

水口山有色金属有限责任公司新材料分公司

土壤污染治理项目

效果
评估
报告

建设单位：湖南有色置业发展有限公司

评估单位：湖南中测湘源检测有限公司

二〇二二年八月



目 录

1 项目背景	1
1.1 项目由来	1
1.2 项目概况	2
2 评估依据	4
2.1 国家有关法律、法规及相关政策规定	4
2.2 地方有关法律、法规及政策要求	4
2.3 技术导则、指南与标准规范	5
2.4 相关技术资料	6
3 评估内容与方法	7
3.1 评估范围	7
3.2 效果评估内容与程序	7
4 地块概况	10
4.1 场地环境调查评估结论	10
4.2 修复目标及相关要求	18
4.3 修复方案	18
4.4 修复实施情况	33
4.5 环保措施落实情况	38
5 更新地块概念模型	43
5.1 资料回顾	43
5.2 现场踏勘	45
5.3 人员访谈	53
5.4 更新地块概念模型	53
6 现场采样与实验室检测	62
6.1 效果评估布点方案	62
6.2 样品采集	64
6.3 实验室检测	72
7 效果评估	74
7.1 检测结果分析	74
7.2 效果评估	77
8 结论与建议	79
8.1 效果评估结论	79
8.2 后期环境监管建议	79

附件:

附件 1: 营业执照

附件 2: 项目场调报告评审意见

附件 3: 项目风险评估备案表

附件 4：项目实施方案评审意见

附件 5：施工单位中标通知书

附件 6：环境监理方案寄衡阳市生态环境局快递单

附件 7：施工组织设计方案报审表

附件 8：建筑垃圾清运证明及台账

附件 9：施工期风险防范预案报审表

附件 10：施工期环境监测报告

附件 11：人员访谈记录表

附件 12：修复工程量测绘报告

附件 13：效果评估监测报告

附件 14：建设单位承诺书

附件 15：编制单位承诺书

附件 16：修复后土壤接收地变更批复

附件 17：土壤接收地接收证明

附件 18：危废转运合同

附件 19：兆丰渣土场同意作热脱附治理场地的意向书

附件 20：兆丰渣土场合同

附件 21：污染土壤开挖台账

附件 22：修复合格土壤外运台账

附件 23：污水处理站运行及药剂添加台账

附件 24：规划条件说明书

附件 25：含汞污泥转运联单

附图：

附图 1：项目地理位置图

附图 2：项目施工期平面布置图

附图 3：项目监测布点图

附图 4：污染场地地质图

附图 5：污染场地地下水流向图

附图 6：项目规划用地性质图

附图 7：兆丰渣土场范围图

1 项目背景

1.1 项目由来

衡阳水口山新材料有限公司成立于 2000 年，为水口山有色金属有限责任公司控股新材料分公司（以下简称“新材料分公司”），是专业生产碱性电池材料的高新技术企业。厂址位于湖南衡阳市高新技术产业开发区芙蓉路 13 号，现有土地面积为 27433.59m²，中心地理坐标为 E112.5607775°，N26.8909891°，北至芙蓉路，西至明月南街，南至风顺路，东接居民小区（山水华苑）。新材料分公司厂区于 2000 年开工建设，2001 年投产运营，主要产品为无汞锌粉 2500 吨/年、扣式电池锌粉 2000 吨/年、高纯锌锭 6000 吨/年。另外应市场需求，厂区于 2003 年至 2016 年间增设了一条含汞锌粉生产线，为无汞锌粉加汞混合制成含汞锌粉。该公司生产线最长运行 18 年，因公司经营需要于 2019 年 3 月关停。目前，该公司已注销。

新材料分公司厂区自建成至 2019 年关停时，平面布置基本无变化，始终主要包括两栋生产厂房。但周边环境变化较大，周边高层建构物随城市扩张逐渐增多。根据衡阳市自然资源和规划局规划条件通知书（衡资源规划函（条）[2021]69 号），新材料分公司地块初步规划用途为商业用地、二类居住用地、社会停车场用地和公园绿地。

新材料分公司生产利用锌、铅为原料，生产过程中的出尘灰属于危险废物，属于 2018 年 8 月 1 日起施行的《工矿用地土壤环境管理办法（试行）》（生态环境部令第 3 号）第三条所列土壤环境污染重点监管单位。根据 2018 年 8 月 31 日第十三届全国人大常委会第五次会议通过的《中华人民共和国土壤污染防治法》、《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知》（环办[2004]47 号）、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）、国务院印发的《土壤污染防治行动计划》（国发[2016]31 号）、环境保护部印发的《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环保部令[2016]第 42 号）等国家及地方有关法律法规、政策要求，对于拟开发利用的关停搬迁企业地块，地块使用权人应委托专业机构开展关停搬迁工业企业原址地块的土壤污染状况调查和土壤污染风险评估工作，未按有关规定开展土壤污染状况调查及风险评估的、未明确治理修复责任主体的，禁止进行土地流转。

在此背景下，2021 年 8 月，新材料分公司委托湖南葆华环保有限公司编制了《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染状况调查报告》，2021 年 10 月通过衡阳市生态环境局会同衡阳市自然资源和规划局在衡阳市组织召开的专家评审会；2021 年

9月，新材料分公司委托湖南葆华环保有限公司编制了《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司地块土壤污染风险评估报告》，2021年11月通过了湖南省生态环境事务中心组织的专家评审，并于2022年8月3日完成备案。根据场调报告及风评报告可知，新材料分公司地块土壤污染关注污染物为汞，根据土壤总致癌风险和非致癌危害的计算可知，新材料分公司地块内部分区域的汞非致癌危害超过可接受水平，根据《湖南省“十四五”生态环境保护规划》（2021年9月）和衡阳市自然资源和规划局出具的衡资源规划函（条）[2021]69号文件等政策文件，需在开发利用前进行场地污染土壤治理。同时，风评阶段明确了污染土壤治理建设单位为湖南有色置业发展有限公司（以下简称“有色置业公司”），责任主体为水口山有色金属有限责任公司新材料分公司。2021年12月，有色置业公司委托湖南葆华环保科技有限公司编制了《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目实施方案》，于2021年12月17日通过了衡阳市生态环境局在衡阳市组织召开的该项目技术审查会，并于2022年2月17日，取得衡阳市生态环境局出具的审查意见。2022年1月，经公开招投标程序，确定由湖南易净环保科技有限公司（牵头人）与顶鑫环保科技有限公司（联合体）中标该项目设计施工总承包，两家公司于2022年2月26日启动本项目污染场地治理工作，于2022年7月完工。

根据《中华人民共和国土壤污染防治法》、《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31号）、湖南省人民政府《湖南省土壤污染防治工作方案》（湘政发〔2017〕4号）、《湖南省土壤污染防治专项资金项目验收指南》和《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ25.5-2018）等文件要求，2022年2月，有色置业公司委托湖南中测湘源检测有限公司（以下简称“我公司”）承担水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目效果评估工作。我公司效果评估工作与环境监理、工程监理随项目施工同步开展，施工过程中对项目实施进行了修复后土壤堆体监测和修复后土壤接收地背景值等过程监测，修复工程完工后进行了基坑和二次污染区域等现场监测，项目收尾阶段组织相关工作人员进行访谈、收集资料。根据项目现场踏勘情况、监测资料、人员访谈记录以及相关技术资料，编制完成了《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目效果评估报告》。

1.2 项目概况

1.2.1 基本情况

（1）项目名称：水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目；

- (2) 建设地点：湖南衡阳市高新技术产业开发区芙蓉路 13 号；
- (3) 建设单位：湖南有色置业发展有限公司；
- (4) 设计及施工单位：湖南易净环保科技有限公司、顶鑫环保科技有限公司；
- (5) 工程监理单位：湖南有色诚信工程监理有限责任公司；
- (6) 环境监理单位：湖南葆华环保有限公司；
- (7) 效果评估单位：湖南中测湘源检测有限公司；
- (8) 施工工期：项目于 2022 年 2 月 26 日开工建设，于 2022 年 7 月 27 日竣工。

1.2.2 主要建设内容和规模

根据《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目实施方案》及其审查意见，项目主要包括：

(1) 负压密闭大棚建设工程：在水口山有色金属有限责任公司新材料分公司开挖区设置 2 座负压密闭大棚，面积约 7200m²，在雁峰区兆丰渣土场设置预处理负压大棚 1 座，面积约 1920m²，距开挖区直线距离约 5.5km，运输距离约 10km。3 座大棚面积合计约 9120m²；

(2) 污染土壤挖运工程：将约 9447m³ 受汞污染土壤分批清运至兆丰渣土场预处理负压大棚内预处理；预处理堆存区做好水泥地面硬化、围挡墙、截洪沟等措施。

(3) 热脱附处理工程：对污染土壤进行预处理后，采用热脱附设备对约 9447m³ 汞污染土壤进行处理，处理后的土壤暂存区采取地面防渗、截洪沟、防风、防雨、防扬散等防护措施。

(4) 废水处理工程：采用一体化设备对热脱附处理系统产生的废水和厂区清挖基坑等废水进行处理。

(5) 底泥处置工程：废水处理产生的含汞底泥拟转运至有危废处理资质的单位进行处置。

(6) 路基回填工程：将热脱附处理达标后的土壤回填作为衡永高速第二标段道路的路基填方；

(7) 辅助工程：拟在水口山有色金属有限责任公司新材料分公司新建泥结碎石道路 860m，排水沟 916m；在兆丰渣土场新建泥结碎石道路 286m，排水沟 327m。

2 评估依据

2.1 国家有关法律、法规及相关政策规定

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日起施行）；
- (2) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月 1 日实施）；
- (3) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 11 月 13 日实施）；
- (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 9 月 1 日起施行）；
- (5) 《中华人民共和国土地管理法》（2020 年 1 月 1 日起施行）；
- (6) 《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月 1 日起施行）；
- (7) 《土壤污染防治行动计划》（国务院 2016 年 5 月）；
- (8) 《关于加强土壤防治工作的意见》（环发〔2008〕48 号）；
- (9) 《关于印发近期土壤环境保护和综合治理工作安排的通知》（国办发〔2013〕7 号）；
- (10) 《建设项目环境保护管理条例》（国令第 682 号 2017 年 7 月修订）；
- (11) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4 号）；
- (12) 《建设项目环境保护设计规定》（国家计委、国务院环境保护委员会（87）国环字第 002 号）；
- (13) 《国务院办公厅转发环境保护部等部门关于加强重金属污染防治工作指导意见的通知》（国办发〔2009〕61 号）；
- (14) 《污染场地土壤环境管理暂行办法（征求意见稿）》（2009 年）；
- (15) 《关于加强土壤污染防治工作的意见》环境保护部（环发〔2008〕48 号）；
- (16) 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环境保护部令第 42 号）；
- (17) 《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）；
- (18) 《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发〔2016〕31 号）。

2.2 地方有关法律、法规及政策要求

- (1) 《关于加强重金属污染治理项目验收管理的通知》（原湖南省环境保护厅，2012 年 7 月 27 日）；
- (2) 湖南省环境保护厅关于印发《湖南省土壤污染防治专项资金项目验收指南（试行）》的通知（湘环函〔2018〕353 号）；

(3) 《湖南省土壤污染防治专项资金项目验收指南(试行)》(2018年10月23日)；

(4) 《湖南省涉重金属污染重点行业生产设施、污染防治设施、风险防范设施规范化建设要求(试行)》；

(5) 《湖南省涉重金属污染重点行业环境管理、环境风险管控制度规范(试行)》(2015年4月)。

2.3 技术导则、指南与标准规范

- (1) 《环境影响评价技术导则地表水环境》(HJ2.3-2018)；
- (2) 《环境影响评价技术导则地下水环境》(HJ610-2016)；
- (3) 《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2018)；
- (4) 《环境影响评价技术导则生态影响》(HJ19-2022)；
- (5) 《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2021)；
- (6) 《环境影响评价技术导则土壤环境》(HJ964-2018)；
- (7) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)；
- (8) 《污水综合排放标准》(GB8978-1996)；
- (9) 《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)；
- (10) 《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)；
- (11) 《土壤环境质量标准建设用地 土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)；
- (12) 《建设用地土壤修复技术导则》(HJ25.4-2019)；
- (13) 《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则(试行)》(HJ25.5-2018)；
- (14) 《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T91-2002)；
- (15) 《土壤环境监测技术规范》(HJ/T166-2004)；
- (16) 《地下水环境监测技术规范》(HJ164-2020)；
- (17) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》(国环规环评〔2017〕4号)；
- (18) 《建设项目环境保护设施竣工验收监测办法(试行)》(环发〔2000〕38号)；
- (19) 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南(试行)》(环境保护部公告2014年第78号)；
- (20) 《污染场地修复验收技术规范》(DB11/T783-2011)；
- (21) 《重金属污染场地土壤修复标准》(DB43-T-1125-2016)；
- (22) 《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)。

2.4 相关技术资料

(1) 《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染状况调查报告》(湖南葆华环保有限公司, 2021 年 10 月);

(2) 《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司地块土壤污染风险评估报告》(湖南葆华环保有限公司, 2022 年 8 月);

(3) 《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目实施方案》(湖南葆华环保科技有限公司, 2022 年 2 月);

(4) 《湖南有色置业发展有限公司衡阳项目土壤污染治理项目测量报告》(湖南省城乡建设勘测院有限公司, 2022 年 7 月);

(5) 《湖南有色置业发展有限公司衡阳项目土壤污染治理项目设计施工总承包施工图》(顶鑫环保科技有限公司, 2022 年 3 月);

(6) 《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目工程监理工作总结》(湖南有色诚信工程监理有限责任公司, 2022 年 8 月);

(7) 《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目环境工程监理工作总结》(湖南葆华环保科技有限公司, 2022 年 8 月);

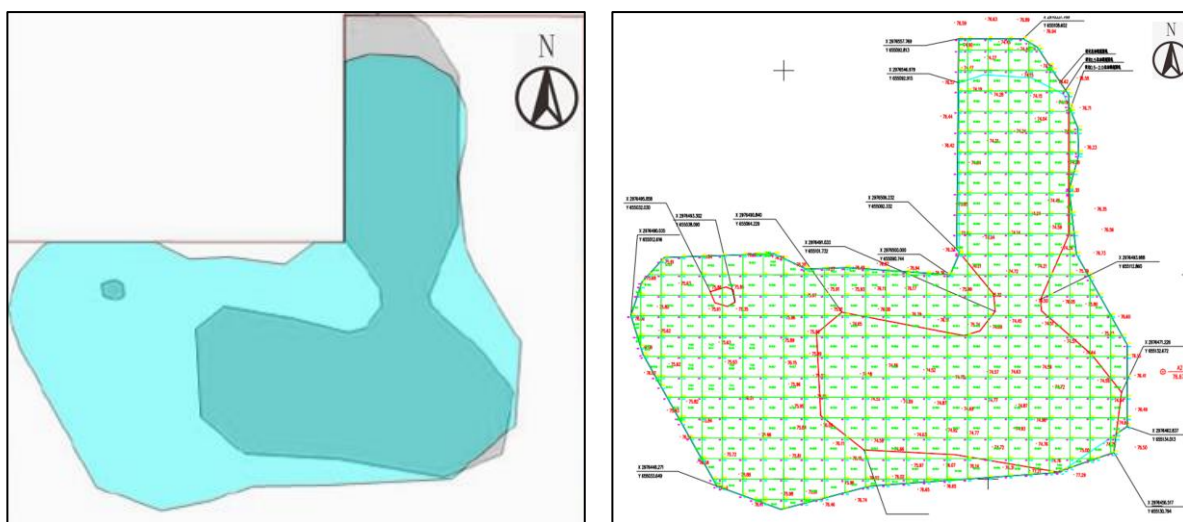
(8) 《湖南有色置业发展有限公司衡阳项目土壤污染治理项目设计施工总承包施工总结报告》(湖南易净环保科技有限公司, 2022 年 8 月);

(9) 施工过程各项台账及记录。

3 评估内容与方法

3.1 评估范围

本项目评估范围为《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目实施方案》确定的污染土壤治理区域，根据现场勘查的实际情况，本项目效果评估范围与实施方案治理范围基本保持一致，为污染场地修复面积 7588.8m²，具体范围见下图。



实施方案治理范围示意图（7584.45m²）

实际治理范围示意图（7588.8m²）

图 3.1-1 效果评估范围与实施方案治理范围对比图

3.2 效果评估内容与程序

3.2.1 评估工作程序

（1）文件审核与现场踏勘

将与项目有关的文件全部收集，通过审核前期文件备案情况，审查处理设施运行记录、施工记录、工程与环境监理记录、会议纪要、监测数据和各相关报告等，检查各相关技术资料与附件是否齐全完整，内容是否详实可靠。通过现场踏勘，核实治理对象、治理工程量及现场遗留污染。

（2）效果评估指标和标准的确定

依据《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司地块土壤污染风险评估报告》、《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目实施方案》等内容，确定项目效果评估指标和标准。

（3）采样布点方案的制定

依据《建设项目竣工环境保护验收技术指南污染影响类》和《污染地块风险管控与土

壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018）等文件，制定治理工程效果评估采样布点方案。

采样布点方案应包括采样介质、采样区域、采样点位、采样深度、采样数量、检测项目等内容，并根据目标污染物、治理目标值的不同情况进行调整。

（4）现场采样与实验室检测分析

严格依据国家的相关监测技术规范进行现场采样与实验室检测分析工作，效果评估项目检测方法的检测限应低于修复目标值。实验室检测报告内容应包括检测条件、检测仪器、检测方法、检测结果、检测限、质量控制结果等。

（5）治理效果评估

通过文件审核与现场勘察核查实际工程的工程对象、修复数量是否符合实施方案及审查意见文件要求；分析检测数据，对治理修复效果进行评估，判断是否符合管控目标值要求，是否满足实施方案要求。

3.2.2 评估工作程序

参照《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ25.5-2018）及项目实际实施情况，本项目治理工程效果评估工作程序包括文件收集与现场勘查、确定评估对象和标准、采样布点方案制定、现场采样与实验室检测、修复效果评价、效果评估报告编制六个步骤，工作程序流程见图 3.2-1。

