

# 温州市茶白片区南北村单元 A-09b

## 地块土壤污染修复技术方案

建设单位：温州市瓯海区人民政府梧田街道办事处

编制单位：浙江惠宇环境工程有限公司

2024年11月

# 目 录

<b>1 概述</b> .....	<b>1</b>
1.1 项目概述.....	1
1.2 任务由来.....	1
1.3 编制目的.....	3
1.4 编制依据.....	3
1.4.1 法律法规.....	3
1.4.2 政策文件.....	4
1.4.3 标准规范.....	4
1.4.4 相关文件.....	6
1.5 编制原则.....	7
1.6 编制程序和内容.....	8
<b>2 地块概况</b> .....	<b>10</b>
2.1 地块地理位置.....	10
2.2 地块自然环境状况.....	10
2.2.1 地形地貌.....	10
2.2.2 气候气象.....	11
2.2.3 水文地质.....	11
2.2.4 区域社会信息.....	18
2.3 地块历史及现状.....	19
2.3.1 地块历史.....	19
2.3.2 地块现状.....	33
2.4 相邻地块历史及现状.....	39
2.4.1 相邻地块历史.....	39
2.4.2 相邻地块现状.....	44
2.5 地块未来利用规划.....	46
2.6 地块周边敏感地块.....	48
<b>3 地块污染现状与风险评估</b> .....	<b>50</b>
3.1 地块土壤污染初步调查结果.....	50
3.2 地块地下水污染初步调查结果.....	52
3.3 详细调查阶段地块调查结果.....	54
3.4 风险评估补充调查结果.....	55
<b>4 地块修复策略</b> .....	<b>56</b>
4.1 细化地块概念模型.....	56
4.1.1 地块关注污染物.....	56
4.1.2 地块关注污染物扩散迁移途径.....	56
4.1.3 污染地块对周边环境的影响.....	56
4.1.4 建立地块概念模型.....	57
4.2 地块总体修复目标.....	58
4.2.1 修复目标.....	58
4.2.2 修复范围及工程量.....	58
4.3 修复策略确定.....	67
4.3.1 潜在修复策略.....	67
4.3.2 修复策略的选择与确定.....	67

<b>5 地块修复技术筛选与评估</b> .....	<b>69</b>
5.1 土壤修复技术应用现状.....	69
5.2 土壤修复常用技术介绍.....	70
5.2.1 固化稳定化技术.....	70
5.2.2 淋洗技术.....	71
5.2.3 水泥窑协同处置技术.....	73
5.2.4 微生物修复技术.....	75
5.2.5 植物修复技术.....	76
5.2.6 阻隔填埋技术.....	78
5.3 土壤修复技术筛选.....	80
5.3.1 修复技术筛选原则.....	80
5.3.2 污染土壤修复技术筛选.....	81
5.3.3 筛选结果.....	84
5.4 土壤修复技术可行性评估.....	84
5.5 土壤修复技术确定.....	87
<b>6 地块修复技术方案</b> .....	<b>88</b>
6.1 修复总体技术方案.....	88
6.2 修复技术工艺参数.....	90
<b>7 修复工程环境管理计划</b> .....	<b>92</b>
7.1 污染防治计划.....	92
7.2 环境影响分析.....	92
7.2.1 土壤二次污染防治措施.....	95
7.2.2 大气环境污染防治措施.....	97
7.2.3 水环境污染防治措施.....	101
7.2.4 噪声环境污染防治措施.....	103
7.2.5 固体废弃物污染防治措施.....	106
7.3 环境监测计划.....	108
7.3.1 环境监测目的.....	108
7.3.2 环境监测内容.....	108
7.3.3 大气环境监测.....	108
7.3.4 水环境质量监测.....	109
7.3.5 声环境质量监测.....	110
7.3.6 土壤环境质量监测.....	111
7.3.7 监测工作的组织.....	111
7.4 环境监理工作.....	111
7.4.1 环境监理工作内容.....	111
7.4.2 修复工程主体环境监理要点.....	113
7.5 环境应急预案.....	114
7.5.1 组织体系及职责.....	114
7.5.2 预防与预警.....	115
7.5.3 信息报告程序.....	116
7.5.4 应急处置.....	116
7.5.5 事故处理.....	117
7.5.6 恢复生产.....	117

<b>8 修复工程自验收监测方案</b> .....	<b>118</b>
8.1 自验收目的.....	118
8.2 自验收内容.....	118
8.3 自验收工作流程.....	118
8.4 污染土壤清挖效果自验收.....	118
<b>9 修复工程施工组织设计</b> .....	<b>121</b>
9.1 施工项目目标.....	121
9.1.1 质量目标.....	121
9.1.2 HSE 目标.....	121
9.2 施工部署.....	122
9.2.1 施工准备.....	122
9.2.2 施工顺序.....	122
9.2.3 施工总平面布置.....	122
9.2.4 施工临时设施.....	123
9.2.5 施工用水、用电.....	123
9.2.6 机械、设备、材料准备.....	126
9.2.7 项目管理组织机构.....	127
9.3 施工进度计划及保障措施.....	131
9.3.1 施工进度计划编制原则.....	131
9.3.2 施工进度计划.....	131
9.3.3 施工进度管理.....	131
9.3.4 施工进度保证措施.....	132
9.3.5 工期调整及措施.....	132
9.4 污染土壤专项施工方案.....	133
9.4.1 测量放线专项施工方案.....	133
9.4.2 污染土壤清挖专项施工方案.....	138
9.4.3 污染土壤运输专项方案.....	141
9.5 修复工程质量保障措施.....	145
9.5.1 质量保证管理体系.....	145
9.5.2 设立质量控制点.....	145
9.5.3 质量保证措施-人力.....	146
9.5.4 质量保障措施-技术.....	146
9.5.5 质量保证措施-施工过程.....	148
9.5.6 其他质量保证措施.....	150
9.5.7 工程质量检验.....	151
9.5.8 工程技术资料管理.....	152
9.6 季节施工措施.....	152
9.6.1 雨季施工.....	152
9.6.2 高温天气施工.....	155
9.6.3 冬季施工.....	156
9.6.4 台风天气施工.....	156
9.7 安全文明施工管理措施.....	158
9.7.1 安全施工管理体系.....	158
9.7.2 安全管理制度.....	159

9.7.3 危险源识别及风险评价 .....	160
9.7.4 安全施工管理措施 .....	165
9.7.5 现场管理 .....	170
9.7.6 厂区消防 .....	171
9.7.7 文明施工管理措施 .....	173
9.8 修复工程应急预案 .....	175
9.8.1 综合应急预案 .....	175
9.8.2 重大环境污染事故应急预案 .....	180
9.8.3 突发性群体事件应急预案 .....	183
9.8.4 社会影响维稳应急预案 .....	190
9.9 工程竣工验收及项目移交 .....	193
9.9.1 工程竣工验收 .....	193
9.9.2 项目移交 .....	194
<b>10 成本效益分析 .....</b>	<b>195</b>
10.1 修复费用 .....	195
10.2 环境效益、经济效益、社会效益 .....	196
<b>11 结论 .....</b>	<b>198</b>
11.1 可行性研究结论 .....	198
11.1.1 场地修复的筛选与评估 .....	198
11.1.2 场地修复施工可行性研究 .....	198
11.2 问题与建议 .....	198

# 1 概述

## 1.1 项目概述

项目名称：温州市茶白片区南北村单元 A-09b 地块土壤污染修复项目

项目业主：温州市瓯海区人民政府梧田街道办事处

项目地点：浙江省温州市瓯海区梧田街道

项目性质：污染土壤修复治理工程

项目规模：修复方量约为 21366m<sup>3</sup>

污染因子：镍、镉、砷、氟化物、铅

修复技术：水泥窑协同处置技术

工程质量：达到温州市环保主管部门验收要求，项目验收合格

## 1.2 任务由来

根据《温州市茶白片区南北村单元 A-09 地块规划条件论证》（2024 年），本项目地块用地规划为二类居住用地，属于《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第一类用地，同时属于《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）》（自然资办〔2020〕51 号）中的居住用地（07）。

2023 年，受温州市瓯海区土地储备中心委托，浙江省工程物探勘察设计院有限公司（采样检测单位）对本地块开展土壤污染状况初步调查工作，浙江省工程物探勘察设计院有限公司委托几核（浙江）科技有限公司编制土壤污染状况初步调查方案及调查报告。2024 年 4 月，几核（浙江）科技有限公司编制完成了初步调查报告并通过专家评审。根据地块土壤污染状况初步调查结果，确定调查地块土壤存在超筛选值污染物，土壤中铅、镍、镉及砷超过《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第一类用地筛选值，氟化物检出值超出《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（D33/T892-2022）敏感用地筛选值；地块地下水样品中色度、总硬度（以 CaCO<sub>3</sub> 计）、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锌、铝、阴离子表面活性剂、耗氧量（COD<sub>Mn</sub> 法，以 O<sub>2</sub> 计）、氨氮、碘化物及镍超出《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）IV 类标准限值。

根据《中华人民共和国土壤污染防治法》（2018年）、《污染地块土壤环境管理办法》（环境保护部令第42号）、《浙江省建设用地土壤污染风险管控和修复监督管理办法（修订）》（浙环发[2024]47号）和《温州市建设用地土壤污染调查监督管理规程》（温环发〔2022〕19号）等相关文件的要求，调查地块在开发利用前，应开展进一步的土壤和地下水环境详细调查和风险评估。

2024年5月，温州市瓯海区人民政府梧田街道办事处委托中瓯生态工程集团有限公司瓯海分公司对本地块开展温州市茶白片区南北村单元A-09b地块土壤污染状况详细调查工作（业主在现场采样完成之后告知地块名称已从温州市茶白片区南北村单元A-09地块调整为温州市茶白片区南北村单元A-09b地块，地块红线范围相同，实为同一个地块）。中瓯生态工程集团有限公司瓯海分公司调查小组在初步调查的基础上，对本地块开展了进一步的补充资料收集、现场踏勘及人员访谈，编制了详细调查采样布点方案，并委托具有CMA资质的检测机构浙江易测环境科技有限公司对地块内土壤和地下水等进行了采样检测分析。根据前期调查工作、地块现状和本次详细调查检测结果，更新了地块概念模型，分析得出结论，最终编制了《温州市茶白片区南北村单元A-09b地块土壤污染状况详细调查报告》，2024年11月，通过《温州市茶白片区南北村单元A-09b地块风险评估报告》，风评结果显示：（1）本地块最终确定土壤中的风险评估关注污染物为氟化物、镍、铅、砷和镉；地下水中风险评估关注污染物为镍和锰。（2）本地块土壤关注污染物镍、铅、镉、砷的修复目标值采用《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第一类用地筛选值，分别为150mg/kg、400mg/kg、20mg/kg、20mg/kg，氟化物的修复目标值采用《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（DB33/T892-2022）敏感用地筛选值，即2000mg/kg。（3）在第一类用地性质下，地下水风险评估的暴露途径为皮肤接触。结合《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）、《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（DB33/T892-2022）中规定的默认参数以及地块实测参数，经计算得出结论：地下水镍和锰的人体健康风险总体可接受。（4）本次风险评估过程中，本地块内修复土方量约21366m<sup>3</sup>。

### 1.3 编制目的

污染地块修复方案编制的目的是根据地块调查与风险评估结果等资料文件，确定适合于目标地块的最佳修复技术方案，并制定配套的环境管理计划，作为目标地块的修复工程实施依据，支撑该地块相关的环境管理决策。

### 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日施行）
- (2) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2018年8月31日第十三届全国人民代表大会常务委员会第五次会议通过）
- (3) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2016年1月1日）
- (4) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（1997年3月1日，2018年12月29日修订）
- (5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2016年11月7日修正版）
- (6) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月修订）
- (7) 《中华人民共和国水污染防治法》（2000年3月20日）
- (8) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2000年9月1日）
- (9) 《中华人民共和国土地管理法》（2019年8月修订）
- (10) 《中华人民共和国安全生产法》（2014年12月1日）
- (11) 《土壤污染防治行动计划》（自2016年5月28日起实施）
- (12) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年10月1日）
- (13) 《建设工程安全生产管理条例》（2004年2月1日）
- (14) 《建设工程施工现场管理规定》（2007年9月21日）
- (15) 《危险化学品安全管理条例》（国务院令第591号，2011年12月1日施行）
- (16) 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环境保护部令第42号，2017年7月1日施行）
- (17) 《中华人民共和国职业病防治法》（2018年12月29日）

### 1.4.2 政策文件

- (1) 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环境保护部〔2016〕42号令）；
- (2) 《工矿用地土壤环境管理办法（试行）》（生态环境部〔2018〕3号令）；
- (3) 《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）；
- (4) 《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）；
- (5) 《突发环境应急管理办法》（环境保护部〔2015〕34号令）；
- (6) 《浙江省企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理实施办法（试行）》（浙环函〔2015〕195号）；
- (7) 《关于加强工业企业污染场地开发利用监督管理的通知》（浙环发〔2013〕28号）；
- (8) 《关于加强危险废物鉴别工作的通知》（环办固体函〔2021〕419号）；
- (9) 《浙江省生态环境厅关于做好危险废物鉴别监督指导工作的通知》（浙环函〔2022〕310号）；
- (10) 《浙江省人民政府关于印发浙江省土壤污染防治工作方案的通知》（浙政发〔2016〕47号）；
- (12) 《浙江省建设用地土壤污染风险管控和修复“一件事”改革方案》（浙环发〔2021〕20号）；
- (13) 《浙江省建设用地土壤污染风险管控和修复监督管理办法（修订）》（浙环发〔2024〕47号）。

### 1.4.3 标准规范

- (1) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）
- (2) 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）
- (3) 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）
- (4) 《建设用地土壤修复技术导则》（HJ25.4-2019）

- (5) 《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ25.5-2019）
- (6) 《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）
- (7) 《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》（HJ682-2019）
- (8) 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）
- (9) 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）
- (10) 《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）
- (11) 《城市污水再生利用城市饮用水水质》（GB/T18920-2002）
- (12) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）
- (13) 《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）
- (14) 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）
- (15) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
- (16) 《固体废物浸出毒性浸出方法水平振荡法》（HJ557-2010）
- (17) 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）
- (18) 《关于发布〈危险废物安全填埋处置工程建设技术要求〉的通知》（环发〔2004〕75号）
- (19) 《环境监测分析方法标准制修订技术导则》（HJ168-2010）
- (20) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）
- (21) 《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ/T194-2017）
- (22) 《环境监测分析方案标准制定技术导则》（HJ/T168-2004）
- (23) 《大气污染物无组织排放监测技术导则》（HJ/T55-2000）
- (24) 《环境空气质量监测规范（试行）》（国家环保总局2007年第4号）
- (25) 《空气和废气监测分析方法》（第四版）国家环境保护部
- (26) 《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）
- (27) 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）
- (28) 《城市污水再生利用城市饮用水水质》（GB/T18920-2002）
- (29) 《环境监理工作制度（试行）》（国家环保局环监[1996]888号）
- (30) 《聚乙烯（PE）土工膜防渗工程技术规范》（SL/T231-1998）
- (31) 《职业健康安全管理体系要求》（GB/T28001-2001）
- (32) 《工作场所有害因素职业接触限值第1部分：化学有害因素》

(GBZ2.1-2007)

(33) 《工作场所有害因素职业接触限值第 2 部分：物理因素》(GBZ2.2-2007)

(34) 《地块土壤环境风险评价筛选值》(DB11T811-2011)

(35) 《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-2012)

(36) 《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2002)

(37) 《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001) (2009 年版)

(38) 《建筑地基与基础工程施工质量验收规范》(GB50202-2002)

(39) 《钢筋焊接及验收规范》(JGJ18-2003)

(40) 《建筑基坑工程监测技术规范》(GB50497-2009)

(43) 《工程测量规范》(GB50026-2007)

(44) 《建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控及修复效果评估报告评审指南》(环办土壤〔2019〕63 号)

(45) 《地下水环境状况调查评价工作指南》(生态环境部, 2019 年 9 月)

(46) 《工业企业地块环境调查评估与修复工作指南(试行)》(环境保护部公告 2014 年第 78 号)

(47) 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(环境保护部公告 2017 年第 72 号)

(48) 《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》(HJ1019-2019) ;

(49) 《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)

(50) 《荷兰土壤及地下水干预值标准》(VROM, 2013)

(51) 《生活饮用水标准检验方法》(GB/T5750.4-2006)

(52) 《供水水文地质勘察规范》(GB50027-2001)

(53) 《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)

(54) 《工程测量规范》(GB50026-2007)

(55) 《水位观测标准》(GB/T50138-2010)

#### 1.4.4 相关文件

(1) 《浙江省水功能区水环境功能区划方案(2015)》;

- (2) 《2023 年温州市环境状况公报》；
- (3) 《温州市环境空气质量功能区划分图》；
- (4) 《温州市地质环境公报》（2022）；
- (5) 《温州市茶白片区南北村单元 A-09 地块土壤调查项目地质勘察报告》（2024 年 7 月）；
- (6) 《温州市茶白片区南北村单元 A-09 地块规划条件论证》（2024 年）；
- (7) 《温州市茶白片区南北村单元 A-09 地块土壤污染状况初步调查报告》（2024 年 4 月）；
- (8) 《温州博锋印刷有限公司年产印刷品 60 吨建设项目环境影响评估报告》；
- (9) 《温州市南堡包装有限公司年产包装袋 60 吨建设项目现状环境影响评估报告》；
- (10) 《温州市瓯海东风塑料助剂厂年产 3000 吨塑料助剂迁建技改项目环境影响报告书》；
- (11) 《温州市肯塔智能科技有限公司年产锁具 10 万套建设项目环境影响报告书》
- (12) 其他相关资料。

## 1.5 编制原则

本方案的制定以“消除污染，不留隐患”为出发点，遵循“科学性、可行性、安全性、合规性”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、土质、水文地质条件以及对人体健康或生态环境造成的危害等，因地制宜地制定修复方案，合理选择修复技术，实现修复目标。

(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，保证污染地块修复工程过程不对施工人员、周边人群健康及生态环境产生危害

和二次污染。

(4) 修复彻底：按照相关文件和批复要求，科学合理选择修复工艺，彻底解决土壤污染问题，达到修复治理目标要求，不留环境与安全隐患，保证地块长期使用安全性。

(5) 工程合规：修复治理工程各项工作均应遵循国家和地方相关法律法规、标准以及环保部门批复的要求等。

## 1.6 编制程序和内容

本项目修复方案编制分五个阶段进行，分别为确定修复目标、选择修复策略、筛选修复技术、制定修复方案和编制修复方案，方案编制程序见下图。

### (1) 确定修复目标

根据前期场调及风险评估结果，结合国家及地方最新法律法规、标准规范要求等，确定本项目的修复目标。

### (2) 选择修复策略

在对污染地块前期信息和环境调查资料进行全面核查、地块状况现场考察和相关技术资料分析等工作的基础上，确认地块目标污染物、修复总体目标、修复范围和修复时间需求等，选择适合本地块的修复策略。

### (3) 修复技术筛选

以地块总体修复目标和修复策略为核心，调研常用的修复技术，综合考虑修复效果、可实施性及成本等因素进行技术筛选，找出适用于目标地块的潜在可行技术，并根据需要开展相应的技术可行性评估，确定目标地块的可行修复技术。修复技术筛选主要包括潜在可行技术筛选、技术可行性评估和修复技术定量评估 3 个过程。

### (4) 制定修复方案

根据确定的修复技术，制定污染地块修复技术路线，优化并确定修复工艺参数，估算污染地块土壤修复的工程量，提出并确定修复方案，并编制地块修复环境管理计划。其中，环境管理计划为目标地块的修复工程实施提供指导，防止地块修复过程的二次污染，并为地块修复过程的环境监管提供技术支持。环境管理计划主要包括二次污染风险分析控制、修复工程监测计划、环境应急安全计划和地块修复效果自评估和第三方评估计划和相关要求。

### (5) 编制修复方案

根据上述选择修复策略、修复技术筛选、形成修复方案、制定环境管理计划的流程，进行修复方案的编制，形成修复方案文本。

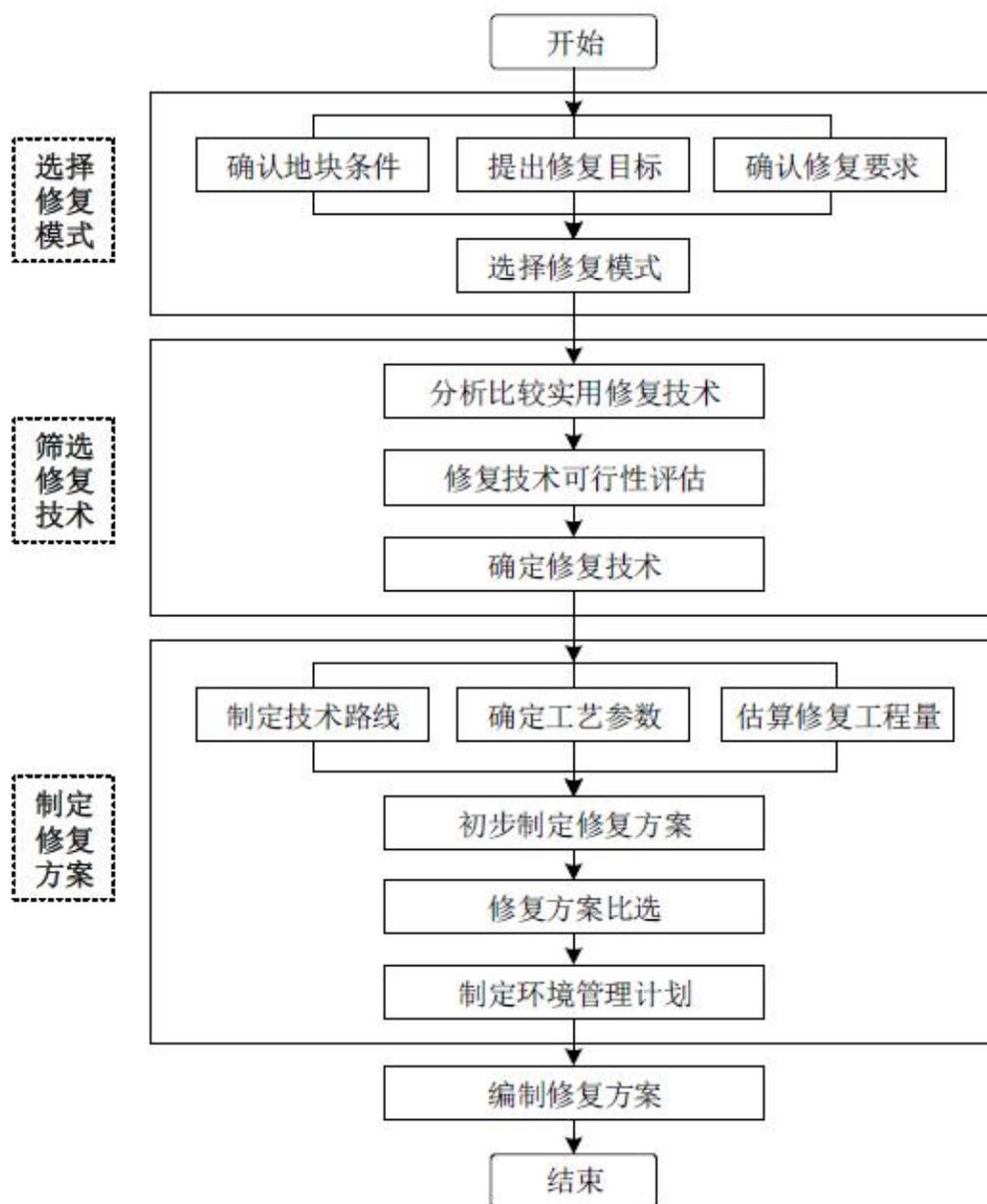


图 1.6-1 地块土壤修复方案编制程序

## 2 地块概况

### 2.1 地块地理位置

温州市茶白片区南北村单元 A-09b 地块位于温州市瓯海区梧田街道，地块西临山地，南毗慈湖路，东靠北村，北临南堡路，中心地理坐标为东经 120.649184°，北纬 27.955127°。具体位置见下图。



图 2.1-1 地理位置图

### 2.2 地块自然环境状况

#### 2.2.1 地形地貌

温州市的地貌受地质构造的影响，地势自西向东呈梯状倾斜。洞宫山脉自福建省东北东走向延伸于泰顺、文成二县，括苍山脉从永嘉西部东北东走向至黄岩、仙居，海拔多在千米以上，又因断裂作用，构成巍峨的中山山地。和它们平行，南雁荡山脉和北雁荡山脉逐渐降低成千米以下的低山丘陵地带。再东是冲积和海积平原，平原上散布着蚀余的孤山和孤丘。海岸有基石质和淤泥质两种。由于河流多和山脉直交割切，河口常成溺谷形。沿海岛屿是山地入海的延续，都是大陆岛，在海岸和海之间，有或宽或窄的滩涂，是新生的土地。瓯

海区境内地势西高东低，南亢北卑。陆地占 93.33%，水域占 6.67%。林业用地面积 37.6 万亩，耕地面积 12 万亩。地块周边地貌属单元属冲海积平原，场地较平坦。

本次调查地块位于梧田北村，主要地貌单元为山前冲海积平原及山前斜地，地块西侧为山体，地势较高，东侧为居住区，地形较平坦。

### 2.2.2 气候气象

温州市为中亚热带季风气候区，冬夏季风交替显著，温度适中，四季分明，雨量充沛。年平均气温 17.3~19.4℃，1 月份平均气温 4.9~9.9℃，7 月份平均气温 26.7~29.6℃。冬无严寒，夏无酷暑。

瓯海区属亚热带海洋季风气候区域，全年四季分明，雨量充沛，多年平均降雨量 1700mm，年总降水量达 11.56 亿立方米，蒸发量 3.64 亿立方米，无霜期 276 天。

### 2.2.3 水文地质

#### 2.2.3.1 区域水文地质

瓯海境内有温瑞塘河和汇昌湖两大水系，大小河流 152 条，主河道 17.27 公里，主干支流 36.09 公里，一般支流 345.14 公里，河床宽度 15 至 100 米不等，水深 1.5 米至 6 米之间，于吴淞高程 5.0 米时，河道蓄水总量达 6500 万立方米。

温瑞塘河位于瓯江以南、飞云江以北的温瑞平原，分属于鹿城、瓯海、龙湾、瑞安等“三区一市”管辖。水源主要来自瞿溪、雄溪、郭溪以及大罗山和集云山的山涧溪流，整个流域面积 740 平方公里，水面面积 22 平方公里，灌溉面积 48.2 万亩，多年平均降雨量 1694.8 毫米，年径流量 9.13 亿立方米。地块外南侧为潘凤直河，河流流向北西南东走向，水深一般 0.5~1.5m。

#### 2.2.3.2 地块地质条件

项目地块所在区域位于华南褶皱系浙东南褶皱带的温州—临海拗陷之西南端。区域性断裂有北东向的温州—镇海大断裂、泰顺—黄岩大断裂，北西向松阳—平阳大断裂。区域以新华夏构造体系为主，构成区内的主要构造骨架。

为了解地块地层分布，对调查地块进行地质勘察，施工钻探孔共 5 个，最大控制深度 15.0m。根据温州工程勘察院有限公司的《温州市茶白片区南北村

单元 A-09b 地块土壤调查项目地质勘察报告》（2024 年 7 月）勘察深度范围内揭露的地质资料，结合省标《工程建设岩土工程勘察规范》DB33/T1065—2019“温州平原地区典型综合地质层表”，可将场地地基土按其物理力学性质、岩性特征、埋藏分布规律自上而下划分为 4 个工程地质层。地层自上而下分别为①<sub>0</sub>杂填土、②<sub>1</sub>淤泥、⑨含碎石粉质黏土、⑩<sub>1</sub>全风化凝灰岩，现详述如下：

#### ①<sub>0</sub>杂填土（mlQ<sup>4</sup>）

杂色，松散状，局部稍密。主要由碎块石、砾石、粘性土、碎砖块与砼块等建筑垃圾组成，碎块石粒径一般 20-60mm，含量 30~70%，局部大于 150mm，建筑垃圾约占 25~50%。土质极不均匀，成分较杂。其中 Z2 钻孔位于老的道路位置，地表约 20cm 为混凝土路面。

全场均有分布，直接出露地表，层厚 1.80~2.40m，颗粒密度最大值为 2.47kg·dm<sup>-3</sup>，最小值为 2.40kg·dm<sup>-3</sup>，平均值为 2.44kg·dm<sup>-3</sup>，土壤容重最大值为 1.28kg·dm<sup>-3</sup>，最小值为 1.16kg·dm<sup>-3</sup>，平均值为 1.22kg·dm<sup>-3</sup>，有机质含量最大值为 26.50g·kg<sup>-1</sup>，最小值为 25.10g·kg<sup>-1</sup>，平均值为 25.86g·kg<sup>-1</sup>。

#### ②<sub>1</sub>淤泥（mQ<sup>4</sup><sup>2</sup>）

灰色，流塑状，高压缩性。含少量粉细砂、贝壳碎屑、半炭化植物残屑。刀切面光滑，有腐臭味。

全场均有分布，层顶埋深 1.80~2.40m，层顶高程 2.04~3.09m，颗粒密度最大值为 2.70kg·dm<sup>-3</sup>，最小值为 2.67kg·dm<sup>-3</sup>，平均值为 2.68kg·dm<sup>-3</sup>，土壤容重最大值为 1.11kg·dm<sup>-3</sup>，最小值为 0.98kg·dm<sup>-3</sup>，平均值为 1.04kg·dm<sup>-3</sup>，有机质含量最大值为 18.00g·kg<sup>-1</sup>，最小值为 14.60g·kg<sup>-1</sup>，平均值为 16.18g·kg<sup>-1</sup>。

该层 DK01、DK05 孔未揭穿，已揭露厚度 12.80~12.90m。

#### ⑨含碎石粉质黏土（el-dlQ）

灰黄色，可塑状，稍密状，碎石含量约占 30%~40%，粒径一般在 1~3cm，个别大于 4cm，母岩为强~中风化凝灰岩，分布不均匀，刀切面较粗糙。

仅 DK02 孔有分布，层顶埋深 10.4m，层顶高程-6.09m，层厚 2.1m。

#### ⑩<sub>1</sub>全风化凝灰岩（J3X）

灰黄色，软~可塑状，原岩结构基本已破坏，其风化不均匀，大部分已风化成砂土、粉质黏土状，局部夹有部分强风化残留体，其隐约可见原岩结构，敲击极易碎，遇水易软化崩解。岩芯掰开后断面较粗糙。颗粒密度最大值为

2.76kg·dm<sup>-3</sup>，最小值为 2.74kg·dm<sup>-3</sup>，平均值为 2.75kg·dm<sup>-3</sup>，土壤容重最大值为 1.69kg·dm<sup>-3</sup>，最小值为 1.49kg·dm<sup>-3</sup>，平均值为 1.60kg·dm<sup>-3</sup>，有机质含量最大值为 4.20g·kg<sup>-1</sup>，最小值为 2.60g·kg<sup>-1</sup>，平均值为 3.40g·kg<sup>-1</sup>。

该层 DK01、DK05 孔未揭露，层顶埋深 3.50～12.50m，层顶高程 -8.19~1.99m，揭露层厚 0.50～8.50m，均未揭穿。

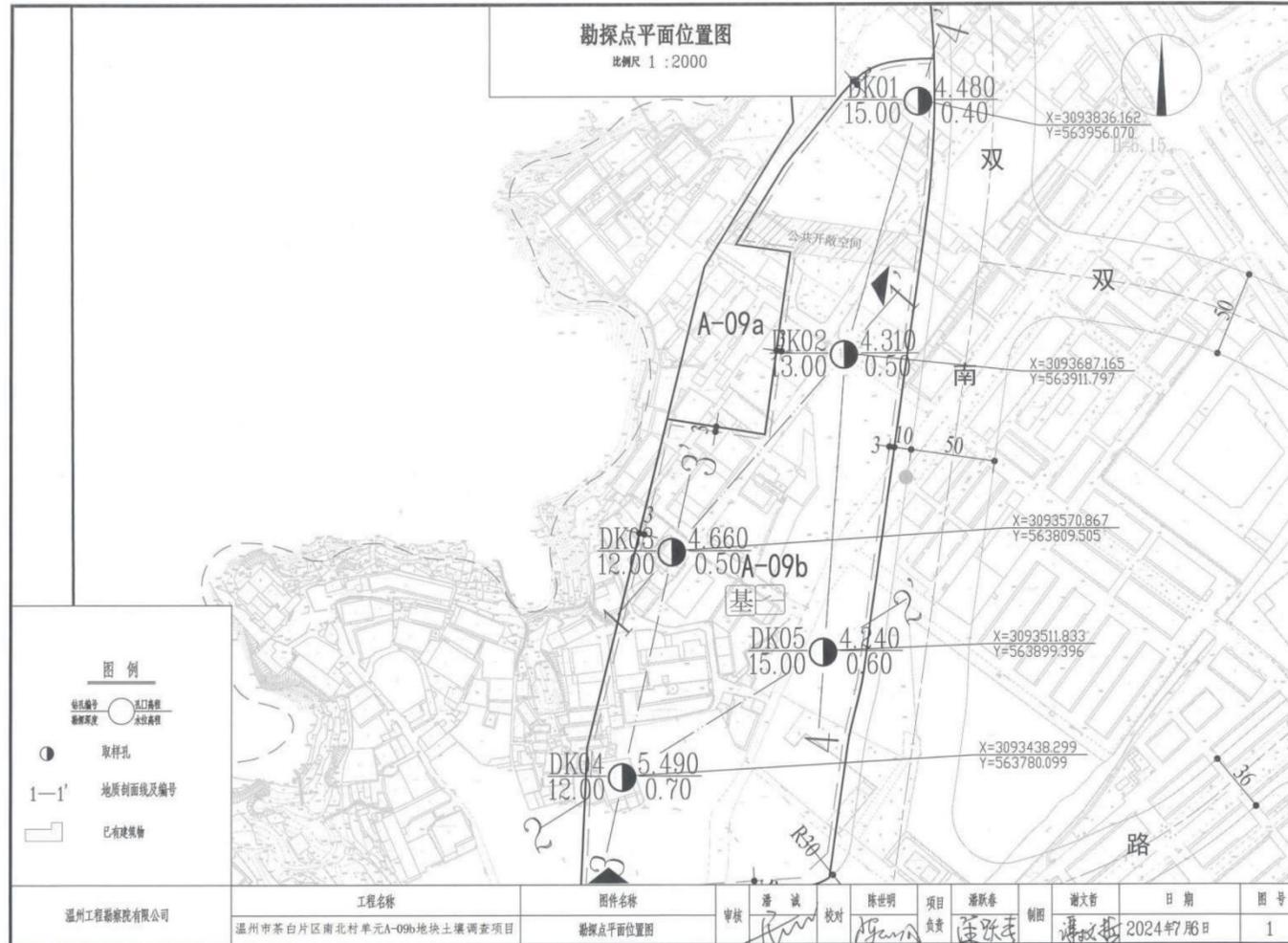


图 2.2-1 调查地块勘察点位平面位置图

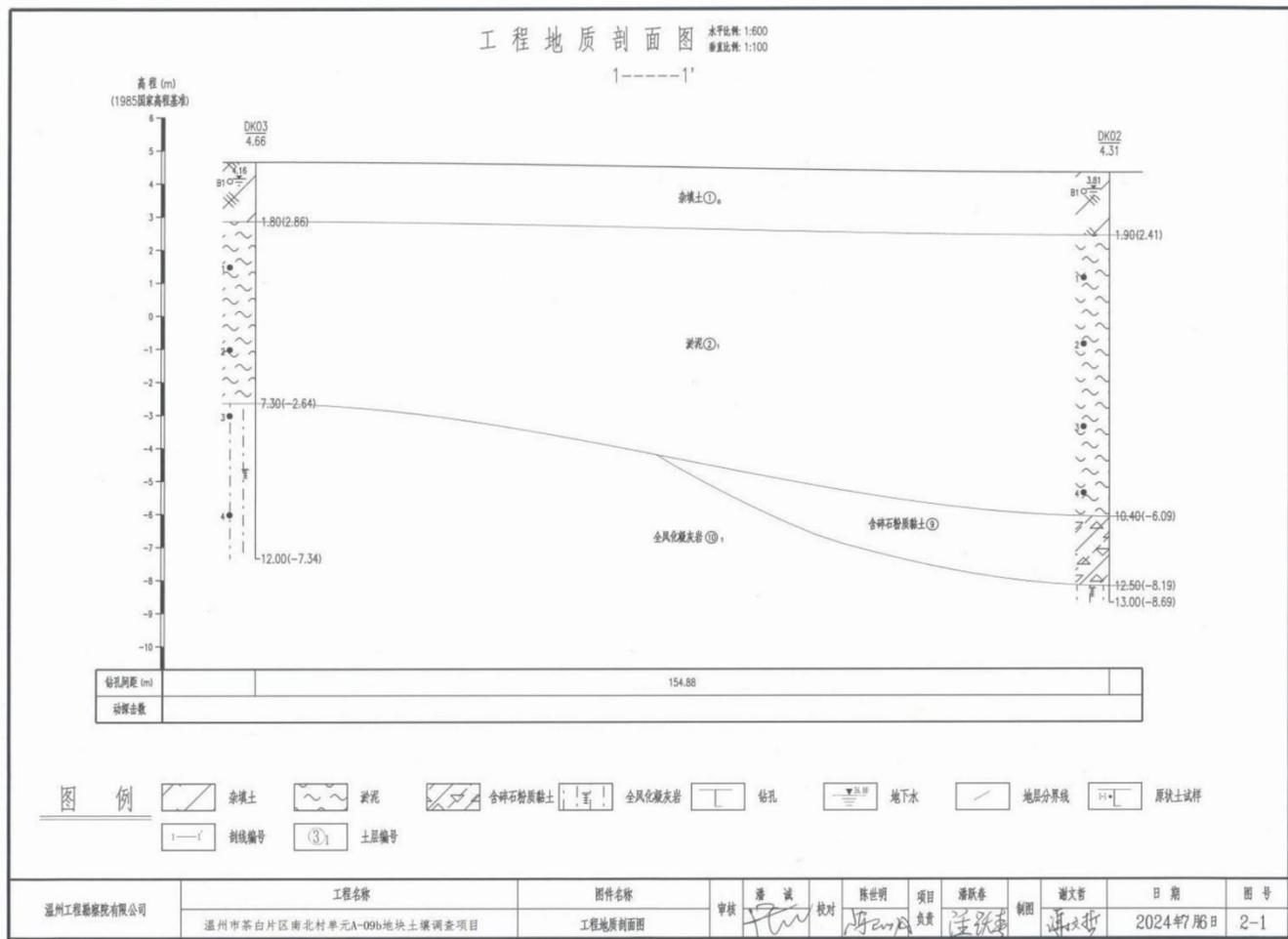


图 2.2-2 工程地质剖面图

钻孔柱状图



制图: 谢文首 谢文首 校对: 陈世明 陈世明 图号: 3-3

钻孔柱状图



制图: 谢文首 谢文首 校对: 陈世明 陈世明 图号: 3-4

图 2.2-3 钻孔柱状图

### 2.2.3.3 地块地下水流向

根据《温州市茶白片区南北村单元 A-09b 地块岩土初勘报告》（2024 年 7 月），本次勘测深度范围内场地地下水主要为赋存于杂填土、淤泥的孔隙潜水。杂填土水量一般，渗透系数一般为  $10^{-2} \sim 10^{-3} \text{cm/s}$ ，各地段差异较大，碎块石、建筑垃圾或生活垃圾含量较高处渗透性较好；淤泥的渗透系数室内试验数据数量级在  $10^{-7} \sim 10^{-6} \text{cm/s}$  之间，为极微透水层，水径流条件差，水量小。勘察期间，实测钻孔内地下稳定水位埋深  $0.40 \sim 0.70 \text{m}$ ，水位标高为  $4.48 \sim 4.79 \text{m}$ ，初见水位略低于稳定水位，地下水流向大致从西侧流向东侧。受土层渗透性及地形起伏影响，水位高程在空间上有一定起伏。地下水主要接受大气降水和侧向渗流补给，以蒸发及侧向渗流排泄为主，常年水位变幅一般  $< 2.00 \text{m}$ 。

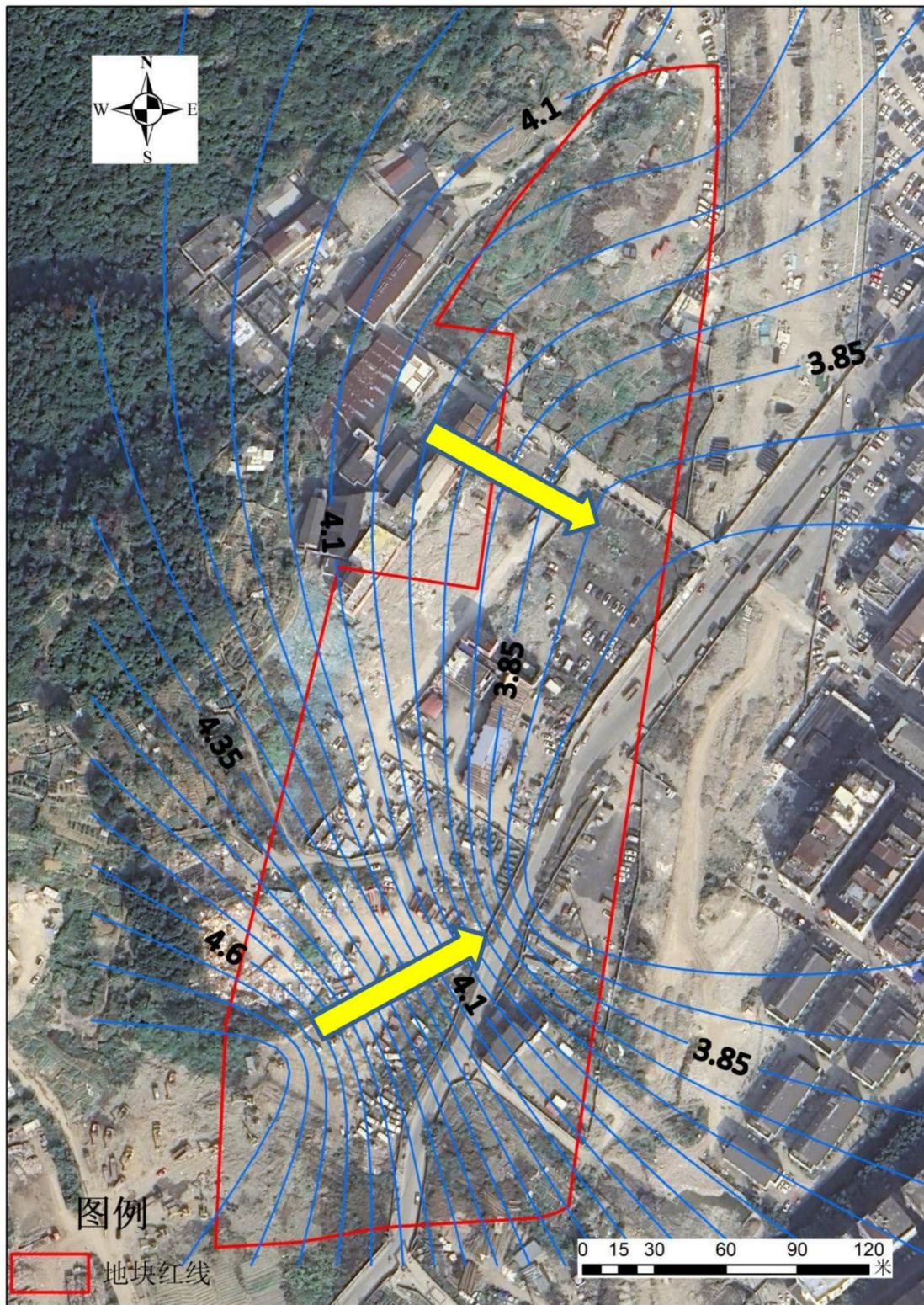


图 2.2-4 地勘地下水流向图

### 2.2.4 区域社会信息

瓯海是温州市四大主城区之一，地处浙江东南部，因《山海经》有“瓯居海中”的记载而得名。1981年12月，瓯海从温州市郊区析出，设置瓯海县，1992年3月撤县设区。2001年7月，温州市辖区行政区划调整，原瓯海永强片共7

个镇划归龙湾，藤桥片的 2 个镇 3 个乡和梧埏镇的 4 个村划归鹿城，瑞安市仙岩镇、丽岙镇并入瓯海。2003 年经省人民政府批准，撤销西岸、五凤垟、北林垟等 3 个乡，并入泽雅镇，将梧田镇、新桥镇、娄桥镇、南白象镇、茶山镇、三垟乡等五镇一乡的行政建制改为街道办事处。2011 年 3 月经省、市人民政府批准，撤销潘桥镇、郭溪镇、瞿溪镇、丽岙镇、仙岩镇 5 个镇建制，成建制设立 5 个街道办事处。全区国土面积 466 平方公里，现辖 12 个街道、1 个镇、温州高教园区和瓯海经济技术开发区，46 个社区、151 个行政村。2023 年末全区户籍总人口 483330 人，比上年末增加了 5508 人，是全国综合实力百强区、全国科技创新百强区、中国科技工作先进区。

2023 年实现地区生产总值（GDP）873.49 亿元，按可比价计算（下同），同比增长 7.5%。其中，第一产业增加值 7.27 亿元，增长 4.5%；第二产业增加值 340.13 亿元，增长 6.5%；第三产业增加值 526.09 亿元，增长 8.3%。三次产业结构为 0.8:38.9:60.2。按常住人口计算，人均地区生产总值 88009 元（按年平均汇率折算 12489 美元），增长 6.5%。全年固定资产投资下降 2.4%；全社会消费品零售总额 407.38 亿元，增长 9.1%；外贸进出口总额 389.84 亿元，增长 0.3%；财政总收入 69.15 亿元，增长 3.1%（同口径），其中一般公共预算收入 42.85 亿元，下降 3.9%（同口径）；城镇常住居民人均可支配收入 80687 元，增长 6.0%，农村常住居民人均可支配收入 50231 元，增长 7.7%，城乡居民收入差距进一步缩小，城乡居民人均可支配收入倍差 1.61，比去年同期缩小 0.02。全年全社会用电量 54.72 亿千瓦时，增长 8.8%。其中工业用电量 24.08 亿千瓦时，增长 6.1%，占全社会用电量的 44.0%；城乡居民生活用电量 12.62 亿千瓦时，增长 4.5%。全区在册市场主体 117473 户，居全市第 7，其中企业 39439 户，现有公司制企业数量在企业中的占比由上年同期的 91.4%提高至 92.5%。

## 2.3 地块历史及现状

### 2.3.1 地块历史

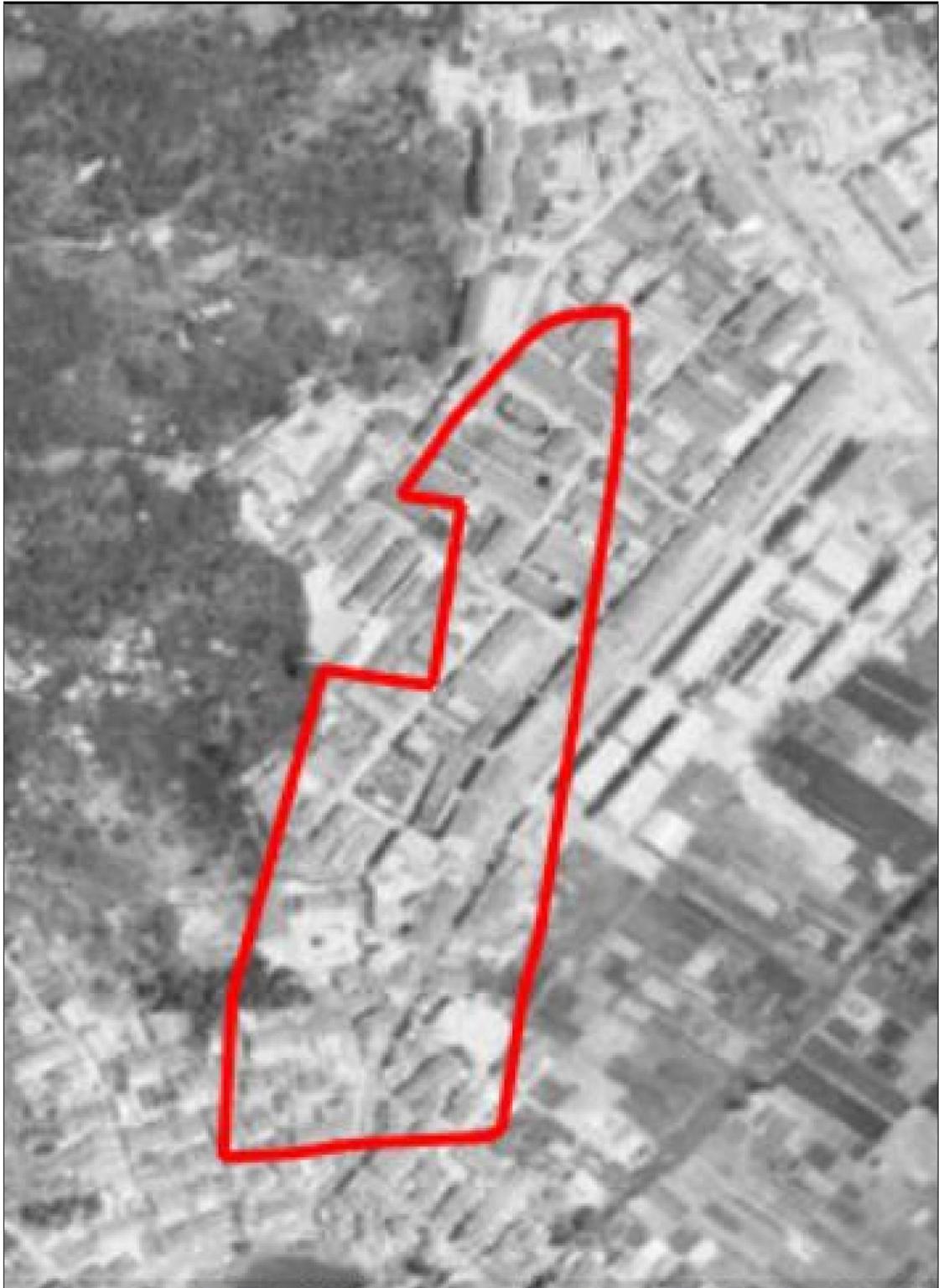
温州市茶白片区南北村单元 A-09b 地块及周边不同时期的遥感影像信息见表 2.3-1 和表 2.3-2。结合遥感影像和人员访谈，汇总地块的变更历史，具体如下：

