

# 原益阳锑品冶炼厂历史遗留废渣治 理工程总承包（EPC）项目 效果评估报告

委托单位：益阳市赫山区城镇建设投资开发（集团）有限责任公司

编制单位：湖南中大检测技术集团有限公司

二零一九年七月

项目名称：原益阳锑品冶炼厂历史遗留废渣治理工程总承包（EPC）

项目效果评估报告

委托单位：益阳市赫山区城镇建设投资开发（集团）有限责任公司

编制单位：湖南中大检测技术集团有限公司

湖南中大检测技术集团有限公司

地址：长沙市岳麓区学士路 755 号

电话：0731—88137366

传真：0731—88137791

网页：[www.hnzdjc.com](http://www.hnzdjc.com)

声明：复制本报告中的部分内容无效。

# 目 录

目 录.....	II
1 项目背景.....	7
1.1 项目背景.....	7
1.2 修复工程基本情况.....	8
2 工作依据.....	9
2.1 法律法规.....	9
2.2 标准规范.....	9
2.3 项目文件.....	10
3 项目概况.....	11
3.1 地块调查结论.....	11
3.1.1 废渣污染调查结论.....	12
3.1.2 地下水污染调查结论.....	12
3.1.3 地表水污染调查结论.....	13
3.2 风险管控和污染治理方案.....	14
3.2.1 风险管控方案.....	14
3.2.2 污水治理方案.....	15
3.2.3 废渣治理方案.....	17
3.2.4 土壤修复方案.....	18
3.3 风险管控和污染治理实施情况.....	18
3.4 环境保护措施落实情况.....	22
3.4.1 二次污染防治措施.....	22

3.4.2 环境管理制度.....	37
4 项目工程完成情况.....	38
4.1 资料回顾.....	38
4.1.1 资料汇总.....	38
4.1.2 工程及环境监理总结报告.....	39
4.2 人员访谈及现场踏勘.....	41
4.3 工程主要建设内容及目标.....	41
4.3.1 项目实施方案审查意见落实情况.....	41
4.3.2 工程建设内容.....	45
4.3.3 工程建设目标.....	46
4.4 分项工程设计方案.....	47
4.4.1 止水帷幕的设计.....	47
4.4.2 填埋场的设计.....	48
4.4.3 废渣固化稳定化设计.....	61
4.4.4 土壤修复和植被恢复设计.....	65
4.4.5 渗滤液水处理工程设计.....	67
4.5 工程实际完成情况.....	69
4.5.1 止水帷幕的建设.....	69
4.5.2 填埋场的建设.....	72
4.5.3 废渣的固化稳定化.....	81
4.5.4 土壤修复.....	92
4.5.5 渗滤液污水处理站.....	94



4.5.6 主要工程量完成情况.....	96
4.6 其他.....	98
4.6.1 社会效益.....	98
4.6.2 环境效益.....	99
4.6.3 项目治理前后照片.....	99
4.6.4 项目场地标识标牌.....	101
5 效果评估监测方案.....	107
5.1 效果评估监测范围和因子.....	107
5.2 效果评估监测标准.....	108
5.2.1 土壤修复目标值.....	108
5.2.2 地下水评价标值.....	109
5.2.3 地表水评价标值.....	109
5.2.4 废水评价标值.....	110
5.3 土壤修复效果评估布点.....	110
5.3.1 土壤布点.....	110
5.3.2 采样方案.....	111
5.4 风险管控效果评估布点.....	112
5.4.1 水质布点.....	113
5.4.2 采样方案.....	113
6 现场采样与实验室检测.....	116
6.1 样品采集.....	116
6.2 实验室检测.....	117

6.2.1 实验室检测方法.....	117
6.2.2 实验室质量控制.....	117
7 效果评估.....	118
7.1 土壤修复效果评估.....	118
7.2 地表水及地下水效果评估.....	118
7.3 废水效果评估.....	121
7.4 二次污染防治效果评估.....	121
8 结论及建议.....	122
8.1 评估结论.....	122
8.2 建议.....	123

## 附件资料

**附件 1** 益阳市环境保护局对《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程实施方案》的审查意见

**附件 2** 益阳市环境保护局关于对《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程环境影响报告书》的批复（益环生审（书）[2017]6 号）

**附件 3** 关于《益阳市赫山区城镇建设投资开发（集团）有限责任公司原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣安全处置项目环境影响报告书》的批复（益环审（书）[2018]24 号）

**附件 4** 关于同意《原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣安全处置项目养护场地变更环境影响说明》的函

**附件 5** 效果评估土壤检测报告

**附件 6** 项目施工期每月地下水监测数据

## 1 项目背景

### 1.1 项目背景

益阳市原锑品冶炼厂创建于 1965 年，2005 年初改制成功，2016 年底已停产。其主导产品“华昌”牌三氧化二锑畅销国内外，远销日本、欧美和东南亚等 20 多个国家和地区，产品质量在国内外市场久享盛誉，深受用户好评，1997 年通过了 ISO9002 国际质量体系认证。原有工艺利用锑矿石炼锑的方法生产，主要以单一的锑矿为原料，改制后逐步转换成锑、铅含量的还原渣、碱渣、粗锑氧粉为原料，主要生产三氧化二锑、无尘氧化锑、乙二醇锑和锑锭，为全国第二大锑品生产和锑行业品种最为齐备的企业，是益阳有色金属行业的老牌企业，冶炼厂生产采用煤、焦炭为加工燃料，且有近几十年冶炼历程，在多年的生产经营过程中产生大量的含重金属废渣，由于企业当时对环境保护的重视程度不够，且受经济条件局限，以及环境保护技术的落后，造成该部分废渣经多年累积，废渣露天堆存在厂区西北面临近志溪河一侧。

作为国内有色金属冶炼企业，锑锭生产线地处益阳市六十年代经济建设规划的老工业区，生产冶炼过程中存有共生的重金属元素铅、砷、锑和二次废渣。由于雨水的冲刷、地下水的渗漏，导致含重金属废水渗入周边土壤，直接污染了周边志溪河河床的土壤环境，给周边土壤环境留下了严重的安全隐患。

本项目是中央和省环保督察交办的重点整改项目。项目由湖南湘牛环保实业有限公司编制《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程实施方案》，于 2017 年 8 月 28 日取得了益阳市

环保局下发关于实施方案的批复。

2017 年 8 月由湖南国网环境科学研究院有限公司编制《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程环境影响报告书》，2017 年 8 月 31 日由益阳市环境保护局以益环生审(书)[2017]6 号予以批复。2018 年 6 月由湖南景玺环保科技有限公司编制《原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣安全处置项目环境影响报告书》，2018 年 7 月 30 日由益阳市环境保护局以益环审(书)[2018]24 号予以批复。

湖南中大检测技术集团有限公司编制本评估报告，拟对原益阳锑品冶炼厂历史遗留废渣治理工程总承包（EPC）项目进行效果评估，确保该项目修复效果。

## 1.2 修复工程基本情况

项目名称：原益阳锑品冶炼厂历史遗留废渣治理工程总承包（EPC）项目

项目地点：益阳市赫山区会龙路 515 号

开工时间：2018 年 8 月

建设单位：益阳市赫山区城镇建设投资开发（集团）有限责任公司

施工单位：湖南爱一环保科技有限公司

工程监理单位：湖南省湘咨工程项目管理有限公司

环境监理单位：湖南省湘咨工程项目管理有限公司

环境监测单位：湖南中大检测技术集团有限公司

完工时间：2019 年 4 月

效果评估单位：湖南中大检测技术集团有限公司

## 2 工作依据

### 2.1 法律法规

《中华人民共和国环境保护法》，全国人民代表大会常务委员会，2015

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2015 年修订版）

《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）

《湖南省环境保护条例》2013 年 5 月 27 日修订

《关于加强重金属污染治理项目验收管理的通知》湖南省环保厅，  
2012 年 8 月 22 日

### 2.2 标准规范

《重金属污染场地土壤修复标准》，DB43/T1165-2016

《地表水环境质量标准》，GB 3838-2002

《地下水质量标准》，GB/T14848-2017

《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》，GB  
36600-2018

《污水综合排放标准》，GB 8978-1996

《锡、锑、汞工业污染物排放标准》，GB 30770-2014

《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》，GB 18599-2001  
及修改单（环保部公告 2013 年第 36 号）

《危险废物贮存污染控制标准》，GB 18597-2001 及修改单（环保部  
公告 2013 年第 36 号）

《危险废物填埋污染控制标准》，GB 18598-2001 及修改单（环保部  
公告 2013 年第 36 号）

《危险废物安全填埋处置工程建设技术要求》

《场地环境调查技术导则》，HJ 25.1-2014

《场地环境监测技术导则》，HJ 25.2-2014

《污染场地风险评估技术导则》，HJ 25.3-2014

《污染场地土壤修复技术导则》，HJ 25.4-2014

《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

《土壤污染治理与修复成效技术评估指南（试行）》（环办土壤函[2017] 1953 号）

《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》2014 年 11 月

## 2.3 项目文件

《湖南省益阳市原益阳市锑品冶炼厂历史遗留矿渣填埋场岩土工程勘察报告》湖南中核岩土工程有限责任公司，2018 年 6 月；

《湖南省益阳市原益阳市锑品冶炼厂历史遗留矿渣填埋场水文地质调查报告》湖南中核岩土工程有限责任公司，2018 年 6 月；

《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程场地环境调查报告》湖南湘健环保科技有限公司，2017 年 2 月；

《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程实施方案》湖南湘牛环保实业有限公司，2018 年 4 月；

益阳市环境保护局对《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程实施方案》的审查意见，2017 年 8 月；

《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程环

境影响报告书》（报批稿）湖南国网环境科学研究院有限公司，2017年8月；

《原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣安全处置项目环境影响报告书》（报批稿）湖南景玺环保科技有限公司，2018年6月；

《原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣安全处置项目养护场地变更环境影响说明》（报批稿）重庆市环境保护工程设计研究院有限公司，2018年8月；

益阳市环境保护局关于对《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程环境影响报告书》的批复（益环生审（书）[2017]6号）；

关于《益阳市赫山区城镇建设投资开发（集团）有限责任公司原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣安全处置项目环境影响报告书》的批复（益环审（书）[2018]24号）；

《益阳市原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣综合治理工程环境监理总结报告》湖南省湘咨工程项目管理有限公司，2019年7月；

《原益阳锑品冶炼厂历史遗留废渣治理工程总承包(EPC)项目施工总结报告》湖南爱一环保科技有限公司，2018年8月。

### 3 项目概况

#### 3.1 地块调查结论

根据湖南湘健环保科技有限公司编制的《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程场地环境调查报告》以及益阳市环境保护局对《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程场地环境调查报告》的审查意见，得到了以下结论：



### 3.1.1 废渣污染调查结论

采用《固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法》（HJ/T 299-2007）制备废渣浸出液分析浸出液中重金属污染物浸出水平可知，8种重金属（铜、铬、锌、锑、铅、镉、砷、银）均有检出，大部分点位均有不同程度的重金属超标，主要超标重金属是砷，属于危险废物，危险废物中未标明锑指标。除个别点位，几乎全部废渣样品中 pH 均呈碱性状态，场地共需要处理危险废物污染的废渣 68995m<sup>3</sup>，第Ⅱ类固废 89937m<sup>3</sup>，共计处理量达 158932m<sup>3</sup>，其中危废占总量的 43%。

### 3.1.2 地下水污染调查结论

根据地下水调查结果分析，本场地地下水水中超过筛选值的污染物主要包括重金属 7 种（砷、锑、铜、锌、铅、镉、铬）以及常规参数 1 种（pH）。地下水 pH 在 7.78~12.35 之间，呈碱性，92、93 号井 pH 超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-1993）Ⅳ类标准限值，91、92、93 号井锑分别超出我国《地下水水质标准》（DZ/T 0290-2015）Ⅳ类标准限值 38.6 倍、83.8 倍、83.4 倍。91、92、93 号井砷分别超出我国《地下水质量标准》（GB/T 14848-1993）Ⅳ类标准限值 1.2 倍、72.8 倍、51 倍。



图3.1-1 地下水超标点位图

### 3.1.3 地表水污染调查结论

2016年6月至2016年12月监测期间，6月、10月、12月志溪河断面，12月龙山港断面监测因子锑浓度均高于国家《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的III类标准，最大超标倍数为1.48倍（志溪河断面2016年10月）。



图3.1-2 地表水采样点位图

## 3.2 风险管控和污染治理方案

根据湖南湘牛环保实业有限公司编制的《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程实施方案》以及益阳市环境保护局对《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程实施方案》的审查意见，风险管控和污染治理方案如下：

### 3.2.1 风险管控方案

1、本项目设计止水帷幕修建位置如下图：



根据场地地勘报告及场地调查报告，设计建设止水帷幕总长度约286m，止水帷幕建设岩土勘察报告显示，废渣堆周边地面距岩石层地下平均深度为10m，因此止水帷幕桩基平均深度需建设11m，采用高压旋喷注浆修建止水帷幕。

2、截洪沟：设计主渣堆周边截洪沟渠尺寸为 $B \times H = 750\text{mm} \times 800\text{mm}$ ，截洪沟流向现有渗滤液收集池，总长度约240m，采用混凝土砌筑。

### 3.2.2 污水治理方案

本项目新建污水处理站，主要设计建设以下内容：

#### （1）收集池

雨水收集池，1个，尺寸为3m×5m×1.5m，利用现有。设潜水提升泵两台。渗滤液收集池：于场地低处开挖1个收集池，池深10m（随施工进度逐步挖深），池内设潜水提升泵两台。另设移动潜水泵一个，用于泵抽施工期间积液。

主要设备：

渗滤液潜水提升泵：40QW15-30-2.2， $Q=15\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=30\text{m}$ ， $N=2.2\text{kw}$ ，2台，装1备1。

雨水潜水提升泵：40QW15-30-2.2， $Q=15\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=30\text{m}$ ， $N=2.2\text{kw}$ ，2台，装1备1。

移动潜水提升泵：25QW8-22-1.1， $Q=8\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=22\text{m}$ ， $N=1.1\text{kw}$ ，2台，装1备1。

#### （2）调节池

设计调节池1座，尺寸6m×4m×2.5m，地下钢筋混凝土结构。

进水泵：卧式离心泵，ISB50/32-11-16， $Q=11\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=16\text{m}$ ， $N=1.5\text{kw}$ ，2台，1用1备。

#### （3）一级反应池

设计一级反应池1座，尺寸1.4m×3m×1.1m，分四格，玻璃钢防腐，五油四布。

搅拌机：反应池尺寸（单个） $1.5\text{m}\times 0.7\text{m}\times 1.18\text{m}$ ，功率  $0.75\text{kW}$ ，转速  $65\text{rpm}$ ，4 台。

#### （4）一级沉淀池

设计一级沉淀池一座，选取沉淀池表面负荷为  $1.0\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ，沉淀池表面积  $A_{\text{沉}}$  为： $A_{\text{沉}}=10/1=10\text{m}^2$ ；尺寸（长） $4.5\text{m}\times$ （宽） $3.0\text{m}\times$ （高） $3.65\text{m}$ ，钢制池体，玻璃钢防腐，五油四布，内置蜂窝状聚丙烯斜管。

#### （5）二级反应池

设计二级反应池 1 座，尺寸  $1.0\text{m}\times 3\text{m}\times 1.1\text{m}$ ，分三格，玻璃钢防腐，五油四布。

搅拌机：反应池尺寸（单个） $1.0\text{m}\times 1.0\text{m}\times 1.0\text{m}$ ，功率  $0.75\text{kW}$ ，转速  $65\text{rpm}$ ，3 台。

#### （6）二级沉淀池

设计二级沉淀池一座，选取沉淀池表面负荷为  $1.0\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ，沉淀池表面积  $A_{\text{沉}}$  为： $A_{\text{沉}}=10/1=10\text{m}^2$ ；尺寸（长） $4.5\text{m}\times$ （宽） $3.0\text{m}\times$ （高） $3.65\text{m}$ ，钢制池体，玻璃钢防腐，五油四布，内置蜂窝状聚丙烯斜管。

#### （7）砂滤池

设计砂滤池一个，砂滤池尺寸为  $1.5\times 1.5\text{m}$ ，内置石英砂，钢制池体，玻璃钢防腐，五油四布。

#### （8）吸附池



设计活性炭吸附池一个，对过滤出水进行深度处理，确保砷、锑等污染物达标，吸附池尺寸为 1.5×1.5m，内置活性炭，钢制池体，玻璃钢防腐，五油四布。

### （9）污泥池

设计污泥池 1 座，尺寸 4m×3m×2.5m，地下钢筋混凝土结构。

气动隔膜泵：DBY-50Z-NBR-B，流量 0-42m<sup>3</sup>/h，扬程 0-50m.

空气压缩机：V-0.6/8，工作压力 0.8Mpa，转速 860r/min.

压滤机：XMY20/630-UB，过滤面积 20m<sup>2</sup>，功率 1.5kw。

设备间设计设备间 1 座，尺寸 6m×4.5m×3.6m，地上砖混结构。

## 3.2.3 废渣治理方案

（1）填埋场：根据场地调查报告显示，本项目固体废物主要为 II 类一般工业固体废物和 IV 类危险废物，由于历史原因两类废物呈混合状态，故废渣处置只能按危险废物统一处理，具体设计如下：填埋场的设计内容包括：运渣道路、渗滤液收集处理系统、库区防渗防洪系统、地下水监测。

（2）废渣预处理：本项目废渣预处理包括初步分选和稳定/固化处理，初步分选采用摊铺，机械配合人工的方法，只修挑选出大块的砖、钢筋混凝土即可，稳定/固化处理采用“废渣+水泥+晶化剂”稳定/固化，本项目除去建筑垃圾后，废渣量约 9.7921 万 m<sup>3</sup>（具体以实测为准），药剂的添加比例暂为单位废渣+12%水泥+1%晶化剂+13%水（重量比），具体配比需项目实施时进行实验确定，废渣密度为 1.8，废渣重量 17.62 万 t，则需水泥 21144t，添加晶化剂 1762t。本项目可

以合理利用原锑品冶炼厂废旧厂房，做为废渣预处理施工场地。

（3）转运填埋：设备进场——分层挖掘装车——车辆密封——废渣运输——进场前预处理——安全填埋。采用人工配合机械的开挖方式，分层开挖，密封转运，分层夯实，安全填埋。

#### 3.2.4 土壤修复方案

土壤修复前需完善厂区内截洪沟，洪沟渠尺寸为  $B \times H = 750\text{mm} \times 800\text{mm}$ ，采用混凝土砌筑，总长度约 240m。

本项目土壤修复是采用的原位修复技术，部分污染较轻的中分化岩石区域（面积  $13200\text{m}^2$ ，深度 0.5m，土方量约  $6600\text{m}^3$ ）通过喷洒药剂自然渗透进行修复，部分污染稍重的土壤区域（面积  $8464\text{m}^2$ ，深度 3-6m，土方量约  $37440\text{m}^3$ ）通过机械设备将土壤修复药剂注入污染土层，经设备充分搅拌、混合后进行养护的方式进行修复。检测合格后在修复后的土方上铺设一层 500mm 厚的种植土，并种植草籽。

### 3.3 风险管控和污染治理实施情况

根据湖南省湘咨工程项目管理有限公司编制的《益阳市原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣综合治理工程环境监理总结报告》，本项目止水帷幕采用高压旋喷注浆修建止水帷幕，确保废渣在完全处置前和施工过程中没有重金属污染物进入志溪河，将污染风险最大限度控制在工程建设区域。本项目渗滤液的处理设施为新建污水处理站，保证污水处理设施对本项目渗滤液处理能力。本项目废渣治理理包括初步分选和稳定/固化处理及转运填埋，初步分选采用摊铺，机械配合人工的方法，只修挑选出大块的砖、钢筋混凝土即可，稳定/固化处理采用“废渣+水泥+晶化剂”稳定/固化，稳定/固化处理后的废渣运至填

埋场填埋。本项目土壤采用的原位修复技术，部分污染较轻的中分化岩石区域，通过喷洒药剂自然渗透进行修复，部分污染稍重的土壤区域，通过机械设备将土壤修复药剂注入污染土层，经设备充分搅拌、混合后进行养护的方式进行修复。项目项目具体施工图见图 3-1 至图 3-3。

