



江苏中宜金大分析检测有限公司
Jiangsu Zhongyi Jinda Analysis and Testing Co., Ltd.

宜兴三木化工地块土壤污染 修复技术方案

江苏中宜金大分析检测有限公司
二〇二四年十一月

摘要

1.项目概况

地块名称：宜兴三木化工地块。

项目地点：宜兴市宜城街道沧浦社区，北至清溪路，南距广福路约 160m、东距溪山路约 150m、西距梅溪路约 180m。

地块面积：10163.11m²（约 15.3 亩）。

工程内容：污染土壤修复。

利用规划：土地后续规划用于道路与交通设施用地，具体规划为社会停车场用地（S42），属于 GB36600-2018 中的第二类用地。

目标污染物：镍、苯、氯苯、1,4-二氯苯和 1,2-二氯苯。

污染土修复方量：816m³。

2.修复方案设计

根据调查结果，本地块土壤中镍、氯苯、1,4-二氯苯和 1,2-二氯苯含量超过《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类建设用地土壤污染风险筛选值，总超标面积为 204 m²；地下水中氯苯、1,2-二氯苯、苯、镍、2,4-二氯苯酚、2,3,4,6-四氯苯酚、1,2-二氯乙烷含量超过《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中的IV类标准及相关标准值；地下水总超标面积为 4012.36 m²。

风险评估结果表明土壤中部分污染物超标风险不可接受，超风险范围约 204 m²，估算需要修复的土壤量为 816m³。在规划用途为第二类用地且地块地下水不作为饮用水使用的前提下，本地块地下水中人体健康风险均可以接受。

针对上述超风险污染土壤进行异地异位处置，采用水泥窑协同处置。

3.工程量及工期

根据调查评估结果，本地块污染土壤的面积为 204m²，污染深度为 4m，合计污染土方量为 816m³，均采用水泥窑协同处置。预估修复工期为 50 日历天。

4.二次污染防控

修复施工全过程采取二次污染防控措施，污染土运输、处置过程注意污染介质的封闭，修复过程中产生的固体废弃物有序收集并妥善处理，产生的废水集中处理达标后排放，扬尘及噪音均应满足相关标准要求。

目 录

1. 总论.....	1
1.1. 项目背景.....	1
1.2. 编制依据.....	2
1.2.1. 相关法律法规.....	2
1.2.2. 相关标准.....	2
1.2.3. 相关技术导则与规范.....	3
1.2.4. 其他.....	3
1.3. 编制原则.....	4
1.3.1. 科学性原则.....	4
1.3.2. 可行性原则.....	4
1.3.3. 安全性原则.....	4
1.3.4. 规范性原则.....	4
1.4. 工作程序.....	5
2. 项目区域概况.....	7
2.1. 场地自然环境概况.....	7
2.1.1. 地理位置.....	7
2.1.2. 气象气候.....	7
2.1.3. 水系水文特征.....	8
2.1.4. 地形地质.....	8
2.1.5. 水文地质条件.....	14
2.2. 地块基本情况.....	19
2.2.1. 地块用地历史.....	19
2.2.2. 原企业生产情况.....	20
2.2.3. 土地利用规划.....	22
2.2.4. 地块使用现状.....	24
2.2.5. 周边环境情况.....	24
2.2.6. 敏感目标.....	29
3. 地块污染特征地块前期调查评估情况.....	31

3.1. 地块土壤污染状况调查.....	31
3.1.1. 地块初步调查.....	31
3.1.2. 地块详细调查及第一次补充调查.....	33
3.1.3. 地块第二次补充调查.....	37
3.1.4. 风险评估阶段补充调查.....	40
3.1.5. 地块综合调查结论.....	46
3.2. 地块风险评估结论.....	52
4. 修复模式选择.....	53
4.1. 确认地块条件.....	53
4.2. 修复目标值的确定.....	53
4.3. 修复范围及工程量.....	53
4.4. 场地修复模式的选择.....	55
4.4.1. 地块修复治理原则.....	55
4.4.2. 地块修复总体思路.....	55
4.4.3. 修复模式的选择.....	56
5. 修复技术筛选.....	58
5.1. 修复技术筛选原则.....	58
5.2. 修复技术筛选与评估.....	58
5.2.1. 修复技术简介.....	59
5.2.2. 修复技术筛选.....	63
5.2.3. 修复技术可行性分析.....	66
6. 修复技术方案.....	71
6.1. 土壤修复方案.....	71
6.1.1. 修复技术路线.....	71
6.1.2. 污染土壤清挖设计.....	72
6.1.3. 污染土壤危险属性鉴别.....	80
6.1.4. 土壤水泥窑协同处置.....	82
6.1.5. 基坑清洁土壤回填.....	85
6.1.6. 废水收集处理.....	86

6.2. 工期费用估算.....	88
6.2.1. 工期估算.....	88
6.2.2. 费用估算.....	90
7. 环境管理计划及安全防护.....	91
7.1. 环境影响分析.....	91
7.1.1. 土壤污染分析.....	91
7.1.2. 大气环境影响分析.....	91
7.1.3. 水环境影响分析.....	91
7.1.4. 噪声环境影响分析.....	91
7.1.5. 固体废弃物环境影响分析.....	91
7.2. 二次污染防治措施.....	92
7.2.1. 大气（扬尘、异味）防治措施.....	92
7.2.2. 噪声污染防治措施.....	93
7.2.3. 废水二次污染防治措施.....	93
7.2.4. 固体废物污染防治措施.....	95
7.2.5. 污染土壤运输防护措施.....	96
7.3. 环境监测计划.....	99
7.3.1. 大气监测.....	99
7.3.2. 噪声监测.....	99
7.3.3. 废水监测.....	101
7.3.4. 清洁土壤监测.....	101
7.3.5. 潜在二次污染区域监测.....	102
7.4. 安全施工防护措施.....	102
7.4.1. 工程安全防护措施.....	102
7.4.2. 人员安全防护措施.....	102
7.4.3. 安全用电措施.....	104
7.4.4. 电气防火措施.....	105
7.4.5. 土方开挖安全施工措施.....	106
7.4.6. 基坑安全措施.....	107

7.4.7. 土壤回填施工安全措施.....	107
7.4.8. 雨季施工措施.....	107
7.5. 文明施工管理措施.....	108
7.6. 工期保证措施.....	109
7.6.1. 人员、材料、设备保证措施.....	109
7.6.2. 技术保证措施.....	109
7.6.3. 管理与组织保证措施.....	110
7.6.4. 资金保证措施.....	111
7.6.5. 合理加快进度、缩短工期措施.....	112
8. 场地修复监理及效果评估.....	114
8.1. 修复监理.....	114
8.1.1. 修复工程设计阶段环境监理.....	114
8.1.2. 修复设施建设阶段环境监理.....	114
8.1.3. 修复工程实施阶段环境监理.....	115
8.2. 修复工程验收程序.....	118
8.2.1. 污染地块修复效果评估流程.....	118
8.2.2. 污染场地修复验收工作程序.....	119
8.3. 修复效果评估内容.....	120
8.3.1. 评估时段.....	120
8.3.2. 评估对象和标准.....	120
8.3.3. 采样点布设.....	121
9. 主要结论及建议.....	123
9.1. 主要结论.....	123
9.2. 主要建议.....	123
附件 1: 水泥窑相关资质.....	124
附件 2: 风险评估专家意见.....	127
附件 3: 修复方案专家意见.....	127

项目名称：宜兴三木化工地块污染土壤修复技术方案

编制单位：江苏中宜金大分析检测有限公司

项目负责人：

技术审核人：

项目组成员：

姓名	专业职称	职责	签名
		项目负责人	
		方案编制	
		图件绘制	
		修复技术筛选	
		现场踏勘	

1. 总论

1.1. 项目背景

宜兴三木化工地块（下文称“本地块”）位于宜兴市东北方向，距离宜兴市人民政府直线距离约 2.9km，位于宜兴市宜城街道沧浦社区，北至清溪路，南距广福路约 160m、东距溪山路约 150m、西距梅溪路约 180m。地块面积为 10163.11m²（约 15.3 亩）。

本地块早期为住宅及农用地，2002 年被征用为企业用地（三木公司宜兴分厂厂区），用作生产车间和仓库。2002 年正式生产，主要产品为醋酸丁酯和醋酸乙酯，于 2007 年左右停产。2010 年地块内设施拆迁结束，2011 年企业整体拆迁完毕。2014 年本地块被收储，目前为闲置待开发状态。土地后续规划拟用于道路与交通设施用地（具体为社会停车场用地 S42），属于 GB36600-2018 中的第二类用地。

2021 年 5 月~12 月，宜兴市土地收购储备中心委托江苏省地质调查研究院对该地块先后开展了初步调查、详细调查和两次补充调查工作，查明了地块的污染范围、分布、污染程度，调查结果表明地块内土壤和地下水中多种污染物超标。根据调查结果，本地块土壤中镍、氯苯、1,4-二氯苯和 1,2-二氯苯含量超过《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类建设用土壤污染风险筛选值，总超标面积为 204 m²；地下水中除一般化学指标外，氯苯、1,2-二氯苯、苯、镍、2,4-二氯苯酚、2,3,4,6-四氯苯酚、1,2-二氯乙烷含量超过《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的Ⅳ类标准及相关标准值；地下水总超标面积为 4012.36 m²。

江苏省地质调查研究院于 2022 年 8~9 月、2023 年 2 月和 5 月开展了补充调查工作，并在此基础上完成了地块的风险评估工作（2024 年 9 月），风险评估结果表明土壤中部分污染物超标风险不可接受，超风险范围约 204 m²，估算需要修复的土壤量为 816m³。地下水风评结果表明，在规划用途为第二类用地且地块地下水不作为饮用水使用的前提下，本地块地下水中人体健康风险均可以接受。

基于以上工作基础，宜兴市土地收购储备中心委托江苏中宜金大分析检测有限公司（下称“我司”）根据地块污染情况进行修复技术方案设计，为下一步施工组织提供依据。

1.2. 编制依据

1.2.1. 相关法律法规

- [1] 《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日）
- [2] 《中华人民共和国土地管理法》（2004年8月29日修订）
- [3] 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年1月1日施行）
- [4] 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年9月1日）
- [5] 《中华人民共和国水污染防治法》（2018年1月1日）
- [6] 《土壤污染防治行动计划》（2016年5月28日国务院）
- [7] 《江苏省土壤污染防治条例》（2022年3月31日江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过）
- [8] 《江苏省土壤污染防治条例》（2022年3月31日江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过）
- [9] 《江苏省政府关于印发江苏省土壤污染防治工作方案的通知》（苏政发〔2016〕169号）
- [10] 《省生态环境厅关于再次征求建设用地土壤污染风险管控和修复报告评审等相关制度文件意见的函》（苏环便函〔2022〕1085号）

1.2.2. 相关标准

- [1] 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）
- [2] 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）
- [3] 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）
- [4] 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12532-2011）
- [5] 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）
- [6] 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）
- [7] 《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）
- [8] 《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB 30760-2024）
- [9] 《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB 30485-2013）
- [10] 《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ 662-2013）
- [11] 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）
- [12] 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）

[13] 《固体废物鉴别标准 通则》（GB 34330-2017）

[14] 《危险废物鉴别标准 通则》（GB 5085.7-2019）

1.2.3. 相关技术导则与规范

[1] 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）

[2] 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）

[3] 《建设用地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2019）

[4] 《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018）

[5] 《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》（HJ 25.6—2019）

[6] 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）

[7] 《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）

[8] 《危险废物鉴别技术规范》（HJ298-2019）（2020年1月1日起施行）

[9] 《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276—2022）

1.2.4. 其他

[1] 《宜兴市三木化工地块土壤污染状况调查报告》（江苏省地质调查研究院，2021年12月）

[2] 《宜兴市三木化工地块土壤污染风险评估报告》（江苏省地质调查研究院，2024年9月）

[3] 《宜兴市三木化工地块水文地质勘察报告》（江苏省水文地质工程地质勘察院，2019年）

1.3. 编制原则

本方案结合场地污染土壤的实际情况以及土壤污染调查和风险评估结果，以“消除污染、确保安全与健康”为出发点，遵循“科学性、可行性、安全性、规范性”的总体原则，根据场地的实际情况因地制宜选择最优的技术路线，使修复目标可达，修复工程切实可行。

1.3.1. 科学性原则

采用科学的修复技术及方式，综合考虑场地水文地质情况、周边环境情况、场地土壤污染情况、修复目标值、修复技术处置效果、修复时间、修复成本、修复技术环境影响等因素，编制修复技术方案。

1.3.2. 可行性原则

制定的地块修复方案要合理可行，在前期工作的基础上，针对地块的污染性质、程度、范围以及对人体健康造成或生态环境造成的危害，合理选择修复技术，因地制宜制定修复方案，使修复目标可达，且修复工程切实可行。

1.3.3. 安全性原则

制定地块修复方案要确保地块修复工程实施安全，防止对施工人员、周边人群健康以及生态环境产生危害和二次污染。

1.3.4. 规范性原则

修复过程中各项工艺操作均遵循国家的法律法规、标准规范以及当地相关部门的指导意见、文件批复或要求。

1.4. 工作程序

本项目要求结合原场地现状与历史使用情况及相关资料，依据甲供材料及相关导则要求，采取科学治理修复方案，编制设计适合该地块治理修复方案，作为下一步该地块场地治理修复的依据，主要包括以下几点内容：

（1）确认地块条件、提出修复目标、确认修复要求

根据土壤污染调查与风险评估结果，通过现场踏勘、资料收集等方式，核实前期调查评估资料是否可以有效反映场地所在区域情况、场地基本信息、区域周边环境特征、场地土壤污染特征、土壤污染风险等，核实现场及周边环境与前期调查评估阶段是否发生重大变化，必要时可开展部分补充监测工作。

基于前期调查评估结果，比较目标污染物风险控制值与该地块的筛选值/管制值，以及国家和地方标准限值，结合污染物形态和迁移转化规律，提出目标污染物的修复目标值和修复范围。

（2）选择修复模式

在分析前期污染土壤污染状况调查和风险评估资料的基础上，结合场地特条件、目标污染物、修复目标、修复范围和修复要求的时间和费用等，选择确定场地修复总体思路。

（3）筛选修复技术

以场地总体修复目标与修复策略为核心，调研常用的修复技术，综合考虑修复效果、成熟度、可实施性、工期及其成本和环境安全性等因素进行技术筛选，找出适用于目标场地的潜在可行技术，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。

（4）制定修复方案

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



图 1-1 修复技术方案编程序序

2. 项目区域概况

2.1. 场地自然环境概况

2.1.1. 地理位置

本地块位于宜兴市东北方向，距离宜兴市人民政府直线距离约 2.9km，位于宜兴市宜城街道沧浦社区，北至清溪路，南距广福路约 160m、东距溪山路约 150m、西距梅溪路约 180m。场地地理位置见图 2-1。

地块南侧约 2.5km 为宜兴龙背山森林公园，其东侧约 1.5km 处亦有寿山、乌龟山等小型残丘分布，地块位于大溪河南岸约 50m。



图 2-1 地块地理位置图

2.1.2. 气象气候

宜兴市地处北亚热带南缘海洋季风气候区，受季风环流控制，全区气候温和湿润，四季分明，雨量充沛，光照充足。全市平均气温在 15℃左右，极端最高气温 39.6℃，极端最低气温-13.1℃，多年平均降雨量 1198mm，最大降雨量可达 1738mm，降雨多集中在汛期的 6~9 月份，汛期雨量一般在 584.1mm，约占全年降雨量的 50%，区内多年平均蒸发量为 1223.6mm。

2.1.3. 水系水文特征

宜兴境内河流属太湖流域水系。平原区内河道纵横交叉，湖荡星罗棋布，河湖息息相通，全市水域面积约 32 万亩。湖泊有太湖、隔湖、东沏、西沏、都山荡、马公荡等，山区有横山水库、黄墅水库、东岭水库等。主干河流有南（溪）河、北（溪）河，自西向东，汇集山涧溪流及上游来水。据多年监测资料，西沏最高、最低水位分别为 5.29m 和 2.27m。

2.1.4. 地形地质

2.1.4.1. 地形地貌

宜兴市地势南高北低，北部属太湖堆积平原，地形平坦，地面标高变化于 2~6m 之间，南部低山丘陵山区，基岩广泛裸露，崇山峻岭与冲沟、谷地相依展布，地形起伏，绵延数十里，山脉系浙江天目山东北延伸余脉。区内地貌按成因和形态可划分为构造剥蚀低山丘陵、侵蚀堆积岗地及冲湖积平原三大地貌单元（图 2-2）。

三木化工地块地貌类型属于侵蚀堆积岗地，从地块周边地形（图 2-3）可以看到，地块处于龙背山山前边缘向平原的过渡地带。

场区内原始地形西南高东北低，现因地表绝大部分区域被堆填基坑土，原始地形破坏严重，地块内地势较平坦，地面标高为 5.77~8.02m（实测数据，1985 高程）。主要由第四系中更新统和上更新统下蜀组粉质黏土组成，厚度 4~35m，粉质黏土具胀缩性。下伏基岩为白垩系碎屑岩。

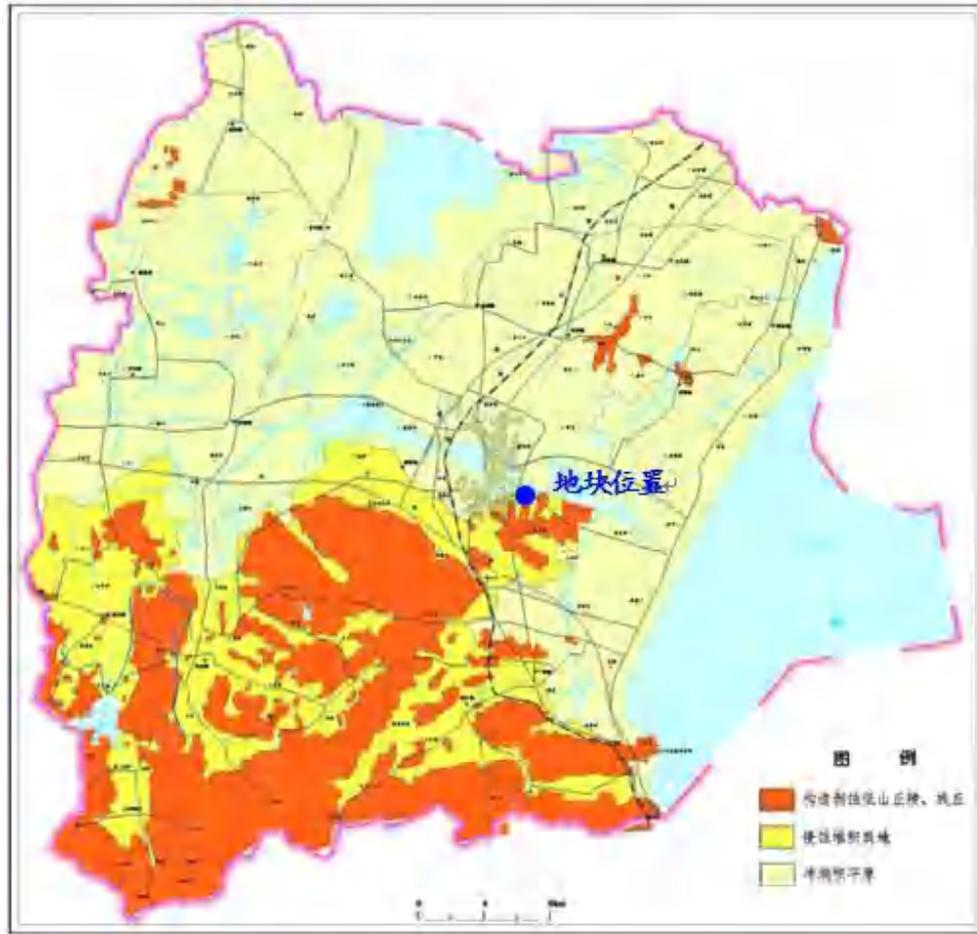


图 2-2 宜兴市地貌类型分区图

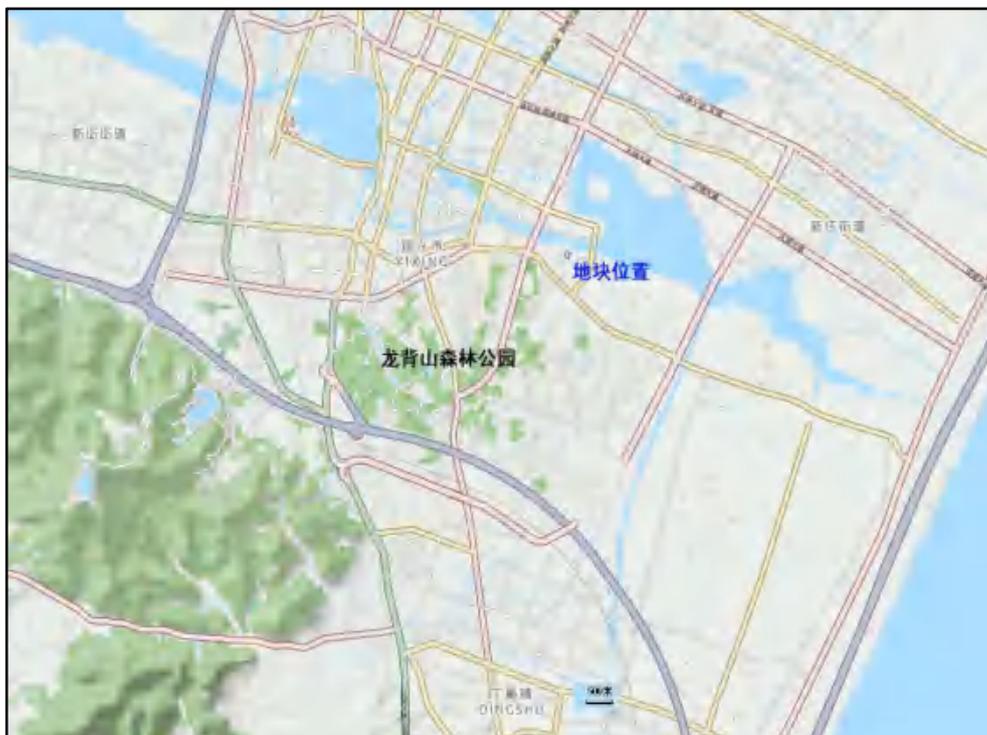


图 2-3 地块及周边地形概况

2.1.4.2. 地层岩性

宜兴市的地层属扬子地层区江南地层小区，地层发育较为齐全。南部低山丘陵区基岩大多出露地表，其中，绝大部分为沉积岩地层，北部平原区大多被第四系松散层覆盖，境内出露的地层主要有：奥陶系下统（ O_1 ）、志留系上统（ S_3 ）、泥盆系上统（ D_3 ）、石炭系（ C ）、二叠系（ P ）、三叠系中下统（ T_{1-2} ）、白垩系上统（ K_2 ）和古近系（ E ）。

地块及周边基岩岩性为白垩系上统浦口组和白垩系上统赤山组，浦口组在地块以南至龙背山一带出露，向北逐渐被第四系覆盖，赤山组主要分布在大溪河、东洑以北一带，均被第四系覆盖。

（1）白垩系上统浦口组（ K_{2p} ）

主要分布在平原区及山麓边缘地带，多为第四系掩盖，地表仅出露于东梅园、龙背山一带，为一套浅紫色角砾岩、砂砾岩夹砂岩，砾石含量占 70-80%，磨圆度差，呈棱角状至次棱角状，具有山区河流—快速堆积的山麓相的特点。与下伏侏罗系火山岩不整合接触。

（2）白垩系上统赤山组（ K_{2c} ）

仅出露于牛犊山、虎家山两地，为一套砖红色细粒长石岩屑砂岩、长石杂砂岩，近山麓边缘，岩性较粗，含角砾多，厚度薄，往盆地中心，颗粒变细，厚度增大，与下伏浦口组（ K_{2p} ）为整合接触。

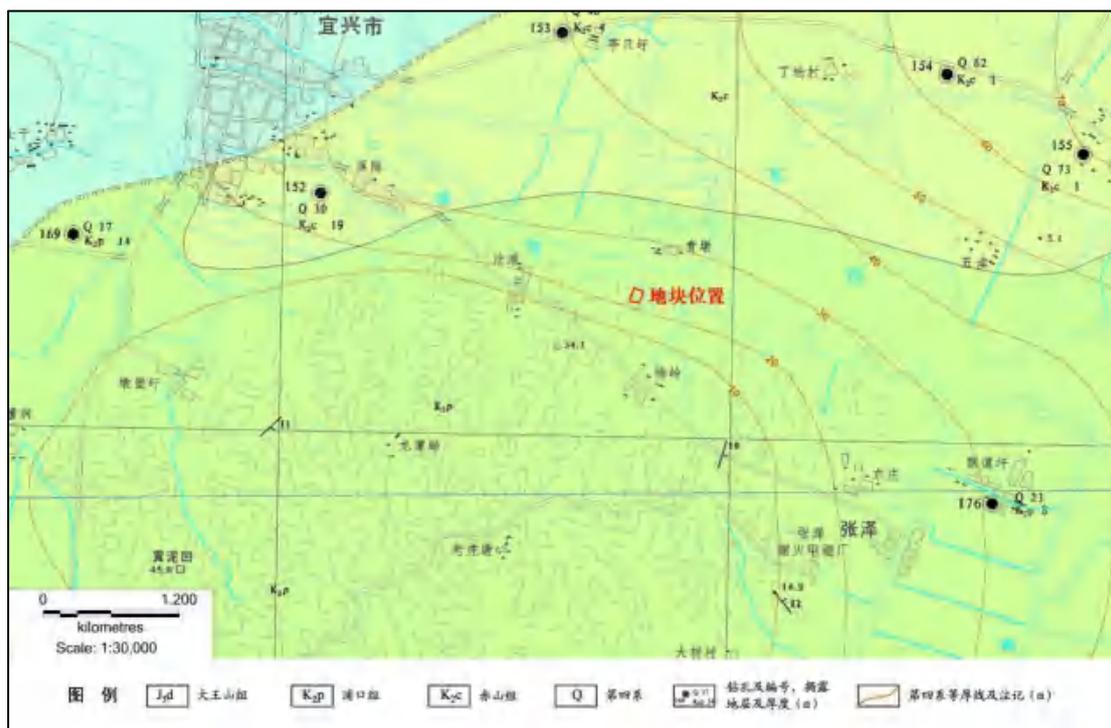


图 2-4 地块及周边基岩地质图

宜兴市第四系地层受古地理环境、古水流条件和基底构造等多重因素的影响，北部平原发育分布比较稳定，由山前向东北方向逐渐增厚，厚度变化于 30-130m 之间，为一套冲积和冲湖积交替变化的多层状沉积；南部低山丘陵区，因构造剥蚀作用强烈，第四纪沉积仅局限于分布在山麓洼地和山间河谷地段，分布不连续，厚度变化较大，一般小于 20m，为残坡积、冲洪积沉积。

(1) 下更新统 (Q_1)

主要分布在平原区东北部的和桥、闸口、分水一带，岩性为棕红色夹灰、灰白色含砂砾黏性土，厚度约 15m，在平原区的南部及西部、南部丘陵山区基本缺失。

(2) 中更新统 (Q_2)

在南部低山丘陵区零星分布，主要出露于伍员山西侧山麓岗地以东地区、张渚盆地南东边缘、湖滙盆地边缘、宜兴市东梅园-百合村-东庄村一带，成因以洪积为主，上部岩性为棕红、棕黄色粉质黏土，含少量铁锰结核及薄膜，中部为棕红色“网状红土”，下部为灰紫色、棕黄色砂砾层。平原区主要分布于南新、和桥、扶风等以北地区，埋藏深度一般在 50-110m，厚度变化较大，成因类型主要为河湖相，上部岩性为深灰、灰褐色粉细砂、粉砂质黏土、黏土，局部夹少量泥砾，下部为黄色、黄褐色细砂、黏土局部夹砾石。

(3) 上更新统 (Q₃)

全区第四系上更新统具有一定的分布广度,在低山丘陵区山前及丘岗地带较广泛分布上更新统下蜀组黏性土层,在张渚以东地区,成因类型以洪冲积及冲积为主,而张渚以西地区其成因以冲坡积及冲积为主,岩性主要为黄、黄褐色黏土质粉砂、粉砂质黏土、粉质黏土,普遍含铁锰结核及薄膜,底部含少量砂、砾石。地貌上往往构成洪冲积扇、岗地、阶地等。

平原区的上更新统为太湖平原冲湖积为主的边缘相沉积,埋藏深度一般在5-50米之间,自南往北有增厚趋势,变化于20-40m之间,岩性比较复杂,上部为灰黄、深灰色黏土质粉砂、粉砂质黏土、淤泥,下部为灰黄色黏土质粉砂、粉砂质黏土,底部为灰黄色含砾粉质黏土。成因以冲积为主,地貌上往往构成古冲积平原。

(4) 全新统 (Q₄)

全新统在区内主要分布在平原区,丘陵岗地区在冲沟谷地中零星可见。

分布于低山丘陵区的全新统,其岩性主要为土黄等杂色含砾粉质黏土、黏土质粉砂夹砂砾,结构比较疏松,局部砂砾成层分布,砾石大小混杂,成因以坡洪积或冲洪积为主,厚度一般小于10m。地貌上往往构成山间冲积平原,其分布标高一般为10-80m。

分布于平原区的全新统,其岩性上部为灰、灰黄色粉质黏土、粉土、粉砂,局部夹淤泥及泥炭层,下部为灰黄色粉土、粉砂,成因主要有冲积、冲湖积、湖积、湖沼积等,厚度一般变化于5-10m之间。

地块及周边地区地表出露的第四系主要有全新统(Q₄)和上更新统(Q_{3x})地层(图2-5)。



图 2-5 地块及周边地质图

2.1.4.3. 地块地层分布

根据该地块已开展的水文地质勘察工作成果可知，地块内上部地层为全新统（Q₄）杂填土、淤泥层（局部），上更新统（Q₃）的黄褐色粉质黏土层，下伏一套白垩系浦口组（K_{2p}）的棕红色砂岩。地块内 15m 以浅揭露的土层自上而下描述如下：

①层杂填土，黄褐色松散黏性土含腐殖质和少量生活垃圾，结构性差，填龄超过 10 年。该层遍布场地，厚度 0.8-3.1m，平均 1.62m；层底埋深 0.8-3.1m，平均 1.62m。

