

# 岳阳市南湖新区原蓝天冶金建材有限公司 污染地块治理与修复

## 实 施 方 案 (报批稿)

项目建设单位：岳阳市南湖新区管理委员会

编 制 单 位：湖南艾布鲁环保科技股份有限公司

2018 年 4 月

仅用于岳阳市南



# 工程 设计 资质证书

企业名称：湖南艾布鲁环保科技有限公司

经济性质：有限责任公司

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

证书编号：A243010201

有效期：至2018年11月26日

中华人民共和国住房和城乡建设部制

发证机关：岳阳市住房和城乡建设局  
2015年03月02日

No.AZ 0034968

蓝天冶金材料有限公司污染地块治理与修复工程

# 岳阳市南湖新区原蓝天冶金建材有限公司 污染地块治理与修复实施方案专家审查意见

2017年7月6日，岳阳市环境保护局在岳阳市组织召开了《岳阳市南湖新区原蓝天冶金建材有限公司污染地块治理与修复实施方案（以下简称实施方案）》技术审查会。参加会议的有岳阳市环境保护局南湖新区分局以及编制单位湖南艾布鲁环保科技股份有限公司。会议邀请了5位专家（名单附后）组成技术专家组。会议听取了项目基本情况介绍、实施方案编制情况汇报。经认真评审和质询，形成如下审查意见：

一、实施方案编制符合《污染场地土壤修复技术导则》格式要求，选择的修复路线基本可行，实施方案按专家意见修改完善后，可作为下一步工作的依据。

## 二、建议：

1、根据地块土地利用性质及保护目标，优化治理与修复方案，并校核工程量。

2、根据场调核实的固废属性，提出和完善固废处理处置方案。根据场地污染对周边水体水质的可能影响情况，提出相应的防控措施。

3、完善工程实施过程中二次污染控制措施。

专家组：彭克俭（组长） 郭朝晖 万群 陈灿 熊朝晖  
（执笔）

## 专 家 签 到 表

会议名称:	岳阳市 2018 年土壤和重金属污染防治项目场调 (地勘) 报告及实施方案审查会		
项目名称:	月山片区重金属污染地块治理与修复项目		
会议时间:	2017 年 7 月 6 日		
姓 名	单 位	职 务/职 称	联 系 电 话
万群	岳阳市环境监测中心	研究员	13973068580
彭友位	湖南省环科院	研究员	13755037960
付心	湖南省环科院	高级工程师	1587421298
彭军	中南大学	教授	13787785432
熊毅博	岳阳市环科学会	高工	13307306677

## 修改说明

1、根据地块土地利用性质及保护目标，优化治理与修复方案，并校核工程量。

**回复 1：**根据地块土地利用性质及保护目标，已优化治理与修复方案，见文本第 5 章治理与修复方案，工程量表见文本 P81-P83。

2、根据场调核实的固废属性，提出和完善固废处理处置方案。根据场地污染对周边水体水质的可能影响情况，提出相应的防控措施。

**回复 2：**根据场地调查报告和现场踏勘，场地内未遗留有固废，因此本文中未有固废处理处置方案。

根据场地污染对周边水体水质的可能影响情况，提出相应的防控措施见文本 P62-P70。

3、完善工程实施过程中二次污染控制措施。

**回复 3：**已完善工程实施过程中的二次污染控制措施，详见文本 P63-P69。

## 2018 年湖南省土壤污染防治项目储备库入库审查

### 专家意见表

项目名称：岳阳市南湖新区原蓝天冶金建材有限公司污染地块

审查意见：

- 1、加强生产历程和产污环节分析，明确污染主要来源。
- 2、明确用地类型，并核实评价标准，并据此核实污染范围及污染方量。
- 3、核实治理和修复目标。
- 4、构筑物拆除不纳入专项资金支持范围。
- 5、加强二次污染防治措施。
- 6、根据以上意见，调整投资估算。

专家组签名：

日期：2017. 10. 14

**1、加强生产历程和产污环节分析，明确污染主要来源。**

**回复 1：**已完善生产历程和产污环节分析，污染主要来源于熔炼-还原工序、烟化工序、浮渣处理等工序，详见实施方案 P12-P15。

**2、明确用地类型，并核实评价标准，并据此核实污染范围及污染方量。**

**回复 2：**已明确用地类型，本项目场地规划为城市公园用地，因此本次土壤评价主要参考《重金属污染场地土壤修复标准》（DB43/T1165-2016）。

《重金属污染场地土壤修复标准》（DB43/T1165-2016）规定了居住用地、商业用地和工业用地等不同污染场地土壤修复后的土地利用类型，居住用地类型包括城乡居住区、学校、宾馆、游乐场所、公园、绿化用地等，本项目土地修复后为公园用地，故本项目主要采用《重金属污染场地土壤修复标准》（DB43/T1165-2016）中的居住用地标准作为土壤评价标准。详见实施方案 P17。本项目核实污染范围 14121.2m<sup>2</sup>，污染方量 34723.34 m<sup>3</sup>，详见实施方案 P23。

**3、核实治理和修复目标。**

**回复 3：**已核实治理和修复目标，污染场地内重金属土壤经过治理后，土壤重金属浸出浓度执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值。

**4、构筑物拆除不纳入专项资金支持范围。**

**回复 4：**已删除构筑物拆除资金估算，详见实施方案综合估算表 P81-P83。

**5、加强二次污染防治措施。**

**回复 5：**已加强二次污染防治措施，详见实施方案 P63-P69。

**6、根据以上意见，调整投资估算。**

**回复 6：**已根据意见，调整投资估算。详见实施方案 P81-P83。

## 专家复核后意见

2018年湖南省土壤污染防治项目储备库入库审查

### 专家意见表

项目名称：岳阳市南湖新区原蓝天冶金建材有限公司污染地块治理与修复项目

#### 一、总体评价

该项目《场调报告》及《实施方案》基本按照审查意见进行了修改，建议列入A类项目库。

#### 二、进一步完善建议

修复治理方案中应完善修复治理目标，核实污染治理范围和方量，核实工程总投资。项目所处区域环境敏感，实施方案应细化防止二次污染的环保措施。

专家组签名：

日期：



## 2018 年湖南省土壤污染防治项目储备库入库审查

### 专家意见回复

项目名称：岳阳市南湖新区原蓝天冶金建材有限公司污染地块治理与修复项目

修复治理方案中应完善修复治理目标，核实污染治理范围和方量，核实工程总投资。项目所处区域环境敏感，实施方案应细化防止二次污染的环保措施。

回复：已完善修复治理目标，污染场地内重金属污染土壤经过治理后，土壤中的重金属浸出浓度执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值。已核实污染治理范围和方量，本项目污染土壤面积为 14121.2m<sup>2</sup>，污染土壤总量为 34723.34m<sup>3</sup>。已核实工程总投资，本工程估算总投资为 1940.28 万元，其中工程费用 1562.25 万元，工程其他费用 234.31 万元，预备费 143.73 万元。已细化防止二次污染的环保措施，对施工过程中产生的废水、废气、扬尘、噪声、固废等控制措施细化。

## 专家复核后意见

2018 年湖南省土壤污染防治项目储备库入库审查

### 专家意见表

项目名称：岳阳市南湖新区原蓝天冶金建材有限公司污染地块治理与修复项目

已基本按审查意见进行修改，建议在明确规划用地属性的基础上，核实治理修复目标，优化技术方案，加强二次污染防控。

专家组签名：

日期：2018.04.01

# 专家复核后意见

## 2018 年湖南省土壤污染防治项目储备库入库审查

### 专家意见表回复

项目名称：岳阳市南湖新区原蓝天冶金建材有限公司污染地块治理与修复项目

已基本按审查意见进行修改，建议在明确规划用地属性的基础上，核实治理修复目标，优化技术方案，加强二次污染防控。

回复：已明确规划用地属性，根据《岳阳楼-洞庭湖风景名胜区总体规划（2008-2030）——南湖景区规划总图》，岳阳市南湖新区月山片区（原蓝天冶金建材有限公司）场地规划为城市公园用地，见附件 2。已完善修复治理目标，污染场地内重金属污染土壤经过治理后，土壤中的重金属浸出浓度执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值。已细化防止二次污染的环保措施，对施工过程中产生的废水、废气、扬尘、噪声、固废等控制措施细化。

# 目 录

<b>第 1 章 项目概述</b> .....	<b>1</b>
1.1 项目概况.....	1
1.2 任务由来.....	1
1.3 区域概况.....	2
1.3.1 地理位置.....	2
1.3.2 环境概况.....	3
1.4 项目建设必要性.....	4
1.5 主要建设内容及规模.....	7
1.6 结论与建议.....	7
1.6.1 结论.....	7
1.6.2 建议.....	8
<b>第 2 章 编制依据</b> .....	<b>9</b>
2.1 法律、法规.....	9
2.2 环境标准.....	9
2.3 技术规范.....	10
2.4 其他资料.....	10
2.5 编制原则及范围.....	10
2.5.1 编制原则.....	10
2.5.2 编制范围.....	11
<b>第 3 章 土壤污染调查和风险分析</b> .....	<b>12</b>
3.1 基本信息与污染现状.....	12
3.1.1 场地地理位置.....	12
3.1.2 污染成因.....	12
3.1.3 污染物排放.....	13
3.1.4 场地地块现状.....	15
3.2 土壤污染调查结果.....	17
3.2.1 检测布点.....	17
3.2.2 检测结果.....	17
3.2.3 污染分布面积、数量.....	23

3.3 土壤污染风险分析.....	23
3.3.1 风险识别.....	23
3.3.2 危害识别.....	24
3.3.3 土壤中重金属对周边环境质量的风险分析.....	24
3.3.4 土壤中铅、砷、镉对人体健康风险分析.....	24
3.3.5 污染物毒性效应.....	26
<b>第 4 章 治理与修复范围和目标.....</b>	<b>27</b>
4.1 治理与修复范围.....	27
4.2 场地污染性质.....	27
4.3 治理与修复目标.....	28
<b>第 5 章 治理与修复技术方案.....</b>	<b>29</b>
5.1 土壤污染治理与修复技术概述.....	29
5.1.1 土壤修复的目的.....	29
5.1.2 土壤修复的原则.....	29
5.2 土壤污染治理与修复技术筛选.....	29
5.3 土壤污染治理与修复技术方案比选.....	33
5.4 稳定化/固化技术介绍.....	35
<b>第 6 章 土壤污染治理与修复工程方案.....</b>	<b>40</b>
6.1 设计依据.....	40
6.2 治理规模与治理思路.....	41
6.3 工艺设计.....	42
6.3.1 技术路线.....	42
6.3.2 污染土壤修复工艺流程.....	42
6.4 主体工程方案.....	43
6.4.1 稳定化场建设.....	43
6.4.2 土壤清挖.....	44
6.4.3 污染土壤稳定化处理.....	48
6.4.4 稳定化/固化处理注意事项.....	51
6.5 配套工程.....	52
6.5.1 生态恢复工程.....	52

6.5.2	截排水沟建设.....	54
6.5.3	污水处理.....	55
6.6	主要设备.....	58
6.7	环境监测计划.....	60
6.7.1	监测目的.....	60
6.7.2	施工全程环境监测.....	60
6.7.3	后期环境监测.....	62
6.8	二次污染防范.....	63
6.8.1	废水污染控制.....	64
6.8.2	废气及扬尘污染控制.....	65
6.8.3	噪声污染控制.....	66
6.8.4	污染土壤二次污染控制.....	68
6.8.5	固废污染控制.....	68
6.8.6	文明施工管理.....	70
6.8.7	卫生防疫管理.....	70
<b>第 7 章</b>	<b>项目组织管理与实施.....</b>	<b>72</b>
7.1	项目管理、组织机构与职责.....	72
7.1.1	项目管理.....	72
7.1.2	组织机构.....	73
7.1.3	职责.....	73
7.2	项目实施计划.....	74
7.3	项目招投标.....	74
7.3.1	概述.....	74
7.3.2	招投标依据.....	74
7.3.3	招标组织形式.....	75
7.3.4	招标组织形式与招标方式.....	75
7.3.5	招标初步方案.....	76
7.4	项目监理.....	76
7.4.1	监理目的.....	77
7.4.2	监理机构.....	77

7.4.3 岗位职责.....	77
7.4.4 监理工作流程.....	78
<b>第 8 章 经费估算与资金筹措.....</b>	<b>79</b>
8.1 编制依据.....	79
8.2 投资估算.....	79
8.3 经费使用计划.....	79
8.4 资金筹措.....	80
<b>第 9 章 效益分析.....</b>	<b>87</b>
9.1 环境效益.....	87
9.2 社会效益.....	87
9.3 经济效益.....	88
<b>第 10 章 项目风险分析.....</b>	<b>90</b>
10.1 政策风险.....	90
10.2 技术风险.....	90
10.3 资金风险.....	90
<b>表 10-1 投资风险评估及防范.....</b>	<b>91</b>
10.4 项目管理风险.....	91
10.5 风险程度分析.....	91
10.6 降低风险的主要措施.....	92
附件.....	93

# 第 1 章 项目概述

## 1.1 项目概况

项目名称：岳阳市南湖新区原蓝天冶金建材有限公司污染地块治理与修复

项目地点：岳阳市南湖新区

实施阶段：实施方案

编制单位：湖南艾布鲁环保科技股份有限公司

## 1.2 任务由来

随着经济发展和城镇建设速度的加快，土地用地性质的变更越来越频繁，许多原有的工业用地被逐步开发为居住用地、商业或娱乐公园用地。工业企业遗留的环境问题不仅可能对土壤、地下水等造成一定影响，而且可能危害到群众健康安全。国务院《关于加强环境保护重点工作的意见》（国发〔2011〕35号）更明确提出：“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”，国家环保部、工信部、国土资源部、住建部等4部门联合下发的《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）中也提出：“以已关停并转、破产、搬迁的化工、金属冶炼、农药、电镀和危险化学品生产、储存、使用企业，且原有场地拟再开发利用以及本地区其他重点监管工业企业为对象，组织开展环境调查和风险评估，掌握场地土壤和地下水污染基本情况，排查被污染场地（包括潜在被污染场地），建立被污染场地数据库和环境管理信息系统并共享信息”；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）明确提出“到2015年，全面摸清我国土壤环境状况”，并在主要任务中提出“强化被污染土壤的环境风险控制”。已被污染地块改变用途或变更使用权人的，应严格按照有关规定开展土壤环境风险评估，并对土壤环境进行治理修复，未开展风险评估或土壤环境质量不满足建设用地要求的，有关部门不得核发土地使用证和施



工许可证。经评估认定对人体健康有严重影响的污染地块，要采取措施防止污染扩散，治理达标前不得用于住宅开发”。

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。到本世纪中叶，土壤环境质量全面改善，生态系统实现良性循环。主要指标为：到2020年，受污染耕地安全利用率达到90%左右，污染地块安全利用率达到90%以上。到2030年，受污染耕地安全利用率达到95%以上，污染地块安全利用率达到95%以上。

为认真贯彻国务院《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，对工业企业搬迁腾退场地再开发利用时需开展土壤环境质量调查，并采取一定的污染治理与控制措施，降低土壤重金属污染以防止对场地将来使用者的健康造成危害。为此，岳阳市南湖新区管理委员会委托我司进行本项目的实施方案编制工作。

## 1.3 区域概况

### 1.3.1 地理位置

岳阳市位于湖南东北部，素称“湘北门户”。地处北纬28°25'33"~29°51'00"，东经112°18'31"~114°09'06"之间。东邻江西省铜鼓、修水县和湖北省通城县；南抵湖南省浏阳市、长沙市、望城区；西接湖南省沅江市、南县、安乡县；北界湖北省赤壁、洪湖、监利、石首县（市）。市东西横跨177.84公里，南北纵长157.87公里。土地总面积15087平方公里，占全省总面积的7.05%。城市规划区面积845平方公里，其中市区建成区面积88平方公里。

## 1.3.2 环境概况

### (1) 地形地貌

境内地貌多种多样，丘岗与盆地相穿插、平原与湖泊犬牙交错。山地、丘陵、岗地、平原、水面的比例大致为 15：24：17：27：17。境内地势东高西低，呈阶梯状向洞庭湖盆地倾斜。东有幕阜山山脉蜿蜒其间，自东南向西北雁行排列，脊岭海拔约 800m，幕阜山主峰海拔 1590m；南为连云山环绕，脊岭海拔约 1000m，主峰海拔 1600m；西南被玉池山脉所盘踞，主峰海拔 748m。全市两面环山，自东南向西北倾斜，东南为山丘区，西北为洞庭湖平原，中部为过渡性环湖浅丘地带。全市山地占 14.6%，丘岗区占 41.2%，平原占 27%，水面占 17.2%。

### (2) 气候条件

岳阳市处在东亚季风气候区中，气候带上具有中亚热带向北亚热带过渡性质，属湿润的大陆性季风气候。其主要特征：温暖湿润，四季分明，季节性强；热量丰富，严寒期短、无霜期长，春温多变，盛夏酷热；雨水充沛，雨季明显，降水集中；湖区气候均一，山地气候悬殊。年平均降水量为 1289.8～1556.2mm，呈春夏多、秋冬少，东部多、西部少的格局，春夏雨量占全年的 70%～73%，降雨年际分布不均，最长达 2336.5mm，降雨少的年份只有 750.9mm。年平均气温在 16.5～17.2℃之间，极端最高气温为 39.3～40.8℃，极端最低气温为-11.4～-18.1℃。城区年平均气温偏高，为 17.0℃。

### (3) 水文特征

岳阳市水系发达，湖泊星罗棋布，河流网织，有大小湖泊 165 个，280 多条大小河流直接流入洞庭湖和长江。洞庭湖是长江中游最重要的调蓄湖泊，湖泊面积 2691km<sup>2</sup>，总容积 170 亿 m<sup>3</sup>，分为东、西、南洞庭湖。岳阳市境内洞庭湖面积约 1328km<sup>2</sup>。东洞庭湖是洞庭湖泊群落中最大、保存最完好的天然季节性湖泊，占洞庭湖总水面的 49.35%，其水面大部分位于岳阳境内。

### (4) 土地资源

据 20 世纪 80 年代农业区划测算，岳阳市的土地资源的利用状况是，耕地 552.19 万亩，占土地面积的 24.64%，其中水田 391.72 万亩，旱地 160.47 万亩；林地 846.25 万亩，占 37.77%；园地 51.16 万亩，占 2.28%；草地 21.37 万

亩，占 0.95%；水面 380.47 万亩，占 16.98%；其他用地 389.42 万亩，占 17.38%。

### **(5) 森林资源**

岳阳市属中亚热带北缘常绿阔叶林亚地带。植物种类繁多，可鉴植物种类 80 科近 200 多种。乔木主要是松科的马尾松、湿地松，杉科的杉木，樟科的樟树，壳斗科的白栎、麻栎、苦槠、毛栗等，另外还有桃树、李树、柑橘等。

## **1.4 项目建设必要性**

### **1、减少重金属污染，保护洞庭湖水资源的需要**

洞庭湖，古称云梦、九江和重湖，处于长江中游荆江南岸，跨岳阳、汨罗、湘阴、望城、益阳、沅江、汉寿、常德、津市、安乡和南县等县市。洞庭湖北纳长江的松滋、太平、藕池、调弦四口来水，南和西接湘、资、沅、澧四水及汨罗江等小支流，由岳阳市城陵矶注入长江。湖盆周长为 803.2 公里，总容积 220 亿立方米，其中天然湖泊容积 178 亿立方米，河道容积 42 亿立方米。本项目污染场地离洞庭湖断面 100m 左右，严重威胁到洞庭湖区域的水安全。为保护和改善洞庭湖水质，保障人民群众身体健康，实施岳阳市南湖新区原蓝天冶金建材有限公司污染地块治理与修复，解决历史遗留问题，保障洞庭湖流域人民群众的饮水安全，实现洞庭湖流域水体环境质量达到功能目标。

### **2、是提升区域经济、促进城市发展的必要条件**

根据《岳阳楼-洞庭湖风景名胜区总体规划（2008-2030）——南湖景区规划总图》，岳阳市南湖新区月山片区（原蓝天冶金建材有限公司）场地规划为城市公园用地，重金属污染将极大制约区域的土地开发利用。通过本项目的实施，控制污染源的扩散，最大限度减少遗留重金属污染土壤对区域的影响，是“资源节约、环境友好”社会建立的基础，生态效益和社会效益十分显著。

本项目通过对该片区土壤进行全面整治，改善岳阳市原蓝天冶金建材有限公司数年沉积的污染，消除历史欠账，使该地区回归自然生态，是提高月山片区的建设和居民生活质量的需要，对构建和谐社会和可持续发展经济社会具有重要的意义。

### **3、消除重金属危害、保护居民身体健康的需要**

当前，构建社会主义和谐社会已经成为我国经济社会发展的首要目标，而以人为本是和谐社会的第一原则和核心，也是和谐社会建设的本质要求。人是构建和谐社会的主体，坚持以人为本、构建和谐社会，关键是要把实现好、维护好、发展好最广大人民的根本利益作为一切工作的出发点与归宿，认真解决人民群众最关心、最直接、最现实的利益问题，协调社会关系，促进人与自然、人与社会之间的总体和谐发展。

岳阳市原蓝天冶金建材有限公司污染物排放量大，污染程度较严重，在很大程度上影响和制约着当地经济的发展，当地老百姓的生活和身心健康已经受到了极大的影响。目前，几种常见重金属对环境以及人体健康危害主要表现为：

### **(1) 铅污染**

铅是一种积累性毒物，环境中的无机铅及其化合物十分稳定，不易代谢和降解，人类通过食物链摄取铅，也能从被污染的空气中摄取铅。铅对神经系统的损害是引起末梢神经炎，出现运动和感觉障碍。此外铅随血流入脑组织，损害小脑和大脑皮质细胞，干扰代谢活动，使营养物质和氧气供应不足，引起脑内小毛细血管内皮细胞肿胀，进而发展成为弥漫性的脑损伤。经常接触低浓度铅的人，当血铅达到每 100 毫升 60~80 微克时，就会出现头痛、头晕、疲乏、记忆力减退和失眠，常伴有食欲不振、便秘、腹痛等消化系统的症状。

