

# 芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤修复工程 修复效果评估报告

(公示版)

南京大学环境规划设计研究院集团股份有限公司

二〇二二年八月

项目名称：芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤

修复工程修复效果评估

项目建设单位：芜湖新兴铸管有限责任公司

修复实施单位：江苏大地益源环境修复有限公司

工程监理单位：广东鼎建工程咨询监理有限公司

环境监理单位：安徽裕昌环境监理咨询有限公司

效果评估单位：南京大学环境规划设计研究院集团股份  
公司

效果评估检测单位：芜湖中一检测技术研究院有限公  
司

项目负责人：张振昌

编制人员：周蓉 汤旭

审核人员：瞿庆玲 张启

## 摘要

芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块位于湖市弋江区原芜湖新兴铸管弋江老厂区内，其前身是 1958 年建厂的芜湖钢铁厂。地块占地面积为 170.65 亩（113 764 m<sup>2</sup>）。根据相关规划，本地块规划用途为住宅混合用地（RB）、中小学用地（A33）、防护绿地（G2）、公园绿地（G1）中的社区公园用地和道路用地（S1）。

受芜湖新兴投资有限责任公司委托，南京大学环境规划设计研究院集团股份公司与 2021 年 8 月完成《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤污染状况调查报告》，2021 年 9 月完成《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤污染风险评估报告》，2021 年 12 月完成《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块修复技术方案》。根据上述已备案的修复技术方案，地块目标污染物和修复目标值应低于标准值，标准值分别为：砷（20 mg/kg）、铅（400 mg/kg）、镉（0.828 mg/kg）、苯并[a]芘（0.55 mg/kg）、苯并[b]荧蒽（5.5 mg/kg）、二苯并[a,h]蒽（0.55 mg/kg）；土壤修复方量为 21744.95 m<sup>3</sup>，其中重金属修复方量 17783.08 m<sup>3</sup>，重金属有机复合修复方量 748.92 m<sup>3</sup>，机修复方量 3212.95 m<sup>3</sup>。0-1m 埋深的重金属污染土壤（土壤细粒含量低于 25%）采用异位淋洗技术修复；埋深 1m 以下的重金属污染土壤（土壤细粒含量高于 25%）和复合污染土壤采用水泥窑协同处置修复；有机污染土壤采用化学氧化技术修复。

受芜湖新兴铸管有限责任公司委托，江苏大地益源环境修复有限公司完成芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤治理修复工程；安徽裕昌环境监理咨询有限公司作为环境监理单位进行修复工程全过程的监理工作；广东鼎建工程咨询监理有限公司作为工程监理单位进行修复工程全过程的监理工作；南京大学环境规划设计研究院集团股份公司作为效果评估单位，进行修复工程的效果评估工作。

### （一）修复工程基本情况

根据修复竣工报告，本次修复工程共实际清挖污染土壤 21486.79 m<sup>3</sup>（含建筑渣石），其中清挖出需淋洗修复污染土壤实方 3370.73 m<sup>3</sup>，经筛分处理后土壤实方 2125.42 m<sup>3</sup>，进行原地异位土壤淋洗修复；清挖出需水泥窑协同处置污染土实方 14399.85 m<sup>3</sup>，经筛分处理后土壤实方 14092.40 m<sup>3</sup>，外运至水泥厂进行

协同处置；清挖出需化学氧化处置污染土实方 3431.71 m<sup>3</sup>，经筛分处理后土壤实方 3239.33 m<sup>3</sup>，进行原地化学氧化修复；本项目累积产生的筛上物 2029.64 m<sup>3</sup>，冲洗干净后运至待检区堆存。

针对实际清挖污染土壤方量小于修复方案中污染土壤设计方量，主要原因为：修复方案中 12# J 基坑污染土壤设计方量 14166.87 m<sup>3</sup>，设计开挖深度为 8.5 m。实际施工过程中，当开挖深度达到 6.0 m 时，部分位置出现基岩，基岩较硬，经委托单位（芜湖新兴铸管有限责任公司）、修复单位（江苏大地益源环境修复有限公司）、工程监理（广东鼎建工程咨询监理有限公司）和环境监理（安徽裕昌环境监理咨询有限公司）多方论证后，未对基岩进一步开挖，最终没有基岩的区域，土壤开挖深度为 8.5 m，有基岩的区域，土壤开挖深度为 6.0 m，实际土壤修复方量为 12841.13 m<sup>3</sup>。

## （二）二次污染防治情况

修复施工期间，修复单位主要通过以下措施防治对环境造成二次污染：

（1）土壤环境管理措施：对污染土壤场内运输路线进行合理规划，对行经道路进行加固。限制挖掘机和自卸车在污染土壤开挖区的活动范围，防止将污染土壤带至场内清洁区域。在运输过程中注意防护，且合上运输车辆盖板。运输路线上，安排清扫人员来回检查，若发现运输途中有污染土的遗洒，立即清理。污染土壤运输车每次出场前需对车身和轮胎进行冲洗，防止污染物带出场。在运输途中运输车辆行驶速度不超过 15 km/h。防止运输车辆颠簸及污染土壤散落；如发现运输过程污染土壤散落，组织人员清理与收集，防止污染土壤的二次污染。建立运输过程二次污染防治台账，施工期间每日登记。

（2）水环境管理措施：项目建设污水处理系统，采用“混凝沉淀+活性炭吸附”组合技术对基坑降水、淋洗废水、建渣冲洗废水以及施工过程产生其他废水进行处理。

（3）大气环境管理措施：修复工程项目配备 1 个密闭大棚，为密闭钢结构膜覆盖车间，污染土壤预处理、筛分和化学氧化修复均在修复车间内部完成，大棚为密闭钢结构，产生的废气采用“活性炭”工艺处理后有组织排放。

(4) 噪声环境管理措施：施工过程中选用的机械设备符合国家有关标准，选用低噪声或备有消声降噪设备的施工机械，操作人员经过环保培训。加强施工管理，尽量降低施工现场噪声。做好施工机械的维护和保养，有效降低机械设备运转的噪声源强，避免由于设备性能差引起的异常噪音的产生。合理安排施工作业时间。

(5) 固体废物和危险废物管理措施：修复过程产生的固体废物按照类别进行堆存，危险废物暂存在危废库内，其污染控制已符合国家和安徽省工业固体废物管理的有关规定。

### (三) 效果评估布点采样和检测情况

#### (1) 清挖基坑效果评估采样和检测情况

修复工程对地块修复区域共计清挖了 13 个基坑，8 个重金属污染基坑（12# A、12# B、12# E、12# G、12# J、12# K、12# M、12# N）、1 个重金属有机复合污染基坑（12# F）和 4 个有机污染基坑（12# C、12# D、12# H、12# I），共采集土壤样品 241 份，采集深度为 0-20 cm。检测指标为铅、砷、铊、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、二苯并[a,h]蒽。将检测结果与目标污染修复目标值逐个进行对比，其结果均低于修复目标值，因此判定基坑污染清理达标。

#### (2) 水泥窑协同处置情况

根据前期危险特性鉴别结果，12#地块 12# E 区、12# F 区、12# G 区、12# J 区、12# M 区、12# N 区的污染土壤均不属于危险废物，均属于一般固体废物，污染土壤送至水泥窑进行协同处置，截止 2022 年 5 月 31 日，芜湖海创环保科技有限责任公司、安徽珍昊环保科技有限公司和繁昌海创环保科技有限公司共处置 12#地块污染土壤 14399.85 m<sup>3</sup>，对接收的全部污染土壤均按照相关规范要求进行处理。

根据文件审核情况，芜湖海创环保科技有限责任公司、安徽珍昊环保科技有限公司和繁昌海创环保科技有限公司于 2022 年 4 月 12 日至 5 月 17 日完成项目地块外运土壤水泥窑协同处置，处置台账完整。处置完成后，效果评估单位采集水泥窑协同处置产品 4 份（2 份熟料、2 份水泥试块），并按照《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB30760-2014）的要求测定水泥熟料的重金

属总量及水泥试块的重金属浸出，检测结果均低于《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB30760-2014）中的限值。因此，项目地块污染土壤经水泥厂协同处置后，产出产品质量合格，实现资源化利用。

### （3）修复后土壤堆体采样和检测情况

2022年5月9日至2022年5月31日，效果评估单位对项目地块修复后土壤堆体进行效果评估样品采集与检测，修复后土壤堆体为淋洗修复后土壤堆体和化学氧化修复后土壤堆体。其中淋洗修复后土壤堆体分三个批次进行采集，共采集土壤样品15份样品。检测指标为砷、汞、铊。将检测结果与目标污染修复目标值逐个进行对比，其结果均低于修复目标值，因此判定污染土壤修复达标。其中化学氧化修复后土壤堆体分四个批次进行采集，共采集土壤样品16份样品，检测指标为GB36600中表1里面全部挥发性有机物和半挥发性有机物。将检测结果与目标污染修复目标值逐个进行对比，其最终检测结果均低于修复目标值，因此判定污染土壤修复达标。

### （4）清挖后的放坡土检测情况

至2022年5月31日，效果评估单位对项目地块5307.00 m<sup>3</sup>清挖后的放坡土进行效果评估样品采集与检测，清挖后的放坡土为清挖后暂存在暂存区的土壤堆体。分一个批次进行采集，共采集土壤样品11份样品，检测指标为砷。将检测结果与目标污染修复目标值逐个进行对比，其结果均低于修复目标值，因此判定污染土壤修复达标。

### （5）建筑渣石采样和检测情况

效果评估单元对项目清挖并冲洗后的建筑渣石进行采样检测，每个采样单元按不大于500 m<sup>3</sup>执行，共采集建筑渣石样品7份，进行污染物总量和浸出检测，检测指标为砷、铅、汞、铊、苯并[a]芘、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘，检测结果分别见表8.2-14和8.2-15。根据检测结果，建筑渣石总量指标均低于GB36600中第一类用地土壤筛选值，浸出指标低于GB/T 14848中IV类水质标准，因此，本次效果评估认为筛上物冲洗效果良好，可以进行综合利用。

### （6）潜在二次污染区域采样和检测情况

2022年6月1日至6月13日，效果评估单位对地块潜在二次污染区域进行采样检测，共布设66个表层土壤调查点位、8个深层土壤调查点位及11个地下水调查点位，检测指标为11#地块和12#地块全部目标污染物以及GB36600表1里面全部挥发性有机物和半挥发性有机物。所有点位土壤目标污染物浓度均低于修复目标值及GB36600第一类用地筛选值，地下水满足GB14848中IV类水质标准。

#### **（四）修复效果评估结论**

本次修复效果评估通过文件审核、现场勘察、现场采样和检测分析等，对地块土壤污染治理修复效果，以及修复过程污染防治效果等进行评估，该地块修复工作基本符合相关要求；检测结果表明，地块污染土壤经治理修复后，地块相关效果评估对象的检测值均满足修复效果评估标准。

地块土壤污染区域的污染土壤清挖及治理修复效果良好、监测达标。地块内潜在二次污染区域监测结果满足效果评估要求，修复工程环保措施落实到位。

本地块修复工程完成了修复方案的修复任务，地块相关污染区域的土壤经过治理修复后，主要的环境风险得到有效消除、降低或有效控制。修复后地块达到风险评估确定的修复目标，可作为规划进行安全利用，具备移出安徽省建设用地土壤污染风险管控和修复名录条件。

## 目 录

<b>1 前言</b> .....	<b>12</b>
1.1 项目背景.....	12
1.2 工程概况.....	13
1.3 效果评估目的.....	15
<b>2 工作依据</b> .....	<b>16</b>
2.1 国家与地方相关法律、政策.....	16
2.2 技术导则、技术规范.....	16
2.3 项目相关技术文件.....	17
<b>3 地块概况</b> .....	<b>18</b>
3.1 地块区域概况.....	18
3.1.1 地理位置.....	18
3.1.2 地形、地貌情况.....	21
3.1.3 气候、气象特征.....	21
3.1.4 水系水文特征.....	21
3.1.5 地质构造.....	21
3.1.6 区域土壤类型.....	23
3.1.7 水文地质条件.....	24
3.1.8 地块水文地质情况.....	28
3.1.9 地块历史变迁情况.....	43
3.1.10 未来用地规划.....	51
3.1.11 地块周边环境情况.....	53
3.2 地块历史企业生产概况.....	57
3.2.1 芜湖钢铁厂及芜湖新兴铸管厂时期.....	57
3.2.2 钢渣资源化利用时期.....	64
3.2.3 历史生产主要污染物.....	69
3.3 地块污染状况调查情况.....	69
3.3.1 调查工作评审和备案情况.....	69
3.3.2 土壤污染状况调查结论.....	69
3.4 地块土壤污染风险评估情况.....	76
3.4.1 风险评估工作评审和备案情况.....	76
3.4.2 风险评估结论.....	76
3.5 地块修复方案.....	83

3.5.1 修复方案备案情况.....	83
3.5.2 修复目标.....	83
3.5.3 修复范围及修复工程量.....	83
3.5.4 总体修复技术路线设计.....	87
3.5.5 修复施工设计.....	91
3.5.6 施工总平面布置图.....	100
3.5.7 环境管理及二次污染防治措施要求.....	105
3.6 修复实施情况.....	109
3.6.1 修复工程基本情况.....	109
3.6.2 修复施工时间节点.....	111
3.6.3 修复工程内容和规模.....	112
3.6.4 修复施工前期准备.....	117
3.6.5 土壤污染修复实施.....	127
3.7 环境保护措施落实情况.....	156
3.7.1 环境监理工作方法 with 内容.....	156
3.7.2 土壤管理措施情况.....	157
3.7.3 水环境管理措施情况.....	158
3.7.4 大气环境管理措施情况.....	159
3.7.5 噪声环境管理措施情况.....	160
3.7.6 固体废物和危险废物管理措施情况.....	160
3.7.7 土壤外运二次污染防治情况.....	162
3.7.8 环境监测情况.....	165
3.7.9 环境监理工作总结.....	177
3.8 修复工程完成情况总结.....	177
<b>4 效果评估内容和程序.....</b>	<b>180</b>
4.1 效果评估范围与对象.....	180
4.2 效果评估程序.....	181
<b>5 地块概念模型.....</b>	<b>183</b>
5.1 文件资料审核.....	183
5.2 现场踏勘.....	186
5.3 人员访谈.....	189
5.4 资料回顾与分析.....	190
5.4.1 项目基本情况.....	191
5.4.2 污染物分布情况.....	194

5.4.3 施工周期.....	194
5.4.4 土壤实际清挖范围和修复目标.....	196
5.4.5 土壤清挖方量及流转去向.....	198
5.4.6 潜在污染因子识别.....	198
5.4.7 资料回顾小结.....	198
5.5 概念模型更新.....	199
5.5.1 目标污染物、浓度和污染分布.....	200
5.5.2 暴露途径更新分析.....	201
5.5.3 敏感受体更新情况.....	201
5.5.4 修复后地块环境风险分析.....	201
<b>6 效果评估布点方案.....</b>	<b>202</b>
6.1 评估对象和范围.....	202
6.2 基坑清理效果评估采样方案.....	202
6.2.1 基坑清挖效果评估布点原则.....	202
6.2.2 基坑效果评估布点采样工作.....	204
6.2.3 基坑采样布点情况.....	207
6.3 异位修复土壤堆体效果评估采样方案.....	238
6.3.1 土壤堆体采样原则.....	238
6.3.2 土壤堆体采样工作.....	238
6.4 放坡土效果评估采样方案.....	251
6.4.1 放坡土采样原则.....	251
6.4.2 放坡土采样工作.....	251
6.5 异位筛分冲洗石块采样布点方案.....	253
6.6 土壤异地处置效果评估采样.....	255
6.7 回填清洁土效果评估采样.....	256
6.8 废水采样方案.....	257
6.8.1 布点原则和采样数量.....	257
6.8.2 废水采样工作.....	257
6.8.3 检测指标和标准.....	257
6.9 土壤修复潜在二次污染区域布点采样.....	258
6.9.1 潜在二次污染区域布点原则.....	258
6.9.2 潜在二次污染区域采样工作.....	259
6.10 检测因子和评估标准.....	262
6.10.1 基坑和原地异位修复土检测因子和评估标准.....	262

6.10.2 建筑渣石检测因子和评估标准.....	262
6.10.3 二次污染区域土壤检测因子和评估标准.....	263
<b>7 现场采样与实验室检测 .....</b>	<b>266</b>
7.1 样品采集.....	266
7.1.1 基坑效果评估样品采集.....	266
7.1.2 土壤堆体效果评估样品采集.....	268
7.1.3 土壤放坡土效果评估样品采集.....	269
7.1.4 冲洗建筑渣石堆体效果评估样品采集.....	270
7.1.5 二次污染区域样品采集.....	270
7.1.6 废水样品采集.....	274
7.1.7 样品保存与流转.....	275
7.1.8 现场质量控制.....	280
7.2 实验室检测.....	281
7.2.1 检测实验室.....	281
7.2.2 检测方法.....	282
7.3 质量保证与质量控制.....	284
7.3.1 质量保证与质量控制体系.....	284
7.3.2 现场采样质量控制措施.....	284
7.3.3 样品保存和流转过程质量控制措施.....	286
7.3.4 实验室检测分析质量控制措施.....	287
<b>8 效果评估.....</b>	<b>293</b>
8.1 修复措施落实评价.....	293
8.2 检测数据评价.....	293
8.2.1 评估方法.....	293
8.2.2 评价标准.....	293
8.2.3 基坑土壤样品检测数据评价.....	294
8.2.4 修复后土壤堆体检测数据评价.....	310
8.2.5 清挖后的放坡土检测数据评价.....	314
8.2.6 水泥窑协同处置检测结果与分析.....	315
8.2.7 建筑渣石检测数据评价.....	316
8.2.8 回填清洁土检测数据评价.....	317
8.2.9 现场废水检测数据评价.....	318
8.2.10 潜在二次污染区域检测数据评价.....	318
<b>9 结论.....</b>	<b>322</b>

# 1 前言

## 1.1 项目背景

芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块位于芜湖市弋江区原芜湖新兴铸管弋江老厂区内，其前身是 1958 年建厂的芜湖钢铁厂。2003 年 4 月，在芜湖市政府的大力支持下，经国务院国资委批准，由新兴铸管股份公司和新兴际华集团（原新兴铸管集团）共同出资重组成立芜湖新兴铸管厂。随着芜湖城市发展以及城市功能定位的转型升级，位于城市中心区的厂区已被居民区所包围，企业的生存发展与城市发展相矛盾。2011 年 3 月，根据芜湖城市发展、城市功能定位及《芜湖市国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》和《芜湖市城市总体规划（2012-2030 年）》所提出的战略定位和空间布局，芜湖新兴铸管从战略布局的高度出发，决定实施钢厂搬迁。2014 年 5 月，芜湖新兴铸管与芜湖市人民政府就芜湖新兴整体由弋江老厂区搬迁至三山区事项签署搬迁协议。

根据《芜湖市城市总体规划（2012-2030）》（2018 修改）和《芜湖市城南新兴铸管厂老厂区 CN-06 管理单元规划（局部调整）》（2021 年 8 月），芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块规划为住宅混合用地（RB）、中小学用地（A33）、防护绿地（G2）、公园绿地（G1）中的社区公园用地和道路用地（S1）。根据地块开发进度，芜湖新兴铸管弋江老厂区共分为 12 个地块，其中新兴铸管弋江老厂区 1#~10#地块已先后完成了土壤污染状况调查及修复工作，已全部出让进行开发。目前仅剩芜湖新兴铸管弋江老厂区 11#和 12#两个地块尚未出让开发。

芜湖新兴投资开发有限责任公司已根据《中华人民共和国土壤污染防治法》的要求委托南京大学环境规划设计研究院集团股份公司（以下简称“南大环规院”）相继完成了《芜湖新兴铸管弋江老厂区 11#地块土壤污染状况调查报告》（以下简称《土壤调查报告》）、《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤污染状况调查报告》、《芜湖新兴铸管弋江老厂区 11#地块土壤污染风险评估报告》（以下简称《风险评估报告》）、《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤污染风险评估报告》，《土壤调查报告》于 2021 年 8 月通过专家评审并取得芜湖市生态环境局备案，《风险评估报告》于 2021 年 9 月通过专家评审并取得安徽省

生态环境厅备案；根据《土壤调查报告》和《风险评估报告》，11#和 12#地块存在重金属和有机物污染，且风险不可接受，需要进行修复。在《土壤调查报告》和《风险评估报告》基础上，南大环规院于编制了《芜湖新兴铸管弋江老厂区 11#地块修复技术方案》（以下简称《修复技术方案》）和《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块修复技术方案》，于 2021 年 12 月通过专家评审并取得芜湖市生态环境局备案。

在本地块前期调查评估和修复技术方案的基础上，芜湖新兴铸管按照相关文件的要求，组织人员和资金进行本场地的修复工程、工程监理、环境监理和修复效果评估的公开招标工作，最终确定修复施工单位为江苏大地益源环境修复有限公司、工程监理单位为广东鼎建工程咨询监理有限公司、环境监理单位为安徽裕昌环境监理咨询有限公司、修复效果评估单位为南京大学环境规划设计研究院集团股份公司。

南大环规院中标后立即组织相关人员根据所掌握的资料信息、国家有关技术导则和《芜湖新兴铸管弋江老厂区 11#地块土壤修复工程施工组织设计》（以下简称《施工组织设计》）、《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤修复工程施工组织设计》编制了《芜湖新兴铸管弋江老厂区 11#地块土壤修复工程修复效果评估方案》（以下简称《效果评估方案》）和《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤修复工程修复效果评估方案》。根据效果评估方案，按照阶段进行评估。

2022 年 2 月修复单位江苏大地益源环境修复有限公司对 11#地块和 12#地块同时开展修复，本报告针对 12#地块修复工程开展效果评估，现场采用分批采集土壤样品，委托第三方检测单位——芜湖中一检测技术研究院有限公司开展土壤样品采集检测工作，根据检测结果进行修复效果评估，并编制《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤修复工程修复效果评估报告》。

## 1.2 工程概况

**项目名称：**芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤修复工程；

**项目地点：**芜湖市弋江区原芜湖新兴铸管弋江老厂区内；

**地块面积：**170.65 亩（113764 m<sup>2</sup>）；

**目标污染物：**铅、砷、铊、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、二苯并[a,h]蒽；

**修复规模：**设计修复量 21744.95 m<sup>3</sup>（重金属修复方量 17783.08 m<sup>3</sup>，重金属有机复合修复方量 748.92 m<sup>3</sup>，有机修复方量 3212.95 m<sup>3</sup>）

### 一、清挖工程量

实际完成 12#地块污染土壤总清挖实方量为 21486.79 m<sup>3</sup>。

### 二、修复工程量

根据《修复技术方案》，基坑 J 超标因子为砷，修复面积为 1666.69 m<sup>2</sup>，修复深度为 0-8.5 m，设计开挖土方量为 14166.87 m<sup>3</sup>。根据施工实际开挖情况，当开挖深度达到 6.0 m 时，部分位置出现基岩，经建设单位（芜湖新兴铸管有限责任公司）、修复单位（江苏大地益源环境修复有限公司）、工程监理（广东鼎建工程咨询监理有限公司）和环境监理（安徽裕昌环境监理咨询有限公司）等多方论证后，未对基岩进一步开挖，未对基岩进一步开挖，最终没有基岩的区域，土壤开挖深度为 8.5 m，有基岩的区域，土壤开挖深度为 6.0 m，实际土壤修复方量为 12841.13 m<sup>3</sup>。

最终完成 12#地块土壤总修复实方量为 21486.79 m<sup>3</sup>，其中包括：

- （1）完成化学氧化土壤 3239.33 m<sup>3</sup>；
- （2）完成淋洗修复土壤 2125.42 m<sup>3</sup>；
- （3）完成水泥窑协同处置土壤 14092.40 m<sup>3</sup>；
- （4）完成建筑渣石冲洗 2029.64 m<sup>3</sup>。

**工程修复模式：**原地异位修复、异地处置；

**修复技术：**异位淋洗、异位水泥窑协同处置、异位化学氧化处置；

**质量要求：**达到修复技术方案规定的验收标准，验收合格；

**工程工期：**98 个日历天；

**开工日期：**2022 年 2 月 22 日；

**结束日期：**2022 年 5 月 31 日；

**业主单位：**芜湖新兴铸管有限责任公司；

**场地调查评估单位：**南京大学环境规划设计研究院集团股份有限公司；

**修复单位：**江苏大地益源环境修复有限公司；

**环境监理：**安徽裕昌环境监理咨询有限公司；

**工程监理：**广东鼎建工程咨询监理有限公司；

**效果评估：**南京大学环境规划设计研究院集团股份有限公司。

### 1.3 效果评估目的

审核相关文件，考核修复工程量是否达到《修复技术方案》要求及安全生产措施落实情况；考核修复过程中对各项环保措施的落实情况及是否产生二次污染；通过现场考察，判断修复后的场地是否存在污染痕迹；布点采集样品，分析修复目标污染物，评估地块的修复效果是否达到效果评估的要求。

## 2 工作依据

### 2.1 国家与地方相关法律、政策

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月 1 日；
- (2) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020 年 9 月 1 日；
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》，2018 年 1 月 1 日；
- (4) 《中华人民共和国土壤污染防治法》，2019 年 9 月 1 日；
- (5) 《地下水管理条例》，2021 年 12 月 1 日；
- (6) 《关于保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》（环发[2012]140 号）；
- (7) 《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）；
- (8) 《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发[2016]31 号）；
- (9) 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环保部令 第 42 号）；
- (10) 《安徽省污染地块环境管理暂行办法》（2018 年 8 月 28 日）。
- (11) 《安徽省人民政府关于印发安徽省土壤污染防治工作方案的通知》安徽省人民政府办公厅（皖政[2016]116 号）；
- (12) 《芜湖市人民政府关于印发芜湖市土壤污染防治工作方案的通知》（芜政[2016]119 号）；

### 2.2 技术导则、技术规范

- (1) 《土壤环境质量标准 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）；
- (2) 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- (3) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- (4) 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；
- (5) 《水泥工业大气污染物排放标准》（DB 34/3576-2020）；
- (6) 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；

- (7)《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019);
- (8)《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ25.2-2019);
- (9)《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019);
- (10)《建设用地土壤修复技术导则》(HJ25.4-2019);
- (11)《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);
- (12)《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004);
- (13)《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164-2020);
- (14)《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T 91-2002);
- (15)《工程测量规范》(GB50026-2020)
- (16)《固体废物浸出毒性浸出方法-硫酸硝酸法》(HJ/T299-2007);

### 2.3 项目相关技术文件

- (1)《芜湖市城市总体规划(2012~2030年)》;
- (2)《芜湖市新兴铸管厂老厂区 CN-06 单元规划(局部调整)》(2021年8月);
- (3)《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤污染状况调查报告》;
- (4)《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤污染风险评估报告》;
- (5)《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块修复技术方案》;
- (6)《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤修复工程施工组织设计》;
- (7)《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤修复工程环境监理方案》;
- (8)《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤修复工程工程监理方案》;
- (9)《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤修复工程修复效果评估方案》;
- (10)《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤修复工程竣工报告》;
- (11)《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤修复工程环境监理报告》;
- (12)《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤修复工程工程监理报告》;
- (13) 甲方提供的其他资料。

### 3 地块概况

#### 3.1 地块区域概况

##### 3.1.1 地理位置

芜湖市位于安徽省东南部，长江下游，介于东经 117°40′至 118°44′分、北纬 30°19′至 31°34′之间，南倚皖南山系，北望江淮平原，总面积 6026 平方千米。

芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块位于芜湖市弋江区原芜湖新兴铸管弋江老厂区内。地理位置见图 3.1-1，地块卫星影像如图 3.1-2 所示。

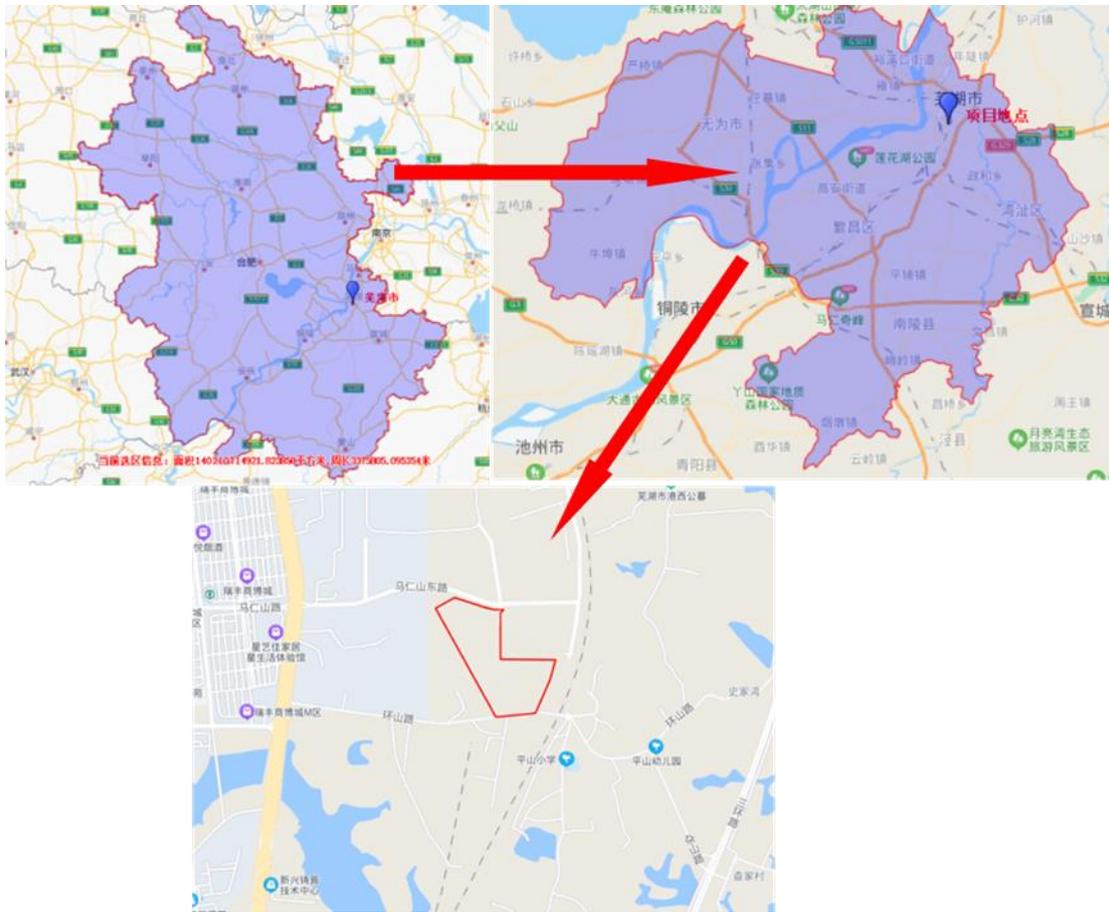


图 3.1-1 地理位置图



图 3.1-2 芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块卫星影像图

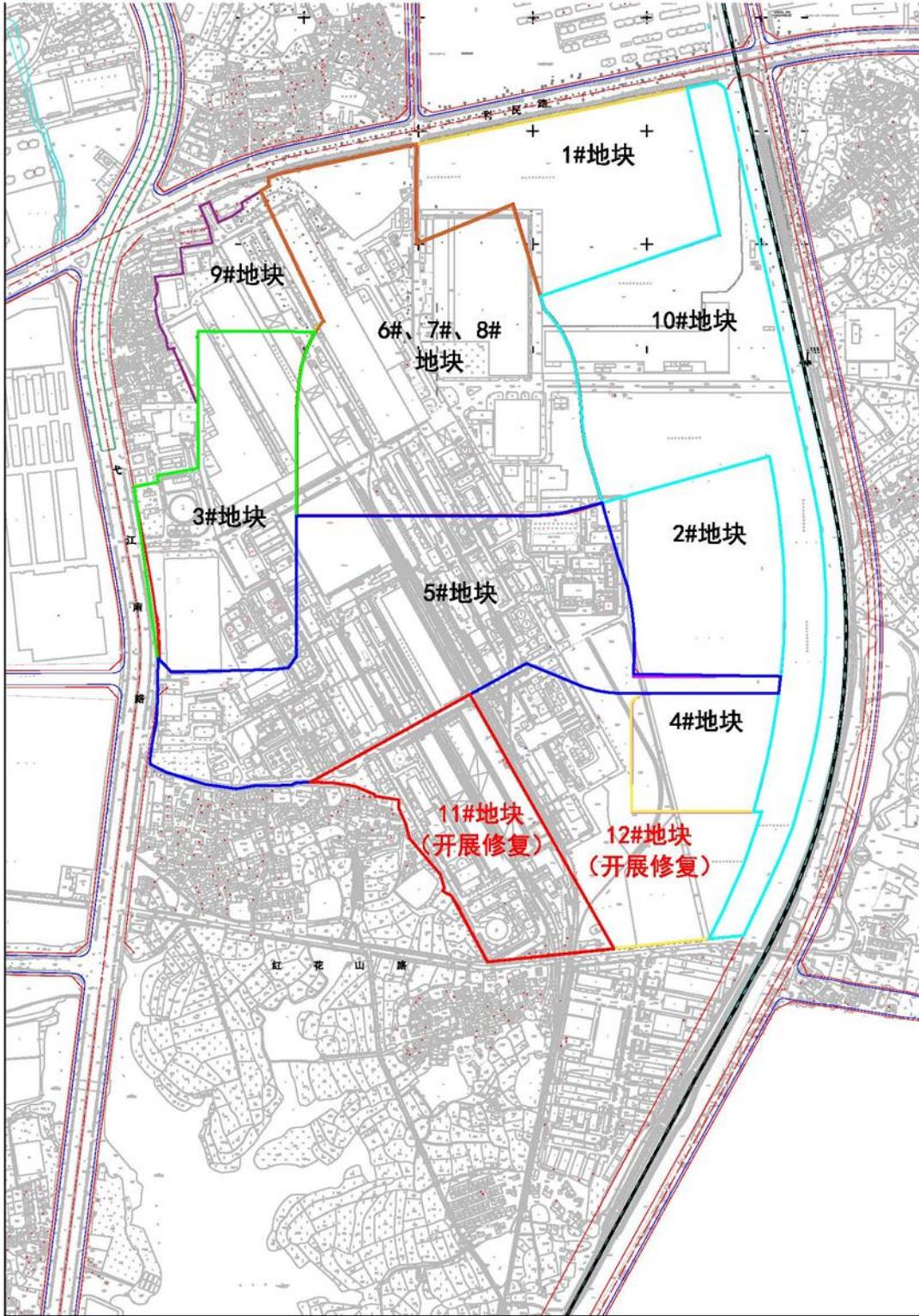


图 3.1-3 新兴铸管弋江老厂区各地块位置图

### 3.1.2 地形、地貌情况

芜湖市沿长江一带，地势平缓，大部分为三角洲沉积的饱和软土，属淮阳山字型构造前弧东翼宁芜盆地西南缘，基岩以岩浆为主，西部地层为上侏罗统龙王山组（T、L）基岩和中生代喷出岩及火山碎屑岩，东部为中性浅成岩和上白垩统浦口组沉积岩类，不整合接触，后经夷平并为砂质、淤泥质冲积物覆盖，构成现代平原的地貌基础。本地块位于长江边，基本为平地，地势平坦，坡度在 $1^{\circ}\sim 3^{\circ}$ ，高程在7~10m之间。

### 3.1.3 气候、气象特征

芜湖市地处亚热带，属北亚热带季风性湿润气候，光照充足，四季分明，雨量充沛，冬冷夏热。年均降水量1192.97 mm。多年平均气温 $16.1^{\circ}\text{C}$ ；历年最高气温 $37.34^{\circ}\text{C}$ ；历年最低气温 $-7.34^{\circ}\text{C}$ ，月平均气温最低为元月份 $1.1^{\circ}\text{C}$ ，月平均气温最高为七月份 $31^{\circ}\text{C}$ 。全年平均降雪日8~9天；历年最大积雪深度250 mm；冰冻深度0.1m；无霜期每年达219~240天。总日照时数2032个小时。区域常年盛行风向为东北风，最大风速28 m/s；次盛行风向为东风、东北偏东风。多年平均风速2.4 m/s，年平均相对湿度约78%。

### 3.1.4 水系水文特征

芜湖市地处长江中下游，河流纵横，长江和青弋江为该区域主要地表水体，青弋江、漳河大小支流贯穿南陵、繁昌、芜湖三县，黑沙湖、龙窝湖、奎湖散布其间，全市水面面积为 $478\text{ km}^2$ ，占总面积的14.4%。长江从市区北缘流过，长江芜湖段江岸平直、稳定，为芜湖市的主要供水水源，兼有饮用、工业、家业、渔业、航运旅游、调节生态平衡等功能的多用途水体。

### 3.1.5 地质构造

区域上位于我国大陆的东南部，所在大地构造单元为下扬子准地台。晋宁运动（850~1050Ma）造就了其基底的变形和回返固结，基底岩系上溪群和张八岭群多出露在地台的南、北边缘。地台盖层发育，以泾县断裂为界划分为芜湖块体和黄山块体。前者地台盖层包括寒武系~下三叠统，震旦系具有浅变质

强变形特征；后者地台盖层始自震旦系，但晚奥陶统地层具有复理石建造特征。厂址位于芜湖块体之上。

(1) 新构造运动

据《安徽地质志》和《1/20 万宣城幅区域地质普查报告》，本区域自第四纪以来新构造运动以显著的地壳差异性升降运动为特征，并以相对上升运动为主。早更新世：地壳运动继承了晚第三纪的特点，处在相对稳定状态，略有上升。

中更新世：有两次较明显的上升运动，第一次升降运动上升幅度较大，第二次升降运动上升幅度略低于第一次，末期趋于稳定。

晚更新世：地壳运动比较和缓，上升幅度不大，地壳相对稳定。

全新世：以上升为主，近代略有下降。

根据以往资料及本次地面调查结果，区内未发现第四纪以来的活动性断裂。

(2) 地震

区内地震活动的强度、频度相对比较低，属中弱发震区。根据地震资料记载，区内尚未发生过破坏性的地震。

根据 2001 年 8 月 1 日实施的《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，本区地震动反应谱特征周期为 0.35 s，地震动峰值加速度分区为 0.05 g (相当于原地震烈度 VI 度区)，见图 3.1-4。周边市、县有感地震见下表 3.1-1。

表 3.1-1 区内周边地区有感地震统计

序号	发震时间	震级	地点
1	1694.11	3 级	南陵
2	1696.4.16	3 级	南陵
3	1696.5.17	3.5 级	南陵
4	1699.6	2.75 级	泾县
5	1703.1	2.75 级	泾县
6	1738.7.17	3 级	泾县
7	1762.	2.75 级	宣城
8	1765.11	2.75 级	南陵
9	1773.	2.75 级	宣城
10	1924.	3 级	芜湖
11	1974.3.27	1.5 级	宣城
12	2005.12.20	4.2 级	铜陵

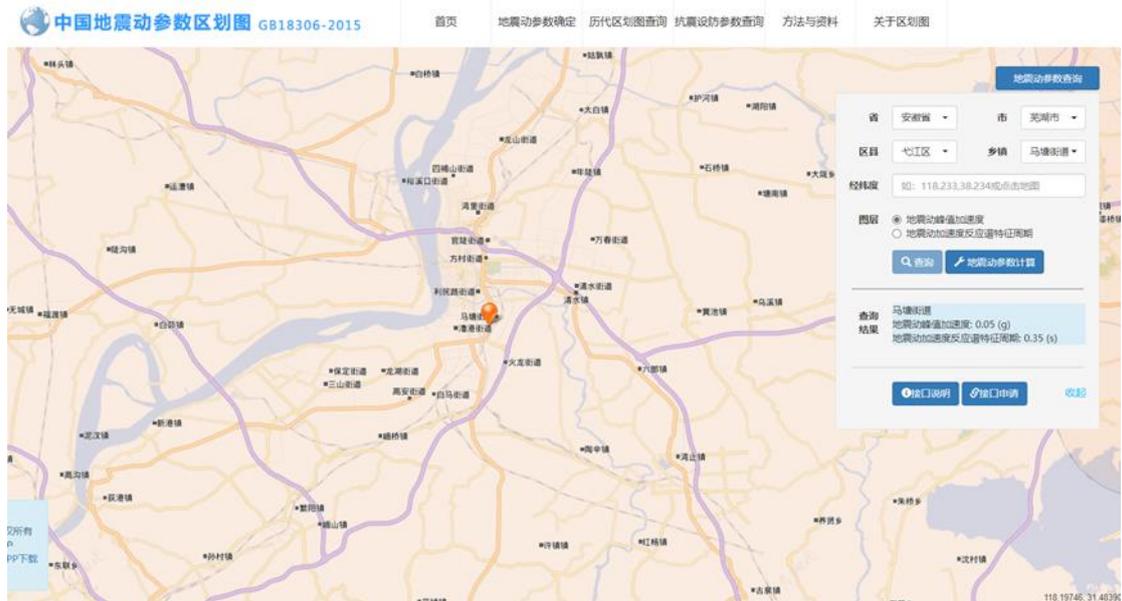


图 3.1-4 地震动参数区划图

### 3.1.6 区域土壤类型

芜湖区域土壤类型复杂多样，自然土壤有黄棕壤、红壤与石灰土，其中红壤为地带性土壤，石灰土为非地带性土壤，耕种土壤有水稻土和潮土。孤山残丘发育着普通黄棕壤亚类和石灰土。黄土岗地发育着粘盘黄棕壤亚类。红土岗地和丘陵地发育着红壤。红壤与黄棕壤在本区呈犬牙交错分布。圩区平原和湖洼地发育着水稻土，种植旱作的发育为潮土。黄棕壤分布在四揭山、赫山、神山、马鞍山、东、西梁山等孤山残丘和杨老村、新丰、三元一带的黄土岗地。红壤分布在湾沚东南一带的岗地丘陵。石灰土分布在白马山、火龙岗和杨家山一带的孤山残丘。水稻土主要分布在圩区，在本区域面积很大。潮土分布在江、河沿岸漫滩和低阶地上，呈狭条状。<sup>[4]</sup>

根据全国第二次土壤普查（1979年-1985年）结果，项目所在区域土壤属于水稻土，水稻土是指在长期淹水种稻条件下，受到人为活动和自然成土因素的双重作用，而产生水耕熟化和氧化与还原交替，以及物质的淋溶、淀积，形成特有剖面特征的土壤。这种土壤由于长期处于水淹的缺氧状态，土壤中的氧化铁被还原成易溶于水的氧化亚铁，并随水在土壤中移动，当土壤排水后或受稻根的影响（水稻有通气组织为根部提供氧气），氧化亚铁又被氧化成氧化铁沉淀，形成锈斑、锈线，土壤下层较为粘重。



图 3.1-5 区域土壤类型示意图

### 3.1.7 水文地质条件

#### ①地下水类型

按含水介质的性质，项目区地下水类型分为第四系松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两种类型。区域水文地质图见图 3.1-6。

##### (1) 第四系松散岩类孔隙水

组成本类型地下水岩性有芜湖组②2层，岩性主要为灰色淤泥质、粉质粘土，夹粉砂互层，局部存在透镜体，钻探揭露厚度为 4~17.5 m，为弱透水系；本类型地下水主要为芜湖组②3层灰色、灰白色，粉~中细砂层，厚约 8~36m，厚度从西南向东北逐渐变薄，含水层富水程度一般。在垂直方向含水层与弱透水系相间，组成具多层结构的含水层组，为该区主要含水层。

##### (2) 基岩裂隙水

岩性为三叠系中统黄马青组（T2h）灰白色砂岩，水量贫乏。据区域水文地质资料显示，地下水化学类型主要为重碳酸钙镁型水，地下水矿化度为 0.3~0.5 g/L，pH 在 7.6 左右。富水性较差，上部风化段为弱含水层。地下水主要

赋存于砂岩裂隙中。含水层主要为强—中风化砂岩，地下水主要赋存于风化或节理裂隙中，厚度一般 3~10 m，为埋藏型，埋藏深度由调查区的西往东变深，西则约 38.5 m，东则约 44.6~46.6 m。

## ②地下水补径排特征

评价区地下水主要的补给来源有降雨入渗和地表水的补给等，其中降雨入渗是最主要的补给来源。丰水期，地下水可能接受长江及小江河的补给。而在枯水期，长江水位低于评价区地下水位，补给地下水。地下水的径流方向主要为自南向北。

该区主要的排泄方式为蒸发排泄和侧向流出，其中蒸发排泄为主要的排泄方式。区域地下水向北、西侧排泄，并以西侧为主，排入长江。由于区内工农用水主要以地表水为主，在评价区内不存在地下水的开采。

地下水动态主要受各项入渗补给量和排泄量的影响，补给项主要包括降雨入渗和地表水补给，其中降雨入渗为主要的补给来源，地下水水位、水量与降雨量关系密切，动态基本一致；排泄项包括蒸发排泄和侧向流出，其中蒸发排泄为主要排泄方式。因此，地下水位的动态变化与降水量、蒸发条件的变化密切相关。根据评价区地下水补给、径流及排泄特征，地下水动态类型属于渗入-水平径流-蒸发型。

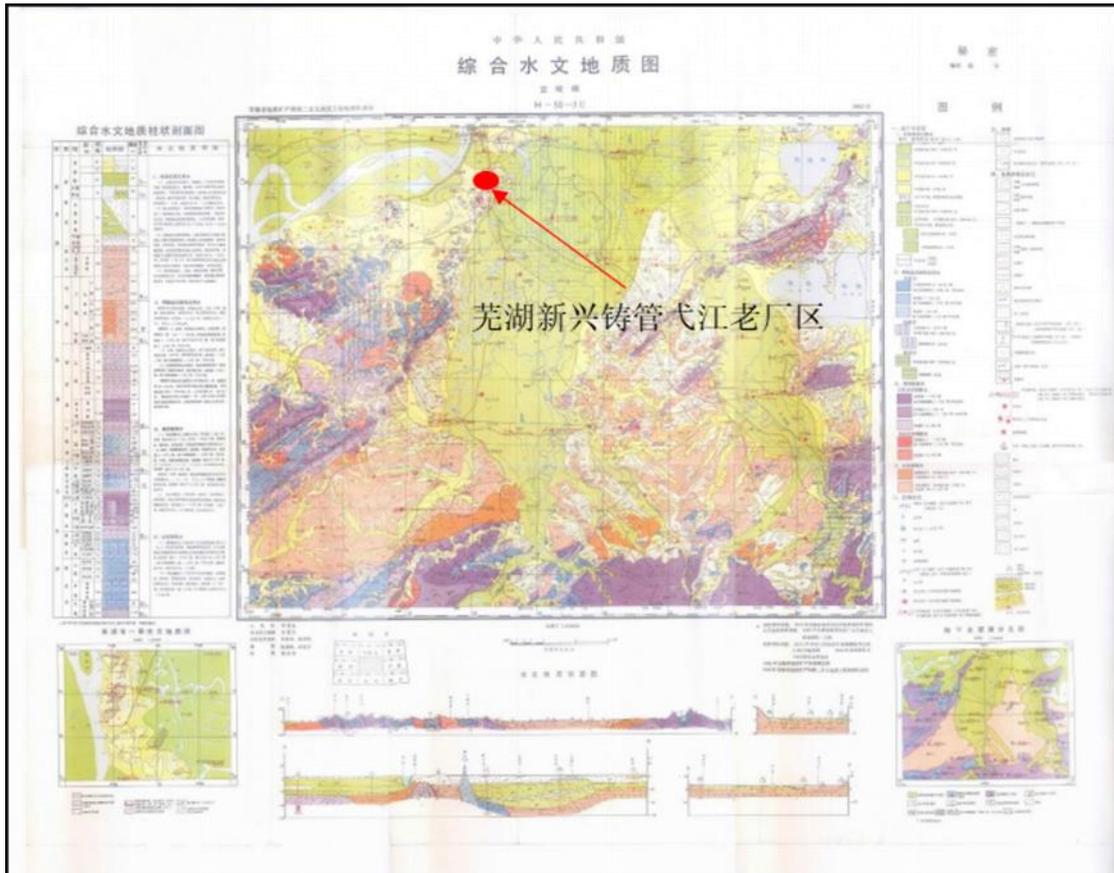


图 3.1-6 区域水文地质图（1:20 万）

### ③地表水体与地下水水力联系

地下水与长江水体之间的水力联系受降雨影响明显。丰水期内，长江水高于内陆地下水水位 0.5 m~2.5 m 左右，地下水受到长江水体的补给。而在枯水期，长江水位低于内陆地下水水位 2.6 m 左右，地下水部分补给长江水体。据《安徽省芜湖市水文地质工程环境地质综合勘察报告（1:25000）》（1988），在旱季，地下水位高于地表水位，降雨入渗是区域地下水的主要补给来源。但当雨季，区域内地表水位骤涨，流量急增，同时长江水位于汛期高出地面 2.5 m 左右，引起江水倒灌。

### ④地下水开发利用

根据《安徽省沿江经济带水文地质工程地质环境地质综合评价报告》中安徽省沿江经济带地下水开发利用情况可知，芜湖市存在 3 种供水水源，分别为开发地表水为主地区、开采地下水为主的地区和开采地下水与开发地表水并重区，场地位于芜湖市长江南岸边，属于开采地下水与开发地表水并重区（见图

3.1-7)。

根据《安徽省沿江经济带供水水源及供水方向图》，本次地块范围地下水开采条件差，属于仅具备分散供水且开采条件差的地区，场地地层出水能力差，下部以粉质粘土、淤泥质粘土为主。



图 3.1-7 安徽省沿江经济带供水水源及供水方向图



图 3.1-8 安徽省沿江经济带地下水开发利用规划图

### 3.1.8 地块水文地质情况

#### (1) 地层构成与分布

根据《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块水文地质调查报告》，地块内地层分布如下：

①素填土、杂填土：松散，棕色，无气味，干，夹杂少许碎石及腐烂植物根茎，厚度约 0.5-3.5 米左右，层顶面大地高程为 12.3~16.6 米。

②层粉质粘土：黄褐色，无气味，潮湿，可塑，厚度在 2.5 米~未穿透，层顶面埋深为 0.3~3.50 米，层顶面大地高程为 12.5~15.7 米。

从场地内水文地质钻探取样情况可以看出，场地中主要存在杂填土、素填土、粉质粘土等，与前人所做工程地质条件勘察情况结果基本一致，钻孔柱状图见附件。

## (2) 土层分布情况

土层岩性以粉质粘土为主，表层含有一层回填土，回填土较厚的点位中含有较多砖块、石块等，导致场区表层高程分布相对不均匀，下部原状土以粉质粘土为主，具有一定的阻隔污染物迁移特性。