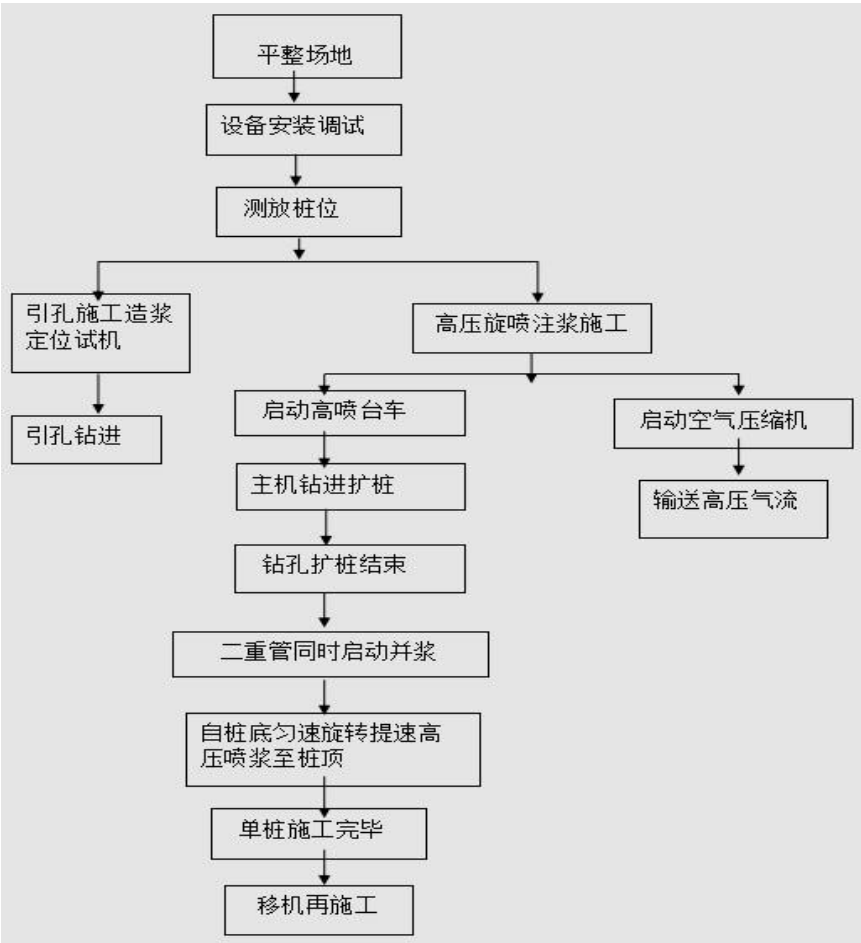


图 3-1 止水帷幕旋喷桩施工工艺流程图



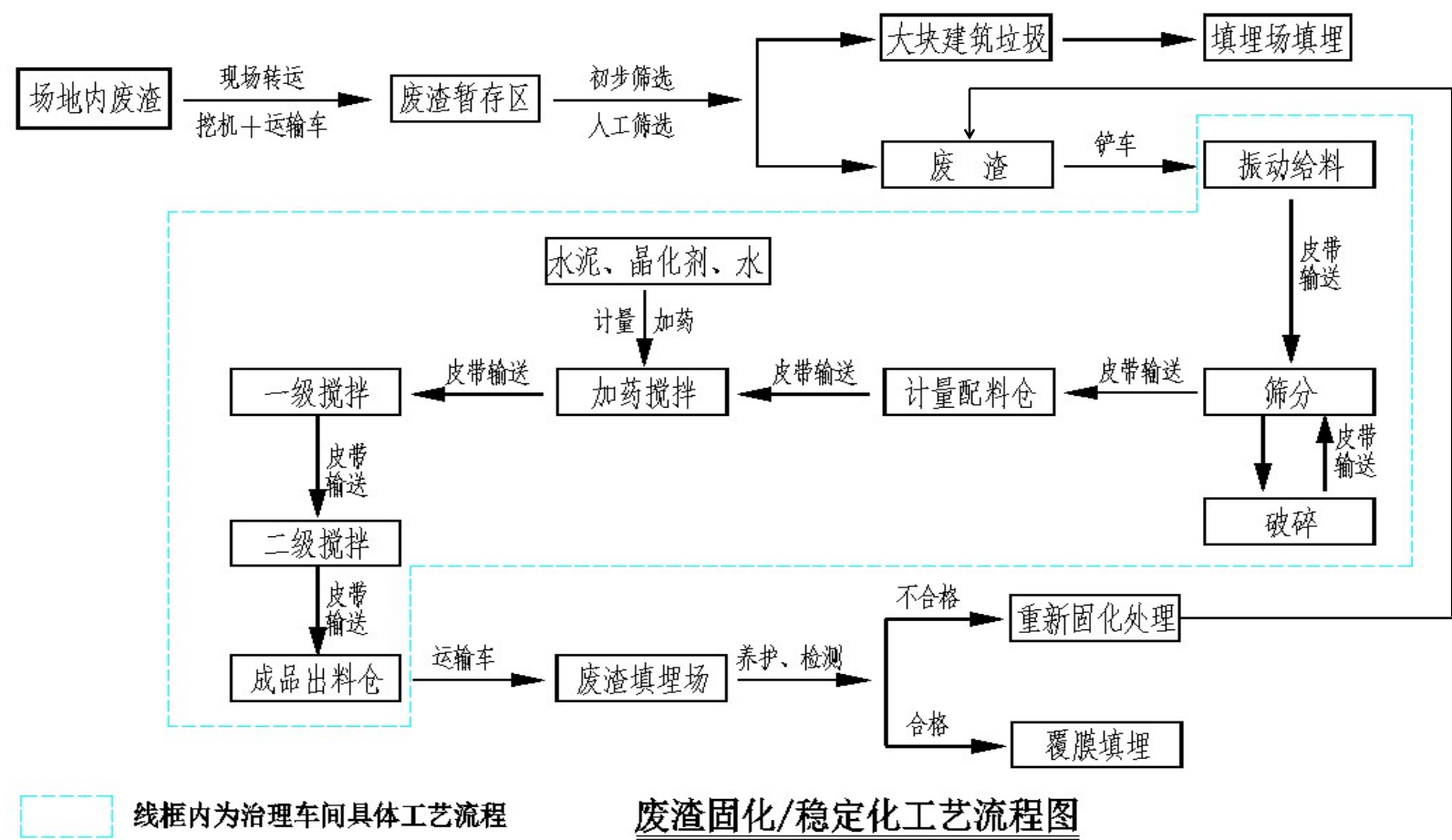


图 3-2 项目废渣固化/稳定化工艺流程图

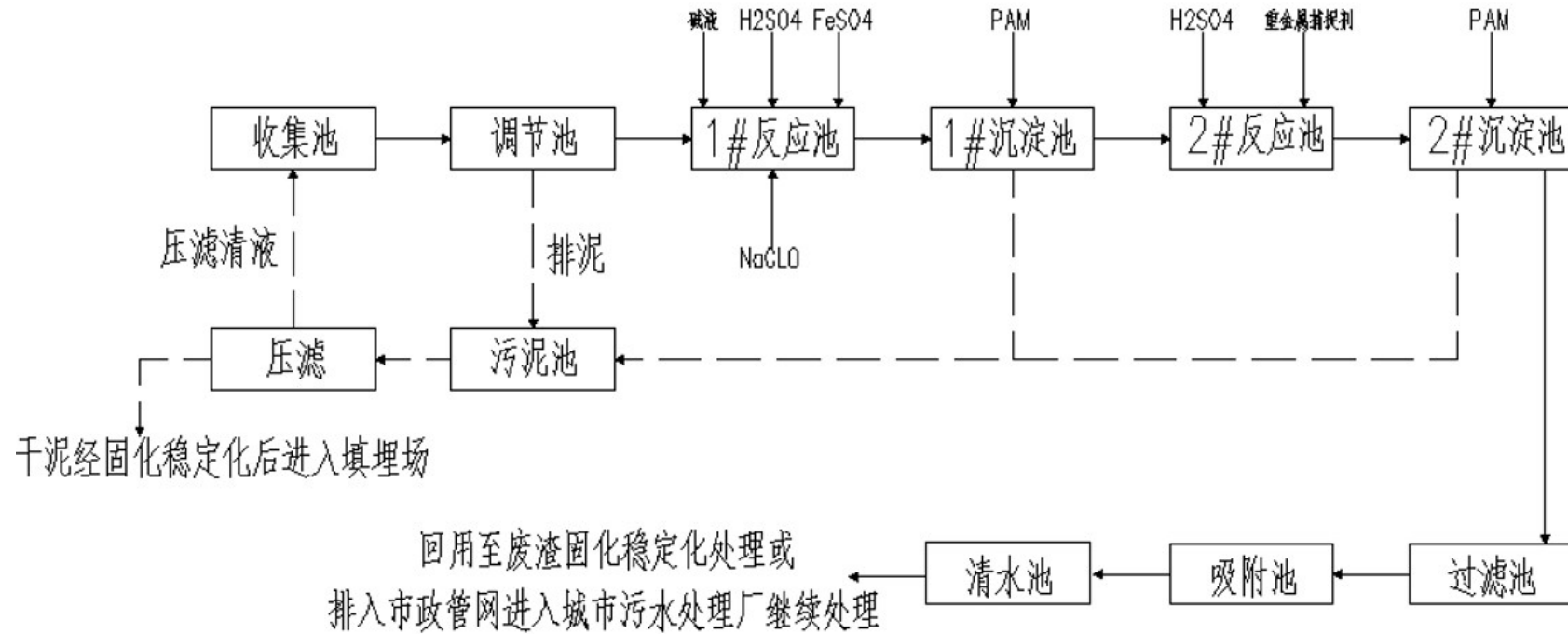


图 3-3 项目废水处理工艺流程图

### 3.4 环境保护措施落实情况

根据湖南省湘咨工程项目管理有限公司编制的《益阳市原益阳市铋品冶炼厂历史遗留废渣综合治理工程环境监理总结报告》，已对环境保护措施落实情况进行了认定，具体见下文：

#### 3.4.1 二次污染防治措施

##### 3.4.1.1 水污染防治措施

依据《益阳市原益阳市铋品冶炼厂历史遗留废渣综合治理工程环境监理总结报告》，水污染防治措施分为以下两方面：

##### （1）地表水污染防治措施

项目自建污水处理站，用于处理含重金属的渗滤液（雨水冲淋废渣开挖区域和填埋场固化废渣产生的渗滤液、固化废渣养护废水），项目施工期间共处理污水 34819m<sup>3</sup>，其工艺为：

- a) 通过提升泵将渗滤液抽排至调节池内；
- b) 调节池中污水进入反应池，调节 pH 至碱性后添加 FeSO<sub>4</sub>，NaClO，搅拌；
- c) 添加 PAM 进行沉淀；
- d) 用硫酸回调 pH，添加重金属捕捉剂，再添加 PAM；
- e) 经过沙滤和活性炭吸附后排至清水罐，检测 pH、砷、化学需氧量、悬浮物达到《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）表 1 中第一类污染物最高允许排放浓度，铋达到《锡、铋、汞工业污染物排放标准》（GB 30770-2014）后外排至市政污水管网或回用作为固化废渣养护用水。

下图为填埋场集水池卵石铺设及预埋管安装，填埋场底部导流层渗滤液沿底部铺设的导流管汇聚到集水池中，再通过提升泵抽送至污水处理站调节池。



图 3.4-1 填埋场渗滤液收集井



图 3.4-2 导流管的安装

实验室废水使用专门的收集桶进行收集后每日送至场内污水处理站进行处理。

项目施工人员生活污水经化粪池处理，厨房废水经沉淀池隔油池处理后排放进入市政管网，满足《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）表 4 中三级标准。

## （2）地下水污染防治措施

项目的地下水防治措施主要为填埋场防渗层铺设、危废暂存车间防渗和止水帷幕修建。

项目填埋场采用 HDPE 膜进行防渗，防止填埋场内固化处理的废渣渗滤液下渗，污染地下水。防渗层自下而上依次为黏土层、土工布、1.5mmHDPE 防渗膜、土工布、土工格栅、土工布、钠基膨润土垫、

2.0mmHDPE 防渗膜、土工布。防渗膜的铺设是填埋场建设最为重要的一环，铺设工程中监理工程师严格审核了防渗膜焊工职业证书和单位资质，并且对防渗膜的铺设和焊接进行了全程旁站监督。下图是防渗膜的铺设照片：

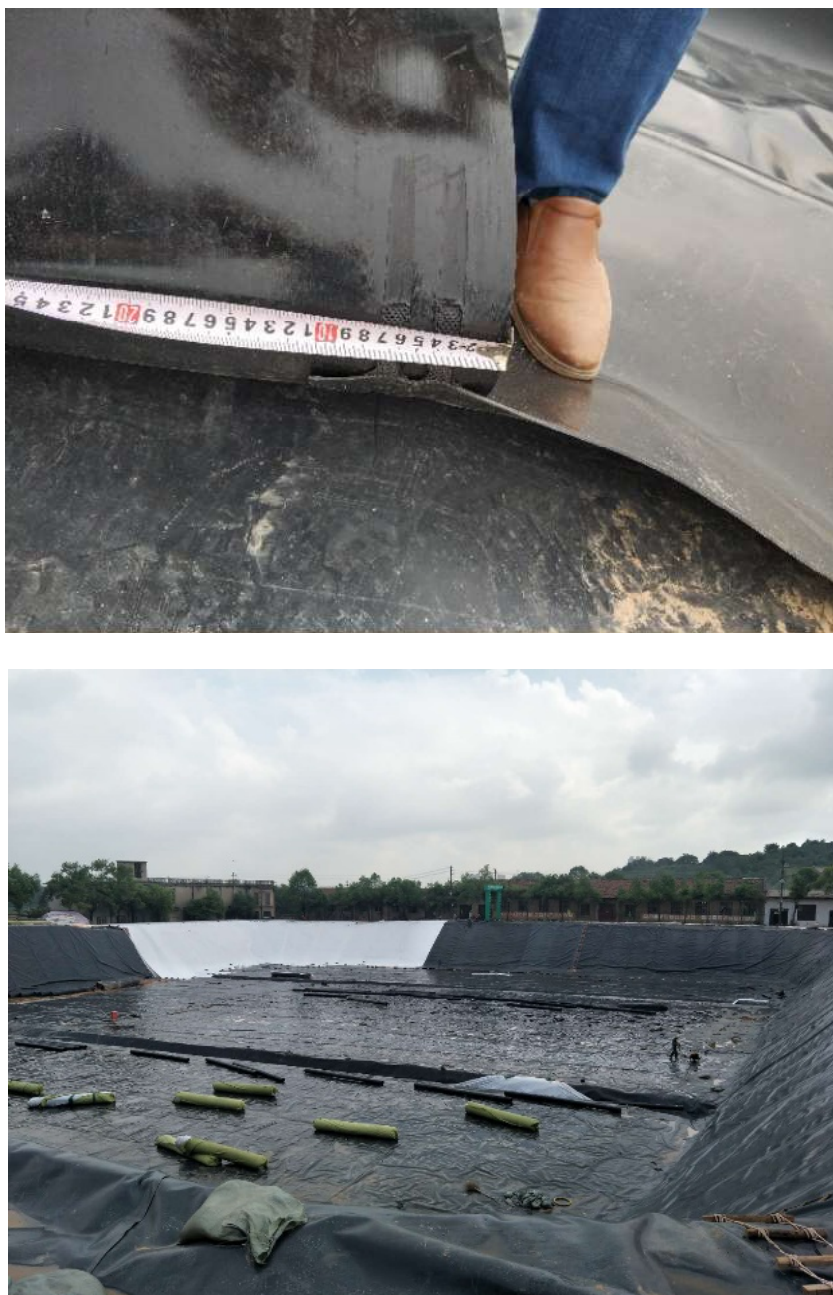


图 3.4-3 填埋场防渗膜的铺设





图 3.4-4 治理车间防渗土工膜的铺设

项目施工过程中地下水中重金属浓度会有一定程度的波动，由于施工期较长，雨天雨水冲刷污染土壤产生的渗滤液会下渗污染地下水，增加地下水中重金属浓度，止水帷幕的修建可以防止项目施工过程中地下水中重金属浓度波动对志溪河水水质产生影响。项目止水帷幕修建长度 264.4m，共打桩 452 根，帷幕距围墙 2m，止水帷幕设计深度为打进强风化板岩不小于 1m。



图 3.4-5 止水帷幕修建位置图

#### 3.4.1.2 空气污染防治措施

依据《益阳市原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣综合治理工程环境监理总结报告》，措施如下：

（1）在填埋场开挖阶段，运输道路沿途扬尘污染严重，施工单位对车辆和出场道路扬尘的控制主要是采取洒水降尘的方式，主要措施如下：

- a) 设置洗车池，土石方运输车辆出厂前对轮胎进行冲洗，运输的土方进行遮盖；
- b) 在运输车辆出厂至弃土场的沿途使用洒水车进行洒水降尘；
- c) 施工场地内接水管对道路进行定时洒水；
- d) 运输车辆采用可密闭的车辆和车辆设置防尘布遮盖。







图 3.4-6 车辆和出场道路扬尘控制措施照片

（2）施工场地扬尘较严重，同时采用洒水车、雾炮机和洒水措施降尘，采取环保措施如图 3.4-7 所示：







图 3.4-7 施工场地扬尘控制措施照片

(3) 水泥灌装筒仓采用布袋除尘器+雾炮机方式进行降尘，降尘效果良好，布袋回收水泥可再进行利用。水泥筒仓除尘措施见图 3.4-8:



图 3.4-8 筒仓扬尘控制措施照片

（4）土壤原位场地修复药剂扬尘采用开启雾炮机在修复机械工作区域进行降尘。土壤原位修复降尘措施见图 3.4-9：



图 3.4-9 原位土壤修复扬尘控制措施照片

### 3.4.1.3 噪声防治措施

依据《益阳市原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣综合治理工程环境监理总结报告》：建筑施工期的噪声源主要为施工机械和运输车辆，其特点是间歇或阵发性的，并具备流动性、噪声较高的特征。废渣处理车间机械运行产生的噪声经过车间墙壁和距离的衰减，对离厂界最近的华昌小区居民影响不大。项目施工产生的噪声由于距离和建筑、树木遮挡，到达环境保护目标时噪声已衰减，项目夜间 10:00-次日 6:00 禁止施工。

### 3.4.1.4 固体废物污染防治措施

依据《益阳市原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣综合治理工程环境监理总结报告》，工程主要固体废物为重金属污染区域的土壤、污染的建筑垃圾、填埋场开挖土方和员工生活垃圾。

#### （1）重金属污染的土壤

项目废渣采用震动给料+反击破碎+配料+加药剂、水泥混合+出料+填埋场养护的处理工艺，对渣堆区域污染土壤进行固化处理填埋，根据项目环评报告及环评批复，工程采用袋装养护的方式对固化废渣进行为期一周的养护，在养护完成后运往填埋场填埋。在实际实施过程中养护方式改为废渣直接进入填埋场分块养护，此养护工艺的变更由赫山区环境保护局出具函同意其变更，函件见附件 4。污染的土壤安全处置是本工程的重点，因此监测单位须对预处理车间处理的每一批固化废渣进行浸出毒性检测，确保进场填埋的废渣达到规定要求。固化处理后的废渣进入填埋场填埋后进行养护，每日洒水一次，露天养护一周。





图 3.4-10 固化预处理后废渣养护照片

## （2）污染的建筑垃圾

项目建筑物拆除和填埋场施工过程中，由于原建筑物为锑渣仓库，故地面水泥建筑砖块为重金属污染建筑垃圾，不能按照一般建筑垃圾进行处理。污染的建筑垃圾含有钢筋和混凝土，固化车间的破碎机无法对这部分建筑垃圾进行处理，最终施工单位采用先使用酸浸，再用清水冲洗，最后将污染建筑垃圾外运处理。处理方式见图 3.4-11：



图 3.4-11 建筑垃圾浸泡照片

### （3）压滤污水处理站污泥

污水处理站运行过程中，重金属经过絮凝、螯合等化学反应形成固态沉淀在污泥当中，故污水处理站污泥也为危险废物，这部分污泥的处理方式为使用压滤机压滤污泥，然后将干化污泥运输至处理车间



进行固化处理，再进入填埋场养护填埋。下图为压滤机照片：



图 3.4-12 污水处理站压滤机照片

#### （4）填埋场基坑开挖土方

填埋场基坑土方经检测为一般固废，由施工单位采用运输车辆外



运至指定弃土场进行处理。



图 3.4-13 基坑开挖土方外运照片

#### （5）生活垃圾和实验室固废

每日工人产生的生活垃圾统一收集每日交由当地环卫处理。实验室分析后废弃污染土壤和检验废弃物固废收集至专用的实验室固废

收集桶，由预处理车间处理后填埋。



图 3.4-14 生活垃圾收集桶和实验室废渣收集桶

### 3.4.2 环境管理制度

本项目根据现场实际情况，编写环境污染风险防范应急预案，确

保项目实施过程中不会对环境造成二次污染，并根据项目情况编写污染治理设施管理制度，加强对项目管理，防止事故发生。

## 4 项目工程完成情况

### 4.1 资料回顾

#### 4.1.1 资料汇总

与相关负责人沟通协调，收集场地历史、生产工艺、地勘报告、场地调查报告、污染修复治理方案等相关资料：资料如下：

《湖南省益阳市原益阳市锑品冶炼厂历史遗留矿渣填埋场岩土工程勘察报告》湖南中核岩土工程有限责任公司，2018 年 6 月；

《湖南省益阳市原益阳市锑品冶炼厂历史遗留矿渣填埋场水文地质调查报告》湖南中核岩土工程有限责任公司，2018 年 6 月；

《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程场地环境调查报告》湖南湘健环保科技有限公司，2017 年 2 月；

《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程实施方案》湖南湘牛环保实业有限公司，2018 年 4 月；

益阳市环境保护局对《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程实施方案》的审查意见；

《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程环境影响报告书》（报批稿）湖南国网环境科学研究院有限公司，2017 年 8 月；

《原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣安全处置项目环境影响报告书》（报批稿）湖南景玺环保科技有限公司，2018 年 6 月；



《原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣安全处置项目养护场地变更环境影响说明》（报批稿）重庆市环境保护工程设计研究院有限公司，2018 年 8 月；

益阳市环境保护局关于对《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程环境影响报告书》的批复（益环生审（书）[2017]6 号）；

关于《益阳市赫山区城镇建设投资开发（集团）有限责任公司原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣安全处置项目环境影响报告书》的批复（益环审（书）[2018]24 号）；

《益阳市原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣综合治理工程环境监理总结报告》湖南省湘咨工程项目管理有限公司，2019 年 7 月；

《原益阳锑品冶炼厂历史遗留废渣治理工程总承包(EPC)项目施工总结报告》湖南爱一环保科技有限公司，2018 年 8 月；

以及施工日志、废水处理记录、重要的会议记录、检测报告等资料。

#### 4.1.2 工程及环境监理总结报告

湖南省湘咨工程项目管理有限公司受益阳市赫山区城镇建设投资开发（集团）有限责任公司委托，承担原益阳锑品冶炼厂历史遗留废渣治理工程准备阶段、施工阶段和缺陷责任期的监理工作。监理单位在接受委托后马上成立检查小组。监理小组在查阅本项目的环境影响报告书及其环评批复文件，充分掌握环保相关部门对项目的环保要求后，对项目可研、初步设计、工程监理报告、环境监测报告等大量

文件资料进行审阅，并对在现场进行了驻场。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、试运行期环保措施运行情况等进行了分析，并编制完成《原益阳市锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程环境监理总结报告》。

原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣安全处置项目的实施将区域危险废物废渣进行无害化处置，本项目为环境治理工程，安全填埋是危险废物的最终处置措施之一，本项目属于一次性填埋场。本项目污染治理工程主要建设内容包括废渣预处理车间、填埋场建设、止水帷幕、截排水系统、防渗防洪系统、渗滤液收集工程、污水处理站等配套工程建设。益阳市原锑品冶炼厂（华昌）场区共计处理遗留废渣 9.81 万 m<sup>3</sup>。