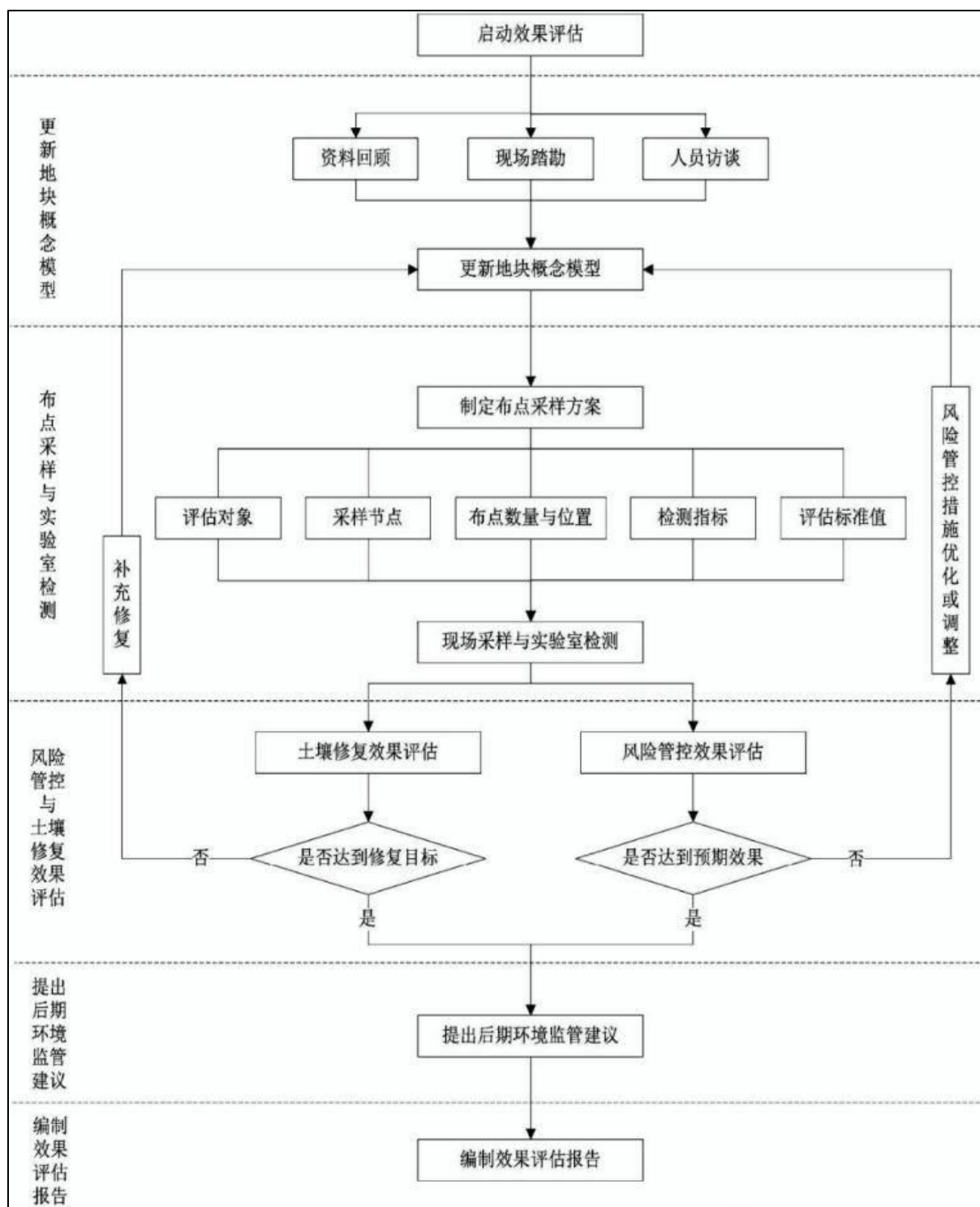


图 3.2-1 效果评估程序流程图

4 地块概况

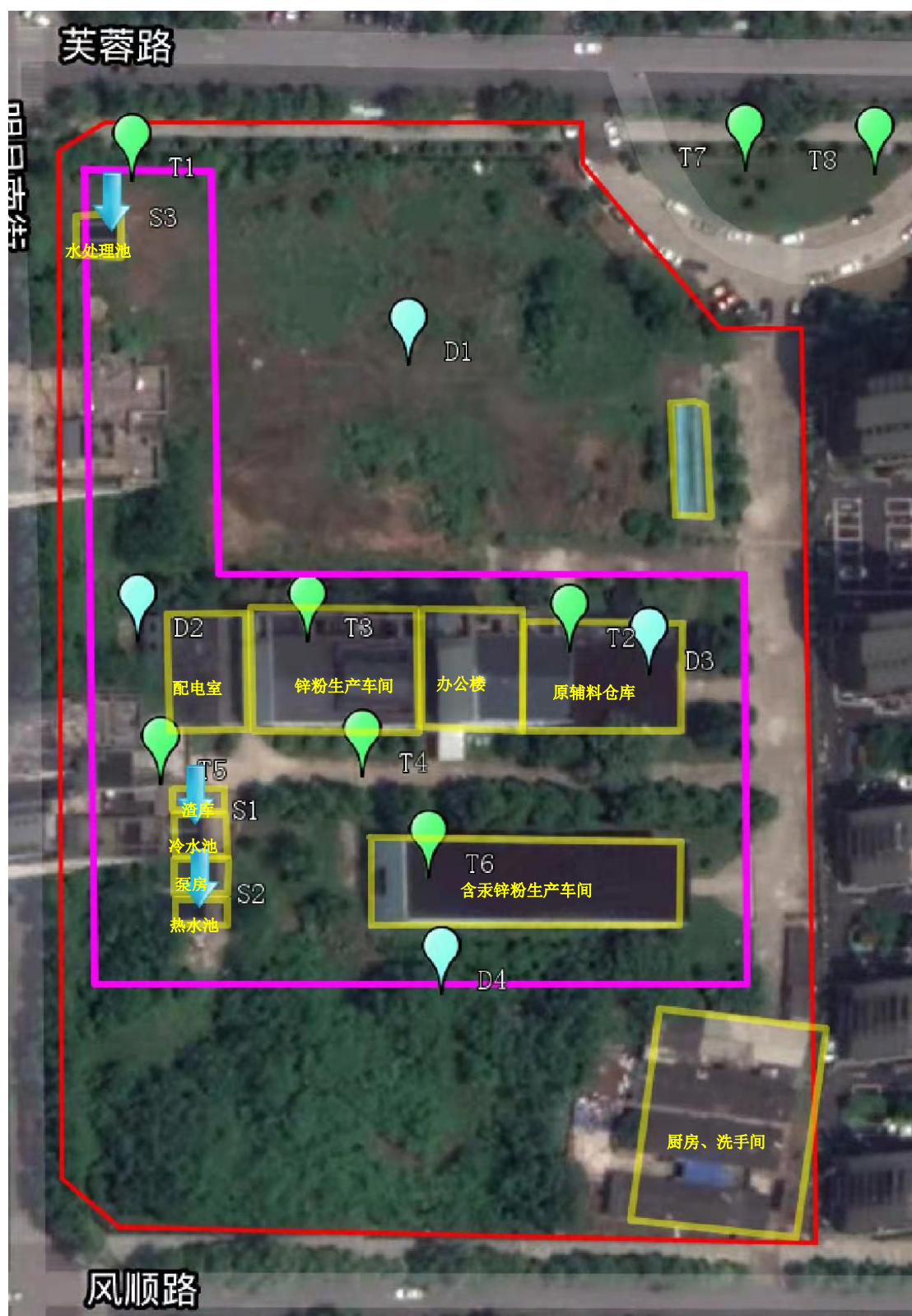
4.1 场地环境调查评估结论

4.1.1 土壤调查结论

根据《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染状况调查报告》，湖南葆华环保有限公司对地块进行了初步调查和进一步详细调查。

1、初步调查方案

初步调查阶段根据厂房、排水沟渠走向及污水池区域的位置，确定疑似污染区域（调查范围总面积约 27433.59m²，疑似污染区域约 11000m²），共设置土壤点位 6 个（T1~T6），另在厂区东北方向 20m、40m 分别布设 2 个对照点（T7、T8）。初步调查采样监测点位分布见图 4.1-1。



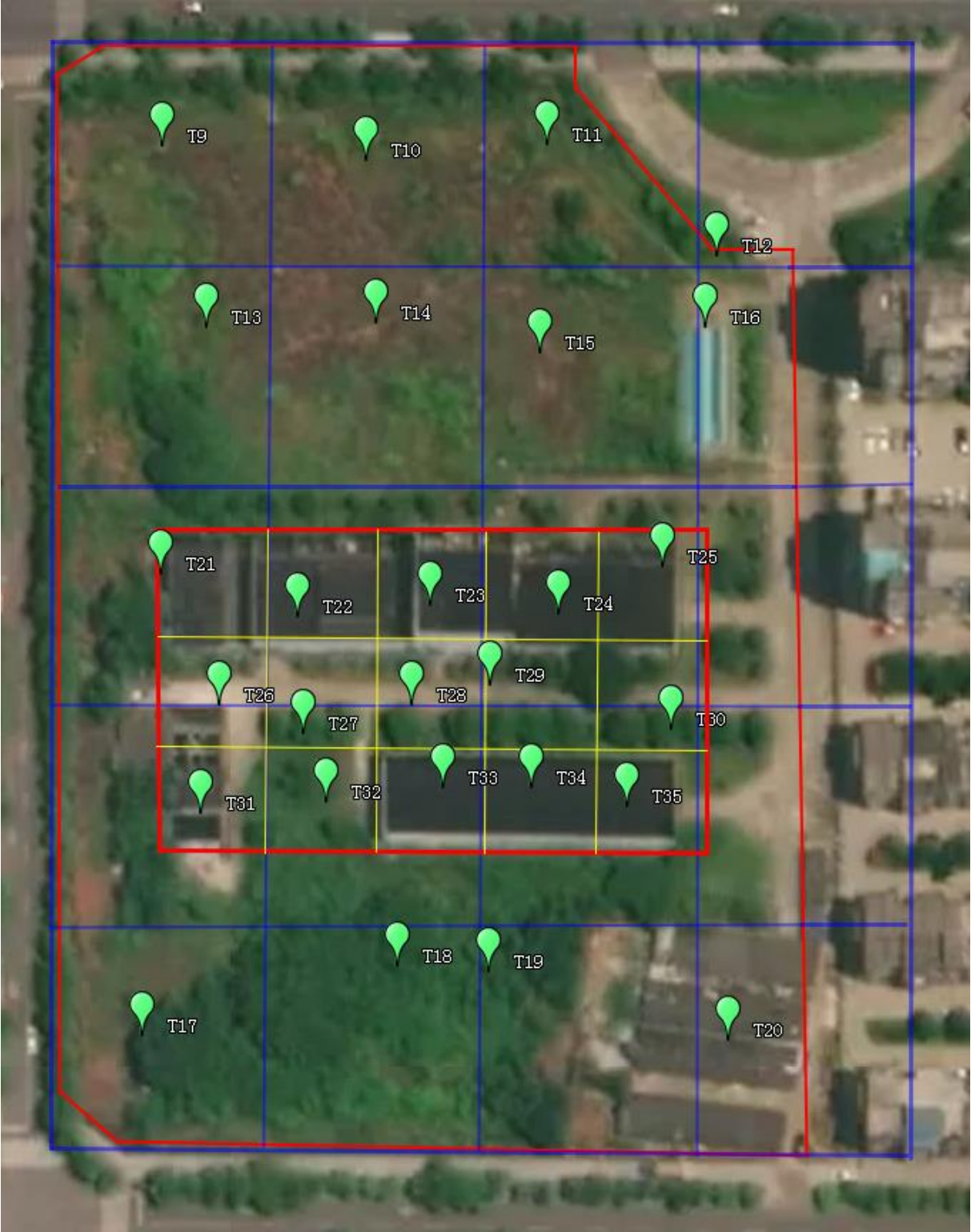
图例： 厂界范围 重点关注区域 各工作单元边界

图 4.1-1 新材料分公司初步调查采样监测点位图

2、详细调查

根据第一阶段调查情况结合初步调查结果，将调查区域分为重点区域和其他区域，

厂房区域为重点区域，且存在污染的可能，因此详细调查对重点区域进行加密布点监测，按照 20m×20m 的网格布点，布设 15 个点；其他区域按照 40m×40m 的网格布点，布设 12 个点，以确定地块内各污染物种类、污染区域面积以及污染土壤深度。



图例：□ 40*40m 网格 □ 厂界范围 □ 20*20m 网格
图 4.1-2 新材料分公司详细调查土壤监测布点图

3、场地调查结果

两次调查共采集土壤样品 105 个、地下水样品 4 个、残液样品 9 个，根据《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染状况调查报告》中检测结果：

（1）总体超标情况

该地块土壤存在污染，主要污染因子为汞和锌，土壤中汞超过筛选值的点位均位于地块二（未来规划为二类居住用地）内，土壤中锌超过筛选值监测点位于地块一（未来规划为商业用地）内。汞最高超过《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准试行》（GB36600-2018）土壤筛选值 8.21 倍，锌最高超过重庆市《场地土壤环境风险评估筛选值》（DB50/T723-2016）土壤筛选值 11.3 倍。场地调查土壤超标点位情况统计见表 4.1-1。

表 4.1-1 场地调查土壤超标情况统计表

监测项目	点位名称	采样深度	浓度 (mg/kg)	标准限值		超筛选 值倍数	标准来源
				筛选 值	管制 值		
汞	T2	0~0.5m	42.5	8	33	4.31	《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准试行》 (GB36600-2018)
		0.5~2m	29.5	8	33	2.69	
	T4	0~0.5m	14.6	8	33	0.82	
	T5	0~0.5m	13.9	8	33	0.74	
		0.5~2m	8.62	8	33	0.08	
	T6	0~0.5m	73.7	8	33	8.21	
		0.5~2m	29.2	8	33	2.65	
	T24	0~0.5m	13.8	8	33	0.73	
		0.5~2m	23.8	8	33	1.98	
	T26	0~0.5m	24.4	8	33	2.05	
		0.5~2m	9.27	8	33	0.16	
	T27	0~0.5m	13.2	8	33	0.65	
	T28	0~0.5m	12.8	8	33	0.6	
	T29	0~0.5m	12.2	8	33	0.53	
	T30	0~0.5m	10.0	8	33	0.25	
	T31	0~0.5m	10.3	8	33	0.29	
	T32	0~0.5m	48.2	8	33	5.02	
		0.5~2m	8.62	8	33	0.08	
	T33	0~0.5m	21.3	8	33	0.66	
		0.5~2m	18.2	8	33	1.28	
	T34	0~0.5m	29.3	8	33	2.66	
		0.5~2m	10.2	8	33	0.28	
	T35	0~0.5m	16.5	8	33	1.06	
		0.5~2m	20.4	8	33	1.55	
锌	T23	0~0.5m	24600	2000	/	11.3	重庆市地方标准

将所有土壤样品进行统计分析得出，103 个土壤样品中汞有 15 个监测点位超过筛

选值，超筛选值样品数 24 个，超标率 23.3%，最大超标倍数 8.21 倍，污染深度 2m；锌超筛选值点位 1 个，样品数 2 个，超标率 1.94%，最大超标倍数 11.3 倍，深度 0.5m。

（2）不同深度土壤污染分布特征

为更清晰的反应汞在不同深度的污染情况，按深度对土壤中汞浓度进行统计分析，结果见表 4.1-2。

表 4.1-2 不同深度超标指标统计

深度	统计量	汞	锌
0~0.5m	最大值	73.7	24600
	平均值	10.9	939.2
	超标率	45.5%	3%
0.5~2m	最大值	29.5	272
	平均值	7.2	379.8
	超标率	37.5%	0
2m~4m	最大值	6.4	1980
	平均值	1.1	221.5
	超标率	0	0
4m~6m	最大值	3.41	1300
	平均值	0.5	184.9
	超标率	0	0

4、补充监测

根据《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司地块土壤污染风险评估报告》，由于场地调查中仅 T23 单个点位的表层土样中锌出现超标情况，为排除偶然性及采样时可能出现的不规范操作导致的异常数据，核实场地调查中 T23 点位周边土壤锌实际含量情况，风险评估单位于 2021 年 11 月 25 日委托湖南中测湘源检测公司在原 T23 点位北、南方向各 1m 处共设两个土壤检测点位，采样时对车间内硬化地面上残渣进行了清理，检测土壤中锌、汞含量，具体补充检测点位及检测内容见表 4.1-3。

表 4.1-3 风评补充调查土壤采样点及监测内容一览表

检测类别	检测点位		检测项目
土壤	T36（原 T23 点位北面 1m 处 E112.566167，N26.887476）	0~0.5m	汞、锌
		0.5~2m	
		2~4m	
		4~6m	
	T37（原 T23 点位南面 1m 处 E112.566171，N26.887423）	0~0.5m	
		0.5~2m	
		2~4m	
		4~6m	



图 4.1-3 风评补充监测点位设置图

检测结果表明补充采样点位 T36 和 T37 土壤检测结果中锌、汞含量均未超过相应的土壤筛选值。

5、超标原因

新材料分公司在 2003 年~2016 年期间存在含汞锌粉的生产，在生产过程中，存在汞液的“跑冒滴漏”现象，汞在常温下以液态存在，汞液在常温下即可蒸发出汞蒸气，汞蒸气通过车间无组织排放散逸至车间旁，后沉降在厂区土壤中，通过雨水淋溶渗透污染更深层土壤，造成土壤污染。根据原有生产情况，汞污染主要集中在含汞锌粉加工车间和原辅料仓库，无汞锌粉生产厂房周边汞污染情况较轻，与场调土壤检测结果相符合。

场地调查中新材料分公司地块土壤锌含量最高值为 24600mg/kg，超过河北省《建设用地土壤污染风险筛选值》（DB13/T5216-2020）筛选值 1.46 倍，超过重庆市《场地土壤环境风险评估筛选值》（DB50/T723-2016）土壤筛选值 11.3 倍，对照点未超过筛选值。本次场地调查中仅 1 个样品（T23）超过参照河北省地标的筛选值要求，且为浅层土样（0~0.5m），T23 土壤监测点位为原锌粉生产车间中频炉所在位置，中频炉在熔炼过程中为去除杂质，需进行造渣环节，并通过人工扒渣的方式出渣，出渣为锌浮渣，锌含量较高。经现场调查发现，T23 土壤监测点位所在位置地面有少量锌渣残留，在场地调查中土壤采样破孔时，采样人员可能未完全清除地面残留的锌渣，导致锌渣混入土壤样品，形成二次污染，造成采样土样中锌含量超标。

经过风险评估补充监测结果可知，原 T23 点位北、南面各 1m 处设置的 T36、T37 点位土壤中锌均未超过筛选值，原 T23 点位表层土样锌超筛选值可能为采样时未清理地表锌渣所致，导致采样土样被污染，因此风险评估将原场调中 T23 点位监测数据作为异常数据处理，不作为地块土壤锌超筛选值依据。

4.1.2 地下水调查结论

根据《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染状况调查报告》，在场地内布设 4 个地下水监测点，地下水径流的上、下游各布设 2 个采样点位（D1~D4），见图 4.1-1，根据检测结果，地下水各检测因子除氨氮超过地下水《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类水质标准外，其他因子均满足地下水《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类水质标准。

4.1.3 残液调查结论

在初期雨水收集池、循环水池、沉淀池分别布设一个残液采样点（S1~S3），并分别采集废水残液。监测结果表明冷却循环热水池残液中 pH 超过《污水综合排放标准》（GB8978-1996）III 级标准，残液需处理达标后外排。

4.1.4 场地利用规划

根据衡阳市自然资源和规划局出具的衡资源规划函（条）[2021]69 号文件，详见附件 3。新材料分公司红线范围地块后续使用中分为三部分，其中地块一 0.43 公顷，规划为商业用地；地块二 1.81 公顷，规划为二类居住用地；地块三约 0.5 公顷，规划为社会停车场用地和公园绿地。项目地块边界、效果评估范围与规划范围叠加图详见图 4.1-4。

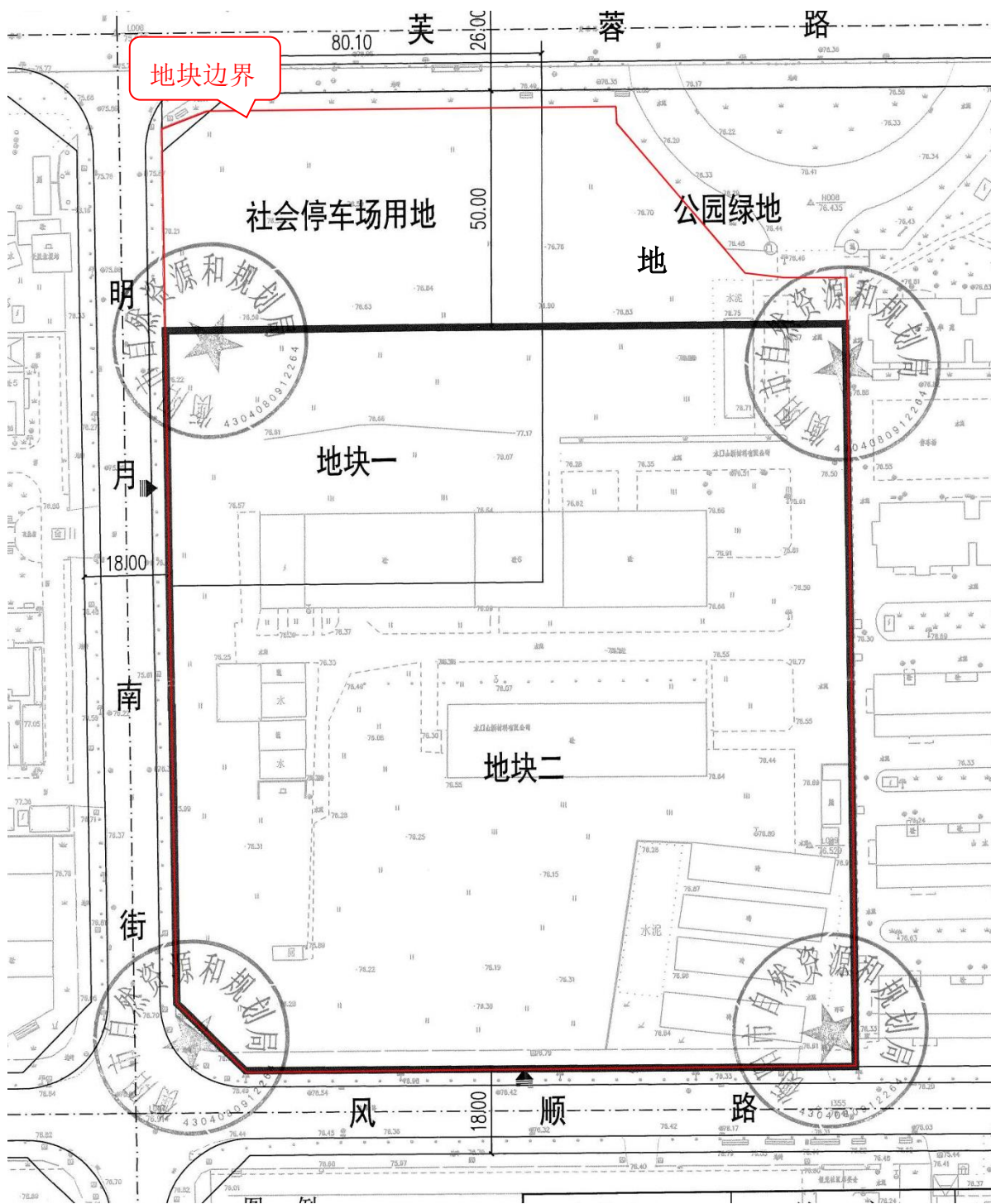


图 4.1-4 场地红线与规划范围层叠图

4.2 修复目标及相关要求

本次土壤修复范围为水口山有色金属有限责任公司新材料分公司污染场地范围，土壤修复的总体目标是使场地内的受污染土壤得到有效修复，减少对周边环境的影响，使土壤环境质量得到有效改善。