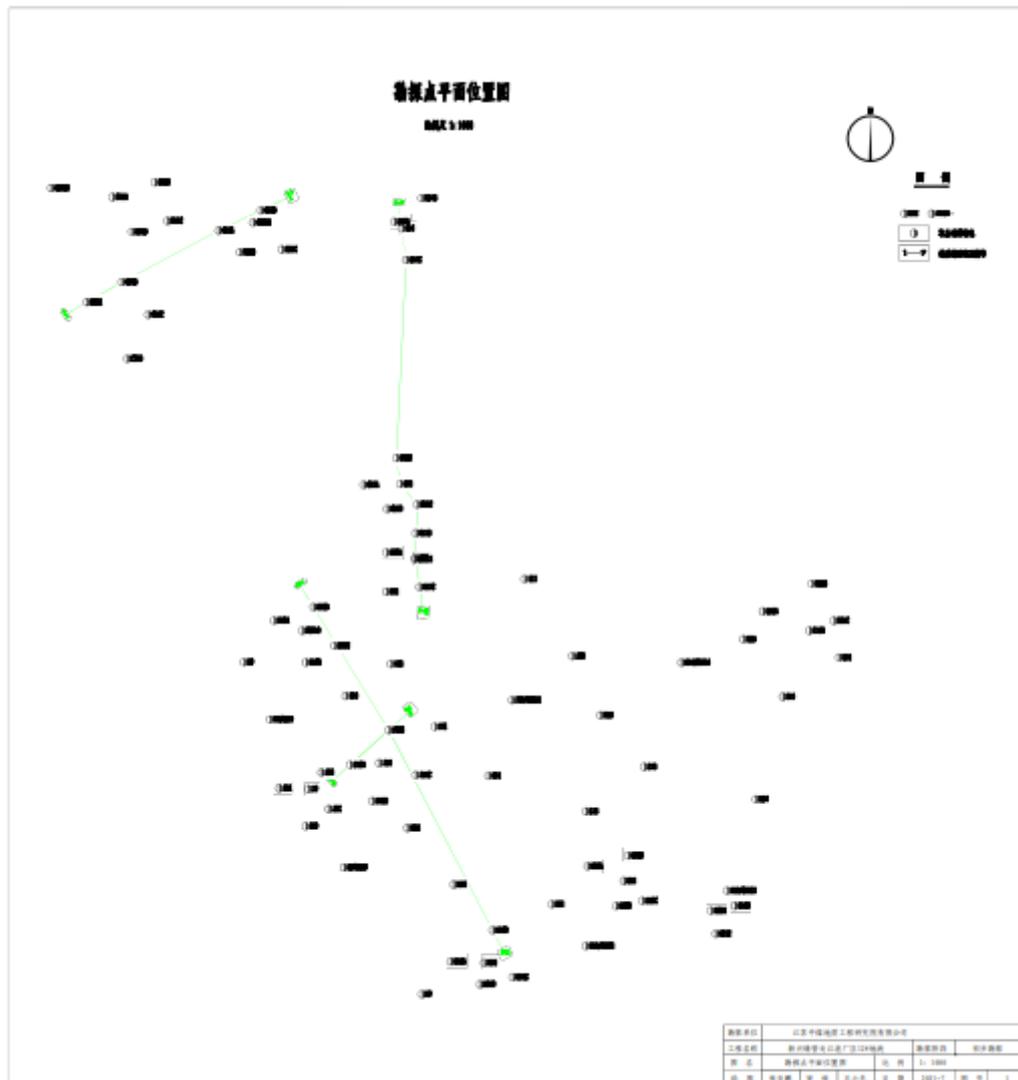


图 3.1-9 勘探点平面位置图

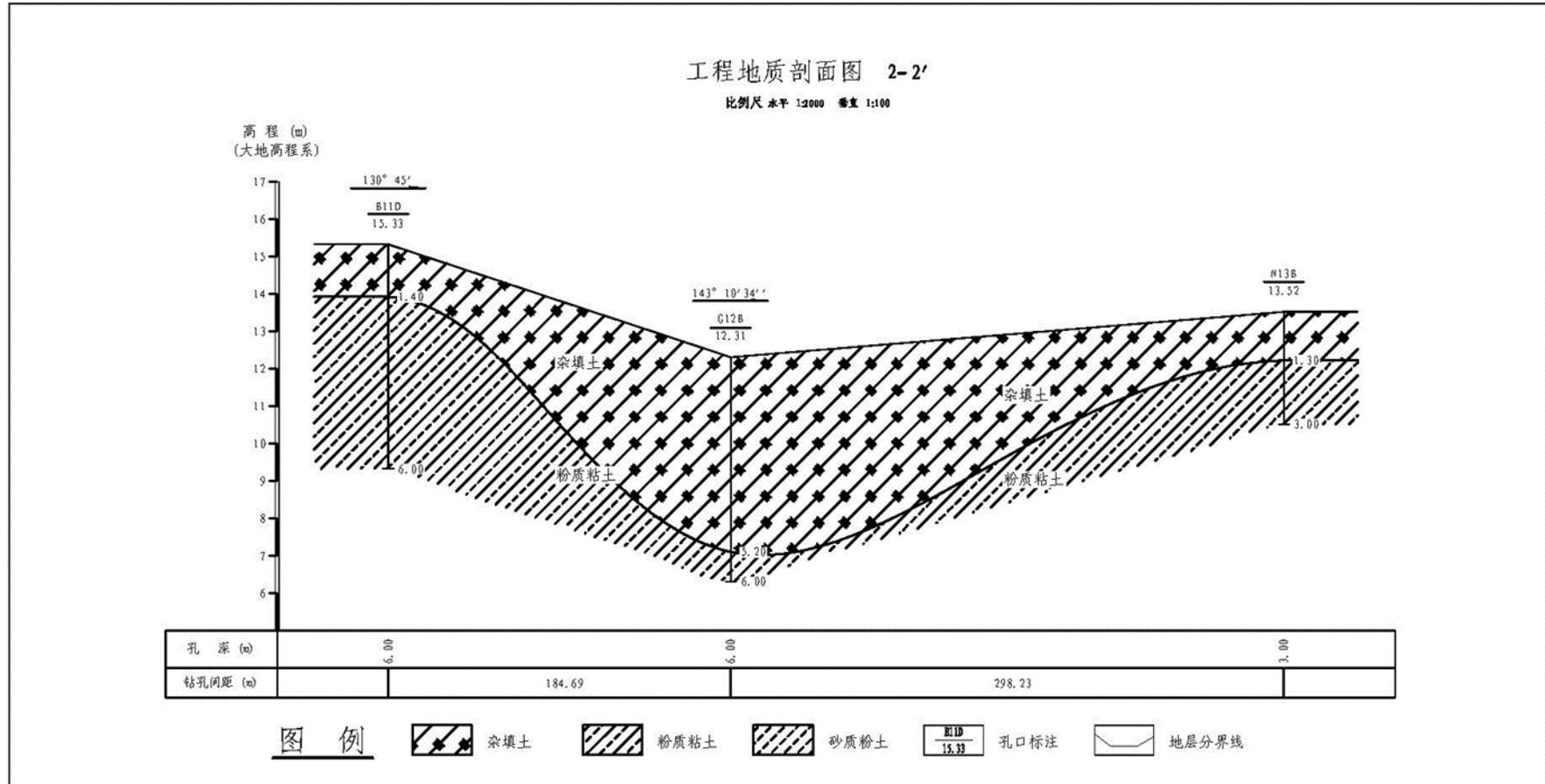


图 3.1-10a 工程地质剖面图

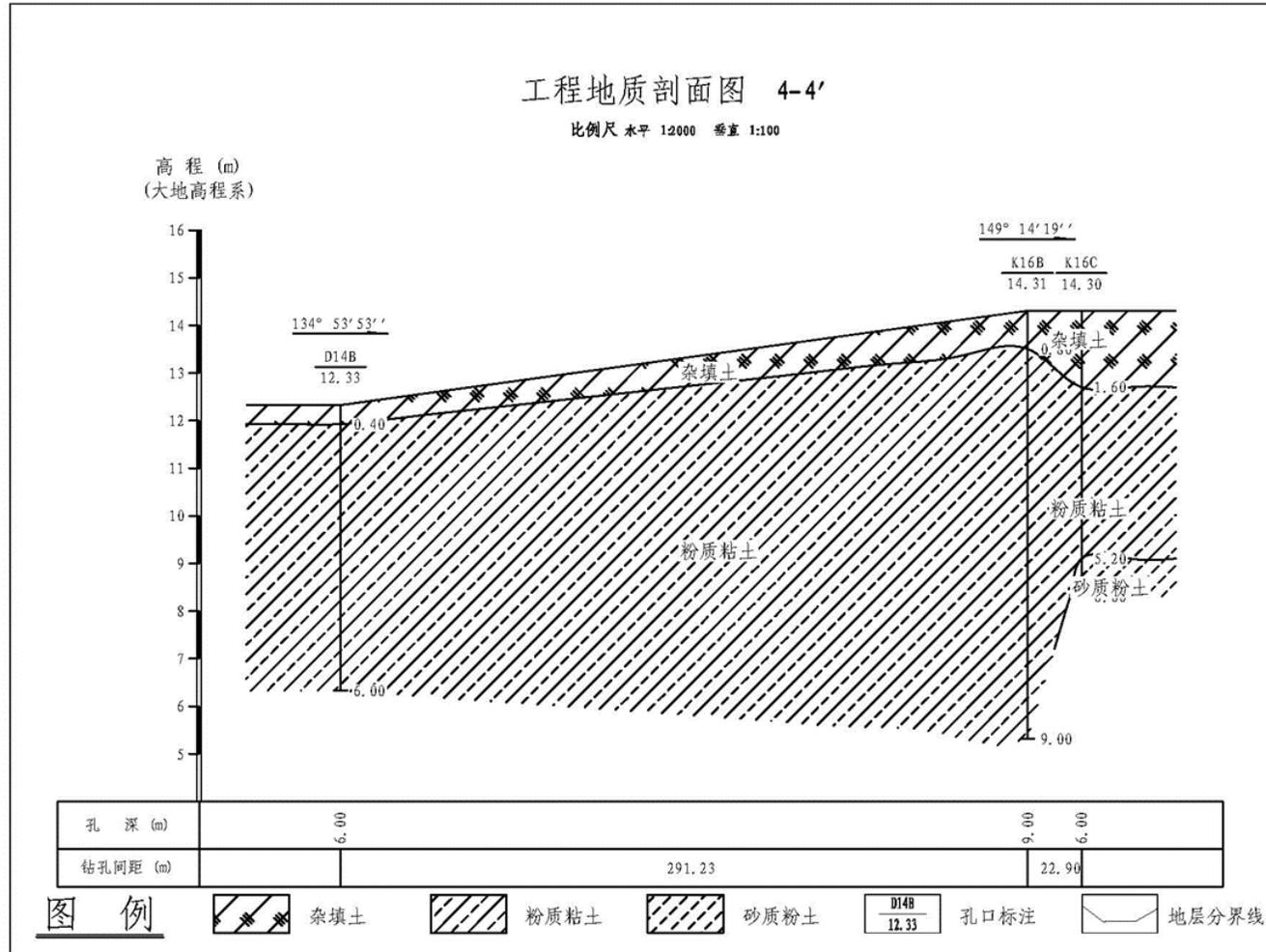


图 3.1-10b 工程地质剖面图

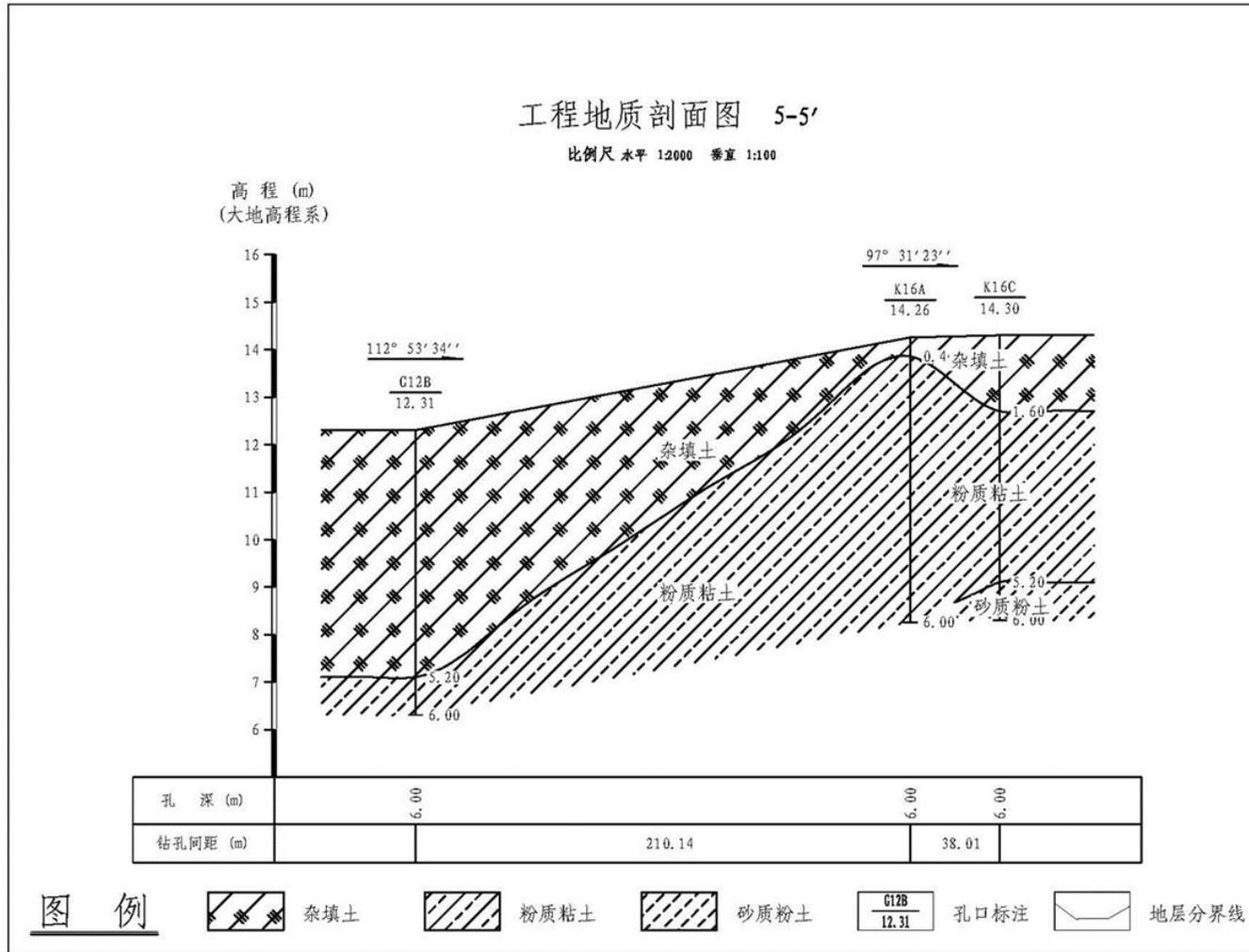


图 3.1-10c 工程地质剖面图

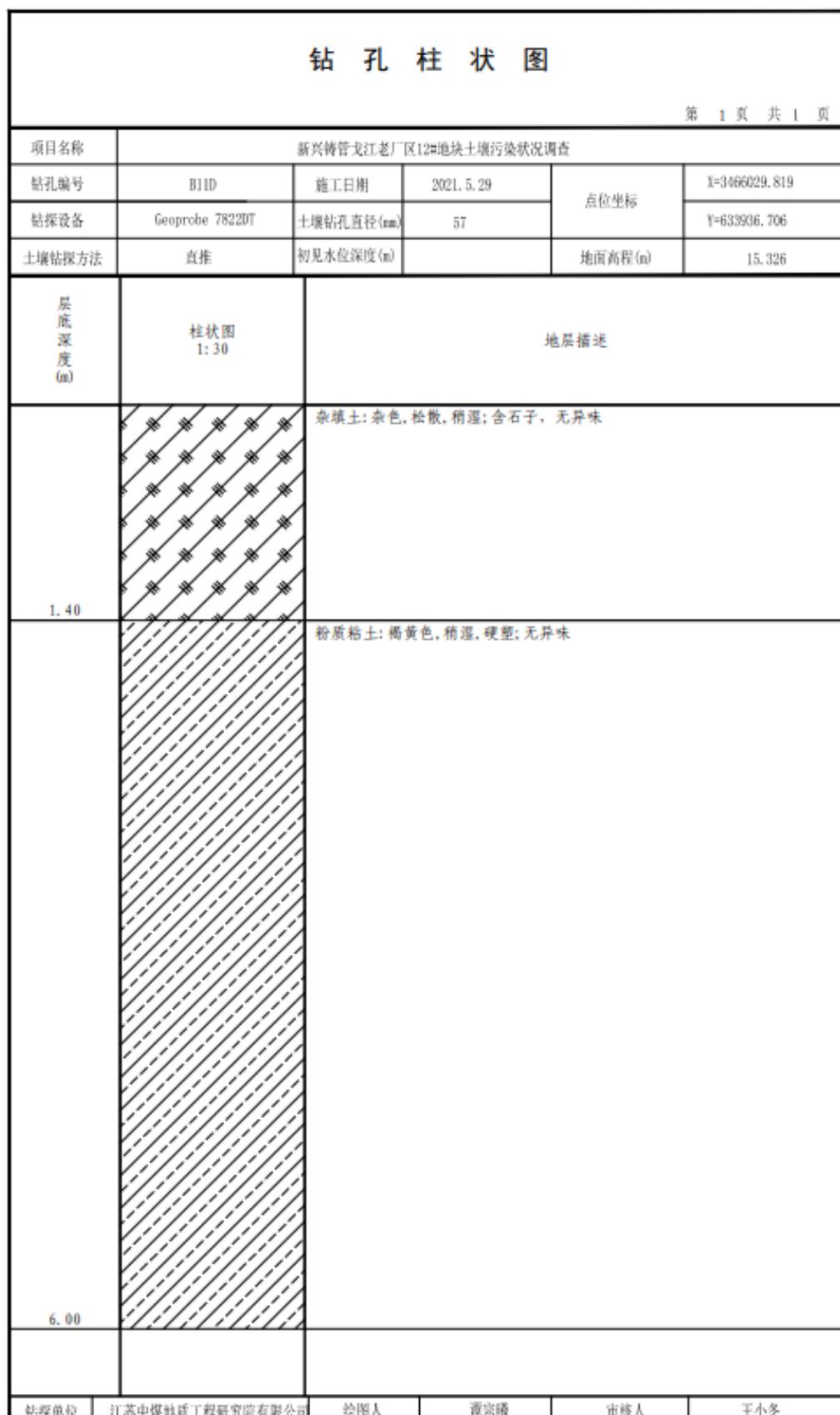


图 3.1-11a 钻孔柱状图

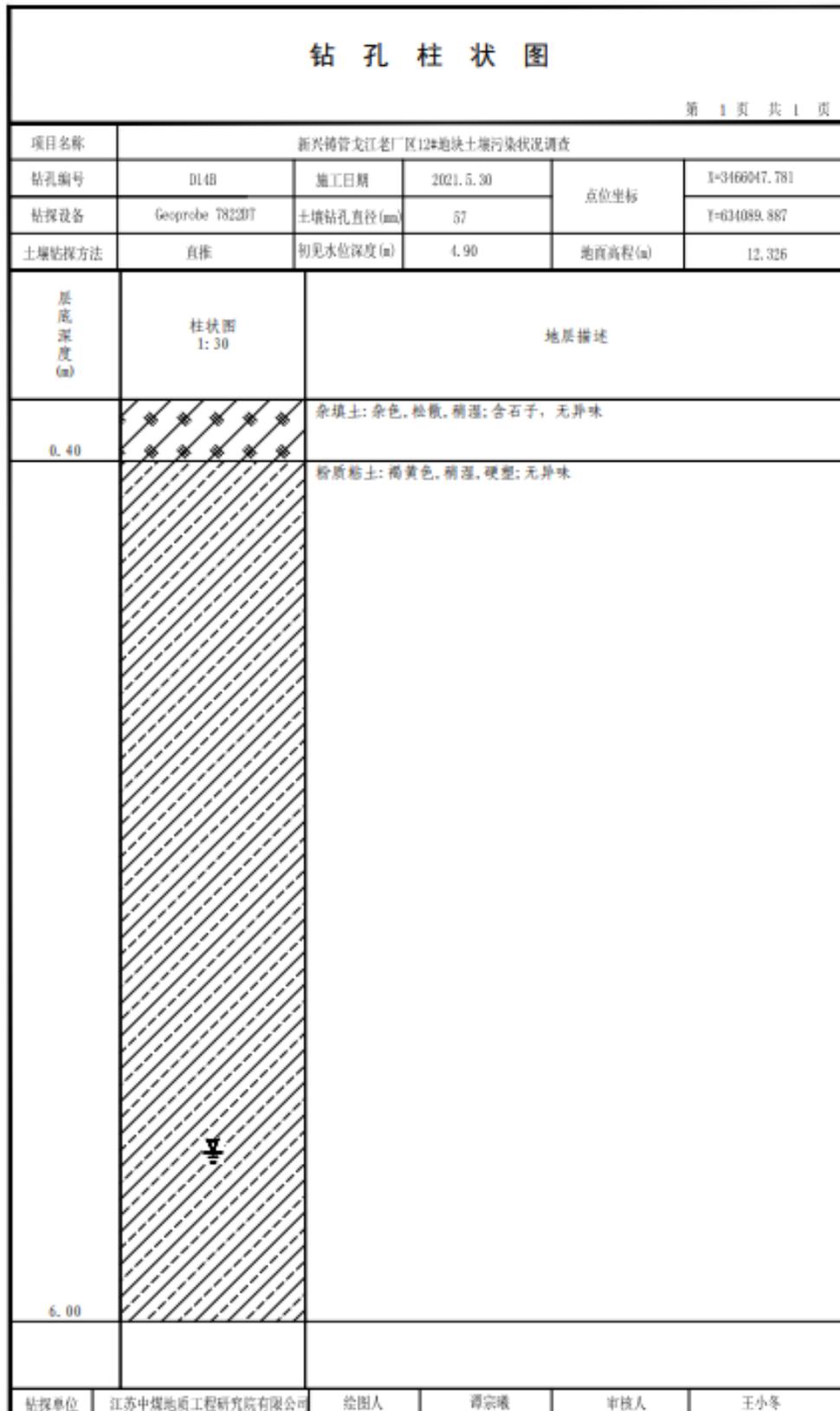


图 3.1-11b 钻孔柱状图

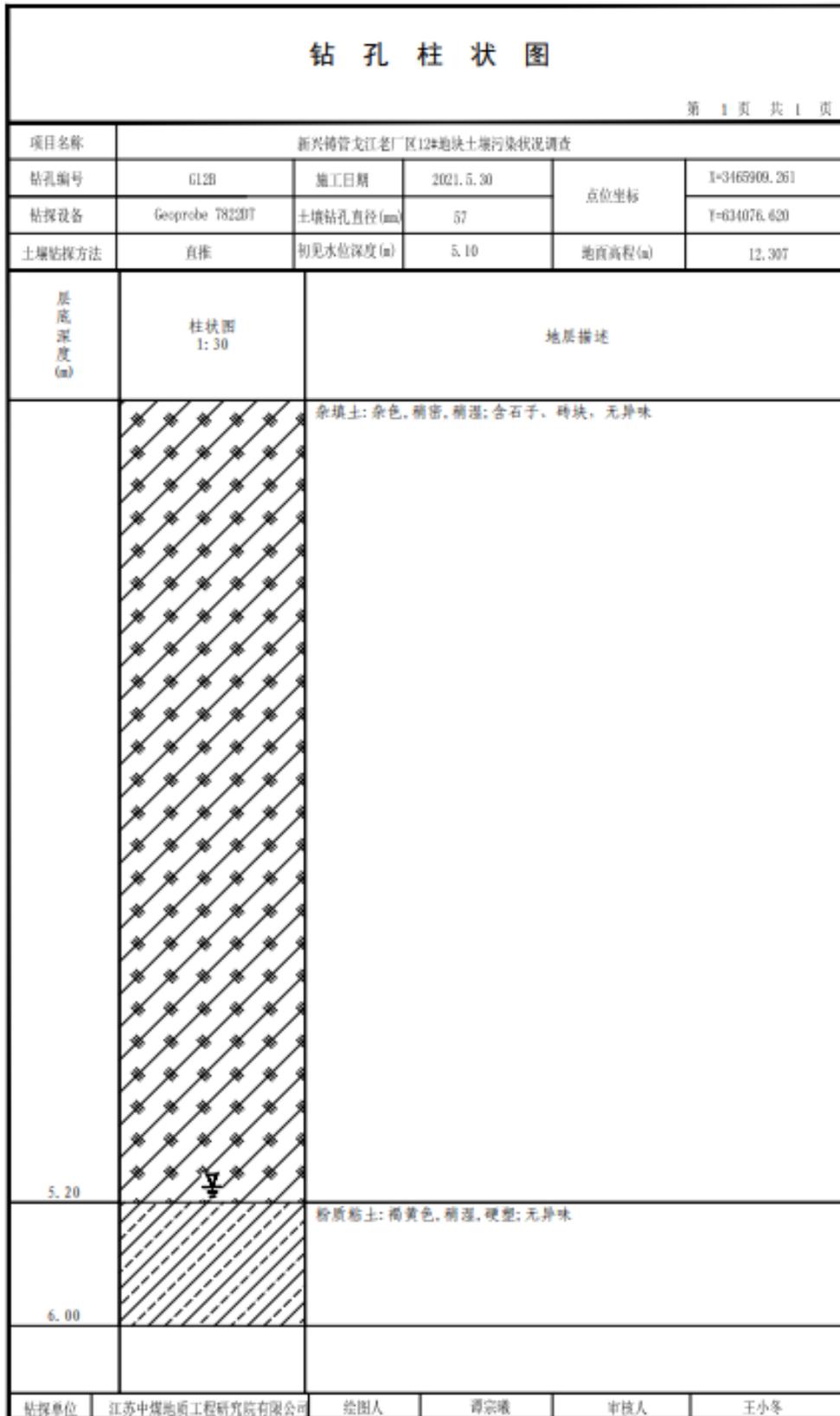


图 3.1-11c 钻孔柱状图

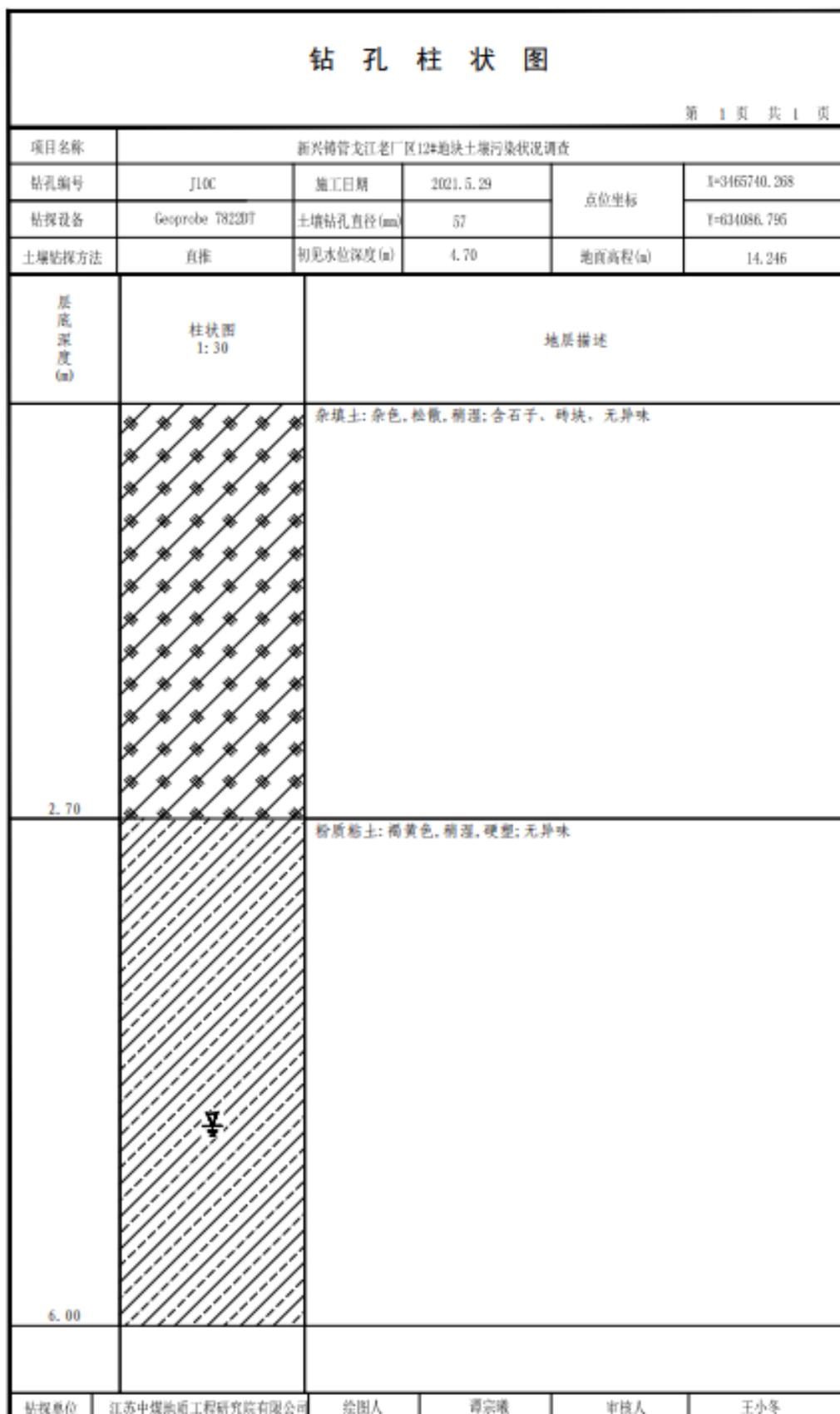


图 3.1-11d 钻孔柱状图

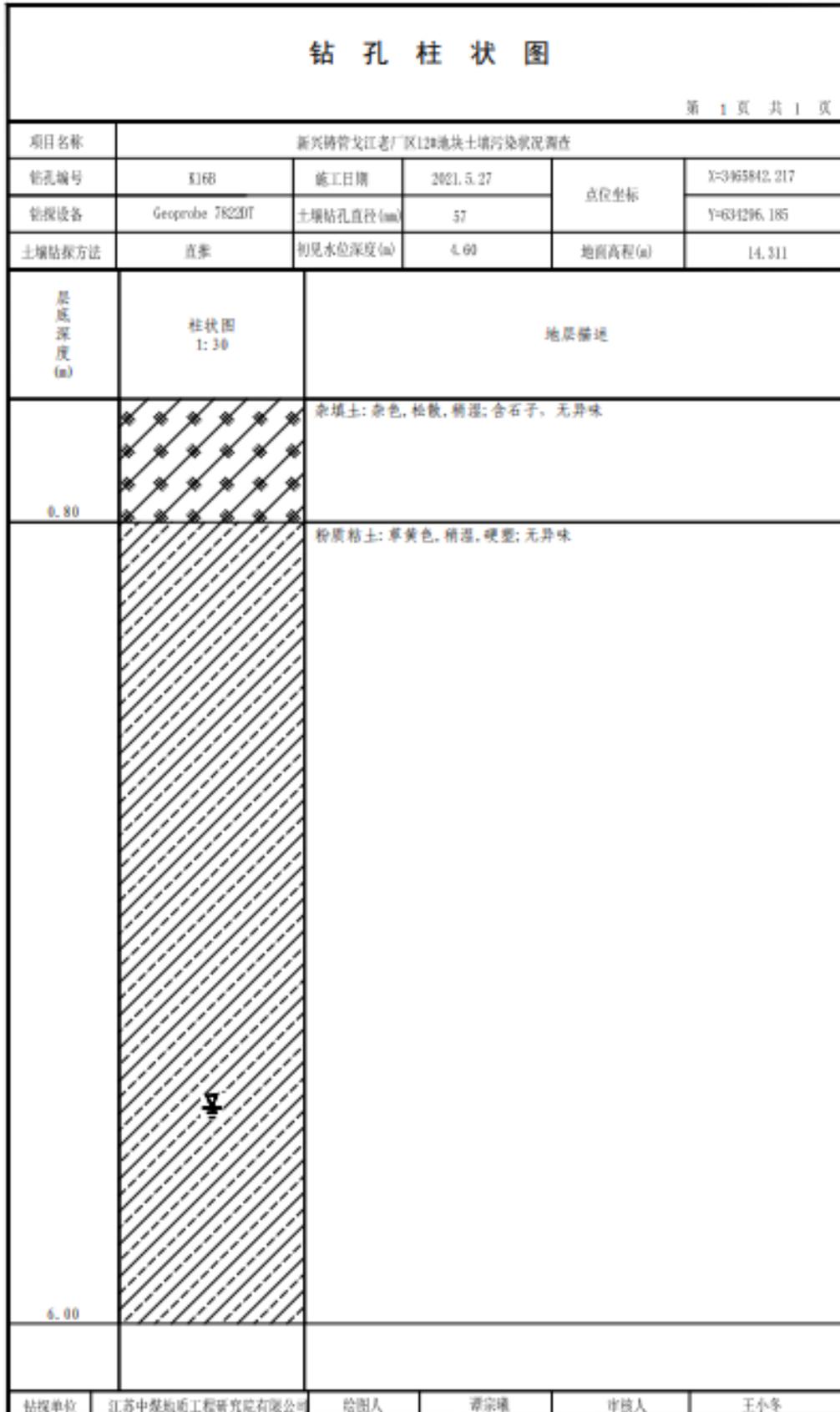


图 3.1-11e 钻孔柱状图

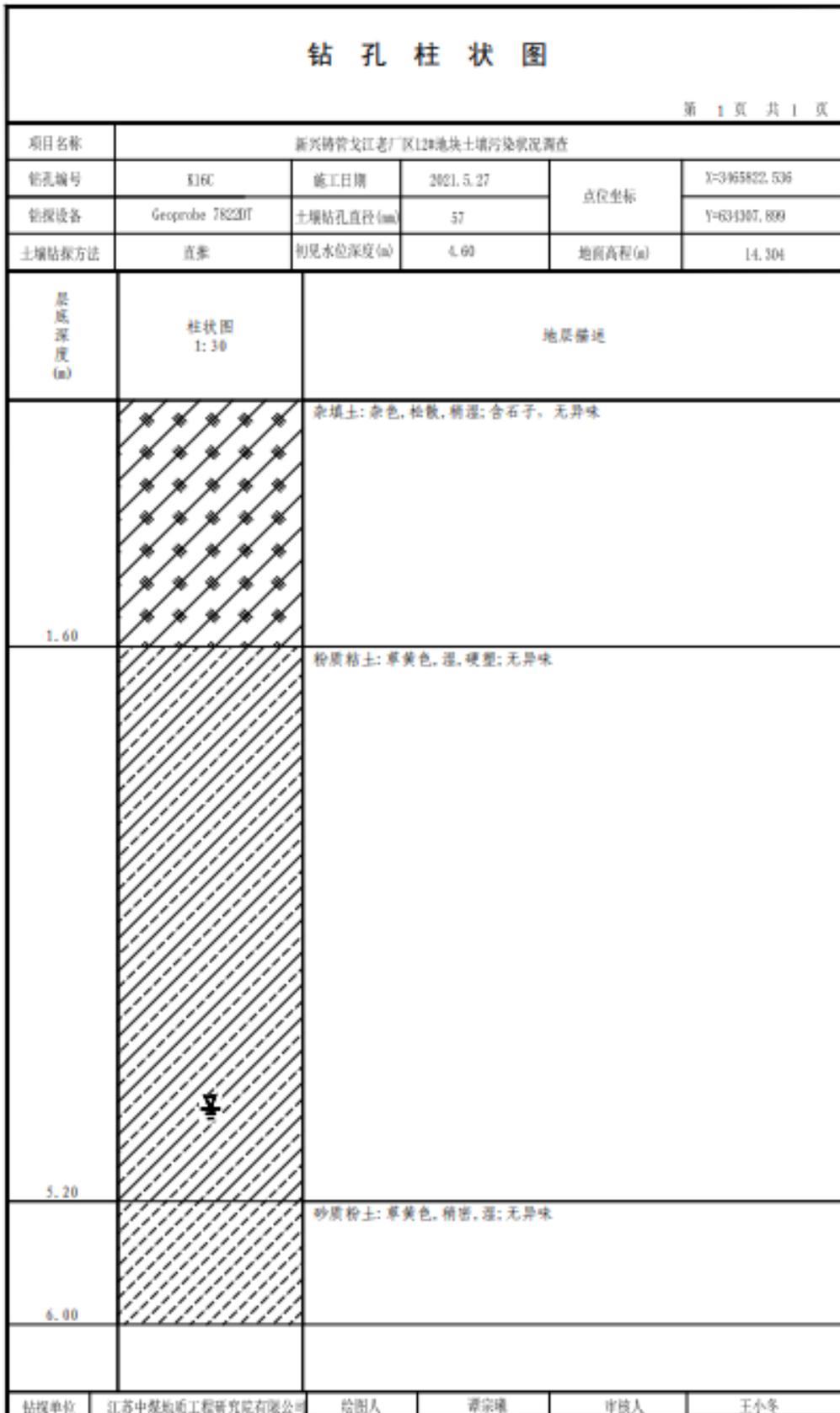


图 3.1-11f 钻孔柱状图

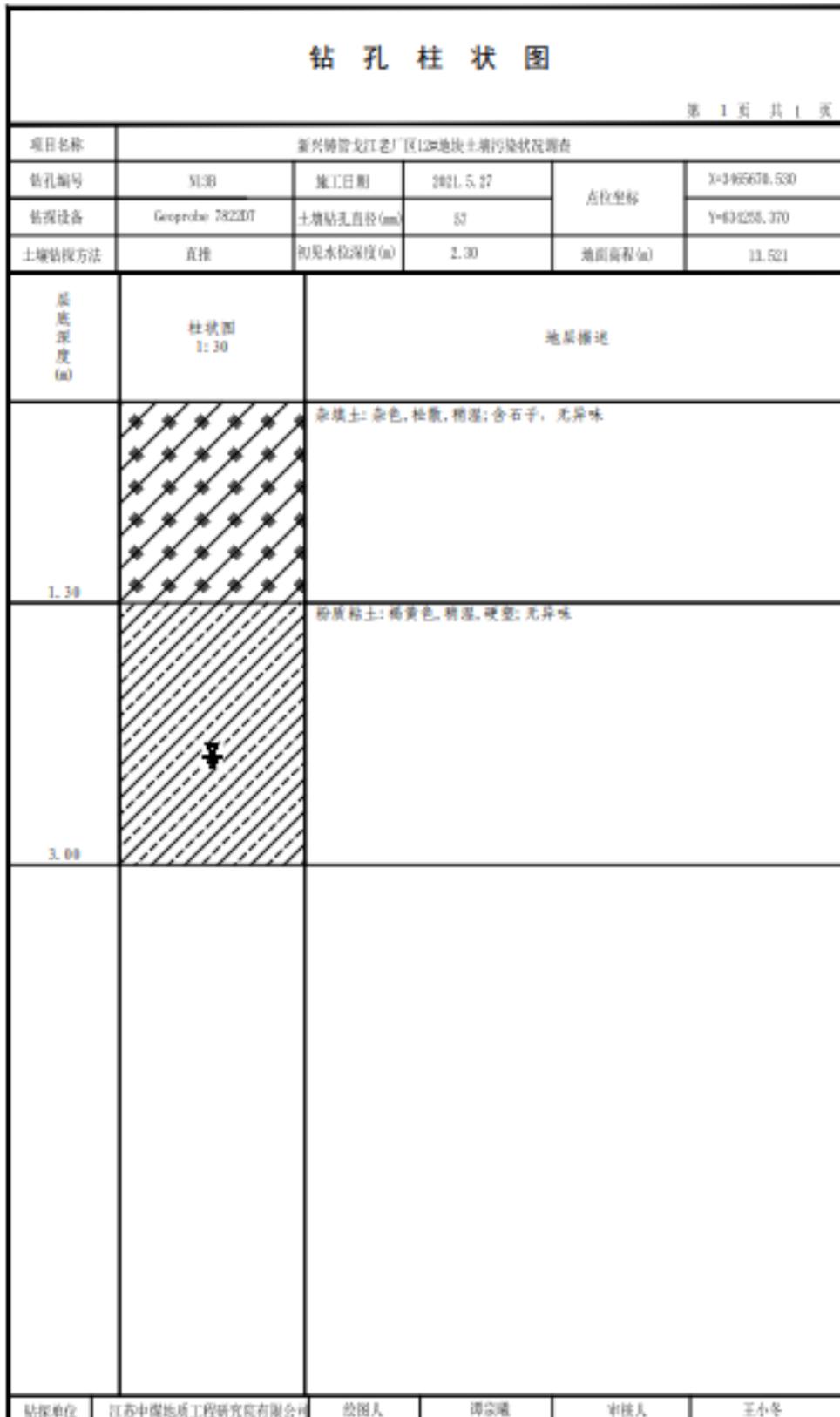


图 3.1-11h 钻孔柱状图

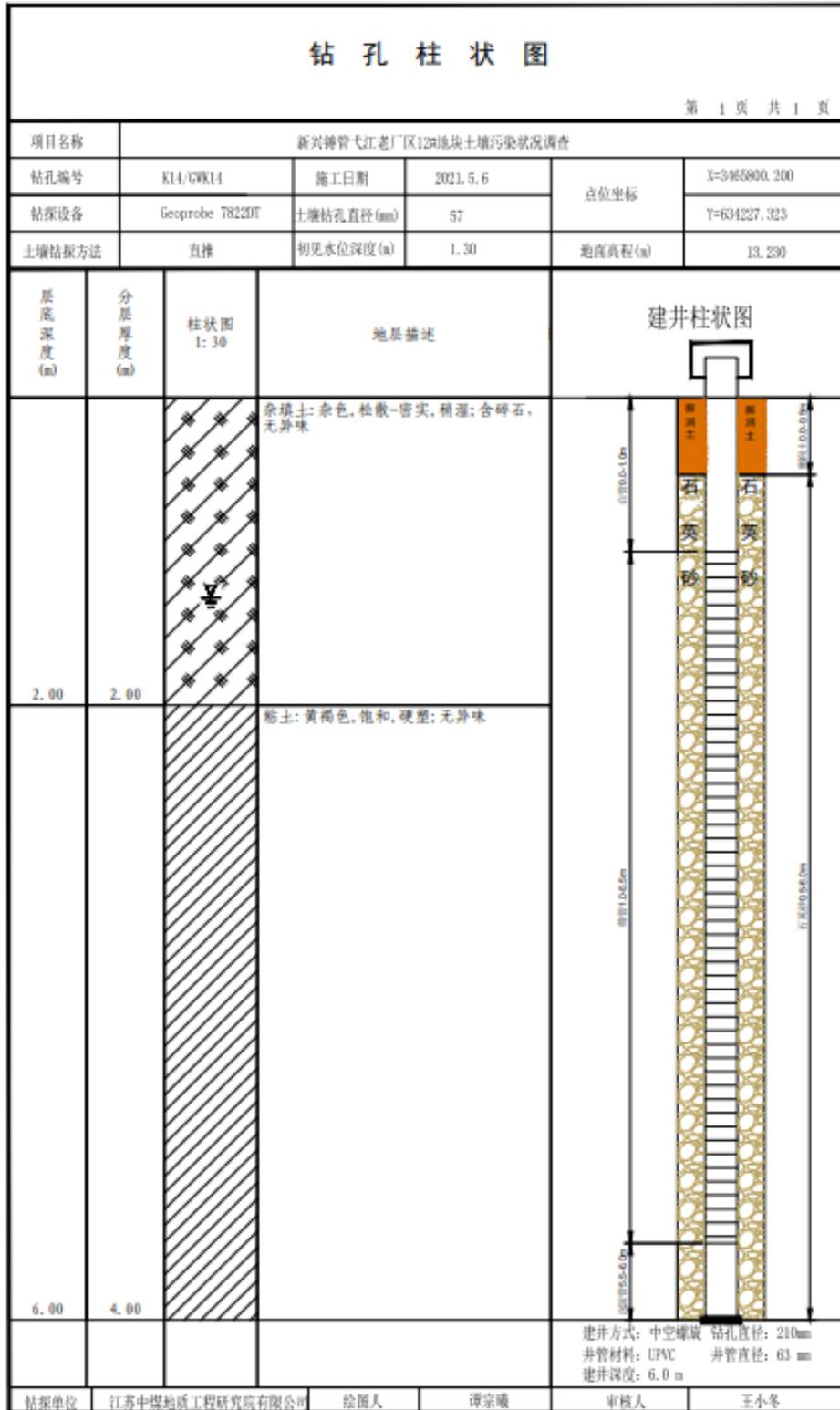


图 3.1-12 建井柱状图

(3) 地下水补、径、排

依据地下水的埋藏条件和赋存特征, 勘察深度范围内地块地下水主要埋藏于第①层杂填土层和第②层粉质粘土中, 接受大气降水入渗补给及地表水的入

渗补给，蒸发排泄，水位动态受季节变化影响明显。勘察期间测得孔隙潜水稳定水位埋深为 0.83~0.98m。

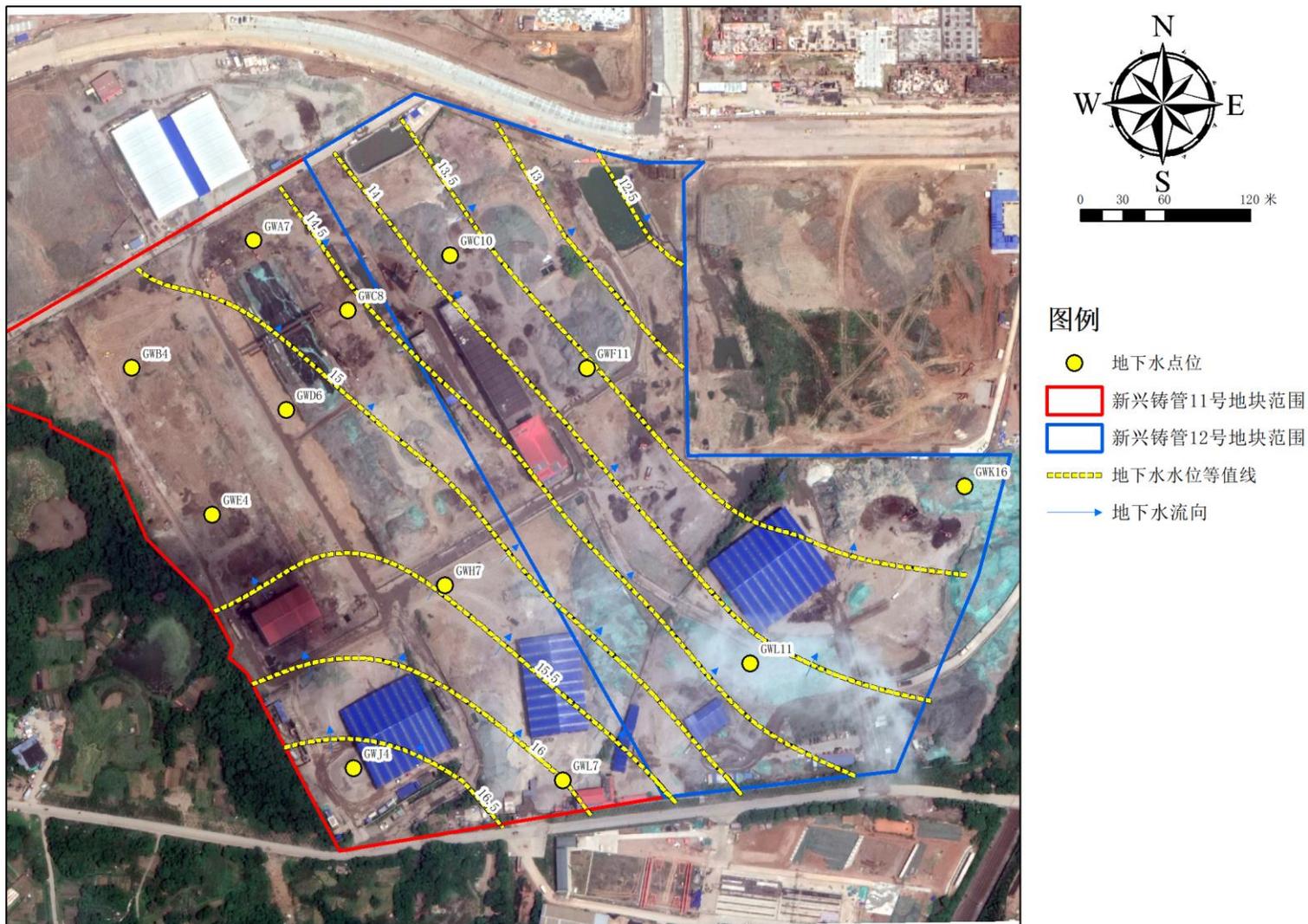


图 3.1-13 地下水流场图

### 3.1.9 地块历史变迁情况

1958 年以前，芜湖新兴铸管老厂区原址地块为农用地或荒地；

1958 年，该地块上芜湖钢铁厂成立；

2003 年，由新兴铸管股份公司和新兴际华集团（原新兴铸管集团）共同出资重组成立芜湖新兴铸管厂；

2005 年，该地块上烧结车间、堆料场已建成；

2007 年，地块内构筑物无明显变化；

2012 年，地块内有烧结车间、堆料场，南部增加尾渣堆放区；

2014 年，芜湖新兴铸管厂整体搬迁；

2017 年，地块内构筑物无明显变化；

2020 年，地块内烧结车间大部分已拆除，地块南部区域建有一个简易厂房用于尾渣综合利用；

2021 年，地块内构筑物及简易车间均已拆除，地块土壤裸露区域均已用防尘网覆盖。

地块调查区域历史卫星图（来自 GoogleEarth 历史影像）如图 3.1-14~3.1-20 所示。



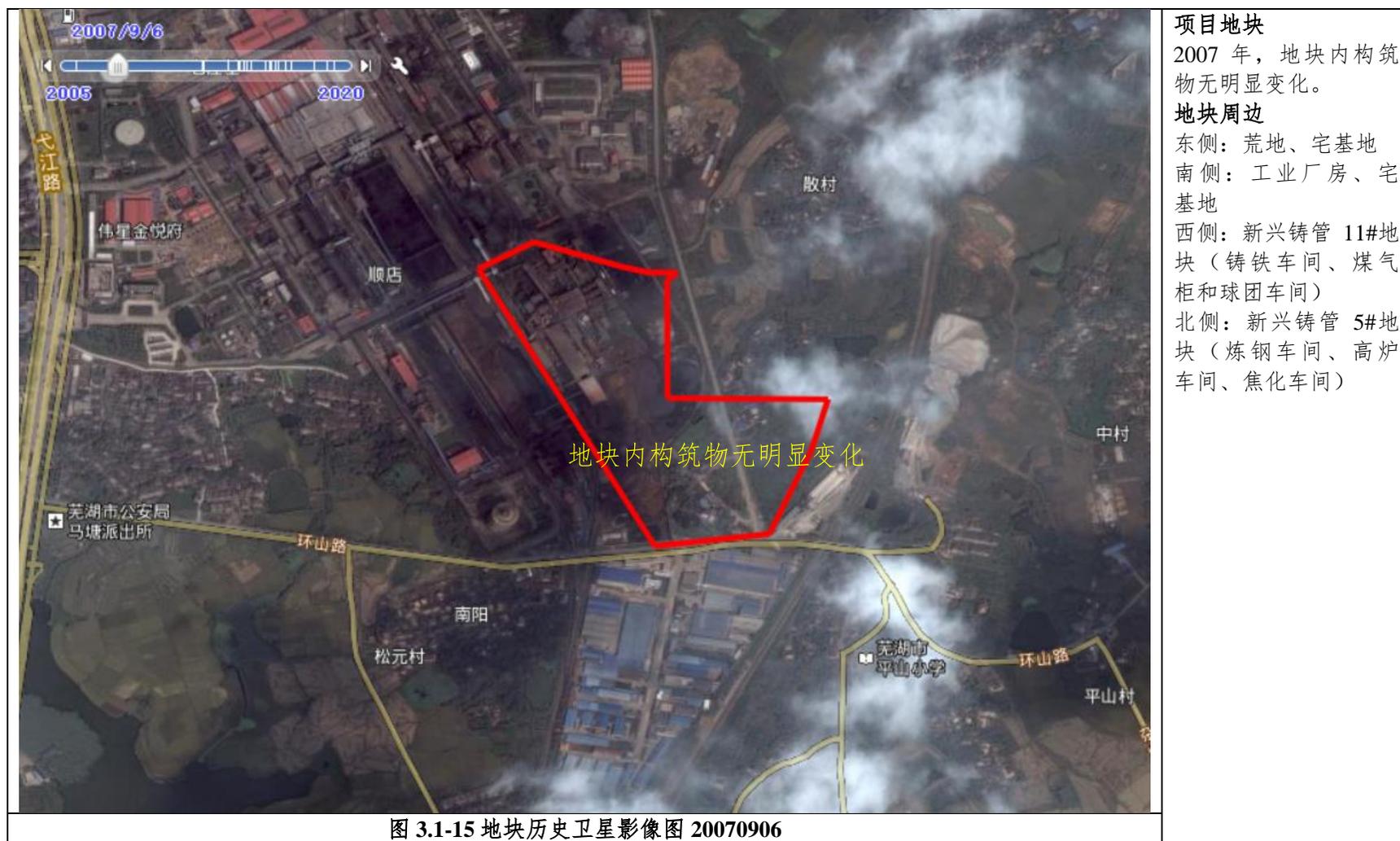








图 3.1-18 地块历史卫星影像图 20171025



图 3.1-19 地块历史卫星影像图 20200511

### 项目地块

2020 年，地块内烧结车间大部分已拆除，地块南部区域建有一个简易厂房用于尾渣综合利用。

### 地块周边

东侧：荒地  
南侧：工业厂房、荒地

西侧：新兴铸管 11#地块（煤气柜、铸铁车间已拆除，球团车间大部分区域被拆除，综合料场堆有大量尾渣，建有两个简易厂房用于尾渣综合利用）

北侧：新兴铸管 5#地块（已完成土壤调查和修复）



### 3.1.10 未来用地规划

根据《芜湖市城市总体规划（2012-2030年）》（2018年修订版）和《芜湖市城南新兴铸管厂老厂区 CN-06 管理单元规划（局部调整）》（2021年8月），本次调查地块规划用地类型包括住宅混合用地（RB）、二类居住用地（R2）、中小学用地（A33）、防护绿地（G2）、公园绿地（G1）中的社区公园用地和道路用地（S1），规划图见图 3.1-21。

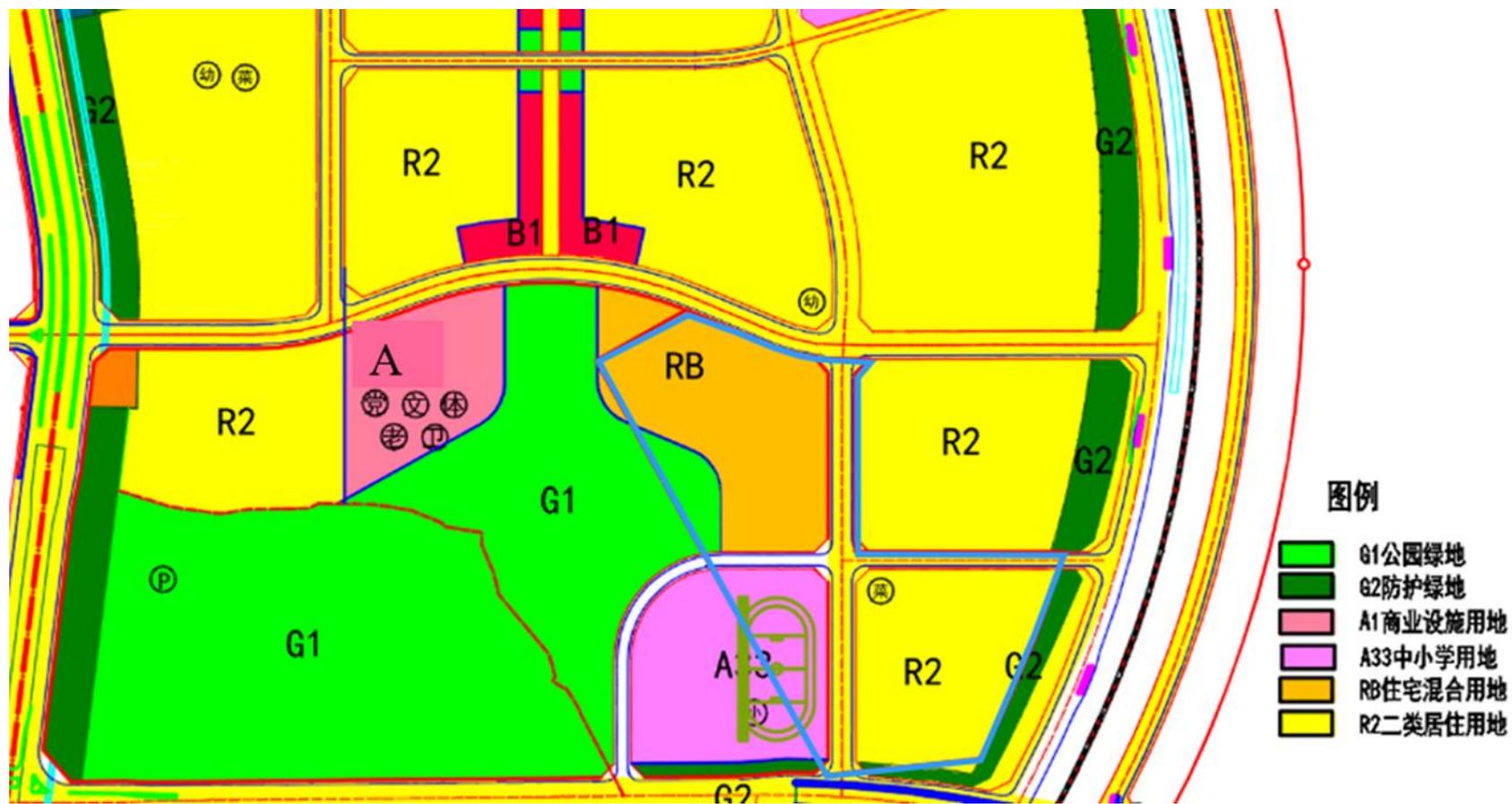


图 3.1-21 未来用地规划图

### 3.1.11 地块周边环境情况

芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块北侧为芜湖新兴铸管弋江老厂区 5-2#地块，南侧为环山路，东侧为芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块，西侧为荒地。地块周边现状见图 3.1-22，周边 1 公里范围敏感目标如图 3.1-23 和表 3.1-2 所示。

表 3.1-2 地块周边 1 公里范围内敏感目标

序号	敏感目标类型	名称	方位	距离 (m)
1	居住区	融创纪元 2020	北	95
2		春江明月三期	北	41
3		春江明月二期	北	201
4		春江明月一期	北	733
5		中御公馆	北	285
6		伟星天镜	北	579
7		金悦府	西北	320
8		零散住户	西	453
9		平山村	东南	319
10	学校	规划中学	北	342
11		规划小学	北	737
12		规划幼儿园	西北	341
13		平山小学	东南	221
14	农用地	南侧零散农田	西南	379
15	地表水体	东北侧水塘	东北	513
16		西侧水塘	西	445
17		元亩塘	西南	632
18		东南侧水塘	东南	465
19		东侧水塘	东	718

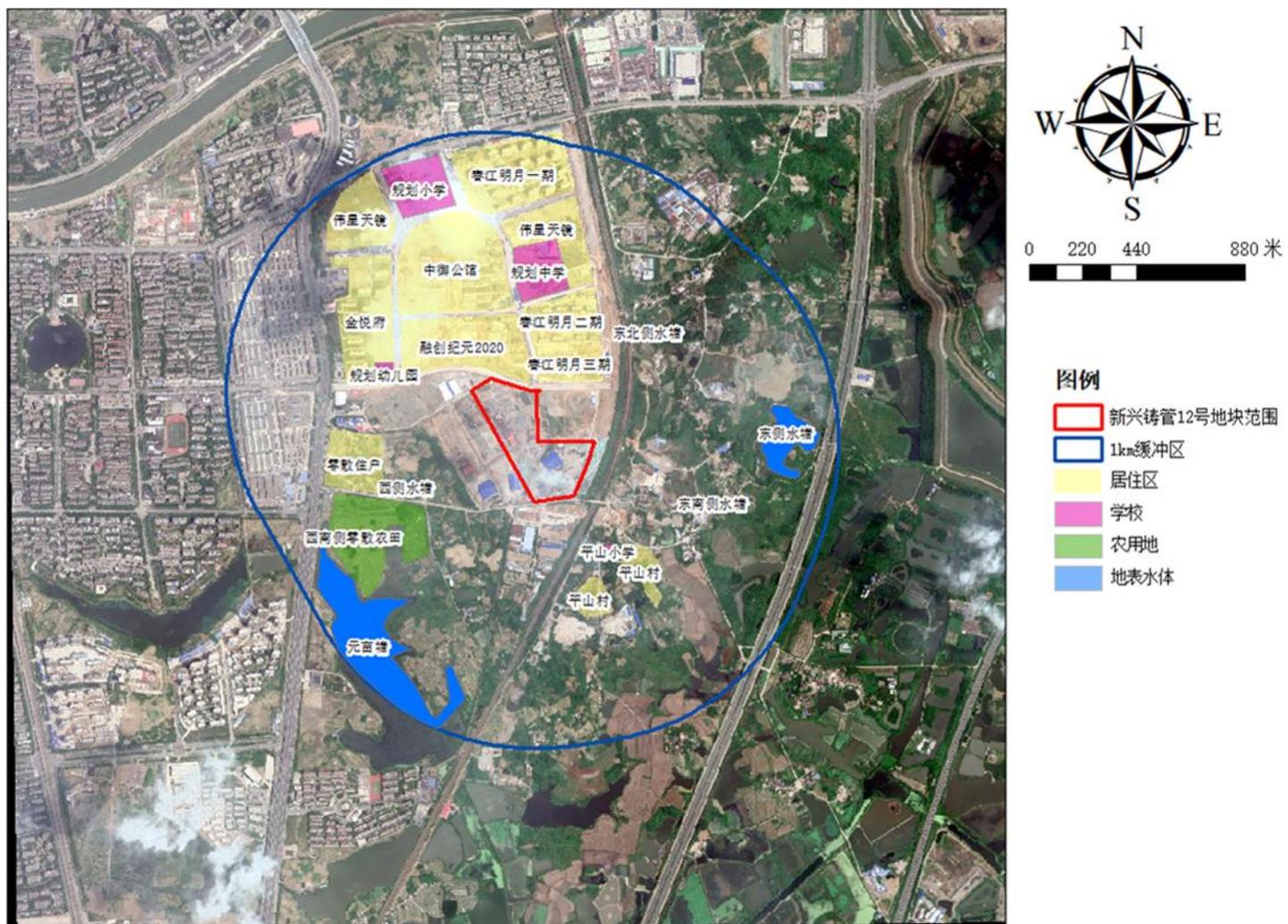


图 3.1-22 地块周边 1 公里敏感目标



本地块北侧紧邻新兴铸管 5-2#地块和马仁山路



本地块南侧紧邻环山路，南侧区域主要为荒地、已关闭的企业和村庄



图 3.1-23 地块周边现状

### 3.2 地块历史企业生产概况

本次调查地块 1958~2003 年期间为芜湖钢铁厂；2003 年重组为芜湖新兴铸管厂，重组后生产工艺或生产车间未发生变化，芜湖新兴铸管厂 2014 年停产搬迁；2019 年~2020 年，地块内烧结车间大部分已拆除，地块南部区域建有一个简易厂房用于尾渣综合利用；2021 年，地块内构筑物及简易车间均已拆除，地块土壤裸露区域均已用防尘网覆盖。本次对地块各个时期生产情况进行分析。

#### 3.2.1 芜湖钢铁厂及芜湖新兴铸管厂时期

##### 3.2.1.1 地块平面布置

芜湖新兴铸管老厂区拥有焦化、烧结、球团、炼铁、铸管、炼钢、轧钢、锻造等生产工艺装备以及燃气系统、动力系统等生产辅助设施。芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块原构筑物主要为烧结车间、堆料场和矿渣堆放区域，堆料场区域历史生产期间堆场区域露天堆放了大量煤粉、铁精粉等物料，主要污染物为重金属；矿渣堆放区域堆存的矿渣主要为烧结车间对铁矿冶炼过程中产生的矿渣，主要污染物为重金属（铜、六价铬、镍、铅、砷、镉、汞、锌、硒、锑、铍、铊），地块原生产车间分布详见图 3.2-2。地块污水管线埋深为 1.5m，污水管线布设见图 3.2-3。

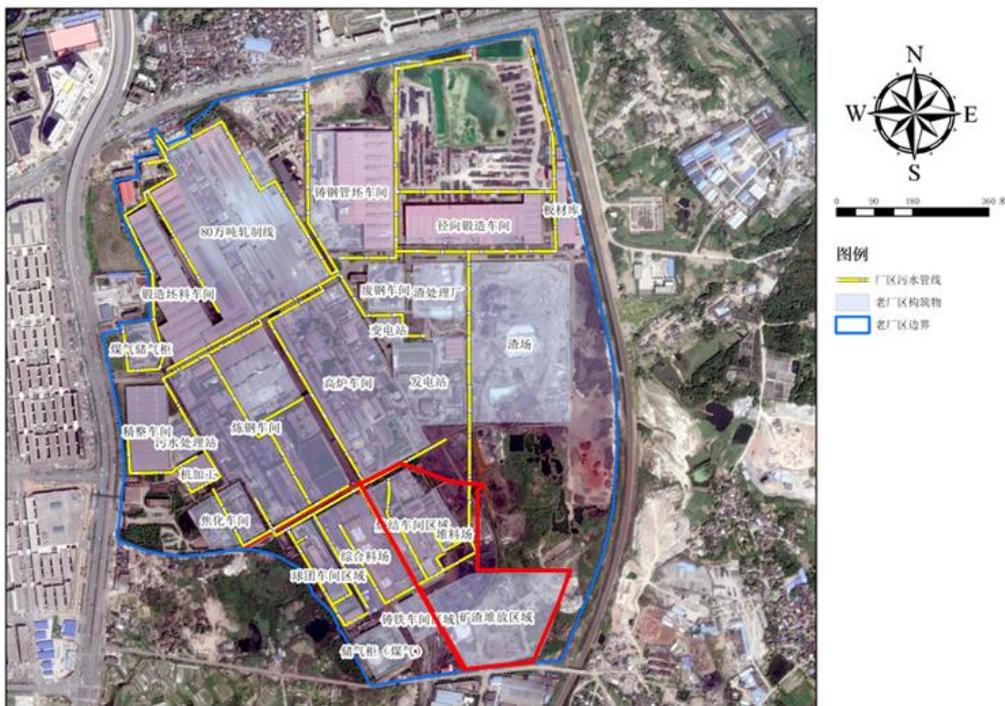


图 3.2-1 新兴铸管老厂区生产区域及污水管线分布图



图 3.2-2 地块原生产区域分布图



图 3.2-3 地块污水管线分布图

### 3.2.1.2 地块原企业车间生产工艺及产污情况

#### (1) 生产工艺

芜湖新兴铸管老厂区 2011 年主要生产工艺流程及排污节点见图 3.2-4。本地块主要涉及烧结工艺。

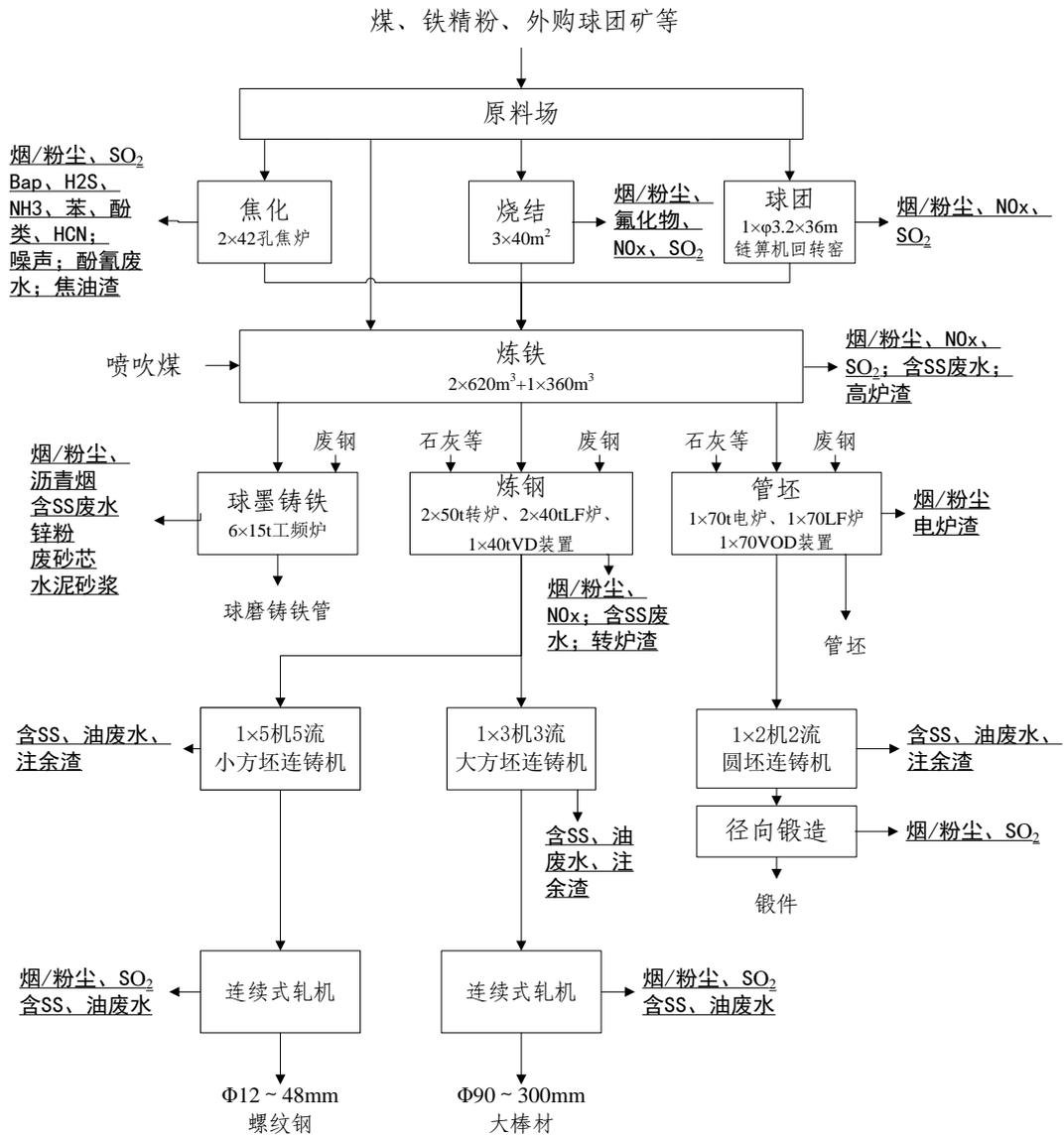


图 3.2-4 新兴铸管老厂区主要生产工艺及排污节点示意图

(2) 生产装置

根据《芜湖新兴铸管有限公司搬迁技术改造项目环境影响报告数》，2011 年芜湖新兴铸管有限公司老厂区生产铁水 144.4 万 t，连铸坯 108.07 万 t，球墨铸管 43.07 万 t，锻件 2.33 万 t。老厂区工程组成一览见表 3.2-1。

表 3.2-1 老厂区主要生产设施及其产能、产量

车间	工程内容	产品	产能(万 t/a)	2011 年产量(万 t/a)
主体设施				
焦化车间	2×42 孔 4.3m 焦炉，配套 1×80t/h 干熄焦装置	焦炭	60	54.54

车间	工程内容	产品	产能(万 t/a)	2011 年产量(万 t/a)
烧结车间	3×40m <sup>2</sup> 带式烧结机	烧结矿	205	200.65
球团车间	1×Ø3.2×36m 链算机回转窑	球团矿	70	61.83
炼铁车间	2×620m <sup>3</sup> 高炉、1×360m <sup>3</sup> 高炉	铁水	220	144.4(1~6 月 2#620m <sup>3</sup> 高炉大修、 3#360m <sup>3</sup> 高炉 9 月后 停产)
炼钢车间	1×600t 混铁炉、2×50t 转炉、 2×40tLF 炉、1×40tVD 装置、 1×5 机 5 流小方坯连铸机、 1×3 机 3 流大方坯连铸机	连铸坯	157.5	108.07
铸管车间	1×160t 混铁炉、6×15t 工频 炉、6 台水冷离心机、2 台热 模法离心机	球墨铸 铁管	50	43.07
管坯车间	1×70t 电炉、1×70tLF 炉、 1×70tVD 装置、1×2 机 2 流圆 坯连铸机	管坯	35	25.85
轧钢车间	Ø12~48mm 小棒材生产线 Ø90~300mm 大棒材生产线	螺纹钢 /大棒 材	110(80+30)	124.61
径向锻造车间	1×SMX650/13 径锻机	锻件	3.6	2.33
快锻车间	25MN 快锻机	锻件	管坯 1.5、 棒材 1.5 或 5	0(2011 年 7 月建 成，一直处于调试 阶段)
动力车间	2×3000kW 热电机组(配套 2×20t/h 锅炉)、1×6000kW 热 电机组(配套 1×35t/h 锅炉)、 2×10000kW 热电机组(配套 2×45t/h 锅炉)	电	26880 万 kWh	19453 万 kWh

#### 公辅设施

- 1、煤气柜：1 座 5 万 m<sup>3</sup> 焦炉煤气柜、1 座 5 万 m<sup>3</sup> 转炉煤气柜。
- 2、制氧机组：1 套 7000m<sup>3</sup>/h 制氧机、1 套 10000m<sup>3</sup>/h 制氧机。
- 3、余热锅炉：3×40m<sup>2</sup> 烧结机配套 2×6t/h 余热锅炉。
- 4、空压站：8×40Nm<sup>3</sup>/min 空压机，4×60Nm<sup>3</sup>/min 空压机。
- 5、全厂污水处理站：处理能力 300m<sup>3</sup>/h。
- 6、免烧砖生产线：年产免烧砖 26 万 t。

### (3) 产污及污染防治措施情况分析

因老厂区生产车间较多，本节着重分析场地范围内的生产车间及紧邻车间的防治措施（料场、烧结、球团、炼铁、焦化）。

#### a. 废气污染及防治措施

##### ①料场

料场设有喷水抑尘装置，共配有喷枪 6 套，布置在屋面上，能最大程度的利用喷洒覆盖料堆。

##### ②烧结（本调查地块内生产车间）

烧结车间共有 3 台 40m<sup>2</sup> 烧结机。3 台烧结机机头烟气均采用三电场静电除尘器净化，净化后的烟气分别经高 50m、80m、60m 烟囱排放，排放烟粉尘浓度 ≤100mg/Nm<sup>3</sup>、SO<sub>2</sub> 浓度 <1200mg/Nm<sup>3</sup>、NO<sub>x</sub> 浓度 ≤250mg/Nm<sup>3</sup>。

3 台烧结机机尾烟气均采用三电场静电除尘器净化，净化后的烟气分别经高 45m、35m、38m 烟囱排放，排放粉尘浓度 ≤50mg/Nm<sup>3</sup>。

烧结配料、混合及上料系统产生的含尘气体均采用旋风+水膜除尘器净化，净化后气体经高 16m、30m 烟囱排放，排放粉尘浓度 ≤50mg/Nm<sup>3</sup>。

烧结成品破碎、筛分产生的含尘气体采用袋式除尘器净化，净化后气体经高 16m 烟囱排放，排放粉尘浓度 ≤30mg/Nm<sup>3</sup>。

3 台烧结成品转运产生的含尘气体均采用袋式除尘器净化，净化后气体经高 20m、18m、18m 烟囱排放，排放粉尘浓度 ≤30mg/Nm<sup>3</sup>。

### ③球团（地块西侧相邻区域）

配料室、混合室及膨润土车间各扬尘点产生的粉尘经捕集后，送 1 套多管除尘器净化，再经 1 台 145m<sup>2</sup> 电除尘器净化后排放；从回转窑出来的焙烧烟气进入链算机，气体经 1 台多管除尘器净化后也经过上述 145m<sup>2</sup> 电除尘器净化，所有废气经高 40m 烟囱排放，排放粉尘浓度 ≤80mg/Nm<sup>3</sup>、SO<sub>2</sub> 浓度 <330mg/Nm<sup>3</sup>、NO<sub>x</sub> 浓度 ≤300mg/Nm<sup>3</sup>。

环冷机第二、三段冷却风直接经 1 座高 15m 烟囱排放，排尘浓度 ≤30mg/Nm<sup>3</sup>。

### ④焦化（地块北侧相邻区域）

装煤出焦采用地面站袋式除尘器净化，净化后气体经高 20m 烟囱排放，排放粉尘浓度 ≤50mg/Nm<sup>3</sup>。

配煤粉碎采用袋式除尘器净化，净化后气体经高 16m 烟囱排放，排放粉尘浓度 ≤50mg/Nm<sup>3</sup>。

焦炉设计采用干法熄焦工艺，在干熄焦槽顶盖装焦、干熄槽顶部预存放散口、惰性气体循环风机放散口、干熄槽底部排焦两岔溜槽、回转密封阀入口及排焦胶带机落料点等处设置烟尘捕集装置，将其产生的烟尘收集后送至干熄焦地面除尘站；筛焦系统胶带机转运点、焦炭贮槽、振动筛、汽车装料点处吸气罩捕集的含尘气体也并入干熄焦地面除尘站。在地面除尘站设置大型脉冲袋式除尘器 1 台，烟/粉尘经净化后由高 30m 排气筒排放，排尘浓度 ≤30mg/m<sup>3</sup>。当干

熄焦系统出现故障或检修时，采用湿法熄焦。熄焦塔高 24m，塔顶设折流式木结构捕尘装置，可将大部分焦尘捕集下来。

焦炉采用脱硫后的焦炉煤气与高炉煤气的混合煤气加热，煤气燃烧产生的含 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 烟气由高 100m 烟囱排放。

### ⑤炼铁（地块北侧相邻区域）

3 座高炉出铁时出铁口、砂口、铁沟、渣沟、摆动流槽等处散发的烟尘，设计采用排烟罩捕集方式，经袋式除尘器净化后分别由高 25.5m、25.5m、16.5m 烟囱排放，外排烟气含尘浓度≤30mg/m<sup>3</sup>。

3 座高炉炉顶胶带卸料点产生的粉尘，捕集后分别并入出铁场除尘系统。

3 座高炉矿/焦槽槽上及槽下振动筛、称量漏斗、胶带机等受料点设有密闭抽风装置，抽出的含尘废气经袋式除尘器净化后由高 17~18m 烟囱排放，外排烟气中尘≤50mg/m<sup>3</sup>。

烧结矿、球团矿、焦炭在转运、筛分过程中产生的含尘烟气，经袋式除尘器净化后由高 15~25m 烟囱排放，外排烟气中尘≤30mg/m<sup>3</sup>。

高炉煤气经重力除尘和袋式除尘二级净化后含尘浓度≤10mg/m<sup>3</sup>，除供高炉自用外，其余供其他用户使用。

3 座高炉煤粉制备系统从烟气升温炉至煤粉仓，全部采用负压操作，以避免煤粉外逸污染环境；此外，对于干煤棚、原煤仓等处产生的煤尘设计采用 1 套气箱式脉冲袋式除尘器净化，净化后废气由高 26m 烟囱排放，外排烟气中含尘浓度≤50mg/m<sup>3</sup>。

3 座热风炉燃用高炉和焦炉混合煤气产生的含少量 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 烟气分别经高 60m、60m、55m 烟囱排放。

### b. 废水污染及防治措施

#### ①料场

原料场喷洒用水及各转运站清扫用水均经料堆吸收和蒸发，无废水外排。

#### ②烧结（本调查地块内生产车间）

烧结生产用水主要为工艺设备的间接冷却水，经冷却塔冷却后循环使用。少量设备间接冷却排污水排入全厂污水处理站。

#### ③球团（地块西侧相邻区域）

所有添加混料水、除尘加湿均为直接消耗，基本不外排。少量设备间接冷却排污水排入全厂污水处理站。

④焦化（地块北侧相邻区域）

设有酚氰废水处理站 1 座，设计处理能力 35m<sup>3</sup>/h，2 座焦炉及全厂煤气管线排水器、煤气柜等产生的少量含酚、氰废水，经管道收集后，送往焦化酚氰废水处理站处理。酚氰废水处理站采用 A<sub>2</sub>/O 处理工艺，酚氰废水处理站工艺流程如图 3.1-5 所示。污水先经调节、除油、浮选、稀释等一系列预处理后，送入生物处理系统，除去污水中所含 COD、酚、氰、氨氮等污染物，最后再经混凝沉淀进一步去除污水中 COD 和 SS。处理后出水目前全部用于高炉冲渣系统补充水，不外排。

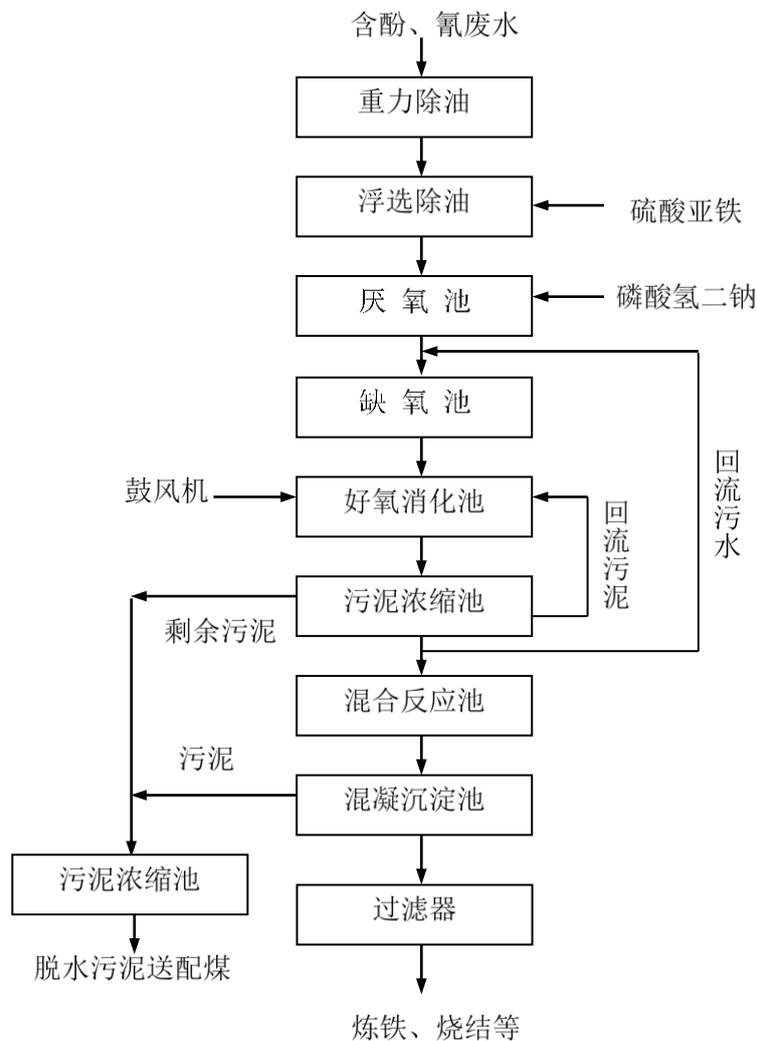


图 3.2-5 酚氰废水处理工艺流程图

⑤炼铁（地块北侧相邻区域）

3 座高炉共用 2 套冲渣系统，冲渣水经过滤渣池过滤、冷却后循环使用，该系统为亏水运行，无废水外排。

高炉煤气采用干法净化，无废水产生。

铸铁机仅在炼钢出现故障时使用，其冷却水经沉淀池沉淀后循环使用，该系统为亏水运行，无废水外排。

### **c. 固废污染及防治措施**

#### **① 烧结（本调查地块内生产车间）**

各除尘系统收集的除尘灰返回烧结原料系统回收利用。

#### **② 球团（地块西侧相邻区域）**

各除尘系统收集的除尘灰全部回收至烧结系统再次利用。

#### **③ 焦化（地块北侧相邻区域）**

备煤、装煤除尘系统收集的煤尘返回煤仓。焦炉出焦、干熄焦以及筛/贮焦除尘系统收集的焦尘送烧结作为燃料使用。焦油渣、脱硫废液、酚氰水处理系统产生的污泥均掺入炼焦煤中炼焦。粗苯蒸馏再生器产生的残渣集中送油库焦油槽。蒸氨工段蒸氨塔产生的沥青渣送备煤车间配入炼焦煤中。

#### **④ 炼铁（地块北侧相邻区域）**

高炉渣外销作为水泥原料。各除尘系统捕集的除尘灰、瓦斯灰送烧结配料。渣、铁沟及铁水包等修砌产生的废耐火材料挑选可用部分，其余送耐火材料厂作为骨料使用。

## **3.2.2 钢渣资源化利用时期**

### **3.2.2.1 地块平面布置图**

本次调查地块 2019 年《芜湖新兴铸管弋江老厂区钢渣资源化利用项目环境影响报告表》拿到批复，根据历史图像可以看出 2020 年地块南侧新建了两个简易厂房，综合料场部分区域有钢渣堆积。平面布置图如下所示：

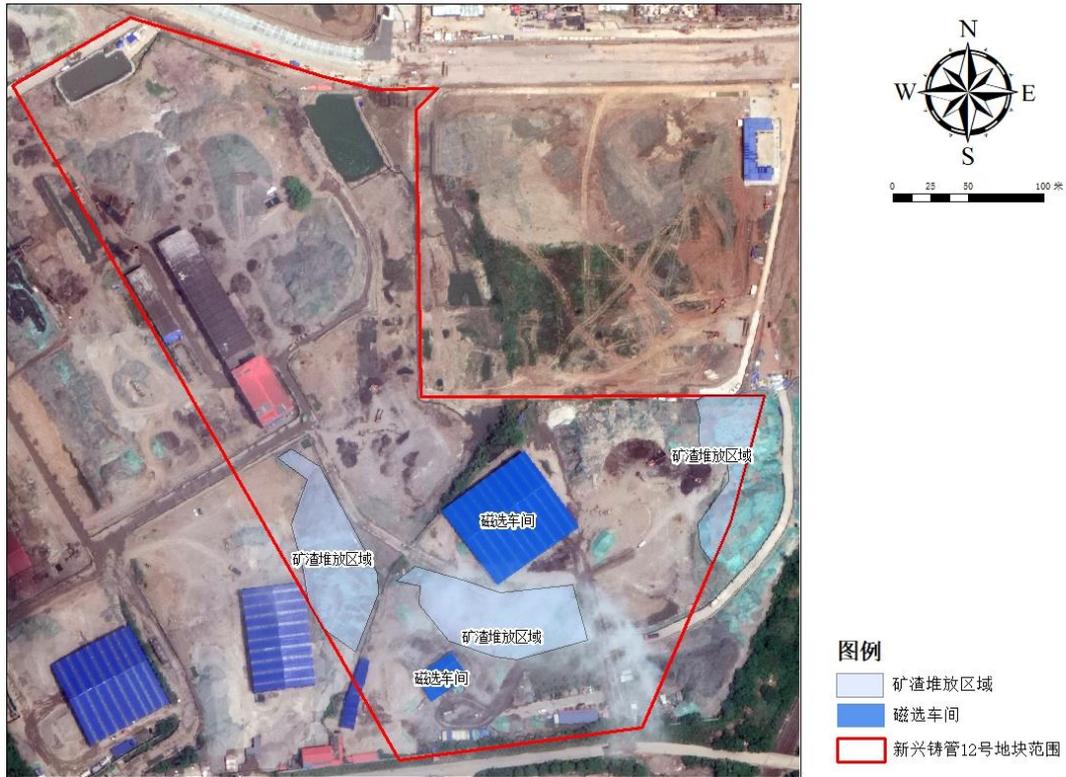


图 3.2-6 地块车间及尾渣堆放区域（底图为 2020 年历史卫星图像）

### 3.2.2.2 尾渣资源化利用生产工艺及产污情况

#### (1) 生产工艺

地块钢渣资源化利用生产工艺如下图所示：

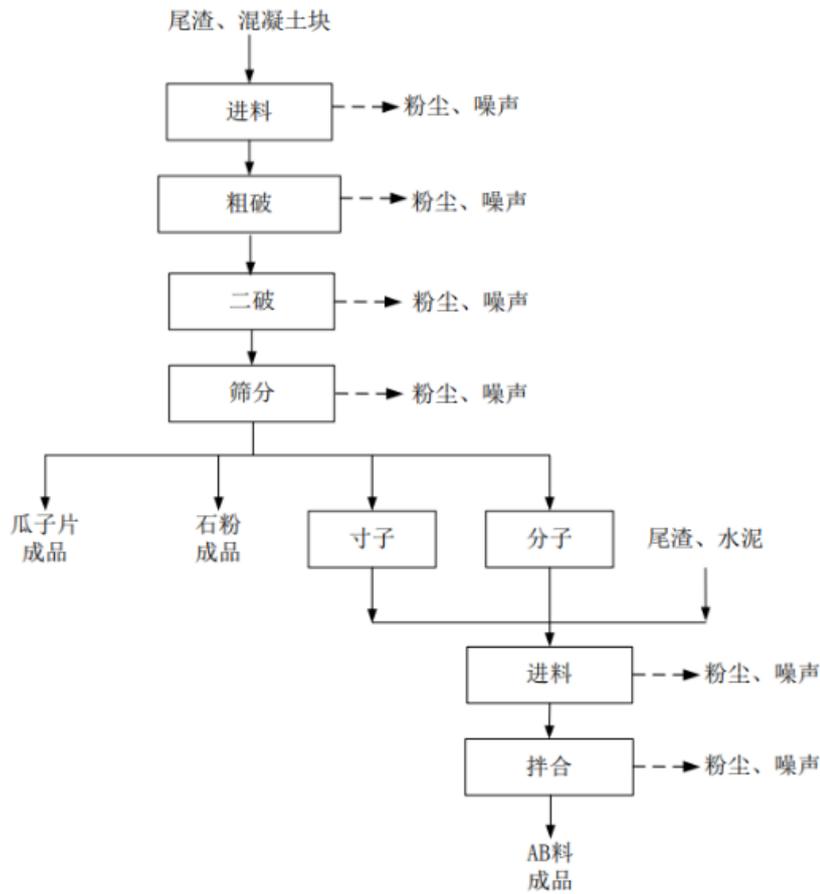


图 3.2-7 新兴铸管老厂区尾渣、混凝土块加工以及及排污节点示意图

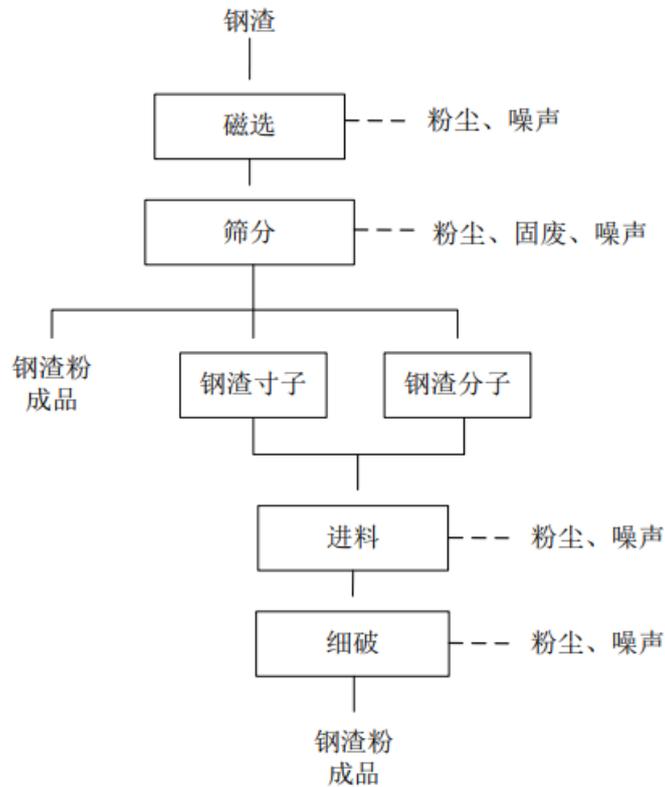


图 3.2-8 新兴铸管老厂区钢渣加工以及及排污节点示意图

## (2)生产装置

根据《芜湖新兴铸管弋江老厂区钢渣资源化利用项目环境影响报告表》，新兴铸管老厂区钢渣资源化利用项目生产产品为 AB 料、钢渣粉、瓜子片和石粉，主要设备如下所示：

表 3.2-2 生产设施一览表

序号	设备名称	规格	数量
1	料斗	15m <sup>3</sup>	18 套
2	输送带	10 kw	35 条
3	装载车	5t	12 辆
4	洒水车	8t	3 辆
5	拌合机	150kw	2 台
6	水泥仓	100m <sup>3</sup>	2 台
7	鄂式破碎机（一破）	600*900	3 台
8	锤式破碎机	250	2 台
9	鄂式破碎机（二破）	250*250	14 台
10	振动筛	35kw	5 台
11	磁选机	3kw	4 台
12	滚筒筛	12m、15kw	4 台
13	挖机	3kw	4 台
14	运输车	50t	10 辆
15	雾炮机	60m 固定旋转	6 台
16	自动喷淋设施	喷头扬尘 5m	若干
17	洗车台	21m	2 套
18	pH 在线监测	/	2 套

## (3)产污及污染防治措施情况分析

### a.废气污染及防治措施

#### ①破碎筛分车间

石料、尾渣破碎、筛分加工过程中会产生粉尘，破碎筛分大车间密闭，大车间车辆运输出口过道采用水喷淋处理逸散粉尘。每个大车间内仍设置密闭的破碎筛分隔间，破碎筛分区域及运输皮带采用彩钢板密封。出料口及进料口上方设置喷淋设施。

#### ②磁选筛分车间

钢渣筛分、二破加工过程中会产生粉尘，磁选筛分大车间密闭，大车间车辆运输出口过道采用水喷淋处理逸散粉尘。每个大车间内仍设置密闭的破碎、筛分隔间，破碎筛分区域及运输皮带采用彩钢板密封。出料口及进料口上方设置喷淋设施。

#### ③拌合车间

拌合设备全密闭，但在进料及出料口会产生粉尘，原料直接外运，无堆场扬尘。拌合车间半密闭，大车间车辆运出口过道采用水喷淋处理逸散粉尘。进料口上方设置喷淋设施。

#### ④水泥仓

水泥运输采用密闭罐车，通过管道运输至水泥仓，水泥仓呼吸口呼吸时会产生少量的粉尘。矿粉仓配套安装滤筒式除尘器回收粉尘，除尘效率为 99%。

### b. 废水污染及防治措施

#### ①淋溶水

厂区的淋溶水主要来自厂区初期雨水。初期雨水可能偏碱性以及含有少量悬浮物。后期由于厂内堆场均已加盖防雨布，不产生淋溶水。

#### ②生活污水

厂区内生活污水经化粪池预处理后各污染因子均能满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中三级标准后委托环卫部门定期清运至城南污水处理厂。

### c. 固废污染及防治措施

产生的固体废弃物主要为含铁废渣、蓄水池沉渣、办公生活垃圾、废润滑油。

#### ①含铁废渣

收集后暂存外售。

#### ②蓄水池沉淀

目蓄水池沉淀初期雨水及冲洗废水量为 18972 t/a，SS 产生浓度为 30 mg/L，去除率为 50%，蓄水池沉渣（含水率 95%）产生量为 7.5 t/a，收集后由环卫部门清运。

#### ③办公生活垃圾

收集后由环卫部门清运。

#### ④废润滑油

本项目机修过程产生废润滑油，根据业主提供的资料，废润滑油产生量为 0.5t/a，厂内危废仓库暂存，最终交由有资质单位处理。

### 3.2.3 历史生产主要污染物

对本项目主要污染源和一般污染源生产工艺进行分析，初步识别本地块特征污染物，如下所示：

(1) 烧结车间，其生产工艺中主要特征污染物为重金属、多环芳烃、石油烃、氟化物和二噁英；

(2) 地块历史上堆积精铁粉，其中含有重金属、氟化物等特征污染物；

(3) 地块上进行尾矿资源化利用的车间，其生产工艺特征污染物为重金属。

## 3.3 地块污染状况调查情况

### 3.3.1 调查工作评审和备案情况

2021年8月12日，南京大学环境规划设计研究院集团股份有限公司编制的《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤污染状况调查报告》通过专家评审，并于2021年9月3日在芜湖市生态环境局完成备案，详见附件1。

### 3.3.2 土壤污染状况调查结论

初步调查和详细调查在地块内共布设了 139 个土壤调查点位，采集土壤样品 599 份，全部送检。其中 22 个调查点位（33 份土壤样品）超出筛选标准值，涉及的污染为铅、砷、铊、苯并[a]芘、二苯并[a,h]蒽和苯并[b]荧蒹，其中 22 个样品存在砷超标，最大超标深度为 8.0 m；1 个样品存在铅超标，最大超标倍数为 2.08；8 个样品存在铊超标，最大超标倍数为 2.66；7 个样品存在苯并[a]芘超标，最大超标深度为 1.5 m；1 个土壤样品二苯并[a,h]蒽超标，最大超标深度为 0.5 m；1 个土壤样品苯并[b]荧蒹超标，最大超标深度为 0.5 m。土壤污染物超标区域面积为 7472.66 m<sup>2</sup>，地块土壤污染超标情况如图 6.2-5 所示。

地块 K16 区域紧邻区域为在建住宅楼，为原芜湖新兴铸管弋江老厂区 4#地块和 10#地块，地块分别于 2018 年和 2019 年开展过土壤和地下水调查工作，调查结果显示地块内不存在土壤和地下水污染。地块 K16 超标原因主要为矿渣填埋，填埋时间早于临近地块调查时间，可以说明新兴铸管 12#地块的污染状况未对东侧在建住宅楼地块造成影响。

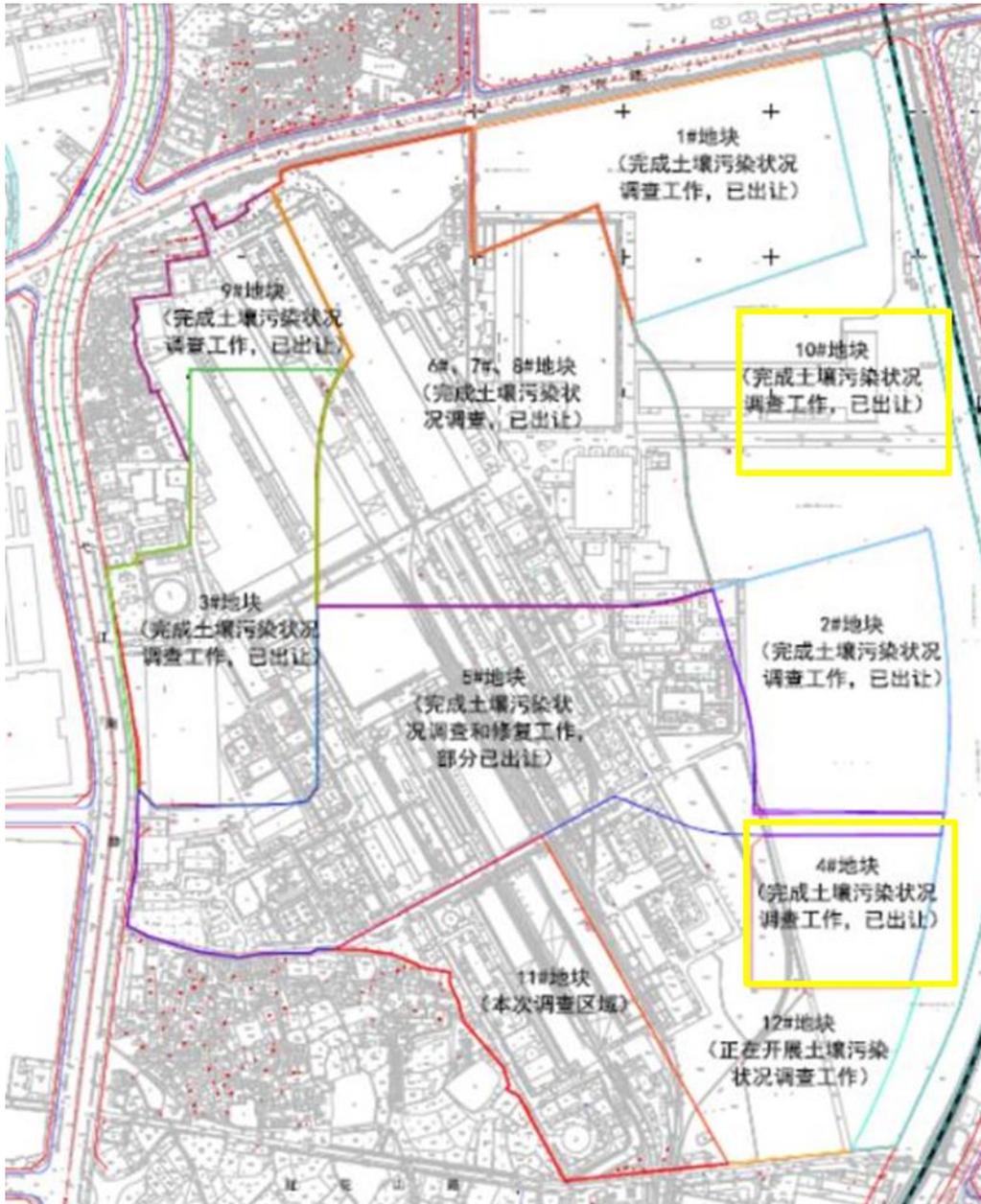


图 3.3-1 芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块周边情况

初步调查和详细调查阶段分析地块内 18 个地下水监测井，其中 8 个监测水井超出相应的筛选值，烧结车间、矿渣堆放区域等地下水监测井超标，主要超标污染物有铊、氰化物、氟化物和石油烃，各污染物超标倍数范围分别为 1.04~2.12、2.92、1.56 和 1.07。

表 3.3-1 土壤超筛选值点位一览表

序号	点位编号	X	Y	高程 m	超标断面 (m)	超标污染物	监测结果 (mg/kg)	筛选值 (mg/kg)	超标倍数
1	H12	3465853.940	39634087.463	15.2	2.5-3	铅	831	400	2.08
						砷	78.1	20	3.91
						铊	2.2	0.828	2.66
						苯并[a]芘	1	0.55	1.82
2	G12	3465891.799	39634077.441	12.3	0-0.5	砷	127	20	6.35
						铊	1.9	0.828	2.29
					1-1.5	砷	75.3	20	3.77
					2.5-3	砷	53.1	20	2.66
3	C10	3465988.637	39633927.422	15.5	0-0.5	砷	40	20	2
						铊	1.2	0.828	1.45
4	K16	3465825.197	39634290.868	14.7	3.5-4	砷	38.3	20	1.92
5	H10	3465816.898	39634032.429	14.6	1.5-2	铊	1.4	0.828	1.69
6	B11	3466044.993	39633942.503	15.2	0-0.5	铊	1.3	0.828	1.57
7	J10	3465747.036	39634070.087	14.8	1.5-2	苯并[a]芘	0.6	0.55	1.09
					2.5-3	苯并[a]芘	2	0.55	3.64
8	C12	3466029.624	39633999.091	13.2	0-0.5	苯并[a]芘	1	0.55	1.82
9	D14	3466032.631	39634082.005	12.5	2.5-3	苯并[a]芘	0.7	0.55	1.27
10	K16B	3465842.068	39634295.161	14.3	5.5-6	砷	33.7	20	1.68
					6.5-7	砷	50.8	20	2.54
					7.5-8	砷	63	20	3.15
11	K16C	3465821.748	39634304.209	14.3	5.5-6	砷	31.4	20	1.57
					6.5-7	砷	54.3	20	2.71
					7.5-8	砷	43.1	20	2.15
12	K16D	3465813.175	39634289.922	14.3	7.5-8	砷	22.8	20	1.14
13	K16B-A	3465836.256	39634312.120	14.5	5.5-6	砷	22.7	20	1.13
14	K16C-A	3465824.172	39634313.840	14.3	5.5-6	砷	32.5	20	1.63

					6.5-7	砷	20.1	20	1
15	K16C-B	3465813.634	39634305.770	14.2	5.5-6	砷	62.3	20	3.11
					6.5-7	砷	40.4	20	2.02
					7.5-8	砷	51	20	2.55
16	K16D-A	3465804.506	39634289.500	14.6	6.5-7	砷	58.3	20	2.92
17	K16D-B	3465817.999	39634277.990	14.1	6.5-7	砷	54.1	20	2.71
					7.5-8	砷	50.8	20	2.54
18	M12	3465682.622	39634194.734	14.5	0-0.5	苯并[b]荧蒽	5.76	5.5	1.05
					0-0.5	苯并[a]蒽	5.51	0.55	10.02
					0-0.5	二苯并[a,h]蒽	0.83	0.55	1.5
19	M12c	3465676.742	39634209.430	14.7	1-1.5	苯并[a]蒽	9.9	0.55	17.96
20	J9	3465726.278	39634032.808	16.4	0-0.5	铊	0.9	0.828	8.7
21	N13	3465670.716	39634250.296	14.0	1.5-2	铊	0.857	0.828	3.5
22	M10	3465642.537	39634127.265	16.6	4.5-5	铊	0.883	0.828	6.64

表 3.3-2 地下水超筛选值点位一览表

序号	点位编号	X	Y	建井深度 (m)	超标污染物	监测结果 (mg/L)	地下水IV类 (mg/L)	超标倍数
1	GWA10	3466050.261	39633891.141	6.0	铊	0.00108	0.001	1.08
2	GWC12	3466029.624	39633999.091	6.0	铊	0.00209	0.001	2.09
3	GWH10	3465816.898	39634032.429	6.0	铊	0.00141	0.001	1.41
4	GWH12	3465853.940	39634087.463	6.0	铊	0.00104	0.001	1.04
					氰化物	0.292	0.1	2.92
5	GWK14	3465792.953	39634224.896	6.0	铊	0.00212	0.001	2.12
6	GWN11	3465631.028	39634181.637	6.0	铊	0.0012	0.001	1.2
7	GWN13	3465670.716	39634250.296	6.0	铊	0.00104	0.001	1.04
8	GWC10	3465988.637	39633927.422	6.0	石油烃 (C10- C40)	0.64	0.6	1.07
					氟化物	3.11	2.00	1.56

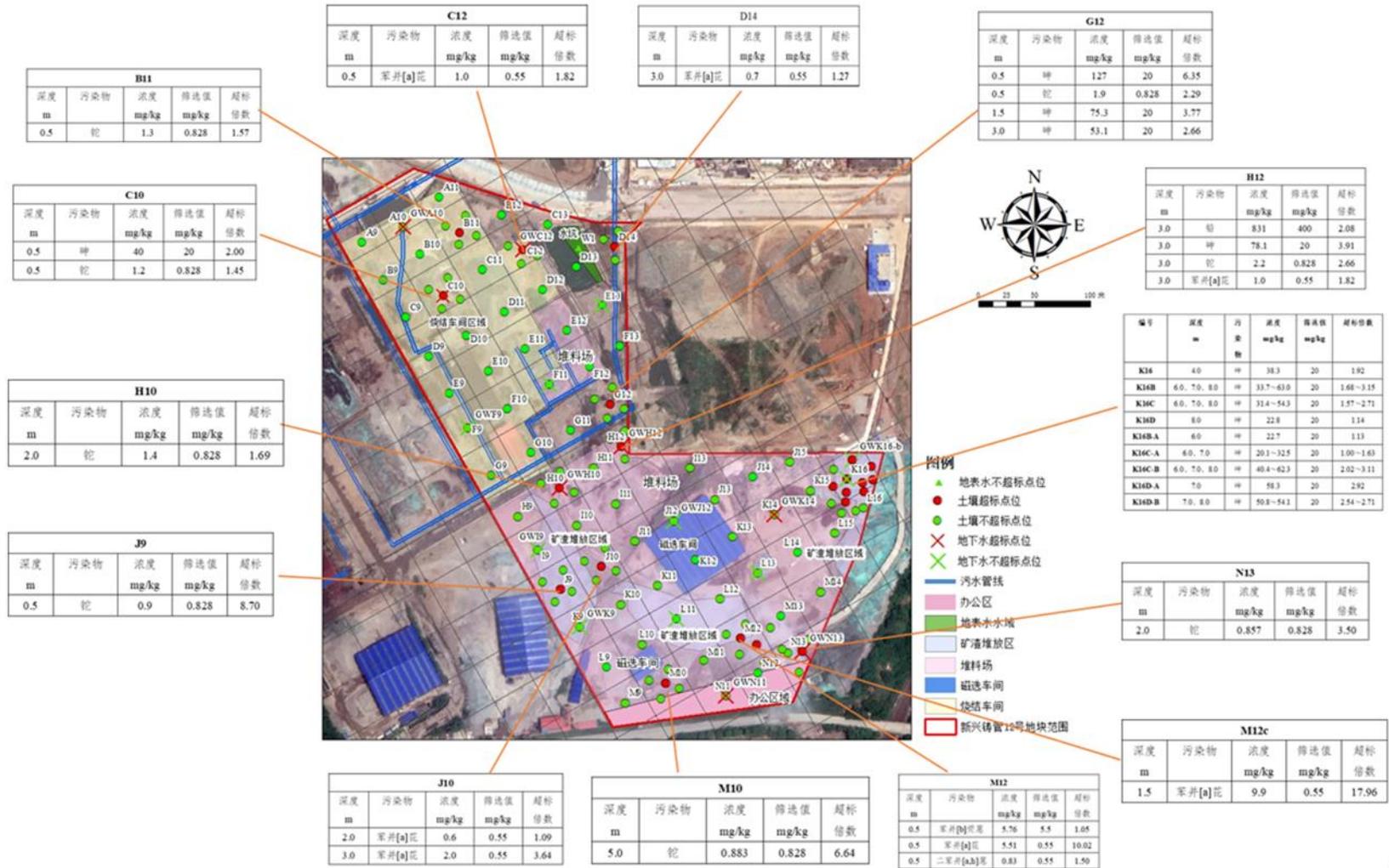


图 3.3-2 土壤超筛选值点位分布图

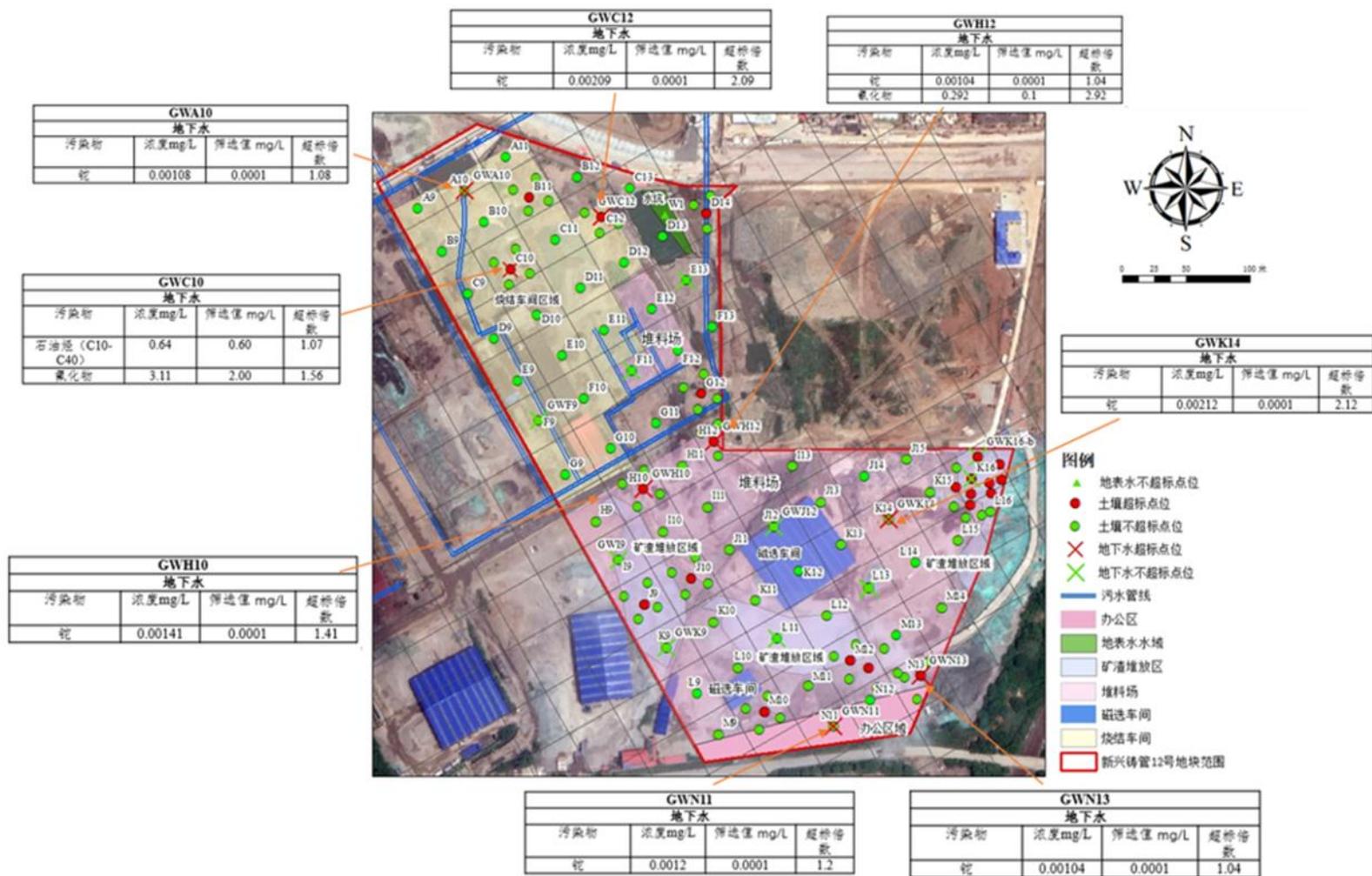


图 3.3-3 地下水超筛选值点位分布图

### 3.4 地块土壤污染风险评估情况

#### 3.4.1 风险评估工作评审和备案情况

2021年9月24日，南京大学环境规划设计研究院集团股份有限公司编制的《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤污染风险评估报告》通过专家评审，并于2021年11月9日在安徽省生态环境厅取得备案（皖环函[2021]1046号），详见附件1。

