

原沅江市电镀厂土壤治理项目 效果评估报告

（报批稿）

委托单位：益阳市生态环境局沅江分局

评估单位：湖南盛大环保科技有限公司

二〇二三年一月

2022年11月23日专家综合评审意见修改说明

1、完善资料回顾、更新地块概念模型等相关内容；补充止水帷幕工程、污染土壤开挖等工序的落实情况及效果分析。	完善了资料回顾（详见 5.1 节 97、98 页）、更新了地块概念模型相关内容（详见 5.4 节表 5.4.1-1, 107-120 页）；已补充止水帷幕工程、污染土壤开挖等工序的落实情况及效果分析（详见 4.4.2.3 节 69 页）。
2、完善建筑垃圾、稳定化处理土壤外运处置的合理性分析，补充稳定化药剂用量合理性说明。	已完善建筑垃圾、稳定化处理土壤外运处置的合理性分析（详见 4.3.4.1 节 54 页），已补充稳定化药剂用量合理性说明（详见 4.4.2.3 节 72 页）。
3、结合用地规划，补充回填土质量分析，补充潜在二次污染区域效果评估分析；完善项目区域地下水水文地质条件的相关资料，补充项目区域与周边水系的关联分析。	已结合用地规划，补充回填土《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB 36600-2018）表 1 中第一类用地筛选值分析（详见 8.4.1 节 186 页及 200 页），已补充潜在二次污染区域效果评估分析（详见 8.5 节 192 页）；已完善项目区域地下水水文地质条件的相关资料，补充项目区域与周边水系的关联分析（详见 4.1.5 节 21-23 页）。
4、完善工程监理、环境监理总结报告内容及相应施工过程附图附件资料，据此强化施工期二次污染防治分析及治理效果分析。	已完善工程监理、环境监理总结报告内容（详见 4.6.1、4.6.2 节 93-95 页），补充相应施工过程附图附件资料（详见附件 11.8.3、11.8.6、11.8.9、11.8.11、11.8.12、11.8.14、11.9），在此基础上强化了施工期二次污染防治分析及治理效果分析（详见 4.5 节）。
5、细化现场采样、保存、转运内容，完善质量控制、质量管理内容评价；结合地块规划性质，完善结论与工作建议。	已细化现场采样、保存、转运内容，完善质量控制、质量管理内容评价（详见 7.1.1 节、7.1.2 节 148-154 页，7.2.2 节 160-167 页，附件 11.7.1、11.7.2）；已结合地块规划性质，完善结论与工作建议（详见 9.12 节、10.1 节 202、203 页）。

已按专家意见修改完善。

郭新军

2023.1.4

目 录

1. 项目背景	5
1.1. 项目背景	5
1.2. 项目概况	7
1.3. 第一次效果评估情况	8
2. 评估依据	9
2.1. 法律法规	9
2.2. 标准规范	10
2.3. 项目文件	10
3. 评估目的、内容、方法及修复目标	12
3.1. 评估目的和原则	12
3.2. 评估方法及评估工作程序	13
3.3. 评估工作内容	14
3.4. 评估范围、对象	15
3.5. 修复目标	17
4. 地块概况	18
4.1. 地块基本情况	18
4.2. 地块环境调查评价结论	21
4.3. 地块治理方案	39
4.4. 修复工程实施情况	54
4.5. 环境保护措施落实情况	69
4.6. 监理情况	73
5. 地块概念模型	79
5.1. 资料回顾	79
5.2. 现场踏勘	84
5.3. 人员访谈	85
5.4. 地块概念模型	86
6. 效果评估布点方案	96
6.1. 检测因子与修复标准	96
6.2. 土壤修复效果评估布点	97
7. 现场采样与实验室检测	111
7.1. 样品采集	111
7.2. 实验室检测	114
8. 效果评估	126

8.1.	土壤基坑清挖效果效果评估	126
8.2.	建筑垃圾水浸监测结果分析	142
8.3.	稳定化土壤检测结果分析	142
8.4.	回填客土检测结果分析	144
8.5.	潜在二次污染区域检测结果分析	150
8.6.	地块治理后地表水评估	151
8.7.	地块治理后地下水评估	151
8.8.	地块治理后场地治理效果评估	153
9.	结论与建议	156
9.1.	工程变更情况	156
9.2.	土壤开挖基坑底部及侧壁清理效果评估	156
9.3.	稳定化后土壤效果评估	157
9.4.	建筑垃圾水浸后效果评估	157
9.5.	回填客土质量评估	157
9.6.	种植土质量评估	157
9.7.	地块治理后土壤效果评估	158
9.8.	潜在二次污染区域评估	158
9.9.	地块治理后地表水评估	158
9.10.	地块治理后地下水评估	158
9.11.	地块治理后环境效益评估	159
9.12.	效果评估总结论	159
10.	后期环境监管	160
10.1.	后期监督管理要求	160
10.2.	后期监测计划	160
11.	附件	错误！未定义书签。
11.1.	报告出具单位承诺书	错误！未定义书签。
11.2.	土地利用规划证明	错误！未定义书签。
11.3.	项目责任主体证明	错误！未定义书签。
11.4.	效果评估单位更换说明	错误！未定义书签。
11.5.	项目实施过程回顾资料	错误！未定义书签。
11.6.	过程检测报告	错误！未定义书签。
11.7.	效果评估相关附件	错误！未定义书签。
11.8.	施工过程证明材料	错误！未定义书签。
11.9.	监理资料	错误！未定义书签。
12.	附图	错误！未定义书签。
12.1.	项目地理位置示意图	错误！未定义书签。

12.2.	项目分层修复范围图	错误！未定义书签。
12.3.	地质剖面图	错误！未定义书签。
12.4.	钻孔结构图	错误！未定义书签。
12.5.	建井机构图	错误！未定义书签。
12.6.	施工平面布置图	错误！未定义书签。
12.7.	封场和监测井平面布置图	错误！未定义书签。

1. 项目背景

1.1. 项目背景

湖南省政府高度重视全省遗留工业污染场地的治理和修复工作。2016 年颁布的《湖南省“十三五”环境保护规划》要求，在十三五期间将改善土壤及农村环境质量作为重点任务之一，其中的一项重要工作就是开展土壤污染治理与修复，以影响农产品质量和人居环境安全的突出土壤污染问题为重点，建立项目库，规范、有序开展全省受污染地块的治理与修复。

原沅江市电镀厂位于沅江市琼湖街道，地理坐标为 N28°48'59.2"、E112°22'42.8"，距 S204 省道 200m，属于县城规划范围。原沅江市电镀厂于 1988 年开办，2014 年停止生产，以五金半成品为原料，采用浓酸浸取-电镀工艺镀铬、镀锌，生产镀铬、镀锌工件。原沅江市电镀厂仅对电镀槽进行了简单防渗处理，电镀液由沟渠流入废液槽中，废液槽未做任何防渗处置，含重金属电镀废液一旦装满则任其溢出，电镀废水顺着地表流入厂区围墙外 15m 处池塘中。有毒有害污染物随电镀废液渗入厂区周边土壤，不仅影响厂区周边农业生产安全，同时通过生物链的累积放大转化为毒性更强的化合物形态，给电镀厂周边人民生命健康构成严重威胁。

企业虽根据国家产业政策已经关闭 13 年，但沅江市电镀厂历史遗留的重金属污染土壤未得到合理处置，周边居民多次提出治理诉求，百姓生产生活受到严重威胁。

鉴于此，沅江市人民政府迫切需要对原沅江市电镀厂历史遗留重金属污染进行治理，主要是针对厂区内污染土壤进行治理，逐步恢复周围的生态环境，保障附近居民的人身安全。

在此背景下，2017 年 4 月，益阳市生态环境局沅江分局委托湖南新九方检测技术有限公司编制了《原沅江市电镀厂土壤治理项目场地环境调查报告》，根据《重金属污染场地土壤修复标准》（DB43/T1165-2016）本项目地修复目标选择用地类型为居住用地，经检测，场地内土壤超标指标为铅、锌、砷、铬、六价铬、铜，建议尽快开展场地土壤的治理修复工作。

2017 年 4 月，委托湖南清之源环保科技有限公司编制了《原沅江市电镀厂土壤治理项目实施方案》，并于 2018 年列入国家土壤污染修复项目 A 类，并获得土

壤修复专项资金支持。2020年4月，益阳市生态环境局沅江分局对项目进行了EPC总承包公开招投标，由湖南森美思环保有限责任公司和湖南艾布鲁环保科技股份有限公司组成联合体中标。

2020年5月，省生态环境厅根据《中华人民共和国土壤污染防治法》要求，项目需补充风险评估报告并按新标准新要求推进项目实施。2020年10月，由湖南中大检测技术集团有限公司编制了《原沅江市电镀厂土壤治理项目风险评估报告》，根据场地环境调查报告分析结果，采用《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)进行判定，场地内土壤中的重金属(铅、六价铬、铜、砷)存在超出风险筛选值；在风险评估报告中，评价标准为《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中的第一类用地筛选值，Pb、As、Cr(VI)、Cu超过筛选值；根据风险评估报告的结论，六价铬、砷在一种评估模式下存在较明显的致癌风险，风险评估给出本项目场地公园绿地和教育用地下六价铬、砷、铅、铜一类用地情境下的土壤修复目标值分别为8.97mg/kg、40mg/kg、418mg/kg、4860mg/kg。风险评估报告中土壤污染范围、需修复的污染土壤方量及修复目标等和原调查结果相比发生了变化，对实施方案中相关内容进行变更。因此，2021年5月，湖南清之源环保科技有限公司编制了《原沅江市电镀厂土壤治理项目变更实施方案》，并取得了益阳市生态环境局下发了项目变更实施方案的审查意见。

原沅江市电镀厂土壤治理项目于2021年3月2日初步完工，为评估项目治理效果，委托湖南正勋检测技术有限公司承担原沅江市电镀厂土壤治理项目效果评估工作。湖南正勋检测技术有限公司根据相关过程资料对项目进行现场踏勘，对治理区域现状及周边区域环境质量现状进行了监测和采样，收集了本项目工程监理和环境监理等相关的资料，同时认真听取了地方相关部门和当地群众的意见，编制了《原沅江市电镀厂土壤治理项目效果评估报告》，2021年12月召开效果评估报告专家评审会议，由于止水帷幕工程无佐证资料，评估报告未通过；根据专家评审意见及建设单位要求，2022年6月、7月补做了止水帷幕，由于原效果评估单位主动放弃本项目效果评估报告的后续编制，经技术咨询与洽谈后委托湖南盛大环保科技有限公司(以下简称我单位)开展土壤治理效果评估，2022年8月4日-8月7日，对污染土壤修复场地进行了基坑清挖效果补充检测、补充种植土检测以及地下水、地表水检测；在效果评估补充检测采样以后，施工单位对修复场

地重新进行了绿化，于 2022 年 9 月 23 日正式完工。我单位在上次效果评估专家评审意见以及补做止水帷幕工程和补充检测的基础上，进一步完善了《原沅江市电镀厂土壤治理项目效果评估报告》。

本地块修复面积约为 3500 m²，包括原沅江市电镀厂受污染厂区及厂区西北侧场地土壤；该地块现主要规划为公园绿地与教育用地，属第一类建设用地。

1.2. 项目概况

项目建设周期：原沅江市电镀厂土壤治理项目于 2020 年 8 月 20 日开工，2021 年 3 月 2 日初步完工，2022 年 6、7 月补做止水帷幕工程，2022 年 8 月，对场地重新绿化，于 2022 年 9 月 23 日正式完工。

项目名称：原沅江市电镀厂土壤治理项目

项目类型：污染治理项目

项目地点：沅江市琼湖街道

建设单位：益阳市生态环境局沅江分局

场地调查单位：湖南新九方检测技术有限公司

可行性研究单位：长沙市千里马工程造价咨询有限公司

实施方案：湖南清之源环保科技有限公司

施工单位：湖南森美思环保有限责任公司

过程检测单位：湖南中易检测有限公司

实施方案变更：湖南清之源环保科技有限公司

设计单位：湖南艾布鲁环保科技股份有限公司

工程、环境监理单位：中机国际工程设计研究院有限责任公司

风险评估单位：湖南中大检测技术集团有限公司

效果评估单位：湖南正勋检测技术有限公司、湖南盛大环保科技有限公司

根据《变更实施方案》，场地修复工程主要内容为：

(1) 建筑垃圾安全处置工程：将厂房拆除后形成的约 3270.4m³ 的建筑垃圾经破碎、浸泡、清洗后，建筑垃圾的水浸检测结果合格，达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，外运用作路基修筑处置。

(2) 危险废物清运处置工程：对厂区遗留的电镀槽液、污泥等 219t 危险废物委托有资质单位清运至长沙危险废物处理中心进行安全处置。

(3) 场地土壤治理工程：对 3530.05m³ 污染土壤采用原地异位稳定化方式进行治理，稳定化后土壤外运修筑路基，外购 3530.05m³ 粘土回填基坑，配套工程内容包括：2570m 止水帷幕、基坑支护、截排水系统建设。

(4) 场地覆土绿化工程：对治理后的厂区进行表面覆土和绿化，绿化面积约 3075 m²；建设仿古建筑木质凉亭 1 座、木质亭廊 1 座。

(5) 废水处理工程：采用一体化处理设备对建筑垃圾浸泡清洗废水、基坑渗水及洗车废水等废水进行处理，废水经处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准后排放。

1.3. 第一次效果评估情况

原沅江市电镀厂土壤治理项目于 2021 年 3 月 2 日初步完工，湖南正勋检测技术有限公司在进行了相关监测和采样、收集了相关的资料后编制了《原沅江市电镀厂土壤治理项目效果评估报告》，2021 年 12 月 28 日召开效果评估报告专家评审会议，出具了专家评审意见；由于止水帷幕工程无佐证资料，效果评估报告未予通过。

第一次效果评估对本项目修复后场地土壤、周边地下水监测井、周边地表水石矶湖上下游进行了取样检测，检测结果显示修复后场地土壤 0.5m、2.0m、4.0m 砷、六价铬、铅、锌、铜（总量、水浸）均符合修复目标值，地下水均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准，地表水除 COD 外其他因子均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

2. 评估依据

2.1. 法律法规

(1) 《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令第9号, 自2015年1月1日起施行);

(2) 《中华人民共和国水污染防治法》(2017年6月27日第二次修正, 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10月26日第二次修正, 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4月29日修订通过, 自2020年9月1日起施行);

(5) 《中华人民共和国土地管理法》(自1999年1月1日起施行);

(6) 《中华人民共和国水土保持法》(2010年12月25日修订通过, 自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) 《水污染防治行动计划》, 2015年2月;

(9) 《关于加强土壤防治工作的意见》(环发〔2008〕48号);

(10) 《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);

(11) 《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);

(12) 《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);

(13) 《污染地块土壤环境管理办法》(环境保护部令 第42号);

(14) 《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);

(15) 《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);

(16) 《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);

- (17) 《湖南省环境保护条例》，湖南省人大常委会，2013 年 5 月 27 日修订；
- (18) 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》的通知（湘环函〔2018〕353 号）；
- (19) 《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》（2015.4）。

2.2. 标准规范

- (1) 《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) 《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》（HJ 682-2019）；
- (3) 《建设用地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2019）；
- (4) 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》（2014）；
- (5) 《地下水环境状况调查评价工作指南》（环办函〔2014〕99 号）；
- (6) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）；
- (7) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- (8) 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- (9) 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2020）；
- (10) 《地下水污染地质调查评价规范》（DD2008-1）；
- (11) 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）；
- (12) 《重金属污染场地土壤修复标准》（DB43/T1165-2016）；
- (13) 《污染场地风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018）；
- (14) 《固体废物鉴别标准 通则》（GB34330-2017）。

2.3. 项目文件

- (1) 《原沅江市电镀厂土壤治理项目场地环境调查报告》（湖南新九方检测技术有限公司，2017 年 4 月）；
- (2) 《原沅江市电镀厂土壤治理项目实施方案》（湖南清之源环保科技有限公司，2017 年 4 月）；
- (3) 《原沅江市电镀厂土壤治理项目风险评估报告》（湖南中大检测技术集团有限公司，2020 年 6 月）；

(4) 《原沅江市电镀厂土壤治理项目变更实施方案》（湖南清之源环保科技有限公司，2020 年 6 月）；

(5) 关于《原沅江市电镀厂土壤治理项目变更实施方案》的审查意见（益阳市生态环境局）；

(6) 《原沅江市电镀厂土壤治理项目设计方案》（湖南艾布鲁环保科技股份有限公司）；

(7) 原沅江市电镀厂土壤治理项目施工过程中检测资料；

(8) 《原沅江市电镀厂土壤治理项目工程监理质量评估报告》（中机国际工程设计研究院有限责任公司）；

(9) 《原沅江市电镀厂土壤治理项目环境监理总结报告》（中机国际工程设计研究院有限责任公司）；

(10) 《湖南省沅江市城市总体规划（2011-2030）》；

(11) 沅江自然资源的用地情况说明；

(12) 建设单位与施工单位提供的其他相关资料。

3. 评估目的、内容、方法及修复目标

3.1. 评估目的和原则

3.1.1. 评估目的

历史遗留的重金属污染修复工程项目不同于其他类型的生产建设项目，其建设需要全过程控制，要求施工过程中采取的环境保护措施安全有效，修复彻底，施工顺序是严格按照实施方案要求，禁止造成二次污染；且重金属污染修复工程项目往往工程的实施内容（如工程量、资金投入）与项目的工程可行性研究报告或者技术方案存在较大的出入。由于工程的这种严格控制性和不确定性，针对历史遗留的重金属污染修复工程建设项目环境影响特点，确定修复治理效果评估的目的是：

（1）评估工程内容是否按照《实施方案》及审查意见的建设内容予以落实，调查项目建设对周边环境的影响，比较修复工程竣工前后的生态和环境质量改善情况，分析项目的环境效益。

（2）评估项目工程技术方案中环保措施的执行情况以及存在的问题。重点调查工程在生态环境、水环境等方面所采取的环境保护与污染控制措施，分析其有效性，对不完善的措施提出改进意见；对工程其他实际环境问题及潜在的环境影响，提出环境保护补救措施。

（3）对该修复工程环境保护设施建设、管理、运行及其环境修复效果给出科学客观的评估，并提出解决方法或建议，消除或减轻项目对环境造成的负面影响，促使经济效益、社会效益与环境效益的统一。

（4）根据工程环境保护执行情况的调查，从技术经济角度上论证项目是否达到预期修复效果。

3.1.2. 评估原则

修复效果评估坚持以下原则：

- （1）认真贯彻国家与地方的环境保护法律、法规及规定。
- （2）坚持污染防治与生态保护并重的原则。
- （3）坚持客观、公正、科学、实用的原则。
- （4）坚持现场监测、实地调查与理论分析相结合的原则。

(5) 坚持对修复工程建设前期、施工期、运营期环境影响进行全过程分析的原则。

(6) 对土壤及地下水是否达到修复目标、风险管控是否达到规定要求、场地风险是否达到可接受水平等情况进行科学、系统地评估，提出后期环境监管建议，为污染场地管理提供科学依据。

3.2. 评估方法及评估工作程序

3.2.1. 评估方法

(1) 评估原则上按照《污染场地风险管控与土壤修复效果评估技术导则》(HJ 25.5-2018) 中的要求进行，并结合《湖南省重金属污染场地土壤修复标准》(DB43/T1165-2016)、《湖南省土壤污染防治专项资金项目验收指南(试行)》(湘环函〔2018〕353 号) 地方技术标准和规范。

(2) 环境影响分析采用现场调查、现场实测、已有的资料分析相结合的方法。工程建设期情况调查以文件资料分析为主，施工期情况调查以现场调查、现场监测和资料分析的方法为主。

(3) 环境保护措施调查以核实有关文件资料为主，通过资料查阅，结合现场调查，核实项目实施方案和目标责任状所提出的环保措施的落实情况。

(4) 环保设施和措施的有效性分析，采用效果实测、资料核查、现场检查的方式进行。

(5) 工程调查采用“以点为主、点面结合、反馈总体”的方法。

3.2.2. 评估工作程序

根据《污染场地风险管控与土壤修复效果评估技术导则》(HJ 25.5-2018) 及《湖南省土壤污染防治专项资金项目验收指南(试行)》(湘环函[2018]352，同时根据项目实际实施情况，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、更新地块概念模型、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 3.2.2-1。

图 3.2.2-1 评估工作程序

3.3. 评估工作内容

本项目污染场地土壤修复治理效果评估的工作内容包括：更新场地概念模型、布点采样与实验室检测、风险管控与修复效果评估、提出后期环境监管建议、编制效果评估报告等，具体如下：

（1）更新场地概念模型

根据修复进度，以及掌握的场地信息对场地概念模型进行实时更新，为制定效果评估布点方案提供依据。

（2）布点采样与实验室检测

布点方案包括效果评估的对象和范围、采样节点、采样周期和频次、布点数量和位置、检测指标等内容，并说明上述内容确定的依据。原则上应在修复实施方案编制阶段编制效果评估初步布点方案，并在场地风险管控与修复效果评估工作开展之前，根据更新后的概念模型进行完善和更新。

根据布点方案，制定采样计划，确定检测指标和实验室分析方法，开展现场采样与实验室检测，明确现场和实验室质量保证与质量控制要求。

（3）土壤修复治理效果评估

根据检测结果，评估土壤治理是否达到治理目标或可接受水平。对于土壤修复效果，可采用逐一对比和统计分析的方法进行评估，若达到修复效果，则根据情况提出后期环境监管建议并编制修复效果评估报告，若未达到修复效果，则应开展补充修复。

（4）提出后期环境监管建议

根据风险管控与修复工程实施情况与效果评估结论，提出后期环境监管建议。

（5）编制效果评估报告

汇总前述工作内容，编制效果评估报告，报告包括修复工程概况、环境保护措施落实情况、效果评估布点与采样、检测结果分析、效果评估结论及后期环境监管建议等内容。

3.4. 评估范围、对象

3.4.1. 评估范围

效果评估范围包括原沅江市电镀厂受污染厂区及厂区西北侧场地土壤，修复区域根据垂直投影最大面积计，共 1532.60m²，修复范围面积约为 3500m²；主要内容包

括：

(1) 厂房拆除后形成建筑垃圾 2357.93 m³，经破碎、浸泡、清洗后，水浸检测达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，外运用作路基修筑处

置。

(2) 对厂区遗留的电镀槽液、污泥等 191.11t 危险废物委托湖南银达物流有限责任公司清运至长沙危险废物处理中心进行安全处置。

(3) 对 3561.11m³ 污染土壤进行原地异位稳定化处理，达标后转运至土方公司用作路基修筑，外购 3561.11m³ 粘土回填基坑，配套工程内容包括：2247m 止水帷幕、基坑支护、截排水系统建设。

(4) 治理后的厂区进行表面覆土 1537.50m³ 和绿化，绿化面积为 3075m²；建设仿古建筑木质凉亭 1 座、木质亭廊 1 座。

(5) 采用一体化处理设备对建筑垃圾浸泡清洗废水、基坑渗水及洗车废水等废水 3511.18m³ 进行处理，废水经处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准后排放。

3.4.2. 评估对象和因子

根据项目区域场地调查、风险评估报告阶段场地污染情况，前期场地调查依据《重金属污染场地土壤修复标准》（DB43T1165-2016）居住用地标准，土壤超标因子为铅、砷、锌、铬、六价铬、铜；依据《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》（GB36600-2018），第一类用地区域中铅、砷、六价铬、铜超过标准，第二类用地区域中，没有污染物检测结果超过。依据 GB36600-2018，超一类用地筛选值因子为砷、六价铬、砷、铜，其中锌、铬在 GB36600-2018 中没有可参考筛选值。同时根据本项目风险评估报告，风险评估补充调查阶段结果与前期场地调查阶段结果基本一致。确定的本项目修复目标因子为砷、六价铬、砷、

铜 4 个因子。因此，效果评估因子主要以场地调查及风险评估中确定的超标因子为检测指标。

效果评估的对象主要为评估范围内的污染土壤、危废、客土、种植土和建筑垃圾浸泡清洗废水、基坑渗水及洗车废水等，评估对象及评估因子见下表。

表 3.4.2-1 评估对象和因子

序号	评估对象	评估因子
1	废渣清理后土壤	总量：砷、六价铬、铅、铜 水浸：砷、六价铬、铅、铜、锌
2	污染场地内清挖修复后土壤	水浸：砷、六价铬、铅、铜、锌
3	建筑垃圾清运	水浸：pH、COD、氨氮、锌、砷、六价铬、铅、铜
4	危险废物清运	对厂区遗留的电镀槽液、污泥等219t危险废物委托有资质单位清运至长沙危险废物处理中心进行安全处置。
5	回填土	总量：砷、六价铬、铅、铜 水浸：砷、六价铬、铅、铜
6	种植土	pH 值、铜、铅、镉、铬（六价）、砷、汞、镍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺*、2-氯酚、苯并（a）蒽、苯并（a）芘、苯并（b）荧蒽、苯并（k）荧蒽、蒽、二苯并（a,h）蒽、茚并（1,2,3-cd）芘、萘
7	建筑垃圾浸泡清洗废水、基坑渗水及洗车废水等	pH、COD、氨氮、锌、砷、六价铬、铅、铜
8	项目周边地下水	pH、锌、砷、六价铬、铅、铜、硫酸盐、铁、总磷（硫酸盐、铁、总磷为修复药剂可能产生的污染因子）
9	项目周边地表水	pH、COD、氨氮、锌、砷、六价铬、铅、铜

3.5. 修复目标

效果评估依据《湖南省土壤污染防治专项资金项目验收指南（试行）》、项目变更后实施方案及其审查意见、风险评估报告、设计说明等内容确定效果评估指标与标准。

根据项目风险评估报告、变更实施方案，本项目土壤修复目标值为风险评估报告及备案文件中确定的修复目标值，详见下表 3.5-1。

表 3.5-1 重金属污染场地土壤修复标准 单位：mg/kg

因子	修复目标	
	总量 (mg/kg)	水浸 (mg/L)
砷	40	0.05
铬 (VI)	8.97	0.05
铅	418	0.05
铜	4860	1
锌	/	1.0

4. 地块概况

4.1. 地块基本情况

4.1.1. 地块位置及周边环境

原沅江市电镀厂位于沅江市刘家冲琼湖街道，地理坐标为 N28°48'59.2"、E112°22'42.8"，厂区属于县城规划范围，其距市区新源路仅 200m，距桔园学校直线距离仅 850m，距上琼湖 530m，厂区西侧、西南侧及东南侧 100m 范围内有居民区，厂区西北、东北侧均为菜地，厂区东侧 20m 为石矶湖，电镀厂地理位置及周边环境如图 4.1.1-1 和图 4.1.1-2 所示。

图 4.1.1-1 地块地理位置图

图 4.1-2 地块周边环境示意图

4.1.2. 地块平面布置

地块厂区平面布置如图所示：

图 4.1.2-1 厂区平面布置图

4.1.3. 地块使用历史及现状

原沅江市电镀厂前身为琼湖造船厂，造船厂于 1958 年开办，1987 年停产，主要生产木质船舶。

1988 年，沅江市琼湖街道小河咀村民对原船厂厂房进行加盖修整，厂区面积扩大至约 3500m²，厂区建设完成后不再制造木质船舶，开始对五金半成品进行加工，主要为铬镀炼及锌镀炼，原琼湖造船厂更名为沅江市电镀厂。电镀厂镀铬生产工艺主要为 $\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ -电镀铬，镀锌工艺主要为氰化钠-镀锌。厂区内无地下管线及罐槽，主生产车间内布置有 8 个电镀槽，2 个硫酸池，4 个碱液池，1 个氰化钠池，一个废液池。根据国家政策，原沅江市电镀厂于 2004 年被关闭。企业关闭时，电镀槽、废液池中含铬废水及沉积物未得到有效清理。

场地现地势相对西北侧稍高，较西侧较低，厂房基本结构保存较为完好，屋顶及墙壁破败，地面基本硬化，厂区内仍残留许多危险废物，主要为废槽液和电

镀槽等。电镀槽内有残留的深黄色废液，废液池中残留有大量污水，厂区围墙与废液池紧连，墙外现为菜地及居民楼，氰化纳池边墙体呈黄色，厂区内无任何环保处理设施。

4.1.4.地块规划

原沅江市电镀厂土壤治理项目所涉地块位于沅江市琼湖街道小河咀村，面积约为 3500m²，土地所有权类型为集体土地所有权，土地使用权人为沅江市人民政府，土地利用现状为绿地与开敞空间用地，土地规划用途：大部分为绿地与开敞空间用地，其他为公共管理与公共服务用地。进一步根据《沅江市城市总体规划》（2011-2030）以及《沅江市中心城区用地规划图》可知，该地块现主要规划为公园绿地，其他为防护绿地和中小学用地。其中一类用地包括社区公园绿地(G1)和中小学用地(A33)约 3000m²，占总面积的 85%，其它用地为防护绿地(G2)，约 500m²，占总面积 15%，属建设用地中的第二类用地。考虑到修复后作为同一用地类型使用，本项目地修复目标用地类型为建设用地第一类用地。

4.1.5.地块地质和水文条件

（1）地质构造

根据《原沅江市电镀厂土壤治理项目工程岩土工程勘察报告》（湖南中核岩土工程有限责任公司，2020 年 7 月），项目场地位于洞庭湖二级阶地冲积平原区，场地地势较为平坦。场地内上部第四系覆盖层均为冲积成因的粉质粘土层及砂、砾层，厚度大于 50m。全地段在粉质粘土层上部覆盖厚度不均的人工填土层。基底下伏基岩为新生界第三系泥岩及泥质粉砂岩，埋藏深度大于 50m。场地及周边无断裂构造存在，场地内地质构造条件简单。

（2）地层岩性

1) 杂填土 (Q_{ml}) ①: 杂色，稍湿，松散至稍密，成分为碎石、建筑垃圾砖头粘性土，硬质物含量 25-30%，为平整、修建电镀厂平整场地时填筑，填筑时间十年以上。该层全场地分布；揭露厚度 0.50-4.60m，平均揭露厚度为 1.26m；层面标高 11.39-15.48m，平均层面标高为 13.35m。

2) 粉质粘土 (Q_{4al}) ②: 褐红色、褐黄色夹淡黄色、灰白色，稍湿，硬塑状态，具网纹状结构，含较多褐色铁锰质结核，稍有光泽，干强度及韧性中等，无摇振反应，系冲积成因。该层全场地内分布。揭露厚度 10.05-16.60m，平均揭露厚度为

14.01m；层面标高 8.11-14.77m，平均层面标高为 12.09m。

3) 粉砂 (Q_{4al}) ③：淡黄色、灰白色，稍密，饱和，含云母碎片，底部含少量砂粒、砾石，分选较好，粘性含量高，有粘性，泥质含量不高于 30%，系冲积成因。该层全场地内分布。揭露厚度 1.30-1.90m，平均揭露厚度为 1.61m；层面标高 -2.39— -1.43m，平均层面标高为-1.92m。

4) 圆砾 (Q_{4al}) ④：淡黄色、灰白色，中密，饱和，分选性较差，呈亚圆状，成分主要为石英砂岩、硅质岩、板岩及砾石等，骨架颗粒含量约 55-65%，粒径一般为 2-20mm，最大砾径可大于 50mm，粘粒、砂粒充填，系冲积成因。该层全场地内分布。该层均未揭穿，揭露厚度 4.00-5.50m，平均揭露厚度为 4.53m；层面标高-3.99— -2.73m，平均层面标高为-3.53m。

各岩土层的分布及变化情况详见附件地质剖面图和钻孔结构图。

(3) 水文地质条件

1) 地表水

根据场地水文地质调查结果，场地内属洞庭湖内湖水系，项目地东侧为沅江市内湖石矶湖，场地内大气面流水直接流入石矶湖，石矶湖为沅江市护城垸内湖，石矶湖湖水经沅江内涝防洪系统抽排入洞庭湖，洞庭湖常年正常水位为 28.00m，石矶湖常年正常水位 10.00m。

2) 地下水

①地下水类型及富水性

勘察期间对钻孔进行简易水文观测，所有钻孔内均见到地下水。

该场地地下水为上层滞水及第四系孔隙水。上层滞水主要赋存于人工填土杂填土层中，受大气降水补给，由于场地地势平坦，场地临近石矶湖，地下迳流流速较快，富水性能差，主要以地下迳流向低处快速排泄入石矶湖，水量较为贫乏，在勘察钻孔中未见到该地下水。

根据勘察结果综合 1：20 万沅江幅水文地质图，本区域第四系孔隙水，埋藏浅，主要赋存于第四系地层中。粉质粘土②地层为弱至微透水地层，为场地相对隔水层；粉砂③及圆砾④地层为强至极强透水地层，水量丰富，受大气降水渗流补给、受场地东侧石矶湖补给、受侧向地下水迳流补给，该地下水补给源充足，该地下水主要以地下迳流向低处排泄，本区域第四系孔隙水流向大概为自西南向东北方向。

②地层渗透性

根据勘察结果、室内渗水试验结果，结合当地工程经验并参照区域水文地质资料，场地内杂填土层①呈松散状，为强-极强透水层，其渗透系数 $K > 5.5 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ ；粉质粘土②为微透水地层，其渗透系数 $K = 4.89 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ ；粉砂③为强透水地层，其渗透系数 $K = 1.50 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 。圆砾④为强-极强透水层，其渗透系数 $K > 9.50 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 。

场地内岩土层均没达到《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》的防渗标准，均应采用天然或人工材料构筑防渗层。

4.2. 地块环境调查评价结论

4.2.1. 场地环境调查结论

2017年4月，益阳市生态环境局沅江分局委托湖南新九方检测技术有限公司编制了《原沅江市电镀厂土壤治理项目场地环境调查报告》，根据调查报告，结论如下。

4.2.1.1. 第一阶段场地环境调查结

(1) 场地初步检测

1) 检测布点

通过现场勘测情况，对原沅江市电镀厂厂区、厂区西北侧荒地、厂区西侧空地、厂区东南侧菜地以及厂区西北侧池塘制定布点方案。利用手持式重金属快速测定仪 Niton XL2500 对布点方案上的土壤点位进行现场检测。采用 EXCEL 进行原始数据的处理、分析，初步确定污染区域、污染程度及污染边界。同时，采集地表水一个以及地下水两个，送至实验室进行检测。