1、修复总量标准

根据《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司地块土壤污染风险评估报告》及备案表确定的土壤风险控制值为修复目标，具体见下表：

表 4.2-1 修复总量标准值

污染物	土壤风险控制值（mg/kg）
汞	8

2、修复效果评估标准

根据衡阳市生态环境局关于《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目实施方案》的审查意见，现场清挖基坑侧壁和底面土壤中汞的浓度达到第一类建设用地土壤污染风险筛选值浓度 $\leq 8\text{mg/kg}$ 。

4.3 修复方案

根据《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目实施方案》，水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目治理方案为：异位热脱附处理达标后作为衡永高速第二标段道路的路基填方（路基填方地点在实际施工过程中进行了变更，详见章节 4.4.2）。

4.3.1 大棚工程

4.3.1.1 大棚设计

本项目密闭大棚包括污染土壤开挖区密闭大棚和预处理大棚。项目场地较平整，进出交通运输便利，水电接入条件便利，且位于厂区内部，利于治理区域内的土壤运输。

（1）污染土壤开挖区密闭大棚：主要用于土壤开挖过程中防止汞挥发至大气环境中，大棚共 2 座，占地面积分别为 $150\times 36\text{m}$ 、 $50\times 36\text{m}$ ，顶部为彩钢板，四周 PVC 薄膜，钢结构。

（2）预处理大棚。主要用于污染土壤的筛分预处理，大棚共 1 座，占地面积为 $60\times 32\text{m}$ ，顶部为彩钢板，四周 PVC 薄膜，钢结构。地面夯实后采用 C25 水泥硬化地面，厚 200mm。

(3) 处置大棚配置：主要包括膜结构屋面系统、门系统、照明系统、气体收集系统、尾气处理系统等。

(4) 排水沟建设

为了防止雨水冲刷治理后的场地，本方案拟在水口山有色金属有限责任公司新材料分公司负压大棚四周修建排水沟 916m，导排场地雨水。为保证排水顺畅，纵坡不小于 0.3%，局部陡坡段采用台阶消能。排水沟尺寸为沟深 0.4m、宽 0.4m，砖砌结构，20mm 厚 M7.5 水泥砂浆抹面，C15 细石混凝土垫层。填土地基需分层夯实，压实度应达到 0.93 以上。

4.3.1.2 大棚尾气收集装置建设

为保证大棚负压的存在，整个系统中建议存在一个稳压排风系统，即稳定室内外压差在一数值之内。稳压排风系统的最大抽风量可按照总强制排风的 10%-20%左右设计，采用压力传感控制电机频率来控制室内负压。

大棚的通风系统直接外接尾气处理系统，尾气处理系统采用除尘对污染物进行吸附，确保排放空气达标。通风管路主要设备及参数见下表。

表 4.3-1 风管路及尾气处理系统主要设备

序号	名称	数量	单位	规格型号	功能或作用	备注
1	风管	40	m	Φ250mm	收集车间内排出的气体	通风管路，镀锌板材料
		120	m	Φ200mm		
		320	m	Φ150mm		
2	风口	24	个	单个 2500m³/h	除去尾气中的粉尘	
3	除尘器	2	套	单套 3.0 万 m³/h	除去尾气中的粉尘	/
4	风机	2	台	型号 Y5-48 12.5C，单台风量 3.0 万 m³/h，转速 1120r/min	车间负压条件下的通风操作	声压级约 70dB
5	烟囱	2	座	高度 8m	达标后空气排放	带防雨帽和避雷设备
6	吸收池	2	座	5×5×2.5	吸收池尾气吸收	/

4.3.1.3 大棚尾气处理

污染土壤开挖区密闭大棚中挥发出的尾气，经集气罩风机抽出后经布袋除尘器、喷淋洗涤过滤，由专用排气管道排放。



图 4.3-1 大棚尾气处理工艺流程

尾气处理系统在土壤开挖和预处理过程中，均应保持运行状态，以及处理车

间内废气。

大棚尾气经上述处理系统处理后，达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）最高允许排放浓度要求后排入大气。

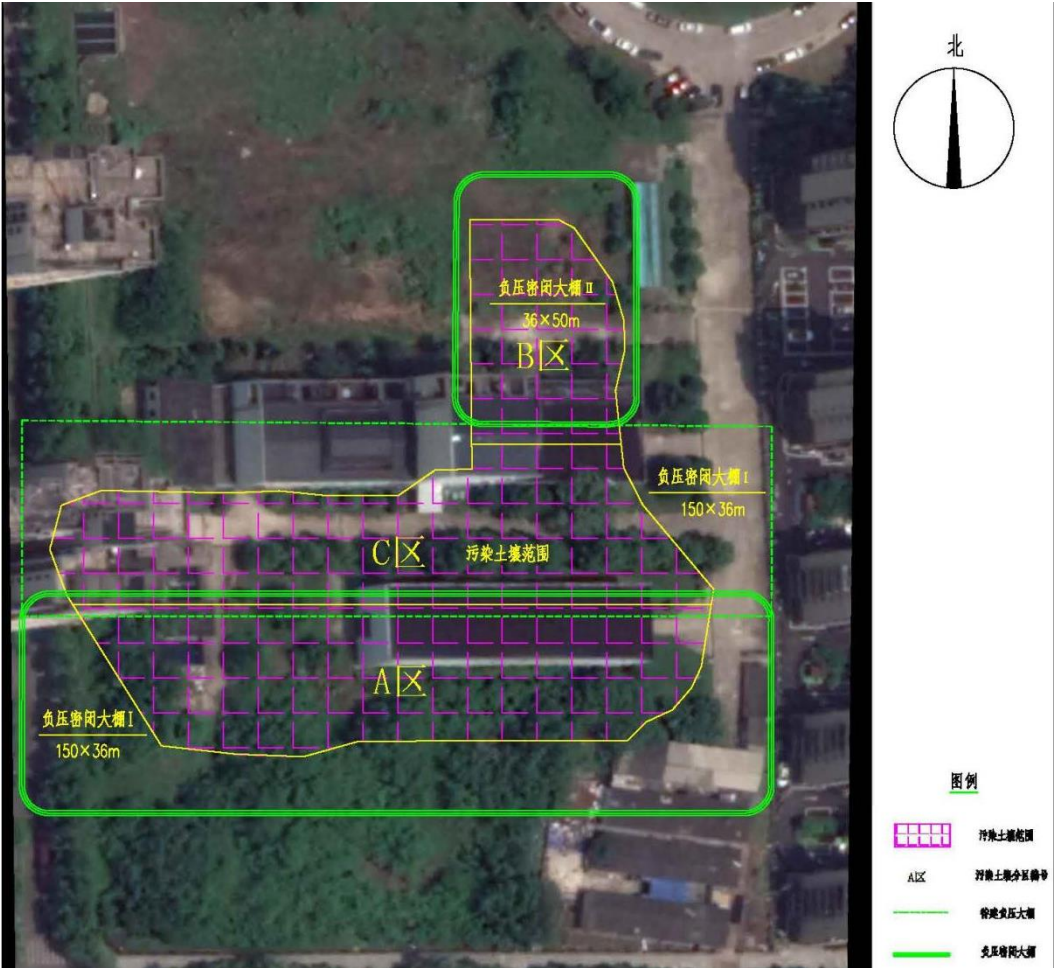




图 4.3-3 预处理负压密闭大棚建设位置示意图

4.3.2 污染土壤挖运工程

4.3.2.1 土壤开挖前准备工作

(1) 本项目开挖基坑周边开阔，无重要建构筑物 and 管线，基坑周边无高速公路、铁路等特殊路段，无需特殊保护。基坑西侧和东侧有居民房且距离基坑最近距离达 200m，基坑南侧 140m 为金诚汽车检测有限公司，基坑北侧 200m 为衡阳市食品药品监督管理局，距离最近的地表水系位于西北侧 2km 开外。

(2) 组织施工技术人员制定土方开挖顺序、运输线路和堆放场地，开挖和清运过程中明确污染物种类和浓度，明确土壤的暂存场。

(3) 合理选用挖土机械，组织劳动力进场。

(4) 做好定位放线及标高引入工作，场区内的控制网点已设立，且不受土方开挖的影响。

(5) 做好施工道路平整和场内、场外的排水工作，为运土机械的顺利通行提供条件。

(6) 现场工程定位放线工作完成，场区内的控制网点已设立，且不受土方开挖的影响。

(7) 配备足够的照明和排水设备，为基坑开挖提供方便。

(8) 施工过程加强监测，主要检测内容：地表沉降、地下管线沉降、维护结构水平位移、管线沉降等。

(9) 在正式开挖前，应由施工方对可能发生的情况进行预估和对策分析，制定详细、可行的施工应急措施和方案。

4.3.2.2 土壤开挖

(1) 土壤开挖方式

本项目开挖最深处为 2m，且基坑面积较小，可适当考虑本项目部分土壤开挖采用放坡开挖，放坡坡比为 1: 2，具体可视现场土质情况而定。

(2) 土壤开挖工序说明

本项目方案将厂区污染土壤划分为 A、B、C 三个区域，以便于负压密闭大棚的摆放。污染土壤开挖工期共计 60 天。

1) 将租赁的尺寸为 150×36m 和 36×50 负压密闭大棚分别安装搭建在图中 A 区和 B 区污染土壤区域，并形成负压，工期约 10 天；

2) 对 A 区和 B 区污染土壤进行清挖、转运，工期约 20 天；

3) 将 A 区和 B 区负压密闭大棚进行拆解，B 区负压密闭大棚回收交给大棚生产厂家，将拆解后的 A 区负压密闭大棚安装搭建在图中 C 区污染土壤区域，并形成负压，工期约 20 天；

4) 对 C 区污染土壤进行清挖、转运，工期约 10 天。具体厂区污染土壤开挖平面布置如下图所示：



图 4.3-4 土壤开挖平面布置图

表 4.3-2 污染土壤开挖明细表

分区编号	分区平面面积 (m ²)	污染土壤方量 (m ³)	开挖工期 (天)
A 区	3211.45	3982.20	14
B 区	1266.00	1585.03	6
C 区	3107.00	3880.64	10
总计	7584.45	9447.87	30

4.3.2.3 土壤转运

根据热脱附的日处理规模，本工程租赁挖掘机及密闭式自卸车用于污染土壤开挖、清运。

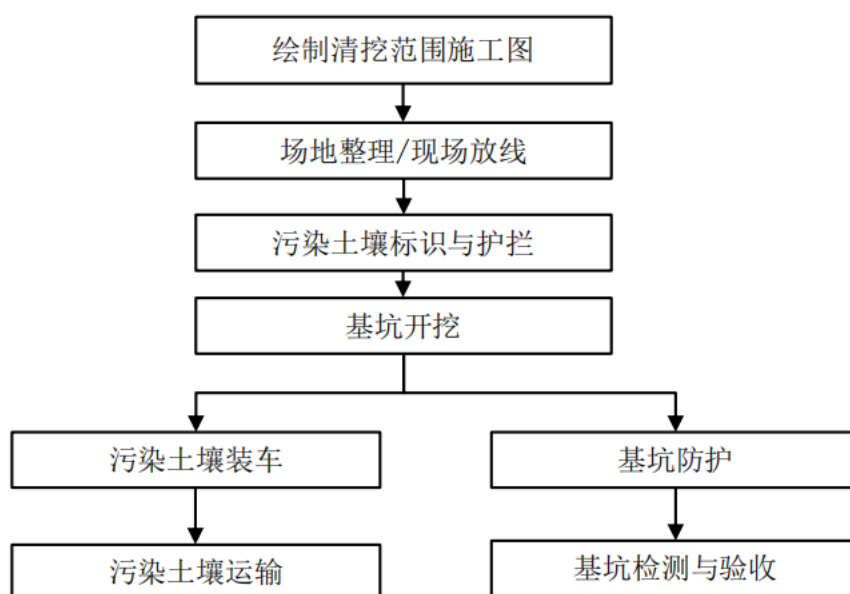


图 4.3-5 土壤挖运流程图

(1) 场外运输线路

污染土壤场外运输以避开交通拥堵路线和人口密集区为原则，减少扰民和外界影响为目的。场外运输道路应向市政府有关部门申报，并获得审批。在场外运输车辆按照批准的路线运输行进。在到达兆丰渣土场后，经过检查、称重、卸货后贮存。

9447.87m³ 汞污染物超标的土壤场外运输行驶路线如下：

项目所在地→长丰大道→衡州大道→蔡伦大道→南二环→兆丰渣土场。

兆丰渣土场位于衡阳市雁峰区岳屏镇前进村八组彭工塘，中心位置为 N26°50'45.50"，E112°34'58.25"，面积约 15 亩，现场照片如下所示。水口山有色金属有限责任公司新材料分公司所在地与兆丰渣土场运输距离约 10km。运输路线图如下所示：



图 4.3-6 兆丰渣土场建设前现场照片

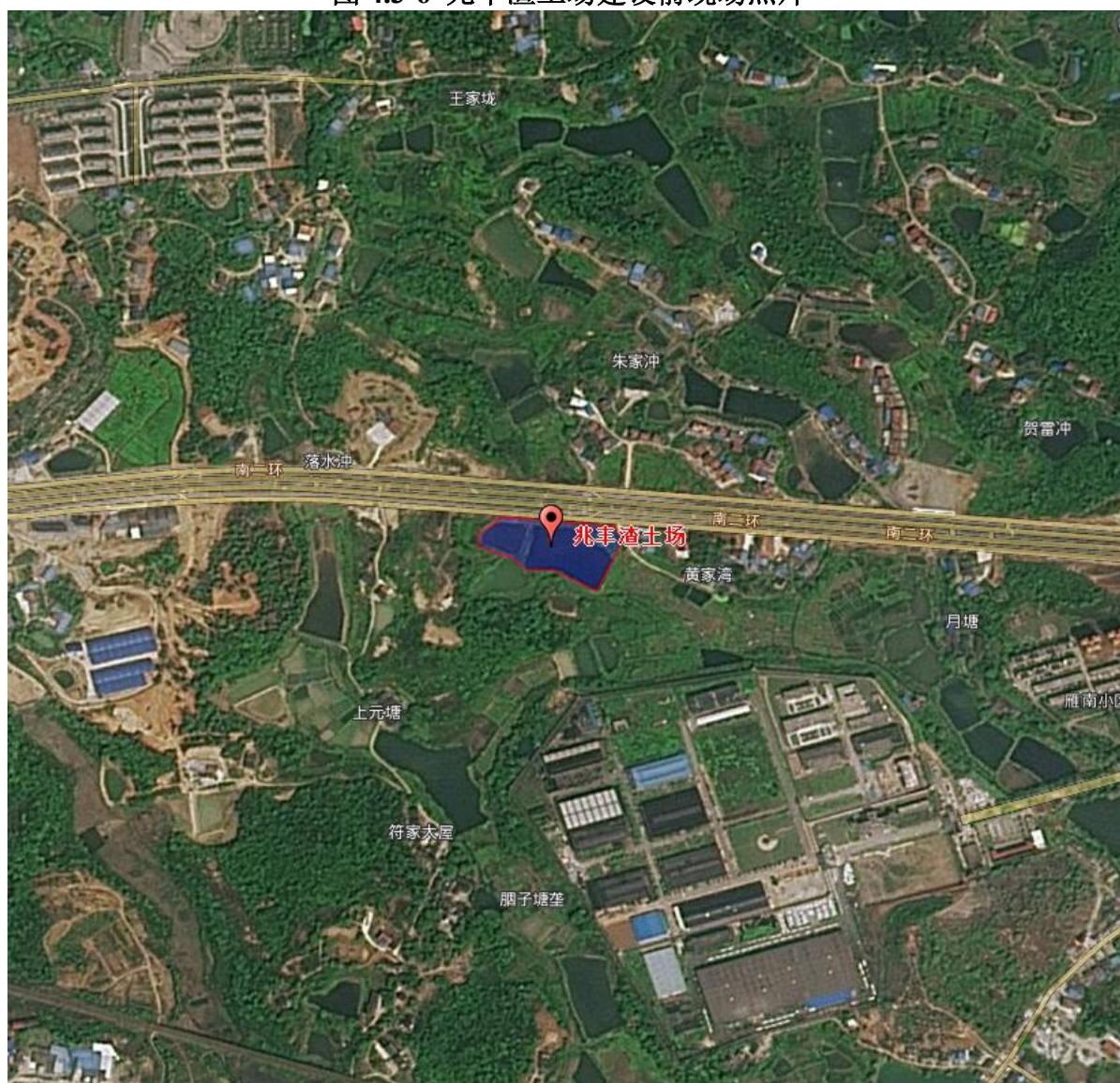


图 4.3-7 兆丰渣土场位置图



图 4.3-8 汞污染土壤运输路线图

(2) 修复场地内运输线路

兆丰渣土场内运输路线由预处理车间→热脱附设备处理→处理后土壤暂存区。堆积在指定区域，且堆积方向为从外往里（大门往里），可满足同时进行物料的转运和预处理工作。

在进行污染土壤的厂内输送时，应采取必要的措施防止扬尘、溢出和泄漏。污染土壤采用封闭型环保运输车运送。运输车辆应定期进行清洗。

4.3.3 热脱附处理工程

4.3.3.1 工艺流程

(1) 技术原理

将污染土壤由新材料分公司开挖区输送至修复区兆丰渣土场热脱附设备，采用加热的方式提高土壤温度，使土壤中的汞污染物脱附出来，挥发出的污染组分随烟气经过采用二级旋风除尘、冷却、脉冲布袋除尘、二级喷淋洗涤塔等单元处理后，烟气达标排放到环境中。大部分汞污染物被脱除，小部分污染物被喷淋液吸收或被冷凝形成液体，喷淋形成的液体抽至污水处理设备进行处理。

该项技术对于重、中、轻度土壤能取得良好的作用效果，处理效率高、处置成本适中。

(2) 工艺流程

1) 预处理

振动筛、破碎装置及输送皮带置于预处理大棚内，防止汞和产生的粉尘对周围环境和居民产生危害。预处理是对开挖出的汞污染土壤进行筛分除去建筑垃圾以及铁块等大块物件，对大块土块、石块、建筑材料进行破碎机破碎，对含水率进行控制并对其中汞进行初步化学氧化挥发。轻度污染土壤预处理后进行分批采样送检，若检测达到治理目标值，则不再进行热脱附处理。重度污染土壤预处理后直接进行热脱附处理。