### **(2) 砷污染**

砷是人体的非必需元素，元素砷的毒性极低，而砷的化合物均有剧毒，三价砷化合物比其它砷化合物毒性更强。砷通过呼吸道、消化道和皮肤接触进入人体，如摄入量超过排泄量，砷就会在人体的肝、肾、肺、子宫、胎盘、骨骼、肌肉等部位蓄积，与细胞中的酶系统结合，使酶的生物作用受到抑制失去活性，特别是在毛发、指甲中蓄积，从而引起慢性砷中毒，潜伏期可达几年甚至几十年，慢性中毒有消化系统症状、神经系统症状和皮肤病变等。砷还有致癌作用，能引起皮肤癌，在一般情况下，土壤、水、空气、植物和人体都含有微量的砷，对人体不会构成危害。主要来源于采矿、冶金、化学制药、玻璃工业中的脱色剂、各种杀虫剂、杀鼠剂、砷酸盐药物、化肥、硬质合金、皮革、农药等；危害的人群有农民、家庭主妇、特殊职业群体。地面水中含砷量因水源和地理条件不同而有很大差异，淡水为 0.2~230  $\mu\text{m/L}$ ，平均为 0.5  $\mu\text{m/L}$ ，

海水为  $3.7 \mu\text{m/L}$ 。如果 24 小时内尿液中的砷含量大于  $100 \mu\text{g/L}$  就使中枢神经系统发生紊乱，并有致癌的可能。而且如果孕妇体内砷超标还会诱发畸胎。

### (3) 锌污染

锌在土壤中富集，会使植物体中也富集而导致食用这种植物的人和动物受害。用含锌污水灌溉农田对农作物特别是小麦影响较大，会造成小麦出苗不齐，分蘖少，植株矮小、叶片萎黄。过量的锌还会使土壤失去活性，细菌数目减少，土壤中的微生物作用减弱。土壤中的锌可分为水溶态锌、代换态锌、难溶态锌(矿物中的锌)以及有机态锌。土壤中的锌来自各种成土矿物。风化的锌以  $\text{Zn}^{2+}$  形态进入土壤溶液中，也可能成为一价络离子  $\text{Zn}(\text{OH})^+$ 、 $\text{ZnCl}^+$ 、 $\text{Zn}(\text{NO}_3)^+$  等，有时则形成氢氧化物、碳酸盐、磷酸盐、硫酸盐和硫化物沉淀。锌离子和含锌络离子参与土壤中的代换反应，常有吸附固定现象。

### (4) 镉污染

镉是人体非必需元素，在自然界中常以化合物状态存在，一般含量很低，正常环境状态下，不会影响人体健康。当环境受到镉污染后，镉可在生物体内富集，通过食物链进入人体引起慢性中毒。进入人体的镉，在体内形成镉硫蛋白，通过血液到达全身，并有选择性地蓄积于肾、肝中。肾脏可蓄积吸收量的  $1/3$ ，是镉中毒的靶器官。此外，在脾、胰、甲状腺、睾丸和毛发也有一定的蓄积。镉的排泄途径主要通过粪便，也有少量从尿中排出。在正常人的血中，镉含量很低，接触镉后会升高，但停止接触后可迅速恢复正常。镉与含羟基、氨基、巯基的蛋白质分子结合，能使许多酶系统受到抑制，从而影响肝、肾器官中酶系统的正常功能。镉还会损伤肾小管，使人出现糖尿、蛋白尿和氨基酸尿等症状，并使尿钙和尿酸的排出量增加。肾功能不全又会影响维生素 D<sub>3</sub> 的活性，使骨骼的生长代谢受阻碍，从而造成骨骼疏松、萎缩、变形等。慢性镉中毒还可引起贫血，急性镉中毒大多是由于在生产环境中一次吸入或摄入大量镉化物引起。含镉气体通过呼吸道会引起呼吸道刺激症状，如出现肺炎、肺水肿、呼吸困难等。镉从消化道进入人体，则会出现呕吐、胃肠痉挛、腹疼、腹泻等症状，甚至可因肝肾综合症死亡。镉污染土壤，可造成公害病痛痛病。镉对土壤的污染，主要通过两种形式，一是工业废气中的镉随风向四周扩散，经自然沉降，蓄积于工厂周围土壤中，另一种方式是含镉工业废水灌溉农田，使土壤受到镉的污染。

根据对本项目污染场地的调查，本项目土壤中铅、砷、锌、镉都有不同程度的超标，由于污染区范围内的土壤重金属含量超标严重，短期内土壤无法得到恢复，污染场地临近集中居民区，因而污染区内群众普遍担心重金属超标会引起重金属中毒，产生了很大的心理压力，正常的生产生活受到了严重影响。

因此，本项目对区域内受污染土壤进行综合治理，以消除人们对人身安全的忧虑，已成为维护社会政治稳定、构建和谐社会和实现区域社会经济持续健康发展的重要内容和保证。

综上所述，本项目通过对岳阳市南湖新区原蓝天冶金建材有限公司污染地块治理与修复，既改善南湖新区的环境质量，保护片区内及周边居民的生产、生活安全，同时对保护人民群众健康具有重要的现实意义。

## 1.5 主要建设内容及规模

根据本项目场地调查报告，调查面积约 65 亩范围内土壤污染面积为 14121.2m<sup>2</sup>（约 21.2 亩），拟建设内容为对岳阳市南湖新区月山片区（原岳阳市蓝天冶金建材有限公司）14121.2 m<sup>2</sup> 污染范围内，34723.34 m<sup>3</sup> 污染土壤进行原位异地稳定化固化处理，稳定化固化处理后土壤回填至原开挖区，并对回填区进行生态恢复。

## 1.6 结论与建议

### 1.6.1 结论

本项目的实施，可以治理受重金属污染土壤面积 14121.2m<sup>2</sup>，该项目将消除岳阳市南湖新区原蓝天冶金建材有限公司遗留重金属污染隐患，有效改善该片区土壤环境，恢复该区域内的生态环境，确保原厂片区不再对区域及周边居民造成健康危害。

该项目的实施，对于构建岳阳生态水系功能网，以及洞庭湖水资源的开发、利用、节约、保护等具有重要意义，是构建和谐社会，促进岳阳社会经济可持续发展的迫切需要，具有显著的环境效益和社会效益。

## 1.6.2 建议

(1) 尽快进行本项目的申报工作，落实资金，为项目建设提供必要的基础，争取项目早日开工建设，早日发挥效益；

(2) 尽快办理项目建设所需的供电、通讯、用水手续和相关行政审批手续，为下阶段设计工作做准备；

(3) 在设计前，复核土壤污染方量；

(4) 在工程实施前，要对场地进行完整全面的细部调查；

(5) 在本项目施工期清理和拆除过程中，应对施工场地进行监管，避免项目实施过程中产生“二次污染”；

(6) 在项目实施前应统筹进行施工组织设计并合理编排工期。

## 第 2 章 编制依据

本项目方案主要依据如下法律、法规、规范及相关基础资料进行编制。

### 2.1 法律、法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月）；
- (2) 《中华人民共和国土地管理法》；
- (3) 《国务院办公厅转发环境保护部等部门关于加强重金属污染防治工作指导意见的通知》（国办发〔2009〕61 号）；
- (4) 《建设项目环境保护管理条例》；
- (5) 《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）；
- (6) 《关于加强土壤污染防治工作的意见》（环发〔2008〕48 号）；
- (7) 《国务院办公厅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）；
- (8) 《关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发〔2016〕31 号）；
- (9) 《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）。

### 2.2 环境标准

- (1) 《一般工业固体废物储存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）；
- (2) 《重金属污染场地土壤修复标准》湖南省地方标准（DB/T1165-2016）；
- (3) 《国家先进污染防治示范技术名录》；
- (4) 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；
- (5) 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；



- (6) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；
- (7) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- (8) 《地下水质量标准》（GB/T14848-93）；

## 2.3 技术规范

- (1) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）；
- (2) 《污染场地土壤修复技术导则》（HJ 25.4—2014）；
- (3) 《场地环境调查技术规范》（报批稿）；
- (4) 《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）；
- (5) 《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1-2014）；
- (6) 《湖南省建筑工程概算定额》及配套收费标准；
- (7) 《湖南省工程建设其他费用定额》。
- (8) 《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204-2011）；

## 2.4 其他资料

1、《岳阳市南湖新区原蓝天冶金建材有限公司污染地块场地调查报告》，湖南佳蓝检测技术有限公司岳阳分公司，2018年3月；

2、建设单位提供的其他资料。

## 2.5 编制原则及范围

### 2.5.1 编制原则

本实施方案的制定以“消除污染，不留隐患”为出发点，遵循“科学性、可行性、安全性”的总体原则。

(1) 科学性原则：采用科学的方法，综合考虑污染场地修复目标、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：制定的污染场地土壤修复方案要合理可行，要在前期工作的基础上，针对污染场地污染性质、程度、范围以及对人体健康或生态环境

造成的危害，因地制宜制定修复方案，合理选择土壤修复技术，实现修复目标。

(3) 安全性原则：制定污染场地土壤修复方案要确保污染场地修复工程实施安全，防止对施工人员、周边人群健康及生态环境产生危害和二次污染。

### 2.5.2 编制范围

本方案范围包括：项目区域现状概况，项目背景与建设的必要性，污染现状调查，治理与修复范围和目标，治理技术方案，组织管理实施，投资估算与资金筹措，效益分析等。

## 第 3 章 土壤污染调查和风险分析

### 3.1 基本信息与污染现状

#### 3.1.1 场地地理位置

本次污染地块位于湖南省岳阳市湖滨芦渔场三龟山北侧，地处东经 113°4'32"，北纬 29°20'41"，南为月山，北面和西面为洞庭湖。具体位置详见图 3-1。



图 3-1 本项目地理位置图

#### 3.1.2 污染成因

本项目所在地为岳阳市原蓝天冶金建材有限公司旧址，占地面积约 19000m<sup>2</sup>，1996 年经岳阳市环保局批准，1998 年建厂，从事粗铅冶炼，配置仓库间、烧结车间、鼓风机车间、收尘脱硫车间、渣池等，生产粗铅产品 5000 吨/年，污染物排放量大，致使片区的土壤受工业废气、废水、废渣的影响，经有关部门批准后于 2001 年关闭，关闭后原厂区形态基本保留，但原有建筑和设施废弃空置。

岳阳市蓝天冶金建材有限公司进行粗铅冶炼选用的是烧结-鼓风炉还原冶炼工艺，通过反应达到以下目的：（1）使铅还原成粗铅，并将贵金属富集其中；（2）使造渣成分进入炉渣，并尽可能使锌入渣；（3）使大部分铜进入硫，如炉料含铜不高，则使其富集于粗铅中；在炉料逐渐下移的过程中，受上升炉气的作用，发生的主要反应有金属氧化物的选择性还原、碳质燃料的燃烧和造渣。具体生产工艺如图 3-2 所示。

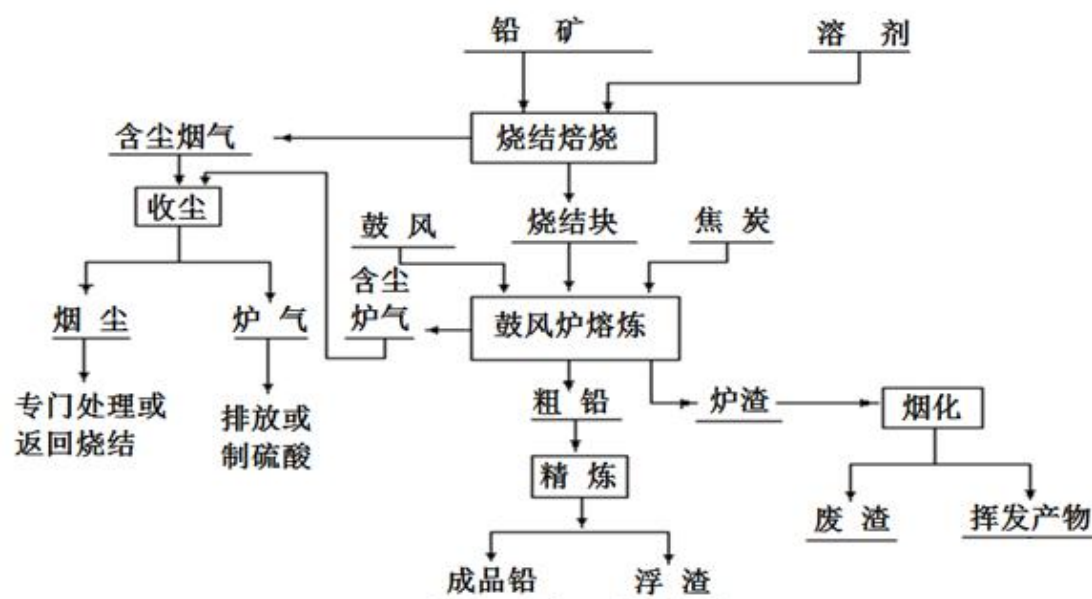


图 3-2 烧结-鼓风炉还原冶炼铅示意图

### 3.1.3 污染物排放

铅冶炼过程中产生的污染包括大气污染、水污染、固体废物污染和噪声污染，其中大气污染（颗粒物、二氧化硫、重金属等）、水污染（重金属、污酸及酸性废水）和固废污染是主要环境问题。

#### 一、大气污染

铅冶炼产生的大气污染物主要为颗粒物、二氧化硫和重金属（铅、锌、砷、镉及其氧化物），铅冶炼过程中的主要大气污染物来源如下表 3-1 所示。

表 3-1 铅冶炼主要大气污染物及来源

工序	产污节点	主要污染物
原料制备工序	精矿装卸、输送、配料、造粒、干燥、给料等过程	颗粒物、重金属（Pb、Zn、As、Cd）

工序	产污节点	主要污染物
熔炼-还原工序	熔炼炉、还原炉排气口；加料口、出铅口、出渣口、溜槽以及皮带机受料点等处泄露烟气	颗粒物、SO <sub>2</sub> 、重金属（Pb、Zn、As、Cd）、CO
烟化工序	烟化炉排气口；加料口、出渣口以及皮带机受料点等处泄露烟气	颗粒物、SO <sub>2</sub> 、重金属（Pb、Zn、As）
烟气制酸工序	制酸尾气	SO <sub>2</sub> 、硫酸雾、重金属（As）
浮渣处理工序	浮渣处理炉窑烟气；加料口，放冰铜口、出渣口等处泄露烟气	颗粒物、SO <sub>2</sub> 、重金属（Pb、Zn、As）

## 二、水污染

铅冶炼过程中产生的废水包括炉窑设备冷却水、冲渣废水、高盐水、冲洗废水、烟气净化废水等，铅冶炼主要水污染物及来源如下表 3-2 所示。

表 3-2 铅冶炼主要水污染物及来源

工序	产污节点	主要污染物
熔炼-还原工序	炉窑汽化水套或水冷水套、余热锅炉	盐类
烟化工序	炉窑汽化水套或水冷水套、余热锅炉	盐类
	冲渣	固体悬浮物（SS）、重金属（Pb、Zn、As）
烟气制酸工序	制酸系统烟气净化装置	酸、重金属（Pb、Zn、As、Cd）、SS
浮渣处理工序	炉窑汽化水套或水冷水套、余热锅炉	盐类
软化水处理站	软化水处理后产生的高盐水	钙、镁等离子
初期雨水收集	熔炼区、电解区初期雨水	酸、重金属（Pb、Zn、As、Cd）、SS
废气湿式除尘	湿式除尘器	SS、重金属（Pb、Zn、As、Cd）

## 三、固体废物污染

铅冶炼过程中产生的固体废物主要包括烟化炉渣、浮渣处理炉渣、含砷废渣、脱硫石膏渣及废触媒，铅冶炼主要固体废物及来源如下表 3-3 所示。

表 3-3 铅冶炼主要固体废物及来源

工序	产污节点	主要污染物
烟化工序	烟化炉	烟化炉水淬渣（含 Pb、Zn、As、Cu）

烟气制酸工序	污酸处理系统	含砷废渣（含 Pb、Zn、As、Cd）
	制酸系统	废触媒
浮渣处理工序	铜浮渣处理	浮渣处理炉渣（含 Pb、Zn、As、Cu）
烟气脱硫系统	烟气脱硫系统	脱硫副产物

#### 四、噪声污染

铅冶炼过程中产生的噪声分为机械噪声和空气动力性噪声，主要噪声源包括鼓风机、烟气净化系统风机、余热锅炉排气管及氧气站的空气压缩机等，在采取控制措施前，其噪声声级可达到 85dB（A）~120dB（A）。

#### 3.1.4 场地地块现状

根据《岳阳市南湖新区原蓝天冶金建材有限公司污染地块场地调查报告》可知，厂区地面建构物基本留存，厂区内留有粗铅冶炼时的部分生产设备，场地部分区域照片见图 3-3。





烟气管道



车间



地面杂物堆放

图 3-3 场地现状图

## 3.2 土壤污染调查结果

为查清本项目污染场地土壤环境质量，获取详实的调查数据，通过数据分析，判断土壤是否受到污染，并确定受污染程度和范围。岳阳市环保局南湖新区分局委托湖南佳蓝检测技术有限公司岳阳分公司进行了本项目的场地调查（《岳阳市南湖新区原蓝天冶金建材有限公司污染地块场地调查报告》，湖南佳蓝检测技术有限公司岳阳分公司，2018年3月）。

### 3.2.1 检测布点

根据本项目场地调查报告，场地环境调查面积约65亩，采取系统布点法（网格布点）的方式，采样单元面积为900平方米（30\*30米网格）布点方式。同时在场周边设置背景采样点，以确定本场地具体污染范围及污染程度。

### 3.2.2 检测结果

根据《岳阳楼-洞庭湖风景名胜区总体规划（2008-2030）——南湖景区规划总图》，岳阳市南湖新区月山片区原炼铅厂（原蓝天冶金建材有限公司）场地规划为城市公园用地（见附件1），因此本次土壤评价主要参考《重金属污染场地土壤修复标准》（DB43/T1165-2016）。《重金属污染场地土壤修复标准》（DB43/T1165-2016）规定了居住用地、商业用地和工业用地等不同污染场地土壤修复后的土地利用类型，居住用地类型包括城乡居住区、学校、宾馆、游乐场所、公园、绿化用地等，本项目土地修复后为公园用地，故本项目主要采用《重金属污染场地土壤修复标准》（DB43/T1165-2016）中的居住用地标准作为土壤评价标准。

根据调查场地的情况，参考《重金属污染场地土壤修复标准》（DB43/T1165-2016）中依据HJ 557-2010《固体废物 浸出毒性浸出方法 水平振荡法》制备出浸出液，地标规定：“修复目标场地边界半径2000m范围内存在饮用水源地、集中地下水开采区、涉水风景名胜区好自然保护区等水环境敏感点，重金属污染场地土壤浸出浓度执行《地表水环境质量标准》（GB3838）III类标准，除此之外执行IV类标准”，本项目场地距洞庭湖自然保护区最小距离小于100m，因此本项目土壤浸出浓度执行《地表水环境质量标准》



(GB3838) III类标准。该限值为修复后标准，不符合该限值则需实施土壤修复工程，使之符合该标准限值。地下水评价标准采用《地下水质量标准》(GBT14848)中的III类标准。具体分析数据详见(《岳阳市南湖新区原蓝天冶金建材有限公司污染地块场地调查报告》，湖南佳蓝检测技术有限公司岳阳分公司，2018年3月)，实验数据结果表明厂区外的土壤pH背景值偏低现象，因此不考虑pH影响，本节只对筛查的超标重金属元素及点位进行列表，详见表3-4~3-5。

表 3-4 土壤总量检测结果 (单位: mg/L, pH为无量纲)

样品编号检测因子	深度 (m)	铅
《重金属污染场地土壤修复标准》(DB43/T1165-2016)中的居住用地标准限值		280
TR3-1	0.2	752.36
TR3-2	0.7	465.62
TR4-1	0.2	728.24
TR4-2	0.7	421.56
TR5-1	0.2	958.65
TR5-2	0.7	653.37
TR5-3	1.2	386.82
TR6-1	0.2	435.17
TR8-1	0.2	342.86
TR9-1	0.2	492.16
TR9-2	0.7	283.83
TR10-1	0.2	618.42
TR10-2	0.7	326.18
TR11-1	0.2	962.53
TR11-2	0.7	634.77
TR11-3	1.2	421.43

样品编号检测因子	深度 (m)	铅
《重金属污染场地土壤修复标准》(DB43/T1165-2016) 中的居住用地标准限值		280
TR12-1	0.2	921.49
TR12-2	0.7	478.21
TR13-1	0.2	815.37
TR13-2	0.7	476.37
TR16-1	0.2	283.48
TR17-1	0.2	782.26
TR17-2	0.7	447.25
TR18-1	0.2	827.25
TR18-2	0.7	489.48
TR19-1	0.2	838.71
TR19-2	0.7	472.93
注: 超《重金属污染场地土壤修复标准》(DB43/T1165-2016) 中居住用地标准限值。		

表 3-5 土壤浸出 (水浸) 检测结果 (单位: mg/L)

样品编号检测因子	深度 (m)	铅	砷	锌	镉
《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 中的 III 类标准限值		0.05	0.05	1.0	0.005
TR1-1	0.2	0.1023	0.0091	0.04	0.0146
TR1-2	0.7	0.0542	0.0062	0.01ND	0.0096
TR1-3	1.2	0.0086	0.0058	0.01ND	0.0053
TR2-1	0.2	0.0916	0.0051	0.05	0.0193
TR2-2	0.7	0.0548	0.0036	0.11	0.0117