检测布点如下所示：

2) 初步检测结果

原沅江市电镀厂厂区土壤初步检测结果如下表所示：

表 4.2.1-1 原沅江市电镀厂厂区布点检测结果表

序号	深度 (m)	样品状态	检测结果 (ppm)				
			Pb	Cr	Cu	Zn	As
①	表层	土壤	35	44	18	45	<LOD
*②	表层	土壤	49	52	23	140	8
	1.0	土壤	22	52	26	67	17
	2.0	土壤	14	48	22	54	12
③	表层	土壤	46	48	32	47	11
④	表层	土壤	153	254	368	289	15
*⑤	表层	土壤	146	531	1312	948	21
	1.0	土壤	86	348	821	870	25
	2.0	土壤	58	184	784	645	7
	3.0	土壤	36	78	315	252	10
⑥	表层	土壤	74	448	735	289	22
⑦	表层	土壤	81	254	368	789	9
⑧	表层	土壤	319	330	261	725	16
⑨	表层	土壤	355	476	776	412	11
*⑩	表层	土壤	2125	765	896	2580	8
	1.0	土壤	1013	595	548	947	13
	2.0	土壤	437	479	465	435	9
	3.0	土壤	204	345	324	358	<LOD
*⑪	表层	土壤	299	584	1056	1851	252
	1.0	土壤	103	433	823	894	44
	2.0	土壤	146	224	536	601	13
	3.0	土壤	104	181	158	229	15
⑫	表层	土壤	225	256	483	458	12
⑬	0.5	土壤	206	480	218	721	9
	1.0	土壤	48	95	35	80	11
	3.0	土壤	15	66	25	78	13
⑭	表层	土壤	67.08	438	31	88	11
*⑮	表层	土壤	54	53	36	79	9

序号	深度 (m)	样品状态	检测结果 (ppm)				
			Pb	Cr	Cu	Zn	As
	1.0	土壤	35	<LOD	75	165	29
	3.0	土壤	64	64	29	73	15
重金属污染场地土壤修复标准			280	400	500	500	50
(GB36600-2018) 第一类用地 筛选值			400	/	2000	/	20
备注:本表数据为手持便携式 XRF 检测结果, 单位为 ppm, 可近似看成 mg/kg;							

从 XRF 检测结果可以看出, 原沅江市电镀厂厂区土壤中铅、铬、锌、铜、砷均不同程度地超过《重金属污染场地土壤修复标准》(DB43T1165-2016)。结合电镀厂生产历史, 场地重金属污染因子初步确定为铅、铬、锌、铜、砷。

在风险评估报告中, 评价标准为《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中的第一类用地筛选值, Pb、As 存在超标情况, 总 Cr、Zn 不计入污染物项目中, Cu 没有污染超标点位。

(2) 厂区周边现场探测

厂区周边现场情况如下图所示。

图 4.2.1-2 厂区周边情况图

1) 厂区西北侧荒地现场探测

厂区西北侧荒地较厂区地势低, 有必要对西北侧荒地进土样检测。检测结果如下表所示。

表 4.2.1-2 原沅江市电镀厂西北侧荒地布点检测结果

序号	坐标	Pb	As	Zn	Cr	Cu
1-1	28°49'0.04"N, 12°22'41.19"E	8998	/	1.67x10 ⁴	2.07x10 ⁴	5681
1-2	28°49'0.46"N, 12°22'40.65"E	186	7	395	296	265
重金属污染场地土壤修复标准 (DB43T1165-2016)		280	50	500	400	300
(GB36600-2018)第一类用地 筛选值		400	20	-	-	2000
检测结果(mg/kg)						

从检测结果可以看出, 对照原标准厂区西北侧荒地 1-1 号检测点位对照

DB43T1165-2016, Pb、Zn、Cr 和 Cu 超标, 将其纳入土壤污染治理区域。根据《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018) 第一类用地筛选值, Pb 和 Cu 超标, Cr、Zn 不计入污染物项目中。

2) 厂区东南侧菜地现场探测

对东南侧菜地进行土样检测, 检测结果如下表。

表 4.2.1-3 原沅江市电镀厂东南侧菜地布点检测结果

序号	坐标	Pb	As	Zn	Cr	Cu
2-1	28°42'15.97"N 112°53'39.71"E	54	11	68	74	185
重金属污染场地土壤修复标准 (DB43T1165-2016)		280	50	500	400	300
(GB36600-2018)第一类用地筛选 值		400	20	-	-	2000
检测结果(mg/kg)						

从现场检测结果可以看出, 厂区东南侧菜地土壤重金属未超《重金属污染场地土壤修复标准》(DB43T1165-2016)以及《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)第一类用地筛选值标。不纳入土壤污染治理区域。

3) 厂区西侧平地现场探测

厂区西侧紧邻水泥硬化地面, 10m 开外为社区居委会办公楼, 对厂区西侧土壤进行检测, 检测结果如下。

表 4.2.1-4 原沅江市电镀西侧平地地布点检测结果

序号	坐标	Pb	As	Zn	Cr	Cu
3-1	28°48'58.83" N 112°22'41.59" E	75	32	147	104	135
3-2	28°48'58.52" N 112°22'41.93"E	66	24	136	95	120
重金属污染场地土壤修复标准 (DB43T1165-2016)		280	50	500	400	300
(GB36600-2018)第一类用地筛选 值		400	20	-	-	2000
检测结果(mg/kg)						

从检测结果可以看出，厂区西侧土壤重金属未超《重金属污染场地土壤修复标准》(DB43T1165-2016)标准值，As 超过《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)第一类用地筛选值。经风险评估最终确定，As 的修复目标值为 40 mg/kg，所以厂区西侧平地不纳入治理区域。

4.2.1.2. 第二阶段场地环境调查结论

(1) 采样布点

根据湖南新九方检测技术有限公司编制的《原沅江市电镀厂土壤治理项目场地环境调查报告》，厂区及周边土壤采样布点如下图所示。

图 4.2.1-3 场地样品采集布点图

表 4.2.1-5 采样点位坐标信息一览表

采样点名称	坐标
1#	N 28°48'59.83",E 112°22'43.01"
3#	N 28°48'59.59", E 112°22'42.71"
4#	N 28°48'59.38",E 112°22'42.16"
5#	N 28°48'59.62",E 112°22'41.91"
6#	N 28°48'59.17",E 112°22'41.92"
7#	N 28°48'59.43",E 112°22'41.36"
8#	N 28°48'59.95",E 112°22'40.94"
9#	N 28°49'0.24",E 112°22'41.58"
10#	N 28°49'0.17",E 112°22'40.78"
11#	N 28°48'58.89",E 112°22'41.89"
12#	N 28°48'59.51",E 112°22'41.58"

表 4.2.1-6 样品采集汇总表

序号	类型	数量
1	厂区内土壤	32
2	厂区西北侧荒地土壤	12
3	厂区东南侧菜地土壤	1
4	厂区西北侧池塘底泥	1
5	电镀槽液	1
6	地表水	1
7	地下水（井水）	2

表 4.2.1-7 样品送检汇总表

序号	类型	数量
1	厂区内土壤	17
2	厂区西北侧荒地土壤	9
3	厂区东南侧菜地土壤	1
4	池塘底泥	1
5	电镀槽废液	1
6	地表水	1
7	地下水（井水）	2

(2) 实验室分析结果

1) 地下水

表 4.2.1-8 地下水检测结果

样品标识	采集类型	pH	铬	铜	砷	铅	锌
水样 1#	井水	6.5	<0.01	<0.01	<0.05	<0.05	0.006
水样 4#	井水	6.9	<0.01	<0.01	<0.05	<0.05	0.015
(GBT 14848-93) III 类标准		6.5~8.5	≤0.05	≤1.0	≤0.05	≤0.05	≤1.0
检测项目及结果(mg/L)							

根据检测结果，地下水未超过《地下水质量标准》（GBT 14848-93）III 类标准。

2) 地表水

表 4.2.1-9 地表水检测结果

样品标识	采集类型	pH	六价铬	铜	砷	铅	锌
水样 2#	池塘水	7.3	<0.004	<0.01	<0.0003	<0.05	0.317
(GB3838-2002) III 类标准		6-9	≤0.05	≤1.0	≤0.05	≤0.05	≤1.0
检测项目及结果(mg/L)							

原场调报告地表水评价标准为《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准。风险评价报告采用《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准。未出现超标因子，结论不变。

3) 电镀槽废液

表 4.2.1-10 电镀槽液检测结果

样品标识	采集类型	pH	铅	砷	锌	铬	六价铬	铜	氰化物
电镀厂水样 2#	电镀槽液	1.5	<0.05	0.18	4.97	5.00x10 ³	1.79x10 ³	229	<0.02
污水综合排放标准 (GB8978-1996)		6~9	1.0	0.5	5.0	1.5	0.5	1.0	0.5
检测项目及结果(mg/L)									

根据《危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别》(GB5085.1-2007)，按照 GB/T15555.12-1995 制备的浸出液，pH<2.0，属于危险废物。

4) 底泥

表 4.2.1-11 池塘底泥总量检测结果

序号	坐标	Pb	Cr (VI)	Zn	Cr	Cu
底泥 34#	底泥	43.7	<2	213	181	86
重金属污染场地土壤修复标准 (DB43/T1165-2016) (居住用地)		280	5	500	400	300
(GB36600-2018)第一类用地筛选 值		400	3	-	-	2000
检测结果(mg/kg)						

根据以上检测结果，池塘底泥总量检测结果均未超过《重金属污染场地土壤修复标准》(DB43/T 1125-2016)及《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)第一类用地筛选值。

5) 土壤

厂区内及西北侧荒地土壤检测结果如下：

表 4.2.1-12 厂区内及西北侧荒地土壤样品总量检测结果

布点	样品标识	深度(m)	铅	砷	锌	六价铬	铬	铜
1#	沅江①	0.5	188	16.4	275	10	100	51
	沅江②	1.0	46.7	20.1	116	<2	82	56
	沅江③	2.0	40.8	13.8	134	<2	100	44
3#	土样 3#	0.5	2280	/	59000	235	30400	18800
	沅江 7	1.0	203	15.9	836	<2	357	2870
	沅江 8	2.0	128	13.9	258	27	161	1320
	沅江 9	3.0	34.7	14.7	148	3	121	297

布点	样品标识	深度(m)	铅	砷	锌	六价铬	铬	铜
4#	土样 2#	0.5	30100	/	8650	<2	9230	531
	沅江 11	1.0	45.4	14.7	178	10	130	68
	沅江 12	2.0	29.2	12.8	102	<2	82	52
5#	土样 1#	0.5	9300	8.42	4420	<2	8360	607
	5#土样	1.0	117	17.6	2330	<2	1510	775
	沅江 15	2.0	48	16	234	9	532	142
	沅江 16	3.0	45.2	14.9	111	<2	69	49
6#	土样 9#	0.5	71.2	17.1	694	<2	478	354
	沅江 17	1.0	26.5	13.4	113	<2	72	36
	沅江 18	2.0	34.6	14.9	94.9	<2	75	26
8#	土样 7#	0.5	122	19	294	<2	108	104
	沅江 23	1.0	44.7	15.1	165	<2	124	82
	沅江 24	2.0	46.3	14.7	265	<2	86	77
9#	4#土样	0.5	461	21.7	2760	3	3820	1700
	沅江 26	1.0	174	18.1	1040	24	1610	898
	沅江 27	2.0	51.3	16.6	243	<2	218	137
11#	沅江 31	0.5	56.3	19	114	<2	60	56
	沅江 32	1.0	112	46.2	304	<2	85	1140
	沅江 33	2.0	63.7	15.5	133	<2	79	64
背景点	沅江 0#		21.9	17.7	80.5	<2	82	28
	沅江 00#		24.3	15.5	84.7	<2	84	28
重金属污染场地土壤修复标准 (DB43T1165-2016)(居住用地)			280	50	500	5	400	300
(GB36600-2018)第一类用地筛选值			400	20	-	3	-	2000
检测结果(mg/kg)								

表 4.2.1-13 厂区内及西北侧荒地土壤样品水浸检测结果

布点	样品标识	深度(m)	检测结果(mg/L)					
			pH	铅	砷	锌	六价铬	铜
1#	沅江①	0.5	6.9	<0.05	<0.05	<0.006	<0.004	<0.01
	沅江②	1.0	7.1	<0.05	<0.05	<0.006	<0.004	<0.01
	沅江③	2.0	6.9	<0.05	<0.05	<0.006	<0.004	<0.01

布点	样品标识	深度 (m)	检测结果(mg/L)					
			pH	铅	砷	锌	六价铬	铜
3#	土样 3#	0.5	8.3	<0.05	/	0.775	9.37	0.02
	沅江 7	1.0	8.0	<0.05	<0.05	<0.006	0.084	0.01
	沅江 8	2.0	7.3	<0.05	<0.05	0.062	0.087	0.21
	沅江 9	3.0	8.4	<0.05	<0.05	0.015	0.108	<0.01
4#	土样 2#	0.5	8.9	<0.05	/	0.626	0.006	0.04
	沅江 11	1.0	8.3	0.05	<0.05	0.147	0.348	0.06
	沅江 12	2.0	6.7	<0.05	<0.05	<0.006	<0.004	<0.01
5#	土样 1#	0.5	8.0	<0.05	<0.05	9.14	0.022	0.02
	5#土样	1.0	6.4	<0.05	<0.05	0.069	<0.004	0.03
	沅江 15	2.0	3.7	<0.05	<0.05	1.07	<0.004	0.14
	沅江 16	3.0	6.2	<0.05	<0.05	0.009	<0.004	<0.01
6#	土样 9#	0.5	8.1	<0.05	<0.05	0.025	<0.004	0.01
	沅江 17	1.0	4.0	<0.05	<0.05	0.04	<0.004	<0.01
	沅江 18	2.0	4.6	<0.05	<0.05	<0.006	<0.004	<0.01
8#	土样 7#	0.5	8.7	<0.05	<0.05	<0.006	<0.004	<0.01
	沅江 23	1.0	7.0	<0.05	<0.05	<0.006	<0.004	<0.01
	沅江 24	2.0	7.1	<0.05	<0.05	<0.006	<0.004	<0.01
9#	4#土样	0.5	5.7	<0.05	<0.05	0.085	0.025	0.02
	沅江 26	1.0	6.6	<0.05	<0.05	0.405	<0.004	0.02
	沅江 27	2.0	5.7	<0.05	<0.05	1.57	<0.004	0.19
11#	沅江 31	0.5	7.3	<0.05	<0.05	<0.006	<0.004	<0.01
	沅江 32	1.0	7.6	<0.05	<0.05	<0.006	<0.004	<0.01
	沅江 33	2.0	7.6	<0.05	<0.05	<0.006	<0.004	<0.01
背景点	沅江 0#		5.7	<0.05	<0.05	<0.006	<0.004	<0.01
	沅江 00#		6.1	<0.05	<0.05	0.0093	<0.004	<0.01
地表水环境质量标准 (GB3838-2002) III 类标准			6~9	0.05	0.05	1.0	0.05	1.0
备注：本表评价标准为《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)中III类标准。								

本项目第二阶段场调在场地内布设土壤取样点 11 个，送检场地 8 个点位土壤样品共 26 个，东南侧距厂区 15 米土壤 1 个，检测铅、铜、总铬、锌、砷、六价铬 6 个指标。原沅江市电镀厂场调报告中，评价标准为《重金属污染场地土壤修复标准》（DB43/T1125-2018），Pb、Cr、Cr(VI)、Zn、Cu 超标，As 未超过标

准。在风险评估报告中，评价标准为《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中的第一类用地筛选值，Pb、As、Cr(VI)、Cu 超过筛选值，厂区东南侧土壤检测结果如下。

表 4.2.1-14 厂区东南侧土壤样品总量检测结果

样品标识	深度 (m)	Pb	As	Zn	Cr	Cu
土样 8#	0.2	232	23.5	491	181	94
重金属污染场地土壤修复标准 (DB43/T1165-2016) (居住用地)		280	50	500	400	300
(GB36600-2018)第一类用地筛选值		400	20	-	-	2000
检测结果(mg/kg)						

表 4.2.1-15 厂区东南侧土壤样品水浸检测结果

样品标识	深度 (m)	pH	铜	砷	铅	锌	铬
土样 8#	0.2	8.0	<0.01	<0.05	<0.05	0.012	<0.01
(GB3838-2002) III 类标准		6-9	≤1.0	≤0.05	≤0.05	≤1.0	≤0.05
检测项目及结果(mg/L)							

根据检测结果，评价标准为《重金属污染场地土壤修复标准》(DB43/T1125-2018)，未超过标准。评价标准为《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中的第一类用地筛选值，As 超过筛选值；风险评估最终的 As 的修复目标值为 40，可不纳入修复范围；水浸检测结果没有超标。

4.2.1.3. 第三阶段场地环境调查结论

(1) 场地土壤镉污染情况

由于二阶段 3#点位 0.5m 处、4#点位 0.5m 和 2m 处、5#点位 0.5m、1.0m 和 3.0m 处、9#点位 0.5m 处土壤样品采集分量不足，因此在第三阶段场地环境调查过程中，对上述位置进行了补充采样，共采集土壤样品 7 个，补充检测指标 Cd。

表 4.2.1-16 补充采集样品 Cd 总量检测结果

样品标识	点位	深度 (m)	检测结果(mg/kg)
			镉
BC-1	3#	0.5	0.35

BC-2	4#	0.5	<0.05
BC-3	4#	2.0	0.10
BC-4	5#	3.0	0.10
BC-5	5#	1.0	0.79
BC-6	5#	0.5	0.72
BC-7	9#	0.5	0.10
重金属污染场地土壤修复标准(DB43/T 1125-2016)			7
《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》 (GB36600-2018)中的第一类用地筛选值			20

表 4.2.1-17 补充采集样品 Cd 水浸检测结果

样品标识	点位	深度 (m)	检测结果(mg/L)
			镉
BC-1	3#	0.5	<0.005
BC-2	4#	0.5	<0.005
BC-3	4#	2	<0.005
BC-4	5#	3.0	<0.005
BC-5	5#	1.0	<0.005
BC-6	5#	0.5	<0.005
BC-7	9#	0.5	<0.005
《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)			<0.005

将总量检测结果比对《重金属污染场地土壤修复标准》(DB43/T 1125-2016)中居住用地标准、《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中的第一类用地筛选值,水浸检测结果比对《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类可知,场地土壤并未受到镉污染。

(2) 场地氰化物污染情况

对电镀槽边(3#)、氰化钠池边(4#)、废液池边(5#)土壤中氰化物进行了酸浸和水浸分析,检测结果如表所示。

表 4.2.1-18 补充采集土壤样品中氰化物酸浸检测结果

样品标识	点位	深度 (m)	检测结果 (mg/L)
			氰化物
BC-1	3#	0.5	0.005
BC-2	4#	0.5	0.004
BC-6	5#	3.0	0.041
《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》(GB5085.3-2007)			5

表 4.2.1-19 补充采集土壤样品中氰化物水浸检测结果

样品标识	点位	深度 (m)	检测结果 (mg/L)
			氰化物
BC-1	3#	0.5	0.004
BC-2	4#	0.5	0.004
BC-6	5#	3.0	0.004
《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)			0.2

表 4.2.1-20 补充采集水体样品中氰化物水浸检测结果

样品标识	类型	检测结果 (mg/L)
		氰化物
BC-水样-1#	电镀槽液	<0.02
《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)		0.5
BC-水样-2#	池塘水	0.005
《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)		0.2

根据采样土壤酸浸水浸检测结果可知,场地土壤并未受到氰化物污染。同时,为确定水体氰化物污染情况,补充采集了电镀槽废液样品 1 个和池塘水体 1 个。将电镀槽液检测结果比对《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)可知电镀槽液中氰化物未超标。将池塘水体比对《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)可知池塘水体中氰化物也未超标。

4.2.1.4. 场地环境调查总结论

(1) 第一阶段

原沅江市电镀厂地块规划用途为公园绿地(G1)、中小学用地(A33)和防护绿地(G2),其中一类用地包括社区公园绿地(G1)和中小学用地(A33)约 3000m²,其它用地为防护绿地(G2),约 500m²,属建设用地中的第二类用地。考虑到修复后作为同一用地类型使用,检测结果全部参考《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)中的第一类用地筛选值,本项目地修复目标用地类型为建设用地第一类用地。

原沅江市电镀厂生产区三个厂房相连。其中中间厂房为电镀车间,左右两边厂房为原材料堆存库及成品堆存车间,厂区地面基本硬化。电镀车间内布置有 8 个电镀槽,2 个硫酸池,4 个碱液池,1 个氰化钠池,一个废液池。厂区内仍残留许多危险废物,主要为电镀槽液、电镀槽和电镀污泥等。电镀槽内有残留的深黄

色废液，废水仍有大量残留在废液池中，深度约为 5 米，液面位置与地面几乎齐平，废液池与厂方墙壁紧连，氰化钠池边墙体呈黄色，厂区内无任何环保处理设施。

现场通过 XRF 对厂区内渣土混合物、土壤进行初步检测，初步查明污染重点区域为原沅江市电镀厂厂区以及厂区西北侧荒地和池塘。场地内土壤超标指标为铅、砷。

（2）第二阶段

原沅江市电镀厂污染分布主要集中在电镀厂房及厂房西北侧荒地，对原沅江市电镀厂场地内土壤、池塘及水井进行采样送检，通过对场地内 26 个土壤样品送检，由土壤重金属总量数据分析得到，原沅江市电镀厂厂区内土壤中铅、六价铬、砷、铜超过标准；厂区东南侧菜地土壤总量砷超标，地下水、地表水、底泥均未超标；电镀槽废液经检测属于危废。

根据内梅罗指数法计算得到，原沅江市电镀厂主要生产区综合污染指数较高，属于重度污染。

（3）第三阶段

为进一步掌握原沅江市电镀厂土壤受污染情况，对场地土壤进行了补充采样送检，主要送检指标为镉和氰化物。

通过对厂区 3#-0.5m、4#-0.5m、4#-2m、5#-0.5m、5#-1.0m、8#-0.5m 和 9#-0.5m 处土壤中重金属镉进行总量和水浸测定，检测结果表明场地土壤并未受到镉污染。

对场地主要生产车间的电镀槽边（3#）、氰化钠池边（4#）、废液池边（5#）土壤进行补充采样送检，检测指标为氰化物。检测结果表明土壤未受到氰化物污染。

对场地池塘水体及电镀槽中废液进行补充采样送检，检测指标为氰化物，检测结果表明场地内地表水体未受到氰化物污染。

4.2.2. 风险评估阶段补充调查及结论

为了确定地块风险水平，保证地块周边及未来居住人群健康，确定基于保证人群健康的修复目标值，2020 年 10 月，由湖南中大检测技术集团有限公司编制了《原沅江市电镀厂土壤治理项目风险评估报告》，确定了本场地的污染物类别、修复目标和修复方量等。

4.2.2.1. 补充调查土壤采样点布设

根据《原沅江市电镀厂土壤治理项目风险评估报告》对场地进行了补充调查采样和分析。

补充了四个调查点，即补 3#、补 4#、补 5#、补 9#，9#，补充调查点位具体分布见下图。其中位于第一类用地区域内的点位有：1、3、4、5、7、8、9、10、补 3、补 4、补 5、补 9，共计 12 处点位。位于第二类用地区域内的点位有：6、11，共计 2 个点位。

图 4.2.2-1 补充场地调查采样布点点位分布图

4.2.2.2. 补充调查土壤结果分析

在补充调查点位中，补 3#、补 4#、补 5#、补 9#点位全部都位于第一类用地范围内，对比《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，对补充调查点位的关注污染进行分析，结论如下：

表 4.2.2-1 补充土壤样品检测结果

布点	样品标识	深度 (m)	检测结果(mg/kg)					
			铅	砷	锌	六价铬	铬	铜
补 3#	土样 3#	0.5	149	17.9	196	2.96	244	44.9
	沅江 7	1.0	68.1	14.8	121	40.4	207	29.7
	沅江 8	2.0	44.6	16.7	216	239	465	45.5
	沅江 9	3.0	63.2	17.0	245	445	947	94.0
补 4#	土样 2#	0.5	1660	20.2	756	452	2671	344
	沅江 11	1.0	38.4	19.6	114	32.4	148	30.5
	沅江 12	2.0	46.2	14.7	170	75.3	337	38.4
	沅江 13	3.0	41.8	14.7	111	240	489	33.5
补 5#	土样 1#	0.5	108	16.7	167	2.01	97.2	43.5
	5#土样	1.0	39.6	17.5	152	50.2	236	67.1
	沅江 15	2.0	60.2	16.9	156	73.5	1219	66.4
	沅江 16	3.0	47.8	17.5	965	12.6	802	72.8
补 9#	4#土样	0.5	81.9	18.7	345	0.5	250	22.3
	沅江 26	1.0	95.9	12.1	422	0.5	286	207
	沅江 27	2.0	140	15.1	789	4.88	967	584

布点	样品标识	深度 (m)	检测结果(mg/kg)					
			铅	砷	锌	六价铬	铬	铜
	沅江 28	3.0	55.5	17.6	305	0.5	219	140
土壤环境质量标准建设用地污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018) 第一类用地筛选值			400	20	-	3	-	2000

对检测结果分析可知,土壤中铅、砷、六价铬超过《土壤环境质量标准建设用地污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018) 第一类用地筛选值,与原场调报告保持结论一致。

4.2.2.3. 污染土壤分布

根据湖南中大检测技术集团有限公司编制的《原沅江市电镀厂土壤治理项目风险评估报告》(备案稿)(2020.10)确定的本项目风险控制值,根据最终土壤修复基坑的实际面积,计算得出本项目土壤需修复区域垂直投影最大面积为1532.60m²,总修复工程量约为3530.05m³。详见下表:

表 4.2.2-2 土壤基坑垂直投影面积表

基坑名称	最终修复面积 (m ²)
A	600.98
B	65.82
C	132.78
D	733.02
合计	1532.60 m ²

表 4.2.2-3 本项目超修复目标值方量汇总表

土层	面积 (m ²)	厚度	方量 (m ³)
0-0.5m	640.9	0.5	320.45
0.5-1m	1047.4	1	1047.4
1-2m	360.2	2	720.4
2-3m	480.6	3	1441.8
总计	2529.1m ² 垂直投影最大面积: 1532.60 m ²	/	3530.05

项目具体治理范围如下:

- (1) 0~0.5m

该层修复面积 640.9m²，方量约为 320.45m³，具体拐点坐标和修复范围如下所示。

表 4.2.2-4 0-0.5m 层一类用地区域超目标值范围拐点坐标

深度范围	修复面积 (m ²)	层厚 (m)	修复方量 (m ³)	拐点 编号	Y	X
0~0.5m	640.9	0.5	320.45	0	634503.0716	3188426.395
				1	634482.665	3188450.01
				2	634486.0897	3188452.513
				3	634490.5692	3188452.443
				4	634492.5536	3188447.945
				5	634491.6275	3188444.77
				6	634488.0656	3188443.819
				7	634483.5577	3188445.431
				8	634496.2302	3188425.968
				9	634492.8861	3188419.898
				10	634497.1522	3188415.957
				11	634502.2892	3188416.089
				12	634504.8357	3188411.376
				13	634512.1997	3188432.48
				14	634505.982	3188429.835
				15	634522.2539	3188429.967
				16	634505.982	3188429.835
				17	634522.2539	3188429.967
				18	634524.3706	3188426.924
				19	634522.5185	3188422.691
				20	634516.7528	3188420.219
				21	634513.661	3188414.011
				22	634509.4458	3188409.4

图 4.2.2-2 各污染物在场地 0-0.5m 土壤修复范围图

(2) 0.5-1m

该层修复面积 1047.4m²，方量约为 1047.4m³，具体拐点坐标和修复范围如下所示。

表 4.2.2-5 0.5-1m 层一类用地区域超目标值范围拐点坐标

深度范围	修复面积 (m ²)	层厚 (m)	修复方量 (m ³)	拐点 编号	Y	X
0.5~1m	1047.4	1.0	1047.4	0	634515.1985	3188454.273
				1	634501.4329	3188449.85
				2	634521.369	3188448.769
				3	634520.1802	3188442.403
				4	634517.648	3188440.874
				5	634520.9287	3188438.545
				6	634506.8057	3188454.751
				7	634497.2109	3188444.462
				8	634500.0623	3188438.601
				9	634502.5138	3188438.515
				10	634500.2207	3188436.7
				11	634500.5375	3188431.472
				12	634504.1356	3188428.361
				13	634502.2626	3188428.966
				14	634498.9536	3188425.136
				15	634501.0128	3188420.542
				16	634507.9828	3188417.057
				17	634512.1014	3188420.225
				18	634512.735	3188423.71
				19	634511.6605	3188425.788
				20	634514.9526	3188425.453
				21	634514.6358	3188417.057
				22	634516.6952	3188415.156
				23	634524.4888	3188434.072
				24	634524.383	3188429.098
				25	634530.0327	3188425.822
				26	634473.5832	3188466.52
				27	634480.2672	3188465.962
				28	634481.7417	3188460.972

深度范围	修复面积 (m ²)	层厚 (m)	修复方量 (m ³)	拐点 编号	Y	X
				29	634479.121	3188458.777
				30	634475.559	3188457.827
				31	634471.0512	3188459.439
				32	634470.1584	3188464.018

图 4.2.2-3 各污染物在场地 0.5-1m 土壤修复范围图

(3) 1-2m

该层修复面积 360.2m², 方量约为 720.4m³, 具体拐点坐标和修复范围如下所示。

表 4.2.2-6 1-2m 层一类用地区域超目标值范围拐点坐标

深度范围	修复面积 (m ²)	层厚 (m)	修复方量 (m ³)	拐点 编号	Y	X
1~2m	360.2	1.0	720.4	0	634532.2529	3188428.915
				1	634523.5746	3188433.148
				2	634515.9545	3188432.936
				3	634512.3562	3188431.031
				4	634510.2395	3188427.645
				5	634511.827	3188421.93
				6	634511.5095	3188416.955
				7	634511.192	3188414.415
				8	634505.477	3188422.141
				9	634500.1853	3188419.39
				10	634499.9737	3188416.109
				11	634502.1962	3188412.193
				12	634507.8054	3188412.828
				13	634509.0754	3188418.225
				14	634514.8962	3188448.917
				15	634508.2287	3188445.954
				16	634509.3929	3188442.567
				17	634515.3195	3188437.381
				18	634521.6696	3188438.122

深度范围	修复面积 (m ²)	层厚 (m)	修复方量 (m ³)	拐点 编号	Y	X
				19	634521.6696	3188444.895
				20	634520.1879	3188447.859

图 4.2.2-4 各污染物在场地 1-2m 土壤修复范围图

(4) 2-3m

该层修复面积 480.6m²，方量约为 1441.8m³，具体拐点坐标和修复范围如下所示。

表 4.2.2-7 2-3m 层一类用地区域超目标值范围拐点坐标

深度范围	修复面积 (m ²)	层厚 (m)	修复方量 (m ³)	拐点 编号	Y	X
2~3m	480.6	1.0	1441.8	0	634532.1471	3188429.655
				1	634524.2096	3188433.995
				2	634514.6845	3188434.841
				3	634507.382	3188430.714
				4	634508.652	3188422.67
				5	634508.4404	3188413.675
				6	634509.6045	3188410.605
				7	634500.1853	3188425.21
				8	634492.9887	3188426.48
				9	634490.0253	3188423.305
				10	634492.777	3188418.437
				11	634495.8462	3188414.839
				12	634501.1378	3188416.109
				13	634503.1487	3188420.236
				14	634502.302	3188422.67

图 4.2.2-5 各污染物在场地 2-3m 土壤修复范围图

4.3. 地块治理方案

4.3.1. 治理范围

本项目治理与修复范围为原沅江市电镀厂受污染厂区及厂区西北侧场地土壤，治理范围面积约 3500m²，项目挖填土实际修复面垂直投影最大面积为 1532.60m²；

修复红线范围略大于风险评估中的评估范围（3500 m²），污染土壤实际修复面都位于评估范围内和修复红线范围内。具体如图所示。

图 4.3.1-1 土壤修复范围边界控制示意图

根据《原沅江市电镀厂土壤治理项目初步设计》（湖南艾布鲁环保科技股份有限公司）及设计图纸，原沅江市电镀厂土壤治理项目实际最终修复面积分为 A、B、C、D 四个基坑，A 号基坑最终开挖深度为 2m，B 号基坑最终开挖深度为 0.5，C 号基坑最终开挖深度为 1m，D 基坑最终开挖深度为 3m。

4.3.2. 治理目标

项目的总体目标为：通过实施原沅江市电镀厂土壤治理项目，恢复场地的使用功能，使治理修复后的污染场地满足沅江的规划用地要求。具体包括：

（1）地块内的危险废物全部安全外运有资质单位处置。

（2）土壤修复目标：

1) 清挖后基坑及回填土壤

对于清挖后基坑及回填土壤，验收标准如下：

①场地土壤中砷、六价铬、铅、铜的总量满足风险评估中确定的修复目标值，具体为：砷 40mg/kg、铬（六价）8.97mg/kg、铅 418mg/kg、铜 4860mg/kg。

②场地土壤中砷、六价铬、铅、铜和锌的水浸浸出浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，具体为砷 0.05mg/L、铬（六价）0.05mg/L、铅 0.05mg/L、铜 1mg/L、锌 1mg/L。

2) 稳定化后的土壤

对于稳定化后外运修筑路基的土壤，验收标准如下：

稳定化后土壤中的砷、六价铬、铅、铜和锌的水浸浸出浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，具体为砷 0.05mg/L、铬（六价）0.05mg/L、铅 0.05mg/L、铜 1mg/L、锌 1mg/L。

（3）地块内的废水经处理后达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准后排放。

（4）整个地块未硬化地面实现 100%绿化。

4.3.3. 实施方案变更情况

4.3.3.1. 变更原因

根据风险评估报告的结论及建议、《湖南省土壤污染防治项目管理规程》、《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准 GB36600-2018》等政策、文件的要求，以及与业主单位、湖南中大检测技术集团有限公司等单位充分沟通，拟申请对原方案中污染土壤由稳定化处理后回填变更为稳定化处理后用作路基回填，彻底达到无害化和资源化的目的；场地的修复标准、修复范围、修复方案与原实施方案对比均发生了变化，因此编制了《原沅江市电镀厂土壤治理项目变更实施方案》，以便于推进项目实施及顺利验收。