#### 3.4.2 风险评估结论

##### 3.4.2.1 土壤污染风险评估

根据《风险评估报告》，地块土壤中关注的污染物有6种，分别为铅、砷、铊、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒹、二苯并[a,h]蒽。以单一污染物的致癌风险值超过 $10^{-6}$ 或危害商超过1为标准判断可接受的目标风险水平，对12#地块未来规划为一类用地的情境下相应污染物的健康风险进行风险评估，结果显示地块存在土壤污染健康风险不可接受的情况，需要实施土壤修复。

##### 3.4.2.2 地下水风险评估

根据《风险评估报告》，地块地下水中关注的污染物有4种，为铊、氟化物、氟化物、石油烃（C10-C40），以单一污染物的致癌风险值超过 $10^{-6}$ 或危害商超过1为标准判断可接受的目标风险水平，对12#地块未来规划为一类用地的情境下相应污染物的健康风险进行风险评估，结果显示地块地下水健康风险可接受，不需要进行修复。

##### 3.4.2.3 建议修复目标

根据《风险评估报告》，在第一类用地方式下的土壤中超过风险控制值的污染物为铅、砷、铊、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒹、二苯并[a,h]蒽，将筛选出的污染物作为该地块的修复目标污染物，根据风险评估计算的风险控制值、GB36600-2018第一类用地的筛选值和管制值，综合判断确定本地块修复目标值：铅 400 mg/kg、砷 20 mg/kg、铊 0.828 mg/kg、苯并[a]芘 0.55 mg/kg、苯并[b]荧蒹 5.50 mg/kg、二苯并[a,h]蒽 0.55 mg/kg。

表3.4-1 本地块推荐土壤修复目标值 (mg/kg)

编号	污染物 (中文)	基于致癌效应的风险控制值	基于非致癌效应的风险控制值	IEUBK 模型	一类用地筛选值	对照点背景含量	推荐修复目标值
		RCV <sup>Shea</sup>	HCV <sup>Shea</sup>				
1	铅	-	-	265	400	42.2	400
2	砷(无机)	0.45	11.60	-	20	10.9	20
3	铊	-	0.50	-	0.828*	0.34	0.828
	三氧化二铊	-	1.00	-			
4	苯并(a)芘	0.54	3.64	-	0.55	0.13	0.55
5	二苯并(a,h)蒽	0.54	-	-	0.55	0.06	0.55
6	苯并(b)荧蒽	5.44	-	-	5.50	0.24	5.50

注：铊选择《中国土壤元素背景值》中安徽省重金属铊 95%置信区间值 0.828mg/kg 作为筛选值。

#### 3.4.2.4 建议修复范围和修复量

根据《风险评估报告》结论，12#地块一类用地规划方式下建议修复范围面积总和为 4441.33 m<sup>2</sup>（重金属修复区域面积 3122.73 m<sup>2</sup>，重金属有机复合修复区域面积 187.23 m<sup>2</sup>，有机修复区域面积 1131.37 m<sup>2</sup>），修复土方量总和为 21744.95 m<sup>3</sup>（重金属修复方量 17783.08 m<sup>3</sup>，重金属有机复合修复方量 748.92 m<sup>3</sup>，有机修复方量 3212.95 m<sup>3</sup>）。

表 3.4-2 地块土壤污染修复工程量

修复区域	类型	拐点	X	Y	Z	超标样品	污染物及修复目标值	修复面积 (m <sup>2</sup> )	修复土层深度 (m)	修复土层标高 <sub>1</sub> (m)	修复土方量 (m <sup>3</sup> )
12#A	土壤	A1	3466054.444	39633938.953	14.11	B11 (0-0.5)	铊 (0.828 mg/kg)	193.540	0-1.0	14.11~ 15.11	193.540
		A2	3466050.499	39633951.266							
		A3	3466038.904	39633948.980							
		A4	3466040.558	39633932.771							
12#B	土壤	B1	3465998.173	39633923.809	14.11	C10 (0-0.5)	砷 (20mg/kg)、 铊 (0.828mg/kg)	213.517	0-1.0	14.11~ 15.11	213.517
		B2	3465994.545	39633936.635							
		B3	3465982.158	39633934.174							
		B4	3465983.336	39633917.224							
12#C	土壤	C1	3466038.007	39633994.174	12.17	C12 (0-0.5)	苯并[a]芘 (0.55mg/kg)	181.821	0-1.0	12.17~ 13.17	181.821
		C2	3466033.955	39634008.283							
		C3	3466022.816	39634004.221							
		C4	3466024.332	39633990.708							
12#D	土壤	D1	3466040.201	39634079.613	8.50	D14 (2.5-3.0)	苯并[a]芘 (0.55mg/kg)	209.016	0-4.0	8.50~ 12.50	836.06
		D2	3466037.718	39634091.356							
		D3	3466026.451	39634091.196							
		D4	3466026.174	39634070.678							

12#E	土壤	E1	3465900.096	39634072.726	8.25	G12 (0-0.5)、 G12 (1-1.5)、 G12 (2.5-3.0)	砷 (20mg/kg)、 铊 (0.828mg/kg)	196.572	0-4.0	8.25~ 12.25	786.288
		E2	3465898.222	39634086.446							
		E3	3465884.446	39634082.058							
		E4	3465886.828	39634068.120							
12#F	土壤	F1	3465861.755	39634085.461	11.20	H12 (2.5-3.0)	铅 (400mg/kg)、 铊 (0.828mg/kg) 砷 (20mg/kg)、 苯并[a]芘 (0.55mg/kg)	187.229	0-4.0	11.20~ 15.20	748.92
		F2	3465859.475	39634093.995							
		F3	3465849.878	39634094.240							
		F4	3465844.268	39634075.155							
		F5	3465844.996	39634074.600							
12#G	土壤	G1	3465824.362	39634025.445	12.25	H10 (1.5-2.0)	铊 (0.828mg/kg)	218.320	0-2.5	12.25~ 14.75	545.800
		G2	3465823.763	39634041.391							
		G3	3465807.649	39634036.508							
		G4	3465812.656	39634022.617							
12#H	土壤	H1	3465756.694	39634064.318	10.78	J10 (1.5-2.0)、 J10 (2.5-3.0)	苯并[a]芘 (0.55mg/kg)	229.152	0-4.0	10.78~ 14.78	916.608
		H2	3465753.624	39634079.434							
		H3	3465737.860	39634074.321							
		H4	3465743.360	39634060.551							
12#I	土壤	I1	3465691.383	39634190.299	11.99	M12 (0-0.5)、 M12c (1-1.5)	苯并[b]荧蒽 (5.5mg/kg)、 苯并[a]芘 (0.55mg/kg)、 二苯并[a,h]蒽 (0.55mg/kg)	511.384	0-2.5	11.99~ 14.49	1278.460
		I2	3465686.250	39634204.711							
		I3	3465689.149	39634210.026							
		I4	3465679.334	39634221.631							
		I5	3465672.481	39634220.428							
		I6	3465666.005	39634205.086							

		I7	3465675.144	39634200.269							
		I8	3465676.120	39634185.958							
12#J	土壤	J1	3465848.350	39634281.665	6.2	K16 (3.5-4)、 K16B (6.5-7、 7.5-8)、K16C (5.5-6、6.5-7、 7.5-8)、 K16D (7.5-8)、 K16B-A (5.5- 6)、K16C-A (5.5-6、6.5- 7)、 K16C-B (5.5-6、 6.5-7、7.5-8)、 K16D-A (6.5- 7)、 K16D-B (6.5-7、 7.5-8)	砷 (20mg/kg)	1666.690	0-8.5	6.2~ 14.70	14166.87
		J2	3465848.530	39634322.929							
		J3	3465805.944	39634311.544							
		J4	3465806.527	39634299.062							
		J5	3465797.914	39634291.850							
		J6	3465800.826	39634283.438							
		J7	3465809.185	39634282.655							
		J8	3465810.299	39634281.818							
		J9	3465811.373	39634268.563							
		J10	3465814.422	39634268.026							
		J11	3465825.858	39634274.298							
		J12	3465825.340	39634282.337							
				J13							
12#K	土壤	K1	39634027.389	3465735.824	15.4	J9 (0-0.5)	铊 (0.828 mg/kg)	199.64	0-1.0	15.4~ 16.4	199.64
		K2	39634039.740	3465734.205							
		K3	39634036.896	3465718.024							
		K4	39634022.704	3465724.103							
12#M	土壤	M1	39634121.075	3465650.654	11.1	M10 (4.5-5.0)	铊 (0.828 mg/kg)	197.10	0-5.5	11.1~ 16.6	1084.05
		M2	39634136.164	3465647.017							
		M3	39634131.138	3465633.663							
		M4	39634118.740	3465637.264							
12#N	土壤	N1	39634243.120	3465681.936	11.5	N13 (1.5-2.0)	铊 (0.828mg/kg)	237.35	0-2.5	11.5~ 14.0	593.38
		N2	39634244.736	3465662.053							
		N3	39634256.440	3465660.504							
		N4	39634260.944	3465671.611							
重金属污染修复区域									3122.73	-	17783.08

重金属和有机复合污染修复区域	187.23	-	748.92
有机污染修复区域	1131.37	-	3212.95
土壤总污染修复区域	4441.33	-	21744.95

注：坐标系为 CGCS2000\_3\_Degree\_GK\_Zone\_39。

1) 标高为去除表层污染土上覆盖的建筑碎石、碎渣层厚度后的标高，由于取样布点的限制，不能保证修复区域内所有位置处的建筑碎石、碎渣厚度都一致，因此修复土的标高还需要在实际修复过程中进一步核实。

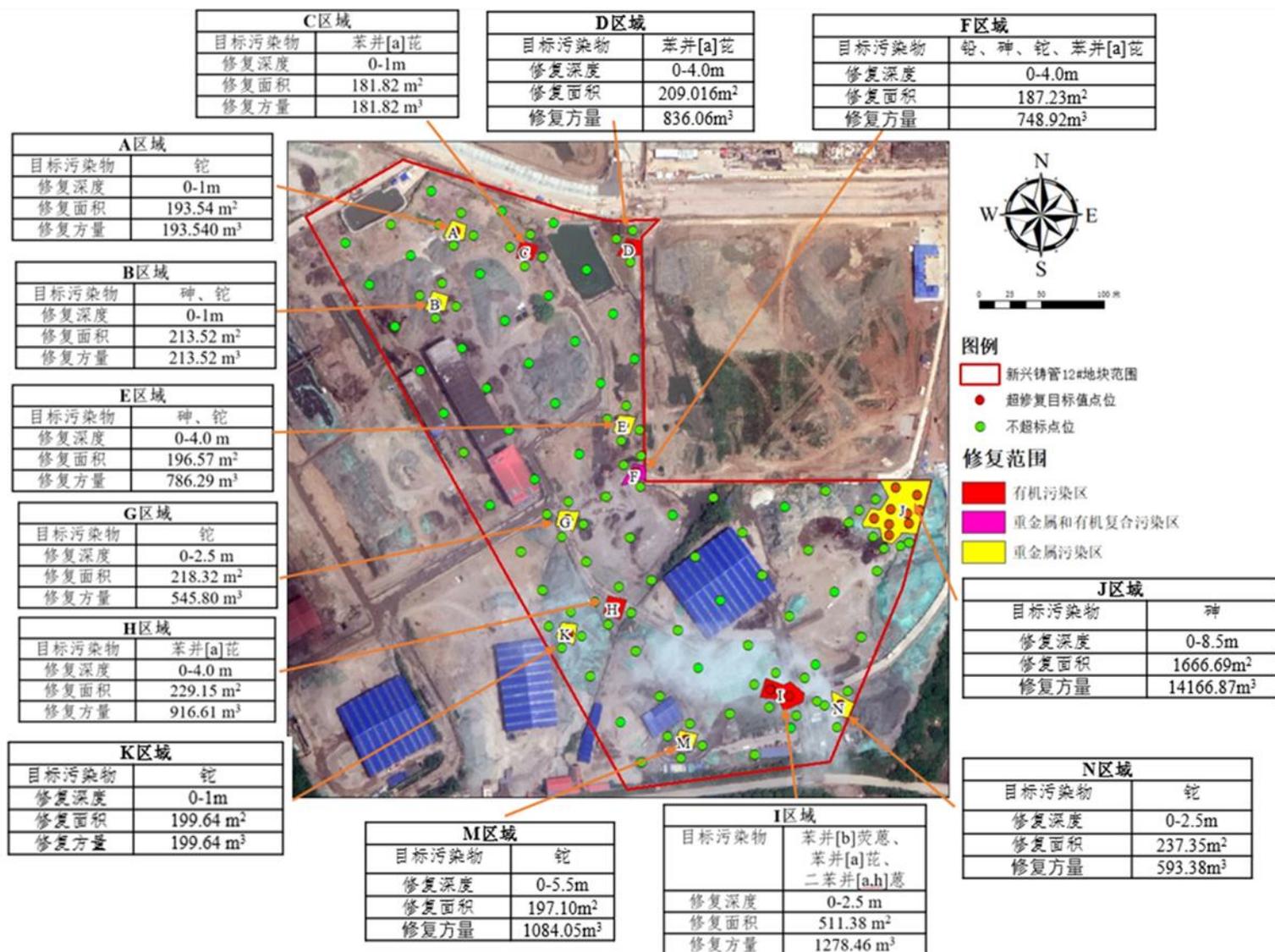


图 3.4-1 地块土壤污染修复范围分布图

### 3.5 地块修复方案

#### 3.5.1 修复方案备案情况

2021年12月3日，南京大学环境规划设计研究院集团股份公司编制的《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块修复技术方案》通过专家评审，并于2021年12月13日在芜湖市生态环境局完成备案。

2022年3月1日，江苏大地益源环境修复有限公司编制的《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤修复工程施工组织设计》通过专家评审，并于2022年3月22日在芜湖市生态环境局完成备案。

#### 3.5.2 修复目标

芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤中目标污染物为铅、砷、铊、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、二苯并[a,h]蒽，以土壤风险控制值为基础，根据《建设用地土壤修复技术导则》（HJ25.4-2019）和《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的技术要求，同时结合芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块周边区域修复目标值，考虑到地块规划及地块概念模型，最终铊采用安徽省重金属铊 95%置信区间值 0.828 mg/kg 作为修复目标值。设定本地块的最大开挖深度为 8.5 m，将 3 米以上土壤作为人体可能的密切接触的表层土壤，确定了本地块的修复目标值，见表 3.5-1。

表3.5-1 本地块土壤修复目标值（mg/kg）

编号	污染物（中文）	修复目标值
1	铅	400.00
2	砷	20.00
3	铊	0.828
4	苯并[a]芘	0.55
5	苯并[b]荧蒽	5.50
6	二苯并[a,h]蒽	0.55

#### 3.5.3 修复范围及修复工程量

根据《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块修复技术方案》，芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤中污染物的修复区域划分为 12# A、12# B、12# C、12#

D、12# E、12# F、12# G、12# H、12# I、12# J、12# K、12# M、12# N 等 13 个区域，其中 12# A、12# B、12# E、12# G、12# J、12# K、12# M、12# N 等 8 个区域为重金属污染土壤修复区域，12#F 为重金属和有机复合污染修复区域；12# C、12# D、12# H 和 12# I 等 4 个区域为有机污染土壤修复区域。

### (1) 重金属污染土壤修复区域

12#A 区域超标点位为 B11 (0-0.5m)，超标污染物为铊，超标深度范围为 0-0.5 m，0.5 m 以下最近的检测深度 1.0-1.5 m 样品未超标，因此确定 12#A 区重金属污染土壤修复深度范围为 0-1.0 m，12#A 区修复面积为 193.54 m<sup>2</sup>，计算得到的重金属污染修复土方量约为 193.54 m<sup>3</sup>，其对应的修复边界坐标为 A1、A2、A3 和 A4。

12#B 区域超标点位为 C10 (0-0.5 m)，超标污染物为砷和铊，超标点位深度为 0-0.5 m，0.5 m 以下最近的检测深度 1.0-1.5 m 样品未超标，因此确定 12# B 区重金属污染土壤修复深度范围为 0-1.0m，12# B 区修复面积为 213.52 m<sup>2</sup>，计算得到的重金属污染修复土方量约为 213.52 m<sup>3</sup>，其对应的修复边界坐标为 B1、B2、B3 和 B4。

12#E 区域超标点位为 G12 (0-0.5 m)、G12 (1-1.5 m) 和 G12 (2.5-3.0 m)，超标污染物为砷和铊，超标点位深度范围为 0-3.0 m，3.0 m 以下最近的检测深度 4.0-4.5 m 样品未超标，因此确定 12# E 区重金属污染土壤修复深度范围为 0-4.0 m，12# E 区修复面积为 196.57 m<sup>2</sup>，计算得到的重金属污染修复土方量约为 786.29m<sup>3</sup>，其对应的修复边界坐标为 E1、E2、E3 和 E4。

12# G 区域超标点位为 H10 (1.5-2.0 m)，超标污染物为铊，超标点位深度范围为 1.5-2.0 m，2.0 m 以下最近的检测深度 2.5-3.0 m 样品未超标，为后期方便管理，保守考虑上层均从表层开始修复，因此确定 12# G 区重金属污染土壤修复深度范围为 0-2.5 m，12# G 区修复面积为 218.32 m<sup>2</sup>，计算得到的重金属污染修复土方量约为 545.80 m<sup>3</sup>，其对应的修复边界坐标为 G1、G2、G3 和 G4。

12# J 区域超标点位为 K16 (3.5-4 m)、K16B (6.5-7 m、7.5-8 m)、K16C (5.5-6 m、6.5-7 m、7.5-8 m)、K16D (7.5-8 m)、K16B-A (5.5-6 m)、

K16C-A (5.5-6 m、6.5-7 m)、K16C-B (5.5-6 m、6.5-7 m、7.5-8 m)、K16D-A (6.5-7 m)、K16D-B (6.5-7 m、7.5-8 m)，超标污染物为砷，超标点位深度范围为 3.5-8.0 m，为后期方便管理，保守考虑上层均从表层开始修复，8.0 m 以下最近的检测深度 8.5-9.0 m 样品未超标，因此确定 12# J 区重金属污染土壤修复深度范围为 0-8.5 m，12# J 区修复面积为 1666.69 m<sup>2</sup>，计算得到的重金属污染修复土方量约为 14166.87 m<sup>3</sup>，其对应的修复边界坐标为 J1、J2、J3、J4、J5、J6、J7、J8、J9、J10、J11、J12、J13。

12#K 区域超标点位为 J9 (0-0.5 m)，超标污染物为铊，超标点位深度范围为 0-0.5 m，0.5 m 以下最近的检测深度 1.0-1.5 m 样品未超标，因此确定 12# K 区重金属污染土壤修复深度范围为 0-1.0 m，12# K 区修复面积为 199.64 m<sup>2</sup>，计算得到的重金属污染修复土方量约为 199.64 m<sup>3</sup>，其对应的修复边界坐标为 K1、K2、K3 和 K4。

12#M 区域超标点位为 M10 (4.5-5.0 m)，超标污染物为铊，超标点位深度范围为 4.5-5.0 m，为后期方便管理，保守考虑上层均从表层开始修复，5.0 m 以下最近的检测深度 5.5-6.0 m 样品未超标，因此确定 12# M 区重金属污染土壤修复深度范围为 0-5.5 m，12# M 区修复面积为 197.1 m<sup>2</sup>，计算得到的重金属污染修复土方量约为 1084.05 m<sup>3</sup>，其对应的修复边界坐标为 M1、M2、M3 和 M4。

12#N 区域超标点位为 N13 (1.5-2.0 m)，超标污染物为铊，超标点位深度范围为 1.5-2.0 m，为后期方便管理，保守考虑上层均从表层开始修复，2.0 m 以下最近的检测深度 2.5-3.0 m 样品未超标，因此确定 12# N 区重金属污染土壤修复深度范围为 0-2.5 m，12# N 区修复面积为 237.35 m<sup>2</sup>，计算得到的重金属污染修复土方量约为 593.38 m<sup>3</sup>，其对应的修复边界坐标为 N1、N2、N3 和 N4。

## (2) 重金属和有机复合污染土壤修复区域

12# F 区域超标点位为 H12 (2.5-3.0 m)，超标污染物为铅、砷、铊和苯并[a]芘，超标点位深度范围为 2.5-3.0 m，为后期方便管理，保守考虑上层均从表层开始修复，3.0 m 以下最近的检测深度 4.0-4.5 m 样品未超标，因此确定 12# F 区重金属和有机复合污染土壤修复深度范围为 0-4.0 m，12# F 区修复面积为

187.23 m<sup>2</sup>，计算得到的重金属污染修复土方量约为 748.92 m<sup>3</sup>，其对应的修复边界坐标为 F1、F2、F3、F4 和 F5。

### (3) 有机污染土壤修复区域

12#C 区域超标点位为 C12 (0-0.5 m)，超标污染物为苯并[a]芘，超标深度范围为 0-0.5 m，0.5 m 以下最近的检测深度 1.0-1.5 m 样品未超标，因此确定 12#C 区有机污染土壤修复深度范围为 0-1.0 m，12#C 区修复面积为 181.82 m<sup>2</sup>，计算得到的有机污染修复土方量约为 181.82 m<sup>3</sup>，其对应的修复边界坐标为 C1、C2、C3 和 C4。

12#D 区域超标点位为 D14 (2.5-3.0 m)，超标污染物为苯并[a]芘，超标深度范围为 2.5-3.0 m，为后期方便管理，保守考虑上层均从表层开始修复，3.0 m 以下最近的检测深度 4.0-4.5 m 样品未超标，因此确定 12#D 区重金属和有机复合污染土壤修复深度范围为 0-4.0 m，12#D 区修复面积为 209.02 m<sup>2</sup>，计算得到的有机污染修复土方量约为 836.06 m<sup>3</sup>，其对应的修复边界坐标为 D1、D2、D3 和 D4。

12#H 区域超标点位为 J10 (1.5-2.0 m) 和 J10 (2.5-3.0 m)，超标污染物为苯并[a]芘，超标深度范围为 1.5-3.0 m，为后期方便管理，保守考虑上层均从表层开始修复，3.0 m 以下最近的检测深度 4.0-4.5 m 样品未超标，因此确定 12#H 区有机污染土壤修复深度范围为 0-4.0 m，12#H 区修复面积为 229.15 m<sup>2</sup>，计算得到的有机污染修复土方量约为 916.61 m<sup>3</sup>，其对应的修复边界坐标为 H1、H2、H3 和 H4。

12#I 区域超标点位为 M12 (0-0.5 m) 和 M12c (1-1.5 m)，超标污染物为苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽和二苯并[a,h]蒽，超标深度范围为 0-1.5 m，1.5 m 以下最近的检测深度 2.5-3.0 m 样品未超标，因此确定 12#I 区有机污染土壤修复深度范围为 0-2.5 m，12#I 区修复面积为 511.38 m<sup>2</sup>，计算得到的有机污染修复土方量约为 1278.46 m<sup>3</sup>，其对应的修复边界坐标为 I1、I2、I3、I4、I5、I6、I7、I8。

经计算得到地块 13 个修复区域的修复面积总和为 4441.33 m<sup>2</sup>（重金属修复区域面积 3122.73 m<sup>2</sup>，重金属有机复合修复区域面积 187.23 m<sup>2</sup>，有机修复区域

面积 1131.37 m<sup>2</sup>），修复土方量总和为 21744.95 m<sup>3</sup>（重金属修复方量 17783.08 m<sup>3</sup>，重金属有机复合修复方量 748.92 m<sup>3</sup>，有机修复方量 3212.95 m<sup>3</sup>）。地块土壤污染修复详细信息见表 2.4-2。

### 3.5.4 总体修复技术路线设计

根据《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块修复技术方案》，本地块土壤污染修复技术为水泥窑协同处置技术和土壤淋洗。

(1) 对污染土壤进行清挖，由于地下水埋深较浅，在开挖前必须采取必要的降排水措施，建议采用明排水方式降水。①基坑坡顶排水：为防止地表水流入基坑，冲刷边坡，基坑上口线均向外做坡比 2% 散水，基坑周边沿支护结构顶部砌筑 30 cm 挡水墙；②集水明排：在地块的四周设置 300 mm×500 mm 的排水明沟，同时建设一个废水收集池，排水明沟与废水收集池相连，定期排向地块内污水处理设施；③支护结构排水：在坡面进行支护前，要清除坡面虚土，确保边坡的立面和壁面的平整度。本工程由于地下水位较浅，基坑边坡也容易出现渗水现象，这部分水若处理不好将带出地层中大量细颗粒物质，使开挖面受扰动并可能发生坍塌。出现这种情况时，须放慢挖土速度，及时在坑壁做导流盲管，再将支护结构后残存的水排走。导流盲管一般采用长 1 m 的 Φ25 mm 塑料管，做成花管并缠 40 目尼龙纱网，在坡面上每隔 1 m 设置一个。

(2) 对挖出土壤进行预处理，包括筛分、研磨、脱水等。

(3) 对重金属污染的土壤，建议根据土壤埋深分别堆放（如 0-1.0 m 埋深和 1.0 m 埋深以下），综合考虑经济性及处置能力可行性，本方案建议先对 0-1.0 m 重金属污染土壤通过淋洗技术进行减量化处理（土壤淋洗修复技术适用于粘粒含量低于 25%，本地块 0-1.0 m 埋深土壤为杂填土，可通过淋洗技术进行修复），1.0 m 以下土壤直接采用水泥窑协同处置技术。经多次淋洗修复仍无法达标的土壤送至水泥窑协同处置。建议在正式实施修复前，对淋洗技术的效果开展小试和中试实验，确定土壤可达到有效修复效果的土壤粒径及具体工艺参数。

根据生态环境部相关要求，进行水泥窑协同处置、填埋、生产砖、瓦等建筑材料的土壤需首先进行危险废物鉴别。鉴别出的危险废物需委托具有专业处

置资质的单位进行处置，一般固体废物遵守《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的相关要求进行处置。若转运至水泥厂进行水泥窑协同处置，水泥窑协同处置的土壤鉴别与检测、设施选择、处置工艺技术和管理要求、污染控制等方面应满足《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB 30760-2014）和《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ 662-2013）的相关要求。

（4）对重金属有机复合污染土壤，直接采用水泥窑协同处置。

（5）对有机污染土壤，直接采用化学氧化。

（6）重金属污染土壤和重金属有机复合污染土壤清挖后的基坑验收合格后选取清洁土进行回填，有机污染土壤经修复验收合格后进行原位回填。

（7）基坑排水及淋洗废水，场地内进行集中处理，达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准后纳管排放。

表 3.5-2 土壤修复技术应用规模

修复区域	目标污染物	修复区域面积 (m <sup>2</sup> )	清挖深度 (m)	拟采样修复技术	清挖量 (m <sup>3</sup> )
12#A	铊	193.54	0-1.0	土壤淋洗	193.54
12#B	砷、铊	213.52	0-1.0	土壤淋洗	213.52
12#C	苯并[a]芘	181.82	0-1.0	化学氧化	181.82
12#D	苯并[a]芘	209.02	0-4.0	化学氧化	836.06
12#E	砷、铊	196.57	0-1.0	土壤淋洗	196.57
			1.0-4.0	水泥窑协同处置	589.72
12#F	铅、砷、铊、苯并[a]芘	187.23	0-4.0	水泥窑协同处置	748.92
12#G	铊	218.32	0-1.0	土壤淋洗	218.32
			1.0-2.5	水泥窑协同处置	327.48
12#H	苯并[a]芘	229.15	0-4.0	化学氧化	916.61
12#I	苯并[b]荧蒽、 苯并[a]芘、 二苯并[a,h]蒽	511.38	0-2.5	化学氧化	1278.46
12#J	砷	1666.69	0-1.0	土壤淋洗	1666.69
			1.0-8.5	水泥窑协同处置	12500.18
12#K	铊	199.64	0-1.0	土壤淋洗	199.64
12#M	铊	197.10	0-1.0	土壤淋洗	197.10
			1.0-5.5	水泥窑协同处置	886.95
12#N	铊	237.35	0-1.0	土壤淋洗	237.35
			1.0-2.5	水泥窑协同处置	356.03
水泥窑协同处置方量合计					15409.25
化学氧化方量合计					3212.95
土壤淋洗方量合计					3122.74

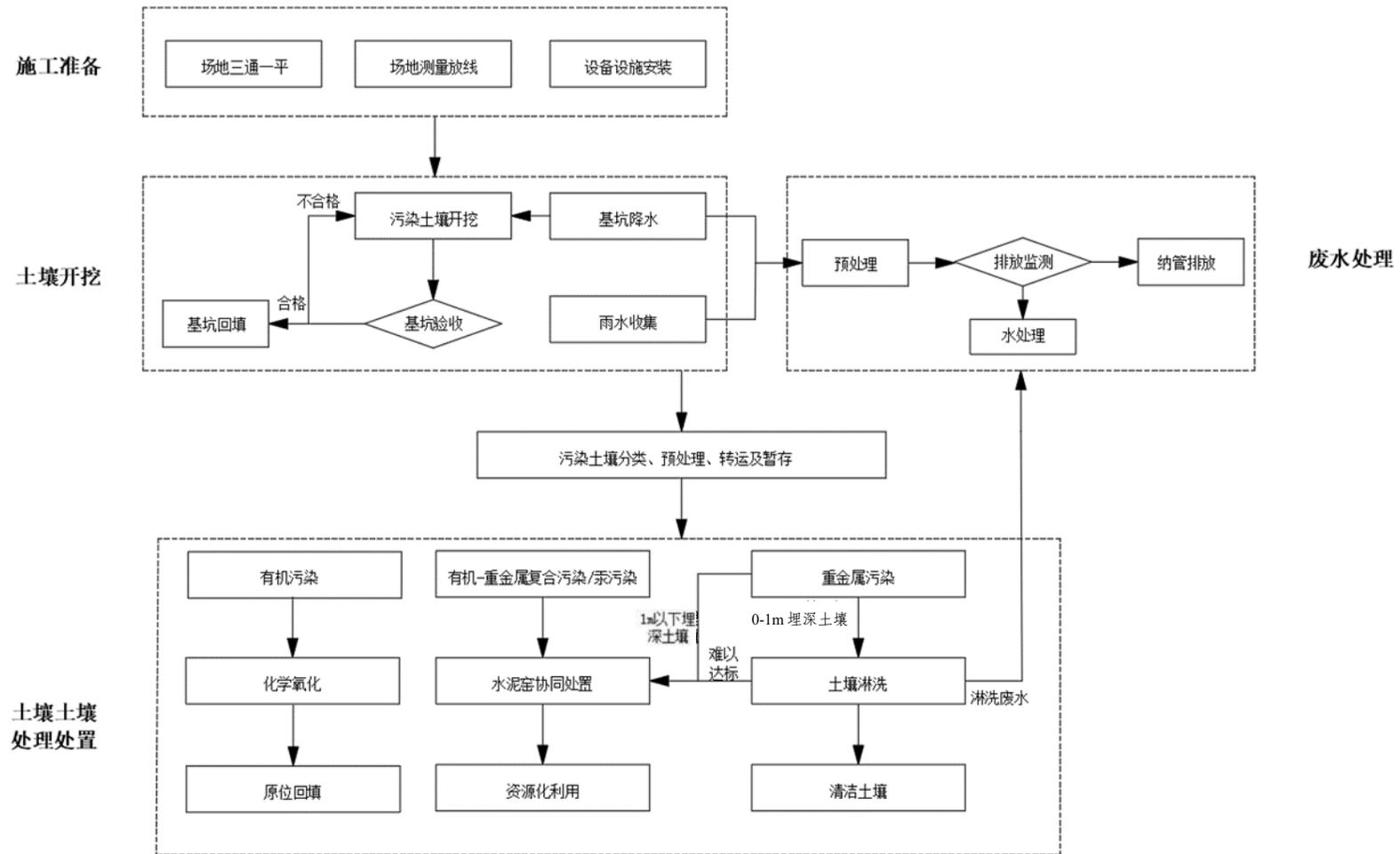


图 3.5-1 土壤修复技术路线图

### 3.5.5 修复施工设计

根据施工组织设计方案，本项目设备主要在土壤淋洗和筛分的过程中使用，主要设备清单一览表见表 3.5-3。

表 3.5-3 设备清单一览表

序号	名称	规格尺寸	单位	数量	备注
一	进料单元		套	1	
1	ALLU 破碎筛分斗	/	套	1	/
2	振动给料机	上口：4000×2000mm， 下口：2000×500mm， 高度：3000mm	套	1	碳钢防腐，带料斗、缓冲网
3	输送机	B=1000mm，L=5000mm	套	1	碳钢防腐，变频可调速电机
4	上料机	B=800mm，H=6200mm	套	1	碳钢防腐，变频可调速电机
5	地撬	工字钢	套	1	碳钢防腐
二	淋洗+出料单元		套	1	
1	滚筒解泥机	L=7000mm，Φ1700mm	套	1	碳钢防腐
2	外框支架	9000×3000×2500mm	套	1	碳钢防腐
3	传动系统	SDC-1	套	1	
4	收水装置	SWD-1	套	1	
5	水箱	9000×3000×3000mm	套	1	碳钢防腐
6	水箱外框支架	9000×3000×3000mm	套	1	碳钢防腐
7	振动洗砂机	4000×2000×1900mm	套	2	含高压清洗装置， 不锈钢喷头
8	旋流器	FX-400	台	2	
9	搅拌罐	Φ2200×2000mm	台	4	碳钢防腐
10	多级洗砂箱	10000×2000×3000mm	台	1	碳钢防腐
11	搅拌机	5.5kw	台	4	液下不锈钢
12	多级洗砂箱外框支架	10000×3000×3000mm	套	1	碳钢防腐
13	清水泵	Q=46m <sup>3</sup> /h，H=70m	台	1	变频电机
14	解泥机进水泵	Q=50m <sup>3</sup> /h，H=15m	台	1	变频电机
15	砂浆泵	Q=150m <sup>3</sup> /h，H=15m	台	1	变频电机

序号	名称	规格尺寸	单位	数量	备注
16	砂浆泵	Q=100m <sup>3</sup> /h, H=20m	台	1	变频电机
17	离心泵	Q=50m <sup>3</sup> /h, H=20m	台	1	变频电机
18	电磁流量计	4-20mA	台	6	衬四氟
19	叠螺机	404 型	套	1	整机不锈钢, 含机架
20	叠螺机外框支架	4700×3000×3000mm	套	1	碳钢防腐
20	初沉池	2800×3000×3200mm	套	1	碳钢防腐
三	加药单元		套	1	
1	溶药箱	V=1000L	套	8	
2	储药箱	V=1000L	套	8	
3	液位计	信号传输	套	16	
4	计量泵	235L/h, 0.37kw	台	16	1用1备
5	搅拌机	1.1kw	台	8	
6	外框支架	10000×3000×3200mm	套	1	
四	水处理单元		套	1	
1	水处理设备主体	7900×2200×2800mm	套	1	碳钢防腐, 含反应仓、沉淀池、斜管填料、布水装置, 出水槽
2	潜污泵	Q≥20m <sup>3</sup> /h, H≥15 m	台	1	耐腐蚀
3	电磁流量计	DN50	台	1	电极 316L, 衬氟
4	搅拌机	N=1.5 kw	台	4	液下不锈钢
5	斜管	Φ50 mm	m <sup>3</sup>	12	PP
6	pH 计	0~14	套	1	
7	多介质过滤器	Φ1800×3150 mm	台	1	碳钢防腐
8	活性炭过滤器	Φ1800×3150 mm	台	1	碳钢防腐
9	过滤器进水泵	Q≥20 m <sup>3</sup> /h, H≥15 m	台	2	1用1备
10	反冲洗泵	Q≥60 m <sup>3</sup> /h, H≥30 m	台	1	
11	平台、爬梯、护栏等	碳钢防腐	套	1	
12	溶药桶	V=1000 L	个	2	PE

序号	名称	规格尺寸	单位	数量	备注
13	溶药桶	V=500 L	个	2	PE
14	计量泵	Q=120 L/h	台	4	过流材质衬氟
15	搅拌机	N=0.55 kw	台	4	钢制衬塑
16	压滤机	30m <sup>2</sup>	台	1	
17	螺杆泵	Q=2 m <sup>3</sup> /h, H=60 m	台	1	
五	控制单元				
1	中控室	6000×2400×2500mm	套	1	集装箱式
2	就地控制柜	PLC 控制	个	10	不锈钢防雨柜
六	其他				
1	电线电缆	含桥架	批	1	
2	设备本体管阀件	碳钢/UPVC/PE	批	1	
3	辅材	含吊装、安装辅材	项	1	

根据施工组织设计方案，本项目主要在土壤淋洗和化学氧化中使用药剂和原辅材料，其中土壤淋洗采用小分子有机酸草酸作为洗脱剂进行洗脱，草酸溶液的淋洗浓度为 0.15mol/L，11#及 12#地块重金属污染土壤淋洗方量共计 3771.71m<sup>3</sup>。施工期间，每日向洗脱水中投加一定比例的草酸试剂，每日记录药剂添加量和处理方量。本地块重金属污染土壤淋洗方量共计 2125.42m<sup>3</sup>，淋洗剂草酸共使用 3802.8kg，PAM3.84kg，PAC191.5kg。化学氧化药剂配制确定过硫酸钠的投加比例为 1.8%，片碱投加比例为 0.6%。原辅材料和药剂使用情况见表 3.5-4。

表 3.5-4 原辅材料和药剂使用情况一览表

序号	种类	使用量
1	补充水量	455m <sup>3</sup>
2	草酸	8518kg
3	PAM	6.6kg
4	PAC	331.5kg
5	过硫酸钠	177.7t
6	片碱	60.7t

根据施工组织设计方案，环境噪声监测评价标准参考《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的要求；环境空气质量监测评价标准参考《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准；废水监测评价标准参考《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准；有组织废气监测评价标准参考《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的二级标准；修复工程对施工过程中产生的各类固体废物均作分类堆存、处理、回收处置或再利用等，确保不对周边环境造成不良影响。各环境监测评价标准见表 3.5-5。

表 3.5-5 环境监测评价标准情况一览表

序号	类型	评价标准
1	环境噪声	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
2	环境空气质量	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准
3	废水	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准
4	有组织废气	《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的二级标准
5	固体废物	各类固体废物均作分类堆存、处理、回收处置或再利用等

### 3.5.5.1 土方开挖工艺及运转

土方开挖首先使用 RTK 进行放点，在现场确定拐点坐标，放线成果检验合格后进行土壤开挖。地块内浅层地下水为上层滞水，基坑开挖过程中会产生积水，总量约 981.09m<sup>3</sup>，通过明渠排水方式收集到废水池中进行集中处理。

基坑全部清挖完成后，进行清挖效果自验收及验收工作，验收合格则开挖完成，不合格则进一步超挖，直至全部验收合格。本地块污染基坑边开挖边转运，基坑开挖土壤在密闭大棚中筛分后转移至淋洗设备区进行淋洗处理，部分土壤未及时淋洗处理的在密闭大棚进行暂存。土壤淋洗修复为连续处理，淋洗处理后的土壤在淋洗堆存区进行堆存。

表 3.5-6 地块土壤清挖量统计表

修复区域	清挖深度 (m)	清挖量 (m <sup>3</sup> )
12#A	0-1.0	193.54
12#B	0-1.0	213.52
12#C	0-1.0	181.82
12#D	0-4.0	836.06
12#E	0-4.0	786.29
12#F	0-4.0	748.92
12#G	0-2.5	545.8
12#H	0-4.0	916.61

12#I	0-2.5	1278.46
12#J	0-8.5	14166.87
12#K	0-1.0	199.64
12#M	0-5.5	1084.05
12#N	0-2.5	593.38
合计	/	21744.95

### 3.5.5.2 异位淋洗工艺设计

针对 12#地块中 0-1 m 埋深的重金属污染土壤（土壤细粒含量低于 25%）采用异位淋洗技术修复，若多次淋洗修复仍无法达标的土壤送至水泥厂进行水泥窑协同处置，其修复方量为 3122.74 m<sup>3</sup>。淋洗修复工艺流程为污染土壤清挖、土壤预处理、一级筛分、二级筛分、暂存处置、废水处理。

#### （1）土壤进料

经筛分、破碎预处理后的土壤粒径小于 50mm，利用挖掘机添加至进料仓中。投入料斗上的固定筛将残存的少量大于 50mm 的渣块去除，小于 50mm 的土壤投入料斗。进料速度根据设备系统处理量和工程进度决定，约为 10~30m<sup>3</sup>/h。

#### （2）粒径分级

利用循环水泵向投入土壤洗涤器中的土壤添加淋洗液进行混合冲洗，本项目淋洗采用小分子有机酸草酸作为洗脱剂进行洗脱，淋洗液主要成分为草酸溶液、PAM、PAC 和水。冲洗产生的泥水混合物落入两级振动预处理筛进行筛分冲洗分级处理。泥水混合物在预处理筛被筛分为四种大小粒径，分别为粒径>2 mm 的干净石块，粒径介于 0.1~2 mm 之间的砂石以及粒径小于 0.1 mm 的砂粒混合物。其中，清洗干净的石块和中粒径砂石被传送至干净土壤待检区进行堆置暂存。小粒径砂土混合物汇集至泥浆收集池，通过渣浆泵进入板框压滤脱水系统。

#### （3）脱水系统

泥浆脱水模块的核心部件为带式压滤机，可以将由小于 0.1 mm 组分和污水组成的泥浆进行深度脱水，得到含水率较低的泥饼。

#### （4）污水处理

通过污水处理，将其他模块的污水进行处理；处理达标后通过循环水设备泵至各模块进行回用。

污水处理设备的主要参数是各种药剂的投加比例，直接决定了污水处理是否达标；循环水设备的主要部件是连接各个模块的水泵，水泵的选型需要有各个模块的用水量相匹配。

(5) 危废处置

针对土壤淋洗修复施工中产生的含重金属废水处理污泥、废药剂包装袋等，集中收集作为危废委托第三方公司处置。

(6) 修复效果自检

按照 500 m<sup>3</sup> 一个采样单元采集淋洗修复后土壤样品，测定土壤中的关注污染物。

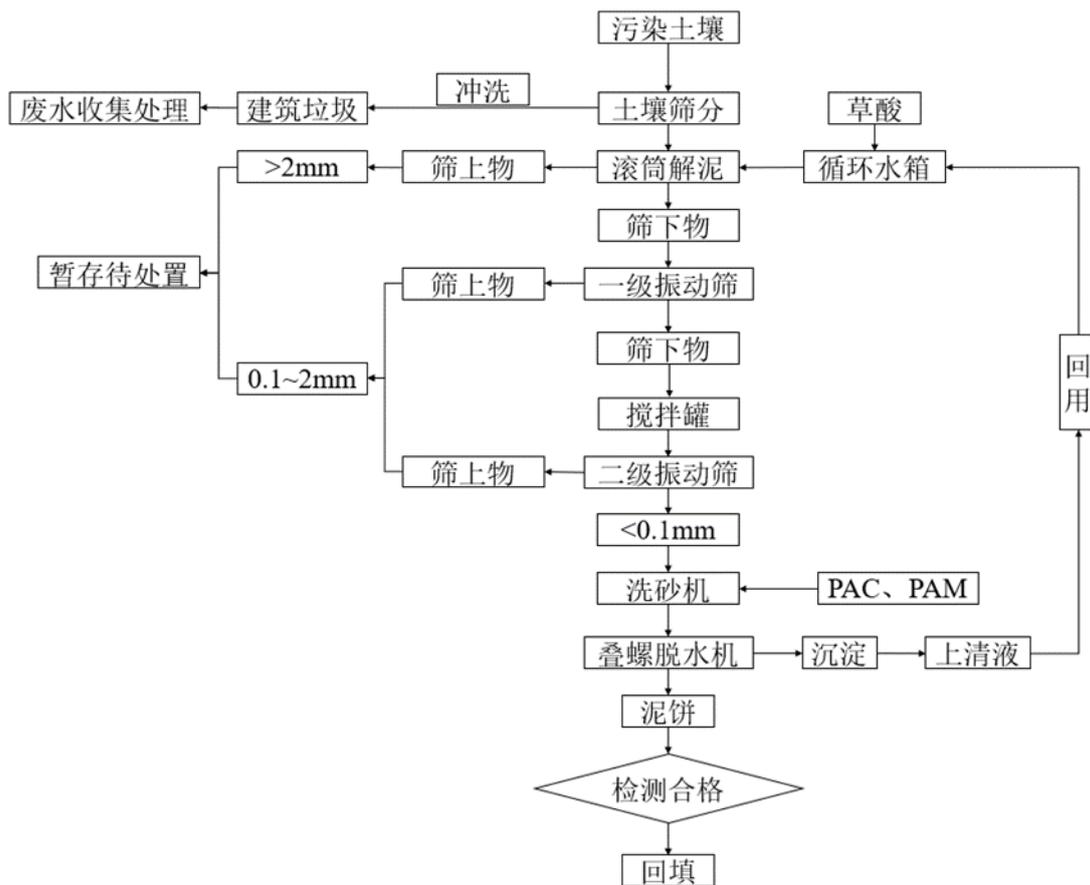


图 3.5-2 异位淋洗修复工艺流程图

3.5.5.3 水泥窑协同处置工艺设计

针对 12#地块中埋深 1 m 以下的重金属污染土壤（土壤细粒含量高于 2 5%）和复合污染土壤采用水泥窑协同处置修复，其修复方量为 15409.25 m<sup>3</sup>。污染土壤采用水泥窑协同处置，其主要流程包括危废鉴定、污染土壤清挖、运输至水泥厂，然后进行存储、水泥窑协同处置。

#### （1）污染土壤清挖

依据场区平面控制桩与污染治理范围图，确定基坑开挖边线及底槽标高，根据定位区域清挖土壤。主要采用机械开挖，坑底和基坑死角人工开挖的方法。

#### （2）土壤预处理

污染土壤现场挖掘后运至净化车间内进行筛分预处理，筛去大粒径石块。

#### （3）污染土壤外运至水泥窑

运输前将运输时间、方式、线路及土壤数量等转运计划，提前报所在地和接收地生态环境主管部门，经审批后按审批方案执行。严格按照上报的既定路线进行污染土壤的运输，运输过程中车辆进行封闭，对车辆的行走线路和位置采用 GPS 定位。

#### （4）水泥窑协同处置

污染土壤水泥窑协同处置方案主要包括暂存、预处理和入窑处置等内容。具体如下：污染土壤进场后，首先堆放至暂存场地，暂存场地符合《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）中的相关规定。污染土壤入场后应及时进行取样分析，根据检测结果制定水泥窑协同处置方案。预处理过程主要包括破碎、筛分和预均化等处理。然后预处理后的土壤按相应的比例输送至水泥窑系统的特定加料点，在水泥的高温烧成过程中实现污染土的协同处置，水泥窑大气污染物符合《水泥工业大气排放标准》（DB34/3576-2020）达标排放。

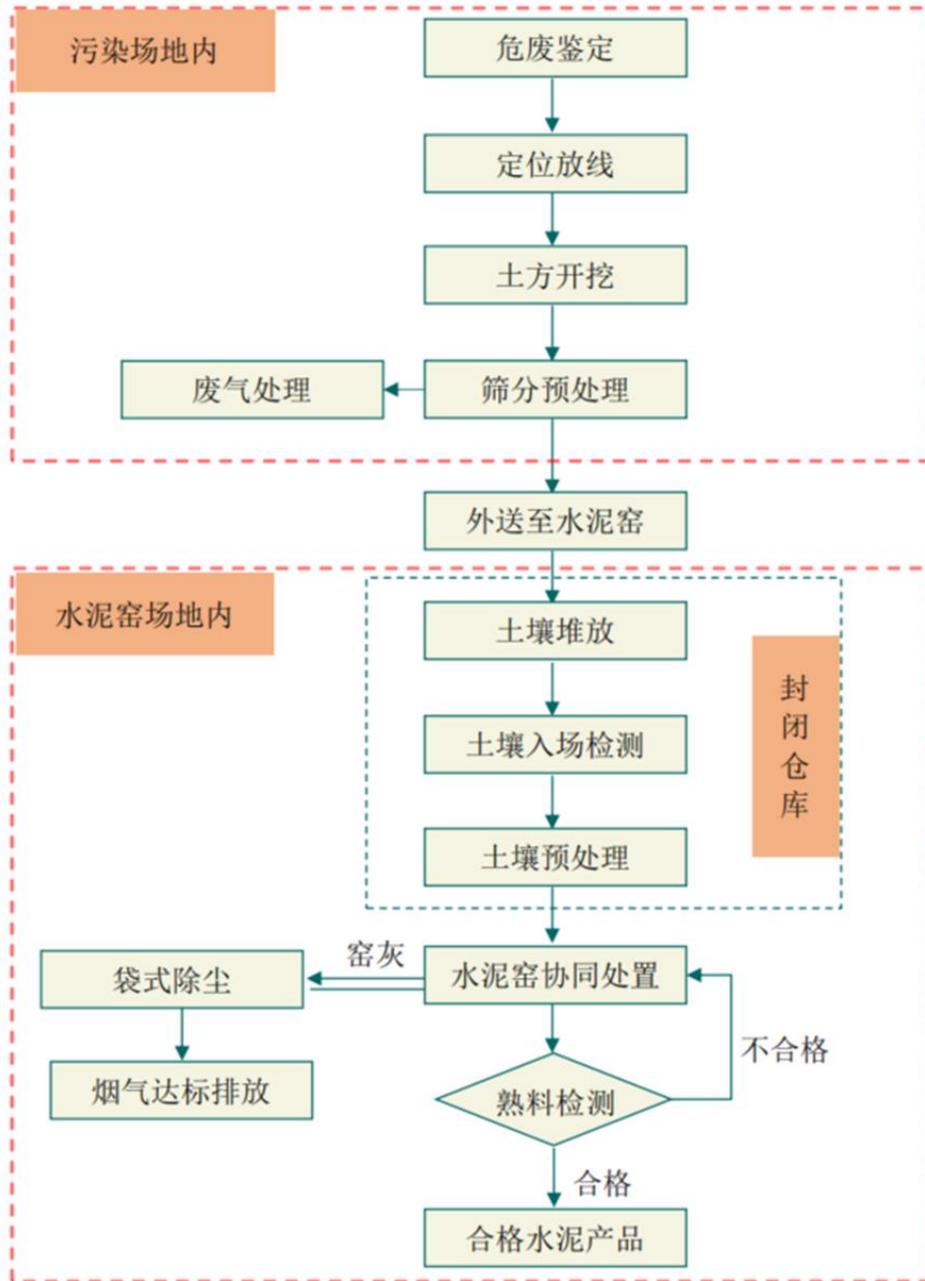


图 3.5-3 水泥窑协同处置工艺流程图

#### 3.5.5.4 异位化学氧化工艺设计

针对有机污染土壤采用异位化学氧化修复技术，修复方量为 3212.95 m<sup>3</sup>，异位化学氧化施工流程主要包括施工准备、预处理、药剂配置、混合搅拌、堆置养护、处置后土壤自检验收和回填。

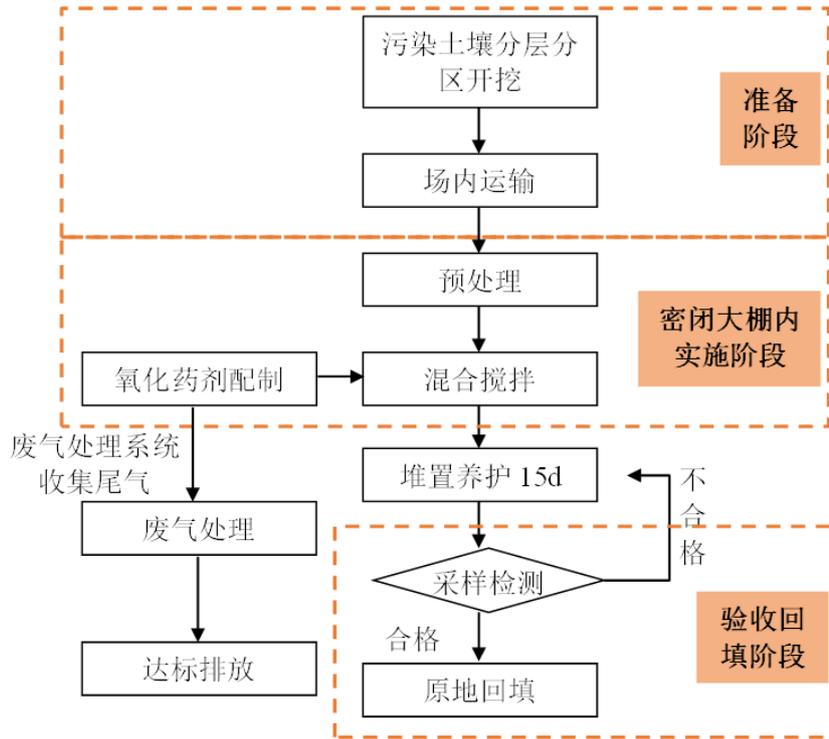


图 3.5-4 异位化学氧化施工流程

### 3.5.5.5 废水处理工艺

本项目废水主要由场地内残留地表水、基坑废水、淋洗废水、冲洗废水组成，废水类型主要包括两大类：一类为含目标污染物的基坑渗水，一类为可能含目标污染物的冲洗废水。

废水处理工艺流程由调节池、混凝沉淀池、石英砂过滤和活性炭过滤几部分组成，具体流程见下图。

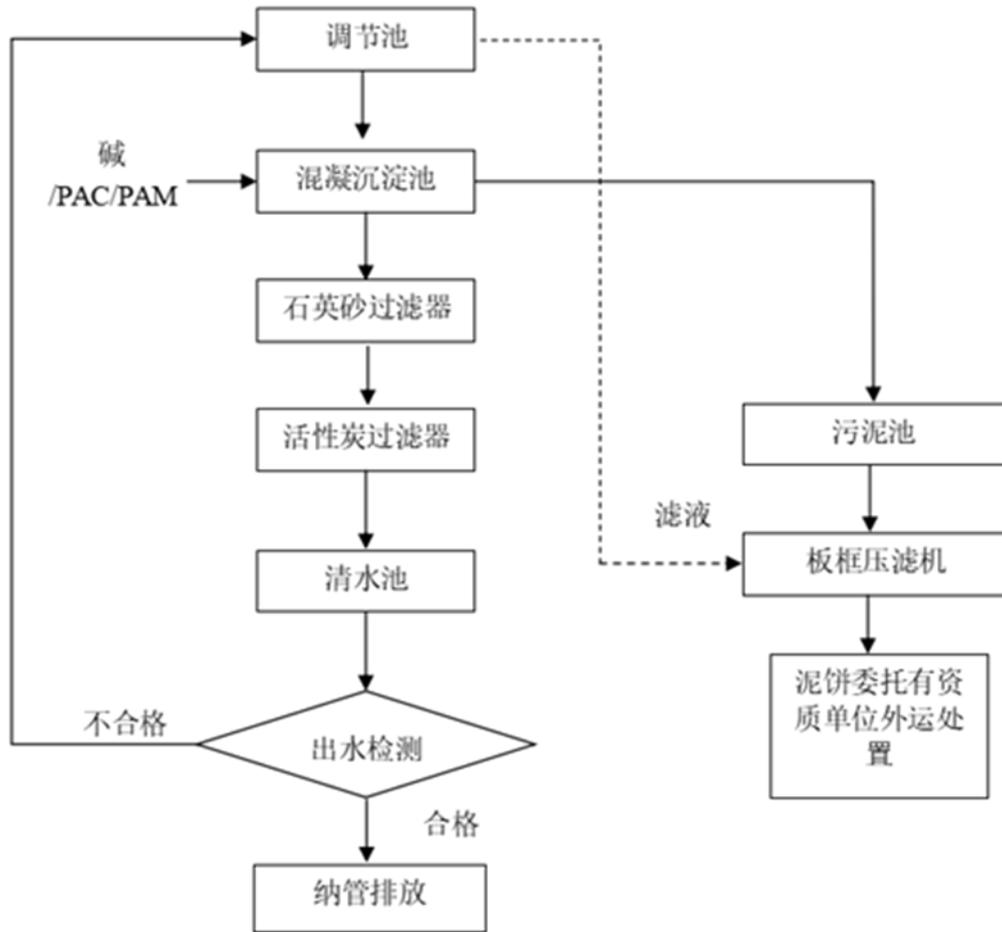


图 3.5-5 废水处理流程

工艺说明：废水首先输送进入调节池，经过均质均量的调节，经泵提升进入混凝沉淀池，调节 PAC 及 PAM 药剂用量，去除悬浮物及重金属，沉淀池出水进入活性炭过滤器，过滤悬浮物、残留的重金属和有机物。出水经检测合格后纳管排放，检测未达标时回流至调节池。

沉淀池定期将污泥排入污泥池，用泵提升进入板框压滤机，其中泥饼收集后作为危险废物委托有资质的单位外运处置，滤液返回至调节池。

### 3.5.6 施工总平面布置图

根据施工工艺及现场条件，11#和 12#地块修复功能区主要在 11#地块内，12#地块土壤暂存区主要用来存放 12#地块清挖出来的有机污染土，后面转移到密闭大棚进行处置。将 11#和 12#施工现场主要划分为土壤修复区、土壤堆存区、

废水处理区、办公生活区、仓储区等功能区。各区之间留有充分的施工距离及安全卫生防护距离。

表 3.5-7 施工现场主要功能区一览表

序号	功能区	构筑物	面积 m <sup>2</sup>	地面是否有防渗措施
1	土壤修复区	11#地块密闭大棚（含废气处理）	1800	地面硬化
2		11#地块土壤淋洗区（含水处理设施）	1200	地面硬化
3	土壤堆存区	11#地块淋洗土壤待检区	1600	地面硬化
4		11#地块氧化土壤待检区	900	HDPE膜
5		12#地块土壤暂存区	4219	HDPE膜
6	仓储区	11#地块药剂库	30	地面硬化
7		11#地块危废库	60	地面硬化 HDPE膜
8	污染防治区	11#地块污水收集池	200	HDPE膜
9		12#地块临时污水池	30	HDPE膜
10		11#地块清水池	200	HDPE膜
11	道路	11#地块主道路	长度 514m	地面硬化
12		11#地块临时道路	长度 958m	否
13	其他区域	11#地块办公生活区	1300	地面硬化



本图纸版权为江苏大地益源环境修复有限公司财产, 未经本公司许可不得转让或复制给第三方。  
The information contained in this drawing is the sole property of Jiangsu DDBS Environment Remediation Co., Ltd.  
This drawing should not be reproduced or passed to any third party or supplier without prior written permission of Jiangsu DDBS Environment Remediation Co., Ltd.

<b>DDBS</b> 江苏大地益源环境修复有限公司 Jiangsu DDBS Environment Remediation Co., Ltd.		设计资质等级 GRADE OF QUALIFICATION	乙级 CLASS B	证书编号 CERTIFICATE NO.	A232021699
项目名称 PROJECT	芜湖新兴铸管弋江老厂区11、12号地块土壤修复工程			图名 TITLE	施工平面布置图
装置名称 UNIT	/	专业 SPEC.	工艺	图号 DRAWING NO.	附图4-1
设计阶段 DESIGN PHASE	施工图设计	比例 SCALE	/		

图 3.5-6 施工总平面布置图

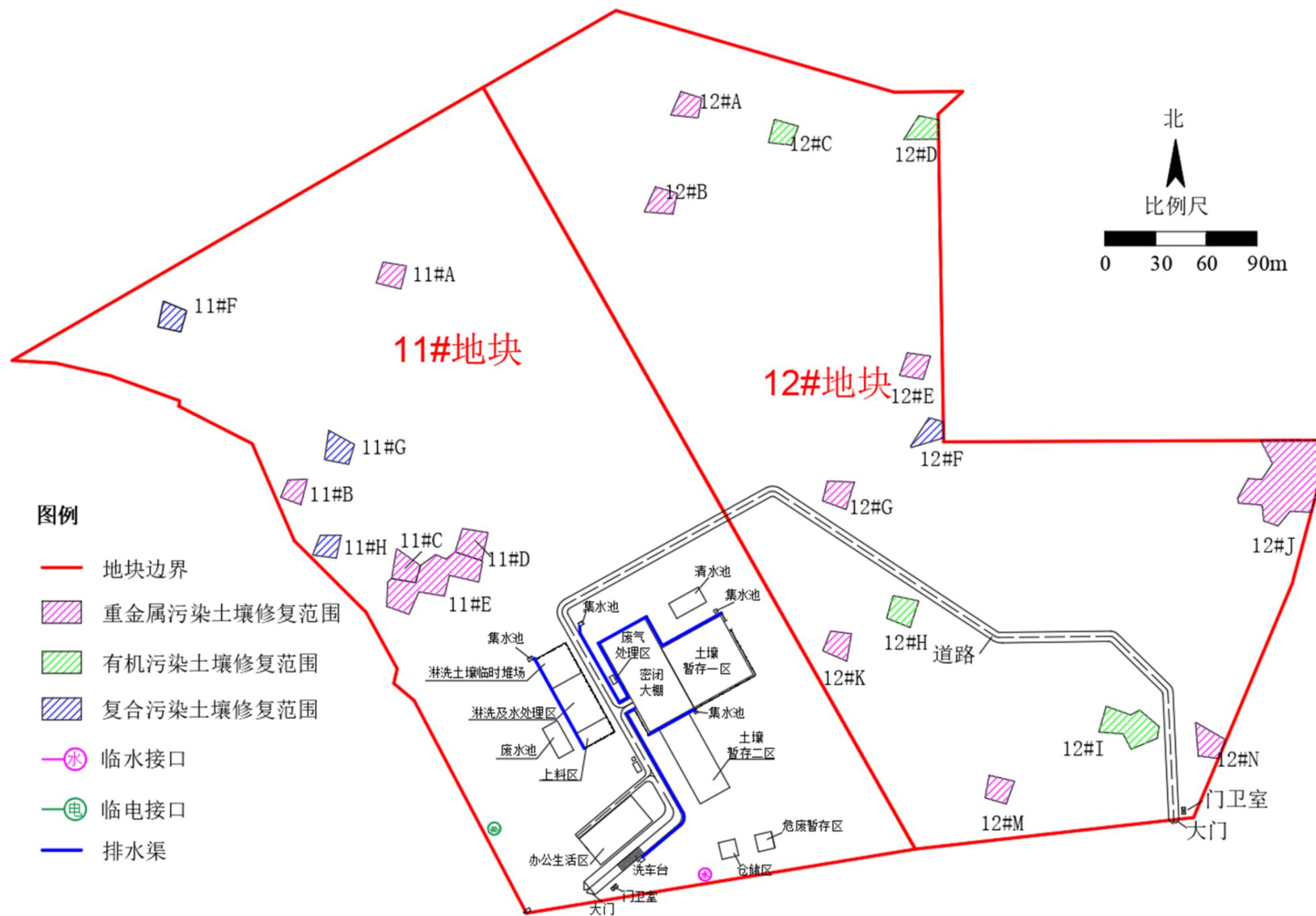


图 3.5-7 排水系统平面布置图

### 3.5.7 环境管理及二次污染防治措施要求

根据《修复技术方案》，修复工程主要从水环境、大气环境、噪声环境、固体废物废弃物等落实二次污染防治措施。

#### 3.5.7.1 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。

h 针对 SVOCs 修复的地块，在密闭大棚或密闭容器中开展修复工作，将修复后的尾气进行统一收集和处理能够很好地解决 SVOCs 挥发造成的大气污染问题；另一方面，有明显气味的情况，需要喷洒气味抑制剂、清理异味土壤等方式尽量消除这一现象。

##### (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 对有机物指标进行在线监测。

#### 3.5.7.2 噪声防治措施

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》(GB 12523-2011)的限值要求，即昼间 70 dB，夜间 55 dB。

(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。

### 3.5.7.3 固体废物的污染防治

(1) 废活性炭：对于本场地修复车间内处理有机污染物挥发废气的活性炭，应按国家规定，废弃活性炭应运至有资质的单位进行无害化处理。

(2) 污水处理污泥：对于本地块废水处理后的污泥，应按国家规定，污水处理污泥应运至有资质的单位进行无害化处理。

(3) 生活垃圾：本场地修复过程中产生的所有的生活垃圾应经分类收集后，由当地环卫部门统一外运作进一步处置。

### 3.5.7.4 积水利用、水体污染防治措施

由于本场地内存在污染土堆、污染土壤开挖，因此必须防止污染土壤受到雨水冲刷，并对地表径流进行有效控制，具体方法如下：

- ① 合理设计导排沟走向和容量，确保受污染雨水不外溢。
- ② 在修复区域（挖掘区域）周围设置导排沟和集水坑。
- ③ 根据污染土壤开挖进展，及时设置临时性排水沟，将雨水汇集至集水坑。

现场配备防雨布，如遇下雨，停止施工，对已挖掘出的土壤及基坑用防雨布覆盖，并在基坑四周开导排水沟，防止地面积水流入基坑。

对大型机械清洗，在地面设置洗车台，设备停留在洗车台上，冲洗的水流入废水收集池内，池内的水作为冲洗水重复使用，最后进入将废水集中收集。

现场施工过程中收集的雨水用于土壤修复用水，施工结束最终剩余积水、地块内存在的积水坑、修复过程中产生的废水和修复时产生的废水如高压冲洗水、车辆清洗废水等打入废水处理区进行处理（处理流程图见图 7.2-1），对废水中相关指标进行监测分析，具体包括：pH、总汞、总砷、总铅、悬浮物、BOD<sub>5</sub>、COD、苯并[a]芘，符合《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准方可排入污水管网。

### 3.5.7.5 有害物质污染防治措施

在污染土壤挖掘过程中如发现危险废物，为防止污染扩散，需停止挖掘及时采取收集和清理措施，收集和清理方法应严格按照以下内容进行：

#### （1）危废收集

根据危险废物状态选用不同容器，废液用双塞聚乙烯桶包装，废渣用定制固废箱包装。装有危险废物的容器符合以下要求：

① 固体危废和液体危废不混合。

② 所使用包装容器没有腐蚀、污染、损毁或其它能导致其包装效能减弱的缺陷。

③ 在将原危废包装容器包装前，包装工人对其进行检查，了解其现状，将其妥善盖好或密封，并确保容器表面保持清洁。

④ 装有废渣的容器贴有标签，标签上详细标明危险废物的名称、重量、成分、特性及发生泄漏、扩散污染事故时的应急措施和补救方法。按照工程计划，包装好的危险废物原则上当天完全清运，若遇到特殊原因当天不能清运的在场地内临时贮存，做好地面防渗和防雨措施，并安排人员值守。

#### （2）危险废物清理

危险废物分为固体危废、液体危废，需收集起来并分别用适当的容器包装，容器外贴上危险废物标签，标志下方附标签，标签上详细标明危险废物的名称、重量、成分、特性以及发生泄漏、扩散污染事故时的应急措施和补救方法。集中运输到危废处置单位进行处置。

#### 1) 固体危废

- ① 固体危废采用定制固废箱包装（图 7.2-2），内衬双层聚乙烯袋；
- ② 每个装了危废的聚乙烯袋采用扎口带进行封装；
- ③ 禁止将不同性质的危废装入同一容器；
- ④ 固废箱外贴危废标签，并填写污染物数据。

#### 2) 液体危废

- ① 收集场地内所有装有液体危废的容器，用泥浆泵将液体危废转移至 200L 双塞聚乙烯桶中；
- ② 用锯末吸附原液体危废容器中的残留液体，吸附过残留液体的锯末等同危废进行包装处置；
- ③ 操作地面上需垫放 2 mm 厚的高密度聚乙烯膜（HDPE 膜），防止液体溅至地面，渗入土壤；
- ④ 禁止将不同性质的危废混装入同一容器，容器顶部与液体表面之间保留 100mm 以上的空间。

### 3.5.7.6 污染土壤扩散防护措施

在施工过程中，可能会通过雨水冲刷后污染土壤经地表径流扩散、作业机具、人员粘附污染土壤后移动扩散、污染土壤运输遗撒等途径导致污染土壤外排或扩散造成二次污染。

#### (1) 防雨措施与地表径流控制

由于本地块内存在污染土壤开挖，因此必须防止污染土壤受到雨水冲刷，并对地表径流进行有效控制，具体方法如下：

- ① 在修复区域（挖掘区域）、土壤预处理区等区域搭建大棚或者设置防水布，大棚区域需做好防渗处理和尾气收集处理，确保污染土不会随降水迁移。

②合理设计导排沟和集水池走向和容量，确保受污染雨水不外溢。

③在指定区域暂存的污染土壤，应立即覆盖堆土表面，并在所有堆场周围设置导排沟和集水池。

④根据污染土壤开挖进展，及时设置临时性排水沟，将雨水汇集至集水池。

⑤所有收集的污染雨水均转移至废水收集处进行统一管理。

### (2) 机具设备清洗

所有由污染区域进入非污染区域的设备、机具均需清洗，包括挖掘机、运输车辆和个人防护设备。对大型机械清洗，在地面设置清洗池和沉淀池，设备停留在清洗平台上，冲洗的水流入清洗沉淀池内，池内的水作为冲洗水重复使用，沉淀底泥则进行收集处置。

### (3) 地块内短驳运输控制措施

①做好车辆安全检查，确保车况性能良好，运输车辆做到专车专用。

②严禁超载、超速、疲劳驾驶、酒后驾车，驾驶员、装卸员及有关业务管理人员，必须掌握危险货物运输的相关知识。

③做好运输过程污染土壤的“防扬散、防流失和防雨淋”措施，装满清挖土壤的车辆应加覆盖物，发生大量污染土壤洒落时，应立即清理污染土壤；如有必要应对该地点进行取样检测，确保污染土壤清理干净。

## 3.6 修复实施情况

### 3.6.1 修复工程基本情况

**项目名称：**芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤修复工程；

**项目地点：**芜湖市弋江区原芜湖新兴铸管弋江老厂区内；

**地块面积：**170.65 亩（113764 m<sup>2</sup>）；

**目标污染物：**铅、砷、铊、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒹、二苯并[a,h]蒽；

**修复规模：**21744.95 m<sup>3</sup>（重金属修复方量 17783.08 m<sup>3</sup>，重金属有机复合修复方量 748.92 m<sup>3</sup>，有机修复方量 3212.95 m<sup>3</sup>）。

#### 一、清挖工程量

实际完成 12#地块污染土壤总清挖量为 21486.79 m<sup>3</sup>。

## 二、修复工程量

根据《修复技术方案》，基坑 J 超标因子为砷，修复面积为 1666.69 m<sup>2</sup>，修复深度为 0-8.5 m，设计开挖土方量为 14166.87 m<sup>3</sup>。根据施工实际开挖情况，当开挖深度达到 6.0 m 时，部分位置出现基岩，经建设单位（芜湖新兴铸管有限责任公司）、修复单位（江苏大地益源环境修复有限公司）、工程监理（广东鼎建工程咨询监理有限公司）和环境监理（安徽裕昌环境监理咨询有限公司）等多方论证后，未对基岩进一步开挖，未对基岩进一步开挖，最终没有基岩的区域，土壤开挖深度为 8.5 m，有基岩的区域，土壤开挖深度为 6.0 m，实际土壤修复方量为 12841.13 m<sup>3</sup>。

最终完成 12#地块土壤总修复实方量为 21486.79 m<sup>3</sup>，其中包括：

- (1) 完成化学氧化土壤 3239.33 m<sup>3</sup>；
- (2) 完成淋洗修复土壤 2125.42 m<sup>3</sup>；
- (3) 完成水泥窑协同处置土壤 14092.40 m<sup>3</sup>；
- (4) 完成建筑渣石冲洗 2029.64 m<sup>3</sup>。

**工程修复模式：**原地异位修复、异地处置；

**修复技术：**异位淋洗、异位水泥窑协同处置、异位化学氧化处置；

**质量要求：**达到修复技术方案规定的验收标准，验收合格，满足《中华人民共和国土壤污染防治法》、《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）、《建设用地土壤修复技术导则》（HJ25.4-2019）、《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）等国家现行法律法规、部门规章、技术标准对土壤污染修复的相关要求，达到污染地块修复目标，通过地块土壤污染修复效果评估，取得安徽省生态环境主管部门的效果评估函复文件并移出安徽省建设用地土壤污染风险管控和修复名录。

**工程工期：**98 个日历天；

**开工日期：**2022 年 2 月 22 日；

结束日期：2022 年 5 月 31 日；

业主单位：芜湖新兴铸管有限责任公司；

场地调查评估单位：南京大学环境规划设计研究院集团股份公司；

修复单位：江苏大地益源环境修复有限公司；

环境监理：安徽裕昌环境监理咨询有限公司；

工程监理：广东鼎建工程咨询监理有限公司；

效果评估：南京大学环境规划设计研究院集团股份公司。

### 3.6.2 修复施工时间节点

芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤修复工程于 2022 年 2 月 22 日开工，至 2022 年 5 月 31 日完工，历时 98 个日历天。

表 3.6-2 修复施工时间节点表

序号	类别	时间	工作内容
1	申请开工	2022 年 2 月 22 日	下发开工令
2	设施建设、设备安装	2022 年 2 月 16 日—2022 年 3 月 18 日	外运土壤危废鉴定
		2022 年 2 月 16 日—2022 年 3 月 3 日	附属设施建设（临建、大棚等）
		2022 年 3 月 10 日—2022 年 4 月 3 日	淋洗设备安装
3	基坑清挖及检测	2022 年 3 月 4 日-2022 年 5 月 6 日	污染土壤开挖
		2022 年 4 月 6 日-2022 年 5 月 18 日	清挖后基坑自检（全部）
		2022 年 4 月 16 日-2022 年 4 月 29 日	清挖后基坑效果评估（C）
		2022 年 4 月 30 日-2022 年 5 月 12 日	清挖后基坑效果评估（ABKIMN）
		2022 年 5 月 6 日	基坑扩挖（C）
		2022 年 5 月 9 日-2022 年 5 月 17 日	清挖后基坑效果评估（J,C 二次采样）
		2022 年 5 月 14 日	基坑扩挖（BI）
4	异位淋洗土壤修复及检测	2022 年 4 月 19 日-2022 年 4 月 30 日	土壤淋洗施工（J）
		2022 年 5 月 1 日-2022 年 5 月 11 日	土壤淋洗施工（ABEGKMN）
		2022 年 5 月 3 日-2022 年 5 月 12 日	淋洗土壤自检
		2022 年 5 月 9 日-2022 年 5 月 17 日	淋洗土壤修复效果评估（J）
		2022 年 5 月 15 日-2022 年 5 月 24 日	淋洗土壤修复效果评估（ABEGKMN）

5	异位化学氧化土壤修复及检测	2022年3月7日-2022年4月9日	土壤氧化施工（12#C、12#I）
		2022年5月1日-2022年5月6日	土壤氧化施工（12#D、12#H）
		2022年4月11日-2022年4月29日	氧化土壤自检（12#C、12#I）
		2022年5月6日-2022年5月12日	氧化土壤自检（12#D、12#H）
		2022年4月30日-2022年5月5日	氧化土壤修复效果评估（12#C、12#I）
		2022年5月15日-2022年5月24日	氧化土壤修复效果评估（12#D、12#H）
		2022年5月7日-2022年5月8日	土壤氧化二次施工（12#C、12#I）
		2022年5月18日-2022年5月20日	土壤氧化二次施工（12#D、12#H）
		2022年5月15日-2022年5月24日	氧化土壤修复效果评估（12#C、12#I）
		2022年5月25日-2022年5月31日	氧化土壤修复效果评估（12#D、12#H）
6	水泥窑协同处置污染土壤外运及检测	2022年4月15日-2022年5月17日	土壤外运至水泥窑协同处置
		2022年5月17日-2022年5月19日	水泥熟料自检（珍昊）
		2022年6月2日-2022年6月5日	水泥熟料自检（海创）
		2022年5月27日-2022年6月2日	水泥试块自检（珍昊、海创）
		2022年4月-2022年5月	水泥熟料效果评估（珍昊、海创） 水泥试块效果评估（珍昊、海创）
7	建筑垃圾冲洗及检测	2022年5月25日-2022年5月31日	建筑垃圾冲洗效果评估检测
8	二次污染效果评估	2022年6月1日-2022年6月27日	潜在二次污染区域采样

### 3.6.3 修复工程内容和规模

本项目修复工程实际修复完成工作量如下：

（1）修复方案中污染土壤设计方量 21744.96 m<sup>3</sup>，完成清挖土壤污染区域的污染土壤（含建筑渣石）21486.79 m<sup>3</sup>。

（2）针对实际清挖污染土壤方量小于修复方案中污染土壤设计方量，主要原因为：修复方案中 12#J 基坑污染土壤设计方量 14166.87 m<sup>3</sup>，设计开挖深度为 8.5 m。实际施工过程中，当开挖深度达到 6.0 m 时，部分位置出现基岩，基

岩较硬，经委托单位（芜湖新兴铸管有限责任公司）、修复单位（江苏大地益源环境修复有限公司）、工程监理（广东鼎建工程咨询监理有限公司）和环境监理（安徽裕昌环境监理咨询有限公司）多方论证后，未对基岩进一步开挖，最终没有基岩的区域，土壤开挖深度为 8.5 m，有基岩的区域，土壤开挖深度为 6.0 m，实际土壤修复方量为 12841.13 m<sup>3</sup>。