监理小组在监理过程中协助建设单位强化对承包商的指导和监督，监督施工单位在项目实施过程中落实各项环保措施，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。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；志溪河项目河段满足《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。所有填埋固化废渣浸出毒性均符合《危险废物填埋污染控制标准》（GB18598-2001）中限值，项目地下水中砷和锑浓度在工程完成后均明显降低，区域地下水环境质量明显改善，符合《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准。项目环评及其批复要求的环保工程建设基本落实，环境效

益明显。

4.2 人员访谈及现场踏勘

根据收集的资料，对治理修复区域进行现场走访和踏勘，首先采访了施工单位项目经理王成为以及工程部、技术部相关工作人员 7 人，了解了工程建设情况及修复治理情况，项目工程建设已全部完工，废渣已全部处理完运至填埋场填埋封场，土壤原位修复已完工，场地绿化已初步见效。然后采访了监理单位工程师陈跃军及技术员刘攀两人，了解了环保措施落实情况及修复治理情况，项目施工过程中已严格按照二次污染防治措施实施，防止了项目施工对周边环境的二次污染，废渣处理后达标才进行填埋，废水处理达标排放。具体内容参见以下章节。

4.3 工程主要建设内容及目标

根据《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程项目实施方案》及其批复，项目工程内容及目标如下：

4.3.1 项目实施方案审查意见落实情况

根据益阳市环保局对《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程项目实施方案》的审查意见，项目实际落实情况如下：

审查意见	项目实际落实情况
一、本项目位于益阳市赫山区会龙路 515 号。益阳市原锑品冶炼厂在生产经营过程中产生了大量的含重金属废渣，常年累积	根据《原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣安全处置项目环境影响报告书》（湖南景玺环保科技有限公司）：1、原上报资料历

<p>露天堆存在厂区西北临近志溪河一侧，渣堆堆体含有大量生产废渣、建筑垃圾以及生活垃圾等，废渣总量在十万吨以上。该废渣堆放点紧邻志溪河汇资江入河口仅1200m左右，该入河口的下游1500m左右为益阳市饮用水源资江河取水口，给益阳市饮用水留下了严重的安全隐患。根据场地调查，渣堆具有腐蚀性，废渣中8种重金属（铜、铬、锌、锑、铅、镉、砷、银）均有检出，主要超标重金属为砷和锑，部分废渣属于危险废物，主要集中在主渣堆以及小渣堆上；该项目共计需要处理废渣158932m<sup>3</sup>（含约受污染的4.16万m<sup>3</sup>土方），其中处理污染废渣68995.2立方（属于危险废物），占总量的43%；处理第II类固废89937.4方。由于其所在地属于益阳市中心城区，场地主要为居住用地，紧邻志溪河汇资江入河口以及益阳市饮用水源资江河取水口上游，地理位置十分敏感，因此急需对益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染进行治理，以消除其对周边生态环境和益阳市饮用水水源地的安全隐患。</p>	<p>史遗留废渣量为11.7万m<sup>3</sup>，根据湖南省水工环地质工程勘察院编制最新的《湖南省益阳市原锑品冶炼厂历史遗留矿渣储量勘查报告》，核定历史遗留废渣量为9.21万m<sup>3</sup>，具体有三部分组成，分别为人工填土（一般固废）1.21万m<sup>3</sup>、杂填土（一般固废及废渣）4.8万m<sup>3</sup>、素填土（废渣）3.2万m<sup>3</sup>；2、根据多方论证，本着就近处置的原则，决定对益阳市原锑品冶炼厂（华昌）历史遗留废渣在原华昌冶炼厂厂区内进行安全处置，安全处置场设置在厂区内东南角。此两项变更已取得益阳市环保局的批复：《益阳市环境保护局关于对益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程环境影响报告书的批复》（益环生审（书）[2017]6号）。</p>
--	--

<p>二、该项目需处理污染土壤 41599m<sup>3</sup>，需处理废渣 117333m<sup>3</sup>，项目类型为污染治理项目，主要工程内容为：项目风险管控技术为沿废渣堆周边修建止水帷幕，在主渣堆上方修建钢架厂棚，周边区域覆膜掩盖，沿废渣堆周边开挖截洪沟渠。主体工程采用高压旋喷注浆法；场地废渣先预处理后再采用异地填埋（必须有环评批复后再实施）；对污染地块进行生态修复等。</p>	<p>项目主要实施内容有：</p> <p>1、沿废渣堆周边修建了止水帷幕 264.4m，周边区域进行了覆膜掩盖，并且沿废渣堆周边开挖截洪沟渠 240m。 2、场地废渣先预处理后再采用异地填埋（有环评批复后实施）；3、对填埋场区域进行了生态修复，土壤修复区域只进行了覆土、撒播草籽，未进行生态修复，原因是土壤原位修复区域正好位于杨帆路上，为不造成重复建设，经业主、监理及相关单位开会讨论会决定取消植物修复改种草籽，有相关的会议记录。</p>
<p>三、该方案总体可行，同意据此组织实施。在项目实施过程中，请进一步注意以下方面：</p> <p>1.进一步优化污染土壤修复治理技术方案，不因各种原因确保志溪河水体进入废渣堆积区域，预防降水和雨水通过地表径流进入废渣堆场；确保大块建筑垃圾与废渣分离，随后对废渣进行稳定固化处理，再选择合适场地进行安全封存填埋；确保渗滤液水质达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 中第一类污染物最</p>	<p>1、已优化污染土壤修复治理技术方案，地下帷幕的建设确保了志溪河水体不进入废渣堆积区域，防止了降水和雨水通过地表径流进入废渣堆场；确保了大块建筑垃圾与废渣分离，对废渣进行稳定固化处理，并检测达标后才进行安全封存填埋；渗滤液经处理后水质已达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 中第一类污染物最高允许排放浓度和表 4 中三级标准；确保了土壤处理无害化，满足后续沿江风光带建设。以上检测结果见施工期间废渣、</p>



<p>高允许排放浓度和表 4 中三级标准;确保土壤处理无害化, 满足后续开发利用需求。</p> <p>2、监督施工治理单位严格按项目实施方案和《一般固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）及 2013 年修改单、危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及 2013 年修改单、《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）相关要求施工治理。</p> <p>3.制定施工期间风险防范预案, 严格落实施工过程中二次污染防治措施。</p> <p>4、加强环境管理, 建立环境管理机构, 配合专职环保人员, 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”不处理直接排放。</p> <p>5、加快项目实施进度, 确保按时完成任务, 项目建成后, 及时按规定完成验收。</p> <p>6、赫山区环保（分）局负责对该项目的全过程监督。</p>	<p>废水和土壤的检测报告。</p> <p>2、项目环境监理报告中表明施工单位已严格按项目实施方案和《一般固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）及 2013 年修改单、《危险废物填埋污染控制标准》（GB 18598-2001）及 2013 年修改单、《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及 2013 年修改单、《危险废物安全填埋处置工程建设技术要求》、《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）相关要求施工治理, 保证处理后废渣满足填埋标准要求。</p> <p>3、项目以按批复要求制定了施工期间风险防范预案, 落实了施工过程中的二次污染防治措施。</p> <p>4、根据《原益阳锑品冶炼厂历史遗留废渣治理工程总承包(EPC)项目施工总结报告》, 项目为加强环境管理, 建立了环境管理机构, 配合专职环保人员, 完善了环境管理制度, 定期对“三废”处理设施进行检查和维护, 保证了“三废”处理达标后排放。</p> <p>5、项目按照实施方案进度, 已按时完成任务, 现正在申请验收。</p>
---	--

	6、赫山区环保（分）局对该项目的施工、治理、自检、验收监测等全过程进行监管。
--	--

4.3.2 工程建设内容

（1）风险管控工程

本项目废渣处理和土壤修复前，需在废渣堆和污染土壤周边建设风险管控设施，确保废渣在完全处置前和施工过程中没有重金属污染物进入志溪河，将污染风险最大限度控制在工程建设区域，为后续工程实施争取时间，确保益阳市饮用水安全，遏制重金属污染扩散。具体做法是在废渣堆沿志溪河边修建止水帷幕，沿废渣堆周边开挖修建截洪沟渠。

（2）渗滤液处理工程

本项目废渣堆放区域地势低，容易聚积废渣渗滤液，渗滤液重金属污染物浓度高，且具有流动性，必须得到治理，本项目新建污水处理站，以处理渗滤液及施工过程中产生的废水。

（3）废渣安全处置工程

本项目废渣堆危险废物含量高，安全隐患大，废渣必须得到妥善处理，且废渣的安全处置是土壤修复的必要前提，废渣安全处置工程包含填埋场的建设、废渣的预处理、废渣的填埋及封场覆土绿化等过程。

（4）废渣堆场污染土壤修复工程

本项目场地内约有 41600m<sup>3</sup>受污染土壤，且部分土壤污染严重，为保证该部分地块的后续的开发利用，防治土壤污染持续扩散，本项目对污染土壤进行原位固化稳定化，再进行植物修复，土壤修复后，

建设成沿河风光带。

#### 4.3.3 工程建设目标

##### （1）风险管控目标

隔断外部可能渗入渣场的水源。确保志溪河水体不会因气候原因进入废渣堆积区域，防止废渣堆与志溪河的地下水贯通，污染志溪河。

##### （2）废渣处置目标

首先保证大块建筑垃圾与废渣分离，随后将废渣转运至车间进行稳定固化处理，再转运至填埋场进行安全填埋。本项目废渣固化稳定化后重金属毒性浸出须满足《危险废物填埋污染控制标准》GB18598-2001 表 5-1 规定限值：废渣中砷含量低于 2.5mg/L，PH 值在 7-12 之间；填埋场建设符合《危险废物安全填埋处置工程建设技术要求》。

##### （3）渗滤液处理目标

本项目渗滤液能够得到有效收集，并经过妥善处理，水质达到《污水综合排放标准》GB8978-1996 表 1 中第一类污染物最高允许排放浓度和表 4 中一级标准，锑浓度满足《锡、锑、汞工业污染物排放标准》（GB 30770-2014）。

##### （4）土壤修复目标

土壤修复后场地要达到风光带建设用地要求，土壤修复达到后续风光带建设用地土壤标准限值，满足后续开发利用需求。

##### （5）考核指标

A、止水帷幕建设过程中监理单位全程在场，确保止水帷幕钻入

岩石层一定深度。

B、主渣堆周边截洪沟渠是否可以完全收集所有进入渣堆的雨水。

D、新建的污水处理设施处理后排放的水体是否达标。

E、工程完工后，废渣堆是否还有地表废渣浸水流进志溪河。

F、填埋场建设是否规范，废渣处置是否完全。

G、工程建设过程环保措施是否到位。

H、场地土壤修复后，土壤检测数据是否达到风光带建设用地基本要求。

I、土壤修复治理成功后，废渣堆旁志溪河河段，上下游断面锑超标现场是否有所改善。

## 4.4 分项工程设计方案

### 4.4.1 止水帷幕的设计

#### （1）工艺设计

根据所治理的范围、各部位地质条件、周围环境和场地使用条件等不同情况综合考虑，本工程止水帷幕采用单排高压旋喷桩帷幕形式，平面位置根据场地及地质条件综合确定，共划分为 A、B、C、D、E、F、G 段。帷幕桩施工采用三重管高压旋喷工艺，设计桩径 800mm。

帷幕桩采用三重管高压旋喷注浆工艺，设计桩径 800mm，单排咬合形成帷幕体系，桩间咬合 200mm；

水泥：采用 P.S.A 32.5 级矿渣硅酸盐水泥，要求水泥应新鲜、干

燥、无结块现象。

高压旋喷桩施工应分段跳打，相邻桩体间隔施工时间不得小于 48 小时，后施工的桩体应在先施工桩体凝固后再进行施工，防止出现串孔等不利情况。

#### 4.4.2 填埋场的设计

##### 4.4.2.1 填埋场入场要求

###### （1）直接入填埋场的废物

根据 GB5086 和 GB/T15555.1~11 测得的废物浸出液中有一种或一种以上有害成分浓度超过 GB5085.3 中的标准值并低于表 3-6 中的允许进入填埋区控制限值的废物；

根据 GB5086 和 GB/T15555.12 测得的废物浸出液 PH 值在 7.0~12.0 之间的废物。

###### （2）需经预处理后方能入场填埋的废物

根据 GB5086 和 GB/T15555.1-11 测得废物浸出液中任何一种有害成分浓度超过表 3-1 中允许进入填埋区的控制限值的废物；

根据 GB5086 和 GB/T15555.12 测得的废物浸出液 PH 值在 7.0~12.0 之间的废物；

本身具有反应性、易燃性的废物；

含水率高于 85%的废物；

液体废物。

###### （3）禁止填埋的废物

医疗废物；

与衬层具有不相容性反应的废物。

#### 4.4.2.2 废渣数量和种类

拟堆存的废渣来自原益阳锑品冶炼厂，该企业是益阳有色金属行业的老牌企业。益阳市原锑品冶炼厂共生产运行 40 余年，目前早已停产，责任主体原益阳锑品冶炼厂早已改制，无责任主体，已被政府接管。冶炼厂生产采用煤、焦炭为加工燃料，且有近几十年冶炼历程，在多年的生产经营过程中产生大量的含重金属废渣。废渣露天堆存在厂区西北面志溪河边，根据场地调查报告，该废渣主要砷超标，部分点位 PH 值为 12.5，根据最新的《湖南省益阳市原锑品冶炼厂历史遗留矿渣储量勘查报告》，核定历史遗留废渣量为 9.21 万  $\text{m}^3$ ，本项目填埋场区域需要处理的污染表土量为 5250 $\text{m}^3$ （根据《原益阳市锑品冶炼厂历史遗留尾渣处理填埋区场地调查报告》，只有 0-50cm 的受到重金属污染，主要污染因子为砷（As）、锑（Sb），根据浸出实验不属于危险废物，本次项目建议受污染的表土随废渣一同处理），原锑品冶炼厂外河滩上的废渣量为 572 $\text{m}^3$ ，合计 97922 $\text{m}^3$ 。

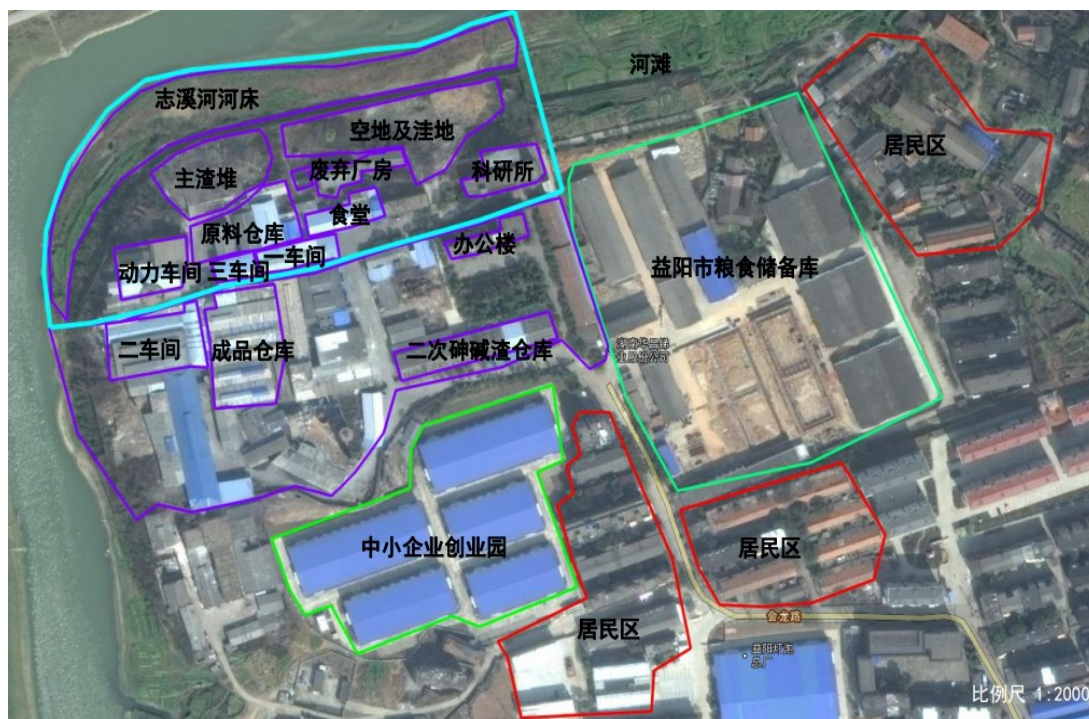


图 4.4-1 废渣堆现场与周边环境

#### 4.4.2.3 填埋场选址概况

本着就近处置的原则，本次设计拟选场址位于原益阳锑品冶炼厂厂区内的东南角，场区原始地貌属丘陵地貌，主要为山地、旱地。勘察时场地为原始地貌，场地地形起伏较大，场地勘探钻孔孔口最高点高程 52.49m，最低点高程 44.9m，高差 7.59m。该场地现状厂区内较为平整，拟选填埋场场址存在一个约 1500m<sup>2</sup> 的二次砷渣仓库、一栋办公楼以及几个小的单层厂房。废渣从固化位置到填埋场的运输距离为 200m 左右，场区内有混凝土硬化路面连通。

拟选场址占地面积约 1.2 万 m<sup>2</sup>，填埋场为平地型填埋场，将已有废渣仓库拆除之后，平地进行开挖，最大开挖深度约 8m，开挖之后对场底进行整形，使其满足渗沥液导排的坡度要求，在填埋场的东北角较低地方采用开挖出的土进行筑坝，坝顶标高为 45.5m，最大坝高

3.5m，坝顶宽度不小于 9m 宽，坝型为碾压土石坝，坝顶采用混凝土路面硬化，填埋场的总库容为 11.7 万  $\text{m}^3$ ，满足填埋场废渣的贮存要求。

#### 4.4.2.4 场地地质条件

根据《湖南省益阳市原益阳市锑品冶炼厂历史遗留矿渣填埋场岩土工程勘察报告》，场地地质情况如下：

##### （1）地形地貌

拟选填埋场场址位于原益阳锑品冶炼厂厂区的东南角，场区原始地貌属丘陵地貌，主要为山地、旱地。勘察时场地为原始地貌，场地地形起伏较大，场地勘探钻孔孔口最高点高程 52.49m，最低点高程 44.9m，高差 7.59m。厂区内较为平整，各车间通过混凝土道路连接，厂区内空地植被发育良好，多茅草覆盖，未见基岩出露。

##### （2）地层岩性

本场区勘察深度范围内，地基土自上而下分为如下 5 层：

1 层填筑土：表层 0-0.2m 为砼路面，0.2-0.7m 左右为砂卵石垫层，其下为灰褐色，黄褐色，灰白色等色可塑状粘性土夹砖瓦碎石卵石组成的填筑土，多呈稍密状，均匀性一般，略具湿陷性，堆填三十年以上，已完成自重固结。场区普遍分布，厚度：0.40~0.80m，平均 0.58m；层底标高：44.30~51.99m，平均 47.72m；层底埋深：0.40~0.80m，平均 0.58m。

2 层黏土：冲积成因，黄褐色、灰褐色等色，含铁锰氧化物及其结核，稍湿，可-硬塑状态，摇振无反应，无光泽反应，稍有光滑，



高干强度，中等韧性，中压缩性。场区普遍分布，厚度：1.40~6.10m，平均 2.52m；层底标高：42.70~46.85m，平均 45.20m；层底埋深：2.00~6.90m，平均 3.10m。

3 层碎石:黄褐色，稍密至中密状，成份主要为硅质岩，石英岩，碎石含量 约 50-70%，局部含量达 80%，粒径 20-300mm，呈次棱角状。场区普遍分布，厚度：2.00~8.00m，平均 3.72m；层底标高:35.30~44.59m，平均 41.48m；层底埋深：4.40~10.80m，平均 6.82m。

4 层强风化板岩：黄褐色，节理裂隙和风化裂隙发育，裂隙面主要为泥质、铁质充填，少量为石英细脉充填，其结合程度较差，岩石较破碎，岩芯呈碎石状、碎块状，少量短柱状，锤击声哑，手难折断，水浸泡可软化和崩解，岩质为极软岩，RQD 为 15，岩体基本质量等级为V级。场区普遍分布，厚度：0.90~2.50m，平均 1.68m；层底标高：33.50~42.75m，平均 39.80m；层底埋深：6.10~12.40m，平均 8.50m。

5 层中风化板岩：灰绿色，节理裂隙和风化裂隙较发育，呈闭合状，裂隙面粗糙主要为铁泥质浸染，少量为石英细脉充填，其结合程度一般，岩芯大多呈柱状、块状，少量碎块状，锤击声较脆，手不可折断，水浸泡不具软化，RQD=75，岩质较硬，岩体基本质量等级为IV级。该层未穿透。