本次调查地块内历史上 60 年代至 70 年代主要为农用地及北村住宅区；70

年代至 2013 年地块内主要为工业企业，东侧沿路建筑为北村住宅区；2013 年地块内 B：温州市亨伯特服饰有限公司、G：温州市瓯海东风塑料助剂厂、N：温州市宝丽来锁业有限公司、M：温州市瓯海慈湖第三锁厂、K：温州市瓯海慈湖五金锁具厂、J：温州市晶美光学有限公司、H：温州市顺源鞋厂等企业拆除；2014 年地块内 G：温州市瓯海东风塑料助剂厂因道路建设被拆除，现场堆放材料；2015 年地块内企业 N：温州市宝丽来锁业有限公司改为幼儿园使用，企业 A：温州市霸王花制衣有限公司被拆除；2018 年地块内企业 A 温州市霸王花制衣有限公司、B：温州市亨伯特服饰有限公司、M：温州市瓯海慈湖第三锁厂、N：温州市宝丽来锁业有限公司、L：环球塑胶五金配件厂被用于停车，东侧梧田三小搬至西侧企业 O、P：温州市江南防水防腐材料有限公司被用于修车及木工切割，T：松国电镀厂改为新瓯学校操场；2018 年至 2019 年地块内南侧北村住宅区被拆除；2019 年至 2022 年地块内企业 U 温州市国华吸塑包装厂及慈湖康乐中心被拆除，地块内工业企业基本停产，位置 P 为汽车修理店铺及木工作坊，存在居民居住，其余建筑均待拆除；2022 年至今地块内企业 U 温州市国华吸塑包装厂及慈湖康乐中心被拆除，西南侧新增木材作坊，南侧荒地新建停车场，梧田三小建筑待拆除，中部为汽修厂及木材作坊。

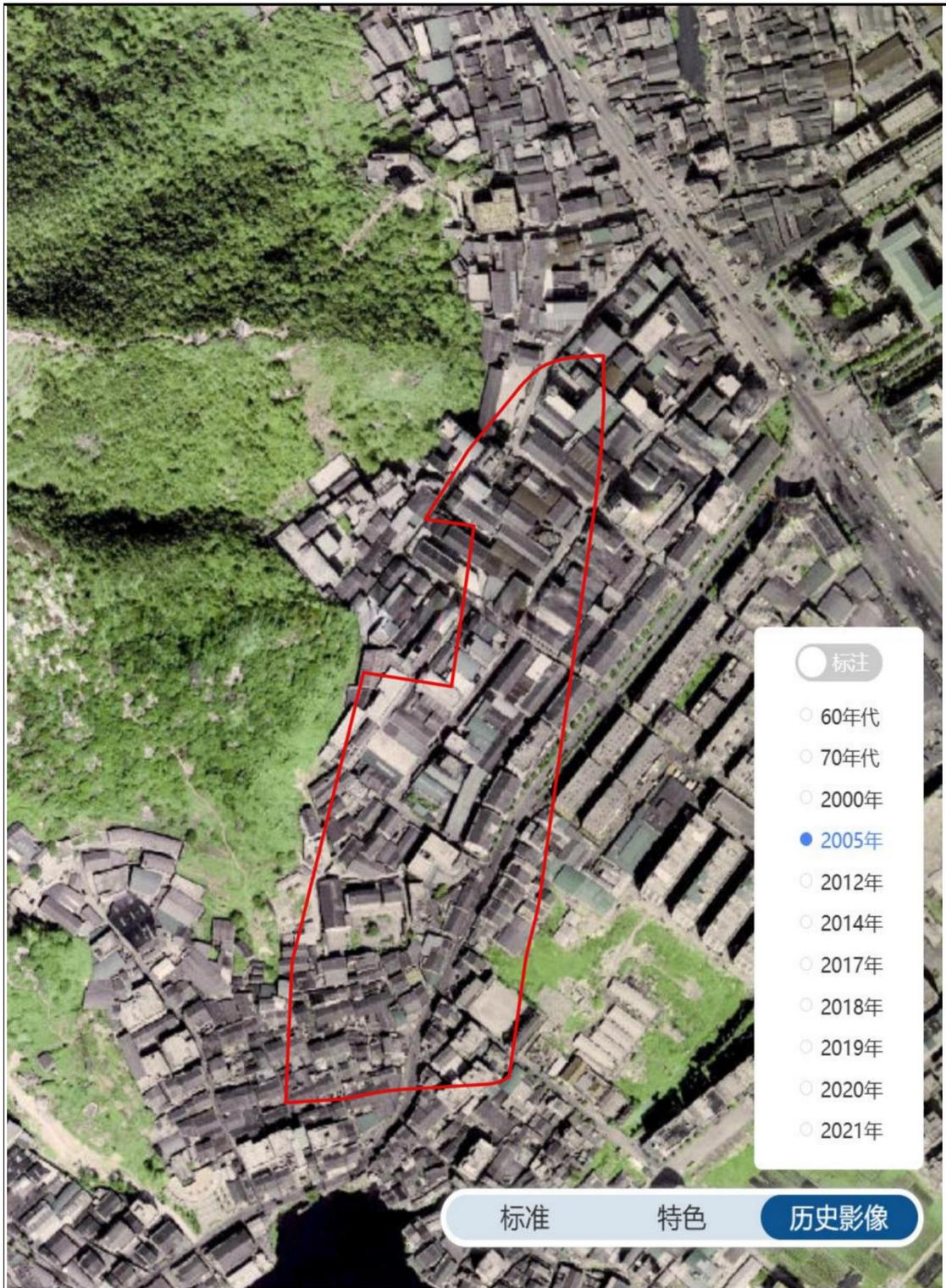
表 2.3-1 地块历史变迁一览表

历史影像及描述	
<p>类型: 天地图 浙江-60年代影像(无偏移)</p>	<p>60年代项目地块内北侧为农用地, 南侧小部分范围为北村住宅区。</p>
60年代场地区域卫星照片	
<p>类型: 天地图 浙江-70年代影像(无偏移)</p>	<p>70年代历史影像较模糊, 地块内大致情况较60年代未发生明显变化。</p>
70年代场地区域卫星照片	

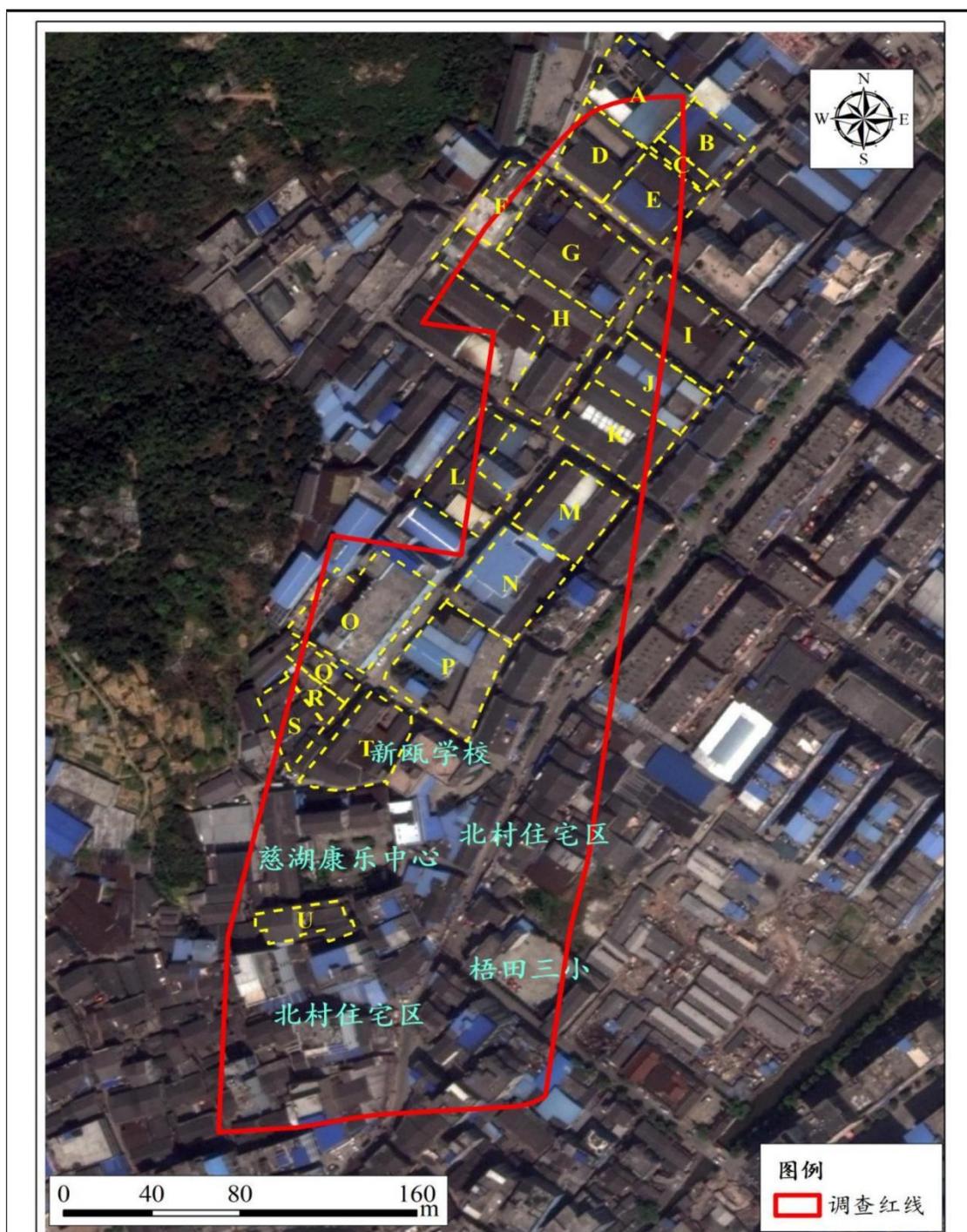


类型：天地图. 浙江-2000年左右影像(无偏移)

2000年场地区域卫星照片：2000年较70年代，地块内新增工业企业，主要涉及服装厂、锁厂、制造业厂、塑料制品厂、包装印刷厂、温州市瓯海梧田松国电镀厂、温州市瓯海东风塑料助剂厂、温州市慈湖微型蓄电池厂等。

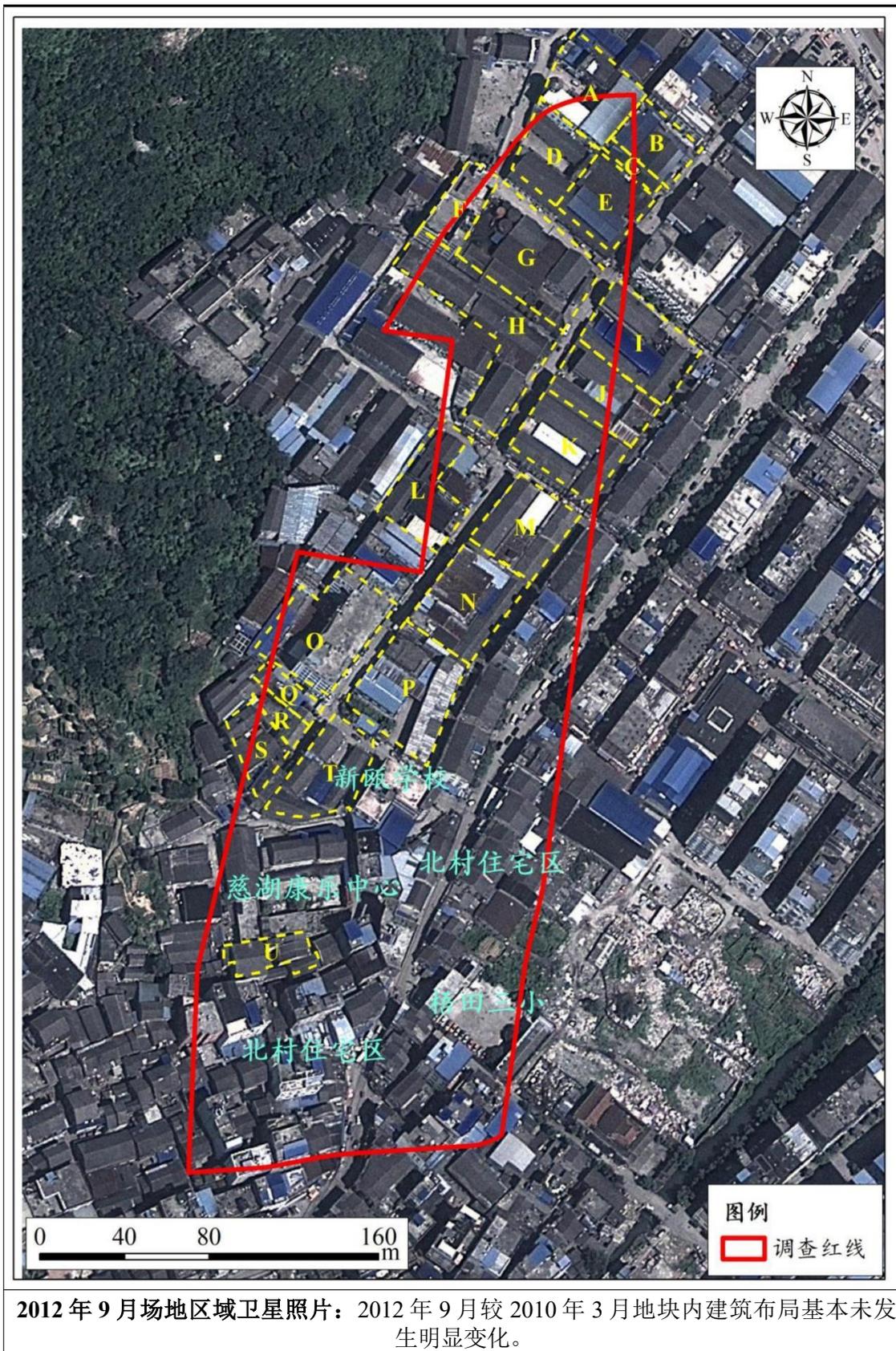


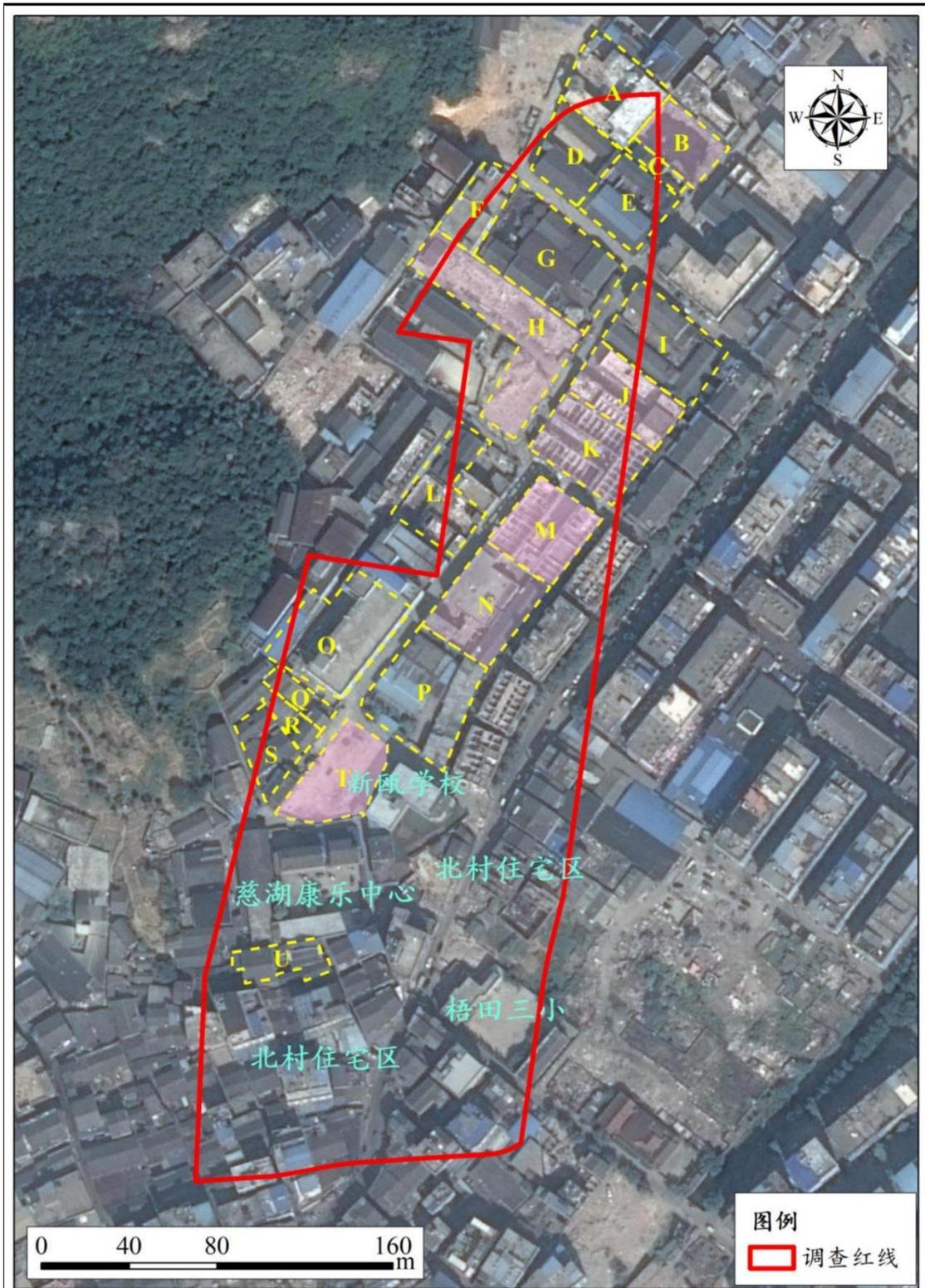
**2005年地块卫星照片：**2005年较2000年基本未发生变化，地块内为工业用地、住宅区。



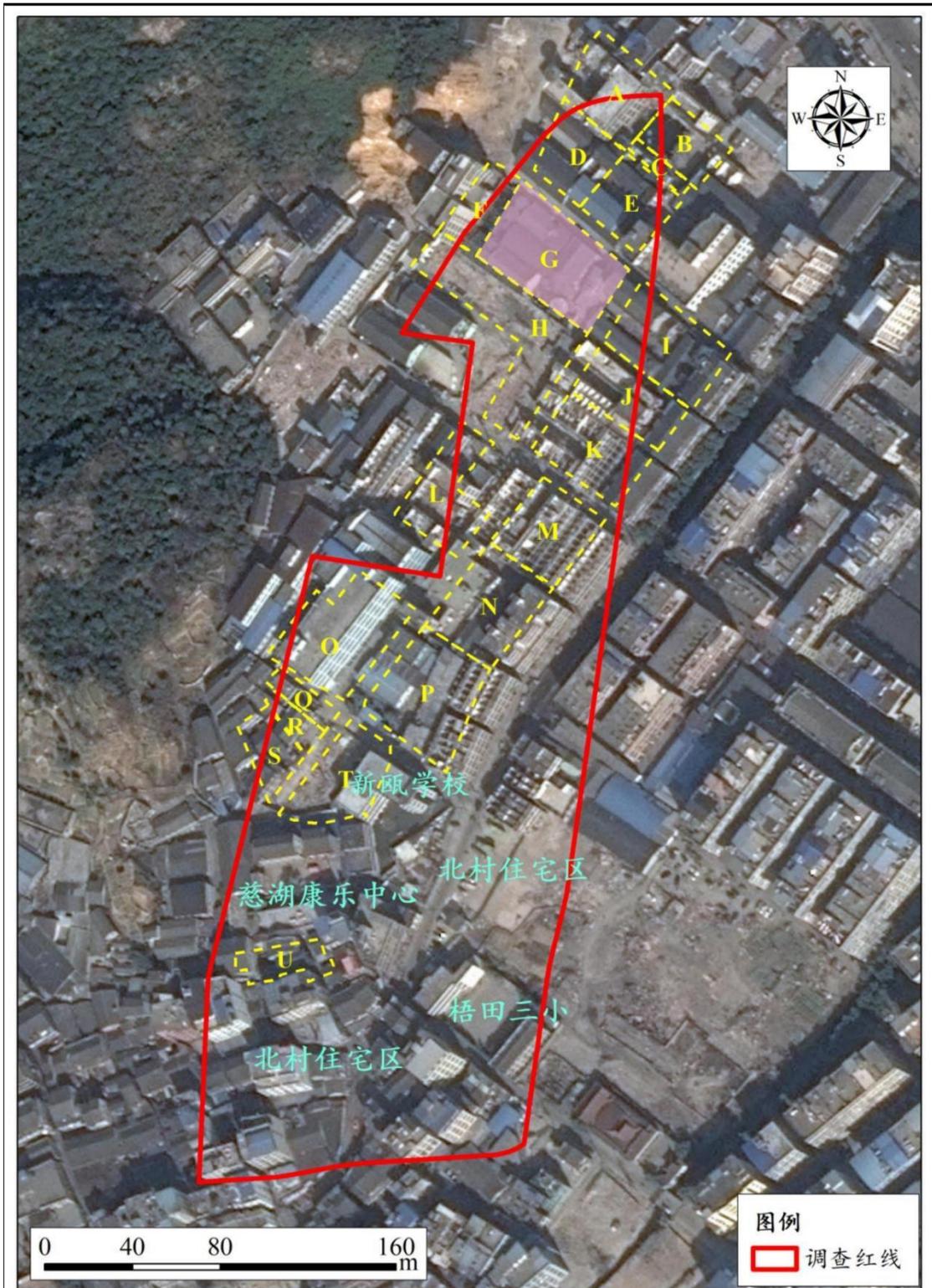
**2010年3月场地区域卫星照片：**2010年3月较2005年地块内基本未发生明显变化。

A: 温州市霸王花制衣有限公司; B: 温州市亨伯特服饰有限公司; C: 温州市瓯海慈湖塑料厂; D: 温州市荣昌洁具有限公司; E: 温州市微型蓄电池厂; F: 温州市鹿城坚毅打火机厂; G: 温州市瓯海东风塑料助剂厂; H: 温州市顺源鞋厂; I: 温州市慈湖移膜革厂; J: 温州市晶美光学有限公司; K: 温州市瓯海慈湖五金锁具厂; L: 环球塑胶五金配件厂; M: 温州市瓯海慈湖第三锁厂; N: 温州市宝丽来锁业有限公司; O: 温州市瓯海慈申锁厂; 海慈申锁厂; P: 温州市江南防水防腐材料有限公司; Q: 温州市和泰电器开关厂; R: 温州市瓯海慈湖机械电器厂; S: 温州市瓯海慈湖电器配件厂; T: 松国电镀厂; U: 温州市国华吸塑包装厂





**2013年10月场地区域卫星照片：**2013年10月较2012年9月地块内进行了第一次拆迁，地块内 B：温州市亨伯特服饰有限公司、N：温州市宝丽来锁业有限公司、M：温州市瓯海慈湖第三锁厂、K：温州市瓯海慈湖五金锁具厂、J：温州市晶美光学有限公司、H：温州市顺源鞋厂等企业拆除。



2014年12月场地区域卫星照片：2014年12月较2013年10月地块内G：温州市瓯海东风塑料助剂厂因道路建设被拆除，现场堆放材料。



**2015年11月场地区域卫星照片：**2015年11月较2014年12月地块内企业N：温州市宝丽来锁业有限公司新建房屋，被用作幼儿园设施使用，企业A：温州市霸王花制衣有限公司被拆除。



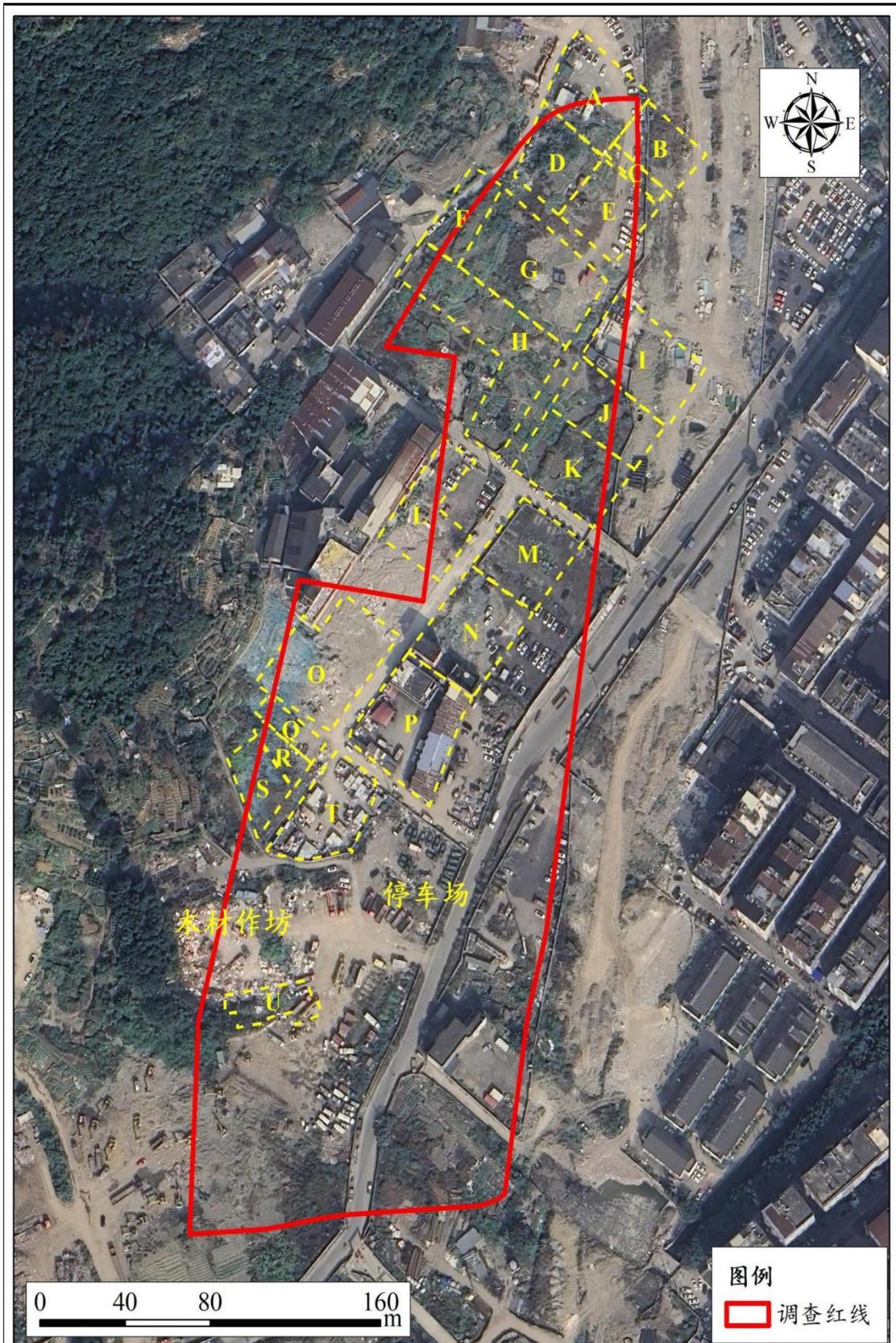
**2018年9月场地区域卫星照片：**2018年9月较2015年11月地块内企业A温州市霸王花制衣有限公司、B：温州市亨伯特服饰有限公司、M：温州市瓯海慈湖第三锁厂、N：温州市宝丽来锁业有限公司、L：环球塑胶五金配件厂被用于停车，东侧梧田三小搬至西侧企业O、P：温州市江南防水防腐材料有限公司被用于修车及木工切割，T：松国电镀厂为新瓯学校操场。



2019年5月场地区域卫星照片：2019年5月较2018年9月地块内南侧北村住宅区被拆除。



**2022年场地区域卫星照片：**2020年2月较2019年5月地块内企业U温州市国华吸塑包装厂及慈湖康乐中心被拆除，地块内工业企业基本停产，位置P为汽车修理店铺及木工作坊，有居民居住，其余建筑均待拆除。



**2023年11月场地区域卫星照片：**2023年较2022年地块内西南侧新增木材作坊，南侧荒地转为停车场，梧田三小建筑待拆除，中部为汽修厂及木材作坊。

根据资料收集、现场踏勘及人员访谈得知，相邻地块曾存在河流、工业厂房、施工工地、居民区、学校、公共场所等。现场踏勘期间相邻地块主要为东

侧居住区，南侧施工工地及河流，西侧工业厂房、北侧居住区，周边环境观感较好，未闻到特殊刺激性气味。

### 2.3.2 地块现状

#### (1) 地块地上现状

##### 1、初步调查阶段

2023年9月，初步调查工作小组对项目地块进行现场踏勘。工作小组踏勘期间地块内地势呈西高东低，地面可见历史建筑拆迁遗留的建筑碎石。地块内振北路东侧为空地，停放了少量汽车，振北路西侧沿勤俭路一侧为历史建筑碎渣堆放区，堆体面积约610m<sup>2</sup>，高约0.5-1.6m；经发路以西、勤俭路以东存在未拆除建筑，面积约140m<sup>2</sup>；勤俭路以西、住宅区以东靠经发路一侧为面积约360m<sup>2</sup>的空地，停放了车辆；地块中部存在木工、轮胎修理店铺、全顺江铃汽车汽修公司及未拆除的梧田三小建筑；经发路南侧存在面积约200m<sup>2</sup>水泥硬化空地，有少量移动板房供居民居住，南侧为北村7号停车场，面积约2200m<sup>2</sup>，停车场西北侧为木条切割作坊，主要对木条进行简单处理，如清理钉子，西南侧停有数辆挖机。地块整体环境观感良好，未闻到特殊刺激性气味。2023年9月地块现状具体见图2.3-1。



地块内功能区分布图



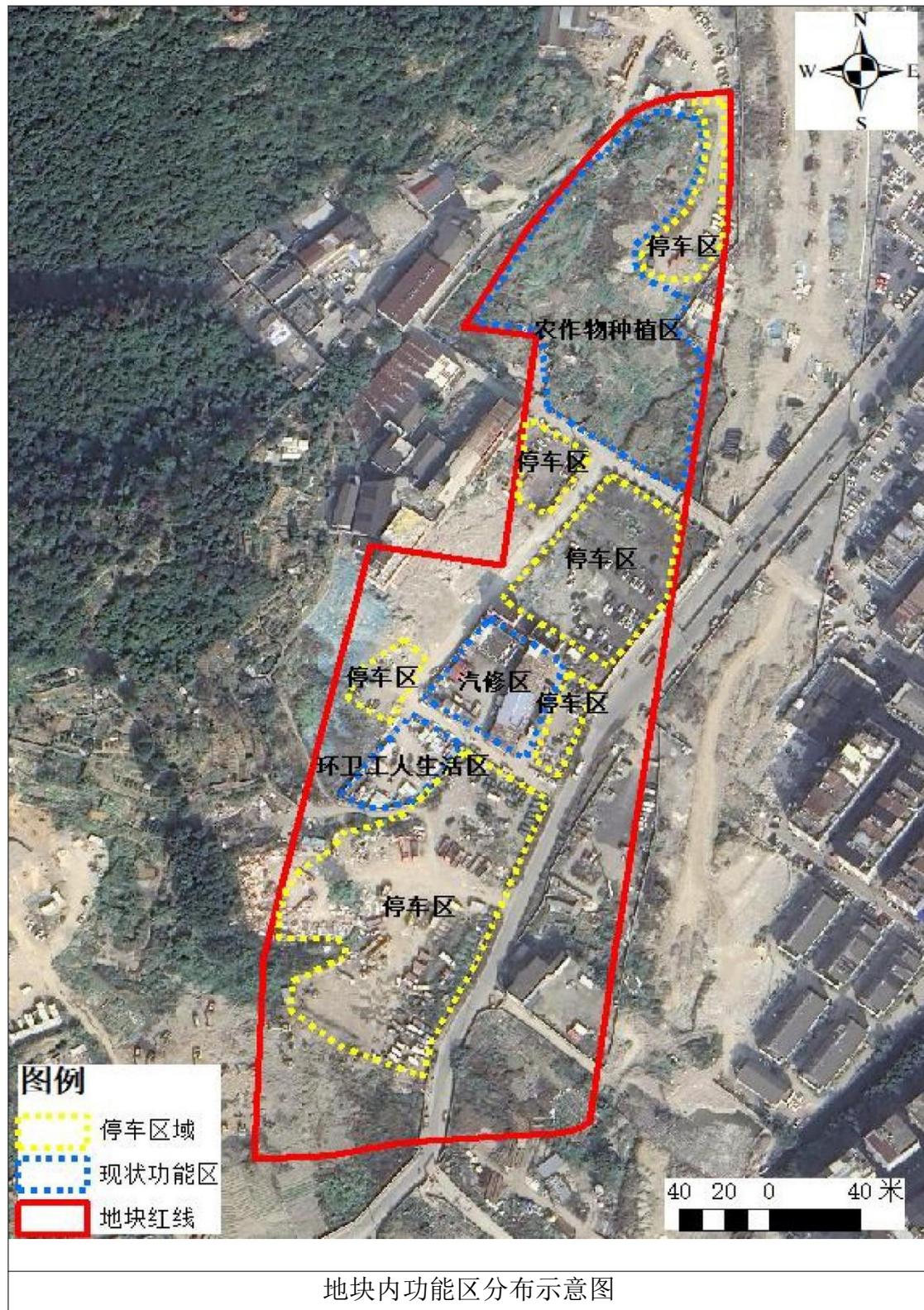
地块区域现状图

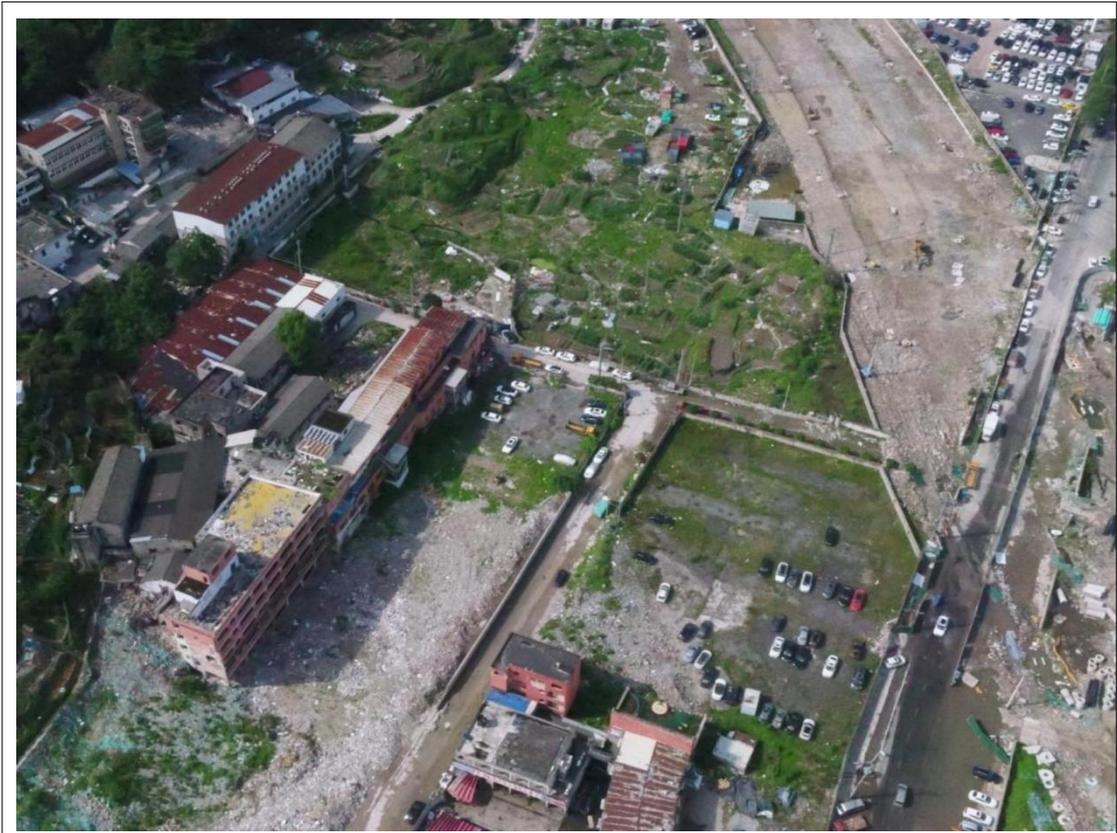
图 2.3-1 2023 年 9 月地块现状

## 2、详细调查阶段

2024 年 6 月，项目地块主要为拆迁空地、停车场、农作物种植区、环卫工人生活区、道路（慈湖街）和汽修区。地表存在碎石、砖块等拆迁后遗留的建

筑垃圾，地块内有杂草生长，地块北部为周边村民种植的农作物区域。地块沿慈湖街两侧设置围挡。地块内无明显异味，无取用地下水现象。

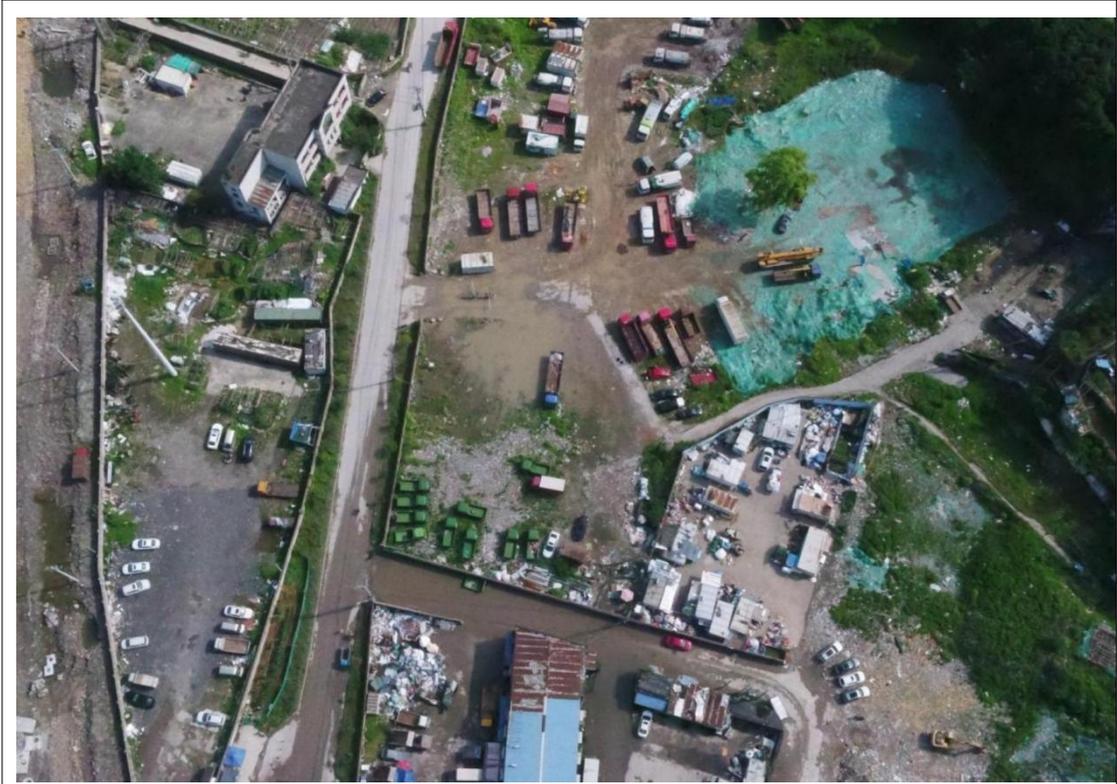




地块北侧区域航拍图



地块中北部区域航拍图



地块中南部区域航拍图



地块南部区域航拍图

**图 2.3-2024 年 6 月地块现状**

**(2) 地块地下设施**

根据现场踏勘，结合人员访谈结果，本项目地块内不存在地下储罐、地下储存池、原辅料及产品输送管道等地下设施，主要地下设施为污水管网和自来水管。

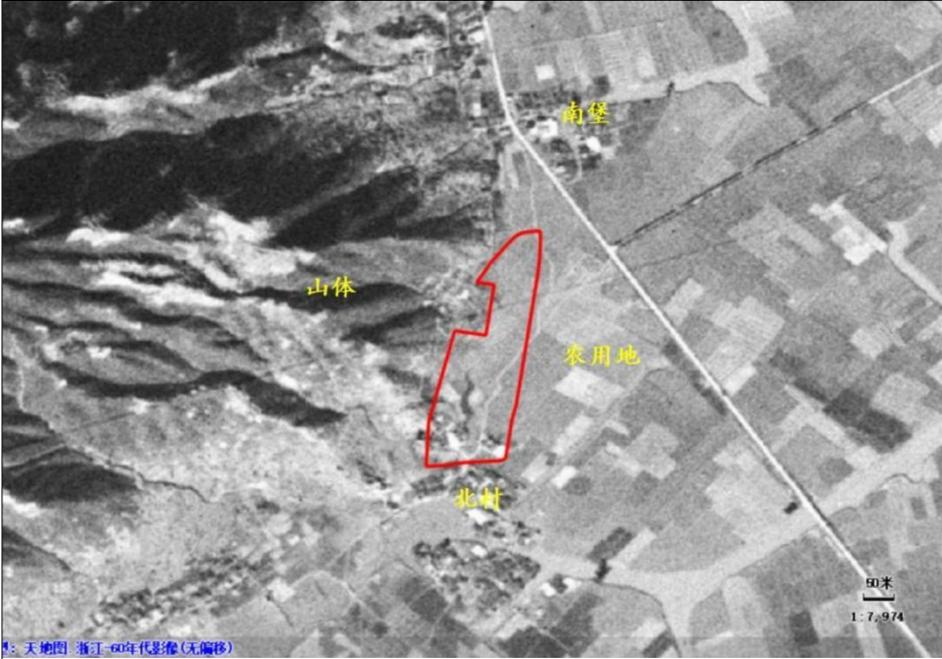
## 2.4 相邻地块历史及现状

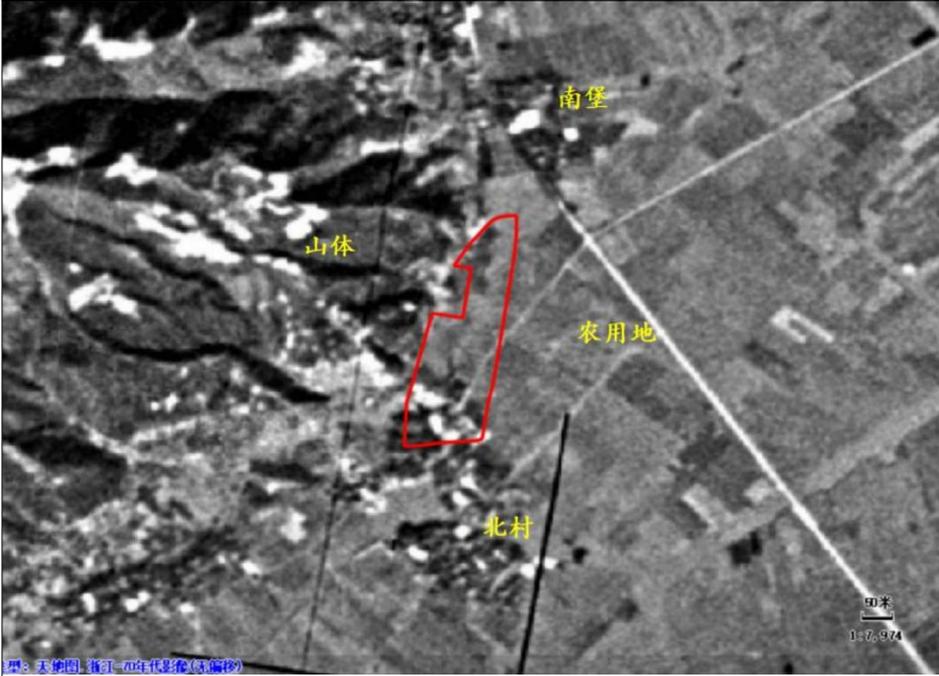
### 2.4.1 相邻地块历史

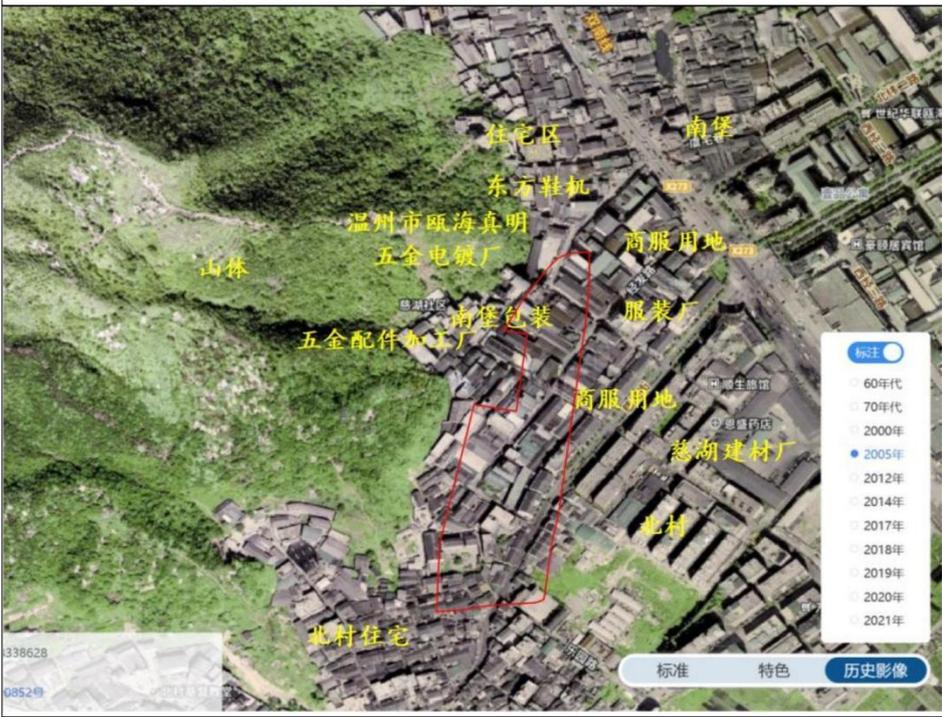
根据资料收集、现场踏勘及人员访谈得知，相邻地块曾存在河流、工业厂房、施工工地、居民区、学校、公共场所等。现场踏勘期间相邻地块主要为东侧居住区，南侧施工工地及河流，西侧工业厂房、北侧居住区，周边环境观感较好，未闻到特殊刺激性气味。

