

石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C地块(1606-649、1606-650地块)污染 土壤修复工程效果评估报告

工程编号：2022 场评 015

建设单位：北京鎏金置业有限责任公司

评估单位：北京市勘察设计研究院有限公司

2024 年 1 月 日



石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估报告

工程编号：2022 场评 015

建设单位：北京鎏金置业有限责任公司

施工单位：北京首钢建设集团有限公司市政分公司

环境监理单位：北京华夏博信环境咨询有限公司

工程监理单位：北京磐石建设监理有限责任公司

效果评估单位：北京市勘察设计研究院有限公司

2024 年 11 月 29 日

石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地
块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复
工程效果评估报告

工 程 编 号 2022 场评 015

项 目 工 程 师 刘雅可

项 目 参 与 人 孙强坤

项 目 负 责 人 康志

项 目 审 定 人 曹博恩

总 工 程 师 周磊

法 定 代 表 人 徐强



2024 年 11 月 29 日

参加人员名单表

职责	姓名	专业	职务/职称	主要职责
项目工程师	刘雅可	环境工程	工程师	现场采样、数据分析、报告编制
项目工程师	董悦安	水文地质	高级工程师	现场采样
项目参与人	孙强坤	环境工程与水文地质	工程师	现场采样
项目负责人	康敏娟	环境工程	高级工程师	项目负责、报告审核
项目审定人	韩华	水文地质	教授级高级工程师	项目审定
项目审定人	李厚恩	地质工程	正高级工程师	项目审定

目 录

摘要	1
1 总论	5
1.1 项目背景	5
1.2 基本信息	6
1.3 评估目的	7
1.4 评估依据	7
1.4.1 法律、法规及政策性文件	7
1.4.2 技术导则、规范及标准	8
1.4.3 项目相关文件	9
1.5 评估工作内容	9
1.6 评估范围	10
1.7 评估程序	13
2 地块概况	15
2.1 地块基本情况	15
2.1.1 地块地理位置	15
2.1.2 区域自然环境概况	17
2.1.3 地块历史及现状	23
2.1.4 地块周边概况	28
2.1.5 地块规划用途	31
2.1.6 场地水文地质条件	31
2.2 地块污染调查与风险评估情况	38
2.2.1 地块污染调查情况	38
2.2.2 地块风险评估情况	43
2.2.3 地块修复目标及修复工程量	43
2.3 地块修复方案概述	52
2.3.1 修复方案内容	52
2.3.1 修复方案变更	67
3 修复工程实施情况	74

3.1	项目总体实施内容汇总	74
3.2	总体施工流程和部署	74
3.3	项目实施准备	78
3.3.1	施工组织准备	78
3.3.2	施工技术准备	78
3.3.3	施工场地准备	78
3.3.4	施工物资准备	82
3.4	总平面布置	82
3.4.1	清挖现场总平面布置	82
3.4.2	修复处置现场总平面布置	86
3.5	污染土清挖、运输实施	89
3.5.1	基坑支护工程	89
3.5.2	测量放线	93
3.5.3	污染土清挖	100
3.5.4	污染土运输	138
3.6	污染土修复处置	141
3.6.1	污染土接收及暂存	142
3.6.2	污染土预处理	151
3.6.3	热脱附修复实施	152
3.6.4	化学淋洗修复实施	163
3.6.5	清洁土及成品土堆存	175
3.7	基坑回填	176
3.8	土方平衡	177
3.9	二次污染防治措施	180
3.9.1	大气污染防治措施	180
3.9.2	噪声污染防治措施	188
3.9.3	废水污染防治措施	189
3.9.4	固体废物污染防治措施	192
3.9.5	防渗措施	194

3.10	修复效果自检.....	198
3.10.1	基坑清挖自检	198
3.10.2	清洁土自检	200
3.10.3	预处理筛上物及修复后成品土自检	201
3.11	施工单位环境监测.....	203
4	环境监理完成情况.....	205
4.1	工作程序.....	205
4.2	工程设计阶段环境监理	207
4.3	设施建设阶段环境监理	208
4.4	工程施工阶段环境监理	209
4.4.1	修复主体工程环境监理.....	209
4.4.2	环保措施落实情况.....	210
4.5	环保设施运行情况	221
4.6	竣工验收阶段环境监理	221
4.6.1	核查施工过程资料.....	221
4.6.2	效果评估单位验收采样监理旁站.....	221
4.7	环境监测	222
4.8	小结	224
5	更新地块概念模型.....	226
5.1	资料回顾	226
5.1.1	资料清单.....	226
5.1.2	资料回顾要点.....	227
5.1.3	资料回顾情况.....	227
5.2	现场踏勘	228
5.2.1	地块修复工程情况.....	228
5.2.2	环境保护措施落实情况.....	228
5.3	人员访谈	228
5.4	地块概念模型更新	230
5.4.1	地块修复概况.....	230

5.4.2	潜在二次污染区域.....	232
5.4.3	关注污染物情况.....	233
5.4.4	地块水文地质条件.....	234
5.4.5	地下水环境影响.....	235
5.4.6	潜在受体与周边环境情况.....	237
5.5	小结	238
6	效果评估布点方案.....	239
6.1	基坑清挖效果评估	239
6.1.1	评估对象.....	239
6.1.2	采样节点.....	241
6.1.3	布点方案.....	241
6.2	清洁土壤效果评估	251
6.2.1	评估对象.....	251
6.2.2	采样节点.....	251
6.2.3	布点方案.....	251
6.3	预处理筛上物及修复后成品土效果评估	251
6.3.1	评估对象.....	251
6.3.2	采样节点.....	251
6.3.3	布点方案.....	251
6.4	潜在二次污染区域效果评估	251
6.4.1	评估对象.....	251
6.4.2	采样节点.....	252
6.4.3	布点方案.....	252
6.5	修复边界补充采样	256
6.5.1	评估对象.....	256
6.5.2	采样节点.....	257
6.5.3	布点方案.....	257
6.6	检测指标	262
7	现场采样与实验室检测.....	263

7.1	样品采集	263
7.1.1	基坑土壤样品采集.....	263
7.1.2	清洁土壤样品采集.....	266
7.1.3	预处理筛上物及修复后成品土样品采集.....	268
7.1.4	潜在二次污染区域土壤样品采集.....	271
7.1.5	修复边界补充采样.....	274
7.2	现场质量控制管理	276
7.2.1	现场采样质量控制.....	277
7.2.2	样品保存与流转.....	282
7.3	实验室检测及质量控制	284
7.3.1	土壤样品检测方法.....	284
7.3.2	实验室质量控制.....	284
8	效果评估.....	294
8.1	基坑清挖范围与深度	294
8.2	评估标准与方法	294
8.2.1	评估标准.....	294
8.2.2	评估方法.....	295
8.3	检测结果分析	295
8.3.1	基坑清挖土壤检测结果分析.....	295
8.3.2	清洁土检测结果分析.....	319
8.3.3	预处理筛上物及修复后成品土检测结果分析.....	334
8.3.4	潜在二次污染区域土壤检测结果分析.....	340
8.3.5	修复边界补充采样检测结果分析.....	352
8.4	效果评估	353
9	结论与建议.....	356
9.1	结论	356
9.2	建议	357
附件 1 工程定位测量记录		
附件 2 分项工程质量验收记录表		

- 附件 3 环保问题处理意见单
- 附件 4 污染土转运计划备案申请表
- 附件 5 工程量确认单
- 附件 6 洗车池水、淤泥检测报告
- 附件 7 淋洗清水池水质检测报告
- 附件 8 危废转移联单
- 附件 9 修复方案变更备案材料
- 附件 10 土壤样品现场采样记录单
- 附件 11 现场采样照片
- 附件 12 样品流转单
- 附件 13 土壤样品采样及检测时间汇总
- 附件 14 检验检测机构资质认定证书
- 附件 15 实验室检测及质控报告
- 附件 16 第一次效果评估专家评审意见
- 附件 17 第二次效果评估专家评审意见

摘 要

2022 年 9 月，北京鎏金置业有限责任公司（以下简称“建设单位”）委托北京市勘察设计研究院有限公司（以下简称“我院”）对石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程开展效果评估工作，我院于 2022 年 12 月至 2024 年 8 月期间开展了该地块污染土壤修复工程效果评估工作。

（1）地块概况

石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）位于石景山区西黄村，苹果园南路北侧、西井路南侧、西井东街东侧、八大处路西侧。该地块占地面积 45850.819m²，分为 3 个地块（根据 2015 规（石）条整字 0001 号，从西向东分别为 C1、C2、C3，后来由于控规更新，地块编号更新为 1606-649、1606-650，其中 1606-649 为 C1 地块南部，1606-650 为 C1 地块中部、北部以及 C2、C3 地块）。该地块大部分原为北京西郊一处采石场，采石后在场内形成一处采石坑，1968 年停采后，逐渐被填埋至地面，之后用作停车场、八大处汽修厂，2016 年之后逐渐拆除并闲置。地块修复前为空地。根据《北京市规划委员会关于石景山区西黄村棚户区改造项目规划意见的函》（市规函【2015】1886 号），该地块拟用作居住用地（R）、公共管理与公共服务设施用地（A33）。

（2）地块污染情况

根据该地块调查和风险评估报告，石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤总修复面积 15015.47m²，最大修复深度为 10.0m，地块垂向污染分为 5 层：0-1m、1-3m、3-5m、5-8m 和 8-10m，总修复方量为 56947.17m³，其中多环芳烃修复方量 55043.07m³，重金属镉修复方量 1904.1m³。

（3）修复实施情况

根据该地块风险评估报告，北京首钢国际工程技术有限公司编制了《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程实施方案》并取得了专家论证意见。根据修复方案，拟采用异地处置修复，多环芳烃污染土壤采用异位热脱附技术，重金属镉污染土壤采用异位化学淋洗技术修复治理，根据实际实施情况，本工程产生了多环芳烃和重金属镉的复

合污染土，复合污染土壤采取“异位热脱附+异位化学淋洗”的组合处置工艺。2022 年 12 月 1 日开工，至 2024 年 8 月 3 日修复工程完工，共 611 天。其中，2022 年 12 月 1 日~2023 年 3 月 30 日进行人员组织分工、基坑支护桩施工、车辆备案、道路清理、测量放线、清理地表等工作；2023 年 4 月 3 日~2024 年 6 月 6 日完成全部清挖转运工作；修复处置场地 2023 年 4 月 3 日开始接收污染土与检测合格清洁土，2024 年 4 月 7 日完成镉污染土化学淋洗修复工作；2024 年 6 月 14 日完成多环芳烃污染土热脱附修复工作；2024 年 8 月 3 日完成全部修复后成品土的回填工作。清挖、运输、回填施工单位为北京首钢建设集团有限公司市政分公司，污染土暂存处置单位为北京首科兴业工程技术有限公司，工程监理单位为北京磐石建设监理有限责任公司，环境监理单位为北京华夏博信环境咨询有限公司，我院承担该地块污染土壤修复工程效果评估工作，并于 2024 年 10 月编制完成《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估报告》。2024 年 11 月 8 日，北京市污染源管理事务中心组织召开专家评审会，专家意见提出需摸清北侧和东侧修复边界处及外侧的土壤污染状况。

本工程污染土设计修复面积 15015.47 m²，修复方量为 56947.17m³（其中多环芳烃污染土修复方量 55043.07m³，镉污染土修复方量 1904.1m³）；实际修复面积 15465.83m²，实际修复方量为 74862.99m³，其中实际扩挖污染土修复方量为 17915.82m³（多环芳烃类修复方量 16725.91m³，重金属镉修复方量 1152.14m³，复合污染土修复方量 37.77m³）。

（4）效果评估对象、样品采集、监测指标及评估标准

本次效果评估评估对象为清挖完成后的基坑、清洁土、预处理筛上物、修复后成品土及潜在二次污染区域。

本次效果评估采样方式为手工采样，采样对象为基坑底部、侧壁、清洁土、预处理筛上物、修复后成品土、施工便道及清洁土待检区。采样时间为 2023 年 4 月 11 至 2024 年 8 月 8 日，共计采集样品 728 个，其中基坑 314 个、清洁土 126 个、预处理筛上物 20 个、修复后成品土 147 个、临时道路 33 个、清洁土待检区 11 个、平行样 77 个。

本项目基坑、清洁土、预处理筛上物、潜在二次污染区域（基坑支护区域内的施工便道、清洁土待检区）土壤检测指标为苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧

蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、锑、石油烃（C₁₀-C₄₀），评估标准值分别是 5.5mg/kg、0.55mg/kg、5.5mg/kg、0.55mg/kg、5.5mg/kg、20mg/kg、826mg/kg；修复后成品土检测指标为苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、锑，评估标准值分别是 0.5mg/kg、0.2mg/kg、0.5mg/kg、0.1mg/kg、0.2mg/kg、20mg/kg，与《修复方案》要求一致。

（5）效果评估结论

1) 通过审核竣工总结报告，本工程根据《修复方案》中确定的目标污染物、开挖范围、运输路线、储存地点、修复技术，完成了该场地污染土的基坑清挖、运输、暂存、修复及回填工作，本项目累计清挖土方量 123983.32m³，其中：清洁土方量 49120.33m³，有机污染土方量 71768.98m³，重金属污染土方量 3056.24m³，复合污染土方量 37.77m³。设计修复土方量为 56947.17m³，实际总修复土方量为 74862.99m³，最大修复深度为 10m。设计修复面积（投影面积）15015.47m²，实际修复面积（投影面积）15465.83m²，修复面积和修复方量满足工程要求。污染土均到达指定储存地点并进行修复，基坑清挖到位，过程规范，二次污染防治措施符合要求，修复效果满足要求。

2) 通过审核施工监理报告，施工过程中环境影响相关检测和二次污染防治措施均符合要求，工程施工流程符合工程监理要求，污染土壤修复方量满足方案中要求的污染土修复量，均采用《修复方案》要求的修复技术进修复处理。

3) 根据效果评估检测结果，多个基坑侧壁、坑底、施工便道土壤样品存在目标污染物超标现象，经过一~五次扩挖后，除 A4 基坑东侧壁 A4-0.5-3 点位和 B1 基坑北侧壁 B1-1.5-2-K 点位外，其他样品采样检测结果全部达标。根据第一次效果评估专家评审意见，对北侧和东侧修复边界处进行补充采样，根据边界补充采样检测结果，北侧和东侧边界处包含上述两个超标点位扩挖样品的全部样品检测结果均达标，说明基坑污染土壤经扩挖后已清挖干净，满足基坑清挖效果评估要求，已达到《修复方案》中提出的修复要求。

4) 根据效果评估检测结果，多个清洁土样品存在目标污染物超标现象，不合格的清洁土堆与污染土一起运至修复处置场进行修复，目标污染物检测浓度低于污染修复效果评估标准的其他清洁土，运至修复处置场地的清洁土堆场存放，满足效果评估要求。

5) 根据效果评估检测结果，预处理筛上物、修复后成品土及清洁土存放区

的样品检测结果均未超过修复目标值，满足效果评估要求，已达到《修复方案》中提出的修复要求。

本工程清挖、运输、暂存、修复及回填达到修复方案设计要求，石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）土壤中各污染物浓度达到场地风险评估报告及修复方案中确定的修复目标，满足地块未来开发利用需求，可以安全利用，符合从《北京市建设用地土壤污染风险管控和修复名录》移出的条件。

1 总论

1.1 项目背景

石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）位于石景山区西黄村，苹果园南路北侧、西井路南侧、西井东街东侧、八大处路西侧。该地块占地面积 45850.819m²，分为 3 个地块（根据 2015 规（石）条整字 0001 号，从西向东分别为 C1、C2、C3，后来由于控规更新，地块编号更新为 1606-649、1606-650，其中 1606-649 为 C1 地块南部，1606-650 为 C1 地块中部、北部以及 C2、C3 地块）。该地块大部分原为北京西郊一处采石场，采石后在场内形成一处采石坑，1968 年停采后，逐渐被填埋至地面，之后用作停车场、八大处汽修厂，2016 年之后逐渐拆除并闲置。

根据《北京市规划委员会关于石景山区西黄村棚户区改造项目规划意见的函》（市规函【2015】1886 号），该地块拟用作居住用地（R）、公共管理与公共服务设施用地（A33）。根据《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日起施行）中“第五十九条 用途变更为住宅、公共管理与公共服务用地的，变更前应当按照规定进行土壤污染状况调查”的要求，2020 年 11 月，北京鎏金置业有限责任公司委托北京华夏博信环境咨询有限公司对石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）开展地块土壤污染状况调查。北京华夏博信环境咨询有限公司于 2021 年 5 月编制完成了《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）土壤污染状况调查报告》。

2021 年 10 月，北京华夏博信环境咨询有限公司受北京鎏金置业有限责任公司委托编制完成了《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）土壤污染风险评估报告》。

调查、评估结果显示：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤总修复面积 15015.47m²，最大修复深度为 10.0m，地块垂向污染分为 5 层：0-1m、1-3m、3-5m、5-8m 和 8-10m，总修复方量为 56947.17m³，其中多环芳烃修复方量 55043.07m³，重金属镉修复方量 1904.1m³。

2022 年 5 月，受北京鎏金置业有限责任公司委托，北京首钢国际工程技术

有限公司编制了《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程实施方案》并取得了专家论证意见。根据修复方案，拟采用异地处置修复，多环芳烃污染土壤采用异位热脱附技术，重金属镉污染土壤采用异位化学淋洗技术修复治理。

2022 年 9 月，受北京鑒金置业有限责任公司（以下简称“建设单位”）委托，北京市勘察设计研究院有限公司（以下简称“我院”）承接了石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估工作。在现场踏勘、人员访谈、前期资料审查及效果评估检测结果基础上，于 2024 年 10 月编制完成了《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估报告》。

2022 年 9 月，受北京鑒金置业有限责任公司（以下简称“建设单位”）委托，北京市勘察设计研究院有限公司（以下简称“我院”）承接了石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估工作。在现场踏勘、人员访谈、前期资料审查及效果评估检测结果基础上，于 2024 年 10 月编制完成《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估报告》。

2024 年 11 月 8 日，北京市污染源管理事务中心组织召开专家评审会，专家意见提出需摸清北侧和东侧修复边界处及外侧的土壤污染状况。

1.2 基本信息

本项目参与单位情况如表 1.2-1 所示。

表 1.2-1 项目参与单位情况

序号	单位职责	单位名称
1	建设单位	北京鑒金置业有限责任公司
2	污染状况调查与风险评估单位	北京华夏博信环境咨询有限公司
3	修复方案编制单位	北京首钢国际工程技术有限公司
4	污染土清挖、运输、回填施工单位	北京首钢建设集团有限公司市政分公司
5	污染土暂存处置单位	北京首科兴业工程技术有限公司
6	工程监理单位	北京磐石建设监理有限责任公司
7	环境监理单位	北京华夏博信环境咨询有限公司
8	效果评估单位	北京市勘察设计研究院有限公司

1.3 评估目的

通过文件审核、现场勘察、人员访谈、现场采样和检测分析等手段，对地块污染土壤是否达到修复目标是否达到规定要求，地块风险是否达到可接受水平等情况进行科学、系统地评估，为污染地块管理提供科学依据。

1.4 评估依据

1.4.1 法律、法规及政策性文件

- （1）《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日起实施）；
- （2）《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日修订）；
- （3）《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日修正）；
- （4）《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月 27 日修正）；
- （5）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 9 月 1 日修订）；
- （6）《危险化学品安全管理条例》（国务院令 591 号，2011 年）；
- （7）《国家危险废物名录》（环保部令 15 号，2021 年）；
- （8）《中华人民共和国噪声污染防治法》（2018 年 12 月 29 日修订）；
- （9）《土壤污染防治行动计划》（国发[2016]31 号）；
- （10）《污染地块土壤环境管理办法》（环保部第 42 号令，2016 年）；
- （11）《建设工程安全生产管理条例》（2004 年 2 月 1 日）；
- （12）《关于印发<土壤污染防治行动计划>的通知》（国发[2016]31 号）；
- （13）北京市人民政府关于印发《北京市土壤污染防治工作方案》的通知（京政发[2016]63 号）；
- （14）北京市人民政府办公厅关于印发《北京市打赢净土持久战三年行动计划》的通知（京政办发[2018]46 号，2018.12.18）；
- （15）《北京市“十四五”时期土壤污染防治规划》（2022 年 4 月）；
- （16）《北京市土壤污染防治条例》（2022 年 9 月 23 日）。

1.4.2 技术导则、规范及标准

- （1）《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）；
- （2）《建设用地土壤修复技术导则》（HJ25.4-2019）；
- （3）《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ25.5-2018）；
- （4）《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》（HJ 682-2019）；
- （5）《污染场地修复工程环境监理技术导则》（DB11/T 1279-2015）；
- （6）《建设用地土壤污染修复方案编制导则》（DB11/T 1280-2021）；
- （7）《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》（环保部，2014 年 11 月）；
- （8）《工程测量规范》（GB50026-2007）；
- （9）《声环境功能区划分技术规范》（GB/T15190-2014）；
- （10）《环境监测分析方法标准制订技术导则》（HJ168-2020）；
- （11）《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ194-2017）；
- （12）《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）；
- （13）《建设工程安全生产管理条例》（中华人民共和国国务院令 2003 年第 393 号）；
- （14）《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019）；
- （15）《声环境质量标准》（GB3096-2008）；
- （16）《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；
- （17）《工业企业场界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）；
- （18）《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；
- （19）《大气污染物综合排放标准》（DB11/501-2017）；
- （20）《水污染物综合排放标准》（DB11/307-2013）；
- （21）《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）；
- （22）《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-

2020）。

1.4.3 项目相关文件

（1）《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）土壤污染状况调查报告》（北京华夏博信环境咨询有限公司，2021 年 7 月）；

（2）《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）土壤污染风险评估报告》（北京华夏博信环境咨询有限公司，2021 年 11 月）；

（3）《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复方案》（北京首钢国际工程技术有限公司，2022 年 5 月）；

（4）《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程竣工报告》（北京首钢建设集团有限公司市政分公司，2024 年 10 月）；

（5）《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程环境监理总结报告》（北京华夏博信环境咨询有限公司，2024 年 10 月）。

1.5 评估工作内容

污染场地修复效果评估工作内容包括资料收集、现场踏勘、人员访谈、更新概念模型、确定效果评估对象和标准、采样布点方案制定、现场采样与实验室检测、修复效果评估、编制效果评估报告等。主要内容如下：

（1）明确场地修复工程的基本情况，确定场地的污染情况、修复目标、修复范围、修复工程量及修复技术等。

（2）核实修复方案和环保措施的落实情况，明确修复工程的实施情况、二次污染防治情况、风险防范措施和施工过程中相应的自验收监测措施和结果等。

（3）核实修复工程监理工作的落实情况，明确监理责任和内容，确定修复工程中二次污染防治措施的落实情况、修复过程中环境影响监测与结果、修复过程中风险防范措施的落实情况等。

（4）制定采样布点方案，对修复效果进行监测与评价，主要包括：

1）原址基坑清挖效果验收评价：原址清挖基坑边界范围和深度的评价；基坑底面与侧壁土壤样品的采集、分析及清挖效果的评价；

2）开挖清洁土壤评价：清洁土壤堆体样品的采集及分析评价；

3）异位修复预处理筛上物及修复后土壤评价：异位修复预处理筛上物及修复后土壤堆体样品的采集及分析评价；

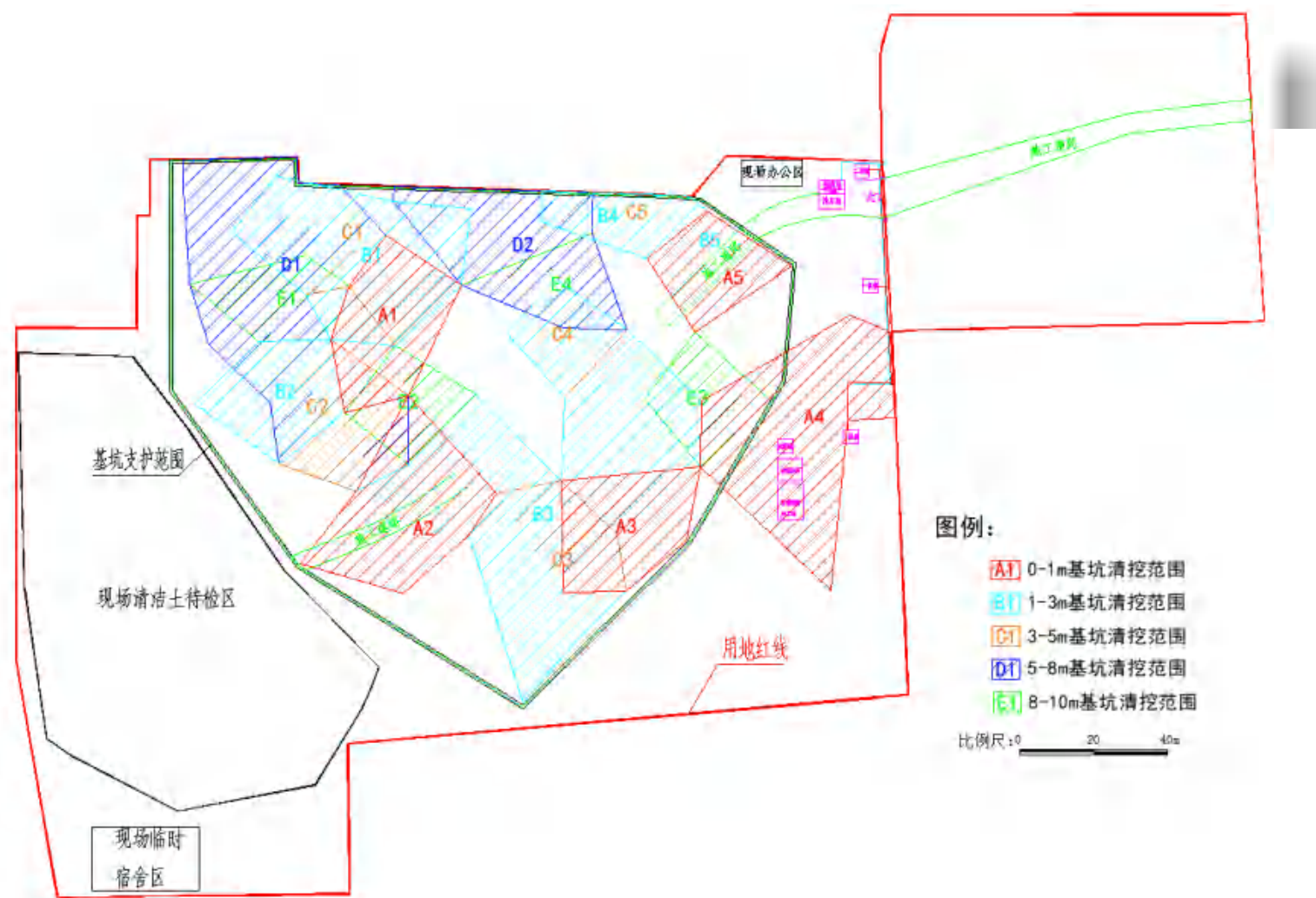
4）二次污染防治效果评价：修复工程结束后，需对可能产生土壤二次污染的区域进行土壤样品的采集、分析及二次污染情况的评价。

1.6 评估范围

本工程效果评估的范围为《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复方案》（以下简称“《修复方案》”）中确定的原址基坑清挖范围、清洁土范围、异位修复区、修复后污染土堆存区、污染土壤场内运输道路及清洁土待检区等可能产生二次污染的区域，具体位置见图 1.6-1。



a) 地块位置示意图



b) 地块原址修复范围平面布置图



c) 修复场地（首钢热脱附项目场地）平面布置图

图 1.6-1 地块修复效果评估范围图

1.7 评估程序

根据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》(HJ 25.5-2018)要求，污染场地修复评估工作包括更新地块概念模型、布点采样与实验室检测、修复效果评估、提出后期环境监管建议、编制效果评估报告等步骤，其工作程序流程见图 1.7-1。

（1）更新地块概念模型

在资料回顾、现场踏勘、人员访谈的基础上，掌握地块风险管控与修复工程情况，结合地块地质与水文地质条件、污染物空间分布、修复技术特点、修复设施布局等，对地块概念模型进行更新，完善地块修复后的概念模型，为制定效果评估布点方案提供依据。

（2）布点采样与实验室检测

布点方案包括效果评估的对象和范围、采样节点、采样周期和频次、布点数量和位置、检测指标等内容，并说明上述内容确定的依据。原则上应在修复实施方案编制阶段编制效果评估初步布点方案，并在地块风险管控与修复效果评估工作开展之前，根据更新后的概念模型进行完善和更新。

根据布点方案，制定采样计划，确定检测指标和实验室分析方法，开展现场采样与实验室检测，明确现场和实验室质量保证与质量控制要求。

（3）修复效果评估

根据检测结果，评估地块污染土壤修复效果是否达到修复目标或可接受水平。

对于土壤修复效果，可采用逐一对比和统计分析的方法进行评估，若达到修复效果，则根据情况提出后期环境监管建议并编制修复效果评估报告，若未达到修复效果，则应开展补充修复。

（4）编制效果评估报告

汇总前述工作内容，编制效果评估报告，报告应包括修复工程概况、环境保护措施落实情况、修复效果评估结果、评估结论及后期环境监管建议等内容。

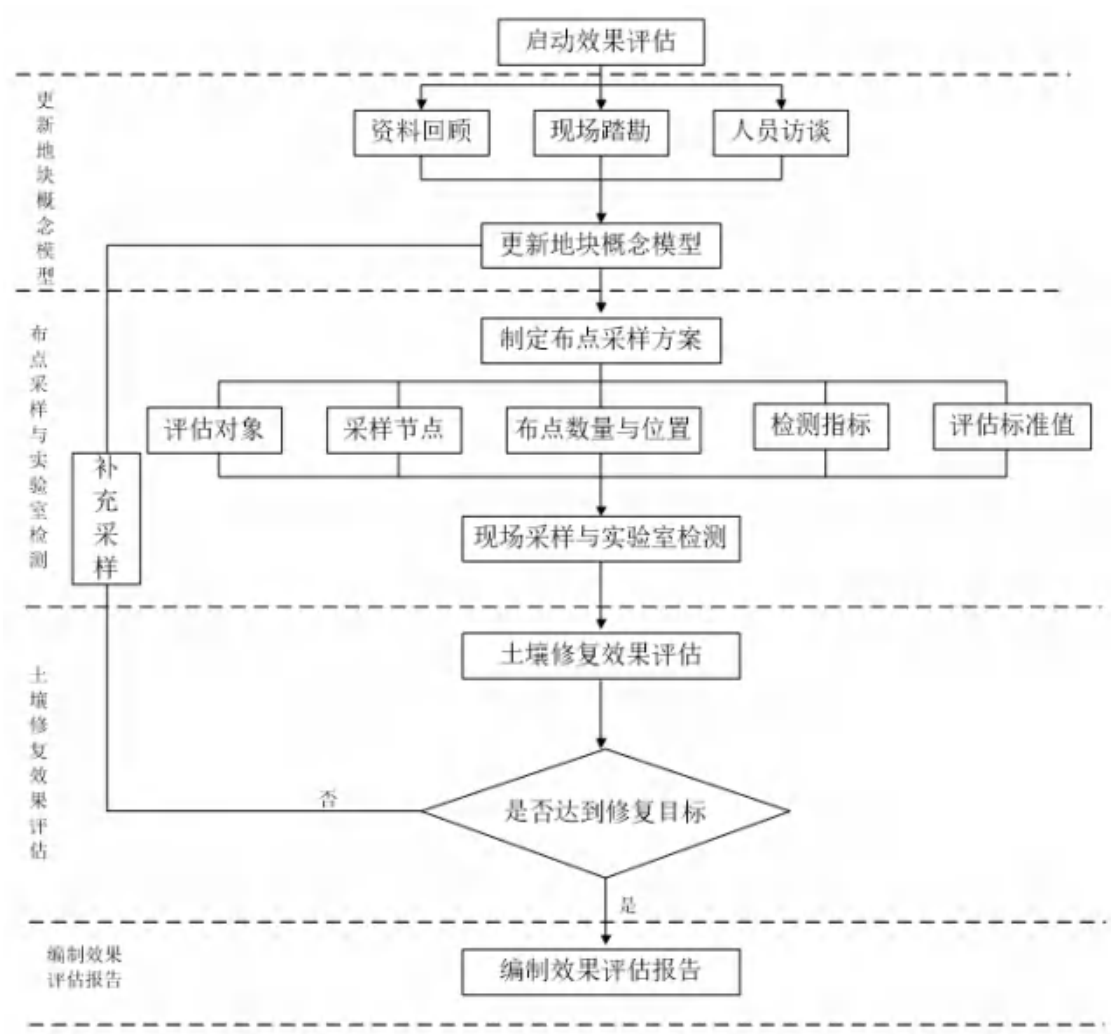


图 1.7-1 效果评估工作程序

2 地块概况

2.1 地块基本情况

2.1.1 地块地理位置

石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）占地面积 45850.819m²，位于石景山区西黄村，苹果园南路北侧、西井路南侧、西井东街东侧、八大处路西侧。地块地理位置详见图 2.1-1。



图 2.1-1 地块地理位置示意图

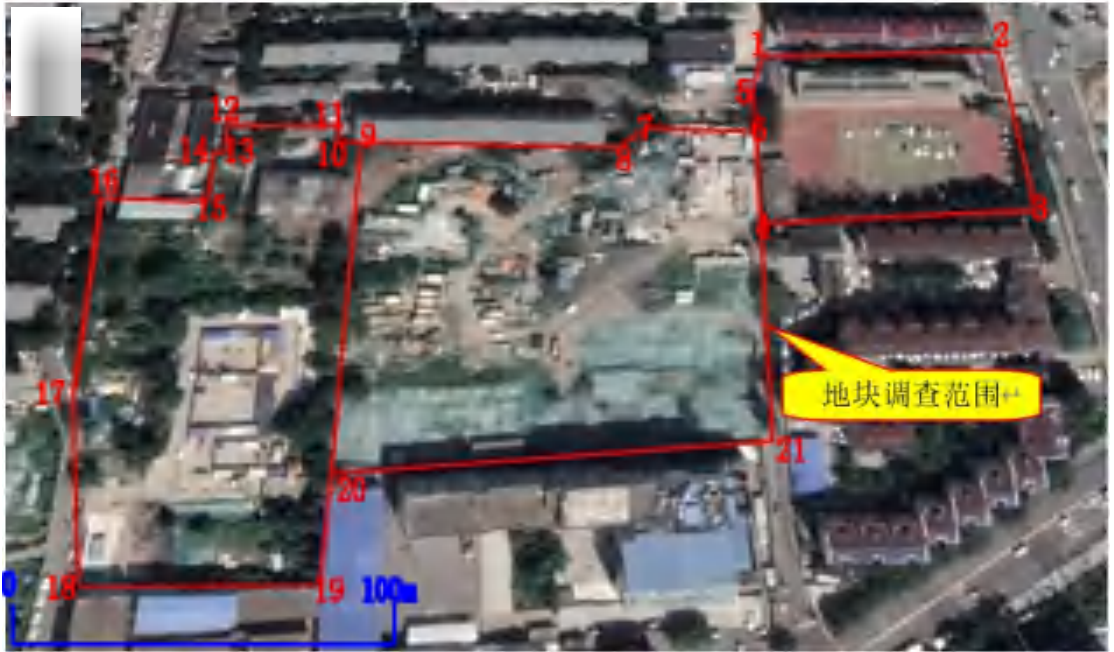


图 2.1-2 地块范围图

表 2.1-1 调查范围拐点坐标一览表

拐点标号	北京地方坐标系	
	横坐标 Y(m)	纵坐标 X(m)
1	486463.549	307379.016
2	486559.381	307379.159
3	486564.536	307296.179
4	486463.892	307293.358
5	486460.719	307367.49
6	486461.043	307339.395
7	486419.259	307340.778
8	486409.975	307329.721
9	486314.676	307333.119
10	486303.684	307333.422
11	486303.423	307340.534
12	486263.494	307339.828
13	486263.498	307324.682
14	486260.057	307324.716
15	486259.752	307294.113
16	486227.44	307294.435
17	486227.272	307204.596
18	486238.53	307140.501
19	486317.478	307141.629
20	486316.936	307182.157
21	486468.341	307195.431

2.1.2 区域自然环境概况

2.1.2.1 地形地貌

石景山区位于北京市西部，辖区东西宽约 12.25 公里，南北长约 13 公里，总面积 85.74 平方公里。东抵玉泉路，与海淀区相连；南至张仪村，与丰台区接壤；西濒永定河，与门头沟区相邻；北倚克勤峪（曾称荐福山），与海淀区搭界。

石景山区地形西北高东南低。北部为连绵起伏的山地、属太行山北端余脉向平原的延伸部分，有克勤峪、天泰山、翠微山、青龙山、虎头山等山峰 40 余座。山区约占全区总面积的三分之一。中部和南部为永定河冲积形成的微倾斜平原，有海拔 200 米以下的石景山、金顶山、老山、八宝山等残丘，横亘其间。最高处为北部的克勤峪，海拔 797.6 米，最低处为东部石槽东南的农田，海拔仅 58.1 米。

石景山区地处永定河冲洪积扇顶部，永定河为流经区境的唯一天然河流，地下水资源比较丰富。石景山区矿泉水水源地占全市矿泉水水源地的 5.88%，另有甘泉 12 处，其中八大处龙王堂龙泉为北京地区最佳泉水之一。

本地块位于古清河道，所属地貌单元为永定河冲积扇中上部，总体地势西北高东南低。本地块调查期间于采样点处实测孔口地面标高为 66.62~68.48m。

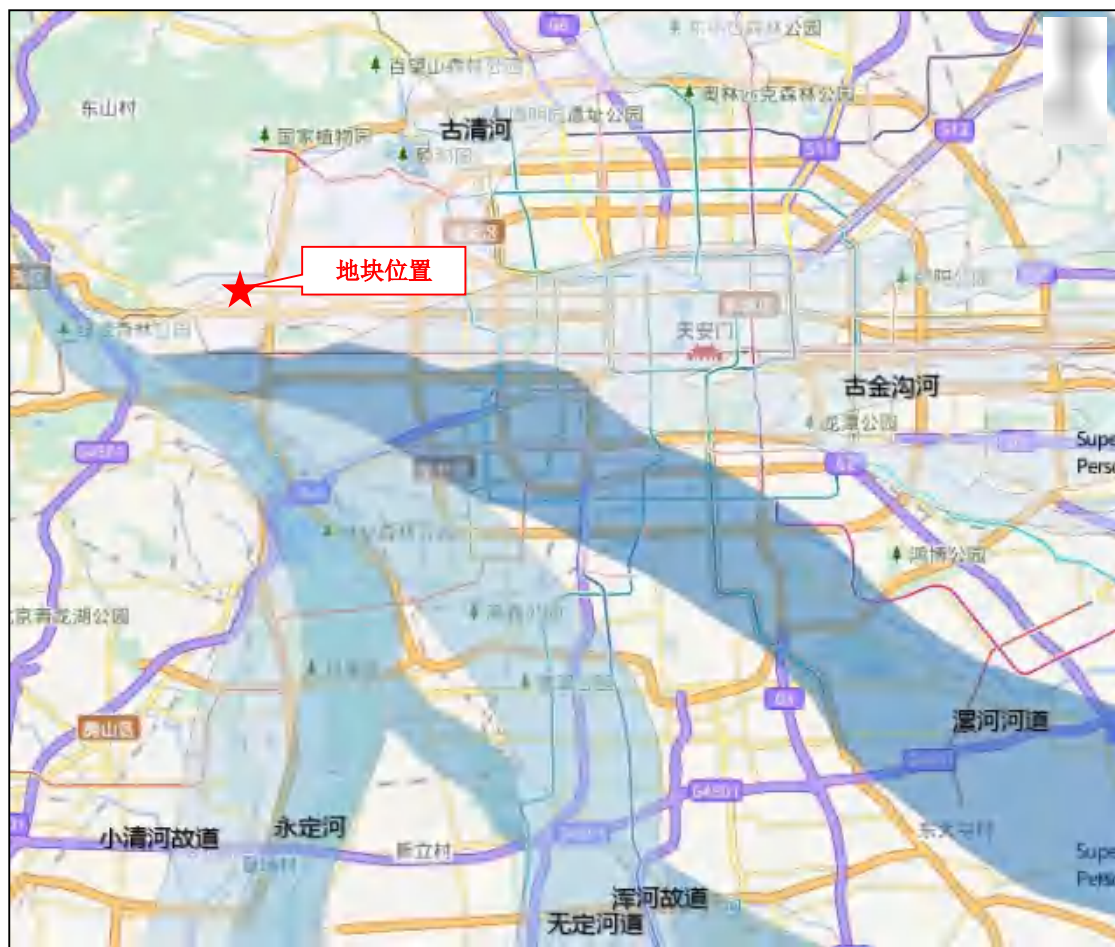


图 2.1-3 地块与北京古河道分布示意图

2.1.2.2 气候、气象特征

石景山区属中纬度大陆性季风气候，春季干旱多风，夏季炎热多雨，秋季凉爽湿润，冬季寒冷干燥。年平均温度为 11.8℃，最冷 1 月份平均气温为-4.6℃，最热为 7 月份，月平均 26.1℃。石景山区春秋季节较短、冬季稍长，春季 60 天，夏季 76 天，秋季 60 天，冬季 169 天。春秋季节，境内风、霜频繁，年平均风速为 2.7 米/秒，8 级以上大风 21 次，年平均无霜期 200 天左右，江水河村一带无霜期仅 100 天。日照时数较多，年平均日照 2470 小时。降水量自东向西逐渐减少，受中纬度大气环流的不稳定和季风影响，降水量年际变化大，最多为 1073 毫米（2021 年），最少为 37.6 毫米（1984 年），年平均降水量约 573.11 毫米，2023 年降水量为 748.4mm。

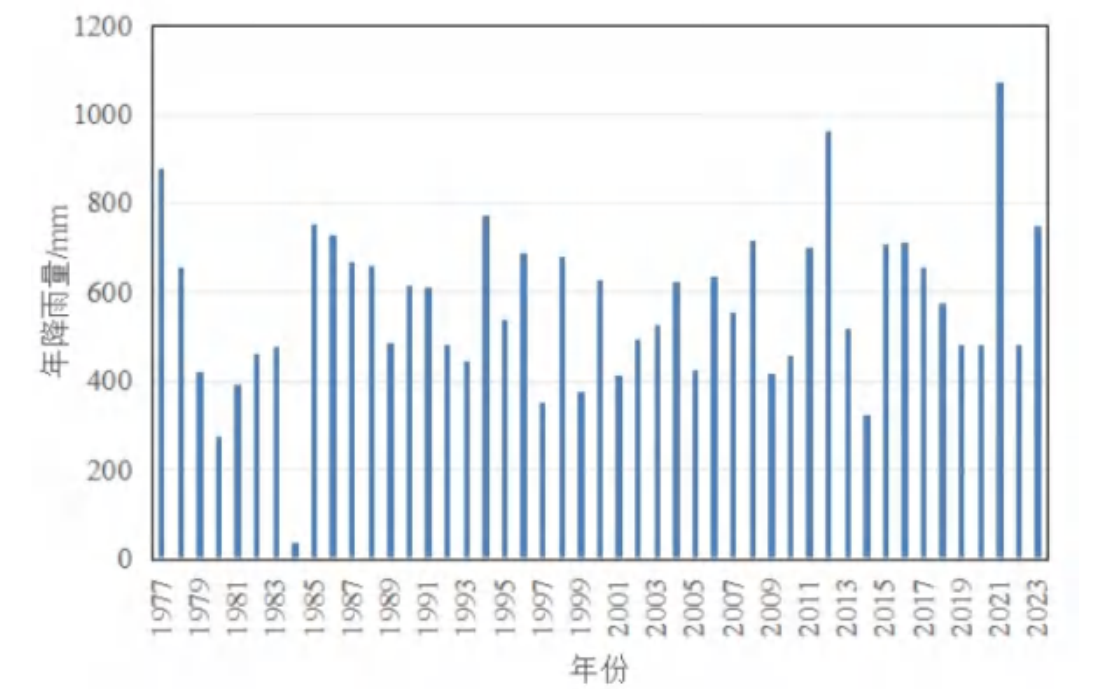


图 2.1-4 石景山区多年降水量柱状图（1977～2020 年）

2.1.2.3 水文条件

石景山区水系发育，河流渠系遍布全区，水系分布见图 2.1-5。石景山区全年有水河道主要有共 6 条（含水库塘坝），分别为永定河、永定河引水渠、高井沟部分河段（高井沟从五里坨污水处理厂开始到下游），高井沟部分河段、黑石头沟部分河段（黑石头上游有多处因筑坝截水形成水潭）、隆恩寺塘坝及南马场水库。永定河和永定河引水渠水源都是过境地表水，高井沟水源为五里坨污水处理厂的退水，黑石头沟、隆恩寺塘坝及南马场水库水源为境内地表水和地下水组成。

全区季节性河流共 9 条，分别是人民渠、油库沟、八大处沟、潭峪沟、马尾沟、隆恩寺沟、石府沟、红电支渠、中门寺沟。当前，随着永定河持续开展生态补水，永定河莲石湖、永定河引水渠水量明显增加，其他山区沟渠经中小河道治理后，部分河段也形成了积水汇流，全区河道有水时间变长，水量变大。

地块所在区域分布的地表水主要为永定河引水渠，其位于地块北侧约 800m 处。



图 2.1-5 石景山区水系分布示意图

2.1.2.4 区域地质条件

石景山区地表出露地层为人工堆积和第四系冲洪积 (Q^{al+pl}) 松散沉积地层。沉积物主要由永定河冲洪积而成，岩性主要为卵石及粉土。受地形及下伏基岩起伏面影响，第四系松散覆盖层厚度分布不均。

2.1.2.5 区域水文地质条件

(1) 区域地下水分布条件

石景山区地处海河流域，永定河是最重要的过境河，从石景山区的西南边缘流过。石景山区由永定河冲积物组成的山前倾斜平原，西部、北部稍高，东部、南部略低。包含砂卵石、砂砾石、中粗砂含砾及薄层黏性土。调查地块区域主要为山前坡、洪积形成的粉土、碎石。

本区域按其地层岩性、结构特征及富水性，大致可划为六个区：

①I 区 ($>5000m^3/d$)，主要分布于永定河冲洪积扇地区。第四系厚度 30-150m，颗粒由粗变细，含水层岩性为砂卵砾石为主，含水层累计最大厚度 50-70m。

②II区($3000-5000\text{m}^3/\text{d}$)，主要分布在永定河冲洪积扇近边缘地区，含水层主要为砂卵石组成，含水层厚度为 30-50m。

③III区($1500-3000\text{m}^3/\text{d}$)，主要分布在永定河冲洪积扇边缘地区及山区边缘地带含水层岩性主要为砂卵石夹中粗砂，含水层厚度一般为 20-30m。

④IV 区($500-1500\text{m}^3/\text{d}$)，主要分布在山区边缘地带，一般无含水层，仅在砂粘夹砾石中含水且水量小。

⑤V区($<500\text{m}^3/\text{d}$)，仅在碎石土中含水且水量很小。

⑥VI区富水性不均一，主要分布在山前地带。

本次调查地块区域位于 I 区，如图 2.1-6 所示：

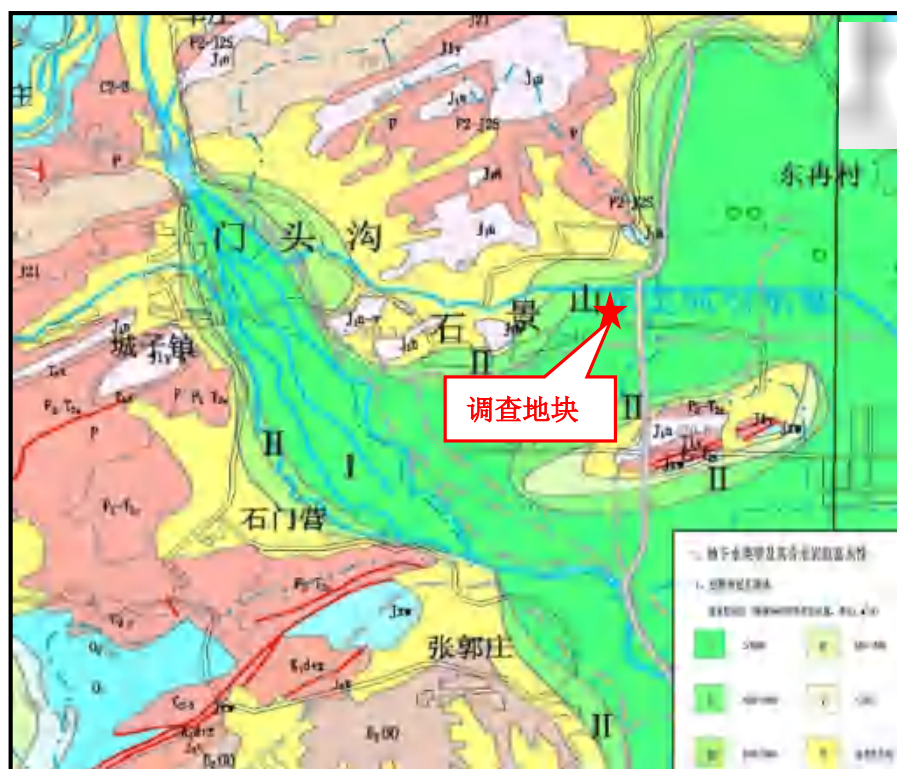
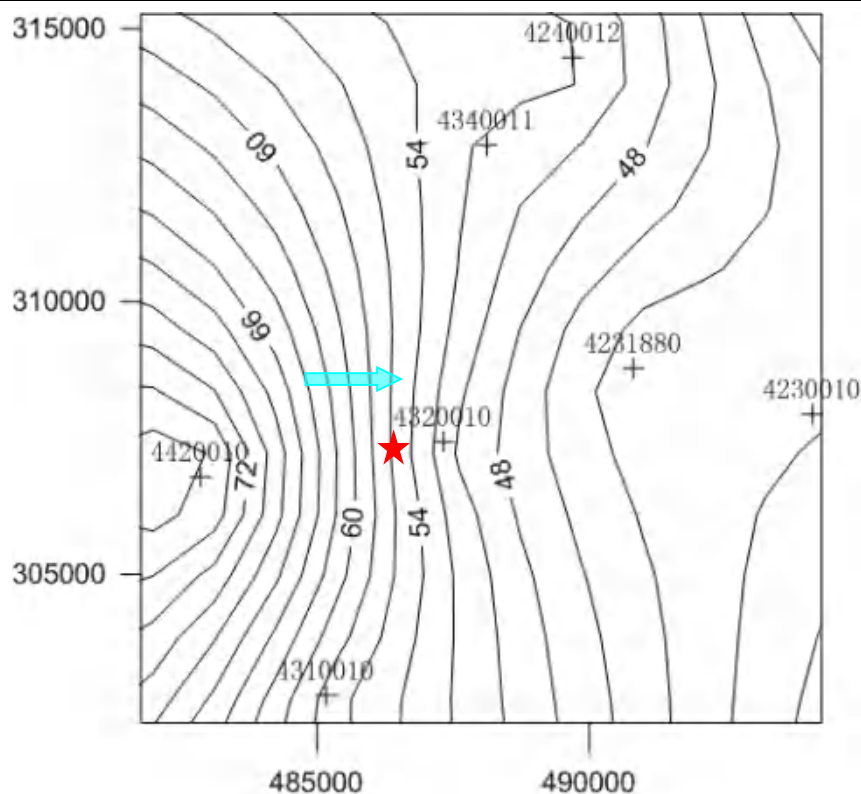


图 2.1-6 调查区域水文地质图

根据我院在调查地块周边区域设置的地下水长期监测井水位监测数据，调查地块东南侧 0.56km 处地下水长期监测井（4320010）2024 年 7 月地下水水位标高为 51.15m。

(2) 地下水流向

根据我院在调查地块周边区域设置的地下水长期监测井水位监测数据，绘制了 2024 年 7 月调查地块所在区域的第 1 层地下水水位标高等值线图（见图 2.1-7）。从图中可以看出，调查地块所在区域地下水流向总体为自西向东。



图例： — 54 — 地下水水位标高等值线（单位：m） + 4320010 地下水监测井及井号
 地下水流向  地块位置

图 2.1-7 地块所在区域地下水（潜水）水位等值线

2.1.2.6 调查地块与水源保护区关系

根据《北京市人民政府关于石景山区集中式饮用水源保护区划定方案的批复》（京政函[2015]180 号），本地块不在石景山区集中式饮用水源保护区内，位于杨庄水厂一级保护区范围北侧约 550m，二级保护区范围北侧约 190m，杨庄水厂为地下水饮用水源地，地块红线距杨庄水厂地下水源井最近距离约 850m，由于区域潜水总体流向为自西向东，因此地块不在杨庄水厂上游方向。地块与杨庄水厂水源保护区位置关系见图 2.1-8。

年大部分建筑已被拆除（2018 年未拆除的办公楼 2020 年 11 月已被拆除）。C3 地块为西黄村小学所在地，1987 年西黄村小学搬迁至此，之前为荒地。虽然目前西黄村小学已搬迁，但建筑保存完好，仍有其他单位办公及值班人员。

本工程施工前，地块原有建筑除西黄村小学建筑保留外，其它均已拆除。地块内部分地面由绿色纱网苫盖，部分为水泥硬化地面。

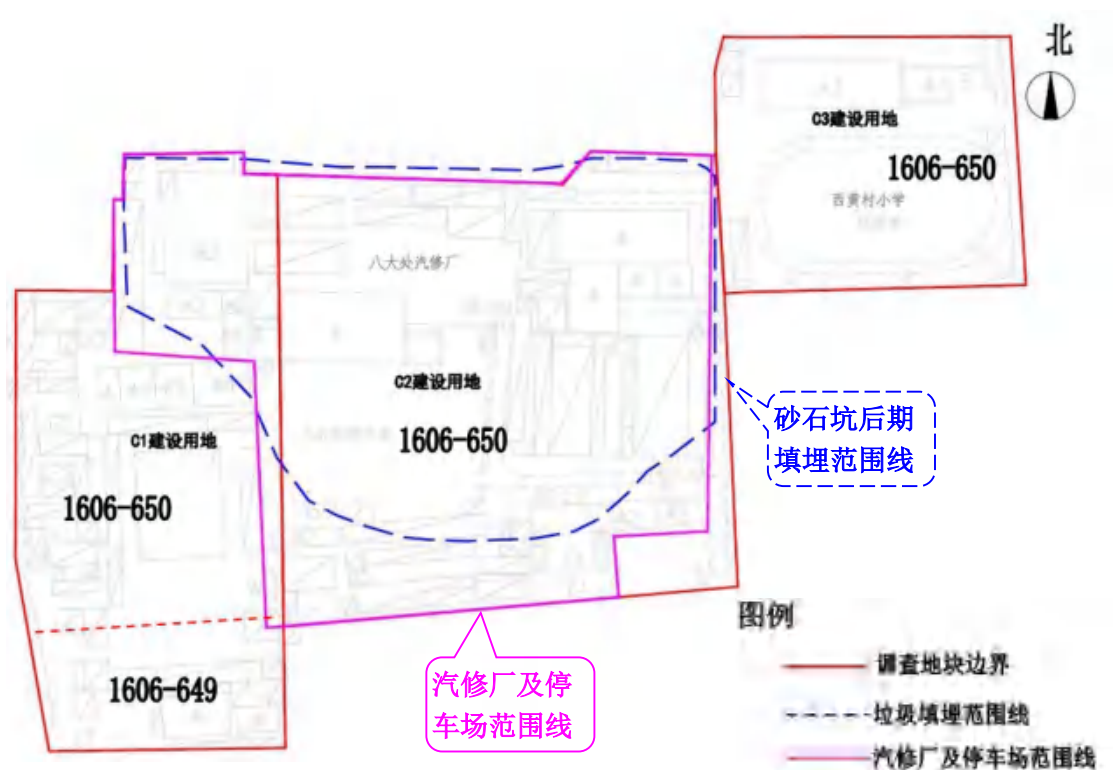


图 2.1-9 地块平面示意图



2003 年 1 月



2009 年 6 月



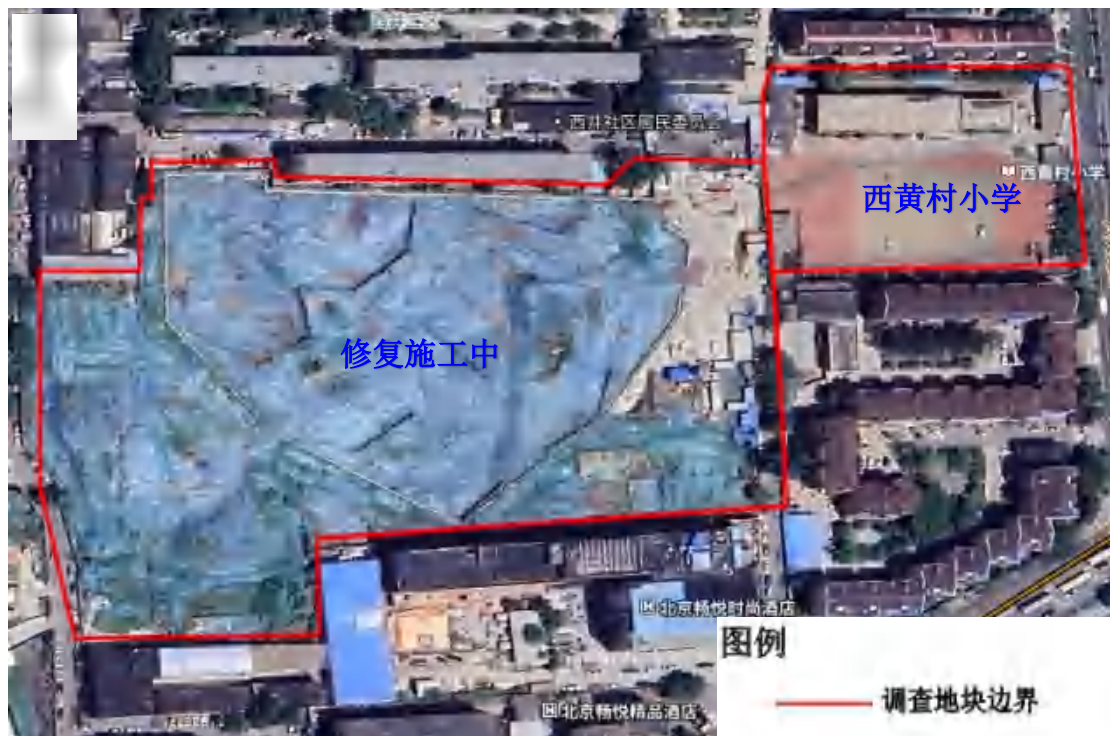
2016 年 3 月



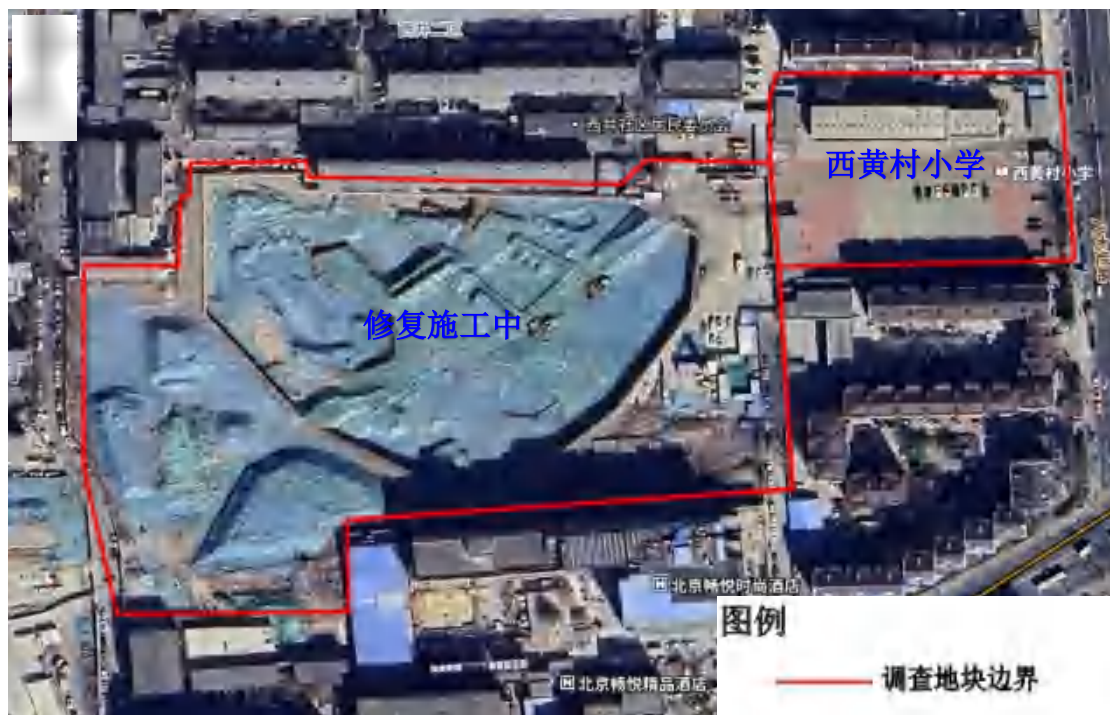
2018 年 5 月



2022 年 12 月



2023 年 7 月



2024 年 3 月

图 2.1-10 调查地块典型年份的历史卫星影像资料

2.1.3.2 地块现状

地块呈东西向分布，开挖前，地块西部和中部施工区域均为空地，东部西黄

村小学建筑尚未拆除，仍有其他单位办公及值班人员。地块内部分地面由绿色纱网苫盖，部分为水泥硬化地面。地块内有残留拆除建筑垃圾及荒草树木、停放车辆。地块现状见图 2.1-11。