### （3）场地工程环境条件评价

拟建场地地形西南高，东北低，场区交通便利，因此就该场地工程环境条件而言，有利于建筑施工，综合评价场地工程环境条件良好。

a) 地表水和地下水对工程的影响

勘察揭示，地表水主要是大气降水；地下水类型主要为孔隙水和基岩裂隙水，其水量小，工程设计与施工时建立好相应的降排水措施，地表水和地下水对工程建设影响较小。

b) 工程兴建对周边环境的影响

基础施工可能会产生震动、噪音及泥浆排放等对周边环境均有一定影响，应及时与周边单位、居民等联系和沟通，确保施工顺畅。

c) 地下水的联通性对周边环境的影响

拟建场区主要含水层主要为碎石层及强风化板层，碎石孔隙发育，强风化板岩裂隙发育，因此，拟建场区的地下水联通性好，故需控制好填埋物不污染地下水，应做好防渗处理工作。

（4）工勘结论及建议

a) 据 1:20 万《中华人民共和国区域地质调查报告》，益阳市位于雪峰山弧形构造带北段，花果山倒转背斜南翼，建筑区未见断裂特别是活动断裂，也未见其他明显构造运动，属于相对稳定地块，宜于填埋场库区建设。

b) 根据本次勘察结果，拟建场地抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度为 0.05g，设计地震特征周期值为 0.35s，设计地震分组为第一组；拟建场地地基土类型为中硬土，建筑场地类别为 II 类；属对抗震不利地段。

c) 本次勘察期间各钻孔均遇见地下水，场地地下水来源主要由

大气降水下渗及迳流侧向补给，季节变化对水位及水量有一定影响。本次勘察在钻孔中采取 2 件地下水试样，并进行了室内水质分析试验，其试验结果详见“水质分析报告表”。根据水质分析结果，按《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001，2009 年版）有关规定判定：拟建场地环境类别为 II 类，该水质对混凝土具有微腐蚀性；该水质对钢筋混凝土结构中的钢筋具有微腐蚀性。据钻孔揭露场地各地层不存在污染现象，场地周边无各种污染源，根据本次勘察成果土腐分析及临近建筑经验，场地土对混凝土具有微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具有微腐蚀性，对钢结构具有微腐蚀性。据钻孔揭露，场区主要含水层为第 1 层填筑土为含水层，可接受大气降水及地表排水补给而赋含上层滞水，水量一般；根据地区经验建议：①填筑土渗透系数  $K=5.5 \times 10^{-1} \text{cm/s}$ ，属于强透水层；②粘土的渗透系数  $K=2.0 \times 10^{-6} (\text{cm/s})$ ，属于弱透水层；③碎石层渗透系数  $K=5.0 \times 10^{-1} \text{cm/s}$ ，属于强透水层；④强风化板岩渗透系数  $K=2.0 \times 10^{-10} \text{cm/s}$ ，属弱透水层；中风化板岩的渗透系数  $K=2.0 \times 10^{-11} \text{cm/s}$ 。

d) 根据拟建场地工程地质条件，结合拟建建筑物的荷载及上部结构特点，浆砌石重力坝拟采基础型式为天然开挖浅基础；渗沥液收集池拟采基础型式为天然开挖浅基础，均以粘土或碎石作为基础持力层。施工开挖至设计持力层时，应及时组织验桩，并及时浇灌混凝土，避免地基土遭受水的浸泡而降低其强度。施工需采取对基坑的降水、排水、通风措施，抽排地下水时不宜过量连续抽汲，施工时应作好降水时的环境观测。

e) 填埋场修建时应注意填挖两侧的放坡（挖方坡比 1:1，锚喷；

填方坡比 1:1.5，锚喷），填方地段应分层夯实，回填土压实系数建议 0.95。本填埋场挖方地段土质基本符合填料土要求（清表后可直接回填）。

f) 填埋场开挖至设计底板高程后必须进行超前钻查明是否有地下防空洞，方可进行下道工序的施工。

g) 据现场调查：石料：填埋场走廊带石料缺乏，桃江灰山港万鑫水泥有限公司灰岩储量丰富；沧水铺镇新兴采石厂，出露岩石主要为砂质板岩、变质砂岩等，储量丰富，质量较好，可爆破机械开采，运输方便，可满足浆砌石重力坝、防护、排水等到工程各种规格石料要求。砂、砾、卵石：填埋场走廊带分布有资江及志溪河，沿线砂、砾、卵石储量较丰富，料场多，质量好，运距较短(3km)。

h) 基础施工过程中，须加强验槽工作；基槽开挖后必须结合超前钻及载荷板试验以进一步验证地层持力层厚度与地基承载力；基础施工过程中，如遇与本报告不符的地质情况或其他特殊情况，应及时通知地质技术人员进入现场处理。

i) 施工过程中，应加强地下水监测及建筑物沉降变形观测。

#### 4.4.2.5 填埋场防渗系统

固体废物处置的理想目标是将所处置的废物与生态环境完全隔离，阻断贮存场内废物与生态环境相联系的通道，尽量不让生态环境的水分等物质进入贮存场，同时避免所产生的渗滤液和气体中的迁移性污染物质释放到生态环境中来。实际工程中是通过各种自然条件或工程措施，将联系处置废物与生态环境的通道数量减少至最少，将贮

存场内污染物质通过与生态环境相联系通道将污染物质释放速度减少至最小。良好的地质屏障，合理的防渗系统是实现上述目标所必需的。

防渗系统和渗滤液收集系统是贮存场的重要组成部分，其设计的合理与否是贮存场设计成败的关键。

### （1）防渗标准

防渗工程的目的，就是采用天然的或人工的防渗层，切断库区内渗滤液向库外泄漏的通道，彻底杜绝渗滤液的外渗，同时防止地下水向填埋库区的渗入，确保填埋场安全可靠的运作，减少渗滤液产生量，避免造成二次污染。以现行国家标准《危险废物填埋污染控制标准》（GB18598—2001）作为防渗层的防渗标准。

### （2）防渗结构

根据工程地质勘察报告，自然地层的渗透系数无法满足工程的防渗要求。防渗结构可概括为两大类：单层防渗结构和双层防渗结构。就起防渗作用的材料层而言，防渗材料可以是一层防渗材料形成的单层防渗层，或者几层接触的防渗材料形成复合防渗层。无论采用单层防渗层还是复合防渗层，防渗结构并无显著差异，只是防渗的性能有所差异。单层防渗结构中的防渗层可以是单层防渗层，也可以是复合防渗层。而双层防渗结构是在单层防渗结构基础上又增加了一个防渗层和一层渗漏检测层。

根据《危险废物填埋污染控制标准》（GB18598—2001）的规定：当天然基础层的渗透系数大于  $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$  时，且厚度大于 5m，可

以选用天然材料衬层。

根据工勘资料，该库址场地天然衬层厚度较小，库址周围环境较为复杂，因此，本工程防渗系统采用人工双层复合防渗结构。

### （3）防渗材料的选择

#### a) 钠基膨润土垫（GCL）

GCL 钠基膨润土的最大特点是不老化，稳定性强。膨润土遇水后立即膨胀，最后形成一层不透水的胶状物，它可以自动封闭填补缝隙，防渗效果较为理想。

采用 GCL 钠基膨润土垫作为防渗材料，具有以下优点：

- 1) GCL 的柔韧性好，能够较好地适应不均匀沉降；
- 2) GCL 永久性防水，渗透系数小于  $5 \times 10^{-11} \text{m/s}$ ；
- 3) GCL 的连接，尤其是 GCL 与管道或者建筑周边连接时，比土工膜简单，并且接缝处的密封性也容易得到保证；
- 4) GCL 易于运输和安装，有自我愈合、修补功能，不怕小的尖物刺穿的特点。

#### b) 粘土垫层

若设计选用 1.5m 厚的粘土作为垫层，需外购“粘土”，材料购置费用很高。根据填埋场设计相关规范要求粘土层被压实后的饱和渗透系数需小于  $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，施工难度较大，存在施工质量不达标隐患，从而影响整个防渗系统的安全性。

本项目填埋场库底面积较大，若库底区域选用“压实粘土”作为

垫层需购置大量的粘土，对施工质量要求很高，且造价高昂，采用 1.5m 厚的压实粘土并无经济优势，反而增加了施工难度和质量隐患，且占据较大库容。

根据上述分析，本项目防渗垫层设计选用规格为 4800g/m<sup>2</sup> 的 GCL 垫层。

#### （4）防渗层

防渗层采用土工膜。土工膜是一种相对较薄的柔性热塑或热固聚合材料，一般用在填埋场的土工膜主要功能是作为水和气的隔离层。目前，在固废卫生填埋场应用最广泛最成功的是高密度聚乙烯

（HDPE）膜，与其他土工材料相比，它具有最好的耐久性。HDPE 膜是高分子聚乙烯由平板机压制而成，国外从 20 世纪 80 年代就开始在固废填埋场防渗处理中使用土工膜作为防渗材料，逐步发展成为一项成熟的技术并得到越来越多的应用，通常采用 1~2mm 厚的高密度聚乙烯（HDPE）作为衬垫材料。目前，土工膜已形成了系列产品，并且制定了相应设计和施工标准，采用高密度聚乙烯（HDPE）土工膜作为防渗材料，具有以下优点：

- a) 渗效果可靠，其渗透系数小于 10-12cm/s；
- b) 施工铺设比较容易实施，适合本场址的地形；
- c) 其拉伸强度、断裂伸长率、易焊接等性能优于其它防渗材料；
- d) 接缝采用热熔焊机双缝连接，接缝强度高；
- e) 保存和运输均很方便；

f) 通过控制土工膜焊接与铺设施工质量，可有效地控制渗滤液量。

### （5）防渗层设计

库底防渗系统由下至上依次为：

库底压实基础层（压实系数不低于 93%）； $\geq 300\text{mm}$  黏土垫层； $1.5\text{mmHDPE}$  土工膜； $7\text{mm}$  复合土工格栅； $4800\text{ g/m}^2\text{GCL}$ ； $2\text{mmHDPE}$  土工膜； $600\text{g/m}^2$  土工布； $300\text{mm}$  碎石导流层； $200\text{ g/m}^2$  土工布。

边坡防渗系统由下至上依次为：

边坡压实基础层（压实系数不低于 90%）； $1.5\text{mmHDPE}$  土工膜； $7\text{mm}$  复合土工格栅； $4800\text{ g/m}^2\text{GCL}$ ； $2\text{mmHDPE}$  土工膜； $7\text{mm}$  复合土工格栅； $600\text{g/m}^2$  土工布。

#### 4.4.2.6 填埋场渗滤液导排系统

该填埋场的渗滤液收集系统由场底水平向导排盲沟和渗滤液排出管组成。场底水平向渗滤液导排盲沟主要起导渗排渗作用，盲沟内设渗滤液导排花管，在盲沟终端设置渗沥液收集池，收集池内设置渗沥液导出井，用泵将渗沥液输送到渗滤液调节。

危废场填埋物的渗透力强，每个区域渗滤液导排盲沟（DN250 花管）盲沟纵向坡度设计为 2%。盲沟为梯形，盲沟上部宽度为  $2.0\text{m}$ ，下部宽度  $1.0\text{m}$ ，深度  $0.5\text{m}$ ，边坡 1:1，盲沟内铺设卵石（ $d=20\sim 50\text{mm}$ ）及埋设一根导渗管（HDPE 穿孔花管），管径为 DN250，盲沟的碎石用  $200\text{g/m}^2$  土工布包裹。



#### 4.4.2.7 填埋场封场系统

在封场覆盖层施工之前，应对废渣堆体进行整形处理，废渣堆积面应进行压实，堆积面不得出现陡坡、裂隙、沟缝，在作业过程中挖出的废渣应及时回填，应保持场区内排水、交通、渗沥液导排设施的正常运行。本次设计采用粘土对废渣堆体进行整形，整形处理后，顶面坡度为 5%，所需粘土采用填埋场道路开挖形成的弃土。

根据《危险废物填埋污染控制标准》（GB18598—2001）和《危险废物安全填埋处置工程建设技术要求》的终场覆盖要求，本项目贮存场的终场覆盖系统规划由两层组成，实际施工采用四层防渗，从上至下为：植被恢复层、排水层、防渗层、垫层。植被恢复层和营养土层厚度为 1000mm，排水层采用 7mm 复合土工排水格栅，防渗层采用双糙面的 1.5mmHDPE，垫层采用 4800g/m<sup>2</sup>GCL。

#### 4.4.2.8 基坑支护

本项目填埋场建设须进行基坑支护，根据现场地质情况与建筑物分布情况，基坑分为 AB、BC、CD、DE、EF、FG、GA 七段，填埋场基坑支护分段详见下图：

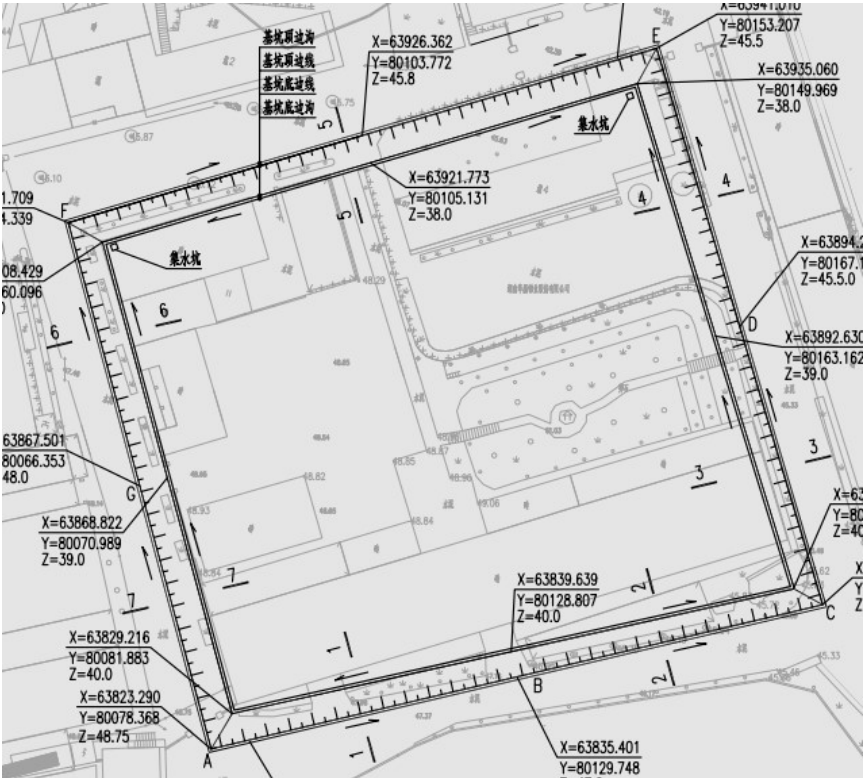


图 4.4-2 填埋场基坑支护分段图

施工工艺：

1、土钉

土钉钻孔采用风动干钻，严禁采用水钻，以免施工时影响边坡稳定。注浆土钉的注浆采用底部注浆工艺，注浆压力 0.5MPa；浆液均为水灰比 0.45 的 42.5R 水泥净浆，浆体强度不低于 30MPa。

2、挂网喷射混凝土

网筋采用 HPB300 级直径 8mm 钢筋，按 200×200mm 编网；顶部应伸入坡面不少于 100cm；喷砼强度不低于 C20，厚度为 100mm。

4.4.3 废渣固化稳定化设计

4.4.3.1 治理分区设计

本项目废渣治理工程的治理范围主要包括围墙南侧主、副废渣堆

区以及废弃厂房拆除后受污染的墙体（墙体表面）及地面（地面以下 50cm）。治理废渣区域共划分为 A、B、C、D 共 4 个区域。废渣治理面积 1.2 万  $\text{m}^2$ ，废渣体积 9.79 万  $\text{m}^3$ ，废渣量 17.62 万 t。

A 区域为主废渣堆区，位于废弃厂房北侧，围墙南侧，水塘及副废堆渣区西侧。

B 区域为废弃厂房污染区，包括原料仓库、三车间、一车间、食堂、废弃仓库、废弃水处理车间及部分道路的区域，以及厂房墙壁内侧表层的废渣污染区。

C 区域为副废渣堆区以及水塘南侧部分污染区域。

D 区域为围墙北侧河床地带污染区域。

依据项目施工进度计划表，废渣开挖治理顺序为 D 区域、A 区域、C 区域、B 区域。

#### 4.4.3.2 试验设计

本设计采用益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程委托的试验和检测结果，该单位试验报告推荐的固化稳定化配方：药剂种类为水泥和晶化剂，设计投加比例暂按 12%水泥（重量比），1%晶化剂（重量比）。

试验报告推荐的工艺条件：拌合均匀后加水拌合至糊状，但表面不得有析水，固化稳定化后废渣的含水率为 13%左右（重量比），搅拌时间视物料干湿状况以及污染程度条件下的投加比例而定。

水泥：采用 P.S.A 22.5 级矿渣硅酸盐水泥，要求水泥应新鲜、干

燥、无结块现象。

4.4.3.3 工艺流程

废渣固化稳定化施工采用粗筛、破碎、加药、加水、搅拌、检测等步骤，工艺流程如下：

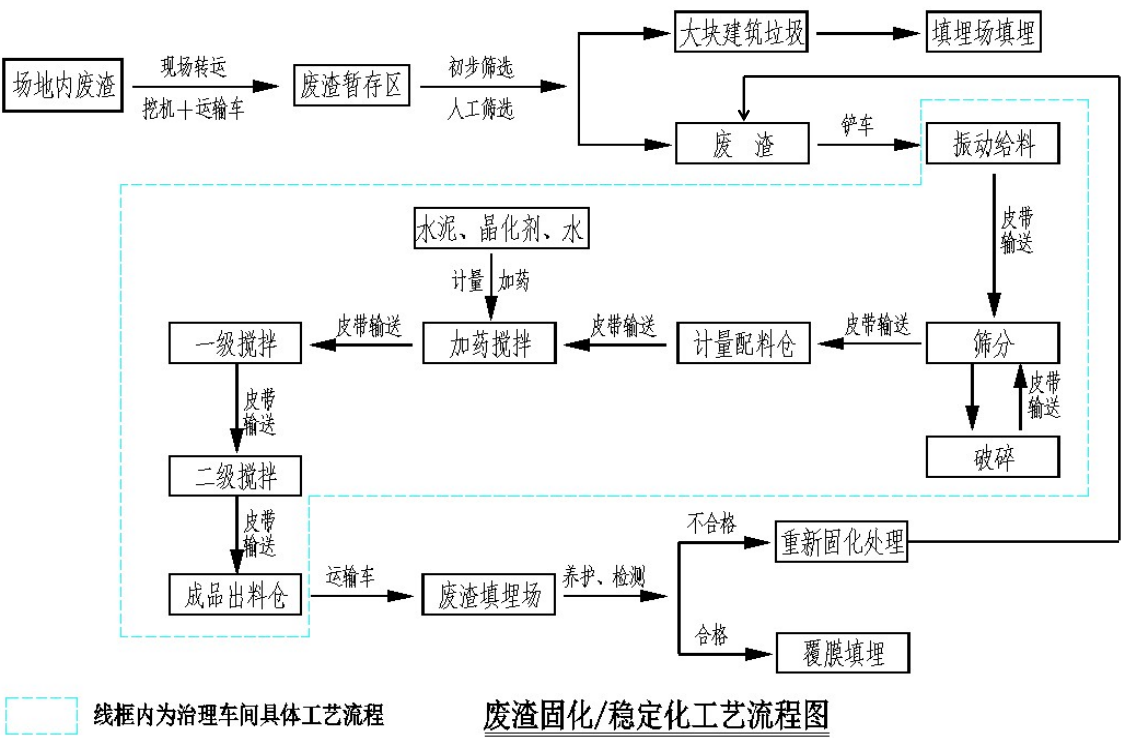


图 4.4-3 废渣固化稳定化工艺流程图

4.4.3.4 设备配置及厂房布置

（1）主要设备

破碎设备一台：废渣（危废）原始堆积粒径小于 3cm，故本设计根据多碎少磨的原则，破碎产品粒度确定为  $P_{80}=30\text{mm}$ 。选用 1 台可满足生产的需要。

筛分设备 1 台：本次设计选用在中国应用成熟的圆振动筛，其特点是筛分效率高，运行稳定，根据破碎筛分工艺流程的特点，双层筛

1 台，上层筛孔初步选定为 30mm，下层筛孔为 12 mm，筛分面积 8.64m<sup>2</sup>，电机功率为 15kw。振动筛给渣量：200 t/h，每台圆振筛的生产能力约 200t/h，选用 1 台可满足生产的需要

搅拌设备 2 台：本次设计选用国内自主研发的搅拌设备，采用变频系统和智能控制系统，处理能力 300t/h，料斗容量 6m<sup>3</sup>，处理废渣直径 100mm。

（2）固化废渣（危废）固化稳定化车间包括废渣暂存和药剂存放单元（206.51m<sup>2</sup>）、废渣（危废）固化稳定化单元（783.34m<sup>2</sup>）、出料废渣单元（34m<sup>2</sup>）、废渣出料暂存单元（4067.47m<sup>2</sup>）、检测取样单元（103.25m<sup>2</sup>）、水电等附属单元（103.25m<sup>2</sup>）及现场和出场交通路线单元（1077.46 m<sup>2</sup>）共 8 个单元稳定化车间组成。

### （3）厂房布置方案

根据现场现有厂房条件，固化稳定化车间充分利用现有厂房设施，减少厂房建设费用。

破碎筛分单元、固化稳定化单元、出料废渣单元呈 U 型布置。充分利用现有厂房条件，废渣采用皮带传输形式进入到下一个作业。

固化稳定化车间所用各种药剂存放单元均配置在加药点附近，减少药剂输送的距离，有利于生产管理。

实验化验室设在厂区南侧，便于今后生产中取样、送样化验。

#### 4.4.3.5 实施技术要求

1、首先对废渣区域地上废弃建筑物进行拆除；

2、固化稳定化车间建设；

3、根据场地调查报告中确定的重金属污染区域，将废渣堆表面大粒径的建筑垃圾进行粗筛；

3、对废渣进行定线、开挖，采用挖掘机和装载机运至废渣暂存仓内，进行暂存；废渣开挖以拆除后基准高程为基准，开挖范围和深度应结合场地调查报告确定。废渣开挖、运输及固化稳定化施工应单独进行。应在废弃建筑物拆除同时，开挖受污染的墙壁，将受污染的废弃物进行单独存放待处理。

4、废渣经初步破碎、筛分处理后，按照设计的废渣、固化稳定化药剂、水分的投加比例，采用装载机运输废渣至传送皮带，进行自动计量，在搅拌设备自动计量加药系统添加固化稳定化药剂和水分；

5、完成配料后，废渣与固化稳定化药剂、水分在搅拌设备中进行搅拌混合反应，混合搅拌至糊状，但表面不得有析水，搅拌时间视物料干湿状况以及污染程度条件下的投加比例而定。

6、进场前废渣需要经过抽检，检测重金属含量、pH 值、含水率，达到《危险废物填埋污染控制标准》（GB18598）表 5-1 入场限值要求后，进入危险废物填埋场进行回填。