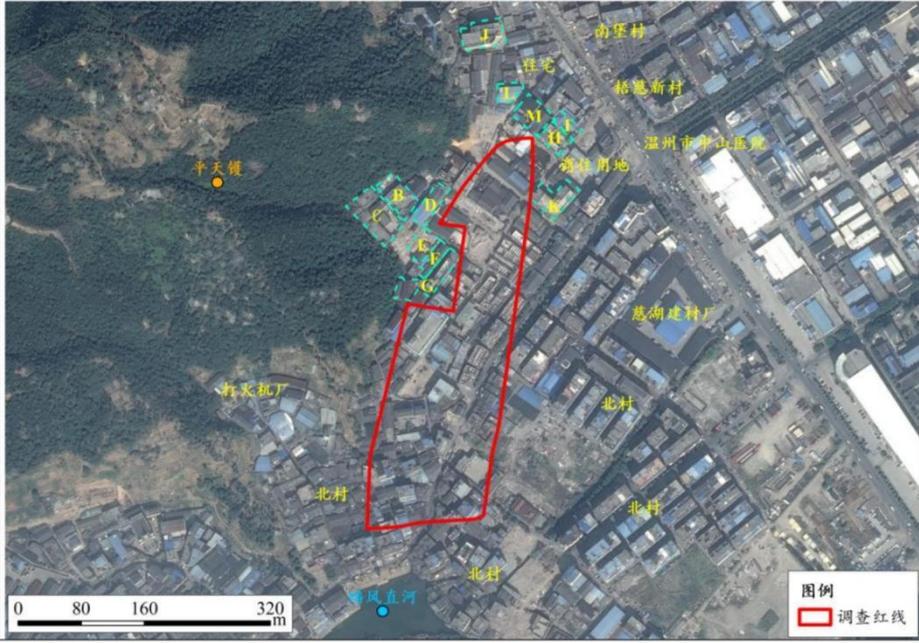
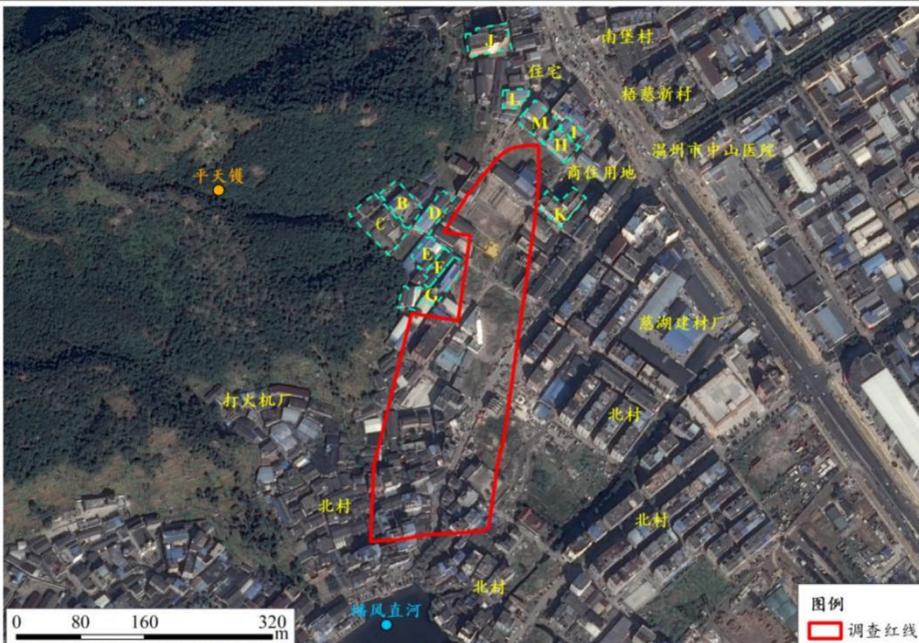
经现场踏勘可知相邻地块现状：北侧为荒地、施工工地、居住区（南堡）；西侧为阿高五金配件厂、肯塔锁业、南堡包装（待拆除）、山体；东侧为北村住宅区；南侧为荒地、施工工地、河流。

表 2.4-1 地块周边历史变迁一览表

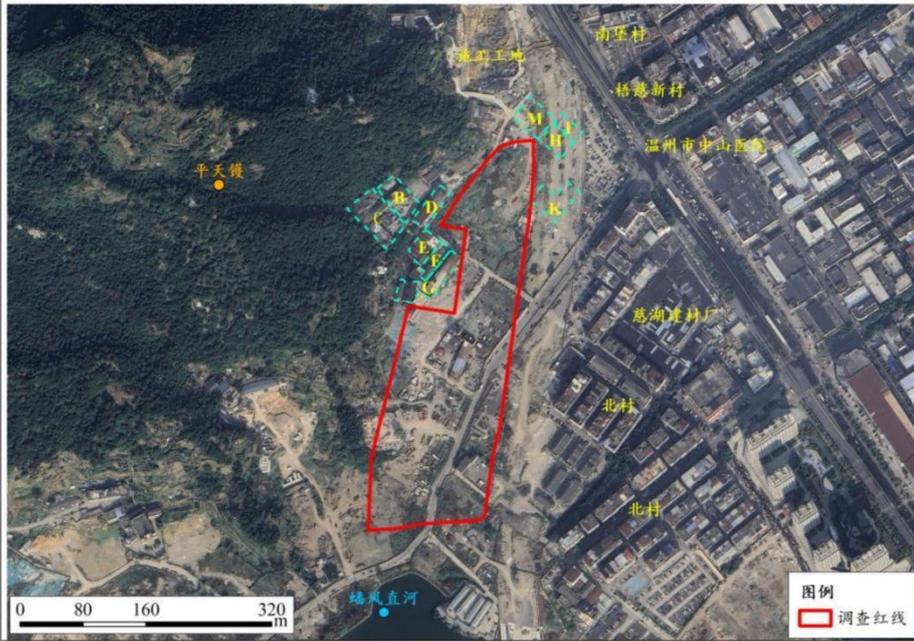
影像资料	情况描述
	60年代项目地块周边区域为农用地、居民区（北村、南堡）、南侧河流（蟠风直河）。
<b>60年代周边区域卫星照片</b>	

影像资料	情况描述
 <p>70年代项目地块周边较60年代末发生明显变化。</p>	
<p>70年代周边区域卫星照片</p>	
 <p>2000年较70年代地块周边东北侧新增服装厂、北侧东方鞋机，住宅区，其中住宅区内存在汽修修理厂、木工作坊，东侧新增北村住宅区，慈湖街沿路两侧均为商服住宅用地，南侧未北村住宅，其中居民区内存在塑料制品、服装作坊；西侧新增电镀厂。</p>	
<p>2000年周边区域卫星照片</p>	

影像资料	情况描述
	<p>2005年较2000年相邻地块西侧新增五金配件加工厂、真明五金电镀厂，南侧北村住宅存在塑料制品、五金、打火机制品作坊；北侧住宅区涉及木工切割作坊、轮胎修理商铺。</p>
<p>2005年周边区域卫星照片</p>	
	<p>2010年3月较2005年地块周边基本未发生明显变化。</p>
<p>图 3-31 2010年3月周边区域卫星照片 A: 温州市瓯海真明五金电镀厂; B: 温州市日泰轻工制造有限公司; C: 温州市新座服饰有限公司; D: 温州市南堡包装有限公司; E: 温州市光远包装印刷有限公司; F: 温州市瓯海兴鑫电子厂; G: 慈湖轻工机械配件厂; H: 温州市惠和服饰有限公司; I: 慈湖慈达锁厂; J: 锁厂; K: 龙族服饰; L: 东方鞋机; M: 温州元豪塑料包装厂。</p>	

影像资料	情况描述
	<p>2013年10月较2010年3月相邻地块东侧商住用地陆续被拆迁。</p>
<p>2013年10月周边区域卫星照片</p>	
	<p>2015年11月较2013年10月相邻地块企业C温州市新座服饰有限公司改为温州顺通汽配科技有限公司及阿高五金配件厂。</p>
<p>2015年11月周边区域卫星照片</p>	

影像资料	情况描述
	<p>2018年9月较2015年11月相邻地块北侧商住用地、企业A、J、I被拆除，北侧区域被用于停车。企业B搬迁，改为温州市肯塔智能科技有限公司。</p>
<p>2018年9月周边区域卫星照片</p>	
	<p>2019年5月较2018年9月相邻地块南侧北村住宅区被拆迁。</p>
<p>2019年5月周边区域卫星照片</p>	

影像资料	情况描述
	<p>2022 年较 2019 年 5 月相邻地块企业 H、I、K 基本已拆迁，D、F、G 已停止生产，西侧主要为阿高五金配件厂、肯塔锁业，东侧相邻为停车场、北村住宅区；北侧为施工工地；南侧为荒地、施</p>
<p><b>2023 年 11 月周边区域卫星照片</b></p>	

根据现场踏勘，结合人员访谈结果，本项目地块内不存在地下储罐、地下储存池、原辅料及产品输送管道等地下设施，主要地下设施为污水管网和自来水管。

#### 2.4.2 相邻地块现状

经现场踏勘，调查地块外北面为施工工地（智车未来商业综合体）；西面为平天镬公园山体及空置企业厂房；南面为道路、施工工地及潘凤直河；东面为新双南线道路施工区域。周边现状具体情况见下图。



图 2.4-1 调查地块周边现状分布图

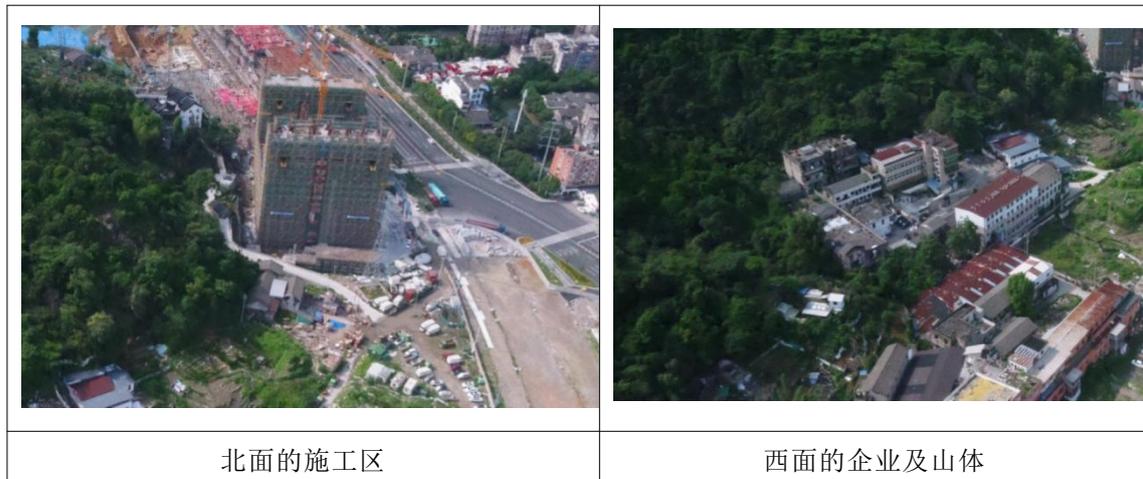




图 2.4-2 调查地块周边现状图

## 2.5 地块未来利用规划

根据《温州市茶白片区南北村单元 A-09 地块规划条件论证》（2024 年），温州市茶白片区南北村单元 A-09b 地块规划为二类居住用地（R2），属于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第一类用地。根据《浙江省建设用地土壤污染风险管控和修复监督管理办法》（浙环发〔2024〕47 号），本地块属于甲类用地。

调查地块周边土地类型包括居住用地、道路与交通设施用地、商业用地、公园绿地等。具体情况见下图。



## 2.6 地块周边敏感地块

温州市茶白片区南北村单元 A-09b 地块周边 1000m 范围内的现状周边主要敏感目标见下表和下图，类型包括居民区、学校、幼儿园、农田、医院和地表水体。

表 2.6-1 调查地块周边主要敏感目标

敏感目标	方位	最近距离 ( m )	保护对象
南堡小学	北	542	学生、教职工
龙船汇小区	北	410	居民
盛南锦园	北	380	居民
沙南锦园	北	232	居民
金泮河	北	256	地表水体
百花公寓	东北	606	居民
梧田百花幼儿园	东北	940	学生、教职工
南堡村	北	109	居民
梧慈新村	东北	125	居民
温州中山医院	东北	202	病患、医护人员
慈湖新村	东	80	居民
北村	东	42	居民
慈北家园	东	329	居民
蟠风直河	南	70	地表水体
瓯海区实验小学 (慈湖校区)	东南	302	学生、教职工
锦南嘉园	东南	708	居民
弘禾佳园	东南	662	居民
农田	南	700	农作物

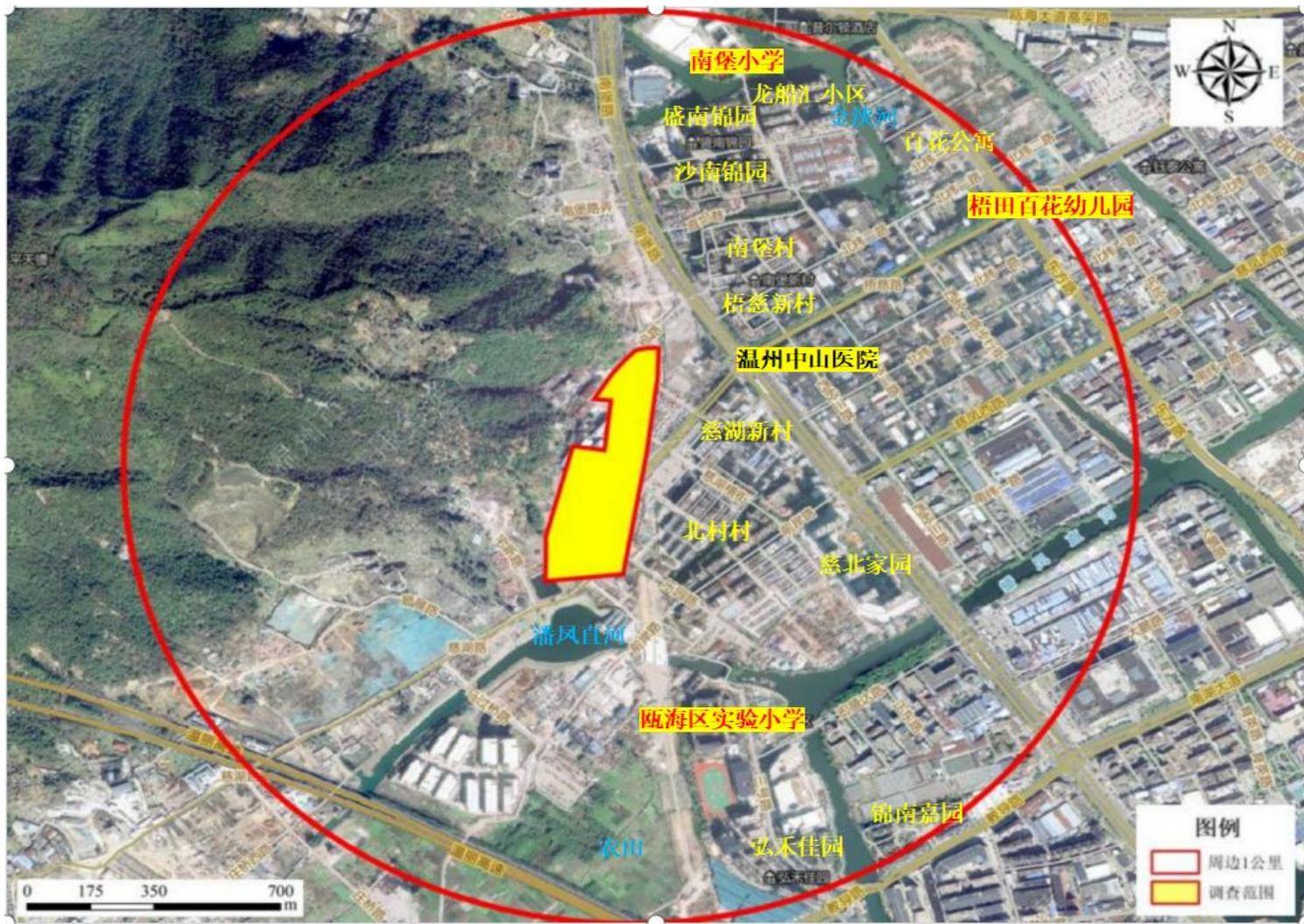


图 2.6-1 项目地块周边1km 范围内敏感点分布示意图

### 3 地块污染现状与风险评估

#### 3.1 地块土壤污染初步调查结果

初步调查阶段，地块内土壤超标指标为镍、铅、镉、砷、氟化物。镍超标点位4个，超标样品4个；铅超标点位8个，超标样品9个；镉超标点位3个，超标样品3个；砷超标点位3个，超标样品3个；氟化物超标点位6个，超标样品7个。

表 3.2-1 土壤超标数据汇总

点位	钻探深度/m	超标浓度 mg/kg	超标倍数
镍超标（超标 4 土）			
S19	0.0-0.5	382	1.55
S20	2.0-2.5	280	0.87
S30	0.0-0.5	171	0.14
S33	0.0-0.5	671	3.47
铅超标（超标 8 土）			
S7	0.0-0.5	9913	23.78
点位	钻探深度/m	超标浓度 mg/kg	超标倍数
S10	1.5-2.0	1447	2.62
S11	0.0-0.5	845	1.11
S12	0.0-0.5	32295	79.74
	2.0-2.5	12301	29.75
S14	0.0-0.5	4235	9.59
S16	0.0-0.5	519	0.30
S20	2.0-2.5	656	0.64
S24	0.0-0.5	788	0.97
镉超标（超标 3 土）			
S7	0.0-0.5	172	7.60
S12	0.0-0.5	46.5	1.33
S14	2.0-2.5	36.7	0.84
砷超标（超标 3 土）			
S22	0.0-0.5	24.9	0.25
S37	5.0-6.0	29.3	0.47
S41	0.0-0.5	29.1	0.46

氟化物超标（超标 6 土）			
S6	1.5-2.0	2110	0.06
S9	2.0-2.5	2510	0.26
S10	1.5-2.0	2130	0.07
S12	0.0-0.5	2440	0.22
	2.0-2.5	2730	0.37
S14	2.0-2.5	2190	0.10
S15	3.0-4.0	2390	0.20

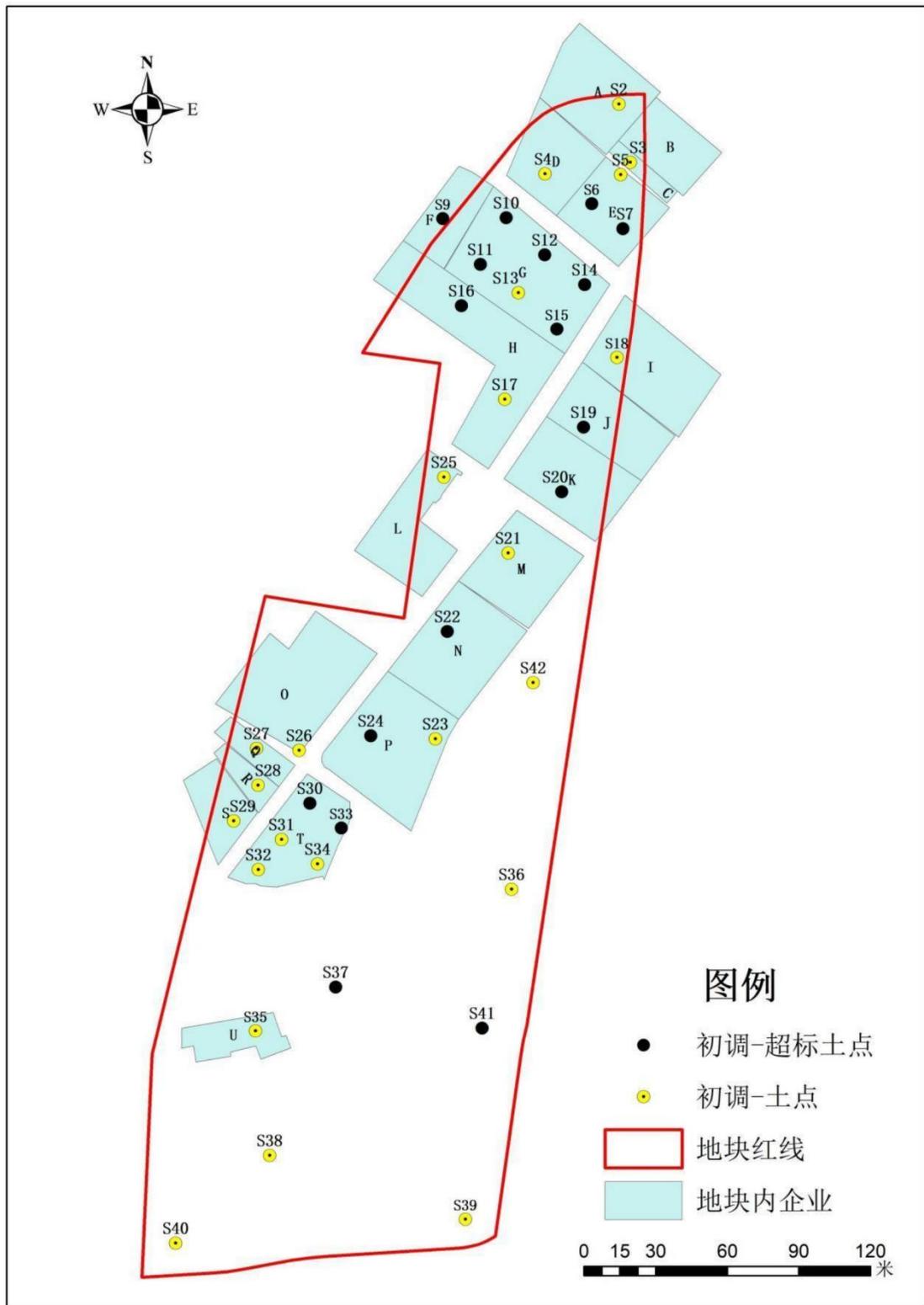


图 3.1-1 初步调查阶段土壤超标点位图

### 3.2 地块地下水污染初步调查结果

地块内地下水样品超标指标为色度、总硬度（以  $\text{CaCO}_3$  计）、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铝、阴离子表面活性剂、耗氧量（ $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 法，

以 O<sub>2</sub> 计)、氨氮、碘化物及镍，地块内地下水属于 V 类水质。

表 3.3-1 地下水超标数据汇总

点位	检测指标	单位	浓度	超标倍数
W2	总硬度	mg/L	1615	1.48
	溶解性总固体	mg/L	2021	0.01
	锰	mg/L	4.05	2.70
	耗氧量	mg/L	20.2	1.02
	氨氮	mg/L	6.08	3.05
W3	色度	度	35	0.40
	铁	mg/L	2.86	0.43
	铝	mg/L	1.47	1.94
	阴离子表面活性剂	mg/L	0.415	0.38
	耗氧量	mg/L	16.3	0.63
	氨氮	mg/L	11.2	6.47
	碘化物	mg/L	0.79	0.58
W4	总硬度	mg/L	781	0.20
	硫酸盐	mg/L	372	0.06
	氨氮	mg/L	2.47	0.65
	镍	μg/L	137.6	0.38
W5	总硬度	mg/L	859	0.32
	硫酸盐	mg/L	460	0.31
	锰	mg/L	2.92	1.95
	耗氧量	mg/L	10.7	0.07
	氨氮	mg/L	2.84	0.89
	镍	μg/L	3043	29.43
W6	总硬度	mg/L	682	0.05
	锰	mg/L	1.73	1.15
	氨氮	mg/L	1.61	0.07
W7	锰	mg/L	2.08	1.39
W8	总硬度	mg/L	785	0.21
	铝	mg/L	1.12	1.24



图 3.2-1 初步调查阶段有毒有害水井超标点位图

### 3.3 详细调查阶段地块调查结果

本次详细调查采样共布设地块内土壤点位 86 个（地块内 84 个，2 个地块外；详查加密点位 80 个，初步补充采样点位 6 个），实际检测样品 284 个与 35

个平行样。布设 26 个水井。采集 26 个地下水样品与 3 个平行样（地块内 22 个，4 个地块外）。

**土壤检测指标为：**石油烃（C10-C40）、苯、甲苯、二甲苯、苯乙烯、氯乙烯、邻苯二甲酸丁基苄酯、邻苯二甲酸二（2-二乙基己基）酯、邻苯二甲酸二正辛酯、锌、钡、总铬、汞、氟化物、氰化物、苯并[a]芘、镍、镉、铅、砷。

**地下水检测指标为：**①《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）表 1 常规指标中的 35 项；②镍、石油烃（C10-C40）、二甲苯、苯乙烯、氯乙烯、邻苯二甲酸丁基苄酯、邻苯二甲酸二（2-二乙基己基）酯、邻苯二甲酸二正辛酯、钡、总铬、苯并[a]芘。

检测情况如下：

**表 3.4-1 详细调查检测情况汇总表**

介质	详查阶段点位布设			详查阶段样品送检 (不含平行样)			检出指标数		超标指标数	
	地块内	地块外	合计	地块内	地块外	合计	地块内	地块外	地块内	地块外
土壤	84	2 (X10、X11)	86	278	9	287	20	17	3 (镍、铅、镉)	1 (镍)
地下水	22	4 (GW01、GW08、GW09、GW17)	26	22	4	26	29	25	1 (镍)*	无*

根据详细调查结果，地块内共有 6 个土壤超标点位。镉、铅、镍浓度均高于国家标准《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018) 第一类用地筛选值，最大超标深度为 2.5m，其他检出指标均未超过相关标准限值。

### 3.4 风险评估补充调查结果

风评补充调查阶段共布设土壤点 10 个。

风评补充调查阶段土壤样品检测了 pH、超标污染物（镍、铅、镉、砷、氟化物）。

根据风评补充调查结果，共有 2 个土壤超标点位。铅、镍浓度均高于国家标准《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(GB 36600-2018) 第一类用地筛选值，最大超标深度为 2.5m，其他检出指标均未超过相关标准限值。

## 4 地块修复策略

### 4.1 细化地块概念模型

#### 4.1.1 地块关注污染物

根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.4-2019），关注污染物是根据地块污染特征和地块利益相关方意见，确定需要进行调查和风险评估的污染物。地块风险评价工作中一般认为污染物浓度低于风险筛选值，污染物危害可忽略，无需进行修复管理；污染物浓度高于风险筛选值时可能具有潜在污染危害，但是否有实际污染危害，则需要进一步风险评估来确定。污染物筛选对象为所有检出污染物，如检出污染物的浓度超过选定的筛选值则污染物需进一步进行风险评估。

根据《温州市茶白片区南北村单元 A-09b 地块土壤污染状况初步调查报告》、《温州市茶白片区南北村单元 A-09b 地块土壤污染状况详查调查报告》，将超过土壤风险筛选值的污染物列为土壤关注污染物；报告显示，地块内超过土壤污染筛选值的污染物有镍、铅、镉、砷为地块内污染物的最大检出浓度值。

#### 4.1.2 地块关注污染物扩散迁移途径

第一类用地情景下，未来地块的敏感暴露人群为成人和儿童。暴露途径是地块土壤中污染物经一定的方式迁移达到并进入敏感受体的过程。本项目按照以住宅用地为代表的第二类用地类型进行风险评估，需考虑土壤、作为污染源时对敏感受体产生的风险和危害。根据温州市区域建设项目特点，工程建设期间普遍存在基坑开挖，因此，基于保守考虑，本地块深层土壤与表层土壤暴露途径一致，即考虑所有暴露途径。

#### 4.1.3 污染地块对周边环境的影响

通过对污染物的危害途径分析可知，本场地对周边环境的影响主要有以下几个方面：

##### （1）对自然环境的影响

该地块的表层土壤可能通过风蚀方式对周围土壤和地表水造成影响，还可能通过挥发方式对大气造成污染或随大气以颗粒物的形式迁移到周围环境介质

中去造成周边环境污染，深层土壤中有机物和重金属在降雨作用下通过下渗方式对地下水造成污染。

### (2) 对人体健康的影响

污染土壤中的污染物可以通过经口摄入、皮肤接触、吸入颗粒物和吸入空气等方式对人体健康造成危害。

### (3) 对农作物的影响

该地块中的污染物可在降雨条件下不断向周边迁移扩散，或随大气迁移进入到临近村庄农田中，可导致附近农田土壤污染物不断累积，不仅会影响作物品质和产量，还会间接的危害人体健康。

#### 4.1.4 建立地块概念模型

在第一类用地情景下，根据调查报告中的地块地层结构、水文地质信息、土壤和地下水中污染物的分布特征及迁移转换过程，构建了在第一类用地情景下的概念模型图，该情景下主要的受体为成人和儿童。

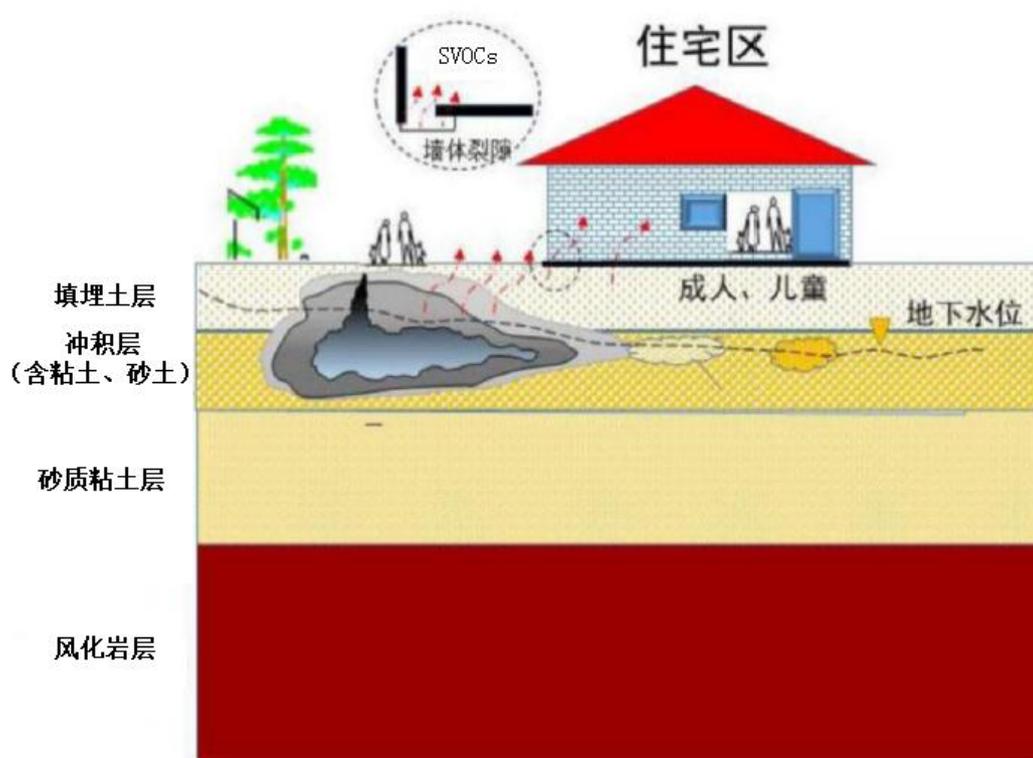


图 4.1-1 地块概念模型图

## 4.2 地块总体修复目标

### 4.2.1 修复目标

本项目土壤关注污染物镍、铅、镉、砷的修复目标值直接采用《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)第一类用地筛选值,氟化物的修复目标值直接采用 DB33/T892-2022 敏感用地筛选值。具体如下。

表 4.2-1 土壤中关注污染物的修复目标值(单位: mg/kg)

关注污染物	修复目标值
镍	150
镉	20
砷	20
氟化物	2000
铅	400

### 4.2.2 修复范围及工程量

地块内土壤中检出的镍、镉、砷、氟化物、铅超出土壤修复目标限值,需开展土壤修复治理工程,来削减或消除场地风险。

根据各采样点坐标和污染物检测浓度进行清洁点连线法确定地块修复范围,框定目标污染物的修复范围,确定修复面积,并根据超标点位目标污染物的垂向分布情况,进一步确定修复方量。本次修复深度以地面为修复基准面(0m)向下依次分层划分,其中 0-2m 按照 0.5m, 1.0m, 0.5m 依次分层, 2-6m 按 1m 分层。

第一至第七层修复区域分别命名为 A、B、C、D、E、F、G 区。地块内合计修复方量为 21366m<sup>3</sup>。

表 4.2-2 土壤修复范围及修复方量估算

深度	区域	修复面积(m <sup>2</sup> )	修复方量(m <sup>3</sup> )
0-0.5m	A-1	1763	881.5
	A-2	908	454
	A-3	382	191
	A-4	403	201.5
	A-5	396	198
	A-6	989	494.5
			2859.5

	A-7	500	250	
	A-8	378	189	
0.5-1.5m	B-1	2269	2269	7723
	B-2	1347	1347	
	B-3	1441	1441	
	B-4	403	403	
	B-5	396	396	
	B-6	989	989	
	B-7	500	500	
	B-8	378	378	
1.5-2.0m	C-1	2205	1102.5	2694.5
	C-2	1347	673.5	
	C-3	1441	720.5	
	C-4	396	198	
2-3m	D-1	3436	3436	4577
	D-2	660	660	
	D-3	481	481	
3-4m	E-1	330	330	2259
	E-2	788	788	
	E-3	660	660	
	E-4	431	481	
4-5m	F-1	443	443	848
	F-2	405	405	
5-6m	G-1	405	405	405
总和		8580 (叠加投影)		21366