②层淤泥，黄灰色，软塑，含铁锰质浸染。该层仅在场内局部出现。钻孔揭露厚度 0.7-2.0m，平均 1.30m；层底埋深 1.7-5.0m，平均 3.0m。

③层粉质黏土，黄褐色，可塑-硬塑，含铁锰质结合，切面稍光泽，干强度韧性中等-高，该层除东南角缺失外在其他区域均出现。钻孔揭露厚度 0.4-6.8m，平均 3.86m；层底埋深 1.5-9.6m，平均 6.16m。

④层全风化-强风化砂岩，棕红色-灰色，岩性呈中密中砂状，风化物为主，混杂 30% 粒径 5-10cm 次圆状砾石。该层遍布场地，埋深 0.8~9.6m，现有成果揭

露最大厚度 7.8m，原勘探未揭穿。

2.1.5. 水文地质条件

2.1.5.1. 地下水类型

区内含水层主要为潜水含水层和承压含水层。

(1) 潜水含水层

含水层岩性为全新统（Q4）杂填土、淤泥层和上更新统（Q3）的黄褐色粉质黏土层，含水层厚度 1.5-9.6m，富水性很差，水质较差，单井涌水量小于 5m³/d。潜水含水层渗透系数为 1.72×10^{-5} cm/s，属于弱透土层。主要补给来源为大气降水。场地潜水含水层水位标高在 4.31-5.31m，地下水整体流向为从西南向东北，即由西南部的龙背山流向北部的大溪河。潜水水文地质图见图 2-6。

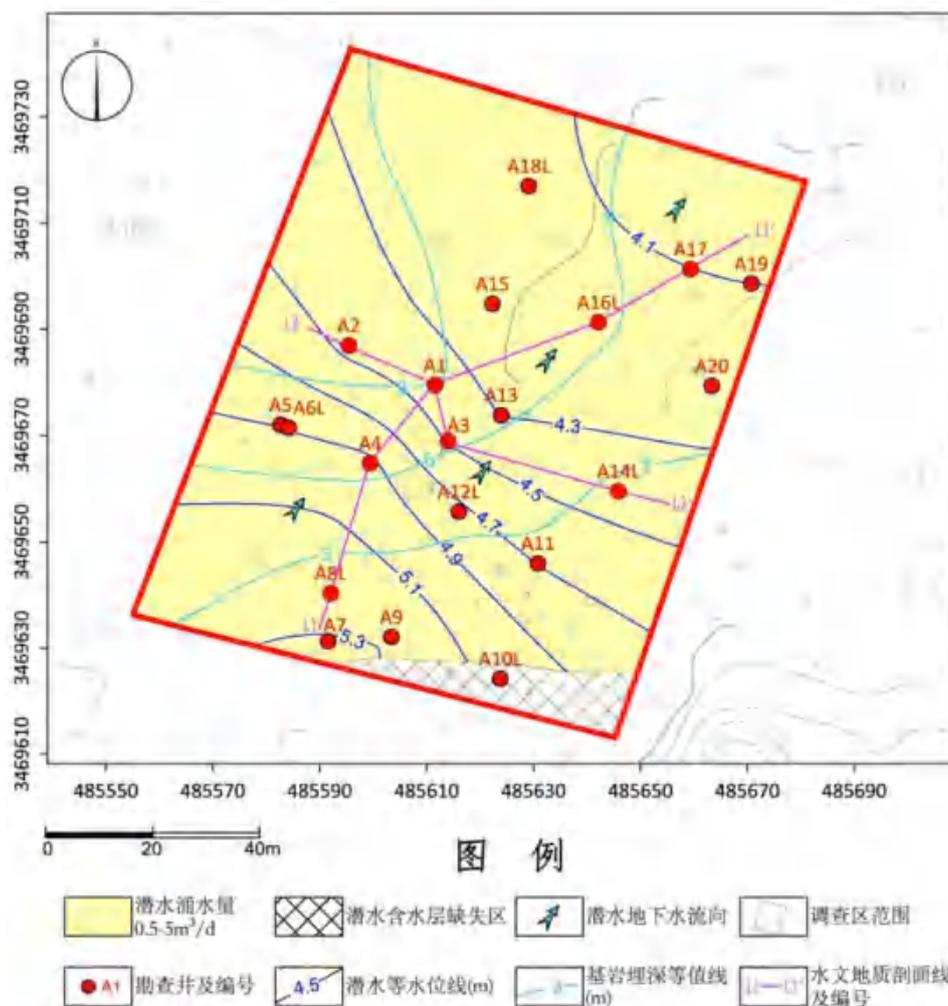


图 2-6 地块水文地质图

(2) 承压含水层

含水层岩性为白垩系浦口组（K2p）砂岩，属于风化裂隙水，含水层埋深

1.5-9.6m, 富水性较差, 单井涌水量 $10\text{m}^3/\text{d}$ 左右, 水质一般, 水位埋深 1.33-2.23m, 含水层渗透系数为 $1.48 \times 10^{-4}\text{cm/s}$ 。该层水具有承压性质, 主要补给来源有两条, 一是周边地势较高处同层地下水的侧向径流补给; 二是大气降水通过“天窗”对此层地下水进行补给。场地承压水水位比较稳定, 水位标高在 2.86m-4.78m, 地下水整体流向为西南向东北。

水文地质剖面见图 2-7、图 2-8

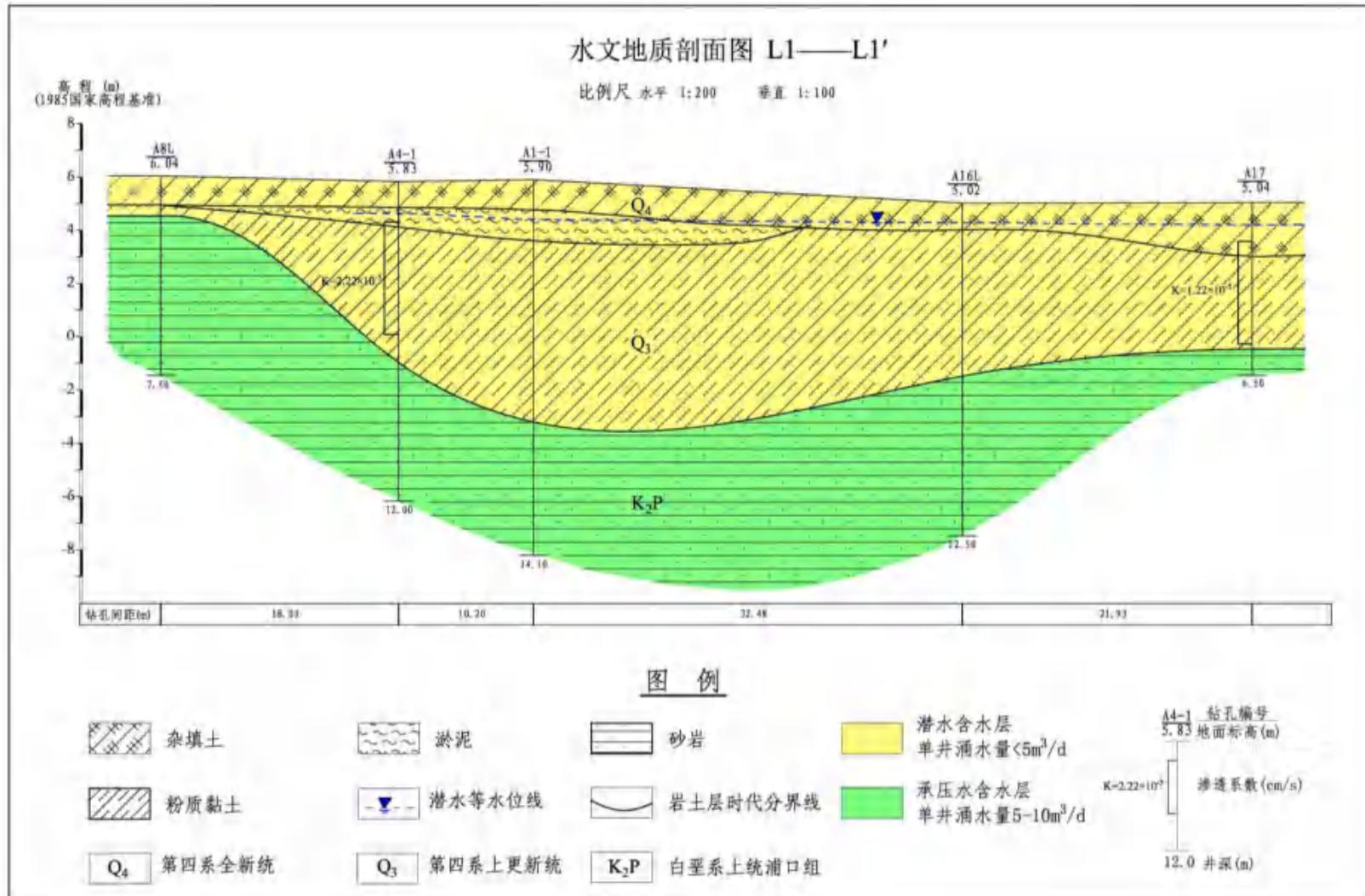


图 2-7 L1—L1' 水文地质剖面图

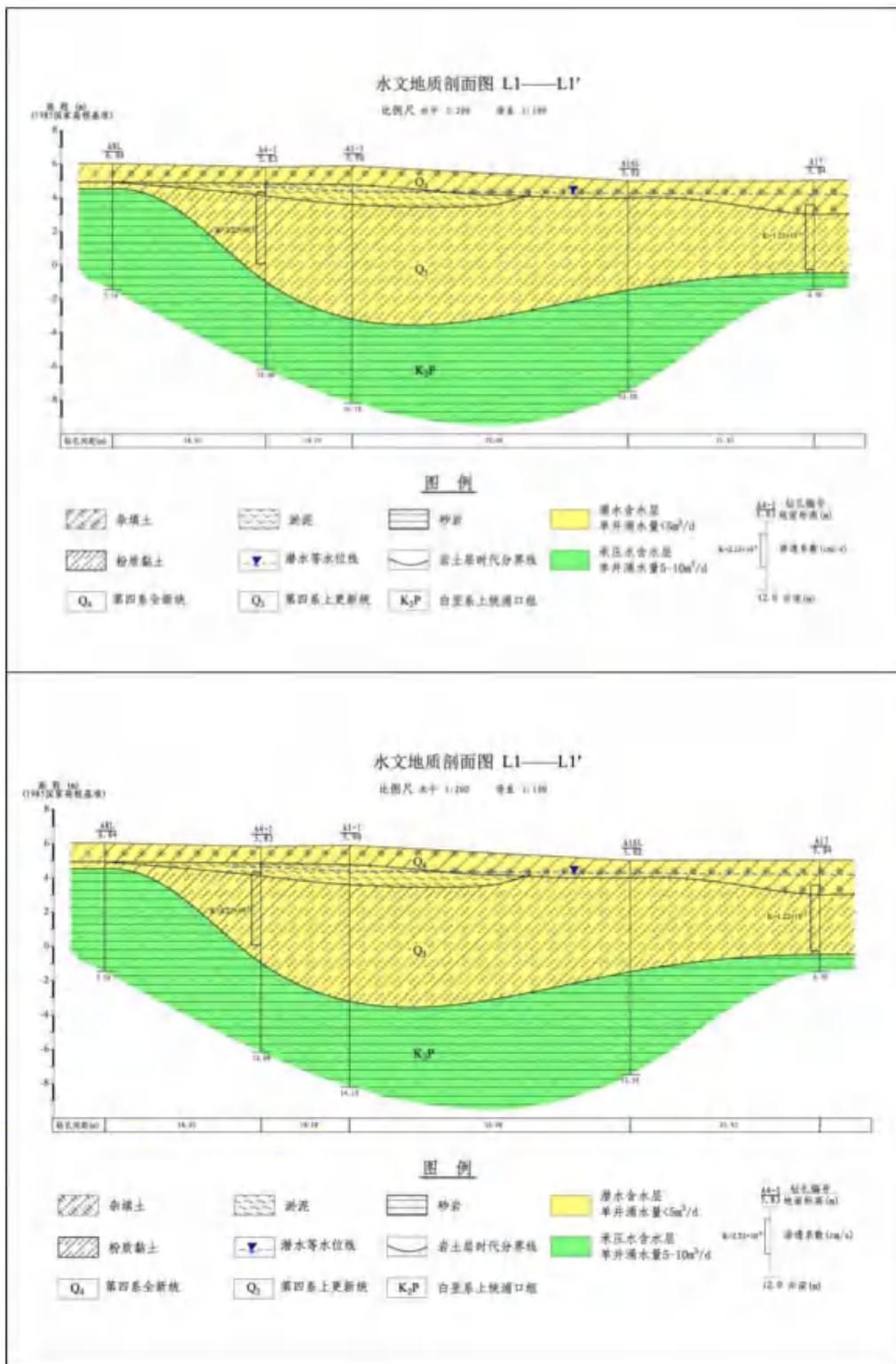


图 2-8 L2—L2'、L3—L3' 水文地质剖面图

2.1.5.2. 地下水流场特征

潜水含水层：根据水文地质勘察期间的水位统计的数据分析。场地潜水含水层水位标高在 4.31m-5.31m，地下水整体流向为从西南向东北。潜水流场见图 2-9。

承压水：地块承压水水位比较稳定，水位标高在 2.86m-4.78m，地下水整体流向为西南向东北。承压水流场见图 2-9。从潜水和承压水的水位流场、流向来看，潜水水位略高于承压水水位。

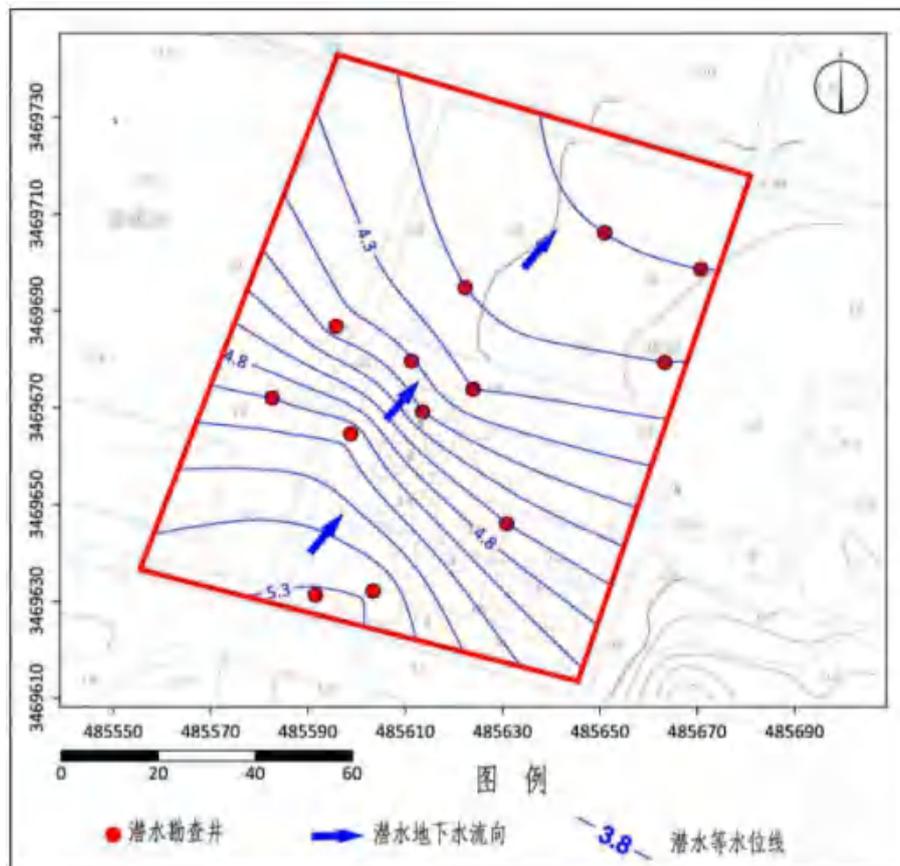


图 2-9 潜水流场图（2021）

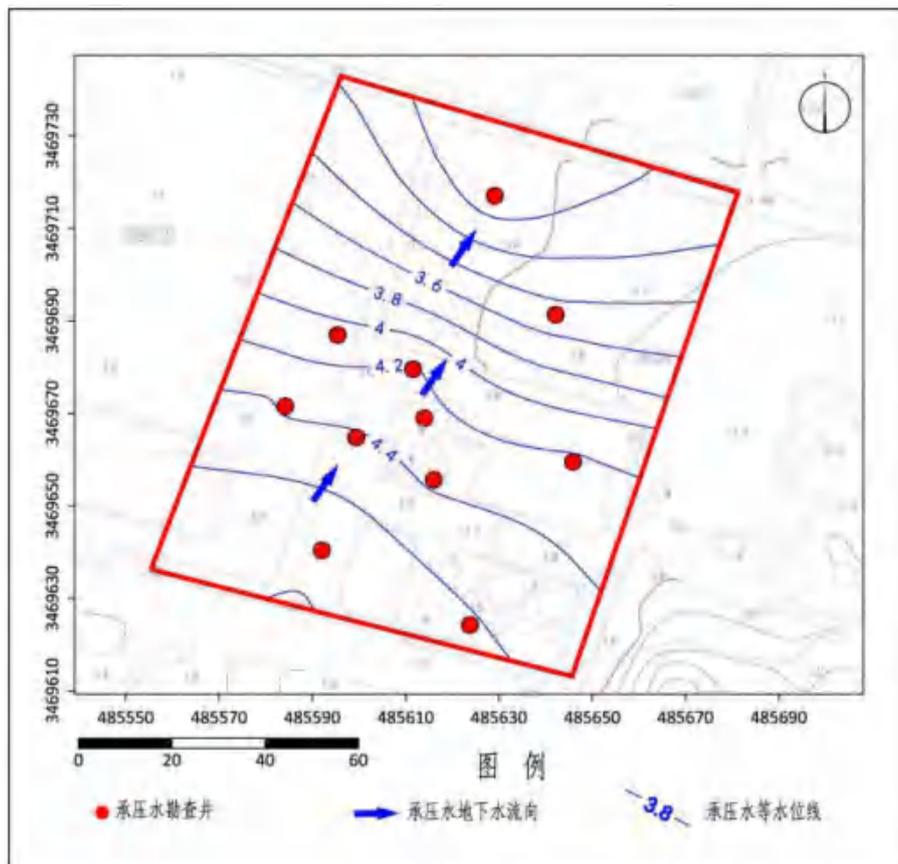


图 2-10 承压水流场图（2021）

2.1.5.3. 地表水体与地下水水力联系

水文地质勘察期间获得的地表水和地下水水位动态变化资料显示：

- （1）观测期间地表水水位略有波动；潜水水位和承压水水位比较稳定，日变幅较小，整体呈小幅下降趋势；
- （2）场地潜水含水层在自场地至大溪河方向存在明显水力梯度，潜水含水层水位高于地表水水位，地表水河床切割潜水含水层；
- （3）潜水水位和承压水水位与地表水水位无同步变化关系，初步表明本区地下水与地表水交互作用较弱，补给量较小。

2.2. 地块基本情况

2.2.1. 地块用地历史

基于前期场地调查及评估相关工作成果，本地块使用历史变迁情况如下：

- （1）2002 年以前，地块是沧浦村宅基地及农用地，属于农村集体土地，从最早的影像图可以看出，地块内主要为原始的山体及农田地貌。
- （2）2002 年地块被征用为企业用地，用作三木公司宜兴分厂厂区（以下简

称三木公司厂区)建设。原三木公司厂区于 2002 年正式基建, 2003 年建成投产, 2007 年 7 月停产并陆续拆迁, 2011 年整体拆迁完毕。拆迁后, 在地块内原污水处理站区域遗留一个水坑, 其他地区均为荒地。

(3) 2014 年, 地块被宜兴市土地收购储备中心收回。地块内仍保持荒地状态, 原污水处理站区域遗留的水坑仍存在, 周边部分村民利用地块土地开荒种植农作物。

(4) 2016 年, 地块东北角出现一个水坑(至 2019 年影像图上仍存在), 其它区域地貌无明显变化。

(5) 2020 年, 地块大部分区域被堆覆其东侧梅林 B05 地块的基坑土, 原污水处理站区域水坑、东北角水坑不复存在, 目前地块仍维持该现状至今, 处于闲置待开发状态。

地块使用历史见表 2-1。

表 2-1 地块土地利用历史一览表

起始时间 (年)	结束时间 (年)	土地用途	地块使用权人
/	2002	农用地、宅基地	沧浦村
2002	2011	企业用地(化工行业)	江苏三木集团公司
2011	2014	荒地(闲置)	江苏三木集团公司
2014	2020	荒地(局部种植农作物)	宜兴市土地收购储备中心
2020	2021	荒地(地表被堆覆东侧相邻地块基坑土、东侧及南侧被相邻地块占用)	宜兴市土地收购储备中心
2021	至今	荒地(东侧及南侧原被占用区退让, 地块实行封闭管理)	宜兴市土地收购储备中心

2.2.2. 原企业生产情况

基于前期场地调查及评估相关工作成果及相关访谈结果, 主要生产情况概括如下:

本地块于 2002 年开始建设厂区, 2003 年正式生产, 主要产品为醋酸丁酯和醋酸乙酯, 于 2007 年 7 月左右停产。地块内设施于 2010 年左右拆迁完毕。

地块隶属于原三木集团公司地块, 原公司在原厂址范围内主要建有生产区、储存区、辅助设施区及生活区, 主要分布在靠近大溪河的北部区域。原企业的建设情况详细信息见表 2-2, 其平面布置见图 2-11。本地块范围内包含原三木公司

的生产区（含 1 座污水处理池）和小部分仓库区域，生产区和仓库地面均做了硬化处理。

该项目所用原辅料主要有：醋酸、丁醇、乙醇、纯碱和硫酸；

醋酸丁酯生产工艺为：将丁醇、乙酸和浓硫酸按一定比例投入搪玻璃酯化反应釜中，在 120℃ 进行酯化反应，回流脱水，当反应液中醋酸丁酯达到一定含量时停止反应，同时停止向反应釜夹套内通蒸汽，向夹套内通入冷却水冷却至室温后，将物料放入蒸馏釜中蒸馏。所得醋酸丁酯粗品中加入 5% 纯碱溶液中和，分去水后放入精馏塔中进行常压蒸馏，收集 126℃ 馏分即为产品醋酸丁酯。精馏过程中的初馏分和釜中残液去回收釜回收过量的物料丁醇和蒸出的产品醋酸丁酯，回收的丁醇和醋酸丁酯再返回反应釜中循环使用。

醋酸乙酯生产工艺原理同醋酸丁酯。

表 2-2 原三木公司功能区详情

序号	功能区	名称	详情	备注	是否位于本地块
1	生产区	生产车间	为钢结构车间，共建有 4 条生产线，3 个醋酸丁酯反应釜、1 个醋酸乙酯反应釜，实际仅有 1 条生产线开工		是
2		冷却塔	为反应釜冷却降温		是
3		化验室	板房结构，用于化验分析产品质量		是
4		地磅房	2 座，用于原辅料、成品称重		是
5		泵房	用于泵取原辅料、成品等		是
6		中间储罐	贮存原辅料与成品	均为地上储罐	是
7	储存区	储罐区	储存原辅材料和成品，共 8 个储罐，7 个 300t 储罐、1 个 100t 储罐，其中 3 个为空罐，其它用于储存冰醋酸（304 不锈钢罐）和乙醇、丁醇、醋酸丁酯、醋酸乙酯（钛钢罐）；储罐外围预留有 7 个钛钢基座	均为地上储罐	否
8		临时仓库	为临时工棚，用于堆放杂物（如桶、设备、泵等安装器材）		部分位于
9	辅助设施区	污水处理站	深约 2m 左右，为混凝土浇筑；用于储存工业废水，工业废水排入清源污水处理厂集中处理；1t 成品产生废水约 150kg	为地下构筑物	是
10		锅炉房	燃煤锅炉		否
11		煤堆场	露天堆放		否
12		水泵房	从大溪河中泵取河水至泵房中		否

2.2.4. 地块使用现状

项目组于 2024 年 9 月对本地块进行了现场踏勘。地块的无人机航拍图如下图所示。

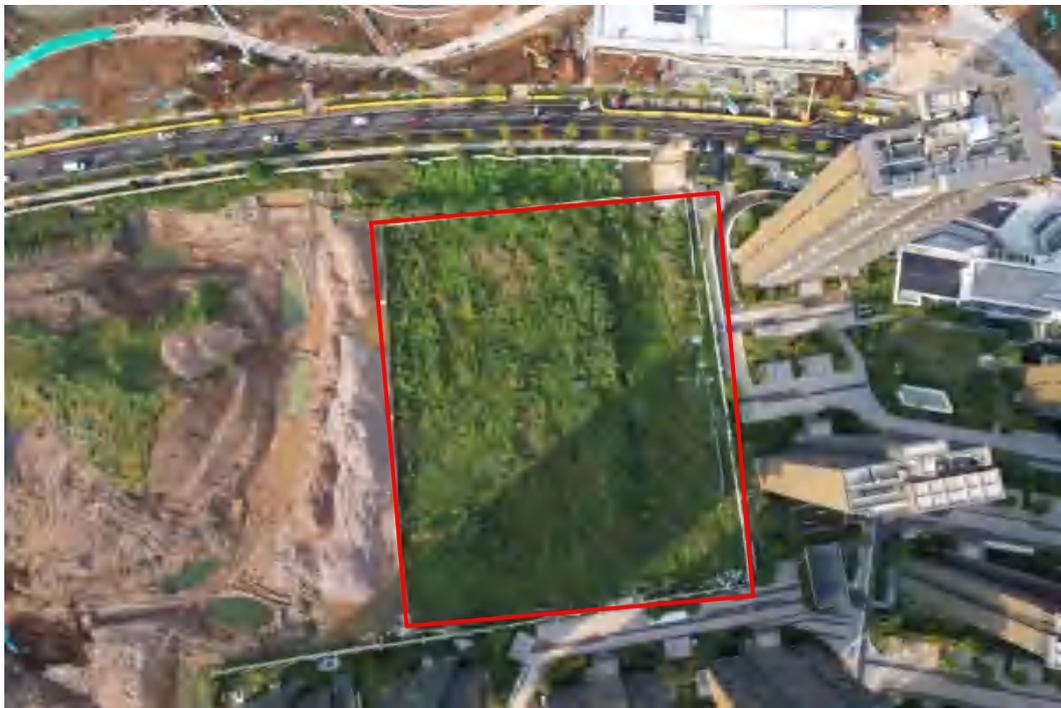


图 2-13 地块现状（拍摄时间 2024 年 9 月）

现场踏勘显示，地块内原三木公司的生产区和仓库的建（构）筑物均已拆除，目前基本为平地，并分布有少量硬化路面。

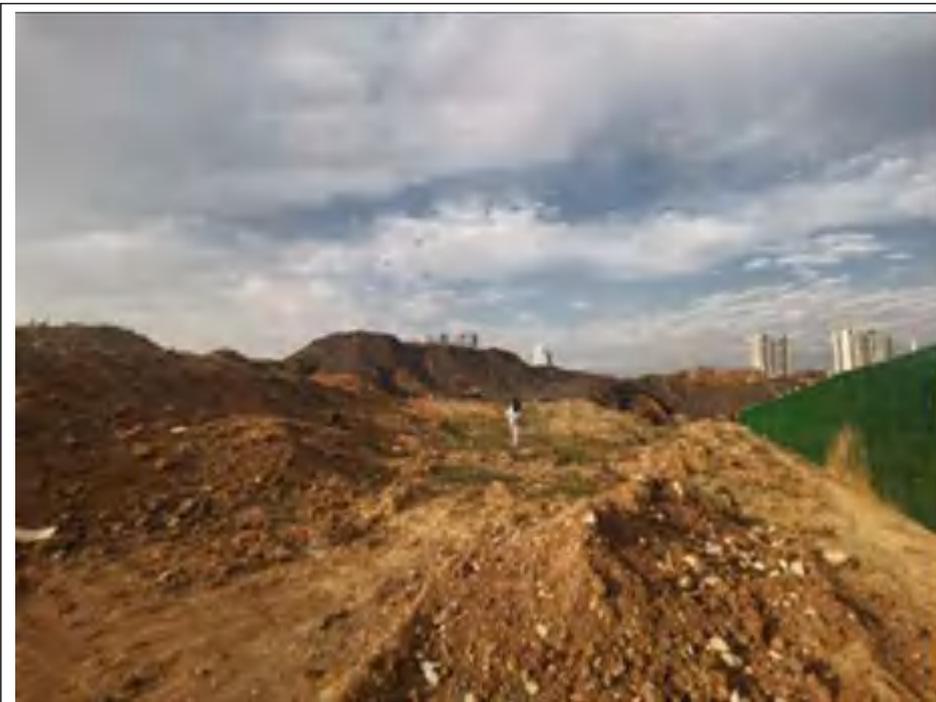
2.2.5. 周边环境情况

通过现场实地踏勘，本地块周边 500m 区域内主要为在建的建筑工地及空地，各区域与本地块的位置关系如图所示。

- （1）地块西侧为梅林 B04 地块（规划为教育用地，现为空地，其上堆覆部分堆土）；
- （2）地块北侧为道路（清溪路，2019 年已建成）及大溪河；
- （3）地块东侧为御澜沅溪地块；
- （4）地块南侧为御澜沅溪地块。



图 2-14 周边用地与本地块位置关系



B04 地块
(地块尚未开发，其上堆覆建筑开挖的基坑土)



B05 地块
（现为
御澜沅
溪在建
工地）



 A photograph of a large-scale construction site. The main structure is a tall building under construction, completely covered in green safety netting. Several tower cranes are visible against a cloudy sky. In the foreground, there is a road and a green construction fence with white text. The text on the fence includes "让语言传用行" and "城市让生活更美好 工明让城市更靓丽".	<p>凤鸣府</p>
 A photograph of a construction site for a residential project. In the foreground, there is a large white sign with the Chinese characters "环境" (Environment) and "春晓江南" (Chunxiao Jiangnan). To the right, a red sign reads "江苏伟三集团" (Jiangsu Weisan Group). The background shows a building under construction with green safety netting and several tower cranes. A street lamp is visible on the right side of the frame.	<p>春晓江南</p>

	<p>梅林公园山脉段—— 凤鸣府项目部</p>
	<p>梅林公园水岸段（在建）</p>

	<p>原清源 污水处 理厂（空 地，正在 建设）</p>
	<p>大溪河</p>

图 2-15 周边地块现状

2.2.6. 敏感目标

本地块周边 500 m 范围内的环境敏感点主要是周边的住宅、大溪河以及梅林公园。

表 2-3 地块周边敏感目标

序号	名称	类别	方位	距离 (m)
1	御澜沅溪	住宅	东、南	紧邻
2	春晓江南	住宅	东、东南	160、300
3	凤鸣府	住宅	南	180
4	梅林公园	公共服务用地	北、西	37、180
5	大溪河	地表水	北	90