#### 4.4.4 土壤修复和植被恢复设计

##### 4.4.4.1 土壤修复处理规模

1、对污染土壤使用螺旋钻进行原位深层混合。螺旋钻搅拌装置通过坚固的结构直接穿透软土地基表面，有效地混合土壤。作业流程包含地面开凿、钻孔和药剂注入搅拌。搅拌装置安装于挖掘机上。土



壤稳定化通过钻孔机械将药剂与受污染土壤直接混合，采用压缩空气将干粉稳定剂通过软管输送到滚轴的中间实现均匀搅拌。

2、土壤稳定化处理工艺为先进行土壤翻挖，再加药剂搅拌，最后养护 2~3 天。土壤处理量为 44300m<sup>3</sup>。

3、土壤修复处理规模为 1500~1650m<sup>3</sup>/d，工期为 30 天。

4、本项目土壤修复达到后续风光带建设用地土壤标准限值，满足后续开发利用需求

4.4.4.2 土壤修复工艺流程

土壤稳定化处理工艺为“生石灰+晶化剂”。工艺流程如图 4.5-4：

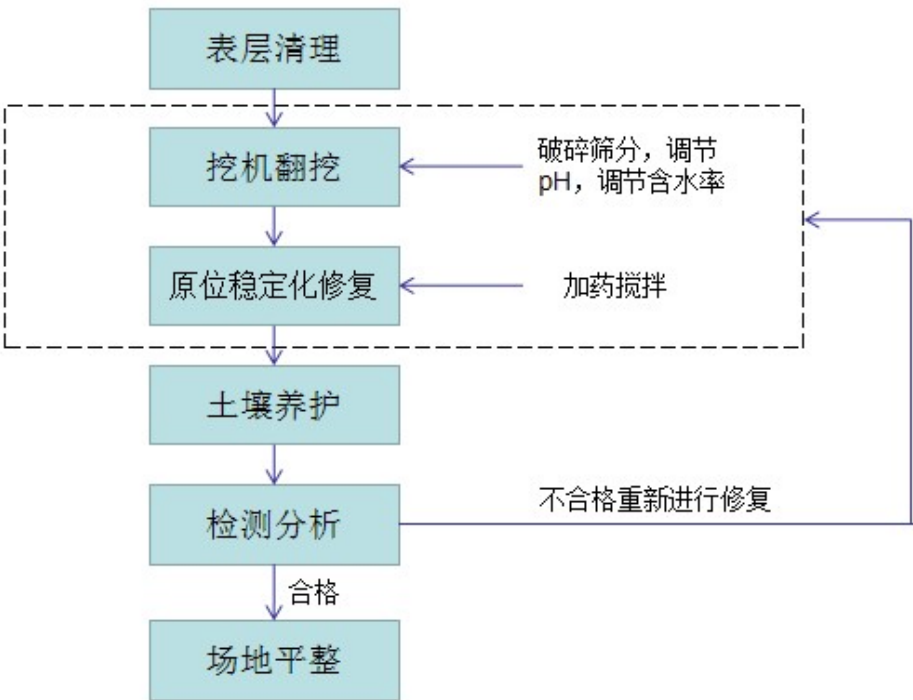


图 4.4-4 土壤修复工艺

根据场地调查圈定的重金属污染范围，土壤修复区域进行划分为 A、B、C、D 等四个区域（区域范围同废渣分区），每块区域的废渣

清理挖掘后开始实施土壤修复工程。

将受重金属污染的土壤从污染区域划分网格，网格大小为 4m\*4m，按照预先计算的土壤和修复药剂投加配比，进行称重配料，通过钻头进入土壤完成搅拌混合。搅拌时间视土壤干湿状况以及污染投加配比而定。同时检测重金属含量，达到后续风光带建设用地土壤标准限值，满足后续开发利用需求。

#### 4.4.4.3 植被恢复

植被恢复具体实施：

（1）根据场地现状进行平整，全部采用客土填方。客土回填：对场地进行全面覆土，本项目设计的客土厚度为 50cm。

（2）植被恢复拟采用撒播草籽方式。撒播草籽量为 25g/m<sup>2</sup>。草籽采用黑麦草 300kg。

#### 4.4.5 渗滤液水处理工程设计

##### 4.4.5.1 处理规模

依据由湖南国网环境科学研究院有限公司编制的《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程环境影响报告书（报批稿）》（以下简称《环评报告》）中经过水量核算得到的规模要求为：“污水处理站按 10m<sup>3</sup>/h 处理废水”，本项目的处理规模为 10m<sup>3</sup>/h、240 m<sup>3</sup>/d。

##### 4.4.5.2 进出水水质

本项目进水水质依据《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废

渣污染综合治理工程场地环境调查报告》（报告编号：XJHB20160069）中地下水污染调查结果中的超标污染物进行设计。

依据《环评报告》中要求，本项目处理出水的排放标准为《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中表 1 中第一类污染物最高允许排放浓度和表 4 中一级标准后通过提升泵中水回用至废渣固化稳定化处理或通过提升泵站排入团洲污水处理厂。

#### 4.4.5.3 工艺流程及说明

废水处理工艺为“铁盐法+砂滤+活性炭吸附”。工艺流程如图

4.5-5:

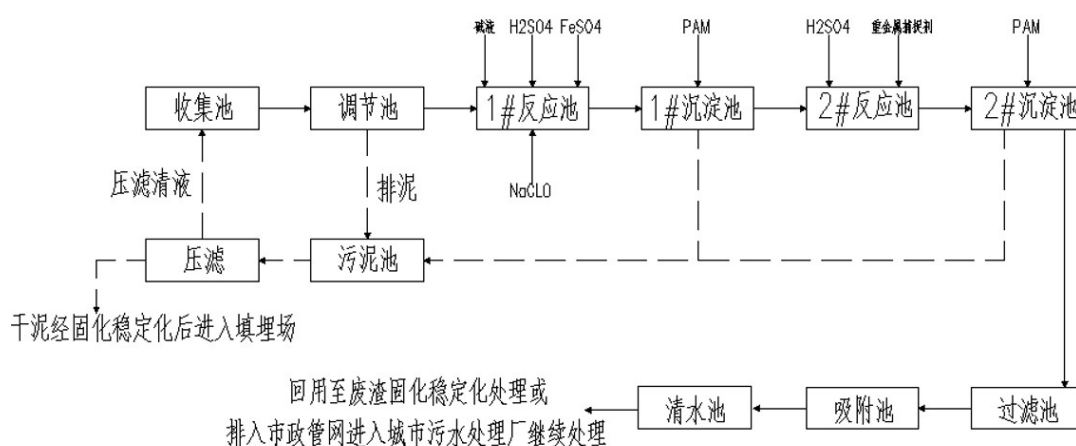


图 4.4-5 废水处理工艺流程

初期雨水以及渗滤液经收集后提升至调节池中均质均量，并在第一级沉淀池中去除大部分泥沙，调节池出水泵入反应池中，通过调整合适的 pH 以及投加晶化剂和次氯酸钠，使废水中的砷、锑污染物生成（亚）砷酸铁和（亚）锑酸铁沉淀，并结合氢氧化铁的吸附共沉作用，将大部分的砷、锑等金属污染物以及悬浮物在第二级沉淀池中沉

淀去除；沉淀池出水自流进入砂滤池，再自流进入活性炭吸附池，进一步的深度去除悬浮物及残留的砷、锑等污染物，出水用于废渣固化稳定化处理或排入市政管网进入城市污水处理厂继续处理达标后排放。

调节池沉淀的泥沙、沉淀池污泥以及砂滤及活性炭吸附的反洗出水均排入污泥池，经板框压滤成干渣外运至配套建设的危废填埋场处置，压滤清液自流进入废水收集池。

## 4.5 工程实际完成情况

### 4.5.1 止水帷幕的建设

根据所治理的范围、各部位地质条件、周围环境和场地使用条件等不同情况综合考虑，本工程止水帷幕采用单排高压旋喷桩帷幕形式，平面位置根据场地及地质条件综合确定，共划分为 A、B、C、D、E、F、G 段。帷幕桩施工采用三重管高压旋喷工艺，设计桩径 800mm。采用 P.S.A 32.5 级矿渣硅酸盐水泥，采用水泥新鲜、干燥、无结块现象。高压旋喷桩分段跳打，相邻桩体间隔施工时间不小于 48h，先施工桩体凝固后再进行后桩体的施工。当喷射注浆因故中途停喷后，继续注浆时与停喷前的注浆体搭接，其搭接长度不小于 500mm。

施工要点如下：

a) 旋喷桩施工前应通过试成孔确定施工工艺参数。施工控制参数参考值：高压水射流的压力 35~40MPa，高压气流压力宜取 0.5~0.8MPa，高压水泥浆液压力 2MPa，水泥浆流量 80~150L/min，提升速度宜为 8~15cm/min，旋转速度为 5~15r/min。水泥浆的水灰

比宜为 0.9~1.1，水泥掺量宜取土的天然质量的 25%~40%，每延米水泥用 450kg~500kg。

b) 喷射注浆管插入孔内，喷嘴达到设计标高后方可喷射注浆，喷射注浆应由下往上进行作业；喷射注浆参数达到规定值后，按照三重管法施工工艺要求提升注浆管，停止喷射的位置宜高于帷幕设计顶面 1m；喷射注浆后当浆液析水、液面下降时，应进行补浆。

c) 在旋喷注浆过程中出现压力骤降、上升或冒浆异常时，应查明原因并及时采取措施。

d) 当喷射注浆因故中途停喷后，继续注浆时应与停喷前的注浆体搭接，其搭接长度不应小于 500mm。

e) 施工前应进行试成桩，检测水泥土固结体的尺寸、搭接宽度、固结体渗透系数。

依据《益阳市原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣综合治理工程环境监理总结报告》，止水帷幕建设过程中监理单位全程在场，施工时段：10 月 1 日止水帷幕开始试桩，10 月 30 日止水帷幕完工，止水帷幕实际长度 264.4m，共打桩 452 根，帷幕距围墙距离 2m，止水帷幕设计深度为打进强风化板岩不小于 1m。止水帷幕修建成功后有效防止了污染的地下水和雨水冲刷开挖区域产生的渗滤液流入志溪河。止水帷幕施工阶段打桩现场照片见图 4.5-1。



图 4.5-1 止水帷幕施工



#### 4.5.2 填埋场的建设

填埋场的选址变更：依据《原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣安全处置项目养护场地变更环境影响说明》，根据多方论证，本着就近处置的原则，决定对益阳市原锑品冶炼厂（华昌）历史遗留废渣在原华昌冶炼厂厂区内进行填埋处置，填埋场设置在厂区内东南角。已取得益阳市环保局的批复。

填埋场施工建设分为基坑开挖和边坡支护和底部平整、防渗层铺设、导流层铺设、顶部防渗层铺设和覆土绿化等阶段。

##### （1）基坑开挖和边坡支护和底部平整

依据《益阳市原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣综合治理工程环境监理总结报告》：2018年8月，厂房和办公楼已在上阶段拆除完毕，开展基坑土方挖掘以及内外运工作，在基坑挖掘达到最大深度后甲方委托第三方测量单位对进坑进行了标高测量。施工单位对边坡进行挂网喷浆，边坡钢筋铺设横向与纵向距离为20cm×20cm，边坡混凝土喷射厚度不低于10cm，底部黏土压实度不低于95%。具体施工情况见图4.5-2~图4.5-4。



图 4.5-2 填埋场基坑开挖前现场



图 4.5-3 填埋场基坑边坡支护情况



图 4.5-4 基坑库底平整

## （2）防渗层铺设

库底防渗层铺设在第三方检测单位进行库底压实度测量合格后进行，防渗层自下而上依次为黏土层、土工布、1.5mmHDPE 防渗膜、土工布、土工格栅、土工布、钠基膨润土垫、2.0mmHDPE 防渗膜、土工布。

HDPE 防渗膜的铺设与焊接作为整个防渗系统的核心，防渗膜铺设与焊接的工艺要求如下：

①HDPE 土工膜表面不允许有损害土工膜的污物、燃料或喷溅的化学物或化学斑点，焊接时不幸用干净纱布擦干（燥）擦净。

②土工膜焊接应在气温 5℃以上、风力以下并无雨、无雪的天气进行。如在雨天施工，必须采取可行的措施。

③HDPE 土工膜施工过程中严禁生拉硬扯，以避免产皱纹，影响

产品焊接质量。

④禁止将火种带入施工现场，施工现场严禁吸烟。现场存放的土工膜材料不得长时间暴晒，并远离火源。

⑤不允许任何车辆直接在 HDPE 及无纺布上直接通行。

⑥为了避免由于温度变化导致材料收缩、皱纹现象或使用材料发生应力，因此铺设完的 HDPE 土工膜需要及时焊接，待检查合格后及时覆盖保护材料。

⑦已铺设的土工膜在调整后不能损害已安装好的土工膜。

⑧施工中要备齐足够的临时压载物（土袋或砂袋）以防止铺设好的土工膜被风刮起。

依据《益阳市原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣综合治理工程环境监理总结报告》：在防渗膜铺设完毕后，监理单位人员联合跟审单位对防渗膜焊缝闭气性检验进行了全程旁站监督，对测试气压达不到 0.24MPa 的焊缝进行标记记录，要求施工单位进行补焊后再通知监理检查。分包单位随即对焊缝进行了全面检验修补，在全部自检后再次通知施工单位及监理单位进行焊缝闭气性测试，第二次焊缝闭气性检测全部合格。



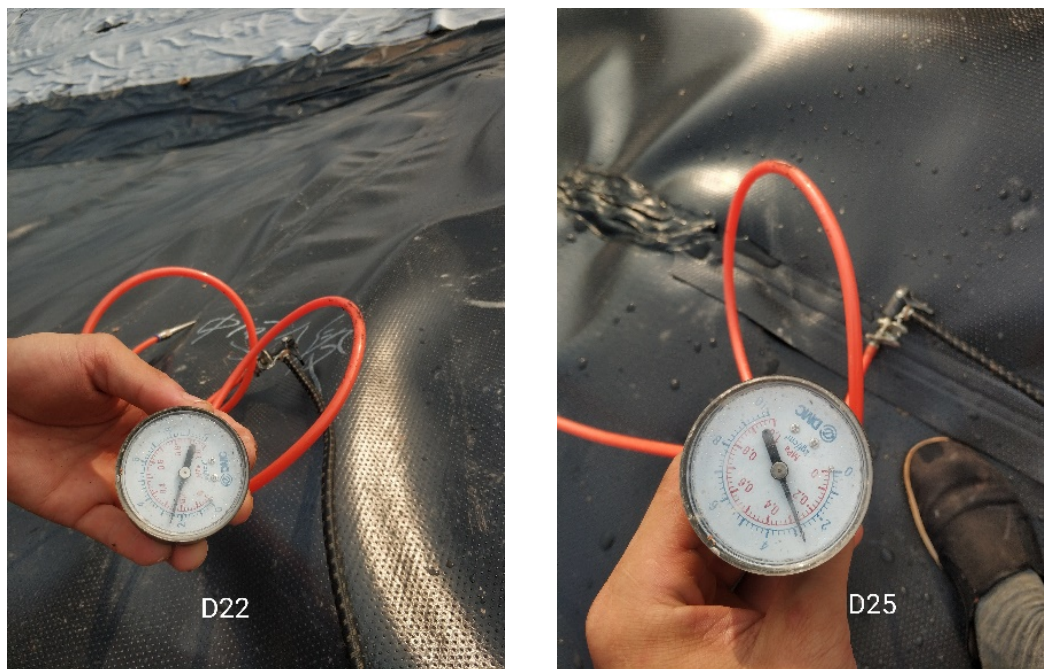


图 4.5-5 填埋场边坡焊缝闭气性检验部分现场照片

至基坑防渗膜全部铺设完成，共铺设 HDPE 防渗膜共两层（1.5mm 和 2.0mm 防渗膜），使用防渗材料面积为 37804.08m<sup>2</sup>，现场照片见图 4.5-6。



图 4.5-6 填埋场防渗膜铺设全景

### （3）导流层铺设

填埋场底部须铺设卵石导流层以便于填埋场内雨水渗滤液汇集通过提升泵抽出，并于场区污水处理站处理。填埋场库底在防渗层施工完毕后进行卵石导流层铺设，在 2.0mmHDPE 防渗膜上方铺一层土工布后再在土工布上铺设卵石，施工方采用溜槽将卵石运输至库底，并在施工人员手拉车道路上铺设木板，减少卵石层铺设对库底防渗层的影响，现场照片见图 4.5-7。







图 4.5-7 溜槽运输卵石至填埋场库底照片

在库底预设的集水沟中铺设卵石，中间埋花管。花管汇聚到填埋

场库底北侧的集水池中，统一使用提升泵输送至污水处理站处理。导流层铺设卵石粒径为 10-30mm，卵石导流层铺设 2608.95m<sup>3</sup>。

#### （4）顶部防渗层及覆土绿化阶段

填埋场顶部铺设 1m 厚黏土压实，再铺设单层防水膜，如图 4.5-8 所示。

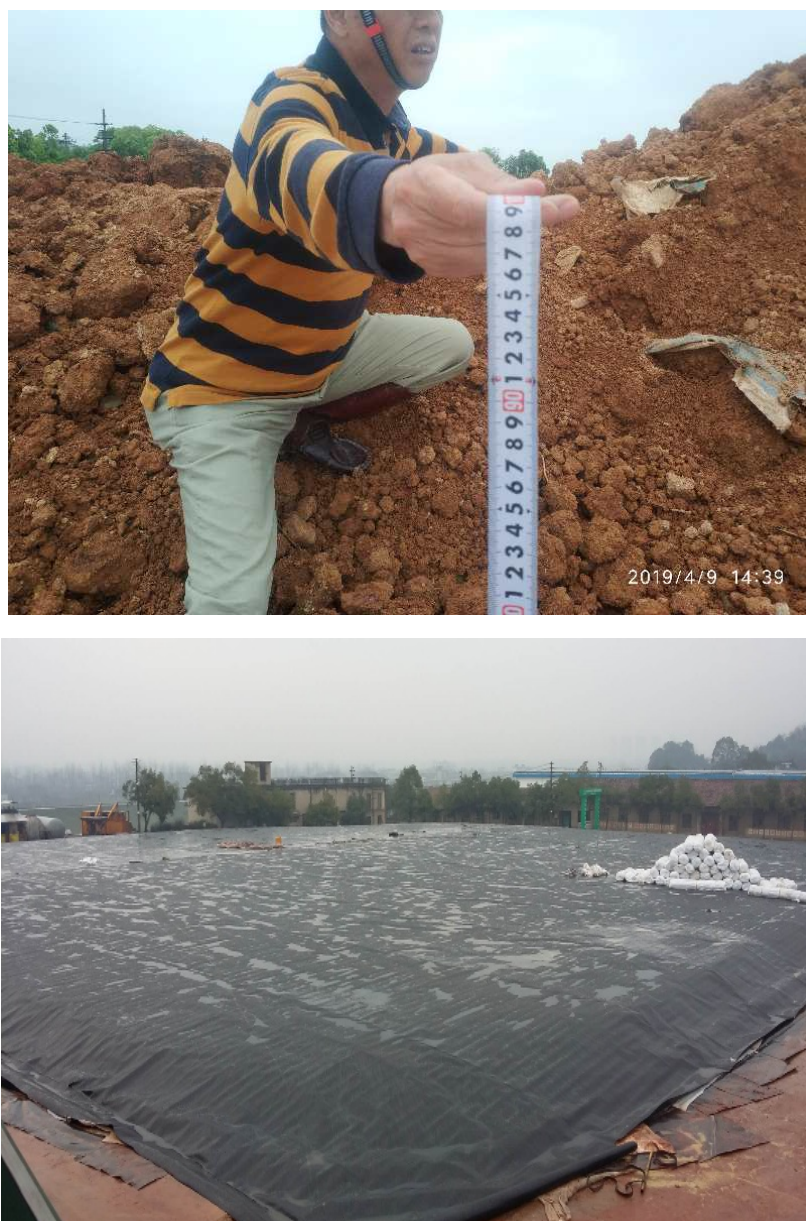


图 4.5-8 顶部覆土覆膜照片

填埋场顶部铺设防渗和黏土层后进行绿化，填埋场顶部铺设草



皮，定期养护，更换未能存活的草皮。见图 4.5-9。

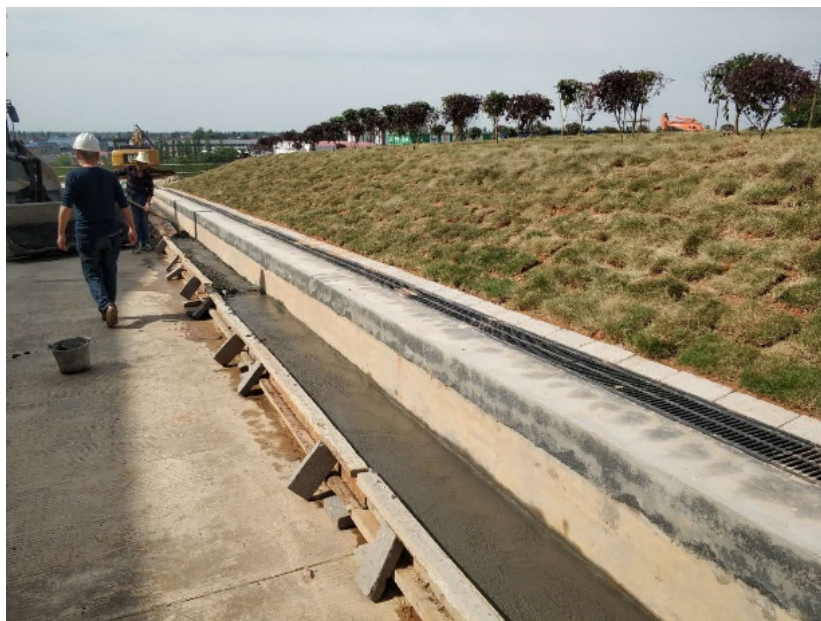




图 4.5-9 场地覆土绿化照片

填埋场建设符合《危险废物安全填埋处置工程建设技术要求》和《危险废物填埋污染控制标准》（GB 18598-2001）。

#### 4.5.3 废渣的固化稳定化

##### （1）废渣处理阶段

废渣和污染土壤使用运输车辆提前运输至场内暂存间暂存，暂存间底部铺设 HDPE 防渗膜，防渗膜上层铺设为 10cm 后混凝土，防止废渣堆存过程中渗滤液下渗污染土壤和地下水，暂存车间防渗见图 4.5-10。