4.3.3.2. 实施方案变更前后情况

实施方案变更前后相关变化情况如下表所示：

表 4.3.3-1 实施方案变更前后相关变化情况一览表

序号	内容	实施方案变更前	实施方案变更后
1	土壤污染程度	土壤中超标污染物为重金属砷、铅、六价铬、铜、锌，其总量和水浸不同程度的超过《重金属污染场地土壤修复标准》（DB43/T1165-2016）居住用地标准和《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准。其中，铅、六价铬、铜、锌超标点位较多，污染区域较集中，主要分布在电镀厂厂房与西北侧荒地。结合场地地层岩性和土壤检测结果，将场地划分为四个层次，分别为 0-0.5m、0.5-1m、1-2m、2-3m。	区域中铅、砷、六价铬、铜超过《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第一类用地筛选值。结合场地地层岩性和土壤检测结果，将场地污染土层划分为四个层次，分别为 0-0.5m、0.5-1m、1-2m、2-3m。 根据地下水监测结果，对照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，厂区对地下水并未造成污染。风险评估结果表明，地块土壤中的六价铬、砷、铜和铅的风险超过了可接受水平。
2	土壤污染方量	修复土方量为 8681m ³ 。	修复的土壤方量为 3530.05m ³ ，修复方量减少了 5150.95m ³ 。
3	验收要求	场地 0-0.5m 上层土壤中铬、六价铬、锌、铅、铜的总量浓度和水浸浸出浓度分别满足《重金属污染场地土壤修复标准》（DB43/T1165-2016）居住用地标准和《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准，即铬、六价铬、锌、铅、铜的总量目标值分别为 400mg/kg、5mg/kg、280mg/kg、500mg/kg、300mg/kg，六价铬、锌、铅、铜的水浸目标值分别为 0.05mg/L、0.05mg/L、2.0mg/L、1mg/L； 场地 0.5m 以下的下层土壤中六价铬、锌、铅、铜的水浸浸出浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准，即六价铬、锌、铅、铜的水浸目标值分别为 0.05mg/L、0.05mg/L、2.0mg/L、1mg/L。	根据风评结果以及周边地表水环境质量要求的提升，变更实施方案对修复目标进行了调整。 针对场地内的土壤以及回填基坑的土壤： 一是对土壤的总量要求执行风评报告中确定的土壤修复目标值。 二是土壤水浸浸出浓度由《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准提升至III类标准。 三是监测项目从六价铬、锌、铅、铜调整为六价铬、铅、铜、砷。
4	实施内容	（1）建筑垃圾安全处置：将拆除的厂房等 3270.4m ³ 建筑材料进行浸泡清洗，经分选破碎后运送至沅江市富凯建筑垃圾回收利用有限公司进行处置。 （2）危险废物清运：对电镀槽液、污泥等 219t 危险废物进行预处理后，与拆除的电镀槽等构筑物一同转运至长沙	（1）建筑垃圾安全处置工程：将厂房拆除后形成的约 3270.4m ³ 的建筑垃圾经破碎、浸泡、清洗，外运用作路基修筑。 （2）危险废物清运处置工程：对厂区遗留的电镀槽液、污泥等 219t 危险废物委托有资质单位清运至长沙危险废物

序号	内容	实施方案变更前	实施方案变更后
		<p>危险废物处理中心进行安全处置。</p> <p>(3) 场地土壤治理工程：将厂区 8681.00m³ 污染土壤挖掘清运至稳定化车间，经破碎、筛分后，进行稳定化处理，经检测合格后转运暂存堆场；挖方完成后，在基坑内铺膜防渗与原粘土层构成复合防渗层，再将修复检测合格的土壤回填至基坑中。</p> <p>(4) 场地覆土绿化工程：对土壤回填后的厂区进行表面覆土和绿化，并建设截排水系统。</p> <p>(5) 废水处理工程：采用一体化处理设备对清挖场址积水、建筑材料清洗废水及施工过程中产生的废水等进行处理，达标后排放。</p>	<p>处理中心进行安全处置。</p> <p>(3) 场地土壤治理工程：在地块内新建稳定化车间，对 3530.05m³ 污染土壤进行原地异位稳定化处理，达标后转运至土方公司用作路基修筑；对于放坡空间不足的基坑采用钢板桩支护，污染土壤清挖完成后，外购干净粘土回填基坑。建设截排水系统。</p> <p>(4) 场地覆土绿化工程：对治理后的厂区进行表面覆土和绿化，绿化面积约 3075m²；建设仿古建筑木质凉亭 1 座、木质亭廊 1 座。</p> <p>(5) 废水处理工程：采用一体化处理设备对建筑垃圾浸泡清洗废水、基坑渗水及洗车废水等废水进行处理，达标后排放。</p>

4.3.4.变更后地块治理方案

4.3.4.1. 建筑垃圾、稳定化处理土壤外运处置的合理性分析

根据变更实施方案，将浸泡清洗后的建筑垃圾和稳定化处理后的污染土壤外运用作路基修筑，达到无害化和资源化目的，其可行性如下：

（1）国务院发布的《循环经济发展战略及近期行动计划》指出要“推进建筑废物资源化利用。推进建筑废物集中处理、分级利用，生产高性能再生混凝土、混凝土砌块等建材产品。因地制宜建设建筑废物资源化利用和处理基地。”本项目中所涉建筑垃圾均质性和密实度较好，可以利用做持力层。利用废弃建筑混凝土和废弃砖石生产粗细骨料，可用于生产相应强度等级的混凝土、砂浆，粗细骨料添加固化类材料后，也可用于公路路面基层。

（2）建材资源化是污染地块土壤的主流去向。本项目中所涉污染土壤经稳定化处理，土壤中原本易于迁移的游离态重金属变为不溶态或难溶态，处理后的土壤经水浸检测合格达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准后，可用作路基填方，变废为宝，实现资源化综合利用，节约了用于路基填方的优质土壤资源，具有良好的环保效益和社会效益。

（3）路基修筑应用前，应对建筑垃圾、土壤进行取样，分析成分、粗细集料质量比、无侧限抗压强度、最佳含水量等数据，通过试验确定配合比、含水率等施工参数，满足路基施工要求后方可进行下一步利用。

根据以上变更实施方案所述，建筑垃圾及稳定化土壤用作路基填筑可行。

4.3.4.2. 治理技术路线

（1）建筑垃圾安全处置工程：将厂房拆除后形成的建筑垃圾经破碎、浸泡、清洗，外运用作路基修筑。

（2）危险废物清运处置工程：对厂区遗留的电镀槽液、污泥等危险废物委托有资质单位清运至长沙危险废物处理中心进行安全处置。

（3）场地土壤治理工程：对污染土壤进行原地异位稳定化处理，达标后转运至土方公司用作路基修筑；对于放坡空间不足的基坑采用钢板桩支护，污染土壤清挖完成后，外购干净粘土回填基坑。建设截排水系统。

（4）场地覆土绿化工程：对治理后的厂区进行表面覆土和绿化，建设木质凉亭、木质亭廊。

(5) 废水处理工程：采用一体化处理设备对建筑垃圾浸泡清洗废水、基坑渗水及洗车废水等废水进行处理，达标后排放。

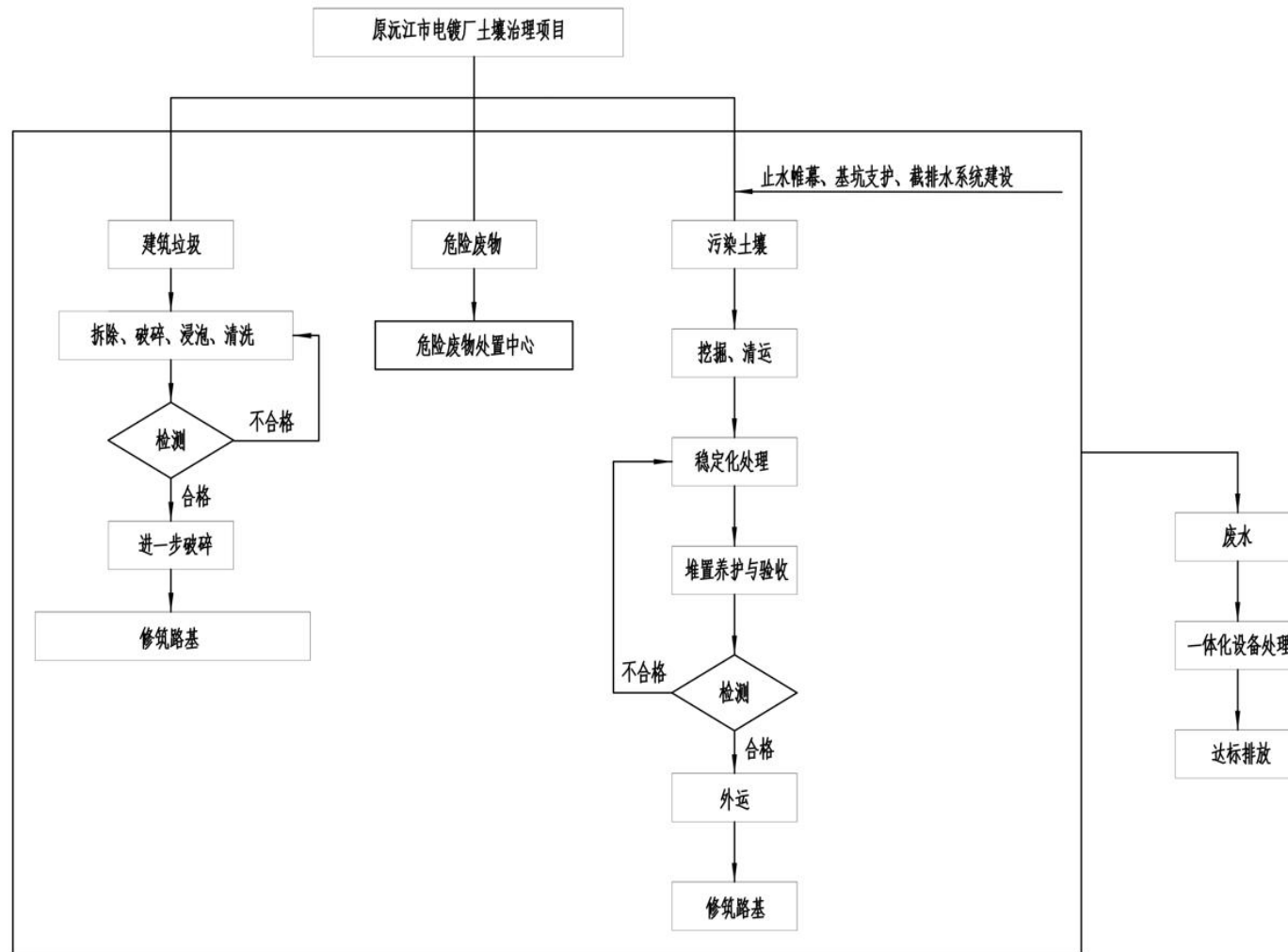


图 4.3.4-1 变更实施方案工艺路线图

4.3.4.3. 建筑垃圾安全处置工程

受污染厂房、构筑物拆除后产生建筑垃圾 2357.93 m³，对浸泡解毒后的建筑垃圾进行检测，若建筑垃圾重金属含量检测值低于《重金属污染场地土壤修复标准》（DB43/T 1125-2016）中居住用地标准后，则视为合格，将其转移至暂存点晾干，利用建筑垃圾专用破碎机对其进行破碎，用苫布覆盖防尘，外运用作路基修筑。

根据施工条件、拆除要求和建筑垃圾实际产生量，在施工前合理安排机械设备和人员数量，并做好各方面的准备工作。处置工程的实施应根据污染区域标定的边界，做好场区内污染区域的标识，并设置污染区安全防护栏。污染建筑材料采用专用运输车辆运输至处置区域。

4.3.4.4. 危险废物清运处置工程

本项目涉及危险废物主要为 HW17 类的电镀槽、废水处理污泥、电镀废液等，拆除相关设施后，运至长沙市危险废物处置中心。对电镀槽及废液池中积水进行就地投加絮凝剂处理，产生的污泥作为危险废物一同外运处置。

考虑人工清理的方法对电镀槽、电镀液等进行清理，电镀槽、电镀液等用符合国家标准的专门容器分类收集，配置专用运输车辆运送至接收单位进行安全处置；在清理受电镀污泥、电镀槽、电镀液等过程中必须对这些危险废物采取防流失、防雨水冲刷的控制措施，如用防雨材料（防水帆布、塑料雨布及支架等）覆盖原危险废物堆存点。

4.3.4.5. 场地土壤治理工程

（1）污染土壤处理工艺流程

项目污染土壤处理工艺流程如图所示：

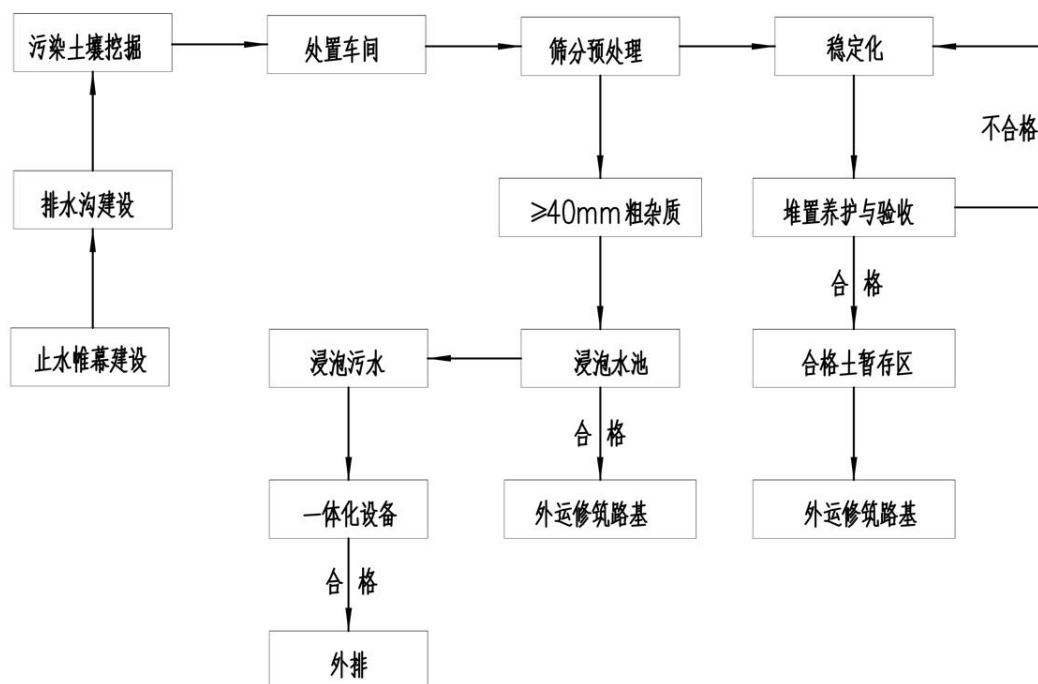


图 4.3.4-2 项目污染土壤处理工艺流程图

(2) 稳定化车间建设工程

根据现场实际情况及工程地质情况，选取周边无建筑物的场地空地建设稳定化车间，即厂区北侧，占地面积 600m²。大棚采用膜结构搭建，包括管理用房、药剂及辅料仓库、土壤预处理区、土壤稳定化区、土壤养护及检测区等。将底下污染土壤清挖转运至暂存区堆放，再购买干净土壤作为稳定化车间建设基坑填土。

为防止处理过程中堆积的污染土壤造成二次污染，须对稳定化车间底部地面进行基础防渗工程，同时在车间周边开设排水沟。参考《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）中地面防渗要求，基础结构从下至上分别为 500mm 压实粘土保护层、1.0mmHDPE 防渗膜（糙面）、600g/m² 无纺土工布、200mm 砂土保护层和 250mm 厚 C25 混凝土地面（双侧双向配筋 12@150）。

(3) 基坑支护

①清挖过程中止水帷幕建设

由于场地东面紧邻石矾湖，基坑工程和石矾湖水力联系密切，地下水丰富，渗流场复杂。地下水是引起基坑破坏的重要因素之一，若不采取有效的地下降水措施，易出现基坑底水压过高导致地下水大量涌入基坑内部的现象，从而导致管涌、流砂等不良现象发生，有必要对基坑进行降水；另外项目修复完成后，止水

帷幕可以有效阻止场地内地下水与外部地下水、地表水的水力联系，防止污染扩散。根据初步设计要求，止水帷幕需要深入不透水层。

止水帷幕施工流程如下：放线定位→复核→钻机就位→地质钻机导孔施工→旋喷桩机钻进下管→水泥浆制备→旋喷提升施工成桩→清洗器→移机至下一孔位→回灌（部分利用回浆）。

②钢板桩支护

基坑周边严禁超堆荷载，坑边 2m 范围内不得堆载，2m 外地面超载值不大于 15KPa。

主要施工流程：施工双管旋喷桩→基坑开挖到指定高程→钢板桩位置的定位放线→打入拉森钢板桩→开挖基坑至指定高程→施工 H 型钢围檩及钢管支撑→开挖至设计标高→若基坑出现渗水应立即抽排水→基底地基处理→基坑底基础施工→拆除型钢及钢管支撑→拨除拉森钢板桩→注浆填充。

（4）土壤清挖

污染土壤清挖采用机械清除为主、人工清除为辅的方法。根据施工条件、清挖要求和污染土壤清挖量，在施工前合理安排机械设备和人员数量，并做好各方面的准备工作。

开挖工程的实施应根据污染区域标定的边界，做好场区内污染区域的标识，并设置污染区安全防护栏，基坑开挖采用分层开挖，人工修坡检底的方式施工，与装车同时进行，污染土壤采用专用运输车辆运输至处置区域。

开挖一定面积基坑后，基坑需抽水疏干，防止积水，并用苫布覆盖。

污染土壤清挖结束后，对基坑侧壁及底部土壤进行取样自验收，确定目标污染物是否满足环保验收要求，如满足要求，则本基坑开挖完成。

开挖施工采取一次性开挖和验收的方式进行。开挖施工前需对现场基坑进行测量放线，放线完毕经监理验线合格之后，方可对该区基坑进行开挖施工。所有开挖完成的土壤，分批次运至稳定化车间，便于后续修复处理流程。

运输措施：污染土壤转运以不引起场地内二次污染、不扰民为基础，做好污染土的覆盖与保护工作。

（5）破碎筛分工程

由于污染土壤稳定化药剂混合反应对土壤的粒径与含水率有严格要求，大颗粒杂物如混凝土块、石块、砖块等会影响药剂与土壤中污染物的反应效率，可能

会对设备造成损害，同时高含水率的粘湿土壤会导致其内部的传送系统和转动部件粘堵，进而大大降低污染土壤加药混合搅拌的处理效率。因此，需对清挖出的污染土壤进行预处理，主要是进行筛分破碎和降低含水率。预处理施工方法如下：

经清挖转运至稳定化车间的污染土壤，采用筛分破碎斗进一步筛分并进行破碎，筛上杂物由装载机装车后连同建筑垃圾一同处理；经筛分破碎后的污染土壤，通过筛分破碎斗处理，当土壤粒径达到药剂混合要求时，投入稳定化药剂对污染土壤进行修复处理。

筛分处理：通过振荡筛去除土壤中的大块异物，确保土壤规格满足要求；

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。

（6）药剂混合工程

污染土壤与药剂混合的均匀程度是决定处置效果的关键因素。本工程采用稳定化药剂对污染土壤进行处置。

①药剂配备

本项目使用药剂为石灰、磷酸盐、聚合硫酸铁、粉煤灰复合药剂，施工前需通过实验确定投加比，以保证污染土壤达到修复目标。

②混合搅拌施工

将预处理过后的污染土壤摊铺在稳定化车间内，将稳定化药剂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，将污染土壤与药剂均匀混合。

③土壤堆置与养护

经充分混合药剂后的土壤，由挖机统一转运至稳定化车间内的指定待检区域进行堆置养护，等待药剂充分反应。待养护土壤按照批次依次堆置成长条土垛，用苫布覆盖进行养护，并定期用洒水车进行喷洒降尘作业。

④土壤暂存

经过土壤稳定化处理后，对修复土壤进行检测，待检测合格后，将修复后的土壤用挖机和汽车转运出稳定化车间，运输过程中用苫布覆盖防尘。

（7）基坑回填

将污染土壤开挖、稳定化处理、外运后，为保持土方平衡和场地平整，需对开挖所形成的基坑进行回填。外购干净粘土，分层回填，保证一定的压实度。

4.3.4.6. 场地覆土绿化工程

（1）场地覆土工程

本项目土壤修复后场地表面覆 30cm 厚种植土，种植土外购，土壤应施基肥，优先使用农家肥。覆土后最终顶面呈中间高四周低的坡地（坡度 5%），以利于排除面层雨水，稳定后在上面种植当地植物。

覆土由上至下依次为：

- 植被绿化：草籽、地被植物；
- 种植土覆盖层：30cm 厚。

（2）场地绿化工程

根据所处区域的自然环境特点，结合植被的生物学特性和生态学特征，首选抗逆性强、根系发达、生长迅速、对土壤要求不高的优良乡土植被。其次考虑选择病虫害少、吸收有害气体能力强、滞滤粉尘、净化空气、吸收有毒气体的抗污染植被。本项目绿化手段采用播撒草籽和种植地被植物的组合方式还绿。

（3）截排水工程

为了防止雨水冲刷治理后的场地，围绕修复场地四周修建截洪沟，将场外的雨水分流出去；并在场地覆土后新建表面排水沟，导排项目地雨水。稳定化车间四周修建临时截洪沟，表面排水沟收集的雨水直接排入截洪沟，再排入附近的河沟。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。

（4）附属设施建设

本地块地势开阔且较为平坦，考虑到周边为城乡居民聚居地，人口相对较为密集，本项目治理完成后充分利用场地区域，修建休闲广场并建设相关配套附属设施，为周边居民提供休闲娱乐的场所，符合场地未来用地规划性质（即根据《湖南省沅江市城市总体规划（2011-2030）》，该处位于规划枫杨路北侧，用地性质大部分为公园绿地（G1）和教育用地（A33））。附属设施包括防护围栏、地面硬化、仿古建筑木质凉亭、木质亭廊等，增加治理亮点，完善功能，具有极大的示范意义，力争打造一个集休闲、景观于一体的绿色用地。

4.3.4.7. 废水处理工程

建筑垃圾浸泡清洗废水、基坑渗水及洗车废水等废水含有重金属，由于项目地污染物清理完后，要进行草籽绿化，不适宜修建新的构筑物，故采用一体化处理设备就地对废水进行处理。

一体化处理设备主要包括加药系统、沉淀系统、絮凝系统、返泥系统四个处理单元。一体化废水处理设备处理量为 $3\text{m}^3/\text{h}$ ，废水经处理达到《污水综合排放标准》一级标准后排放。

污水处理工艺流程为：进水调节+铁盐和石灰沉淀+PAM 絮凝沉淀+pH 调节。

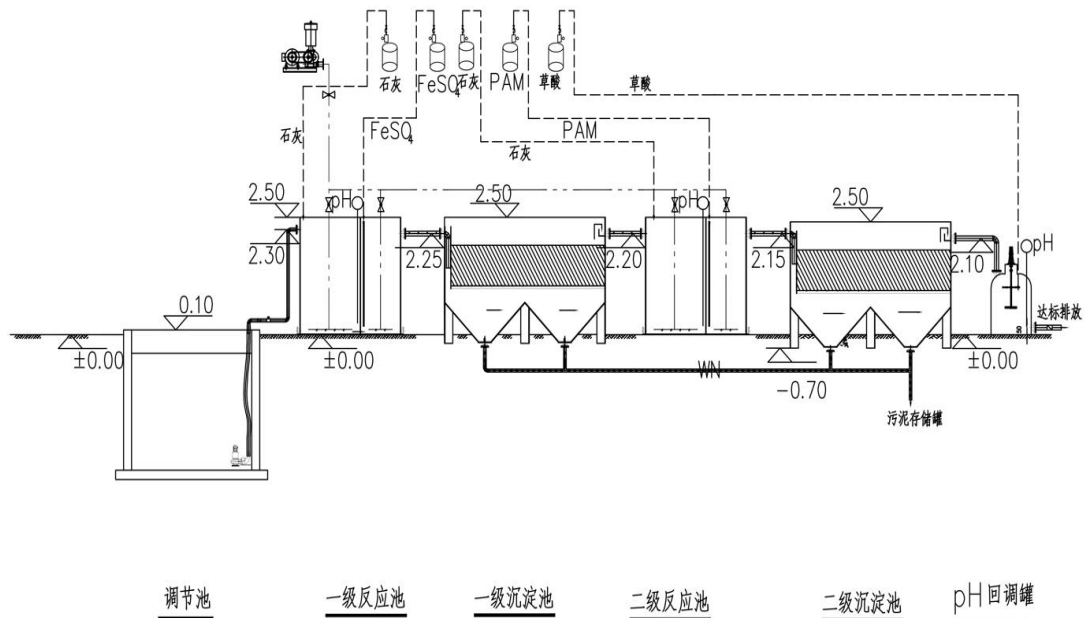


图 4.3.4-3 废水处理工艺流程图

4.3.4.8. 变更后工程量清单

表 4.3.4-1 变更后方案工程量清单

序号	子目名称		工程量	单位	备注
1	建筑垃圾处置工程	建筑垃圾筛分破碎设备	1	套	租赁
2		建筑垃圾拆除、破碎	3270.4	m^3	
3		淋洗浸泡水池	1	座	新增， $5\text{m} \times 5\text{m} \times 2\text{m}$ ，钢砼，池壁和底部铺设 1.5mm HDPE 防渗膜，后期兼做废水收集池。
4		建筑垃圾清洗工程	1308.16	m^3	优化工程量，原方案对所有建筑垃圾进行清洗，变更方案暂估污染量为建筑垃圾的 40%。浸泡氧化 48h。
5		建筑垃圾清运	3270.4	m^3	外运用作路基修筑
6	危险废物	危险废物清运处置	219	t	

序号	子目名称		工程量	单位	备注
	处置工程				
7	废水处理工程	废水处理	4000	t	
8	土壤治理工程	土壤稳定化设备	1	套	
9		稳定化药剂	282.4	t	根据风评后确定的污染土壤量核减
10		稳定化车间	600	m ²	优化设计, 增加大棚面积, 钢结构大棚, 50m*12m
11		土壤挖运	3530.05	m ³	根据风评后确定的污染土壤量核减。含基坑清挖、场内转运
12		钢板桩支护	60	t	新增, 基坑支护, 拉森四型(SP-IV), 76.1kg/m, 钢板桩材质采用 Q345 钢, 钢板桩+钢管内支撑和放坡+钢板桩, 租赁, 周转率 30%
13		止水帷幕	2570	m	优化设计后增加工程量, 三重旋喷桩, 桩径 800mm, 桩长暂估为 7m, 应深入不透水层
14		污染土壤稳定化	3530.05	m ³	根据风评后确定的污染土壤量核减。单价根据市场价格调整。包括破碎、筛分、翻抛、混合等
15		土壤清运	3706.55	m ³	考虑稳定化药剂的增容效应, 根据调整后的工艺路线新增, 污染土壤稳定化后外运用作路基修筑
16		基坑回填	3530.05	m ³	根据风评后确定的污染土壤量核减。单价根据市场价格调整。外购粘土
17	厂区覆土绿化工程	道路	143.09	m	优化补充工程量, 泥结碎石结构, 3.5m 宽。
18		道路修缮	230	m	优化补充工程量, 连接主路, 泥结碎石结构
19		种植土	1050	m ³	根据风评后确定的污染土壤面积核减。30cm 厚种植土, 市场购买
20		环场截洪沟	251	m	为了周边居民安全, 增加盖板
21		绿化	2500	m ²	根据风评后确定的污染土壤面积核减。单价增加喷淋设施摊销费用。草籽、地被植物
22		场地硬化	1000	m ²	新增, 用于修建附属设施。混凝土 0.3m 厚
23		附属设施	1	项	新增, 仿古建筑木质凉亭、木质亭廊
24		监测井	1	套	新增
25	辅助	临时排水沟	488	m	核实增加了工程量, 并核减了单价。土沟, 宽

序号	子目名称	工程量	单位	备注
	设施			0.4, 深 0.4m, 中间铺 1.5mm 厚的 HDPE 防渗膜。
26	临时遮雨棚	120	m ²	钢结构支架
27	临时辅助	1	套	增加遮盖材料、防护设备等。

4.4. 修复工程实施情况

4.4.1. 工程进度

本修复项目的工程进度详见表。

表 4.4.1-1 项目工程进度一览表

序号	工作阶段	完成内容和完成时间
1	场地调查	2017 年 4 月, 益阳市生态环境局沅江分局委托湖南新九方检测技术有限公司编制了《原沅江市电镀厂土壤治理项目场地环境调查报告》
2	实施方案编制和技术审查	2017 年 4 月, 委托湖南清之源环保科技有限公司编制了《原沅江市电镀厂土壤治理项目实施方案》
3	可行性研究报告	2019 年 12 月, 长沙市千里马工程造价咨询有限公司编制了《原沅江市电镀厂土壤治理项目可行性研究报告》
4	风险评估报告编制和技术审查	2020 年 10 月, 由湖南中大检测技术集团有限公司补充编制了《原沅江市电镀厂土壤治理项目风险评估报告》
5	实施方案变更和技术审查	2021 年 5 月, 湖南清之源环保科技有限公司编制了《原沅江市电镀厂土壤治理项目变更实施方案》
6	初步设计	《原沅江市电镀厂土壤治理项目初步设计》 湖南艾布鲁环保科技股份有限公司
7	施工图设计	湖南艾布鲁环保科技股份有限公司出具《原沅江市电镀厂土壤治理项目初步设计》
8	实施阶段	原沅江市电镀厂土壤治理项目于 2020 年 8 月 20 日开工, 2021 年 3 月 2 日初步完工; 2022 年 6-7 月, 施工单位补做止水帷幕工程; 2022 年 8 月, 对场地重新绿化, 于 2022 年 9 月 23 日正式完工。
9	效果评估阶段	2021 年 8 月开始, 委托湖南正勋检测技术有限公司承担原沅江市电镀厂土壤治理项目效果评估工作, 接受委托后对治理区域现状及周边区域环境质量现状进行了监测和采样, 编制了《原沅江市电镀厂土壤治理项目效果评估报告》。2021 年 12 月组织评审会议, 因止水帷幕工程无佐证材料, 效果评估报告不通过。2022 年 6-7 月, 施工单位补做止水帷幕工程; 2022 年 8 月, 委托湖南盛大环保科技有限公司对场地

序号	工作阶段	完成内容和完成时间
		重新开展了采样检测评估,在此基础上重新编制完成了修复效果评估报告

4.4.2. 工程建设落实情况

4.4.2.1. 建筑垃圾安全处置工程

根据本工程实施方案,项目区域地面构筑物均需破拆清运,主要包括砼硬化地面、砖混结构构建筑物、碱液槽等。其中被污染的生产车间、硬化地面、碱液槽等拆除物需要置于浸泡池中浸泡,去除重金属污染。经拆解破碎的建筑垃圾以及被污染的建筑物经过浸泡清洗,监测水浸合格后的建筑垃圾外运用作路基修筑,填筑路基的位置为台公塘村乾胜农业园,运距约 5.7km。填筑路基位置与本项目的地理位置关系如下所示:

图 4.4.2-1 建筑垃圾、稳定化土壤外运处置位置

本工程按照变更实施方案实施,实际破拆清运构建筑物约 2357.93 m³,其中经过清洗的建筑垃圾约 943.17 m³。

图 4.4.2-2 建筑拆除工程

施工现场在厂区东北侧仓库区域开挖一个浸泡池,浸泡池尺寸为 5m×5m×2m,有效容积为 50m³。池中底部和侧面做好防渗,铺上一层 1.5mm 厚的 HDPE 防渗膜(80m²)并在膜上下各覆盖一层 300g/m² 的无纺土工布进行膜的保护。

图 4.4.2-3 拆除物浸泡清洗池

被污染的拆除物浸泡 48h 后,检测无污染后晾干破碎外运,清洗产生的废水采用一体化设备进行处理。

表 4.4.2-1 场内构筑物拆除及清运工程量表

序号	子目名称		工程量	实际工程量	单位	备注
1	建筑垃圾处置工程	建筑垃圾筛分破碎设备	1	1	套	租赁
2		建筑垃圾拆除、破碎	3270.4	2357.93	m ³	
3		淋洗浸泡水池	1	1	座	5m×5m×2m, 钢砼, 池壁和底部铺设 1.5mmHDPE 防渗膜, 后期兼做废水收集池。

序号	子目名称	工程量	实际工程量	单位	备注
4	建筑垃圾清洗工程	1308.16	943.17	m ³	为建筑垃圾的 40%。浸泡氧化 48h。
5	建筑垃圾清运	3270.4	2357.93	m ³	外运用作路基修筑

4.4.2.2. 危险废物清运处置工程

对厂区遗留的电镀槽液、污泥等危险废物委托湖南银达物流有限责任公司清运至长沙危险废物处理中心进行安全处置。本工程实际清运危险废物约 191.11t，运距约 133km，危废其他信息详见危险废物转运联单。

施工现场采取人工清理的方法对电镀槽、电镀液等进行清理，电镀液采用符合国家标准的专门容器分类收集，配置专用运输车辆运送至长沙市危险废物处置中心进行安全处置；在清理受电镀污泥、电镀槽、电镀液等过程中采取防流失、防雨水冲刷的控制措施。

图 4.4.2-4 危险废物转运

运输路线为：沅江市-益阳市-长沙市-危废接受中心，运输距离约 133km，如图 4.4.2-4 所示。运输路线路况较好。

图 4.4.2-5 危险废物运输路线

表 4.4.2-2 危废清运处置工程量表

序号	子项目名称	工程名称	工程量	实际工程量	单位	备注
1	危废清运处置工程	危废清运处置	219	191.11	t	委托专业公司运输至长沙危废处置中心，运输距离约140km

