

# 临湘市原岳阳安达化工厂及周边 污染场地修复治理项目

## 实施方案

长沙市德邦环保工程技术有限公司

二零二一年三月



# 营业 执 照

(副 本)

副本编号: 2 - 1

统一社会信用代码 91430111740618658N

名 称 长沙市德邦环保工程技术有限公司

类 型 有限责任公司(自然人投资或控股)

住 所 长沙市雨花区香樟路469号融科东南海小区NH2栋21层

2113

法定代表人 左大勇

注 册 资 本 贰仟万元整

成 立 日 期 2002年08月02日

营 业 期 限 2002年08月02日至 2022年08月01日

经 营 范 围 化学工程研究服务; 工程咨询; 环保工程施工; 工程技术咨询服务; 工程项目管理服务; 环保工程设计; 工程总承包服务; 工程施工总承包; 计算机技术咨询; 建筑材料设计、咨询服务; 土地规划设计; 工程勘察设计; 建设工程设计; 工业设计服务; 环保设备、节能环保产品的销售; 环保技术开发服务、咨询、交流服务。(依法须经批准的项目, 经相关部门批准后方可开展经营活动)



提 示:

- 每年1月1日至6月30日通过企业信用信息公示系统报送并公示上一年度年度报告, 不另行通知;
- 《企业信息公示暂行条例》第十条规定的企业有关信息形成后20个工作日内需向社会公示。

登记机关



2017年 3月 23日

企业信用信息公示系统网址:

中华人民共和国国家工商行政管理总局监制

企业名称	长沙市德邦环保工程技术有限公司		
详细地址	长沙市雨花区香樟路469号融科东南海小区NH2栋21层2113		
建立时间	2002年08月02日		
注册资本金	2000万元人民币		
统一社会信用代码 (或营业执照注册号)	91430111740618658N		
经济性质	有限责任公司(自然人投资或控股)		
证书编号	A243014451-6/1		
有效期	至2022年07月20日		
法定代表人	左大勇	职务	董事长
单位负责人	左海超	职务	总经理
技术负责人	刘卫红	职称或执业资格	高级工程师
备注:			

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

长沙德邦环保安达化工厂及周边污染场地修复治理项目

发证机关: (章)

2011年 09月 20日

No.AF 0759469

## 专家评审意见修改说明

意见 1、核实稳定化固化处理技术治理目标，细化完善稳定化固化处理工艺设计；

回复：参考风险评估结论及业主单位意见，综合考虑环保与治理成本方面的因素，本项目通过比选确定采用稳定化固化与封场阻隔技术，达到控制污染的目的。本项目砷污染土壤采用稳定化固化技术处理，处理后要求砷浸出指标 $\leq 0.1\text{mg/L}$ ，从源头控制污染物的迁移，防止进一步污染地下水；另外于回填区表层覆盖 30cm 粘土+20cm 植被土进行阻隔，避免了人体的直接接触，从而控制和降低了污染场地对人员的健康影响，治理目标具体详见“章节 5.1.3”。

本项目所在区域为化工园区，周边 2000m 无饮用水源地，无地下水集中开采区，地下水执行《地下水环境标准》(GB 14848-2017) IV 类水质标准。本项目设定土壤水浸指标应达到《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) IV 类（砷 $\leq 0.1\text{mg/kg}$ ），高于《污水综合排放标准》(GB 8978-1996) 一级标准（砷 $\leq 0.5\text{mg/kg}$ ），已可以满足直排要求。如土壤水浸指标应达到《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) III 类水质标准，需增加稳定化固化药剂用量，可能造成项目投资增加较多。综上，建议土壤水浸指标应达到《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) IV 类水质标准。

补充完善了土壤砷污染固化稳定剂成分、用量，完善了达标可行性分析，具体详见“章节 5.2.5”。

意见 2：补充完善化学氧化处理技术可行性分析，论证废气收集与处理的必要性说明，完善相关技术参数内容及要求；

回复：本项目有机物污染的底泥与土壤采样化学氧化法(芬顿法)处理，补充了相关案例，用量及效果等信息，具体详见“章节 5.2.3”。

本项目土壤中有机物包括苯、甲苯、苯酚等，存在一定的挥发性，底泥与受污染土壤在挖运、暂存及与药剂搅拌混合过程中，由于受到扰动，容易挥发有机废气。因此考虑在底泥与受污染土壤处理过程中设置负压大棚与相应的废气处理设施，同时作为稳定化固化与化学氧化车间，防止废气外溢污染环境。

补充了平面布置图，详见“图 5.6-1”，补充完善了废气收集与处理相关技术参数与内容及要求，具体详见“章节 5.2.4”。

意见 3、细化建筑淋洗处理工艺流程，补充论证项目污水预处理设计规模和工艺，分析达标可行性，细化废水处理工艺设计；

回复：本项目建筑垃圾主要污染物为氰化物、苯酚、甲苯，超标倍数相对较小，且均有一定水溶性，淋洗剂为水，具体详见“章节 5.3.2”。

本项目治理场地积水约 1.8 万 m<sup>3</sup>，参考《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)，超过 V 类水质标准，但未超过《污水综合排放标准》(GB 8978-1996) 一级标准，满足直排洋溪湖要求。本项目应急事故池与污水处理池，废水超过污水综合排放标准》(GB 8978-1996) 一级标准，总量约 60m<sup>3</sup>，具体详见“章节 2.4.3”，本项目底泥根据含水率测算，底泥脱水（包括池塘、排污渠底泥）产生废水合计约 14625m<sup>3</sup>，超标因子为 SS、砷、苯、苯酚等。根据建筑垃圾方量测算淋洗废水 7906m<sup>3</sup>，超标因子主要为 SS、砷、苯、苯酚等。

本项目厂区废水设置废水处理站，废水处理达到《污水综合排放标准》(GB 8978-1996) 三级标准后，排入临湘市工业园污水处理厂进一步处理，达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级标准 A 标准排入洋溪湖，分析了废水处理工艺的可行性，具体详见“章节 5.3.3”。

意见 4、细化工程量，进一步完善项目建设二次污染防治措施及应急预案；

回复：细化了工程量计算，具体详见“章节 7”；完善了二次污染防治措施及应急预案，具体详见“章节 6.2”与“章节 6.4”。

意见 5、补充前期调查报告、风评报告专家审查意见等前期工作文件作为附件。

回复：补充了场调报告与风评报告专家审查意见作为附件，具体详见附件 6、附件 7。

刘勇 万群 郭朝晖

# 目 录

<b>1 总论 .....</b>	<b>3</b>
1.1 项目概况 .....	3
1.2 任务由来 .....	3
1.3 项目必要性 .....	4
1.4 编制依据 .....	6
1.5 编制原则 .....	7
1.6 编制内容 .....	8
<b>2 地块问题识别 .....</b>	<b>10</b>
2.1 区域概况 .....	10
2.2 场地基本信息 .....	13
2.3 场地环境特征 .....	25
2.4 场地污染特征 .....	31
2.5 土壤污染风险 .....	36
<b>3 地块修复模式 .....</b>	<b>38</b>
3.1 治理与修复对象 .....	38
3.2 土壤治理与修复范围 .....	38
<b>4 治理与修复技术筛选 .....</b>	<b>49</b>
4.1 土壤治理修复技术简介 .....	49
4.2 固废处置技术简介 .....	61
4.3 技术筛选与可行性评估 .....	64
4.4 修复方案比选 .....	73
<b>5 治理与修复方案设计 .....</b>	<b>83</b>
5.1 总体方案 .....	83
5.2 受污染底泥修复方案设计 .....	87
5.3 建筑固体废物处理方案设计 .....	99
5.4 受污染土壤修复方案设计 .....	104
5.5 场地排水与回填覆土设计 .....	105
5.6 工程量估算 .....	108

<b>6 环境管理计划 .....</b>	<b>111</b>
6.1 修复工程监理 .....	111
6.2 二次污染防治 .....	113
6.3 修复效果评估监测 .....	115
6.4 环境应急预案 .....	120
<b>7 投资估算与效益分析 .....</b>	<b>125</b>
7.1 投资估算 .....	125
7.2 资金筹措 .....	131
7.3 效益分析 .....	131
<b>8 项目组织与实施 .....</b>	<b>132</b>
8.1 项目管理、组织机构与职责 .....	132
8.2 组织实施与进度安排 .....	136
8.3 项目监理 .....	136
<b>9 结论与建议 .....</b>	<b>141</b>
9.1 主要结论 .....	141
9.2 问题与建议 .....	143

**附件:**

- 附件 1: 湖南省沿江 1 公里范围内化工生产企业搬迁改造名单
- 附件 2: 项目申报及实施主体说明
- 附件 3: 临湘工业园滨江产业区控制性详细规划
- 附件 4: 规划用地性质的说明
- 附件 5: 地块权属的证明
- 附件 6: 项目治理场地定界图
- 附件 7: 场调报告专家评审意见
- 附件 8: 风评报告专家评审意见
- 附件 9: 实施方案专家评审意见
- 附件 10: 绩效目标申报表

# 1 总论

## 1.1 项目概况

**项目名称:** 临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地修复治理项目

**项目地点:** 临湘市江南镇（原儒溪镇），北控污水处理厂北侧 250m 处

**项目阶段:** 实施方案

**建设单位:** 临湘市人民政府

**设计单位:** 长沙市德邦环保工程技术有限公司

**项目工期:** 项目计划施工工期 8 个月

**项目总投资:** 本项总投资 2927.41 万元。

## 1.2 任务由来

为加强长江经济带沿江化工产业污染防治，2020 年 3 月，湖南省人民政府办公厅发布了“关于印发《湖南省沿江化工企业搬迁改造实施方案》的通知”，要求对沿江岸线 1km 范围内化工生产企业开展调查评价，2020 年重点关闭退出落后产能和安全环保不达标的化工生产企业。根据 2020 年 6 月 28 日湖南省工业和信息化厅、湖南省应急管理厅、湖南省生态环境厅联合发布的《关于发布湖南省沿江 1 公里范围内化工生产企业搬迁改造名单的公告》，岳阳安达化工有限公司距离长江最近距离仅有 100m，属于湖南省沿江化工企业搬迁改造范围，具体详见附件 1。

岳阳安达化工有限公司原系湖南国发精细化工科技有限公司控股，于 2005 年改制组建为一家具有独立法人的高科技合资企业。岳阳安达化工有限公司生产场区位于临湘市洋溪湖西侧，西侧靠近长江大堤，厂区面积 1.1 万 m<sup>2</sup>，约合 15 亩。该厂于 1999 年开始在建厂生产，产品为农药杀螟丹，产量为 500t/a，2009 年将扩大生产能力到 1000t/a，2016 年停产至今。杀螟丹又称巴丹，用于防治鳞翅目、鞘翅目、半翅目、双翅目等多种害虫和线虫。原岳阳安达化工厂生产过程中主要原辅材料包括杀虫单、氰化钠、甲苯、盐酸、甲醇等。其中氰化钠剧毒，甲苯在 3 类致癌物清单中。

原岳阳安达化工厂作为农药生产厂，主要产品和原辅材料中含有较多剧毒和致癌物，在生产过程中，由于环保设施不完善，场区周边土壤和水体可能遭到一定程度污染。原岳阳安达化工厂东临洋溪湖，西临近长江大堤排渍泵站，原氨基化学品厂受污

染水体通过安达化工厂西侧排渍泵站直排长江，排渍泵站位于长江新螺段白鱀豚国家级自然保护核心内，污染可能对长江水生生物造成危害。同时，当地居民对于岳阳安达化工厂治理要求反映强烈，该项目治理实施也势在必行。临湘市人民政府及临湘市环保局对该厂区及周边污染场地调查与治理非常重视，曾多次对项目区域污染现状进行调研，认为对项目场地进行调查十分必要。

根据《临湘市原岳阳安达化工厂及周边场地环境调查报告》（湖南亿科检测有限公司，2020年8月），安达化工项目所在区域地表水、土壤与大气确实受到了一定程度的污染，场地内遗留建筑固体废物属于第II类一般工业固废，主要污染因子包括砷、苯、苯酚、甲苯、氰化物等。

2020年8月，受临湘市人民政府委托，由我公司（长沙市德邦环保工程技术有限公司）负责临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地修复治理项目的实施方案编制工作。我公司在前期调查的基础上，依据国家和湖南省的有关法规和要求，经过充分论证，编制本项目的实施方案。

## 1.3 项目必要性

### 1.3.1 贯彻国家法规与政策的需要

国务院《关于加强环境保护重点工作的意见》（国发〔2011〕35号）明确提出：“被污染场地再次进行开发利用的，应进行环境评估和无害化治理”。2016年5月，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）中出台了《土壤污染防治行动计划》，其总体目标为：到2020年，全国土壤污染加重趋势得到初步遏制，土壤环境质量总体保持稳定，农用地和建设用地土壤环境安全得到基本保障，土壤环境风险得到基本管控。到2030年，全国土壤环境质量稳中向好，农用地和建设用地土壤环境安全得到有效保障，土壤环境风险得到全面管控。

为认真贯彻《国务院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）、《国务院关于加强重金属污染防治工作的指导意见》（国办发〔2009〕61号）、《环保部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）、《国家环保部、工信部、国土资源部、住建部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）等文件精神，防范涉重、危险化学品工业企业关停搬迁过程中产生二次污染和次生突发环境事件，确保工业企业原址污染场地在开发利用前环境风险得到有效控制。

### **1.3.2 长江经济带沿江污染防治的需要**

习近平总书记高度重视生态文明建设，要求“共抓大保护、不搞大开发”、“守护好一江碧水”。为加强长江经济带沿江化工产业污染防治，湖南省人民政府办公厅关于印发《湖南省沿江化工企业搬迁改造实施方案》的通知，要求对沿江岸线1公里范围内化工生产企业开展风险评估，2020年重点关闭退出落后产能和安全环保不达标的化工生产企业。岳阳安达化工距离长江最近距离仅有100m，属于湖南省沿江化工企业搬迁改造范围。岳阳安达化工有限公司已被列入“沿江岸线1公里范围内关闭退出类化工生产企业名单”，属于需要关闭退出的30家化工企业之一，具体详见附件1。

原岳阳安达化工厂为农药化工厂，主要产品和原辅材料中含有较多剧毒和致癌物，厂区停产后，现场仍遗留有大量有毒有害物质。在生产过程中，厂区周边土壤和水体也可能遭到一定程度污染。原岳阳安达化工厂东临洋溪湖，西临近长江大堤排渍泵站，受污染水体通过排渍泵站直排长江，排渍泵站位于长江新螺段白鱀豚国家级自然保护核心内，污染可能对长江水生生物造成危害。

### **1.3.3 维护居民健康与实现居民诉求的需要**

安达化工厂遗留的污染物质在暴雨洗刷下，重金属及有机污染物容易经过雨水径流至附近的沟渠及农田，使农作物吸收土壤和水体中的重金属元素。重金属在农作物中富集，易使农作物中重金属含量超过《粮食卫生标准》(GB2715-2005)，食用此类农产品将危害当地居民身体健康。同时，当地居民对于岳阳安达化工厂治理要求反映强烈，项目实施势在必行。

### **1.3.4 项目实施后可产生较好的社会环境效益**

项目经过综合治理后，减少重金属及有机污染物等有毒有害物质进入长江、洋溪湖及周边土壤，污染农田；同时项目的实施可以阻断该地区地下水重金属污染源，减少重金属进入食物链，减少地表水和地下水重金属及有毒有害有机污染给周边地区居民带来的健康危害，提高项目区及下游城市人民生活质量，具有十分显著的环境效益。本项目的实施将对项目区产生积极的社会影响，有利于促进长江沿线产业的健康发展，也保障了以洋溪湖为取水点居民的饮用水安全，维护项目区社会的和谐稳定。

## **1.4 编制依据**

### **1.4.1 法律法规**

- (1)《中华人民共和国环境保护法》，2015年1月1日起施行；
- (2)《中华人民共和国土壤污染防治法》，2019年1月1日起施行
- (3)《中华人民共和国水污染防治法》，2018年1月1日起施行；
- (4)《中华人民共和国防洪法》，2016年1月1日起施行；
- (5)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年9月1日起施行；
- (6)《中华人民共和国土地管理法》，2020年1月1日起施行；
- (7)《建设项目环境保护管理条例》，国务院令682号，2017年10月1日；
- (8)《土壤污染防治行动计划》国发〔2016〕31号，2016年5月28日；
- (9)《污染地块土壤环境管理办法（试行）》环保部令第42号，2016年12月31日。

### **1.4.2 标准规范**

- (1)《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ 25.1—2019);
- (2)《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);
- (3)《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ 25.3-2019);
- (4)《建设用地土壤修复技术导则》(HJ 25.4-2019);
- (5)《全国土壤污染状况评价技术规定》(环发[2008]39号);
- (6)《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》(HJ 682-2019);
- (7)《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);
- (8)《场地土壤环境风险评价筛选值》(DB11/T 811-2011);
- (9)《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》(HJ 25.6-2019);
- (10)《重金属污染场地修复标准》(DB43/T 1165-2016);
- (11)《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018);
- (12)《水污染治理工程技术导则》(HJ 2015-2012);
- (13)《固体废物处理处置工程技术导则》(HJ 2035-2014);
- (14)《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002);
- (15)《地下水质量标准》(GB/T14848-2017);
- (16)《污水综合排放标准》(GB 8978-1996);

- (17)《环境空气质量标准》(GB 3095-2012);
- (18)《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996);
- (19)《固体废物浸出毒性浸出方法 水平振荡法》(HJ 557-2010);
- (20)《固体废物浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法》(HJ/T 299-2007);
- (21)《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB 18599-2001)及2013年修改单;
- (22)《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》(GB5085.3-2007);
- (23)其他国家现行其他相关法规、规范和标准。

### 1.4.3 相关资料

- (1)《临湘市原岳阳安达化工厂及周边场地环境调查报告》(湖南亿科检测有限公司,2020年10月);
- (2)《临湘市原岳阳安达化工厂及周边场地土壤污染风险评估报告》(湖南亿科检测有限公司,2020年10月);
- (3)《临湘工业园滨江产业区控制性详细规划(2018-2030)》(湖南省城市学院规划建筑设计研究院);
- (4)《关于原岳阳安达化工厂及周边污染场地修复治理项目的用地说明》(临湘市自然资源局,2020年);
- (5)临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地勘测定界图;
- (6)《临湘市原岳阳安达化工厂及周边场地勘报告》(2020年5月);
- (7)临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地1: :1000地形图;
- (8)其他业主提供及现场收集的相关资料。

## 1.5 编制原则

- (1)科学性原则:采用科学的方法,综合考虑地块修复目标、土壤修复技术的处理效果、修复时间、修复成本、修复工程的环境影响等因素,制定修复方案。
- (2)可行性原则:制定的地块土壤修复方案要合理可行,要在前期工作的基础上,针对地块的污染性质、程度、范围以及对人体健康或生态环境造成危害,合理选择土壤修复技术,因地制宜制定修复方案,使修复目标可达,且修复工程切实可行。
- (3)安全性原则:制定地块土壤修复方案要确保地块修复工程实施安全,防止

对施工人员、周边人群健康以及生态环境产生危害和二次污染。

## 1.6 编制内容

### (1) 选择修复模式

在分析前期污染土壤污染状况调查和风险评估资料的基础上，根据地块特征条件、目标污染物、修复目标、修复范围和修复时间长短，选择确定地块修复总体思路。

### (2) 筛选修复技术

根据地块的具体情况，按照确定的修复模式，筛选实用的土壤修复技术，开展必要的实验，或对土壤修复技术应用案例进行分析，从适用条件、对本地块土壤修复效果、成本和环境安全性等方面进行评估。

### (3) 制定修复方案

根据确定的修复技术，制定土壤修复技术路线，确定土壤修复技术的工艺参数，估算地块土壤修复的工程量，提出初步修复方案。从主要技术指标、修复工程费用以及二次污染防治措施等方面进行方案可行性比选，确定经济、实用和可行的修复方案。

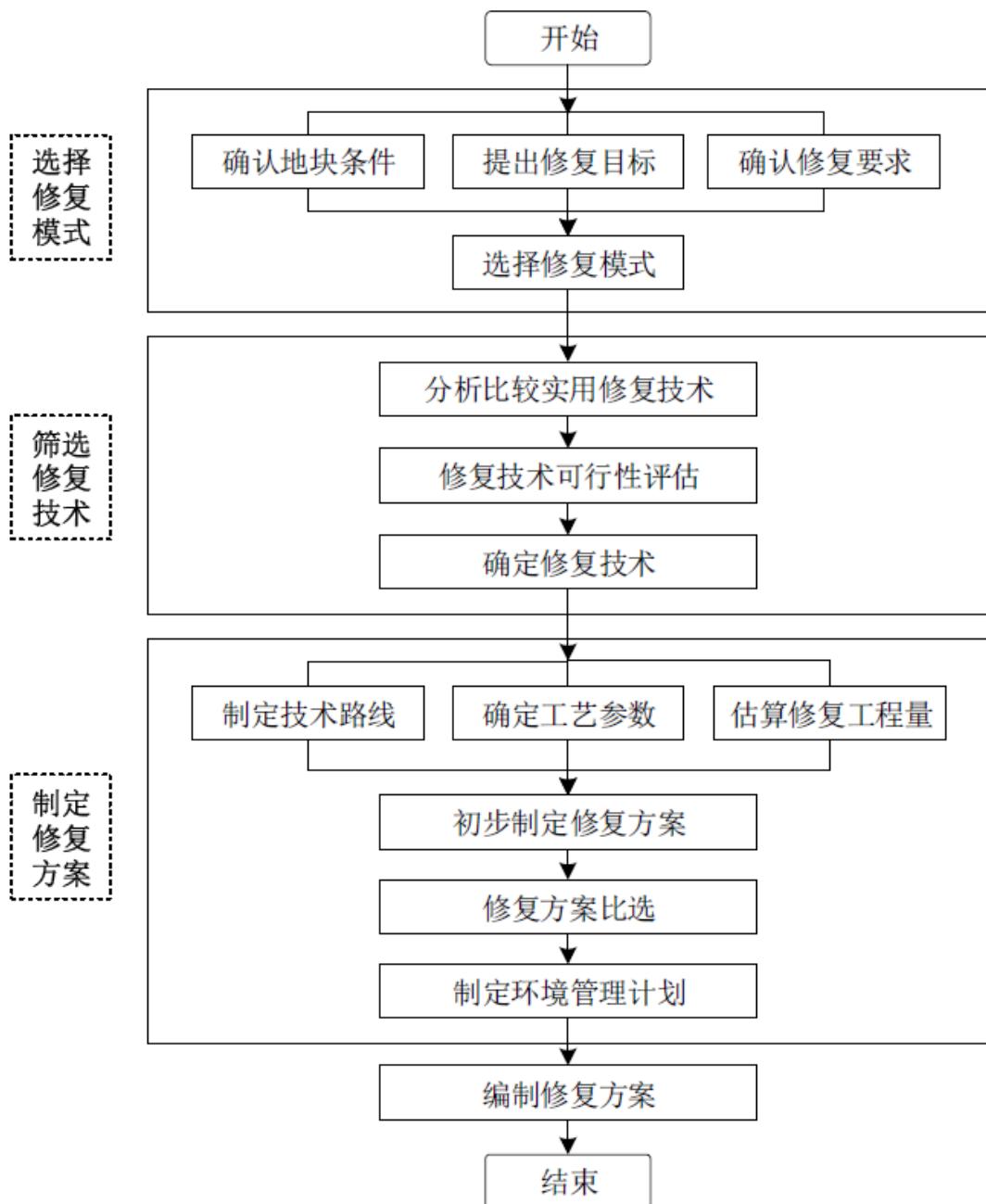


图 1.6-1 工作程序图

## 2 地块问题识别

### 2.1 区域概况

#### 2.1.1 地理区位

临湘市为湖南省县级市，由岳阳市代管，位于湖南省东北端，北部与湖北省相接，因滨湘水与长江会合之处而得名，素称“湘北门户”。临湘市北临长江，西傍洞庭，东南蜿蜒着罗宵山的余脉，居武汉、长沙经济文化辐射的中心地带，西北滨长江水道与湖北省监利、洪湖隔江相望；东南依幕阜山与本省岳阳县和湖北省通城、崇阳、赤壁毗邻；东、西、北三面嵌入湖北省境，拥有长江岸线 38.5km。本项目地理区位详见图 2.1-1。



图 2.1-1 本项目地理区位图

#### 2.1.2 地形地貌

临湘市地形多样，地势南高北低，东南群峰起伏，中部丘岗连绵，西北平湖广阔，东南部有药姑山、大云山等 28 座海拔 800 m 以上的山峰，构成雄伟的天然屏障，山势陡峭，峰峦叠嶂，植被繁茂；北部是江湖平原地区，海拔在 40 m 以下，土壤肥沃，

灌溉条件良好；中部地表波状起伏，为丘陵区域，海拔一般在 50-300 m 之间。临湘市地形地貌详见图 2.1-2。

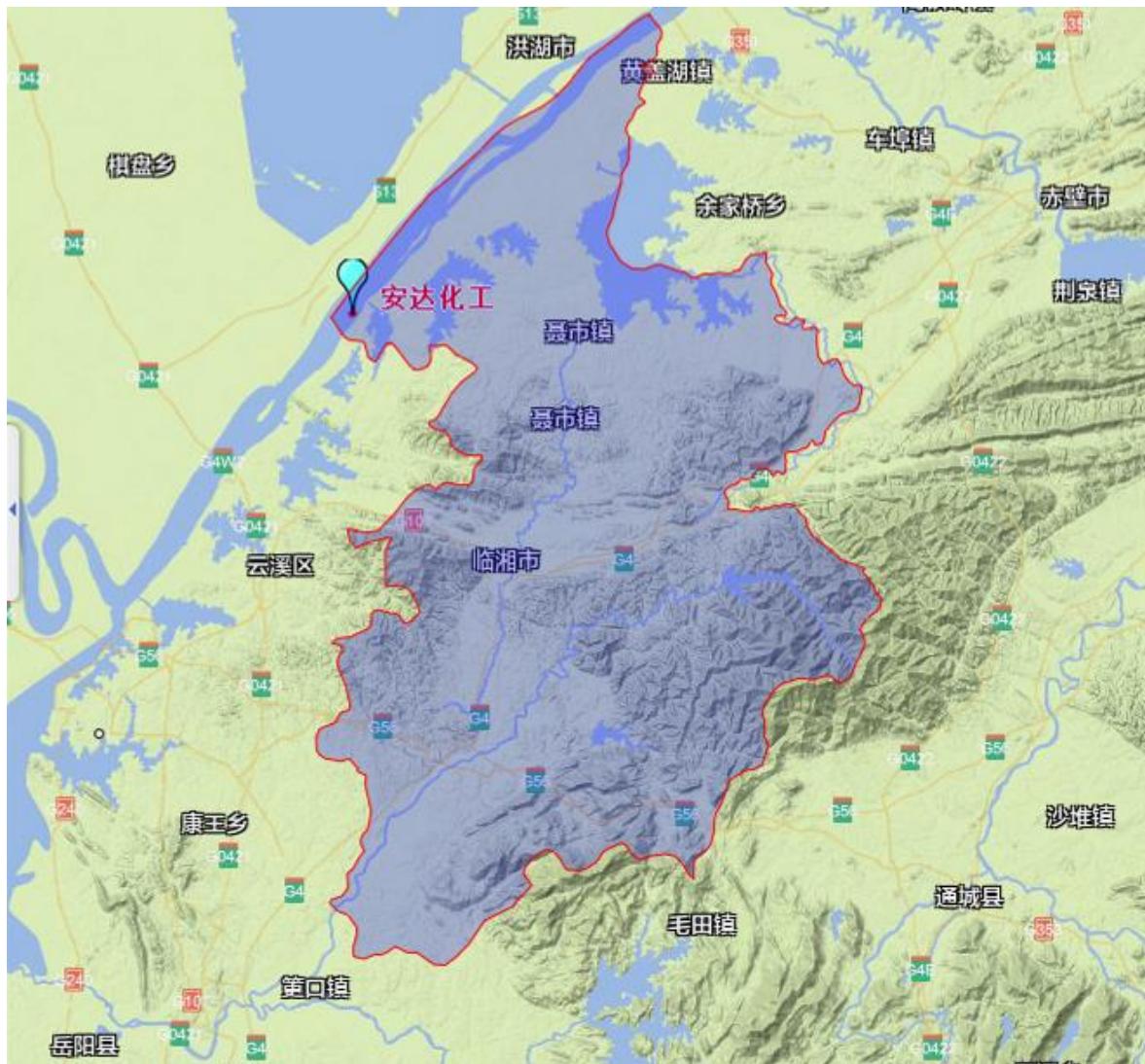


图 2.1-2 临湘市地形图

### 2.1.3 气候气象

临湘市属东亚季风气候区，气候上具有中亚热带向北亚热带过渡性质，属湿润的大陆季风气候。其主要特征是严寒期短，无霜期长，春暖多变，秋寒偏早，雨季明显，夏秋多旱，四季分明，季节性强，光照充足，热能充裕。

年平均气温  $16.4^{\circ}\text{C}$ ，绝对最高温度  $39.2^{\circ}\text{C}$ ，绝对最低温度  $-7.0^{\circ}\text{C}$ ，年平均气压  $1009.5\text{mb}$ ，年主导风向 NNE(18%)(北北东)，夏季主导风向 S(7月为 16%)，年平均风速  $2.6\text{m/s}$ ，年平均无霜期  $258.9\text{d}$ ，年最大降雨量  $3064.4\text{mm}$ ，年最小降雨量  $850\text{mm}$  年平均降雨量  $1904.5\text{mm}$ ，日最大降雨量  $292.2\text{mm}$ ，历年最大积雪深度  $20\text{cm}$ ，历年最多雷暴日数  $59\text{d}$ ，年平均日照数  $1840\text{h}$ 。

## 2.1.4 水文水系

临湘市水资源充足，境内有黄盖湖、冶湖等 16 个大小湖泊。北有源潭河，流经长安街道办事处、五里牌街道办事处、聂市镇等三个镇（街道办事处），汇出黄盖湖出长江，全长 48km，流域面积 3890ha；南有桃林河，流经忠防镇、五里牌街道办事处、桃林镇、长塘镇等，汇出新墙河出洞庭湖，全长 74km，流域面积 7382ha；东有新店河，与湖北省赤壁市交界，流经羊楼司、坦渡镇等两个镇，汇出黄盖湖出长江，全长 63km，流域面积 1495ha。

长江（城陵矶至黄盖湖段）：多年平均流量为  $20300\text{m}^3/\text{s}$ ，最大流量为  $61200\text{m}^3/\text{s}$ ，最小流量为  $4160\text{m}^3/\text{s}$ 。

洋溪湖：位于临湘石子岭农场，与岳阳市云溪区陆城镇和临湘江南镇洋溪村交界处，即木鱼山，集水面积  $12.54 \text{ km}^2$ ，1975 年修建冶湖撇洪工程后为  $9.66 \text{ km}^2$ ，水位在 24 m 高程时湖面面积为  $3.31 \text{ km}^2$ ，湖底最低高程 22 m。水位在 24.5 m 以上，湖水由鸭栏电排站排往长江，冬春季湖水由鸭栏老闸自流排入长江。整个湖床由洋溪湖渔场经营管理。1993 年岳阳市政府设立洋溪湖水利工程管理处。1998 年 3 月，岳阳市政府办公室文件，主要精神是：管理处归岳阳市水电局管理，属副处级，定编 10 人，管理鸭栏撇洪闸、鸭栏电排闸、鸭栏排水闸，还管理冶湖撇洪渠系和洋溪湖渔场。

滨江工业园区规划区内入驻企业及小城镇建设组团污水预处理后全部进北控污水处理厂处理后外排于长江（城陵矶至黄盖湖段）。长江排污口，上距洞庭湖入江口城陵矶 30 km，下距陆水入江口 46 km。

## 2.1.5 自然资源

临湘市植物种类丰富，珍稀树种较多，有国家 I 级保护植物银杏、红豆杉、莼菜，国家 II 级保护植物香樟、楠木，以及省级重点保护植物松柏、罗汉松、中华猕猴桃、刺楸、水青冈、芡实、睡莲等。临湘市森林覆盖率约为 51.11%，2016 年林木蓄积量达到 261.3 万  $\text{m}^3$ ，主要分布在五尖山国家森林公园。龙窖山和大云山山区，为众多野生动物提供了适宜的生存环境。

临湘是全国著名的“鱼米之乡”、“茶叶之乡”、“竹木之乡”、“浮标之乡”以及“有色金属之乡”。矿产资源丰富，分布较广，矿种较多，尤以稀有金属和非金属为最。地下矿藏 30 余种，萤石储量居全国之首；白云矿总储量超过 3 亿吨，年产量 200 多万吨，是钢铁工业、玻璃工业、电子工业不可缺少的原材料；钾长石、石灰石、高岭土、

水晶、云母蕴藏丰富，品位极高。

风景旅游资源丰富，包括五尖山国家森林公园，“天下第一人工洞”6501，“南方第一漠”银沙滩，省级风景名胜区龙窖山“千家峒”，以及三国古战场遗址黄盖湖等，形成了“山奇、水秀、洞幽”的旅游资源特色。

## 2.1.6 区划人口

2015年，根据临湘市乡镇区划调整方案，调整后下辖10镇3街道：横铺乡、桃林镇成建制合并设立桃林镇；定湖镇、坦渡乡成建制合并设立坦渡镇；儒溪镇、江南镇成建制合并设立江南镇；乘风乡、源潭镇、聂市镇成建制合并设立聂市镇；白云镇、城南乡、长安街道成建制合并设立长安街道；五里牌乡、桥东街道成建制合并设立五里牌街道。

乡镇行政区划调整后，临湘市共减少8个乡级建制，现辖江南、聂市、黄盖、坦渡、羊楼司、忠防、桃林、詹桥、长塘、白羊田10个镇，长安、五里牌、桃矿3个街道，总面积1718平方千米，总人口53.02万人。

## 2.1.7 社会经济

2019年初步核算，临湘市生产总值299.3亿元，比上年增长8%。其中，第一产业增加值33.28亿元，增长2.7%；第二产业增加值134.14亿元，增长9.0%；第三产业增加值131.89亿元，增长8.1%。全市三次产业结构比为11.1:44.8:44.1。

2019年末全市总人口542968人，比上年增加619人，其中城镇人口197818人，农业人口345150人，户籍人口城镇化率36.43%，比上年提升7.95个百分点。全市常住人口51.61万人，其中城镇人口28.68万人，农业人口22.93万人。全年人口出生人数5787人，死亡人口2344人。

## 2.2 场地基本信息

### 2.2.1 场地基本情况

临湘市安达化工厂位于临湘市江南镇（原儒溪镇），靠近长江大堤，调查的场地范围为临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地，总面积4.78万m<sup>2</sup>（约合72亩），具体范围详见附件5。场地西侧为长江大堤，东侧为S201省道，北侧为乡道，南侧为岳阳方阵环保有限公司。

场地内主要有安达化工厂，排渍渠（排污渠）、排渍泵站、池塘、荒地及被水淹没的洼地。其中安达化工厂面积约1.10万m<sup>2</sup>；排渍渠长180m，宽约7.5m；东侧有一

口池塘面积 1800 m<sup>2</sup>；其余主要为荒地，总面积 3.36 万m<sup>2</sup>，2020 年 5 月，调查时部分荒地被水淹没，平均水深约 0.8m，面积约 1.20 万m<sup>2</sup>。整个场地东北部分地势较高，安达化工厂区高程约 35m，西南低洼被水淹没处高程约 25m。具体详见表 2.2-1 与图 2.2-1、2.2-2。

场地内排渍渠，排渍泵站主要用于周边雨水导排，周边雨水汇集到排渍渠后通过排渍泵站将雨水泵入长江。在八、九十年代周边化工厂产生污水大部分经过排渍渠直接排入长江。

表 2.2-1 场地面积统计

序号	名称	面积/万m <sup>2</sup>	备注
1	安达化工厂区	1.10	
2	排渍渠	0.14	长度 180m，宽度 7.5m
3	池塘	0.18	
4	荒地	3.36	其中被水淹没洼地 1.20 万m <sup>2</sup>
合计		4.78	



图 2.2-1 安达化工厂及周边场地平面图

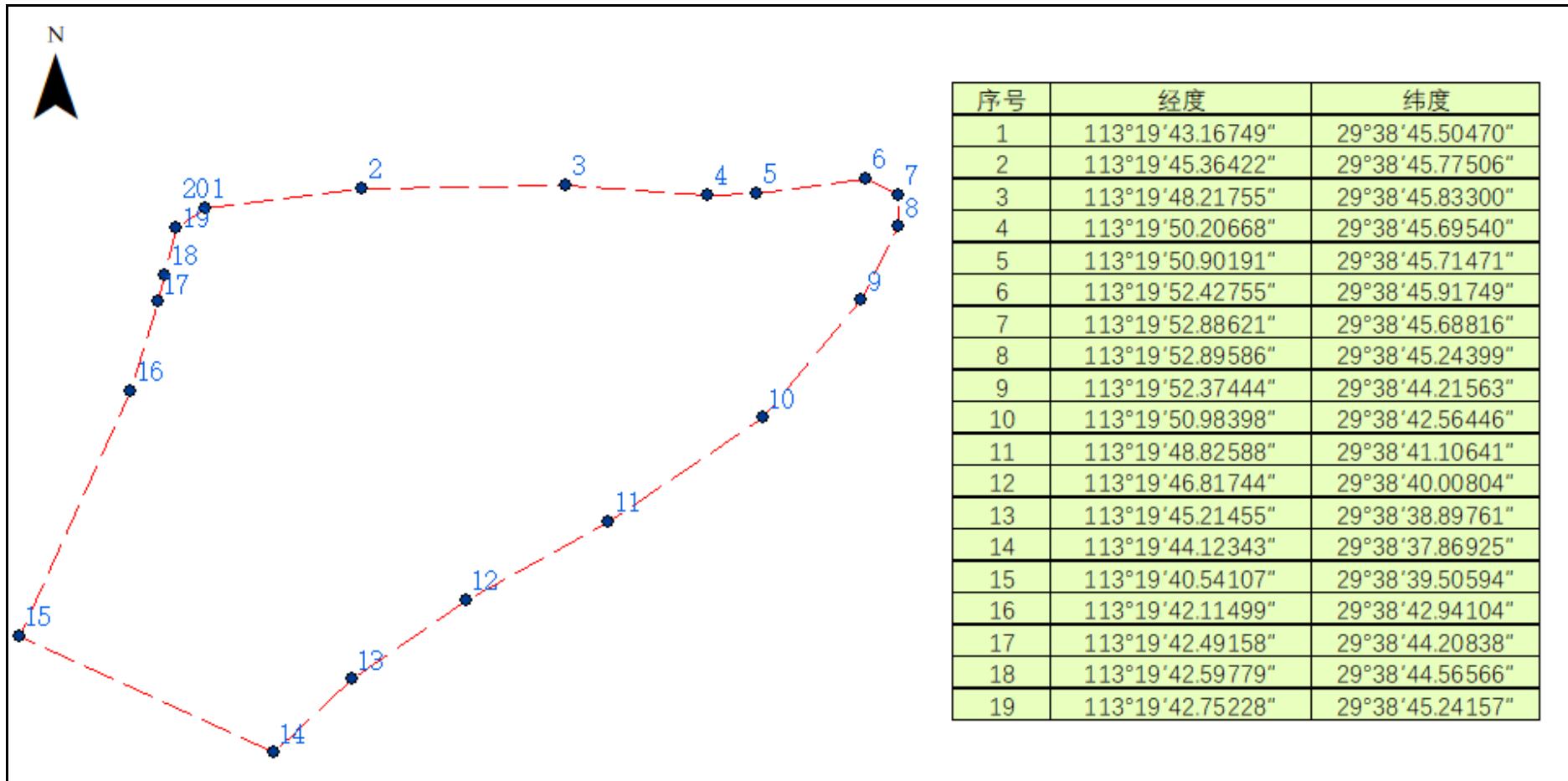


图 2.2-2 本项目治理场地范围与拐点坐标

## 2.2.2 安达化工厂生产历史

岳阳安达化工有限公司原系湖南国发精细化工科技有限公司控股，于 2005 年改制组建为一家具有独立法人的高科技合资企业。岳阳安达化工有限公司生产场区位于临湘市洋溪湖西侧，西侧靠近长江大堤，距离长江最近距离只有 100m，厂区面积 1.10 万 m<sup>2</sup>，约合 16 亩。

该厂于 1999 年 1 月开始在建厂生产，产品为农药杀螟丹，产量为 500 t/a。2009 年将扩大生产能力到 1000 t/a，该项目 2009 年 4 月环评报告获湖南省生态环境厅批复（原湖南省环保局），具体详见附件 2。

2011 年 3 月扩产部分生产装置建成，2013 年 9 月到 2014 年 6 月，该厂进行试生产，此后生产断断续续。

根据《关于岳阳安达化工有限公司项目环评验收承诺书》（湖南临湘工业园区管理委员会，2014 年 8 月），安达化工配套的环保设施已经建成并投入了正常运行，各项环境保护措施已基本落实，但是该项目 700m 防护距离内居民拆迁安置问题一直未得到有效解决，导致周边居民意见较大。

2016 年，由于环保要求及自身经营原因停产。2020 年 6~7 月，临湘市委托有关单位对安达化工厂建筑与设备进行了拆除。

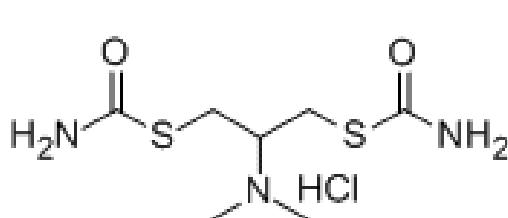
表 2.2-2 安达化工厂生产历史

序号	时间	主要事件	备注
1	1999 年以前	荒地	
2	1999 年 1 月	安达化工建厂生产，产品为农药杀螟丹，生产能力为 500 t/a	
3	2009 年 1 月	准备进行扩建，产品为农药杀螟丹，生产能力提高至 1000 t/a	
4	2009 年 4 月	取得环评批复	
5	2011 年 3 月	扩产部分生产装置建成	
6	2013 年 9 月~2014 年 6 月	扩产部分进行试生产	
7	2016 年	停产	
8	2020 年 6~7 月	安达化工厂区建筑和设备拆除	
9	规划	一类工业用地	