3. 地块污染特征地块前期调查评估情况

3.1. 地块土壤污染状况调查

前期环境调查始于 2021 年，经历了初步调查、详细调查、第一次补充调查、第二次补充调查以及风险评估阶段补充调查等多轮次进场取样及分析，涉及较多工程量及成果，主要概况汇总于表 3-1。

表 3-1 地块调查主要历程及结论

序号	阶段	开始时间	主要工作量	主要结论
1	初步调查	2021 年 5 月	土壤点 5 个，样品 35 件； 地下水点 5 个，样品 6 件。	土壤未超标； 地下水 2 个点位超标 (挥发酚及氯苯)
2	详细调查 及第一次 补充调查	2021 年 6 月 2021 年 8 月	土壤点 8 个，样品 94 件； 地下水点 10 个，样品 11 件。 土壤点 2 个，样品 32 件； 地下水点 9 个，样品 10 件。	土壤 Z10 点超标（镍、 氯苯、1,4-二氯苯、1,2- 二氯苯）； 地下水 2 个点位超标 (氯苯、苯、1,2-二氯苯、 镍)
3	第二次补 充调查	2021 年 9 月	土壤点 5 个，样品 65 件； 地下水点 11 个，样品 13 件。	土壤未超标； 潜水 3 个点超标（氯苯、 1,2-二氯乙烷） 承压水 3 个点超标（氯 苯、1,2-二氯苯、1,2-二 氯乙烷）
4	风险评估 阶段补充 调查	2022 年 8 月 2023 年 2 月 2023 年 5 月	土壤点 5 个，样品 17 件； 地下水点 14 个，样品 17 件。	土壤未超标； 潜水泵 1 个点超标（挥 发酚） 承压水点位 3 个点超标 (1,2-二氯乙烷、氯苯)

3.1.1. 地块初步调查

本地块的初步调查工作于 2021 年 5 月开始，调查内容包括土壤以及地下水调查。

3.1.1.1. 点位布设及取样工作量

(1) 土壤监测：共布设土壤调查点位点位（B1~B5），深度统一为 7.5m；在未覆土区域土壤孔深度设置为 4.5m。在地块外南侧设置土壤对照点 1 个。此外，地下水监测涉及的 GW1~GW5 也同步取土壤样品。

(2) 地下水监测：在地块内共布设 5 口地下水监测井（GW1~GW5），在

地块东侧农用地内利用 1 眼民井作为对照井，每个监测井取 1 个地下水样品。

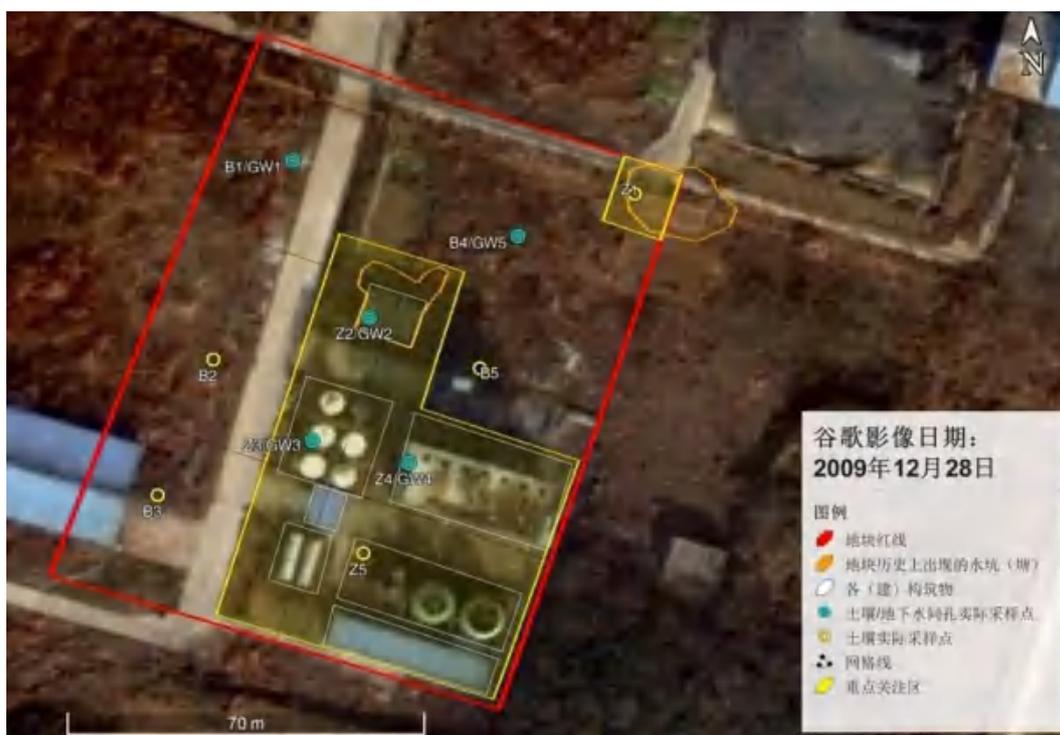


图 3-1 初步调查点位分布图（摘自风险评估报告）

3.1.1.2. 检测指标

土壤：pH、无机和重金属 7 项（砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍）、挥发性有机物（VOCs）、半挥发性有机物（SVOCs）、总石油烃（C10-C40）。

地下水：pH、无机和重金属 7 项（砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍）、挥发性有机物（VOCs）、半挥发性有机物（SVOCs）及总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、挥发性酚类、阴离子表面活性剂、耗氧量、氨氮、钠、硫化物、亚硝酸盐、硝酸盐、氰化物、氟化物。

3.1.1.3. 初步调查结果

（1）地块内的 10 个土壤点位及堆土点位中（包括土水共点 5 个、土壤点位 5 个），所有指标均不超标（二类用地筛选值）。

（2）地块内部分指标超过地下水IV类标准值，超标指标为总硬度、挥发酚、氨氮、耗氧量及氯苯（共 5 项），超标孔位为 GW1、GW2，其中 GW1 中总硬度、挥发酚、氨氮、耗氧量超标，GW2 中超标指标为氨氮、耗氧量及氯苯。主要超标的地下水情况详见表 3-3（初调、详调及第一次补充调查超标情况）

3.1.2. 地块详细调查及第一次补充调查

本地块的详细调查工作于 2021 年 6 月进行，调查内容以初步调查阶段主要超标的 GW1、GW2 点位为中心点开展。同时，第一次补充调查工作于 2021 年 8 月进行，以进一步确定超标范围。

3.1.2.1. 点位布设

详细调查：

(1) 针对 GW1 点位，在 GW1 点位平行和垂直于地下水流向的四个方向，布设 4 个土壤和地下水同孔点位（B6/GW10、B7/GW11、B8/GW12、B9/GW13），同时在该点位布设一个地下水加深点位（GW1-1）；

(2) 针对 GW2 点位，在 GW2 点位四周布设 4 个土壤和地下水同孔点位（Z6/GW6、Z7/GW7、Z8/GW8、Z9/GW9）和 1 个地下水加深点位（GW2-1）。对于探查污染范围的点位，即 GW1、GW2 上游、下游及两侧的点位，仍钻探至 7.5m，以控制其边界；对于 GW1、GW2 旁的深井，深度设置为 10m。

(3) 详细调查阶段，共布设 8 个土壤点、10 个地下水点，含 8 个水土同孔点；土壤样品 43 件送检分析；采集的地下水样品 11 件（平行样 1 件）。

第一次补充调查：

(1) 针对 GW1 点位周边：在现有 GW1 井旁再布设一个深井（GW1-2），在 GW10 点位布设一个深井（GW10-1），在 GW10 南侧约 15m 处，布设一个 7.5m 井（GW14）和一个深井（GW14-1），分别探查挥发酚污染的南部扩超标边界和深度，因该点是新开土壤点位，对改点同时采集土壤样品。对应土壤点编号 B10。

(2) 针对 GW2 点位周边：在 GW6、GW8 两个点位旁各布设 1 个深井（GW6-1、GW8-1），在 GW6、GW8 上游（南侧）方向，布设 1 个新的深井调查点位以探测污染边界（编号 GW15-1），该点是新开土壤点位，对该点同时采集土壤样品，对应土壤点编号 Z10。

(3) 针对 GW9 点位周边：在 GW9 点位旁布设 1 个深井（GW9-1），同时在其东侧横向扩散方向布设 1 个深井（GW16-1），与初调阶段的土壤点 B5 同孔设置。补充调查阶段，按照设计方案共在地块内施工土壤点位 2 个，共采集 32 件土壤样品，筛选了土壤样品 20 件（含平行样 2 件、基坑填土 3 件）送至

实验室进行检测分析；在地块内共建设 9 个地下水监测井，采集送样 10 件地下水样品（含 1 件平行样）。



图 3-2 详细调查点位分布



图 3-3 第一次补充调查点位分布

3.1.2.2. 检测指标

土壤测试指标为：pH、无机和重金属 7 项、挥发性有机物 27 项（含氯苯）、半挥发性有机物 11 项；

地下水测试指标为：pH、总硬度、挥发酚、氨氮、耗氧量、氯苯、硫酸根、钠离子、无机和重金属 7 项、挥发性有机物 27 项（含氯苯）、半挥发性有机物 11 项、总石油烃（C₁₀-C₄₀）。

3.1.2.3. 调查结果

（1）土壤调查结果

详查及补充调查阶段，共计送检了 10 个土壤点位共计 51 个土壤样品进行送检，检测结果显示：除 Z10 点位（储罐区）中污染物有超标现象外，其余孔位所有指标均不超标（二类用地筛选值），且远远低于第一类用地筛选值。Z10 孔位中超标污染物为镍、氯苯、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯，超标深度为 2.5m~4.0m。Z10 孔位超标指标检出情况见表 3-2。

表 3-2 Z10 点位超标情况

点位	样品编号	采样深度 (m)	镍	氯苯	1,4-二氯 苯	1,2-二氯 苯
Z10	Z10-0.5m	0.5	48	ND	ND	0.0637
	Z10-2.5m	2.5	27	521	46.9	10200
	Z10-3.0m	3	3130	177	22.3	9710
	Z10-3.5m	3.5	1160	124	10.3	11000
	Z10-4.0m	4	1500	111	36.5	16600
	Z10-4.5m	4.5	644	0.0091	0.0235	8.44
	Z10-5.5m	5.5	63	0.769	ND	135
	Z10-6.5m	6.5	54	ND	ND	10.5
	Z10-7.5m	7.5	65	ND	ND	0.429
	Z10-9.5m	9.5	61	0.0614	ND	2.01
Z10-10.0m	10	64	0.0972	ND	2.61	
筛选值（第二类用地）			900	270	20	560

（2）地下水调查结果

详查及补充阶段，在地块内共采集了 19 个地下水样品，对地下水样品检测了 pH 等 7 项无机指标、重金属（7 项）、挥发性有机物（27 项）、半挥发性有机物（11 项）及石油烃（1 项）共 5 类指标，检测项达 53 种。19 个地下水井中，共发现地下水中超标指标共 8 项，分别为：总硬度、氨氮、耗氧量、挥发酚、苯、1,2-氯苯、镍、氯苯。其中镍和 1,2-二氯苯超标孔位均位于 GW15-1 中。

超标指标汇总详情见表 3-3。

表 3-3 初调、详调及第一次补充调查地下水超标情况汇总

点位	地下水井编号	深度 (m)	总硬度 mg/L	氨氮 mg/L	耗氧量 mg/L	挥发酚 mg/L	镍 μg/L	苯 μg/L	氯苯 μg/L	1,2-二氧苯 μg/L
GW1	GW	7.5	737	2.38	31.8	0.0123	3.87	3.3	6.4	1.4
	GW1-1	10.5	1100	9.98	211	0.12	12	15	118	85.8
	GW1-2	12	561	10.7	311	0.893	12.6	183	137	141
GW2	GW2	7.5	371	1.91	11.1	0.0048	5.68	46.9	3550	17.3
	GW2-1	10	671	0.789	7.21	0.0089	16.6	176	4410	126
GW6	GW6	7.5	663	0.42	8.54	0.008	12.4	7	481	317
	GW6-1	9	749	0.963	3.54	0.0059	5.09	7.5	365	19.5
GW8	GW8	7.5	589	0.445	8.54	0.0035	4.5	6.3	443	220
	GW8-1	10.5	356	0.142	6.52	0.0662	1.67	50	253	14.3
GW9	GW9	7.5	651	3.48	62.4	0.0176	9.51	ND	ND	6.7
	GW9-	9	911	2.41	13.2	0.0175	3.94	20	144	8.6
GW10	GW10	7.5	496	4	22.1	0.0126	3.03	3.6	1.3	1.8
	GW10-1	11.5	404	5.89	49.7	0.164	4.38	18.9	2.1	2.8
GW14	GW14	7.5	405	0.198	4.66	0.0092	2.48	8.4	ND	72.7
	GW14-1	12.5	312	0.204	3.11	0.0368	3.87	32.3	1.3	147
GW15	GW15-1	10	1660	0.33	23	0.285	5390	23.4	89.4	13800
GW16	GW16-1	6.2	322	0.545	4.33	0.0205	9.67	ND	1.6	2.1
GW3	GW3	7.5	395	0.053	5.56	0.0036	5.34	1.8	144	302
GW4	GW4	6	392	0.301	7.38	ND	1.96	ND	19.2	29.4
GWS	GW5	6	287	0.18	4.66	0.001	2.94	ND	7.4	3.3
GW7	GW	7.5	330	0.055	3.34	0.0012	6.75	ND	ND	ND
GW11	GW11	7.5	389	0.133	4.28	0.0012	2.8	ND	ND	ND
GW12	GW12	7.5	357	0.564	4.93	0.0014	2.28	ND	ND	ND
GW13	GW13	7.5	206	0.07	1.87	0.001	1.93	ND	ND	ND
筛选值			650	1.5		0.01	100	120	600	2000

3.1.3. 地块第二次补充调查

本地块第二次补充调查工作于 2021 年 10 月进行，以进一步确定超标范围。

3.1.3.1. 点位布设及取样工作量

(1) 潜水布点与采样（8 个）：

针对 GW1 点位：在其周边四个方向布设 4 个潜水深井，编号为 GW11-1、GW13-1、GW12-1、GW19-1。

针对 GW2 点位：在下游设置 GW7-1 井。

针对 GW9 点位：在其上游设置 GW4-1 井。

针对 GW15 点位：在其南侧约 20m 处布设 GW18-1 井、在其西侧约 20m 处布设 GW17-1（与原土壤点位 B2 同孔设置）。潜水井深度设置为钻至潜水含水层底部，开筛深度为井孔底部以上 2m。

(2) 承压水布点与采样（3 个）：

在地块内布设 3 个承压水井，其中一个布设在 GW2 点旁，编号 GW2-QJ；一个布设在 GW15 南侧、GW18 点位处，编号 GW18 QJ；一个布设在 GW15 西侧、Z12 处，编号为 GW20-QJ。承压水井设置为 12~15m，开筛深度为强风化砂砾岩段，且保持与上部土层底板相隔至少 1m 距离。

(3) 土壤布点与采样（5 个）：

地块内的土壤超标点位为 Z10，超标污染物为镍、氯苯、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯，为精确确定 Z10 附近的超标情况，在 Z10 点位的东西南北四个方位均设置土壤调查点，其中在南侧、西侧、东侧约 10m 的位置各布设一个土壤点，编号为 Z11、Z12、Z13，在新建的 GW18-1 点位布设土壤点 Z14（位于 Z10 南约 20m），在 Z11 西约 15m 布设土壤调查点 Z15。土壤采样点深度设置为钻探至土层底部。

3.1.3.2. 检测指标

土壤和地下水样品测试指标与第一次补充调查时指标一致，并在此基础上增测酚类化合物 14 项（苯酚、2-氯酚、2-甲基苯酚、4-甲基苯酚、2,4-二甲基苯酚、2,4-二氯苯酚、2,6-二氯苯酚、2,3,4,6-四氯苯酚、2,4,6-三氯苯酚、2,4,5-三氯苯酚、4-硝基苯酚、五氯酚、4-氯苯酚、3-甲基苯酚）。

3.1.3.3. 第二次补充调查结果

(1) 地块内土壤调查结果

第二次补充调查阶段在地块内共布设了 5 个土壤点，对地块内 18 个土壤样品检测结果显示，土壤各项指标均未超过第二类用地筛选值。

(2) 潜水调查结果

第二次补充调查阶段，在地块内共采集并送检了 8 个潜水深井中的地下水样品（不含平行样），检测统计结果显示，8 个潜水中未检出半挥发性和 14 种酚类化合物均，石油烃（C10-C40）有检出但均不超标，无机和金属指标中存在总硬度、耗氧量超标，挥发性有机物指标有部分检出，且存在超标现象，潜水中超标指标共 4 项，分别为：总硬度、耗氧量、氯苯、1,2-二氯乙烷，超标井位共 3 个：GW13-1、GW17-1、GW18-1，超标指标主要集中在 GW18-1 井中，其他两个井中仅总硬度超标。

(3) 承压水调查结果

第二次补充调查阶段，在地块内共新建了 3 个承压水井。检测结果与潜水中类似，最终发现承压水中超标指标共 4 项，分别为：总硬度、氯苯、1,2-二氯苯、1,2-二氯乙烷，超标井位共 3 个：GW2-QJ、GW20-QJ、GW18-QJ，超标指标主要集中在 GW18-QJ 井中，其他两个井中仅 1,2-二氯乙烷超标。



图 3-4 第二次补充调查点位分布图



图 3-5 第二次补充调查超标土壤周边污染物检出情况



图 3-7 风评阶段补充调查潜水点位分布

承压水布点： 地块内共增补布设地下水采样点 13 个。



图 3-8 风评阶段补充调查承压水点位分布

3.1.4.2. 检测指标

样品测试指标以土壤必测 45 项（无机和重金属 7 项、挥发性有机物 27 项、半挥发性有机物 11 项）、pH、地块内特征指标、已查明的超标指标（总硬度、挥发酚、氨氮、耗氧量、镍、苯、氯苯、1,2-二氯苯、2,4-二氯苯酚、2,3,4,6-四氯苯酚，1,2-二氯乙烷）为原则，具体为：（1）土壤 pH、必测 45 项、总石油烃（C10-C40）、酚类化合物。（2）地下水 现场指标：pH、水温、电导率、氧化还原电位、溶解氧、浊度等； 实验室检测指标：pH、45 项、总石油烃（C10-C40）、酚类化合物、总硬度、挥发酚、氨氮、耗氧量、地下水常规指标（钾、钠、钙、镁、氯离子、铁、锰、硫酸根、碳酸根、碳酸氢根）。

3.1.4.3. 调查结果

（1）风险评估阶段补充调查布设的 5 个土壤点位（Z16~Z20）所有指标均未超过二类用地筛选值；

（2）潜水补充调查点位（GW27）仅挥发酚超标；

（3）承压水：承压水中除一般化学指标外，1,2-二氯乙烷和氯苯两项指标超标。具体为：GW7-QJ、GW17-QJ、GW18-QJ、JW2-SJ、JW20-SJ 总硬度超标，JW18-SJ 耗氧量超标； GW20-QJ 点位 1,2-二氯乙烷超标，GW18-QJ、JW2-SJ 点位氯苯超标。

风险评估补充调查阶段，在地块内新建了 13 口承压水井，采集并送检了 16 个承压水样品（含调查阶段新建的 3 口承压水井），地下水样品检测统计结果及超标评价结果见 3-4。

表 3-4 风评阶段承压水超标情况

检测项目	样品编号		GW1-QJ	GW2-QJ	GW7-QJ	GW16-QJ	GW17-QJ	GW18-QJ	GW20-QJ	GW21-QJ	GW22-QJ	GW23-QJ	GW24-QJ	GW25-QJ	GW26-QJ	JW2-SJ	JW18-SJ	JW20-SJ
	检出限	单位	地下水															
无机																		
水温	-	℃	20.4	19.6	19.7	19.6	19.7	18.6	19.9	17.3	21.7	20.2	19.8	19.5	20.4	19.6	18.9	20.1
总硬度	5.0	mg/L	533	255	897	505	1160	721	461	553	813	452	641	595	500	701	603	849
氨氮	0.025	mg/L	0.033	0.223	0.672	0.412	1.28	0.301	0.2112	0.617	1.2	1.04	0.41	0.22	0.552	1.18	0.939	0.656
重碳酸根	5	mg/L	397	348	952	409	1080	537	508	636	976	416	616	589	597	666	513	984
pH	-		7.7	7.6	7.1	7.1	7	7.2	7.4	7.5	7.3	6.7	7.6	7.4	7.3	7.4	7	7.4
硫酸根离子	0.018	mg/L	32.9	14.8	70	35.3	267	85.9	24.9	33.1	147	108	35	89.9	19.1	144	139	134
氯离子	0.007	mg/L	189	7.24	21	126	37.4	197	42.6	72.9	30.5	38.8	135	41.9	23	58.9	37.8	30
耗氧量	0.4	mg/L	1.2	0.7	8.8	9.6	4.6	7.7	4.8	2.7	5	4.2	1.7	3	6.4	9	15.2	4.8
金属																		
铜	0.08	μg/L	0.62	0.28	ND	0.17	1.34	0.82	0.39	0.63	1.09	0.36	0.46	0.59	0.6	ND	0.47	ND
锰	0.12	μg/L	1110	977	21100	27900	6470	3170	523	3400	9550	3330	89	2570	10900	6110	15700	4690

铁	0.82	μ g/L	206	2.56	6350	20.1	13.8	699	3.42	4.22	6.48	4.53	3.71	2.51	11.6	8.3	18300	20.7
钙	0.02	mg/ L	170	82.4	314	137	465	225	151	176	260	151	195	171	148	244	159	307
镁	0.00 3	mg/ L	17	12.5	20.7	18.4	21.7	27.4	23.9	23.9	23.8	17.6	21.2	27.1	21	16.9	24.7	33.5
钾	0.05	mg/ L	1.1	0.565	0.775	0.498	1.61	2.99	1.73	1.48	1.33	1.73	1.75	1.03	0.205	3.28	0.2	9.32
钠	0.12	mg/ L	27.3	21.6	109	19.7	41.3	76.9	20.2	41.3	26.4	39.4	25.6	26.3	16.6	31.1	46.1	44.7
硝酸根	0.01 6	mg/ L	3.58	ND	ND	0.027	ND	ND	ND	0.056	ND	ND	0.444	4.87	ND	ND	0.115	ND
镍	0.06	μ g/L	1.28	1.19	1.48	2.57	8.27	1.27	1.13	1.52	3.68	2.6	1.48	3.2	2.15	3.41	3.69	5.22
铅	0.09	μ g/L	ND	ND	ND	ND	ND	0.16	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
砷	0.3	μ g/L	1.9	2.2	0.9	28	1	7.5	1.7	1.4	0.7	2.1	0.9	0.9	1.2	3.7	3.3	1.6
石油烃																		
C10-C40	0.01	mg/ L	0.07	0.05	0.09	0.19	0.29	0.51	0.09	0.06	0.29	0.16	0.11	0.11	0.08	0.49	0.26	0.26
挥发性有机物																		
单环芳烃																		
苯	1.4	μ g/L	ND	ND	28.0	ND	ND	20.6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	17.8	4.0	ND
甲苯	1.4	μ	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	9.0	ND	ND

		g/L																
乙苯	0.8	μ g/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.1	ND	ND
间二甲 苯+对二 甲苯	2.2	μ g/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4.0	ND	ND
邻二甲 苯	1.4	μ g/L	ND	ND	ND	ND	12.6	108	68	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
卤代脂肪烃																		
1,2-二 氯乙烷	1.4	μ g/L	ND	ND	ND	ND	3.2	12.6	108	6.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
卤代芳烃																		
氯苯	1.0	μ g/L	2.3	14.3	326	220	ND	1350		ND	ND	ND	ND	ND	ND	9940	267	ND
1,4-二氯 苯	0.8	μ g/L	ND	1.5	187	56.9	ND	308	2.5	ND	ND	ND	1.2	ND	ND	88.2	84.9	10.9
1,2-二氯 苯	0.8	μ g/L	ND	1.5	187	56.9	ND	308	2.5	ND	ND	ND	1.2	ND	ND	88.2	84.9	10.9
半挥发性有机物																		
多环芳烃类																		
萘	0.01 1	μ g/L	ND	ND	ND	ND	ND	0.703	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4.44	0.301	ND
酚类																		
2-氯苯 酚	1.1	μ g/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.1	ND	ND

3.1.5. 地块综合调查结论

3.1.5.1. 土壤污染状况

综上所述，土壤仅在 Z10 孔内发现超标现象（第二类用地筛选值），超标指标为镍、苯、氯苯、1,4-二氯苯和 1,2-二氯苯。对土壤超标的范围，利用其周边的合格的土壤点位通过不超标点位连线法来圈定，确定本地块内土壤超标范围为由 Z6-Z13-Z3-Z11-Z12 组成的多边形内（如图 3-5 所示），面积约 204m²，超标深度为地块内现状地面以下 2.5~4.0m。

表 3-5 地块内土壤超标情况（单位 mg/kg）

点位	样品编号	采样深度（m）	镍	氯苯	1,4-二氯苯	1,2-二氯苯	备注
Z10	Z10-2.5m	2.5	27	521	46.9	10200	超标深度范围
	Z10-3.0m	3	3130	177	22.3	9710	
	Z10-3.5m	3.5	1160	124	10.3	11000	
	Z10-4.0m	4	1500	111	36.5	16600	
	Z10-4.5m	4.5	644	0.0091	0.0235	8.44	
筛选值（第二类用地）			900	270	20	560	



图 3-9 土壤超标范围



图 3-10 土壤超标周边点位污染情况

3.1.5.2. 地下水污染状况

前期调查阶段共在地块内施工了 35 个监测井，其中为探查浅层 7.5 以浅地下水水质的水井 14 个，钻至潜水含水层底部的水井 17 个，承压水井 16 个。

通过前述评价可知，地下水中的超标指标一共有 11 项：常规指标 4 项（总硬度、氨氮、耗氧量、挥发酚），毒理学指标 7 项（镍、苯、氯苯、1,2-二氯苯、2,4-二氯苯酚、2,3,4,6-四氯苯酚、1,2-二氯乙烷），其中潜水中超标指标为前述的 11 项，承压水中超标指标共计 4 项：常规指标 1 项（总硬度）、，毒理学指标 3 项（1,2-二氯乙烷、氯苯和 1,2-二氯苯）。从潜水超标点位来看，仅总硬度、氨氮、耗氧量等常规指标超标的点位有 5 个，涉及的点号为 6、9、10、13、17，涉及的监测井为 GW6、GW6-1、GW9、GW9-1、GW10-1、GW13-1、GW17-1；毒理学指标超标的点位有 4 个，涉及的点号为 1、2、15、18，涉及的监测井为 GW1-2、GW2、GW2-1、GW15-1、GW18 1。

从承压水超标点位来看：调查阶段共施工了 3 个承压水井：GW2-QJ、GW20 QJ、GW18-QJ，3 个井中，常规指标仅有总硬度 1 项指标超标，为 18 号点位（GW18-QJ 井）。毒理学指标中超标指标共 3 项，分别为氯苯、1,2-二氯苯和

1,2 二氯乙烷均超标，其中 1,2-二氯乙烷在 3 个井中均超标，其它两个指标仅在 18 号点位（GW18-QJ 井）超标。

风评阶段共施工了 13 个承压水井，承压水中除一般化学指标外， 1,2-二氯乙烷和氯苯两项指标超标。具体为：GW7-QJ、GW17-QJ、GW18-QJ、JW2-SJ、JW20-SJ 总硬度超标，JW18-SJ 耗氧量超标； GW20-QJ 点位 1,2-二氯乙烷超标，GW18-QJ、JW2-SJ 点位氯苯超标。



图 3-11 全过程潜水超标情况

表 3-6 所有地下水井中超标指标的检出情况

地下水井 编号	深度 (m)	总硬度 mg/L	氨氮 mg/L	耗氧量 mg/L	挥发酚 mg/L	镍 $\mu\text{g/L}$	苯 $\mu\text{g/L}$	氯苯 $\mu\text{g/L}$	1,2-二氯 苯 $\mu\text{g/L}$	2,4-二氯 苯酚 $\mu\text{g/L}$	2,3,4,6-四 氯苯酚 $\mu\text{g/L}$	1,2-二氯 乙烷 $\mu\text{g/L}$	调查层位
GW1	7.5	737	2.38	31.8	0.305	3.87	3.3	6.4	1.4	ND	ND	ND	7.5m 以浅
GW2	7.5	371	1.91	11.1	0.0008	5.68	46.9	3550	17.3	MD	ND	ND	7.5m 以浅
GW3	7.5	395	0.053	5.56	0.0013	5.34	1.8	44	302	ND	ND	ND	7.5m 以浅
GW4	6	392	0.301	7.38	0.0018	1.96	ND	19.2	29.4	ND	ND	ND	7.5m 以浅
GW5	6	287	0.18	466	0.0012	2.94	ND	7.4	3.3	ND	ND	ND	7.5m 以浅
GW6	7.5	663	0.42	8.54	0.0024	1240	7	481	317	ND	ND	ND	7.5m 以浅
GW7	7.5	330	0.055	3.34	0.0015	6.75	ND	ND	ND	ND	ND	ND	7.5m 以浅
GW8	7.5	589	0.44	854	0.0012	4.5	6.3	443	2,200	ND	ND	ND	7.5m 以浅
GW9	7.5	651	3.48	62.4	0.001	9.51	ND	ND	6.7	ND	ND	ND	7.5m 以浅
GW10	7.5	496	4	22.1	0.0034	3.03	3.6	1.3	1.8	ND	ND	ND	7.5m 以
GW11	7.5	389	0.133	4.28	0.0048	2.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	7.5m 以浅