4.4.2.3. 场地土壤治理工程

(1) 稳定化车间建设工程

将 300m³ 污染土壤清挖转运至暂存区堆放，再购买干净土壤 300m³ 作为稳定化车间建设基坑填土。

施工现场选择在厂区空地建设稳定化车间，占地面积 600m²，采用膜结构大棚 1 个，大棚长 50m，宽 12m，高度 15m（最高点），地面防渗工程的基础结构从下至上分别为粘土、防渗膜和砂层对稳定化车间底部地面进行基础防渗工程，铺设 HDPE 防渗膜 600m²。

图 4.4.2-6 稳定化车间

(2) 污染土壤挖运

①清挖过程中止水帷幕建设

止水帷幕现场施工流程：放线定位→复核→钻机就位→地质钻机导孔施工→旋喷桩机钻进下管→水泥浆制备→旋喷提升施工成桩→清洗器→移机至下一孔位→回灌（部分利用回浆）。

本工程根据现场实际情况，实际建设止水帷幕 2247m，三重旋喷桩，桩径 800mm，桩长 7m，深入不透水层。根据制定的止水帷幕检测方案进行检测，止水帷幕施工后 28 天强度大于 1.5Mpa，渗透系数小于 10^{-6}cm/s ，满足设计要求；止水帷幕验收记录表、止水帷幕检测方案、钻芯法检测结果、注水试验检测结果详见附件。

图 4.4.2-7 止水帷幕施工

②污染土壤清挖

污染土壤清挖采用机械清除为主、人工清除为辅的方法。

根据场区污染区域标定的边界，设置场区内污染区域的标识，并设置污染区安全防护栏，基坑开挖采用分层开挖，人工修坡检底的方式施工，与装车同时进行，污染土壤采用专用运输车辆运输至稳定化车间。

本工程实际清挖污染土壤为 3561.11m³，含基坑清挖，场内转运，运距约 50m。土壤清挖流程如下图所示：

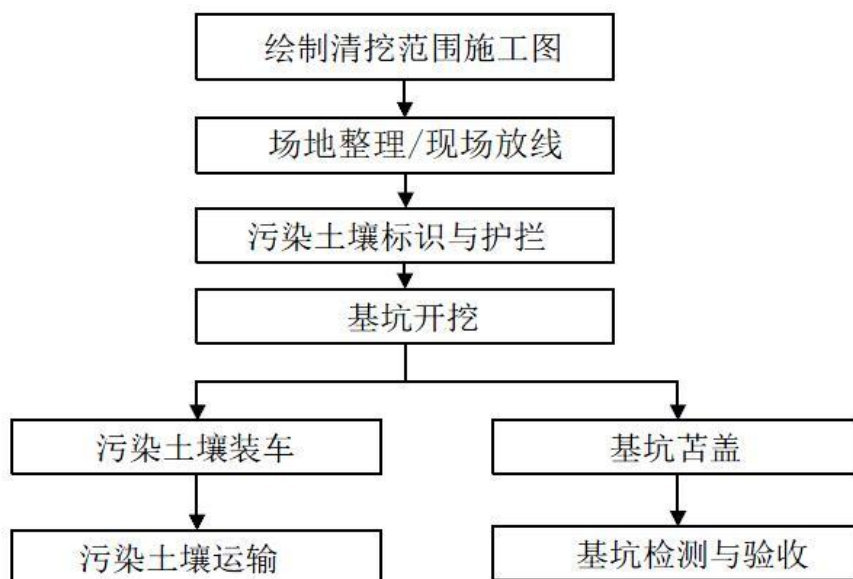


图 4.4.2-8 污染土壤清挖流程图

图 4.4.2-9 污染土壤清挖

(3) 基坑支护

东侧修复区域基坑范围已紧邻居民楼，放坡空间十分有限，因此由放坡开挖基坑变更为采用基坑支护措施。采用拉森四型（SP-IV）钢板桩，材质为 Q345 钢，钢板桩+钢管内支撑和放坡+钢板桩的方式。本工程实际施工过程中采用槽钢支护，槽钢使用量为 3.73t。

图 4.4.2-10 槽钢支护

(4) 污染土壤稳定化处理与基坑回填

经清挖转运至稳定化车间的污染土壤，采用筛分破碎斗进一步筛分并进行破碎，当土壤粒径达到药剂混合要求时，投入石灰、磷酸盐、聚合硫酸铁等稳定化药剂对污染土壤进行修复处理。《原沅江市电镀厂土壤治理项目（EPC）一初设说明书》（20210707）中根据实验室小试结果及参考同类工程的污染物浓度及药剂配比用量，确定了最佳稳定剂类型和添加量。本项目采用石灰、粉煤灰、磷酸盐、聚合硫酸铁复合药剂作为稳定化药剂，比例 1：1：3：3，添加量根据污染土壤中污染物浓度确定，根据整体药剂用量和总污染土壤量，药剂添加比约为污染土壤

质量的 6%。根据地勘数据，土壤天然密度 ρ 为 1.99g/cm^3 。本工程根据初步设计确定配比用量，实际使用稳定化药剂约 425.20t。

经充分混合药剂后的土壤，由挖机统一转运至稳定化车间内的指定待检区域进行堆置养护，等待药剂充分反应。待养护土壤按照批次依次堆置成长条土垛，用苫布覆盖进行养护。

检测合格后的修复土壤使用挖机和汽车转运出稳定化车间，运至土方公司用作路基修筑。填筑路基的位置为台公塘村乾胜农业园，运距约 5.7km。稳定化土壤外运修筑路基位置同建筑垃圾处置位置，位置关系详见图 4.4.2-1。

图 4.4.2-11 污染土壤稳定化处理

图 4.4.2-12 稳定化达标土壤外运处置

(5) 基坑回填

待修复后的土壤用挖机和汽车转运出稳定化车间，基坑清理效果检测合格后，购买干净粘土回填至基坑中。

回填土为外购黏土，取土点位于沅江市石家村，距离本项目约 10.4km，该取土场为一林地，未进行过开发利用，未进行过污灌，不存在污染问题；取土场与本项目位置关系如下：

图 4.4.2-13 回填土取土点与本项目位置与距离

图 4.4.2-14 基坑回填

表 4.4.2-3 场地土壤治理工程量表

序号	子目名称	工程量	实际工程量	单位	备注
1	土壤稳定化设备	1	1	套	
2	稳定化药剂	282.4	425.20	t	密度 1.99g/cm^3 计算，药剂质量比 6%
3	稳定化车间	600	600	m^2	钢结构大棚，50m*12m
4	土壤挖运	3530.05	3561.11	m^3	根据风评后确定的污染土壤量核减。含基坑清挖、场内转运
5	钢板桩	60	3.73	t	实际采用槽钢支护

序号	子目名称	工程量	实际工程量	单位	备注
	支护				
6	止水帷幕	2570	2247	m	三重旋喷桩，桩径 800mm，桩长暂估为 7m，应深入不透水层
7	污染土壤稳定化	3530.05	3561.11	m ³	包括破碎、筛分、翻抛、混合等
8	土壤清运	3706.55	3774.78	m ³	污染土壤稳定化后外运用作路基修筑
9	基坑回填	3530.05	3561.11	m ³	外购粘土回填

4.4.2.4. 场地覆土绿化工程

(1) 场地覆土工程

本项目土壤修复后对场地进行表面覆土，种植土采用市场购买，本工程外购种植土约 1537.5m³，覆土厚度为 0.5m，绿化面积为 3075m²。

图 4.4.2-15 种植土回填

(2) 绿化工程

本项目绿化采用种植地被植物的方式还绿，绿化过程中施用一定量的有机肥，实际绿化面积 3075m²。

图 4.4.2-16 生态绿化

(3) 建筑景观建设

本工程治理完成后充分利用场地区域，修建休闲广场并建设相关配套附属设施，为周边居民提供休闲娱乐的场所。附属设施包括地面硬化、仿古建筑木质凉亭、木质亭廊等。

工程地面硬化面积约 200m²，设置凉亭、亭廊各 1 座。

图 4.4.2-17 凉亭与亭廊

(4) 截排水工程

为了防止雨水冲刷治理后的场地，在场地表面修建表面环场排水沟。排水沟纵坡不小于 0.3%，局部陡坡段采用台阶消能。本工程建设砖砌排水沟 231m，尺寸 0.4m×0.4m，20mm 厚 M7.5 水泥砂浆抹面，C15 细石混凝土垫层，并用盖板封盖。

图 4.4.2-18 截排水沟

表 4.4.2-4 覆土绿化监测工程量表

序号	子目名称		工程量	实际工程量	单位	备注
1	厂区覆土绿化工程	道路	143.09	143.09	m	泥结碎石结构，3.5m 宽。
2		道路修缮	230	230	m	连接主路，泥结碎石结构
3		种植土	1050	1537.5	m ³	30cm 厚种植土，市场购买
4		环场截洪沟	251	231	m	增加盖板
5		绿化	2500	3075	m ²	撒播草籽、种植地被植物
6		场地硬化	1000	200	m ²	用于修建附属设施。混凝土 0.3m 厚
7		附属设施	1	1	项	新增，仿古建筑木质凉亭、木质亭廊
8		监测井	1	1	套	1 个背景井、2 个污染扩散井、1 个污染监测井

4.4.2.5. 废水处理工程

项目实施方案和施工图设计针对建筑垃圾浸泡清洗废水、基坑渗水及洗车废水等废水进行处置之后外排。由于项目场地污染物清理完后，要进行草籽绿化，不适宜修建新的构筑物，故租赁一体化处理设备就地对废水进行处理，废水经处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准后排放。

一体化处理设备主要包括加药系统、沉淀系统、絮凝系统、返泥系统四个处理单元，工艺流程为：进水调节+铁盐和石灰沉淀+PAM 絮凝沉淀+pH 调节。

废水处理药剂主要包括重金属螯合剂、PAM、PAC 和石灰，工程实际处理废水约 3511.18 m³。

图 4.4.2-19 一体化污水处理设备安装

表 4.4.2-5 废水处理工程量表

序号	子目名称		工程量	实际工程量	单位	备注
1	废水处理工程	废水处理	4000	3511.18	t	

4.4.2.6. 辅助工程

本项目施工过程中涉及机械车辆，为保证环境卫生安全，防止重金属污染物迁移到厂界外，在场地入口处设置洗车台及沉淀池。沉淀池内壁及顶面做防腐涂层，洗车废水用泵抽至废水池，水体经过一体化装置处理后外排。

项目建设完成后，建设了监测系统 1 套，包括 1 个本底井、2 个污染扩散井、1 个污染监测井。

本工程建设临时排水沟 488m；项目建设临时排水沟采用土质结构，宽 0.4，深 0.4m，坡降为 0.005。

项目实施过程中的其他辅助设施包括洗车槽淋洗设备、称重磅、遮盖材料、防护设备、宣传牌等。

图 4.4.2-20 洗车平台

图 4.4.2-21 称重磅

表 4.4.2-6 辅助工程量表

序号	子目名称		工程量	实际工程量	单位	备注
1	辅助设施	临时排水沟	488	488	m	土沟，宽 0.4，深 0.4m，中间铺 1.5mm 厚的 HDPE 防渗膜。
2		临时遮雨棚	120	120	m ²	钢结构支架
3		临时辅助	1	1	套	增加遮盖材料、防护设备等。

4.4.2.7. 实施方案落实情况

根据《益阳市生态环境局关于<原沅江市电镀厂土壤治理项目变更实施方案>的审查意见》，本项目施工对比审查意见中主要的内容及建议的落实情况如表 3.4-1 所示。

表 4.4.2-7 工程实施方案审查意见落实情况一览表

序号	变更实施方案审查意见	实际完成情况	变化落实情况
实施内容			
1	建筑垃圾安全处置工程：将厂房拆除后形成的约 3270.4m ³ 的建筑垃圾经破碎、浸泡、清洗，外运用作路基修筑。	本工程实际破拆清运构筑物约 2357.93 m ³ ，破拆产生的建筑垃圾经破碎、浸泡、清洗后外运用作路基修筑，运距约 5km。	与实施方案一致
2	危险废物清运处置工程：对厂区遗留的电镀槽液、污泥等 219t 危险废物委托有资质单位清运至长沙危险废物处理中心进行安全处置。	根据核查，厂区遗留的电镀槽液、污泥等危险废物约 191.11t，委托湖南银达物流有限责任公司清运至长沙危险废物处理中心进行安全处置。	危险废物产生量减少 27.89t
3	场地土壤治理工程：对 3530.05m ³ 污染土壤采用原地异位稳定化方式	实际对 3561.11m ³ 污染土壤进行了原地异位稳定化治理，回填客土	止水帷幕减少 323m

序号	变更实施方案审查意见	实际完成情况	变化落实情况
	进行治理, 稳定化后土壤外运修筑路基, 外购粘土回填基坑, 配套工程内容包括: 2570m 止水帷幕、基坑支护、截排水系统建设。	3561.11m ³ 。项目场区设置 1 间稳定化车间, 占地面积 600m ² , 采用膜结构大棚, 对污染土壤采用原地异位稳定化方式进行治理, 土壤稳定化为 3561.11m ³ , 使用稳定化药剂约 425.20t, 处理后的污染土壤外运修筑路基, 外购 3561.11m ³ 粘土回填基坑。实际建设止水帷幕 2247m, 截洪沟 231m。	
4	场地覆土绿化工程: 对治理后的厂区进行表面覆土和绿化, 绿化面积 3075m ² , 建设仿古建筑木质凉亭 1 座、木质亭廊 1 座。	已对治理后的厂区进行表面覆土和绿化, 绿化面积达 3075m ² , 建设仿古建筑木质凉亭和木质亭廊各 1 座。	与实施方案一致
5	废水处理工程: 采用一体化处理设备对建筑垃圾浸泡清洗废水、基坑渗水及洗车废水等废水进行处理, 达标后排放。	项目租赁一体化处理设备对建筑垃圾浸泡清洗废水、基坑渗水及洗车废水等废水进行处理, 处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 一级标准后外排。	与实施方案一致
相关要求			
1	严格按照变更方案提出的相关要求, 落实工程和环境监理制度, 保证工程质量, 保障变更后的各项建设内容实施到位, 确保项目实施后达到变更方案明确的修复目标。	项目严格按照变更实施方案规定的内容和要求实施, 委托中机国际工程设计研究院有限责任公司作为工程和环境监理单位对工程进行监督, 各实施内容按要求实施到位, 达到了变更方案明确的修复目标。	已落实
2	加强环境管理, 建立环境管理机构, 配备专职环保人员, 完善环境管理制度, 定期对“三废”处理设施进行检查和维护, 严禁“三废”不经处理直接排放。	项目施工过程中建立了环境管理机构, 配备了专职环保人员, 落实了各项环保措施, 未对周边环境造成二次污染。	已落实
3	按照国家项目资金管理要求, 做到专款专用, 充分发挥资金的使用效益。	项目严格按照《中央和省级环境保护专项资金项目监督管理办法》的要求, 建立项目台账, 实行专人专账管理; 项目资金全额投入到项目建设, 无挤占挪用, 无改变用途和扩大使用范围。	已落实
4	加快项目实施进度, 项目建成后及时按照相关规定申请验收。	项目按照实施方案计划完工, 现申请验收。	已落实
5	请益阳市生态环境局沅江分局加强对该项目的全过程监管。	益阳市生态环境局沅江分局对项目进行了全过程监管。	已落实

4.4.2.8. 工程量主要变化情况

(1) 建筑垃圾安全处置工程

变更实施方案: 受污染厂房、构筑物拆除后产生建筑垃圾 3270.40m³, 对其中被污染的生产车间、硬化地面、碱液槽等拆除物 1308.16 m³ 置于浸泡池中浸泡,

以去除重金属污染，被污染的拆除物浸泡 48h 后，检测无污染可晾干破碎后外运，检测有污染则继续浸泡直至无污染为止。合格的建筑垃圾将其转移至暂存点晾干，利用建筑垃圾专用破碎机对其进行破碎，用苫布覆盖防尘，严格按照《城市建筑垃圾管理规定》（建设部令第 139 号）运送至沅江市富凯建筑垃圾回收利用有限公司。

经过详细调查结果可知原沅江市电镀厂厂房东北侧仓库土壤未受到污染，可在厂区东北侧仓库区域开挖一个浸泡池，开挖出的土壤可用于后期覆土工程。浸泡池设计尺寸为 $10 \times 10 \text{m} \times 3 \text{m}$ ，有效容积为 300m^3 。池中底部和侧面做好防渗，铺上一层 1.5mm 厚的 HDPE 防渗膜，并在膜上下各覆盖一层 300g/m^2 的无纺土工布进行膜的保护，以免浸泡废水渗出，造成二次污染。清洗产生的废水采用一体化设备进行处理。

实际情况：经清单计量实际产生建筑垃圾 2357.93m^3 ，入池浸泡清洗的建筑垃圾为 943.17m^3 。其他建设内容按照变更实施方案建设。

（2）土壤清挖与基坑回填

变更实施方案：污染土壤清挖采用机械清除为主、人工清除为辅的方法。

开挖工程的实施应根据污染区域标定的边界，做好场区内污染区域的标识，并设置污染区安全防护栏，基坑开挖采用分层开挖，人工修坡检底的方式施工，与装车同时进行，污染土壤采用专用运输车辆运输至处置区域。

开挖施工前需对现场基坑进行测量放线，放线完毕经监理验线合格之后，方可对该区基坑进行开挖施工。所有开挖完成的土壤，分批次运至稳定化车间，便于后续修复处理流程。开挖污染土壤 3530.05m^3 。

将污染土壤开挖、稳定化处理、外运后，为保持土方平衡和场地平整，需对开挖所形成的基坑进行回填。外购干净粘土，分层回填，保证一定的压实度。回填客土 3530.05m^3 。

实际情况：根据土壤转运工程量清单以及竣工报告、监理报告，实际开挖修复受污染的土壤 3561.11m^3 ；回填基坑客土为 3561.11m^3 。

（3）危险废物清运处置工程

变更实施方案：本项目需处置危险废物储量共计约 219t，包括废液池中残留有大量污泥及废水，总计约 111t；电镀槽中残留的电镀废液，总计约 48t；电镀槽拆除后约为 60t。

本工程委托具有危废清运相应资质的专业公司对项目区内的 219t 危险废物进行清运，危废接收单位为长沙市危险废物处置中心，运输距离约 133km。

实际情况：根据核查，厂区遗留的电镀槽液、污泥等危险废物约 191.11t，委托湖南银达物流有限责任公司清运至长沙危险废物处理中心进行安全处置。

（4）废水处理工程

变更实施方案：清挖场址积水、建筑材料清洗废水及施工过程中产生的废水等含有重金属，由于项目地污染物清理完后，要进行草籽绿化，不适宜修建新的构筑物，故本项目拟采用一体化处理设备就地对废水进行处理。

一体化处理设备主要包括加药系统、沉淀系统、絮凝系统、返泥系统四个处理单元。一体化废水处理设备处理量为 $3\text{m}^3/\text{h}$ ，设计 1 天按 10h 处理量计，处理量为 $30\text{m}^3/\text{d}$ 。废水经处理达到《污水综合排放标准》一级标准后排放。

污水处理主体工艺流程为：进水调节+铁盐和石灰沉淀+PAM 絮凝沉淀+pH 调节。

实际情况：施工过程租用一套一体化设备，工艺流程为：进水调节+铁盐和石灰沉淀+PAM 絮凝沉淀+pH 调节；经实际计量，废水量为 3511.18m^3 。

（5）覆土绿化工程

变更实施方案：本项目土壤修复后场地表面覆 30cm 厚种植土，种植土采用市场购买，土壤应施基肥，优先使用农家肥。覆土后最终顶面呈中间高四周低的坡地（坡度 5%），以利于排除面层雨水，稳定后在上面种植当地植物。

覆土由上至下依次为：

- 植被绿化：草籽、地被植物；
- 种植土覆盖层：30cm 厚；

实际情况：项目共外购种植土 1537.5m^3 ，覆土厚度 0.5m。

（6）药剂混合工程

变更实施方案：本项目使用药剂为石灰、磷酸盐、聚合硫酸铁、粉煤灰复合药剂，施工前需通过实验确定投加比，以保证污染土壤达到修复目标。建议石灰、磷酸盐、铁盐比例可以选择在 1:1:3:1~1:1:3:3，添加比例在 3%~6%之间。最后预估的使用量为 282.4t。

实际情况：本项目采用石灰、粉煤灰、磷酸盐、聚合硫酸铁复合药剂作为稳定化药剂，比例 1:1:3:3，添加量根据污染土壤中污染物浓度确定，根据整体药剂

用量和总污染土壤量，药剂添加比约为污染土壤质量的 6%。污染土壤方量为 3561.11m³，根据地勘数据，土壤天然密度 ρ 为 1.99g/cm³，污染土壤质量为 7086.61t，药剂添加量为 425.20t。

（7）基坑支护工程

变更实施方案：本项目场地临近居民建筑，部分污染土壤的放坡开挖存在局限，放坡空间不足，具体来说，东侧修复区域基坑范围已紧邻居民楼，放坡空间十分有限，因此由放坡开挖基坑变更为采用基坑支护措施。本项目拟采用拉森四型（SP-IV）钢板桩，材质为 Q345 钢，钢板桩+钢管内支撑和放坡+钢板桩的方式，使用量为 60t。

实际情况：现场基坑开挖过程中有空间放坡的采用放坡开挖，没有放坡空间的采用支护，实际采用槽钢支护，槽钢使用量为 3.73t。

（8）止水帷幕工程

变更实施方案：本项目拟在场地四周建立止水帷幕，场地东面 20m 即为石矶湖，为防止土壤清挖过程中，石矶湖湖水渗透过来，对周边水体造成二次污染，有必要建立止水帷幕以防止石矶湖水体被污染。采用三重旋喷桩，桩径 800mm，桩长暂估为 7m，应深入不透水层。拟建 2570m 止水帷幕。

实际情况：本项目止水帷幕为后期补做，根据后期现场实际情况，以及施工的可操作性，采用三重旋喷桩，桩径 800mm，桩长为 7m，建设止水帷幕 2247m。

4.4.2.9.工程量变化情况一览表

根据现场勘查和项目施工及监理记录，变更实施方案，与实际工程量相比，本项目实际施工过程中工程量变化情况如下：

表 4.4.2-8 工程量变化情况一览表

序号	子目名称	工程量	实际工程量	工程量差值	单位	备注	实际情况备注
1	建筑垃圾处置工程	建筑垃圾筛分破碎设备	1	1	/	套	租赁
2		建筑垃圾拆除、破碎	3270.4	2357.93	-912.47	m ³	
3		淋洗浸泡水池	1	1	/	座	5m×5m×2m, 钢砼, 池壁和底部铺设 1.5mmHDPE 防渗膜, 后期兼做废水收集池。
4		建筑垃圾清洗工程	1308.16	943.17	-364.99	m ³	量为建筑垃圾的 40%。浸泡氧化 48h。
5		建筑垃圾清运	3270.4	2357.93	-912.47	m ³	外运用作路基修筑
6	危险废物处置工程	危险废物清运处置	219	191.11	-27.89	t	
7	废水处理工程	废水处理	4000	3511.18	-488.82	t	租赁废水处理设施 1 套,
8	土壤治理工程	土壤稳定化设备	1	1	/	套	
9		稳定化药剂	282.4	425.20	+142.8	t	密度 1.99g/cm ³ 计算, 药剂质量比 6%
10		稳定化车间	600	600	/	m ²	钢结构大棚, 50m*12m
11		土壤挖运	3530.05	3561.11	/	m ³	根据风评后确定的污染土壤量核减。含基坑清挖、场内转运
12		钢板桩支护	60	3.73	-56.27	t	基坑支护, 拉森四型(SP-IV), 租赁, 周转率 30%
13		止水帷幕	2570	2247	-323	m	三重旋喷桩, 桩径 800mm,

序号	子目名称	工程量	实际工程量	工程量差值	单位	备注	实际情况备注
						桩长暂估为 7m，应深入不透水层	
14	污染土壤稳定化	3530.05	3561.11	/	m ³	包括破碎、筛分、翻抛、混合等	
15	土壤清运	3706.55	3774.78	+68.23	m ³	污染土壤稳定化后外运用作路基修筑	实际药剂质量比 6%
16	基坑回填	3530.05	3561.11	/	m ³	外购粘土回填	
17	道路	143.09	143.09	/	m	泥结碎石结构，3.5m 宽。	
18	道路修缮	230	230	/	m	连接主路，泥结碎石结构	
19	种植土	1050	1537.5	+487.5	m ³	30cm 厚种植土，市场购买	采用 50cm 厚种植土
20	环场截洪沟	251	231	-20	m	增加盖板	
21	绿化	2500	3075	+575	m ²	撒播草籽、种植地被植物	实际绿化面积 3075 m ²
22	场地硬化	1000	200	-800	m ²	用于修建附属设施。混凝土 0.3m 厚	
23	附属设施	1	1	/	项	新增，仿古建筑木质凉亭、木质亭廊	
24	监测井	1	1	/	套	1 个背景井、2 个污染扩散井、1 个污染监测井	1 套（4 口）监测井
25	临时排水沟	488	488	/	m	土沟，宽 0.4，深 0.4m，中间铺 1.5mm 厚的 HDPE 防渗膜。	
26	临时遮雨棚	120	120	/	m ²	钢结构支架	
27	临时辅助	1	1	/	套	增加遮盖材料、防护设备等。	

4.5.环境保护措施落实情况

4.5.1.水污染防治措施

(1) 地表水

项目施工期产生的废水主要包括建筑垃圾浸泡清洗废水、基坑渗水和洗车废水，废水经收集后采取一体化污水处理设施处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准后排放。一体化设备采用合同租赁方式。

建筑垃圾浸泡清洗废水：浸泡池设计尺寸为 5m×5m×2m，有效容积为 50m³。池中底部和侧面做好防渗，铺上一层 1.5mm 厚的 HDPE 防渗膜，并在膜上下各覆盖一层 300g/m² 的无纺土工布进行膜的保护，以免浸泡废水渗出，造成二次污染。池中清洗废水经一体化处理设施处理达污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 一级标准要求后排放。

基坑渗水：开挖修复过程中，未发现有地下水渗出。

洗车废水：项目现场建设洗车台，洗车废水用泵抽至一体化装置处理达标后外排，项目实施过程中对项目废水处理设施出水进行监测，检测结果均符合排放标准。

图 4.5.1-1 建筑垃圾浸泡清洗池

图 4.5.1-2 一体化处理设施

(2) 地下水

项目土壤暂存区、浸泡池、稳定化车间均铺设了 1.5mmHDPE 膜，防止废水泄漏污染地下水。

暂存区：铺设 1.5mmHDPE 膜。

浸泡池：铺设 1.5mmHDPE 膜、钢砼混凝土。

稳定化车间：从下至上依次为粘土 500mm、1.5mmHDPE 膜、无纺土工布 600g/m²、砂土、钢砼基础 250mm 厚 C25。

图 4.5.1-3 稳定化车间防渗

4.5.2.大气污染防治措施

本项目施工严格按照《益阳市扬尘污染防治条例》（2020 年 11 月 1 日实施）要求，采取了以下措施：

- （1）施工工地周围按照相关规定设置围挡；
- （2）及时清运修复后的污染土方，不能及时清运的，进行覆盖，并定时喷淋；
- （3）工地车辆出口配备洗车平台，对出场车辆冲洗干净，禁止带泥上路；
- （4）开挖和回填土方作业面采取喷淋、洒水等有效防尘措施；
- （5）采取分段作业、择时施工等其他有效防尘降尘措施；
- （6）在大风或者大雨等恶劣天气无法施工时，用防雨布覆盖裸露的土壤，减少扬尘或雨水冲刷，避免发生二次污染。

图 4.5.2-1 施工现场防治扬尘

4.5.3.噪声污染防治措施

噪音控制：（1）加强施工管理，合理安排施工作业时间，严格按照施工噪声管理的有关规定执行，严禁夜间进行高噪声施工作业；对施工时间进行严格管理，以保证周边居民的正常生活和休息。（2）选用性能优良、噪声低的机械设备和工程车辆，同时在项目实施过程中安排专人对设备、车辆进行定期保养和维护，同时尽量采用施工噪声低的施工方法。（3）合理布置施工机械和施工强度，高噪声施工机械和设备应远离居民点布置，并将高噪声设备安放在临时设备间内作业，以减缓噪声影响。（4）施工车辆出入地点和土壤转运车辆进出施工地时尽量远离敏感点。（5）加强对运输车辆的管理，优化运输路线，转运车辆不穿越周边居民点，危废转运车辆尽量避免穿越周边集中居民点；尽量压缩工区汽车数量和行车密度，控制汽车鸣笛，尽量安排在白天运输。

4.5.4.固废污染防治措施

工程施工期产生的固体废物为污染土壤、建筑垃圾、电镀槽液、污泥和员工生活垃圾。

建筑垃圾经破碎、浸泡、清洗并经水浸检测结果合格后外运用作路基修筑处置。

污染土壤经原地异位稳定化处理达标后转运至土方公司用作路基修筑。

电镀槽液、污泥等危险废物委托湖南银达物流有限责任公司清运至长沙危险废物处理中心进行安全处置。

危废转运过程中二次污染防治措施：

(1) 运输车辆要求：运输车辆符合危险废物道路运输相关规定，使用密封和安全性能好的厢式货车、罐式车，两侧车门处喷涂危险废物道路运输车辆统一识别标志；车厢底板完好平整、周围栏板牢固，有基本的防渗铺垫和防滑装置；车厢底部设置具有良好气密性的排水孔，在清洗车厢内部时能够有效收集和排除污水；根据装运危险废物性质和包装形式，配备相应的捆扎、防水、防渗和防散失等用具；车辆配备与运输类项相适应的消防器材；运输车辆容貌整洁、外观完整、标志齐全，车辆车窗、挡风玻璃无浮尘、无污迹；车辆车牌号清晰无污迹；车厢保持清洁干燥，不得任意排弃车上残留物；经常维护保养，确保车况良好和行车安全。

(2) 人员要求：驾驶员、押运员、装卸管理人员定期参加危险废物污染防治从业人员专业技术培训，并考核合格；企业负责人、车辆技术负责人、调度、专职安全管理员定期参加危险废物污染防治管理人员专业技术培训，并考核合格。

实际情况：项目场内遗留危废交由有资质的单位转运并安全处置。转运人员均为资质单位专业人员。转运车辆采用专用危险废物运输车辆，有危险废物道路运输车辆统一识别标志。危险废物转运过程采取了相应的防水、防渗和防散失等措施。

污染土壤清挖装载过程中的污染防治：

- (1) 装车采用装载机、挖掘机装载，人工辅助；
- (2) 装车时严格按照装载机操作规程进行有序操作；
- (3) 作业场区内不得有无关人员，工作人员需带安全帽和口罩；
- (4) 装车要求低于马槽；装车完毕后必须将篷布覆盖严密；
- (5) 车辆必须按照规范安装封闭裙边，且严格遵循相关规定；
- (6) 若发现未封闭车辆参与运输的情况、运输超高的情况，则要求立刻卸载，否则严禁出场；

(7) 准备足够的铁丝备用，必要时扎紧后挡板搭钩，以防后挡板开口，土壤散落造成污染；

(8) 自卸车启动前须有专人负责检查车辆的密闭性。

污染土壤运输过程中的污染防治：

(1) 驾驶员在每天出车前必须检查封拦板锁紧钩是否有效，如有故障必须修复后，方可出车装运。

(2) 车辆进入施工现场，按顺序依次施工，出场前由人工清扫后挡板及两侧挡板余渣，进出施工现场的车辆进行车轮冲洗。

(3) 车辆必须按规定路线行驶，在指定位置倾卸，不随意倾倒。

(4) 对完成装载准备驶出工地的车辆，检查其装载情况，对装载超过车厢栏板上沿、箱盖不密闭的车辆、车容车貌不整洁的车辆，不予驶出工地；对装载符合规定要求的车辆，经冲洗保洁后，准予驶出工地。

(5) 在排放工地、消纳卸点、指定行驶路线范围内，对现场管理员、车辆运输交通安全、道路污染等情况巡回检查，及时制止违法、违规行为。

实际施工过程均按上述要求进行或整改。

图 4.5.4-1 污染土壤覆盖转运

填埋过程中的污染防治：

回填土要求符合回填标准要求，回填前应对土壤进行检测，回填后，及时采用机械进行平整、填埋处置；同时填埋场周边设置临时排水沟，防止外部汇水冲刷污染物；用于填埋的机械不随意出场，保证专机专用，同时安排人员定期检查填埋场周边情况，检查是否有污染物遗漏。

实际施工过程基本按上述要求进行。

4.5.5. 水土流失防治措施

项目施工期间污染土壤开挖转运工作面较大，必须采取防治措施降低水土流失造成的影响。

施工期间采取的水土流失防治措施包括：

- (1) 合理施工，缩短挖填土石方的堆置时间，土石方开挖在施工用地范围内；
- (2) 污染土壤开挖后马上转运至稳定化车间内，不露天堆存；
- (3) 雨天采用苫盖对裸露的黄土进行遮盖，防止雨水冲刷导致的水土流失；
- (4) 在污染土壤进行稳定化处理后回填，铺设草皮和植物，稳固水土。

4.5.6.环保措施落实总结

根据项目施工期间的环境监测报告，项目实施期间环境空气满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级浓度限值；石矶湖满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准；场界噪声值均未超过《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）限值；场内地下水均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准；废水处理设施出水口各污染物均达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准要求。

总体来说，在项目建设过程中，湖南森美思环保有限责任公司贯彻了环保“三同时”原则，有效落实了各项环保措施，降低了施工活动对地表水环境、生态环境、声环境、空气环境等的不利影响。原沅江市电镀厂土壤治理项目环境监理工作开展稳步有序，项目的环境保护措施落实到位，施工未造成重大环境污染问题，生态环境得到了有效保护和恢复。