图 3.6-1 12#J 基坑现场照片

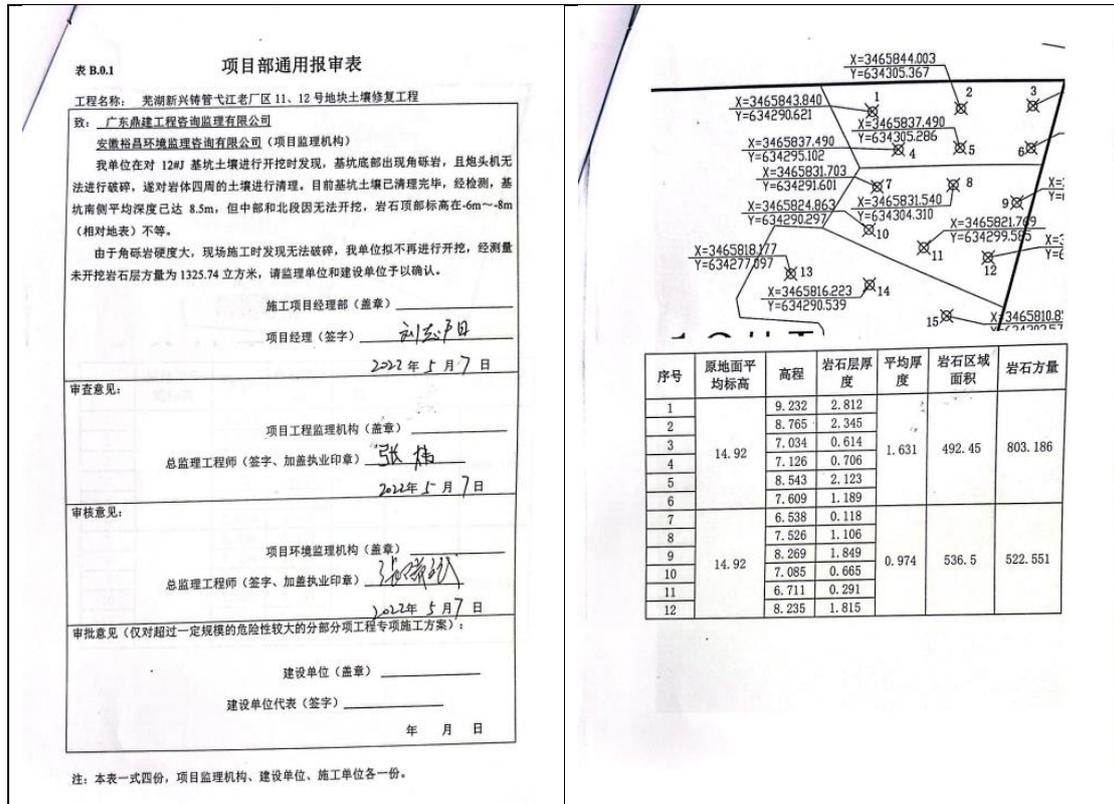


图 3.6-2 12#J 基坑开挖现场开挖情况

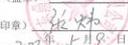
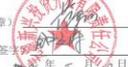
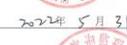
<p><b>表 B.0.1 项目部通用报审表</b></p> <p>工程名称: 芜湖新兴铸管弋江老厂区 11、12 号地块土壤修复工程</p> <p>致: 芜湖新兴铸管有限责任公司 (建设单位)                  广东鼎建工程咨询有限公司 (项目工程监理机构)                  安徽裕昌环境监理咨询有限公司 (项目环境监理机构)</p> <p>我单位在对 12#J 基坑土壤进行开挖时发现, 基坑底部出现角砾岩, 且炮头机无法进行破碎, 遂对岩体四周的土壤进行清理。目前基坑土壤已清理完毕, 经检测, 基坑南侧平均深度已达 8.5m, 但中部和北段因无法开挖, 岩石顶部标高在 -6m~-8m (相对地表) 不等。</p> <p>由于角砾岩硬度大, 现场施工时发现无法破碎, 我单位拟不再进行开挖, 经测量未开挖岩石层方量为 1325.74 立方米, 请监理单位 and 建设单位予以确认。</p> <p>施工项目经理部 (盖章)                   项目经理 (签字)                   2022 年 5 月 7 日</p> <p>审查意见:</p> <p>项目工程监理机构 (盖章)                   总监理工程师 (签字、加盖执业印章)                   2022 年 5 月 9 日</p> <p>审核意见:</p> <p>项目环境监理机构 (盖章)                   总监理工程师 (签字、加盖执业印章) </p> <p>审批意见 (仅对超过一定规模的危险性较大的分部分项工程专项施工方案):</p> <p>建设单位 (盖章)                   建设单位代表 (签字)                   2022 年 5 月 10 日</p> <p>注: 本表一式四份, 项目监理机构、建设单位、施工单位各一份。</p>	<p><b>表 B.0.1 项目部通用报审表</b></p> <p>工程名称: 芜湖新兴铸管弋江老厂区 11、12 号地块土壤修复工程</p> <p>致: 芜湖新兴铸管有限责任公司 (建设单位)                  广东鼎建工程咨询有限公司 (项目工程监理机构)                  安徽裕昌环境监理咨询有限公司 (项目环境监理机构)</p> <p>我单位已完成 12#J 基坑的土壤回填工作, 该基坑由丁底部为角砾岩无法开挖, 实际开挖污染土壤方量为 12841.13 立方米, 且本基坑原始高程高出周边约 1~2m, 为保证场地平整, 因此未回填至原始标高, 经测量实际回填土壤方量为 9999.94 立方米, 请监理单位 and 建设单位予以确认。</p> <p>施工项目经理部 (盖章)                   项目经理 (签字)                   2022 年 5 月 31 日</p> <p>审查意见:</p> <p>项目工程监理机构 (盖章)                   总监理工程师 (签字、加盖执业印章)                   2022 年 6 月 3 日</p> <p>审核意见:</p> <p>项目环境监理机构 (盖章)                   总监理工程师 (签字、加盖执业印章) </p> <p>审批意见 (仅对超过一定规模的危险性较大的分部分项工程专项施工方案):</p> <p>建设单位 (盖章)                   建设单位代表 (签字)                   2022 年 5 月 31 日</p> <p>注: 本表一式四份, 项目监理机构、建设单位、施工单位各一份。</p>
--	--

图 3.6-3 多方论证 12#J 基坑开挖深度变更资料文件

(3) 完成化学氧化土壤 3239.33 m<sup>3</sup> (不含渣石), 完成淋洗修复土壤 2125.42 m<sup>3</sup> (不含渣石), 完成水泥窑协同处置土壤 14092.40 m<sup>3</sup> (不含渣石), 完成冲洗渣石 2029.64 m<sup>3</sup> (清挖土壤中筛出的渣石)。

表 3.6-3 12#地块基坑开挖回填实施情况一览表

序号	基坑编号	基坑面积 m <sup>2</sup>	修复深度 m	设计开挖 土方量 m <sup>3</sup>	实际开挖 量 m <sup>3</sup>	第一次开挖		一次扩挖		回填完成 时间
						开挖时间	土方量 m <sup>3</sup>	开挖时间	土方量 m <sup>3</sup>	
1	12#A	193.54	1	193.54	403.53	4.1	403.53	-	0	5.27
2	12#B	213.52	1	213.52	373.52	4.1	251.52	5.14	122	5.28
3	12#C	181.82	1	181.82	300.91	3.4	286.91	5.6	14	5.27
4	12#D	209.02	4	836.06	837.95	5.1	837.95	-	0	5.27
5	12#E	196.57	4	786.29	808.11	5.5-5.6	808.11	-	0	5.28
6	12#F	187.23	4	748.92	786.36	4.24-4.26	786.36	-	0	5.27
7	12#G	218.32	2.5	545.8	550.17	4.28	550.17	-	0	5.29
8	12#H	229.15	4	916.61	967.02	5.5	967.02	-	0	5.29
9	12#I	511.38	2.5	1278.46	1488.33	4.6-4.8	1339.83	5.14	148.5	5.31
10	12#J	1666.69	8.5	14166.87	12841.13	4.1-5.5	12841.13	-	0	5.31
11	12#K	199.64	1	199.64	292.47	4.1	292.47	-	0	5.29
12	12#M	197.1	5.5	1084.05	1115.98	4.11-4.12	1115.98	-	0	5.3
13	12#N	237.35	2.5	593.38	721.31	4.12-4.15	721.31	-	0	5.28
合计	-	<b>4441.33</b>	-	<b>21744.96</b>	<b>21486.79</b>	-	<b>21202.29</b>	-	<b>284.5</b>	-

表 3.6-4 12#地块污染土修复处置实施情况一览表

序号	基坑编号	实际开挖土方量 m <sup>3</sup>	化学氧化			淋洗修复		水泥窑协同处置		筛分石块	
			土方量 m <sup>3</sup>	一次氧化 完成时间	二次氧化 完成时间	土方量 m <sup>3</sup>	淋洗完成 时间	土方量 m <sup>3</sup>	运送完成 时间	石块方量 m <sup>3</sup>	冲洗完成 时间
1	12#A	403.53	-	-	-	207.53	5.2	-	-	196	5.12
2	12#B	373.52	-	-	-	166.15	5.4	122	-	85.37	
3	12#C	300.91	261.51	3.7	5.8	-	-	-	-	25.4	
4	12#D	837.95	784.33	5.3	5.19	-	-	-	-	53.62	
5	12#E	808.11	-	-	-	105.54	5.11	526.31	4.15-5.17	176.26	
6	12#F	786.36	-	-	-	-	-	710.15		76.21	
7	12#G	550.17	-	-	-	111.25	5.1	299.29		139.63	
8	12#H	967.02	923.5	5.6	5.2	-	-	-	-	43.52	
9	12#I	1488.33	1269.99	4.9	5.8	-	-	162.5	-	69.84	
10	12#J	12841.13	-	-	-	1236.5	4.3	10870.49	4.15-5.17	734.14	
11	12#K	292.47	-	-	-	82.35	5.4	92.83		117.29	
12	12#M	1115.98	-	-	-	105.6	5.5	853.56		156.82	
13	12#N	721.31	-	-	-	110.5	5.9	455.27		155.54	
合计	-	<b>21486.79</b>	<b>3239.33</b>	-	-	<b>2125.42</b>	-	<b>14092.4</b>	-	<b>2029.64</b>	

### 3.6.4 修复施工前期准备

#### 3.5.4.1 文件资料准备及报审情况

##### (1) 施工组织设计与专项方案报审情况

2022年3月，修复施工单位完成了《施工组织设计》编制与备案，并完成工程相关的施工专项方案，包括污染土壤转运方案、环境监测方案、安全文明施工应急预案、触电事故应急预案、土壤回填专项方案等，并报监理单位审批。

##### (2) 污染土壤危险特性鉴别情况

芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块共计 13 个基坑，其中 12#A、12#B、12#K 等 3 个区的污染土壤采用土壤淋洗修复技术处理，12#C、12#D、12#H、12#I 等个区的污染土壤采用化学氧化技术处理。土壤淋洗和化学氧化等均在原地异位处置，污染土无需外运。12#E 区、12#F 区、12#G 区、12#J 区、12#M 区、12#N 等 6 个区的污染土壤采用水泥窑协同处置技术处理，污染土需外运至水泥窑。

按照环保管理要求，外运污染土需开展危废鉴定，故修复施工单位委托具有资质单位对需外运土壤进行危险特性鉴别工作。2022年1月22日，《芜湖新兴铸管弋江老厂区 11#地块、12#地块污染土壤危险特性鉴别方案》通过专家评审，2022年3月16日，《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块污染土壤危险特性鉴别报告》通过了专家评审，危废鉴定结果为 12#地块 12#E 区、12#F 区、12#G 区、12#J 区、12#M 区、12#N 区的污染土壤均不具有易燃性、反应性、急性毒性、腐蚀性危险特性、浸出毒性危害特性、毒性物质含量危险特性，因此芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块 12#E 区、12#F 区、12#G 区、12#J 区、12#M 区、12#N 区的污染土壤均不属于危险废物，均属于一般固体废物。

## 《芜湖新兴铸管弋江老厂区11#地块、12#地块污染土壤 危险特性鉴别方案》专家咨询意见

2022年1月22日，由委托单位（芜湖新兴投资开发有限责任公司）、检测单位和危险特性鉴别方案编制单位（江苏康达检测技术股份有限公司）的代表及三位专家（名单附后）组成评审小组，审阅了由江苏康达检测技术股份有限公司编制的《芜湖新兴铸管弋江老厂区 11#地块、12#地块污染土壤危险特性鉴别方案》（以下简称“方案”）等相关资料，提出意见如下：

一、方案内容全面，编制较规范，基本符合《危险废物鉴别技术规范》（HJ 298-2019）、《固体废物鉴别标准通则》（GB34330-2017）及《危险废物鉴别标准》（GB5085.7-2019）等文件的相关要求，确定的危废鉴别初筛结果基本合理，经适当完善后可以作为芜湖新兴铸管弋江老厂区 11#地块、12#地块污染土壤进行危废鉴别的技术依据。

### 二、建议

建议根据场调报告按照超标污染因子类型对污染土壤进行分类采样鉴别，按照危废鉴别规范要求采样。

2022年1月22日

### 评审专家名单

姓名	单位	职称	签字
贺启环	南京理工大学	教授	贺启环
陈晓娟	苏州市环保联合会	高级工程师	陈晓娟
侯书华	苏州市环科学会	高级工程师	侯书华

图 3.6-4 项目地块土壤危险特性鉴别方案专家意见

## 《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块污染土壤危险特性鉴别报告》

### 专家咨询意见

2022年3月16日，由委托单位（芜湖新兴投资开发有限责任公司）、检测单位和危险特性鉴别报告编制单位（江苏康达检测技术股份有限公司）的代表及三位专家（名单附后）组成评审小组，审阅了由江苏康达检测技术股份有限公司编制的《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块污染土壤危险特性鉴别报告》（以下简称“报告”）等相关资料，提出意见如下：

一、该报告符合危废鉴别相关技术规范、标准要求，鉴别结果表明：芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地 E 区（1.0-4.0m）、F 区（0-4.0m）、G 区（1.0-2.5m）、J 区（1.0-8.5m）、M 区（1.0-5.5m）、N 区（1.0-2.5m）的块污染土壤腐蚀性、浸出毒性、毒性物质含量等指标均未达到鉴别标准限值，因此判定芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地 E 区（1.0-4.0m）、F 区（0-4.0m）、G 区（1.0-2.5m）、J 区（1.0-8.5m）、M 区（1.0-5.5m）、N 区（1.0-2.5m）的块污染土壤均不属于危险废物。经技术审核，鉴别报告结论可信。此类污染土壤后续送去水泥窑协同处置。

二、建议：开挖过程中若发现异常土壤应上报并按照应急处置方案开展工作。

2022年3月16日

#### 评审专家名单

姓名	单位	职称	签字
夏冰	安徽省生态环境科学研究院	高级工程师	夏冰
陈晓娟	苏州市环保联合会	高级工程师	陈晓娟
侯书华	苏州市环科学会	高级工程师	侯书华

图 3.6-5 项目地块土壤危险特性鉴别报告专家咨询意见

### 3.6.4.2 施工准备情况

#### (1) 项目组织机构

根据本项目的特点，结合以往工程管理经验，合理设置了安全环保、技术质量、监控测量、综合、设备物资等管理岗位，择优配置管理人员，确保对本工程的每个单项工程、每个专业都能进行高效的、到位的管理，真正做到了事无巨细，均有人管理。委派具有丰富类似工程管理经验的同事任项目经理，同时组织一个理论及实践经验丰富、业务能力强、高效、精干的项目部，对本工程全面实行项目法管理。

单位名称	江苏大地益源环境修复有限公司						
姓名	刘志阳	杨超	曾跃春	陈奇	邓越	柳听会	赵飞
职务	项目经理	施工经理	技术负责人	技术主管	采购主管	安全主管	施工组长
联系电话	13801596967	19941986636	15951983673	17626040542	18913934895	13365556335	18833030553

图 3.6-6 项目部管理人员

#### (2) 安全教育培训

根据本项目的工程数量、特点等情况，抽调对该工程具有丰富施工经验的专业人员承担本项目工程的施工，作业人员均持证上岗。现场作业人员在施工前已接受过具体操作岗位的培训，并接受现场管理人员的调配和指挥，履行其操作岗位的具体工作。现场作业人员主要包括现场工人、淋洗及水处理系统运行人员、污染土壤转运人员、土方开挖作业人员、土壤筛分作业人员、设备维修人员和水电工等。

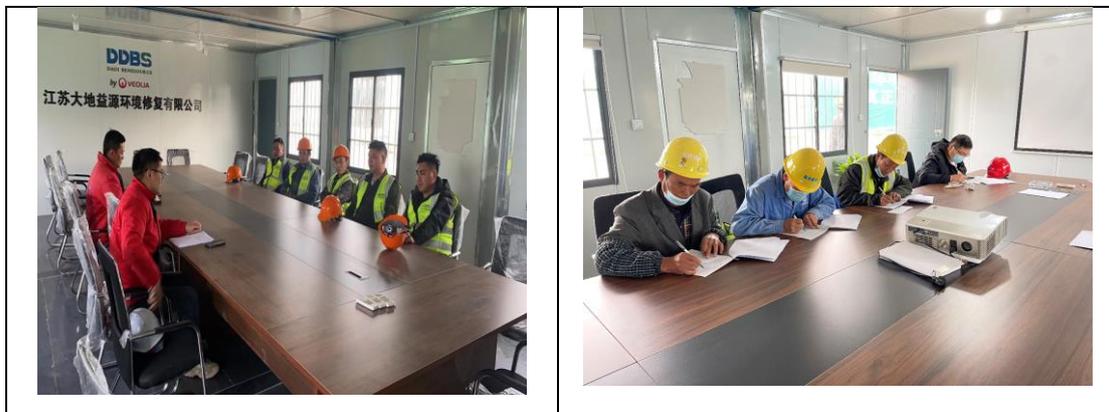


图 3.6-7 安全教育培训及考核

### (3) 场地清表

项目部入驻现场后，进行了场地清表施工，主要清除对象为地表的建筑垃圾及大块碎石，以及树木与杂草等。

清表施工工艺流程如下：现场勘查→放线定位→清除地表废弃物→清除地面障碍物→场地平整。

#### 3.6.4.3 修复工程临时设施建设

##### (1) 临时围挡

本工程施工区域四周原有围挡保存完好，不再新建围挡，局部区域破损的围挡采用彩钢板进行修补和加强。



图 3.6-8 对破损围墙进行修补和加固

##### (2) 临时水电接入

项目用电采用场地西侧原有的供电系统，从总配电柜分别通往施工区域设置二级配电箱，用于施工使用。现场主供电网采用架空电缆线路，建筑物室内和现场接驳用电采用橡皮绝缘电缆。采用分路控制、分别管理、三级控制二级保护的原则布置。从工地总配电点接出的线路采用三相五线制 TN-S 系统，采用三相五线制橡胶绝缘电缆，尽量沿围墙架空布置，当穿过施工场地时，通过地下保护管。



图 3.6-9 场地西侧配电房

从场地南侧接入临时用水，并采用提升泵加压至场地内，由供水支管输送至各施工单元用水点，用于生产生活。



图 3.6-10 临水接入点

### (3) 道路

由于现场遗留的水泥混凝土道路宽度和完整度满足本项目施工需求，因此沿用原有道路，土壤短驳运输道路视清挖路线临时修建。



图 3.6-11 场地原有道路



图 3.6-12 场内临时便道修筑

#### (4) 办公生活区

本工程在工地大门北侧就地设置办公室、食堂、工人宿舍等临时设施，以便现场管理，主要建筑材料为彩钢瓦和钢骨架。工地大门入口设置九牌一图及安全文明施工宣传栏。



图 3.6-13 办公生活区

### (5) 危废及药剂库

危废暂存间用于临时储存项目进行过程中产生的废弃药剂包装袋、水处理产生的污泥及废弃活性炭等危废。危废暂存间离现场办公、作业人员较远的位置，占地面积约 60 m<sup>2</sup>，高 3.0 m，底部采用防渗混凝土硬化，上铺 2 mm 厚 HDPE 膜，仓库外部按照规范张贴警示标识。



图 3.6-14 危废仓库外部图

药剂仓库位于场地道路尽头，占地面积约 30 m<sup>2</sup>，用于存放化学氧化处理药剂以及水处理药剂，仓库内配备灭火剂及药剂进出台账资料，并在仓库大门上粘贴安全警示标语。



图 3.6-15 药剂仓库内部图

#### (6) 洗车台

驶出施工现场的施工机械、运输车辆等必须经过洗车台彻底冲洗车身和轮胎方可上路，保证对场区外部道路不造成二次污染。洗车废水在沉淀池经过重力沉降后泥水分离，废水进入现场水处理系统一并处理。



图 3.6-16 洗车台

#### (7) 废水及废气处理系统

本场地需要进行处理的废水主要分为：基坑渗水、冲洗废水、截流池收集废水和现场其他废水。废水处理达标后排放至市政污水管网。废水处理为淋洗

设备为配套设备。现场架设一座污水池，收集场地内的污水，水处理设备采用 PLC 控制系统实现自动加药。水处理设备占地约 30 m<sup>2</sup>，包括：加药及沉淀池，活性炭过滤器、石英砂过滤器、清水池及污泥压滤机。



图 3.6-17 废水处理设备

#### (8) 密闭大棚

本项目设置 1 个密闭大棚用于污染土壤的预处理和化学氧化施工。该密闭大棚的尺寸 60×30 m，占地面积 1800 m<sup>2</sup>。



图 3.6-18 密闭大棚

### (9) 异位淋洗（水处理）设备

本项目采用的淋洗设备产能为 20 t/h，利用三级筛分原理进行分级洗脱，并配套废水处理设备。主要原理为：利用循环水泵向投入土壤洗涤器中的土壤添加淋洗液进行混合冲洗，冲洗产生的泥水混合物落入两级振动预处理筛进行筛分冲洗分级处理。泥水混合物在预处理筛被筛分为三种大小粒径，分别为粒径 $>2\text{ mm}$  的干净石块，粒径介于  $0.1\sim 2\text{ mm}$  之间的砂石以及粒径小于  $0.1\text{ mm}$  的砂粒混合物。



图 3.6-19 淋洗及水处理设备

## 3.6.5 土壤污染修复实施

### 3.6.5.1 工程开工令

进场后施工单位按照监理要求，提交相关报审资料。具备施工条件后，项目部提交开工资料报审，经监理方和业主方审核确认，于 2022 年 2 月 22 日正式动工。

<p><b>表 B.0.2 工程开工报审表</b></p> <p>工程名称：芜湖新兴铸管弋江老厂区 11、12 号地块土壤修复工程 编号：</p> <p>致：芜湖新兴投资开发有限责任公司。（建设单位）</p> <p>广东鼎建工程咨询有限公司。（项目监理机构）</p> <p>我方承担的芜湖新兴铸管弋江老厂区 11、12 号地块土壤修复工程，已完成相关准备工作，具备开工条件，申请于 2022 年 2 月 22 日开工，请予以审批。</p> <p>施工单位（盖章） 项目经理（签字）</p> <p>审核意见： 经审核， 本项目已具备施工合同约定的开工条件， 同意你方开始施工，开工日期 定为 2022 年 2 月 22 日</p> <p>审批意见：</p> <p>建设单位（盖章） 建设单位代表（签字）</p> <p>注：本表一式三份，项目监理机构、建设单位、施工单位各一份。</p>	<p><b>工程开工令</b></p> <p>工程名称：芜湖新兴铸管弋江老厂区 11、12 号地块土壤修复工程</p> <p>致：江苏大地益源环境修复有限公司。（施工单位）</p> <p>经审查，本工程已具备施工合同约定的开工条件，经建设单位批准，现同意你方开始施工，开工日期为 2022 年 2 月 22 日。</p> <p>附件：工程开工报审表</p> <p>工程监理单位（盖章） 总监工程师（签字）</p> <p>注：本表一式三份，项目监理机构、建设单位、施工单位各一份。</p>
---	---

图 3.6-20 开工报审表及开工令

### 3.6.5.2 修复区域测量定位

修复单位根据前期设置的基准点及修复方案确定的修复区域拐点坐标，采用 ATK 测量仪对修复区域边界点位进行测量放线，测量过程监理单位全程进行旁站，放线完毕后经工程监理单位核实确定。



图 3.6-21 RTK 定点放线



图 3.6-22 监理旁站记录及报审资料

### 3.6.5.3 深基坑支护施工情况

根据芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块污染土修复项目基坑支护工程专项施工方案，基坑开挖及支护超过 5 m，属于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程，基坑支护是保障施工安全和质量的前提。本地块 12#J 区域污染土修复深度约为 8.5 m。12#J 区域污染放坡土钉墙支护结构，基底设置坑内集水井，井深超过基坑底部 1 m，降水深度超过基底 1 m，保持基底干燥，坡顶设置 300×300 排水沟。其中放坡土钉墙设计：放坡比例 1：1.0、1：0.5，钢筋网 200×200，锚杆间距 1.5 m，喷射 C20 细石砼厚 80 mm。



图 3.6-23 深基坑土方开挖和防护

### 3.6.5.4 污染土壤清挖运输

#### (1) 定位放线

根据施工组织设计中确定的污染区域拐点坐标进行定位放线，并及时施洒灰线，基坑开挖期间，工程监理和环境监理进行现场旁站。

本项目污染土壤修复区域拐点均采用 GPS-RTK 仪器定位，定位后做好醒目标记。放点过程监理旁站监督。在完成修复区域的定位放线后，监理单位对点位进行复核。修复施工单位向监理方递交了工程控制点放样相关资料并获得了监理方的批准。

#### (2) 土方开挖

根据施工组织设计方案，污染土壤分层开挖，共计分为 0~2 m、2~4 m、4~6 m、6~8 m 和 8~8.5 m 五层。每一层污染土壤开挖过程随时测量标高，保证开挖到位。12#地块分为 13 个污染地块，每个地块开挖到设计范围后，施工单位对基坑侧壁和底部进行自检，自检合格后报审监理，修复效果评估单位对开挖完成的基坑进行效果评估。

开挖过程随时观察基坑边坡稳定情况，同时注意控制扬尘和噪声，减少对环境造成的二次污染。开挖过程定期测量开挖深度，保证每一层污染土壤清挖彻底，开挖完成后基坑边界做好标记。



图 3.6-24 基坑土方开挖

#### (3) 污染土壤场地内转运

1) 根据挖土顺序和工期要求，配备 2 辆 20T 自卸汽车与挖机配合，跟踪挖机位置实行机动挖土和运输。

- 2) 土壤装车后，由区长给每辆车发放标牌，记录本次车辆装载的土壤来源（区块编号），随后由专门的指挥人员按照计划路线行驶。
- 3) 污染土壤根据污染类型分别运输至密闭大棚指定的处置区进行卸车。

芜湖新兴铸管弋江老厂区11、12#地块土壤修复工程 土壤清挖及运输记录表			
清挖位置	12#A-B-K5 基坑	清挖面积 (m <sup>2</sup> )	193.58 / 213.52 / 199.84
清挖深度 (m)	1m	设计开挖方量 (m <sup>3</sup> )	193.58 / 213.52 / 199.84
污染类型	重金属、砷、铅		
土质类型及外观描述	土质类型: <input type="checkbox"/> 粉土 <input checked="" type="checkbox"/> 粘土 <input type="checkbox"/> 淤泥质土 <input type="checkbox"/> 沙土 <input type="checkbox"/> 其他 外观描述: <input type="checkbox"/> 干 <input checked="" type="checkbox"/> 较干 <input type="checkbox"/> 湿 <input type="checkbox"/> 较湿		
清挖起止时间	2022年4月10日—2022年4月12日		
清挖车数	清挖方量	开挖时间	运抵区域
共 60 车 (24 辆)	2000 / 2200 / 2000 (401.53) (281.52) (292.47)	7:00—19:30	土壤暂存区
基坑清挖班组长:	技术员:		
签字: 3x 日期: 4.10	确认无误		签字: 陈奇 日期: 4.10

图 3.6-25 土方清挖及运输记录示意

### 3.6.5.5 土方筛分和预处理

本项目采用专业土壤筛分设备（ALLU 破碎筛分斗）对污染土壤进行筛分，将尺寸超过 50 mm 的石块、杂物和建筑垃圾等筛出并进行破碎，以保证后续修复处理的效果。针对湿度较大的土壤，向土壤中加入高效发热剂进行混拌，以降低土壤含水率，保证土壤进料要求（淋洗、水泥窑）。

对于污染土壤清理过程中可能存在的建筑垃圾，筛分后集中收集，并清洗，堆放晾干后暂存待处置。建筑垃圾清洗废水临时收集后回用于土壤养护过程或淋洗制浆过程。

芜湖新兴铸管弋江老厂区 11、12#地块土壤修复工程 土壤预处理记录表				
日期	4.10	天气	晴	气温 16-33℃
污染类型	重金属污染土壤			
来源	12#丁、12#A、B、K			
预处理时间	7:00am - 2:00pm			
土壤方量/处置方式	520m <sup>3</sup> ALL筛分			
处理后去向	12#新暂存区			
备注	无			
施工负责人签字	[Signature]			
现场监理工程师签字	[Signature]			

芜湖新兴铸管弋江老厂区 11、12#地块土壤修复工程 土壤预处理记录表				
日期	4.11	天气	晴	气温 16-32℃
污染类型	重金属污染土壤			
来源	12#丁、12#A、B、K			
预处理时间	7:00am - 2:30pm			
土壤方量/处置方式	680m <sup>3</sup> ALL筛分			
处理后去向	12#新暂存区			
备注	无			
施工负责人签字	[Signature]			
现场监理工程师签字	[Signature]			

图 3.6-26 土壤筛分记录示意

### 3.6.5.6 污染土壤异位淋洗施工情况

异位淋洗设备运行对运行班组有较高的技术要求，运行前由项目技术负责人、电气设备工程师、专职安全员对运行班组做安全技术交底，要求运行人员掌握设备原理、电路控制系统操作细节、安全操作规程等事项，运行人员熟练掌握运行技能后方可运行设备。运行过程要求运行人员做好设备巡检及运行记录，发现问题及时上报项目部进行处理。

淋洗处置后的土壤定期清理至淋洗土壤暂存区待检。暂存区下方铺设 HDPE 膜阻隔，四周围挡封闭，出料土壤根据淋洗处置批次分区堆存后及时苫盖。

芜湖新兴铸管弋江老厂区 11、12#地块土壤修复工程 土壤异位淋洗记录表						
编号: LX-25						
日期	4.18	处理位置	12#丁			
污染类型	3#					
主要类型和表观描述	土壤类型: <input checked="" type="checkbox"/> 粉土 <input checked="" type="checkbox"/> 粘土 <input type="checkbox"/> 砂土 <input type="checkbox"/> 其他 表观描述: <input checked="" type="checkbox"/> 干 <input type="checkbox"/> 较干 <input type="checkbox"/> 较湿					
土壤方量/处置方式	106.5m <sup>3</sup> 三级淋洗					
	时间	处置方量 (m <sup>3</sup> )	补充水量 (m <sup>3</sup> )	草酸添加量 (kg)	PAM添加量 (kg)	
处置时段	0:00-2:00	-	-	-	-	
	2:00-4:00	-	-	-	-	
	4:00-6:00	-	-	-	-	
	6:00-8:00	23	5	48	0.14	2.0
	8:00-10:00	17	0	0	0.03	1.5
	10:00-12:00	22	0	0	0.04	2.0
	14:00-16:00	19	0	0	0.03	1.5
	16:00-18:00	25	0	0	0.05	2.5
	18:00-20:00	-	-	-	-	-
	20:00-22:00	-	-	-	-	-
22:00-24:00	-	-	-	-	-	
备注	无					
施工班组长	雷仁祥					
施工负责人签字	赵子					
现场监理工程师签字	王浩 周敏					

芜湖新兴铸管弋江老厂区 11、12#地块土壤修复工程 土壤异位淋洗记录表						
编号: LX-26						
日期	4.27	处理位置	12#丁			
污染类型	3#					
主要类型和表观描述	土壤类型: <input checked="" type="checkbox"/> 粉土 <input checked="" type="checkbox"/> 粘土 <input type="checkbox"/> 砂土 <input type="checkbox"/> 其他 表观描述: <input checked="" type="checkbox"/> 干 <input type="checkbox"/> 较干 <input type="checkbox"/> 较湿					
土壤方量/处置方式	15.7m <sup>3</sup> 三级淋洗					
	时间	处置方量 (m <sup>3</sup> )	补充水量 (m <sup>3</sup> )	草酸添加量 (kg)	PAM添加量 (kg)	
处置时段	0:00-2:00	-	-	-	-	
	2:00-4:00	-	-	-	-	
	4:00-6:00	-	-	-	-	
	6:00-8:00	25.4	4	38.4	0.05	2.5
	8:00-10:00	20.2	0	0	0.04	2.0
	10:00-12:00	23	0	0	0.04	2.0
	14:00-16:00	21.1	0	0	0.04	2.0
	16:00-18:00	23	0	0	0.05	2.5
	18:00-20:00	-	-	-	-	-
	20:00-22:00	-	-	-	-	-
22:00-24:00	-	-	-	-	-	
备注	无					
施工班组长	雷仁祥					
施工负责人签字	赵子					
现场监理工程师签字	王浩 周敏					

图 3.6-27 淋洗台账记录示意

表 3.6-4 淋洗运行记录表

日期	处置方量/m <sup>3</sup>	补充水量/m <sup>3</sup>	草酸添加量/kg	PAM添加量/kg	PAC添加量/kg
4.19	95	4	38.4	0.16	8
4.2	102.5	4	38.4	0.18	9
4.21	105	5	48	0.19	9.5
4.22	115	4	38.4	0.22	11
4.23	96.2	4	38.4	0.17	8.5
4.24	107.5	4	38.4	0.19	9.5
4.25	108.6	4	38.4	0.2	10
4.26	98.7	5	48	0.17	8.5
4.27	112	4	38.4	0.21	10.5
4.28	106.5	5	48	0.19	9.5
4.29	115.7	4	38.4	0.22	11
4.3	73.8	4	38.4	0.14	6.5
5.1	85.5	4	38.4	0.15	7.5
5.2	122.03	4	38.4	0.22	11
5.3	126.7	5	48	0.23	11.5
5.4	121.8	4	38.4	0.23	11.5
5.5	105.6	4	38.4	0.19	9.5
5.8	107	4	38.4	0.19	9.5
5.9	105	4	38.4	0.18	9
5.1	76	4	38.4	0.13	6.5
5.11	39.29	4	38.4	0.08	4
总计	2125.42	88	844.8	3.84	191.5

### 3.6.5.7 污染土壤化学氧化施工情况

#### (1) 施工准备阶段

对污染区域的土壤进行定位放线后，分层、分区进行开挖。开挖后的污染土壤运输至密闭大棚内，等待筛分处置。

(2) 预处理：利用筛分设备对污染土壤进行筛分，挑选大石块，将粒径大于 50 mm 的土壤颗粒采用 ALLU 筛分机破碎，使其粒径小于 50 mm，并调节土壤的含水率在 20%左右。



图 3.6-28 筛分预处理

(3) 药剂配制：根据施工组织设计方案，确定过硫酸钠的投加比例为 1.8%，片碱投加比例为 0.6%。

此次氧化施工共分为四个批次：

1) 第一批次：对 12# C、12# I 有机污染土壤进行修复施工（3 月 7 日-4 月 9 日）。共计处置土壤方量 1531.5 m<sup>3</sup>，于 4 月 30 日进行第一次效果评估采样检测，检测结果不合格。

2) 第二批次：对 12# D、12# H 有机污染土壤进行修复施工（5 月 1 日-5 月 6 日）。共计处置土壤方量 1707.83 m<sup>3</sup>，于 5 月 15 日进行第一次效果评估采样检测，检测结果不合格。

3) 第三批次：对 12# C、12# I 有机污染土壤进行补充修复施工（5 月 7 日-5 月 8 日）。共计处置土壤方量 1531.5 m<sup>3</sup>，于 5 月 15 日进行第二次效果评估采样检测，检测结果合格。

2) 第四批次：对 12# D、12# H 有机污染土壤进行补充修复施工（5 月 18 日-5 月 20 日）。共计处置土壤方量 1707.83 m<sup>3</sup>，于 5 月 25 日进行第二次效果评估采样检测，检测结果合格。

表 3.6-5 氧化土壤处置记录表

日期	处置方量/m <sup>3</sup>	过硫酸钠/t	片碱/t
3.7	210	5.5	1.8
4.6	300	7.8	2.6
4.7	200	5	1.8
4.8	500	13.5	4.5
4.9	300	8	2.7
5.1	300	8	2.7
5.2	250	6.6	2
5.3	300	8	2
5.5	450	12	4
5.6	517.02	13.7	6.8
5.7	550	15	5
5.8	960.12	25.4	8.5
5.18	560	16.1	5.3
5.19	800	21.1	7
5.20	450	12	4
总计	6647.14	177.7	60.7



图 3.6-29 氧化药剂添加和铺洒

(4) 混合搅拌：将配制好的药剂添加至污染土壤中，使用 ALLU 修复设备将污染土壤与配制好的氧化药剂充分混合搅拌均匀。



图 3.6-30 土壤与药剂混拌

土壤养护及自检验收：

(1) 堆置养护：经过化学氧化处置的土壤，需要在暂存区域养护 7 天，以确保药剂与污染物有充分的反应时间，保证修复效果。此期间需要将土壤堆体使用防雨保温布进行妥善覆盖，起到保温防雨作用。



图 3.6-31 修复后的土壤转移至养护区覆盖

(2) 处置后土壤自检、验收：对养护时间达标后土壤进行采样自检，每个样品代表的土壤体积为  $500 \text{ m}^3$ ，检测指标与修复目标污染物一致。自检合格后，由效果评估单位验收采样，采样合格后回填至原基坑。



图 3.6-32 氧化后土壤验收采样

土壤检测结果统计表 (2022-04-11)				
检测项目	单位	检出限	12#C-T-1	
样品性状			土壤、腐植、团粒、粉粘	
半挥发性有机物				
苯并(a)芘	mg/kg	0.1	ND	
采样人员	李丹、孙燕			
检测仪器	GCMS-QP2020NX 气相色谱-质谱联用仪 (XP-TSY-146)			
备注	"ND"表示未检出。 有能力分包：半挥发性有机物项目分包给江苏信谱检测技术有限公司（资质证书编号：201012340135）检测。 GCMS-QP2020NX 气相色谱-质谱联用仪 (XP-TSY-146) 为江苏信谱检测技术有限公司检测仪器。 土壤样品的检测结果以干土为基准计算（以干基计）。 *****报告结束*****			

土壤检测结果统计表 (2022-04-11)						
检测项目	单位	检出限	12#C-T-1	12#C-T-2	12#C-T-3	12#C-T-4
样品性状			土壤、腐植、团粒、粉粘	土壤、腐植、团粒、粉粘	土壤、腐植、团粒、粉粘	土壤、腐植、团粒、粉粘
半挥发性有机物						
苯并(a)芘	mg/kg	0.1	ND	ND	ND	ND
苯并(b)芘	mg/kg	0.2	ND	ND	ND	ND
二苯并(a,h)蒽	mg/kg	0.1	ND	ND	ND	ND
采样人员	李丹、孙燕					
检测仪器	GCMS-QP2020NX 气相色谱-质谱联用仪 (XP-TSY-146)					
备注	"ND"表示未检出。 有能力分包：半挥发性有机物项目分包给江苏信谱检测技术有限公司（资质证书编号：201012340135）检测。 GCMS-QP2020NX 气相色谱-质谱联用仪 (XP-TSY-146) 为江苏信谱检测技术有限公司检测仪器。 土壤样品的检测结果以干土为基准计算（以干基计）。 *****报告结束*****					

图 3.6-33 氧化后土壤自检结果

### 3.6.5.8 污染土壤水泥窑处置施工情况

根据《竣工报告》，污染土壤的外运工作于 2022 年 4 月 12 日开始，于 2022 年 5 月 17 日完成全部污染土外运工作。

#### (1) 水泥窑转运备案情况

本项目 12#地块水泥窑协同处置选择的水泥处置单位为芜湖海创环保科技有限公司、安徽珍昊环保科技有限公司和繁昌海创环保科技有限公司。施工单位与运输单位针对水泥厂确定了运输路线，并将转运计划提交至生态环境分局、区城管局进行备案。

#### (2) 污染土壤外运路线

本项目运输起点为芜湖新兴铸管 11、12#地块土壤修复工程项目部，终点为芜湖海创环保科技有限公司、安徽珍昊环保科技有限公司和繁昌海创环保科技有限公司。运输前安排专人先行沿路空车来回巡查，将运输过程可能遇到的突发情况，最佳运输路线进行摸排调查。施工单位与运输单位针分别确定了两条运输路线，并将转运计划提交至生态环境分局、区城管局进行备案。



图 3.6-34 项目所在地至芜湖海创运输路线

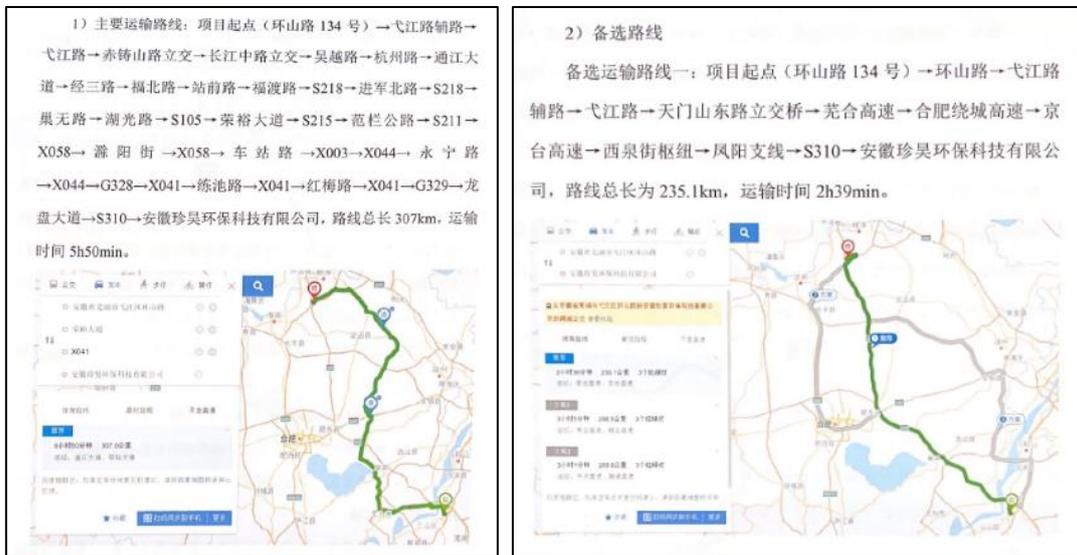


图 3.6-35 项目所在地至安徽珍昊运输路线



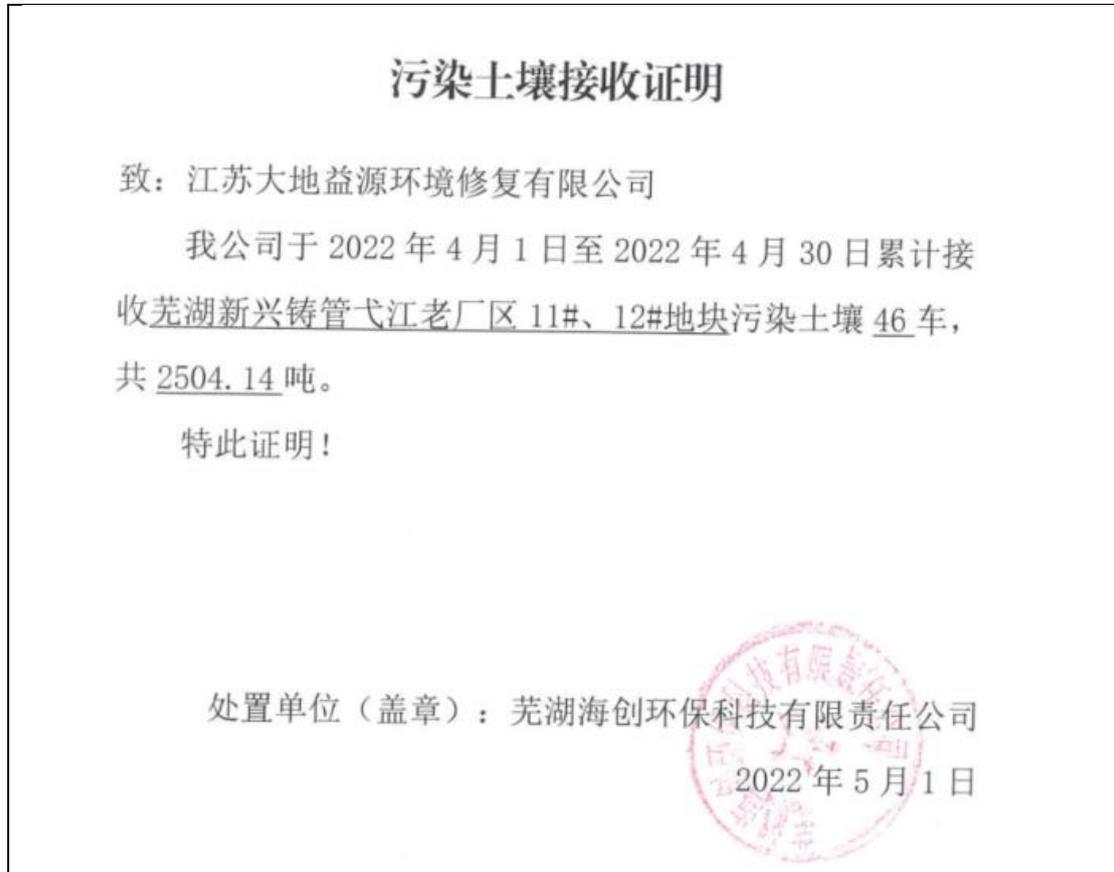
图 3.6-36 项目所在地至安徽珍昊运输路线

(3) 水泥厂接收情况

2022年4月1日至2022年5月31日，芜湖海创环保科技有限责任公司、安徽珍昊环保科技有限公司和繁昌海创环保科技有限责任公司3家水泥厂合计

接收污染土 22438.92 t，其中 12#地块污染土壤 22438.92 t（14399.85m<sup>3</sup>，比重约合 1.56 t/m<sup>3</sup>）。

芜湖海创环保科技有限责任公司、繁昌海创环保科技有限责任公司和安徽珍昊环保科技有限公司等 3 家公司接收证明如下图所示：



## 污染土壤接收证明

致：江苏大地益源环境修复有限公司

我公司于 2022 年 5 月 1 日至 2022 年 5 月 31 日累计接收芜湖新兴铸管弋江老厂区 11#、12#地块污染土壤 139 车，共 8524.56 吨。

特此证明！

处置单位（盖章）：芜湖海创环保科技有限公司

2022 年 6 月 1 日



## 污染土壤接收证明

致：江苏大地益源环境修复有限公司

我公司于 2022 年 4 月 1 日至 2022 年 4 月 30 日累计接收芜湖新兴铸管弋江老厂区 11#、12#地块污染土壤 50 车，共 2658.6 吨。

特此证明！

处置单位（盖章）：繁昌海创环保科技有限公司

2022 年 5 月 1 日



## 污染土壤接收证明

致：江苏大地益源环境修复有限公司

我公司于 2022 年 5 月 1 日至 2022 年 5 月 31 日累计接收芜湖新兴铸管弋江老厂区 11#、12#地块污染土壤 145 车，共 8751.62 吨。

特此证明！

处置单位（盖章）：繁昌海创环保科技有限公司

2022 年 6 月 1 日



## 污染土壤接收证明

致：江苏大地益源环境修复有限公司

我公司分别于 4 月 16 日-4 月 17 日，5 月 2 日-5 月 6 日累计接收芜湖新兴铸管弋江老厂区 11、12#地块污染土壤 95 车，共 3281.64t。

特此证明！

处置单位：安徽珍昊环保科技有限公司

2022 年 5 月 7 日

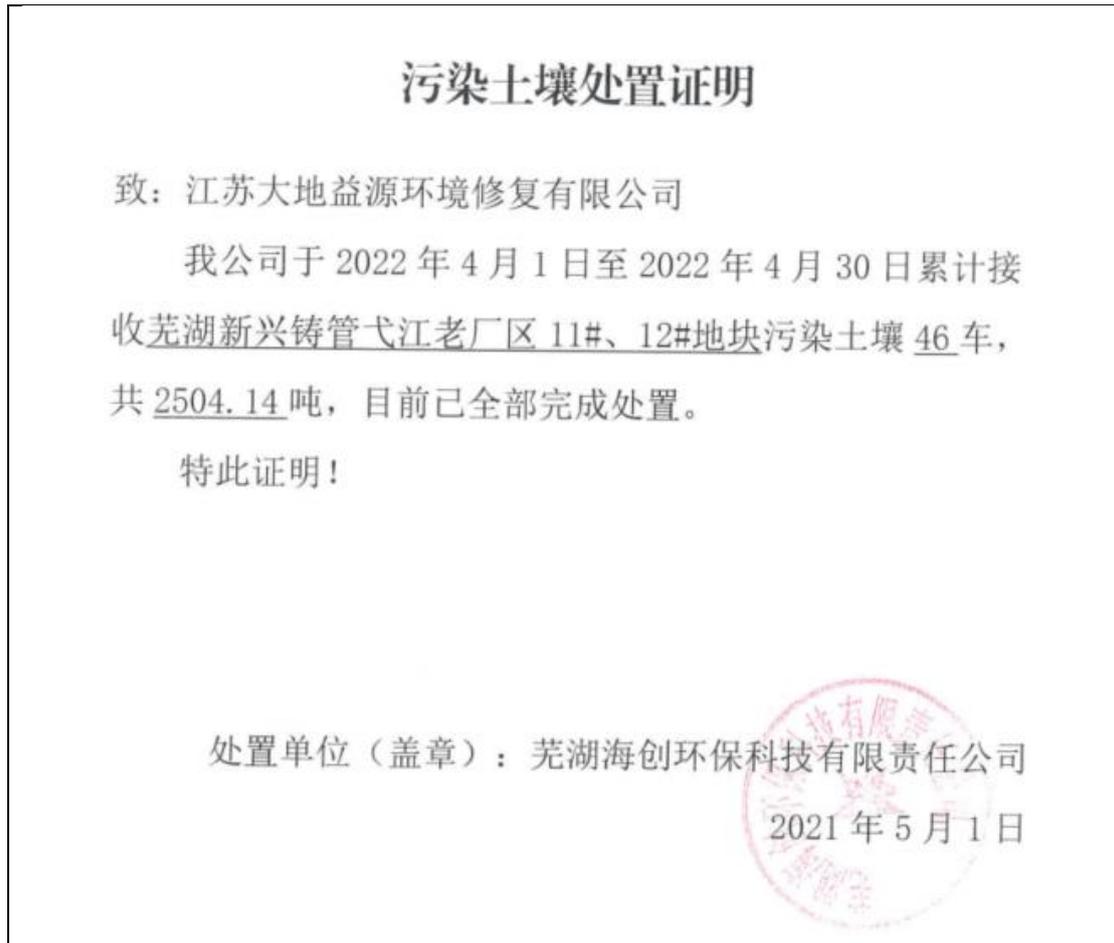


图 3.6-37 水泥窑接收证明

### (4) 水泥厂处置情况

2022年4月1日至2022年6月10日，芜湖海创环保科技有限责任公司、安徽珍昊环保科技有限公司和繁昌海创环保科技有限责任公司3家水泥厂合计处置污染土22438.92 t，其中12#地块污染土壤22438.92 t（14399.85 m<sup>3</sup>，比重约合1.56 t/m<sup>3</sup>）。

芜湖海创环保科技有限责任公司、繁昌海创环保科技有限责任公司和安徽珍昊环保科技有限公司等3家公司处置证明如下图所示：



## 污染土壤处置证明

致：江苏大地益源环境修复有限公司

我公司于 2022 年 5 月 1 日至 2022 年 6 月 10 日累计处  
置芜湖新兴铸管弋江老厂区 11#、12#地块污染土壤 139 车，  
共 8524.56 吨，目前已全部完成处置。

特此证明！

处置单位（盖章）：芜湖海创环保科技有限责任公司

2021 年 6 月 10 日

## 污染土壤处置证明

致：江苏大地益源环境修复有限公司

我公司于 2022 年 4 月 1 日至 2022 年 4 月 30 日累计接  
收芜湖新兴铸管弋江老厂区 11#、12#地块污染土壤 50 车，  
共 2658.6 吨，目前已全部完成处置。

特此证明！

处置单位（盖章）：繁昌海创环保科技有限责任公司

2021 年 5 月 1 日

## 污染土壤处置证明

致：江苏大地益源环境修复有限公司

我公司于 2022 年 5 月 1 日至 2022 年 5 月 31 日累计接收芜湖新兴铸管弋江老厂区 11#、12#地块污染土壤 145 车，共 8751.62 吨，目前已全部完成处置。

特此证明！

处置单位（盖章）：繁昌海创环保科技有限公司



2021年6月1日

## 污染土壤处置证明

致：江苏大地益源环境修复有限公司

我公司分别于 4 月 16 日-4 月 17 日，5 月 2 日-5 月 6 日累计接收芜湖新兴铸管弋江老厂区 11、12#地块污染土壤 95 车，共 3281.64t。已全部处置完成。

特此证明！

处置单位：安徽珍昊环保科技有限公司



2022年5月17日

图 3.6-38 水泥窑接收证明

### 3.5.5.9 建筑渣石冲洗

开挖过程中遇到的大型地下基础，经过挖掘机破除后尺寸仍大于 30\*50 cm 的建筑垃圾将无法进入破碎机进行破碎处理，此部分建筑垃圾在现场进行高压冲洗。现场土壤暂存区土壤清理完毕后，将建筑垃圾统一堆放并集中冲洗。

冲洗区位于 12#地块土壤暂存区西侧，冲洗后的废水通过坡度流至四周的截水沟内，再流入临时污水池中，通过潜水泵泵入污水池内，等待后续处理，冲洗过程见下图所示。



图 3.6-39 建筑石块高压冲洗

#### (2) 建筑渣石处置

建筑渣石冲洗完成后运至 11#地块淋洗土待检区，待检测合格后，交由芜湖金峰建材销售公司进行资源化利用，建筑渣石处置协议见附件，接收证明见图 3.5-26。建筑渣石合计外运 6200 t (2810.47 m<sup>3</sup>，比重约合 2.20 t/m<sup>3</sup>，其中 12#地块建筑渣石 2029.64 m<sup>3</sup>)。

## 建筑垃圾接收证明

致：江苏大地益源环境修复有限公司

我公司于 2022 年 5 月 31 日累计接收芜湖新兴铸管弋江老厂区 11#、12#地块冲洗后建筑垃圾 90 车，共计约 6200 吨。

特此证明！



图 3.6-40 建筑渣石接收证明

### 3.5.5.10 基坑回填

#### (1) 回填土来源

基坑验收检测合格后，异位淋洗修复达标土壤（2124.3 m<sup>3</sup>）回填至 12# A、12# B、12# E、12# F 基坑，氧化合格土壤（3239.33 m<sup>3</sup>）回填至 12# C、12# D、12# H、12# I 基坑，其余基坑选择清洁土回填，清洁土主要来自 11# 地块未受污染且地势较高区域，这些土方经检测合格后回填至基坑，清洁土方量为 13281.86 m<sup>3</sup>，回填土符合《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中第一类用地筛选值，场地修复施工验收合格后统一进行基坑回填。

本地块回填合格淋洗土壤、氧化后土壤方量为 5363.63 m<sup>3</sup>，回填清洁土方量 13281.86 m<sup>3</sup>。

表 3.6-6 回填土来源

序号	土壤来源	方量 (m <sup>3</sup> )
1	淋洗修复土壤	2124.3
2	化学氧化土壤	3239.33
3	清洁土	13281.86
合计		18645.49

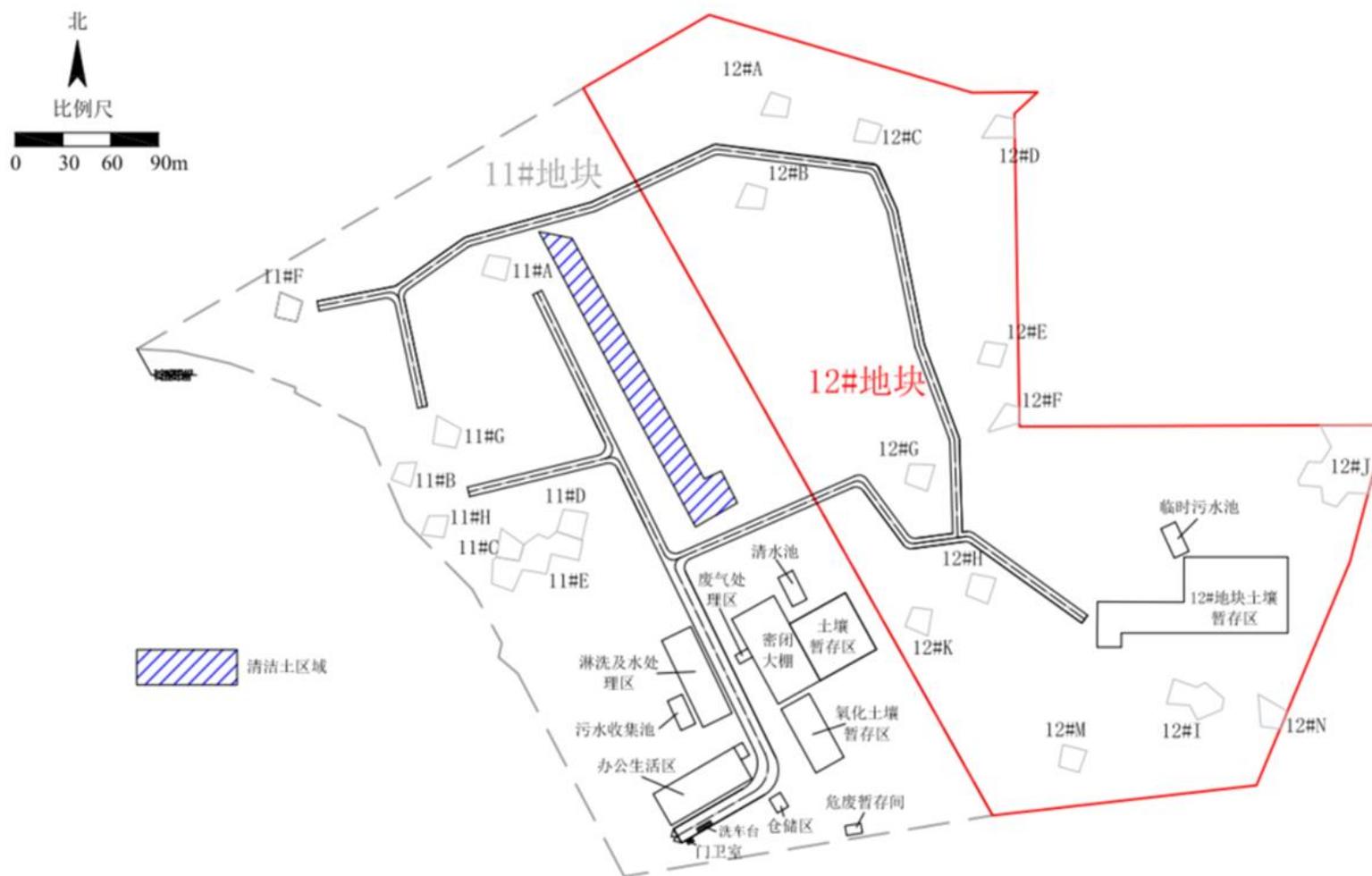


图 3.6-41 清洁土选取区域

## (2) 土壤回填施工

按照基坑回填顺序，逐个对基坑进行回填，基坑回填情况见表 3.6-7。

表 3.6-7 基坑回填情况汇总

序号	基坑编号	基坑面积 (m <sup>2</sup> )	修复深度 (m)	回填量 (m <sup>3</sup> )	回填完成时间
1	12#A	193.54	1	403.53	5.27
2	12#B	213.52	1	373.52	5.28
3	12#C	181.82	1	300.91	5.27
4	12#D	209.02	4	837.95	5.27
5	12#E	196.57	4	808.11	5.28
6	12#F	187.23	4	786.36	5.27
7	12#G	218.32	2.5	550.17	5.29
8	12#H	229.15	4	967.02	5.29
9	12#I	511.38	2.5	1488.33	5.31
10	12#J	1666.69	8.5	9999.84	5.31
11	12#K	199.64	1	292.47	5.29
12	12#M	197.10	5.5	1115.98	5.30
13	12#N	237.35	2.5	721.31	5.28
合计	-	4441.33	-	18645.5	-

### 3.6.5.11 废水处理

本项目废水主要由场地内残留地表水、基坑废水、淋洗废水、冲洗废水组成，其中基坑废水 981.09m<sup>3</sup>，淋洗废水 455m<sup>3</sup>，建筑垃圾冲洗废水 105.2m<sup>3</sup>，冲洗废水 9m<sup>3</sup>，共计 1550.29m<sup>3</sup>。基坑废水通过明渠排水方式收集，淋洗废水通过抽提沉淀池中的水进行收集，建筑垃圾冲洗废水通过抽提地块的临时水池中的水进行收集，车辆冲洗废水通过抽提沉淀池中的水进行收集。

废水处理工艺流程由调节池、混凝沉淀池、石英砂过滤和活性炭过滤几部分组成，具体流程见下图。

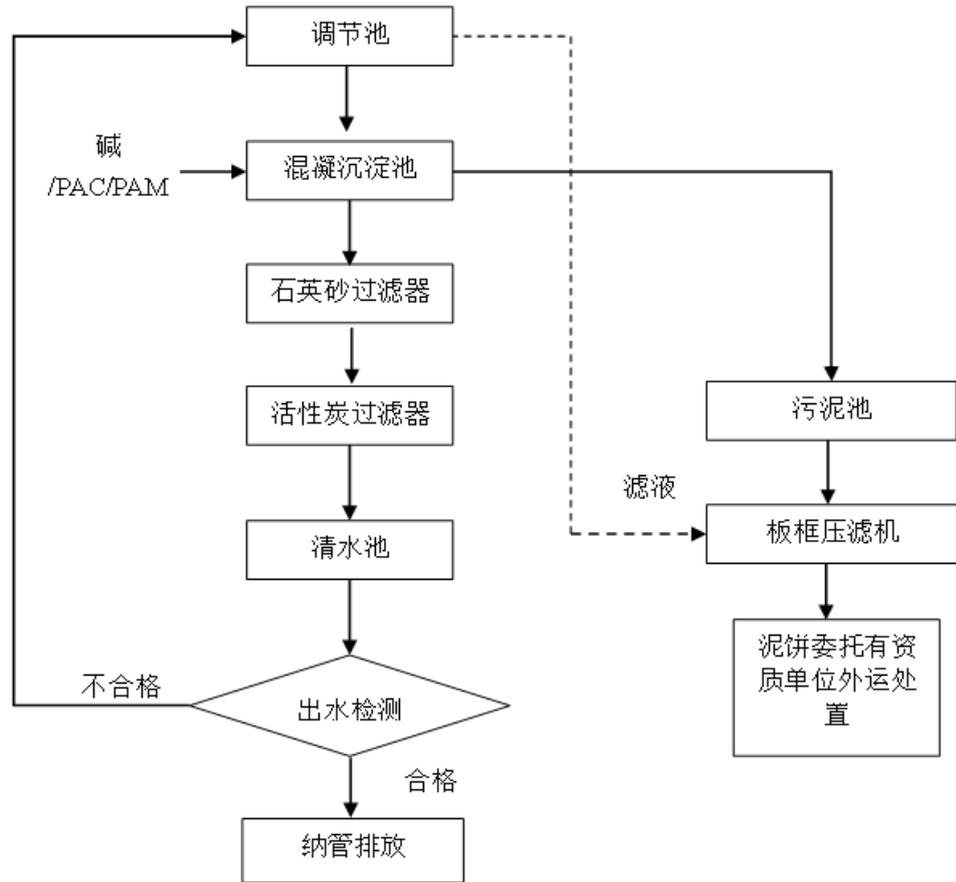


图 3.6-42 废水处理流程

工艺说明：废水首先输送进入调节池，经过均质均量的调节，经泵提升进入混凝沉淀池，调节 PAC 及 PAM 药剂用量，去除悬浮物及重金属，沉淀池出水进入活性炭过滤器，过滤悬浮物、残留的重金属和有机物。出水经检测合格后纳管排放，检测未达标时回流至调节池。

表 3.6-8 废水处理设备一览表

序号	设备名称	规格	单位	数量	备注
1	调节池	2800×3000×3200mm	套	1	碳钢防腐
2	水处理设备主体	7900×2200×2800mm	套	1	碳钢防腐，含反应仓、沉淀池、斜管填料、布水装置，出水槽
3	潜污泵	Q≥20m <sup>3</sup> /h, H≥15 m	台	1	耐腐蚀
4	电磁流量计	DN50	台	1	电极 316L, 衬氟
5	搅拌机	N=1.5 kw	台	4	液下不锈钢

序号	设备名称	规格	单位	数量	备注
6	斜管	Φ50 mm	m <sup>3</sup>	12	PP
7	pH 计	0~14	套	1	
8	多介质过滤器	Φ1800×3150 mm	台	1	碳钢防腐
9	活性炭过滤器	Φ1800×3150 mm	台	1	碳钢防腐
10	过滤器进水泵	Q≥20 m <sup>3</sup> /h, H≥15 m	台	2	1 用 1 备
11	反冲洗泵	Q≥60 m <sup>3</sup> /h, H≥30 m	台	1	
12	平台、爬梯、 护栏等	碳钢防腐	套	1	
13	溶药桶	V=1000 L	个	2	PE
14	溶药桶	V=500 L	个	2	PE
15	计量泵	Q=120 L/h	台	4	过流材质衬氟
16	搅拌机	N=0.55 kw	台	4	钢制衬塑
17	压滤机	30m <sup>2</sup>	台	1	
18	螺杆泵	Q=2 m <sup>3</sup> /h, H=60 m	台	1	

### (1) 调节池

调节池主要调节水质水量，消减高峰负荷，有效防止废水冲击负荷对污水处理装置的影响。

表 3.6-9 调节池参数

调节池	提升泵	电磁流量计
结构：碳钢防腐	材质：不锈钢	材质：合金
数量：1 座	数量：2 台,一用一备	数量：1 台
尺寸：2800×3000×3200mm	参数：Q=10m <sup>3</sup> /h, H=10m, N=0.75kW	型号：DN40

### ② 混凝沉淀池

通过向水中投加重金属捕捉剂、混凝剂及助凝剂，使水中重金属离子沉淀，难以沉淀的颗粒能互相聚合而形成胶体，然后与水体中的杂质结合形成更大的絮凝体。絮凝体具有强大吸附力，不仅能吸附悬浮物，还能吸附部分溶解性物质。絮凝体通过吸附，体积增大而下沉。混凝沉淀法既可以降低原水的浊度、色度等水质感官指标，又可以去除多种污染物。

表 3.6-10 沉淀池参数

设备名称	设备参数	材质	数量
混凝沉淀池	尺寸：7.9m×2.2m×2.8m	钢制防腐	1 座
碱加药罐	2m <sup>3</sup>	PE	1 座
碱加药泵	GM0020	PVC	3 台
PAC 加药罐	500L	PE	2 座
PAC 加药泵	GM0090	PVC	3 台
PAM 加药罐	500L	PE	2 座
PAM 加药泵	GM0090	PVC	3 台
重捕剂加药罐	500L	PE	2 座
重捕剂加药泵	GM0090	PVC	3 台
酸加药罐	2m <sup>3</sup>	PE	1 座
酸加药泵	GM0020	PVC	3 台
搅拌机	JB-1.1	叶轮：不锈钢	4 台
提升泵	Q=10m <sup>3</sup> /h, H=25m, N=2.2kW	不锈钢	2 台



图 3.6-43 混凝沉淀池及配套设施

### (3) 活性炭过滤器

活性炭过滤对有机污染物也同样具有吸附去除作用，从而确保废水处理出水水质达标。活性炭是利用木炭、各种果壳和优质煤等作为原料，经破碎、过筛、催化剂活化、漂洗、烘干和筛选等一系列工序加工而成的表面活性物质，是一种非常优良的、常用的吸附剂。实践证明，活性炭是用于水和废水处理较为理想的一种吸附剂，能被活性炭吸附的物质很多，包括有机的或无机的，离

子型的或非离子型的。结构上由于活性炭中的微晶炭呈不规则排列，在交叉连接间存在细孔，活化时会产生炭组织的缺陷，因此其堆积密度低、比表面积大且多孔，活性炭对水中溶解性的有机物和重金属有很强的吸附能力。

表 3.6-11 活性炭过滤器

名称	参数	数量
活性炭过滤器	尺寸：Φ1.8m×H3.15m 设计压力：0.6MPa 滤速：10-20m/h	1 台

#### (4) 板框压滤机

板框压滤机一般为间歇操作，其具有过滤推动力大、滤饼的含固率高、滤液清澈、固体回收率高、调理药品消耗量少。板与框相间排列而成，在滤板的两侧覆有滤布，用压紧装置把板与框压紧，即在板与框之间构成压滤室。在板与框的上端中间相同部位开有小孔，压紧后成为一条通道，加压到 0.2~0.4Mpa 的污泥，由该通道进入压滤室，滤板的表面刻有沟槽，下端钻有供滤液排出的孔道，滤液在压力下，通过滤布、沿沟槽与孔道排出滤机，使污泥脱水。

表 3.6-12 板框压滤机设备参数

名称	规格
过滤面积	30m <sup>2</sup>
外形尺寸	4250mm×1200mm×2000mm



图 3.6-44 板框压滤机

处理后的废水通过市政污水管网排放至芜湖市城南污水处理厂进行处理，进水水质满足其二期工程设计进水水质标准，经处理后水质优于地表水一级 A 标准。

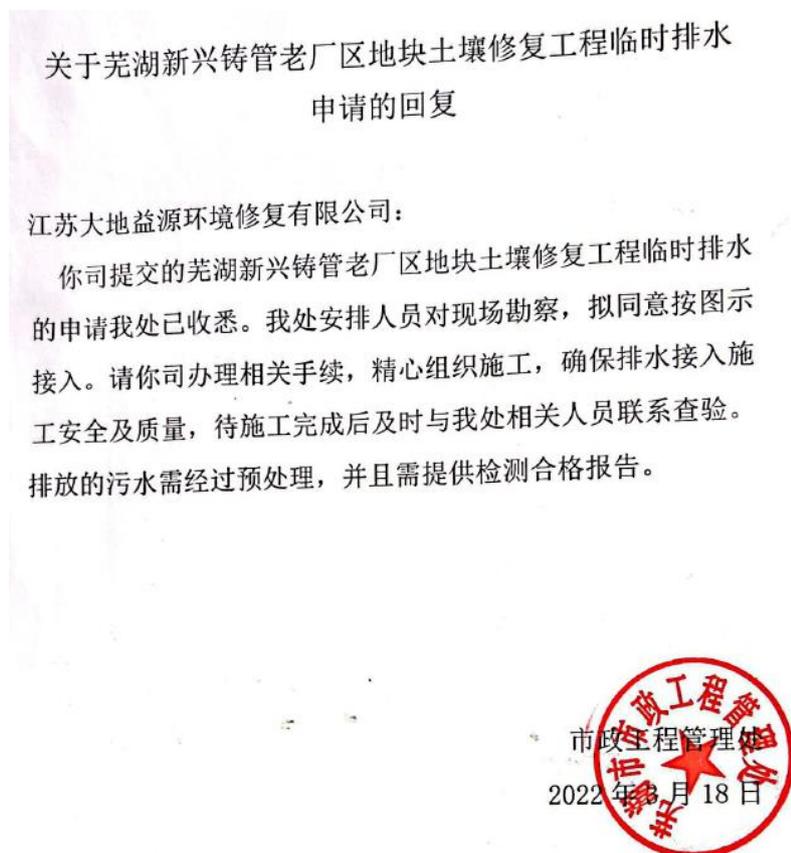


图 3.6-45 排水申请

废水处理设备自 3 月 15 日开始运行，运行至 5 月 22 日截止。累计处理废水 1550.29m<sup>3</sup>。

表 3.6-13 废水处理统计表

日期	处理量/m <sup>3</sup>	PAC/kg	PAM/kg	重金属捕捉剂/kg
3.15	25.13	2.51	0.05	0.05
3.16	48.09	4.81	0.1	0.1
3.19	16.52	1.65	0.03	0.03
3.21	23.89	2.4	0.05	0.05
3.23	22.65	2.3	0.04	0.04
3.28	22.15	2.2	0.04	0.04
3.29	21.28	2.1	0.04	0.04
3.31	18.65	1.9	0.04	0.04
4.1	35.6	3.56	0.07	0.07

4.2	40.39	4.04	0.08	0.08
4.6	46.78	4.68	0.09	0.09
4.7	44.51	4.45	0.09	0.09
4.9	25.79	2.58	0.05	0.05
4.10	34.55	3.46	0.07	0.07
4.11	50.47	5.05	0.1	0.1
4.14	32.75	3.28	0.07	0.07
4.15	40.17	4.02	0.08	0.08
4.16	31.65	3.17	0.06	0.06
4.17	35.62	3.02	0.05	0.05
4.17 晚	29.63	3.51	0.08	0.08
4.19	26.53	2.65	0.05	0.05
4.23	39.85	3.99	0.08	0.08
4.24	42.08	4.2	0.08	0.08
4.24 晚	14.24	1.43	0.03	0.03
4.25	38.96	3.9	0.08	0.08
4.26	32.05	3.12	0.06	0.06
4.26 晚	20.1	2.1	0.04	0.04
4.27	35.11	3.52	0.07	0.07
4.27 晚	17	1.7	0.03	0.03
4.28	48.62	4.86	0.1	0.1
4.29	39.26	3.93	0.08	0.08
4.30	26.58	2.66	0.05	0.05
5.1	25.36	2.54	0.05	0.05
5.2	32.1	3.21	0.06	0.06
5.3	19.65	1.97	0.04	0.04
5.4	33.86	3.39	0.07	0.07
5.5	28.36	2.84	0.06	0.06
5.6	31.25	3.13	0.06	0.06
5.7	18.69	1.87	0.04	0.04
5.8	39.56	3.96	0.08	0.08
5.9	25.63	2.56	0.05	0.05
5.10	29.25	2.93	0.06	0.06
5.11	30.15	3.02	0.06	0.06
5.12	18.26	1.83	0.04	0.04
5.13	35.11	3.51	0.07	0.07

5.14	27.86	2.79	0.06	0.06
5.15	29.63	2.96	0.06	0.06
5.16	24.38	2.44	0.05	0.05
5.18	17.62	1.76	0.04	0.04
5.20	24.12	2.41	0.05	0.05
5.21	16.58	1.66	0.03	0.03
5.22	16.22	1.62	0.03	0.03
总计	1550.29	155.15	3.09	3.09

废水处理过程中产生的污泥和废活性炭作为危险废物委托有资质的第三方处置单位进行处置。

### 3.7 环境保护措施落实情况

#### 3.7.1 环境监理工作方法 with 内容

修复工程环境监理单位为安徽裕昌环境监理咨询有限公司。据《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤修复项目环境监理总结报告》(以下简称“环境监理总结报告”),环境监理主要针对修复工程施工准备阶段、修复工程施工阶段和效果评估阶段开展监理工作,监理工作方法包括核查、巡视、旁站、跟踪检查、环境监测,抽检等。

本项目自 2022 年 2 月 22 日开工,土壤总修复方量为 21486.79 m<sup>3</sup>,修复工程量满足合同要求。安徽裕昌环境监理咨询有限公司本着认真负责的态度对该项目展开了全过程环境监理,环境监理工作内容主要包括:向施工单位发出监理通知单、环境保护措施落实情况现场巡查,编制环境监理日报、环境监理月报 4 份、旁站记录,基坑开挖测量放线复核工作。

(1) 本地块环境监理具体工作范围主要为以下这两个方面:

1) 拟修复区块污染修复过程环境监理

①代表建设单位定期检查污染土壤清挖、转运工程的实施情况;

②紧扣修复重要施工环节,对修复区域污染土壤的清理修复情况进行质量控制。按照既定修复目标,检验拟修复区域的污染治理效果,对修复区域的清理范围及修复方案提出优化建议;

③协助建设单位解决工程实施期间实施方案发生变更所涉及到的环保技术问题。

④清运过程监理，避免过程中发生跑冒滴漏。

#### 2) 地块二次污染防治监理

①代表建设单位对项目实施过程中可能产生的废气、废水、噪声、固废等二次污染防治措施的落实和运行情况进行评估；

②对是否产生二次污染进行评估，发现问题及时向修复施工单位提出防控措施修正要求，并给出合理建议；

③协助建设单位解决工程实施过程中二次污染应急防范中的环保技术问题。

#### (2) 本项目环境监理的范围包括：

①本场地污染土壤修复范围内污染土壤清挖的质量控制；

②污染土壤常温解吸处理过程中各项环境保护措施的环境监理；

③本项目修复工程实施过程中可能产生的废气、废水、固废等二次污染防治措施的环境监理。

### 3.7.2 土壤管理措施情况

(1) 对污染土壤场内运输路线进行合理规划，按照规划的运输路线运输至预处理大棚，对行经道路进行加固。对凹凸不平的路面，进行整修。

(2) 限制挖掘机和自卸车在污染土壤开挖区的活动范围，防止将污染土壤带至场内清洁区域。

(3) 为防止运输过程中污染土壤遗洒，产生二次污染，在运输过程中注意防护，且合上运输车辆盖板。

(4) 运输路线上，安排清扫人员来回检查，若发现运输途中有污染土的遗洒，立即清理。

(5) 污染土壤运输车每次出场前需对车身和轮胎进行冲洗，防止污染物带出场。收集的冲洗废水经沉淀后，上清液经废水处理设施处理达标后用于项目内各环节用水。

(6) 在运输途中运输车辆行驶速度不超过 15 km/h，平稳运输，一般情况下禁止快速行驶与突然快速启动或制动。

(7) 防止运输车辆颠簸及污染土壤散落；如发现运输过程污染土壤散落，组织人员清理与收集，防止污染土壤的二次污染。

(8) 建立运输过程二次污染防治台账，施工期间每日登记。

### 3.7.3 水环境管理措施情况

#### 3.7.3.1 冲洗废水

大块建筑垃圾冲洗时产生的废水采取以下措施进行污染防治：

(1) 冲洗场地边界设置截流沟，保证冲洗废水集中到收集池收集后进入废水处理系统处理。

(2) 施工现场设置污水处理设备，对冲洗过程收集的污水进行处理。污水经混凝沉淀、活性炭过滤等工艺处理，满足修复标准后外排至市政管网。

(3) 所有由污染区域进入非污染区域的设备、机具（如挖掘机、运输车辆、个人防护设备等）清洗产生的清洗废水，经收集后与冲洗废水一起进入场地废水处理设施，处理达标后外排至市政管网。

#### 3.7.3.2 基坑废水

基坑排水采用基坑内集水明排方式进行排水。基坑内集水明排是指通过潜水泵抽到污水处理系统处理达标后纳管排放。

基坑水污染防治措施如下：

(1) 不间断抽水，保证基坑底部不产生渗水，从而通过地表径流方式影响周边水土环境。

(2) 施工现场设置污水处理设备，对冲洗过程收集的污水进行处理。污水经混凝沉淀、活性炭过滤等工艺处理，满足修复标准后排放至市政管网。

#### 3.7.3.3 场地雨水

由于工程实施期间，产生几次较大的降雨，特在厂区内规划雨水导排沟和雨水池，用于暂存场地内的雨水。期间分别采集雨水样品送检，检测结果均符合《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准。

检测合格后的雨水暂存在清水池，后排放至市政管网，同时也作为场地道路洒水使用。

### 3.7.4 大气环境管理措施情况

为控制施工过程中的扬尘污染，本工程生产区配备扬尘、噪声在线监测系统实时监测，在配合以下环保措施进行扬尘污染防治。

(1) 开挖场地内的挖掘出的土及时运至预处理大棚进行预处理，做到预处理多少挖掘多少，不在挖掘区堆放。运输车辆车身密闭运输，预处理区域建设密闭式大棚，修复后土壤在暂存区使用密目防尘网进行覆盖，防止扬尘及二次污染。

(2) 施工期间，定期对施工场地、运输道路进行洒水，保持道路面层湿润，以减少扬尘。遇到大风天气，增加洒水频次。对开挖区、混凝土破碎区、出料口采用雾炮装置进行喷洒，以达到除尘作用。

(3) 运输车辆及挖掘机驶出开挖区时，要经洗车池冲洗，经过路面干燥路段时控制车速、减少扬尘。土壤运输车辆进行密封、运输道路派专人清扫，对运输掉落的土壤要及时清理，定时对道路面进行洒水。