样品编号检测因子	深度 (m)	铅	砷	锌	镉
《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002)中的III类标 准限值		0.05	0.05	1.0	0.005
TR2-3	1.2	0.0336	0.0014	0.04	0.0083
TR3-1	0.2	0.4954	0.0101	0.01ND	0.0482
TR3-2	0.7	0.2768	0.0068	0.01ND	0.0221
TR3-3	1.2	0.1153	0.0041	0.01ND	0.0103
TR3-4	1.7	0.0681	0.0016	0.01ND	0.0082
TR3-5	2.2	0.0124	0.0003ND	0.01ND	0.0053
TR4-1	0.2	0.5014	0.0346	0.01ND	0.0342
TR4-2	0.7	0.2816	0.0254	0.01ND	0.0186
TR4-3	1.2	0.1508	0.0136	0.01ND	0.0102
TR4-4	1.7	0.0723	0.0041	0.01ND	0.0063
TR4-5	2.2	0.0215	0.0003ND	0.01ND	0.0005ND
TR4-6	3.2	0.0025ND	0.0003ND	0.01ND	0.0005ND
TR5-1	0.2	0.5407	0.0112	1.21	0.0541
TR5-2	0.7	0.4853	0.0063	0.83	0.0382
TR5-3	1.2	0.1989	0.0052	0.36	0.0214
TR5-4	1.7	0.0814	0.0013	0.05	0.0127
TR5-5	2.2	0.0438	0.0003ND	0.01ND	0.0083
TR6-1	0.2	0.2659	0.0076	0.25	0.0417
TR6-2	0.7	0.1125	0.0052	0.08	0.0176
TR6-3	1.2	0.0514	0.0038	0.01ND	0.0064
TR8-1	0.2	0.1621	0.0115	0.04	0.0492
TR8-2	0.7	0.0985	0.0086	0.83	0.0237
TR8-3	1.2	0.0314	0.0030	0.61	0.0082

样品编号检测因子	深度 (m)	铅	砷	锌	镉
《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002)中的III类标 准限值		0.05	0.05	1.0	0.005
TR9-1	0.2	0.3136	0.0052	0.89	0.0539
TR9-2	0.7	0.1254	0.0041	0.48	0.0358
TR9-3	1.2	0.0518	0.0013	0.22	0.0235
TR9-4	1.7	0.0074	0.0003ND	0.01ND	0.0148
TR9-5	2.2	0.0025ND	0.0003ND	0.01ND	0.0076
TR10-1	0.2	0.2618	0.0630	1.09	0.0547
TR10-2	0.7	0.1426	0.0044	0.86	0.0476
TR10-3	1.2	0.0871	0.0031	0.18	0.0269
TR10-4	1.7	0.0536	0.0008	0.01ND	0.0124
TR10-5	2.2	0.0294	0.0003ND	0.01ND	0.0053
TR11-1	0.2	0.5424	0.0854	1.12	0.0374
TR11-2	0.7	0.3625	0.0417	0.95	0.0208
TR11-3	1.2	0.2352	0.0246	0.68	0.0091
TR11-4	1.7	0.1126	0.0091	0.23	0.0032
TR11-5	2.2	0.0617	0.0015	0.01ND	0.0005ND
TR12-1	0.2	0.5308	0.0718	1.05	0.0533
TR12-2	0.7	0.2147	0.0367	0.73	0.0347
TR12-3	1.2	0.1034	0.0145	0.46	0.0215
TR12-4	1.7	0.0682	0.0026	0.18	0.0137
TR12-5	2.2	0.0235	0.0003ND	0.01ND	0.0062
TR13-1	0.2	0.4428	0.0406	0.94	0.0387
TR13-2	0.7	0.2617	0.0272	0.62	0.0216
TR13-3	1.2	0.1165	0.0184	0.25	0.0115

样品编号检测因子	深度 (m)	铅	砷	锌	镉
《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002)中的III类标 准限值		0.05	0.05	1.0	0.005
TR13-4	1.7	0.0724	0.0047	0.01ND	0.0052
TR15-1	0.2	0.1045	0.0126	0.03	0.0052
TR15-2	0.7	0.0613	0.0085	0.02	0.0005ND
TR16-1	0.2	0.1163	0.0116	0.01ND	0.0081
TR16-2	0.7	0.0894	0.0052	0.01ND	0.0034
TR16-3	1.2	0.0526	0.0034	0.01ND	0.0013
TR17-1	0.2	0.4136	0.0238	0.96	0.0532
TR17-2	0.7	0.2569	0.0174	0.34	0.0318
TR17-3	1.2	0.1378	0.0107	0.18	0.0172
TR17-4	1.7	0.0926	0.0003ND	0.01ND	0.0098
TR17-5	2.2	0.0254	0.0003ND	0.01ND	0.0056
TR18-1	0.2	0.4618	0.0136	0.83	0.0358
TR18-2	0.7	0.1687	0.0075	0.34	0.0245
TR18-3	1.2	0.0837	0.0017	0.15	0.0108
TR18-4	1.7	0.0063	0.0003ND	0.01ND	0.0053
TR19-1	0.2	0.4726	0.0425	0.76	0.0219
TR19-2	0.7	0.1892	0.0213	0.23	0.0098
TR19-3	1.2	0.1057	0.0084	0.06	0.0054
TR19-4	1.7	0.0828	0.0003ND	0.01ND	0.0017

根据表 3-4~3-5 及本项目场地调查报告，本项目土壤检测结果表明：采集的土壤样品中，表层土壤中铅的总量超过《重金属污染场地土壤修复标准》中居住用地标准，土壤水浸数据表明土壤受重金属铅、砷、锌、镉的污染。

### 3.2.3 污染分布面积、数量

根据本项目场地调查报告并结合实测地形图，调查面积 65 亩内污染土壤面积共 14121.2m<sup>2</sup>，污染土壤量约 34723.34m<sup>3</sup>，污染土壤量计算详见表 3-6。

表 3-6 土壤污染总量计算表

序号	点位	面积 (m <sup>2</sup> )	深度 (m)	数量 (m <sup>3</sup> )
1	TR1	886.3	1.7	1506.88
2	TR2	590.6	1.7	1004.02
3	TR3	847.1	3.2	2710.72
4	TR4	1027.7	2.2	2260.94
5	TR5	1066.1	3.2	3411.52
6	TR6	883	1.7	1501.1
7	TR8	1201.6	1.7	2042.72
8	TR9	705.9	3.2	2258.88
9	TR10	900	3.2	2880
10	TR11	900	3.2	2880
11	TR12	900	3.2	2880
12	TR13	761.3	2.2	1674.86
13	TR15	347.1	1.2	416.52
14	TR16	847.3	1.7	1440.41
15	TR17	889	3.2	2844.8
16	TR18	806.8	2.2	1774.96
17	TR19	561.6	2.2	1235.52
合计				34723.34

## 3.3 土壤污染风险分析

### 3.3.1 风险识别

根据《岳阳楼-洞庭湖风景名胜区总体规划（2008-2030）——南湖景区规划总图》，岳阳市南湖新区月山片区（原蓝天冶金建材有限公司）场地规划为城市公园用地。根据本片区规划的土地利用类型，土壤污染存在的风险主要为健康风险和对周边的环境风险。

### 3.3.2 危害识别

根据对片区土壤污染进行的调查，本项目土壤中铅、砷、锌、镉的含量均存在异常。其中锌只有在剂量较高时才会对人体产生危害，因此本风险分析以铅、砷、镉作为重点关注的污染物。

### 3.3.3 土壤中重金属对周边环境质量的风险分析

土壤中的重金属可以通过地表径流或向下淋滤污染水源，从而对周边环境造成危害，已有研究表明土壤中累积的重金属是导致地表径流中重金属负荷增加的主要原因。岳阳市原蓝天冶金建材有限公司厂址距洞庭湖的最近距离在100m内，丰水期洞庭湖水位上涨，湖水漫过场地边界，土壤中的重金属污染物会浸出而进入洞庭湖水体，污染洞庭湖水质，加重洞庭湖重金属污染。本项目的地表水轻微超标，地下水的实验数据未超标，可能与场地靠近洞庭湖，水的流动性大，稀释了地表水和场地内地下水重金属含量所致。

土壤中重金属污染的现行治理方法有工程修复、物理化学修复、化学修复、生物与生态修复等，化学修复中的稳定化/固化技术是加入土壤添加剂改变土壤的理化性质，通过重金属的氧化还原、吸附或共沉淀作用改变其在土壤中的存在形态，从而降低其生物有效性和迁移性，是一种缓解土壤污染物对生物毒害的有效方法。另外，污染土壤中的毒害重金属被稳定化/固化后，可减少向土壤深层和地下水迁移。

### 3.3.4 土壤中铅、砷、镉对人体健康风险分析

在现状用地方式下，片区周边为居住区、洞庭湖流域等，人群在生活过程中通过吸入空气、摄入土壤、皮肤接触等过程暴露接触到污染物，对人体产生危害。

本项目治理区域主要用地性质规划为城市公园用地，由于本项目针对的主要是片区内土壤污染，规划后假设片区其他介质（水体、空气、饮食等）均达到相应标准，不会对人体产生不可接受的危害，主要明确土中污染物会在何种情景下通过何种途径进入人体，对人体健康产生危害，详见图 3-4。

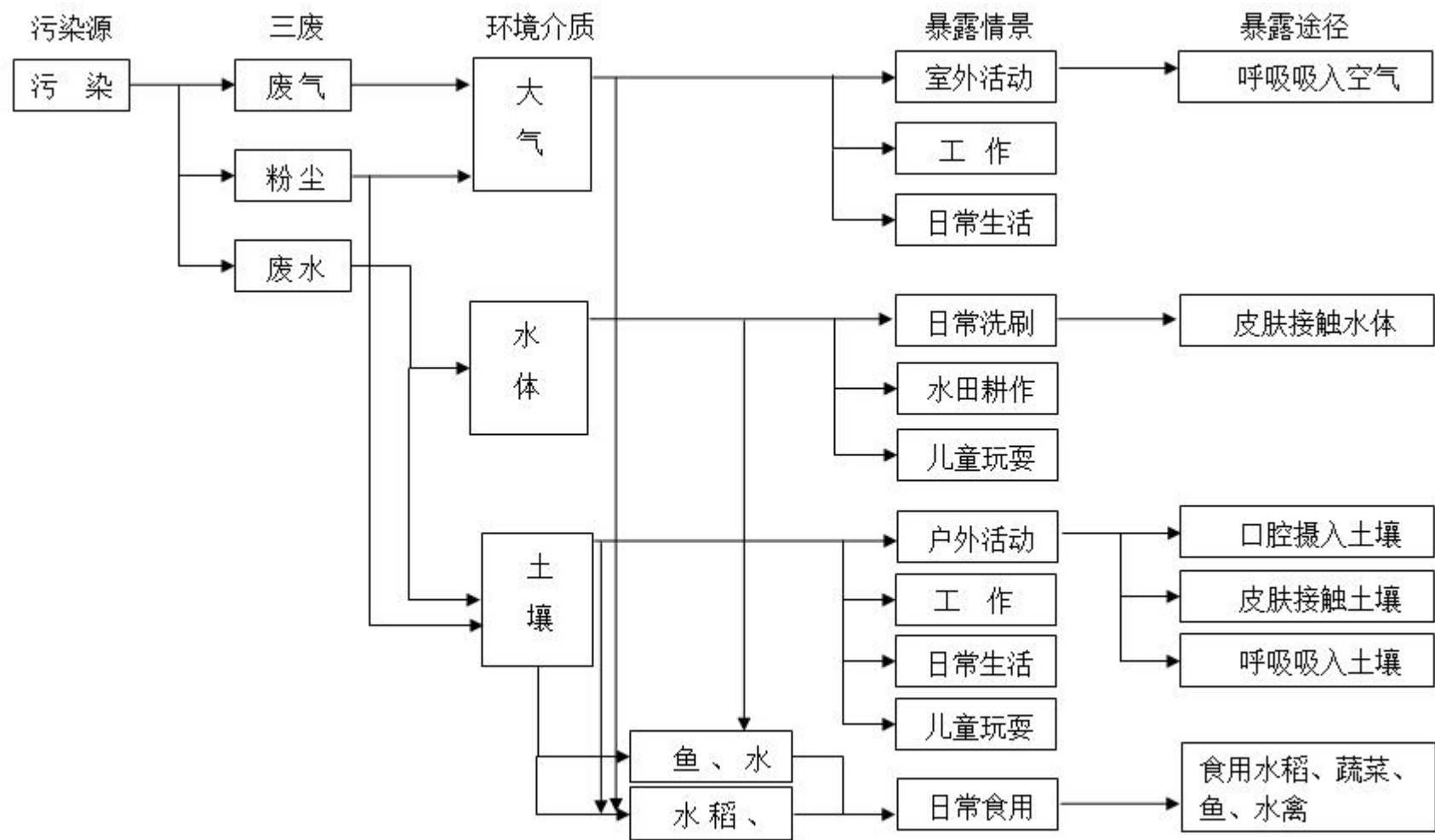


图 3-4 项目现状用地方式下人体污染暴露概念模型



### 3.3.5 污染物毒性效应

本项目中关注的主要污染物的毒性效应见表 3-7。

表 3-7 主要污染物的人体毒性效应

污染物	毒性效应		靶器官	致癌效应
	急性中毒	慢性中毒		
铅 (Pb)	LD50 为 70mg/kg(大鼠经静脉)	导致心悸, 易激动, 血象红细胞增多。铅侵犯神经系统后, 出现失眠、多梦、记忆减退、疲乏, 进而发展为狂躁、失明、神志模糊、昏迷, 最后因脑血管缺氧而死亡。	大脑、神经系统	一种潜在性泌尿系统致癌物质
砷 (As)	急性胃肠炎、心血管损害、中毒性肝病、迟发性神经病、皮肤及附件改变	皮肤损害、皮炎、溃疡、皮肤癌; 脑衰弱综合征、胃肠功能障碍、肝脏肿大	肝脏、肾脏、造血功能器官	具有致畸、致癌、致突变效应; IARC 列为 1 类人体致癌物
镉 (Cd)	肺炎、肺水肿、呼吸困难	呕吐、胃肠痉挛、腹痛、腹泻等症状, 甚至可因肝肾综合症死亡	肝脏、肾脏	具有致畸、致癌、致突变效应

## 第 4 章 治理与修复范围和目标

### 4.1 治理与修复范围

岳阳市南湖新区原蓝天冶金建材有限公司污染地块治理与修复范围划分的基本原则包括：

(1) 依据用地内超标点分布，进行治理范围划分，修复范围边界选择清洁土壤点或超标点和清洁点之间位置；

(2) 治理与修复范围根据现有用地现状，尽量避开现有建筑物、水塘、道路等。拟治理与修复范围：原厂片区 14121.2m<sup>2</sup> 范围内污染土壤。

### 4.2 场地污染性质

根据本项目场地调查报告，场地主要污染物为重金属污染物，各污染物的理化性质见表 4-1。

表 4-1 本场地主要污染物理化性质

污染物	颜色、状态	原子量	相对密度 (水=1)	存在形式及毒性
铅 (Pb)	青白色	207.2	11.34	急性毒性：LD5070mg/kg(大鼠经静脉)
砷 (As)	银灰色块状 固体	74.92	5.73	三氧化二砷，剧毒，俗称砒霜。砷酸，水中溶解度 59%，有急性毒性和致癌作用。
锌 (Zn)	浅灰色	65.38	7.14	Zn <sup>2+</sup> 、Zn(OH) <sup>+</sup> 、ZnCl <sup>+</sup> 等，食用富集锌的植物对人和动物都有伤害
镉 (Cd)	蓝白色	112.41	8.65	镉化合物都有一定的毒性，人体吸收后能在体内形成镉硫蛋白，选择性地蓄积肝、肾中

### 4.3 治理与修复目标

污染场地内重金属污染土壤经过治理后，采取可行的工程措施，表层土壤重金属污染物总量达到《重金属污染场地土壤修复标准》（DB43T1165-2016）中居住用地标准限值，土壤中的重金属浸出浓度执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类标准限值。土壤修复治理过程中产生的污水，经一体化设备处理后排放浓度小于《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）表 1 标准和表 4 一级标准限值，确保场地治理后，无遗留的重金属污染。

表 4-2 重金属污染场地土壤修复总量标准（单位：mg/kg，pH 为无量纲）

序号	污染物	浓度限值
1	总铅	280
2	总砷	50
3	总锌	500
4	总镉	7

表 4-3 重金属污染场地土壤修复浸出液目标值（mg/L）

序号	污染物	修复目标值
1	铅	0.05
2	砷	0.05
3	锌	1.0
4	镉	0.005

## 第 5 章 治理与修复技术方案

### 5.1 土壤污染治理与修复技术概述

#### 5.1.1 土壤修复的目的

污染场地修复的目的是采用场地修复技术转移、吸收、降解或转化场地中的污染物，或阻断污染物对受体的暴露途径，使场地对暴露人群的健康风险控制在可接受水平，从而恢复场地使用功能，保证场地二次开发利用的安全性。

#### 5.1.2 土壤修复的原则

##### 1、规范性原则

采用程序化和系统化的方式规范土壤修复过程和行为，恢复场地使用功能。

##### 2、可行性原则

针对场地特征条件和健康风险综合考虑污染场地修复目标、修复技术的应用效果、修复时间、修复成本、修复工程的环境影响等因素，合理选择修复技术，科学制定修复方案，使修复工程切实可行。

##### 3、安全性原则

土壤修复工程的实施应注意施工安全和对周边环境的影响，避免对施工人员和周边人群健康产生危害。

### 5.2 土壤污染治理与修复技术筛选

土壤重金属污染具有隐蔽性、长期性和不可逆性的特点。土壤中有害重金属积累到一定程度，不仅会导致土壤退化，农作物产量和品质下降，而且还可以通过径流、淋失作用污染地表水和地下水，恶化水文环境，并可能直接毒害植物或通过食物链途径危害人体健康。目前，世界各国对土壤重金属污染修复技术进行广泛的研究，主要包括以下几种修复措施：

#### (1) 工程修复

治理重金属污染土壤的常规工程修复技术主要包括客土、换土和深耕翻土等措施。通过客土、换土和深耕翻土与污土混合，可以降低土壤中重金属的含量，减少重金属对土壤-植物系统产生的毒害，降低重金属元素进入食物链的量，从而使农产品达到食品卫生标准。深耕翻土一般用于轻度污染的土壤，而客土和换土则是用于重污染区的常见方法，在这方面日本和许多国家取得了成功的经验。

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

## （2）物理化学修复

### ① 电动修复

电动修复的原理是通过电流的作用，在电场的作用下，土壤中的重金属离子（如 Pb、Cd、Cr、Zn 等）和无机离子以电透渗和电迁移的方式向电极运输，然后进行集中收集处理。研究发现，土壤 pH、缓冲性能、土壤组分及污染金属种类会影响修复的效果。电动修复方法作为一种新兴的土壤原位修复技术，可适用于不能改变现场环境的区域（如受污染区域上有建筑物）。该技术对于质地均匀的粉尘和粘土处理效果更为显著，对于重金属去除效率高，一般都可达到 90% 以上。目前该技术已经在德国、美国等国家进行了大范围的工程试验。但由于受土壤性质的限制，存在电流效率有待提高等问题。

### ② 电热修复

电热修复的原理是利用高频电压产生电磁波，产生热能，对土壤进行加热，使污染物从土壤颗粒内解吸出来，加快一些易挥发性重金属从土壤中分离，从而达到修复的目的。该技术可以修复被 Hg 和 Se 等重金属污染的土壤。另外可以把重金属污染区土壤置于高温高压下，形成玻璃态物质，从而达到从根本上消除土壤重金属污染的目的。电热修复技术适用于易挥发性重金属元素污染的治理，其应用具有一定的局限性，而且运行成本也较高。

## （3）化学修复

### ① 稳定化/固化技术

重金属化学固定修复的研究开始于 20 世纪 50 年代，人们最早用吸附剂固定水体中不同重金属，随后逐渐应用到土壤重金属的吸附固定中。随着人们对土壤重金属赋存形态的进一步研究，发现了重金属的毒性与其在土壤中存在的各种形态有密切的相关性，一些基于降低重金属生物有效性的物质被应用于稳定化/固化土壤和沉积物中的重金属。许多固定物质，如人工合成沸石、磷酸盐衍生物等应用于重金属污染土壤的治理中，在随后的长期研究和实践过程中，逐渐形成了一种污染土壤修复技术，即土壤稳定化/固化技术。所谓稳定化/固化，即使加入土壤添加剂改变土壤的理化性质，通过重金属的氧化还原、吸附或共沉淀作用改变其在土壤中的存在形态，从而降低其生物有效性和迁移性，是一种缓解土壤污染物对生物毒害的有效方法。另外，污染土壤中的毒害重金属被稳定化/固化后，可减少向土壤深层和地下水迁移。

该技术关键在于选择经济有效的稳定化/固化剂。常用的稳定化/固化剂有石灰、沸石、碳酸钙、磷酸盐、硅酸盐和促进还原作用的有机物质，不同稳定化/固化剂对重金属的作用机理不同。

施用石灰或碳酸钙主要是提高土壤 pH 值，促使土壤中 Cd、Cu、Hg、Zn 等元素形成氢氧化物或碳酸盐结合态盐类沉淀。如当土壤 pH>6.5 时，Hg 就能形成氢氧化物或碳酸盐沉淀。大量研究发现，在低石灰水平下，土壤有机质的羟基和羧基与 OH<sup>-</sup>反应，促使土壤可变电荷增加，有机结合态的重金属增多，并且 Cd<sup>2+</sup>与 CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>结合生成难溶于水的 CdCO<sub>3</sub>。

应用磷酸盐和硅酸盐稳定化/固化土壤重金属的技术研究报道较多，一般认为该物质可使土壤中重金属形成难溶性的沉淀。如向土壤中投放硅酸盐钢渣，对 Cd、Ni、Zn 离子具有吸附和共沉淀作用。水田土壤中的 Cd 以磷酸镉的形式沉淀，磷酸汞的溶解度也很小。利用一些对人体无害或有益的金属元素的拮抗作用，也可以减少土壤中重金属元素的有效性。

化学修复是污染土壤治理过程中一种非常有效的方法，该技术能在原位稳定化/固化重金属，不但大大减轻土壤重金属污染，而且其产物可用于建筑、道路建设等，从而大大降低成本。但稳定化/固化方法并不是一个永久性的措施，只是改变了重金属在土壤中的存在形态，仍持留在土壤中。