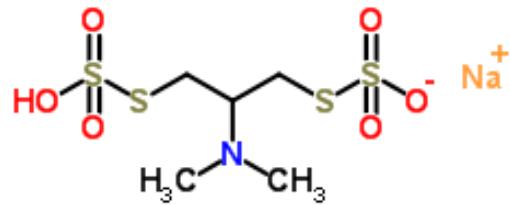
### 1、项目产品及主要生产原辅材

本项目主要产品为杀螟丹，设计产量 1000t/a（实际产量小于设计产量），杀螟丹

又称巴丹，白色粉末，熔点 179-181°C，沸点:407.2°C，英文通用名 cartap，化学名称为 1, 3—双—(氨基甲酰硫基)—2—二甲胺基丙烷盐酸盐，用于防治鳞翅目、鞘翅目、半翅目、双翅目等多种害虫和线虫。该品种最早是由日本武田药品工业株式会社开发生产。在正常条件下对眼睛和皮肤无过敏反应。未见致癌、致畸、致突变作用。对鱼有毒，对蜜蜂和家蚕有毒，对鸟类低毒，对蜘蛛等天敌无毒，分子式：C<sub>7</sub>H<sub>15</sub>N<sub>3</sub>O<sub>2</sub>S<sub>2</sub>(·HCl)。



a. 杀螟丹分子结构式



b. 杀虫单分子结构式



c. 杀螟丹样品

图 2.2-2 化学分子式与样品

本项目副产品为大苏打，年产量约 1000t，大苏打为硫代硫酸钠 (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)，无色晶体或白色粉末，在潮湿空气的潮解。比重 1.69，迅速在 48°C 升温熔解。不溶于醇，溶于 0.5 份水，水溶液近中性(pH6.5-8.0)。其无水物为粉末，溶于水，几乎不溶于醇。水溶液显微弱的碱性反应。在硫氰酸酶参与下，能与体内游离的或与高铁血红蛋白结合的氰离子相结合，形成无毒的硫氰酸盐由尿排出而解氰化物中毒。

原岳阳安达化工厂生产过程中主要原辅材料包括杀虫单、氰化钠、甲苯、盐酸、甲醇等。

表 2.2-3 安达化工主要原辅材表

项目	名称	数量 (t/a)	来源	包装要求	运输方式
原料及辅助材料	杀虫单 (固体, ≥95%)	1565	外购	袋装	汽车
	氰化钠 (溶液, ≥30%)	1402	外购	槽罐	汽车
	甲苯 (溶液, ≥99%)	33	外购	桶装	汽车
	盐酸 (溶液, ≥35%)	522	自产	槽罐	汽车
	液碱 (氢氧化钠溶液, ≥35%)	587	外购	槽罐	汽车
	甲醇 (溶液, ≥99%)	22	外购	桶装	汽车
	工业硫磺 (固体, 含砷)	274	外购	袋装	汽车
燃料	燃煤	1000	外购	散装	汽车

## 2、工艺生产流程

(1) 酯化：硫氰酸酯的制备先将杀虫单、水经溶解计量后加入反应釜中，反应釜中已经加入计量好的液碱和甲苯，再开始滴投氰化钠水溶液。反应完成后静置分层，下层溶液去制备大苏打，上层即为硫氰酸酯甲苯溶液，用于制备杀螟丹。

(2) 杀螟丹合成：杀螟丹的合成将计量的硫氰酸酯甲苯溶液投入反应釜中，加入一定量的盐酸在低温情况下使硫氰酸酯与甲苯分离。上层甲苯返回酯化工序循环使用，下层为硫氰酸酯盐酸盐进入合成釜，再加入甲醇（首次投加大量甲醇，之后仅补充循环消耗量）升温至 50°C，并保持 18 小时，得到含有杀螟丹的溶液。之后先将溶液在 70~80°C 负压的条件下进行蒸馏，蒸出气体（含有甲醇、HCl 和水）通过冷凝回收后返回合成釜循环使用，再将蒸馏残余物进行结晶过滤，滤出母液（含有 HCl、甲醇和杀螟丹）返回合成釜循环使用，滤渣主要含有杀螟丹，通过干燥之后即得杀螟丹产品（98%，wt）。

滤出母液在循环利用三、四次后，进行浓缩蒸馏处理。蒸出气体（含有甲醇、HCl 和水）通过冷凝回收后进入中和池与经预处理过的含氰废水进行中和，之后送国发公司污水处理站处理达标排放至长江。蒸馏残余物（含有无机盐和少量杀螟丹）送国发公司危废集中焚烧处理装置焚烧。

(3) 大苏打合成：大苏打的合成酯化反应釜下层溶液含有大量的亚硫酸钠盐和氰化物，通过结晶后可以得到亚硫酸钠晶体 ( $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )，结晶后剩余的含氰废水进入废水预处理装置破氰。将亚硫酸钠晶体和计量好的硫磺以及水加入大苏打合成釜，经过反应产生大苏打和废水，之后将反应物结晶过滤后得到副产品大苏打晶体，

过滤出的废水送至中和池，与厂内其他废水混合之后送国发公司污水处理站处理。

(4) 含氰废水预处理酯化反应釜下层溶液分离出亚硫酸钠晶体后废水中含有高浓度的氰化物以及分层时带入的不溶于水的甲苯，将其送至高压水解釜进行一次破氰，氰化物去除效率达 99%。高压水解过程中在水解温度到达 100°C 之前，水解釜的放空阀门是打开的，此时废水中不溶于水的甲苯将通过阀门挥发至外环境，属于无组织排放废气；当水解温度达到 100°C 以上时，关闭水解釜的放空阀门，让水解釜在高压状态下进行破氰，破氰过程中将产生少量的 NH<sub>3</sub>、CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub> 气体，当高压水解过程完成后，这些气体通过放空阀门将外逸到环境中，属于无组织排放废气。

经过高压水解后的废水中氰化物浓度仍保持有 200~300mg/L 的浓度，离一级排放标准 0.5mg/L 还有几百倍的差别，因此需要进行二次破氰来进一步降低废水中氰化物的浓度。本项目二次破氰采用投加二氧化氯来氧化破氰，氰化物去除效率约 99%。经过氧化破氰后，废水中的氰化物浓度约为 2~3mg/L，然后通过管线送入湖南国发精细化工有限公司污水处理站。

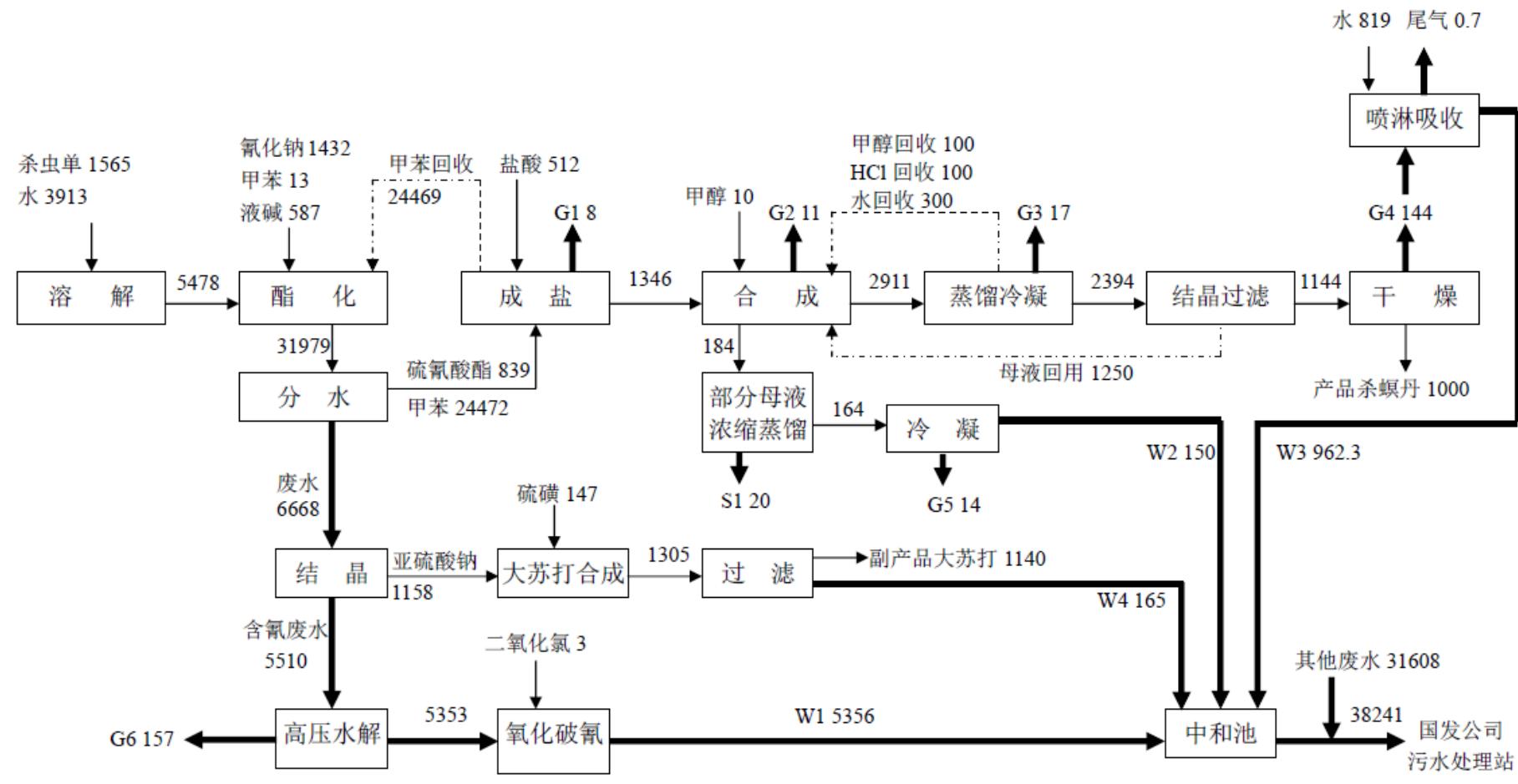


图 2.2-3 安达化工生产工艺流程与物料平衡图

### 2.2.3 场地现状

2020年5月，我公司多次对项目现场进行了踏勘调查，采用现场访谈、航拍、采样、实地勘察等方式了解现场实际情况。

调查时，安达化工厂厂区已停产，场地内建构筑物和设备仍遗留在现场，仓库了还有部分产品与原辅材。场地航拍情况如下：



图 2.2-4 安达化工厂区航拍图（拆除前）



图 2.2-5 安达化工厂区南侧洼地块航拍图

厂区内的建构筑和设备情况如下：



图 2.2-6 厂区建筑与设备

厂区内的储罐主要存储物质包括甲苯、甲醇、盐酸等，储罐区域情况如下：



图 2.2-7 厂区内储罐区域情况

#### 2.2.4 厂区拆除后场地现状

2020 年 7 月，临湘市委托有关单位对安达化工厂建筑与设备进行了拆除，现场设备与遗留固体废物（建筑垃圾除外）均已进行处置，2020 年 8 月对现场的补充调查发现，拆除的建筑垃圾目前遗留在场地内。具体详见图 2.2-14。

安达化工厂总建筑面积 2500m<sup>2</sup>，建筑以单层砖混结构为主，每 m<sup>2</sup> 建筑垃圾产生量一般为 0.8t 左右，拆除建筑垃圾量约合 2000t；场地内地坪面积 6200 m<sup>2</sup>，厚度约 0.15m，共计 930m<sup>3</sup>（容重约 2.1t/m<sup>3</sup>，约合 1953t）。

综上，估算出本项目建筑垃圾总量约为 3953t。



图 2.2-8 安达化工拆除后现场遗留的建筑垃圾

## 2.3 场地环境特征

### 2.3.1 周边环境敏感目标

本项目治理场地北侧与西侧紧邻长江大堤，南侧为岳阳市方阵环保有限公司，南

侧约 200m 处为北控污水处理厂，东南侧依次为临湘市原氨基化学品厂周边土壤治理修复工程已治理地块、湖南国发精细化工有限公司和湖南德泽环保科技有限公司，场地北侧 50m~500m 处有约 30 户居民，东侧距离洋溪湖约 800m，具体如图 2.3-1 所示。

根据《湖南省主要水系地表水环境功能区划》(DB43/023-2005)和(岳政发[2002]18 号)，长江(城陵矶至黄盖湖段)为一般渔业用水区，执行《地表水环境质量标准》(GB3838 -2002)III类标准。洋溪湖主要用于水产养殖，规划区内水渠主要用于农灌，均执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)III类标准。

本项目主要环境敏感目标包括：北侧与西侧的长江，北侧 50m~500m 处有约 30 户居民，东侧的洋溪湖 800m。

表 2.3-1 周边环境基本情况及环境敏感目标

序号	名称	方位和距离	基本情况
1	长江	北侧与西侧，紧邻	《地表水环境质量标准》( GB3838-2002 ) III类水质标准
1	岳阳方阵环保科技有限公司	南侧，紧邻	主要进行涂料乳液及固化剂生产，2017 年投产
2	北控污水处理厂	南侧， 200m	设计处理能力为 2 万 m <sup>3</sup> /d，采用“Fenton 氧化+絮凝沉淀+水解酸化 + 卡鲁塞尔氧化沟”的处理工艺，经处理后的园区废水排入长江陆城段。
3	临湘市原氨基化学品厂周边土壤治理修复工程治理地块	东南侧，紧邻	2019 年实施治理，目前为绿地
4	湖南国发精细化工有限公司	东南， 180m	利用异氰酸酯类新材料生产农药原药、医药中间体、化工中间体等 50 余种化工品。
5	湖南德泽环保科技有限公司	南侧， 150m	主要进行危废焚烧及余热利用，规模为 9000t/a
6	居民	北侧， 50m~500m	约 30 户，投诉较为严重
7	洋溪湖	东侧， 800m	《地表水环境质量标准》( GB3838-2002 ) III类水质标准



图 2.3-1 治理场地周边环境情况

### 2.3.2 地质勘查

为了解本项目所在场地地质情况，本项目于 2020 年 6 月，对场区进行了地形测量与地质勘察，共钻孔 45 个，点位与详调土壤取样点位和底泥取样点位重合，根据《临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地勘报告》（2020 年 5 月），场地内未见新的断层通过，亦无岩溶、采空区、破碎带等不良地质作用和地质灾害。场地原始地形为厂房、池塘、水沟和山地，地势高低不一，现时钻孔地面标高介于 23.29~37.62m 之间。

经钻探揭露，在勘探孔控制深度范围内，根据土层的成分、结构、塑性指标和工程特性，自上而下地层分为 6 层，其特征、厚度和分布范围描述如下：

(1) 第四系全新统素填土 ( $Q_4^{ml}$ )：褐、黄褐、黄灰色，主要由粉质黏土、风化岩块和碎石填成，不均匀，较湿，稍密状态，已完成自重固结，多年填土。场地内主要分布在 Z1、Z6、Z8、Z9、Z11、Z15、Z19、Z23、Z24、Z26 孔地段，层厚 1.2~6.3m，平均层厚 2.18m，图中为①层。

(2) 第四系全新统软塑粉质黏土 ( $Q_4^{al}$ )：黑、灰色，黏粒成分为主，粉粒成分次之，稍有光泽，无摇震反应，干强度低，韧性低，饱和，高压缩性，呈软塑状态。场地内主要分布在 Z25、Z30、Z31、Z34、Z35 孔地段，层厚 1.3~2.8m，平均层厚 1.72m，图中为②层。

(3) 第四系全新统可塑粉质黏土 ( $Q_4^{al}$ )：黄灰、黄褐色，黏粒成分为主，粉粒成分次之，稍有光泽，无摇震反应，干强度中，韧性中，湿，中等压缩性，呈可塑状态。场地内主要分布在 C1、C2、C3、C4、Q1、Q2、Q3、Q4、Q5、Z10、Z16、Z17、Z24~Z36 孔地段，层厚 0.8~5.2m，平均层厚 2.85m，图中为③层。其中，在排渍渠与池塘淤积层中沉积少量灰黑色不明工业废渣，含废渣淤积层厚度约为 0.8~3.0m。

(4) 第四系全新统硬塑粉质黏土 ( $Q_4^{al}$ )：黄、黄褐色，黏粒成分为主，粉粒成分次之，稍有光泽，无摇震反应，干强度高，韧性高，湿，低压缩性，呈硬塑状态。场地内主要分布在 Z3、Z7、Z13、Z18、Z20、Z23、Z28、Z35、Z36 孔地段，层厚 0.7~6.5m，平均层厚 2.82m，图中为④层。

(5) 前震旦系冷家溪群崔家坳组全风化板岩 ( $P_t^{lnc}$ )：黄、紫红色，泥质结构，板状构造，薄层状，岩石全部风化，节理裂隙极其发育，岩体极破碎，基本质量等级为 V 类，属极软岩，结构基本破坏，层理不甚清晰，仍保留部分原岩结构，岩芯呈土状，该层土遇水或扰动后易崩解、软化，强度降低。场地钻孔地段均有分布，层厚

0.8~9.9m，平均层厚 5.08m，图中为⑤层。

(6) 前震旦系冷家溪群崔家坳组强风化板岩 ( $P_t^{lnc}$ )：紫红、黄灰、黄绿色，泥质结构，板状构造，薄层状，岩石强烈风化，节理裂隙很发育，岩体破碎，基本质量等级为V类，属极软岩，结构大部分被破坏，层理清晰，强度随深度变化逐渐增高，岩芯上部呈土状夹碎块状，下部呈碎块状、块状。场地内仅 Z1~Z17、Z13、Z19、Z24、Z32、Z33、Z35 孔地段揭露到，尚未揭穿，揭露深度 0.4~5.8m，平均深厚 2.01m，图中为⑥层。

### 2.3.4 地下水文

勘察期间在 Z24、Z27 孔地段见地下水，根据地下水赋存、埋藏条件及水力特征，地下水主要为孔隙潜水，主要赋存在③层可塑粉质黏土中，接受地表水渗入、大气降水补给和长江渗透补给。场地内地下水动态变化受气候影响较大，根据场地标高及地下水位判断，地下水主要流向为自东北向西南方向，长江水位较高时，流向为自西向东。

勘察期间测得地下水稳定水位埋深在 1.7~5.0m 之间，1985 国家高程基准在 26.02~28.49m 之间，地下水年变化幅度在 2.0m 左右。

经现场勘察，场地内未见新的断层通过，亦无岩溶、采空区、破碎带等不良地质作用和地质灾害。

表 2.3-2 地质水文参数

层号	岩土名称	天然容重 $\rho(g/cm^3)$	渗透系数 $K(cm/s)$
1	素填土	2.10*	$6.0 \times 10^{-4}*$
2	软塑粉质黏土（底泥）	1.89*	$3.0 \times 10^{-5}*$
3	可塑粉质黏土	1.93*	$3.0 \times 10^{-5}*$
4	硬塑粉质黏土	1.95*	$8.0 \times 10^{-5}*$
5	全风化板岩	2.00*	$1.0 \times 10^{-5}*$
6	强风化板岩	2.10*	$9.0 \times 10^{-3}*$

注：带\*数据为本地区经验数据，可作为设计依据。

### 2.3.5 用地规划

根据《临湘工业园滨江产业区控制性详细规划（2018-2030）》（湖南省城市学院规划建筑设计研究院）及《关于原岳阳安达化工厂及周边污染场地修复治理项目的用

地说明》(临湘市自然资源局, 2020 年), 具体详见附件 3、附件 4, 本项目调查区域规划用地性质属于一类工业用地, 其中场地北侧 50m 宽度范围为绿化区域。

本项目场地西侧直排长江的排渍泵站将废弃，场内积水规划通过新建提升泵站的形式提升至本区域雨污水网（S201省道沿线，北控污水处理厂处），然后外排至杨溪湖。



图 2.3-2 临湘工业园滨江产业区控制性详细规划

## 2.4 场地污染特征

### 2.4.1 地表水污染情况

参考《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) III类水质标准，本项目西南侧的积水洼地、排渍渠与东南侧小池塘主要超标因子包括：COD、氨氮、砷、挥发酚，水质为劣V类水质，COD、氨氮、砷、挥发酚的最大超标倍数分别为：3.1倍、11.2倍、1.4倍、2.8倍。其中 COD、氨氮可能为周边生活污染源造成。砷、挥发酚超标可能与历史上本项目生产及周边化工厂生产污染有关。

本项目所在区域水域覆盖面积约合 1.20 万 m<sup>2</sup>，平均深度 1.5m，积水总方量约合 1.80 万 m<sup>3</sup>。

### 2.4.2 地下水污染情况

为了解本项目地下水情况，本项目于安达化工厂周边 3 个方向呈三角形布置 3 口地下水监测井，安达化工厂内部布置 1 口地下水监测井，共计 4 口地下水监测井。

经调查检测，参考《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) IV类水质标准，本项目地下水未见超标情况。

### 2.4.3 场地废水污染情况

本项目现场遗留有应急事故池 1 座（废水约 10m<sup>3</sup>），污水处理池 1 座（废水约 50m<sup>3</sup>），初步调查对池中水样取样进行检测。

经调查检测，参考《污水综合排水标准》(GB8978-1996) 一级标准，本项目应急事故池，污水处理池组废水监测超标因子为总磷，最大超标倍数为 5.6 倍，其余指标未见超标。

### 2.4.4 大气环境监测结果

本项目所在场地上风向与下风向颗粒物、苯、甲苯、甲醇、氯苯类、氯化氢、非甲烷总烃均未超过《大气污染综合排放标准》(GB 16298-1996)无组织排放浓度限值；对酚类物质检测显示，上风向酚类物质未见超标，下风向酚类物质出现超标，最大超标倍数为 0.75 倍，说明场地内有机物对现场大气环境造成了一定影响。

### 2.4.5 背景土壤检测结果

本项目场地西面为长江，南面有大量化工厂，受地形条件限制，主要在项目所在地北侧与东侧取样，共 6 个点，采样深度位 0~0.5m，2m，共 2 层。

经调查与监测显示：所在区域背景点所测指标均未超过《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）第二类用地筛选值。说明周边区域背景点土壤环境质量较为正常，受到的污染较小。

## 2.4.6 场地土壤污染情况

### 1、详细调查

本项目土壤调查参考《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）第二类用地筛选值，超标因子为砷，超标率为 17.2%，最大值为 532mg/kg，最大值超第二类用地筛选 7.86 倍，超标范围主要集中在 0~4.0m 深度的区域。由于本项目生产过程中使用的硫磺为工业硫磺，纯度不高，含有砷杂质，场地土壤砷超标与本项目生产及腰子湖方向排污有关。

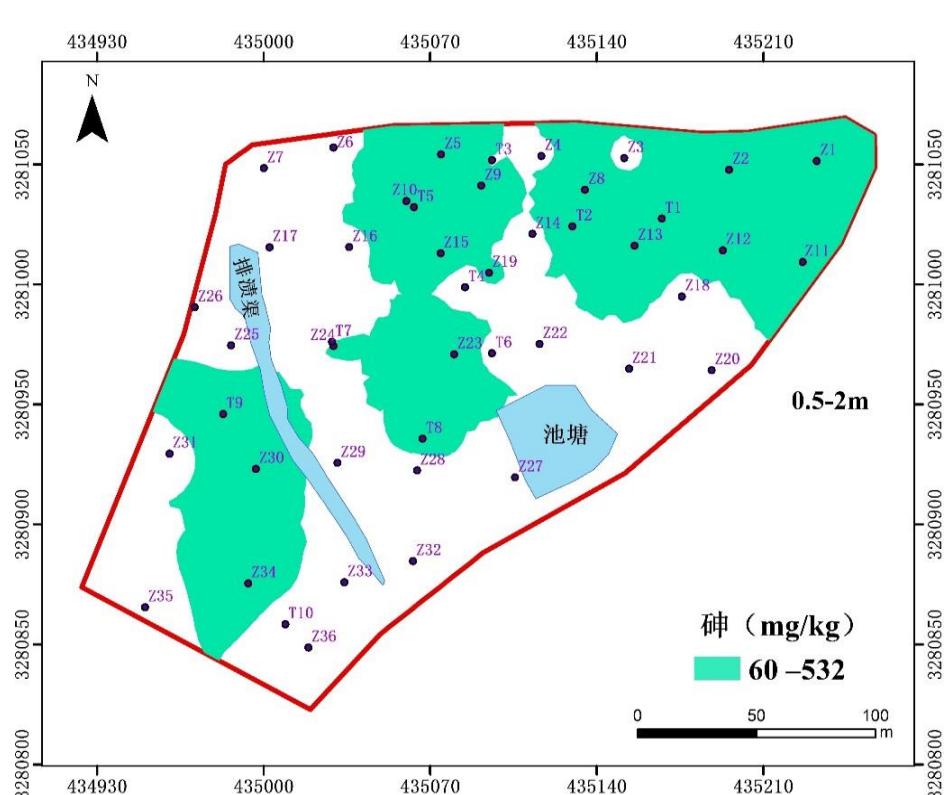
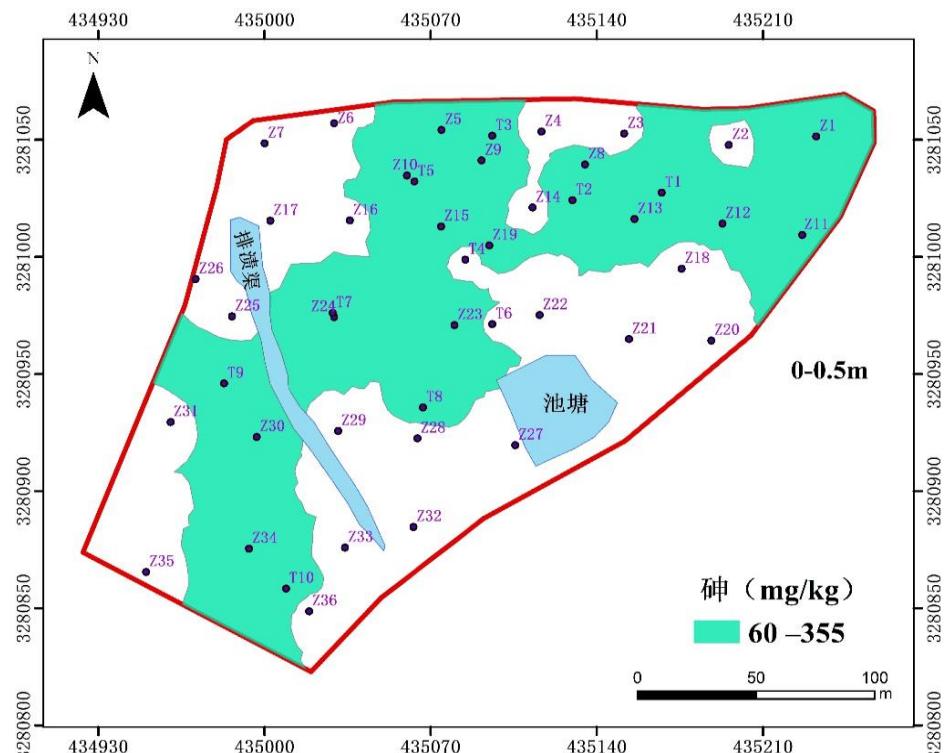
本项目场地土壤具体超标情况与范围详见图 2.4-1。

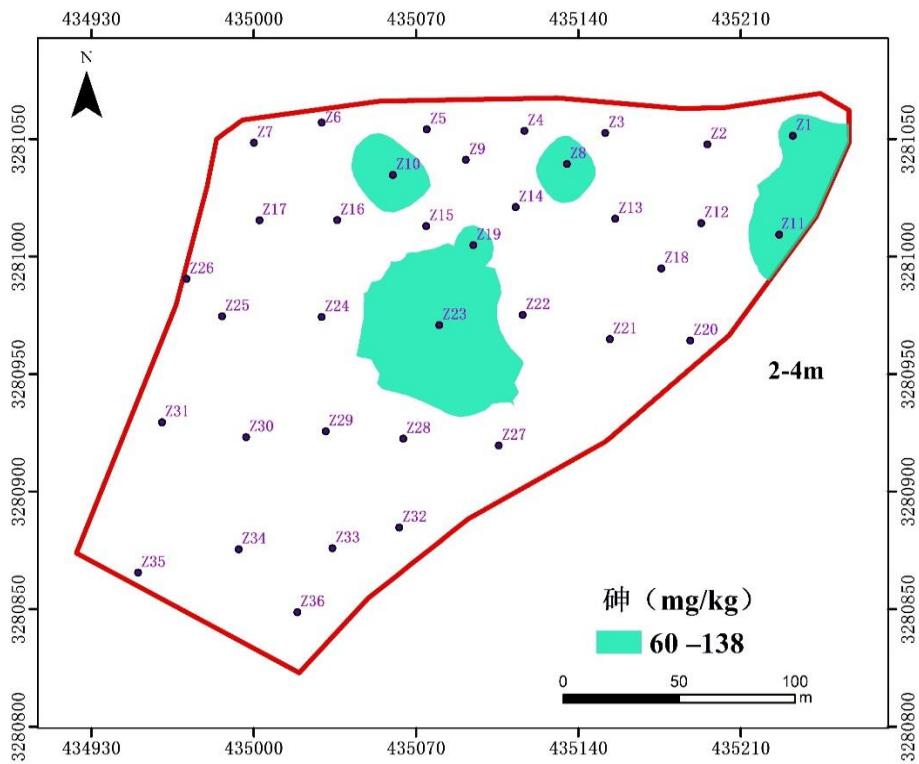
根据详细土壤调查数据及插值拟合分析，本项目土壤超标因子为砷，超标方量统计如下：

表 2.4-1 土壤超标方量统计表

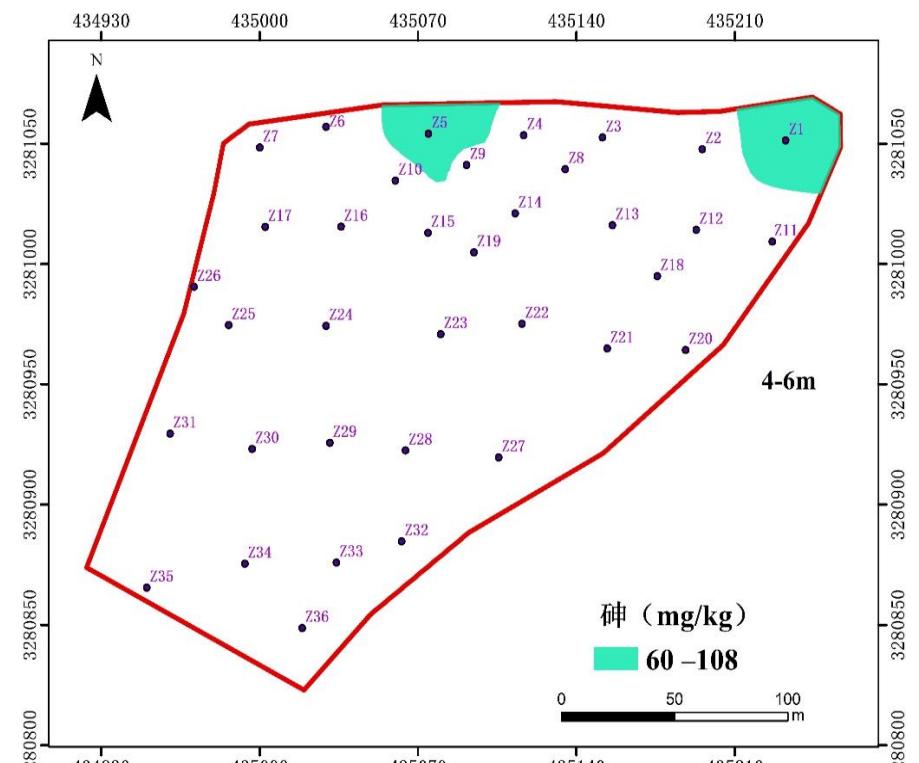
序号	深度范围 /m	厚度 /m	超筛选值面积/ m <sup>2</sup>	超筛选值方量/ m <sup>3</sup>	超管控值面积/ m <sup>2</sup>	超管控值方量 /m <sup>3</sup>
1	0~0.5	0.5	24376.41	12188.205	4531	2265.5
2	0.5~2.0	1.5	20641.34	30962.01	6892	10338
3	2.0~4.0	2	7057.84	14115.68	2362	4724
4	4.0~6.0	2	2448.62	4897.24	0	0
5	6.0~8.0	2	0	0	0	0
6	8.0~10	2	0	0	0	0
合计			/	62379.08	/	17327.50

由上表可知：本项目土壤超过《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）第二类用地筛选值的方量为 62379.08m<sup>3</sup>，超过第二类用地风险管控制值的方量为 17327.50 m<sup>3</sup>。





2.0m~4.0m 砷超标目标值范围



4.0m-6.0m 砷超标目标值范围

图 2.4-1 土壤砷超标范围图

## 2、补充调查

2020年7月，临湘市委托有关单位对安达化工厂建筑与设备进行了拆除，由于安达化工厂设备管道和罐体中存在少量残留有机废液，拆除过程中可能对场地现场造成一定程度的污染，且拆除前场地内无明显异味，拆除工作完工后场地可闻到明显异味。因此，场调单位于2020年10月组织对安达化工厂拆除区域土壤进行了补充调查。

调查显示，参考《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）与《场地土壤环境风险评价筛选值》（DB11/T 811-2011）工业用地的筛选值标准，超标因子为苯与苯酚，超标率分别为25.0%，10.0%，超标深度集中在0~0.5m处，其中苯最大超标倍数为16.16倍、苯酚最大超标倍数为4.86倍，说明场地内部分区域有机物污染较为严重。

### 2.4.7 场地底泥污染情况

本项目排渍渠与池塘底泥水浸检测结果显示砷、苯酚超过《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）最高允许排放标准，属于第II类一般工业固废。结合地勘数据，显示排渍渠与池塘淤积层中沉积少量灰黑色不明工业废渣，含废渣淤积层厚度约为0.8~3.0m。经测算排渍渠与池塘底泥总方量为9750 m<sup>3</sup>，具体如下：

表 2.4-2 底泥超标方量统计

序号	位置	面积/m <sup>2</sup>	底泥厚度/m	方量/m <sup>3</sup>	属性
1	排渍渠底泥	1350	3.0	4050	II类渣
2	池塘底泥	1900	3.0	5700	II类渣
合计				9750	

### 2.4.8 场地遗留固废情况

2020年7月，临湘市委托有关单位对安达化工厂建筑与设备进行了拆除，现场设备与遗留固体废物（建筑固体废物除外）均已进行处置，2020年8月对现场的补充调查发现，拆除的建筑垃圾目前遗留在场地内。

安达化工厂总建筑面积2500m<sup>2</sup>，建筑以单层砖混结构为主，每m<sup>2</sup>建筑垃圾产生量一般为0.8t左右，拆除建筑垃圾量约合2000t；场地内地坪面积6200 m<sup>2</sup>，厚度约0.15m，共计930m<sup>3</sup>（容重约2.1t/m<sup>3</sup>，约合1953t）。综上，估算出本项目建筑垃圾总量约为3953t。根据《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB 18599-2001），判断本项目遗留建筑固体废物主要为第II类一般工业固废。

## 2.5 土壤污染风险

根据《临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地修复治理项目土壤污染风险评估报告》(湖南亿科检测有限公司, 2020 年 10 月), 风评表明, 风险评估主要结论如下:

- (1) 本地块土壤砷、苯需经修复或管控后方可开发利用;
- (2) 建议土壤中砷、苯酚、苯的修复目标值分别为 60mg/kg、55700mg/kg、11.4 mg/kg。
- (3) 由于本地块土壤苯酚最大值为 536.8mg/kg, 远远小于其风险控制值, 因此本地块土壤修复或管控关注污染因子为砷、苯。

土壤污染风评建议修复目标值具体如表 2.5-1 所示:

表 2.5-1 风评建议修复目标值 (单位 mg/kg)

序号	污染因子	结论	风评建议 修复目标值
1	砷	需要进行修复或管控	60
2	苯酚	风险可接受	无
3	苯	需要进行修复或管控	11.4

依据建议的土壤修复目标值, 风评报告分层统计了本地块的修复范围和修复工程量。本地块土壤需修复区域垂直投影最大面积为 27576.82m<sup>2</sup>, 总修复工程量约为 62379.08m<sup>3</sup>。本地块修复面积及方量见表 2.5-2, 本地块修复范围见图 2.5-1。

表 2.5-2 超修复目标值方量汇总表

土层	面积 (m <sup>2</sup> )	方量 (m <sup>3</sup> )
0-0.5m	24808.30 (其中苯超目标值面积 1985.13)	12404.15 (其中苯超目标值方量 992.565)
0.5-2.0m	20641.34	30962.01
2.0-4.0m	7057.84	14115.68
4.0-6.0m	2448.62	4897.24
总计	27576.82 (垂直投影最大面积)	62379.08

注: 6-8m 砷最大浓度值为 60.1mg/kg, 不考虑纳入修复或管控土层。

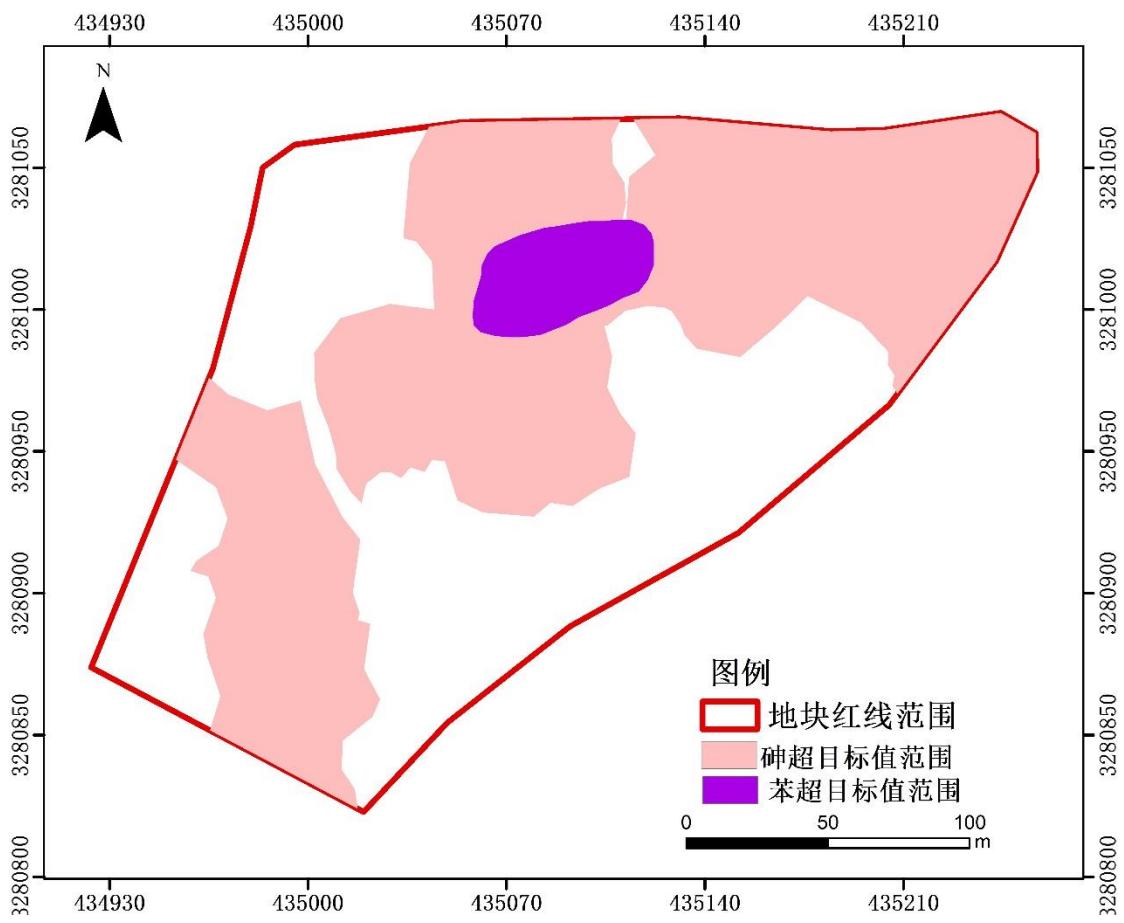


图 2.5 各层修复、管控土壤投影叠加后范围

### 3 地块修复模式

#### 3.1 治理与修复对象

根据前期场调与风险评估情况，确定本项目治理修复对象包括厂区现存废水、遗留的固体废弃物及受污染土壤和底泥，具体如表 3.2-1 所示：

**1、场区现存废水：**本项目应急事故池，污水处理池废水监测总磷超过《污水综合排水标准》(GB8978-1996) 一级标准，总量约 60m<sup>3</sup>；

**2、受污染土壤：**本项目土壤中超标因子为砷、苯，超过风评值的方量为 62379.08m<sup>3</sup>；

**3、受污染底泥：**本项目排渍渠与池塘底泥中含有废渣，水浸砷与苯酚超标，属于第II类一般工业固体废物，经测算排渍渠与池塘底泥总方量为 9750 m<sup>3</sup>；

**4、遗留固体废弃物：**本项目场区遗留的建筑固体废物水浸检测结果显示氯化物、苯酚、甲苯超标属于第II类一般工业固体废物，总方量 3953m<sup>3</sup>。

#### 3.2 土壤治理与修复范围

根据《临湘市原岳阳安达化工厂及周边场地环境调查报告》(湖南亿科检测有限公司, 2020 年 10 月)、《临湘市原岳阳安达化工厂及周边场地土壤污染风险评估报告》(湖南亿科检测有限公司, 2020 年 10 月)，本项目土壤砷超过风险评估修复目标值，治理修复范围如下。

##### 1、0-0.5m 土壤治理修复范围

本地块 0-0.5m 超目标值范围面积共 24808.3m<sup>2</sup>，其中苯超目标值面积为 1985.13m<sup>2</sup>，砷超标目标值面积为 24376.41m<sup>2</sup>，重叠部分为 1553.24 m<sup>2</sup>，表层土壤超目标值总方量约为 12404.15m<sup>3</sup>，其中土壤仅砷超标方量为 12188.21 m<sup>3</sup>，仅苯超标方量为 215.95 m<sup>3</sup>，苯与砷均超标方量为 776.62 m<sup>3</sup>。

