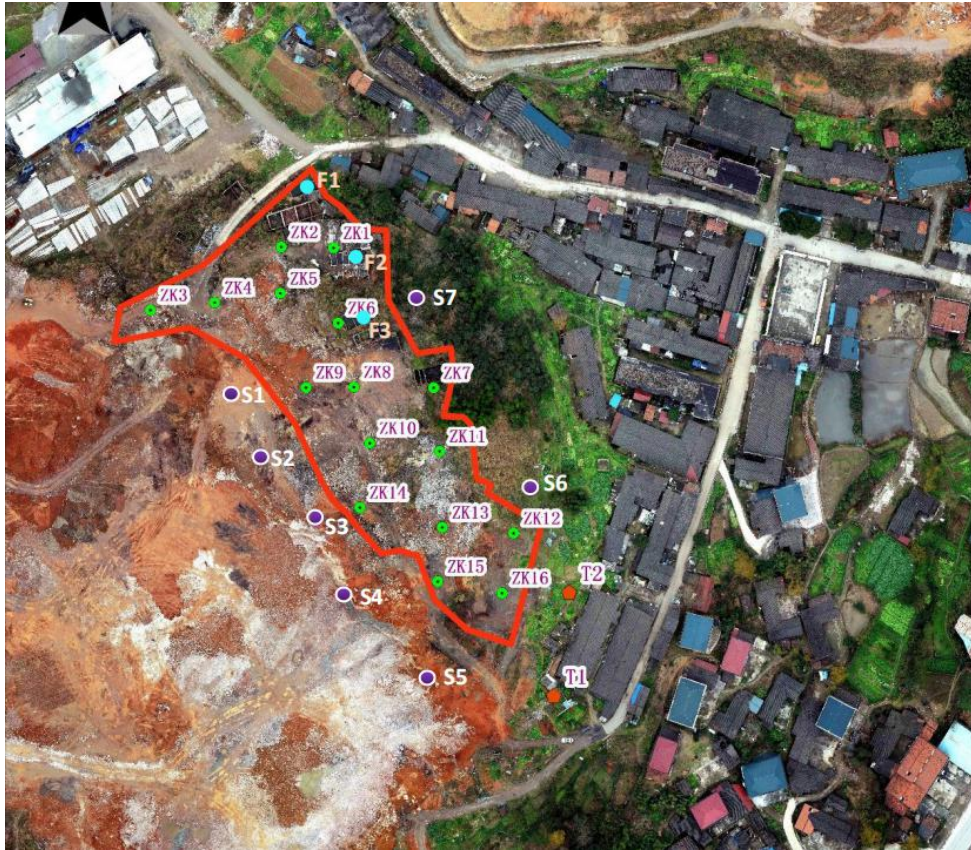


图 3-5 厂区及周边土壤、固废和地表废水采样布点图



图3-6 地下水和背景值土壤采样点分布



图 3-7 土壤加密采样布点图

3.3. 场地调查结论

根据《洪江市双溪煤矿钒冶炼厂场地环境污染调查报告》（2020年6月），洪江市双溪煤矿钒冶炼厂场地环境污染调查报告结论如下：

（1）地下水和地表遗留重金属废水分析结论：

根据检测报告，地下水 D1、D2、D3 和 D4 均未超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）表 1 中Ⅲ类限值要求，说明该区域的地下水暂未受污染。原厂址车间地表遗留的重金属废水 F1、F2、F3，水样的钒、铜、锌等超过了《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1、表 2 中一级标准以及《钒工业污染物排放标准》（GB 26452—2011）表 2 中标准限值，说明该地块的遗留废水存在污染。

（2）废渣、建筑垃圾调查分析结论：

根据《危险废物鉴别标准-浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）和《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）进行废渣性质的鉴别，由检测报告可知，项目区域废渣不属于危险废物，属于第Ⅱ类一般工业固废；废弃厂房拆除遗留的建筑垃圾属于第Ⅰ类一般工业固废。

（3）土壤调查分析结论：

通过初步采样调查结果和详细采样调查结果，采样点位土壤主要为钒、砷超标。其中，钒最大值 4036mg/kg，最大超标倍数为 4.37 倍；砷最大值为 71.2mg/kg，最大超标倍数为 0.18 倍。

该地块目前影响范围主要是原生产区部分，共计 12176.4m²。其中，包括厂区土壤污染面积 7053.2m²，污染方量 7951.54m³；历史遗留废渣（第Ⅱ类一般工业固废）10165.96m³；废弃厂房拆除遗留的建筑垃圾 3221.68m³；以及厂区遗留的冶炼废水约 1000m³等。

3.4. 场地环境风险评估结论

(1) 风险评估结果

砷经口摄入、皮肤接触和吸入土壤颗粒物暴露途径均存在致癌风险，风险水平分别为 $3.52\text{E-}05$ 、 $6.38\text{E-}06$ 、 $1.66\text{E-}06$ ，砷在三种暴露途径下均不存在非致癌风险。污染物毒性数据库中，砷的毒性数据全部参考 As_2O_3 （砒霜）的毒性参数，且现国内外使用的人体健康风险评估模型中，在人体经口腔、皮肤接触过程中对暴露途径的设定中，是假设经口腔及皮肤吸收土壤中的砷为完全吸收的，未考虑土壤中的砷对人体的生物有效性，是最为保守的假设情景，因此砷的计算结果仅作参考。

钒（Vanadium and Compounds）不属于致癌物质，因此不存在致癌风险，钒整体非致癌危害商为 1.69，超过标准值 1。

风险计算结果表明该地块需经修复治理或风险管控后方可开发利用。

表 3-2 风险计算结果

污染物	经口摄入	皮肤接触	吸入土壤颗粒物	总致癌	经口摄入	皮肤接触	吸入土壤颗粒物	总非致癌
砷	3.52E-05	6.38E-06	1.66E-06	4.32E-05	4.75E-01	8.62E-02	1.56E-01	7.18E-01
钒					9.25E-01		7.63E-01	1.69E+00

(2) 修复目标值

钒的风险控制值的计算结果为 1240mg/kg ，介于 GB36600-2018 第二类用地风险筛选值与管制值之间。钒的经口摄入暴露途径主要参考 HJ25.3-2019 中的推荐值，吸入土壤颗粒物暴露途径 PM10（高敏感性）参考了当地的实际空气质量参数，使得该暴露途径暴露量大大减小，因此钒的风险控制值的计算结果为 1240mg/kg 。

风险评估过程中，存在部分因子，其反推计算的风险控制值远小于政策要求的筛选值，如砷。造成这种情况的原因主要是风险评估使用的计算模型过于保守。而针对这些特殊因子，在建议修复目标值时，还需综合考虑区域土壤中背景值、社会经济性、修复可行性以及国家与地方相关政策等。

关注因子砷是比较特殊的污染物，在对其进行评估时需考虑场地所在地区土壤中砷的参考含量，避免过高评估可能产生的风险或提出可能导致过度修复的目标值。现国内外使用的人体健康风险评估模型中，在人体经口腔、皮肤接触过程中对暴露途径的设定中，是假设经口腔及皮肤吸收土壤中的砷为完全吸收的，未考虑土壤中的砷对人体的生物有效性，是最为保守的假设情景。故而使用上述保守情境下计算的砷，即使在背景浓度下，对人体健康风险也已经超过可接受水平，而在此情景下计算的土壤中砷的风险控制值也远远小于其在土壤自然环境中背景浓度。若要求清理修复至最保守情景下计算的、远低于区域背景值的允许含量时，显然会存在过度修复、浪费社会资源的情况。并且，按照目前的修复技术，几乎不可能通过修复技术手段达到反推得出的允许含量，况且这与居民可在土壤砷背景含量情景下能够正常生活的实际情况也不相符。

基于以上原因，GB36600-2018 在综合考量后，选择标准附录中土壤背景参考值下限作为第一类用地风险筛选值，上限作为第二类用地风险筛选值；选择各种分类统计获得的背景值 95%分位数的上限作为第一类用地风险管制值，调整为基于 10^{-4} 的致癌风险水平的计算值作为第二类用地风险管制值。

本地块红线范围内共采集 42 个土壤样品，砷平均值为 43.75mg/kg，95%UCL 为 64.30mg/kg，砷浓度小于等于第二类用地筛选值 60mg/kg 样品数量为 36 个，占比 85.71%，两处背景点砷最大值为 34.9mg/kg。采样数据表明本区域砷背景含量较低，基于保守考虑，本报告建议土壤中砷的修复目标值为 60mg/kg。

综合以上分析，本报告建议的土壤污染物砷、钒的修复目标值分别为 60 mg/kg、1240mg/kg。

表 3-3 地块污染物风险控制值计算结果（mg/kg）

序号	中文名	CAS 编号	风险控制值	修复目标值	筛选值	管制值	检测浓度范围	目标值选择
1	砷	7440-38-2	1.49	60	60	140	22.4-71.2	筛选值
2	钒	7440-62-2	1240	1240	752	1500	188-4186	计算值
注：筛选值与管制值为 GB36600-2018 第二类用地。								

污染场地风险评估电子表格 Yao's spreadsheet of risk assessments for contaminated sites				主界面			
				国家导则			
				土壤, mg/kg		地下水, mg/L	
序号	中文名	英文名	CAS编号	第一类用地	第二类用地	第一类用地	第二类用地
1	2-砷(无机)	Arsenic, inorganic	7440-38-2		1.49E+00		
2	824-钒	Vanadium and Compounds	7440-62-2		1.24E+03		
3							
4							
5							
6							

图 3-8 地块污染物风险控制值计算结果截图

(3) 超修复目标值方量

依据建议的土壤修复目标值，风评报告分层统计了本地块的修复范围和修复工程量。本地块土壤需修复区域垂直投影最大面积为 2813.52m²，总修复工程量约为 4778.9m³。

4. 原治理与修复方案

4.1. 治理与修复范围

根据业主提供的资料、场地调查报告、地勘报告、检测报告等，本项目的治理范围为双溪煤矿钒冶炼厂生产区域、钒矿原材料堆放区域。本项目主要修复内容包括：废弃厂房拆迁清运填埋、污染土壤治理、覆土工程以及边坡工程等。

(1) 重金属含量超标土壤治理：对本区域内 68169.73m³重度污染土壤异位固化/稳定化处理后回填；38852.75m³轻度污染土壤原位固化稳定化处理。

(2) 重金属废水治理：本区域内厂区收集池残留的重金属废水，共计 2000m³，采取电絮凝设备进行吸附处理后达标排放。

(3) 废渣及建筑垃圾清运：将本区域内 18577.88m³废弃厂房及水池作为第 II 类一般工业固废拆迁处理后与 30779.35m³废渣送至洪江市建筑垃圾填埋场处理，共计 49357.23m³。

(4) 覆土工程：厂区治理完毕，对厂区 58000 m² 面积进行覆土压实，防止雨水冲刷、日晒、风吹等外部环境变化，导致在该场地修复完成但未正式开发利用前可能发生的污染物重新析出，释放到环境中，造成二次污染；覆土厚度为 50cm，共计 29000m³。

(5) 边坡工程：本项目在修复完成之后，对厂区周边的边坡进行加固处理和绿化恢复，确保项目现场的美观，根据现场情况，需修复的边坡面积为 6900m²。

4.2. 治理与修复目标

4.2.1. 项目修复目标

通过实施洪江市双溪煤矿钒冶炼厂重金属污染土壤修复工程，到 2018 年 12 月，双溪煤矿钒冶炼厂片区土壤重金属污染程度明显下降，重金属含量满足湖南省《重金属污染场地土壤修复标准》(DB43/T1165-2016)工业用地标准，区域土壤重金属污染治理修复技术日臻成熟，重金属废水治理设施完善，土壤重金属污染环境监测和监控体系建立健全，本目标的实现通过土壤监测检验，主要包括竣工验收检测及竣工 12 个月之后的回测等。

4.2.2. 治理项目目标的确定

针对异位修复和原位修复相结合及固化/稳定化的重金属污染土壤，我们需结合国内相关标准的要求以及风险评估结果，综合考虑，最终确定修复治理目标。

(1) 现行土壤环境质量标准

我国尚无适用于城市建设用地的土壤环境质量标准，因此在场址治理标准的筛选上必须遵从科学合理的原则，既达到清除污染物的目的，又使治理后的场址经得起检验。在土壤环境质量方面，我国现有标准包括：

① 土壤环境质量标准（GB15618-1995）

该标准是我国目前唯一一个颁布实施的国家级的土壤环境质量标准，但是该标准不适合作为本地块污染土壤治理的标准，原因包括：①该标准适用于农业用地和自然保护区的土壤，不适用于建设用地土壤；②该标准中只包括 10 项污染物限值，这些污染物因子不能覆盖到该场址所有的污染物因子，很难对污染场址进行全面的评估。

② 展览会用地土壤环境质量评价标准（暂行）（HJ350-2007）

该标准是针对上海世博会制定的，虽然标准中涉及的污染物因子有 92 项，但该标准不适合作为本地块污染土壤治理的标准，原因包括：①该标准适用性中明确只适用于展览会用地土壤环境质量评价，不适用于建设用地污染土壤的治理；②该标准中涉及到的很多污染物限值很低，有些比国外发达国家标准中的限值还低，不适用于我国现阶段的国情。

③ 土壤环境质量标准（GB15618-2008）（修订稿）

该标准是对 1995 年土壤环境质量标准的修订，已经征求相关部门和有关专家的意见，是我国即将颁布实施的新土壤环境质量标准，标准中包含了 60 项污染物限值，且明确提出了风险评估的要求。

由于土壤环境质量标准（GB15618-2008）（修订稿）在适用范围、风险评估、科学性等方面均可作为污染土壤治理提供政策和理论依据。该标准按照居住、商业等不同的土壤利用类型，规定了土壤中污染物含量限值；标准中明确了“标准分级”，并划分为“二级标准值”，其中“第二级”用于判定土壤是否有污染风险的标准值，在相应用地条件下，污染物浓度低于本值，一般对人体健康不致有污染危害；高于本值，则具有潜在或实际污染危害。

④ 重金属污染场地土壤修复标准（DB43/T1165-2016）（湖南地方标准）

湖南省环保厅和湖南省质量技术监督局已经联合发布了湖南省地方标准《重金属污染场地土壤修复标准》（DB43/T1125-2016），标准的发布将填补湖南省在执行重金属污染场地土壤修复时的标准空白。这一标准由湖南省环境保护科学研究院起草，规定了湖南省重金属污染场地土壤修复指标、限值和监测方法，适用于湖南省重金属污染场地土壤修复工程效果评价、验收。其中，重金属污染场地土壤修复 pH 值范围为 6.0~9.0，还规定了居住用地、商业用地和工业工地总铅、总砷、总镉、总汞等十余项污染物的重金属污染场地土壤修复总量标准。

通过对国内现有相关标准如《北京市场地土壤环境风险评价筛选值》（DB11-811-2011）和湖南省地方重金属土壤污染修复标准（DB43/T1165-2016）的比较和分析，综合比较考虑，我们建议采用湖南省地方重金属污染场地土壤修复标准（DB43/T1165-2016）并结合风险评估结果确定本污染场地土壤治理标准比较合适。

表 4-1 重金属污染场地土壤修复总量标准 单位：mg/kg

序号	污染物	修复目标用地类型		
		居住用地	商业用地	工业用地
1	总铅	280	600	600
2	总砷	50	70	70
3	总镉	7	20	20
4	总汞	4	20	20
5	总铬	400	610	800
6	六价铬	5	30	30
7	总钒	200	250	250
8	总锰	2000	5000	10000
9	总铜	300	500	500
10	总锌	500	700	700
11	总锑	30	60	60

(2) 重金属污染土壤修复治理目标

原位修复和异位修复及固化/稳定化修复技术不是将重金属从土壤中去除，而是改变重金属形态降低其在环境中的迁移性和扩散性，因此一般采用修复后土壤中重金属总量标准来判断修复效果，即以土壤中重金属浓度作为原位修复和异位修复及固化稳定化修复土壤的修复目标。综合比较考虑，我们建议采用湖南省地方重金属污染场地土壤修复标准（DB43/T1165-2016）并结合风险评估结果确定

作为本污染场地土壤治理标准比较合适。其场地修复目标值为：洪江市双溪煤矿钒冶炼厂的修复治理目标确定如表 4-2、表 4-3、表 4-4 所示。

此外，涉及到废水排放及重金属废水治理，参照《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准，“钒”限值参考《钒工业污染物排放标准》（GB26452-2011）表 2 中标准限值。其修复值为：

表 4-2 洪江市双溪煤矿钒冶炼厂重金属废水修复目标值 单位：mg/L

pH 值	铜	铅	锌	铬	镉	砷	钒	氨氮	总磷	CODCr	BOD ₅	硫化物
6-9	0.5	1.0	2.0	1.5	0.1	0.5	1.0	15	/	100	30	1.0

地表水修复参考《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1 中Ⅲ类，其中检测因子“钒”限值源于《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 3。其修复值为：

表 4-3 洪江市双溪煤矿钒冶炼厂地表水修复目标值 单位：mg/L

pH 值	铜	铅	锌	铬	镉	砷	钒	氨氮	总磷	CODCr	BOD ₅	硫化物
6-9	1.0	0.05	1.0	/	0.005	0.05	0.05	1.0	0.2	20	4	0.2

地下水修复参考《地下水质量标准》（GB/T14848-93）表 1 中Ⅲ类限值要求。其修复值如下：

表 4-4 洪江市双溪煤矿钒冶炼厂地下水修复目标值 单位：mg/L

pH 值	铜	铅	锌	铬	钒	镉	砷	氨氮	总磷	CODMn	总硬度	硫化物
6.5-8.5	1.0	0.05	1.0	/	/	0.01	0.05	0.2	/	3.0	450	/

4.3. 工艺设计

经过对治理区域的现场勘查，根据修复技术及工艺的比较与论证，推荐洪江市双溪煤矿钒冶炼厂工业场地修复采用以土壤污染分布情况和土地规划使用性质进行分级治理为原则，以固化/稳定化技术为核心，辅以生态修复技术的土壤重金属治理方案。根据场地重金属污染程度，深层轻度污染土壤：原位稳定化固化处理后，原地填埋；表层重度污染土壤：异位固化/稳定化处理并最终进行回填。

工艺思路说明：

（1）重度污染土壤：异位修复固化稳定化处理后回填处理。

（2）轻度污染土壤：原位修复固化稳定化后回填处理。

（3）施工废水及厂区废水池废水处理：对开挖产生的废水和厂区废水池废水进行收集经预处理后，采用移动式水处理设备进行处理，达标排放。

根据场地调查报告，本区域的土壤污染大致可以分为表层、深层土两类，其中污染深度从 0.5m 到 2m 不等，部分污染区域深度达 6 米，因此采取的处理方式见表 4-5。

表 4-5 土壤修复处理方式选择

序号	污染程度	污染深度	处理深度	处理技术
1	低污染	2.5m 左右	2m 以内	原位/异位修复（固化/稳定化）
			2m 以上	原位修复（固化/稳定化）
2	高污染	2.0m 左右	2.0m	异位修复（固化/稳定化）

本方案工艺设计流程见图 4-1。

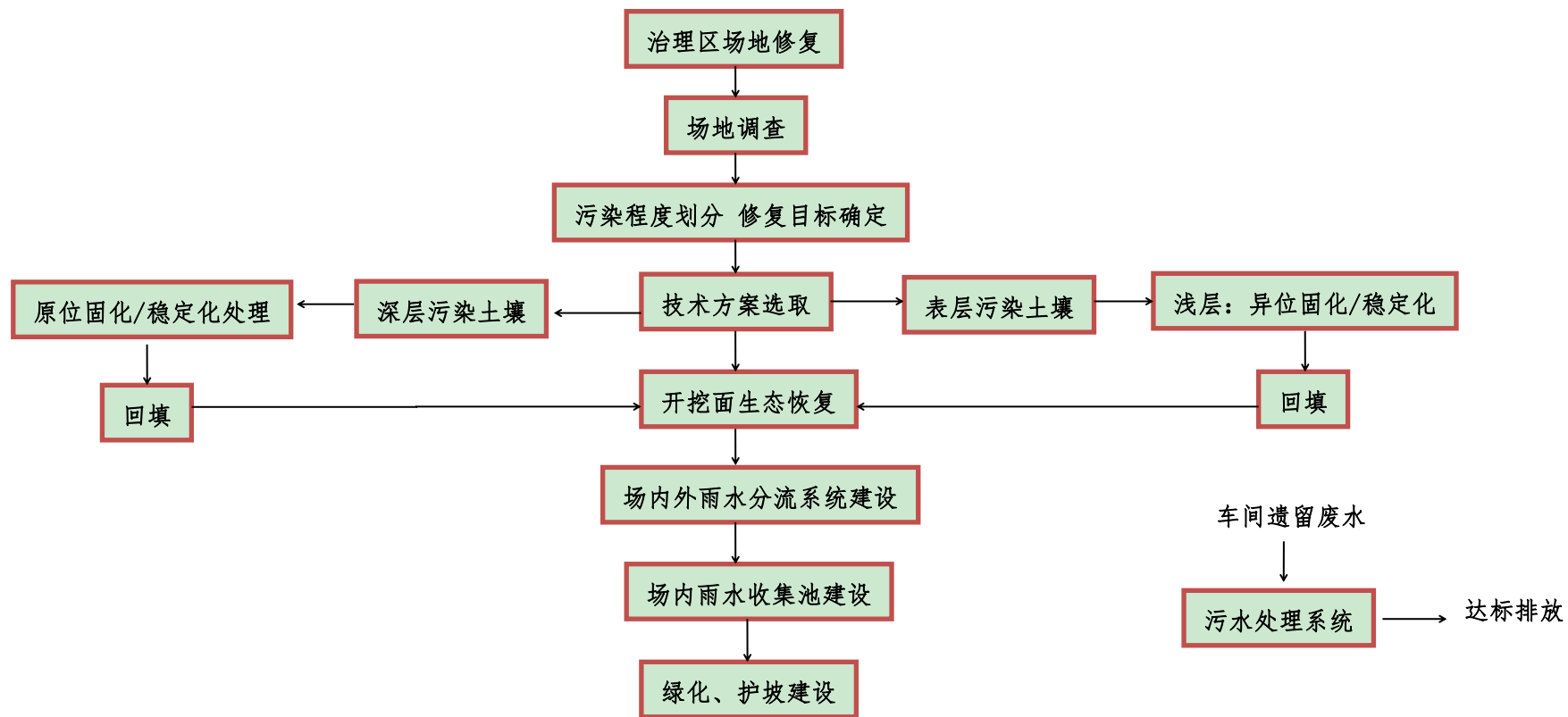


图 4-1 工艺设计流程图

5. 变更后治理与修复范围

5.1. 治理与修复范围

由于厂区周边地块施工、场地原有建构筑物拆除施工造成的地块扰动，本项目在风评阶段对地块进行了补充调查。根据调查结果，对照风评报告新确定的修复目标值，本项目污染范围及工程量均发生变化。原实施方案土壤修复目标值钒为250mg/kg、砷为70mg/kg；变更后方案土壤修复目标值钒为1240mg/kg、砷为60mg/kg。本项目原实施方案治理范围为58000m²，调整后项目治理范围为12176.4m²，调整前后的治理范围见图5-1、图5-2。



图 5-1 调查前治理范围

根据本项目场地调查报告、风险评估报告、地勘报告及检测报告等，本项目中心地理经纬度为 109°51'22.47"、27°13'11.25"，变更后治理范围主要为原钒矿冶炼车间区域，总面积 12176.4m²，项目具体范围见图 5-2（红线圈定范围），各拐点坐标见表 5-1 所示，项目治理区域拐点见图 5-3 所示。



图 5-2 调查后确定的治理范围

表 5-1 项目治理区域拐点坐标表

折点	x	y
1	3012637.848	385490.429
2	3012652.125	385493.146
3	3012669.187	385527.108
4	3012709.039	385571.681
5	3012697.832	385577.748
6	3012693.623	385583.751
7	3012684.562	385592.203
8	3012683.571	385602.531
9	3012654.957	385603.378
10	3012633.041	385615.433
11	3012635.303	385629.125
12	3012624.493	385630.185
13	3012607.157	385626.018
14	3012606.988	385633.954
15	3012604.125	385637.146
16	385637.146	385639.765
17	3012578.918	385645.559
18	3012575.705	385644.095
19	3012562.265	385666.291

20	3012513.342	3012513.342
21	3012519.503	385635.774
22	3012531.575	385622.461
23	3012549.609	385615.452
24	3012552.067	385607.986
25	3012550.690	385600.560
26	3012560.809	385591.279
27	3012567.277	385586.310
28	3012572.130	385580.823
29	3012599.785	385567.012
30	3012604.103	385565.014
31	3012631.282	385544.210
32	3012643.676	385521.636

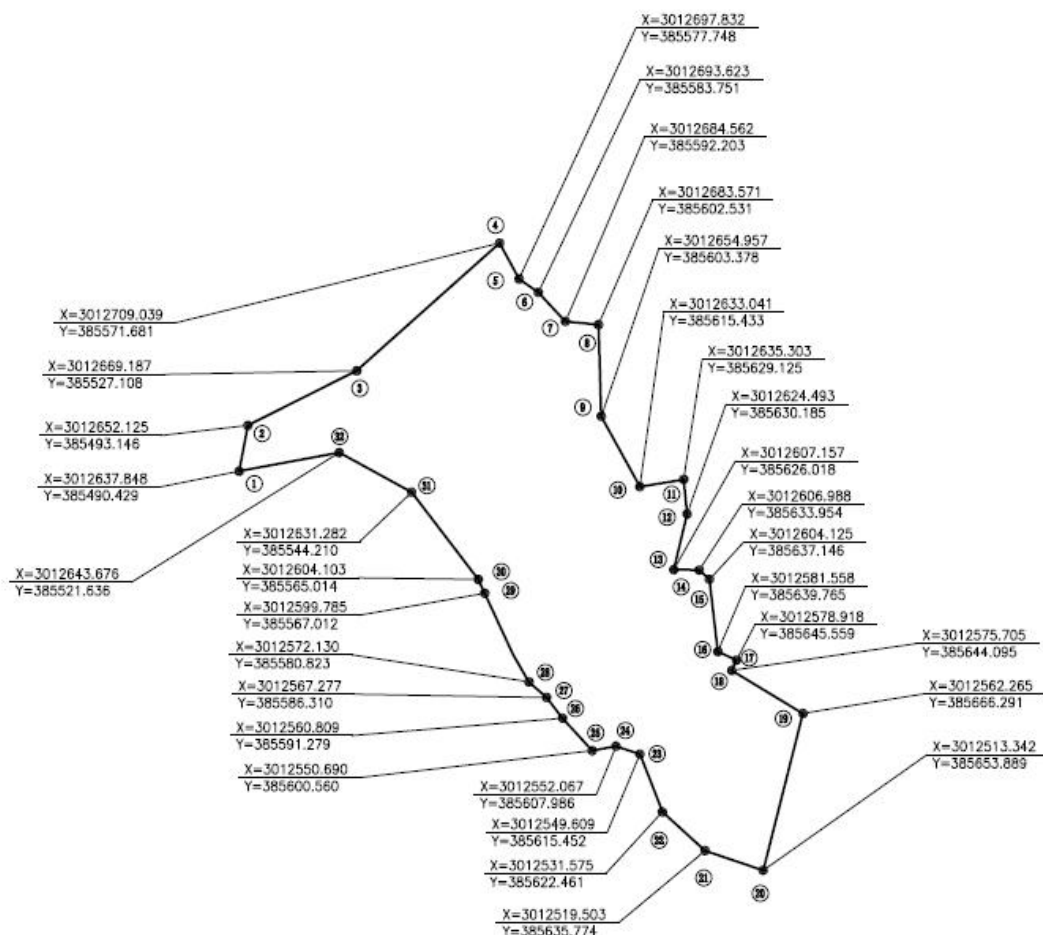


图 5-3 项目治理区域拐点图

5.2. 项目各污染修复方量确定

根据本项目场地调查报告及风险评估报告，本项目污染物工程量包括：厂区超修复目标值土壤污染面积 2813.52m^2 ，超修复目标值土壤方量 4778.9m^3 ；工业固体废弃物共计 13387.64m^3 ，包括历史遗留废渣（第 II 类一般工业固废） 10165.96m^3 、废弃厂房拆除遗留的建筑垃圾 3221.68m^3 ；厂区遗留的含重金属冶炼废水约 1000m^3 等。其中，超修复目标值污染土壤方量根据该地块风险评估报告确定，其余污染物工程量根据该项目场地调查报告确定。

实施方案变更前后，各污染物工程量变化情况如下：

（一）污染土壤方量

原项目实施方案中，污染土壤方量为 107022.48m^3 ，其中重度污染土壤方量 68169.73m^3 ，轻度污染土壤方量为 38852.75m^3 。调整后污染土壤方量参考《洪江市双溪煤矿钒冶炼厂土壤污染风险评估报告》（2020年7月）结论，需治理污染土壤方量 4778.9m^3 。

（二）废渣方量

原项目实施方案中，需处置废渣方量为 30779.35m^3 。根据《洪江市双溪煤矿钒冶炼厂场地环境污染调查报告》（2020年6月）结论，调整后需处置废渣方量为 10165.96m^3 。

（三）建筑垃圾方量

原项目实施方案中，厂区建筑厂房并未进行拆除，共需处置建筑垃圾方量为 18577.88m^3 。根据《洪江市双溪煤矿钒冶炼厂场地环境污染调查报告》（2020年6月）结论，目前，厂区大部分构筑物已经拆除，调整后需清运处置建筑垃圾方量为 3221.68m^3 。

（四）重金属废水量

原项目实施方案中，需治理重金属废水量为 2000m^3 。根据《洪江市双溪煤矿钒冶炼厂场地环境污染调查报告》（2020年6月）结论，调整后需处理遗留重金属废水量为 1000m^3 。

5.3. 土壤方量

5.3.1. 污染土壤方量

根据《洪江市双溪煤矿钒冶炼厂场地环境污染调查报告》（2020年6月），采用克里金插值方法对项目污染面积及土壤方量进行核实。经核算，本项目土壤污染面积为7053.2m²，污染土壤总方量为7951.54m³。