图 4.5-10 暂存车间防渗层照片

废渣处理工艺流程为：震动給料+反击破碎+配料+加药剂、水泥混合+出料+填埋场养护，在处理车间内废渣的运输依靠传送带，在车间与填埋场之间运输依靠车辆运输，处理设备见图 4.5-11。





图 4.5-11 废渣处理照片



原华昌铋业厂房拆除时的污染建筑垃圾和 0.5m 深的污染表层土在拆除阶段暂存于修筑防渗层的废渣暂存间，污染建筑垃圾经浸泡、冲洗，外运处理；表层污染土进入废渣预处理车间进行固化稳定化处理，重金属污染土壤挖出后经初筛去除大块建筑垃圾，进入危废暂存车间暂存，然后进入预处理车间固化处理。处理工艺流程简述如下：废渣使用传送带运输，经反击式破碎机将废渣处理至粒度均匀，然后添加晶化剂，进入搅拌机内与水泥加水搅拌均匀。预处理设备调试完成后最高日处理废渣量为 1300m<sup>3</sup>。

施工前期污染土壤含水率低，采用的废渣稳定化/固化处理工艺为“废渣+水泥+晶化剂”，药剂添加比例为单位废渣+12%水泥+1%晶化剂+13%水（重量比）；

施工后期开挖深度较深，局部地下水渗出导致污染土壤含水率高，废渣处理采用粉煤灰预拌和的方法处理，各项配比为粉煤灰 20wt%+10wt%水泥预拌和，进入车间后再加 5wt%水泥进行拌和。以下为废渣填埋现场图：





图 4.5-12 废渣分层养护填埋照片

（2）废渣监测方案

由于本项目2019年1月就已经完成了废渣的填埋，并已进行了封场绿化，所以废渣治理效果将引用施工期的资料进行评估，根据《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程监测方案》，按工程进度，填多少取多少，按照每500m<sup>3</sup>取一个样，采用梅花布点法及时取样监测。执行《危险废物填埋污染控制标准》GB 18598-2001标准要求。项目填埋场总共处理废渣分为九层，每层高度90cm-130cm不等，每层取样布点如下：

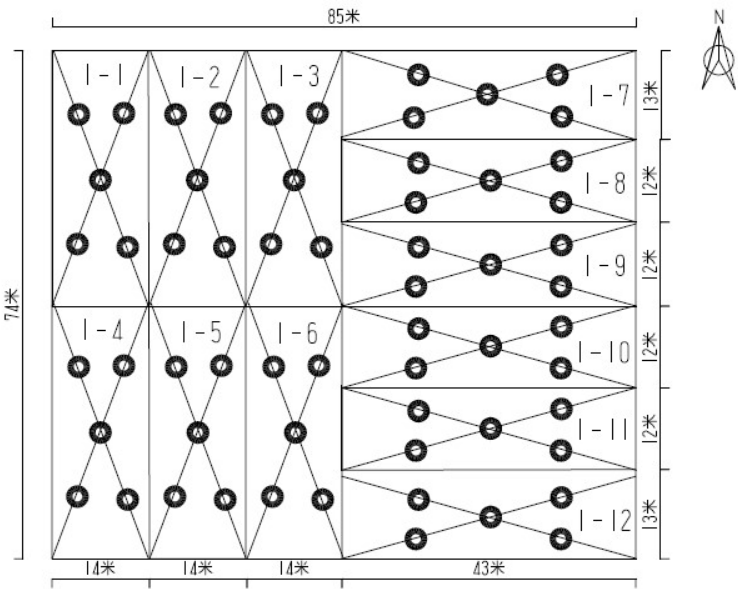


图4.5-13 项目废渣填埋场第一层采样图

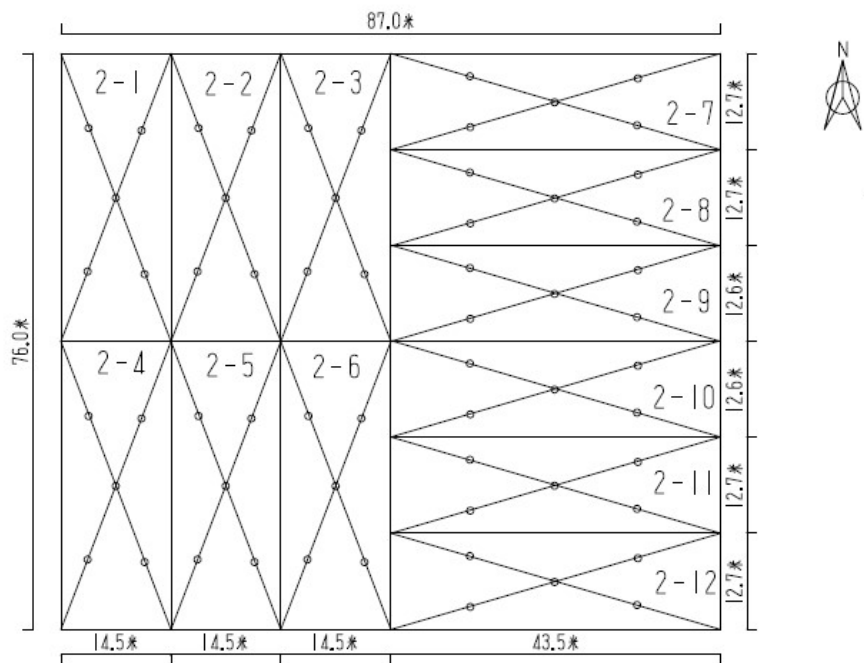


图4.5-14 项目废渣填埋场第二层采样图

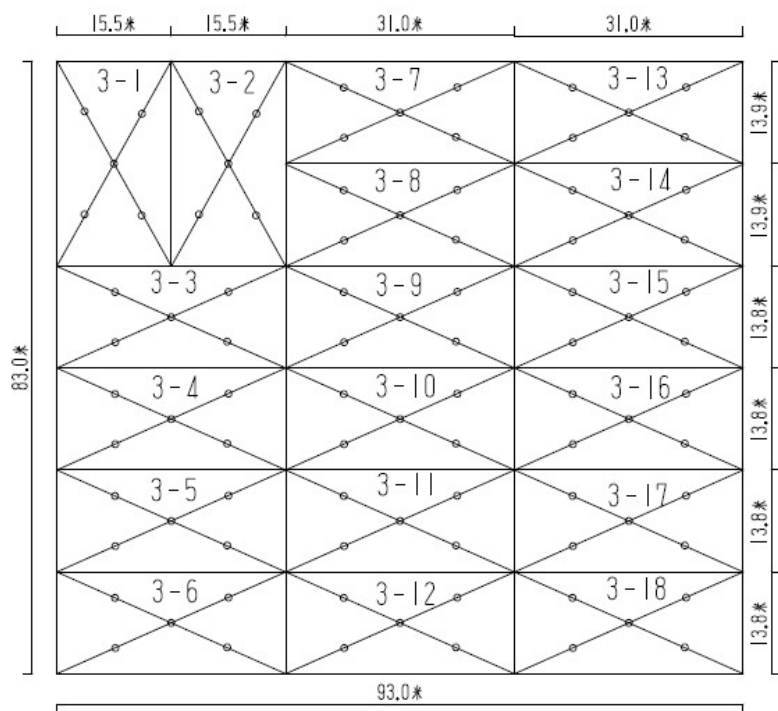


图4.5-15 项目废渣填埋场第三层采样图

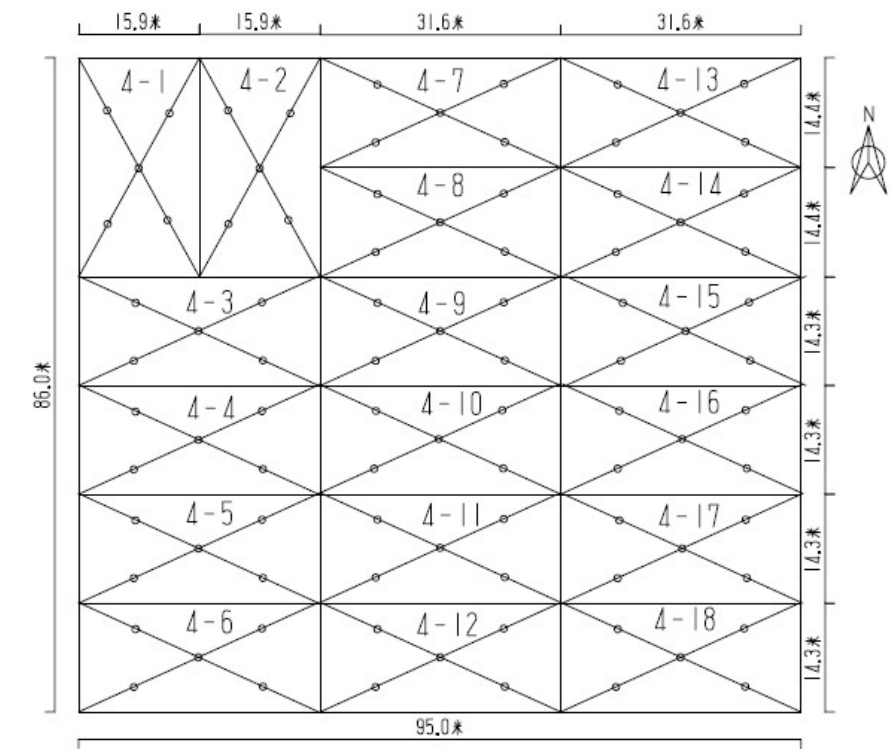


图4.5-16 项目废渣填埋场第四层采样图

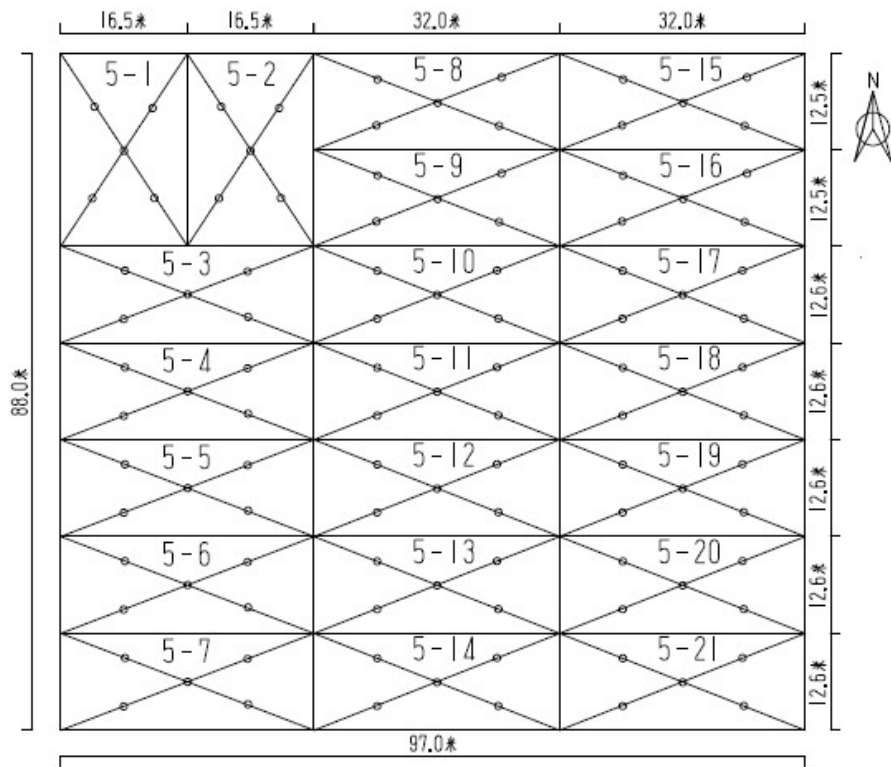


图4.5-17 项目废渣填埋场第五层采样图



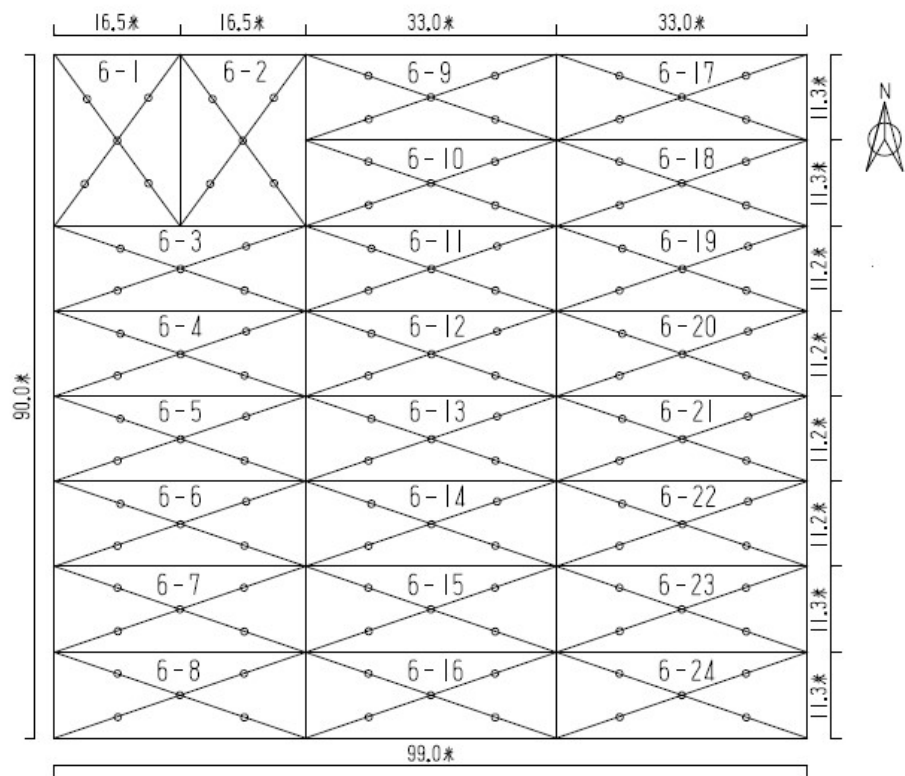


图4.5-18 项目废渣填埋场第六层采样图

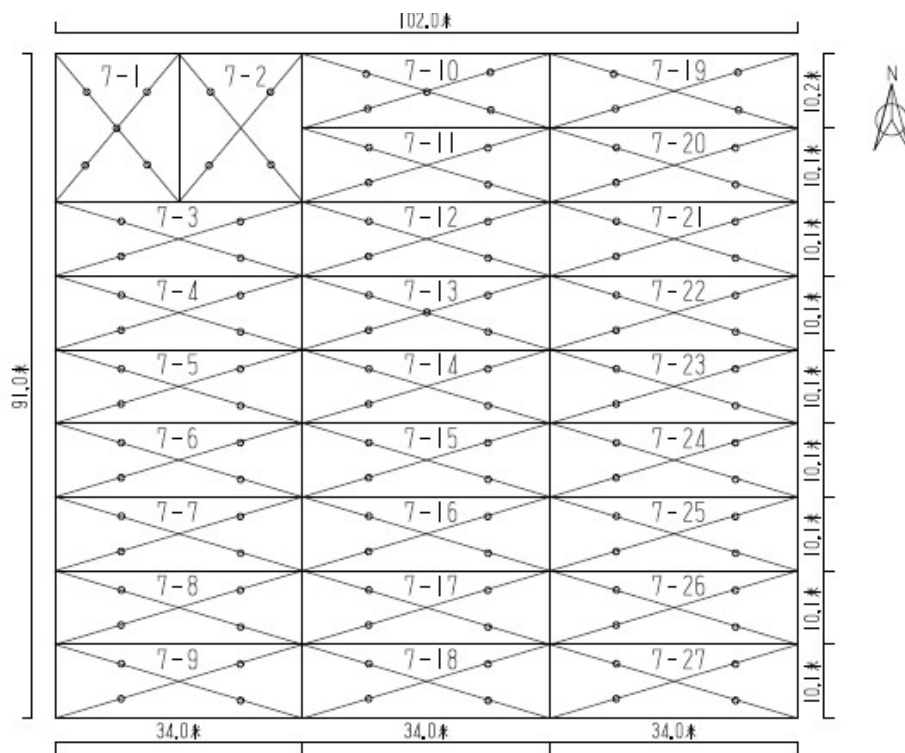


图4.5-19 项目废渣填埋场第七层采样图



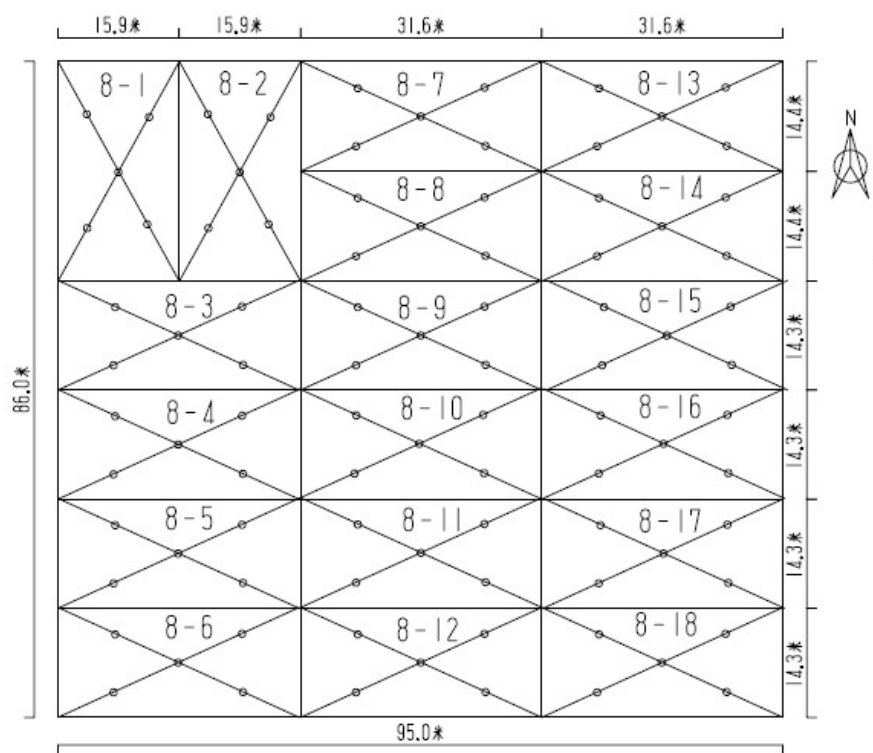


图4.5-20 项目废渣填埋场第八层采样图

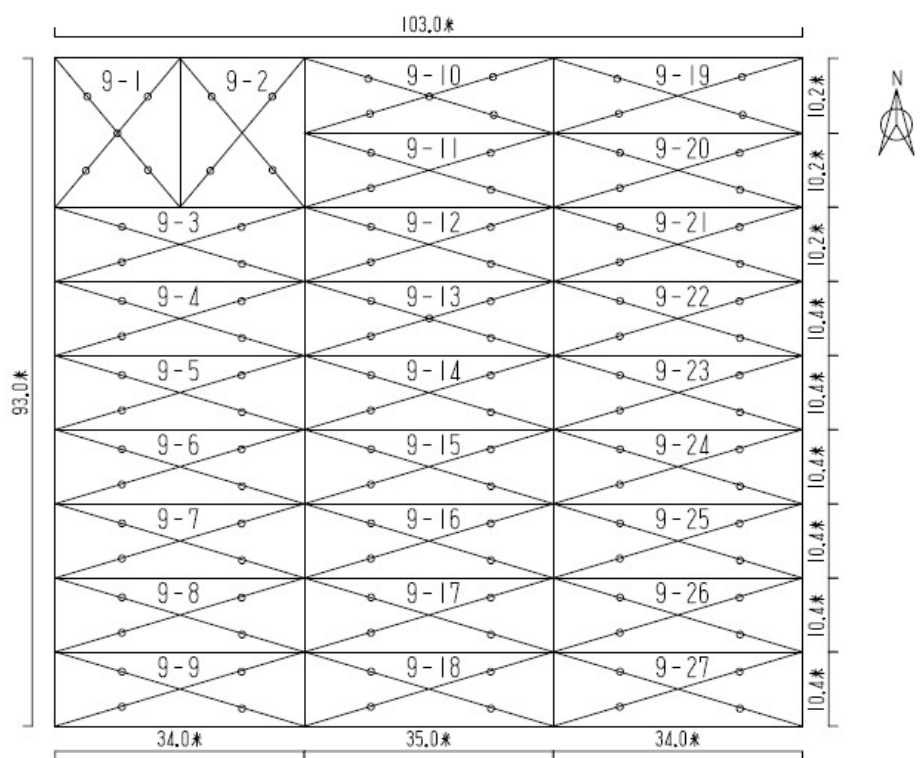


图4.5-21 项目废渣填埋场第九层采样图



图4.5-22 废渣钻孔取样照片

项目废渣填埋场区域内所有废渣浸出浓度满足《危险废物填埋污染控制标准》（GB 18598-2001）要求，监测过程有不合格的废渣都重新处理后达标再填埋。废渣检测结果依据《原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣污染治理工程废渣检测报告》。

### （3）废渣清运完成

根据《关于原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣治理工程废渣开挖已清理完工专题研讨会议纪要》，领导和专家们一致认为工程施工项目中对主、副渣堆的废渣开挖清理的施工符合环评批复、工程设计、地勘等方面的要求，废渣开挖清理已到位。下图是废渣清理完毕航拍图：



图 4.5-23 废渣清理完毕航拍图

#### 4.5.4 土壤修复

##### （1）土壤修复阶段

将受重金属污染的土壤从污染区域划分网格，网格大小为  $4\text{m} \times 4\text{m}$ ，按照预先计算的土壤和修复药剂投加配比，进行称重配料，通过钻头进入土壤完成搅拌混合。搅拌时间视土壤干湿状况以及污染投加配比而定。同时检测重金属含量，达到后续风光带建设用地土壤标准限值，满足后续开发利用需求。