地块中部（空地）



地块西部（空地）



地块东部（西黄村小学）

图 2.1-11 地块开挖前现状

2.1.4 地块周边概况

本地块周边 800m 范围内主要分布有居民住宅、学校、商业、办公建筑，无潜在污染企业。另外，调查地块西南侧现状为拆迁空地，原为居民居住区（平房），于 2016 年初拆迁完毕。西侧、西北侧为西井一区及西井特钢楼，建设时间为 1980 年左右，建设住宅楼之前为荒地；北侧为西井二区、西井三区，东南侧为西井三区，西井二区建设时间为 1980 年左右，建设住宅楼之前为荒地；西井三区建设时间为 1996 年，为原平房拆迁后修建而成；东侧紧邻西黄村小学的是八大处路；南侧为华利通大厦和天宇市场、闲置房屋。南侧的华利通大厦和天宇市场建设时间约为 2000 年，建设前其所在地块为荒地。

本项目地块周边环境情况详见表 2.1-2，地块周边区域现状见图 2.1-12。

表 2.1-2 地块周边环境情况表

方位	与项目用地红线 距离（m）	现状名称	备注
北侧	紧邻	西井二区、三区	住宅，敏感目标
东侧	紧邻	八大处路	
南侧	紧邻	华利通大厦和天宇市场、 西井三区	西井三区为住宅，敏感目 标
西侧	紧邻	西井一区	住宅，敏感目标
西南侧	紧邻	拆迁空地	
西北侧	35	西井一区及特钢楼	住宅，敏感目标
东南侧	紧邻	西井三区	住宅，敏感目标

砂填土①₅层，厚度一般在 1.50~10.00m。

房渣土①层：杂色，稍湿，以砖（灰）块为主，含少量碎石， $D_{大}=8\text{cm}$ ， $D_{一般}=2\sim4\text{cm}$ ；房渣土在场区内普遍分布，厚度 0.20~6.50m。碎石填土①₂层：杂色，稍湿，含砖、灰渣， $D_{大}=5\sim6\text{cm}$ ， $D_{一般}=3\sim5\text{cm}$ ；碎石填土在场区内普遍分布。

黏质粉土填土①₃层：黄褐色~褐黄色，湿，含砖、灰渣；本次钻探揭露的该层土在场区内零星分布。

（2）新近沉积层

人工堆积层以下为新近沉积层，包括卵石②层，细砂②₁层，砂质粉土②₂层及粉质黏土②₃层。

卵石②层：杂色，密实，稍湿，钻探揭露 $D_{大}=6\sim7\text{cm}$ ， $D_{长}=10\sim11\text{cm}$ ， $D_{一般}=3\sim5\text{cm}$ ，级配良好，含中砂约 10%~20%。

粉质黏土②₃层：褐黄色，湿，含氧化铁，仅局部揭露到该层土。

细砂②₁层：褐黄色，密实，稍湿，含云母，仅局部揭露到该层土。

（3）第四纪沉积层

新近沉积层以下为第四纪沉积层，包括卵石③层；卵石④层；卵石⑤层；卵石⑥层。

地块勘探剖面线位置见图 2.1-14。场地工程典型地质剖面图见图 2.1-15 至图 2.1-17 所示。

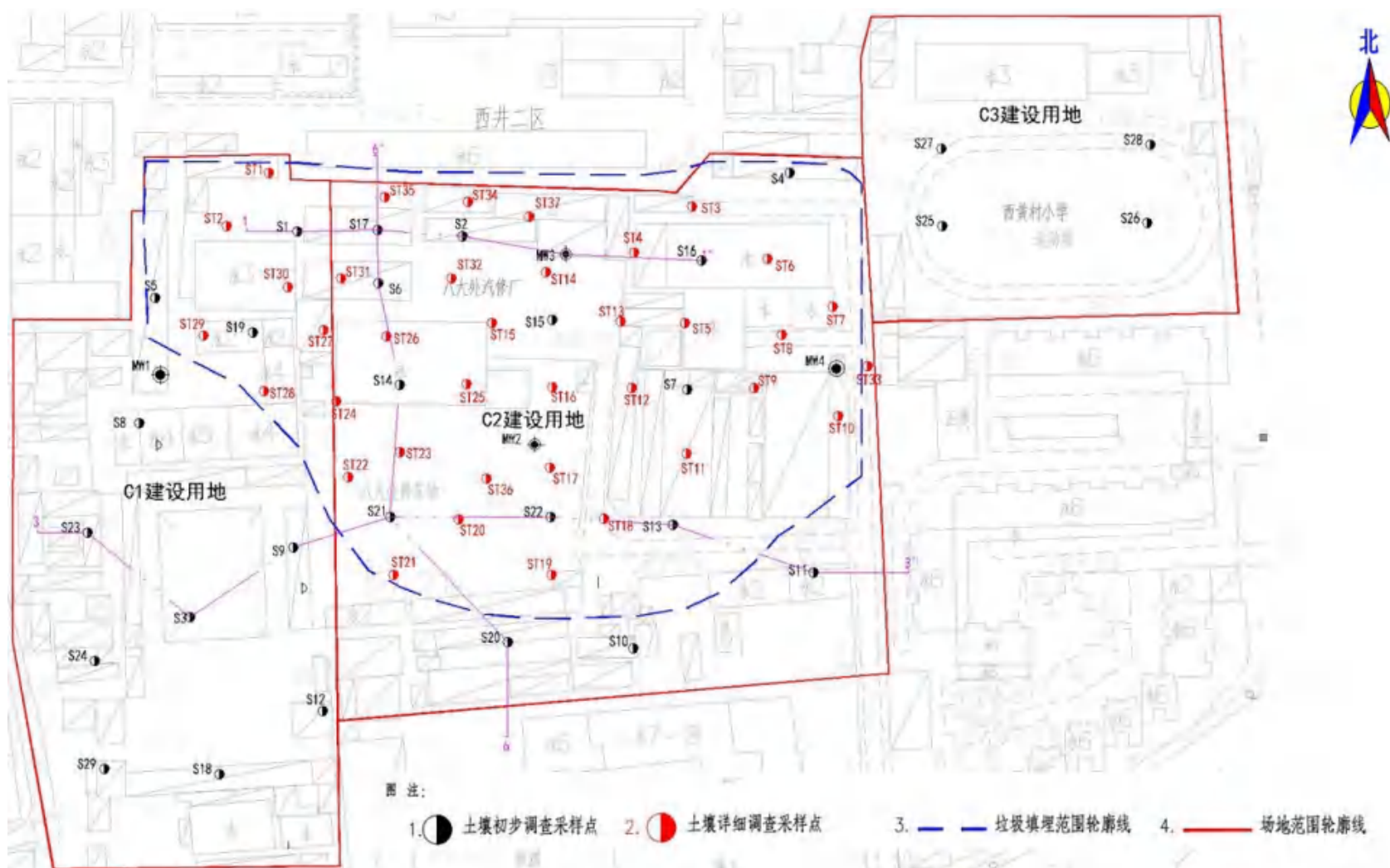


图 2.1-14 地块剖面线示意图

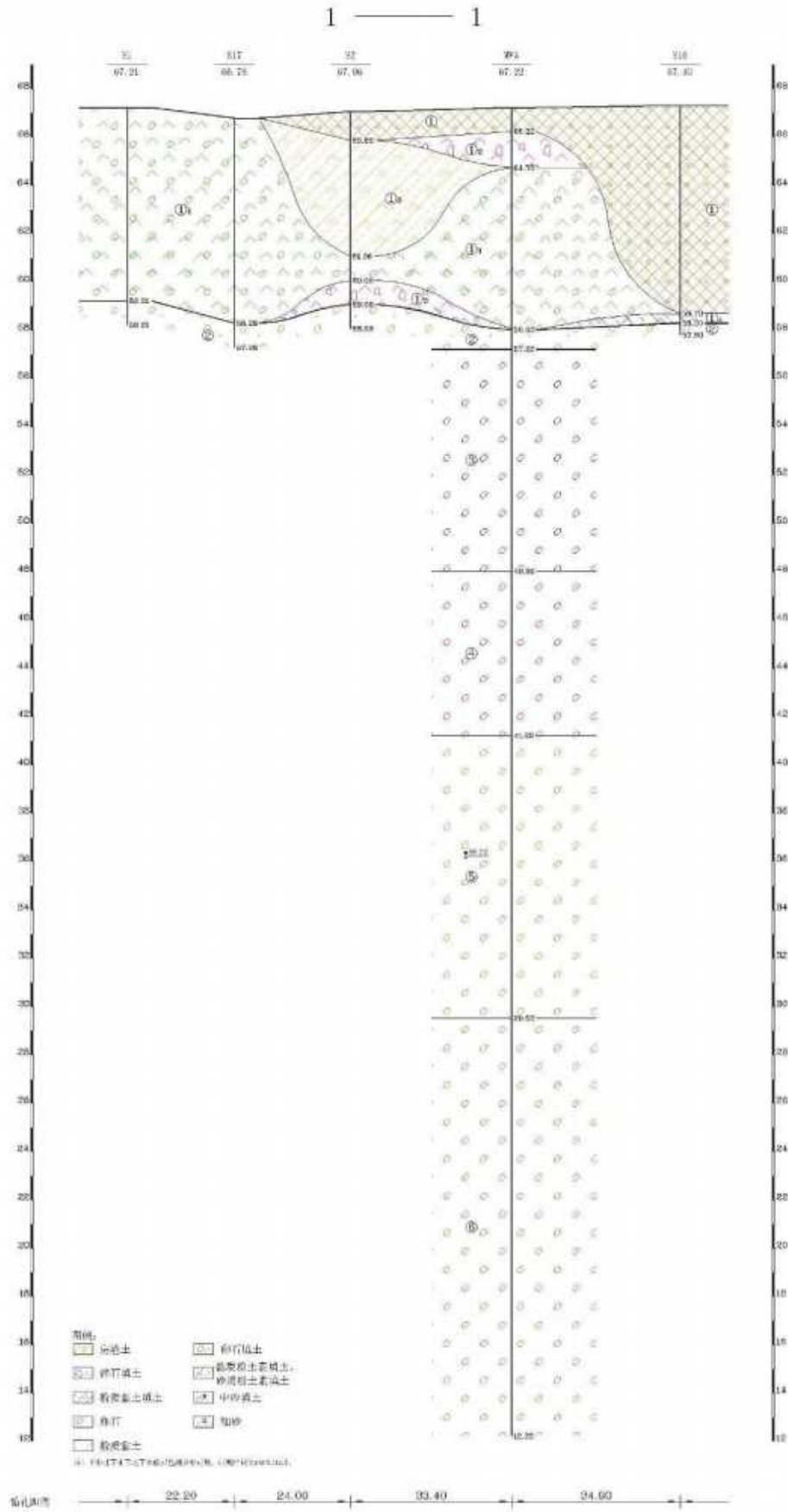


图 2.1-15 场地典型地质剖面图 (1-1)

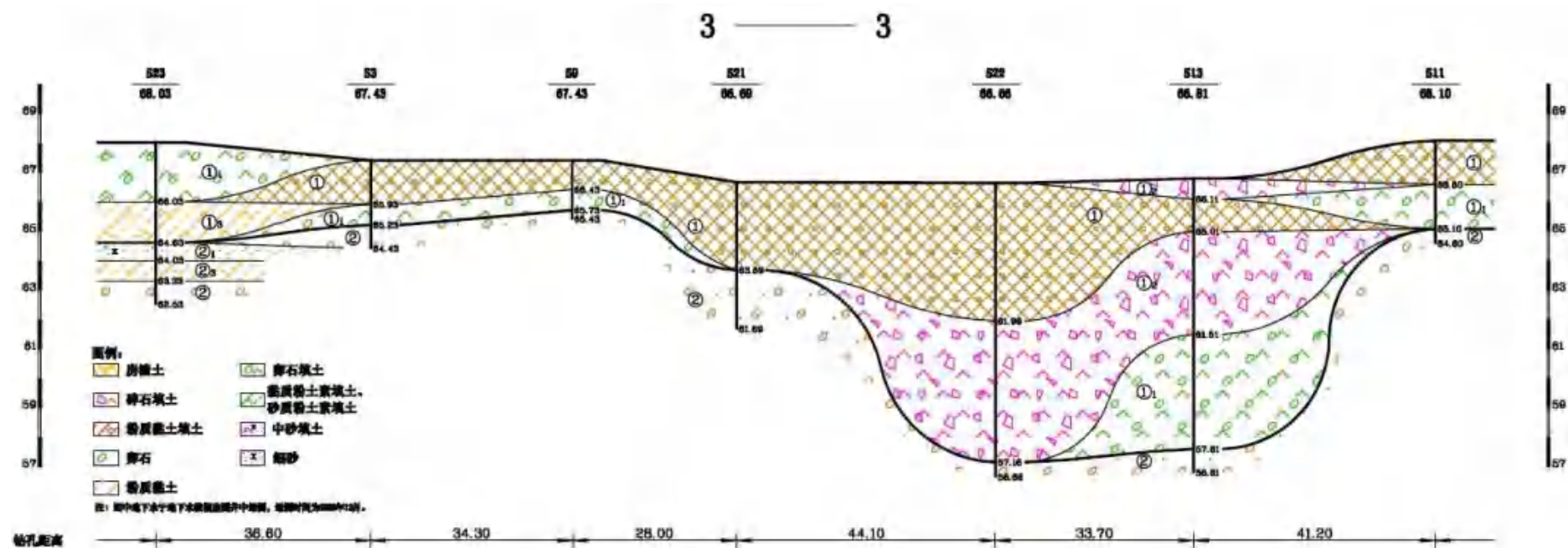


图 2.1-16 场地典型地质剖面图 (3-3)

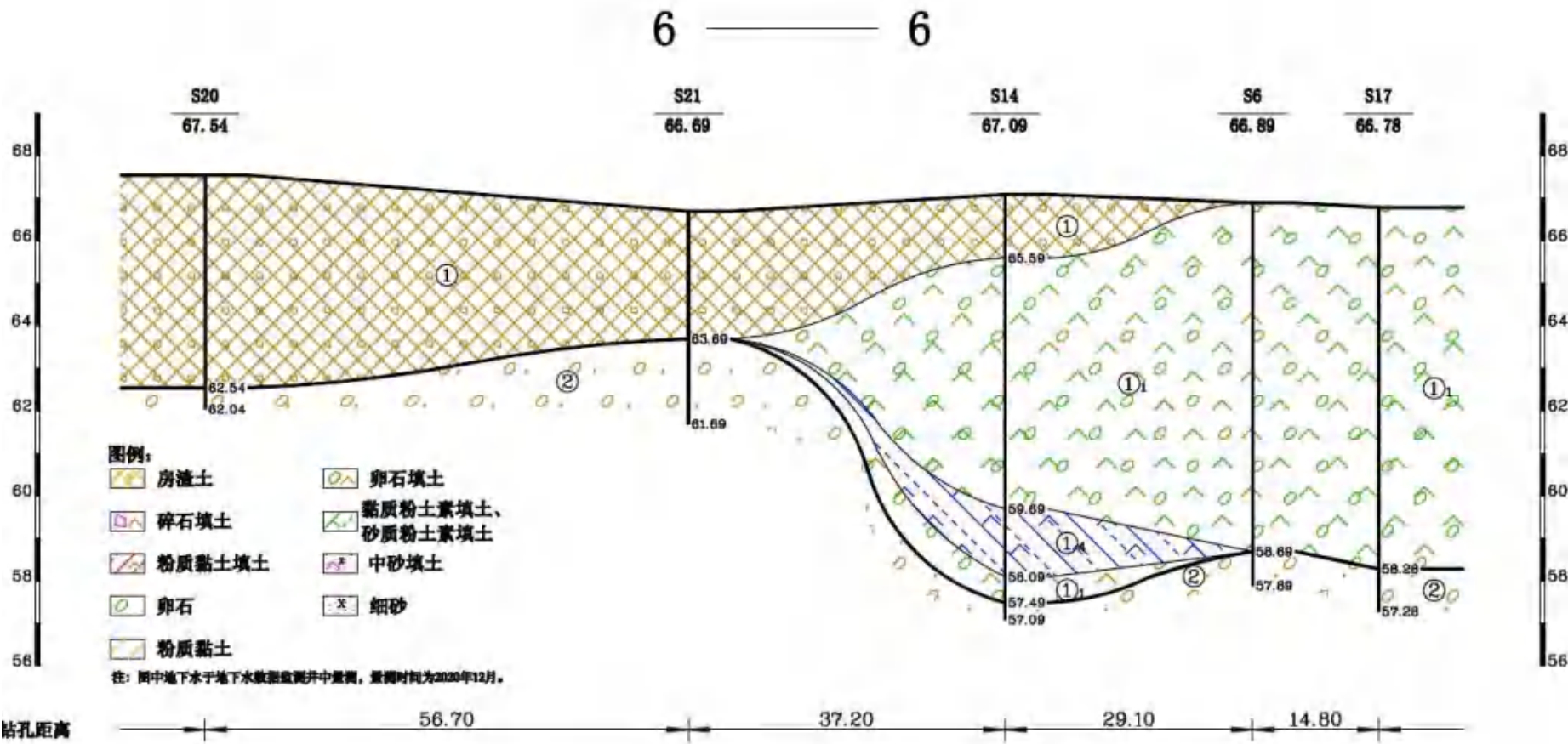


图 2.1-17 场地典型地质剖面图（6-6）

2.1.6.2 地下水分布

根据本地块勘察采样所揭示的地层分布条件和地下水位量测结果，场地地面以下 55.00m 深度（最大勘探深度）范围内稳定分布 1 层地下水，地下水类型为潜水。

调查期间该层地下水在场地内普遍分布，主要赋存于埋深约 31.00m 以下以卵石层为主的第 5 大层中。2020 年 12 月 11 日于地下水监测井中量测的静止水位埋深为 30.35m~31.00m，静止水位标高为 36.75m~35.98m。

2.1.6.3 地下水水位动态规律

根据区域地下水长期监测资料（监测井号为 4320010，位于调查地块东南侧 0.56km 处），绘制调查地块所在区域第 1 层地下水多年水位动态曲线（见图 2.1-18）。从图中可以看出，调查地块所在区域第 1 层地下水多年水位动态规律为：2019 年后地下水位不断抬升。效果评估期间（2024 年 7 月）对比调查期间（2020 年 12 月）地下水位上升了约 14m。



图 2.1-18 区域第 1 层地下水多年水位动态曲线图

2.1.6.4 地下水流场

场地潜水天然动态类型属渗入~径流型，主要受大气降水、地下水侧向径流等方式补给，以人工开采、地下水侧向径流等方式排泄。图 2.1-19 是利用该地

块监测井水位监测数据绘制的 2020 年 12 月中旬（冬季）该地块地下水（潜水）水位标高等值线图。从图中可以看出，第 1 层地下水（潜水）总体流向为由西向东。对比图 2.1-7 可知场地内潜水水位流向与区域流向基本一致。

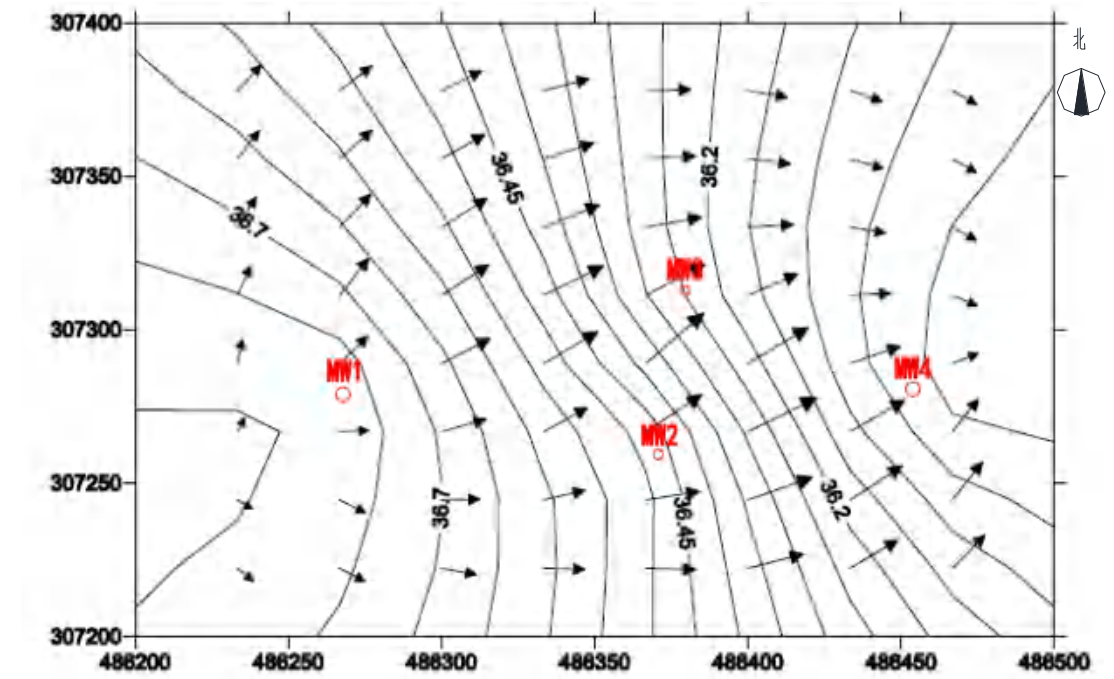


图 2.1-19 地块地下水（潜水）水位标高等值线图

2.2 地块污染调查与风险评估情况

2.2.1 地块污染调查情况

根据《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）土壤污染状况调查报告》，初步调查阶段，完成了 29 个土壤钻孔的样品采集工作、2 眼地下水监测井兼土壤采样孔的构建及样品采集工作，勘探总进尺 281.5m，共采集了 177 个土壤污染物分析样品（含 19 个现场平行样），5 个地下水污染物分析样品（含 1 个现场平行样）。初步调查结果表明，本地块土壤受到污染，污染物为重金属镉、SVOCs 中的菲、苯并（a）蒽、苯并（b）荧蒽、苯并（a）芘及二苯并（a,h）蒽，超标样品所在深度的地层岩性主要为第 1 大层的杂填土、房渣土、卵石填土、碎石填土，最大污染深度为 9m（污染深度以 6.5m 以内为主）；地下水未受到潜在特征污染的污染影响，场地内地下水中耗氧量、挥发酚（以苯酚计）、总硬度、溶解性总固体超标，可能是受区域环境背景影响，场地地下水常规污染物挥发酚（以苯酚计）的非致癌危害未超过可接受水平，其

环境健康风险水平可接受。地块需要进一步开展土壤详细调查，地下水无需开展详细调查。

详细调查阶段，在调查范围内共设置 37 个土壤钻孔的样品采集点位，勘探总进尺 328.5m，共采集了 255 个土壤污染物分析样品（含 27 个现场平行样）本次详调重金属镉检出率为 79.3%，但检出值均未超过筛选值。多环芳烃中菲、荧蒽、芘、苯并（g,h,i）花、茚并（1,2,3-cd）芘、苯并（a）蒽、苯并（b）荧蒽、苯并（a）芘及二苯并（a,h）蒽存在超标情况。超标点位主要为汽修厂所在位置的填埋区。超标样品所在位置的地层岩性为第 1 大层的房渣土、卵石填土、杂填土；最大污染深度为 8.5m。

综合初步调查、详细调查结果，场地地下水未受到潜在特征污染的污染影响，除个别常规因子受区域环境背景影响出现超标外，其他污染物均能达到相应标准要求。场地土壤污染物为重金属镉及半挥发性有机物中 9 种多环芳烃（菲、荧蒽、芘、苯并（a）蒽、苯并（b）荧蒽、苯并（a）芘、二苯并（a,h）蒽、苯并（g,h,i）花、茚并（1,2,3-cd）芘）。其中，镉超标率为 0.97%，最大超标倍数为 0.695，超标点位于汽修厂所在位置的填埋区。超标样品所在深度的地层岩性主要为第 1 大层的杂填土（房渣土为主），污染深度为 0~2.5m。多环芳烃超标率为 0.2%~11%，最大超标倍数分别为 0.384~85.73，超标点主要位于汽修厂所在位置的填埋区。超标样品所在深度的地层岩性主要为第 1 大层的杂填土、房渣土、卵石填土、碎石填土，污染深度为 0~9m（污染深度以 6.5m 以内为主，局部 3 个点位的污染深度为 8.5~9m）。

表 2.2-1 场地土壤重金属镉浓度数据范围一览表

序号	污染物	样品总数 (个)	检出数 (个)	浓度范围 mg/kg	筛选值 mg/kg	检出率 %	超标率 %	最大 超标倍数
1	镉	206	138	0.3~33.9	20	67	0.97	0.695

表 2.2-2 场地土壤多环芳烃浓度数据范围一览表

序号	污染物	样品总数 (个)	检出数 (个)	浓度范围 (mg/kg)	筛选值 (mg/kg)	检出率 (%)	超标率 (%)	最大 超标倍数
1	菲	411	203	0.1~71.9	5	49.4	1.7	13.38
2	荧蒽	411	162	0.2~83.5	50	39.4	0.2	0.67
3	芘	411	209	0.1~69.2	50	50.9	0.2	0.384

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

序号	污染物	样品 总数 (个)	检出数 (个)	浓度范围 (mg/kg)	筛选值 (mg/kg)	检出率 (%)	超标率 (%)	最大 超标倍数
4	苯并（a）蒽	411	166	0.1~36	5.5	40.4	0.7	5.55
5	苯并（b）荧蒽	411	139	0.2~51.2	5.5	33.8	1.0	8.31
6	苯并（a）芘	411	158	0.1~47.7	0.55	38.4	11.0	85.73
7	苯并（g,h,i）花	411	117	0.1~23.1	5	28.5	0.2	3.62
8	茚并（1,2,3-cd）芘	411	101	0.1~18.5	5.5	24.6	0.2	2.36
9	二苯并（a,h）蒽	411	47	0.1~7.9	0.55	11.4	1.0	13.36

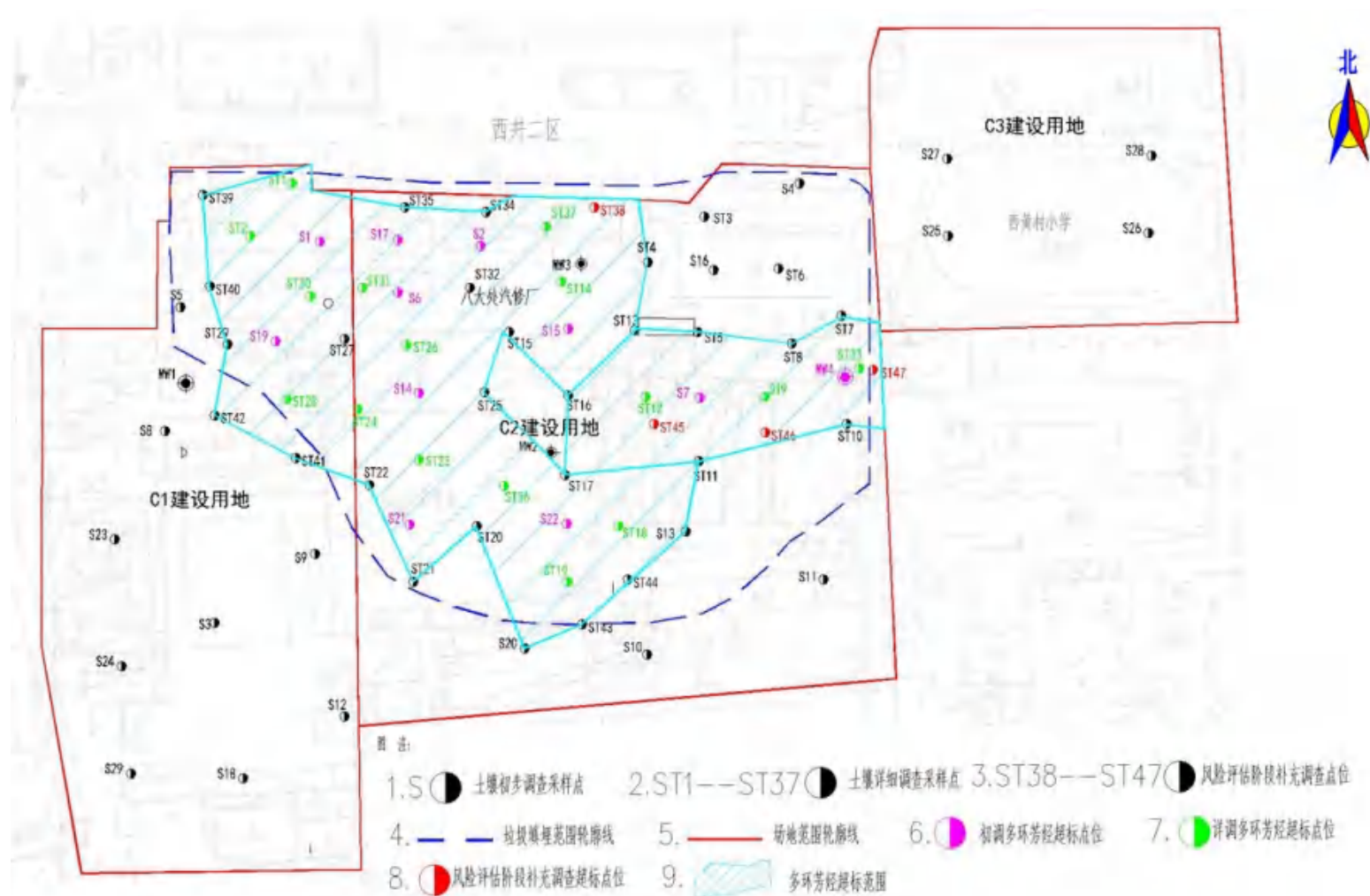


图 2.2-1 场地多环芳烃超标点位图

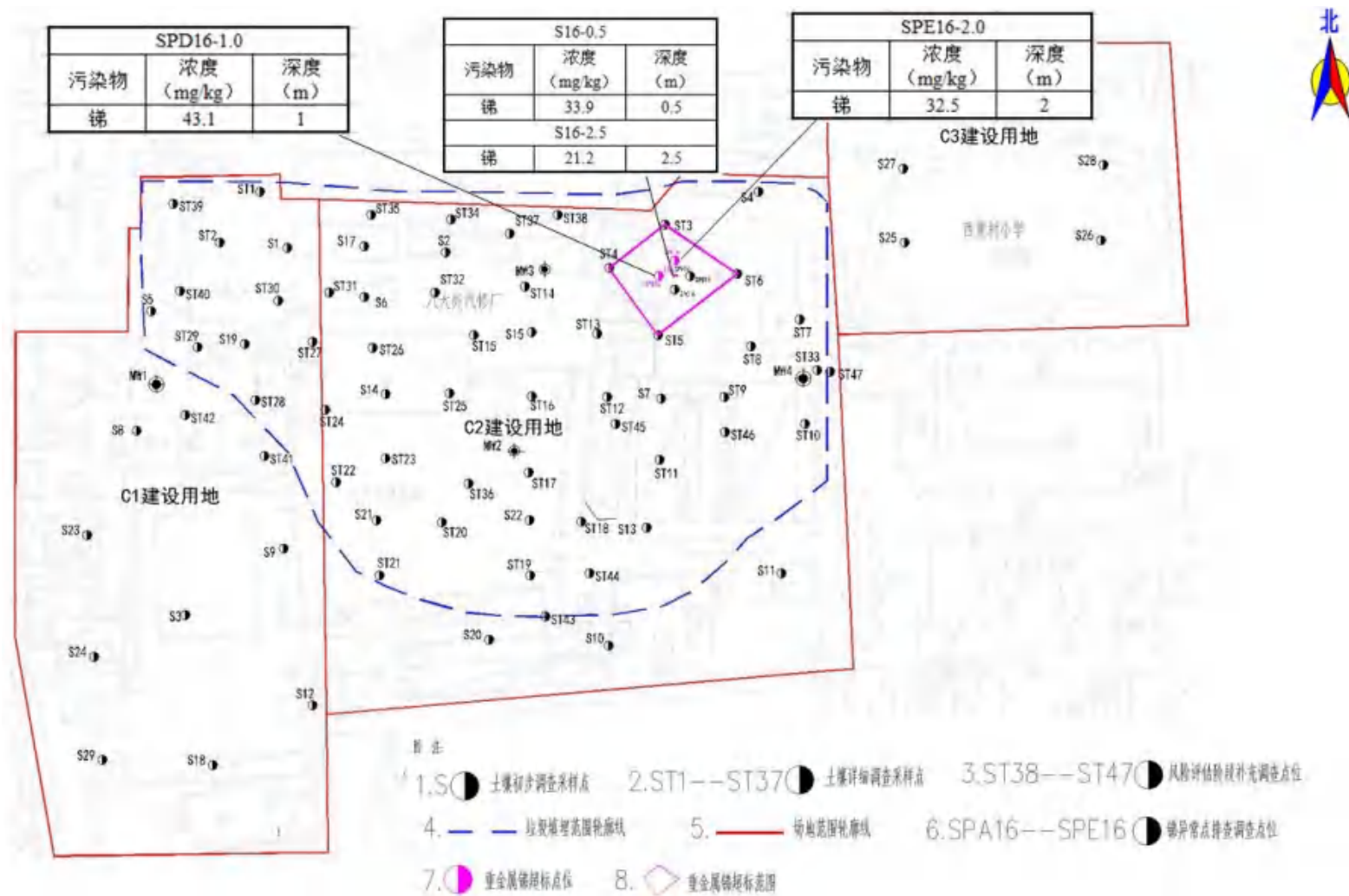


图 2.2-2 场地重金属镉超标点位图

2.2.2 地块风险评估情况

按照《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）的要求进行风险评估，目标污染物为重金属镉及多环芳烃中的菲、荧蒽、芘、苯并（a）蒽、苯并（b）荧蒽、苯并（a）芘、二苯并（a,h）蒽、苯并（g,h,i）花、茚并（1,2,3-cd）芘），暴露途径包括经口摄入、皮肤接触、吸入土壤颗粒物。经计算，超标污染物中菲、荧蒽、芘、苯并（g,h,i）花非致癌危害熵均低于可接受水平 1，无人体健康风险；镉、苯并（a）芘的非致癌危害熵超过了可接受水平 1；苯并（a）蒽、苯并（b）荧蒽、二苯并（a,h）蒽、苯并（a）芘、茚并（1,2,3-cd）芘致癌风险超过可接受水平 1.0×10^{-6} ，应采取相应的修复与管控措施。

2.2.3 地块修复目标及修复工程量

根据《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）土壤污染风险评估报告》，综合考虑《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）第一类用地标准筛选值、管控值、风险评估计算值，最终确定采用国家标准 GB36600 中第一类用地筛选值作为本场地修复目标值。

表 2.2-3 地块土壤目标污染物修复目标值（mg/kg）

目标污染物	计算值	国家污染风险管控标准筛选值	修复目标值
镉	16.8	20	20
苯并(a)蒽	5.45	5.5	5.5
苯并(a)芘	0.548	0.55	0.55
苯并(b)荧蒽	5.48	5.5	5.5
二苯并(a,h)蒽	0.55	0.55	0.55
茚并(1,2,3-cd) 芘	5.5	5.5	5.5

结合土壤污染物的空间分布、基于可接受风险水平确定的修复目标值来确定相应污染物的修复范围，见表 2.2-4。污染土壤的最大修复深度为 10.0m，总修复面积 15015.47m²，总修复方量为 56947.17m³（多环芳烃修复方量 55043.07m³，重金属镉修复方量 1904.1m³）。

表 2.2-4 污染土壤修复范围信息表

污染土壤修复区	修复深度	修复面积（m ² ）	修复土方量（m ³ ）	PAHs 修复土方量（m ³ ）	镉修复土方量（m ³ ）
第一层	0-1m	6134.409	6134.409	5499.7093	634.6997
第二层	1-3m	9211.4129	18422.8258	17153.4264	1269.3994
第三层	3-5m	5660.1229	11320.2458	11320.2458	0
第四层	5-8m	5382.688	16148.064	16148.064	0
第五层	8-10m	2460.8125	4921.625	4921.625	0
合计			56947.17	55043.07	1904.1

（1）第一层（0-1m）修复范围与修复量

第一层（0-1m）修复范围包括 A1、A2、A3、A4、A5 区域，其中 A1、A2、A3、A4 区域为多环芳烃修复范围，面积分别为 1025.5793m²、1382.279m²、983.9552m²、2107.8958m²；修复方量分别为 1025.5793m³、1382.279m³、983.9552 m³、2107.8958m³。A5 区域为重金属锑修复范围，面积 634.6997m²，修复方量 634.6997m³。修复范围具体见图 2.2-3、表 2.2-5，修复拐点坐标见表 2.2-6。

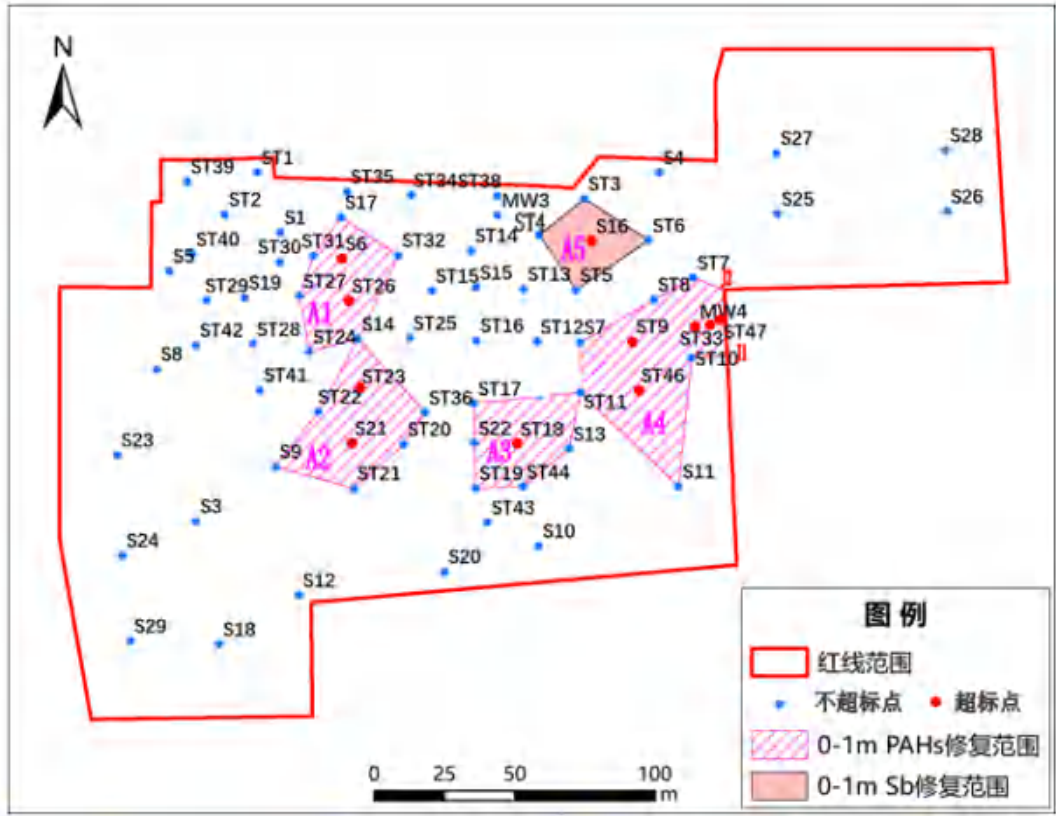


图 2.2-3 第一层（0-1m）修复范围图

表 2.2-5 第一层（0-1m）修复范围、体量统计一览表

污染物	修复深度	区域	面积 m²	方量 m³
多环芳烃	0-1m	A1	1025.5793	1025.5793
		A2	1382.279	1382.279
		A3	983.9552	983.9552
		A4	2107.8958	2107.8958
小计			5499.7093	5499.7093
锑	0-1m	A5	634.6997	634.6997
合计			6134.409	6134.409

表 2.2-6 第一层（0-1m）修复拐点坐标

修复深度	区域	修复边界拐点	拐点坐标		面积 m ²	方量 m ³
			X	Y		
0-1m	A1	S17	486327.53	307319.32	1025.5793	1025.5793
		ST31	486317.55	307305.69		
		ST27	486312.7	307291.27		
		ST24	486316.25	307271.37		
		S14	486333.61	307276.02		

修复深度	区域	修复边界拐点	拐点坐标		面积 m ²	方量 m ³
			X	Y		
	A2	ST32	486347.89	307305.75	1382.279	1382.279
		S14	486333.61	307276.02		
		ST22	486319.5	307250.15		
		S9	486304.29	307230.59		
		ST21	486332.06	307222.76		
		ST20	486349.82	307238.51		
		ST36	486357.48	307249.74		
	A3	ST17	486374.89	307252.95	983.9552	983.9552
		S22	486375.11	307238.98		
		ST19	486375.41	307222.87		
		ST44	486392.3	307223.36		
		S13	486408.73	307236.91		
		ST11	486412.57	307256.89		
	A4	S11	486447.61	307223.42	2107.8958	2107.8958
		ST10	486452.2	307269.3		
		J1	486464.95	307269.87		
		J2	486463.89	307293.36		
		ST7	486452.85	307297.88		
		ST8	486438.80	307290.00		
		S7	486412.76	307274.74		
		ST11	486412.57	307256.89		
	A5	ST6	486436.99	307311.1	634.6997	634.6997
		ST5	486411.08	307293.38		
		ST4	486398.09	307312.94		
		ST3	486414.09	307325.87		

综上，第一层（0-1m）多环芳烃修复范围面积为 5499.7093 m²，修复方量为 5499.7093 m³，重金属镉修复面积为 634.6997 m²，修复方量 634.6997 m³。

（2）第二层（1-3m）修复范围与修复量

第二层（1-3m）修复范围包括 B1、B2、B3、B4、B5 区域，其中 B1、B2、B3、B4 区域为多环芳烃修复范围，面积分别为 1863.8588m²、851.0743m²、5330.798m²、530.9821m²；修复方量分别为 3727.7176m³、1702.1486m³、10661.596 m³、1061.9642m³。B5 区域为重金属镉修复范围，面积 634.6997m²，修复方量 1269.3994m³。修复范围具体见图 2.2-4、表 2.2-7，修复拐点坐标见表 2.2-8。

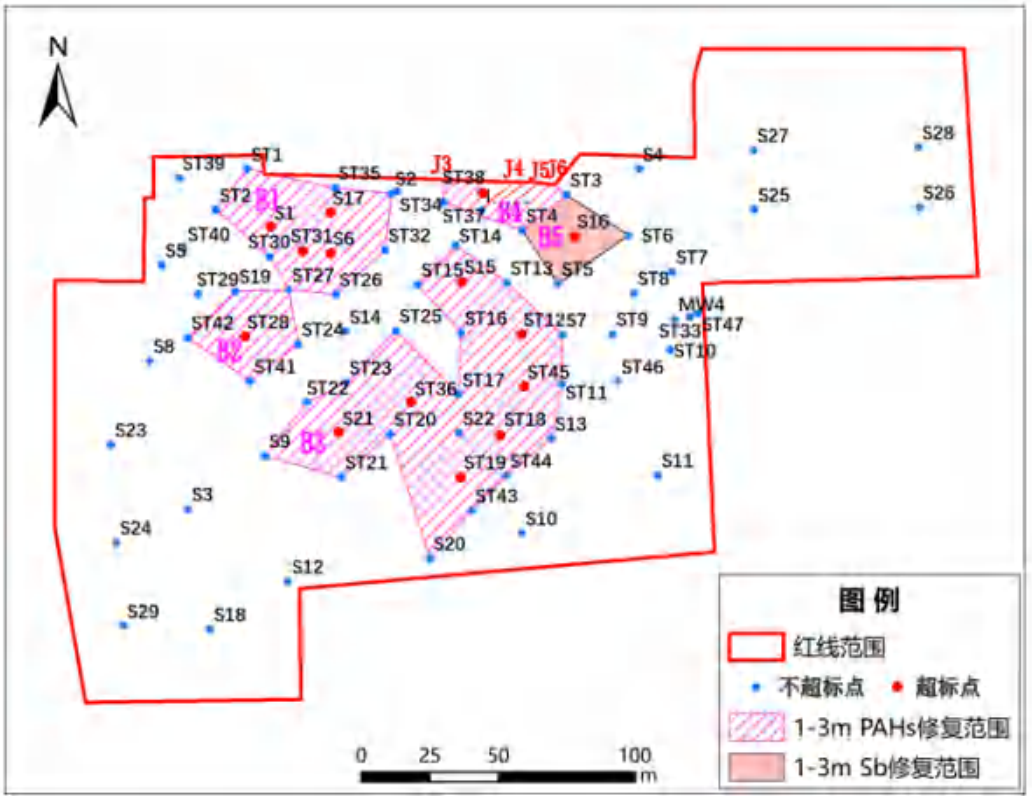


图 2.2-4 第二层（1-3m）修复范围图

表 2.2-7 第二层（1-3m）修复范围、体量统计一览表

污染物	修复深度	区域	面积 m²	方量 m³
多环芳烃	1-3m	B1	1863.8588	3727.7176
		B2	851.0743	1702.1486
		B3	5330.798	10661.596
		B4	530.9821	1061.9642
小计			8576.7132	17153.4264
镉	1-3m	B5	634.6997	1269.3994
合计			9211.4129	18422.8258

表 2.2-8 第二层（1-3m）修复拐点坐标

修复深度	区域	修复边界拐点	拐点坐标		面积 m ²	方量 m ³
			X	Y		
1-3m	B1	ST1	486297.68	307335.32	1863.8588	3727.7176
		ST2	486286.07	307320.34		
		ST30	486305.85	307303.35		
		ST27	486312.7	307291.27		
		ST26	486330.08	307289.56		
		ST32	486347.89	307305.75		
		S2	486350.441	307326.379		
		ST35	486329.63	307328.45		
	B2	ST27	486312.7	307291.27	851.0743	1702.1486
		S19	486293.244	307290.689		
		ST42	486275.96	307273.76		
		ST41	486298.68	307257.78		

修复深度	区域	修复边界拐点	拐点坐标		面积 m ²	方量 m ³
			X	Y		
	B3	ST24	486316.25	307271.37	5330.798	10661.596
		ST25	486351.99	307276.24		
		ST23	486333.69	307257.29		
		ST22	486319.5	307250.15		
		S9	486304.292	307230.592		
		ST21	486332.06	307222.76		
		ST20	486349.82	307238.51		
		S20	486364.418	307193.097		
		ST43	486379.64	307210.69		
		ST44	486392.3	307223.36		
		S13	486408.727	307236.914		
		ST11	486412.57	307256.89		
		S7	486412.764	307274.736		
		ST13	486392.54	307293.73		
		ST14	486373.83	307307.39		
		ST15	486359.92	307293.16		
		ST16	486375.72	307275.4		
		ST17	486374.89	307252.95		
	B4	ST3	486414.09	307325.87	530.9821	1061.9642
		ST4	486398.09	307312.94		
		ST37	486369.3	307323.11		
		J3	486369.566	307331.349		
		J4	486394.228	307330.554		
		J5	486405.281	307330.139		
		J6	486409.91	307329.648		
	B5	ST6	486436.99	307311.1	634.6997	1269.3994
		ST5	486411.08	307293.38		
		ST4	486398.09	307312.94		
		ST3	486414.09	307325.87		

综上，第二层（1-3m）多环芳烃修复范围面积为 8576.7132 m²，修复方量为 17153.4264m³，重金属锑修复面积为 634.6997 m²，修复方量 1269.3994 m³。

（3）第三层（3-5m）修复范围与修复量

第三层（3-5m）修复范围包括 C1、C2、C3、C4、C5 区域，均为多环芳烃修复范围，面积分别为 1655.7198m²、1432.2353m²、1518.8902m²、522.2955m²、530.9821m²；修复方量分别为 3311.4396m³、2864.4706m³、3037.7804 m³、1044.591m³、1061.9642m³。修复范围具体见图 2.2-5、表 2.2-9，修复拐点坐标见表 2.2-10。

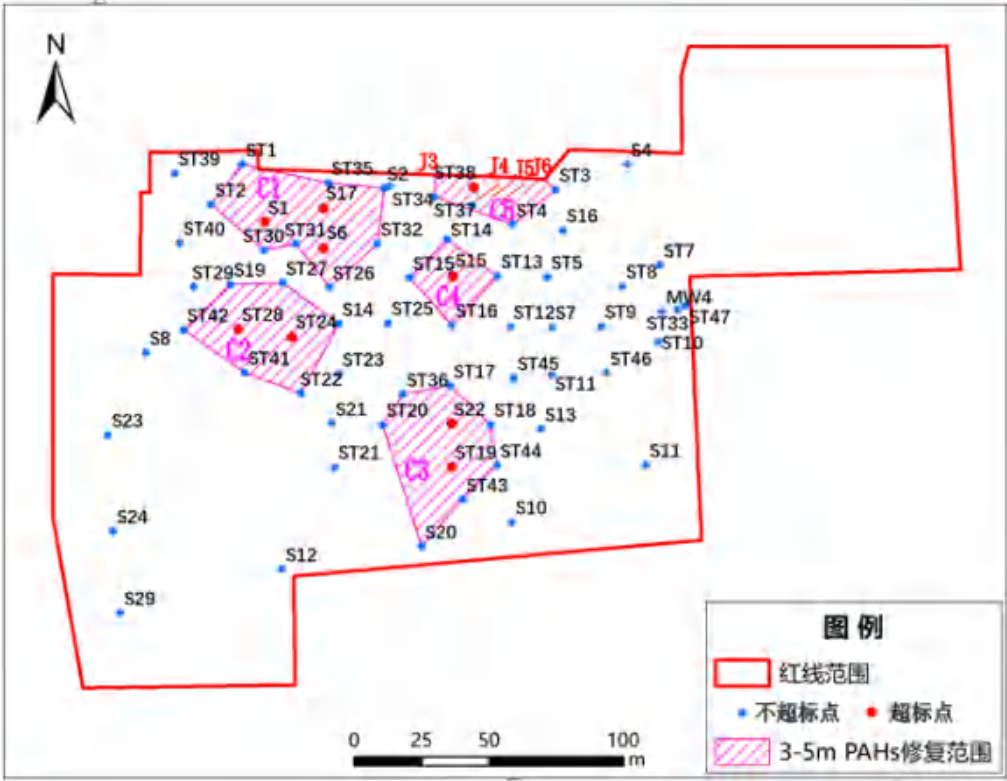


图 2.2-5 第三层（3-5m）修复范围图

表 2.2-9 第三层（3-5m）修复范围、体量统计一览表

污染物	修复深度	区域	面积 m²	方量 m³
多环芳烃	3-5m	C1	1655.7198	3311.4396
		C2	1432.2353	2864.4706
		C3	1518.8902	3037.7804
		C4	522.2955	1044.591
		C5	530.9821	1061.9642
合计			5660.1229	11320.2458

表 2.2-10 第三层（3-5m）修复拐点坐标

修复深度	区域	修复边界拐点	拐点坐标		面积 m ²	方量 m ³
			X	Y		
3-5m	C1	ST1	486297.68	307335.32	1655.7198	3311.4396
		ST2	486286.07	307320.34		
		ST30	486305.85	307303.35		
		ST31	486317.55	307305.69		
		ST26	486330.08	307289.56		
		ST32	486347.89	307305.75		
		S2	486350.441	307326.379		
		ST35	486329.63	307328.45		
	C2	ST27	486312.7	307291.27	1432.2353	2864.4706
		S19	486293.244	307290.689		
		ST42	486275.96	307273.76		
		ST41	486298.68	307257.78		
		ST22	486319.5	307250.15		

修复深度	区域	修复边界拐点	拐点坐标		面积 m ²	方量 m ³
			X	Y		
	C3	S14	486333.606	307276.023	1518.8902	3037.7804
		ST17	486374.89	307252.95		
		ST36	486357.48	307249.74		
		ST20	486349.82	307238.51		
		S20	486364.418	307193.097		
		ST43	486379.64	307210.69		
		ST44	486392.3	307223.36		
		ST18	486389.97	307238.55		
	C4	ST14	486373.83	307307.39	522.2955	1044.591
		ST15	486359.92	307293.16		
		ST16	486375.72	307275.4		
		ST13	486392.54	307293.73		
	C5	ST3	486414.09	307325.87	530.9821	1061.9642
		ST4	486398.09	307312.94		
		ST37	486369.3	307323.11		
		J3	486369.566	307331.349		
		J4	486394.228	307330.554		
		J5	486405.281	307330.139		
		J6	486409.91	307329.648		

综上，第三层（3-5m）多环芳烃修复范围面积为 5660.1229m²，修复方量为 11320.2458m³。

（4）第四层（5-8m）修复范围与修复量

第四层（5-8m）修复范围包括 D1、D2 区域，均为多环芳烃修复范围，面积分别为 3828.2014m²、1554.4866m²；修复方量分别为 11484.6042m³、4663.4598m³。修复范围具体见图 2.2-6、表 2.2-11，修复拐点坐标见表 2.2-12。

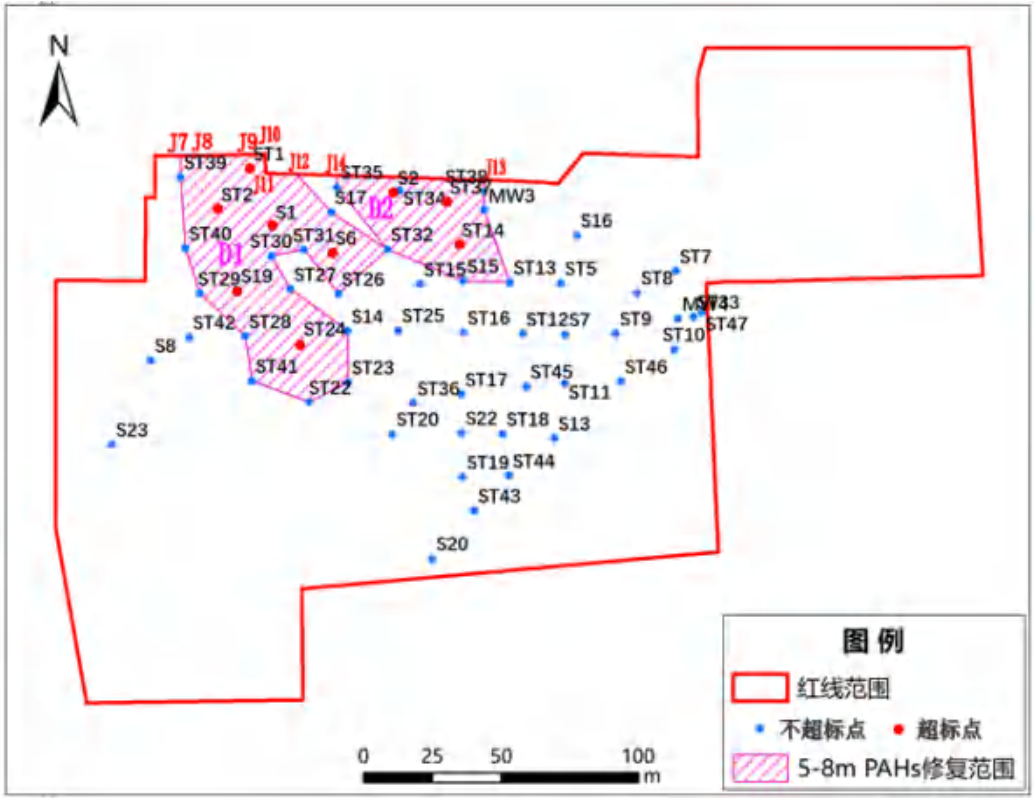


图 2.2-6 第四层（5-8m）修复范围图

表 2.2-11 第四层（5-8m）修复范围、体量统计一览表

污染物	修复深度	区域	面积 m²	方量 m³
多环芳烃	5-8m	D1	3828.2014	11484.6042
		D2	1554.4866	4663.4598
合计			5382.688	16148.064

表 2.2-12 第四层（5-8m）修复拐点坐标

修复深度	区域	修复边界拐点	拐点坐标		面积 m ²	方量 m ³
			X	Y		
5-8m	D1	J7	486272.722	307339.791	3828.2014	11484.6042
		J8	486275.603	307339.779		
		J9	486301.064	307340.43		
		J10	486303.423	307340.534		
		J11	486303.684	307333.422		
		J12	486314.676	307333.119		
		S17	486327.534	307319.315		
		ST32	486347.89	307305.75		
		ST26	486330.08	307289.56		
		ST31	486317.55	307305.69		
		ST30	486305.85	307303.35		
		ST27	486312.7	307291.27		
		S14	486333.606	307276.023		
		ST23	486333.69	307257.29		
		ST22	486319.5	307250.15		
		ST41	486298.68	307257.78		

修复深度	区域	修复边界拐点	拐点坐标		面积 m ²	方量 m ³
			X	Y		
		ST28	486296.27	307274.14		
		ST29	486279.64	307289.77		
		ST40	486274.52	307306.18		
		ST39	486272.69	307331.98		
	D2	J13	486383.339	307330.905	1554.4866	4663.4598
		ST38	486383.21	307326.91		
		MW3	486383.183	307320.017		
		ST13	486392.54	307293.73		
		S15	486375.584	307294.305		
		ST32	486347.89	307305.75		
		ST35	486329.63	307328.45		
		J14	486329.765	307332.632		

综上，第四层（5-8m）多环芳烃修复范围面积为 5382.688m²，修复方量为 16148.064m³。

（5）第五层（8-10m）修复范围与修复量

第五层（8-10m）修复范围包括 E1、E2、E3、E4 区域，均为多环芳烃修复范围，面积分别为 640.2555m²、585.4553m²、615.4113m²、619.6904m²；修复方量分别为 1280.511m³、1170.9106m³、1230.8226m³、1239.3808m³。修复范围具体见图 2.2-7、表 2.2-13，修复拐点坐标见表 2.2-14。

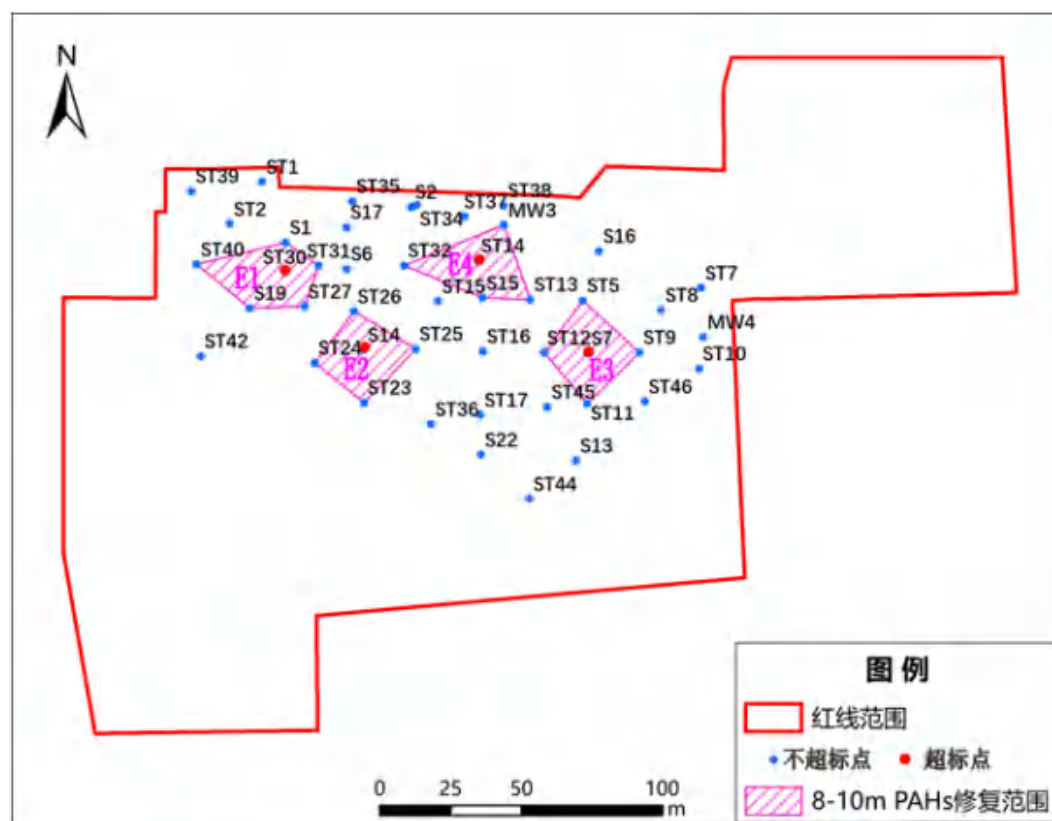


图 2.2-7 第五层（8-10m）修复范围图

表 2.2-13 第五层（8-10m）修复范围、体量统计一览表

污染物	修复深度	区域	面积 m²	方量 m³
多环芳烃	8-10m	E1	640.2555	1280.511
		E2	585.4553	1170.9106
		E3	615.4113	1230.8226
		E4	619.6904	1239.3808
合计			2460.8125	4921.625