4.6. 监理情况

4.6.1.环境监理

中机国际工程设计研究院有限责任公司受建设单位益阳市生态环境局沅江分局委托，承担原沅江市电镀厂土壤治理项目（EPC）工程准备阶段、施工阶段和缺陷责任期的监理工作。中机国际工程设计研究院有限责任公司接受委托后马上成立监理小组。监理小组在查阅本项目的场地调查报告、风险评估报告、实施方案、可研、初步设计等大量文件资料，充分掌握环保相关部门对项目的环保要求后，在现场进行了驻场监理。工程完工后，监理小组对施工期环保措施落实情况、环保工程建设落实情况、环境管理落实情况、环保措施落实情况等进行了分析，并编制完成《原沅江市电镀厂土壤治理（EPC）工程环境监理总结报告》。

原沅江市电镀厂土壤治理项目（EPC）工程为土壤治理项目，本项目为环境治理工程。本项目污染治理工程主要建设内容包括建筑垃圾处置工程、危险废物处置工程、废水处理、污染土壤治理、厂区覆土绿化工程、辅助设施等工程建设，

2020年8月20日开工建设、2021年3月2日完成建筑垃圾清运、污染土壤清挖稳定化处理、稳定化车间建设、外购土回填、废水处理、附图绿化等工程，2022年6月-7月完成止水帷幕工程建设；2022年8月，对场地重新绿化，于2022年9月23日正式完工。

施工过程中按照要求完成了对建筑垃圾浸泡后检测、污染土壤稳定化后抽样检测、基坑清挖效果评估检测、施工废水处理检测，检测结果详见附件 11.6。根据项目施工期间的环境监测报告，工程实施期间环境空气满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级浓度限值；区域项目河段满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准；区域声环境满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 2 类标准；废水处理设施出水口第一类污染物均达到《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）表 1 要求，其它污染物均达到《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）表 4 一级标准要求；清挖后，场地界面土壤中重金属浓度满足《风险评估报告》及备案文件中确定的治理修复目标，说明场区内污染土壤清挖完全。根据环境监测报告，该项目开工手续完备，资料齐全，项目在建设过程中严格按照方案和上级部门的批复文件落实各项措施，对污染土壤的处理工艺、修复效果、药剂使用和土壤回填等工序均实行报批验收流程，治理过程没有产生二次污染，达到预期的治理效果，符合验收要求。

综上，施工单位在项目实施过程中实施方案及其批复要求的环保工程建设基本落实，有效落实了建设项目“三同时”（同时设计、同时施工、同时投产）制度，环境效益明显。

4.6.2.工程监理

为切实保证项目建设质量，益阳市生态环境局沅江分局委托中机国际工程设计研究院有限责任公司承担项目施工期工程监理工作。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。工程施工过程中现场监理人员对关键部位、关键工序的施工质量实施全过程检查验收，督促施工单位及时做好工程质量、进度、安全等方面施工组织 and 整改工作。对不符合设计要求或施工规范规定的部位，及时要求 EPC 总承包单位按程序进行整改。

工程监理结论认为：

（1）建筑垃圾安全处置工程：将厂房拆除后形成的 2357.93 m³ 建筑垃圾经破

碎、浸泡、清洗后，建筑垃圾的水浸检测结果合格，达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，外运用作路基修筑处置，符合设计要求。

（2）危险废物清运处置工程：对厂区遗留的电镀槽液、污泥等 191.11t 危险废物委托湖南银达物流有限责任公司清运至长沙危险废物处理中心进行安全处置。厂区内原有的危险废物均处置完毕，严格按照危废运输过程中的污染控制要求，未出现二次污染现象，符合设计要求。

（3）场地土壤治理工程：在地块内新建稳定化车间，对 3561.11 m³ 污染土壤进行了原地异位稳定化处理，根据过程检测结果表明：稳定化后土壤水浸出浓度均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，达标后转运至土方公司用作路基修筑；在基坑周边采用 2247m 止水帷幕进行防渗，污染土壤清挖完成后，外购干净 3530.05m³ 粘土回填基坑，并建设截排水系统，砖砌排水沟 231m，达到规范及验收标准要求。

（4）场地覆土绿化工程：对治理后的厂区进行表面覆土 1537.50 m³ 和绿化，绿化面积为 3075m²；建设仿古建筑木质凉亭 1 座、木质亭廊 1 座，符合设计要求。

（5）废水处理工程：采用一体化处理设备对建筑垃圾浸泡清洗废水、基坑渗水及洗车废水等废水 3511.18 m³ 进行处理，废水经处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准后排放，达到规范及验收标准要求。

本工程修复范围按照实施方案的修复面积，无额外修复面积；外观检查无影响结构安全和使用功能的质量缺陷，观感质量一般，按照《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300-2013 的规定，工程质量达到合格标准。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，依据施工过程的各项质量资料、外观评定及现场实测实量，符合工程竣工验收要求。

4.6.3.施工期环境检测工作落实情况总结

（1）基坑清理效果监测

污染土壤在基坑清理之后、回填之前进行基坑底部采样检测，分别开挖至 0.5m、1m、2m、3m 深时对基坑底部和侧壁进行了采样；共采样 4 次，采集了 37 个样品；检测因子为铅、铜、砷、六价铬（水浸），检测结果全部达标。

（2）污染土壤修复效果检测

过程检测单位对污染土壤修稳定化后进行了采样检测，采样遵循《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）6.3.3 节：每个样品代表的土壤体积应不超过 500 m³。本项目共修复土壤 3561.11m³，过程共采集了 9 个样品，检测因子为铅、铜、砷、六价铬（水浸），检测结果全部达标。

（3）外购回填土检测

本项目共外购客土 3561.11m³；过程检测单位对运输进厂内回填土进行取样检测，采样为多个样品混合样检测，回填土壤每 700m³ 左右抽检一次，共抽取 5 个样品进行检测，检测因子为六价铬、砷、铅、铜（总量）以及六价铬、砷、铅、铜（水浸），总量检测结果满足项目风险评估中确定的修复目标值，水浸检测结果满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，检测结果显示全部达标。

（4）废水监测

本工程对构筑物淋洗浸泡、施工过程中产生的废水、下雨在场地中形成的积水、冲洗车辆产生的废水等进行收集处理。这些废水经过一体化水处理设备处理之后，按照的相关要求对场地废水进行监测布设，布设点位于废水排放口。开挖作业期间地块周边环境监测，废水处理设备排放水质监测频率为初期每 2 星期 1 次，稳定后每季度 1 次废水。监测因子为 pH、砷、六价铬、铅、铜和锌。根据检测数据废水污染物排放符合《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准。

（5）地表水监测

在项目区周边石矶湖上、下游各 500m 处各布设一个监测点位。每月 1 次，场地周边地表水监测指标为 pH、六价铬、砷、铜、铅、锌。施工期间共监测四次，监测数据显示均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类水质标准。

（6）地下水监测

项目实施过程中对项目区域地下水进行监测，监测点位为场内 3 处地下水监测井和周边 1 处背景井，施工期间共监测四次，监测指标为 pH、锌、铅、铜、砷、六价铬。根据监测数据，2020 年 10 月 19 日采样中各地下水监测点中铅检测浓度超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准，其余检测因子均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准，随着废水和污染土壤的治理，各地下水监测点污染物因子检测浓度均未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）

III类标准，工程的实施对地下水影响较小。

(7) 噪声监测

场区监测点布设在敏感点。场地四周外 1m 处分别设置监测点 1 个，共 4 个。施工噪音监测频率为每月 1 次，施工过程共监测 4 次。检测结果显示 Leq 均符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准。

(8) 空气质量监测

在开挖作业期间地块周边环境监测，空气质量监测点位布设在敏感点。监测点位设置根据季节主导风向，分别在上风向 20m 处设置 1 个参照点，沿下风向 5m 和 10m 各设置 1 个监测点，场区内东、南、西、北侧各设 1 个空气采样点，共计 7 个采样点。空气质量监测频率为每月 1 次，施工过程共监测 4 次。检测结果显示，废气污染物有组织 TSP 符合《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）二级标准。空气质量为颗粒物、铅及其化合物，不大于 $5.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。

(9) 建筑垃圾水浸检测

拆解产生的建筑垃圾经破碎、浸泡、清洗后外运用作路基修筑，经处理后的建筑垃圾进行检测，检测指标为六价铬、砷、铅、铜、锌、铬，根据检测结果水浸浸出浓度均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。

4.7.第一次效果评估专家评审意见修改落实情况

根据 2021 年 12 月 28 日原沅江市电镀厂土壤治理项目效果评估报告专家组综合评审意见，本项目对评审意见的修改落实情况下表所示。

表 4.7-1 第一次效果评估专家评审意见修改情况表

序号	专家组综合评审意见	修改落实情况
1	完善项目治理范围、人员访谈记录、周边敏感目标、更新地块概念模型等相关内容；对照原实施方案及变更实施方案、相关技术文件，列表详细对比工程量落实情况。	已完善项目治理范围（见 4.3.1 节）、人员访谈记录（见 11.7.4 节）、周边敏感目标（见 5.4.2 节）、更新地块概念模型等相关内容（见 5.4.1 节）；已对照原实施方案及变更实施方案、相关技术文件，列表详细对比工程量落实情况（见 4.4.2.9 节）。
2	补充外运建筑垃圾、土壤处理转运联单、药剂使用台账、暂存养护等过程支撑材料，完善建筑垃圾、土壤处理效果分析以及外运情况的跟踪说明。	已补充外运建筑垃圾、土壤处理转运联单（见附件 11.8.5）、药剂使用台账（见附件 11.8.11），已完善建筑垃圾、土壤处理效果分析（见 8.2 节、8.3 节），建筑垃圾、土方外运情况见附件 11.8.6。
3	补充效果评估基坑布点方案分析，完善土壤清挖基坑效果分析与评价，结合用地规	已补充效果评估基坑布点方案分析（见 6.2.3.3 节），对土壤清挖基坑效果进行了补

	划、取土来源，补充客土相关监测数据。	充布点与检测分析（见 6.2.3.3 节和 8.1 节），已补充客土相关监测数据（见 8.4 节）。
4	完善项目区域地表水、地下水水文地质条件的相关资料，补充项目区域与周边水系的关联分析；补充稳定化药剂配比、成分分析，据此补充地下水监测指标；核实止水帷幕施工记录及工程量，对止水帷幕防渗效果进行分析评估。	已完善项目区域地表水、地下水水文地质条件的相关资料，补充项目区域与周边水系的关联分析（见 4.1.5 节）；补充稳定化药剂配比、成分分析（见 72 页），据此已补充地下水监测指标（见 3.4.2 节）；止水帷幕工程进行了补做，证明材料见 11.8.1 节。
5	完善工程监理、环境监理、施工总结报告内容，据此强化施工期二次污染防治分析，完善各施工阶段过程监测及二次污染潜在区域效果评估。	已完善工程监理、环境监理（见 4.6 节），补充施工期环境保护措施防治二次污染落实情况（见 4.5 节）。
6	细化现场采样、保存、转运内容，完善质量控制、质量管理内容；结合地块规划性质，完善项目区域环境监测计划，提出后续工作建议。	已细化现场采样、保存、转运内容（见 7.1.1 节、7.1.2 节），已完善质量控制、质量管理内容（见 7.1.3 节、7.2.2 节）；已完善项目区域环境监测计划，提出后续工作建议（见 10.1 节）。
7	补充相关附图附件。	已补充，详见附件 11.8.1-11.8.14。

5. 地块概念模型

5.1. 资料回顾

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)》(HJ 25.5-2018)

5.2.1 节内容以及《湖南省土壤污染防治专项资金项目验收指南》4.5.1 节的相关要求,应对相关资料进行回顾,具体内容如下:

在验收效果评估工作开展之前,收集该场地以下资料:

- 场地环境调查评估及修复方案相关文件:场地环境调查报告、风险评估报告及其备案意见、场地修复实施方案及其备案意见、场地修复变更实施方案及批复、工程设计方案、其他相关资料。
- 场地修复工程资料: 施工过程的原始记录、修复实施过程的记录文件(如污染土壤清挖和运输记录)、回填土运输记录、修复过程污染防治记录、修复设施运行记录、工程竣工报告、工程变更资料、施工联络单等。
- 修复过程检测资料:过程检测布点、基坑清挖效果布点检测报告、稳定化土壤抽样检测报告、回填土检测报告、建筑垃圾水浸检测报告、污水处理出水检测报告等。
- 工程及环境监理文件:工程及环境监理记录和监理报告。
- 其它文件:环境管理组织机构、相关合同协议(如委托处理污染土壤的相关文件和合同、污水处理系统租赁合同)等。
- 相关图件:场地地理位置示意图、总平面布置图、修复范围图、污染修复工艺流程图、修复过程照片和影像记录等。

由我单位验收效果评估技术人员对收集的资料进行审核,并通过与现场负责人、实施人员、监理人员等相关人员进行访谈,对《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则(试行)》(HJ 25.5-2018)中所要求审核内容进行了确认。文件资料收集情况和审核情况详见下表。

表 5.1-1 资料收集情况汇总一览表

《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则(试行)》(HJ 25.5-2018) 要求收集的治理工程相关资料		效果评估已收集到的资料清单	资料是否完 备
资料类型	资料明细		
场地环境调查评估及实施方案相关文件	场地环境调查报告及批复	《原沅江市电镀厂土壤治理项目场地环境调查报告》 (湖南新九方检测技术有限公司, 2017 年 4 月)	是
	工程可行性研究	《原沅江市电镀厂土壤治理项目可行性研究报告》 (长沙市千里马工程造价咨询有限公司, 2019 年 12 月)	
	工程岩土工程勘察报告	《原沅江市电镀厂土壤治理项目工程岩土工程勘察报告》 (湖南中核岩土工程有限责任公司, 2020 年 7 月)	
	场地实施方案及批复	《原沅江市电镀厂土壤治理项目实施方案》(湖南清之源 环保科技有限公司, 2017 年 4 月)	是
		关于《原沅江市电镀厂土壤治理项目实施方案》的审查意 见(益阳市生态环境局)	
		《原沅江市电镀厂土壤治理项目变更实施方案》(湖南清 之源环保科技有限公司, 2020 年 6 月)	
		关于《原沅江市电镀厂土壤治理项目变更实施方案》的审 查意见(益阳市生态环境局)	
场地风险评估报告	《原沅江市电镀厂土壤治理项目风险评估报告》 (湖南中大检测技术集团有限公司, 2020 年 6 月)	是	
设计方案	《原沅江市电镀厂土壤治理项目设计方案》 (湖南艾布鲁环保科技股份有限公司)	是	
场地治理工程资料	治理过程的原始记录、治理实施过 程的记录文件、治理设施运行记 录、二次污染物排放记录、治理工 程竣工报告等	土壤治理过程监测报告(湖南中易检测有限公司)	是
		《原沅江市电镀厂土壤治理项目竣工报告》 (湖南森美思环保有限责任公司)	
		隐秘工程验收资料、危险废物转运记录、污染土壤转运记 录、工程变更联络单	基本完备
工程及环境监理文件	工程及环境监理记录和监理报告	《原沅江市电镀厂土壤治理项目工程质量评估报告》(中 机国际工程设计研究院有限责任公司)、《原沅江市电	是

《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则(试行)》(HJ 25.5-2018) 要求收集的治理工程相关资料		效果评估已收集到的资料清单	资料是否完 备
资料类型	资料明细		
		厂土壤治理项目环境监理总结报告》(中机国际工程设计研究院有限责任公司), 包括监理日志、监理工作联系单等内容。	
其他文件	相关合同协议	已获得场地调查、施工、环境监理、危废委托处置、污水处理设施租赁等多个阶段委托合同扫描件等图件	是
相关图件	场地地理位置示意图、总平面布置图、治理范围图、污染治理工艺流程图、治理过程照片和影像记录等	实施方案、场地调查及风险评估中包括场地地理位置示意图、总平面布置图、治理范围图、污染治理工艺流程图	是
		环境监理报告及施工单位竣工报告中包括治理过程照片、影像记录等资料	基本完备

表 5.1-2 文件审核情况汇总一览表

《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则(试行)》(HJ 25.5-2018) 要求审核的内容	文件审核结果		
根据场地环境调查评估报告、实施方案及相关行政文件, 确定场地的目标污染物、治理范围和治理目标, 作为验收效果评估依据	详见第三章 4.2、4.3 节		
通过审查场地治理过程监理记录和监测数据, 核实实施方案和环保措施的落实情况	原实施方案内容	变更实施方案内容	实际施工内容
	污染土壤稳定化后经检测达标后回填基坑。	污染土壤稳定化后经检测达标外运修复路基, 不回填基坑, 外购干净粘土回填基坑。	按变更实施方案施工
	建筑垃圾浸泡清洗后运至建筑垃圾回收利用有限公司。	建筑垃圾浸泡清洗后外运修筑路基。	按变更实施方案施工
	土壤修复目标依据《重金属污染场地土壤修复标准》(DB43/T1165-2016)	(1) 场地土壤中砷、六价铬、铅、铜的总量浓度满足风险评估中确定	按变更实施方案实施

《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ 25.5-2018）要求审核的内容	文件审核结果		
	<p>确定，具体包括：（1）场地 0-0.5m 上层土壤中铬、六价铬、锌、铅、铜的总量浓度和水浸出浓度分别满足《重金属污染场地土壤修复标准》（DB43/T1165-2016）居住用地标准和《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅳ类标准；</p> <p>（2）场地 0.5m 以下的下层土壤中六价铬、锌、铅、铜的水浸出浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅳ类标准。</p>	<p>的修复目标值；</p> <p>（2）场地土壤中锌、砷、六价铬、铅、铜的水浸出浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准。</p>	
	<p>土壤修复方量为 8681m³。</p>	<p>根据已通过备案的风险评估报告，需修复方量为 3530.05m³。</p>	<p>按变更实施方案实施，实际修复土壤方量为 3561.11m³</p>
	<p>对厂区遗留的电镀槽液、污泥等 219t 危险废物委托有资质单位清运至长沙危险废物处理中心进行安全处置。</p>	<p>对厂区遗留的电镀槽液、污泥等 219t 危险废物委托有资质单位清运至长沙危险废物处理中心进行安全处置。</p>	<p>根据核查，厂区遗留的电镀槽液、污泥等危险废物约 191.11t，委托湖南银达物流有限责任公司清运至长沙危险废物处理中心进行安全处置。</p>
	<p>采用一体化处理设备对建筑垃圾浸泡清洗废水、基坑渗水及洗车废水等废水进行处理，达标后排放。</p>	<p>采用一体化处理设备对建筑垃圾浸泡清洗废水、基坑渗水及洗车废水等废水进行处理，达标后排放。</p>	<p>租赁一体化处理设备对建筑垃圾浸泡清洗废水、基坑渗水及洗车废水等废水进行处理，处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准后外排。</p>
	<p>施工期湖南中易检测有限公司进行了监测，水、气、声都符合相关标准，治理工程各项环保措施落实情况良好，未造成二次污染</p>		
<p>通过审查相关运输清单，结合治理过程监理记录，核实污染土壤、建筑垃</p>	<p>根据施工单位和监理单位提供的资料，已核实污染土壤已外运修复路基、建筑垃圾浸泡清洗合格后外运修筑路基、危废委托湖南银达物流有限责任公司清运至长沙危险废物处理中心进行安全处置，废水处理达标后外排。</p>		

《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ 25.5-2018）要求审核的内容	文件审核结果
圾、危废、废水去向。	
通过审查相关文件和检测数据，核实稳定化完成后的土壤的质量，土壤质量应达到修复目标值。	固化后土壤、回填土均有第三方检测机构监测报告，回填土达到地块安全利用总量要求，具体见过程检测报告。

5.2.现场踏勘

5.2.1.核定治理范围

根据实施方案要求，在清挖前遵循先整体后局部，先控制后局部的工作程序，开工前测量准备工作包括：检查和复核测量基准点，增设控制点和水准点，建立控制网、施工放线。确定污染区域边界坐标拐点以及修复深度。施工测量的精准度按照《工程测量规范》（GB50026-2007）执行。

在现场确定各开挖区域的拐点，然后对每个拐点进行实地放样，实地放样采用木桩定铁钉定点，并用水泥硬化固定，并对每个区域的拐点进行标注。确定各个清挖区域，再按各区的小点编号进行逐个划分放线，并在每个污染区域范围内设置警示牌，分别用醒目的颜色区分，在警示牌上标明土壤污染类型、污染深度、处理方式等内容，避免出现错误，既不超深又达到方案要求。整个过程由工程监理全程监管，修复范围符合《原沅江市电镀厂土壤治理项目变更实施方案》中的要求，修复土壤垂直投影最大面积为 1532.60m²。

5.2.2.识别现场遗留污染

通过对场地表层土壤及侧面裸露土壤状况、遗留物品等进行观察和判断，通过摄影、拍照、文字记录等方式，记录场地勘察情况。

项目工程于 2021 年 3 月 2 日初步完工，2021 年 8 月，沅江市人民政府委托湖南正勋检测技术有限公司承担原沅江市电镀厂土壤治理项目效果评估工作，接受委托后对治理区域现状及周边区域环境质量现状进行了监测和采样，编制了《原沅江市电镀厂土壤治理项目效果评估报告》。2021 年 12 月组织评审会议，因止水帷幕工程无佐证材料，效果评估报告不通过。2022 年 6-7 月，施工单位补做止水帷幕工程，2022 年 8 月，对场地重新绿化，2022 年 9 月 23 日正式完工；2022 年 8 月委托湖南盛大环保科技有限公司对场地重新开展了采样检测，在此基础上重新编制完成了修复效果评估报告。再次效果评估阶段，通过实地考察、观察，均未发现遗留污染痕迹。

图 5.2.2-1 地块现状照片

5.2.3.地下水观测井保留情况

根据现场勘查，项目工程共设置 4 口地下水观测井，包括 1 口背景井、2 口污染扩散井以及 1 口污染检测井。

图 5.2.2-2 地下水观测井现场照片

5.3.人员访谈

调查人员对责任单位、施工单位、监理单位以及周边居民进行了访谈调查，调查采用发放调查表的方式。被访人员普遍反映，施工过程顺利进行，彻底清理到位，污染土壤开挖和治理以及场地生态恢复等均按实施方案要求完成。施工过程中没有发生二次污染，没有产生污染扰民问题，施工期周边大气、噪声、水环境正常。

评估单位工作人员于施工期对本项目参建单位工作人员、当地生态环境管理部门及周边居民进行了访谈调查，访谈内容包括：

- (1) 工程施工起止时间；
- (2) 工程是否按设计方案实施；
- (3) 工程施工方案是否有发生重大变动；
- (4) 工程清理修复区域是否包含了所有受污染区域；
- (5) 工程施工过程是否有废水、废气产生，以及废水、废气处理方式；废水处理设施是否正常运行、废水去向等；
- (6) 工程危险废物转移是否符合相关规范要求；
- (7) 工程废渣处理去向及是否有随意倾倒现象，是否有造成二次污染等；
- (8) 工程污染土壤去向，污染土壤处理过程中是否有造成二次污染等；
- (9) 工程施工过程中是否有收到环境相关投诉；
- (10) 工程施工过程中环境污染事故发生情况等。

调查人员对责任单位、施工单位、监理单位以及周边居民进行了访谈调查，调查采用发放调查表的方式。被访人员普遍反映，施工过程顺利进行，彻底清理到位，污染土壤开挖和治理以及场地生态恢复等均按实施方案要求完成。施工

过程二次污染防治措施完备，未产生污染扰民问题，项目施工过程中无地下水涌水，项目施工未对地表水和地下水环境造成明显不利影响。访谈记录表详见附件。

5.4.地块概念模型

5.4.1.地块概念模型资料汇总

通过对现有资料，包括场地调查报告、工程变更前后实施方案、初步设计、施工过程记录等资料的分析，掌握地块治理工程情况，结合地块地质与水文地质条件、土壤污染物空间分布、治理技术特点等，确认该场地治理实施的概念模型。

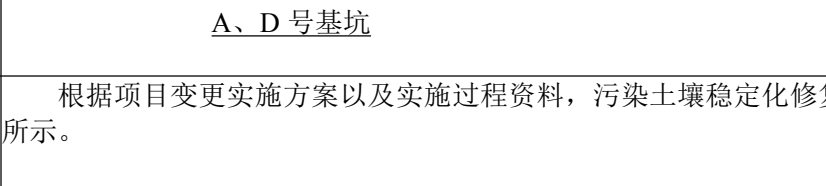
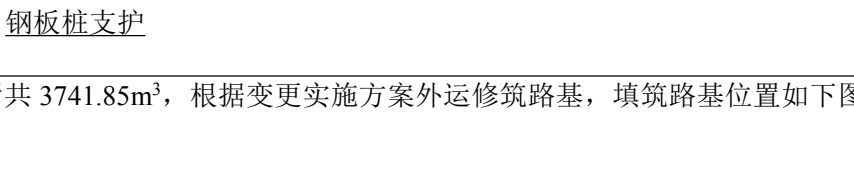
表 5.4.1-1 地块概念模型更新

地块概念模型涉及信息	概念模型建立
地块名称	原沅江市电镀厂土壤治理项目地块
地理位置	沅江市刘家冲琼湖街道
地块历史	<p>原沅江市电镀厂前身为琼湖造船厂，造船厂于 1958 年开办，1987 年停产，主要生产木质船舶。</p> <p>1988 年，沅江市琼湖街道小河咀村民对原船厂厂房进行加盖修整，厂区面积扩大至约 3500m²，厂区建设完成后不再制造木质船舶，开始对五金半成品进行加工，主要为铬镀炼及锌镀炼，原琼湖造船厂更名为沅江市电镀厂。电镀厂镀铬生产工艺主要为 CrO₃+H₂SO₄-电镀铬，镀锌工艺主要为氰化钠-镀锌。厂区内无地下管线及罐槽，主生产车间内布置有 8 个电镀槽，2 个硫酸池，4 个碱液池，1 个氰化钠池，一个废液池。根据国家政策，原沅江市电镀厂于 2004 年被关闭。企业关闭时，电镀槽、废液池中含铬废水及沉积物未得到有效清理。</p>
地块调查评估活动	<p>场地调查结论：</p> <p>土壤中超标污染物为重金属砷、铅、六价铬、铜、锌。其中，铅、六价铬铜、锌超标电位较多，污染区域较集中，主要分布在电镀厂厂房与西北侧荒地。结合场地底层岩性和土壤检测结果，将场地划分为四个层次，分别为0-0.5m、0.5m-1m、1m-2m、2m-3m。</p> <p>厂区内电镀槽中残留大量的废水，对比《污水综合排放标准》（GB8978-1996），电槽液总铬、六价铬和铜超标严重，其中铬超标3332.3 倍，六价铬超标3580倍，铜超标228 倍。根据《危险废物鉴别标准腐蚀性鉴别》（GB5085.1-2007），pH<2.0 时，属于危险废物。由此可见，电镀槽液若不及时进行处理，一旦泄露，会对周边环境造成严重危害。</p> <p>风险评估结论：</p> <p>评估范围主要为益阳原沅江电镀厂厂址地块。根据场地环境调查分析结果，采用《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准(试行)》（GB36600-2018）进行判定，场地内土壤中的重金属（铅、六价铬、铜、砷）存在超出风险筛选值的情况，选择超过筛选值的污染物作为关注污染物。</p> <p>通过风险评估计算，土壤中的砷、六价铬、铜、铅在未来场地公园绿地和教育用地的暴露情景下对于场地上居民产生的风险超过可接受水平。其它污染物的致癌和非致癌风险水平均在可接受范围内。</p>
地块土层分布	<p>修复前：杂填土、粉质粘土、粉砂、圆砾</p> <p>修复后：污染土壤全部挖出，表层为回填土和种植土，主要成分为粉质粘土夹碎石</p>
地下水流向	该场地地下水为上层滞水及第四系孔隙水。

地块概念模型涉及信息	概念模型建立
	<p>上层滞水主要以地下迳流向低处快速排泄入石矶湖，场地勘察钻孔中未见到该地下水。</p> <p>本区域第四系孔隙水，埋藏浅，主要赋存于第四系地层中。粉质粘土②地层为弱至微透水地层，为场地相对隔水层；粉砂③及圆砾④地层为强至极强透水地层，水量丰富，受大气降水渗流补给、受场地东侧石矶湖补给、受侧向地下水迳流补给，该地下水补给源充足，该地下水主要以地下迳流向低处排泄。地下水第四孔隙水流向大概为自西南向东北方向。</p>
地块地质与水文地质情况	<p>1、地块地质</p> <p>地层岩性</p> <p>1) 杂填土 (Qml) ①: 杂色，稍湿，松散至稍密，成分为碎石、建筑垃圾砖头粘性土，硬质物含量25-30%，为平整、修建电镀厂平整场地时填筑，填筑时间十年以上。该层全场地分布；揭露厚度0.50-4.60m，平均揭露厚度为1.26m；层面标高11.39-15.48m，平均层面标高为13.35m。</p> <p>2) 粉质粘土 (Q4al) ②: 褐红色、褐黄色夹淡黄色、灰白色，稍湿，硬塑状态，具网纹状结构，含较多褐色铁锰质结核，稍有光泽，干强度及韧性中等，无摇振反应，系冲积成因。该层全场地内分布。揭露厚度10.05-16.60m，平均揭露厚度为14.01m；层面标高8.11-14.77m，平均层面标高为12.09m。</p> <p>3) 粉砂 (Q4al) ③: 淡黄色、灰白色，稍密，饱和，含云母碎片，底部含少量砂粒、砾石，分选较好，粘性含量高，有粘性，泥质含量不高于30%，系冲积成因。该层全场地内分布。揭露厚度1.30-1.90m，平均揭露厚度为1.61m；层面标高-2.39— -1.43m，平均层面标高为-1.92m。</p> <p>4) 圆砾 (Q4al) ④: 淡黄色、灰白色，中密，饱和，分选性较差，呈亚圆状，成分主要为石英砂岩、硅质岩、板岩及燧石等，骨架颗粒含量约55-65%，粒径一般为2-20mm，最大砾径可大于50mm，粘粒、砂粒充填，系冲积成因。该层全场地内分布。该层均未揭穿，揭露厚度4.00-5.50m，平均揭露厚度为4.53m；层面标高-3.99— -2.73m，平均层面标高为-3.53m。</p> <p>地层均匀性</p> <p>1) 场地内杂填土①地层，结构松散，分布不均匀，厚度不均匀，具高度压缩性，为不均匀地层。</p> <p>2) 场地内粉质粘土②地层，硬塑状，分布上较均匀，层位较为稳定，具中等压缩性，为均匀地层。</p> <p>3) 场地内粉砂③地层，稍密，其层位不稳定，厚度小，力学强度一般，土质不均，属不均匀地层。</p> <p>4) 场地内圆砾④地层，中密状，层位稳地层，厚度大，变形小，力学强度较高，属均匀地层。</p> <p>2、水文地质：</p> <p>地表水：</p> <p>场地内属洞庭湖内湖水系，项目地东侧为沅江市内湖石矶湖，场地内大气面流水直接流入石矶湖，石矶湖为沅江市护城垸垸内内湖，石矶</p>

地块概念模型涉及信息	概念模型建立
	<p>湖湖水经沅江内涝防洪系统抽排入洞庭湖，洞庭湖常年正常水位为28.00m，石矶湖常年正常水位10.00m。</p> <p>地下水：</p> <p>该场地地下水为上层滞水及第四系孔隙水。</p> <p>上层滞水主要以地下迳流向低处快速排泄入石矶湖，场地勘察钻孔中未见到该地下水。</p> <p>本区域第四系孔隙水，埋藏浅，主要赋存于第四系地层中。粉质粘土②地层为弱至微透水地层，为场地相对隔水层；粉砂③及圆砾④地层为强至极强透水地层，水量丰富，受大气降水渗流补给、受场地东侧石矶湖补给、受侧向地下水迳流补给，该地下水补给源充足，该地下水主要以地下迳流向低处排泄。地下水第四孔隙水流向大概为自西南向东北方向。</p> <p>场地内杂填土层①呈松散状，为强-极强透水层，其渗透系数$K > 5.5 \times 10^{-2} \text{cm/s}$；粉质粘土②为微透水地层，其渗透系数$K = 4.89 \times 10^{-6} \text{cm/s}$；粉砂③为强透水地层，其渗透系数$K = 1.50 \times 10^{-2} \text{cm/s}$。圆砾④为强-极强透水层，其渗透系数$K > 9.50 \times 10^{-2} \text{cm/s}$。场地内岩土层均没达到《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》的防渗标准，均应采用天然或人工材料构筑防渗层。</p>
污染物分布情况	<p>根据场地调查一级风险评估的补充调查监测，表明主要污染区域为原生产区域及西北侧荒地，具体污染区域分布见下图：</p>
目标污染物、修复目标	<p>项目的总体目标为：通过实施原沅江市电镀厂土壤治理项目，恢复场地的使用功能，使治理修复后的污染场地满足沅江的规划用地要求。</p> <p>具体包括：</p> <p>（1）地块内的危险废物全部安全外运有资质单位处置。</p> <p>（2）土壤修复目标：</p> <p>1）清挖后基坑及回填土壤</p> <p>对于清挖后基坑及回填土壤，验收标准如下：</p> <p>①场地土壤中砷、六价铬、铅、铜的总量满足风险评估中确定的修复目标值，具体为：砷 40mg/kg、铬（六价）8.97mg/kg、铅 418mg/kg、铜 4860mg/kg。</p> <p>②场地土壤中砷、六价铬、铅、铜和锌的水浸出浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，具体为砷 0.05mg/L、铬（六价）0.05mg/L、铅 0.05mg/L、铜 1mg/L、锌 1mg/L。</p>