5.3.2. 超修复目标值土壤量

本次污染地块修复过程中修复区域的划定是采用《土壤环境质量标准 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）筛选值进行判别，出于保护人体健康的考虑，充分考虑各种不利因素，同时在建立暴露评估及毒性评估模型过程中做了大量保守性的假设，确保该修复目标值能够充分起到保护人体健康的目的。因此本项目将根据风险评估计算的修复目标值为标准，通过 ArcGIS 软件交叉验证对比几种判断浓度分布的插值方法，如反距离权重法、普通克里金法和样条函数法平均误差（ME）和均方根误差（RMSE），确定反距离权重法对于污染物浓度预测更精确，分别对超目标值土层（0-0.5m、0.5-1.5m、1.5-2.5m、2.5-4.5m、4.5-5.5m）土壤污染物浓度最大值进行插值分析，确定污染范围。

根据《洪江市双溪煤矿钒冶炼厂土壤污染风险评估报告》（2020年7月），本项目建议的土壤污染物砷、钒的修复目标值分别为60 mg/kg、1240mg/kg。

5.3.2.1. 0-0.5m

本地块 0-0.5m 超修复目标值范围面积共532.23m²，方量为266.12m³。具体超修复目标值范围见图5-4，拐点坐标见表5-2。

表 5-2 超修复目标值拐点坐标

折点	x	y
1	386017.50870	3012691.34560
2	386025.04450	3012686.50910
3	386029.88100	3012677.73610
4	386027.96890	3012668.17570
5	386021.22040	3012663.67660
6	386010.64770	3012665.13880
7	386004.01160	3012674.36180
8	386005.81120	3012685.72180
9	386011.54750	3012690.78320
10	386017.50870	3012691.34560

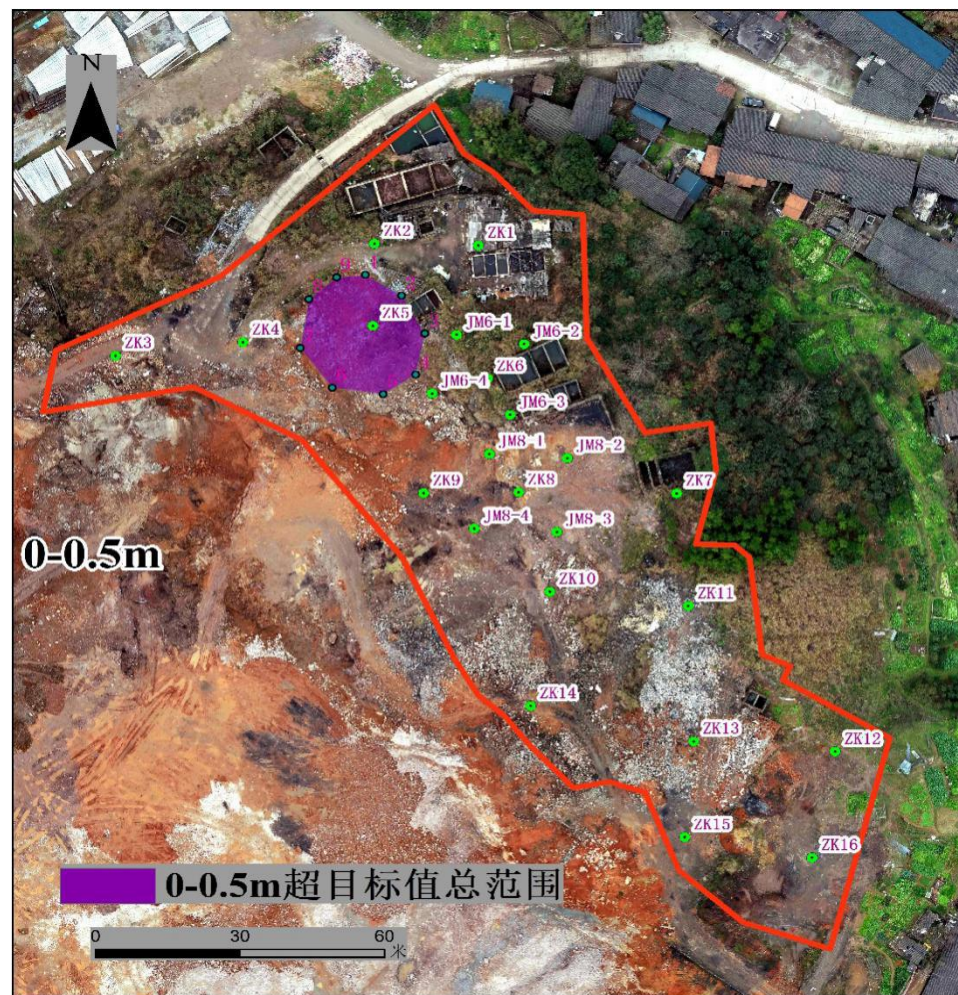


图 5-4 0-0.5m 超修复目标值范围

5.3.2.2. 0.5-1.5m

本地块 0.5-1.5m 超修复目标值范围面积共 1200.45m²，方量为 1200.45m³。

具体超修复目标值范围见图 5-5、图 5-6，拐点坐标见表 5-3。

表 5-3 超修复目标值拐点坐标

拐点	x	y
1	386038.945400	3012653.260900
2	386048.577300	3012656.930200
3	386062.337300	3012656.471600
4	386074.568400	3012652.955100
5	386077.167500	3012644.240500
6	386077.932000	3012636.596000
7	386074.721300	3012630.327600
8	386066.465300	3012628.645800
9	386064.477800	3012626.046700
10	386055.304400	3012623.600500
11	386045.519600	3012623.600500
12	386034.817400	3012626.505400
13	386032.982700	3012632.620900
14	386031.606700	3012639.195100
15	386034.664500	3012646.839600

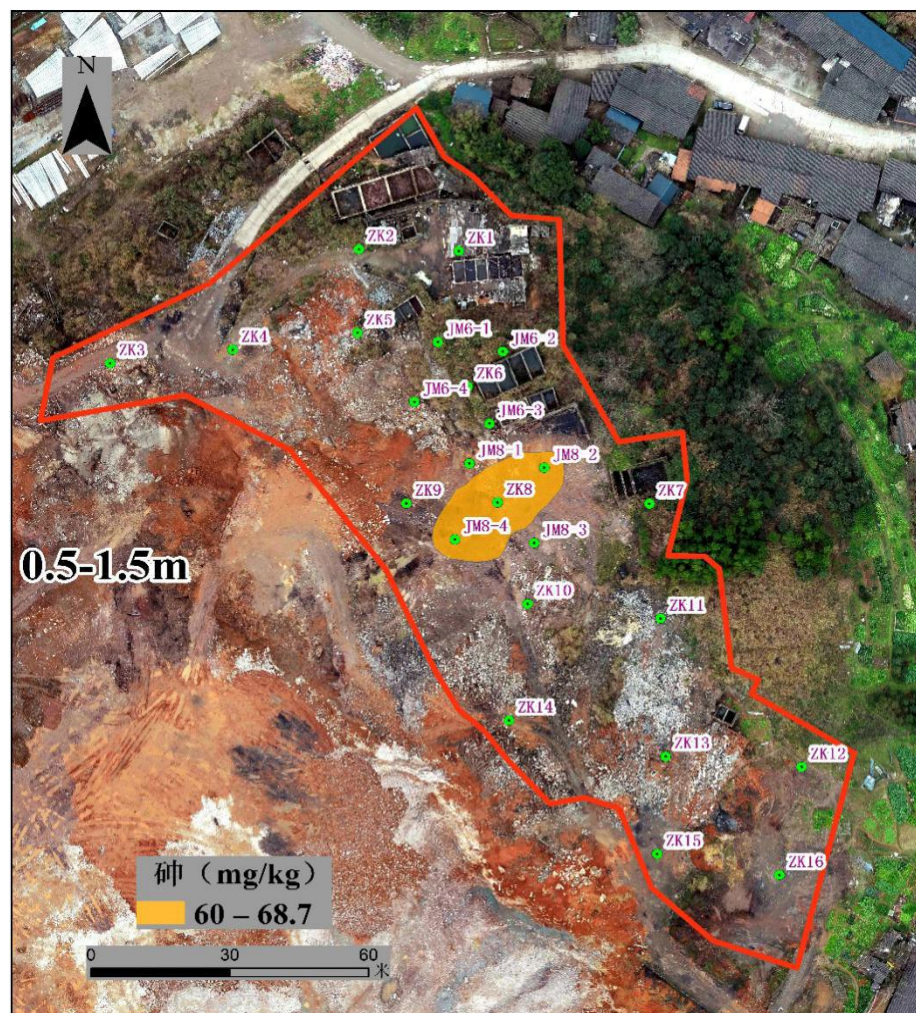


图 5-5 0.5-1.5m 超修复目标值范围

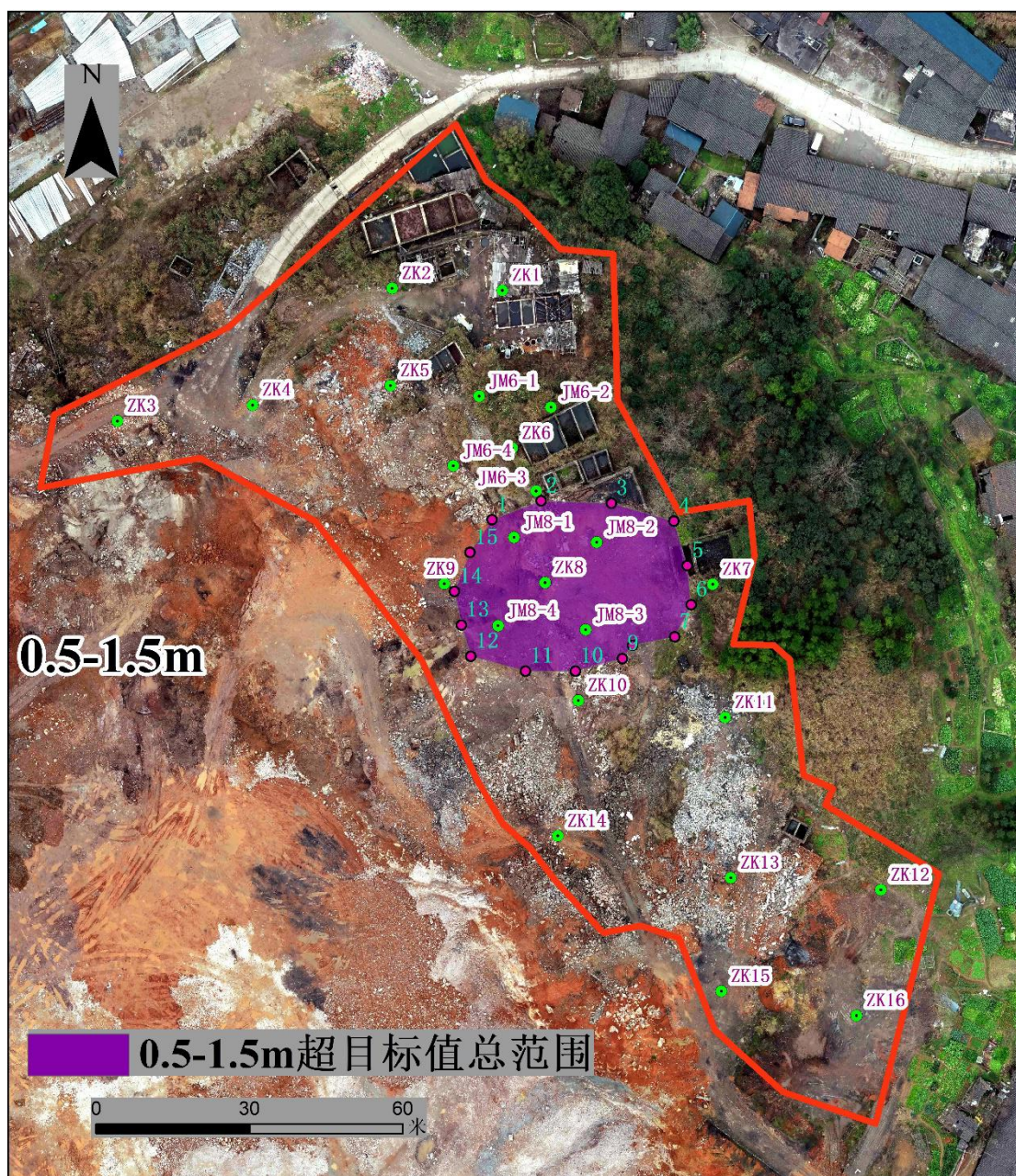


图5-6 0.5-1.5m超修复目标值总范围

5.3.2.3. 1.5-2.5m

本地块 1.5-2.5m 超修复目标值范围面积共 1425.20m²，方量为 1425.20m³。

具体超修复目标值范围见图 5-7、图 5-8，拐点坐标见表 5-4。

表 5-4 超修复目标值拐点坐标

拐点	x	y
1	386030.649300	3012680.232400
2	386037.092800	3012682.512400
3	386045.915300	3012682.809800
4	386054.440500	3012680.827200
5	386060.685700	3012670.716000
6	386062.668300	3012660.109100
7	386058.009200	3012651.484800
8	386052.854400	3012647.222200
9	386048.591800	3012644.446600
10	386047.501400	3012640.778700
11	386048.492700	3012637.210100
12	386054.837000	3012636.615300
13	386060.190000	3012634.930100
14	386062.370900	3012632.154400
15	386061.974400	3012628.486600
16	386059.694400	3012626.801400
17	386053.052700	3012625.413600
18	386048.195300	3012626.603200
19	386043.238800	3012626.404900
20	386038.381500	3012626.900600
21	386035.704900	3012630.072700
22	386035.407600	3012636.615300
23	386035.903200	3012638.994400
24	386037.984900	3012641.670900
25	386037.786700	3012644.743900
26	386034.317100	3012645.735200
27	386030.946700	3012648.808300
28	386028.270200	3012653.368200
29	386026.485900	3012659.216900
30	386024.106800	3012664.074300
31	386025.494600	3012671.608100
32	386027.378000	3012677.159400

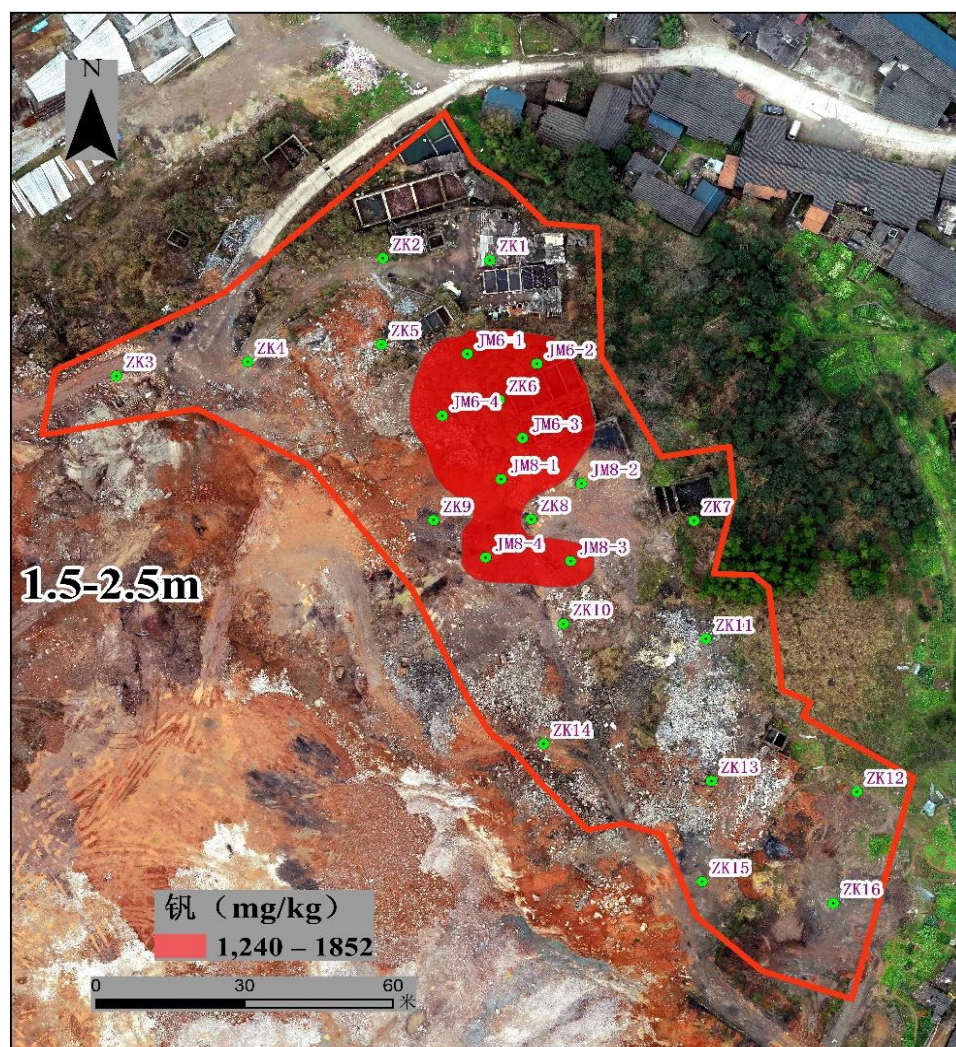


图5-7 1.5-2.5m超修复目标值范围

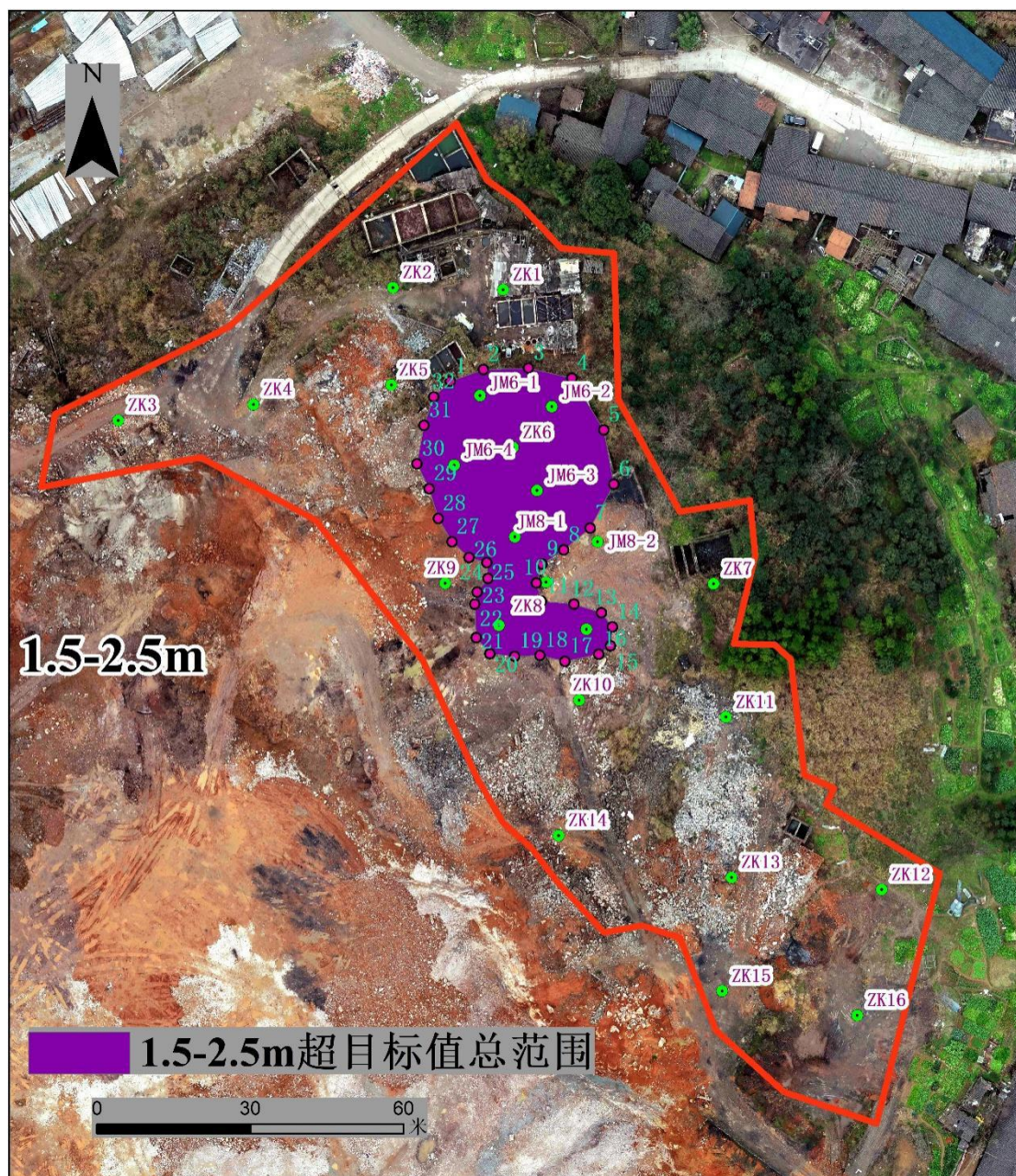


图5-8 1.5-2.5m超修复目标值总范围

5.3.2.4. 2.5-4.5m

本地块 2.5-4.5m 超修复目标值范围面积共 851.14 m²，方量为 1702.28m³。具体超修复目标值范围见图 5-9、图 5-10，拐点坐标见表 5-5。

表 5-5 超修复目标值拐点坐标

拐点	x	y
1	386027.026000	3012677.503000
2	386035.451200	3012680.758200
3	386045.791200	3012680.471000
4	386053.259000	3012677.886000
5	386057.567300	3012673.481900
6	386061.684200	3012665.439600
7	386056.514200	3012658.259100
8	386048.089000	3012653.280600
9	386043.876400	3012653.184800
10	386038.993600	3012654.142200
11	386036.791600	3012653.950700
12	386028.462100	3012656.535700
13	386025.302700	3012658.642000
14	386024.249500	3012665.343900
15	386025.302700	3012671.184100
16	386027.026000	3012677.503000
17	386027.313200	3012638.919400
18	386026.451500	3012640.355500
19	386026.451500	3012641.983100
20	386029.706700	3012644.185200
21	386034.589500	3012642.078900
22	386033.919300	3012638.440700
23	386031.813000	3012637.291800
24	386029.419500	3012637.674800
25	386027.313200	3012638.919400
26	386109.746100	3012553.231400
27	386107.256800	3012556.199300
28	386108.788700	3012558.592800
29	386110.895000	3012559.071500
30	386114.533100	3012557.252500
31	386114.533100	3012554.188800
32	386113.097000	3012552.656900
33	386109.746100	3012553.231400
34	386113.288500	3012579.081400
35	386113.480000	3012582.815300
36	386117.309600	3012582.528100
37	386118.171300	3012580.038800
38	386117.213900	3012578.411200
39	386113.288500	3012579.081400



图5-9 2.5-4.5m超修复目标值总范围

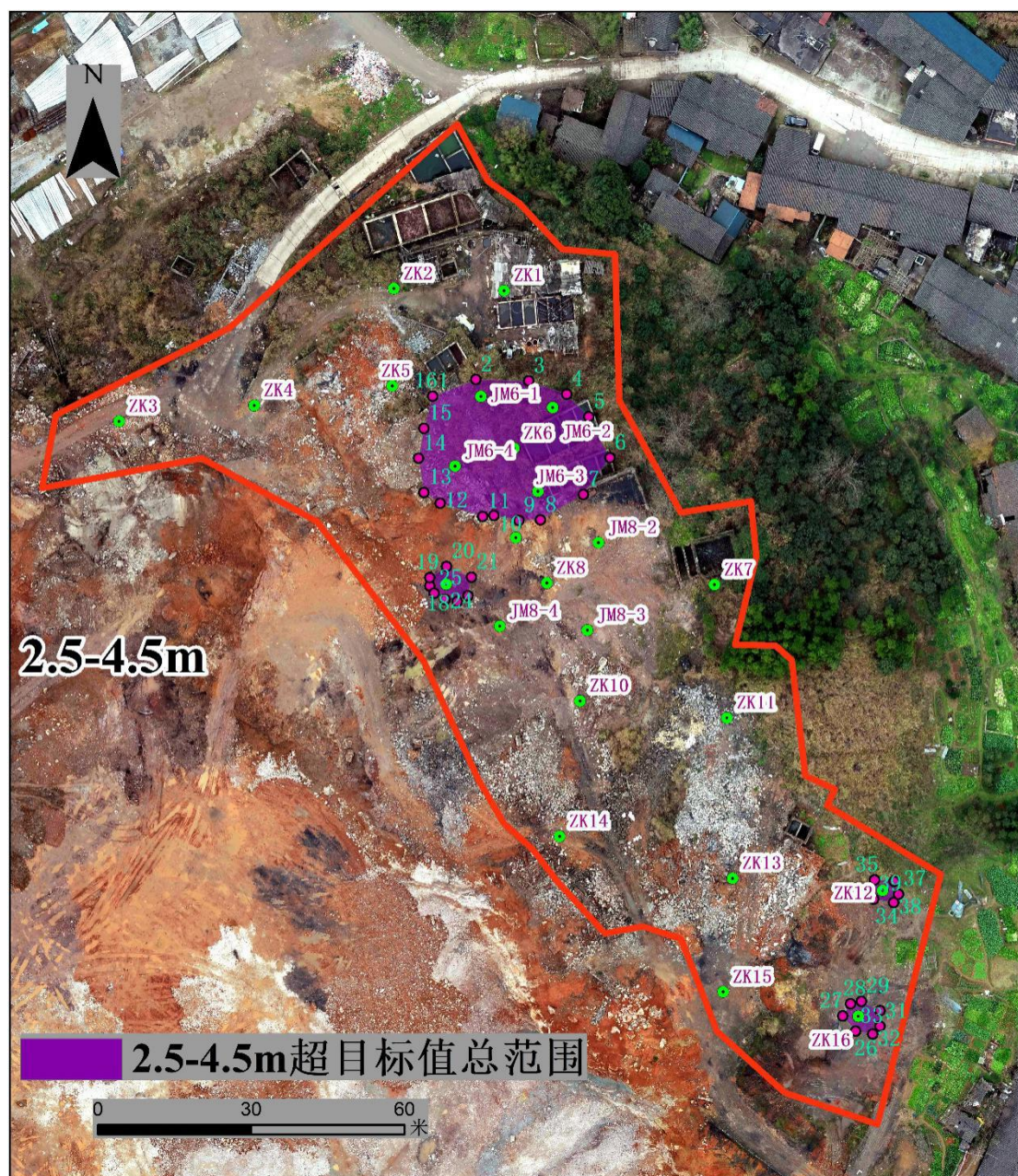


图5-10 2.5-4.5m超修复目标值总范围

5.3.2.5. 4.5-5.5m

本地块 4.5-5.5m 超修复目标值范围面积共 184.85 m²，方量为 184.85 m³。具体超修复目标值范围见图 5-11，拐点坐标见表 5-6。

表5-6 超修复目标值拐点坐标

拐点	x	y
1	386034.467000	3012683.384800
2	386036.745600	3012684.006300
3	386041.820600	3012683.229500
4	386043.115300	3012681.986600
5	386041.717000	3012675.254400
6	386039.127700	3012672.665100
7	386035.450900	3012672.716900
8	386032.136600	3012674.270500
9	386031.204400	3012677.066900
10	386032.033000	3012680.484800
11	386034.467000	3012683.384800
12	386042.856300	3012661.841800
13	386044.513500	3012662.722100
14	386050.468900	3012663.861400
15	386053.731400	3012657.543500
16	386052.902800	3012655.575600
17	386051.556400	3012654.747100
18	386048.086700	3012654.177400
19	386045.808100	3012654.436300
20	386043.892000	3012655.472100
21	386042.286700	3012660.184600
22	386042.856300	3012661.841800

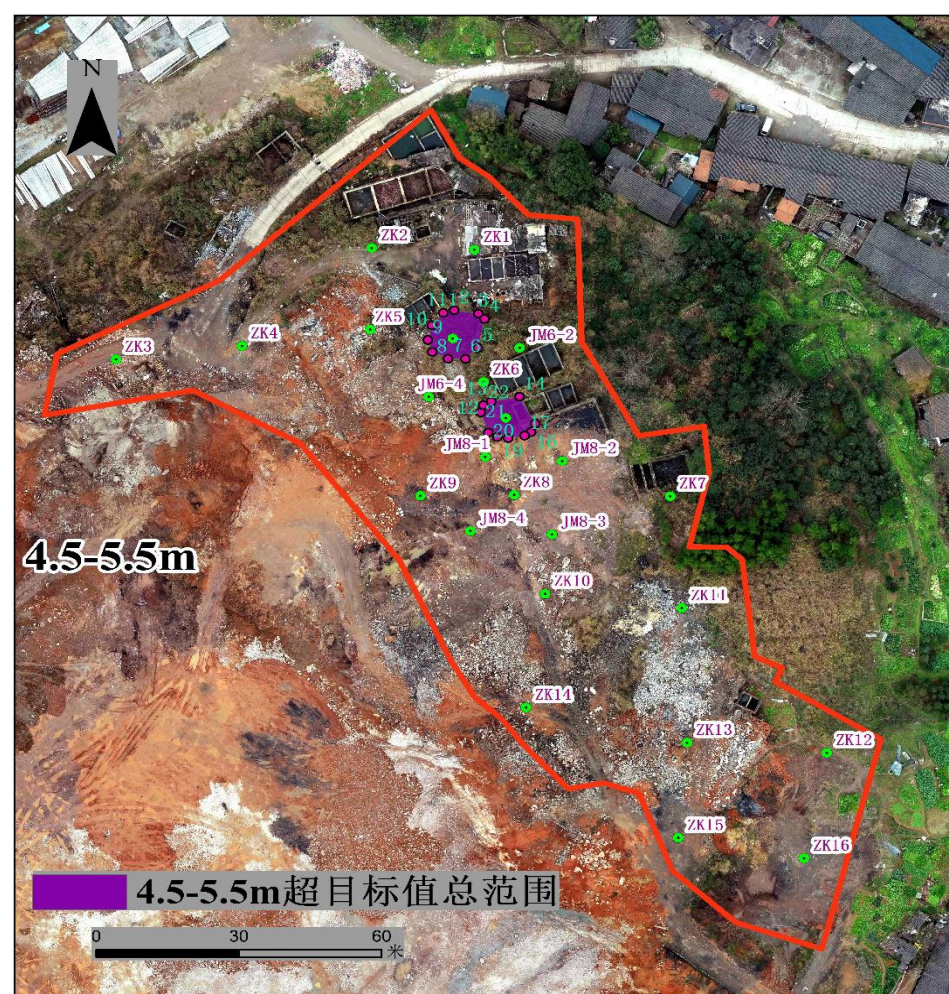


图 5-11 4.5-5.5m 超修复目标值范围

5.3.2.6. 超修复目标值土壤量汇总

依据建议的土壤修复目标值，风评报告分层统计了本地块的修复范围和修复工程量。本地块土壤需修复区域垂直投影最大面积为 2813.52m²，总修复工程量约为 4778.9m³。本地块修复面积及方量见表 5-7，本地块土壤修复范围见图 5-12。