由于热脱附对土壤的粒径、含水率含量有严格要求，大颗粒杂物如混凝土块、石块、砖块等会影响土壤中污染物的热解效率，可能会对设备造成损害，含水率较高会影响设备效率及能耗。因此，需对清挖出的污染土壤和进行预处理，主要是进行筛分、破碎、降低含水率、初步化学氧化挥发等。预处理施工方法如下。

①筛分破碎

经清挖转运至预处理大棚的污染土壤，采用挖掘机上料，进入振动筛筛分，当粒径达到要求时，可进入下一步处理系统。粒径不合格的颗粒，经过输送皮带进入破碎机破碎后，再用振动筛筛分。

筛分处理：通过振荡筛去除大块异物，确保粒径规格<2cm；

破碎处理：未通过振荡筛的土块、石块，会同污染的建筑材料可以通过破碎机进行破碎，再行筛分。

②调节含水率

筛分破碎达到要求后，加入生石灰、土壤搅拌翻抛等调节含水率 $\leq 20\%$ 。当含水率达

到要求时，通过输送皮带进入热脱附滚筒进行处理。

加入生石灰：采用生石灰对污染土壤进行脱水干燥处理。生石灰在与土壤搅拌时，放出大量热，有利于汞的挥发和土壤干燥，挥发后气体抽气通过尾气处置装置处理；生石灰同时还可以提升土壤 pH，更有效地降解土壤中的汞。

土壤搅拌翻抛：将筛分破碎后的污染土壤分区摊铺在预处理大棚内，将生石灰按照投加比平均摊铺在土堆上，经过筛分破碎铲斗进行充分的混合。使用土壤翻抛机每天进行翻抛曝气作业，降低土壤含水率。

③标准预处理物料

标准预处理物料如下：

含水率： $\leq 20\%$ ；

粒径： $< 2\text{cm}$ ；

无石块，金属，木头，布条，塑料，放射性材料，生物危害性废物如医疗废物等；pH 为 6-9，不含 600°C 以下可分解产生腐蚀性废气如氯、氟的物料。

④预处理周期

本项目土壤含水率平均值为 $20\% \sim 30\%$ ，略微高于热脱附的 20% 土壤含水率要求。受天气影响，土壤的含水率差别可能较大，土壤预处理时间为 1-7 天。

⑤预处理车间堆存要求

a 水泥地面硬化

预处理车间底部需地面夯实后采用 C25 水泥硬化地面，厚 200mm 。预处理车间位于渣土场西侧，面积为 1920m^2 ，详见污染土壤治理场地平面布置图。

b 围挡施工

为保证预处理过程中污染土壤不对外界造成影响，需要对预处理车间区域建设围挡。

本工程计划围挡设计高度为 200cm ，根据现场测量尺寸，围挡区域全长约 184m ，采用蓝色轻质夹心彩钢板，彩钢厚度为 0.3mm ，围挡顶部及底部分别设置 10cm 高的钢槽压顶和钢槽托底，每隔 3.0m 设一个锚固于地面的钢立柱，立柱基础采用明挖基坑无支护形式。

c 排水沟建设

在预处理四周修建排水沟 187m ，导排场地雨水。为保证排水顺畅，纵坡不小于 0.3% ，局部陡坡段采用台阶消能。排水沟尺寸为沟深 0.4m 、宽 0.4m ，砖砌结构， 20mm 厚 M7.5

水泥砂浆抹面，C15 细石混凝土垫层。填土地基需分层夯实，压实度应达到 0.93 以上。

2) 热脱附

通过密闭输送带进入土壤料仓，在振动电机和土壤输送装置的输送下进入逆向热脱附滚筒，天然气燃烧产生的热量用来加热空气，热空气进入逆向热脱附滚筒，土壤热脱附温度控制在 315-540℃，热空气与土壤逆向接触，使得热空气与污染土壤充分混合，通过直接逆向式热交换将污染土壤及其所含的汞污染物加热到足够的温度，汞污染物从土壤中得以挥发出来，高温烟气在引风机作用下进入后续尾气处理系统。具体工艺需厂家提供二次设计。

本项目热脱附设备使用能源主要是天然气，设计项目天然气供应采用液化天然气槽车+气化撬方案，液化天然气槽车上槽罐长约 13m，罐体容积 52m³，可提供天然气气体 25000~27000m³，气化撬长约 12m，每小时可供气 1000m³。

3) 热脱附尾气处理工艺

热脱附尾气处置工艺确定为：二级旋风除尘+多级冷却+脉冲布袋除尘+二级喷淋洗涤塔。

①二级旋风除尘

热脱附高温烟气通过二级旋风除尘器过滤。

旋风除尘器属于机械除尘器，旋风除尘器是由进气管、排气管、圆筒体、圆锥体和灰斗组成。

②多级冷却

进入旋风除尘器后的高温尾气进入多级冷却器，冷却其中的大部分水蒸气，使烟气温度下降到 180℃以下，同时去除部分粉尘。

③脉冲布袋除尘

烟气经过管道进入脉冲布袋除尘器内部，除尘器采用底部进风的方式，使得空气在内部有个沉降的过程，粉尘在摩擦力和重力的作用下，可沉降大部分粒径才在 10μm 以上的粉尘。之后含有细颗粒的含尘废气进入脉冲布袋式除尘器内，在除尘器内部均流板的作用下，使得含尘空气均匀通过布袋，在内部布袋的过滤下，0.1μm 以上的粉尘颗粒会有 99.99%以上会被布袋过滤粘附，随着越来越多的粉尘被粘附在布袋表面后，会凝聚形成“灰饼”和“灰块”，此时导入 0.4-0.6Mpa 的压缩空气由导气管高速吹入布袋内，并引发二次气流冲击布袋，使得粉尘从布袋表面剥落，落入灰斗内，最后通过卸灰阀落入承灰桶中而集中处理。布袋选用耐高温、耐腐蚀的 PTFE 布袋。布袋除尘器底部设有灰斗，

灰斗底部设有手动插板阀和重锤式卸灰阀，以达到自动卸灰的功能。灰斗侧壁设有检修观察孔和捅灰口以防止粉尘堆积在壁板上无法卸料而影响整套系统的运行，且达到人不进除尘器内部即可达到检修的目的。尽量减少操作人员接触含汞废气、烟尘和污泥。布袋除尘系统对汞的去除率约为 30%，

④二级喷淋洗涤塔

之后烟气进入水喷淋冷却系统吸收部分的含汞废气，产生汞单质沉淀，喷淋系统对汞的去除率约为 50%。

热脱附尾气经上述处理系统处理后，达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）最高允许排放浓度要求后排入大气。

净化后的土壤通过输送带输出，然后运至土壤暂存区，待检测、验收合格后回填。

4）水泥地面硬化

根据设备厂家要求，为保证设备安全有效的运行，燃气设备、废气处理设备、热脱附设备安装地面必须硬化。经现场测量，热脱附设备基础硬化面积 414m²，设备基础为 66.08m³，水泥混凝土强度 C25。

4.3.3.2 工艺参数

汞污染土壤的负压热脱附处理系统，包括进料装置、余热利用换热器、负压加热装置、土壤收集箱和抽气装置。

①进料装置将土壤从预处理装置输送至余热利用换热器；

②余热利用换热器对土壤进行预热并使土壤掉落至负压加热装置；

③负压加热装置对土壤进行热脱附处理并使土壤掉落至土壤收集箱；

④抽气装置抽取负压加热装置内部的热气使负压加热装置内部形成负压，抽气装置与余热利用换热器的进气口连接，使热气流入余热利用换热器中与土壤进行换热，余热利用换热器的出气口依次连接有旋风除尘器、冷凝装置和尾气处理装置。

所述进料装置包括一段倾斜设置的土壤输送带；所述余热利用换热器的顶端安装有用于承接从土壤输送带的顶端掉落土壤的进料锥筒，余热利用换热器内安装有多根供热气流动的换热管；所述负压加热装置包括一个水平设置的筒体，筒体进料端的顶侧通过进料锁气器与余热利用换热器的底端连通，筒体出料端的底侧通过出料锁气器与土壤收集箱的顶端连通，筒体的侧壁内安装有加热棒，筒体内腔中安装有螺旋变距蛟龙，筒体上安装有驱动螺旋变距蛟龙旋转的电机，通过螺旋变距蛟龙带动土壤从筒体进料端向筒体出料端运动，螺旋变距蛟龙的螺距从筒体进料端向筒体出料端方向逐渐增大。

4.3.3.3 治理时间

(1) 预处理负压大棚建设工序说明

将租赁的尺寸为 60×32m 的负压密闭大棚Ⅲ安装搭建在热脱附处理车间，并形成负压，工期约 10 天。

(2) 热脱附处理时间

本工程热脱附治理污染土壤 9447.87m³（容重按 1.6t/m³ 计，约 15116.59t），拟投入热脱附设备 1 套，处理量为 12~18t/h，每天运行 24h，治理量可达 350t/d，治理工期为 44 天。

4.3.4 废水处理工程

4.3.4.1 废水水量

本项目废水来源主要为热脱附处理产生的废水和厂区清挖区域基坑表层积水。

其中清挖区域基坑表层土壤中不饱和积水量以污染区域面积、平均深度 0.1m（积水层平均厚度）计算获得，区域清挖基坑过程中需要处理积水量约 758.46m³。具体废水工程量见表 4.3-3 所示。

表 4.3-3 废水处置工程量统计表

编号	工程内容	土壤方量 m ³	耗水量 m ³ /m ³	面积 m ²	平均 深度 m	产生 量 m ³ /d	产生时 长 d	产生方 量 m ³
1	热脱附处理冷凝水	9447.87	0.2	/	/	/	/	1889.57
2	热脱附处理喷淋洗涤废水	/	/	/	/	20	45	900
3	清挖区域基坑表层积水	/	/	7584.45	0.1	/	/	758.46
4	总计							3548.02

4.3.4.2 废水进出水水质

本项目废水主要来源于热脱附施工及土壤清挖产生的废水，该废水污染物主要为汞，进出水水质如表 4.3-4 所示。

表 4.3-4 废水进出水水质指标

水质指标	工程内容	备注
进水水质 (mg/L)	30	按照土壤中汞浓度及相关工程经验取值
出水水质 (mg/L)	0.05	《污水综合排放标准》 (GB8978-1996)
污染物去除率 (%)	≥99.83	/

4.3.4.3 工艺流程

将施工过程中产生的这两种废水集中收集，抽至一体化设备，水处理设施主要采用混凝沉淀+硫化+吸附处理工艺，经处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）最高允许排放浓度水质要求。工艺流程图见图 4.3-9。

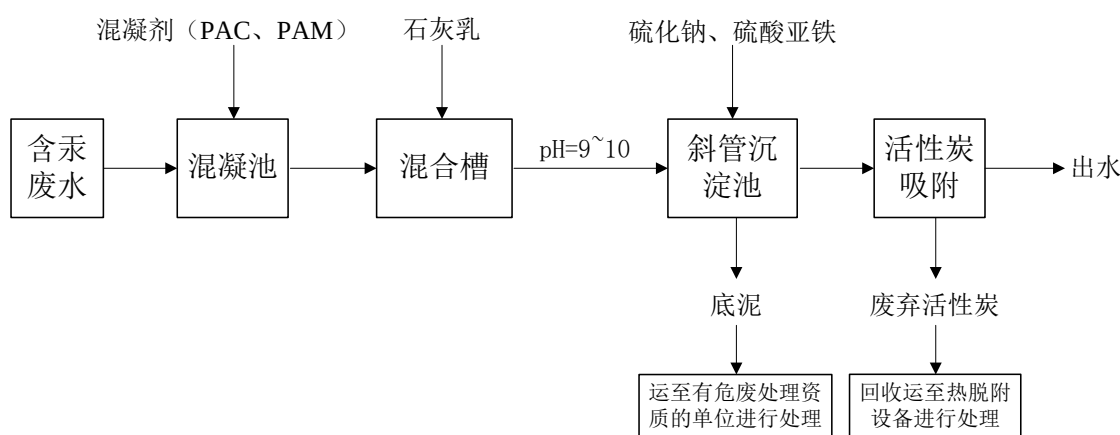


图 4.3-9 废水处理工艺流程图

(1) 混凝池

废水泵送至混凝池，投加混凝剂（PAC、PAM），再进入斜管沉淀池中沉淀。其基本原理是在废水中投入混凝剂，因混凝剂为电解质，在废水里形成胶团，与废水中的胶体物质发生电中和，形成绒粒沉降。混凝沉淀不但可以去除废水中的粒径为 10^{-3} ~ 10^{-6} mm 的细小悬浮颗粒，而且还能够去除色度、油分、微生物、氮和磷等富营养物质、重金属以及有机物等。

(2) 沉淀池

加入石灰乳和过量的硫化钠，在 pH=9~10 弱碱条件下，硫化钠与废水中的汞离子反应，生成难溶的硫化汞沉淀。硫化汞沉淀的粒度很细，大部分悬浮于沸水中。为加速硫化汞沉降，同时清除存在于废水中过量的硫离子，再适当投加硫酸亚铁，生成硫化铁及氢氧化亚铁沉淀。

(3) 活性炭吸附

沉淀池出水先后经过活性炭吸附过滤后，达标后方可外排。活性炭过滤器可以除臭、去色、脱氯、去除重金属、合成洗涤剂、病毒及放射性物质等。处理过程中应定期更

换活性炭，保证处理效果。

本工艺水处理能力为：200m³/d，保证排放废水达到处理后的废水出水水质优于《污水综合排放标准》（GB8978-1996）最高允许排放浓度水质要求，即汞≤0.05mg/L。

产生的污水经兆丰渣土场一体化设备处理达标后，用喷雾加湿设备喷洒于处理达标的土壤，提高土壤的含水量，以便于后续土壤的资源化利用，并达到项目区内部的水循环平衡。

（4）底泥处理工程

本项目将经过废水处理产生的含汞底泥转运至有危废处理资质的单位进行处理。含汞底泥产生方量约为 3t。

4.3.5 路基回填工程

污染土壤路基回填是处理污染土壤的一种常规方法，与填埋方式相比，无二次污染，实现废物的资源化，具有明显的技术优势。

4.3.5.1 回填道路位置

根据《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染状况调查报告》以及地质勘察报告，本项目污染土壤属于低液限粉质粘土，经过热脱附处理达标后作为上路床填料时，可采用提高压实度或掺灰等措施处治理，使路基填料满足路基强度和回弹模量的要求，或者用于路堤、下路床的填料。

因此根据本项目污染土壤特点，本项目计划将热脱附处理达标后的污染土壤，作为衡永高速第二标段道路的路基填方。道路布置如图 4.3-10。



图 4.3-10 回填道路布置图

4.3.5.2 回填道路容纳量

选取回填的道路主要位于衡南县谭子山镇长丘村，距离兆丰渣土场约 36.7km，衡永高速第二标段道路长度共计 10.02km，共需路基约 1000 万 m³。

$$\text{回填的土壤量} = 9447.87 \times 1.6 \text{t/m}^3 = 15116.59 \text{t}$$

$$\text{压实后的土壤量} = 15116.59 \div 1.9 \text{t/m}^3 = 7956.10 \text{m}^3$$

需根据道路路基要求，压实系数达到 0.87，压实后土壤容重为 1.9t/m³。则压实后，本项目的土壤共 7956.10m³。由此可见，上述选定的道路区域可容纳的回填土方量为 1000 万 m³ 大于本项目产生的压实土壤量 7956.10m³，表明上述道路完全能够容纳处理后的污染土壤土方量，因而本项目治理后的土壤最终处置方式采用就近回填，用于道路的路基填方。

4.3.5.3 回填道路可接收土壤时间

根据衡永高速第二标段道路的工期安排，开工时间为 2021 年 4 月 10 日，工期为 2 年，本项目开工时间为 2021 年 12 月底，工期为 4 个月，因此道路回填时间与污染土壤处理完成时间能够合理衔接。

4.4 修复实施情况

4.4.1 施工过程情况

本项目污染场地位于衡阳市高新技术产业开发区芙蓉路 13 号，建设单位为湖南有色置业发展有限公司，设计施工总承包单位为湖南易净环保科技有限公司与顶鑫环保科技有限公司，工程监理单位为湖南有色诚信工程监理有限责任公司，环境监理单位为湖南葆华环保有限公司，效果评估单位为湖南中测湘源检测有限公司。工程 2022 年 2 月 26 日开工建设，于 2022 年 7 月 27 日竣工。施工单位在施工过程中针对工程特点制定了详尽的实施方案，工程监理根据有关现行标准对工程质量进行全面检验评定，各项指标全部符合规范及设计要求，工程质量保证资料齐全完整，工程实体质量满足结构安全和使用功能要求。环境监理对施工过程产生的废水、废气、噪声进行了过程检测，并对施工全过程环境保护进行了监督和管理，检测结果显示施工过程产生的废水、废气、噪声均达到相应标准。

我公司在工程开始时随工程监理、环境监理一同入场，在对本项目进行效果评估过程中，发现本项目土壤修复措施达到预期效果，根据施工记录及监理方监理确认文件、现场影像资料等材料，本项目施工过程情况如下：

（1）安全生产

工程成立了安全生产小组，落实安全责任、责任管理；施工中进行安全教育与训练，增强施工人员的安全生产意识，提高安全生产知识，有效的防止人的不安全行为，减少失误；定期组织安全检查，查思想、查管理、查制度、查现场、查隐患、查事故处理；安全检查后坚持定整改责任人，定整改措施，定整改时间，不使危险因素长期存在而危及人的安全。本项目实施阶段无任何大小安全事故发生。

（2）质量管理

以国家施工验收规范、工程质量验评标准及《工程建设规范强制性条文》、设计图纸等为依据，督促施工单位全面实现工程项目合同约定的质量目标。对工程项目施工全过程实施质量控制，以质量预控为重点，对工程项目的人员、机械、材料、方法、环境等因素进行全面的的质量控制，监督施工单位的质量保证体系落实到位，严格要求施工单位执行有关材料试验制度和设备检验制度，坚持不合格的建筑材料不准在工程上使用，坚持本工序质量不合格或未进行验收不予签认，下一道工序不得施工。在严格的管理下，本工程达到合格标准。

（3）进度管理

在确保工程质量和安全的基础上，对工程施工进度实行了严格控制，以总进度计划为依据，按不同施工阶段、不同专业工种分解为不同的进度分目标，以各项技术、管理措施为保证手段，进行施工全过程的动态控制。为确保按时完成施工任务，现场加大机械设备投入，抓住天气日夜加班抢工期。

（4）资金管理

本项目资金来源为企业自筹，建设单位设置有专职的财务部门及财务专员根据项目进度划拨资金至工程实施单位。整个资金划拨、流向及使用过程由单位监督部门全程监督，做到专款专用，无挤占挪用，无改变用途和扩大使用范围。

4.4.2 施工变化情况

经现场勘察、分析相关文件资料，结合《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目实施方案》、《湖南有色置业发展有限公司衡阳项目土壤污染治理项目设计施工总承包施工图》，本项目施工主要变动情况如下（详细工程量变化情况见5.4.1.11 章节）：

（1）工程污染场地实际建设排水沟 310m，由场地西侧两个雨水排口排入明月街道雨水口。施工单位根据场地实地情况调整，场地东侧紧邻厂区内硬化地面且地势较高，

开挖区域被大棚占据，在场地西侧沿开挖区域设置排水沟，有效阻隔了雨水和地表径流浸入基坑，因此无需按实施方案设置 916m 排水沟，满足场地内雨水导排要求。

(2) 根据《湖南有色置业发展有限公司衡阳项目土壤污染治理项目测量报告》，工程实际开挖面积 7588.8m^2 ，清挖土方量 10528.3m^3 ，相较于实施方案阶段实际治理面积多 4.35m^2 和清挖土方量增加 1080.43m^3 ，满足实施方案治理要求。

(3) 根据污染土壤转运台账等各类台账计量数据，本工程转运污染土壤 10598m^3 ，外运修复后土壤 10584m^3 ，与测量数据清挖土方量 10528.3m^3 有少量误差，属正常误差范围。