地块概念模型涉及信息	概念模型建立
	<p>2) 稳定化后的土壤</p> <p>对于稳定化后外运修筑路基的土壤，验收标准如下：</p> <p>稳定化后土壤中的砷、六价铬、铅、铜和锌的水浸出浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，具体为砷 0.05mg/L、铬（六价）0.05mg/L、铅 0.05mg/L、铜 1mg/L、锌 1mg/L。</p> <p>（3）地块内的废水经处理后达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准后排放。</p> <p>（4）整个地块未硬化地面实现 100%绿化。</p>
土壤修复范围	修复土壤垂直投影最大面积为 1532.60m ² ，修复红线范围约为 3500 m ² 。具体范围可见本表异位修复基坑清理范围与深度图。
修复方式及工艺	<p>污染土壤采用原地异位稳定化方式进行治理，治理后的污染土壤外运修筑路基。</p> <p>本项目采用石灰、粉煤灰、磷酸盐、聚合硫酸铁复合药剂作为稳定化药剂，比例 1:1:3:3，添加量根据污染土壤中污染物浓度确定，根据整体药剂用量和总污染土壤量，药剂添加比约为污染土壤质量的 6%。污染土壤方量为 3561.11m³，根据地勘数据，土壤天然密度ρ为 1.99g/cm³，污染土壤质量为 7086.61t，药剂添加量为 425.20t。</p>
修复实施方案有无变更及变更情况	<p>根据风险评估报告的结论及建议、《湖南省土壤污染防治项目管理规程》、《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准 GB36600-2018》等政策、文件的要求，拟申请对原方案中污染土壤由稳定化处理后回填变更为稳定化处理后用作路基回填，彻底达到无害化和资源化的目的；场地的修复标准、修复范围、修复方案与原实施方案对比均发生了变化，因此编制了《原沅江市电镀厂土壤治理项目变更实施方案》，具体变更情况如下：</p> <p>（1）修复土壤方量变化</p> <p>原修复方案的修复土方量为 8681m³。</p> <p>变更后修复方案修复的土壤方量为 3530.05m³，实际土壤 3561.11m³。</p> <p>（2）修复目标调整</p> <p>原修复方案要求土壤中铬、六价铬、锌、铅、铜的总量浓度和水浸出浓度分别满足《重金属污染场地土壤修复标准》（DB43/T1165-2016）居住用地标准和《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准。</p>

地块概念模型涉及信息	概念模型建立
	<p>变更后修复方案监测项目从六价铬、锌、铅、铜调整为六价铬、铅、铜、砷；土壤的总量执行风评报告中确定的土壤修复目标值；土壤水浸出浓度由《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准提升至III类标准。</p> <p>（3）实施方案变化</p> <p>原修复方案将厂区污染土壤挖掘清运至稳定化车间，经破碎、筛分后，进行稳定化处理，经检测合格后转运暂存堆场；挖方完成后，在基坑内铺膜防渗与原粘土层构成复合防渗层，再将修复检测合格的土壤回填至基坑中。</p> <p>变更后修复方案将在地块内新建稳定化车间，对污染土壤进行原地异位稳定化处理，达标后转运至土方公司用作路基修筑；污染土壤清挖完成后，外购干净粘土回填基坑。</p> <p>详细变更情况见 4.3.3 节</p>
施工进度	2020 年 8 月 20 日开工建设、2021 年 3 月 2 日初步完工，2022 年 6-7 月补建止水帷幕工程，2022 年 8 月，对场地重新绿化，于 2022 年 9 月 23 日正式完工。
异位修复基坑清理范围与深度	<p>根据设计资料以及施工过程资料，原沅江市电镀厂土壤治理项目实际最终修复面积分为 A、B、C、D 四个基坑，A 号基坑最终开挖深度为 2m，面积为 600.98 m²；B 号基坑最终开挖深度为 0.5，面积为 65.82m²；C 号基坑最终开挖深度为 1m，面积为 132.78m²；D 基坑最终开挖深度为 3m，面积为 733.02 m²。</p> <p>最终基坑清理范围与深度如下图表所示：</p>
异位修复基坑放坡方式、基坑护壁方式	<p>基坑开挖采用放坡开挖，对于东南面放坡空间不足的基坑边采用钢板桩支护，实际施工过程中，由于开挖深度较浅，土壤稳定性良好，施工工期紧迫，钢板桩支护部分改为槽钢支护，基坑放坡方式如图所示：</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>A、D 号基坑</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>钢板桩支护</p>  </div> </div>
修复后土壤土方量及最终去向	根据项目变更实施方案以及实施过程资料，污染土壤稳定化修复后共 3741.85m ³ ，根据变更实施方案外运修筑路基，填筑路基位置如下图所示。
修复设施平面布置	根据现场实际情况及工程地质情况，选取周边无建筑物的场地空地建设稳定化车间，即厂区北侧，占地面积 600m ² 。大棚采用膜结构搭建，包括管理用房、药剂及辅料仓库、土壤预处理区、土壤稳定化区、土壤养护及检测区等。将底下污染土壤清挖转运至暂存区堆放，再购买干净

地块概念模型涉及信息	概念模型建立
	土壤作为稳定化车间建设基坑填土。项目的总体平面布置如下：
修复系统运行监测计划及已有数据	已有过程检测数据，详见附件 11.6.1-11.6.6
目标污染物浓度变化情况	本项目不涉及
地块内监测井位置及建井结构	设置 4 口地下水观测井，包括 1 口背景井、2 口污染扩散井以及 1 口污染监测井，监测井位置及建井结构如下。
二次污染排放记录及监测报告	施工过程中做好了废水排放监测、稳定化土壤外运监测等二次污染排放记录，并做了相关监测。详见附件 11.6.1、11.6.6 节。
地块修复实施涉及的单位和机构	建设单位：益阳市生态环境局沅江分局 场地调查单位：湖南新九方检测技术有限公司 可行性研究单位：长沙市千里马工程造价咨询有限公司 实施方案：湖南清之源环保科技有限公司 实施方案变更：湖南清之源环保科技有限公司 设计单位：湖南艾布鲁环保科技股份有限公司 施工单位：湖南森美思环保有限责任公司 过程检测单位：湖南中易检测有限公司 工程监理单位：中机国际工程设计研究院有限责任公司 环境监理单位：中机国际工程设计研究院有限责任公司 风险评估单位：湖南中大检测技术集团有限公司

地块概念模型涉及信息	概念模型建立
	效果评估单位：湖南正勋检测技术有限公司、湖南盛大环保科技有限公司

5.4.2.周边环境敏感目标

原沅江市电镀厂地块厂区紧邻城市道路新源路，位于省道 204 东侧 2.3km，处于石矶湖西岸。原沅江市电镀厂环境敏感点位如下图与表所示。

图 5.4.2-1 环境敏感点分布图



表 5.4.2-2 本项目敏感点分布一览表

序号	敏感点名称	位置关系	最近距离（m）
1	石矶湖	东北侧	10
2	橘园学校	西南侧	80
3	居民楼	南、西侧	5
4	池塘	北侧	5
5	菜地	东南侧	36

6. 效果评估布点方案

6.1. 检测因子与修复标准

6.1.1. 土壤检测因子与修复目标

根据《原沅江市电镀厂土壤治理项目风险评估报告》和《原沅江市电镀厂土壤治理项目变更实施方案》及批复，清挖后基坑及回填土壤，修复标准如下：

场地土壤中砷、六价铬、铅、铜的总量满足风险评估中确定的修复目标值，具体为：砷 40mg/kg、铬(六价)8.97mg/kg、铅 418mg/kg、铜 4860mg/kg。

场地土壤中砷、六价铬、铅、铜和锌的水浸出浓度满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准，具体为砷0.05mg/L、铬(六价)0.05mg/L、铅 0.05mg/L、铜 1mg/L、锌 1mg/L。

对于稳定化后外运修筑路基的土壤，修复标准如下：

稳定化后土壤中的砷、六价铬、铅、铜和锌的水浸出浓度满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准，具体为砷 0.05mg/L、铬(六价)0.05mg/L、铅 0.05mg/L、铜 1mg/L、锌 1mg/L。

表 6.1.1-1 重金属污染场地土壤修复标准 单位：mg/kg

检测因子	修复目标	
	总量 (mg/kg)	水浸 (mg/L)
砷	40	0.05
铬 (VI)	8.97	0.05
铅	418	0.05
铜	4860	1
锌	/	1.0

6.1.2. 废水检测因子与排放标准

项目施工期产生的废水主要包括建筑垃圾浸泡清洗废水、基坑渗水和洗车废水，废水经收集后采取一体化污水处理设施处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准后排放。

表 6.1.2-1 一体化处理设施出水水质标准

序号	检测因子	标准限值	标准来源
1	pH	6~9	GB8978-1996 一级
2	铅	1.0	
3	锌	2.0	

序号	检测因子	标准限值	标准来源
4	砷	0.5	
5	铜	0.5	
6	六价铬	0.5	

6.1.3.地表水检测因子与评价标准

本修复治理项目周边地表水污染物浓度应达到《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）III类标准，详见下表。

表 6.1.3-1 地表水水质标准

序号	检测因子	标准限值	标准来源
1	pH	6~9	GB3838-2002 III 类
2	铅	0.05	
3	锌	1.0	
4	砷	0.05	
5	铜	1.0	
6	六价铬	0.05	

6.1.4.地下水检测因子与评价标准

项目填埋场地周边地下水污染物浓度应达到《地下水质量标准》（GB 14848-2017）III类标准，标准限值详见下表。

表 6.1.4-1 地下水水质标准

序号	检测因子	标准限值	标准来源
1	pH	6.5~8.5	GB14848-2017 III 类标准
2	铅	0.01	
3	锌	1.0	
4	砷	0.01	
5	六价铬	0.05	
6	铜	1.0	
7	硫酸盐	250	
8	铁	0.3	
9	总磷	/	

6.2.土壤修复效果评估布点

效果评估依据《污染场地风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018）和《湖南省污染污染防治专项资金项目验收指南（试行）》（湘环函〔2018〕353 号）要求确定效果评估指标和标准。

6.2.1. 评估范围

本项目治理与修复范围为原沅江市电镀厂受污染厂区及厂区西北侧场地土壤，具体如下图所示：

图 6.2.1-1 项目评估范围示意图

6.2.2. 采样节点

（1）基坑清理效果评估采样节点

根据《污染场地风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018）内容，基坑清理效果评估布点节点为污染土壤清理后遗留的基坑底部与侧壁，应在基坑清理之后、回填之前进行采样，且根据工程进度对基坑进行分批次采样。本工程在基坑清挖后进行了采样检测，过程检测中检测指标不全面；效果评估阶段对基坑清挖效果进行了补充布点采样检测。

（3）潜在二次污染区域

本修复工程潜在二次污染区为土壤稳定化车间所在区域，施工前、施工过程中未对可能的二次污染区采样检测，效果评估进行补充布点数据。

（4）回填土的检测

回填土运入场地回填前采样。

（5）地表水评估检测

土壤修复工程完成，场地覆盖后采样。

（6）地下水评估检测

监测井建设完成洗井后采样。

6.2.3. 布点数量与位置

6.2.3.1. 布点原则

（1）污染土壤清挖效果布点原则

污染土壤清挖过程中的基坑清挖效果评估是按照开挖深度分层布点取样，分层为 0-0.5m、0.5-1m、1-2m、2-3m，每开挖至一层底部，进行基坑底部以及侧壁的布点采样检测，布点数量根据《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，过程布点基坑面积按照各基坑面积之和布置。由于基坑清挖效果布点不合理，检测因子缺少，效果过评估阶段根据《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）6.1.1 要求进行坑底和侧壁的补充布点采样监测。

基坑底部及侧壁采用系统布点和等间隔布点法，每个基坑底部按照布点数量均分为布点数相同份数，在每个单元中布点采样；每个基坑侧壁按布点数分成每段不超过 40m 均分采样单元；当基坑深度大于 1m 时，侧壁进行垂向分层采样，各层采样点之间垂向距离不大于 3m，具体根据实际情况确定。

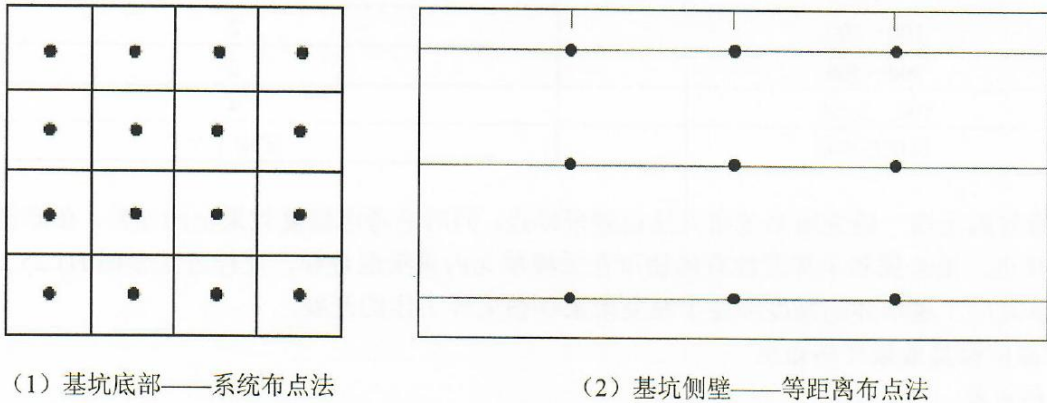


图 6.2.3-1 基坑底部与侧壁布点示意图

(2) 场地治理修复效果监测布点原则

本项目污染场地区域污染土壤清挖后采用原地异位稳定化方式治理，稳定化后土壤外运修筑路基，外购粘土回填基坑，修复场地进行土地覆土绿化。根据《湖南省土壤污染防治专项资金项目验收指南》（试行）：对治理修复后的场地进行验收监测，采用系统布点法布设监测点位，原则上每个监测地块面积不应超过 1600m²。根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）及《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019），对治理修复后地块的土壤修复效果评估监测一般就采用系统布点法布设监测点位，原则上每个工作单元面积不应超过 1600m²。样品采集点位表层土壤（0.2m）。

修复效果评估监测过程中，如发现未达到治理修复标准的区域，则应进行二次治理修复，并在修复后再次进行修复效果评估监测。

(3) 其他布点原则

其他布点原则详见 4.6.3 节

6.2.3.2. 基坑开挖过程布点

(1) 基坑开挖底部过程布点

基坑开挖按照分层开挖，依次开挖治理 0-0.5m、0.5-1m、1-2m、2-3m 污染土层，根据项目工程具体治理范围，同时根据工程进度对基坑进行分批次采样，具体采样点信息如下：

①0~0.5m

修复面积 640.9m²，基坑底部布 3 个点，基坑采样点信息见表所示：

表 6.2.3-1 0~0.5m 治理土壤基坑采样点信息一览表

序号	采样点位	东经	北纬
1	0~0.5m 土层基坑 1 号点	112.378617	28.816566
2	0~0.5m 土层基坑 2 号点	112.378484	28.816442
3	0~0.5m 土层基坑 3 号点	112.378347	28.816644

图 6.2.3-2 0~0.5m 治理土壤基坑采样点位图

②0.5~1.0m

修复面积 1047.4m²，基坑底部布 4 个点，基坑采样点信息见表所示：

表 6.2.3-2 0.5~1.0m 治理土壤基坑采样点信息一览表

序号	采样点位	东经	北纬
1	0.5~1.0m 土层基坑 1 号点	112.378476	28.816557
2	0.5~1.0m 土层基坑 2 号点	112.378566	28.816557
3	0.5~1.0m 土层基坑 3 号点	112.378480	28.816512
4	0.5~1.0m 土层基坑 4 号点	112.378570	28.816517

图 6.2.3-3 0.5~1.0m 治理土壤基坑采样点位图

③1.0~2.0m

修复面积 360.2m²，基坑底部布 3 个点，基坑采样点信息见表所示：

表 6.2.3-3 1.0~2.0m 治理土壤基坑采样点信息一览表

序号	采样点位	东经	北纬
1	1.0~2.0m 土层基坑 1 号点	112.378567	28.816595
2	1.0~2.0m 土层基坑 2 号点	112.378493	28.816432
3	1.0~2.0m 土层基坑 3 号点	112.378614	28.816453

图 6.2.3-4 1.0~2.0m 治理土壤基坑采样点位图

④2.0~3.0m

修复面积 480.6m²，基坑底部布 3 个点，基坑采样点信息见表所示：

表 6.2.3-4 2.0~3.0m 治理土壤基坑采样点信息一览表

序号	采样点位	东经	北纬
1	2.0~3.0m 土层基坑 1 号点	112.378540	28.816529
2	2.0~3.0m 土层基坑 2 号点	112.378446	28.816443
3	2.0~3.0m 土层基坑 3 号点	112.378597	28.816470

图 6.2.3-5 2.0~3.0m 治理土壤基坑采样点位图

(2) 基坑开挖过程侧壁布点

根据项目工程具体治理范围，同时根据工程进度对基坑侧壁进行分批次采样，具体采样点信息如下：

①0~0.5m

修复面积 640.9m²，基坑侧壁布 6 个点，基坑侧壁采样点信息见表所示：

表 6.2.3-5 0~0.5m 治理土壤基坑侧壁采样点信息一览表

序号	采样点位	东经	北纬
1	0~0.5m 土层东南角侧壁	112.378552	28.816400
2	0~0.5m 土层西南角侧壁	112.378351	28.816453
3	0~0.5m 土层东北角侧壁	112.378655	28.816610
4	0~0.5m 土层西北角侧壁	112.378318	28.816650
5	0~0.5m 土层正南点侧壁	112.378445	28.816389
6	0~0.5m 土层正东点侧壁	112.378657	28.816549

图 6.2.3-6 0~0.5m 治理土壤基坑侧壁采样点位图

②0.5~1.0m

修复面积 1047.4m²，基坑侧壁布 6 个点，基坑侧壁采样点信息见表所示：

表 6.2.3-6 0.5~1.0m 治理土壤基坑侧壁采样点信息一览表

序号	采样点位	东经	北纬
1	0.5~1.0m 土层东南角侧壁	112.378617	28.816473
2	0.5~1.0m 土层西南角侧壁	112.378442	28.8164861

3	0.5~1.0m 土层东北角侧壁	112.378624	28.816581
4	0.5~1.0m 土层西北角侧壁	112.378440	28.8165942
5	0.5~1.0m 土层正南点侧壁	112.378525	28.816470
6	0.5~1.0m 土层正北点侧壁	112.378530	28.816613

图 6.2.3-7 0.5~1.0m 治理土壤基坑侧壁采样点位图

③1.0~2.0m

修复面积 360.2m²，基坑侧壁布 6 个点，基坑侧壁采样点信息见表所示：

表 6.2.3-7 1.0~2.0m 治理土壤基坑侧壁采样点信息一览表

序号	采样点位	东经	北纬
1	1.0~2.0m 土层东南角侧壁	112.378702	28.8164509
2	1.0~2.0m 土层西南角侧壁	112.378434	28.816361
3	1.0~2.0m 土层东北角侧壁	112.378641	28.816574
4	1.0~2.0m 土层西北角侧壁	112.378508	28.816631
5	1.0~2.0m 土层正南点侧壁	112.378586	28.816405
6	1.0~2.0m 土层正北点侧壁	112.378590	28.816641

图 6.2.3-8 1.0~2.0m 治理土壤基坑侧壁采样点位图

④2.0~3.0m

修复面积 480.6m²，基坑侧壁布 6 个点，基坑侧壁采样点信息见表所示：

表 6.2.3-8 2.0~3.0m 治理土壤基坑侧壁采样点信息一览表

序号	采样点位	东经	北纬
1	2.0~3.0m 土层西南角侧壁	112.378524	28.816367
2	2.0~3.0m 土层东南角侧壁	112.378699	28.8164274
3	2.0~3.0m 土层西北角侧壁	112.378251	28.816518
4	2.0~3.0m 土层东北角侧壁	112.378467	28.816580
5	2.0~3.0m 土层正东点侧壁	112.378619	28.816527
6	2.0~3.0m 土层正北点侧壁	112.378273	28.816651

图 6.2.3-9 2.0~3.0m 治理土壤基坑侧壁采样点位图

(3) 开挖基坑照片



图 6.2.3-10 A 号基坑



图 6.2.3-11 C 号基坑



图 6.2.3-12 B号基坑



图 6.2.3-13 A、D号基坑

6.2.3.3. 效果评估基坑补充布点

原沅江市电镀厂土壤治理项目由于在实施过程中，基坑底及侧壁的过程检测数据不全，基坑侧壁、基坑底仅进行了土壤的水浸检测，且水浸缺少污染因子 pH 和锌；所以我单位于 2022 年 8 月 4 日对场地基坑和侧壁进行了补充布点采样。

布点根据《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）6.1.1 基坑清挖效果评估布点要求布点，基坑底及侧壁布点数量和方法参照 HJ25.5-2018 中表 1 和图 2 要求布置；由于项目已经回填客土并已覆土绿化，效果评估考虑到布点取样的可操作性及全面性，按照基坑最终的开挖深度和大小确定基坑底部及侧壁的布点位置和数量。

根据《原沅江市电镀厂土壤治理项目初步设计》（湖南艾布鲁环保科技股份有限公司）及设计图纸，原沅江市电镀厂土壤治理项目实际最终修复面积（垂直投影最大面积）为 1532.60 m²，分为 A、B、C、D 四个基坑，四个基坑的修复信息及布点情况如下：

表 6.2.3-9 效果评估基坑补充布点

基坑名称	开挖深度 (m)	开挖面积 (m ²)	周长 (m)	基坑底最少采样数 (个)	基坑侧壁最少采样数 (个)	基坑底布点 (个)	基坑侧壁布点 (个)
A	2	600.98	43.08	3	5	3	5
B	0.5	65.82	30.10	2	4	2	4
C	1	132.78	97.96	3	5	3	5
D	3	733.02	116.18	3	5	3	5

表 6.2.3-10 效果评估基坑补充采样布点信息表

序号	名称	采样点坐标	检测项目	取样深度 (m)	布点类型
1	1	112.38390038,28.81375341	总量: pH、铅、铜、砷、六价铬 水浸: pH、铅、锌、铜、砷、六价铬	1.1(C 号坑)	基坑底部
2	2	112.38394066,28.81371722			基坑底部
3	3	112.38395006,28.81376822			基坑底部
4	4	112.38403865,28.81365423		0.6(B 号坑)	基坑底部
5	5	112.38404939,28.81362069			基坑底部
6	6	112.38428836,28.81371621		2.1(A 号坑)	基坑底部
7	7	112.38421989,28.81361415			基坑底部
8	8	112.38435951,28.81362233			基坑底部
9	9	112.38426149,28.81346253		3.1(D 号坑)	基坑底部
10	10	112.38413127,28.81340738			基坑底部
11	11	112.38437963,28.81342372			基坑底部
12	a	112.38401986,28.81366093		0.2(B 号坑)	基坑侧壁
13	b	112.38407088,28.81366634			基坑侧壁
14	c	112.38402120,28.81360456			基坑侧壁
15	d	112.38407221,28.81360461			基坑侧壁
16	e	112.38391784,28.81379503		0.2(C 号坑)	基坑侧壁
17	f	112.38387622,28.81372118			基坑侧壁
18	g	112.38392320,28.81368096			基坑侧壁
19	h	112.38398227,28.81370518			基坑侧壁
20	i	112.38398765,28.81376021			基坑侧壁
21	j	112.38425615,28.81376047		0.2、1.5(A 号坑)	基坑侧壁
22	k	112.38417022,28.81369865			基坑侧壁
23	l	112.38415947,28.81357919			基坑侧壁
24	m	112.38440112,28.81353245			基坑侧壁
25	n	112.38443335,28.81366803			基坑侧壁
26	o	112.38422794,28.81352021		0.2、1.5、2.5(D 号坑)	基坑侧壁
27	p	112.38403729,28.81342339			基坑侧壁

序号	名称	采样点坐标	检测项目	取样深度 (m)	布点类型
28	q	112.38415408,28.81331480			基坑侧壁
29	r	112.38434203,28.81332840			基坑侧壁
30	s	112.38447495,28.81348287			基坑侧壁

6.2.3.4. 地块治理后效果评估布点

(1) 场地修复效果评估布点

根据现场踏勘面积核算，地块治理后效果评估阶段可钻孔采样面积约为3500m²，依据《建设用土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019），采用40m×40m（1600m²）网格布点采样，地块治理后效果评估共钻探3个土孔，采样点信息见表所示：

表 6.2.3-11 效果评估布点土壤采样点信息一览表

序号	采样点位	位于基坑号	采样深度	东经	北纬	采样时间
1	D1	C号坑	0.5m、2m、4.0m	112.378107	28.8166080	2021年5月 18日
2	D2	A号坑	0.5m、2m、4.0m	112.378375	28.8164578	
3	D3	D号坑	0.5m、2m、4.0m	112.378413	28.8162593	

(2) 种植土效果评估布点

地块治理后效果评估阶段可钻孔采样面积约为 3500m²，依据《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），对场地所覆表层种植土进行布点采样，采样点信息见表所示。

表 6.2.3-12 种植土效果评估布点信息一览表

序号	名称	位于基坑号	采样点坐标	检测项目	取样深度(m)	布点类型
1	Z1	A 号坑	112.38429889 28.81356494	pH 值、铜、铅、镉、铬（六价）、砷、汞、镍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺*、2-氯酚、苯并（a）蒽、苯并（a）芘、苯并（b）荧蒽、苯并（k）荧蒽、蒽、二苯并（a,h）蒽、茚并（1,2,3-cd）芘、萘（45项全测+pH）	0-0.5	种植土
2	Z2	D 号坑	112.38420099 28.81339690			种植土
3	Z3	坑外处	112.38416210 28.81374119			种植土
4	Z4	C 号坑	112.38404402 28.81364484			种植土
5	Z5	B 号坑	112.38415679 28.81354564			种植土

6.2.3.5. 潜在二次污染区效果评估补充布点

本修复工程潜在二次污染区为土壤稳定化车间所在区域，土壤稳定化车间位于 C 号基坑上，待 C 号基坑清挖完全且回填采购土后修建。施工过程中未对可能的二次污染区采样检测，效果评估采用 C 号基坑基坑侧壁 e（0.2m）、f（0.2m）、g（0.2m）、h（0.2m）、i（0.2m）的补充布点数据。点位为止及稳定化车间位置如下。

图 6.2.3-17 潜在二次污染区及布点图

6.2.3.6. 地表水监测断面

效果评估对地表水进行了两次取样检测，地表水采样断面情况如表所示：

表 6.2.3-13 地表水监测断面采样信息一览表

编号	采样时间	水体	监测断面
W1	2022.8.4-2022.8-7	石矾湖	电镀厂上游 500m
W2			电镀厂下游 1000m
S1	2021.03.31		电镀厂上游 500m
S2			电镀厂下游 1000m

6.2.3.7. 地下水监测井布点

根据现场勘查，项目工程共设置 4 口地下水观测井，包括 1 口背景井、2 口污染扩散井以及 1 口污染检测井，效果评估先后对地下水进行了两次取样，检测监测井分布及采样情况如下所示。

表 6.2.3-14 地下水监测井坐标一览表

名称	经度	纬度
东南污染扩散井	112.38481317	28.81256252
西北污染扩散井	112.38354124	28.81342415
污染监测井	112.38460158	28.81364044
背景井	112.38414200	28.81330808

图 6.2.3-18 地下水监测井布设示意图

具体检测数据如表所示：

表 6.2.3-15 地下水监测点位采样信息一览表

编号	采样时间	水体	监测断面
U1	2022.8.4	地下水监测井	污染监测井（石矾湖旁）
U2			背景井
U3			西北污染扩散井
U4			东南污染扩散井
U1	2021.03.31		污染监测井（石矾湖旁）
U2			背景井
U3			西北污染扩散井
U4			东南污染扩散井

7. 现场采样与实验室检测

7.1. 样品采集

7.1.1. 现场采样

7.1.1.1. 采样准备

(1) 由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，了解监测技术规范。

(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等资料。

(3) 现场调查，将调查得到的信息进行整理，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/T164-2004)及《场地环境检测技术导则》(HJ25.2-2014)，土壤样品的采集方法采样方法为机械开挖人工取样的方式。

7.1.1.2. 现场采样

现场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。采样时记录样品名称、样品编号、采样日期、采样部位及位置、采样人等信息。按照标准规定的取样方法取样，将样品妥善放置新的试样密封袋中，并进行标记。现场采样人员为4人，1人取样，1人核对，并对样品的代表性负责。

在环境监理单位的见证下，我单位于2022年8月4日对本项目区域场地污染土壤基坑清挖效果进行了补充采样和检测。

(1) 基坑清挖效果补充布点现场采样

(2) 地表水评估现场采样

在环境监理单位的见证下，我单位于 2022 年 8 月 4 日-8 月 7 日对项目旁边的石矶湖进行了采样和检测。

表 7.1.1-2 场地周边地表水现场采样照片

(3) 地下水评估现场采样

在环境监理单位的见证下，我单位于 2022 年 8 月 4 日对项目周边的监测井进行了采样和检测。

表 7.1.1-3 场地周边地下水现场采样照片

(4) 种植土采样

在环境监理单位的见证下，我单位于 2022 年 8 月 4 日对项目种植覆土进行了采样和检测。

表 7.1.1-4 种植土采样现场照片

7.1.2.样品保存与流转

在采样现场，样品逐件与采样样品标签进行核对，核对无误后分类装箱，分类装箱后方可运输。运输过程中严防样品的损失、混淆和沾污。由送样员将样品送到实验室，送样员和接样员双方同时清点核实样品。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。

7.1.3.现场质量控制

7.1.3.1.样品采集质量控制

(1) 应防止采样过程中的交叉污染。在采样过程中，同种采样介质，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。钻机采样过程中，在两个钻孔之间的钻探设备应进行清洁，同一钻机不同深度采样时对钻探设备、取样装置进行清洗，与土壤接触的其他采样工具重复利用时也应清洗。

(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。

7.1.3.2. 样品流转质量控制

(1) 装运前核对，在采样现场样品必须逐件与样品登记表、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。

7.1.3.3. 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放在一起，严禁混错，样品名称和编码始终不变；水样采用样品唯一性标识，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、移样的样品标识转移，并根据测试状态及时作好相应的标记。

(2) 制样工具每处理一份样品后擦抹（洗）干净，严防交叉污染。

7.1.3.4. 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，也移交样品库保存。

7.1.3.5. 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。

(2) 在通风良好、整、无尘、无易挥发性化学物质的工作室进行制样。

(3) 研磨混匀后的样品应分别装于样品袋里，并填写标签，袋内一份袋外贴一份。

(4) 在制样过程中应将标签与样品始终放一起，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。

7.2. 实验室检测

7.2.1. 检测方法

效果评估中土壤、地表水、地下水检测指标的检测方法如下表所示：

表 7.2.1-1 检测分析方法一览表

类别	检测项目	分析方法	使用仪器	检出限
地表水	pH 值	《水质 pH 值的测定 电极法》 HJ 1147-2020	SX751 型 pH/ORP/电导率/溶解氧测量仪	--
	铜	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》 HJ 700-2014	ICP-MS 电感耦合等离子质谱仪	0.00008 mg/L
	锌	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》 HJ 700-2014	ICP-MS 电感耦合等离子质谱仪	0.00067 mg/L
	砷	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》 HJ 700-2014	ICP-MS 电感耦合等离子质谱仪	0.00012 mg/L
	铅	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》 HJ 700-2014	ICP-MS 电感耦合等离子质谱仪	0.00009 mg/L
	六价铬	《水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法》 GB/T 7467-1987	UV-1800PC 紫外/可见分光光度计	0.004 mg/L
地下水	pH 值	《水质 pH 值的测定 电极法》 HJ 1147-2020	SX751 型 pH/ORP/电导率/溶解氧测量仪	--
	硫酸盐	《水质 无机阴离子 (F ⁻ 、Cl ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、Br ⁻ 、NO ₃ ⁻ 、PO ₄ ³⁻ 、SO ₃ ²⁻ 、SO ₄ ²⁻) 的测定 离子色谱法》 HJ 84-2016	CIC100 离子色谱仪	0.018 mg/L
	铁	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》 HJ 700-2014	ICP-MS 电感耦合等离子质谱仪	0.00082 mg/L
	铜	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》 HJ 700-2014	ICP-MS 电感耦合等离子质谱仪	0.00008 mg/L
	锌	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》 HJ 700-2014	ICP-MS 电感耦合等离子质谱仪	0.00067 mg/L
地下水	砷	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》 HJ 700-2014	ICP-MS 电感耦合等离子质谱仪	0.00012 mg/L
	六价铬	《生活饮用水标准检验方法 金属指标》GB/T 5750.6-2006 /10.1 (六价铬 二苯碳酰二肼分光光度法)	UV-1800PC 紫外/可见分光光度计	0.004 mg/L
	铅	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》 HJ 700-2014	ICP-MS 电感耦合等离子质谱仪	0.00009 mg/L

类别	检测项目	分析方法	使用仪器	检出限
			谱仪	
	总磷	《水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法》GB/T 11893-1989	UV-1800PC 紫外/可见分光光度计	0.01 mg/L
土壤 (全量)	pH 值	《土壤 pH 值的测定 电位法》 HJ 962-2018	PHS-3C pH 计	--
	砷	《土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法 第2部分：土壤中总砷的测定》GB/T 22105.2-2008	AFS 8220 原子荧光光度计	0.01 mg/kg
	镉	《土壤和沉积物 12 种金属元素的测定 王水提取-电感耦合等离子体质谱法》HJ 803-2016	ICP-MS 电感耦合等离子质谱仪	0.07 mg/kg
	铬（六价）	《土壤和沉积物 六价铬的测定 碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法》 HJ 1082-2019	TAS-990AFG 火焰原子吸收分光光度计	0.5 mg/kg
	铜	《土壤和沉积物 12 种金属元素的测定 王水提取-电感耦合等离子体质谱法》HJ 803-2016	ICP-MS 电感耦合等离子质谱仪	0.5 mg/kg
	铅	《土壤和沉积物 12 种金属元素的测定 王水提取-电感耦合等离子体质谱法》HJ 803-2016	ICP-MS 电感耦合等离子质谱仪	2 mg/kg
	汞	《土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法 第1部分：土壤中总汞的测定》GB/T 22105.1-2008	AFS 8220 原子荧光光度计	0.002 mg/kg
	镍	《土壤和沉积物 12 种金属元素的测定 王水提取-电感耦合等离子体质谱法》HJ 803-2016	ICP-MS 电感耦合等离子质谱仪	2 mg/kg
	四氯化碳	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.3×10^{-3} mg/kg
土壤 (全量)	三氯甲烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.1×10^{-3} mg/kg
	氯甲烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.0×10^{-3} mg/kg
	1,1-二氯乙烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.2×10^{-3} mg/kg
	1,2-二氯乙烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.3×10^{-3} mg/kg
	1,1-二氯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.0×10^{-3} mg/kg