(4) 为防止施工机械产生不合格尾气污染大气环境，本项目施工现场使用的非道路移动机械使用国VI标准车用汽油和国VI标准车用柴油。

(5) 机械车辆使用过程中，加强维修和保养，防止汽油、柴油、机油的泄漏，保证进气、排气系统畅通。运输车辆及施工机械严格遵守管理规定，使用0#柴油和无铅汽油等优质燃料，减少有毒、有害气体的排放量。

(6) 密闭大棚中污染土壤预处理过程产生的废气采用有组织形式排放，密闭大棚设置尾气处理系统，预处理过程产生的废气统一收集，在风机作用下进入处理装置进行净化处理，每日对烟囱进行PID自检，每月委托有资质第三方进行监测，保证尾气达标排放。

### 3.7.5 噪声环境管理措施情况

(1) 施工过程中选用的机械设备符合国家有关标准，选用低噪声或备有消声降噪设备的施工机械，操作人员经过环保培训。

(2) 用噪声声级计进行现场噪声即时监测，严格限制噪声的产生，使噪声污染限制在最小程度，确保工地场界外噪声符合相关标准。

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

(4) 做好施工机械的维护和保养，有效降低机械设备运转的噪声源强，避免因设备性能差引起的异常噪音的产生。

(5) 合理安排施工作业时间。按《建筑施工现场环境噪声排放标准》加强施工管理，限制作业时间，原位注药区域东侧为空旷地，距离东侧道路较远，施工期间派专人在附近进行噪声监测。

(6) 施工场地的施工车辆出入地点为厂区南大门，周边无敏感点。车辆出入现场时应低速、禁鸣，减少交通噪声。

(7) 车辆限定行驶，调整物料的运输时间，尽量将其安排在白天进行，以减轻载重汽车噪声对环境的影响。

(8) 加强施工现场环境噪声的长期监测，采取专人管理的原则，做好现场施工噪声测量记录，凡超过《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)标准的，要及时对施工现场噪声超标的有关因素进行调整，达到施工噪声不扰民的目的。

### 3.7.6 固体废物和危险废物管理措施情况

场地固体废弃物分为一般固废和危险废物。一般固废包括施工中的材料包装袋、生活垃圾等；危险废物包括预处理大棚尾气处理系统活性炭、水处理系统产生的污泥和废弃的药剂包装袋等，针对不同类别废物采用不同处理途径：

#### 3.7.6.1 一般固体废物

(1) 施工现场选择马路上的垃圾箱，有专人管理和清理。

(2) 废弃物的运输确保不遗洒、不混放、送到政府批准的单位或场所进行处理、消纳。

(3) 可回收的废弃物做到再回收利用。

(4) 禁止在工地焚烧残留的废物或者将废物随意堆放。



图 3.7-1 定期清理垃圾

### 3.7.6.2 危险废物

#### (1) 贮存场所

1) 在场地内部设置危废仓库，设有隔离设施、报警装置和防风、防晒、防雨、防渗设施。地面无裂隙，且铺设 HDPE 膜。



图 3.7-2 危废暂存仓库

2) 作好危险废物情况的记录，记录上须注明危险废物的名称、来源、数量、特性和包装容器的类别、入库日期、存放单位、废物出库日期及接收单位名称。

3) 设置警示标志；设置围墙或其他防护栅栏；配备通讯设备、照明设施、安全防护服装及工具，应急防护设施。

### (2) 危废转移

危险废物委托安徽优环再生资源利用有限公司处置。项目结束后，该项目共计产生 3 吨危废，其中水处理污泥 2.1 吨，废弃活性炭 0.6 吨，废药剂袋 0.3 吨，合计 3 吨。危废转移联单如下图所示。

计划编号	接收单位	废物名称	废物代码	计划转移数量	实际转移数量	计划转移日期	状态	操作
2022340203218	安徽优环再生资源...	废活性炭	900-042-49	0.6 吨	0	2022-06-06-2022-06-1	接收单位确认通过	查看 打印
2022340203217	安徽优环再生资源...	废药剂袋	900-041-49	0.3 吨	0	2022-06-06-2022-06-1	接收单位确认通过	查看 打印
2022340203216	安徽优环再生资源...	水处理污泥	336-064-17	2.1 吨	0	2022-06-06-2022-06-1	接收单位确认通过	查看 打印
2021340201465	芜湖铁源环保科技...	废矿物油	900-249-08	1 吨	1.4 吨	2021-03-16-2021-04-1	接收单位确认通过	查看 打印

图 3.7-3 危废转移联单系统截图

### 3.7.7 土壤外运二次污染防治情况

(1) 对污染土壤场内运输路线进行合理规划，优化各施工点位至筛分后土壤暂存区的路线，对行经道路进行加固。对凹凸不平的路面，进行整修及铺设钢板。

(2) 限制挖掘机和自卸车在污染土壤暂存区的活动范围，防止将污染土壤带至场内清洁区域。

(3) 为防止污染土壤泄漏，产生二次污染，在运输过程中注意防护，运输车辆做好防渗措施。

(4) 运输过程中，押运人员定期检查土壤覆盖物的完整性，若发现运输途中有污染土的遗洒，立即组织人员清理。

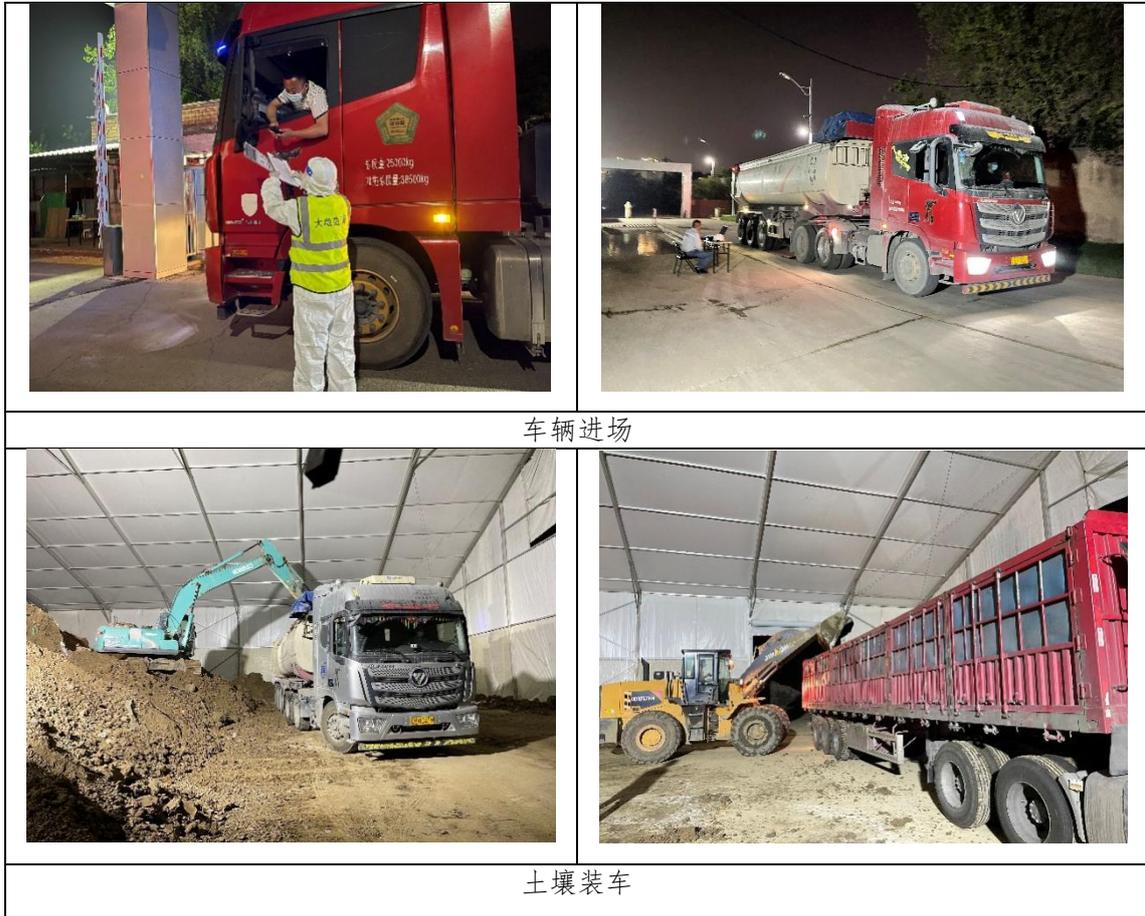
(5) 污染土壤运输车每次出场前需对车身和轮胎进行冲洗，防止污染物带出场。

(6) 在运输途中运输车辆行驶速度不超过 15km/h，平稳运输，一般情况下禁止快速行驶与突然快速启动或制动。

(7) 防止运输车辆颠簸及污染土壤散落；如发现运输过程污染土壤散落，组织人员清理与收集，防止污染土壤的二次污染。

(8) 运输的污染土方必须送达水泥厂，运输车辆均装载 GPS 车辆行驶记录系统，防止司机随意弃置污染土壤，运输路线和转运计划均提交至生态环境分局、区城管局进行备案。

(9) 建立运输过程二次污染防治台账，运土期间每日登记。





五联单填写、车辆覆盖



车辆冲洗、粘贴封条



车辆冲洗



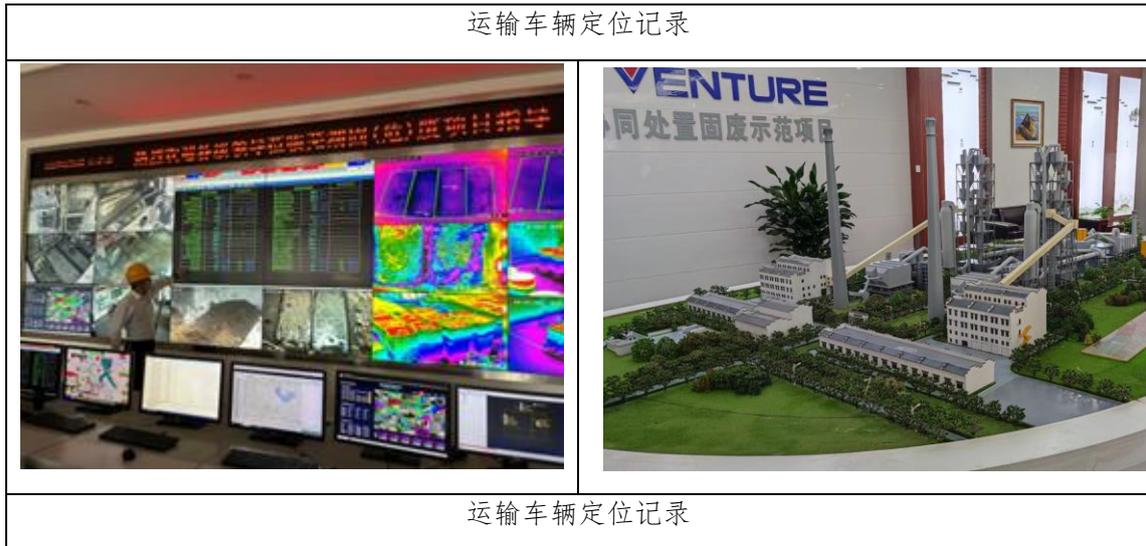


图 3.7-4 污染土外运二次污染防治

### 3.7.8 环境监测情况

#### 3.7.8.1 噪声监测

在修复工程施工过程中，机械作业产生的噪声需定期检测。测量时尽量选择无雨雪、无雷电天气，风速为 5 m/s 以下的气候，且选择在场地平坦、无大反射物的场地中进行监测。

##### (1) 监测程序和方法依据

采用积分平均声级计测量，监测方法按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）执行。

##### (2) 监测点位

按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中规定，测点应设在厂界外 1 m，高于围墙 0.5 m 且靠近噪声敏感点方向，在厂界四周共布设噪声监测点 6 个。



图 3.7-5 噪声监测点位

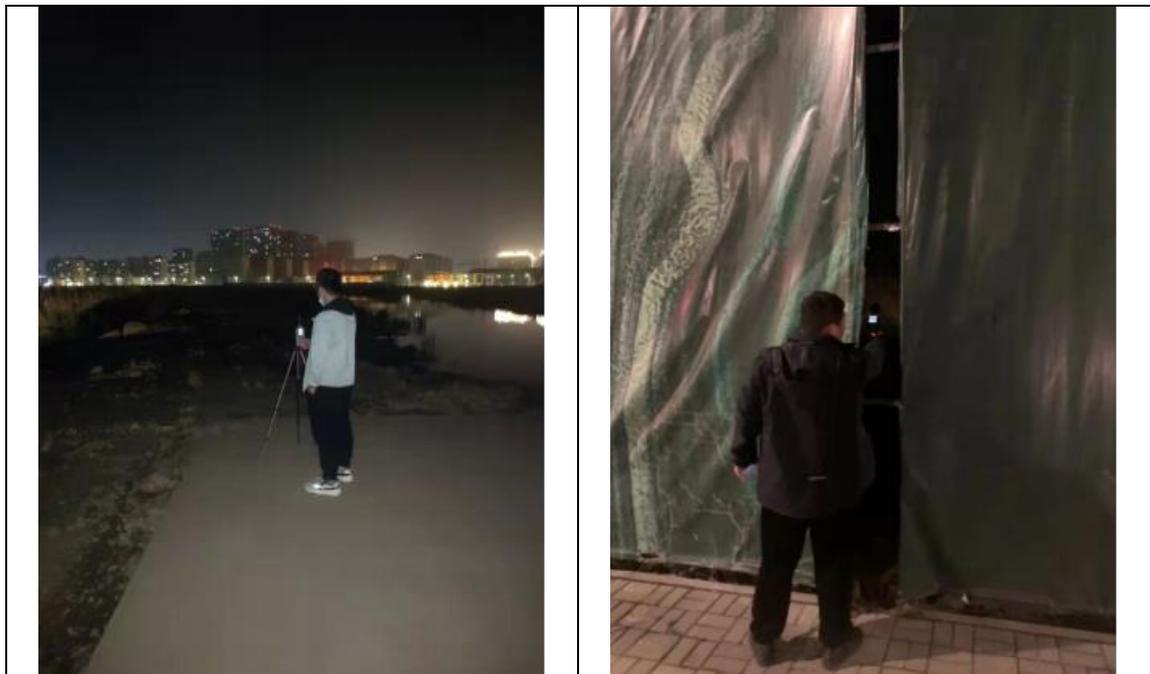


图 3.7-6 噪声监测

### (3) 监测频次

施工期间，测量连续 20 min 的等效声级，夜间同时测量最大声级。“昼间”是指 6:00 到 22:00 之间的时段；“夜间”是指 22:00 到次日 6:00 之间的时段。

每月昼间、夜间各监测采样 1 次。

### (4) 监测数量

施工期间，每月噪声监测数量为 12 个（昼夜），施工期间噪声监测数量共 36 个。

### (5) 评价标准

按照施工期间的环保要求，治理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）相关标准。

表 3.7-1 本项目环境噪声排放标准

监测区域	昼间 dB(A)	夜间 dB(A)	参考标准
治理区域边界	70	55	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）

### (6) 监测结果分析

2022 年 2 月 22 日至 2022 年 5 月 31 日施工期间，修复单位委托安徽康达检测技术有限公司进行了三次环境噪声监测，由监测结果可知，施工期噪声排放符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的要求。由此可知，施工期间的噪声处理措施满足要求。

表 3.7-2 施工期间噪声环境监测结果

点位时间	昼/夜	1#	2#	3#	4#	5#	6#
3.29-3.30	昼间噪声值	54.1	55.3	54.9	52.9	55	54.6
	夜间噪声值	46.7	43.8	48.3	46.9	45.1	41.8
4.16-4.17	昼间噪声值	53.5	49.5	48.2	50.3	48.4	50.9
	夜间噪声值	42.3	42.0	40.1	44.5	40.5	40.7
5.17	昼间噪声值	56.8	55.7	56.2	55.7	55.7	56.7
	夜间噪声值	46.3	42.6	40.6	41.9	43.2	42.6
是否满足标准		满足	满足	满足	满足	满足	满足

### 3.7.8.2 环境空气监测

#### (1) 监测范围

本场地污染修复区域、下风向场地边界及边界外 500 m 内的主要环境敏感点。

#### (2) 监测样品采集程序和方法依据

根据《空气和废气监测分析方法》（第四版）和《环境空气质量手工监测技术规范》中 SVOCs 监测的采样方法，选用专用大气采样器，应用于大流量采样系统进行大气采样。



图 3.7-7 大气采样、监测

#### (3) 监测点位

按照《环境空气质量监测点位布设技术规范（试行）》（HJ664-2013）要求，在场地施工区域四周及敏感点布设监控点（均在厂界 100m 范围内），总计空气采样点 6 个。



图 3.7-8 空气监测点

#### (4) 监测频次

根据《环境监理工作制度》（试行）中第 3 条款现场环境监理规定“对重点污染源及其污染防治设施的现场监理每月不少于 1 次”，监测频次拟定每月 1 次。

#### (5) 监测样品数量

施工期间每月共采集送检空气样品 6 个，共送检样品 18 个。

#### (6) 监测指标

本项目所在地属二类环境空气质量功能区，大气常规污染物执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准。

表 3.7-3 本项目环境空气监测指标

序号	污染物项目	平均时间	浓度限值
1	PM10	年平均	70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		24 小时平均	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2	PM2.5	年平均	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		24 小时平均	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
3	总悬浮颗粒物 (TSP)	年平均	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		24 小时平均	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		24 小时平均	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		1 小时平均	250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
4	苯并[a]芘	年平均	0.001 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
		24 小时平均	0.0025 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

### (7) 监测结果分析

2022年2月22日至2022年5月31日施工期间，修复单位委托安徽康达检测技术有限公司进行了三次环境空气质量监测。由监测结果可知，环境空气质量符合《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中二级标准。

表 3.7-4 施工期间环境空气质量监测结果 (mg/m<sup>3</sup>)

点位时间	昼/夜	1#	2#	3#	4#	5#	6#
3.30-4.6	苯并[a]芘	<1.3×10 <sup>-6</sup>					
	汞	<3×10 <sup>-6</sup>					
	铅	<5×10 <sup>-4</sup>					
	TSP	0.142	0.127	0.170	0.185	0.202	0.174
	PM <sub>10</sub>	0.043	0.038	0.044	0.051	0.040	0.047
	PM <sub>2.5</sub>	0.034	0.031	0.027	0.025	0.030	0.021
	砷	<2×10 <sup>-7</sup>					
4.29-5.5	苯并[a]芘	<1.3×10 <sup>-6</sup>					
	汞	<3×10 <sup>-6</sup>					
	铅	<3×10 <sup>-6</sup>	<3×10 <sup>-6</sup>	5×10 <sup>-6</sup>	<3×10 <sup>-6</sup>	4×10 <sup>-6</sup>	<3×10 <sup>-6</sup>
	砷	<5×10 <sup>-6</sup>					
	PM <sub>10</sub>	0.038	0.044	0.040	0.035	0.030	0.039
	PM <sub>2.5</sub>	0.020	0.028	0.030	0.019	0.017	0.023
	TSP	203	177	215	200	223	207
5.29-6.4	苯并[a]芘	<1.3×10 <sup>-6</sup>					
	汞	<3×10 <sup>-6</sup>					
	铅	5×10 <sup>-6</sup>	4×10 <sup>-6</sup>	<3×10 <sup>-6</sup>	4×10 <sup>-6</sup>	<3×10 <sup>-6</sup>	6×10 <sup>-6</sup>

	砷	$<5 \times 10^{-6}$					
	PM <sub>10</sub>	0.046	0.048	0.044	0.052	0.048	0.050
	PM <sub>2.5</sub>	0.025	0.024	0.028	0.030	0.026	0.028
	TSP	0.107	0.183	0.200	0.194	0.208	0.209
是否满足标准		满足	满足	满足	满足	满足	满足

### 3.7.8.3 废水监测

#### (1) 监测范围

本部分内容包括治理过程中产生的废水，场地中由于下雨产生的可能受到污染的废水等。

治理过程中产生的废水主要为基坑废水、淋洗废水，还包括大块建筑垃圾的冲洗、对现场车辆进行清洗和清洗施工设备产生的废水。

#### (2) 监测样品采集程序和方法依据

样品采样程序和方法按《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T 91-2002)的相关要求进行。

#### (3) 监测点位

在施工废水处理设施排放口设置一个采样点位。

#### (4) 监测频次

以每 200 m<sup>3</sup> 为一个批次，采一次样。



图 3.7-9 废水采样

#### (5) 监测样品数量

施工期间，共采集废水监测样品 10 个，采集雨水样品 4 个，采集基坑原水样品 4 个。

#### (6) 监测指标

废水达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 中三级排放标准后纳管排放。

表 3.7-5 废水排放标准

序号	污染物	排放指标
1	pH(无量纲)	6-9
2	COD <sub>Cr</sub>	500
3	BOD <sub>5</sub>	300
4	SS	400
5	总汞	0.05
6	总砷	0.5
7	苯并[a]芘	0.00003

(7) 监测结果分析

2022年2月22日至2022年5月31日施工期间用处置废水方量为1550.29 m<sup>3</sup>，修复单位委托安徽康达检测技术有限公司采集废水样品10个；采集雨水样品4个，采集基坑原水样品4个，检测结果显示均满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 三级标准。

表 3.7-6 施工期间废水监测结果 (mg/L)

序号	废水种类	目标污染物	修复目标值	自检最大值	自检最小值
1	处理后废水	pH	6-9	7.4	6.9
2		悬浮物	400	42	7
3		色度	-	4	2
4		BOD <sub>5</sub>	300	3.3	<0.5
5		COD	500	40	<4
6		总汞	0.05	0.00096	<0.00004
7		总砷	0.5	0.0036	0.0007
8		总铅	1	0.001	<0.001
9		苯并[a]芘	0.00003	<0.000004	<0.000004
10	基坑原水	pH	6-9	7.6	7.1
11		悬浮物	400	19	9
12		色度	-	4	2
13		BOD <sub>5</sub>	300	7	0.6
14		COD	500	44	7

15		总汞	0.05	0.00192	0.00009
16		总砷	0.5	0.0090	0.0001
17		总铅	1	<0.07	<0.001
18		苯并[a]芘	0.00003	<0.000004	<0.000004
19	雨水	pH	6-9	7.4	7.1
20		悬浮物	400	14	5
21		色度	-	4	2
22		BOD5	300	1.2	<0.5
23		COD	500	16	<4
24		总汞	0.05	0.00029	0.00006
25		总砷	0.5	0.0069	0.0011
26		总铅	1	<0.001	<0.001
27		苯并[a]芘	0.00003	<0.000004	<0.000004

#### 3.7.8.4 废气排放监测

##### (1) 监测样品采集程序和方法依据

根据《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)、《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)的相关要求进行废气排放监测。

##### (2) 监测点位

在密闭大棚废气处理设施的排气筒位置布设 1 个采样点。

##### (3) 监测频次

根据《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中规定,排气筒废气以连续 1 小时的采样获取平均值,或在 1 小时以内,以等时间间隔采集 3 个以上样品,并计算平均值。

根据《固定源废气监测技术规范》(HJ/T 397-2007),一般污染源的监督性监测每年不少于 1 次,如被国家或地方环境保护行政主管部门列为年度重点监管的排污单位,每年监督性监测不少于 4 次。结合本工程实际情况,在污染土壤预处理施工期间监测废气排放,频次为每月 1 次。

##### (4) 监测样品数量

施工期间，共采集有组织排放监测样品 3 个。



图 3.7-10 有组织废气监测采样

### (5) 监测指标

本工程密闭大棚产生的废气采用有组织排放，需执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 中的二级标准具体限值详见下表。

表 3.7-7 废气排放标准

序号	污染物	最高允许排放浓度 (mg/m <sup>3</sup> )	最高允许排放速率 (kg/h)		参考标准
			排气筒高度	二级	
1	颗粒物	120	15	3.5	《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-1996)
2	铅及其化合物	0.7	15	0.004	
3	汞及其化合物	0.012	15	1.5×10 <sup>-3</sup>	
4	苯并[a]芘	3×10 <sup>-4</sup>	15	5×10 <sup>-5</sup>	
5	非甲烷总烃	120	15	10	

### (6) 监测结果分析

2022 年 2 月 22 日至 2022 年 5 月 31 日施工期间，修复单位委托安徽康达检测技术有限公司进行了三次有组织废气监测。由监测结果可知，废气排放符合《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 中的二级标准。

表 3.7-8 施工期间有组织废气监测结果 (mg/m<sup>3</sup>)

点位 时间	昼/夜	1#
3.29	颗粒物	<20
	非甲烷总烃	0.71
	铅	<0.01
	汞	0.000107
	苯并[a]芘	6.5×10 <sup>-6</sup>
4.29	颗粒物	<20
	非甲烷总烃	0.67
	铅	<0.01
	汞	0.000023
	苯并[a]芘	<0.00002
5.17	颗粒物	<20
	非甲烷总烃	0.97
	铅	0.00439
	汞	0.000025
	苯并[a]芘	<0.00002
是否满足标准		满足

### 3.7.8.5 水泥窑协同处置环境监测

水泥窑协同处置处理污染土壤的整个过程中都应对尾气中的污染气体进行监测。该部分的气体监测是水泥窑协同处置工艺的例行监测项目，分别在预处理区域和处置区域的尾气处理装置出口到气体排入大气出口管路上的气体取采样口进行采样，废气排放符合《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》

(GB30485-2013) 执行以及《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 表 2 二级标准。此外，水泥厂还定期开展了周边环境空气监测，详见附件。

### 3.7.9 环境监理工作总结

根据环境监理结果和环境管理检查结果，施工过程严格按照施工方案进行施工，环保措施与施工组织设计基本一致。配套环保措施经检验后均能达标排放。该项目从环保角度，基本按照施工组织设计要求落实，符合环保验收要求。

## 3.8 修复工程完成情况总结

芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤修复工作于 2022 年 2 月 22 日开工，2022 年 5 月 31 日修复单位完成项目地块现场修复工作，项目实施期间，修复施

工单位严格按照《施工组织设计》落实各项工艺技术措施和二次污染防治措施，所有污染土壤自检和验收工作有序合规。目前修复工程各项工作均已完成，所有修复合格土壤《施工组织设计》要求进行回填。

环境监理单位安徽裕昌环境监理咨询有限公司和工程监理单位广东鼎建工程咨询监理有限公司全程监督监理本工程的污染土壤修复治理工作、土壤修复效果自检采样工作，在各生产环节的技术措施落实情况、二次污染防治措施落实情况和运行效果等方面，进行了严格的监督管理。

汇总各项工作成果，本修复工程总结如下：

(1) 完成所有清挖污染土壤（21486.79 m<sup>3</sup>）的修复处理工作。修复后土壤修复效果自评估均合格，完成所有筛分建筑渣石的冲洗施工工作，冲洗后建筑渣石（方量约 2029.64 m<sup>3</sup>）效果自评估均合格，完成了废水监测工作，废水监测结果均合格。

(2) 本修复工程各项工艺技术措施和二次污染防治措施，均严格按照《施工组织设计》执行。施工过程运行稳定，各环节质量控制措施有效，全程无安全事故，施工现场文明施工措施完善。

(3) 对污染区清挖边界土壤采集样品进行检测分析，结果显示所有污染区的污染土壤均已清挖干净，清挖边界外土壤中污染物浓度满足修复目标要求。

(4) 该地块污染土壤修复后土壤堆土检测分析，修复后土壤样品检测结果低于本地块相应的修复目标值，满足国家相关要求。

(5) 该地块外运土壤经危废鉴定为一般固体废物，运至水泥厂进行水泥窑协同处置。污染土壤在外运过程中严格按照安徽省固体废物管理要求，转运路线与报备情况一致，转运联单完整，污染土壤全部由水泥厂接收并处置完成。

(6) 对污染土清挖、相关区域的大气环境、噪声水平、污水处理进行全程监测，结果显示本工程二次污染控制措施得当，地块周边大气环境和噪声水平均满足修复方案要求，未对环境造成二次污染。

综上所述，修复施工单位在整个施工过程中合法合规，修复效果满足修复方案要求，具备交付条件，至此，芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤修复工程顺利完工，具备竣工验收条件。

## 4 效果评估内容和程序

### 4.1 效果评估范围与对象

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）》(HJ25.5-2018)和《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ 25.2-2019)，同时结合本工程施工方案，12#地块修复工程效果评估主要内容为原地异位修复后的土壤。

#### (1) 效果评估重点

异位修复后土壤主要目标污染物是否达到目标修复值；修复过程中是否有造成二次污染，是否恢复场地使用功能。

#### (2) 效果评估对象

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

2) 土壤修复效果评估：在每个施工单元完成后，根据《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ25.1-2019)、《土壤环境检测技术规范》

(HJ/T166-2004)和《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)，对修复后场地进行布点、采样与检测，考查该效果评估单元是否修复达标。

3) 修复工程环境影响效果评估：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效果评估，包括污水排放监控效果评估、废气排放监测效果评估、噪声环境监测效果评估和土壤环境监测效果评估。本效果评估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。

#### 4) 工程控制设施

对于切断污染途径的工程控制技术，效果评估指标一般为各种工程指标，如阻隔层厚度和渗透系数等。该部分主要通过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进行审核效果评估。

5) 个人防护措施效果评估：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。

### (3) 效果评估指标和标准

土壤效果评估指标为场地调查确定的目标污染物，效果评估标准为场地调查和修复技术方案确定的修复目标值。

## 4.2 效果评估程序

污染地块修复效果评估工作主要包括五个阶段，分别为更新地块概念模型、布点采样与实验室检测、土壤修复效果评估、提出后期环境监管建议和编制效果评估报告，工作程序如下图所示：

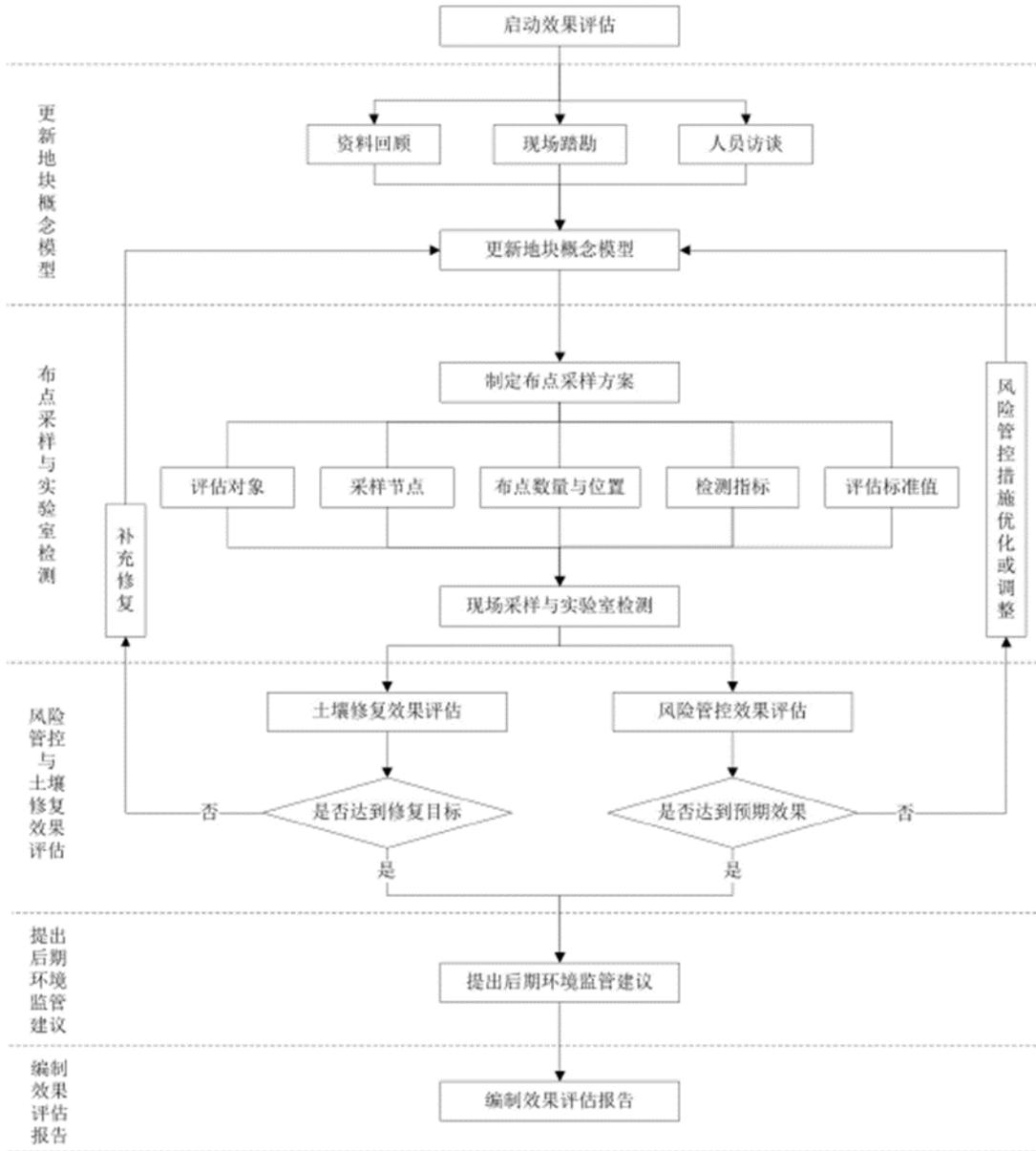


图 4.2-1 污染地块修复工程效果评估工作程序

## 5 地块概念模型

### 5.1 文件资料审核

2022年6月，对地块相关资料进行了审核，包括地块前期资料、修复工程实施情况、修复过程环保措施落实情况以及竣工验收资料等。

地块前期资料包括土壤调查报告、风险评估报告、修复技术方案、施工组织设计、环境监理方案、工程监理方案等资料，核实其资料的完整性和有效性。

修复工程实施情况包括核实污染土壤清挖、转运和修复过程情况，核实修复范围、修复目标、修复方量、修复方式与修复技术方案及施工组织设计是否一致，核实污染土壤的转运方式和最终去向等。

修复过程环保措施落实情况包括通过修复工程以及监理等资料审核，分析修复工程过程可能造成的二次污染情况等。

竣工验收资料审核包括对竣工总结报告、工程监理总结报告和环境监理总结等资料的审核。

经文件审核，地块污染状况调查报告、风险评估报告、修复技术方案均按地方生态环境主管部门要求完成备案手续，修复工程各相关技术资料与附件齐全完整。审核清单详见表 5.1-1 所示。

表 5.1-1 资料审核明细表

项目	审核资料	提供单位	备案情况
地块前期资料	芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤污染状况调查报告	南京大学环境规划设计研究院集团股份有限公司	2021 年 9 月在芜湖市生态环境局备案，备案函见附件 1
	芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤污染风险评估报告	南京大学环境规划设计研究院集团股份有限公司	皖环函[2021]1046 号，2021 年 11 月，备案函见附件 1
	芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块修复技术方案	南京大学环境规划设计研究院集团股份有限公司	2021 年 12 月在芜湖市生态环境局备案，备案函见附件 1
	芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤修复工程施工组织设计	江苏大地益源环境修复有限公司	2022 年 3 月在芜湖市生态环境局备案
	芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤修复工程工程监理方案	广东鼎建工程咨询监理有限公司	2022 年 3 月在芜湖市生态环境局备案
	芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤修复工程环境监理方案	安徽裕昌环境监理咨询有限公司	2022 年 3 月在芜湖市生态环境局备案
修复过程资料	开工令	广东鼎建工程咨询监理有限公司、安徽裕昌环境监理咨询有限公司	审批情况较完备
	修复过程报审表	江苏大地益源环境修复有限公司	内容较完备，可较好体现施工情况
	水泥窑协同处置资料	芜湖海创环保科技有限公司 安徽珍昊环保科技有限公司 繁昌海创环保科技有限公司	水泥厂相关资质完备，需进行协同处置的污染土壤全部转运完成，并处理完成
	芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块污染土壤危险特性鉴别报告（KDDC（2022）第 100 号）	江苏康达检测技术股份有限公司	2022 年 3 月，内容完备，鉴定报告结论表明调查土壤不属于危险废物，属于一般固体废物
	修复工程环境监测报告	江苏大地益源环境修复有限公司	提供监测数据，监测数据和频次满足要求
	环境监理日志	安徽裕昌环境监理咨询有限公司	资料完备，能完整体现现场施工情况和二次污染防治情况
	工程监理日志	广东鼎建工程咨询监理有限公司	资料完备，能完整体现现场施工情况

	项目例会会议纪要	安徽裕昌环境监理咨询有限公司	资料完备，能完整体现项目进展情况以及现场施工情况
竣工验收资料	修复治理施工总结报告及附件	江苏大地益源环境修复有限公司	根据报告，修复施工按照施工组织方案和修复技术方案开展，污染土壤清挖和修复符合要求，目标污染物达到修复目标。
	环境监理总结报告及附件	安徽裕昌环境监理咨询有限公司	根据报告，修复施工过程落实环保措施，未造成二次污染问题，达到验收条件
	工程监理总结报告及附件	广东鼎建工程咨询监理有限公司	根据报告，修复施工在清挖、转运过程中满足相关要求，修复工程量满足验收条件

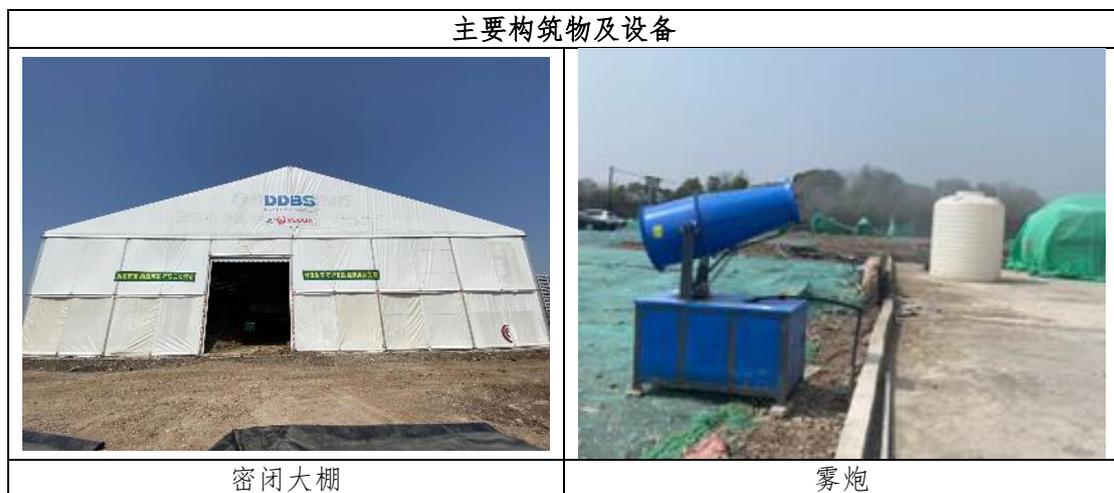
## 5.2 现场踏勘

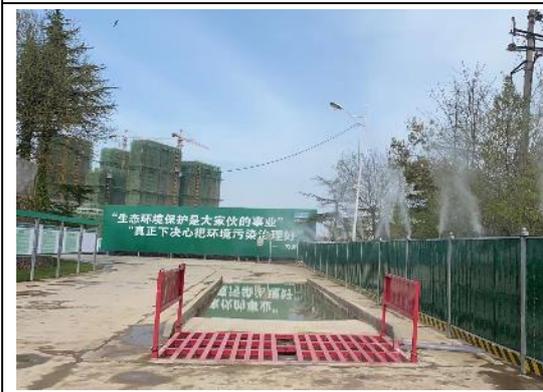
2022年3月至2022年6月，我单位技术人员多次到污染土壤修复治理现场进行勘察，了解污染地块修复工程情况和环保措施落实情况，包括污染土壤的修复范围、修复设施运行情况、修复工程施工进度、基坑清理情况、污染土暂存情况、地块内临时道路使用情况等。踏勘结果表明：

(1) 修复施工前，地块地面基本平整，地块一直处于封闭状态，未发现外来不明废物倾倒现场的情况。各项前期准备工作已基本完成，人员、材料设备已基本进场完毕，水电接入完成，修复车间、待检场等配套设施建设完成，各项二次污染防治措施已落实，项目信息等公示牌均按要求进行公示。

(2) 修复施工过程中，施工现场基本按修复方案设计和施工组织设计要求开展，环境监理和工程监理进行旁站和监督，基坑安全防护措施和二次污染防治措施已基本落实到位，未发现有明显二次污染的发生。清挖过程未发现存在地下储油罐、油管的迹象。清挖出的污染土壤有序转移至密闭大棚进行筛分和修复，修复后的土壤转移至待检场。基坑存在一次验收不合格情况，修复单位按照规范超挖后，我单位进行复采验收，直至基坑边界清理干净。

(3) 修复施工结束后，水泥窑协同处置土壤均已外运至水泥厂进行处置。淋洗修复土壤回填至基坑。地块内部分临时设施尚未拆除，道路的硬化路面个别出现裂缝外，其它区域基本保持完好。地块总体整洁，未发现有明显的二次污染情况。



	
<p>淋洗设备及水处理设备</p>	<p>支架水池</p>
	
<p>药剂库</p>	<p>危废库</p>
	
<p>洗车台</p>	<p>淋洗修复土壤待检区</p>
	
<p>化学氧化修复土壤待检区</p>	<p>办公区</p>
<p>修复施工情况</p>	

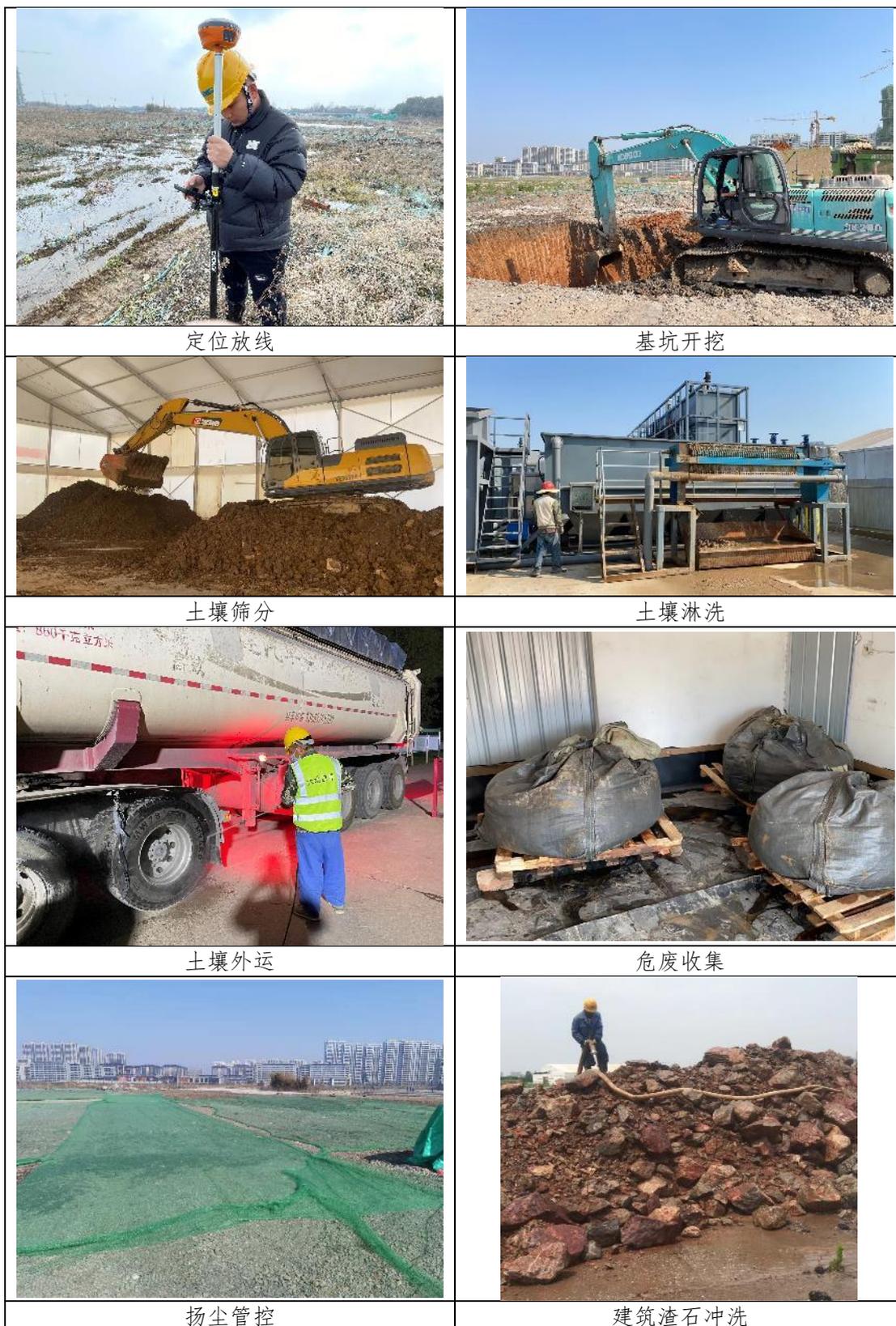




图 5.2-1 现场踏勘照片

### 5.3 人员访谈

项目实施整个过程中，效果评估单位技术人员通过与土地使用权人、前期调查评估单位负责人、修复方案编制单位负责人、修复单位现场负责人、修复实施人员、环境监理人员和工程监理人员等相关人员进行访谈，访谈内容包括：地块前期调查评估结论、地块基本情况、修复方案要求、现场修复施工情况、环境保护措施落实情况、现场是否发生环境污染事故等。

通过人员访谈，各相关人员普遍反映施工过程中未发生环境污染事故，土壤污染修复范围依据风险评估和修复方案确定的范围进行清理；废水废气处理措施基本得到落实并有效运转；危废以及药剂按照要求进行储存和处置；修复施工过程中未对周边产生污染扰民情况。





图 5.3-1 人员访谈照片

表 5.3-1 受访人员信息

序号	受访人员姓名	工作单位	联系方式
1	钟文涛	芜湖新兴铸管有限责任公司 (地块责任单位)	17729991921
2	周倩	芜湖市弋江区生态环境分局 (环保管理部门)	15255198852
3	陈奇	江苏大地益源环境修复有限公司 (修复单位)	18655641296
4	毛自善	安徽裕昌环境监理咨询有限公司 (环境监理单位)	13605653283
5	周金胜	广东鼎建工程咨询监理有限公司 (工程监理单位)	13956183528

## 5.4 资料回顾与分析

按照导则 HJ25.5 的要求，通过对修复工程概况回顾与分析，了解修复范围、修复目标、修复工程设计、修复工程施工、修复进度、修复土壤转运情况以及环境监测数据，确定评估对象、评估范围、评价指标、评价标准、采样节

点、采样深度，作为效果评估监测布点方案的依据，涉及信息及其作用见表 5.4-1 所示。

表 5.4-1 资料回顾要点及资料来源情况

资料要点	在效果评估中作用	资料来源
地块基本信息	了解地块背景情况	调查报告、风险评估报告
地块调查评估结论	了解地块背景情况	调查报告、风险评估报告
污染分布情况	效果评估布点	风险评估报告、修复技术方案
修复目标	效果评估评价标准	风险评估报告、修复技术方案
土壤清挖范围及清挖目标	基坑评估对象，评估范围，评价指标和评价标准确定	风险评估报告、修复技术方案、施工总结报告
异位修复基坑放坡方式和深度	基坑采样方案设置	修复单位报审材料和施工总结报告
土壤清挖方量及流转去向	土堆、潜在二次污染区域的评估对象、评估范围、评价指标、采样点设置	修复单位报审材料和施工总结报告
修复工艺及关键参数控制	修复土堆体的评价指标和评价标准确定	修复技术方案施工总结报告
修复设施运行以及污染土壤转运情况	潜在二次污染区域评估对象、评价指标、评估标准确定	施工总结报告、环境监理总结报告、工程监理总结报告、环境监理监测报告
目标污染物去向	确定是否需要开展后期监测	施工总结报告和效果评估检测报告

### 5.4.1 项目基本情况

项目内基本情况详见表 5.4-2。

表 5.4-2 地块基本信息表

基本信息	内容	资料来源
地块地理位置	地块位于芜湖市弋江区原芜湖新兴铸管弋江老厂区内，地块中心经纬度为 118.408215°E、31.305566°N	芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤污染状况调查报告（备案稿）
地块历史沿革	始建于 1958 年； 2014 年，地块停产搬迁； 2019-2020 年，地块内进行钢渣资源化利用； 2020 年-至今：闲置	芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤污染状况调查报告（备案稿）
地块规划用地类型	一类用地（规划用途为居住用地、中小学用地、防护绿地、社区公园用地、道路用地）	芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤污染状况调查报告（备案稿）
地块地质情况	① 杂填土：松散，棕色，无气味，干，夹杂少许碎石及腐烂植物根茎，厚度约 0.5-3.5 米左右，层顶面大地高程为 12.3~16.6 米； ② 粉质粘土：黄褐色，无气味，潮湿，可塑，厚度在 2.5 米~未穿透，层顶面埋深为 0.3~3.5 米，层顶面大地高程为 12.5~15.7 米	芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤污染风险评估报告（备案稿）
地块水文地质情况	依据地下水的埋藏条件和赋存特征，勘察深度范围内地块地下水主要埋藏于第①层杂填土层和第②层粉质粘土中，接受大气降水入渗补给及地表水的入渗补给，蒸发排泄，水位动态受季节变化影响明显。勘察期间测得孔隙潜水稳定水位埋深为 0.83~0.98m	芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤污染风险评估报告（备案稿）
土壤关注污染物	6 种，铅、砷、铊、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒹、二苯并[a,h]蒽	芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤污染风险评估报告（备案稿）
地下水关注污染物	4 种，石油烃（C10-C40）、铊、氰化物和氟化物	芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤污染风险评估报告（备案稿）
风险评估结论	第一类用地情景下，地块内土壤超过可接受风险水平污染物共有 6 种，分别为铅、砷、铊、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒹、二苯并[a,h]蒽；在不考虑饮用途径，一类用地情景下，地下水中石油烃（C10-C40）、铊、氰化物和氟化物风险可接受。	芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤污染风险评估报告（备案稿）
修复目标污染物	土壤：铅、砷、铊、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒹、二苯并[a,h]蒽	芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤污染风险评估报告（备案稿）
修复目标	铅 400 mg/kg、砷 20mg/kg、铊 0.828mg/kg、苯并[a]芘 0.55mg/kg、苯并[b]荧蒹 5.50mg/kg、二苯并[a,h]蒽 0.55mg/kg	芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤污染风险评估报告（备案稿）

修复介质	土壤	芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤污染风险评估报告（备案稿）、芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块修复技术方案（备案稿）
修复范围和土方量	12#A 基坑：403.53 m <sup>3</sup> ； 12#B 基坑：373.52 m <sup>3</sup> ； 12#C 基坑：286.91 m <sup>3</sup> ； 12#D 基坑：837.95 m <sup>3</sup> ； 12#E 基坑：808.11 m <sup>3</sup> ； 12#F 基坑：786.36 m <sup>3</sup> ； 12#G 基坑：550.17 m <sup>3</sup> ； 12#H 基坑：967.02 m <sup>3</sup> ； 12#I 基坑：1502.33 m <sup>3</sup> ； 12#J 基坑：12841.13 m <sup>3</sup> ； 12#K 基坑：292.47 m <sup>3</sup> ； 12#M 基坑：1115.98 m <sup>3</sup> ； 12#N 基坑：721.31 m <sup>3</sup> 。	修复竣工报告

### 5.4.2 污染物分布情况

综合地块前期土壤调查和风险评估结论、污染成因、地块水文地质情况、污染迁移规律、现场踏勘和人员访谈情况，确定了地块污染分布情况和修复范围，作为效果评估采样布点和采样深度的依据，详情如下：

根据土壤调查结果表明，12# A 修复区域目标污染物为铊，12# B 修复区域目标污染物为砷和铊，12# C 修复区域目标污染物为苯并[a]芘、12# D 修复区域目标污染物为苯并[a]芘，12# E 修复区域目标污染物为砷和铊，12# F 修复区域目标污染物为铅、砷、铊、苯并[a]芘，12# G 区域修复目标污染物为铊，12# H 修复区域目标污染物为苯并[a]芘，12# I 修复区域目标污染物为苯并[b]荧蒽、苯并[a]芘、二苯并[a,h]蒽，12# J 修复区域目标污染物为砷，12# K 修复区域目标污染物为铊，12# M 修复区域目标污染物为铊，12# N 修复区域目标污染物为铊。

结合地块的水文地质资料，本地块以杂填土和粉质粘土为主，粉质粘土层属弱透水层，对污染物在土壤和地下水迁移起到一定的阻滞作用。

### 5.4.3 施工周期

根据施工单位的报审材料和施工进度，效果评估单位分批次开展效果评估工作，具体详见表 5.4-3 所示。

表 5.4-3 修复单位施工周期和进度表

序号	类别	时间	工作内容
1	申请开工	2022 年 2 月 22 日	下发开工令
2	设施建设、设备安装	2022 年 2 月 16 日—2022 年 3 月 18 日	外运土壤危废鉴定
		2022 年 2 月 16 日—2022 年 3 月 3 日	附属设施建设（临建、大棚等）
		2022 年 3 月 10 日—2022 年 4 月 3 日	淋洗设备安装
3	基坑清挖及检测	2022 年 3 月 4 日-2022 年 5 月 6 日	污染土壤开挖
		2022 年 4 月 6 日-2022 年 5 月 18 日	清挖后基坑自检（全部）
		2022 年 4 月 16 日-2022 年 4 月 29 日	清挖后基坑效果评估（C）

		2022年4月30日-2022年5月12日	清挖后基坑效果评估 (ABKIMN)
		2022年5月6日	基坑扩挖 (C)
		2022年5月9日-2022年5月17日	清挖后基坑效果评估 (J,C二次采样)
		2022年5月14日	基坑扩挖 (BI)
		2022年5月15日-2022年5月24日	清挖后基坑效果评估 (DEFGH, BI二次采样)
4	异位淋洗土壤修复及检测	2022年4月19日-2022年4月30日	土壤淋洗施工 (J)
		2022年5月1日-2022年5月11日	土壤淋洗施工 (ABEGKMN)
		2022年5月3日-2022年5月12日	淋洗土壤自检
		2022年5月9日-2022年5月17日	淋洗土壤修复效果评估 (J)
		2022年5月15日-2022年5月24日	淋洗土壤修复效果评估 (ABEGKMN)
5	异位化学氧化土壤修复及检测	2022年3月7日-2022年4月9日	土壤氧化施工 (12#C、12#I)
		2022年5月1日-2022年5月6日	土壤氧化施工 (12#D、12#H)
		2022年4月11日-2022年4月29日	氧化土壤自检 (12#C、12#I)
		2022年5月6日-2022年5月12日	氧化土壤自检 (12#D、12#H)
		2022年4月30日-2022年5月5日	氧化土壤修复效果评估 (12#C、12#I)
		2022年5月15日-2022年5月24日	氧化土壤修复效果评估 (12#D、12#H)
		2022年5月7日-2022年5月8日	土壤氧化二次施工 (12#C、12#I)
		2022年5月18日-2022年5月20日	土壤氧化二次施工 (12#D、12#H)
		2022年5月15日-2022年5月24日	氧化土壤修复效果评估 (12#C、12#I)
		2022年5月25日-2022年5月31日	氧化土壤修复效果评估 (12#D、12#H)
6	水泥窑协同处置污染土壤外运及检测	2022年4月15日-2022年5月17日	土壤外运至水泥窑协同处置
		2022年5月17日-2022年5月19日	水泥熟料自检 (珍昊)
		2022年6月2日-2022年6月5日	水泥熟料自检 (海创)
		2022年5月27日-2022年6月2日	水泥试块自检 (珍昊、海创)

		2022 年 4 月-2022 年 5 月	水泥熟料效果评估 (珍昊、海创) 水泥试块效果评估 (珍昊、海创)
7	建筑垃圾冲洗 及检测	2022 年 5 月 25 日-2022 年 5 月 31 日	建筑垃圾冲洗效果评估检测
8	二次污染效果 评估	2022 年 6 月 1 日-2022 年 6 月 27 日	潜在二次污染区域采样

#### 5.4.4 土壤实际清挖范围和修复目标

##### (1) 土壤修复目标

基坑清挖修复目标值根据《风险评估报告》和《修复技术方案》确定的修复目标值执行，详见表 5.4-4 所示。

表 5.4-4 目标污染物修复目标值

编号	污染物(中文)	修复目标值
1	铅	400.00
2	砷	20.00
3	铊	0.828
4	苯并[a]芘	0.55
5	苯并[b]荧蒽	5.50
6	二苯并[a,h]蒽	0.55

##### (2) 土壤实际清挖范围、方量和污染情况

通过我单位监测结果，基坑开挖后存在超标情况，修复单位按照国家导则要求对超标采样单元进行超挖，这些区域超挖会导致实际清挖范围比设计清挖范围略有增大。

表 5.4-5 12#地块基坑开挖回填实施情况一览表

序号	基坑编号	基坑面积 m <sup>2</sup>	修复深度 m	设计开挖 土方量 m <sup>3</sup>	实际开挖 量 m <sup>3</sup>	第一次开挖		一次扩挖		回填完成 时间
						开挖时间	土方量 m <sup>3</sup>	开挖时间	土方量 m <sup>3</sup>	
1	12#A	193.54	1	193.54	403.53	4.1	403.53	-	0	5.27
2	12#B	213.52	1	213.52	373.52	4.1	251.52	5.14	122	5.28
3	12#C	181.82	1	181.82	300.91	3.4	286.91	5.6	14	5.27
4	12#D	209.02	4	836.06	837.95	5.1	837.95	-	0	5.27
5	12#E	196.57	4	786.29	808.11	5.5-5.6	808.11	-	0	5.28
6	12#F	187.23	4	748.92	786.36	4.24-4.26	786.36	-	0	5.27
7	12#G	218.32	2.5	545.8	550.17	4.28	550.17	-	0	5.29
8	12#H	229.15	4	916.61	967.02	5.5	967.02	-	0	5.29
9	12#I	511.38	2.5	1278.46	1488.33	4.6-4.8	1339.83	5.14	148.5	5.31
10	12#J	1666.69	8.5	14166.87	12841.13	4.1-5.5	12841.13	-	0	5.31
11	12#K	199.64	1	199.64	292.47	4.1	292.47	-	0	5.29
12	12#M	197.1	5.5	1084.05	1115.98	4.11-4.12	1115.98	-	0	5.3
13	12#N	237.35	2.5	593.38	721.31	4.12-4.15	721.31	-	0	5.28
合计	-	<b>4441.33</b>	-	<b>21744.96</b>	<b>21486.79</b>	-	<b>21202.29</b>	-	<b>284.5</b>	-

### 5.4.5 土壤清挖方量及流转去向

根据《竣工报告》，本次修复工程共计清挖出污染土壤 21486.79 m<sup>3</sup>，经筛分处理后污染土壤 19457.15 m<sup>3</sup>，筛出建渣 2029.64 m<sup>3</sup>。0-1 m 埋深重金属污染土壤进行原地异位淋洗修复，1 m 埋深以下重金属污染土壤外运至水泥厂进行协同处置，有机污染土壤外运至水泥厂进行协同处置。

### 5.4.6 潜在污染因子识别

12#地块污染土壤均在 11#地块进行暂存和修复，因此 11 块的特征污染物为 12 地块修复功能区的潜在污染因子。同时 12#地块单独有机污染（多环芳烃）土壤在 11#地块进行化学氧化修复，多环芳烃经化学氧化生成的产物为潜在污染因子。

根据《施工组织设计》，化学氧化修复使用的氧化剂为过硫酸钠。经查阅相关文献，过硫酸盐主要通过光、热、金属或碱等催化作用形成硫酸盐自由基（·SO<sub>4</sub><sup>-</sup>）氧化有机物。硫酸盐自由基是一种强氧化剂。过硫酸盐及其自由基的氧化还原电位分别为 2.01 V 和 2.5~2.6 V，氧化能力强，适用范围广，包括氯代溶剂、石油烃、PAHs 等均可通过过硫酸盐氧化处理。过硫酸盐与土壤中天然有机质的反应较少，对于处理有机质含量高的污染土壤尤为有效，且用量相对较少。过硫酸盐半衰期为 10-20 天，在环境中活性保持时间长，非常适用于异位或原位修复过程中在污染土壤中的输送过程。[1-2]

Liao Xiaoyong 等研究了土壤中多环芳烃被过硫酸钠氧化处理后的氧化产物的种类，根据研究表明多环芳烃被过硫酸钠氧化处理后产物为无害的低分子有机化合物。[3]

### 5.4.7 资料回顾小结

效果评估单位通过前期资料的梳理和分析，审核污染土壤清挖、转运和修复方案的实施情况（修复范围、修复方式、修复过程与运输过程的二次污染防治、设备运行记录、组织与实施保障等），核实污染土壤的方量和最终去向等，以及地块施工现场记录文件，全面掌握了修复工程施工情况，并确定了本项目

效果评估对象、范围、评价指标和评价标准等信息。其中施工组织设计方案和监理方案均按照要求完成备案，修复工程各相关技术文件齐全完成，内容详实；修复的目标污染物、修复目标、修复范围、工程量与备案的风险评估报告和修复方案一致；修复实施过程中施工平面布置、修复工艺、环保措施落实情况与备案的施工组织设计基本一致。因部分基坑超标进行了扩挖，因此部分修复范围的拐点坐标和修复方量根据实际开挖情况发生了变化。

## 5.5 概念模型更新

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）附录 A 中的地块概念模型的信息，本效果评估单位通过资料回顾与分析，并结合效果评估检测单位和环境监理结果，对地块风险评估阶段构建的概念模型进行了更新，以此作为地块可安全开发利用的依据。概念模型更新表详见表 5.5-1 所示。

表 5.5-1 地块概念模型更新一览表

序号	更新内容	是否需要更新	说明
1	地理位置	否	风险评估报告中地块地理位置正确，无需更新
2	地块历史	否	通过资料收集和人员访谈了解到地块历史情况与风险评估报告一致，无需更新
3	地块调查评估活动	否	对地块调查评估资料进行收集，与风险评估报告一致，无需更新
4	地块土层分布	否	根据现场踏勘基坑开挖情况，地块土层与风险评估报告中土层分布基本一致，无需更新
5	水位变化情况	否	本地块浅层地下水主要为上层滞水，受地形影响较大，基坑开挖过程中会影响地下水水位，后续基坑回填至原标高，地下水水位基本与前期调查评估阶段一致，无需更新
6	地块地质与水文地质情况	是	本地块浅层地下水为上层滞水，受地形地貌影响较大，基坑未进行地下水阻隔措施，基坑开挖对地下水流场有一定影响；修复完成后地块内基坑（除 12#J 基坑）已回填至原标高，对地下水流场影响可忽略；12#J 基坑未回填至原标高，对地下水流场有一定影响。
7	地块未来土地规划	否	仍与风险评估报告一致
8	目标污染物、修复目标	否	未发生变化，与风险评估报告和修复技术方案一致
9	土壤修复范围	是	因部分基坑涉及超标扩挖，土壤修复范围扩大
10	修复方式及工	否	修复方式及工艺与修复技术方案和施工组织设计

	艺		计一致，未发生变化，无需更新
11	修复实施方案有无变更及变更情况	否	修复实施方案无变更情况
12	施工周期与进度	否	施工周期与进度未发生变化
13	异位修复基坑清理范围与深度	是	因部分基坑涉及超标扩挖，土壤修复范围和深度扩大
14	异位修复基坑放坡方式、基坑护臂方式	否	均与施工组织设计中一致，无需更新
15	修复后土壤方量及最终去向	是	修复后土壤最终去向与修复技术方案和施工组织设计方案一致，因部分基坑涉及超标扩挖，清挖污染土壤方量增加，经筛分出渣石后，土壤修复量减少。12#J 基坑存在基岩，土壤修复量少。
16	修复设施平面布置	否	修复设施平面布置与施工组织设计中一致，无需更新
17	修复结束后地块敏感受体	否	仍与风险评估报告一致
18	修复结束后地块暴露途径	否	无变化，但表层污染土壤经口摄入、皮肤接触土壤和吸入土壤颗粒物等暴露途径会因后期开发的表层硬化而受到一定程度阻断。
19	修复系统运行监测计划及已有数据	否	已收集到修复系统运行监测计划及已有数据，监测计划与施工组织设计一致，未发生变化，已有监测数据均符合标准
20	目标污染物浓度变化情况	是	修复结束后地块内已无目标污染物或目标污染物浓度低于修复目标值，无目标污染物分布

### 5.5.1 目标污染物、浓度和污染分布

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）》（HJ 25.5-2018）规定，目标污染物的定义为在地块环境中数量或浓度已达到对人体健康和环境具有实际或潜在不利影响的，需要进行风险管控与修复的污染物。

综合本地块基坑、回填土壤、潜在二次污染区域效果评估监测结果，修复结束后地块内土壤中目标污染物均低于修复目标值。

经效果评估监测基坑坑底侧壁均检测合格，污染土壤完成清挖，修复后土壤堆体检测合格，二次污染区域检测合格，修复后地块内的目标污染物均低于修复目标值，因此目标污染物得到有效消除，风险可接受。

### 5.5.2 暴露途径更新分析

修复前，地块土壤中污染物暴露途径主要 6 个，包括经口摄入土壤、皮肤接触土壤、吸入土壤颗粒物、吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物、吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物、吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物。

修复后，地块土壤中污染物潜在的暴露途径不变，其中表层污染土壤经口摄入、皮肤接触土壤和吸入土壤颗粒物等暴露途径会因后期开发的表层硬化而受到一定程度阻断。

### 5.5.3 敏感受体更新情况

修复前地块敏感受体为成人和儿童；修复后地块敏感受体为成人和儿童。未发生变化。

### 5.5.4 修复后地块环境风险分析

综上所述，地块内污染土壤通过水泥窑协同处置、化学氧化处置、原地异位淋洗修复是土壤中目标污染物浓度降低至修复目标值以下，消除了污染源，对敏感受体风险可接受。修复结束后，土壤目标污染物均达到修复目标，污染源得到有效消除。在第一类用地方式下，修复后地块环境风险可接受。

## 6 效果评估布点方案

### 6.1 评估对象和范围

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）》（HJ 25.5-2018）和《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）相关规定和要求，本次效果评估布点采样范围包括清挖基坑、冲洗后建渣、异位修复后土壤堆体、潜在二次污染区域。效果评估内容如表 6.1-1 所示。

表 6.1-1 效果评估内容情况汇总表

效果评估采样批次	评估对象	采样时间
第一批次	12#地块 C 基坑效果评估采样	2022.4.16
第二批次	12#地块 A、B、K、I、M、N 基坑效果评估采样、 1510.21m <sup>3</sup> 化学氧化修复土效果评估采样	2022.4.30
第三批次	12#地块 C 基坑第一次超标区域扩挖效果评估采样； J 基坑效果评估采样； 2162.34m <sup>3</sup> 淋洗修复土效果评估采样	2022.5.9
第四批次	12#地块 B、I 基坑第一次超标区域扩挖效果评估采样； 888.92 m <sup>3</sup> 淋洗修复土效果评估采样； 1510.21 m <sup>3</sup> 化学氧化土第一次超标区域效果评估 采样； D、E、F、G、H 基坑效果评估采样； 1729.12 m <sup>3</sup> 化学氧化土效果评估采样； 5307 m <sup>3</sup> J 基坑放坡土效果评估采样； 17600 m <sup>3</sup> 清洁土效果评估采样	2022.5.15
第五批次	720.45 m <sup>3</sup> 淋洗修复土效果评估采样	2022.5.20
第六批次	1729.12 m <sup>3</sup> 化学氧化土验收采样第二次验收采 样、渣石效果评估采样	2022.5.25
第七批次	二次污染区域采样	2022.6.1-6.2

### 6.2 基坑清理效果评估采样方案

#### 6.2.1 基坑清挖效果评估布点原则

##### (1) 基坑侧壁点位布设原则

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）》（HJ25.5-2018）的要求进行布点。本项目采用等距离布点采样的方式进行基坑侧壁自检。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）的要求，对完成污染土壤清挖后界面的监测，根据地块大小和污染的强度，应将四周的侧面等分成段，每段最大长度不超过 40 m，在每段均匀采集 9 个表层土壤样品制成混合样。侧壁土壤采样布点数量标准如表 6.3-1 所示。由于各修复区块形状不规则，根据书面资料无法较准确的预计修复区块边长或周长，各层采样点数根据现场实际开挖情况，对开挖坑侧壁长度进行实际测量，根据测量结果进行点位布设。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：当修复深度大于 1 m 时，侧壁应进行垂向分层采样，第一层为表层土：0-0.2 m，0.2 m 以下采样垂向距离不大于 3 m，采样点位置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。

对于超标区域根据监测结果确定二次清挖的边界，二次清挖后再次进行监测，直至达到相应要求。污染土壤清挖效果的监测作为修复工程验收结果的组成部分。

## （2）基坑底部效果评估布点原则

对于基坑底面，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）》（HJ25.5-2018）进行布点采样，采用系统布点法。为确保开挖效果，本项目将库区底部等面积均分成网格块，单网格块的最大面积不超过 400 m<sup>2</sup>，在每个单元中均匀分布地采集 9 个表层土壤样品制成混合样，采样数量以《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）中所规定数量为准，底部土壤采样布点数量标准如表 6.2-1 所示，再根据修复施工的实际情况进行适当的调整。具体采样点拟根据现场实际开挖情况进行布设。

表 6.2-1 基坑底部和侧壁推荐采样点数量

基坑面积 $m^2$	坑底采样点数量 (个)	侧壁采样点数量 (个)
$x < 100$	2	4
$100 \leq x < 1000$	3	5
$1000 \leq x < 1500$	4	6
$1500 \leq x < 2500$	5	7
$2500 \leq x < 5000$	6	8
$5000 \leq x < 7500$	7	9
$7500 \leq x < 12500$	8	10
$X > 12500$	网格大小不超过 $40m \times 40m$	采样点间隔不超过 $40m$

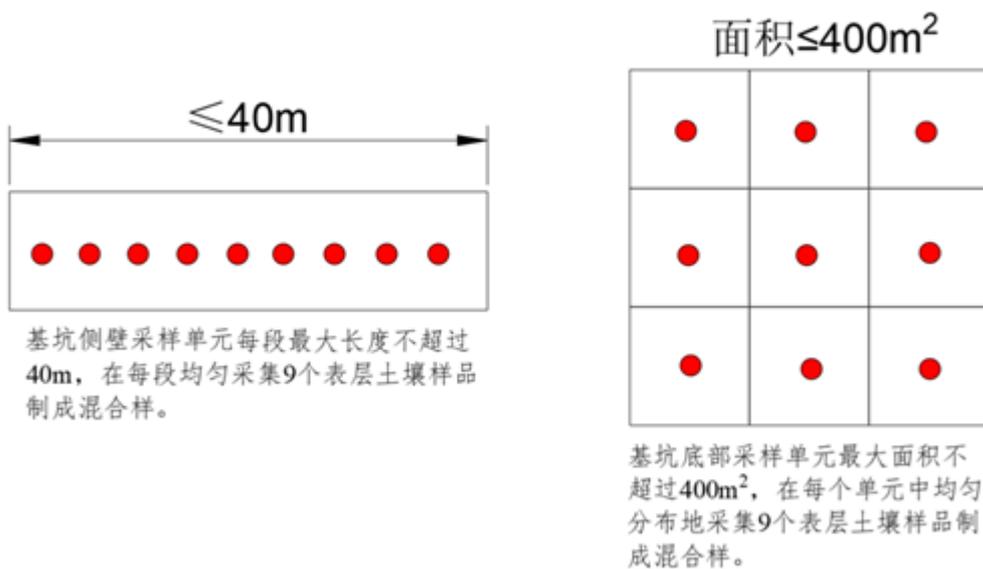


图 6.2-1 基坑底部和侧壁各采样单元土壤采样点位布设示意图

### 6.2.2 基坑效果评估布点采样工作

芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块共有 13 个修复区域，涉及到 13 个需要清挖的基坑，分别为 8 个重金属污染基坑（12# A、12# B、12# E、12# G、12# J、12# K、12# M、12# N）、1 个重金属有机复合污染基坑（12# F）和 4 个有机污染基坑（12# C、12# D、12# H、12# I），如图 6.2-2 所示。本项目基坑效果评估共布设基坑坑底和侧壁 241 个采样单元，具体数量如表 6.2-2 所示，采样单元划分示意图见图 6.2-2。

表 6.2-2 基坑侧壁布点方案

修复区域编号	污染因子	基坑开挖面积 (m <sup>2</sup> )	坑底水平布单元数 (个)	侧壁水平布单元数 (个)	基坑开挖深度 (m)	垂直采样单元断面 (m)	合计布设采样单元数 (个)	第一次效果评估采样数 (份)	第一次超标扩挖效果评估采样数 (份)	样品采集数量合计 (份)
12#A	铊	193.54	3	5	0-1.0	0-1.0	8	8	-	8
12#B	砷、铊	213.52	3	5	0-1.0	0-1.0	8	8	6	14
12#C	苯并[a]芘	181.82	3	5	0-1.0	0-1.0	8	8	2	10
12#D	苯并[a]芘	209.02	3	5	0-4.0	0-0.2、0.2-1.5、1.5-4.0	18	18	-	18
12#E	砷、铊	196.57	3	5	0-4.0	0-0.2、0.2-1.5、1.5-4.0	18	18	-	18
12#F	铅、砷、铊、苯并[a]芘	187.23	3	5	0-4.0	0-0.2、0.2-1.5、1.5-4.0	18	18	-	18
12#G	铊	218.32	3	5	0-2.5	0-0.2、0.2-1.5、1.5-2.5	18	18	-	18
12#H	苯并[a]芘	229.15	3	5	0-4.0	0-0.2、0.2-1.5、1.5-4.0	18	18	-	18
12#I	苯并[b]荧蒽、苯并[a]芘、二苯并[a,h]蒽	511.38	3	5	0-2.5	0-0.2、0.2-1.5、1.5-2.5	18	18	12	30
12#J	砷	1666.69	5	7	0-8.5	0-0.2、0.2-1.5、	40	40	-	40

						1.5-3.0、 3.0-5.5、 5.5-8.5				
12#K	铊	199.64	3	5	0-1.0	0-1.0	8	8	-	8
12#M	铊	197.1	3	5	0-5.5	0-0.2、 0.2-1.5、 1.5-3.0、 3.0-5.5	23	23	-	23
12#N	铊	237.35	3	5	0-2.5	0-0.2、0.2- 1.5、1.5- 2.5	18	18	-	18
合计										<b>241</b>

## 6.2.3 基坑采样布点情况

### 6.2.3.1 清挖基坑 A 采样布点情况

根据《修复方案》，基坑 A 超标因子为铊，修复面积为  $193.54 \text{ m}^2$ ，修复深度为  $0-1.0 \text{ m}$ ，设计开挖土方量为  $193.54 \text{ m}^3$ ，根据施工实际开挖情况，基坑 A 实际开挖土方量为  $403.53 \text{ m}^3$ 。根据报审材料和修复施工进度，2022 年 4 月 30 日，效果评估单位对基坑 A 开展效果评估采样工作。根据基坑布点原则，基坑 A 坑底布设 3 个采样单元，侧壁布设 5 个侧壁分段采样单元，采样深度为  $0-1.0 \text{ m}$ ，共采集土壤样品 8 个，检测指标为铊。基坑布点图详见图 6.2-2 所示。

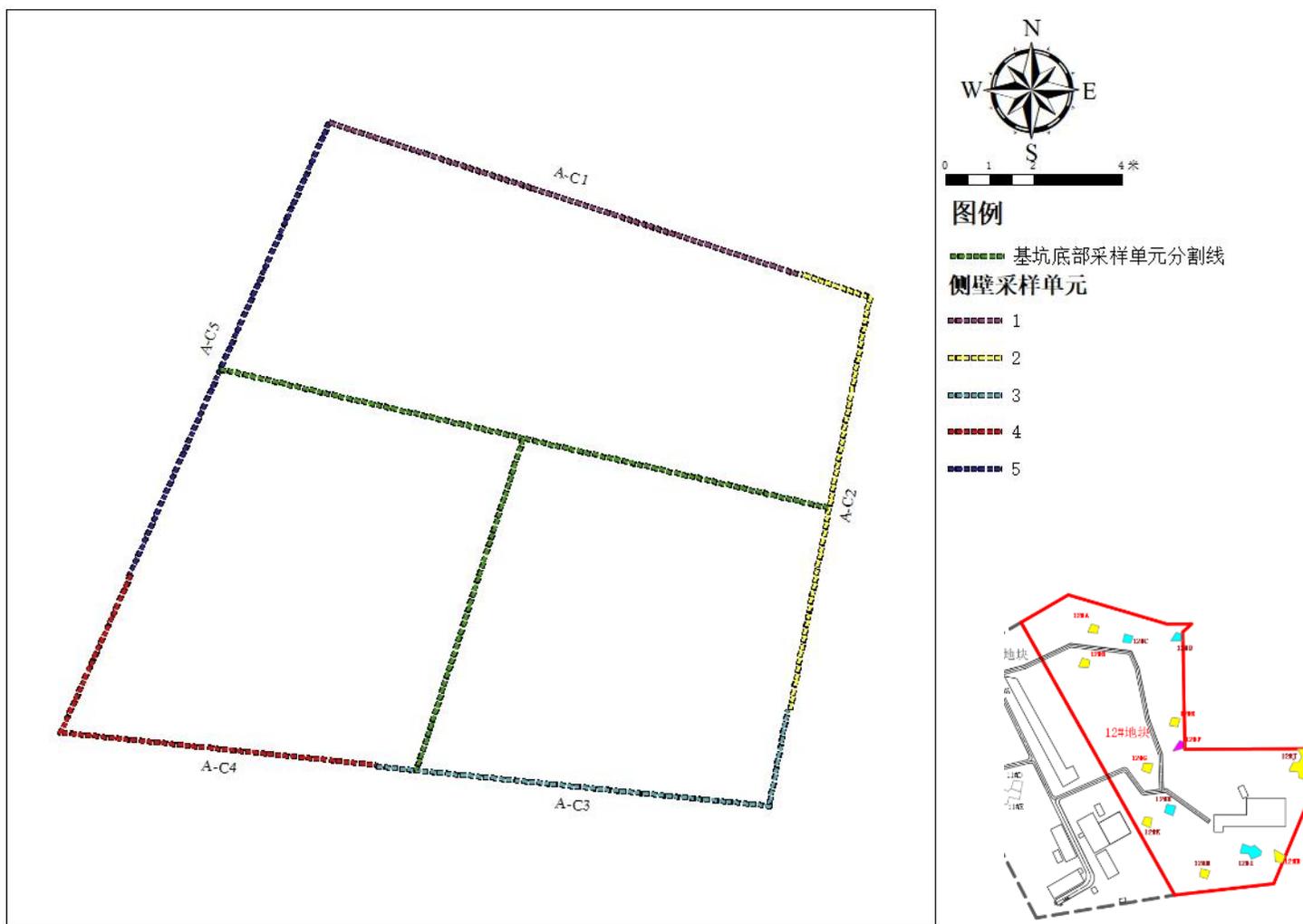


图 6.2-2 12#A 基坑侧壁和坑底采样单元示意图

### 6.2.3.2 清挖基坑 B 采样布点情况

根据修复单位施工进度和报审情况，效果评估单位对基坑 B 共开展 2 次采样验收工作，直至基坑边界清理干净。

#### (1) 基坑 B 第一次采样布点情况

根据《修复技术方案》，基坑 B 超标因子为砷和铊，修复面积为 213.52 m<sup>2</sup>，修复深度为 0-1.0 m，设计开挖土方量为 213.52 m<sup>3</sup>，根据施工实际开挖情况，基坑 B 实际开挖土方量为 251.52 m<sup>3</sup>，12#C 基坑第一次扩挖范围见图 6.2-6。

根据报审材料和修复施工进度，2022 年 4 月 30 日，效果评估单位对基坑 B 开展效果评估采样工作。根据基坑布点原则，基坑 B 坑底布设 3 个采样单元，侧壁布设 5 个侧壁分段采样单元，采样深度为 0-1.0 m，共采集土壤样品 8 个，检测指标为砷和铊。基坑采样单元详见图 6.2-3 所示。

根据基坑 B 第一次样品检测结果，基坑 B 侧壁 B-C1、B-C4、B-C5 和底部 B-D1、B-D2、B-D3 采样单元存在砷超标情况，基坑初次清挖超标采样单元见图 6.2-4 所示。