具体超修复目标值范围见图 3.2-1、图 3.2-2，拐点坐标见表 3.2-1。

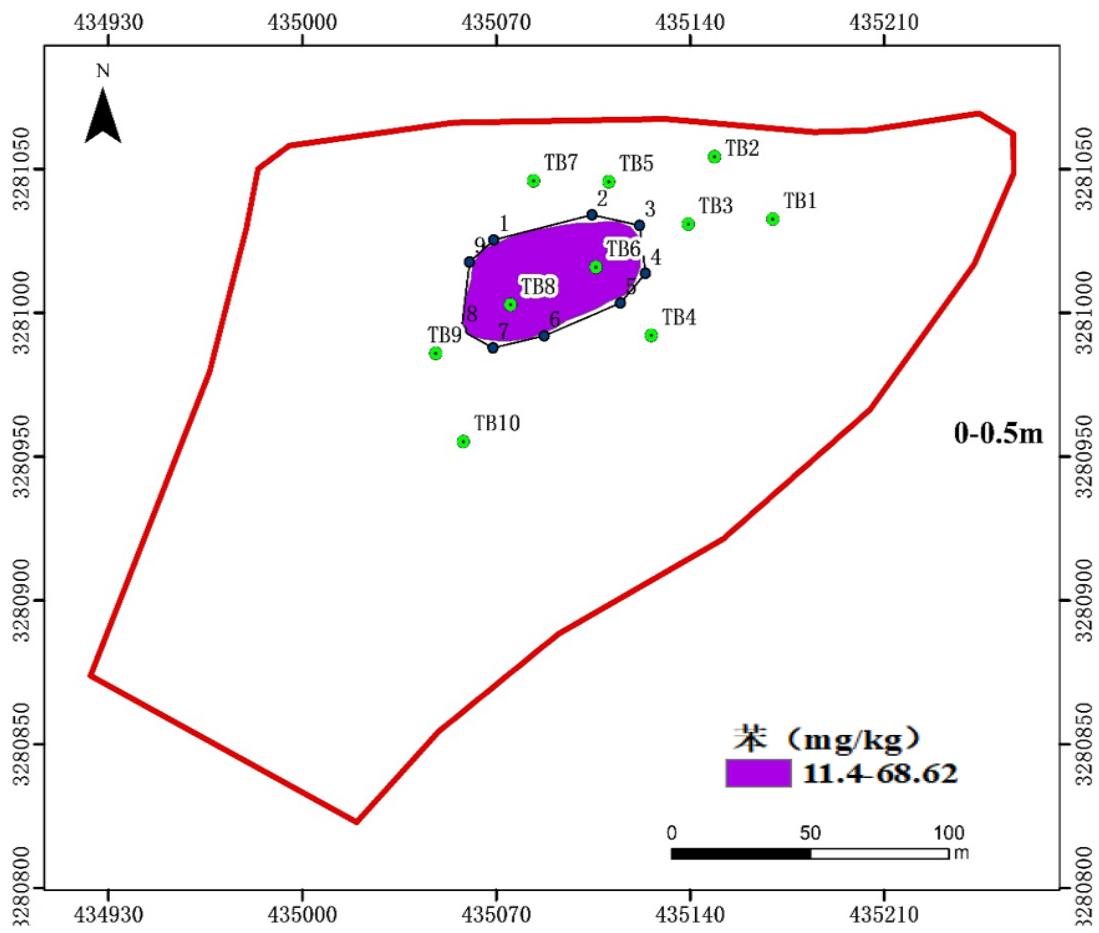


图 3.2-1 0-0.5m 芬超标范围

表 3.2-1 0-0.5m 芬超目标值拐点坐标

拐点	x	y	拐点	x	y
1	435068.83600	3281025.76400	6	435087.35450	3280992.05010
2	435104.51100	3281034.68800	7	435068.83360	3280987.81680
3	435121.75040	3281030.41480	8	435057.45650	3280993.90220
4	435123.86700	3281013.74600	9	435060.36690	3281017.71480
5	435114.87120	3281003.42730			

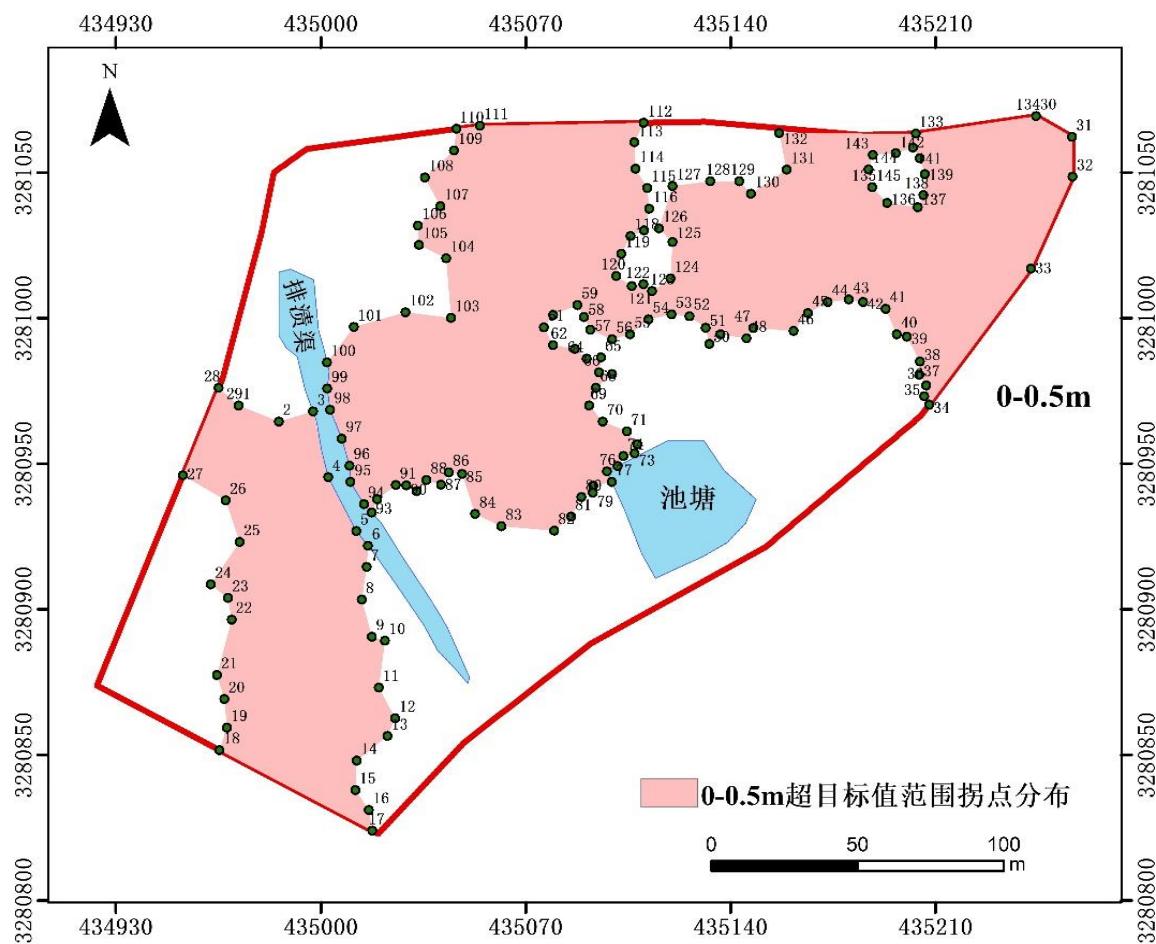


图 3.2-2 0-0.5m 砂超目标值范围

表 3.2-2 0-0.5m 砂超目标值拐点坐标

拐点	x	y	拐点	x	y
1	434971.92120	3280970.02190	74	435103.38520	3280952.63960
2	434985.67960	3280964.46560	75	435101.44990	3280949.20580
3	434997.35910	3280967.91900	76	435097.80270	3280947.35330
4	435002.55250	3280945.36890	77	435099.43530	3280943.72520
5	435012.14370	3280926.84800	78	435093.08320	3280942.45420
6	435016.10950	3280921.83860	79	435092.96060	3280940.03220
7	435015.68450	3280914.50690	80	435089.04480	3280938.55050
8	435013.99120	3280903.28850	81	435085.55230	3280931.88300
9	435017.48370	3280890.58850	82	435079.73140	3280927.01470
10	435021.92870	3280889.21270	83	435061.73970	3280928.49630
11	435019.81200	3280873.12600	84	435052.74390	3280932.72970
12	435025.42120	3280862.54260	85	435048.29890	3280946.48800
13	435022.77530	3280856.45720	86	435043.74800	3280947.01720
14	435012.29780	3280848.04340	87	435041.10220	3280942.78390
15	435011.82160	3280837.88340	88	435036.12800	3280944.37140

拐点	x	y	拐点	x	y
16	435016.42530	3280831.05720	89	435032.84720	3280940.56140
17	435017.61120	3280823.91860	90	435029.24880	3280942.57220
18	434965.38950	3280851.61810	91	435025.65050	3280942.67800
19	434967.92250	3280859.33060	92	435019.30050	3280937.80970
20	434967.05400	3280869.15720	93	435017.40400	3280933.20360
21	434964.51400	3280877.41220	94	435014.78950	3280936.10850
22	434969.59400	3280896.46230	95	435010.15930	3280943.71530
23	434968.32400	3280903.92350	96	435009.82860	3280949.33770
24	434962.45020	3280908.52730	97	435007.18270	3280958.59810
25	434972.29270	3280923.13230	98	435003.21400	3280968.52000
26	434967.53020	3280937.41990	99	435002.22180	3280975.79610
27	434952.88960	3280946.01380	100	435002.15470	3280984.78490
28	434965.10660	3280976.03180	101	435011.33010	3280996.93540
29	434971.92120	3280970.02190	102	435028.94010	3281002.03120
30	435244.37150	3281069.40330	103	435044.48450	3281000.04690
31	435256.66750	3281062.27060	104	435042.83080	3281020.55210
32	435256.84810	3281048.59240	105	435033.57040	3281025.18230
33	435242.64050	3281017.00830	106	435033.23960	3281031.79690
34	435207.86220	3280970.29740	107	435040.84640	3281038.41150
35	435206.20250	3280973.15810	108	435035.55470	3281048.33340
36	435206.83750	3280976.86230	109	435045.47660	3281057.59390
37	435204.50920	3280980.56640	110	435046.39960	3281065.04140
38	435204.72080	3280985.11730	111	435054.36180	3281066.11620
39	435200.27580	3280993.58400	112	435110.28610	3281067.09240
40	435196.78330	3280994.43060	113	435107.11150	3281060.41170
41	435192.97330	3281003.21480	114	435107.53480	3281051.31000
42	435185.24750	3281005.54320	115	435111.55650	3281044.74830
43	435180.37910	3281006.38980	116	435112.19150	3281037.55160
44	435173.18250	3281005.54320	117	435110.49810	3281030.14330
45	435166.40910	3281001.73310	118	435105.84140	3281028.23830
46	435161.54080	3280995.59480	119	435102.66640	3281022.09990
47	435147.78240	3280996.65310	120	435100.97310	3281014.47990
48	435145.45410	3280993.05480	121	435106.26480	3281010.97420
49	435136.56400	3280994.43060	122	435110.23350	3281011.63560
50	435132.75400	3280991.14980	123	435113.21010	3281009.32050
51	435131.48400	3280996.65310	124	435119.49400	3281013.62000

拐点	x	y	拐点	x	y
52	435125.98070	3281000.67480	125	435120.15540	3281026.18780
53	435119.84230	3281001.30980	126	435115.52520	3281030.81800
54	435112.01070	3280999.61650	127	435120.15540	3281045.37010
55	435105.66070	3280994.43060	128	435133.05390	3281047.02370
56	435099.52230	3280992.73730	129	435142.97580	3281047.02370
57	435092.11400	3280996.01810	130	435146.94460	3281042.72420
58	435089.89150	3281000.35730	131	435159.18160	3281050.99250
59	435087.66890	3281004.48480	132	435156.57670	3281063.58070
60	435079.41390	3281001.09810	133	435203.29990	3281063.39640
61	435076.23890	3280996.86480	134	435244.37150	3281069.40330
62	435079.41390	3280990.72650	135	435188.36380	3281044.98050
63	435086.82230	3280989.45650	136	435193.52320	3281039.55650
64	435090.84400	3280986.06980	137	435203.97430	3281038.10130
65	435095.71230	3280986.49310	138	435205.86380	3281042.28130
66	435095.07730	3280981.41310	139	435206.34010	3281049.50440
67	435099.52230	3280980.77810	140	435204.67320	3281054.90190
68	435094.01900	3280976.12140	141	435202.33160	3281058.59290
69	435091.69060	3280969.98310	142	435196.43360	3281056.62220
70	435096.34730	3280964.47970	143	435188.62840	3281056.09300
71	435104.60230	3280961.09310	144	435187.17320	3281051.06590
72	435108.20070	3280956.64810	145	435188.36380	3281044.98050
73	435107.22170	3280953.56570			

## 2、0.5-2m 土壤治理修复范围

本地块 0.5-2 m 超修复目标值范围面积共 **20641.34m<sup>2</sup>**，方量为 **30962.01m<sup>3</sup>**。具体超修复目标值范围见图 3.2-3，拐点坐标见表 3.2-3。

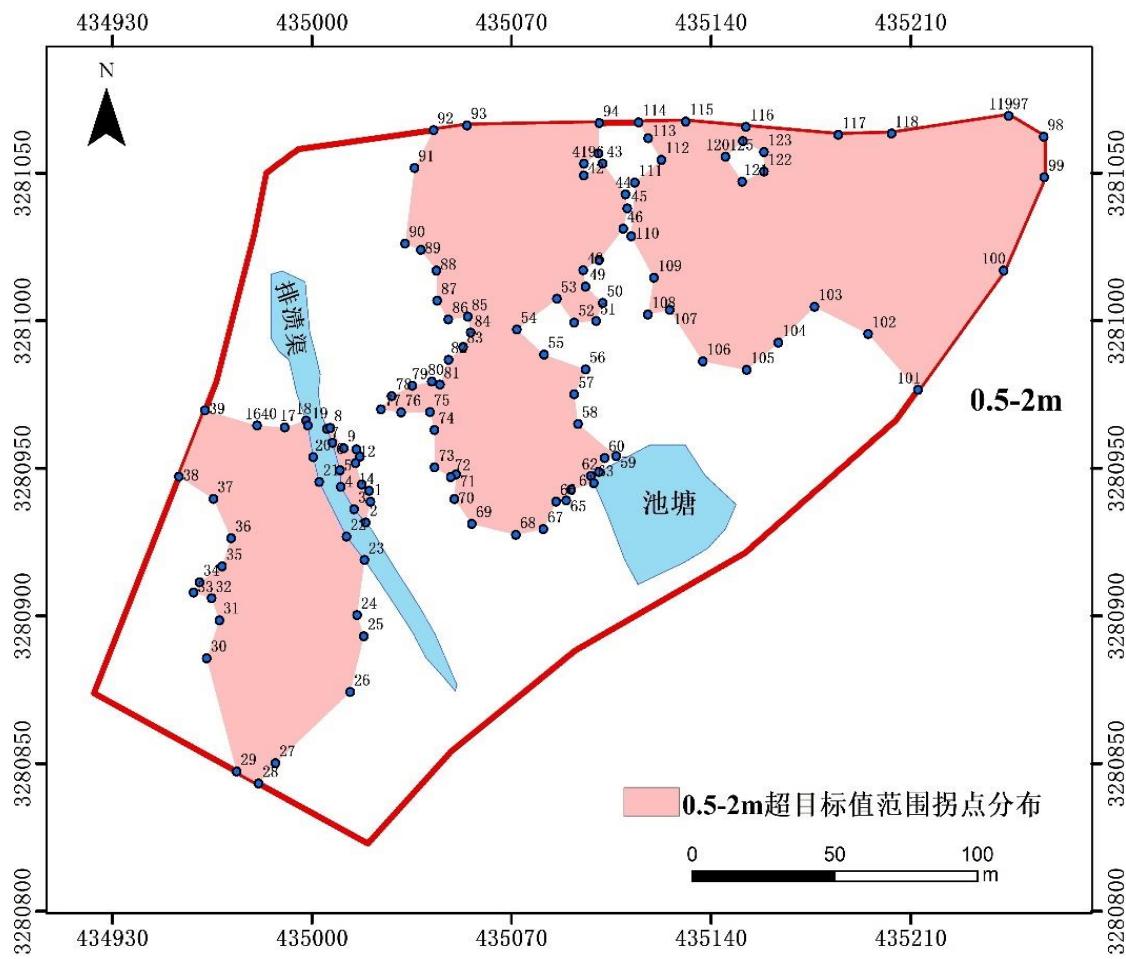


图 3.2-3 0.5~2.0m 砂超目标值范围

表 3.2-3 0.5-2.0m 超目标值拐点坐标

拐点	x	y	拐点	x	y
1	435020.50440	3280938.65000	64	435090.91990	3280942.70910
2	435018.82310	3280931.62680	65	435089.22650	3280939.11080
3	435014.78950	3280936.10850	66	435085.62820	3280938.68750
4	435010.15930	3280943.71530	67	435081.18320	3280929.37410
5	435009.82860	3280949.33770	68	435071.55230	3280927.46910
6	435007.18270	3280958.59810	69	435056.10060	3280931.17330
7	435005.28360	3280963.34600	70	435049.96230	3280939.53410
8	435006.48150	3280963.65310	71	435050.54970	3280947.87910
9	435011.11170	3280956.77400	72	435048.64460	3280947.04570
10	435015.60960	3280956.44320	73	435043.00900	3280950.30000
11	435016.80030	3280953.92970	74	435042.97430	3280962.95010
12	435015.27890	3280951.74690	75	435041.39230	3280969.02510
13	435017.46170	3280944.47080	76	435031.25390	3280968.91560
14	435020.04140	3280942.35410	77	435024.22620	3280969.92950

拐点	x	y	拐点	x	y
15	435020.50440	3280938.65000	78	435028.01140	3280974.44800
16	434980.76920	3280964.44790	79	435035.13270	3280977.92790
17	434990.43320	3280963.84100	80	435042.04060	3280979.37690
18	434997.99210	3280966.17840	81	435044.88480	3280978.31860
19	434998.58380	3280964.55120	82	435047.92850	3280986.75260
20	435000.44410	3280953.80250	83	435053.00850	3280991.09180
21	435002.55250	3280945.36890	84	435055.65440	3280995.96020
22	435012.14370	3280926.84800	85	435054.63570	3281001.35100
23	435018.42750	3280918.91050	86	435047.82270	3281000.40520
24	435015.80150	3280900.24560	87	435043.90680	3281006.75520
25	435018.18270	3280893.10190	88	435043.69200	3281017.00770
26	435013.42020	3280874.21060	89	435038.19180	3281024.00600
27	434987.22640	3280850.08050	90	435032.68850	3281026.12270
28	434981.29480	3280843.18160	91	435035.96930	3281051.73440
29	434973.59620	3280847.26510	92	435042.69580	3281064.54140
30	434963.09640	3280885.64060	93	435054.36180	3281066.11620
31	434967.54140	3280898.49940	94	435100.76290	3281066.92620
32	434964.84260	3280905.96060	95	435100.44850	3281056.73370
33	434958.49260	3280907.86560	96	435095.46410	3281053.18390
34	434960.55640	3280911.35810	97	435244.37150	3281069.40330
35	434968.49390	3280916.75570	98	435256.66750	3281062.27060
36	434971.66890	3280926.28070	99	435256.84810	3281048.59240
37	434965.47760	3280939.61570	100	435242.64050	3281017.00830
38	434953.35770	3280947.16390	101	435212.52260	3280976.55670
39	434962.50750	3280969.64570	102	435195.05830	3280995.47860
40	434980.76920	3280964.44790	103	435176.27280	3281004.73900
41	435095.46410	3281053.18390	104	435163.57280	3280992.56820
42	435095.39790	3281049.21520	105	435152.46030	3280983.30780
43	435101.94640	3281053.25010	106	435137.11440	3280986.21820
44	435109.95010	3281042.79900	107	435125.47270	3281003.68070
45	435110.61150	3281038.03650	108	435117.79980	3281002.09320
46	435109.18940	3281031.12420	109	435119.91650	3281014.52870
47	435100.72270	3281020.54090	110	435111.97900	3281028.55160
48	435095.16640	3281017.10130	111	435113.22130	3281046.77730
49	435095.96020	3281011.54500	112	435122.56230	3281054.48080
50	435102.04560	3281005.98880	113	435117.94440	3281061.84930

拐点	x	y	拐点	x	y
51	435099.66440	3280999.90330	114	435114.61120	3281067.16790
52	435091.99140	3280999.37420	115	435131.11890	3281067.45610
53	435085.92660	3281007.39170	116	435152.22400	3281065.66190
54	435071.88300	3280996.99290	117	435184.59670	3281062.90990
55	435081.40810	3280988.52620	118	435203.29990	3281063.39640
56	435095.96020	3280983.49910	119	435244.37150	3281069.40330
57	435091.99140	3280975.03250	120	435145.05200	3281055.53910
58	435093.31430	3280964.97830	121	435150.87280	3281047.07250
59	435106.71550	3280954.10390	122	435158.54570	3281050.51210
60	435102.66740	3280953.46890	123	435158.54570	3281057.12670
61	435100.63860	3280948.79380	124	435151.13740	3281060.83080
62	435097.80270	3280947.35330	125	435145.05200	3281055.53910
63	435098.86710	3280944.98800			

### 3、2.0-4.0m 土壤修复与管控范围

本地块 2-4m 超修复目标值范围面积共 **7057.84 m<sup>2</sup>**，方量为 **14115.68m<sup>3</sup>**。具体超修复目标值范围见图 3.2-4，拐点坐标见表 3.2-4。

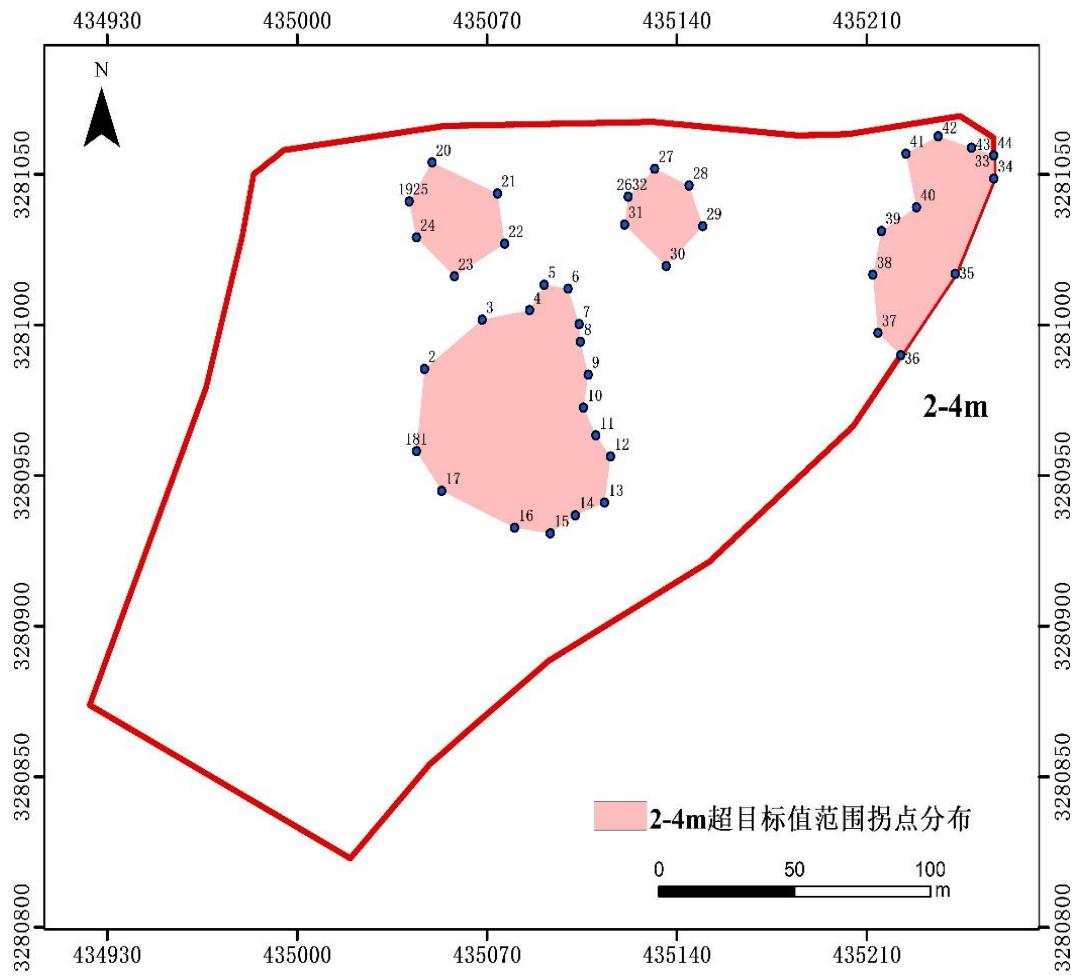


图 3.2-4 2.0~4.0m 破超目标值范围

表 3.2-4 2.0~4.0m 超修复目标值拐点坐标

拐点	x	y	拐点	x	y
1	435043.94330	3280958.10310	23	435058.00590	3281016.15280
2	435046.95950	3280985.40820	24	435043.98290	3281029.11750
3	435068.23210	3281001.75950	25	435041.33710	3281041.02370
4	435085.69460	3281004.93450	26	435122.03520	3281042.61120
5	435091.09210	3281013.34830	27	435131.82480	3281051.87170
6	435099.82340	3281012.07830	28	435144.52480	3281046.31540
7	435103.95090	3281000.33070	29	435149.55190	3281032.82160
8	435104.42710	3280994.45700	30	435136.05810	3281019.59240
9	435107.28460	3280983.50320	31	435120.71230	3281033.35080
10	435105.53840	3280972.54940	32	435122.03520	3281042.61120
11	435110.14210	3280963.34190	33	435256.74550	3281056.35960
12	435115.53140	3280956.35830	34	435256.84810	3281048.59240
13	435113.32120	3280941.02690	35	435242.64050	3281017.00830

拐点	x	y	拐点	x	y
14	435102.54410	3280936.81670	36	435222.50140	3280989.95930
15	435093.31460	3280930.79810	37	435214.11040	3280997.36740
16	435080.13830	3280932.70310	38	435212.25830	3281016.68200
17	435053.30950	3280944.92690	39	435215.43330	3281031.23410
18	435043.94330	3280958.10310	40	435228.31170	3281039.06660
19	435041.33710	3281041.02370	41	435224.42910	3281056.89880
20	435049.80380	3281053.98830	42	435236.33540	3281062.71960
21	435073.88090	3281043.66960	43	435248.61570	3281058.89290
22	435076.52680	3281027.00080	44	435256.74550	3281056.35960

#### 4、4.0-6.0m 土壤修复与管控范围

本地块 4-6m 超修复目标值范围面积共 **2448.62 m<sup>2</sup>**, 方量为 **4897.24m<sup>3</sup>**。具体超修复目标值范围见图 3.2-5, 拐点坐标见表 3.2-5。

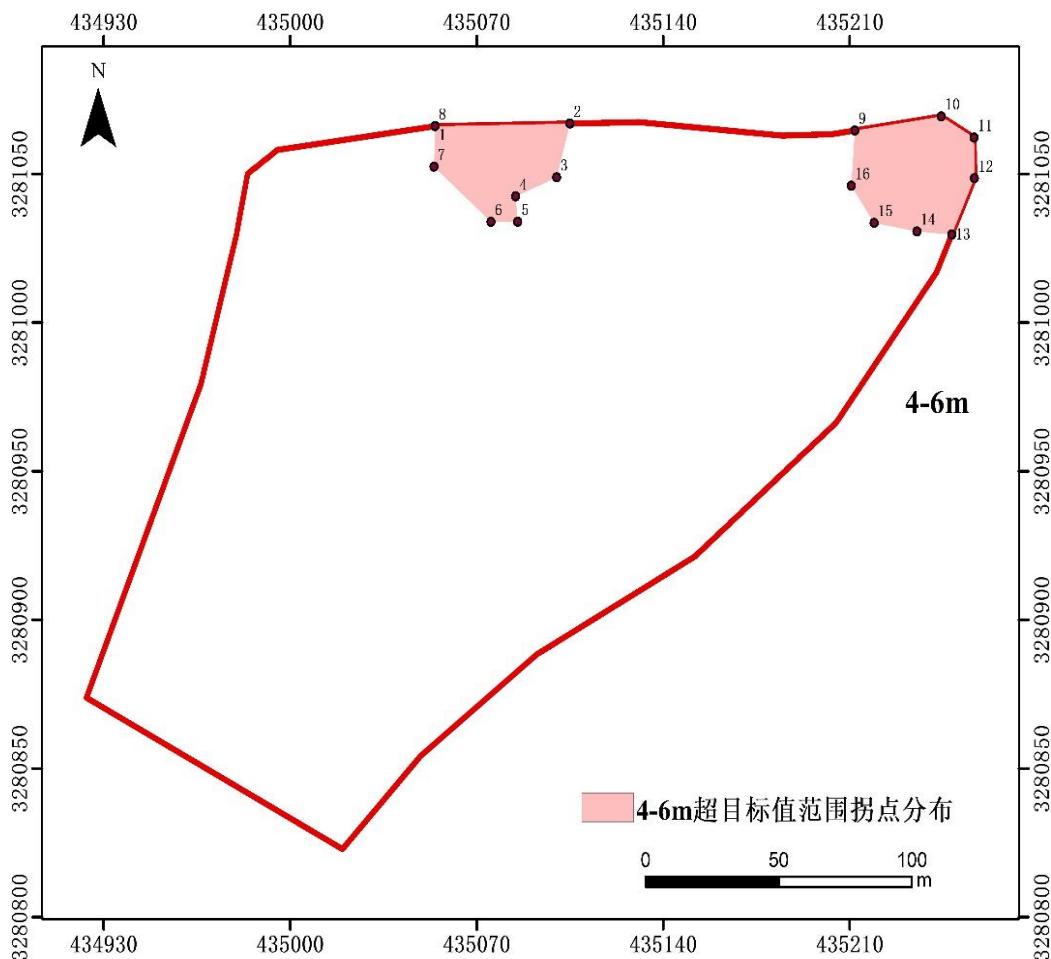


图 3.2-5 4.0~6.0m 土壤管控范围

表 3.2-5 4.0-6.0m 超修复目标值拐点坐标

拐点	x	y	拐点	x	y
1	435054.36180	3281066.11620	9	435211.92050	3281064.65720
2	435104.98970	3281067.00000	10	435244.37150	3281069.40330
3	435099.99260	3281048.90260	11	435256.66750	3281062.27060
4	435084.64940	3281042.47990	12	435256.84810	3281048.59240
5	435085.36310	3281033.91630	13	435248.31160	3281029.61530
6	435075.37220	3281033.91630	14	435235.22600	3281030.70490
7	435053.96320	3281052.47070	15	435219.16920	3281033.55950
8	435054.36180	3281066.11620	16	435210.60560	3281046.04800

# 4 治理与修复技术筛选

## 4.1 土壤治理修复技术简介

### 4.1.1 土壤稳定化/固化技术

固化/稳定化技术作为一项永久性治理重金属的常用技术,自上世纪80年代以来,已在美国、欧洲、澳大利亚等地区应用多年,现已广泛应用于处理含重金属土壤、废渣和淤泥沉积物、铬渣、汞渣、砷渣等领域的环境治理中。

固化稳定化技术通过将重金属污染的土壤与特定的粘结药剂结合,使得土壤中的重金属被药剂固定,使其长期处于稳定状态,降低其迁移性。这种方法较普遍的应用于土壤重金属污染的快速控制修复,对同时处理多种重金属复合污染土壤具有明显的优势。美国环保署将固化/稳定化技术称为处理有害有毒废物的最佳技术。

固化/稳定化技术通常包括稳定化和固化两个程序,其中,稳定化技术,指的是从污染物的有效性出发,通过形态转化,将污染物转化为不易溶解、迁移能力或毒性更小的形式来实现无害化,以降低其对生态系统的危害风险。而固化技术,则通常指的是通过物理作用微观上将污染物包裹在不透水或者渗透性很低的惰性固态材料中,通过降低污染物与溶液的接触面积或接触量,从而将污染物转化为不易溶解、迁移能力弱或毒性更小的形式来实现无害化,以降低其对生态系统的危害风险。

按处置位置的不同,分为原位和异位固化稳定化。原位/异位固化稳定化技术修复示意图4.1-1如下:

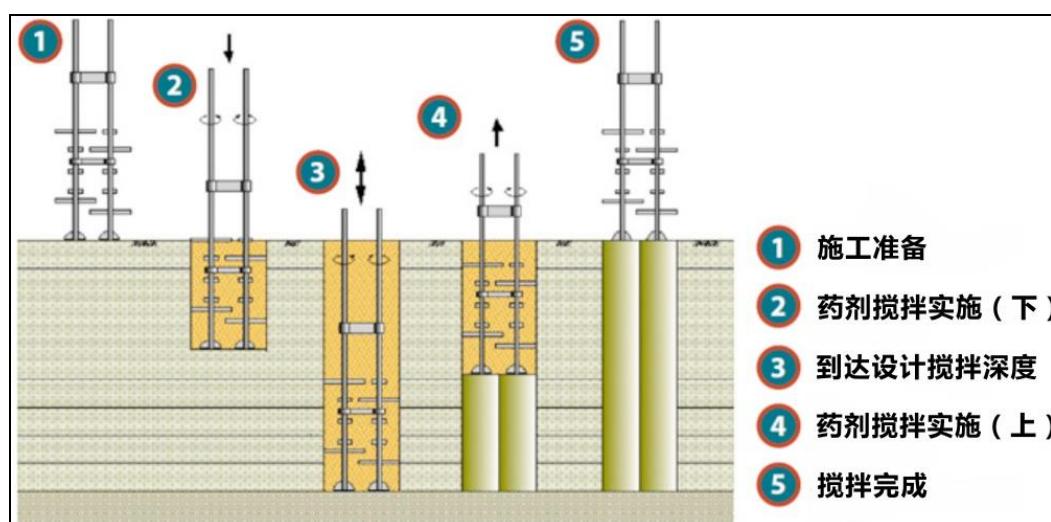




图 4.1-1 原位固化/稳定化和异位固化/稳定化土壤修复示意图

技术特点：膨润土、海泡石、蒙脱石等天然矿物可以吸附土壤中的重金属，大大降低土壤中各种重金属的迁移性；氢氧化钙等碱性药剂可以与镉、铜、锌等重金属形成氢氧化物沉淀；硫化钠等可溶性硫化盐可以与土壤中的重金属反应，使可溶性重金属转化为不溶性硫化物。经过固化稳定化处理后的重金属仍然残留在土壤中，在一定条件下可能重新活化进入土壤中，造成污染，因此需要对修复地块的土壤和地下水进行长期的监测。判断一种固化、稳定化方法对污染土壤是否有效，主要可以从处理后土壤的物理性质和对污染物质浸出的阻力两个方面加以评价。

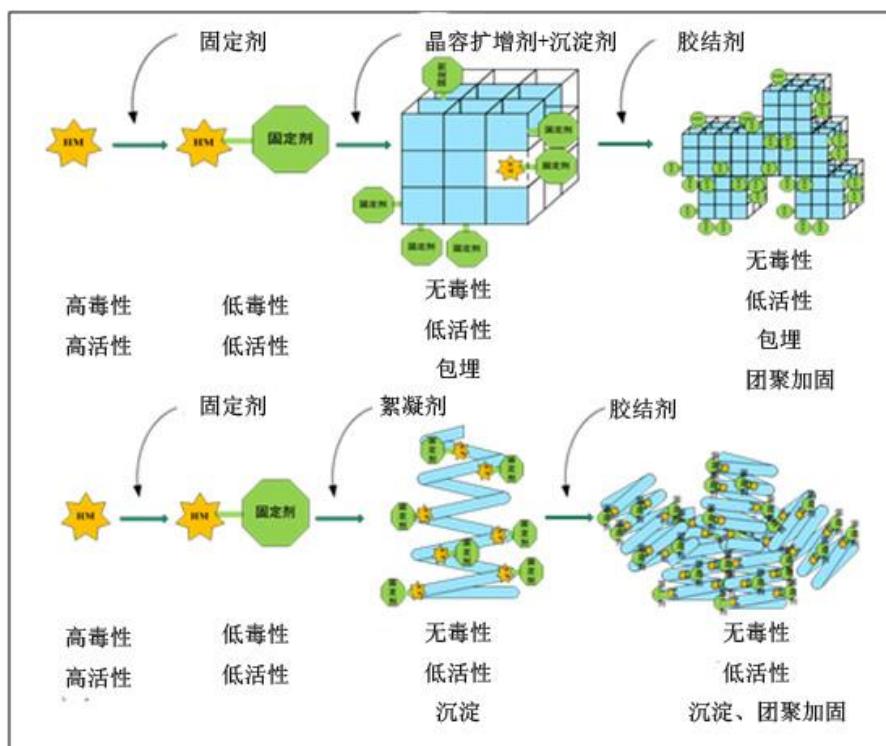


图 4.1-2 固化/稳定化技术原理示意图

**有效性：**采用固化/稳定化药剂可以有效修复多种介质中的重金属污染，其适用的pH值及其宽泛，在环境pH值2-13的范围都可以使用。

**长期性：**修复产生可长期稳定存在的化合物，即使长时间在酸性环境下也不会释放出金属离子，保证污染治理效果长期可靠。

**高效性：**操作工艺简单，与重金属瞬时反应，可短期内大面积修复污染，处理量可达数千吨每天。稳定化技术可以在实现废物无害化的同时，达到废物少增容或不增容，从而提高处理处置系统的总体效率；还可以通过改进螯合剂的结构和性能使其与废物中的重金属等成分之间的化学螯合作用得到强化，进而提高稳定化产物的长期稳定性，减少处置过程中稳定化产物对环境的影响。

**实用性：**固化/稳定化技术可以原位或异位修复污染，无需特制设备，对各种地块情况都有成熟的项目施工方案。

**安全性：**稳定剂无毒无害，不造成二次污染。固化/稳定化药剂本身成分不具有重金属或其他危险化学物质。相比于其他处理技术所用药剂，固化/稳定化药剂安全性更好。

**固化反应不足：**固化反应后土壤体积都有不同程度的增加；实质上，污染物并没有从土壤中去除，仍是存在从固化/稳定化药剂中释放出来的风险，因此需要对修复地块的土壤和地下水进行长期的监测。

**适用范围：**固化稳定化技术的成本和运行费用较低，固化剂易得，适用性较强，原位异位均可使用。该技术主要应用于处理无机物污染的土壤，不适合对挥发性污染物土壤的处理。不过目前正在研究能有效处理有机污染物的黏结剂，可望在不久的将来有所应用。

#### 4.1.2 填埋阻隔技术

阻隔填埋法是将污染土壤进行掩埋覆盖，采用防渗、封顶等配套设施防止污染物扩散的处理方法。填埋法不能降低土壤中污染物本身的毒性和体积，但可以降低污染物在地表的暴露及其迁移性。

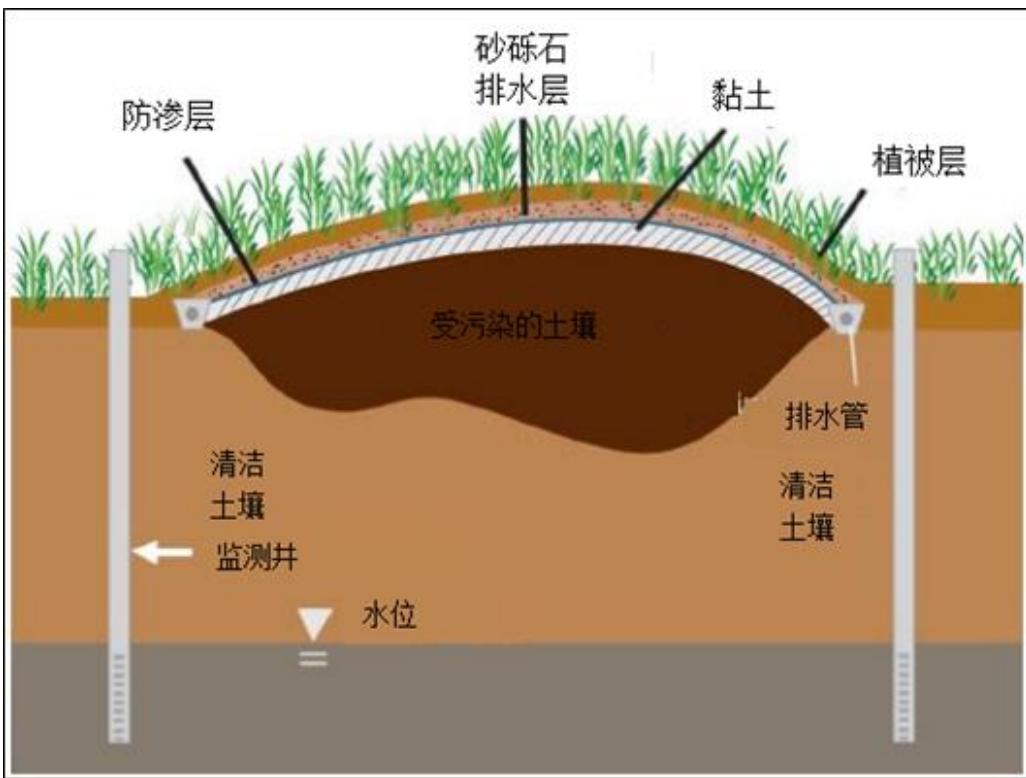


图 4.1-3 填埋法示意图

技术特点：

(1) 技术成熟可靠

污染土壤填埋技术早在20世纪80年代初期就已经开始应用，该技术在国外已经应用30多年，已成功用于近千个工程，技术已经相对比较成熟。

(2) 修复周期短

该技术由于为异位处理，清挖后土壤只需运输到待填埋区域，待填埋处置即可，修复周期短。

(3) 修复成本低

填埋技术投资及运行费用较低，修复成本低。

(4) 适用性强

该技术对污染物浓度、种类及污染土壤质地等要求较低，适用性好。

适用范围：在填埋区域合适的情况下，可以用来临时存放或者最终处置各类污染土壤。该技术通常适用于地下水位之上的污染土壤。

### 4.1.3 电动力学修复

电动力学修复技术（简称电动修复）：把电极插入受污染的土壤中，通过施加微弱电流形成电场，利用电场产生的各种电动力学效益（包括电渗析、电迁移和电泳等）

驱动土壤污染物沿电场方向定向迁移，从而将污染物在电极附近富集，然后进行集中处理或回收利用，从而达到清洁土壤的目的。

电动力学修复方法有：阳离子选择性膜法、Lasagna 技术、阳极陶土外罩法、电动力学生物修复法。

以 Lasagna 技术为例，该技术已经应用在美国肯塔基州的 Paducah 现场。Lasagna 的本意是烤宽面条。该技术的设施是由几个平行的渗透反应区组成，类似于烤宽面条。在渗透反应区中加入了吸附剂、接触反应剂、缓冲液和氧化剂、外加电场使污染物质迁移到渗透反应区中进行物理化学处理。它的形式有水平和垂直 2 种，该技术通过电极并在阳极注入水，在外加电场的作用下污染物随水流迁移到阴极附近并抽出进行处理。该技术的水平形式适用于深层密实土的污染，而垂直形式适用于浅层（15m 内）污染和不太密实的土壤。

该技术具有高效、无二次污染、节能、可原位实施、成本较低等优点，特别适用于小范围内的粘质的多种重金属污染土壤和可溶性有机物污染土壤的修复，对现有景观和建筑的影响较小，污染土壤本身的结构不会遭到破坏，处理过程中不需要引入新的物质，原位异位均可使用。并且对传统方法难以治理的低渗性土壤以及不能改变地上环境的区域（如未受污染区域上部有重要建筑物）修复中有独特的优势。