表 5-7 超修复目标值方量汇总表

土层	面积（m ² ）	污染方量（m ³ ）
0-0.5m	532.23	266.12
0.5-1.5m	1200.45	1200.45
1.5-2.5m	1425.20	1425.20
2.5-4.5m	851.14	1702.28
4.5-5.5m	184.85	184.85
总计	2813.52m ² （垂直投影最大面积）	4778.9

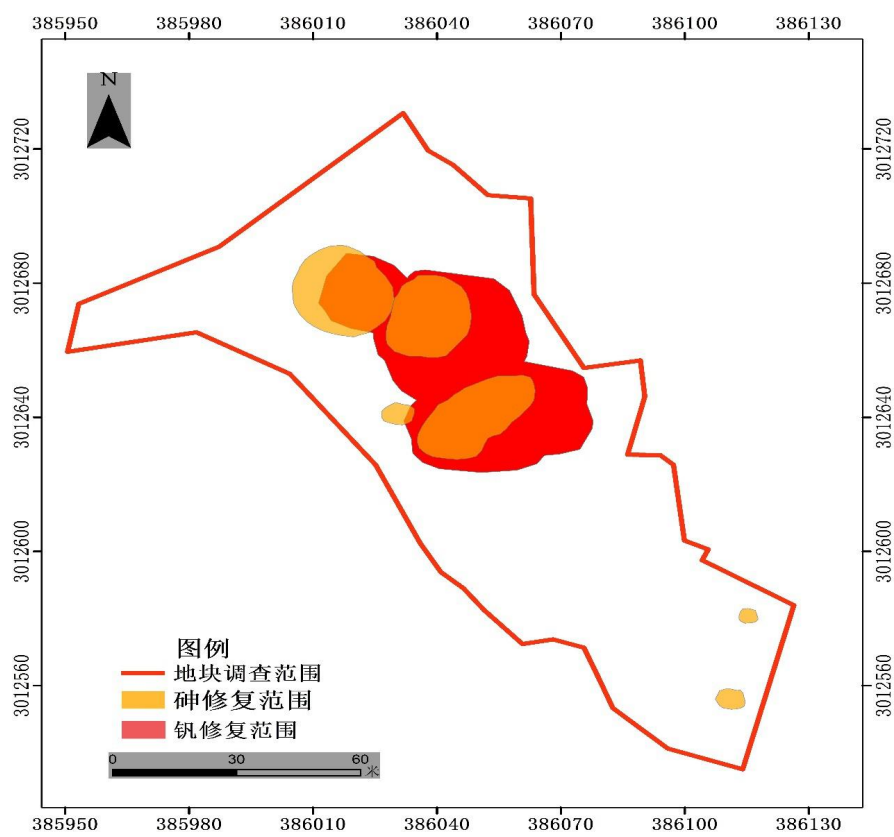


图 5-12 各层修复、管控土壤投影叠加后范围

5.4. 废渣方量

废渣方量见表 5-8 所示：

表 5-8 废渣方量估算表

点位	堆存面积（m ² ）	废渣量（m ³ ）
ZK6（废渣）	877.6	965.36
ZK8（废渣）	900	540
ZK9（废渣）	1080.8	2702
ZK12（废渣）	638	1914
ZK14（废渣）	551.9	1655.7
ZK16（废渣）	796.3	2388.9
合计	4844.6	10165.96

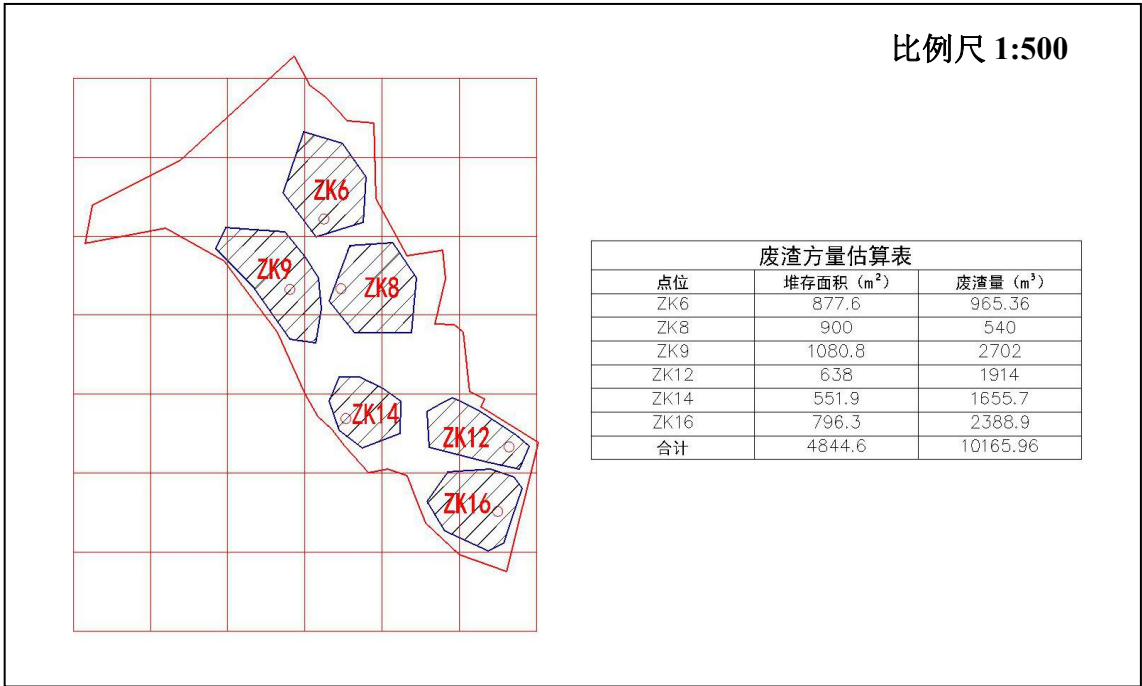


图 5-13 废渣方量分布示意图

通过表 5-8 和图 5-13 可知，废渣点位分别位于 ZK6、ZK8、ZK9、ZK12、ZK14 和 ZK16，共计 6 个点位区域，废渣共计 10165.96m³。

5.5. 建筑垃圾方量

建筑垃圾方量见表 5-9 所示：

表 5-9 建筑垃圾方量估算表

点位	堆存面积（m ² ）	废渣量（m ³ ）
ZK3（建筑垃圾）	414.3	207.15
ZK4（建筑垃圾）	956.5	669.55
ZK6（建筑垃圾）	877.6	351.04
ZK9（建筑垃圾）	1080.8	1080.8
ZK11（建筑垃圾）	931.3	279.39
ZK13（建筑垃圾）	894.5	357.8
ZK14（建筑垃圾）	551.9	275.95
合计	5706.9	3221.68

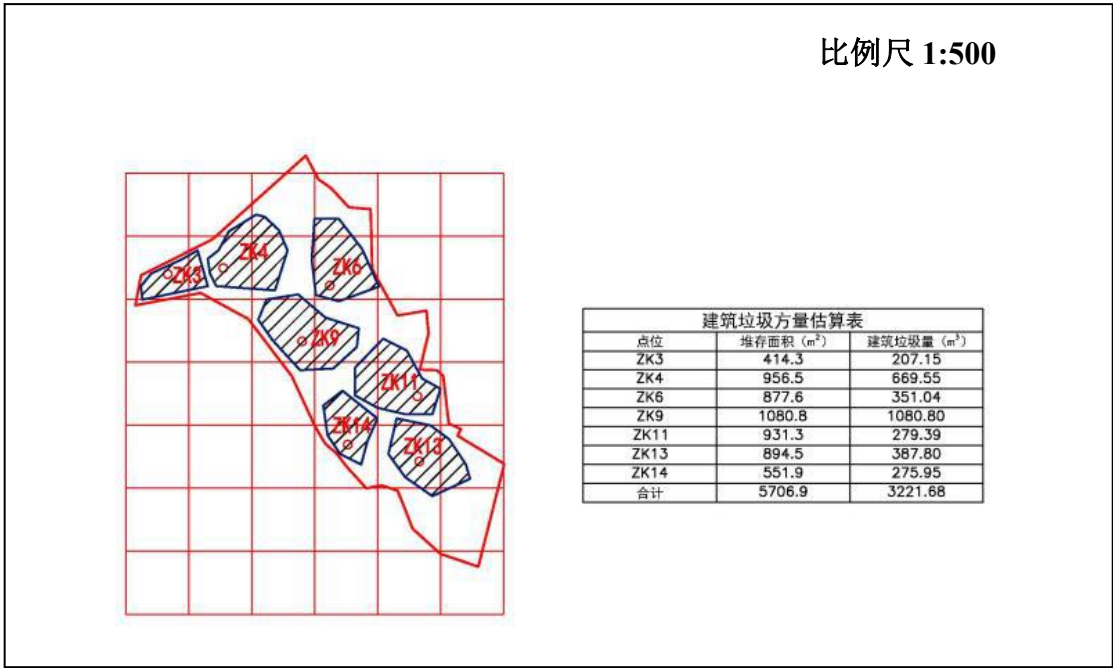


图 5-14 建筑垃圾方量分布示意图

通过表 5-9 和图 5-14 可知，建筑垃圾点位分别位于 ZK3、ZK4、ZK6、ZK9、ZK11、ZK13 和 ZK14，共计 7 个点位区域，建筑垃圾总计 3221.38m³。

5.6. 重金属废水处理量

厂区遗留重金属废水分布示意图见图 5-15 所示：

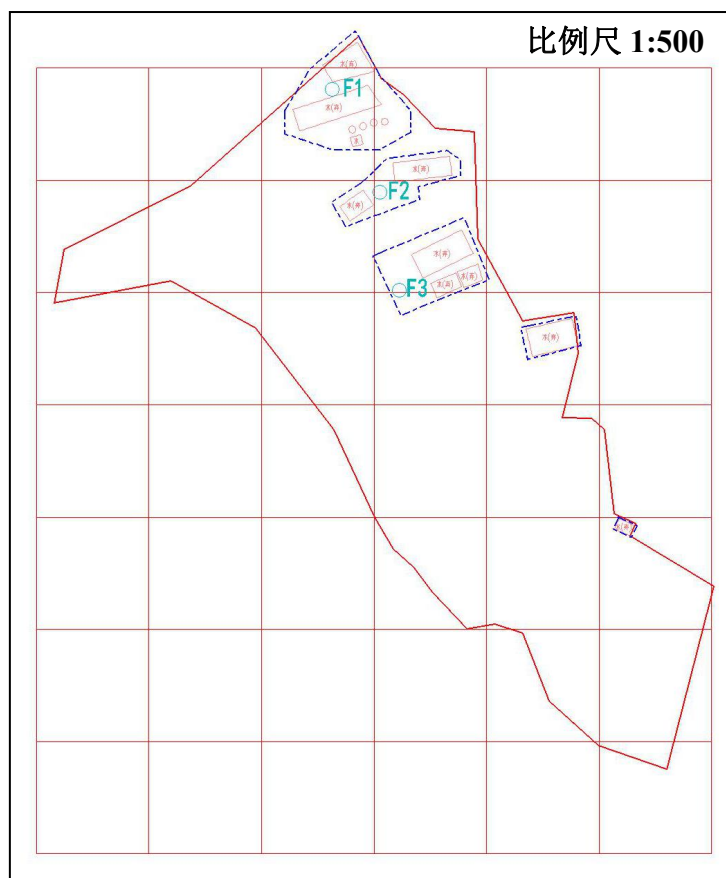


图 5-15 废水分布示意图

通过图 5-15 可知，厂区遗留废水区域主要分布在 F1、F2 和 F3 三个点位区域，需治理重金属废水量约为 1000m^3 。

6. 变更后治理与修复目标

6.1. 工程实施内容

通过实施洪江市双溪煤矿钒冶炼厂土壤污染治理工程，到工程实施结束，双溪煤矿钒冶炼厂污染片区污染程度明显下降，本项目的主要建设内容包括：

1、II类固废填埋场建设：按II类固废填埋场标准新建一座库容为 1.5 万 m³ 的安全填埋场，并对封场后的填埋场进行生态恢复，形成与周边环境景观协调一致的生态体系。

2、将项目区内 10165.96m³废渣及 4778.9m³ 污染土壤进行挖掘、转运、填埋至具有防渗功能的安全填埋场。项目完成后，确保场地无废渣及超修复目标值污染土壤等存留，从而减少雨水对废渣及污染土壤的冲刷与淋滤，避免地表水体的持续污染。

3、将本区域内废弃厂房拆除遗留的 3221.68m³ 建筑垃圾转运至洪江市建筑垃圾填埋场处理。

4、对项目内厂区遗留 1000m³ 重金属废水采取租赁一体化化学混凝沉淀设备处理后达标排放。

6.2. 治理与修复目标

6.2.1. 区域重金属废水标准值

对于本项目区域重金属废水，治理标准参照《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准，“钒”限值参考《钒工业污染物排放标准》（GB26452-2011）表 2 中标准限值。其污水处理排放限值见下表。

表 6-1 重金属废水处理排放限值

（单位：mg/L，pH：无量纲）

项目	pH 值	铜	铅	锌	六价铬	镉	砷	钒	氨氮	总磷	COD	BOD ₅
数值	6-9	0.5	1.0	2.0	0.5	0.1	0.5	1.0	15	/	100	30

6.2.2. 地块治理修复后土壤标准值

根据项目场地调查报告和项目风险评估报告，本项目主要污染物质为砷和钒。因此，对厂区修复完毕后，土壤中污染物砷、钒的修复目标值分别为 60 mg/kg、1240mg/kg。

表 6-2 土壤重金属修复目标值

序号	检测标准值	As	V
1	总量标准限值（mg/kg）	60	1240

6.2.3. 覆盖土标准值

本项目覆盖土来源为拟定的取土场，主要用于填埋场防渗阻隔及回填种植土。因此，覆盖土来源需合规合法，根据《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）第二类用地筛选值标准，重金属含量不应超过下表的限值要求。

表 6-3 覆盖土重金属含量检测指标表

序号	检测标准值	As	V
1	总量标准限值（mg/kg）	60	752

7. 变更后治理与修复技术方案

7.1. 土壤污染治理与修复技术概述

7.1.1. 物理修复技术

7.1.1.1. 工程措施

重金属污染土壤治理常规工程修复技术主要包括排土、客土、换土、挖掘清运异位处置和深耕翻土等措施。通过客土、换土、挖掘清运异位处置和深耕翻土，可以降低土壤中重金属的含量，减少重金属对土壤-植物系统产生的毒害，降低重金属元素进入食物链的量，从而使农产品达到食品卫生标准。深耕翻土一般用于轻度污染的土壤，而客土和换土则是用于重污染区的常见方法。

工程修复是 20 世纪 90 年代以来重金属土壤污染修复采用较多的方法，是比较经典的土壤重金属污染治理措施，广泛应用于重金属污染土壤的治理。这种方法并非根治重金属污染，换出的污土还需进行防止二次污染的处置，且还存在占用土地、渗漏、污染周边环境等负面影响。因此，欧洲和北美一些国家规定，污染物在填埋之前必须进行处理，并采取了征税、严格填埋标准等措施来限制这一处理方法的应用。

7.1.1.2. 土壤阻隔填埋

土壤阻隔填埋是指将污染土壤或经过治理后的土壤置于防渗阻隔填埋场内，或通过敷设阻隔层阻断土壤中污染物迁移扩散的途径，使污染土壤与四周环境隔离，避免污染物与人体接触和随降水或地下水迁移进而对人体和周围环境造成危害。按其实施方式，可以分为原位阻隔覆盖和异位阻隔填埋。原位阻隔覆盖是将污染区域通过在四周建设阻隔层，并在污染区域顶部覆盖隔离层，将污染区域四周及顶部完全与周围隔离，避免污染物与人体接触和随地下水向四周迁移。也可以根据场地实际情况结合风险评估结果，选择只在场地四周建设阻隔层或只在顶部建设覆盖层。异位阻隔填埋是将污染土壤或经过治理后的土壤阻隔填埋在由高密度聚乙烯膜（HDPE）等防渗阻隔材料组成的防渗阻隔填埋场里，使污染土壤

与四周环境隔离,防止污染土壤中的污染物随降水或地下水迁移,污染周边环境,影响人体健康。该技术虽不能降低土壤中污染物本身的毒性和体积,但可以降低污染物在地表的暴露及其迁移性。该技术的处理周期与工程规模、污染物类别、污染程度密切相关,相比其他修复技术,该技术处理周期较短。

污染土壤阻隔填埋技术早在20 世纪80 年代初期就已经开始应用,该技术在外国已经应用30 多年,已成功用于近千个工程,技术已经相对比较成熟。我国对该技术的最早应用是在2007 年,以阻隔填埋方式处置重金属污染土壤,并取得了不错的效果。

7.1.2. 化学修复技术

重金属污染土壤治理化学措施主要包括固化/稳定化、土壤淋洗等方法。其中电动修复和电热修复目前主要停留在实验室阶段,工程应用实例较少。

7.1.2.1. 固化/稳定化技术

重金属稳定化/固定修复的研究开始于 20 世纪 50 年代,人们最早用吸附剂固定水体中不同重金属,随后逐渐应用到土壤重金属的吸附固定中。随着人们对土壤重金属赋存形态的进一步研究,发现了重金属的毒性与其在土壤中存在的各种形态有密切的相关性,一些基于降低重金属生物有效性的物质被应用于固化/稳定化土壤和沉积物中的重金属。许多固定物质,如人工合成沸石、磷酸盐衍生物等应用于重金属污染土壤的治理中,在随后的长期研究和实践过程中,逐渐形成了一种污染土壤修复技术,即土壤固化/稳定化技术。

所谓固化/稳定化,即使加入土壤添加剂改变土壤的理化性质,通过重金属的氧化还原、吸附或共沉淀作用改变其在土壤中的存在形态,从而降低其生物有效性和迁移性,是一种缓解土壤污染物对生物毒害的有效方法。另外,污染土壤中的毒害重金属被固化/稳定化后,可减少向土壤深层和地下水迁移。实际上,固化/稳定化技术包含了两个概念。固化是指将污染物包裹起来,使之呈颗粒状或大块状存在,进而使污染物处于相对稳定的状态。稳定化是指将污染物转化为不易溶解、迁移能力或毒性小的状态和形式,即通过降低污染物的生物有效性,

实现其无害化或者降低其对生态系统危害性的风险。许多情况下，稳定化过程与固化过程不同，稳定化结果使污染土壤中的污染物具有较低的泄露、淋失风险。

7.1.2.2. 土壤淋洗

土壤淋洗是一种通过注入、抽吸淋洗液过程来去除土壤中有机和无机污染物的修复技术，主要用于处理化学吸附在土壤微粒孔隙及周围的污染物。该技术先将淋洗液注入已污染的土壤，再用泵将含有污染物的淋洗液抽吸至地面就地处理。此过程中，淋洗液和污染土壤充分混合，被土壤吸附的污染物通过溶解、乳化和化学作用进入淋洗液中，从而随淋洗液的吸出从土壤中去。一般需要用清洁的提取液反复多次淋洗以去除残余的污染物，然后对含有污染物的淋洗液进行处理与回用。该方法的技术关键是寻找一种既能提取各种形态的重金属，又不破坏土壤结构的淋洗液。目前，用于淋洗土壤的淋洗液较多，包括有机或无机酸、碱、盐和螯合剂。国外专家检验了柠檬酸、苹果酸、乙酸、EDTA、DTPA 对印度芥菜吸收 Cd 和 Pb 的效应，国内研究也发现 EDTA 可明显降低土壤对铜的吸收率，吸收率与解吸率与加入的 EDTA 量的对数呈显著负相关。土壤淋洗以柱淋洗或堆积淋洗更为实际和经济，适用于面积小污染重的土壤治理，但也易引起二次污染，导致某些营养元素的淋失和沉淀，破坏了土壤微团聚体结构，同时容易导致地下水污染，目前国内尚无大规模应用的工程实例。

7.1.3. 生物与生态修复

生物修复技术是利用生物的生命代谢活动减少土壤环境中有毒有害物的浓度或使其完全无害化，从而使污染的土壤环境能够部分地或完全地恢复到原状的过程。土壤生物修复技术包括植物修复、微生物修复等技术，在进入 21 世纪后得到了快速发展，成为绿色环境修复技术之一。

7.1.3.1. 植物修复技术

从 20 世纪 80 年代问世以来，利用植物资源与净化功能的植物修复技术迅速发展。植物修复技术包括利用植物超积累或积累性功能的植物吸取修复、利用植物根系控制污染扩散和恢复生态功能的植物稳定修复、利用植物代谢功能的植物

降解修复、利用植物转化功能的植物挥发修复、利用植物根系吸附的植物过滤修复等技术。可被植物修复的污染物有重金属、农药、石油和持久性有机污染物、放射性核素等。其中，重金属污染土壤的植物吸取修复技术在国内外都得到了广泛研究，已应用于砷、镉、铜、锌、镍、铅等重金属以及与多环芳烃复合污染土壤的修复，并发展出包括络合诱导强化修复、不同植物套作联合修复、修复后植物处理处置的成套集成技术。近年来，植物稳定修复技术被认为是一种更易接受、大范围应用并利于矿区边际土壤生态恢复的植物技术。

7.1.3.2. 微生物修复技术

微生物修复是指利用天然存在的或所培养的功能微生物群，在适宜环境条件下，促进或强化微生物代谢功能，从而达到降低有毒污染物活性或降解成无毒物质的生物修复技术。微生物修复的实质是生物降解，即微生物对物质(特别是环境污染物)的分解作用。微生物可以对土壤中重金属进行固定、移动或转化，改变它们在土壤中的环境化学行为，促进有毒、有害物质解毒或降低毒性，从而达到生物修复的目的。因此，重金属污染土壤的微生物修复原理主要包括生物富集（如生物积累、生物吸着）和生物转化（如生物氧化还原、甲基化与去甲基化以及重金属的溶解和有机络合配位降解）等作用方式。

目前，正在发展微生物修复与其他现场修复工程的嫁接和移植技术，以及针对性强、高效快捷、成本低廉的微生物修复设备，以实现微生物修复技术的工程化应用。

7.2. 土壤污染治理与修复技术筛选

7.2.1. 技术筛选原则

常用的重金属污染土壤的修复技术主要是利用物理、化学、生物生态和联合修复的方法，并结合工程措施，使土壤中污染物的浓度或毒性降低，实现污染物的低毒化和无害化，以达到修复的目的。针对该场地治理技术的筛选，基于以下诸原则：

(1) 修复技术成熟可靠：目前，国内外有多种污染场地修复技术，有些技术已经成熟，有些还在研究阶段。为了保证污染土壤修复工程顺利完成，本方案设计采用成熟可靠的修复技术，避免采用处于研究初期的污染土壤修复技术。

(2) 修复时间合理：为尽快完成污染土壤修复工作，降低清理过程中的潜在环境风险，在选择污染土壤修复技术时，同等条件下，选择时间短的修复技术。

(3) 修复费用经济合理：本方案将结合场地中的污染物特性，选择经济可行的污染土壤修复技术，既满足修复目标要求，又尽量控制土壤修复费用。

(4) 最大程度降低二次污染：污染土壤修复工程实施过程中要严格控制对周围环境的影响，做好工程实施过程中的各项环境保护措施，如防尘，防噪声，防二次污染等，将场地修复的实施对周围居民的影响降到最低。

(5) 修复结果达标：污染土壤修复处理的最终目标是场地的土壤不危害环境安全及居民健康。

7.2.2. 土壤修复技术筛选

重金属污染土壤修复是一项系统工程，在技术方案筛选中应充分考虑技术可行性、治理周期、土地规划用途和处理经济性等多种限制因素。因此，在设计重金属污染土壤治理方案前应根据上述限制因素筛选基本处理工艺，并结合项目示范区土壤理化性质、污染程度、要求工期、经济性等条件，对上述可能适用的修复技术进行筛选。技术方案比选如表 7-1 所示。

表 7-1 常用土壤污染修复治理技术方案介绍

技术类型		优点	缺点	施工方法及治理后土壤性质变化	治理成本	结论
物理修复技术	土壤阻隔填埋	处置速度快、效果好、可操作性强、成本低、对土壤质地限制要求少,可适用不同类型污染土壤的优点	不宜用于污染物水溶性强或渗透率高的污染土壤,且不适用于地质活动频繁和地下水水位较高的地区	施工方法主要分为原位阻隔覆盖和异位阻隔填埋,对场地正常运行和土壤相关性质不会有较大影响	低	该技术可有效阻挡污染物随地下水的水平迁移,将污染物以及污染土壤与外界环境隔绝,杜绝污染扩散,保护周围土壤和地下水。
	客土换土法	工艺流程简单,可操作性强,治理效果稳定,治理场地可作为建设或绿化用地。	需要取用大量客土,并且等量污染土壤需要处置。	异位治理,处理过程中会影响场地正常运营,土壤基质改变巨大	较低	该区所需客土量大,且去除的大体积污染土壤难以找到合适的处置场所。
化学修复技术	固化/稳定化	原位修复,工艺简单可操作性强,经济可行,处理周期短,处理后材料可作为建设或绿化用地,国内外有大规模的工程应用实例。	经固化/稳定化处置后的土壤环境对其中重金属活度及稳定性有影响。	施工方法常见为异位处理,采用药剂添加-搅拌;基本不改变土壤的形态(土壤的肥性会略有下降)pH 值约为 8-9	低	该技术不能有效的去除重金属污染物的毒性,并且不能很好的去除重金属的含量,同时对土壤结构和土壤性质产生一定的危害

	土壤淋洗	污染物去除彻底,治理后土壤可用于原址回填,适用于污染严重、面积较小的土壤修复。	淋洗后废水的处理增加成本。淋洗后土壤结构和肥力破坏严重。	异位处理;加入淋洗药剂将土壤颗粒中吸附的重金属,淋洗至液相中,清洗废水处理达标后排放;重金属污染物被洗出,但土壤基质改变较大,土壤肥力尽失。	高	处理过程中容易造成二次污染,处理成本较高。
生物生态修复	植物修复	成本低,不破坏土壤结构和肥力,改善生态环境。	修复周期长,对于深层污染的修复有困难,提取型植物存在污染物通过“植物—动物”的食物链进入自然界的可能。	原位治理;土地将被植物长时间占用,治理后土壤肥力及生态环境得到有效改善	低	辅助治理技术:在一定的范围内采用稳定化植物修复技术作为接纳治理后土壤的生态绿地等区域的后期辅助治理措施,用以改善区域土壤生态环境,以发挥项目的长效机制。
	微生物修复	成本低,对土壤及周边环境无破坏,不需要特殊场地建设,可同时处理土壤和地下水。	治理周期长,微生物生长环境条件要求较高,且微生物处理污染物具有特异性。			

从表中可以看出,客土换土法高效,但需要合适的洁净土源;化学淋洗技术修复成本高,对土壤理化性质影响大;稳定/固化技术该技术不能有效的去除重金属污染物的毒性,并且不能很好的去除重金属的含量,同时对土壤结构和土壤性质产生一定的危害;生物生态修复技术治理周期漫长,通常只忍耐或吸收一种或两种重金属元素,受外界影响较大,同时容易造成二次污染;土壤阻隔填埋将

污染土壤置于防渗阻隔填埋场内，或通过敷设阻隔层阻断土壤中污染物迁移扩散的途径，使污染土壤与周边环境隔离，避免污染物与人体接触和随降水或地下水迁移而对人体和周围环境造成危害，同时修复成本较低，适用范围较广。

考虑本项目治理完成后，地块需平整后开发利用，原方案污染土壤的“固化稳定化+回填”处置方式已不贴合项目实际，因此，通过对上述技术优缺点分析、治理成本和施工方法的比选结果，在对工程投资及治理效果进行衡量后，本项目污染土壤处置方式由原方案的“固化稳定化+回填”处置方式调整为清挖转运至II类固废填埋场安全填埋处置。

7.3. 废渣治理方案技术比选

7.3.1. 固化处置

目前国内外处理含重金属废渣时常用的固化方法是石灰固化、水泥固化。其中石灰固化是指以石灰、垃圾焚烧飞灰、水泥窑以及熔矿炉锰渣等物质为固化基材而进行的危险废物固化/稳定化的操作。在适当的催化环境下进行反应，将污泥中的重金属成份吸附于所产生的胶体结晶中。但石灰系固化处理所能提供的结构强度不如水泥固化，因而较少单独使用。水泥固化就是以水泥为固化剂将废渣进行固化的一种处理方法。固化时，水泥与废物中的水分或另外添加的水分发生水化反应生成凝胶，将废物中的有害微粒分别包容起来，并逐步硬化成水泥固化体。水泥固化是国际上处理有毒有害废物的主要方法之一，美国环保局也将水泥固化称为处理有害废物的最佳技术。

7.3.2. 资源化利用

常见的为水泥协同处置技术，即在水泥的生产过程中，将废渣作为替代燃料或原料，通过高温焚烧及烧结，在水泥熟料矿物化过程中，实现重金属的物理包容、化学吸附、晶格固化等目的废物处置手段。具有修复时间短，与国内目前修复工期要求紧相适应；易操作，成本低：对设备和操作人员的要求不高，操作简单易行，不需要后续的维护，成本经济特点。

7.3.3. 安全填埋处置

固体废物安全填埋处置是国家对固体的最终处置方式，适用于没有利用价值，并且危险较大的废物或者是虽然具有一定的利用价值，但是限于目前的条件和技术水平而无法充分利用的废物及不能回收利用其组分的危险废物。废渣的固化/稳定化处置采取各种措施对有害成分进行稳定化，减少危险废物的体积和有害成分的浸出，使废物经过处置后，达到降低、减轻或消除其自身危害性的作用，满足《一般固体废物填埋污染控制标准》中“允许进入填埋区控制限值”后进行填埋处置。