## ② 土壤淋洗

土壤淋洗是利用淋洗液把土壤固相中的重金属转移到土壤液相中去，再把富含重金属的废水进一步回收处理的土壤修复方法。该方法的技术关键是寻找一种既能提取各种形态的重金属，又不破坏土壤结构的淋洗液。目前，用于淋洗土壤的淋洗液较多，包括有机或无机酸、碱、盐和螯合剂。国外专家检验了柠檬酸、苹果酸、乙酸、EDTA、DTPA对印度芥菜吸收Cd和Pb的效应，国内研究也发现EDTA可明显降低土壤对铜的吸收率，吸收率与解吸率与加入的EDTA量的对数呈显著负相关。土壤淋洗以柱淋洗或堆积淋洗更为实际和经济，适用于面积小污染重的土壤治理，但也易引起二次污染，导致某些营养元素的淋失和沉淀，破坏了土壤微团聚体结构，同时容易导致地下水污染，目前国内尚无大规模应用的工程实例。

#### (4) 生物与生态修复

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

##### ① 植物修复技术

从20世纪80年代问世以来，利用植物资源与净化功能的植物修复技术迅速发展。植物修复技术包括利用植物超积累或积累性功能的植物吸取修复、利用植物根系控制污染扩散和恢复生态功能的植物稳定修复、利用植物代谢功能的植物降解修复、利用植物转化功能的植物挥发修复、利用植物根系吸附的植物过滤修复等技术。可被植物修复的污染物有重金属、农药、石油和持久性有机污染物、放射性核素等。其中，重金属污染土壤的植物吸取修复技术在国内外都得到了广泛研究，已应用于砷、镉、铜、锌、镍、铅等重金属以及与多环芳烃复合污染土壤的修复，并发展出包括络合诱导强化修复、不同植物套作联合修复、修复后植物处理处置的成套集成技术。近年来，植物稳定修复技术被认为是一种更易接受、大范围应用并利于矿区边际土壤生态恢复的植物技术。

##### ② 微生物修复技术

微生物修复是指利用天然存在的或所培养的功能微生物群，在适宜环境条件下，促进或强化微生物代谢功能，从而达到降低有毒污染物活性或降解成无毒物质的生物修复技术。微生物修复的实质是生物降解，即微生物对物质(特别

是环境污染物)的分解作用。微生物可以对土壤中重金属进行固定、移动或转化,改变它们在土壤中的环境化学行为,促进有毒、有害物质解毒或降低毒性,从而达到生物修复的目的。因此,重金属污染土壤的微生物修复原理主要包括生物富集(如生物积累、生物吸着)和生物转化(如生物氧化还原、甲基化与去甲基化以及重金属的溶解和有机络合配位降解)等作用方式。

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

### ③ 组合人工湿地技术

组合人工湿地是模拟和仿照不同类型的自然湿地生态系统的结构与特点,通过组合设计与工程手段强化湿地生态系统净化与景观功能的复合系统。常用的组合人工湿地系统包含了垂直流、潜流和表流湿地单元。

人工湿地在液固体废物处理中具有很高的应用价值,通过组合构成的人工湿地系统适用面广,其不仅可以达到处理目标,还具有高效益、低能耗、污水回用可作为灌溉水源、为野生动植物提供栖息场所等优点,这一处理方法,尤其适合于远离废物处理中心的区域。组合人工湿地技术可用来构筑生态防污带,防止污染扩散,也可以用来处理污染地区土壤的渗滤液和地表径流,防止污染土壤的水土流失对周边环境的影响。但人工湿地技术不能直接用以重金属污染土壤的修复,仅可以作为辅助系统用以处理土壤的渗滤液和地表径流。

## 5.3 土壤污染治理与修复技术方案比选

重金属污染土壤修复是一项系统工程,在技术方案比选中应充分考虑技术可行性、治理周期、土地规划用途和处理经济性等多种限制因素。因此,在设计重金属土壤治理方案前应根据上述限制因素筛选基本处理工艺,并结合具体污染状况、技术可行性和工程实施难度明确备选方案,技术方案比选如下表 5-1 所示。



表 5-1 土壤污染治理技术方案比选表

技术类型		优点	缺点	施工方法及治理后土壤性质变化	治理成本	结论
物理化学修复	稳定化/固化	原位修复，工艺简单可操作性强，经济可行，处理周期短，处理后材料可作为建设或绿化用地，国内外有大规模的工程应用实例。	经稳定化/固化处置后的土壤环境对其中重金属活度及稳定性有影响。	施工方法常见为异位处理，采用药剂添加-搅拌；基本不改变土壤的形态（土壤的肥性会略有下降），pH 值约为 8-9	100-350 元/吨土壤	本项目推荐技术：该技术可有效降低土壤重金属活度，控制污染地区重金属迁移。且稳定化后土壤可回填作为建设用土，故推荐作为本区域治理技术手段。
	土壤淋洗	污染物去除彻底，治理后土壤可用于原址回填，适用于污染严重、面积较小的土壤修复。	淋洗后废水的处理增加成本。淋洗后土壤结构和肥力破坏严重。	异位处理；加入淋洗药剂将土壤颗粒中吸附的重金属，淋洗至液相中，清洗废液处理达标后排放；重金属污染物被洗出，但土壤基质改变较大，土壤肥力尽失。	300-600 元/吨土壤（含产生废水的处理）	处理过程中容易造成二次污染，处理成本较高，故不推荐作为本区域治理手段。
工程修复	客土换土法	工艺流程简单，可操作性强，治理效果稳定，治理场地可作为建设或绿化用地。	需要取用大量客土，并且等量污染土壤需要处置。	异位治理，处理过程中会影响场地正常运营，土壤基质改变巨大	100-450 元/吨土壤（含换土及等量污染土壤治理）；	该区所需客土量大，且去除的大体积污染土壤难以找到合适的处置场所，所以不适于作为本区域的治理手段。

由于目前对于重金属污染土壤，如果采取将重金属从土壤中去除至可接受水平，成本往往非常高。而且，采用这种方式往往易带来二次污染（如淋洗技术淋洗处理不当等）以及土壤生态环境的破坏。因此，综合考虑本项目重金属污染土壤对人体健康及生态环境造成危害的主要途径、该片区未来的用地规划、修复成本等因素，采取降低土壤中重金属生物有效性、切断健康风险暴露途径（主要目的在于保护人体健康）以及降低土壤中重金属迁移特性（主要目的在于保护地下水）的策略对本项目重金属污染土壤可能造成的风险进行有效控制。

本项目污染土壤主要为铅、镉超标，其次为砷、锌。由表 5-1 可知，综合考虑技术可靠性、工程操控性、成本经济性的最优匹配，确定岳阳市南湖新区原蓝天冶金建材有限公司污染地块土壤治理以稳定化技术为主导，同时结合土地利用规划，对接纳治理后土壤的原址区域辅以植物生态修复技术，对土壤进行辅助性长效治理，有效改善当地土壤生态环境。

## 5.4 稳定化/固化技术介绍

### (1) 稳定化/固化技术简介

稳定化/固化（Stabilization/Solidification, S/S）土壤修复技术指运用物理或化学的方法将土壤中的有害污染物固定起来，或者将污染物转化成化学性质不活泼的形态，阻止其在环境中迁移、扩散等过程，从而降低污染物质的毒害程度的吸附技术。在美国环保署（USEPA）超级基金修复中心中稳定化/固化技术还包括玻璃化技术（vitrification）。在英环保署公布的《稳定化/固化技术处理污染土壤导则》中，稳定化/固化技术含义较宽，指通过添加物和土壤反应，减少污染物的移动性或者有效性，添加物能通过吸附、沉淀使污染物发生化学变化，引入到某种稳定固体物质的晶格中。根据 EPA 的定义，稳定化和固化具有不同的含义。稳定化是指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。固化指将污染物囊封入惰性基材中，或在污染物外面加上低渗透性材料，通过减少污染物暴露的淋滤面积达到限制污染物迁移的目的。

重金属化学稳定化/固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废渣、土壤和淤泥沉积物、铬渣、汞渣、砷渣等领域的环境治理中。在美国 1982-2005 年间，超级基金共对 977 个场地进行修复或拟修复，其中有 217 个场地修复使用稳定化/固化技术，在重金属污染项目中，稳定化/固化处理技术超过了 50%。

稳定化/固化技术可原位和异位实施，常用的工艺是将稳定固化剂与污染介质（废渣、底泥或土壤等）充分混合与养护，通过一系列物理化学反应过程，

最终将污染介质中易溶出重金属处理为长期稳定低溶出的形态，甚至固定在原始矿石结构中。根据本项目的特点，应选择原地异位稳定化/固化技术。

## (2) 稳定化/固化技术的特点

①有效性：采用重金属稳定剂的稳定化技术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。全球通过稳定化/固化技术有效实现废渣或土壤治理的项目多达数千个。

②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。稳定化技术在国际重金属修复领域长期持续的应用，印证了其处理污染物后达到无害化的显著效果和工程应用的可靠性。

美国州际技术和法规委员会于 2011 年 7 月发表的《稳定化/固化效果评估发展技术导则》指出，在多家研究机构长期跟踪研究的十多个 1989 至 2006 年完成的稳定化/固化项目中，技术有效性均达到原设计水平，模拟的结果也表明有效性可达数百年或更长。

③高效性：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。国内工程案例，如上海世博园区原工厂旧址受损土壤修复项目和上海松江区某重金属污染场地治理项目中，稳定化/固化技术视工程进度异位处理的处理量在 500-2000m<sup>3</sup>/d；2008 年美国加利福尼亚州某前船坞治理与再开发项目，每天完成的土壤稳定化/固化处理量超过 3000 吨。

④实用性：稳定剂技术可以原位或异位修复污染，无需特制设备，对各种场地情况都有成熟的项目施工方案。相比土壤淋洗、高温玻璃化、电动分离法等其他重金属污染修复技术，稳定化/固化技术经济实用性更佳。

2010 年 9 月发表的统计数据表明，稳定化/固化技术为美国 EPA 高度认可的重金属修复技术，在 1982 年至 2010 年完成的 1180 个大型超级基金污染处理项目中，超过 20% 的项目采用了稳定化/固化技术，而在重金属污染治理项目中，采用稳定化/固化技术的比例超过 50%。

⑤安全性：稳定剂无毒无害，不造成二次污染。稳定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，稳定化/固化药剂安全性更好。

据相关统计资料，已完成的稳定化/固化处理项目中，尚无因为药剂安全性所产生的环境或安全事故。美国州际技术与法规委员会也定义了相关的稳定化/固化技术的使用安全规范，以确保该技术应用过程中合理规范的药剂应用，而不会产生新的安全与环境问题。

### (3) 稳定化药剂种类及其机理

稳定化/固化技术通常采用的药剂主要包括如下三类：有机络合螯合剂、无机稳定固化剂、粘土矿物。

其反应机理主要包括如下几个方面：

#### ① 络合反应

重金属稳定剂主要的稳定工作原理是基于（氢）氧化物表面络合吸附原理。

物质表面官能团是稳定剂参与络合作用的基本单元，是表面络合理论的核心，不仅影响着溶解化合态与表面官能团之间的自由能，而且它的性质控制了吸附反应的化学计量以及吸附随溶液化学性质的变化。此外，表面官能团还决定了矿物-水界面的电学性质并最终确定吸附剂的吸附容量。

重金属稳定剂表面金属 M 与水相中化学能差通过形成表面羟基进行补偿平衡，不同类型的表面羟基具有不同的配位活性。例如羟基氧化铁（FeOOH），它广泛存在于土壤、水体沉积物和矿山废水等自然环境中，通常以针铁矿（ $\alpha$ -FeOOH）、纤铁矿（ $\gamma$ -FeOOH）和四方纤铁矿（ $\beta$ -FeOOH）等多种同质异构体存在。重金属稳定剂表面羟基构成了（氢）氧化物矿物表面上的络合反应位，见图 5-3。

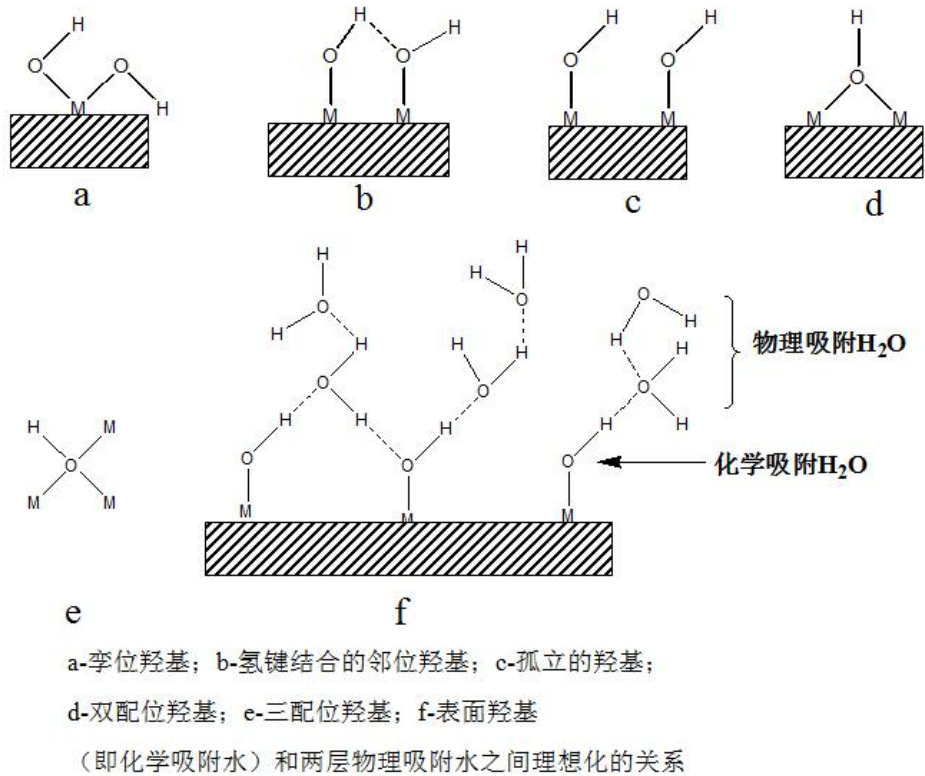
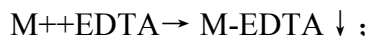


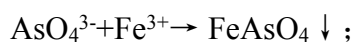
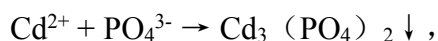
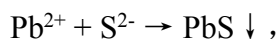
图 5-3 (氢)氧化物表面各类表面羟基示意图

FeOOH 的配位活性取决于 Fe-OH 基团中氧的配位环境。羟基氧化铁因具有较为稳定的化学性质，较高的比表面积和微孔道结构，成为一种有效的重金属吸附材料，同时它们可以通过沉淀、离子交换和吸附等作用，稳定环境中的重金属。

②螯合：有机螯合剂的主要机理是利用长链或多活性官能基的有机物结构与目标污染物结合，形成疏水性的化合物，大致反应式有



③钝化：硫基与磷基等无机稳定固化剂通过与重金属形成惰性沉淀物的手段来有效降低重金属活性，达到稳定化效果，其大致反应式可如下表示：



④晶格化：粘土矿物类药剂是利用本身的高反应表面积捕捉重金属离子，重金属离子更可能进一步进入粘土矿物本身的矿物结构晶格中，形成稳定的矿物形态；例如，施威特曼矿（简称施氏矿物），是一种次生羟基硫酸盐高铁矿物，分子式为  $Fe_8O_8(OH)_{8-2x}(SO_4)_x$ ，其中  $1 \leq x \leq 1.75$ ，见下图 5-4。

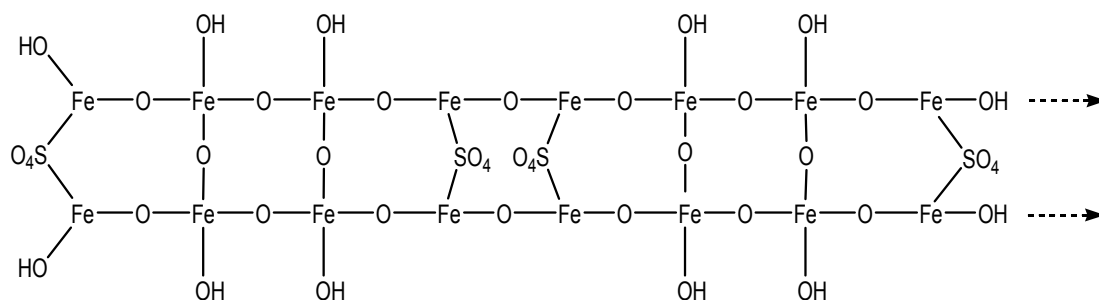


图 5-4 施威特曼晶体结构图

施氏矿物在 pH5-6 的条件下形成，由于比表面积大（ $100-200\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ ），并含有大量羟基、硫酸根等基团，使其具有很强的重金属吸持能力。大量研究表明，此类羟基硫酸高铁矿物是重金属离子的重要沉淀及稳定因素，调控着重金属的溶解、迁移与生物毒性。

该吸附及稳定过程可用下式表示：



⑤氧化还原：使多价态重金属从高毒性价态转性成低毒性的价态，并形成惰性沉淀物，如将高毒性的三价砷氧化为毒性较小的五价砷等；

⑥调节 pH 值：添加化学药剂调整 pH 值使土壤整体 pH 维持在目标污染物溶解度极低的范围内，降低溶出可能性；

⑦固化：针对土壤经稳定化处理后的去向，选择性的添加固化剂，从而达到所需的物理强度，同时通过将稳定化的污染物包裹在不透水材料中，进一步加强健康和环境的保护性。

## 第 6 章 土壤污染治理与修复工程方案

本项目重金属污染土壤修复主体工程内容包括：稳定化/固化处理场建设工程、污染土壤清理与稳定化/固化处理工程、修复后土壤的处置工程（含土壤回填、场地平整等）。

### 6.1 设计依据

#### 1、法律法规

- 1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月）
- 2) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》
- 3) 《中华人民共和国水污染防治法》，2008 年 6 月；
- 4) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2000 年 9 月；
- 5) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，1996 年 10 月；
- 6) 《中华人民共和国清洁生产促进法》，2003 年 1 月；
- 7) 《建设项目环境保护管理条例》，1998 年 11 月。

#### 2、标准和规范

- 1) 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）；
- 2) 《重金属污染场地土壤修复标准》（DB43/T1165-2016）；
- 3) 《工业企业土壤环境质量风险评价基准》（HJ/T25-1999）；
- 4) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）；
- 5) 《有色金属工业固体废弃物污染控制标准》（GB5085-85）；
- 6) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；
- 7) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- 8) 其它相关现行法律、法规和标准。

## 6.2 治理规模与治理思路

本项目需要治理的土壤污染面积共 14121.2m<sup>2</sup>，土壤污染修复量 34723.34m<sup>3</sup>。

根据本项目场地调查报告，调查结论显示：场地内重金属铅总量超过标准限值，重金属铅、砷、锌、镉的水浸超过标准限值，考虑到场地内土壤污染物为重金属污染，且污染较为单一，主要为铅、镉污染，因此拟对场内采用同一种治理方法——稳定化/固化技术。

考虑到污染范围内，仅有少数点位砷、锌污染，在稳定化/固化处理过程中，针对不同的重金属污染物，调整药剂配方，因地制宜，以节约药剂用量。

根据治理技术方案，本场地土壤中的重金属污染物采用原地异位固化稳定化技术，土壤治理思路如图 6-1。

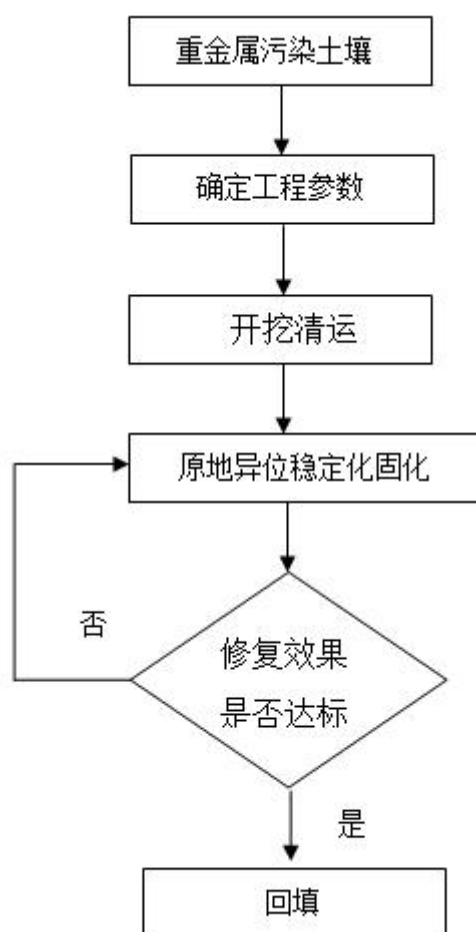


图 6-1 土壤修复治理思路



## 6.3 工艺设计

### 6.3.1 技术路线

经过对治理区域的现场勘查，根据修复模式、修复技术及工艺的比较与论证，结合场地的规划用途，推荐岳阳市南湖新区原蓝天冶金建材有限公司污染地块治理与修复土壤治理采用以稳定化技术为核心的土壤修复方案。

该技术方案具有处理效果稳定、工程可操作性强、治理场地利用多样和成本控制有力等优点。选用该技术方案作为项目技术支持，可以实现建设工程的预设目标。本项目技术路线如图 6-2 所示。