国内先后开展了铜、铬等重金属、菲和五氯酚等有机污染土壤的电动修复技术研究。国内对于用电力学方法治理含有重金属土壤的研究还停留在实验室阶段，所用于研究的土壤样品以人工添加重金属硝酸盐污染的样品为主，而在实际土壤中金属形态相对复杂，土壤本身又是一个相当复杂的体系，其结构不均匀，又含有石块等物质，影响电流的传导，并且该技术修复周期较长，国内外尚无采用电动修复技术的工程案例。

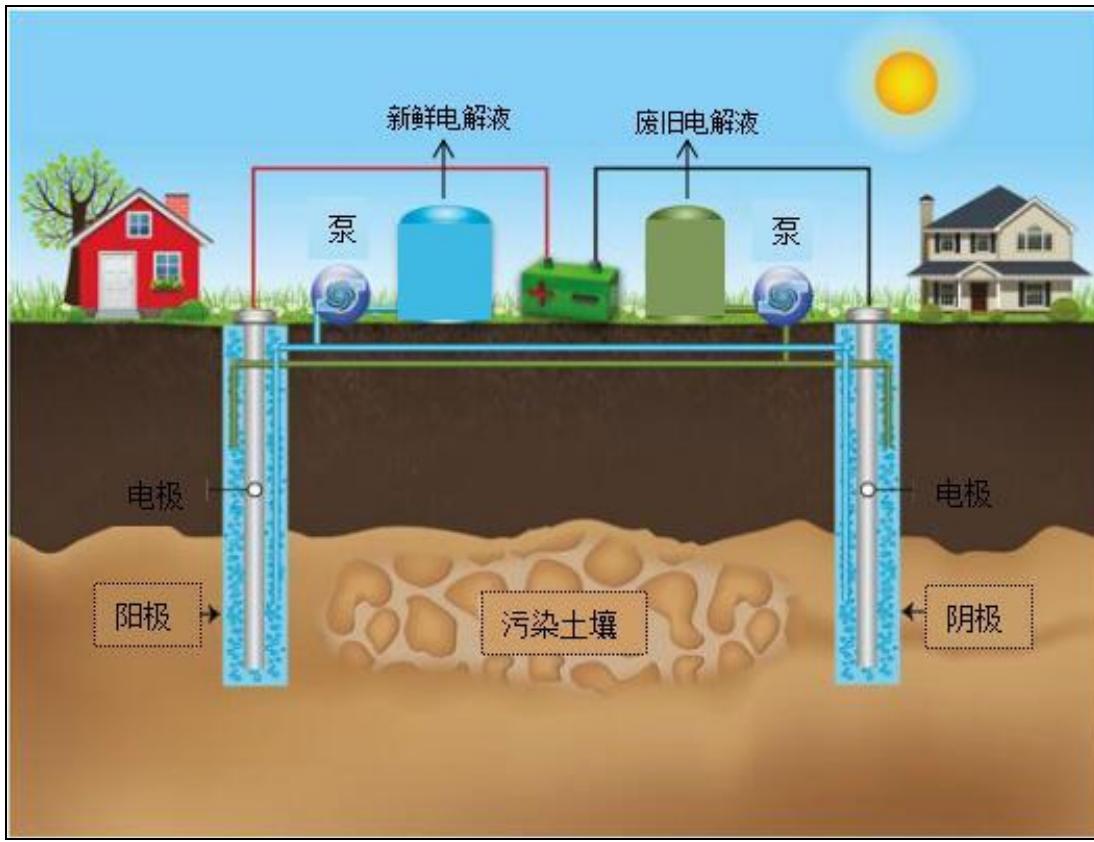


图 4.1-4 电动力学修复技术示意图

技术特点：电动力学修复技术具有较多优点，对现有景观和建筑的影响较小，污染土壤本身的结构不会遭到破坏，处理过程不需要引入新的物质，原位异位均可使用。土壤含水量、污染物的溶解性和脱附能力对处理效果有较大影响，因此使用过程中需要电导性的孔隙流体来活化污染物。

适用范围：可高效处理重金属污染（包括铬、汞、镉、铅、锌、锰、铜、镍等）及有机物污染（苯酚、六氯苯、三氯乙烯以及一些石油类污染物），去除率可达90%。可用于水力传导性较低或黏土含量较高的土壤。土壤中含水量<10%时，处理效果大大降低。埋藏的金属或绝缘物质、地质的均一性、地下水位均会影响土壤中电流的变化，从而影响处理效率。

#### 4.1.4 土壤淋洗修复技术

淋洗法是将水或含有冲洗助剂的水溶液、酸碱溶液、络合剂或表面活性剂等淋洗剂注入到污染土壤或沉积物中，促进土壤环境中污染物溶解或迁移，通过将溶剂与污染土壤混合，然后再把包含有污染物的液体从土壤中抽提出来，进行分离处理的技术。淋洗的废水经处理后达标排放，处理后的土壤可以再利用。

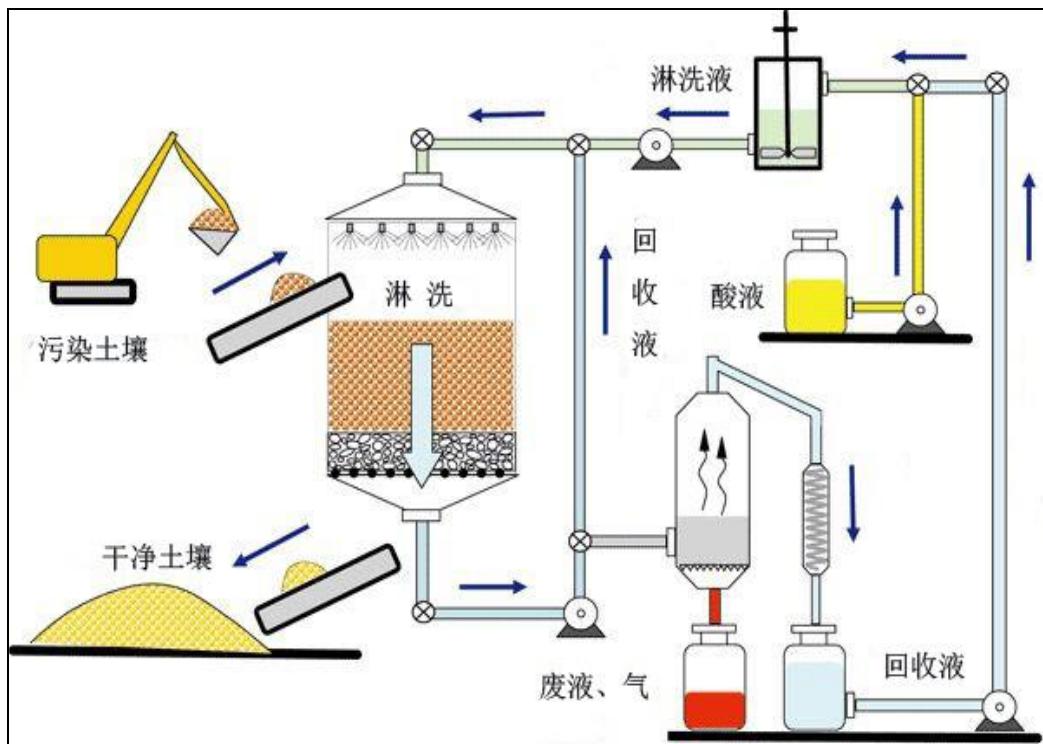


图 4.1-5 土壤淋洗技术示意图

此技术分为原位土壤淋洗和异位土壤淋洗。

原位淋洗技术即不对土壤进行开挖，直接通过水力压头或冲洗等方式对污染土壤进行淋洗，携带污染物质到达地下水后用泵抽取污染的地下水，并于地面上去除污染物的过程。该技术对土壤质地要求严格，一般适用于砂土和沙壤土，不适用于粘土含量较高的污染土壤的修复。该技术若操作不当容易造成二次污染，而且大部分淋洗剂的使用会造成土壤肥力下降，部分淋洗剂的残留也会对土壤造成二次污染。

异位清洗技术是把受污染的土壤挖出后，采用专门的清洗设备和药剂对其进行清洗，从而使吸附、固定或沉淀在土壤中的污染物被去除，再对含有污染物的清洗废水或废液进行处理，洁净土可以回填或运到其他地点暂存。

原位/异位淋洗技术修复示意图如下：

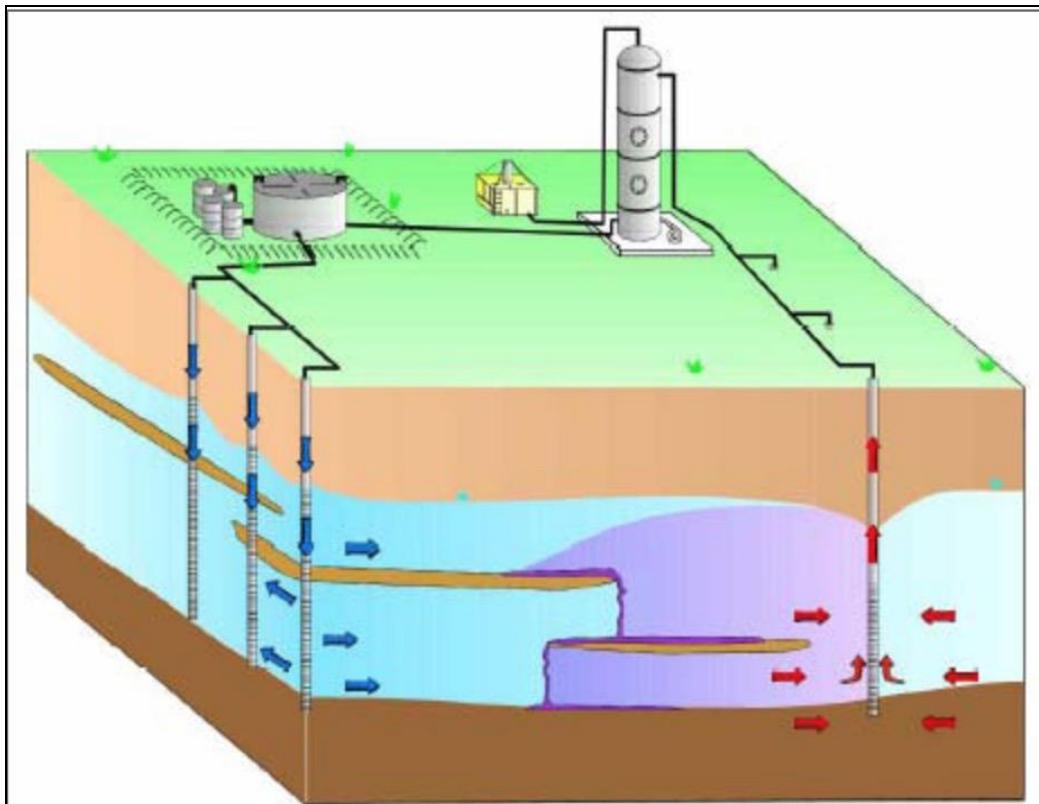


图 4.1-6 原位土壤淋洗修复示意图



图 4.1-7 异位土壤淋洗修复示意图

技术特点：土壤淋洗在使用时，冲洗剂主要有无机冲洗剂、人工螯合剂、阳离子表面活性剂、天然有机酸、生物表面活性剂等。无机冲洗剂具有成本低、效果好、速度快等优点，但用酸冲洗污染土壤时，可能会破坏了土壤的理化性质，使大量土壤养分淋失，并破坏土壤微团聚体结构。人工螯合剂价格昂贵，生物降解性差，且冲洗过程易造成二次污染。在处理质地较细的土壤时，需多次清洗才能达到较好效果。低渗透性的土壤处理困难，表面活性剂可粘附于土壤中降低土壤孔隙度，冲洗液与土壤的反应可降低污染物的移动性。较高的土壤湿度、复杂的污染混合物以及较高的污染物浓度会使处理过程更加困难。冲洗废液如控制不当会产生二次污染，因此需回收处理。

淋洗过程通常采用可移动处理单元在现场进行，因此该技术所需的实施周期主要取决于处理单元的处理速率及待处理的土壤体积。

适用范围：该技术需要用水，所以修复地块要求靠近水源，因需要处理废水而增加成本；并且还要求较大的处理地块。该技术可用来处理重金属和有机污染物，质地相对疏松、渗透性较强、大粒径级别的沙砾、沙、细沙中的污染物更容易被清洗出来，而土壤湿度高、污染混合物复杂以及污染物浓度高的土壤则较难清洗。一般来说，当土壤中粘土含量达到25%~30%时，不考虑采用该技术。

目前，土壤淋洗技术是一种比较有应用前景的修复技术。这种修复技术在多个国家已被工程化应用于修复重金属污染或多污染物混合污染介质。

#### 4.1.5 植物修复技术

自20世纪80年代问世以来，植物修复技术研究迅速发展。植物修复是指通过利用植物忍耐或超量吸收积累某种或某些化学元素的特性，或利用植物及其根际微生物将污染物降解转化为无毒物质的功能，利用植物在生长过程中对环境中的某些污染物的吸收、降解、过滤和固定等特性来净化环境污染的技术。包括利用植物积累/超积累功能的植物吸取修复、利用植物根系控制污染扩散及恢复生态功能的植物稳定修复、利用植物代谢功能的植物降解修复、利用植物转化功能的植物挥发修复、利用植物根系吸附功能的植物过滤修复等。能利用植物修复的污染物农药、石油和持久性有机污染物、炸药、放射性核素等，并形成了包括络合诱导强化修复、不同植物套作联合修复、修复后植物处理处置的成套技术以及纳米-植物联合修复技术等。该技术的关键在于选择具有高产及高去污能力的植物，弄清植物生长对土壤及其生态环境的适应性。

#### 4.1.6 热解吸技术

热解吸修复技术是通过直接或间接加热，将污染土壤加热至目标污染物的沸点以上，通过控制系统温度和物料停留时间有选择地促使污染物气化挥发，使目标污染物与土壤颗粒分离去除。

热解吸系统根据加热部位可分为直接热解吸和间接热解吸，也可分为高温热解吸和低温热解吸。直接热解吸是将污染土壤在热转窑中与燃烧器产生的火焰直接接触进行加热，间接热解吸则是通过加热转窑外部使窑内污染土壤间接加热至污染物沸点。

热解吸技术可处理的污染物类型：挥发及半挥发性有机污染物（如石油烃、农药、

多环芳烃、多氯联苯) 和汞。该技术的应用限制条件包括：不适用于无机物污染土壤(汞除外)，也不适用于腐蚀性有机物、活性氧化剂和还原剂含量较高的土壤。

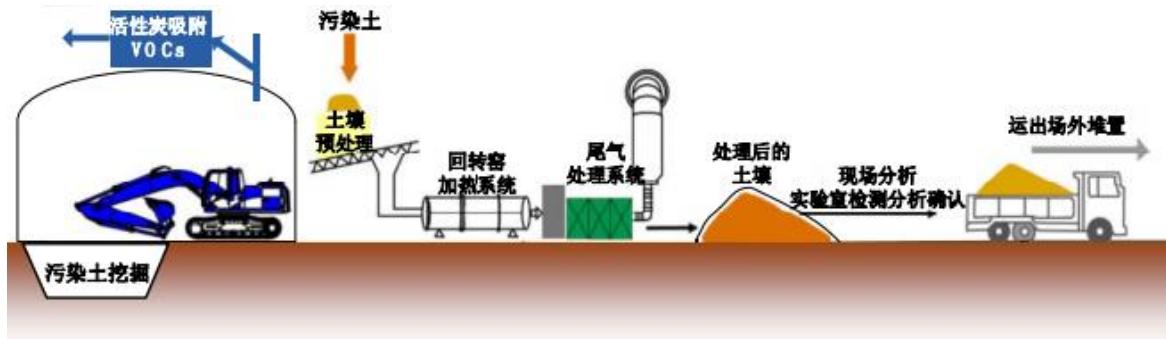


图 4.1-8 热解吸技术示意图

#### 4.1.7 化学氧化技术

化学氧化技术是指向污染土壤/地下水添加氧化剂，通过氧化作用，使土壤/地下水中的污染物转化为无毒或相对毒性较小的物质。常见的氧化剂包括高锰酸盐、过氧化氢、芬顿试剂、过硫酸盐和臭氧。该技术可用于原位及异位修复，原位修复即原位将氧化剂注入土壤/地下水的污染区域进行修复，异位修复则开挖污染土壤转运至异位进行修复。

化学氧化技术可处理的污染物类型包括：石油烃、BTEX（苯、甲苯、乙苯、二甲苯）、酚类、MTBE（甲基叔丁基醚）、含氯有机溶剂、多环芳烃、农药等大部分有机物。

原位化学氧化技术应用的限制条件为：土壤/地下水中存在腐殖酸、还原性金属等物质，会消耗大量氧化剂；在渗透性较差的区域（如粘土），药剂传输速率可能较慢；化学氧化过程可能会发生产热、产气等不利影响；化学氧化反应受 pH 值影响较大。

异位化学氧化技术应用的限制条件为：不适用于重金属污染土壤的修复，对于吸附性强、水溶性差的有机污染物应考虑必要的增溶、脱附方式。

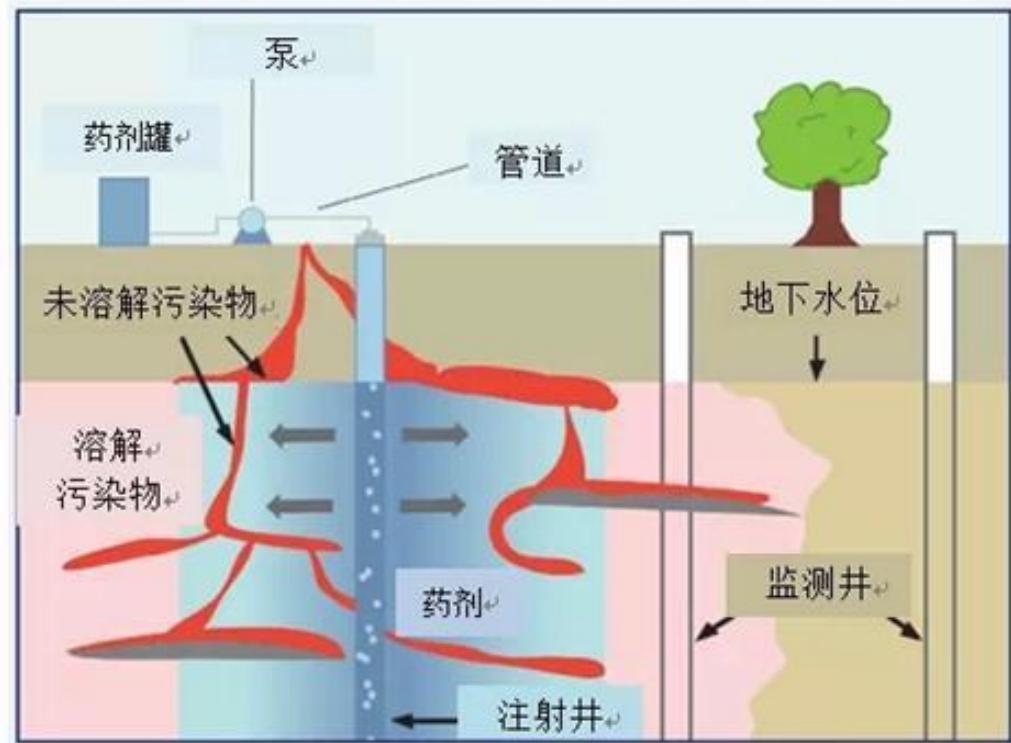


图 4.1-9 原位化学氧化技术示意图

#### 4.1.8 PRB 可渗透反应墙技术

PRB 技术是在地下安装透水的活性材料墙体拦截污染物羽状体，当污染羽状体通过反应墙时，污染物在可渗透反应墙内发生沉淀、吸附、氧化还原、生物降解等作用得以去除或转化，从而实现净化地下水的目的。

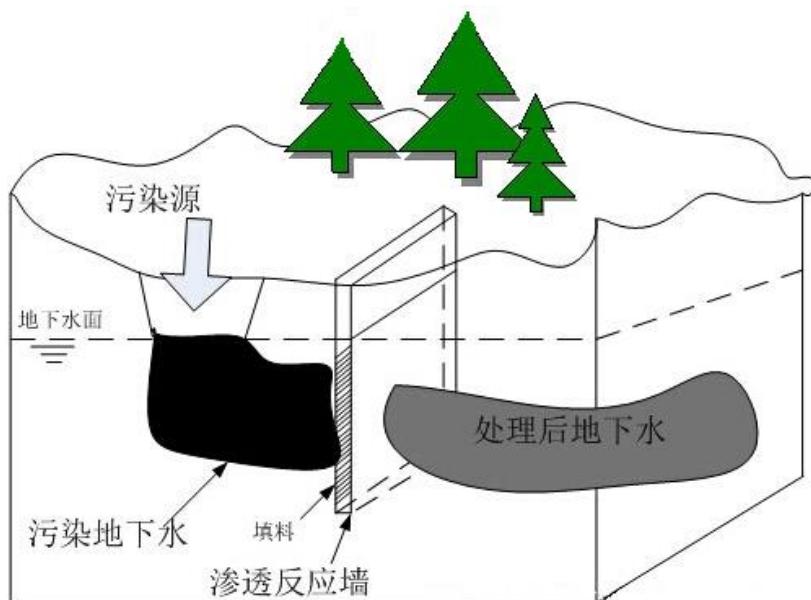


图 4.1-10 PRB 可渗透反应墙技术示意图

#### 4.1.9 水泥窑协同处理技术

水泥窑协同处置是水泥工业提出的一种新的废弃物处置手段，它是指将满足或经过预处理后满足入窑要求的固体废物投入水泥窑，在进行水泥熟料生产的同时实现对固体废物的无害化处置过程。

水泥窑协同处置可用于处理危险废物、生活垃圾（包括废塑料、废橡胶、废纸、废轮胎等）、城市和工业污水处理污泥、动植物加工废物、受污染土壤、应急事件废物等固体废物。但是，放射性废物、爆炸物及反应性废物、未经拆解的废电池、废家用电器和电子产品、含汞的温度计、血压计、荧光灯管和开关、铬渣、未知特性和未经鉴定的废物禁止入窑进行协同处置。

除此之外，入窑固体废物应具有相对稳定的化学组成和物理特性，其重金属以及氯、氟、硫等有害元素的含量及投加量应满足《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）的要求。

#### 4.1.10 监测自然衰减技术

通过实施有计划的监控策略，依据场地自然发生的物理、化学及生物作用，包含生物降解、扩散、吸附、稀释、挥发、放射性衰减以及化学性或生物性稳定等，使得地下水和土壤中污染物的数量、毒性、移动性降低到风险可接受水平。

通过对地下水进行监测，以确定在合理的时间范围内自然衰减的速度满足达到保护敏感感受体和修复场地的目的。该技术常与其他修复技术联用，作为其他修复技术的辅助。

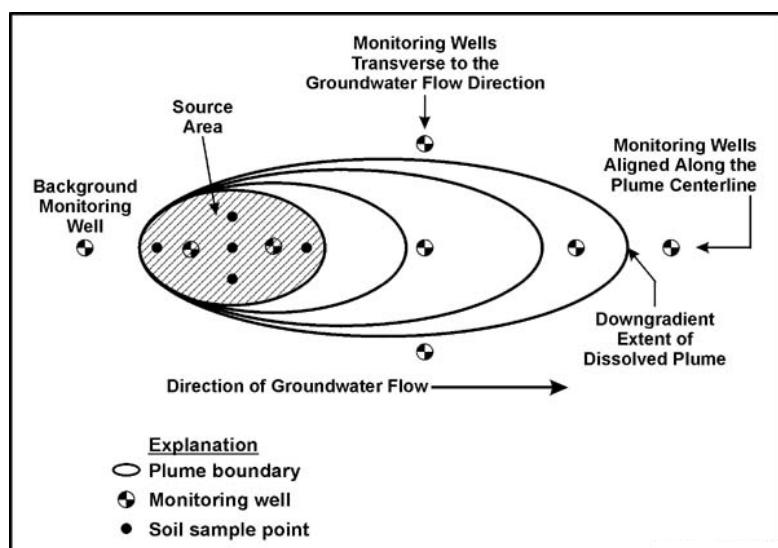


图 4.1-11 监测自然衰减技术示意图

## 4.2 固废处置技术简介

目前固废处理主要有综合利用技术、无害化处理技术、安全填埋技术三种，具体如下：

### 4.2.1 综合利用处理技术

固废综合利用技术是指最大限度地回收、利用固废中所有物质的过程。固废往往因污染环境，占用大量堆放土地，而成为公害，然而固废中许多的组成物质又都是有用物质，将其综合利用，变废为宝，不但具有经济意义，而且还有社会意义。广义而言，固废综合利用包括两个主要方面，一是尽可能多地回收渣中的有价金属，这属于炉渣贫化的范畴；二是利用固废制造各种有用的材料。

#### 1、生产矿渣水泥

脱铁或不脱铁的高炉渣和有色金属冶金固废都可用来烧制普通硅酸盐水泥。中国自 1963 年开始使用赤泥生产水泥。一般采用三元组分配料，即石灰石、赤泥和砂岩，有时还配入铁粉。赤泥占生料的 25%~35%，利用回转窑煅烧，烧成温度为 1723K。可产出 500 号普通硅酸盐水泥。各项性能均达到国家标准。

#### 2、回收有价值成分

回收有价值成分又称为“矿渣再选”，由于富矿不断减少，贫矿占的比例不断增加，同时出于保护矿产资源和自然环境的需要，含重金属矿渣中有价成分的回收日益迫切。另一方面，由于科学技术的进步，选矿工艺和设备的发展，使得矿渣中原来不能回收的有用矿物有可能回收。矿渣物理化学性质不同以及回收有价成分不同，采用的回收工艺流程不同。

有色金属冶金炉渣中含有相当量的铁，有的炉渣因含铁量高甚至可称为铁矿或贫铁矿。利用回转窑处理炉渣产出粒铁、电炉还原炼出含有色金属的生铁并进一步炼钢，在世界上均有成熟的生产方法。

#### 3、生产建材

生产建材最常见的方法是制砖，尾砂制砖主要是通过预处理将尾砂中的有害物质固化或去除，然后添加碎石、河砂等骨料以及水泥和其他添加剂，充分搅拌混合后压制成型，经蒸养或自然养护后制得建材用砖。

制蒸压砖，需满足以下要求：建筑材料质量达到《粉煤灰砖》（JC239-2001）的要求，抗压强度大于 10MPa，尾砂添加量不低于 30%；制免烧免蒸砖的，需满足一

下要求：建材质量达到《混凝土普通砖和装饰砖》(NY/T61-2003)或《混凝土小型空心砖砌块标准》(GB8239-1997)的要求。

#### 4、用作筑路材料

冶金炉渣作为路基容易施工、不吸水、不翻浆、力学强度高，直接利用固废筑路或把固废按照适当比例配成缓凝性的硅酸盐混合料筑路；后者是固废利用的主流。随着工业生产的发展，排出的固废与日俱增，如就地堆置将占用大片田地，运去填河填海又要多耗能源与运费，并且都会污染环境、造成公害。充分利用工业固废筑路可以节约能源、消除公害、增进经济效益，并为筑路技术开创一条新路。

中国利用工业固废筑路，最初多用煤渣修筑碎砖煤渣路面和块料路面垫层，西南某些省市曾用来修筑石灰三合土路面；还用煤渣改善土路、处治过湿土基和用做隔离层或隔温层。沈阳铁路局从60年代就开始用沈阳冶炼厂铜水淬渣作铁路道渣，铺设混砂道床，克服一般混砂道床易下沉的缺点。这种道床还有渗水快、不长草和成本低等优点，但同时也存在一定的环境污染风险。

#### 4.2.2 无害化处理技术

固废无害化处理技术主要有固化法、湿法淋洗、法学处理法和高温处理法四种方式。

##### 1、固化法

固化法是用物理、化学方法将含有毒有害物质的固废固定或包容在惰性固体基质内（水泥、塑料、水玻璃、沥青等），使之呈现化学稳定性或密封性的一种无害化处理方法，目前针对固废最常用的是水泥固化。

水泥固化是以水泥为固化剂将固废进行固化的一种处理方法。水泥中加入适当比例的水混合会发生水化反应，产生凝结后失去流动性则逐渐硬化。对有害污泥进行固化时，水泥与固废中的发生水化反应生成凝胶，将有害微粒包容，并逐步硬化形成水泥固化体。可以认为，这种固化体的结构主要是水泥的水化反应物。这种方法使得有害物质被封闭在固化体内，达到稳定化、无害化的目的。

水泥固化法的优点：水泥比较便宜，操作设备简单，固化体强度高、长期稳定性好，对受热和风化有一定的抵抗力。

水泥固化法的缺点：水泥固化体的浸出率较高，通常为 $10^{-4}\sim10^{-5}g/(cm^2/d)$ ，因此需作涂覆处理；由于油类、有机酸类、金属氧化物等会妨碍水泥水化反应，为保

证固化质量，必须加大水泥的配比量，结果固化体的增容比较高；有的固废需进行预处理和投加添加剂，使处理费用增高。

## 2、湿法淋洗

湿法即采用酸浸、碱浸或盐浸等进行处理，先把重金属从渣中分离出来，然后再进一步回收重金属产品或进行无害化处理。湿法具有低能耗、少污染、效率高等优点，但流程复杂，处理成本较高。

## 3、化学反应法

化学反应法主要通过化学手段实现有害固废的无害化，常见的包括氧化还原技术和中和处理技术。氧化还原技术主要通过向有害固废中添加氧化剂或还原剂，通过氧化或还原作用，使固废中的污染物转化为无毒或相对毒性较小的物质。

## 4、高温处理法

目前采用高温处理法处理的主要为含有机物、汞固废，方法是先将固废放进煅烧炉内加热和煅烧，然后人工将煅烧后的固废移进保温炉内，操作复杂、劳动强度大；由于需要保温的时间长，煅烧时间短，因此要设置多个保温炉以满足生产需要，设备成本高；而且在转移煅烧固废的过程中热量损失大，能耗高，生产连续性差，且适用范围较小。高温处理法具有工艺简单、处理量大、污染小等优点。高温处理法根据温度不同分为热解吸处理法与高温热解法。

### 4.2.3 安全填埋处理技术

固废的安全填埋又包括：原位填埋，异位安全填埋，稳定化后原位安全填埋，稳定化后异位安全四种方式。

#### 1、原位填埋

原位填埋主要采用设置挡墙，布设截洪沟等方式固定固废堆，然后使用粘土进行封场，封场后做好堆场的绿化。采用原位填埋可以降低堆体污染物向外环境的扩散的速率，但不能完全杜绝污染，因此原位填埋一般针对危害程度较小的固废，或者进行风险管控的项目。原位填埋成本最低，适用于大范围危害程度较低的固废的处理，例如第I类一般工业固体废物。

#### 2、安全填埋

安全填埋是指选择合适场地，建造地下防渗围护体和防渗人工封底层，将固废进行填埋、压实、覆土封盖，最终封场后进行植被恢复与绿化。沿渣场周边设置截洪沟，以减少渗滤液的产生。并在渣场下游设置渗滤液处理设施，将收集的渗滤液处理达标

后排放；安全填埋也可以利用附近已有的固废填埋场进行填埋。异位安全填埋投资费用中等，适用于危害程度中等的固废，如第II类一般工业固体废物。

### **3、稳定化后原位填埋**

对于危害程度中等的固废也可以采用先稳定化，降低其危害程度，然后再用原位填埋的方式进行填埋，适用于危害程度中等的固废，如第II类一般工业固体废物。

### **4、稳定化后安全填埋**

对于危害程度较高的尾渣，需要先进行稳定化，然后选择合适场地，建造地下防渗围护体和防渗人工封底层，将尾渣进行填埋、压实、覆土封盖，最终封场后进行植被恢复与绿化。沿渣场周边设置截洪沟，以减少渗滤液的产生。并在渣场下游设置渗滤液处理设施，将收集的渗滤液处理达标后排放。

## **4.3 技术筛选与可行性评估**

### **4.3.1 土壤修复技术可行性评估**

针对本项目土壤砷超标的情况，目前较为可行的治理技术手段包括：土壤稳定化固化技术、植物修复技术、水泥窑协同处置技术、阻隔填埋技术、土壤淋洗技术、PRB可渗透性反应墙技术，以上修复技术主要技术特点如表 4.3-1 所示。

表 4.3-1 污染场地污染土壤治理修复技术性能比较

序号	修复方法	适用范围	原理	优点	缺点	修复效果	修复周期	修复成本	成熟程度
1	异位稳定化固化技术	适用于污染土壤。可处理金属类、石棉、放射性物质、腐蚀性无机物、氰化物以及砷化合物等无机物与有机物；当需要添加较多的固化/稳定剂时，对土壤的增容效应较大，会显著增加后续土壤处置费用。	向污染土壤中添加固化剂/稳定剂，经充分混合，使其与污染介质、污染物发生物理、化学作用，将污染土壤固封为结构完整的具有低渗透系数的固化体，或将污染物转化成化学性质不活泼形态，降低污染物在环境中的迁移和扩散。	处理效果较好，技术成熟，适用于不同深度处理	不宜用于挥发性有机化合物，不适用于以污染物总量为验收目标的项目。	好	处理周期约为3-24个月	美国小型场地处理成本约为160-245美元/m <sup>3</sup> ，对于大型场地处理成本约为90-190美元/m <sup>3</sup> ；国内处理成本一般为500-1500元/m <sup>3</sup> 。	国外应用广泛。据美国环保署统计，1982-2008年已有200余项超级基金项目应用该技术。国内有较多工程应用。
2	原位稳定化固化技术	适用于污染土壤，可处理金属类、石棉、放射性物质、腐蚀性无机物、氰化物以及砷化合物等无机物与有机物；污染土壤的修复，对于吸附性强、水溶性差的有机污染物应考虑必要的增溶、脱附方式。	通过一定的机械力在原位向污染介质中添加固化剂/稳定化剂，在充分混合的基础上，使其与污染介质、污染物发生物理、化学作用，将污染土壤固封为结构完整的具有低渗透系数的固化体，或将污染物转化成化学性质不活泼形态，降低污染物在环境中的迁移和扩散。	费用较低、处理时间段、避免二次污染	不适用于挥发性有机化合物和以污染物总量为验收目标的项目。 不适用于处理深层次污染	中等	处理周期一般为3-6个月	根据美国EPA数据显示，应用于浅层污染介质处理成本约为50-80美元/m <sup>3</sup> ，应用于深层处理成本约为195-330美元/m <sup>3</sup> 。	国外已经形成了较完善的技术体系，应用广泛。据美国环保署统计，2005-2008年应用该技术的案例占修复工程案例的7%。国内处于中试阶段

序号	修复方法	适用范围	原理	优点	缺点	修复效果	修复周期	修复成本	成熟程度
3	土壤淋洗技术	适用于污染土壤。可处理重金属及半挥发性有机污染物、难挥发性有机污染物。不宜用于土壤细粒(粘/粉粒)含量高于 25%的土壤。	采用物理分离或增效洗脱等手段，通过添加水或合适的增效剂，分离重污染土壤组分或使污染物从土壤相转移到液相，并有效地减少污染土壤的处理量，实现减量化。	适于污染严重的土壤治理	土壤须具有高，渗透能力；带来次生污染问题，土壤肥力减弱	中等	处理周期约为 3-12 个月	美国处理成本约为 53-420 美元/m <sup>3</sup> 。国内处理成本约为 600-3000 元/m <sup>3</sup> 。	美国、加拿大、欧洲及日本等已有较多的应用案例。 国内已有工程案例。
4	水泥窑协同处置技术	适用于污染土壤，可处理有机污染物及重金属。不宜用于汞、砷、铅等重金属污染较重的土壤，由于水泥生产对进料中氯、硫等元素的含量有限值要求，在使用该技术时需慎重确定污染土壤的添加量。添加量一般低于水泥熟料量的 4%。	利用水泥回转窑内的高温、气体长时间停留、热容量大、热稳定性好、碱性环境、无废渣排放等特点，在生产水泥熟料的同时，焚烧固化处理污染土壤。	可以利用现有设施	二次污染较大，不易控制	中等	处理周期与水泥生产线的生产能力及污染土壤添加量相关	国内的应用成本为 800-1000 元/m <sup>3</sup> 。	国外发展较成熟，广泛应用于危险废物处理，但应用于污染土壤处理相对较少。国内已有工程应用。

序号	修复方法	适用范围	原理	优点	缺点	修复效果	修复周期	修复成本	成熟程度
5	植物修复技术	适用于污染土壤，可处理重金属（如砷、镉、铅、镍、铜、锌、钴、锰、铬、汞等）以及特定的有机污染物（如石油烃、五氯酚、多环芳烃等）。	利用植物进行提取、根际滤除、挥发和固定等方式移除、转变和破坏土壤中的污染物质，使污染土壤恢复其正常功能。	费用低，易操作，二次风险低，易大面积应用，修复植物可资源化利用	修复速率慢，需要时间较长，难以处理深层污染	中等	处理周期需3-8年。	美国应用的成本约为25-100美元/吨，国内的工程应用成本约为100-400元/吨。	国外应用广泛，国内已有工程应用，常用于重金属污染土壤修复。
6	填埋阻隔技术	高污染、污染区域集中区。适用于重金属、有机物及重金属有机物复合污染土壤的阻隔填埋。 不宜用于污染物水溶性强或渗透率高的污染土壤，不适用于地质活动频繁和地下水水位较高的地区。	将污染土壤或经过治理后的土壤置于防渗阻隔填埋场内，或通过敷设阻隔层阻断土壤中污染物迁移扩散的途径，使污染土壤与四周环境隔离，避免污染物与人体接触和随土壤水迁移进而对人体和周围环境造成危害。	对设备和操作要求低、修复方法简单且速率快	不能去除污染物	好	处理周期较短。	国内处理成本为300-800元/m <sup>3</sup>	国外应用广泛，技术成熟。国内已有较多工程应用。

序号	修复方法	适用范围	原理	优点	缺点	修复效果	修复周期	修复成本	成熟程度
7	可渗透反应墙技术	适用于污染地下水，可处理 BTEX（苯、甲苯、乙苯、二甲苯）、石油烃、氯代烃、金属、非金属和放射性物质等。不适用于承压含水层，不宜用于含水层深度超过 10m 的非承压含水层，对反应墙中沉淀和反应介质的更换、维护、监测要求较高。	通过实施有计划的监控策略，依据场地自然发生的物理、化学及生物作用，包含生物降解、扩散、吸附、稀释、挥发、放射性衰减以及化学性或生物性稳定等，使得地下水和土壤中污染物的数量、毒性、移动性降低到风险可接受水平。	成本较低，应用范围广	只能起到管控作用，处理时间较长，需要定期更换反应介质	中等	处理周期较长，一般需要数年或更长时间。	国内处理成本为 100-300 元 /m <sup>3</sup>	在美国应用较为广泛，美国 2005-2008 年涉及该技术的地下水修复项目有 100 余项。国内尚无完整工程应用案例。
8	化学氧化还原修复技术	适用于污染土壤和地下水。其中，化学氧化可处理石油烃、BTEX、含氯有机溶剂、多环芳烃、农药等大部分有机物；化学还原可处理重金属类（如六价铬）和氯代有机物等。	通过向土壤或地下水的污染区域注入氧化剂或还原剂，通过氧化或还原作用，使土壤或地下水中的污染物转化为无毒或相对毒性较小的物质。	适于重污染土壤治理	处理费用昂贵，对土壤有破坏性。	好	通常需要 3-24 个月	美国使用该技术修复地下水处理成本约为 123 美元/m <sup>3</sup> 。	国外已经形成了较完善的技术体系，应用广泛。 国内发展较快，已有工程应用。

序号	修复方法	适用范围	原理	优点	缺点	修复效果	修复周期	修复成本	成熟程度
9	热解吸技术	适用于污染土壤。可处理挥发及半挥发性有机污染物（如石油烃、农药、多氯联苯）和汞。不适用于无机物污染土壤（汞除外），也不适用于腐蚀性有机物、活性氧化剂和还原剂含量较高的土壤。	通过直接或间接加热，将污染土壤加热至目标污染物的沸点以上，通过控制系统温度和物料停留时间有选择地促使污染物气化挥发，使目标污染物与土壤颗粒分离、去除。	有效去除土壤中挥发性物质，并收集其蒸气	破坏土壤中的有机质和水分，能耗较大	好	3~6个月	<150 美元/m <sup>3</sup> （低温） 150~450 美元/m <sup>3</sup> （高温）	国外已广泛应用于工程实践。 1982-2004 年约有70 个美国超级基金项目采用该技术。 国内已有少量工程应用。

由于本项目土层中含有粘土，颗粒较细，土壤淋洗技术不宜用于土壤细粒（粘/粉粒）含量高于 25% 的土壤，因此土壤淋洗技术可行性较低。本项目濒临长江，地下水位变化幅度较大，PRB 可渗透性反应墙技术实施难度较大。受条件限制，临湘市及周边目前没有比较合适，且愿意接收的水泥窑协同处置单位，水泥窑协同处理无对应的依托单位。植物修复技术目前主要应用在污染程度较轻，治理时间要求比较宽松的区域，一般需要经过十几年甚至几十年的修复才能达标，目前国内而言，总体治理效果有待观察。

本项目受污染土壤主要为砷超标，检测显示土壤中砷《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)第二类用地风险筛选值(60mg/kg)，超标率为 17.2%，最大值为 532mg/kg，最大值超第二类用地筛选 7.86 倍，超第二类用地管控制 2.8 倍，超标倍数较大，砷超标主要集中在 0~4.0m 深度的区域。综合考虑其环境与经济因素，目前较为可行的稳定化固化技术与阻隔填埋技术。

稳定化固化技术与阻隔填埋技术为目前应用较为广泛的处理技术，全国存在较多的工程案例，具备较好的技术可行性。因此，经过初步筛选本项目土壤可行的技术方案主要有以下两种：

- (1) 稳定化固化技术；
- (2) 阻隔填埋技术。

本项目另有约 992.6m<sup>3</sup>土壤中苯超标，由于超标方量较少，且与本项目底泥超标情况相似，考虑与本项目底泥一并处置。

### 4.3.2 固废处置技术可行性评估

对综合利用、无害化处理、安全填埋几种处理方式分别从工程经验、技术可靠性、占地、处理成本、经济效益、环境效益、制约因素等几个方面进行比较。详见表 4.3-2。

表 4.3-2 固废治理方案比选表

内容	综合利用	无害化处理	安全填埋
工程经验	中等	中等	丰富
技术可靠性	可靠性高	可靠性一般	可靠性高
技术难度	小	中等	小
占地	无	大	大
污染风险	低	中	低

内容	综合利用	无害化处理	安全填埋
投资	中等	较大	较大
处理成本	中等	高	中等
经济效益	高	低	低
环境效益	高	底	底
制约因素	应有配套废渣回收与综合利用企业，固废应具有较高的回收利用价值	废渣属性是否适合进行无害化处置	应有配套的废渣填埋场厂或者合适的新建场地