表 2.2-14 第五层（8-10m）修复拐点坐标

修复深度	区域	修复边界拐点	拐点坐标		面积 m ²	方量 m ³
			X	Y		
8-10m	E1	S1	486305.982	307313.848	640.2555	1280.511
		ST31	486317.55	307305.69		
		ST27	486312.7	307291.27		
		S19	486293.244	307290.689		
		ST40	486274.52	307306.18		
	E2	ST24	486316.25	307271.37	585.4553	1170.9106
		ST23	486333.69	307257.29		
		ST25	486351.99	307276.24		
		ST26	486330.08	307289.56		
	E3	ST12	486397.42	307275.04	615.4113	1230.8226
		ST5	486411.08	307293.38		
		ST9	486431.15	307275.05		
		ST11	486412.57	307256.89		
	E4	ST32	486347.89	307305.75	619.6904	1239.3808
		MW3	486383.183	307320.017		
		ST13	486392.54	307293.73		
		S15	486375.584	307294.305		

综上，第五层（8-10m）多环芳烃修复范围面积为 2460.8125m²，修复方量为 4921.625m³。

2.3 地块修复方案概述

2.3.1 修复方案内容

2.3.1.1 总体技术路线

根据《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复方案》（北京首钢国际工程技术有限公司，2022 年 5 月），本项目污染范围内土壤主要为多环芳烃污染和重金属镉污染，多环芳烃污染土壤采用异位热脱附技术，重金属镉污染土壤采用异位化学淋洗技术修复治理，修复完成后报效果评估单位对修复后土壤进行验收，验收不合格需制定二次修复方案重新进行修复，直至全部验收合格，则修复结束，修复结束后可组织处置后土壤的外运回填。

场地土壤修复治理的总体技术路线如下图所示。

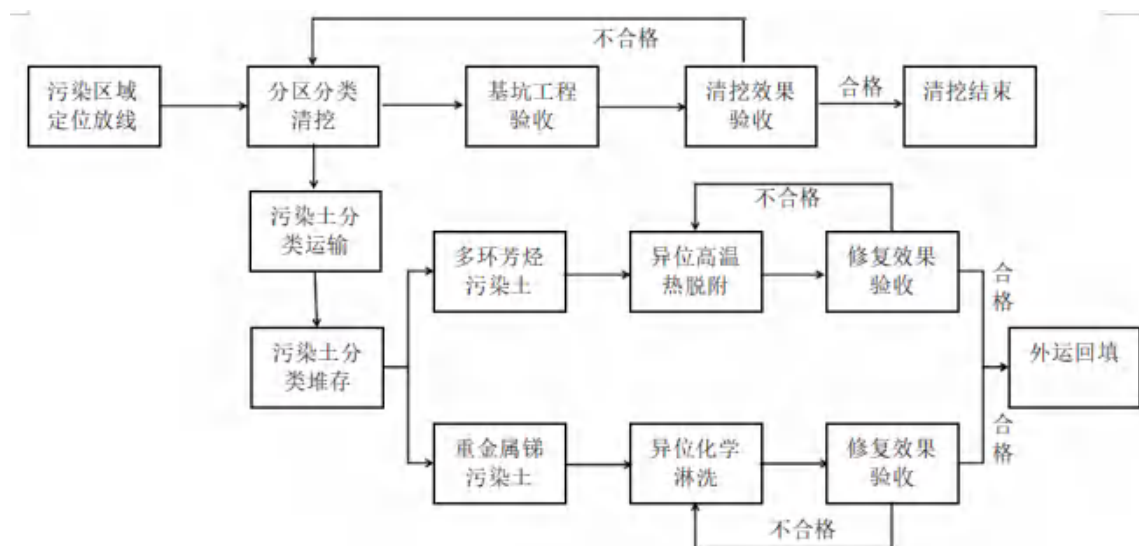


图 2.3-1 总体修复技术路线图

2.3.1.2 修复场地基本情况

（1）修复场地

本项目周边居民区距离近，不适宜在项目现场进行污染土的存储和修复。拟将本项目修复处置区域设置在原首钢主厂区东南角白庙料场内，该区域位于首钢厂区内，水、电、天然气等能源均能满足本项目需求，交通便利，距离本项目约 8 公里。

（2）修复区域主要设施

本项目土壤修复区域占地面积约 2.6 万 m²，主要建设设施包括：

- ①轻钢结构气膜大棚，1#占地面积 3000m²，2#占地面积 1500m²，地面采用 200mm 厚 C25 混凝土浇筑，配套建设尾气净化系统；
- ②大棚内安装一套破碎、筛分预处理设施，处置能力 30t/h；
- ③热脱附修复设施，处理能力 25t/h，占地面积 1000m²；
- ④化学淋洗设施，处理能力 10t/h，占地面积 400m²；
- ⑤成品土临时堆场，占地面积 1500m²；
- ⑥天然气气化站，占地面积 700m²；
- ⑦项目办公区，占地面积 400m²。



图 2.3-2 土壤修复区域位置图 (绿色区域)

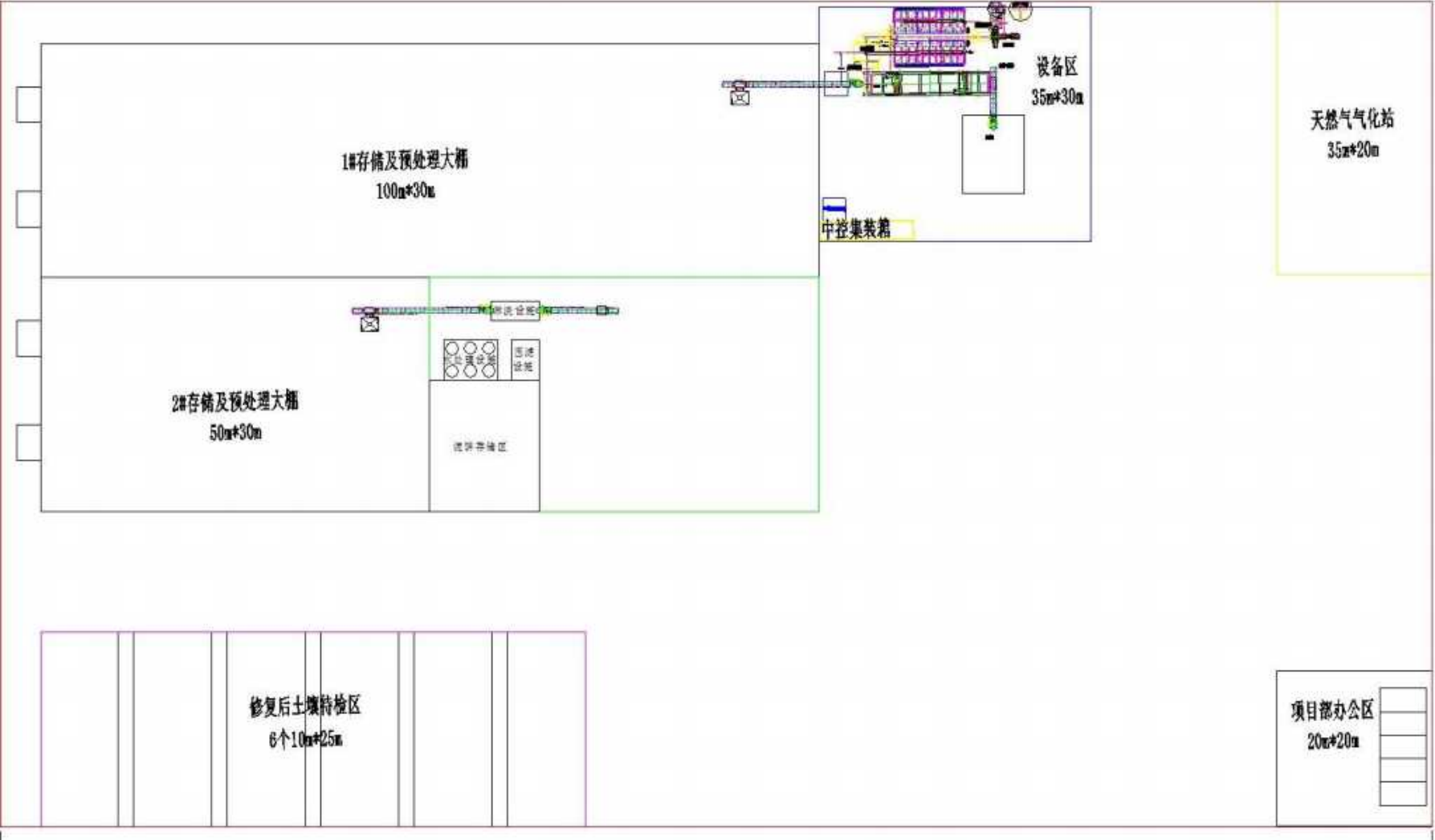


图 2.3-3 首钢热脱附修复区域平面布置图

2.3.1.3 基坑支护方案

本项目最大开挖深度达 10m，且北侧紧邻居民楼，为确保项目的顺利实施，采用桩锚支护形式进行基坑支护。

依据基坑周边环境条件、拟建建筑物结构条件、基坑开挖深度及甲方对施工场地的使用要求，综合考虑安全性、经济性及后期施工的便利性，拟将本工程基坑边坡划分为 4 个支护剖面段，具体见“基坑支护设计平面图”。采用桩锚、排桩和挂网喷护支护方式。具体设计参数详见各剖面图。

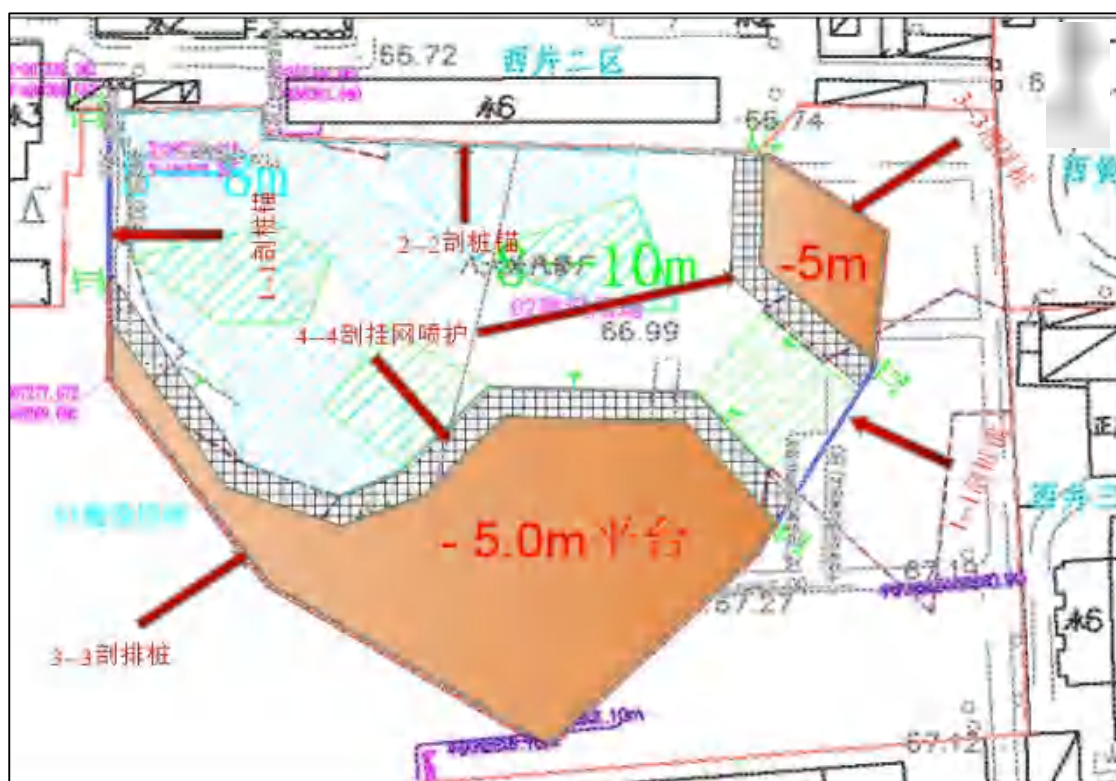
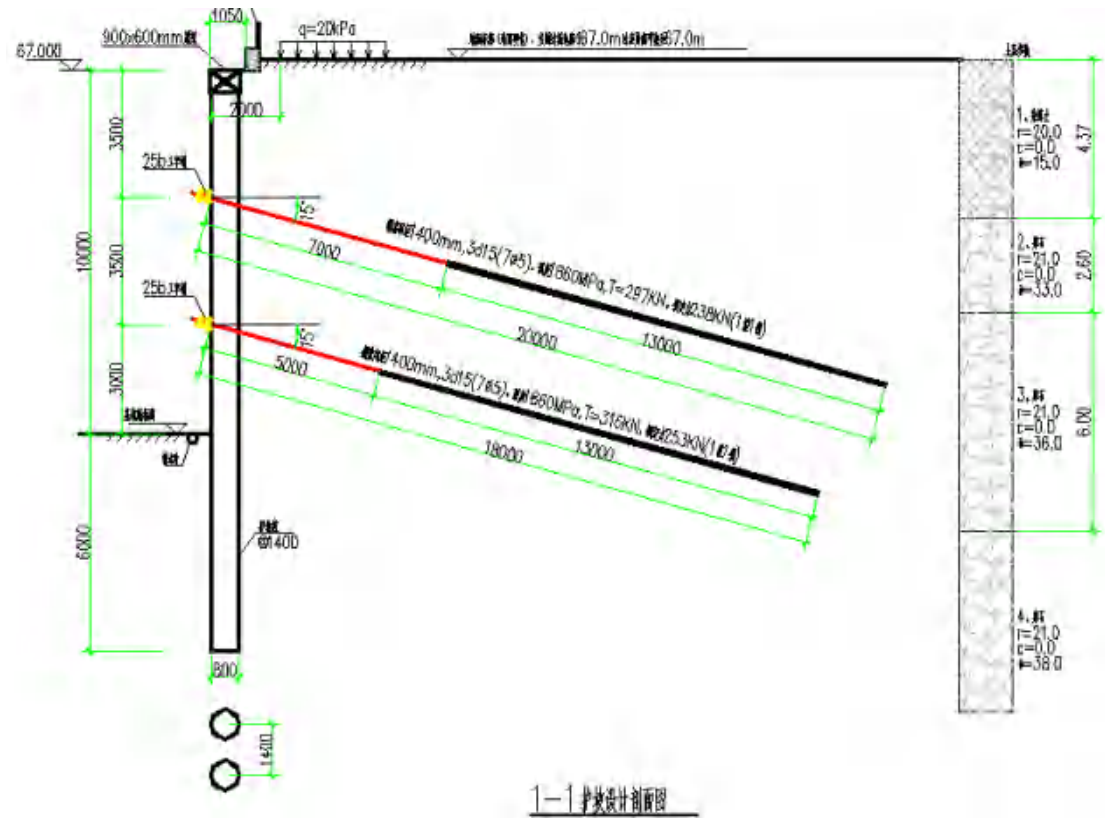
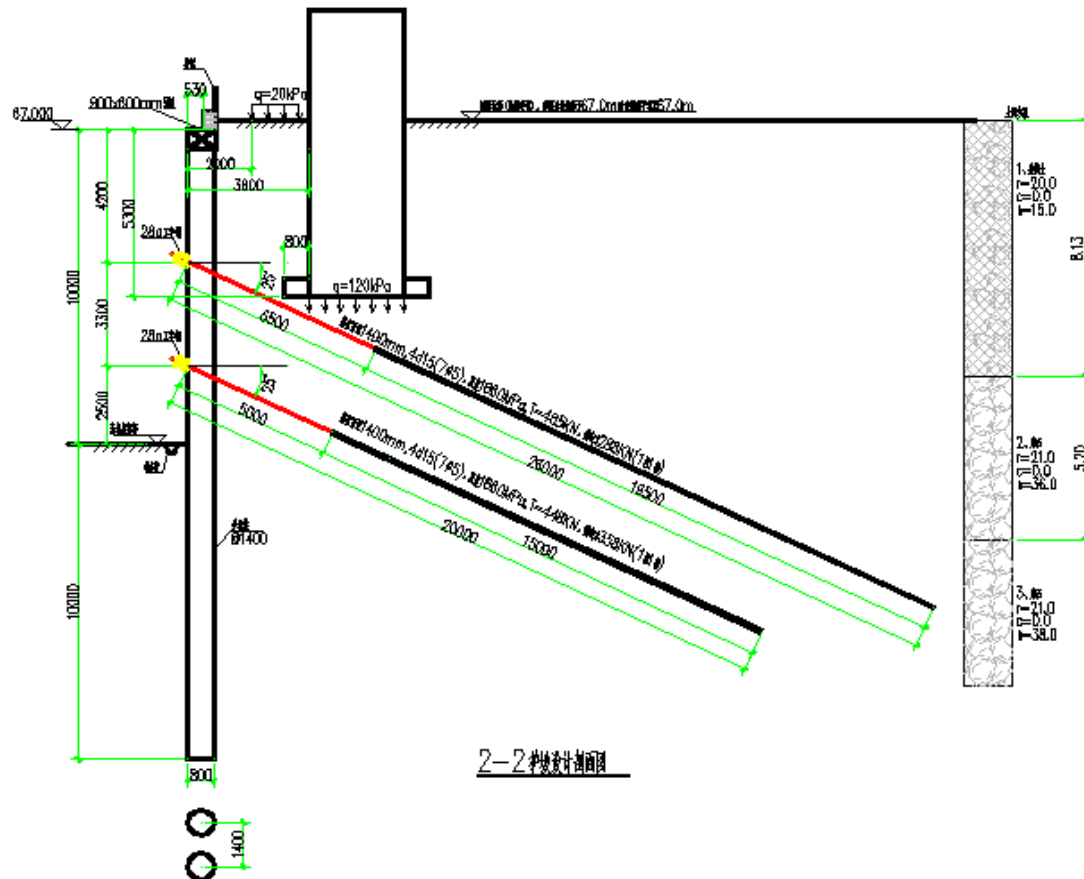


图 2.3-4 基坑支护设计平面示意图



1-1 锚杆设计参数表										
锚杆序号	自由段长度 (m)	锚固段长度 (m)	水平间距 (m)	锚杆入射角 (°)	锚杆直径 (mm)	锚杆拉力标准值 (kN)	锚杆拉力设计值 (kN)	锚杆拉力锁定 (kN)	1860 锚索 (1×/φs15.2) 根数	防腐工艺制 造号
1	7.0	13.0	1.4	15	150	297	409	238	3	25b
2	5.0	13.0	1.4	15	150	316	435	253	3	25b

注：锚杆锁定后锚杆拉力应考虑锁定过程中锚杆拉力损失量。



锚杆类型	自由段长度 (m)	锚固段长度 (m)	水平间距 (m)	锚杆入射角 (°)	锚杆直径 (mm)	锚杆抗力标准值 (kN)	锚杆抗力设计值 (kN)	锚杆拉力锚定 (kN)	180° 锚固 (1×7, 0.5S.2) 系数	锚杆施工时 型号
1	6.5	19.5	1.4	25	150	485	666	388	4	28a
2	5.0	15.0	1.4	25	150	448	616	358	4	28a

注: 锚杆锁定时锚杆拉力应考虑锁定过程中的预应力损失量。

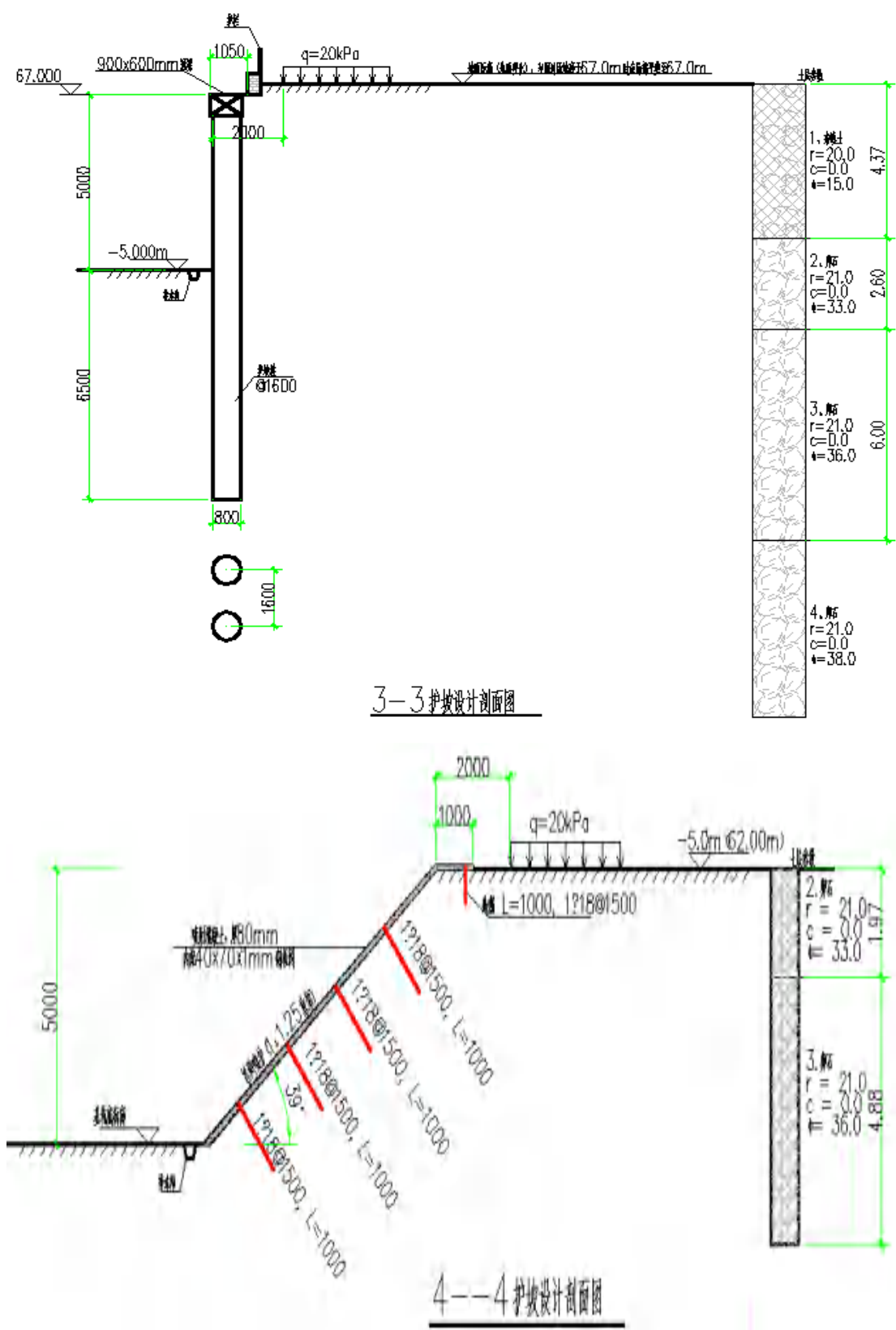


图 2.3-5 基坑支护剖面图

2.3.1.4 污染土清挖方案

(1) 清挖原则

开挖前首先对地下障碍物进行探测，避免大面积开挖时遭到破坏。然后，按照不同区域、不同污染物种类合理组织清挖，土方清挖前，严格按照污染土范围确定的拐点坐标进行测量放线，明确开挖地块污染物种类，根据分区域、分界限、分时限开挖的原则，自北向南、自东向西依次开挖的方式组织。

（2）清挖流程

清挖流程如下图所示。



图 2.3-6 清挖流程

（3）测量放线

依据《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）土壤污染风险评估报告》给出的拐点坐标位置，利用水准仪、全站仪、RTK 等设备分别测放出各区域坐标拐点，用白灰撒出边界线，作为开挖的边界线。边界线测设完成后，由现场监理或者业主进行复核，复核合格后进行开挖。

清挖过程中要随时对边界拐点坐标和基坑底部标高进行测量，避免超挖和

漏挖情况出现。

（4）清挖施工方案

按污染土修复范围分 5 层开挖。分层深度分别为 0-1m、1-3m、3-5m、5-8m 和 8-10m，范围见图 2.3-7。首先按照污染类型不同分类清挖污染土并分类运输至污染土修复场地，污染土清挖完成后，申请工程监理对清挖基坑进行工程验收，工程验收通过后，申请效果评估单位对基坑清挖效果进行验收。清挖效果验收合格后，组织清挖放坡、清表等非污染土，该部分土方根据建设单位安排临时堆放，待污染土全部清挖完后用于基坑回填，回填前应验收合格。

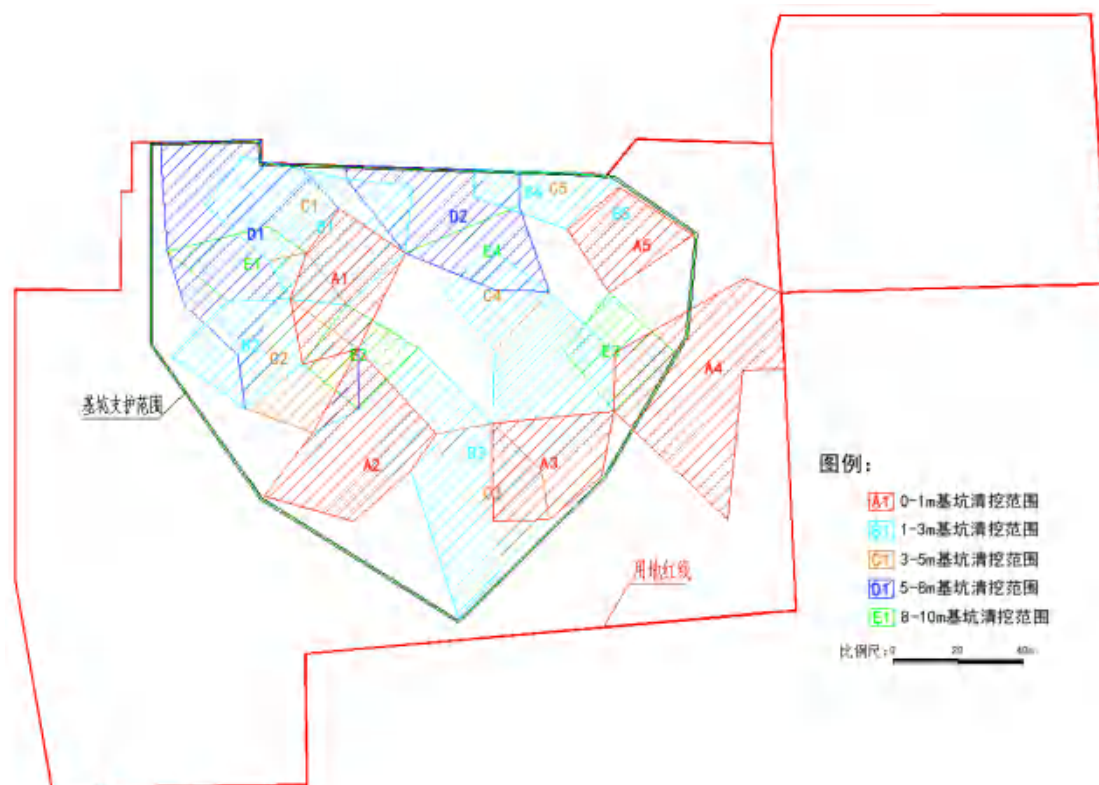


图 2.3-7 基坑清挖范围示意图

（5）清挖施工方法

- ①本工程采用机械开挖加人工清底的开挖方式。单层开挖深度不超过 2m。
- ②每层涉及污染土按边界放坡开挖，先行挖运污染土壤，然后再挖运非污染土。
- ③每层底部留置 30cm 人工清挖，确保清挖干净，待按设计标高和范围开挖完成后可安排坑底、坑壁的检测，如经检测仍存在污染土，须继续开挖，直

至检测合格为止。人工清挖时，应做好对清挖人员的健康防护措施。

④开挖期间应设置截水沟及集水坑，下雨天气及时安放水泵，将坑内积水抽至指定位置并按要求处置后排放。

（6）非污染土清挖处置

开挖出的污染土壤按要求分类运至污染土修复场地进行修复，非污染土壤在场地内选择合适无污染区域进行堆存，堆存过程中及时用密目网进行覆盖，防止扬尘。对暂存的非污染土进行采样检测，每个样品代表的土方量不超过 500m³。若检测不达标，则将不合格样品代表的土壤堆拉运至处置场所处置，如检测合格外运到暂存区存放，后期按要求进行回填埋坑。

2.3.1.5 污染土运输方案

依据《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复方案》，C 地块的污染土运输至首钢热脱附项目场地。设计运输路线情况如下：

污染土壤运输车辆出西黄村 C 地块——苹果园南路——杨庄大街——古城大街——古城南路——首钢热脱附项目场地。运输线路如下图 2.1.5-8。



图 2.3-8 污染土运输路线

2.3.1.6 污染土接收存储方案

有机类污染土清挖后运输至污染土修复区 1#大棚，重金属污染土清挖后运输至污染土修复区 2#大棚，进行筛分破碎等预处理。污染土经预处理后经上料系统进入修复系统进行修复。1#大棚可存储污染土 13000m³，2#大棚可存储污染土 6000m³，通过优化施工组织，协调污染土清挖出土量和热脱附修复量，可控制污染土的最大存储量在 18000m³ 以内，同时，重金属污染土修复完后 2#棚可用于存储有机类污染土。

2.3.1.7 污染土处置方案

（1）有机污染土处置方案

1) 处置工艺流程

根据修复方案，本项目有机污染土壤采用异位热脱附修复技术，具体修复技术路线如下图所示。

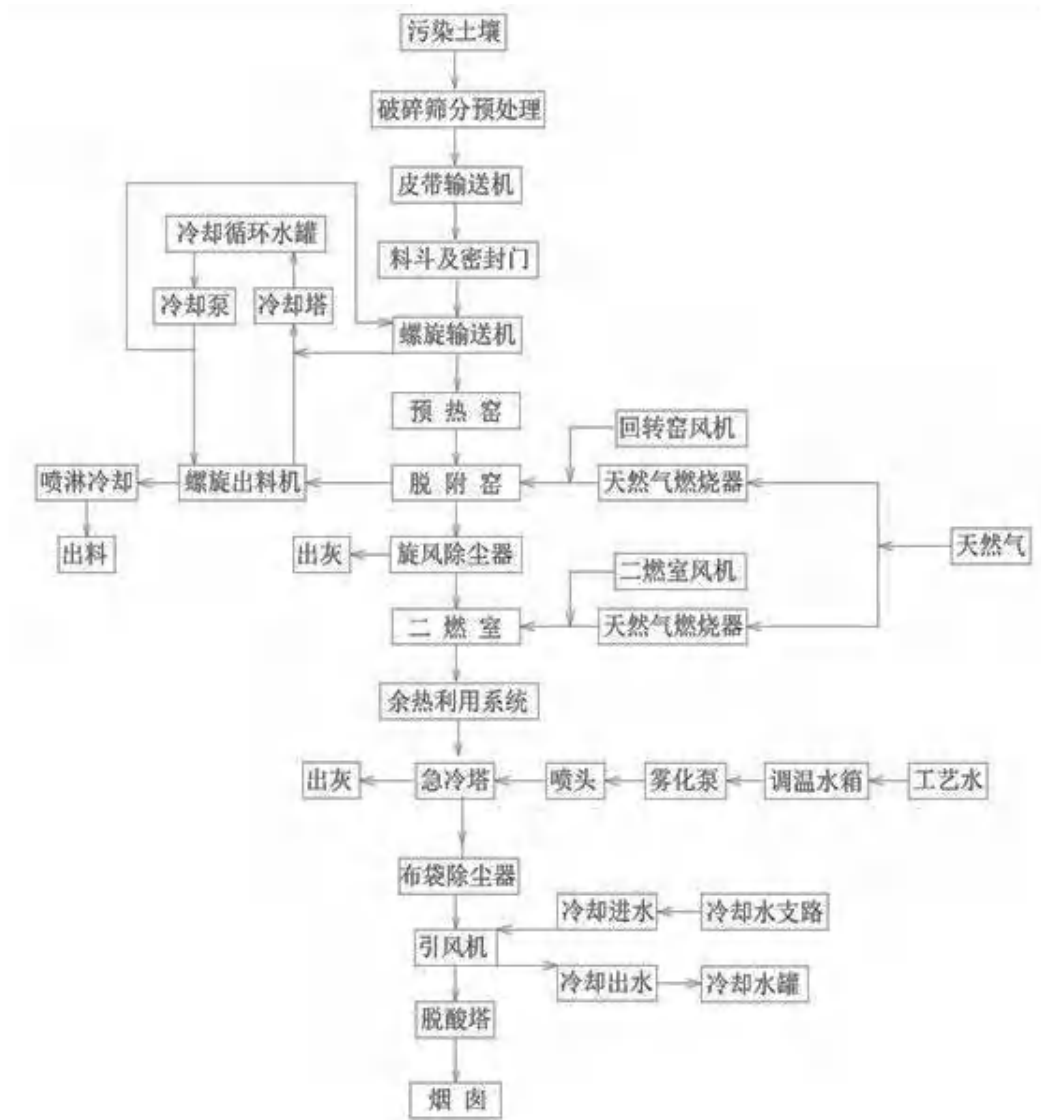


图 2.3-9 热脱附系统工艺流程图

有机类污染土壤挖出后转运至污染土预处理系统首先进行筛分，粒径 $>20\text{mm}$ 的石块、建筑垃圾等物料进行检测，若有机物浓度达到修复目标值要求，则进行外排消纳或再利用，若不达标则经过破碎、筛分后，达到热脱附处理入料要求后，随污染土（粒径 $<20\text{mm}$ ）由皮带输送至集料斗，再由螺旋输送机推入回转窑窑头，窑尾由燃烧器（天然气）加热，依据热脱附技术处理实验研究所得到的结果，保证物料加热温度至 500°C 并停留 20 min ，可确保土壤中有机污染物完全析出，热脱附后的土壤由窑尾出料。

脱附后的有机物、土壤粉尘等污染物随烟气进入旋风除尘器，将混杂在烟气中的土壤粉尘去除后，烟气然后进入二燃室燃烧，二燃室温度 $\geq 850^{\circ}\text{C}$ ，停留时间 ≥ 2 秒，以高温燃尽有机物。二次燃烧室产生的高温烟气进行余热回收，气气换热产生的热空气可用于回转窑和二燃室的助燃空气预热，热交换后的烟气经过调温塔喷淋降温，喷入活性炭和石灰，活性炭可有效吸附重金属、有机污染物，石灰粉则可进行干式脱酸；烟气被送入通过布袋除尘器收集粉尘后，如有必要可进入脱酸塔进一步洗涤吸收烟气中有害的酸性气体，直至气体达标排放。

2) 热脱附系统主要参数

回转窑规格： $\phi 2.4\text{m} \times 16\text{m}$ ；

二燃室： $\phi 3.7\text{m} \times 15.5\text{m}$

回转窑加热（出料）温度： $\leq 550^{\circ}\text{C}$

回转窑转速：0.5~3r/min，变频可调；

污染土回转窑内停留时间： $\geq 15\text{min}$ ；

二燃室焚烧温度： $\geq 850^{\circ}\text{C}$ ；

二燃室烟气停留时间： $\geq 2\text{s}$ ；

(2) 重金属污染土处置方案

1) 处置工艺流程

根据修复方案，本项目重金属污染土采用化学淋洗技术进行处置。本项目选用草酸/柠檬酸作为淋洗剂。并拟采用泥浆反应器、机械筛分、水力旋流筛分等工艺进行污染土壤淋洗。具体工艺流程如下。

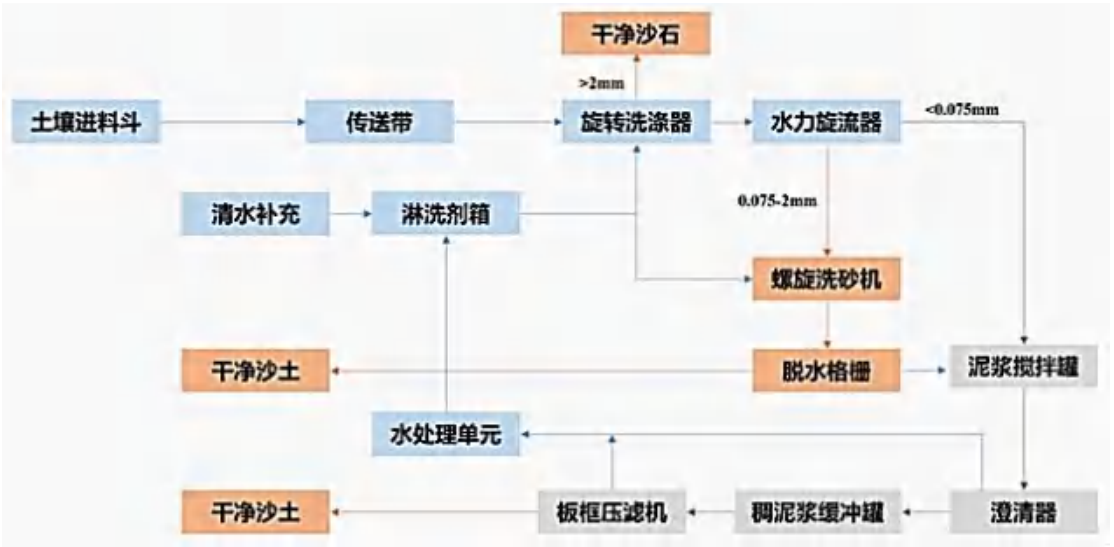


图 2.3-10 淋洗工艺流程图

污染土壤使用破碎、筛分设备进行预处理，筛分清除建筑垃圾和石块，并对大块的土壤进行破碎处理，使土壤团块粒径基本均匀，满足修复设备的进料粒径要求，为土壤淋洗修复施工做好准备。

土壤淋洗处理系统包括进料单元、旋转洗涤器、水力旋流器、螺旋洗砂机、水平搅拌单元、澄清器、压滤机、污水处理单元等。污染的土壤由装料机放置在土壤进料斗内，由料斗布料器控制污染土壤定量落到提取传送带上，再由提取传送带输送至旋转洗涤器口。

在旋转洗涤器的入口加入来自淋洗剂罐的淋洗剂与污染土壤混合，使污染土壤与无污染淋洗剂搅拌，其中颗粒大于 2mm 的砂石经旋转洗涤器的端口排出，振动筛末端设有高压喷水设备，对振动筛的筛上物（粒径大于 2mm）进行清水高压冲洗，经过喷洗后的筛上物主要为砂砾等，达标后安全回填，未达标将再次进入水洗搅拌机进行水洗。

振动筛的筛下泥浆（粒径小于 2mm）将由砂浆泵抽送至水力旋流器进行第二次粒径分级（0.075 mm）。粒径>0.075 mm 的土壤将直接进入螺旋洗砂机进行淋洗，随后进入脱水格栅后进入压滤机，压滤脱水后的土壤堆放于暂存区，检测合格后回填，这部分的废水进入泥浆搅拌池。粒径<0.075 mm 的泥浆从顶端溢出进入泥浆搅拌池进行泥浆淋洗后进入澄清罐，沉淀后的污泥进入稠泥浆缓冲池，最后进入压滤，压滤脱水后的土壤堆放于暂存区，检测合格后回填，澄清罐上清液进入水处理站。此外，该部分土回填前通过晾晒、脱水处理等方式调节土壤含水率符合回填土要求。

2) 主要设备参数

土壤淋洗设备工艺参数如下：

表 2.3-1 异位淋洗设备工艺参数设计表

项目	工艺参数	备注
处理能力(t/h)	10	
固液比	1:4~1:6	根据运行情况可调整
淋洗剂浓度(mmol/L)	30-50	根据运行情况可调整
淋洗时间(h)	>1	
淋洗剂	柠檬酸	无污染

(3) 修复后土壤待检区

修复后土壤待验区位于 2#气膜大棚，总计 12 个待验区，每个区域可堆置修复后土壤 500m³，共计可堆存修复后土壤 6000m³，12 个区域轮流使用，以减少修复后土壤验收时间的制约影响和满足不同种类修复后土壤分别存放的要求。

（4）验收后土壤存放区

验收合格后的土壤若暂时无法运回原址，可在首钢热脱附成品堆场区域堆存。

2.3.1.8 修复后土壤回填方案

根据修复方案，本项目修复合格的土壤在清挖原址进行回填再利用。回填前将基坑四周内清理干净，不得有垃圾、杂物、积水等。回填前应先对回填基坑进行检查和验收，做好隐蔽检查和验收手续。确定好土方机械、车辆的行走路线，事先经过检查，必要时进行加固加宽等准备工作。

填土分层铺摊，严格控制每层填土厚度，每层铺土厚度应根据土质、密实度要求和机具性能确定。

2.3.1 修复方案变更

本工程在实施过程中，涉及总平面布置等 6 项内容发生变更。《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、650 地块）污染土壤修复方案（变更版）》经过专家评审。相关变更及备案材料见附件 4 和附件 9。

2.3.1.1 修复场地平面布置变更

在修复区建设过程中，北京首科兴业公司作为修复单位向北京市政府主管部门申请气膜大棚建设手续，石景山区规委回复同意建设 300m² 以内密闭大棚。

考虑到本工程污染土方量较大，同意新建的 2 个负压气膜大棚无法满足污染土暂存需求。经与修复实施方案编制单位沟通联系确认，本工程污染土暂存场地拟变更为首钢 1#正压气膜大棚，该大棚占地 8100m²，内部设有挡土墙隔断，可实现污染土壤的分类暂存，同时大棚配套的有尾气处理设施，可满足项目污染土暂存的环保要求。为降低污染土短距离倒运过程的环境影响，以及配合有机污染土壤的上料及降温出料，本次分别新建负压进料间和出料间，占地面积均为 300m²，热脱附及淋洗修复设施调整到 1#正压气膜大棚东南侧建设。



图 2.3-11 变更后修复区域平面布置图

2.3.1.2 清洁土堆存区位置变更

由于清挖现场红线范围内场地面积有限，无法完全满足项目全部清洁土方的待检和临时堆存，经沟通协调，在清挖现场西南部设置清洁土待检区，在修复处置场地西北侧设置清洁土暂存区，暂存区占地约 5000m²，可满足项目清洁土的临时堆存需求，清洁土在待检区检测合格后转运至暂存区进行堆存。

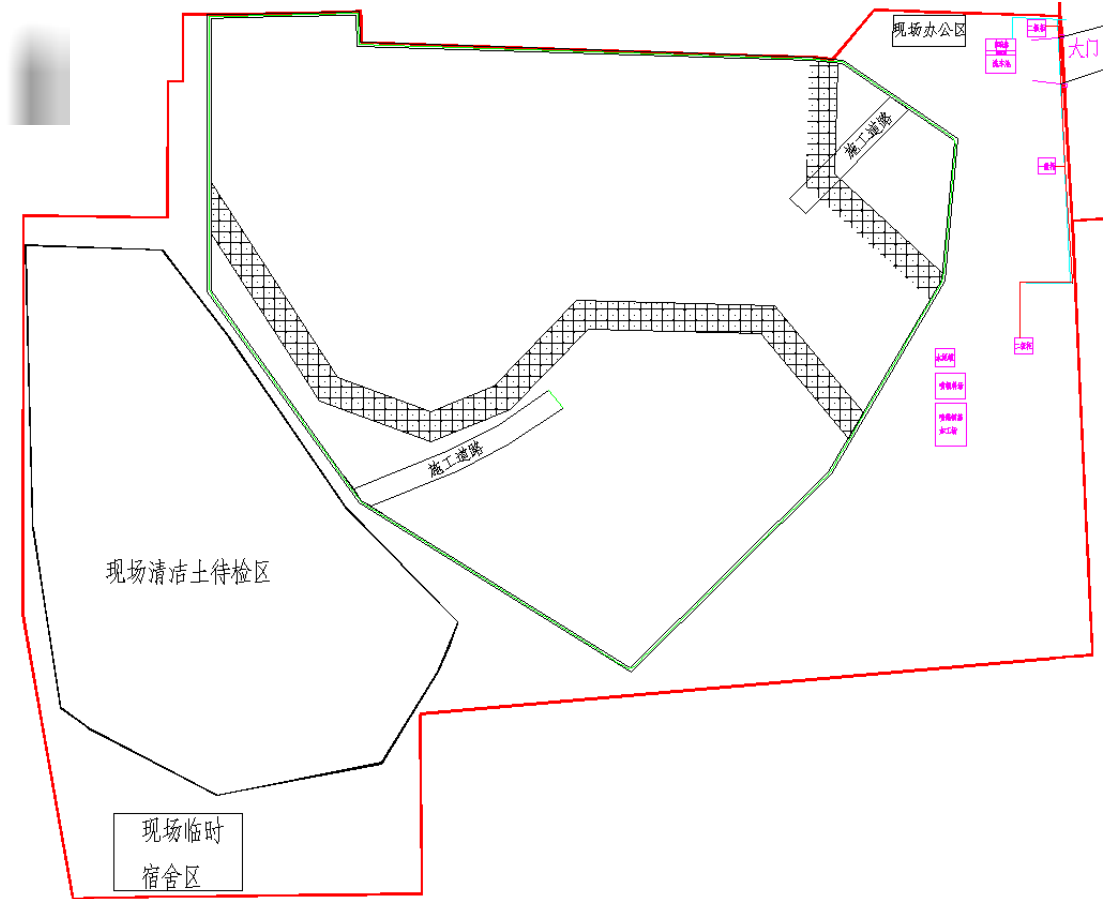


图 2.3-12 清挖现场清洁土待检区位置示意图



图 2.3-13 变更后修复处置场地清洁土暂存区位置示意图

2.3.1.3 新增复合污染土处置方式

《修复方案》未明确清挖现场可能出现的重金属污染物（镉）和有机类污染物（苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘）复合污染土壤的修复处置方式。考虑到项目采取的实际修复技术，补充确认对该类复合污染土壤采取“异位热脱附+异位化学淋洗”的组合处置工艺，待复合污染土经异位热脱附技术修复并检测合格后，开展化学淋洗修复，从而消除复合污染的情况。

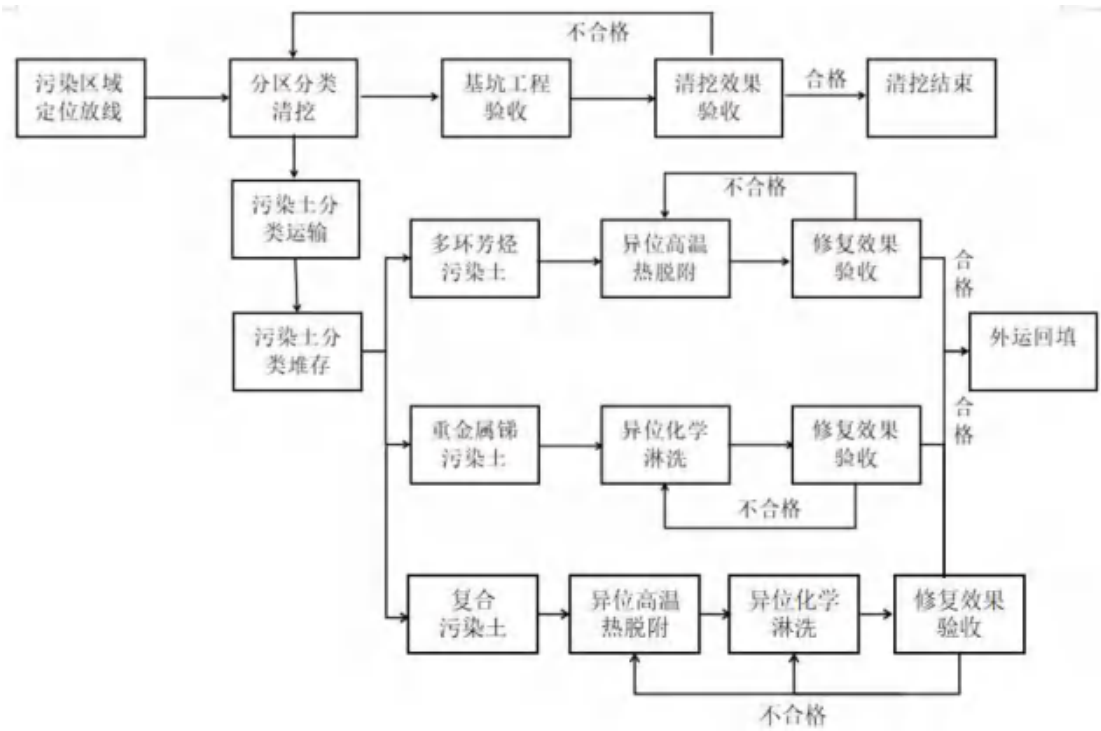


图 2.3-14 变更后修复技术路线图

2.3.1.4 淋洗废水处理

本项目镉污染土壤采用化学淋洗技术进行修复。修复方案中对于淋洗废水的处理流程存在“经过亚铁离子(Fe²⁺)和过氧化氢联合氧化，去除大部分有机污染物”的描述，为消除额外化学药剂添加对于水环境造成的不良影响，修复方案调整了淋洗废水的处理流程。

其次，修复方案未明确废水排放的排放标准，此次方案调整补充了废水修复效果评估的要求及标准，需满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）、《地下水质量标准》（GB14848-2017）和《上海市建设用地地下水污染风险管控筛选值补充指标》中的相关排放标准。

2.3.1.5 运输路线变更

原《修复方案》运输路线：西黄村棚改项目 C 地块距离首钢热脱附项目场地 4.8km。污染土壤运输车辆出西黄村棚改项目 C 地块—苹果园南路—杨庄大街—古城大街—古城南路—首钢热脱附项目场地。



图 2.3-15 原修复方案污染土运输路线

考虑到污染土运输过程可能存在遗撒现象的发生，且《修复方案》中设计的运输路线两侧主要为居民区、商业街区，敏感点较多，污染土运输过程中易对周边环境产生影响，以及造成交通拥堵现象的发生。为避免以上事项的发生，该设计运输路线进行了变更。

变更后运输路线为：西黄村 C 地块—苹果园南路—杨庄东街—西五环—京原路—古城南街—首钢热脱附项目场地。污染土实际运输路线见图 2.3-16。



图 2.3-16 变更后污染土运输路线

2.3.1.6 洗车池废水、污泥处置方式变更

《修复方案》要求修复工程结束后，对洗车池水质进行检测，检测合格可排放到污水管网，方案中未明确洗车池废水的检测项目及限值标准。

经多方沟通确认，本次工程结束后对洗车池废水进行检测，检测指标为目标污染物（镉、苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒹、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、石油烃(C₁₀-C₄₀)）及《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020)表 1 和表 2 中除大肠埃希氏菌之外的检测项目。

镉、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒹的评价标准参考《地下水质量标准》(GB14848-

2017) 中 III 类标准对应的指标限值，苯并(a)蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘及石油烃(C₁₀-C₄₀) 的评价标准参考《上海市建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控与修复方案编制、风险管控与修复效果评估工作的补充规定(试行)》(2020 年 3 月) 附件 5 上海市建设用地地下水污染风险管控筛选值补充指标中第一类用地对应的筛选值，其他检测指标评价标准参考《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T18920-2020) 表 1 和表 2 中城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工对应的指标限值。洗车池废水检测合格后用于场地洒水抑尘，不合格使用罐车运输到有处置资质和处置能力的单位进行处置。

同时，考虑到洗车池底部沉淀物可能出现单一重金属污染、单一有机污染和复合污染的不同情况，工程结束后对洗车池底部沉淀物进行检测，检测指标为目标污染物（锑、苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、石油烃(C₁₀-C₄₀)），评价标准与修复目标一致，洗车池底部沉淀物检测合格可用于本场地基坑回填，不合格按照污染状况送至修复处置场地选择对应的修复技术进行修复处置。

3 修复工程实施情况

3.1 项目总体实施内容汇总

本工程基本情况见表 3.1-1。

表 3.1-1 工程基本情况

序号	项目	内容
1	项目名称	石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程
2	项目地点	石景山区西黄村
3	工程范围	多环芳烃污染土壤采用异位热脱附修复技术，镉污染土壤采用化学淋洗修复技术，复合污染土壤采取“异位热脱附+异位化学淋洗”的组合处置工艺。污染土设计修复方量为 56947.17m ³ （多环芳烃污染土修复方量 55043.07m ³ ，镉污染土修复方量 1904.1m ³ ），实际扩挖污染土修复方量为 17915.82m ³ （多环芳烃类修复方量 16725.91m ³ ，重金属镉修复方量 1152.14m ³ ，复合污染土修复方量 37.77m ³ ），本工程实际修复方量为 74862.99m ³ 。
4	工期	2022 年 12 月 1 日~2024 年 8 月 3 日，共 611 天。其中，2022 年 12 月 1 日~2023 年 3 月 30 日进行人员组织分工、基坑支护桩施工、车辆备案、道路清理、测量放线、清理地表等工作；2023 年 4 月 3 日~2024 年 6 月 6 日完成全部清挖转运工作；修复处置场地 2023 年 4 月 3 日开始接收污染土与检测合格清洁土，2024 年 4 月 7 日完成镉污染土化学淋洗修复工作；2024 年 6 月 14 日完成多环芳烃污染土热脱附修复工作；2024 年 8 月 3 日完成全部修复后成品土的回填工作。
5	建设单位	北京鑒金置业有限责任公司
6	修复方案编制单位	北京首钢国际工程技术有限公司
7	清挖运输施工单位	北京首钢建设集团有限公司市政分公司
8	污染土处置单位	北京首科兴业工程技术有限公司
9	工程监理单位	北京磐石建设监理有限责任公司
10	环境监理单位	北京华夏博信环境咨询有限公司
11	效果评估单位	北京市勘察设计研究院有限公司

3.2 总体施工流程和部署

结合污染土壤修复技术特点，综合考虑环境风险、修复效果、工程投资及国内外工程经验等因素，确定适合本工程的污染修复方案，项目实施流程如下：

（1）修复方案编制

进场后针对本项目场地的污染现状及特点编制具有针对性的修复工程修复方案，并由建设单位组织专家进行评审，专家评审通过并修改完毕后的修复方案作为本项目现场实施依据，并在项目经理部正式进场前完成项目技术交底工作。

（2）施工准备

进场后首先完成现场交接工作，进行场地“三通一平”的进场措施建设、地面必要硬化、现场清挖区的临时设施建设及修复处置场地的修复设施安装。其中，现场清挖区临时设施建设包括施工管理用房、洗车池等，修复处置场地修复设施安装包括热脱附设施及淋洗设施安装等。同时对清挖现场进行测量放线，校核现场坐标控制网。

（3）污染土壤清挖

施工准备工作完成并报监理批准后，即可进行污染土壤的清挖工作。基坑清挖前，首先进行测量放线工作，再进行污染土壤的清挖并组织基坑清挖效果自检工作。对污染深度相对较深的基坑，采用分层开挖的方式。自检采样在清挖完毕且监理确认后，自检合格后，申请效果评估单位开展验收。为方便组织现场样品采集，验收采取逐区验收的方式进行。验收合格后，即清挖完成，不合格则需制定扩挖方案进行扩挖，直至验收合格为止。

（4）污染土壤运输

基坑清挖的同时，组织对清挖污染土按照不同污染类别分别装车并运输至修复处置场地。

（5）污染土壤暂存

本工程污染土壤暂存区为修复处置场地的首钢 1#正压气膜大棚，该大棚配套的有尾气处理设施，可满足项目污染土暂存的环保要求。

（6）污染土壤修复处置

多环芳烃和重金属污染土壤在 1#正压气膜大棚内分别进行筛分预处理，预处理后的多环芳烃污染土壤采用热脱附技术进行修复处置，处置后废气通过尾气处理系统后达标排放，避免有毒气体的逸散对大气造成二次污染；重金属污染土壤采用化学淋洗技术进行修复处置，淋洗废水全部经过水处理系统处理后回用做淋洗用水，最后一批次土壤淋洗用水经检测合格后供现场洒水抑尘使用，淋洗污泥脱水后形成的泥饼委托有资质的单位进行处置。复合污染土壤采取“异位热脱附+异位化学淋洗”的组合处置工艺。

（7）污染土壤回填

清洁土、预处理筛上物及修复后成品土经检测合格后回填至原场地基坑

内，回填过程进行压实。

（8）竣工报告编制

修复工程全部完成后，编制本项目的污染修复竣工报告，与监理报告一起交付效果评估单位，同期编制效果评估报告。

本工程总体施工顺序为：修复方案编制→现场交接→三通一平→测量放线→清挖区临时设施建设及修复处置场地修复设施建设→污染土壤清挖及基坑验收→污染土壤外运→污染土壤暂存预处理→污染土壤修复处置及验收→污染土壤回填→总体竣工验收与场地交接。本项目总体施工流程如下图：

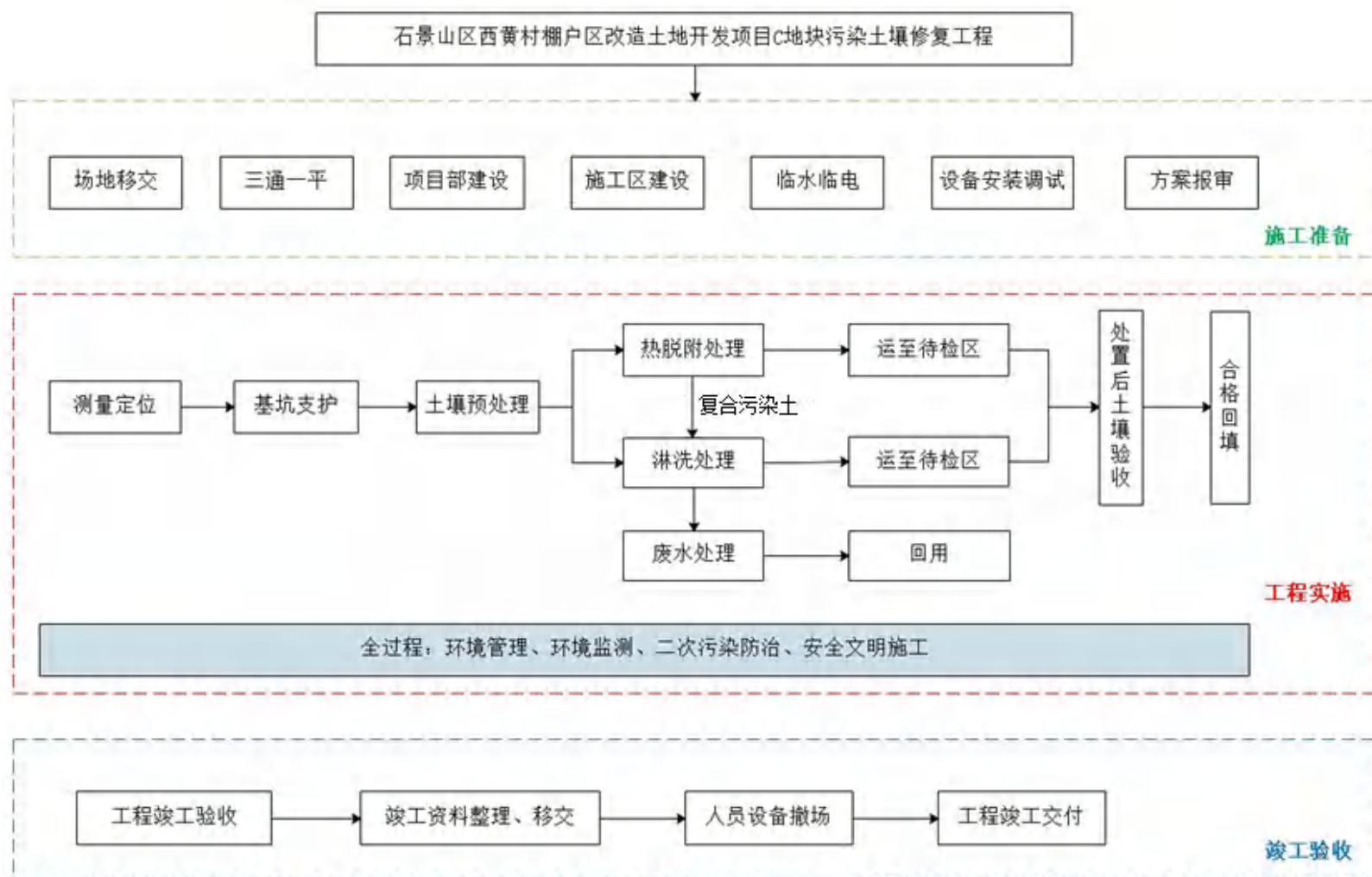


图 3.2-1 总体施工流程图

3.3 项目实施准备

为保证整个工程的顺利进行，治理施工开始前需要进行一系列准备工作，包括：组织准备、技术准备、场地准备（如：定位测绘、作业机具准备、场地清理与整平、临时设施建设、分区设置、修复设施安装、部分区域硬化准备等）以及场地施工机械设备准备。

3.3.1 施工组织准备

项目领导小组由项目经理、技术负责人、施工负责人和专职安全负责人组成。

3.3.2 施工技术准备

（1）制定施工进度及相关计划

根据合同约定和业主单位要求，制定工程施工总控制进度计划、阶段施工进度计划；根据进度计划制定其他计划如方案编制计划、设计施工图纸、劳动力计划、施工机械设备进场计划、材料进场计划、资金计划等，及时报送业主单位和监理单位审批确认。