(4) 工程修复后土壤实际去向改为衡阳市雁峰区湘江南路路基用土，接收地坐标为 $E112.66202688^\circ$ ， $N26.81608547^\circ$ ，与修复场地兆丰渣土场的位置关系见图 4.4-1。实施方案阶段原定土壤处理达标后用做衡永高速第二标段道路的路基填方（原接收单位：湖南省衡永高速公路建设开发有限公司）。在实际施工期间，施工单位提出原方案运输距离较远，且已找到较近的土壤接收点。经建设单位与新土壤接收单位（湖南禹班建设集团有限公司）协商，决定将修复合格后土壤外运至湖南禹班建设集团有限公司雁峰区湘江南路工程点作路基用土。该道路总长约 0.76km ，共需路基土约 1.5 万 m^3 。本项目实际需外运土壤 10528.3m^3 ，在湘江南路工程点可接纳范围内。同时，运输距离由原方案的 36.7km ，缩短为 9.3km ，缩短了 27.4km ，运输路线图见图 4.4-2。变更后接收地点距兆丰渣土场较近，运输距离短，有利于加快工程进度和一定程度减少运输过程造成的沿途抛散扬尘，有利于保持良好市容环境。在修复后土壤外运之前，建设单位向衡阳市生态环境局提出了土壤接收地变更的申请，衡阳市生态环境局于 2022 年 7 月 7 日与建设单位和施工单位一同前往湖南禹班建设集团有限公司雁峰区湘江南路工程点进行了现场踏勘，于 2022 年 7 月 11 日取得衡阳市生态环境局同意该项目土壤接收地变更的意见（见附件 16），意见同时抄送了衡阳市生态环境局高新分局和雁峰分局。修复合格土壤于 2022 年 7 月 14 日开始运往雁峰区湘江南路工程点，2022 年 8 月 3 日外运完成，湖南禹班建设集团有限公司于 2022 年 8 月 6 日出具了本项目修复后土壤全部接收的证明（附件 17）。

(5) 基坑开挖后遗留有厂房地基水泥墩，土壤清挖完成后清理掉水泥墩上残留泥土，并在水泥墩四周设置塑料膜接水，将水泥墩用水清洗干净。由此产生的泥土与污染土壤一起送往修复场地热脱附处理，收集的清洗废水送往修复场地污水处理设施处理。

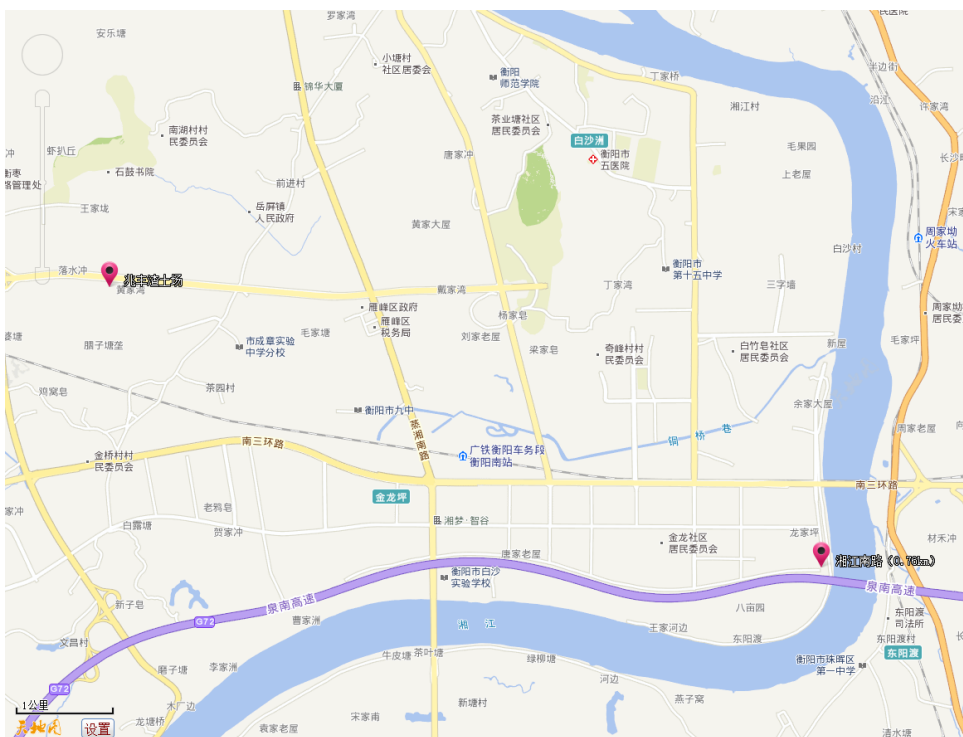


图 4.4-1 工程修复后土壤实际接收地

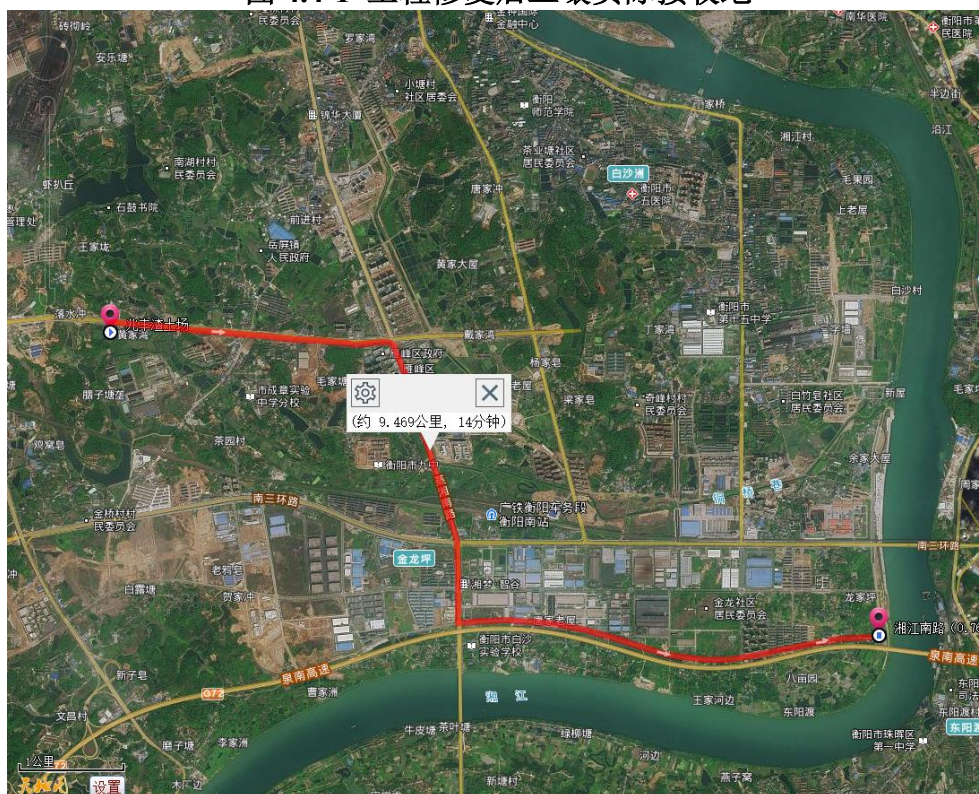


图 4.4-2 修复后土壤运输路线图

4.4.3 实施方案审查意见落实情况

根据衡阳市生态环境局关于《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目实施方案》的审查意见，本项目工程实施方案要求落实情况具体见下表。

表 4.4-2 工程实施方案审查意见落实情况一览表

序号	实施方案审查意见要求	实际完成情况	落实情况
1	开挖区密闭大棚、预处理负压大棚及热脱附处理后废气中汞及其化合物排放满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)最高允许排放浓度($\leq 0.015\text{mg/m}^3$)要求。	根据施工期环境监理过程检测结果,开挖区密闭大棚、预处理负压大棚及热脱附处理后废气中汞及其化合物排放均满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)最高允许排放浓度($\leq 0.015\text{mg/m}^3$)要求。	已落实
2	现场清挖基坑侧壁和底面土壤中汞的浓度达到建设用地土壤污染风险筛选值浓度($\leq 8\text{mg/kg}$)为清挖终点。	经检测,基坑侧壁和底面各点位汞的浓度均低于建设用地土壤污染风险筛选值浓度($\leq 8\text{mg/kg}$),已达到实施方案要求的清挖终点。	已落实
3	施工单位在转运污染土壤前5个工作日,须将运输时间、方式、线路和污染土壤数量、去向、最终处理措施等向所在地和接收地县级生态环境部门及城市管理部门、市级生态环境部门及市级城市管理部门报告。污染土壤的转运全程使用封闭运输车辆。	施工单位于2022年7月6日向衡阳市生态环境局提交了路基回填工程地点变更的申请,并于2022年7月11日取得衡阳市生态环境局《关于同意调整水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目土壤回填位置的意见》,2022年7月14日开始外运土壤。	已落实
4	一体化设备处理后废水中汞的排放浓度低于《污水综合排放标准》(GB8978-1996)最高允许排放要求,即汞 $\leq 0.05\text{mg/L}$ 。	根据施工期环境监理过程检测结果,一体化设备处理后废水中汞的排放浓度低于《污水综合排放标准》(GB8978-1996)最高允许排放要求。	已落实
5	制定施工期间风险防范预案,落实施工过程中废水、废气、扬尘等二次污染防治措施。	施工单位在2022年2月施工前制定了施工期风险防范预案,并报环境监理单位审核通过实施。	已落实
6	落实环境监理制度,保障各项工程内容实施到位。环境监理单位、工程监理单位、效果评估单位与项目施工单位同时进场,项目开工前将环境监理方案向衡阳市生态环境局报备。	工程落实了环境监理制度,环境监理单位向衡阳市生态环境局报备了环境监理方案。施工单位进场工作时,环境监理单位、工程监理单位、效果评估单位即入场,全程参与工程治理内容,满足实施方案审查意见的要求。	已落实
7	项目完成治理后,按《湖南省建设用地土壤污染风险评估报告、风险管控或者修复效果评估报告评审工作规程(试行)》及时组织效果评估和验收并做好项目信息公示、公开。	本项目建设单位有色置业公司已于2022年2月委托我公司进行效果评估工作。我公司于施工期全程参与,进行了基坑、修复后土壤、土壤接收地、二次污染区域以及施工过程中废水、废气及噪声的监测工作。	已落实
8	衡阳高新技术产业开发区管理委员会环境保护局、市生态环境局雁峰分局分别对开挖、装卸运输及处置环节实施全过程现场监管。	本项目施工过程中衡阳高新技术产业开发区管理委员会环境保护局、市生态环境局雁峰分局均到现场监督、指导工作。	已落实

4.4.4 监理工程情况

为切实保证项目建设质量，有色置业公司委托湖南有色诚信工程监理有限责任公司承担本项目施工期的工程监理工作。工程监理单位根据法律法规、工程建设标准、勘察设计文件及合同，在施工阶段对建设工程质量、造价、进度进行控制。根据监理单位提供的工程监理总结报告，施工单位项目部质量管理、技术管理体系的组织机构健全，有完整的管理制度，专职管理人员资格证和特殊工种的上岗证基本齐全，体系运行有效；该工程所含各个分部工程全部合格；质量控制资料基本齐全，符合《建设工程文件归档整理规范》（GB/T50328-2001）要求，同意进行交工验收。

4.5 环保措施落实情况

本项目施工过程中对大气环境、水环境、声环境、固体废物环境影响和水土保持均做出了具体的环保措施。

4.5.1 施工期水环境保护措施落实情况

施工期废水主要有热脱附处理喷淋洗涤废水、热脱附冷凝水、厂区清挖区域基坑表层积水、清挖区废气处理设施喷淋洗涤水和兆丰渣土场施工人员生活污水，采取的措施主要为：统一收集开挖区基坑表层积水和废气处理设施喷淋洗涤水，采用密闭罐车运至兆丰渣土场，与兆丰渣土场热脱附处理喷淋洗涤废水、热脱附冷凝水一同进污水处理站处理后达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中表1和表2三级标准排放。兆丰渣土场施工人员生活污水经厂区自建化粪池预处理后由环卫吸污车定期清运处理，不外排。开挖区施工场地不设宿舍、食堂和厕所，施工人员食宿均不在施工场地内，因此开挖区不产生施工人员生活污水。施工期间，本单位对兆丰渣土场废水总排口进行了5次取样检测，监测结果表明工程施工期废水中总汞满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一类污染物最高允许排放值，其他因子均满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表2三级标准。

表 4.5-1 废水监测结果一览表 单位：mg/L（pH 无量纲）

采样位置	监测项目	监测结果					标准值 (GB8978-1996)
		06.15	06.20	07.02	07.07	07.13	
废水总排口	pH	7.7	7.8	7.7	7.3	7.2	6~9
	悬浮物	12	13	12	11	10	/
	化学需氧量	8	8	8	8	8	500
	五日生化需氧量	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	300
	石油类	ND	ND	ND	ND	ND	30
	汞	0.00026	ND	ND	ND	ND	0.05

4.5.2 施工期大气环境保护措施落实情况

施工扬尘主要为施工过程中的场地平整、开挖、回填、道路铺设、建材运输、露天堆放、装卸、搅拌等作业，如遇大风干燥天气，施工扬尘将更加严重。采取的措施主要为：

- （1）合理安排施工进度计划，建筑施工、场区道路施工和场地平整等集中进行，以避免长时间的扬尘污染，并对施工场地进行定期洒水，喷雾机喷雾，减少扬尘产生量。
- （2）土壤修复区土壤预处理和热脱附出土区设置在热脱附大棚内，大棚为全室密闭抽风，维持负压状态，避免尘土散逸。
- （3）土壤修复后在暂存区堆放采用塑料膜覆盖，避免扬尘产生。

施工期间，本单位对开挖区厂址、厂址上风向、下风向居民点进行了环境空气质量监测，监测因子为总悬浮颗粒物和汞。同时对开挖区密闭大棚和修复区预处理负压大棚进行了颗粒物有组织排放监测，对修复区热脱附废气有组织排放进行了颗粒物、二氧化硫、氮氧化物和汞及其化合物的监测。监测结果显示工程开挖区厂址、厂址上风向和下风向居民点大气环境中颗粒物监测值满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，修复场地内各有组织监测因子均满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 标准，表明施工期各项废气得到有效控制，施工现场及周边区域大气环境质量保持良好，大气监测结果详见下表。

表 4.5-2 监测期间气象参数一览表

采样日期	天气	风向	风速 (m/s)	气温（℃）	气压 (kPa)	湿度（%）
2022.06.15	阴	东南	1.4-1.6	24-33	100.0	60
2022.06.20	阴	南	1.4-1.6	25-30	100.2	55
2022.07.02	阴	东	1.5-1.7	26-34	100.4	58
2022.07.07	阴	南	1.7-1.9	25-31	100.4	53
2022.07.13	晴	南	1.6-1.9	29-37	100.2	55

表 4.5-3 环境空气监测结果一览表 单位：mg/m³

序号	采样位置	监测项目	监测结果					标准值 (GB3095-2012)
			06.15	06.20	07.02	07.07	07.13	
1	厂址	TSP	106	85	98	89	94	300
2		汞	ND	ND	ND	ND	ND	0.15
3	厂址上风向	TSP	138	99	109	85	99	300
4		汞	ND	ND	ND	ND	ND	0.15
5	下风向居民点	TSP	154	113	118	96	107	300
6		汞	ND	ND	ND	ND	ND	0.15

表 4.5-4 有组织废气监测结果一览表 单位：mg/m³

序号	采样位置	监测项目		监测结果					标准值
				06.15	06.20	07.02	07.07	07.13	
1	开挖区大棚	标干流量 (m ³ /h)		15013	17762	17438	/	19353	/
2		颗粒物	实测浓度 (mg/m ³)	2.0	1.6	2.7	/	3.1	120
3			排放速率 (kg/h)	0.030	0.028	0.047	/	0.060	3.5
4	预处理负压大棚	标干流量 (m ³ /h)		19542	17981	18869	19898	18770	/
5		颗粒物	实测浓度 (mg/m ³)	2.8	2.8	3.1	2.6	3.8	120
6			排放速率 (kg/h)	0.055	0.050	0.058	0.052	0.071	3.5
7	热脱附废气	标干流量 (m ³ /h)		27106	25875	24927	26587	27129	/
8		颗粒物	实测浓度 (mg/m ³)	1.4	3.2	3.8	3.4	2.9	
9			排放速率 (kg/h)	0.038	0.083	0.095	0.090	0.079	
10		二氧化硫	实测浓度 (mg/m ³)	<3	<3	3	<3	<3	550
11			排放速率 (kg/h)	0.041	0.039	0.075	0.040	0.041	4.3
12		氮氧化物	实测浓度 (mg/m ³)	8	14	10	9	5	240
13			排放速率 (kg/h)	0.22	0.36	0.25	0.24	0.14	1.3
14		标干流量 (m ³ /h)		27425	24702	23585	26407	26399	/
15		汞及其化合物	实测浓度 (mg/m ³)	ND	1.6×10 ⁻⁵	ND	ND	ND	0.012
15			排放速率 (kg/h)	4×10 ⁻⁸	4×10 ⁻⁷	4×10 ⁻⁸	4×10 ⁻⁸	4×10 ⁻⁸	2.6×10 ⁻³

注：开挖区大棚排气筒高度 15m；预处理负压大棚排气筒高度 15m；热脱附废气排气筒高度 20m。

4.5.3 施工期声环境保护措施落实情况

本项目施工期间噪声源主要为挖掘机、推土机、汽车、风机等设备噪声，声级为 85dB（A）~100dB（A）。施工期间噪声控制措施主要有：

（1）选用噪声小的设备及部件，针对钻机等高噪声设备采取在发动机上加装隔声装置、及加装消声器的措施来降低施工机械噪声。在设备的安装、调试、验收和投入运行前要认真执行设备的技术标准，严格控制机械噪声。机械设备作业班组负责对设备定期检修、润滑，使机械正常运转，降低噪声。重点管理高噪声的器具，使设备处于低噪声、良好的工作状态，通过多种措施最大限度减少噪声对附近居民生活的影响。

（2）施工现场提倡文明施工，建立了健全的控制人为噪声的管理制度，尽量减少人为的大声喧哗，增强全体施工人员噪声扰民的自觉意识。

（3）严格控制作业时间，特殊情况需连续作业的，均采取有效的降噪措施，并事先

做好了周边居民的工作。

施工期间，本单位对开挖区厂界噪声进行了 5 次监测，监测结果表明施工中场界昼间噪声值均满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准，噪声监测结果见下表。

表 4.5-4 环境噪声监测及评价结果

点位序号	采样位置	采样时间	检测结果 dB (A)	
			昼间	夜间
N1	项目地东侧外一米处	07 月 08 日	53.4	40.5
N2	项目地南侧外一米处	07 月 08 日	54.2	41.2
N3	项目地西侧外一米处	07 月 08 日	55.1	42.5
N4	项目地北侧外一米处	07 月 08 日	54.7	41.8
《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）			70	55
是否达标			达标	达标

4.5.4 施工期固体废物措施落实情况

本项目施工期固体废弃物主要是开挖区清挖的建筑垃圾和修复区污水处理设施含汞污泥和施工人员生活垃圾。开挖区建筑垃圾主要包括遗留建筑、硬化地面破拆产生的建筑垃圾等，生活垃圾主要为修复区施工场地项目部产生的少量生活垃圾，工程开挖区施工场地不设宿舍、食堂和厕所，施工人员食宿均不在施工场地内，因此开挖区不产生施工人员生活垃圾。施工期主要固废防治措施为：

（1）对有用的固体废弃物进行回收综合利用。

（2）对遗留建筑、硬化地面破拆产生的建筑垃圾清运至衡阳京泰建材有限公司进行处置。衡阳京泰建材有限公司于 2022 年 4 月提供了建筑垃圾在其处消纳的证明，消纳方量约 5000m³。建渣清运台账显示工程实际产生并清运建渣量为 4350m³，未超过衡阳京泰建材有限公司提供的消纳容量。

（3）修复区生活垃圾由垃圾桶集中收集，定期交由环卫部门清运。

（4）污水处理站产生的含汞污泥作为危废，经修复区域内暂存后交有资质单位进行处置。本工程施工单位已于湖南瀚洋环保科技有限公司签订危废处置协议，工程实际产生 2.87t 含汞污泥，已于 2022 年 8 月 26 日全部由湖南瀚洋环保科技有限公司清运处理（转运联单见附件 25）。