由上表可知，从环保效益与经济效益上讲，固废优先进行综合利用，综合利用实现了固废的最终处置，同时实现资源的回收利用，不需要新增占地，是固废处置的优先处理方案，综合利用的主要制约因素是固废应有较高的回收利用价值，有合适接收的综合利用企业。如条件限制，可采用无害化处理或安全填埋的处理方式。

本项目底泥与建筑垃圾经检测，砷、苯酚、氰化物水浸超《污水综合排水标准》（GB8978-1996）最高允许排放标准，属于第II类一般工业固体废物。

### 1、受污染底泥的处理技术评估

本项目受污染底泥由于含水率高、杂质较多、可回收利用的成分含量低，因此进行综合利用的价值较低，主要考虑进行无害化处置或安全填埋处置。

受污染底泥中主要是砷与苯酚超标，由于底泥细粒（粘/粉粒）含量高于 25%，进行湿法淋洗技术的可行性较低，针对砷超标可选的无害化处置手段为稳定化固化技术。针对苯酚超标，可选的无害化处理技术为化学氧化技术与热解吸技术。

受污染底泥也可采用安全填埋的方式进行处理，参照《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB 18599-2001）要求，修建 1 座II类固废填埋场。

稳定化固化技术、热解吸技术、化学氧化技术、安全填埋技术均为目前应用较为广泛的处理技术，全国存在较多的工程案例，具备较好的技术可行性。

综上，本项目受污染底泥经过筛选较为可行的技术方案主要有以下三种：

- (1) 热解吸技术+稳定化固化技术；
- (2) 化学氧化技术+稳定化固化技术；
- (3) 安全填埋技术。

### 2、建筑固体废物处理技术评估

本项目建筑垃圾中水浸氰化物、苯酚、甲苯超《污水综合排水标准》（GB8978-1996）最高允许排放标准，建筑垃圾经过无害化处理用可用于填基或填方，

或者进行安全填埋。无害化处理首先需要去除建筑垃圾中的氯化物、苯酚、甲苯，可采用的技术为淋洗技术与热解吸技术。

由于建筑垃圾主要为块状或粗颗粒状，空隙大，比重相对于土壤重，因此淋洗后沉降性能良好，污染物一般附着于建筑垃圾表面与空隙中，通过淋洗处理可较好的去除建筑垃圾中的污染物质，因此采用淋洗处理技术较为可行。

建筑固体废物也可采用安全填埋的方式进行处理，参照《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB 18599-2001）要求，修建1座II类固废填埋场。

热解吸技术、化学氧化技术、安全填埋技术均为目前应用较为广泛的处理技术，全国存在较多的工程案例，具备较好的技术可行性。

综上，本项目建筑固体废物经过筛选较为可行的技术方案主要有以下三种：

- (1) 热解吸技术；
- (2) 淋洗处理技术；
- (3) 安全填埋技术。

### 4.3.3 小结

通过上述筛选与技术可行性评估，总结本项目受污染土壤、受污染底泥、建筑固体废物的修复与治理较为可行的技术具体如表4.3-3所示。

表4.3-2 治理与修复可行性技术列表

序号	治理与修复对象	特点	可选技术方案/技术方案组合)	备注
1	受污染土壤	砷、苯超标，粘/粉粒含量高于25%	稳定化固化技术	
			阻隔填埋技术	
2	受污染底泥	砷、苯酚超标，粘/粉粒含量高于25%	热解吸技术+稳定化固化技术	
			化学氧化技术+稳定化固化技术	
			安全填埋技术	
3	建筑固体废物	氯化物、苯酚、甲苯超标，粘/粉粒含量较少	热解吸技术	
			淋洗处理技术	
			安全填埋技术	

## 4.4 修复方案比选

根据上述技术与可行性分析本项目受污染土壤、受污染底泥、建筑固体废物的修复与治理均有2~3种较为可行的技术方案。为进一步确定最优的修复技术方案，长期和短期效果、修复时间、经济成本、环境影响等方面进行进一步的比选，从而确定最佳治理方案。

### 4.4.1 受污染土壤修复方案

本项目土壤砷超过风险评估修复目标值（60mg/kg）的方量为62379.08m<sup>3</sup>，超标面积为投影面积为27291.78 m<sup>2</sup>，可选的技术方案包括：（1）稳定化固化技术；（2）阻隔填埋技术。具体方案如下：

#### 1、稳定化固化处理方案

稳定化固化技术主要将砷超标土壤与特定的粘结药剂结合，使得土壤中的重金属被药剂固定，使其长期处于稳定状态，降低其迁移性。这种方法较普遍的应用于土壤重金属污染的快速控制修复，对同时处理多种重金属复合污染土壤具有明显的优势。美国环保署将固化/稳定化技术称为处理有害有毒废物的最佳技术，但是本项目超标土壤方量相对较大，相对而言处理成本较大。

稳定化固化技术方案主要流程包括：

- (1) 受污染土壤清挖；
- (2) 添加药剂进行稳定化固化；
- (3) 稳定化固化后养护；
- (4) 稳定化固化后土壤回填。

二次污染防治措施主要包括开挖与稳定化固化过程中的降尘，以及废水处理等。

土壤稳定化固化主要工程内容与投资估算如下：

表 4.4-1 土壤稳定化固化处理方案主要工程内容及投资估算

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价/元	合计/万元	备注
1	受污染土壤清挖	m <sup>3</sup>	62379.08	15	93.24	
2	稳定化固化	m <sup>3</sup>	62379.08	180	1122.82	含药剂
3	稳定化固化后土壤养护	m <sup>3</sup>	62379.08	10	62.16	
4	稳定化固化后土壤回填	m <sup>3</sup>	62379.08	15	93.24	

5	环保措施费	项	1	200000	20.00	降尘、废水处理等
合计					1392.34	

## 2、阻隔填埋处理方案

阻隔填埋法是将污染土壤进行掩埋覆盖，采用防渗、封顶等配套设施防止污染物扩散的处理方法。填埋法不能降低土壤中污染物本身的毒性和体积，但可以降低污染物在地表的暴露及其迁移性。由于清挖后土壤只需运输到待填埋区域，待填埋处置即可，修复周期短，填埋技术投资及运行费用较低，修复成本低。本项目阻隔填埋处理的土壤方量为62379.08m<sup>3</sup>，估算填埋区域约1.50万m<sup>2</sup>。

阻隔填埋处理方案主要流程包括：

- (1) 受污染土壤清挖；
- (2) 受污染土壤暂存；
- (3) 填埋区建设；
- (4) 填埋区场底防渗；
- (5) 土壤回填；
- (6) 填埋区表层防渗
- (7) 雨水导排。

二次污染防治措施主要包括开挖与暂存过程中的降尘以及废水处理等。

土壤阻隔填埋处理方案主要工程内容与投资估算如下：

表 4.4-2 土壤阻隔填埋处理方案主要工程内容及投资估算

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价/元	合计/万元	备注
1	土壤清挖	m <sup>3</sup>	62379.08	15	93.24	
2	填埋区底部开挖与平整	m <sup>2</sup>	15000	32	48.00	
3	填埋区底部防渗	m <sup>2</sup>	15000	150	225.00	
4	土壤暂存	m <sup>2</sup>	15000	20	30.00	
5	土壤回填	m <sup>3</sup>	62379.08	15	93.24	
6	填埋区表层防渗	m <sup>2</sup>	15000	120	180.00	
7	雨水导排沟	m	600	326	19.56	
8	环保措施费	项	1	500000	50.00	降尘、废水处理等
合计					739.05	

#### 4.4.2 受污染底泥修复方案

本项目排渍渠底泥水浸检测结果显示砷、苯酚超过《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)最高允许排放标准，其中砷、苯酚超标率分别为35.0%与10.0%，最大值分别为0.76倍、1.57倍，底泥超标主要集中在0~2.0m的区域，根据《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB 18599-2001)判断0~2.0m排渍渠底泥属于第II类一般工业固废，超标底泥总方量为9750 m<sup>3</sup>，另考虑有776.62 m<sup>3</sup>砷与苯超标土壤以及215.95 m<sup>3</sup>苯超标土壤与受污染底泥一并处理，合计10742.57 m<sup>3</sup>。

可行的技术方案包括：(1)热解吸技术+稳定化固化技术；(2)化学氧化技术+稳定化固化技术；(3)安全填埋技术。具体方案如下：

##### 1、“热解吸技术+稳定化固化”技术方案

“热解吸技术+稳定化固化”技术方案主要工艺流程包括：

- (1) 底泥清挖；
- (2) 底泥脱水干化；
- (3) 废水收集与转运处理；
- (4) 回转窑热解吸（含废气处理）；
- (5) 稳定化固化；
- (6) 养护暂存；
- (7) 土壤回填。

二次污染防治措施主要包括底泥清挖与干化脱水过程中的产生的废水处理，回转窑热解吸产生的有机废气处理，以及稳定化固化及养护暂存过程中的降尘措施等。

“热解吸技术+稳定化固化”技术方案主要工程内容与投资估算如下：

表 4.4-3 “热解吸技术+稳定化固化”技术方案主要工程内容及投资估算

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价/元	合计/万元	备注
1	底泥清挖	m <sup>3</sup>	9750	60	58.50	
2	底泥脱水干化	m <sup>3</sup>	9750	48	46.80	
3	废水收集与转运处理	m <sup>3</sup>	15000	30	45.00	转运至北控滨江产业园污水处理厂处理
4	回转窑热解吸	m <sup>3</sup>	10742.57	620	666.04	含废气处理
5	稳定化固化	m <sup>3</sup>	10526.62	180	189.48	
6	养护暂存	m <sup>3</sup>	10526.62	10	10.53	

7	土壤回填	m <sup>3</sup>	10742.57	15	16.11	
8	环保措施费	项	1	100000	10.00	降尘等
合计				<b>1042.46</b>		

## 2、“化学氧化技术+稳定化固化”技术方案

“化学氧化技术+稳定化固化”技术方案主要工艺流程包括：

- (1) 底泥清挖；
- (2) 化学氧化技术；
- (3) 底泥脱水干化；
- (4) 废水收集与转运处理；
- (5) 稳定化固化；
- (6) 养护暂存；
- (7) 土壤回填。

二次污染防治措施主要包括底泥清挖与干化脱水过程中的产生的废水处理，施工过程中产生的少量有机废气处理，以及稳定化固化及养护暂存过程中的降尘措施等。

“化学氧化技术+稳定化固化”技术方案主要工程内容与投资估算如下：

表 4.4-4 “化学氧化技术+稳定化固化”技术方案主要工程内容及投资估算

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价/元	合计/万元	备注
1	底泥清挖	m <sup>3</sup>	9750	60	58.50	
2	底泥脱水干化	m <sup>3</sup>	9750	48	46.80	
3	废水收集与转运处理	m <sup>3</sup>	15000	30	45.00	转运至北控滨江产业园污水处理厂处理
4	化学氧化技术	m <sup>3</sup>	10742.57	160	171.88	
5	稳定化固化	m <sup>3</sup>	10526.62	180	189.48	
6	养护暂存	m <sup>3</sup>	10526.62	10	10.53	
7	土壤回填	m <sup>3</sup>	10742.57	15	16.11	
8	环保措施费	项	1	300000	30.00	降尘、废气处理等
合计					<b>568.30</b>	

## 3、安全填埋技术方案

安全填埋技术方案主要工艺流程包括：

- (1) 底泥清挖；

- (2) 底泥脱水干化;
- (3) 废水收集与转运处理;
- (4) 填埋区建设;
- (5) 填埋区场底防渗;
- (6) 土壤回填;
- (7) 填埋区表层防渗;
- (8) 雨水导排。

二次污染防治措施主要包括开挖与暂存过程中的降尘，施工过程中产生的少量有机废气处理，以及底泥清挖与干化脱水过程中的产生的废水处理以及渗滤液处理等。

安全填埋技术处理方案主要工程内容与投资估算如下：

表 4.4-5 安全填埋技术方案主要工程内容及投资估算

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价/元	合计/万元	备注
1	底泥清挖	m <sup>3</sup>	9750	60	58.50	
2	底泥脱水干化	m <sup>3</sup>	9750	48	46.80	
3	废水收集与转运处理	m <sup>3</sup>	15000	30	45.00	转运至北控滨江产业园污水处理厂处理
4	填埋区底部开挖与平整	m <sup>2</sup>	3500	32	11.20	
5	填埋区底部防渗	m <sup>2</sup>	3500	150	52.50	
6	底泥暂存	m <sup>2</sup>	3000	20	6.00	
7	底泥回填	m <sup>3</sup>	10742.57	15	16.11	
8	填埋区表层防渗	m <sup>2</sup>	3500	120	42.00	
9	雨水导排沟	m	200	326	6.52	
10	渗滤液处理系统	套	1	500000	50.00	
11	环保措施费	项	1	300000	30.00	降尘、渗滤液处理等
合计					<b>364.63</b>	

#### 4.4.3 建筑固体废物修复方案

安达化工厂总建筑面积 2500m<sup>2</sup>，建筑以单层砖混结构为主，每 m<sup>2</sup> 建筑垃圾产生量一般为 0.8t 左右，拆除建筑垃圾量约合 2000t；场地内地坪面积 6200 m<sup>2</sup>，厚度约 0.15m，共计 930m<sup>3</sup>（容重约 2.1t/m<sup>3</sup>，约合 1953t）。综上，估算出本项目建筑垃圾总量约为 3953t。

本项目场区遗留的建筑固体废物水浸检测结果显示氯化物、苯酚、甲苯超过《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)最高允许排放标准，其中氯化物、苯酚、甲苯，最大值分别为1.60倍、3.37倍、2.22倍。本项目所检测的30个样品中，共有22个样品出现超标情况，综合超标率为73.3%。根据《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB 18599-2001)，判断本项目遗留建筑固体废物主要为第II类一般工业固废。

可行的技术方案包括：(1)热解吸技术；(2)化学氧化技术；(3)安全填埋技术。具体方案如下：

### 1、热解吸技术方案

热解吸技术方案主要工艺流程包括：

- (1) 建筑固废清运；
- (2) 建筑固废破碎与筛分；
- (3) 回转窑热解吸处理（含废气处理）；
- (4) 填基。

二次污染防治措施主要包括建筑固废清挖过程中的产生的降尘处理，回转窑热解吸产生的有机废气处理等。

热解吸技术方案主要工程内容与投资估算如下：

表 4.4-6 热解吸技术方案主要工程内容及投资估算

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价/元	合计/万元	备注
1	建筑固废清运	t	3953	15	5.93	
2	建筑固废破碎与筛分	t	3953	64	25.30	
3	回转窑热解吸处理	t	3953	530	209.51	含废气处理
4	填基	t	3953	15	5.93	
5	环保措施费	项	1	100000	10.00	降尘等
合计					256.67	

### 2、淋洗处理技术方案

淋洗处理技术方案主要工艺流程包括：

- (1) 建筑固废清运；
- (2) 建筑固废淋洗处理；
- (3) 废水化学氧化处理；

- (4) 沥干脱水;
- (5) 废水外运处置;
- (6) 填基。

二次污染防治措施主要包括建筑固废清挖过程中的产生的降尘处理,淋洗和沥干脱水过程中产生的废水等。

淋洗处理技术方案主要工程内容与投资估算如下:

**表 4.4-7 淋洗处理技术方案主要工程内容及投资估算**

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价/元	合计/万元	备注
1	建筑固废清运	t	3953	15	5.93	
2	建筑固废淋洗处理	t	3953	180	71.15	
3	废水化学氧化处理	t	7906	60	47.44	
4	沥干脱水	t	3953	15	5.93	
5	废水外运处置	t	7906	30	23.72	转运至北控滨江产业园污水处理厂处理
6	填基	t	3953	15	5.93	
7	环保措施费	项	1	50000	5.00	降尘等
<b>合计</b>					<b>159.17</b>	

### 3、安全填埋技术方案

安全填埋技术方案主要工艺流程包括:

- (1) 建筑固废清运;
- (2) 填埋区建设;
- (3) 填埋区场底防渗;
- (4) 建筑固应回填;
- (5) 填埋区表层防渗;
- (6) 雨水导排。

二次污染防治措施主要包括开挖与暂存过程中的降尘以及渗滤液处理等。

安全填埋技术处理方案主要工程内容与投资估算如下:

**表 4.4-8 安全填埋技术方案主要工程内容及投资估算**

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价/元	合计/万元	备注
1	建筑固废清运	t	3953	15	5.93	

2	填埋区底部开挖与平整	m <sup>2</sup>	1500	32	4.80	
3	填埋区场底防渗	m <sup>2</sup>	1500	150	22.50	
4	建筑固废回填	t	3953	15	5.93	
5	填埋区场底表层防渗	m <sup>2</sup>	1500	120	18.00	
6	雨水导排沟	m	150	326	4.89	
7	渗滤液处理系统	套	1	400000	40.00	
8	环保措施费	项	1	200000	20.00	降尘、渗滤液处理等
合计					<b>122.05</b>	

#### 4.4.4 技术方案比选

##### 1、受污染土壤处理技术方案比选

虽然受污染土壤稳定化固化后仍存在一定的二次浸出的可能，但一般浸出率极低，总体而言治理效果中等，稳定化固化处理修复周期约6个月，后期运行维护成本较低，稳定化固化处理技术相对于安全填埋处理费用略高，但稳定化固化处理后土壤可用于绿地填基，不需建设大面积的填埋场，对场地的后续开发利用影响较小。

安全填埋技术由于对污染物进行了有效阻隔，短期效果较好，长期效果可能会受防渗层老化与破损等因素影响，总体而言治理效果中等。安全填埋修复所需时间较短，周期约2个月，安全填埋技术最大的优势在于施工简单，处理成本相对较低。由于安全填埋区域禁止扰动，且占地面积大，对后续土地开发利用影响较大，影响后期建设与利用，且后期渗滤液收集与处理的后期运行维护成本较高。

考虑到本项目场地后期将作为工业用地，治理后土地具有较好的经济利用，采用安全填埋可能会影响后续开发利用，综合考虑各方面的因素，建议采用稳定化固化处理技术方案。

##### 2、受污染底泥修复技术方案比选

由于底泥含水率较高，产生的渗滤液较多，采用安全填埋技术需要考虑后续维护与渗滤液处理费用，相对于安全填埋技术，本项目受污染底泥修复进行无害化处理的方案更加有利于实现经济与环境效益，无害化后较为彻底的解决了底泥的污染问题，环境与经济效益明显优于安全填埋技术。

无害化处理技术中“热解吸技术+稳定化固化技术”与“化学氧化技术+稳定化固化技术”总体经济与环境效益基本一致，但含水率较大的底泥采用热解吸技术能耗较高，单位成本明显高于化学氧化技术，“化学氧化技术+稳定化固化技术”投资更省，因此

综合考虑，本项目受污染底泥修复推荐采用“化学氧化技术+稳定化固化技术”。

### **3、建筑固体废物修复技术方案比选**

由于采用安全填埋技术需要考虑后续维护与渗滤液处理费用，长期效果可能会受防渗层老化与破损等因素影响，治理效果中等。相对于安全填埋技术，本项目建筑固体废物进行无害化处理的方案更加有利于实现经济与环境效益，无害化后较为彻底的解决了底泥的污染问题，无后续运行成本，环境与经济效益明显优于安全填埋技术。

建筑固体废物主要为砖块碎石等大颗粒物质，粘/粉粒含量较少，沉降性能好，适用于采用化学淋洗技术。淋洗处理技术相较于热脱附技术成本更低，二次污染更加容易控制，且投资更省，因此建议本项目建筑固体废物处理建议采用淋洗处理技术。

### **4、结论**

综上，本项目经过可行性分析和充分比选，具体详见表 4.4-9，本项目推荐的技术组合处理方案为：（1）砷超标的受污染土壤处理采用稳定化固化处理技术；（2）受污染底泥与苯超标的受污染土壤处理采用“化学氧化技术+稳定化固化技术”；（3）建筑固体废物处理采用淋洗处理技术。

表 4.4-9 本项目治理与修复推荐方案

序号	治理与修复对象	特点	可选技术方案/技术方案组合)	治理效果	后续运行维护成本	修复时间	经济效益	是否彻底解决污染	投资估算/万元	推荐方案
1	砷超标受污染土壤	砷超标，粘/粉粒含量高于 25%	稳定化固化技术	中等	低	6 个月	对场地利用开发影响较小，经济效益好	否	1392.34	√
			阻隔填埋技术	中等	较高	2 个月	影响场地二次利用开发，经济效益好较差	否	739.70	
2	受污染底泥及苯超标土壤	砷、苯酚、苯超标，粘/粉粒含量高于 25%	热解吸技术+稳定化固化技术	优	低	6 个月	对场地利用开发影响较小，经济效益好	是	1042.46	
			化学氧化技术+稳定化固化技术	优	低	6 个月	对场地利用开发影响较小，经济效益好	是	568.30	√
			安全填埋技术	中等	较高	2 个月	影响场地二次利用开发，较差	否	364.63	
3	建筑固体废物	氰化物、苯酚、甲苯超标，粘/粉粒含量较少	热解吸技术	优	低	3 个月	对场地利用开发影响较小，经济效益好	是	256.67	
			淋洗技术	优	低	3 个月	对场地利用开发影响较小，经济效益好	是	159.17	√
			安全填埋技术	中等	较高	2 个月	影响场地二次利用开发，较差	否	122.05	

# 5 治理与修复方案设计

## 5.1 总体方案

### 5.1.1 治理与修复对象

根据前期场调与风险评估结果，确定本项目修复治理对象包括厂区现存废水、遗留的固体废弃物及地块受污染土壤和底泥，具体如下：

#### 1、场区现存废水

本项目应急事故池，污水处理池超标废水废水，总量约 60m<sup>3</sup>。

#### 2、地块受污染土壤

本项目土壤中超标因子为砷与苯，土壤超标总方量为 62379.08m<sup>3</sup>，其中仅砷超标的方量为 61386.52m<sup>3</sup>，仅苯超标的方量为 215.95m<sup>3</sup>，砷与苯均超标的方量为 776.62m<sup>3</sup>。

#### 3、受污染底泥

本项目排渍渠与池塘底泥中含有废渣属于第II类一般工业固体废物，排渍渠与池塘底泥总方量为 9750 m<sup>3</sup>。

#### 4、遗留建筑固体废弃物

本项目场区遗留的建筑固体废物属于第II类一般工业固体废物，总量为 3953 t。

### 5.1.2 治理与修复方案

本项目治理方案如下：

(1) 本项目场区现存废水经过场区污水处理站处理后，转运至北控污水处理厂进一步处理后达标排放；

(2) 本项目砷超标的土壤进行稳定化固化处理；苯超标的土壤采用化学氧化的技术进行处理；砷与苯均超标的土壤需先进行化学氧化，然后进行稳定化固化处理；处理达标后填埋至本项目场地内北侧的绿地区域；

(3) 本项目砷与苯酚超标的受污染底泥先进行化学氧化处理，然后进行稳定化固化处理，处理达标后回填；

(4) 本项目遗留建筑固体废弃物经过淋洗处理，处理达标后回填。

### 5.1.3 治理与修复目标

1、本项目厂区废水及处理过程中产生的废水经过场区废水处理站处理达到《污

水综合排水排放》(GB8978-1996)三级标准后，转运至临湘工业园滨江产业园污水处理(简称“北控污水处理厂”)处理，处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级标准A标准后排入洋溪湖；

2、本项目苯与砷超标土壤分别采用化学氧化与稳定化固化处理技术进行处理，处理达标后填埋至本项目场地内北侧的绿地区域，治理后工业建设用地区域土壤砷≤60mg/kg，苯≤11.4mg/kg。

3、本项目砷与苯酚超标的受污染底泥先进行化学氧化处理，然后进行稳定化固化处理，处理后水浸指标应不应超过《污水综合排水排放》(GB8978-1996)一级标准，即砷≤0.5mg/L、苯酚≤0.3mg/L。

4、本项目遗留建筑固体废物进行淋洗处理，处理后水浸指标应不应超过《污水综合排水排放》(GB8978-1996)一级标准，即氰化物≤0.5mg/L、苯酚≤0.3mg/L、甲苯≤0.1mg/L。

表 5.1-1 本项目治理对象、治理方案及治理目标总表

序号	治理对象	单位	数量	超标情况	治理方案	治理与修复目标
1	场区废水	m <sup>3</sup>	60	总磷超过《污水综合排水标准》(GB8978-1996)一级标准 5.6 倍	转运至北控污水处理厂处理	《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级标准 A 标准
2	受污染土壤	m <sup>3</sup>	61386.52	仅砷超过风评建议修复目标值 60mg/kg	稳定化固化后回填至厂区绿地	工业用地建设区域土壤修复目标值 砷 ≤ 60mg/kg 苯 ≤ 11.4 mg/kg
		m <sup>3</sup>	215.95	仅苯超过风评建议修复目标 11.4mg/kg	化学氧化处理后回填至厂区绿地	
		m <sup>3</sup>	776.62	砷超过风评建议修复目标值 60mg/kg 苯超过风评建议修复目标值 11.4mg/kg	化学氧化+稳定化固化处理后回填至厂区绿地	
3	受污染底泥	m <sup>3</sup>	9750	水浸砷、苯酚超标	化学氧化+稳定化固化处理	水浸不应《污水综合排水排放》(GB8978-1996)一级标准， 砷 ≤ 0.5mg/L 苯酚 ≤ 0.3mg/L
4	遗留建筑固体废物	t	3953	水浸氟化物、苯酚、甲苯超标	淋洗处理	水浸不应超过《污水综合排水排放》(GB8978-1996)一级标准， 氟化物 ≤ 0.5mg/L 苯酚 ≤ 0.3mg/L 甲苯 ≤ 0.1mg/L

注：表中水浸指采用《固体废物浸出毒性浸出方法 水平振荡法》(HJ557-2010) 方法浸出。

#### 5.1.4 工艺技术路线

本项目治理工艺技术路线具体如图 5.1-1 所示：

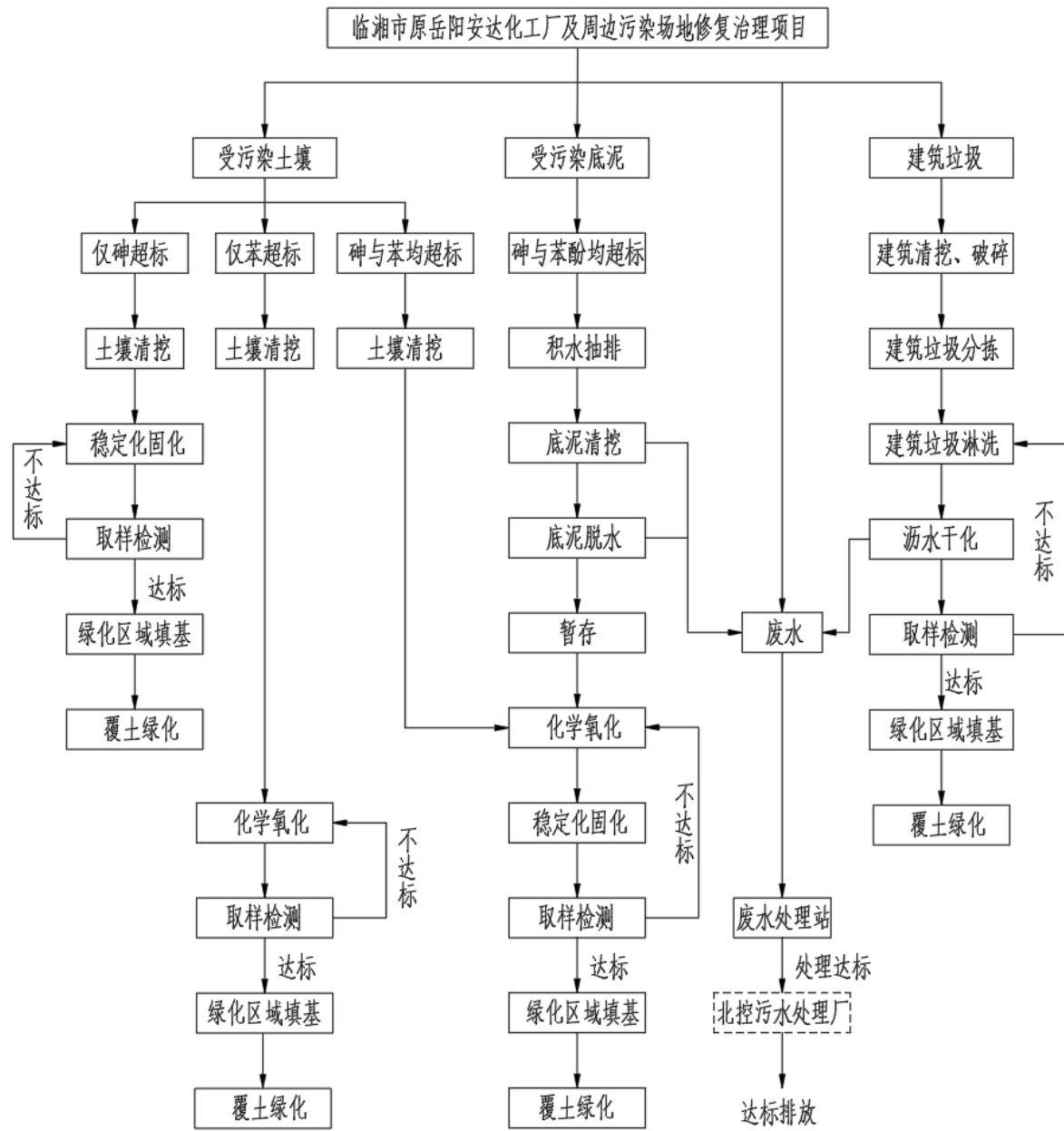


图 5.1-1 本项目工艺技术路线图

## 5.2 受污染底泥修复方案设计

### 5.2.1 挡水围堰与积水抽排

本项目实施受污染底泥修复清挖前，首先需对厂区内积水进行抽排，目前场地内水域覆盖面积约合 1.20 万 m<sup>2</sup>，平均深度 1.5m，积水总方量约合 1.80 万 m<sup>3</sup>。根据本项目场调场地内积水部分指标超过《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) III类水质标准，但均未超过《污水综合排水标准》(GB8978-1996) 一级标准。

本项目积水抽排前首先于场地南侧设置挡水围堰，围堰高 2.5m，顶面宽 1m，底面宽 3.5m，总长度 75.0m。围堰设置后采用抽水泵进行抽排，水泵流量 300m<sup>3</sup>/h，预计 3~5 天抽完。本项目积水抽排后通过南面低地，最终自流进入洋溪湖。

抽水过程中应尽量避免对底泥的扰动，如造成扰动，应进行静置沉淀 1~2 天后再进行抽排。抽排后渠道产生的少量较为浑浊的尾水，经过本项目废水处理站初步处理后，进一步转运至北控污水处理厂处理。

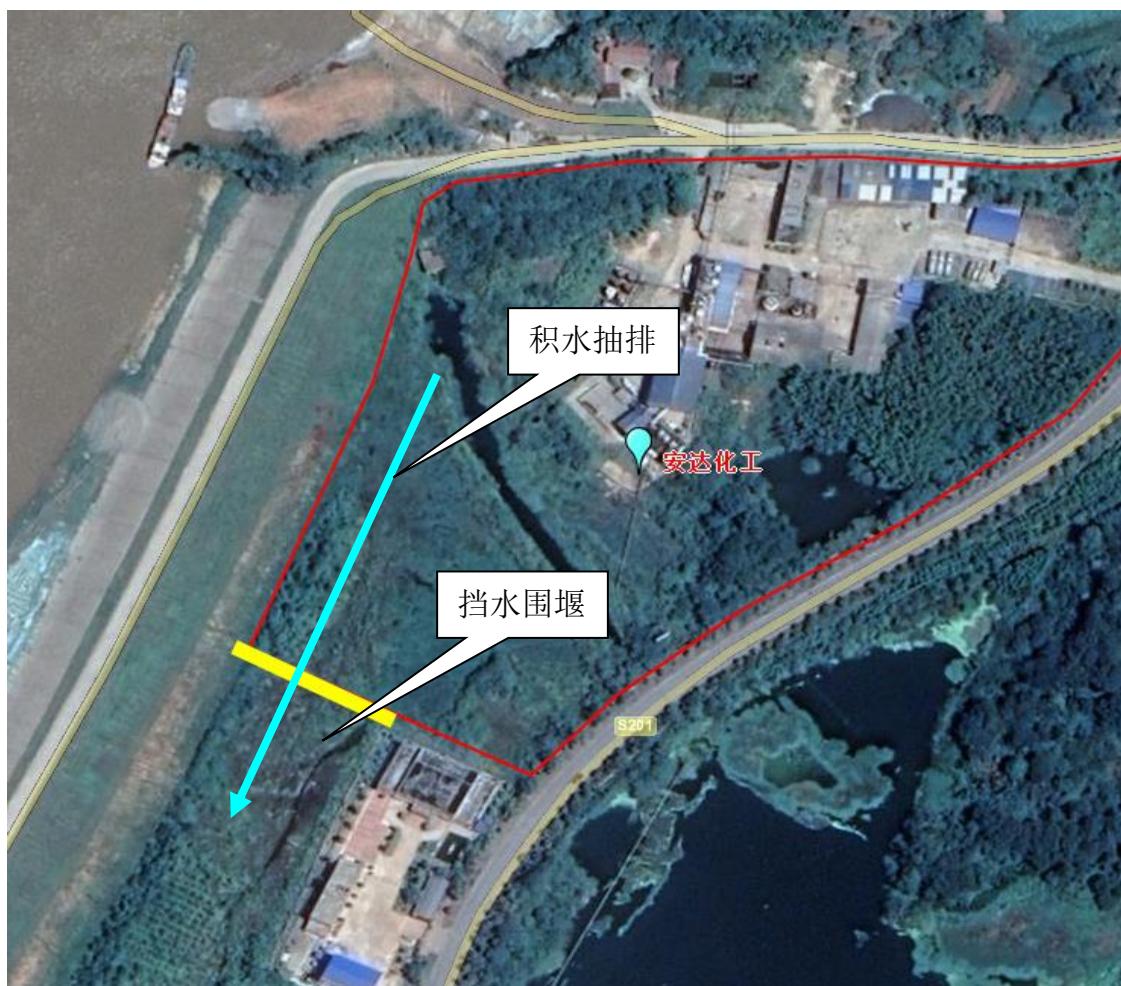


图 5.2-1 挡水围堰与积水抽排方向

## 5.2.2 底泥清挖与脱水工程

根据对本项目排渍渠与池塘底泥详细调查，排渍渠与池塘底泥 0~2.0m 均存在总砷超标，且浸出砷与苯酚超标的情况，属于第II类一般工业固体废物。结合地勘数据，显示排渍渠与池塘淤积层中沉积少量灰黑色不明工业废渣，含废渣淤积层厚度约为 0.8~3.0m。结合详调与地勘数据，测算排渍渠与池塘底泥总方量为 9750 m<sup>3</sup>，具体如下：

表 5.2-1 底泥超标方量统计

序号	位置	面积/m <sup>2</sup>	底泥厚度/m	方量/m <sup>3</sup>	属性
1	排渍渠底泥	1350	3.0	4050	II类渣
2	池塘底泥	1900	3.0	5700	II类渣
合计				9750	

本项目底泥清挖在积水抽干后采用两栖式挖掘机进行清挖，挖掘底泥转运至临时暂存场进行脱水干化。



图 5.2-2 两栖式挖掘机池塘底泥清挖示意图

本项目设计日清挖量 300m<sup>3</sup>/d，平均自然干化周期 2 天，设计自然干化场最大暂存量为 600m<sup>3</sup>。本项目于安达化工场地内设置面积 600 m<sup>2</sup> (20m×30m)，自然干化场为水泥地坪 (15cm 碎石+20cmC30 砼)，下设土工复合排水网，干化场四周设置 0.3m×0.3m 环场集水沟，用于收集沥干过程中产生的渗滤液，渗滤液最终通过 DN200 HDPE 排水管，排入进入废水收集池进行后续处理。

底泥清挖至干化场后，推平，定期翻转，以利于底泥脱水风干。底泥经过 2~7 天自然沥水干化，测定含水率小于 50% 后，进一步进行化学氧化与稳定化固化处理。

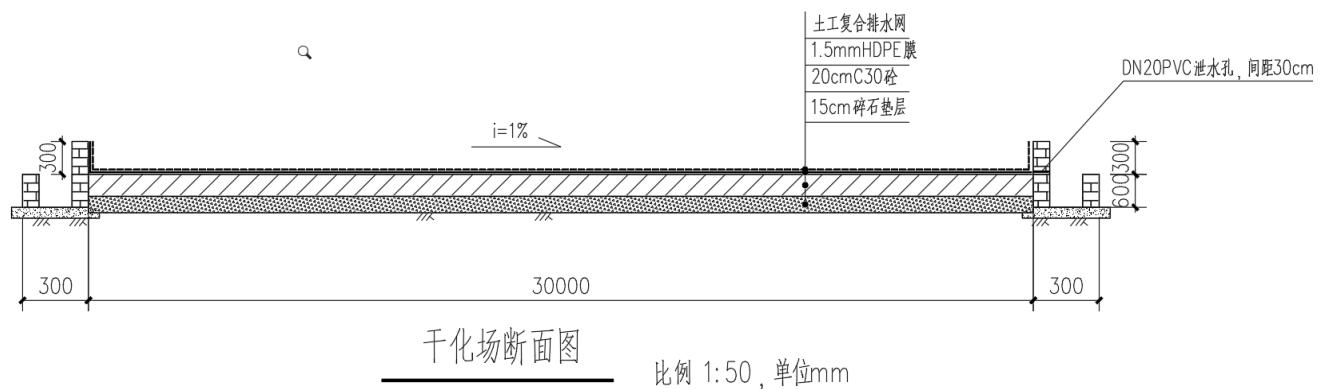
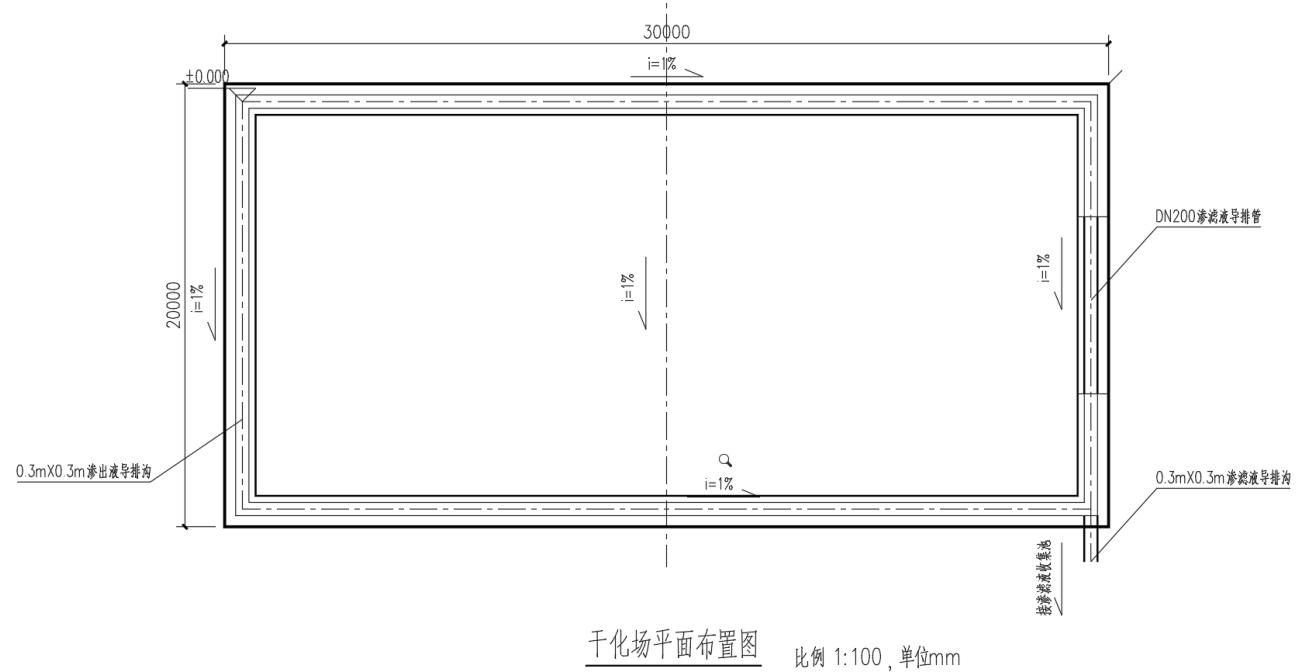


图 5.2-3 底泥干化场设计图

### 5.2.3 化学氧化处理

化学氧化技术是指向污染废物/地下水添加氧化剂，通过氧化作用，使废物/地下水中的污染物转化为无毒或相对毒性较小的物质。常见的氧化剂包括高锰酸盐、过氧化氢、芬顿试剂、过硫酸盐和臭氧。该技术可用于原位及异位修复，原位修复即原位将氧化剂注入废物/地下水的污染区域进行修复，异位修复则开挖污染废物转运至异位进行修复。

化学氧化技术可处理的污染物类型包括：石油烃、BTEX（苯、甲苯、乙苯、二甲苯）、酚类、MTBE（甲基叔丁基醚）、含氯有机溶剂、多环芳烃、农药等大部分有机物。

本项目底泥中苯酚超标，通过比选确定采用化学氧化处理工艺，本项目化学氧化机剂采用目前常用的芬顿（Fenton）氧化法。

#### 1、化学氧化法（芬顿）案例

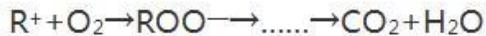
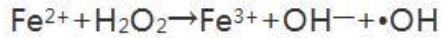
上海市长风生态商务区 10 号南地块土壤和地下水修复工程，土壤污染因子为苯并[b]荧蒽、茚并[1,2,3-c,d]芘、苯并[a]蒽、二苯并[a,h]蒽、苯并[a]芘，土壤修复方量约 3973m<sup>3</sup>，治理工期 48 天。该项目以 Fe<sup>2+</sup>（或 Fe<sup>3+</sup>）为催化剂，利用 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 产生具有强氧化能力的羟基自由基，氧化分解污染土壤中的有机污染物。用于异位土壤修复时，将污染土壤按一定比例与类芬顿试剂混合搅拌并反应一定时间后，去除土壤中有机污染物。污染物去除效果以苯并（a）芘为例，初始浓度 4.53mg/kg，经处理后浓度降至 0.172mg/kg，去除率可达 96%，治理效果良好。

江苏某焦化厂土壤修复项目该焦化厂占地面积约 317.69 亩，主要从事焦炭、煤气、焦油、粗苯和硫铵等煤化工产品的生产，该项目采用 SVE 复合生物通风+化学氧化技术，氧化药剂采用芬顿试剂。

芬顿氧化法目前常用于有机物污染场地的治理工作，包括化工、农药、石油等污染场地。

#### 2、化学氧化工艺原理与操作

芬顿法的实质是二价铁离子(Fe<sup>2+</sup>)、和双氧水之间的链反应催化生成羟基自由基，具有较强的氧化能力，其氧化电位仅次于氟，高达 2.80V。另外，羟基自由基具有很高的电负性或亲电性，其电子亲和能高达 569.3kJ 具有很强的加成反应特性，因而 Fenton 试剂可无选择氧化的大多数有机物。芬顿氧化反应主要反应式如下：