（2）施工组织设计和方案编制报审

根据进度计划要求，编制土壤清挖专项方案。做到施工组织设计和施工方案先行，方案指导生产，同时根据实际情况进行调整和细化。

3.3.3 施工场地准备

（1）清挖场地准备

施工单位于 2022 年 12 月 1 日~2023 年 3 月 30 日进行基坑支护桩施工、车辆备案、道路清理、测量放线、场地清理等工作。

1) 场地清理

清理施工场地内杂物，并进行施工场地平整。规划出土方车辆临时道路。

2) 测量放线

根据施工现场总平面布置图进行测量放线。进场后，进行测量控制网的交接，设立场内备用控制点，并做好控制点的保护工作；场地平整后，对各地块修复区域、场地建设区域等进行测量放线定位，核实污染区域，用白灰划出开挖边缘线，测量现状标高，与场地风险评估报告确定的孔口标高进行复核；对场内临时辅助设施建设位置进行定位，方便临时设施建设。

3) 临时设施建设

根据平面布置，进行生活办公区、车辆冲洗区等临时设施的建设。	
	
基坑支护	地面硬化
	
办公区建设	临时宿舍区建设
	
洗车池修建	洗车池实景

图 3.3-1 清挖场地准备工作

（2）修复处置场地准备

修复单位于 2022 年 12 月 15 日至 2023 年 2 月 28 日，2023 年 10 月 1 日至 2023 年 10 月 7 日分别开展热脱附修复区和淋洗处置区的施工准备工作，具体包括区域场地硬化、临水临电接通、燃气接通、待检区平整与 HDPE 膜铺设、上料间及出料间搭建、热脱附及淋洗设备安装调试等工作。

1) 处置区场地硬化

在各功能区域平面位置确定以后，对施工涉及的区域的杂草等进行清理，方便后续场地临时建筑建设，功能区中热脱附处置区、淋洗处置区及淋洗待检区所涉及区域均采用 C25 抗渗混凝土浇筑，厚度 20cm。

2) 上料间及出料间搭建

投影面积 300m²，采用钢桁架结构。外覆柔软膜材。内部设置有抽风口，管道连接至回转窑窑头，保持上料间处于负压状态，有效控制气味逸散。顶部安装照明系统，大棚内设置 2 盏高亮照明灯，施工过程中基本满足施工要求。

3) 待检区建设

待检区建设包括淋洗（重金属成品土）待检区和热脱附（有机成品土）待检区，其中重金属成品土待检区临近淋洗处置区，地面均采用防渗处理，底部铺设防渗 HDPE 膜，防渗膜以上采用 20cm 厚度的 C25 抗渗混凝土浇筑，防止污染物向下渗漏。淋洗修复施工四周砌有止水围堰，防止污染土中浸出少量污水溢流造成二次污染。

由于本项目涉及实际转运土方较大，有机成品土堆场在修复期间出现堆高安全受限，2024 年 4 月我司积极协调并建设 1500m² 待检区作为有机成品土缓冲待检区域，底部铺设防渗 HDPE 膜，防止污染物向下渗漏。同时进一步协调公司内部各项目需求，后期扩大了有机成品土堆场占地面积。

具体情况如下图所示。

	
场地硬化	热脱附设备安装

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
 工程编号：2022 场评 015

	
上料间及出料间建设	
	
淋洗处置区防渗建设	有机成品土待检区建设
	
临电建设	止水围堰建设
	
临时项目部建设	处置区警示标识

图 3.3-2 修复处置场地准备工作

3.3.4 施工物资准备

（1）机械设备准备

按照项目修复土方量和施工进度计划准备好各类机械和施工设备。根据项目的实际需要，将机械/设备用于基坑支护、土方挖运、修复、回填等施工工序。

（2）试验和检测仪器设备

本项目预投入的试验和检测仪器设备主要用于施工清挖阶段、设备安装阶段的定位放线、修复实施过程中的环境监测。

（3）药剂的准备

项目需要的土壤淋洗药剂为柠檬酸，废水处置药剂为混凝剂（PAC）、絮凝剂（PAM）及重金属捕捉剂。

3.4 总平面布置

3.4.1 清挖现场总平面布置

清挖现场内设置生活办公区、车辆冲洗区、清洁土待检区。

（1）生活办公区

生活办公区包括办公室、会议室、宿舍、厕所等，为项目施工期间现场工作人员提供必要的办公及生活设施。

（2）车辆冲洗区

所有由污染区域进入非污染区域的设备、机具均需在车辆清洗区清洗干净，包括挖掘机、运输车辆等。

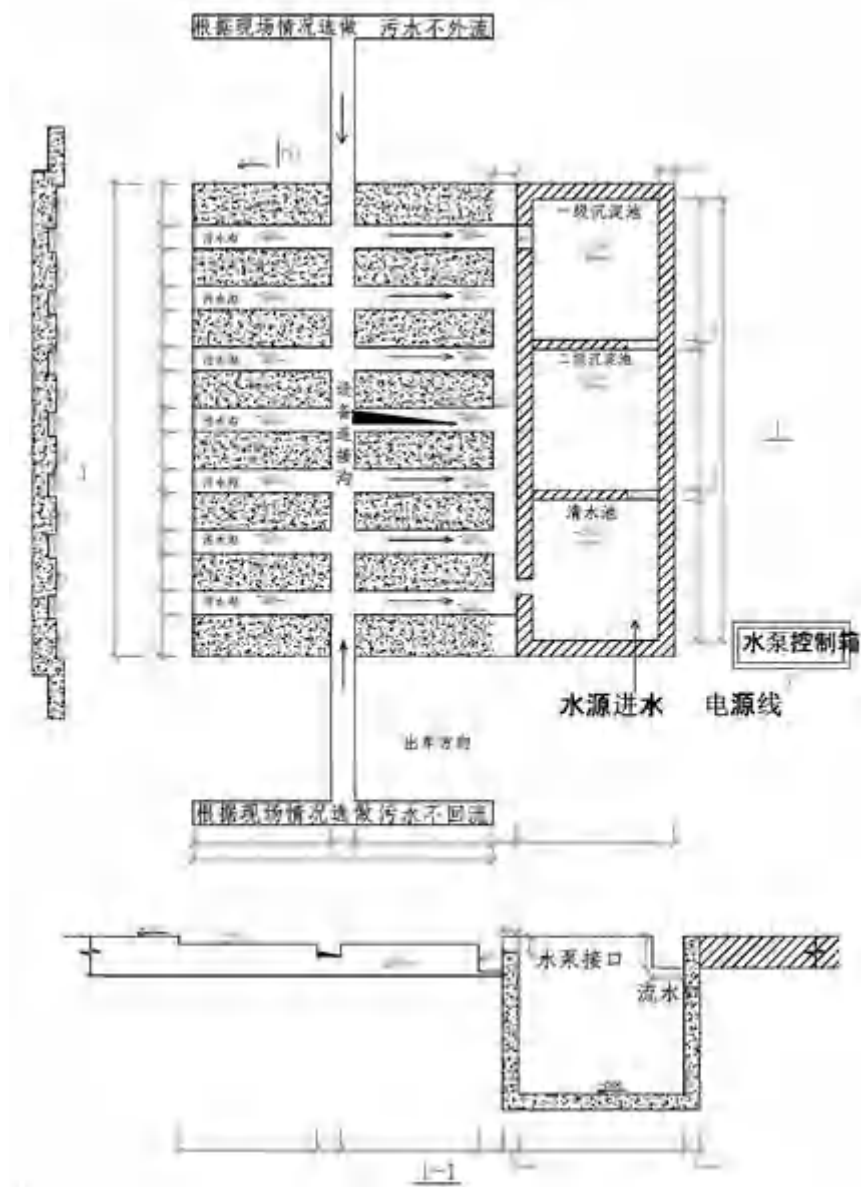


图 3.4-1 洗车池结构图

根据现场条件，在清挖现场出口处施工便道上设置洗车台一处，埋深 0.5m，长 6m，宽 3.8m，占地面积 22.8 m²。施工流程如下：

1) 测量放线

洗车台根据场地平面布置方案，采用红色喷漆画出开挖红线。

2) 基槽开挖

根据定位放线位置和尺寸开挖基槽，由于场地内地质由上至下依次为砼路面层、块石或建筑垃圾回填层、淤泥质土层和基岩，洗车台和沉淀池开挖深度范围内在砼路面层和块石回填层范围内，基地落于块石回填层上。故若在开挖过程中发现部分软弱土及杂填土，须清理并挖至硬质土后测地基承载力，若承

承载力不能满足要求，则用夯实或换填法加固地基直到能够满足要求为止。

3) 安装模板

根据洗车台设计尺寸厚度安装模板，模板采用标准钢模，并加固。

4) 浇筑砼、砌墙

洗车台垫层、侧墙和中间隔墙采用 C25 砼浇注，并振捣密实；垫层厚 15cm，四周侧墙厚 25cm、高 2m（不含垫层），中间隔墙厚 30cm、高 2m（不含垫层）。沉淀池底部垫层采用 C25 砼浇注 15cm 厚；洗车台和沉淀池垫层上为聚氨酯防水卷材，面层为 5cm 厚混凝土。

5) 安装洗车平台

洗车平台采用按洗车槽尺寸切好的 I18 工字钢，间距 25cm，排列安装，纵向采用 $\Phi 22$ 连接筋间距 40cm 连接成整体，每 1.5m 为一个单元。

6) 墙面抹灰

砌体完成后，和开挖面间存在间隙，须采用同类土或粘土回填，夯实。回填结束后，采用砂浆将地表收面。

（3）清洁土待检区

由于本场地基坑清挖过程中产生表层清洁土、夹层清洁土及清洁放坡土，清洁土暂存于场地西南部的清洁土待检区。按照每 500m³ 采集一个样品进行检测，检测合格则回填至基坑内，不合格则送往处置场进行修复。

（4）现场道路

根据平面布置图，测量人员做好场内道路位置的测量放线工作，之后土方施工按照划定好的线路进行运输。

根据本项目作业现场平面布置原则及内容，作业现场平面布置和临时设施、临时道路布置如图 3.4-2 所示。

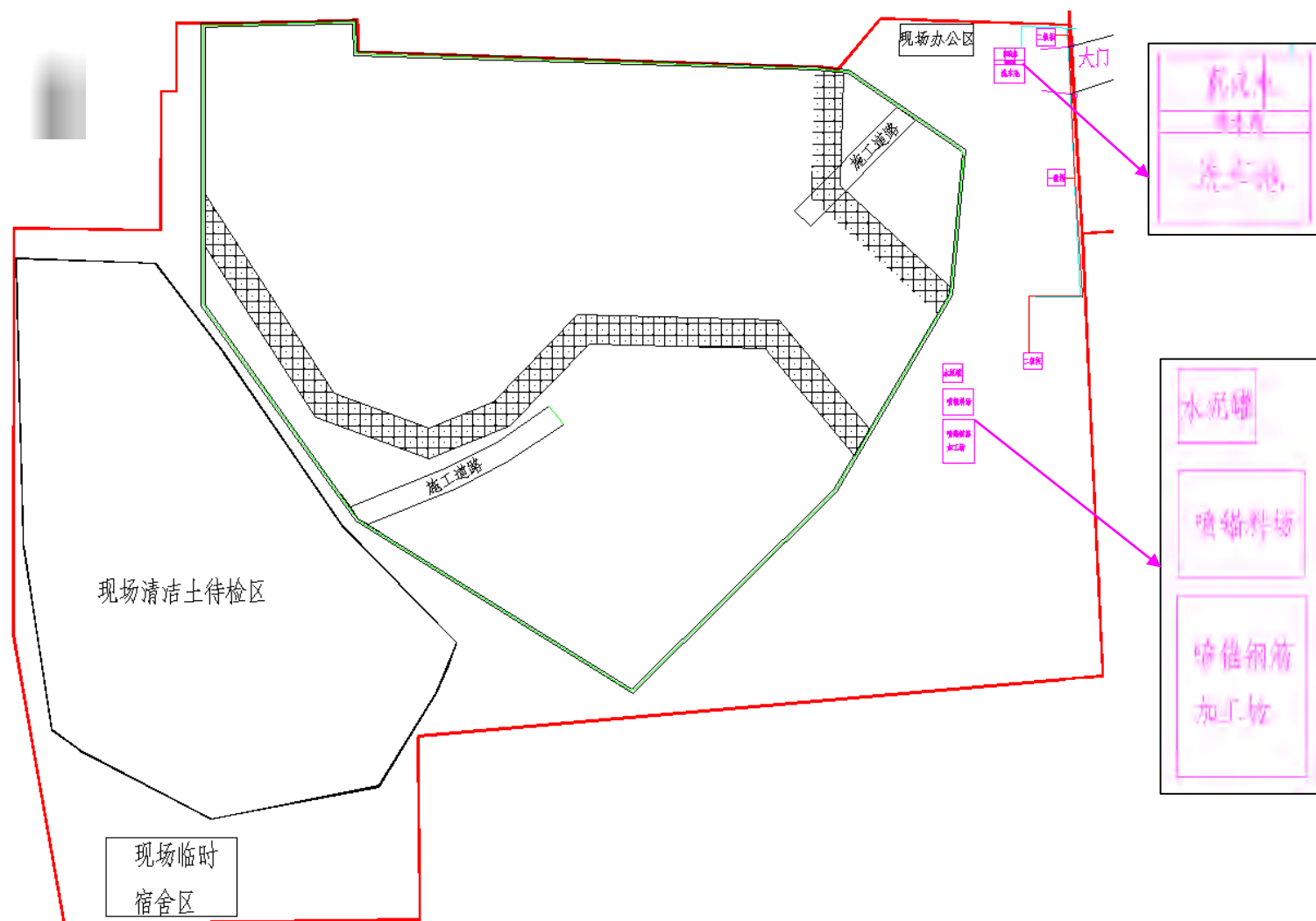


图 3.4-2 清挖现场平面布置图

3.4.2 修复处置现场总平面布置

在修复区建设过程中，北京首科兴业公司作为修复单位向北京市政府主管部门申请气膜大棚建设手续，石景山区规委回复同意建设 300m² 以内密闭大棚。考虑到本项目污染土方量较大，同意建设的密闭大棚无法满足暂存要求。经与修复实施方案编制单位沟通联系确认，本项目污染土暂存区域拟变更为首钢 1#正压气膜大棚，该大棚占地 8100m²，内部设有挡土墙隔断，可实现污染土壤的分类暂存，同时大棚配套有尾气处理设施，可满足项目污染土存储的环保要求。为降低污染土短倒过程的环境影响，配合有机污染土壤的上料及降温出料建设负压进/出料间，占地面积分别为 300m²，修复区内设施调整为临近 1#正压气膜大棚建设。

成品土待检区位于气膜大棚西北和西南侧，包括淋洗（重金属成品土）待检区和热脱附（有机成品土）待检区，其中重金属成品土待检区位于淋洗处置区内，待检区地面均采用防渗处理，底部铺设防渗 HDPE 膜，防止污染物向下渗漏。淋洗修复施工四周砌有止水围堰，防止污染土中浸出少量污水溢流造成二次污染。

由于本项目涉及实际转运土方较大，有机成品土堆场在修复期间出现堆高安全受限，2024 年 4 月修复单位积极协调并建设 1500m² 待检区作为有机成品土缓冲待检区域，同时进一步协调公司内部各项目需求，后期扩大了有机成品土堆场（待检区）占地面积。

修复处置场地主要划分为 8 个功能区，分别为污染土暂存区、热脱附处置区、淋洗处置区、热脱附待检区、淋洗待检区、土壤存储区（包括热脱附成品土堆场、筛上物堆场和清洁土堆场）、项目办公区。具体见下表。

表 3.4-1 平面布置说明

序号	区域	面积 (m ²)	布置说明
1	污染土暂存区	8100	用于本项目污染土的暂存与预处理过程，为密闭大棚，附带有废气处理设施
2	热脱附处置区	1500	用于有机污染土热脱附修复施工，包括有主控室、热脱附设施，进料间及出料间等
3	淋洗处置区	400	用于镉污染土淋洗修复施工，四周砌有止水围堰，内有化学淋洗设施
4	热脱附待检区	1500	用于热脱附后有机成品土的待检
5	淋洗待检区	450	用于淋洗后重金属成品土的待检
6	热脱附成品土堆场	8500	用于有机成品土的待检及堆存

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
 工程编号：2022 场评 015

7	筛上物堆场	500	用于检测合格筛上物的临时堆存
8	清洁土堆场	5000	项目清挖现场内清洁土的临时堆存
9	项目办公区	20	设办公室，可供管理人员办公使用
10	危废间	20	用于储存本项目含镉污泥及废活性炭



图 3.4-3 修复场地平面布置图

3.5 污染土清挖、运输实施

3.5.1 基坑支护工程

本项目最大开挖深度达 10m，且北侧紧邻居民楼，为确保项目的顺利实施，采用桩锚支护形式进行基坑支护，北侧护坡桩紧邻用地红线。基坑支护施工顺序见图 3.5-1，基坑支护平面布置见图 3.5-2。

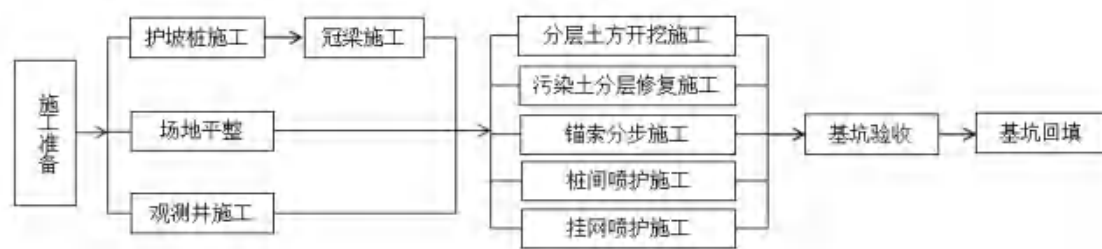


图 3.5-1 基坑支护施工顺序

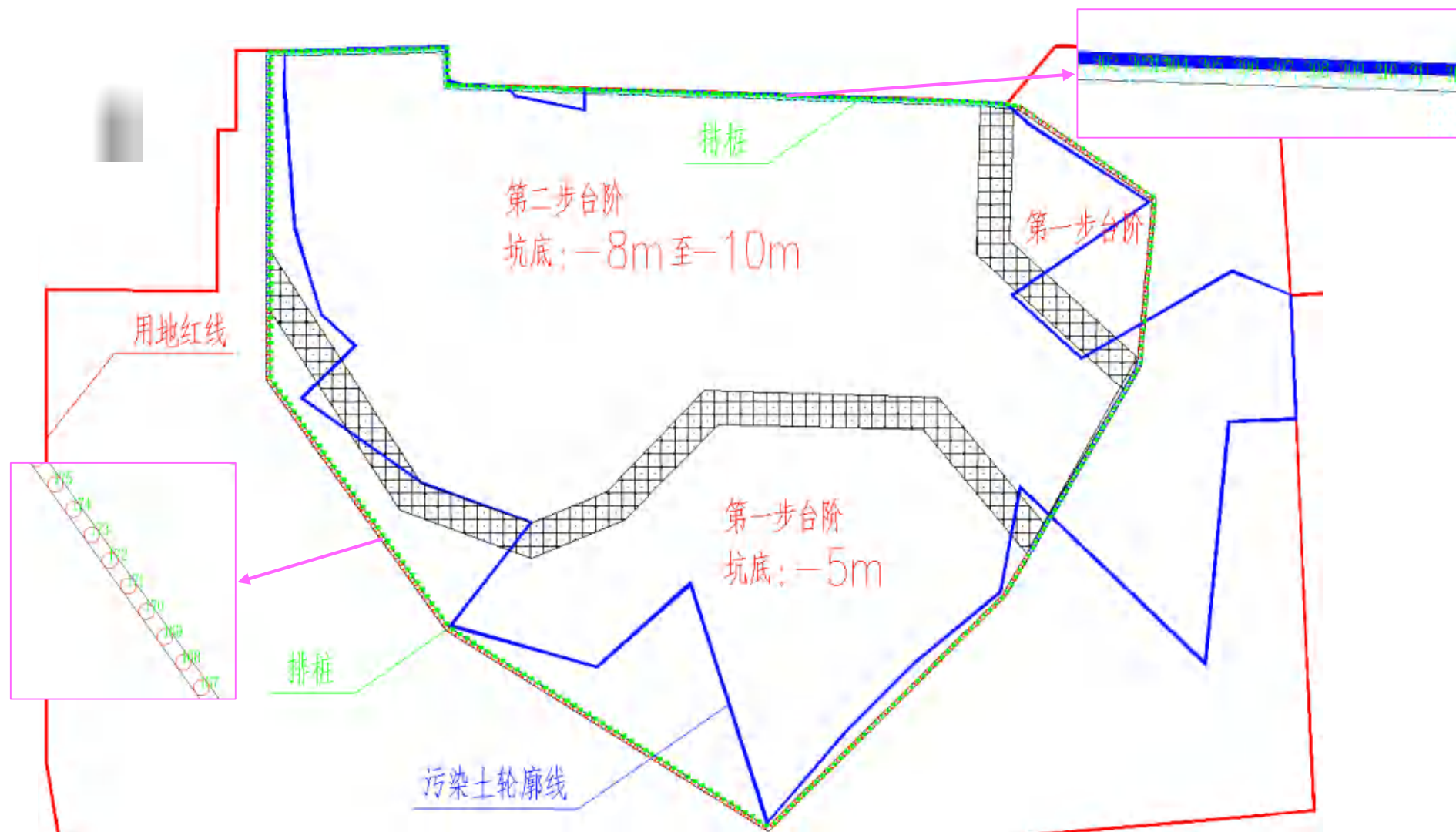


图 3.5-2 基坑支护平面布置图

3.5.1.1 护坡桩施工

护坡桩施工采用旋挖钻机成孔、下入钢筋笼、水下灌注混凝土成桩。



图 3.5-3 护坡桩施工

基坑北边污染土区域（多环芳烃）在打桩过程中，不同打桩深度涉及的污染土在竖直方向上并不在同一污染分层，为防止施工过程中二次污染，在钻孔过程采用分层钻孔取土，钻出的污染土存放于第一层污染土区域，污染开挖时随第一层污染土运至处置场。



图 3.5-4 桩土堆放、外运

3.5.1.2 桩间土护壁施工

（1）桩间土采用挂钢筋网喷砼护壁处理。挂钢筋网($\phi 6@200 \times 200$)，采用 T 型钉固定，钉体采用 1 $\Phi 16$ ，长 0.5m，竖向间距 1.5m，面板为现场喷细石混凝土而成，砼强度等级为 C20，厚度 80mm。

（2）施工流程

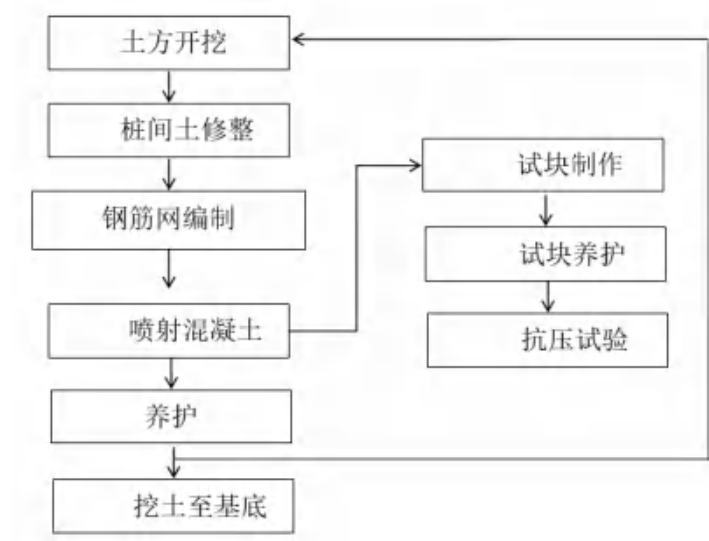


图 3.5-5 施工流程图

(3) 污染土区域的桩间土处理

污染土区域桩间护壁施工时，钩机清不到的地方由人工用洋镐、铁锹等工具将土壤清理出堆到污染区装车运至处置场。

	
桩间挂钢筋网	喷混凝土面层
	
监理验收	监理验收

	
桩间土清理	桩间土清理
	
桩间土清理	桩间土清理

图 3.5-6 桩间护壁施工过程

3.5.2 测量放线

根据甲方提供的高程控制点，将标高引测至施工现场做为控制点，建立高程控制系统。由专业测量人员定期对高程控制点进行复测，以确保高程控制点的准确性。

根据《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）土壤污染风险评估报告》中提供的修复范围、区域拐点坐标，对污染土修复范围区域进行测量放线。进场后先对原场地标高进行复核，确定场地标高；对污染土修复范围内各地块边界坐标进行测量放线，确定污染土清挖范围。

清挖前，严格按照污染土范围确定的坐标进行测量放线，清挖过程中随时对边界拐点坐标和基坑底部标高进行测量，避免超挖和漏挖情况出现。

平面位置定位:本项目采用 CPS-RTK 定位设备进行测量放线，确保各层污染区域边界划分准确、污染土壤全部清挖干净。首先按照《修复方案》将污染范围拐点坐标输入 CPS 设备，然后进行各拐点放样。之后将各拐点用白灰连接或用彩色小三角旗连接，作为基坑开挖线。

[illegible]

	控制点测量成果表

北京市华北精仪计量检测中心	
Beijing North China Precision Instrument Measures The Detecting Centre	
  中国合格评定国家认可委员会 China National Accreditation Service	
校准证书	
Calibration certificate	
证书编号：	20230710231266 号
Sample's Name	GNSS 接收机
Model / specification	S311
Serial NO.	S3E74922000150H
Manufacturer	思拓力
Client	北京碧仁通和岩土科技有限公司
Client's Address	
	批准人
	Approved by
	核验员
	Inspected by
	校准员
	Calibrated by
校准日期	2023 年 04 月 23 日
Calibrated Date	Y M D
建议有效期至	2024 年 03 月 22 日
Suggest validity to	Y M D
第 二 页 共 三 页	
仪器校准证书	

2021/10/21

非道路移动机械信息采集表

- 机械环保登记号码：3-10013524
- 机械环保登记地点：北京市石景山区
- 机械环保登记时间：2020-08-28 19:41:48
- 机械/车辆原有号牌：

机械信息栏

机械登记人或机械登记单位名称	张连鹏	机械登记人或机械登记单位联系方式	17600921630
机械环保代码		发动机型式核准号	
机械出厂编号		发动机出厂编号	
机械环保信息公开编号/发动机环保信息公开编号/发动机信息入库号		CNFJG3000K64000025000001	
机械产品识别码 (PIN码)	CAT00300CKEL10736		
机械类型	挖掘机	发动机型号	C7.1
机械制造企业	卡特彼勒(徐州)有限公司	发动机制造企业	Perkins Engines Company Limited
机械出厂年月	2020-08	机械生产年月	2020-08
发动机出厂年月	2020-07	发动机生产年月	2020-07
燃料种类	柴油	发动机额定功率, kW	195
是否有远程终端	否	是否有DPF	否
			
			
			

挖掘机环保备案表



图 3.5-7 测量放线相关信息

表 3.5-1 各区域测量放线时间统计表

污染土层数	基坑编号	开挖深度（m）	测量放线时间
第一层（0-1m）	A1	1	2023 年 4 月 3 日
	A2	1	2023 年 4 月 3 日
	A3	1	2023 年 4 月 3 日
	A4	1	2023 年 4 月 3 日
	A5	1	2023 年 4 月 3 日
第二层（1-3m）	B1	2	2023 年 4 月 28 日
	B2	2	2023 年 4 月 28 日
	B3	2	2023 年 4 月 28 日
	B4	2	2023 年 4 月 28 日
	B5	2	2023 年 4 月 28 日
第三层（3-5m）	C1	2	2023 年 10 月 21 日
	C2	2	2023 年 10 月 21 日
	C3	2	2023 年 11 月 13 日
	C4	2	2024 年 1 月 23 日
	C5	2	2023 年 12 月 5 日
第四层（5-8m）	D1	3	2024 年 1 月 23 日
	D2	3	2024 年 3 月 13 日
第五层（8-10m）	E1	2	2024 年 4 月 8 号
	E2	2	2024 年 4 月 8 号
	E3	2	2024 年 4 月 8 号
	E4	2	2024 年 5 月 6 日



图 3.5-8 第一层污染土测量放线、监理验线



图 3.5-9 第二层污染土测量放线、监理验线



图 3.5-10 第三层污染土测量放线、监理验线



图 3.5-11 第四层污染土测量放线、监理验线



图 3.5-12 第五层污染土测量放线、监理验线

3.5.3 污染土清挖

根据《修复方案》，本工程污染土壤的最大修复深度为 10.0m，总修复面积 15015.47m²，总修复方量为 56947.17m³（多环芳烃修复方量 55043.07m³，重金属镉修复方量 1904.1m³）。根据场地地层条件和垂向取样深度及污染分布情况，分为 5 层：第一层：0-1m；第二层：1-3m；第三层：3-5m；第四层：5-8m；第五层：8-10m。基坑采用桩锚支护及土钉墙支护。

本项目于 2023 年 4 月 3 日开始进行污染土清挖，截止 2024 年 6 月 6 日完成全部污染土清挖转运工作，累计外运 4234 车次，实际外运量为 74862.99 m³，包含基坑扩挖量 7317.04m³，清洁土超标量 10355.05m³，施工便道扩挖量 243.73m³。其中：

- （1）有机物污染土清挖转运：4053 车，71768.98m³。
- （2）重金属污染土清挖转运：178 车，3056.24m³。
- （3）复合污染土清挖转运：3 车，37.77m³。

2023 年 5 月 14 日-2023 年 10 月 13 日，停工 5 个月，停工原因：西黄村污染土修复地块施工场地内中部南北横跨一条自来水供水管道，影响施工作业。经沟通协商自来水管改道，因不具备施工条件项目暂停施工，项目停工期间工地封闭管理，禁止车辆进出，留专职人员值班。

水管拆除：场地北侧小区内对水管改道，改道后封堵水管两侧将水管内剩余水排入市政污水管道，水排出后施工场地内水管进行拆除。



图 3.5-13 自来水管道拆除影像

表 3.5-2 污染土清挖、运输施工节点

序号	完成内容	日期	工作内容
1	施工准备	2022 年 12 月 1 日~2022 年 12 月 11 日	人员组织分工、车辆备案、道路清理、清理地表等
2	基坑支护	2022 年 12 月 12 日~2023 年 3 月 30 日	基坑桩锚支护及土钉墙支护
3	清挖前污染地块拐点、标高现场测量定位	2023 年 4 月 3 日、2023 年 4 月 28 日、2023 年 10 月 21 日、2023 年 11 月 13 日、2023 年 12 月 5 日、2024 年 1 月 23 日、2024 年 3 月 13 日、2024 年 4 月 8 号、2024 年 5 月 6 日	测量放线、标高现场定位
4	污染土挖运、清挖后拐点、高程复核	2023 年 4 月 3 日~2024 年 6 月 6 日	污染土壤清挖和运输、清挖后拐点、高程复核

表 3.5-3 污染土清挖方量统计

修复深度	污染物	修复土方量 (m ³)	扩挖方量 (m ³)	清洁土超标 (m ³)	道路扩挖 (m ³)
第一层 (0-1m)	多环芳烃	5499.7093	726.05	0	0
	镉	634.6997	23.77	498	95.62

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

修复深度	污染物	修复土方量 (m ³)	扩挖方量 (m ³)	清洁土超标 (m ³)	道路扩挖 (m ³)
	复合	0	0	0	37.77
第二层 (1-3m)	多环芳烃	17153.4264	3564.16	4878.14	
	镉	1269.3994	0	497.28	37.47
第三层 (3-5m)	多环芳烃	11320.2458	2171.94	0	0
第四层 (5-8m)	多环芳烃	16148.064	799.26	4481.63	72.87
第五层 (8-10m)	多环芳烃	4921.625	31.86	0	
小计		56947.17	7317.04	10355.05	243.73
总计		74862.99			

表 3.5-4 污染土清挖明细表

污染物	修复深度	区域	方量（m³）	扩挖量
多环芳烃	0-1m	A1	1025.58	/
		A2	1382.28	/
		A3	983.96	29.23
		A4	2107.90	696.82
镉	0-1m	A5	634.70	23.77
		超标清洁土 A-Q14	/	498
		道路	/	95.62
复合（镉+多环芳烃）	0-1m	道路 A-D5、D6	/	37.77
小计			6134.42	1381.21
多环芳烃	1-3m	B1	3727.72	531.76
		B2	1702.15	/
		B3	10661.6	2933.48
		B4	1061.96	98.92
		超标清洁土	/	4878.14
镉	1-3m	B5	1269.40	/
		超标清洁土 B-Q15	/	497.28
		路 B-D4	/	37.47
小计			18422.83	8977.05
多环芳烃	3-5m	C1	3311.44	462.58
		C2	2864.47	372.94
		C3	3037.78	342.52
		C4	1044.60	666.52
		C5	1061.96	327.38
小计			11320.24	2171.94
多环芳烃	5-8m	D1	11484.60	743.46

污染物	修复深度	区域	方量（m³）	扩挖量
		D2	4663.46	55.80
		超标清洁土		4481.63
小计			16148.06	5280.89
多环芳烃	8-10m	E1	1280.51	31.86
		E2	1170.91	/
		E3	1230.82	/
		E4	1239.38	/
		路 E-D3	/	72.87
小计			4921.62	104.73
总计			56947.17	17915.82
合计			74862.99	

3.5.3.1 污染土清挖

污染土清挖过程中为更好的控制开挖的深度及范围，测量人员全程对深度进行测量；清挖到设计范围、深度后，由施工单位对开挖后的基坑边界拐点坐标进行自检测，自检合格后上报监理单位，监理单位组织人员对清挖基坑的边界、深度、工程量等进行复核验收，验收合格后对基坑侧壁、坑底进行采样布点。施工单位对侧壁、坑底采样自检，为加快工期进度，施工单位自检采样完成后申请效果评估单位对基坑清挖效果进行取样检测验收。取样检测若有不合格则进行二次清挖，二次清挖结束后进行二次取样工作，检测全部合格后再进行下一步污染土壤的清挖工作。基坑土方开挖施工流程见下图：

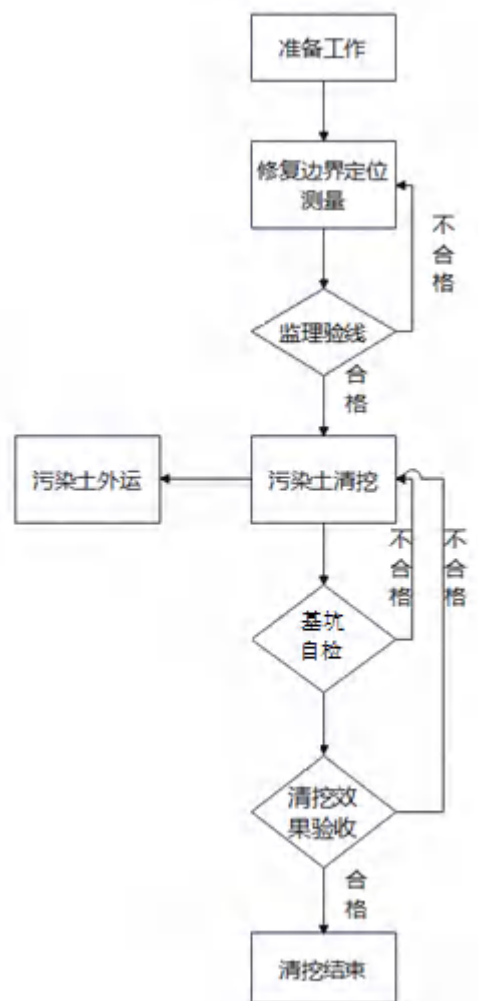


图 3.5-14 土壤清挖流程图

（1）第一层（0-1m）污染土清挖

第一层（0-1m）修复范围内包括 A1、A2、A3、A4、A5 等 5 个基坑，设计清挖深度为 1.0m。2023 年 4 月 3 日~2023 年 4 月 15 日依次对 A1、A2、A3、A4 区域污染土（多环芳烃）清挖外运至处置场热脱附处理；2023 年 4 月 16~2023 年 4 月 17 日对 A5 区域污染土（重金属）清挖外运至处置场淋洗；2024 年 5 月 7 日~2024 年 5 月 9 日护坡桩外 A4 区域污染土（多环芳烃）清挖外运至处置场热脱附。

	
污染区域开挖前监理验线	清挖过程中
	
清挖完成后监理验槽	自检采样

图 3.5-15 第一层（0-1m）污染土清挖现场施工过程影像

（2）第二层（1-3m）污染土清挖

第二层（1-3m）污染土修复范围内包括 B1、B2、B3、B4、B5 等 5 个基坑，设计清挖深度为 2.0m。2023 年 5 月 1 日~2023 年 5 月 14 日依次对 B1、B2、B3 部分、B4 区域污染土（多环芳烃）清挖外运至处置场热脱附处理；2023 年 10 月 13 日~2023 年 10 月 21 日对 B5 区域污染土（重金属）清挖外运至处置场淋洗；2023 年 11 月 12~2024 年 1 月 3 日对 B3 区域剩余污染土（多环芳烃）清挖外运至处置场热脱附处理。

	
污染区域开挖前监理验线	清挖过程中
	
开挖完成监理验基坑深度、范围	自检采样

图 3.5-16 第二层（1-3m）污染土清挖现场施工过程影像

（3）第三层（3-5m）污染土清挖

第三层（3-5m）污染土修复范围内包括 C1、C2、C3、C4、C5 等 5 个基坑，设计清挖深度为 2.0m。2023 年 10 月 21 日~2024 年 1 月 28 日依次对 C1、C2、C3、C5、C4 区域污染土（多环芳烃）清挖外运至处置场热脱附处理。

	
污染区域监理验拐角点、边线	清挖过程中

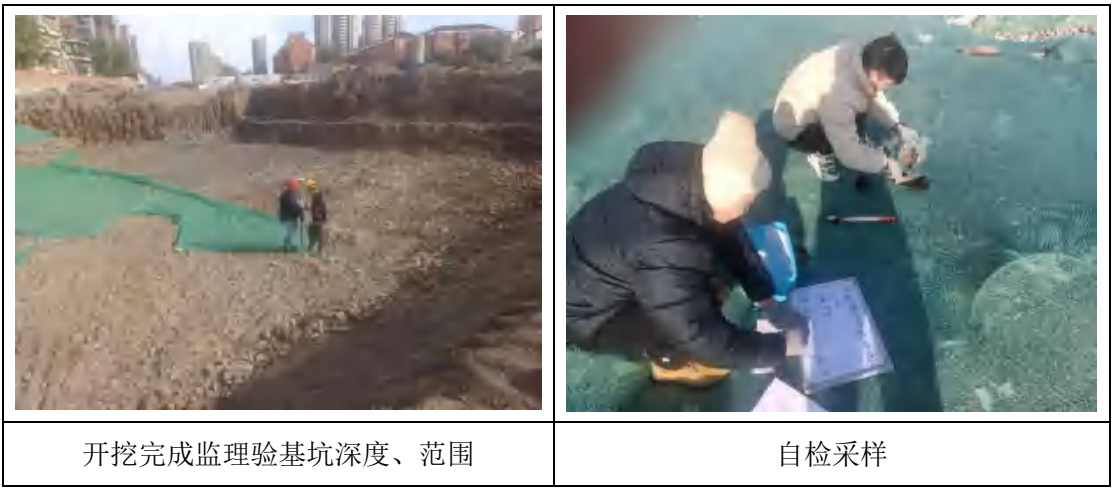


图 3.5-17 第三层（3-5m）污染土清挖现场施工过程影像

（4）第四层（5-8m）污染土清挖

第四层（5-8m）污染土修复范围内包括 D1、D2 等 2 个基坑，设计清挖深度为 3.0m。2024 年 1 月 23 日~2024 年 4 月 2 日依次对 D1、D2 区域污染土（多环芳烃）清挖外运至处置场热脱附处理。



图 3.5-18 第四层（5-8m）污染土清挖现场施工过程影像

（5）第五层（8-10m）污染土清挖

第五层（8-10m）污染土修复范围内包括 E1、E2、E3、E4 等 4 个基坑，设计清挖深度为 2.0m。2024 年 4 月 17 日~2024 年 5 月 13 日依次对 E3、E1、E2、E4 区域污染土（多环芳烃）清挖外运至处置场热脱附处理。

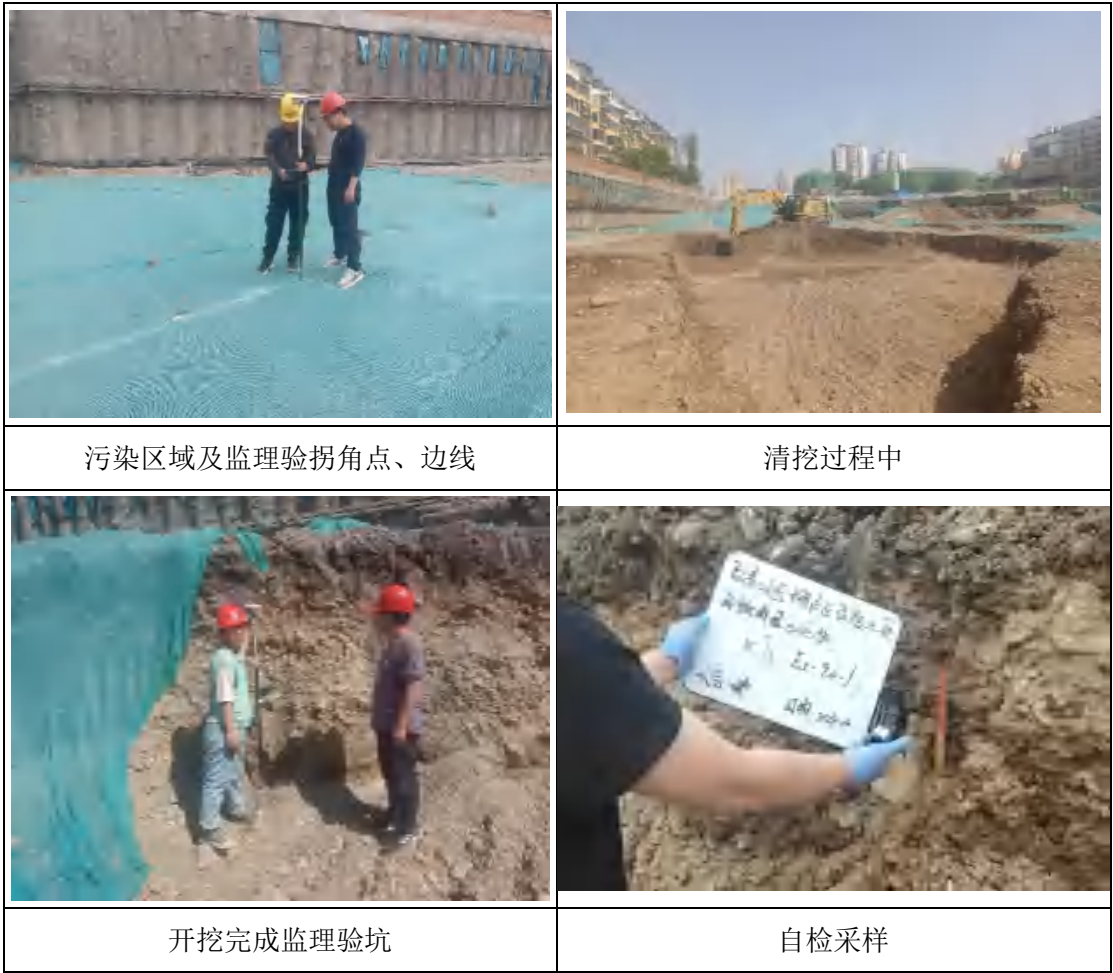


图 3.5-19 第五层（8-10m）污染土清挖现场施工过程影像

3.5.3.2 污染土扩挖

基坑清挖完成后在施工单位自检及效果评估单位采样检测过程中发现部分基坑侧壁和坑底土壤存在超标现象，针对超标点位进行扩挖，扩挖后补采样品，直到检测合格为止。扩挖联系单见附件 3。

表 3.5-5 基坑污染土扩挖量统计

序号	修复深度	扩挖量（m³）		合量（m³）
		多环芳烃	重金属	
1	0-1m	726.05	23.77	749.82
2	1-3m	3564.16	0	3564.16
3	3-5m	2171.94	0	2171.94
4	5-8m	799.26	0	799.26
5	8-10m	31.86	0	31.86

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

总计	7293.27	23.77	7317.04

表 3.5-6 超标点位扩挖明细

层数	扩挖次数	超标点位	扩挖面积 (m ²)	横向扩 挖深度 (m)	垂向扩 挖深度 (m)	扩挖方量 (m ³)
第一层 (0-1m)	一次扩挖	A3-0.5-4	29.23	1	1	29.23
		A5-0.5-3	23.77	1	1	23.77
		A4-0.5-3	31	1	1	31
		A4-0.5-5	46.34	1	1	46.34
		A41、A42	619.48	/	1	619.48
第二层 (1-3m)	一次扩挖	B1-1.5-1	109.5	2	2	219
		B1-1.5-2				
		B1-1.5-4	49.8	2	2	99.6
		B3-1.5-7	48.6	2	2	97.2
		B3-1.5-15	45.9	2	2	91.8
		B36、B37、 B38、B39、 B310、B311	1692.36	/	1	1692.36
		B4-1.5-1	31.5	1	2	63
	二次扩挖	B1-1.5-4-K	25.92	1	2	51.84
		B3-1.5-7-K	24.8	1	2	49.6
		B3-1.5-15-K	21.4	1	2	42.8
		B38-K、B39- K、B310-K	870.12	/	1	870.12
		B4-1.5-1-K	17.96	1	2	35.92
	三次扩挖	B1-1.5-4-K2	26.96	1	2	53.92
		B3-1.5-7-K2	24.74	1	2	49.48
		B3-1.5-15-K2	20.06	1	2	40.12
	四次扩挖	B1-1.5-4-K3	26.74	1	2	53.48
	五次扩挖	B1-1.5-4-K4	26.96	1	2	53.92
第三层 (3-5m)	一次扩挖	C1-3.0-4	84.11	1	2	168.22
		C1-4.5-4		1		
		C1-3.0-5		1		
		C1-4.5-5		1		
		C1-3.0-6		1		
		C1-4.5-6		1		
		C12、C13	120.28	/	1	120.28
		C2-3.0-2	26.48	1	2	52.96
		C2-4.5-2		1		
		C21、C22、C23	265.56	/	1	265.56
		C3-3.0-2	37.06	1	2	74.12
		C3-4.5-2		1		

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

层数	扩挖次数	超标点位	扩挖面积 (m ²)	横向扩 挖深度 (m)	垂向扩 挖深度 (m)	扩挖方量 (m ³)
		C3-3.0-3		1		
		C3-4.5-3		1		
		C32	268.4	/	1	268.4
		C4-3.0-2	24.16	1	2	48.32
		C4-4.5-2		1		
		C4-3.0-5	24.79	1	2	49.58
		C41、C42、C43	347.84	/	1	347.84
		C5-3.0-1	38.93	1	2	77.86
		C5-4.5-1		1		
		C5-4.5-4		1		
		C5-4.5-2	12.18	1	2	24.36
		C53	95.13	/	1	95.13
	二次扩挖	C1-3.0-4-K	87.04	1	2	174.08
		C1-4.5-4-K		1		
		C1-4.5-5-K		1		
		C1-4.5-6-K		1		
		C2-3.0-2-K	27.21	1	2	54.42
		C2-4.5-2-K		1		
		C4-4.5-2-K	25.84	1	2	51.68
		C4-3.0-5-K	26.59	1	2	53.18
		C5-3.0-1-K	17.45	1	2	34.9
		C53-K	95.13	/	1	95.13
	三次扩挖	C4-3.0-5-K2	28.19	1	2	56.38
	四次扩挖	C4-3.0-5-K3	29.77	1	2	59.54
第四层 (5-8m)	一次扩挖	D1-7.5-4	22.69	1	3	68.07
		D1-7.5-7	21.21	1	3	63.63
		D1-6.0-9	39.92	1	3	119.76
		D15	353.07	/	1	353.07
		D2-7.5-5	27.9	1	2	55.8
	二次扩挖	D1-7.5-7-K	22.58	1	3	67.74
	三次扩挖	D1-7.5-7-K2	23.73	1	3	71.19
第五层 (8-10m)	一次扩挖	E1-9.0-3	15.93	1	2	31.86
合计						7317.04

(1) 第一层 (0-1m) 污染土扩挖

根据效果评估检测结果，第一层污染土样品中 A3-0.5-4、A4-0.5-2、A4-0.5-3、A4-0.5-5、A5-0.5-3、A41、A42 存在目标污染物超标现象。由于 A4-0.5-

3 点位位于场地东侧红线处，且涉及小区围墙，不具备扩挖条件，故在该处采用原位阻隔法，在 A4 基坑临东侧红线的侧壁挂设钢筋网喷射混凝土护壁，形成整体墙面，以达到阻隔二次污染的目的，针对除 A4-0.5-3 点位外的其他超标点位代表区域进行第一次扩挖，扩挖范围为超标点位所代表的采样单元，侧壁扩挖深度 1m，扩挖厚度 1m，扩挖长度以超标点位为中心向两边扩展至与不超标点位连线中心处，坑底扩挖深度为 1m，扩挖面积为超标点位代表坑底面积。扩挖完成后，监理单位组织验收扩挖后的基坑，合格后自检单位取样，并重新申请效果评估验收，效果评估单位对扩挖区域进行了取样检测，二次清挖后检测结果样品均合格。

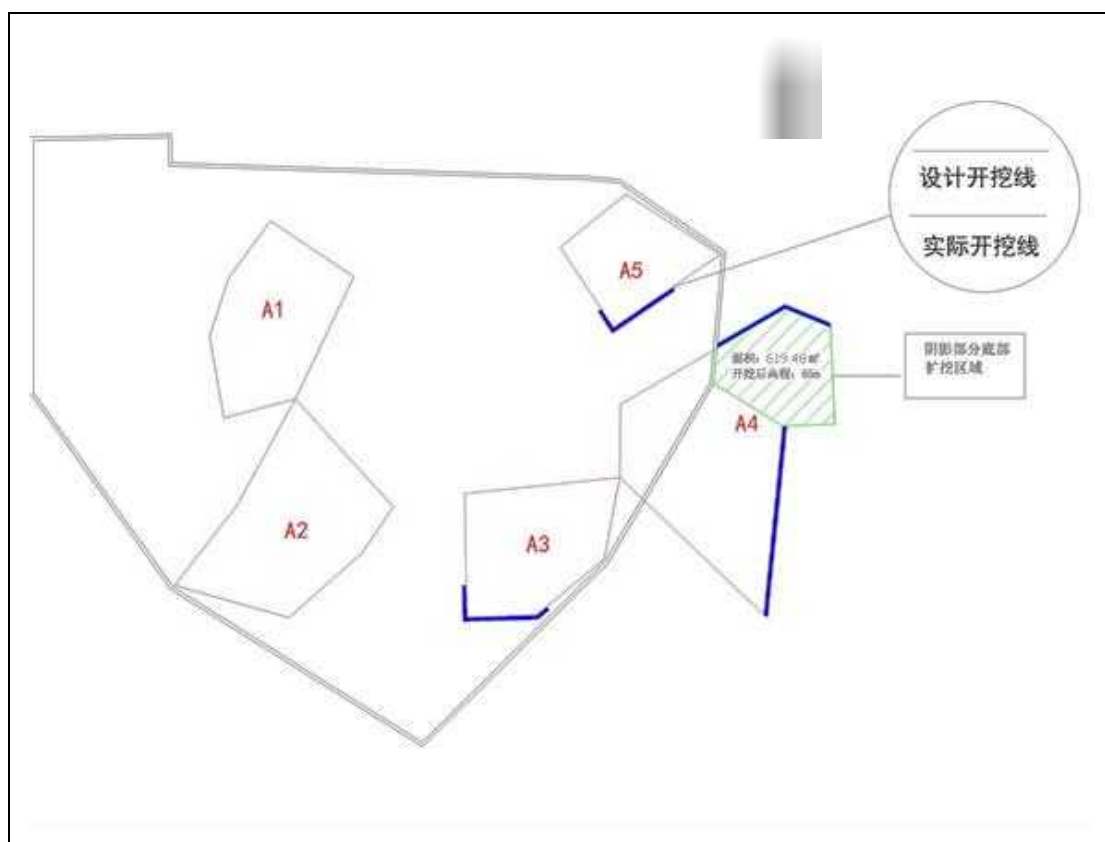


图 3.5-20 第一层（0-1m）设计范围与实际范围对比图

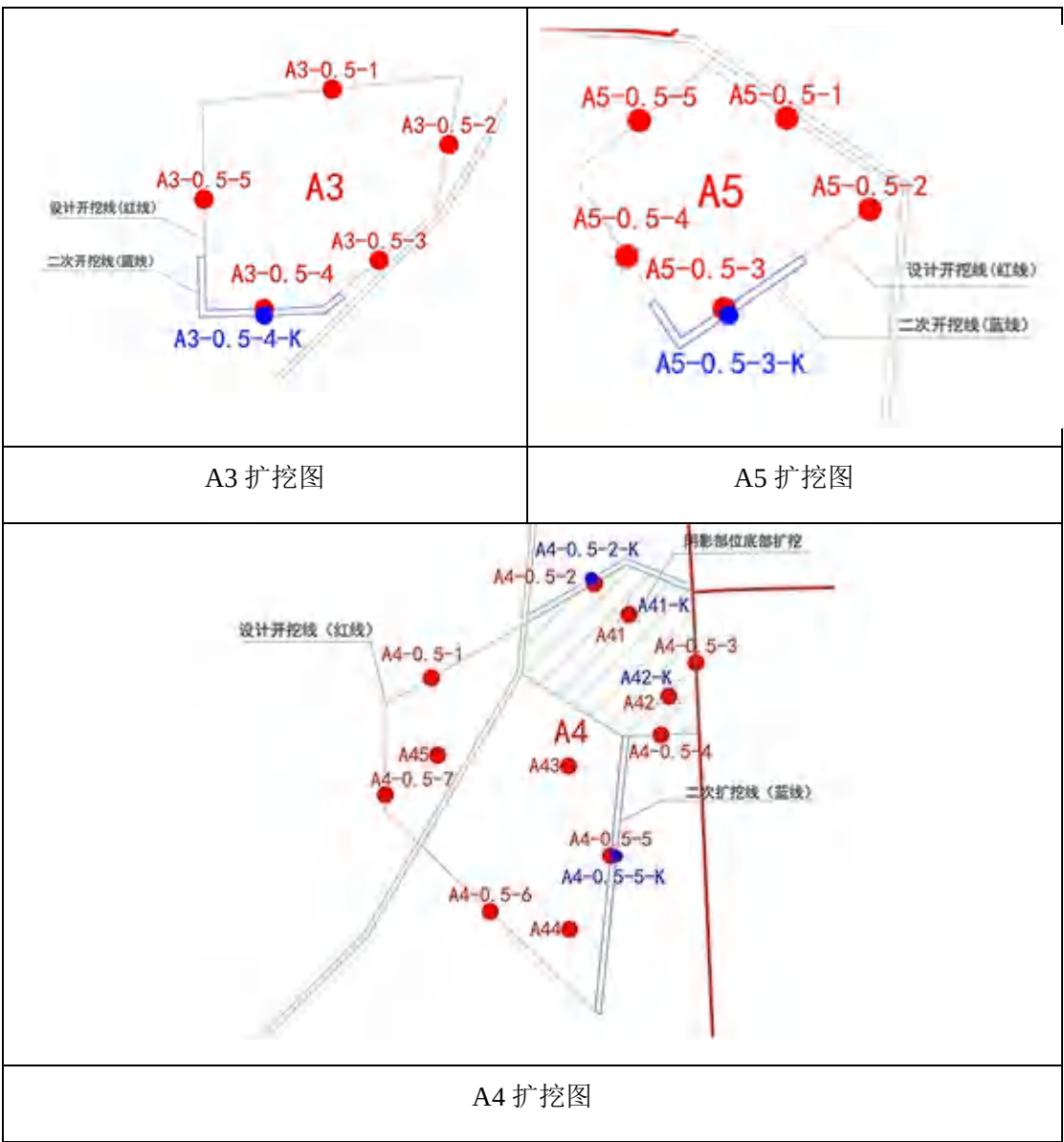


图 3.5-21 第一层（0-1m）超标点位详图





图 3.5-22 第一层（0-1m）扩挖过程影像

（2）第二层（1-3m）污染土扩挖

根据效果评估检测结果可知，第二层污染土样品中 B1-1.5-2、B1-1.5-4、B3-1.5-7、B3-1.5-15、B4-1.5-1、B36、B37、B38、B39、B310、B311 存在目标污染物超标现象，故针对上述点位代表区域进行第一次扩挖，扩挖范围为超标点位所代表的采样单元，侧壁扩挖深度 2m，扩挖厚度 1m，扩挖长度以超标点位为中心向两边扩展至与不超标点位连线中心处，坑底扩挖深度为 1m，扩挖面积为超标点位代表坑底面积，对扩挖后的点位进行补采，除 B1-1.5-2-K、B1-1.5-4-K、B3-1.5-7-K、B3-1.5-15-K、B4-1.5-1-K、B38-K、B39-K、B310-K 外其他样品目标污染物检测浓度均低于污染修复效果评估标准。

由于 B1-1.5-2-K 点位已扩挖至场地北侧红线处，且涉及小区围墙，不具备再次扩挖条件，故在该处采用原位阻隔法，在 B1 基坑临北侧红线的侧壁挂设钢筋网喷射混凝土护壁，形成整体墙面，以达到阻隔二次污染的目的。根据第一次扩挖样品检测结果，针对除 B1-1.5-2-K 点位外的其他第一次扩挖超标点位代表区域进行第二次扩挖，扩挖范围为超标点位所代表的采样单元，侧壁扩挖深度 1m，扩挖厚度 1m，扩挖长度以超标点位为中心向两边扩展至与不超标点位连线中心处，坑底扩挖深度为 1m，扩挖面积为超标点位代表坑底面积，对扩挖后的点位进行补采，除 B1-1.5-4-K2、B3-1.5-7-K2、B3-1.5-15-K2 外其他样品目标污染物检测浓度均低于污染修复效果评估标准。

根据第二次扩挖样品检测结果，针对 B1-1.5-4-K2、B3-1.5-7-K2、B3-1.5-15-K2 点位代表区域进行第三次扩挖，扩挖范围为超标点位所代表的采样单元，侧壁扩挖深度 1m，扩挖厚度 1m，扩挖长度以超标点位为中心向两边扩展至与不超标点位连线中心处，对扩挖后的点位进行补采，除 B1-1.5-4-K3 外其他样品目标

污染物检测浓度均低于污染修复效果评估标准。

根据第三次扩挖样品检测结果，针对 B1-1.5-4-K3 点位代表区域进行第四次扩挖，扩挖范围为该超标点位所代表的采样单元，侧壁扩挖深度 1m，扩挖厚度 1m，扩挖长度以超标点位为中心向两边扩展至与不超标点位连线中心处，对扩挖后的点位进行补采，该样品目标污染物检测浓度仍超过污染修复效果评估标准。

根据第四次扩挖样品检测结果，针对 B1-1.5-4-K4 点位代表区域进行第五次扩挖，扩挖范围为该超标点位所代表的采样单元，侧壁扩挖深度 1m，扩挖厚度 1m，扩挖长度以超标点位为中心向两边扩展至与不超标点位连线中心处，对扩挖后的点位进行补采，该样品目标污染物检测浓度低于污染修复效果评估标准。