安全填埋法与其他处置方法相比，优点是完全最终处置了废渣，解决污染的环境问题。该方法不受废物的种类限制，且适合于处理大量的废物；缺点是填埋场必须远离居民区；填埋场将因沉降而需要不断地维修；填埋在地下的危险废物，一旦发生渗漏会污染地下水，需加以控制和处理。

通过对以上废渣治理技术的分析，依据适用范围、技术成熟性、环境影响和处置成本等指标，对不同废渣处置方法进行比选，结果如下表所示。

表 7-2 废渣治理工艺对比

比选内容	固化处置	资源化利用	安全填埋处置
适用条件	所有废渣	有价值成分含量较高的废渣	所有废渣
技术可靠性	技术成熟、可靠	需根据废渣类别确认回收组分，并采取相应的工艺流程	技术成熟、可靠，工程应用经验丰富
最终处理	剩余废渣需要做最终处理	剩余废渣需要做最终处理	无需再做处置
施工难度	施工内容相对简单	施工内容难度一般	施工内容简单、安全性高
施工周期	施工效率低，周期较长	受产品规模限制，周期较长	施工效率高、周期较短
环境影响	通过适当工程措施，可以降低填埋对周边环境的影响	回收过程中会产生生产废水、废气等污染，对周边环境有潜在威胁	通过适当工程措施，可以降低填埋对周边环境的影响
成本	主要成本为工艺设备药剂的投入，废渣最终处置费用	主要成本为工艺设备药剂的投入	主要成本为废渣的运输和安全填埋处置费用
治理效果	后期容易造成对环境的第二次污染	作为建筑材料固化后，废渣较为稳定	填埋场的内衬层具有防渗功能，渗出量小

本项目遗留废渣为第Ⅱ类一般工业固体废弃物，结合本项目后期开发利用实际以及对废渣污染治理常用技术方法筛选，根据《固体废物处理处置工程技术导则》（HJ 2035-2013）和《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB 18599-2001）等相关规范要求，针对废渣堆场现状，从经济角度、适用条件、技术可靠性、施工难度、施工周期和后期环境影响等多方面进行对比分析。通过综合对比得知，安全填埋处置技术相较于固废处置技术和资源化利用技术，其更具经济性，成本投入较低，整体技术更为成熟可靠，施工操作简单，施工整体效率高，施工安全性较高，施工周期较短，同时不会对环境产生二次污染，并且对居住人群的身体健康、日常生活和生产活动的有所影响。因此本方案拟采用安全填埋处置技术对废渣进行治理。

7.4. 重金属废水治理技术比选

矿产品加工过程中所产生的大量的废水，由于生产工艺的原因，废水中会含有不同程度的重金属，废水的随意排放会侵占和破坏大量的土地资源，因此含重金属废水的综合治理现已经成为热点环境问题。目前国内有关含钒废水治理的主要技术主要分为三种：生物处理技术和化学处理技术以及物理化学处理技术。下面拟对上述主流治理技术进行分析，并从中选择合适本项目的废水处理技术。

7.4.1. 生物处理技术

生物处理技术主要是利用微生物或植物体的吸引、络合、离子交换、微沉淀、氧化还原反应等生理特性来处理重金属废水，在废水处理中的生物处理技术，也被称为生物吸附法，可以充分利用生物体自身的化学结构和成分特性，使其吸附废水中的重金属离子，然后采用固液相互分离的方法除去废水中的重金属离子。

生物处理技术在水处理行业已经很成熟，微生物种类较多，用微生物或植物体的生理特性来处理重金属废水具有效率高、成本低、二次污染少、有利于生态环境的改善等优点，近年来在含重金属废水处理领域引起了人们普遍的关注，进

行了广泛的研究。但其缺点也较为明显，微生物培养和驯化时间长，不易控制，且不同的微生物对不同的重金属有选择性，运行起来相对复杂。

7.4.2. 物理化学处理技术

重金属废水处理中的物理化学处理技术主要涵括三种基本方法，包括物理化学吸附法、离子交换法、膜分离法。

7.4.2.1. 物理化学吸附法

吸附材料通常为蓬松结构，其比表面积比较高，又或者某些吸附材料具有比较特殊的功能基团，可以对废水中的重金属离子产生物理吸附作用或者化学吸附作用。在这方面的吸附剂常见的有活性炭、累托石、沸石以及硅藻土等。而活性炭是最早被运用和最常见的一种吸附剂，能够对多种重金属离子都产生吸附作用，具有较大的吸附容量，只是其造价比较贵，使用寿命短，操作费用也比较高。

7.4.2.2. 离子交换法

主要是通过离子交换剂中的离子与重金属工业废水中的离子产生交换反应，从而去除废水里的有害离子。这种方法可以实现贵重金属离子的回收，一般适用于有机废水与放射性废水等方面的处理工作。

7.4.2.3. 膜分离法

主要是采用特殊的半透膜，借助外界推动力使得溶液中渗透出一种溶质与溶剂，从而分离水中的重金属离子。而膜截留组分粒径大小以及膜性能都存在差异性，所以膜分离法也可以分为微滤、纳滤、超滤、电渗析以及反渗透等分离法。这种方法作为新型的重金属离子分离技术，其优点显著，比如分离效率高、操作比较简单便利、没有二次污染、能耗比较低，同时其分离产物容易被回收、自动化程度也比较高，只是膜污染物和膜恶劣等方面的问题导致这一技术很难进一步发展，需针对这一领域展开深入的研究。

7.4.3. 化学处理技术

化学处理技术主要指使用化学方法对重金属工业废水进行处理,可分为化学沉淀法、电解法以及氧化还原法。

7.4.3.1. 化学沉淀法

化学沉淀法为在化学处理技术中是最为常见的一种方法,具体到实际处理工作中,可在废水中加入可溶性化学药剂,使其与废水中处于离子状态的无机污染物相接触,进而发生化学反应,形成不溶于水或者难以溶于水的其他化合物。化合物可以在水中沉淀,最终可以让工业废水得到很好的净化。因其原料易购买,且操作简单,在含汞、锌、铅和铬等重金属离子废水中被广泛应用。

7.4.3.2. 电解法

主要是通过电解槽中所发生的电化学反应,对重金属工业废水中的污染物进行处理。废水中含有的可溶解性污染物能够在电解中的氧化还原反应作用下,析出沉淀物或者溢出气体,进而达到净化废水的目的。这一方法主要适用于氰和铬等重金属离子废水的净化处理。

7.4.3.3. 化学还原法

若废水中的重金属离子处于高价态,具有较大的毒性,则可以运用这一方法对其进行还原至低价态,将其分离后除去。

通过对以上废水处理技术的分析,依据适用范围、技术成熟性、环境影响和处理成本等指标,对不同废水处理方法进行比选,结果如下表所示。

表 7-3 重金属废水治理方法定性比较表

处理方法	反应机理	优点	缺点
生物法	通过生物吸附以及微生物新细胞物质合成而消耗降解	COD 去除率 60%左右, 运行成本低	占地面积大, 运行较复杂, 受废水成分和浓度限制, 停留时间长, 不易管理。

物理化学处理技术	用吸附、膜分离等外界推动力使得溶液中渗透出一种溶质与溶剂，从而分离水中的重金属离子	处理成本较高，产生污泥量少，自动化程度高，易管理，可回收	一次性投资较大。操作费用较高，维护相对复杂
化学处理技术	主要通过加药使其与废水中处于离子状态的无机污染物相接触，进而发生化学沉淀反应，分离出重金属	处理成本较低，自动化程度高，易管理，能够同时去多种重金属污染物	占地小，运行较简单，易操作上手，且一次性投资较低

综上所述，考虑到本项目遗留重金属废水量较小，废水中重金属离子含量相对较低，且本项目废水治理属于临时措施，为降低基建投资，便于运行人员维护，本项目拟选择化学处理技术进行处理，主要通过加药使其与废水中的重金属离子发生化学沉淀反应，分离出重金属。

8. 变更后项目实施内容

8.1. 总体技术思路

经过对治理区域的现场勘查，根据修复技术及工艺的比较与论证，本项目工程设计思路如下：

（1）Ⅱ类固废填埋场：根据项目施工工艺设计和项目需求，在项目周边进行选址，按Ⅱ类固废填埋场建设标准新建一座安全填埋场，并对封场后的填埋场进行生态恢复，形成与周边环境景观协调一致的生态体系。

（2）重金属污染土壤和废渣：对本区域内重金属污染土壤和废渣（第Ⅱ类一般工业固废）运送至Ⅱ类固废填埋场安全填埋处置。

（3）建筑垃圾：对现场将本区域内废弃厂房拆除遗留的建筑垃圾送至洪江市建筑垃圾填埋场处理。

（4）重金属废水：对本区域内厂区收集池残留重金属废水，采取租赁一体化设备处理后达标排放。

8.2. 总体技术路线

本方案项目总体工艺设计及工程量见下图 8-1 所示：

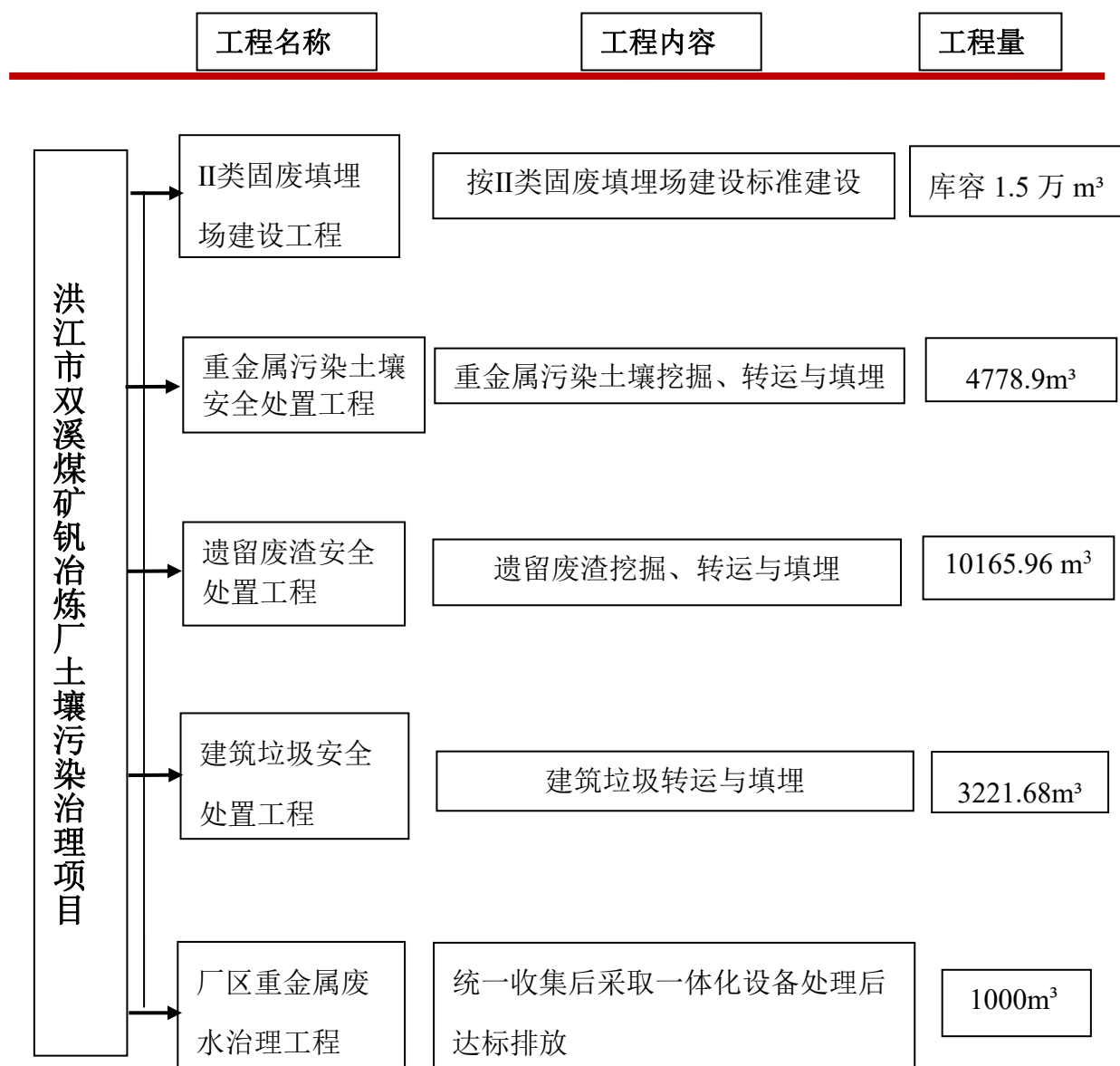


图 8-1 项目总体工艺设计及工程量

8.3. 主体工程方案

8.3.1. II类固废填埋场建设工程

8.3.1.1. II类固废填埋场建设必要性对比分析

根据现场实地考察、业主方意见以及本项目迫切待治的理实际情况，相较于外运其他渣场进行处置，本方案建议新建一座II类固废填埋场用于处置本项目遗留废渣和重金属污染土壤，主要原因包括：

（1）目前，洪江市及周边区域范围内，没有合适的用于处置本项目污染物的II类固废处置场；

（2）本项目需要进行处置的废渣和重金属污染土壤处理量较大，跨区域远距离运输处置不仅存在二次污染风险，且不经济；

（3）跨区域外运其他渣场进行处置，需要经过多个相关部门的审批，手续繁琐且审批流程用时长。

因此，经综合对比分析，新建II类固废填埋场更符合本项目实际需求。

8.3.1.2. 总体方案

拟对项目调查范围内的废渣和重金属污染土壤进行挖掘和集中填埋处置。需在项目周边进行选址，新建一座理论库容为 1.5 万 m³ 的安全填埋场，按II类固废填埋场建设标准建设。

8.3.1.3. 设计原则

本项目填埋场设计主要遵循以下原则：

（1）充分利用拟建场址地形条件，尽量减少土石方开挖；

（2）在满足库容要求的前提下，尽量减少填埋场占地面积，提高单位面积固体废物填埋处置量，提高土地利用率；

（3）填埋场总体布局合理，临时道路设计充分考虑运输及填埋作业要求。

8.3.1.4. 填埋场场址选择

(1) 场址选择依据

依据国家有关一般工业固体废物处理处置的法律、标准、规范和要求，以及湖南省有关固体废物处理处置的规定等进行场址选择，同时综合考虑处理处置设施的服务半径、防护距离、运输距离、交通、土地利用状况、工程地质、水文地质、气象条件、基础设施状况、公众意见等因素，做到在环境、社会及经济上充分可行。

(2) 场址选择原则与要求

根据《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）的相关规定，一般工业固体废物安全填埋场选址需遵循以下要求：

- 1) 所选场址应符合当地城乡建设总体规划要求；
- 2) 应选在工业区和居民集中区主导风向下风侧，场界距居民集中区 500m 以外；
- 3) 应选在满足承载力要求的地基上，以避免地基下沉的影响，特别是不均匀或局部下沉的影响；
- 4) 应避开断层、断层破碎带、溶洞区、以及天然滑坡或泥石流影响区；
- 5) 禁止选在江河、湖泊、水库最高水位线以下的滩地和洪泛区；
- 6) 禁止选在自然保护区、风景名胜区和其它需要特别保护的区域；
- 7) 应避开地下水主要补给区和饮用水源含水层；
- 8) 应选在防渗性能好的地基上。天然基础层地表距地下水位的距离不得小于 1.5m。

(3) 填埋场场址选择比选

根据第Ⅱ类一般工业固体废物填埋场选址原则，要求填埋场选址前，应首先确定拟建厂址的大致方向，同时结合项目区城市规划文件中城市建设用地发展方向，从城市主导风向、地形、地貌及地质条件、运输距离、水源、风景园林、文物保护等方面进行综合分析比选。本方案拟选定 1#填埋场和 2#填埋场两个填埋场进行比选。根据洪江市近期城市建设发展特点，参考《洪江市城市建设规划

（2016-2030 年）》和《洪江市工业集中区规划设计（2011-2020）》规划，本项目进行比选的两个填埋场址（1#填埋场和 2#填埋场）均不在洪江市城市规划及工业集中区规划设计范围内，详见图 8-2 所示。



图8-2 填埋场预选场址地理位置图

1) 1#填埋场

1#填埋场距双溪煤矿矸冶炼厂厂区直线距离约 1.2km，为采坑区，详见图 8-2 和图 8-3，场址环境见图 8-4 所示。该场址不位于自然保护区、风景名胜区和其
他需要特别保护的区域，远离城市规划红线范围，场址周边无常住居民场所；底部不存在采空区，整体防渗较好，不存在地基下沉影响，并且远离水源地；场址入口位于西面，场址东面、南面、北面环山。本场址整体上南北向较为宽缓，东西向较为狭长，入口处较窄，筑坝工程量整体较少，无山洪和滑坡等现象记录，地形地貌较好。场址东面和南面有部分乔木及灌木覆盖，场址周边外内已有乡村道路，入口处也与相关道路连通，无需修固体废物运输专用道路。其他外部条件：

水源、电源可从临近的道路旁的给水管及电网接入。



图8-3 1#填埋场场址地理位置图



图 8-4 1#填埋场现状概况图

该场址方案的主要优点有：

①场址不位于自然保护区、风景名胜区、断层、断层破碎带、溶洞区、天然滑坡或泥石流影响区、江河、湖泊、水库最高水位线以下的滩地和洪泛区和其他不符合相关规定的区域，符合国家相关建设标准；

②场址距离双溪煤矿矾冶炼厂厂区距离较近，便于运输；

③场址内已有乡村道路，交通、用电条件较好，用水可以从山塘引入；

④总体地形较缓，有利于填埋场的建设；

⑤场址位于城市规划红线范围外，不影响城市规划发展；

⑥入口较窄，筑坝工程量相对较少，且土方工程量较少；

⑦场址周边无常住居民，不会对周围环境、居住人群的身体健康、日常生活和生产活动产生影响；

⑧场址底部不存在采空区，不存在地基下沉情况；

⑨场址避开了地下水主要补给区和饮用水源含水层，且场底底部为岩石层，防渗性能较好；

主要缺点有：

北面紧邻渣堆堆体，施工时需要对渣体进行转运或筑坝，同时需要对周围山体进行开挖。

2) 2#填埋场

2#填埋场场址距双溪煤矿矾冶炼厂厂区直线距离约 3.5km，原为采坑区，详见图 8-2 和图 8-5 所示，场址环境见图 8-6、8-7、8-8 所示。该场址不位于自然保护区、风景名胜区和需要特别保护的区域，远离城市规划红线范围内，场址周边无常住居民场所，并且远离水源地；底部不存在采空区，整体防渗较好，不存在地基下沉影响。整个场区为采坑区，入口位于北面，选址地势较高，地面较为平坦，无其它建构物，无山洪现象记录。采坑区最深点位于采坑区东部，深度约 30m 左右；最低点位于采坑区西侧，深度约为 15m 左右。该场址入口已与乡村道路连通，无需修固体废物运输专用道路，周围覆盖有少量乔木及灌木林。其余外部条件：水源、电源可从临近的周边的给水管及电网接入。

该场址方案的主要优点有：

①场址不位于自然保护区、风景名胜区、断层、断层破碎带、溶洞区、天然滑坡或泥石流影响区、江河、湖泊、水库最高水位线以下的滩地和洪泛区和其他不符合相关规定的区域，符合国家相关建设标准；

②场址为煤矿采坑区，不影响城市规划发展；

- ③场址邻近已有乡村道路，交通、用水、用电条件较好；
- ④场址位于城市规划红线范围外，不影响城市规划发展；
- ⑤场址周边无常住居民，不会对周围环境、居住人群的身体健
康、日常生活和生产活动产生影响；
- ⑥场址底部不存在采空区，不存在地基下沉情况；
- ⑦场址避开了地下水主要补给区和饮用水源含水层，且场底底部为岩石层，
防渗性能较好。

主要缺点有：

- ①地势较高，通行道路状况一
遍，较为陡峭，运输较为困难，且距离双溪煤矿项目治理区较远；
- ②入口较大，筑坝工程量相对较大；
- ③场址附近存在滑坡现场，地质条件一般，并存在自燃现象。



图8-5 2#填埋场场址地理位置图



图8-6 2#填埋场现状概况图（一）



图8-7 2#填埋场现状概况图（二）



图8-8 2#填埋场现状概况图（三）

(3) 场址方案比较

两个场址方案比较见表 8-1。

表 8-1 填埋场场址综合比较

序号	比较内容	1#场址	2#场址	方案比较
1	是否符合国家相关规范的选址基本要求	符合要求	符合要求	两方案同
2	区域位置	距离废渣堆存点直线距离约 1.2km	距离废渣堆存点直线距离约 3.5km	1#方案优
3	与城市规划的关系	远离城市区域红线范围，吻合要求	远离城市区域红线范围，吻合	两方案同
4	库容	较小	较大	2#方案优
5	地形	地形较缓	地形较缓	两方案同
6	地质条件	较好	一般，存在废渣滑落情况	1#方案优
7	地势	地势较低	地势较高	1#方案优
8	底部情况	底部不存在采空区	底部不存在采空区	两方案同
9	防渗情况	防渗性能较好	防渗性能较好	两方案同
10	用地现状	采坑区	采坑区	两方案同
11	排水	对下游居民地下取水存在较小风险	对下游居民地下取水存在较小风险	两方案同
12	对周边居民影响	影响较小	影响较小	两方案同
13	对外交通	无需修专用公路	无需修专用公路	两方案同
14	周边水源情况	无地下水饮用水水源	无地下水饮用水水源	两方案同
15	拆迁工程量	无	无	两方案同
16	筑坝工程量	较少	较多	1#方案优
17	供电条件	从临近村变电站低压就近引接接入	从临近村变电站低压就近引接接入	两方案同
18	供水条件	从山塘引水	打井取水	1#方案优
19	入口大小	较小，入口施工量较少	较大	1#方案优

通过对两个场址十九个单项对比可以看出，其中十二个单项两方案持平或者接近，有六个单项 1#填埋场有优势，一个单项 2#填埋场有优势。综合比较分析，1#填埋场场址未在城镇区域红线范围，远离常住居民居住场所、农用地、地表水体、高速公路、交通主干道（国道或省道）、铁路、飞机场、军事基地等敏感对象，不会对周围环境、居住人群的身心健康、日常生活和生产活动的影响，避开

地下水主要补给区和饮用水源含水层，且其地理位置较好，地势较低，地基防渗性能较好，底部不存采空区，离项目地较近，并且采坑区入口较小，筑坝工程量较少，施工水电引入较为便捷，易于后期整体施工，因此本方案推荐 1#填埋场作为本项目填埋场场址用地。

8.3.1.5. 库区整形与基础处理

（1）库区整形

为便于填埋场底部及边坡防渗层的铺设，在铺设防渗层前应对场底及边坡进行整形，包括清除库区内部植被及根系、挖除表层耕植土等。

场地整形时应注意确保所有软土、有机土和其它所有可能降低防渗性能的异物被去除；确保所有的裂缝和坑洞被堵塞。

填埋库整形后，部分位于岩层的开挖地段将岩石裸露，为避免裸露的岩石坚硬棱角对防渗膜造成损坏，边坡平整要求没有突出坚硬物，岩石边坡需喷浆找平，土质边坡要求进行夯实，压实度不小于 94%。场地整形时，填埋库场底基本上沿沟谷的谷底布置，谷底线向沟上游形成 2%的纵向坡度，谷底线两侧形成 2%的横坡，有利渗滤液收集系统和地下水疏排系统的布置。

边坡平整从场底开始，结合地形坡度和工程地质情况，按一定坡度每升高 5m，在边坡上设置宽 2m 的平台，作为防渗膜的锚固平台。边坡必须平整，以免对防渗膜造成破坏，边坡坡度为 1：2~1：3。

填埋坑整形一般原则为：根据场区地形和地质条件，在不影响填埋库的力学稳定性的前提下，尽量利用天然地形条件增大填埋库库容，减少土石方开挖量，同时应考虑边坡修整、人工防渗衬垫铺设方便等施工条件。

（2）基础处理

1) 场底基础

库区底部基础的处理后应满足平整度每平方米粘土层误差不得大于 2cm，HDPE 土工膜的膜下粘土保护层，垂直深度 2.5cm 范围内土层不应含有粒径大于 5mm 的尖锐物料。在进行地基处理时，位于库区底部的粘土层压实度不得小于 93%。

2) 边坡基础

库区边坡的粘土层压实度不得小于 90%；在进行边坡地基处理时，要保证边坡的稳定性。为便于填埋场渗滤液的导排，填埋场场底设置不小于 2%横向和纵向坡度。

8.3.1.6. 拦挡坝

(1) 挡墙选型

根据工程设计和施工经验，常用的挡墙结构类型有浆砌石重力式挡墙、混凝土重力式挡墙、钢筋混凝土扶壁式挡墙，不同类型的挡墙均有其适用的范围，并且挡墙设计应按照因地制宜、就地取材、便于施工的原则进行，综合考虑挡墙修建位置工程地质条件、施工条件及工程造价等因素，经综合比较确定。

表 8-2 不同型式墙比较一览表

序号	比较内容	浆砌石重力式挡墙	混凝土重力式挡墙	钢筋混凝土扶壁式挡墙
1	工程所占场地	较大	较大	较小
2	耐久性	较好	好	好
3	工程造价	较低	较高	高
4	主材取用	可就地取材，或购买价低	需购买，价较高	需购买，价高
5	对地基承载力要求	一般	较高	较高
6	施工速度	慢	较快	较慢

本次处置固废类别为一般Ⅱ类工业固废，拦挡设施一旦出现失稳或结构破坏，对环境造成的影响和危害较大，因此挡墙应选用可靠度高、安全性好的类型。考虑到混凝土重力式挡墙具有耐久性好、强度高、施工速度快等特点，本项目选择采用混凝土重力式挡墙。

(3) 坝体设计

本填埋场坝高设计为 6m，坝长约 24m。本项目挡墙采用混凝土结构，混凝土标号为 C20。挡墙基础设置 50cm 厚的筏板基础，宽度超出挡墙上下游两侧各

50cm。挡墙每 10m 设置分缝，缝宽约 15mm，缝间设置沥青杉木板；挡墙顶部采用 20mm 厚水泥砂浆抹面，下游勾缝。

此外,为防止堆体内部的渗滤液直接透过挡墙和防止挡墙外侧地下水进入废渣堆体内部,对挡墙表面及基础进行防渗处理。同时为了及时有效排除挡墙背后积水,减小挡墙所受主动水土压力,提高挡墙稳定安全性能,在挡墙底部及墙身部位设置排水孔,水平向按照间距 3m 布置,垂直方向按照间距 2m 布置。排水管采用 $\phi 100$ UPVC 给水管,排水管进口 0.5m 采用梅花形钻孔并采用 $500\text{g}/\text{m}^2$ 土工布包裹,埋于砂砾石反滤包中以增强渗水能力,顺坡坡度不小于 5%以利于排水。

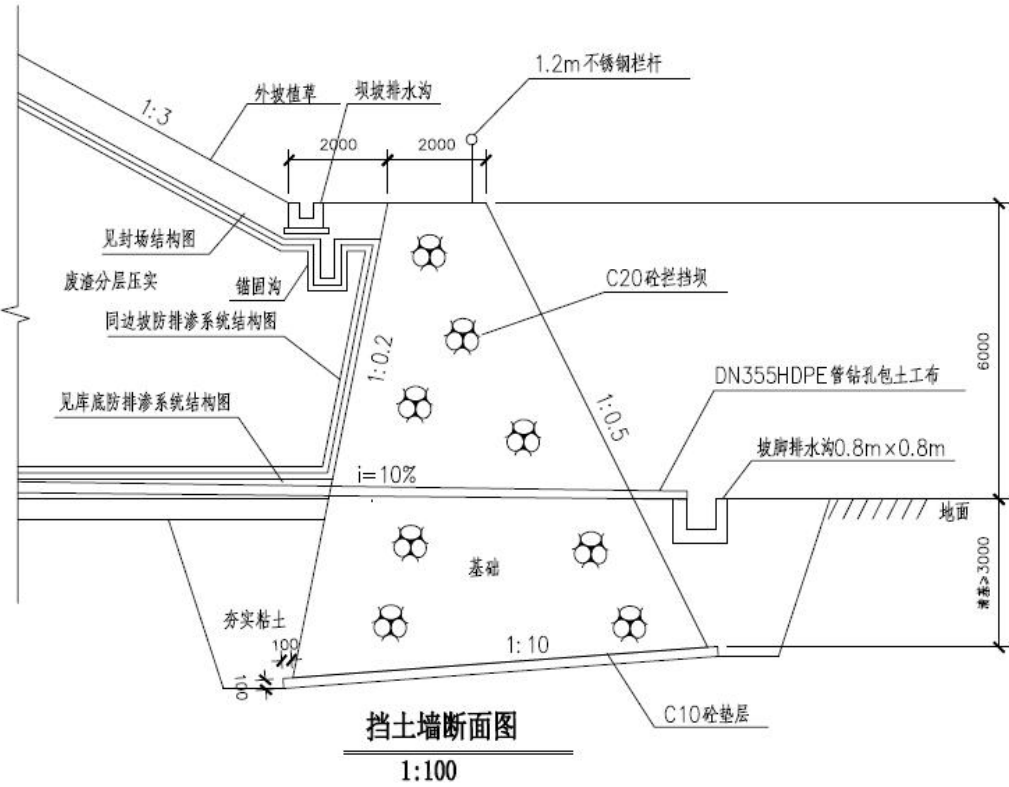


图8-9 挡渣坝大样图

(4) 坝基处理

填埋场拦挡坝填筑以前,应对坝体基础进行处理,清除坝体基础的淤泥土质和其它软弱土层,可将上伏的耕植土及含砾粉土土层清除后,以强、中风化花岗岩作坝基持力层,并做好坝基防渗处理。

8.3.1.7. 地表水导排

(1) 设计依据

- 1) 《一般工业固废废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）；
- 2) 《室外排水设计规范》（GB50014-2006）；
- 3) 《防洪标准》（GB50201-2014）。

(2) 设计标准

根据《一般工业固废废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）及《防洪标准》（GB50201-2014）、《室外排水设计规范》（GB50014-2006），本填埋场截洪沟设计重现期为 20 年，并按防洪标准 50 年一遇进行校核。