GW12	7.5	357	0.564	4.93	0.004	2.28	ND	ND	ND	ND	ND	ND	7.5m 以浅
GW13	7.5	2060	0.07	187	0.0027	1.93	ND	ND	ND	ND	ND	ND	7.5m 以浅
GW14	7.5	405	0.198	4.66	0.0007	248	8.4	ND	72.7	ND	ND	ND	7.5m 以浅
GW1-1	10.5	1100	9.98	211	0.0038	12	15	118	85.8	ND	ND	ND	10m 左右
GW1-2	12	561	10.7	311	0.329	12.6	183	137	141	ND	ND	3.1	潜水含水层底部
GW2-1	10	671	789	7.21	0.0013	16.6	176	4410	126	ND	ND	ND	潜水含水层底部
GW6-1	9	749	0.963	3.54	0.0009	5.09	7.5	365	19.5	ND	ND	ND	潜水含水层底部
GW8-1	10.5	356	0.142	6.52	0.0018	1.67	50	253	14.3	ND	ND	ND	潜水含水层底部
GW9-1	9	911	2.41	13.2	0.022	3.94	7004	144	8.6	ND	ND	ND	潜水含水层底部
GW10-1	11.5	404	5.89	49.7	0.0035	4.38	18.9	2.1	2.8	ND	ND	ND	潜水含水层底部
GW14-1	12.5	312	0.204	311	0.001	3.87	323	1.3	147	ND	ND	2.2	潜水含水层底部
GW15-1	10	1660	0.33	23.3	1.1001		23.4	89.4	13800	2050	27100	ND	潜水含水层底部
GW16-1	6.2	322	0.543	4.5	0.002	947	ND	16	2.1	ND	ND	ND	潜水含水层底部
GW21	10.5	488	0.509	5.05	2	3.42	ND	ND	ND	ND	ND	ND	潜水含水层底部

GW11-1	10.5	485	0.306		0.0006	2.54	ND	ND	ND	ND	ND	ND	潜水含水层底部
GW15-	10.5	290	0.161	2.41		3	D	0	ND	N0	ND	ND	潜水含水层底部
GW13-	9	48	0.247	3.73	0.0004	2.32	ND	ND	ND	ND	ND	ND	潜水含水层底部
GW17-1	10.5	675	0.584	4	ND	2.36	ND	ND	ND	ND	ND	ND	潜水含水层底部
GW19-1	10.5	627	0.25	1.35	ND	1.4	MD	ND	ND	ND	ND	ND	潜水含水层底部
0W41	7.5	267	0.217	3.73	0.0014	ND	ND	8	11.3	ND	ND	ND	潜水含水层底部
GW18-1	2.5	72	0.607	11.4	0.0012	13	204	506	1680	ND	ND	1	本合
Gw2-0J	15	312	0.129	144	0.0014	ND	6	167	271	ND	ND	126	承压含水层
GW20-01	15	412	0.181	0.8	0.003	ND	N0	4.6	0.4	ND	ND	152	承压含水层
GW18-02	12	743	0.63	725	0.0009	4.13	12	18	228	N0	ND	627	承压含水层
GW17-1	10.5	675	0.584	4	ND	2.36	ND	ND	ND	ND	ND	ND	潜水含水层底部
评价值/筛选值		69	1.3	0	0.01	100	20	600	2000	13000	240**	40	

3.2. 地块风险评估结论

本地块风险评估于 2024 年 9 月完成，主要结论如下：

土壤污染风险评估结果表明，在第二类用地情境下，地块内原储罐区 Z10 点位的土壤中污染物的风险不可接受，计算得到土壤中镍的风险控制值为 491mg/kg、氯苯的风险控制值为 319mg/kg、1,4-二氯苯的风险控制值为 14.2mg/kg、1,2-二氯 苯的风险控制值为 560mg/kg。本地块需要修复的面积为 204 m²，以查明的不超标土壤采样深度 0.5~4.5m 为土壤修复厚度，估算修复土壤量为 816 m³。

地下水风险评估结果表明，在第二类用地且不作为饮用水使用的前提下，宜兴市三木化工地块地下水中污染物的人体健康风险均可以接受。通过预测未来 50 年地块内污染物对周边环境的影响，结果显示，由于潜水含水层渗透性较小，地 块内潜水含水层中污染物均未迁移出地块边界，对地块及周边生态环境影响有限；本着保守原则，地块在后期维护中，需对地块潜水、承压水水质开展长期监测。

4. 修复模式选择

4.1. 确认地块条件

遵循“科学性、可行性、安全性、规范性”的原则，核实地块现状环境条件与前期调查情况一致，地块周边敏感目标也未发生大的变化。

4.2. 修复目标值的确定

根据调查报告和风险评估报告，地块内 Z10 点位的土壤中污染物的风险不可接受，基于地块周边敏感目标及环境风险考虑，土壤中关注得修复目标污染物为镍、氯苯、1,4 二氯苯和 1,2-二氯苯。污染地下水风险可接受，故不作为修复对象。

通过对比《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地筛选值，本地块土壤中镍、1,4-二氯苯的第二类用地筛选值分别为 900mg/kg、20mg/kg，风险评估计算出的镍风险控制值为 491mg/kg、1,4-二氯苯的风险控制值为 14.2mg/kg，均低于筛选值，综合考虑土壤修复成本、时间等因素，结合地块风险管理及开发需求，将第二类用地筛选值与本次计算的风险管控值综合考虑，确定修复目标如下表 4-1 所示。

表 4-1 本场地修复目标值（单位：mg/kg）

序号	污染物	土壤风险控制值	第二类用地筛选值	第二类用地管控值	修复目标值建议
1	镍	491	900	2000	900
2	氯苯	319	270	1000	319
3	1,4二氯苯	14.2	20	200	20
4	1,2-二氯苯	560	560	560	560

4.3. 修复范围及工程量

对土壤超标的范围，利用其周边的合格土壤孔来圈定，确定本地块内土壤超标范围为以 Z10（调查阶段标高为 7.61m，1985 高程）为中心、由 Z6-Z13-Z3-Z11-Z12 组成的多边形内，面积约 204m²。超标深度为地块内现状地面（包含上部堆土）以下 0.5~4.5m，污染土壤修复厚度为 4m，表层 0~0.5m 未污染土壤不计入修复量，需要修复土壤约 816m³。

表 4-2 超标范围角点坐标

点位	X 坐标	Y 坐标
Z6 (TK4)	3469678.78	485611.05
Z13 (TK5)	3469669.89	485613.08
Z3 (TK1)	3469664.29	485605.66
Z11 (TK2)	3469664.56	485599.28
Z12 (TK3)	3469677.54	485593.53

*高程均以调查阶段的起始高程 7.61 作为起算。

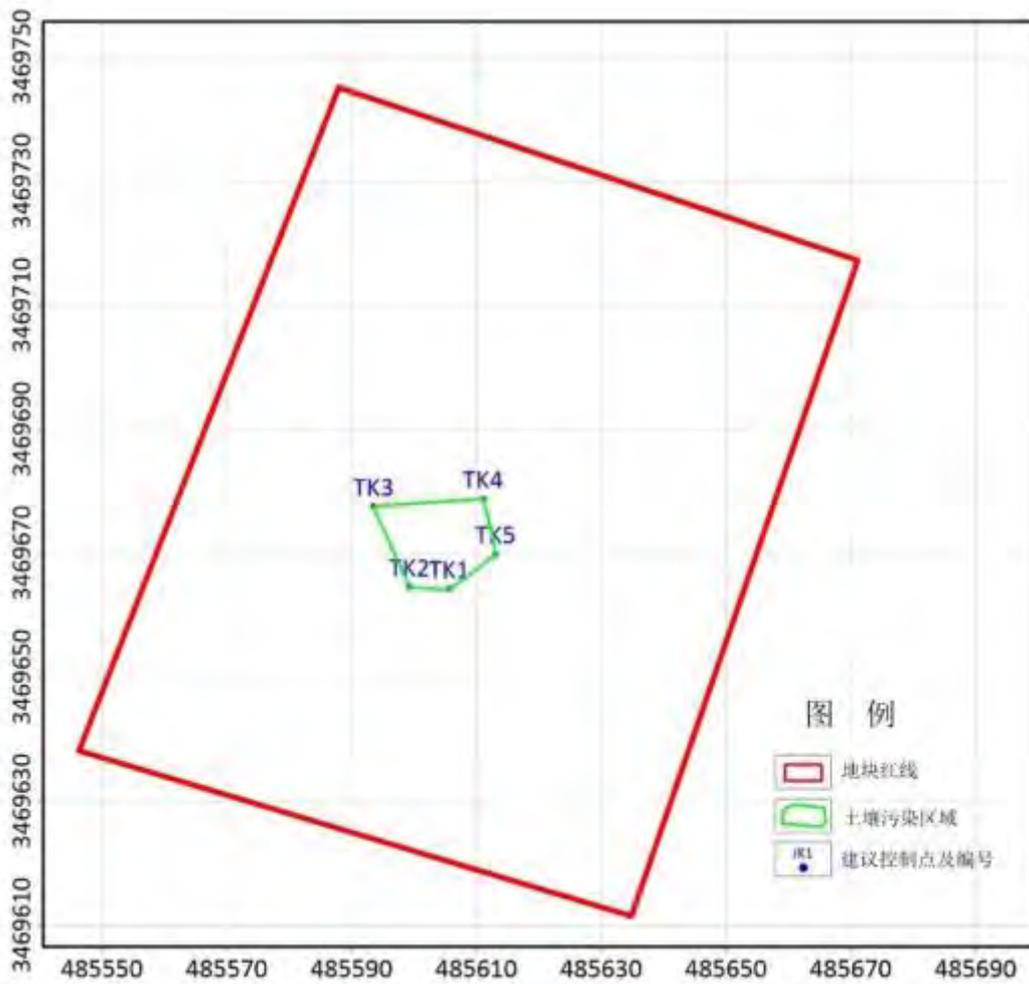


图 4-1 修复范围示意图

4.4. 场地修复模式的选择

4.4.1. 地块修复治理原则

根据场地调查与风险评估结论，遵循“科学性、可行性、安全性、规范性”的原则，对土壤污染超过修复目标值的区域进行精准划分和修复治理。

4.4.2. 地块修复总体思路

场地修复模式是以风险管理为核心，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，包括采用污染源处理技术、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修复模式中的任意一种或其组合。

（1）基于污染源处理的修复模式

污染源的处理是污染地块治理修复的最重要、最直接、最有效的手段。污染源处理意味着将土壤和地下水中污染物的总量或者有效性降到较低水平，使其不再对当地人群产生健康危害。大部分修复技术，包括热脱附、水泥窑协同处置、气相抽提、化学氧化、生物修复、固化/稳定化等都是以污染物移除、降解或活性降低的方式实现土壤和地下水中污染源的处理。

（2）基于暴露途径阻隔与受体防护的风险管控模式

风险管控技术，主要是利用工程措施、制度措施等将污染物封存在原地，限制污染物迁移，切断暴露途径，降低污染物的暴露风险，保护受体安全。风险管控技术的施工技术成熟，成本相对较低，工程建设周期短，对不同类型的污染都具有较好的风险控制效果。基于风险管控的修复模式主要的手段有污染阻隔、人群防护、制度控制和改变用地方式。

本地块不涉及污染地下水修复，而污染土壤总体修复方量较小，具备开挖/原位修复的可行性，且周边敏感目标近邻本地块，采用污染源处理技术对于后续地块的管理、对周边环境风险的控制均有较明显的优势。

因此，建议本地块采用基于污染源处理的修复模式。将污染土壤中的污染物去除，使其危害去除或降低，从而综合降低和消除场地污染物对人体健康和环境的风险。此外，尽管地下水风险评估未超标，建议辅以必要的制度控制措施对地块加以管理。

4.4.3. 修复模式的选择

污染源处理的方式多种多样，除了挖掘后进行处理异地修复/处置和原地异位修复方式外，也可以采用原位修复的方式进行处理。

(1) 原位修复/处置

对场地内污染土壤不进行挖掘或清理，采用物化或生物方法直接对地下环境中的土壤污染物进行处理，或采用物理方法对污染区域进行隔离工程处理。修复工程基本在场地范围内完成，污染土壤在修复过程中以及修复结束后都不离开场地，可有效避免污染土壤挖掘、转移处理可能造成的二次污染。

(2) 原地异位处理

将场地污染土壤进行挖掘清理，在场地范围内完成对土壤中污染物的处理，并尽可能在场地内资源化利用。修复工程基本在场地范围内完成，污染土壤在修复过程中以及修复结束后可以不离开场地，可有效避免污染土壤转移处理可能造成的二次污染。

(3) 异地处理或处置

异地处理处置是指将场地内污染土壤进行挖掘清理后，运至场地外的专门场所处理处置。与原位或原地处理相比，必须在污染土壤转运、存放、处理、处置的全过程进行严格监督，对管理上的要求较高。

(4) 修复模式比选

本项目拟将三种修复模式的主要因素比较及利弊进行分析，并最终确定修复处理模式。本场地三种修复模式的主要因素比较及利弊分析见表 4-3。

表 4-3 三种修复模式的优缺点分析

修复模式对比	优点	缺点	本项目适用性
原位修复/处置	不涉及开挖，安全风险低；	修复可达性一般； 修复难度较高；	低
原地异位处置	修复可达性较高； 土方无外运，二次污染可控；	成本相对较高；	高
异地处置	修复可达性高；	须协调接收污染土壤的单位；	高

对比三种模式，各有优缺点：

原位修复/处置模式不涉及开挖，安全风险低，但土壤污染范围内涉及较多低渗透的黏性土，采用原位搅拌/注药等方式均存在较高的修复难度和较长的

修复工期，同时因浅部大量填土的存在，采用原位修复技术可施工性不强。

原地异位处置模式不涉及土方外运，二次污染可控，但因本场地方量较小（800余 m³），采用原地异位处置须额外投入大量设备及现场的固定资产投资，造成成本偏高。

异地处置则修复较为彻底，既不涉及污染反弹，也不涉及修复后污染土的回填，成本可控，但须进行污染土壤的外运，且须协调水泥窑等相关接收单位，二次污染控制要求较高。

本项目污染土壤修复方量较小，深度相对较浅，综合考虑经济技术可行性和修复效果保障程度方面，建议采用原地异位处理或异地处置模式。

5. 修复技术筛选

5.1. 修复技术筛选原则

污染土壤修复技术的比选需要考虑场地污染特征、场地水文地质情况、处置技术的可行性、成熟可靠性、时间性、经济性以及二次污染防控等因素。

污染土壤修复技术的比选主要考虑的因素：

(1) 修复技术的可行性、成熟可靠性。目前，国内外用于污染场地的修复技术较多，为保证该地块污染土壤修复工程顺利完成，应选择技术可行、成熟可靠的修复技术，避免采用处于尚未工程化应用乃至实验室阶段的修复技术。

(2) 修复时间合理。考虑地块在开发利用周期要求，本项目需要在有限时间内完成场地修复，为污染土壤修复效率，选择污染土壤修复技术时，同等条件下，选择修复效率和效果保证性较高，但周期相对较短的修复技术。

(3) 修复费用经济合理。结合场地中的污染物特性，选择经济合理的修复技术，在达到修复目标的前提下，尽量控制土壤修复费用。

(4) 减少对周边居民和环境影响。污染土壤修复过程中要严格控制对周围居民和环境的影响，做好工程实施过程中的各项环境保护措施，防止二次污染，将施工对周围居民和环境的影响降至最低。

5.2. 修复技术筛选与评估

需要修复的土壤目标污染物为重金属镍及氯苯、1,4-二氯苯和 1,2-二氯苯，均为有机/重金属复合污染。重金属污染物一般可采用的修复技术包括固化/稳定化、工业炉窑协同处置技术（水泥窑协同处置）、淋洗、植物修复等技术；有机污染物一般可采用的修复技术包括工业炉窑协同处置技术（水泥窑协同处置）、淋洗、生物修复、植物修复、热脱附、化学氧化/还原等技术。

由于本项目超标方量仅 816m³，且均为复合污染，故技术筛选时仅考虑可同时处理复合污染物的修复技术，包括水泥窑协同处置技术、淋洗技术及植物修复。

表 5-1 修复技术适用性分析表

修复技术	重金属	有机物	本项目适用
固化/稳定化	适用		
水泥窑协同处置技术	适用	适用	适用
淋洗技术	适用	适用	适用
植物修复	适用	适用	适用
生物修复		适用	
热脱附技术		适用	
化学氧化/还原		适用	

5.2.1. 修复技术简介

5.2.1.1. 水泥窑协同处置技术

水泥窑协同处置焚烧技术可处理多种重金属及有机污染物，但不宜用于汞、砷、铅等重金属污染较重的土壤。

该技术目前主要用于新型干法水泥生产线，其技术原理是将污染土壤按一定比例添加到水泥生料中，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、碱性气氛、无废渣排放等特点，将污染废物作为水泥生料的一小部分制成水泥，在生产水泥熟料的同时，焚烧处理废弃物，既可有效节省资源，又能保护环境，具有良好的经济、社会效益。

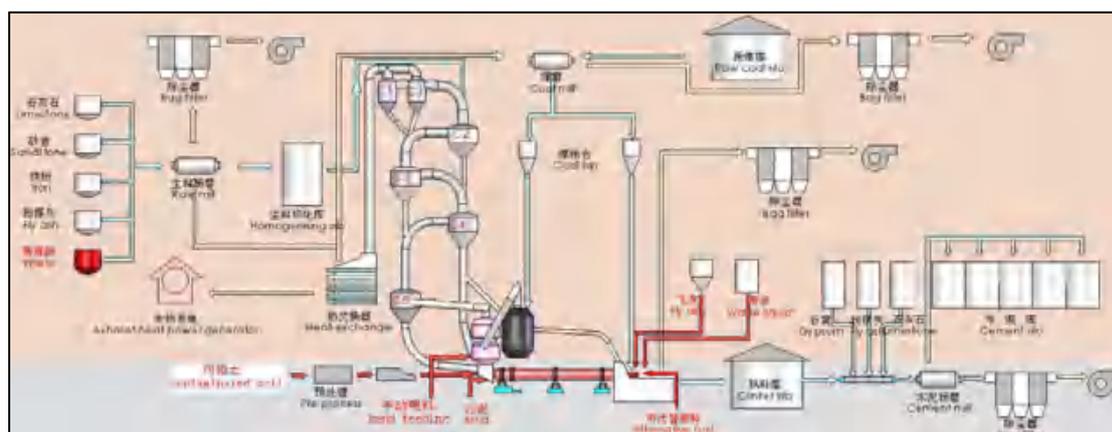


图 5-1 水泥窑焚烧修复示意图

利用水泥窑处理污染土壤，先要对土壤的污染成分进行化验分析，确定是否适宜利用水泥窑焚烧处置。若适宜焚烧处置的污染土壤，需结合水泥生产要求，确定单位时间焚烧量，进入水泥窑内进行锻烧。

污染土壤从窑尾烟室通过上料系统进入水泥回转窑，窑内气相温度最高可达1800° C，物料温度约为1450° C，气体在大于800° C下停留时间长达20s以上，完全可以保证土壤中的有机物完全燃烧和彻底分解。

技术特点：

(1) 技术成熟可靠

水泥窑是发达国家焚烧处理危险废物、城市生活垃圾和污染土壤的重要设施，得到了广泛的认可和应用。发达国家利用水泥窑处置危险废物和城市生活垃圾已经有30多年的历史，积累了丰富的经验。

(2) 处理污染物效果较好

水泥生产是在高温下进行的，回转窑内的物料烧成温度必须保证在1450° C（炉内最高气流温度可达1800° C或更高），在如此高温下，工业废物中主要有机的有害成分焚毁率可达99.9%，对于重金属也具有较高的固化封存效果。

(3) 焚烧空间大、停留时间长

回转窑是一个旋转的筒体，一般直径在3-5m，长度在45-100m，焚烧空间很大，不仅可以接受处理大量的废料，而且可以维持均匀地、稳定的焚烧环境。窑体斜度小，旋转速度低，物料在窑中高温下停留时间长，从窑尾到窑头总停留大于20min，气体在高于1300° C温度的停留时间远远大于4s。

(4) 处理规模大

回转窑具有处理温度高、焚烧空间大、热容量大及焚烧停留时间长等特点，加之新型干法回转窑运转率高（一般年运转率大于90%），废物处理规模较大。

适用范围：出于对水泥品质要求，该技术更适合处理黏性土壤，在不影响水泥生产品质的情况下，其掺烧比例通常在10%以下或更低，允许投加的重金属和分解温度低于2000° C的有机物均能够被水泥窑协同安全处理。其处理成本包含将污染土壤运至水泥厂的运输费用，受制于水泥厂位置及污染土壤质地情况。

5.2.1.2. 淋洗修复技术

化学淋洗技术可处理重金属、半挥发性有机物及难挥发性有机物，一般认为不宜于土壤细粒（黏/粉粒）含量高于25%的土壤。

异位化学淋洗技术是把污染土壤挖掘出来，用水或化学淋洗剂溶液清洗、去除污染物，产生的含有污染物的废水或废液收集处理处置，处理洁净的土壤可回填或外运处置。可降低土壤中污染物含量，具有修复效率高、容易实施等优点。

通常情况下，异位化学淋洗修复首先根据处理土壤的物理状况，将其分成不同的部分（石块、砂砾、砂、细砂以及黏粒）。然后，再根据二次利用的用途和最终处理需求，采用不同的方法将这些不同部分清洁到不同的程度。由于污染物不能强烈地吸附于砂质土上，所以砂质土通常只需初步淋洗；而污染物容易吸附于土壤质地较细的部分，所以壤土和黏土通常需要进一步修复处理。在固液分离过程及淋洗液的处理过程中，污染物或被降解破坏或被分离。

常用的淋洗剂主要有化学表面活性剂、酸、碱或螯合剂等。化学淋洗剂的选择对工程的成功实施至关重要，用于处理重金属污染土壤的化学淋洗剂主要有无机酸、有机酸、螯合剂、无机盐、表面活性剂等。

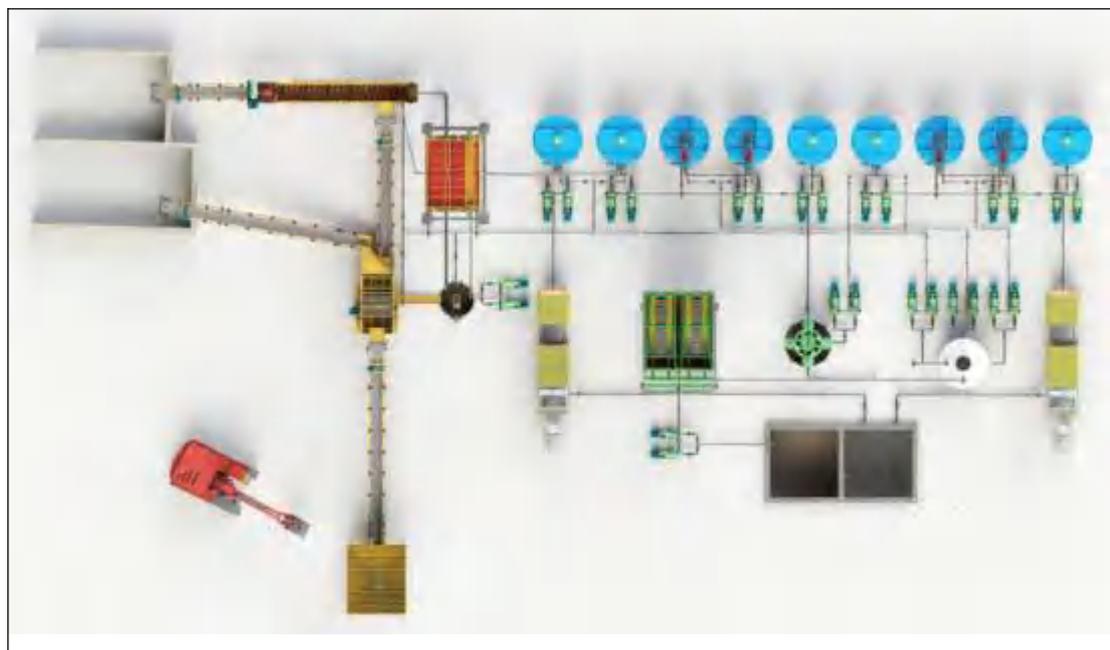


图 5-3 异位淋洗技术示意图

5.2.1.3. 植物修复技术

(1) 技术原理

植物修复主要是利用植物对污染物的吸收、转化、稳定或者降解作用，实现土壤的净化、生态效应恢复的治理技术。植物修复的过程较为复杂，可能是多个

过程的协同作用。对于重金属镍而言，特定植物能对其直接吸收或者累积，实现重金属的稳定化。植物修复一般多采用原位修复模式，但若结合用地类型规划亦可采用异位修复（例如，将重金属污染土用作林地开发结合植物修复等）。

（2）工艺流程

基于异位修复的主要模式，植物修复的主要工艺流程包括土壤清挖、转运、培土、栽植等主要环节，但由于其污染及健康风险短时间无法消除，栽植后须配备必要隔离措施，如表层覆土。

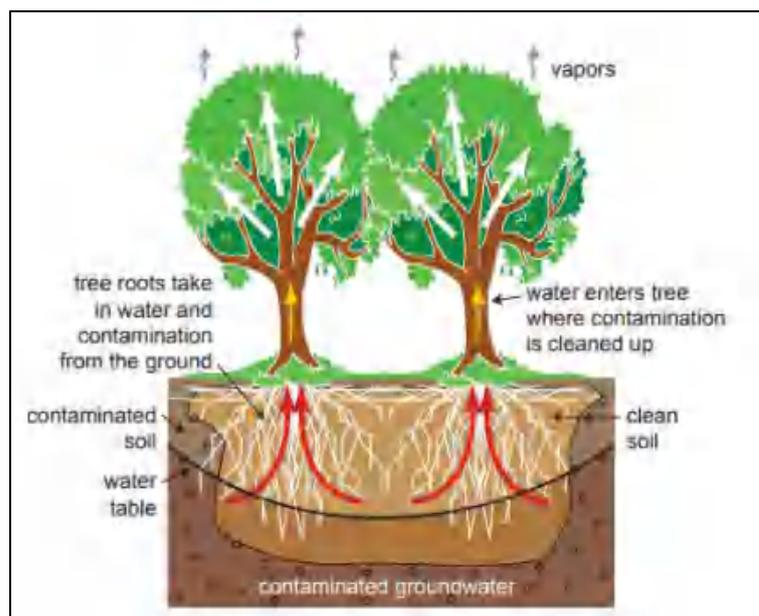


图 5-4 植物修复示意图

（3）技术特点

植物修复对于特定重金属具有较好的效果，尤其是单一重金属的富集和稳定，适合本场地重金属镍的修复。

然而，植物修复产物和生物有效性较难确定，修复周期较长，同时收割后的植物仍须妥善处置，具有较大的局限性。更重要的是，植物生长需要较好的土壤结构和颗粒组成。

5.2.2. 修复技术筛选

5.2.2.1. 项目污染物分析

本场地拟修复的污染物包括镍、氯苯、1,4-二氯苯和1,2-二氯苯，本场地修复污染土壤主要位于第①层杂填土、②层淤泥和③层粉质黏土层，其中粉质黏土层黏粒含量重。

5.2.2.2. 修复技术筛选指标

根据国家相关规定，本项目拟选取包括技术、经济、环境和社会在内的各项评价指标对本场地修复技术进行比选。各大类评价指标包含的内容如下：

(1) 技术指标：包括修复技术的可操作性、修复效果和修复时间指标。

●可操作性：包括修复技术的可靠性；管理人员需的经验程度；必要设备和资源的可获得性；异位修复过程中污染介质的贮存、运输、安全处置方面的可操作性；与场地再利用方式或后续建设工程匹配性相关的可操作性指标，包括修复后场地的建设方案及其时间要求、土方平衡方面的可操作性等。

水泥窑技术近两年为应用最多的修复技术，实际操作过程中仅需要将污染土壤运输至水泥厂等工厂，对管理人员、设备的要求最低；淋洗技术需要进行淋洗设备的全套安装及运行，要求较高；植物修复技术则需要进行全周期的管理和养护，对人员要求较高。

可操作性：水泥窑协同处置技术 > 淋洗 > 植物修复。

●修复效果：是否能到达场地修复目标值。

水泥窑技术的难点在于是否能满足入窑标准，在满足标准的前提下该技术能确保达到修复目标；淋洗技术受限于本场地的黏粒条件，达到修复目标的难度偏高；针对有机污染物、重金属须采用不同的植物，因此在有限工期和费用的前提下植物修复达到场地修复目标的难度非常高。

修复效果：水泥窑协同处置技术 > 淋洗 > 植物修复。

●修复时间：包括总修复时间和现场施工/修复时间。相对而言，场地项目现场施工时间更为重要，暂存场地修复时间要求不强。

水泥窑的工期约为50天、淋洗技术约为60天、植物修复约需要90天。

修复工期：水泥窑协同处置技术 = 淋洗 > 植物修复。

(2) 经济指标：包括基本建设费用、运行费用和后期费用。相对而言，场地的修复工程总费用最为重要。

●基本建设费用：包括直接费用和间接费用。其中直接费用包括原材料、设备、设施费用等；间接费用包括工程设计、许可、启动、意外事故费用等间接投资。

●运行费用：人员工资、培训、防护等费用；水电费；采样、检测费用；剩余物处置费用；维修和应急等费用；以及保险、税务、执照等费用。

●后期费用：日常管理、周期性监测等后期费用。

水泥窑费用约800-1200/m³，土壤淋洗本项目须额外投入基本建设费用（淋洗设备等），约1200-1500/m³，植物修复总体成本相对较低，但考虑到需要两种以上植物进行修复，且植物修复深度一般在1m以浅，需要将土壤挖出后进行植物修复，据此估算成本在600-1200/m³。

修复成本：水泥窑协同处置技术=植物修复<淋洗。

（3）环境指标：包括修复后污染物的残留风险、修复过程的环境影响和健康影响。

●污染物残留风险：剩余污染物或二次产物的类型、数量、特征、风险，以及风险处理处置的难度和不确定性。

●环境影响：修复工程运行阶段对环境的影响程度。

●健康影响：修复工程运行阶段对人员安全健康的影响。

采用水泥窑技术不存在污染物残留风险，且清挖过程时间较短，现场无作业，环境影响最小；淋洗技术需要将淋洗后的土壤回填，可能存在一定的残留及二次污染，现场施工时间较长，存在一定的环境影响；植物修复虽对周边人员影响较小，但存在持续的翻土、回填、割草等行为，对周边存在一定的环境影响。

对周边环境影响及污染残留风险：植物修复=淋洗>水泥窑协同处置技术。

（4）社会指标：包括管理可接受程度和公众可接受程度。

●管理可接受程度：区域适宜性；与现行法律法规、相关标准和规范的符合性；需要与政府部门配合的程度。

●公众可接受程度：施工期对周围居民可能造成的影响（气味、噪声等）。

目前水泥窑技术近两年为应用最多的修复技术，管理可接受程度最高，公众可接受程度适中；植物技术应用较少，技术可行性存在质疑，且收割后的废草作为危废管理存在管理上的风险点，管理可接受程度最低。