(1) 第一层(0-0.5m)修复范围

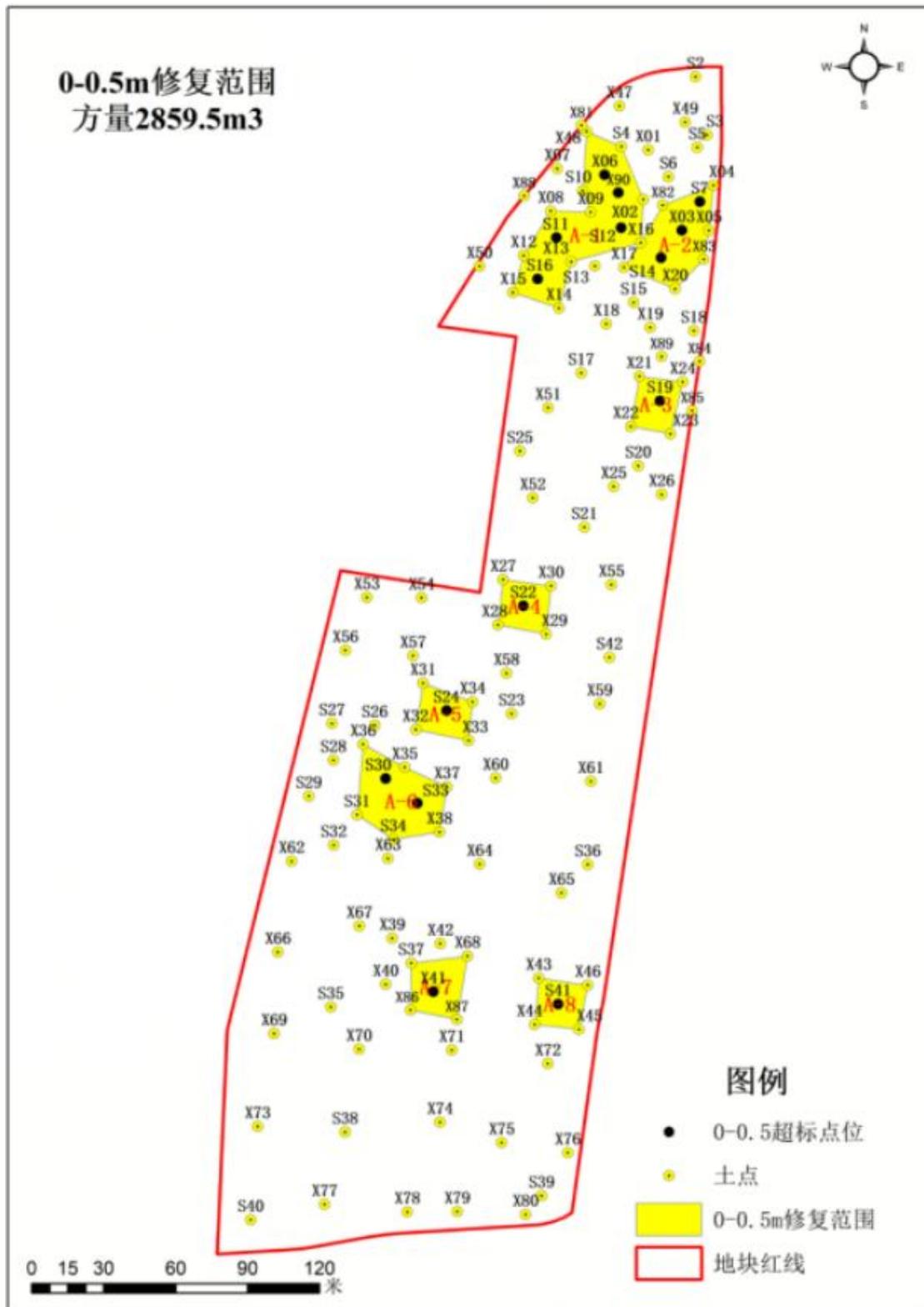


图 4.2-1 第一层(0-0.5m)土壤修复范围

(2) 第二层(0.5-1.5m) 修复范围

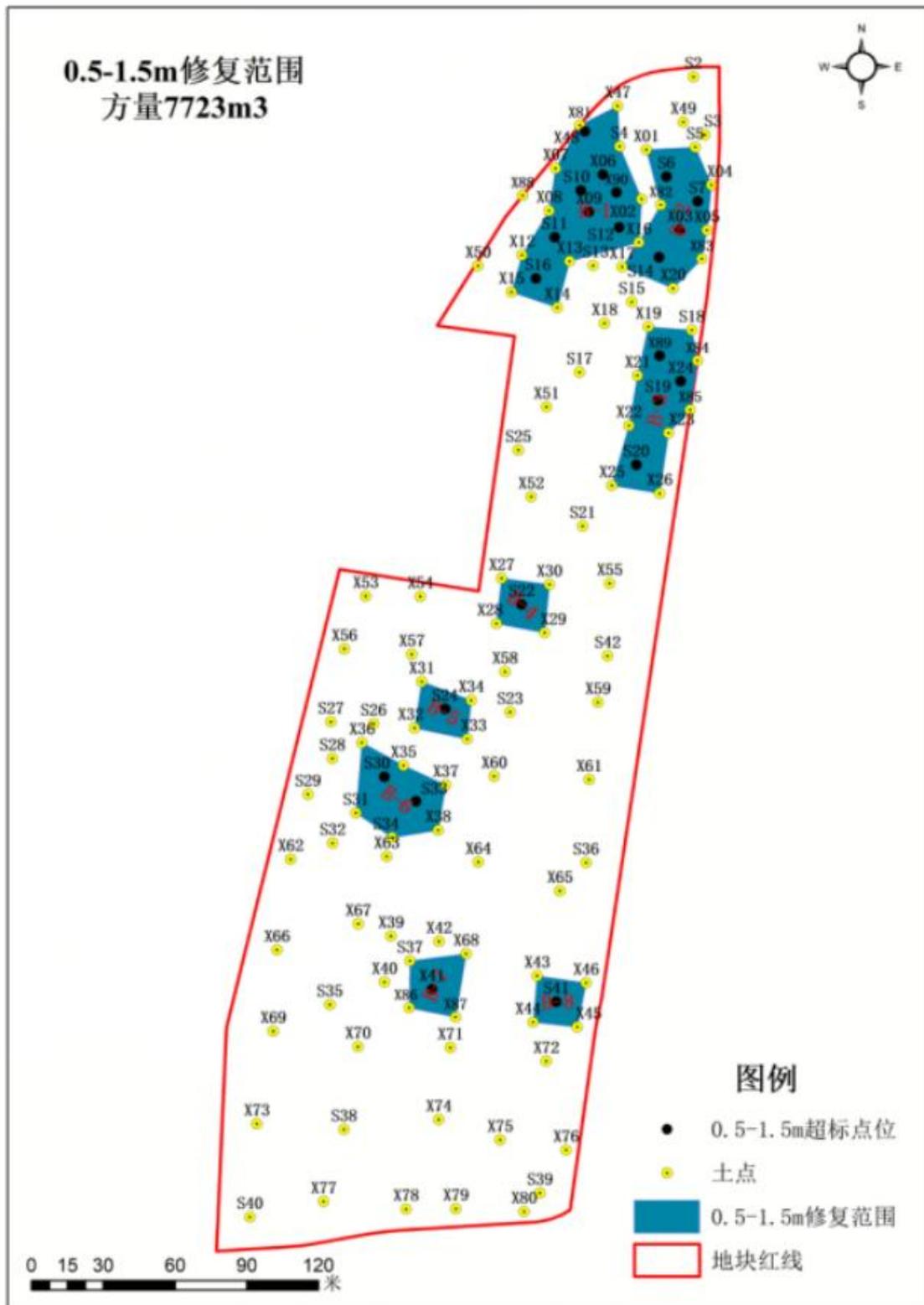


图 4.2-2 第二层(0.5-1.5m) 土壤修复范围

(3) 第三层(1.5-2.0m)修复范围

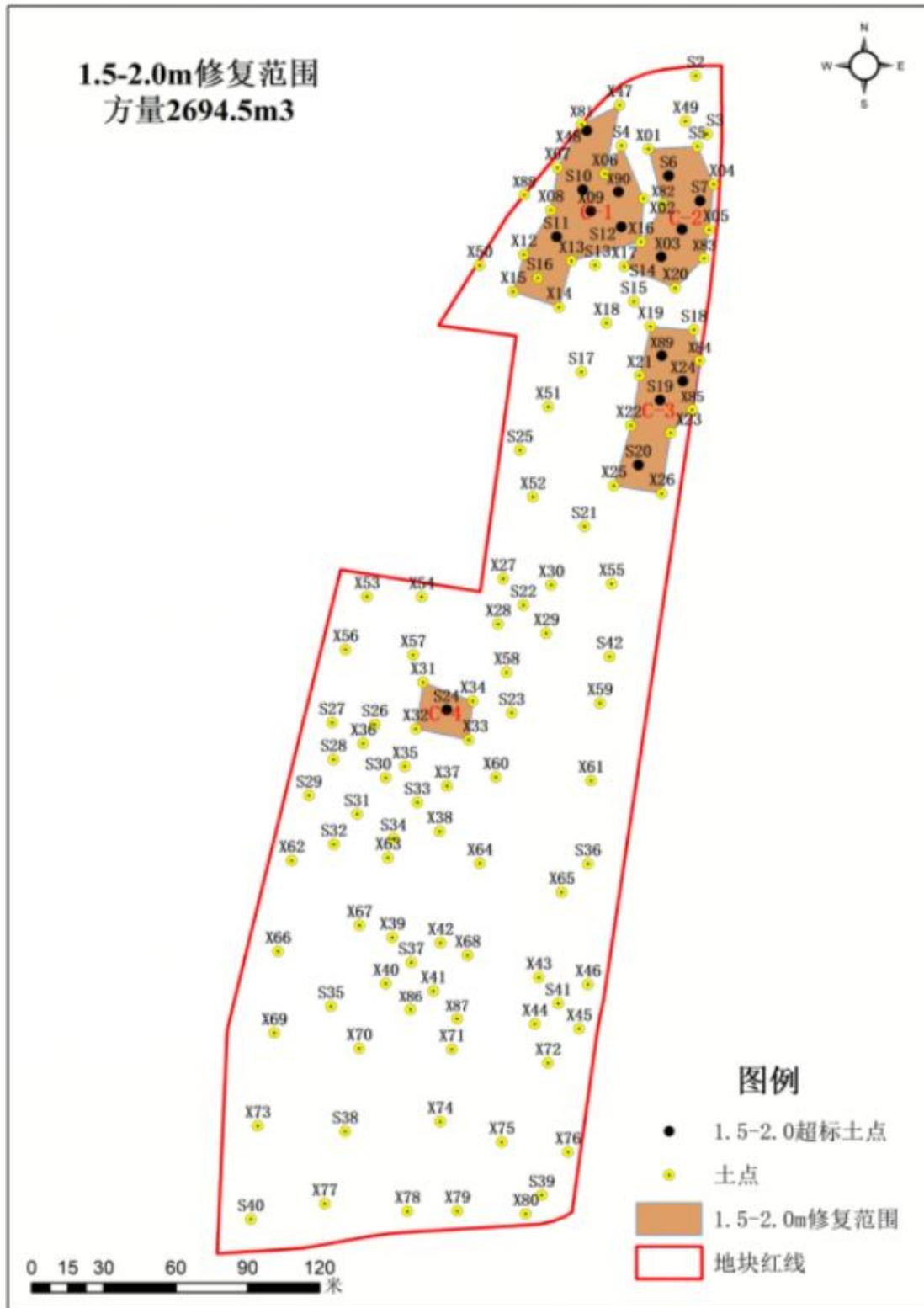


图 4.2-3 第三层(1.5-2.0m) 土壤修复范围

(4) 第四层(2-3m) 修复范围

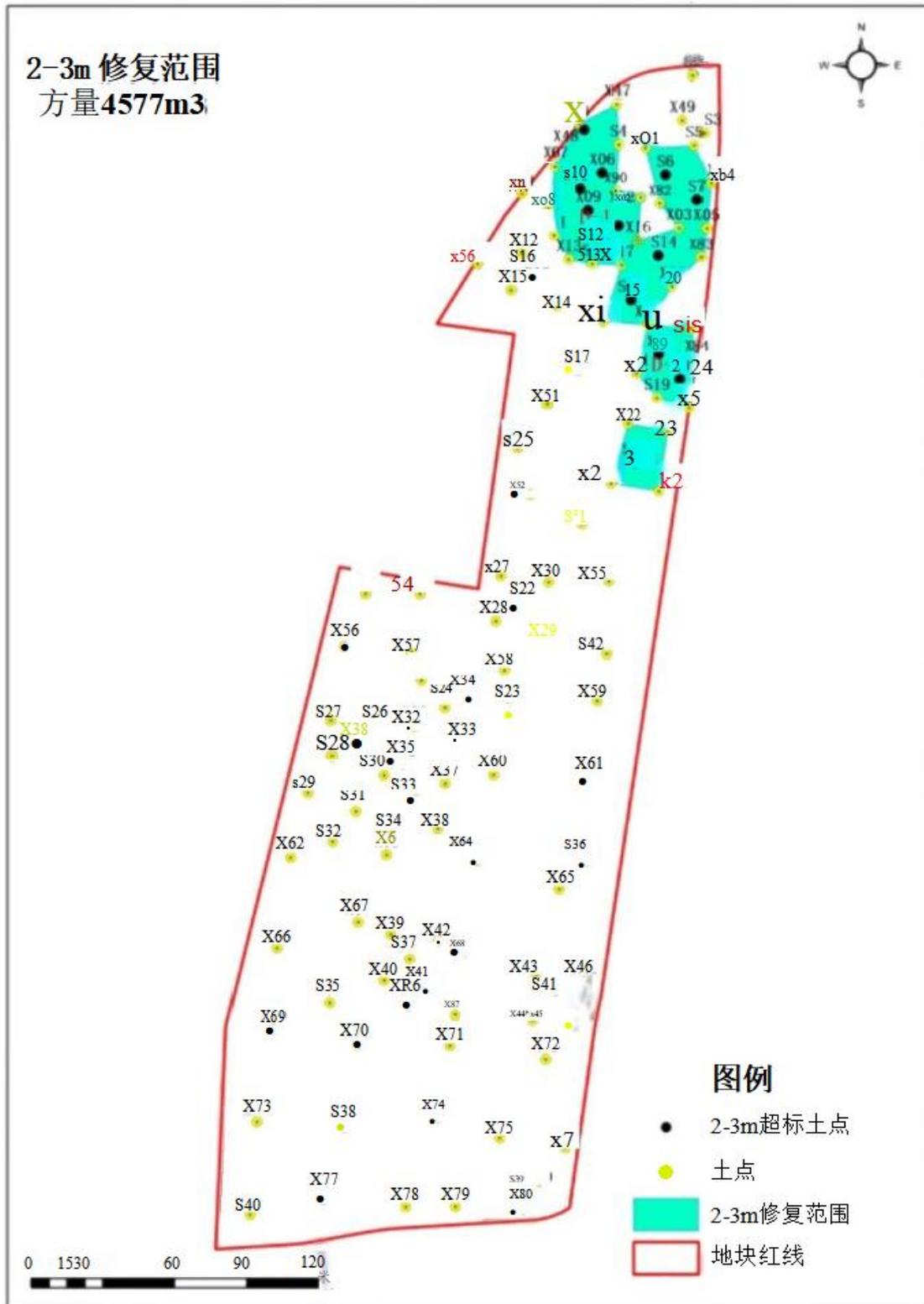


图 4.2-4 第四层(2-3m)土壤 修复范围

(5) 第五层(3-4m) 修复范围

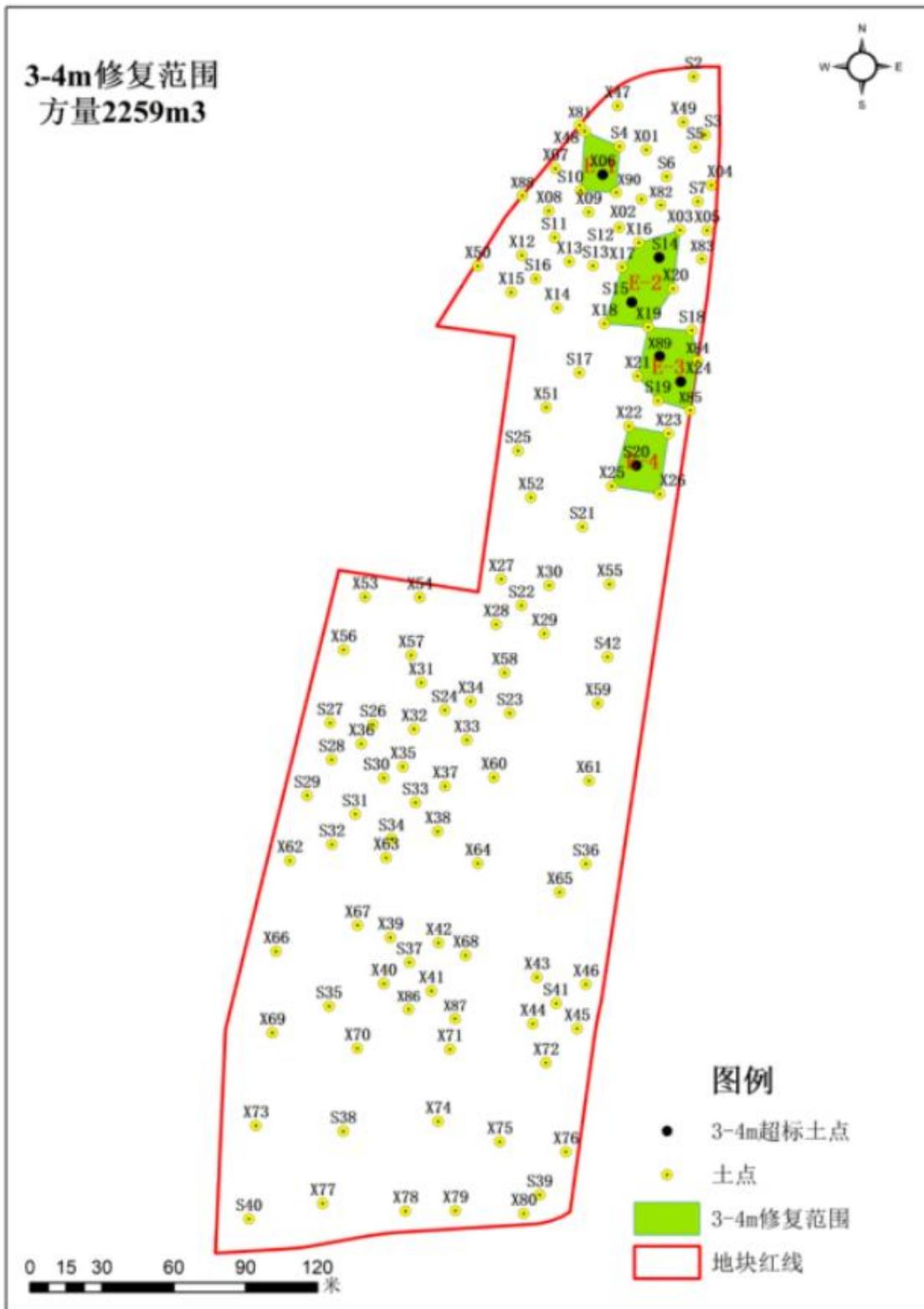


图 4.2-5 第五层(3-4m) 土壤修复范围

(6) 第六层(4-5m) 修复范围

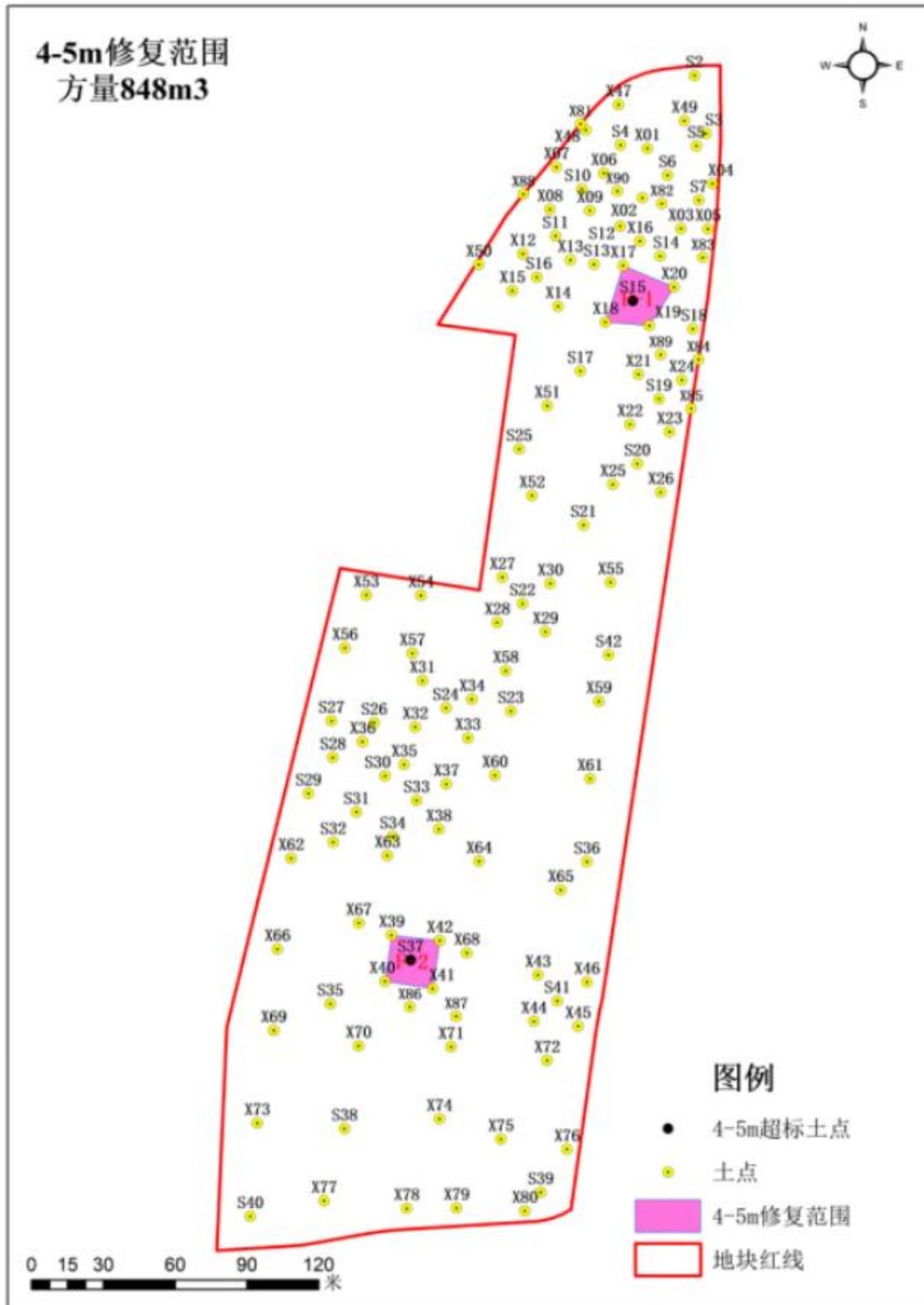


图 4.2-6 第六层(4-5m) 土壤修复范围

(7) 第七层(5-6m) 修复范围

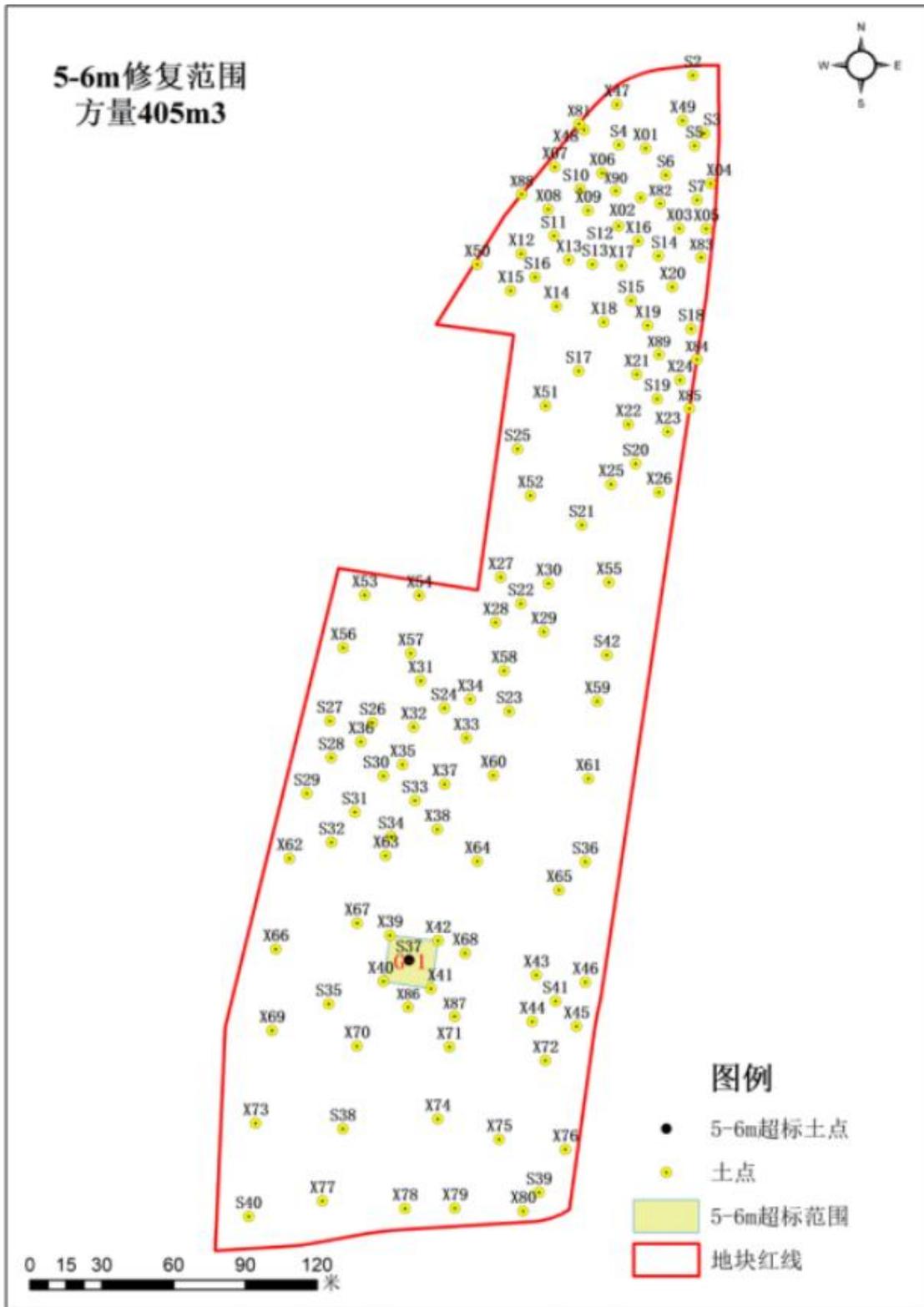


图 4.2-7 第七层(5-6m)土壤 修复范围

## 4.3 修复策略确定

### 4.3.1 潜在修复策略

场地修复策略是指以风险管理为核心，将污染造成的健康和生态风险控制在可接受范围内的场地总体修复思路，包括源清除、源消减、切断暴露途径的工程控制技术以及限制受体暴露行为的制度控制技术 4 种修复模式中的任意一种或其组合。各修复策略具体内容如下：

#### （1）源清除

源清除是一种相对比较彻底管理策略，通过将场地不同深度污染土壤彻底清挖、移出原场地而实现对污染物的清除，最终实现对污染物风险永久的消除，这一策略主要适用于重污染区域。

#### （2）源削减

相比源清除策略，源削减主要是采用相应的修复技术，将土壤中的污染物浓度降低至一定水平以下，确保残留污染物浓度对场地未来受体的健康风险低于可接受水平，这一策略也主要适用于本场地污染相对较重区域的风险管理。

#### （3）工程控制

工程控制指的是采取一定的工程措施，如阻隔、覆盖、水利控制、负压抽气等，切断污染物的迁移途径及其与受体的暴露途径，最终实现将风险控制在可接受水平条件下的目的，这一策略主要适用于本场地污染相对较低、采用源清除或源削减技术成本较高的污染区域的风险管理。

#### （4）制度控制

制度控制主要指实行一定的行政管理措施，如暂时限制场地的开发、改变场地的用地功能，改变受体的暴露特性或切断暴露途径，最终实现控制风险的目的。

### 4.3.2 修复策略的选择与确定

通过对修复策略选择的影响因素进行分析，并结合本场地污染特征，制定本场地修复策略如下：

采用切断暴露途径或制度控制技术的修复思路是非污染源处理策略，这两种策略将限制地块后续的开发利用，对亟待开发的地块需慎重选择。

对于本地块，采用污染源处理的修复思路更适合本场地交地和开发需求。因此，为满足该地块后续交地及开发进度紧迫性的需要，综合考虑该场地内土壤污染分布特点、污染程度以及现场实际场地条件等因素，拟采用原地异位方式进行本场地污染修复治理，以尽快完成后续地块交付进度。

## 5 地块修复技术筛选与评估

### 5.1 土壤修复技术应用现状

根据统计，美国 1994 个超级基金场地中有 1104 个场地采用了污染源处理技术，731 个采用了污染源隔离技术。污染源处理技术的选择需要充分考虑污染物性质、介质环境特征、技术发展水平等众多因素。针对土壤中不同种类污染物，1982-2005 年超级基金项目污染源处理技术的应用情况见下表。

**表 5.1-1 不同种类污染物污染源处理技术应用情况**

技术	所有项目	非卤化 SVOC		非卤化 VOC		卤化 SVOC		卤化 VOC	PCB	重金属和无机物
		多环芳烃	其他	苯系	其他	杀虫剂/除	其他			
生物修复	113	37	51	33	33	24	17	22	2	5
化学处理	29	1	2	3	4	1	4	12	4	13
多相抽提	46	9	3	11	6	4	8	18	1	1
电分离	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
淋洗	17	3	5	5	5	1	3	11	0	5
水泥窑协同处	147	27	41	33	23	36	34	52	36	6
土壤通风/气	262	15	31	110	52	3	34	224	1	0
中和	15	2	0	0	0	0	0	0	0	6
露天燃烧/爆炸	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0
机械分离	21	4	2	1	0	3	0	0	4	5
植物修复	7	1	2	2	2	1	1	4	0	4
土壤洗涤	6	1	1	0	0	2	0	0	1	2
固化/稳定化	217	17	18	13	13	16	7	20	35	180

溶剂提取	4	2	1	0	1	1	0	2	2	1
热脱附	71	21	17	24	15	8	12	33	16	0
原位热处理	14	5	0	2	0	3	3	8	0	0
玻璃化	3	0	0	1	1	0	1	3	2	1
合计	977	145	175	238	155	103	124	410	104	229

## 5.2 土壤修复常用技术介绍

本地块土壤污染物为重金属(铅、镍、镉)和无机物(氟化物和砷),针对重金属等无机污染土壤,结合本项目场地污染物分布特点、场地土壤和水文地质条件以及场地施工限制、当地社会经济实际情况,充分考虑我国污染土壤修复技术的成熟可靠性、修复成本、资源需求、安全健康环境、环境可接受性、修复周期等方面,一般常用的修复技术包括:固化稳定化、化学淋洗、水泥窑协同处置、微生物修复、植物修复和阻隔填埋等修复技术。

### 5.2.1 固化稳定化技术

**技术原理:** 向污染土壤中添加固化剂/稳定化剂,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性的固化体,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。

**系统组成:** 系统构成和主要设备: 主要由土壤预处理系统、固化/稳定剂添加系统、土壤与固化/稳定剂混合搅拌系统组成。其中,土壤预处理系统具体包括土壤水分调节系统、土壤杂质筛分系统、土壤破碎系统。主要设备包括土壤挖掘系统(如挖掘机等)、土壤水分调节系统(如输送泵、喷雾器、脱水机等)、土壤筛分破碎设备(如振动筛、筛分破碎斗、破碎机、土壤破碎斗、旋耕机等)、土壤与固化/稳定剂混合搅拌设备(双轴搅拌机、单轴螺旋搅拌机、链锤式搅拌机、切割锤击混合式搅拌机等)。

**关键技术参数或指标:**

#### (1) 固化/稳定剂的种类及添加量

固化/稳定剂的成分及添加量将显著影响土壤污染物的稳定效果,应通过试验确定固化/稳定剂的配方和添加量,并考虑一定的安全系数。目前国外应用的

固化/稳定化技术药剂添加量大都低于 20%。

#### (2) 土壤破碎程度

土壤破碎程度大有利于后续与固化/稳定剂的充分混合接触，一般要求土壤颗粒最大的尺寸不宜大于 5cm。

#### (3) 土壤与固化/稳定剂的混匀程度

混合程度是该技术一个关键性瓶颈指标，混合越均匀固化/稳定化效果越好。土壤与固化/稳定剂的混匀程度往往依靠现场工程师的经验判断，国内外还缺乏相关标准。

#### (4) 土壤固化/稳定化处理效果评价

土壤固化/稳定化修复效果通常需要物理和化学两类评价指标：物理指标包括无侧限抗压强度、渗透系数；化学指标为浸出液浓度。

技术适用性：适用于金属类、石棉、放射性物质、腐蚀性无机物、氰化物、砷化合物等无机物以及农药/除草剂、石油或多环芳烃类、多氯联苯类以及二噁英等有机化合物。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。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。

应用现状：固化/稳定化是比较成熟的固体废物处置技术，20 世纪八九十年代，美国环境保护署率先将固化/稳定化技术用于污染土壤的修复研究。据美国超级基金项目统计，1982-2008 年污染源处理项目中，有 203 项应用该技术，占污染源异位修复项目的 21.4%，是使用最多的污染源修复技术。

修复周期及费用：根据污染物不同类型及其污染程度需要添加不同剂量、不同种类的固化/稳定剂；土壤污染深度、挖掘难易程度、短驳距离长短等都会影响修复成本。对于小型场地（765 m<sup>3</sup>）处理成本约为 160-245 美元/ m<sup>3</sup>，对于大型场地（38228 m<sup>3</sup>）处理成本约为 90-190 美元/ m<sup>3</sup>；国内一般为 500-1500 元/ m<sup>3</sup>。

### 5.2.2 淋洗技术

技术原理：土壤淋洗是指借助能够促进土壤环境中污染物溶解或迁移作用的溶剂，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。此技术分原位和异位土壤淋洗。原位土壤淋

洗一般是指将冲洗液由注射井注入或渗透至土壤污染区域，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。异位化学淋洗技术需要将污染土壤挖掘出来，用水或淋洗剂溶液清洗土壤、去除污染物，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回用。

**系统构成：**系统构成和主要设备：异位土壤洗脱处理系统一般包括土壤预处理单元、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。主要设备包括土壤预处理设备（如破碎机、筛分机等）、输送设备（皮带机或螺旋输送机）、物理筛分设备（湿法振动筛、滚筒筛、水力旋流器等）、增效洗脱设备（洗脱搅拌罐、滚筒清洗机、水平振荡器、加药配药设备等）、泥水分离及脱水设备（沉淀池、浓缩池、脱水筛、压滤机、离心分离机等）、废水处理系统（废水收集箱、沉淀池、物化处理系统等）、泥浆输送系统（泥浆泵、管道等）、自动控制系统。

**关键技术参数及指标：**影响土壤淋洗修复效果的关键技术参数包括土壤细粒含量、污染物的性质和浓度、水土比、淋洗时间、淋洗次数、增效剂的选择、增效淋洗废水的处理及药剂回用等。

（1）土壤细粒含量：土壤细粒的百分含量是决定土壤淋洗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。通常异位土壤淋洗处理对于细粒含量达到 25%以上的土壤不具有成本优势。

（2）污染物性质和浓度：污染物的水溶性和迁移性直接影响土壤淋洗特别是增效淋洗修复的效果。污染物浓度也是影响修复效果和成本的重要因素。

（3）水土比：采用旋流器分级时，一般控制给料的土壤浓度在 10%左右；机械筛分根据土壤机械组成情况及筛分效率选择合适的水土比，一般为 5:1 到 10:1。增效淋洗单元的水土比根据可行性实验和中试的结果来设置，一般水土比为 3:1 至 20:1 之间。

（4）淋洗时间：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 分钟到 2 小时，延长淋洗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淋洗时间。

(5) 淋洗次数：当一次分级或增效淋洗不能达到既定土壤修复目标时，可采用多级连续淋洗或循环淋洗。

(6) 增效剂类型：一般有机污染选择的增效剂为表面活性剂，重金属增效剂可为无机酸、有机酸、络合剂等。增效剂的种类和剂量根据可行性实验和中试结果确定。对于有机物和重金属复合污染，一般可考虑两类增效剂的复配。

(7) 增效淋洗废水的处理及增效剂的回用：对于土壤重金属淋洗废水，一般采用铁盐+碱沉淀的方法去除水中重金属，加酸回调后可回用增效剂；有机物污染土壤的表面活性剂淋洗废水可采用溶剂增效等方法去除污染物并实现增效剂回用。

技术适用性：该技术可用来处理重金属和有机污染物，对于大粒径级别污染土壤的修复更为有效，砂砾、沙、细沙以及类似土壤中的污染物更容易被清洗出来，而粘土中的污染物则较难清洗。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。

应用现状：污染土壤淋洗修复技术在加拿大、美国、欧洲及日本等已有较多的应用案例，目前已应用于石油烃类、农药类、POPs类、重金属等多种污染场地。我国在20世纪90年代就开始土壤淋洗修复技术的研究，目前已有工程应用案例。

修复周期及费用：处理周期一般为3-12个月。异位土壤洗脱修复的周期和成本因土壤类型、污染物类型、修复目标不同而有较大差异，与工程规模以及设备处理能力等因素也相关，一般需通过试验确定。据不完全统计，在美国应用的成本约为53-420美元/m<sup>3</sup>，欧洲的应用成本约15-456欧元/m<sup>3</sup>，平均为116欧元/m<sup>3</sup>。国内的工程应用成本约为600-3000元/m<sup>3</sup>。

### 5.2.3 水泥窑协同处置技术

技术原理：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。有机物污染土壤从窑尾咽气室进入水泥回转窑，窑内气相温度最高可达1800℃，物料温度约为1450℃，在水泥窑的高温条件下，污染土壤中的有机污染物转化为无机化合物，高温气流与高细度、高浓度、高吸附性、高均匀性分布的碱性物料（CaO、CaCO<sub>3</sub>等）充分接触，有效地抑制酸性物质的排

放，使得硫和氯等转化成无机盐类固定下来；重金属污染土壤从生料配料系统进入水泥窑，使重金属固定在水泥熟料中。

系统组成：水泥窑协同处置包括污染土壤贮存、预处理、投加、焚烧和尾气处理等过程。在原有的水泥生产线基础上，需要对投料口进行改造，还需要必要的投料装置、预处理设施、符合要求的贮存设施和实验室分析能力。水泥窑协同处置主要由土壤预处理系统、上料系统、水泥回转窑及配套系统、监测系统组成。土壤预处理系统在密闭环境内进行，主要包括密闭贮存设施（如充气大棚），筛分设施（筛分机），尾气处理系统（如活性炭吸附系统等），预处理系统产生的尾气经过尾气处理系统后达标排放。上料系统主要包括存料斗、板式喂料机、皮带计量秤、提升机，整个上料过程处于密闭环境中，避免上料过程中污染物和粉尘散发到空气中，造成二次污染。水泥回转窑及配套系统主要包括预热器、回转式水泥窑、窑尾高温风机、三次风管、回转窑燃烧器、篦式冷却机、窑头袋收尘器、螺旋输送机、槽式输送机。监测系统主要包括氧气、粉尘、氮氧化物、二氧化碳、水分、温度在线监测以及水泥窑尾气和水泥熟料的定期监测，保证污染土壤处理的效果和生产安全。

关键技术参数或指标：影响水泥窑协同处置效果的关键技术参数包括：水泥回转窑系统配置、污染土壤中碱性物质含量、重金属污染物的初始浓度、氯元素和氟元素含量、硫元素含量、污染土壤添加量。

#### （1）水泥回转窑系统配置

采用配备完善的烟气处理系统和烟气在线监测设备的新型干法回转窑，单线设计熟料生产规模不宜小于 2000t/d。

#### （2）污染土壤中碱性物质含量

污染土壤提供了硅质原料，但由于污染中  $K_2O$ 、 $Na_2O$  含量高，会使水泥生产过程中中间产品及最终产品的碱当量高，影响水泥品质。因此，在开始水泥窑协同处置前，应根据污染土壤中  $K_2O$ 、 $Na_2O$  含量确定污染土壤的添加量。

#### （3）重金属污染物初始浓度

入窑配料中重金属污染物的浓度应满足《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ622）。

#### （4）污染土壤中的氯元素和氟元素含量

应根据水泥回转窑工艺特点，应控制随物料入窑的氯和氟投加量，以保证

水泥回转窑的正常生产和产品质量符合国家标准，入窑物料中氟元素含量不应大于 0.5%，氯元素含量不应大于 0.04%。

#### （5）污染土壤中硫元素含量

水泥窑协同处置过程中，应控制污染土壤中的硫元素含量，配料后的物料中硫元素硫于有机硫总含量不应大于 0.014%。从窑头、窑尾高温区投加全硫于配料系统投加的硫酸盐硫总投加量不应大于 3000mg/kg。

#### （6）污染土壤添加量

应根据污染土壤中的碱性物质含量、重金属含量、氟、氯、硫元素含量及污染土壤的含水率，综合却东京污染土壤的投加量。

适用性：适用于有机污染及重金属污染土壤不适用于汞、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的添加量。

应用现状：水泥窑是发达国家焚烧处理工业危险废物的设施，已得到了广泛应用，即使难降解的有机废物（包括 POPs）在水泥窑内的焚毁去除率也可达到 99.99%到 99.9999%。从技术上水泥窑协同处置完全可以用于污染土壤的处理，但由于国外其他污染土壤修复技术发展较成熟，综合社会、环境、经济等多方面考虑，在国外水泥窑协同处置技术在污染土壤处理方面应用相对较少。

修复周期及费用：水泥窑协同处置技术的处理周期与水泥生产线的生产能力及污染土壤投加量相关，而污染土壤投加量又与土壤中污染物特性、污染程度、土壤特性等有关，一般通过计算确定污染土壤的添加量和处理周期，添加量一般低于水泥熟料量的 4%。水泥窑协同处置污染土壤在国内的工程应用成本为 800-1000 元/m<sup>3</sup>。

### 5.2.4 微生物修复技术

技术原理：微生物修复受重金属污染土壤机理主要表现在 3 个方面：生物吸附与富集作用、生物转化作用与生物降解与沉淀作用等。微生物吸附重金属离子主要是金属阳离子与带阴离子的微生物之间相互作用，并络合成固定的重金属分子聚集在微生物内部或表面。大多数微生物表面含有多种带负电荷的基团（如-SH、OH-P = O-OH、-C = O-OH、-OH 等），这些基团通过螯合、络合、

共价吸附以及离子交换等作用与金属阳离子结合。从而达到对金属离子吸附的目的。微生物转化作用主要包括氧化还原、甲基化/去甲基化以及配位络合等，通过这些作用改变重金属离子的毒性、溶解性以及迁移性，将其转化为低毒态或无毒态，从而降低重金属的毒性。微生物溶解与沉淀作用是通过各种代谢活动直接或间接地进行的。在土壤环境中，微生物能够利用土壤中丰富的营养物质与能源生长代谢出多种低分子量的有机酸（如氨基酸、甲酸、柠檬酸、草酸等），这些低分子有机酸能与含重金属的矿物及土壤重金属化合物发生一系列反应以加速土壤中重金属的溶解与络合。

系统组成：反应装置、微生物培养装置

关键参数：受污染物浓度与外界因素（如温度、pH、无机盐浓度）等其他因素的影响。

技术适用性：在重金属污染土壤微生物修复技术中，土壤微生物因分布广、对环境要求较低、个体小、比表面积大、细胞结构复杂、繁殖较快、代谢能力强、修复重金属能力强、不会对土壤造成二次污染等各种优势使得微生物在修复土壤过程中占有独特的优势。

应用现状：微生物修复技术在污染土壤的修复领域较为广泛，适合大面积的污染场地修复，美国修复市场占比 10%左右，国内应用相对较少。

修复周期及费用：处理周期较长，与目标污染物的性质、浓度及微生物种类，外界环境有关，修复费用较低。

### 5.2.5 植物修复技术

技术原理：广义上的植物修复技术是指利用植物提取、吸收、分解、转化或固定土壤、沉积物、污泥或地表、地下水中有毒有害污染物技术的总称。利用重金属积累植物或超积累植物将土壤中的重金属提取出来，富集并搬运到植物根部可收割部分和植物地上的枝条部位。植物提取修复是目前研究最多且最有发展前途的一种植物修复技术。这些植物有两大类：超积累植物和诱导的积累植物。前者是指一些具有很强的吸收重金属并运输到地上部积累能力的植物；后者则是指一些不具有超积累特性但通过一些过程可以诱导出超量积累能力的植物。科学家把利用超积累植物吸收土壤重金属并降低其含量的方法称之为持续的植物提取，而把利用螯合剂来促进普通植物来吸收土壤重金属的方法称之为

为诱导的植物提取。具有生物量的可用于诱导植物提取的植物有印度芥菜、玉米和向日葵等。超积累植物由于具有很强的吸收和积累重金属的能力，从而在修复重金属污染土壤方面表现出极大的潜力。

系统组成：系统构成和主要设备：主要由植物育苗、植物种植、管理与刈割系统、处理处置系统与再利用系统组成。富集植物育苗设施、种植所需的农业机具（翻耕设备、灌溉设备、施肥器械）、焚烧并回收重金属所需的焚烧炉、尾气处理设备、重金属回收设备等。

关键技术参数及指标：包括土壤水分、pH、有机质含量、孔隙度等，这些因素会间接决定土壤微生物的数量、种类和生物活性。pH 变化显著影响耐重金属植物对重金属的吸收，在不同 pH 处理的被 Zn、Cr 污染的土壤盆栽试验中，

*Tlcareulesences* 吸收的 Zn、Cr 量大小值随土壤 pH 值下降而增加。改善土壤的环境条件，可以显著提高 PAHs 生物降解效果。

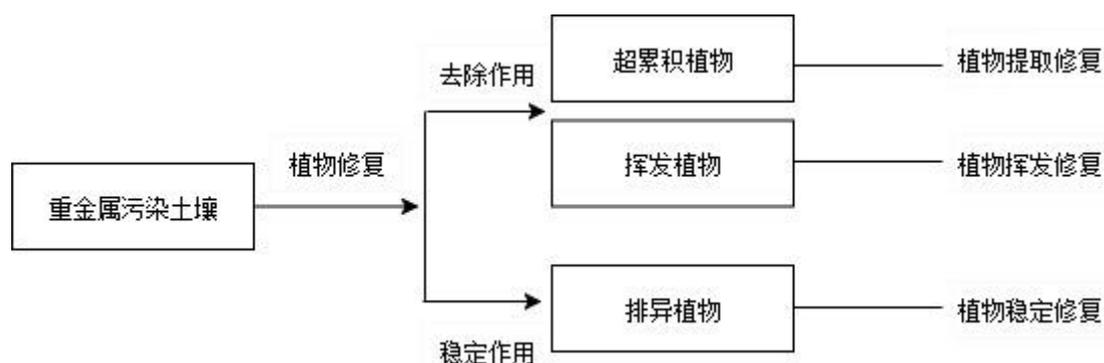


图 5.2-1 土壤重金属植物修复的主要方式

技术适用性：可处理的污染物类型：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）。应用限制条件：不适用于未找到修复植物的重金属，也不适用有机污染物（如六六六、滴滴涕等）污染土壤修复；植物生长受气候、土壤等条件影响，本技术不适用于污染物浓度过高或土壤理化性质严重破坏不适合修复植物生长的土壤。

应用现状：该技术修复成本相对低廉，相关配套设施已能够成套化生产制造，在国外已广泛应用于重金属、放射性核素、卤代烃、汽油、石油烃等污染土壤的修复，技术相对比较成熟，

修复周期及费用：该技术处理周期较长，一般需 3-8 年。其处理成本与工程规模等因素相关。在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。

### 5.2.6 阻隔填埋技术

技术原理：土壤阻隔填埋技术主要是通过将修复后的土壤放置于建好的填埋场内，通过铺膜防渗、填土等措施，起到与外界环境相对隔绝的作用，避免了土壤中的污染物随地下水或以颗粒物的形式向周边环境扩散造成污染，按其实施方式，可以分为原位阻隔覆盖和异位阻隔填埋。原位阻隔覆盖是将污染区域通过在四周建设阻隔层，并在污染区域顶部覆盖隔离层，将污染区域四周及顶部完全与周围隔离，避免污染物与人体接触和随地下水向四周迁移。也可以根据污染场地实际情况结合风险评估结果，选择只在场地四周建设阻隔层或只在顶部建设覆盖层。异位阻隔填埋是将修复后的土壤放置于已经修建好的填埋场内，填埋场内铺设有防渗系统，可以达到控制污染物迁移的作用，防止其对周边环境产生污染。

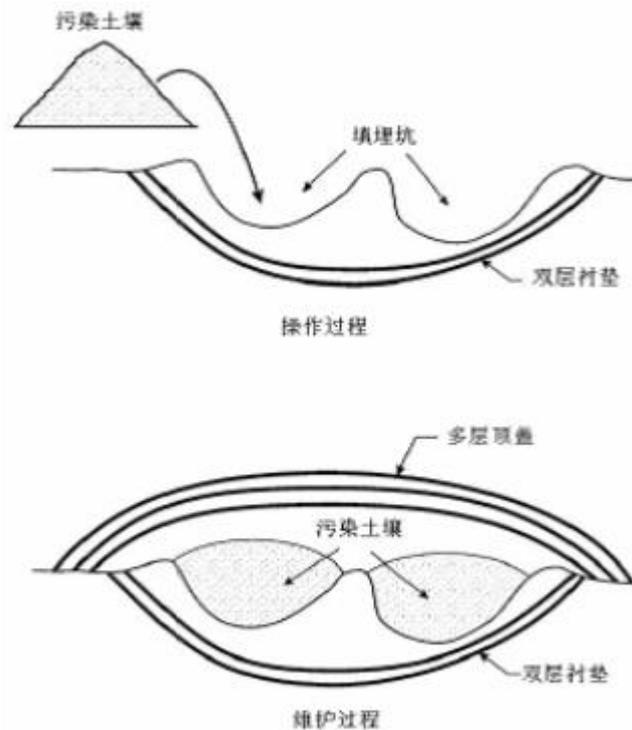


图 5.2-2 阻隔填埋示意图

系统组成：系统构成和主要设备：原位土壤阻隔覆盖系统主要由土壤阻隔系统、土壤覆盖系统、监测系统组成。土壤阻隔系统主要由 HDPE 膜、泥浆墙等防渗阻隔材料组成，通过在污染区域四周建设阻隔层，将污染区域限制在某一特定区域；土壤覆盖系统通常由粘土层、人工合成材料衬层、砂层、覆盖层等一层或多层组合而成；监测系统主要是由阻隔区域上下游的监测井构成。异

异位土壤阻隔填埋系统主要由土壤预处理系统、填埋场防渗阻隔系统、渗滤液收集系统、封场系统、排水系统、监测系统组成。其中：该填埋场防渗系统通常由 HDPE 膜、土工布、钠基膨润土、土工排水网、天然粘土等防渗阻隔材料构筑而成。根据项目所在地地质及污染土壤情况需要，通常还可以设置地下水导排系统与气体抽排系统或者地面生态覆盖系统。主要设备包括：阻隔填埋技术施工阶段涉及大量的施工工程设备，土壤阻隔系统施工需冲击钻、液压式抓斗、液压双轮铣槽机等设备，土壤覆盖系统施工需要挖掘机、推土机等设备，填埋场防渗阻隔系统施工需要吊装设备、挖掘机、焊膜机等设备，异位土壤填埋施工需要装载机、压实机、推土机等设备，填埋封场系统施工需要吊装设备、焊膜机、挖掘机等设备。阻隔填埋技术在运行维护阶段需要的设备相对较少，仅异位阻隔填埋土壤预处理系统需要破碎、筛分设备、土壤改良机等设备。

应用现状：土壤异位阻隔填埋技术通常与固化/稳定化修复技术联用，在国内发展已比较成熟，

关键参数：影响原位土壤阻隔覆盖技术修复效果的关键技术参数包括：阻隔材料的性能、阻隔系统深度、土壤覆盖层厚度等。

(1) 阻隔材料：阻隔材料渗透系数要小于  $10^{-7}$  cm/s，阻隔材料要具有极高的抗腐蚀性、抗老化性，具有强抵抗紫外线能力，使用寿命 100 年以上，无毒无害。阻隔材料应确保阻隔系统连续、均匀、无渗漏。

(2) 阻隔系统深度：通常阻隔系统要阻隔到不透水层或弱透水层，否则会削弱阻隔效果。

(3) 土壤覆盖厚度：对于粘土层通常要求厚度大于 300 mm，且经机械压实后的饱和渗透系数小于  $10^{-7}$  cm/s；对于人工合成材料衬层，满足《垃圾填埋场用高密度聚乙烯土工膜》（CJ/T 234）相关要求。

影响异位土壤阻隔填埋技术修复效果的关键技术参数包括：防渗阻隔填埋场的防渗阻隔效果及填埋的抗压强度、污染土壤的浸出浓度、土壤含水率等。

(1) 阻隔防渗效果：该阻隔防渗填埋场通常是由压实粘土层、钠基膨润土垫层（GCL）和 HDPE 膜组成，该阻隔防渗填埋场的防渗阻隔系数要小于  $10^{-7}$  cm/s。

(2) 抗压强度：对于高风险污染土壤，需经固化稳定化后处置。为了能安全贮存，固化体必须达到一定的抗压强度，否则会出现破碎，增加暴露表面积

和污染性，一般在 0.1-0.5MPa 即可。

(3) 浸出浓度：高风险污染土壤经固化稳定化处置后浸出浓度要小于相应《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》(GB5085.3) 中浓度规定限值。

(4) 土壤含水率：土壤含水率要低于 20%。

技术适用性：可处理的污染物类型：适用于重金属、有机物及重金属有机物复合污染土壤。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。

应用现状：污染土壤阻隔填埋技术早在 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，我国对该技术的最早应用是在 2007 年，以阻隔填埋方式处置重金属污染土壤；2010 年，某工程采用 HDPE 膜作为主要阻隔材料，阻挡污染物随地下水的水平迁移，将污染物以及污染土壤与外界环境隔绝，杜绝污染扩散，保护周围土壤和地下水。

修复周期及费用：该技术的处理周期与工程规模、污染物类别、污染程度密切相关，相比其他修复技术，该技术处理周期较短。该技术的处理成本与工程规模等因素相关，通常原位土壤阻隔覆盖技术应用成本 500~800 元/m<sup>2</sup>；异位土壤阻隔填埋技术应用成本为 300~800 元/m<sup>3</sup>。

### 5.3 土壤修复技术筛选

#### 5.3.1 修复技术筛选原则

本项目在修复技术的筛选过程中，除考虑技术自身的适用性以及场地条件外，还考虑采用的修复技术既有利于后期监管又能确保后期场地的开发需求。因此，本次将依次遵循以下原则筛选适用的修复技术：

##### (1) 技术上可行

所选择的修复技术必须技术成熟，能够适应本项目场地土壤岩性及水文地质条件，同时，为确保修复后土壤中的目标污染物不高于修复目标值，必须确保其在一定的修复时间内能将目标污染物浓度降低至修复目标值以下。

##### (2) 可操作性强

所采用的修复技术必须确保国内目前具备工程化修复实施条件，相关配套设施及装备完善，以确保修复能够顺利实施。

### (3) 便于修复过程的监管

为缩短管理部门对土壤修复过程中的监管周期、降低监管成本，最大限度的防止修复过程中可能产生的环境及安全风险，采用的修复技术应能够在较短的时间将全部污染土壤进行达标修复。

### (4) 优先选择成本低的修复技术

在同时满足以上筛选条件的潜在可行修复技术中，优先选择成本较低的修复技术。

## **5.3.2 污染土壤修复技术筛选**

针对上述重金属污染土壤常用修复技术，结合本场地污染特征，用地规划，采用国际上常用的修复技术筛选矩阵，从修复技术的修复效果、技术成熟性、修复时间、经济性等方面进行综合考虑，确定本场地土壤重金属修复适用技术。

表 5.3-1 污染土壤修复技术筛选

序号	技术名称	技术原理	参考因素				结论
			成熟性	修复时间	技术特点	修复费用	
1	水泥窑协同处置技术	将清挖的土壤送到水泥厂，和水泥一同进入回转窑，利用水泥回转窑内的高温焚烧处理污染土壤	较成熟	时间短	水泥窑焚烧协同处置可以分解多种有机物，能有效处置有机污染土壤。根据土壤法，转运的污染土壤需要进行危废鉴定，增加处置费用，同时鉴定周期长。	较高	建议采用
2	固化/稳定化技术	将污染土壤挖掘出来，向污染土壤中添加固化/稳定化剂，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	技术成熟/国内常用技术	时间短	适用于各种重金属污染土壤，不适用于挥发性有机化合物。	较低	不建议采用
3	化学淋洗技术	将含有助溶剂的水溶液或其他溶液淋溶污染土壤使污染物从土壤中分离出来，形成迁移态的化合物，并对淋洗液进行处理。	技术成熟/国内常用技术	时间短	可用于处理多种重金属，对于粘性土壤效果一般，后续泥水分离效果不好	中等	不建议采用

4	微生物修复技术	利用本土或接种的微生物降解土壤中的有机污染物，将它们转变为无害的终产物。使用营养物质、氧气或其他改良剂能加强污染土壤区域的生物降解过程，促进生物修复和污染物从土壤中解析。	技术较成熟/ 国内偶有应用	时间长	处理费用低、操作简单、处理效果好，但需要长时间占用土地，不利于土地的再利用。	较低	不建议采用
5	植物修复技术	在污染土壤表层种植富集效果较好的植物，利用植物进行提取、根际滤除、挥发和固定等方式转变和破坏土壤中的污染物质。	国内外应用较少	时间长	适用于重金属污染土壤，但修复周期较长，受气候影响较大。	较低	不建议采用
6	阻隔填埋技术	将修复后的土壤放置于修建好的填埋场内，填埋场内铺设防渗阻隔系统，避免污染物迁移，防止周边环境受到破坏。	技术成熟/ 国内常用技术	时间短	该技术具有处置速度快、效果好、可操作性强、成本低、对土壤质地限制要求少，可适用不同类型污染土壤的优点。同时该地块已规划为二类居住用地，可在周边绿化地进行填埋阻隔。	中等	不建议采用

### 5.3.3 筛选结果

综合考虑该场地土壤性状、场地土壤目标污染物特点，通过技术对比筛选，建议采用水泥窑协同处置技术对土壤重金属进行修复处理。

## 5.4 土壤修复技术可行性评估

### (1) 技术介绍

水泥窑协同处置技术是将污染土壤和水泥生料一同投入回转窑，通过回转窑高温煅烧，可以将有机污染物完全分解而实现无害化的技术。水泥工业烧成系统和良好的废气处理系统使燃烧之后的废气经过较长的路径进入冷却和收尘设备，污染物排放浓度较低，废气处理效果好。同时作为水泥生产的附加功能，要求对土壤性质进行分析，合理配料，不能对水泥生产和产品质量带来不利影响。

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。有机物污染土壤从窑尾烟气室进入水泥回转窑，窑内气相温度最高可达 1800℃，物料温度约为 1450℃，在水泥窑的高温条件下，污染土壤中的有机污染物转化为无机化合物，高温气流与高细度、高浓度、高吸附性、高均匀性分布的碱性物料（CaO、CaCO<sub>3</sub> 等）充分接触，有效地抑制酸性物质的排放，使得硫和氯等转化成无机盐类固定下来。重金属污染土壤从生料配料系统进入水泥窑，使重金属固定在水泥熟料中。

系统构成和主要设备：水泥窑协同处置包括污染土壤贮存、预处理、投加、焚烧和尾气处理等过程。在原有的水泥生产线基础上，需要对投料口进行改造，还需要必要的投料装置、预处理设施、符合要求的贮存设施和实验室分析能力。

水泥窑协同处置主要由土壤预处理系统、上料系统、水泥回转窑及配套系统、监测系统组成。

土壤预处理系统在密闭环境内进行，主要包括密闭贮存设施（如充气大棚），筛分设施（筛分机），尾气处理系统（如活性炭吸附系统等），预处理系统产生的尾气经过尾气处理系统后达标排放。上料系统主要包括存料斗、板式喂料机、皮带计量秤、提升机，整个上料过程处于密闭环境中，避免上料过

程中污染物和粉尘散发到空气中，造成二次污染。水泥回转窑及配套系统主要包括预热器、回转式水泥窑、窑尾高温风机、三次风管、回转窑燃烧器、篦式冷却机、窑头袋收尘器、螺旋输送机、槽式输送机。监测系统主要包括氧气、粉尘、氮氧化物、二氧化碳、水分、温度在线监测以及水泥窑尾气和水泥熟料的定期监测，保证污染土壤处理的效果和生产安全。

关键技术参数：影响水泥窑协同处置效果的关键技术参数包括：水泥回转窑系统配置、污染土壤中碱性物质含量、重金属污染物的初始浓度、氯元素和氟元素含量、硫元素含量、污染土壤添加量。

(1) 水泥回转窑系统配置：采用配备完善的烟气处理系统和烟气在线监测设备的新型干法回转窑，单线设计熟料生产规模不宜小于 2000 吨/天。

(2) 污染土壤中碱性物质含量：污染土壤提供了硅质原料，但由于污染土壤中  $K_2O$ 、 $Na_2O$  含量高，会使水泥生产过程中中间产品及最终产品的碱当量高，影响水泥质量，因此，在开始水泥窑协同处置前，应根据污染土壤中的  $K_2O$ 、 $Na_2O$  含量确定污染土壤的添加量。

(3) 重金属污染物初始浓度：入窑配料中重金属污染物的浓度应满足《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ622）的要求。

(4) 污染土壤中的氯元素和氟元素含量：应根据水泥回转窑工艺特点，控制随物料入窑的氯和氟投加量，以保证水泥回转窑的正常生产和产品质量符合国家标准，入窑物料中氟元素含量不应大于 0.5%，氯元素含量不应大于 0.04%。

(5) 污染土壤中硫元素含量：水泥窑协同处置过程中，应控制污染土壤中的硫元素含量，配料后的物料中硫化物硫与有机硫总含量不应大于 0.014%。从窑头、窑尾高温区投加的全硫与配料系统投加的硫酸盐硫总投加量不应大于 3000 mg/kg。

(6) 污染土壤添加量：应根据污染土壤中的碱性物质含量、重金属含量、氯、氟、硫元素含量及污染土壤的含水率，综合确定污染土壤的投加量。

## 2、技术应用基础和前期准备

在利用水泥窑协同处置污染土壤前，应对污染土壤及土壤中污染物质进行分析，以确定污染土壤的投加点及投加量。污染土壤分析指标包括污染土壤的含水率、烧失量、成分等，污染物质分析指标包括：污染物质成分、氯、氟、硫浓度，重金属、氯、氟、硫元素含量等。

### 3、主要实施过程

(1) 将挖掘后的污染土壤在密闭环境下进行预处理（去除掉砖头、水泥块等影响工业窑炉工况的大颗粒物）；

(2) 对污染土壤进行检测，确定污染土壤的成分及污染物含量，计算污染土壤的添加量；

(3) 污染土壤用专门的运输车转运到喂料斗，为避免卸料时扬尘造成的二次污染，卸料区密封；

(4) 计量后的污染土壤经提升机由管道进入喂料点，送入窑尾烟室高温段处置；

(5) 定期监测水泥回转窑烟气排放口污染物浓度及水泥熟料中污染物含量。

### 4、运行维护和监测

因水泥窑协同处置是在水泥生产过程中进行的，协同处置不能影响水泥厂正常生产、不能影响水泥产品质量、不能对生产设备造成损坏，因此水泥窑协同处置污染土壤过程中，除了需按照新型干法回转窑的正常运行维护要求进行运行维护外，为了掌握污染土壤的处置效果及对水泥质量的影响，还需定期对水泥回转窑排放的尾气和水泥熟料中特征污染物进行监测，并根据监测结果采取应对措施。

### 5、修复周期及参考成本

水泥窑协同处置技术的处理周期与水泥生产线的生产能力及污染土壤投加量相关，而污染土壤投加量又与土壤中污染物特性、污染程度、土壤特性等有关，一般通过计算确定污染土壤的添加量和处理周期，添加量一般低于水泥熟料量的4%。水泥窑协同处置污染土壤在国内的工程应用成本为800-1000元/m<sup>3</sup>。

### 6、技术应用情况

美国、加拿大、日本等国早在70年代就已开始采用水泥窑处置危险废物技术。水泥窑协同处置技术受污染土壤性质及污染物性质影响较少，而且我国是水泥生产和消费大国，水泥厂数量多，分布广，因此，目前国内水泥窑协同处置越来越多应用于污染土壤的处理，特别是重度污染土壤的处理。

### 7、技术可行性评估

采用水泥窑协同处置的前提是水泥窑经过改造，有合适的尾气处理系统和投料系统，并且水泥窑愿意接受污染土壤。优点是可以将有机污染物完全焚烧

消除，时间短。缺点是在外运过程中需要额外关注二次污染防治和管理，费用高，并且污染土壤必须不影响水泥产品质量，水泥生产要求  $\text{CaO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  含量大于 40% 的土壤才能在水泥窑进行共处置，并保持水泥窑内的正常运行工况。所以通常的掺混比在 3~10% 之间。

采用该技术作为本场地污染土壤的修复技术需要寻找合作的水泥厂，并首先对其现有设备进行改造。由于受水泥品质限制，添加配比较低，处理能力视水泥窑数量和容量而定，因此修复处理周期相对较长。