项目土壤修复使用原位土壤修复机械，将药剂通过软管输送至土壤原位修复机械的搅拌头处，在搅拌头启动时输送药剂，从而使土壤与药剂混合均匀。药剂的搅拌设备和输送管道均密闭，此环节产生扬尘较少。土壤原位修复机械和药剂搅拌设备见图 4.5-14。





图 4.5-24 土壤原位修复机械和药剂搅拌设备照片

对于岩石层或地质情况较硬的区域以及原位修复机械不能达到的边坡，采用表面覆盖药剂，利用雨水渗透将药剂带入土壤深层，达到修复的目的。



图 4.5-25 边坡土壤修复喷撒药剂后照片

## （2）绿化阶段

根据场地现状进行平整，全部采用客土填方。客土回填：对场地进行全面覆土，本项目设计的客土厚度为 50cm。

植被恢复拟采用撒播草籽方式。撒播草籽量为  $25\text{g}/\text{m}^2$ 。草籽采用黑麦草 300kg。

### 4.5.5 渗滤液污水处理站

场区建设一座污水处理站，用于处理场区含有重金属的废水。重



金属废水的产生主要来源于雨水冲淋废渣开挖区域和填埋场内渗滤液。污水处理站反应池、沉淀池、吸附池采用钢结构，沉淀池为斜板沉淀池，底部有淤泥出口。工艺流程图如下图所示：

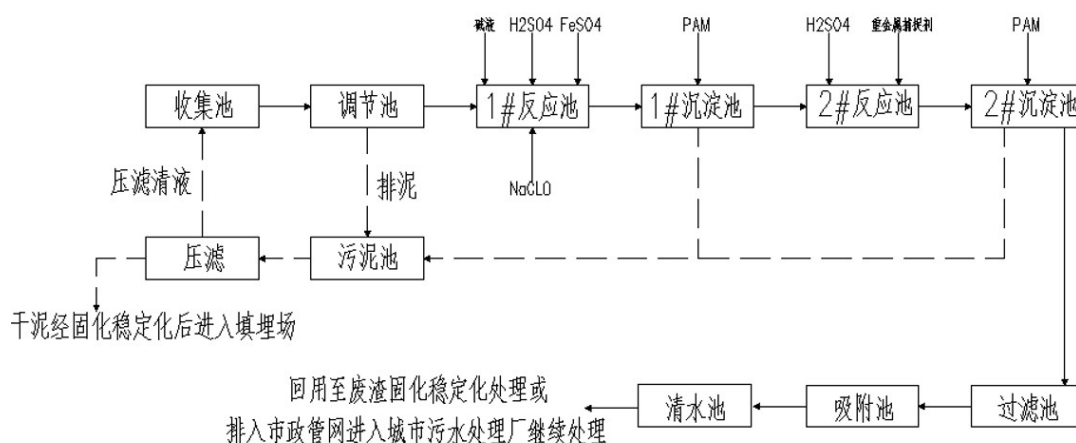


图 4.5-26 污水处理站工艺流程图

其工艺流程说明如下：

初期雨水以及渗滤液经收集后提升至调节池中均质均量，并在第一级沉淀池中去除大部分泥沙，调节池出水泵入反应池中，通过调整合适的 pH 以及投加晶化剂和次氯酸钠，使废水中的砷、锑污染物生成（亚）砷酸铁和（亚）锑酸铁沉淀，并结合氢氧化铁的吸附共沉作用，将大部分砷、锑等重金属污染物以及悬浮物在第二级沉淀池中沉淀去除，沉淀池出水自流进入砂滤池，再自流进入活性炭吸附池，进一步深度去除悬浮物及残留的砷、锑等污染物，出水用于废渣固化稳定化处理或排入市政管网进入城市污水处理厂继续处理达标后排放。

调节池沉淀的泥沙、沉淀池污泥以及砂滤、活性炭吸附的反洗出水均排入污泥池，经板框压滤成干渣外运至配套建设的危废填埋场处置，压滤清液自流进入废水收集池。





图 4.5-27 污水处理站设备安装建设阶段照片

污水处理出水的 pH、砷、化学需氧量、悬浮物满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 中第一类污染物最高允许排放浓度和表 4 中三级标准，锑满足《锡、锑、汞工业污染物排放标准》（GB 30770-2014）。

4.5.6 主要工程量完成情况

表 4.5-1 主要工程量完成表

序号	工作内容	计划完成工程量	完成工程量
1	土方开挖	78266m <sup>3</sup>	78266m <sup>3</sup>
2	基坑支护	3107.20 m <sup>2</sup>	4626.07m <sup>2</sup>

3	1.5 厚 HDPE 防渗膜 铺设	13342.08 m <sup>2</sup>	13219.64 m <sup>2</sup>
4	7mm 厚复合排水网 格	13342.08 m <sup>2</sup>	19507.267 m <sup>2</sup>
5	4800g/m <sup>2</sup> GCL	13342.08 m <sup>2</sup>	13219.64 m <sup>2</sup>
6	2 厚 HDPE 防渗膜铺 设	13342.08 m <sup>2</sup>	13219.64 m <sup>2</sup>
7	长丝无纺土工布 600g/m <sup>2</sup>	13342.08 m <sup>2</sup>	19507.267 m <sup>2</sup>
8	长丝无纺土工布 200g/m <sup>2</sup>	7738.6 m <sup>2</sup>	13453.52 m <sup>2</sup>
9	卵石导流层	2321.57m <sup>3</sup>	2608.95m <sup>3</sup>
10	DN250HDPE 管安装	350m	310.5m
11	DN600HDPE 管安装	35m	36m
12	DN800HDPE 管安装	35m	36m
13	C25 道路砼浇捣	按实计量	498.24 m <sup>3</sup>
14	检测井	6	6 座
15	效果评估观察井	3	3 座
16	废渣治理方量	92100m <sup>3</sup>	98100 m <sup>3</sup>
17	废水处理量	按实计量	34819m <sup>3</sup>
18	止水帷幕桩有效长 度	3160.50m	4027.70m
19	土壤原位修复	41600m <sup>3</sup>	44300 m <sup>3</sup>

20	土方回填	19484 m <sup>3</sup>	38953 m <sup>3</sup>
21	撒播草籽面积	12000 m <sup>2</sup>	14475.2 m <sup>2</sup>
22	上部防渗 4800g/m <sup>2</sup> GCL	11374.63m <sup>2</sup>	11364.8 m <sup>2</sup>
23	1.5 厚 HDPE 防渗膜 铺设	11374.63m <sup>2</sup>	11364.8 m <sup>2</sup>
24	7mm 厚复合排水网 格	11374.63m <sup>2</sup>	11364.8 m <sup>2</sup>
25	园林绿化草坪铺设 面积	10372.6 m <sup>2</sup>	9000 m <sup>2</sup>
26	网格梁护坡及生态 植生袋	3562.87 m <sup>2</sup>	无

4.6 其他

4.6.1 社会效益

（1）提高人民群众环境保护意识，环境保护离不开人民群众的监督与参与，本项目通过环境污染综合治理项目的实施，可以提高当地居民的环境保护参与意识，强化群众参与和监督作用，有利于益阳市环境保护工作的良性循环发展。

（2）促进社会安定团结，本项目含重金属废渣造成的环境污染综合整治工程的实施，将使历史遗留废渣进行整治，减少水土流失和地质灾害发生，改善居民生活用水质量，区域生态环境将大为改观，有利于地方经济的发展和社会的稳定。

（3）改善流域内居民健康状况项目实施后，流域水、土壤环境得以整治，有利于周边居民生活质量和健康状况的改善，且资江流域饮用水源的保护和重金属污染的综合整治工作有很大的作用，因此，项目建设有利于保障下游流域居民的水资源环境安全。

#### 4.6.2 环境效益

（1）项目实施后，能够有效改善废渣堆场及周边的土壤生态环境，从根本上消除赫山区土壤及水体污染的一个重大污染源；

（2）废渣堆转运和安全填埋原堆场生态修复后，原废渣堆预计将持步恢复生态功能，逐步恢复其原有生态价值；

（3）项目实施后，还能有效的减少原堆场周边水土流失；

（4）废渣堆及土壤重金属的污染，会随雨水和地面径流逐步扩散至志溪河及周边土壤中，修复治理前，项目周边河水的砷和锑有超标现象，治理后已没有超标的现象，消除了安全隐患。

#### 4.6.3 项目治理前后照片

项目治理前



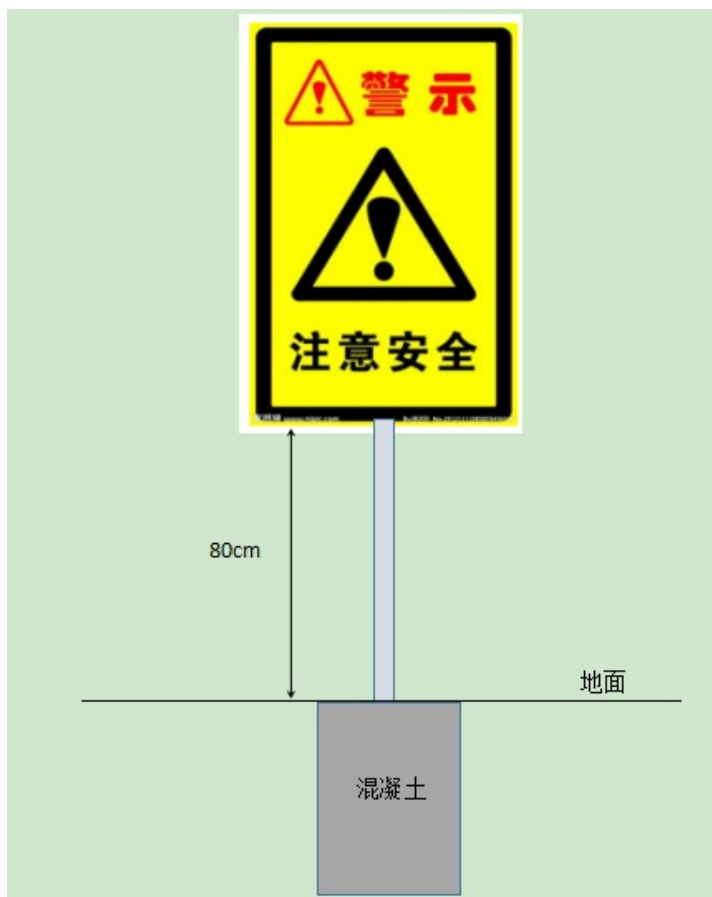


## 项目治理后



#### 4.6.4 项目场地标识标牌

##### （1）基坑警示牌



警示牌尺寸：40×60cm，面板采用不锈钢，立柱采用直径 50mm 的钢管，面板底部距地面 80cm，警示牌基础为 500mm×400mm 现浇混凝土，警示牌共需制作 4 块。

##### （2）绿化保护

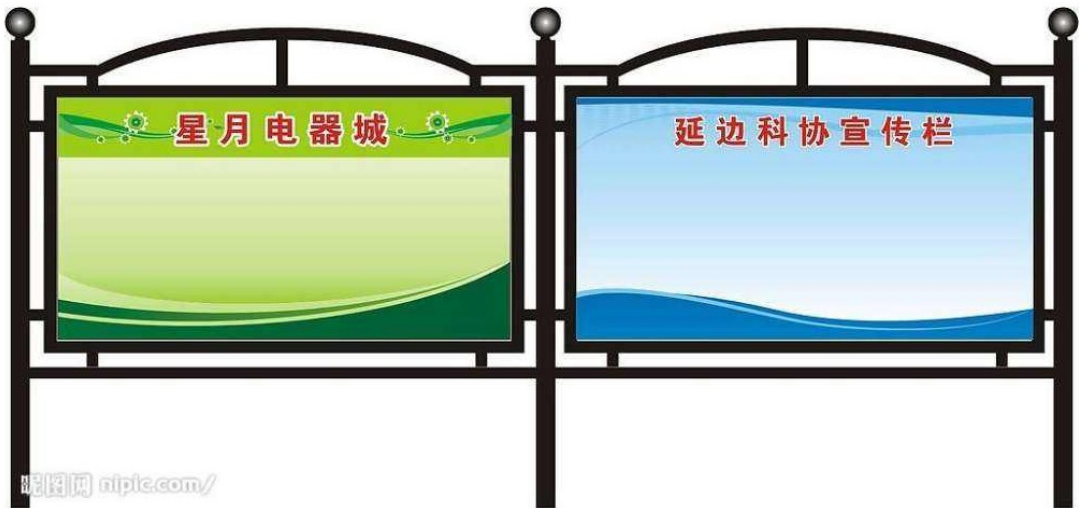




共8块，购买成品

（3）工程概况牌

样式：



内容：

## 原益阳锑品冶炼厂历史遗留废渣治理工程总承包（EPC）项目工程概况

工程名称：原益阳锑品冶炼厂历史遗留废渣治理工程总承包（EPC）项目

建设单位：益阳市赫山区城镇建设投资开发（集团）有限责任公司

施工单位：湖南爱一环保科技有限公司

设计单位：湖南爱一环保科技有限公司

监理单位：湖南省湘咨工程项目管理有限公司

开工日期：2018年8月20日

竣工日期：2019年4月15日

项目主要工程内容：主要工程内容包括止水帷幕工程、填埋场工程、废水处理工程、场地污染土壤修复工程、废渣预处理及填埋工程、场地截排水系统及场区生态景观工程等。

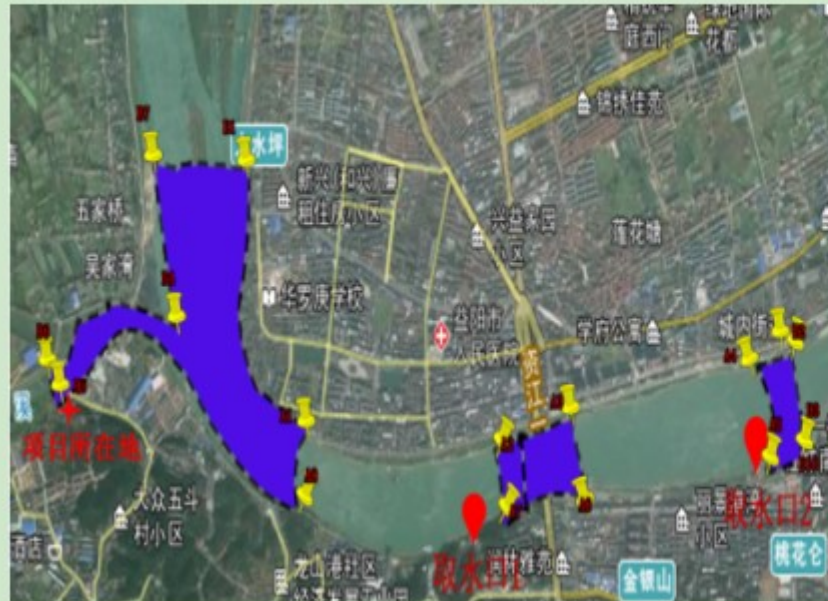


施工前现场航拍图



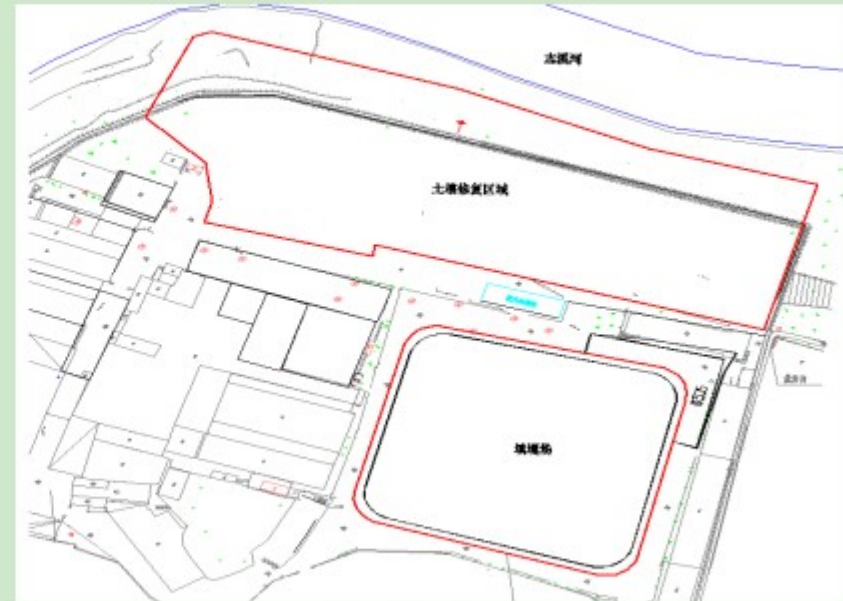
施工后现场航拍图

本项目废渣堆位于志溪河河流下段，接近志溪河至资江出口处，废渣堆所在地下游约 2.7km 处为益阳市自来水取水口。（详见下图）



项目区位图

本项目治理红线范围包括填埋场区域以及土壤修复区域，填埋场区域位于厂区东南侧，土壤修复区域位于厂区西北面临近志溪河一侧。（详见下图）

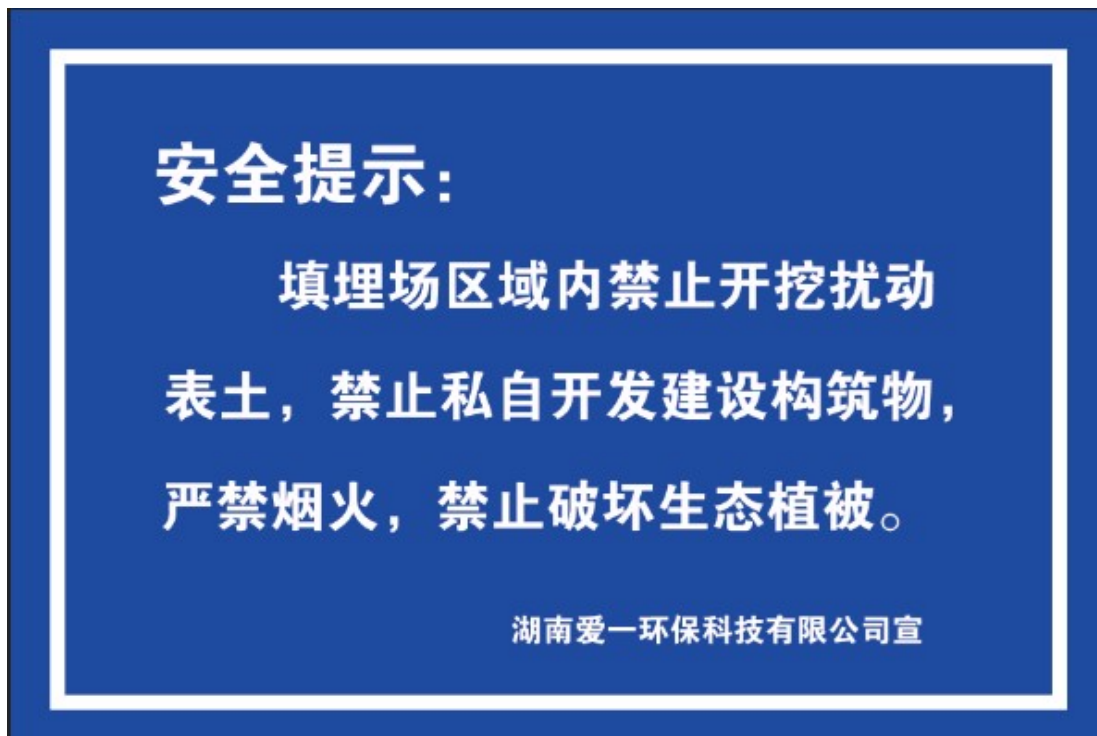


治理红线图



（4）填埋场警示牌

样式：



内容：填埋场区域内禁止开挖扰动表土，禁止私自开发建设构筑物，严禁烟火，禁止破坏生态植被。湖南爱一环保科技有限公司宣

数量：3 块。

尺寸：面板尺寸 120×80cm，面板采用不锈钢板，立柱采用直径 50mm 不锈钢管，面板底部距地面 0.8m，基础采用 500×400mm 混凝土。



图4.6-1 标牌安装位置示意图



## 5 效果评估监测方案

### 5.1 效果评估监测范围和因子

由于本项目 2019 年 1 月就已经完成了废渣的填埋，并已进行了封场绿化，所以废渣治理评估引用施工过程中的废渣检测报告，土壤、地下水、地表水和废水进行现场采样检测，土壤浸出浓度采用水浸的方法。

本项目评估范围为下图蓝色线框内区域地块：



图 5.1-1 项目评估范围

该项目处理废渣 98100m<sup>3</sup>，先预处理后再采用异地填埋，原位修复污染土壤为 44300m<sup>3</sup>。

修复效果评估因子

（1）表层土壤评估因子

因子：pH、总砷、总锑、浸出砷、浸出锑

(2) 下层土壤评估因子

因子：pH、浸出砷、浸出锑

(3) 地表水评估因子

因子：pH、悬浮物、锑、砷

(4) 地下水评估因子

因子：pH、锑、砷

(5) 污水站水质评估因子

因子：pH、COD、悬浮物、锑、砷

5.2 效果评估监测标准

根据《益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程实施方案》；及批复：《益阳市环境保护局对益阳市原锑品冶炼厂历史遗留含重金属废渣污染综合治理工程实施方案的审查意见》。

5.2.1 土壤修复目标值

项目修复后土壤环境 pH 和砷浸出浓度执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的III类标准，锑浸出浓度执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中规定的饮用水源限值；表层土壤总砷、总锑执行《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）第二类用地标准限值，具体见表 5.2-1。

表 5.2-1 土壤修复目标值

项目	修复目标值	单位	标准来源
pH	6~9	无量纲	《地表水环境质量标

砷浸出浓度	0.05	mg/L	准》（GB 3838-2002）
锑浸出浓度	0.005	mg/L	
总砷	60	mg/kg	《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）
总锑	180	mg/kg	

### 5.2.2 地下水评价标值

项目修复过程中地下水评价参照执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类水质标准，具体评价标准限值见表 5.2-2。