经调查，工程施工期各项固体废物均得到有效处置，对周边环境影响较小。

4.5.5 生态保护措施

本工程不新增永久占地面积，总体工程占地面积较小。工程清挖污染土壤后消除了

污染源，改善了该地区土壤和地下水环境质量，为该地块流转和后续开发奠定了基础。土壤修复场地为临时租赁兆丰渣土场土地，土壤治理完成后对本项目租赁范围进行了恢复原状，项目实施有显著的正面生态效应。本项目现已施工完成，经核验相关施工资料，上述环境影响基本都在可接受范围内，相关措施落实较好，环境影响较小。

5 更新地块概念模型

5.1 资料回顾

5.1.1 项目文件清单

通过与项目各方参与相关人员沟通协调，收集地块环境调查报告、工程实施方案、工程设计资料、施工组织设计资料、施工与运行过程中检测数据、监理报告和相关资料、工程竣工报告、运输与接收的协议和记录、施工管理文件等。审查的文件及资料具体如下：

- (1) 场地环境调查评估、风险评估及实施方案相关文件；
- (2) 治理工程资料、土壤治理过程原始记录及影像资料；
- (3) 工程监理文件、环境监理文件；
- (4) 其他与本工程实施相关文件。

5.1.2 项目文件落实

根据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018），在开展效果评估前，应收集与场地环境污染和场地修复相关的资料，包括但不限于以下内容：地块环境调查报告、风险评估报告、风险管控与修复方案、工程实施方案、工程设计资料、施工组织设计资料、工程环境影响评价及批复、施工与运行过程中监测数据、监理报告和相关资料、工程竣工报告、实施方案变更协议、运输与接收的协议和记录、施工管理文件等。

根据本项目所需文件资料，核对已收集文件资料，具体情况见表 5.1-1。

表 5.1-1 水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目效果评估收集文件清单

序号	文件属性	文件名称	编制单位	编制时间	收集情况
1	场地环境质量调查报告	《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染状况调查报告》	湖南葆华环保有限公司	2021 年 10 月	已收集，完备
2	风险评估报告	《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司地块土壤污染风险评估报告》	湖南葆华环保有限公司	2021 年 11 月	已收集，完备
3	实施方案	《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目实施方案》	湖南葆华环保科技有限公司	2022 年 2 月	已收集，完备
4	工程施工设计图	《湖南有色置业发展有限公司衡阳项目土壤污染治理项目设计施工总承包施工图》	顶鑫环保科技有限公司	2022 年 3 月	已收集，完备
5	测绘报告	《湖南有色置业发展有限公司衡阳项目土壤污染治理项目测量报告》	湖南省城乡建设勘测院有限公司	2022 年 7 月	已收集，完备
6	施工组织设计	水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目目施工组织设计	湖南易净环保科技有限公司	2022 年 3 月	已收集，完备
7	工程监理总结报告	水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目工程监理工作总结	湖南有色诚信工程监理有限责任公司	2022 年 8 月	已收集，完备
8	环境监理总结报告	水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目环境监理工作总结	湖南葆华环保有限公司	2022 年 8 月	已收集，完备
9	批复文件	风险评估审查意见及备案表	湖南省生态环境厅	2022 年 3 月	已收集，完备
10		实施方案审查意见	衡阳市生态环境局	2022 年 2 月	已收集，完备
11	施工管理文件	中标通知书、施工影像资料、台账、施工总结报告等	湖南易净环保科技有限公司	2022 年 8 月	已收集，完备

5.2 现场踏勘

对新材料分公司污染场地治理项目的相关文件资料进行分析后，结合我公司对清挖后基坑、修复后土壤堆体的采样监测结果和项目现场勘察，开挖区已达到治理目标，污染土壤已修复达标作为路基回填至雁峰区湘江南路，修复区现场已恢复原状。

5.2.1 项目区域治理前



主厂房及办公楼



危险废物暂存间



配电室



主体厂房锌粉生产车间



含汞锌粉生产车间



循环水池

5.2.2 项目区域施工过程

污染土壤开挖区



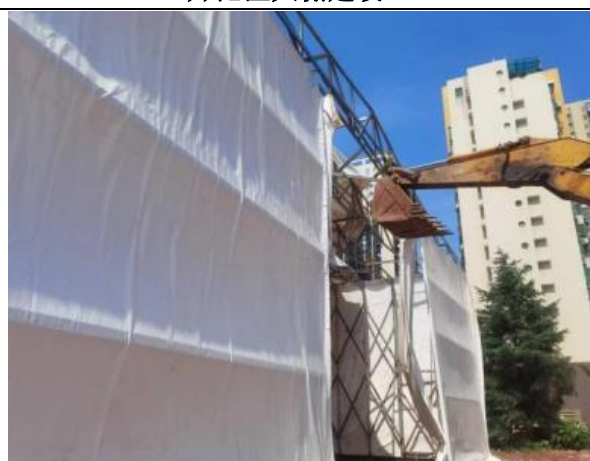
开挖区尾气处理设备安装



开挖区大棚建设 1



开挖区大棚建设 2



开挖区大棚建设 3



开挖区排水沟筑砌



污染土壤开挖



水泥墩清洗



水泥墩清洗完成、废水收集



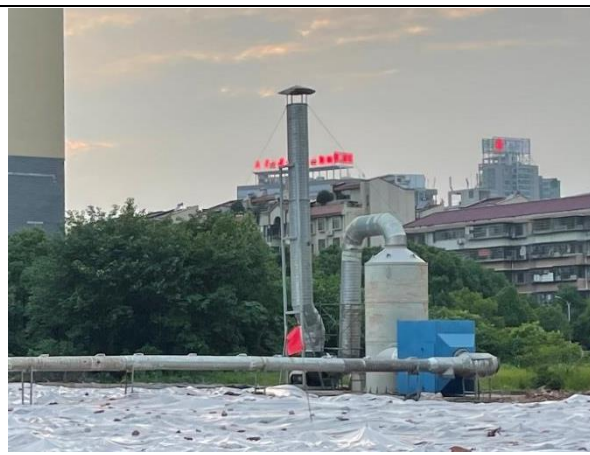
洗车池



车辆清洗



防扬尘措施



废气处理设施+15m 高排气筒



清挖完成后基坑北侧



清挖完成后基坑南侧

修复区（兆丰渣土场）



修复区场地平整



修复区负压大棚安装



负压大棚覆膜



废水处理设施安装



修复区设备安装



修复区土壤堆存区覆膜



临时道路



回转窑吊装



天然气设备



热脱附设备处理间钢棚搭建



负压大棚尾气喷淋塔+15m 排气筒



负压大棚尾气处理除尘柜



热脱附废气处理二级旋风除尘



热脱附废气多级冷却



热脱附废气布袋除尘器



热脱附废气喷淋塔+20m 高排气筒



污水处理一体化设备



废水暂存水袋



负压大棚外排水沟



土壤暂存区排水沟+土壤堆体覆盖



热脱附大棚预处理



热脱附过程



5.3 人员访谈

通过对收集的资料进行整理和分析，并与有色置业公司项目负责人、施工单位负责人、工程监理人员、环境监理人员等相关人员进行了交流与确认，了解工程实施过程中环保措施落实情况，核查了项目区域各分部分项工程实施情况。本项目施工已全部完成，基坑检测结果显示达标，没有出现检测结果超标，继续清挖的情况。清挖土壤已全部热脱附治理达标并外运至湘江南路作路基回填，修复场地已恢复原状。各项环保措施及设施基本落实到位，项目实施过程中二次污染防治工作到位，未发生二次污染状况。访谈记录表见附件 11。

5.4 更新地块概念模型

根据本项目已收集资料、现场踏勘以及人员访谈结果，建立本项目地块概念模型，具体如下所述。

5.4.1 地块概况

5.4.1.1 项目位置

项目位于衡阳市高新技术产业开发区芙蓉路 13 号。

5.4.1.2 污染地块历史

衡阳水口山新材料有限公司成立于 2000 年，是专业生产碱性电池材料的高新技术企业。厂址位于湖南衡阳市高新技术产业开发区芙蓉路 13 号，现有土地面积为 27433.59m²，中心地理坐标为 E112.5607775°，N26.8909891°，北至芙蓉路，西至明月南街，南至风顺路，东接居民小区（山水华苑）。2000 年开工建设，2001 年投产运营，主要产品为无汞锌粉 2500 吨/年、扣式电池锌粉 2000 吨/年、高纯锌锭 6000 吨/年。另外应市场需求，厂区于 2003 年至 2016 年间增设了一条含汞锌粉生产线，为无汞锌粉加汞混合制成含汞锌粉。该公司生产线最长运行 18 年，因公司经营需要于 2019 年 3 月全部关停。

厂区自建成至 2019 年关停时，平面布置基本无变化，始终主要包括两栋生产厂房，但周边环境变化较大，周边高层建构物随城市扩张逐渐增多。根据衡阳市自然资源和规划局规划条件通知书（衡资源规划函（条）[2021]69 号），新材料分公司地块初步规划用途为商业用地、二类居住用地、社会停车场用地和公园绿地。

5.4.1.3 效果评估范围

本项目效果评估范围与风险评估和实施方案地块修复范围保持一致。根据《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目实施方案》中核定项目污染土壤清挖总面积 7584.45m²，清挖深度为 0~2.0m，清挖土方量合计 9447.87m³。根据湖南省城乡建设勘测院有限公司出具的《湖南有色置业发展有限公司衡阳项目土壤污染治理项目测量报告》，本工程实际污染土壤清挖总面积 7588.8m²，清挖深度为 0~2.0m，清挖土方量合计 10528.3m³。实际工程施工根据现场情况略作调整，实际治理范围与实施方案核定范围基本一致。

5.4.1.4 修复起始时间

本项目修复工程施工期时间节点如下表所示。

表 5.4-1 本工程施工期时间节点表

时间节点	日期
入场开工	2022 年 2 月 26 日
热脱附大棚、回转窑基础建设	2022 年 2 月 28 日
开挖区排水沟建设	2022 年 3 月 26 日

热脱附大棚及其他设备安装	2022 年 4 月 2 日
废水处理区建设	2022 年 5 月 6 日
开挖区大棚及废气处理设施建设	2022 年 5 月 16 日
污染土壤开始清挖、运输	2022 年 6 月 9 日
土壤开始修复	2022 年 6 月 10 日
修复合格土壤开始外运	2022 年 7 月 14 日
污染土壤清挖、运输完成	2022 年 7 月 12 日
土壤修复完成	2022 年 7 月 15 日
土壤修复工作全部完成，修复场地设备开始拆除	2022 年 7 月 27 日
修复合格土壤外运完成、修复场地恢复原样	2022 年 8 月 3 日

5.4.1.5 修复目标

1、根据《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司地块土壤污染风险评估报告》及备案表，和《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目实施方案》及其审查意见确定的《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准试行》（GB36600-2018）中第一类用地筛选值为修复目标，具体见下表：

表 5.4-2 修复总量标准值 单位：mg/kg

污染物	土壤风险控制值（mg/kg）
汞	8

5.4.1.6 修复方式及工艺

治理方法为：将受污染土壤清挖，清挖后的基坑汞能满足《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司地块土壤污染风险评估报告》及备案表和《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目实施方案》及其审查意见确定的土壤修复目标值。污染土壤转运至兆丰渣土场进行热脱附“异位修复”工艺，处理达标后转运至雁峰区湘江南路作路基填路使用。兆丰渣土场使用完毕后恢复原状。热脱附修复后的土壤汞满足土壤接收地湘江南路处土壤背景值与《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中较高值。

“热脱附”具体工艺详见 4.3 小节。

5.4.1.7 修复设施设计参数

项目修复设施主要为热脱附处理设施、废气处理设备和一体化污水处理设施：

（1）热脱附处理设施包括进料装置、余热利用换热器、负压加热装置、土壤收集箱和抽气装置，以及一座 60m*32m 的负压密闭大棚，处理量约为 12-18t/h，日处理量可达 350t。

（2）废气处理设备包括开挖区负压密闭大棚尾气处理装置和热脱附尾气处理装置，其中开挖区负压密闭大棚尾气处理装置采用 2 台风量 3 万 m³/h 的风机和 2 套 3 万 m³/h

的布袋除尘器以及 2 座 5m*5m*2.5m 的吸收池，大棚中的尾气经负压抽出后经布袋除尘器、喷淋洗涤过滤后由高 8m 排气筒排出。热脱附尾气处理装置采用二次旋风除尘器+喷淋洗涤塔处理后实现尾气达标排放。

(3) 一体化污水处理设备采用混凝沉淀+硫化+吸附处理工艺，设置一座混凝池、一座沉淀池和一套活性炭吸附系统，污水处理能力 200m³/d，实现排放废水达到处理后的废水中汞达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 最高允许排放浓度水质要求，其他因子达到表 2 三级标准要求后排放。

5.4.1.8 修复过程中废水和废气排放数据

修复过程中环境监理单位委托监测单位对废水和废气排放进行了监测，监测报告见附件，监测数据见章节 4.5.1 和 4.5.2。监测结果表明废水处理一体化设备出口废水满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一类污染物最高允许排放值和表 2 三级标准，工程开挖区厂址、厂址上风向和下风向居民点大气环境中颗粒物监测值满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，修复场地内各有组织监测因子均满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 标准，表明施工期各项废气得到有效控制，施工现场及周边区域大气环境质量保持良好。

5.4.1.9 药剂添加量

本项目采用热脱附技术修复污染土壤，为物理方法去除污染土壤中的汞，修复过程无需添加药剂。

5.4.1.10 地块现状

污染厂区基坑已清挖至治理目标，污染土壤热脱附后全部达标外运至雁峰区湘江南路作路基填路，开挖区及修复区各设备均已拆除，修复区已恢复原样。

5.4.1.11 核定工程量

调查期间，对项目的实施情况及实施方案批复的要求落实情况进行了核对，依据施工总结、工程监理报告、环境监理报告，实施工程内容与方案申报内容一致，但实际实施工程量与实施方案申报工程量有出入，主要原因是实施过程中根据现场的实际情况进行了调整。项目工程建设内容及工程量见表 5.4-3。

表 5.4-3 主要完成工程内容及工程量一览表

序号	工程名称	实施方案内容	单位	实施方案 工程量	实际工 程量	差异说明
1	负压密闭大棚建设工程					
1.1	负压密闭大棚	在原厂区设置 1 座 150×36m 和 1 座 50×36m 的负压大棚，在渣土车租赁 1 座尺寸为 60×32m 的负压大棚，大棚包含尾气收集处理系统，租赁时间共计 3 个月。	座	3.00	3	在污染场地 A 区设置 1 座 140×36m，长度根据施工现场实际需要调整 10m，C 区设置 1 座 50×36m 的负压大棚。待 A 区开挖作业完成后拆除 A 区大棚，并在 B 区重新搭建。
1.2	气体收集系统	包含风机型号 Y5-48 12.5C，单台风量 3.0 万 m ³ /h，转速 1120r/min，镀锌板通风管	项	3.00	3	与实施方案一致
1.3	尾气处理系统	布袋除尘器+喷淋塔	项	3.00	3	与实施方案一致
2	污染土壤挖运工程					
2.1	污染土方挖掘	对汞污染土壤进行放坡开挖	m ³	9447.87	10528.3	根据工程实际情况调整，清挖至达到治理目标值。
2.2	污染土方清运	将汞污染土壤运送至衡阳兆丰渣土运输有限公司处理，运距约 10km	m ³	9447.87	10528.3	实际挖方全部清运至兆丰渣土场。
3	热脱附处理工程					
3.1	气体收集系统	负压抽风	项	1.00	1	与实施方案一致
3.2	尾气处理系统	二级旋风除尘+多级冷却+脉冲布袋除尘+二级喷淋洗涤塔	项	1.00	1	与实施方案一致
3.3	热脱附治理	包含设备租赁（热脱附滚筒、燃烧器、输送设备、除尘设备、冷凝设备、吸附设备、在线监测系统等）、土壤预处理、热脱附处理、尾气处理。热脱附温度 300-600℃	m ³	9447.87	10528.3	污染场地清运来的土壤全部进行热脱附处理。
4	废水处理工程					
4.1	一体化设备	混凝沉淀+硫化+活性炭吸附	座	1.00	1	与实施方案一致

序号	工程名称	实施方案内容	单位	实施方案 工程量	实际工 程量	差异说明
4.2	废水处理	废水量预计约为 3548.02 吨。	t	3548.02	3595.9	与实施方案基本一致
4.3	配套建筑	洗车台、沉淀池、废水收集池、简易钢结构棚	项	1.00	1	与实施方案一致
5	底泥处置工程	废水处理产生的含汞底泥拟转运至有危废处理资质的单位进行处理	t	3.00	2.87	工程实际产生含汞污泥 2.87t，已委托湖南瀚洋环保科技有限公司清运处置。
6	路基回填工程	热脱附处理达标后外运作为衡永高速第二标段基底填料进行最终处置	m ³	9447.87	10528.3	建设单位在土壤转运前向衡阳市生态环境局提出了接收地变更申请，并取得了市生环局同意变更的回复，热脱附处理达标的土壤全部运往雁峰区湘江南路做路基填路。
7	辅助工程					
7.1	排水沟	0.4×0.4m，砖砌结构，设置于负压密闭大棚和处理达标后土壤暂存区四周	m	1243.00	844	开根据实际需要和施工方案调整，开挖区设置 310m 排水沟，修复区设置 534m 排水沟，满足场区雨水导排需求。
7.2	防护围挡	蓝色轻质夹心彩钢板，设置于预处理车间和处理达标后土壤暂存区四周	m	319.00	319	与实施方案一致

5.4.2 关注污染物情况

5.4.2.1 目标污染物原始浓度及变化情况

1、原始浓度

根据湖南葆华环保有限公司 2021 年 10 月编制的《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染状况调查报告》，该地块土壤存在污染，主要污染因子为汞和锌，锌含量最高值为 24600mg/kg，超过重庆市《场地土壤环境风险评估筛选值》（DB50/T723-2016）土壤筛选值 11.3 倍。锌超标点位为原锌粉生产车间中频炉所在位置，中频炉在熔炼过程中为去除杂质，需进行造渣环节，并通过人工扒渣的方式出渣，出渣为锌浮渣，锌含量较高。经现场调查发现，该点位所在位置地面有少量锌渣残留，在场地调查中土壤采样破孔时，采样人员未能完全清除地面残留的锌渣，导致锌渣混入土壤样品，形成二次污染，造成采样土样中锌含量超标。经过风险评估补充监测结果可知，原 T23 点位北、南面各 1m 处设置的 T36、T37 点位土壤中锌均未超过筛选值，原 T23 点位表层土样锌超筛选值可能为采样时未清理地表锌渣所致，导致采样土样被污染，因此风险评估将原场调中 T23 点位监测数据作为异常数据处理。因此，风评确定汞为本项目目标污染物，土壤中汞含量最高值为 73.7mg/kg，超过《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准试行》（GB36600-2018）一类用地标准筛选值 8.21 倍，超管控值 1.23 倍。

2、变化情况

场内受污染的土壤经异位热脱附修复治理后总量汞均满足土壤接收地湘江南路处土壤背景值与《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中较高值，即 $\leq 38\text{mg/kg}$ ，实际修复后土壤中总量汞范围为 3.18-7.96mg/kg 之间；污染场地基坑底面及侧壁总量汞满足《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目实施方案》及衡阳市生态环境局审查意见要求的修复目标值，即 $\leq 8\text{mg/kg}$ ，实际基坑中各点位总量汞范围为 0.08-2.32mg/kg。

5.4.2.2 污染土壤开挖地块污染源清挖及运输情况

场内超标土壤开挖清运至污染场地东南侧的兆丰渣土场进行修复，运距约 10km。修复合格后由兆丰渣土场转运至雁峰区湘江南路做路基填路，运距约 9.3km。根据湖南省城乡建设勘测院有限公司测绘结果，场内共完成 10528.3m³土壤的清挖。经调查，超标土壤外运之前会在厂内洗车池进行清洗车身轮胎，对车箱进行密闭覆盖，运输过程由工程监理对外运车辆、运输方量进行管控，形成台账，施工期运输过程未发生抛洒遗漏现象，对周围环境影响较小。