类别	检测项目	分析方法	使用仪器	检出限
	顺-1,2-二氯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.3×10^{-3} mg/kg
	反-1,2-二氯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.4×10^{-3} mg/kg
	二氯甲烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.5×10^{-3} mg/kg
	1,2-二氯丙烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.1×10^{-3} mg/kg
	1,1,1,2-四氯乙烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.2×10^{-3} mg/kg
	1,1,2,2-四氯乙烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.2×10^{-3} mg/kg
	四氯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.4×10^{-3} mg/kg
	1,1,1-三氯乙烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.3×10^{-3} mg/kg
土壤 (全量)	1,1,2-三氯乙烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.2×10^{-3} mg/kg
	三氯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.2×10^{-3} mg/kg
	1,2,3-三氯丙烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.2×10^{-3} mg/kg
	氯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.0×10^{-3} mg/kg
	苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.9×10^{-3} mg/kg
	氯苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.2×10^{-3} mg/kg
	1,2-二氯苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.5×10^{-3} mg/kg
	1,4-二氯苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.5×10^{-3} mg/kg

类别	检测项目	分析方法	使用仪器	检出限
	乙苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.2×10^{-3} mg/kg
	苯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.1×10^{-3} mg/kg
	甲苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.3×10^{-3} mg/kg
	间,对-二甲苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.2×10^{-3} mg/kg
	邻二甲苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011	6890+5973 气相色谱质谱仪	1.2×10^{-3} mg/kg
土壤 (全量)	硝基苯	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	GCMS-QP2020NX 气相色谱-质谱 联用仪	0.09 mg/kg
	苯胺	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	GCMS-QP2020NX 气相色谱-质谱 联用仪	0.1 mg/kg
	2-氯酚	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	GCMS-QP2020NX 气相色谱-质谱 联用仪	0.06 mg/kg
	苯并[a]蒽	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	GCMS-QP2020NX 气相色谱-质谱 联用仪	0.1 mg/kg
	苯并[a]芘	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	GCMS-QP2020NX 气相色谱-质谱 联用仪	0.1 mg/kg
	苯并[b]荧蒽	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	GCMS-QP2020NX 气相色谱-质谱 联用仪	0.2 mg/kg
	苯并[k]荧蒽	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	GCMS-QP2020NX 气相色谱-质谱 联用仪	0.1 mg/kg
	蒽	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	GCMS-QP2020NX 气相色谱-质谱 联用仪	0.1 mg/kg
	二苯并[a,h]蒽	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	GCMS-QP2020NX 气相色谱-质谱 联用仪	0.1 mg/kg
	茚并[1,2,3-cd]芘	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	GCMS-QP2020NX 气相色谱-质谱 联用仪	0.1 mg/kg
	萘	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017	GCMS-QP2020NX 气相色谱-质谱 联用仪	0.09 mg/kg

类别	检测项目	分析方法	使用仪器	检出限
土壤 (水浸)	pH 值	《固体废物 腐蚀性测定 玻璃电极法》 GB/T 15555.12-1995	PHS-3C pH 计	--
	铅	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》 HJ 700-2014	ICP-MS 电感耦合等离子质谱仪	0.00009 mg/L
土壤 (水浸)	铜	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》 HJ 700-2014	ICP-MS 电感耦合等离子质谱仪	0.00008 mg/L
	锌	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》 HJ 700-2014	ICP-MS 电感耦合等离子质谱仪	0.00067 mg/L
	砷	《固体废物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解/原子荧光法》 HJ 702-2014	AFS 8220 原子荧光光度计	0.00010 mg/L
	六价铬	《固体废物 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法》 GB/T 15555.4-1995	UV-1800PC 紫外/可见分光光度计	0.004 mg/L
备注	浸出液制备方法：水浸浸出液依据《固体废物 浸出毒性浸出方法 水平振荡法》(HJ 557-2010) 制备。			

7.2.2.实验室质量控制

(1) 样品保存过程的质量保证与质量控制

样品分区存放，并有明显标志，以免混淆。样品保存条件符合相关标准或技术规范要求。土壤样品的保存按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）和《土壤质量土壤样品长期和短期保存指南》（GB/T 32722-2016）等标准和技术规范的要求实施。

(2) 实验室分析过程的质量保证与质量控制

检测分析方法均采用国家标准或环境保护行业标准，检测人员经考核持证上岗。所有检测仪器均经有资质的计量机构检定/校准合格，并在有效使用期限内使用。检测过程中使用的环境标准样品、化学试剂和试液均是具有研究和生产能力的单位或机构生产，并经国家行政管理部门批准的有效产品。

原始记录和检测报告执行三级审核制度，审核范围包括样品采集、交接、实验室分析原始记录等。质控样品测试结果合格，质控核查结果无误，检测报告方可通过审核。

针对本批次样品，实验室做了全程序空白样品，以判断分析结果的准确性。本批次全程序空白样品检测结果均符合标准及技术规范要求。全程序空白样品检

测结果详见表 7.2.2-1。

本机构采用平行样测定结果判定分析的精密度，每批次监测采集不少于 10% 的现场平行样品，本批次平行双样的相对偏差均在允许范围内。平行双样检测结果详见表 7.2.2-2、表 7.2.2-3。

实验室分析准确度采用分析标准样品的方法来控制。本批次标准样品测试结果均未超出保证值范围。标准样品结果统计与评价详见表 7.2.2-4。

表 7.2.2-1 全程序空白样品检测结果

采样时间	样品编号	检测项目	单位	检测结果
2022.08.04	DB0102001-K	铅	mg/L	0.00009L
2022.08.04	DX0104001-K	铅	mg/L	0.00009L

表 7.2.2-2 现场平行双样分析结果统计与评价

项目	编号	检测结果	单位	相对偏差 (%)	允许相对偏 差 (%)	结果 评价
铅	DB0102001	0.00009L	mg/L	0	≤20	合格
	DB0102001-P	0.00009L				
铅	DX0104001	0.00182	mg/L	19.0	≤20	合格
	DX0104001-P	0.00124				
铜 (全量)	GT0101003	30.2	mg/kg	0.98	≤30	合格
	GT0101003-P	30.8				
	GT0101013	34.0	mg/kg	1.45	≤30	合格
	GT0101013-P	35.0				
	GT0103008	40.3	mg/kg	0.86	≤30	合格
	GT0103008-P	41.0				
	GT0104018	33.7	mg/kg	0.30	≤30	合格
	GT0104018-P	33.5				
砷 (全量)	GT0101003	13.0	mg/kg	7.14	≤7	合格
	GT0101003-P	15.0				
	GT0101013	13.0	mg/kg	2.36	≤7	合格

项目	编号	检测结果	单位	相对偏差 (%)	允许相对偏 差 (%)	结果 评价
	GT0101013-P	12.4	mg/kg	2.05	≤7	合格
	GT0103008	14.9				
	GT0103008-P	14.3				
	GT0104018	18.5	mg/kg	8.50	≤7	合格
	GT0104018-P	15.6				
铜 (全量)	GT0109001	31.9	mg/kg	0.31	≤30	合格
	GT0109001-P	31.7				
铅 (全量)	GT0109001	28	mg/kg	1.75	≤30	合格
	GT0109001-P	29				
镉 (全量)	GT0109001	0.07L	mg/kg	0	≤40	合格
	GT0109001-P	0.07L				
汞 (全量)	GT0109001	0.350	mg/kg	0.57	≤12	合格
	GT0109001-P	0.354				
镍 (全量)	GT0109001	56	mg/kg	0.90	≤30	合格
	GT0109001-P	55				
铜 (水浸)	GT0101003	0.00008L	mg/L	0	≤20	合格
	GT0101003-P	0.00008L				
	GT0101013	0.00008L	mg/L	0	≤20	合格
	GT0101013-P	0.00008L				
	GT0103008	0.00008L	mg/L	0	≤20	合格
	GT0103008-P	0.00008L				
	GT0104018	0.00008L	mg/L	0	≤20	合格
	GT0104018-P	0.00008L				
砷 (水浸)	GT0101003	0.00090	mg/L	2.17	≤20	合格
	GT0101003-P	0.00094				

项目	编号	检测结果	单位	相对偏差 (%)	允许相对偏 差 (%)	结果 评价
	GT0101013	0.00095	mg/L	2.06	≤20	合格
	GT0101013-P	0.00099				
	GT0103008	0.00099	mg/L	0.51	≤20	合格
	GT0103008-P	0.00098				
	GT0104018	0.00091	mg/L	4.71	≤20	合格
	GT0104018-P	0.00100				

表 7.2.2-3 实验室平行双样分析结果统计与评价

类型	项目	编号	检测结果	单位	相对偏差 (%)	允许相对偏 差 (%)	结果 评价
地表水	铜	DB0101001-A	0.000835	mg/L	1.82	≤20	合格
		DB0101001-B	0.000866				
	砷	DB0101001-A	0.005057	mg/L	3.03	≤20	合格
		DB0101001-B	0.005373				
地下水	硫酸盐	DX0101001-A	25.05	mg/L	0.04	≤10	合格
		DX0101001-B	25.03				
	铜	DX0101001-A	0.008571	mg/L	0.38	≤20	合格
		DX0101001-B	0.008636				
	锌	DX0101001-A	0.03974	mg/L	1.30	≤20	合格
		DX0101001-B	0.03872				
	铁	DX0101001-A	0.002181	mg/L	5.22	≤20	合格
		DX0101001-B	0.002421				
	砷	DX0101001-A	0.000789	mg/L	5.79	≤20	合格
		DX0101001-B	0.000886				
	铅	DX0101001-A	0.001711	mg/L	1.78	≤20	合格
		DX0101001-B	0.001651				

类型	项目	编号	检测结果	单位	相对偏差 (%)	允许相对 偏差 (%)	结果 评价
	总磷	<u>DX0101001-A</u>	<u>0.060</u>	<u>mg/L</u>	<u>0.83</u>	<u>≤10</u>	合格
		<u>DX0101001-B</u>	<u>0.061</u>				
土壤 (全量)	砷	<u>GT0101001-A</u>	<u>10.94</u>	<u>mg/kg</u>	<u>0.83</u>	<u>≤7</u>	合格
		<u>GT0101001-B</u>	<u>10.76</u>				
		<u>GT0101010-A</u>	<u>11.22</u>	<u>mg/kg</u>	<u>1.49</u>	<u>≤7</u>	合格
		<u>GT0101010-B</u>	<u>10.89</u>				
土壤 (全量)	砷	<u>GT0103001-A</u>	<u>12.51</u>	<u>mg/kg</u>	<u>0.16</u>	<u>≤7</u>	合格
		<u>GT0103001-B</u>	<u>12.47</u>				
		<u>GT0104003-A</u>	<u>12.01</u>	<u>mg/kg</u>	<u>0.54</u>	<u>≤7</u>	合格
		<u>GT0104003-B</u>	<u>11.88</u>				
		<u>GT0104013-A</u>	<u>16.05</u>	<u>mg/kg</u>	<u>6.39</u>	<u>≤7</u>	合格
		<u>GT0104013-B</u>	<u>18.24</u>				
		<u>GT0109001-A</u>	<u>14.17</u>	<u>mg/kg</u>	<u>6.42</u>	<u>≤7</u>	合格
		<u>GT0109001-B</u>	<u>12.46</u>				
	铜	<u>GT0101001-A</u>	<u>33.29</u>	<u>mg/kg</u>	<u>1.06</u>	<u>≤30</u>	合格
		<u>GT0101001-B</u>	<u>32.59</u>				
		<u>GT0102001-A</u>	<u>29.98</u>	<u>mg/kg</u>	<u>0.17</u>	<u>≤30</u>	合格
		<u>GT0102001-B</u>	<u>29.88</u>				
		<u>GT0103001-A</u>	<u>34.34</u>	<u>mg/kg</u>	<u>0.39</u>	<u>≤30</u>	合格
		<u>GT0103001-B</u>	<u>34.61</u>				
		<u>GT0104001-A</u>	<u>31.05</u>	<u>mg/kg</u>	<u>0.19</u>	<u>≤30</u>	合格
		<u>GT0104001-B</u>	<u>30.93</u>				
		<u>GT0105001-A</u>	<u>36.38</u>	<u>mg/kg</u>	<u>1.65</u>	<u>≤30</u>	合格
		<u>GT0105001-B</u>	<u>37.60</u>				
		<u>GT0109001-A</u>	<u>32.17</u>	<u>mg/kg</u>	<u>0.88</u>	<u>≤30</u>	合格

类型	项目	编号	检测结果	单位	相对偏差 (%)	允许相对 偏差 (%)	结果 评价
	铅	GT0109001-B	31.61				
		GT0101001-A	30.67	mg/kg	0.10	≤30	合格
		GT0101001-B	30.61				
		GT0102001-A	27.69	mg/kg	1.15	≤30	合格
		GT0102001-B	27.06				
土壤 (全量)	铅	GT0103001-A	31.24	mg/kg	1.13	≤30	合格
		GT0103001-B	30.54				
		GT0104001-A	33.60	mg/kg	1.07	≤30	合格
		GT0104001-B	32.89				
		GT0105001-A	40.02	mg/kg	0.14	≤30	合格
		GT0105001-B	40.13				
	汞	GT0105001-A	0.2880	mg/kg	1.12	≤12	合格
		GT0105001-B	0.2816				
	镍	GT0105001-A	50.91	mg/kg	1.41	≤30	合格
		GT0105001-B	52.37				
		GT0109001-A	55.97	mg/kg	0.87	≤30	合格
		GT0109001-B	55.01				
土壤 (水浸)	锌	GT0101001-A	0.006987	mg/L	1.57	≤20	合格
		GT0101001-B	0.006771				
		GT0101004-A	0.004991	mg/L	1.13	≤20	合格
		GT0101004-B	0.004879				
		GT0102003-A	0.001258	mg/L	7.77	≤20	合格
		GT0102003-B	0.001470				
	砷	GT0101001-A	0.000764	mg/L	1.33	≤20	合格
		GT0101001-B	0.000744				

类型	项目	编号	检测结果	单位	相对偏差 (%)	允许相对 偏差 (%)	结果 评价
		GT0101010-A	0.001014	mg/L	0.20	≤20	合格
		GT0101010-B	0.001018				
		GT0103001-A	0.001270	mg/L	2.34	≤20	合格
		GT0103001-B	0.001212				
土壤 (水浸)	砷	GT0104003-A	0.000986	mg/L	3.46	≤20	合格
		GT0104003-B	0.000920				
		GT0104013-A	0.001018	mg/L	3.69	≤20	合格
		GT0104013-B	0.001096				

表 7.2.2-4 标准样品分析结果统计与评价

类型	检测时间	项目	标准样品批号	分析结果	标准值及 不确定度	结果 评价
地表水	2022.08.11	铜 (mg/L)	22022815	0.0398	0.040±0.002	合格
	2022.08.11	锌 (mg/L)	22022815	0.0419	0.040±0.002	合格
	2022.08.11	铁 (mg/L)	22022815	0.0384	0.040±0.002	合格
	2022.08.11	砷 (mg/L)	22022815	0.0415	0.040±0.002	合格
	2022.08.11	铅 (mg/L)	22022815	0.0404	0.040±0.002	合格
	2022.08.05	六价铬 (μg/L)	B21050116	93.9	93.8±4.1	合格
地下水	2022.08.11	铜 (mg/L)	22022815	0.0398	0.040±0.002	合格
	2022.08.11	锌 (mg/L)	22022815	0.0419	0.040±0.002	合格
	2022.08.11	铁 (mg/L)	22022815	0.0384	0.040±0.002	合格
	2022.08.11	砷 (mg/L)	22022815	0.0415	0.040±0.002	合格
	2022.08.11	铅 (mg/L)	22022815	0.0404	0.040±0.002	合格
	2022.08.05	六价铬 (μg/L)	B21050116	93.9	93.8±4.1	合格
	2022.08.05	总磷 (mg/L)	21041091	0.421	0.420±0.021	合格
土壤 (全量)	2022.08.11	砷 (mg/kg)	GSS-9	8.1	8.4±1.3	合格
	2022.08.12	镉 (mg/kg)	GSS-9	0.10	0.10±0.02	合格

类型	检测时间	项目	标准样品批号	分析结果	标准值及 不确定度	结果 评价
—	2022.08.16	铬（六价） (mg/L)	B2102048	1.82	1.84±0.11	合格
	2022.08.12	铜 (mg/kg)	GSS-9	22.4	26±4	合格
	2022.08.12	铅 (mg/kg)	GSS-9	28	25±3	合格
土壤 (全量)	2022.08.11	汞 (mg/kg)	GSS-9	0.030	0.032±0.003	合格
	2022.08.12	镍 (mg/kg)	GSS-9	33	33±3	合格
土壤 (水浸)	2022.08.12	铜 (mg/L)	22022815	0.0411	0.040±0.002	合格
	2022.08.12	铅 (mg/L)	22022815	0.0387	0.040±0.002	合格
	2022.08.12	锌 (mg/L)	22022815	0.0397	0.040±0.002	合格
	2022.08.11	砷 (μg/L)	B21040070	96.5	92.9±6.0	合格
	2022.08.06	六价铬 (μg/L)	B21050116	94.6	93.8±4.1	合格

8. 效果评估

8.1. 土壤基坑清挖效果评估

8.1.1. 土壤基坑清挖效果总量评估

原沅江市电镀厂土壤治理项目由于在实施过程中，基坑底及侧壁的过程检测数据不全，基坑侧壁、基坑底仅进行了土壤的水浸检测，未对土壤总量进行分析；效果评估检测对基坑底及侧壁进行补充布点检测，由于项目已经覆土绿化，效果评估考虑到布点取样的可操作性及全面性，按照基坑最终的开挖深度和大小决定基坑底部及侧壁的布点位置和数量。

根据《原沅江市电镀厂土壤治理项目初步设计》（湖南艾布鲁环保科技股份有限公司）及设计图纸，原沅江市电镀厂土壤治理项目实际最终修复面积（垂直投影最大面积）为 1532.60 m²，分为 A、B、C、D 四个基坑，四个基坑的修复布点见 6.2.3.3 节，检测结果显示总量均满足《沅江市电镀厂土壤治理项目风险评估》中土壤修复目标建议值以及《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB 36600-2018）表 1 中第一类用地筛选值，具体检测数据如下。

表 8.1.1-1 土壤（A 号坑-总量）检测结果

点位名称	样品性状	样品编号	检测项目及检测结果				
			pH 值 (无量纲)	砷 (mg/kg)	六价铬 (mg/kg)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)
A 号坑底部-D6 (2.1m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101001	7.10	10.9	ND	32.9	31
A 号坑底部-D7 (2.1m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101002	7.48	12.2	ND	31.6	27
A 号坑底部-D8 (2.1m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101003	7.26	13.0	ND	30.2	18
A 号坑侧壁-j (0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101004	6.96	12.8	ND	31.8	30
A 号坑侧壁-j (1.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101005	7.42	15.7	ND	32.7	31
A 号坑侧壁-k (0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101006	7.58	10.8	ND	27.0	26
A 号坑侧壁-k (1.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101007	7.32	11.5	ND	28.4	26
A 号坑侧壁-l (0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101008	8.02	11.3	ND	31.3	29
A 号坑侧壁-l (1.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101009	7.92	10.9	ND	29.1	27
A 号坑侧壁-m (0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101010	7.58	11.1	ND	32.1	28

点位名称	样品性状	样品编号	检测项目及检测结果				
			pH 值 (无量纲)	砷 (mg/kg)	六价铬 (mg/kg)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)
A 号坑侧壁-m (1.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101011	7.12	11.7	ND	30.4	29
A 号坑侧壁-n (0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101012	7.66	11.5	ND	29.5	28
A 号坑侧壁-n (1.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101013	7.12	13.0	ND	34.0	32
参考标准限值	/	/	/	40	8.97	4860	418
《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》(GB 36600-2018) 表1中第一类用地筛选值			/	20	3.0	2000	400
备注	参考标准限值来源: 依据《沅江市电镀厂土壤治理项目风险评估》中土壤修复目标建议值。						

表 8.1.1-2 土壤 (B 号坑-总量) 检测结果

点位名称	样品性状	样品编号	检测项目及检测结果				
			pH 值 (无量纲)	砷 (mg/kg)	六价铬 (mg/kg)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)
B 号坑底部-D4 (0.6m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0102001	7.06	10.6	ND	29.9	27
B 号坑底部-D5 (0.6m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0102002	7.54	11.7	ND	38.2	36
B 号坑侧壁-a(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0102003	7.28	11.9	ND	33.3	29

点位名称	样品性状	样品编号	检测项目及检测结果				
			pH 值 (无量纲)	砷 (mg/kg)	六价铬 (mg/kg)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)
B 号坑侧壁-b(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0102004	7.62	11.6	ND	32.6	23
B 号坑侧壁-c(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0102005	7.22	11.8	ND	34.6	15
B 号坑侧壁-d(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0102006	7.02	11.6	ND	38.7	33
参考标准限值	/	/	/	40	8.97	4860	418
《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》(GB 36600-2018) 表1中第一类用地筛选值			/	20	3.0	2000	400
备注	参考标准限值来源：依据《沅江市电镀厂土壤治理项目风险评估》中土壤修复目标建议值。						

表 8.1.1-3 土壤（C 号坑-总量）检测结果

点位名称	样品性状	样品编号	检测项目及检测结果				
			pH 值 (无量纲)	砷 (mg/kg)	六价铬 (mg/kg)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)
C 号坑底部-D1 (1.1m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0103001	6.68	12.5	ND	34.5	31
C 号坑底部-D2 (1.1m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0103002	7.32	17.5	ND	53.5	31
C 号坑底部-D3 (1.1m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0103003	7.06	12.4	ND	39.6	29
C 号坑侧壁-e(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0103004	7.36	11.3	ND	40.2	38

点位名称	样品性状	样品编号	检测项目及检测结果				
			pH 值 (无量纲)	砷 (mg/kg)	六价铬 (mg/kg)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)
C 号坑侧壁-f(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0103005	7.14	13.5	ND	41.5	34
C 号坑侧壁-g(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0103006	7.00	11.3	ND	41.2	37
C 号坑侧壁-h(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0103007	7.22	13.8	ND	40.8	36
C 号坑侧壁-i(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0103008	7.18	14.9	ND	40.3	33
参考标准限值	/	/	/	40	8.97	4860	418
《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》(GB 36600-2018) 表1中第一类用地筛选值			/	20	3.0	2000	400
备注	参考标准限值来源：依据《沅江市电镀厂土壤治理项目风险评估》中土壤修复目标建议值。						

表 8.1.1-4 土壤（D 号坑-总量）检测结果

点位名称	样品性状	样品编号	检测项目及检测结果				
			pH 值 (无量纲)	砷 (mg/kg)	六价铬 (mg/kg)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)
D 号坑底部-D9 (3.1m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104001	6.28	11.8	ND	31.0	33
D 号坑底部-D10 (3.1m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104002	6.02	13.8	ND	37.9	38

点位名称	样品性状	样品编号	检测项目及检测结果				
			pH 值 (无量纲)	砷 (mg/kg)	六价铬 (mg/kg)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)
D 号坑底部-D11 (3.1m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104003	6.74	11.9	ND	38.2	40
D 号坑侧壁-o (0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104004	7.36	15.9	ND	30.8	31
D 号坑侧壁-o (1.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104005	7.12	15.2	ND	31.3	28
D 号坑侧壁-o (2.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104006	7.20	19.3	ND	27.2	24
D 号坑侧壁-p (0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104007	7.16	19.9	ND	35.8	34
D 号坑侧壁-p (1.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104008	7.18	16.5	ND	32.3	33
D 号坑侧壁-p (2.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104009	7.08	19.9	ND	31.9	39
D 号坑侧壁-q (0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104010	7.32	15.0	ND	30.3	29
D 号坑侧壁-q (1.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104011	6.52	21.1	ND	36.1	34
D 号坑侧壁-q (2.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104012	6.84	15.1	ND	35.3	38
D 号坑侧壁-r(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104013	7.12	17.1	ND	35.8	36
D 号坑侧壁-r(1.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104014	7.22	17.5	ND	32.3	26
D 号坑侧壁-r(2.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104015	7.04	16.6	ND	32.9	35

点位名称	样品性状	样品编号	检测项目及检测结果				
			pH 值 (无量纲)	砷 (mg/kg)	六价铬 (mg/kg)	铜 (mg/kg)	铅 (mg/kg)
D 号坑侧壁-s(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104016	7.28	24.8	ND	33.5	36
D 号坑侧壁-s(1.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104017	7.02	15.3	ND	32.1	35
D 号坑侧壁-s(2.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104018	7.42	18.5	ND	33.7	36
参考标准限值	/	/	/	40	8.97	4860	418
《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB 36600-2018）表1中第一类用地筛选值			/	<u>20</u>	<u>3.0</u>	<u>2000</u>	<u>400</u>
备注	参考标准限值来源：依据《沅江市电镀厂土壤治理项目风险评估》中土壤修复目标建议值。						

8.1.2.土壤基坑清挖效果水浸评估

8.1.2.1.地块治理过程基坑清挖效果水浸评估

(1) 污染土壤开挖基坑底部检测结果分析

施工过程对基坑底部实施清挖效果检测，结果评价如下：

原沅江市电镀厂土壤治理项目各基坑采样单元所检测四项检测指标中六价铬、砷、铅、铜的水浸浸出浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，表明清挖效果满足施工方案中相关标准。

具体检测数据如表所示：

表 8.1.2-1 基坑底部检测数据一览表

序号	采样点位	东经	北纬	样品性状	检测结果（mg/L）			
					铅（浸出液）	铜（浸出液）	砷（浸出液）	六价铬（浸出液）
1	0~0.5m 土层基坑 1 号点	112.378617	28.816566	黄色壤土	ND	ND	ND	0.025
2	0~0.5m 土层基坑 2 号点	112.378484	28.816442		ND	ND	ND	0.017
3	0~0.5m 土层基坑 3 号点	112.378347	28.816644		ND	ND	ND	0.010
4	0.5~1.0m 土层基坑 1 号点	112.378476	28.816557	黄色壤土	ND	ND	ND	0.007
5	0.5~1.0m 土层基坑 2 号点	112.378566	28.816557		ND	ND	ND	0.008
6	0.5~1.0m 土层基坑 3 号点	112.378480	28.816512		ND	ND	ND	0.007
7	0.5~1.0m 土层基坑 4 号点	112.378570	28.816517		ND	ND	ND	0.017
8	1.0~2.0m 土层基坑 1 号点	112.378567	28.816595	黄色壤土	ND	ND	ND	0.006
9	1.0~2.0m 土层基坑 2 号点	112.378493	28.816432		ND	ND	ND	0.006
10	1.0~2.0m 土层基坑 3 号点	112.378614	28.816453		ND	ND	ND	0.007

序号	采样点位	东经	北纬	样品性状	检测结果（mg/L）			
					铅 （浸出液）	铜 （浸出液）	砷 （浸出液）	六价铬 （浸出液）
11	2.0~3.0m 土层基坑 1号点	112.378540	28.816529		ND	ND	ND	0.020
12	2.0~3.0m 土层基坑 2号点	112.378446	28.816443		ND	ND	ND	0.018
13	2.0~3.0m 土层基坑 3号点	112.378597	28.816470		ND	ND	ND	0.017
标准值					0.05	1.0	0.05	0.05
备注：“ND”表示未检出								

(2) 污染土壤开挖基坑底部检测结果分析

施工过程对基坑侧壁实施清挖效果检测，结果评价如下：

原沅江市电镀厂土壤治理项目各基坑侧壁采样单元所检测四项检测指标中六价铬、砷、铅、铜的水浸出浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，表明清挖效果满足施工方案中相关标准。

具体检测数据如表所示：

表 8.1.2-2 基坑侧壁检测数据一览表

序号	采样点位	东经	北纬	样品 性状	检测结果 (mg/L)			
					铅 (浸出 液)	铜 (浸出 液)	砷 (浸出 液)	六价铬 (浸出 液)
1	0~0.5m 土 层东南角 侧壁	112.378552	28.816400	黄色 壤土	ND	ND	ND	0.020
2	0~0.5m 土 层西南角 侧壁	112.378351	28.816453		ND	ND	ND	0.013
3	0~0.5m 土 层东北角 侧壁	112.378655	28.816610		ND	ND	ND	0.013
4	0~0.5m 土 层西北角 侧壁	112.378318	28.816650		ND	ND	ND	0.014
5	0~0.5m 土 层正南点 侧壁	112.378445	28.816389		ND	ND	ND	0.015
6	0~0.5m 土 层正东点	112.378657	28.816549		ND	ND	ND	0.013

序号	采样点位	东经	北纬	样品 性状	检测结果 (mg/L)			
					铅 (浸出 液)	铜 (浸出 液)	砷 (浸出 液)	六价铬 (浸出 液)
	侧壁							
7	0.5~1.0m 土层东南 角侧壁	112.378617	28.816473	黄色 壤土	ND	ND	ND	0.032
8	0.5~1.0m 土层西南 角侧壁	112.378442	28.8164861		ND	ND	ND	0.014
9	0.5~1.0m 土层东北 角侧壁	112.378624	28.816581		ND	ND	ND	0.015
10	0.5~1.0m 土层西北 角侧壁	112.378440	28.8165942		ND	ND	ND	0.011
11	0.5~1.0m 土层正南 点侧壁	112.378525	28.816470		ND	ND	ND	0.011
12	0.5~1.0m 土层正北 点侧壁	112.378530	28.816613		ND	ND	ND	0.016
13	1.0~2.0m 土层东南 角侧壁	112.378702	28.8164509	黄色 壤土	ND	ND	ND	0.022
14	1.0~2.0m 土层西南 角侧壁	112.378434	28.816361		ND	ND	ND	0.029
15	1.0~2.0m 土层东北 角侧壁	112.378641	28.816574		ND	ND	ND	0.010
16	1.0~2.0m 土层西北 角侧壁	112.378508	28.816631		ND	ND	ND	0.014
17	1.0~2.0m 土层正南 点侧壁	112.378586	28.816405		ND	ND	ND	0.013
18	1.0~2.0m 土层正北 点侧壁	112.378590	28.816641		ND	ND	ND	0.015
19	2.0~3.0m 土层东南 角侧壁	112.378524	28.816367	黄色 壤土	ND	ND	ND	0.012
20	2.0~3.0m 土层西南 角侧壁	112.378699	28.8164274		ND	ND	ND	0.014
21	2.0~3.0m 土层东北 角侧壁	112.378251	28.816518		ND	ND	ND	0.015

序号	采样点位	东经	北纬	样品性状	检测结果（mg/L）			
					铅 （浸出液）	铜 （浸出液）	砷 （浸出液）	六价铬 （浸出液）
22	2.0~3.0m 土层西北角侧壁	112.378467	28.816580		ND	ND	ND	0.017
23	2.0~3.0m 土层正南点侧壁	112.378619	28.816527		ND	ND	ND	0.009
24	2.0~3.0m 土层正北点侧壁	112.378273	28.816651		ND	ND	ND	0.010
标准值					0.05	1.0	0.05	0.05
备注：“ND”表示未检出								

8.1.2.2. 效果评估基坑清挖效果水浸评估

原沅江市电镀厂土壤治理项目由于在实施过程中，基坑底及侧壁的过程检测数据不全，水浸缺少污染因子 pH 和锌；效果评估检测对基坑底及侧壁进行补充布点检测，由于项目已经覆土绿化，效果评估考虑到布点取样的可操作性及全面性，按照基坑最终的开挖深度和大小决定基坑底部及侧壁的布点位置和数量。

根据《原沅江市电镀厂土壤治理项目初步设计》（湖南艾布鲁环保科技股份有限公司）及设计图纸，原沅江市电镀厂土壤治理项目实际最终修复面积（垂直投影最大面积）为 1532.60 m²，分为 A、B、C、D 四个基坑，四个基坑的修复布点见 6.2.3.3 节，监测数据显示水浸浸出浓度均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准；具体检测数据如下。

表 8.1.2-3 土壤（A 号坑-水浸）检测结果

点位名称	样品性状	样品编号	检测项目及检测结果					
			pH 值 (无量纲)	铅 (mg/L)	锌 (mg/L)	铜 (mg/L)	砷 (mg/L)	六价铬 (mg/L)
A 号坑底部-D6 (2.1m)	红棕、轻壤土、无根系	GT0101001	7.16	ND	0.00688	ND	0.00075	ND
A 号坑底部-D7 (2.1m)	红棕、轻壤土、无根系	GT0101002	7.41	ND	0.00376	ND	0.00080	ND
A 号坑底部-D8 (2.1m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101003	7.21	ND	0.00379	ND	0.00090	ND
A 号坑侧壁-j (0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101004	7.03	ND	0.00494	ND	0.00092	ND
A 号坑侧壁-j (1.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101005	7.37	ND	0.00850	ND	0.00114	ND
A 号坑侧壁-k (0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101006	7.52	ND	0.00128	ND	0.00099	ND
A 号坑侧壁-k (1.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101007	7.41	ND	0.00549	ND	0.00124	ND
A 号坑侧壁-l (0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101008	7.97	ND	0.00264	ND	0.00148	ND
A 号坑侧壁-l (1.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101009	8.08	ND	0.00451	ND	0.00091	ND
A 号坑侧壁-m (0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101010	7.83	ND	0.00334	ND	0.00102	ND
A 号坑侧壁-m	棕红、无根系、沙壤土	GT0101011	7.10	ND	0.00502	ND	0.00138	ND

点位名称	样品性状	样品编号	检测项目及检测结果					
			pH 值 (无量纲)	铅 (mg/L)	锌 (mg/L)	铜 (mg/L)	砷 (mg/L)	六价铬 (mg/L)
(1.5m)								
A 号坑侧壁-n (0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101012	7.77	ND	0.00486	ND	0.00089	ND
A 号坑侧壁-n (1.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0101013	7.53	ND	0.00221	ND	0.00095	ND
参考标准限值	/	/	/	0.05	1.0	1.0	0.05	0.05