表 5.2-2 地下水评价标准限值

检测项目	标准限值	单位	标准来源
pH	6.5~8.5	无量纲	《地下水质量标准》 （GB/T14848-2017） III类标准限值
砷	0.01	mg/L	
锑	0.005	mg/L	

### 5.2.3 地表水评价标值

项目修复过程中地表水评价参照执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准，锑浓度执行表 3 中的规定限值，具体评价标准限值见表 5.2-3。

表 5.2-3 地表水评价标准限值

检测项目	标准限值	单位	标准来源
------	------	----	------

pH	6~9	无量纲	《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）
悬浮物	/	mg/L	
砷	0.05	mg/L	
锑	0.005	mg/L	

#### 5.2.4 废水评价标值

项目修复过程中产生的废水排放执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 中第一类污染物最高允许排放浓度和表 4 中三级标准。由于《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中没有锑的限值标准，所以锑的评价标准采用《锡、锑、汞工业污染物排放标准》（GB 30770-2014）进行评价。

表 5.2-4 废水评价标准限值

检测项目	标准限值	标准来源
pH	6~9（无量纲）	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）、 《锡、锑、汞工业污染物排放标准》（GB 30770-2014）
化学需氧量	400	
悬浮物	500	
砷	0.5	
锑	0.3	

### 5.3 土壤修复效果评估布点

#### 5.3.1 土壤布点

（1）国家相关技术导则、规范等。根据国家《土壤环境监测技术规范》（HJT 166-2004）、《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）、

《重金属污染场地土壤修复标准》（DB43T 1125-2016）等的有关要求及该项目场地调查文件及修复治理实施方案。

（2）采样布点方式。针对该项目修复污染土壤，结合经验判断法、系统布点法和加密布点法相结合的方法设采样点。调查方案中确定的采样点位与样品分析指标应更加充分反映现场污染特征，并最终能够准确与合理地判断污染区域修复效果，根据该项目场地调查报告结合现场踏勘，该项目共布设原位修复土壤 17 个采样点，基坑底 15 个采样点，基坑壁 12 个采样点以及填埋场表层土 4 个点位。

（3）采样点布设密度。初步调查将结合场地曾经进行的生产活动特点，一方面重点关注重污染区域，另一方面确保取样点对整个修复区域有合理的覆盖，以便了解整个区域的土壤修复效果。

（4）点位调整原则。现场采样时如发现采样点不具代表性，或遇障碍物设备无法采集样品，可根据现场情况适当调整采样点。现场点位调整后要对电子地图网格所布点进行调整，记录调整原因和调整结果，确定新的调查点位地理属性，校正原调查点位。最终形成调查区域内实际需要实施调查的点位集。

（5）本项目中样品主要污染物为重金属样品。为确保样品采集具有代表性，取样前，应使用木质工具采集土壤，排除因取样接触等因素造成的误差。采用专用的采样袋装样，密封。

### 5.3.2 采样方案

#### （1）原位修复土壤

##### ①样品数量

原位固化稳定化修复采集 17 个采样点，包括表层及下层土壤，



监测 1 次，采集 1 个平行样。

②检测参数

检测指标：pH、浸出锑、浸出砷、总锑（表层土）、总砷（表层土）。

（2）基坑底

①样品数量

采集基坑土壤 15 个采样点，包括表层及下层土壤，监测 1 次，采集 1 个平行样。

②检测参数

检测指标：pH、浸出锑、浸出砷、总锑（表层土）、总砷（表层土）。

（3）基坑壁

①样品数量

采集基坑壁 12 个采样点，每个点位采集坡面 1.5m、3m、4.5m、6m 的四个样品，总共 48 个样，监测 1 次，采集 3 个平行样。

②检测参数

检测指标：pH、浸出锑、浸出砷。

（4）填埋场表层土

①样品数量

采集填埋场表层土壤 4 个采样点，监测 1 次，采集 1 个平行样。

②检测参数

检测指标：pH、浸出锑、浸出砷、总砷、总锑。

## 5.4 风险管控效果评估布点

#### 5.4.1 水质布点

参考标准：《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）

采样点的确定：地表水布点修复区上游、修复区、修复区下游三个点位一般上在水面下 0.5m 处和水底上 0.5m 处设采样点，但如果存在温度分层现象的话，除了在水面下 0.5m 处和水底上 0.5m 处设采样点外，还要在每个斜温层 1/2 处设置采样点。

#### 5.4.2 采样方案

##### （1）污水站水质

###### ①样品数量

污水站进口、出口 2 个点位，采集 1 个平行样。

###### ②检测参数

检测指标：pH、COD、悬浮物、锑、砷。

##### （2）地表水

###### ①样品数量

修复区旁河段上游、修复区、修复区下游三个点位，采集 1 个平行样。

###### ②检测参数

检测指标：pH、悬浮物、锑、砷。

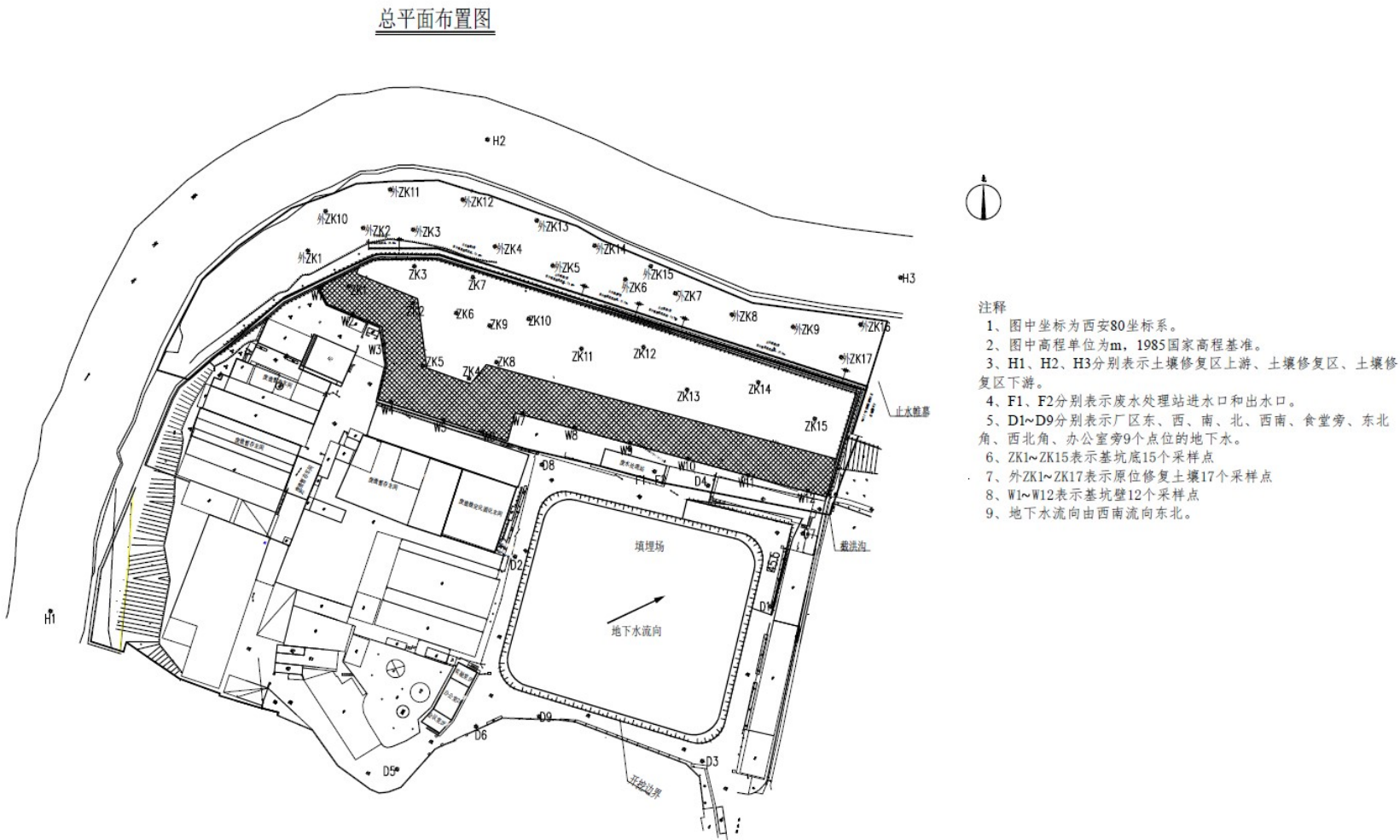
##### （3）地下水

###### ①样品数量

修复区域上游设 1 个监测井，修复区域南、西、北 3 个监测井，修复区域下游 2 个监测井，共计 6 个监测井，采集 1 个平行样。依据验收技术规范要求，新建 3 个地下水监测井。

## ②检测参数

地下水检测指标：pH、锑、砷。



## 6 现场采样与实验室检测

### 6.1 样品采集

#### （1）土壤样品

本项目中样品主要污染物包括锑和砷。为确保样品采集具有代表性，取样前，应使用弯刀刮去表层土壤，排除因取样管接触等因素造成的误差。采用专用的采样袋装样，密封。

土壤样品采集完成后，在样品袋上标明编号等采样信息，并做好现场记录，取回的样品应避免日光照射，在通风的地方阴干。

#### （2）河流水样品

水样的运输：水样采集过以后必须尽快送回实验室保存，尽量避免水样在运输过程中震动、碰倒导致损失或者玷污，样品装入收纳箱并用泡沫塑料挤紧，在箱上贴上标签。

#### （3）现场采样质量控制

现场采样时详细填写现场观察的记录单，包括样品名称和编号、气象条件、采样时间、采样位置、采样深度、样品的颜色、气味、质地等，采样人员等，以便为分析工作提供依据。

为了防止样品的交叉污染，采集样品时，采样人员佩戴一次性PE手套，采集不同样品时更换手套。

为确保采集、运输、贮存过程中的样品质量，本项目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、运输空白样。在采样过程中，平行样的数量主要遵循以下原则：样品总数不足 50 个时设置 1 个平行样；超过 50 个时，每 50 个样品设置 1 个平行样。



## 6.2 实验室检测

### 6.2.1 实验室检测方法

检测项目的检测方法、方法来源、使用仪器型号及检出限见表

6-1。

表 6-1 检测方法及方法来源

样品类型	项目	检测方法	方法来源	仪器型号	检出限	单位
土壤	pH	玻璃电极法	NY/T 1121.2-2006	PHSJ-4F	/	无量纲
	砷	原子荧光法	GB 5085.3-2007 附录 E	AFS-230E	0.0001	mg/L
	锑	原子荧光法	GB 5085.3-2007 附录 E	AFS-230E	0.0001	mg/L
水质	pH	玻璃电极法	GB 6920-1986	PHSJ-4F	/	无量纲
	化学需氧量	重铬酸盐法	HJ 828-2017	/	4	mg/L
	悬浮物	重量法	GB 11901-1989	BSA124S	/	mg/L
	砷	原子荧光法	HJ 694-2014	AFS-230E	0.0003	mg/L
	锑	原子荧光法	HJ 694-2014	AFS-230E	0.0002	mg/L

### 6.2.2 实验室质量控制

实验室质量控制本次主要为内部质量控制，在分析的过程中，每 50 个样品为一批，每批添加 1 个质控土壤样品，每批抽取 1 个平行样品。为确保样品分析质量，本项目样品分析单位将选取具国际和国内双认证资质的实验室进行。为了保证分析样品的准确性，除了实验室已经过 CMA 认证，仪器按照规定定期校正外，在进行样品分析时还对各环节进行质量控制，随时检查和发现分析测试数据是否受控（主要通过标准曲线、精密度、准确度等）。

## 7 效果评估

### 7.1 土壤修复效果评估

项目土壤污染区域包括 A、B、C、D 四个区域，见图 7.2-1，A 区和 C 区为基坑底部土壤，B 区为基坑壁坡面，D 区为志溪河河床土壤，根据附件 5：《原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣安全处置项目效果评估监测》报告，评估期间，项目基坑底、基坑壁和原位修复土壤的 pH 值、As 和 Sb 的浸出浓度检测结果满足《地表水环境质量标准》（GB/T 3838-2002）表 1 中Ⅲ类标准限值要求和表 3 中标准限值要求，基坑底和原位修复区域的表层土的总砷、总锑结果满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）第二类用地标准。

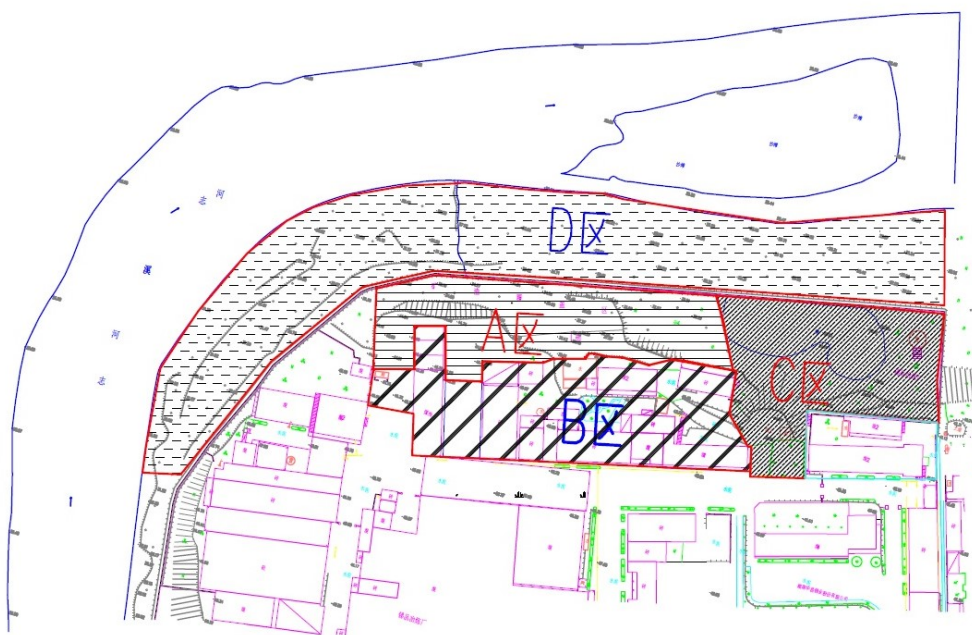


图7.2-1 土壤污染分布图

### 7.2 地表水及地下水效果评估

#### （1）地表水监测结果

表 7-1 河水检测结果

编号	检测项目	检测结果	限值	单位	判定结果
河水上游(H1)	pH	7.40	6-9	无量纲	达标
	砷	$9 \times 10^{-4}$	0.05	mg/L	达标
	锑	0.0027	0.005	mg/L	达标
	悬浮物	97	/	mg/L	不作评判
修复区河水(H2)	pH	7.34	6-9	无量纲	达标
	砷	$3 \times 10^{-4}$ L	0.05	mg/L	达标
	锑	0.0011	0.005	mg/L	达标
	悬浮物	102	/	mg/L	不作评判
河水下游(H3)	pH	7.35	6-9	无量纲	达标
	砷	$3 \times 10^{-4}$ L	0.05	mg/L	达标
	锑	0.0011	0.005	mg/L	达标
	悬浮物	92	/	mg/L	不作评判

由表 7-3 可知，评估期间，项目地表水中 pH 值、As、Sb 含量满足《地表水环境质量标准》（GB/T 3838-2002）表 1 中Ⅲ类标准限值要求和表 3 中标准限值要求。

## （2）地下水监测结果

表 7-2 地下水检测结果

编号	检测项目	检测结果	限值	单位	判定结果
地下水-东 (D1)	pH	5.76	6.5-8.5	无量纲	不达标
	砷	0.0035	0.01	mg/L	达标
	锑	0.0045	0.005	mg/L	达标
地下水-西 (D2)	pH	5.89	6.5-8.5	无量纲	不达标
	砷	0.0079	0.01	mg/L	达标
	锑	0.0160	0.005	mg/L	不达标
地下水-南 (D3)	pH	5.71	6.5-8.5	无量纲	不达标
	砷	0.0039	0.01	mg/L	达标
	锑	0.0057	0.005	mg/L	不达标
地下水-北 (D4)	pH	5.49	6.5-8.5	无量纲	不达标
	砷	$3 \times 10^{-4}$ L	0.01	mg/L	达标
	锑	0.0099	0.005	mg/L	不达标

地下水-西南 (D5)	pH	5.48	6.5-8.5	无量纲	不达标
	砷	0.0038	0.01	mg/L	达标
	锑	0.0273	0.005	mg/L	不达标
地下水-食堂 (D6)	pH	6.73	6.5-8.5	无量纲	达标
	砷	0.0019	0.01	mg/L	达标
	锑	0.0138	0.005	mg/L	不达标
地下水-东北 角 (D7)	pH	5.44	6.5-8.5	无量纲	不达标
	砷	0.0047	0.01	mg/L	达标
	锑	0.0154	0.005	mg/L	不达标
地下水-西北 角 (D8)	pH	6.08	6.5-8.5	无量纲	不达标
	砷	0.0209	0.01	mg/L	不达标
	锑	0.0360	0.005	mg/L	不达标
地下水-办公 楼前(D9)	pH	5.90	6.5-8.5	无量纲	不达标
	砷	0.0131	0.01	mg/L	不达标
	锑	0.0119	0.005	mg/L	不达标

地下水资源根据地下水的赋存与运动条件决定了地下水在收到污染或者枯竭的时候很难恢复治理。由于大量污染物附着在含水介质上，消除地下水中的污染物是一个缓慢复杂的过程，同时要付出的成本也很高。根据《湖南省益阳市原益阳市锑品冶炼厂历史遗留矿渣填埋场水文地质调查报告》，在项目开工时地下水中砷和锑的浓度已经有了一定程度的超标，因此项目采取了防治措施，保证项目施工对地下水的影响降到最小，具体措施有：填埋场铺设防渗膜，保证填埋场渗滤液不会流入地下从而影响地下水；填埋场周边布设监测井，每月进行地下水检测，确认地下水情况是否恶化。

地下水结果由表 7-4 可知，项目地下水没有满足《地下水质量标准》（GBT14848-2017）表 1 中Ⅲ类标准限值要求，主要是在项目开工前，废渣堆积区域常年经雨水的冲刷，已经对项目区域内地下水产生了影响，在项目施工前地下水中砷和锑的浓度已经有了一定程

度的超标，但是对比施工期地下水的每月监测数据可以看出项目完工后地下水的质量已有提高。施工期每月地下水监测数据见附件 6。

### 7.3 废水效果评估

废水监测结果：

表 7-3 废水总排口监测结果

编号	检测项目	检测结果	限值	单位	判定结果
废水进口 (F1)	pH	9.38	6-9	无量纲	不达标
	砷	30.6	0.5	mg/L	不达标
	锑	1.94	0.3	mg/L	不达标
	化学需氧量	320	500	mg/L	达标
	悬浮物	102	400	mg/L	达标
废水出口 (F2)	pH	7.42	6-9	无量纲	达标
	砷	$3 \times 10^{-4}$ L	0.5	mg/L	达标
	锑	0.0018	0.3	mg/L	达标
	化学需氧量	80	500	mg/L	达标
	悬浮物	89	400	mg/L	达标

项目的废水在污水处理站进行处理，此次采集了进口水和出口水各一次，监测结果表明：废水进口 pH 值、As、Sb 为不达标，废水出口 pH 值、As、Sb 为达标。

### 7.4 二次污染防治效果评估

根据《益阳市原益阳市锑品冶炼厂历史遗留废渣综合治理工程环境监理总结报告》，监理单位参与了工程建设全过程，每日进行现场巡查监督，对于重要隐蔽工程及防渗施工进行全程旁站监督，在监理过程中始终坚持以环评和批复为指导，要求施工单位严格按照施工设计图纸和方案进行施工，施工过程中遇到的一些突发环境问题，监理单位都提出了整改建议，施工单位都按要求整改到位。二次污染防治



效果较好，确保工程实施过程中对环境的影响程度降至最小。

## 8 结论及建议

### 8.1 评估结论

本次修复项目处理废渣 98100m<sup>3</sup>，土壤原位修复 44300m<sup>3</sup>。

#### （1）风险管控效果

修建地下帷幕后，确保了志溪河水体不会因气候原因进入废渣堆积区域，预防了雨水通过地表径流和降水进入废渣堆场。修复区域周边河水 pH 值、As、Sb 含量已满足《地表水环境质量标准》（GB/T 3838-2002）表 1 中Ⅲ类标准限值要求和表 3 中标准限值要求。

#### （2）废渣治理效果

废渣经过固化稳定处理后，浸出浓度全部满足《危险废物填埋污染控制标准》（GB 18598-2001）要求。已经在填埋场完成了安全封存填埋、封场及绿化。填埋场建设符合《危险废物安全填埋处置工程建设技术要求》。

#### （3）渗滤液处理效果

本项目产生的渗滤液在污水处理站处理后再进行排放，处理后的废水满足《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）表 1、表 4 标准限值的要求。

#### （4）土壤修复效果

土壤修复后的总砷和总锑满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）第二类用地标准，pH、浸出砷、浸出锑已满足《地表水环境质量标准》（GB/T 3838-2002）表 1 中Ⅲ类标准限值要求和表 3 中标准限值要求，满足后续开发利用

需求。

因此本废渣治理项目完成了最初的目标任务，工程量和治理目标都已满足项目实施方案及其批复的要求，受污染的危险废物都已经处理达标后转入填埋场填埋，受污染的土壤得到了有效的治理，风险管控达到了预期目标。改善了周边河水的质量，消除了项目场地对周边生态环境和益阳市饮用水水源地的安全隐患，修复后的土壤满足项目区域用地性质标准，提高了湖南省益阳市受污染地块的安全利用。

## 8.2 建议

（1）加强对修复区域周边的居民宣传教育工作，对修复区域做好宣传告示牌；

（2）对修复区域规划禁止开挖类项目建设；

（3）项目完成验收后，采取以下监管措施保证项目场地不影响周边环境：定期处理渗滤液合格后排放；每月进行地下水的监测，确保地下水质量没有恶化；定期检查场地绿化情况，没有长出植物的地方重新绿化，改善项目场地的生态环境。

（本页以下无正文）