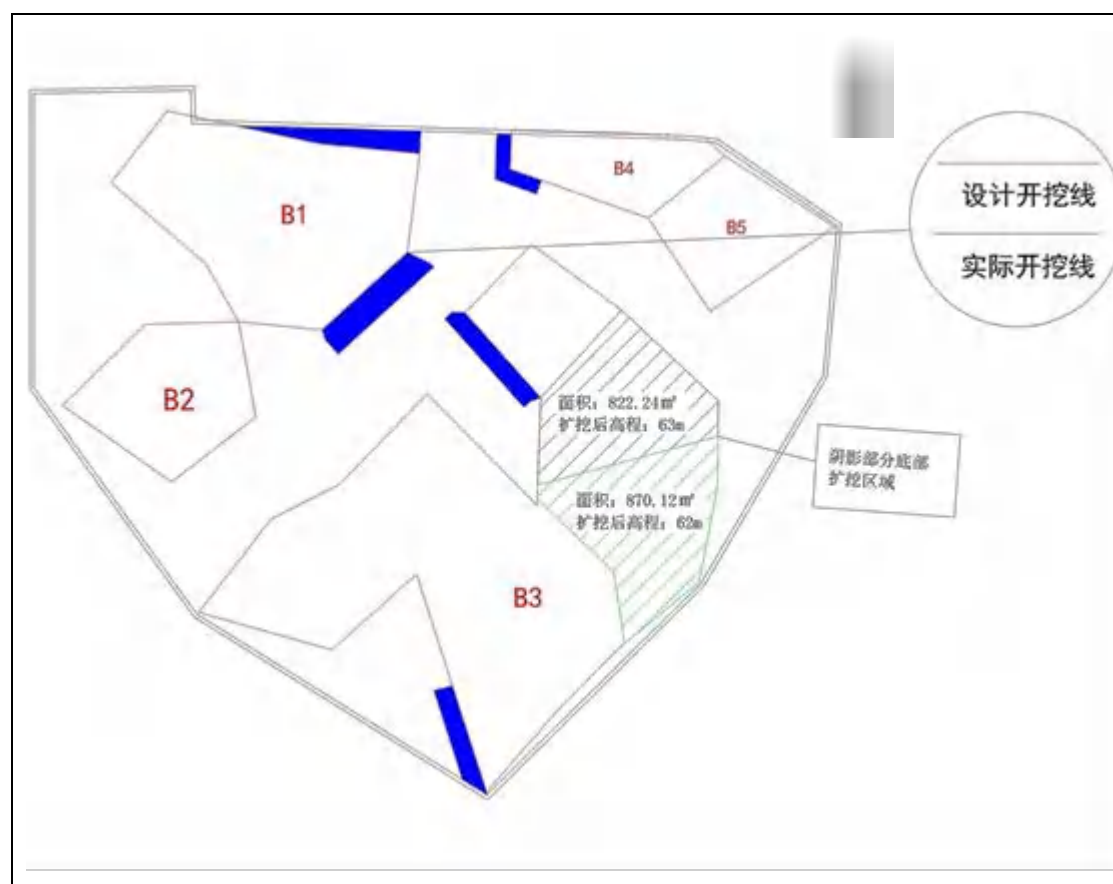


图 3.5-23 第二层（1-3m）设计范围与实际范围对比图

(3) 第三层 (3-5m) 污染土扩挖

115

位所代表的采样单元，侧壁扩挖深度 1m，扩挖厚度 1m，扩挖长度以超标点位为中心向两边扩展至与不超标点位连线中心处，坑底扩挖深度为 1m，扩挖面积为超标点位代表坑底面积，由于 B3 基坑底部第一次扩挖时已经将下层 C3 基坑 3.0m 处土壤全部作为污染土清挖外运，C3-3.0-2、C3-3.0-3 无法补采扩挖样品，对其他扩挖后的点位进行补采，除 C1-3.0-4-K、C1-4.5-4-K、C1-4.5-5-K、C1-4.5-6-K、C2-3.0-2-K、C2-4.5-2-K、C4-3.0-5-K、C4-4.5-2-K、C5-3.0-1-K、C53-K 外其他样品目标污染物检测浓度均低于污染修复效果评估标准。

根据第一次扩挖样品检测结果，针对 C1-3.0-4-K、C1-4.5-4-K、C1-4.5-5-K、C1-4.5-6-K、C2-3.0-2-K、C2-4.5-2-K、C4-3.0-5-K、C4-4.5-2-K、C5-3.0-1-K、C53-K 点位代表区域进行第二次扩挖，扩挖范围为超标点位所代表的采样单元，侧壁扩挖深度 1m，扩挖厚度 1m，扩挖长度以超标点位为中心向两边扩展至与不超标点位连线中心处，坑底扩挖深度为 1m，扩挖面积为超标点位代表坑底面积，对扩挖后的点位进行补采，除 C4-3.0-5-K2 外其他样品目标污染物检测浓度均低于污染修复效果评估标准。

根据第二次扩挖样品检测结果，针对 C4-3.0-5-K2 点位代表区域进行第三次扩挖，扩挖范围为超标点位所代表的采样单元，侧壁扩挖深度 1m，扩挖厚度 1m，扩挖长度以超标点位为中心向两边扩展至与不超标点位连线中心处，对扩挖后的点位进行补采，该样品目标污染物检测浓度低于污染修复效果评估标准。

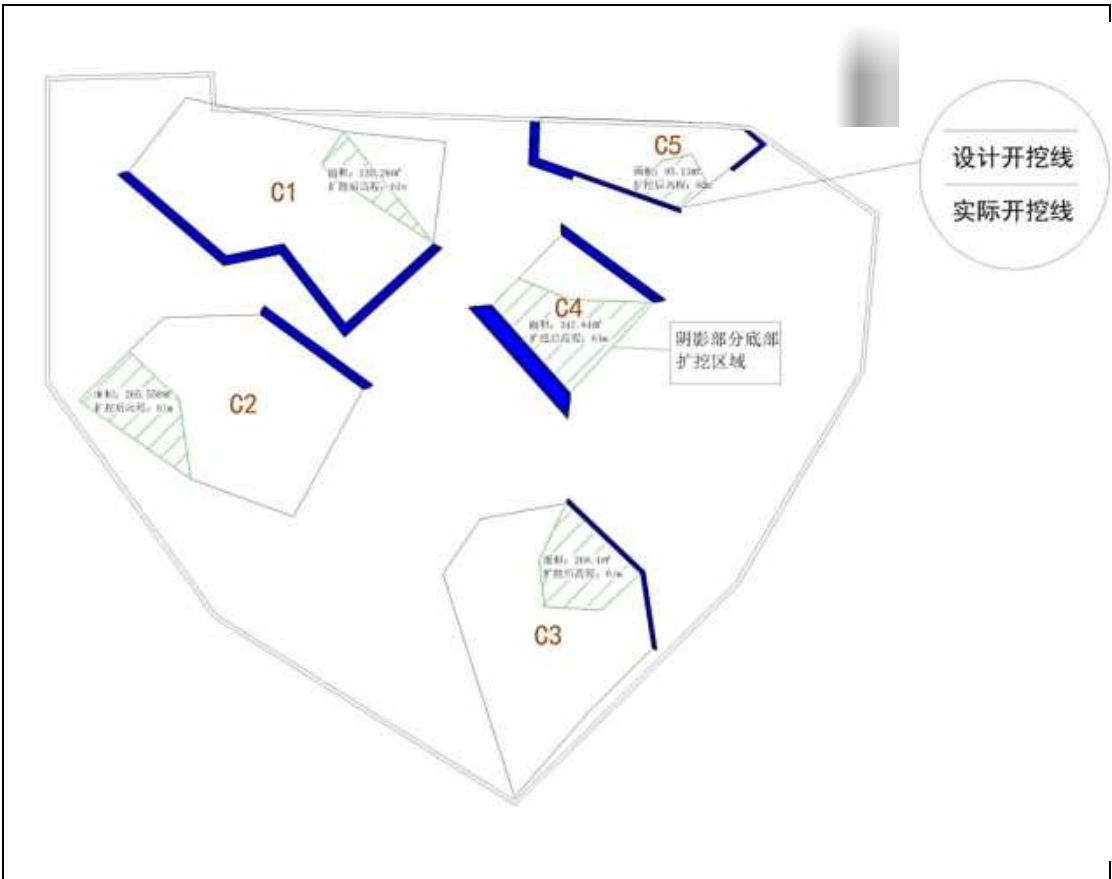
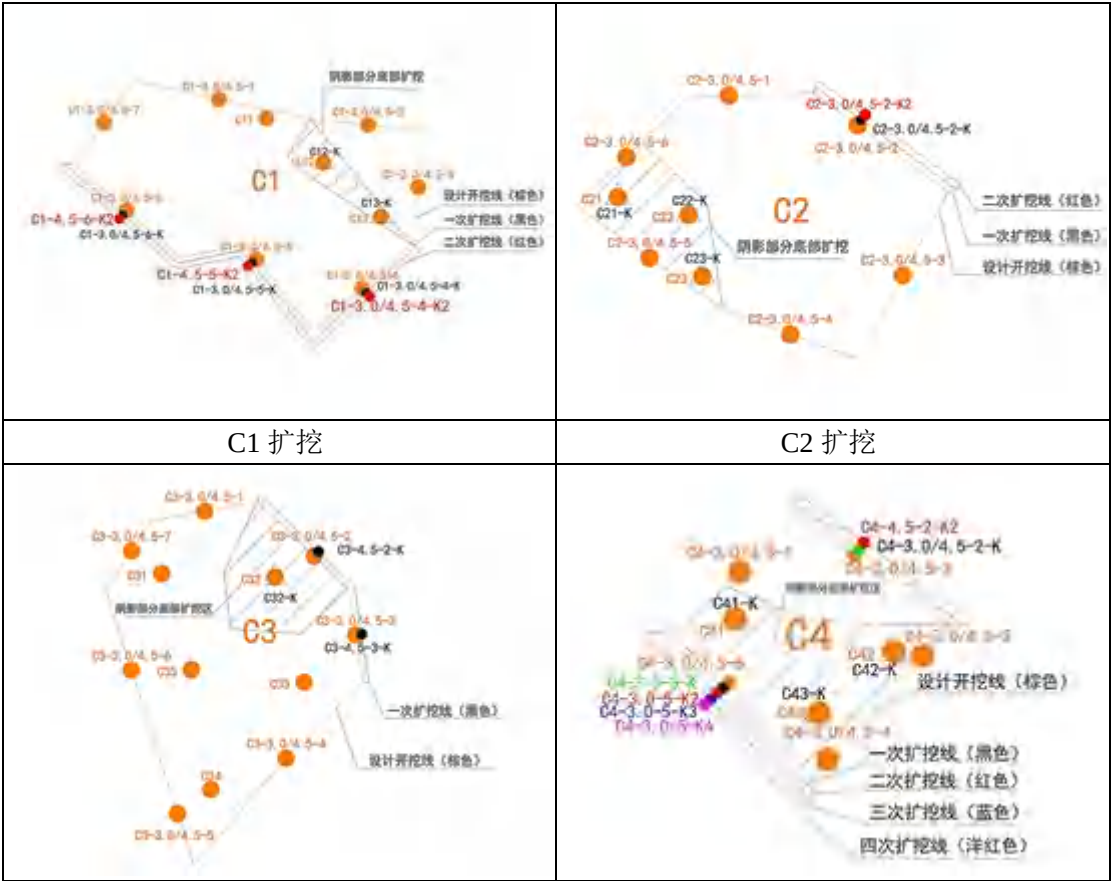


图 3.5-25 第三层（3-5m）设计范围与实际范围对比图



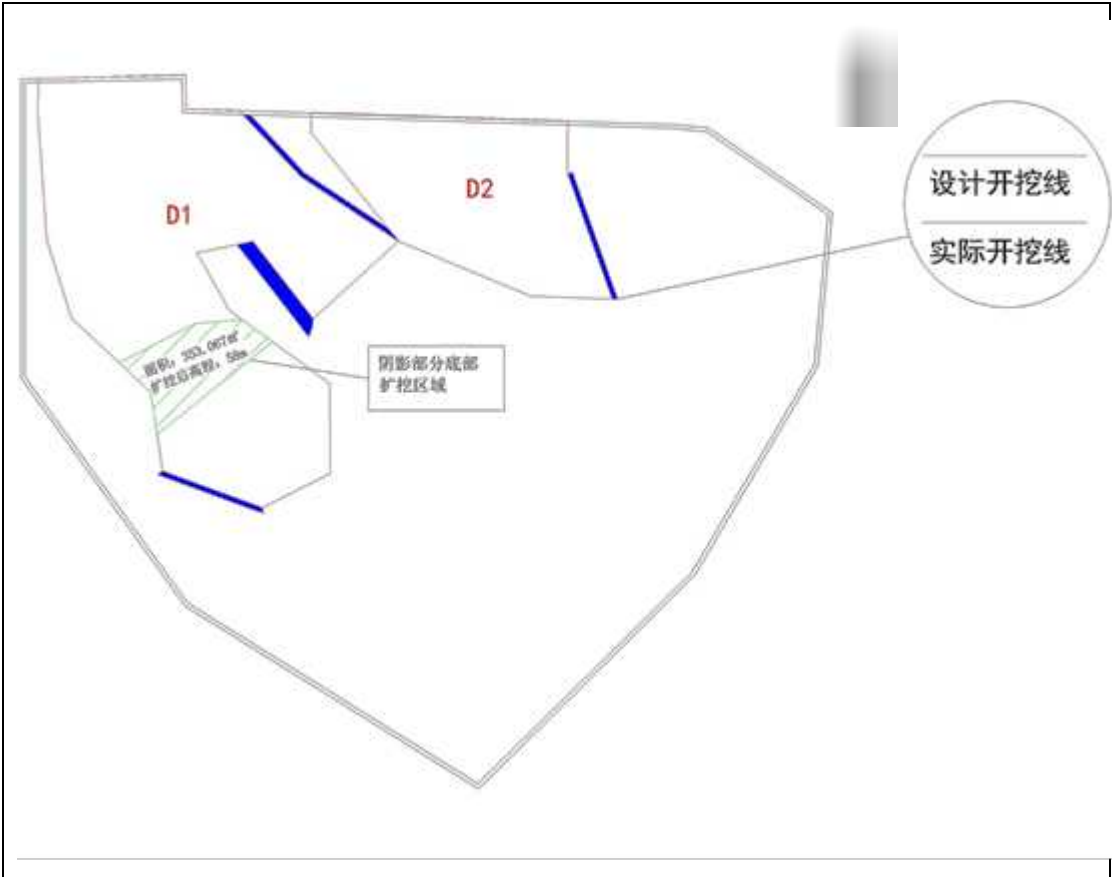


图 3.5-27 第四层（5-8m）设计范围与实际范围对比图

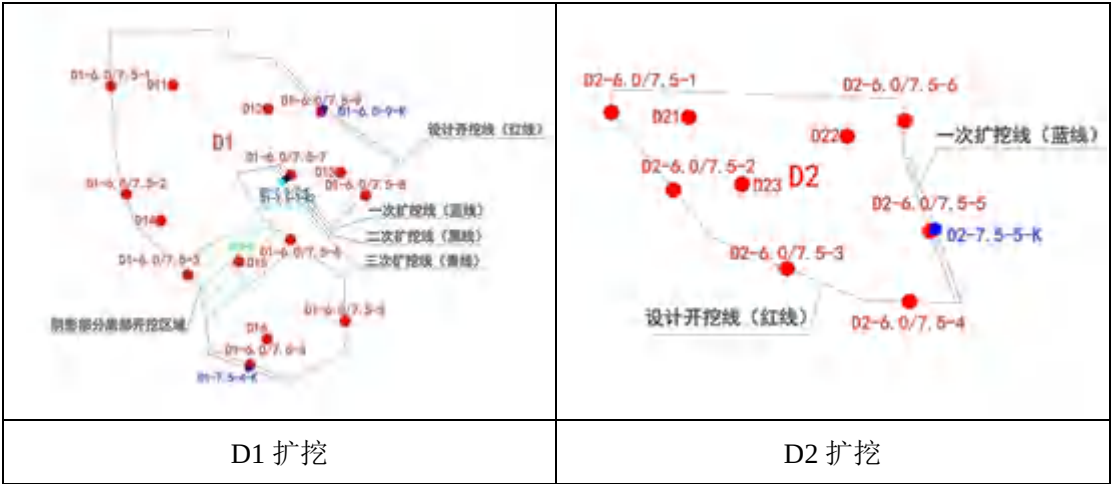


图 3.5-28 第四层（5-8m）超标点位详图

（5）第五层（8-10m）污染土扩挖

根据效果评估检测结果，第五层污染样品中 E1-9.0-3 存在目标污染物超标现象，故针对该点位代表区域进行二次扩挖，扩挖范围为该超标点位所代表的采样单元，侧壁扩挖深度 1m，扩挖厚度 1m，扩挖长度以超标点位为中心向两边扩展至与不超标点位连线中心处，对扩挖后的点位进行二次补采，目标污染物检测浓度低于污染修复效果评估标准。

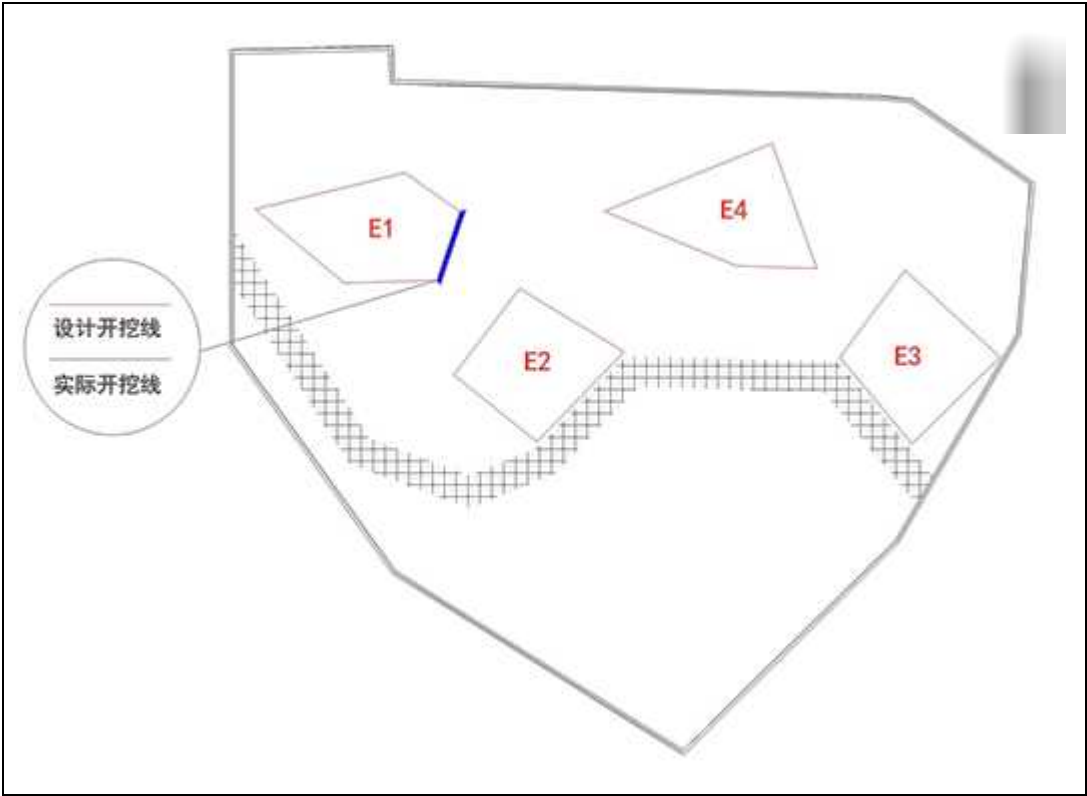


图 3.5-29 第五层（8-10m）设计范围与实际范围对比图

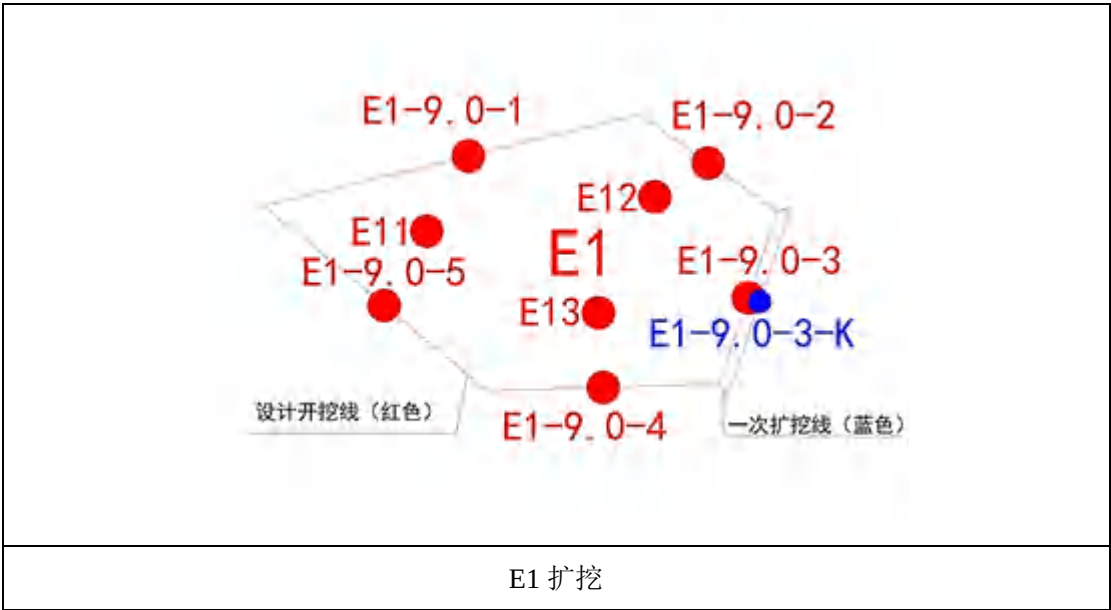


图 3.5-30 第五层（8-10m）超标点位详图

3.5.3.3 清洁土开挖

（1）清洁土开挖过程

污染土修复范围清挖完检测合格后，对非污染土壤进行开挖，开挖后的非污染土壤运输至现场非污染土待检区单独存放码堆，对非污染土堆按照每 500m 采集一个样品进行检验，采集样品时监理旁站，检测结果报送监理单位，检测合格

外运到暂存区存放，若样品检测不合格则需及时运往处置场按污染土进行处理。

	
清洁土倒运现场待检区	现场待检区堆载
	
现场待检区堆载	自检取样
	
自检取样	检测合格（不合格）外运处置场

图 3.5-31 清洁土过程影像



图 3.5-32 清洁土待检区土堆视图

（2）清洁土堆放情况

施工单位非污染土堆载完成后，对土堆取样自检测，再申请效果评估单位对现场暂存区内堆放的非污染土堆点位进行采样检验，检测合格后运至处置场的清洁土堆放区存放，检测不合格土堆则需运往处置场处理。实施过程及时对合格清洁土外运首钢暂存场，循环利用清挖场地清洁土待检区。

1) A-Q1~A-Q8

序号	编号	拐点坐标		面积（m ² ）	方量（m ³ ）
1	A-Q1-Q3	486275.304	307244.23	603.5	1176.8

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

		486264.618	307242.631		
		486287.949	307234.558		
		486287.07	307211.619		
		486273.472	307206.298		
2	A-Q4-Q6	486304.435	307209.022	618.9	1237.8
		486286.705	307206.349		
		486276.769	307201.57		
		486311.068	307188.744		
		486274.899	307185.674		
3	A-Q7-Q8	486310.74	307185.368	483.7	910.6
		486270.354	307182.931		
		486269.466	307174.288		
		486309.95	307171.718		
		486292.176	307171.219		



图 3.5-33 A-Q1~A-Q8 清洁土堆区域

2) A-Q9~A-Q23

序号	编号	拐角坐标		面积 (m²)	方量 (m³)
1	A-Q9-Q23	486228.237	307287.302	2671.1	7479
2		486256.058	307285.654		
3		486265.273	307271.657		

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

4		486258.78	307271.47		
5		486272.748	307265.831		
6		486276.032	307253.544		
7		486259.411	307248.982		
8		486262.856	307241.361		
9		486263.675	307227.086		
10		486249.22	307225.778		
11		486237.14	307224.685		
12		486231.061	307224.135		
13		486256.045	307185.272		
14		486241.596	307183.385		



图 3.5-34 A-Q9~A-Q23 清洁土堆区域

3) A-Q24~A-Q26

序号	编号	拐角坐标		面积 (m²)	方量 (m³)
1	A-Q24-Q26	486294.527	307199.453	556.8	1224.96
2		486286.306	307198.919		
3		486284.307	307195.908		
4		486273.961	307192.641		
5		486303.024	307175.208		
6		486273.092	307174.859		
7		486287.469	307174.866		

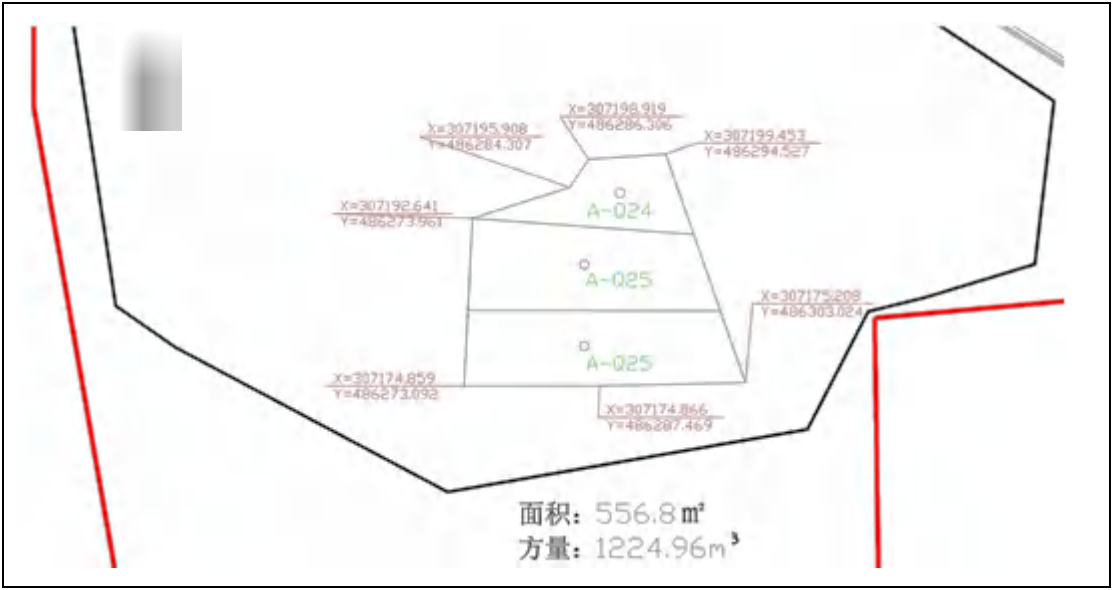


图 3.5-35 A-Q24~A-Q26 清洁土堆区域

4) B-Q1~Q16

序号	编号	拐点坐标		面积 (m ²)	方量 (m ³)
1	B-Q1-B-Q11	486301.781	307207.176	1430.9	5437.42
2		486287.164	307206.675		
3		486316.51	307204.876		
4		486283.268	307197.166		
5		486316.888	307192.99		
6		486275.395	307189.126		
7		486315.309	307187.615		
8		486272.69	307183.962		
9		486314.008	307183.183		
10		486265.114	307174.474		
11		486306.424	307172.044		
12		486303.577	307171.58		
13		486291.895	307169.678		
14		486271.68	307165.353		
15	B-Q12-B-Q16	486230.902	307232.452	658.79	2305.765
16		486248.176	307229.283		
17		486254.524	307182.875		
18		486243.863	307182.557		

[illegible]

5) B-Q17~Q26

序号	编号	拐角坐标		面积 (m ²)	方量 (m ³)
1	B-Q17-B-Q19	486230.902	307232.452	388	1435.6
2		486247.982	307230.705		
3		486251.272	307206.647		
4		486237.952	307205.312		
5	B-Q20-B-Q26	486287.164	307206.675	942.99	3489.063
6		486295.781	307204.694		
7		486310.099	307197.743		
8		486283.268	307197.166		
9		486275.395	307189.126		
10		486272.69	307183.962		
11		486293.297	307183.776		
12		486309.739	307183.092		
13		486266.287	307174.891		
14		486291.085	307172.234		
15		486271.68	307165.353		

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

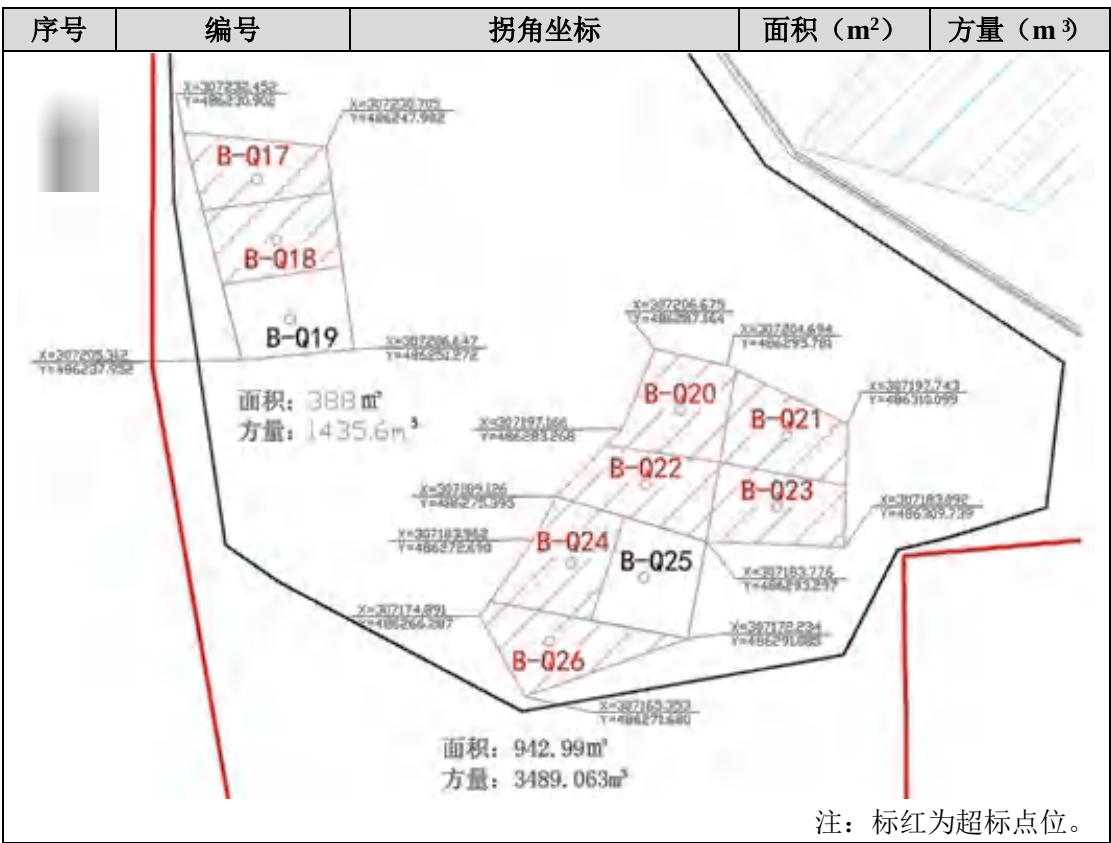


图 3.5-37 B-Q17~Q26 清洁土堆区域

6) A-Q27、B-Q27~Q30、C-Q1~Q18

序号	编号	拐点坐标		面积 (m ²)	方量 (m ³)
1	A-Q27	486273.51	307234.422	176.4	352.8
2		486284.034	307233.544		
3		486285.784	307227.924		
4		486286.415	307221.342		
5		486274.367	307216.613		
6	B-Q27-Q30	486265.495	307275.659	375.4	1877
7		486248.796	307275.028		
8		486273.572	307258.365		
9		486254.305	307252.88		
10	C-Q1-Q13	486291.302	307208.045	1154.81	5774.05
11		486289.458	307207.529		
12		486299.782	307206.577		
13		486284.059	307204.618		
14		486305.354	307203.142		
15		486314.588	307199.34		
16		486280.448	307198.624		
17		486277.47	307190.218		
18		486316.645	307187.952		
19		486274.15	307177.643		

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

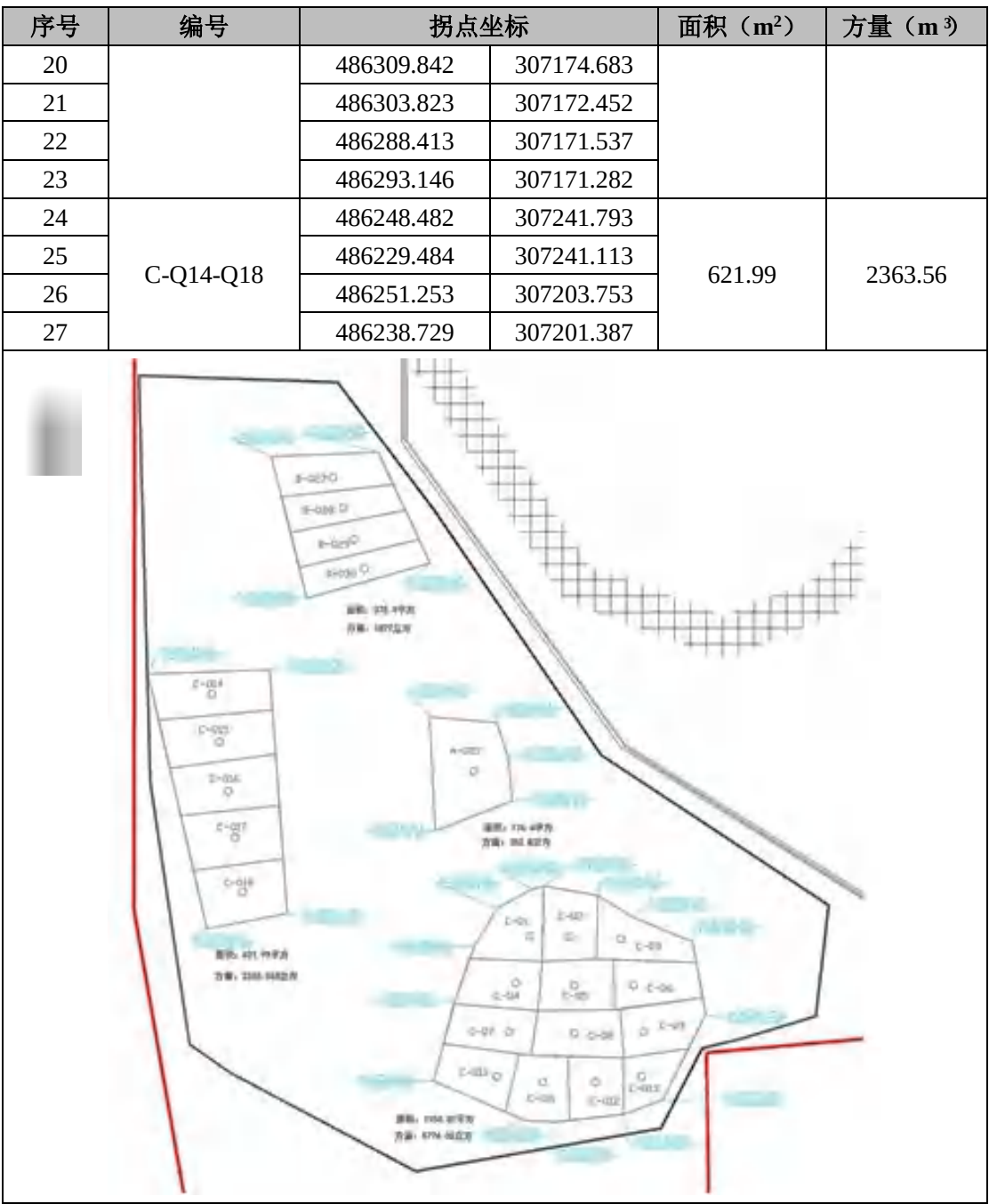


图 3.5-38 A-Q27、B-Q27~Q30、C-Q1~Q18 清洁土堆区域

7) C-Q19~C-Q41

序号	桩编号	拐点坐标		面积 (m ²)	方量 (m ³)
1	C-Q19-Q41	486306.373	307218.885	2102.73	10934.196
2		486297.076	307218.476		
3		486320.617	307211.713		
4		486284.271	307210.932		
5		486331.408	307201.735		
6		486332.035	307190.753		
7		486272.718	307186.718		

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

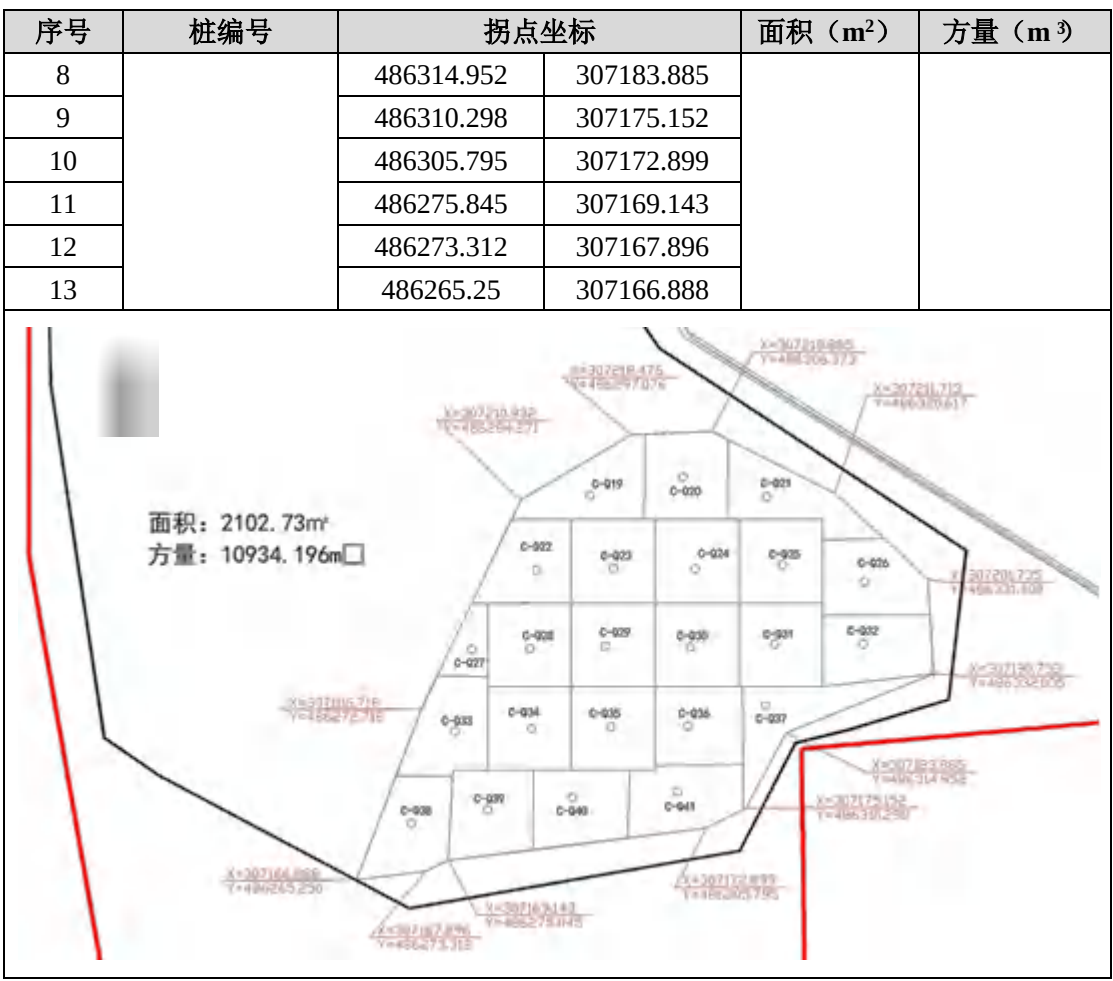


图 3.5-39 C-Q19~C-Q41 清洁土堆区域

8) D-Q1-D-Q7

序号	编号	拐角坐标		面积 (m ²)	方量 (m ³)
1	D-Q1-D-Q7	486237.015	307244.861	685.89	3360.86
2		486249.872	307244.91		
3		486251.03	307239.042		
4		486253.097	307223.116		
5		486234.12	307222.859		
6		486255.027	307214.54		
7		486238.209	307208.421		
8		486239.41	307204.246		
9		486254.92	307204.245		

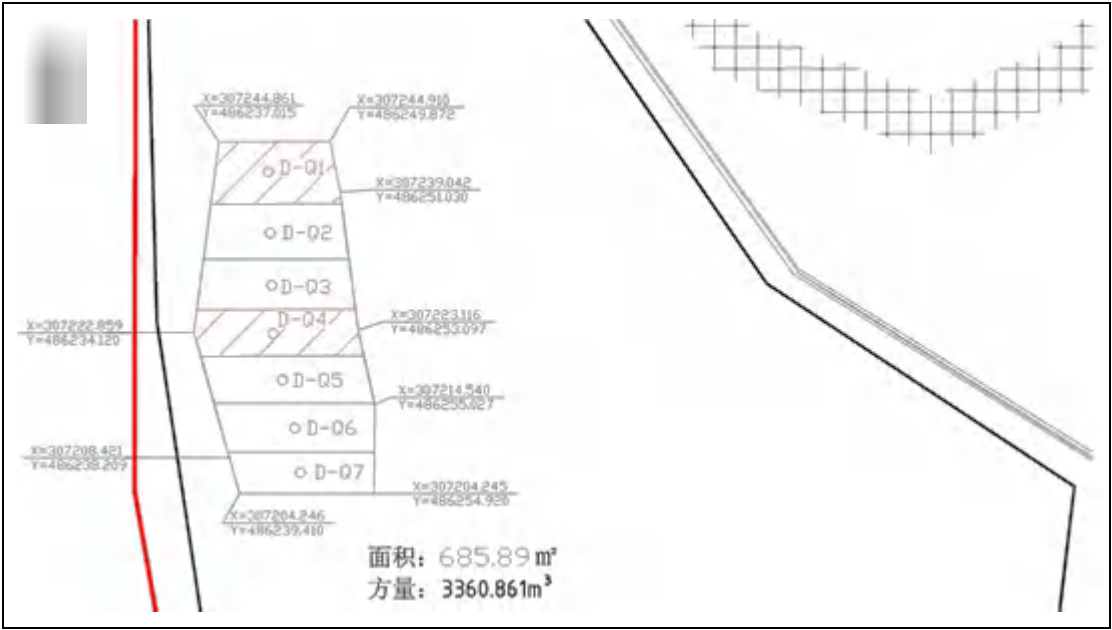


图 3.5-40 D-Q1-D-Q7 清洁土堆区域

9) D-Q8~D-Q28

序号	编号	拐点坐标		面积 (m ²)	方量 (m ³)
1	D-Q8-Q20	486293.409	307213.116	1055	4009
2		486323.307	307202.073		
3		486267.981	307173.93		
4		486301.175	307172.913		
5	D-Q21-Q28	486248.846	307249.594	1221.41	6107.05
6		486233.682	307248.629		
7		486235.604	307216.972		
8		486257.456	307182.895		
9		486244.565	307181.758		

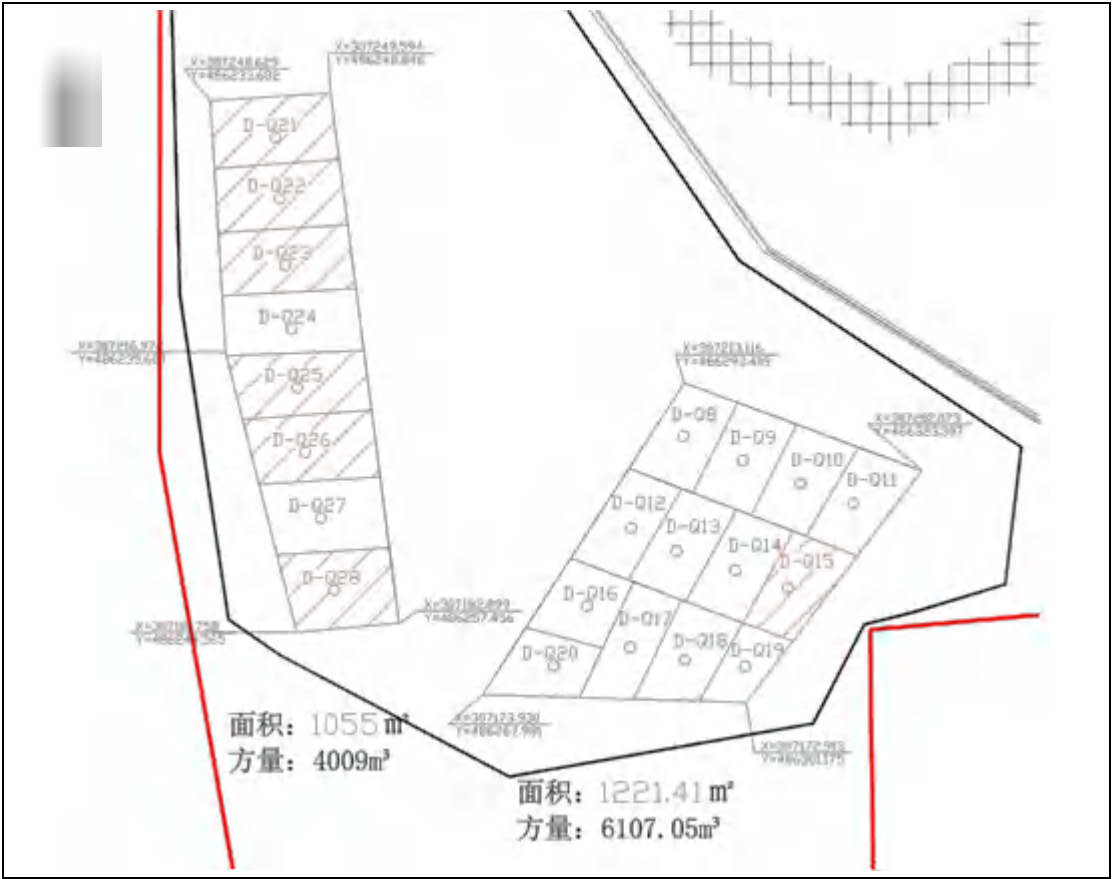


图 3.5-41 D-Q8~D-Q28 清洁土堆区域

(3) 清洁土超标情况

第一层至第四层清洁土堆效果评估检测过程中共计超标点位 21 个，超标量合计 10355.05 m³，超标清洁土均外运至修复处置场地作为污染土根据其超标指标分别进行处置。清洁土超标情况见表 3.5-7 和表 3.5-8。

表 3.5-7 清洁土超标量统计

批次	采样点编号	采样 点数	方量 (m ³)	超标 点数	超标量 (m ³)		超标点编号
					多环芳烃	重金属	
1	A-Q1~Q8	8	3325.2	0	0	0	
2	A-Q9~Q23	15	7479	1	0	498	A-Q14
3	A-Q24~Q26	3	1224.96	0	0	0	
4	B-Q1~Q16	16	7743.185	3	949.48	497.28	A-Q10、A-Q11、A-Q15
5	B-Q17~Q26	10	4924.663	8	3928.66	0	B-Q17/18/20/21/22/23/24/26
6	A-Q27、B-Q27~Q30、C-Q1~Q18	23	10367.262	0	0	0	
7	C-Q19~Q41	23	10934.196	0	0	0	

批次	采样点编号	采样 点数	方量 (m ³)	超标 点数	超标量 (m ³)		超标点编号
					多环芳烃	重金属	
8	D-Q1~Q7	7	3360.86	2	994.11	0	D-Q1、D-Q4
9	D-Q8~Q28	21	10116.05	7	3487.52	0	D- Q15/21/22/23 /25/26/28
总计		126	59475.376	21	10355.05		

表 3.5-8 清洁土超标点位明细

层数	采样点编号	面积 (m ²)	深度 (m)	方量 (m ³)
第一层 (0-1m)	A-Q14	178	2.8	498
第二层 (1-3m)	B-Q10	126.59	3.8	481.04
	B-Q11	123.27	3.8	468.44
	B-Q15	142.08	3.5	497.28
	B-Q17	120.2	3.7	444.74
	B-Q18	135	3.7	499.5
	B-Q20	134.4	3.7	497.28
	B-Q21	134.6	3.7	498.02
	B-Q22	135	3.7	499.5
	B-Q23	133	3.7	492.1
	B-Q24	135	3.7	499.5
	B-Q26	134.6	3.7	498.02
第四层 (5-9m)	D-Q1	101.23	4.9	496.027
	D-Q4	101.65	4.9	498.085
	D-Q15	98.7	5	493.5
	D-Q21	131.4	3.8	499.32
	D-Q22	131.2	3.8	498.56
	D-Q23	131.5	3.8	499.7
	D-Q25	131.3	3.8	498.94
	D-Q26	131.5	3.8	499.7
	D-Q28	131	3.8	497.8
合计				10355.05

3.5.3.4 场内施工便道

对基坑支护区域外施工便道进行混凝土硬化处理，道路硬化区域与原西黄村小学内硬化地面相接，混凝土浇筑厚度 50cm，西黄村小学路段铺设两排钢板，基坑支护区域东侧出入口处设置了洗车池，土方运输车辆在基坑支护区域内装土后进行压实、苫盖，将运输车外表清扫干净后出基坑支护区域，经过洗车池冲洗车身及轮胎，冲洗干净后再经西黄村小学路段运出场地，运输过程中不会对基坑支护区域外施工便道土壤造成二次污染。效果评估单位在对基坑支

护区域内的施工便道采样检测过程中发现部分土壤样品存在超标现象，针对超标点位进行扩挖，扩挖后补采样品，直到检测合格为止。



图 3.5-42 基坑支护区域外施工便道

表 3.5-9 施工便道扩挖量统计

序号	内容	深度 (m)	面积 (m²)	扩挖量 (m³)	备注
1	第一层施工便道	0.3	318.74	95.62	重金属
		0.3	125.9	37.77	复合（镉+多 环芳烃）
2	第二、三层施工便道	0.3	124.9	37.47	重金属
3	第四、五层施工便道	0.3	242.9	72.87	多环芳烃
合计				243.73	

表 3.5-10 施工便道扩挖明细表

道路	扩挖次数	采样点编号	扩挖面积 (m²)	扩挖深度 (m)	扩挖量 (m³)
第一层施工便道	一次扩挖	A-D5、D6	125.9	0.3	37.77
		A-D10	81.8	0.3	24.54
		A-D13	41.44	0.3	12.43
	二次扩挖	A-D5-K	72.3	0.3	21.69
		A-D10-K	81.8	0.3	24.54
		A-D13-K	41.4	0.3	12.42
第二、三层施工便道	一次扩挖	B-D4	124.9	0.3	37.47
第四、五层施工便道	一次扩挖	E-D3	242.9	0.3	72.87
合计					243.73

（1）基坑内第一层（0-1m）修复范围污染土清挖后对临时道路进行采样布点 13 个，2023 年 4 月 17 日效果评估单位对场内临时道路采样检测。

根据效果评估检测结果显示可知，第一层（0-1m）施工便道样品中 A-D5、A-D6、A-D10、A-D13 存在目标污染物超标现象，其中 A-D5、A-D6 为重金属和多环芳烃复合污染，针对上述点位代表区域进行一次扩挖，扩挖范围为该超标点位所代表的采样单元，扩挖深度为 0.3m，扩挖面积为超标点位代表道路面积，A-D5、A-D6 扩挖出的复合污染土单独运输至修复处置场地进行热脱附+淋洗处置，对扩挖后的点位进行补采，除 A-D5-K、A-D10-K、A-D13-K 外的其他样品目标污染物检测浓度均低于污染修复效果评估标准。

根据第一次扩挖样品检测结果，针对 A-D5-K、A-D10-K、A-D13-K 点位代表区域进行二次扩挖，扩挖范围为该超标点位所代表的采样单元，扩挖深度为 0.3m，扩挖面积为超标点位代表道路面积。根据后续清挖方案，由于 A-D10-K 点位所在路段在后续基坑开挖过程中要继续使用，故未对该扩挖点位进行补采，仅对 A-D5-K、A-D13-K 点位进行补采，样品目标污染物检测浓度均低于污染修复效果评估标准。

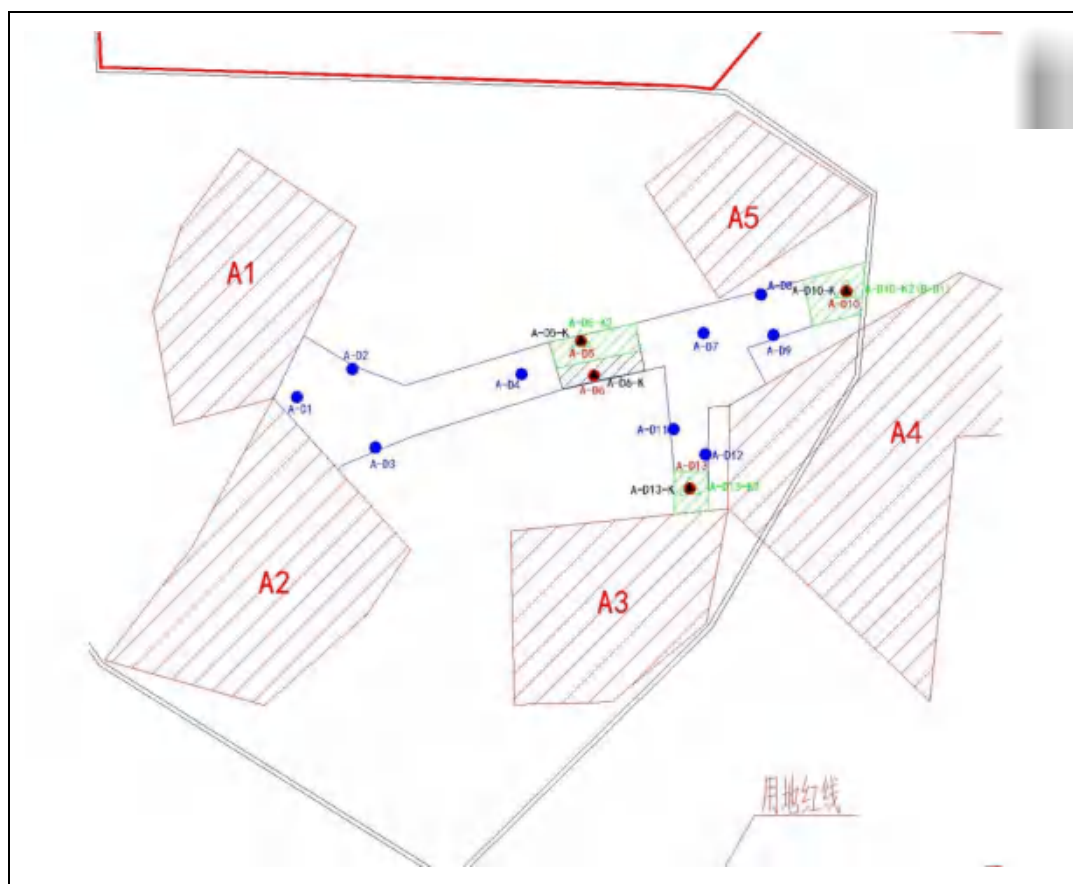


图 3.5-43 第一层施工便道平面图

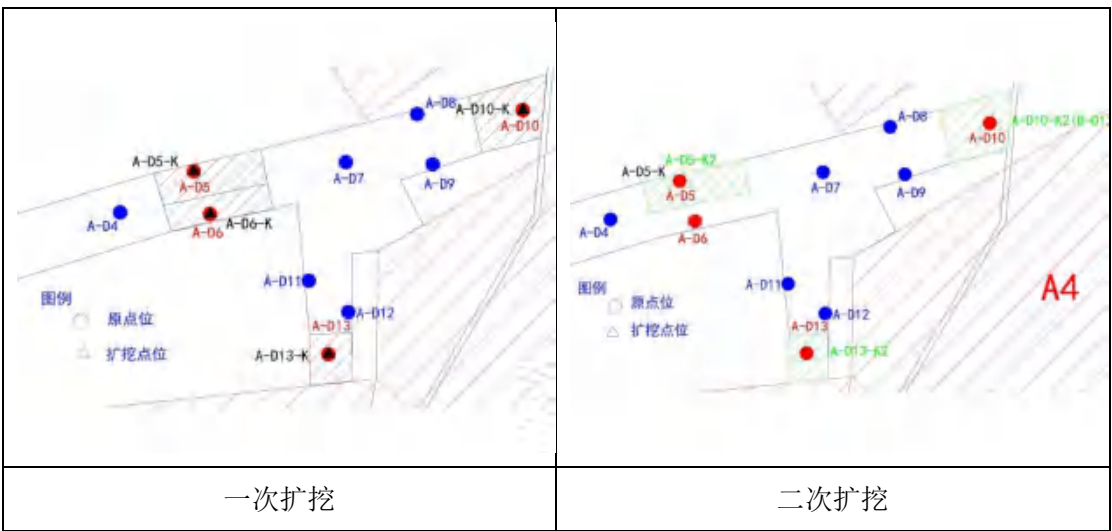


图 3.5-44 第一层施工便道扩挖

（2）基坑内第二、三层（1-5m）修复范围污染土清挖后对施工便道进行采样布点 4 个，2024 年 1 月 03 日效果评估单位对场内临时道路采样检测。

根据效果评估检测结果显示可知，施工便道 B-D4 存在目标污染物超标现象，针对该点位代表区域进行一次扩挖，扩挖范围为该超标点位所代表的采样单元，扩挖深度为 0.3m，扩挖面积为超标点位代表道路面积，对扩挖后的点位进行补采，样品目标污染物检测浓度低于污染修复效果评估标准。

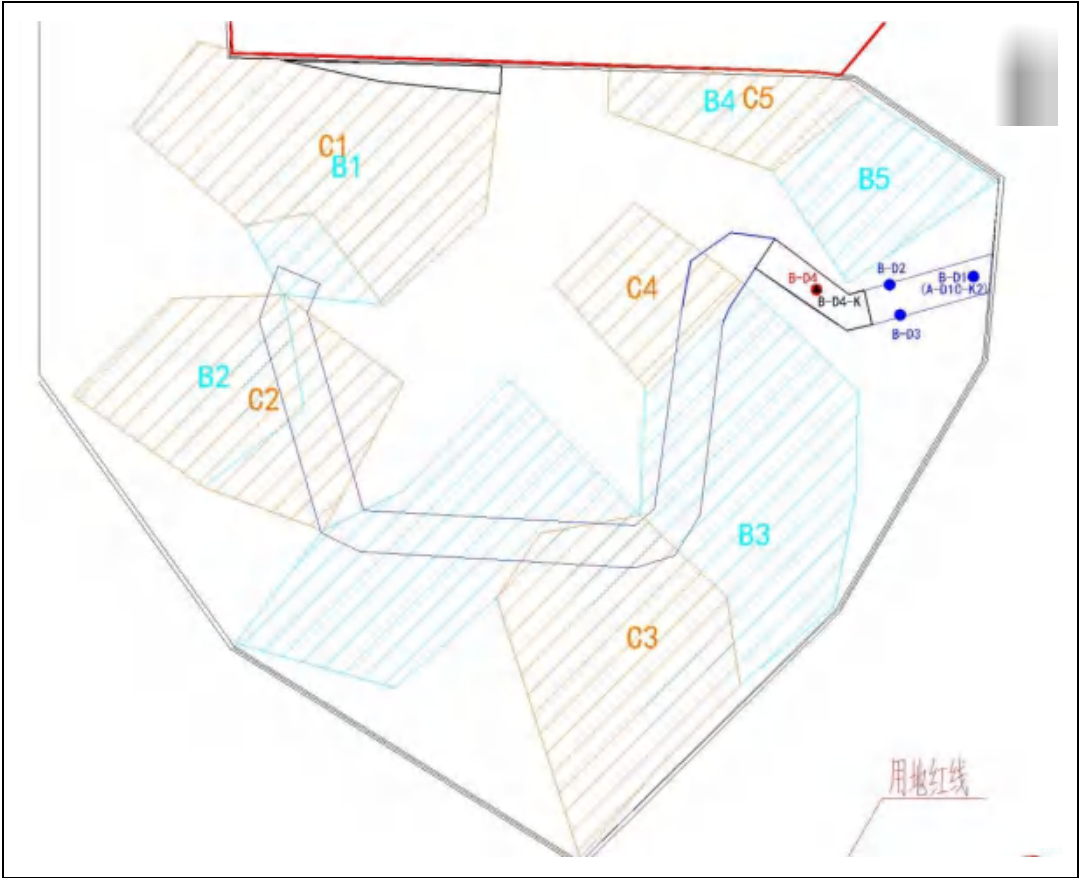


图 3.5-45 二、三层施工便道平面图

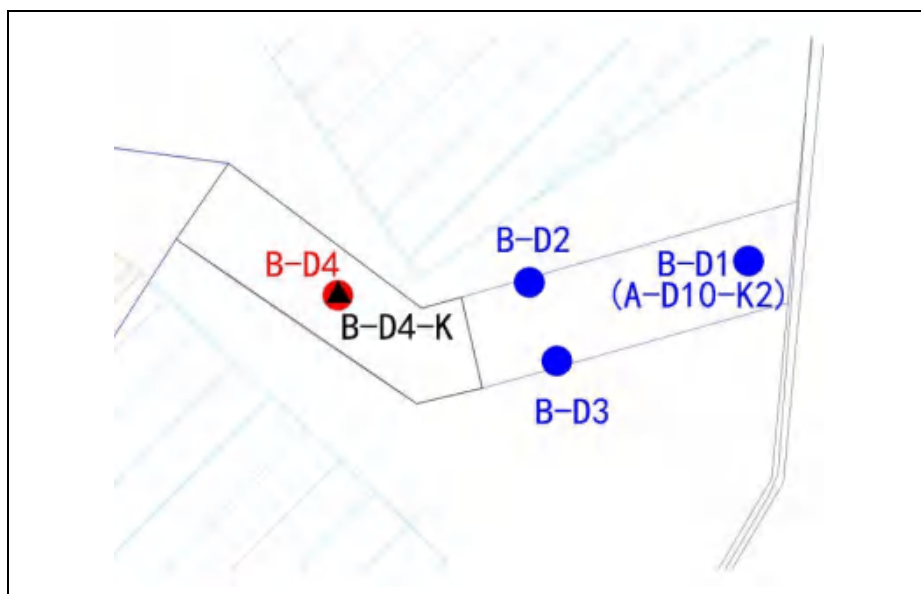


图 3.5-46 二、三层施工便道扩挖图

（3）坑内第四、五层（5-10m）修复范围污染土清挖后对施工便道进行采样布点 8 个，2024 年 05 月 27 日效果评估单位对场内临时道路采样检测。

根据效果评估检测结果显示可知，施工便道 E-D3 存在目标污染物超标现象，针对该点位代表区域进行一次扩挖，扩挖范围为该超标点位所代表的采样单元，扩挖深度为 0.3m，扩挖面积为超标点位代表道路面积，对扩挖后的点位进行补采，样品目标污染物检测浓度低于污染修复效果评估标准。