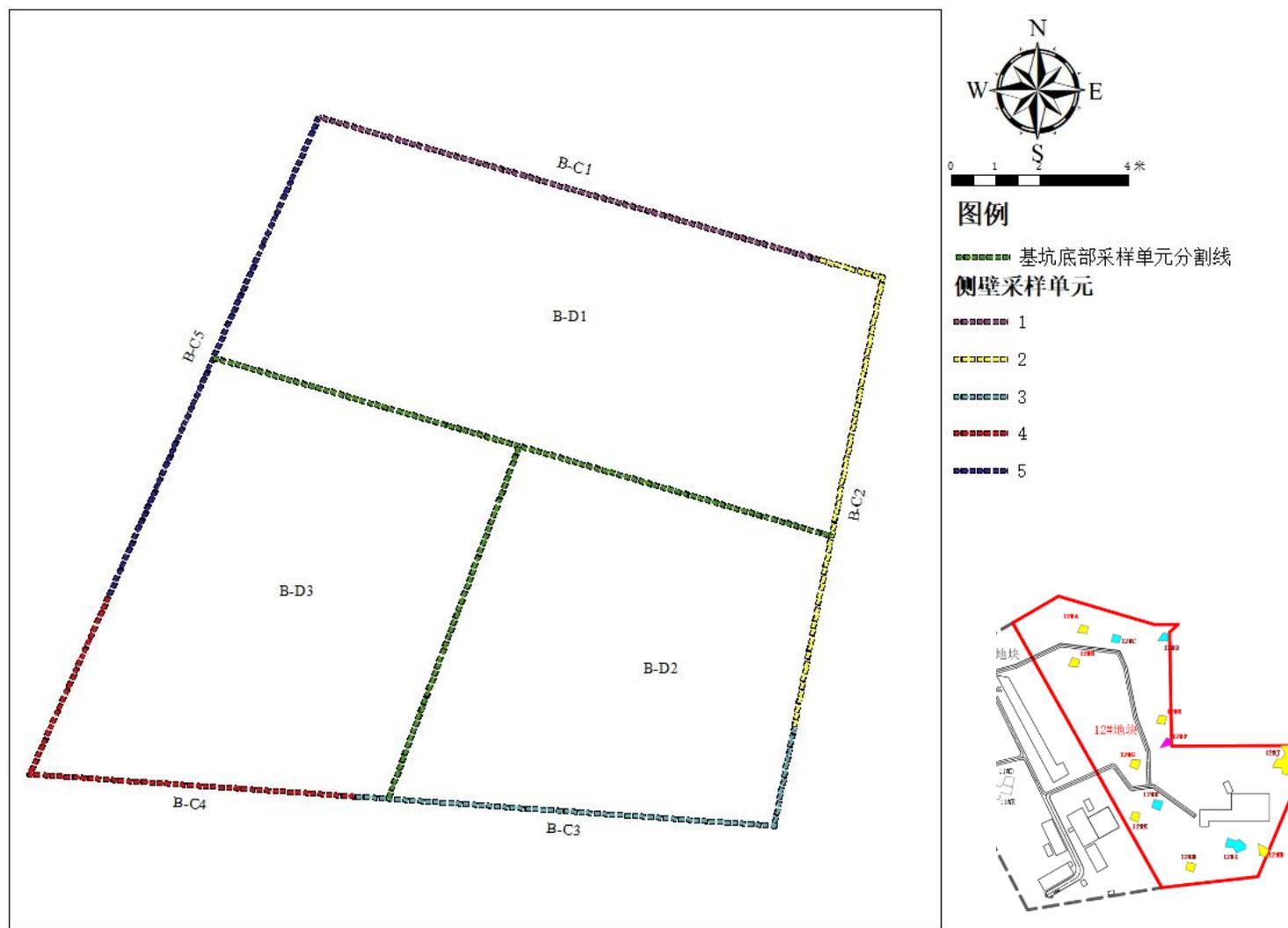


图 6.2-3 12#B 基坑侧壁和坑底采样单元示意图



图 6.2-4 12#B 基坑初次清挖超标采样单元示意图

## (2) 基坑 B 第一次超标扩挖采样布点情况

根据基坑 B 第一次样品检测结果，基坑 B 侧壁 B-C1、B-C4、B-C5 和底部 B-D1、B-D2、B-D3 采样单元存在砷超标情况，故修复施工单位按照规范对基坑 B 超标的侧壁和坑底开展扩挖工作，修复施工单位对超标单元进行扩挖，基坑 B 扩挖的方量为 122.00 m<sup>3</sup>，扩挖后 2022 年 5 月 15 日效果评估单位对基坑 B 侧壁 B-C1、B-C4、B-C5 和底部 B-D1、B-D2、B-D3 超标单元进行采样，采样深度为 0-1.0 m，共采集土壤样品 6 个，检测指标为砷。基坑采样单元详见图 6.2-5 所示。

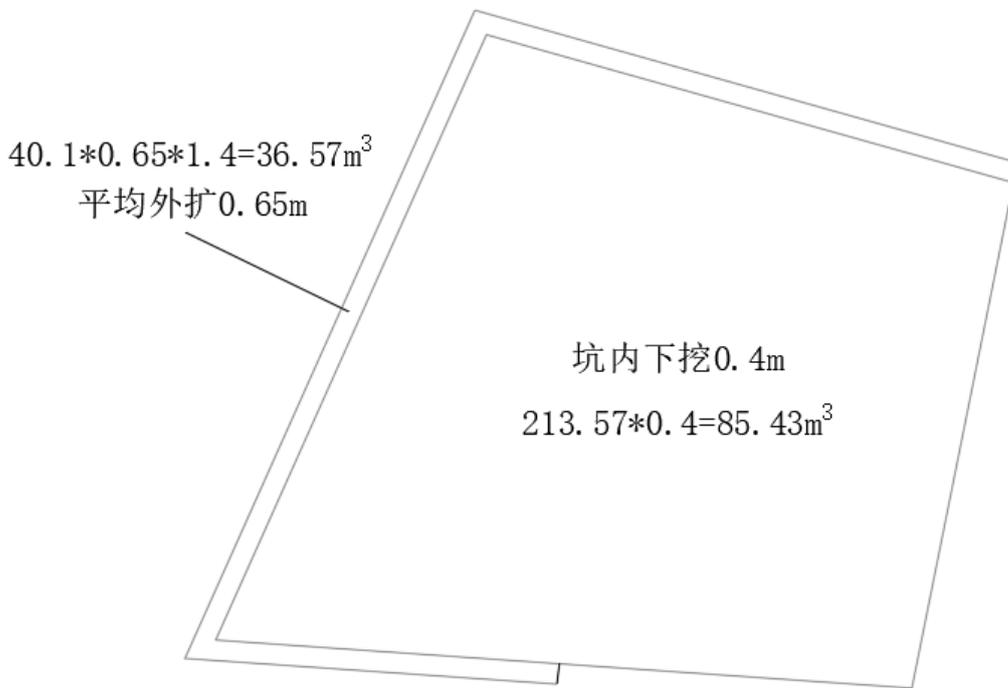


图 6.2-5 12#B 基坑第一次扩挖范围示意图

### 6.2.3.3 清挖基坑 C 采样布点情况

根据修复单位施工进度和报审情况，效果评估单位对基坑 C 共开展 2 次采样验收工作，直至基坑边界清理干净。

#### (1) 基坑 C 第一次采样布点情况

根据《修复技术方案》，基坑 C 超标因子为苯并[a]芘，修复面积为 181.82 m<sup>2</sup>，修复深度为 0-1.0 m，设计开挖土方量为 181.82 m<sup>3</sup>，根据施工实际开挖情况，基坑 C 实际开挖土方量为 286.91 m<sup>3</sup>。根据报审材料和修复施工进度，2022 年 4 月 16 日，效果评估单位对基坑 C 开展效果评估采样工作。根据基坑布点原

则，基坑 C 坑底布设 3 个采样单元，侧壁布设 5 个侧壁分段采样单元，采样深度为 0-1.0 m，共采集土壤样品 8 个，检测指标为苯并[a]芘。基坑采样单元详见图 6.2-6 所示。

根据基坑 C 第一次样品检测结果，基坑 C 侧壁 C-C1、C-C4 采样单元存在苯并[a]芘超标情况，基坑初次清挖超标采样单元见图 6.2-7 所示。

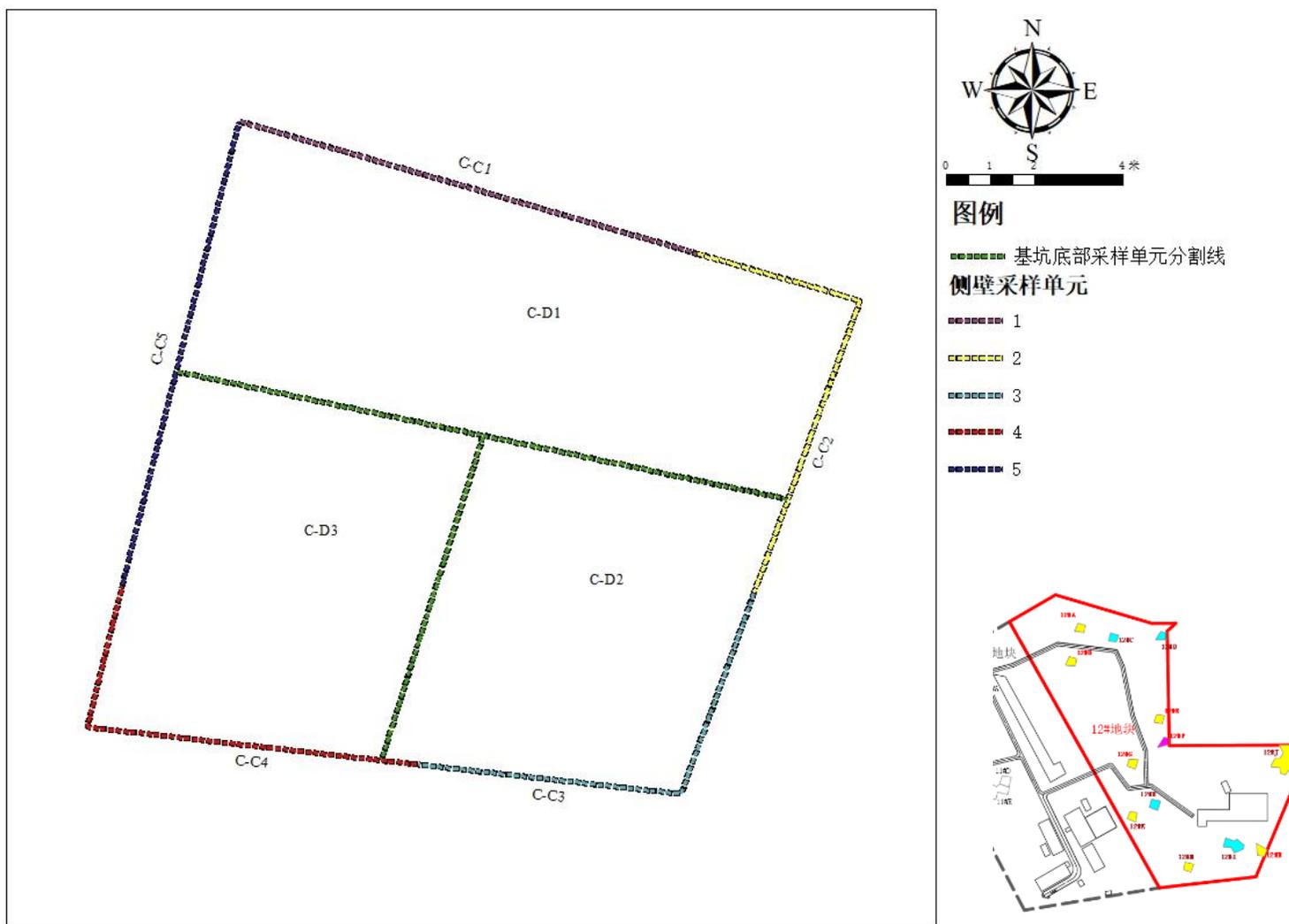


图 6.2-6 12#C 基坑侧壁和坑底采样单元示意图



图 6.2-7 12#C 基坑初次清挖超标采样单元示意图

## (2) 基坑 C 第一次超标扩挖采样布点情况

根据基坑 C 第一次样品检测结果，基坑 C 侧壁 C-C1、C-C4 采样单元存在苯并[a]芘超标情况，故修复施工单位按照规范对基坑 C 超标的侧壁开展扩挖工作，修复施工单位对超标单元进行扩挖，基坑 C 扩挖的方量为  $14.00 \text{ m}^3$ ，12#C 基坑第一次扩挖范围见图 6.2-8。

扩挖后 2022 年 5 月 9 日效果评估单位对基坑 C 侧壁 C-C1、C-C4 超标单元进行采样，侧壁采样深度为 0-1.0 m 共采集土壤样品 2 个，检测指标为苯并[a]芘。

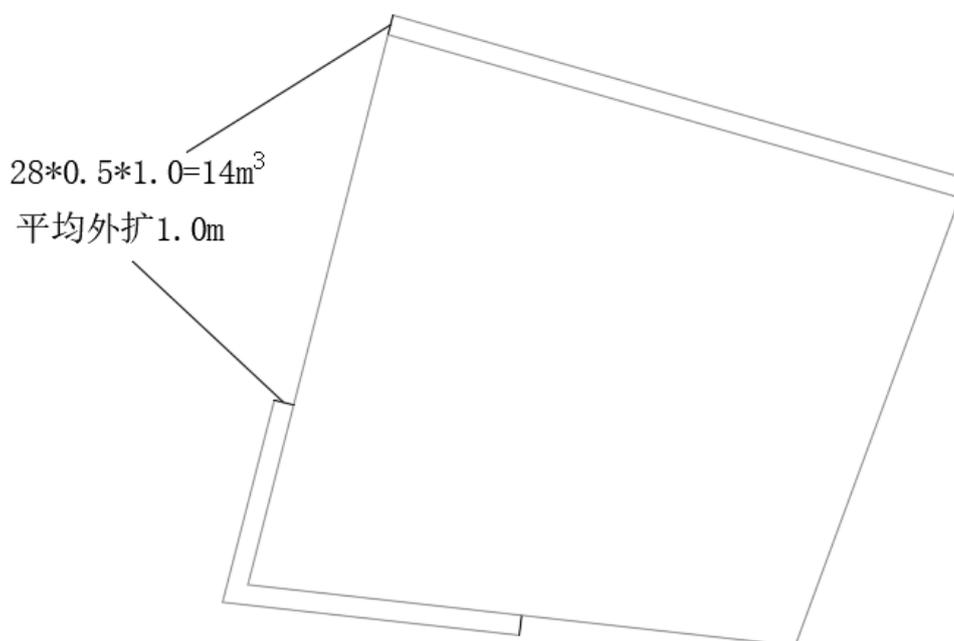


图 6.2-8 12#C 基坑第一次扩挖范围示意图

### 6.2.3.4 清挖基坑 D 采样布点情况

根据《修复技术方案》，基坑 D 超标因子为苯并[a]芘，修复面积为  $209.02 \text{ m}^2$ ，修复深度为 0-4.0 m，设计开挖土方量为  $836.06 \text{ m}^3$ ，根据施工实际开挖情况，基坑 D 实际开挖土方量为  $837.95 \text{ m}^3$ 。根据报审材料和修复施工进度，2022 年 5 月 15 日，效果评估单位对基坑 D 开展效果评估采样工作。根据基坑布点原则，基坑 C 坑底布设 3 个采样单元，侧壁布设 5 个侧壁分段采样单元，采样深度为 0-0.2 m、0.2-1.5 m、1.5-4.0 m，共采集土壤样品 18 个，检测指标为苯并[a]芘。基坑采样单元详见图 6.2-9 所示。

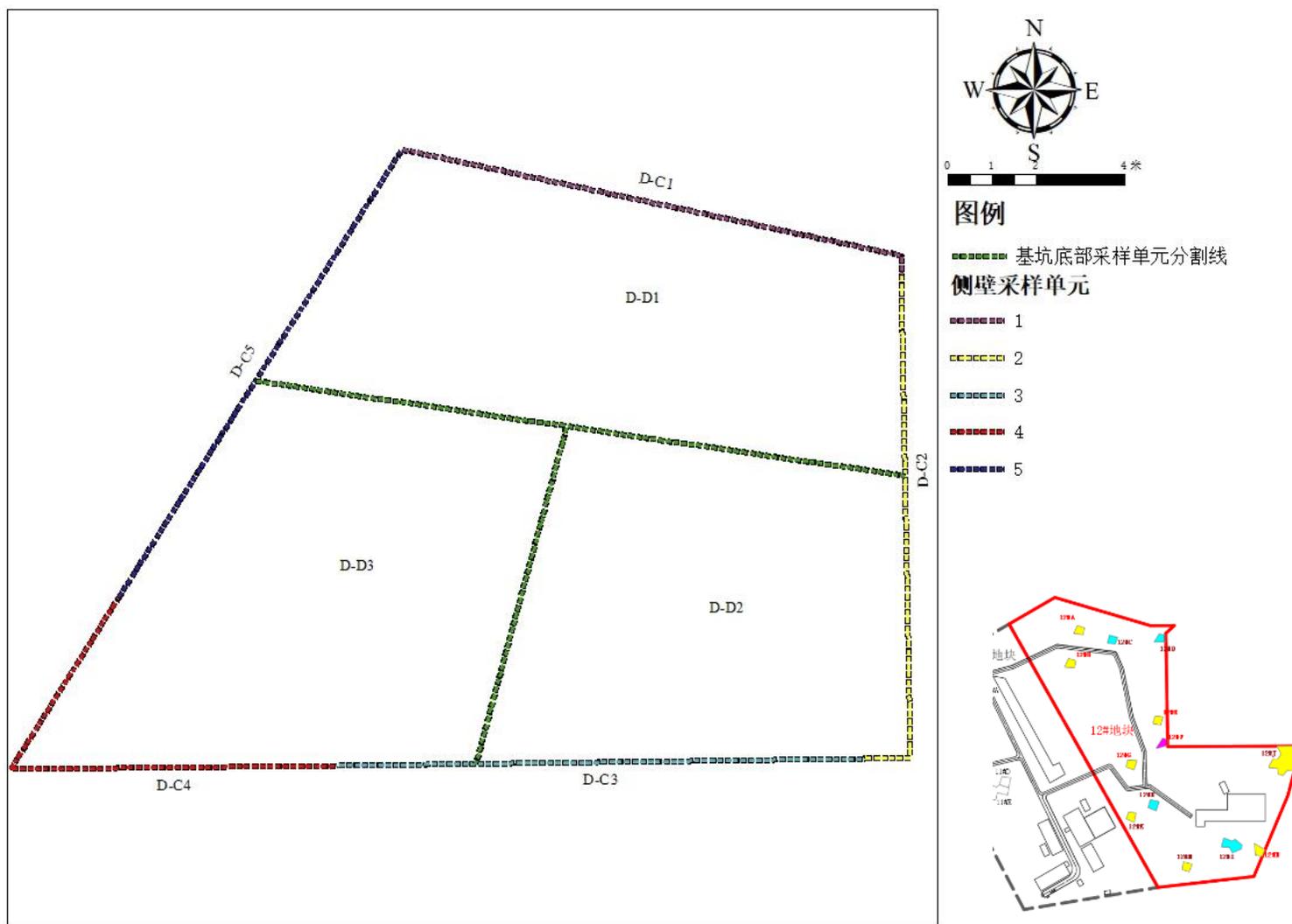


图 6.2-9 12#D 基坑侧壁和坑底采样单元示意图

### 6.2.3.5 清挖基坑 E 采样布点情况

根据《修复方案》，基坑 E 超标因子为砷、铊，修复面积为  $196.57 \text{ m}^2$ ，修复深度为  $0-4.0 \text{ m}$ ，设计开挖土方量为  $786.29 \text{ m}^3$ ，根据施工实际开挖情况，基坑 E 实际开挖土方量为  $808.11 \text{ m}^3$ 。根据报审材料和修复施工进度，2022 年 5 月 15 日，效果评估单位对基坑 E 开展效果评估采样工作。根据基坑布点原则，基坑 E 坑底布设 3 个采样单元，侧壁布设 5 个侧壁分段采样单元，采样深度为  $0-0.2 \text{ m}$ 、 $0.2-1.5 \text{ m}$ 、 $1.5-4.0 \text{ m}$ ，共采集土壤样品 18 个，检测指标为砷和铊。基坑布点图详见图 6.2-10 所示。

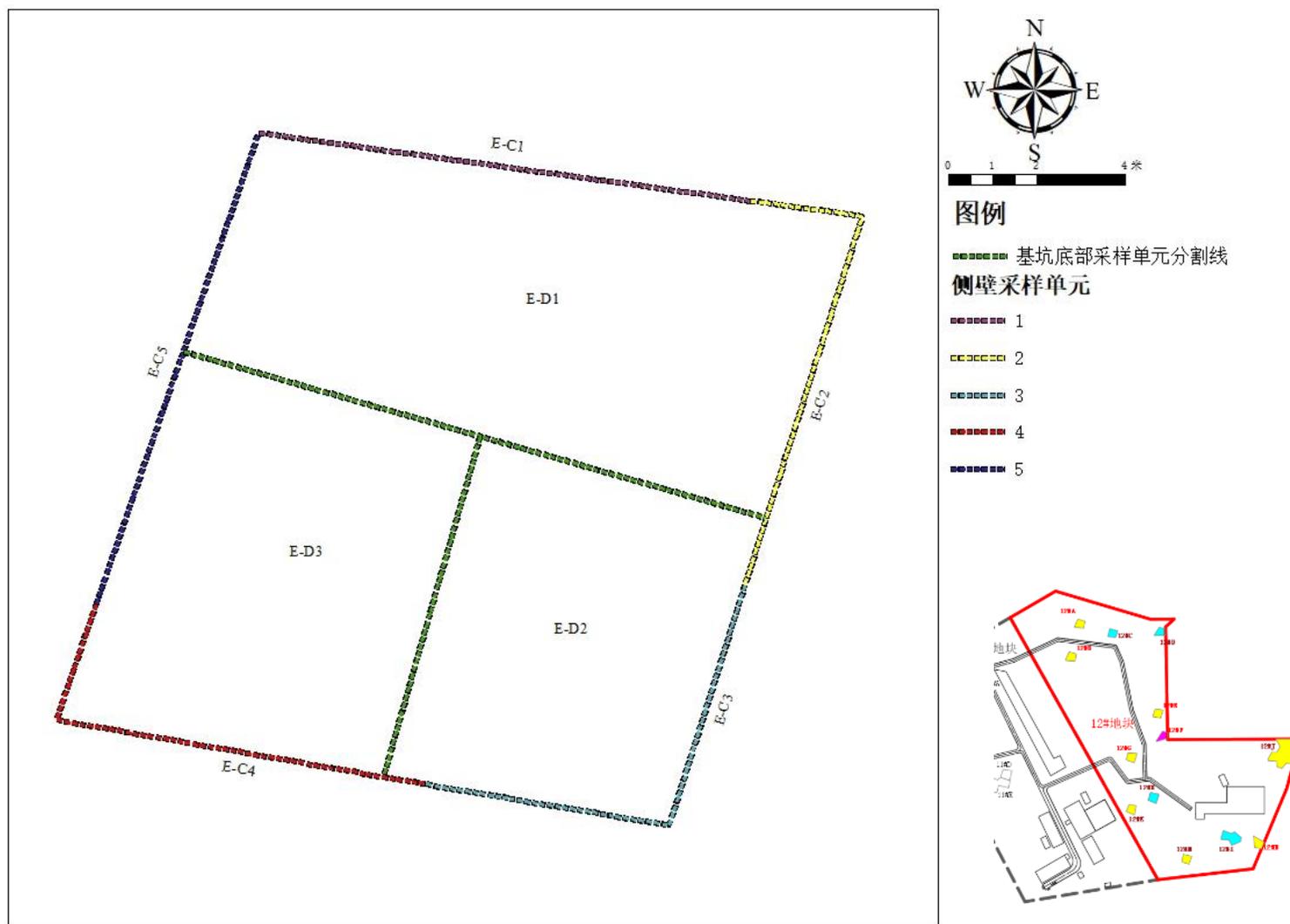


图 6.2-10 12#E 基坑侧壁和坑底采样单元示意图

### 6.2.3.6 清挖基坑 F 采样布点情况

根据《修复技术方案》，基坑 F 超标因子为铅、砷、铊、苯并[a]芘，修复面积为 187.23 m<sup>2</sup>，修复深度为 0-4.0 m，设计开挖土方量为 748.92 m<sup>3</sup>，根据施工实际开挖情况，基坑 F 实际开挖土方量为 786.36 m<sup>3</sup>。根据报审材料和修复施工进度，2022 年 5 月 15 日，效果评估单位对基坑 F 开展效果评估采样工作。根据基坑布点原则，基坑 F 坑底布设 3 个采样单元，侧壁布设 5 个侧壁分段采样单元，采样深度为 0-0.2 m、0.2-1.5 m、1.5-4.0m，共采集土壤样品 18 个，检测指标为铅、砷、铊、苯并[a]芘。基坑采样单元详见图 6.2-11 所示。

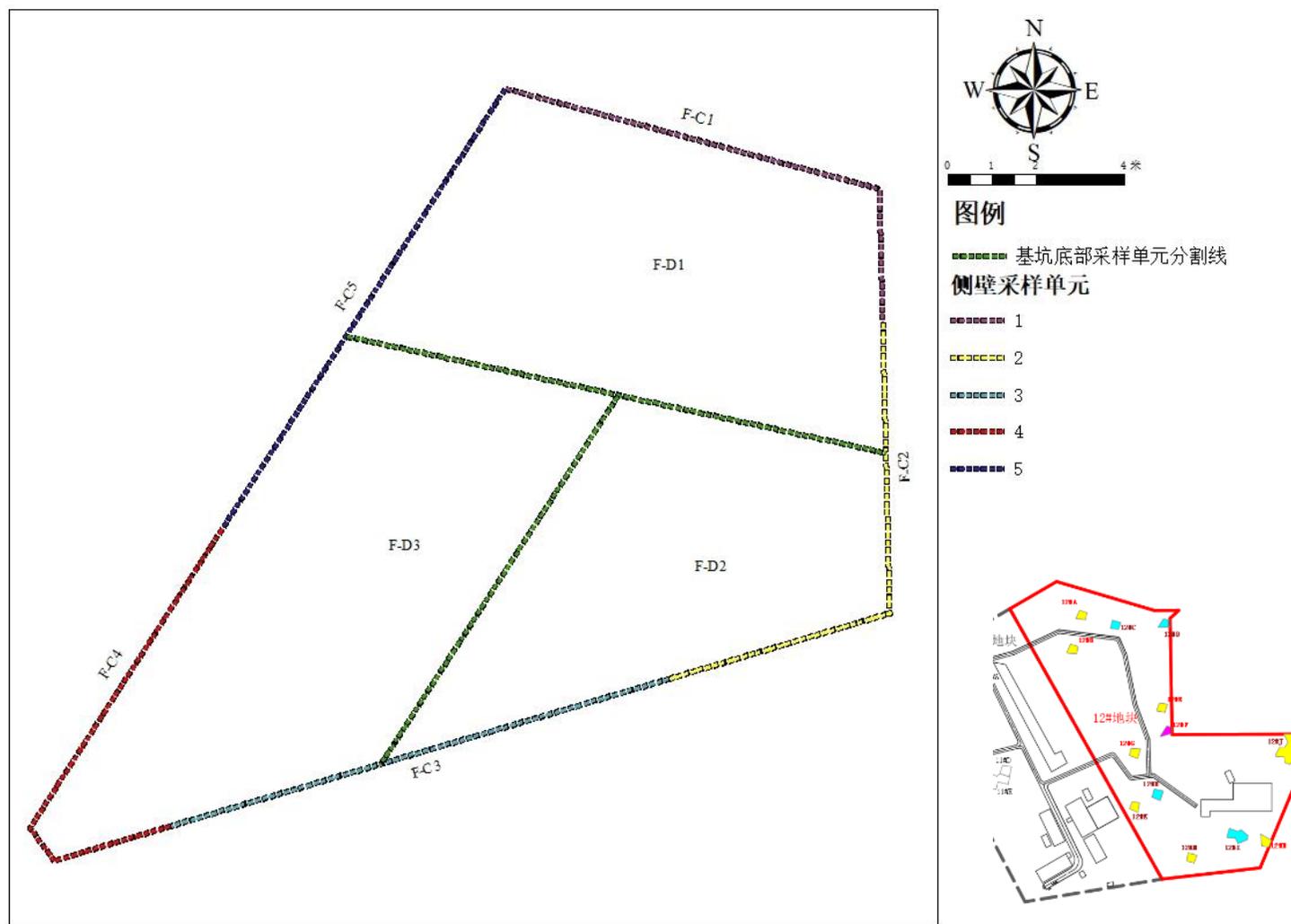


图 6.2-11 12#F 基坑侧壁和坑底采样单元示意图

### 6.2.3.7 清挖基坑 G 采样布点情况

根据《修复技术方案》，基坑 G 超标因子为铊，修复面积为 218.32 m<sup>2</sup>，修复深度为 0-2.5 m，设计开挖土方量为 545.80 m<sup>3</sup>，根据施工实际开挖情况，基坑 G 实际开挖土方量为 550.17 m<sup>3</sup>。根据报审材料和修复施工进度，2022 年 5 月 15 日，效果评估单位对基坑 G 开展效果评估采样工作。根据基坑布点原则，基坑 B 坑底布设 3 个采样单元，侧壁布设 5 个侧壁分段采样单元，采样深度为 0-0.2 m、0.2-1.5 m、1.5-2.5 m，共采集土壤样品 18 个，检测指标为铊。基坑采样单元详见图 6.2-12 所示。

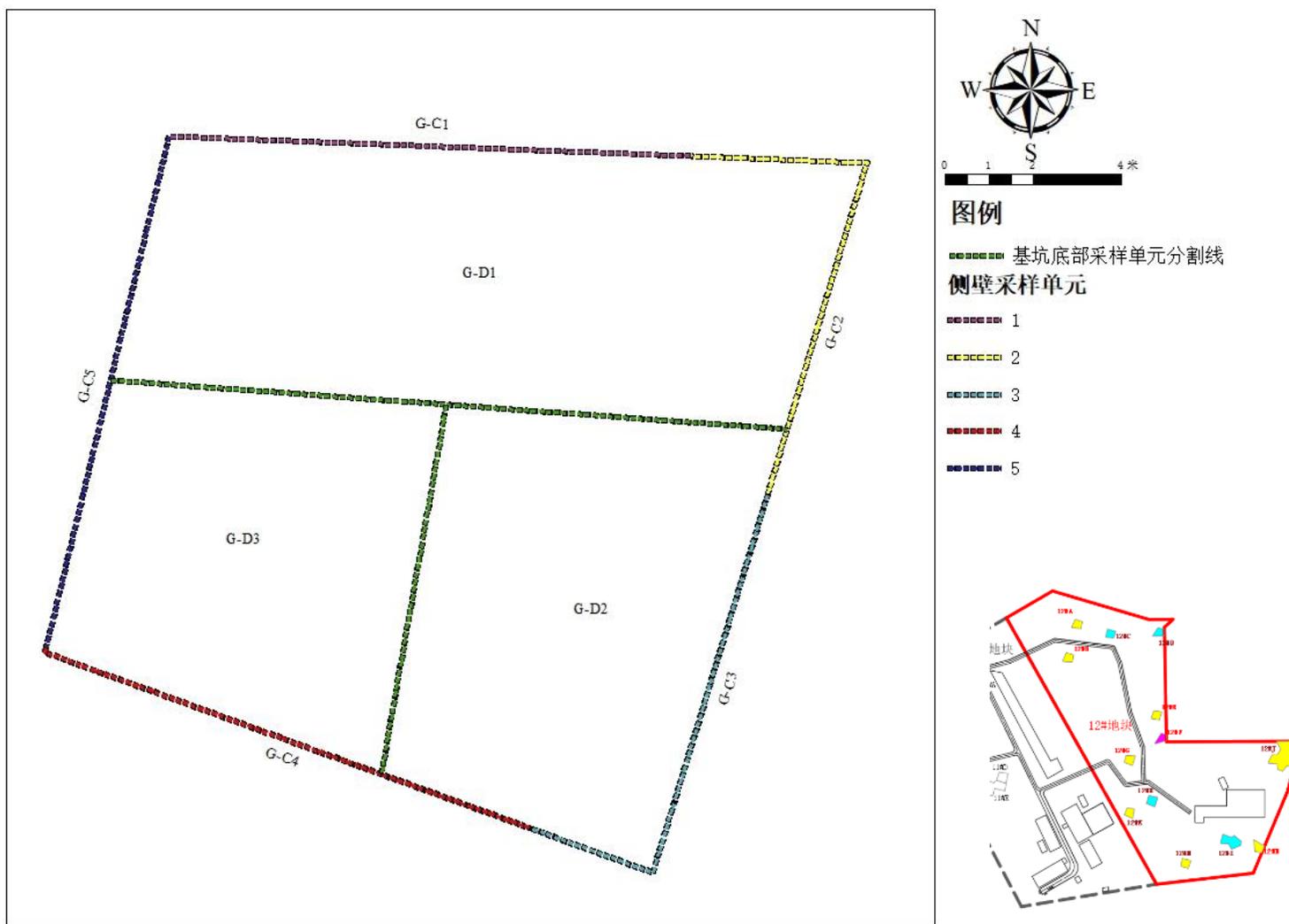
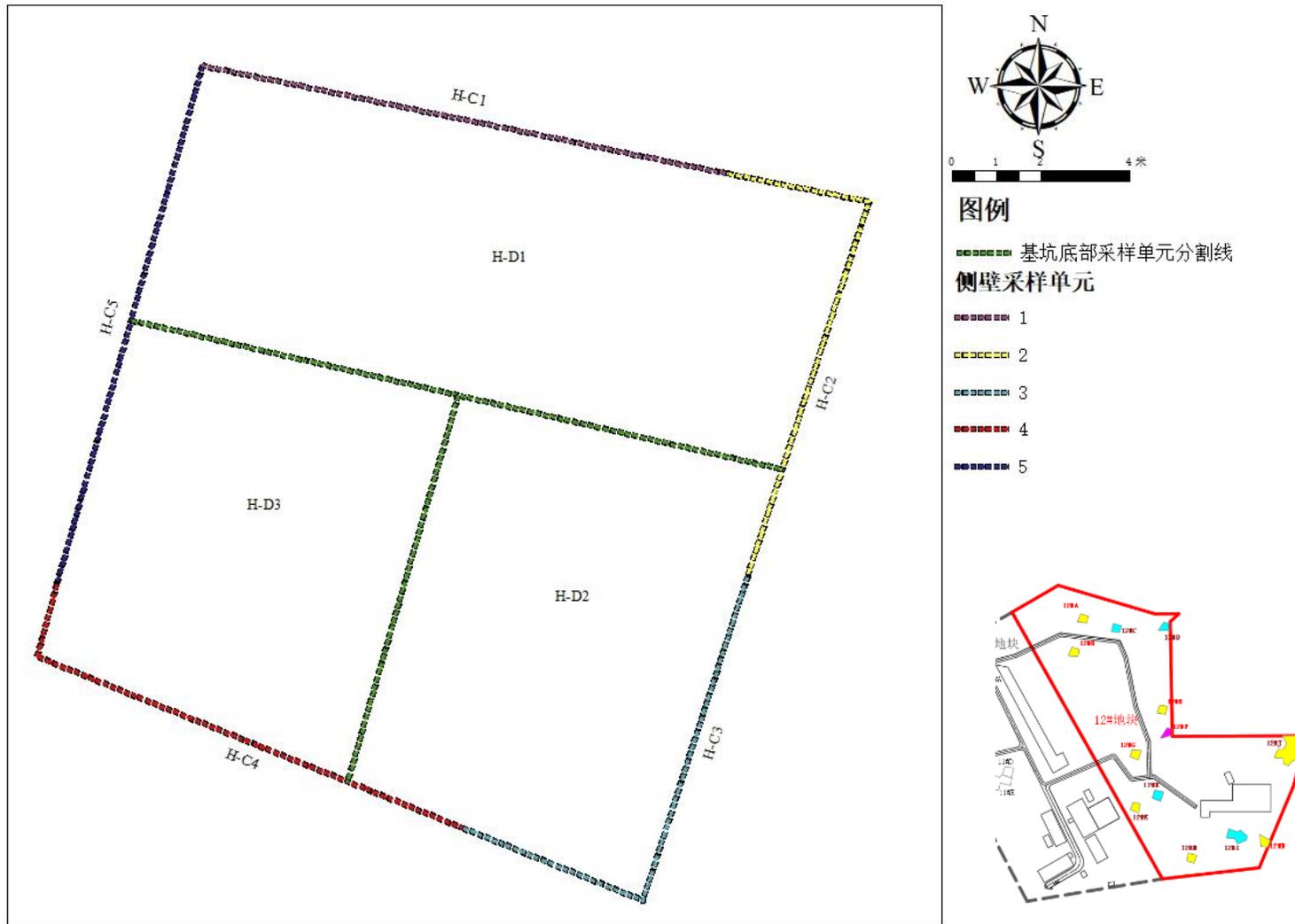


图 6.2-12 12#G 基坑侧壁和坑底采样单元示意图

### 6.2.3.8 清挖基坑 H 采样布点情况

根据《修复技术方案》，基坑 H 超标因子为苯并[a]芘，修复面积为 229.152 m<sup>2</sup>，修复深度为 0-4.0 m，设计开挖土方量为 916.61 m<sup>3</sup>，根据施工实际开挖情况，基坑 H 实际开挖土方量为 967.02 m<sup>3</sup>。根据报审材料和修复施工进度，2022 年 5 月 15 日，效果评估单位对基坑 H 开展效果评估采样工作。根据基坑布点原则，基坑 H 坑底布设 3 个采样单元，侧壁布设 5 个侧壁分段采样单元，采样深度为 0-0.2 m、0.2-1.5 m、1.5-4.0 m，共采集土壤样品 18 个，检测指标为苯并[a]芘。基坑采样单元详见图 6.2-13 所示。



### 6.2.3.9 清挖基坑 I 采样布点情况

根据修复单位施工进度和报审情况，效果评估单位对基坑 B 共开展 2 次采样验收工作，直至基坑边界清理干净。

#### (1) 基坑 I 第一次采样布点情况

根据《修复技术方案》，基坑 I 超标因子为苯并[b]荧蒹、苯并[a]芘、二苯并[a,h]蒹，修复面积为 511.38 m<sup>2</sup>，修复深度为 0-2.5 m，设计开挖土方量为 1278.46 m<sup>3</sup>，根据施工实际开挖情况，基坑 I 实际开挖土方量为 1339.83 m<sup>3</sup>。根据报审材料和修复施工进度，2022 年 4 月 30 日，效果评估单位对基坑 I 开展效果评估采样工作。根据基坑布点原则，基坑 I 坑底布设 3 个采样单元，侧壁布设 5 个侧壁分段采样单元，采样深度为 0-0.2 m、0.2-1.5 m、1.5-2.5 m，共采集土壤样品 18 个，检测指标为苯并[b]荧蒹、苯并[a]芘、二苯并[a,h]蒹。基坑采样单元详见图 6.2-14 所示。

根据基坑 I 第一次样品检测结果，基坑 I 侧壁 I-C1、I-C3、I-C5 采样单元存在苯并[a]芘超标情况，基坑 I 侧壁 I-C4 采样单元存在二苯并[a,h]蒹超标情况，基坑初次清挖超标采样单元见图 6.2-15 所示。

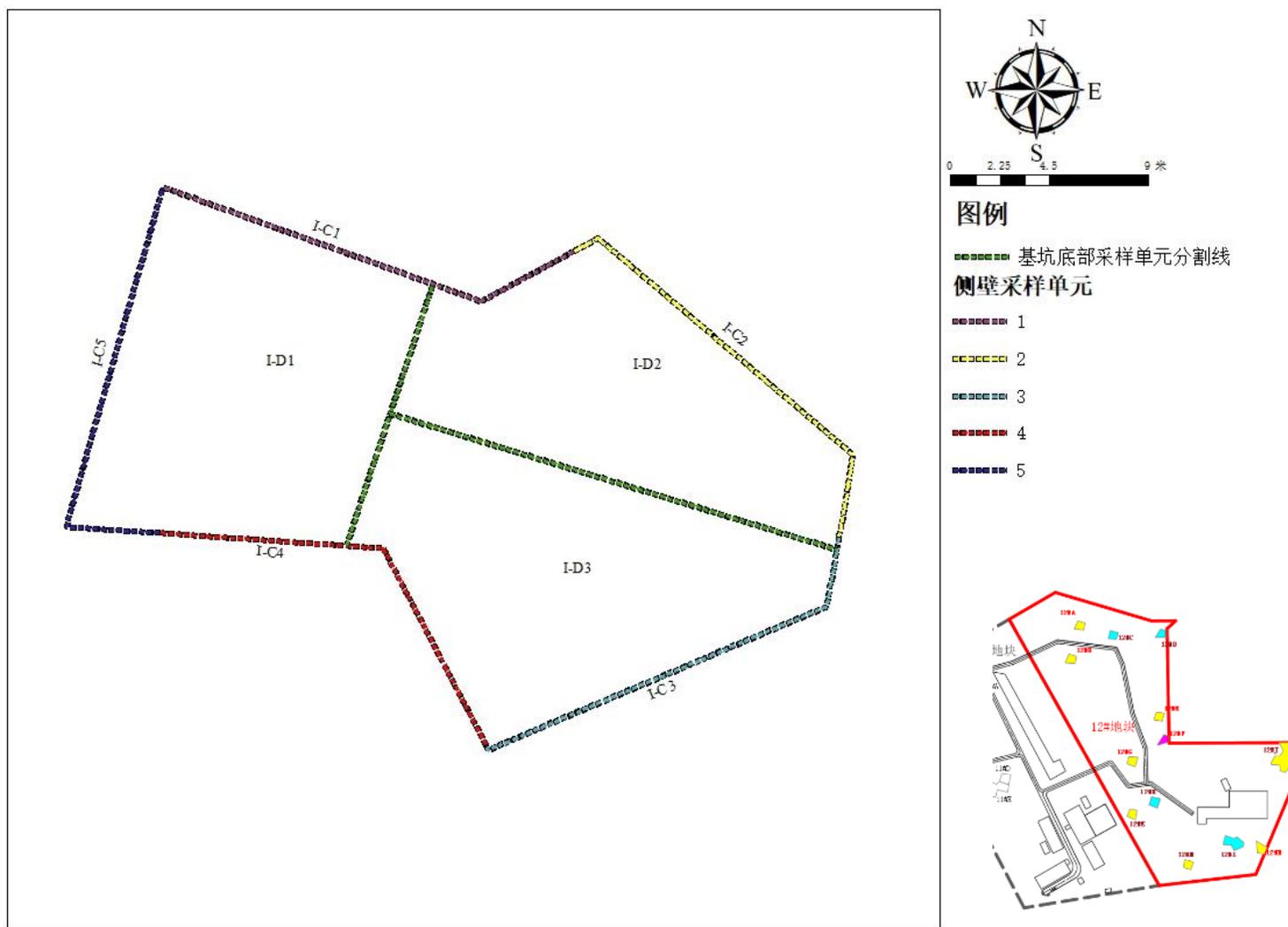


图 6.2-14 12#I 基坑侧壁和坑底采样单元示意图

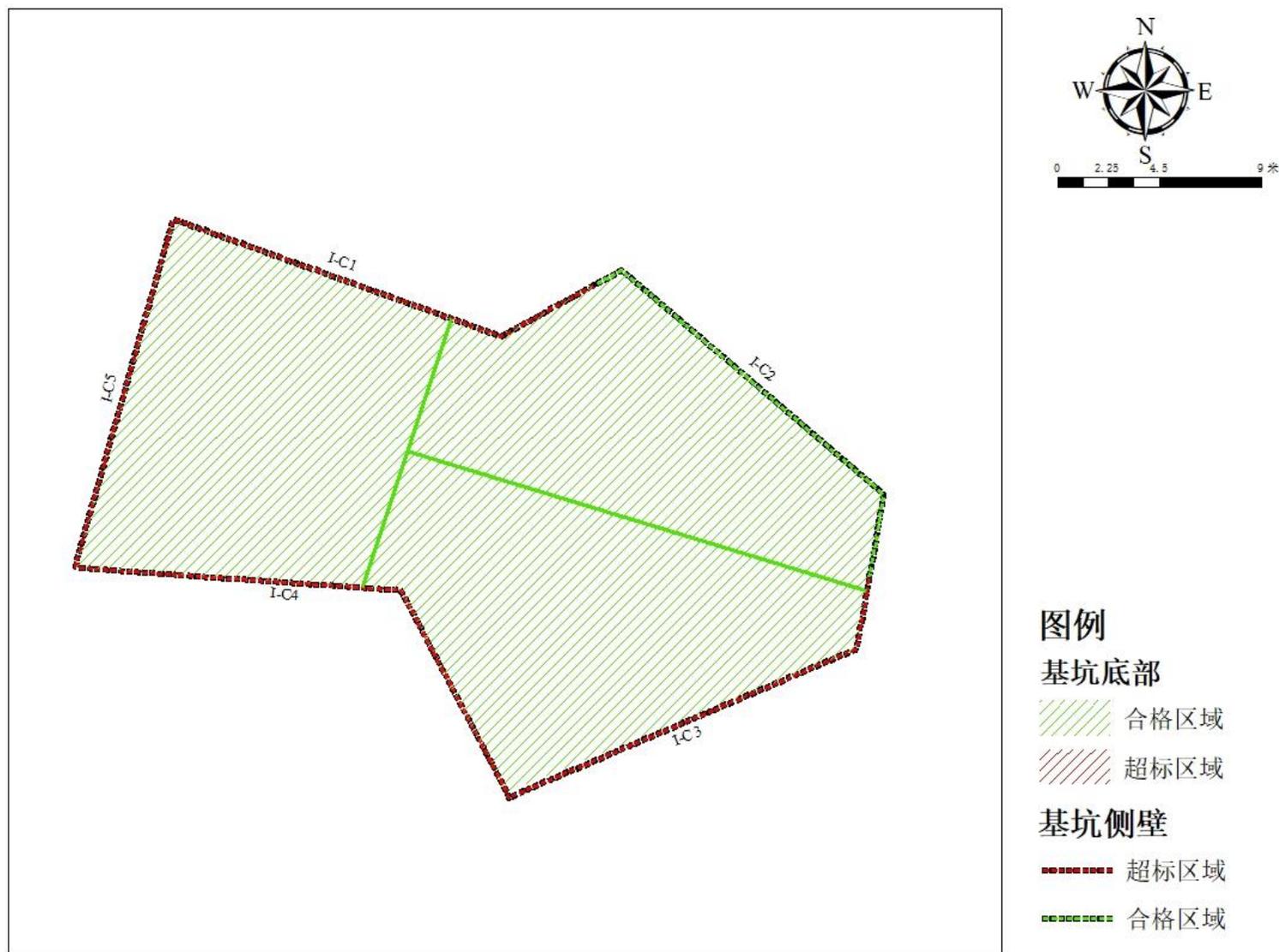


图 6.2-15 12#I 基坑初次清挖超标采样单元示意图

## (2) 基坑 I 第一次超标扩挖采样布点情况

根据基坑 I 第一次样品检测结果，基坑 I 侧壁 I-C1、I-C3、I-C5 采样单元存在苯并[a]芘超标情况，基坑 I 侧壁 I-C4 采样单元存在二苯并[a,h]蒽超标情况，故修复施工单位按照规范对基坑 I 超标的侧壁开展扩挖工作，修复施工单位对超标单元进行扩挖，基坑 I 扩挖的方量为  $148.50 \text{ m}^3$ ，基坑第一次扩挖范围见图 6.2-16。

扩挖后 2022 年 5 月 15 日效果评估单位对基坑 I 侧壁 I-C1、I-C3、I-C4、I-C5 超标单元进行采样，采样深度为 0-0.2 m、0.2-1.5 m、1.5-2.5 m，共采集土壤样品 12 个，检测指标为苯并[a]芘和二苯并[a,h]蒽。

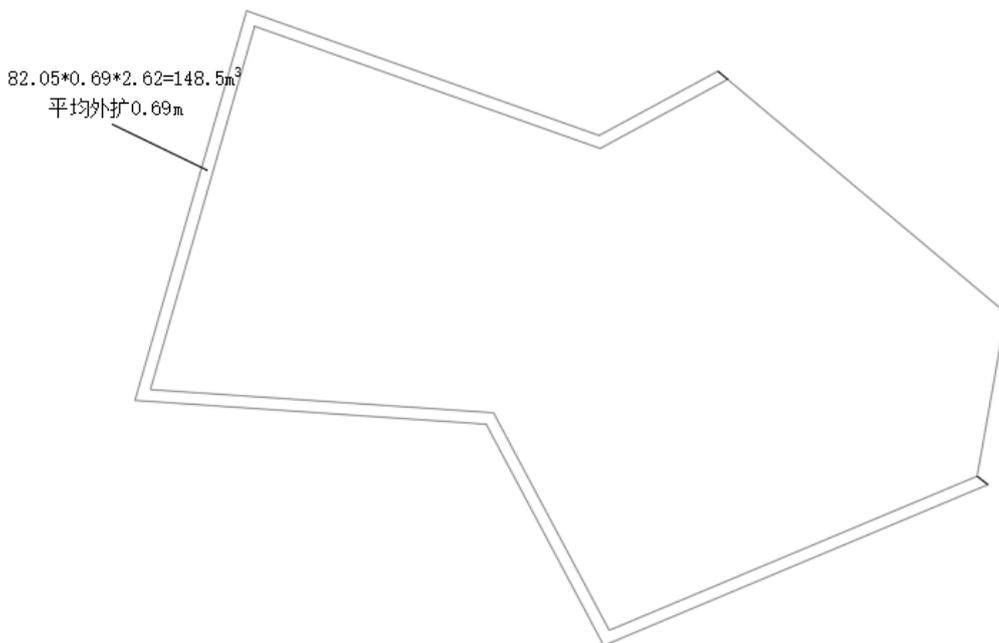


图 6.2-16 12#I 基坑第一次扩挖范围示意图

### 6.2.3.10 清挖基坑 J 采样布点情况

根据《修复技术方案》，基坑 J 超标因子为砷，修复面积为  $1666.69 \text{ m}^2$ ，修复深度为 0-8.5 m，设计开挖土方量为  $14166.87 \text{ m}^3$ 。根据施工实际开挖情况，当开挖深度达到 6.0 m 时，部分位置出现基岩，经建设单位（芜湖新兴铸管有限责任公司）、修复单位（江苏大地益源环境修复有限公司）、工程监理（广东鼎建工程咨询监理有限公司）和环境监理（安徽裕昌环境监理咨询有限公司）等多方论证后，未对基岩进一步开挖，最终没有基岩的区域，土壤开挖深度为

8.5 m，有基岩的区域，土壤开挖深度为 6.0 m，实际土壤修复方量为 12841.13 m<sup>3</sup>。

基坑 J 实际开挖土方量为 12841.13 m<sup>3</sup>。根据报审材料和修复施工进度，2022 年 5 月 9 日，效果评估单位对基坑 J 开展效果评估采样工作。根据基坑布点原则，基坑 J 坑底布设 5 个采样单元，侧壁布设 7 个侧壁分段采样单元，采样深度为 0-0.2 m、0.2-1.5 m、1.5-3.0 m、3.0-5.5 m、5.5-8.5 m，共采集土壤样品 40 个，检测指标为砷。基坑采样单元详见图 6.2-17 所示。

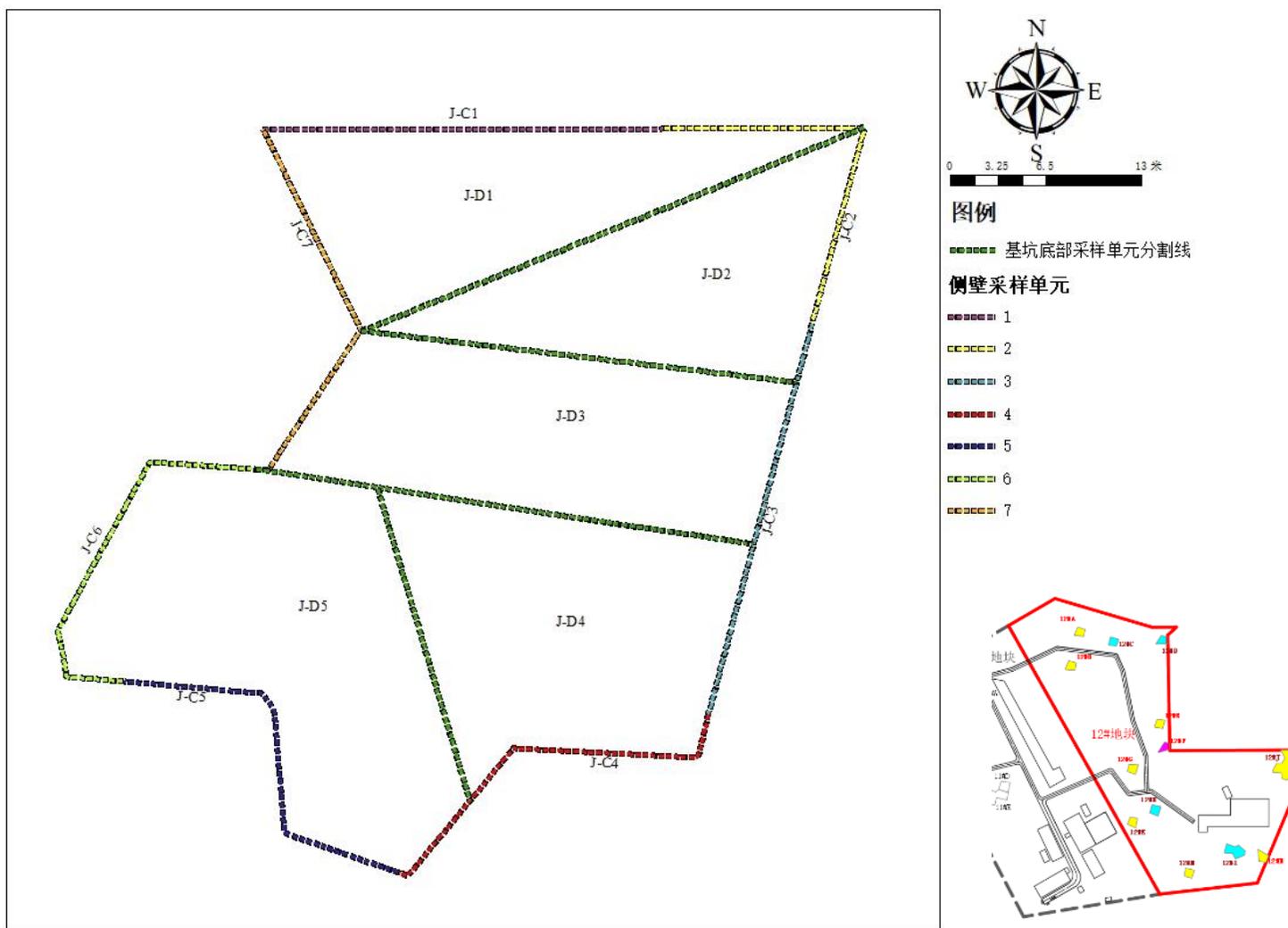


图 6.2-17 12#J 基坑侧壁和坑底采样单元示意图

12#J 基坑进行了放坡，放坡土产生量为 5307m<sup>3</sup>，放坡土示意图见图 6.2-18。

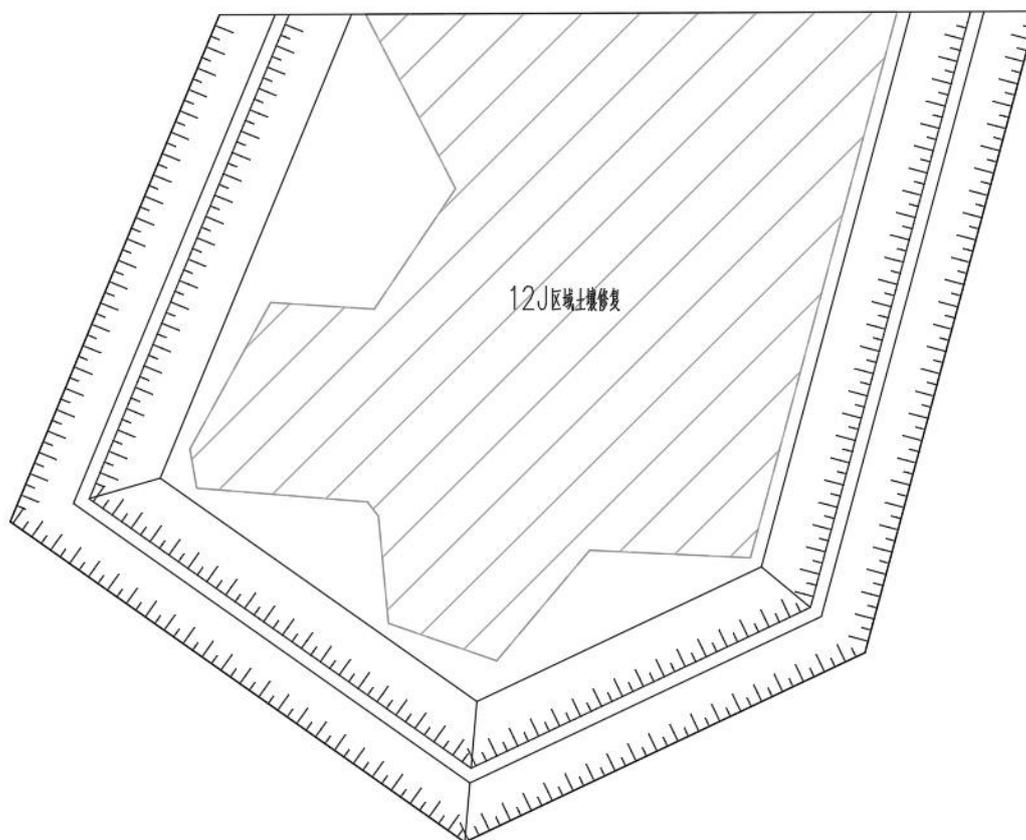


图 6.2-18 12#J 基坑放坡示意图

#### 6.2.3.11 清挖基坑 K 采样布点情况

根据《修复技术方案》，基坑 K 超标因子为铊，修复面积为 199.64 m<sup>2</sup>，修复深度为 0-1.0 m，设计开挖土方量为 199.64 m<sup>3</sup>，根据施工实际开挖情况，基坑 K 实际开挖土方量为 292.47 m<sup>3</sup>。根据报审材料和修复施工进度，2022 年 4 月 30 日，效果评估单位对基坑 K 开展效果评估采样工作。根据基坑布点原则，基坑 K 坑底布设 3 个采样单元，侧壁布设 5 个侧壁分段采样单元，采样深度为 0-1.0 m，共采集土壤样品 8 个，检测指标为铊。基坑采样单元详见图 6.2-19 所示。

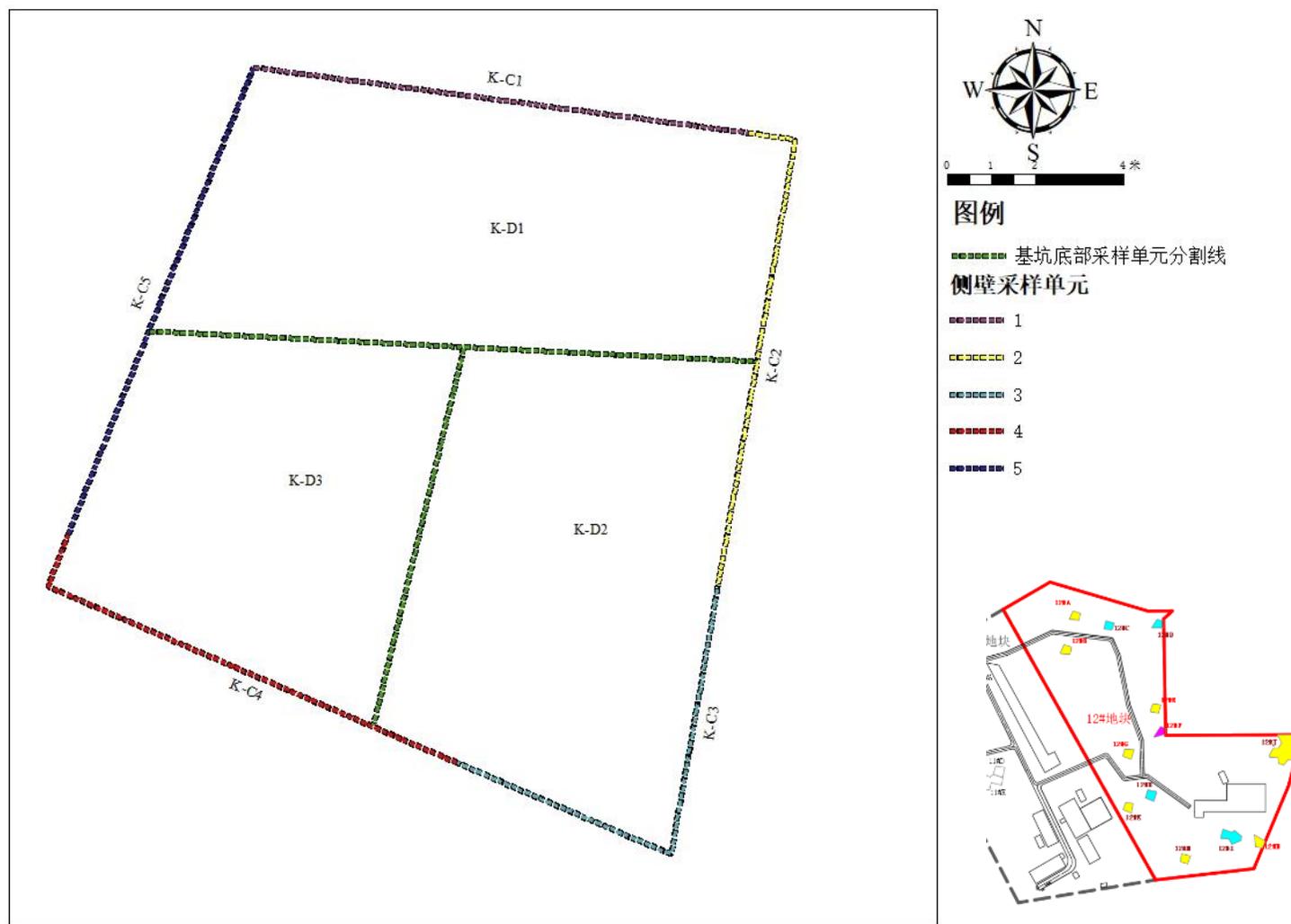


图 6.2-19 12#K 基坑侧壁和坑底采样单元示意图

### 6.2.3.12 清挖基坑 M 采样布点情况

根据《修复技术方案》，基坑 M 超标因子为铊，修复面积为  $197.10 \text{ m}^2$ ，修复深度为  $0-5.5 \text{ m}$ ，设计开挖土方量为  $1084.05 \text{ m}^3$ ，根据施工实际开挖情况，基坑 M 实际开挖土方量为  $1115.98 \text{ m}^3$ 。根据报审材料和修复施工进度，2022 年 4 月 30 日，效果评估单位对基坑 M 开展效果评估采样工作。根据基坑布点原则，基坑 M 坑底布设 3 个采样单元，侧壁布设 5 个侧壁分段采样单元，采样深度为  $0-0.2 \text{ m}$ 、 $0.2-1.5 \text{ m}$ 、 $1.5-3.0 \text{ m}$ 、 $3.0-5.5 \text{ m}$ ，共采集土壤样品 23 个，检测指标为铊。基坑采样单元详见图 6.2-20 所示。

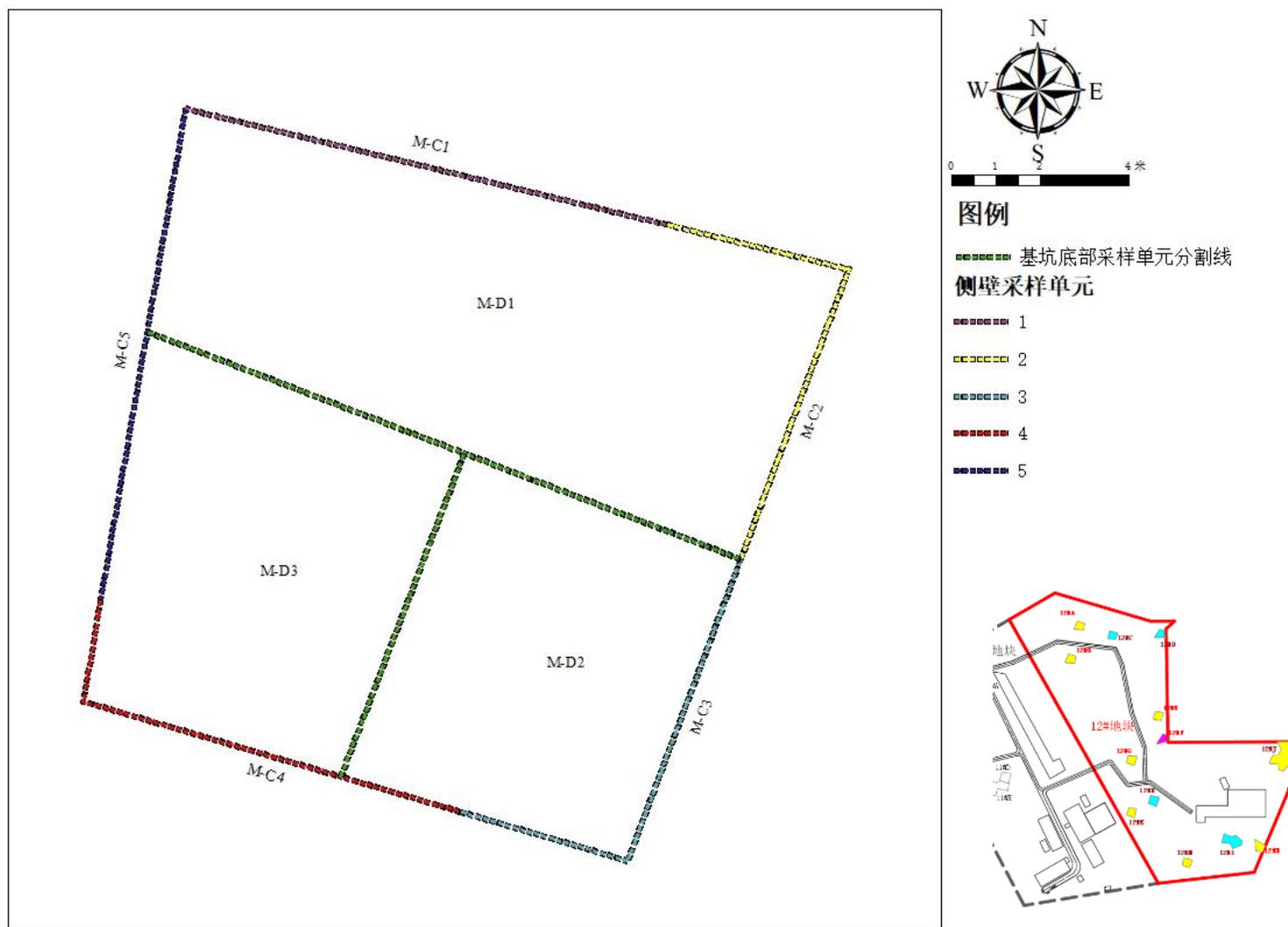


图 6.2-20 12#M 基坑侧壁和坑底采样单元示意图

### 6.2.3.13 清挖基坑 N 采样布点情况

根据《修复技术方案》，基坑 N 超标因子为铊，修复面积为  $237.35 \text{ m}^2$ ，修复深度为  $0-2.5 \text{ m}$ ，设计开挖土方量为  $593.38 \text{ m}^3$ ，根据施工实际开挖情况，基坑 N 实际开挖土方量为  $721.31 \text{ m}^3$ 。根据报审材料和修复施工进度，2022 年 4 月 30 日，效果评估单位对基坑 N 开展效果评估采样工作。根据基坑布点原则，基坑 N 坑底布设 3 个采样单元，侧壁布设 5 个侧壁分段采样单元，采样深度为  $0-0.2 \text{ m}$ 、 $0.2-1.5 \text{ m}$ 、 $1.5-2.5 \text{ m}$ ，共采集土壤样品 18 个，检测指标为铊。基坑采样单元详见图 6.2-21 所示。

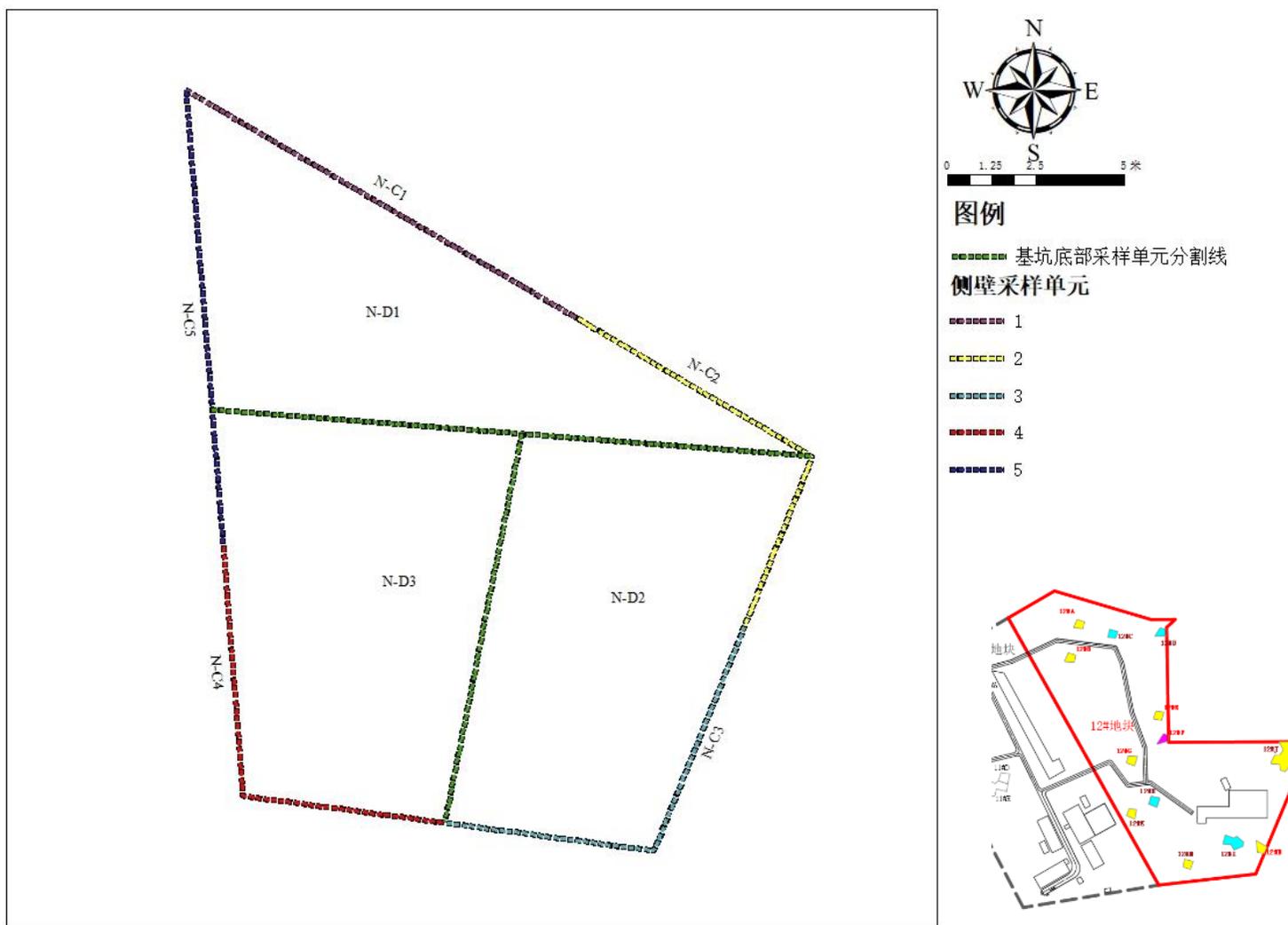


图 6.2-21 12#N 基坑侧壁和坑底采样单元示意图

## 6.3 异位修复土壤堆体效果评估采样方案

### 6.3.1 土壤堆体采样原则

异位修复污染土壤修复效果评估工作主要参照《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ 25.5-2018）进行。本地块异位修复土壤采用土壤淋洗修复技术和化学氧化修复技术，其中土壤淋洗为连续处理模式，分三个批次，修复后的土壤堆存在淋洗修复土待检区，异位修复后土壤效果评估的对象为异位修复后的土壤堆体，并在修复完成后、再利用之前根据修复进度进行分批次采样。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）》（HJ 25.5-2018）附录 B 中提供的差变系数计算方法，利用修复单位自检数据计算了异位修复土壤堆体的差变系数，如表 6.3-1 所示，经计算得出的差变系数远大于导则中表 2 的数值，差变系数越大，所需采集的样品数越少，采样单元大小为 1000m<sup>3</sup>，但保守考虑，每个采样单元不超过 500 m<sup>3</sup>，每个采样单元采集土壤混合样 1 个，土壤样品采集于堆体内部土壤处。

表 6.3-1 异位修复土壤淋洗堆体差异系数一览表

目标污染物	修复目标值 mg/kg	总体均值 mg/kg	标准差	差变系数
砷	20	7.44	0.45	27.92
汞	8	0.15	0.10	82.47
铊	0.828	0.37	0.07	6.74

表 6.3-2 修复后土壤淋洗最少采样点数量

差变系数	采样单元大小 m <sup>3</sup>
0.05-0.20	100
0.20-0.40	300
0.40-0.60	500
0.60-0.80	800
0.80-1.00	1000

### 6.3.2 土壤堆体采样工作

根据《修复技术方案》，芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块异位修复土壤堆体为淋洗修复后的土壤堆体和化学氧化后的土壤堆体。

#### 6.3.2.1 淋洗修复后的土壤堆体

##### (1) 评估范围和采样节点

根据《修复技术方案》，芜湖新兴铸管弋江老厂区 11#地块和 12#地块同时开展修复，两个地块淋洗修复的土壤均在 11#地块内的淋洗修复设备进行修复，修复后转移至淋洗修复土待检区，因此对两地块淋洗修复后的土壤堆体一起进行效果评估采样。两个地块淋洗修复土壤设计方量为 5264.41 m<sup>3</sup>，因土壤中有石块，实际淋洗修复土壤方量为 3771.71 m<sup>3</sup>。修复后土壤堆体暂存于土壤暂存区。土壤淋洗修复为连续处理，淋洗处理后的土壤在淋洗堆存区进行堆存，分三次采样，每个采样单元不超过 500m<sup>3</sup>。化学氧化修复为批次处理，每个批次均进行了采样，且每个采样单元不超过 500m<sup>3</sup>。

按照修复施工进度，修复后的土壤堆体共分为 3 个批次进行效果评估采样。

第一批次（2022 年 5 月 9 日）：2162.34 m<sup>3</sup> 淋洗修复后土壤堆体；

第二批次（2022 年 5 月 15 日）：888.92 m<sup>3</sup> 淋洗修复后土壤堆体；

第三批次（2021 年 5 月 20 日）：720.45 m<sup>3</sup> 淋洗修复后土壤堆体。

## （2）布点数量

按照修复后土壤堆体的布点原则，本次修复项目修复后土壤堆体按照不大于 500 m<sup>3</sup> 划分一个采样单元，每个采样单元采集土壤混合样 1 个，土壤样品采集于堆体内部土壤处。本次修复项目修复后土壤堆体共采集土壤样品 15 个。其堆体的具体样品采集数量详见表 6.3-3 所示。

表 6.3-3 修复后土壤堆体采样布点情况

序号	土壤堆体	土壤方量 (m <sup>3</sup> )	导则 要求 (个)	布设采样单元 (个)	效果评估采样数量 (份)	检测指标	采样批次和时间
1	淋洗修复后土壤堆体	2162.34	5	11	11	pH、砷、汞、铊	第一批次 2022.5.9
2	淋洗修复后土壤堆体	888.92	2	2	2	pH、砷、汞、铊	第二批次 2022.5.15
3	淋洗修复后土壤堆体	720.45	2	2	2	pH、砷、汞、铊	第三批次 2022.5.20
合计					15	-	-