### **5.5 土壤修复技术确定**

综合考虑该场地土壤性状、场地土壤目标污染物特点，通过技术对比筛选，建议采用水泥窑协同处置技术对土壤重金属进行修复处理。

## 6 地块修复技术方案

### 6.1 修复总体技术方案

根据本地块内污染土壤已确定修复模式，修复技术的筛选结果，以及修复技术的实施条件，推荐采用水泥窑协同处置技术修复本地块内的污染土壤。

水泥窑协同处置技术修复污染土壤一般分为“进水泥厂前”和“进水泥厂后”两个阶段，其技术路线见图 6.1-1。

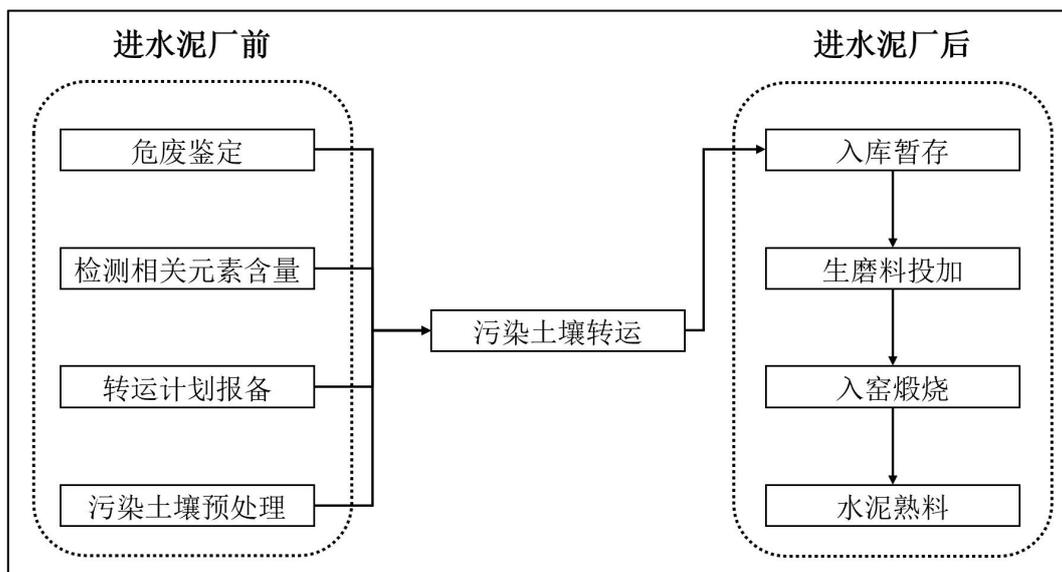


图 6.1-1 水泥窑协同处置技术路线

#### (1) 危废鉴定

根据《固体废物鉴别标准通则》（GB34330-2017）中“4 依据产生来源的固体废物鉴别”和“6 不作为固体废物管理的物质”的有关规定：“在污染地块修复、处置过程中，采用下列任何一种方式处置或利用的污染土壤属于固体废物：1）填埋；2）焚烧；3）水泥窑协同处置；4）生产砖、瓦、筑路材料等其他建筑材料”、“修复后作为土壤用途使用的污染土壤不作为固体废物管理”。经鉴别属于固体废物的，需要进行危废鉴定。

#### (2) 检测相关元素

根据《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）的要求，入窑固体废物中氯（Cl）和氟（F）元素的含量不应对水泥生产和水泥产品质量造成不利影响，进窑烧制的土壤中的氟、氯元素以及硫含量应满足的要求：入窑物料中氟元素含量不应大于 0.5 %；氯元素含量不应大于 0.04 %；从窑头、

窑尾高温区投加的全硫总投加量不应大于 3000 mg/kg-cli。因此，进水泥厂前需检测地块内污染土壤中氟化物、硫化物和氯离子等相关物质的含量。

### **(3) 转运计划报备**

根据《中华人民共和国土壤污染防治法》中第四十一条规定：“修复施工单位转运污染土壤的，应当制定转运计划，将运输时间、方式、线路和污染土壤数量、去向、最终处置措施等，提前报所在地和接收地生态环境主管部门。”因此，地块内污染土壤进水泥厂前，需将污染土壤转运计划报备相关生态环境主管部门。

### **(4) 污染土壤预处理**

污染土壤进水泥厂前，需对地块内污染土壤进行预处理，将污染土壤中含水率控制在 20%以内，且土壤平均粒径控制在 60 mm 以内。为了减少运输过程中因污染土壤的遗洒造成的二次污染，需将污染土壤装入具有防渗功能的吨袋中。

### **(5) 污染土壤转运**

完成上述 (1) ~ (4) 后，可将污染土壤运输至有污染土壤协同处置资质单位的水泥厂。

### **(6) 入库暂存**

进入水泥厂的污染土壤完成协同处置需一定时间，因此，需将污染土壤入库暂存。

### **(7) 生磨料投加**

根据《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013），新型干法水泥窑协同处置污染土壤投加位置有三处选择，具体如下：

- ①窑头高温段，包括主燃烧器投加点和窑门罩投加点。
- ②窑尾高温段，包括分解炉、窑尾烟室和上升烟道投加点。
- ③生料配料系统（生磨料）。

生磨料投加点具体位置见示意图 6.1-2。

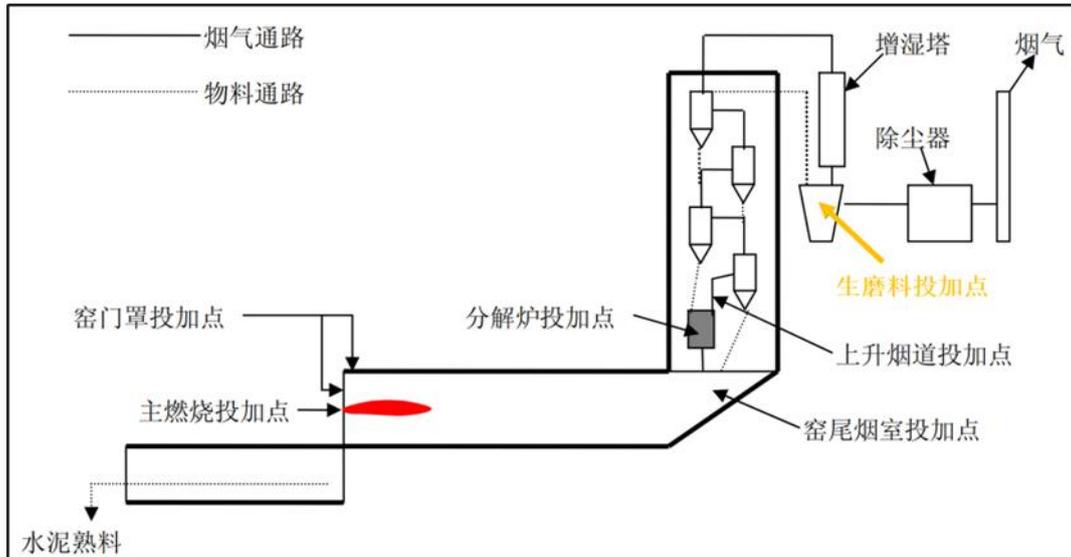


图 6.1-2 水泥窑协同处置本地块污染土壤投加点示意图

### (8) 入窑煅烧

在水泥窑的高温条件下，将污染土壤在水泥熟料煅烧过程中融入水泥熟料晶格，对污染因子起到固定作用。

### (9) 水泥熟料

污染土壤通过水泥窑协同处置完成资源化无害化处置。

## 6.2 修复技术工艺参数

污染土壤通过水泥窑协同进行处置的主要工艺参数为污染土壤中影响水泥窑协同处置相关物质含量和具备水泥窑协同处置的新型干法水泥窑相关参数。

### (1) 污染土壤中影响水泥窑协同处置相关物质含量

根据《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013），入窑污染土壤中氟元素含量不应大于 0.5%，氯元素含量不应大于 0.04%，硫化物硫与有机硫总含量不应大于 0.014%。一般情况，污染土壤含水率需低于 20%，方可满足入窑标准。

由于本地块清挖出的污染土壤含水率一般高于 20%，通常选择添加约 3% 的生石灰，将污染土壤含水率降低至 20%。同时，在筛分混合生石灰过程中，可将污染土壤中建筑垃圾分离，确保污染土壤的平均粒径小于 60 mm。

### (2) 新型干法水泥窑相关参数

根据《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013），用于协同处置污染土壤的新型干法水泥窑单线设计熟料生产规模不小于 2000 吨/

天。

另外，用于协同处置污染土壤的水泥厂内固体废物贮存设施、固体废物投加设施、固体废物预处理设施、固体废物厂内运输设施和分析化实验室，应满足《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）相关要求。

## 7 修复工程环境管理计划

### 7.1 污染防治计划

本项目污染土壤中存在镍、镉、砷、氟化物、铅污染，修复治理过程中若不采取有效的环境管理与监测，则可能会因修复施工对周边环境和居民身体健康造成影响与危害。因此修复实施过程中的环境管理工作尤为重要。本项目在场地修复治理实施的过程中，采取全过程控制管理的模式对本场地及其周边的土壤、大气、水、固废和噪声环境进行环境管理并制定相应的环境监测方案。

### 7.2 环境影响分析

本项目为污染土壤修复治理工程，污染土壤修复治理过程中可能会对环境造成影响的因素主要包括污染土壤二次污染、大气污染、水污染、噪声污染及固体废物等五类，下面就本项目污染土壤与地下水修复施工过程中的关键污染产生环节和重大污染源进行识别，以便有针对性的采取二次污染防范措施。具体详见下表所示。

表 7.2-1 污染土壤修复施工污染产生环节识别

序号	施工环节	环境影响因素类型	可能产生的二次污染或污染物
1	场地平整	大气污染	粉尘及扬尘、PM10 和 PM2.5
		噪声污染	施工机械噪声
2	建筑垃圾冲洗	水污染	冲洗废水
		固体废物	冲洗污泥
		噪声污染	施工机械噪声
3	建筑垃圾堆置	大气污染	产生扬尘
		噪声污染	施工机械噪声
4	临时设施建设	大气污染	产生扬尘
		噪声污染	施工机械噪声、人为噪声
		固体废物	水泥包装袋
5	污染土壤清挖	土壤二次污染	污染土壤清挖不彻底
			土壤交叉污染
		大气污染	扬尘、PM10 和 PM2.5、有机气体、异味逸散
		水污染	雨水接触污染土壤

			基坑积水
		噪声污染	施工机械噪声
6	污染土壤运输	土壤二次污染	污染土壤遗撒
			车辆使用或清洗过程交叉污染
		大气污染	产生扬尘、有机气体和异味逸散
		水污染	洗车废水
		噪声污染	交通噪声
7	污染土壤固化稳定化及堆置养护	土壤二次污染	随意堆置、污染物渗漏至防渗层下土壤
			设备使用或清洗过程交叉污染
		大气污染	产生扬尘
		固体废物	药剂包装袋
			遗撒的化学药剂
		噪声污染	施工机械噪声
水污染	雨水接触污染土壤		
8	土壤阻隔填埋	土壤二次污染	污染土壤遗撒
			车辆使用或清洗过程交叉污染
		大气污染	产生扬尘、有机气体和异味逸散
		水污染	洗车废水
		噪声污染	交通噪声
9	有机污染土壤化学氧化处理	土壤二次污染	随意堆置、污染物渗漏至防渗层下土壤
			设备使用或清洗过程交叉污染
		大气污染	产生扬尘、有机气体和异味逸散
		固体废物	药剂包装袋
			遗撒的化学药剂
		噪声污染	施工机械噪声
水污染	雨水接触污染土壤		
10	基坑回填	大气污染	扬尘, PM10 和 PM2.5
		噪声污染	施工机械噪声
		土壤污染	设备使用或清洗过程交叉污染
11	污水处理	水污染	设备管道跑冒滴漏
			废水未处理达标
		大气污染	产生有机污染气体或气味
		固体废物	水处理污泥
			水处理废活性炭
			药剂包装袋

12	办公生活区	水污染	生活污水
		固体废物	生活垃圾
13	临时设施搭建	大气污染	扬尘
		噪声污染	施工机械噪声、人为噪声
		固体废物	建筑垃圾
			废弃防雨布
废弃防尘网			

表 7.2-2 污染土壤修复施工污染产生环节识别汇总表

序号	环境影响因素类型	施工环节	可能产生的二次污染	
1	土壤二次污染	建筑垃圾堆置	随意堆置	
		污染土壤清挖	污染土壤清挖不彻底	
			土壤交叉污染	
		土壤运输	污染土壤遗撒	
			设备使用或清洗过程交叉污染	
		污染土壤修复处理	污染土壤随意堆置	
			设备使用或清洗过程交叉污染	
	修复后土壤养护	随意堆置、污染物渗漏至防渗层下土壤		
	基坑回填	设备使用或清洗过程交叉污染		
	2	大气污染	场地平整	扬尘、PM10 和 PM2.5
			建筑垃圾堆置	扬尘、PM10 和 PM2.5
			临时设施建设	扬尘、PM10 和 PM2.5
			污染土壤清挖	扬尘、PM10 和 PM2.5
有机气体逸散				
异味逸散				
土壤运输			扬尘、PM10 和 PM2.5	
			异味逸散	
			有机气体逸散	
污染土壤修复处理			扬尘、PM10 和 PM2.5	
			有机气体逸散	
			异味逸散	
修复后土壤养护			扬尘、PM10 和 PM2.5	
	有机气体逸散			
	异味逸散			
3	水污染	建筑垃圾冲洗	冲洗废水	

		建筑垃圾堆置	雨水冲刷建筑垃圾
		土壤污染区域排水	基坑污水
		污染土壤清挖	雨水接触污染土壤
		污染土壤场内运输	洗车废水
		修复后土壤养护	雨水接触污染土壤
		污水处理	设备管道跑冒滴漏
			废水未处理达标
		办公生活区	生活污水
		设备冲洗	冲洗废水
4	噪声污染	场地平整	施工机械噪声
		临时设施建设	施工机械噪声
			人为噪声
		基坑回填	机械噪声
		污染土壤清挖	机械噪声
		土壤运输	交通噪声
		污染土壤修复处理	施工机械噪声
临时设施拆除	施工机械噪声		
	人为噪声		
5	固体废物	建筑垃圾冲洗	冲洗污泥
		污染土壤修复处理	固化稳定化药剂包装袋
			化学氧化药剂包装袋
			预处理药剂包装袋
		污水处理	水处理污泥
			水处理废活性炭
			药剂包装袋
		办公生活区	生活垃圾
		车辆设备冲洗	冲洗污泥
临时设施拆除	建筑垃圾		
	废弃防水膜		
	废弃防尘网		

### 7.2.1 土壤二次污染防治措施

对本项目污染土壤修复施工各环节土壤环境影响因素的识别与分析，下面就本项目各施工环节所采取的土壤二次污染防治措施逐一介绍。

### (1) 建筑垃圾堆置环节污染防范措施

为防止现场污染建筑垃圾的随意堆置造成土壤二次污染，在施工时安排专人指挥建筑垃圾的运输和堆放，严禁不按要求的乱堆乱放。并拟在施工现场设置专门的建筑垃圾冲洗及堆置场地。

### (2) 污染土壤清挖环节污染防范措施

1.严格控制清挖范围：严格按给定的拐点坐标施工，不随意更改施工方案，严禁无目的挖掘及超挖。污染土壤清挖施工过程中，设专人指挥挖掘机作业。清挖至规定范围后停止施工，及时通知监理对清挖边界和标高进行核对，

2.污染土壤开挖后直接装车，严禁在现场临时堆放，避免未污染土壤与污染土壤混合形成交叉污染。

3.严格限制清挖阶段清挖机械的活动范围，防止清挖机械将污染土壤带离污染区域。

4.清挖终点扫尾：清挖至区域边界后，派专人对开挖区域底部进行清理，将散落的污染土壤收集后运入相应的修复车间进行处理，避免污染土壤遗留在基坑中。

5.含有机物污染区域开挖时，应做好洒水抑尘工作，防止有机物迁移扩散。

### (3) 污染土壤运输环节污染防范措施

1.污染土壤运输车辆严禁与其他运输车辆混用，避免造成二次交叉污染。

2.采用加装封闭设施的环保车辆运输污染土壤，防止污染土遗撒造成其他区域土壤污染。



图 7.2-1 全封闭式环保运输车

3.运输司机证件由项目部备案，并接受项目部的安全教育，注意行驶安全，

车辆场内行驶速度不能超过 15km/h，禁止快速行驶与突然快速启动或制动。

4.污染土壤装载时禁止超载，土壤装载量只能为运输车车厢的 4/5，禁止满载，避免在运输过程中洒落。

5.施工现场指定统一的机械行驶、车辆运输路线，路线便道平整压实，设置简易护栏、标识牌和警示牌。严禁车辆在场区内随意行驶，防止污染土遗撒至未污染区域，造成场区内土壤二次污染。

6.运输便道管理应有专人负责，运输便道易发生凹陷情况，应及时组织填充压实，防止运输车辆颠簸及污染土壤散落。

7.如发现运输过程污染土壤散落，应立即组织人员清理与收集，防止污染土壤的二次污染，并防止其在降雨时随地表径流被带走。

8.卸料前，应确定四周应无人员来往。卸料时，应将车停稳，不得边卸边行驶；卸料过程中尽量做到减缓速度和降低落差，减少人为污染扩散；卸料后，应在车厢复位后方可起步，不得在倾斜情况下行驶，以免将污染土壤带出。

9.非施工车辆禁止进入施工场区，防止非施工车辆将场区内污染土带出场外，造成场外土壤二次污染。

### 7.2.2 大气环境污染防治措施

根据对本项目污染土壤修复施工各环节土壤环境影响因素的识别与分析，以下就本项目各施工环节所采取的大气环境污染防治措施逐一介绍。

#### (1) 场地平整环节大气污染防治措施

在施工前，需对拆迁后的场地进行平整，便于临时设施的建设和后续的修复施工开展。在场地平整环节，推土机和挖掘机等施工机械的作业可能产生扬尘，产生大气环境影响，拟采取的主要措施如下：

- 1.在进行场地平整作业前，首先在作业面进行适当洒水，减少扬尘来源；
- 2.在进行平整作业时，控制推土机的行进速度或挖掘机的操作幅度，安排专人指挥，做到文明施工，减少扬尘产生；
- 3.在平整作业过程中产生的扬尘，可使用洒水车对作业面进行快速有效降尘；
- 4.如遇大风天气，则停止平整作业，并对裸露的地面采用防尘网进行覆盖。



图 7.2-2 场地平整环节洒水车降尘

(2) 建筑垃圾堆置环节大气污染防治措施

在建筑垃圾堆置环节，运输车辆倾倒建筑垃圾、挖掘机进行堆置场地整堆以及堆放过程中遇到大风天气可能产生扬尘，产生大气环境影响，拟采取的主要措施如下：

- 1.卸料过程中尽量做到减缓速度和降低落差，减少人为污染扩散；
- 2.合理规划堆置场地的堆置顺序，尽量减少整堆次数；
- 3.在进行整堆作业前，可先对堆体适当洒水，减少尘土来源；
- 4.堆置过程中产生的扬尘，可使用雾炮进行快速有效降尘；
- 5.建筑垃圾堆置完成后，采用防尘网覆盖，避免大风天气产生扬尘和气味扩散。



图 7.2-3 建筑垃圾覆盖

(3) 临时设施建设环节大气污染防治措施

修复施工前，需完成临时设施的建设，在临时设施建设环节，使用建筑材料时也可能产生扬尘，产生大气环境影响，拟采取的主要措施如下：

1.规范化管理建筑材料，禁止乱堆乱放，采用抑尘网对建筑材料进行覆盖，减少扬尘来源；

2.尽量直接购买使用商用混凝土，避免水泥、石灰等易产生扬尘的材料在现场堆放；

3.建设过程产生的建筑垃圾及时清运，且洒水减少扬尘；

4.临时设施建设过程产生的扬尘，可使用多功能抑尘车进行快速有效降尘；

#### （4）污染土壤清挖环节大气污染防治措施

在污染土壤清挖环节，挖掘机清挖作业及装土作业时可能产生扬尘及有机气体逸散，对大气环境产生影响，拟采取的主要措施如下：

1.现场清挖的土壤直接装车，控制扬尘的产生；

2.在有机污染土壤清挖前，用防水膜覆盖清挖区域，清挖过程中边清挖边揭膜。

3.在土壤的清挖过程中，在清挖作业面拆除搭设期间，及时用防雨布覆盖裸露的基坑和侧壁，防止扬尘产生及气味逸散。

4.在土壤清挖完成后，立即用防水布覆盖基坑，防止扬尘产生及气味逸散。

#### （5）污染土壤运输环节大气污染防治措施

在污染土壤运输环节，运输车辆行驶过程可能产生扬尘及气味逸散，产生大气环境影响，拟采取的主要措施如下：

1.所有运载污染土壤的车辆均须覆盖防护，且车厢四周完全密封，并将场内车速控制在 15km/h 以内，以减少扬尘和气味逸散。



图 7.2-4 封闭运输

2.污染土壤运输过程中，采取洒水降尘措施，安排洒水设备进行定期洒水作业，并在期间安排专人不定期洒水；

3.运输道路，至少是主干道应硬底化，减少运输过程中的扬尘，同时定期对运输道路进行洒水降尘；

4.运输车辆需将污染土壤运至专门的修复车间后方能解除遮盖措施，并卸至指定位置。

#### (6) 污染土壤修复处理环节大气污染防治措施

在污染土壤修复处理环节，污染土壤筛分、均混及药剂使用过程中可能产生扬尘及有机气体逸散，产生大气环境影响，拟采取的主要措施如下：

1.在药品添加、混合及修复处理过程中，应合理控制药品添加频率和剂量，控制添加混合、修复机械设备的运行速率，减少预处理及修复过程产生药剂挥洒，污染物大量扩散至周围大气环境中来。

2.由于该项目土壤主要为重金属污染，有机污染土壤方量很少，因此在修复期间可采用人工喷洒抑尘剂等措施在降低有机物的迁移扩散，待修复完成后将土壤送至待检场，铺膜苫盖。

#### (7) 修复处理后土壤养护环节大气污染防治措施

在修复处理后土壤养护环节，使用挖机进行堆置场地整堆等过程中可能产生扬尘、有机气体逸散，产生大气环境影响，拟采取的主要措施如下：

1.土壤堆置过程中采用膜进行覆盖，防止气体及扬尘逸散污染大气。

2.卸土过程中尽量做到减缓速度和降低落差，减少人为污染扩散；

- 3.合理规划堆置场地的堆置顺序，尽量减少整堆次数；
- 4.在进行整堆作业前，可先对堆体适当洒水，减少尘土来源；
- 5.在整堆过程中，若出现扬尘，须停止施工，并利用多功能抑尘车快速降尘；

#### (8) 污染土壤运输及阻隔填埋过程二次污染防治措施

在污染土壤运输过程中，车辆应注意封闭覆盖，避免运输过程中扬尘产生。车辆运输过程中控制车速 $<1\text{km/h}$ ，严格按指定运输路线进行运输。

在阻隔填埋阶段，应严格做好作业面洒水降尘工作，避免施工扬尘污染大气环境。

#### (9) 基坑回填环节大气污染防治措施

本项目有机污染土壤修复合格后对基坑进行回填，在推土机进行摊平作业及运输车卸土作业时可能产生扬尘，产生大气环境影响，拟采取的主要措施如下：

- 1.回填工作面出现扬尘，采用洒水作业降低和控制扬尘；若洒水作业仍无法有效控制扬尘，则采用多功能抑尘车对挖掘作业面进行快速有效降尘。



图 7.2-5 多功能抑尘车喷雾降尘

- 2) 遇到大风天气，停止土方回填作业，并对裸露的污染土壤进行覆盖，防止扬尘产生。

### 7.2.3 水污染防治措施

根据对本项目污染土壤修复施工各环节土壤环境影响因素的识别与分析，现就本项目各施工环节所采取的水环境污染防范措施逐一介绍。

#### (1) 建筑垃圾冲洗环节水污染防治措施

在建筑垃圾冲洗环节，高压水枪冲洗建筑垃圾后形成污水，在筛上物冲洗区周边设置一圈排水沟，经沉砂池沉淀后抽排至水处理设备进行集中处理。沉砂池内的沉淀泥根据其污染类别送回相应修复车间分别与相应的土壤一起进行修复处理。



图 7.2-6 筛上物冲洗区排水沟和沉砂池

#### (2) 建筑垃圾堆置环节水污染防治措施

在建筑垃圾堆置环节，运输车辆倾倒建筑垃圾、挖掘机进行堆置场地整堆以及堆放过程中遇到降雨天气时，雨水冲刷建筑垃圾后形成污水，产生水环境影响，拟采取的主要措施如下：

- 1) 施工现场的筛上物冲洗区周围设置一圈排水沟。
- 2) 如遇降雨天气，则停止堆置作业，并及时对堆置的建筑垃圾采用防雨布进行覆盖。

#### (3) 污染土壤清挖环节水污染防治措施

在污染土壤清挖环节中，遇到强降雨天气时，雨水冲刷污染土壤可能形成污水，产生水环境影响，拟采取的主要措施如下：

- 1) 在基坑周围设置围挡高出地面 400mm，作为防雨挡墙防止基坑四周地面水或雨水流入基坑内，避免雨水受到污染。
- 2) 在污染土壤的清挖过程中，及时用防雨布覆盖裸露的基坑和侧壁，防止雨水和土壤接触。
- 3) 污染土壤清挖完成后，及时从清挖工作面开始向后退 1m 设置隔离带

（围挡等），并用防水布将整个清挖区域覆盖。防雨布粘接后可以保证不透水，保证清挖区域覆盖防雨布的完全覆盖裸露土壤，防止雨水和土壤接触。

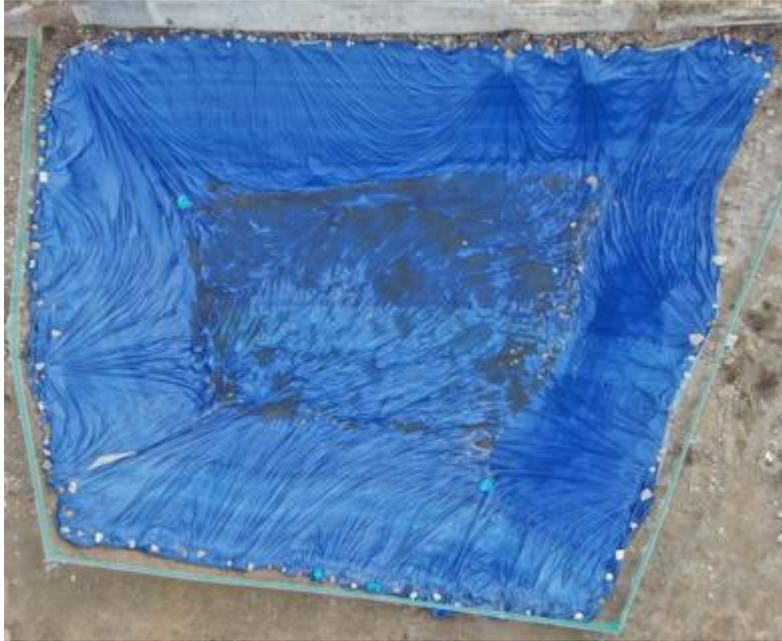


图 7.2-7 基坑防雨布全遮盖示意图

4) 每天对污染土壤运输路径上遗落的少量土壤进行及时清理，保证所有运输路面不会残留污染土壤，避免下雨对路面冲刷，产生二次污染。

#### （4）污水处理环节水污染防治措施

本项目施工过程中产生的基坑废水、建筑垃圾冲洗废水、洗车废水等经水泵抽排或导排至水处理设备进行集中处理。在水处理设备后进行水质检测，达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）中车辆冲洗用水标准，可作为建筑垃圾冲洗用水、固化稳定化处理的补水养护等方式实现再利用，定期检查维护水处理设备的设备管路、构筑物，防止设备管道跑冒滴漏和构筑物渗漏。

#### （5）办公区生活污水污染防治措施

临时办公区产生的生活污水禁止随意倾倒，经统一收集通过卫生间的排水系统排入附近居民排水点。

### 7.2.4 噪声环境污染防治措施

根据对本项目污染土壤修复施工各环节环境影响因素的识别，本项目实施过程中各环节产生的噪声主要有施工机械噪声、交通噪声以及人为噪声。其中施工机械噪声主要为挖掘机、装载机等施工机械在施工过程中产生的噪声；交

通噪声主要为运输车辆行驶过程中产生的噪声；人为噪声主要为施工过程中各类材料装卸、搬运、安装过程中产生的噪声。为减少各环节产生的噪声污染，拟采取的主要措施如下：

#### (1) 场地平整环节噪声污染防治措施

在使用挖掘机、推土机及液压破碎锤等施工机械进行场地平整时产生的噪声较大，尤其是在利用液压破碎锤对混凝土障碍物进行破除时产生的噪声更为强烈，针对场地平整环节产生的噪声污染，拟采取的主要措施如下：

1) 所选挖掘机、推土机等施工机械应符合环保标准，操作人员需经过环保教育。

2) 按照要求定期对挖掘机、推土机等施工机械定期进行保养，维持施工机械良好的工作状态。

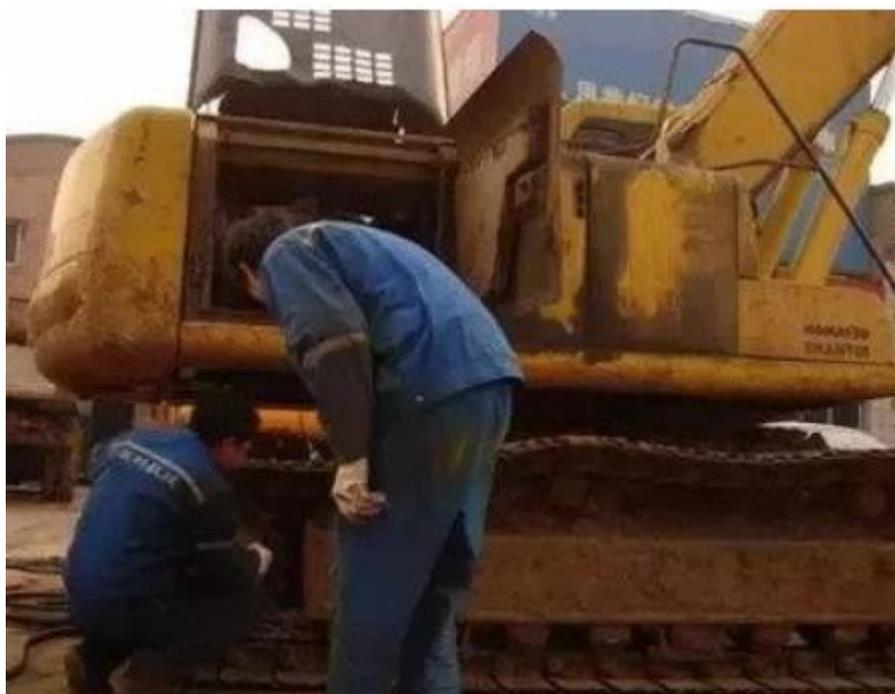


图 7.2-8 施工机械日常保养维护

3) 施工作业安排在白天进行，并尽量避免在中午（12:00~14:00）期间进行强噪声作业。

#### (2) 临时设施建设环节噪声污染防治措施

修复施工前需进行临时设施的建设，在建设过程中使用挖机、吊车等施工机械以及建设施工人员产生噪声，影响周边环境，针对上述情况，拟采取的主要措施如下：

1) 所选吊车、挖机等施工机械应符合环保标准，操作人员需经过环保教育。

2) 按照要求定期对挖掘机、推土机等施工机械定期进行保养, 维持施工机械良好的工作状态。

3) 尽量减少人为的大声喧哗, 增强全体施工人员防噪声扰民的自觉意识。

4) 严禁在钢管、机械上敲打金属形式联系操作人员。

5) 施工过程中各类材料搬运及安装, 要求做到轻拿轻放, 严禁抛掷或从运输车上一次性下料, 减少噪声的产生。

6) 钢材等材料的切割、焊接施工须在指定的工作棚内进行, 以减少噪声扩散。

7) 临时设施建设施工安排在白天进行, 且尽量避免在中午(12:00~14:00)期间进行强噪声作业。

### (3) 污染土壤清挖环节噪声污染防治措施

污染土壤清挖环节噪声主要来源于挖掘机的施工噪声, 针对污染土壤清挖产生的噪声, 开挖机械选择应符合环保标准, 且操作人员需经过环保教育, 定期对挖机进行保养, 维持施工机械良好的工作状态。

### (4) 污染土壤修复处理环节噪声污染防治措施

污染土壤固化稳定化处理及化学氧化处理环节噪声主要来源于筛分破碎斗、运输车辆及修复设备的施工噪声, 针对污染土壤修复处理产生的噪声, 固定稳定化处理机械、化学氧化处理设备、运输车辆选择应符合环保标准, 且操作人员需经过环保教育, 定期对筛分破碎斗及运输车辆进行保养, 维持施工机械良好的工作状态。此外, 污染土壤固化稳定化和化学氧化处理作业尽量安排在白天进行, 并尽量避免在中午(12:00~14:00)期间进行强噪声作业。

### (5) 基坑回填环节噪声污染防治措施

在污染土壤清挖完成且基坑验收合格后, 若需要对基坑进行回填, 则需对回填施工环节的噪声进行控制。建议采取的主要措施如下:

1) 所选挖掘机、推土机等施工机械应符合环保标准, 操作人员需经过环保教育。

2) 按照要求定期对挖掘机、推土机等施工机械定期进行保养, 维持施工机械良好的工作状态。

3) 施工作业安排在白天进行, 并尽量避免在中午(12:00~14:00)期间进行强噪声作业。

#### (6) 临时设施拆除环节噪声污染防治措施

修复工作完成后前需前期建设的临时设施进行拆除，拆除过程中使用的施工人员较多，并有吊车等大型设备在现场，拆除施工过程中会产生较多噪声，针对上述情况，拟采取的主要措施如下：

- 1) 施工现场提倡文明施工，建立健全人为噪声控制管理制度。
- 2) 尽量减少人为的大声喧哗，增强全体施工人员防噪声扰民的自觉意识。
- 3) 严禁在钢管、机械上敲打金属形式联系操作人员。
- 4) 施工过程中各类材料搬运及装车，要求做到轻拿轻放，严禁抛掷，减少噪声的产生。

### 7.2.5 固体废弃物污染防治措施

根据对本项目污染土壤修复施工各环节土壤环境影响因素的识别与分析，以下就本项目各施工环节所采取的固/液体废弃物污染防范措施逐一介绍。

#### (1) 建筑垃圾堆置环节污染防范措施

在建筑垃圾冲洗环节，高压水枪冲洗建筑垃圾后形成污水，在筛上物冲洗区周边设置一圈排水沟，污水汇集至沉砂池后导排至水处理设备进行集中处理，形成的沉淀污泥经简单脱水处理后根据其类别与相应污染土壤一并进行修复处理处置。

#### (2) 污水处理环节污染防范措施

在污水处理环节，水处理药剂的包装袋/箱、水处理产生的废活性炭及污泥等均会带来固体废弃物环境影响，拟采取的主要措施如下：

1) 污水处理过程中产生的药剂包装袋/箱，设立专门的废弃物临时贮存场地，全面管理废弃物的存放、收集及处理并对整个施工现场的废弃物处理进行监督，发现有不当做法及时纠正。

2) 针对水处理设备产生的废活性炭，拟参考《国家危险废物名录》（2016版）的危险废物进行处理处置，在施工结束后委托具有相应危险废物处理处置资质的专业单位进行处置。

3) 水处理设备调节池、混凝沉淀单元等设备设施产生的污泥，收集后有由有危废处置资质的单位外运处理。

#### (3) 办公生活区固体废弃物污染防范措施

办公生活区产生的各种瓶子、打印废纸、废塑料袋及餐厨垃圾等生活垃圾会产生固体废弃物，对环境造成影响，拟采取的主要措施如下：

1) 本项目设专职人员负责卫生打扫及垃圾收集，产生的生活垃圾经分类收集后，由当地环卫部门统一外运作进一步处置。



图 7.2-9 垃圾分类

2) 全面管理废弃物的存放、收集及处理并对整个施工现场的废弃物处理进行监督，发现有不当做法及时纠正。

#### (4) 临时设施拆除环节污染防范措施

在临时设施拆除环节，产生的建筑垃圾、药剂桶、废弃防水膜、废弃防水膜、废弃防尘网等固体废弃物会对环境造成影响，拟采取的主要措施如下：

1) 对建筑拆除施工过程中产生的建筑材料等，设立专门的临时贮存场地，分类存放，后期进行二次利用。

2) 废弃物外运选择有准运证的单位进行处理，要求外运的车辆必须将废弃物覆盖严实，运输过程中不得出现遗洒。

3) 对拆除施工中产生的药剂桶进行清洗，清洗的液体能进行二次利用，清洗后的药剂桶可回收使用。

4) 可回收利用的防水膜、防水膜及防尘网等应回收利用，施工生产中应加强管理尽量减少废弃物产生量。

5) 因使用过程已损坏，不能进行二次利用的防水膜、防水膜及防尘网等，为减少堆放对环境产生的影响，采用高压水枪进行冲洗，冲洗后的污水进入污水处理站，冲洗后的固体废弃物则作为生活垃圾中可回收部分进行分类堆放。

## 7.3 环境监测计划

### 7.3.1 环境监测目的

工程施工一般均会造成一定程度的环境影响，加之本工程作为污染场地治理项目，污染土壤中存在重金属污染及有机物污染，若疏于管理，在施工过程中，污染物将会通过扬尘、污水、地下扩散等途径对周边环境造成污染风险，危害较大。因此，制定准确可行的环境监测方案，对施工环境及周围环境进行严密监控，保障施工安全和周边环境不受污染影响。

### 7.3.2 环境监测内容

修复工程过程环境监测将通过大气环境、土壤、水环境（废水、地下水、地表水）和声环境四个方面展开，确保环境监测工作的科学性、全面性和准确性。

### 7.3.3 大气环境监测

为判断污染物在场地内部和场地外大气环境中的扩散量和残留量是否符合相关的国家及地区安全标准，确保贮存和处置现场工人短期接触的职业健康安全和周边社区居民健康安全，需对施工全过程的大气环境质量进行监测。此外，为确定施工开始前与施工结束后场地及周边空气中污染物的含量与污染状况，即提供对比验证背景值，施工前后需对场地内和场地外大气介质中污染物浓度进行监测。

#### 1) 尾气监测

修复工程实施过程中，根据修复施工进度，由建设单位委托第三方专业检测机构分别对项目地块内的尾气排气进行采样检测，采样检测频次参照规定，原则上施工期间每两周监测 1 次。

#### 2) 地块场区大气环境监测

大气环境质量监测工作包括修复工程实施前、实施过程中的检测，采用日常巡检和第三方检测相结合的方式，对地块场界和敏感点空气质量进行分析测定。

a 日常巡检工作是由现场环境检测员，采用便携式光离子气体检测（PID）对场界监测点的大气进行检测，实施过程中每天监测 1 次。

b 第三方检测是建设单位委托第三方专业检测机构对地块场界监测点和敏感点的空气质量进行采样检测。

### 7.3.4 水环境质量监测

#### (1) 场区水环境监测方案

场区水环境质量监测的主要目的为保证场区内处理后污水再利用时，水质满足相关标准要求。进入污水处理站的污废水包括冲洗废水、基坑废水等。施工过程中产生的污废水统一收集进入污水处理系统，污水处理后水质常规指标需达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）中车辆冲洗标准限值，特征污染物指标（总有机碳）参考《水污染排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级排放标准限值要求后，方可进行再利用。场区水环境质量监测由场地责任单位委托第三方检测机构进行相关污染指标的测定。

##### 1) 监测点位设置

依据《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）等规范要求，在污水处理系统出水口设置 1 个污水采样监测点。

##### 2) 监测频率

根据要求，在治理修复过程中原则上每两周监测 1 次，具体监测频次根据污水处理系统的运行情况确定，连续运行时间不少于每两周 1 次。

##### 3) 监测采样要求

根据要求，修复过程监测需由场地责任单位委托第三方监测机构实施，样品的采集也由第三方监测机构进行，并对样品负责。以下采样的原则和要求可供第三方检测单位参考：

样品采样和分析检测方法严格依照《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）的相关要求进行。现场检测员采集水样时，应在水处理设备正常运行时进行，用样品容器直接采样时，必须用水样冲洗三次后再进行采样。每一次采样，根据检测指标分别采用不同的样品瓶装样，如有需要还应加入相应的保存剂。

##### 4) 监测指标及评价标准

根据水样品的检测结果，并与标准限值对比，若排放污染物超标，则需立即停止作为冲洗用水或再利用，再循环进行污水二次处理，并分析处理不达标

的原因，进行及时处理，待处理水质检测结果达标后才能再利用。

### 7.3.5 声环境质量监测

本修复工程实施过程中的噪声来源为挖掘机、运输车辆、修复处理设备及尾气处理设备等，在施工过程中需加强噪声监控，并采取有效措施防止噪声污染。场区声环境质量监测是由环境监理委托第三方检测机构进行监测。

#### (1) 监测点位布设

噪声的监测按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）5.3.3节之规定，在“场界有围墙且周边有敏感建筑物”情形下布设噪音监测点，因此噪声监测围绕施工场地边界线进行噪声点布设：在场地靠近居民区域，监测点应设置在厂界外 1m，高于围墙 0.5m 的位置。

#### (2) 采样方法与频率

采用积分声级计采样，采样时间间隔不大于 1s。白天以 20 min 的等效 A 声级表征该点的昼间噪声值，夜间以 8 h 的平均等效 A 声级表征该点夜间噪声值。检测应在无雨雪、无雷电天气，风速在 5 m/s 以下时进行，否则停止测量。检测员手持声级计测量时，应距离任意反射面 0.5 m 以上、距地面 1.2 m 高度以上。检测时一并记录风速、风向和天气情况，检测结果及时填写在环境检测记录单上。

测量时间分为白天和夜间两个时间段，白天测量选在 8:00~12:00 时或 14:00~18:00 时进行，夜间选在 22:00~6:00 时进行。修复工程实施过程中每两周监测 1 次，在白天时间段进行；

#### (3) 评价标准

按照施工期间的环保要求，施工过程中噪声排放控制执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准，即昼间 70dB（A），夜间 55dB（A）。

当施工噪音超过标准值时，应停止施工，分析噪音超标来源，并采取相应的降噪措施，确保施工噪音排放达标。

### 7.3.6 土壤环境质量监测

#### (1) 监测点位布设

依据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》相关要求，在修复工程开工前和结束后，分别对临时设施下的表层土壤设置监测点。

#### (2) 监测频率

临时设施下表层土壤环境质量检测，在修复工程开始前和结束后各监测 1 次。

#### (3) 监测采样要求

取样时取去除杂质后的土壤表层样（0-20cm）进行送检。修复过程中土壤环境监测由场地责任单位委托第三方检测机构进行，并对样品负责。以下采样的原则和要求可供第三方检测单位参考：土壤样品的采样方法、现场质量保证等均依照《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）的相关要求执行。

### 7.3.7 监测工作的组织

本项目环境监测工作主要从大气、水、噪声、土壤四个方面开展，施工之前进行施工交底，并进行必要的安全作业和环境保护培训。工程监测工作的组织由现场项目部统一安排。项目部建立完善的检测制度，对施工作业人员、工作流程及二次污染防治等进行监测、记录、跟踪，并及时作出评价，必要时，及时调整监测方案（包括频次、范围、路线等），确保工程项目的顺利实施。

监测工作实施过程中保持与环境监理单位、验收单位和建设单位的沟通交流，并接受环境监理和建设单位的见证和监督，检测数据要及时整理并报监理和建设单位核查，出现异常情况要及时处理。项目部做好监测人员的分工、信息的收集整理、工作计划编制、个人防护准备、现场工作准备、采样设备及分析仪器的准备等工作。

## 7.4 环境监理工作

### 7.4.1 环境监理工作内容

环境监理是受污染场地责任主体委托，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。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。

#### （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清运土壤去向，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）修复工程施工准备阶段

施工准备阶段环境监理内容包括：了解具体施工程序及各阶段的环境保护目标，参与修复工程设计方案的技术审核，确定环境监理工作重点，协助业主建立完善的环保责任体系，建立有效的沟通方式等，并编制场地修复环境监理细则。

#### （3）修复工程施工阶段

修复工程施工阶段环境监理内容包括：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；对场内运输污染土壤、污水车辆的密闭性、运输过程进行环境监理；对场内修复工程相关措施（如止水帷幕与施工降水措施等）、抽提装置和废水处理进行监督管理；施工过程中基坑开挖和支护等是否按有关建筑施工要求进行；对异位处置过程，包括储存库及处理现场地面防渗措施的落实和监控；检查污染土储存场地、处置设施的尾气排放设施和监测设施是否完备，确认各项条件是否符合环境要求；检查必要的后期管理长期监测井设置；根据施工环境影响情况，组织环境监测，行使环境监理监督权；向施工单位发出环境监理工作指示，并检查环境监理指令的执行情况；协助建设单位处理环境突发事故及环境重大隐患；编写环境监理月报、半年报、年报和专项报告。

#### 7.4.2 修复工程主体环境监理要点

本场地土壤修复工程主要包括清挖、修复、回填、阻隔填埋等环节，环境监理工作具体如下：

##### （1）清挖环节

可在污染区域边界、侧壁、坑底采样，根据检测数据确定清挖是否达到边界，以避免修复验收阶段发现问题后再次返工，监测点布置可参照异位修复验收技术要求布点；严格监督开挖过程中有机物气味扩散，并在清挖区域建设修复大棚并配置尾气处理系统，在修复车间内形成负压，防止污染气体逸散。尾气排放口设置监测点定时对尾气排放进行监测；监督清挖后土壤堆放地面的防渗情况，对于具有异味的有机物污染物，应检查存储设施密闭情况，并在存储设施周边进行布点监测。

##### （2）修复环节

重金属污染土壤修复：监督场地地面防渗设施和措施；监督修复工程是否按照实施方案技术参数实施；对修复后土壤进行采样，初步确定修复效果，监督修复后土壤的堆存以备验收，可根据修复工程批次处理量进行采样检测；修复过程中对添加的药剂等可能产生的二次污染进行监督和管理。

有机污染与复合污染土壤修复：包括上述重金属污染土壤修复监理要点，并需要对处理设施密闭情况、尾气收集处理情况等监理，在修复工程周边及场界设置大气环境监测点。

##### （3）回填环节

对修复后有机污染土壤的回填过程进行监督管理，监督回填土壤是否根据土地利用规划合理回填。

##### （4）阻隔填埋环节

监督阻隔回填区是否按设计进行开挖；监督阻隔回填区防渗阻隔措施是否完善。监督修复后的重金属污染土壤和复合污染土壤是否全部填入阻隔回填区。监督阻隔回填区是否按要求进行压实处理。

## 7.5 环境应急预案

### 7.5.1 组织体系及职责

应急救援组织体系包括“应急救援工作领导小组”和“事故应急处置与善后小组”。

#### (1) 应急救援工作领导小组

总指挥：对应急救援工作负总责，负责建立应急救援组织体系，为应急救援工作提供人力、物力支持，当事故发生时对救援工作进行总指挥。

副总指挥：总指挥不在时，履行总指挥职责。

组员：职责是为其日常工作的开展提供人力、物力、财力支持，以及各项工作内容的落实。

#### (2) 事故应急处置与善后小组

设置总指挥 1 人，副总指挥 1 人，下设救援资源保障小组、现场伤员抢救小组、设备抢险小组、保卫小组、善后处理小组，共 5 个小组。

总指挥：负责事故现场救援行动的总体指挥工作。判断是否启动应急预案，是否上报上级救援机构和是否需要上级协作；组织调查和评估事故的可能发展方向，以预测事故的发展过程；指导危险设施的全部或部分停止运行，并与现场事件管理人员和关键岗位的人员配合，指挥危险源现场人员撤离；与消防人员、地方政府和政府安全监管人员保持密切联系；对难以解决的紧急情况做出安排；在事故紧急状态结束之后，安排恢原受事故影响地区的正常秩序。

副总指挥：配合总指挥做好现场抢险的指挥工作，在总指挥不能及时到场的时候执行总指挥的职责。

资源保障小组：根据事故类别，负责召集抢险救援的人员；协调有关单位提供各类应急装备、器材和物资，确保抢险救援所需的人力、物资、设备、资金。必要时，请求上级救援组织或地方政府机构协调、协助救援。

现场伤员抢救小组：根据现场伤员的受伤情况，确定伤员抢救的临时处置方案，在资源保障小组的配合下，以最快的速度和最安全的方式把伤员运送到医疗机构救治。

设备抢险小组：在出现人员伤亡、设备损坏的情况下，根据设备出险情况，向总指挥提出抢险方案，组织设备抢险方案的实施。在需要设备辅助救援时，

联络相关设备，保证救援工作实施。

现场保卫小组：负责事故现场的安全保卫、治安管理和交通疏导工作；组织疏散、撤离、危险区域内的人员、物资；根据事故现场情况，设置警戒区，严格控制进出人员及车辆，预防和制止各种不利于社会稳定的活动，维护现场治安；并负责安排抢险救援人员的膳食。

善后处理小组：根据实际情况，协调安全监督、公安、工会、保险公司等相关部门，组织对伤亡人员的处置和身份确认；及时通知伤亡人员家属，做好相应的接待和安抚解释工作，稳定伤者、伤亡人员家属及其相关人员的情绪，防止出现不稳定的局面；及时向指挥部报告善后处理的动态。

## 7.5.2 预防与预警

### （1）预防措施

1) 挖掘环节，在保证安全的前提下，尽量减小土壤挖掘面的大小，并设置土壤开挖面作业车间。在进行场地清理作业时，应在作业前、作业中对作业表面洒水防尘。

2) 运输环节要制定运输路线，修整运输通道，运输车尽量保持低速匀速行驶，车辆装载污染土壤后严密覆盖，密闭车厢才能驶离。

3) 污染水必须经过处理之后方可再利用，严禁排放，同时设有应急的调节池，一旦出现临时污水量过大的情况，可将一时无法处理的污水暂存。

4) 所有密闭车间膜材料均为合成纤维材料，具有拉伸强度高、抗老化等优点，不易破损；同时在项目现场备用一部分膜材，一旦出现膜破裂的情况，可直接用胶水进行粘接。

5) 本项目尾气处理装置设置两个活性炭吸附单元，当其中一个单元失效时，可立即切换至备用活性炭吸附单元。

### （2）预警行动

一旦发现有可能发生紧急突发事件的可能性时，要立即进行以下预警：

1) 符合应急启动条件的应立即启动本预案。

2) 通知应急救援组进入预警状态，采取有效的预防措施。

3) 应急领导小组随时跟踪事态发展，对可能发生重特大事件进行风险评估，得出事件发展趋势及应急措施。

预警结束后，应急小组宣布预警解除。

### 7.5.3 信息报告程序

- (1) 目击者立即向现场施工负责人汇报。
- (2) 施工负责人在下达应对措施或停止施工命令的同时，组织现场人员进行补救。
- (3) 应急小组了解情况后，启动应急预案。