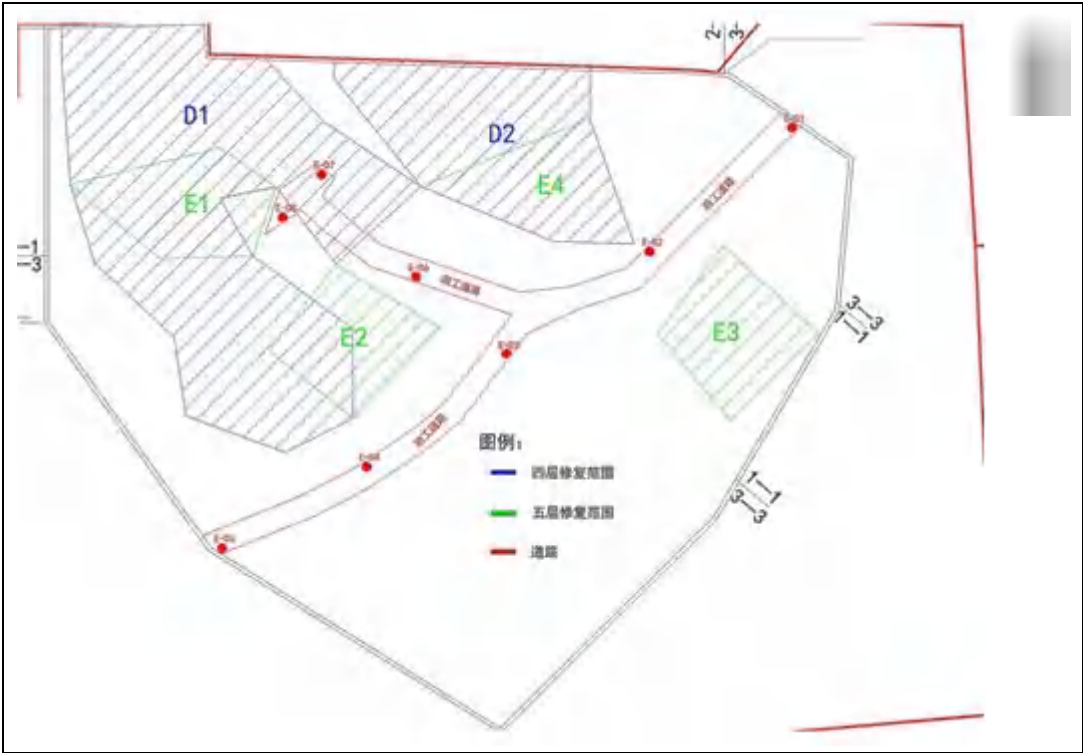


图 3.5-47 四、五层施工便道平面图

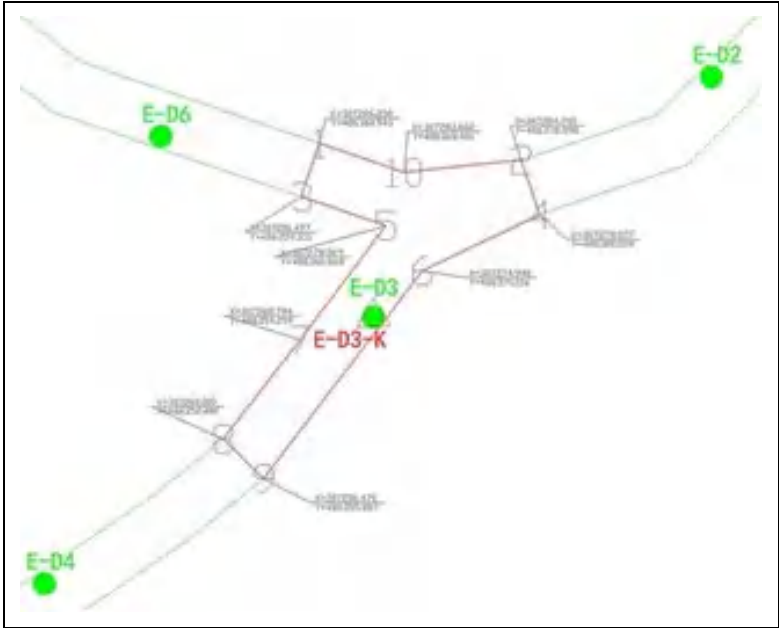


图 3.5-48 四、五层施工便道扩挖图

3.5.3.5 清挖后场地现状

清挖完成后，场地修复范围形成大小不一的基坑，卫星图如下所示。

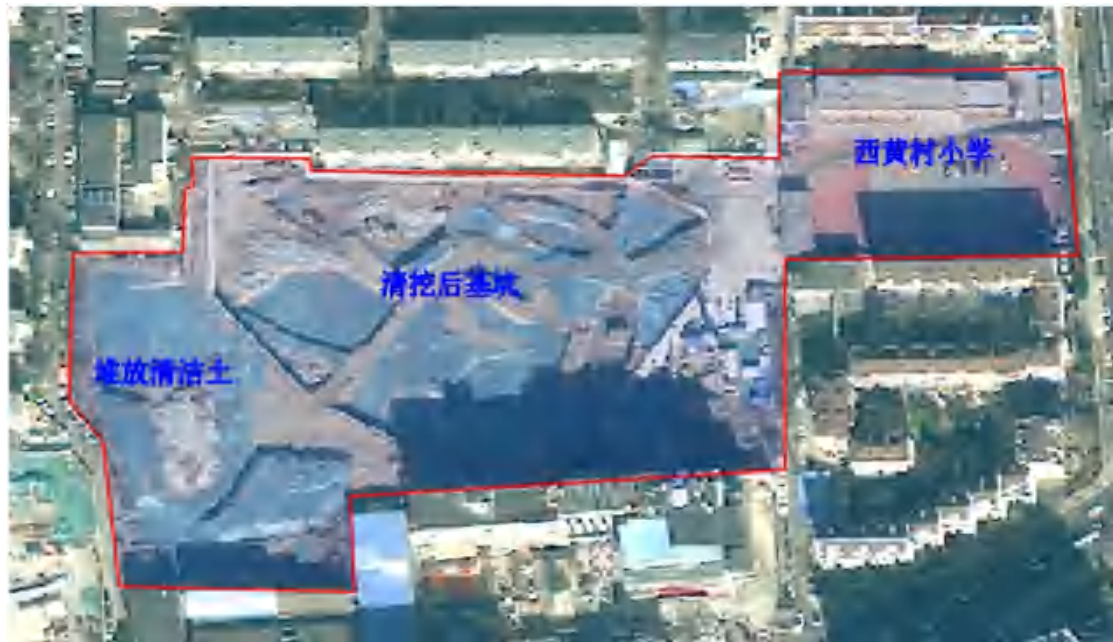


图 3.5-49 清挖后场地卫星影像图

3.5.4 污染土运输

3.5.4.1 运输路线

污染土壤运输车辆出西黄村棚改项目 C 地块—苹果园路—杨庄东街—西五环—京原路—古城南街—项目处置场地。运输线路如下图所示。



图 3.5-50 污染土实际运输路线

北京首钢建设集团有限公司污染土转运计划

备案申请表

业主单位	北京鑫金置业有限责任公司		
备案编号	首建运 2024-5		
转运事由	石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块转运至首钢兴业工程技术有限公司热脱附处置土库大棚		
行驶路线	西黄村棚改项目 C 地块—苹果园路—杨庄东街—西五环—京原路—古城南路—项目处置场地		
转运作业时间	2024 年 5 月 1 日至 2024 年 5 月 31 日全天（24 小时）		
计划转运车数	277	转运污染土总量（吨）	1 万吨
联系人姓名	李强海	联系电话	17310570437
施工、承运盖章	施工单位负责人签字： 盖章：年 月 日	承运单位负责人签字： 盖章：年 月 日	
转运车辆车牌号	京 AGY730/京 ANE238/京 AGX557/京 ANA662/京 ALR704/京 APS727/ 京 AMR837/京 AMT861/京 ALY921/京 AFP671/京 AJD076/京 AKT673/ 京 AIM293/京 AVV619/京 AJW772/京 ANS235/京 AJW338/京 AGG273/ 京 AYC335/京 AGS635/京 ANM789/京 APY893/京 AHE105/京 AHG157/ 京 AHW313/京 AJQ178/京 ALB722/京 AMJ821/京 ANE766/京 APT167/ 京 ALP937/京 AWV998/京 AXQW76/京 AZX165/京 ALD709/京 ANP211/ 京 ADP701/京 APR707/京 AVW933/京 AVU971/京 APA975/京 ANE633/ 京 APT028/京 AGY881/京 ALN955/京 ALD815/京 AGH361		
车辆防污染措施： 1. 转运车辆采用防水帆布进行严密苫盖，防止异味。 2. 车辆装土高度严禁超出车槽帮上沿，防止洒落。 3. 车辆出入污染土暂存厂和大棚时，要对车辆车轮进行冲洗，对车槽边沿进行清理，防止车轮带泥和洒落造成道路路面污染。 4. 上路行驶按低于限速 20% 行驶，遵守交通信号，防止发生交通事故。 5. 转运车辆采用运输联单确认制，车辆配备 GPS，从而保证运输车辆全程可控。 6. 将转运工作纳入公司环保事故应急响应体系，出现事故及时响应处理。			

填报人：樊锦伟 联系电话：15235002581 日期：2023 年 4 月 25 日
注：此表一式 2 份，备案编号编制规则为年+月（如首建运 2023-01 为 2023 年 1 月份转运计划）。

图 3.5-51 实际运输路线备案表

3.5.4.2 运输过程管理

为防止污染土运输过程中出现车辆不按运输路线行走、私自乱卸土方等问题出现，施工单位采用了出场、卸土场联合签字控制的方式对车辆进行了管理，两端均需签字才能确认工程量，同时采用突击检查的方式，避免土方车私自变更运输路线。一经发现土方车违规行为，立即进行清场处理。

现场装车后登记如下

（1）运输单位：填写车辆及个人资料信息，包括司机签字、车牌号等。

(2) 施工单位：填写五联单信息，编号、运输日期、出车时间、运土现场签字。

(3) 监理公司：在五联单监理签字处分别签字确认。

(4) 建设单位：在五联单建设签字处签字确认。

(5) 驾驶员：携带五联单外运处置场。

污染土运输签认五联单

编号: A1 票号: 0002061

车牌号	京AGY-130	土方量(m³)	18	运输人签字	王强
污染土出场时间: 2023年4月3日14时25分 检查人填					
建设单位签字	陈军生	监理签字	陈军生	出场检查签字	刘波
污染土卸土时间: 2023年4月3日15时01分 接收人填					
建设单位签字	陈军生	监理签字	陈军生	暂存接收签字	曹学龙

白联: 留存 粉联: 建设单位 黄联: 监理 绿联: 运输 蓝联: 接收

污染土运输签认五联单

编号: A1 票号: 0002101

车牌号	京ALR-703	土方量(m³)	18方	运输人签字	王强
污染土出场时间: 2023年4月3日15时16分 检查人填					
建设单位签字	陈军生	监理签字	陈军生	出场检查签字	刘波
污染土卸土时间: 2023年4月3日15时36分 接收人填					
建设单位签字	陈军生	监理签字	陈军生	暂存接收签字	曹学龙

白联: 留存 粉联: 建设单位 黄联: 监理 绿联: 运输 蓝联: 接收

污染土运输签认五联单

编号: A1 票号: 0002081

车牌号	京AMR-857	土方量(m³)	18	运输人签字	王强
污染土出场时间: 2023年4月3日15时10分 检查人填					
建设单位签字	陈军生	监理签字	陈军生	出场检查签字	刘波
污染土卸土时间: 2023年4月3日15时49分 接收人填					
建设单位签字	陈军生	监理签字	陈军生	暂存接收签字	曹学龙

白联: 留存 粉联: 建设单位 黄联: 监理 绿联: 运输 蓝联: 接收

图 3.5-52 车辆运输单

3.6 污染土修复处置

本项目有机污染土壤采用直接热脱附处理工艺技术进行处理，重金属污染

土壤采用化学淋洗技术进行处理，与修复方案一致。复合污染土壤采取“异位热脱附+异位化学淋洗”的组合处置工艺进行处理。

北京首科兴业工程技术有限公司承担本项目污染土壤处置工作，自 2023 年 4 月 3 日开始接收污染土与检测合格清洁土，2024 年 4 月 7 日完成镉污染土化学淋洗；2024 年 6 月 14 日完成有机类污染土热脱附修复，2024 年 8 月 3 日完成全部修复后成品土的回填，具体情况详见下表。

表 3.6-1 修复工程实施过程及完成时间

序号	工程实施内容	实施时间
1	污染土接收	2023 年 4 月 3 日-2024 年 6 月 6 日
2	污染土预处理	2023 年 4 月 19 日-2024 年 6 月 8 日
3	含多环芳烃污染土热脱附（含复合污染土）	2023 年 4 月 21 日-2024 年 6 月 14 日
4	含多环芳烃污染土修复后自验收	2023 年 5 月 23 日-2024 年 6 月 15 日
5	镉污染土化学淋洗（含复合污染土）	2023 年 10 月 13 日-2023 年 11 月 12 日、 2024 年 3 月 26 日-2024 年 4 月 7 日；
6	镉污染土修复后自验收	2023 年 11 月 13 日、2024 年 6 月 14 日
7	修复后土壤回填	2024 年 6 月 15 日-2024 年 7 月 14 日
8	清洁土与筛上物回填	2023 年 7 月 15 日-2024 年 8 月 3 日

3.6.1 污染土接收及暂存

修复处置场地累计接收污染土壤 74862.99m³，目标污染物为多环芳烃和重金属镉，污染土清挖后分类运输至污染土修复区密闭大棚，该气膜大棚长 135m，宽 60m，总面积 8100m²。以分类堆存为原则，将单一有机污染土、单一重金属污染土和复合污染土分类暂存于密闭大棚内，并在其内进行多级筛分等预处理去除粘附于建筑垃圾等筛上物表面的土壤颗粒。

重金属类污染土在预处理后及时转运至淋洗处置区内的上料区暂存，并覆盖防雨布。有机类污染土经预处理后经上料间内上料系统进入修复系统进行修复。密闭大棚可存储污染土 25000m³，通过优化施工组织，协调污染土清挖出土量和热脱附修复量，基本满足了本项目污染土壤的暂存要求。

密闭大棚地面采用防渗处理，底部铺设防渗 HDPE 膜，上部采用 C25 抗渗混凝土浇筑，厚度 20cm，以防止污染物滤液渗漏。防渗地面满足《聚乙烯(PE)

土工膜防渗工程技术规范》(SL/T231-98)和《土工合成材料应用技术规范》(GB50290-98)及《生活垃圾卫生填埋场防渗系统工程技术规范》(CJJ113-2007)等相关规范要求。

（1）建筑结构

大棚采用气承式支撑膜结构结构，跨度达 60m。

（2）气膜系统技术指标及参数

大棚选用 PVDF（PVC）膜材，该膜材包括聚脂纤维基布、氯乙烯涂层、聚偏二氟乙烯面层等部分，抗拉强度大，透光率 12%-15%，防火 B1 级。

（3）斜向索网系统

将钢缆和膜材有机的连为一体。将外膜所受到的荷载有效传递到钢缆系统上，并均匀分摊到基础锚固系统，以提供最大的稳定性。抗风能力 12 级，雪荷载到 80KG/m²。

（4）车辆人员出入口系统

系统主要包括车辆进出的双层门，双层气密门的开闭和关闭采用红外线感应，从第一道门先开启，车辆进入气密通道，第一道门关闭，到第二道门开启，运输车辆进入气膜内部，第二道门关闭，完成卸土作业。人员进出有三叶式旋转门和安全门。



图 3.6-1 运输车辆及人员出入系统

（5）送风系统

送风系统共 6 台 7.5KW 风机，按照功能划分为 2 台维持气膜压力风机，4 台与尾气净化系统联动的风机。

（6）密闭式气体处理系统

内部空间的有毒气体浓度将通过设置的检测设备进行检测，当浓度达到设定值时，由检测设备箱终端计算机发出信号，最终由终端自控系统发出指令，排风阀自动进行排风，与此同时，压力传感器启动风机进行鼓风补风、补压；排风系统将气膜内部污染土挥发的有毒气体进行布袋除尘，活性炭吸附后进行达标排放。

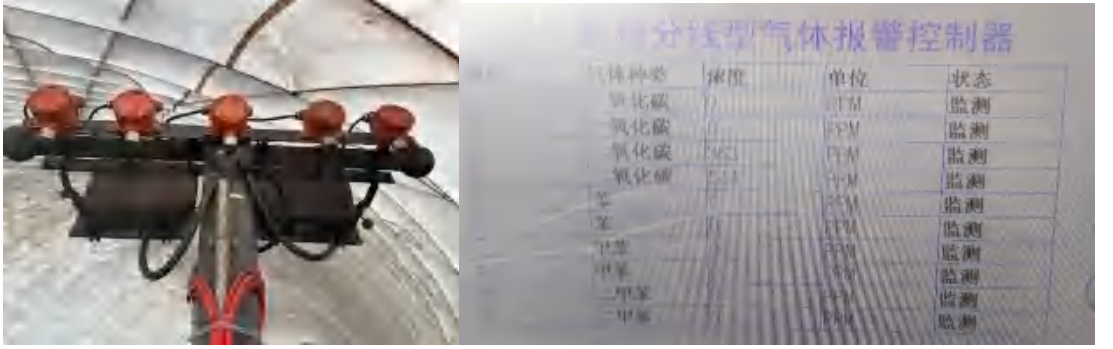


图 3.6-2 气体探测器和报警控制器

密闭大棚以大空间、大跨度、内部无梁无柱、无泄露的空气支撑膜结构对污染土作业区进行密闭储存，污染土释放出的有害气体密闭在空气支撑膜结构中，不会释放到大气之中，防止有害气体的施放对空气环境造成污染。

通过送风、排风，对密闭结构内部的气流进行有组织处理并排放，同时对其浓度进行监测、通过特殊工艺稀释导流收集，保证作业区人员的安全，然后经过特殊的气体处理装置进行处理，实现达标排放；同时保证修复工程机械的全天候正常作业，不受雨雪以及大风天气的影响，有效防止扬尘、以及降水下渗对地下水的危害。



图 3.6-3 密闭大棚送风及尾气处理系统

3.6.1.1 污染土接收

本项目污染土接收时间自 2023 年 4 月 3 日至 2024 年 6 月 6 日，污染土进入密闭气膜大棚，累计外运 4234 车次，合计 74862.99m³，其中接收有机污染土 4053 车，计 71768.98m³；重金属（镉）污染土 178 车，计 3056.24m³；复合污染土 3 车，计 37.77m³。

所有污染土运输车辆，进入暂存区域后，首先提交运输五联单据，并经过相关人员检查确认后，进入密闭大棚内进行卸土作业。卸土过程中，首先将车厢顶部的防尘苫盖装置收起，完成后进行卸土作业，卸土完成后在大棚内进行车斗的清理、轮胎清理、车斗复位后，到交单处进行检查，合格后返回开挖区域，进行再次装车运输，完成一个运输周期。

污染土接收情况如下：

表 3.6-2 污染土接收情况统计

序号	日期	污染土车数	备注
1	2023.4.3	22	
2	2023.4.4	23	
3	2023.4.5	55	
4	2023.4.8	16	
5	2023.4.9	43	
6	2023.4.15	41	
7	2023.4.16	41	30 车重金属
8	2023.4.17	6	6 车重金属
9	2023.4.27	4	2 车重金属
10	2023.5.1	17	
11	2023.5.2	40	
12	2023.5.3	63	
13	2023.5.4	30	
14	2023.5.5	21	
15	2023.5.6	66	
16	2023.5.7	71	

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

序号	日期	污染土车数	备注
17	2023.5.8	76	
18	2023.5.9	49	
19	2023.5.10	73	
20	2023.5.11	54	
21	2023.5.12	34	
22	2023.5.13	64	
23	2023.5.14	37	2 车重金属土，3 车复合土
24	2023.10.13	25	25 车重金属土
25	2023.10.20	63	43 车重金属土
26	2023.10.21	41	3 车重金属
27	2023.10.22	34	
28	2023.10.23	21	
29	2023.10.24	54	
30	2023.10.25	35	
31	2023.10.30	17	17 车重金属
32	2023.11.3	29	13 车重金属
33	2023.11.7	49	
34	2023.11.8	59	
35	2023.11.10	35	
36	2023.11.11	16	
37	2023.11.12	22	4 车重金属
38	2023.11.13	49	
39	2023.11.14	45	
40	2023.11.15	63	
41	2023.11.18	25	
42	2023.11.19	44	
43	2023.12.4	62	含 20 车重金属土
44	2023.12.5	75	含 10 车重金属土
45	2023.12.6	26	
46	2023.12.31	61	

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

序号	日期	污染土车数	备注
47	2024.1.1	75	
48	2024.1.2	63	
49	2024.1.3	16	
50	2024.1.13	56	
51	2024.1.15	15	
52	2024.1.16	34	
53	2024.1.17	89	
54	2024.1.23	49	
55	2024.1.24	73	
56	2024.1.25	80	3 车重金属
57	2024.1.26	81	
58	2024.1.27	85	
59	2024.1.28	99	
60	2024.1.31	58	
61	2024.2.1	81	
62	2024.2.21	69	
63	2024.2.22	70	
64	2024.2.23	80	
65	2024.2.24	70	
66	2024.2.25	76	
67	2024.3.13	51	
68	2024.3.14	59	
69	2024.3.15	42	
70	2024.3.17	32	
71	2024.3.18	40	
72	2024.3.30	14	
73	2024.4.1	35	
74	2024.4.2	33	
75	2024.4.17	60	
76	2024.4.18	21	

序号	日期	污染土车数	备注
77	2024.4.22	52	
78	2024.4.24	76	
79	2024.4.25	16	
80	2024.5.3	3	
81	2024.5.7	63	
82	2024.5.8	37	
83	2024.5.9	52	
84	2024.5.10	22	
85	2024.5.12	61	
86	2024.5.21	33	
87	2024.5.22	48	
88	2024.5.23	41	
89	2024.5.24	59	
90	2024.5.25	9	
91	2024.5.26	49	
92	2024.5.27	7	
93	2024.6.6	4	
共计		4234	有机污染土 4053 车，重金属污染土 178 车，复合污染土 3 车

3.6.1.2 污染土暂存

密闭气膜大棚内划分三个暂存区域，分别为污染土壤暂存区：用于清挖场地转运来的污染土卸车及暂存，占地面积为 4150m²；筛分及筛分后污染土暂存区：用于污染土壤筛分预处理工作及筛分后待处置污染土的暂存，占地 1080m²；预处理筛上物暂存区：用于建筑垃圾等筛上物的暂存，占地 450m²。项目开展过程中，通过优化施工组织，协调污染土接收量、热脱附修复量和淋洗修复量，可控制污染土的最大存储量约 25000 m³。

污染土壤运输车辆由密闭气膜大棚西北侧东门进入，由西北向东南进行卸土，土壤卸完后，采用装载机和挖掘机进行堆存，保证堆土的高度和大棚的存

储能力达到最佳状态。

本项目污染土壤主要为多环芳烃和重金属镉，污染土壤分类转运并暂存在密闭大棚内相应储存区域，重金属污染土壤、重金属与有机复合污染土壤暂存过程插设标识牌，避免污染土交叉污染。密闭大棚内通过及时安排筛分预处理作业，减少不同类污染土壤的同时暂存时间。

密闭大棚内污染土暂存情况如下图所示：

	
污染土进场	污染土卸车
	
污染土壤暂存区	筛分及筛分后污染土暂存区
	
预处理筛上物暂存区	

图 3.6-4 污染土暂存情况

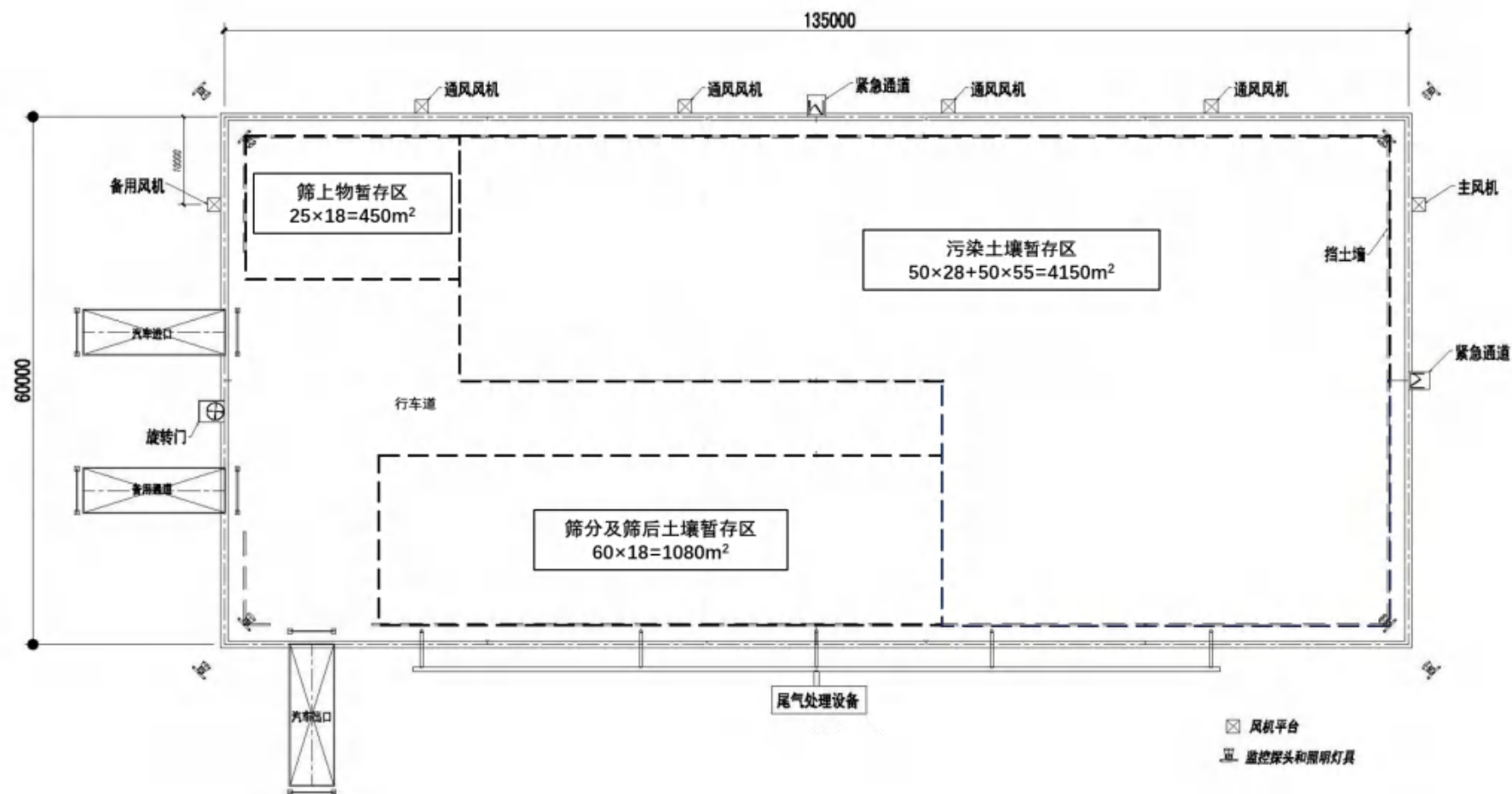


图 3.6-5 密闭大棚分区示意图

3.6.2 污染土预处理

本项目污染土壤中的污染物主要是多环芳烃类物质和重金属镉，为了避免污染土壤中的污染物逸散到大气中，污染土的预处理在全密闭式的气膜大棚内进行，利用现有预处理设施进行预处理。

污染土壤进入热脱附系统之前，需要满足一定的含水率、粒径等，这就需要对污染土壤进行一系列破碎筛分预处置，使其满足热脱附系统处理的条件。本项目所使用的热脱附系统处理规模为 25 t/h，本项目热脱附生产线入窑的污染土壤要求为：粒径<50mm，含水率<15%。

本项目所使用的淋洗系统理论处理规模为 10t/h，为避免堵塞淋洗设备进料口，污染的土壤先进行初步筛分等预处理筛除石块、建筑垃圾等大于 50mm 粒径颗粒，以满足淋洗修复的预处理要求。

污染土壤的预处理主要包括破碎和筛分，筛分产生的筛上物主要为粒径大于 50mm 的水泥废屑、碎砖石等建筑垃圾筛上物。对于筛上物经效果评估验收检测满足修复目标值后可转运至土壤存储区（筛上物堆场）进行存储。若不达标则经过破碎、再次筛分后，随污染土入窑进行热脱附修复或进入淋洗系统进行化学淋洗修复。



图 3.6-6 污染土筛分预处理与棚内暂存情况

按照暂存堆体的测绘数据，本项目筛分预处理过程共产生建筑垃圾等筛上物 9463.4m³，其中有机类污染土筛上物 8894.3m³，镉污染土筛上物 569.1m³，于密闭大棚内独立仓内分类集中堆放，待自检合格且经效果评估单位检测合格后外运至筛上物堆场集中堆存，并覆盖防尘网。



图 3.6-7 筛上物暂存情况

3.6.3 热脱附修复实施

本项目涉及异位热脱附修复土方量包含预处理后单一有机污染土壤和复合污染土壤两种类型土壤。污染土壤经过预处理达到热脱附处理入料要求（粒径 $<50\text{mm}$ ）后，由密闭大棚转运至上料间，由铲车将土壤送至集料斗，再由上料皮带推入回转窑窑头，窑尾由燃烧器（天然气）加热，物料被加热至 500°C ，回转窑电机频率 35HZ ，停留时间约 20min ，以确保土壤中有机污染物完全析出，热脱附后的土壤由窑尾出料，土壤经过密闭加湿冷却设备、皮带输送系统，进入成品出料间，倒运至待检区暂存。

回转窑上料、出料系统采用微负压操作，所有系统粉尘进入窑头作为助燃空气进行处理；热脱附后的有机物、土壤粉尘等污染物随烟气进入旋风除尘器，将混杂在烟气中的土壤粉尘去除后，烟气进入二燃室燃烧，二燃室温度 $\geq 850^{\circ}\text{C}$ ，停留时间 ≥ 2 秒钟，以高温焚烧和分解有机物。随后烟气经过急冷塔换热降温，确保温度降到 200°C 以下，烟气通过布袋除尘器收集粉尘后，实现气体达标排放。

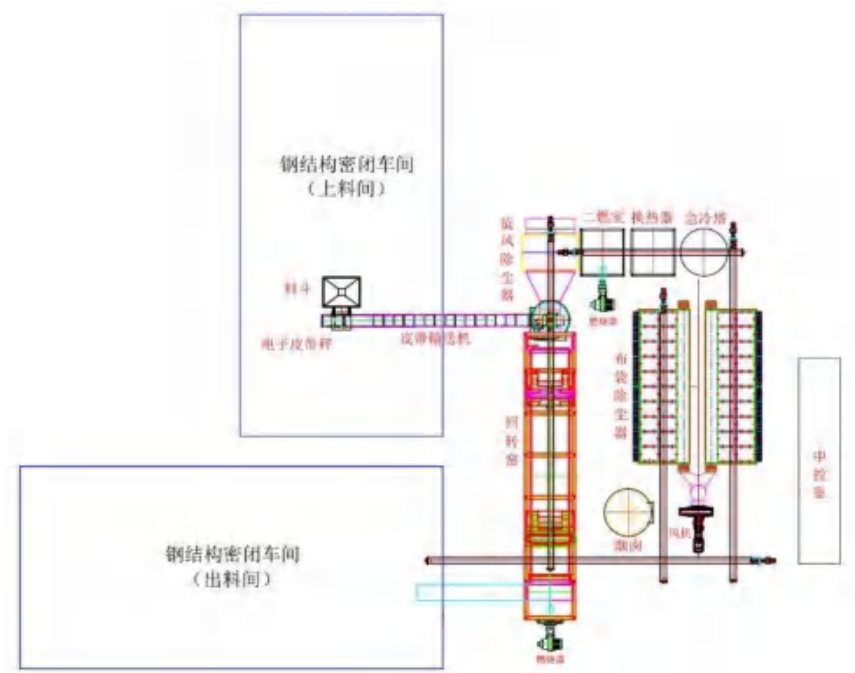


图 3.6-8 热脱附处置区平面布置图

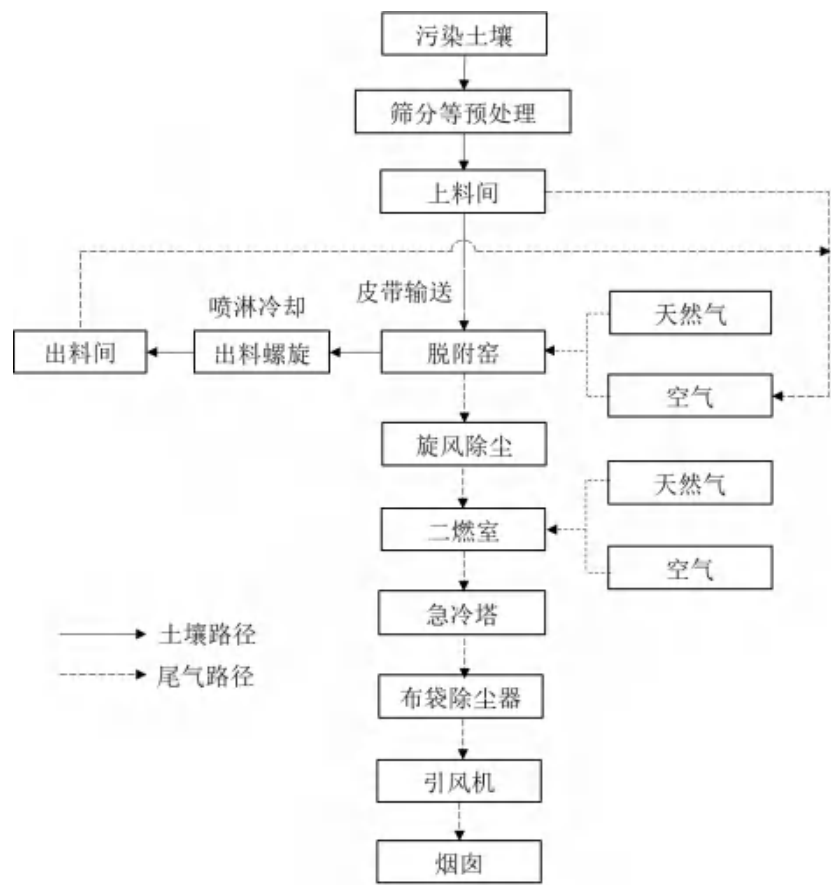


图 3.6-9 热脱附系统工艺流程图

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015





图 3.6-10 热脱附设备及运行实景

西黄村棚改项目 C 地块污染土壤修复工程污染土壤热脱附处置运行记录

日期: 2023 年 3 月 11 日

时间	班次	脱附仓				二燃室				布袋除尘				主引风机		螺旋布料	
		窑头温度 /℃	窑头压力 /Pa	窑尾温度 /℃	窑尾压力 /Pa	进口温度 /℃	进口压力 /Pa	出口温度 /℃	出口压力 /Pa	进口温度 /℃	进口压力 /Pa	出口温度 /℃	出口压力 /Pa	频率 /Hz	电流 /A	频率 /Hz	电流 /A
8:00		486	-5.0	560	-6.2	819	-6.7	769	-5.4	180	-8.7	112	-5.7	25	94	25	18
10:00		480	-5.6	566	-4.1	830	-5.0	752	-4.7	174	-4.7	116	-5.0	25	94	25	16
12:00		475	-4.1	559	-4.7	824	-6.4	741	-5.0	171	-5.0	110	-4.4	25	93	25	17
14:00		477	-4.9	562	-4.9	821	-4.9	744	-7.0	170	-7.4	116	-5.0	25	99	25	16
16:00		481	-5.0	571	-5.7	855	-5.7	735	-7.4	174	-5.0	120	-6.8	25	93	25	16
18:00		479	-6.1	567	-5.0	861	-6.4	762	-6.4	170	-6.7	114	-6.0	25	93	25	16
20:00		470	-5.4	560	-4.7	867	-6.0	767	-5.9	180	-5.4	116	-4.1	25	93	25	16
22:00		476	-5.4	567	-4.9	857	-6.1	760	-5.2	179	-5.7	114	-5.0	25	93	25	16
0:00		471	-5.4	560	-5.4	861	-5.4	744	-5.7	171	-5.8	113	-5.2	25	94	25	17
2:00		461	-4.6	559	-3.4	855	-4.6	754	-5.0	164	-5.0	110	-5.1	25	94	25	16
4:00		474	-5.0	566	-4.4	864	-5.4	759	-6.1	174	-5.8	112	-4.7	25	94	25	16
6:00		470	-5.2	579	-5.0	860	-5.3	739	-6.0	176	-5.4	114	-4.4	25	93	25	17
班中其他问题																	

图 3.6-11 热脱附处置运行记录台账

2023 年 4 月 21 日至 2024 年 6 月 14 日期间，组织对本项目含有机污染土（单一有机污染土、复合污染土）进行热脱附修复，依据台秤示数显示共计修复 115080.2t。其中，于 2023 年 5 月 14 日接收的复合污染土于 2023 年 5 月 22 日进行了热脱附处置，台秤显示为 67.3t，处置过程通过控制热脱附设备进料、及时清理进出料间等方式避免了不同类型污染土交叉污染的发生。

脱附过程累计生产 257 天，平均处理能力 18.66t/h。项目处置期间因污染土存量因素和设备检修等问题停产 163 天。具体情况如下表：

表 3.6-3 污染土处置记录统计

序号	日期	处置量 (t)	备注
1	2023.4.21	145.2	

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

序号	日期	处置量 (t)	备注
2	2023.4.22	288.1	
3	2023.4.23	395.0	
4	2023.4.24	395.9	
5	2023.4.25	396.3	
6	2023.4.26	284.9	
7	2023.4.27-2023.4.29	0	停产 3 天
8	2023.4.30	279.7	
9	2023.5.1	325.2	
10	2023.5.2	325.7	
11	2023.5.3	320.2	
12	2023.5.4	355.1	
13	2023.5.5	364.9	
14	2023.5.6	430.7	
15	2023.5.7	431.3	
16	2023.5.8	396.0	
17	2023.5.9	430.4	
18	2023.5.10	432.8	
19	2023.5.11	454.9	
20	2023.5.12	429.9	
21	2023.5.13	435.0	
22	2023.5.14	433.6	
23	2023.5.15	0	停产 1 天
24	2023.5.16	277.5	
25	2023.5.17	431.9	
26	2023.5.18	433.0	
27	2023.5.19	435.4	
28	2023.5.20	439.5	
29	2023.5.21	445.2	
30	2023.5.22	439.9	热脱附复合污染土 67.3t
31	2023.5.23	464.8	
32	2023.5.24-2023.5.26	0	停产 3 天
33	2023.5.27	432.1	
34	2023.5.28	504.1	
35	2023.5.29	500.6	
36	2023.5.30	467.4	
37	2023.5.31	278.1	
38	2023.6.12-2023.6.2	0	停产 2 天
39	2023.6.3	214.9	

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

序号	日期	处置量 (t)	备注
40	2023.6.4	298.2	
41	2023.6.5	465.9	
42	2023.6.6	505.2	
43	2023.6.7	510.1	
44	2023.6.8	505.0	
45	2023.6.9	500.2	
46	2023.6.10	511.4	
47	2023.6.11	470.0	
48	2023.6.12	216.0	
49	2023.6.13-2023.6.14	0	停产 2 天
50	2023.6.15	220.0	
51	2023.6.16	360.1	
52	2023.6.17	433.1	
53	2023.6.18	439.9	
54	2023.6.19	501.9	
55	2023.6.20	508.1	
56	2023.6.21	510.3	
57	2023.6.22	504.9	
58	2023.6.23	467.7	
59	2023.6.24	465.9	
60	2023.6.25	505.1	
61	2023.6.26	465.0	
62	2023.6.27	215.5	
63	2023.6.28-2023.8.14	0	停产 48 天
64	2023.8.15	214.5	
65	2023.8.16	510.1	
66	2023.8.17	505.0	
67	2023.8.18	433.3	
68	2023.8.19	505.2	
69	2023.8.20	502.9	
70	2023.8.21	504.4	
71	2023.8.22	511.1	
72	2023.8.23	507.0	
73	2023.8.24	506.1	
74	2023.8.25	502.1	
75	2023.8.26	464.9	
76	2023.8.27	209.9	
77	2023.8.28-2023.10.18	0	停产 52 天
78	2023.10.19	230.0	

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

序号	日期	处置量 (t)	备注
79	2023.10.20	505.2	
80	2023.10.21	503.9	
81	2023.10.22	505.0	
82	2023.10.23	504.5	
83	2023.10.24	508.7	
84	2023.10.25	510.0	
85	2023.10.26	508.4	
86	2023.10.27	464.3	
87	2023.10.28	457.1	
88	2023.10.29	215.1	
89	2023.10.30-2023.11.1	0	停产 2 天
90	2023.11.2	287.8	
91	2023.11.3	432.1	
92	2023.11.4	432.4	
93	2023.11.5	465.1	
94	2023.11.6	467.8	
95	2023.11.7	467.9	
96	2023.11.8	504.3	
97	2023.11.9	497.4	
98	2023.11.10	454.9	
99	2023.11.11	432.1	
100	2023.11.12	0	停产 1 天
101	2023.11.13	215.0	
102	2023.11.14	464.1	
103	2023.11.15	466.1	
104	2023.11.16	466.1	
105	2023.11.17	469.7	
106	2023.11.18	397.9	
107	2023.11.19	466.2	
108	2023.11.20	432.0	
109	2023.11.21	445.6	
110	2023.11.22	439.8	
111	2023.11.23	465.1	
112	2023.11.24	465.4	
113	2023.11.25	437.0	
114	2023.11.26	432.9	
115	2023.11.27	440.1	
116	2023.11.28	465.0	
117	2023.11.29	465.9	

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

序号	日期	处置量 (t)	备注
118	2023.11.30	215.1	
119	2023.11.30-2023.12.9	0	停产 10 天
120	2023.12.10	287.9	
121	2023.12.11	468.1	
122	2023.12.12	505.1	
123	2023.12.13	504.4	
124	2023.12.14	72.1	
125	2023.12.15	216.1	
126	2023.12.16	431.3	
127	2023.12.17	435.0	
128	2023.12.18	432.9	
129	2023.12.19	436.2	
130	2023.12.20	360.4	
131	2023.12.21	364.5	
132	2023.12.22	289.1	
133	2023.12.23	144.2	
134	2023.12.24-2023.12.30	0	停产 7 天
135	2023.12.31	143.7	
136	2024.1.1	432.1	
137	2024.1.2	435.1	
138	2024.1.3	464.7	
139	2024.1.4	466.2	
140	2024.1.5	432.8	
141	2024.1.6	366.1	
142	2024.1.7	217.1	
143	2024.1.8-2024.1.22	0	停产 15 天
144	2024.1.23	219.9	
145	2024.1.24	365.1	
145	2024.1.25	210.9	
147	2024.1.26-2024.1.28	0	停产 3 天
148	2024.1.29	187.9	
149	2024.1.30	360.2	
150	2024.1.31	504.8	
151	2024.2.1	502.6	
152	2024.2.2	504.6	
153	2024.2.3	509.9	
154	2024.2.4	540.0	
155	2024.2.5	521.9	
156	2024.2.6	533.3	

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

序号	日期	处置量 (t)	备注
157	2024.2.7	510.8	
158	2024.2.8	200.1	
158	2024.2.9-2024.2.16	0	停产 8 天
160	2024.2.17	287.8	
161	2024.2.18	519.1	
162	2024.2.19	520.1	
163	2024.2.20	517.0	
164	2024.2.21	529.3	
165	2024.2.22	535.6	
166	2024.2.23	534.9	
167	2024.2.24	535.6	
168	2024.2.25	536.6	
169	2024.2.26	542.0	
170	2024.2.27	549.9	
171	2024.2.28	546.2	
172	2024.2.29	535.4	
173	2024.3.1	543.4	
174	2024.3.2	540.0	
175	2024.3.3	555.9	
176	2024.3.4	532.1	
177	2024.3.5	509.1	
178	2024.3.6	468.5	
179	2024.3.7	503.6	
180	2024.3.8	521.8	
181	2024.3.9	504.1	
182	2024.3.10	511.2	
183	2024.3.11	512.1	
184	2024.3.12	522.1	
185	2024.3.13	519.9	
186	2024.3.14	505.9	
187	2024.3.15	499.9	
188	2024.3.16	500.1	
189	2024.3.17	504.8	
190	2024.3.18	500.1	
191	2024.3.19	533.1	
192	2024.3.20	521.7	
193	2024.3.21	520.1	
194	2024.3.22	531.1	
195	2024.3.23	515.1	

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
 工程编号：2022 场评 015

序号	日期	处置量 (t)	备注
196	2024.3.24	519.7	
197	2024.3.25	523.1	
198	2024.3.26	500.1	
199	2024.3.27	516.9	
200	2024.3.28	514.8	
201	2024.3.29	515.1	
202	2024.3.30	488.3	
203	2024.3.31	499.8	
204	2024.4.1	511.1	
205	2024.4.2	515.4	
206	2024.4.3	499.4	
207	2024.4.4	498.0	
208	2024.4.5	501.0	
209	2024.4.6	502.3	
210	2024.4.7	504.9	
211	2024.4.8	497.7	
212	2024.4.9	500.1	
213	2024.4.10	501.1	
214	2024.4.11	522.4	
215	2024.4.12	499.3	
216	2024.4.13	522.2	
217	2024.4.14	516.8	
218	2024.4.15	515.1	
219	2024.4.16	499.1	
220	2024.4.17	525.8	
221	2024.4.18	525.2	
222	2024.4.19	514.8	
223	2024.4.20	520.1	
224	2024.4.21	500.1	
225	2024.4.22	360.0	
226	2024.4.23	519.8	
227	2024.4.24	505.8	
228	2024.4.25	509.5	
229	2024.4.26	435.0	
230	2024.4.27	504.1	
231	2024.4.28	398.8	
232	2024.4.29	355.9	
233	2024.4.30	215.7	
234	2024.5.1-2024.5.5	0	停产 5 天

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
 工程编号：2022 场评 015

序号	日期	处置量 (t)	备注
235	2024.5.6	219.2	
236	2024.5.7	505.2	
237	2024.5.8	520.9	
238	2024.5.9	535.3	
239	2024.5.10	545.0	
240	2024.5.11	520.3	
241	2024.5.12	523.5	
242	2024.5.13	399.0	
243	2024.5.14	540.1	
244	2024.5.15	541.7	
245	2024.5.16	533.5	
246	2024.5.17	521.7	
247	2024.5.18	525.9	
248	2024.5.19	534.9	
249	2024.5.20	505.1	
250	2024.5.21	545.9	
251	2024.5.22	542.0	
252	2024.5.23	533.2	
253	2024.5.24	514.8	
254	2024.5.25	519.0	
255	2024.5.26	432.8	
256	2024.5.27	0	停产 1 天
257	2024.5.28	74.3	
258	2024.5.29	365.2	
259	2024.5.30	467.7	
260	2024.5.31	505.8	
261	2024.6.1	499.5	
262	2024.6.2	509.8	
263	2024.6.3	453.2	
264	2024.6.4	365.9	
265	2024.6.5	344.8	
266	2024.6.6	505.1	
267	2024.6.7	542.1	
268	2024.6.8	544.0	
269	2024.6.9	547.1	
270	2024.6.10	543.8	
271	2024.6.11	520.1	
272	2024.6.12	519.9	
273	2024.6.13	522.1	

序号	日期	处置量 (t)	备注
合计		115080.2	

本项目复合污染土壤热脱附修复结束后，由铲车、密闭式渣土车转运至临近的淋洗处置区的待检区进行暂存待检，待效果评估检测合格后随本项目预处理后的重金属类污染土一同进行异位淋洗修复处置。



图 3.6-12 复合污染土异位热脱附后堆存图

3.6.4 化学淋洗修复实施

3.6.4.1 工艺流程

本项目复合污染土壤待有机类目标污染物验收合格后随单一重金属污染土壤一并进行第一批次淋洗修复处置。

异位化学淋洗工艺流程主要包括：污染土壤筛分预处理，滚筒筛分机筛分处理，水力旋流器及振动筛筛分处理，泥浆搅拌及板框压滤处理，淋洗废水处理。具体施工工艺过程如下。

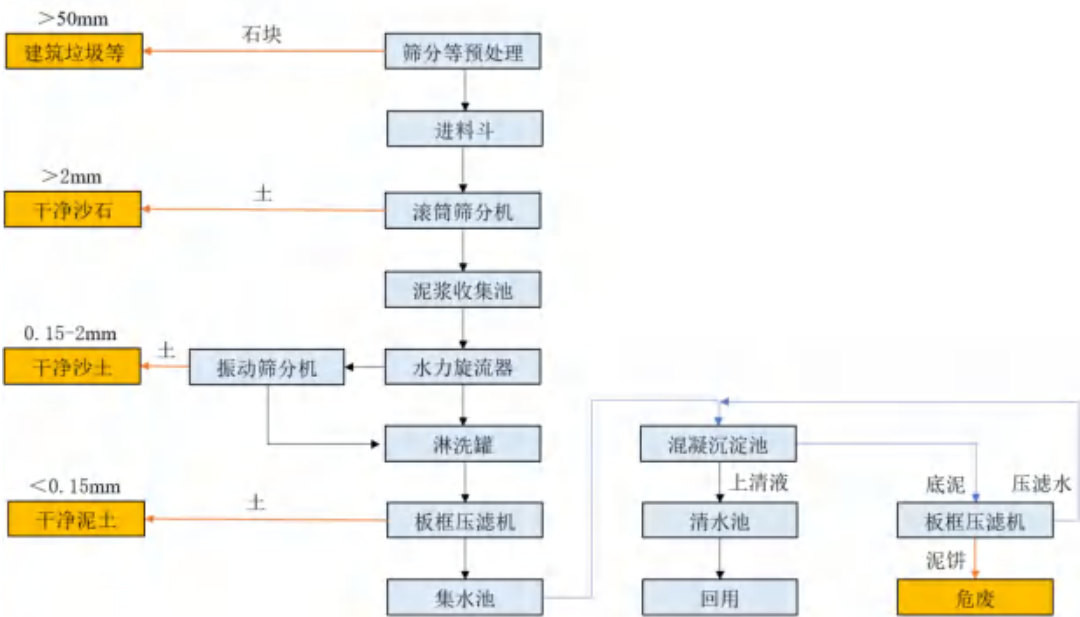


图 3.6-13 污染土壤化学淋洗工艺流程图

（1）预处理

污染土壤首先使用筛分设备进行预处理，筛分筛上物主要为大于 50mm 建筑垃圾和石块等，以免堵塞淋洗设备进料口。筛分预处理过程共产生建筑垃圾等筛上物集中堆放，待自检合格后外运集中堆放暂存。预处理对大块的土壤进行破碎处理，使土壤团块粒径基本均匀，满足修复设备的进料粒径要求。

（2）土壤淋洗施工

设备调试完成后开始进行土壤淋洗施工，淋洗设备理论处理能力为 10t/h。单日处置时间 14-15h。污染土壤由密闭大棚转运至上料区，采用挖掘机进料的方式送至淋洗设备中进行同步淋洗和筛分处理，处置后的土壤由挖掘机短倒转运至中转养护区养护，并进行土壤的快速自检，自检合格的土壤转运至待检区进行待检堆存。

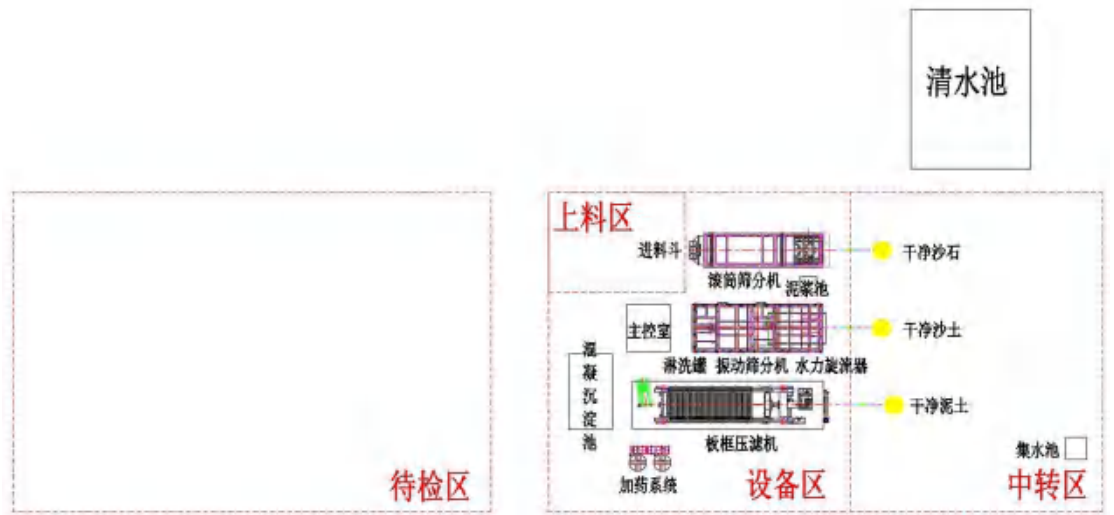


图 3.6-14 化学淋洗平面布置图

1) 滚筒筛分

主要设备包括进料斗与滚筒筛分机。预处理后的土壤经小型挖掘机直接送至进料斗，在滚筒筛分机的入口处喷入淋洗液与污染土壤混合，土壤与淋洗液混合在滚筒段进行连续充分搅拌淋洗，将土壤团块进一步破碎，并将大于 2mm 的渣石筛出，滚筒筛分机末端有高压喷淋设备，对大于 2mm 的砂石进行冲洗，砂石通过滚筒筛分机出料端出土并堆置于中转区。泥浆及小于 2mm 的沙土在滚筒筛分机的筛分段落入泥浆收集池。

2) 水力旋流+振动筛分与搅拌淋洗

泥浆收集池中沙土泥浆混合物经水力旋流器进行二次筛分经分级后，2mm-

0.15mm 粒径沙水混合物从水力旋流器底部进入振动筛分机，在振动筛作用下，沙石附带的泥浆由筛孔排出流入淋洗罐，脱水砂土由出料口排出，堆置于中转区；小于 0.15mm 粒径的颗粒随着泥浆从水力旋流器上部排出，进入淋洗罐内。淋洗罐接受水力旋流器和振动筛分机输送的泥浆，通过设置搅拌机对泥浆进行进一步搅拌淋洗。淋洗罐内实现重金属离子在土壤表层的脱附，进而进入溶液中。

3) 板框压滤脱水

由淋洗罐内含细粒度物料的泥浆通过泥浆泵输送至压滤机进行脱水干化处理。经过板框压滤机压滤后泥饼含水量约为 20-40%。干化泥饼由传送带运出，堆置于中转区待自检。压滤产生的淋洗废水进入集水井，其后泵入水处理系统进行处理。

淋洗废水先进入斜板混凝沉淀池进行絮凝沉淀处理，其中添加适量混凝剂（PAC）、絮凝剂（PAM）和重金属捕捉剂去除淋洗液中洗脱的重金属污染物。混凝沉淀池上清液作为循环水进入清水池重复利用，沉淀物进入污泥池暂存。污泥池中絮凝物富含重金属，通过板框压滤脱水后形成的泥饼属于危险废弃物，委托具有专业资质的危废处置单位处置。污泥池压滤废水回流至混凝沉淀池重复处理。





图 3.6-15 化学淋洗设备及运行实景

3.6.4.2 处置情况

本项目使用的淋洗设备处理量为 10t/h，2023 年 10 月 13 日至 2023 年 11 月 12 日期间，组织对本项目涉及的重金属污染土进行第一批次化学淋洗修复，其中复合污染土经热脱附修复并通过效果验收合格后，于 2023 年 10 月 13 日进行淋洗修复处置。具体情况如下表：

表 3.6-4 污染土处置记录统计（一）

序号	日期	班次	单班产能 (m ³)	累计产能 (m ³)	备注
1	2023.10.13	1	80	80	含复合污染土 39.9m ³ (虚方)
2	2023.10.14	1	80	160	
3	2023.10.15	1	83	243	
4	2023.10.16	1	82	325	
5	2023.10.17	1	82	407	
6	2023.10.18	1	82	489	
7	2023.10.19	0	0	489	大风蓝色预警停工
8	2023.10.20	1	81	570	
9	2023.10.21	1	82	652	
10	2023.10.22	1	81	733	
11	2023.10.23	1	82	815	
12	2023.10.24	1	83	898	
13	2023.10.25	1	81	979	
14	2023.10.26	1	83	1062	
15	2023.10.27	1	82	1144	
16	2023.10.28	1	82	1226	
17	2023.10.29	1	80	1306	
18	2023.10.30	0	0	1306	空气重污染停工
19	2023.10.31	0	0	1306	空气重污染停工
20	2023.11.01	0	0	1306	空气重污染停工
21	2023.11.02	0	0	1306	空气重污染停工
22	2023.11.03	1	82	1388	

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

序号	日期	班次	单班产能 (m ³)	累计产能 (m ³)	备注
23	2023.11.04	1	83	1471	
24	2023.11.05	0	0	1471	大风黄色预警停工
25	2023.11.06	0	0	1471	大风黄色预警停工
26	2023.11.07	1	82	1553	
27	2023.11.08	0	0	1553	大风蓝色预警停工
28	2023.11.09	0	0	1553	大风蓝色预警停工
29	2023.11.10	1	82	1635	
30	2023.11.11	1	83	1718	
31	2023.11.12	1	75	1793	
合计		1793			

2024 年 3 月 26 日至 2024 年 4 月 7 日期间，组织对本项目重金属污染土进行第二批次化学淋洗修复，具体情况如下表：

表 3.6-5 污染土处置记录统计（二）

序号	日期	班次	单班产能 (m ³)	累计产能 (m ³)	备注
1	2024.3.26	1	80	80	
2	2024.3.27	1	80	160	
3	2024.3.28	0	0	160	大风蓝色+沙尘蓝色停工
4	2024.3.29	0	0	160	大风蓝色预警停工
5	2024.3.30	0	0	160	大风蓝色预警停工
6	2024.3.31	1	81	241	
7	2024.4.1	1	80	321	
8	2024.4.2	1	82	403	
9	2024.4.3	1	80	483	
10	2024.4.4	1	78	561	
11	2024.4.5	1	80	641	
12	2024.4.6	1	79	720	
13	2024.4.7	1	80	800	
合计		800			

3.6.4.3 药剂使用情况

以柠檬酸作为土壤淋洗剂，在固液比为 1:4 的条件下，根据修复实施方案和现场试运行结果，借助便携式 XRF 快速检测设备，合理调整淋洗剂和水处理药剂用量，并快速判断淋洗修复的效果。考虑到淋洗过程中和淋洗液循环过程中淋洗药剂会有少量损失，该损失包含两部分：（1）淋洗压滤后土壤会带走部分淋洗水（根据含水率得到该部分损失为淋洗液的 10%）；（2）淋洗过程中各

种环境因素损失的药剂量，根据经验该损失取 10%。因此每次淋洗水循环，需额外补充 20%的淋洗药剂，具体补充量根据现场中试和具体施工情况进行调整，淋洗剂具体补充量根据现场具体施工情况进行动态调整，在保障修复效果的前提下，尽量避免淋洗药剂投加过量。

水处理系统所使用的药剂为混凝剂（PAC）、絮凝剂（PAM）和重金属捕捉剂。根据试运行结果，PAC 投加量为 50ppm，PAM 投加量为 5ppm，重金属捕捉剂投加量为 5ppm。

本项目淋洗修复施工过程中，柠檬酸（淋洗剂）用量为 24.06 吨，PAC 用量为 840.13kg，PAM 用量为 84.01kg，重金属捕捉剂用量为 84.01kg。



图 3.6-16 化学淋洗剂



图 3.6-17 水处理药剂

表 3.6-6 化学淋洗记录台账

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

序号	日期	修复方量 (m ³)	柠檬酸 (t)	PAC (kg)	PAM (kg)	重金属捕 捉剂 (kg)
第一阶段						
1	2023.10.13	80	1.15	25.92	2.59	2.59
2	2023.10.14	80	0.73	25.92	2.59	2.59
3	2023.10.15	83	0.75	26.89	2.69	2.69
4	2023.10.16	82	0.75	26.57	2.66	2.66
5	2023.10.17	82	0.75	26.57	2.66	2.66
6	2023.10.18	82	0.75	26.57	2.66	2.66
7	2023.10.20	81	0.74	26.24	2.62	2.62
8	2023.10.21	82	0.75	26.57	2.66	2.66
9	2023.10.22	81	0.74	26.24	2.62	2.62
10	2023.10.23	82	0.75	26.57	2.66	2.66
11	2023.10.24	83	0.75	26.89	2.69	2.69
12	2023.10.25	81	0.74	26.24	2.62	2.62
13	2023.10.26	83	0.75	26.89	2.69	2.69
14	2023.10.27	82	0.75	26.57	2.66	2.66
15	2023.10.28	82	0.75	26.57	2.66	2.66
16	2023.10.29	80	0.73	25.92	2.59	2.59
17	2023.11.03	82	0.75	26.57	2.66	2.66
18	2023.11.04	83	0.75	26.89	2.69	2.69
19	2023.11.07	82	0.75	26.57	2.66	2.66
20	2023.11.10	82	0.75	26.57	2.66	2.66
21	2023.11.11	83	0.75	26.89	2.69	2.69
22	2023.11.12	75	0.68	24.30	2.43	2.43
第二阶段						
1	2024.3.26	80	0.73	25.92	2.59	2.59
2	2024.3.27	80	0.73	25.92	2.59	2.59
3	2024.3.31	81	0.74	26.24	2.62	2.62
4	2024.4.1	80	0.73	25.92	2.59	2.59
5	2024.4.2	82	0.75	26.57	2.66	2.66
6	2024.4.3	80	0.73	25.92	2.59	2.59
7	2024.4.4	78	0.71	25.27	2.53	2.53
8	2024.4.5	80	0.73	25.92	2.59	2.59
9	2024.4.6	79	0.72	25.60	2.56	2.56
10	2024.4.7	80	0.73	25.92	2.59	2.59
合计		2593m ³	24.06t	0.840t	0.084t	0.084t