5.4.2.3 污染土壤开挖范围及深度

根据《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司地块土壤污染风险评估报告》和《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目实施方案》，项目进行异位修复的范围为 0-2m 的污染土壤，施工过程中污染场地采取分区治理，包含 0-0.5 治理区和 0.5-2m 治理区，总面积 7588.8m²。因 0-0.5m 治理区平面范围包括 0.5-2m 治理区，实际清挖后形成一个外浅内深的基坑，实际施工过程中各区实际清挖深度和设计清挖深度保持一致。工程于 2022 年 7 月 12 日完成污染场地土壤清挖工作，我单位随即于次日对基坑底面及侧壁按照《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018）相关要求布点进行监测。根据基坑监测结果，清挖后的基坑总量汞能满足项目风评报告及实施意见确定的土壤修复目标值。

5.4.2.4 修复后土壤去向

修复合格后由兆丰渣土场转运至雁峰区湘江南路做路基填路，运距约 9.3km。

5.4.2.5 修复设施平面图

项目修复设施主要为热脱附预处理设备、热脱附设备、废气处理设备和污水处理一体化设备，平面图见附图。

5.4.2.6 识别现场遗留污染

根据现场踏勘，项目污染场地开挖区土壤全部清运完成，修复区兆丰渣土场已完成设备及硬化地面拆除，恢复原样，修复后土壤全部运至雁峰区湘江南路做路基填路，各处场地均无遗留污染物。

5.4.3 地块水文地质情况

根据《衡阳水口山新材料有限公司产品库岩土工程详细勘察报告》，项目位于衡阳市高新技术产业开发区芙蓉路 13 号，拟建场地位于衡阳盆地中部，地处新华夏系构造体系内，场区内未见活动性断裂构造迹象，区域稳定性较好。

根据衡阳地震史记载，本区有史以来未发生过>4 级的地震，属弱震区，地震烈度为小于 VI 度区。根据国家地震局颁布的《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)，场区地震动峰值加速度 $a < 0.05g$ ，地震动反应谱特征周期为 0.35s。

勘察区内属亚热带湿润性季风气候，雨量充沛，四季分明。历年平均降气候湿水量 1233.2mm，历年平均蒸发量 1394.4mm。春夏两季雨量较多润，秋冬两季雨量较少，气候干燥。

拟建场地在勘探深度范围内,水文地质条件较简单,区内没有河流、小溪,地表水系不发育。根据地层岩性及地下水赋存条件与水力特征,地下水主要分两种类型:一是上层滞水,蕴藏于上覆第四系土层中,补给来源主要为大气降水和地表水,水量微弱;二为基岩裂隙水,赋存于下伏基岩裂隙中,受裂隙发育及连通程度控制,由于泥岩属相对隔水岩层,因此基岩裂隙水具层状及脉状分布特征,补给来源主要为大气降水,同时受外围裂隙含水层的侧向补给及地表水的下渗补给,水量较弱。地下水位随季节变化会略有变化,即丰水季节水位略有上升,枯水季节水位略有下降。勘察测得钻孔混合地下水位为66.40~67.80m。

根据邻近场地(安麒广场)的水质分析结果,场区水化学类型属 $\text{HCO}_3^- \text{SO}_4^{2-}/\text{Ca}^{2+}-\text{K}^+\text{Na}^+-\text{Mg}^{2+}$ 型,环境类型为III类,对砼结构和砼结构中的钢筋均无腐蚀性。

5.4.4 潜在受体与周边环境情况

项目污染场地中心地理坐标为 $\text{E}112.5607775^\circ$, $\text{N}26.8909891^\circ$, 北至芙蓉路,西至明月南街,南至风顺路,东接居民小区(山水华苑)。

通过项目实施,工程清挖污染土壤后消除了污染源,改善了该地区土壤和地下水环境质量,为该地块流转和后续开发奠定了基础。工程为临时租赁兆丰渣土场土地,土壤治理完成后对兆丰渣土场本项目租赁范围进行了恢复原状,项目实施有着显著的正面生态效应,大大降低了污染物向环境受体的释放,将从污染源头对区域重金属污染进行治疗,解决项目区域重金属污染环境,改善周边人居环境和生态环境。

6 现场采样与实验室检测

6.1 效果评估布点方案

6.1.1 布点原则

采样布点以科学性和具有代表性为原则，力求以相对较少的采样点获取最具有代表性的样品，全面、真实、客观的反应该场地污染物污染工程治理效果。本次调查采样点的布设基本原则如下：

基坑清理效果评估布点和土壤异位修复效果评估布点按照《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018）布点要求，采用系统布点法布设监测点位。所采集样品具有区域土壤样品的普适代表性，避开明显特异性的点位（若采集则需特殊标记）。

6.1.2 采样节点

项目效果评估采样包括土壤修复过程中热脱附修复后的堆土、清理的基坑、二次污染区域的验收采样。热脱附修复的堆土检测采样节点在修复之后未外运之前完成，基坑在污染土壤清挖完成之后进行，二次污染区域采样在修复区设备设施拆除、场地恢复原样之后进行。

6.1.3 布点数量、位置、检测指标及执行标准

本项目开挖区开挖面积较小，开挖区 3 个分区相连，A 区和 B 区基坑内侧侧壁在 C 区清挖时被清除，清挖完毕后形成一个外浅内深的基坑。且施工工期较短，开挖总用时 33 天。因此，基坑采样根据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018）表 1 推荐的采样点数量进行采样，即面积在 7500-12500m² 之间的基坑按照坑底采样点 8 个，侧壁采样点 10 个来采样检测。实际采样在基坑全部清挖完毕后于 2022 年 7 月 13 日完成。同时，基坑坑底采用系统布点法取样，基坑侧壁采用等距离布点法取样，在每个采样单元和间隔内细分成 9 个采样区域，每个区域采集 1 个样品形成混合样，确保覆盖整个基坑底面及侧壁，满足《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018）中对于基坑清理效果评估布点要求。

本项目热脱附修复后的堆体采样根据修复进度进行分批次取样，每个堆体采样单元不大于 500m³，在每个堆体细分 9 个采样单元取混合样，共取样 21 个，满足《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018）中对于土壤异位修复效果评估布点的要求。

本项目修复过程中潜在二次污染区域包括修复设施所在区、修复后土壤堆存区、运输车辆临时道路、废水暂存处理区、废水处理设施所在区，在每个区域各布一个采样点取去除杂质后的表层样（0-20cm），满足《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018）中对于土壤修复二次污染区域布点的要求。

项目效果评估监测布点数量、位置及执行标准见下表，监测布点见图 6.1-1 和 6.1-2。

表 6.1-1 项目效果评估监测方案及标准值

类别	采样节点	布点数量与位置	检测项目	标准限值
土壤	基坑	污染土壤全部清挖之后，样品以去除杂质后的土壤表层样为主（0-20cm）	采样数量：坑底采样点数量 8 个点（系统布点法）； 基坑侧壁采样点个数 10 个（等距离布点法，0-1m，1-2m 分层取样）；	总量分析： Hg 土壤治理目标值 Hg≤8mg/kg
	异位修复后的土壤堆体	修复完成后，再利用之前	500m ³ 一个点，根据实际情况（计量土方量数据）共设 21 个点	总量分析： Hg 《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 Hg≤38mg/kg
	二次污染区域监测	修复完成后	修复设施所在区、修复后土壤堆存区、运输车辆临时道路、废水暂存处理区、废水处理设施所在区各取一个点，采集去除杂质后的土壤表层样 0~20cm。	总量分析： Hg 与兆丰渣土场内非本工程扰动范围内背景点对照
	兆丰渣土场非工程区域监测	/	在兆丰渣土场内非本工程扰动范围采集 1 个去除杂质后的土壤表层样 0~20cm	总量分析： Hg /
	修复后土壤接收地背景值监测	接收修复后土壤前	雁峰区湘江南路，在 0~20cm 采集 1 个去除杂质后的土壤表层样。	总量分析： Hg 《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 Hg≤38mg/kg
地下水	修复完成后	地下水监测井（修复区），1 个点位	水位、pH、Hg	《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III 类标准

类别	采样节点	布点数量与位置	检测项目	标准限值
环境空气	修复完成后	厂址、厂址上风向、下风向居民点，共3个点位。监测1天。	日均值： TSP、Hg	《环境空气质量标准》 GB3095-2012 二级： TSP: 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Hg: 0.15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

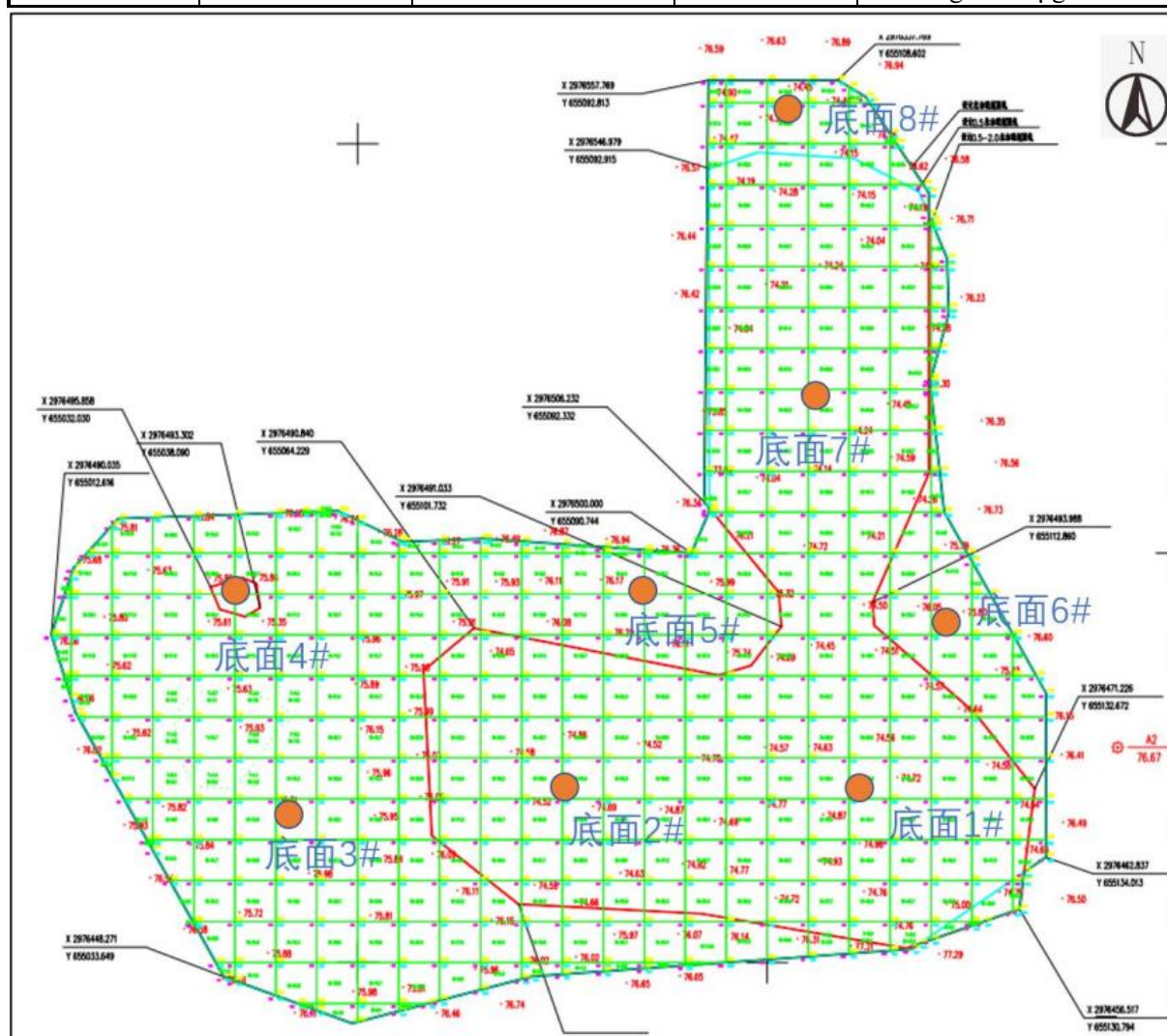


图 6.1-1 基坑底面监测布点图

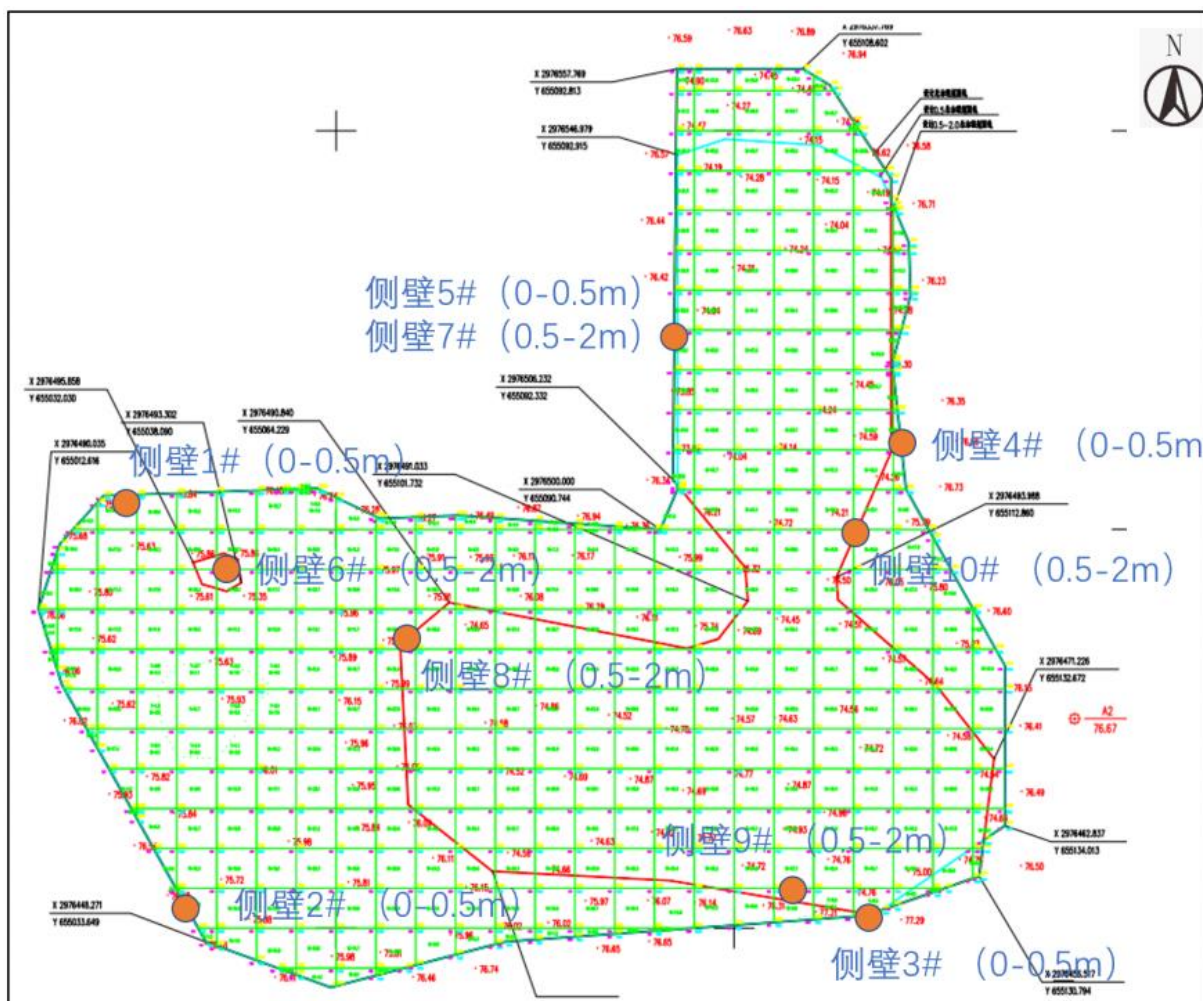


图 6.1-2 基坑侧壁监测布点图

6.2 样品采集

6.2.1 采样准备

- 1、由具有上岗证且掌握相关采样技术规程的专业技术人员组成采样组，采样前组织学习有关技术文件，了解检测技术规范。
- 2、进行资料收集，包括监测区域的交通图、大比例尺地形图、土壤信息资料、区域气候资料、水文资料、土壤污染事故的主要污染物的毒性与稳定性及如何消除等资料。
- 3、现场调查，将调查得到的信息整理，确定采样点位、经纬度、采样频次、样品数量和采样时间。
- 4、根据现场调查与方案准备采样器具，包括工具、器材、文具、安全防护用品、采样车辆等。

根据《土壤环境检测技术规范》(HJ/T166-2004)及《场地环境检测技术导则》(HJ25.2-2014)，土壤样品的采样方法为人工取样。

6.2.2 采样实施

- 1、采样人员按照监测方案以及检测项目的标准规定方法进行采样。
- 2、采样时须了解采样目的、时间、地点、天气注意事项等情况，并填写对应项目的“采样原始记录表”。记录包含样品名称、样品编号、采样日期、采样数量、采样部位及位置分布图、采样人、核对人等信息。
- 3、样本确定后，进行现场检测并填写有关项目的采样原始记录单。
- 4、按照标准规定的取样方法取样，将样品妥善放置于盛样器或试样密封袋中，并进行标记。
- 5、采样人员不少于2人，一人取样，一人核对，并对样品的代表性负责。
- 6、为使样品免受玷污，对采样容器进行洗涤，洗涤方法根据监测项目和分析要求选用适当的洗涤剂 and 洗涤方法；需固定的样品应在采样后立即固定，按要求进行封样、达到检验项目的要求。
- 7、在现场对样品进行唯一性标识，避免样品之间发生混淆。样品标识包括编号、登记、加贴标识项目、地点、采样时间等。

6.2.3 样品保存和流转

- 1、在采样现场，样品必须逐件与采样原始记录表、样品标签进行核对，核对无误后分类装箱。
- 2、运输过程严防样品的损失、混淆和玷污，对光敏感的样品应有避光外包装。
- 3、由采样人员将样品送到实验室，采样人员和接样员双方同时清点核实样品，并在样品交接单上签字确认。
- 4、采集样品设有专门的样品保管人员进行监督管理，负责样品的转移、封装、运输、交接、记录等。在现场样品装入采样瓶或袋中，立即转移保存，对于有机类样品，应至冷藏箱低温保存，保持箱体密封后在箱外进行相应标记，由专人负责将各个采样点的样品运送至集中运输样品储存点低温保存，配有相关人员进行定时检查和监管，并每次进行记录登记。待所有样品采集完成集中储存后，样品仍低温保存在冷藏箱中，由专人负责尽快将样品送至分析实验室分析测试。

6.2.4 现场质量控制

1、样品采集质量控制

(1) 应防止过程中的交叉污染。在采样过程中，同种采样截至，应该采集至少一个现场重复样和一个设备清洗样。前者是从相同的源收集并单独封装分别进行分析的两个单独样品；后者是采样前用于清洗采样设备并与分析无关的样品，以确保设备不污染样品。

(2) 现场采样时详细填写现场观察的记录单，比如土层深度、土壤质地、气味，气象条件等，以便为分析工作提供依据。同时应防止采样过程中的交叉污染。

(3) 为确保采集、运输、贮存过程中的样品质量，在现场采样过程中设定现场质量控制样品，包括现场平行样、空白样，在采样过程中，平行样的数量主要遵循以下原则：样品总数不足 20 个时设置一个平行样；超过 20 个时，每 20 个样品设置一个平行样。

2、样品流转质量控制

(1) 装运前核对，在采样现场样品必须逐渐与样品登记表、样品标签和采样记录进行核对，核对无误后分类装箱。

(2) 运输中防损，运输过程中严防样品的损失、混淆和玷污。

(3) 样品的交接，由专人将土壤样品送到实验室，送样者和接样者双方同时清点核实样品，并在样品交接单上签字确认，样品交接单由双方各存一份备查。

(4) 不得在现场测定后的剩余样品作为实验室分析样品送往实验室，水样装箱前应将水样容器内外盖盖紧，对装有水样的玻璃磨口瓶应用聚乙烯薄膜覆盖瓶口并用细绳将瓶塞与瓶颈系紧。装箱时应用泡沫塑料或波纹纸板垫底和间隔防震。样品运输过程中应避免日光照射，气温异常偏高或偏低时还应采取适当保温措施。样品送交实验室后，由样品管理员接收。样品管理员在接受时应对样品外观、采样记录单进行检查，如有异常，应向送养人或采样人员询问。样品流转过程中，除样品唯一性标志需转移和样品测试状态需标识外，任何人、任何时候都不得随意更改样品唯一性编号。