### 7.5.4 应急处置

(1) 施工现场发生一般的环境（如噪声超标）污染，项目环境污染应急响应组织上相关人员及时处理、中止施工，并制定相应的处理方案及采用有效措施，确保能达标时方可继续施工。

(2) 当施工现场发生重大的环境污染（如密闭车间破损等），项目部应及时组织人员进行抢险。同时采取有效措施，切断污染源及时制止污染的后续发生，并及时上报项目部。

(3) 对很严重的环境污染发生（如火灾发生、大量有害有毒化学品泄漏）后，要首先保护好现场，组织人员进行自救并立即向项目部上报事件的初步原因、范围、估计后果。如有人员在该严重的环境污染中受到人身伤害，则应立即向当地医疗卫生部门（120）电话求救。同时通知项目部及环保部门进行环境污染的检测。项目部管理人员赶赴现场，按各自职能组织处理事故。

(4) 当火灾发生后遵循消防预案有关规定，采取切实有效措施最快速度切断火源，断绝火点，控制火势及熄灭火灾。并做好现场的有效隔离措施，以及火灾的善后处理工作。及时组织地分类清理、清运，最大限度地减少环境污染；当发生大量有害有毒化学品泄漏后，应及时采取隔离措施，采取适当防护措施后及时清理外运，或采取隔离措施后及时委托环保部门处理、检测，以求将环境的污染降低到最低限度。

(5) 立即组织安全自查自纠、消除隐患，确保施工安全；立即组织对全体施工作业人员的举一反三环境保护安全再教育，增强安全防范意识，做到遵章守纪，防止同类事故发生。

### 7.5.5 事故处理

#### (1) 补偿处理

按国家有关法律、法规和规定，做好事故的善后人员伤亡和环境破坏经济补偿事宜。

#### (2) 调查分析

对事故原因调查分析，确定责任和应该吸取的教训。

#### (3) 事故处理

根据事故调查结果，对产生事故的责任人或责任部门依照相关法律法规，提出事故处理意见。

#### (4) 事故总结

事故处理完毕后，认真总结经验教训，完善管理，对事故后的处理过程认真分析总结、防范措施及应急预案进行补充和修改。

#### (5) 事故报告

按照《生产安全事故报告和调查处理条例》的要求，决定是否要上报事故。一旦需要，要按照文件要求进行。

##### 1) 上报的部门

发生安全事故后，项目部向公司安全生产部及建设单位等相关单位汇报。

##### 2) 事故报告应包括以下内容：

- a 发生事故的单位、时间、地点、报告人及联系电话。
- b 事故的简要经过、伤亡人数、财产损失的初步估计。
- c 事故原因、性质的初步判断。
- d 事故抢救处理的情况和采取的措施。
- e 需要有关部门协助抢险救援和事故处理的有关事宜。

### 7.5.6 恢复生产

事故发生以后，项目部在处理事故时，在确认危险已经解除且经公司领导机构和建设单位等相关单位同意的前提下，应尽快组织人员恢复生产，避免影响施工生产进度。

## 8 修复工程自验收监测方案

### 8.1 自验收目的

对场地污染修复效果进行自验收监测，准确掌握土壤中目标污染物去除情况，确定修复终点，及时开展后续修复效果评估工作。

### 8.2 自验收内容

修复工程自验收监测主要包括三方面内容：一是对清挖完成的基坑进行自验收监测，在确定基坑已经按照《风险评价报告》确定的污染区域边界清挖到位的前提下，对基坑的侧壁和底部采集土壤样品进行分析，检验污染土壤是否已经清挖完成；二是对修复完成的土壤进行自验收监测，确保土壤的修复质量满足污染物修复目标的要求；三是对冲洗后的建筑垃圾进行自验收监测，确保污染建筑垃圾被冲洗干净，无污染物粘附。

### 8.3 自验收工作流程

污染区域的土壤按照《风险评价报告》确定的边界及深度清挖完成后，对基坑各拐点和基坑底部标高及时进行验收确认，然后对基坑侧壁及底部分别划分采样段及采样网格，采集侧壁和坑底土壤样品，监测污染土壤是否清挖干净。如果侧壁或者坑底局部仍有污染存在，当进一步清挖，直至检测合格为止。当确认基坑清挖完成并检测合格自验收通过后，可向监理单位申请修复效果评估。

本项目经固化稳定化处理后的重金属污染土壤在重金属待检场进行堆置养护，有机污染土壤化学氧化处置后在有机待检场进行堆置养护，复合污染土壤经过化学氧化和固化稳定化处理堆置于复合待检区，对养护结束的土壤堆体划分网格、采样送检，检测合格的土壤可进入下一工序进行回填和阻隔填埋，检测不合格的土壤返回修复处理工序进行再次处理。

### 8.4 污染土壤清挖效果自验收

#### (1) 基坑侧壁布点

对于基坑侧壁，依据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ 25.5-2018）要求进行布点。本项目采用点间隔不超过 40m、等

距离布点采样的方式进行布点。

表 8.4-1 基坑侧壁推荐最少采样点数量 (HJ 25.5-2018)

基坑面积 (m <sup>2</sup> )	侧壁采样点数量 (个)	检测指标
$x < 100$	4	镍、铅、镉、砷、氟化物
$100 \leq x < 1000$	5	
$1000 \leq x < 1500$	6	
$1500 \leq x < 2500$	7	
$2500 \leq x < 5000$	8	
$5000 \leq x < 7500$	9	
$7500 \leq x < 12500$	10	
$x \geq 12500$	采样点间隔不超过 40m	

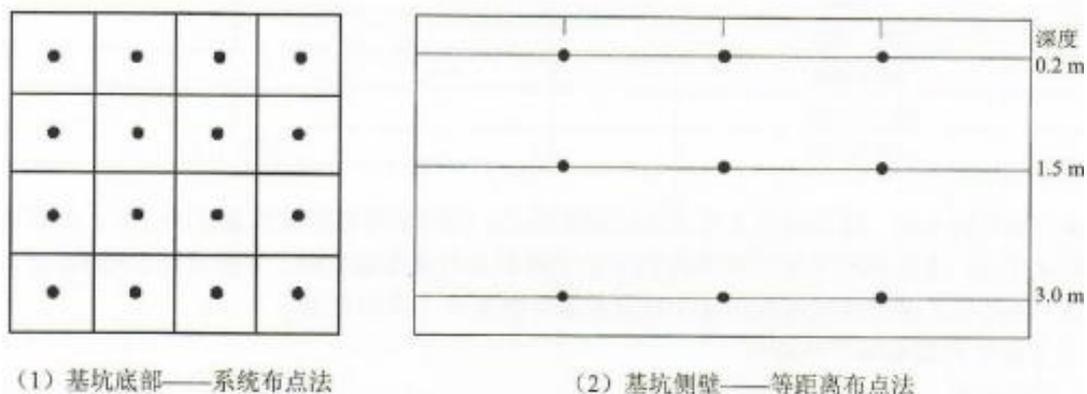


图 8.4-1 基坑侧壁布点示意图

根据《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ25.2-2019)对污染土壤清挖后界面的监测要求：侧壁等分成段，每段最大长度不应超过 40m。

当基坑深度大于 1 m 时，侧壁应进行垂向分层采样，应考虑地块土层性质与污染垂向分布特征，在污染物易富集位置设置采样点，各层采样点之间垂向距离不大于 3 m，具体根据实际情况确定。

### (2) 基坑坑底布点

对于基坑底部，依据《污染地块治理修复工程效果评估技术规范》(DB33/T 2128-2018)要求进行布点，基底的验收采样网格建议采用正南正北向设置，采样数量不应少于下表规定的数量。

表 8.4-2 土壤清挖坑底表层采样点数量 (DB33/T 2128-2018)

清挖基坑坑底面积 (m <sup>2</sup> )	坑底采样点数量 (个)	检测指标
$x < 100$	3	镍、铅、镉、砷、氟化物
$100 \leq x < 500$	4	
$500 \leq x < 1000$	5	
$1000 \leq x < 1500$	6	
$1500 \leq x < 2500$	7	
$2500 \leq x < 3500$	9	
$x \geq 3500$	网格大小不超过 20m×20m	

## 9 修复工程施工组织设计

### 9.1 施工项目目标

#### 9.1.1 质量目标

- (1) 治理目标至少达到招标文件中发包人要求的规定；
- (2) 设计要求达到现行有关规定的深度要求及本工程涉及的相关专业设计规范要求；
- (3) 施工工程达到现行有关规定的施工质量验收标准及各专业工程施工质量验收规范；
- (4) 最终要通过温州市环保有关部门的验收。

#### 9.1.2 HSE 目标

- (1) 健康 (H) 目标  
无疾病流传，无辐射、无有毒物质损害人员健康。
  - (2) 安全 (S) 目标  
重大人身伤亡事故为零，重大交通事故为零，重大火灾事故为零，杜绝工亡事故，减少一般事故。
  - (3) 环境 (E) 目标  
最大限度地保护生态环境，不发生环境破坏、环境污染和水体污染事故。
- 本项目 HSE 管理目标如下：

- 1) 修复工程施工过程中因工死亡事故发生频次 $\leq 0$ 起；
- 2) 修复工程施工过程中因工重伤事故发生频次 $\leq 0$ 起；
- 3) 修复工程施工过程中因工轻伤事故发生频次 $\leq 3$ 起；
- 4) 修复工程施工过程中火灾事故发生频次 $\leq 0$ 起；
- 5) 修复工程施工过程中职业病发病率 $\leq 0\%$ 起；
- 6) 修复工程施工过程中土壤一次修复合格率 $\geq 95\%$ ；
- 7) 修复工程施工过程中扰民现象发生频次 $\leq 0$ 起。

## 9.2 施工部署

### 9.2.1 施工准备

项目经理部组建后，立即将劳动力需用量清单、机械需用量清单、材料需用量清单分别送交相关部门。各部门应立即根据项目经理部的要求进行准备。项目经理部生产经理编制施工队伍需用计划，负责落实劳动力。对特殊工种操作人员做好考核工作，做到必须持证上岗。项目总工根据工程特点及施工方案，在施工前，及时将机械设备计划报施工单位，落实机械设备的进场时间。采购主管提出材料加工计划，落实各种材料的分供方，并根据工程进度计划确定进场日期，做好各种材料进场的检验及复试工作。

现场施工时根据业主提供的水电接入点的具体位置进行布设管线，充分利用永久工程设施，尽量少建临时性管线工程；对临时道路进行压实；组建项目部办公区域；对施工区域进行围挡；根据项目部劳动力、材料、机械、设备、施工技术及计划，安排人员、材料、机械设备入场。技术管理人员的配备（项目经理、技术负责人、土建施工工程师、质量管理质检工程师、测量工程师、安全工程师、资料图档信息管理员）必须按有关规定进行岗前培训，学习相关技术标准规程及技术文件、合同条款以实现项目目标，并持证上岗。施工技术人员的确定：应具有精深的专业技术知识，知识面广，同时具有较强的组织协调能力。

### 9.2.2 施工顺序

本项目在进场施工前应进行施工培训，食堂建设，场地三通一平，临时设施建设，包括处理车间、待检堆场、净土堆场、污水处理设施、在进行测量、清挖后，进行修复处理，将修复后的土壤进行验收。

验收合格后，回填区做好防护措施后，验收合格的土壤进行分层回填，确保在合同期内完成修复工程。

### 9.2.3 施工总平面布置

布置原则

(1) 严格按照 ISO14001 和《职业健康安全管理体系规范》（GB/T28001-2011）的标准进行布置，符合施工现场卫生及安全技术要求和防火规范；

(2) 在平面布置中应充分考虑好施工机械设备、办公、道路、现场出入口、堆放场地等的优化合理布置，根据施工场地及周边交通状况设置道路及主要出入口；

(3) 充分考虑现有道路有效利用的原则，便于大型运输车辆通行并保证其安全性；

(4) 在总体布置上，应充分考虑扬尘污染、噪音污染的有效控制，噪声较大的处置设备尽量远离居民区；

(5) 为防止临时设施重复搭设，现场临时设施、处置设施等尽量布置在不影响后续工作区域；

(6) 现场平面随着工程施工进度进行布置和安排，阶段平面布置要与该时期的施工重点相适应。

#### 总平面布置

本项目施工总平面布置图。

### 9.2.4 施工临时设施

施工临时设施主要包括重金属、有机、复合污染待检堆场建设，净土堆场建设、干净渣土堆场建设、污染建筑垃圾待检堆场、污水处理设施建设，项目部、门卫搭建，修复车间利旧使用等。

### 9.2.5 施工用水、用电

#### 施工用水

由业主指定点接入水。

#### (1) 供排水设计

1) 根据修复工程施工的实际需要，合理进行给排水设计，保证供排水满足工程需要，排水顺畅，并满足水质要求；

2) 充分考虑场地修复工程中产生的污水特点，合理预测水量和水质，采用国内外先进、成熟、可靠的技术，使污水处理工程的设计、施工和运行管理能力达到预期的效果；

3) 节能降耗，清洁生产，保护环境。

项目供水由城市供水系统提供水源，可满足项目需求。项目所需用水包括：

施工人员生活用水、固化稳定化养护用水、化学氧化养护用水、建筑垃圾冲洗用水、降尘用水等。

场地内各用水及排水统计如下表

**表 9.2-1 项目给排水核定表**

序号	用水环节	用水来源
1	办公生活用水	市政给水
2	污染土壤开挖区基坑降水	/
3	建筑垃圾冲洗用水	市政给水、回用水
4	固化稳定化养护	市政给水、回用水
5	车辆冲洗用水	市政给水、回用水
6	场地降尘用水	市政给水

### (2) 生活给水系统

进驻现场后，根据业主单位提供的水电接入点位置，根据本修复工程用水位置，接入水。本工程生活给水用户主要为施工及管理人员生活用水。生活用水水源从附近居民家中给水管接入。生活用水量为 3m<sup>3</sup>/d。

### (3) 雨污分流设计

项目有组织雨排水包括堆场雨排水、屋面排水，基坑收集的雨排水、无组织雨排水为场地地表雨排水，通过设置于场地内的雨水沟、集水井等收集，并定期用潜污泵抽至水处理设备处理后再利用。本项目所有暴露的未验收达标的污染土壤或基坑均采用蓝银布进行覆盖，确保雨污分流，雨水一旦与污染土壤接触，或与已受污染土壤污染的雨水接触，则须按污水进行处理。

### 施工用电

由业主指定点接入电。

#### (1) 电力管线施工

1) 架空电力线路由电杆、导线、横担、金具、绝缘子和拉线等组成。架空电力线路的施工主要项目包括线路的勘测定位、基础施工、立杆、拉线的制作和安装、横担的安装、导线架设及弛度观测等。

2) 架空电缆的金属护套、铠装及悬吊线均应有良好的接地，杆塔和配套金具均应进行设计，应满足规程及强度要求

3) 支撑架空电缆的钢绞线应满足荷载要求，并全线良好接地，在转角处需搭拉线或顶杆。

## (2) 变压器安装

变压器施工流程：变压器安装→开关柜就位安装→母线安装→开关柜调试→变压器试验→设备送电。

### 1) 变压器安装

a 变压器在装卸的过程中，设专人负责统一指挥，指挥人员发出的指挥信号必须清晰、准确。

b 采用起重机具装卸时，起重机具的支撑腿必须稳固，受力均匀。应正确使用变压器油箱顶盖的吊环，吊钩应对准变压器重心，吊挂钢丝绳间的夹角不得大于 60°。起吊时必须试吊，防止钢索碰损变压器瓷套管。起吊过程中，在吊臂及吊物下方严禁任何人员通过或逗留，吊起的设备不得在空中长时间停留。

### 2) 开关柜就位安装

a 由辅助移动工具或人力搬运，将柜体就位，划定柜眼、套扣。开关柜搬运过程要固定牢靠，以防受力不均，柜体变形或损坏部件。

b 盘柜组立调整，与基础间采用 0.5-1mm 垫片进行调整，每处垫片最多不能超过 3 片，各柜之间应用厂家配备螺栓进行紧固连接。

c 柜内照明齐全，机械闭锁、电器闭锁动作准确可靠，电加热装置正常，高压带电显示正常。

### 3) 母线安装

a 母线平置时贯穿螺栓应由下往上穿，其余情况下螺母应置于维护侧，螺栓长度宜露出螺母 2-3 丝扣。当母线平置时，母线支持夹板的上部压板应与母线保持 1-1.5mm 间隙，当母线立置时，上部压板应与母线保持 1.5-2mm 间隙，相间及对地距离应符合设计及规范安装要求。

b 上下布置的交流母线由上到下排列为 A、B、C 相，水平布置的交流母线，由柜后向柜面排列为 A、B、C 相，引下线的母线由左至右排列为 A、B、C 相，三相交流母线颜色分别为 A、B、C 相对应黄色、绿色、红色。

c 单片母线及多片母线的裸露部分均有相色绝缘处理，母线的螺栓连接及支持连接处，母线与电器的连接处 10mm 以内不应有绝缘胶，螺栓连接部分应装绝缘护套接头盒。

### 4) 开关柜调试

a 检查弹簧储能完毕后，辅助开关将电动机电源切除，合闸完毕后，辅助

开关自动接通电动机电源。

b 合闸弹簧储能后，牵引杆的下端或凸轮与各合闸锁扣可靠锁紧。

c 机构合闸后，可靠保持在合闸位置，调整弹簧机构缓冲器行程，符合产品的技术规定。

#### 5) 变压器试验

a 变压器一二次绕组直流电阻；1600kVA 及以下容量等级变压器三相测量出的绕组直流电阻相间相互差值小于三相平均值的 4%，线间相互差值小于三相平均值的 2%。

b 变压器绕组电压比；测试出变压器绕组电压比的数据与制造厂铭牌数据相比应无明显差别，额定分接头测量出的绕组电压比误差小于 $\pm 0.5\%$ ，其他分接头的电压比应在变压器阻抗电压值的 1/10 以内但不得超过 $\pm 1\%$ 。

c 变压器绕组绝缘电阻；变压器绕组绝缘电阻值不低于出厂试验值的 70%；变压器绕组交流耐压试验前后均应测量绝缘电阻，前后测得的绝缘电阻值相比较不应有明显的降低；手动绝缘电阻表摇到额定转速才可接上被试绕组，测量完毕，先切开高压线，然后停止摇动绝缘电阻表。

### 9.2.6 机械、设备、材料准备

(1) 要求使用工器具（水准仪、GPS 测量仪、全站仪、水泵、运输车、反铲等）必须工作性能良好，能够很好的满足现场施工需要；在施工前必须检查各种施工机械的性能；

(2) 施工电源、水源、必须在施工前投入运行，并保证正常通电、通水和通气，保证照明。综合考虑工作量、施工能力及工期要求等因素，编制污染土壤清挖施工拟投入的主要机械器具表。

根据修复工程施工要求，拟配置筛分破碎斗、挖掘机、渣土运输车等工程机械、设备。

表 9.2-2 仪器设备一览表

序号	设备名称	规格型号	数量	用途
1	筛分破碎斗	ALLUDH3-23	1	土壤筛分破碎混合
2	多功能雾炮抑尘车	射程 60m	1	喷雾降尘、洒水抑尘
3	液压破碎锤	HXDZ	1	污染区域地坪破

序号	设备名称	规格型号	数量	用途
				碎
4	挖掘机	沃尔沃 EC240B	4	土方开挖、装车
5	渣土运输车	东风 LZ3092, 20t	6	土方运输
6	推土机	山推 SD10YE	1	土方回填
7	叉车	美科斯 FD40T, 4t	1	材料装卸转运
8	汽车起重机	三一 STC200, 80t	1	设备安装
9	污水泵	WQ20-15-1.5	4	基坑降水、污水抽排
10	交流电焊机	EX500	2	设备安装
11	双轨热熔焊接机	TH-II900W	1	土工膜焊缝
12	固化、化学氧化系统	/	1	污染土壤修复
13	XRF 检测仪	XL3T 700	1	土壤重金属检测
14	便携式 pH 计	PHB-3	1	土壤、水 pH 值检测
15	便携式 ORP 检测仪	SX721	1	土壤、水 ORP 检测
16	含水率测试仪	CMEXpertII	1	土壤含水率检测
17	电导率仪	DDB-303A	1	电导率检测
18	数字式噪声计	AR854	1	噪声检测
19	手持式风速风向仪	TES1340	1	风速风向测定
20	高精度手持式 PM10 粉尘仪	TES-5321	1	大气颗粒物检测
21	全站仪	KTS-442RLC	1	测量定位
22	水准仪	AL12A-32	1	测量高程
23	GPS-RTK	X900	1	测量定位
24	台秤	TCS-60	1	称重
25	磅秤	TCS-XH-A	2	称重
25	污水处理系统	/	1	污水处理

根据修复工程施工要求，拟配置蓝银布、“两布一膜”对堆场、基坑进行铺膜和苫盖。

### 9.2.7 项目管理组织机构

为保证本项目顺利进行，本项目成立以项目经理为首的施工项目部，项目

经理由资深项目管理人员担任，技术负责人由高级工程师担任。在公司的直接监督与指导下，项目部实施项目管理，各司其职，负责本项目的计划、组织、指挥、协调和控制。

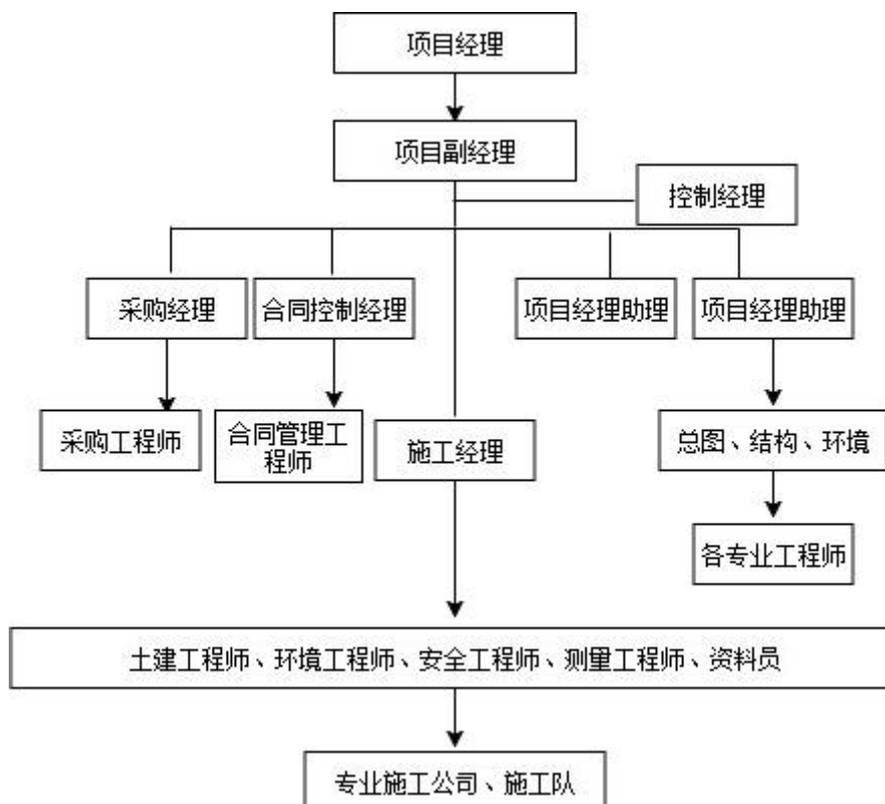


图 9.2-1 施工组织机构框图

### 各岗位主要工作职责

#### (1) 主要职责

1) 项目经理：项目经理是我公司法定代表人在本工程项目上的全权委托代理人，代表公司行使并承担工程承包合同中承包方的权利和义务，向公司法定代表人负责，按照公司的制度和授权，全面领导并主持项目组的工作，按合同规定的承包工作范围、内容和约定的设计工期、质量标准、投资限额全面完成合同任务。

2) 项目副经理：协助项目经理负责组织编制工程质量策划和施工组织设计大纲，制定工程质量实施总目标，并监督项目各职能部门及分包单位执行。

3) 控制经理：协助项目经理，对项目的进度、费用以及设备材料进行综合管理和控制，并指导和管理项目控制专业人员的工作，审查他们的输出文件。

4) 技术负责人：负责设计工作，实行优化设计，限额设计和限时设计。把采用先进技术、先进设备与控制工程投资有机结合起来，从而保证设计质量和

控制投资。协调各专业的衔接关系，落实各设计专业的进度，保证整个设计工期。

5) 施工经理：负责组织现场土方开挖、转运、修复设施、设备安装、调试及修复运行，协调建设方、承包方之间的关系，负责现场各种组织管理，解决现场技术问题，保证施工过程中的质量和工期。

6) 采购经理：负责组织管理合同项目的设备、材料采购业务，包括设备、材料的招标、订货、监制、催交、检验、运输、交接和保管等。

7) 合同控制经理：负责对施工、分包、买卖、租赁和借款等合同的订立、履行、变更、终止和解决争议等全过程进行管理。

8) 项目经理助理：协助项目经理完成相关工作。

9) 采购工程师：协助采购经理完成项目采购招投标、订货、监制等工作。

10) 合同管理工程师：协助合同控制经理完成项目合同管理相关工作，

11) 各专业设计工程师：完成总图、结构、环境等相关专业的设计工作。

12) 土建工程师：负责项目土建工作的现场施工指导。

13) 环境工程师：负责土壤修复施工前的技术交底，施工过程中具体工艺参数的确定。

14) 安全工程师：负责监督检查本项目的安全工作，排除安全隐患，保证施工安全。

15) 检测工程师：负责施工过程中样品的采样检测及数据分析等工作。

16) 质量管理工程师：根据公司质量管理体系，负责项目的质量管理工作。

17) 造价员：负责项目的概预算工作。

18) 资料员：完成工程实施过程的资料整理工作。

19) 专业施工公司和施工队：负责现场施工。

## (2) 管理类岗位工作分解结构

项目主要管理类岗位有项目经理、项目副经理、控制经理、采购经理、合同控制经理、施工经理、技术负责人，项目不同阶段，各岗位负责职能不同。

表 9.2-3 工作分配矩阵

编码	WBS	项目经理	项目副经理	控制经理	采购经理	合同控制经理	施工经理	技术负责人
10000	污染地块修复项目	F						
11000	方案编制阶段	S	J	C	C		C	F
11100	方案编制	S	J	C	C		C	F
11200	方案评审	S	J	C	C		C	F
12000	施工准备阶段	S	J	C	C		F	C
12100	设备材料采购	S	J	C	F	C	C	C
12200	确定土建施工单位	S	J	C	F	C	C	C
12300	确定安装、调试施工单位	S	J	C	F	C	C	C
12400	确定土方分包单位	S	J	C	F	C	C	C
12500	确定其他施工单位	S	J	C	F	C	C	C
12600	临时设施施工建设	S	J	C	C		F	X
12700	设备材料进场	S	J	C	C		F	X
12800	修复设备安装调试	S	J	C	C		F	X
13000	修复施工阶段	S	J	C	C		F	C
13100	污染区域定位测量	S	J	C	C		F	X
13200	表层杂填土清理	S	J	C	C		F	C
13300	污染地下水修复处理	S	J	C	C		F	C
13400	污染土壤清挖运输	S	J	C	C		F	C
13500	污染土壤修复处理	S	J	C	C		F	C
13600	过程质量控制	S	J	C	C		F	C
13700	环境监测	S	J	C	C		F	C
13800	二次污染风险防范	S	J	C	C		F	C
14000	工程验收阶段	S	J	C	C		F	C
14100	验收监测	S	J	C	C		F	C
14200	验收评审	S	J	C	C		C	F
14300	竣工交付	S	J	C	C		F	C

注：F---负责，C---参加，S---审批，J---监督，X---协助

## 9.3 施工进度计划及保障措施

### 9.3.1 施工进度计划编制原则

(1) 进度计划编制是对将要实施的工程，在设计技术文件和工程施工外部条件的基础上对工程的施工进行科学规划。编制本工程进度计划时，遵循：“科学、客观、努力、务实”的八字原则。

(2) 本工程进度计划是按招标文件界定的工程范围、工程内容、工程施工要求工期、工程施工外部条件和环境条件进行编制。

(3) 本工程进度计划是响应招标文件要求，同时进行优化后进行编制。

(4) 满足招标文件中有关总体工艺的技术要求，以安全施工、创优质工程为目标，加快主体施工进度，确保本工程中各阶段里程碑工期进度的要求；并且在保证总工期的前提下，做到优化配置、合理利用资源投入、力求均衡生产。

### 9.3.2 施工进度计划

本项目工程实施预计需要 180 日历天，大致包括现场准备、污染土壤开挖、污染土壤筛分与暂存、水泥窑协同处置、自验收和效果评估等环节。

### 9.3.3 施工进度管理

工程施工采用 IPMP 国际项目管理模式对项目进行全方面的管理，其中进度管理采用网络计划技术（P6 软件）进行控制管理。

#### (1) 项目中 P6 应用规划

为切实掌控本项目的工程进度控制，建成“更安全、更可靠、更先进、更经济、更规范”工程项目，使工程施工能合理有序并如期建成投产，本项目切实用好 P6 软件，实现对工程进度的“静态控制、动态管理”，提高工作效率，加快工程信息交流，实现数据共享。

#### (2) 交给建设单位的报告

1) 随月度更新计划上报给建设单位的还包括一份书面的报告，描述本期实际进度、下期计划进度、赶上进度滞后的措施，说明遇到困难/问题以及对工程的影响。此外，还应提出可能的解决方案供建设单位参考。

2) 在项目施工中，将积极配合建设单位使用 P6 对工程进行全方位管理，实现“投资最少、工期最短、质量最好、效益最好”的目标。

### 9.3.4 施工进度保证措施

#### (1) 严格按照计划组织施工

开工前，认真编制各分项、分部和总体工程实施性施工组织设计及各项目实施技术工艺，并报建设单位审核批准。按施工组织设计和施工网络计划制定“月、周”施工计划，严格按照计划组织施工。

#### (2) 加强施工现场管理

全员熟悉操作规程和质量标准，加强施工现场管理。充分利用现有成熟工法，积极推广应用新技术、新工艺，合理调配资源，充分发挥设备能力和材料性能，结合工程实际，适时调整施工方案和施工工艺，杜绝质量事故和安全事故，不断提高劳动生产率。

#### (3) 增强工期意识，保证材料、机械及时到位

按施工计划编制材料采购及设备配置计划，保证材料及时到位，杜绝停工待料，优选先进精良设备和机具，加强机械设备的使用、维修、保养和管理，确保设备完好率。做好节假日期间的材料储备工作，保证节假日正常施工。

#### (4) 建立健全工程例会制度

工地每天召开工作会，总结当日计划完成情况及确定第二天工作计划；项目经理部组织召开周例会，落实本周计划完成情况及第二周工作计划的安排，研究解决施工中存在的问题，以“周”保“月”、“月”保总工期的实现。

#### (5) 主动加强与建设单位和地方有关部门的联系

严格执行建设单位下达的各项计划、指令。主动加强与建设单位等单位的联系，及时汇报工程进展情况，做到每个环节、每道工序的质量达到标准取得签证。同时，加强与地方政府及有关部门的联系与协调，为施工创造良好的外部环境。

### 9.3.5 工期调整及措施

本工程将严格按照施工计划安排，均衡组织生产，但若因重大设计变更、自然灾害或其他一些原因影响了计划施工工期，我们将采取如下措施调整和追赶工期，确保总工期最终实现。

#### (1) 挖掘潜力，优化施工方案

通过科学分析并结合施工实际情况，挖掘潜力，优化施工方案，调整施工

工序，做好工序衔接，确保关键工序，使施工作业更科学、更合理，达到使工期缩短的目的。

#### (2) 增加人力、物力、机械和资金的投入

适当增加劳动力，积极做好施工工作，搞好材料、物资储备，减少节假日对施工的影响。合理增加施工机械设备、料具的投入，充分发挥机械化施工效率，加强施工管理，确保资金更好的用于施工生产，保障施工生产顺利进行。

### 9.4 污染土壤专项施工方案

#### 9.4.1 测量放线专项施工方案

本工程污染土壤边界点位数量多，分布无规律，测量定位难度大。根据相关规范、规程对施工精度的有关要求，本着“技术先进，确保质量”的原则，特制定本污染土壤定位测量方案，确保圆满完成本工程的污染土壤定位测量任务。

##### (1) 测量作业依据

- 1) 施工现场勘查获得的资料；
- 2) 《工程测量规范》（GB 50026-2007）；
- 3) 《温州市茶白片区南北村单元 A-09b 地块土壤污染风险评估报告》

##### (2) 测量工作原则

1) 测量工作是施工的向导，是确保工程质量的前提和基础，测量工作必须严谨、仔细。

2) 严格执行测量规范，遵守先整体后局部的工作程序，先确定平面控制网，后以控制网为依据，进行各局部工作的定位放线。

3) 必须严格审核测量原始数据的准确性，坚持测量放线与计算工作同步校核的工作方法。

4) 定位工作执行自检、互检合格后再报检的工作制度。

5) 测量方法要简洁，仪器使用要熟练，在满足工程需要的前提下，力争做到省工省时省费用。

6) 明确为工程服务，按图施工，质量第一的宗旨。紧密配合施工，发扬团结协作、实事求是、认真负责的工作作风。

##### (3) 测量准备工作

- 1) 图纸会审

由项目技术负责人带领其他测量人员认真学习、熟悉和审核图纸。全面了解工程总体布局，工程特点，周围环境；了解污染物的分布情况；认真学习核对招标文件中的污染范围拐点坐标，全面了解，认真学习，若发现问题及时与建设单位和监理单位沟通，确保数据无误。

## 2) 测量人员

项目部以项目技术负责人为总负责人，由测量工程师和其他现场测量人员组成测量小组，用来保证控制测量和施工现场的测量放线。

## 3) 测量仪器

本项目占地范围广，施测目标多，施测频率高，测量任务大。为确保工程测量满足相关技术要求，以全站仪、RTK 和水准仪为主要测量仪器。

### (4) 控制测量

#### 1) 交接桩

开工前，依据建设单位和测绘单位对本工程平面控制点和高程点的交桩，由项目技术负责人主持，如发现不合格点位，应及时上报建设单位，监理及测绘单位，重新交桩，以确保数据准确可靠，并办理相关确认手续。

#### 2) 建立控制网

依据建设单位提供的控制点进行引测及加密，并建立施工测量控制网。因本项目场地较大，所以本工程采用导线平面控制网。

导线测量采用全站仪进行。每个点位测两个测回，距离和角度取平均值，两次测回之差不超过规定限值。导线测量计算采用近似平差，其结果符合二线导线测量技术要求。高程测量采用水准仪，测量时前后视线长度小于 80m，前后视差小于 5m，其闭合差符合四等高程控制测量技术要求。

各加密控制点的布设依据施工现场实际情况而定，应确保相邻两点间能够相互通视，尽量不受旁折光影响，并且布设在对施工无碍且便于寻找、保护的地点。控制桩采用 400mm×400mm×800mm 基础，浇筑混凝土，中间埋设木桩，然后用水泥钢钉和红漆做标记，作为桩中心。桩位四周砌筑高度 200mm 的 120 保护砖墙。

控制测量完成后请监理单位和建设单位对测量成果进行检查验收并履行相关手续。

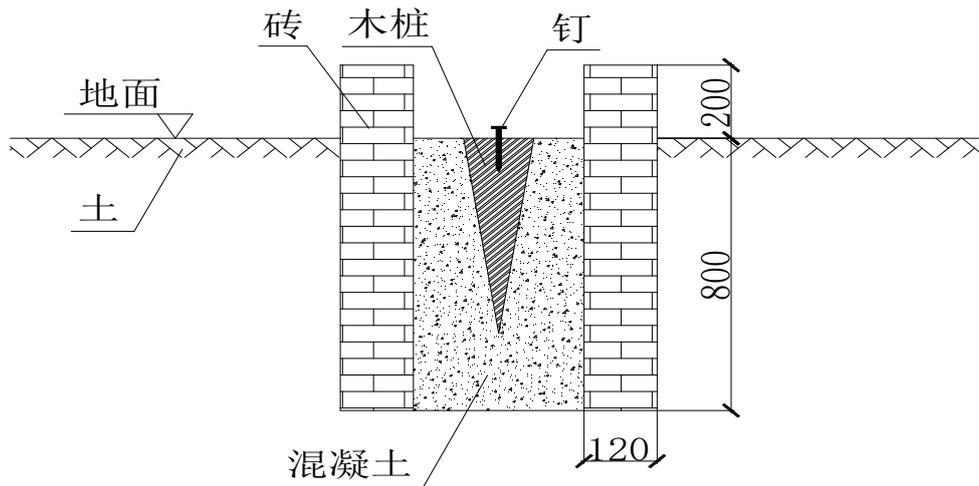


图 9.4-1 测量控制桩保护

#### (5) 施工测量

依据污染土壤开挖拐点坐标，用全站仪对场地开挖边界点进行测量放线。放线时尽量将仪器架设在加密的控制点上。如放线时需要引测临时坐标点到适合位置以便测量，引测的临时坐标点每站测 2 个测回，以保证其准确性。放线结束后回测控制点位，发现无法闭合时重新进行放线。



图 9.4-2 施工测量示意图

开挖范围拐点及边界采用插彩旗和撒白灰进行标记和控制。因本工程边界坐标点较多，放线后及时保护，触动或丢失后及时补测。放线后若不能马上施工，则待开始施工时需重新对放样点进行复测。

#### 高程测量

进场后，首先应与建设单位和监理单位共同确定基准点，然后向基坑内引测标高时，首先联测高程控制网点。经复核确认无误后，方可向坑内引测实际

施工标高。

另外，在土方开挖即将挖至坑底标高时，测量人员要对开挖深度进行实时测量，严格控制开挖标高，高程控制原则为严禁少挖，尽量不超挖。

#### （6）测量质量保证措施

1) 开工前，呈报测量方案，经监理审批后方可实施。

2) 测量过程中，要做到小心、仔细、认真，严格按照测量方案进行测量放线，测量完成后，做好复核工作。

3) 在选择测站基点时要选用已批复的加密点。仪器要调平并对准导线点位，后视点的棱镜杆气泡要居中，检测点的棱镜杆要立直，误差控制在 $\pm 5\text{mm}$ 范围内。

4) 水准测量，仪器要经常检校，读数时要仔细，测量采用闭合线路或者复合线路，以减小测量误差或出现测量错误。水准后视点选用已批复的可以使用加密水准点。测量完之后，先复核，后要与现场以前测量点位进行比较，核对是否有出入。

5) 日常测量工作中，控制点、加密点在使用前应先经过检查，确认无误后方可使用。施工的控制点在各个工序中经常使用，应按照有关细则要求精心做好标志，点位要稳定、清晰、便于寻找。施工过程中注意保护好各施工控制点，防止移动和损坏。

6) 所有进场测量仪器、设备均应在规定期限内送达指定的检测单位进行检测。

7) 复测、定位测量、控制测量和竣工测量的内业成果资料要正确、齐全、完整，并由测设人、复核人签字，档案管理。

8) 所有测量点位和控制线必须由测量员放线后由测量主管进行复测，复测合格无误后报请监理进行复验，复验合格后方可进行下一步工序。

9) 所有的测量点位允许偏差值要符合国家现行的有关规定和规范的要求。导线测量符合二级导线技术要求，高程测量符合四等高程测量技术要求。

#### （7）其他工作要求

1) 资料整理归档

测量工作各项记录要求记注明显，没有涂抹，计算成果和图标准确清楚，所有测算资料要签署完善，未经复核和验算的资料不得使用。

a 一切观测值与记事项目必须在现场核对清楚，不得凭回忆补记测量成果。  
控制测量必须两人同时记录。

b 测量记录应用统一表格，并注明页次、观测者、记录者、天气、日期及测量仪器。

c 测量原始记录、资料应收集管理齐全并按类、按项派专人管理，以备查阅。

d 各种重要放线记录、交接桩记录及竣工测量资料应随竣工文件统一移交。

## 2) 测量仪器管理

a 施测人员进入施工现场必须佩戴好安全帽。

b 按相关要求建立好测量仪器台账。

c 测量仪器由专人负责保管，保证仪器的完好性，始终处于正常使用状态，并定期 d 进行保养。

e 测量仪器应经过有关部门鉴定，具备检验合格证，鉴定周期满后，要及时送检校验。

f 测量所使用的仪器精度要满足设计及规范要求。

g 在开挖区域边进行作业时，确保架设仪器的稳定性。

h 施测人员在施测中应坚守岗位，雨天或强烈阳光下应打伞，仪器架设好，需有专人看护。

i 测量人员持证上岗，严格遵守仪器测量操作规程作业。

j 测量过程中，要注意旁边的杂物，以免仪器碰撞或倾倒。

k 使用钢尺测距需使尺带平坦，不能扭转折压，测量后应立即卷起。钢尺使用后表面有污垢及时擦净，长期贮存时尺带涂防锈漆。

## 2) 主要设备、设施

表 9.4-1 测量仪器与设备工具配置

序号	名称	规格型号	精度	单位	数量
1	全站仪	KTS-442RLC	2",±(2+2ppm) mm	台	1
2	水准仪	AL12A-32	±1.5mm	台	1
3	RTK 测量仪	华测 X900	±5cm	台	1
4	钢卷尺	长城	1mm	把	10
5	钢卷尺	长城	1cm	把	20
6	对讲机	开拓者	TK-3107	台	6

#### 9.4.2 污染土壤清挖专项施工方案

污染土壤清挖过程中进行基坑支护措施。开挖时应先进行首层的地坪破除清理，再清挖下层污染土壤。污染土必须每车检查，将污染类别、污染浓度等信息及时记录，专人管理。污染土壤清挖施工内容如下：

##### (1) 开挖原则

##### 1) 尽量减少土方开挖工程量的原则

根据经确认的污染区域范围、清挖起始零点及污染深度，确定实际开挖边界线。开挖过程中应注意开挖面的控制，在确保污染区域边界范围内土壤全部开挖的前提下降低土方开挖工程量。

##### 2) 方案先审批，后实施的原则

开挖前需协调建设单位，收集本地块的地下管线及基础分布情况的信息，制定相应开挖方案。如开挖过程中遇到未知的地下管线，需立即停工，报监理单位和建设单位确认。待编制专项方案后，方可继续施工。污染土壤清挖组织本工程污染土壤清挖流程见下图。

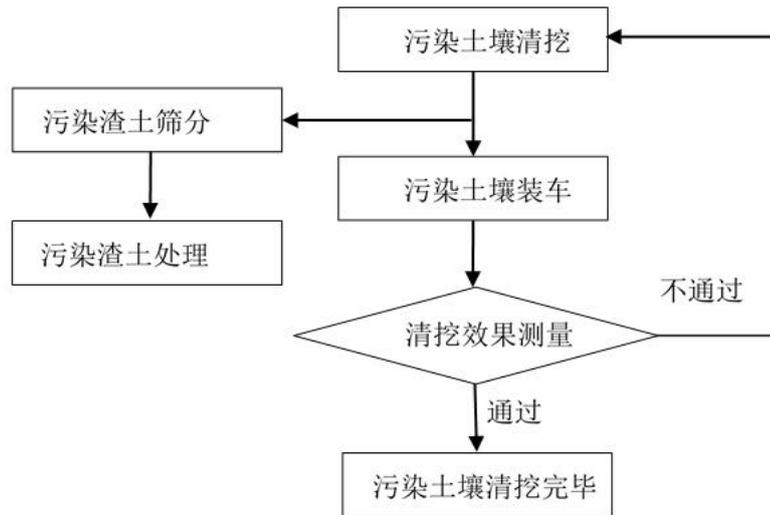


图 9.4-3 污染土壤清挖流程

(1) 清挖区排水

由于本场地地下水埋深较浅，须在污染土壤清挖过程中对清挖区域进行排水。

(2) 污染土壤清挖

1) 在污染土壤开挖区域中的表层干净建筑垃圾清理完毕，在确认清挖高程起始零点后方可进行污染土壤开挖施工作业。

2) 污染土壤清挖方法：采用沟端开挖法进行污染土壤清挖，即反铲挖掘机停于沟端，向后退挖土，运输车在旁边装车。清挖取土时需及时核对清挖标高和清挖范围，严禁超挖。



图 9.4-4 沟端开挖法示意图

(3) 开挖过程中在开挖区域内如遇到混凝土地坪等障碍物时，应对地坪进行破碎清理，将地坪破碎后的污染建筑垃圾分拣后装车运至洗车池冲洗，冲洗后的污染建筑垃圾统一堆置于污染建筑垃圾堆置场地（详见“6.8 污染建筑垃圾冲洗工艺设计方案”）。在地坪破碎清理后再继续清挖污染土壤。

(4) 完成清挖后将整个清挖区域进行覆盖，蓝银布之间通过铰接的形式进行连接，防止降雨对开挖区域侧壁冲刷，维护侧壁稳定。同时蓝银布能够将雨水与坑内土壤隔开，避免雨水受到污染。基坑蓝银布遮盖见下图。



图 9.4-5 基坑蓝银布遮盖

(5) 在严格按照污染拐点坐标和标高清挖完成后，对土壤污染区域清挖所形成的基坑的边界坐标和坑底标高进行测量，确保污染土壤清挖范围及清挖标高均已达到场地调查及风险评估报告要求。清挖效果测量放线全过程由工程监理旁站监督。测量放线工作完成后报监理审批，审批通过后方可开展后续自验收工作。



图 9.4-6 测量放线工程监理旁站

(6) 主要资源需用量计划

主要施工机具和人员配备需用量计划见下表。

表 9.4-2 主要施工机具

序号	机械设备名称	型号/功率	单位	要求最低投入数量
1	反铲挖掘机	PC250	台	2

表 9.4-3 人员配置表

序号	拟任职务或岗位	数量	专业	职称或工种
1	现场负责人	1	岩土	工程师
2	测量员	1	测量	工程师
3	安全员	1	安全	工程师
4	资料员	1	环境	工程师
5	土方清挖指挥员	2	岩土	工程师

(7) 采用净土进行基坑回填。

### 9.4.3 污染土壤运输专项方案

#### 一、编制依据

道路运输、交通安全、环境保护、卫生管理相关法规、条例以及污染土壤治理项目实施方案等。

- (1) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》
- (2) 《中华人民共和国道路交通安全法》
- (3) 《中华人民共和国道路运输条例》

## 二、总体运输方案

根据场内运输的需求，总结与污染土壤运输相关的注意问题与事项，提出相应解决措施。

## 三、运输工具选择

根据总体运输方案，场内运输采用自卸式渣土运输车，所有车辆都为证照齐全、已购保险、取得运营许可、车况良好的合法运输车。

根据土方开挖的施工进度、预判出土能力确定单车的装载能力和车辆数，并保持一定的富余运力作为应急备用。为便于运输管理和监控，每车需安装GPS定位装置，且运输任务应由固定的车辆和司机承担。

## 四、运输准备工作

### （1）组织准备

根据场内运输任务的规模和特点，建立以项目经理为首的污染土运输管理小组，与车队管理方共同设立调度小组，承担整个运输过程中的车辆调度、人员安排、安全文明等的组织协调和管理工作；制定相关的运输管理措施，对污染土运输中的违法、违规现象及时纠正与处置。

项目部成立污染土运输管理小组，人员组成如下：

组长：项目经理

副组长：施工经理

成员：专业工程师

### （2）现场准备

1) 做好场地控制网的测量工作，建立控制基准点，测放取土坑开挖边线。将高程控制点引至取土坑附近，以便随时控制挖土标高。

2) 场地安装照明灯，做好夜间挖土运输的照明准备工作。

### （3）协调准备

核查运输车辆、挖掘机及操作司机的有关证件，保证各项手续齐全完善。

### （4）车辆机械准备

根据土方开挖进度计划，结合出土能力与场内运输距离，配备挖掘机台数与斗容量，运输车辆单车装载容量与数量。

## 五、运输过程控制

（1）运输车辆司机必须具有该车型的驾驶证和有关部门颁发的培训上岗证，

并遵守交通安全法规及驾驶员守则。

(2) 对运输车辆司机进行安全技术交底和安全教育培训，并向业主提交培训交底会议纪要和会议签到表。

(3) 运输车辆必须是“三证”（即行驶证、营运证、渣土运输证）及 GPS 检查系统齐全的车辆。运输时各车辆均在前挡风玻璃处设置相关的标志标识，放置通行证。

(4) 运输车辆车厢高度小于 1.1m，必须设置密闭式加盖装置或篷布，加盖装置状态良好，盖板严密。在使用过程中发现盖板破损，及时维修，否则不得使用。

(5) 运输车辆车容车况良好，车身整洁，灯光齐备，前后车牌要整洁清晰，不得故意涂改，不得遮挡车牌号。尾牌必须安装在规定位置。

(6) 污染土的装载量不得超过车厢四周挡板的高度，检查时以看不到污染土为准。对不符合要求的，退回重新装车。装车后派专人上车拍土、压实，并用挡板或篷布覆盖，以防漏、撒。