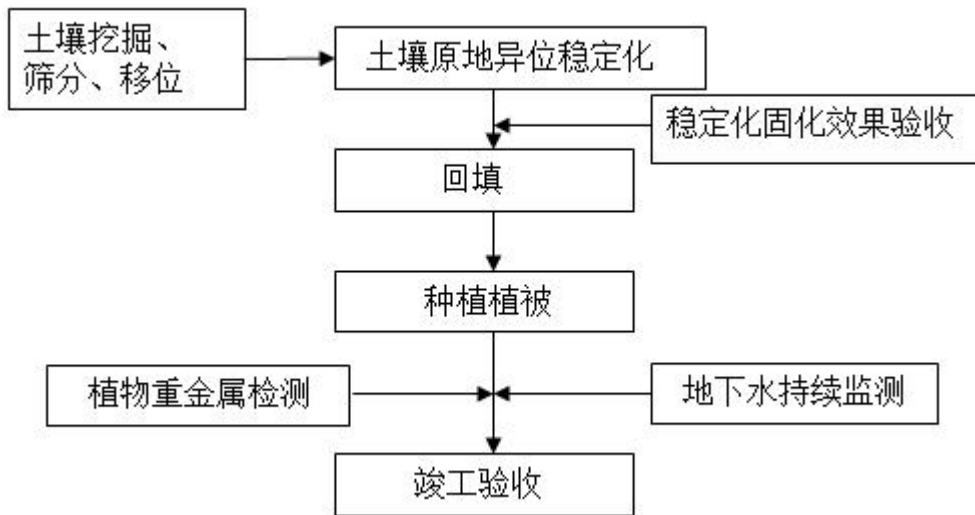


图 6-2 本项目技术路线

### 6.3.2 污染土壤修复工艺流程

根据前述章节，本项目污染土壤主要核心技术采用稳定化固化工艺，工艺流程详见图 6-3。

本项目污染土壤修复流程是先将受污染土壤挖掘，将建筑垃圾、石块、鹅卵石等成分去掉；土壤通过皮带被送进混合搅拌设备，根据废物重量和成分按比例加稳定、固化剂，将土壤中水溶性重金属铅、砷、镉等转化成难溶解的化合物沉淀；经稳定化处理后的土壤，运到养护区暂存，检测达到修复目标值后可进行后续作业，达不到修复目标值的需再进行药剂稳定处理，直到满足修复目标限值要求。对于分析结果尚未确定即进行回填的土壤，不得在其上进行新

的土壤覆盖操作，如果分析结果达不到要求，需取回再进行稳定化处理，直到满足修复目标限值要求。因此，要求严格回填的土壤质量，若非特殊情况，需等分析结果出来后再进行下一步的回填作业。

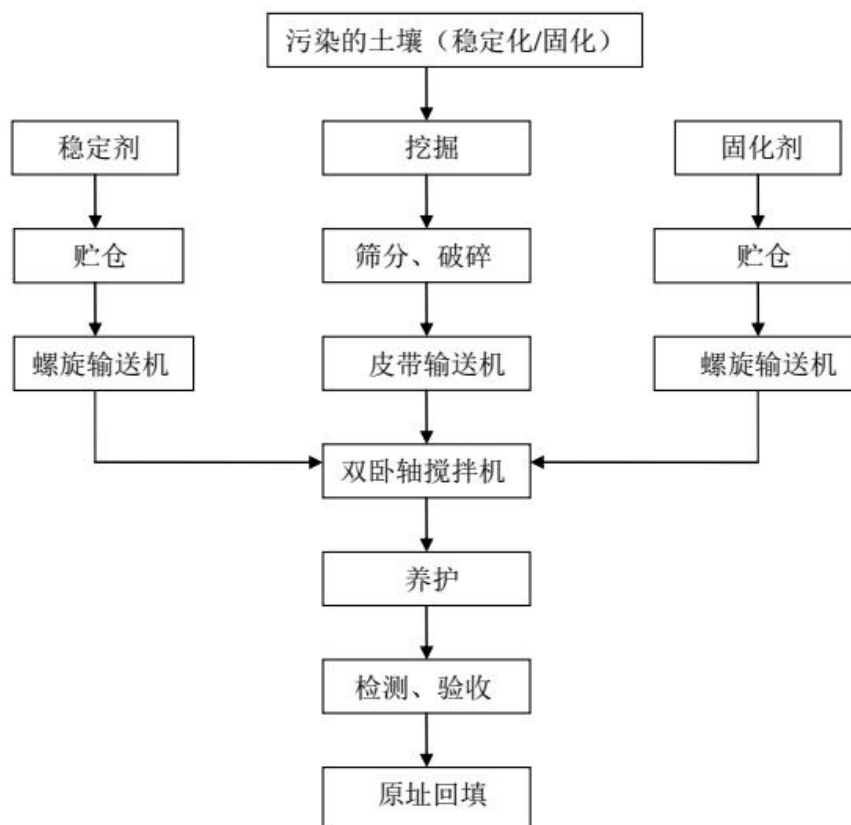


图 6-3 土壤稳定化/固化处理工艺流程

## 6.4 主体工程方案

### 6.4.1 稳定化场建设

经过现场调查踏勘，结合各方面的相关因素，本项目稳定化场拟设在治理区域东侧堆砂处（详见图 6-4）。该场地较平整，周边交通运输便利，水电接入条件齐备，面积宽裕。稳定化场为治理期间处理设施临时施工场地，项目修复完毕后进行拆除。临时建筑均采用结构简单的可拆卸的临时建筑，以此降低建设成本循环使用材料。

稳定化场包括生产管理区和综合处置系统。生产管理区包括分析室、储药间。综合处置系统由稳定化区、贮料区、暂存养护区、配电室等组成。稳定化

场共需面积约 800m<sup>2</sup>，地面采用 20cm 厚 C30 水泥混凝土，20cm 厚 5%水泥稳定碎石上基层。稳定化车间暂存养护区地面做防渗处理，敷设防渗透性能良好的厚度 1.5mm 的 HDPE 薄膜，防止修复后的土壤与原土接触。

为避免不相干人等进入稳定化处理场影响污染土壤治理设施正常运行，必须沿场区四周用高约 1.8m 的彩钢围挡将处理场围住，只在相应处设置人员及车辆的进出通道并派专人 24 小时把守，严禁不相干人等未经允许擅自进入处理场。

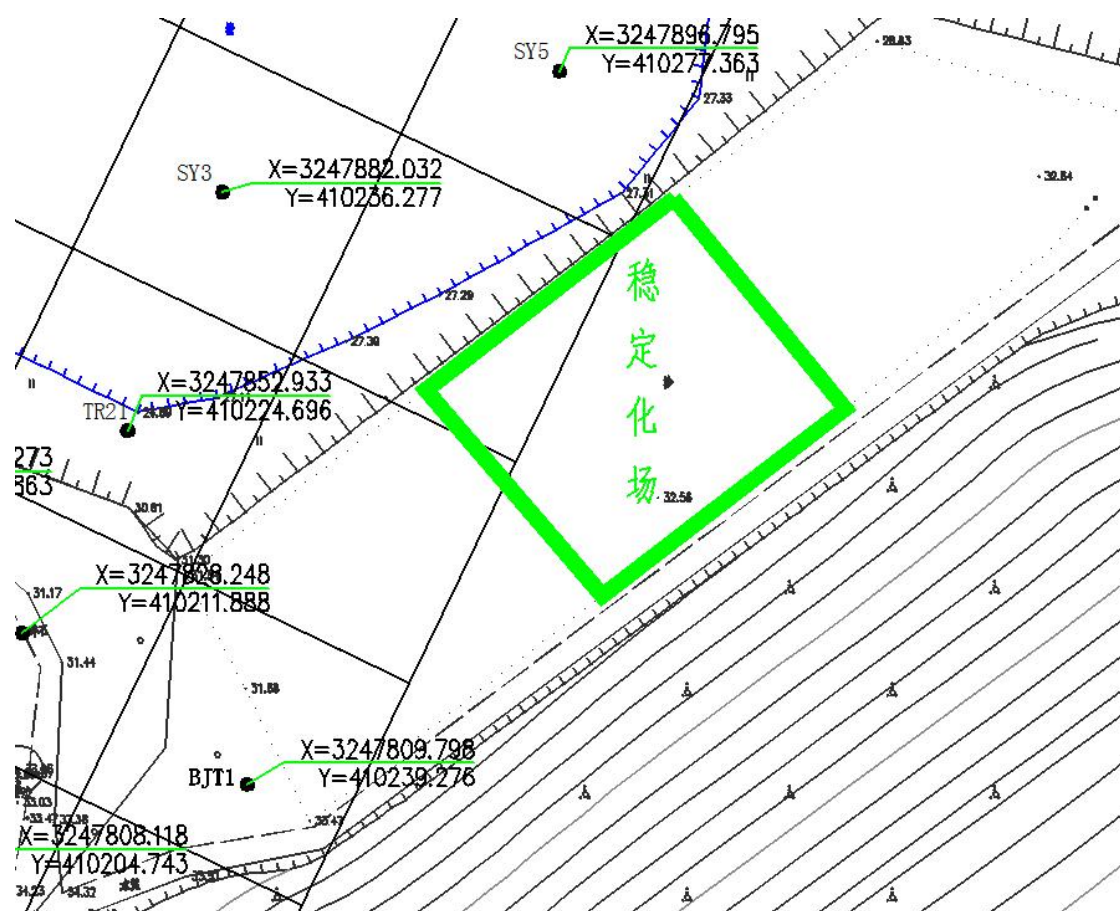


图 6-4 稳定化场址

## 6.4.2 土壤清挖

### 一、土壤开挖前准备工作

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

(2) 合理选用挖土机械，组织劳动力进场。

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

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

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

(6) 配备足够的照明和排水设备，为基坑开挖提供方便。

(7) 进场后应依据建设方所提供的工程地质勘查报告，基坑开挖范围内及影响范围内的各种管线，地面建筑等有关资料，查阅有关专业技术资料，掌握管线的施工年限、使用状况、位置和埋深等数据信息。

(8) 必须对施工过程中地下管线、地面建筑物可能出现的安全状态进行分析，识别重要危险因素，评价其危险程度，制定中、高危险因素的安全技术措施。对于基坑开挖范围内的管线，与建设单位、规划单位和管理单位协商确定管线拆迁、改移和悬吊加固措施。

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

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

## 二、土壤清挖过程中的土壤检测

开挖过程进行污染土壤的污染物种类和浓度检测，以便判断开挖土壤是否受到污染、污染轻重，是后续工作的基础。

检测包括常规检测仪器和快速监测仪器，其中快速检测仪器为重金属快速检测仪，仪器如图 6-5 所示。



图 6-5 重金属快速检测分析仪

通过过程检测，主要实现如下目的：

- 1) 确认无污染土壤和污染土壤；
- 2) 判断土壤的污染轻重程度并进行记录，并将该记录在暂存区进行标识。

### 三、土壤清挖

根据稳定化处理场的日处理规模，本工程拟租赁 2~3 台长臂反铲挖掘机（斗容 2 m<sup>3</sup>）及 4 台 10t 密闭式自卸车用于污染土壤开挖、清运。

### 四、开挖方法

开挖前须做好以下准备工作：

- 1) 施工范围内的表层杂草、石块、杂物等均须清除干净。
- 2) 对开挖场地低洼处的积水统一收集至污水处理系统进行处理。

开挖注意事项：

- 1) 施工机械进入现场所经过的道路、桥梁和卸车设施等，应事先经过检查，必要时做好加固或加宽等准备工作。
- 2) 开挖深度超过 1.5m 时，边坡按土质和深度放坡。
- 3) 为防止超挖和保持边坡坡度正确，机械开挖至接近设计坑底标高或边坡边界，应预留 50-80cm 余量，用人工开挖和修坡。
- 4) 基坑周围设置安全防护栏，并设安全警示牌，夜间悬挂红色警示灯。施工人员上下基坑要用专用通道，通道设置符合安全性、牢固性、稳定性要求。
- 5) 如果厂区开挖的深度深于临近建筑基础时，开挖应保持一定的距离和坡度，以免在施工时影响临近建筑基础的稳定。

### 五、土壤运输

工程运输前，要确保各个岗位人员、机械到位，处于随时受命状态。各种专业安全防护、急救措施、运输线路及方式、应急预案等要落实到位，确保施工运输安全有序进行。

1) 运输道路准备：充分利用已有道路，尽量少修道路，对必须进行修建的临时道路，其宽度不小于 6m，尽量采用现场废弃道渣铺筑，并压实、平整。表面存有的建筑垃圾、石块、道渣等可以用于铺设临时道路。

2) 做好生活区/休闲区防护工作，使车辆运输人员能够有一个安静的休息环境，保障作业处于良好状态。

3) 做好车辆防渗、防遗洒工作，按照要求使用防护设备。

4) 建立应急预案制，做好突发事故应急措施。

5) 为确保施工能够有序进行，保障工期，节约成本，场内运输道路采用环形双向车道，严格控制车辆进场和出场顺序，及正确使用进出场专用车道。车道每隔 50m 设置一个临时泊车专用车位，以防车辆因故障而造成道路堵塞现象发生。

6) 选择车辆性能、车况较好的自卸车，车上部要有加盖装置，能够将土壤全部封闭起来以防遗洒。车辆行驶中要稳步启动和平稳行驶，发现车辆内洒落泥土，现场清洁人员要及时将洒落的土壤按照要求收集起来，运送至土壤分选区。车辆根据行驶过程中实际情况，定期对车辆轮胎、外部污物进行清洗，车辆轮胎及车身外部不得有污泥存在。现场巡检人员对过往车辆和道路进行检查。

## 六、土壤暂存

根据开挖时的土壤检测结果对开挖后土壤进行处理，隔离，临时堆放处置。应根据污染程度，隔离堆放，确保不同污染源头、不同污染程度的土壤不应混合堆放。污染土壤分类暂存要求：

1) 污染土壤修复场内部规划好场内交通便道并预留处置场所；

2) 修复场应做好防雨措施：地面有一定的倾斜度，周边设有导排沟，防止修复场积水和外来雨水进入修复场，导排沟的水经收集处理达标后再排入市政管网。

3) 运输至修复场的土壤，按照要求进行筛分、打堆；

4) 不同重金属污染类型土、不同污染程度的土壤要分开，不得交叉堆放；

- 5) 现场要由专人指挥、管理，严格控制施工作业；
- 6) 土壤打堆高度为 3.5m 左右，土堆底部边缘离开周边围挡不小于 0.5 米；
- 7) 土壤打堆完毕后，采用防渗膜覆盖，以防雨淋。

### 6.4.3 污染土壤稳定化处理

#### 一、固化/稳定化小试

本项目固化稳定化对象为：铅、砷、锌、镉，为保证施工质量，需要对稳定化效果进行实验室小试证明。

本工程小试目的为验证药剂配方及配比，公司实验室组织了内部优化试验。试验总体设计如下图所示，小试内容主要包括现有药剂配方固化/稳定化效果的筛选、固化/稳定化条件的选择以及最终的工艺整合和药剂复配。

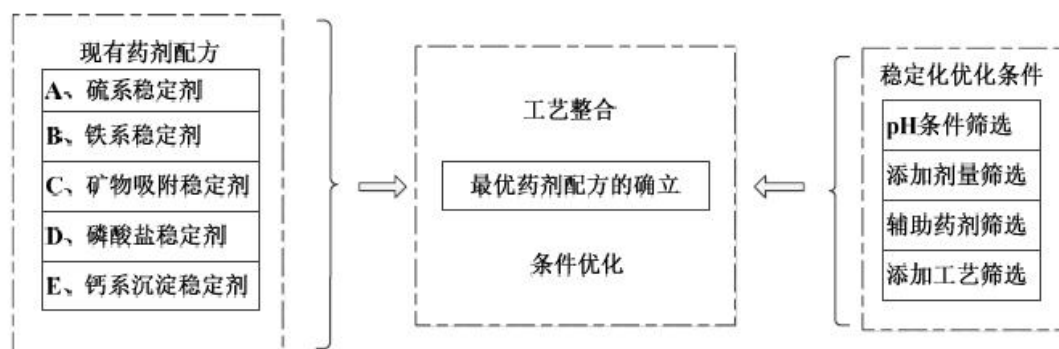


图 6-6 稳定化优化实验方案

为筛分现有配方对项目场地污染土壤的修复效果，在相同工艺条件下，使用五种配方分别对超标污染土壤（向清洁土壤添加一定浓度的目标重金属标准液）进行固化/稳定化修复，实验结果如下图所示：在实验条件下，硫系稳定剂对铅、镉的稳定固化效果最好，铁系稳定剂对砷的稳定固化效果最好，钙系稳定剂对铅、砷、锌、镉的固化/稳定化效果有一定的促进作用。

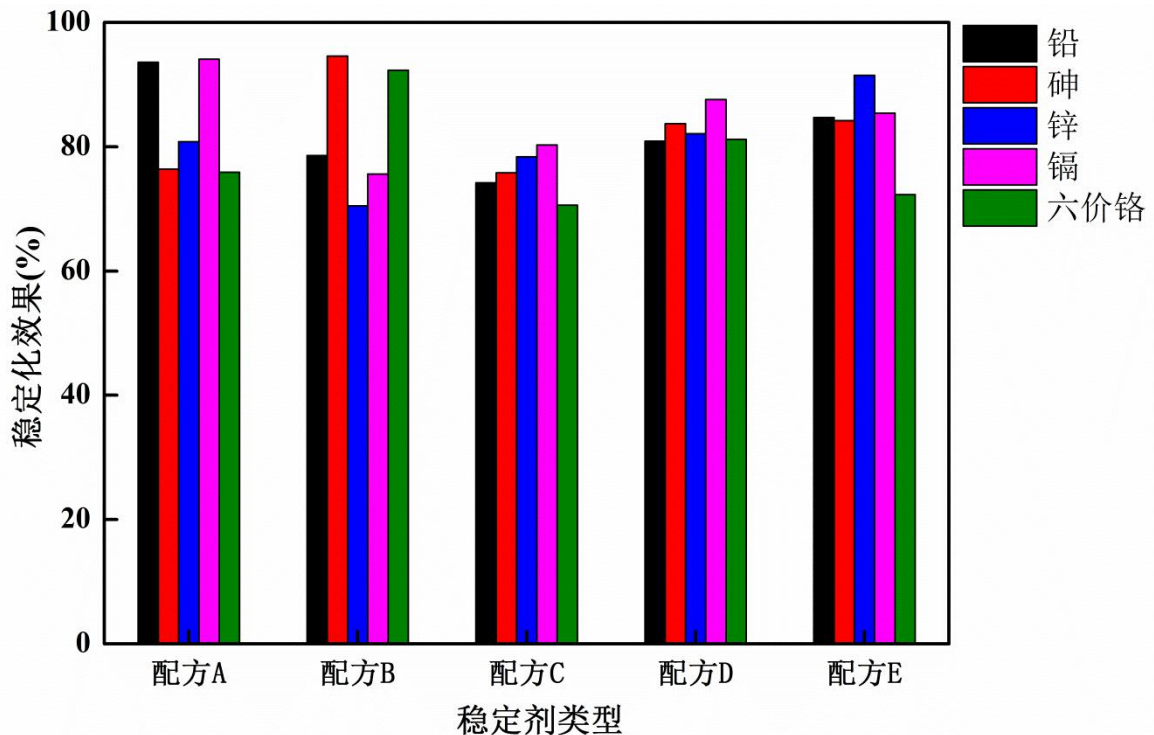


图 6-7 稳定化/固化技术优化实验结果图

影响固化/稳定化药剂效率的主要因素包括反应环境的 pH、辅助药剂（催化剂、活化剂、钝化剂等）的种类和添加剂量以及稳定化/固化药剂的添加工艺和添加剂量。

通过进一步的正交分析实验结果分析，复配诸多配方中的高效成份，从而得到具有针对性的稳定剂配方，其中硫系稳定剂适用于铅、镉污染土壤的稳定化/固化，且最佳药剂添加比例为 3-7%；铁系稳定剂适用于砷污染土壤的稳定化/固化，且最佳药剂添加比例为 3-6%。钙系化合物对稳定铅、砷、锌、镉稳定固化有促进作用。主要反应机理为：（1）铅、镉的硫化物均为迁移性差的难溶盐，在厌氧条件下， $S^{2-}$ 无法作为化能异氧菌的电子受体，稳定化/固化持续效果好；（2）铁氧化物表面的羟基和钙化合物与砷发生络合反应，生成了稳定的化合物。

## 二、土壤日处理能力

稳定化处理场的处理能力设计标准为：日处理规模  $400m^3$ ，每天运行时间 12 小时。

## 三、稳定化设计参数

1) 日处理规模： $400m^3$ 。



2) 工作制度：正常工作时，每天工作 12 小时，实际作业中可根据来料量和天气情况，通过调整作业班次协调。

3) 稳定剂、固定剂配比

污染土壤：稳定剂：固定剂=100：3~5：1~5（重量比）。稳定化药剂为硫化钠、硫酸亚铁，固化药剂为生石灰。污染土壤松散密度取 1.2t/m<sup>3</sup>。污染土壤稳定化/固化药剂投加种类、投加量详见下表 6-1。

表 6-1 稳定化/固化药剂投加一览表

名称	关注污染物	土方量 (m <sup>3</sup> )	稳定剂投加比	固化剂及投加比
污染土壤	砷	540	硫酸亚铁：5%	
污染土壤	铅、镉及其他重金属	34723.34	硫化钠：5%	生石灰：5%
药剂量合计 (t)			硫酸亚铁：32.4t 硫化钠：2083.4t	生石灰： 2083.40t

主要原料消耗：施工时，稳定、固化剂消耗根据来料性质，通过现场试验后具体确定，稳定化完成后对土壤进行采样分析，根据分析结果对稳定化、固化配比进行调整，以满足总量、浸出率要求。稳定化处理后的土壤转移至稳定堆场进行养护，养护时间不小于 7 天，保证稳定化固化反应完全。

5) 污染土壤稳定化/固化处理

污染土壤由定量进入强制式搅拌机，加入稳定剂、固化剂进行充分搅拌；输送系统采用皮带式输送机，计量装置采用电子计量称，经 30 分~45 分钟的强制搅拌混合土壤由塔底出料斗排出。

本项目采用双卧轴强制式搅拌机（1 台），具体参数如下：

型号：JS1000

生产率 (m<sup>3</sup>/h)：≥50

骨料最大粒径 (mm)：80

转速 (r/min)：25.5

电机功率：37+11+3kW

料斗提升速度 (m/min)：21.9

外形尺寸 (长×宽×高)：8765×3436×9540

整机重量：8700kg

皮带式输送机（1 台），具体参数如下：

胶带宽度 (mm) : 500

输送长度 (m) : 20

功率 (kw) : 5.5

输送速度 (m/s) : 2.0

输送量 (t/h) : 80~120

螺旋进料机 1 台, 具体参数如下:

处理能力 (t/h) : 62

电机功率 (kW) : 15

## 五、土壤稳定化固化后处置

本项目对稳定化固化后的土壤进行原址回填, 回填后场地需进行整平压实, 回填作业时避开下雨天气以及土壤过分潮湿的时段。场地最终标高基本与现状地块齐平, 回填后种植植被, 恢复生态环境。

### 6.4.4 稳定化/固化处理注意事项

#### 一、污染土壤清挖与预处理

修复区域的污染土壤按照污染深度进行清挖, 在土壤清挖的同时, 有必要采用重金属快速检测仪进行土壤样品的检测和分析, 能够更准确地判断土壤是否受到污染及受污染程度, 对后续药剂添加配比以及降低工程费用有着积极作用。清挖后按照要求进行土壤采样和检测。

首先对开挖后的基坑进行检测, 若满足清理标准, 则无需进一步清挖; 若基坑检测浓度仍高于清理标准, 则需进一步清挖直至达到清理标准。

由于固化稳定化专用设备对入料规格有严格要求, 大颗粒杂物如混凝土块、石块、砖块或大尺寸钢筋等可能会导致其内部的破碎和混合叶片损毁或传送系统堵塞, 造成工期拖延及增加设备维护成本。因此, 所有需要进行固化稳定化处置的污染土壤都必须采用筛分破碎机进行筛分处置。筛分出的大粒径建筑垃圾破碎后与含小颗粒杂物的污染土壤一并采用高压水冲洗, 将杂物与土壤进一步分离。颗粒状渣土清洗后统一运至指定待检区域, 含污染物的土壤浓缩成泥饼后再送入污染土壤混合设备与固化稳定化药剂混合。

#### 二、污染土壤与药剂混合

本工程拟采用固化稳定化专用设备-污染土壤固化稳定化搅拌机来进行污染土壤与固化稳定化药剂的混合作业。该设备配备进土计量装置及药剂称量装置，可以通过过程系统精确控制药剂投加量。此外，设备具有多重破碎、切削与混合功能，能明显提升药剂与污染土壤的混合程度。

### 三、处置后土壤的堆置与养护

经土壤稳定化搅拌机处置后的污染土壤，统一运至指定待检区域进行堆置养护。待养护土壤按照批次依次堆置成长条土刹，用苫布覆盖进行养护，并定期用洒水车进行喷洒降尘作业。堆置期间定期采样检测土壤含水率，并根据情况及时补充水分，维持待检土壤含水率恒定。

### 四、修复后土壤的检测

修复过程中计划采样频度为每 500 立方米修复土采集一个样品。采集过程严格依照采样规范布置采样点，使用采样工具在预定深度采集样品。将采集到的所有土壤样品送至具有相关检测资质的第三方检测机构进行分析检测。检测合格后进行回填，不合格则重新进入固化稳定化流程。

## 6.5 配套工程

### 6.5.1 生态恢复工程

岳阳市南湖新区月山片区重金属污染土壤治理以稳定化技术为主导，现阶段该区域暂未进行开发利用，因此对接纳治理后土壤的原址区域辅以植物生态修复技术，对土壤进行辅助性长效治理，以利于后期开发利用，有效改善当地土壤生态环境。污染土壤修复回填后，在表层客土 500mm 种植土，以利于植被和树木生长。

客土选择：客土土壤质量需符合《展览会用地环境质量评价标准》(暂行)(HJ350-2007)B 级标准的要求，详见下表 6-2 所示。

表 6-2 展览会用地土壤环境治理评价标准 B 级标准限值

序号	项目	B 级 (mg/kg)
1	镉	82
2	砷	80
3	铍	410
4	镉	22
5	铬	610

序号	项目	B级 (mg/kg)
6	铜	600
7	铅	600
8	镍	2400
9	硒	1000
10	银	1000
11	砷	14
12	锌	1500
13	汞	50
14	总氰化物	8

植物修复技术包括利用植物超积累或积累性功能的植物吸取修复、利用植物根系控制污染扩散和恢复生态功能的植物稳定修复、利用植物代谢功能的植物降解修复、利用植物转化功能的植物挥发修复、利用植物根系吸附的植物过滤修复等技术。主要分为以下几个方面：

1) 植物提取作用：是指通过植物根系和吸收污染物并将污染物富集于植物体内，而后将植物体收获再集中处置的过程；

2) 根际降解作用：是指土壤中的有机污染物通过根际微生物的活动而被降解的过程，是一个植物辅助的并促进的降解过程；

3) 植物挥发作用：利用植物从土壤中抽提可挥发的重金属，并通过其地上部分将其挥发除去的技术；

4) 植物降解作用：利用与植物相关的微生物将土壤中的有机污染物分解除去的技术。

植物修复技术可以将污染物从土壤中去掉，永久解决土壤重金属污染问题；其对修复场地的破坏小，而且还有绿化环境的作用；植物修复可以提高土壤肥力，不破坏土壤生态环境，不引起二次污染等。近年来，植物稳定修复技术被认为是一种更易接受、大范围应用并利于污染边际土壤生态恢复的植物技术。

本项目稳定化土壤回填后，对场地进行平整，根据实测地形，场地平整后平均标高为 34.8 m，然后对平整后的场地进行生态恢复。

根据所处区域的自然环境特点及场地规划用途，结合树种的生物学特性和生态学特征，首选具有修复效果、根系发达、耐瘠薄、抗干旱，生物量大、生长迅速、对土壤要求不高的优良乡土树种。其次考虑选择病虫害少、吸收有害气体能力强、滞滤粉尘、净化空气、吸收有毒气体的抗污染树种。本项目生态恢复采用种草+灌木+乔木的方式，草本植被推荐选择紫花苜蓿、蜈蚣草、芭茅

草、狗牙根草等，采用喷播草籽方式，混合草籽喷播用量为 25kg/亩。灌木可选择杜鹃球（高 1.2m，冠幅 120cm），乔木选择樟树（胸径 18cm）。杜鹃球种植密度为 1 棵/4m<sup>2</sup>，樟树种植密度为 1 棵/16m<sup>2</sup>。

杜鹃为落叶灌木，枝条、苞片、花柄及花等均有棕褐色扁平的糙伏毛。叶纸质，卵状椭圆形，长 2-6 厘米，宽 1-3 厘米，顶端尖，基部楔形，两面均有糙伏毛，背面较密。花 2-6 朵簇生于枝端；花萼 5 裂，裂片椭圆状卵形，长 2-4 毫米；花冠鲜红或深红色，宽漏斗状，长 4-5 厘米，5 裂，上方 1-3 裂片内面有深红色斑点；雄蕊 7-10，花丝中部以下有微毛，花药紫色；子房及花柱近基部有糙伏毛，柱头头状。蒴果卵圆形，长约 1 厘米，有糙伏毛。花期 4-5 月，果熟期 10 月。有研究表明其对重金属铅（Pb）、镉（Cd）、锌（Zn）具有较高的富集能力，因此本项目选择杜鹃球作为生态恢复中的灌木种类。

樟树是属于樟科的常绿性乔木。一般樟树可达 10 米左右，树龄成百上千年，可称为参天古木，为优秀的园林绿化林木。树皮幼时绿色，平滑；老时渐变为黄褐色或灰褐色纵裂。冬芽卵圆形。叶薄革质，卵形或椭圆状卵形，长 5-10 厘米，宽 3.5-5.5 厘米，顶端短尖或近尾尖，基部圆形，离基 3 出脉，近叶基的第一对或第二对侧脉长而显著，背面微被白粉，脉腋有腺点。花黄绿色，春天开，圆锥花序腋出，又小又多。球形的小果实成熟后为黑紫色，直径约零点五公分；花期 4-5 月，果期 8-11 月。研究表明樟树对不同重金属元素的富集能力不同，总趋势为 Cd>Zn>Cu>Pb，不同器官对重金属元素的富集能力为叶>皮>枝>根>干，本项目主要重金属污染物为铅、镉，而樟树对重金属铅、镉的吸附能力较强，因此本项目选择樟树作为生态恢复中的乔木种类。

### 6.5.2 截排水沟建设

为了防止雨水冲刷治理后的场地，本方案拟在原厂区表面修建排水沟。周围汇水面积较小，方案拟建截面为矩形的截排水沟。排水沟收集的雨水直接排入截洪沟，再排入附近的洞庭湖。为保证排水顺畅，纵坡不小于 0.3%，局部陡坡段采用台阶消能。

该项目治理工程中拟建 620m 环场截洪沟，采取截洪沟尺寸为沟深 500mm、宽 500mm，截洪沟用 M7.5 水泥砂浆，沟内壁用 M10 水泥砂浆勾缝。填土地基需分层夯实，压实度应达到 0.93 以上。每 15m 沟内设置伸缩缝一道，

缝宽 30mm。场地中间每 50m 设置排水沟，尺寸为 300\*300，约 586m，采用砖砌。

### 6.5.3 污水处理

#### 一、废水来源

本项目在施工过程中有收集的废水，来源主要有厂区内积水、雨水、开挖时抽取的上层滞水、生活污水等，含有少量危害环境的重金属污染物，必须对其进行有效的收集和处理。

#### 二、废水处理规模

废水量按照当地多年降雨量及污染土壤面积计算，岳阳市年降水量 1289.8~1556.2mm，本项目年降雨量取 1430mm，项目施工时采取临时覆盖措施以减少废水量，降雨渗透到污染土壤转化为废水的系数取 0.3，因此计算得废水日产量为：产生总量为 18.3 m<sup>3</sup>/d，废水处理规模定为 20 m<sup>3</sup>/d。

#### 三、废水收集

施工期废水水量不大，但如果不经处理或处理不当，同样会危害环境。所以，施工期废水不能随意直排。为减少场地内的降雨积水、隔绝土壤开挖造成新的污染，需在整個场地开挖过程中设置污水收集管，集中收集到收集池，再经废水处理系统处理，污水检测达标后可以進行排放。废水收集流程如下图 6-9 所示。



图 6-9 污水收集流程

在施工过程中应采取以下措施减少废水的产生：

- 1) 尽量减少物料流失、散落和溢流现象，减少废水产生量；
- 2) 水泥、黄砂、石灰类的建筑材料需集中堆放，并采取一定的防雨措施，及时清扫施工运输过程中抛洒的上述建筑材料，以免这些物质被雨水冲刷带入污水处理装置内。

3) 清污分流措施：未受污染的地表水（主要为场外径流和填埋作业完成坡面的径流）与污水各自形成独立的排放系统。清水顺地势通过地下涵道或水渠排出场区；渗滤液则经过处理达标后由自然水体排放。

#### 四、设计水质及处理程度

本工程废水处理系统进水水质根据土样检测水浸结果取平均值得到，出水执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 1 标准和表 4 一级标准，废水处理系统出水水质指标见表 6-3。

表 6-3 废水处理系统出水水质（单位：mg/L）

序号	项目	出水水质
1	pH	6-9
2	铅	<1.0
3	砷	<0.5
4	锌	<2.0
5	镉	<0.1
6	六价铬	<0.5

#### 五、处理工艺的选择

本工程的废水为典型的重金属离子废水处理，其中铅、镉为主要去除目标。重金属废水处理方法有化学法、电解法、离子交换法、膜分离法等几大类。一般采用化学法处理，化学法处理重金属废水的方法可分为石灰法、硫化法、铁盐—石灰法等处理工艺，本方案结合近年来重金属污水处理行业最新进展，从技术可行性，经济合理性等因素综合确定污水处理工艺。

##### (1) 石灰法

石灰法是以投加氢氧化钙溶液、石灰乳或石灰粉末为主的处理重金属污水的方法。使金属离子与羟基反应，生产难溶的金属氢氧化物沉淀，通过沉淀予以分离。可用于去除污水中的铁、铜、锌、铅、镉、钴、砷、六价铬等以及能与 OH<sup>-</sup>生成金属氢氧化物沉淀的其它重金属离子。污水投加石灰后的 pH 值根据重金属氢氧化物的溶度积和处理后的水质要求计算。对于两性重金属，污水 pH 值控制还应考虑羟基络合离子的影响。实践中由于污水中往往含有其它重金属离子，在石灰法处理中与 OH<sup>-</sup>形成氢氧化物，成为共沉剂。石灰法具有药剂

价格便宜，中和生成的氢氧化物沉淀性能好、污泥脱水性好的优点。在 1980 年，美国评选重金属废水处理方法时，成为首先推荐使用的方法。但缺点是其中和能力较弱。

### (2) 硫化法

向重金属废水中投加硫化剂，使重金属离子与硫化物反应，生成难溶的金属硫化物沉淀，硫化剂可采用硫化钠、硫化氢或硫化亚铁等。硫化法可用于去除含镉、砷、锑、铜、锌、汞、银、镍等重金属离子的污水。此法优点是生成的金属硫化物比金属氢氧化物的溶解度小，处理效果比石灰法好，且沉渣量少，含水率低，便于回收有用金属。缺点是硫化剂价格较高，如控制不好，硫化剂过量时，会产生硫化氢，造成二次污染或出水残余硫化物使 COD 增大。很多情况下处理后的水中残留硫离子需进一步去除后才能排放，因此应用不如石灰法普遍。在国内，除含汞废水处理有部分实例外，其他重金属废水处理中鲜有应用。

### (3) 铁盐—石灰法

铁盐—石灰法是以投加铁盐和石灰使污水中的重金属离子生成难溶物质而与水分离的一种污水处理方法。用以去除污水中的铅、砷、锌、镉、六价铬等重金属离子，不同重金属离子的去除原理不同。铁盐用以去除污水中的镉是作为共沉剂；用以去除六价铬时铁盐则作为还原剂，使六价铬还原为三价铬，因此只能用二价铁盐；用以去除砷则铁盐既与砷生成  $FeAsO_4$  等沉淀，又作为一种共沉剂。因此，在实际应用中，要根据其处理原理选用适当的铁盐及投加量，控制适宜的 pH 值。

以上 3 种工艺的对比如表 6-4 所示。

表 6-4 处理工艺的比较

对比项目		石灰法	硫化法	铁盐-石灰法
运行费用	各种化学药及材料消耗	添加石灰，药剂量较大，但费用较低	添加硫化钠，药剂量较小，但费用较大	添加硫酸亚铁和石灰，药剂量适中、费用适中
	电耗	较低	较低	较低
	总运行成本	较低	稍高	较低
工艺	出水水质	工艺简单，但出水	沉淀物难以分离，	工艺简单，出水水



对比项目		石灰法	硫化法	铁盐-石灰法
效 果		水质难以达标	出水水质难控制	质较稳定
	回收收益	干扰离子较多，回收难度较大	较易回收器中的有用物质	干扰离子较多，回收难度较大
	产泥量	产泥量较大	产泥量较小，但难以与水分离	产泥量较大
	流量变化的影响	受沉淀速度限制，有一定影响	受沉淀速度限制，有较大影响	受沉淀速度限制，有一定影响
	高浓度冲击负荷的影响	承受冲击负荷的能力适中	承受冲击负荷的能力较差	承受冲击负荷的能力较强

从总运行成本、出水水质及耐冲击负荷方面考虑，选用铁盐—石灰法对废水进行综合治理。铁盐—石灰法污水处理工艺流程说明：

- 1) 滤液经提升进入集水池；
- 2) 还原池出水经废液输送泵送入混合反应池，向反应池中加入石灰乳，调整溶液 pH 值，产生  $Pb(OH)_2$ 、 $Fe(AsO_2)_3$ 、 $Zn(OH)_2$ 、 $Cd(OH)_2$  等沉淀。
- 3) 反应池的出水进入凝聚池，投加 PAC，然后进入絮凝池，通过 PAM 输送泵向絮凝池内加入 PAM 溶液作为助凝剂。
- 4) 絮凝池出水重力进入沉淀池，实现泥水分离，沉淀池内的污泥泵入浓缩池中。
- 5) 浓缩池内的浓缩污泥与废渣一并运至指定地点填埋。
- 6) 沉淀池出水自流入 pH 调整槽，盐酸经输送泵加入槽内，调整污水 pH 值至 7.0 左右，处理达标后外排。

本项目废水处理设施在场地修复完毕后将进行拆除，为节约用地、便于设备的重复利用，拟租赁成套一体化设备对重金属滤液进行处理。

## 6.6 主要设备

本项目土壤修复工程主要设备详见表 6-5。

表 6-5 主要设备表

序号	设备名称	规格型号	数量	备注
一、稳定化设备（租赁）				
1	高效振动筛	处理能力：50t/h	1 台	筛孔 3mm，功率 5.5 kW
2	皮带输送机	运输能力：40-80t/h	1 台	
3	皮带输送机	运输能力：80-120t/h	1 台	
4	双轴搅拌机	JS1000	1 套	生产率≥50m <sup>3</sup> /h 61Kw
5	螺旋输送机	LS-350	1 台	2.2kW
6	稳定剂贮存及定量 输送系统		2 套	
7	固化剂贮存及定量 输送系统		2 套	
8	手动平板闸		1 个	
9	叉车		1 台	
10	地磅	10t	1 台	
11	电子配料秤		2 台	
12	QMJ-35B 简易固定 式砌块成型机	成型周期 26s/次	1 套	11kW
13	双辊破碎机	2PG—610×400	1 套	30kW
二、污水处理系统				
1	潜污泵	Q=10m <sup>3</sup> /h，H=10m， N=0.75 kW	1 台	
2	重金属废水处理 成套设备	处理规模 20m <sup>3</sup> /d，钢结 构，尺寸 3.5×2×3m	1 套	租赁
3	一体化溶药加药 装置	含溶药装置、搅拌装置、 投加装置、控制系统等	1 套	租赁
4	一体化加药装置	含投加装置和控制系统等	1 套	租赁
5	PE 管	dn110，PE100，0.6MPa	300 米	

## 6.7 环境监测计划

### 6.7.1 监测目的

场地环境监测的目的是为了加强场地修复工程的环境管理，检查治理修复效果，防止二次污染发生，为场地治理工程的全过程环境管理提供依据。

### 6.7.2 施工全程环境监测

#### (1) 施工废水监测

在施工过程中，对施工过程中产生的废水进行集中收集，收集后的废水经过一体化处理设备进行处理，处理达标后再排放。为确保施工过程中废水达标排放，将对处理出水进行监测。样品监测和采样分析方法按《环境监测技术规范》及《地表水和污水监测技术规范》的相关要求进行。对采集的每一个水样，做好记录，并在采样瓶上贴好标签，低温保存运送至实验进行分析。污水检测指标为 pH、色度、悬浮物、BOD<sub>5</sub>、COD、氨氮、铅（Pb）、砷（As）、锌（Zn）镉（Cd）等。

#### (2) 空气采样监测

为确定场区及周边空气污染物的起始含量与污染状况，并为施工结束后的场地及周边空气环境质量验收提供对比验证背景，施工前需对场地内和场地外上下分向空气介质中污染物浓度进行监测。此外，为判断污染物在场区内部和场区外空气介质中的扩散量和残留量是否符合相关的国家和国际安全标准，确保施工现场工人短期接触的职业健康安全而周边社会居民健康安全，需对整个施工过程中空气的污染物进行监测。

#### (3) 噪声监测

在施工过程中，机械作业产生的噪声需要定期进行监测。测量时尽量选择无雨、无雪、风力 6 级以下的气候，且选在场地平坦、无大反射物场地中进行监测。噪声的监测方法按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》。噪声监测围绕场区边界线上选择离敏感区域最近 4 个采样点，每个采样点位置设在高度 1.2m 以上的噪声敏感处。

#### (4) 全程环境监测布点统计

表 6-6 场地全程监测及验收项目情况

监测介质	采样和监测规范	监测频率	监测指标	备注
水	《环境监测技术规范》及《地表水和污水监测技术规范》	施工中，在污水排放口布设 1 个点，每月监测 1 次；	pH、色度、悬浮物、BOD <sub>5</sub> 、COD、氨氮、铅、砷、锌、镉	监测站实施
空气	《环境空气质量标准》	施工前，上下风向及场内共 3 个点，各检测 1 次；施工中，上下风向及场内共 6 个点，每月监测 1 次；施工后，上下风向及场内 3 个点，检测 1 次	可吸入颗粒物扩散量和残留量	监测站实施
噪声	《建筑施工场界环境噪声排放标准》	场区周边共 4 个点，每个采样点位置设在高度 1.2m 以上的噪声敏感处，每月监测 1 次	昼间/夜间噪声等效声级	监测站实施
土壤	《场地环境监测技术导则》及《重金属污染场地土壤修复标准》	修复后土壤每 500m <sup>3</sup> 取样一个；土壤清挖后界面监测，四周侧面分段，每段最大长度不超过 40m，底部分块，分块最大面积不超过 400m <sup>2</sup>	铅、砷、锌、镉含量	监测站实施

(5) 污染场地工程验收监测

污染场地修复工程验收监测是对污染场地治理修复工程完成后的环境监测，主要工作是考核和评价治理修复后的场地是否达到已确定的修复目标及工程设计所提出的相关要求。

原地异位治理修复工程措施效果的监测，处理后土壤应布设一定数量监测点位，每个样品代表的土壤体积不超过 500m<sup>3</sup>。

工程验收监测过程中，每个监测地块面积不超过 1600m<sup>2</sup>，如发现未达到治理修复目标的地块，则应在二次治理修复后再次进行工程验收监测。

### 6.7.3 后期环境监测

环境监测需贯穿在整个修复工程之中，以确保修复活动不会引起无控排放物进入空气、土壤或水体中。根据处置和再利用方案预先定义的时间尺度内，通过监测证明本项目土壤修复技术是有效的。

#### 一、监测规划设计

在整个修复工程中，如修复之前、之中和之后，都需开展监测计划。具体监测目标如下：

- 1) 在修复工作开展前记录环境背景值；
- 2) 在修复过程中确保施工人员得到保护；
- 3) 为修复措施的实施提供一个基准；
- 4) 识别重复利用方案中有害的变化；
- 5) 为终止监测提供一个基准。