同时芬顿试剂氧化产区主要为  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , 不产生二次污染, 因此是一种安全高效的化学氧化剂。

本项目受污染底泥通过添加芬顿溶液的方式进行化学氧化, 根据工程经验, 每 t 底泥芬顿试剂添加量为 1~3% 的芬顿溶液, 芬顿溶液的配置先加的双氧水 (30%) 再加硫酸亚铁 (10% 溶液), 投加量大概 1:3, 具体应以实施时现场实验配比比例为准。

受污染底泥添加芬顿试剂后, 采用双轴搅拌机进行搅拌均匀, 然后准运至养护场进行养护, 养护期间应采用防雨布进行覆盖, 养护期 2~4 天, 经监测底泥中苯酚浸出达《污水综合排水排放》(GB8978-1996) 一级标准 (砷  $\leq 0.5\text{mg/L}$ 、苯酚  $\leq 0.3\text{mg/L}$ ) 后, 转运至稳定化固化工序稳定化固化处理。

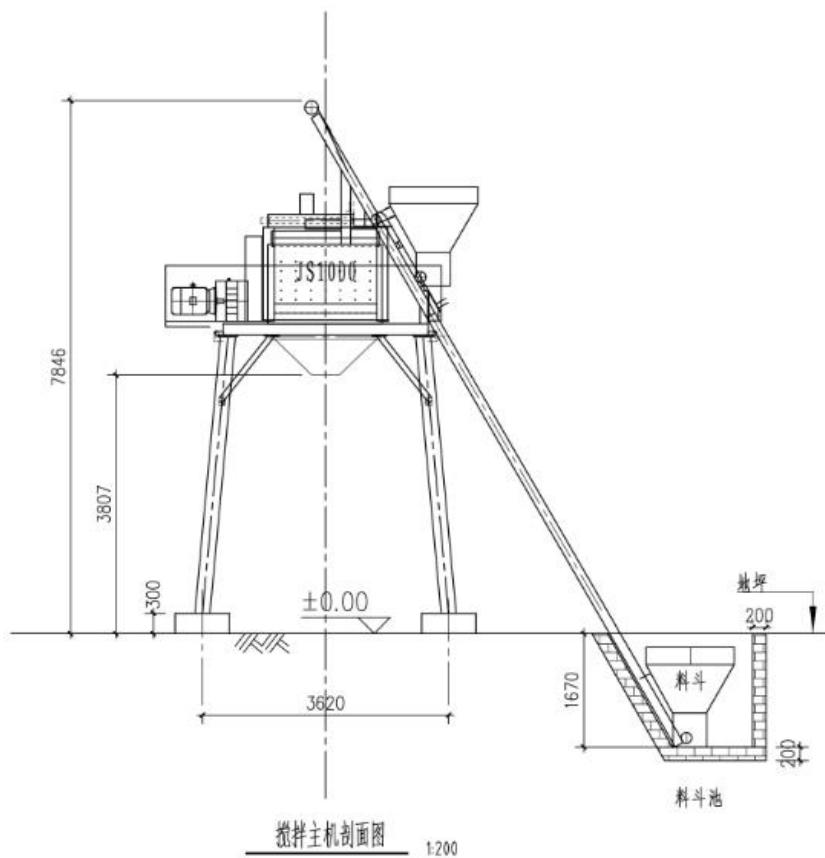


图 5.2-4 双轴搅拌机大样图

#### 5.2.4 废气收集与处理设施

##### 1、负压大棚

在受有机物污染底泥或土壤的处置过程中，为防止有机废气污染造成的污染，设计于本项目厂区设置 1 座负压大棚，大棚东西长 42m，南北宽 24m，净高 9m，负压大棚主要用于场区内受有机物污染的底泥或土壤处理过程中的废气收集。

负压大棚可采用钢结构或者充气结构，膜材料采用法拉利 902 材料，厚度 0.8mm， $500\text{g/m}^2$ ，拉力：4000N/5cm。

负压大棚在运行过程中除车辆人员进出，大棚保持密闭。大棚内设施抽风机，保持大棚内气压小于外部。按照换气次数 1 次/h 考虑，每小时换气量约为  $10000\text{m}^3/\text{次}$ ，本次设计抽风机抽风量为  $15000\text{ m}^3/\text{次}$ ，抽风机接入本项目废气处理设备进行处理后达标排放。



图 5.2-6 负压大棚示意图

## 2、废气处理设施

本项目有机废气处理工艺采用“光催化氧化+活性炭吸附”的处理技术，废气处理工程示意图如图 5.2-7 所示。废气先由风机管道收集后，送入碱洗涤塔内将大部分氯化物气体进行化学降解→PAT-TiO<sub>2</sub> 设备分解氧化治理→活性炭吸附→风机→经 15m 烟囱达标排放。

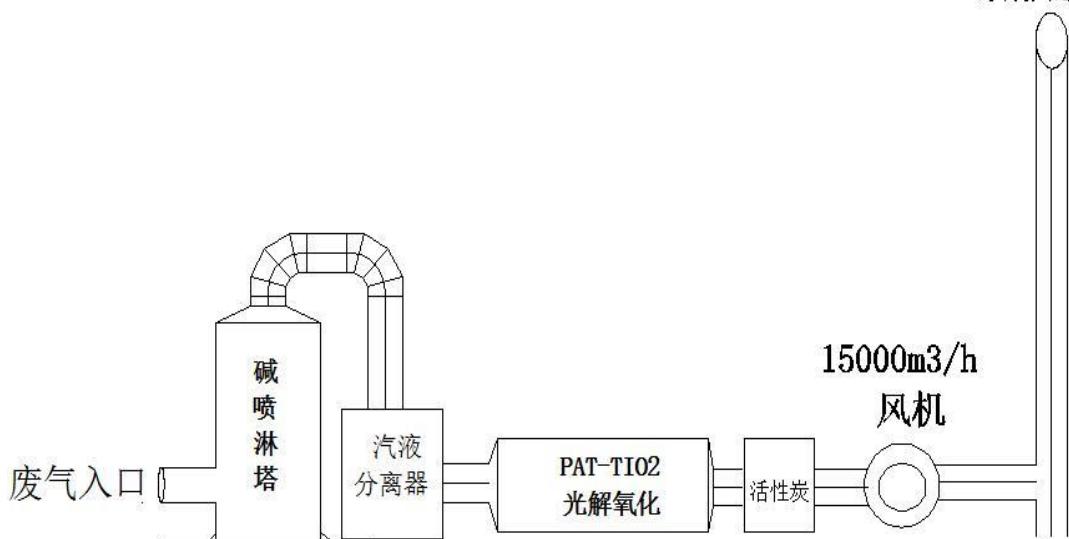


图 5.2-7 废气处理工程示意图

由于热解废气十分复杂，废气首先进入碱性液体内会相互中和，起到消除酸性气体的作用。废气进入 PAT-除臭设备，设备内灯管产生的紫外线对废气进行照射，将气体分子链打断，使气体物质转化为无臭味的小分子化合物或者完全矿化；在裂解气体同时设备内会产生高浓度的臭氧和羟基自由基，对被裂解的分子进一步氧化，最后达标排放。利用高能 UV 光束裂解有机气体分子键，再通过 OH、O<sub>3</sub> 进行氧化反应，彻底达到有机废气分解目的。

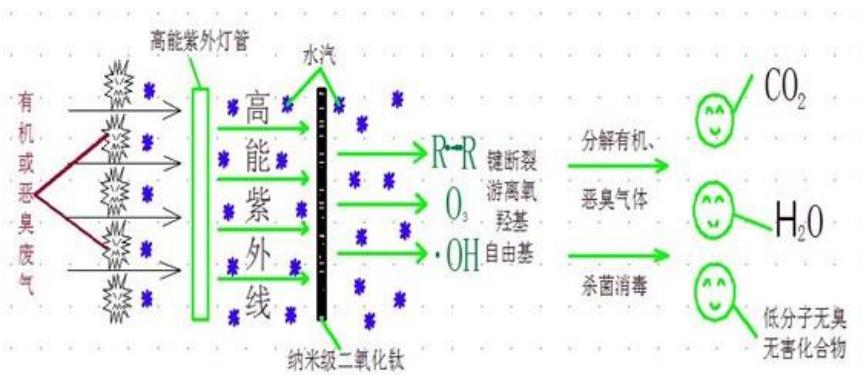


图 5.2-8 光催化氧化工艺原理图

当废气由风机提供动力，负压进入吸附箱后进入活性炭吸附层，由于活性炭吸附剂表面上存在着未平衡和未饱和的分子引力或化学键力，因此当活性炭吸附剂的表面与气体接触时，就能吸引气体分子，使其浓聚并保持在活性炭表面，此现象称为吸附。

利用活性炭吸附剂表面的吸附能力，使废气与大表面的多孔性活性炭吸附剂相接触，废气中的污染物被吸附

在活性炭表面上，使其与气体混合物分离，净化后的气体高空排放。活性炭吸附箱是一种干式废气处理设备，由箱体和填装在箱体内的吸附单元组成。

经过治理后最终出风口各项污染物指标低于《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)、《恶臭污染物排放标准》(GB14554-1993)的二级排放标准。

表 5.2-2 废气收集与处理设施技术参数表

序号	设备名称	规格型号	数量
1	负压大棚	大棚东西长 42m, 南北宽 24m, 净高 9m	
2	PAT-9 光分解催化氧化除臭设备	型号: PAT-9 型 处理气量: 15000m <sup>3</sup> /h 功率: 4.5KW 尺寸: 1630 × 1500 × 1300mm 材质: 316 不锈钢	1 套
3	碱洗涤塔	型号: SPL-A6 直径 2 m 高 4.5m 处理气量: 15000m <sup>3</sup> /h 含自动加药系统 水泵 2.25KW 材质: 316L 不锈钢	1 套
4	活性炭吸附箱	型号: SXF-5 尺寸: 800 × 1500 × 1300mm 材质: 316L 不锈钢	1 套
5	风机	型号 F4-72-6C 流量: 15000m <sup>3</sup> /h 功率: 15KW 压力: 2500PA 材质: 玻璃钢	1 台
6	冷却塔	材质: 玻璃钢 直径 1500 mm 高 3000 mm	1 套
7	汽液分离器	材质: 316L 不锈钢 尺寸: 1600 × 2000 × 2500mm 功率: 5KW	1 套
8	总控制箱	材质: 306 不锈钢 尺寸: 700 × 400 × 250mm	1 套

## 5.2.5 稳定化固化处理

稳定化固化技术是一种用于处理污染土壤及其他污染介质的技术，其主要工作原理是：通过在污染土壤中添加和混合粘合剂（如胶凝剂或凝硬剂），使之与污染土壤发生反应，改变土壤的理化性质，使土壤成形为结构密实、抗压性强、渗透性低的固化/稳定化产物，从而降低土壤中污染物的迁移性，使得污染物的溶出（浸出）浓度达到特定地块修复目标中规定的可接受水平，最终实现对地下水和（或）地表水的保护目的。

稳定化固化技术自上世纪 80 年代以来，已在美国、欧洲、澳大利亚等地区应用多年，现已广泛应用于处理含重金属尾渣、土壤和淤泥沉积物、Cd 渣、Ni 渣、As

渣等领域的环境治理中。

稳定化固化技术是对废渣与土壤中重金属污染物的存在形态进行改变，通过向废渣与土壤中添加稳定化制剂等，将移动性强、毒性大的化合物转变为毒性较低、迁移性差的化合物，将其固定在晶格内，降低污染物的迁移性。常用的稳定化物质包括生物固体、人工合成的沸石、污泥、磷酸盐衍生物、粘土矿物等。

目前稳定化固化设备目前主流选择有两种：第一种为固定式的稳定化固化搅拌站；第二种采用移动式 Allu 铲斗进行稳定化固化。

### 1、固定式稳定化固化搅拌站

固定式稳定化固化搅拌站，主体设备为搅拌主机，用于稳定化固化土壤与药剂的混合搅拌，同时配置预处理、输送皮带机、药剂与受污染土壤料斗、自动加药剂等设备，固定式稳定化固化搅拌站处理能力较强，日处理能力可达  $1000\text{m}^3$  以上，自动化程度较高，处理效果较好，但是设备投资成本较高，一般适用于大规模的污染土壤稳定化固化，同时要求的作业场地也较大。

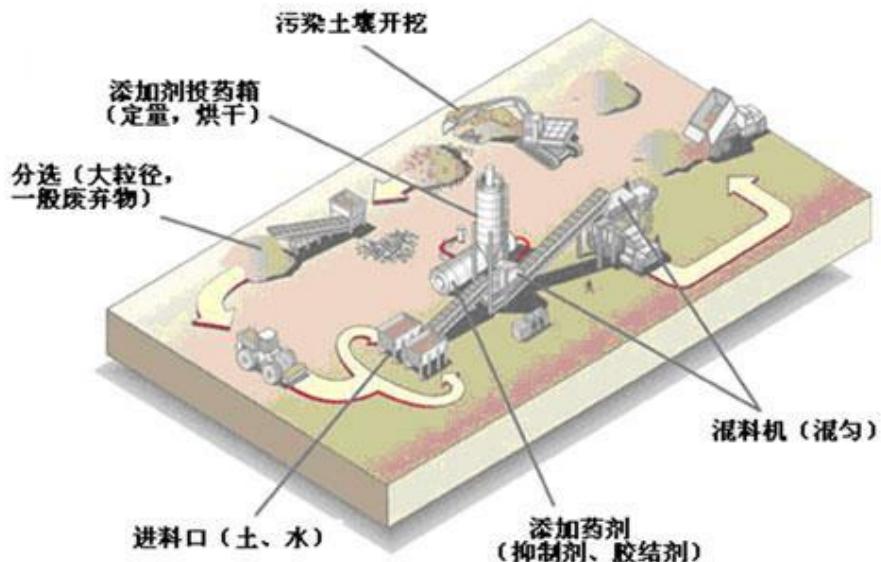


图 5.2-10 固定式稳定化固化搅拌站示意图

### 2、Allu 铲斗稳定化固化

Allu 铲斗通常安装于通用工程机械如挖掘机，装载机上，采用主机本机动力，主机驾驶员在驾驶室内通过脚踏阀对铲斗内的筛分破碎滚轴实施操控。滚轴上有筛分破碎刀板，滚轴通过正、反双向转动，对位于铲斗内的材料进行筛分破碎操作，筛分破碎后的物料在滚轴和物料自重的作用下落下。土壤破碎筛分铲斗对物料的铲装过程与普通斗一样，如果滚轴不动，物料不会落下。

Allu 铲斗集筛分、破碎、搅拌于一体，稳定化固化设备简单，首先可对杂质进行筛分，然后将稳定化固化药剂与受污染土壤按照一定比例，进行预混合，最后进行充分搅拌混合，搅拌混合根据加药次数可分为多次进行。



图 5.2-13 稳定化搅拌机大样图

Allu 铲斗稳定化固化对场地与土质要求较低，可以移动进行处理，适用于小型土壤稳定化固化项目。Allu 铲斗适用处理的废渣与污染土质类型较广，具体如下：

- (1) 工业场地遗留下来的污染土壤（化工、农药、重金属污染）；
- (2) 采矿或冶炼过程中产生的尾矿渣造成的污染；
- (3) 含水率比较高的污染淤泥或海泥；
- (4) 混有建筑垃圾的污染垃圾土；预筛分掉固体垃圾，再进行固化作业。

Allu 铲斗目前在全国应用较为广泛，北京、天津多处土壤修复项目均采用了 Allu 铲斗的稳定化固化技术。

考虑到本项目受污染土壤处理规模相对较大，建议采用 Allu 铲斗进行稳定化固化，稳定化固化成本相对较低，操作方便。

### 3、稳定化固化药剂与检测

本项目添加稳定化固化药剂，应选用成熟可靠的类型，不得造成底泥二次污染。稳定化处理前应取样进行配比实验，确定药剂与水添加量，从而保证出料水浸达到指标满足设计要求，即砷水浸不应超过《污水综合排水排放》(GB8978-1996)一级标准（即砷≤0.5mg/L、苯酚≤0.3mg/L）。

本项目受污染土壤主要污染物为砷，稳定化药剂可考虑石灰铁盐类稳定化药剂，根据相关工程经验稳定化药剂的添加比例为一般 1%~3%，另需添加 5%~10% 比例的水泥，具体配比根据项目实施时对每批次废渣进行试验确定，受污染底泥处理同上。

稳定化后的污染底泥每 500m<sup>3</sup>应进行一次取样检测，每次至少取 3 个检测样，检测浸出达标后，方可进行回填。

稳定化固化处理技术为受污染处理土壤处理常用技术措施，在全国各地均有大量应用案例，技术成熟，可靠性强。

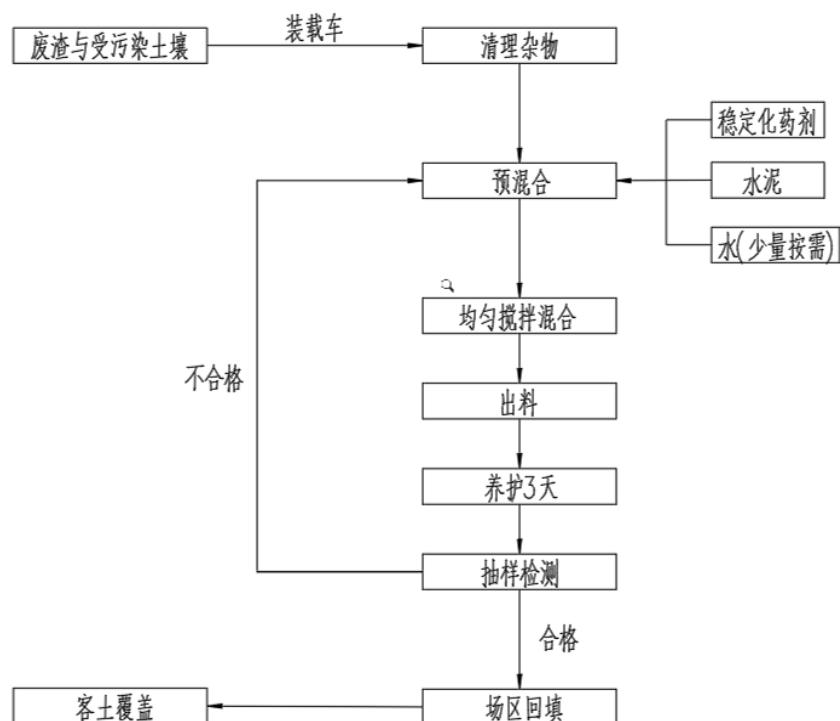


图 5.2-5 稳定化处理工艺流程图

## 5.3 建筑固体废物处理方案设计

安达化工厂总建筑面积 2500m<sup>2</sup>, 建筑以单层砖混结构为主, 每 m<sup>2</sup> 建筑垃圾产生量一般为 0.8t 左右, 拆除建筑垃圾量约合 2000t; 场地内地坪面积 6200m<sup>2</sup>, 厚度约 0.15m, 共计 930m<sup>3</sup> (容重约 2.1t/m<sup>3</sup>, 约合 1953t), 本项目建筑垃圾总量约为 3953t。

经检测, 本项目建筑固体废渣水浸氯化物、苯酚、甲苯超标, 属于第II类一般工业固废。

### 5.3.1 建筑垃圾预处理工艺

破碎分选工艺主要包括给料、破碎、筛分、分选、输送、贮存、除尘、降噪等工序, 建筑垃圾破碎与分选设计主要包括以下系统:

#### 1、给料系统

工艺流程中应有预筛分环节, 建筑垃圾原料给至预筛分设备, 宜采用振动给料方式, 给料仓规格尺寸和给料速度应与处理量相匹配。

#### 2、破碎系统

一级破碎设备可采用颚式破碎机或反击式破碎机, 二级破碎设备可采用反击式破碎机或锤式破碎机。在每级破碎过程中, 可通过闭路流程使大粒径的物料返回破碎机再次破碎。破碎设备应采取防尘和降噪措施, 破碎主要对大于 30cm 的建筑固体废物进行破碎, 以方便后续处理。

#### 3、筛分系统

筛分宜采用振动筛, 筛网孔径选择应与产品规格设计相适应, 筛分设备应采取防尘和降噪措施, 筛分孔径 5mm, 据此将建筑垃圾筛分为≥5mm 的块状建筑固体废物, 和<5mm 的粉粒状建筑固体废物, 根据现场调查与其他工程经验, 筛上物筛下物比例约为 7:3。

#### 4、分选系统

分选应根据处理对象特点和产品性能要求合理选择, 以机械分选为主、人工分选为辅。应有磁选分离装置, 将钢筋、铁屑等金属物质分离。宜设置人工分选平台, 将不宜破碎的大块轻质物料及少量金属选出。人工分选平台宜设置在筛分或破碎后的物料传送阶段。

本项目建筑垃圾破碎后不应大于 0.3m。破碎后采用磁力分选与人工分选相配合的方式处理, 分选产生的钢筋、铁屑等金属物质进行回收利用, 分选产生的少量生活

垃圾送生活垃圾填埋场填埋。



图 5.3-1 建筑垃圾破碎分选效果图

## 5 主要设备与设备

本项目受污染建筑垃圾预处理主要设备设施详见表 5.3-1。

表 5.3-1 建筑垃圾预处理主要设备及设施

序号	名称	单位	数量	用途
1	300mm 破碎机	台	1	建筑垃圾破碎
2	挖掘机	台	1	建筑垃圾挖掘、平整
3	装载机	台	1	供料、建筑垃圾回填
4	振动筛分设备	台	1	建筑垃圾筛分
5	洒水设备	台	1	除尘
6	破碎分选车间	间	1	与淋洗处理车间合并

### 5.3.2 淋洗处理工程

淋洗处理技术污染物主要集中分布于固体废物表面上，异位固体废物洗脱是采用物理分离或增效洗脱等手段，通过添加水或合适的增效剂，分离重污染固体废物组分或使污染物从固体废物相转移到液相的技术。经过洗脱处理，可以有效地减少污染固体废物的处理量，实现减量化。

#### 1、系统构成和主要设备

异位固废洗脱处理系统一般包括固废预处理单元、物理分离单元、洗脱单元、废水处理及回用单元及挥发气体控制单元等。具体场地修复中可选择单独使用物理分离

单元或联合使用物理分离单元和增效洗脱单元。

主要设备包括输送设备（皮带机或螺旋输送机）、增效洗脱设备（洗脱搅拌罐、滚筒清洗机、水平振荡器等）、泥水分离及脱水设备（沉淀池、浓缩池、脱水筛等）、废水处理系统（废水收集箱、沉淀池、物化处理系统等）、输送系统（水泵、管道等）、自动控制系统。



图 5.3-2 滚筒式建筑垃圾清洗机

## 2、关键技术参数或指标

影响固体废物洗脱修复效果的关键技术参数包括：固体废物细粒含量、污染物的性质和浓度、水固比、洗脱时间、洗脱次数、增效剂的选择、增效洗脱废水的处理等。

(1) 固体废物细粒含量：固体废物细粒的百分含量是决定固体废物洗脱修复效果和成本的关键因素。细粒一般是指粒径小于  $63-75\mu\text{m}$  的粉/粘粒。通常异位固体废物洗脱处理对于细粒含量达到 25% 以上的固体废物不具有成本优势。

(2) 污染物性质和浓度：污染物的水溶性和迁移性直接影响固体废物洗脱特别是增效洗脱修复的效果。污染物浓度也是影响修复效果和成本的重要因素。

(3) 水固比：采用旋流器分级时，一般控制给料的固体废物浓度在 10% 左右；机械筛分根据固体废物机械组成情况及筛分效率选择合适的水固比，一般为 5:1 到 10:1。增效洗脱单元的水固比根据可行性实验和中试的结果来设置，一般水固比为 3:1 至 20:1 之间。

(4) 洗脱时间：物理分离的物料停留时间根据分级效果及处理设备的容量来确定；一般时间为 20 分钟 (min) 到 2 小时 (h)，延长洗脱时间有利于污染物去除，但同时也增加了处理成本，因此应根据可行性实验、中试结果以及现场运行情况选择合

适的洗脱时间。

(5) 洗脱次数：当一次分级或增效洗脱不能达到既定固体废物修复目标时，可采用多级连续洗脱或循环洗脱。

(6) 增效剂的选择：本项目建筑垃圾主要污染物为氰化物、苯酚、甲苯，超标倍数相对较小，且均有一定水溶性，因此选择直接用水作为淋洗剂进行淋洗。

### 3、技术应用基础和前期准备

技术应用前期需要了解：①固体粒径组成；②固体类型、物理状态和湿度；③污染物类型和浓度；④固体有机质含量；⑤固体阳离子交换量；⑥固体 pH 及缓冲容量；⑦修复目标。

前期应开展技术可行性实验，评估异位固体洗脱技术是否适合于特定场地的修复；初步证实技术可行后，可根据需要进行中试试验，为修复工程设计提供基础参数。

### 4、技术流程

(1) 污染固废挖掘及预处理，包括筛分和破碎等，剔除超尺寸的大块杂物并进行清洗；

(2) 预处理后的固废进入物理分离单元，采用湿法筛分或水力分选，分离出粗颗粒和砂粒，经脱水筛脱水后得到清洁物料进入脱水系统脱水；

(3) 洗脱系统的废水经物化处理去除污染物后，可回用或达标排放；

(4) 定期采集处理后粗颗粒、砂粒及细粒固废样品以及处理前后洗脱废水样品进行分析，掌握污染物的去除效果。

(5) 建筑固体废物经过检测浸出达标《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 一级排放标准后方可进行回填处置。

### 5、主要工艺设计

(1) 采用挖掘机将遗留建筑固废从污染区域转运至遗留建筑固废暂存区。

(2) 采用挖掘破碎机对遗留建筑固废进行初级破碎后，转运至进料堆放区，进行二次粉碎筛分后，装载至进料仓中。

(3) 通过皮带输送带，使粗料进入滚筒洗石机，在滚筒洗石机内通过水流的冲刷、物料与滚筒内壁、物料之间的摩擦作用，粗料表面的粘粒经过滤孔进入集水箱，排放至细粒暂存池内，而清洗干净的粗料则输送到粗料堆放区。

(4) 通过皮带输送带将砂砾进入螺旋洗砂机，通过冲刷和摩擦作用，表面粘粒通过后端溢流口进入粘粒暂存池，清洗干净的砂砾则通过螺旋推送及皮带传输到砂砾

堆放区。

(5) 振动筛分后的细粒泥浆通过滑槽进入到泥浆暂存池。

(6) 废水经过多级物化处理后，去除有毒有害物质，最后进入回用水箱。

### 5.3.3 废水处理系统

本项目废水包括：应急事故池与污水处理池废水总量约 60m<sup>3</sup>，底泥清挖与脱水过程中产生的废水 14625m<sup>3</sup> 及建筑垃圾淋洗产生的废水 7906 m<sup>3</sup>，合计 22591 m<sup>3</sup>。本项目设计废水日处理量为 300t/d，处理周期为 75d。

本项目废水主要污染因子包括：SS、氰化物、苯酚、甲苯、砷等。参考本项目前期调查检测数据及类似工程，设计进水水质为：SS 2000mg/L，氰化物 5 mg/L，苯酚 10 mg/L，甲苯 3 mg/L，砷 2 mg/L。

目前有机废水主要采用化学氧化的处理方式，常用的化学氧化剂包括芬顿试剂、双氧水、臭氧等，其中芬顿试剂氧化处理能力强，使用范围最广；本项目废水中的 SS、重金属等可通过混凝沉淀的方式较好的去除，因此考虑采用采用“芬顿氧化+混凝沉淀”的处理工艺，废水处理产生的淤泥与受污染底泥一起进行稳定化固化处理。

本项目考虑到本项目废水处理规模较小，从经济角度和技术角度考虑，废水处理建议采用一体化设备进行处置。废水处理出水处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级排放标准后，排入北控污水处理厂进行进一步处理，最终处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级标准 A 标准后排入洋洋溪湖。

### 5.3.4 主要工艺参数

本项目淋洗处理设计固废小时处理能力：60m<sup>3</sup>/h，洗脱时间 20min，液固比为：2：1。本项目废水处理设备采用一体化处理设备，小时废水处理量为 120m<sup>3</sup>/h。

### 5.3.5 主要设备与设备

本项目受污染建筑垃圾淋洗处理主要设备设施详见表 5.3-2。

表 5.3-2 淋洗处理主要设备及设施

序号	名称	单位	数量	用途
1	挖掘机	台	1	建筑垃圾挖掘、平整
2	装载机	台	1	供料、建筑垃圾回填
3	振动筛分设备	台	1	建筑垃圾筛分
4	自卸载重车	台	1	建筑垃圾运输

5	洒水设备	台	1	调节建筑垃圾水分
6	淋洗处理车间	间	1	淋洗处理
7	废水处理系统	套	1	120 m <sup>3</sup> /h
8	受污染建筑垃圾暂存场	间	1	修复建筑垃圾的暂存和待检
9	离心机	台	1	淋洗后脱水
10	5kw 水泵	台	2	抽水

## 5.4 受污染土壤修复方案设计

本项目受污染土壤总方量为 62379.08m<sup>3</sup>, 具体分布情况详见“章节 3.4 土壤修复与管控范围”。

### 5.4.1 清挖范围测量放线

按照图纸上标有各控制点坐标, 先绘制坐标控制网, 再进行现场平面控制测量, 直线段交桩点上架全站仪, 对中整平, 打出直线, 打桩定点, 在定出的直线段基础上, 确定弧线段或变截面段的拐点, 根据设计圆弧半径尺寸放出弧形曲线及变截面形尺寸, 复核无误后即打桩定位, 由此放出各土壤开挖的边界线。

(1) 测量仪器使用前必须是经过检测的, 在施工过程中达到一定时限, 按规定要求送市计量局等法定检测单位检测, 以保证测量仪器的准确性。

(2) 施工测量放线前, 须熟悉与施工测量放线有关的施工图纸及说明, 并对施工设计图纸给出的放样定位数据认真复核, 无误后, 方可用于测量放线。

(3) 加强复核、双检制: 做到放样数据要反复核实, 放样点位应进行换人复测, 确保放样出的平面点位准确性。

(4) 各项测量数据按统一格式进行记录和计算, 做到记录清晰, 签字齐全, 原始资料不得涂擦更改。

(5) 工程所有测量设备与器具必须定期进行检校。测量设备送检及现场测量设备的保管及维护遵照 ISO9002 质量体系程序文件《计量设备管理程序》之相关规定, 执行保证测量设备长期处于良好状态。

### 5.4.2 污染土壤的开挖

本项目土壤采用挖掘机开挖, 分 4 层, 分别为 0~0.5m、0.5~2.0m、2.0~4.0m、4.0~6.0m。作业时尽量减少作业面面积, 单次开挖作业面积控制在 400 m<sup>2</sup>以内, 必要时进行洒水和覆盖, 减少开挖过程中粉尘产生, 污染土壤处理位于场区内, 因此不涉及长距离转运, 开挖污染土壤采用挖掘机和推土机直接转运。

由于本项目开挖深度较浅最大不超过4m，开挖时采用自然放坡，放坡坡度1:2，开挖过程中应做好地表水与基坑渗水导排，开挖区域不得积水。

雨季期间施工时，采取以下措施：坑槽周围做好挡土埂，以防地面站水流入。并在坑槽底部高排水沟、集水坑、用污水将坑内的积水排至排水沟。基坑开挖后应及时施工基础，避免基底长时间裸露，基础施工完毕后应及时按要求回填。回填土要连续进行，雨前及时压实，并做成一定的坡势，以利排水。

从场地来看，本项目为平地，有可利用厂区道路，置土难度小。确定现场前期安排2台挖机2台铲车用于进场道路的修整；后期用4台挖机，主要用于场区土方开挖和修整等；运输汽车用3台，可以在规定的时间内完成土方开挖任务。

### 5.4.3 受污染土壤处理

本项目土壤中超标因子为砷与苯，土壤超标总方量为 $62379.08\text{m}^3$ ，其中仅砷超标的方量为 $61386.52\text{m}^3$ ，仅苯超标的方量为 $215.95\text{m}^3$ ，砷与苯均超标的方量为 $776.62\text{m}^3$ 。

#### 1、砷超标土壤的处理

砷超标的土壤进行稳定化固化处理，处理后水浸检测砷不应超《污水综合排水排放》(GB8978-1996)一级标准，即砷 $\leq 0.5\text{mg/L}$ ，稳定化固化处理方案参见“**章节 5.2.5**”。

#### 2、苯超标土壤的处理

本项目苯超标的土壤采用化学氧化的技术进行处理，处理后苯含量应不超过风评修复目标值 $11.4 \text{ mg/kg}$ ，化学氧化处理方案参加“**章节 5.2.4**”。

#### 3、砷与苯均超标土壤的处理

本项目砷与苯同时超标的土壤需先后进行化学氧化与稳定化固化处理，处理后水浸检测砷不应超过《污水综合排水排放》(GB8978-1996)一级标准，即砷 $\leq 0.5\text{mg/L}$ ，苯总量应不超过 $11.4 \text{ mg/kg}$ 。其中，化学氧化处理方案参见“**章节 5.2.4**”，稳定化固化处理方案参见“**章节 5.2.5**”。

## 5.5 场地排水与回填覆土设计

### 5.5.1 场地排水

本项目截洪沟主要在设置项目场地四周，防止周边雨水汇入，拦截场外雨水，减少渗滤液生成量。沿各区域周围建设截洪沟，防止雨水进入堆体形成渗滤液，污染周围环境，洪沟的走向按照地形的大致走向，最终排入水体或者地势低洼处。

截洪沟采用浆砌片石砌筑，截洪沟防洪标准按 20a 一遇设计，按 50a 一遇校核。

参照岳阳市暴雨强度计算公式：

$$q = \frac{892(1 + 0.67 \lg P)}{t^{0.57}}$$

$$Q = \Psi \cdot q \cdot F$$

式中：

q——设计暴雨强度，L/s•ha。

P——设计重现期，年；

t——降雨历时，分钟，取 10min；

Q——雨水设计流量，L/s；

Ψ——径流系数，取 0.8（考虑到堆体已经进行了封场，入渗量极少，为保护堆体安全，径流系数取大值）；

F——汇水面积，ha。

根据上述暴雨强度计算：每 1 万 m<sup>2</sup> 0.2724m<sup>3</sup>/s；设计坡度大于 i=3‰；

设计流速：v=1.5m/s，设计截洪排水沟宽 0.50m，深度 0.30m；

本项目设计于治理场地回填区四周设置截洪排水沟，排水沟长度 624m，截水沟选用的毛石、料石强度等级为 MU30，砂浆强度等级为 M7.5 级，边墙厚度 0.40m，内墙及沟底面采用 20mm M10 水泥砂浆勾缝抹面，截洪沟若有边坡开挖需要对开挖边坡进行防护，采用 50mm 厚混凝土喷浆，具体做法如下图所示。

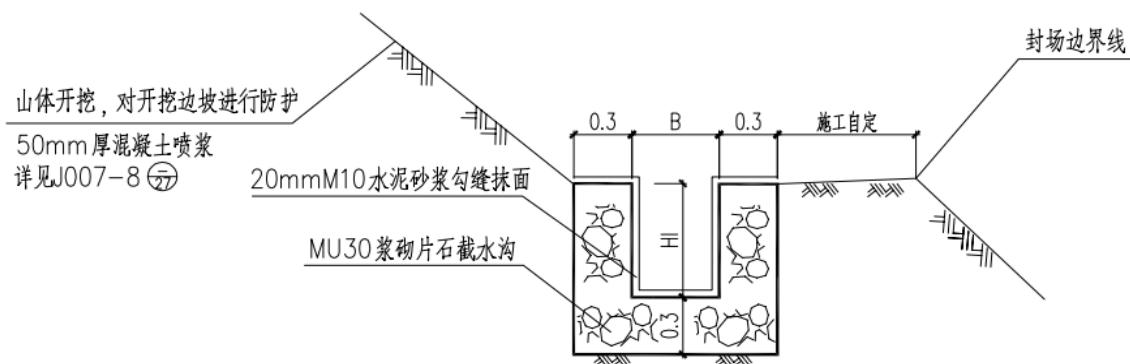


图 5.5.1 环场截洪沟断面大样图

## 5.5.2 回填与覆土

本项目受污染底泥、建筑垃圾以及受污染土壤经处理检测达标后，分区填埋在场内地内北侧的绿化用地区域，为进一步阻隔污染，填埋区场底与表层应铺设不小于 30cm

的压实粘土，粘土压实度应 $\geq 90\%$ 。本项目覆土为场地内未受污染区域的洁净土，不另外从场外取土。

由于本场地后续将作为一类工业用地，但为防止利用前场地内产生水土流失，场地覆土后表层应再铺设 20cm 植被土，然后铺设草皮进行绿化。选可择的草种包括：狗牙根草、地毯草、马尼拉等，铺设完毕后必须灌一次透水，之后依条件浇水。常规做法是：播撒草籽后必须连续灌三次透水，之后视情况适时灌水。另按照 2m×2m 的间距种植，种植灌木，灌木为杜鹃、红花继木、红叶石楠。



图 2.3-2 场地内回填土绿化区域

## 5.6 工程量估算

本项目工程量统计具体如表 5.6-1 所示。

表 5.6-1 项目主要工程量表

序号	工程或费用名称	单位	数量	备注
1	受污染底泥修复工程			
1.1	挡水围堰	m <sup>3</sup>	421.88	围堰高 2.5m, 顶面宽 1m, 底面宽 3.5m
1.2	积水抽排	m <sup>3</sup>	18000	
1.3	底泥清挖	m <sup>3</sup>	9750	
1.4	底泥干化暂存场	m <sup>2</sup>	600	600 m <sup>2</sup> 干化场
1.5	化学氧化处理	m <sup>3</sup>	9750	含芬顿药剂
1.6	稳定化固化	m <sup>3</sup>	9750	含稳定化固化药剂
1.7	土方回填	m <sup>3</sup>	9750	
1.8	覆土工程	m <sup>2</sup>	7312.5	30cm 压实粘土
1.9	废水处理	m <sup>3</sup>	14625	厂区废水处理站处理后, 转运至北控污水处理厂处理
2	建筑固体废物处理工程			
2.1	建筑固体废物清挖	t	3953	
2.2	建筑固体废物破碎分选	t	3953	
2.3	建筑固废淋洗处理	t	3953	
2.4	废水化学氧化处理	t	7906	
2.5	建筑固废沥干脱水	t	3953	
2.6	废水处置	t	7906	厂区废水处理站处理后, 转运至北控污水处理厂处理
2.7	建筑固废填基	t	3953	
2.8	覆土工程	m <sup>2</sup>	2964.75	30cm 压实粘土
3	受污染土壤修复工程			
3.1	土壤清挖	m <sup>3</sup>	62379.08	
3.2	化学氧化处理	m <sup>3</sup>	992.57	含芬顿药剂
3.3	稳定化固化处理	m <sup>3</sup>	62163.13	含稳定化固化药剂
3.4	土方回填	m <sup>3</sup>	62379.08	
3.5	覆土工程	m <sup>2</sup>	46784.31	30cm 压实粘土

序号	工程或费用名称	单位	数量	备注
4	其他工程			
4.1	负压大棚	m <sup>2</sup>	1008	
4.2	废气处理设施	套	1	
4.3	废水处理站	座	1	
4.5	地下水监测井	口	6	
4.6	截洪排水沟	m	624	
4.7	植被土覆盖	m <sup>2</sup>	21458.02	20cm 植被土
4.8	场地土方平整	m <sup>2</sup>	21458.02	
4.9	铺设草皮	m <sup>2</sup>	27291.78	
4.10	种植灌木	株	6823	杜鹃、红叶石楠、红花继木等， 冠幅 ≥ 0.6m
4.11	施工期环境监测	项	1	
4.12	其他环保措施	项	1	防尘、废水收集等



图 5.6-1 治理场地平面布置图

# 6 环境管理计划

## 6.1 修复工程监理

### 6.1.1 监理工作模式

环境修复项目工程监理一般由建设项目工程监理与环境监理组成。

工程监理指依据国家批准的工程项目建设文件、有关工程建设的法律、法规和工程建设监理合同及其它工程建设合同，对工程建设实施监督管理，控制工程建设的投资、建设工期和工程质量，以实现项目的经济和社会效益；工作对象主要是修复工程质量、进度等相关的事项。工作内容可概括为“三控制、二管理、一协调”，即质量、进度、投资控制；合同管理和信息收集、分类、处理、反馈的管理；对业主、修复施工单位等各方之间的协调组织。

环境监理指依据有关环境保护法律法规、场地环境调查评估备案文件、场地修复方案备案文件、环境监理合同等，对场地修复过程实施专业化的环境保护咨询和技术服务，协助和指导建设单位全面落实场地修复过程中的各项环保措施，以实现修复过程中对环境最低程度的破坏、最大限度的保护。环境监理的对象主要是工程中的环境保护措施、风险防范措施以及受工程影响的外部环境保护等相关的事项；主要工作内容是监督修复工程是否满足环境保护的要求等，协调好工程与环境保护、以及业主与各方的关系。

由于项目体量大、污染复杂、修复周期长，建议采用可突出工程监理、环境监理不同工作属性的独立式监理模式。环境监理与工程监理相互独立，呈并列关系。项目监理工作应以实现环境监理的内容为主导，其优点是监理环保知识专业化、与环保主管部门协调能力强、环保要求把握准确，以保证修复工程按修复方案展开。