(3) 截洪沟

1) 设计流量

根据《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001），为防止雨水径流进入贮存、处置场内，降低渗滤液产生量和确保防洪安全，贮存、处置场周边应设置截洪沟等导流设施，截洪沟的设置能有效避免地表径流对废渣的冲刷，能在较短时间内将地表径流排走。

根据《室外排水设计规范》（GB50014-2006），截洪沟洪水流量可采用暴雨强度公式及地表径流公式进行计算。根据截洪沟设计洪水流量计算公式，可得本项目在 20 年一遇洪水重现期和 50 年一遇洪水重现期条件下的设计洪水流量，详见表 8-3。

表 8-3 截洪沟洪水流量计算表

截洪沟名称	汇水面积 (hm ²)	设计 20 年一遇洪水流量 (L/s)	校核 50 年一遇洪水流量 (L/s)
环场截洪沟	0.25	44.76	50.76

2) 截洪沟断面设计

截洪沟设计断面形式可以为矩形或梯形，由于矩形断面结构形式简单，易于施工，因此本项目截洪沟优先考虑采用矩形断面截洪沟。截洪沟采用混凝土结构，

根据《室外排水设计规范》（GB50014-2006）中有关排水明渠的设计计算，本工程截洪沟设计参数取值如表 8-4 所示。

表 8-4 截洪沟设计参数取值表

截洪沟名称	设计流量 (L/s)	设计流速 (m/s)	底宽 (m)	水深 (m)	渠高 (m)
环场截洪沟	44.75	0.42	0.5	0.21	0.5

3) 设计校核

50 年一遇设计重现期下，截洪沟设计参数取值，详见表 8-5。

表8-5 截洪沟设计校核参数表

截洪沟名称	设计流量 (L/s)	设计流速 (m/s)	底宽 (m)	水深 (m)	渠高 (m)
环场截洪沟	55.06	0.47	0.5	0.26	0.5

由表 8-5 可知，所设计的截洪沟断面尺寸完全能满足 50 年一遇洪水流量。因此，本截洪沟设计合理。

4) 截洪沟结构

本填埋场截洪沟长度约 240m，截洪沟墙身及基础均采用 C20 混凝土浇筑，排水沟每隔 10m 需设一沉降缝，沟内用浸透沥青麻筋，截洪沟基础采用 10cm 厚细石混凝土作为垫层，地基承载力不小于 80KPa。各截洪沟沟底坡降陡于 5%时，应采用急流槽作相关的防冲刷措施。截洪沟断面结构形式见图 8-10。

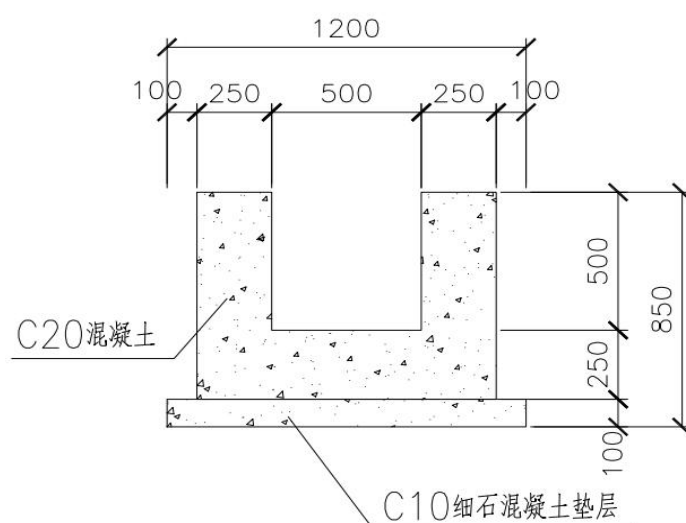


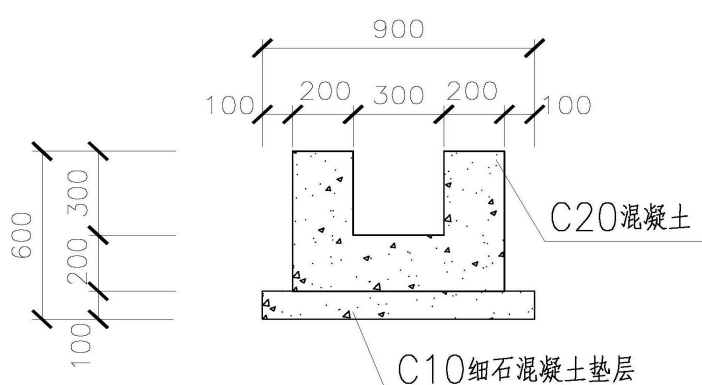
图 8-10 截洪沟断面图

(4) 平台排水沟

为了有效和及时排走降落在填埋场堆体顶部的雨水，本填埋场拟在堆体平台上设置平台排水沟，平台排水沟与环库截洪水沟相连。

平台排水沟采用混凝土矩形结构，长度约 160m，尺寸为 0.3m×0.3m。平台排水沟断面结构形式见图 8-11。

坝脚排水沟采用混凝土矩形结构，长度约 55m，尺寸为 0.8m×0.8m。坝脚排水沟断面结构形式见图 8-12。



坝坡排水沟断面图

1:25

图 8-11 坝坡排水沟断面图

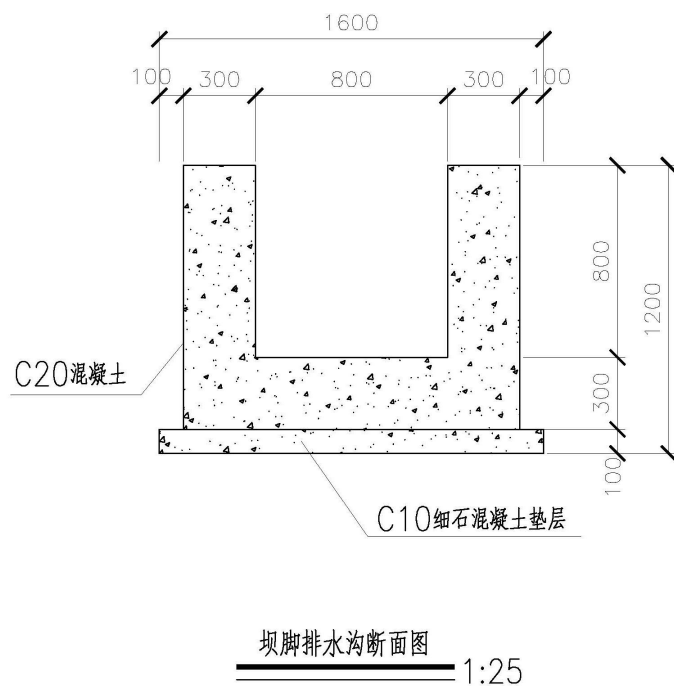


图 8-12 坝脚排水沟断面图

8.3.1.8. 地下水导排

根据《一般工业固废废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）的要求，结合拟建场址水文地质情况，为防止填埋场场底地下水进入填埋场内部及确保填埋场基底的稳定性，本填埋场拟在底部设置地下水导排系统。

本填埋场地下水导排采用导排盲沟。地下水导排盲沟位于填埋场防渗系统以下，采用梯形断面，底宽 1000mm，沟深 1000mm，盲沟内埋设一根 dn250HDPE 穿孔花管，花管周围用卵石填充，盲沟用 200g/m² 的织质土工布包裹。

地下水盲沟断面，详见图 8-13。

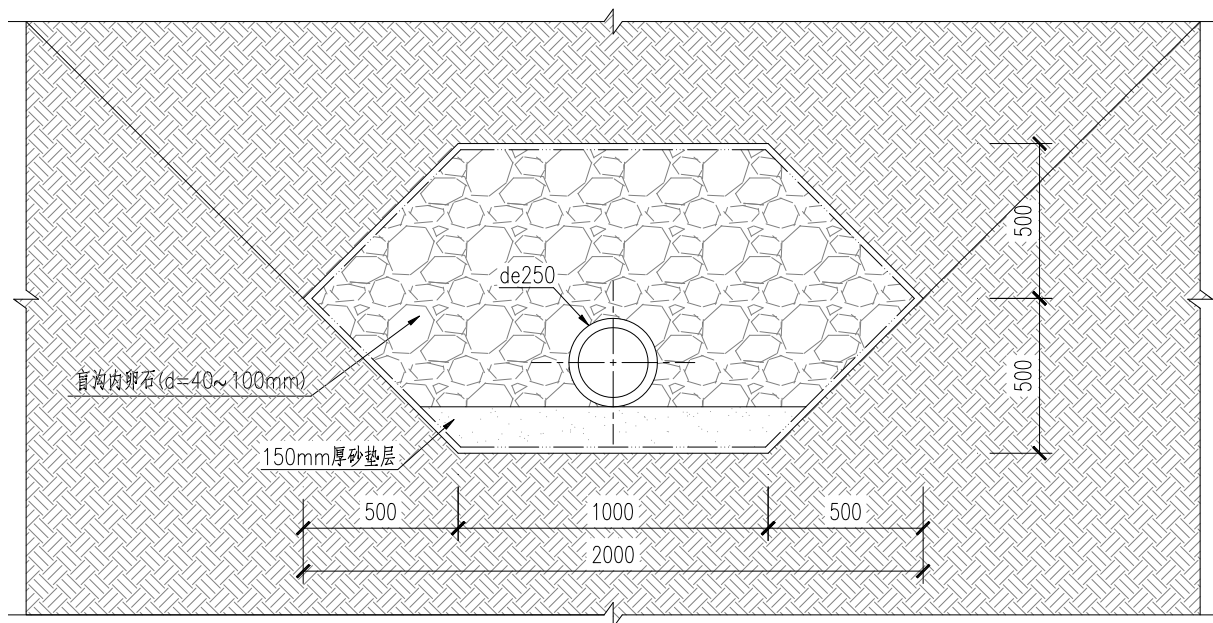


图 8-13 地下水导排盲沟断面图

8.3.1.9. 防渗设计

(1) 底部和边坡防渗

1) 防渗技术

根据填埋场场区地形、地貌和水文地质条件，防渗技术分为水平防渗和垂直防渗两种技术。

①水平防渗技术

水平防渗是在填埋场的场底及边坡铺设人工防渗材料或天然防渗材料将填埋场基底与重金属废渣完全隔离，并于隔离层上设置渗滤液收集系统，将渗滤液引出场外，可有效防止渗滤液外泄污染周围环境。防渗效果好，国内绝大部分固废填埋场均采用水平防渗。

②垂直防渗技术

垂直防渗是对填埋区地下有不透水层的填埋场而言的，指在这种填埋场的填埋区四周建造垂直的地下防渗幕墙，幕墙深入至不透水层，使填埋区内的地下水与填埋区外的地下水隔离开，防止场外地下水受到污染。其使用条件是要求场区必须是独立的水文地质单元。

根据本项目填埋场建设特点和拟建场址位置地质情况,本填埋场拟采用水平防渗技术。

2) 防渗材料

目前, 填埋场常用的防渗材料主要有防渗粘土和土工膜、GCL。

①防渗粘土

粘土防渗设计是早期填埋场建设应用较多的防渗材料, 粘土成本低, 施工难度小, 因而应用历史较为悠久。

根据《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001), 当天然基础层的渗透系数大于 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 时, 应采用天然或人工材料构筑防渗层, 防渗层的厚度应相当于渗透系数为 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 和厚度为 1.5m 的粘土层的防渗性能。因此, 采用粘土作为防渗材料时, 需要使用大量的优质粘土, 这对于需要外购粘土的填埋场则不太适宜使用粘土防渗。此外, 粘土防渗渗透系数偏大, 防渗性能较差, 且受气温变化、冻融收缩的影响较大。随科技的发展, 粘土防渗较少单独使用于填埋场防渗, 更多的是同其它人工合成防渗材料组成复合防渗系统。

②防渗土工膜

土工膜是以高分子聚合物为基本原料, 人工合成的防水阻隔型材料。土工膜具有优良的耐环境应力开裂性能及优良的耐化学腐蚀性能, 具有较大的使用温度范围和较长的使用寿命。土工膜根据合成材料的不同可分为聚氯乙烯 PVC 膜、聚乙烯 PE 膜及乙烯/醋酸乙烯共聚物 EVA 膜等, 它们都是高分子化学柔性材料的一种, 具有比重小, 延伸性能较强, 适应变形能力高, 耐腐蚀、耐低温及抗冻性能好等优点。

其中高密度聚乙烯膜 HDPE 是目前应用较为广泛的一种土工膜。HDPE 膜不仅渗透系数小, 可以达到 10^{-12}cm/s ; 而且具有优良的机械强度、耐热性、耐化学腐蚀性、抗环境应力开裂和良好的弹性, 随着厚度的增加, 其断裂点强度、屈服点强度、抗撕裂强度、抗穿刺强度逐渐增加。

HDPE 膜在工厂被制造为一定幅宽（通常为 6~9m）的卷材，施工时需要将其平铺并焊接为一个整体，以起到防渗的作用。HDPE 膜的厚度一般范围在 0.75mm~2.5mm 范围内，由于 1.5mm 以上的 HDPE 膜才能保障足够的焊接强度，故用于垃圾填埋场的 HDPE 膜的最小使用厚度为 1.5mm。

焊接完好的 HDPE 膜的防渗能力相当强，但是由于 HDPE 膜很薄，制造和施工中会出现破损，从而造成渗沥液渗漏。造成 HDPE 膜破损的主要原因包括：膜在制造的过程中存在微孔；膜片之间焊接不严；施工中造成的划伤或刺穿等等。根据美国国家环保局（USEPA）的研究表明，施工质量控制较好的土工膜的渗沥液渗漏相当于每 4050m² 面积有一个 1cm 直径的小孔。

此外，HDPE 防渗土工膜与固体废物有较好的相容性；渗透系数小于 10⁻¹²cm/s；有足够的强度、良好的延展性、地表适应性、不易破损；较易铺设、修补和维护以及质量控制；具有很好的耐久性；价格适中。

③膨润土垫（GCL）

膨润土防水垫(GCL) 是一种新型土工合成材料。它由经过级配的天然钠基膨润土颗粒和相应的外加剂混合均匀而成，经特殊的工艺及设备，把膨润土颗粒固定在两层土工布之间，制成膨润土防水毯，既具有土工材料的全部特性，又具有优异的防水（渗）性能，其防渗机理为：膨润土粒子遇水膨胀，使其形成均匀的胶体系统，在两层土工布限制作用下，使膨润土从无序变为有序的膨胀，持续的吸水膨胀结果是让膨润土层自身达到密实，从而具有防水作用。

与其它防渗材料相比，膨润土垫具有以下特点：

（a）密实性：钠基膨润土在水压状态下形成高密度横隔膜，厚度约 3mm 时，它的透水性为 $\alpha \times 10^{-11}$ m/sec 以下，相当于 100 倍的 30cm 厚度粘土的密实度，具有很强的自保水性能；

（b）具有永久的防水性能：因为钠基膨润土系天然无机材料，即使经过很长时间或周围环境发生变化，也不会发生老化或腐蚀现象，因此防水性能持久；

（c）施工简便，工期短：和其他防水材料比较，施工相对比较简单，不需要加热和粘贴。只需用膨润土粉末和钉子、垫圈等进行连接和固定。GCL 的连

接，尤其是 GCL 与管道或建筑物周边连接时，比土工膜简便，并且接缝处的密封性也容易得到保证。施工后不需要特别的检查，如果发现防水缺陷也容易维修；

（d）防水材料和对象的一体化：钠基膨润土和水反应时，具有 13-16 倍的膨胀能力，即使混凝土结构物发生震动和沉降，GCL 内的膨润土也能修补 2mm 以内混凝土表面的裂纹；

（e）绿色环保：膨润土为天然无机材料，对人体无害无毒，对环境没有特别的影响，具有良好的环保性能。

鉴于膨润土垫的以上特性，膨润土垫被广泛用于土木工程、水利工程、环保工程中的防渗或密封。

3）防渗结构

防渗衬层结构是指由不同防渗材料叠加在一起的空间层次结构。根据国内外填埋场设计及建设经验，防渗衬层结构可大致分为单层防渗的衬层结构、单层复合的防渗衬层结构及双层防渗的衬层结构。

①单层防渗的衬层结构

单层防渗的衬层结构分为压实土壤单层防渗的衬层结构和 HDPE 膜单层防渗的衬层结构。

压实土壤单层防渗的衬层结构主要由渗滤液收集与导排系统、压实粘土防渗层及基础层组成。压实土壤单层防渗的衬层结构对天然基础层饱和渗透数和厚度有相当高的要求，同时需要铺设的防渗粘土层厚度也大。这种防渗衬层结构在填埋场中一般应用较少。

HDPE 膜单层防渗的衬层结构由渗滤液导排系统、土工布、HDPE 土工膜、压实土壤保护层及基础层组成。这种衬层结构与单层复合的防渗衬层结构的最大区别在于防渗 HDPE 土工膜下没有辅助防渗层。

②单层复合的防渗结构

单层复合防渗的衬层结构主要由复合防渗层和排水层组成，其主流配置是：先在基础上铺设一定厚度的粘土防渗层，并紧接着铺设一层 HDPE 膜，形成复合防渗层；再在 HDPE 膜上铺设一层保护层；然后铺设一定厚度的卵石（或碎

石)导流层,用于收集渗滤液,并在其中埋设有孔的排水管(亦称为导排花管);必要时,还可在导流层上铺设反滤层,防止导流层被细小颗粒物堵塞。

复合防渗层是一个非常有效的水力屏障,当 HDPE 出现破损时,下面的压实粘土层依然能够起到防渗作用。我国相关规范要求粘土层的厚度应不小于 1m, HDPE 膜的厚度应不低于 1.5mm。粘土层的防渗系数应不超过 $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 。

考虑到压实粘土的施工比较复杂,防渗性能的可靠性较弱,因此有些填埋场采用新型的土工材料来代替粘土防渗层,如采用膨润土垫(GCL)。GCL 是由纯膨润土被二层土工布包裹而制成的土工材料。膨润土具有遇水膨胀的特性,体积可膨胀十几倍,吸水后的 GCL 具有很低的渗透系数(可以达到 10^{-9}cm/s)。

由于 HDPE 膜容易破损,需要在其上铺设保护层,来克服 HDPE 膜抗穿刺性能差的缺点。通常是铺设无纺土工布,土工布的规格用单位面积的重量来衡量,一般采用是 $600 \sim 1000 \text{g/m}^2$ 的土工布可满足要求。选用何种规格的保护材料,不仅要考虑保护性能,还应考虑经济方面的因素。这层土工布除了保护 HDPE 膜,还兼有一定的排水作用。

导流层是为导排场底的渗滤液而设置的,应有一定的坡度,将渗滤液汇集到低洼的盲沟内,盲沟内设置花管,将渗滤液输送到场外。导流层的纵横坡度和盲沟的布置应结合填埋场分区和场地整治进行设计。导流层的厚度为 30cm,导流层的颗粒材料通常采用粒径为 20~40mm 的卵石(或碎石)。为减小对 HDPE 膜的穿刺力,通常优先考虑使用卵石,在没有卵石的情况下可考虑使用碎石。

本工程考虑到直接在导流层上填埋重金属废渣容易导流层容易被渗滤液中的颗粒物堵塞,影响渗滤液的导排效果。因此,有时需要设立反滤层。可采用级配的颗粒物形成反滤层或采用薄的 500g/m^2 过滤土工布作为反滤材料。

③双层防渗的衬层结构

在防渗要求较高的填埋场中可以采用双层防渗的衬层结构,该种衬层结构是在单层防渗衬层结构之下增加了第二层排水层和第二层防渗层。

采用双层防渗的衬层结构,通常要在二层衬层之间设置渗滤液渗漏监测设施。在废渣堆体填埋到一定高度后,其上的操作作业对防渗层的影响很小,不会

造成新的破损。因此，在填埋初期发现第一层防渗层出现渗漏时，会被监测设施测出，这时可以将填埋的废渣堆体挖开，对防渗层进行修补，防止其继续渗漏。

虽然采用双层防渗的衬层结构其投资要高很多，但是可以严格的控制渗滤液不渗漏，不会污染地下水。目前，双层防渗的衬层结构在危险固体废物填埋场应用广泛，我国少数发达地区的也有应用。

4) 本填埋场防渗结构

根据上述描述，根据本项目的实际情况，从技术可行性和经济合理性等角度出发，本项目拟考虑采用“HDPE 膜+膨润土垫（GCL）”的复合防渗结构。

其中，填埋场底部防渗结构为：

- ◆ 600g/m² 的无纺土工布一层
- ◆ 1.5mm 厚 HDPE 土工膜一层（光面）
- ◆ 5000g/m² 膨润土垫（GCL）一层
- ◆ 300mm 厚压实粘土保护层
- ◆ 30cm 厚卵石一层（粒径为 20~40mm）
- ◆ 压实基础

其中，填埋场边坡防渗结构为：

- ◆ 600g/m² 的无纺土工布一层
- ◆ 1.5mm 厚 HDPE 土工膜一层（光面）
- ◆ 5000g/m² 的膨润土垫（GCL）一层
- ◆ 6.0mm 复合土工排水网
- ◆ 压实基础

（2）表层防渗

1) 设计概述

当所有固体废弃填埋处置完成后，若不对填埋场进行封场，则在填埋场后期运营过程中，降水仍然可通过顶部渗入场底，填埋场顶部的废渣也会受到降水的冲刷，仍旧会造成环境污染。因此，当填埋库中废物达到填埋设计标高后需进行终场覆盖，以达到阻止风与雨的侵蚀、减少地表水渗透到废物层，可以减少大气

降雨进入填埋废物层，减少渗滤液的产生量，并且保持安全填埋场顶部的美观及持续生态系统的作用。

2) 封场结构

根据《一般工业固废贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001），对于第Ⅱ类一般工业固体废物填埋场，仅要求表面覆土二层，其中第一层为阻隔层，覆土 20~45cm 厚粘土，并压实，以防止雨水渗入固体废物堆体内；第二层为覆盖层，覆盖天然土壤，以利于植被的生长，覆盖层的厚度与栽种植物种类有关。

根据类似填埋场的运行经验，当第Ⅱ类一般工业固体废物填埋场仅采用覆土二层的防渗结构时，降水仍会通过场顶缓慢渗入填埋场内，封场效果较差。根据国内类似工程的设计和运行经验，第Ⅱ类一般工业固体废物填埋场封场通常采用“防渗层+雨水导排层+植被层”的结构形式。其中，防渗层主要作用在于防止雨水下渗，阻隔雨水浸入填埋场内部；雨水导排系统的作用在于将透过植被层的降水有组织的排出填埋场，从更好的保证填埋场的安全稳定。

①防渗层

防渗层是封场结构中最重要的重要组成部分，直接起着阻隔大气降水的作用。封场防渗层常用的防渗材料有压实粘土、土工膜及膨润土。

根据本报告防渗设计章节中关于压实粘土、土工膜及膨润土等三种防渗材料的比较，结合本填埋场填埋处置固体废物性质，从技术和经济等两方面考虑，本填埋场封场防渗优先选用 HDPE 土工膜作为防渗材料。

②雨水导排层

雨水导排层的主要作用在于将大气降水从填埋场顶部迅速排走，避免雨水积存在填埋场顶部，填埋场边坡排水还能提高边坡稳定性。

现代封场工程中较为常用的排水类型有砂砾石排水和土工复合排水网（图 8-14）；砂砾石排水和土工复合排水网优缺点比较见表 8-6。

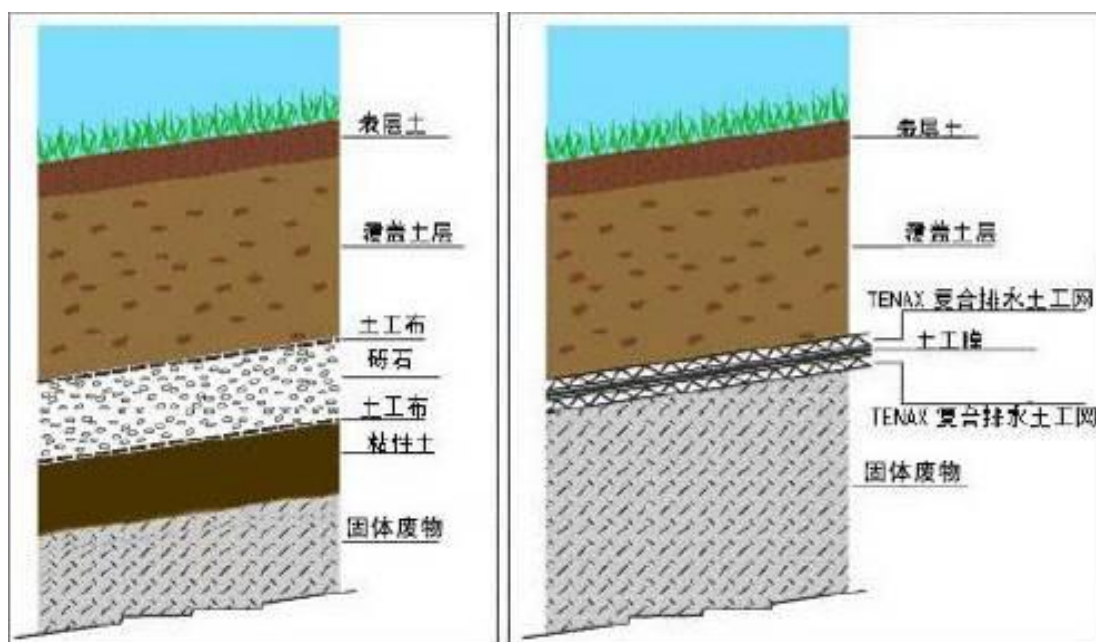


图 8-14 不同封场排水设计示意图

表 8-6 砂砾排水和土工复合排水网优缺点比较

项目	砂砾石排水层	土工网
优点	成本低；施工难度小；可参考经验多； 不宜堵塞。	排水性能好；材质薄，节省空间；边坡处 施工比较方便。
缺点	需要沙砾石多，施工量大，施工速度慢； 边坡施工比较难。	聚合物本身存在老化问题，并可能受到化 学物质、微生物的冲击；施工要求高。
应用	使用历史悠久	过去十几年逐渐被许多填埋场封场采用

经比较可知，砂砾石排水具有成本低、施工难度小、不易堵塞，不存在老化等问题；其不足就是需要较多的砂砾石，施工速度慢，边坡施工难度比较大；土工复合排水网排水性能好、材质薄、节省空间，特别适合边坡排水设计。经综合比较，本项目各填埋场封场雨水导排层采用土工排水网。

③植被层

植被层一般包括营养植被层（耕植土层）、覆盖支持土层（压实土层）及植被。其中，覆盖土层主要为营养植被层提供支持，一般使用当地的天然土壤作覆盖层。

④封场结构

综上所述，结合《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001），确定本项目填埋场封场结构从上至下依次为：

- ◆ 100cm 厚营养土层
- ◆ 6.0mm 复合土工排水网格
- ◆ 600g/m² 的无纺土工布一层
- ◆ 1.5mm 厚双糙面 HDPE 土工膜
- ◆ 600g/m² 的无纺土工布一层
- ◆ 300mm 防渗粘土层

8.3.1.10. 生态恢复

（1）取土场选取原则

1）取土场的选址遵循经济合理的原则：既要考虑运距上经济，又要考虑环境保护的要求。

2）景观协调原则：取土场设置尽量避开车辆正常行使的可视范围之内。水土保持措施要与周边环境相协调。

3）公众参与的原则：对取土场的选址、取土深度、恢复用途等涉及群众利益的措施项目，既要符合环保水保的要求，又要充分听取当地群众的意见。

（2）取土场场址选择

根据的实地考察分析，择优位于洪江市棉花冲附近的地块作为取土场选址，详见图 8-15 所示。



图 8-15 取土场位置示意图

该取土场距离拟建填埋场较近，距离约 4km，路况较好，交通条件便利。场地为山地，地块内无其它建构筑物，地形地貌较好。该场址紧临村组公路，取土运输极为方便，无需修建取土运输专用公路。附近 2 km 范围内无其它环境敏感保护目标，且场内土质为较好的林地用土，适宜作为取土场。



图 8-16 取土转运路线图

(3) 植被种植技术要求

本项目对废渣平整后的场地回填粘土、种植土，使土壤达到绿化栽植土壤有效土层厚度。回填土壤应分层适度夯实，或自然沉降达到基本稳定，严禁用机械反复碾压。

生态绿化植被种类繁多，根据本项目技术方案，并结合项目实际情况，本项目生态恢复工程中的植被适宜选择当地常见且与项目治理区域协调的植被。草本植被可以选择芒草、茅草、狗牙根等常见易成活植被；灌木可种植：苎麻、白毛或杜鹃等。

(4) 种植土标准值

1) 本项目种植土可用取土场取土也可采用外购形式进行购买，种植土来源需合规合法，需提供种植土理化指标检测报告、重金属总量、浸出浓度报告。种植土需满足表 8-7、8-8 要求。

2) 污泥、淤泥等不应直接作为绿化种植土壤。

3) 种植土的种子发芽指数应大于 80%。

4) 土壤的取样送样和各指标的测定方法按《绿化种植土壤》(CJ/T 340-2016) 执行。

表 8-7 绿化种植土壤理化指标

	序号	项目	指标
主控指标	1	pH 值	5.0-8.3 (2.5: 1 水土比)
			5.0~8.0 (水饱和浸提)
	2	含盐量 EC (mS/cm)	0.15-0.9 (5: 1 水土比)
			0.30-3.0 (水饱和浸提)
	3	质地	壤土类 (部分植物可用砂土类)
	4	有机质 (g/kg)	12~80
	5	土壤入渗率/ (mm/h)	≥5
一般指标	1	阳离子交换量 (CEC) / [cmol (+) /kg]	≥10
	2	有机质/ (g/kg)	20~80
	3	水解性氮 (N) (mg/kg)	40~200
	4	有效磷 (P) / (mg/kg)	5~60
	5	速效钾 (K) / (mg/kg)	60~300
	6	有效硫 (S) / (mg/kg)	20~500
	7	有效镁 (Mg) / (mg/kg)	50~280
	8	有效钙 (Ca) / (mg/kg)	200~500
	9	有效铁 (Fe) / (mg/kg)	4~350