对介质的监测取决于对修复关联污染的识别，包括修复造成的潜在污染。具体地点的监测内容：监测地下水质量；

通常监测点根据治理区域的上下梯度设置（如：地表水流、地下水梯度、风向），以获得足够的基准信息以评估修复工程的实施对相关受体的影响。监测频率应具体问题具体分析，并与相关标准一致。

- 1) 设置 3-5 口监测井；
- 2) 地下水的监测频率均定为一年 3-4 次；
- 3) 监测周期为 2 年；
- 4) 地下水监测指标包括铅、砷、锌、镉、六价铬。

项目实施后期的地下水环境监测可委托当地环保监测站完成监测和监督工作。为及时识别监测数据反应的问题，应制定应急计划，并采取措施（如：污染物浓度远大于评估标准）。措施应具体问题具体分析，但可包括：

- 1) 重复监测活动并重新分析以确定结果是否正确；
- 2) 增加监测频率。

#### 二、监测计划实施

监测计划应该由有足够资格和经验的人员实施和监管。监管人员应确保所有的监测活动均按照计划执行，如有任何变化应是合理的、有记录的，并获得工程负责人的同意。需要工程负责人同意的更改包括：

- 1) 取代一个监测点；
- 2) 使用新技术（创新领域测定方法取代实验室分析）；
- 3) 根据前期监测数据的分析发现改变监测频率。

### 三、监测结果的检验

监测结果需要根据监测目标做定期检验，并在检验结果的基础上及工程负责人的许可下对监测计划做适当修正。监测结果应该按约定频率提交给工程负责人并形成报告。监测报告应该包括：

- 1) 监测目标；
- 2) 监测人员和设备；
- 3) 监测结果（包括数据、时间、其他观察资料，如天气和地面条件）；
- 4) 结果报告（如时间序列图、等高线图）；
- 5) 结果的解释（包括证明评估标准）；
- 6) 终止监测或改变监测计划（监测频率）或开展下一步行动的文件和理由。

## 6.8 二次污染防范

土壤修复工程实施过程中潜在的二次污染危害较大，必须采取严格的二次污染控制措施，严格保障二次污染达标控制。

根据环境管理体系，制定内部审核计划，组织内审员参加实施计划，审核要形成审核报告 and 不合格报告，并跟踪验证不合格纠正、预防措施的实施情况；制定月度检查监督工作计划，列出监督检查重点并实施，确保环境管理体系运行得到控制。

在体系运行过程中，加强与相关方的信息交流，不断发现体系允许过程中存在的问题，并及时对文件进行修订。

指定专人负责施工环境保护管理工作，收集当地行政管理部门对施工环境保护的要求文件，加强对施工人员的教育，提高环境保护意识。

施工过程中严格按照相关要求，减少施工过程中的废水、废气、噪声、固体废弃物的排放，严格控制二次污染排放。

### 6.8.1 废水污染控制

工程施工期间，施工单位应严格执行《建设工程施工场地文明施工及环境管理暂行规定》，对地面水的排放进行组织设计，严禁乱排、乱流污染道路、环境或淹没市镇设施。施工时产生的施工废水及生活污水未经处理不得随意排放，不得污染现场及周围环境。

(1) 目标：施工污水排放达到国家标准《污水综合排放标准》（GB8978-1996）的要求。

#### (2) 控制措施

##### 一、工程废水的控制

项目经理部编制施工现场废水排放方案，包括：排水沟或排水管道的平面布置图，选定排水管径，明确洗车台做法。

污水排放委托有资质单位进行废水水质检测，提供相的污水检测报告。

施工现场设置供、排水设施，施工场地不得积水，输水管道不得跑、冒、滴、漏。施工中产生的泥浆，进行沉淀处理，未经沉淀处理的，不得直接排放，不得有泥浆、废水、污水外流，不得妨碍周围环境。

加强对有毒有害物质的存放、保管、使用管理，使用后剩余的应收集处理，严禁乱丢乱弃，或随意倒入地表土壤、城市排水系统。

现场存放油料，必须对库房地面进行防渗处理，使用时要采取措施，防止油料跑、冒、滴、漏，污染水体。

认真执行国家环境保护法规、条例，施工过程中注意对地下水的保护，防止生活、施工污水和垃圾对地下水造成污染。严格控制饮用水源周围环境，水源周围作为环境保护和控制的重点，进行重点监控和管理。

化学药品，外加剂等要妥善保管，库内存放，防止污染环境。

##### 二、生活废水的控制

食堂刷锅水经隔油池作油水分离后排入管网，浮油用专用容器存放。

浴室用水经过滤流入管网。

厕所设化粪池及冲水装置并定期冲刷，不许将污水直接排入城市地下水网。

生活区设洗刷专用水管水池，不得随处洗刷。

生活用水、水池规范化，不允许乱开水龙头。

本项目产生的废水主要采用还原和化学沉淀法进行处理，处理达标后回用。

## 6.8.2 废气及扬尘污染控制

### 一、扬尘控制措施

#### (1) 现场场地扬尘控制

1) 大门口设置洗车池，车辆出入现场保证 100%清洗。木工棚、材料存放地面、道路等均采用混凝土土硬化，并做到每天清扫，经常洒水降尘。

2) 施工现场道路必须硬化，坚实、平坦、清洁、畅通，凡能进入大型运输车辆的工地，在出入口处设置冲洗车辆的设备及相的排水设施，使退出工地的车辆不带泥土。

3) 运土方、渣土车辆有专人用苫布密封，以防止遗洒。

4) 建筑垃圾清除必须采用容器吊运，严禁用电梯井或在楼层上向地面抛洒施工垃圾。现场垃圾要分拣分放，及时清运，并洒水降尘。清运建筑垃圾要办理准运手续。

5) 现场砼浇筑，必须使用商品混凝土，现场禁止搅拌砼。确因各种原因必须在现场搅拌的，须在搅拌设备上安装除尘装置，散装水泥罐做围挡，防止粉尘飞扬。

#### (2) 材料堆放、储运引起的扬尘控制方法

1) 对粉尘性松散材料，在转运过程中作业人员戴防尘口罩，搬运时禁止野蛮作业，造成粉尘污染。

2) 对砂、灰料堆场，按施工总平面布置堆放在规定的场所，按气候环境变化采取加盖措施，防止风引起扬尘。

3) 水泥和其它易飞扬的颗粒物、粉状物在库内保存或严密遮盖，运输和卸运时要防止遗洒、飞扬。

#### (4) 对作业活动的扬尘控制方法



1) 工人清理建筑垃圾时，首先必须将较大部分装袋，然后洒水，防止扬尘，清扫人员戴防尘口罩。施工现场建筑垃圾设专门的垃圾存放棚内，以免产生扬尘，同时根据垃圾数量随时清运出施工现场，运垃圾的专用车每次装完后，用苫布盖好，避免途中遗洒和运输过程中造成扬尘。

2) 拆除过程中，要做到拆除下来的东西不能乱抛乱扔，统一由一个出口转运，采取溜槽和袋装转运，防止拆除下来的物件撞击引起扬尘。

3) 对于车辆运输的地方易引起扬尘的场地，首先设限速区，然后派专人在施工道路上定时洒水清扫。

4) 五级风以上不得进行土方施工，砂、灰料的筛分，在大风的气候条件下不得作业。回填工程时运土车辆在出大门口外，马路上铺设草垫，用于扫清轮胎上外带土块。现场车辆行驶的过程中进行洒水压尘。每天收车后，派专人清扫马路，并适量洒水压尘，达到环卫要求。

## 二、废气控制

1) 工地的茶炉、火灶，必须使用电、液化石油气等清洁燃料，不准随意焚烧产生有毒气体的物品。

2) 禁止焚烧沥青、油毡以及其它产生有毒有害烟尘和恶臭气体。严禁用废油棉纱作引燃品，禁止烧刨花、木材余料等。

3) 凡使用柴油、汽油的机动机械（车辆），必须使用无铅汽油和优质柴油做燃料，以减少对大气污染。

### 6.8.3 噪声污染控制

施工现场的噪声控制执行 GB12523-90《建筑施工场界噪声限值》规定的噪声限值，并按 GB12524《建筑施工场界噪声测量方法》进行声级测量。

#### 一、机械设备的噪音控制

(1) 进行土方施工作业的各种挖掘、运输、运输设备，保持机械完好，在施工前按照机械设备维修保养制度，作好维修保养，在施工中发现故障及时排除，不得带病作业。所有土方运输车辆进入现场后禁止鸣笛，以减少噪音。

(2) 现场租用的塔吊、混凝土输送泵等大型机械设备进场前进行状况检查验收，对塔吊必须取得地方行政部门颁发的“使用许可证”，才可投入使用，

在使用中，操作人员对有可能发出噪声的部位进行清理、润滑、保养，控制噪声的发生。

(3) 设备在使用前要检查鉴定，使用进行中要督促开展正常的维修保养，必要时对设备采取专项噪音控制措施，转动装置防护罩，尽量采用环保型机械设备等。

(4) 对有可能发生尖锐噪音的小型电动工具，如冲击钻、手持电锯等，严格控制使用时间，控制使用频次的设备数量，在夜间休息时减少或不进行作业。

## 二、施工作业噪声控制

(1) 严格控制施工作业中的噪音，对机械设备安拆、脚手架搭拆、模板安拆、混凝土浇捣等，按降低和控制噪音发生的程度，尽可能将以上工作安排在昼间进行。

(2) 在混凝土振捣中，按施工作业程序施工，控制振捣器撞击模板钢筋发出的尖锐噪音，在必要时，采用环保振捣器。

(3) 尽量选用低噪声的机械设备或带隔声、消声的机械设备，对大型机械采取一定的防噪措施。

(4) 在清理料斗及车辆时，采用铲、刮，严禁随意敲打制造噪音。

## 三、在运输作业中的噪音控制

(1) 在现场材料及设备运输作业中，控制运输工具发出的噪音的材料、设备搬运、堆放作业中的噪音，对于进入场内的运输工具，要求发出的声响符合噪音排放要求。

(2) 在易发出声响的材料堆放作业时，采取轻取轻放，不得从高处抛丢，以免发出较大声响。

(3) 机械车辆途经居住场所时应减速慢行，不鸣喇叭。

(4) 加强施工管理，尽量降低施工现场噪声，如合理安排强噪声施工机械的工作频次，合理调配车辆来往行车密度，做好劳动保护工作，为强噪声源施工机械操作人员配备必要的防护耳塞或耳罩等。

(5) 合理安排施工作业时间，避免在夜间进行施工作业。根据实际情况，如需进行晚上施工的，应经过业主许可并事先向当地环境保护部门提出申请，得到批准后方可进行夜间施工。施工时必须选择产噪小的施工机械和工况，严

格控制噪声的产生，使噪声污染限制在最小程度并做好隔声、消声处理，确保工地场界外噪声符合相关标准。

(6) 合理安排施工人员在高噪音区和低噪音区的作业时间，并配备相应的劳保用品。

#### 6.8.4 污染土壤二次污染控制

(1) 所有由污染区域进入非污染区域的设备、机具均需清洗，包括挖掘机、运输车辆和个人防护设备。在地面设置清洗池及沉淀池，设备停留在清洗平台上，冲洗的水流入清洗沉淀池内，池内的水进入废水处理设施处置，处置后再次回用以减少清洗用水的使用量；沉淀底泥收集后与污染土壤一并处置。

(2) 土壤装卸时尽量做到减缓速度和降低落差，减少人为污染扩散。

(3) 运输前注意覆盖好车辆上装载的污染土壤，防止土壤飞扬。

(4) 严格限制挖掘机和运输车辆活动范围，防止将污染土壤带出污染区域。

(5) 挖掘时尽量减少对对下水的扰动，防止污染土壤对对下水的污染。

(6) 每天作业结束，清理作业过程直接接触土壤的器具，并统一收集到指定区域存放。

#### 6.8.5 固废污染控制

##### 一、固体废弃物的分类

(1) 无毒无害有利用价值的废弃物

废旧钢材、木材、有色金属；材料设备包装盒、桶、袋；废旧电气材料、机械金属配件；废旧建筑砖瓦、门窗等材料；废旧办公用品；废旧装饰材料；废旧安装材料等。

(2) 无毒无害无利用价值的废料

废弃建筑垃圾；废弃碎砖、碎石、生活垃圾。

(3) 有毒有害类

废旧日光灯管、电池；废弃圆珠笔芯、计算器；废弃复写纸、胶片、色带；废弃墨盒、硒鼓；废弃橡胶、塑料制品；废弃有毒有害化学包装物；废弃油污桶、化学添加剂袋。

## 二、固体废弃物的收集、存放

(1) 施工现场在施工作业前，分门别类的设置固体废弃物堆放场地或容器，施工现场的生活垃圾实行袋装化，对有可能因雨水淋湿造成污染的，搭设防雨设施。

(2) 现场堆放固体废弃物标识名称、有无毒害、可否回收等，并分类堆放。

(3) 有毒有害类的废弃物不与无毒无害的废弃物混放。

(4) 固体废弃物按平布置规划位置堆放整齐，与现场文明施工要求相适。

(5) 固体废弃物收集由工程部在工作安排时予以明确，并由安全管理部安排专人负责日常管理。

(6) 各分包单位的固体废弃物按要求分类运至堆放场所堆放。

## 三、固体废弃物的处理

固体废弃物的处理由管理负责人根据固体废弃物存放量的多少以及存放场所的情况安排处理。

由项目经理审核废弃物管理负责人提出的处理报告，由项目材料部门和废弃物管理小组共同处理废弃物。

固体废弃物根据分类进行处理，不得混堆处理，定点集中堆放，杜绝乱扔现象，及时将垃圾运到指定的地点。

对于无毒无害有利用价值废弃物，如在其它工程项目可再次利用的，可调其它项目再次利用，对于不能再次利用的，向有经营许可证的废品回收部回收。

对于无毒无害无利用价值的固体废弃物，委托环卫垃圾清运单位清运处理。

对于有毒有害的固体废弃物的处理，无论是否有利用价值，均为有危险废物经营许可证的单位处理。

由于施工场地限制，对污染地面必须清扫和冲洗，保持路面的整洁。

加强宿舍区的管理，明确责任，杜绝乱扔、乱泼、乱接的现象，对违反的及时处理。建立健全必要的规章制度，加强环境的保护意识，严格奖罚制度，加强现场管理。

禁止露天融化沥青或焚烧油毡、油漆以及其他有毒有害气体的物质。

## 6.8.6 文明施工管理

管理文明施工是一个重要问题，是项目管理的重要内容，是生产效益和社会效益的双重保证。因此做好文明施工工作，不仅关系到工程能否顺利进行，更重要的是反映企业的素质，因此要求所有参与工程的人员必须遵守文明施工的有关规定及条例。

每一个工作计划的制定应以不对工程环境造成影响为目标。

每一个工作计划的制定应以争创市“安全文明样板工地”为目标。

### 1、成立工地文明施工

委员会组长：项目经理；副组长：监察员、技术负责人、现场专职安全员、总工程师；组员：责任工程师、专业监理工程师、施工队队长。

### 2、文明施工管理措施

(1) 施工集中区域有条件的前提下施工现场临时道路须进行硬化，设置车辆清洗池，对出场车辆进行清洗，以防止尘土、泥浆被带到场外，场地内其他不用区域将全部绿化。

(2) 设专人进行现场内、作业面及周边道路的清扫、洒水工作，防止灰尘飞扬，保护周边空气清洁。

(3) 建立有效的排污系统。

(4) 施工区设置临时卫生间并有专人定时清理。

(5) 夜间灯光集中照射，避免灯光干扰周边居民的休息。

(6) 散装运输物资，运输车厢须封闭，避免遗撒。

(7) 各种不洁车辆开离现场之前，须对车身进行冲洗。

(8) 施工现场设封闭垃圾堆放点，并将垃圾是否回收给予处分，并予以及时清运。

## 6.8.7 卫生防疫管理

(1) 施工现场临时设施所用建筑材料应符合环保、消防要求；

(2) 办公区和生活区应设置密闭式垃圾容器；

(3) 施工现场应配备常用药及绷带、止血带、颈托、担架等急救器材；

- (4) 施工现场宿舍必须设置可开启式窗户，宿舍内的床铺不得超过两层，严禁使用通铺；
- (5) 宿舍内的设置应符合国家有关规范的规定；
- (6) 食堂应设置在远离厕所、垃圾站、有毒有害场所等污染源的地方；
- (7) 食堂必须有卫生许可证，炊事人员必须持有身体健康证上岗，炊事人员上岗应穿戴洁净的工作服、工作帽和口罩。不得穿工作服出食堂非炊事人员不得随意进入制作间；
- (8) 食堂的炊具、餐具和公用饮水器具必须清洗消毒；
- (9) 施工现场应加强食品、原料的进货管理，食堂严禁出售变质食品；
- (10) 食堂的设计、配备以及原料贮存必须符合国家卫生标准；
- (11) 施工现场应设置水冲式或移动式厕所，并有专人保洁；
- (12) 施工现场作业人员发生法定传染病、食物中毒或急性职业中毒时，必须在 2 小时内向施工现场所在地建设行政主管部门和有关部门报告，并积极配合调查处理；
- (13) 及时监督控制每个工人的身体状况，发现异常及时报告。

## 第7章 项目组织管理与实施

### 7.1 项目管理、组织机构与职责

#### 7.1.1 项目管理

##### 1、自建制度与监理制度

根据《中华人民共和国招标投标法》和《中华人民共和国建筑法》规定，本项目建设管理全面实行“招投标制”和“工程监理制”。本项目的招投标和工程监理制按照国家的有关规定办理。

(1) 招标工作应委托有相应资质的招标代理机构组织，充分体现公开、公平、公正的原则。严格施工队伍的资质审查，择优选择施工队伍，确保工程的质量。

(2) 加强对招标工作的组织领导，邀请纪检监察部门人员参加，对招投标实行全过程监督。

(3) 严格招标程序。在实施招标工作中，对工程承包范围、工程承包方式、招投标文件编制、履约保证金，工程款支付与结算、评标办法、授予合同等方面都必须严格按照法定程序进行。

(4) 在施工过程中，应对设计变更、技术经济签证、建筑材料及设备、工程质量验收与保修、安全生产等进行严格管理。

##### 2、质量、投资、进度控制

工程项目顺利实施必须保证质量、投资、进度得到有效控制。

工程质量的控制，就是通过合理的管理，使建设项目科学决策、精心设计、精心施工，建设质量合格的工程项目。

工程投资的控制，就是要保证在批准的费用计划内完成所有工程项目内容的建设，其基本程序为资源消耗计划编制、费用估算、费用计划编制和施工过程中费用的控制。

工程进度的控制，就是要确保项目按期完成所必须的所有工作过程，其基本程序为工作定义和排序、工作时间估计、进度计划制定和工程实施过程中按计划进行进度控制。

### 3、合同管理与协调

工程项目是一个涉及面广，参与单位多的复杂过程，在该过程中合同是约束双方当事人的合法文件，众多的合同构成一个体系，因此必须进行合同管理与协调，必要时请专业管理机构进行合同管理。

### 4、竣工验收

工程具备竣工验收条件，承包人按国家工程竣工验收有关规定，向发包人提供完整竣工资料及竣工验收报告。在竣工验收报告得到发包人认可后，方可进行竣工结算。同时根据有关合同进行质量保修的交接。

## 7.1.2 组织机构

为保证本项目的实施，建议由建设单位组建综合管理部门，由综合管理部门对本项目实施统一管理。

由项目实施单位负责组建项目综合管理部门，下设五个职能部门进行分管。详见图 7-1。

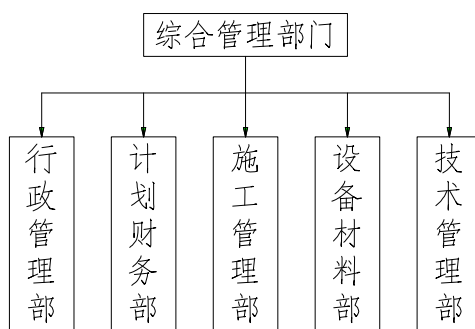


图 7-1 组织机构图

## 7.1.3 职责

1、行政管理部：负责办公室日常行政工作以及项目履行单位的接待、联络等工作。

2、计划财务部：负责项目的财务计划和实施计划安排，与项目履行单位办理合同协议等手续，以及资金使用安排及收支手续。

3、施工管理部：负责项目的土建施工。设备安装的协调与指挥，施工进度计划与管理，同时负责施工质量与施工安全的监督检查以及工程的验收手续。

4、设备材料部：负责设备材料订货、采购、保管、调拨等工作。



5、技术管理部：负责项目技术文件、技术档案的管理，主持设计图纸会审，处理有关技术问题以及组织上岗职工的专业技术培训、技术考核等工作。

## 7.2 项目实施计划

本项目计划在 2018 年 10 月完成全部工作，并计划在 2018 年 10 月完成项目验收。根据目前项目进度实施进展情况，项目已完成实施方案编制工作。因此，为保证项目能够如期完成，确定项目实施进度计划如下：

- 2018 年 3 月完成申报工作
- 2018 年 4 月完成施工图设计及评审工作
- 2018 年 5 月完成招投标工作并开工建设
- 2018 年 9 月完成项目土建工程施工
- 2018 年 10 月进行项目验收

## 7.3 项目招投标

### 7.3.1 概述

根据中华人民共和国国家发展计划委员会第 3 号令，建设项目相关阶段需增加招标内容，并作为相关附件一同送交项目审批部门审批。

根据《中华人民共和国招标投标法》规定，资金由政府筹措的项目，除特殊情况外均需要招标。

本项目属依法必须招标项目，应就其应就其勘察、设计、建筑、安装、监理以及重要设备、材料等采购活动进行招标。本章内容将重点就建筑、安装、监理以及重要设备、材料等采购活动进行招标内容的阐述。