管理及公众可接受程度：水泥窑协同处置技术>淋洗>植物。

综上所述，本项目优先推荐水泥窑协同处置技术，其次为淋洗技术。

5.2.3. 修复技术可行性分析

5.2.3.1. 应用案例分析

(1) 国外应用案例

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，可用于处置各种固体废物（如农药废物）、不合格产品（如伪劣日化产品等）以及事故污染土壤等。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。

表 5-2 国外水泥窑协同处置技术典型案例

序号	场地名称	目标污染物
1	美国德克萨斯州拉雷多市某土壤修复工程	PAHs
2	澳大利亚酸化土壤修复	多种有机污染物及重金属等
3	美国 Dredging Operations and Environmental Research Program	PAHs、PCBs
4	德国海德堡某场地修复	PCDDs/PCDFs
5	斯里兰卡锡兰电力局土壤修复工程	PCBs

(2) 国内典型案例

我国是水泥生产和消费大国，水泥厂数量多，分布广，我国水泥窑协同处置污染土壤的应用始于2005年，某地修建地铁时，发现含六六六、滴滴涕农药类污染土壤1.6万m³，首次采用水泥窑协同处置污染土壤。2007年，该技术用于某染料厂污染场地重金属及染料污染土壤的处置，处置规模达2.5万m³。2011年，该技术应用于某地某焦化厂污染场地多环芳烃污染土壤的处理，处理规模达到6万m³。2013年年底，某地已处置约40万m³含六六六、滴滴涕、多环芳烃、总石油烃、重金属等污染物的污染土壤。目前，水泥窑协同处置越来越多用于污染土壤处理，已有大量应用案例。

表 5-3 国内水泥窑协同处置技术典型案例

序号	场地名称	目标污染物	处置规模
1	建德市白沙化工厂退役场地土壤修复项目	总铬、铜、总石油烃	5608m ³
2	重庆东华特钢公司原址	铬、镍、砷、石油烃	32400t

3	苏州机械仪表电镀厂原址场地污染土壤治理修复项目	铬、砷、铜、锌、镍、氰化物	40883m ³
4	北京染料厂污染土壤修复项目	重金属、六氯苯、三氯苯	520000m ³
5	苏州安利化工厂原址污染场地土壤修复项目	重金属铅、甲基丙烯酸甲酯	2000m ³
6	贵州省黔南州贵定县水泥窑协同处置污染土壤项目（一期）	重金属	155000t/a
7	南通柴油机有限公司退役场地	砷、铜、多环芳烃、总石油烃	7350m ³
8	北京染料厂污染土壤修复项目	六氯苯，三氯苯，重金属	520000m ³
9	常化厂污染场地深层污染土壤修复工程	氯仿、二氯乙烷、甲苯、苯胺	137000m ³
10	浙江杭州杭钢区域某污染土壤修复工程	重金属、石油烃、多环芳烃类	32709.75t
11	安徽芜湖某污染土壤修复工程	重金属、石油烃	12000t

5.2.3.2. 场地适用条件分析

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、氟、硫元素含量、污染土壤添加量等会对水泥窑协同处置技术的修复效果产生影响。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。水泥窑协同处置技术不宜用于汞、砷、铅等重金属污染较重的土壤。本场地土壤重金属污染物主要是镍，符合水泥窑协同处置条件。

另外，水泥窑协同处置技术包含的预处理系统、上料系统、水泥回转窑及配套系统、监测系统容易获得。采用水泥窑协同处置技术修复本项目场地的污染土壤是完全可行的。

该技术处理周期与水泥生产线的生产能力及污染土壤添加量相关，根据本地块土壤中污染物浓度水平，添加量一般低于水泥熟料量的4%。

本项目最大超标重金属为镍，对应的含量为3130mg/kg，按照水泥熟料4%进行投放，对应的单位熟料重金属投放量约为125.2mg/kg-cli，满足表5-4的要求。

表 5-4 入窑配料中重金属污染物的浓度概况

重金属	单位	最大允许投加量
汞（Hg）	mg/kg-cli	0.23

铊+镉+铅+15×砷 (Tl+Cd+Pb+15xAs)		230	
铍+铬+10×锡+50×锑+铜+锰+镍+钒 (Be+Cr+10×Sn+50×Sb+Cu+Mn+Ni+V)		1150	
总铬 (Cr)	mg/kg-cem	320	
六价铬 (Cr ⁸⁺)		10 ⁽¹⁾	
锌 (Zn)		37760	
锰 (Mn)		3350	
镍 (Ni)		640	
钼 (Mo)		310	
砷 (As)		4280	
镉 (Cd)		40	
铅 (Pb)		1590	
铜 (Cu)		7920	
汞 (Hg)		4 ⁽²⁾	
注(1):计入窑物料中的总铬和混合材中的六价铬 (2):仅对混合材中的汞 mg/kg-cli 表示每生产单位质量的熟料时, 某元素或成分的投加量 mg/kg-cem 表示每生产单位质量的水泥时, 某元素或成分的投加量。			

5.2.3.3. 周边可用水泥窑分析

周边可用的水泥厂包括江苏杰夏环保科技有限公司、芜湖海创环保科技有限公司、安徽上峰杰夏环保科技有限公司和安徽珍昊环保科技有限公司, 各水泥厂污染土处理量分别为 5-10 万 t/a、8-12 万 t/a、3 万 t/a, 本项目污染土方量为 816m³, 满足要求。另外, 周边各水泥厂距离分别为 213km、276km、339km, 单日发车可满足运距要求。

综上, 水泥窑协同处置技术应用用于修复本项目的污染土壤可行。其中江苏杰夏环保科技有限公司距离项目地点最近, 且产能充足, 可作为备选之一, 相关资质详见附件1。

表 5-5 地块周边水泥窑一览表

序号	企业名称	地点	污染土处理量(万 t/a)	路程 (km)	与本项目位置
1	江苏杰夏环保科技有限公司	宜兴市	19	23	
2	芜湖海创环保科技有限责任公司	芜湖市繁昌县繁阳镇	5-10	213	

<p>3</p>	<p>安徽上峰杰夏环保科技有限责任公司</p>	<p>铜陵市义安区 天门镇板桥村</p>	<p>8-12</p>	<p>276</p>	
<p>4</p>	<p>安徽珍昊环保科技有限公司</p>	<p>滁州市凤阳县 刘府镇</p>	<p>3</p>	<p>339</p>	

6. 修复技术方案

通过修复技术的筛选和综合评估，选择经济效益、社会效益、环境效益综合表现最佳的技术方案，作为推荐的修复技术方案，为环境管理决策提供依据，推荐本项目污染土壤采用水泥窑协同处置技术。

6.1. 土壤修复方案

6.1.1. 修复技术路线

本项目为重金属有机物复合污染土壤修复，总体治理工艺路线如下：

- 1) 对修复区域土壤进行清挖；
- 2) 对于重金属镍和有机物1,4-二氯苯、氯苯和1,2-二氯苯的土壤采用水泥窑协同处置技术进行处置，运送至具备相关资质的单位进行处置；
- 3) 外购清洁土壤原位回填。

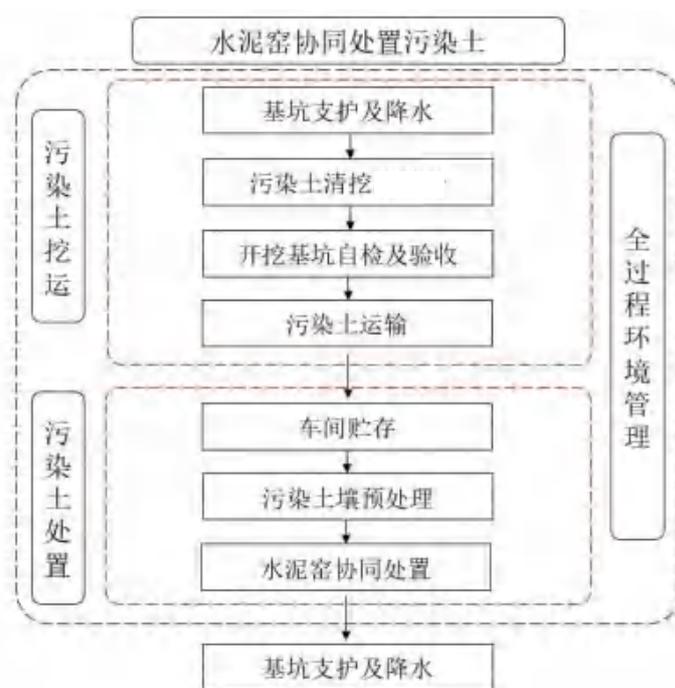


图 6-1 水泥窑协同处置修复技术路线

土壤水泥窑协同处置修复技术应用规模见表6-1。

表 6-1 土壤水泥窑协同处置修复技术应用规模

修复土壤类型	修复技术	目标因子	修复目标值 (mg/kg)	修复面积 (m ²)	修复土层 深度 (m)	修复土方量 (m ³)
重金属有机物 复合污染土壤	水泥窑协 同处置	镍	900	204	0.5~4.5	816
		氯苯	319			
		1,4-二氯苯	20			
		1,2-二氯苯	560			

6.1.2. 污染土壤清挖设计

本项目场地内污染土壤采用清挖后，外运进行异位修复处置。

6.1.2.1. 基坑支护设计与降水

(1) 基坑开挖支护

1) 支护体系设计计算

本工程基坑开挖深度4.5m，采用拉森钢板桩支护，单根钢板桩长为9m，支护体系设计计算过程如下：

基坑设计开挖深度4.5m，基坑安全等级为三级。

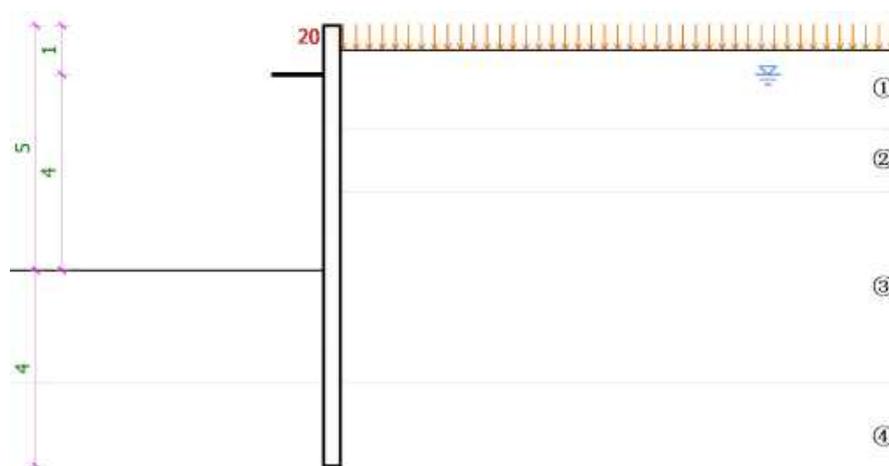


图 6-2 支护体系设计计算工程概况图

①土层参数

表 6-2 土层参数表

编号	岩土分类	厚度 (m)	重度 (kN/m ³)	c (kPa)	φ (°)	分算合算
①	填土	1.6	20.4	10	10	分算
②	淤泥	1.3	19.2	5	5	合算
③	粉质黏土	3.9	18.9	32	15	合算
④	岩石 (全风化)	7.8	22	30	28	合算

地下水位埋深：0.5m。本表数据引自《宜兴市三木化工地块水文地质勘察报告》

②荷载

工作荷载取地面20kPa。

③挡土结构

挡墙类型：钢板桩；

顶标高：0.5m；

桩长：9m；

桩钢材牌号：Q235；

钢板桩截面高度：0.34m；

钢板桩截面面积：193.98cm²；

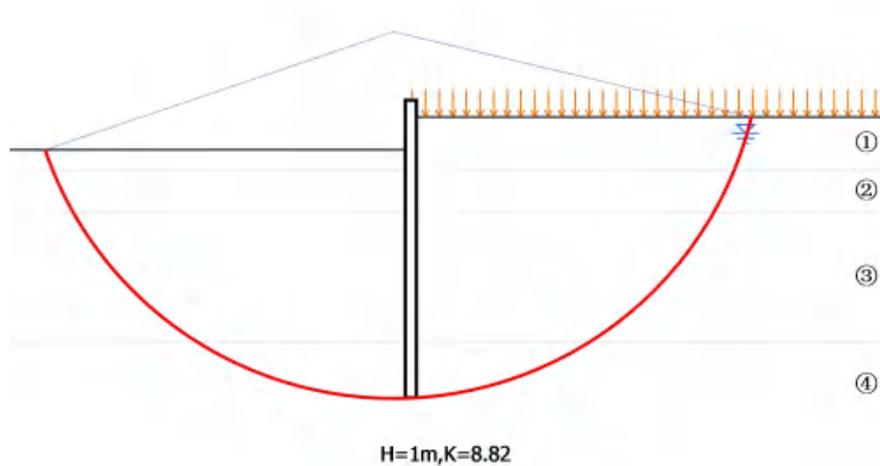
钢板桩截面惯性矩：30880cm⁴；

钢板桩剪切修正系数：2；

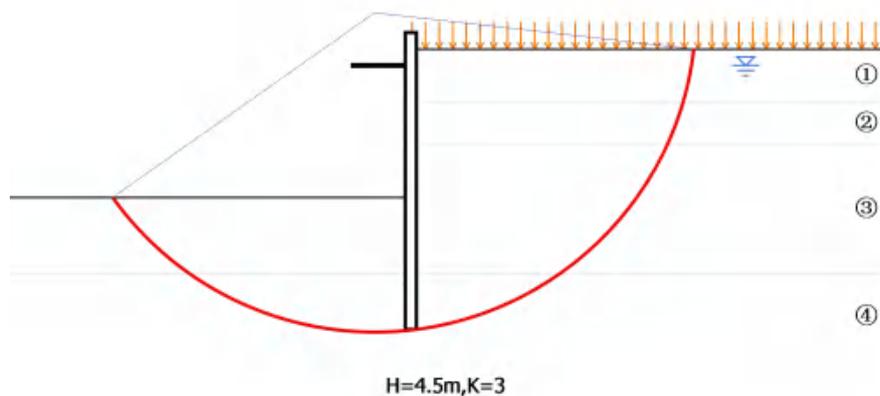
④计算条件

采用《国家行业标准—建筑基坑支护技术规程JGJ120-2012》进行设计计算。
并且整体稳定验算应力计算方式采用总应力法。

⑤整体稳定验算

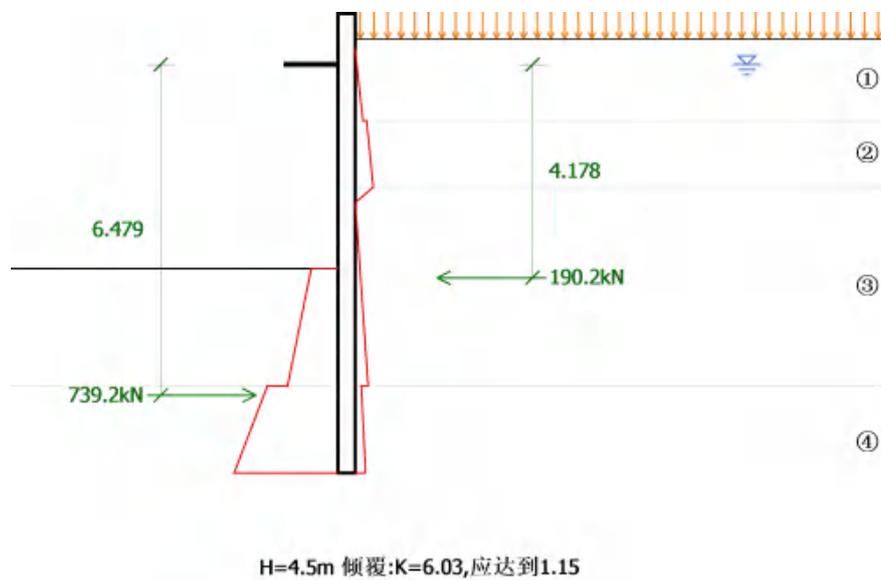
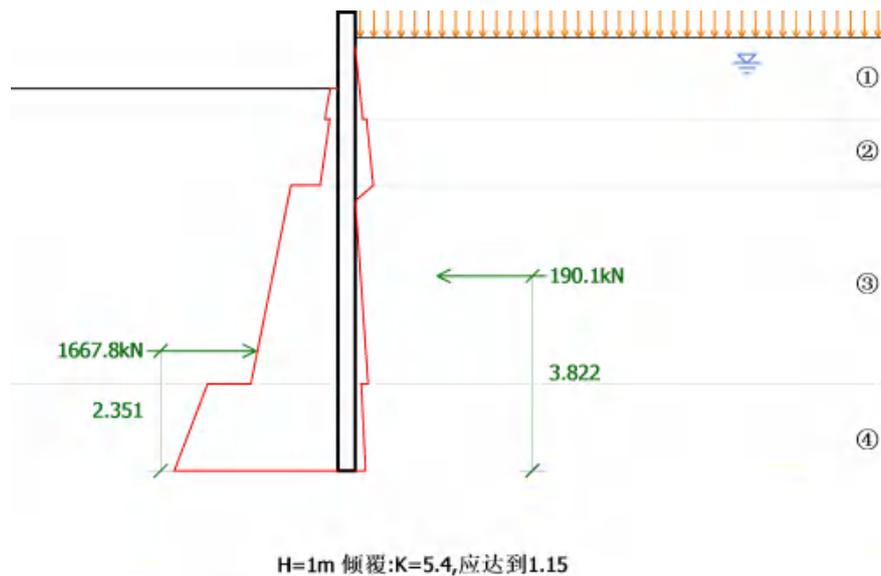


圆心 (-0.35,-2.57)，半径 11.1m，滑动力 209.2kN/m，抗滑力 1844.6kN/m



圆心 (-0.92,-1.1)，半径 9.68m，滑动力 458.7kN/m，抗滑力 1378.4kN/m

⑥抗倾覆验算



⑦钢材强度验算

钢板桩钢材强度验算

$$\sigma = \frac{1.25\gamma_0|N|}{A} + \frac{1.25\gamma_0|M|}{W} = \frac{1.25 \cdot 0.9 \cdot |0|}{19.398} + \frac{1.25 \cdot 0.9 \cdot |57.6|}{1.816} = 35.7\text{MPa} \leq f = 215\text{MPa}$$

综上，本项目基坑采用 9m 的拉森钢板桩（型号 Q235）支护满足要求。

2) 拉森钢板桩施工流程

拉森钢板桩的成桩工艺流程如下图所示。

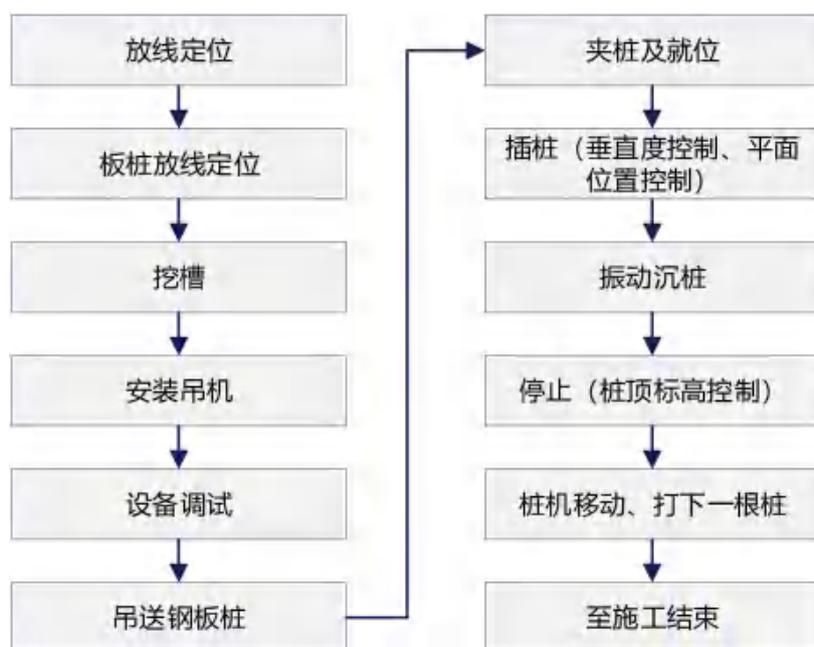


图 6-3 隔离屏障施工工艺流程

3) 技术参数

① 布置原则

根据拉森钢板桩的施工工艺流程，其施工需插入地下一定深度，因此需注意避免隔离屏障施工中穿越受污染土壤，导致污染物可能被带入更深的区域。

根据施工要求，场地浅部区域需进行开挖，而考虑钢板桩施工作业面和需保证修复区域被完整覆盖，因此，考虑钢板桩布置需后退开挖基坑坡顶一段距离。

整个修复过程拉森钢板桩作为隔离屏障及止水帷幕，考虑到接头渗漏的影响，在钢板桩接头部位注浆，保障止水效果。

② 平面布置

施工员在待开挖区域定出轴线，留出以后施工需要的工作面，确定钢板桩施工位置。按顺序标明钢板桩的具体桩位，洒灰线标明。

根据上述平面布置原则，按隔离屏障整体布于与土壤修复区域外围，具体范围边界仍可根据后期补充调查情况适当调整。

钢板桩具体施工工艺参数见下表。

表 6-3 钢板桩设计参数

序号	技术指标	技术参数
1	钢板桩规格	宽 400mm，高 170mm，厚 15.5mm
2	钢板桩长度	9m

3	轴线偏差	$<\pm 10\text{cm}$
4	桩顶标高偏差	$<\pm 10\text{cm}$
5	垂直度偏差	$<5\%$

4) 钢板桩施工的一般要求

①钢板桩的设置位置要符合设计要求；

②钢板桩的平面布置形状应尽量平直整齐，避免不规则的转角，以便标准钢板桩的利用；

③各周边尺寸尽量符合板桩模数。



图 6-4 拉森钢板桩示意图

5) 钢板桩的检验、吊装、堆放

①钢板桩的检验

外观检验：包括表面缺陷、长度、宽度、厚度、高度、端部矩形比、平直度和锁口形状等项内容。检查中要注意：**a)** 对打入钢板桩有影响的焊接件应予以割除；**b)** 割孔、断面缺损的应予以补强；**c)** 若钢板桩有严重锈蚀，应测量其实际断面厚度。原则上要对全部钢板桩进行外观检查。

材质检验：对钢板桩母材的化学成分及机械性能进行全面试验。包括钢材的化学成分分析，构件的拉伸、弯曲试验，锁口强度试验和延伸率试验等项内容。

②钢板桩吊运

装卸钢板桩宜采用两点吊。吊运时，每次起吊的钢板桩根数不宜过多，并注意保护锁口免受损伤。吊运方式有成捆起吊和单根起吊。成捆起吊通常采用钢索捆扎，而单根吊运常用专用的吊具。

③钢板桩堆放

钢板桩堆放的地点,要选择在不会因压重而发生较大沉陷变形的平坦而坚固的场地上,并便于运往打桩施工现场。堆放时应注意:

堆放的顺序、位置、方向和平面布置等应考虑到以后的施工方便;

钢板桩要按型号、规格、长度分别堆放,并在堆放处设置标牌说明;

钢板桩应分层堆放,每层堆放数量一般不超过 5 根,各层间要垫枕木,垫木间距一般为 3-4 米,且上、下层垫木应在同一垂直线上,堆放的总高度不宜超过 2 米。

④导架的安装

在钢板桩施工中,为保证沉桩轴线位置的正确和桩的竖直,控制桩的打入精度,防止板桩的屈曲变形和提高桩的贯入能力,一般都需要设置一定刚度的、坚固的导架,亦称“施工围檩”。

导架采用单层双面形式,通常由导梁和围檩桩等组成,围檩桩的间距一般为 2.5~3.5 米,双面围擦之间的间距不宜过大,一般略比板桩墙厚度大 8~15mm。

⑤钢板桩施打

钢板桩施工关系到施工止水和安全,在施工中要注意以下施工有关要求:

打桩前,对钢板桩逐根检查,剔除连接锁口锈蚀、变形严重的钢板桩,不合格者待修整后才可使用。

打桩前,在钢板桩的锁口内涂油脂,以方便打入拔出。

在插打过程中随时测量监控每块桩的斜度不超过 2%,当偏斜过大不能用拉齐方法调正时,拔起重打。

⑥屏风式打入法施工

屏风式打入法不易使板桩发生屈曲、扭转、倾斜和墙面凹凸,打入精度高,易于实现封闭合拢。施工时,将 10-20 根钢板桩成排插入导架内,使它呈屏风状,然后再施打。通常将屏风墙两端的一组钢板桩打至设计标高或一定深度,并严格控制垂直度,用电焊固定在围檩上,然后在中间按顺序分 1/3 或 1/2 板桩高度打入。

(2) 基坑降排水

根据对场地的调查,场地内水位较浅,均属于上层滞水,基坑清挖过程中拟采用明沟排水形式对基坑进行排水。

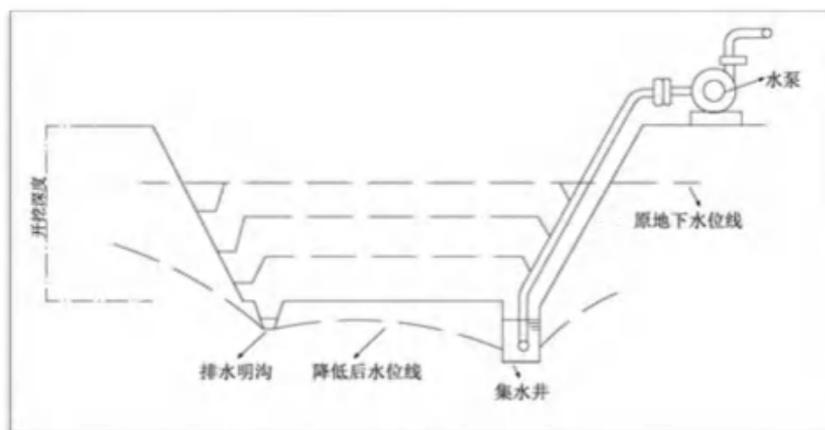


图 6-5 明沟排水示意图

(3) 拉森钢板桩引孔措施

特别地，若涉及基岩区域难以打拔，需采用一台旋挖机和一台长螺旋钻机配合引孔后才能进行深层拉森钢板桩施工，确保成桩效果。引孔的主要流程包括：引孔定位→钻机就位→第一孔钻进→取土堆放→第二孔钻进→连续引孔。

6.1.2.2. 土壤清挖工程量

根据本项目场地调查报告和补充调查相关结论，以及前述确定的修复目标，场地污染土壤清挖范围为现状地面以下0.5~4.5m，修复工程量约816m³。

实际开挖过程，需要先进行上部0~0.5m清洁土壤清挖、暂存、检测。若达标则可做为后续基坑回填用土，因此，实际开挖范围为现状地表以下0.5~4.5m。总开挖方量约918m³。

表 6-4 场地土壤清挖量统计表

序号	开挖深度 (m)	类型	面积 (m ²)	污染土方量(m ³)	总清挖量 (m ³)
1	0~0.5	表层覆土	204	0	102
2	0.5~4.5	污染土	204	816	816
合计				816	918

6.1.2.3. 清挖工序设计

根据本项目特点，修复过程中对修复单元土壤全部进行清挖处置，清挖后对已成形基坑和修复后土壤进行修复效果评估。

由于只有一个修复区块，可根据土壤特性和土质类型，采用从上至下分层开挖的的施工顺序。

先进行 0~0.5m 清洁土壤开挖，分类暂存堆放。

6.1.2.4. 土壤清挖原则

(1) 开挖前将探明地下管线及障碍物后方可开始开挖，确保施工安全。

(2) 开挖过程中遇到不明物立即停止，申报业主单位同意方可开始下一步施工。

(3) 地下障碍物清除：首先对地下障碍物进行初步探测，避免大面积开挖时造成破坏。如初探时发现地下存在障碍物，先挖开暴露出地下障碍物，对于混凝土板、路面及地下钢筋混凝土结构，如挖掘机能直接挖除的则直接挖除，不能挖除的需配上破碎炮、必要时配上液压剪进行破除。将障碍物破碎成能使运土车装载的小块装车运走。如遇专业管线时，由专业人员进行处理排查。

(4) 基坑清挖施工过程中需做好二次污染防治，严格控制工地扬尘。对于地面扬起的粉尘，现场安排专人对施工区进行洒水、清洁并在出入口安排人员专门负责运输车辆的清洗和运输道路的清扫工作，以免车辆出入带泥，引起扬尘污染。所有的运输车辆必须在出入口内清洗干净后方可离开现场。

(5) 土壤开挖时注意现场安全，对于落差较大的部分设置脚手架栏杆，并设专人指挥机械，以免发生滑坡。大风天气及时对土方进行覆盖，防止扬尘及二次污染。四级以上大风停止土方施工作业，并做好苦盖。

(6) 在工程的施工过程中可能会遇到雨水天气，在雨量比较小的时候，可以继续施工工作，但要防止出现二次污染的问题，对于遗留在厂内的污染土由专人及时清理，在运输车辆出厂前需进行彻底的清洗工作，确保不将污染土遗撒在周边道路上。在雨量较大，工程施工难以进行时，采取临时措施，做好挖掘面的抽水工作，防止积水，在挖掘面周围开挖排水沟，减少雨水进入开挖面。在基坑底部四周设立集水坑，利用潜水泵将污水抽至废水处理设施进行处理。安排专人负责排水工作，防止基坑底部被雨水浸泡。同时为保证开挖面边坡的稳定，定期监测边坡稳定状态。

(7) 土方清运前，做好施工道路的硬化，铺设建筑垃圾或碎石硬化。出入口处铺设碎石和红砖，防止车辆破坏路面及带泥土出场。

(8) 为确保运输车辆出行洁净，避免造成二次污染，项目场地出入口设置洗车台、集水坑，洗车污水收集经治理达标后排放。

6.1.2.5. 基坑测量放线

(1) 测量定位施工思路

工程测量主要是根据本工程的施工平面布置情况及本工程的特点,全过程的轴线控制结合外控法和内控法进行。外控法主要是 $\pm 0.05\text{m}$ 以下的或技术层以下的平面轴线控制,并与内控法相结合。内控法主要是 $\pm 0.05\text{m}$ 以上或标准层以上的平面轴线控制。