3.6.4.4 物料平衡及水平衡

根据修复技术路线，核对锑污染土修复过程中使用的物料和水的方量，并考虑预处理和淋洗修复过程的变化，绘制淋洗区物料平衡和水平衡去向图，如下图所示。

本项目涉及重金属污染土壤挖运总量为 3094.01m^3 （自然方），包括重金属污染土 3056.24m^3 （自然方），复合污染土 37.77m^3 （自然方）。其中预处理产生建筑垃圾等筛上物 569.1m^3 ，淋洗处置污染土投入污染土 2593m^3 （虚方），计 4667.4t 。淋洗柠檬酸浓度 30mmol/L ，固液比为 1:4，淋洗液循环后的每批次修复补充 20%淋洗药剂（循环药剂 0.5t ，药剂损失 23.56t ），待水循环开始后每批次补充 10%水分损失。物料投入总量为 4692.46t ，实际加入清水约 1866.5t 。修复过程中水分等蒸发损失 1867.0t ，污泥泥饼（危废）转运量为 0.64t 。

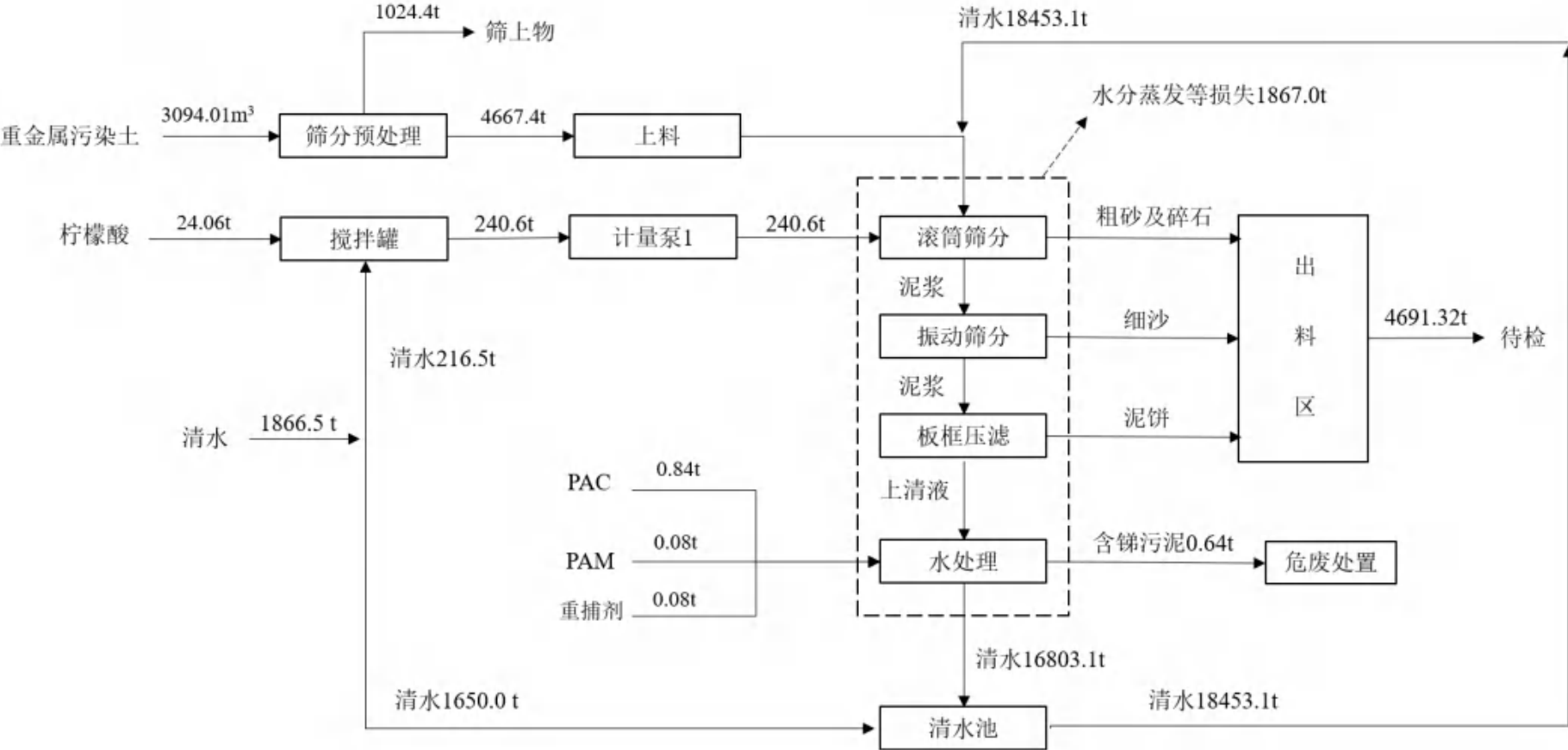


图 3.6-18 淋洗处置区物料平衡及水平衡

3.6.4.5 淋洗废水及污泥处理

(1) 废水处理

重金属污染土壤经淋洗后，土壤含水率由 15-20%提高至 40-45%，淋洗水损失量约 10%，故淋洗过程中需补充约 10%的清水，剩余 90%的淋洗水经过淋洗系统后，需全部进入淋洗配套水处理系统进行处理后回用，水处理总量约 16800m³。用水量及废水处理量统计见表 3.6-7。

表 3.6-7 用水量及废水处理量统计

序号	日期	修复方量 (m ³)	加水量 (m ³)	废水处理量 (m ³)	备注
1	2023.10.13	80	130	518.4	
2	2023.10.14	80	55.3	518.4	
3	2023.10.15	83	57.4	537.9	
4	2023.10.16	82	56.7	531.4	
5	2023.10.17	82	56.7	531.4	
6	2023.10.18	82	56.7	531.4	
7	2023.10.20	81	56.0	524.9	
8	2023.10.21	82	56.7	531.4	
9	2023.10.22	81	56.0	524.9	
10	2023.10.23	82	56.7	531.4	
11	2023.10.24	83	57.4	537.9	
12	2023.10.25	81	56.0	524.9	
13	2023.10.26	83	57.4	537.9	
14	2023.10.27	82	56.7	531.4	
15	2023.10.28	82	56.7	531.4	
16	2023.10.29	80	55.3	518.4	
17	2023.11.03	82	56.7	531.4	
18	2023.11.04	83	57.4	537.9	
19	2023.11.07	82	56.7	531.4	
20	2023.11.10	82	56.7	531.4	
21	2023.11.11	83	57.4	537.9	
22	2023.11.12	75	51.8	486.0	
23	2024.3.26	80	55.3	518.4	
24	2024.3.27	80	55.3	518.4	
25	2024.3.31	81	56.0	524.9	
26	2024.4.1	80	55.3	518.4	
27	2024.4.2	82	56.7	531.4	
28	2024.4.3	80	55.3	518.4	

29	2024.4.4	78	53.9	505.5	
30	2024.4.5	80	55.3	518.4	
31	2024.4.6	79	54.6	511.9	
32	2024.4.7	80	55.3	518.4	
合计		2593	1866.5	16803.1	

本项目异位淋洗处置的少部分复合污染土壤为有机类目标污染物验收合格的土壤，故处置不存在复合污染的情况，淋洗处置施工产生的淋洗废水中仅含有重金属锑，不存在有机污染物复合。原修复方案中对于淋洗废水的处理流程存在“经过亚铁离子(Fe^{2+})和过氧化氢联合氧化，去除大部分有机污染物”的描述，依据修复方案变更版要求，本工程淋洗废水处理方案如下：水质水量调节→混凝沉淀→检测出水，淋洗水处理工艺流程如下图所示。淋洗后污水和压滤出水输送进入混凝沉淀池，投加适量 PAC、PAM 和重金属捕捉剂去除大部分悬浮颗粒物和重金属。

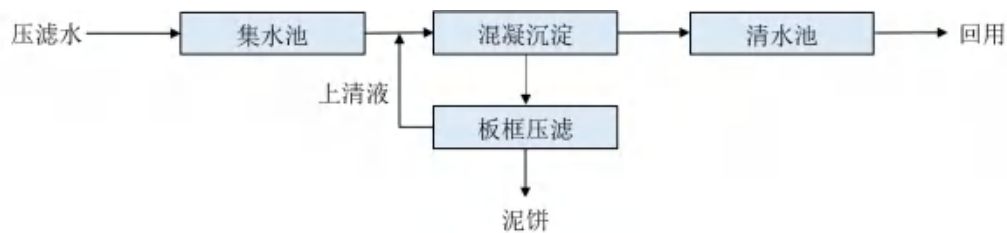


图 3.6-19 废水处理工艺流程图

本项目淋洗水经循环使用后收集于清水池中，在淋洗处置施工完成后，在待清挖现场效果评估检测合格后，对清水池废水进行检测。根据检测结果，经核对，废水指标均未超过《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）与《地下水质量标准》（GB14848-2017）III类标准，清水池内废水方量经复核为 45m^3 ，2024 年 6 月 25 日，将所有废水分四批次抽提至洒水车中，现场用作修复区场地洒水抑尘用水。

表 3.6-8 废水检测情况

序号	检测项目	单位	标准限值	检测结果
1	pH	无量纲	6~9	6.25
2	总氯	mg/L	1.0	0.11
3	溶解氧	mg/L	2.0	3.33
4	五日生化需氧量	mg/L	10	6.2

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

序号	检测项目	单位	标准限值	检测结果
5	氨氮	mg/L	8	<0.01
6	阴离子表面活性剂	mg/L	0.5	<0.050
7	溶解性总固体	mg/L	1000	317
8	氯化物	mg/L	350	25.0
9	硫酸盐	mg/L	500	49.2
10	铁	mg/L	-	0.0760
11	锰	mg/L	-	0.0020
12	锑	mg/L	0.005	<2×10 ⁻⁴

表 3.6-9 废水回用台账

产生环节	废水量（m³）	回用日期	回用去向	回用方量（m³）
淋洗循环最终废水	45	2024.06.25	修复区洒水抑尘	45



图 3.6-20 淋洗废水洒水抑尘

（2）污泥收集与处理

淋洗修复施工阶段，脱水后产生的泥饼富含重金属锑，属于危险固体废物，根据《危险废物名录（2021）》中规定，废水处理泥饼作为危险废物进行收集与处置，危险废物编号为 772-006-49。施工结束后按照要求委托有资质的单位进行危险废物的运输和处置。

淋洗施工结束后，将作为危险废物的污泥分别于 2023 年 11 月 15 日和 2024 年 4 月 9 日收集转运至危废仓库暂存。2024 年 8 月 27 日，该部分危废由北京智

合祥泰运输有限责任公司负责承运，全部运输至北京金隅红树林环保技术有限责任公司进行处置，外运污泥量总计 0.64 吨，入库及出库记录单、危废转移联单见附件 8。



图 3.6-21 污泥泥饼收集、装车及外运

3.6.5 清洁土及成品土堆存

本项目设置了清洁土及热脱附成品土堆场 2 个主要土壤暂存区，位于修复区域西北侧，清洁土及热脱附后成品土堆场均在地面平整后进行夯实，热脱附成品土堆场在夯实后地表以上铺设 HDPE 膜进行防渗阻隔。淋洗后成品土验收合格后倒运至清洁土堆场进行堆存，热脱附成品土验收合格后倒运至热脱附成品土堆场就行堆存。

土壤堆存区四周搭设围挡，与其他区域进行隔离，防止各类土壤的混淆。经现场实测，两个暂存区间距大于 40m。清洁土堆场棱台堆体上表面积 3100m^2 ，下底面积 5500m^2 ，平均堆高 12.22m，土方量 53678.1m^3 （含两批次重金属淋洗成品土方量 2593m^3 ）；热脱附成品土堆场棱台堆体上表面积 2654m^2 ，下底面积 8384.4m^2 ，最大高程 76.50m，平均堆高 14.40m，堆存土方量 63893.5m^3 。

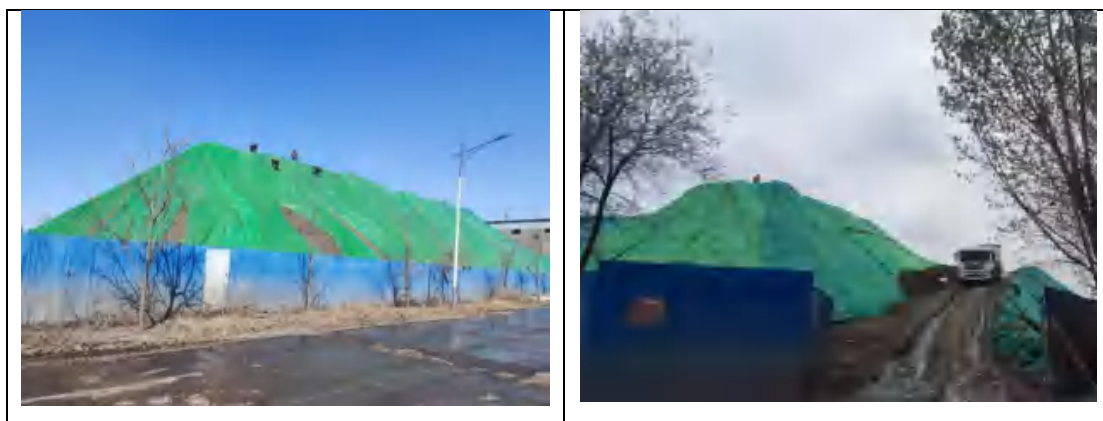


图 3.6-22 清洁土及热脱附成品土堆场

3.7 基坑回填

本项目污染土壤均采用异位处理方式修复，修复方式为热脱附修复和化学淋洗修复，修复达标后的土壤回填至原场地基坑并进行平整及压实。

回填采用机械回填夯实和人工回填夯实相结合。土方采用挖机进行回填，而后采用履带碾压压实填方，行驶速度一般不超过 2km/h，对于挖机无法触及的地方采用手推车运土，以人工用铁锹等工具进行回填。

自 2024 年 6 月 15 日开始回填，2024 年 8 月 3 日完成全部修复后成品土及清洁土的回填。本项目场地内清挖总土方量为 123983.32m^3 （自然方），挖出后变虚方扩容至 153405m^3 ，压实回填土方量为 127723.32m^3 ，回填土方体积比清挖基坑体积多 3740m^3 。此外，多出的 3740m^3 回填土方，除以坑顶部面积 17000m^2 ，地面高程平均增加 22cm。

回填过程进行压实，回填土方量为 127723.32m^3 ，回填压实前后土方量系数为 1.03。





图 3.7-1 污染土回填过程影像

3.8 土方平衡

本项目污染土壤清挖外运时间自 2023 年 4 月 3 日至 2024 年 6 月 6 日，累计外运有机污染土 4053 车， 71768.98m^3 （自然方），重金属（镉）污染土 178 车， 3056.24m^3 （自然方），复合污染土 3 车， 37.77m^3 （自然方）。根据联单数和密闭式渣土运输车运输方量折算，自然方变虚方时，扩大系数为 1.24，介于 1.2-1.3 之间，属于正常范围。项目场地土方量挖出后变虚方扩容：有机污染土 88720.17m^3 （虚方），重金属污染土 3765.28m^3 （虚方），复合污染土 46m^3 （虚方）。

本工程修复实施时间自 2023 年 4 月 21 日至 2024 年 6 月 14 日。在处置污染土前进行了建筑垃圾等筛上物的筛分，共计筛分出有机筛上物方量为 8884.3m^3 ，重金属筛上物方量为 569.1m^3 。经测绘量方统计，热脱附修复后成品土堆经压实后方量为 63893.5m^3 。淋洗处置土壤的方量为 2593m^3 （包含重金属污染土壤淋洗处置方量 2553.1m^3 和复合污染土壤淋洗处置方量 39.9m^3 ）。污染土修复处置/转运后压实方量减小，缩减系数较自然方介于 0.88-1.19 之间，属于混合料方量正常变化。

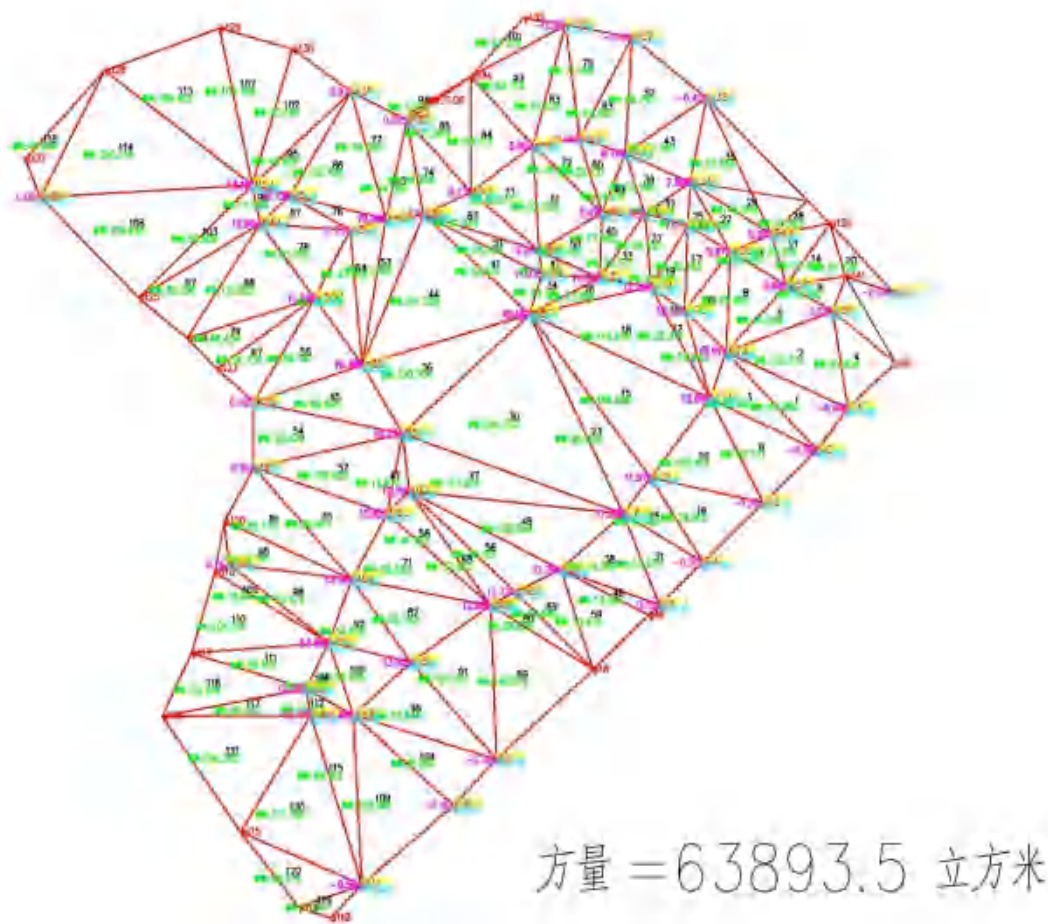


图 3.8-1 热脱附成品土方量复核

自 2024 年 6 月 15 日开始回填，2024 年 8 月 3 日完成全部修复后成品土及清洁土的回填。本项目场地内清挖土方量为 123983.32m^3 (自然方)，挖出后变虚方扩容至 152261.77m^3 ，压实回填土方量为 127723.32m^3 ，回填土方体积比清挖基坑体积多 $3740(127723.32-123983.32)\text{m}^3$ 。此外，多出的 3740m^3 回填土方，除以坑顶部面积 17000m^2 ，地面高程平均增加 22cm 。回填过程进行压实，回填前土方量为 123983.32m^3 。回填后土方量为 127723.32m^3 ，回填压实前后土方量系数为 1.03。

表 3.8-1 本项目土方平衡表

表 5.8-1 本项目土方平衡表

土壤类型	清挖前后方量			处置/转运后方量			最终去向及方量		
	清挖前方量 （自然方）/m³	清挖后方量 （虚方）/m³	系数	处置方式	处置/转运后压实方量（体积减小）/m³	系数	最终去向	回填后方量 （体积减小）/m³	压实系数
有机污染土	71768.98	88720.17	1.236	异位热脱附修复	63893.5	1.014	原址基坑回填	127723.32	1.03
				预处理后筛上物暂存	8884.3				
金属污染土	3056.24	3765.28	1.232	异位化学淋洗处置	2553.1	1.022			
				预处理后筛上物暂存	569.1				
复合污染土	37.77	46	1.217	异位热脱附+异位化学淋洗	39.9	1.058			
清洁土	49120.33	59730.32	1.216	转运/暂存	51085.1	1.040			
总计	123983.32	152261.77	1.228	/	127025		/	127723.32	1.03

3.9 二次污染防治措施

3.9.1 大气污染防治措施

3.9.1.1 基坑清挖大气污染防治措施

在施工过程中，整个施工周期清挖现场大气环保措施落实情况如下：

（1）施工过程中，严格控制开挖范围及合理安排开挖作业面，减少了污染土的暴露面积。同时，采用了小作业面，边挖边退边覆盖的方式进行作业，一个作业面清挖完成后，及时采用防尘网进行覆盖，设备后退进行下一个作业面的开挖作业，有效控制了暴露在空气中的作业面积，达到控制土壤中有机物和重金属逸散的目的。到达清挖标高和范围后，表面采用绿网进行了覆盖。

（2）在清挖施工过程中，为防止尘土飞扬，遇到 4 级以上大风天气，施工单位停止土方清挖作业，并对暴露土壤进行了苫盖。在地块清挖期间因大风天气停工 23 天。

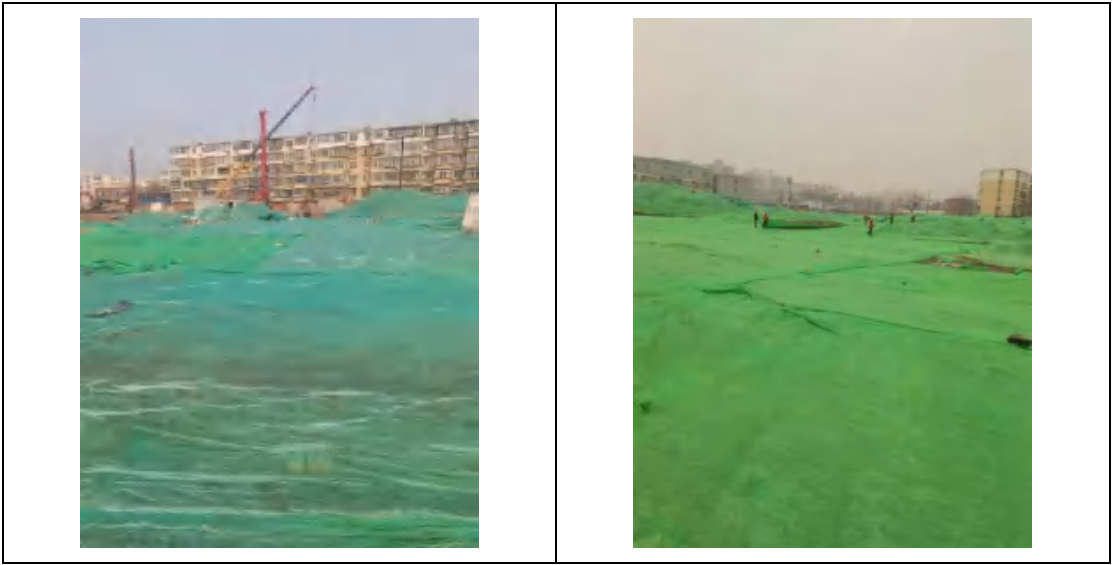


图 3.9-1 裸露土壤苫盖

（3）土壤清挖施工机械在操作时慢转、轻摇，有效防止了扬尘。

（4）作业面出现扬尘时，采用了洒水车在基坑周边进行洒水作业，洒水频次 2~4 小时进行一次，控制扬尘。



图 3.9-2 洒水降尘

（5）为减少尾气排放，使用尾气排放符合环保要求的挖掘机，并定期对施工机械进行了维修保养；减少了发动机空挡排气，车辆等待装车时关闭发动机；机械设备、运输车辆统一使用符合环保要求的燃油。

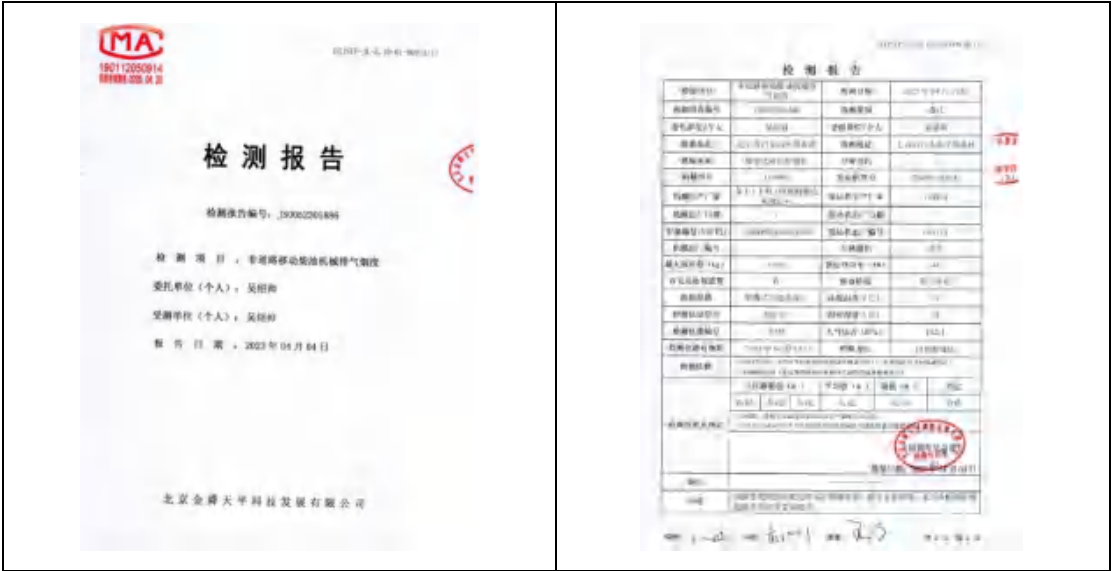


图 3.9-3 挖掘机尾气检测报告

（6）清挖过程中施工单位及环境监理单位分别开展了大气无组织排放监测，确保不出现环保问题。

	
施工单位委托监测	环境监理单位委托监测

图 3.9-4 大气无组织排放监测

3.9.1.2 污染土运输大气污染防治措施

（1）采用了国家统一标准的密闭渣土运输车辆。



图 3.9-5 密闭运输车辆

（2）对基坑支护区域外施工便道进行混凝土硬化处理，道路硬化区域与原西黄村小学内硬化地面相接，混凝土浇筑厚度 50cm，西黄村小学路段铺设两排钢板，基坑支护区域东侧出入口处设置了洗车池，土方运输车辆在基坑支护区域内装土后进行压实、苫盖，将运输车外表清扫干净后出基坑支护区域，经过洗车池冲洗车身及轮胎，冲洗干净后再经西黄村小学路段运出场地。施工便道定时进行洒水抑尘，防止扬尘产生。



图 3.9-6 基坑支护区域外施工便道



图 3.9-7 车辆苫盖、清扫及冲洗



图 3.9-8 施工便道洒水降尘

（3）对渣土运输车加强了防止遗撒的管理，所有运输车上部设置了苫盖装置和防止扬尘、遗撒的设施，渣土装载量未超过车箱四周挡板的高度，装载后及时实施了覆盖，并对遗撒在槽帮上的土壤进行了清理并经现场人员检查合

格、发放五联单后再离开清挖场地；卸料溜槽处装设了防止遗撒的活动挡板，渣土卸完后清理干净后再离开现场。



图 3.9-9 装载后覆盖及发放五联单

（4）定期对运输车辆进行了维护、保养，减少了尾气排放。

3.9.1.3 污染土暂存、处置大气污染防治措施

（1）污染土运输车辆 在暂存厂房内卸土及铲车等机具倒运传堆时，要求司机及作业人员严格按照规范及环保要求操作，避免了由于操作不当引起的空气扰动及扬尘。

（2）土壤堆存于密闭大棚内，对密闭结构内部的气流采用气体处理装置进行处理后通过 25m 高排气筒达标排放。

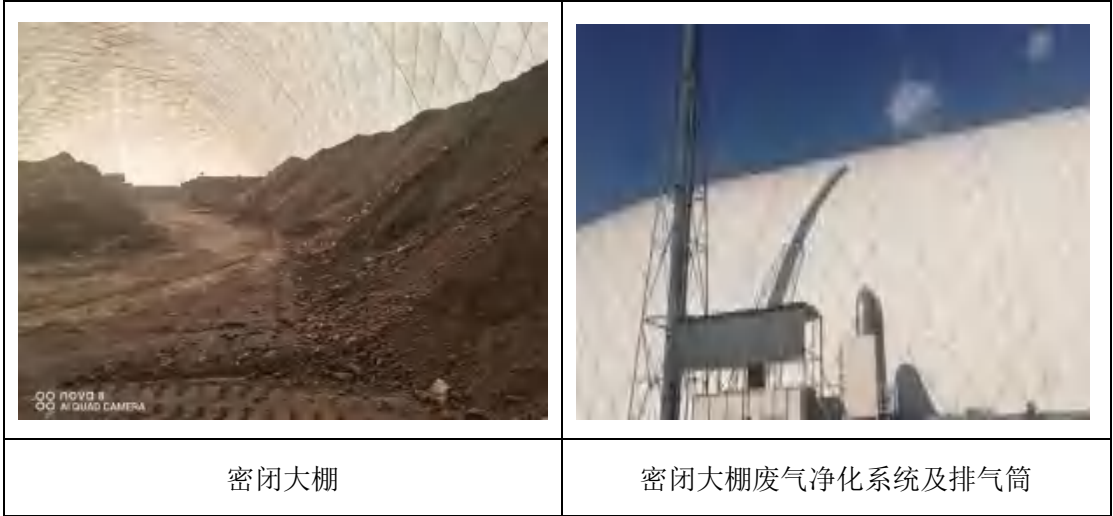


图 3.9-10 密闭大棚及废气净化系统

（3）土壤预处理作业在大棚内进行，在常规的作业面采取了洒水方式降

尘。同时，作业过程未抛洒污染土壤，有效抑制了扬尘产生。



图 3.9-11 密闭大棚内预处理作业

（4）热脱附废气处理

热脱附设施烟气净化系统采用旋风除尘+高效袋式除尘器相结合的烟气净化工艺，净化后的烟气经 25m 高烟囱排放。

1) 挥发性、半挥发性有机物治理措施

土壤中的挥发性、半挥发性有机污染物在热处理过程中，当热脱附温度达到其沸点时，以气态形式存在于烟气中，烟气从旋风除尘器进入二燃室，二燃室的尺寸能保证烟气在 850℃ 的温度下 >2s 的滞留时间，挥发性、半挥发性有机物被彻底焚烧和分解。

2) 烟尘的治理措施

土壤在热脱附过程中，部分小颗粒物质在热气流携带作用下，与燃烧产生的高温气体一起排出，形成了烟气中的颗粒物，颗粒物粒径 10-200 μm 。本设施采用旋风除尘器+高效袋式除尘器，其具有烟尘净化效率高、维修方便、净化效率不受颗粒物比电阻和排放浓度的影响等优点，除尘效率大于 99%。烟尘经袋式除尘器拦截后，可以做到达标排放。

3) NO_x 的治理措施

有机物在焚烧过程产生的烟气中，含有一定量的 NO_x，这主要是由于含氮无机物及有机物在焚烧过程中形成的，燃烧空气中的 N₂ 对其贡献较少。因此，本项目污染土中含氮无机物及有机物总量较少，对于热脱附装置，在不加脱 NO_x 系统时，通过对焚烧炉内温度及含氧量等参数的控制，可使烟气中的 NO_x 浓度控制在 100 mg/Nm³ 以下，满足国标要求。

4) CO 的治理措施

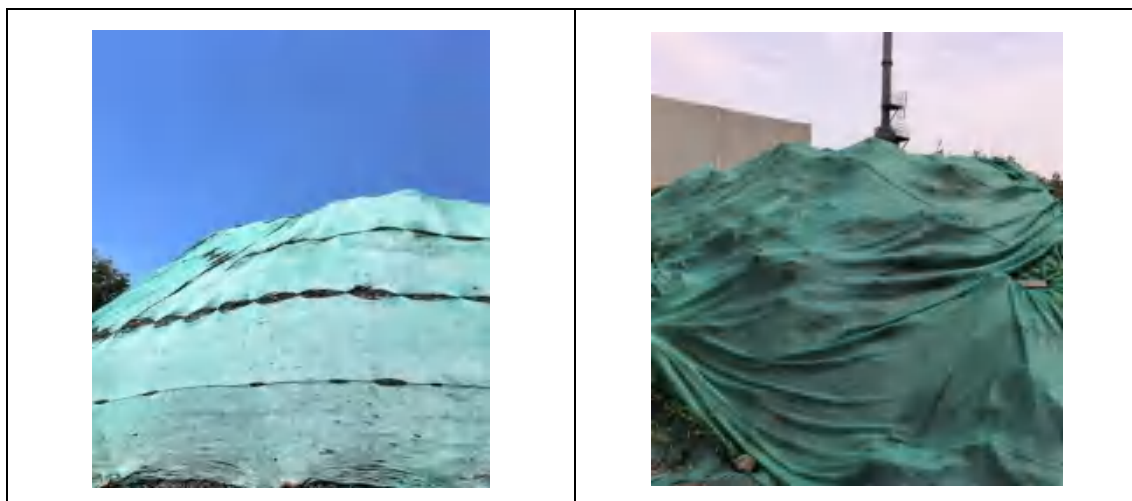
一氧化碳是由于有机可燃物不完全燃烧产生的。本设施中热脱附的脱附温度、过量空气量及烟气与污染土在窑内、二燃室的滞留时间，足可保证有机物完全燃烧，可使产生的废气中的 CO 符合排放标准，不必经过特殊处理。



图 3.9-12 热脱附设施烟气净化系统

(5) 预处理后的重金属污染土壤在滚筒筛分机的入口处与喷入的淋洗液混合并经充分搅拌淋洗，保证土壤在润湿状态下进行处理，有效抑制了扬尘的产生。

(6) 修复后待验土壤在堆存完成后覆盖了防尘绿网，防止了扬尘。



有机污染土修复后待验土壤	重金属污染土修复后待验土壤

图 3.9-13 污染土修复后待验土壤覆盖防尘绿网

（6）清洁土及热脱附后成品土堆场在堆置过程中及时关注大风、雾霾等极端天气，对土堆及时进行密目防尘网苫盖和检查，对于裸露的土壤定期进行洒水，保持不扬尘的状态。



图 3.9-14 清洁土及热脱附成品土堆场苫盖及洒水抑尘

3.9.1.4 基坑回填大气污染防治措施

（1）运输过程大气污染防治措施

机械行驶与回填土壤运输采取了如下环保措施：

- 1）运输便道管理由专人负责，便道定期洒水，防止扬尘污染。
- 2）对运输车辆加强防止遗撒的管理，包括装载时禁止超载，装土量低于槽帮，禁止满载。所有运输车上部设置了苫盖装置和防止扬尘、遗撒的设施。
- 3）对运输车外表清扫、洗车池冲洗干净后再上路，防止了扬尘产生。



图 3.9-15 运输车辆清扫冲洗

4) 回填场地内道路及时进行洒水。

(2) 回填过程大气污染防治措施

1) 土壤回填过程中，机械作业适当控制速度，减少了由于土壤扰动产生的扬尘；及时对裸露的土壤地面进行了覆盖，定期对覆盖区域的土壤进行洒水，保持不扬尘的状态。回填区域内，严禁无关人员出入。

2) 控制回填作业面，减少了回填土的暴露面积。

3) 根据天气情况，及时调整回填作业计划，遇到大风天气及时对土方进行覆盖，防止扬尘及二次污染，四级以上大风停止土方施工作业，并做好遮盖，本项目回填期间未遇上四级及以上大风天气；回填过程做到节奏缓慢，轻卸轻放，减少了回填过程中的扬尘。

4) 施工部位配备水车，对作业面洒水降尘。

3.9.2 噪声污染防治措施

3.9.2.1 基坑清挖噪声污染防治措施

污染土壤清挖过程中，环境监理单位以旁站、巡视的方式监督施工单位在清挖过程中落实了以下噪声污染防治措施：

(1) 施工机械合理布置，未在同一位置布置大量的动力机械设备，避免了局部声级过高；

(2) 合理安排了清挖施工，控制了清挖作业时间，夜间未进行开挖作业。

(3) 选用了低噪音设备，同时，加强了机械设备的日常保养和维护，保证机械设备在低噪声、良好的状态下运行。

(4) 加强了施工指挥，减少了人为噪声；

(5) 设立了临时声障；

(6) 实施了噪声补偿措施，对北侧受噪声影响较大的居民进行了补偿，并对受到施工干扰的单位和居民在施工前予以通知，说明施工期拟采取的噪声防治措施，并取得了理解。

3.9.2.2 污染土运输噪声污染防治措施

(1) 要求运输车辆平稳运行，防止急起急停，严禁鸣笛。

(2) 污染土壤卸料过程，降低卸料落差；控制车厢与车厢活动挡板的碰撞，防止产生剧烈噪声。

3.9.2.3 污染土暂存、处置噪声污染防治措施

（1）在满足使用功能的情况下，优先选择了低转速、低噪声设备，从源头上降低了噪声。

（2）污染土壤预处理在密闭大棚内进行，有效降低了噪声的影响。

（3）对修复区域平面布置进行合理布置，同时对噪声级较高的设备分不同情况采取了隔声、消声、减振及吸声等综合控制措施。

（4）与泵和风机出口连接的管道采取柔性连接的措施。

（5）合理安排了施工处置时间，未进行夜间施工和集中施工，定期对设备进行了维护。

3.9.2.4 基坑回填噪声污染防治措施

（1）要求运输车辆按既定路线行驶，行驶过程严禁鸣笛。

（2）优先选择了低噪声设备，从源头上降低了噪声。

（3）合理安排了回填时间，未进行夜间施工和集中施工，定期对设备进行了维护。

3.9.3 废水污染防治措施

3.9.3.1 基坑清挖废水污染防治措施

（1）工程于 2023 年 4 月开始基坑清挖工作，2023 年 5 月-10 月由于场地内水管拆除停工 5 个月，2023 年 11 月重新开始施工，并于 2024 年 5 月完成全部基坑清挖工作，本工程未在雨季施工，减少了污染土壤与雨水接触。

另外，为防止雨水倒灌基坑，基坑冠梁上部一圈用砖砌筑 370*600mm 挡水墙，高出地面 300mm，侧面和顶面抹水泥砂浆。降雨期间基坑支护区域内施工道路上下口码放防水沙袋 50cm，严防外部雨水进入基坑。



图 3.9-16 基坑支护周边挡水墙

（2）施工人员的生活废水通过项目卫生间进行集中收集后排放到市政污水管网。

3.9.3.2 污染土运输废水污染防治措施

（1）洗车池收集的废水，经过沉淀后，上清液回洗车池循环使用。

（2）项目结束后最后一批次洗车池废水经检测达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）、《地下水质量标准》（GB14848-2017）和《上海市建设用地地下水污染风险管控筛选值补充指标》中相关标准后回用于场地内洒水降尘。

表 3.9-1 洗车池废水检测情况

序号	检测项目	单位	标准限值	检测结果
1	pH 值	无量纲	6~9	7.20
2	总氯	mg/L	1.0	0.11
3	溶解氧	mg/L	≥2.0	5.63
4	五日生化需氧量	mg/L	10	8.6
5	氨氮	mg/L	8	1.25
6	阴离子表面活性剂	mg/L	0.5	0.058
7	溶解性总固体	mg/L	1000	372
8	氯化物	mg/L	350	11.7
9	硫酸盐	mg/L	500	33.9
10	铁	mg/L	-	1.02
11	锰	mg/L	-	0.0095
12	镉	mg/L	0.005	5.30×10 ⁻⁴
13	苯并[a]蒽	μg/L	0.48	0.091
14	苯并[b]荧蒽	μg/L	4.0	0.004
15	苯并[a]芘	μg/L	0.01	0.009
16	二苯并[a,h]蒽	μg/L	0.48	0.085
17	茚并[1,2,3-c,d]芘	μg/L	4.8	0.006
18	可萃取性石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	mg/L	0.6	0.22



图 3.9-17 洗车池废水收集清理

3.9.3.3 污染土暂存、处置废水污染防治措施

（1）生活污水依托厂区内现有市政生活污水排水管线，统一排入市政污水管网。

（2）淋洗设施周边设置了止水围堰。另外，淋洗修复施工期间产生的淋洗废水经过水处理系统处理后回用。本项目的淋洗废水中含有重金属镉，但不存在有机污染物与重金属镉复合，依据修复方案变更版要求，淋洗废水经集水池收集后先进入斜板混凝沉淀池进行絮凝沉淀处理，投加适量 PAC、PAM 和重金属捕捉剂去除大部分悬浮颗粒物和重金属。淋洗废水处理工艺流程见图 3.6-19。

本项目淋洗处置施工完成后，并待清挖现场效果评估检测合格后，施工单位委托监测机构对最后一批清水池废水进行检测。根据检测结果，废水各污染物指标均未超过《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）与《地下水质量标准》（GB14848-2017）III类标准，所有废水抽提至洒水车中，现场用作修复区场地洒水抑尘用水。最后一批淋洗废水处理后检测情况见表 3.6-8。



图 3.9-18 处置后检测合格的淋洗废水洒水抑尘

3.9.4 固体废物污染防治措施

3.9.4.1 基坑清挖固体废物污染防治措施

（1）施工过程中加强了管理，减少了固体废物的产生，对可回收利用的废物进行了回收利用。

（2）基坑清挖完成后，洗车池产生的污泥经检测未超过修复目标值，用于回填基坑，污泥产生量约 9.5 吨。

表 3.9-2 洗车池淤泥检测情况

序号	检测项目	检测结果	验收标准（mg/kg）
1	镉（mg/kg）	0.732	20
2	苯并[a]蒽（μg/kg）	72.6	5500
3	苯并[b]荧蒽（μg/kg）	80.5	5500
4	苯并[a]芘（μg/kg）	84.8	550
5	二苯并[a,h]蒽（μg/kg）	21.4	550
6	茚并[1,2,3-c,d]芘（μg/kg）	87.4	5500
7	石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）（mg/kg）	20	826



图 3.9-19 洗车池淤泥收集清理

3.9.4.2 污染土暂存、处置固体废物污染防治措施

- （1）热脱附产生的除尘灰经收集后进入热脱附生产线再处理。
- （2）污染土暂存大棚尾气处理过程中产生的废活性炭作为危险废物暂存于危废暂存间内，于 2024 年 8 月 27 日由北京智合祥泰运输有限责任公司负责承运，全部运输至北京金隅红树林环保技术有限责任公司进行处置，转移量共计

0.98t，并填写了危险废物电子转移联单。



图 3.9-20 活性炭购置入场、更换及外运处置

（3）淋洗处置期间产生的药剂包装袋统一进行收集，在药剂堆存仓库进行统一暂存，由药剂供货商定期回收处理。

（4）淋洗废水处理产生的污泥作为危废按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》等相关法律规定，装入 200L 蓝色法兰桶收集，并在容器外部显眼处贴上警示标签，按《危险货物包装标志（GB190-2009）》和《包装储运图示标志》（GB191-2008）以及《危险货物运输包装通用技术条件》

（GB12463-2009）的要求进行标识。污泥在危废暂存间暂存，暂存间具有严格的防雨淋、防渗漏、防流失措施。

2024 年 8 月 27 日，该部分危废由北京智合祥泰运输有限责任公司负责承运，全部运输至北京金隅红树林环保技术有限责任公司进行处置，外运污泥量总计 0.64 吨，危废转移联单见附件。

	
污泥专用收集容器	危废暂存间
	
污泥转运环境监理旁站	转移联单

图 3.9-21 污泥收集及转运

3.9.5 防渗措施

（1）基坑支护区域外施工便道防渗措施

对基坑支护区域外施工便道进行混凝土硬化处理，道路硬化区域与原西黄村小学内硬化地面相接，混凝土浇筑厚度 50cm，西黄村小学原硬化路段铺设两排钢板，有效防止污染土壤遗撒对基坑支护区域外土壤和地下水的污染。



图 3.9-22 基坑支护区域外施工便道防渗措施

（2）洗车池防渗措施

洗车台垫层和沉淀池底部均采用 C25 砼浇注，并振捣密实，洗车台垫层厚 15cm，沉淀池底部垫层厚 10cm，洗车台和沉淀池垫层上为聚氨酯防水卷材，面层为 5cm 厚混凝土。



图 3.9-23 洗车池防渗措施

（3）污染土暂存区防渗措施

污染土暂存密闭大棚内硬化地坪采用了如下防渗结构（整体渗透系数小于 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ）：

- 1) 底层素土夯实，夯实系数 ≥ 0.94 ；
- 2) 底层上铺设 300mm 厚级配碎石，夯实系数 ≥ 0.95 ；
- 3) 铺设 60mm 厚 C15 混凝土垫层；
- 4) 1.5mm 厚聚氨酯防水涂料，四周翻起，翻起高度 $> 500\text{mm}$ ；
- 5) 面层为 200mm 厚 C20 混凝土，内配双层双向钢筋。

采取上述防渗措施，有效防止了污染物向下迁移。



图 3.9-24 密闭大棚内部防渗措施

（4）处置区防渗措施

热脱附和淋洗处置区地面均采用 20cm 厚度的 C25 抗渗混凝土浇筑，并在淋洗修复区域边缘设置止水防渗围堰，避免修复后土壤堆体溢流扩散，淋洗药剂存放间位于淋洗处置区内，有效防止了药剂泄露对土壤和地下水的污染。

处置区地面硬化	淋洗处置区止水围堰
淋洗药剂存放间	

图 3.9-25 处置区防渗措施

（5）淋洗成品土待检区防渗措施

淋洗成品土待检区地面底部铺设防渗 HDPE 膜，以上采用 20cm 厚度的 C25 抗渗混凝土浇筑，防止污染物通过降雨淋滤向下迁移。



图 3.9-26 淋洗成品土待检区防渗措施

（6）危废暂存间防渗措施

淋洗废水处理中产生的污泥装入 200L 蓝色法兰桶收集，大棚尾气处理过程中产生的废活性炭袋装收集，淋洗污泥及废活性炭均暂存于危废暂存间，暂存间有严格的防雨淋、防渗漏、防流失措施，有效防止了污染物向下迁移。



图 3.9-27 淋洗处置区防渗措施

（7）热脱附成品土待检区防渗措施

热脱附成品土待检区底部铺设防渗 HDPE 膜，防止污染物向下渗漏。



图 3.9-28 热脱附成品土待检区防渗措施

(8) 热脱附成品土堆场防渗措施

热脱附成品土堆存区四周搭设围挡，与其他区域进行隔离。堆场底部在地表平整后进行夯实，其上铺设 HDPE 防渗膜，避免修复后土壤堆体溢流扩散。



图 3.9-29 热脱附成品土堆场防渗措施

3.10 修复效果自检

3.10.1 基坑清挖自检

本项目基坑清挖自检布设采样点位 317 个，采集基坑侧壁和坑底土壤样品 359 个（含 42 个平行样）。

表 3.10-1 基坑清挖自检情况

序号	报告编号	采样日期	采样区域	检测指标	样品数量 (个)	备注
1	HB23041001	2023.04.10	A1、A2	多环芳 烃	20（含 2 个平 行样）	
2	HB23041703	2023.04.17	A3、A4	多环芳 烃	9（含 1 个平行 样）	
			A5	重金属	6（含 1 个平行	

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

					样)	
3	HB23042802	2023.04.28	A3	多环芳 烴	1	A3 扩挖
			A5	重金属	1	A5 扩挖
4	HB23051502	2023.05.15	B1、B2、B3、 B4	多环芳 烴	41 (含 5 个平 行样)	
5	HB23102502	2023.10.25	B1、B3、B4、 C1	多环芳 烴	16 (含 2 个平 行样)	B1、 B3、B4 扩挖
6	HB23111003	2023.11.10	C1、C2	多环芳 烴	26 (含 2 个平 行样)	
			B5	重金属	8 (含 1 个平行 样)	
7	HB23122706	2023.12.27	B1、B3、B4、 C1、C2	多环芳 烴	13 (含 1 个平 行样)	扩挖
8	HB24010402	2024.01.04	C2、C3、C5、 B3	多环芳 烴	47 (含 5 个平 行样)	C2 扩挖
9	HB24011701	2024.01.17	B1、B3、C1、 C2	多环芳 烴	12 (含 1 个平 行样)	扩挖
10	HB24012603	2024.01.26	B3、C3、C4、 C5	多环芳 烴	31 (含 4 个平 行样)	B3、 C3、C5 扩挖
11	HB24012905	2024.01.29	B1	多环芳 烴	2 (含 1 个平行 样)	扩挖
12	HB24022603	2024.02.26	B1、B3、C4、 C5、D1	多环芳 烴	41 (含 5 个平 行样)	B1、 B3、 C4、C5 扩挖
13	HB24031902	2024.03.19	C4、D1	多环芳 烴	7 (含 1 个平行 样)	扩挖
14	HB24040202	2024.04.02	C4、D1	多环芳 烴	3 (含 1 个平行 样)	扩挖
15	HB24041202	2024.04.12	C4、D1	多环芳 烴	3 (含 1 个平行 样)	扩挖
16	HB24041903	2024.04.19	D2、E4	多环芳 烴	27 (含 4 个平 行样)	
17	HB24050601	2024.05.06	D2、E1、E2	多环芳 烴	19 (含 2 个平 行样)	D2 扩挖
18	HB24051308	2024.05.13	E3、E4、A4	多环芳 烴	21 (含 3 个平 行样)	E3 扩挖
19	HB24052308	2024.05.23	A4	多环芳 烴	5 (含 1 个平行 样)	扩挖

表 3.10-2 基坑清挖超标点位明细

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

采样位置		自检点位编号	超标指标
第一层	侧壁	A3-C2-0.5	苯并(a)芘
		A5-C2-0.5	锑
第二层	侧壁	B1-1.5-4-K2	苯并(a)蒽
		B3-1.5-7-K	二苯并(a,h)蒽
		B3-1.5-7-K2	苯并(a)蒽
		B3-C15-1.5	苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽 、二苯并(a,h)蒽
		B3-1.5-15-K2	苯并(a)蒽、二苯并(a,h)蒽
	坑底	B37	苯并(a)蒽
		B38	苯并(a)蒽、二苯并(a,h)蒽
		B39	苯并(a)蒽
		B310	苯并(a)蒽
		B311	苯并(a)蒽、二苯并(a,h)蒽
		B38-K	苯并(a)芘
		B39-K	苯并(a)芘
第三层	C1 侧壁	C1-3.0-4-K	苯并(a)蒽、二苯并(a,h)蒽
		C1-4.5-4-K	苯并(a)蒽
	C2 侧壁	C2-4.5-2-K	苯并(a)蒽
	C2 坑底	C21	苯并(a)蒽
		C23	苯并(a)蒽
	C3 侧壁	C3-3.0-2	苯并(a)蒽
		C3-4.5-2	苯并(a)蒽
	C4 侧壁	C4-4.5-2	苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽
	C4 坑底	C42	苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽
	C5 坑底	C53-K	苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽



表 3.10-3 基坑清挖自检采样

3.10.2 清洁土自检

本项目清洁土自检共布设采样点位 126 个，采集清洁土样品数为 143 个（含 17 个平行样），代表方量为 59475.376m³。

表 3.10-4 清洁土自检情况统计

序号	报告编号	采样日期	采样区域	样品数量（个）	代表方量（m ³ ）
1	HB23042303	2023.04.23	清洁土	9（含 1 个平行样）	3325.2
2	HB23042802	2023.04.28	清洁土	17（含 2 个平行样）	7479
3	HB23051503	2023.05.15	清洁土	4（含 1 个平行样）	1224.96
4	HB23111004	2023.11.10	清洁土	18（含 2 个平行样）	7743.185
5	HB23122707	2023.12.27	清洁土	11（含 1 个平行样）	4924.663
6	HB24012604	2024.01.26	清洁土	26（含 3 个平行样）	10367.262
7	HB24030602	2024.03.06	清洁土	26（含 3 个平行样）	10934.196
8	HB24041903	2024.04.19	清洁土	8（含 1 个平行样）	3360.86
9	HB24051307	2024.05.13	清洁土	24（含 3 个平行样）	10116.05

表 3.10-5 清洁土超标点位明细

采样位置		自检	超标指标
第一层	清洁土堆	F2-14	锑
第二层	清洁土堆	B-F15	锑
		B-F18	苯并(a)蒽
		B-F22	苯并(a)蒽
		B-F23	苯并(a)蒽
		B-F24	二苯并(a,h)蒽



图 3.10-1 清洁土自检采样

3.10.3 预处理筛上物及修复后成品土自检

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）相关要求，异位修复后的土壤堆体以每 500m³ 土壤作为一个采样单元，每个采样单元随机采取土壤样品。

本项目自检环节对热脱附修复后土壤堆体设置采样点位 141 个，样品数为

个 159 个（含 18 个平行），代表方量为 63933.4m³；有机土筛上物堆体设置采样点位 18 个，样品数 22 个（含 4 个平行），代表方量 8884.3m³。

淋洗修复后土壤堆体设置采样点位 6 个，样品数为 8 个（含 2 个平行），代表方量为 2593m³；重金属土筛上物堆体设置采样点位 2 个，样品数 3 个（含 1 个平行），代表方量为 569.1m³。

本项目预处理筛上物及修复后成品土委托北京华博天地检测技术有限公司进行自检检测，所有检测结果均合格。

预处理筛上物及修复后成品土自检情况如表 3.10-6 所示，检测结果详见附件。

表 3.10-6 预处理筛上物及修复后成品土自检情况一览表

序号	检测报告编号	自检类型	样品数量	代表方量 (m ³)	检测结果
1	HB23052305	有机类土	27（含 3 个平行）	5918.4	合格
2	HB23102702-1	有机类土	28（含 3 个平行）	12274.3	合格
3	HB23111007	重金属土	5（含 1 个平行）	1793	合格
		重金属土筛上物	1	384.8	合格
		有机土筛上物	3（含 1 个平行）	987.6	合格
4	HB24010701	有机类土	28（含 3 个平行）	12486.9	合格
5	HB24010702	有机土筛上物	2	992.5	合格
6	HB24031502	有机类土	25（含 3 个平行）	10984.5	合格
		有机土筛上物	5（含 1 个平行）	1965.7	合格
7	HB24041802	有机类土	22（含 2 个平行）	9939.3	合格
		有机土筛上物	6（含 1 个平行）	2459.6	合格
8	HB24042801	有机类土	5（含 1 个平行）	1993.9	合格
9	HB24050901	有机类土	5（含 1 个平行）	1991.7	合格
10	HB24051707	有机类土	4	1998.2	合格
11	HB24052703	有机类土	5（含 1 个平行）	1996.0	合格
12	HB24060502	有机类土	4	1993.4	合格
13	HB24061402	有机类土	6（含 1 个平行）	2356.8	合格
		有机土筛上物	6（含 1 个平行）	2478.9	合格
		重金属土	3（含 1 个平行）	800	合格
		重金属土筛上物	2（含 1 个平行）	184.3	合格



图 3.10-2 预处理筛上物及修复后成品土自检采样

3.11 施工单位环境监测

根据《修复方案》要求，施工单位（北京首钢建设集团有限公司市政分公司）和修复处置单位（北京首科兴业工程技术有限公司）分别委托北京华博天地检测技术有限公司对清挖场地和修复处置场地进行大气和噪声环境监测。

根据监测结果与相关标准对比，大气和噪声环境监测结果均满足相关标准要求。环境监测统计情况见表 3.11-1~表 3.11-2 表 3.11-1 清挖场地环境监测结果统计表，具体监测情况见《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程竣工报告》。

表 3.11-1 清挖场地环境监测结果统计表

监测介质		监测点位数量 (个)	监测项目	监测频次	监测日期	监测结果
大气环境	大气环境 PID 日常监测	5	总挥发性有机物（TVOC）	3 次/天	2022 年 12 月~2024 年 6 月	PID 监测值较小，未出现异常情况
	大气无组织排放环境	6	总悬浮颗粒物（TSP）、PM ₁₀ 、苯并（a）芘、非甲烷总烃	2 次/月	2022 年 12 月~2024 年 7 月	均满足相关标准要求
声环境	噪声日常监测	4	连续 20min 的等效声级和最大声级	2 次/月	2022 年 12 月~2024 年 7 月	满足标准要求

表 3.11-2 修复处置场地环境监测结果统计表

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

监测介质		监测点 位数量 (个)	监测项目	监测 频次	监测日期	监测结果
大气 环境	大气环境 PID 日常 监测	6	总挥发性有机 物（TVOC）	3 次/天	2023 年 4 月 ~2024 年 6 月	PID 监测值 较小，未 出现异常 情况
	大气无组 织排放环 境	7	总悬浮颗粒物 （TSP）、 PM ₁₀ 、苯并 （a）芘、非 甲烷总烃	2 次/月	2023 年 4 月 ~2024 年 7 月	均满足相 关标准要 求
	土壤暂存 大棚排气 筒	1	颗粒物、苯并 （a）芘、非 甲烷总烃	1 次/月	2023 年 4 月 ~2024 年 7 月	
	修复设备 的尾气排 放烟囱	1	颗粒物、二氧 化硫、二氧化 氮、苯并 （a）芘、非 甲烷总烃	1 次/月	2023 年 4 月 ~2024 年 6 月	
声环 境	噪声日常 监测	4	连续 20min 的 等效声级	2 次/月	2023 年 4 月 ~2024 年 7 月	满足标准 要求

4 环境监理完成情况

4.1 工作程序

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

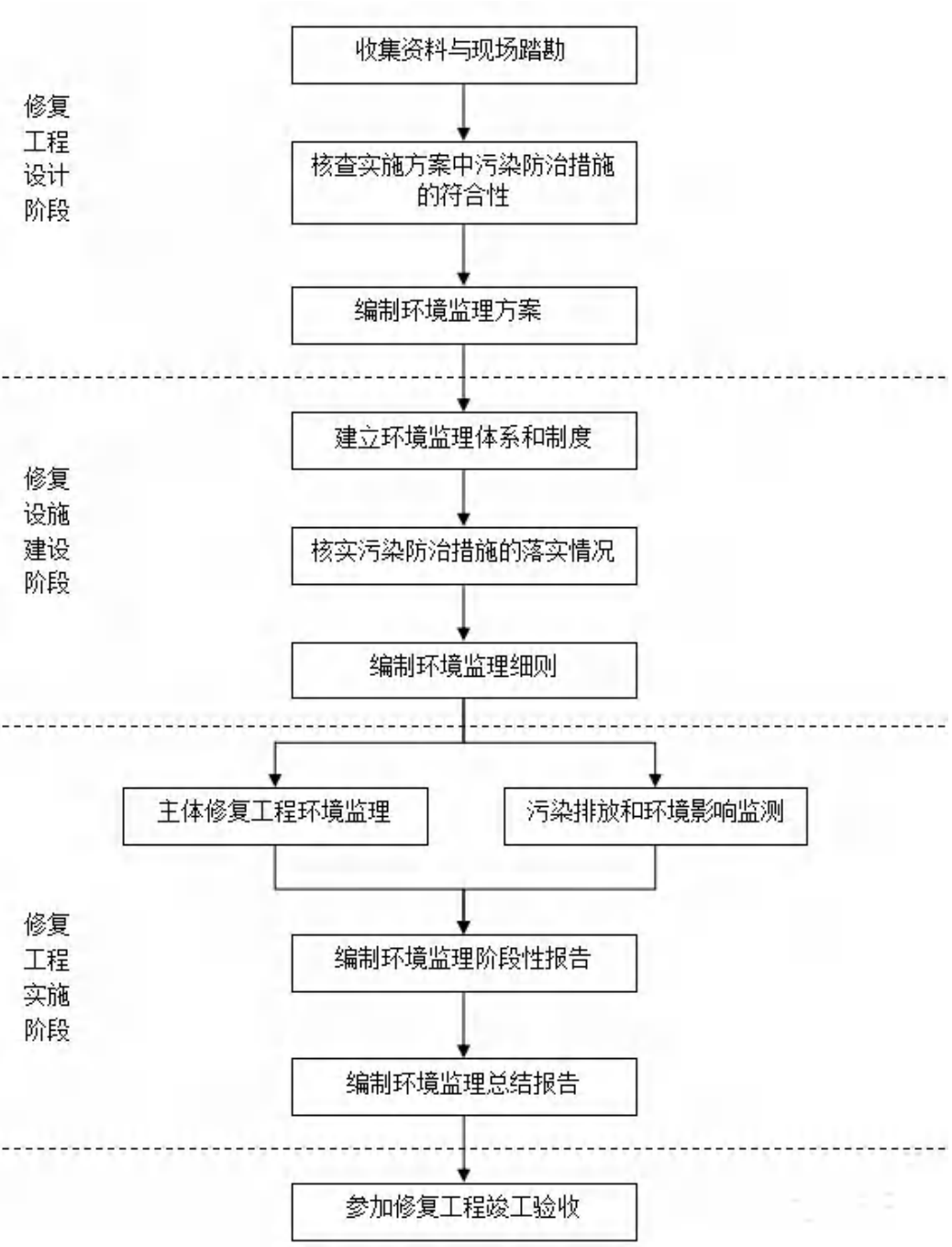


图 4.1-1 修复工程环境监理工作程序

项目环境监理工作程序框图见图 4.1-1。

环境监理一般应按照下列工作程序进行：

- （1）依据监理合同、修复方案以及施工合同、施工组织设计等编制施工环境监理方案；
- （2）依据编制的环境监理方案，开展环境监理工作；
- （3）工程交工后编写环境监理总结报告，整理监理档案资料，提交建设单位；
- （4）参与工程竣工环保验收。