### 7.3.2 招投标依据

- 1、《中华人民共和国招标投标法》（1999 年 8 月 30 日）；
- 2、《工程建设项目招标范围和规模标准规定》（2000 年 05 月 01 日）；
- 3、《招标公告发布暂行办法》（2000 年 07 月 01 日）；

- 4、《工程建设项目自行招标试行办法》（2000年07月01日）；
- 5、《工程建设项目可行性研究报告增加招标内容和核准招标事项暂行规定》（2001年06月18日）；
- 6、《评标委员会和评标方法暂行规定》（，2001年07月05日）；
- 7、《中华人民共和国政府采购法》（2003年01月01日）；
- 8、《工程建设项目勘察设计招标投标办法》（2003年06月12日）等。

### 7.3.3 招标组织形式

招标的组织形式有自行招标和委托招标两种形式。具备编制相应招标文件和标底，组织开标、评标能力的招标人可以自行招标；凡不具备条件的招标人应当委托具有相应资质证书的建设工程招标代理机构代理招标。

本项目委托当地招标代理机构进行招标。

#### 1、招投标组织原则

（1）严格执行国家及湖南省招标制度。

（2）遵循公开、公平、公正和诚实信用的原则，保证潜在招标人平等、便捷地获取招标信息，保证评标活动的公正性。

#### 2、招标范围

拟建的岳阳市南湖新区原蓝天冶金建材有限公司污染地块土壤修复项目比其他建筑类工程技术复杂，且有其固有特点，故本工程中土建、监理以及重要材料等采购活动招标范围的确定与划分，将结合工程类型特点、工种配合及特殊性等进行。

### 7.3.4 招标组织形式与招标方式

本拟建工程采用委托招标方式，委托有资质的招标公司统一进行编标、招标、投标等一系列工作，其在操作上应符合国家有关招标、投标的具体规定，在时间上需满足建设方的进度要求。招标采用公开招标的形式。招标的基本情况见下表 7-1。

表 7-1 招标基本情况表

项目	招标范围		招标组织形式		招标方式		不采用
	全部招标	部分招标	自行招标	委托招标	公开招标	邀请招标	招标方式
土建工程	√			√	√		
监理		√		√		√	
重要材料	√			√	√		

在资格预审阶段，由专门机构组成“资格预审评审委员会”进行资格预审工作，参加人员应有执法监督部门、专业技术人员、经济专家等组成，资格预审评审委员会委员不得少于 5 人。

在评标阶段，由专门机构组织“评标委员会”负责评标，评标委员会由招标人代表和有关技术、经济等方面专家组成，成员人数应在 5 人以上，其中随机选定的技术、经济等方面的专家不得少于成员总人数的 2/3。上述专家应从事相关领域工作满 8 年，并具有高级职称或具有同等专业水平，并实行动态管理。其中的评审专家应从当地专家库利用计算机数据库中随机抽取，不能以任何形式预先指定，并且选出的专家评委不得与招标或投标人有直接利益关系。

### 7.3.5 招标初步方案

由于本项目中土壤修复工程具有较强的专业性，施工难度较大，工期紧，故在土建、监理的招标过程需对其资质及业绩作相应的规定，以满足工程质量及进度的要求，确保工程能按时保质保量完成。

## 7.4 项目监理

污染场地修复监理是污染场地管理的重要环节，在整个修复工程中，环境监理可以对其进行全面监督和管理，是确保修复工程质量、防止二次污染最直接、有效的手段。污染场地修复监理应按照环境监理合同对污染场地治理和修复过程中的各项环境保护技术要求的落实情况进行环境监理。

### 7.4.1 监理目的

本项目环境监理的目的是保证本项目环境影响评价提出的各项环境保护措施落到实处，将施工活动对环境的不利影响降低到可接受的最低限度；同时对施工过程中产生的新的环境污染问题提出整治措施，并监督施工单位加强施工过程中环境保护措施的实施。

### 7.4.2 监理机构

为保证项目治理效果，建议本项目设置专职环境监理机构，采用总监理工程师负责制，下设环境监理工程师；由环境监理工程师具体负责现场工程环境监理工作，由总监理工程师对业主负责，往下全面管理和协调机构的内部事物。

### 7.4.3 岗位职责

本项目环境监理总工程师和监理工程师的职责包括以下几方面的内容：

- 1、代表监理单位全面履行合同规定，组织开展环境监理业务，并接受环境监理单位的检查和监督，全面管理和协调监理机构的内部事物；
- 2、总监理工程师应全面掌握工程施工进度，负责指导编制监理工作方案；
- 3、审查施工单位编制的环境保护计划，参加业主召开的各种相关会议；
- 4、对施工出现的严重违规环境问题，签发停工令，整改合格后签发复工令；
- 5、定期向业主汇报环境监理工作情况；
- 6、对施工单位提出的施工组织设计、施工技术方案和施工进度计划提出环境保护方面的改进意见；
- 7、编制各种环境监理记录表格，对现场环境监理情况进行记录；
- 8、对巡视中发现的不符合环境保护要求的施工问题，负责通知施工方停止违规作业，并提出整改要求；
- 9、负责对整改的问题进行跟踪检查及验收；
- 10、参加由实施单位组织的初步验收和由业主等主持的竣工验收活动；
- 11、负责将所有技术资料整理归档。

#### 7.4.4 监理工作流程

污染场地修复工程环境监理主要包括三个阶段：修复工程设计阶段环境监理、修复设施建设阶段环境监理和修复工程实施阶段环境监理。具体工作程序见图 7-2。

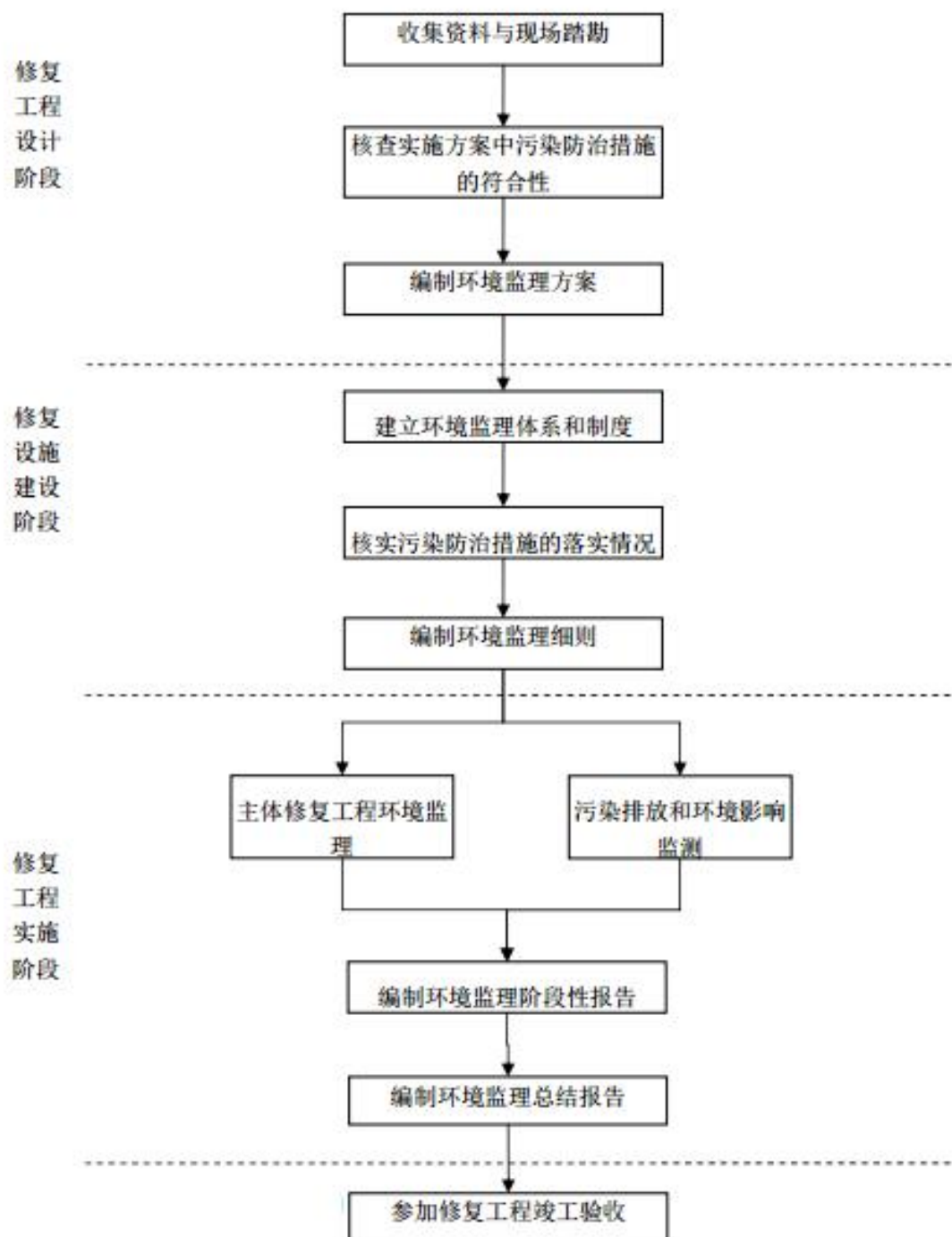


图 7-2 监理工作流程

## 第 8 章 经费估算与资金筹措

### 8.1 编制依据

- (1) 《市政工程投资估算指标》(2007 年版)。
- (2) 关于调整 2001 年《湖南省建筑工程概算定额》费率标准及计费程序的通知(2005 年)。
- (3) 《湖南省市政工程消耗量标准》(2006 年)。
- (4) 《湖南省安装工程消耗量标准》(2006 年)。
- (5) 《湖南省园林工程消耗量标准》(2006 年)。
- (6) 计算程序及费率执行湘建价计[2008]22 号文；
- (7) 国家计委计价格(1999)1283 号“关于印发建设项目前期工作咨询收费暂行规定的通知”。
- (8) 各有关设备生产厂家报价及询价(另加设备运杂费)。
- (9) 类似工程现实际造价指标。

### 8.2 投资估算

本工程估算总投资为 1940.28 万元，其中工程费用 1562.25 万元，工程其他费用 234.31 万元，预备费 143.73 万元。工程总投资汇总详见表 8-1，工程投资估算详见表 8-2，其它费用详见表 8-3。

### 8.3 经费使用计划

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、专户储存、转账核算。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，竣工验收和运行一年后，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，再由相关组织竣工验收。

## 8.4 资金筹措

本项目属于土壤修复项目，总投资为 1940.28 万元，申请土壤修复专项补助 1940.28 万元。

表 8-1 工程总投资汇总表

序号	工程和费用名称	估算金额 (万元)				
		建筑工程	设备及工器具购置	安装工程	其它费用	合计
1	2	3	4	5	6	7
一	第一部分：工程费用	1562.25				1562.25
二	第二部分：其他费用				234.31	234.31
三	基本预备费 (8%)				143.73	143.73
四	工程建设投资					1940.29
五	项目总投资	1562.25			378.04	1940.29



表 8-2 综合估算表

序号	工程或费用名称	估算金额 (万元)				技术经济指标			
		建筑工程	设备及工器具购置	安装工程	其他费用	合计	单位	数量	单位价值 (元)
	第一部分：工程费用	1562.25				1562.25			
一	稳定化/固化场工程	117.04							
1	场地平整	0.64					m <sup>2</sup>	800	8
2	稳定化场 (轻钢结构活动板房)	104.0					m <sup>2</sup>	800	1300
3	稳定化场地面防渗	2.4					m <sup>2</sup>	800	30
4	临时设施拆除	10.0					项	1	100000
二	土壤污染治理	1130.78							
1	土壤清挖	83.34					m <sup>3</sup>	34723.34	24
2	土壤场内转运	38.20					m <sup>3</sup>	34723.34	11
3	稳定化拌和处理 (含养护费)	208.34					m <sup>3</sup>	34723.34	60
4	治理后土壤回填	43.75					m <sup>3</sup>	36459.51	12
5	硫酸亚铁	7.13					t	32.4	2200

序号	工程或费用名称	估算金额（万元）					技术经济指标		
		建筑工程	设备及工器具购置	安装工程	其他费用	合计	单位	数量	单位价值（元）
6	硫化钠	645.85					t	2083.40	3100
7	生石灰	104.17					t	2083.40	500
三	废水处理	16.37							
1	潜污泵	0.28					台	1	2800
2	污水管	4.80					m	300	160
3	租赁一体化设备（含溶药、加药装置）	10.0					套	1	100000
4	废水处理费	1.29					m <sup>3</sup>	1360	9.5
四	场地生态恢复	265.07							
1	场地平整	11.30					m <sup>2</sup>	14121.2	8
2	客土回填	17.65						7060.60	25
3	土壤压实	11.30					m <sup>2</sup>	14121.2	8
4	截洪沟	18.60					m	620	300
5	排水沟	14.65					m	586	250

序号	工程或费用名称	估算金额（万元）				技术经济指标			
		建筑工程	设备及工器具购置	安装工程	其他费用	合计	单位	数量	单位价值（元）
6	喷播混合草籽（25kg/亩）	28.24					m <sup>2</sup>	14121.2	20
7	杜鹃球（高 1.2m，冠幅 120cm）	44.13					棵	3530	125
8	樟树（胸径 18cm，带冠）	119.21					棵	883	1350
五	环境监测	33							
1	监测井	3.00					座	3	10000
2	施工过程中及验收检测	30.00					项	1	300000

表 8-3 其它费用表

序号	费用名称	计算依据及说明	金额（万元）
1	建设管理费		64.22
1.1	建设单位管理费	财建(2002)394 号	20.62
1.2	工程建设监理费	发改价格(2007)670 号	43.59

序号	费用名称	计算依据及说明	金额（万元）
1	建设管理费		64.22
2	建设项目前期工作咨询费	国计委计价格(1999)1283号	31.39
2.1	编制项目建议书		16.00
2.2	编制风险评估报告		9.40
2.3	评估项目建议书		2.08
2.4	评估风险评估报告		3.91
3	勘察设计费	计价格(2002)10号	79.84
3.1	工程勘察费	按第一部分费用的0.8%计取	12.50
3.2	工程设计费		57.07
3.3	施工图预算编制费	按设计费的10%计取	5.71
3.4	竣工图费	按设计费的8%计取	4.57
4	环境影响咨询费	计价格(2002)125号	8.86
5	劳动安全卫生评审费	按第一部分费用的0.1%计取	1.56
6	场地准备费及临时设施费	按第一部分费用的0.5%计取	7.81
7	工程保险费	按第一部分费用的0.3%计取	4.69
8	生产准备费及开办费		1.68
8.1	生产职工培训费	3人×60%×2000元/人×3个月	1.08
8.2	办公和生活家具购置费	3人×1000元/人	0.60

序号	费用名称	计算依据及说明	金额（万元）
1	建设管理费		64.22
9	招标代理服务费	计价格(2002)1980号	30.83
10	施工图审查费	按设计费的6%计取	3.42
11			
	<b>第二部分费用共计</b>		234.31

## 第 9 章 效益分析

### 9.1 环境效益

环境保护和生态平衡是 20 世纪人类对现代化认识的重要成果。环境保护和生态平衡包括：全民的计划生育行动，对森林、耕地、水土的保护措施，资源和废物的节制使用和回收利用等内容。本项目为环境治理项目，有效修复重金属污染土壤，持续稳定的遏制重金属对人、动植物的继续危害，对岳阳市的环境保护和生态平衡起着重要的作用。

项目实施将带动区域基础设施的建设与完善，为建设清洁卫生、环境优美的城市创造有利条件，同时为周边居民提供一个良好的工作与生活环境。项目实施还有利于提高公众对政府的信任度，树立良好的城市形象，改善城市工作环境、生活环境和投资环境，推动城市的建设与发展，促进工业生产的发展。

项目实施后将显著降低场地铅、砷、锌、镉、六价铬等重金属浸出浓度，使场地及洞庭湖生态环境得到保护和改善，减少疾病发病率，对公共健康是极其有益的。

### 9.2 社会效益

本项目建成后，将对社会产生如下影响：

#### (1) 项目对所在地区居民生活水平和生活质量的影响

居民收入的增加是改善居民生活水平的主要方面，同时环境质量的提高，生态环境的改善，将给当地居民创造一个清新干净的居住空间，让人们身体健康、安居乐业，从而进一步提高居民的生活质量。不仅可改善区域环境，同时可大大提高岳阳市整体环境水平。

#### (2) 项目对所在地区居民就业的影响

该项目的建设需要不少人力，能暂时解决部分居民的就业问题，对居民就业问题的影响作用不明显。

#### (3) 项目对所在地区不同利益群体的影响

本项目属于环境治理工程，应该说受益的是全岳阳市市民，从长远来说全社会人民以及子孙万代均受益不穷。政府承担了治理污染的沉重任务，政府为此付出了较大代价，但同时政府也是受益者，它造福人民，是一块历史的丰碑。

#### （4）项目对所在地区弱势群体的影响

妇女、儿童、残疾人员属于弱势群体，环境的不良最容易受影响的是她们，影响儿童的成长、妇女的传宗接代，对残疾人员更是雪上加霜。因此本项目对弱势群体的作用是很明显的。

#### （5）项目对所在地区文化、教育的影响

通过对技术方案的分析，选用适合本项目的场地修复技术。先进技术的引入和实施不仅能促进地区之间的文化技术交流，促进地区科技进步，同时技术的实施需要培训一批专业技术人才，促进当地的教育水平的提高。

#### （6）项目对所在地区城市化进程的影响

推进城市化进程是我国今后发展的一个必然趋势，全面加快推进城市化是我国全面建设小康社会的重要载体，也是各级党委和政府执政为民的具体体现。推进城市化进程，要把城市化规划与整个经济社会发展规划、用地规划、环保规划等重要规划协调好，注意经济与社会、环境统筹科学地发展，通过市场化运作，作好土地经营和增值，加大城市基础设施建设市场化运作力度。

#### （7）对国家可持续发展战略的影响

实施可持续发展战略已成为我国国民经济和社会发展的基本指导方针。实施可持续发展的一个重要途径就是把环境保护纳入综合决策，转变传统的经济增长模式。本项目解决了岳阳市重大环境污染问题，对岳阳市的发展起着非常重要的促进作用。

## 9.3 经济效益

#### （1）项目对所在区域经济发展的影响

本项目不能带来直接的经济效益，但项目完成后，环境大幅度改善所带来的地价升值和当地区域优势的显现，会吸引更多的资金来此投资开发，从而促进区域经济发展。

## （2）项目对所在地居民收入的影响

为了保证洞庭湖水环境质量的改善，原有的土地由于被重金属污染，仍然继续危害当地环境，如不及时治理，将严重制约当地的经济的发展。本项目的成功运作不仅可有效改善当地生态环境，同时将因为地价升值，提升区域优势等，吸引资金，从而有效拉动当地经济的快速发展，当地居民将有更多的就业机会，收入将明显提高。



## 第 10 章 项目风险分析

在经济活动中，风险是不以人们意志为转移客观存在的。尽管已尽可能对基本方案的方方面面进行了详尽的研究，但由于预测结果的不确定性，项目实施后的实际结果可能与预测的基本方案结果产生偏差，有可能使实际结果低于预期，因而使投资项目面临潜在的风险。

### 10.1 政策风险

指因国家政治经济条件发生重大变化或调整，导致项目原定目标难以实现甚至无法实现。

土壤修复已引起中央决策层的高度重视，《土十条》中指出，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。

本项目为土壤修复项目，属于环境污染治理项目，属于“土十条”中提到的内容。从政策上分析，本项目的建设不但不存在风险，而且还可享受国家在税收、用地、用电和间接信用担保等方面的优惠条件。

### 10.2 技术风险

项目所需工程技术为成熟适用技术，现有技术能够满足本项目的建设要求。因此，本项目技术风险较低。

### 10.3 资金风险

项目投资风险既可能产生于工程建设过程中，使得投资突破预算，也可能由于资金不足而导致项目不能正常运行，分析见表 10-1。

表 10-1 投资风险评估及防范

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

## 10.4 项目管理风险

项目的实施有一定的周期, 涉及的环节也较多, 在这期间如果出现一些人力不可抗拒的意外事件或某个环节出现问题以及宏观经济形势发生较大的变化, 公司组织结构、管理方法可能不适应不断变化的内外环境, 将会大大影响项目的进展或预期效果。

## 10.5 风险程度分析

基于本工程项目为国家支持的环保项目, 主要体现项目的社会效益和环境效益, 不以经济效益为主要目的, 有政府和社会各方面的支持, 本工程所面临的资金风险、政策风险、外部协作条件风险都是一般性的, 风险发生的可能性不大, 不影响项目的可行性。只要采取适当的措施, 都可使风险降到最低程

度。管理不善可能带来的风险。一旦出现管理不善，可能造成项目运行发生困难，从而使投资发挥不了应有的效益。

## 10.6 降低风险的主要措施

1、加强与地方政府和国家相关部门联系沟通，争取中央政府和省级政府在融资上的支持，确保资金到位；

2、加强项目建设规划，制订突发事件应急预案；

3、建设组织和管理，对工程建设进行封闭式管理；

4、落实专业施工队伍进行项目施工建设，严格施工质量，加强工程施工监理；

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

# 附件

## 1、专家意见

### 2018年湖南省土壤污染防治项目储备库入库审查

#### 专家意见表

项目名称：岳阳市南湖新区原蓝天冶金建材有限公司污染地块治理与修复项目

#### 一、总体评价

该项目《场调报告》及《实施方案》基本按照审查意见进行了修改，建议列入储备项目库。

#### 二、进一步完善建议

1、场调报告中进一步核实厂区范围边界及本次场地调查范围，核实污染源说明。核实土壤采样方案确定原则，核实方量。

2、修复治理方案中应完善修复治理目标，核实污染治理范围和方量，核实工程总投资。项目所处区域环境敏感，实施方案应细化防止二次污染的环保措施。

已按审查意见进行修改。建议在明确土地  
用地属性的基础上，明确治理修复目标，优化技  
术方案，加强二次污染防治。

专家组签名：

胡 佩 芳

日期：2018.03.22

2018.4.1

2、《岳阳楼-洞庭湖风景名胜区总体规划（2008-2030）——南湖景区规划总图》