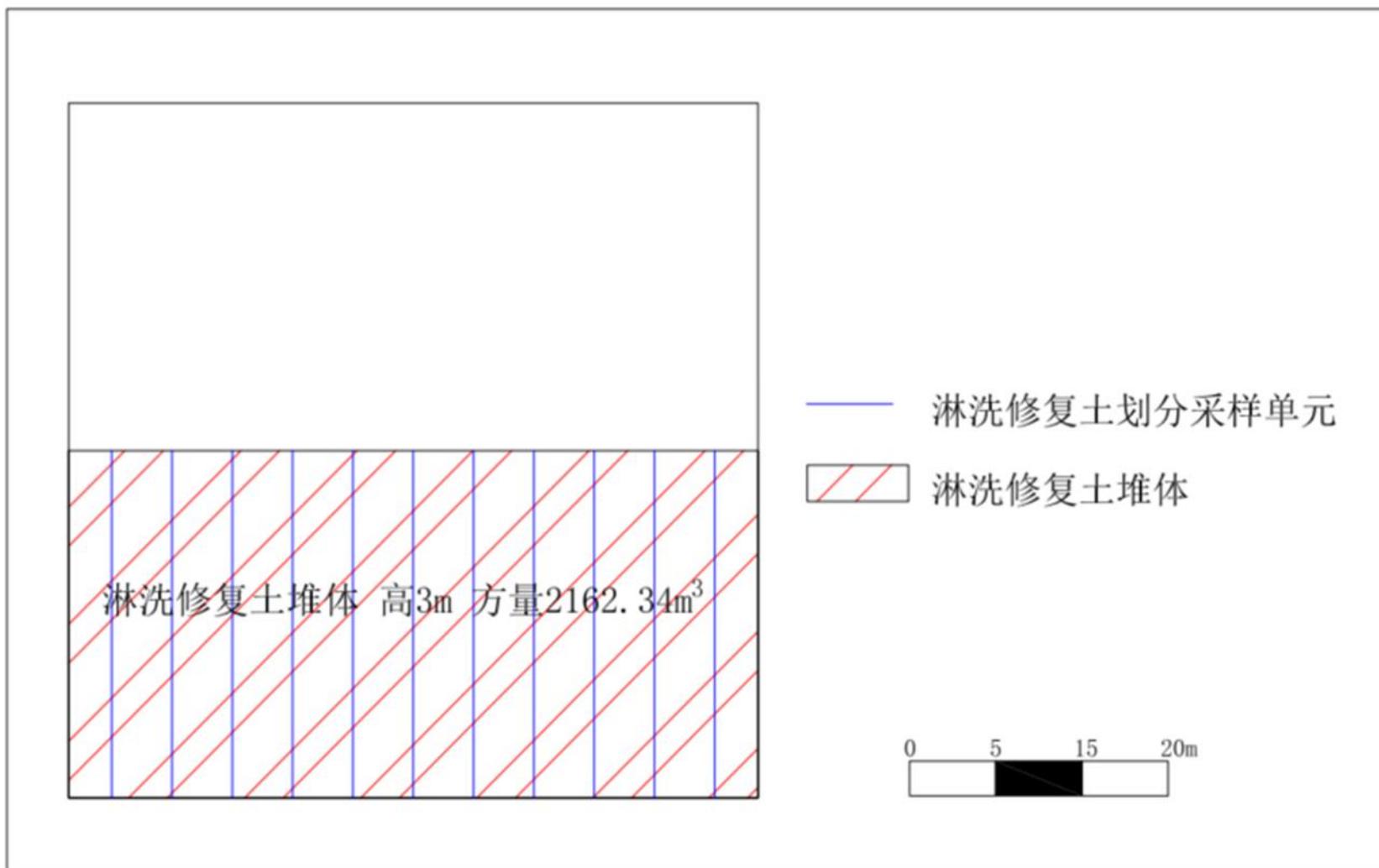


图 6.3-1 第一批次淋洗修复土堆体采样单元划分示意图

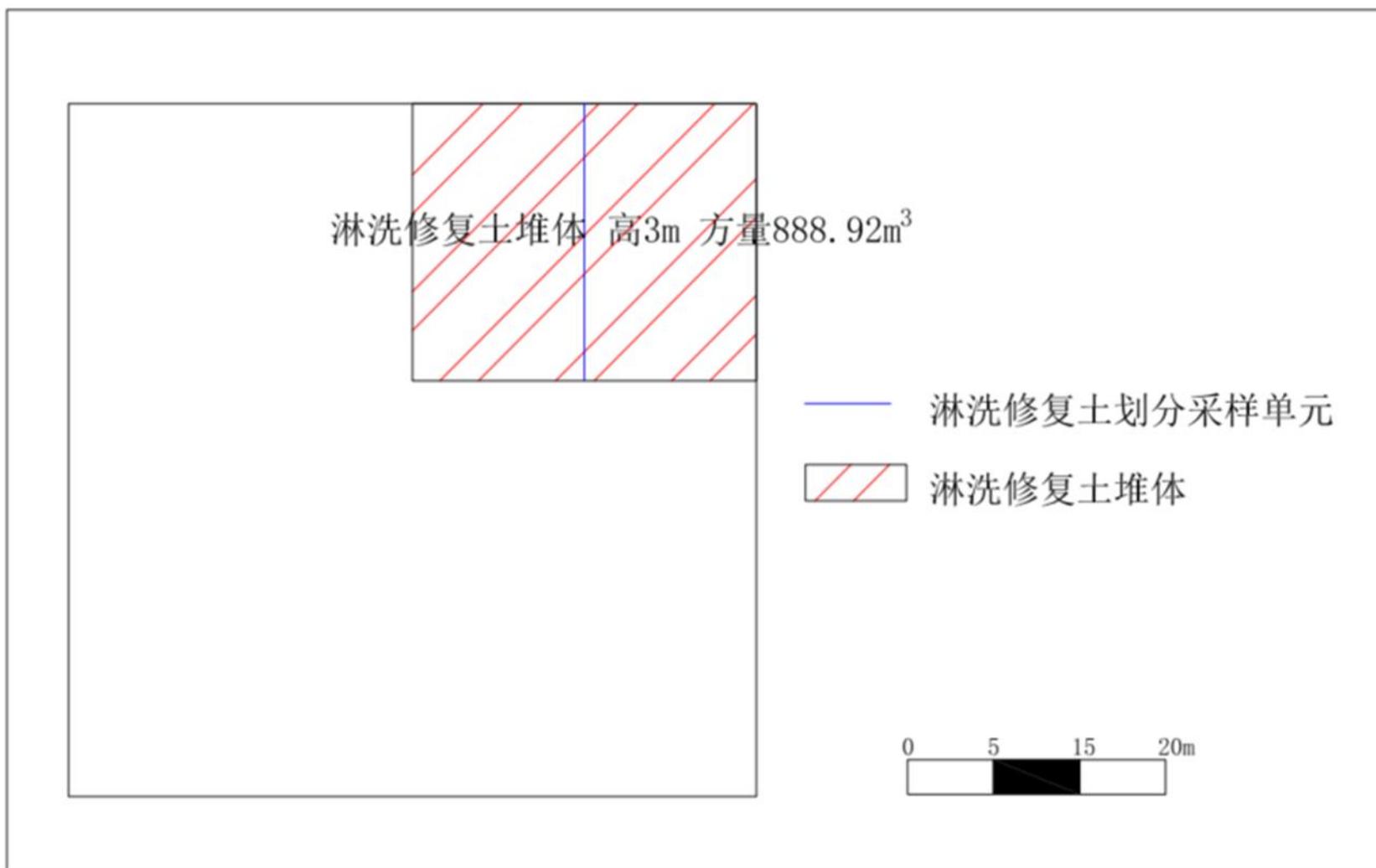


图 6.3-2 第二批次淋洗修复土堆体采样单元划分示意图

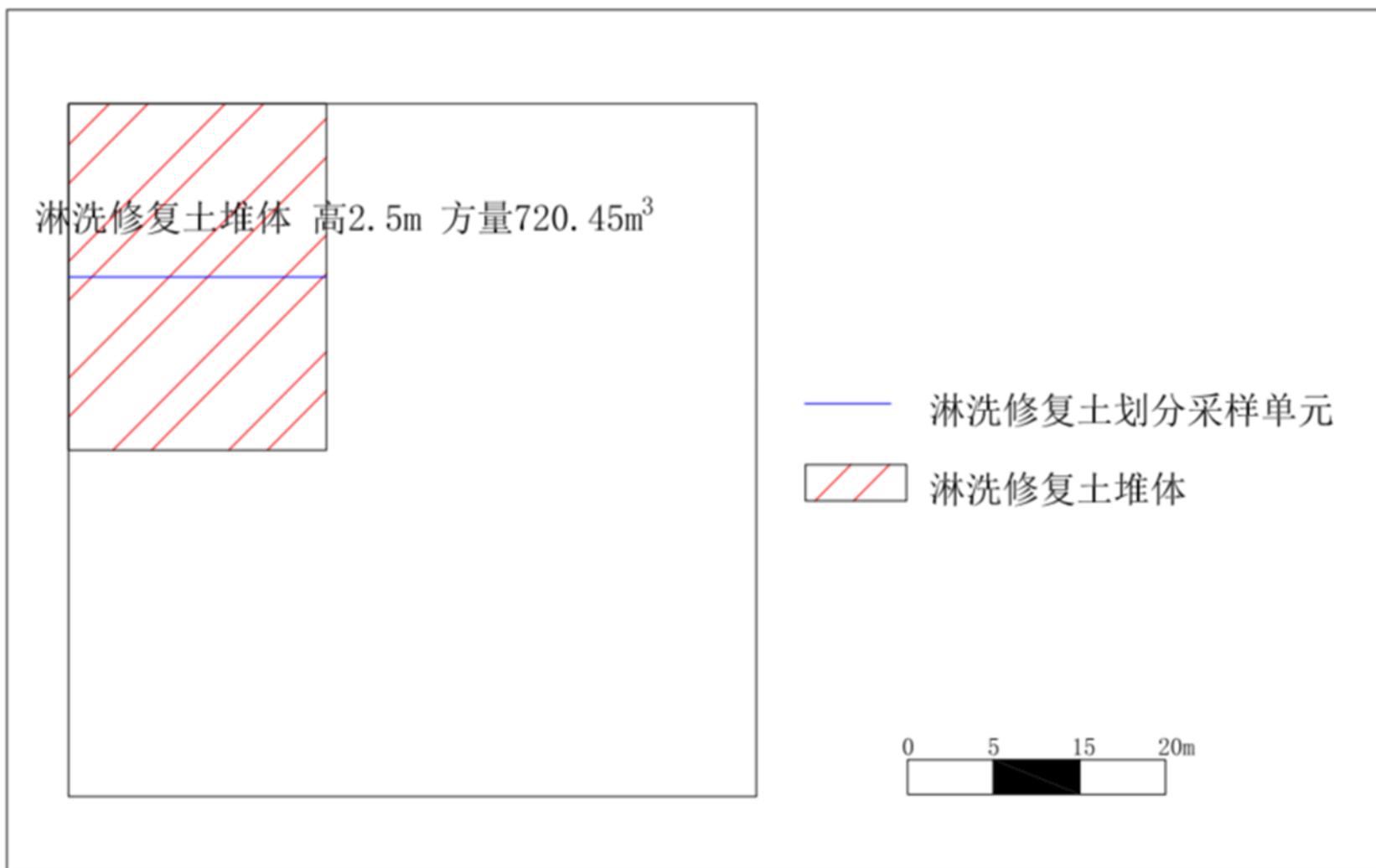


图 6.3-3 第三批淋洗修复土堆体采样单元划分示意图

### 6.3.2.2 化学氧化修复后的土壤堆体

#### (1) 评估范围和采样节点

仅芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块开展化学氧化修复，12#地块化学氧化修复的土壤在 11#地块内的密闭大棚内进行修复，修复后的土壤暂存在化学氧化修复土待检区，对其化学氧化修复后的土壤堆体进行效果评估采样。12#地块化学氧化修复土壤设计方量为 3431.71 m<sup>3</sup>，因土壤中有石块，实际化学氧化修复土壤方量为 3239.33 m<sup>3</sup>，筛出石块方量为 192.38 m<sup>3</sup>。修复后土壤堆体暂存于化学氧化修复土待检区。

按照修复施工进度，修复后的土壤堆体共分为 4 个批次进行效果评估采样。

此次氧化施工共分为四个批次：

1) 第一批次：对 12# C、12# I 有机污染土壤进行修复施工（3 月 7 日-4 月 9 日）。共计处置土壤方量 1531.5 m<sup>3</sup>，于 4 月 30 日进行第一次效果评估采样检测，检测结果不合格。

2) 第二批次：对 12# D、12# H 有机污染土壤进行修复施工（5 月 1 日-5 月 6 日）。共计处置土壤方量 1707.83 m<sup>3</sup>，于 5 月 15 日进行第一次效果评估采样检测，检测结果不合格。

3) 第三批次：对 12# C、12# I 有机污染土壤进行补充修复施工（5 月 7 日-5 月 8 日）。共计处置土壤方量 1531.5 m<sup>3</sup>，于 5 月 15 日进行第二次效果评估采样检测，检测结果合格。

4) 第四批次：对 12# D、12# H 有机污染土壤进行补充修复施工（5 月 18 日-5 月 20 日）。共计处置土壤方量 1707.83 m<sup>3</sup>，于 5 月 25 日进行第二次效果评估采样检测，检测结果合格。

#### (2) 布点数量

按照修复后土壤堆体的布点原则，本次修复项目修复后土壤堆体按照不大于 500 m<sup>3</sup> 划分一个采样单元，每个采样单元采集土壤混合样 1 个，土壤样品采

集于堆体内部土壤处。本次修复项目修复后土壤堆体共采集土壤样品 16 个。其堆体的具体样品采集数量详见表 6.3-4 所示。

表 6.3-4 修复后土壤堆体采样布点情况

序号	土壤堆体	土壤方量 (m <sup>3</sup> )	导则 要求 (个)	布设采样单元 (个)	效果评估采样数量 (份)	检测指标	采样批次和时间
4	化学氧化修复后土壤堆体	1531.50	4	4	4	pH、GB36600 表 1 中的 VOC	第一批次 2022.4.30
2	化学氧化修复后土壤堆体	1707.83	4	4	4	pH、GB36600 表 1 中的 VOC	第二批次 2022.5.15
3	化学氧化修复后土壤堆体	1531.50	4	4	4	pH、GB36600 表 1 中的 VOC	第二批次 2022.5.15
4	化学氧化修复后土壤堆体	1707.83	4	4	4	pH、GB36600 表 1 中的 VOC	第三批次 2022.5.25
合计					16	-	-

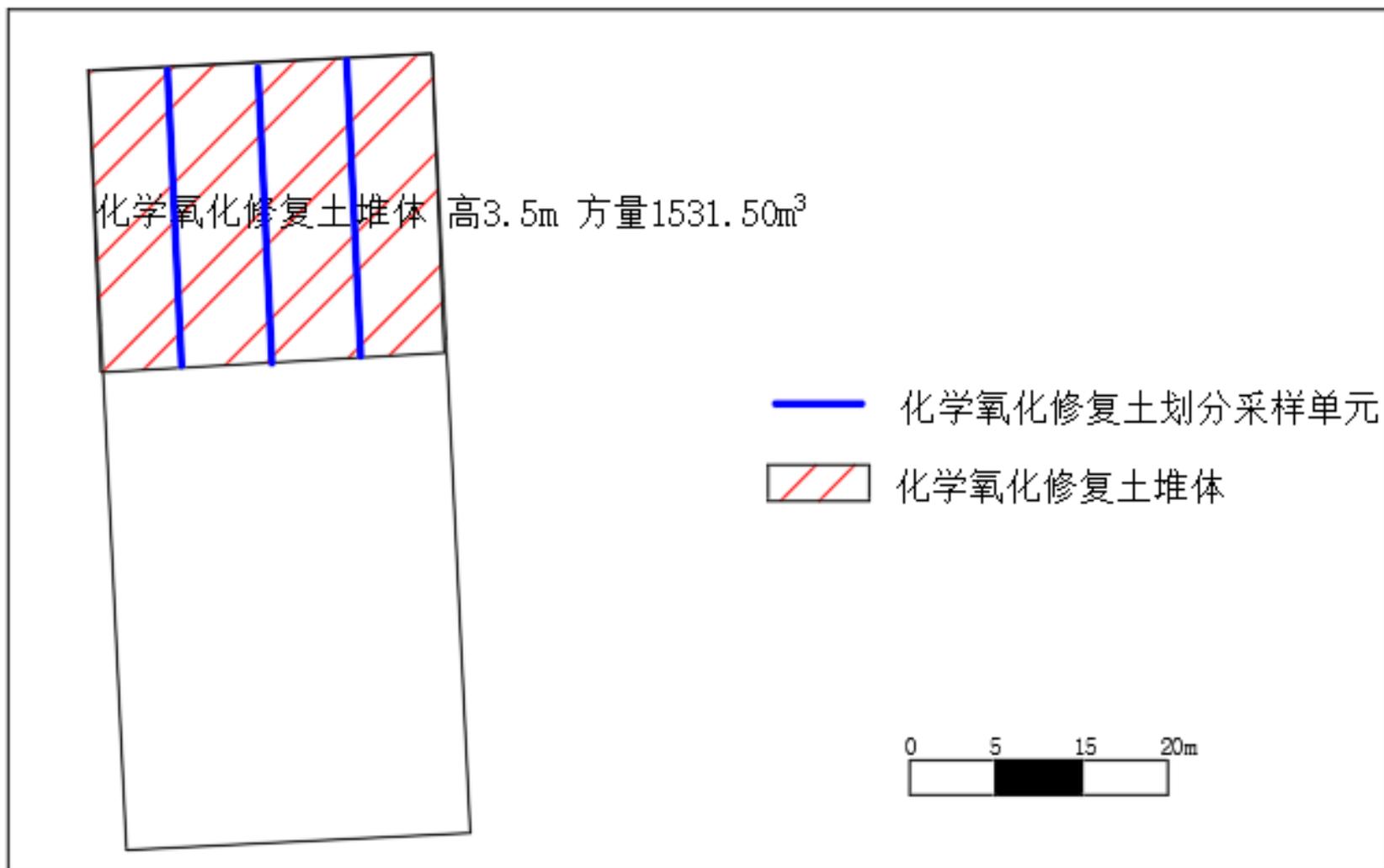


图 6.3-4 第一批次化学氧化修复土堆体采样单元划分示意图

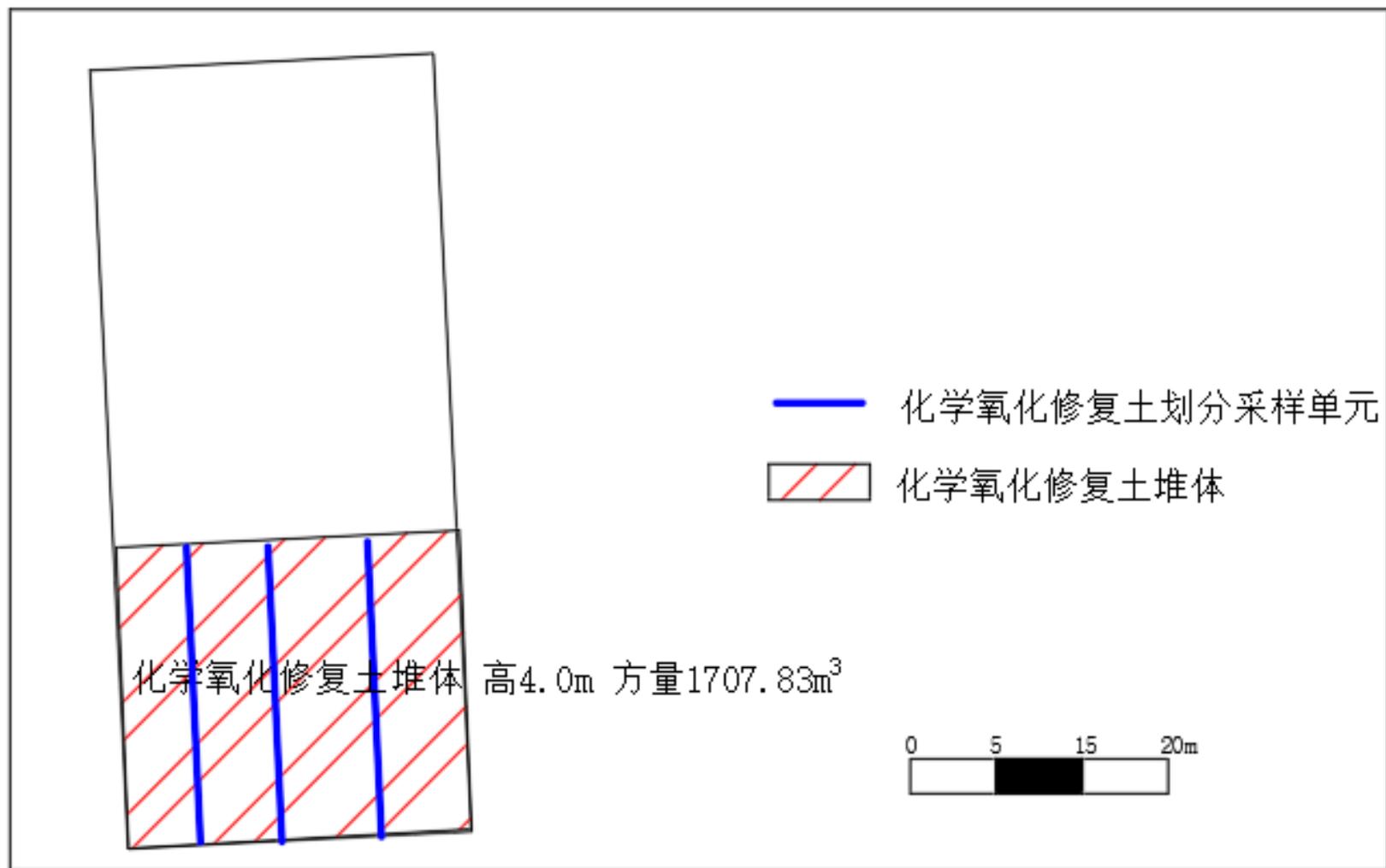


图 6.3-5 第二批次化学氧化修复土堆体采样单元划分示意图

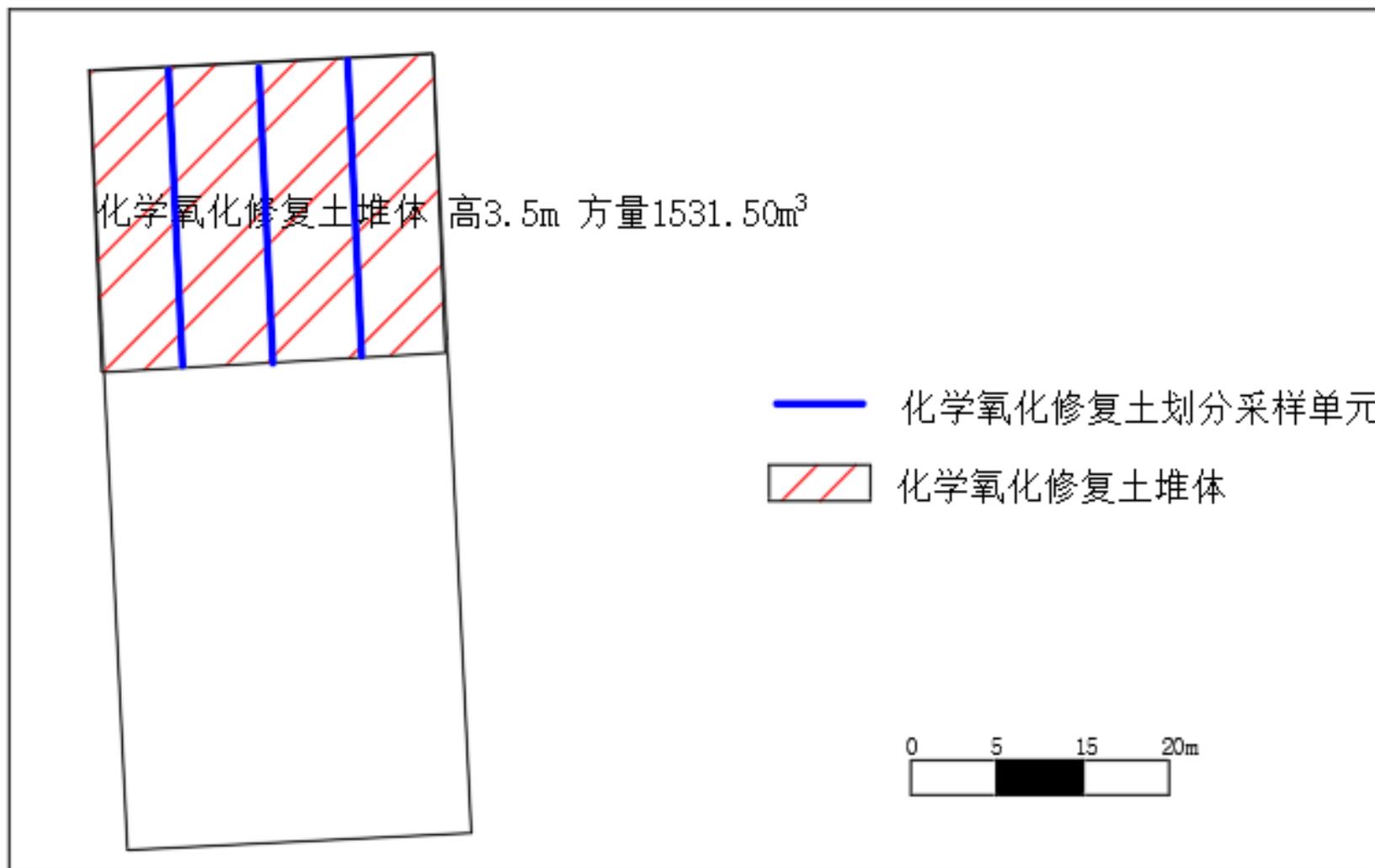


图 6.3-6 第三批次化学氧化修复土堆体采样单元划分示意图

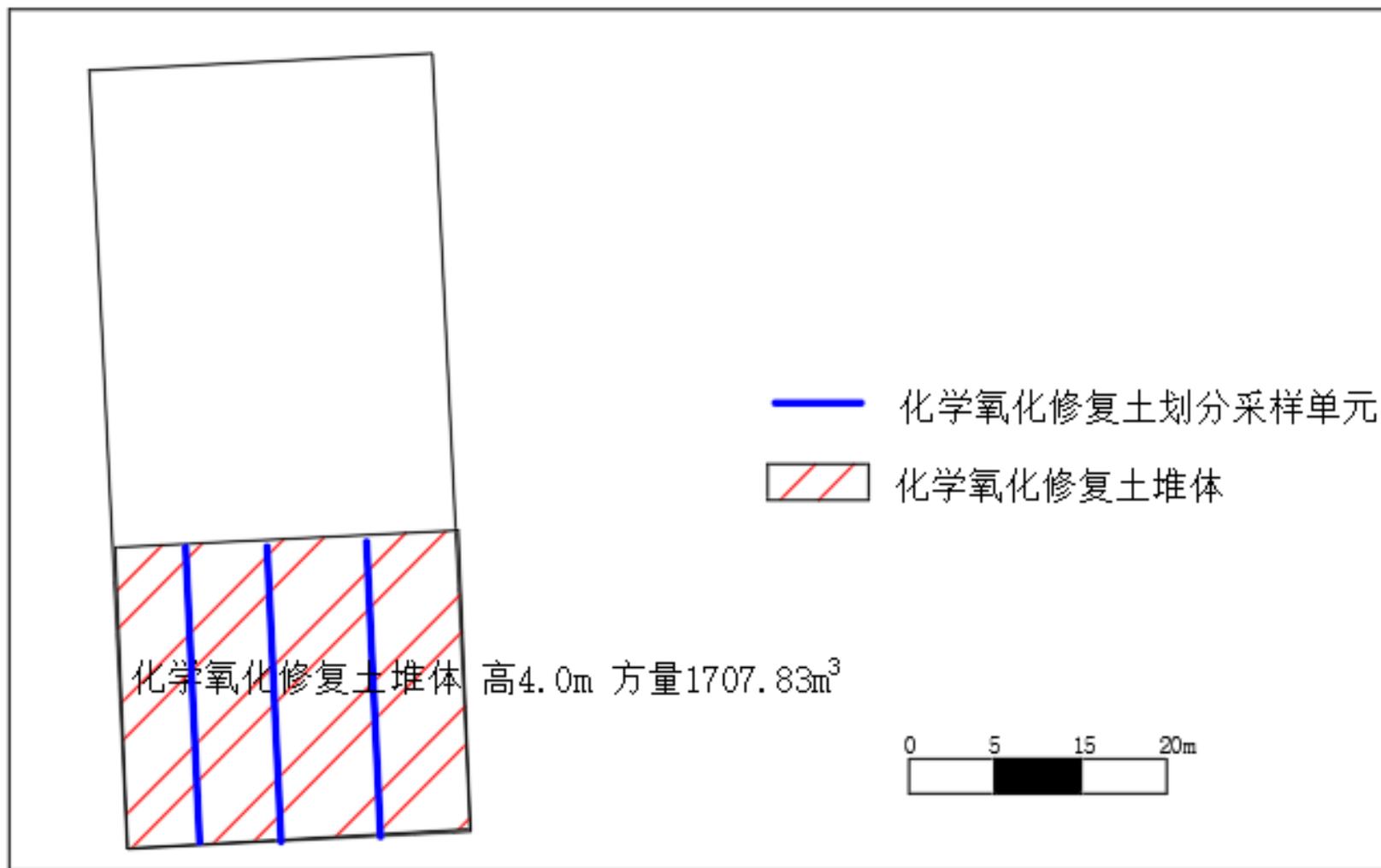


图 6.3-7 第四批次化学氧化修复土堆体采样单元划分示意图

## 6.4 放坡土效果评估采样方案

### 6.4.1 放坡土采样原则

放坡土效果评估工作主要参照《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ 25.5-2018）进行。放坡土效果评估的对象为基坑清挖后的土壤堆体，再利用之前根据修复进度进行分批次采样，每个采样单元不应超过 500 m<sup>3</sup>。

### 6.4.2 放坡土采样工作

#### （1）评估范围和采样节点

根据《修复技术方案》，芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块异位修复土壤放坡土为基坑清挖后的土壤堆体，放坡土暂存在芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤暂存区，因此对 J 基坑清挖完成后的土壤堆体（放坡土）进行效果评估采样。放坡土土壤方量为 5307.00 m<sup>3</sup>。

按照修复施工进度，放坡土的土壤堆体共分为 1 个批次进行效果评估采样。

第一批次（2022 年 5 月 15 日）：5307.00 m<sup>3</sup> 清挖后的土壤堆体。

#### （2）布点数量

按照修复后土壤堆体的布点原则，本次修复项目修复后土壤堆体按照不大于 500 m<sup>3</sup> 划分一个采样单元，每个采样单元采集土壤混合样 1 个，土壤样品采集于堆体内部土壤处。本次修复项目修复后土壤堆体共采集土壤样品 11 个。其放坡土的具体样品采集数量详见表 6.4-1 所示。

表 6.4-1 修复后土壤堆体采样布点情况

序号	土壤堆体	土壤方量 (m <sup>3</sup> )	布设采样单元 (个)	效果评估采样数量 (份)	检测指标	采样批次和时间
1	清挖后的土壤堆体	5307.00	11	11	pH、砷	第一批次 2022.5.15
合计				11	-	-

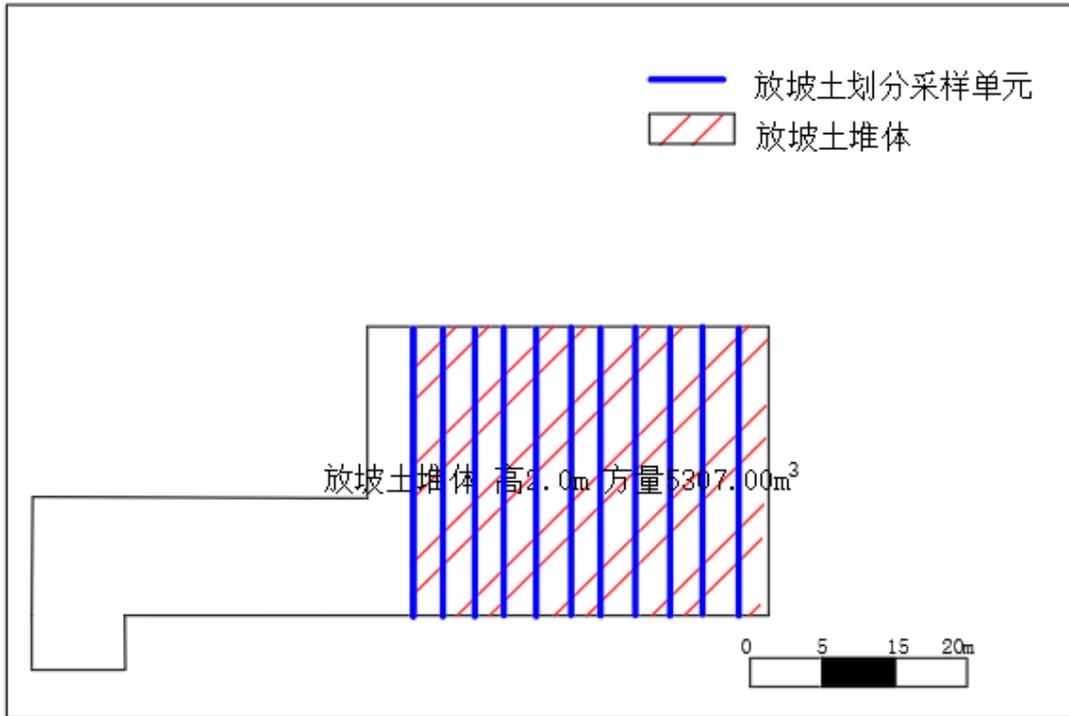


图 6.4-1 第一批次放坡土堆体采样单元划分示意图

## 6.5 异位筛分冲洗石块采样布点方案

原地异位修复处理后筛分石块效果评估工作主要参照《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ 25.5-2018）相关要求开展，根据筛上物的堆放形状进行网格划分，每个采样单元按不大于 500 m<sup>3</sup> 执行，每个采样单元采集土壤混合样 1 个。芜湖新兴铸管弋江老厂区 11#和 12#地块异位修复处理筛分石块共计方量为 2810.47 m<sup>3</sup>，该部分石块先进行高压水冲洗和翻拌处理方式，后效果评估单位进行采样验收。

因筛分出的石块并未按照污染物类型分类堆放，故检测指标包括 11#地块和 12#地块内所有目标污染物。石块采样单元划分情况详见表 6.5-1 所示。每个单元布点采样点设置参照疑似污染土执行，共采集石块样品 7 个，进行总量检测和浸出检测。

表 6.5-1 冲洗后建筑渣石堆体采样布点情况

序号	堆体	土壤方量 (m <sup>3</sup> )	布设采样单元 (个)	效果评估采样数量 (份)	检测指标 (总量+浸出)	采样批次和时间
1	冲洗后建筑渣石	2810.47	7	7	pH、砷、汞、铅、铊、苯并[a]芘、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘	2022.5.20

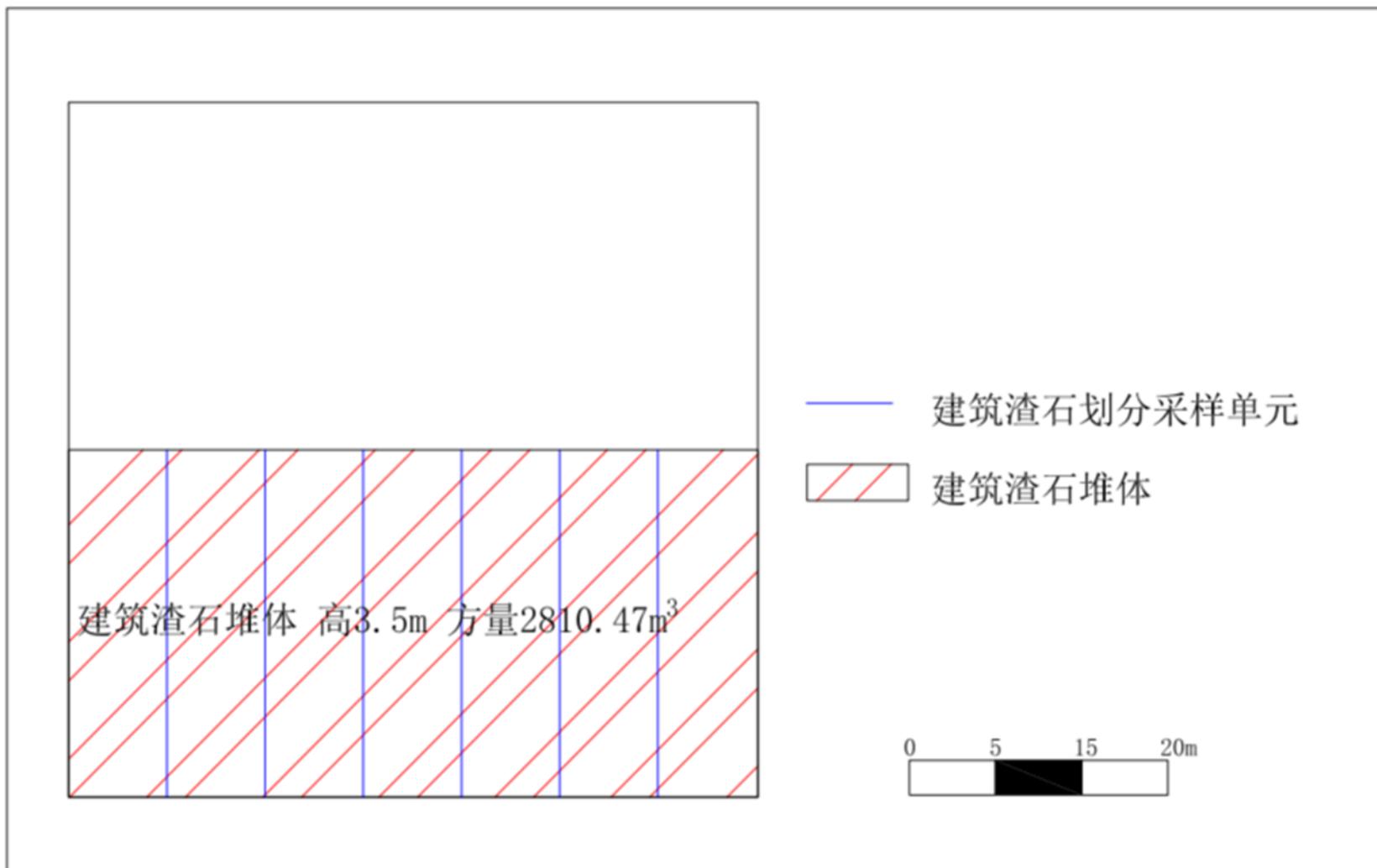


图 6.5-1 建筑渣石堆体采样单元划分示意图

## 6.6 土壤异地处置效果评估采样

12#地块水泥窑协同处置污染土方量为 14399.85 m<sup>3</sup>，送至三家处置单位进行水泥窑协同处置（芜湖海创环保科技有限责任公司、安徽珍昊环保科技有限公司和繁昌海创环保科技有限公司）。为确保水泥窑协同处置生产的水泥熟料满足《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB30760-2014）相关标准，从两家处置单位各采集水泥窑协同处置产品 1 份熟料进行重金属总量检测和 1 份试块进行重金属浸出检测。共采集 2 份水泥熟料样品和 2 份水泥试块样品。

### 水泥熟料及试块取样证明

致：江苏大地益源环境修复有限公司

我公司于4月20日对芜湖新兴铸管弋江老厂区 11、12#地块污染土壤协同处置后生产的水泥熟料进行取样送检。5月25日对协同处置芜湖新兴铸管弋江老厂区 11、12#地块污染土壤后所产生的水泥试块进行取样送检。

此次取样样品均为本项目污染土壤协同处置期间生产，特此证明！

处置单位：芜湖海创环保科技有限公司

2022年6月1日



受托单位：上海海环能远环保科技有限公司

2022年6月1日

## 水泥熟料及试块取样证明

致：江苏大地益源环境修复有限公司

我公司于 5 月 17 日对芜湖新兴铸管弋江老厂区 11、12#地块污染土壤协同处置后生产的水泥熟料进行取样送检，对水泥试块（养护期满 28d）进行取样送检。

此次取样样品均为本项目污染土壤协同处置期间生产，特此证明！

处置单位：安徽珍莫环保科技有限公司



图 6.5-1 水泥熟料及试块取样证明

## 6.7 回填清洁土效果评估采样

芜湖新兴铸管弋江老厂区 11#地块和 12#地块开挖基坑除原地异位处置修复土回填基坑外，需 17600m<sup>3</sup> 清洁土进行回填，其中 12#地块回填清洁土 13294.74m<sup>3</sup>。本项目选取 11#地块内清洁区域的堆土作为清洁土进行回填基坑，为确保回填的清洁土环境质量符合地块未来规划用途，对选取的回填土进行采样检测，参考《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）中修复后的土壤的采样要求，每个采样单元不超过 500m<sup>3</sup>，共划分 36 个采样单元，每个采样单元采集土壤混合样 1 个，共采集 36 个土壤样品。

表 6.7-1 清洁土布点方案

类别	回填方量 (m <sup>3</sup> )	布点数 (个)
回填土	17600	36

## 6.8 废水采样方案

### 6.8.1 布点原则和采样数量

本项目需要处理的废水包括污染土壤开挖区降水抽排污水、土壤淋洗修复废水、石块冲洗废水、污染土壤运输车辆冲洗废水。本项目配备一套移动污水处理设备，采用连续处理方式对地块内废水进行处理。根据修复工程进度，本项目在清水池和集水池共设置 2 个废水监测点，外排前共采集 3 个批次样品。

### 6.8.2 废水采样工作

根据废水布点原则和修复工程施工进度，于 2022 年 5 月 1 日、5 月 9 日和 5 月 15 日，共采集 3 个批次废水样品，共采集 3 个废水样品。采样情况详见表 6.8-1 所示。

表 6.8-1 项目废水采样情况一览表

序号	样品编号	采集点位置	采样批次和时间
1	W1	清水池	第 1 批次 2022.5.1
2	W2	集水池	第 1 批次 2022.5.1
3	W3	清水池	第 2 批次 2022.5.9
4	W4	集水池	第 2 批次 2022.5.9
5	W5	清水池	第 3 批次 2022.5.15
6	W6	集水池	第 3 批次 2022.5.15

### 6.8.3 检测指标和标准

根据修复方案，地块内废水经污水处理系统处理后排放至污水管网，检测指标为城市纳管水质要求检测的指标，评判标准依照芜湖市城南污水处理厂进水水质要求和《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准执行。

表 6.8-2 废水处理监测指标及排放限值

序号	污染物	浓度 (mg/L)	标准
1	pH	6-9	城南污水处理厂进水水质要求
2	悬浮物SS	400	
3	BOD <sub>5</sub>	300	
4	COD	500	
5	总汞	0.05	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）第一类污染物最高允许排放浓度
6	总砷	0.5	
7	总铅	1.0	
8	苯并(a)芘	0.00003	

## 6.9 土壤修复潜在二次污染区域布点采样

### 6.9.1 潜在二次污染区域布点原则

芜湖新兴铸管弋江老厂区 11#地块和 12#地块同时开展修复，其中土壤暂存区、药剂库、危废库、淋洗设施、密闭大棚等均位于 11#地块，因此本次潜在二次污染区域效果评估对 11#地块和 12#地块两个地块一起进行潜在二次污染区域采样。

根据《污染场地风险管控与土壤修复效果评估技术导则》(HJ25.5-2018)相关要求，综合修复实施过程、环境监理过程以及土壤转运情况，识别本地块潜在二次污染区域包括危废库、药剂库、密闭大棚、土壤淋洗区(含废水处理)、土壤暂存区、污水收集池、临时污水收集池、主要道路、临时道路等。

按照《污染场地风险管控与土壤修复效果评估技术导则》(HJ25.5-2018)中潜在二次污染区域推荐的采样点位数量根据二次污染区域面积均匀划分采样单元，每个采样单元采集一个土壤样品，样品以去除杂质后的土壤表层样品为主，同时保守考虑对危废库、密闭大棚、土壤淋洗区、土壤暂存区、污水收集池等修复功能区增加土壤深层采样调查点位和地下水调查点位，土壤深层采样点位采集深度达到 6.0m，地下水调查点位建井深度为 6.0m。

根据施工组织设计方案，本项目主要在土壤淋洗和化学氧化中使用药剂和原辅材料，其中土壤淋洗采用小分子有机酸草酸作为洗脱剂进行洗脱，草酸溶液的淋洗浓度为 0.15mol/L，11#及 12#地块重金属污染土壤淋洗方量共计 3771.71m<sup>3</sup>。施工期间，每日向洗脱水中投加一定比例的草酸试剂，每日记录药剂添加量和处理方量。本地块重金属污染土壤淋洗方量共计 2125.42m<sup>3</sup>，淋洗剂草酸共使用 3802.8kg，PAM3.84kg，PAC191.5kg。化学氧化药剂配制确定过硫酸钠的投加比例为 1.8%，片碱投加比例为 0.6%。

在土壤淋洗的过程中草酸的使用，改变了土壤 pH 值、阳离子交换量或土壤结构等方法充分活化重金属离子，从而将重金属离子与土壤颗粒解析分离<sup>[5]</sup>。易龙生<sup>[6]</sup>曾研究土壤淋洗剂的最佳配比，采用草酸作为淋洗剂处理含重金属的土壤，结果表明对重金属去除效果较好。高锦玲<sup>[7]</sup>曾探究了最佳淋洗工艺，

研究不同浓度梯度的 EDTA 和草酸作为淋洗剂对重金属进行淋洗，结果表明，淋洗效果较好。

综上所述，土壤淋洗过程中草酸的使用充分活化重金属离子，从而将重金属离子与土壤颗粒解析分离，从而降低土壤中重金属的污染物含量，达标后进行基坑回填。由于其回填土中重金属含量已降低至修复目标值以下，虽土壤中重金属离子活化性能变高，但对地块潜在二次污染区域地下水的影响较低。

本项目污染土化学氧化修复的目标污染物为多环芳烃，使用的药剂为过硫酸钠，根据研究表明土多环芳烃被过硫酸钠氧化处理后产物为无害的低分子有机化合物，对地块潜在二次污染区域地下水的影响较低。

但考虑到地块未来规划为居住用地和中小学用地，保守考虑，在效果评估过程时考虑到了土壤中污染物活化的可能条件分析，在潜在二次污染区域布点的过程中，在原有基坑附近进行了地下水监测井布设，监测因子除考虑原超标污染物外，还将此次修复过程中土壤修复目标污染物考虑进去一并检测。

### 6.9.2 潜在二次污染区域采样工作

2022年6月1日至6月6日，针对现场潜在二次污染区域开展采样工作，共布设了66个土壤表层调查调查、8个土壤深层调查点位及11个地下水调查点位，布点信息如表6.9-1所示，布点图见图6.9-1。其监测指标为11#地块和12#地块所有目标污染物，同时考虑到地块内涉及到单独有机污染物原地异位化学氧化修复，可能存在潜在二次污染物，因此监测指标包含GB36600表1中的挥发性有机物和半挥发性有机污染物指标。

表6.9-1 二次污染区域点位布设情况一览表

序号	区域	面积 (m <sup>2</sup> ) /长度 (m)	防渗情况	表层土壤调查点			深层土壤调查点位			地下水调查点位		
				采样深度	点位数量	样品数量	采样深度	点位数量	样品数量	建井深度	点位数量	样品数量
1	危废库	60	地面硬化+HDPE膜	0-0.2m	1	1	0-0.5m 1.5-2.0m 3.5-4.0m 5.5-6.0m	1	4	6.0m	1	1
2	药剂库	30	地面硬化		2	2		-	-		-	-
3	氧化后土壤待检区	900	HDPE膜		2	2		1	4		1	1
4	淋洗后土壤待检区	1600	地面硬化		3	3		1	4		1	1
5	密闭大棚 (含废气处理设备)	1800	地面硬化		3	3		1	4		1	1
6	淋洗修复区 (含废水处理设备)	1200	地面硬化		3	3		1	4		1	1
7	污水收集池	200	HDPE膜		2	2		1	4		1	1
8	临时污水池	30	HDPE膜		1	1		1	4		1	1
9	清水池	200	HDPE膜		3	3		-	-		-	-
10	12#地块土壤暂存区	4219	HDPE膜		5	5		1	4		1	1
11	主道路	514 (长度)	地面硬化		12	12		-	-		-	-
12	临时道路	958 (长度)	无		29	29		-	-		-	-
13	11#地块基坑开挖区域周边	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	
14	12#地块深基坑上游区域	-	-	-	-	-	-	-	9.0	1	1	
15	12#地块深基坑下游区域	-	-	-	-	-	-	-	9.0	1	1	

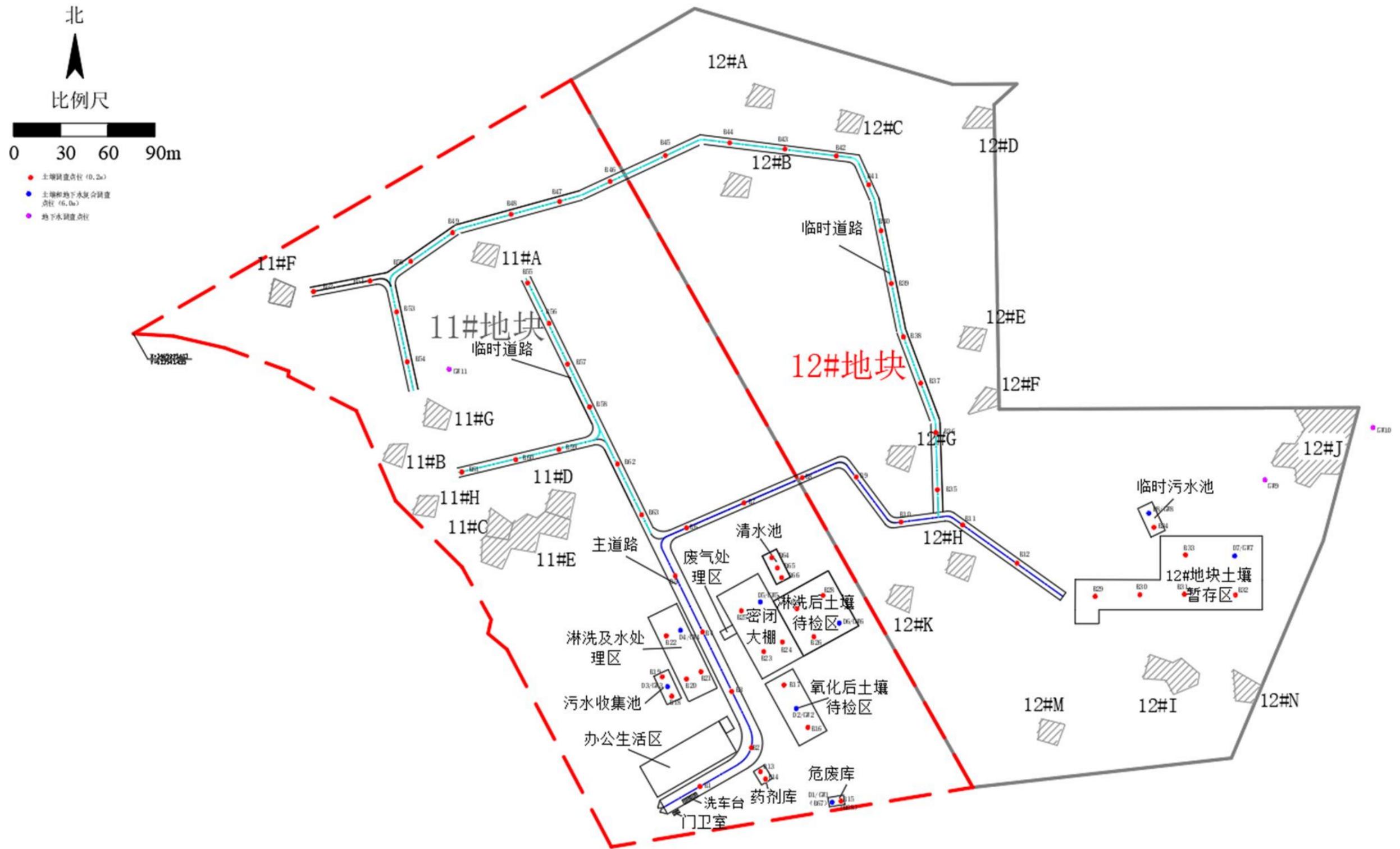


图6.9-1 二次污染区域点位布设图

## 6.10 检测因子和评估标准

### 6.10.1 基坑和原地异位修复土检测因子和评估标准

根据《污染场地风险管控与土壤修复效果评估技术导则》(HJ25.5-2018)相关要求,结合本地块修复技术方案,检测因子如下所示。

表6.10-1 基坑和修复后土壤堆体检测指标及评估标准

序号	目标污染物	评估标准 mg/kg (修复目标值)
1	铅	400.00
2	砷	20.00
3	汞	8.00
4	铊	0.828
5	苯并[a]芘	0.55
6	苯并[b]荧蒽	5.50
7	二苯并[a,h]蒽	0.55

### 6.10.2 建筑渣石检测因子和评估标准

根据《污染场地风险管控与土壤修复效果评估技术导则》(HJ25.5-2018)相关要求,结合本地块效果评估工作方案,冲洗后建渣进行污染物浸出含量和总量检测。建渣污染物浸出含量评价标准选用《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中的IV类水质标准,未在标准中的根据《地下水污染健康风险评估工作指南》中推荐的公式和参数计算出风险筛选值作为评价标准。建渣污染物总量评价标准选用 GB36600 中第一类用地风险筛选值。

表6.10-2 建筑渣石污染物总量评估标准

序号	检测指标	评估标准 mg/kg (一类用地筛选值)
1	砷	20
2	汞	8
3	铅	400
4	铊	0.828
5	苯并[a]芘	0.55
6	苯并[a]蒽	5.50
7	苯并[b]荧蒽	5.50
8	二苯并[a,h]蒽	0.55
9	茚并[1,2,3-cd]芘	5.50

注:铊选择《中国土壤元素背景值》中安徽省重金属铊 95%置信区间值 0.828mg/kg

表6.10-3 建筑渣石污染物浸出评估标准

序号	检测指标	评估标准 mg/L (IV类水质标准)
1	砷	0.05
2	汞	0.002
3	铅	0.10
4	铊	0.001
5	苯并[a]芘	0.50
6	苯并[a]蒽	91.6
7	苯并[b]荧蒽	8.0
8	二苯并[a,h]蒽	64.5
9	茚并[1,2,3-cd]芘	547

注：苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘无地下水质量标准，根据《地下水污染健康风险评估工作指南》中给出的公式和参数计算筛选值计算。

### 6.10.3 二次污染区域土壤检测因子和评估标准

根据《污染场地风险管控与土壤修复效果评估技术导则》(HJ25.5-2018)相关要求，结合本地块效果评估工作方案，二次污染区域检测指标为地块内所有目标污染物。12#地块单独有机污染土壤在 11#地块密闭大棚进行化学氧化修复，根据文献查阅，多环芳烃经过硫酸钠氧化处理后最终产物是一些无害的小分子有机化合物，但保守考虑，本次二次污染区域土壤检测因子包含 GB36600 表 1 中的所有挥发性有机物和半挥发性有机物。潜在二次污染区域土壤评估标准选择 GB36600 中第一类用地风险筛选值。

地下水检测因子除包含土壤所有检测因子外，还包含地块土壤调查阶段地下水超筛选值的污染物指标。潜在二次污染区域地下水评估标准选择 GB/T 14848 中IV类水质标准，未在标准中的根据《地下水污染健康风险评估工作指南》中推荐的公式和参数计算出风险筛选值作为评价标准。

表6.10-4 二次污染区域土壤采样检测指标及评估标准

序号	检测指标	评估标准 mg/kg (一类用地筛选值)
1	砷	20.00
2	汞	8.00
3	铅	400
4	铊	0.828
5	四氯化碳	0.9
6	氯仿	0.3
7	氯甲烷	12
8	1,1-二氯乙烷	3
9	1,2-二氯乙烷	0.52
10	1,1-二氯乙烯	12
11	顺-1,2-二氯乙烯	66
12	反-1,2-二氯乙烯	10
13	二氯甲烷	94
14	1,2-二氯丙烷	1
15	1,1,1,2-四氯乙烷	2.6
16	1,1,2,2-四氯乙烷	1.6
17	四氯乙烯	11
18	1,1,1-三氯乙烷	701
19	1,1,2-三氯乙烷	0.6
20	三氯乙烯	0.7
21	1,2,3-三氯丙烷	0.05
22	氯乙烯	0.12
23	苯	1
24	氯苯	68
25	1,2-二氯苯	568
26	1,4-二氯苯	5.6
27	乙苯	7.2
28	苯乙烯	1290
29	甲苯	1200
30	间二甲苯+对二甲苯	163
31	邻二甲苯	222
32	硝基苯	34
33	苯胺	92
34	2-氯酚	250
35	苯并[a]蒽	5.5
36	苯并[a]芘	0.55
37	苯并[b]荧蒽	5.5
38	苯并[K]荧蒽	55
39	蒽	490
40	二苯并[a,h]蒽	0.55
41	茚并[1,2,3-cd]芘	5.5
42	萘	25

表6.10-5 二次污染区域地下水采样检测指标及评估标准

序号	检测指标	评估标准 mg/L
1	砷	0.05
2	汞	0.002
3	铅	0.10
4	铊	0.001
5	四氯化碳	0.05
6	氯仿	0.3
7	氯甲烷	16.2
8	1,1-二氯乙烷	2.39
9	1,2-二氯乙烷	0.04
10	1,1-二氯乙烯	0.06
11	顺-1,2-二氯乙烯	0.06
12	反-1,2-二氯乙烯	0.06
13	二氯甲烷	0.5
14	1,2-二氯丙烷	0.06
15	1,1,1,2-四氯乙烷	2.44
16	1,1,2,2-四氯乙烷	2.04
17	四氯乙烯	0.3
18	1,1,1-三氯乙烷	4.0
19	1,1,2-三氯乙烷	0.06
20	三氯乙烯	0.21
21	1,2,3-三氯丙烷	2.87
22	氯乙烯	0.09
23	苯	0.12
24	氯苯	0.6
25	1,2-二氯苯	2.0
26	1,4-二氯苯	0.6
27	乙苯	0.6
28	苯乙烯	0.04
29	甲苯	1.4
30	二甲苯（总量）	1.0
31	硝基苯	30.2
32	苯胺	1070
33	2-氯酚	-
34	苯并[a]蒽	91.6
35	苯并[a]芘	0.0005
36	苯并[b]荧蒽	0.008
37	苯并[k]荧蒽	4400
38	蒽	1730
39	二苯并[a,h]蒽	64.5
40	茚并[1,2,3-cd]芘	547
41	萘	2.36
42	氰化氢	0.1
43	石油烃（C10-C40）	0.6

## 7 现场采样与实验室检测

### 7.1 样品采集

#### 7.1.1 基坑效果评估样品采集

基坑土壤样品采集工作主要依据《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166)、《建设用土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ 25.2-2019)和《污染场地风险管控与土壤修复效果评估技术导则》(HJ25.5-2018)相关要求开展,采样要求包括:

①基坑坑底、坑壁样品采集 0-20 cm 深度表层土壤样品,采集时用木铲将表层土壤去除;

②采样过程全程佩戴手套,在采样前对基坑坑底和侧壁进行划分,并在采样点位处插旗定位;

③基坑底部均分采样单元,单个采样单元面积不超过 400 m<sup>2</sup>,每个采集单元采集 9 个土壤样品制成混合样,并且在装瓶时采用四分法进行采集,注意需在污染痕迹处采集;

④基坑侧壁采用等距离布点法划分横向采样单元,各横向采样单元长度不超过 40 m;本地块对于基坑深度大于 1m 的进行垂向分层采样,第一层采集表层土壤,采样深度为 0-0.2 m、0.2 m 深度以下每 1-3 m 分一层,不足 1 m 时与上一层合并,在每段均匀采集 9 个表层土壤样品制成混合样,并且在装瓶时采用四分法进行采集,注意需在污染痕迹处采集。

⑤采样瓶贴有实验室提供的标签,分批次放入带有蓝冰的保温箱中进行样品保存和流转。

⑥修复单位在每阶段基坑清挖到位后,结合现场施工进度,及时向效果单位申请基坑验收工作,各基坑清挖及清挖效果验收时间见表 7.1-1 所示。基坑效果评估采样情况见图 7.1-1 所示。

表7.1-1 基坑清挖及效果评估情况汇总表

基坑	清挖完成时间	自检结果出具时间	效果评估采样时间	第一次超标扩挖完成时间	第一次超标扩挖效果评估采样时间
12#A	2022.4.10	2022.4.29	2022.4.30	-	-
12#B	2022.4.10	2022.4.29	2022.4.30	2022.5.14	2022.5.15
12#C	2022.3.4	2022.4.15	2022.4.16	2022.5.8	2022.5.9
12#D	2022.5.1	2022.5.14	2022.5.15	-	-
12#E	2022.5.5-2022.5.6	2022.5.14	2022.5.15	-	-
12#F	2022.4.24- 2022.4.26	2022.5.14	2022.5.15	-	-
12#G	2022.4.28	2022.5.14	2022.5.15	-	-
12#H	2022.5.5	2022.5.14	2022.5.15	-	-
12#I	2022.4.6-2022.4.8	2022.4.29	2022.4.30	2022.5.14	2022.5.15
12#J	2022.4.1-2022.5.5	2022.5.8	2022.5.9	-	-
12#K	2022.4.10	2022.4.29	2022.4.30	-	-
12#M	2022.4.11- 2022.4.12	2022.4.29	2022.4.30	-	-
12#N	2022.4.12- 2022.4.15	2022.4.29	2022.4.30	-	-

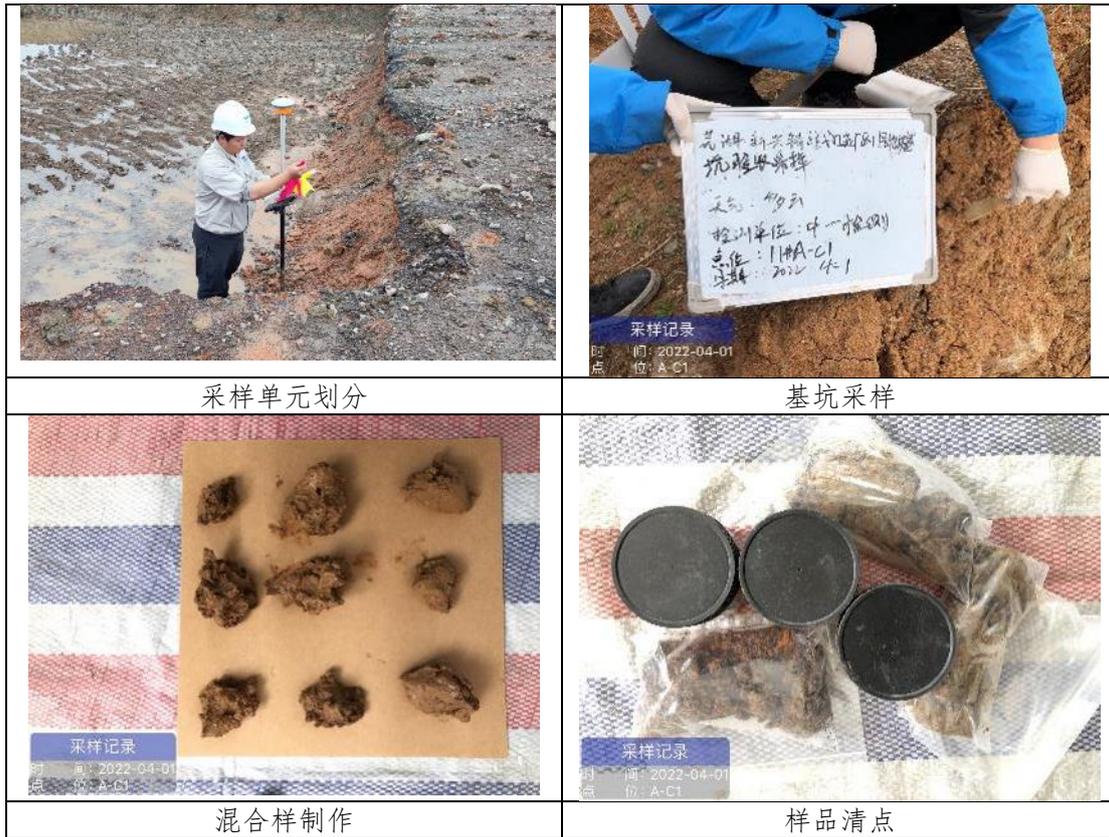


图7.1-1 基坑效果评估布点采样图

### 7.1.2 土壤堆体效果评估样品采集

异位修复污染土壤修复效果评估工作主要参照《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ 25.5-2018）进行。异位修复后土壤效果评估的对象为异位修复后的土壤堆体，在修复完成后、再利用之前根据修复进度进行分批次采样，每个采样单元不超过 500 m<sup>3</sup>，每个采样单元采集土壤混合样 1 个，土壤样品采集于堆体内部土壤处。现场堆体采样单元划分和土壤采样工作如图 7.1-2 所示。

表7.1-2 土壤堆体效果评估情况汇总表

土壤堆体	土方量 m <sup>3</sup>	淋洗完成时间	效果评估采样时间
淋洗修复土壤堆体	2162.34	2022.5.8	2022.5.9
	888.92	2022.5.14	2022.5.15
	720.45	2022.5.19	2022.5.20
化学氧化修复土壤堆体	1531.50	2022.4.29	2022.4.30
	1707.83	2022.5.14	2022.5.15
	1707.83	2022.5.24	2022.5.25



图7.1-2 土壤堆体采样图

### 7.1.3 土壤放坡土效果评估样品采集

清挖后的放坡土土壤修复效果评估工作主要参照《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ 25.5-2018）进行。清挖后的放坡土土壤效果评估的对象为清挖后的土壤堆体，在清挖后、再利用之前根据清挖进度进行分批次采样，每个采样单元不超过 500 m<sup>3</sup>，每个采样单元采集土壤混合样 1 个，土壤样品采集于堆体内部土壤处。现场堆体采样单元划分和土壤采样工作如图 7.1-3 所示。

表7.1-3 土壤堆体效果评估情况汇总表

土壤堆体	土方量 m <sup>3</sup>	清挖完成时间	效果评估采样时间
清挖后的土壤堆体	5307.00	2022.5.14	2022.5.15



图7.1-3 放坡土土壤堆体采样图

### 7.1.4 冲洗建筑渣石堆体效果评估样品采集

本地块清挖过程中产生的建渣及地块内的基础产生的建渣筛分冲洗后以土堆形式进行堆放，效果评估单位于 2022 年 5 月 20 日完成建渣样品采集，现场采样示例情况图 7.1-4 所示。

表7.1-4 建筑渣石堆体效果评估汇总

堆体	方量 m <sup>3</sup>	冲洗完成时间	效果评估采样时间
建渣堆体	2180.47	2022.5.9	2022.5.20



图7.1-4 建筑渣石堆体采样图

### 7.1.5 二次污染区域样品采集

#### 7.1.4.1 潜在二次污染区域土壤样品采集

根据《污染场地风险管控与土壤修复效果评估技术导则》(HJ25.5-2018)相关要求,对修复过程中的潜在二次污染区域进行布点采样,本地块潜在二次污染区域为土壤待检区、密闭大棚、药剂库、危废库、淋洗修复区、污水池等,共设置了 74 个土壤调查点位(66 个土壤表层调查点位、8 个土壤深层调查点位),其采样方法如下:

(1) 对涉及二次污染防治区域的 0~20 cm 深度表层土壤样品进行采集;

(2) 针对密闭大棚、危废库、淋洗修复和废水处理区、污水池等潜在二次污染风险大的区域对深层土壤进行采样,土壤样品的采集采用 Geoprobe 7822DT 无扰动直推式采样设备,现场根据快筛结果进行确定采样深度,没有异常则按照 0-0.5 m、1.5-2.0 m、3.5-4.0 m、5.5-6.0 m 固定深度进行样品采集;

(3) 潜在二次污染区域土壤调查点位数量根据区域面积大小按照 HJ25.5 表 1 中推荐的采样数量进行确定。

效果评估单位于 2022 年 6 月 1 日至 6 月 6 日完成二次污染区域采样工作。因二次污染区域采样过程中发现危废库仍存有危废,因此待危废库中危废清运完成后,6 月 7 日重新对危废库区域进行土壤样品采集。二次污染区域效果评估土壤采样情况如图 7.1-5 所示。



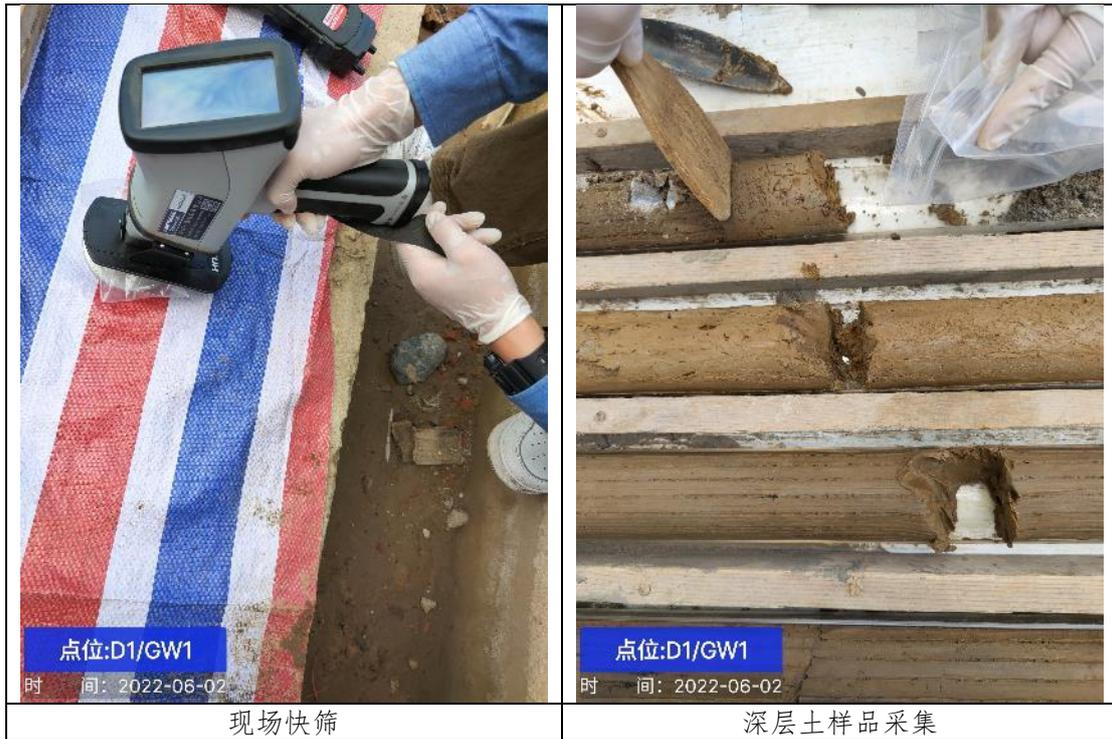


图7.1-5 二次污染区域土壤采样

#### 7.1.4.2 潜在二次污染区域地下水样品采集

针对密闭大棚、危废库、淋洗修复和废水处理区、污水池等潜在二次污染风险大的区域进行地下水调查，共布设了 11 个地下水调查点位。

①钻探钻孔直径不小于 130mm，浅层采用冲击钻探。钻机就位后，严格按照现场工程师的要求进行，不随意移动钻孔位置。如发现异常情况立即向现场工程师汇报并经项目负责人同意批准后方可继续作业。为保证钻孔质量，开孔时扶正导向管，保持钻孔垂直，落距不过高，如发现歪孔影响质量时，立即纠正。钻探时，深度达到地面下 6m 立即跟进套管，钻探深度和套管深度要求保持一致，防止上层的土壤脱落造成交叉污染。

每台钻机各配备多钻头及取土器。在钻探过程中，如果遇见污染严重的土壤（气味重、颜色深或含有焦油等物质），立即更换钻头或取土器，然后将卸下的钻头或取土器用自来水清洗干净，以备后用。取土器及套管接口均用钢刷清洁，不添加机油润滑。

②监测井目的层与其他含水层之间要有良好止水性。设置监测井时，避免采用外来的水和钻井流体，同时在地面井口处采取防渗措施。

③砾料选择石英砂料，颗粒直径约为 0.2~0.5cm。在回填前冲洗干净，清洗后使其沥干，防止冲洗石英砂的水进入钻孔。砾料回填为自井底开始至井筛之上 0.5 米，校尺确认。砾料之上用膨润土或粘土球回填至与地面齐平。

④地下水采样时依据地块的水文地质条件，结合已知的污染源及污染土壤的特征，应利用最低的采样频次获得最有代表性的样品。

⑤在监测井建设完成后进行洗井。所有的污染物或钻井产生的岩层破坏以及来自天然岩层的细小颗粒都必须去除，以保证出流的地下水中没有颗粒。常见的方法包括超量抽水、反冲、涌水塞、汲取及气洗等。如需测定地下水中的重金属时，可用过滤的方式去除样品中的杂质及颗粒物。

⑥在监测井中采集水样，在充分抽汲后进行，抽汲水量尽可能不少于井内水体积的 3 倍，采样深度在监测井水面下 0.5m 以下。

⑦洗井时，记录抽水开始时间，同时量测并记录汲出水的 pH 值、导电度及现场量测时间。并观察汲出水有无颜色、异样气味及杂质等，作好记录。洗井期间现场量测至少五次以上，直到最后连续三次符合各项参数之稳定标准，其量测值之偏差范围如下：

- 1.水质参数：稳定标准
- 2.pH 值：±0.2
- 3.导电度：±3%

⑧洗完井后，采用蠕动泵采集水样。地下水样品采集后，及时放于装有冷冻蓝冰的 4 摄氏度低温保温箱中。

效果评估单位于 2022 年 6 月 1 日至 6 月 2 日完成现场地下水监测井建井工作，6 月 6 日完成地下水样品采集。二次污染区域效果评估地下水采样情况如图 7.1-6 所示。



图7.1-6 二次污染区域地下水采样

### 7.1.6 废水样品采集

本项目需要处理的废水包括地块污染土壤开挖区降水抽排污水、建渣冲洗废水、土壤淋洗废水、污染土壤运输车辆冲洗废水。本项目建有一套污水处理系统，采用连续处理方式对地块内废水进行处理。根据修复工程进度，本项目在清水池和排水口各设置1个废水监测点，共采集三个批次废水样品。

表 7.1-5 项目废水采样情况一览表

序号	样品编号	采集点位位置	采样批次和时间
1	W1	清水池	第 1 批次 2022.5.1
2	W2	集水池	第 1 批次 2022.5.1
3	W3	清水池	第 2 批次 2022.5.9
4	W4	集水池	第 2 批次 2022.5.9
5	W5	清水池	第 3 批次 2022.5.15
6	W6	集水池	第 3 批次 2022.5.15



图7.1-7 废水现场采样图

### 7.1.7 样品保存与流转

本次委托中一检测单位采样，并由中一检测负责样品保存与运输，样品保存包括现场暂存和流转保存两个环节，主要包括以下内容：

1) 根据不同检测项目要求，在采样前向样品瓶中添加一定量的保护剂，在样品瓶标签上标注样品编号、采样时间等信息。

#### 2) 样品现场暂存

采样现场配备样品保温箱，内置冰冻蓝冰。样品采集后应立即存放至保温箱内。

#### 3) 样品流转保存

样品保存在有冰冻蓝冰的保温箱内运送到实验室，样品的有效保存时间为从样品采集完成到分析测试结束。

样品管理员收到样品后，立即检查样品箱是否有破损，按照《环境样品交接单》清点核实样品数量、样品瓶编号以及破损情况。暂未出现样品瓶缺少、破损或样品瓶标签无法辨识等重大问题。

分析取用后的剩余样品，待测定全部完成数据报出后，也移交样品库保存。分析取用后的剩余样品一般保留半年。

本项目样品库保持干燥、通风、无阳光直射、无污染；样品存放于冰箱中，保证样品在 $<4^{\circ}\text{C}$ 的温度环境中保存。样品管理员定期查验样品，防止霉变、鼠害及标签脱落。

根据《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004)、《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164-2020)和《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》(HJ1019-2019)，本项目的样品保存符合质控要求。

表7.1-6 样品保存和流转方式一览表

样品类型	测试项目	分装容器及规格	保护剂	采样量 (体积/重量)	样品保存条件	运输送达时间	保存时间 (d)
土壤	pH、镉、铜、铅、镍、锌、铊、六价铬、砷	一次性塑料自封袋	—	1.0 kg	0-4℃ 冷藏	汽车 1 日内送达	180
	汞	螺纹口棕色玻璃瓶，瓶盖聚四氟乙烯（250 mL 瓶）	—	约 250 g			28
土壤	四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙炔、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、丙酮	40 mL 棕色专用吹扫捕集瓶	低浓度： 无 高浓度： 10mL 甲醇	2 份 5g 左右装入含有保护剂的样品瓶；2 份 5g 左右装入含有清洁磁力搅拌子	0-4℃ 冷藏	汽车 1 日内送达	7
土壤	2-氯酚、硝基苯、萘、苯并(a)蒽、蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、苯并(a)芘、苝并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽、苯胺、萘	螺纹口棕色玻璃瓶，瓶盖聚四氟乙烯（250 mL 瓶）	—	250 mL 瓶装满，约 250 g	0-4℃ 冷藏	汽车 1 日内送达	10

	烯、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、 芘、苯并[g,h,i]芘						
地下水/地表水	铅、铊	500mL 聚乙烯瓶	适量硝酸，调至样品 pH < 2	500mL	0-4℃ 冷藏	汽车 1 日内送达	14
地下水/地表水	汞	500mL 聚乙烯瓶	1L 水中加浓 HCl 5mL	500mL	0-4℃ 冷藏	汽车 1 日内送达	14
地下水/地表水	砷	500mL 聚乙烯瓶	1 L 水样中加盐酸 2 mL	500mL	0-4℃ 冷藏	汽车 1 日内送达	14
地下水/地表水	pH	现场直读	—	—	—	—	—
地下水/地表水	石油烃 (C10-C40)	1L 硬质玻璃瓶	加入盐酸酸化至 pH 小于 2	1L	0-4℃ 冷藏	汽车 1 日内送达	14
地下水/地表水	氰化物	500mL 硬质玻璃瓶	加氢氧化钠，pH≥9	500 mL	0-4℃ 冷藏	汽车 1 日内送达	1
地下水/地表水	四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯	40ml 顶空瓶	先加入 25mg 抗坏血酸，加盐酸 pH 小于等于 2	40ml*2	0-4℃ 冷藏	汽车 1 日内送达	14

地下水/地表水	2-氯酚、硝基苯、萘、苯并(a)蒽、蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽、苯胺、萘烯、萘、芴、菲、蒹、荧蒹、芘、苯并[g,h,i]芘	1L 棕色玻璃瓶	—	1L*4	0-4℃ 冷藏	汽车 1 日内送达	7
---------	--	----------	---	------	------------	-----------	---

### 7.1.8 现场质量控制

为保证在允许误差范围内获得具有代表性的样品，在采样的全过程进行质量控制，主要质控措施如下：

(1) 对采样人员进行专门的培训，采样人员应熟悉生产工艺流程、掌握采样技术、懂得安全操作的有关知识和处理方法；

(2) 采样时，应由 2 人以上在场进行操作，采样过程中采样员佩戴一次性 PE 手套，每次取样后进行更换。采样工具、设备保持干燥、清洁，不得使待采样品受到污染和损失；

(3) 采样过程中要防止待采样品受到污染和发生变质，样品盛入容器后，在容器壁上应随即贴上标签；

(4) 地下水采样时，在洗井完成后水位稳定再用贝勒管取样，每个水井使用一根贝勒管，避免交叉污染，装瓶时先用所取水样润洗。

(5) 样品运输过程中，应防止样品间的交叉污染，盛样容器不可倒置、倒放，应防止破损、浸湿和污染；

(6) 填写好、保存好采集记录、流转清单等文件；

(7) 采样结束后现场逐项检查，如采样记录表、样品标签等，如有缺项、漏项和错误处，应及时补齐和修正后方可装运；

(8) 样品运输过程中严防损失、混淆或沾污，并在样品低温（4℃）暗处冷藏条件下尽快送至实验室分析测试；

(9) 样品送到实验室后，采样人员和实验室样品管理员双方同时清点核实样品，并在样品流转单上签字确认，样品流转单一式四份（自复写），由采样人员填写并保存一份，样品管理员保存一份，交分析人员两份，其中一份存留，另一份随数据存档；

(10) 样品管理员接样后及时与分析人员进行交接，双方核实清点样品，核对无误后分析人员在样品流转单上签字，然后进行样品制备；

(11) 采样全过程由专人负责；

(12) 现场质量控制样的总数为总样品数的 10%左右。采样过程中，同种采样介质，采集 1 个现场平行样；每天采集 1 个清洗空白样和 1 个运输空白样；当收集的样品用于 VOC 分析时，每天采集 1 个分样。

## 7.2 实验室检测

### 7.2.1 检测实验室

样品采集需在修复施工单位和质量控制单位同时在场的情况下进行，本次采委托芜湖中一检测技术研究院有限公司（以下简称“中一检测”）进行现场采样和实验室检测，南大环规院负责现场指挥采样，环境监理、工程监理和施工单位对本次效果评估采样进行旁站监督，采样按照采样计划分批次开展。单位资质见图 7.2-1。



图 7.2-1 检测单位资质认定证书

## 7.2.2 检测方法

检测指标的检测分析方法选用国家标准或行业标准，检测方法均取得资质认定。检测单位针对项目地块检测因子的方法选用情况详见表 7.2-1 所示，检测单位检测方法认证资质见附件。

表 7.2-1 土壤中各指标的检测分析及检出限

类别	分析指标	方法	检出限	单位
无机及理化性质	pH 值	HJ 962-2018	-	无量纲
重金属	铜	HJ 491-2019	1	mg/kg
	镍		3	mg/kg
	锌		1	mg/kg
	镉	GB/T 17141-1997	0.01	mg/kg
	铅		0.1	mg/kg
	砷	GB/T 22105.2-2008	0.01	mg/kg
	汞	GB/T 22105.1-2008	0.002	mg/kg
	铊	HJ 1080-2019	0.1	mg/kg
	六价铬	HJ 1082-2019	0.5	mg/kg
VOCs	四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、丙酮	HJ 605-2011	详见附件检测报告	μg/kg
SVOCs	苯酚、2-氯酚	HJ 834-2017	详见附件检测报告	mg/kg
	萘、蒽烯、蒽、芴、菲、葱、荧蒽、芘、苯并(a)葱、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、苯并(a)芘、二苯并(a,h)葱、苯并(g,h,i)芘、茚并(1,2,3-c,d)芘			
	苯胺			

表 7.2-2 地下水及地表水中各指标的检测分析及检出限

类别	分析指标	方法	检出限	单位
重金属	砷	HJ 694-2014	0.3	μg/L
	铅	《水和废水监测分析方法》(第四版)国家环境保护局(2002年)	1	μg/L
	铊	HJ 748-2015	0.83	μg/L
	汞	HJ694-2014	0.04	μg/L
TPH	C10-C40	HJ894-2017	0.01	mg/L
VOCs	二氯甲烷、三氯甲烷、四氯化碳、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、1,2-二氯丙烷、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、顺式-1,2-二氯乙烯、反式-1,2-二氯乙烯、1,1-二氯乙烯、三氯乙烯、四氯乙烯、苯、甲苯、乙苯、对二甲苯、间二甲苯、邻二甲苯、苯乙烯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯	HJ639-2012	0.6~2.2	μg/L
	氯甲烷	GB/T5750.8-2006	0.65	μg/L
SVOCs	苯胺、2-氯苯酚、硝基苯	《水和废水监测分析方法》(第四版)国家环境保护局(2002年)	0.8-3.3	μg/L
	萘、苯并[a]蒽、蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、苯并[a]芘、茚并[1,2,3-cd]芘、二苯并[a,h]蒽、二氢茈、茈、芴、菲、葱、荧蒽、芘、苯并[g,h,i]芘	HJ 478-2009	详见附件检测报告	μg/L
其他指标	氰化物	HJ484-200	0.004	mg/L

表 7.2-3 建筑渣石中各指标的检测分析及检出限

类别	分析指标	方法	检出限	单位
腐蚀性	pH	GB/T 15555.12 - 1995	-	无量纲
重金属	砷	HJ 702-2014	$1.0 \times 10^{-4}$	mg/L
	铅、铊	HJ 781-2016	0.03	mg/L
	汞	HJ 702-2014	$2.0 \times 10^{-5}$	mg/L
SVOCs	苯并[a]芘、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘	HJ 951-2018	0.002-0.003	mg/L