表 8.1.2-4 土壤（B 号坑-水浸）检测结果

点位名称	样品性状	样品编号	检测项目及检测结果					
			pH 值 (无量纲)	铅 (mg/L)	锌 (mg/L)	铜 (mg/L)	砷 (mg/L)	六价铬 (mg/L)
B 号坑底部-D4 (0.6m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0102001	7.03	ND	0.00931	ND	0.00105	ND
B 号坑底部-D5 (0.6m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0102002	7.50	ND	0.00585	ND	0.00103	ND
B 号坑侧壁-a(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0102003	5.49	ND	0.00136	ND	0.00196	ND
B 号坑侧壁-b(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0102004	7.92	ND	0.00415	0.0164	0.00064	ND
B 号坑侧壁-c(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0102005	7.34	ND	ND	ND	0.00111	ND

点位名称	样品性状	样品编号	检测项目及检测结果					
			pH 值 (无量纲)	铅 (mg/L)	锌 (mg/L)	铜 (mg/L)	砷 (mg/L)	六价铬 (mg/L)
B 号坑侧壁-d(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0102006	7.11	ND	0.00368	ND	0.00086	ND
参考标准限值	/	/	/	0.05	1.0	1.0	0.05	0.05

表 8.1.2-5 土壤（C 号坑-水浸）检测结果

点位名称	样品性状	样品编号	检测项目及检测结果					
			pH 值 (无量纲)	铅 (mg/L)	锌 (mg/L)	铜 (mg/L)	砷 (mg/L)	六价铬 (mg/L)
C 号坑底部-D1 (1.1m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0103001	6.97	ND	0.00283	ND	0.00124	ND
C 号坑底部-D2 (1.1m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0103002	7.77	ND	0.00160	0.00367	0.00121	ND
C 号坑底部-D3 (1.1m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0103003	7.21	ND	0.00427	0.00816	0.00119	ND
C 号坑侧壁-e(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0103004	7.48	ND	ND	ND	0.00083	ND
C 号坑侧壁-f(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0103005	7.28	ND	0.00886	0.00619	0.00149	ND
C 号坑侧壁-g(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0103006	7.17	ND	0.00194	ND	0.00142	ND
C 号坑侧壁-h(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0103007	7.30	ND	0.00297	0.00247	0.00098	ND
C 号坑侧壁-i(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0103008	7.37	ND	ND	ND	0.00099	ND

点位名称	样品性状	样品编号	检测项目及检测结果					
			pH 值 (无量纲)	铅 (mg/L)	锌 (mg/L)	铜 (mg/L)	砷 (mg/L)	六价铬 (mg/L)
参考标准限值	/	/	/	0.05	1.0	1.0	0.05	0.05

表 8.1.2-6 土壤（D 号坑-水浸）检测结果

点位名称	样品性状	样品编号	检测项目及检测结果					
			pH 值 (无量纲)	铅 (mg/L)	锌 (mg/L)	铜 (mg/L)	砷 (mg/L)	六价铬 (mg/L)
D 号坑底部-D9 (3.1m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104001	6.39	ND	ND	ND	0.00088	ND
D 号坑底部-D10 (3.1m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104002	6.24	ND	ND	ND	0.00094	ND
D 号坑底部-D11 (3.1m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104003	6.88	ND	ND	ND	0.00095	ND
D 号坑侧壁-o(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104004	7.39	ND	ND	ND	0.00025	ND
D 号坑侧壁-o(1.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104005	7.22	ND	ND	ND	0.00147	ND
D 号坑侧壁-o(2.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104006	7.34	ND	ND	ND	0.00121	ND
D 号坑侧壁-p(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104007	7.02	ND	ND	ND	0.00126	ND
D 号坑侧壁-p(1.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104008	7.12	ND	ND	ND	0.00107	ND
D 号坑侧壁-p(2.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104009	7.06	ND	0.00202	ND	0.00072	ND

点位名称	样品性状	样品编号	检测项目及检测结果					
			pH 值 (无量纲)	铅 (mg/L)	锌 (mg/L)	铜 (mg/L)	砷 (mg/L)	六价铬 (mg/L)
D 号坑侧壁-q(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104010	7.33	ND	ND	ND	0.00882	ND
D 号坑侧壁-q(1.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104011	7.75	ND	ND	ND	0.00097	ND
D 号坑侧壁-q(2.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104012	6.95	ND	ND	0.00329	0.00120	ND
D 号坑侧壁-r(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104013	7.33	ND	ND	0.0195	0.00106	ND
D 号坑侧壁-r(1.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104014	7.37	ND	ND	ND	0.00160	ND
D 号坑侧壁-r(2.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104015	7.12	ND	ND	ND	0.00107	ND
D 号坑侧壁-s(0.2m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104016	7.39	ND	ND	ND	0.00195	ND
D 号坑侧壁-s(1.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104017	7.19	ND	ND	ND	0.00140	ND
D 号坑侧壁-s(2.5m)	棕红、无根系、沙壤土	GT0104018	7.52	ND	ND	ND	0.00091	ND
参考标准限值	/	/	/	0.05	1.0	1.0	0.05	0.05

8.2. 建筑垃圾水浸监测结果分析

地块治理过程中，破拆产生的建筑垃圾经破碎、浸泡、清洗后外运用作路基修筑，经处理后的建筑垃圾进行检测，结果评价如下：

原沅江市电镀厂土壤治理项目经处理后的建筑垃圾所检测六项检测指标中六价铬、砷、铅、铜、锌、铬的水浸浸出浓度满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准，满足实施方案中相关标准要求。

具体检测数据如表所示：

表 8.2-1 建筑垃圾水浸监测结果一览表 单位：mg/L

序号	检测项目	检测结果	标准值
1	六价铬	ND	0.05
2	砷	0.036	0.05
3	铅	0.023	0.05
4	铜	0.041	1.0
5	锌	0.067	1.0
6	铬	0.211	/
备注：“ND”表示未检出			

8.3. 稳定化土壤检测结果分析

施工过程对稳定化后的污染土壤进行效果检测，共采集 9 个样品。检测结果显示原沅江市电镀厂土壤治理项目稳定化后的污染土壤所检测四项检测指标中六价铬、砷、铅、铜的水浸浸出浓度满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类标准，满足实施方案中相关标准要求。

具体检测数据如表所示：

表 8.3-1 稳定化后土壤检测数据一览表

序号	采样点位	东经	北纬	样品性状	检测结果 (mg/L)			
					铅 (浸出液)	铜 (浸出液)	砷 (浸出液)	六价铬 (浸出液)
1	0~0.5m 土层稳定化处理后的土壤	112.378143	28.816587	黄色壤土	ND	ND	ND	0.014
2	0.5~1.0m 土层稳定	112.378277	28.816588	黄色	ND	ND	ND	0.016

序号	采样点位	东经	北纬	样品性状	检测结果 (mg/L)			
					铅 (浸出液)	铜 (浸出液)	砷 (浸出液)	六价铬 (浸出液)
	化处理后的土壤 1 号采样单元			壤土				
3	0.5~1.0m 土层稳定化处理后的土壤 2 号采样单元	112.378311	28.816618		ND	ND	ND	0.020
4	0.5~1.0m 土层稳定化处理后的土壤 3 号采样单元	112.378338	28.816644		ND	ND	ND	0.009
5	1.0~2.0m 土层稳定化处理后的土壤 1 号采样单元	112.378275	28.816577	黄色壤土	ND	ND	ND	0.016
6	1.0~2.0m 土层稳定化处理后的土壤 2 号采样单元	112.378319	28.8165989		ND	ND	ND	0.018
7	2.0~3.0m 土层稳定化处理后的土壤 1 号采样单元	112.378273	28.816651	黄色壤土	ND	ND	ND	0.011
8	2.0~3.0m 土层稳定化处理后的土壤 2 号采样单元	112.378322	28.816692		ND	ND	ND	0.009
9	2.0~3.0m 土层稳定化处理后的土壤 3 号采样单元	112.378266	28.816605		ND	ND	ND	0.011

序号	采样点位	东经	北纬	样品 性状	检测结果（mg/L）			
					铅 （浸出 液）	铜 （浸出 液）	砷 （浸出 液）	六价铬 （浸出 液）
标准值					0.05	1.0	0.05	0.05
备注：“ND”表示未检出								

8.4. 回填客土检测结果分析

8.4.1. 地块治理过程回填土检测结果

本项目共外购回填土约 3561.11m³，用于基坑回填，过程检测单位抽检 5 个样品进行检测，检测结果表明原沅江市电镀厂土壤治理项目外购土壤 4 项检测指标中六价铬、砷、铅、铜总量检测结果满足项目风险评估中确定的修复目标值以及《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB 36600-2018）表 1 中第一类用地筛选值，水浸检测结果满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准。

具体检测数据如表所示：

表 8.4.1-1 客土检测结果一览表

序号	点位	水浸监测结果（单位：mg/L）				总量监测结果（单位：mg/kg）			
		六价铬	砷	铅	铜	六价铬	砷	铅	铜
1	回填土 1 号点	ND	ND	ND	ND	ND	37.7	24.6	23.6
2	回填土 2 号点	ND	0.00222	ND	ND	ND	33.4	24.4	21.3
3	回填土 3 号点	ND	ND	ND	ND	ND	33.2	18.1	21.3
4	回填土 4 号点	ND	ND	ND	ND	ND	30.0	19.5	20.2
5	回填土 5 号点	ND	ND	ND	ND	ND	36.4	24.7	22.8
标准值		0.05	0.05	0.05	1.0	8.97	40	418	4860
《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB 36600-2018）表 1 中第一类用地筛选值		/	/	/	/	3.0	20	400	2000
备注：“ND”表示未检出									

8.4.2.效果评估种植土检测结果

本项目共外购种植土 1537.5m³，覆土厚度 0.5m，效果评估阶段布 5 个点，监测因子为 pH 及建设用地土壤污染风险管控基本 45 项，检测结果表明原沅江市电镀厂土壤治理项目外购种植土检测结果满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB 36600-2018）表 1 中第一类用地筛选值。检测结果如下。

表 8.4.2-1 土壤（46 项-总量）检测结果

检测项目			检测点位及检测结果					参考标准 限值
			Z1（0.2m）	Z2（0.2m）	Z3（0.2m）	Z4（0.2m）	Z5（0.2m）	
样品性状			棕红色、少量根系、沙壤土	棕红色、少量根系、沙壤土	棕红色、少量根系、沙壤土	棕红色、少量根系、沙壤土	棕红色、少量根系、沙壤土	/
样品编号			GT0105001	GT0106001	GT0107001	GT0108001	GT0109001	/
1	pH 值	无量纲	7.28	6.84	7.12	7.04	6.96	/
2	砷	mg/kg	18.3	14.3	15.5	14.6	13.3	20
3	镉	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	20
4	铬（六价）	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	3.0
5	铜	mg/kg	37.0	31.3	32.3	33.2	31.9	2000
6	铅	mg/kg	40	29	28	31	28	400
7	汞	mg/kg	0.285	0.270	0.294	0.431	0.350	8
8	镍	mg/kg	52	53	58	60	56	150
9	四氯化碳	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	0.9
10	三氯甲烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	0.3
11	氯甲烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	12

检测项目		单位	检测点位及检测结果					参考标准 限值
			Z1 (0.2m)	Z2 (0.2m)	Z3 (0.2m)	Z4 (0.2m)	Z5 (0.2m)	
12	1,1-二氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	3
13	1,2-二氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	0.52
14	1,1-二氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	12
15	顺-1,2-二氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	66
16	反-1,2-二氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	10
17	二氯甲烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	94
18	1,2-二氯丙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	1
19	1,1,1,2-四氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	2.6
20	1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	1.6
21	四氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	11
22	1,1,1-三氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	701
23	1,1,2-三氯乙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	0.6
24	三氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	0.7
25	1,2,3-三氯丙烷	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	0.05
26	氯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	0.12

检测项目		单位	检测点位及检测结果					参考标准 限值
			Z1 (0.2m)	Z2 (0.2m)	Z3 (0.2m)	Z4 (0.2m)	Z5 (0.2m)	
27	苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	1
28	氯苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	68
29	1,2-二氯苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	560
30	1,4-二氯苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	5.6
31	乙苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	7.2
32	苯乙烯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	1290
33	甲苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	1200
34	间,对-二甲苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	163
35	邻二甲苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	222
36	硝基苯	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	34
37	苯胺	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	92
38	2-氯酚	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	250
39	苯并[a]蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	5.5
40	苯并[a]芘	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	0.55
41	苯并[b]荧蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	5.5

检测项目		单位	检测点位及检测结果					参考标准 限值
			Z1 (0.2m)	Z2 (0.2m)	Z3 (0.2m)	Z4 (0.2m)	Z5 (0.2m)	
42	苯并[k]荧蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	55
43	蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	490
44	二苯并[a, h]蒽	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	0.55
45	茚并[1,2,3-cd]芘	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	5.5
46	萘	mg/kg	ND	ND	ND	ND	ND	25
备注			参考标准限值来源：依据《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB 36600-2018）表1中第一类用地筛选值。					

8.5.潜在二次污染区域检测结果分析

该土壤污染治理项目潜在二次污染区域为土壤稳定化车间所在区域，共用基坑 C 侧壁 0.2m 处布点，土壤检测结果如下：

表 8.5-1 土壤（稳定化车间-总量）检测结果

点位名称	样品性状	样品编号	检测项目及检测结果（mg/kg，pH值无量纲）				
			pH	砷	六价铬	铜	铅
C 号坑侧壁-e (0.2m)	棕红、无根系、 沙壤土	GT0103004	7.36	11.3	ND	40.2	38
C 号坑侧壁-f (0.2m)	棕红、无根系、 沙壤土	GT0103005	7.14	13.5	ND	41.5	34
C 号坑侧壁-g (0.2m)	棕红、无根系、 沙壤土	GT0103006	7.00	11.3	ND	41.2	37
C 号坑侧壁-h (0.2m)	棕红、无根系、 沙壤土	GT0103007	7.22	13.8	ND	40.8	36
C 号坑侧壁-i (0.2m)	棕红、无根系、 沙壤土	GT0103008	7.18	14.9	ND	40.3	33
参考标准限值	/	/	/	40	8.97	4860	418
《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB 36600-2018）表1中第一类用地筛选值			/	20	3.0	2000	400

表 8.5-2 土壤（稳定化车间-水浸）检测结果

点位名称	样品性状	样品编号	检测项目及检测结果（mg/L，pH值无量纲）					
			pH	铅	锌	铜	砷	六价铬
C 号坑侧壁-e (0.2m)	棕红、无根系、 沙壤土	GT0103004	7.48	ND	ND	ND	0.0008 3	ND
C 号坑侧壁-f (0.2m)	棕红、无根系、 沙壤土	GT0103005	7.28	ND	0.0088 6	0.0061 9	0.0014 9	ND
C 号坑侧壁-g (0.2m)	棕红、无根系、 沙壤土	GT0103006	7.17	ND	0.0019 4	ND	0.0014 2	ND
C 号坑侧壁-h (0.2m)	棕红、无根系、 沙壤土	GT0103007	7.30	ND	0.0029 7	0.0024 7	0.0009 8	ND
C 号坑侧壁-i (0.2m)	棕红、无根系、 沙壤土	GT0103008	7.37	ND	ND	ND	0.0009 9	ND
参考标准限值	/	/	/	0.05	1.0	1.0	0.05	0.05

上表检测结果总量均符合修复目标值及《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB 36600-2018）表 1 中第一类用地筛选值，水浸均符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准要求；结果表明潜在二次污染区域土壤未被污染，符合标准要求。

8.6.地块治理后地表水评估

效果评估前后两次对地表水进行布点检测，对场地进行治理修复后的周边地表水环境质量进行评估，地表水质监测数据如下。

表 8.6-1 地表水现状监测结果表

采样日期	检测项目	检测结果（单位 mg/L）		标准限值
		S1 石矾湖上游 500m	S2 石矾湖下游 1000m	
2021.03.31	pH(无量纲)	6.86	6.71	6~9
	SS	22	31	/
	COD	21	25	20
	氨氮	0.834	0.818	1.0
	砷	0.0003	0.0007	0.05
	六价铬	ND	ND	0.05
	铅	ND	ND	0.05
	锌	ND	ND	1.0
	铜	ND	ND	1.0
2022.8.4-8 .6	pH 值	6.83	6.96	6-9
	铜	0.00085	0.00065	1.0
	锌	ND	ND	1.0
	砷	0.00522	0.00454	0.05
	铅	ND	ND	0.05
	六价铬	ND	ND	0.05
备注：参照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1 中Ⅲ级标准，“ND”表示未检出。				

由以上监测数据可知，效果评估阶段地表水监测除第一次的 COD 外各监测因子浓度均满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）Ⅲ类标准，地表水第一次检测 COD 稍有超标；COD 非本项目特征因子，超标与本项目关系不大，本项目未给周边地表水造成污染。

8.7.地块治理后地下水评估

原沅江市电镀厂土壤治理项目共设置了 4 口地下水观测井，包括 1 口背景井、2 口污染扩散井以及 1 口污染检测井，效果评估先后两次对 4 口地下水井进行了采样检测，先后两次的检测数据如表所示：

表 8.7-1 地下水检测结果一览表 1

采样日期	检测项目	检测结果（单位 mg/L）				标准限值
		U1 监测井 (石矾湖旁)	U2 背景井	U3 西北污染扩散井	U4 东南污染扩散井	
2021.03.31	pH（无量纲）	6.95	6.83	7.06	7.12	6.5~8.5
	氨氮	0.258	0.217	0.200	0.286	0.50
	耗氧量	2.7	1.7	2.3	2.1	3.0
	砷	0.0077	0.0014	0.0030	0.0064	0.01
	六价铬	ND	ND	ND	ND	0.05
	铅	ND	ND	ND	0.007	0.01
	锌	0.48	0.39	0.60	0.47	1.00
	铜	ND	ND	ND	ND	1.00
2022.8.4	pH 值（无量纲）	6.83	7.11	6.74	7.14	6.5≤pH≤8.5
	硫酸盐	25.0	24.9	24.3	24.4	≤250
	铁	0.00230	ND	0.00162	ND	≤0.3
	铜	0.00860	0.00722	0.00722	0.00660	≤1.00
	锌	0.0392	0.0347	0.0333	0.0373	≤1.00
	砷	0.00084	0.00062	0.00079	0.00075	≤0.01
	六价铬	ND	ND	ND	ND	≤0.05
	铅	0.00168	0.00226	0.00208	0.00182	≤0.01
	总磷	0.06	0.07	0.07	0.08	/
备注：参照《地下水质量标准》（GB/T 14848—2017）表 1 中Ⅲ类水质标准，“ND”表示未检出。						

根据检测结果可知，两次地下水的检测结果均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类标准要求。地下水检测结果表明地块治理修复过程中并没有对地下水造成新的污染，地块污染土壤固化后外运消除了污染源。

8.8.地下水监测井合理性分析

根据《原沅江市电镀厂土壤治理项目工程岩土工程勘察报告》，本区域第四系孔隙水，埋藏浅，主要赋存于第四系地层中。水量丰富，受大气降水渗流补给、受场地东侧石矾湖补给、受侧向地下水迳流补给，该地下水补给源充足，地下水第四孔隙水流向大概为自西南向东北方向。

根据《原沅江市电镀厂土壤治理项目初步设计》，本项目修复场地的东侧与

西北侧为扩散井，西南侧为背景井，东南侧为监测井；根据地下水的流向，初步设计中拟定的地下水监测井不尽合理，将下游东侧扩散井改为监测井，东南侧监测井改为扩散井；更改后的地下水监测井布置具体如下：

图 8.8-1 地下水监测井布置图

本项目共布置 4 口地下水监测井，分别为地下水下游的 1 口监测井、地下水上游的 1 口背景井、地下水两侧的 2 口扩散井；更改后的地下水监测井功能满足一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准和地下水环境监测技术规范中“地下水流场上游应布置 1 个监测井，在下游至少应布置 1 个监测井，在可能出现污染扩散区域至少应布置 1 个监测井。”及“对照监测点布设 1 个，设置在地下水流向上游边界处；地下水下游及两侧的监测点均不得少于 1 个”的要求。本评估报告建议本项目验收完成后，建设单位根据本项目设置的 4 口监测井进行后期跟踪监测。

8.9.地块治理后场地治理效果评估

为评估地块治理后是否符合安全利用标准，效果评估阶段在可钻孔采样区域（约 3500m²），依据 HJ 25.2-2019 至少 40m×40m 的布点要求，共设置采样点 3 个，每孔采集三个样品分别为 0.5m，2m，4.0m。检测因子为砷、六价铬、铅、锌、铜。根据检测结果，本地块土壤砷、六价铬、铅、锌、铜总量检测结果满足项目风险评估中确定的修复目标值以及《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB 36600-2018）表 1 中第一类用地筛选值，土壤中砷总量检测结果满足修复目标值且低于土壤背景值；水浸检测结果满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，满足实施方案中相关标准要求，地块符合安全利用要求。具体检测数据如表所示：

表 8.9-1 地块治理后土壤总量检测结果一览表

采样日期	检测 点位	检 测 结 果（单位：mg/kg，pH 除外）				
		砷	六价铬	铅	锌	铜
2021.05.18	D1（表层土）	17.5	ND	45.6	168.1	1.5
	D1（中层土）	20.0	ND	17.1	101.2	ND
	D1（深层土）	16.6	ND	15.1	100.9	ND
	D2（表层土）	20.2	ND	34.4	232.4	39.5

采样日期	检测点位	检测结果（单位：mg/kg，pH 除外）				
		砷	六价铬	铅	锌	铜
	D2（中层土）	18.3	ND	26.0	116.5	ND
	D2（深层土）	19.5	ND	25.4	230.1	38.9
	D3（表层土）	38.0	ND	18.1	177.9	33.9
	D3（中层土）	32.6	ND	17.9	176.4	33.5
	D3（深层土）	17.9	ND	38.4	110.3	ND
	修复目标值	40(亦为背景值)	8.97	418	/	4860
《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB 36600-2018）表 1 中第一类用地筛选值		20	3.0	400	/	2000
备注：标准参照项目风险评估中确定的修复目标值，“ND”表示未检出						

表 8.9-2 地块治理后土壤水浸检测结果一览表

采样日期	检测点位	检测结果（单位：mg/L，pH 除外）				
		砷	六价铬	铅	锌	铜
2021.05.18	D1（表层土）	0.0005	ND	ND	ND	ND
	D1（中层土）	0.0007	ND	ND	ND	ND
	D1（深层土）	0.0007	ND	ND	ND	ND
	D2（表层土）	0.0008	ND	ND	ND	ND
	D2（中层土）	0.0005	ND	ND	ND	ND
	D2（深层土）	0.0015	ND	ND	ND	ND
	D3（表层土）	0.0010	ND	ND	ND	ND
	D3（中层土）	0.0006	ND	ND	ND	ND
	D3（深层土）	0.0008	ND	ND	ND	ND
标准限值		0.05	0.05	0.05	1.0	1.0
备注：参照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）表 1 中的Ⅲ类标准要求，“ND”表示未检出。						

8.10. 止水帷幕效果评估

根据《原沅江市电镀厂土壤治理项目变更实施方案》，本项目要求建设止水帷幕，阻止基坑侧壁及底部水体流入基坑，也阻止基坑积水流入石矶湖。本项目实际建设止水帷幕 2247m，采用三重旋喷桩，桩径 800mm，桩长 7m，深入不透水层。根据规范制定的止水帷幕检测方案进行检测，检测结果如下：

表 8.10-1 止水帷幕钻芯芯样检测结果

桩号 (#)	孔号	桩径 (mm)	水泥土 芯长度 (m)	总进尺 (m)	桩身砼质量情况	水泥土抗压强度 代表值(MPa)
38#	A	800	7.00	7.00	芯样基本完整、坚硬，搅拌基本均匀，呈柱状，部分呈块状	1.6
135#	A	800	7.00	7.00	芯样基本完整、坚硬，搅拌基本均匀，呈柱状，部分呈块状	1.5
189#	A	800	7.19	7.19	芯样基本完整、坚硬，搅拌基本均匀，呈柱状，部分呈块状	1.5

表 8.10-2 止水帷幕检测孔渗透系数检测结果

孔数	施工方法	试验方法	每孔段次	段长(m)	实测帷幕渗透系数(cm/s)	设计帷幕渗透系数(cm/s)	质量评价
30	高压旋喷	注水	1	5.0	$0.40—0.56 \times 10^{-6}$	$\leq 1 \times 10^{-6} \text{cm/s}$	合格
			2	1.9	0.99×10^{-6}	$\leq 1 \times 10^{-6} \text{cm/s}$	合格

检测结果显示止水帷幕施工后 28 天强度大于 1.5Mpa，渗透系数小于 10^{-6}cm/s ，满足设计要求；止水帷幕的防水性较好且施工开挖过程全程未见地下水，本项目效果评估阶段不对止水帷幕的内外地下水进行取样检测对比评价。止水帷幕验收记录表、止水帷幕检测方案、钻芯法检测结果、注水试验检测结果详见附件 11.8.1、11.8.2。

9. 结论与建议

9.1. 工程变更情况

(1) **建筑垃圾处置量变少**。经清单计量实际产生建筑垃圾 2357.93 m³，入池浸泡清洗的建筑垃圾为 943.17 m³。其他建设内容按照变更实施方案建设。

(2) **污染土壤方量变多**。根据土壤转运工程量清单以及竣工报告、监理报告，实际修复受污染的土壤 3561.11m³，较变更实施方案稍有增加；回填基坑客土也变为 3561.11m³。

(3) **危险废物清运减少**。实际危险废物清理了厂区遗留的电镀槽液、污泥等危险废物约 191.11t，委托湖南银达物流有限责任公司清运至长沙危险废物处理中心进行安全处置。

(4) **废水处理量变少**。施工过程租用一套一体化设备，工艺流程为：进水调节+铁盐和石灰沉淀+PAM 絮凝沉淀+pH 调节；经实际计量，处理废水量为 3511.18m³。

(5) **覆土绿化工程覆土变厚**。项目实际外购客土 1537.5 m³，覆土厚度 0.5m。

(6) **药剂混合工程药剂用量增加**。本项目实际采用石灰、粉煤灰、磷酸盐、聚合硫酸铁复合药剂作为稳定化药剂，比例 1:1:3:3，添加量根据污染土壤中污染物浓度确定，根据整体药剂用量和总污染土壤量，药剂添加比约为污染土壤质量的 6%。污染土壤方量为 3561.11m³，根据地勘数据，土壤天然密度 ρ 为 1.99g/cm³，污染土壤质量为 7086.61t，药剂添加量为 425.20t。

(7) **基坑支护工程钢板桩支护工程量减少**。实际现场基坑开挖过程中有空间放坡的采用放坡开挖，没有放坡空间的采用槽钢支护，使用量为 3.73t。

(8) **止水帷幕长度减少**。本项目止水帷幕为后期补做，根据后期现场实际情况，以及施工的可操作性，采用三重旋喷桩，桩径 800mm，桩长为 7m，建设止水帷幕 2247m。

9.2. 土壤开挖基坑底部及侧壁清理效果评估

土壤清理过程检测由施工单位、建设单位、工程监理、环境监理等共同进行验收。过程检测中，土壤检测指标为：六价铬、砷、铅、铜（均为水浸），根据监测结果，所有点位、因子全部符合修复标准要求。

效果评估阶段对基坑清理效果进行补充布点，检测结果表明，基坑底部、侧壁；总量因子（六价铬、砷、铅、铜）、水浸因子（六价铬、砷、铅、铜、锌）均符合标准要求；结果表明污染土壤清理达标，符合《沅江市电镀厂土壤治理项目风险评估》中土壤修复目标值以及《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB 36600-2018）表 1 中第一类用地筛选值要求。

9.3. 稳定化后土壤效果评估

对污染土壤采用原地异位稳定化方式进行治疗，稳定化后土壤外运修筑路基，稳定化后的污染土壤所检测四项检测指标中六价铬、砷、铅、铜的水浸浸出浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，满足实施方案中相关标准要求。

9.4. 建筑垃圾水浸后效果评估

破拆产生的建筑垃圾经破碎、浸泡、清洗后外运用作路基修筑，经处理后的建筑垃圾进行检测，过程检测单位检测经处理后的建筑垃圾所检测六项检测指标中六价铬、砷、铅、铜、锌、铬的水浸浸出浓度满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，满足实施方案中相关标准要求。

9.5. 回填客土质量评估

本项目共外购客土 3561.11m³，用于基坑回填，过程检测单位抽检 5 个样品进行检测，检测结果表明原沅江市电镀厂土壤治理项目外购土壤 4 项检测指标中六价铬、砷、铅、铜总量检测结果满足项目风险评估中确定的修复目标值及《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB 36600-2018）表 1 中第一类用地筛选值，水浸检测结果满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准。满足回填要求。

9.6. 种植土质量评估

效果评估阶段对覆土进行布点采样检测，布点 5 个，采样深度为 0.2m，监测因子为建设用地土壤污染基本因子 45 项和 pH，执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB 36600-2018）表 1 中第一类用地筛选值标准，检测结果表明所有点位均满足标准要求。

9.7.地块治理后土壤效果评估

为评估地块治理后是否符合安全利用标准，效果评估阶段在可钻孔采样区域（约 3500m²），依据 HJ 25.2-2019 至少 40m×40m 的布点要求，共设置采样点 3 个，每孔采集三个样品分别为 0.5m，2m，4.0m。检测因子为砷、六价铬、铅、锌、铜。根据检测结果，本地块土壤砷、六价铬、铅、锌、铜总量检测结果满足项目风险评估中确定的修复目标值以及《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB 36600-2018）表 1 中第一类用地筛选值，土壤中砷总量检测结果满足修复目标值且低于土壤背景值；水浸检测结果满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，满足实施方案中相关标准要求，地块符合安全利用要求。

9.8.潜在二次污染区域评估

潜在二次污染区域为土壤稳定化车间所在区域，共用基坑 C 侧壁布点，检测结果表明总量因子（六价铬、砷、铅、铜）均符合修复目标值及《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB 36600-2018）表 1 中第一类用地筛选值，水浸因子（六价铬、砷、铅、铜、锌）均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准要求；潜在二次污染区域土壤未被污染，符合标准要求。

9.9.地块治理后地表水评估

效果评估阶段对项目周边地表水石矶湖的上下游进行了两次取样检测，第一次检测因子为 pH、SS、COD、氨氮、砷、六价铬、铅、锌、铜，第二次检测因子为 pH、铜、锌、砷、铅、六价铬；地表水监测除第一次检测 COD 稍有超标外，其他各监测因子浓度均满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）III类标准；COD 非本项目特征因子，超标与本项目关系不大，本项目未给周边地表水造成污染。

9.10.地块治理后地下水评估

原沅江市电镀厂土壤治理项目共设置了 4 口地下水观测井，包括 1 口背景井、2 口污染扩散井以及 1 口污染检测井，效果评估第一次检测 6 项指标，包括 pH、

砷、六价铬、铅、锌、铜；效果评估第二次地下水井重新采样检测，检测因子为pH、砷、六价铬、铅、锌、铜、硫酸盐、铁、总磷，根据检测结果；两次地下水的检测结果均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中III类标准要求。地下水检测结果表明地块治理修复过程中并没有对地下水造成新的污染，地块污染土壤固化后外运消除了污染源。

地下水检测结果表明地块治理修复过程中并没有对地下水造成新的污染，地块污染土壤固化后外运清楚了污染源。建议后期对地下水监测井水质进行定期监测。

9.11.地块治理后环境效益评估

项目实施后，场地内土壤达到了风险评估的修复目标值要求，监测井砷、六价铬、铅、铜、锌指标满足《地下水环境质量》III类水质要求，水体石矶湖砷、六价铬、铅、铜、锌指标满足《地表水环境质量》III类水质要求。项目实施符合实施方案批复要求，消除了原沅江市电镀厂长期生产过程中产生和遗留的固废、土壤、废水污染，环境效益十分显著。本项目改善了当地生态环境和投资环境，有利于区域的可持续发展和人民群众安居乐业，保障了该场地的下一步开发利用顺利进行，环境改善效益明显。

9.12.效果评估总结论

本项目环境保护审查、审批手续完备，工程建设内容及工程量已按工程实施方案批复意见落实，施工过程二次污染防治措施落实到位，未造成二次污染，治理后的土壤实现了外运安全处置，消除了原沅江市电镀厂遗留的污染隐患；工程的实施使得场地内土壤质量达到了治理修复效果要求，效果评估结论为合格。项目治理效果与环境效益较为显著，对改善污染场地及周边区域环境质量有着积极作用。根据地块治理后土壤效果评估布点检测结果，虽然场地范围内存在部分无需修复的土壤仍超过GB36600-2018第一类用地筛选值，但均未超过GB36600-2018第一类用地情境下的修复目标值且低于土壤背景值，因此后期移出建设用地土壤污染风险管控和修复名录后，可作为一类或二类建设用地。

10. 后期环境监管

10.1. 后期监督管理要求

(1) 做好土壤修复工程资料的移交，与场地内后续建设项目的承建单位做好交接，凡涉及后续开发建设，要与场地修复治理的施工单位和设计单位进行衔接，确保整治效果。

(2) 确保场地生态恢复效果，项目完工后应对植被进行必要的养护，发现存活情况不佳需及时补种。

(3) 场地修复后的土地应按严格控制用地类型，后期移出建设用地土壤污染风险管控和修复名录后，方可作为住宅、公共管理与公共服务用地，不得擅自变更土地用途。

(4) 本场地范围内部分无需修复的土壤仍存在超过 GB36600-2018 第一类用地筛选值的情况，因此，若后期场地开发需对这些土壤挖掘，建议开挖后的土壤不在 GB36600-2018 中定义的第一类用地类型的场地中进行综合利用。

(5) 对场地地下水及土壤环境质量进行长期观测，发现问题及时报告，并采取相应的处置措施，确保地块环境安全，严控风险事件的发生。

10.2. 后期监测计划

项目验收完成后，对暂不利用的修复场地地下水进行长期观测，严控风险。上述监管、监测责任主体在地块移交承建单位前，由本项目建设单位负责。具体监测内容如下：

表 10.2-1 后期监测计划表

环境要素	监测点位	监测项目	执行标准	监测频次
地下水	场地周边地下水井，包括：地下水背景井、地下水污染扩散井、地下水污染监测井	pH、铅、铜、砷、六价铬、锌	《地下水质量标准》 (GB 14848-2017) III类标准	1次/季度(修复后1年内)； 1次/年(修复后1年之后)