3、样品制备质量控制

(1) 制样过程中采样时的土壤标签与土壤始终种放在一起，严禁混错，样品名称和编码始终不变；水样采样样品唯一性标识，该标识包括唯一性编号和样品测试状态标识组成，实验室测试过程中由测试人员及时做好分样、移样的样品标识和转移，并根据测试状态及时做好相应的标记。

(2) 制样工具每处理一份样品后擦抹（洗）干净，严防交叉污染。

4、样品保存质量控制

(1) 样品保存按样品名称、编号和粒径分类保存。

(2) 新鲜样品，用密封的聚乙烯或玻璃容器在 4℃以下避光保存，样品要充满容器。

(3) 预取样品在样品库造册保存。

(4) 分析取用后的剩余样品，待测定全部完成数据报出后，移交样品库保存。

(5) 分析取用后的样品一般保留半年，预取样品一般保留 2 年。

6.2.5 制样质量控制

1、制样者与样品管理员应同时核实清点，交接样品，并在样品交接单上签字确认。在制样过程中应将标签与样品始终放在一起，严禁混淆，样品名称和编码始终不变；制样工具每处理一份样后应擦抹干净，严防交叉污染。

2、在通风良好、整洁、无尘、无易挥发性化学物质的工作室进行制样。

3、对采集来的土壤样品于室内进行预处理。具体方法如下：土壤样品送到实验室后，每个样品置于一张锡箔纸上，压细样品，除去样品中的杂物，置于避光、通风的地方进行风干。当成半干状态时把土块压碎，除去砖砾、砖渣、植物等杂物，铺成薄层，经常翻动，使其慢慢风干。土壤样品风干后，利用四分法将样品缩小至 100g，然后用玛瑙磨机进行研磨，过 200 目的尼龙筛后备用。其余留作副样以备重复分析。

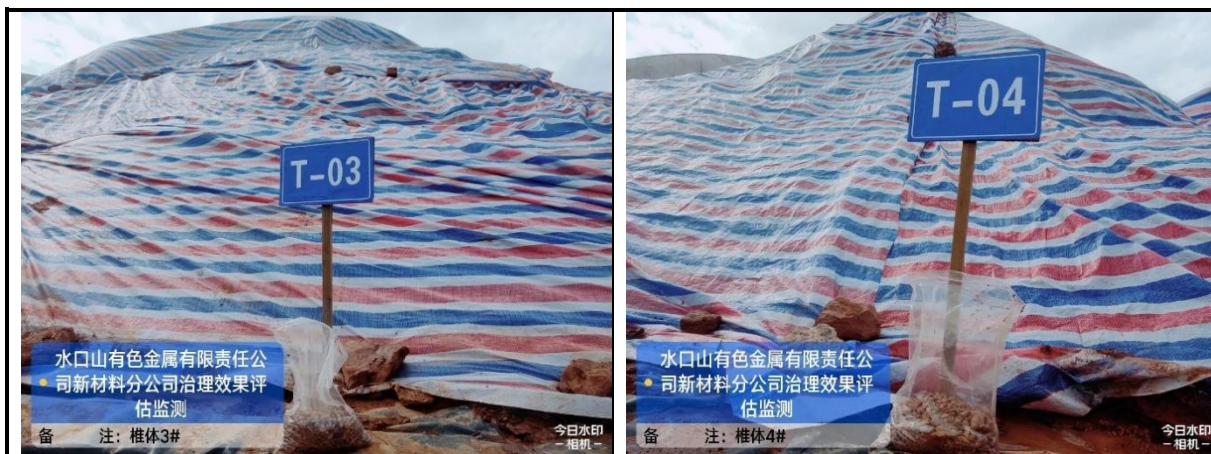
4、根据主要污染物测试方法，对预处理后的土样进行实验室分析，包括土壤样品的消解、定容，标准品的制备及标准曲线的绘制校正，平行样及质控样品的准备，最终上机测试，并对检测结果进行精密度及准确度分析，以检验数据的可靠性。

5、水样品采样后应立即现场测定 pH 等常规参数，如无法测定应保存到 2-5℃冷藏。对采集来的水样分析前应进行前处理，具体方法如下：对悬浮物较多的水样，分析前酸化并消化有机物；同时测定溶解态金属前，将水样通过 0.45μm 滤膜，去除 0.45μm 以上的颗粒，随后对水样进行消解、富集和分离。如不能及时对水样进行分析，要在水样中添加相应保存剂，如对测定铅、镉等重金属的水样可以加硝酸酸化使水样 pH<2，可保存时间约 1 个月。

6.2.6 采样纪实

采集样品方法参照《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）中规定采集方法进行。土壤样品采集过程中，尽量减少土壤样品在空气中的暴露时间，且尽量将容器装满（消除样品空顶）；采集地下水样品时，应避免搅动水底沉积物，根据场地水文地质条件，结合调查获取的污染源及污染土壤特征，应利用最低的采样频次获得最具有代表性的样品，样品采集完成后，在样品上标明编号等采样信息，并做好现场记录，现场采样照片如下。





施工期过程检测



其他检测项目



土壤堆存区



土壤接收地雁峰区湘江南路工程所在地土壤



兆丰渣土场内机井 1#



兆丰渣土场内机井 2#



图 6.2-1 项目现场采样照片

6.3 实验室检测

6.3.1 检测方法及方法来源

检测项目的监测方法、方法来源及检出限见表 6.3-1。

表 6.3-1 监测分析方法及方法来源一览表

检测类别	检测项目	检测方法	检测仪器	检出限
地下水	pH 值	《水质 pH 的测定 电极法》 HJ 1147-2020	多参数水质测试仪/SX836 ZCXY-CY-120	/
	汞	《水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法》 HJ 694-2014	原子荧光光度计/AFS 8520 ZCXY-FX-002	0.00004mg/L
	水位	《地下水监测工程技术规范》（6.2 水位监测）GB/T51040-2014	钢尺水位计 /ZCXY-CY-072	/
环境空气	总悬浮颗粒物	《环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法（附 2018 年第 1 号修改单）》 GB/T 15432-1995/XG1-2018	电子天平 /ME204E ZCXY-FX-053	1μg/m ³
	汞	《空气和废气监测分析方法》（第五篇、第三章、七（二） 原子荧光分光光度法）（第四版增补版） 国家环境保护总局（2003 年）	原子荧光光度计/AFS 8520 ZCXY-FX-051	3×10 ⁻³ μg/m ³
土壤	汞	《土壤和沉积物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解/原子荧光法》	原子荧光光度计/AFS 8520	0.002mg/kg

检测类别	检测项目	检测方法	检测仪器	检出限
		HJ 680-2013	ZCXY-FX-002	

6.3.2 实验室质量控制

(1) 样品分析过程质量控制

- ①在样品分析前对测定环境进行检查，并对仪器进行调试。
- ②分析检测时做好原始记录，内容包括分析试剂配制记录、标准溶液配制及标定记录、校准曲线记录、各监测项目分析测试原始记录、内部质量控制记录等。
- ③异常值的分析与判断：按照数据统计规则《数据的统计处理和解释正态样本离群值的判断和处理》（GB/T4883-2008）进行判断和处理。
- ④空白值质量控制：测定样品前，按分析方法和相应的色谱条件，对溶剂、试剂和纯水或材料进行空白试验。

(2) 实验室内部质量控制

分析测试过程：保持整洁、安全的操作环境。对分析过程中产生的“三废”妥善处理，确保符合环保、健康、安全的要求。

实验用水：按《分析实验室用水国家标准》（GB/T 6682-2008）制备实验室用纯水，检验合格后使用。

标准溶液：实验室按照《标准溶液配制与标定》（GB/T 601-2002）和《化学试剂杂质测定用标准溶液的制备》（GB/T 602-2002）或标准分析方法的要求制备各类标准溶液。

器皿试剂：根据测试项目选用合适材质的器皿，使用后及时清洗、晾干、防止灰尘沾污。凡有可能影响检测结果准确度的实际、器皿及材料都经过检查验证。

7 效果评估

7.1 检测结果分析

建设单位有色置业公司委托我单位对项目实施效果进行监测，监测内容主要包括土壤修复过程中热脱附修复后的堆土、清理的基坑、二次污染区域的验收采样具体监测结果如下所示。

7.1.1 基坑监测结果

施工过程中基坑清理效果监测见表 7.1-1。

表 7.1-1 基坑清理效果监测结果一览表 单位：mg/kg

采样时间	采样名称	性状	检测结果
			汞
2022.07.13	基坑坑底 1#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	0.514
	基坑坑底 2#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	0.126
	基坑坑底 3#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	0.516
	基坑坑底 4#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	0.459
	基坑坑底 5#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	0.748
	基坑坑底 6#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	0.213
	基坑坑底 7#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	0.838
	基坑坑底 8#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	2.32
	基坑侧壁 9#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	0.08
	基坑侧壁 10#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	1.13
	基坑侧壁 11#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	1.59
	基坑侧壁 12#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	2.12
	基坑侧壁 13#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	0.498
	基坑侧壁 14#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	0.223
	基坑侧壁 15#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	0.705
	基坑侧壁 16#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	2.19
	基坑侧壁 17#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	0.369
	基坑侧壁 18#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	1.74
土壤修复目标值			≤8

监测结果表明项目污染地块清挖后的基坑汞能满足《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目实施方案》及衡阳市生态环境局审查意见要求的修复目标值。

7.1.2 修复完成后土壤及接收地背景值监测结果

项目污染土壤经热脱附修复后堆体及土壤接收地背景值监测结果见表 7.1-2~7.1-3。

表 7.1-2 修复后土壤接收地监测结果一览表 单位：mg/kg

采样时间	采样名称	土壤性状	检测结果
			汞
2022.07.12	湘江南路工程所在地	淡黄色、干、轻壤土、根系少量	7.56
2022.07.18	修复后的土壤堆体 1#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	4.34
	修复后的土壤堆体 2#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	3.78
	修复后的土壤堆体 3#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	4.29
	修复后的土壤堆体 4#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	4.76
	修复后的土壤堆体 5#	红棕色、潮、轻壤土、根系少量	3.81
《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地风险筛选值			≤38

表 7.1-3 修复后土壤监测结果一览表 单位：mg/kg

采样时间	采样名称	检测结果
		汞
2022.06.11	修复后的土壤堆体 1#	7.73
2022.06.13	修复后的土壤堆体 2#	5.63
2022.06.15	修复后的土壤堆体 3#	7.59
2022.06.17	修复后的土壤堆体 4#	7.09
2022.06.19	修复后的土壤堆体 5#	7.03
2022.06.21	修复后的土壤堆体 6#	6.58
2022.06.23	修复后的土壤堆体 7#	7.88
2022.06.25	修复后的土壤堆体 8#	6.82
2022.06.27	修复后的土壤堆体 9#	6.39
2022.06.30	修复后的土壤堆体 10#	7.84
2022.07.01	修复后的土壤堆体 11#	7.96
2022.07.03	修复后的土壤堆体 12#	3.18
2022.07.05	修复后的土壤堆体 13#	4.85
2022.07.07	修复后的土壤堆体 14#	4.33
2022.07.09	修复后的土壤堆体 15#	7.32
2022.07.11	修复后的土壤堆体 16#	4.75
2022.07.13	修复后的土壤堆体 17#	4.24
2022.07.15	修复后的土壤堆体 18#	7.82
2022.07.14	修复后的土壤堆体 19#	6.95
2022.07.15	修复后的土壤堆体 20#	6.47
2022.07.15	修复后的土壤堆体 21#	6.35
《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地风险筛选值		≤38

监测结果表明修复土壤接收地属二类用地性质，总量汞背景值为 3.78-7.73 之间，达到《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地风险筛选值标准，根据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018），本次污染土壤修复后不回填原场地，外运至其他地块，采用接收地土壤背景浓度与 GB36600 中接收地用地性质对应筛选值的较高者作为评估标准值，故本次评估土壤热脱附修复效果评估标准值取《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地风险筛选值，即≤38mg/kg。根据监测结果，

修复后的土壤达到《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地风险筛选值要求。

7.1.3 二次污染区域土壤环境质量监测结果

本次评估对项目可能的二次污染区域进行了土壤环境质量监测，监测点位包括修复设施所在区、2 处修复后土壤堆存区、运输车辆临时道路、废水暂存处理区、废水处理设施所在区。此外，还对兆丰渣土场内非本工程扰动范围进行一次采样作为背景值对照。土壤质量监测结果见下表。

表 7.1-4 二次污染区域监测结果一览表（总量） 单位：mg/kg

采样时间	采样名称	性状	检测结果
			汞
2022.08.04	热脱附设施所在区	红棕色、潮、轻壤土	0.090
	修复后土壤堆存区 1#	红棕色、潮、轻壤土	0.729
	修复后土壤堆存区 2#	红棕色、潮、轻壤土	0.661
	运输临时道路	红棕色、潮、轻壤土	0.092
	废水暂存区	红棕色、潮、轻壤土	0.493
	废水处理区	红棕色、潮、轻壤土	0.192
	兆丰渣土场内非本工程扰动范围背景值	红棕色、潮、轻壤土	1.54

监测结果显示本项目二次污染区域各点位总量汞与背景值含量相比较低，未出现大幅高过背景值的采样点，表明本项目修复区对二次污染控制较好，残土、设备等清理较为妥当，恢复原状效果良好，对兆丰渣土场土壤环境质量影响较小。

7.1.3 二次污染区域地下水现状监测结果

本次效果评估在土壤修复工作完成后对二次污染区域兆丰渣土场内地下水环境质量现状进行了监测，监测结果如下。

表 7.1-5 地下水监测结果一览表

采样点位	检测项目	检测结果	标准限值	采样日期
兆丰渣土场内机井	pH 值（无量纲）	7.4	6.5≤pH≤8.5	2022.08.05
	汞（mg/L）	ND	≤0.001	
	水位（m）	8.59	/	

监测结果显示兆丰渣土场内机井地下水各指标均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III 类标准，其中本项目关注污染物汞未检出，表明本项目施工对该区域地下水环境质量影响较小。

7.1.4 环境空气监测结果

本次效果评估在土壤修复工作完成后对修复场地周边环境空气质量进行了监测，监测结果见表 7.1-7。

表 7.1-6 监测期间气象参数一览表

采样日期	天气	风向	风速 (m/s)	气温 (°C)	气压 (kPa)	湿度 (%)
2022.08.05	晴	南	1.3-1.5	28-38	100.1	50

表 7.1-7 环境空气监测结果一览表 单位: mg/m³

采样日期	采样点位	检测项目	检测结果	标准限值 (GB3095-2012)
2022.08.05	厂址	总悬浮颗粒物	82	300
		汞	ND	0.15
	厂址上风向	总悬浮颗粒物	98	300
		汞	ND	0.15
	下风向居民点	总悬浮颗粒物	92	300
		汞	ND	0.15

监测结果显示厂址及厂址上风向、下风向居民点的 TSP 满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 中二级标准, 汞未检出, 表明项目区域空气质量现状良好。

7.2 效果评估

7.2.1 工程性能评估

根据工程监理日志和报告的内容, 本项目工程包括原有建构筑物破除及清运、临时设施建设、污染土壤清挖、污染土壤治理、修复后土壤外运处置等, 其中主要工程为污染土壤清挖和污染土壤治理。该工程在设计和施工过程中均采取了有效的污染防治措施, 环境保护设施及其他措施已基本按照批准的设计方案的要求落实, 达到实施方案他提出的环境保护和管理要求。本项目按照施工图纸施工, 工程量均达标完成, 各主控项目均达到《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB50300-2013) 的要求。工程质量保证资料齐全完整, 工程实体质量满足结构安全和使用功能要求, 工程完成后的现场清理情况良好。

7.2.2 环境效果评估

本部分主要通过现场调查以及监测数据, 对比该治理工程完成前后的监测数据变化情况, 以此评估该项目的治理效果。

(1) 土壤

效果评估监测结果表明项目污染地块清挖后的基坑汞能满足《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目实施方案》及衡阳市生态环境局审查意见要求的修复目标值。修复后的土壤达到《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018) 第二类用地风险筛选值要求, 满足土壤接收地雁峰区湘江南路工程所在地路基填路要求。二次污染区域各点位总量汞与背景值含量相比较低或相近,

未出现大幅高过背景值的采样点，表明本项目修复区对二次污染控制较好。因此，本次效果评估认为衡阳市高新技术产业开发区芙蓉路 13 号水口山新材料分公司污染场地中各地块能够安全利用。

（2）地下水

效果评估监测结果显示兆丰渣土场内机井地下水各指标均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III 类标准，其中本项目关注污染物汞未检出，表明本项目施工对该区域地下水环境质量影响较小。

（3）环境空气

效果评估监测结果显示厂址及厂址上风向、下风向居民点的 TSP 满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准，汞未检出，表明项目区域空气质量现状良好。总体而言，本治理项目的开展未对周边的环境空气造成影响。

总体而言，通过项目实施，工程清挖污染土壤后消除了污染源，改善了该地区土壤和地下水环境质量，为该地块流转和后续开发奠定了基础。工程为临时租赁兆丰渣土场土地，土壤治理完成后对兆丰渣土场本项目租赁范围进行了恢复原状，项目实施有着显著的正面生态效应，大大降低了污染物向环境受体的释放，将从污染源头对区域重金属污染进行治理，解决项目区域重金属污染环境問題，改善周边人居环境和生态环境，环境、经济、社会效益显著。

8 结论与建议

8.1 效果评估结论

衡阳市水口山新材料分公司污染场地位于湖南衡阳市高新技术产业开发区芙蓉路 13 号，北至芙蓉路，西至明月南街，南至风顺路，东接居民小区（山水华苑）。项目主要建设内容为：对污染场地土壤进行清挖；采用热脱附技术对约 10528.3m³ 污染土壤进行修复治理；在污染场地周边修建排水沟，对场地废水、施工过程中收集污水采用一体化污水处理设备处理并达标排放；对遗留建筑、硬化地面破拆，拆除后的建筑垃圾清运至衡阳京泰建材有限公司进行处置；对修复后土壤外运至雁峰区湘江南路做路基填路，然后对修复场地兆丰渣土场临时租赁场地进行恢复原状及生态修复。项目于 2022 年 2 月 26 日开工建设，于 2022 年 7 月 27 日竣工，项目污染治理工作全部完成。

污染地块清挖后的基坑汞能满足《水口山有色金属有限责任公司新材料分公司土壤污染治理项目实施方案》及衡阳市生态环境局审查意见要求的修复目标值。修复后的土壤达到《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地风险筛选值要求，满足土壤接收地雁峰区湘江南路工程所在地路基填路要求。二次污染区域各点位总量汞与背景值含量相比较低或相近，未出现大幅高过背景值的采样点，表明本项目修复区对二次污染控制较好。因此，本次效果评估认为项目实施后污染治理效果达到了项目风险评估报告及评审意见、实施方案及审查意见提出的治理修复目标，衡阳市高新技术产业开发区芙蓉路 13 号水口山新材料分公司污染场地中商业用地、二类居住用地、社会停车场用地和公园绿地各地块能够安全利用。

8.2 后期环境监管建议

8.2.1 长期环境监测建议

本项目实施后虽已达到实施方案所提出的修复目标，效果理想，但建议后期应进一步加强管理与持续风险管控，由土地使用权人制定长期监测计划，及时准确掌握项目治理区域土壤及地下水中汞含量状况，并将监测报告定期报送当地生态环境行政主管部门。

8.2.2 制度控制建议

1、合理安排项目治理地块使用方式，对项目地块进行合理规划，建议项目治理地块内尽量不规划建设学校、医疗卫生设施。

2、项目地块在开发利用前对项目地块进行全面检测，项目场地各地块进行开发利用应满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中相应标准要求。

3、限制区域地下水开发利用，项目治理区域不得建设地下水饮用开采利用设施。

4、进行通知公告，将项目治理情况及潜在风险进行公告，制定限制进入和使用条例。