主控指标	序号	项目	指标
	10	有效锰 (Mn) / (mg/kg)	0.6~25
	11	有效铜 (Cu) / (mg/kg)	0.3~8
	12	有效锌 (Zn) / (mg/kg)	1~10
	13	有效钼 (Mo) / (mg/kg)	0.04~2
	14	可溶性氯 (Cl) / (mg/L)	>10

表 8-8 土壤重金属含量指标

序号	控制项目	指标 (mg/kg)
1	钒≤	752
2	砷≤	60

8.3.2. 废渣、重金属污染土壤挖掘及运输

8.3.2.1. 废渣、重金属污染土壤挖掘

本项目需运输的废渣、重金属污染土壤不属于危险废物，为第Ⅱ类一般工业固体废物。因此本案考虑采用挖机对废渣、重金属污染土壤进行挖掘清除。

对于废渣和重金属土壤的挖掘，其施工方法和原则是：先选择好采掘口，用挖掘机挖掘一条开段沟，在开段沟的两侧布置采掘带，沿采掘带层层推进，对废渣、重金属污染土壤挖掘；而后，装载机把挖掘的废渣、重金属污染土壤装入翻斗自卸汽车；最后由翻斗自卸汽车将废渣、重金属污染土壤运往安全填埋场。挖掘过程中，注意保持废渣、重金属污染土壤堆体稳定。

本项目的废渣、重金属污染土壤清挖和运输工作，选择在旱季施工。此时，雨水量小，可达到尽量减少废水量的目的。施工中的开挖面随时做成一定的坡势，以利排水，开挖过程中应避免基底稳定范围形成积水。

8.3.2.2. 废渣、重金属污染土壤运输

(1) 运输方案

本项目清除挖掘出来的废渣、重金属污染土壤存在细小颗粒及粉末状固体废物，根据有关要求，本案拟用符合国家标准的专门的带盖包装容器或密封的塑料袋收集并按相关要求密封包装，配置专用运输车辆运送至安全填埋场；由于本方

案采用公路运输，因此包装应具有足够的强度，其构造和封闭装置应能承受正常运输条件和装卸作业要求，并能经受一定范围的气候变化，包装的封口和衬垫材料应与所装废物不溶解、无抵触，具有充分的吸收、缓冲、支撑固定和保护作用，应具有经受多次搬运的包装强度，并适宜于机械装卸。

在运输过程中必须做好工业固体废物的密封包装，采用车厢密封性好的专业运渣车，防止废渣、土壤等沿途撒落，遇大风、干燥等不利气象条件，加盖塑料布，防止废渣、重金属污染土壤飞扬。经过人群集中路段，应降低车速，禁鸣喇叭，减少车辆噪声污染。严禁将具有反应性的不相容的废物、或者性质不明的废物进行混合，防止在运输过程中的反应、渗漏、溢出或挥发等情况。

对运输工业固体废物的车辆必须定期进行检查，及时发现安全隐患，确保运输的安全。负责运输的司机必须通过培训，了解相关的安全知识。事先需做出周密的运输计划和行驶路线，其中应包括废物泄漏情况下的有效应急措施。

鼓励发展安全高效的工业固体废物运输系统，鼓励发展各种形式的专用车辆，对工业固体废物的运输要求安全可靠，要严格按照工业固体废物运输的管理规定进行工业固体废物的运输，减少运输过程中的二次污染和可能造成的环境风险。鼓励成立专业化的工业固体废物运输公司对工业固体废物实行专业化运输，运输车辆需有特殊标志，以引起关注；在运输过程中需持有运输许可证，其上注明废物来源、性质和运往地点；车厢、底板应平坦完好，并确保周围栏板牢固，铁质底板装运易燃、易爆废物时应采取衬垫防护措施，如铺垫木板、胶合板、橡胶板等，但不得使用谷草、草片等松软易燃材料；机动车辆排气管应装有有效的隔热和熄灭火星的装置，电路系统应有切断总电源和隔离火花的装置；运输固体废物的车辆应严格遵守交通、消防、治安等法规，并应控制车速，保持与前车的距离，严禁违章超车，确保行车安全。驾驶人员一次连续驾驶 4 小时应休息 20 分钟以上，24 小时之内实际驾驶时间累计不超过 8 小时；同时，运输车辆宜配置汽车行驶记录仪（简称汽车黑匣子），是应减少交通事故隐患、降低事故发生率、安全行车的要求，运用现代微电子控制技术、计算机软件技术和无线数据通讯技术研制开发的一种新型安全监控综合管理系统。它能够客观记录车辆运行数

据，提醒行驶员按照规章制度行车，保障行车安全，严格控制违规操作和不良驾驶习惯和对疲劳驾驶的控制，为交通事故的分析处理提供真实资料，维护企业及驾驶员的正当权益，便于安排运营计划，动态调度、应急处理。具体如下：

记录数据包括：发车时间、到站时间、实际里程数详尽的行驶速度曲线及行驶距离，详尽的操作记录：刹车、开门、雨刮、转弯等，中途停车时间及次数，开门时间、次数、超速时的速度及位置（GPS 或固定线路）。汽车行驶记录仪应防潮、防水、防腐和耐高温。可以记录车辆每天的各种状态数据，还可以反复使用，随时读出数据，驾驶员超速行驶时发出超速报警声。使用前可以预设数个速度值，在行驶过程中只要驾驶员超过 1 个数值，该记录仪就会发出报警，如果再超越第二个数值报警声就会加强，提醒驾驶员注意行车安全。

在运输过程中，每台废物运输车都会配备 GPS 定位系统与无线通讯装置，一旦运输过程中发现泄漏或出现车辆抛锚等紧急情况时，处置中心就会收到预警报告，并可受理车载终端的各种报警（如：非法移动、非法开关车门、超界、超速、紧急求助等）信号，锁定该报警目标，然后即可根据情况做必要处理（如监视、跟踪、提醒司机、遥控断油熄火等），防止车载废物污染环境，并及时派出救援车辆和技术人员赶往现场处理。

（2）运输路线的确定

运输路线的选择应根据安全填埋场的地理位置、废渣、重金属污染土壤堆存点的地理位置分布、运输时间、交通状况等因素进行综合考虑。原则上每辆废物的运输车安排专人执行固定的行程，使运输服务标准化，避免经常性机动调派运输车造成的人员上的困难、突然状况和成本的提高。

本项目新建填埋场位于洪江市黔城镇铁坑村，距离洪江市双溪煤矿钒冶炼厂土壤污染治理项目所在区域约 2.3km。

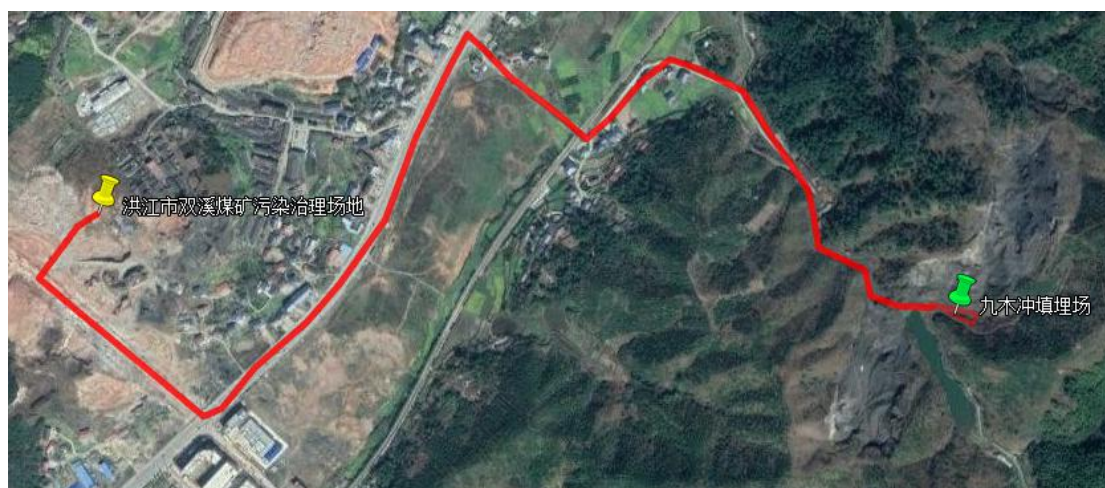


图 8-17 废渣和土壤转运路线图

综上所述，本项目拟采用专业化的工业固体废物运输公司对位于项目调查区域内废渣、重金属污染土壤实行专业化运输，运输车辆适当分组，运输车辆从各废渣堆点、重金属污染土壤污染点——村道——市政道路——村道——本项目新建安全填埋场。

8.3.3. 建筑垃圾清运工程

8.3.3.1. 建筑垃圾清运工程

(1) 设置施工安全生产牌，文明施工牌，做好设备拆除工程施工现场的围护。在设备拆除工程施工现场醒目位置设置施工标志牌、安全警示标志牌，采取可靠防护措施，实行封闭施工。

(2) 进入施工现场，首先拆除与拆除物相连的管道、设备、电气、照明设施，拆除设备全部腾空，拆除物及时外运，堆放在警戒线以外的安全区域。

(3) 在建筑物的南北两侧各放置一台除尘机，采用湿法作业，控制施工扬尘，砂石飞溅。

(4) 拆除时采用先上后下、先非承重结构后承重结构。

(5) 设备完全解体后，对其中的可利用资源进行选择性的挑选，然后暂时储存备用，其余废弃垃圾用挖掘机装车，自卸汽车外运到厂外的垃圾堆放处。

(6) 地上部分设备完全拆除后，拆除地下部分，破除砼地坪、地梁、地沟及大型的杯口和独立基础。

(7) 遇到地下管线时，先与业主联系管线是否是废弃的，能否拆除，确定后方可用冷法切割，明确管内无易燃、易爆物后，才可动火使用氧气乙炔焰切割。

8.3.3.2. 拆除施工安全保障措施

(1) 施工现场必须有技术人员统一指挥，严格遵循拆除方法和拆除程序。

(2) 拆除现场施工人员，必须经过行业主管部门指定的培训机构培训，并取得资格证方可施工。

(3) 施工人员进入施工现场，必须戴安全帽，扣紧帽带；高空作业必须系安全带、安全带应高挂低用，挂点牢靠。

(4) 施工现场必须设置醒目的警世标志，采取警戒措施派专人负责。非工作人员不得随意进入施工现场。

(5) 建筑物拆除时，应自上而下，顺序进行，禁止数层同时拆除。当拆除某一部分的时候应防止其它部分倒塌。

(6) 拆除项目竣工后，必须有验收手续，达到工完、料清、场地净，并确保周围环境整洁和相邻建筑、管线的安全。

(7) 拆除物受自然气候、环境影响较大，密切注意，防患于未然。每个工作日结束后，工程技术人员必须去现场检查，确认拆除物是否需加固，作到安全无隐患。

8.3.3.3. 转运工程

(1) 运输路线

本项目建筑垃圾清运规模为 3221.68m³，拆除后运输至洪江市建筑垃圾填埋场进行安全填埋，运输距离约为 7km。洪江市建筑垃圾填埋场位于洪江市郑家塘附近，建筑垃圾运输示意图见下图所示。

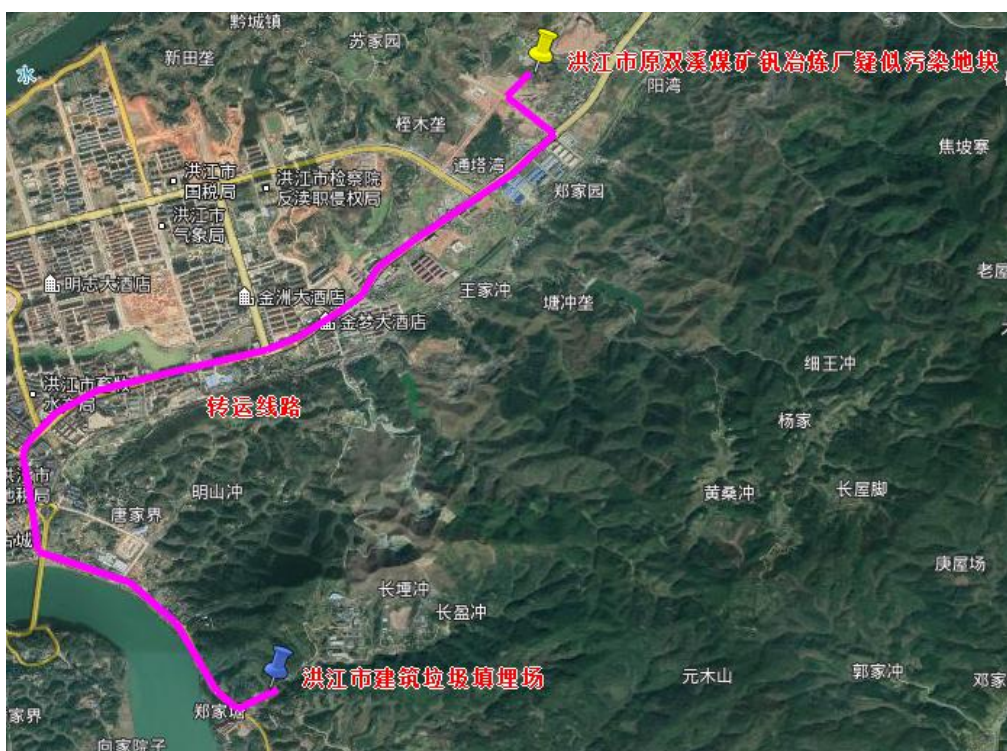


图 8-18 建筑垃圾转运路线图

运输路线的选择应根据集中处置场的地理位置、服务的区域范围、地理位置分布、运输时间、交通状况等因素进行综合考虑。原则上每辆固体废物的运输车安排专人执行固定的行程，使运输服务标准化，避免经常性机动调派运输车造成的人员上的困难、突然状况和成本的提高；同一堆放点的运输车辆适当分组，以便在紧急或其他临时状况下能够机动支援。

本项目需严格按照工业固体废物运输的管理规定进行工业固体废物的运输，减少运输过程中的二次污染和可能造成的环境风险。建议委托专业化的工业固体废物运输公司对工业固体废物实行专业化运输。同时，运输车辆宜配置汽车行驶记录仪（简称汽车黑匣子），减少交通事故隐患、降低事故发生率。在运输过程中，每台废渣运输车都应配备 GPS 定位系统与无线通讯装置，一旦运输过程中发现泄漏或出现车辆抛锚等紧急情况时，处置中心就会收到预警报告，并可受理车载终端的各种报警（如：非法移动、非法开关车门、超界、超速、紧急求助等）信号，锁定该报警目标，然后即可根据情况做必要处理（如监视、跟踪、提醒司机、遥控断油熄火等），防止车载废物污染环境，并及时派出救援车辆和技术人员赶往现场处理。

在运输过程中必须做好废物的密封包装，防止在运输过程中的渗漏、溢出等情况。

对运输工业固体废物的车辆必须定期进行检查，及时发现安全隐患，确保运输的安全。负责运输的司机必须通过培训，了解相关的安全知识。事先需做出周密的运输计划和行驶路线，其中应包括废物泄漏情况下的有效应急措施。

（2）运输过程中的污染控制

为防止建筑垃圾转运过程对环境造成污染，必须采取如下防范措施：

制定合理、完善的废物收运计划，选择最佳的废物收运时间，运输线路尽量远离城镇及村庄等敏感区域；

建筑垃圾运输的车辆必须有塑料内衬和帆布盖顶；

直接从事废物收集、运输的人员，应接受专门培训并经考核合格后方可上岗；

运输车辆设置明显的标志并经常维护保养，确保车况良好和行车安全；

制定必要的突发事故应急处理计划，运输车辆配备必要的工器具和联络通讯设备，以便意外事故发生时及时采取措施，消除或减轻对环境的污染危害。

8.3.4. 重金属废水处理方案

8.3.4.1. 重金属废水治理量

本项目共需处理厂区遗留重金属废水量约 1000m³。

8.3.4.2. 设计进出水水质要求

根据采集的厂区遗留重金属废水水样分析，对照《污水综合排放标准》（GB8978-1996）标准中一级标准和《钒工业污染物排放标准》（GB26452-2011）中的标准限值可知，厂区遗留废水中铜、锌、钒重金属浓度均不同程度超标。设计进出水水质要求详见下表所示：

表 8-9 设计进出水水质检测表（单位：mg/L，pH：无量纲）

检测项目	进水水质	出水水质
	地表废水	《污水综合排放标准》 (GB8978-1996) 一级标准
pH	6.7~7.0	6~9
化学需氧量	38~45	100
五日生化需氧量	10.2~11.3	30
氨氮	0.474~0.659	15
总磷	0.21~0.38	/
铜	1.37~1.87	0.5
铅	0.00894~0.0101	1.0
锌	3.36~3.18	2.0
砷	0.00673~0.00714	0.5
镉	0.0241~0.0306	0.1
钒	2.47~2.95	1.0
六价铬	0.005~0.017	0.5

8.3.4.3. 遗留废水治理工艺

本项目废水采取租赁一体化设备处理后达标排放，一体化设备采用化学混凝沉淀工艺，具体工艺流程如图 8-19 所示。

现场新建容积为 100m³ 的收集池一座，用来收集项目区域遗留重金属废水。新建容积为 15m³ 污泥池一座，用来收集废水处理过程中产生的污泥。污泥池中的污泥经过污泥泵提升至污泥脱水机干化，并经无害化处理后，送至本项目填埋场进行填埋处置。

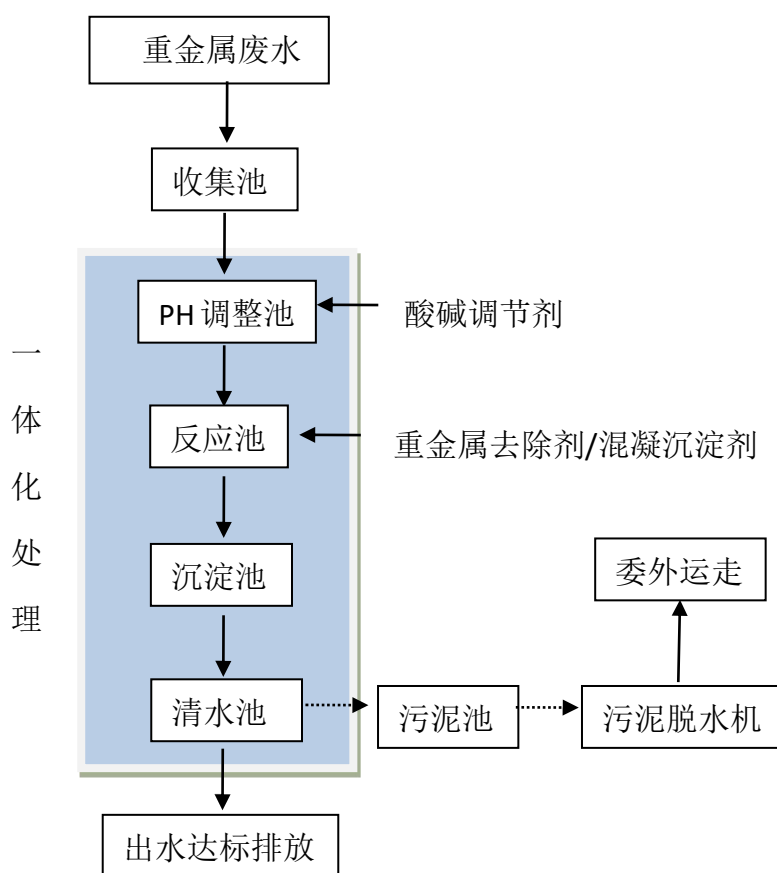


图 8-19 一体化化学混凝沉淀工艺流程图

重金属废水由水泵提升至一体化系统。经过化学加药后通过沉淀槽沉淀后出水，达标后外排至附近市政沟渠。对沉淀物进行检测、固化、再检测、合格后进填埋场。

（1）pH调整池

重金属废水呈中性，pH为6.7~7.0之间，在PH调整池内投加氢氧化钠，是加药后的混合液呈碱性，池内设置pH探头，调整废水pH值至8.5~9.5。氢氧化钠的投加量由pH控制器控制，避免药剂投加的过量或不足。

（2）反应池

通过向碱性的混合液中投加重捕剂硫化钠，硫化钠在废水处理中对重金属的作用机理源于，水解后的硫离子与金属离子有很强的结合能力，形成不溶于水的重金属硫化物胶体沉淀物。

再混合废水中加入混凝剂PAC(聚合碱式氯化铝)，PAC能与OH⁻反应生成

Al(OH)₃沉淀，并通过压缩双电层和吸附电中和的原理，将废水中的悬浮物SS和胶体沉淀物质进行吸附。

最后向池中投加的絮凝剂PAM，通过高分子的吸附架桥功能，将混凝池中反应生成的Al(OH)₃沉淀物、SS和重金属硫化物胶体物质进行吸附，变成大颗粒的沉淀物可以在后续处理构筑物中通过重力沉降对污染物进行去除。

(3) 沉淀池

沉淀是废水中密度大于1的固体颗粒靠重力作用下沉,实现固体颗粒与水分离的过程。

8.3.4.4. 重金属废水治理设备

表 8-10 重金属废水治理设备所需设备清单表

序号	处理单元	设备名称	规格型号	数量	单位	备注
1	格栅渠	人工格栅	尺寸 1m×1.5m; 材质: FRP	1	台	
2	调节池	污水提升泵	潜污泵, Q=12.5m ³ /h,H=10m, 材质: 铸铁	2	台	一用一备
3		浮子流量计	精度 4 级	1	台	
4		浮球液位计	耐腐蚀材质, 范围: 0-4m	1	套	
5	一体式处理设备	一体式污水处理设备	总容积 80m ³ , 有效容积约 64m ³ , 尺寸: 11.5×2.8×2.5m, 包含 PH 调整池, 混凝池, 絮凝池, 沉淀池, PH 回调池, Q235 碳钢, 板厚 8mm	1	套	
6		反应池搅拌机	材质: 碳钢+衬塑, 转速:80RPM	3	台	
7		絮凝池搅拌机	材质: 碳钢+衬塑, 转速:20RPM	1	台	
8		填料支架	型钢组合件, 12#圆筋、40#角铁	1	式	
9		斜管填料	φ80,材质 PP	5	m ³	

10		曝气管路	DN50 主支管 U-PVC	1	项	
11		集水堰	齿形溢流堰, Q235 碳钢防腐	1	项	
12	污泥池	穿孔曝气管	穿孔曝气管, 材质 PVC	8	m ²	
13	综合设备间	加药计量泵	0-30L/H,220V	4	台	
14		加药水箱	容积 0.25m ³ , 材质 PP	4	套	
15		污泥加药计量泵	0-30L/H,220V	1	台	
16		污泥螺杆泵	Q=5m ³ /h,H=50m, 材质: 铸铁	1	台	
17		污泥脱水机	叠螺机, 处理能力 500L/H	1	套	
18	电气控制系统	电气部分	含电箱, 仪表箱, 电缆, 电气辅材等	1	式	
19		自动控制 系统部分	含 PLC 显示屏等, 包括等	1	式	
20	配套管道辅材		含管道, 阀门, 压滤机平台、管道支架等	1	式	

8.4. 配套工程

8.4.1. 取土场生态恢复

取土场取土后势必会造成该区域裸露，影响该地区的生态环境，轻则造成尘土飞扬，重则造成该区域滑坡，影响边坡稳定。因此，生态恢复应考虑洪江地区的气候特点，在护坡的基础上选用防毒、吸尘、贮藏水分能力强、易成活的植物，形成良好的生态环境。生态恢复原则包括：

（1）景观规划先行

景观规划先行是国内外园林绿化设计的惯例。在场地利用目标确定的情况下，用景观规划的方法实现土地利用的目标。其优点是能够在充分考虑土地利用和景观设计二者的近远期目标的基础上，协调好场地功能与景观的关系，提高场地的综合价值，避免临时绿化再后续改造而造成的经济损失。

（2）有利于水土保持

水土保持是生态恢复工程的首要功能。因此，需要选择水土保持效果好的绿化覆盖材料，并做好场地排水设计和施工，防止绿化后出现水流侵蚀现象。

（3）经济性

绿化工程实施后，选用耐旱植物有利于节约水费开支，选用低维护费用的绿化植被有利于降低后续管理维护费用。

本项目采用撒播草籽的方式对取土场进行生态恢复，取土场生态恢复面积约3000m²。

8.4.2. 道路工程

为了满足后期现场施工运输等要求，本项目需新建临时施工道路共计450m，包括原厂区污染地块以及新建填埋场区域。

路宽为3.5m 采用泥结碎石路面，路面结构从上之下依次为：

5cm 细碎石

15cm 泥结碎石

20cm 厚灰土（灰土比 1:9）

路基夯实

8.5. 主要设备

本项目挖掘所需设备均采用租用方式，设备配置详见表 8-11。

表 8-11 挖掘工程所需设备配置清单

序号	名称	数量	单位	规格
1	履带式单斗挖掘机	5	台	XE230C，斗容积 1m ³
2	履带式推土机	3	台	额定功率分别为 60kw、75kw
3	装载机	2	台	斗容积 3.5m ³
4	单钢轮压路机	2	台	12t 和 20t
5	密闭式运输车	10	台	V=10m ³
6	应急物资	若干	/	膨润土垫等覆盖用品
7	洒水车	1-2	台	现场及道路防尘

8.6. 项目主要工程量

表 8-12 项目主要工程量表

序号	名称	单位	数量	备注
一	II类固废填埋场建设			
(一)	II类固废填埋场建设			
1	拦挡坝			
1.1	清基	m ³	990.00	
1.2	坝体混凝土	m ³	839.03	
1.3	垫层	m ³	9.98	
1.4	回填	m ³	126.00	
1.5	沥青麻丝	m ²	165.00	
2	底部防渗			
2.1	黏土	m ³	120.15	
2.2	无纺布	m ²	1578.60	
2.3	土工膜	m ²	789.30	
2.4	GCL 垫	m ²	789.30	

3	边坡防渗			
3.1	库盆开挖	m ³	10841.25	
3.2	排水网	m ²	7125.09	
3.3	无纺布	m ²	14250.18	
3.4	土工膜	m ²	7125.09	
3.5	GCL 垫	m ²	7125.09	
4	地下水导排			
4.1	卵石集渗层	m ³	120.15	
4.2	盲沟碎石	m ³	122.20	
4.3	砂砾石垫层	m ³	10.04	
4.4	HDPE 管	m	83.70	
4.5	土工布	m ²	91.99	
5	封场			
5.1	营养土	m ³	4596.69	
5.2	无纺布	m ²	9193.38	
5.3	土工膜	m ²	4596.69	
5.4	排水网	m ²	4596.69	
5.5	黏土	m ³	1379.01	
5.6	草籽绿化	m ²	4600.00	
5.7	灌木	棵	43365.00	
6	截洪沟	m	240.00	0.5m*0.5m
7	坝坡排水沟	m	160.00	0.3m*0.3m
8	坝脚排水沟	m	55.00	0.8m*0.8m
9	锚固沟			
9.1	开挖	m ³	1027.08	
9.2	回填	m ³	736.38	
10	监测点			
10.1	位移监测点	个	6.00	
10.2	位移基准点	个	2.00	
10.3	水质监测井	个	4.00	

11	标志牌	个	5.00	
二	废渣及土壤挖运工程			
1	废渣	m ³	10165.96	运距 2.3km
2	污染土壤	m ³	4778.90	运距 2.3km
三	建筑垃圾转运			
1	建筑垃圾	m ³	3221.68	运距 7km
四	重金属废水处理			
1	废水处理	m ³	1000.00	
五	配套工程			
1	取土场生态恢复	m ²	3000.00	
2	施工便道	m	450.00	厂区内及填埋场

9. 环境监测与二次污染防治

9.1. 环境监测及管理计划

开展污染场地修复治理工程前，业主单位要做好场地的隔离防护，避免无关人员进入场地接触污染土壤或地下水。

在场地拆迁后、修复工程实施前的时间段内，严格场地管理，避免外来渣土随意在场内倾倒，造成后期修复的困难。

9.1.1. 大气环境保护措施

在土壤清挖修复、建筑物拆除和处置的过程中，需要做好大气环境保护措施，施工整个过程中需要对扬尘进行管理，其目的是确保施工过程中工作人员的健康安全。

(1) 恶臭控制措施

恶臭污染防治措施主要通过以下措施：

①将施工场地及相关一线施工配套区域与区外隔离开来，确保围场内污染物不会外溢，围场外非工作人员车辆无法进入场内。

②施工设备施工过程中会沾上土壤，施工作业完毕后要清洗设备，避免设备上暴露在外面的污泥散发恶臭；

③注意做好施工工人个人防护，注意检查、救护。

(2) 扬尘控制措施

①在施工过程中，需要防止尘土飞扬。遇到大风天气干扰到施工作业的正常运行，应停止作业。

②作业面出现扬尘时，可采用洒水车进行洒水作业，控制扬尘。若作业面出现大面积重扬尘情况，洒水和铺盖苫布已经不能满足需求时，采用移动式喷雾除尘设备对扬尘进行控制。该技术是使水形成喷雾，在预设的压力和速度下将水雾喷入空气中，水珠颗粒与灰尘接触后并包裹灰尘，灰尘受重力作用落地。

(3) 清理过程中的无组织排放监测

针对土壤处理施工现场的大气污染敏感目标制定环境保护措施。本项目大气污染主要对人体健康造成影响，因此大气污染的敏感目标包括了土壤处理施工现场的施工人员的施工现场的周边居民点等。针对以上敏感目标制定大气环境质量的监测方案和大气环境质量控制措施，并严格按照监测方案和控制措施执行。

9.1.2. 废水环保措施

本项目施工过程中废水来源主要是由于降水造成土壤存放区和地表的积水。这部分经收集后可输送至电絮凝污水处理系统进行处理。

9.2. 治理过程环境保护目标

9.2.1. 治理过程中废气排放标准

治理过程中废气污染物排放需满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）标准，详细见下表。

表 9-1 环境空气污染物其它项目限值表

序号	污染物项目	平均时间	浓度限值		单位
			一级	二级	
1	总悬浮颗粒物(TSP)	年平均	80	200	μg/m ³
		24 小时平均	120	300	
2	氮氧化物（NO _x ）	年平均	50	50	
		24 小时平均	100	100	
		1 小时平均	250	250	

9.2.2. 治理过程废水排放标准

治理过程场地废水治理后主要污染物排放参照污水综合排放标准（GB8978-1996）表 1、表 2 中一级标准。

9.2.3. 噪声排放标准

治理过程噪声排放控制执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348—2008）2类声功能区标准，见下表。