(7) 运输车辆司机不能强行要求超量装载。

(8) 运输车辆必须按照指定的路线行驶，不得超速行驶。

(9) 运输车辆将污染土运至目的地，由现场专人签收、确认土壤运输的三联单后，统一卸在指定的堆放场地，运输三联单需详细注明车辆车牌、发车时间、到达时间，放行人、当班司机、签收人均需在运输单上签名确认。

(10) 车辆运输过程中安排专人利用 GPS 在线监控车辆运行状态，严格控制车辆行驶路线和卸土地点，可根据业主与监理的要求，由三方共同组建监督小组，对每批次中 1~3 辆车进行随车督运，杜绝车辆在运输过程中偷倒乱倒，防止造成二次污染和造成环境污染事故。

## **六、运输环境保护措施**

针对运输特点，为确保安全运输生产，制定专门的安全制度，加强安全运输管理，消除事故隐患，杜绝重大安全事故，建立良好的企业形象。

(1) 要贯彻“安全第一，预防为主”的方针，切实执行建设部颁安全标准和安全生产责任制，做到思想落实，组织落实，措施落实。

(2) 经常进行有针对性的安全纪律和安全技术教育。明确岗位责任，正确使用个人防护用品，严格执行安全技术操作规程和维护安全纪律，要坚持持证

上岗，确保安全运输和文明运输。

(3) 运输车辆要有专人负责维修、保养，并经常对车辆运行的关键部位进行检查，保证安全防护装置完好无损，灵敏可靠，预防车辆机械事故的发生。

(4) 运输车辆服从指挥，照明灯齐全，制动器等机械性能良好。

(5) 司机人员不得酒后驾驶和疲劳驾驶。

## 七、运输安全控制措施

在污染土运输过程中，应遵循"以人为本"的原则，建立一个在项目经理领导下责任到岗、到人的污染土运输环境保护措施，实现运输过程环境管理的制度化，标准化。

(1) 装卸、运输过程中易产生粉尘、扬尘的路面，制定具体的洒水降尘排班制度，宜适时进行洒水进行降尘。或采用除尘雾炮等有效措施压尘、降尘，使道路粉尘减少到最低限度。

(2) 车辆的废气排放必须合乎环保要求，若检测不合格，需严格整改直至合格。

(3) 运输车辆出场前必须冲洗车轮和车厢。

(4) 场地内运输便道、出入口及洗车池周边应有专人清扫和冲洗，保持清洁。

## 八、运输紧急事件应急响应与处理程序

为确保运输过程紧急事件发生后，能迅速有效地开展紧急事件处置及善后工作，及时制止紧急事件的继续发生，最大限度地降低紧急事件产生的不良后果，项目部应成立应急响应指挥小组，并制定紧急事件处理程序。

(1) 应急响应小组

1) 组织机构及职责

项目部应组建以项目经理为首的应急响应小组，负责应急抢救指挥。

2) 紧急小组下设

指挥员：其任务是了解掌握险情，下达现场抢救指令。

调度员：其任务是根据指挥员指令，及时调动抢险人员、器材、机械上一线抢救。

治安员：其任务是保护事发现场、做好当事人周围人员的询问记录，保持与当地公安部门与环保部门的沟通。

后勤保障员：其任务是保持与紧急事件受害人员的沟通，了解其困难与需求，并负责生活保障及善后工作处理。

## (2) 紧急事件处理程序

1) 运输过程中发生的一般紧急事件，应急响应小组应及时了解情况，派人员到现场对发生事件进行处理，确保运输过程的畅通。

2) 运输过程中发生较为严重的紧急事件，应急响应小组成员应及时赶赴现场，组织人员进行抢险，及时采取有效措施，切断紧急事件不良影响的后续发生，保证运输继续有效进行。

3) 运输过程中发生很严重的紧急事件后，首先保护好现场，组织应急响应小组成员进行自救并立即向公司上报事件的初步原因、范围估计后果；如有人员在该严重的紧急事件中受到人身伤害，则立即向当地医疗卫生部门（120）电话求救。

## 9.5 修复工程质量保障措施

### 9.5.1 质量保证管理体系

我公司已通过 GB/T19001:2000-ISO9001:2000 国家、国际质量保证体系认证和复审认证，因此我们将严格按照 GB/T19001:2000-ISO9001:2000 国家、国际质量保证体系认证标准以及本公司各有关程序文件要求，并根据本工程的特点，对该项目的施工全过程进行控制。

### 9.5.2 设立质量控制点

表 9.5-1 质量控制点

序号	质量控制要点	责任人	主要控制内容
1	设计交底、图纸会审	专业工程师	图纸、资料是否齐全，能否满足施工要求； 了解设计意图，提出疑难问题；
2	材料进货检验	材料员	原材质保书、主品合格证； 分类堆放，建立台账； 取样复试。
3	各分部分项工程技术交底	工长	图纸规范要求； 各工种交接检查交底； 冬雨期及台风、高温天气施工措施；

序号	质量控制要点	责任人	主要控制内容
4	测量定位放线、标高控制、沉降观测	专业工程师 项目工长	定位测量及图纸复核； 定位放线复核计划； 沉降观测记录及复核。
5	分项工程隐蔽验收	专业工长	分项工程隐蔽验收计划； 隐蔽内容、质量标准及隐蔽验收记录。
6	分部项工程质量评定	专职质检员	严格执行质量评定标准； 质量问题整改；质量评定记录。

### 9.5.3 质量保证措施-人力

#### (1) 选好管理人员

在全公司范围内挑选有学历，有丰富施工实践经验的同志承担现场的管理工作，实行竞争上岗；选择有实力、有信誉、有良好业绩的施工承包商管理人员，为保证工程质量打下基础。

#### (2) 选好专业队伍

认真选择专业队伍和人员。通过招标选择信誉好，特别是施工质量要有实绩、要有保证的专业队伍。

进场的专业队伍及操作人员必须持有有效的资质证书和上岗资格证书，不符合要求的队伍及无证人员严禁上岗操作。对现场的一般作业人员要进行必要的培训，在施工中严格监督，发现问题，立即令其整改。

### 9.5.4 质量保障措施-技术

按规程、技术方案、作业指导书施工

(1) 技术方案、作业指导书的主要编制依据是合同、标准、设计图纸、图纸会审、设计变更通知单、设备厂提供的技术文件及联系单。

(2) 技术方案和作业指导书按规定的程序编、审、批。

(3) 技术方案和作业指导书由专业技术人员编制，内容包括施工顺序、方法、质量工艺标准及计量、安全要求等，进行技术交底，严格按技术方案、作业指导书施工，保证质量。

#### 1.质量记录管理

(1) 质量记录是对施工过程的真实记载，其形成与施工过程同步。

(2) 质量记录所采用的表式均是经公司注册的标准化格式，填写内容要求

清晰、完整。当监理工程师有其他格式要求时，按监理工程师的要求执行。

(3) 所有质量记录均妥善保存并备目录索引，随时可供追溯。

## **2.发挥技术监督作用**

(1) 本工程技术监督人员将对土壤清挖、运输、堆置、修复、回填及土壤修复药剂配制等工作进行重点监督，各专业技术监督人员均具有较强的业务能力，熟悉国家和行业的相关制度、法律、法规。

(2) 在设计经理的领导下，由项目部组织实施日常专业技术监督活动，制定各专业的技术监督计划，提出质量改进措施，并组织实施。配合建设单位、监理工程师和上级质监部门的质量监督活动。

(3) 所有监督活动都将形成记录，发现不合格及时督促整改。

### **计量管理**

(1) 计量管理工作目标：标准计量器具受检率 100%，在用计量器具受检合格率 100%。

(2) 施工使用的检验、测量、试验设备具有检验机构出具的检定合格证书，并在有效期内。保证现场使用合格的计量器具，确保数据准确、客观。

(3) 施工质量记录使用法定的计量单位，并填写使用的计量器具编号。

### **材料、工程设备进场验收程序**

进场的材料、设备要进行验收。不合格的材料、设备不得投入使用。所有工程材料、设备均应有质保书/出厂合格证。同时对进场的材料和设备要按规定进行抽检和复检，经复检合格后才能用于工程之中。复检工作必须实行“见证取样、送样”。

## **3.施工过程控制程序**

在施工过程中，我们严格执行 ISO9002 质量保证体系，做到施工标准化作业、管理过程标准化记录。

## **4.施工过程的检验与试验**

认真进行自检、互检、交接检。现场技术人员要严把质量关，认真进行专检。自检、由施工员组织各工序负责人进行。专检应在“三检”合格的基础上进行。专检合格后，才能报请监理进行验收。未经检验（验收）合格的工序一律不准进入下道工序。

## **5.认真进行技术复核**

对工程平面控制网，高程控制网，轴线，标高，设备基础位置及施工过程中的工艺中心线位置、标高等要由质检员进行复核。经检查无误后签署意见并报项目监理批准方可进入下道工序。

## **6.加强技术交底**

加强技术交底工作。在每道工序施工前，先做技术交底工作。技术交底要结合翻样图进行，可根据情况采用口头、示范、书面等形式。交底要详细，避免简单化。要求操作者“三上墙”，即操作者姓名、质量标准、质量偏差标识在操作对象上。交底的内容包括：施工图的内容、工程特点、图纸会审纪要等。施工方法、顺序、质量标准、安全要求。各工种、工序交叉作业可能发生的技术质量问题及对策。标高、轴线、预埋件的位置。新技术、新材料、新工艺的应用要点。原材料的规格、型号、标准和质量要求。雨季、暑期施工措施。关键部位及特殊过程的技术问题。

### **9.5.5 质量保证措施-施工过程**

#### **a) 测量施工的质量保证措施**

- (1) 测量作业和各项技术按有关测量规程、规范执行。
- (2) 测量仪器设备，必须检定合格并在有效期内。
- (1) 加强现场测量桩点的保护，并且明确标识，防止用错。
- (4) 每次放线前，核查拐点坐标，放线后技术、质检人员及时对所放的线进行检查，检查合格后方可报请工程监理进行验线。

#### **b) 土方开挖的质量保证措施**

##### **(1) 严格控制清挖范围**

严格按招标文件中规定的拐点坐标施工，不随意更改施工方案，严禁无目的挖掘及超挖。挖土施工过程中，设专人指挥挖机作业。清挖至规定范围后应停止施工并及时通知由项目业主委托的第三方检测机构，对清挖基坑侧壁和底边进行清挖效果自验收监测的采样监测。

基坑开挖过程中，建立工程监测系统，做好对基坑工程监测和控制。同时，经常对平面控制桩、水准点、标高、拐点坐标等进行复测。

##### **(2) 技术交底要求**

在施工前，做好全体施工人员及挖掘机驾驶员的技术交底和施工指导工作，

贯彻落实业主的施工意图和原则，强化质量意识。施工过程中随时检查施工质量，严格按工艺标准控制作业整个过程，虚心听取业主及监理人员提出的意见和建议，认真地执行自检与互检工作。

### （3）预防基坑泡水质量保证措施

开挖基坑顶部周围应设排水沟或挡水堤，防止地面水流入基坑。并在清挖完成后及时用防水膜将整个基坑覆盖，并在坑底做好排水沟，设置积水坑，用水泵及时抽出防水膜上的雨水。

### （4）预防边坡塌方质量保证措施

1) 做好地面排水措施及基坑周边路面硬化处理，避免在影响边坡稳定的范围内积水，造成边坡塌方。

2) 土方开挖应自上而下分段分层、依次进行，随时做成一定的坡势，以利泄水，避免先挖坡脚，造成坡体失稳。

3) 定期检测：每天对土方边坡进行巡视，查看边坡是否有裂缝、滑移现象，如发现异常及时向项目主管领导进行汇报，及时采取措施解决。

### （5）预防边坡超挖质量保证措施

1) 机械开挖至污染范围边界时，安排测量人员随时对污染范围进行观测，严禁超挖。

2) 对松软土层避免各种外界机械车辆等的振动，采取适当保护措施。

3) 加强测量复测，进行严格定位，在坡顶边角设置明显标志和边线，并设专人检查。

### （6）预防边坡滑坡质量保证措施

1) 加强地质勘察和调查研究，注意地形及地表、地下水流向和分布，制定切实可行的施工方案，采取合理的施工方法，避免破坏地表的排水设施，消除滑坡因素，保持坡体稳定。

2) 施工中尽量避免在坡脚处取土、在坡体上弃土或堆放材料。尽量遵循先治理后开挖的原则。发现滑坡裂缝，应及时填平夯实；沟渠开裂渗水，要及时修复。

### （7）清挖终点的确定

与本地块土壤污染物修复目标值比较，若现场清挖侧壁和地面土壤中的目标污染物浓度小于本地块土壤修复目标浓度，则为清挖终点。若土壤中目标污

染物浓度大于修复目标浓度，则继续进行清挖，直到土壤中污染物浓度小于修复目标浓度为止。

#### (8) 继续清挖要求

清挖施工中，在清挖至规定的范围后，若发现并经第三方检测单位监测确认，施工现场土壤中的污染物浓度仍超过本地块土壤修复目标值，将与第三方监测机构一起通知业主，经业主确认并同意后实施进一步的继续清挖。

#### 土方运输的质量保证措施

清挖出来的污染土壤采用运输车辆及时运至污染土壤修复车间进行修复处理。运输前必须进行交底，运输司机必须熟悉运输的路线，禁止在地块乱堆乱放。同时参与运输人员详细了解所运输污染土壤的有关特性指标，以及发生意外事故时应采取的应急措施和补救方法。

#### 污染土壤修复处置质量保证措施

重金属、有机污染土壤的修复处理应严格按照修复治理技术方案确定的工艺流程、工艺参数等进行施工，以确保污染土壤得到有效的修复并实现修复目标。

#### 土方回填质量保证措施

如本地块开挖基坑需要回填，回填土采用净土、修复后有机污染土壤或修复后合格建筑垃圾进行回填。回填土质量要求符合室内地坪及基础回填土要求严禁采用淤泥、腐殖土、冻土、根植土及含有机质大于 8% 的土进行回填。土中大于 50mm 直径的硬块要进行清除。回填土工作从主施工入口处由外向内逐步推进。

采用小型挖机配合小型运输车辆从堆土点运土，分层摊铺，并分层压实。在挖机或小型运输车辆无法进入的地方，采用人工手推车进行转运。

### 9.5.6 其他质量保证措施

#### 材料、工程设备进场验收程序

在材料采购时选择生产能力可靠、产品质量稳定的厂家作为供应商；为保证产品到货质量，在每批材料到货时，按照国家标准要求进行相关含量的检测。

进场的其他材料、设备也要进行验收。不合格的材料、设备不得投入使用。所有工程材料、设备均应有质保书/出厂合格证。

## 施工过程控制程序

在施工过程中，我们严格执行 ISO9002 质量保证体系，做到施工标准化作业、管理过程标准化记录。

### 9.5.7 工程质量检验

#### a) 质量检验及评定程序

(1) 提供便利条件，积极配合建设单位、监理工程师和主管质检站的检查，虚心接受检查结果。

(2) 施工前，公司将编制适用于本工程质量验收的包含评定项目、性质、验收级别等内容的《施工质量检验项目划分表》，明确见证点（H点）、停工待检点（W点），送建设单位或监理工程师审核批准；定稿出版后，严格按此表进行检查验收。

(3) 质量验收评定的等级划分

(4) 施工班组为一级质检，自检与互检相结合，质量验收由班组长确认。

(5) 施工专业（工地）专职质检员进行二级验收。

(6) 项目工程管理部质检人员进行三级验收，分专业审查一、二级质量验收记录，进行评定与签证。

(7) 工程竣工时，会同建设单位、监理工程师和其他单位进行全面的检查验收，办理移交手续。

#### b) 不合格的处理

(1) 各级检查、验收发现质量不合格时，按四不放过的原则进行处理，必要时制定纠正或预防措施。纠正后进行再次验证。

(2) 各级专职质检员发现施工过程中存在较大质量问题时，应立即令其停止施工，待问题处理完后才能继续施工。

(3) 按规定的程序办理开工、停工、复工，只有具备条件时才允许开工和复工。

(4) 发现设备缺陷时，应及时通知厂商和监理工程师，对处理结果应予以确认。

### 9.5.8 工程技术资料管理

(1) 现场设专职的资料员负责收集、整理工程资料（包括录像带、照片）。

(2) 应每天记录好本单位在现场施工时所发生的工作量、人工、机械使用、施工部位、材料设备进出场、质量问题、产生原因、补救办法及天气情况等内容，并隔天交总公司。

## 9.6 季节施工措施

### 9.6.1 雨季施工

#### a) 施工准备与管理

##### (1) 主动掌握天气信息

本工程施工期间加强与当地气象局的联系，并设立天气专员。及时了解气候变化情况，详细记录每天的天气情况，听取 2~3d 的天气预报，了解天气变化趋势。把天气预报情况与施工安排结合起来，提前做好各项预防措施。施工过程中，根据所掌握的气象资料，尽量避开台风或大雨等恶劣天气施工。

##### (2) 雨季施工准备

1) 雨季施工以预防为主，强调提前做好生产部署，采用防雨措施和加强排水手段确保雨季正常的施工生产，不受季节性气候的影响。

2) 加强雨施信息反馈，及时掌握雨情、汛情信息，认真研究每年的雨季气候特点，对施工中可能发生的问题提前采取预防措施，及时解决。

3) 做好施工人员的雨季施工培训工作。

4) 雨季前对于大棚等建筑物应进行检查和修理，防止漏雨、漏电和其他不安全因素存在，保证基础、道路不塌陷，房间不漏雨，场区不积水，施工现场驻地、仓库、车辆机具等停放地块以及生产设施都应设在地势较高的地方。

5) 施工驻地在雨季来临前购置必要的消毒药品，保证能够及时控制雨季传染病的发生。

##### (3) 停工与撤离

大雨或雷暴雨时室外施工必须停工，并在第一时间组织现场工作人员有序撤离到安全区域躲避，同时立即组织专门人员穿戴绝缘手套、雨靴等全套绝缘防护服，对现场的露天电器、机械、配电箱等进行断电处理；并在金属设备、

精密仪器等上覆盖塑料防雨遮盖；遇到雨势很大、可能上升为灾害级别的大雨，必须立即上报相关部门，并有序按照相关部门指示进行抢险救援；雨后必须组织机电、安全人员对施工用电、安全防护等各种设施进行全面检查。确保无安全隐患后方可继续施工；定期对漏电保护器等安全防护装置进行检查，及时更换失效的设施。

#### b) 施工设施和机电设备防护

在雨季到来之前，必须做好处置设施和机电设备的防雨、防淹、防潮、防霉、防锈蚀、防漏电、防雷击等各项防护措施，管好、用好施工现场机电设备，确保施工任务的顺利完成。

(1) 在雨季要每天检查修复车间是否完好，防止在雨天有雨水渗漏，影响施工进行。修复车间和办公室等现场构筑物的地面应比自然地坪高出 30cm，防止室外雨水进入室内。

(2) 对可能露天放置的大型机电设备，比如挖掘机、卡车、土壤修复设备、要防雨、防潮，对其机械螺栓、轴承部件要经常加油并转动以防锈蚀，所有机电设备都要严格执行“一机一闸一保护”制度，投入使用前必须做好保护电流的测试，严格控制在允许范围内。在现场的最高机械起重机上加装避雷针，施工现场的低压配电室应将进出线绝缘子铁脚与配电室的接地装置相连接，做防雷接地，以防雷电波侵入。

(3) 在施工现场比较固定的机电设备要搭设防雨棚或对电机加防护罩；不允许用塑料布包裹。

(4) 对于变压器、避雷器的接地电阻值必须进行复测（电阻值不大于 4 欧姆），不符合要求的必须及时更换或处理。避雷器要做一次预防性试验。

(5) 机电设备的安装、电气线路的架设必须严格按照临时用电方案措施执行。

(6) 各种机械的机电设备的电器开关，要有防雨、防潮设施。

(7) 雨后对各种机电设备、临时线路等进行巡视检查，如发生倾斜、变形、下沉、漏电等迹象，应立即设置危险警示标志并及时修理加固，有严重危险的立即停工处理。

(8) 施工现场的移动配电箱、施工机具全部使用绝缘防水线。用后应放回工地库房或加以遮盖防雨，不得放在露天淋雨，不得放在坑内，防止雨水浸泡、

淹没。

(9) 加强用电安全巡视，检查每台机器的接地接零是否正常，检查线路是否完好，若不符合要求，及时整改。

(10) 雨天作业，机械操作人员应戴绝缘手套、穿雨靴进行用电操作。

#### c) 清挖和运输措施

(1) 雨期来临前应在施工现场及边坡四周提前做好排水措施，保证水流畅通、不积水。

(2) 雨天清挖和运输要注意雨量大小，雨量大时停止施工，并采用预先准备好的防水塑料布等防水材料对现场污染土壤、基坑进行防雨遮盖，并采取相应行动，对挖掘机和卡车等设备进行防护。

#### d) 防雷工作

雨季施工重点做好防雷工作，并派电工每天对避雷针电阻进行测试。雷雨时人员不要走近架子，架空电线周围 10m 以内区域，人若遭受雷击触电后，应立即采用人工呼吸急救并请医生采取抢救措施。在施工过程中看见闪电或听见雷击时，停止可能会给自身带来危险的工作，三十分钟内没有再次观察到闪电和雷声时方可重新开始工作，若雷电频繁，则立即组织现场人员有序撤离到预先指定的避雷区域，同时远离树木、水、空旷处，不要使用有线电话和耳机，在无法找到掩蔽所时，蹲下以手塞住耳朵；特别要注意的是不要到不安全区域进行躲避，不安全区域包括：草棚、雨篷等小型建筑，距离护栏、门等金属物品、仪表电气设备、电线和插头较近的区域。

#### e) 排水工作

在施工开始前，就要预先做好预防大雨天气的排水工作，建设相应设施，在大雨天气，应组织专门人员将雨水引入排水设施：

(1) 基坑外排水：在基坑边界有高于开挖面 400mm 的围挡阻挡雨水，能够有效避免雨水渗入基坑内容

(2) 基坑内排水：

开挖后的基坑均采用不透水防雨膜覆盖，有效进行雨污分流避免二次污染。降水多时集水井内的积水随时用泵排出，保证基坑底干燥。将基坑四周地面填平，留一定外坡，使基坑四周 8m 宽范围地面不积水。

## 9.6.2 高温天气施工

本工程所在地属亚热带海洋性季风气候，温暖多雨，夏季较长。因此，夏季施工以安全生产为主题，以“防暑降温”为重点，切实抓好安全生产，确保工程质量和施工人员的生命健康。

### a) 施工安全组织措施

(1) 采用合理的劳动休息制度，适当调整作息时间，修复大棚内工人要缩短工作时间，保证工人休息和睡眠时间；

(2) 改善职工的生活条件，项目部在现场准备遮阳棚、凉开水及降暑药品，确保防暑降温物品及设备落到实处；

(3) 对所有工人进行防暑降温知识的宣传教育，确保使每一个工人掌握中暑症状和急救措施；

(4) 夏季天气较热，施工人员的个人防护用品往往比较厚，部分工人为了图凉快不佩戴防护用品，安全管理人员要做好宣传教育工作，确保所有工人按照规范要求佩戴个人防护用品；

(5) 对高温作业人员进行就业前和入暑前的健康检查，凡检查不合格的，均不得在高温条件下作业；

(6) 积极与气象部门联系，争取掌握近一个星期的天气温度情况，采取有针对性措施，尽量避免在高温天气进行大工作量施工。

(7) 做好施工人员宿舍通风降温措施，控制宿舍内的人员有一个良好的休息环境。加强宿舍卫生检查管理，保证宿舍环境卫生，清除污染源，防止传染疾病传播。

(8) 夏季气温比较高，工人宿舍用电器比较多，加大安全隐患，项目部安全部门要经常组织定期、不定期检查用电，防止私拉乱接，禁止使用大功率电器，确保宿舍用电安全。

### b) 施工过程中环境保护措施

根据本工程的施工特点，本地块中存在半挥发性有机物，此类污染物在高温天气较易于挥发，因此需采取措施控制气味扩散，同时加强人员的防护。

#### (1) 挖掘施工过程防护措施

在挖掘施工过程中，被封在土壤中的污染物容易释放出来向周围扩散，并

在较强气流的影响下沿下风向扩散明显。挖掘施工组织及安排要条理有序，需控制污染地块的开挖面积，减少污染土壤的暴露面，及时采用洒水、塑料膜覆盖开挖作业面等措施控制气味的扩散，严重的采用气体抑制剂进行应急防护。

#### (2) 土壤运输过程防护措施

运输过程中，所有运载污染土壤的车辆均需帆布覆盖防护。

#### (3) 土壤修复过程防护措施

修复过程中为保证施工安全，进入修复车间作业时须佩戴防毒口罩。在污染土壤修复大棚作业时，实施轮班作业制，严禁长时间工作。每个班组工作 40 分钟需进行轮换。

#### (4) 施工过程中设备防护

机械设备在高温下持续工作，会使油温过高，导致设备的零部件发生热变形，严重时会使设备失去工作能力。因此，在日常的维护中要注意以下几点：

- 1) 经常保持油箱中的油位，使系统中的油液有足够的循环冷却条件。
- 2) 经常保持冷却器内水量充足，管路畅通。
- 3) 在系统不工作时，液压泵必须卸载。
- 4) 正确选择系统中所用油液的黏度。

并且，在每天的施工作业过程中，要检查所有运行的机械设备是否处于正常的作业状态，若遇设施和设备已经遭受高温破坏的情况，必须立即维修和更换，保证施工安全顺利进行；若遇到意外情况或者重大损坏的，需要及时向管理人员汇报，对情况进行及时处理，保证施工工作顺利实施，不延误工期。

每天施工作业完成后，操作人员也必须对机械设备进行检查后再行离开。若遇紧急情况，参照应急措施进行处理。

### 9.6.3 冬季施工

本工程位于我国南方，一般气温较高，常年平均温度 22.2℃，冬季气温绝大多数高于冰冻温度，也没有冻土现象，因此冬季施工的问题不是十分突出。如果遇到极端天气出现，例如极端低温，则要做好成品保护，暂停施工。

### 9.6.4 台风天气施工

本项目地点位于温州，处于东南沿海，气候属于亚热带海洋性季风气候，

受热带气旋气候影响明显，为了确保工程的顺利、安全进行特根据本地区地理环境编制防台风如下措施：

（1）风力达到六级以上时，启动紧急预案，做好设备、支架、大棚等垂直高度较高施工设备加固。

（2）设备支架应与其附属建筑物进行必要连接，同时在顶部从四个方面用缆风绳在地面锚座或者其他可靠建筑物连接。

（3）现场所有松散的材料都要绑扎并锚固或者转移到安全区域；堆放在安装好的梁上的材料应当绑在钢架上，地面成堆叠放的构件应全面检查防止倾斜翻落必要时将其固定在钢管柱或者其他物体上，防雨油布压重物并将其端部绑扎牢固。

（4）对现场中大型设备的防雷接地进行检查。

（5）对临建设施状况及生活区的用电进行检查，并做好排水措施检查，保证场间排水畅通。

（6）加强施工电缆、电线的检查加固，使电缆，电线固定于建筑物或者其他固定物上，对台风暴雨期间不使用的电器设备，将其电源全部切断。

（7）风雨过后，应重新对施工设备、大棚及配套施工设备认真检查、整改、加固，并经专职人员检查合格后方可上人进行施工。由专职机电人员对电缆、电线、机电设备等进行检查合格，并经试运转正常后方能投入使用。

（8）关闭电源或煤气来源，非绝对必要，不要生火，生火时应办理动火证，并严格戒备。

（9）施工现场重要物资应有专人看管，门窗破坏时，警戒人员应采取紧急措施。

（10）现场的施工材料应回收到工具房内，施工废料要清理到安全地方。

（11）电源线要绑扎固定好，遇到有棱有角的地方要用橡皮或胶垫包起，并闭合所有的电源开关。

（12）电源设备摆放稳定，电缆分开设置，必要时转移到安全地方。

（13）安全监督员会同项目成员应彻底检查整个建筑，保证所有的防风措施都能落实到位。

## 9.7 安全文明施工管理措施

### 9.7.1 安全施工管理体系

(1) 认真学习并严格执行 JGJ80—91、JGJ33—86、GB50194—93 等国家有关建筑施工安全生产技术规范，牢固树立“安全生产、预防为主”的思想。

(2) 建立健全项目安全生产保证体系。

(3) 贯彻“谁管生产、谁管安全；谁施工、谁负责安全；谁操作、谁保证安全”的原则。实行安全生产岗位责任制，并层层签订安全生产岗位责任状，采用经济手段辅助安全生产岗位责任制的实施。

(4) 建立以项目经理为首的，由项目与安全生产直接相关的职能部门及人员组成的安全生产管理委员会，对安全生产实施统一领导，对保证安全生产的重大技术措施等总是进行决策。

(5) 项目设专职安全员一名，专业班组也设兼职安全员一名各位安全员在施工现场跟踪检查，发现安全隐患由兼职安全员向专职安全员报告，重大问题还须向项目经理汇报，并立即下达整改通知单，限期整改。并授予各安全员“六权”——监督检查权、安全否决权、考核发证权、表彰奖励权、处罚权和越级上告权。

(6) 根据公司要求，将 GB/T19000—ISO9000 标准的推广应用延伸到安全生产管理工作中去。

(7) 项目制定配套的安全生产有关制度和岗位责任制。安全生产制度包括现场安全生产管理制度、安全教育制度、安全检查制度、安全奖罚制度、安全事故调查和处理制度等；安全生产岗位责任制应包括上至项目经理、下到生产操作工人的各岗位责任制。

(8) 从控制产生安全事故的“三因素”（人、机、环境）着手，严格把好安全生产“七关”——教育关、措施关、交底关、防护关、文明关、验收关和检查关。

(9) 做好新入场的所有施工人员的入场三级安全教育和新设备、新工艺安全知识教育，中途变换工种，还须追加安全教育。

(10) 按安全教育“只有开始，没有结束”的原则，以多种形式（如会议、模拟考试、宣传栏、经验交流会等），把安全教育工作搞得有形有色。

(11) 坚持“有教育、有考核”的原则，所有从事安全生产管理的技术人员和特殊工种作业人员必须经考核后持证上岗。

(12) 除经常进行质安检查以外，还要组织定期检查。实施定期的“公司月检”、“施工队周检”、“工地日检”制度，边检查、边整改，把好安全关质量关。

(13) 每月由公司组织进行质安大检查，通过对照、检查、督促，及时发现问题，消除事故隐患。

(14) 每周由施工队组织进行质安检查，结合工地的日检及班组的自检、互检和交叉检查。要求一边检查，一边整改，对检查出来的隐患不能立即整改的，要建立登记制度，并制定整改计划，在隐患没有消除之前，必须采取可靠的防护措施，如有危及人身安全的紧急情况，必须立即停止作业，并按规定上报处理。

(15) 突击检查和定期检查相结合，进行针对性检查，在实施过程中，坚持“教育、执罚、整改”相结合原则，对各种隐患必须建立整改复查制度，认真签发“整改通知单”，把各种隐患消灭在萌芽状态中。

(16) 依靠公司建立的安全警报系统，使工地的安全情况处于可控状态，加强工地的安全意识。

### **9.7.2 安全管理制度**

#### **安全生产责任制**

(1) 以《中华人民共和国建筑法》、《建筑施工安全检查标准》及《建筑安装工程安全技术规程》等法律、法规为依据，实施安全生产管理。

(2) 建立、健全项目部各部门的安全生产责任制，做到“谁负责生产、谁负责安全”，安全责任到人。

(3) 施工技术人员，必须熟悉本工程概况，具有一定的专业技术水平和施工经验，在施工管理过程中，牢固树立“安全第一，预防为主”的思想，严格执行国家颁布的“一标准、三规范”的原则。

(4) 经济承包合同中要有明确的安全生产指标和包括奖励惩制办法在内的保证措施，项目部要层层签订安全生产指标分解的责任书。

#### **安全教育制度**

(1) 新工人（含合同工、外包工、实习生等）进场操作必须进行总公司、

项目部和班组的三级安全教育。

(2) 各特殊工种作业人员，经本工种安全技术培训，考试合格方可持证上岗。操作证必须按期复审，不得过期使用。

(3) 开展经常性的安全教育，不断增强职工安全生产意识和自我保护能力。

(4) 职工变换工作岗位，必须进行新工种的安全技术教育。

(5) 职工应该熟练掌握本工种的操作技能，熟悉本工种的安全技术操作规程：坚持每天班前安全教育并做好记录。

(6) 认真执行“安全生产技术交底制度”，安全交底与施工技术交底同时进行，安全交底必须结合具体操作，有针对性。

(7) 每天由班组长在上班前对所在班组的工人进行相应技术工作的安全交底，交底要明确、全面彻底和具有针对性。

### 9.7.3 危险源识别及风险评价

表 9.7-1 危险源识别及风险评价表

序号	涉及活动	危害因素		可能导致的伤害事件和事故	预防措施
1	施工准备	施工单位	施工资质、安全生产许可证不合格	施工出现责任事故	加强监督管理，避免出现危害因素状况
2			职业健康安全管理体系不健全	施工出现责任事故	
3			安全措施不全	施工出现责任事故	
4		人员状况	着装及防护不合格	机械伤害、其他伤害	
5			精神状况不好	机械伤害、其他伤害	
6			特殊工作岗位无证上岗	机械伤害、其他伤害	
7			作业人员技能低	机械伤害、其他伤害	
8			作业人员安全意识差	机械伤害、其他伤害	
9		技术措施	重大项目未制定安全技术措施	机械伤害、其他伤害	
10			重大危险项目未办理安全施工作业票	机械伤害、其他伤害	

11		技术交底	班前三交工作不细，无针对性	机械伤害、其他伤害	
12			大型项目开工前未交底	机械伤害、其他伤害	
13		施工条件	施工环境恶劣	机械伤害、其他伤害	
14	施工用电	人员资质不合格		触电、火灾	加强监督管理，避免出现危害因素状况制定施工技术方案、事故应急预案
15		用电设计不合理、无防护措施、警示牌		人员触电、火灾	
16		违规作业、无监护人员、无检查		人员触电、火灾	
17		电线、保护措施、绝缘工具不合格		人员触电、火灾	
18	三宝四口及临边防护	防护措施不到位		高处坠落、物体打击	加强监督管理，避免出现危害因素状况加强日常检查，及时发现并消除隐患
19		防护器材不合格		高处坠落、物体打击	
20		违规作业、无检查		高处坠落、物体打击	
27	施工机械	作业人员无证上岗		机械伤害、起重伤害	加强监督管理，避免出现危害因素状况
28		无作业文件、违规操作		机械伤害、起重伤害	
29		设备无防护装置		机械伤害、起重伤害	
30		设备安装、维护、保养、拆除违规作业		机械伤害、起重伤害、触电	
31		作业人员无防护措施		机械伤害、起重伤害、其他伤害	
32		设备不满足使用要求		机械伤害、起重伤害、触电	
33		需验收的设备未验收即使用		机械伤害、起重伤害、触电	
41	焊接施工	焊接设备安装	电焊手套潮湿、破损	触电	加强监督管理，避免出现危害因素状况制定安全检查制度，加强检查，及时发现、消除隐患经常性组织安全教育，强调现场纪律。
42			电焊钳破损	触电	
43			电焊皮线破损	火灾、触电	
44			电焊机接线端外露	火灾、触电	
45			电焊机一次线设	火灾、触电	

			置不符合要求		
46			一次线开关装设 不合要求	火灾、触电	
47			空载电压过高	火灾、触电	
48			电焊机外壳带电	触电	
49			着装不符合要求	触电	
50			更换焊条时触及 带电体	触电	
51			压力容器内违章 施焊	窒息、触电	
52			潮湿环境施焊措 施不完善	触电	
53			站在金属框架或 工件上违章作业	触电	
54			电焊弧光辐射	职业病	
55		焊接 作业	电焊渣飞溅	灼烫、火灾	
56		焊机 维修	直流焊机内有储 能元件断电后机 内高压持续一段 时间	火灾、触电	
57		热处 理作 业	焊口负载处理预 热时高电压一直 贯穿其中	灼烫、触电	
58			高温	灼烫	
59	焊接 施工	火焊 切割	皮线破损、接头 未扎	灼烫、火灾、 触电	
60			氧气、乙炔瓶距 离不够	火灾、 化学性爆炸	
61			容器内切割违规 作业	火灾、 化学性爆炸	
62			未装设回火防制 器	火灾、 化学性爆炸	
63			割炬使用方法不 当	火灾、 化学性爆炸	
64			切割熔渣伤人	灼烫、火灾	
65	高处 作业	高 处 作 业 人	高处作业人员的 行为及工作方式 不规范	高处坠落、 物体打击	加强监督管理，避免出现危害因素状况制定安全检查制度，加强检查，及时发现、消除隐患经常性组织
66			在夜间或光线不 足之处进行高处	高处坠落、 物体打击	

		员和 高处 作业 环境	作业		安全教育，强调现场纪律。
67			高处作业周围防护栏杆高度不符合要求	高处坠落、物体打击	
68			平台、走道、斜道未装设挡脚板	高处坠落、物体打击	
69			高处作业周围孔洞、沟道未装设盖板或围栏，或未设安全网；	高处坠落、物体打击	
70			六级以上大风或恶劣天气进行露天高处作业	高处坠落、物体打击	
71			特殊高处作业危险区未设立围栏及警示牌	高处坠落、物体打击	
72			在带电体周围进行高处作业，传递物品时使用金属线	高处坠落、物体打击	
73			在石棉瓦、油毡等轻型或简易结构的屋面上进行工作未采取可靠的防坠落措施	高处坠落、物体打击	
74			上下交叉作业未搭设隔离层	高处坠落、物体打击	
81	防触 电	施工电源布置	施工电源设施布置不规范	触电、火灾	加强监督管理，避免出现危害因素状况制定安全检查制度，加强检查，及时发现、消除隐患经常性组织安全教育，强调现场纪律制定事故应急预案
82		电源作业	违章作业	触电、火灾	
83		进入带电区域施	无措施或措施不完善、违章作业	触电、火灾	

		工			
84		电	无措施或措施未落实、违章作业	触电、火灾、机械伤害	
		气			
85		检修	无措施或措施未落实、违章作业	触电、火灾、机械伤害	
		高压电气、设备试验			
86		潮湿场所作业	无措施或措施不完善、违章作业	触电	
87			无卫生保护措施	其他伤害	编制专项施工方案，并严格实施
88	暑期施工		高温作业	其他伤害	组织专项安全教育，现场采取必要防范措施 制定应急预案
89	天气影响		大风、大雨、高温、台风等灾害性天气施工	其他伤害	严格按技术标准作业，制定应急预案
90			特种作业无证上岗	其他伤害	
91	人员管理		无交底、交底不到位或违规作业	其他伤害	加强监督管理，避免出现危害因素状况
92			外来人员未进行入场安全教育、提供防护	其他伤害	
93	地块和道路		地块、道路无防护设施、警告牌、照明	高处坠落、其他伤害	日常检查，及时消除隐患，避免出现危害因素状况
94	办公区		办公室用电不规范、电器漏电	触电、火灾	加强监督管理，避免出现危害因素状况。 经常检查。
95	土方工程		基坑无安全技术方案及安全技术措施	坍塌	1、编制专项方案并审批、交底手续要齐全，现场严格按照施工方案进行施工；施
96			土方开挖坍塌（基坑支护不合要求）	坍塌	

97		大雨等极端天气造成坍塌	坍塌	工作业前做好相应的安全技术交底工作。
98		机械开挖违规作业	坍塌、机械伤害	2、加强施工过程质量控制，及时消除结构安全隐患；基坑周边设置 1.2m 高钢管围栏加密目安全网及踢脚板，并悬挂相应的安全警示牌。 3、基坑周围 9m 严禁停放设备及堆放材料，挖机距基坑边大于 1.5m。 4、加强现场监督管理，避免出现危害因素状况。 5、制定相应事故应急预案。
99	车辆运输	车辆状况不良	车辆伤害	1、加强现场监督管理，避免出现危害因素状况。 2、规定行驶路线，加强对现场安全管理。 3、严格控制车辆装载量、车速。
100		驾驶员无证或精神状况不良	车辆伤害	
101		大风、大雪、大雨等灾害性天气影响	车辆伤害	
102		未按规定路线行驶	车辆伤害	
103		人员长时间滞留车辆行驶路线	车辆伤害	
104		车辆侧翻	车辆伤害	
105		车辆陷入基坑	车辆伤害	
106	人员中毒及受到职业侵害	未按规定佩戴特殊劳动防护用品	中毒和窒息、其他伤害	1、严格按照规定佩戴特殊类劳动防护用品。 2、正确佩戴防护用品，定期检查更换。 3、对员工进行相应安全知识教育，并在进场前进行体检。

#### 9.7.4 安全施工管理措施

##### a) 施工用电安全管理措施

##### (1) 支线架设

由技术部门按《施工现场临时用电安全技术规范》要求编制现场临时用电施工组织设计。对配电箱的电缆线应有套管，电线进出不混乱。大容量电箱上进线加滴水弯。支线绝缘好，无老化、破损和漏电。支线应沿墙或电杆架空敷

设，并用绝缘子固定。过道电线可采用硬质护套管埋地并做标记。室外支线应用橡皮线架空，接头不受拉力并符合绝缘要求。

## （2）架空线

架空线必须设在专用电杆（水泥杆、木杆）上，严禁架设在脚手架上。架空线应装设横担和绝缘子，其规格、线间距离、档距等应符合架空线路要求，其电杆板线离地 2.5m 以上应加绝缘子。架空线一般应离地 4m 以上，机动车道为 6m 以上。

## （3）现场照明

1) 一般场所采用 220V 电压，并需经常对现场电气设备进行用电安全检查，特别是在节假日前后、大风、大雨、大雾等天气中全面检查后，再安排工人上岗作业。

2) 照明导线应用绝缘子固定。严禁使用花线或塑料胶质线。导线不得随地拖拉或绑在脚手架上。照明灯具的金属外壳必须接地或接零。单相回路内的照明开关箱必须装设漏电保护器。室外照明灯具距地面不得低于 3m；室内距地面不得低于 2.4m。钠、铊等金属卤化物灯具的安装高度宜在 5m 以上。灯线不得靠近灯具表面。

## （4）配电箱、开关箱

1) 电箱应有门、锁、色标和统一编号。电箱内开关电器必须完整无损，接线正确。各类接触装置灵敏可靠，绝缘良好。无积灰、杂物，箱体不得歪斜。

2) 电箱安装高度和绝缘材料等均应符合规定。电箱内应设置漏电保护器，选用合理的额定漏电动作电流进行分级配合。

3) 配电箱应设总熔丝、分熔丝、分开关。零排地排齐全。动力和照明分别设置。配电箱的开关电器应与配电线或开关箱一一对应配合，作分路设置，以确保专路专控；总开关电器与分路开关电器的额定值、动作整定值相适应。

4) 熔丝应和用电设备的实际负荷相匹配。金属外壳电箱应做接地保护。开关箱与用电设备实行一机一闸一保险。同一移动开关箱严禁配有 380V 和 220V 两种电压等级。

5) 施工用电必须采用三相五线制，开关箱末端必须装设 30mA 或 15mA，0.1S 漏电保护器，实行一机一闸。

## （5）接地接零

1) 接地体可用角钢、圆钢或钢管，但不得用螺纹钢，其截面不小于48mm<sup>2</sup>，一组2根接地体之间间距不小于2.5m，入土深度不小于2m，接地电阻应符合规定。

2) 橡皮线中黑色或绿/黄双色线作为接地线。与电气设备室连接的接地或接零线截面最小不能低于2.5mm<sup>2</sup>多股芯线；手持式民用电气设备应采用不小于1.5mm<sup>2</sup>的多股铜芯线。电杆转角杆、终端杆及总箱、分配电箱必须有重复接地。

#### b) 安全生产检查制度

##### (1) 目的

为了及时发现施工中人的不安全行为和物的不安全状态，迅速消除事故隐患，防止事故发生，建立良好的作业环境，确保安全生产，制定本制度。

##### (2) 依据

安全检查依据建设部JGJ59-99《建筑施工安全检查标准》和国家其他相关的法律法规、业主和公司制定的安全生产规章制度及操作规程。

##### (3) 检查类型

安全检查分为定期性、经常性、节假日、季节性、专业性、综合性检查等。

##### (4) 检查内容

1) 查思想：以国家的安全生产方针、政策、法律、法规及有关规定、制度为依据，对照检查各级领导和职工是否重视安全工作，人人关心和主动搞好安全工作，使国家的安全生产方针、政策、法律、法规及有关规定、制度在部门和项目部得到落实。

2) 查制度：检查安全生产的规章制度是否建立、健全并严格执行。违章指挥、违章作业的行为是否及时得到纠正、处理，特别要重点检查各级管理人员和部门是否认真执行安全生产责任制，能否达到齐抓共管的要求。

3) 检查措施：检查是否编制安全技术措施、专项安全施工方案，编制内容是否有针对性，是否进行安全技术交底，是否根据施工组织设计的安全技术措施实施。

4) 检查隐患：检查劳动条件、安全设施、安全装置、安全用具、机械设备、电气设备等是否符合安全生产法规、标准的要求。

5) 查事故处理：检查有无隐瞒事故的行为，发生事故是否及时报告、认真调查、严肃处理，是否制定了防范措施，是否落实防范措施。凡检查中发现未

按“四不放过”的原则要求处理事故，要重新严肃处理，防止同类事故的再次发生。

6) 检查组织：检查是否建立了安全生产委员会，是否建立了安全生产保证体系，专职安全管理人员是否严格按规定配备。

7) 查教育培训：新职工是否经过三级安全教育，特殊工种是否经过培训、考核持证，各级领导和安全人员是否经过专门培训。

#### (5) 检查步骤

- 1) 制定检查计划。
- 2) 组织进行安全检查（听、看、问、查）。
- 3) 对检查出的安全问题、隐患进行确认。
- 4) 制定整改措施（三定：定人员、定时间、定措施）。
- 5) 实施整改。
- 6) 复核整改结果。

#### (6) 安全检查

1) 项目部经理每月组织一次安全大检查，项目副经理每周组织一次安全检查，专职安全员必须每日对施工现场进行巡查，发现隐患落实“三定”措施整改。

2) 班组长每天上下班前应检查一下生产环境，对不安全因素要及时向施工负责人汇报，并及时采取措施。

3) 每个施工人员应加强自我保护意识，上下班前检查一下自己工作的地方，对不安全因素，除了向班组长汇报外，应及时采取有效措施。

4) 配合上级部门组织的安全检查。

#### (7) 隐患的处理

1) 对查出的隐患，应根据隐患的性质，进行分析研究，属于一般性的并能当场予以整改的隐患，记录在《安全检查记录表》中，属于经常性、系统性的隐患，记录在《纠正、预防措施记录表》。

2) 对查出的隐患，各责任单位均应及时予以整改，并按时反馈整改结果。

3) 对查出的隐患，由施工负责人组织有关人员制定并实施整改措施，安全负责人组织对整改结果进行验证。

#### c) 工伤事故处理

按照国家有关事故调查处理程序的规定进行调查处理，认真做好“四不放过”

工作，建立事故档案。

d) 安全生产指标

- (1) 因工死亡：零；
- (2) 因公重伤：零；
- (3) 工伤事故频率：1.8‰以下；
- (4) 重大机械事故率：零。

e) 安全生产标识宣传牌

“五牌一图”：施工现场必须张挂“五牌一图”：即工程概况牌、文明守则牌、消防治安制度牌、安全生产十项措施牌、安全宣传牌及现场平面布置图。图牌应规格统一，字迹端正，标识明确。

施工工地必须有安全生产宣传牌。重要部位、危险区域及人行通道口设置醒目的安全警示牌。

表 9.7-2 安全警示标牌

安全标识	图例	悬挂地点
严禁烟火		工地门口
禁止入内		工地门口
必须戴安全帽		工地门口
必须戴防毒面具		各处置区

灭火器		危险品仓库
车辆通行警示		车辆出入通道
火警电话		危险品仓库

#### f) 机具安全措施

所有用电设备必须实行一机一闸一箱，末级开关箱必须装有漏电动作电流为 30mA，漏电动作延时<0.1s 的漏电保护器。

手持式工具或现场临时施工电动工具：有可靠的防雨措施。一、二次线（电源、龙头）接线处应有齐全的防护罩，二次线应使用线鼻子；有良好的接零保护；配线不得乱拉乱搭，导线绝缘良好。

### 9.7.5 现场管理

- (1) 以项目经理为主，组成保卫与消防领导小组
- (2) 所有进场施工的作业人员，进行挂牌上岗，便于管理。
- (3) 地块实行硬地坪，场内道路畅通、平坦、整洁，做好排水，并保持排水畅通。
- (4) 建筑材料、建筑物件、料具等堆放在布置图指定的位置，并分门别类，加以挂牌，注明品种、规格、收货日期等。
- (5) 每日完工及时清理地块，保持地块的整洁、卫生。
- (6) 施工现场用围墙全封闭，警卫负责检查进入人员的工作卡，维护现场的财、物安全，大门设置显著的企业灯箱牌楼标志，施工现场围墙上作企业宣传和标语。
- (7) 全场内设吸烟区，禁止在非吸烟区内吸烟及游烟。
- (8) 现场配备警卫人员，24 小时轮流值班，负责防火、防盗安全管理，现场消防制度上墙，按消防要求，每隔两层均设消防水源，并布置灭火器。