为确保本项目的顺利实施，其施工过程应聘请有资质和经验的监理单位进行监理。其中，工程监理执行国家有关规定。环境监理的相关内容和要求如下。

### 6.1.2 环境监理工作方案

#### 1、工作程序

污染场地修复环境监理工作主要分为三个阶段：修复工程设计阶段、修复工程施工准备阶段和修复工程施工阶段。具体工作程序见下图。

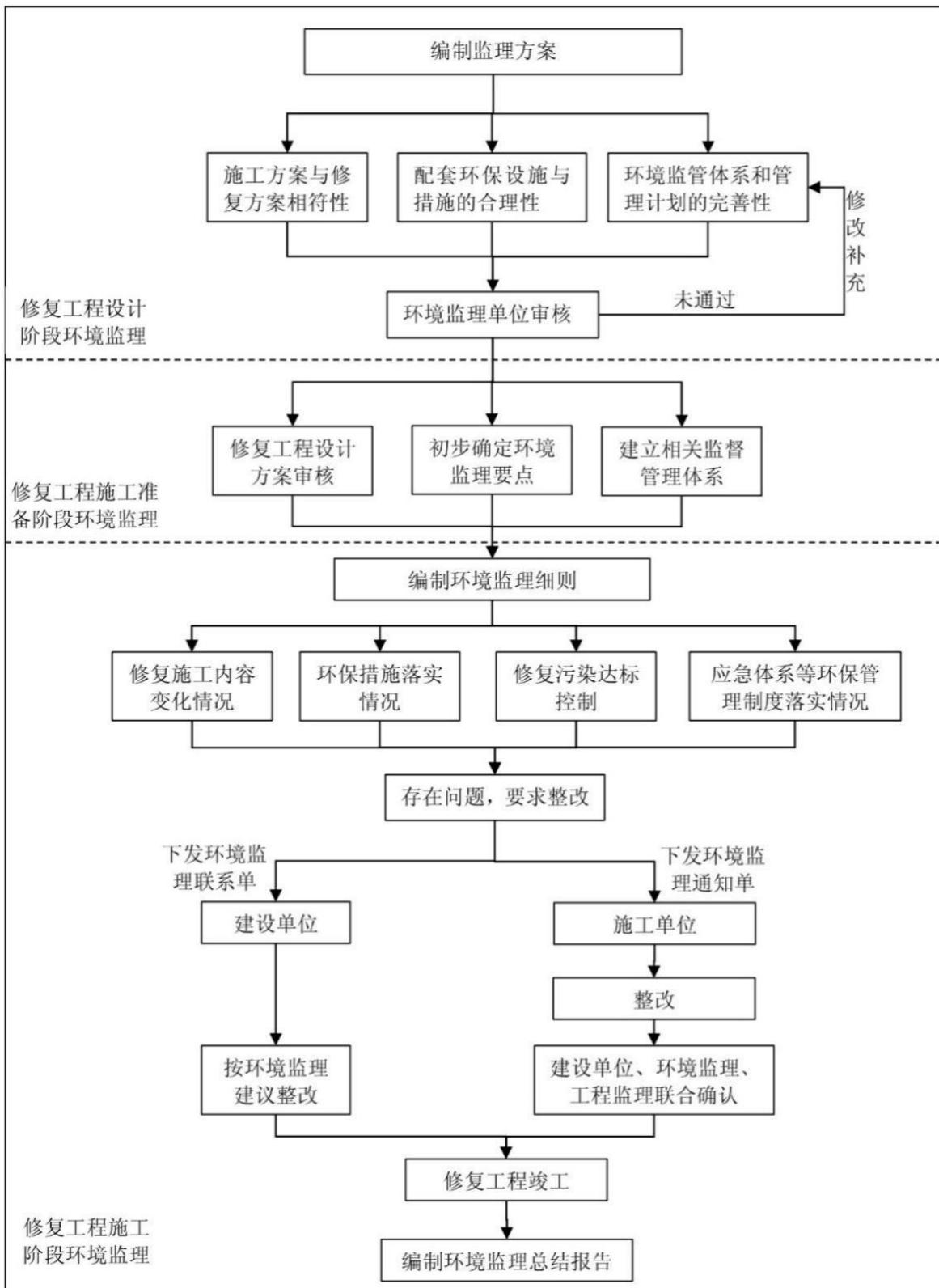


图 6.1-2 修复工程监理工作程序

## 2、工作内容

### (1) 修复工程设计阶段

设计阶段环境监理内容包括：收集场地调查评估、场地污染修复方案、修复工程

施工设计、施工组织方案等基础资料，对修复工程中的环保措施和环保设施设计文件进行审核，关注修复工程的施工位置和异位修复外运土壤去向，审核修复过程中水、大气、噪声、固体废物等二次污染处理措施的全面性和处理设施的合理性，必要的后期管理措施的考虑。

### （2）施工准备阶段

环境监理单位在接受委托后应及时收集污染场地治理修复相关的基础资料，核对施工组织设计与治理修复技术方案符合性、配套环保设施与措施的合理性、环境监管体系和管理计划的完善性；重点关注场地治理修复的施工位置和异位治理修复外运土壤去向的合法性，治理修复过程中水、大气、噪声、固体废物等二次污染防治措施的全面性和处理设施的合理性；根据环境保护法律法规、管理文件、收集的相关资料及现场踏勘情况，由环境监理总监主持，并在环境监理工程师的参与下编制污染场地治理修复环境监理细则。

### （3）施工阶段环境监理

核实修复工程是否与修复实施方案符合，环保设施是否落实，是否建立事故应急体系和环境管理制度；监督环境保护工程和措施，监督环保工程进度；检查和监测施工过程中产生的水、气、声、渣排放，施工影响区域应达到规定的环境质量标准。重点对施工内容落实及变化情况、二次污染控制措施落实情况和污染事故应急措施落实情况实施监理，同时为建设单位提供技术咨询。编写环境监理月报、半年报、年报和专项报告。

## **6.2 二次污染防治**

为有效控制场地污染土壤修复过程中的二次污染，减少环境影响，本场地污染防治过程应该采取有效的环境保护措施。

### **6.2.1 大气污染的防治**

- （1）及时硬化地面或道路，定期在泥土地面和路面洒水，以减少道路扬尘。
- （2）土石方的运输采用专用封闭式渣土运输车辆，运送粉状建筑材料时车辆加盖篷布，同时施工场地粉状建筑材料堆场均加盖篷布，防止风蚀扬尘。
- （3）在项目基础建设期间，在工地出口安装运输车辆冲洗装置，避免车轮粘带泥土对道路造成污染和水土流失。
- （4）施工场地应定时洒水，防止浮尘产生；对重点扬尘点（如挖、填土方、装

运土、卸灰、拌和、化灰等处)应进行局部降尘；混凝土搅拌站应设于工棚内；施工场地内运输通道及时清扫、冲洗，以减少汽车行驶扬尘。

(5) 运输车辆进入施工场地应低速行驶或限速行驶，减少扬尘产生。

(6) 本项目有机物污染土壤处理过程设备做好密闭工作，防止尾气随意外排，产生了污染气体由负压大棚尾气处理装置收集，收集后进入本项目废气处理装置中处理。经过治理后最终出风口各项污染物指标低于《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)、《恶臭污染物排放标准》(GB14554-1993)的二级排放标准后排放。

## **6.2.2 水污染的防治**

(1) 本项目在清淤过程应尽量减少废水产生，开挖前应进行截流与排水，设置临时截洪沟，方便导排雨水尽量减少雨水进入清挖的污染土壤，从而减少废水的产生。

(2) 本项目日均废水产生量为 300m<sup>3</sup>左右。废水中主要污染物为砷、苯、苯酚等，废水处理采用芬顿氧化+石灰铁盐混凝沉淀法处理具有较好效果，本项目设计废水处理设施进行处理后转运至北控污水处理厂处理，实现达标排放。

(3) 设置施工废水沉淀设施和留泥池，在冲洗车辆场地加设沉淀池，对冲洗废水进行沉淀处理，处理后的废水循环使用。施工人员生活污水经化粪池处理后用于封场绿化浇水。

(4) 合理选择施工期，尽量避免雨季开挖。合理安排施工程序，施工完成后不得闲置土地，应尽快建设水土保持设施或进行环境绿化。在工地四周设截水沟，防止下雨时裸露的泥土随雨水流进入沟港，造成水体 SS 增加，泥沙淤积。

(5) 运输、施工机械临时检修所产生的油污应集中处理，擦有油污的固体废物不得随意乱扔，集中收集后妥善处理，以免污染水体。

(6) 施工时采取临时防护措施，防止水土流失。

## **6.2.3 噪声的污染防治**

(1) 优选施工期材料运进和建筑垃圾运出线路，尽量避开居民集中点，并尽量选择在白天 6：00~18：00 运输。

(2) 在满足建设要求的条件下，选用性能优良、噪声低的运输车辆和设备，做好设备的隔音和降噪。

#### **6.2.4 固体废弃物的污染防治**

施工过程中包装袋等均回收利用，施工人员生活垃圾由环卫部门统一收集送生活垃圾填埋场集中处理，禁止乱扔乱倒，以免影响周围的卫生、景观。

#### **6.2.5 地下水污染的防治**

##### (1) 项目区污染土壤淋溶液控制

为了降低固废与受污染土壤和底泥在雨水淋溶作用下对地下水污染的影响，在基坑四周设置排洪沟，收集废水经处理达标后排入废水处理池，或者施工过程中，在下雨前，在基坑上布置遮雨布，同时周边布设截洪沟，阻止污染雨水进入挖掘场地中。

##### (2) 污染土壤处置区

对于污染土壤堆置区域，要做好防渗，防止污染土在堆放过程中对无污染区域造成污染。

### **6.3 修复效果评估监测**

#### **6.3.1 修复效果评估程序**

污染场地修复效果评估具体工作程序见下图。

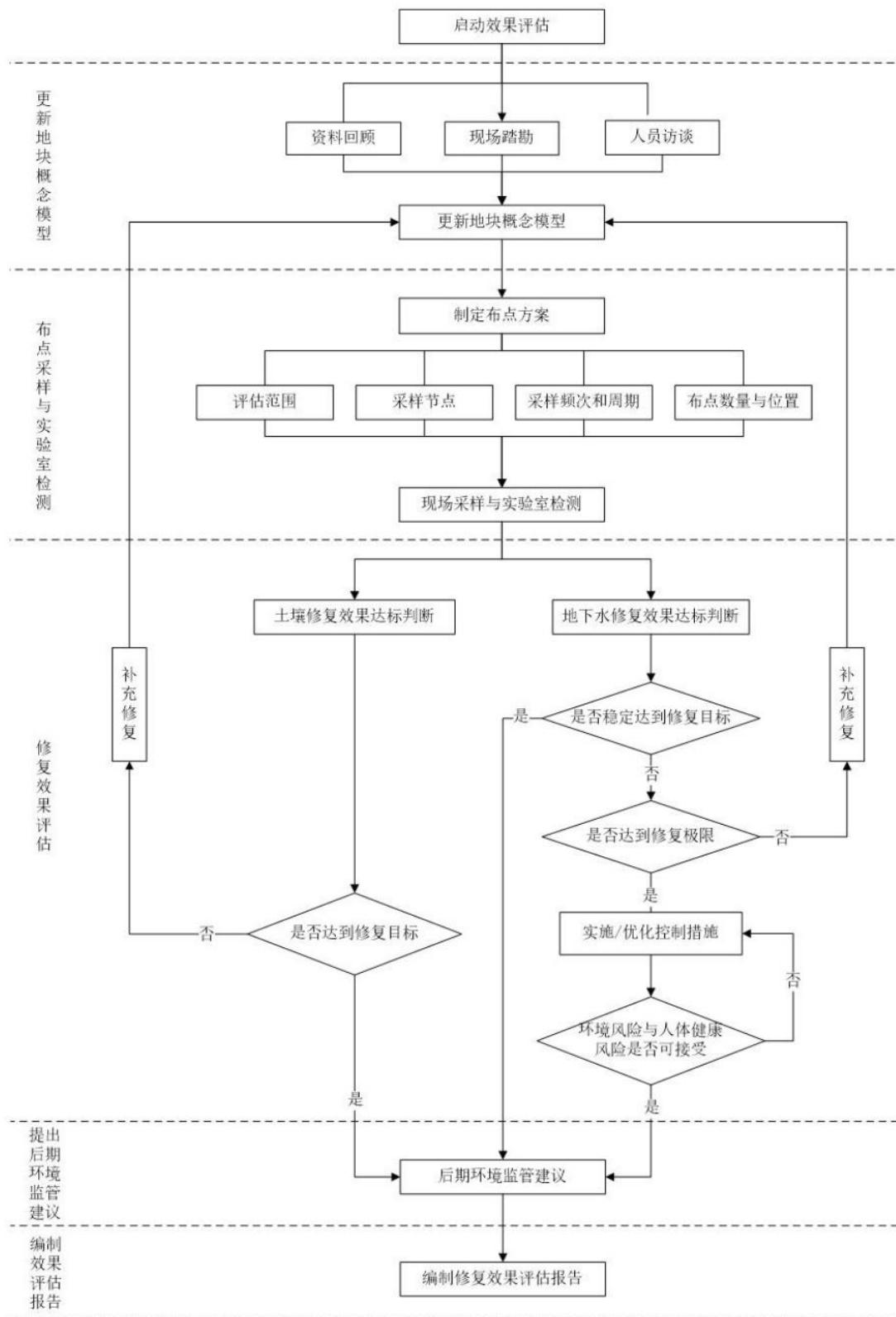


图 6.3-1 修复效果评估工作程序

### 6.3.2 验收项目和标准

本项目验收项目主要包括现场现存的废水、受污染土壤、底泥、遗留建筑固体废

物具体目标如下：

1、本项目厂区废水及处理过程中产生的废水经过场区废水处理站处理达到《污水综合排水排放》(GB8978-1996)三级标准后，转运至临湘工业园滨江产业园污水处理（简称“北控污水处理厂”）处理，处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级标准A标准后排入洋溪湖。

2、本项目苯与砷超标土壤分别采用化学氧化与稳定化固化处理技术进行处理，处理达标后填埋至本项目场地内北侧的绿地区域，治理后工业建设用地区域土壤砷≤60mg/kg，苯≤11.4mg/kg。

3、本项目砷与苯酚超标的受污染底泥先进行化学氧化处理，然后进行稳定化固化处理，处理后水浸指标应不应超过《污水综合排水排放》(GB8978-1996)一级标准，即砷≤0.5mg/L、苯酚≤0.3mg/L。

4、本项目遗留建筑固体废物进行淋洗处理，处理后水浸指标应不应超过《污水综合排水排放》(GB8978-1996)一级标准，即氰化物≤0.5mg/L、苯酚≤0.3mg/L、甲苯≤0.1mg/L。

表 6.3-1 本项目治理对象与治理目标

序号	治理对象	超标情况	治理方案	治理与修复目标
1	场区废水	总磷超过《污水综合排水标准》(GB8978-1996)一级标准5.6倍	转运至北控污水处理厂处理	《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级标准A标准
2	受污染土壤	仅砷超过风评建议修复目标值60mg/kg	稳定化固化后回填至厂区绿地	工业用地建设区域 土壤修复目标值 砷≤60mg/kg 苯≤11.4 mg/kg
		仅苯超过风评建议修复目标11.4mg/kg	化学氧化处理后回填至厂区绿地	
		砷超过风评建议修复目标值60mg/kg 苯超过风评建议修复目标值11.4mg/kg	化学氧化+稳定化固化处理后回填至厂区绿地	
3	受污染底泥	水浸砷、苯酚超标	化学氧化+稳定化固化处理	水浸不应超过《污水综合排水排放》(GB8978-1996)一级标准 砷≤0.5mg/L 苯酚≤0.3mg/L

序号	治理对象	超标情况	治理方案	治理与修复目标
4	遗留建筑固体废物	水浸氰化物、苯酚、甲苯超标	淋洗处理处理	水浸不应超过《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) IV类水质标准， 氰化物≤0.5mg/L 苯酚≤0.3mg/L 甲苯≤0.1mg/L

### 6.3.2 固废与底泥清挖验收方案

#### 1、固废与底泥清挖范围测量

采用全站仪对清挖范围拐点坐标进行现场测量，确定现场修复范围是否符合规定要求。

(1) 标准坐标点引入：为准确定位清挖边界拐点坐标，首先将场内已知的标准坐标点引入到清挖区域。

(2) 清挖拐点坐标测定：在基坑附近确定两个坐标点，然后借助已知点坐标，分别测定基坑边界所有拐点坐标。

(3) 拐点坐标点比对：将测定的边界拐点坐标与自监测方案中确定的拐点坐标进行比对，确定现场清挖范围是否符合要求。

#### 2、固废与底泥清挖深度测量

(1) 标准高程引入：先将场内已知的标准高程点引入到清挖区域。

(2) 清挖深度的测量：将测量结果与设计深度进行比较，初步判断是否达到清挖要求。

#### 3、固废与底泥清挖后检测分析

在场地固废与底泥清理作业结束后，应对清理界面的土壤进行采样布点。根据界面的特征和大小将其分成面积相等的若干工作单元，单元面积不应超过 100m<sup>2</sup>，在每个工作单元中均匀分布地采集 9 个表层土壤样品称混合样。如监测结果仍超过相应的治理目标值，应根据监测结果确定二次清理的边界，二次清理后再次进行监测，直至达到标准。

#### 4、固废与底泥无害化处理后检测分析

固废与底泥无害化处理后每 500m<sup>3</sup>应进行一次取样检测，每次至少取 3 个检测样品，检测浸出达《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 一级排放标准后，方可进行

回填。

## 6.3.4 土壤清挖验收方案

### 1、土壤清挖范围测量

采用全站仪对清挖范围拐点坐标进行现场测量，确定现场修复范围是否符合规定要求。

(1) 标准坐标点引入：为准确定位清挖边界拐点坐标，首先将场内已知的标准坐标点引入到清挖区域。

(2) 清挖拐点坐标测定：在基坑附近确定两个坐标点，然后借助已知点坐标，分别测定基坑边界所有拐点坐标。

(3) 拐点坐标点比对：将测定的边界拐点坐标与自监测方案中确定的拐点坐标进行比对，确定现场修复范围是否符合要求。

### 2、土壤清挖深度测量

(1) 标准高程引入：先将场内已知的标准高程点引入到清挖区域。

(2) 清挖深度的测量：将测量结果与该标段的平均起挖高程进行比较，计算清挖深度及其误差，确定是否达到规定的清挖深度。

### 3、土壤清挖效果监测

根据《污染场地修复验收技术规范（DB11/T783-2011）》、《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1-2019）、《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2019）、《建设用地土壤环境调查评估技术指南》和《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》的要求，本场地污染土壤清挖效果的自验收监测采用网格布点法布点，基坑坑底的网格大小为 $20m \times 20m$ ，基坑侧壁网格大小为边长 $30m$ ，层高 $1m$ 。当修复深度大于 $1m$ 时，侧壁应进行垂向分层采样，第一层为表层土（ $0\sim0.2m$ ）， $0.2m$ 以下每 $1\sim3m$ 分一层，不足 $1m$ 时与上一层合并。

土壤样品采集过程中另外采集 $10\%$ 的质控样品。检测指标与土壤修复目标污染物种类相同。

评价方法采用逐点比对法，当所有目标污染物浓度均达标时监测合格，否则对采样点代表网格继续开挖，直到合格为止。

## 6.4 环境应急方案

### 6.4.1 风险防范措施

#### 1、固废、底泥及受污染土壤清挖过程的风险控制

- (1) 控制开挖作业面，减少污染物挥发面积。
- (2) 减少土壤扰动，减少污染物逸出。在清理过程中，挖掘机铲斗平稳操作，禁止远距离抛扔或者从高处将固废、底泥及受污染土壤抛扔到运输车上。向运输车上装固废、底泥及受污染土壤时，应尽量使挖掘机铲斗贴着车身进行装卸。
- (3) 控制开挖时段，降低挥发温度。尽量选择在夜间和低温季节进行开挖，减少污染物的挥发。
- (4) 控制扬尘，减少污染扩散。采取道路洒水、控制运输车辆速度和场内车辆数量、作业面苫盖、大风（4级以上）停工等污染和风险控制措施。
- (5) 清淤过程中应尽量避免对底泥的扰动，如造成扰动，应进行静置沉淀 1~2 天后再进行抽排。抽排后渠道产生的少量较为浑浊的尾水，经过本项目废水处理站初步处理后，进一步转运至北控污水处理厂处理。

#### 2、固废、底泥及受污染土壤运输过程的风险控制

- (1) 采用五联单制度，进行有效监控。
  - (2) 运输车辆应有良好的密封性能，并具备卫星定位功能。
  - (3) 装车后应立即进行严密苫盖，检查合格后才准其出厂。
  - (4) 派遣车辆进行途中巡检，发现苫布在运输途中有被风刮开等现象，立即通知运输车辆靠边停车，并责令其重新进行苫盖之后方可继续运输。
  - (5) 配备流动式污染物监测设备，监测运输沿线环境空气，确保运输途中的空气质量符合国家和湖南省的相关标准。
- #### 3、固废、污染土壤资源化利用过程的风险控制
- (1) 配料过程中应注意洒水降尘；
  - (2) 雨天应停止作业并采取有效防雨覆盖措施。

### 6.4.2 风险应急预案

#### 1、土方施工特殊情况应急预案

在土方开挖过程中，出现特殊情况，应立即采取有效措施：

- (1) 如出现滑坡迹象（如裂缝、滑动等）时，暂停施工，所有人员迅速离开基

坑，必要时，迅速采取处理措施，如用挖掘机在坡脚迅速回填。根据滑动迹象设置观测点，观测滑坡体平面位移和沉降变化，并做好记录。

(2) 施工过程中如遇地下障碍物（包括古墓、文物、古迹遗址、各种管道、管沟、电缆、人防等）时，应立即停止施工，及时报告应急指挥部，待妥善处理后方可继续施工。

## **2、清挖现场重大污染事故应急预案**

(1) 施工现场负责人立即下令停止施工，组织人员判断污染原因，确定污染程度和范围。

(2) 发生运输车辆场内事故造成土壤二次污染时，采用污染区域加深清挖救治法，彻底防止二次污染。

(3)) 如污染程度较重，应及时通知工程应急救援总指挥部，由指挥部调集有关资源，防止污染进一步加重，并上报有关政府主管部门。

## **3、运输过程重大污染事故应急预案**

(1) 运输中发生重大污染事故时（如运输车辆后厢堵开，造成大面积遗撒和驾驶违章乱弃污染土壤或废渣），接到污染事故报告后，立即启动应急预案，由项目应急指挥部迅速调集人员和设备赶往现场救治。

(2) 派专人在公路上疏导车辆，严禁其它社会车辆碾压遗撒的污染土壤或废渣。

(3) 指挥人员和机械迅速清理现场，收集遗撒，并将其运往修复场进行修复。

(4) 发生驾驶员违章乱弃污染土壤时，启动应急预案，查找违章弃土车辆和遗弃地点，组织人员和设备收集被遗弃的污染土壤及废渣，将其运往修复场进行修复。无法运走时，需采用相应措施进行污染治理，防止二次污染，并报有关部门进行责任追查与处理。

## **4、运输过程重大交通事故应急预案**

发生重大交通事故时，接报后立即启动交通事故应急预案和重大污染事故应急预案，双案并用第一时间到达现场，查看情况，抢救伤员、事故报警。设危险标志，了解发生事故后污染土壤遗撒情况，制定临时污染救治方案，待交通事故处理完毕后，租用车辆将运输污染土壤或废渣运至修复场进行处理。

## **5、人员安全健康风险事故应急预案**

(1) 人员安全事故现场急救

1) 一般伤员的现场急救

立即采取急救措施，使伤员尽快与致伤因素脱离接触，以避免继续伤害伤口的深层组织。用清洁包布对伤面做简单包扎，避免创面污染。经现场处理后的伤员迅速转送到医院救治，转送过程中注意观察呼吸、脉搏、血压等的变化。

## 2) 重创伤出血伤员的现场

创伤性出血现场救治要根据现场条件及时、正确地采取暂时性的止血，清洁包扎，固定和运送等方面措施。迅速转送到医院救治。

### (2) 触电事故应急方案

1) 有人触电时，抢救者首先立刻断开近处电源（拉闸、拔插头），如触电距开关太远，用绝缘工具拉开触电者或者挑开电线，使之脱离电源，切忌直接用手或金属材料及潮湿物件直接去拉电线和触电的人，以防止解救的人再次触电。

2) 触电人脱离电源后，如果触电人神志清醒，但有些心慌、四肢麻木、全身无力；或者触电人在触电过程中曾一度昏迷，但已清醒过来，应使触电人安静休息，不要走动，严密观察，必要时送医院诊治。

3) 触电人已失去知觉，但心脏还在跳动，还有呼吸，应使触电人在空气清新的安静地方平躺，解开妨碍呼吸的衣扣、腰带，若天气寒冷注意保持体温，并迅速请医生（或打 120）到现场诊治。

4) 如果触电人已失去知觉、呼吸停止，但心脏还在跳动，尽快把他仰面放平进行人工呼吸。如果触电人呼吸和心脏跳动完全停止，应立即进行人工呼吸和心脏胸外按压急救。

5) 抢救过程中尽快将事故情况向项目部应急处理小组汇报，应急事件处理小组到达事故交通协管员抢救，根据事故情况大小向上级主管部门、安检、公安部门报告并按规定填写安全事故报告书。

### (3) 人员中毒事故应急预案

如发生人员中毒事件，第一发现人应及时与事故应急小组联系。接到消息后，应急小组应立即赶到出事地点，确认其中毒症状，并应根据中毒症状及时施救。立即拨打“120”急救电话，通知专业医护人员到现场施救，并组织组织人员赶到事故发生地点，立即将抬到大门口，等救护车的到来，或直接送往就近医院，积极配合急救人员的后勤工作。同时应向应急小组成员报告，相关负责人要及时赶到现场进行处理，并向上级部门报告情况。

## 6、恶劣天气意外事故应急方案

大风、降雨天气是本工程严密注视的恶劣天气。工程开工后，随时收集未来7天内长沙市天气状况的信息，一旦得到预警预报，工程应急机制随即启动。调整施工进度和强度；做好已修复土壤保护和材料设备保护；做好人员安全保护，必要时调整工人劳动强度和工作时间；启动专项资金投入各项保护费用。

## 7、应急装备

为避免场地修复过程风险的发生，各修复单位应配备以下应急设施、装备和器材包括：

- (1) 内部联络或警报系统以及请求外部支援的设施。包括应急联络的电话、对讲机、传真等通信设备。
- (2) 信息采集和监测设备。包括应急监测的设施、设备、药剂、气象监测设备、便携式污染物监测设备等。
- (3) 应急辅助性设施和设备。如应急照明、应急供电系统等。
- (4) 安全防护用具。包括保障一般工作人员、应急救援人员的安全防护设备、器材、服装，安全警戒用围栏、警示牌等。应急人员防护设备有：防护服、呼吸器、防毒面具、防毒口罩、安全帽、防酸碱手套及长统靴等。
- (5) 应急医疗救护设备和药品。

## 8、开展场地修复应急方案演练

适时进行环境污染事故应急方案的演练活动，检测应急方案的可行性和有效性，使应急方案得到不断的完善和提高。进入现场后，在现场摹拟一次演练应急事件的处理情况，并在工期内进行两次的复练、复查，找出不足和存在问题，及时进行修定。演练内容包括事故期间通讯系统能否运作；人员能否安全撤离；应急服务机构能否及时参加事故抢救；能否有效控制事故进一步扩大。

正式演练前，对现场所有作业人员进行相关知识的培训，内容如下：

### (1) 污染物中毒急救技术

场地中的主要污染物重金属的中毒症状，以及急救常识。

### (2) 电气安全技术

电气安全基础知识：电气安全的基础知识，电流对人体的危害及影响因素，触电的主要预防措施和触电急救知识。

电气系统安全技术：照明和电气系统的防火防爆。

### (3) 雷电保护

雷电的分类和危害，建（构）筑物的防雷措施。

### 6.4.3 舆情管理措施

由于本修复场地临近长江，在项目进展过程中可能受到社会各界较高关注，因此需要在项目进展过程中加强舆情的控制与管理，制定有针对性的舆情历措施，避免发生影响社会稳定的不良事件。相应原则如下：

- (1) 建立成熟的舆情管理领导机构，充分联合业主单位、监理单位、环保局与施工单位，做到统一指挥、分工明确、行动迅速、高效运作，保证在出现舆情问题时迅速行动，快速解决。
- (2) 做到知识普及与思想疏通相结合，重点关注周边区域新闻与言论，做好周边居民区的思想工作，争取有利的社会环境；
- (3) 设置舆情监控小组，随时关注网络言论、新闻报道、周边区域舆情状况等，通过设立网络账号与线下知识普及小组的方式，及时回应网络与现实中的舆情问题，争取社会人士理解。
- (4) 建立舆情危机应急预案，明确针对不同情景下的应对策略，在面对当事人、现场公众、新闻媒体等不同群体时有针对性的应对方案，正确做好突发事件的处理工作。

# 7 投资估算与效益分析

## 7.1 投资估算

### 7.1.1 编制范围

本项目为临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地修复治理项目，编制范围包括受污染底泥与土壤修复工程、建筑固体废物处理工程、场地排水与生态恢复工程及相关配套工程。

### 7.1.2 编制范围

- (1) 建设部关于印发《市政工程投资估算编制办法》的通知(建标[2007]164号);
- (2)《市政工程投资估算指标》;
- (3)《建设项目经济评价方法与参数(第三版)》(2006年);
- (4)《市政公用设施建设项目经济评价方法与参数》;
- (5)《湖南省建设工程计价办法》(2014);
- (6)各有关设备生产厂家及询价;
- (7)建设单位提供的有关资料;
- (8)类似工程技术经济指标;
- (9)财税[2016]36号文《关于全面推开营业税改征增值税试点的通知》;
- (10)湘建价[2016]72号文“关于印发《关于增值税条件下计费程序和计费标准的规定》及《关于增值税条件下材料价格发布与使用的规定》的通知”。
- (11)湘建价(2016)160号文《关于调整补充增值税条件下建设工程计价依据的通知》。

### 7.1.3 编制方法

#### (1)建筑工程

一般土建：根据湖南省建筑工程概预算定额结合本项目实际情况，按单位造价估算总造价。

公用工程：根据估算的工程量按有关规定估算。

#### (2)设备安装工程

设备原价按现行工厂询价，设备运杂费已包含设备原价中。

设备安装费、基础费根据有关规定结合本项目情况分别按设备原价的百分比计

取。

### (3) 其它费用

根据国家、省、市有关规定标准计取。

#### **7.1.4 费用估算**

本项总投资 2927.41 万元，其中建设工程费用 2504.71 万元，其他费用 283.30 万元，预备费用 139.40 万元。其中工程费用占总投资的 85.56%，其他费用占 9.69%，预备费 4.76%。具体如表 7.1-1 所示：

表 7.1-1 项目投资估算表

序号	工程或费用名称	估算价值(万元)					技术经济指标			备注
		建筑工程	设备购置	安装工程	其他费用	合计	单位	数量	单价/元	
一	第一部分 工程费用					2504.71				
1	受污染底泥修复工程									
1.1	挡水围堰	2.67				2.67	m <sup>3</sup>	421.88	63.2	围堰高 2.5m, 顶面宽 1m, 底面宽 3.5m
1.2	积水抽排	33.30				33.30	m <sup>3</sup>	18000	18.5	
1.3	底泥清挖	59.87				59.87	m <sup>3</sup>	9750	61.4	
1.4	底泥干化暂存场	72.00				72.00	m <sup>2</sup>	600	1200	600 m <sup>2</sup> 干化场
1.5	化学氧化处理	156.00				156.00	m <sup>3</sup>	9750	160	含芬顿药剂
1.6	稳定化固化	175.50				175.50	m <sup>3</sup>	9750	180	含稳定化固化药剂
1.7	土方回填	12.29				12.29	m <sup>3</sup>	9750	12.6	
1.8	覆土工程	17.92				17.92	m <sup>2</sup>	7312.5	24.5	30cm 压实粘土
1.9	废水处理	43.88				43.88	m <sup>3</sup>	14625	30	厂区废水处理站处理后, 转运至北控污水处理厂处理
2	建筑固体废物处理工程									
2.1	建筑固体废物清挖	5.93				5.93	t	3953	15	
2.2	建筑固体废物破碎分选	9.29				9.29	t	3953	23.5	

序号	工程或费用名称	估算价值(万元)					技术经济指标			备注
		建筑工程	设备购置	安装工程	其他费用	合计	单位	数量	单价/元	
2.3	建筑固废淋洗处理	47.44				47.44	t	3953	120	
2.4	废水化学氧化处理	49.41				49.41	t	7906	62.5	
2.5	建筑固废沥干脱水	6.52				6.52	t	3953	16.5	
2.6	废水处置	23.72				23.72	t	7906	30	厂区废水处理站处理后，转运至北控污水处理厂处理
2.7	建筑固废填基	5.93				5.93	t	3953	15	
2.8	覆土工程	7.26				7.26	m <sup>2</sup>	2964.75	24.5	30cm 压实粘土
3	受污染土壤修复工程									
3.1	土壤清挖	93.57				93.57	m <sup>3</sup>	62379.08	15	
3.2	化学氧化处理	15.88				15.88	m <sup>3</sup>	992.57	160	含芬顿药剂
3.3	稳定化固化处理	1118.94				1118.94	m <sup>3</sup>	62163.13	180	含稳定化固化药剂
3.4	土方回填	78.60				78.60	m <sup>3</sup>	62379.08	12.6	
3.5	覆土工程	114.62				114.62	m <sup>2</sup>	46784.31	24.5	30cm 压实粘土
4	其他工程									
4.1	负压大棚	60.48				60.48	m <sup>2</sup>	1008	600	
4.2	废气处理设施	18.00				18.00	套	1	180000	

序号	工程或费用名称	估算价值(万元)					技术经济指标			备注
		建筑工程	设备购置	安装工程	其他费用	合计	单位	数量	单价/元	
4.3	废水处理站	52.00				52.00	座	1	520000	
4.5	地下水监测井	1.50				1.50	口	6	2500	
4.6	截洪排水沟	21.22				21.22	m	624	340	
4.7	场地土方平整	40.94				40.94	m <sup>2</sup>	27291.78	15	
4.8	植被土覆盖	17.60				17.60	m <sup>2</sup>	21458.02	8.2	20cm 植被土
4.9	铺设草皮	54.58				54.58	m <sup>2</sup>	27291.78	20	
4.10	种植灌木	23.88				23.88	株	6823	35	杜鹃、红叶石楠、红花继木等，冠幅 ≥0.6m
4.11	施工期环境监测	28.00				28.00	项	1	280000	
4.12	其他环保措施	36.00				36.00	项	1	360000	防尘、废水收集等
二	第二部分 其他费用					283.30				
1	建设单位管理费				37.57	37.57				
2	工程建设监理费				37.57	37.57				
3	环境监理				12.52	12.52				
4	场地调查费				75.14	75.14				
5	勘察费				22.54	22.54				
6	设计费				75.14	75.14				

序号	工程或费用名称	估算价值(万元)					技术经济指标			备注
		建筑工程	设备购置	安装工程	其他费用	合计	单位	数量	单价/元	
7	招标代理服务费				7.51	7.51				
8	环境影响评价				2.50	2.50				
9	效果评估费				12.80	12.80				
三	预备费					139.40				
1	基本预备费				139.40	139.40				5%
四	工程静态投资	2504.71	0.00	0.00	422.70	2927.41				
五	工程投资估算	<b>2504.71</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>422.70</b>	<b>2927.41</b>				
	所占比例	85.56%	0.00%	0.00%	14.44%	100.00%				

## **7.2 资金筹措**

本项目总投资为 **2927.41** 万元，拟申请土壤污染防治专项资金 **2340** 万元，临湘市政府财政配套 **587.41** 万元。

## **7.3 效益分析**

### **7.3.1 经济效益**

从目前该类污染场地处置技术考虑，本项目选用的处置技术费用较为经济适用，修复费用支出相对于土壤修复完成后恢复的土地使用价值来说数额较小，正常开发利用，能够带来源源不断的土地资源效益。是按照现行的规定，如果不进行修复，土地就无法流转，不具有再开发利用的资格。所以进行场地污染治理对提升本地块的经济价值，具有重要意义。

### **7.3.2 环境效益**

项目场地原作为工业用地，受到了一定程度的污染，通过开展本次场地污染土壤修复方案编制和后期的修复治理工作，可以满足工业用地、滨江绿地的用地要求，降低污染物健康风险，保障用地安全，不产生二次污染。通过对土地资源和环境的处置和保护，创造更加有益于人类生存的环境。通过恢复环境生产力带来源源不断的环境效益，消除了区域土壤及地表水的一个污染危害隐患，维护了生态安全，避免区域环境质量恶化。通过本项目的安全处置，环境风险消除，场地环境质量提高，周边大气更加怡人，周围居民的幸福感必将增加，处置后的场地将带来的巨大的环境效益。

### **7.3.3 社会效益**

对本项目固废、受污染底泥与土壤的治理已经成为经济社会可持续发展的一个重大战略问题，通过本项目的处置，恢复土壤生产力使其发挥最大的价值，合理保护土地资源，缓和局部人地矛盾，增加新的就业机会，缓解社会矛盾，拓展了地块周边的发展空间，促进了区域经济发展。通过本项目的处置，土地恢复其生产价值，环境安全风险消除，周围居民投诉和抱怨会减少失，为建设和谐社区做出了不可估量的贡献。

# 8 项目组织与实施

## 8.1 项目管理、组织机构与职责

### 8.1.1 组织机构

临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地修复治理项目关系当地居民的民生问题，因此，必须成立专门的管理机构，即治理工程建设项目部，相对独立地行使工程建设期内各项管理职能，以确保工程各项建设有序、有效、顺利地进行。管理人员包括项目经理1人、项目副经理1人、技术负责人1人，还包括施工员、预算员、资料员、质检员、材料员、安全员等若干。

项目施工完成后由环保部门成立统一的管理机构进行管理。

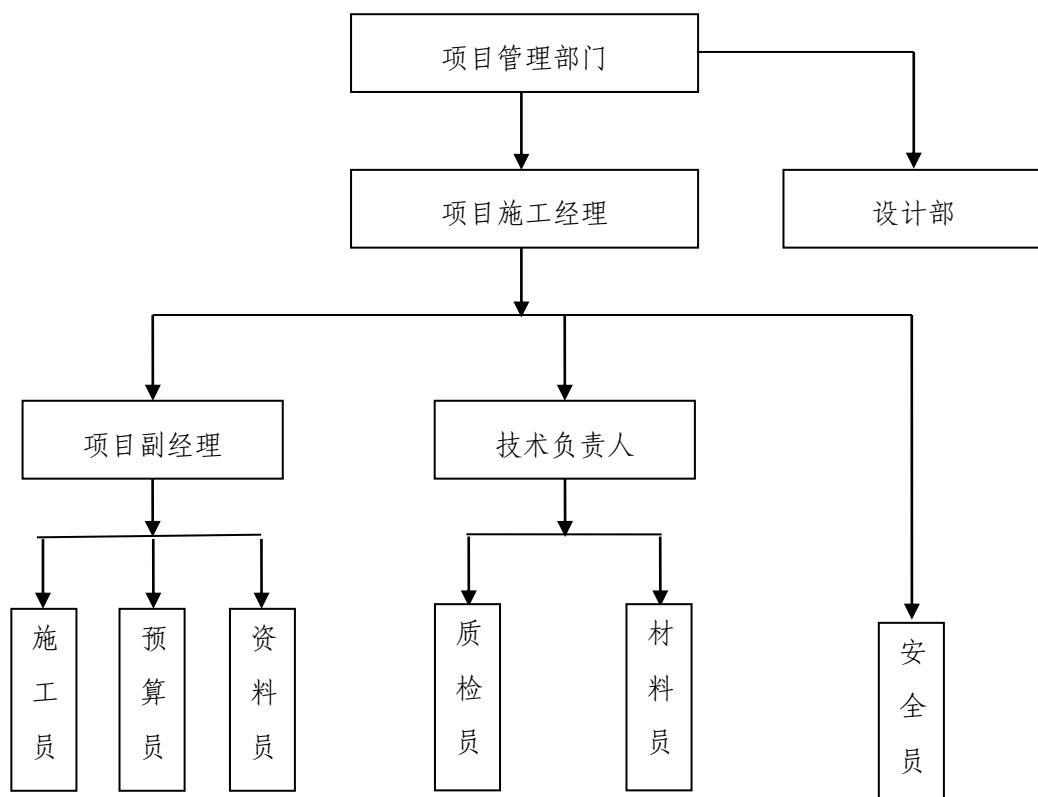


图 8.1-1 管理组织结构图

### 7.1.2 项目资金管理

项目在资金管理上严格按照国家的规定执行，实行专人管理、专户贮存、专帐核算。严格财经纪律，加强对项目资金的监管力度，按项目计划和施工进度投放资金，坚持执行资金跟着项目走的原则，确保资金的专款专用；为确保工程建设质量，在拨

付施工单位资金时，进行预留工程质量保证金，竣工验收一年后，经复检确无工程质量问题时，再拨付质量保证金，以避免工程返工和资金流失；项目完工后，由施工单位提交决算报告，经有关部门审查、核实后，再由相关部门组织竣工验收。

### 8.1.3 项目劳动保护

**施工人员个人安全防护：**本工程区域有机物污染严重，施工人员必须配备严格的安全防护措施，施工人员在劳动过程中，必须穿戴防护施工服、防护手套、防护鞋以及防粉尘活性炭面具，施工人员在入职劳动前，必须进行全面体检，并定期进行体检，以免有机物中毒，严格按照《施工人员个人安全防护管理制度》有关要求进行。

**抗震：**本工程区域的地震基本烈度为 6 度，设计均按 7 度设防。

**抗洪：**本工程在工期上尽量考虑在旱季施工。

**防雷：**设计采用避雷带防直击雷，并对非金属的屋顶设置与避雷带共同构成不小于 10m 宽金属网防感应雷，对其它第三类防雷建筑物采用避雷或防直击雷，放散管及风帽按规范要求采取相应的防雷措施。

**防暑：**为防范暑热，采取以下防暑降温措施：在生产厂房采取自然通风或机械通风等通风换气措施，管理用房等设空调。

**减振降噪：**在生产过程中噪音较大，运行时室外噪音高达 85dB 以上者设置消音器，并设置减振底座，选用密闭隔音材料，经以上处理后噪音可大大降低，可降至 85dB 以下。

**强振设备与管道间**采用柔性连接方式，防止振动造成的危害。

**其它措施：**为了防止机械伤害及坠落事故的发生，生产场所梯子、平台及高处通道均设置安全栏杆，栏杆的高度和强度符合国家劳动保护规定；设备的可动部件设置必要的安全防护网、罩；地沟、水井设置盖板；有危险的吊装口、安装孔等处设安全围栏；水塘边备有救生衣、救生圈；在有危险性的场所设置相应的安全标志及事故照明设施。

### 8.1.4 项目节能保障

本项目遵循国家的节能方针、认真贯彻国家产业政策和行业节能设计规范，遵循“减量化、再利用、资源化”等“3R”原则，运用循环利用等手段，有计划的进行物质与资源的调配，尽量利用作业过程中的能源，并努力为作业过程创造合理的节能条件，尤其是工艺的选择和设备的选型方面采用先进工艺和节能设备等，使能耗达到国内先

进水平。

#### (1) 节能设计规范及标准

《中华人民共和国节约能源法》2008.4.1

《中华人民共和国建筑法》2011.7.1

《中华人民共和国电力法》1996.10.1

《室外给水设计规范》GB50013-2006

《建设领域推广应用新技术管理规定》

《室外排水设计规范》GB50014-2006

《节能减排综合性工作方案》2007.6.3

《国务院关于加强节能工作的决定》国发〔2006〕28号

《国务院关于加快发展循环经济的若干意见》国发〔2005〕22号

《用能单位能源计量器具配备和管理通则》GB/T17167-2006

#### (2) 能耗指标

本工程耗能环节及工序少，与一般工业项目相比，其能耗指标主要是含污染物土壤治理、建筑材料等运输过程中的燃料消耗，在整个工程实施期间，消耗柴油量为240t，折算成标准煤约为349.7t；消耗电量6130266kw，折算成标准煤约为2476.62t；消耗新鲜水量为35998m<sup>3</sup>，折算成标准煤约为9.25t；折算成标准煤约为2835.57t。