表 9-2 噪声排放标准表

声功能区	昼间 dB(A)	夜间 dB(A)
2 类	60	50

9.3. 防止二次污染防治措施

9.3.1. 修复过程中可能的二次污染与环境风险

在修复过程中可能的二次污染与环境风险，主要包括扬尘、噪声、废水废物等对周围环境的影响。

（1）扬尘对施工工地周围的影响

修复工程施工期间，存在大量的挖掘、装卸和运输等，施工期的挖掘和装卸产生粉尘；运输期间污染土可能沿路抛洒，及车辆身后真空吸力造成的道路扬尘；施工现场地面干燥松散，吹风所引起的风扬灰尘等，会影响周边环境卫生，给运输道路沿线和场地周边环境带来不良影响。通过工程分析，施工期对大气环境影响最大的是施工扬尘，主要产生于场地清理、污土挖掘、装卸和运输等环节。其次为挖掘和运输设备运行产生的 NO_x、CO 和 THC。

（2）噪声对周围环境的影响

施工期间，挖掘机、发动机、各类机泵和运输车辆等的喇叭声、混凝土搅拌机声及打桩机声等噪声对附近居民也会有一定的影响，噪声太大会影响周围居民的休息质量。

（3）废水、废物对周围环境的影响

施工期间水环境影响的主要因素有生活污水、施工作业废水、雨水，其中，生活污水主要来自施工场地员工生活废水。施工作业废水主要来自施工设备冲洗水以及施工用水、机械用油等的跑冒滴漏，不加处理，对附近水体将有一定影响。此外，施工期雨水水量大，且夹带大量泥土、灰尘等，也会影响周围的环境。

施工期产生的施工固体废物主要是施工工人的生活垃圾。如果废水和废物不妥善处理的话很容易对场地产生二次污染。

(4) 污染土壤对环境及人体的影响

本项目实施过程中存在着有害的物料，主要为重金属污染土壤，因此对人体存在有潜在中毒的危险。土壤中的重金属有毒性，还有刺激性、腐蚀性和过敏性，若无相应防护措施，被人体吸收则有潜在致癌危险，还能引起皮肤和鼻中隔溃疡、皮炎和肾损坏等。

污染土壤经雨水淋溶后可能造成的重金属重新浸出，及稳定化效果的长期稳定性，这也是稳定化技术需要重点关注的问题。

9.3.2. 防范措施

(1) 对施工期间扬尘的应对措施

① 工程开挖防尘施工场地每天三次定期洒水，防止浮尘产生，在大风天气加大洒水量及洒水次数，必要时采取地表临时覆盖；开挖土方集中堆放，缩小粉尘影响范围，及时处理，减少粉尘影响时间。

② 燃油废气的消减与控制。燃柴油的大型运输车辆、推土机、挖掘机等，尾气排放量与污染物含量高于燃汽油车辆，需安装尾气净化器，尾气应达标排放；运输车辆禁止超载；不得使用劣质燃料；对车辆的尾气排放进行监督管理，严格执行有关柴油机和柴油车排污监管办法、排放监测制度、施工运输车辆排放尾气监测办法等。

③ 交通扬尘削减与控制。尽量选择道路平整、运行状态良好、路况通畅的运输路线；在干燥天气、运输高峰时段，应对施工道路适时洒水；运输车辆进入施工场地低速行驶，或限速行驶，减少产尘量。施工车辆进出携带泥土抖落在道路上，施工现场裸露的土堆、地表，在遇风吹扬和遇雨的情况下，将造成泥尘污染，需人工清扫车帮，保持车轮和车身清洁出场。多风季节注意对裸露地表洒水，降低飞尘影响，实行保洁制度。

④ 污染土壤异位处置期间，存在污染土的装卸、转移、筛分等。污染土的颗粒较小，极易扬尘，堆放处采取围堰和土工布四周覆盖限制、抑制扬尘和粉尘

扩散。利用设备车间将粉尘限制在局部范围内，减弱粉尘的扩散；通过适当降低溜槽倾斜度、降低物料落差、隔绝气流等，抑制由于正压力造成的扬尘；利用增湿、喷雾等方法，有效抑制污染土在装卸、转运、筛分、混合和清扫等过程中粉尘的产生和扩散。

（2）对噪声的应对措施

① 合理安排施工时间。制定施工计划时，尽可能避免大量高噪声设备同时施工。同时，高噪声设备施工时间尽量安排在日间，减少夜间施工量。

② 合理布局施工现场。尽可能避免在同一地点安排大量动力机械设备，以避免局部声级过高。

③ 降低设备声级。选用低噪声设备和工艺，可从根本上降低源强，不同型号挖掘机、推土机噪声声级可相差 5dB（A）。设备使用前加强检查、维护和保养机械设备，保持润滑，紧固各部件，对脱焊和松动的架构件，要补焊加固，减少运行震动噪声。整体设备稳固安放，并与地面保持良好接触，必要时使用减振机座，降低噪声。

（3）对废水、固体废物的应对措施

① 生活污水处理：生活污水经处理后用于绿化、冲洗用水。

② 运输车辆及挖掘设备在清洗过程中产生一定量的废水，洗车槽内冲洗水收集后暂存在集水池，通过一体化设备处理后达标后排入市政管网中。

③ 在施工期间，如果恰逢降雨，应做好降雨过程中的雨水引排问题，构建引流沟。

④ 施工期产生的施工固体废物，必须按有关规定进行处置，不能随意抛弃、转移和扩散，更不能向居民去附近转移。

⑤ 生活垃圾集中装入垃圾桶收集，定时进行清运。

综上所述，施工期民工集中，施工队伍的生活活动产生一定量的生活污水不能随意直排。尽量减少物料流失、散落和溢流的现象，减少废水产生量；建造集水池、砂子池、排水沟等水处理构筑物，对废水进行必要的分类处理后排放；水泥、黄沙、石灰类的建筑材料集中堆放，并采取一定的防雨措施，及时清扫施工

运输过程中抛洒的上述建筑材料，以免这些物质被雨水冲刷带入污水处理装置内。项目运行后，可妥善处理施工区域筛选出的固体废弃物，集中收集后外运至固废填埋场填埋。同时，施工人员的生活垃圾也要收集到指定地点统一处理。

（4）对污染土壤的应对措施

① 人员防护：在可能接触污染土等有毒及腐蚀性物料的地方，设置事故淋浴及洗眼器，以最大限度地减少有毒物料对人体的伤害。

处理现场配置防毒面具、防护手套、护目镜、空气呼吸器等个人防护用品，在固化/稳定化车间内应穿戴全套防护装备方可进入。

对筛分及破碎工段采取良好的密闭措施及粉尘治理措施，减少生产现场的粉尘危害。

在附属用房内按二级卫生标准设置更衣室、盥洗室、厕所、休息室等生产和生活设施。

防护重金属危害应急处置方法：

皮肤接触：脱去污染的衣着，流动清水冲洗。

眼睛接触：立即翻开上下眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。

吸入：脱离现场至空气新鲜处。

食入：用水漱口，用清水或 1% 硫代硫酸钠溶液洗胃，给饮牛奶或蛋清，并及时就医。

② 需要设置专业的工作人员在施工现场负责处理前/后土壤、施工材料的堆放、运输和处置工作。并且在堆放的场地进行洒水、加盖篷布等措施防止二次扬尘和污染；

运输车辆必须要加盖篷布以降低撒落的情况。并且，在车辆进行装卸和进出场地的时候应该自觉地用水把轮胎清洗干净，可以避免扬尘量。

③ 对长期稳定化效果的监测：

地下水的长期监测：对回填区所在地设置长期监测井，定期进行地下水的采样监测，若其重金属指标出现上升，则应快速采取应急措施进行补救。

10.项目管理与组织实施

10.1.项目管理、组织机构与责任

10.1.1. 项目管理

本项目受到洪江市委市政府及怀化市生态环境局洪江市分局的高度重视，设立了项目专项小组，由怀化市生态环境局洪江市分局牵头，成立了由当地财政、建设部门等相关单位负责人为主要成员的专项工作组，按照目标管理、合同管理和技术管理等科学管理方法监督整个工程项目的顺利完成。

（1）目标管理：制定项目管理目标，对目标进行分解，落实到项目部各个部门和个人，并制订详细的目标管理制度和实施措施，对各项目标实行动态控制。

（2）合同管理：坚决维护合同的严肃性，确保对业主的各项承诺，对工期、质量、安全、文明施工和环境保护等合同内容履约率达 100%。

（3）技术管理：从全公司范围内抽调选派有此类工程施工经验的技术人员从事工程技术管理工作，建立健全各项技术管理细则，严格执行标准化作业，对防渗系统及填埋施工等关键工序成立相应的 QC 攻关小组，开展各项专题探讨会。

（4）计划管理：合理地安排网络计划，广泛采用平行交叉流水作业，以控制分项工期来确保总工期。坚持工作例会制度，随时掌握工程进展情况，确保全部工程项目施工处于受控状态，对确保工期的各项资源配置实行动态调整。

（5）成本管理：贯彻实施两阶段施工合同成本控制，即：施工阶段成本控制和竣工决算成本控制。施工过程中，通过加强物资材料的管理，优化施工方案，合理配置资源，努力提高机械利用率，实行各级责任成本核算，以达到控制责任成本的目的。

（6）安全管理：建立健全安全保证体系，进一步完善各工种操作实施细则，经常开展安全常识教育，提高全员的安全意识，建立安全文明标准工地，通过安全检查达到安全管理的目的。

（7）质量管理：本项目实行质量终身负责制，责任落实到人和每道工序，现场挂牌施工，将全面质量管理落到实处。在 IS09002 质量体系运行中，全员全过程对工程质量进行监控，围绕关键工序开展 QC 小组活动。

（8）现场文明施工管理：严格按照公司有关文明施工的规定要求，组建文明施工领导小组，建立检查评比制度，积极配合有关部门开展文明施工现场评比活动。

（9）环境保护管理：必须认真学习国家对环境保护的有关规定，成立以项目经理为组长，总工程师及项目副经理为副组长的环保领导小组，严格按照规定要求制定环保措施，在施工过程中认真执行。

10.1.2. 组织机构

中标公司将实施项目法管理制度，抽调精兵强将组建该工程项目经理部，全权承担施工任务，全面履行合同条件规定的承包商职责，实行独立的工程管理和成本核算、保质量、保工期、保安全，对业主负责、对企业本身经营效益负责。项目公司人员组织结构图如图 10-1 所示：

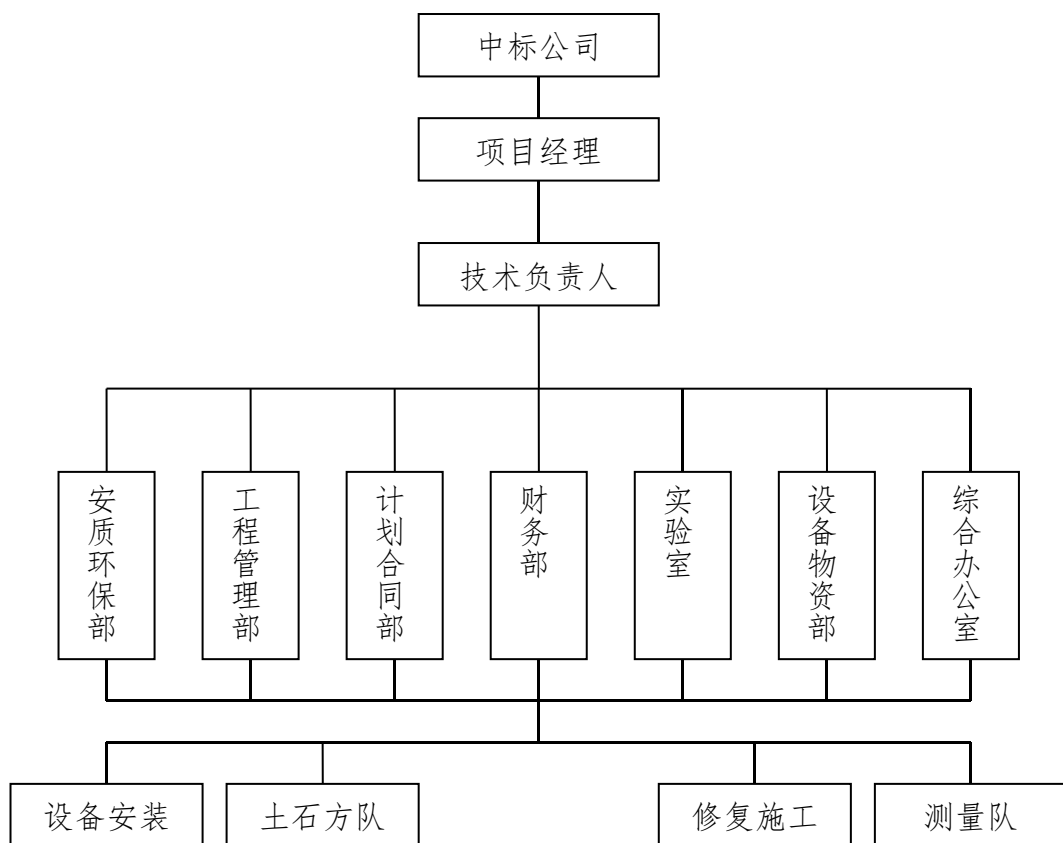


图 10-1 项目组织机构图

10.1.3. 各部门主要职责

(1) 项目经理职责

- ①认真履行公司质量体系文件《管理手册》中的职责。
- ②按弹性编制的项目机构管理层和作业层；实行动态管理要求优化组织各项资源配置。全面负责生产指挥，保证按合同工期完成建设任务。
- ③合理使用和调配资金。用好自有启动资金和建设单位拨付的预付款和计价款，确保工程按质按量的完成。
- ④认真履行施工合同，协调内外关系，解决施工中存在的问题。
- ⑤加强全面质量管理，保证工程质量达到国家规定标准和合同要求。代表公司处理本合同内的一切相关事宜。
- ⑥切实抓好安全生产，努力改善劳动条件，提高职工的安全意识，杜绝人身伤亡、机械损坏、火灾事故及重大安全事故。
- ⑦有权临时处置意外情况，但事后必须及时向公司报告。

（2）技术负责人职责

①协助项目经理抓好生产管理工作，贯彻执行国家法令、法规及各项规章制度，确保各项经济技术指标的全面完成。

②组织落实技术部门主控的程序文件，搞好各自的本职工作，使项目质量体系正常运行。

③参加项目施工设计和项目质量计划的审核工作，并贯彻执行。

④参与编写分部、分项工程施工方案、冬雨季施工方案，编制关键工序的作业指导书，使其符合图纸和规范要求。

⑤熟悉和审核图纸，提前发现问题，参加设计院组织的设计交底，办理一次性技术洽商，及时提出合理化建议。

⑥掌握施工进度，确保科技先行，使工程质量在施工过程中处于受控状态。

⑦协助分项工长依照图纸做好加工订货计划，提出各种预埋件的加工单。

⑧认真填写施工日志和质量记录，管理好图纸收发及各种施工方案的发放工作并进行督察。

⑨组织做好水平仪、经纬仪、钢卷尺、磅称及各种计量器具的标识工作。

⑩做好施工技术资料的整理和归档工作。

（3）工程管理部职责

①组织所属各专业的协调施工，满足进度和质量要求，建立完善的工程监督管理体系和报表制度，组织和监管工程施工；

②负责项目生产组织、进度计划落实、施工方案的实施、工序协调、质量控制等工作；

③负责编制项目质量计划、各类施工技术方案、安全文明施工组织管理方案、环境管理方案、职业健康安全管理方案；

④负责组织和完成项目开工前期现场准备工作；

⑤负责进度计划编制及职责范围内的进度计划的细化和落实，协助安全文明施工、质量体系运行和争创质量奖工作；

⑥协助技术部门编制职责范围内工程的物资需求计划；

⑦负责填写施工日志，协助技术部门的技术资料收集整理工作，组织项目阶段交验和竣工交验。

（4）设备物资部

- ①负责项目物资、设备的采购和供应工作，为施工提供基础物资价格数据；
- ②负责项目物资采购计划、进场计划和统计工作；
- ③负责物资供应商的推荐工作及供应商的日常管理工作；
- ④负责编制项目物资领用管理制度和日常管理工作；
- ⑤参与质量保证计划的编制，配合财务部编制资金计划；
- ⑥负责物资开箱验收、进出库管理和仓储管理，负责验收所有进场物资的数量、质量，协助技术部做好相关技术资料的收集整理工作；
- ⑦具体负责竣工时库存物资的善后处理；
- ⑧及时准确的为施工部门提供呈报业主和监理工程师审批的各类材料样品。

（5）计划合同部

- ①负责工料分析，制定材料计划，参与材料采购谈判；
- ②负责施工直接成本管理。

（6）财务部

- ①负责项目商务、财务和税务、保险、信用证的办理和日常理事务；
- ②负责项目资金计划和各类财务报表的编制工作；
- ③负责银行业务和合法纳税业务，包括协助物资采购部的进口纳税业务；
- ④具体负责工程款的收支工作；
- ⑤配合计划合同部成本控制工作和准备竣工决算报告。

（7）综合办公室

- ①负责项目人事、劳资、办公、固定资产、对外公关宣传等行政事务；
- ②负责人事用工和劳资分配制度的编制及日常管理工作；
- ③在财务部协助下，具体建立固定资产的采购、登记造册和日常管理工作；
- ④具体负责办公制度的编制和日常管理，负责办公用品采购发放，交通车辆管理，文件传递和存档等；
- ⑤具体负责项目对外公关和宣传接待组织工作。

(8) 安质环保部

- ①协助项目经理负责项目安全生产、文明施工和环境保护工作；
- ②负责编制项目质量保证计划，负责编制安全文明施工组织管理方案、职业健康安全管理方案并监督实施；
- ③负责安全生产和文明施工的日常检查、监督、消除隐患等管理工作；
- ④负责管理人员和进场工人安全教育工作，负责安全技术审核把关和安全交底，负责每周的全员安全生产例会；
- ⑤负责安全、质量目标的分解落实和安全生产责任制的考核评比，负责各种安全生产竞赛和宣传活动；
- ⑥负责制定安全生产应急计划，保证一旦出现安全意外，能立即按规定报告各级政府机构，保证项目施工的正常进行，负责准备安全事故报告；
- ⑦负责安全生产日志和文明施工资料的收集整理。

10.2.组织实施与进度安排

10.2.1. 项目组织实施

本项目在洪江市委市政府的高度重视之下，设立了由洪江市生态环境局牵头，当地财政、建设部门等相关单位负责人为主要成员的专项工作组监督和组织洪江市双溪煤矿钒冶炼厂土壤污染治理工程的实施，具体由项目中标单位组建项目公司按照上文提出的组织结构图成立相应的部门负责具体实施，实施项目经理和技术负责人双负责制原则，狠抓流程管理和合同管理等细节管理条目，由市委市政府设立的专项工作组进行监督，确保项目的按质按量按时完成。

10.2.2. 项目进度安排

本项目总工期 10 个月，项目实施计划见表 10-2。

表 10-2 项目实施计划进度表

	序号	主要工作内容	300 个日历天									
			30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
前期工作阶段	1	前期咨询方案的编制与审批										
	2	勘察及测量										
设计施工阶段	3	初步设计及施工图设计										
	4	招标										
	5	施工准备										
	6	厂区废弃建筑垃圾清运工程										
	7	重金属污染土壤及废渣安全处置工程										
	8	遗留重金属废水治理										
	9	竣工验收										

10.3.项目招标

10.3.1. 招标投标依据

(1) 2011 年 11 月 30 日国务院第 183 次常务会议通过通过的《中华人民共和国招标投标法》；

(2) 1999 年 3 月 15 日第九届全国人民代表大会第二次会议通过的《中华人民共和国合同法》；

(3) 2011 年 7 月 1 日中华人民共和国第十一届全国人民代表大会常务委员会第二十次会议通过《中华人民共和国建筑法》；

(4) 建设部《关于进一步加强工程招标投标管理的规定》，1998 年；

(5) 建设部《工程建设项目施工招标投标办法》，2003 年；

(6) 建设部《建设工程施工招标工程标底》，1998 年；

(7) 建设部《建设工程施工招标文件范本》，1996 年；

(8) 国家发改委《工程建设项目招标范围和规模标准规定》。

10.3.2. 招投标组织形式

按国家发改委《工程建设项目招标范围和规模标准规定》，本项目设计、施工、监理、主要设备材料采购等均需进行招投标。具体实施细则见表 10-3：

表 10-3 洪江市双溪煤矿钒冶炼厂土壤污染治理工程招标基本情况表

标段范围	标段划分	招标方式 (公开或邀请)	招标组织形式(自行或委托)	决策部门	招标人资质	备注
勘察、可研、环评等	一	公开	委托	相关政府部门	国家规定相应资质(格)	
设计	一	公开	委托	相关政府部门	国家规定相应资质(格)	
土建施工	一	公开	委托	相关政府部门	国家规定相应资质(格)	
监理	一	公开	委托	相关政府部门	国家规定相应资质(格)	

标段范围	标段划分	招标方式 (公开或邀请)	招标组织形式 (自行或委托)	决策部门	招标人资质	备注
主要设备材料采购	一	公开	委托	相关政府部门	国家规定相应资质(格)	
其他	一	公开	委托	相关政府部门	国家规定相应资质(格)	

10.4.项目监理

本项目监理工作的具体实施需邀请专业的具备相关资质的第三方监理公司参与项目监理，并对业主和专项工作小组负责。监理范围为本工程清运、填埋和修复全过程监理，包括进度、质量、资金控制、安全、文明施工和合同等与工程建设相关的事宜。根据《工程建设监理规定》、《建设工程监理规范》等法律、法规、规章和标准，项目监理部对施工准备阶段、施工阶段进行包括工程进度控制、质量控制、资金控制、合同管理、信息管理、安全管理和组织协调在内的全过程、全方位监理。

10.4.1. 监理工作内容

(1) 施工准备阶段工作内容

施工准备阶段审查确认总包单位对分包单位的选择，这对于工程施工顺利开展，确保工程质量十分关键。因此，监理工程师应积极配合业主做好这一阶段的各项工作，其主要工作内容为：

- 1) 审查施工单位的施工组织设计；
- 2) 审查施工单位的“三大体系”；
- 3) 审查施工单位的主要材料、设备的报验工作；
- 4) 审查签发开工令；
- 5) 协助建设单位办理各项报建手续；

(2) 施工阶段的监理工作内容

施工阶段是本项目的实施阶段，监理工程师将对施工全过程进行动态跟踪监理，重点做好工程进度、施工质量的事前控制、过程控制和最终控制，督促施工

单位落实安全施工和文明施工的保证措施，并做好合同管理和现场协调工作，其工作内容为：

- 1) 全面检查开工前各项准备工作，协助建设单位办理开工的有关手续；
- 2) 协助业主组织设计交底和图纸会审；
- 3) 参与审查和确认施工单位选择的分包单位；
- 4) 审查和批准施工单位的施工组织设计、重要施工设计方案、施工进度计划、施工质量保证体系和施工安全保证体系；
- 5) 审批施工单位提出的开工报告，及时签发开工令；
- 6) 督促、检查施工单位严格执行工程承包合同和国家工程技术规范、标准，协调业主与施工单位之间的关系；
- 7) 督促检查施工单位落实施工质量保证体系和施工安全保证体系，控制工程进度、治理和资金落实；
- 8) 审查工程采用的材料、构配件及设备的质量和数量；
- 9) 组织分项工程和隐蔽工程的检查验收，签发工程付款凭证；
- 10) 组织工程变更的审查和确认；
- 11) 督促和检查施工单位整理合同文件和技术档案资料；
- 12) 组织建设单位和施工单位进行工程竣工初步验收、提出竣工验收申请报告；
- 13) 参加工程竣工验收，审查施工单位提交的竣工报告和竣工图、工程结算书等。
- 14) 做好施工阶段监理工作的记录和总结。

(3) 保修阶段的监理工作内容

在工程竣工、签发竣工验收证书（移交证书）后，工程即进入保修期阶段，此阶段监理工作主要内容为：

- 1) 定期回访工程质量状况，对反映的工程质量缺陷原因和责任进行调查和确认，参与质量责任的鉴定；

2) 督促和检查施工单位对保修责任期内质量缺陷的修复, 对非施工单位责任的质量缺陷, 协助业主做好费用评估和修复工作。

10.4.2. 监理机构职责范围

(1) 总监理工程师的职责

- 1) 负责项目监理部的组建、岗位设置、职责分工以及日常内部管理工作;
- 2) 主持项目监理部的工作, 对监理合同的实施全面负责;
- 3) 主持编制项目《监理规划》和组织编写项目各专业《监理实施细则》;
- 4) 保持与建设单位的密切联系, 弄清建设单位建设意图和对监理工作的要求;
- 5) 建立与施工单位负责人的联系, 在监理工作中协调与施工单位相互配额的问题;
- 6) 审核或授权批准施工单位提出的施工组织设计、重要施工技术方案, 提出监理修改意见;
- 7) 经建设单位同意后签署工程开工令、停工令和复工令, 组织有关部门处理工程中发生的重大质量、安全事故;
- 8) 审查批准施工单位选择的分包单位;
- 9) 随时或定时检查工程进度、施工质量和投资使用情况, 督促各专业监理工程师认真履行监理职责;
- 10) 审核并签署工程进度报表及工程款支付凭证;
- 11) 调解建设单位与施工单位之间的合同争议和纠纷, 组织重大索赔事物, 向建设单位提供所有索赔和争议的资料, 提出监理方的意见;
- 12) 组织工程竣工初验, 参与工程竣工验收, 督促施工单位整理并移交工程竣工资料;
- 13) 参与审查工程结算, 审核工程的最终造价;
- 14) 主持工程例会, 并签发会议纪要;
- 15) 定期或不定期向建设单位提交项目实施的情况报告, 主持编写和审定《监理月报》和《监理总结》, 签发监理部向外发送的文件。

（2）总监理工程师代表的职责

- 1) 负责总监理工程师指定或交办的监理工作；
- 2) 按总监理工程师的授权，行使总监理工程师的部分职责和权力。

（3）专业监理工程师的职责

专业监理工程师的工作直接对项目总监负责，其工作的职责和权限由项目总监授予，专业监理工程师的工作职责主要报告：

- 1) 在项目总监领导下编制专业监理实施细则；
- 2) 具体组织实施专业监理工作；
- 3) 组织、检查和指导本专业监理员的工作；
- 4) 负责审查施工单位提交的与本专业有关的施工计划、施工技术方案、申请及报告等，并向项目总监提交审查意见；
- 5) 负责本专业的分项工程验收及隐蔽工程验收；
- 6) 负责本专业进场工程材料、构配件及设备抽检、实验与使用的审批；
- 7) 负责本专业的工程计量工作；
- 8) 负责本专业监理工作实施情况的记录，提出与本专业有关的工程质量评估意见，参与编写本专业的有关监理报告；
- 9) 负责审核与本专业有关的工程竣工验收资料，整理本专业有关的监理文档资料；及时、全面的向项目总监报告所负责的监理工作情况。

（4）现场监理员职责

- 1) 在专业监理工程师的指导下开展现场监理工作；
- 2) 复核或从施工现场直接获取工程计量的有关数据并签署原始凭证；
- 3) 按设计图及有关标准，对承包单位的工艺过程或施工工序进行检查和记录，对加工制作及工序施工质量检查结果进行记录；
- 4) 担任旁站工作，发现问题及时指出并向专业监理工程师报告；
- 5) 做好监理日记及有关的监理记录。

10.4.3. 监理质量管理保证措施

（1）监理工作的质量要求

本项目的实施对监理工作的质量方针是：遵循“守法、诚信、公正、科学”的准则；恪守“质量第一、信誉至上”的原则；精益求精，不断创新；提供满意的工程监理服务。

（2）影响监理工作质量的不利因素及对策

在本项目的监理过程中，一切外部或内在的不利因素，均可能影响本工程的监理质量，因此在组建项目监理部以及指定监理工作程序、监理工作制度过程中，均应考虑这些不利因素，并将采取有效措施防止这些不利因素对监理工作的影响，从而保证整个监理过程达到监理工作的质量要求。

1) 监理人员技术素质的不利因素

在组建项目监理部和配置监理人员时，将充分考虑工作经历、专业配套、人员齐备、各层次监理人员具有相应工作经验和实际能力的原则。但是若出现某一阶段监理工作繁杂而出现人手不足或者个别人员不能胜任监理工作室，公司将及时采取有效措施加强监理工作。

2) 监理人员品行素质的不利因素

监理服务给建设单位提供的应是独立、公正、科学的技术服务，要求监理人员不得损害建设单位利益和任何第三方利益。但是在现实施工过程中，某些违法行为可能会对监理人员产生腐蚀作用。对此，项目监理部已充分考虑这个不利因素，并且在监理过程中将会采取一系列监控措施排除这些不利因素对监理工作的影响。主要对策是：

①在项目监理部进行《监理条例》、《监理守则》和监理人员职业道德教育，将本公司制定的《监理守则》和《职业道德》张贴在监理部现场办公室，以便警示监理人员并随时对照检查，接受外界监督；

②严禁监理人员接收施工单位或设备、材料供应商的宴请，严禁监理人员将自己的亲属安排在所监理项目承包单位去工作并领取薪酬；

③经常听取建设单位和其他方对监理人员的意见，对监理人员出现的不良行为及时发现并采取措施严肃处理；

④对于个别监理人员违反职业道德的行为予以公开处罚，并报建设单位同意调离其工作岗位；

⑤项目技术经济签证及月进度款计量审查等牵涉到工程计量和支付的事项将建立逐级审查制度，以便互相制约和监督。

3) 工作计划、管理制度的不利因素

虽然建立了比较完整的监理工作制度，监理工作程序和相应的监理统一永彪，项目监理部仍会根据这一工程的特点制定更为周密的工作计划和管理制度，但是随着工程的进展，外部变化会导致工作计划和管理制度发生不相适应的地方，而监理人员也可能由于外界因素影响而放松对工作计划和管理制度的执行，这将对监理工作质量造成影响。对此，监理部采取的对策是：