(9) 药剂仓库、厨房、办公区、修复车间、药剂配置间及配电箱内设置消防器材箱各一个，内配若干消防器材。现场严禁燃烧明火，并设立警示牌。

(10) 需要办理动火手续的，应提前办理有关手续，并做好动火监护。易燃、易爆物品分类存放，并有专人负责管理。

### 9.7.6 厂区消防

#### a) 火灾危险性分析

本工程火灾的主要潜在危险在于贮存和使用强氧化剂的设施和地方。本工程地块内设置有修复药剂仓库，若修复药剂通风不畅、受到高温或强氧化剂与其他化学药品混合堆放受到激活，有可能会引发临近药剂堆放区域的可燃介质发生燃烧引起火灾。架空电缆、电缆沟则可能在散热或隔热情况不好时发生燃烧或因为其他原因引起火灾而沿电缆蔓延导致事态扩大的可能。

#### b) 主要消防措施

为贯彻“安全第一，预防为主”的方针，确保在项目实施过程中能够符合安全卫生条例，保障生产工人的安全与健康，在设计中严格遵循《工业企业设计卫生标准》，《建筑防火设计规范》和其他设计规范及标准。

(1) 在周边预留消防车通道。

(2) 对于危险区域，采用灭火器材及火灾报警系统。

(3) 生产区应严禁焚烧垃圾，在生产区附近应设置灭火专用砂土堆置场，作业区严禁吸烟。场内配备可燃气体检测、报警仪，平时注意仪器的校准和维护。

(4) 生产区设置醒目标牌，禁止烟火。作业区周围应设置栏杆。制订安全操作规程，严格管理和督促检查。认真贯彻国家和地方有关劳动安全的规定。

(5) 按消防规范要求，设置相应数量的灭火器等。

(6) 根据标准规范要求，采取妥善的防雷接地措施。

#### c) 总平面布置及交通消防措施

修复车间等建筑物、构筑物及附属设施之间按《建筑设计防火规范》(GB50016-2006)等有关规定设计消防间距，场区各建构筑物间距均满足建筑防火规范要求。

厂区道路兼作消防通道，修复车间四周均采用环形道路，所有道路宽度及

净空高度均满足消防要求。

#### (1) 建构筑物消防措施

1) 本工程各建筑高度均小于 24m，按《建筑设计防火规范》GB50016—2006 的术语说明，为单层厂房。

2) 本工程各建筑物产生的火灾危险类别按《建筑设计防火规范》GB50016—2006 第 3.1.1 条的规定，为戊类，耐火等级为三级。

3) 本工程建筑物自成防火分区，防火分区满足《建筑设计防火规范》GB50016—2006 第 3.3.1 条的规定，即“生产类别为戊类，耐火等级为三级的单层厂房，每个防火分区的最大建筑面积为 5000m<sup>2</sup>”。

4) 本工程安全出口数目不少于两个，满足《建筑设计防火规范》GB50016—2006 第 3.7.2 条的规定，即“厂房安全出口的数目，不应少于两个”。各出入口的布置满足《建筑设计防火规范》GB50016—2006 第 3.7.4 条的规定，即“厂房内任一点到最近安全出口的距离不超过 100m”之规定。

#### (2) 电气设施消防措施

1) 为了防止火灾延燃，采用阻燃电缆，并在电缆进入开关柜、穿过隔墙等处电缆的孔洞用防火材料封堵。

2) 为对直接雷击进行防护，修复车间屋面等有一定高度的建筑物装有避雷带，利用柱内主钢筋作引下线接入接地网。所有电气设备不带电的金属部分均做安全接地。建构筑物避雷带和保护电气设备的避雷器以及电器设备外壳与接地网作可靠的电气连接。

#### (3) 其他消防设施

1) 修复车间、药剂仓库、办公区、厨房等建筑物场所内设手提式干粉灭火器，以有效扑灭初期火灾。

2) 修复车间按《消防安全标志》和《消防安全标志设置要求》的规定要求设置消防安全标志牌。

3) 药剂仓库采用自然通风，保证药剂的阴凉干燥的储存条件；不同的药剂不得混合堆放，不同的药剂应分开堆置并采取有效阻隔或保证足够的间距。

4) 修复车间通风的风管及风口均采用钢制或不可燃材料制作。

#### (4) 消防机构

本工程项目以“预防为主、防消结合”为原则，落实消防目标。在火灾时，

切实注意“前三分钟”灭火工作，积极控制火势。火势较大，及时联系消防部门，并积极配合消防部门的灭火工作。

### 9.7.7 文明施工管理措施

#### a) 文明施工组织机构

文明施为施工现场的人员提供一个没有可能引起影响健康和损伤的工作环境，使施工生产不会产生超过环境保护规定的对周围环境的污染和对施工影响区域内周边人员及人身健康与安全的损害，使各项施工作业进行井井有条、有条不紊和高效快速、实现最合理的施工经济与社会效益，同时使安全文明的施工管理工作覆盖工地的每一个角落和施工全过程。这就需要建立一个以项目负责人为首的文明施工组织网络，通过全员动员、全员参与共同创建文明工地。文明施工组织机构如下图所示。

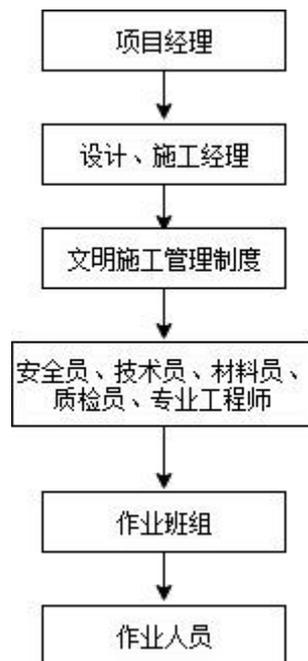


图 9.7-1 文明施工组织机构图

#### b) 文明施工总体措施

(1) 工程管理人员一律挂牌上岗，牌上要注明姓名及职务（工种），自觉接受各方面监督。全体施工人员统一着装，按规定色标佩戴安全帽。

(2) 现场办公室内配备电脑、张挂进度计划表、各专业人员岗位责任制、晴雨表、全面质量管理循环图。各项技术资料分门别类、整齐张挂。

(3) 现场配备常用药品。做好对职工卫生预防病的宣传教育工作，针对季节性流行病、传染病等，利用黑板报等形式向职工介绍预防病、治病的知识和

方法。公司医务人员定期检查现场卫生情况。

(4) 做好工地流动人员的管理工作，记好进出台账，建立档案卡片，办理暂住证。

(5) 加强工地治安综合治理，配备治安保卫人员二十四小时值班，做到目标管理、制度落实、责任到人。施工现场治安防范措施有力，重点要害部位防范设施有效到位。

(6) 做好社区服务工作。工地有专人负责协调与市政交通、环卫等单位的横向关系，定期主持召开会议，听取他们对工程施工的有关意见，保证工程文明施工，使工程成为爱民工程、便民工程。

#### c) 生活区管理措施

(1) 现场宿舍做到布局统一、床和桌椅板凳统一、着装和被褥统一、各房间人员登记挂牌，实行室长负责制。被褥定期由专人统一清洗，更换。定期进行卫生检查，奖优罚劣，做到整洁、卫生。

(2) 厕所内保持清洁，由专人每天打扫。现场严禁随地大小便，违者重罚。

(3) 落实各项除四害措施，工地内做到排水畅通，无污水外流或堵塞排水沟现象，防止蚊蝇滋生。

(4) 工地主要大门及施工围墙进行专门的策划和布置。

(5) 在现场内醒目位置，设置反映企业精神、时代风貌的宣传标语；工地内设置黑板报，及时反映工地内的各类动态。

(6) 工地实行封闭式管理。主要进口安排保安人员二十四小时值班。建立门卫管理制度，禁止无故外来人员进入现场。

(7) 做好整个地块的排水网络，排水沟必须畅通，生活、生产废水通过专门的窨井，有组织地排放。厕所设置专门的化粪池。

(8) 工具材料设备严格按地块平面布置图分类堆放，做到整齐清洁、堆放有序。严格施工过程的管理，各工种都要做到“落手清”、“日日清”。

(9) 施工垃圾集中堆放，及时外运；生活垃圾一律装袋外运。多余材料和使用结束的设备及时退场。

(10) 现场专门成立清理小组，负责施工地块内及门前三包范围内的清理、清扫，保持场内外道路清洁，营造一个环境整洁、管理有序的施工现场。

## 9.8 修复工程应急预案

### 9.8.1 综合应急预案

#### a) 编制目的

通过应急救援预案的编制、演练、实施，增强职工的安全生产意识，提高对事故的应急处置能力，减少事故造成的伤亡，降低事故造成的损失，保证本工程的生产安全。

#### 编制依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》
- (2) 《中华人民共和国安全生产法》
- (3) 《中华人民共和国消防法》
- (4) 《危险化学品安全管理条例》
- (5) 《国家突发环境事件应急预案》
- (6) 《生产经营单位应急救援预案编制导则》
- (7) 《生产安全事故报告和调查处理条例》

#### b) 应急工作原则

(1) 以人为本，安全第一：把保障职工的生命安全和身体健康、最大程度地预防和减少安全生产事故灾难造成的人员伤亡作为首要任务。切实加强应急救援人员的安全防护。

(2) 统一领导，资源共享：在项目经理统一领导下，安全管理专员负责日常工作的开展，办公区和生活区的应急救援资源接受统一调配，保证应急处置方案的顺利实施。

(3) 预防为主，防战结合：贯彻落实“安全第一，预防为主”的方针，坚持事故灾难应急与预防工作相结合。做好预防、预测、预警和预报工作，做好常态下的风险评估、物资储备、队伍建设、完善装备、预案演练等工作。

#### c) 应急组织体系及职责

应急救援组织体系包括“应急救援工作领导小组”和“事故应急处置与善后小组”。

##### (1) 应急救援工作领导小组

总指挥：对应急救援工作负总责，负责建立应急救援组织体系，为应急救

援工作提供人力、物力支持，当事故发生时对救援工作进行总指挥。

副总指挥：总指挥不在时，履行总指挥职责。

组员：职责是为其日常工作的开展提供人力、物力、财力支持，以及各项工作内容的落实。

## （2）事故应急处置与善后小组

设置总指挥 1 人，副总指挥 1 人，下设救援资源保障小组、现场伤员抢救小组、设备抢险小组、保卫小组、善后处理小组，共 5 个小组。

总指挥：负责事故现场救援行动的总体指挥工作。判断是否启动应急预案，是否上报上级救援机构和是否需要上级协作；在安全的地方，尝试对危险设施进行直接操作、控制；组织调查和评估事故的可能发展方向，以预测事故的发展过程；指导危险设施的全部或部分停止运行，并与现场事件管理人员和关键岗位的人员配合，指挥危险源现场人员撤离；与消防人员、地方政府和政府安全监管人员保持密切联系；对难以解决的紧急情况做出安排；在事故紧急状态结束之后，安排恢原受事故影响地区的正常秩序。

副总指挥：配合总指挥做好现场抢险的指挥工作，在总指挥不能及时到场的时候执行总指挥的职责。

资源保障小组：根据事故类别，负责召集抢险救援的人员；协调有关单位提供各类应急装备、器材和物资，确保抢险救援所需的人力、物资、设备、资金。必要时，请求上级救援组织或地方政府机构协调、协助救援。

现场伤员抢救小组：根据现场伤员的受伤情况，确定伤员抢救的临时处置方案，在资源保障小组的配合下，以最快的速度和最安全的方式把伤员运送到医疗机构救治。

设备抢险小组：在出现人员伤亡、设备损坏的情况下，根据设备出险情况，向总指挥提出抢险方案，组织设备抢险方案的实施。在需要设备辅助救援时，联络相关设备，保证救援工作实施。

现场保卫小组：负责事故现场的安全保卫、治安管理和交通疏导工作；组织疏散、撤离、危险区域内的人员、物资；根据事故现场情况，设置警戒区，严格控制进出人员及车辆，预防和制止各种不利于社会稳定的活动，维护现场治安；并负责安排抢险救援人员的膳食。

善后处理小组：根据实际情况，协调安全监督、公安、工会、保险公司等

相关部门，组织对伤亡人员的处置和身份确认；及时通知伤亡人员家属，做好相应的接待和安抚解释工作，稳定伤者、伤亡人员家属及其相关人员的情绪，防止出现不稳定的局面；及时向指挥部报告善后处理的动态。

#### d) 预防与预警

##### (1) 危险源预控

按照“安全第一，常备不懈、预防为主、全力抢险”的原则，总包和各分包配备专职安全管理人员，积极开展安全教育培训、安全检查整改工作，做好日常施工作业监督检查工作，规范现场作业，按章指挥、按章操作。对工程内所有的危险源尤其是施工用电操作、起重作业、高空作业，要有专人监控、责任到人。

1) 各班组在作业前对作业人员进行班前安全讲话，充分考虑到因施工人员素质、精神状态等因素对施工造成的不安全因素，确保作业人员人身安全和作业安全。

2) 严格落实各项安全管理制度及各工种安全操作规程。

3) 按要求对施工过程中存在的危险源进行辨识，确定重大危害因素，并制定切实有效的控制措施。

4) 加强施工人员的安全素质教育，定期组织培训，定期对主要岗位、工种进行考核。定期组织安全大检查，严格落实隐患整改工作。

5) 加大施工现场的监控力度，重点工作、重点部位设专人监控。重大施工环节专职安全管理人员必须在现场监督安全施工。

6) 加强一般工作人员及特殊工种劳动防护用品的配备。

7) 做好大型设备的静载、动载和空载试验工作，加强设备的运行过程监控及日检、月检、年检工作。强化设备维修，大型设备、重点设备实行强制性定期维修。

##### (2) 危险源监控

1) 按照施工区域分布划分危险源监控单元，各个分包单位设置一名监控责任人。

2) 结合施工进度、施工内容的变化，明确危险源的类型。

3) 监控以危险源的类型、危险源的预控措施落实情况为重点。

##### (3) 预警行动

在对温州市茶白片区南北村单元 A-09b 地块土壤污染修复项目危险源的监控过程中，若发现可能导致事故发生的因素，目击人可以直接向事故应急处置小组反映情况。小组接到信息后，按照应急预案及时研究确定应对方案。

#### (4) 信息报告与处置

1) 信息报告的方式：对讲机、手机、当面报告。

2) 对讲机频道使用情况、相关人员的通信方式，均要在职工中公开。

3) 对讲机、手机要全天开机。

4) 报告程序：事故目击者向现场施工负责人报告施工负责人向应急救援领导小组汇报领导小组启动预案，调集各应急小组，视情况向上级主管部门或单位报告。

#### e) 应急响应

##### (1) 响应程序

1) 发现人向现场施工负责人汇报，施工负责人向事故应急救援小组总指挥报告；

2) 总指挥决定是否要启动预案；

3) 若不需要启动，则在事故处理的同时，其他生产照常。

4) 若需要启动事故应急救援预案，则需要视情况，看是否需要停止施工，全力解决出现的问题。此时的程序是：

a 指挥保卫组做好现场的隔离和警戒工作。同时，指挥伤员抢救小组，先对伤员进行现场的紧急救护，然后送往医院救治。

b 指挥设备抢险小组对出现的设备故障和事故进行抢险，防止事故的进一步扩大。

c 当安全事故超出内部抢险救援的能力，应及时作出要求外部抢险救援的决定，并积极配合、全力协助外部抢险救援队伍。

##### (2) 应急结束

1) 事故得到及时处理，不会再继续扩大，造成更大的伤亡或损失。

2) 伤员得到妥善安置，伤情能得到有效控制。

#### f) 后期处置

##### (1) 伤员处理

按国家有关法律、法规和规定，做好事故的善后经济补偿事宜。

## （2）事故调查

事故调查小组在事故得到控制以后，迅速到受到保护的现场调查取证，查明发生事故的原因。上级主管部门或地方政府部门组织的事故调查小组调查时，应积极配合。

根据事故产生的原因，确定事故的性质和责任。根据事故定性与事故的严重程度，对产生事故的责任部门或责任人依照相关法律、法规，提出事故处理意见。

## （3）事故处理

按照事故“四不放过”的原则进行事故处理，奖励事故救援立功人员，处罚事故责任人，对责任人和相关员工进行安全教育，分析事故原因并研究制定安全措施。

## （4）事故总结

项目部在事故处理完毕后，认真总结经验教训，写出书面材料报公司安全生产部。

## （5）事故报告

按照《生产安全事故报告和调查处理条例》的要求，决定是否要上报事故。一旦需要，要按照文件要求进行。

### 1) 上报的部门

发生安全事故后，项目部向公司安全生产部汇报。由公司安全生产部按照《生产安全事故报告和调查处理条例》决定是否上报至上一级部门。

### 2) 事故报告应包括以下内容：

- a 发生事故的单位、时间、地点、报告人及联系电话。
- b 事故的简要经过、伤亡人数、财产损失的初步估计。
- c 事故原因、性质的初步判断。
- d 事故抢救处理的情况和采取的措施。
- e 需要有关部门协助抢险救援和事故处理的有关事宜。

## （6）恢复生产

事故发生以后，项目部在处理事故时，在确认危险已经解除且经事故救援领导机构同意的前提下，应尽快组织人员恢复生产，避免影响施工生产进度。

### g) 保障措施

### (1) 通信与信息保障

- 1) 员工要保证手机、对讲机的电量充足，并时刻开机。
- 2) 对讲机频道分布清单、手机通讯录等信息要在广大员工中公开。

### (2) 应急队伍保障

- 1) 应急队伍主体是项目部全体员工。
- 2) 与业主、分包单位和周边医疗单位建立联系，在必要的情况下为其提供援助。
- 3) 开展应急救援演练，保证应急救援队伍的素质水平满足要求。

### (3) 应急物资装备保障

储备一定数量的应急抢险物资，规定品名、规格、数量，在指定地点存放，存放地点应保证道路、通讯畅通，指定专人保管。

#### 1) 经费保障

明确要求，项目部要有一定数额的事故应急保证金。发生应急救援事故后项目部应确保抢险救援资金。

#### h) 培训与演练

##### (1) 培训

##### 1) 培训内容：

- a 施工过程中可能出现的事故类型以及事故可能引起的事故后果。
- b 事故预防措施。
- c 应急救援分工及各自的岗位职责。
- d 应急救援程序。
- e 事故应急处置办法。

##### (2) 应急救援培训：

结合专项应急救援与现场施工开展的实际情况，确定培训方案。

方案涉及：培训时间、培训地点、培训方式、培训人员等等。

##### 1) 演练

结合专项应急救援预案的内容，针对事故可能出现的结果进行现场秩序维持、伤员抢救、设备抢修、物资供应等方面的应急救援演练。

## 9.8.2 重大环境污染事故应急预案

为了确保重大环境污染发生以后，项目部能迅速、高效、有序地开展重大环境污染源的治理及善后工作，采取切实有效的措施及时控制污染源，及时制止重大环境污染源的继续发生，最大限度地降低对环境的污染，特制定本工程重大环境污染应急准备和响应预案。

#### a) 重大环境危害分析

在施工过程中本项目可能发生的环境污染事故包括：

(1) 污染土壤清挖、运输及预处理过程中产生的扬尘、气味等，造成大气污染；

(2) 修复及施工过程中废水排放，造成水源污染。

(3) 运输过程污染土壤洒漏，造成大气、土壤污染。

(4) 冲洗废水泄漏、遗撒，造成土壤污染。

#### b) 组织体系及职责

在迅速，就地的原则要求下，重大环境污染应急组织应以综合应急组织体系的组成和分工开展相应的工作。

#### c) 预防与预警

##### (1) 预防措施

1) 挖掘环节，在保证安全的前提下，尽量减小土壤挖掘面的大小，并设置土壤开挖面作业车间。在进行地块清理作业时，应在作业前、作业中对作业表面洒水防尘。

2) 运输环节要制定运输路线，修整运输通道，运输车尽量保持低速匀速行驶，车辆装载污染土壤后严密覆盖，密闭车厢才能驶离。

3) 污染水源必须经过处理之后方可再利用，严禁排放，同时设有应急调节池，一旦出现临时污水量过大的情况，可将一时无法处理的污水暂存。

4) 所有密闭车间膜材料均为合成纤维材料，具有拉伸强度高、抗老化等优点，不易破损；同时在项目现场备用一部分膜材，一旦出现膜破裂的情况，可直接用胶水进行粘接。

5) 本项目尾气处理装置设置两个活性炭吸附单元，当其中一个单元失效时，可立即切换至备用活性炭吸附单元。

##### (2) 预警行动

一旦发现有紧急突发事件的可能性时，要立即进行以下预警：

1) 符合应急启动条件的应立即启动本预案。  
2) 通知应急救援组进入预警状态，采取有效的预防措施。  
3) 应急领导小组随时跟踪事态发展，对可能发生重特大事件进行风险评估，得出事件发展趋势及应急措施。

4) 预警结束后，应急小组宣布预警解除。

d) 信息报告程序

(1) 目击者立即向现场施工负责人汇报。

(2) 施工负责人在下达应对措施或停止施工命令的同时，组织现场人员进行补救。

(3) 应急小组了解情况后，启动应急预案。

e) 应急处置

(1) 施工现场发生一般的环境（如噪声超标）污染，项目环境污染应急响应组织上相关人员及时处理、中止施工，并制定相应的处理方案及采用有效措施，确保能达标时方可继续施工。

(2) 当施工现场发生重大的环境污染，项目部应及时组织人员进行抢险。同时采取有效措施，切断污染源及时制止污染的后续发生，并及时上报项目部。

(3) 对很严重的环境污染发生（如火灾发生、大量有害有毒化学品泄漏）后，要首先保护好现场，组织人员进行自救并立即向项目部上报事件的初步原因、范围、估计后果。如有人员在该严重的环境污染中受到人身伤害，则应立即向当地医疗卫生部门（120）电话求救。同时通知项目部及环保部门进行环境污染的检测。项目部管理人员赶赴现场，按各自职能组织处理事故。

(4) 当火灾发生后遵循消防预案有关规定，采取切实有效措施最快速度切断火源，断绝火点，控制火势及熄灭火灾。并做好现场的有效隔离措施，以及火灾的善后处理工作。及时组织地分类清理、清运，最大限度地减少环境污染；当发生大量有害有毒化学品泄漏后，应及时采取隔离措施，采取适当防护措施后及时清理外运，或采取隔离措施后及时委托环保部门处理、检测，以求将环境的污染降低到最低限度。

(5) 立即组织安全自查自纠、消除隐患，确保施工安全；立即组织对全体施工作业人员的举一反三环境保护安全再教育，增强安全防范意识，做到遵章守纪，防止同类事故发生。

#### f) 事故处理

##### (1) 补偿处理

按国家有关法律、法规和规定，做好事故的善后人员伤亡和环境破坏经济补偿事宜。

##### (2) 调查分析

对事故原因调查分析，确定责任和应该吸取的教训。

##### (3) 事故处理

根据事故调查结果，对产生事故的责任人或责任部门依照相关法律法规，提出事故处理意见。

##### 1) 事故总结

事故处理完毕后，认真总结经验教训，完善管理，对事故后的处理过程认真分析总结、防范措施及应急预案进行补充和修改。

##### 2) 事故报告

按照《生产安全事故报告和调查处理条例》的要求，决定是否要上报事故。一旦需要，要按照文件要求进行。

##### 3) 上报的部门

发生安全事故后，项目部向公司安全生产部汇报。

##### 4) 事故报告应包括以下内容：

a 发生事故的单位、时间、地点、报告人及联系电话。

b 事故的简要经过、伤亡人数、财产损失的初步估计。

c 事故原因、性质的初步判断。

d 事故抢救处理的情况和采取的措施。

e 需要有关部门协助抢险救援和事故处理的有关事宜。

##### g) 恢复生产

事故发生以后，项目部在处理事故时，在确认危险已经解除且经公司领导机构同意的前提下，应尽快组织人员恢复生产，避免影响施工生产进度。

### 9.8.3 突发性群体事件应急预案

为了及时、妥善、有效地处置项目部突发群体性事件，最大程度地减少群体性事件造成的损失和影响，建立紧急情况下的快速、有效组织事件抢险、救

援和应急的机制，保障项目安全、顺利地进行，根据项目的实际情况制定本预案。

#### a) 总则

##### (1) 编制依据

- 1) 《中华人民共和国突发事件应对法》
- 2) 《中华人民共和国集会游行示威法》
- 3) 《中华人民共和国治安管理处罚法》

##### (2) 适用范围

本预案适用于项目部发生的达到公司三级应急响应标准的群体性事件。

#### b) 事件类型和危害程度分析

本工程的性质决定了存在群体性事件风险，群体性事件发生可能造成群体性上访、聚集、堵门、堵路、滋事或严重影响交通、治安秩序、工作秩序的事件。危险可能存在于以下范围：

(1) 因参建单位经营管理问题可能引发的工程质量、人身伤亡及拖欠工程款、农民工工资等群体性事件；

(2) 施工过程中可能存在噪音、施工用电，或因施工过程中的烟尘、刺激性异味等污染物或废弃物的储存、排放等可能造成不良的环境影响，而引发项目部与周边个体的纠纷，甚或被项目周边群众投诉，造成不良社会影响。

#### c) 应急处置原则

项目部在突发群体性事件预防与应急处理工作中，必须遵守“预防为主、常备不懈”的方针，贯彻“分级负责、预防为主、教育疏导、快速反应、依法办事”的原则。

#### d) 事件分级

根据突发事件危害程度和影响范围，依照国家有关规定和公司《总体预案》等，对突发事件分为以下四级：

##### (1) 特别重大突发性事件

参与人数在 500 人及以上的；

##### (2) 重大突发性事件

参与人数在 100 人及以上、500 人以下的；

##### (3) 较大突发性事件

参与人数在 15 人及以上、100 人以下的；

(4) 一般突发性事件

参与人数在 5 人及以上、15 人以下的。

e) 组织机构

在迅速，就地的原则要求下，突发应急事件应急组织应以综合应急组织体系的组成和分工开展相应的工作。

f) 预防与预警

(1) 风险监控

项目部应做好与周边居民的沟通工作，掌握其思想动态，尽可能将不稳定因素化解在萌芽状态之中。对工作中出现不稳定的新情况、新问题、新动向，要及时汇报项目应急小组，并及时做好解释和劝解工作。

(2) 预警行动

项目部收到突发群体性事件报警后，判断事件可能发展等级。若为三级响应级别，通过电话发布预警信息，突发群体性事件应急机构相关单位、人员做好应急准备，并布置下级做好应急准备工作。若为一、二级响应级别，项目部应急机构立即向公司应急领导小组报告，并且在领导小组未到前，指挥现场应急工作。

g) 事件报告

所有参建单位及人员在接到突发事件发生的信息后，立即向项目应急机构汇报情况。项目应急机构将所获信息汇总后，立即向公司领导小组进行汇报。汇报内容包括：

- (1) 事件的类型、发生时间、发生地点；
- (2) 事件的原因、性质、范围、严重程度；
- (3) 参与人员数量、现场情形、是否可控等，被困人员情况、人数等；
- (4) 已采取的控制措施及其他应对措施；
- (5) 报告单位、联系人员及通讯方式等。

h) 应急响应

(1) 响应级别

根据公司《总体预案》突发事件分级标准，结合控制事态和应急处置能力，应急响应分为三级：

1) 发生特别重大突发性事件以及现场项目部不能控制事态发展的，为一级应急响应。其响应责任主体为公司领导小组、应立即上报集团公司，并通报政府有关部门，联动当地公安机关。

2) 发生重大突发性事件以及现场项目部不能控制事态发展的，为二级应急响应。其响应责任主体为公司领导小组，并立即联动当地公安机关。

3) 发生较大突发性事件、一般突发性事件以及项目部能控制事态发展的，为三级应急响应。其响应责任主体为项目部，联动单位为当地公安机关。

## (2) 响应程序

见下图

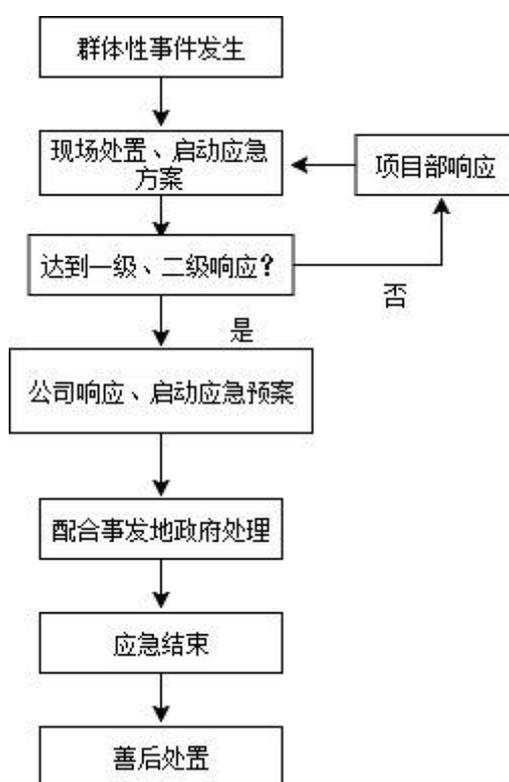


图 9.8-1 应急响应程序

### i) 级别判断

项目部应急机构接到事件通报后，立即根据事件报告的详细信息，开展事件分析和判断工作，确定该事件的响应级别。

#### (1) 事件的响应级别为一、二级响应

立即向公司应急领导小组汇报，请求公司支援。在公司应急领导小组未到现场时，项目应急机构暂时指挥、组织抢险工作。

#### (2) 事件的响应级别为三级响应

##### 1) 全面启动本项目应急预案；

2) 项目应急机构成员就位，组长迅速赴现场，了解引发事件的起因和有关情况，根据事件的具体情况，调配事件应急体系中的各种资源，做出各项应急决策，组织现场处置工作；

3) 严防事态扩大，加强重点部位的防护力量，紧急组织人力保护生产、办公、生活区域的安全，并协同公安部门维持秩序，配合当地政府做好疏散工作，及时疏导化解矛盾和冲突，尽快平息事态；

4) 项目应急机构配合当地政府做好疏散劝解工作，引导群众以理性、合法的方式表达利益诉求、解决矛盾，防止矛盾激化和事态扩大。并针对群众提出的问题做好政策法规的宣传、解释；

5) 对群众提出的不合理要求，有针对性地开展政策和法律法规宣传和劝导，引导群众知法守法。

#### j) 现场处置

##### (1) 通讯

在应急行动中，所有直接参与或者支持应急响应行动的部门都应当满足以下要求：

1) 应急行动中，要保障通讯畅通；

2) 移动电话或者便携式无线通讯设备作为备用通讯系统。

##### (2) 事态监测与评估

由项目应急机构负责对群体性事件的发展势态及影响及时进行动态的监测，并对监测信息做出初步评估，将各阶段的事态监测和初步评估的结果快速反馈给公司应急领导小组，为整体的应急决策提供依据。

##### (3) 应急人员安全

在应急救援过程中必须对应急人员自身的安全问题进行周密的考虑，包括安全预防措施、个体防护设备、现场安全监测等，保证应急人员免受事件的伤害。

##### (4) 抢险

按照群众的诉求（主要是环境污染方面），项目应急机构制定临时处置方案，立即组织人员进行抑扬尘、处理污染水及降噪等应急处理工作。

本地块香料味道较大，若在施工过程中因异味逸散，发群众举报、投诉等事件应立即查找原因，并开展应急监测。如异味味道浓烈，须立即停止施工，

并采取防水膜覆盖等应急措施，抑制气味逸散。

#### (5) 警戒与治安

群体性事件发生后，项目应急机构在事件现场周围建立警戒区域，并做好警戒控制和值班值守工作。组织人力保护生产、办公、生活区域的安全，配合当地公安机关维护现场治安秩序，对事件现场及周边地区和道路进行警戒、控制，防止无关人员进入事件现场受到伤害，保障救援队伍、物资运输和人群疏散等的交通畅通，并避免发生不必要的伤亡。

#### (6) 人群疏散与诉求处置

人群疏散是群体性事件应急处理的关键，人群疏散由当地政府、公安等部门组织力量具体实施，项目应急机构全力进行配合。

项目应急机构对群众诉求进行研究，形成处置意见。形成处置意见时要严格依据法律、行政法规和有关政策规定，同时，要认真掌握策略，以尽量减小事件的影响，防止造成严重后果为原则。

#### (7) 医疗与卫生

对受伤人员采取及时有效的现场急救以及合理的转送医院进行治疗，是减少突发事件现场人员伤亡的关键。

#### k) 应急结束

当满足以下条件时，项目应急机构确认次生、衍生事件危害被基本消除时，可宣布应急结束。条件如下：

- (1) 事件现场得到控制，事件条件已经消除；
- (2) 事件所造成的危害已经被彻底消除，无继发可能；
- (3) 事件现场的各种专业应急处置行动已无继续的必要。

**表 9.8-1 应急物资储备清单**

序号	名称	单位	数量
1	对讲机	台	4
2	灭火器	个	8
3	警戒线	卷	10
4	交通车	台	2
5	急救包	包	10

6	彩条布	卷	5
7	围挡	m	50

项目部储备必要应急物资如灭火器、警戒线、隔离围挡、气味抑味剂、彩条布、应急药物以及交通工具、摄影摄像器材等物资，保障使用时能快速有效地调动。

#### 1) 事故处理

##### (1) 伤员处理

按国家有关法律、法规和规定，做好事故的善后经济补偿事宜。

##### (2) 调查分析

对事故原因调查分析，确定责任和应该吸取的教训。

##### (3) 事故处理

根据事故调查结果，对发生事故的责任人依照相关法律法规，提出事故处理意见。

##### (4) 事故总结

事故处理完毕后，认真总结经验教训，完善管理，对事故后的处理过程认真分析总结、防范措施及应急预案进行补充和修改。

##### (5) 事故报告

按照《生产安全事故报告和调查处理条例》的要求，决定是否要上报事故。一旦需要，要按照文件要求进行。

##### 1) 上报的部门

发生安全事故后，项目部向公司安全生产部汇报。

##### 2) 事故报告应包括以下内容：

a 发生事故的单位、时间、地点、报告人及联系电话。

b 事故的简要经过、伤亡人数、财产损失的初步估计。

c 事故原因、性质的初步判断。

d 事故抢救处理的情况和采取的措施。

e 需要有关部门协助抢险救援和事故处理的有关事宜。

f 事故发生以后，项目部在处理事故时，在确认危险已经解除且经公司领导机构同意的前提下，应尽快组织人员恢复生产，避免影响施工生产进度。

## 9.8.4 社会影响维稳应急预案

### a) 社会影响维稳控制点分析与识别

社会稳定问题产生根源在于工程建设中对群众造成的各种影响，但社会不稳定问题发生又具有很大的不确定性，其表现形式也复杂多样。根据本地块治理工程特点和实际情况的分析，可能引发社会稳定的不利影响因素主要有环境影响、交通影响和噪声影响，此外还有施工安全、施工管理等方面。

#### (1) 环境影响

本工程的环境影响包括废气、污水、噪声及固体废弃物等。若处理不当，将对环境造成污染，容易对周边居民生活造成影响。

本项目污染土壤中存在有机物和重金属类污染物，在土壤清挖运输过程中，容易挥发到大气中造成二次污染；而有机类和重金属类污染物则可能吸附于比表面积较大的扬尘颗粒物上，随大气迁移，造成潜在的大气环境风险。

本项目产生的污废水主要是土壤清挖开挖区域污水、污染地下水、建筑垃圾冲洗污水和洗车废水等，这些污水若得不到有效的收集和处理，将对周边环境造成污染风险。

本工程污染土壤和地下水方量较大，工期短，拟投入的机械设备、人员较多且集中，施工过程中各种修复处理设备和施工机械会产生噪声，这些噪声若不能得到有效控制，将影响附近居住区内的居民，特别是老人和小孩，而老人和小孩恰恰是对噪声最敏感的人群，他们的反应决定了居民的意见。

最后，本项目产生的固体废物主要包括施工过程中产生的生活垃圾、建筑垃圾及修复车间尾气处理系统及污水处理系统活性炭吸附装置使用后的废活性炭也需按要求进行规范处理。

#### (2) 交通影响

本项目施工过程中存在大型修复设备、材料进场及修复后土壤外运消纳，运输车辆进出施工地块可能会对附近交通造成影响。

#### (3) 社会舆论影响

由于目前社会上大多数人普遍对地块修复工程不太了解，对此类型项目有抵触心理，若沟通宣传不及时，一点小的误会若处理不当，经媒体曝光后，可能会产生非常不好的社会舆论影响。

#### (4) 其他影响

除了上述不利影响因素之外，施工期间的其他不利影响因素繁多且容易忽视，还有如施工安全、现场管理等因素，如处理不当，也会导致影响社会稳定的群体性事件发生。

##### b) 社会影响维稳风险防范管理措施

为保护人民群众利益，规范工程建设、确保工程顺利实施，在认真研究各类社会稳定风险发生的原因，影响的相关群体及产生的后果等基础上，对上述分析的本项目主要的社会稳定风险点分别提出了相应的具体防范、化解措施。具体如下：

##### (1) 环境问题稳定风险防范措施

污水、废气、噪声和固体废物产生的环境影响贯穿于项目施工全过程。全面落实“二次污染风险防范措施”中提出的各项防治措施，此外，还应积极采取以下措施：

1) 配备专人负责与周边居民居委会及周边单位的联系，争取得到互相谅解，施工前对周边建筑物进行详细调查，挑选施工扰民敏感点进行重点防范，并做好记录；

2) 妥善安排施工作业时间，合理布置施工地块。环境敏感点附近的施工地块应进行封闭，对施工噪声进行监测，根据施工项目和周围环境敏感情况设立监测点。同时加强专业人员的随时检查，发现噪声超标立即采取有效措施进行控制；

3) 选用合理的施工机械设备，减少施工噪声和大气污染。施工过程中在满足施工要求的条件下尽可能选用低噪声、低排放的机械设备和工法，对机械设备精心养护保持良好的运行状况，减少设备运行对环境的影响；

4) 项目运营期间，大型设备应安装有效消声器并采取有效防控措施，确保噪声对周边居民区的影响符合标准要求。

##### (2) 交通问题稳定风险防范措施

考虑到项目施工可能对周边交通产生影响，本工程拟采取如下风险防范措施：加强工程车辆驾驶人员交通安全教育，施工车辆在规定时间内按指定线路行驶，在穿越村庄、人口密集区域要减速慢行；长期经过学校、市场、交通要道等人口密集区域指派专人负责现场交通安全管理；严禁超载、超限车辆上路，

对大吨位车辆进出狭小的村道，要积极采取防范和完善措施，在工程车辆经过的道路应设置符合交通技术规范的标志牌。

### （3）社会舆论问题稳定风险防范措施

项目实施过程中舆论宣传和正面引导的作用非常重要，将是该项目社会稳定风险的重要组成部分，具体措施如下：

1) 宣传部门加强正面宣传，加大舆论正面引导。建立健全与媒体的联系机制，充分利用网络、报刊等多种传播媒体，全面正面的宣传项目建设的背景及意义。对项目进行科普教育，合理引导群众对项目的心理态度，同时加强信息的公开化，透明化，营造健康发展的舆论环境。

2) 定期开展舆论风险评估，关注舆情走向，定期进行民意调查。做到早发现、早报告、早应对、早处置，防止矛盾激化，引导社会心态平稳健康发展。

3) 建立舆情预警、监测、社会舆论研判机制。对于项目建设应事先认真研究可能引发的炒作影响，预先进行风险评估分析。制定应对媒体炒作的宣传预案和对外宣传口径，增强舆论引导工作的预见性。信息员要加强网上巡查，及时、全面地收集媒体信息。围绕各种倾向性、苗头性、聚集性的舆情信息，跟踪发展变化，预测走向趋势，提出应对措施。同时完善突发事件预警机制，主动引导舆论。对突发事件需要媒体注重拓展舆情搜集渠道，全面把控舆情信息，完善舆情研判机制。

### （4）其他社会稳定风险防范措施

1) 针对其他不可预见性的问题，项目部在日常工作中，除与当地居民多沟通交流外，还将注重与当地政府有关部门沟通交流和互通情况，及时分析和预测可能出现的不确定问题，采取预防或防范措施，注重及时观察和发现细微矛盾的出现，及时采取相应措施加以解决，预防矛盾的积累和集中爆发。同时在地方政府的领导下，根据有关规定和要求，组建专门机构，并配备相应人员，处理相关事务，切实维护社会稳定，化解相关风险。

2) 根据前期调研结果和相关的分析论证，该项目存在的社会稳定风险源可以通过采取相应的防范化解措施得以控制或者减少。但是在项目施工过程中，相关的防范化解措施能否得到及时有效的落实，就显得尤为重要。有效的执行落实必须贯彻于整个项目过程中，要严格按照相关的方案和措施进行操作，避免私自修改简化。加强执行过程中的监督管理，建立完善的考核体制和责任制

度。强有力的执行是维护社会问题的前提保障，项目单位负责检查监督各项目防范工作的落实情况，发现问题及时通报，监督完善；

3) 合理组织工期、规范劳动用工管理、及时足额发放工程款工人工资，加强工人业余活动安排与管理；做好工程维护、安全保障、施工标示，规范作业、杜绝施工扰民。

4) 社会稳定风险产生的原因复杂多样，公众诉求也不尽相同，每项风险均可能涵盖不同的实施主体，需对风险进行细化分解，提出各自相关的实施主体。各实施主体要树立良好的工作态度，执行过程中多与利益相关群体进行沟通交流，确定维稳工作重点，严格执行。

5) 加强与周围村、社区的沟通和交流，倾听意见和建议，及时给予反馈，并在可能范围内尽量向他们提供方便和支持；化解群众不满情绪。

6) 成立维护社会稳定工作小组，确定维稳接待人员，制定工作方法，并进行必要的维稳工作培训；

7) 施工过程中要始终坚持以人为本，尽量避免和减轻对群众可能带来的不利影响、加强组织引导、强化服务意识，努力维护社会和谐稳定。

8) 总结借鉴以往经验教训，加大相关投入，做实做细维稳风险防范措施。利用多种途径加强工程施工的宣传和解释工作。

## 9.9 工程竣工验收及项目移交

### 9.9.1 工程竣工验收

#### (1) 工程验收管理要求

修复过程中，在开挖网格清挖到位后，方可开展该层的开挖区域验收工作；开挖区域验收通过后，可以开展回填工作。

#### (2) 工程竣工验收条件

验收主要参照《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ25.5-2018）执行。首先由施工单位进行自验收，自验收通过后由修复单位提出申请，并组织修复效果评估单位进行验收。

本工程验收检测主要包括：对清挖完成的开挖区域进行验收，在确定开挖区域已经按照招标文件要求的污染区域边界清挖到位的前提下，对开挖区域的侧壁和底部采集土壤样品进行分析，检验污染土壤是否已经清挖完成；对修复

后的土壤进行修复效果评估。

### **9.9.2 项目移交**

#### **a) 工程竣工资料管理**

施工过程中做好各类施工过程记录，相关工序的检验批等施工资料要及时归档，做好各类隐蔽工程验收记录，保证施工与其资料文件同步进行，杜绝先施工后补资料情况发生。

#### **b) 项目移交**

项目验收通过后，将修复治理合格后的地块移交给业主，进行后续的开发利用。在竣工交付过程中，应同时提交相关验收资料。

## 10 成本效益分析

### 10.1 修复费用

根据本项目所在地块内污染土壤修复工程量，整体费用包括设计、工程实施费用、监理和效果评估等其他费用。费用主要包括污染施工前期准备费用、污染土壤危险废物鉴定、污染土壤清挖费用、污染土壤预处理费用、污染土壤转运协同处置单位运输费用、污染土壤水泥窑协同处置费用、废水处置费用、环境监测和样品检测费用、环境监理、效果评估等费用。具体费用见下表。

表 10.1-1 本项目修复费用估算总表

序号	项目名称	数量	单位	单价	分计
一	进场准备				1453000
1	施工组织方案编制、评审	1	项	100000	100000
2	三通一平	1	项	100000	100000
3	项目部建设	1	项	200000	200000
4	监控系统安装	1	项	100000	100000
5	五牌一图	1	项	20000	20000
6	地面硬化	6500	m <sup>2</sup>	30	195000
7	地磅	1	项	50000	50000
8	洗车池建设	1	项	50000	50000
9	HDPE 膜	5000	m <sup>2</sup>	22	110000
10	房租及生活用品	1	项	100000	100000
11	劳务费	1080	工时	350	378000
12	其他不可预见费	1	项	50000	50000
二	土方开挖及水泥窑处置				13540090
13	土方开挖及场内短驳	42732	m <sup>3</sup>	35	1495620
14	深基坑及开挖方案设计评审	1	项	100000	100000
15	基坑支护	1	项	300000	300000
16	预处理	21366	m <sup>3</sup>	20	427320
17	水泥窑（含运费）	37390.5	t	300	11217150
三	地下水及水处理				1240000

18	基坑降水及抽提井建设	20	口	5000	100000
19	抽提泵及材料费	1	项	100000	100000
20	暂存池、调节池建设	1	项	60000	60000
21	污水处理费用	1	项	500000	500000
22	污泥危废处置费	20	t	4000	80000
23	污水纳管费	30000	t	10	300000
24	其他不可预见费	1	项	100000	100000
四	其他费用				1050000
25	检测费	1	项	200000	200000
26	二次污染防治	1	项	100000	100000
27	安全文明施工费用	1	项	150000	150000
28	安全措施费	1	项	100000	100000
29	管理费及规费	1	项	500000	500000
五	效评				800000
30	效果评估费用	1	项	800000	800000
六	合计				18083090
七	税费 9%				1627478
	总计（人民币）				19710568

## 10.2 环境效益、经济效益、社会效益

### （1）环境效益

环境效益是经济效益和社会效益的基础，经济效益、社会效益则是环境效益的后果，三者互为条件，相互影响。通过对受污染土壤的修复，可以削减污染，恢复土壤性质，提高土壤环境质量，维护生态平衡，使场地及周边居民的生产和生活环境得到改善。

本地块污染区域暴露环境扩散到空气中或在雨水淋洗无阻隔状态下将扩散至周边水体，人体摄入常有发生急、慢性中毒的可能。本修复工程，不仅从根本上解决了污染土壤对生态环境的潜在危害，阻断污染物进入食物链，更是防止对人体健康造成危害。

### （2）经济效益

本修复工程采用的水泥窑协同处置技术是一种将污染的土壤作为原料生产陶粒的“变废为宝”技术，从原先的填埋转变成减量化、资源化和无害化的处置。修复工程实施完毕后，有效清除了地块污染源，从根本上解决了地块后期开发存在的环境危害，降低了地块污染物对人体的健康风险。

因此，为该地块未来发展提供了可观的用地保障，降低了该地块后期使用的环境风险与成本，提升了地块的经济利用价值。

### （3）社会效益

污染场地不仅导致污染物对人身健康和环境安全的影响，还产生了一系列社会、经济、政治问题，包括土地闲置、低效利用、房地产贬值、城市税收减少、人口迁移、社区衰落、社会分化等，对区域或城市产生巨大的影响。

若本项目所在地块内污染土壤通过修复达到一类用地要求，将产生多方面的社会效益。首先，污染场地的修复解决经济社会发展需要土地与土地资源稀缺的矛盾，达到珍惜和合理利用土地的目的并优化城市空间布局。其次，污染场地的修复能恢复周边居民正常的生活，促进生态良性循环，提高群众满意度，增加社会稳定因素。最后，污染场地的修复可以降低环保部门的管理风险。

## 11 结论

### 11.1 可行性研究结论

#### 11.1.1 场地修复的筛选与评估

根据本场地土壤的污染特征、场地水文地质条件、土地利用规划和场地未来的开发建设计划，经修复技术的初步筛选和进一步的可行性评估，建议本场地污染土壤修复可采用水泥窑协同处置作为该项目污染土壤的修复技术。

#### 11.1.2 场地修复施工可行性研究

地块内建筑物大部分已拆除，地面存在建筑渣土废弃物，经现场踏勘，本场地具备后期施工条件，包括挖机进场实施，所有临时设施的建设。根据前期调查单位的实施情况和对业主单位负责人的咨询，本场地的污染区域地下均没有管线和地下储罐，不存在安全隐患，具备现场施工条件。

### 11.2 问题与建议

(1) 及早实施场地污染土壤的修复，避免污染扩散。在自然作用下，土壤中的污染物会发生迁移。如风会促使污染物挥发，产生扬尘；降雨入渗或地面径流会使污染物产生水平和垂向迁移等。如不及时进行修复，长此以往，势必会造成场地污染范围的不断扩大。因此，应尽快开展场地的修复工作。

(2) 场地修复过程应进行跟踪检查，及时发现问题。在场地开挖取土过程中，应随时观察、发现是否有新的污染产生，如地下埋藏物、地下罐体、地下管线和有明显特殊气味的地方。一经发现，应及时上报，并由专业人员进行处理。在开挖过程中，还需要进行严格的质量控制，确保分类开挖，开挖到位。

(3) 地块修复过程应采取有效的安全和环保措施，防止二次污染和污染风险。本地块土壤中的污染物为重金属，在污染土壤的清挖、运输、暂存、修复过程中，避免遗漏至周围环境中，影响周边环境，产生健康风险。为此，在地块修复施工前，应制定详尽的二次污染防治计划和风险防范预案，并对相关人员进行必要的安全和环保培训，持证上岗；施工中，应严格参照执行，减少意外环境污染事故和污染风险的发生，确保工程的顺利实施。