#### (3) 能耗分析

本工程的耗能环节主要是包括场地清理、土壤开挖、土壤加热、废气处理与运输等设施建设与相关工程的改造等：

1) 场地清理、土壤开挖、土壤加热、废气处理与运输的主要耗能设备有挖掘机、搅拌机、运输车辆、稳定化一体化设备等。

2) 管理设施以耗电为主，主要为机修、化验、办公、生活、空调设备及照明等。

#### (4) 节能措施

##### 1) 工艺节能

尽量选用低能耗运行设备；选用低油耗的作业机械设备，降低燃油消耗；

提高操作人员素质，以使操作人员能全面了解设备的使用方法和保养维护，能按工艺要求使用能耗设备，以达到节能的目的；

在能源供应入口安装计量装置，对所用能源进行计量，以控制消耗，降低成本。

##### 2) 电气节能

对水量有变化水泵以及有调速要求的设备，采用变频调速装置进行调速；

本项目对新增用电负荷的无功功率补偿采用低压静电电容器自动补偿，补偿电容器集中于配电室内，补偿后的功率因数不低于 0.9；

照明配电采用合理的控制方式，照明灯光源采用光效高的节能型光源，灯具采用高效节能灯具，镇流器选用节能型镇流器；

照明功率密度值不能大于规范《建筑照明设计标准》GB50034-2004 的规定；

电缆、导线布线时尽量避免线路迂回或电能倒流；

设计时考虑稳定电压措施；

在设计中不采用已公布淘汰的机电产品及国家产业政策限制内的产业序列和规模容量。

### 3) 能源管理

项目施工期间加强对职工的节能宣传教育，树立全员节能降耗意识，建立内部能源管理体系，设置专职和兼职业能管理人员，添加能源计量器具，做到节能管理，避免能源浪费，达到 GB/T17167-2006《用能单位能源计量器具配备和管理通则》中的要求。

### (5) 其他

合理安排运输路线，减少运输距离；

制定严格的管理制度，对关键环节实施实时控制；

厂区总平面布置尽量紧凑、合理，以减少沿程水头损失。

### (6) 节水措施

场区生产供水采用变频调速控制；

采用节水型龙头、卫生器具等；

主要用水管道安装流量计。

## 8.1.5 技术管理与质量控制

本工程为环境治理工程，该项目工程管理主要为建设期管理，工程建设期严格履行“三制”，即项目负责制、招标投标制、工程监理制等，搞好工程建设与工程竣工验收。

### (1) 质量控制

本工程项目的工作需聘请具有经验和相应资质的设计单位进行。本工程项目的设

计、施工必须执行国家的专业技术规范与标准。设备的安装与调试必须在专家的指导下进行，有关的细节应在合同中明确。所有关于项目设计、施工等方面的技术文件都应存入技术档案以备查用。

### （2）验收

调试及试运行阶段结束后，整个检测工作经建设单位验收，办理移交手续，并发给承包商验收合格证。

### （3）维护期工作

在本工程验收后的一年维护期内，承包商对业主仍负有责任，并承担设备保修、人员培训等责任。

由承包商供货与安装的所有组件或系统，以及各种性质装置和所有的部件都应具备保修保证，以防出现施工、制造或设计不足；材料和工艺由于不恰当的装配而有缺陷；装置和部件失灵；过量泄露或其他状况，造成本工程在正常设计或规定条件下出现问题。一般情况下，保修期从竣工证书颁发日期起，为期一年。

## 8.2 组织实施与进度安排

项目分二期安排，前期为项目勘察设计阶段，第二期为项目实施阶段，项目总历时为 16 个月，其中施工期为 8 个月。

### （1）项目勘察设计阶段为 8 个月（2020 年 6 月～2021 年 2 月）：

完成现场勘查和测绘，取样分析，技术方案的编制、评估和审批，招投标、施工图设计等；

（2）项目实施阶段为 8 个月（2021 年 2 月～2021 年 10 月）：主要完成材料采购、项目区域土壤修复技术实施、修复后场地恢复与相关工程的建设和改造。

## 8.3 项目监理

工程监理单位是指依法成立并取得建设主管部门颁发的工程监理企业资质证书，从事建设工程监理与相关服务活动的服务机构。

建设工程监理单位受建设单位委托，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，对合同、信息进行管理，对工程建设相关方的关系进行协调，并履行建设工程安全生产管理法定职责的服务活动。

### 8.3.1 实施原则

监理单位受业主委托对建设工程实施监理时，应遵守以下基本原则：

#### （1）公正、独立、自主的原则

监理工程师在建设工程监理中必须尊重科学、尊重事实，组织各方协同配合，维护有关各方的合法权益。为此，必须坚持公正、独立、自主的原则。业主与承建单位虽然都是独立运行的经济主体，但他们追求的经济目标有差异，监理工程师应在按合同约定的权、责、利关系的基础上，协调双方的一致性。只有按合同的约定建成工程，业主才能实现投资的目的，承建单位也才能实现自己生产的产品的价值，取得工程款和实现盈利。

#### （2）权责一致的原则

监理工程师承担的职责应与业主授予的权限相一致。监理工程师的监理职权，依赖于业主的授权。这种权力的授予，除体现在业主与监理单位之间签订的委托监理合同之中，而且还应作为业主与承建单位之间建设工程合同的合同条件。因此，监理工程师在明确业主提出的监理目标和监理工作内容要求后，应与业主协商，明确相应的授权，达成共识后明确反映在委托监理合同中及建设工程合同中。据此，监理工程师才能开展监理活动。总监理工程师代表监理单位全面履行建设工程委托监理合同，承担合同中确定的监理方向业主方所承担的义务和责任。因此，在委托监理合同实施中，监理单位应给总监理工程师充分授权，体现权责一致的原则。

#### （3）总监理工程师负责制的原则

总监理工程师是工程监理全部工作的负责人。要建立和健全总监理工程师负责制，就要明确权、责、利关系，健全项目监理机构，具有科学的运行制度、现代化的管理手段，形成以总监理工程师为首的高效能的决策指挥体系。

#### （4）严格监理、热情服务的原则

严格监理，就是各级监理人员严格按照国家政策、法规、规范、标准和合同控制建设工程的目标，依照既定的程序和制度，认真履行职责，对承建单位进行严格监理。

监理工程师还应为业主提供热情的服务，“应运用合理的技能，谨慎而勤奋地工作”。由于业主一般不熟悉建设工程管理与技术业务，监理工程师应按照委托监理合同的要求多方位、多层次地为业主提供良好的服务，维护业主的正当权益。但是，不能因此而一味向各承建单位转嫁风险，从而损害承建单位的正当经济利益。

#### （5）综合效益的原则

建设工程监理活动既要考虑业主的经济效益，也必须考虑与社会效益和环境效益的有机统一。建设工程监理活动虽经业主的委托和授权才得以进行，但监理工程师应首先严格遵守国家的建设管理法律、法规、标准等，以高度负责的态度和责任感，既对业主负责，谋求最大的经济效益，又要对国家和社会负责，取得最佳的综合效益。只有在符合宏观经济效益、社会效益和环境效益的条件下，业主投资项目的微观经济效益才能得以实现。

### 8.3.2 实施程序

#### （1）确定项目总监理工程师，成立项目监理机构

监理单位应根据建设工程的规模、性质、业主对监理的要求，委派称职的人员担任项目总监理工程师，总监理工程师是一个建设工程监理工作的总负责人，他对内向监理单位负责，对外向业主负责。

监理机构的人员构成是监理投标书中的重要内容，是业主在评标过程中认可的，总监理工程师在组建项目监理机构时，应根据监理大纲内容和签订的委托监理合同内容组建，并在监理规划和具体实施计划执行中进行及时的调整。

#### （2）编制建设工程监理规划

建设工程监理规划是开展工程监理活动的纲领性文件。

#### （3）规范化地开展监理工作

1) 工作的时序性。这是指监理的各项工作都应按一定的逻辑顺序先后展开。

2) 职责分工的严密性。建设工程监理工作是由不同专业、不同层次的专家群体共同来完成的，他们之间严密的职责分工是协调进行监理工作的前提和实现监理目标的重要保证。

3) 工作目标的确定性。在职责分工的基础上，每一项监理工作的具体目标都应是确定的，完成的时间也应有时限规定，从而能通过报表资料对监理工作及其效果进行检查和考核。

#### （4）参与验收，签署建设工程监理意见

建设工程施工完成以后，监理单位应在正式验交前组织竣工预验收，在预验收中发现的问题，应及时与施工单位沟通，提出整改要求。监理单位应参加业主组织的工程竣工验收，签署监理单位意见。

#### 5) 向业主提交建设工程监理档案资料

建设工程监理工作完成后，监理单位向业主提交的监理档案资料应在委托监理合同文件中约定。如在合同中没有作出明确规定，监理单位一般应提交：设计变更、工程变更资料，监理指令性文件，各种签证资料等档案资料。

#### 6) 监理工作总结

监理工作完成后，项目监理机构应及时从两方面进行监理工作总结。其一，是向业主提交的监理工作总结，其主要内容包括：委托监理合同履行情况概述，监理任务或监理目标完成情况的评价，由业主提供的供监理活动使用的办公用房、车辆、试验设施等的清单，表明监理工作终结的说明等。其二，是向监理单位提交的监理工作总结，其主要内容包括：

监理工作的经验，可以是采用某种监理技术、方法的经验，也可以是采用某种经济措施、组织措施的经验，以及委托监理合同执行方面的经验或如何处理好与业主、承包单位关系的经验等；

监理工作中存在的问题及改进的建议。

### 8.3.3 监理工作主要内容

工程建设的投资控制、建设工期控制、工程质量控制、安全控制；进行信息管理、工程建设合同管理；协调有关单位之间的工作关系，即“四控、两管、一协调”。

工作内容：

(1) 认真学习和贯彻有关建设监理的政策、法规以及国家和省、市有关工程建设的法律、法规、政策、标准和规范，在工作中做到以理服人。

(2) 熟悉所监理项目的合同条款、规范、设计图纸，在专业监理工程师领导下，有效开展现场监理工作，及时处理施工过程中出现的问题。

(3) 认真学习设计图纸及设计文件，正确理解设计意图，严格按照监理程序、监理依据，在专业监理工程师的指导、授权下进行检查、验收；掌握工程全面进展的信息，及时报告专业监理工程师（或总监理工程师）。

(4) 检查承包单位投入工程项目的人力、材料、主要设备及其使用、运行状况，并做好检查记录；督促、检查施工单位安全措施的投入。

(5) 复核或从施工现场直接获取工程计量的有关数据并签署原始凭证；

(6) 按设计图及有关标准，对承包单位的工艺过程或施工工序进行检查和记录，对加工制作及工序施工质量检查结果进行记录；

- (7) 担任旁站工作，发现问题及时指出并向专业监理工程师报告；
- (8) 记录工程进度、质量检测、施工安全、合同纠纷、施工干扰、监管部门和业主意见、问题处理结果等情况，做好监理日记和有关的监理记录；协助专业监理工程师进行监理资料的收集、汇总及整理，并交内业人员统一归档。
- (9) 完成专业监理工程师（或总监理工程师）交办的其它任务。

# 9 结论与建议

## 9.1 主要结论

### 1、任务由来

临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地修复治理项目位于临湘市江南镇，北控污水处理厂北侧 250m 处，总面积 4.78 万 m<sup>2</sup>。原岳阳安达化工厂作为农药生产厂，主要产品和原辅材料中含有较多剧毒和致癌物，在生产过程中，由于环保设施不完善，场区周边土壤和水体可能遭到一定程度污染。根据《临湘市原岳阳安达化工厂及周边场地环境调查报告》（湖南亿科检测有限公司，2020 年 8 月），安达化工项目所在区域地表水、土壤与大气确实受到了一定程度的污染，场地内遗留建筑固体废物属于第 II 类一般工业固废，主要污染因子包括砷、苯酚、苯、甲苯、氰化物等。

2020 年 8 月，受临湘市人民政府委托，由我公司（长沙市德邦环保工程技术有限公司）负责临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地修复治理项目的实施方案编制工作。我公司在前期调查的基础上，依据国家和湖南省的有关法规和要求，经过充分论证，编制本项目的实施方案。

### 2、治理修复对象与范围

根据前期场调与风险评估结果，确定本项目修复治理对象包括厂区现存废水、遗留的固体废弃物及地块受污染土壤和底泥，具体如下：

- (1) 场区现存废水：本项目应急事故池，污水处理池超标废水废水，总量约 60m<sup>3</sup>。
- (2) 地块受污染土壤：本项目土壤中超标因子为砷与苯，土壤超标总方量为 62379.08m<sup>3</sup>，其中仅砷超标的方量为 61386.52m<sup>3</sup>，仅苯超标的方量为 215.95m<sup>3</sup>，砷与苯均超标的方量为 776.62m<sup>3</sup>。
- (3) 受污染底泥：本项目排渍渠与池塘底泥中含有废渣属于第II类一般工业固体废物，排渍渠与池塘底泥总方量为 9750 m<sup>3</sup>。
- (4) 遗留建筑固体废弃物：本项目场区遗留的建筑固体废物属于第II类一般工业固体废物，总量为 3953 t。

### 3、主要工程内容

- (1) 对本项目场区现存 60m<sup>3</sup>废水及施工过程中产生的废水进行初步处理，处理后排入北控污水处理厂进行进一步处理，处理后达标排入洋溪湖；

(2) 对 61386.52m<sup>3</sup>砷超标的土壤进行稳定化固化处理；对 215.95m<sup>3</sup>苯超标的土壤采用化学氧化的技术进行处理；对 776.62m<sup>3</sup>砷与苯均超标的土壤先进行化学氧化，然后进行稳定化固化处理，处理达标后填埋至本项目场地内北侧的绿地区域；

(3) 对 9750 m<sup>3</sup>砷与苯酚超标的受污染底泥先进行化学氧化处理，然后进行稳定化固化处理，处理达标后回填；

(4) 对 3953 t 遗留建筑固体废弃物经过淋洗处理，处理达标后回填。

#### 4、治理修复目标

1、本项目厂区废水及处理过程中产生的废水经过场区废水处理站处理达到《污水综合排水排放》(GB8978-1996) 三级标准后，转运至临湘工业园滨江产业园污水处理（简称“北控污水处理厂”）处理，处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级标准 A 标准后排入洋溪湖；

2、本项目苯与砷超标土壤分别采用化学氧化与稳定化固化处理技术进行处理，处理达标后填埋至本项目场地内北侧的绿地区域，治理后工业建设用地区域土壤砷≤60mg/kg，苯≤11.4mg/kg。

3、本项目砷与苯酚超标的受污染底泥先进行化学氧化处理，然后进行稳定化固化处理，处理后水浸指标应不应超过《污水综合排水排放》(GB8978-1996) 一级标准，即砷≤0.5mg/L、苯酚≤0.3mg/L。

4、本项目遗留建筑固体废物进行淋洗处理，处理后水浸指标应不应超过《污水综合排水排放》(GB8978-1996) 一级标准，即氰化物≤0.5mg/L、苯酚≤0.3mg/L、甲苯≤0.1mg/L。

表 9.1-1 本项目治理对象、治理方案及治理目标总表

序号	治理对象	单位	数量	超标情况	治理方案	治理与修复目标
1	场区废水	m <sup>3</sup>	60	总磷超过《污水综合排水标准》(GB8978-1996)一级标准 5.6 倍	转运至北控污水处理厂处理	《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级标准 A 标准
2	受污染土壤	m <sup>3</sup>	61386.52	仅砷超过风评建议修复目标值 60mg/kg	稳定化固化后回填至厂区绿地	工业用建设地区域土壤修复目标值 砷 < 60mg/kg 苯 < 11.4 mg/kg
		m <sup>3</sup>	215.95	仅苯超过风评建议修复目标 11.4mg/kg	化学氧化处理后回填至厂区绿地	
		m <sup>3</sup>	776.62	砷超过风评建议修复目标值 60mg/kg 苯超过风评建议修复目标值 11.4mg/kg	化学氧化+稳定化固化处理后回填至厂区绿地	
3	受污染底泥	m <sup>3</sup>	9750	水浸砷、苯酚超标	化学氧化+稳定化固化处理	水浸不应超过《污水综合排水排放》(GB8978-1996)一级标准， 砷 < 0.5mg/L 苯酚 < 0.3mg/L
4	遗留建筑固体废物	t	3953	水浸氰化物、苯酚、甲苯超标	淋洗处理处理	水浸不应超过《污水综合排水排放》(GB8978-1996)一级标准， 氰化物 < 0.5mg/L 苯酚 < 0.3mg/L 甲苯 < 0.1mg/L

注：表中水浸指采用《固体废物浸出毒性浸出方法 水平振荡法》(HJ557-2010) 方法浸出。

## 5、项目投资

本项目主要包括受污染底泥与土壤修复工程、建筑固体废物处理工程、场地排水与生态恢复工程及相关配套工程。

本项总投资 2927.41 万元，其中建设工程费用 2504.71 万元，其他费用 283.30 万元，预备费用 139.40 万元。其中工程费用占总投资的 85.56%，其他费用占 9.69%，预备费 4.76%，项目建议施工工期 8 个月。

## 9.2 问题与建议

(1) 本项目场地调查显示项目所在区域地表水、土壤与大气确实受到的污染，由于项目所在地毗连长江，属于《湖南省沿江化工企业搬迁改造实施方案》要求 2020

年重点关闭退出的落后产能和安全环保不达标的化工生产企业；且项目北侧距离居民最近只有 50m，周围居民治理意愿强烈，因此建议尽快对项目立项开展治理修复工作。

（2）项目实施过程中应做好防尘措施，做好雨水导排及雨天污染物的隔离与覆盖工作。

（3）场地修复过程中要强化环境管理，严格执行监测计划，防范环境风险。场地修复后要严格执行验收检测计划，确保土壤污染全部得到修复；修复工程结束后应进行效果评估。

（4）本项目场地后续利用过程中应充分考虑场地治理情况，建设过程中不得对稳定化固化土壤回填区进行扰动，防止利用过程中造成二次环境污染风险。

## 附件 1：关于发布湖南省沿江 1 公里范围内化工生产企业搬迁改造名单的公告

湖南省人民政府

People's Government of Hunan Province

首页 政务公开 政务要闻 政务服务 一件事一次办 互动交流 政府数据 锦绣潇湘 本站·请输入关键字

关于发布湖南省沿江1公里范围内化工生产企业搬迁改造名单的公告

湖南省人民政府门户网站 www.hunan.gov.cn 发布时间: 2020-06-29 15:21 【字体: 大 中 小】

**关于发布湖南省沿江1公里范围内化工生产企业搬迁改造名单的公告**

根据《湖南省人民政府办公厅关于印发<湖南省沿江化工企业搬迁改造实施方案>的通知》(湘政办发〔2020〕11号)有关要求,省工信厅、省应急管理厅、省生态环境厅组织开展了全省沿江化工生产安全环保风险评估专家复核工作。全省距离长江湖南段和洞庭湖、湘江、资江、沅江、澧水干流(以下简称沿江)岸线1公里范围内化工生产企业(《化工行业分类表》的子行业中化工产品为主导的生产企业)共110家,经各市州人民政府组织安全环保风险评估、专家复核,并报省人民政府审定同意,全省沿江岸线1公里范围内化工生产企业关闭退出30家、鼓励搬迁38家、保留42家(名单附后),现予以公告。

一、2020年重点关闭退出落后产能和安全环保不达标的化工生产企业。

二、鼓励搬迁类化工生产企业要做好“一企一策”方案,通过调结构搬迁到沿江1公里范围外的合规化工园区,坚定不移到2025年底完成搬迁改造任务。

三、保留类化工生产企业要采取更加严格的安全环保措施,各市州人民政府和相关部门要严格监管,做到本质安全和确保江湖水安全。

附件:

- 1、沿江岸线1公里范围内关闭退出类化工生产企业名单
- 2、沿江岸线1公里范围内鼓励搬迁类化工生产企业名单
- 3、沿江岸线1公里范围内保留类化工生产企业名单

湖南省工业和信息化厅 湖南省应急管理厅 湖南省生态环境厅

2020年6月28日

**沿江岸线1公里范围内关闭退出类化工生产企业名单（30家）**

序号	企业名称	所在市州
1	湖南省水口山宏兴化工有限公司（旧址）	衡阳市
2	湖南省康华化肥工业有限责任公司	衡阳市
3	常宁市龙腾化工厂	衡阳市
4	衡阳华明生化有限公司	衡阳市
5	衡山金贝尔化工有限公司	衡阳市
6	衡山县天马化工有限责任公司	衡阳市
7	衡阳莱德生物药业有限公司湘华化工厂	衡阳市
8	岳阳安达化工有限公司	岳阳市
9	湖南省金穗农药有限公司	岳阳市
10	临湘市长盛乙炔有限公司	岳阳市
11	湖南森泰化学生物科技有限公司	岳阳市
12	岳阳中成实业有限公司	岳阳市
13	湖南蓝彬尚科涂料科技有限公司	岳阳市
14	湖南如虹制药有限公司	岳阳市
15	湖南秦盛生物科技有限公司	岳阳市
16	岳阳市宇恒化工有限公司（二期）	岳阳市
17	湖南天易化工有限公司	岳阳市
18	岳阳市科兴防水材料有限公司	岳阳市
19	岳阳新港工贸有限公司	岳阳市
20	岳阳中天石化有限公司	岳阳市
21	岳阳中远化工有限公司	岳阳市
22	常德恒通石化助剂有限公司	常德市
23	湖南省胜芝化工有限公司	常德市
24	津市市三鑫化工有限公司	常德市
25	津市市三原颜料有限公司	常德市
26	湖南瀚杰新材料有限公司	益阳市
27	沅江市洞庭芝龙生态牧业发展有限公司	益阳市
28	安化乐涂涂料有限责任公司	益阳市
29	祁阳县永康林化有限公司	永州市
30	湖南省新化县丰地化工有限公司	娄底市

# 临湘市人民政府

临政函〔2020〕73号

## 临湘市人民政府 关于临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地 修复治理项目申报主体及实施主体的说明

省生态环境厅：

根据上级相关文件精神，岳阳市生态环境局临湘分局组织申报的临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地修复治理项目，申报主体及项目实施主体为临湘市人民政府。

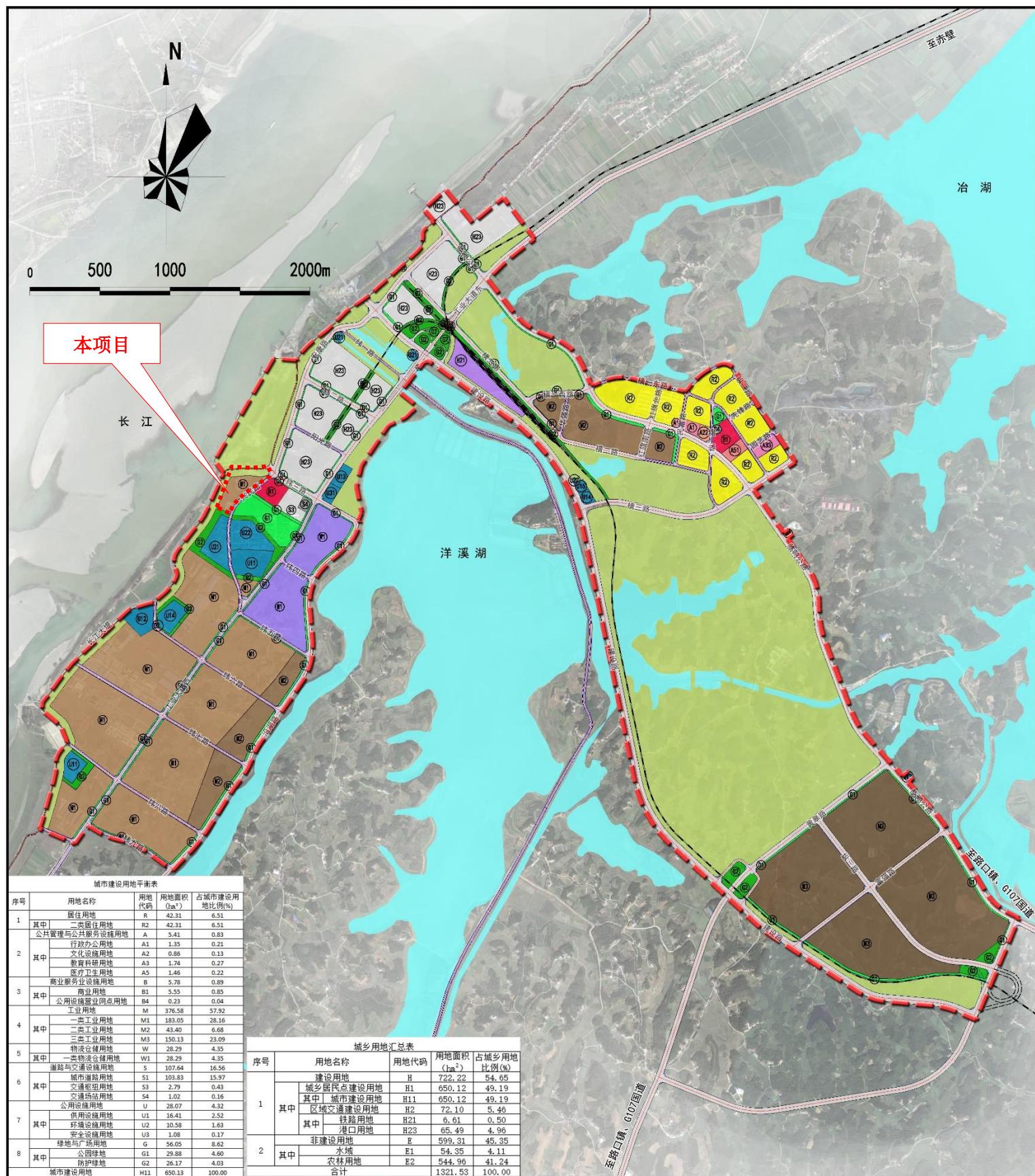


2020年5月22日

# 临湘工业园滨江产业区控制性详细规划(2018-2030)

LinXiang GongYeYuan BinJiangChanYeQu KongZhiXinXiangXiGuiHua

土地利用规划图



图例

(②) 二类居住用地	(①) 行政办公用地	(⑩) 文化设施用地	(⑨) 文化活动用地	(⑧) 教育科研用地	(⑪) 中小学用地	(⑬) 医疗卫生用地
(⑤) 医院用地	(⑩) 商业用地	(⑪) 商务用地	(⑩) 公用设施营业网点用地	(⑩) 加油加气站用地	(⑭) 一类工业用地	(⑭) 二类工业用地
(⑩) 三类工业用地	(⑪) 一类物流仓储用地	(⑩) 二类物流仓储用地	(⑪) 交通枢纽用地	(⑪) 交通场站用地	(⑮) 公共交通场站用地	(⑯) 社会停车场用地
(⑫) 供应设施用地	(⑪) 供水用地	(⑩) 供电用地	(⑩) 供燃气用地	(⑩) 供热用地	(⑯) 通信用地	(⑯) 环境设施用地
(⑭) 排水用地	(⑩) 环卫用地	(⑩) 安全设施用地	(⑩) 消防用地	(⑩) 公园绿地	(⑯) 防护绿地	(⑯) 区域交通设施用地
(⑯) 铁路用地	(⑩) 港口用地	(⑩) 水域	(⑩) 农林用地	(⑩) 铁路		(⑯) 规划范围

# 临湘市自然资源局

## 关于原岳阳安达化工厂及周边污染场地 修复治理项目的用地说明

临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地修复治理项目位于临湘市江南镇儒溪社区（原临湘市安达化工厂内），面积 47455 平方米。根据江南镇儒溪社区村庄规划（2019-2035 年）（方案编制阶段，待正式批复），该地块拟作为一类工业用地。

特此说明。



# 江南镇人民政府

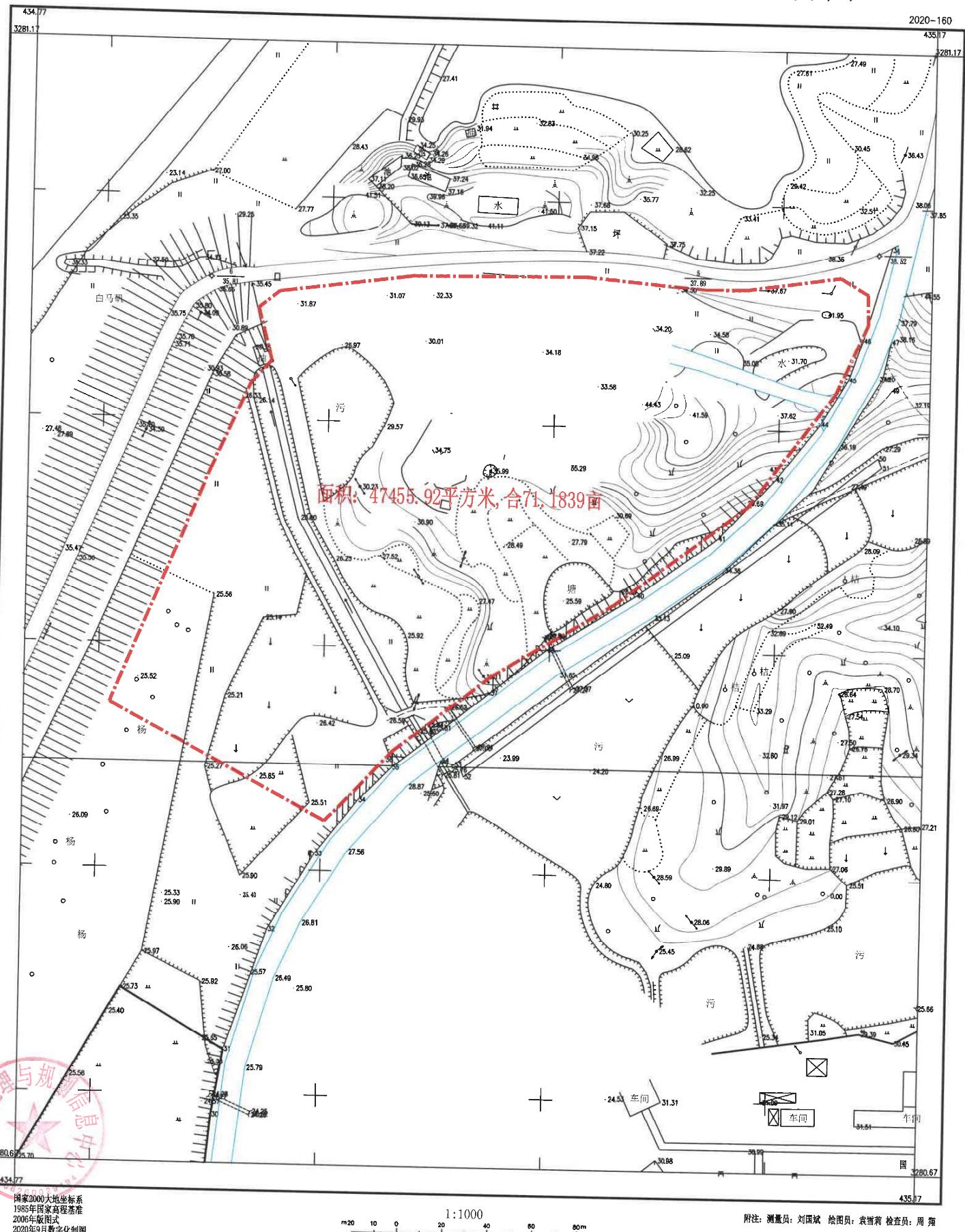
## 临湘市原岳阳安达化工厂及周边地块权属的 证 明

临湘市原岳阳安达化工厂及周边地块位于临湘市江南镇，靠近长江大堤，中心坐标经度为  $113^{\circ} 19' 46''$ ，纬度为  $29^{\circ} 38' 43''$ ，总面积 4.78 万平方米。该地块自 2020 年 7 月岳阳安达化工厂拆除后属于临湘市江南镇人民政府所有。

特此证明！



# 临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地勘测定界图



国家2000大地坐标系  
1985国家高程基准  
2000年版图式  
2020年9月数字化制图

附注：测量员：刘国斌 绘图员：袁雪莉 检查员：周萍

# 临湘市原岳阳安达化工厂及周边场地环境调查报告

## 专家评审意见

2020年8月12日，岳阳市生态环境局会同岳阳市自然资源和规划局在岳阳市主持召开了《临湘市原岳阳安达化工厂及周边场地环境调查报告》(以下简称《调查报告》)专家评审会。参加会议的有岳阳市生态环境局临湘分局、编制单位湖南亿科检测有限公司的代表。会议邀请了5位专家组成评审组(名单附后)。会前，与会代表对项目现场进行了踏勘；会上，岳阳市生态环境局临湘分局代表对项目背景情况进行了介绍，编制单位对调查报告进行了汇报。经质疑与讨论，形成如下评审意见：

### 一、总体结论

《调查报告》内容较全面，基本符合相关技术规范要求，经修改完善后可作为下一步工作的依据。

### 二、修改建议

1、补充地块边界拐点、水文地质资料，完善地块与周边企业、治理项目关系调查。

2、根据本企业的生产工艺与原辅材料，核实地块挥发性有机物、有毒有害物质(氯化物)等特征污染物检测结果。

3、补充样品采集、运输、实验室分析等质控措施与数据分析。

4、加强地块超标污染物来源分析，核实超标污染物浓度水平与空间分布图、污染土壤方量。

5、补充遗留固体废弃物的分析与鉴别。

专家组：罗琳（组长） 廖柏寒 戴慧敏 陈潭 万群（执笔）

罗琳 廖柏寒 戴慧敏 陈潭 万群

2020年8月12日

## 评审会专家签到表

会议名称：临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地修复治理项目专家评审会

会议时间：2020年8月12日

姓名	单位	职务/职称	联系电话	备注
罗群	湖南理工大学	教授	13786164876	
周平生	中南林业科技大学	教授	13973148882	
黄慧农	湖南师大环保集团	高工	13508479467	
方群	理工大学	高工	1398428869	
万群	岳阳生态环境监测中心	研究员	13973068580	

## 与会人员签到表

会议名称：临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地修复治理项目专家评审会

会议时间：2020年8月12日

## 专家组综合评审意见

项目名称	临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地修复治理项目 风险评估报告
------	------------------------------------

2020年9月25日，湖南省生态环境事务中心组织召开了《临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地修复治理项目风险评估报告》(以下简称“风评报告”)专家评审会。参加会议的有湖南省生态环境厅、湖南省自然资源厅、岳阳市自然资源和规划局、岳阳市生态环境局及临湘分局、临湘市自然资源局，实施主体单位临湘市人民政府，编制单位湖南亿科检测有限公司等。会议邀请了5位专家组成专家组(名单附后)。专家和与会代表听取了编制单位的汇报，查阅了相关材料，经充分质询与讨论，形成如下评审意见：

### (一) 项目概况

临湘市原岳阳安达化工厂成立于1999年，位于临湘市洋溪湖西侧，西侧靠近长江大堤，厂区面积1.1万平米，主要产品是农药杀螟丹，产量为500t/a，2009年扩大生产能力到1000t/a，2016年全面停产。为查清该场地污染状况，2020年5月，委托湖南亿科检测有限公司对临湘市原岳阳安达化工厂地块及周边进行场地环境调查。2020年8月12日，岳阳市生态环境局会同岳阳市自然资源和规划局组织召开《临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地修复治理项目环境调查报告》(以下称“场调”)的专家评审会，并通过评审。

为加强长江经济带沿江化工产业污染防治，2020年3月，湖南省人民政府办公厅发布“关于印发《湖南省沿江化工企业搬迁改造实施方案》的通知”，要求对沿江岸线1km范围内化工企业开展评价，2020年重点关闭退出落后产能和安全环保不达标的化工生产企业。2020年6月28日，湖南省工业和信息厅、湖南省应急厅、湖南省生态环境厅联合发布《关于发布湖南省沿江1公里范围内化工生产企业搬迁改造名单的公告》，岳阳安达化工有限公司距离长江最近距离仅有100m，被列为“沿江岸线1公里范围内关闭退出类化工生产企业名单”，属于湖南省沿江化工企业搬迁改造范围。2020年5月，临湘市人民政府

委托湖南亿科检测有限公司开展临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地的风险评估工作，并编制《临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地修复治理项目风险评估报告》。

## （二）风评结果

风评报告按照《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019），开展了场地污染识别、场地污染状况分析，包括危害识别、暴露评估、毒性评估、风险表征、风险评估不确定性分析等在内的场地风险评估，同时开展了土壤和地下水风险评估工作。

风评报告提出土壤污染物修复目标值为：砷为 60 mg/kg。

本地块各土层超目标值叠加总投影面积为 27291.78m<sup>2</sup>，总修复工程量约 62163.14m<sup>3</sup>。

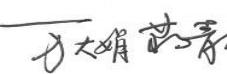
## （三）评审结论

土壤污染风险评估程序与方法符合国家相关标准规范要求；土壤污染风险评估报告包括了主要污染物状况、土壤及地下水污染范围、暴露情景与公众健康风险、风险管控、修复的目标和基本要求等；该场地污染风险不可接受，需要采取风险管控、修复措施。报告通过评审，经修改完善并经专家复核后可上报备案，并可作为纳入建设用地土壤污染风险管控或修复名录依据。

## （四）修改意见

- 1、进一步核实项目地块的特征污染物识别结果及其来源。
- 2、进一步核实施地风险评估的参数。
- 3、由于该化工厂现状发生了变化，需完善场地调查。
- 4、明确用地性质，核实修复方量。

专家组：戴慧敏（组长）、万大娟、蒋青山、黄海军、雷鸣（执笔）

日期：2020 年 9 月 25 日

# 临湘市原岳阳安达化工厂及周边场地修复治理项目 实施方案专家评审意见

2020年11月4日，岳阳市生态环境局在岳阳市组织召开了《临湘市原岳阳安达化工厂及周边场地修复治理项目实施方案》（以下简称“实施方案”）专家评审会。参加会议的有岳阳市生态环境局、岳阳市生态环境局临湘分局、编制单位长沙市德邦环保工程技术有限公司及相关政府部门的代表。会议邀请了3位专家（名单附后）组成技术专家组。与会代表听取了相关单位的介绍，编制单位就实施方案编制情况进行了汇报。经认真质询与讨论，形成如下评审意见：

## 一、项目概况

临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地修复治理项目位于临湘市儒溪镇，中心经纬度为：经度 $113^{\circ}19'45''$ ，纬度 $29^{\circ}38'43''$ ，靠近湘江大堤，调查治理范围为临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地，总面积4.78万 $m^2$ （约合72亩）。岳阳安达化工有限公司于1999年1月开始在建厂生产，产品为农药杀螟丹，原辅材料包括杀虫单、氰化钠、甲苯、盐酸、甲醇、工业硫磺（含砷）等，生产过程中产品与原辅材料泄漏有可能对场地造成环境污染。主要污染因子为砷、苯、苯酚、甲苯、氰化物等。2016年该厂被关停。项目所在场地规划用地类型为一类工业用地。

根据前期风险评估结果，本地块土壤砷、苯需经修复或管控后方可开发利用，建议土壤中砷、苯酚、苯的修复目标值分别为60mg/kg、55700mg/kg、11.4 mg/kg。

## 二、总体结论

\*实施方案内容较为全面，技术路线较合理，基本符合相关技术规

范要求，经修改完善后可作为下一步工作的依据。

### 三、修改建议

- 1、核实稳定化固化处理技术治理目标，细化完善稳定化固化处理工艺设计；
- 2、补充完善化学氧化处理技术可行性分析，论证废气收集与处理的必要性说明，完善相关技术参数内容及要求；
- 3、细化建筑淋洗处理工艺流程，补充论证项目污水预处理设计规模和工艺，分析达标可行性，细化废水处理工艺设计；
- 4、细化工程量，进一步完善项目建设二次污染防治措施及应急预案；
- 5、补充前期调查报告、风评报告专家审查意见等附件材料。

专家组：方潭（组长）、万群、郭朝晖

方潭 万群 郭朝晖

2020年11月4日

## 项目绩效目标申报表

项目名称	临湘市原岳阳安达化工厂及周边污染场地修复治理项目			
所属专项	土壤污染风险管控与修复项目			
中央主管部门	国家生态环境部	省级财政部门	湖南省财政厅	
省级主管部门	湖南省生态环境厅	具体实施单位	临湘市人民政府	
资金情况 (万元)	项目总投资	2927.41		
	其中：中央财政资金	2340.00		
	地方财政资金	587.41		
	其他资金	0		
总体目标	目标 1：治理修复有机物与重金属污染土壤 62379.08m <sup>3</sup> ，治理后工业用地建设区域满足一类工业用地使用要求； 目标 2：处置受污染底泥 9750 m <sup>3</sup> ，固体废物 3953 t，截断源头，避免对长江水质造成持续污染。			
绩效指标	一级指标	二级指标	三级指标	指标值
	产出指标	数量指标	指标 1：治理受污染土壤	62379.08m <sup>3</sup>
			指标 2：处理受污染底泥	9750 m <sup>3</sup>
			指标 3：处理遗留固体废物	3953 t
	质量指标		指标 1：工业用地区域土壤修复目标砷	≤60mg/kg
			指标 2：工业用地区域土壤修复目标苯	≤11.4 mg/kg
			指标 3：底泥治理目标砷（水浸）	≤0.5mg/L
			指标 4：底泥治理目标苯酚（水浸）	≤0.3mg/L
			指标 5：固废治理目标（水浸）氰化物	≤0.5mg/L
			指标 6：固废治理目标（水浸）苯酚	≤0.3mg/L
			指标 7：固废治理目标（水浸）甲苯	≤0.1mg/L
	时效指标		指标 1：完成时间与目标时间	一致
			指标 2：资金配套时间	一致
			指标 1：总成本控制情况	≤2927.41 万元
	成本指标		指标 2：土壤处理成本	≤300 元/m <sup>3</sup>
			指标 3：底泥与固废无害化成本	≤400 元/m <sup>3</sup>
			指标 1：修复治理土地面积	4.78 万 m <sup>2</sup> (72 亩)
	效益指标	经济效益指标	指标 2：治理后土地利用价值	6000 万元
			指标 3：带动当地就业情况	提高
			指标 1：居住环境	明显改善
	社会效益指标		指标 2：居民健康	改善
			指标 1：区域生态环境改善效果	修复有机物与重金属污染土壤 62379.08m <sup>3</sup> 无害化处置受污染底泥 9750 m <sup>3</sup> ，固体废物 3953 t
	可持续性影响指标		指标 1：项目持续发挥作用	明显
满意度指标	服务对象满意度指标		指标 1：周边群众满意率	≥95%
			指标 2：环保部门满意率	100%