## 7.3 质量保证与质量控制

### 7.3.1 质量保证与质量控制体系

为保证整个调查采样与实验室检测采样全过程的质量，建立了全过程的质量保证与质量控制体系，具体见图 7.3-1。

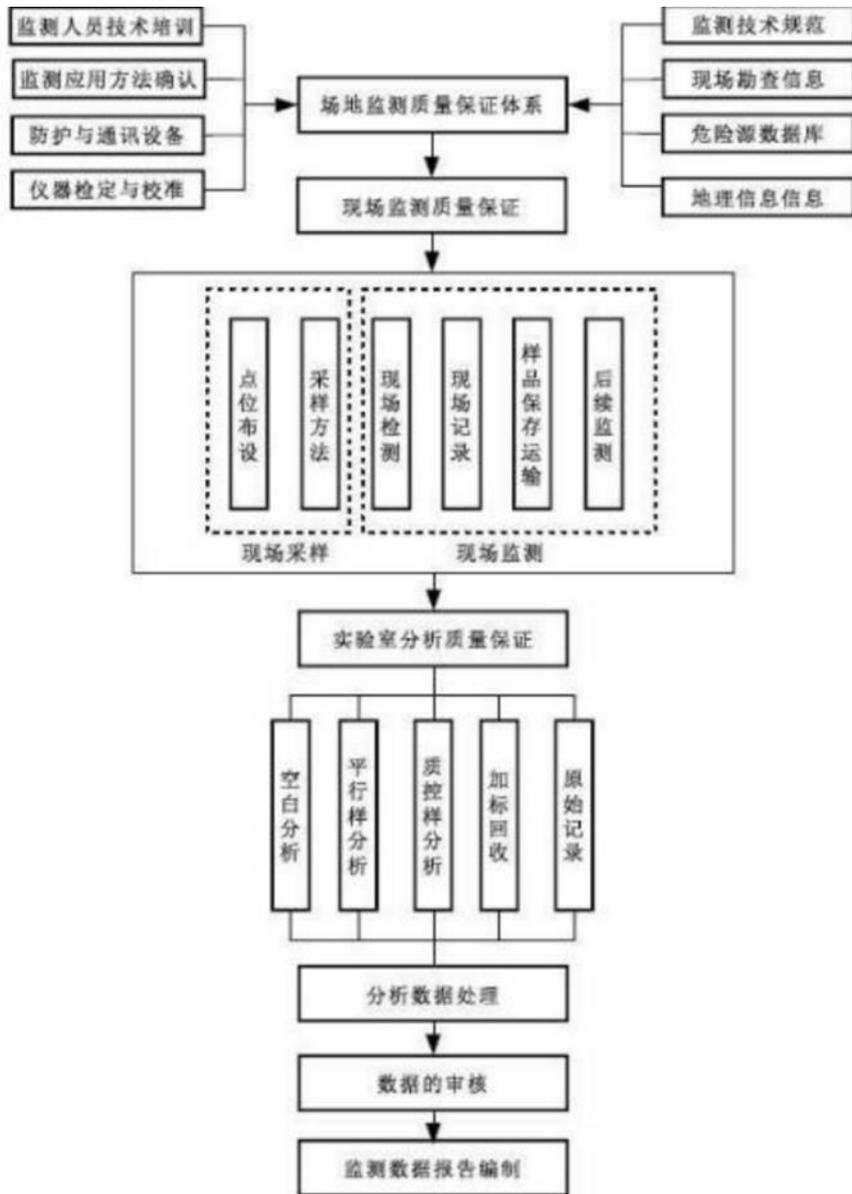


图 7.3-1 土壤采样与实验室检测分析质量保证体系框架图

### 7.3.2 现场采样质量控制措施

(1) 防止采样交叉污染

钻机采样过程中，在第一个钻孔开钻前用清水对设备进行清洗；进行连续多次钻孔的钻探设备应进行清洗；同一钻机在不同深度采样时，对钻探设备、取样装置进行清洗；与土壤接触的其他采样工具重复利用时进行清洗。

制样严格按规范进行。为严格防止交叉污染，专业人员均戴上新的一次性无污染手术用橡胶手套，规范的将样品装入样品瓶中，贴上标签纸，写上样品名称、编号和采样日期等参数。样品瓶事先准备好带到场地现场。装入土壤和地下水样品的样品瓶，立即放置到冷藏箱中，进行低温保存。

## (2) 采集现场质量控制样

在采样过程中，同种采样介质，按照采样量的 10%同时采集平行样。平行样的采集是从相同的点位采集样品并单独封装和进行实验室检测分析。如果采集的土壤样品需要分析挥发性有机物，在每次样品采集和运输的过程中设置至少 1 个运输空白样和全程序空白样，以便了解运输途中样品是否受到污染和样品是否损失及从采样到分析的整个过程对样品的影响。

### ①现场质量控制平行样

本次土壤污染状况调查现场质量控制共采集 14 个土壤平行样、1 个地下水平行样品，均检测 pH、重金属、挥发性有机物、半挥发性有机物和石油烃。检出指标相对偏差 (RD) 计算公式如下。

$$RD(\%) = (|A-B|)/(A+B) \times 100\%$$

其中：A 是平行原样的检测值；

B 是平行样的检测值。

土壤、地下水和废水平行样品检出指标相对偏差如表 7.3-1、7.3-2、7.3-3 所示。根据分析结果显示地下水和废水现场平行样检出指标相对偏差较小，土壤现场平行样检出指标相对偏差较大，其中铊和镉的相对偏差较大，主要由于本地块土壤主要采集混合样，虽然土壤充分混合，但仍存在局部混合不均的情况，所以导致土壤现场平行样检出指标相对偏差较大。

表 7.3-1 土壤现场质量控制平行样相对偏差分析结果一览表

序号	检出指标	样品数量 (份)	平行样数量 (份)	RD (%)
1	砷	310	40	0.01-20.77
2	汞	196	24	0.03-23.64
3	铅	180	20	0.21-19.21
4	铊	306	35	0-42.86
5	铜	84	9	0-11.63
6	镍	84	9	0-7.69
7	镉	84	9	0-55.56
8	六价铬	84	9	0-1.54
9	VOCs	199	24	2.20-15.99
10	SVOCs	213	26	0-11.11

表 7.3-2 地下水现场质量控制平行样相对偏差分析结果一览表

序号	检出指标	样品数量 (份)	平行样数量 (份)	RD (%)
1	pH	11	2	0
2	砷	11	2	0-4.35
3	汞	11	2	0
4	铅	11	2	0
5	铊	11	2	4.05
6	VOCs	11	2	0
7	SVOCs	11	2	0-14.29
8	氰化氢	11	2	0
9	石油烃 (C10-C40)	11	2	8.11-11.11

表 7.3-3 地表水现场质量控制平行样相对偏差分析结果一览表

序号	检出指标	样品数量 (份)	平行样数量 (份)	RD (%)
1	pH 值	6	3	0
2	化学需氧量	6	3	0
3	五日生化需氧量	6	3	1.04-1.35
4	悬浮物	6	3	1.30-2.27
5	汞	6	3	0
6	砷	6	3	0-3.70
7	铅	6	3	0
8	苯并[a]芘	6	3	0

②现场质量控制运输空白样、全程序空白样

本次地块土壤污染状况调查采集样品运输过程每批样品各采集一个现场质量控制运输空白样、全程序空白样，检测本项目指标。检测结果显示，现场质量控制运输空白样、全程序空白样的各项指标均低于检出限，符合质量控制程序要求。

### 7.3.3 样品保存和流转过程质量控制措施

采集样品保存时，质量检查人员应对样品标识、包装容器、样品状态、保存条件等进行检查并记录。对检查中发现的问题，及时采取措施整改到位。

样品交接过程中，送样人员和接样人员应对接收样品的质量状况进行检查。检查内容主要包括：样品运送单是否填写完整，样品标识、重量、数量、包装容器、保存温度、应送达时限等是否满足相关技术规定要求。

在样品交接过程中，送样人员如发现寄送样品有下列质量问题，应查明原因，及时整改，必要时重新采集样品。接样人员如发现送交样品有下列质量问题，应拒收样品，并及时通知送样人员和调查单位：

- (1) 样品无编号、编号混乱或有重号；
- (2) 样品在保存、运输过程中受到破损或沾污；
- (3) 样品重量或数量不符合规定要求；
- (4) 样品保存时间已超出规定的送检时间；
- (5) 样品交接过程的保存条件不符合规定要求。

样品经验收合格后，接样单位应在《样品交接检查记录表》上签字、注明收样日期。样品运送单纸版原件应作为样品检测报告附件，复印件返回调查单位。

#### 7.3.4 实验室检测分析质量控制措施

根据芜湖中一检测技术研究院有限公司提供的实验室内部质量保证和质量控制程序，本地块土壤污染状况调查实验室质保和质控要求如下：

①方法空白：土壤和地下水样品均按照 20 个样品设置一套空白样，要求空白小于方法检出限（LOR）。

②平行样品：土壤和地下水样品中指标按照每 20 个样品设置 1 套平行样品结果，平行样品结果的相对偏差 RD 要求无机和金属小于 35%，有机物小于 30%。

③加标样品：

土壤：当没有合适的土壤有证标准物质时，应采用基体加标（样品加标）回收率试验对准确度进行控制。每批次同类型分析样品中，应随机抽取 5% 的样品进行加标回收率试验；当批次分析样品数量 < 20 时，应至少随机抽取 1 个样品进行加标回收率试验。此外，当有机污染物样品采用质谱法分析时，应进行替代物加标回收率实验。

重金属检测一般采用有证标准物质验证其回收率，测定结果应满足有证标准物质标准值控制范围，或测定结果与保证值的相对误差应在 $\pm 15\%$ 以内（HJ 491-2019）。挥发性有机化合物检测的加标实验中，目标组分和替代物的回收率控制在 70%~130%。半挥发性有机物基体加标中目标物和替代物加标回收率的控制指标应满足 HJ 834-2018 附录 D 的要求。

地下水：当没有合适的水质有证标准物质时，应采用基体加标（样品加标）回收率试验对准确度进行控制。每批次同类型分析样品中，应随机抽取 5% 的样品进行加标回收率试验；当批次分析样品数量 $<20$ 时，应至少随机抽取 1 个样品进行加标回收率试验。此外，当有机污染物样品采用质谱法分析时，应进行替代物加标回收率实验。

重金属检测一般采用有证标准物质验证其回收率，测定结果应满足有证标准物质标准值控制范围。挥发性有机化合物基体加标回收率控制在 60.0%~130%之间，替代物回收率应在 70%~130%之间。半挥发性有机化合物基体加标回收率控制在分析标准要求的控制范围。

土壤、地下水实验室检测质控结果如表 7.3-4~7.3-6 所示，本次质控结果均满足相应的质控要求范围之内，检测数据结果可信。

表 7.3-4 11#地块和 12#地块土壤样品检测质控结果统计表

项目	样品数 (个)	实验室平行样			加标回收率						有证物质		质控 评价
					空白加标			样品加标					
		平行样 (个)	相对偏 差%	控制值%	加标样 (个)	回收率 (范 围) %	指标 控 制%	加标样 (个)	回收率 (范 围) %	指标控 制%	检测值 mg/kg	标准值 mg/kg	
砷	387	32	0.4-8.9	≤20	/	/	/	/	/	/	5.76	4.8±1.3	合格
			0.3-4.32	≤15							11.9/12.0	11.8±0.9	
			0-2.1	≤10							13.5	13.7±1.2	
汞	169	12	0-8.84	≤35	/	/	/	/	/	/	0.066	0.061±0.006	合格
			3.5-14.3	≤30							0.053/0.056	0.058±0.005	
											0.054	0.053±0.006	
铅	136	12	0.3-3.48	≤25	/	/	/	/	/	/	16.9	14±3	合格
			0.2-2.2	≤20							22.3	22±2	
			1.12-1.43	≤30							28.4	28±1	
											26.0	26±2	
铊	151	18	NC/0-20	≤30	/	/	/	/	/	/	0.25	0.21±0.06	合格
											0.67-0.75	0.71±0.06	
											0.65-0.66	0.68±0.03	
铜	36	3	1.49-3.85	≤20	/	/	/	/	/	/	26	26±2	合格
镍	36	3	1.20-1.41	≤20	/	/	/	/	/	/	36	37±2	合格
镉	36	3	0-14.9	≤35	/	/	/	/	/	/	0.15	0.14±0.01	合格

六价铬	36	3	NC	≤20	/	/	/	3	80.1-87.1	70-130	/	/	合格
VOCs	152	7	NC/1.4-5.0	≤25	9	/	/	2	/	详见质控报告	/	/	合格
SVOCs	261	17	NC/0-14.3	≤40	2	/	依据参数不同而不同，详见质控报告	8	/	依据参数不同而不同，详见质控报告	/	/	合格

表 7.3-5 11#地块和 12#地块地下水样品检测质控结果统计表

项目	样品数 (个)	实验室平行样			加标回收率						有证物质		质控 评价
					空白加标			样品加标					
		平行样 (个)	相对 偏差%	控制 值%	加标样 (个)	回收率 (范 围) %	指标 控制%	加标样 (个)	回收率 (范 围) %	指标 控制%	检测值 mg/L	标准值 mg/L	
pH	11	2	0	0.1	/	/	/	/	/	/	/	/	合格
砷	11	2	4.5	≤15	/	/	/	/	/	/	96.4μg/L	91.4±6.6 μg/L	合格
汞	11	2	NC	≤30	/	/	/	/	/	/	3.42μg/L	3.73±0.54 μg/L	合格
铅	11	2	NC	≤15	/	/	/	/	/	/	22.0μg/L	20.3±2.4 μg/L	合格
铊	11	2	NC	≤30	/	/	/	/	/	/	16.6μg/L	15.9±1.3 μg/L	合格
VOCs	11	2	NC/5	≤30	1	81.2-113	70- 130	1	/	/	/	/	合格
SVOCs	11	2	0-2.0	≤20	3	/	见质 控报 告	/	/	/	/	/	合格
氰化物	11	/	/	/	/	/	/	/	/	/	54.6 μg/L	53.7±5.5 μg/L	合格
石油烃 (C10-C40)	11	/	/	/	1	77.4	70- 120	/	/	/	/	/	合格

表 7.3-6 11#地块和 12#地块废水样品检测质控结果统计表

项目	样品数 (个)	实验室平行样			加标回收率						有证物质		质控 评价
					空白加标			样品加标					
		平行样 (个)	相对偏 差%	控制 值%	加标 样 (个)	回收 率 (范 围) %	指标 控 制%	加标样 (个)	回收率 (范 围) %	指标控 制%	检测值 mg/L	标准值 mg/L	
pH 值	6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	6.22	6.21±0.04	合格
											6.20		
											6.23		
化学需氧 量	6	3	0-1.1	≤10	/	/	/	/	/	/	30.4	29.9±2.1	合格
											28.7		
											29.2		
五日生化 需氧量	6	3	1.1-1.2	≤±20	/	/	/	/	/	/	201	180-230	合格
											206		
											196		
悬浮物	6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	合格
汞	6	3	NC	≤20	2	89.7- 105.5	70-130	3	87.4-106.9	70-130	3.79	3.73±0.54μg/ L	合格
											3.93		
											4.15		
砷	6	3	0-4.9	≤20	2	98.8- 110.6	70-130	3	87.3-101.6	70-130	92.6	91.4±6.6 μg/L	合格
											95.3		
											94.0		
铅	6	3	NC	≤25	2	98.9- 101.1	85-115	3	100.3-100.7	85-115	0.207	0.199±0.010 μg/L	合格
											0.199		
苯并[a]芘	6	3	NC	<40	/	/	/	3	87.4-101.6	93.2±30.7	/	/	合格

## 8 效果评估

### 8.1 修复措施落实评价

根据《施工总结报告》，2022年2月22日至2022年5月31日，江苏大地益源环境修复有限公司开展了芜湖新兴铸管弋江老厂区12#地块土壤污染修复工作，通过原地异位土壤淋洗修复技术完成0-1 m埋深单独重金属污染土壤修复工作；通过水泥窑协同处置完成1 m以下埋深重金属污染土壤、复合污染土壤处置工作；通过化学氧化处置完成有机污染土壤处置工作。共实际清挖修复地块，修复范围和目标同《风险评估报告》、《修复技术方案》内容一致。

根据《监理报告》，芜湖新兴铸管弋江老厂区12#地块土壤污染修复项目已按合同全部完成，技术资料已按要求整理完毕，相关检测资料完整，满足设计、规范要求，在工程修复施工中，采取了的各种污染控制措施，对外界影响甚微，没有对当地环境造成影响，达到预期修复目标。

因此根据文件资料审核及现场踏勘、例会参与情况，本次效果评估认为：修复工程较好的依照《修复方案》开展，施工期间施工质量控制资料基本齐全，且环保措施（设施）基本落实到位。

### 8.2 检测数据评价

#### 8.2.1 评估方法

评估方法按照《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ 25.5-2018）要求执行，即根据修复目标值，采用逐个对比法进行评估。

- （1）若样品检测值低于或等于修复效果评估标准时，则判定达到修复效果；
- （2）若样品检测值大于修复效果评估标准时，则判定未达到修复效果，应继续治理修复，直至低于修复目标值。

#### 8.2.2 评价标准

根据项目前期《调查和风险评估报告》和《修复方案》，本项目确定的评价标准，标准详见6.9章节。

### 8.2.3 基坑土壤样品检测数据评价

2022年4月1日至2022年5月31日，效果评估单位对项目地块土壤清挖基坑进行效果评估样品采集与检测，清挖基坑有8个重金属污染基坑（12# A、12# B、12# E、12# G、12# J、12# K、12# M、12# N）、1个重金属有机复合污染基坑（12# F）和4个有机污染基坑（12# C、12# D、12# H、12# I）。共采集土壤样品241份，采集深度为0-20 cm。检测指标为铅、砷、铊、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒹、二苯并[a,h]蒹。将检测结果与目标污染修复目标值逐个进行对比，其结果均低于修复目标值，因此判定基坑污染清理达标，清挖基坑的具体检测结果如下文所述。

#### 8.2.3.1 基坑 A 效果评估检测结果与分析

初次清挖后，基坑 A 共设置 3 个坑底采样单元和 5 个侧壁采样单元，共采集土壤样品 8 个，检测指标为铊。检测结果表明，铊的检测结果为 0.24-0.43 mg/kg。上述结果表明，土壤中的目标污染物均低于修复目标值，则区域 A 污染土壤已清挖完毕，达到设计的修复目标。

表 8.2-1 基坑 A 采样单元各目标污染物检测结果

序号	样品编号	检测结果 (mg/kg)
		铊
评估标准		0.828
1	12#A-C1 (0-1.0m)	0.34
2	12#A-C2 (0-1.0m)	0.24
3	12#A-C3 (0-1.0m)	0.40
4	12#A-C4 (0-1.0m)	0.43
5	12#A-C5 (0-1.0m)	0.40
6	12#A-D1	0.42
7	12#A-D2	0.24
8	12#A-D3	0.29

#### 8.2.3.2 基坑 B 效果评估检测结果与分析

##### (1) 第一次效果评估检测结果分析

初次清挖后，基坑 B 共设置 3 个坑底采样单元和 5 个侧壁采样单元，共采集土壤样品 8 个，检测指标为砷和铊。检测结果表明，砷的检测结果为 14.31-92.32 mg/kg，铊的检测结果为 0.10-0.42 mg/kg。上述结果表明，基坑侧壁 12# B-

C1、12# B-C4、12# B-C5、12# B-D1、12# B-D2、12# B-D3 采样单元土壤目标污染物砷超修复目标值，这些超标单元需开展扩挖。

(2) 第一次超标扩挖效果评估检测结果分析

修复单位对超标区域进行扩挖后，效果评估单位对超标区域进行扩挖后效果评估采样，共采集土壤样品 6 个，检测指标为砷和铊。检测结果表明，砷的检测结果为 9.78-12.86 mg/kg，铊未检出。上述结果表明，土壤中的目标污染物均低于修复目标值，则区域 B 污染土壤已清挖完毕，达到设计的修复目标。

表 8.2-2 基坑 B 采样单元各目标污染物检测结果

序号	第一次检测结果 (mg/kg)			第一次超标扩挖检测结果 (mg/kg)		
	样品编号	砷	铊	样品编号	砷	铊
	评估标准	20	0.828	评估标准	20	0.828
1	12#B-C1 (0-1.0m)	81.32	0.41	12#B-C1 (0-1.0m)	10.74	ND
2	12#B-C2 (0-1.0m)	14.31	0.32	12#B-C2 (0-1.0m)	-	-
3	12#B-C3 (0-1.0m)	18.70	0.42	12#B-C3 (0-1.0m)	-	-
4	12#B-C4 (0-1.0m)	92.32	0.41	12#B-C4 (0-1.0m)	10.56	ND
5	12#B-C5 (0-1.0m)	40.48	0.36	12#B-C5 (0-1.0m)	11.67	ND
6	12#B-D1	34.40	0.37	12#B-D1	9.78	ND
7	12#B-D2	31.19	0.10	12#B-D2	12.86	ND
8	12#B-D3	26.68	0.20	12#B-D3	12.17	ND

### 8.2.3.3 基坑 C 效果评估检测结果与分析

#### (1) 第一次效果评估检测结果分析

初次清挖后，基坑 C 共设置 3 个坑底采样单元和 5 个侧壁采样单元，共采集土壤样品 8 个，检测指标为苯并[a]芘。检测结果表明，苯并[a]芘的检测结果为 ND-1.40 mg/kg。上述结果表明，基坑侧壁 12# C-C1 和 12# C-C4 采样单元土壤目标污染物苯并[a]芘超修复目标值，这些超标单元需开展扩挖。

#### (2) 第一次超标扩挖效果评估检测结果分析

修复单位对超标区域进行扩挖后，效果评估单位对超标区域进行扩挖后效果评估采样，共采集土壤样品 2 个，检测指标为苯并[a]芘。检测结果表明，苯并[a]芘的检测结果为 ND-0.10 mg/kg。上述结果表明，土壤中的目标污染物均低于修复目标值，则区域 C 污染土壤已清挖完毕，达到设计的修复目标。

表 8.2-3 基坑 C 采样单元各目标污染物检测结果

序号	第一次检测结果 (mg/kg)		第一次超标扩挖检测结果 (mg/kg)	
	样品编号	苯并[a]芘	样品编号	苯并[a]芘
	评估标准	0.55	评估标准	0.55
1	12#C-C1 (0-1.0m)	1.40	12#C-C1 (0-1.0m)	0.10
2	12#C-C2 (0-1.0m)	ND	12#C-C2 (0-1.0m)	-
3	12#C-C3 (0-1.0m)	0.4	12#C-C3 (0-1.0m)	-
4	12#C-C4 (0-1.0m)	0.70	12#C-C4 (0-1.0m)	ND
5	12#C-C5 (0-1.0m)	0.50	12#C-C5 (0-1.0m)	-
6	12#C-D1	ND	12#C-D1	-
7	12#C-D2	0.10	12#C-D2	-
8	12#C-D3	ND	12#C-D3	-

### 8.2.3.4 基坑 D 效果评估检测结果与分析

初次清挖后，基坑 D 共设置 3 个坑底采样单元和 5 个侧壁采样单元，共采集土壤样品 18 个，检测指标为苯并[a]芘。检测结果表明，苯并[a]芘的检测结果均未检出。上述结果表明，土壤中的目标污染物均低于修复目标值，则区域 D 污染土壤已清挖完毕，达到设计的修复目标。

表 8.2-4 基坑 D 采样单元各目标污染物检测结果

序号	样品编号	检测结果 (mg/kg)
		苯并[a]芘
评估标准		0.55
1	12#D-C1 (0-0.2m)	ND
2	12#D-C1 (0.2-1.5m)	ND
3	12#D-C1 (1.5-4.0m)	ND
4	12#D-C2 (0-0.2m)	ND
5	12#D-C2 (0.2-1.5m)	ND
6	12#D-C2 (1.5-4.0m)	ND
7	12#D-C3 (0-0.2m)	ND
8	12#D-C3 (0.2-1.5m)	ND
9	12#D-C3 (1.5-4.0m)	ND
10	12#D-C4 (0-0.2m)	ND
11	12#D-C4 (0.2-1.5m)	ND
12	12#D-C4 (1.5-4.0m)	ND
13	12#D-C5 (0-0.2m)	ND
14	12#D-C5 (0.2-1.5m)	ND
15	12#D-C5 (1.5-4.0m)	ND
16	12#D-D1	ND
17	12#D-D2	ND
18	12#D-D3	ND

### 8.2.3.5 基坑 E 效果评估检测结果与分析

初次清挖后，基坑 E 共设置 3 个坑底采样单元和 5 个侧壁采样单元，共采集土壤样品 18 个，检测指标为砷和铊。检测结果表明，砷的检测结果为 5.70-14.43 mg/kg，铊的检测结果为 ND-0.10 mg/kg。上述结果表明，土壤中的目标污染物均低于修复目标值，则区域 E 污染土壤已清挖完毕，达到设计的修复目标。

表 8.2-5 基坑 E 采样单元各目标污染物检测结果

序号	样品编号	检测结果 (mg/kg)	
		砷	铊
评估标准		20	0.828
1	12#E-C1 (0-0.2m)	6.94	ND
2	12#E-C1 (0.2-1.5m)	7.19	0.10
3	12#E-C1 (1.5-4.0m)	6.94	ND
4	12#E-C2 (0-0.2m)	6.91	ND
5	12#E-C2 (0.2-1.5m)	6.47	ND
6	12#E-C2 (1.5-4.0m)	7.70	ND
7	12#E-C3 (0-0.2m)	6.62	ND
8	12#E-C3 (0.2-1.5m)	6.23	ND
9	12#E-C3 (1.5-4.0m)	6.38	ND
10	12#E-C4 (0-0.2m)	7.43	ND
11	12#E-C4 (0.2-1.5m)	5.70	ND
12	12#E-C4 (1.5-4.0m)	14.11	ND
13	12#E-C5 (0-0.2m)	13.81	ND
14	12#E-C5 (0.2-1.5m)	14.43	ND
15	12#E-C5 (1.5-4.0m)	11.36	ND
16	12#E-D1	13.01	ND
17	12#E-D2	11.48	ND
18	12#E-D3	7.25	ND

8.2.3.6 基坑 F 效果评估检测结果与分析

初次清挖后，基坑 F 设置 3 个坑底采样单元和 5 个侧壁采样单元，共采集土壤样品 18 个，检测指标为铅、砷、铊、苯并[a]芘。检测结果表明，铅的检测结果为 5.74-17.83 mg/kg，砷的检测结果为 6.38-16.82 mg/kg，铊均未检出，苯并[a]芘均未检出。上述结果表明，土壤中的目标污染物均低于修复目标值，则区域 F 染土壤已清挖完毕，达到设计的修复目标。

表 8.2-6 基坑 F 样单元各目标污染物检测结果

序号	样品编号	检测结果 (mg/kg)			
		铅	砷	铊	苯并[a]芘
评估标准		400	20	0.828	0.55
1	12#F-C1 (0-0.2m)	15.39	6.38	ND	ND
2	12#F-C1 (0.2-1.5m)	16.86	7.04	ND	ND
3	12#F-C1 (1.5-4.0m)	17.83	7.83	ND	ND
4	12#F-C2 (0-0.2m)	16.26	11.32	ND	ND
5	12#F-C2 (0.2-1.5m)	13.03	11.47	ND	ND
6	12#F-C2 (1.5-4.0m)	10.31	12.59	ND	ND
7	12#F-C3 (0-0.2m)	14.31	10.66	ND	ND
8	12#F-C3 (0.2-1.5m)	10.42	7.63	ND	ND
9	12#F-C3 (1.5-4.0m)	16.80	6.72	ND	ND

10	12#F-C4 (0-0.2m)	14.12	8.22	ND	ND
11	12#F-C4 (0.2-1.5m)	9.32	10.03	ND	ND
12	12#F-C4 (1.5-4.0m)	17.10	7.85	ND	ND
13	12#F-C5 (0-0.2m)	12.69	8.63	ND	ND
14	12#F-C5 (0.2-1.5m)	10.63	8.56	ND	ND
15	12#F-C5 (1.5-4.0m)	9.17	16.82	ND	ND
16	12#F-D1	6.31	13.34	ND	ND
17	12#F-D2	7.81	11.48	ND	ND
18	12#F-D3	5.74	8.30	ND	ND

### 8.2.3.7 基坑 G 效果评估检测结果与分析

初次清挖后，基坑 G 共设置 3 个坑底采样单元和 5 个侧壁采样单元，共采集土壤样品 18 检测指标为铊。检测结果表明，铊的检测结果均未检出。上述结果表明，土壤中的目标污染物均低于修复目标值，则区域 G 污染土壤已清挖完毕，达到设计的修复目标。

表 8.2-7 基坑 G 采样单元各目标污染物检测结果

序号	样品编号	检测结果 (mg/kg)
		铊
评估标准		<b>0.828</b>
1	12#G-C1 (0-0.2m)	ND
2	12#G-C1 (0.2-1.5m)	ND
3	12#G-C1 (1.5-2.5m)	ND
4	12#G-C2 (0-0.2m)	ND
5	12#G-C2 (0.2-1.5m)	ND
6	12#G-C2 (1.5-2.5m)	ND
7	12#G-C3 (0-0.2m)	ND
8	12#G-C3 (0.2-1.5m)	ND
9	12#G-C3 (1.5-2.5m)	ND
10	12#G-C4 (0-0.2m)	ND
11	12#G-C4 (0.2-1.5m)	ND
12	12#G-C4 (1.5-2.5m)	ND
13	12#G-C5 (0-0.2m)	ND
14	12#G-C5 (0.2-1.5m)	ND
15	12#G-C5 (1.5-2.5m)	ND
16	12#G-D1	ND
17	12#G-D2	ND
18	12#G-D3	ND

### 8.2.3.8 基坑 H 效果评估检测结果与分析

初次清挖后，基坑 H 共设置 3 个坑底采样单元和 5 个侧壁采样单元，共采集土壤样品 18 个，检测指标为苯并[a]芘。检测结果表明，苯并[a]芘的检测结果均未检出。上述结果表明，土壤中的目标污染物均低于修复目标值，则区域 H 污染土壤已清挖完毕，达到设计的修复目标。

表 8.2-8 基坑 H 采样单元各目标污染物检测结果

序号	样品编号	检测结果 (mg/kg)
		苯并[a]芘
评估标准		0.55
1	12#H-C1 (0-0.2m)	ND
2	12#H-C1 (0.2-1.5m)	ND
3	12#H-C1 (1.5-4.0m)	ND
4	12#H-C2 (0-0.2m)	ND
5	12#H-C2 (0.2-1.5m)	ND
6	12#H-C2 (1.5-4.0m)	ND
7	12#H-C3 (0-0.2m)	ND
8	12#H-C3 (0.2-1.5m)	ND
9	12#H-C3 (1.5-4.0m)	ND
10	12#H-C4 (0-0.2m)	ND
11	12#H-C4 (0.2-1.5m)	ND
12	12#H-C4 (1.5-4.0m)	ND
13	12#H-C5 (0-0.2m)	ND
14	12#H-C5 (0.2-1.5m)	ND
15	12#H-C5 (1.5-4.0m)	ND
16	12#H-D1	ND
17	12#H-D2	ND
18	12#H-D3	ND

### 8.2.3.9 基坑 I 效果评估检测结果与分析

#### (1) 第一次效果评估检测结果分析

初次清挖后，基坑 I 共设置 3 个坑底采样单元和 5 个侧壁采样单元，共采集土壤样品 18 个，检测指标为苯并[b]荧蒹、苯并[a]芘、二苯并[a,h]蒹。检测结果表明，苯并[b]荧蒹的检测结果为 ND-3.50 mg/kg，苯并[a]芘的检测结果为 ND-4.00 mg/kg，二苯并[a,h]蒹的检测结果为 ND-0.60 mg/kg。上述结果表明，基坑侧壁 12# I-C1、12# I-C3、12# I-C4、12# I-C5 采样单元土壤目标污染物苯并[a]芘和二苯并[a,h]蒹超修复目标值，这些超标单元需开展扩挖。

#### (2) 第一次超标扩挖效果评估检测结果分析

修复单位对超标区域进行扩挖后，效果评估单位对超标区域进行扩挖后效果评估采样，共采集土壤样品 12 个，检测指标为苯并[b]荧蒹、苯并[a]芘、二苯并[a,h]蒹。检测结果表明，苯并[b]荧蒹、苯并[a]芘、二苯并[a,h]蒹的检测结果

均未检出。上述结果表明，土壤中的目标污染物均低于修复目标值，则区域I污染土壤已清挖完毕，达到设计的修复目标。

表 8.2-9 基坑 I 采样单元各目标污染物检测结果

序号	第一次检测结果 (mg/kg)			第二次检测结果 (mg/kg)				
	样品编号	苯并[a]芘	苯并[b]荧蒹	二苯并[a,h]蒽	样品编号	苯并[a]芘	苯并[b]荧蒹	二苯并[a,h]蒽
评估标准		0.55	5.50	0.55	评估标准	0.55	5.50	0.55
1	12#I-C1 (0-0.2m)	ND	ND	ND	12#I-C1 (0-0.2m)	ND	ND	ND
2	12#I-C1 (0.2-1.5m)	1.20	0.90	0.20	12#I-C1 (0.2-1.5m)	ND	ND	ND
3	12#I-C1 (1.5-2.5m)	ND	ND	ND	12#I-C1 (1.5-2.5m)	ND	ND	ND
4	12#I-C2 (0-0.2m)	ND	ND	ND	12#I-C2 (0-0.2m)	-	-	-
5	12#I-C2 (0.2-1.5m)	0.50	0.40	0.10	12#I-C2 (0.2-1.5m)	-	-	-
6	12#I-C2 (1.5-2.5m)	ND	ND	ND	12#I-C2 (1.5-2.5m)	-	-	-
7	12#I-C3 (0-0.2m)	0.70	0.60	0.20	12#I-C3 (0-0.2m)	ND	ND	ND
8	12#I-C3 (0.2-1.5m)	ND	ND	ND	12#I-C3 (0.2-1.5m)	ND	ND	ND
9	12#I-C3 (1.5-2.5m)	0.40	0.40	0.10	12#I-C3 (1.5-2.5m)	ND	ND	ND
10	12#I-C4 (0-0.2m)	1.00	0.90	0.20	12#I-C4 (0-0.2m)	ND	ND	ND
11	12#I-C4 (0.2-1.5m)	1.00	0.80	0.20	12#I-C4 (0.2-1.5m)	ND	ND	ND
12	12#I-C4 (1.5-2.5m)	4.00	3.50	0.60	12#I-C4 (1.5-2.5m)	ND	ND	ND
13	12#I-C5 (0-0.2m)	1.10	1.10	0.30	12#I-C5 (0-0.2m)	ND	ND	ND
14	12#I-C5 (0.2-1.5m)	ND	ND	ND	12#I-C5 (0.2-1.5m)	ND	ND	ND
15	12#I-C5 (1.5-2.5m)	ND	ND	ND	12#I-C5 (1.5-2.5m)	ND	ND	ND
16	12#I-D1	ND	ND	ND	12#I-D1	-	-	-
17	12#I-D2	ND	ND	ND	12#I-D2	-	-	-
18	12#I-D3	ND	ND	ND	12#I-D3	-	-	-

注：标黄的为超标数值。

### 8.2.3.10 基坑 J 效果评估检测结果与分析

初次清挖后，基坑 J 共设置 5 个坑底采样单元和 7 个侧壁采样单元，共采集土壤样品 40 个，检测指标为砷。检测结果表明，砷的检测结果为 0.08-19.50 mg/kg。上述结果表明，土壤中的目标污染物均低于修复目标值，则区域 J 污染土壤已清挖完毕，达到设计的修复目标。

表 8.2-10 基坑 J 采样单元各目标污染物检测结果

序号	样品编号	检测结果 (mg/kg)
		砷
评估标准		20
1	12#J-C1 (0-0.2m)	9.66
2	12#J-C1 (0.2-1.5m)	9.40
3	12#J-C1 (1.5-3.0m)	8.90
4	12#J-C1 (3.0-5.5m)	9.48
5	12#J-C1 (5.5-8.5m)	0.08
6	12#J-C2 (0-0.2m)	9.95
7	12#J-C2 (0.2-1.5m)	8.97
8	12#J-C2 (1.5-3.0m)	8.97
9	12#J-C2 (3.0-5.5m)	8.97
10	12#J-C2 (5.5-8.5m)	9.06
11	12#J-C3 (0-0.2m)	9.70
12	12#J-C3 (0.2-1.5m)	8.78
13	12#J-C3 (1.5-3.0m)	9.41
14	12#J-C3 (3.0-5.5m)	9.59
15	12#J-C3 (5.5-8.5m)	8.98
16	12#J-C4 (0-0.2m)	9.97
17	12#J-C4 (0.2-1.5m)	10.77
18	12#J-C4 (1.5-3.0m)	9.74
19	12#J-C4 (3.0-5.5m)	9.20
20	12#J-C4 (5.5-8.5m)	9.56
21	12#J-C5 (0-0.2m)	10.22
22	12#J-C5 (0.2-1.5m)	10.45
23	12#J-C5 (1.5-3.0m)	10.52
24	12#J-C5 (3.0-5.5m)	9.94
25	12#J-C5 (5.5-8.5m)	10.95
26	12#J-C6 (0-0.2m)	8.56
27	12#J-C6 (0.2-1.5m)	9.85
28	12#J-C6 (1.5-3.0m)	9.06
29	12#J-C6 (3.0-5.5m)	9.95
30	12#J-C6 (5.5-8.5m)	9.32

31	12#J-C7 (0-0.2m)	11.31
32	12#J-C7 (0.2-1.5m)	18.70
33	12#J-C7 (1.5-3.0m)	18.04
34	12#J-C7 (3.0-5.5m)	18.90
35	12#J-C7 (5.5-8.5m)	19.30
36	12#J-D1	15.10
37	12#J-D2	17.20
38	12#J-D3	14.86
39	12#J-D4	19.50
40	12#J-D5	19.14

### 8.2.3.11 基坑 K 效果评估检测结果与分析

初次清挖后，基坑 K 共设置 3 个坑底采样单元和 5 个侧壁采样单元，共采集土壤样品 8 个，检测指标为铊。检测结果表明，铊的检测结果为 0.30-0.40 mg/kg。上述结果表明，土壤中的目标污染物均低于修复目标值，则区域 K 污染土壤已清挖完毕，达到设计的修复目标。

表 8.2-11 基坑 K 采样单元各目标污染物检测结果

序号	样品编号	检测结果 (mg/kg)
		铊
评估标准		<b>0.828</b>
1	12#K-C1 (0-1.0m)	0.30
2	12#K-C2 (0-1.0m)	0.40
3	12#K-C3 (0-1.0m)	0.40
4	12#K-C4 (0-1.0m)	0.30
5	12#K-C5 (0-1.0m)	0.40
6	12#K-D1	0.31
7	12#K-D2	0.38
8	12#K-D3	0.35

### 8.2.3.12 基坑 M 效果评估检测结果与分析

初次清挖后，基坑 M 共设置 3 个坑底采样单元和 5 个侧壁采样单元，共采集土壤样品 23 个，检测指标为铊。检测结果表明，铊的检测结果为 0.28-0.43 mg/kg。上述结果表明，土壤中的目标污染物均低于修复目标值，则区域 M 污染土壤已清挖完毕，达到设计的修复目标。

表 8.2-12 基坑 M 采样单元各目标污染物检测结果

序号	样品编号	检测结果 (mg/kg)
		铊
评估标准		<b>0.828</b>
1	12#M-C1 (0-0.2m)	0.30
2	12#M-C1 (0.2-1.5m)	0.32
3	12#M-C1 (1.5-3.0m)	0.32
4	12#M-C1 (3.0-5.5m)	0.35
5	12#M-C2 (0-0.2m)	0.34
6	12#M-C2 (0.2-1.5m)	0.42
7	12#M-C2 (1.5-3.0m)	0.36
8	12#M-C2 (3.0-5.5m)	0.40
9	12#M-C3 (0-0.2m)	0.33
10	12#M-C3 (0.2-1.5m)	0.37
11	12#M-C3 (1.5-3.0m)	0.40
12	12#M-C3 (3.0-5.5m)	0.41
13	12#M-C4 (0-0.2m)	0.29
14	12#M-C4 (0.2-1.5m)	0.33
15	12#M-C4 (1.5-3.0m)	0.43
16	12#M-C4 (3.0-5.5m)	0.39
17	12#M-C5 (0-0.2m)	0.29
18	12#M-C5 (0.2-1.5m)	0.38
19	12#M-C5 (1.5-3.0m)	0.29
20	12#M-C5 (3.0-5.5m)	0.42
21	12#M-D1	0.31
22	12#M-D2	0.32
23	12#M-D3	0.28

### 8.2.3.13 基坑 N 效果评估检测结果与分析

初次清挖后，基坑 N 共设置 3 个坑底采样单元和 5 个侧壁采样单元，共采集土壤样品 18 个，检测指标为铊。检测结果表明，铊的检测结果为 0.23-0.37 mg/kg。上述结果表明，土壤中的目标污染物均低于修复目标值，则区域 N 污染土壤已清挖完毕，达到设计的修复目标。

表 8.2-13 基坑 N 采样单元各目标污染物检测结果

序号	样品编号	检测结果 (mg/kg)
		铊
评估标准		<b>0.828</b>
1	12#N-C1 (0-0.2m)	0.25
2	12#N-C1 (0.2-1.5m)	0.30
3	12#N-C1 (1.5-4.0m)	0.28
4	12#N-C2 (0-0.2m)	0.23
5	12#N-C2 (0.2-1.5m)	0.35
6	12#N-C2 (1.5-4.0m)	0.37
7	12#N-C3 (0-0.2m)	0.30
8	12#N-C3 (0.2-1.5m)	0.25
9	12#N-C3 (1.5-4.0m)	0.33
10	12#N-C4 (0-0.2m)	0.34
11	12#N-C4 (0.2-1.5m)	0.27
12	12#N-C4 (1.5-4.0m)	0.31
13	12#N-C5 (0-0.2m)	0.24
14	12#N-C5 (0.2-1.5m)	0.37
15	12#N-C5 (1.5-4.0m)	0.37
16	12#N-D1	0.31
17	12#N-D2	0.30
18	12#N-D3	0.28

## 8.2.4 修复后土壤堆体检测数据评价

### 8.2.4.1 土壤淋洗堆体检测结果

2022年5月9日至2022年5月31日，效果评估单位对项目地块修复后土壤堆体进行效果评估样品采集与检测，修复后土壤堆体为淋洗修复后土壤堆体。分三个批次进行采集，共采集土壤样品15份样品。检测指标为砷、汞、铊。将检测结果与目标污染修复目标值逐个进行对比，其结果均低于修复目标值，因此判定污染土壤修复达标，修复后土壤的具体检测结果如下文所述。

#### (1) 第一批次修复后土壤淋洗堆体检测结果

2022年5月9日，效果评估单位对2162.34 m<sup>3</sup>淋洗修复后土壤开展效果评估采样工作，共采集土壤样品11份，检测指标为砷、汞、铊。检测结果表明，砷的检测结果为7.79-12.1 mg/kg；汞的检测结果为0.099-0.169 mg/kg；铊的检测结果为0.3-0.5 mg/kg。上述结果表明，土壤中的目标污染物均低于修复目标值，则第一批次淋洗修复土已完成修复，达到设计的修复目标。

表 8.2-14 第一批次淋洗修复后土壤各目标污染物检测结果

序号	样品编号	检测结果 (mg/kg)		
		砷	汞	铊
评估标准		20	8	0.828
1	L1	10.2	0.136	0.4
2	L2	12.1	0.118	0.5
3	L3	9.30	0.169	0.5
4	L4	7.79	0.120	0.5
5	L5	8.41	0.121	0.5
6	L6	8.87	0.122	0.4
7	L7	9.37	0.141	0.3
8	L8	8.46	0.112	0.5
9	L9	8.87	0.124	0.4
10	L10	8.72	0.099	0.4
11	L11	8.93	0.138	0.5

#### (2) 第二批次修复后土壤淋洗堆体检测结果

2022年5月15日，效果评估单位对888.92 m<sup>3</sup>淋洗修复后土壤开展效果评估采样工作，共采集土壤样品2份，检测指标为砷、汞、铊。检测结果表明，砷的检测结果为19.9 mg/kg；汞的检测结果为0.152-0.175 mg/kg；铊的检测结果为ND-0.1 mg/kg。上述结果表明，土壤中的目标污染物均低于修复目标值，则第二批次淋洗修复土已完成修复，达到设计的修复目标。

表 8.2-15 第二批次淋洗修复后土壤各目标污染物检测结果

序号	样品编号	检测结果 (mg/kg)		
		砷	汞	铊
评估标准		20	8	0.828
1	L12	19.9	0.175	0.1
2	L13	19.9	0.152	ND

(3) 第三批次修复后土壤淋洗堆体检测结果

2022年5月20日,效果评估单位对720.45 m<sup>3</sup>淋洗修复后土壤开展效果评估采样工作,共采集土壤样品2份,检测指标为砷、汞、铊。检测结果表明,砷的检测结果为10.3-11.0 mg/kg;汞的检测结果为0.027-0.028 mg/kg;铊未检出。上述结果表明,土壤中的目标污染物均低于修复目标值,则第三批次淋洗修复土已完成修复,达到设计的修复目标。

表 8.2-16 第三批次淋洗修复后土壤各目标污染物检测结果

序号	样品编号	检测结果 (mg/kg)		
		砷	汞	铊
评估标准		20	8	0.828
1	L14	11.0	0.027	ND
2	L15	10.3	0.028	ND

8.2.4.2 土壤化学氧化堆体检测结果

2022年4月30日至2022年5月25日,效果评估单位对项目地块修复后土壤堆体进行效果评估样品采集与检测,修复后土壤堆体为化学氧化修复后土壤堆体。分四个批次进行采集,共采集土壤样品16份样品。检测指标为GB36600中表1里面全部挥发性有机物和半挥发性有机物,将检测结果与目标污染修复目标值逐个进行对比,其结果均低于修复目标值,因此判定污染土壤修复达标,修复后土壤的具体检测结果如下文所述。

(1) 第一批次修复后土壤淋洗堆体检测结果

2022年4月30日,效果评估单位对1531.5 m<sup>3</sup>化学氧化修复后土壤开展效果评估采样工作,共采集土壤样品4份,检测指标为GB36600中表1里面全部挥发性有机物和半挥发性有机物。检测结果表明,1,2-二氯丙烷的检测结果为ND-0.79 mg/kg;1,1,2,2-四氯乙烷的检测结果为0.77-0.93 mg/kg;四氯乙烯的检测结果为0.87-0.99 mg/kg;氯苯的检测结果为ND-0.53 mg/kg;1,2-二氯苯的检测结果为0.60-0.69 mg/kg;1,4-二氯苯的检测结果为0.53-0.61 mg/kg;苯乙烯的检测结果为0.38-0.44 mg/kg;邻二甲苯的检测结果为0.45-0.54 mg/kg;苯并

[a]蒽的检测结果为 2.50-13.10 mg/kg；苯并[a]芘的检测结果为 2.70-12.30 mg/kg；苯并[b]荧蒽的检测结果为 2.00-8.90 mg/kg；苯并[k]荧蒽的检测结果为 1.80-8.80 mg/kg；蒽的检测结果为 2.40-11.90 mg/kg；二苯并[a,h]蒽的检测结果为 0.40-1.60 mg/kg；茚并[1,2,3-c,d]芘的检测结果为 1.40-6.10 mg/kg；萘的检测结果为 ND-0.75 mg/kg。

上述结果表明，土壤中的苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-c,d]芘目标污染物均高于修复目标值，则第一批化学氧化修复土未完成修复，未达到设计的修复目标。

**表 8.2-17 第一批淋洗修复后土壤各目标污染物检测结果**

检测结果 (mg/kg)		样品编号			
		H1	H2	H3	H4
1 挥发性有机物	1,2-二氯丙烷	0.79	ND	ND	ND
	1,1,2,2-四氯乙烷	0.77	0.86	0.89	0.93
	四氯乙烯	0.87	0.91	0.92	0.99
	氯苯	0.53	ND	ND	ND
	1,2-二氯苯	0.60	0.654	0.652	0.69
	1,4-二氯苯	0.53	0.58	0.58	0.61
	苯乙烯	0.34	0.42	0.42	0.44
	邻二甲苯	0.45	0.51	0.51	0.54
半挥发性有机物	苯并[a]蒽	2.50	3.20	3.20	13.10
	苯并[a]芘	2.70	3.40	3.30	12.30
	苯并[b]荧蒽	2.00	2.70	2.60	8.90
	苯并[k]荧蒽	1.80	2.40	2.20	8.80
	蒽	2.40	3.00	2.90	11.90
	二苯并[a,h]蒽	0.40	0.50	0.50	1.60
	茚并[1,2,3-c,d]芘	1.40	1.90	1.90	6.10
	萘	0.75	0.39	0.32	ND

(2) 第二批修复后土壤淋洗堆体检测结果

2022年5月15日，效果评估单位对 1707.83 m<sup>3</sup> 化学氧化修复后土壤开展效果评估采样工作，共采集土壤样品 4 份，检测指标为 GB36600 中表 1 里面全部挥发性有机物和半挥发性有机物。检测结果表明，1,2-二氯丙烷的检测结果为 ND-0.90 mg/kg；苯并[a]蒽的检测结果为 0.30-4.10 mg/kg；苯并[a]芘的检测结果为 0.40-4.50 mg/kg；苯并[b]荧蒽的检测结果为 0.30-3.40 mg/kg；苯并[k]荧蒽的检测结果为 0.30-3.30 mg/kg；蒽的检测结果为 0.30-4.20 mg/kg；二苯并[a,h]

蒽的检测结果为 ND-0.60 mg/kg；茚并[1,2,3-c,d]芘的检测结果为 0.30-2.90 mg/kg；  
 萘的检测结果为 ND-0.40 mg/kg。

上述结果表明，土壤中的苯并[a]芘、二苯并[a,h]蒽目标污染物高于修复目标值，则第二批次化学氧化修复土未完成修复，未达到设计的修复目标。

**表 8.2-18 第二批次化学氧化修复后土壤各目标污染物检测结果**

检测结果 (mg/kg)		样品编号			
		H5	H6	H7	H8
挥发性有机物	1,2-二氯丙烷	0.76	ND	0.87	0.90
半挥发性有机物	苯并[a]蒽	1.40	0.30	4.10	1.30
	苯并[a]芘	1.30	0.40	4.50	1.30
	苯并[b]荧蒽	1.20	0.30	3.40	1.10
	苯并[k]荧蒽	1.00	0.30	3.30	0.90
	蒽	1.40	0.30	4.20	1.20
	二苯并[a,h]蒽	0.20	ND	0.60	0.20
	茚并[1,2,3-c,d]芘	0.80	0.30	2.90	0.80
	萘	ND	0.13	0.40	ND

(3) 第三批次修复后土壤淋洗堆体检测结果

2022年5月15日，效果评估单位对 1531.5 m<sup>3</sup> 化学氧化修复后土壤开展效果评估采样工作，共采集土壤样品 4 份，检测指标为 GB36600 中表 1 里面全部挥发性有机物和半挥发性有机物有机物。

检测结果表明，1,2-二氯丙烷的检测结果为 0.73-0.95 mg/kg；苯并[a]蒽的检测结果为 ND-0.50 mg/kg；苯并[a]芘的检测结果为 ND-0.60 mg/kg；苯并[b]荧蒽的检测结果为 ND-0.50 mg/kg；苯并[k]荧蒽的检测结果为 ND-0.40 mg/kg；蒽的检测结果为 ND-0.50 mg/kg；二苯并[a,h]蒽的检测结果为 ND-0.10 mg/kg；茚并[1,2,3-c,d]芘的检测结果为 ND-0.40 mg/kg；萘未检出。

上述结果表明，土壤中的目标污染物均低于修复目标值，则第三批次化学氧化修复土完成修复，达到设计的修复目标。

**表 8.2-19 第三批化学氧化修复后土壤各目标污染物检测结果**

检测结果 (mg/kg)		样品编号			
		H1	H2	H3	H4
挥发性有机物	1,2-二氯丙烷	0.95	0.84	0.73	0.73
半挥发性有机物	苯并[a]蒽	0.40	ND	0.30	0.50
	苯并[a]芘	0.50	ND	0.30	0.60
	苯并[b]荧蒽	0.40	ND	0.30	0.50
	苯并[k]荧蒽	0.30	ND	0.20	0.40
	蒽	0.40	ND	0.30	0.50
	二苯并[a,h]蒽	ND	ND	ND	0.10
	茚并[1,2,3-c,d]芘	0.30	ND	0.20	0.40
	萘	ND	ND	ND	ND

(4) 第四批次修复后土壤淋洗堆体检测结果

2022年5月15日，效果评估单位对 1707.83 m<sup>3</sup> 化学氧化修复后土壤开展效果评估采样工作，共采集土壤样品 4 份，检测指标为 GB36600 中表 1 里面全部挥发性有机物和半挥发性有机物。

检测结果表明，仅检出 1,2-二氯丙烷和甲苯，其余有机物未检出。其中 1,2-二氯丙烷的检测结果为 0.46-0.50 mg/kg；甲苯的检测结果为 ND-1.15 mg/kg。

上述结果表明，土壤中的目标污染物均低于修复目标值，则第四批次化学氧化修复土完成修复，达到设计的修复目标。

**表 8.2-20 第四批次化学氧化修复后土壤各目标污染物检测结果**

检测结果 (mg/kg)		样品编号			
		H5	H6	H7	H8
挥发性有机物	1,1,2,2-四氯乙烷	ND	0.50	0.46	0.47
	甲苯	1.15	ND	ND	ND

**8.2.5 清挖后的放坡土检测数据评价**

至 2022 年 5 月 31 日，效果评估单位对项目地块 5307.00 m<sup>3</sup> 清挖后的放坡土进行效果评估样品采集与检测，清挖后的放坡土为清挖后暂存在暂存区的土壤堆体。分一个批次进行采集，共采集土壤样品 11 份样品，检测指标为砷。检测结果表明，砷的检测结果为 0.50-15.40 mg/kg；将检测结果与目标污染修复目标值逐个进行对比，其结果均低于修复目标值，因此判定污染土壤修复达标，修复后土壤的具体检测结果如下文所述。

表 8.2-21 清挖后的放坡土土壤各目标污染物检测结果

序号	样品编号	检测结果 (mg/kg)
		砷
评估标准		20
1	F1	12.72
2	F2	8.68
3	F3	0.70
4	F4	8.80
5	F5	13.25
6	F6	15.38
7	F7	12.79
8	F8	10.25
9	F9	14.11
10	F10	11.95
11	F11	9.15

### 8.2.6 水泥窑协同处置检测结果与分析

根据前期危险特性鉴别结果，12#地块 12#E 区、12#F 区、12#G 区、12#J 区、12#M 区、12# N 区的污染土壤均不属于危险废物，均属于一般固体废物，污染土壤送至水泥窑进行协同处置，截止 2022 年 5 月 31 日，芜湖海创环保科技有限公司、安徽珍昊环保科技有限公司和繁昌海创环保科技有限公司共处置 12#地块污染土壤 14092.40 m<sup>3</sup>，对接收的全部污染土壤均按照相关规范要求进行处置。效果评估单位共采集水泥窑协同处置产品 4 份（2 份熟料、2 份水泥试块），并按照《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB30760-2014）的要求测定水泥熟料的重金属总量及水泥试块的重金属浸出，检测结果均低于《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB30760-2014）中的限值，检测结果详见表 8.2-22 和 8.2-23 所示。

表 8.2-22 水泥熟料重金属总量检测结果

处置单位	检测指标							
	砷 mg/kg	铅 mg/kg	镉 mg/kg	铬 mg/kg	铜 mg/kg	镍 mg/kg	锌 mg/kg	锰 mg/kg
评估标准	40	100	1.5	150	100	100	500	600
芜湖海创环保科技有限责任公司	0.56	92.32	ND	121.30	70.24	55.40	140.38	588.63
安徽珍昊环保科技有限公司	0.98	76.26	ND	37.51	62.28	27.68	229.34	464.16

表 8.2-23 水泥试块重金属浸出检测结果

处置单位	检测指标							
	砷 mg/L	铅 mg/L	镉 mg/L	铬 mg/L	铜 mg/L	镍 mg/L	锌 mg/L	锰 mg/L
评估标准	0.1	0.3	0.03	0.2	1.0	0.2	1.0	1.0
芜湖海创环保科技有限责任公司	ND	0.009	ND	0.032	ND	ND	ND	ND
安徽珍昊环保科技有限公司	ND	0.014	0.002	0.013	0.050	0.064	0.248	ND

### 8.2.7 建筑渣石检测数据评价

2022年5月25日，效果评估单元对项目清挖并冲洗后的建筑渣石进行采样检测，每个采样单元按不大于500 m<sup>3</sup>执行，共采集建筑渣石样品7份，进行污染物总量和浸出检测，检测指标为砷、铅、汞、铊、苯并[a]芘、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘，检测结果分别见表8.2-15和8.2-16。

根据检测结果，建筑渣石总量指标均低于GB36600中第一类用地土壤筛选值，浸出指标低于GB/T 14848中IV类水质标准，因此，本次效果评估认为筛上物冲洗效果良好，可以进行综合利用。

表 8.2-24 建筑渣石目标污染物总量检测结果

样品编号	检测指标 (mg/kg)								
	砷	铅	铊	汞	苯并[a]芘	苯并[a]蒽	苯并[b]荧蒽	二苯并[a,h]蒽	茚并[1,2,3-cd]芘
评估标准	20	400	0.828	8	0.55	5.5	5.5	0.55	5.5
S1	7.46	4.61	ND	0.060	ND	ND	ND	ND	ND
S2	4.71	6.21	ND	0.046	ND	ND	ND	ND	ND
S3	6.77	5.75	0.7	0.061	ND	ND	ND	ND	ND
S4	6.65	7.54	ND	0.050	ND	ND	ND	ND	ND
S5	7.48	2.96	ND	0.052	ND	ND	ND	ND	ND
S6	2.26	9.35	ND	0.390	ND	ND	ND	ND	ND
S7	1.87	10.2	ND	0.206	ND	ND	ND	ND	ND

表 8.2-25 建筑渣石目标污染物浸出检测结果

样品编号	检测指标 (mg/L)								
	砷	铅	铊	汞	苯并[a]苊	苯并[a]蒽	苯并[b]荧蒽	二苯并[a,h]蒽	茚并[1,2,3-cd]苊
评估标准	0.05	0.10	0.001	0.002	0.50	91.6	8.0	64.5	547
S1	0.00103	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S2	0.000382	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S3	0.000373	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S4	0.000784	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S5	0.000848	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S6	0.000432	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
S7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

### 8.2.8 回填清洁土检测数据评价

2022年5月15日，效果评估单位对 17600 m<sup>3</sup> 回填清洁土进行采样检测，每个采样单元按不大于 500 m<sup>3</sup> 执行，共采集土壤样品 36 份，检测指标为 GB36600 表 1 中的基本项目和铊，经检测，所有样品仅铜、镍、铊、铅、镉、汞、砷有检出，其他指标均未检出，检测结果如表 8.2-26 所示。

根据检测结果，回填清洁土所有样品检测数据均低于 GB36600 中一类用地筛选标准，满足后期地块开发建设需求。

表 8.2-26 回填清洁土检出结果

样品编号	检测指标 (mg/kg)						
	铜	镍	铊	铅	镉	汞	砷
评估标准	2000	150	0.828	400	20	8	20
Q1	29	46	0.2	19.9	0.03	0.053	9.88
Q2	28	46	0.6	23	0.06	0.07	11.6
Q3	31	49	0.6	38.2	0.22	0.114	13.5
Q4	34	40	0.5	48.9	0.26	0.132	15
Q5	28	41	0.2	19.7	0.03	0.071	10.3
Q6	28	42	0.2	16.8	0.02	0.064	10.7
Q7	15	29	0.2	11.3	0.03	0.055	7.78
Q8	24	42	0.5	18.3	0.08	0.061	10.8
Q9	25	40	0.7	15.4	0.11	0.074	16.8
Q10	15	37	0.6	13	0.06	0.074	7.92
Q11	16	32	0.2	10.1	0.04	0.067	6.78
Q12	53	47	0.5	54	0.46	0.225	13.5
Q13	20	36	0.3	15.5	0.02	0.056	9.73
Q14	28	39	0.2	15.9	0.02	0.094	9.77
Q15	31	37	0.3	16.1	0.03	0.051	8.83
Q16	27	36	0.3	14.5	0.03	0.052	9.7
Q17	28	35	0.3	15	0.04	0.053	8.45
Q18	24	36	0.3	17.5	0.03	0.048	9.8
Q19	26	37	0.3	14	0.04	0.048	9.5
Q20	30	35	0.4	16	0.04	0.05	9.58
Q21	30	40	0.3	16.2	0.04	0.047	8.89

Q22	28	32	0.3	18.1	0.03	0.048	11
Q23	29	35	0.4	16	0.03	0.074	9.18
Q24	30	37	0.3	17.6	0.04	0.054	10.1
Q25	32	39	0.3	17.6	0.04	0.069	9.28
Q26	30	38	0.4	16.3	0.03	0.136	9.98
Q27	24	37	0.3	15.9	0.03	0.064	8.34
Q28	24	35	0.3	17	0.04	0.011	9.37
Q29	25	39	0.3	16.6	0.04	0.055	9.46
Q30	26	40	0.3	16	0.04	0.059	9.78
Q31	32	41	0.4	16.2	0.03	0.035	10.1
Q32	26	42	0.7	14.2	0.07	0.052	11.1
Q33	30	46	0.6	19.3	0.09	0.093	10.2
Q34	29	41	0.3	17.7	0.04	0.047	10.7
Q35	31	47	0.8	15.6	0.09	0.222	11.1
Q36	29	44	0.4	17.8	0.04	0.047	11.1

### 8.2.9 现场废水检测数据评价

修复过程中，效果评估单位采集了 3 个批次现场废水，在清水池和排水口分别设置采样点位，检测指标为《修复设计方案》中确定的检测指标，评判标准按照芜湖市城南污水处理厂进水水质要求、《污水综合排放标准》

(GB8978-1996) 三级标准执行，检测结果详见表 8.2-27。

根据检测结果，现场废水所有检测指标均满足效果评估评价标准，因此，本效果评估认为，地块内在修复过程中产生的废水均在满足相应要求后达标排放。

表 8.2-27 现场废水监测结果统计表 mg/L

样品编号	检测指标							
	pH	化学需氧量	五日生化需氧量	悬浮物	汞	砷	铅	苯并[a]芘
评估标准	6-9	500	300	400	0.05	0.5	1	0.00003
W1	7.5	20	9.5	43	ND	0.0008	ND	ND
W2	7.6	11	4.8	50	ND	0.0009	ND	ND
W3	7.2	47	20.7	28	ND	0.0011	ND	ND
W4	7.3	430	21.2	35	ND	0.0011	ND	ND
W5	7.3	13	7.5	36	ND	0.0014	ND	ND
W6	7.4	10	4.1	30	ND	0.0011	ND	ND

### 8.2.10 潜在二次污染区域检测数据评价

#### 8.2.10.1 潜在二次污染区域土壤检测数据分析

2022 年 6 月 1 日至 6 月 13 日，效果评估单位对地块潜在二次污染区域土壤进行采样检测，共布设 66 个表层土壤调查点位和 8 个深层土壤调查点位，检测

指标为 11#地块和 12#地块全部目标污染物以及 GB36600 表 1 里面全部挥发性有机物和半挥发性有机物。根据检测结果，重金属均有检出，有机物仅 1,2-二氯丙烷、氯乙烯、1,1,1,2-四氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯苯、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-c,d]芘、萘有检出。检测结果统计情况如表 8.2-28 所示，所有点位土壤目标污染物浓度均低于修复目标值及 GB36600 第一类用地筛选值。

因此，根据检测结果，地块内潜在二次污染区域土壤采样检测结果均低于 GB36600 第一类用地筛选值，地块二次污染防治措施较好，修复工程实施过程中未对地块内潜在二次污染区域土壤产生污染，环境风险可接受。

表 8.2-28 潜在二次污染区域土壤检测结果统计表 (mg/kg)

检出指标	样品个数	检测浓度范围	评估标准	达标率 (%)
砷	100	3.34-19.9	20.00	100%
汞	100	0.004-0.534	8.00	100%
铅	100	8.7-319	400	100%
铊	100	ND-0.4	0.828	100%
四氯化碳	100	ND	0.9	100%
氯仿	100	ND	0.3	100%
氯甲烷	100	ND	12	100%
1,1-二氯乙烷	100	ND	3	100%
1,2-二氯乙烷	100	ND-0.413	0.52	100%
1,1-二氯乙烯	100	ND	12	100%
顺-1,2-二氯乙烯	100	ND	66	100%
反-1,2-二氯乙烯	100	ND	10	100%
二氯甲烷	100	ND	94	100%
1,2-二氯丙烷	100	ND-	1	100%
1,1,1,2-四氯乙烷	100	ND-1.0	2.6	100%
1,1,2,2-四氯乙烷	100	ND	1.6	100%
四氯乙烯	100	ND	11	100%
1,1,1-三氯乙烷	100	ND	701	100%
1,1,2-三氯乙烷	100	ND	0.6	100%
三氯乙烯	100	ND	0.7	100%
1,2,3-三氯丙烷	100	ND	0.05	100%
氯乙烯	100	ND-	0.12	100%
苯	100	ND	1	100%
氯苯	100	ND-0.682	68	100%
1,2-二氯苯	100	ND	568	100%
1,4-二氯苯	100	ND	5.6	100%
乙苯	100	ND	7.2	100%
苯乙烯	100	ND	1290	100%
甲苯	100	ND	1200	100%
间二甲苯+对二甲苯	100	ND	163	100%
邻二甲苯	100	ND	222	100%

硝基苯	100	ND	34	100%
苯胺	100	ND	92	100%
2-氯酚	100	ND	250	100%
苯并[a]蒽	100	ND-0.7	5.5	100%
苯并[a]芘	100	ND-0.5	0.55	100%
苯并[b]荧蒽	100	ND-0.7	5.5	100%
苯并[k]荧蒽	100	ND-0.5	55	100%
蒽	100	ND-0.6	490	100%
二苯并[a,h]蒽	100	ND-0.2	0.55	100%
茚并[1,2,3-cd]芘	100	ND-0.5	5.5	100%
萘	100	ND-0.11	25	100%

### 8.2.10.2 潜在二次污染区域地下水检测数据分析

2022年6月1日至6月13日，效果评估单位对地块潜在二次污染区域地下水进行采样检测，共布设11个地下水调查点位，检测指标为11#地块和12#地块全部目标污染物、土壤污染状况调查阶段超地下水筛选标准的污染物以及GB36600表1里面全部挥发性有机物和半挥发性有机物，检测结果统计情况如表8.2-20所示。

本次地下水检测数据与前期土壤污染状况调查阶段相比，重金属含量变化不大，氰化物含量大幅下降，部分多环芳烃含量增加。土壤清挖出来进行筛分预处理，污染物更容易从土壤中析出来，因此地下水中部分有机检测指标含量增加。所有点位地下水检测指标浓度均低于评估标准，因此本次效果评估认为，地块内潜在二次污染区域地下水采样检测结果均低于评估标准，地块二次污染防治措施较好，修复工程实施过程中未对地块内潜在二次污染区域地下水产生污染，环境风险可接受。

表8.2-29 潜在二次污染区域地下水检测结果统计表（仅列出检出指标）

检出指标	样品个数	单位	检测浓度范围	评估标准	达标率（%）
砷	11	mg/L	ND-0.0097	0.05	100%
汞	11	mg/L	ND-0.00028	0.002	100%
铅	11	mg/L	ND-0.044	0.10	100%
铊	11	mg/L	ND-0.0009	0.001	100%
氯仿	11	μg/L	ND-11.1	300	100%
蒽	11	mg/L	ND-1.77×10 <sup>-4</sup>	1730	100%
氰化物	11	mg/L	ND-0.026	0.1	100%
二苯并[a,h]蒽	11	mg/L	ND-2.9×10 <sup>-5</sup>	64.5	100%
苯并[a]芘	11	mg/L	ND-2.6×10 <sup>-5</sup>	0.0005	100%
苯并[a]蒽	11	mg/L	ND-7.9×10 <sup>-5</sup>	91.6	100%
苯并[b]荧蒽	11	mg/L	ND-6.0×10 <sup>-6</sup>	0.008	100%
苯并[k]荧蒽	11	mg/L	ND-1.7×10 <sup>-5</sup>	4400	100%
萘	11	mg/L	1.3×10 <sup>-5</sup> -2.10×10 <sup>-4</sup>	2.36	100%

石油烃 (C10-C40)	11	mg/L	0.16-0.37	0.6	100%
---------------	----	------	-----------	-----	------

注：ND 表示未检出。

## 9 结论

2022年2月22日至2022年5月31日，受项目建设单位委托，江苏大地益源环境修复有限公司完成芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤治理修复工程；安徽裕昌环境监理咨询有限公司作为环境监理单位进行修复工程全过程的监理工作；广东鼎建工程咨询监理有限公司作为工程监理单位进行修复工程全过程的监理工作；南京大学环境规划设计研究院集团股份公司作为效果评估单位，进行修复工程的效果评估工作，地块修复工程的效果评估结论如下：

### (1) 修复工程内容审核评估结论

本次修复工程共实际清挖污染土壤 21486.79 m<sup>3</sup>（含建筑渣石），其中清挖出需淋洗修复污染土壤实方 3370.73 m<sup>3</sup>，经筛分处理后土壤实方 2125.42 m<sup>3</sup>，进行原地异位土壤淋洗修复；清挖出需水泥窑协同处置污染土实方 14399.85 m<sup>3</sup>，经筛分处理后土壤实方 14092.40 m<sup>3</sup>，外运至水泥厂进行协同处置；清挖出需化学氧化处置污染土实方 3431.71 m<sup>3</sup>，经筛分处理后土壤实方 3239.33 m<sup>3</sup>，进行原地化学氧化修复；本项目累积产生的筛上物 2029.64 m<sup>3</sup>，冲洗干净后运至待检区堆存。

根据《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块土壤污染风险评估报告》（备案稿）和《芜湖新兴铸管弋江老厂区 12#地块修复技术方案》（备案稿），综上，修复工程已按确定的修复范围和修复深度完成污染土壤清挖和修复工作。

### (2) 文件资料审核结论

经资料审核，修复工程确定的土壤的目标污染物、修复目标，以及采用的修复技术等，与地块调查和风险评估报告和修复方案基本相符合，可作修复效果评估依据。

根据《修复技术方案》，基坑 J 超标因子为砷，修复面积为 1666.69 m<sup>2</sup>，修复深度为 0-8.5 m，设计开挖土方量为 14166.87 m<sup>3</sup>。根据施工实际开挖情况，当开挖深度达到 6.0 m 时，部分位置出现基岩，经建设单位（芜湖新兴铸管有限责任公司）、修复单位（江苏大地益源环境修复有限公司）、工程监理（广东鼎建工程咨询监理有限公司）和环境监理（安徽裕昌环境监理咨询有限公司）

等多方论证后，未对基岩进一步开挖，最终没有基岩的区域，土壤开挖深度为 8.5 m，有基岩的区域，土壤开挖深度为 6.0 m，实际土壤修复方量为 12841.13 m<sup>3</sup>。

### (3) 修复工程环境保护措施落实评估结论

根据《竣工报告》，修复过程采取的环保措施主要包括：

①土壤环境管理措施：对污染土壤场内运输路线进行合理规划，对行经道路进行加固。限制挖掘机和自卸车在污染土壤开挖区的活动范围，防止将污染土壤带至场内清洁区域。在运输过程中注意防护，且合上运输车辆盖板。运输路线上，安排清扫人员来回检查，若发现运输途中有污染土的遗洒，立即清理。污染土壤运输车每次出场前需对车身和轮胎进行冲洗，防止污染物带出场。在运输途中运输车辆行驶速度不超过 15 km/h。防止运输车辆颠簸及污染土壤散落；如发现运输过程污染土壤散落，组织人员清理与收集，防止污染土壤的二次污染。建立运输过程二次污染防治台账，施工期间每日登记。

②水环境管理措施：项目建设污水处理系统，采用“混凝沉淀+活性炭吸附”组合技术对基坑降水、淋洗废水、建渣冲洗废水以及施工过程产生其他废水进行处理。

③大气环境管理措施：修复工程项目配备 1 个密闭大棚，为密闭钢结构膜覆盖车间，污染土壤预处理、筛分和化学氧化修复均在修复车间内部完成，大棚为密闭钢结构，产生的废气采用“活性炭”工艺处理后有组织排放。

④噪声环境管理措施：施工过程中选用的机械设备符合国家有关标准，选用低噪声或备有消声降噪设备的施工机械，操作人员经过环保培训。加强施工管理，尽量降低施工现场噪声。做好施工机械的维护和保养，有效降低机械设备运转的噪声源强，避免由于设备性能差引起的异常噪音的产生。合理安排施工作业时间。

⑤固体废物和危险废物管理措施：修复过程产生的固体废物按照类别进行堆存，危险废物暂存在危废库内，其污染控制已符合国家和安徽省工业固废管理的有关规定。

通过对修复过程施工记录、污水处理记录、监理记录和监测数据等的审核，确定施工过程的环保措施已基本得到落实，环境保护设施与措施基本上符合相关的实施方案、环境监理方案及备案文件的要求。

#### **(4) 修复过程污染防治效果评估结论**

2022年2月22日至2022年5月31日施工期间，修复单位委托具有CMA资质的安徽康达检测技术有限公司开展日常环境监测。分析结果如下：

①项目共进行了3次环境噪声监测，由监测结果可知，施工期噪声排放符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的要求。由此可知，施工期间的噪声处理措施满足要求。

②项目共进行了3次环境空气质量监测，由监测结果可知，环境空气质量符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准。

③项目共采集废水监测样品10个，采集雨水样品4个，采集基坑原水样品4个，检测结果显示均满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准。

④项目共进行3次有组织废气监测，由监测结果可知，废气排放符合《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）中的二级标准。

⑤修复工程对施工过程中产生的各类固体废物均作分类堆存、处理、回收处置或再利用等，确保不对周边环境造成不良影响。

综上所述，项目治理修复过程中，施工单位严格按照生态环境部和安徽省场地相关技术规范和导则、施工方案进行施工，环保措施与施工组织设计基本一致，施工过程未发生二次污染情况，达到修复施工过程中的环境保护目标。

#### **(5) 环境风险防控措施评估结论**

通过对地块修复过程施工记录、环境监理记录、工程监理记录及施工过程影像等资料的审核，修复实施过程中基本落实了现场人员劳动保护措施、以及风险防范措施与应急预案等，施工未出现安全事故、环境污染事故或施工人员健康损害及周边群众投诉等事件。

#### **(6) 污染土壤修复效果评估结论**

##### **①染土壤清挖与修复范围测量评估结果**

修复工程根据地块土壤污染风险评估报告、修复方案划定范围的坐标拐点，对地块污染区域的土壤按层分批清挖。每个基坑清挖拐点坐标与高程依据了风险评估报告和修复方案的拐点与高程。因地块涉及部分基坑边界土壤超标扩挖，基坑清挖测量情况基本等于或者大于方案设定的修复范围。清挖范围测量评估为合格，表明地块相关污染土壤已按方案和效果评估要求清理完成地块的污染区域。清挖范围与修复工程量测量评估为合格，修复工程完成了地块相关污染区域范围内的污染土壤的清挖与治理修复。

### ②基坑清挖效果评估结果

2022年4月1日至2022年5月31日，效果评估单位对项目地块土壤清挖基坑进行效果评估样品采集与检测，清挖基坑有8个重金属污染基坑（12#A、12#B、12#E、12#G、12#J、12#K、12#M、12#N）、1个重金属有机复合污染基坑（12#F）和4个有机污染基坑（12#C、12#D、12#H、12#I）。共采集土壤样品241份，采集深度为0-20cm。检测指标为铅、砷、铊、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、二苯并[a,h]蒽。将检测结果与目标污染修复目标值逐个进行对比，其结果均低于修复目标值，因此判定基坑污染清理达标。

### ③水泥窑协同处置效果评估结果

根据前期危险特性鉴别结果，12#地块12#E区、12#F区、12#G区、12#J区、12#M区、12#N区的污染土壤均不属于危险废物，均属于一般固体废物，污染土壤送至水泥窑进行协同处置，截止2022年5月31日，芜湖海创环保科技有限公司、安徽珍昊环保科技有限公司和繁昌海创环保科技有限公司共处置12#地块污染土壤14399.85 m<sup>3</sup>，对接收的全部污染土壤均按照相关规范要求进行处置。

根据文件审核情况，污染土壤于2022年4月12日至5月17日转运至水泥厂，土壤外运前在安徽省固体废物管理信息系统进行填报并备案，转运过程采用全密闭货车运输，转运出厂前进行车体清洗；车辆安装GPS定位图，监理单位全程进行定位和实时跟踪，转运路线与报备情况一致，主要沿高速公路运

输，转运联单完整；车辆至水泥厂后进行过磅称重，转出地、接收地称重偏差正常，过磅称重记录文件完整，污染土壤全部由水泥厂接收。

根据文件审核情况，芜湖海创环保科技有限责任公司、安徽珍昊环保科技有限公司和繁昌海创环保科技有限公司于 2022 年 4 月 12 日至 5 月 17 日完成项目地块外运土壤水泥窑协同处置，处置台账完整。处置完成后，效果评估单位采集水泥窑协同处置产品 4 份（2 份熟料、2 份水泥试块），并按照《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB30760-2014）的要求测定水泥熟料的重金属总量及水泥试块的重金属浸出，检测结果均低于《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB30760-2014）中的限值。因此，项目地块污染土壤经水泥厂协同处置后，产出产品质量合格，实现资源化利用。

#### ④修复后土壤堆体效果评估结果

2022 年 5 月 9 日至 2022 年 5 月 31 日，效果评估单位对项目地块修复后土壤堆体进行效果评估样品采集与检测，修复后土壤堆体为淋洗修复后土壤堆体和化学氧化修复后土壤堆体。其中淋洗修复后土壤堆体分三个批次进行采集，共采集土壤样品 15 份样品。检测指标为砷、汞、铊。将检测结果与目标污染修复目标值逐个进行对比，其结果均低于修复目标值，因此判定污染土壤修复达标。其中化学氧化修复后土壤堆体分四个批次进行采集，共采集土壤样品 16 份样品，检测指标为 GB36600 中表 1 里面全部挥发性有机物和半挥发性有机物。将检测结果与目标污染修复目标值逐个进行对比，其最终检测结果均低于修复目标值，因此判定污染土壤修复达标。

#### ⑤放坡土效果评估结果

至 2022 年 5 月 31 日，效果评估单位对项目地块 5307.00 m<sup>3</sup> 清挖后的放坡土进行效果评估样品采集与检测，清挖后的放坡土为清挖后暂存在暂存区的土壤堆体。分一个批次进行采集，共采集土壤样品 11 份样品，检测指标为砷。将检测结果与目标污染修复目标值逐个进行对比，其结果均低于修复目标值，因此判定污染土壤修复达标。

#### ⑥建筑渣石效果评估结果

2022年5月25日，效果评估单元对项目清挖并冲洗后的建筑渣石进行采样检测，每个采样单元按不大于500 m<sup>3</sup>执行，共采集建筑渣石样品7份，进行污染物总量和浸出检测，检测指标为砷、铅、汞、铊、苯并[a]芘、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘。根据检测结果，建筑渣石总量指标均低于GB36600中第一类用地土壤筛选值，浸出指标低于GB/T 14848中IV类水质标准，因此，本次效果评估认为筛上物冲洗效果良好，可以进行综合利用。

### ⑦潜在二次污染区域效果评估结果

2022年6月1日至6月13日，效果评估单位对地块潜在二次污染区域进行采样检测，共布设66个表层土壤调查点位、8个深层土壤调查点位及11个地下水调查点位，检测指标为11#地块和12#地块全部目标污染物以及GB36600表1里面全部挥发性有机物和半挥发性有机物。所有点位土壤目标污染物浓度均低于修复目标值及GB36600第一类用地筛选值。

因此，本次效果评估认为，地块内潜在二次污染区域采样检测结果均低于修复目标值，地块二次污染防治措施较好，修复工程实施过程中未对地块内潜在二次污染区域产生污染，环境风险可接受。

### (7) 修复效果评估结论

本次修复效果评估通过文件审核、现场勘察、现场采样和检测分析等，对地块土壤污染治理修复效果，以及修复过程污染防治效果等进行评估，该地块修复工作基本符合相关要求；检测结果表明，地块污染土壤经治理修复后，地块相关效果评估对象的检测值均满足修复效果评估标准。

地块土壤污染区域的污染土壤清挖及治理修复效果良好、监测达标。地块内潜在二次污染区域监测结果满足效果评估要求，修复工程环保措施落实到位。

本地块修复工程完成了修复方案的修复任务，地块相关污染区域的土壤经过治理修复后，土壤中污染物浓度均低于GB36600里第一类用地风险筛选值，主要的环境风险得到有效消除。修复后地块达到风险评估确定的修复目标，可

作为规划进行安全利用，具备移出安徽省建设用地土壤污染风险管控和修复名录条件。