①在监理过程中，根据工程实际及时完善和修订工作计划、管理制度及工程程序；

②对各分项、分部工程制定详细的监理实施细则；

③每月召开项目监理部全体监理工程师会议，分析、讨论监理工作计划、管理制度和工作程序的执行问题；

④公司将定期、不定期对项目监理部进行检查，同时建立考评体系，并将考评结果作为对监理人员奖惩的依据。

(3) 监理技术手段的不利因素

监理人员除了运用自身的理论知识和实践经验进行监理外，还需要采取一定的技术手段对工程质量进行检查、检验。因此，项目监理部需配备若干检验、检测用设备。但是大量的工程质量检测需要具备相应资质的专门机构和专业设备才能进行。设备的误差、检测的偶然错误都可能对监理工作质量造成影响。对此，项目监理部采取的对策是：

①对自备仪器设备定期进行鉴定和校验；

②在借用他人的仪器设备进行检测前，必须了解其仪器设备的可靠性、准确性，必要时先校验后使用；

③对抽查的材料试样以“见证送检”的方式送往具备资格的实验单位检测。

（4）外部条件的不利因素

设计文件质量、施工单位的技术水平、施工环境等外部条件，亦可能对监理工作质量造成影响，项目监理部将采取如下对策克服这些因素：

①认真审查施工图纸和设计文件，通过建设单位及时要求设计单位解决设计文件中存在的问题，适用于施工的设计文件尽可能完整、正确、合理和可行；

②协助施工单位解决施工中的技术问题，协助施工单位完善质量保证体系和现场管理制度；

③熟悉施工环境及有关规定，跟踪监督检查施工单位安全文明施工措施，环境保护措施落实情况，发现不良苗头及时处理。

11.变更前后投资对比

变更前方案工程投资总估算为 4164.28 万元，变更后方案工程投资估算为 986.75 万元，工程总投资减少 3177.53 万元。

11.1.变更前后主要工程量及处理工艺对比

表 11-1 变更前后主要工程量及处理工艺对比表

序号	变更前工程量		变更前处理工艺说明	序号	变更后工程量		变更后处理工艺说明
	项目	工程量			项目	工程量	
1	重金属污染土壤	107022.48m ³	固化/稳定化	1	重金属污染土壤	4778.90m ³	转运至Ⅱ类固废填埋场填埋
1.1	重度污染土壤	68169.73m ³	异位固化/稳定化				
1.2	轻度污染土壤	38852.75m ³	原位固化/稳定化				
2	废渣	30779.35m ³	转运至建筑垃圾填埋场填埋	2	废渣	10165.96m ³	转运至Ⅱ类固废填埋场填埋
3	建筑垃圾	18577.88m ³	转运至建筑垃圾填埋场填埋	3	建筑垃圾	3221.68m ³	转运至建筑垃圾填埋场填埋
4	-	-	-	4	Ⅱ类固废填埋场	15000m ³	新建
5	重金属废水	2000m ³	采用一体化电絮凝设备进行处	5	重金属废水	1000m ³	采用一体化化学混凝沉淀设备进行处
6	厂区覆土工程			6	-		
6.1	覆土压实	58000 m ²	-	6.1	-	-	-
6.2	覆土量	29000m ³	-	6.2	-	-	-
7	边坡治理	6900m ²	-	7	-	-	-

11.2.变更前投资估算

本工程变更前总投资估算为 4164.28 万元，其中治理期投资包括土壤治理和修复的运营作业及主要辅助材料的采购、重金属废水处理设备运行费、水电费及人工费等，估算价值为 1196.25 万元，费用构成见表 11-2。建设期投资包括各生产设施、辅助设施、公用设施和行政管理区设施的建设，估算价值为 2968.03 万元，工程投资估算表详见表 11-3。

表 11-2 变更前治理费用构成表

序号	费 用 名 称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）
1	稳定化药剂	t	2627.88	2150	564.99
2	柴油	t	90	6000	54
3	次氯酸钠	t	40	3000	12
4	固化药剂	t	1000	200	20
5	氯化铁	t	46	3500	16.1
6	絮凝剂 PAM	t	0.5	13000	0.65
7	pH 调节剂	t	15	500	0.75
8	电	万 KW*h	10	11000	11
9	固化/稳定化场内 转运成本	t	102254	30	306.76
10	人工费				210
11	合计				1196.25

表 11-3 变更前建设投资估算汇总表

编号	工 程 及 费 用 名 称	估 算 价 值 (万元)					
		建 筑	设 备	安 装	工 器 具	其 他	总 值
1	土建工程	727.21	346.96	17.06	0.00	0.00	1091.23
1.1	项目经理部 (含宿舍)	13.00	3.00	4.50			20.50
1.2	固化/稳定化场	48.52					48.52
1.3	覆土工程	159.52	46.70				206.22
1.4	药剂仓库	17.91	4.66	9.04			31.61
1.5	厂区建筑垃圾处理	460.80	82.60				543.40
1.6	移动式污水处理设备	27.46	210.00	3.52			240.98
2	道路工程	64.20					64.20
3	围挡/门卫室	46.00					46.00
4	给排水及消防工程		38.00	16.20			54.20
5	供配电及通信工程		254.00	25.60			279.60
6	检测实验室		120.21	18.40			138.61
7	其他	218.00					218.00
	工程费用合计 (1+2+3+4+5+6+7)	1055.41	759.17	77.26	0.00	0.00	1891.84
8	工程建设其它费用				24.70	753.53	778.23
8.1	拆迁费					350.00	350.00
8.2	建设单位管理费					59.44	59.44
8.3	工程建设监理费					58.93	58.93
8.4	可行性研究费					11.85	11.85
8.5	环境影响评价费					4.64	4.64
8.6	环保竣工验收费					36.00	36.00
8.7	劳动安全卫生评价费					6.60	6.60
8.8	工程勘察费					6.60	6.60
8.9	工程设计费					94.16	94.16
8.9.1	基本设计费					79.80	

表 11-3 变更前建设投资估算汇总表

编号	工 程 及 费 用 名 称	估 算 价 值（万元）					
		建 筑	设 备	安 装	工 器 具	其 他	总 值
8.9.2	施工图预算编制费					7.98	
8.9.3	竣工图编制费					6.38	
8.10	招标代理服务费					7.70	7.70
8.11	工程保险费					6.60	6.60
8.12	临时设施费					22.01	22.01
8.13	人员培训费及提前进场费					56.00	56.00
8.14	工器具及生产家俱购置费				24.70		24.70
8.15	办公与生活家俱购置费					33.00	33.00
9	基本预备费					297.96	297.96
10	建设投资（万元）	1055.41	759.17	77.26	24.7	1051.49	2968.03
	占总值%	35.56	25.58	2.6	0.83	35.43	100.00

11.3.变更后投资估算

本项目变更后总投资 986.75 万元，其中建设工程费用 767.66 万元，其它费用 172.10 万元，工程预备费 46.99 万元。项目投资估算详见下表 11-4。

表 11-4 变更后项目投资总估算表

序号	工程费用名称	估算价值/万元					经济指标			备注
		建筑工程	设备购置	安装工程	其他费用	合计	单位	数量	单价/元	
一	工程费用					767.66				
(一)	II类固废填埋场建设					572.02				
1	拦挡坝	73.67				73.67				
1.1	清基	4.46				4.46	m ³	990.00	45.00	
1.2	坝体混凝土	67.12				67.12	m ³	839.03	800.00	
1.3	垫层	0.60				0.60	m ³	9.98	600.00	
1.4	回填	0.50				0.50	m ³	126.00	40.00	
1.5	沥青麻丝	0.99				0.99	m ²	165.00	60.00	
2	底部防渗	15.26				15.26				
2.1	黏土	0.66				0.66	m ³	120.15	55.00	
2.2	无纺布	4.74				4.74	m ²	1578.60	30.00	
2.3	土工膜	4.74				4.74	m ²	789.30	60.00	
2.4	GCL 垫	5.13				5.13	m ²	789.30	65.00	
3	边坡防渗	223.35				223.35				
3.1	库盆开挖	48.79				48.79	m ³	10841.25	45.00	
3.2	排水网	42.75				42.75	m ²	7125.09	60.00	
3.3	无纺布	42.75				42.75	m ²	14250.18	30.00	
3.4	土工膜	42.75				42.75	m ²	7125.09	60.00	
3.5	GCL 垫	46.31				46.31	m ²	7125.09	65.00	
4	地下水导排	7.13				7.13				
4.1	卵石集渗层	1.92				1.92	m ³	120.15	160.00	
4.2	盲沟碎石	0.98				0.98	m ³	122.20	80.00	
4.3	砂砾石垫层	0.60				0.60	m ³	10.04	600.00	

4.4	HDPE 管	3.35				3.35	m	83.70	400.00	
4.5	土工布	0.28				0.28	m ²	91.99	30.00	
5	封场	206.94				206.94				
5.1	营养土	25.28				25.28	m ³	4596.69	55.00	
5.2	无纺布	27.58				27.58	m ²	9193.38	30.00	
5.3	土工膜	27.58				27.58	m ²	4596.69	60.00	
5.4	排水网	27.58				27.58	m ²	4596.69	60.00	
5.5	黏土	7.58				7.58	m ³	1379.01	55.00	
5.6	草籽绿化	4.60				4.60	m ²	4600.00	10.00	
5.7	灌木	86.73				86.73	棵	43365.00	20.00	
6	截洪沟	18.75				18.75				
6.1	沟槽开挖	1.65				1.65	m ³	367.20	45.00	
6.2	混凝土	14.40				14.40	m ³	180.00	800.00	
6.3	垫层	2.59				2.59	m ³	43.20	600.00	
6.4	沥青麻丝	0.11				0.11	m ²	18.00	60.00	
7	坝坡排水沟	6.82				6.82				
7.1	沟槽开挖	0.58				0.58	m ³	127.98	45.00	
7.2	混凝土	4.93				4.93	m ³	61.62	800.00	
7.3	垫层	1.28				1.28	m ³	21.33	600.00	
7.4	沥青麻丝	0.04				0.04	m ²	6.16	60.00	
8	坝脚排水沟	6.53				6.53				
8.1	沟槽开挖	0.62				0.62	m ³	138.24	45.00	
8.2	混凝土	5.18				5.18	m ³	64.80	800.00	
8.3	垫层	0.69				0.69	m ³	11.52	600.00	
8.4	沥青麻丝	0.03				0.03	m ²	5.40	60.00	
9	锚固沟	7.57				7.57				
9.1	开挖	4.62				4.62	m ³	1027.08	45.00	
9.2	回填	2.95				2.95	m ³	736.38	40.00	
10	监测点	5.60				5.60				
10.1	位移监测点	0.60				0.60	个	6.00	1000.00	
10.2	位移基准点	0.20				0.20	个	2.00	1000.00	
10.3	水质监测井	4.80				4.80	个	4.00	12000.00	
11	标志牌	0.40				0.40	个	5.00	800.00	

(二)	废渣及土壤挖运工程					104.61				
1	废渣（运距2.3km）	71.16				71.16	m ³	10165.96	70.00	
2	污染土壤(运距2.3km)	33.45				33.45	m ³	4778.90	70.00	
(三)	建筑垃圾转运					64.43				
1	建筑垃圾(运距7km)	64.43				64.43	m ³	3221.68	200.00	
(四)	重金属废水处理					14.00				
1	废水处理	2.00	10.00		2.00	14.00	m ³	1000.00	20.00	
(五)	配套工程					12.60				
1	取土场生态恢复	3.60				3.60	m ²	3000.00	12.00	
2	施工便道	9.00				9.00	m	450.00	200.00	
二	其他费用					172.10				
1	建设单位管理费				18.07	18.07				
2	工程建设监理费				15.12	15.12				
3	前期咨询方案编制费				65.00	65.00				
4	环境影响评价费				8.00	8.00				
5	招标代理服务费				7.23	7.23				
6	劳动安全卫生评价费				2.71	2.71				
7	勘察费				8.13	8.13				
8	设计费				35.35	35.35				
9	预算编制费				4.86	4.86				
10	结算编制费				4.92	4.92				
11	工程保险费				2.71	2.71				
三	工程静态投资	767.66			172.10	939.76				
四	预备费					46.99				
五	工程建设总投资					986.75				

11.4.变更前后投资对比

表 11-5 方案变更前后投资情况对比表

变更前工程投资估算表											变更后工程投资估算表										
序号	工程费用名称	估算价值/万元					经济指标			备注	序号	工程费用名称	估算价值/万元					经济指标			备注
		建筑工程	设备购置	安装工程	其他费用	合计	单位	数量	单价/元				建筑工程	设备购置	安装工程	其他费用	合计	单位	数量	单价/元	
一	工程费用					3088.09					一	工程费用					767.66				
(一)	污染土壤固化稳定化工程					940.27					(一)	污染土壤及废渣挖运工程					104.61				
1	固化/稳定化场	48.52				48.52					1	污染土壤	71.16				71.16	m³	10165.96	70.00	运距 2.3km
2	稳定化药剂	564.99				564.99	t	2627.88	2150		2	废渣	33.45				33.45	m³	4778.90	70.00	运距 2.3km
3	固化药剂	20.00				20.00	t	1000	200												
4	固化稳定化场内转运成本	306.76				306.76	t	102254	30												
(二)	厂区建筑转运工程					543.40					(二)	建筑垃圾挖运工程					64.43				
1	厂区建筑垃圾转运	460.80	82.60			543.40					1	建筑垃圾	64.43				64.43	m³	3221.68	200.00	运距 7km
(三)	重金属废水处理工程					270.48					(三)	重金属废水处理工程					14.00				
1	移动式污水处理设备	27.46	210.00	3.52		240.98					1	移动式污水处理设备	2.00	10.00		2.00	14.00	m³	1000.00	20.00	
2	次氯酸钠	12.00				12.00	t	40	3000												
3	絮凝剂 PAM	0.65				0.65	t	0.5	13000												
4	pH 调节剂	0.75				0.75	t	15	500												
5	氯化铁	16.1				16.1	t	46	3500												
(四)	原厂区清洁土壤覆盖表层污染阻断工程					206.22															

1	厂区覆土	159.52	46.70			206.22															
(五)	配套工程					1127.72					(四)	配套工程					12.6				
1	道路工程	64.20				64.20					1	取土场生态恢复	3.60				3.60	m ²	3000.00	12.00	
2	药剂仓库	17.91	4.66	9.04		31.61					2	施工便道	9.00				9.00	m	450.00	200.00	
3	围挡/门卫室	46.00				46.00															
4	给排水及消防工程		38.00	16.20		54.20															
5	供配电及通信工程		254.00	25.60		279.60															
6	检测实验室		120.21	18.40		138.61															
7	柴油				54	54	t	90	6000												
8	项目经理部 (含宿舍)	13.00	3.00	4.50		20.50															
9	电				11.00	11.00	万 KW* h	10	11000												
10	人工费				210.00	210.00															
11	其他	218.00				218.00															
											(五)	II类固废填埋场建设					572.02				
二	其他费用					778.23					二	其他费用					172.10				
三	工程静态投资	2326.66	759.17	77.26	703.23	3866.32					三	工程静态投资	767.66			172.10	939.76				
四	预备费				297.96	297.96					四	预备费					46.99				
五	工程建设总投资	2326.66	759.17	77.26	1001.19	4164.28					五	工程建设总投资					986.75				

12.项目风险分析

12.1.政策风险

据中经未来产业研究院发布的《2016-2020 年中国土壤修复行业发展前景与投资预测分析报告》显示，2014 年 4 月 17 日，环保部和国土资源部联合公布了《全国土壤污染状况调查公报》，引起了社会各方对于我国土壤污染状况的广泛关注。根据调查公报，全国土壤总的点位超标率为 16.1%，其中轻微、轻度、中度和重度污染点位比例分别为 11.2%、2.3%、1.5%和 1.1%。从污染分布状况来看，南方土壤污染重于北方，长三角、珠三角、东北老工业基地等部分区域土壤污染问题较为突出，西南、中南地区土壤重金属超标范围较大。

由于土壤修复工作耗资大、耗时长、处理过程复杂，很容易产生二次污染。再加上我国土壤污染防治面临的形势很复杂：部分地区土壤污染严重，土壤污染类型多样，呈现新老污染物并存、无机有机复合污染物并存的局面，因而土壤修复工作就显得更为重要和复杂。因此，总体来说，我国土壤环境状况不容乐观，部分地区土壤污染十分严重，土壤修复工作刻不容缓。

在严峻的环境问题面前，2016 年 5 月 31 日发布《土壤污染防治行动计划》，计划强调土壤是经济社会可持续发展的物质基础，关系人民群众身体健康，关系美丽中国建设，保护好土壤环境是推进生态文明建设和维护国家生态安全的重要内容。并设定极高的修复目标：到 2020 年，全国土壤污染加重趋势得到初步遏制，土壤环境质量总体保持稳定，农用地和建设用地土壤环境安全得到基本保障，土壤环境风险得到基本管控。到 2030 年，全国土壤环境质量稳中向好，农用地和建设用地土壤环境安全得到有效保障，土壤环境风险得到全面管控。到本世纪中叶，土壤环境质量全面改善，生态系统实现良性循环。

洪江双溪煤矿钨冶炼厂重金属项目的实施可以从根本上保证工业区建设用地的安全，规避可能产生的土壤环境风险，是生态文明建设的重要环节。因此从政策上分析，本项目的建设不但不存在风险，而且还可享受国家在各方面的优惠条件，同时还能完成国家“土十条”的相关规定，建设美丽中国。

12.2.技术风险

本项目采用的修复技术工艺，不仅可有效满足污染物的阻隔填埋，而且生态环境的恢复具有很高的景观价值，能保证处理效果好且稳定；本项目所需工程技术为成熟适用技术，现有技术能够满足本项目的建设要求。因此，本项目技术风险较低。

12.3.资金风险

本项目的资金风险既可能产生于工程建设过程中，使得突破现有预算，也可能由于资金不足而导致项目不能正常运行，从而延长投资回收周期。具体分析见表 12-1：

表 12-1 投资风险评估及防范

风险因素名称	风险等级				防范措施
	灾难性	严重	较大	一般	
导致投资超预算的主要原因 工程项目外原因 （1）建筑材料和机械涨价； （2）工资标准提高； （3）运输费用增加； （4）自然灾害； 工程项目内原因 （5）工程投资计划不当； （6）工程管理组织不当； （7）投资控制措施不力； （8）施工合同管理混乱； （9）设计不当引起成本上升；				√ √ √ √ √ √ √ √ √	（1）采用分包方式转移风险； （2）运用合同条件转移风险； （3）优化竞标机制，通过竞争降低成本； （4）精心设计投资计划，正确确定资金结构与投放次序，降低资金成本； （5）加强项目管理和合同管理，防止人为因素造成投资增加； （6）优化方案设计，在安全可靠条件下选择经济适用型方案；

同时为了避免资金风险的出现，本方案拟从如下措施进行规避：

a) 加强与省和国家相关部门联系沟通，争取中央政府和省级政府在融资上的支持，确保资金到位；

b) 加强项目建设规划，制订突发事件应急预案；

c) 建设组织和管理，对工程建设进行封闭式管理；

d) 落实专业施工队伍进行项目施工建设，严格施工质量，加强工程施工监理；

e) 加强场区职工队伍建设，制定安全生产各项规章制度，增强环境保护及个人劳动防护意识，确保工程投入正常运行。

f) 加强安全生产管理。自觉坚持“安全第一、预防为主”的方针，认真贯彻执行《安全生产法》、《安全生产许可证条例》等法律法规的有关规定。强化安全生产责任制，把安全生产工作任务层层分解，落实到建设单位各个基层单位、各生产环节和各个岗位，严格监督检查，确保建设安全。

12.4.项目管理风险

本项目受到洪江市委市政府及怀化市生态环境局洪江市分局的高度重视，设立了由怀化市生态环境局洪江市分局牵头，成立了由当地财政、建设部门等相关单位负责人为主要成员的专项工作组，按照目标管理、合同管理、技术管理、计划管理、成本管理、安全管理、质量管理、现场文明施工管理和环境保护管理等科学管理方法保证施工阶段的顺利进行，同时专业化监理机构的引入能有效保证项目的成功实施。同时，中标公司组建项目公司，按照项目经理和技术负责人双负责制原则并按照科学方法设立完整的项目管理组织结构体系，确保项目执行的各个环节责任到个人，并定期对专项工作小组汇报项目实施情况。因此，项目执行不存在项目管理风险。

13.效益分析

13.1.环境效益

环境效益是本项目实施的最主要效益,洪江市双溪煤矿钒冶炼厂土壤污染治理项目的实施在钒、砷等重金属负荷削减、矿区环境改善、风险控制、重金属污染土壤资源化利用及生态修复方面等方面均有非常大正面效益,对于改善洪江工业园区环境状况有巨大帮助,能保证洪江市城区民众的饮水安全及沅江和洞庭湖区域的水质安全。

本项目属于土壤污染治理项目,通过本项目的实施,将有效解决钒冶炼厂区域重金属污染的严峻现实问题,实现重金属各指标总量的降低,对于土壤条件的恢复有重要作用;同时改善区域水环境,保证周边民众的饮水安全及洪江市城区自来水厂舞水水源地的水质,提升洪江工业区及洪江市的生态环境承载力。并且能实现区域环境的整体改善,改变曾经“脏、乱、差、毒”的面貌,还民众一片青山绿水,提升洪江工业园区的招商引资能力。本方案将使流域环境质量得到切实改善,保障了下游水质的饮水安全。能够从源头减少重金属污染物的排放,大量减少了重金属的排放量。历史遗留治理工程的实施将大大改善矿区环境,实现生态的恢复,民生保障和监督管理则起到了保障作用。

13.2.社会效益

13.2.1. 各级组织对项目的态度及支持程度

洪江市委市政府及怀化市生态环境局洪江市分局对双溪煤矿钒冶炼厂土壤污染治理项目极为重视和支持。本项目作为重金属污染治理项目的一部分,解决厂区遗留的重金属问题以及解决重金属对水源地水质污染的问题,受到了周边民众及城区民众的大力支持和赞同。

13.2.2. 利益群体对项目的态度及参与程度

洪江市矿产资源丰富，金属选冶企业众多，由于多年的无序开采和非法选冶，致使大量的含重金属污染物未经处理，就直接排放到自然环境中，严重污染了当地水体和土壤，更甚的是大量无证的选矿厂违规操作，致使大量含钒废渣未经处理随意堆存，严重影响当地居民及舞水河下游人民群众的生产生活。随着土地被划转为工业用地，土地的修复和再利用成为工业园管委会的重点关切问题，该项目的实施有利于改善区域的招商环境及附近企业工人的生活环境。因此，附近居民以及众多企业都积极支持本项目的建设，希望随着项目的顺利建设能改变该区域环境严重污染的现状，还民众一片绿水青山。

13.2.3. 提高居民和企业的环境保护意识

工程建设实施过程也是一次深刻、生动的环境保护宣传过程，通过具体的环境保护行动，使民众和周边企业能够深刻认识环境保护的重要性，懂得环境破坏所带来的严重后果，包括经济损失、健康损害、资源流失等，这一行动较单纯宣传更为有效并易于被民众和企业所接受，从而实现环境保护的良性循环。

13.3.经济效益

项目实施后，本项目区域遗留废渣及含重金属土壤污染将会得到基本解决，周边面貌和居民生活条件将得到大大改善，洪江市的饮用水安全问题得到解决，洪江工业园的招商引资环境大大改善。环境治理将进一步营造区域内优质的生态环境，为洪江市的经济腾飞和工业园区的发展壮大奠定了坚实的基础条件，同时环境质量的改善，也是加快洪江市产业结构调整和优化升级的重要举措，为实现洪江市环境保护与经济发展和谐互动与双赢提供了有力保障。

附件

用地情况说明文件

关于湖南省怀化市双溪煤矿厂区用地 情况说明

湖南省怀化市双溪煤矿钨厂建于1986年,位于洪江市工业集中区株山片区内,2010年该厂永久性关闭。该厂地块权属土地储备中心,根据洪江市城市规划及洪江市工业集中区规划,湖南怀化双溪煤矿厂区土地进行污染防治修复后作为工业集中区工业建设用地。

特此说明。



洪江市工业集中区管理委员会

洪工集函(2019)11号

签发人:谢世旺

证 明

怀化市生态环境局洪江市分局:

湖南怀化双溪煤矿钨厂建于1986年,位于洪江市工业集中区株山片区内,市政府于2010年对该厂进行了永久关闭。目前企业已清算解散,该厂土地经土壤修复工程后作为工业集中区工业项目用地。

特此证明

洪江市工业集中区管理委员会

2019年9月22日

签收人:

场调专家评审意见

洪江市双溪煤矿钒冶炼厂场地环境污染调查报告

专家评审意见

2020年7月21日，怀化市生态环境局事务中心在长沙组织召开了“洪江市双溪煤矿钒冶炼厂场地环境污染调查报告”（以下简称“调查报告”）评审会，参加会议的有：怀化市生态环境局洪江市分局、洪江市自然资源局，场地调查单位湖南唯众环保科技有限公司等单位，会议邀请了三名专家组成评审专家组，会上场地调查单位汇报场地调查报告，经质询与讨论形成以下评审意见。

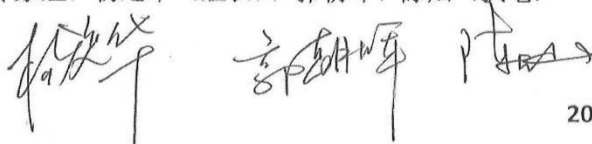
一、双溪煤矿钒冶炼厂厂区面积 58000m²，主要从事石煤钒矿采选与冶炼，工艺为低钠或无钠焙烧工艺，目前企业 2010 年关闭，场地遗留冶炼构筑物、环保设施、冶炼废渣与受污染积水，场地规划为工业集中区建设用地。

二、场地调查较规范，报告资料数据较详实，结论基本可信，经修改完善后可作为下一步工作的依据。

三、修改建议：

- 1、完善场地历史生产沿革分析，补充场地原生产工艺与产排污分区布局；
- 2、结合前期场地调查，明确本次调查目的，完善场地污染识别与环境污染分析；
- 3、完善场地调查过程质控内容，进一步核实废渣量和污染土壤方量。

专家组：杨运华（组长）、郭朝晖、陈灿（执笔）

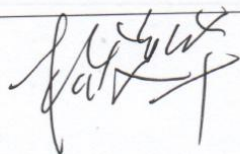


2020年7月21日

风评专家评审意见

专家组综合评审意见

项目名称	洪江市双溪煤矿钨冶炼厂土壤污染风险评估报告
2020年7月24日，受湖南省生态环境厅和湖南省自然资源厅委托，湖南省生态环境事务中心组织召开了《洪江市双溪煤矿钨冶炼厂土壤污染风险评估报告》（以下简称“风评报告”）专家评审会。参加会议的有怀化市生态环境局、怀化市自然资源局、怀化市生态环境局洪江市分局、洪江市自然资源局，编制单位湖南唯众环保科技有限公司等单位代表。会议邀请了5位专家组成专家组（名单附后）。与会专家和代表听取了建设单位的项目相关情况的补充介绍，编制单位的汇报了报告的编制情况，经充分质询与讨论，形成如下评审意见： （一）项目概况 洪江市双溪煤矿钨冶炼厂生产基地由原来煤矿开采基地转变而来，位于洪江市工业园内，总面积58000m²。根据洪江市政府城市规划及洪江市工业集中区规划，该地块为工业集中区工业建设用地。 根据国家环境保护部、国土资源部等四部委《关于保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》（环发〔2012〕140号）、《关于加强工业企业关停、搬迁及原址场地再开发利用过程中污染防治工作的通知》（环发〔2014〕66号）等相关文件要求，2017年，怀化市生态环境局洪江市分局根据市委市政府的要求，委托湖南华弘检测有限公司开展该地块环境调查，于2018年纳入湖南省土壤污染项目储备库。由于厂区周边地块施工及场地原有建构物拆除施工，地块存在扰动，中国电建集团中南勘察设计院有限公司检测中心受委托重新进行土壤采样检测分析。基于场地的环境调查有关资料和监测数据，2020年洪	



江市人民政府委托湖南唯众环保科技有限公司开展该地块的风险评估工作。2020年4月23日湖南省生态环境事务中心组织了风险评估报告评审，2020年7月24日进行了重审。

（二）风评结果

风评报告按照《污染场地风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019），开展了场地污染识别、场地污染状况分析，包括危害识别、暴露评估、毒性评估、风险表征等在内的场地风险评估工作。

结合本场地土地利用和开发建设规划，结合《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地筛选值和管制值标准要求，该地块关注污染物为砷、钒。地块土壤中砷的致癌风险和危害商均未超过可接受风险水平；钒的危害商超过可接受风险水平。

风评报告提出地块土壤污染物砷、钒的修复目标值分别为 60 mg/kg、1240mg/kg。经计算，超风险评估修复目标值的土壤总方量为 5235.38m³。

（三）评审结论

土壤污染状况调查的数据可满足风险评估的要求；土壤污染风险评估程序与方法符合国家相关标准规范要求；土壤污染风险评估报告包括了主要污染物状况、土壤污染范围、暴露情景与公众健康风险、地块修复目标和基本要求、场地修复范围的确定及其修复工程量计算等；该场地污染风险不可接受，需要采取修复措施；报告提出的修复目标基本合理。

报告经修改完善后可上报备案，并可作为纳入建设用地土壤污染风险管控或修复名录依据。

（四）修改意见

1、说明地块地下水走向。

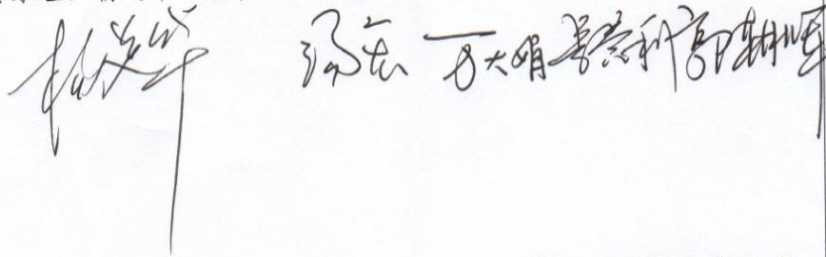
2、补充、完善土壤理化性质及其地块水文地质等主要地块特征参数和主要暴露参数。

3、核实地块污染土壤范围及方量。

4、补充该地块用地规划证明材料。

5、优化地块后续治理的相关建议。

专家组：杨运华（组长）、汤宏、万大娟、景营利、郭朝晖（执笔）



日期：2020年7月24日

附图