(2) 测量仪器准备

根据本工程特点,我们选择准确度较高的经纬仪,标高引测及水准测量采用水准仪,长测量采用 50m 及 30m 的卷尺配合 10kg 拉力器进行测量。同时用全站仪作为主控仪器,并辅以一台测距仪配合。这些仪器在使用前均送至国家技术监督局认可的检定单位检定合格,同时按各仪器要求进行周期检定,以确保测量仪器的精度。

(3) 测量人员准备

进场后,土壤开挖班组内部成立测量小组,由二名专业测量人员组成。测量人员都经过专业培训,持证上岗。进场后遵循“从整体到局部”的原则,根据规划提供坐标控制点,在周围设置水准控制点及控制线,设置时满足稳定、可靠和通视三个要素。

(4) 基坑测量

根据详细调查确定的污染土壤清运范围,在现场利用全站仪定出各拐点位置,在地面钉入木桩,用石灰粉画出清运范围,并插上土壤标志牌。

(5) 高程控制网建立方法

利用场区内半永久性基准点作为高程水准控制点,高程从城市导线点引测到场内。不低于三等水准网的精度。

(6) 标高测量

在向基坑内引测标高时,首先联测高程控制网点。经联测确认无误后,方可向基坑内引测所需的标高。

6.1.3. 污染土壤危险属性鉴别

根据2019年4月30日,生态环境部部长信箱就“污染土壤外运是否需要对其进行危废鉴定”的问题进行了回复。回复如下:

(1) 关于判断异位修复的污染土壤外运是否要进行危废鉴定的有关程序鉴别是否属于固体废物。主要依据是:《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）关于污染土壤外运审批流程对不属于危险废物的外运污染土壤，根据《中华人民共和国土壤污染防治法》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”。

对外运的污染土壤属于危险废物的，应该遵照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的有关规定执行。

因此，若本工程后续修复土壤采用外运委托处置，如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，则属于固体废物，需要开展危险属性鉴别。

为判定污染土是否属于危险废物，同时为修复工程提供数据支撑开展污染土鉴定工作，本项目污染土壤外运前需要开展危险废物特性鉴别。

6.1.4. 土壤水泥窑协同处置

6.1.4.1. 协同处置工程量

本项目场地重金属镍和有机物（1,4-二氯苯、氯苯和 1,2-二氯苯）复合污染土壤 816m³，进行水泥窑协同处置。

6.1.4.2. 污染土壤场外运输

（1）污染土外运及计量

按照环保要求，计划针对本项目污染土利用平板挂车运输，污染土壤装车后，扎好雨布，防止遗撒和淋雨，进行全封闭运输。

（2）污染土壤运输

土壤运输管理执行联单管理制度，专人负责出、入土的交接和登记。污染土壤运输车辆由项目部指定专门人员负责管理，车辆统一编号，并发放污染土壤运输单，经监理核实后，运至指定单位的接收地点，具体实施顺序为：发放污染土壤运输单→出场核实→过程监控→卸土及核实。运输司机、土壤装载方、接收方和监督方都必须填写污染土壤运输单。车辆出发、达到接受监督方的监督和管理，土壤运输单均由监理方参与签发和签收，以严格控制土壤运输流程。通过过磅外运的污染土壤重量和最终接受量一起对比，确保污染土壤运输过程中不丢失。

（3）污染土壤接收和储存

接收污染土壤的水泥厂应具备响应的预处理车间。

6.1.4.3. 水泥窑协同处置

水泥窑协同处置修复流程见下图。

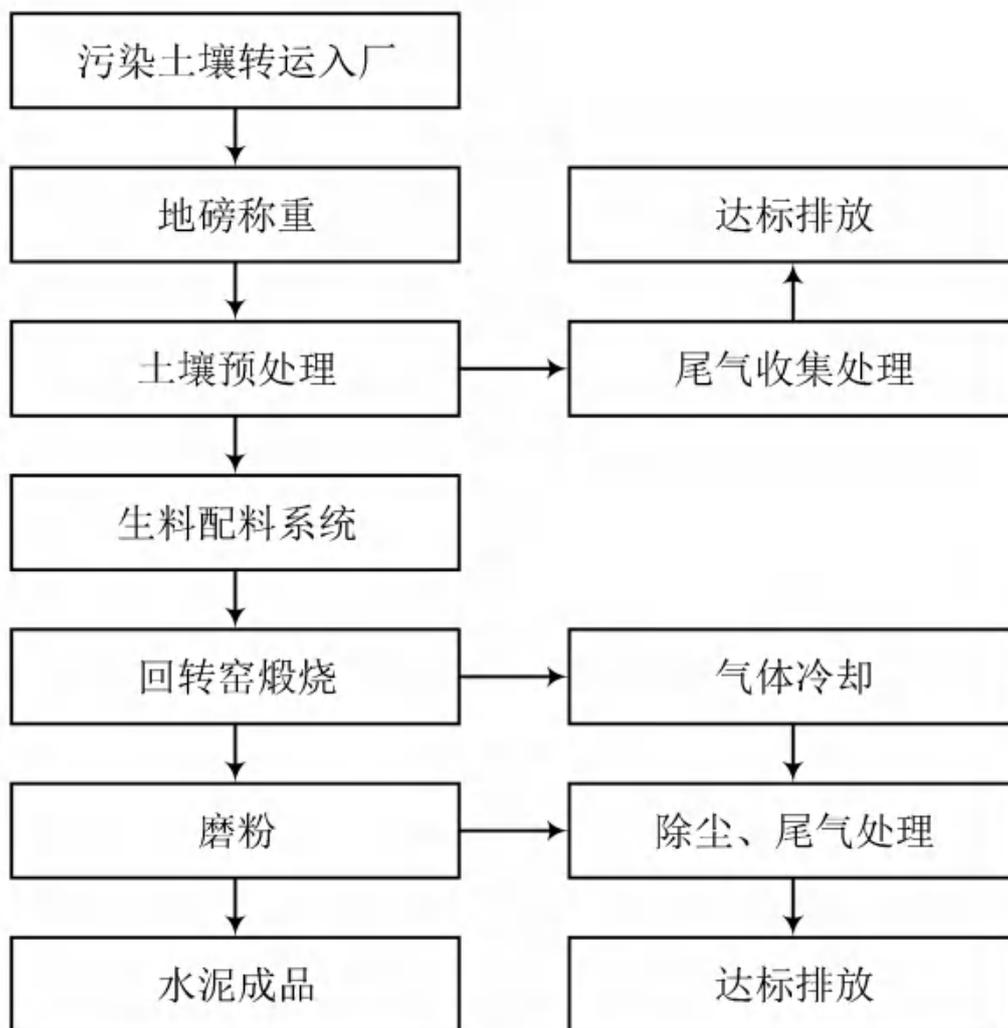


图 6-6 水泥窑协同处置流程

水泥窑协同处置是指将满足或经过预处理后满足入窑要求的固体废物投入水泥窑，在进行水泥熟料生产的同时实现对固体废物的无害化处置。利用水泥回转窑内温度高、气体停留时间长、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。

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1750℃，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分解，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、CaCO₃等）充分接触，有效地抑制酸性物质，使得焚烧气体转化成无机物。污染土壤中的重金属被固化在水泥晶格中，移动性降低，风险可控。

水泥窑窑焚烧的具体工艺参数如下所述：

(1) 由于掺合料焚烧的要求，水泥回转窑内温度可达1500℃以上，气体最高温度可以达到2000℃以上，在如此高温下废弃物中主要有机物的有害成分焚毁率可达99.99%以上。

(2) 拟采用的水泥窑是旋转的筒体，以每小时120~180转的速度旋转，焚烧空间很大。不仅可以接受处理大量的废料，而且可以维持均匀的、稳定的焚烧气氛。

(3) 由于水泥回转窑筒体较长，斜度小，旋转速度低，物料在炉中高温下停留时间长，物料从炉尾到炉头总停留大于45min；气体在高于1400℃温度的停留时间大于4s，焚烧停留时间长。

(4) 由于水泥回转窑具有处理温度高、焚烧空间大、热容量大以及焚烧停留时间长等特点，加之水泥回转窑运转率高（一般年运转率大于90%），决定了水泥回转窑的废物处理规模较大。其热稳定性和抗波动能力不断加强，从而在处理废弃物的规模和采用可替代原燃料的数量也有较大的空间。

(5) 水泥回转窑内呈碱性气氛，一方面能对燃烧有机污染物后产生的酸性物质（如HCl、SO₂和CO₂等）起中和作用，使它们变成盐类固定下来，可避免普通焚烧炉燃烧废气产生的二次污染问题。

(6) 入窑进料需满足《水泥窑协同处置固体废物技术规范》(GB 30760-2014)、《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》(GB 30485-2013)和《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》(HJ622-2013)的入窑掺量要求。

(7) 处置过程废气排放需满足《水泥工业大气污染物排放标准》(GB 4915-2013)和《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》(GB 30485-2013)；水泥熟料质量满足《硅酸盐水泥熟料》(GB/T21732-2008)，水泥熟料可浸出重金属含量满足《水泥窑协同处置固体废物技术规范》(GB30760-2014)。

6.1.5. 基坑清洁土壤回填

主要工作内容包括清洁土壤检测（GB36600-2018 中基本项目）、清洁土壤开挖与运输和清洁土壤回填，开挖污染土壤送至水泥窑协同处置，实际回填量，须考虑基坑实际开挖量和回填土壤压实情况确定。

根据场地所在区域周边开发建设情况，选择满足本场地回填要求的清洁土壤来源。清洁土回填前需先进行验收检测，检测合格后进行填埋。根据土壤含水率，进行分层回填施工，保证回填土壤含水率接近最佳含水率，提高回填压实度的情况下，减少施工扬尘。

回填区域及时回填至与周边地表齐平，并适当高出一定范围，防治后期沉降发生后，形成低洼积水区域，回填压实区域周边设置截水沟，避免雨水进入，造成回填区域泥泞，影响后续车辆回填施工。

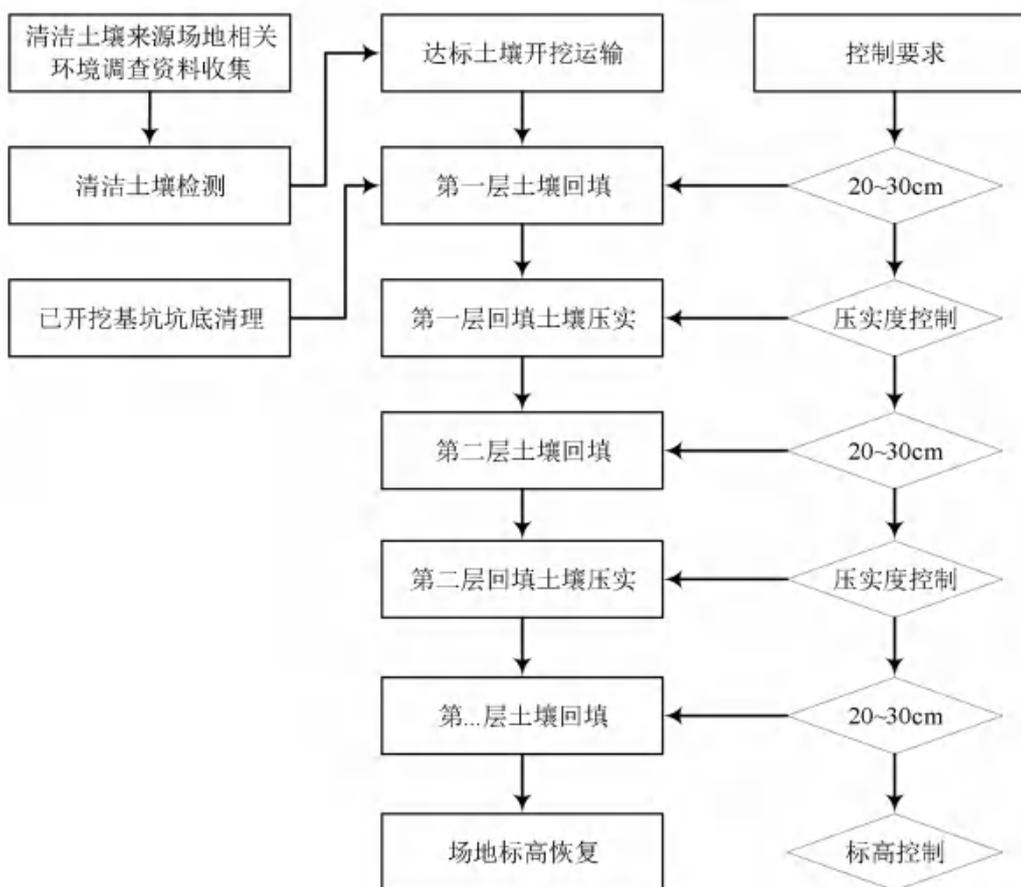


图 6-7 基坑回填工序流程

6.1.6. 废水收集处理

6.1.6.1. 废水来源分析

收集废水包括开挖基坑过程收集的渗出地下水和施工废水。根据本项目污染地下水的超标情况，收集废水可能含有土壤修复目标污染物和地下水超标污染物。

6.1.6.2. 废水处理要求

废水经处理后，经检测出水水质需满足《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）B级标准要求后纳入污水管网，其余无标准的指标参照《污水综合排放标准》（GB8979-1996）三级标准及江苏地方标准《化学工业水污染物排放标准》（DB32939-2020）。

表 6-5 废水纳管排放标准

序号	类型	单位	排放标准	备注
1	氨氮	mg/L	45	《GB/T 31962-2015 污水排入城镇下水道水质标准》B级标准
2	COD	mg/L	500	
3	挥发酚	mg/L	1	
4	镍	μg/L	1000	
5	苯	μg/L	500	《污水综合排放标准》 GB8979-1996 三级标准
6	氯苯	μg/L	1000	
7	1,2-二氯苯	μg/L	1000	
8	苯酚类	μg/L	1000	
9	二氯乙烷	μg/L	300	江苏地方标准《化学工业水污染物排放标准》DB32939-2020

6.1.6.3. 工艺流程参数

(1) 工艺流程

根据场地调查阶段确定的地下水中污染物浓度，结合工程经验，采用“多相分离+电催化氧化/臭氧催化氧化”工艺可以达到排放标准。具体工艺参数可结合工程实际情况和要求通过试验优化验证。

1) 考虑到污染物浓度具有波动性，因此，在废水处理系统前端设置调节沉淀池，对水量水质进行调节均质和初步沉淀。

2) 若调节沉淀池的沉淀效果不理想, 可投加药剂 (通常称为混凝剂及助凝剂) 使水中难以沉淀的颗粒脱稳、聚合, 并与药剂形成的絮体吸附, 体积和密度增大后下沉, 最终降低出水浊度、色度等感观指标, 同时可去除部分有机污染物; 若现场沉淀效果良好, 可不添加药剂。

3) 受污染地下水经调节沉淀后, 通过多相分离进一步去除水中悬浮物和不溶于水的有机污染物。

4) 多相分离出水中残留的低浓度溶解性有机物, 通过电催化氧化/臭氧催化氧化工艺将有机物氧化为二氧化碳和水后去除, 水中盐度较高时可采用电催化氧化。

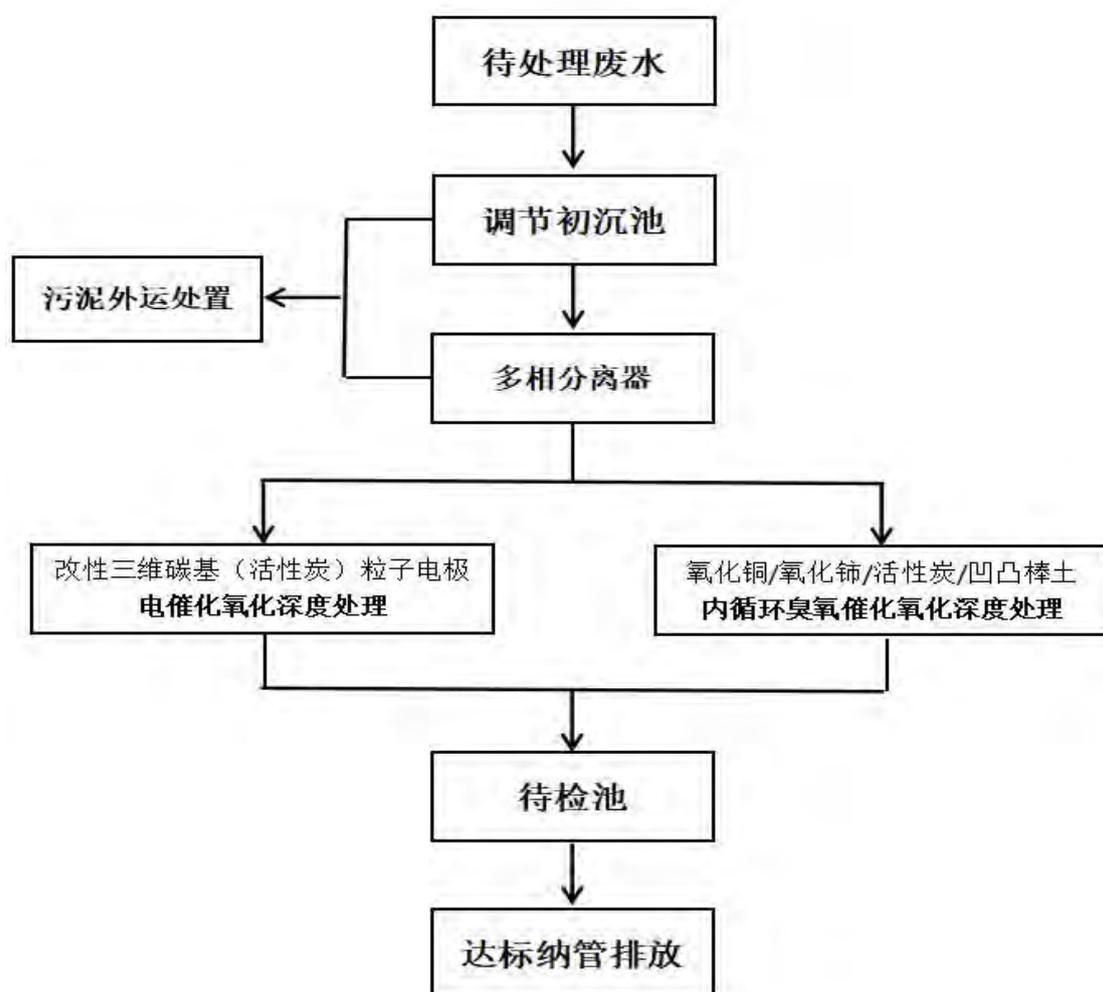


图 6-8 废水处理工艺流程图

(2) 水处理工艺参数

工艺参数如下表所示。

表 6-6 水处理主要参数

序号	项目	参数
1	设计处理规模	0.5m ³ /h
2	混凝沉淀药剂	PAC (0.01-0.05%)、PAM (0.001-0.005%)
3	臭氧氧化参数	臭氧发生器规格>0.5m ³ /h
4	电催化氧化参数	根据现场有机物氧化情况确定
5	剩余污泥处置	若产生污泥, 须对污泥进行取样检测, 识别危险特性, 根据识别的危险特性, 委托具有资质的第三方单位处置。

6.2. 工期费用估算

6.2.1. 工期估算

根据本工程特点, 结合各修复技术特性, 预估修复施工工期约 50 个日历天, 土壤水泥窑协同处置施工工期计划见表 6-7。 , 具体工程实施可根据委托单位要求和现场实际条件调整。

表 6-7 修复施工进度表

标识号	任务名称	工期	第1月						第2月					
			第1天	第6天	第11天	第16天	第21天	第26天	第31天	第36天	第41天	第46天	第51天	
1	场地设施建设等施工准备	5 days	█											
2	基坑支护	5 days		█										
3	污染土清挖	10 days			█									
4	污染土转运及水泥窑协同处置	10 days			█									
5	清挖基坑自检及验收	15 days			█									
6	清洁土自检及验收	20 days			█									
7	清洁土回填	10 days						█						
8	施工过程中废水收集及处置	40 days	█											
9	临时设施拆除	5 days								█				
10	潜在二次污染区域验收	5 days									█			

*本表未包括效果评估工期

6.2.2. 费用估算

本项目污染土壤水泥窑协同处置主体工程费用估算如下：

表 6-8 费用估算

序号	项目	数量	单位	单价	合计 (万元)	备注
1	场地建设				90	
1.1	办公/生活区/围挡	1	项	400000	40	包含办公区/生活区/围挡等
1.2	土壤暂存区	1000	m ²	500	50	硬化 C20/HDPE 膜/ 用于暂存约 1000m ³ 土壤
2	土壤修复（外运水泥窑）				279.83	
2.1	基坑支护	1	项	500000	50	拉森钢板桩+引孔支护
2.2	清挖	918	m ³	30	2.75	清挖量共计 918m ³
2.3	转运	816	m ³	200	16.32	816m ³ 受污染土外运水泥窑
2.4	处置	816	m ³	1500	122.4	816m ³ 受污染土处置费用
2.5	回填土检测、购置、回填	918	m ³	200	18.36	按照 500m ³ /样品检测，且平行样取 10%以上
2.6	降水	1	项	200000	20	明沟排水+轻型井点
2.7	抽出废水水处理及纳管	1	项	500000	50	小型臭氧设备，处理检测合格后纳管排放
3	过程检测				20	坑壁验收、基坑水验收、周边水气声渣验收、水泥样品检测等等
4	过程二次污染防控及工程措施费				20	雾炮、洗车、防尘网等等
5	危废鉴定				35	按照规范，100 个危废检测样品。
	工程费用合计（1+2+3+4）				444.83	
6	修复设计方案费用				35	
7	效果评估单位费用				80	坑壁验收、回填土验收、水泥样品验收等
8	环境监理费用				10	含部分环境监测费用
	合计				569.83	

7. 环境管理计划及安全防护

7.1. 环境影响分析

7.1.1. 土壤污染分析

本项目施工过程中对污染土壤进行清挖修复,污染土壤外运进行水泥窑协同处置。涉及到场内短驳和场外运输过程可能的抛洒对环境产生的影响。

7.1.2. 大气环境影响分析

本场地土壤中的污染物包括有机污染物,在常温下可能挥发。

土壤修复过程可能导致有机物挥发和扬尘到大气中,导致大气污染。场地内存在遗旧的建筑垃圾,在清除过程中可能导致大气的有机物污染和扬尘污染。

7.1.3. 水环境影响分析

基坑开挖过程渗出的污染地下水、筛分产生建筑垃圾冲洗后的废水,以及施工过程中场地用水和进出车辆冲洗产生的施工废水,需要进行合理收集处处理处置,否则会对环境产生二次污染。

7.1.4. 噪声环境影响分析

建设期噪声主要分为机械噪声、施工作业噪声和施工车辆噪声。机械噪声主要由施工机械所造成,如铲平机、挖掘机和铣刨机等,多为点声源;施工作业噪声主要指一些零星的敲打声、装卸车辆撞击声、吆喝声、拆卸模板的撞击声等,多为瞬时噪声;施工车辆的噪声属于交通噪声。

7.1.5. 固体废弃物环境影响分析

主要为修复过程中产生的固体废物以及工人的生活垃圾等,包括施工中的包装材料、建筑垃圾等一般固废、污水处理产生的污泥和废活性炭等危险废弃物和办公生活垃圾等。

7.2. 二次污染防控措施

7.2.1. 大气（扬尘、异味）防治措施

（1）扬尘防治

- a. 对于施工场地周边区域、厂内短驳运输道路及车辆周转区域，安排专人洒水，抑制扬尘的产生；
- b. 清扫洒落的土壤或建筑垃圾时，适量洒水、减少扬尘；
- c. 车辆及挖掘机在经过干燥地表时，控制车速；土壤装卸过程中，尽量减缓车速、降低落差；
- d. 主要施工区域尽量做成水泥硬化地面，减少裸露土壤；
- e. 严格限制挖掘机和自卸车辆的活动范围，装满清挖土壤的车辆应加覆盖物，防止将污染土壤带入场地内其它未污染区域或者场外；
- f. 在作业区出口处设置清洗池，对施工和自卸车辆轮胎以及其他部位沾染的污染土壤及时进行清扫和清洗，减少污染土壤的被动转移。
- g. 对扬尘指标进行在线监测。

（2）异味防治

- a. 针对有机物和场地内的异味，在施工现场配备控制异味的药剂和喷洒设备，可以迅速控制灰尘、气味；
- b. 严格限制挖掘机和自卸车辆的活动范围，装满清挖土壤的车辆应加覆盖物，防止将污染土壤带入场地内其它未污染区域或者场外。
- c. 在土壤开挖、运输和回填等关键施工环节安排专人巡视，避免不规范作业。安装颗粒物在线监测设备，并定期由第三方检测单位对场地及周边区域场界无组织废气和环境空气进行监测，以及及时指导现场作业活动，尽量避免施工过程扰动对周边环境的影响，满足相关环境管理要求。





图 7-1 扬尘、异味污染防治措施

7.2.2. 噪声污染防治措施

本工程投入的机械设备较多且集中，修复过程中的噪声污染主要来自于清挖机械、破碎机械、运输车辆、尾气处理设备。

为施工过程可能造成的噪声污染，采取以下措施：

- (1) 工程实施期间，噪声排放不得超过《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的限值要求，即昼间70dB，夜间55dB。
- (2) 尽量选用低噪声或备有消声降噪设备的施工机械。
- (3) 对强噪声设备，以隔音棚、隔音罩或隔音屏障封闭遮挡，实现降噪。
- (4) 加强环保意识的宣传。采用有力措施控制人为的施工噪声，严格管理，最大限度地减少噪声扰民。
- (5) 高噪声设备近距离操作的施工人员应佩戴耳塞，并应安排轮流作业或缩短其劳动时间，以降低噪声对人耳造成的伤害。

7.2.3. 废水二次污染防治措施

由于本场地内存在污染土堆、污染土壤开挖，施工过程废水主要来源包括：基坑开挖过程集水明排收集废水、施工过程道路和暂存区域收集初期雨水、建筑垃圾冲洗和进出车辆冲洗废水等，须进行有效控制，避免二次污染。

(1) 严格控制机械车辆活动范围，避免引起污染到处沾染，在雨水冲刷下形成废水污染。

(2) 施工道路及时进行清扫，减少路面土壤或尘土颗粒，挖出暂存的污染土壤和建筑垃圾及时进行规范堆放，并覆盖雨布，防治雨水冲刷作用下，形成大量废水溢流和二次污染。

(3) 在运输道路和修复施工临时设施布置区域周边设置集水沟，收集过程

产生初期雨水，并及时到排入水处理区处理。为避免污染初期雨水外溢，设计集水沟走向，土壤暂存区和建筑垃圾暂存区靠近土壤开挖区域一侧区域作为施工过程土方车辆运输行走路线，外侧紧邻区域施工便道作为人行和小型车辆便道，便道外侧布置集水沟。暂存区域边缘、水处理区边缘，以及与办公区和生活区之间的道路侧边同样设置集水明沟，并相互连通，所有临设区域初期雨水经收集后抽排至水处理区处理。运输车辆进门区域为硬化地坪，建设洗车池和沉淀槽，地面初期雨水汇入洗车池和沉淀槽中，并及时抽排至水处理区处理。平时加强巡视，避免沟内沉积物过多噪声容量下降和废水外溢。根据天气情况，下雨前进行沟内清理，避免过多固体废物和土壤落入引起后续废水中悬浮物增加和处理难度的增加。集水沟为砖砌明沟+水泥砂浆抹面，保证排水通畅。

(4) 在土壤开挖区域基坑顶部设置截排水沟，避免雨水过多进入污染土壤修复施工区域引起废水量增加。基坑内部设置集水沟，及时收集开挖过程产生污染地下水和施工废水，并及时导排入水处理区处理，避免污水外溢下渗，引起二次污染。基坑开挖过程采取分区分块开挖作业，避免一次开挖面过大，引起废水汇集量增加过多和潜在二次污染风险。

(5) 场地出入口设置洗车池和三级沉淀池，进出车辆冲洗废水由导排沟收集至沉淀池沉淀后循环利用，沉淀池底部做好防渗处理，避免下渗引起二次污染。最终产生废水抽排至水处理区处理。

(6) 建设专门建筑垃圾清洗池，并做防渗处理，冲洗废水经初步沉淀后由导排沟排入水处理区进行处理，处理后水部分回用于建筑垃圾冲洗，最终产生废水收集后处理达标后排入市政污水管网。

(7) 建设专门水处理区，底部采用防渗处理，所有设备及管路安装后进行密闭性检查，避免过程渗漏水现象的发生。

(8) 施工过程环境管理和环境监测：施工过程加强人员管理，提高节约用水意识，避免水资源浪费和施工废水的增加。配备应急物资，并设置专人进行巡视发现管路、设备或沟槽渗漏现象及时停止作业，进行废水收集处理。

施工过程定期进行地下水环境（水位和水质）监测，发现异常现象及时查找原因，采取补救措施，防治污染扩大。



图 7-2 废水污染防治措施

7.2.4. 固体废物污染防治措施

- (1) 办公生活区产生的生活垃圾。
- (2) 土壤修复区域破除的地坪混凝土、可能存在的建筑物基础，以及浅部土壤筛分过程中产生的建筑垃圾。
- (3) 水处理过程产生的压滤污泥，以及更换下来的废活性炭。

主要的防治措施：

- (1) 规范办公和生活人员活动，减少固体废物的产生量，办公区和生活区设置分类垃圾桶，过程产生的垃圾分类收集和投放，定期进行清理。并于当地市政环卫公司签订处置协议，定期委托其分类处置。
- (2) 施工过程产生的混泥土地坪碎块、建筑基础、筛分出的建筑垃圾进行收集转运、并冲洗干净后，按照相关管理要求综合利用或合规处置。
- (3) 合理优化水处理施工工艺，在保证达标的前提下，尽量减少底泥等危险废物产生量，提高压滤机脱水效率，减少危险废物产量。产生的压滤污泥和更换下的废活性炭，按照危险废物管理要求，分类收集暂存，并于施工结束时委托有资质单位处置。
- (4) 参照规范要求，现场建设危险废物暂存仓库，做好“四防”，不同类型的危险废物分类堆放，所使用的的包装容器没有腐蚀、污染、损坏或其他可能导致其包装效能减弱的缺陷。在进行包装前，检查包装物是否完好，是否清洁，

装有危险废物的包装袋上黏贴标签，标明危险废物的名称、重量、成分、特性。

(5) 危险废物暂存仓库内不同危险废物暂存区张贴危险废物标识，标明废物的名称、重量、成分、特性，发生泄漏、污染扩散事故时的应急措施和处置办法。

(6) 根据施工进度计划，包装好的危险废物应当天入库，设置专门环境管理人员负责危险废物的入库和出库登记，过程建立台账，危废仓库施工封闭管理，入库后及时上锁，并由专人定期巡视值守。

(7) 施工过程环境管理和环境监测，施工过程设置专人进行关键施工部位和固体废物产生部位巡视检查，保证各类废物得到合理规范存储和处置。

(8) 加强人员教育，配备应急物资，遇突发固体废物泄漏事故，及时进行收集，装至防渗容器中合规暂存，并标识明确，后续按相关管理要求合规处置。



图 7-3 危险废物规范化管理

7.2.5. 污染土壤运输防护措施

本项目污染土壤如采用水泥窑协同处置技术，需要将污染土壤通过汽车运输到水泥窑厂。土壤在外运过程中需要满足要求如下：

- (1) 运输车辆、船舶状况完好，符合国家交通安全管理法规的相关要求。
- (2) 运输污染土壤的车辆、船舶按规定的路线行驶。
- (3) 污染土壤运输车辆、船舶装满后用帆布或铁板覆盖；应配有应急包装袋、装卸清扫工具和隔离警示带等标记。
- (4) 需配备押运人员，参与运输人员应详细了解所运输污染土壤的名称、重量、成分、特性以及发生事故时的应急措施和补救办法。

租用地磅，每天通过过磅统计外运的污染土壤重量，以便和最终接受地一起对比，确保污染土壤运输过程中不丢失。

(5) 人员安全防护

现场作业人员需正确佩戴防护用品，包括安全帽、口罩、防护服，工作手套、工鞋等，确保施工过程的安全。

污染土壤清挖运输过程中可能产生的二次污染包括：清挖过程中出现的基坑渗水及降水、运输车辆轮毂携带的污染土壤、雨天运输雨水对运输车辆影响等二次污染情况。

针对以上可能出现的情况分别制定应对措施：

(1) 污染土壤清挖过程中的基坑渗水及部分降水利用现场修筑的导排沟导排至集水池收集。收集后进行检测、处理。

(2) 每天污染土壤清挖及外运工作完成后，及时安排施工人员对开挖后的基坑以及挖出的污染土壤进行覆盖，防止气味弥散和雨水的入渗。



图 7-4 污染土临时堆放及二次污染防控

(3) 运输车辆装车后，需对车辆中污染土壤进行及时覆盖，覆盖采用防雨帆布覆盖，覆盖完成后，待车辆即将出场前需对车辆轮毂进行检查，特别是雨天车辆轮毂上会黏附较多土壤，如果不处理会出现带泥上路问题，产生二次污染。针对这种情况场地现场建设洗车设备一部，每天出场车辆在洗车池内清洗，保证出场车辆轮胎清洁，不存在带泥问题才允许出场。



图 7-5 污染土壤运输车覆盖



图 7-6 污染土运输车清洗

7.3. 环境监测计划

污染场地治理修复过程的环境监测，主要工作是针对各项治理修复技术措施的实施效果开展的相关监测，包括治理修复过程中可能排放物质的监测和周边环境的监测，主要包括大气、噪声、表层土和废水等的监测。

7.3.1. 大气监测

大气环境监测主要针对挥发性有机污染物和施工过程中产生的扬尘等空气污染物进行监控，场地内污染土壤施工期间，根据监测范围大小、污染物的空间分布特征、气象因素综合考虑确定，场区内外均设置空气采样点。

(1) 监测点的确定

场地污染土壤在修复过程中，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）的要求，需在场地边界设置监控点，监控点的布置需适当靠近场区附近的环境敏感点。根据场地大小、气象因素等综合考虑，本场地共设置4个空气采样点，其中上风向设置1个参照点，下风向与场区外环境各设置1个采样点。大气监测点位置布设示意图7-7。

(2) 监测频率

场地内污染土开挖运输与修复施工期间每月采样测定2次。无组织排放取样要求随机选择一小时连续取样。

(3) 监测指标及排放标准

1, 4-二氯苯、氯苯和1, 2-二氯苯等大气环境质量标准参照《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）等执行。

7.3.2. 噪声监测

在修复施工过程中，尽量选择无雨、风力6级以下的气候，且选在场地平坦、无大反射物场地中进行监测。

(1) 监测点的确定

噪声的监测方法按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。噪声监测围绕场区边界线上选择离敏感区域最近的4个采样点，每个采样点位置设在高度1.2m以上的噪声敏感处。监测点位置布设示意图7-7。

(2) 采样方法与频率

采用积分声级计采样，以20min的等效A声级表征该点的噪声值。白天测量选在8:00~12:00时或14:00~18:00时，夜间选在22:00~6:00时。场地内污染土开挖运输与修复施工期间每月采样测定2次。

(3) 噪声评价标准

噪声标准按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的环境噪声限值（见表7.1），白天不超过70dB，夜间不超过55dB，夜间噪声最大声级超过限值的幅度不得高于15dB（A）。若机械噪声高于该标准，则需采取积极措施以控制噪声。

表 7-1 建筑施工场界噪声限值单位：dB（A）

序号	噪声源	昼间	夜间
1	挖掘机、破碎机、渣土车、尾气处理设备等	70	55



图 7-7 场地周边大气/噪声环境监测点位布设（示意）

7.3.3. 废水监测

地表污水主要包括原地表积水、基坑渗水、初期雨水、修复过程中的施工用水、施工现场车辆行驶出场时对车身进行清洗和清洗施工设备产生的废水等。施工结束最终剩余积水均需收集后进入现场废水处理设施处理后排放前监测。

(1) 监测点

废水采取序批式处理，每批废水处理完自检合格后，第三方检测单位对废水取样监测分析，每批次每个暂存池取 1 个样。

(2) 监测频次

根据项目进度，过程按批次开展废水处理后的检测。

(3) 监测因子和评价标准：

废水收集经初步沉淀后检测合格则回用做养护和冲洗用水。若不合格，则收集的废水在水处理设施进行统一处理，处理达标后回用或纳管排放。监测因子与评价标准见下表。

表 7-2 废水纳管排放标准

序号	类型	单位	排放标准	备注
1	氨氮	mg/L	45	《GB/T 31962-2015 污水排入城镇下水道水质标准》A 级标准
2	COD	mg/L	500	
3	挥发酚	mg/L	1	
4	镍	μg/L	1000	
5	苯	μg/L	500	《污水综合排放标准》 GB8979-1996 三级标准
6	氯苯	μg/L	1000	
7	1,2-二氯苯	μg/L	1000	
8	苯酚类	μg/L	1000	江苏地方标准《化学工业水污染物排放标准》DB32939-2020
9	二氯乙烷	μg/L	300	

7.3.4. 清洁土壤监测

对于外购用于基坑回填的清洁土壤，参照 500m³ 取一个样品，进行检测，检测因子为 GB36600-2018 中基本项目（包含本项目修复目标）。

外购土壤检测结果须满足第二类用地筛选值，方可运至场地内部回填。

7.3.5. 潜在二次污染区域监测

在修复施工结束后，对场地施工影响潜在二次污染区域表层土壤进行采样监测，以判断施工过程中是否对施工场地周边土壤造成二次污染，监测采样点位位于修复施工区附近选取，采样深度0-20cm。

监测因子包含修复目标物质和石油烃。

监测因子需达到《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）建设用地第二类用地筛选值标准。

7.4. 安全施工防护措施

7.4.1. 工程安全防护措施

施工场地要求：施工场地设置警示标志，悬挂与项目相关的作业指示牌，危险废物的包装、运输、暂存做好泄露的防范措施，建筑物拆除过程中的安全措施，挖掘作业做好土方坍塌的防范措施。

根据《建设工程安全生产管理条例》，充分做好作业现场的安全措施后方可施工。

7.4.2. 人员安全防护措施

根据本项目污染物特点及各部分施工内容为现场施工人员和进出人员配备个人安全防护装备，根据现场作业风险的不同，配备相应的安全防护装备。

（1）污染区施工人员安全防护装备

根据不同的施工单元对施工人员分别配备安全防护装备，本项目修复单元为重金属镍和有机污染物，主要注意防止修复过程中分解产物可能存在的挥发性有机污染物、粉尘颗粒物的吸入、皮肤接触及施工机械在修复过程中所产生的机械噪音等。同时需要为污染区内施工人员配针对性安全防护装备，穿防护服、胶鞋，佩戴安全帽、护目镜、防有机气体口罩，必要时佩戴安全防护面罩等。



图 7-8 有机污染土壤处置安全防护装备

(2) 非污染区人员安全防护装备

在非污染区域施工的人员及运输司机等，需要穿普通工作服、安全帽、防护眼镜、普通劳保鞋、戴普通劳动手套；除此之外，电工还需配备绝缘鞋、橡胶手套，焊工需要配备专用眼镜和面罩。



图 7-9 非污染区人员安全防护装备

(3) 其它安全防护装备

为一线施工人员配备黄马甲，施工现场必须穿上黄马甲；夜间施工人员必须穿上反光背心。

为施工现场夜间看护人员提供可动防护棚，夏季还需提供蚊香。

短时间雨中施工的人员，必须穿雨衣、防滑雨靴。

高温季节施工时：为现场人员配备草帽、发放防暑降温药品；高温期间应避开阳光直射，调整工作时间，避开高温时段；冬季施工时做好保温、防冻等措施，现场人员佩戴防护手套。

施工现场应配备洗眼器，应配备急救药箱及药品。

(4) 个人防护管理措施

根据本项目特点，需做好个人防护管理工作，具体的措施如下：

1) 规范人员行为，加强对施工人员和管理人员的安全环保教育，在做好自身安全防护的前提条件下，提高其环保意识；禁止将污染土壤用作其他用途。

2) 施工前，要对所使用的施工机械设备、防护用品、工作环境进行安全检查，发现问题、及时消除事故隐患。

3) 在挖掘、装卸干燥的污染土壤时，应使用降低粉尘的设施，相关操作人员必须佩戴防尘口罩。

4) 挖掘机械在施工作业时，禁止任何人进入机械回转半径范围内。

5) 禁止无关人员进入运输车辆周转区范围内。

6) 施工人员不得进行任何违章操作或违规指挥。

7) 施工人员和施工机械不得在规定范围外随意活动。

8) 施工现场禁止抽烟、饮水、吃东西。

9) 生活垃圾、个人防护用品等应分类收集，集中处理，不得随意乱丢。

7.4.3. 安全用电措施

(1) 安全用电技术措施和电气防火措施，是施工现场临时用电施工组织设计的重要组成部分。所有电气设备、配电箱体等金属外壳均应与保护零线可靠连结，配电箱体与箱门用黄绿双色线连结。

(2) 配电箱要求铁制，露天应设防雨罩，配电箱固定安装，高度不低于1.3m，活动配电箱要用角钢做支架，支架高度不低于0.7m。

(3) 必须设置不少于三处的重复接地，重复接地电阻不大于10欧。工作接地电阻不大于4欧。

(4) 在接地与接零系统中，要特别注意不得一部分设备作保护接零，另一部分设备作保护接地。

(5) 保护零线的截面不小于工作零线与相线的截面，且要用黄绿双色线，与相线、零线相区别，杜绝混用。

(6) 三级配电中，要设置不少于两级漏电保护，上下级漏电保护要匹配，设备及手持电动工具的漏电保护开关的漏电动作电流不大于30mA，动作时间不大于0.1s。

(7) 按施工现场安全用电技术规范的要求, 对各类用电人员作明确而详细的安全用电知识教育, 各类用电人员应学会和掌握安全用电知识、操作规程。

(8) 施工现场的电工必须持证上岗, 并协助项目经理做好施工用电的安全管理, 保证施工及生活用电的正常, 坚决制止其它违章用电和个人私拉乱接现象, 对各施工班组用电进行经常性的安全检查。

(9) 配电箱上锁, 钥匙由专业维修电工掌握, 他人不得破坏配电箱。维修电工必须每天检查配电线路, 发现隐患及时处理, 并作好记录。

(10) 重视电气防火, 在用电设备集中的地方, 如变电所、配电室、发电机房等应配置绝缘灭火器材, 如1211干粉灭火器等, 并禁止烟火。

(11) 电气装置和线路周围不准堆放杂物及强腐蚀介质, 如使用喷灯, 要有足够的安全距离。

(12) 定期组织各部门人员到现场检查安全用电情况, 对违章用电者进行处罚, 责令其整改, 否则中断向其供电。

7.4.4. 电气防火措施

为了保证施工现场及后台生产区、生活办公区的安全, 项目及所有参建人员在日常工作及生活、工作、学习中应不断提高自身的防火意识, 加强防范。

(1) 建立健全的防火制度, 并建立以项目总负责人为首的领导小组, 常务办公室设在安全质量科, 随时对全场的防火设施、防火标识进行检查, 各区域设置防火安全责任人, 落实防火措施, 不符合国家及电力总公司防火规定的坚决整改。并定期组织项目人员参加防火知识的学习。

(2) 项目应在全体员工范围内开展形式多样的防火教育, 进行消防演练。

(3) 在现场各片区按规定配备足够的消防水源及灭火器材, 并挂明显的防火区标识。定期进行检查, 过期、失效的灭火器及时更换, 确保灭火器材和防火设施有效、可靠。

(4) 需动火的工作尽量安排在后台安全区域内, 若必须在现场施工的, 施工的全过程中应派专人监护, 并配备与工作内容相适应的灭火器材。

(5) 所有进入现场的施工人员, 不得在现场吸烟。若有违章的坚决给予重罚, 对屡教不改的应清退出场。

(6) 对重点防火部位、易发生火险部位, 应配备足够的干粉灭火器材, 随工程进度及范围不断扩大而及时增加干粉灭火器。消防器材应保证灵敏有效,

干粉灭火器必须按规定时间更换干粉，灭火器材必须在经地方消防局批准的销售单位购置，不得购置对环保有影响的灭火器材，对购置伪劣器材而造成事故，要追究当事人的责任。

(7) 施工现场要配备足够的消防器材，并做到布局合理，经常维护、保养，在寒冷季节应采取防冻保温措施，保证消防器材灵敏有效。

(8) 建立施工动火控制程序，严格执行动火审批制度。明火作业，监护人及灭火器材及时到位。危险区域进行焊接、切割动火作业到安全环保部门办理动火证，并有专人监护。

7.4.5. 土方开挖安全施工措施

(1) 所有进入现场的人员，必须按有关规定穿着工作服、劳保鞋、配带安全帽，佩戴防护用品。

(2) 参加机械挖土的人员要遵守所使用机械的安全操作规程，机械的各种安全装置齐全有效。机械操作人员必须持证上岗。

(3) 挖掘区内若有地下线缆和供排水管道必须事先查明走向，与有关部门联系并处理妥当，才破土动工。

(4) 土方开挖必须按设计和规范要求自上而下分段依次进行，禁止采用挖空底脚的操作方法，并且做好排水措施，防止地面水流入坑内，以免边坡塌方。

(5) 严格控制开挖深度，严禁超挖，发现问题需及时处理。

(6) 使用机械挖土前，要先发出信号。配合机械挖土的人员，在坑内作业时要按规定坡度顺序作业。任何人不得进入挖掘机的工作范围内。如必须进入机械回转半径内作业时，先停止机械回转并制动，方可开始作业，机上、机下人员应随时取得密切联系。

(7) 在土方开挖的过程中，严禁挖机停在坑顶边作业。

(8) 开挖过程中，安全员要随时注意土壁变化的情况，如发现有裂纹或部分塌落现象，应立即停止作业，并报告施工负责人员通知设计、业主、监理共同研究并采取相应的补救措施。

(9) 作业人员上下坑应沿着专用通道，不得从上跳下或踩踏土壁上下。

(10) 基坑边1米范围内不得堆土、堆料、停滞机具。

7.4.6. 基坑安全措施

(1) 基坑周围应明确警示堆放的材料不得超越基坑边3米范围警戒线，基坑边警戒线内严禁堆放一切材料。

(2) 基坑边沿应设置“非工作人员禁止入内、当心基坑、当心塌陷、当心坠落、必须佩戴安全帽”等标志。

(3) 坑边堆置材料包括沿挖土方边缘移动运输工具和机械不应离槽边过近，距坑槽上部边缘不少于2米，槽边1米以内不得堆土、堆料、停置机具。

(4) 基坑周边严禁超堆荷载。

7.4.7. 土壤回填施工安全措施

(1) 施工人员必须戴好安全帽，不准穿拖鞋，高跟鞋或赤脚。

(2) 土壤回填前，基坑槽内应做好排水措施，防止产生积水，造成由于土壁下部受多次冻融循环而形成塌方。

(3) 土壤回填时，基坑顶部做好防护，基坑四周的防护栏，在回填未完前，不得拆除。因回填土施工局部拆除的基坑防护栏，在当天完工前仍需恢复。

(4) 回填时不得上下交叉作业，上方卸土，下方严禁站人，卸土时必须派专人指挥。若必须上下交叉作业时，如上不搭架、拆架，须在土壤回填作业面上方搭设防护层，满铺木跳板，木跳板要绑扎牢固，且在木跳板层下挂双层水平兜网。

(5) 在基坑边附近作业人员，不得离基坑过近，防止意外伤人。

(6) 回填时应注意观察边坡位移，防止塌方伤人。

(7) 必须派专人指挥疏导现场施工车辆。

7.4.8. 雨季施工措施

由于施工地区雨水较多，时常有巨大、连续暴雨，而本工程基本在露天作业，受天气因素影响较大，所以雨期应该也必须做好准备，以防不测，着重掌握好“安全规范”、“预防为主”、“快速齐全”三原则，并着重做好以下事项：

(1) 编制施工组织计划时，要根据雨期施工的特点，不宜在雨期施工的单项目工程提前或拖后安排。对必须在雨期施工的单项目工程制定有效的措施；

(2) 做好现场排水，施工现场的道路、设施必须做到排水畅通；

(3) 原材料、成品、半成品的防雨。不能受潮的材料应放在室内按“先收先发”“后收后发”的原则，避免久存受潮失效。易受潮变形半成品应在室内堆放，其它材料也应注意防雨及材料四周排水；

(4) 在雨期前应做好现场房屋、设备的排水防雨措施；

(5) 备足排水需用的水泵及有关器材，准备适量的塑料布等防雨材料；

(6) 土方开挖时，若现场发生渍水现象，为防地表水进入基坑，将在坑顶附近做挡水堰。

7.5. 文明施工管理措施

(1) 成立文明施工管理机构

1) 成立文明施工领导小组和稽查小组，负责传达上级有关文明施工管理的会议精神和月检制度落实。稽查小组属于机动组，对文明施工进行突击检查；

2) 项目经理部成立文明施工小组，成员由项目部各部门负责人组成，负责文明施工管理制度的制定、落实和周检制度落实；

3) 月检和周检制度按照ISO9001工作文件《文明施工管理规定》内容实施；

(2) 临时设施布置

1) 工地内设置的施工临时设施如现场办公室等张挂明显标志，保证明亮整洁；

2) 施工围挡/围墙上设立施工警示牌，夜间挂红灯，并保证施工沿线在夜间有足够的照明设施；

3) 施工期间，根据监理工程师、业主或当地政府要求，在要求的时间和地点，提供和维持所有的照明灯光、护板、栅栏、警示信号标志和值班人员，对工程进行保护和为公众提供安全和方便。

4) 施工期间采取有力措施保证沿线单位、居民的出入及道路的畅通。

(3) 机具、材料管理

1) 材料进场后进行分类堆放，并按照ISO9001《文明施工管理规定》相关要求标识。工地一切材料和设施不得堆放在施工围挡/围墙外，在场内分类堆放整齐，保证施工现场道路畅通，场地整洁；

2) 施工机具统一在确定场所内摆放，并用标识牌标明每一类施工机具摆放地点；

3) 所有施工机具都必须保持整洁的机容，每天进行保养；

4) 在运输和储存施工材料时，采取可靠措施防止漏失。

(4) 散体物料的管理

1) 所有运输散体物料的运输车辆均符合常州市对散体运输车的规定，不污染城市道路；

2) 在工地出口处设清洗槽和沉淀过滤池，清洁进出工地的车辆，污水经过沉淀后收集至储水罐中，纳入水处理设施进行处理。

(5) 文明施工的宣传和监督

1) 学习文明施工管理规定，在每周安全学习例会中穿插文明施工管理规定的学习内容，务使每个施工作业人员明白文明施工的重要性；

2) 做好施工现场的宣传工作。大力开展“文明标兵”活动和积极开展劳动竞赛；

3) 注意搞好与沿线单位、居民的协调工作，以便工程顺利开展。

4) 工程各部位展牌张贴齐全、醒目，工程概况牌标明工程名称、工程负责人、工地文明施工负责人、施工许可证和投诉电话等内容，接受广大市民的监督。

7.6. 工期保证措施

为保证总目标的实现，要以质量、安全为第一，以进度为核心。首先，以总进度计划为依据，按进展阶段的不同，分解为多个层次，再按各层次分解为不同的进度分目标，建立起一个以分解进度目标为手段、以进度控制点为着眼点的进度控制目标系统，形成人、财、物、技术、机械设备、供应管理的保障体系。

7.6.1. 人员、材料、设备保证措施

为保证项目如期完成，根据项目工作量合理安排人员、材料和设备。

7.6.2. 技术保证措施

要保证目标总工期的实现，就必须采取各种措施，预防和克服影响进度的诸多因素，从技术措施方面着手是有效途径之一：

(1) 施工工艺

配置业务熟练、责任心强的技术骨干和施工队伍，积极与设计、监理、建设单位配合，积极采用信息化施工措施和新技术、新工艺，结合以往类似工程施工经验，针对工程难点和特点，优化施工工序，改进施工方法，以确保工程施工质量和施工进度。

（2）推行进度计划动态管理技术

要使本工程在预定工期内完工，必须抓住施工进度计划中的关键工序和关键线路，采用先进的管理程序，对本工程进行进度计划的动态管理。一旦关键工序出现工期拖延，即在进度计划中进行调整优化、压缩，变更相应的子项作业持续时间，同时采取相应的、有效的现场措施，进而确保总工期目标的实现。

（3）从资源配置上保证工期

在人力配备上，要区分轻重缓急，以满足关键线路控制点要求为第一层次，以各进度分项目标为第二层次，达到主次分明，步调一致，紧张有序。本工程主要劳动力的配备要求具有明显的阶段性，要根据不同阶段对工种人员的要求，在保证这些劳动力配置充足的条件下，优化工人技术和身体素质、思想素质的配备与管理。

为保证本工程按期完工，需配备足够的施工机械，不仅保证正常使用，还要采取保证有效备用。按照施工进度计划提前作好机械调配计划，根据工程需要及时补充机械设备。

（4）从综合保障上保证工期

①材料部门根据工程进度计划编制材料供应计划，并有预测性，提前备好工程所需的各项材料。

②财务部门根据工程进度计划及材料购置计划编制资金使用计划，安排好资金流动。

③机械保障部门则做好现场设备的维修保养工作，提高设备的完好率和利用率。

7.6.3. 管理与组织保证措施

从某种意义上说，项目管理与组织是本工程施工运转的灵魂，对进度的控制分析、调整、贯彻、落实均离不开项目经理部的有效运作，因此，要作好下列工作：

(1) 项目部实行分工负责，各职能部门进行目标管理，建立严格的奖惩制度，围绕总工期制定的工作计划，逐月检查落实，实施奖惩，以保证各项目标按期完成；

(2) 编制切实可行的实施性施工组织设计，明确进度目标，实行科学管理，抓住重点，推动全面。通过合理的安排，各道工序衔接紧密，缩短工序间等待时间，各工序施工形成流水作业、平行作业和交叉作业，最大限度地加快施工进度。施工现场专人组织调度，减少施工干扰，提高劳动生产率，使各项工作都在按规范有序的状态下进行，并及时组织召开调度会、碰头会，随时检查进度的执行情况，发现问题要及时采取措施，集中群体智慧，及时解决施工中出现的各种问题，保证各施工项目达到控制的进度目标；

(3) 工程总施工进度计划内按系统工程，用树状结构图对其分解，直到相对独立的工作单项。根据每一工序的工作性质和时间合理安排各工序先后顺序，将总工期落实到每周、每日、每个工班，以保证总工期；

(4) 对工程进度按周、日建立施工形象监控，用图表直接形象地反映实际进度，及时发现差距并采取措施纠正。根据每季度工程实际进度情况，将工期计划图予以调整，并特别注意关键线路的变化；

(5) 建立工程例会制度，加强现场调度工作，及时协调人力、财力、材料和机械设备，使工程保持协调、正常有序地施工。

7.6.4. 资金保证措施

(1) 本工程执行专款专用制度，以防止施工中因为资金问题而影响工程的进展，充分保证劳动力、机械的充足配备，材料的及时进场。随着工程各阶段控制日期的完成，及时支付各专业队伍的劳务费用，为施工作业人员的充足准备提供保证。

(2) 本工程所有收支的资金执行严格的预算管理。项目准备期间，预测项目的现金流，对资金做到平衡使用、以丰补缺，避免资金的无计划管理；

(3) 如果工程的项目支付条件不是很理想，现金流大多数时间可能是负值，因此要采取有针对性的预防措施，防止集中支付带来的资金压力。主要措施有：企业适当给予项目扶持，提供低息资金拆借等。

7.6.5. 合理加快进度、缩短工期措施

(1) 发挥优势、全力保障施工生产

发挥机械化施工优势，选配合理配套的施工机械，建立合理的机械保养、维修体系，保证施工机械的完好率；同时，建立强有力的后勤保障体系，保证各种物资、设备按时足额到位；搞好工作和生活环境建设，全方位保障施工生产。

(2) 抓好控制工程、加强网络计划管理

针对本工程情况，尽量增加工作面，应用网络技术，合理安排施工顺序抓住关键线路。对施工重点优先安排，增加设备、人力、物力、财力的投入，确保分项分部工程按期完成。使施工计划做到日保旬、旬保月、月保总工期的高效完成。同时，在保证质量、安全的前提下，尽可能开展多工序同步施工、平行作业，控制作业循环时间，合理安排作业层次，减少雨季等不利因素对施工的影响，利用有利时机加快施工进度。

(3) 科学组织、加强协作

随着施工情况的不断变化，及时分析控制工期的关键线路，合理调剂人力、物力、财力和机械配置，使施工进度紧跟计划。加强调度统计工作，减少各道工序间的衔接时间，充分利用各个工作面，避免出现现场窝工。协调好各业务科室的工作，加强协作配合，理顺上下关系，对施工现场的需求和需解决的问题及时反映、及时解决，避免影响施工进度。解决好雨季施工问题，合理安排施工生产。合理组织劳动力，各专业班组按流水工艺连续施工，项目部负责协调班组间工序间的衔接，减少中间环节的时间浪费，有效提高工作效益。

(4) 抓好资金管理、确保资金投入

管理利用好工程资金，保证各项施工活动得以正常进行；确保资金投入，提供强有力的资金保障；确保建设资金专款专用。

(5) 协调外围关系、确保施工顺利进行

在施工过程中，施工协调管理非常重要，它涉及面广，关系复杂。为此在项目组织机构中专设施工管理部负责现场施工技术管理和对外联络。

1) 与业主的工作协调

尊重业主对工程的统一领导，配合业主与各相关单位协调；施工过程中，经常与业主保持联络，加强沟通，主动、及时、定期向业主反映工程进展情况；

在工程施工中，问题涉及面广，解决和协调比较复杂，我们首先是充分的理解，并给予大力支持，积极与业主协商联络，落实解决办法。即使一时不能解决，也要服从大局，见缝插针地安排施工，确保工程按总体计划进行。

2) 与监理工程师的工作协调

尊重监理，积极配合现场监理的工作；对于监理工程师提出的质量问题，无条件地就地解决，直到监理工程师满意；在未经监理检查认可的情况下，不得进入下一工序的工作；配合监理工程师的事后监督，即使监理工程师认可后，仍有权力对正在实施或覆盖的工序提出检验要求。

3) 与施工队、生产班组的协调

施工队及其生产班组是项目经理部组织生产、落实计划的基本单位。必须服从项目部的统一安排和指挥；项目部按照总体进度计划，制定对施工队及其生产班组的控制节点，组织协调各施工队及其生产班组的工作，检查计划落实情况，制定和调整工作计划；项目部按期召开生产会议，协调各施工队在施工中碰到的问题合理安排生产。

4) 与沿线单位及居民的施工关系协调

施工期间可能会给周边居民的生产、生活会带来不便。项目部要耐心细致的做好解释工作，恳请取得谅解；根据施工计划合理安排施工，除非工艺所需的工序外，尽可能在夜晚不安排有噪声的施工作业。以免影响居民正常休息；积极主动为当地居民解决一些力所能及的事情，大力提倡实施爱民工程。

8. 场地修复监理及效果评估

8.1. 修复监理

8.1.1. 修复工程设计阶段环境监理

(1) 资料收集与现场踏勘

①资料收集

环境监理单位需要收集的资料包括但不限于以下内容：

- a) 场地调查报告、场地修复方案、场地修复实施方案等技术文件；
- b) 环境保护主管部门的相关批复文件；
- c) 危废鉴别报告（备案稿）及专家评审意见（如有）；
- d) 修复工程施工组织设计方案（备案稿）及专家评审意见；
- e) 详细清挖方案（备案稿）；
- f) 污染土壤水泥窑处置协议；
- g) 废水收集处理方案；
- h) 废水接管协议。

②现场踏勘

应对场地及周边区域进行现场踏勘。现场踏勘的主要内容包括：场地及周边区域现状、环境敏感目标和场地修复工程施工条件等。现场踏勘的工作方法包括摄影和照相、现场记录、人员咨询等方式。

(2) 文件核查

设计阶段环境监理主要采取文件审核的方法对建设项目进行监理，主要内容有：收集场地环评文件、修复工程施工设计、施工组织方案等基础资料，并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；关注场地内污染基坑位置；关注场地内车辆运输路线设计是否合理；关注修复过程中产生危险废物的去向；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等。

8.1.2. 修复设施建设阶段环境监理

(1) 建立环境监理体系和制度

应建立环境监理工作记录制度、文件审核制度、报告制度、会议制度等，规范环境监理工作，用于协调解决修复工程实施过程中可能产生的问题。

应督促建设单位针对修复工程产生的废水、废气、噪声等污染物建立相应的污染防治措施和操作规程。

应督促建设单位落实各类环保协议、相关环保手续的办理工作。应督促建设单位建立完善有效的环保责任体系，明确分工、责任到人。

(2) 核实污染防治措施的落实情况

应核实配套环保设施是否与主体修复设施同时建设，其主要技术指标是否满足修复工程实施方案的要求；应核查试运行期间的排放指标是否符合相关标准要求。

若配套环保设施建设与试运行未达到相关要求，应及时反馈建设单位，建议其整改。

(3) 废水处理施工监理

a) 检查现场是否按照设计文件内容建设了废水处理系统；

b) 检查废水处理的施工工艺是否与设计方案一致，使用的药剂、规格等是否满足设计方案的参数要求；

c) 检查管路、接口、井口建设完成后的密封性能否满足设计指标要求，现场水处理系统的试运行情况，督促施工单位针对运行情况及时优化参数，确保系统正常运行，排放浓度和速率控制在环评允许范围内；

d) 检查试运行情况，确保效果满足设计要求。

(4) 污染土壤暂存区域施工监理

a) 污染土壤暂存区域的钢结构大棚密封性是否满足环保要求；

b) 污染土壤暂存区域废气收集处理设备的处理工艺、设备参数是否满足环评要求；

c) 污染土壤暂存区域硬化地面防渗、防漏、防腐、防雨等防范措施是否满足环评和相应的国家规范要求；

d) 污染土壤暂存区的布置是否与施工组织设计方案一致。

8.1.3. 修复工程实施阶段环境监理

(1) 主体修复工程环境监理

应按照环境监理细则，对主体修复工程各环节开展全过程环境监理。土壤修复工程实施阶段环境监理环节包括挖掘环节、运输环节、暂存环节、修复环节、回填/外运环节。

①检查修复区域的现场放样工作

根据修复方案和施工组织设计检查施工单位的现场放样工作，核实放样范围是否符合修复方案和施工组织设计中确定的修复范围要求。

②核实确认修复工程实施场地平面布置

根据施工组织设计核实确认修复工程实施场地的平面布置，确认平面布置是否发生变更。

③核实环境敏感区域与主体修复工程位置关系

核实修复工程区域与环境敏感区域位置关系是否发生重大变化，变化带来的环境影响是否可以接受。

④核查修复工程材料和设备

环境监理单位将业主对修复工程中的工程材料进行检查，重点检查工程材料质量和数量是否符合修复方案和施工组织设计要求。

核查进场修复设备与施工组织设计的相符性，监督各修复设施、单元系统和其他构筑物的构建。

⑤监督修复工艺实施过程

环境监理单位应组织专人对施工工地进行日常巡查，对主体修复工程与设计文件的相符性及各项工艺的落实情况进行监督，对修复工程的各个关键环节进行检查。

⑥监督修复后土壤的处置过程

环境监理单位将对修复达标后的土壤的处置过程进行监督。检查处置位置和处置方法是否符合修复方案和施工组织设计的要求，在涉及到土壤外运时，重点监督土壤外运地点、处置方法等是否符合修复方案和施工组织设计的要求。

⑦监督修复工程中污染介质的运输过程

环境监理单位应对修复工程中污染介质（污染土壤、危险废物、固体废物等）的运输（包括场内短驳、运输和外运等）进行监督，重点检查每一车次（或其它交通工具或运输机械）的装运介质及其类型和装卸点位置。

⑧工程进度控制工作

根据施工单位上报的进度计划，环境监理工程师应检查进度计划的实施，并记录实际进度及其相关情况，当发现实际进度滞后于计划进度时，应向业主递交《环境监理联系单》，并签发《环境监理整改通知单》指令施工单位采取调整措施。当实际进度严重滞后于计划进度时将及时报环境监理总监，由环境监理总监与业主商定采取进一步措施。

(2) 污染土壤转运过程监理

a) 现场巡查运输车辆是否严格执行运输登记制度，运输车辆与登记车辆是否一致，运输车辆是否安装GPS定位且能正常运行；

b) 通过现场巡查的方式，检查筛分完成的污染土壤是否由密闭车辆运往水泥窑协同处置单位进行暂存和处理，密闭车辆是否满足环评要求，如密闭车辆不满足环评要求，及时要求停止装运并责令施工单位做好整改措施。现场是否存在污染土壤长期堆放在场地内的情况，确保污染土壤能够做到“清挖-筛分-转运”无缝衔接；

c) 检查公路运输时，污染土壤是否采用密闭运输车，防止运输过程中有害气体释放挥发大气环境中造成污染及遗撒。

(3) 污染排放和环境影响监测

应依据环境监理细则，对修复工程实施过程中污染控制设施运行情况和环保措施落实情况进行监督核查，对修复过程污染排放和环境影响进行现场监测，包括大气环境监测、水污染排放监测、厂界环境噪声监测等，对修复过程污染物排放是否达到有关规定进行评价。污染排放和环境影响监测点位应按照修复工程特点布设。

8.2. 修复工程验收程序

8.2.1. 污染地块修复效果评估流程

污染土壤修复效果评估主要包括以下几点：评估准备-业主方召集相关部门评估-实地评估-评估反馈意见-修复效果评估结论-项目工程结算和备案。

1) 评估准备：修复工程完成后或阶段性完成后，施工单位和监理方进行修复自检评定，并提出评估申请，业主方做好评估相关准备工作。

2) 业主方召集相关部门（施工方、监理方、第三方效果评估单位等），成立评估工作小组、召开评估小组会议，分配评估工作等相关事宜。

3) 项目反馈意见：评审专家组在对项目进行实地评估后，形成项目评估反馈意见，若评估不合格则要求施工方进行整改、返工，直至评估合格。

4) 项目评估结论：由地市级生态环境厅会同自然资源厅等主管部门组织专家进行评审，评审组形成项目修复效果评估结论。

5) 项目工程结算和备案：施工方办理工程决算，业主方确认后送相关部门备案。

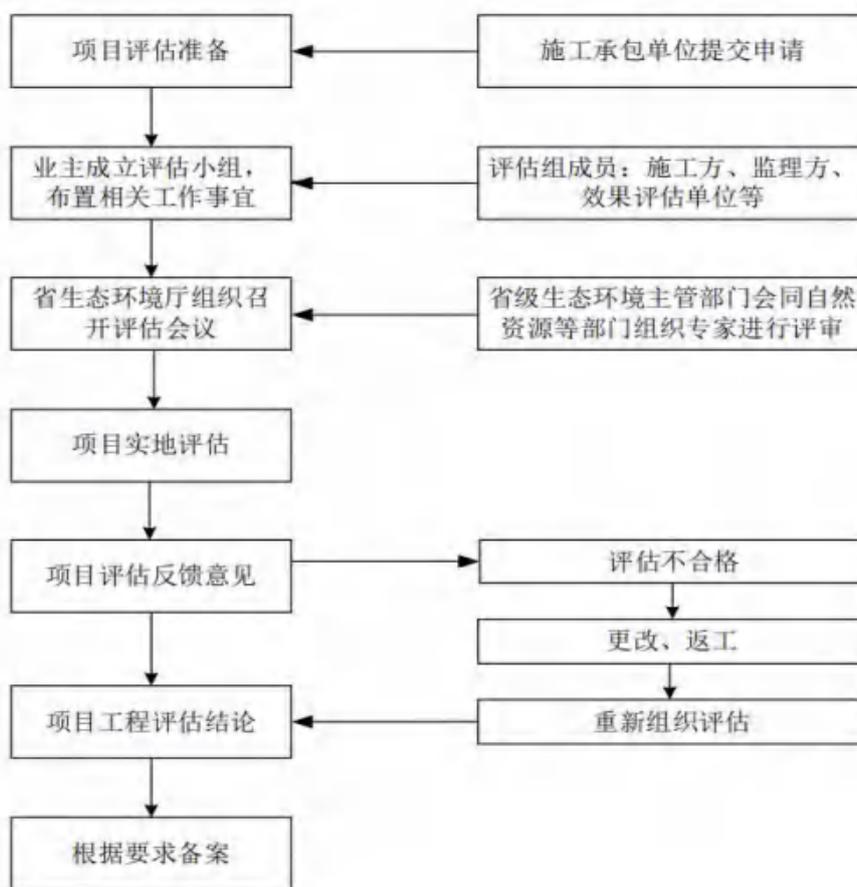


图 8-1 项目修复效果评估流程图

8.2.2. 污染场地修复验收工作程序

污染场地修复效果评估工作程序包括文件审核与现场勘查、确定效果评估对象和标准、采样布点方案制定、现场采样与实验室检测、修复效果评价、报告编制六个步骤。

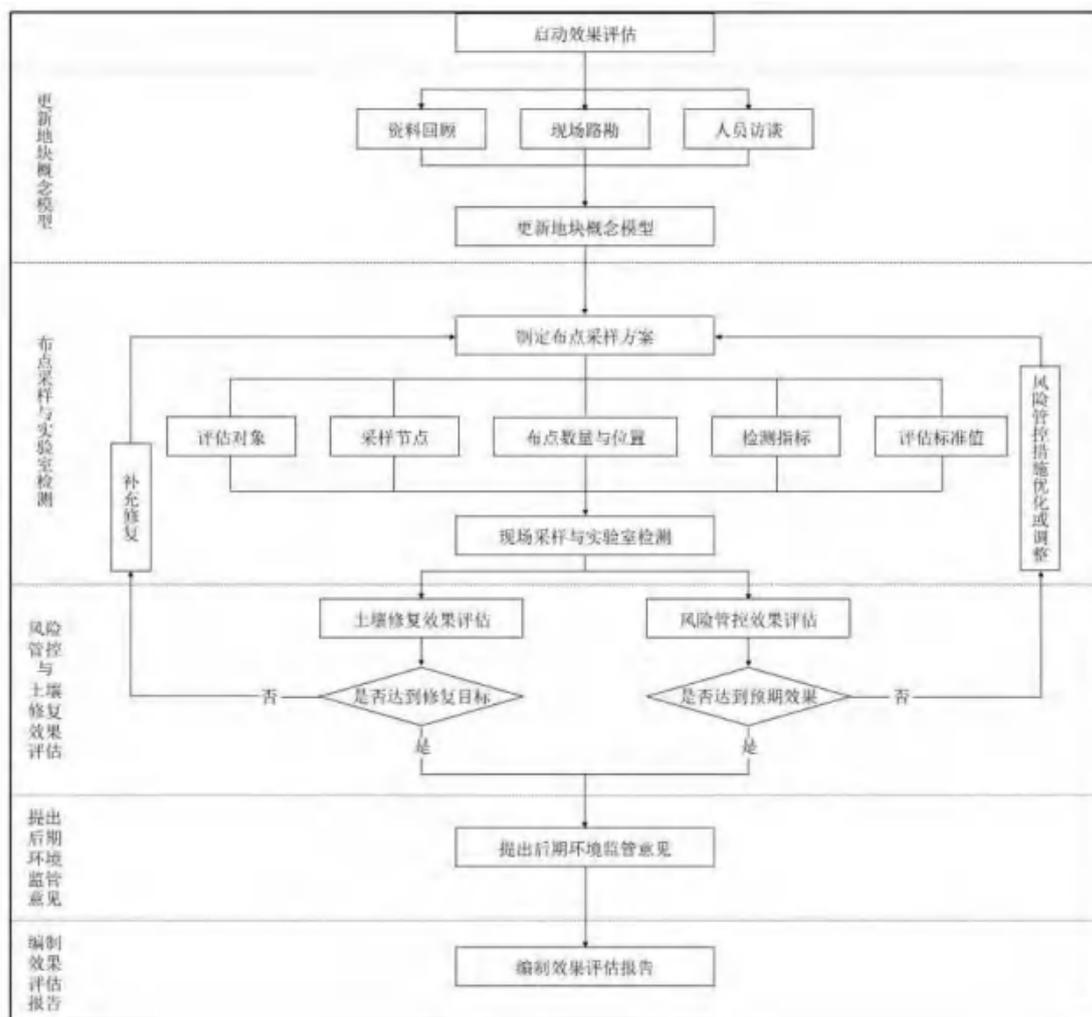


图 8-2 污染场地修复效果评估程序

8.3. 修复效果评估内容

8.3.1. 评估时段

根据现场修复施工的工期进展，分批次进行验收采样，如基坑开挖验收、污染土修复验收等。其中，污染土壤清理后遗留的基坑底部与侧壁，应在基坑清理之后、回填之前进行采样。若基坑侧壁采用基础维护，则宜在基坑清理同时开展基坑侧壁采样，或于基础维护实施后在基础外边缘采样。潜在二次污染区域土壤应在此区域全部修复完成并经过清理之后验收。

8.3.2. 评估对象和标准

8.3.2.1. 评估对象

依据《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019），《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5—2018），以及本项目后期治理修复工程方案，开展本项目土壤修复效果评估。

（1）评估重点

清挖后基坑的主要目标污染物是否达到修复目标值；施工过程中是否有造成二次污染，是否恢复场地使用功能。

（2）评估对象

1) 基坑：验收时须对基坑底部和侧壁进行采样检测，验收指标为场地修复的目标污染物，验收标准为场地土壤修复目标值，确保超过修复目标值的区域均得到了修复。

2) 水泥窑协同处置效果验收：审核水泥窑处置公司出具的污染土壤接收和消纳证明，核对是否所有污染土壤均外运处置公司并完成水泥窑协同处置。

3) 修复工程环境影响验收：为防止修复工程对厂界及其周边环境产生二次污染，需对修复工程的环境影响进行验收，包括污水排放监控验收、废气排放监测验收、噪声环境监测验收和土壤环境监测验收。本验收主要对施工方在施工过程中填写的相关记录和工程/环境监理提交的总结报告等文件，以及现场采样进行审核验收。

4) 个人防护措施验收：以施工方填写的《施工个人防护情况记录表》为文件审核依据，对施工现场工人的安全防护措施情况进行检查，以保障施工现场工人短期接触的健康安全。

8.3.2.2. 评估标准

针对超过标准限值的污染土壤在清挖后，对基坑进行评估工作，评估标准为本项目土壤修复目标值。

表 8-1 土壤修复目标值

介质	序号	污染物名称	修复目标值 (mg/kg)
土壤	1	镍	900
	2	氯苯	319
	3	1,4 二氯苯	20
	4	1,2-二氯苯	560

8.3.3. 采样点布设

8.3.3.1. 采样点数量

(1) 侧壁布点

根据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则(试行)》(HJ25.5-2018)中规定，基坑侧壁最少采样点数量见表8-2。采集的样品以去除杂质后的土壤表层样为主(0~20cm)，不排除深层采样。

基坑侧壁采用等距离布点法，当修复深度大于1m时，侧壁进行垂向分层采样，各层采样点之间垂向距离不大于3m。具体可依据土壤异常气味和颜色，并结合场地污染状况确定。为验证检测数据的准确性，加测10%的平行样。

(2) 基坑底部布点

对于基坑底面，根据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则(试行)》(HJ25.5-2018)中规定，基坑底部最少采样点数量见表8.3-2。基坑底部采用系统布点法，详细见下图。

表 8-2 基坑底部和侧壁推荐最少采样点数量

基坑面积 (m ²)	坑底采样点数量 (个)	侧壁采样点量 (个)
小于 100	2	4
100-1000	3	5
1000-1500	4	6
1500-2500	5	7
2500-5000	6	8

5000-7500	7	9
7500-12500	8	10
大于 12500	网格大小不超过 40m*40m	采样点间隔不超过 40m

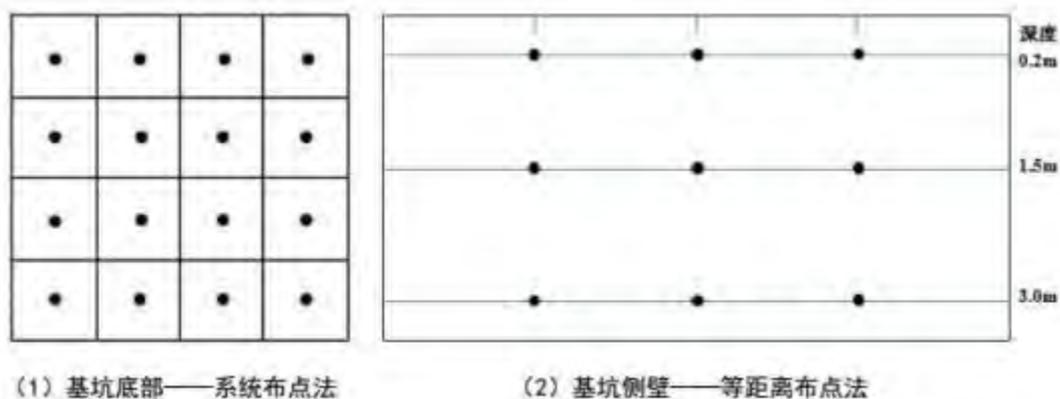


图 8-3 基坑底部与侧壁布点示意图本地块的基坑验收方案

(3) 潜在二次污染区域

按照《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则(试行)》(HJ25.5-2018)要求,潜在二次污染区域包括:污染土暂存区、运输车辆临时道路、土壤待检区、废水暂存处理区、修复过程中污染物迁移涉及的区域、其他可能的二次污染区域。按照40m×40m的网格进行,样品以去除杂质后的土壤表层样为主(0~20cm)。

(4) 基坑回填土

对于基坑回填素土(不得含有块石和生活垃圾)进行溯源,确保安全和清洁,不得产生二次污染。根据待效果评估的基坑回填素土土方量,按照500m³/格的频次划分采样网格,原则上每个样品代表的土方量不超过500m³。

8.3.3.2. 监测指标

基坑:镍、氯苯、1,4-二氯苯和1,2-二氯苯;

潜在二次污染区:镍、氯苯、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯和石油烃;

基坑表层0-0.5m土壤:镍、氯苯、1,4-二氯苯和1,2-二氯苯;

外购基坑回填土:GB3660-2018中45项基本检测项目和33项其他检测项目。

9. 主要结论及建议

9.1. 主要结论

根据调查评估和风险评估结果，本项目地块土壤中的镍、氯苯、1,4-二氯苯和1,2-二氯苯超出人体可接受风险，需要修复，污染土壤修复量为816m³。

结合该地块土壤污染物种类、地质水文条件及目前地块设施状况，并根据地块总体修复目标及修复时间要求，推荐污染土壤采用异位水泥窑修复技术，实施工期50天，水泥窑修复污染土壤造价约279.83万元，考虑地下水长期监测及其他措施费用后工程总造价约569.83万元。

针对修复过程中可能出现的二次污染问题，如废气、废水和固废等，本方案制定了污染防治措施和监测计划，避免施工过程中的二次污染，防止对周边环境产生不良影响。

本方案对修复工程修复模式、监理工作内容、效果评估工作等进行了说明与设计；制定安全防护措施和工期保证措施、环境安全应急预案，达到安全、高效施工的总体目标，实施过程须严格落实，保证地块修复作业能安全、顺利进行。

9.2. 主要建议

(1) 本方案所给出水泥窑协同处置和废水处理参数主要是根据以往的施工经验获得，建议在实际工程运行过程中，须先进行危废鉴定，同时要求水泥厂方进行相应的自行检测，水处理可首先开展中试，根据实际情况做进一步优化。

(2) 本场地周边分布众多敏感点和敏感受体，须在修复过程中采取严格的二次污染防治措施，加强周边环境监测，避免引起社会问题。

(3) 本场地部分污染区域存在有机污染物，建议在修复过程中，强化大气污染及扬尘防治措施，控制其向大气扩散。

(4) 由于修复后土壤未达到第一类用地筛选值，对于本场地内修复后土壤开展制度管控，对涉及土壤外运行为进行跟踪，避免本地块土壤流入第一类用地。



营业执照

统一社会信用代码
91320481737051875U

名称 溧阳市新球运输有限公司

类型 有限责任公司(自然人独资)

法定代表人 刘建中

经营范围
许可项目：道路危险货物运输；道路货物运输（不含危险货物）（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以审批结果为准）
一般项目：国内货物运输代理；再生资源回收（除生产性废旧金属）；再生资源销售；技术推广、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；劳务服务（不含劳务派遣）；装卸搬运；打包服务；环保咨询服务（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）
执照依法自主开展经营活动；机动车修理和维护；汽车零部件零售；五金产品批发。

注册资本 500万元整

成立日期 2002年03月29日

住所 溧阳市溧城镇歌岐路66号

登记机关 溧阳市行政审批局

2024年06月03日

扫描二维码“国家企业信用信息公示系统”了解更多登记、备案、许可、监管信息。



统一社会信用代码：91320481737051875U
<http://www.gsxt.gov.cn>

国家企业信用信息公示系统网址：<http://www.gsxt.gov.cn>

国家市场监督管理总局监制



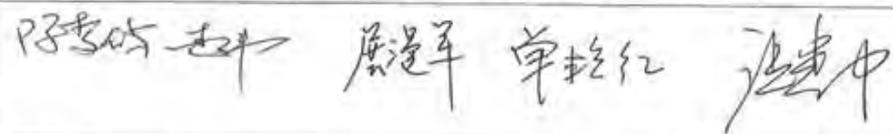
中华人民共和国交通运输部监制

附件 2：风险评估专家意见

专家组综合初审意见表

项目名称	宜兴市三木化工地块土壤污染风险评估报告
委托单位	宜兴市土地收购储备中心
项目类型	<input type="checkbox"/> 初步调查报告 <input type="checkbox"/> 调查报告 <input checked="" type="checkbox"/> 风险评估 <input type="checkbox"/> 风险管控效果评估 <input type="checkbox"/> 修复效果评估
报告编制单位	江苏省地质调查研究院
报告编制单位 项目负责人	刘玲
对被初审报告的总体评价	
<input type="checkbox"/> 建议通过 <input checked="" type="checkbox"/> 建议根据专家意见修改完善后通过 <input type="checkbox"/> 存在重大瑕疵和纰漏，建议不予通过	
一、初审意见	
<p>2023年7月30日，无锡市环保集团锡寰（无锡）科技评估有限公司组织召开《宜兴市三木化工地块土壤污染风险评估报告》（以下简称“风评报告”）专家初审会，无锡市生态环境局、无锡市自然资源和规划局，无锡市宜兴生态环境局，宜兴市自然资源和规划局，宜兴市土地收购储备中心（业主单位）、江苏省地质调查研究院（编制单位）、江苏实朴检测服务有限公司（检测单位）的代表参加了本次会议，会议邀请五位专家组成专家组（名单附后）。与会专家和代表进行了现场踏勘，并听取了报告编制单位的汇报，经质询、讨论，形成如下意见：</p> <p>（一）报告主要内容</p> <p>1. 场地概况</p> <p>宜兴市三木化工地块位于宜兴市宜城街道清溪路以南，广福路以北，溪山路以西，梅溪路以东，总面积为10163.11m²（约15.3亩）。2002年前地块为沧浦村住宅及农用地。2002年开始为原三木公司生产车间和部分仓库建设，2007</p>	

<p>年7月左右停产，地块内设施于2010年左右拆迁完毕，2014年地块被宜兴市土地收购储备中心收回，目前为闲置待开发状态。</p> <p>地块拟规划用作道路与交通设施用地（S42）。</p> <p>2、场地环境调查情况</p> <p>2021年江苏省地质调查研究院受宜兴市土地收购储备中心委托开展地块土壤污染状况调查工作，编制了《宜兴市三木化工地块土壤污染状况调查报告》，并于2021年8月通过了由无锡市宜兴生态环境局和宜兴市自然资源和规划局联合组织的专家评审。</p> <p>调查结果表明，宜兴市三木化工地块为污染地块，需进一步开展土壤污染风险评估工作。</p> <p>3、风险评估情况</p> <p>风险计算结果表明，地块内Z10点位的土壤中镍、氯苯、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯风险不可接受，风险控制值分别为491mg/kg、319mg/kg、14.2mg/kg、560mg/kg，修复目标值分别为900mg/kg、319mg/kg、20mg/kg、560mg/kg。地块土壤超标范围约204m²，超标深度为地块内现状地面以下2.5~4.0m（相当于原始地面以下0.9~2.4m）。本地块需要修复的面积约为204m²，以查明的不超标土壤采样深度0.5~4.5m为土壤修复深度，估算修复土壤量约为816m³，建议采用水泥窑协同处理技术进行土壤修复。</p> <p>地下水风险评估结果表明，在不饮用的前提下，宜兴市三木化工地块地下水中污染物的人体健康风险均可以接受，为进一步防范地块可能带来的风险，建议严格实行地下水环境管理。</p>
<p>二、总体意见</p> <p>土壤污染状况调查数据基本满足风险评估的要求，风险评估报告基本符合国家相关技术导则要求，风险评估结论总体可信，修改后的风险评估报告须通过专家复核后通过初审。</p>
<p>三、报告需修改完善的内容</p> <p>1. 完善摘要，编制依据，地块边界拐点坐标；</p>

<p>2. 核实现场采样，实验室质量控制及检测数据分析；</p> <p>3. 完善土壤、地下水和生态环境风险评估模型参数选取、暴露途径及结果分析，核实修复目标值选取，进一步核实地块内污染物超标范围及修复面积；</p> <p>4. 完善地下水跟踪监测建议；进一步完善结论，附图，附件。</p>					
<p>四、报告编制质量分数（百分制）</p>					
专家序号	1	2	3	4	5
专家打分	84	83	82	89	75
平均分	82.6				
<p>五、专家组签名（陈梦舫、单艳红、展漫军、祝建中、过伟）</p>					
					
初审时间	2023年7月30日				

专家组综合评审意见表

报告名称	宜兴市三木化工地块土壤污染风险评估报告
评审申请人	宜兴市土地收购储备中心
编制单位	江苏省地质调查研究院
项目负责人	刘玲
一、评审意见	
<p>2024年5月30日，江苏省生态环境评估中心在南京组织召开了“宜兴市三木化工地块土壤污染风险评估报告”（以下简称“评估报告”）专家评审会，参加会议的有江苏省生态环境厅，江苏省自然资源厅，无锡市生态环境局，无锡市自然资源和规划局，无锡市宜兴生态环境局，宜兴市自然资源和规划局，以及宜兴市土地收购储备中心（土地使用权人），江苏省地质调查研究院（风险评估单位）、江苏实朴检测服务有限公司（检测单位）等单位的代表，与会专家查阅了有关资料，开展了现场踏勘，听取了风险评估报告编制单位的汇报，经质询、讨论，形成如下意见：</p> <p style="padding-left: 2em;">（一）报告主要内容</p> <p style="padding-left: 2em;">1、地块概况</p> <p>宜兴市三木化工地块位于宜兴市宜城街道清溪路以南，广福路以北，溪山路以西，梅溪路以东，占地面积10163.11m²，该企业主要从事醋酸丁酯和醋酸乙酯生产。地块内设施于2010年左右拆迁完毕，现状为闲置待开发用地。根据《宜兴市梅林片区控制性详细规划》，地块规划用途为社会停车场，为道路与交通设施用地，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）中第二类用地。</p> <p style="padding-left: 2em;">2、地块土壤污染状况调查情况</p> <p>江苏省地质调查研究院于2021年5-12月开展了地块土壤污染状况调查，</p>	

1/3

调查报告于2021年8月31日通过宜兴市自然资源和规划局会同无锡市宜兴生态环境局组织的专家评审。

根据调查结论,该地块土壤中镉、氯苯、1,4-二氯苯和1,2-二氯苯等指标超过GB36600-2018规定的第二类用地风险筛选值,地下水中氯苯、1,2-二氯苯、苯、镉、2,4-二氯苯酚、2,3,4,6-四氯苯酚、1,2-二氯乙烷指标超过GB14848-2017规定的IV类标准及相关标准评价值。

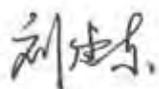
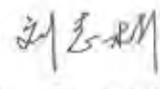
3、风险评估情况及结论

江苏省地质调查研究院按照《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019)要求开展了地块土壤污染风险评估工作。评估报告于2023年7月30日通过无锡市自然资源和规划局、无锡市生态环境局委托的无锡市环保集团锡寰(无锡)科技评估有限公司组织的市级专家评审。

根据评估报告结论,地块土壤中镉、氯苯、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯等污染物人体健康风险不可接受,需进一步开展土壤治理修复工作。经估算,土壤修复面积约为204平方米,深度地面以下2.5-4.0米,修复方量为816立方米。建议污染土壤采用水泥窑协同处理技术方法修复。地下水风险评估结果表明,在规划用途为第二类用地且地块地下水不作为饮用水使用的前提下,该地块地下水中各项污染物的人体健康风险均可以接受。

(二) 总体意见

- 1、土壤污染状况调查的数据满足风险评估的要求;
- 2、土壤污染风险评估程序和方法符合国家相关标准规范要求;
- 3、土壤污染风险评估报告包括以下内容:主要污染物状况;土壤及地下水污染范围;暴露情景与公众健康风险;修复的目标和基本要求等;
- 4、土壤污染风险不可接受,需要采取修复措施;
- 5、修复的目标和基本要求等科学合理;
- 6、报告通过但需修改。

(三) 修改建议							
1、补充识别地块污染物，并完善土壤、地下水污染物清单与风险；							
2、进一步完善风险评估报告，包括图表格式，附图附件质量，数据异常原因等。							
二、评审结论							
<input type="checkbox"/> 通过，无需修改 <input checked="" type="checkbox"/> 通过，但需修改 <input type="checkbox"/> 不予通过							
三、报告质量分数（百分制）							
平均分	80.8						
专家序号	1	2	3	4	5	6	7
专家打分	70	86	85	80	83		
四、专家签字							
组长签字： 							
专家签字：   							
日期：2024年5月30日							

附件 3：修复方案专家意见

宜兴市三木化工地块污染土壤修复技术方案 专家评审会意见

2024 年 11 月 27 日，宜兴市土地收购储备中心在宜兴组织召开了《宜兴市三木化工地块污染土壤修复技术方案》（以下简称“方案”）评审会。参加会议的单位有宜兴市自然资源和规划局、无锡市宜兴生态环境局、宜兴市公用市政工程有限公司（场地修复实施单位），江苏中宜金大分析检测有限公司（修复方案编制单位）。会议邀请三名专家组成技术审查组（名单附后）。与会专家听取了修复方案编制单位的汇报，经质询与讨论，形成专家意见如下：

一、《方案》内容较全面，技术路线基本合理，符合国家相关标准及规范要求，总体可行，专家一致同意通过方案评审。方案经修改完善后可作为下一步工作的依据。

二、建议：

1. 明确前期调查和风险评估的主要结果，明确土壤和地下水超标污染物、风险不可接受的污染物、修复目标值及修复深度；核实周边敏感目标与调查期间是否有变化；核实修复区块坐标及高程；

2. 完善修复路线图，分析现场筛分的必要性，说明备选水泥窑的可行性；

3. 完善自行环境监测的点位布设、监测指标、监测频次及评价标准。

4. 完善方案文字及图件。

专家组： 单艳红 屠漫军 叶斌

2024 年 11 月 27 日