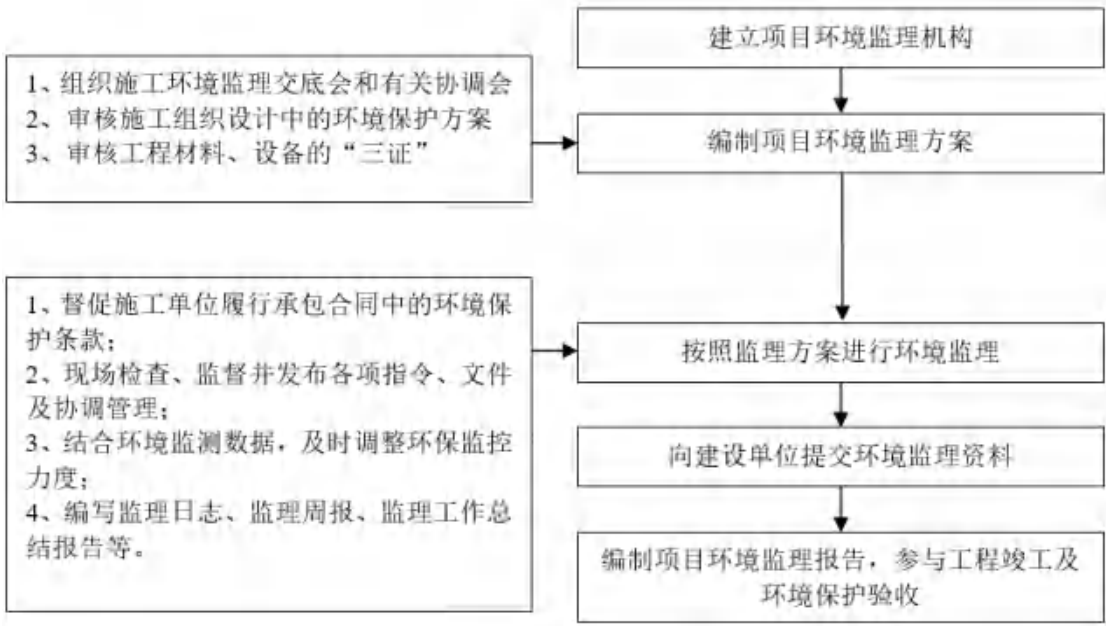


图 4.1-2 环境监理的工作程序

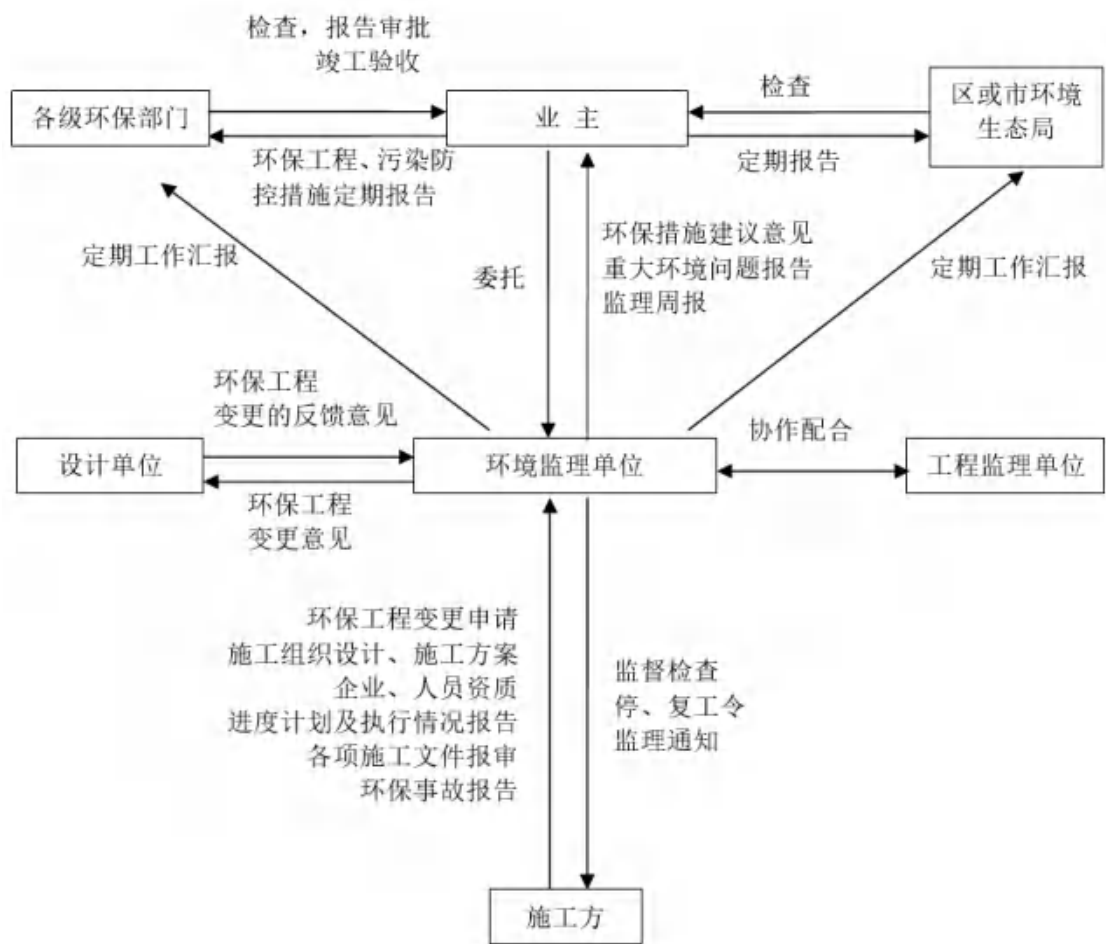


图 4.1-3 环境监理工作联系图

4.2 工程设计阶段环境监理

在工程设计阶段，环境监理单位开展了资料收集分析、资料审核等相关工作，针对修复方案中的内容与实施情况进行逐一审查。结果显示：

- （1）地块周边环境敏感目标及其与修复工程作业区域的位置关系与《修复方案》时一致，未发生变化；
- （2）修复工程施工条件与土壤污染状况调查报告和《修复方案》中所述情况一致；
- （3）工程污染防治措施设计符合国家相关法律法规与标准的规定；配套环保设施与主体修复设施同时设计，其主要技术指标满足《修复方案》中提出的各项环保措施的要求。

环境监理单位依据环境保护相关法律法规和技术规范、修复工程相关资料、相关的批复文件，结合修复工程实际情况，编制了《石景山区西黄村棚

户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程环境监理方案》，明确了环境监理工作目标、范围、程序、内容、方法、制度、组织机构及职责、成果提交方式等内容。

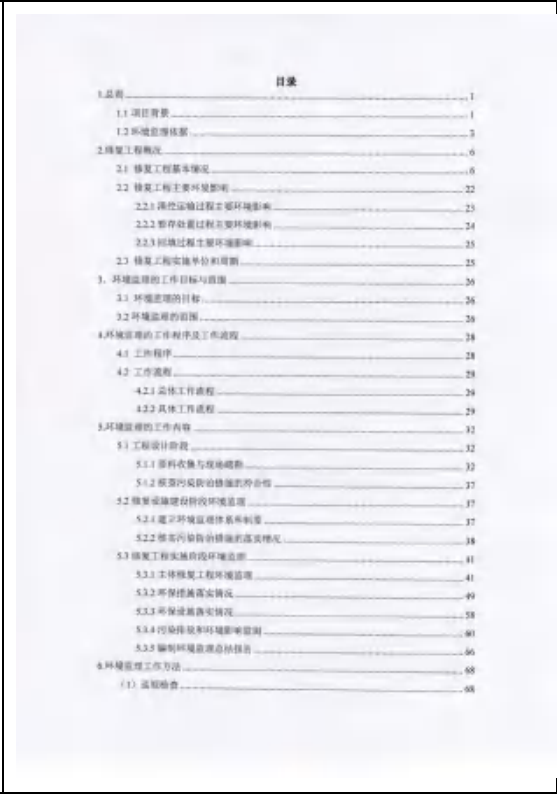
	

图 4.2-1 环境监理方案

4.3 设施建设阶段环境监理

经核实，本修复工程环保设施与主体修复设施同时建设，满足修复方案的要求。环境监理对主要环保设施如洗车池等的建设进行了旁站。

	
洗车池建设旁站	洗车池

	
洒水设备	苫盖设施
	
处置区热脱附设备及尾气处理系统建设	淋洗处置区防渗建设

图 4.3-1 设施建设阶段环保设施落实情况

4.4 工程施工阶段环境监理

4.4.1 修复主体工程环境监理

根据《污染场地修复工程环境监理技术导则》（DB11/T 1279-2015）附录 C，对主体修复工程开展全过程环境监理，本项目土壤修复工程实施阶段环境监理环节包括土壤清挖环节、运输环节、暂存处置环节、回填环节，实施过程均满足方案要求。具体监理环节及内容如下：

表 4.4-1 环境监理环节及要点

序号	环境监理环节	环境监理内容
1	清挖、运输	（1）根据修复方案核实确认修复工程平面布置，并监督现场放样工作； （2）核实修复工程区域与环境敏感区域位置关系是否发生重大变化，变化带来的环境影响是否可以接受； （3）严格控制开挖过程中污染物的挥发扩散，在挖掘区域周边设置大气、噪声监测点进行监测；

序号	环境监理环节	环境监理内容
		（4）监督是否设置必要的施工安全措施及安全标志； （5）核查运输车次和运输量，或根据工程监理资料核实运输量； （6）监督污染土壤运输过程中的封闭措施，避免遗撒等情况产生； （7）监督运输车辆将污染土壤按照修复方案运至指定区域； （8）核实环保措施落实情况； （9）参与基坑验收工作。
2	暂存	监督挖掘后土壤堆放地面的防渗情况，检查存储设施密闭情况，防止污染物的挥发和扬尘扩散，并在存储设施周边进行布点监测。
3	修复	跟踪检查土壤预处理过程，筛分、破碎等过程；监督修复方案的实施情况，包括修复流程、主要环节、工艺参数等；可对修复后土壤进行采样，初步确定修复效果，监督修复后土壤的堆存以备验收，可根据修复工程批次处理量进行采样检测；还需要对处理大棚密闭情况、尾气收集处理情况等进行监理，在修复工程周边及场界设置大气、噪声环境监测点。
4	回填	监督污染土壤的最终去向是否符合实施方案的要求；监督回填土壤是否根据土地利用规划合理回填。

4.4.2 环保措施落实情况

本项目修复过程中施工单位按修复方案要求基本落实了各项目环保措施。环保措施落实情况总结见下表。

表 4.4-2 二次污染防治措施落实情况

类别	修复方案要求	落实情况	与方案一致性说明
大气污染防治措施	1、污染土清挖过程大气污染防治措施 （1）控制开挖范围及合理安排开挖作业面，尽量减少污染土的暴露面积。污染土清挖时，采用小作业面，边挖边退边覆盖的方式进行作业，一个作业面清挖完成后，及时采用防尘网进行覆盖，设备后退进行下一个作业面的开挖作业，以这种方式严格控制暴露在空气中的作业面积，达到控制土壤中有有机物和重金属逸散的目的。若开挖现场气味明显，喷洒异味抑制剂进行异味覆盖，到达清挖标高和范围后，表面采用 HDPE 膜进行覆盖。 （2）遇到 4 级以上大风天气，应停止土方清挖作业，并对暴露土壤进行苫盖。 （3）土壤清挖及处理施工机械在操作时慢转、轻摇，尽可能防止扬尘。 （4）在施工现场内将土方运输车辆装土后压实，将运输车外表清扫干净后再运出工地大门，防止扬尘产生。 （5）作业面出现扬尘时，可采用洒水车在基坑周边进行洒水作业，控制扬尘。若作业面出现大面积重扬尘情况，洒水和铺盖苫布已经不能满足需求时，采用移动式喷雾除尘设备对扬尘进行控制。 （6）场地内道路，采用碎石铺设，并定期进行洒水，保持湿润；在场地主出入口与主干道连接处，设置洗车池，将轮胎清洗干净后出场。 （7）为减少尾气排放，定期对施工机械进行维修保养；减少发动机空挡排气，车辆等待装车时关闭发动机；机械设备、运输车辆	1、污染土清挖过程大气污染防治措施 在施工过程中，整个施工周期清挖现场大气环保措施落实情况如下： （1）施工过程中，严格控制开挖范围及合理安排开挖作业面，减少了污染土的暴露面积。同时，采用了小作业面，边挖边退边覆盖的方式进行作业，一个作业面清挖完成后，及时采用防尘网进行覆盖，设备后退进行下一个作业面的开挖作业，有效控制了暴露在空气中的作业面积，达到控制土壤中有有机物和重金属逸散的目的。到达清挖标高和范围后，表面采用绿网进行了覆盖。 （2）在清挖施工过程中，为防止尘土飞扬，遇到 4 级以上大风天气，施工单位停止土方清挖作业，并对暴露土壤进行了苫盖。在地块清挖期间因大风天气停工 23 天。 （3）土壤清挖施工机械在操作时慢转、轻摇，有效防止了扬尘。 （4）施工现场内土方运输车辆装土后进行了压实，并对运输车外表清扫冲洗干净后再驶出工地大门，防止了扬尘产生。 （5）作业面出现扬尘时，采用了洒水车在基坑周边进行洒水作业，洒水频次 2~4 小时一次，有效控制了扬尘。 （6）对场地内道路定期进行洒水，保持湿润；在场地主出入口处设置了洗车池，将运输车辆轮胎清洗干净后再出场。	除污染土储存大棚由负压变成正压外，其它与方案基本一致

类别	修复方案要求	落实情况	与方案一致性说明
	添加符合环保要求的燃油。 （8）清挖过程中开展大气无组织排放监测，确保不出现环保问题。 2、污染土运输过程大气污染防治措施 （1）采用国家统一标准的密闭渣土运输车辆。定时对场地内道路进行洒水降尘，控制扬尘污染。 （2）对渣土运输车加强防止遗撒的管理，要求所有运输车上部设置苫盖装置和防止扬尘、遗撒的设施，渣土装载量不得超过车箱四周挡板的高度，装载后及时实施覆盖措施，并对遗撒在槽帮上的土壤进行清理并经现场人员检查合格、发放五联单后方可离开清挖场；卸料溜槽处装设防止遗撒的活动挡板，渣土卸完后必须清理干净方准离开现场。 （3）安排人员专门负责运输车辆的清扫。同时，设置洗车池，车辆出场前，将车身和车轮清洗干净后方可允许出场，以防止路面尘土飞扬造成污染。 （4）加强运输车辆的维护、保养，减少尾气排放 3、污染土暂存、处置过程大气污染防治措施 （1）污染土运输车辆暂存于厂房内卸土及铲车等机具倒运传堆时，要求司机及作业人员严格按照规范及环保要求操作，避免由于操作不当引起的空气扰动及扬尘，必要时可以通过洒水逸尘、对作业完成区域进行局部苫盖遮盖等措施减少大气环境污染。 （2）土壤堆存于密闭大棚内，大棚设置为微负压系统，并配备中心控制系统、负压维持系统、进风系统、环境安全监测系统、有毒有害气体净化处理系统，通过抽风系统维持负压大棚内的相对	（7）为减少尾气排放，使用尾气排放符合环保要求的挖掘机，并定期对施工机械进行了维修保养；减少了发动机空挡排气，车辆等待装车时关闭发动机；机械设备、运输车辆统一使用符合环保要求的燃油。 （8）清挖过程中施工单位及环境监理单位分别开展了大气无组织排放监测，确保不出现环保问题。 2、污染土运输过程大气污染防治措施 （1）采用了国家统一标准的密闭渣土运输车辆。 （2）对场地内道路定期进行洒水，保持湿润；在清挖场地出入口处设置了洗车池，将运输车辆轮胎清洗干净后再出场。 （3）对基坑支护区域外施工便道进行混凝土硬化处理，道路硬化区域与原西黄村小学内硬化地面相接，混凝土浇筑厚度 50cm，西黄村小学路段铺设两排钢板，基坑支护区域东侧出入口处设置了洗车池，土方运输车辆在基坑支护区域内装土后进行压实、苫盖，将运输车外表清扫干净后出基坑支护区域，经过洗车池冲洗车身及轮胎，冲洗干净后再经西黄村小学路段运出场地。施工便道定时进行洒水抑尘，防止扬尘产生。 （4）对渣土运输车加强了防止遗撒的管理，所有运输车上部设置了苫盖装置和防止扬尘、遗撒的设施，渣土装载量未超过车箱四周挡板的高度，装载后及时实施了覆盖，并对遗撒在槽帮上的土壤进行了清理并经现场人员检查合格、发放五联单后再离开清挖场地；卸料溜槽处装设了防	

类别	修复方案要求	落实情况	与方案一致性说明
	压力达到-5~-10Pa，保证存储区气体污染物的零泄漏，通过抽风系统将存储区的有毒有害气体进行有组织收集和净化后排放。 （3）土壤预处理作业在大棚内进行，在常规的作业面采取洒水方式降尘。同时，不抛洒污染土壤，做好遮挡，避免扬尘。对有异味产生的污染土壤喷洒除臭剂，待异味消除或人员做好个人防护后作业。 （4）热脱附设施烟气净化系统采用旋风除尘+急冷+干法脱酸+袋式除尘器相结合的烟气净化工艺，并辅以活性炭和干性脱酸药剂喷射系统，净化后的烟气经烟囱排放。 （5）修复后待验土壤在堆存完成后需覆盖 HDPE 膜，防止污染物的挥发。 （6）验收合格后待外运土壤暂存完成后苫盖密目网，防止扬尘。 4、回填过程大气污染防治措施 修复方案未明确提及回填过程大气污染防治措施。	止遗撒的活动挡板，渣土卸完后清理干净后再离开现场。 （3）安排了人员专门负责运输车辆的清扫。同时，设置了洗车池，车辆出场前，将车身和车轮清洗干净后再出场。 （4）定期对运输车辆进行了维护、保养，减少了尾气排放。 3、污染土暂存、处置过程大气污染防治措施 （1）污染土运输车辆在暂存厂房内卸土及铲车等机具倒运传堆时，要求司机及作业人员严格按照规范及环保要求操作，避免了由于操作不当引起的空气扰动及扬尘。 （2）土壤堆存于密闭大棚内，大棚采用气承支撑式膜结构作为支撑，表面铺设屋面膜材，通过无泄露的空气支撑膜结构对污染土进行密闭储存，污染土释放出的有毒有害气体密闭在空气支撑膜结构中，不会释放到大气之中，防止有毒有害气体对空气环境造成污染，通过送风、排风，对密闭结构内部的气流采用气体处理装置进行处理后通过 25m 高排气筒达标排放。 （3）土壤预处理作业在大棚内进行，在常规的作业面采取了洒水方式降尘。同时，作业过程未抛洒污染土壤，有效抑制了扬尘产生。 （4）热脱附设施烟气净化系统采用旋风除尘+高效袋式除尘器相结合的烟气净化工艺，净化后的烟气经 25m 高烟囱排放。 （5）预处理后的重金属污染土壤在滚筒筛分机的入口处与喷入的淋洗液混合并经充分搅拌淋洗，保证土壤在润湿状	

类别	修复方案要求	落实情况	与方案一致性说明
		态下进行处理，有效抑制了扬尘的产生。 （6）修复后待验土壤在堆存完成后覆盖了防尘绿网，防止了扬尘。 （7）验收合格后待外运土壤暂存完成后苫盖了密目网，防止了扬尘。 4、回填过程大气污染防治措施 （1）运输过程大气污染防治措施 机械行驶与回填土壤运输采取了如下环保措施： ①运输便道管理由专人负责，便道定期洒水，防止扬尘污染。 ②对运输车辆加强防止遗撒的管理，包括装载时禁止超载，装土量低于槽帮，禁止满载。所有运输车上部设置了苫盖装置和防止扬尘、遗撒的设施。 ③对运输车外表清扫、洗车池冲洗干净后再上路，防止了扬尘产生。 ④回填场地内道路及时进行洒水。 （2）回填过程大气污染防治措施 ①土壤回填过程中，机械作业适当控制速度，减少了由于土壤扰动产生的扬尘；及时对裸露的土壤地面进行了覆盖，定期对覆盖区域的土壤进行洒水，保持不扬尘的状态。回填区域内，严禁无关人员出入。 ②控制回填作业面，减少了回填土的暴露面积。 ③根据天气情况，及时调整回填作业计划，遇到大风天气及时对土方进行覆盖，防止扬尘及二次污染，四级以上大	

类别	修复方案要求	落实情况	与方案一致性说明
		风停止土方施工作业，并做好遮盖，本项目回填期间未遇上四级及以上大风天气；回填过程做到节奏缓慢，轻卸轻放，减少了回填过程中的扬尘。 ④施工部位配备水车，对作业面洒水降尘。	
噪声污染防治措施	1、污染土清挖过程噪声污染防治措施 （1）施工机械合理布置，防止在同一位置布置大量的动力机械设备，避免局部声级过高； （2）合理安排清挖施工，控制清挖作业时间，避免夜间开挖，减少噪声产生时长。 （3）选用低噪音设备，在场区行驶时，尽量减少噪音；同时，加强机械设备的日常保养和维护，保证机械设备在低噪声、良好的状态下运行。 （4）加强施工指挥，减少人为噪声； （5）设立临时声障； （6）噪声补偿措施，对周边受噪声影响较大的居民进行适当补偿，对受到施工干扰的单位和居民在施工前予以通知，说明施工期拟采取的噪声防治措施，并取得理解。 2、污染土运输过程噪声污染防治措施 （1）运输车辆平稳运行，防止急起急停，严禁鸣笛。 （2）污染土壤卸料过程，降低卸料落差；注意控制车厢与车厢活动挡板的碰撞，防止产生剧烈噪声。 3、污染土暂存、处置过程噪声污染防治措施 （1）在满足使用功能的情况下，优先选择低转速、低噪声设备，从源头上降低噪声。	1、污染土清挖过程噪声污染防治措施 污染土壤清挖过程中，环境监理单位以旁站、巡视的方式监督施工单位在清挖过程中落实了以下噪声污染防治措施： （1）施工机械合理布置，未在同一位置布置大量的动力机械设备，避免了局部声级过高； （2）合理安排了清挖施工，控制了清挖作业时间，夜间未进行开挖作业。 （3）选用了低噪音设备，同时，加强了机械设备的日常保养和维护，保证机械设备在低噪声、良好的状态下运行。 （4）加强了施工指挥，减少了人为噪声； （5）设立了临时声障； （6）实施了噪声补偿措施，对北侧受噪声影响较大的居民进行了补偿，并对受到施工干扰的单位和居民在施工前予以通知，说明施工期拟采取的噪声防治措施，并取得了理解。 2、污染土运输过程噪声污染防治措施 （1）要求运输车辆平稳运行，防止急起急停，严禁鸣笛。 （2）污染土壤卸料过程，降低卸料落差；控制车厢与车厢活动挡板的碰撞，防止产生剧烈噪声。	一致

类别	修复方案要求	落实情况	与方案一致性说明
	（2）工艺布置上做到静闹分开，将噪声较高的工艺设备布置在单独的房间。 （3）对噪声级较高的设备分不同情况采取隔声、消声、减振及吸声等综合控制措施，如一、二次风机及引风机均设有消声器并加减振装置；一方面降低室内的混响声级，改善工人的工作环境，另一方面降低设备噪声对周围的辐射强度，防止对周围环境造成污染。 （4）对可能产生噪声的管道，特别是与泵和风机出口连接的管道采取柔性连接的措施。 （5）合理安排施工处置时间，避免夜间施工和集中施工，定期进行设备维护。 4、回填过程噪声污染防治措施 修复方案未明确提及回填过程噪声污染防治措施。	3、污染土暂存、处置过程噪声污染防治措施 （1）在满足使用功能的情况下，优先选择了低转速、低噪声设备，从源头上降低了噪声。 （2）污染土壤预处理在密闭大棚内进行，有效降低了噪声的影响。 （3）对修复区域平面布置进行合理布置，同时对噪声级较高的设备分不同情况采取了隔声、消声、减振及吸声等综合控制措施。 （4）与泵和风机出口连接的管道采取柔性连接的措施。 （5）合理安排了施工处置时间，未进行夜间施工和集中施工，定期对设备进行了维护。 4、回填过程噪声污染防治措施 （1）要求运输车辆按既定路线行驶，行驶过程严禁鸣笛。 （2）优先选择了低噪声设备，从源头上降低了噪声。 （3）合理安排了回填时间，未进行夜间施工和集中施工，定期对设备进行了维护。	
废水污染防治措施	1、污染土清挖过程废水污染防治措施 （1）密切关注国家气象局天气预报，提前做好施工进度安排。施工时选择无雨天气进行施工，尽量减少污染土壤与雨水接触。 （2）根据污染土壤开挖进展，在清挖基坑底部设置集水井，对开挖基坑积水及雨水进行收集。 （3）对基坑里面的废水及时进行检测，若符合限值要求，则排放至就近的市政污水管网中，若不合格，超标污水用于污染土壤洒水降尘，如超标污水过多，则将超标污水运往污水处理厂进行处理。 （4）施工人员的生活废水进行集中收集后排放到市政污水管网。	1、污染土清挖过程废水污染防治措施 （1）本工程未在雨季施工，减少了污染土壤与雨水接触。另外，为防止雨水倒灌基坑，基坑冠梁上部一圈用砖砌筑 370*600mm 挡水墙，高出地面 300mm，侧面和顶面抹水泥砂浆。降雨期间基坑支护区域内施工道路上下口码放防水沙袋 50cm，严防外部雨水进入基坑。 （2）施工人员的生活废水通过项目卫生间进行集中收集后排放到市政污水管网。 2、污染土运输过程废水污染防治措施	淋洗废水经过水处理系统处理后回用，最后一批次土壤淋洗用水经检测合格后供现场洒水抑尘使用。另

类别	修复方案要求	落实情况	与方案一致性说明
	2、污染土运输过程废水污染防治措施 （1）洗车池收集的废水，经过沉淀后，上清液回洗车池循环使用。 （2）项目结束后对洗车池废水进行检测，经过检测后，如果不超标，则排入邻近市政管网，如果超过相关标准使用罐车运输到相应单位进行处置。 3、污染土暂存、处置过程废水污染防治措施 （1）生活污水依托现有市政生活污水排水管线，统一排入市政污水管网。 （2）淋洗过程产生的废水收集后进入现场设置的污水处理设施进行处理，处理达标后排入市政污水管网。 4、回填过程废水污染防治措施 修复方案未明确提及回填过程废水污染防治措施。	（1）洗车池收集的废水，经过沉淀后，上清液回洗车池循环使用。 （2）项目结束后最后一批次洗车池废水经检测合格后回用于场地内洒水降尘。 3、污染土暂存、处置过程废水污染防治措施 （1）生活污水依托厂区内现有市政生活污水排水管线，统一排入市政污水管网。 （2）淋洗设施周边设置了止水围堰。另外，淋洗修复施工期间产生的淋洗废水全部经过水处理系统处理后回用做淋洗用水，最后一批次土壤淋洗用水经检测合格后供现场洒水抑尘使用。	外，最后一批洗车池废水检测合格后进行了回用，未排放。虽与方案不一致，但该处置方式合理，未对周围环境产生不利影响。
固体废物污染防治措施	1、污染土清挖过程固体废物污染防治措施 （1）设专职人员负责卫生打扫及垃圾收集，保持场内整洁。 （2）可回收利用的废弃物应回收利用，并在施工过程中加强管理，尽量减少废弃物产生量。 （3）对污染区域内凿除的建筑垃圾，进入密闭大棚内，作为污染土进行处理；洗车池、车辆冲洗装置产生的污泥，收集后与污染土壤一起进入热脱附生产线进行处理。 2、污染土暂存、处置过程固体废物污染防治措施 （1）热脱附产生的除尘灰收集后进入热脱附生产再处理。 （2）生活垃圾分类收集后交由环卫部门清运处置。 （3）淋洗废水处理产生的污泥装入专门容器收集，并在容器外部	1、污染土清挖过程固体废物污染防治措施 （1）设置了生活垃圾收集设施，安排专职人员负责卫生打扫及垃圾收集，保持场内整洁。 （2）施工过程中加强了管理，减少了固体废物的产生，对可回收利用的废物进行了回收利用。 （3）基坑清挖完成后，洗车池产生的污泥经检测未超过修复目标值，用于回填基坑。 2、污染土暂存、处置过程固体废物污染防治措施 （1）热脱附产生的除尘灰经收集后进入热脱附生产线再处理。 （2）污染土暂存大棚尾气处理过程中产生的废活性炭（产	洗车池产生的污泥经检测合格后用于回填基坑，未与污染土壤一起进入热脱附生产线进行处理。虽与方案不一致，但该处

类别	修复方案要求	落实情况	与方案一致性说明
	显眼处贴上警示标签，在场地指定地点暂存。暂存点要求有严格的防雨、防渗，并由专人看管。经检测，若属于危险废物，计重后及时报批业主、监理及验收单位，委托有危废处置资质的单位处置；若属于一般固体废物，就地安全利用或外运至经业主及主管部门等批准的地点。	生量 1t）作为危险废物危险废物于 2024 年 8 月 27 日由北京智合祥泰运输有限责任公司负责承运，全部运输至北京金隅红树林环保技术有限责任公司进行处置。 （3）生活垃圾分类收集后交由环卫部门清运处置。 （4）淋洗处置期间产生的药剂包装袋统一进行收集，在药剂堆存仓库进行统一暂存，由药剂供货商定期回收处理。 （5）淋洗废水处理产生的污泥按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》等相关法律规定，装入 200L 蓝色法兰桶收集，并在容器外部显眼处贴上警示标签，按《危险货物包装标志（GB190-2009）》和《包装储运图示标志（GB191-2008）》以及《危险货物运输包装通用技术条件（GB12463-2009）》的要求进行标识。在场地指定地点（危废暂存间）暂存。暂存点具有严格的防雨、防渗措施。 2024 年 8 月 27 日，该部分危废由北京智合祥泰运输有限责任公司负责承运，全部运输至北京金隅红树林环保技术有限责任公司进行处置。	置方式合理，未对周围环境产生不利影响。
二次污染风险控制措施落实情况	1、确保清挖到位 严格按照规定的拐点坐标施工，不随意更改施工方案，确保清挖到位。挖土施工过程中，设专人指挥挖机作业。 2、清挖终点扫尾 清挖至区域边界后，派专人对基坑底部进行清扫，将散落的污染土壤收集后运出进行处理，确保遗洒的污染土壤全部进行处理以防对清挖基坑的验收造成影响。 3、清挖设备离场清扫	1、确保清挖到位 施工单位严格按修复方案的拐点坐标施工，选择最优作业面，有专人指挥挖机作业，杜绝远距离抛扔污染土壤或者从高处将污染土壤抛扔到运输车上。清挖至规定范围后停止施工并及时进行拐点高程复核。确保了清挖到位的同时也有效控制了空气中污染物的浓度达到国家和北京市的相关标准。 2、清挖终点扫尾	一致

类别	修复方案要求	落实情况	与方案一致性说明
	用于污染土壤挖掘施工的机械和设备等退出施工或用于非污染土壤施工前，要将机具上残留的污染土壤清理干净，防止污染土壤迁移到其他场地，造成二次污染。对现场清理及运输车出厂前可能在施工现场道路中发生的遗撒，每天组织人员对道路进行清扫，将清扫得到的污染土壤全部装车运往处置单位进行集中处理。 施工现场设立专门的废弃物临时储存场地，废弃物应分类存放，对有可能造成二次污染的废弃物必须单独储存、设置安全防范措施且有醒目标识。废弃物的运输确保不遗撒、不混放，统一运送至处置单位进行处理。	清挖至区域边界后，派专人对基坑底部进行了清扫，将散落的污染土壤收集后运出进行处理，对遗洒的污染土壤全部进行处理，未对清挖基坑的验收造成影响。 3、清挖设备离场清扫 （1）清挖设备、机械离场前，清扫了机具上残留的污染土壤，未造成二次污染。 （2）定期组织人员对场内道路进行清扫，将清扫得到的污染土壤全部装车运往处置单位进行集中处理。	
防渗措施落实情况	1、污染土暂存区防渗措施 密闭大棚内硬化地坪全部采用防渗结构（整体渗透系数小于 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$）： （1）底层素土夯实，夯实系数 ≥ 0.94；（2）底层上铺设 300mm 厚级配碎石，夯实系数 ≥ 0.95；（3）铺设 60mm 厚 C15 混凝土垫层；（4）1.5mm 厚聚氨酯防水涂料，四周翻起，翻起高度 $> 500\text{mm}$；（5）面层为 200mm 厚 C20 混凝土，内配双层双向钢筋。 2、淋洗药剂、污泥堆存区防渗措施 （1）在淋洗药剂堆存区域搭设药剂棚，底部铺设防渗层，防止药剂泄露渗透污染地下水 （2）淋洗废水处理中产生的污泥装入专门容器收集，在场地指定地点暂存。暂存点要求有严格的防雨、防渗，并由专人看管。 3、修复后成品土待检区防渗	1、基坑支护区域外施工便道防渗措施 对基坑支护区域外施工便道进行混凝土硬化处理，道路硬化区域与原西黄村小学内硬化地面相接，混凝土浇筑厚度 50cm，西黄村小学原硬化路段铺设两排钢板，有效防止污染土壤遗撒对基坑支护区域外土壤和地下水的污染。 2、洗车池防渗措施 洗车台垫层和沉淀池底部均采用 C25 砼浇注，并振捣密实，洗车台垫层厚 15cm，沉淀池底部垫层厚 10cm，洗车台和沉淀池垫层上为聚氨酯防水卷材，面层为 5cm 厚混凝土。 3、污染土暂存区防渗措施 污染土暂存密闭大棚内硬化地坪采用了如下防渗结构（整体渗透系数小于 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$）： （1）底层素土夯实，夯实系数 ≥ 0.94； （2）底层上铺设 300mm 厚级配碎石，夯实系数 ≥ 0.95； （3）铺设 60mm 厚 C15 混凝土垫层；	修复后成品土待检区只采取了底部铺设防渗 HDPE 膜措施进行防渗，上部未采用 C25 抗渗混凝土浇筑，由于修复后成品土验收均合格，未对下部土壤产生

类别	修复方案要求	落实情况	与方案一致性说明
	修复后土壤待检区地面底部铺设防渗 HDPE 膜，上部采用 C25 抗渗混凝土浇筑，厚度 20cm 进行防渗。	（4）1.5mm 厚聚氨酯防水涂料，四周翻起，翻起高度 > 500mm； （5）面层为 200mm 厚 C20 混凝土，内配双层双向钢筋。 4、处置区防渗措施 热脱附和淋洗处置区地面均采用 20cm 厚度的 C25 抗渗混凝土浇筑，并在淋洗修复区域边缘设置止水防渗围堰，避免修复后土壤堆体溢流扩散，淋洗药剂存放间位于淋洗处置区内，有效防止了药剂泄露对土壤和地下水的污染。 5、淋洗成品土待检区防渗措施 淋洗成品土待检区地面底部铺设防渗 HDPE 膜，以上采用 20cm 厚度的 C25 抗渗混凝土浇筑，防止污染物通过降雨淋滤向下迁移。 6、危废暂存间防渗措施 淋洗废水处理中产生的污泥装入 200L 蓝色法兰桶收集，大棚尾气处理过程中产生的废活性炭袋装收集，淋洗污泥及废活性炭均暂存于危废暂存间，暂存间有严格的防雨淋、防渗漏、防流失措施，有效防止了污染物向下迁移。 7、热脱附成品土待检区防渗措施 热脱附成品土待检区底部铺设防渗 HDPE 膜，防止污染物向下渗漏。 8、热脱附成品土堆场防渗措施 热脱附成品土堆存区四周搭设围挡，与其他区域进行隔离。堆场底部在地表平整后进行夯实，其上铺设 HDPE 防渗膜，避免修复后土壤堆体溢流扩散。	影响。

4.5 环保设施运行情况

本项目污染土清挖、运输、存储、预处理及修复期间，各环保设施均正常运行。

4.6 竣工验收阶段环境监理

4.6.1 核查施工过程资料

本阶段环境监理单位复核了工程量、材料合格证、施工过程验收、施工过程影像记录、药剂使用台账等。施工过程资料齐全，符合方案要求。

4.6.2 效果评估单位验收采样监理旁站

效果评估单位验收采样过程中环境监理对采样过程进行了旁站，检测采样单位均按相关技术规范进行采样，采样区域为土壤、地下水修复区域、二次污染区域等。采样过程无二次污染情况产生。

	
A1 基坑清挖后验收采样监理旁站	A3 基坑清挖后验收采样监理旁站
	

清洁土验收采样监理旁站	B1 基坑清挖后验收采样监理旁站
	
有机污染土热脱附后验收采样监理旁站	二次污染区域（临时道路）验收采样监理旁站

图 4.6-1 效果评估验收采样环境监理旁站示例

4.7 环境监测

监理单位（北京华夏博信环境咨询有限公司）对清挖场地和修复处置场地环境监测进行了全过程旁站，并对清挖场地和修复处置场地大气和声环境进行了监督性检测。清挖场地噪声环境委托北京华博天地检测技术有限公司进行监测，其他均为首钢集团有限公司北京环境监测中心进行监测。

根据监测结果与相关标准对比，除 2023 年 6 月处置区热脱附设备尾气排气筒二氧化硫排放浓度略有超标外，其他大气和噪声环境监测结果均满足相关标准要求。针对二氧化硫超标情况，环境监理单位下达了环保问题处理意见单，要求处置单位优化设备参数，加强设备维护。处置单位采取了相应措施进行了整改，在后续监测中，二氧化硫未再出现超标情况。

环境监测统计情况见表 4.7-1~表 4.7-2，具体监测情况见《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复环境监理总结报告》。

表 4.7-1 清挖场地环境监测结果统计表

监测介质		监测点位数量 (个)	监测项目	监测日期	监测结果
大气环境	大气环境 PID 日常监测	5	总挥发性有机物 (TVOC)	2022 年 12 月 ~2024 年 6 月	PID 监测值较小，未出现异常情况

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

监测介质		监测点位 数量 (个)	监测项目	监测日期	监测结果
	大气无组织 排放环境	6	总悬浮颗粒物 (TSP)、 PM ₁₀ 、苯并 (a) 芘、非甲 烷总烃	2022 年 12 月 ~2024 年 7 月	均满足相关标 准要求
声环境	噪声日常监 测	4	连续 20min 的等 效声级和最大声 级	2022 年 12 月 ~2024 年 7 月	满足标准要求

表 4.7-2 修复处置场地环境监测结果统计表

监测介质		监测点位 数量 (个)	监测项目	监测日期	监测结果
大气环境	大气环境 PID 日常监 测	6	总挥发性有机物 (TVOC)	2023 年 4 月 ~2024 年 6 月	PID 监测值 较小，未出 现异常情况
	大气无组织 排放环境	7	总悬浮颗粒物 (TSP)、 PM ₁₀ 、苯并 (a) 芘、非甲 烷总烃	2023 年 4 月 ~2024 年 7 月	除 2023 年 6 月处置区热 脱附设备尾 气排气筒二 氧化硫排放 浓度略有超 标外，其他 均满足相关 标准要求
	土壤暂存大 棚排气筒	1	颗粒物、苯并 (a) 芘、非甲 烷总烃	2023 年 4 月 ~2024 年 7 月	
	修复设备的 尾气排放烟 囱	1	颗粒物、二氧化 硫、氮氧化物、 苯并 (a) 芘、 非甲烷总烃	2023 年 5 月 ~2024 年 6 月	
声环境	噪声日常监 测	4	连续 20min 的等 效声级	2023 年 4 月 ~2024 年 7 月	满足标准要 求

环保问题处理意见单				
项目名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程				
单位名称		北京首钢建设集团有限公司第一建筑工程分公司		
日期		2023-07-12		
环境问题部位：热脱附排气筒				
问题情况说明：本项目修复处置过程中，热脱附尾气排气筒环境监理监督监测中，2023 年 6 月 26 日的监测结果表明，二氧化硫排放浓度不满足北京市《大气污染物综合排放标准》（DB11/501-2007）中相关限值。施工单位要重视起来，采取相应的整改措施，杜绝此类现象的再次发生。				
拟采取的补救措施	优化热脱附参数设置、定期维护尾气处理系统。			
签字栏	建设单位	环境监理单位	工程监理单位	施工单位
	徐军生	张开明	冯军	孙海群

图 4.7-1 环境监测环保问题处理意见单

4.8 小结

施工单位根据备案的《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复方案》开展修复治理工作，环境监理单位进行了全程跟踪监督、核实，修复治理工作基本符合各方案要求。

环境监理机构对修复实施过程中排放的废气、噪声，修复过程中可能产生的二次污染及环境影响进行了监督性监测，包括清挖现场大气无组织排放、厂界噪声排放等；处置场所大气无组织排放、厂界噪声排放、储存大棚排气筒、热脱附尾气排气筒排放监测等。除 2023 年 6 月热脱附尾气排气筒二氧化硫排放浓度略有超标外，其余检测结果未出现超标现象，未对周边环境造成影响。

监理机构对修复实施过程中的环保设施运行情况和环保措施落实情况进行

了监督核查。环保设施主要包括污染土储存大棚废气处理系统、热脱附生产线尾气处理系统、淋洗废水处理系统。根据施工单位及环境监理单位定期对废气处理系统尾气排放口的监测，监测结果表明，废气处理系统运行正常，废气达标排放。

整个施工过程中，环境监理单位监督施工单位按照《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复方案》落实了二次污染防治措施，包括大气、水、噪声、固废等污染防治措施，施工过程中未发生二次污染事故、未发生重大环境事故及周围居民的投诉事件，未对周边环境造成影响。

监理机构通过旁站采样过程等方式跟踪监督了污染土壤清挖、处置后施工单位自验收过程，其现场采样均满足相关技术规范的要求。

另外，效果评估单位验收采样过程中环境监理对采样过程进行了旁站，检测采样单位均按采样方案、相关技术规范进行采样，采样区域为清挖后基坑、清洁土、处置后成品土、潜在二次污染区域等。采样过程无二次污染情况产生。

5 更新地块概念模型

5.1 资料回顾

5.1.1 资料清单

资料清单包括地块土壤污染状况调查与风险评估报告、修复方案、施工与修复运行过程中监测数据、监理报告和相关资料、工程竣工报告、施工管理文件等。资料清单及审核情况清单见表 5.1-1。

表 5.1-1 工程文件审核清单

内容	审核文件	审核结果	提供单位
相关技术文件	《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）土壤污染状况调查报告》2021 年 5 月	该报告于 2021 年 5 月 24 日通过专家评审，并已向环保主管部门备案	北京鎏金置业有限责任公司、北京华夏博信环境咨询有限公司
	《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）土壤污染风险评估报告》2021 年 11 月	该报告于 2021 年 11 月 2 日通过专家评审，并已向环保主管部门备案	
	《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复方案》2022 年 5 月	该报告于 2022 年 5 月 23 日通过专家评审，并已向环保主管部门备案	北京首钢国际工程技术有限公司
场地修复工程资料	《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程竣工报告》2024 年 10 月	根据报告，修复方案中规定的工程量和修复效果均达标	北京首钢建设集团有限公司市政分公司
	《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程环境监理总结报告》2022 年 10 月	根据报告，修复方案中规定的工程量和修复效果、二次污染防治措施落实均达到要求	北京华夏博信环境咨询有限公司
	污染土壤修复过程开工报审表等资料	具备完整的审批表，程序较完备	北京首钢建设集团有限公司市政分公司、北京首科兴业工程技术有限公司
	污染土壤修复工程施工日志	记录施工进度，统计机械设备和人力情况	
	污染土壤修复工程环境监理日志	能较好的反映施工过程中各项环保措施及二次污染防治措施落实情况	北京华夏博信环境咨询有限公司
	污染土壤修复工程环境监理扩挖指令	具有较完整施工现场整改意见	
	施工过程环境监测报告	具有相关第三方资质	

内容	审核文件	审核结果	提供单位
		及监测报告	
	施工单位自检报告	提供自检数据报告	北京首钢建设集团有限公司市政分公司、北京首科兴业工程技术有限公司
相关影像资料	污染土壤修复过程相关影像资料	修复过程中的照片记录	北京首钢建设集团有限公司市政分公司、北京首科兴业工程技术有限公司、北京华夏博信环境咨询有限公司

5.1.2 资料回顾要点

资料回顾要点主要包括修复工程概况和环保措施落实情况。

修复工程概况回顾主要通过修复技术方案及修复过程中的其他文件，了解修复范围、修复目标、修复工程设计、修复工程施工、修复起始时间、运输记录、运行监测数据等，了解修复工程实施的具体情况。

环保措施落实情况回顾主要通过对修复过程中二次污染防治相关数据、资料和报告的梳理，分析修复工程可能造成的土壤二次污染情况等。

5.1.3 资料回顾情况

根据资料回顾清单及资料回顾要点，施工单位、污染土处置单位、监理单位、分别向建设单位提交了成果材料。组织效果评估组成员对各项材料逐一进行审核，审核情况清单见表 5.1-1。

（1）修复工程概况回顾

自接受建设单位委托后，我院立即开展对本次修复工程前期调查活动、修复设计情况资料的收集工作，保证了对本次修复工程的工程情况及实施具体要求有所掌握。工程施工及修复期间及时对修复工程各时间节点、运输记录、二次污染监测等信息资料进行收集、整理。

（2）环保措施落实情况

根据资料审核情况，本次修复工程中可能造成的二次污染包括以下几点：

- ① 清挖、运输环节污染气体及扬尘的无组织排放；
- ② 污染土暂存及热脱附区域的无组织排放废气和有组织排放的尾气；
- ③ 基坑回填过程中扬尘的无组织排放；

- ④ 清挖运输过程中施工人员生活污水及洗车废水的排放；
- ⑤ 暂存处置过程中施工人员的生活废水和重金属淋洗废水的排放；
- ⑥ 清挖运输、暂存处置及回填过程中机械设备运行时噪声影响；
- ⑦ 清挖运输过程中建筑垃圾、洗车污泥的排放；
- ⑧ 暂存处置过程中废活性炭、热脱附飞灰、除尘灰、淋洗污泥、药剂包装袋的排放；
- ⑨ 施工便道、清洁土待检区等可能产生土壤二次污染。

5.2 现场踏勘

通过现场踏勘，了解污染地块修复工程情况、环境保护措施落实情况，包括修复设施运行情况、修复工程施工进度、基坑清挖情况、污染土暂存情况、地块内临时道路使用情况、修复施工管理情况等。

5.2.1 地块修复工程情况

定期对地块修复工程情况进行了现场踏勘，对现场施工进度、基坑清理情况、污染土暂存及修复情况、地块临时道路使用情况等与《修复方案》要求进行了现场确认。

5.2.2 环境保护措施落实情况

定期对场地内基坑、清洁土堆存区、暂存及修复场地及潜在二次污染区域进行了现场踏勘，核验环保措施落实情况。

5.3 人员访谈

在开展本项目修复工程效果评估工作时，通过现场调研、电话沟通、座谈会、监理例会方式对地块责任单位、地块调查单位、地块修复方案编制单位、工程监理单位、环境监理单位、修复施工单位、污染土处置单位等单位的参与人员，开展人员访谈工作，对地块风险管控与修复工程情况、环境保护措施落实情况进行全面了解。

定期对本场地前期相关资料、现场施工过程及修复处置过程资料进行收集、汇总及审核，积极同现场施工、污染土处置、监理、建设等单位人员进行访谈工作，确保对工程实施过程中各个节点的把控准确有效。

现场调研及监理例会现场见图 5.3-1，访谈人员信息汇总见表 5.3-1。





图 5.3-1 现场调研及监理例会照片

表 5.3-1 访谈人员信息汇总表

序号	被访谈人姓名	被访谈人联系方式	被访谈人单位
1	路军生	13910812277	北京鎏金置业有限责任公司（建设单位）
2	张开阔	13521971420	北京华夏博信环境咨询有限公司（环境监理）
3	刘宝兴	13716387287	北京华夏博信环境咨询有限公司（环境监理）
4	李俊刚	18810086465	北京首钢国际工程技术有限公司（方案编制）
5	张海涛	19933637792	北京首钢建设集团有限公司市政分公司（总包）
6	赵磊	15097520006	北京首钢建设集团有限公司市政分公司
7	李晓海	17310570417	北京智仁通和岩土科技有限公司（分包）
8	陈伟新	18632420275	北京智仁通和岩土科技有限公司（分包）
9	樊铮伟	15235002581	北京智仁通和岩土科技有限公司（分包）
10	安久峰	18612000708	北京首科兴业工程技术有限公司（修复处置）
11	曹学龙	13041120662	北京首科兴业工程技术有限公司（修复处置）
12	庄晖	18911650951	北京磐石建设监理有限责任公司（工程监理）

5.4 地块概念模型更新

在资料回顾、现场踏勘、人员访谈、参加每期监理例会的基础上，对地块修复工程情况进行了掌握，期间结合地块水文地质条件、污染物的分布及修复技术特点等信息，完善了本项目修复地块的概念模型。

5.4.1 地块修复概况

本项目于 2022 年 12 月 1 日~2023 年 3 月 30 日进行前期准备工作；2023 年 4 月 3 日开始进行污染土装车外运，截止 2024 年 6 月 6 日完成全部清挖转运工作，修复方案中污染土设计修复方量为 56947.17m^3 （多环芳烃污染土修复方量 55043.07m^3 ，镉污染土修复方量 1904.1m^3 ），根据效果评估检测结果，实际扩挖污染土修复方量为 17915.82m^3 （多环芳烃类修复方量 16725.91m^3 ，重金属镉修复方量 1152.14m^3 ，复合污染土修复方量 37.77m^3 ），本工程实际修复方量为

74862.99m³，累计外运 4260 车次。污染土暂存处置场自 2023 年 4 月 3 日开始接收污染土与检测合格洁净土，2024 年 4 月 7 日完成镉污染土化学淋洗，2024 年 6 月 14 日完成有机类污染土热脱附修复，2024 年 8 月 3 日完成全部修复后成品土的回填。

项目清挖现场基坑支护采用基坑桩锚支护及土钉墙支护方式，施工期间按照分层、分区的原则进行开挖，场地不设置污染土壤暂存区域，污染土壤在开挖区域的基坑内部完成装车，按修复方案要求由清挖现场运输至首钢热脱附土壤修复处置区域进行暂存处置。污染土暂存区域为首钢 1#正压气膜大棚，该大棚占地 8100m²，内部设有挡土墙隔断，可实现污染土壤的分类暂存，并在其内进行多次筛分等预处理去除粘附于建筑垃圾等筛上物表面的土壤颗粒，同时大棚配套有尾气处理设施，可满足项目污染土存储的环保要求。大棚地面采用防渗处理，以防止污染物滤液渗漏。有机污染土壤采用热脱附处理工艺技术进行处理，重金属污染土壤采用化学淋洗技术进行处理，复合污染土壤采取“异位热脱附+异位化学淋洗”的组合处置工艺处理，处置后污染土进入待检区，待检区地面采用防渗处理，底部铺设防渗 HDPE 膜，防止污染物向下渗漏。淋洗修复施工四周砌有止水围堰，防止污染土中浸出少量污水溢流造成二次污染。施工期间定期对清挖场地和处置场地厂界大气环境、废水、噪声进行环境监测。

本项目实际开挖量合计为 74862.99m³，其中有机物污染土 55043.07m³，重金属污染土 1904.1m³，扩挖量 7560.77m³，清洁土超标量 10355.05m³，在处置污染土前进行了建筑垃圾等筛上物的筛分，共计筛分出有机筛上物方量为 8884.3m³，重金属筛上物方量为 569.1m³。热脱附修复后成品土堆经压实后方量为 63933.4m³，淋洗处置土壤的方量为 2593m³。本项目场地内清挖土方量为 123983.32m³(自然方)，挖出后变虚方扩容至 153356.07m³，压实回填土方量为 127723.32m³，回填土方体积比清挖基坑体积多 3740(127723.32-123983.32)m³，压实系数 1.03。

修复工程开展期间全程受监理监督，清挖范围和深度、污染土壤的储存及处置等均严格按照《修复方案》要求进行，经清挖施工方和污染土处置施工方自验收检测，本场地各基坑的清挖范围及深度、基坑清挖效果、处置效果全部达标，二次污染管控合格。

根据施工及处置期间资料回顾和环境监测结果，施工和处置期间未对厂界四

周造成环境污染。污染土壤转运过程未发生交通事故和污染土的遗撒，未造成周边环境，无环保投诉事件。

5.4.2 潜在二次污染区域

本工程在污染土清挖、运输、暂存及处置过程中均采取了有效的二次污染防治措施。根据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ25.5-2018），潜在二次污染区域包括：污染土壤暂存区、修复处置区、固体废物堆存区、运输车辆临时道路、土壤待检区、成品土堆存区、水暂存处理区、修复过程中污染物迁移涉及的区域、其他可能的二次污染区域。

（1）污染土壤暂存区

本工程污染土暂存于首钢 1#密闭大棚内，大棚硬化地坪采用了底层素土夯实，底层上铺设 300mm 厚级配碎石，碎石上铺设 60mm 厚 C15 混凝土垫层，垫层上铺设 1.5mm 厚聚氨酯防水涂料，最后为 200mm 厚 C20 混凝土面层，内配双层双向钢筋，整体渗透系数小于 $1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，采用上述防渗措施后，该区域不会产生二次污染。

（2）修复处置区

热脱附和淋洗处置区地面均采用 20cm 厚度的 C25 抗渗混凝土浇筑，并在淋洗修复区域边缘设置止水防渗围堰，避免修复后土壤堆体溢流扩散，淋洗药剂存放间位于淋洗处置区内，修复处置期间未发现硬化地面有开裂现象，该区域不会产生二次污染。

（3）固体废物堆存区

淋洗废水处理中产生的污泥装入 200L 蓝色法兰桶收集，大棚尾气处理过程中产生的废活性炭袋装收集，淋洗污泥及废活性炭均暂存于危废暂存间，暂存间有严格的防雨淋、防渗漏、防流失措施，有效防止了污染物向下迁移，不会产生二次污染。

（4）运输车辆临时道路

基坑支护区域内施工便道为土路，基坑支护区域外施工便道进行了混凝土硬化处理，道路硬化区域与原西黄村小学内硬化地面相接，混凝土浇筑厚度 50cm，西黄村小学路段铺设两排钢板，基坑支护区域东侧出入口处设置了洗车池，土方运输车辆在基坑支护区域内装土后进行压实、苫盖，将运输车外表清

扫干净后出基坑支护区域，经过洗车池冲洗车身及轮胎，冲洗干净后再经西黄村小学路段运出场地，运输过程中不会对基坑支护区域外硬化的施工便道造成二次污染。

（5）土壤待检区

清洁土待检区底部未设置防渗措施，可能产生二次污染。

淋洗成品土待检区地面底部铺设防渗 HDPE 膜，以上采用 20cm 厚度的 C25 抗渗混凝土浇筑，热脱附成品土待检区底部铺设防渗 HDPE 膜，均防止污染物通过降雨淋滤向下迁移，另外，效果评估过程中淋洗和热脱附成品土检测结果均满足修复目标要求，因此成品土待检区不会产生二次污染。

（6）成品土堆存区

淋洗成品土在待检区检测合格后运至清洁土堆存区堆放，清洁土堆存区的清洁土均为检测合格的清洁土，热脱附成品土堆存区四周搭设围挡，与其他区域进行隔离，堆场底部在地表平整后进行夯实，其上铺设 HDPE 防渗膜，避免修复后土壤堆体溢流扩散，其堆存的成品土均检测合格，该区域不会产生二次污染。

（7）水暂存处理区

洗车台垫层和沉淀池底部均采用 C25 砼浇注，并振捣密实，洗车台垫层厚 15cm，沉淀池底部垫层厚 10cm，洗车台和沉淀池垫层上为聚氨酯防水卷材，面层为 5cm 厚混凝土，工程结束后洗车池废水及污泥检测结果均满足相关标准要求，该区域不会产生二次污染。

淋洗沉淀池和清水池均位于淋洗处置区，该区域设有防渗措施，不会产生二次污染。

综上所述，项目污染土壤暂存区、修复处置区、固体废物堆存区、基坑支护区域外运输车辆临时道路、成品土待检区、成品土堆存区、水暂存处理区均设置了有效的防渗措施，本工程修复施工期较短，施工过程中上述区域不会造成二次污染。因此，本工程潜在二次污染区包括：基坑支护区域内的施工便道和清洁土待检区。

5.4.3 关注污染物情况

项目地块潜在污染物为 5 种 SVOCs（苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧

蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘)和 1 种重金属(锑)，根据识别的潜在二次污染区域，基坑支护区域内施工便道上车辆运输清扫、遗撒和清洁土待检区超标清洁土堆存可能产生土壤二次污染，关注污染物主要为地块潜在污染物，基坑支护区域内施工便道车辆运输过程中可能产生机油泄露，关注污染物为石油烃(C₁₀-C₄₀)，综上所述，地块关注污染物为 5 种 SVOCs(苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘)、1 种重金属(锑)和石油烃(C₁₀-C₄₀)。

5.4.4 地块水文地质条件

5.4.4.1 地层结构

地块地面以下 55.00m 深度范围内的地层自上而下划分为 6 个大层及其亚层。

(1) 人工堆积层：房渣土①层，卵石填土、圆砾填土①₁层，碎石填土①₂层，黏质粉土素填土、砂质粉土素填土①₃层，粉质黏土素填土①₄层及中砂填土、砾砂填土①₅层，厚度一般在 1.50~10.00m。

(2) 新近沉积层：卵石②层，细砂②₁层，砂质粉土②₂层及粉质黏土②₃层。

(3) 第四纪沉积层：卵石③层；卵石④层；卵石⑤层；卵石⑥层。

本工程实施过程中，场地清挖范围内地层结构与修复技术方案一致。

5.4.4.2 地下水分布条件

地块地面以下 55.00m 深度范围内稳定分布 1 层地下水，地下水类型为潜水。调查期间该层地下水在场地内普遍分布，主要赋存于埋深约 31.00m 以下以卵石层为主的第 5 大层中。2020 年 12 月 11 日于地下水监测井中量测的静止水位埋深为 30.35m~31.00m，静止水位标高为 36.75m~35.98m。

根据区域地下水长期监测资料，效果评估期间(2024 年 7 月)对比调查期间(2020 年 12 月)，调查地块所在区域第 1 层地下水位上升了约 14m，调查地块地下水埋深约 16~17m。

本工程实施过程中，在 10m 清挖深度范围内未发现地下水，和修复技术方案一致。

5.4.5 地下水环境影响

地块大部分原为北京西郊一处采石场，采石后在场内形成一处采石坑，最大深度为 10m，1968 年停采后逐渐回填，于 1980 年后回填至地面。1992 年修建了八大处汽修厂及停车场。本次主要从以下几个方面分析工程施工期间对地下水的环境影响：

（1）场地经过几十年的降雨淋溶，污染物依然主要集中在填土层内，未迁移至天然土和地下水中，污染物垂向淋溶迁移的能力较差。

根据《石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）土壤污染状况调查报告》（2021 年 5 月），地块土壤中 5 项多环芳烃污染主要集中在 10m 以内的填土层内，重金属镉污染主要集中在 3m 以内的填土层中，其下伏的卵石层中细颗粒填充物中未出现超标现象，由此判断土壤污染主要为填埋区回填物引起的，地块所在区域地下水在调查过程中耗氧量、挥发酚、总硬度、溶解性总固体超过 GB/T14848 中的 III 类标准要求，主要受区域环境背景影响，是场地所在区域地下水水质普遍存在的特征。土壤污染物中的 5 项多环芳烃在地下水中均未检出，镉的最大检出浓度为 0.94，最大浓度占标率为 18.8%，可知地块从 1968 年至 2021 年近 52 年回填及使用历史过程中，经过几十年的降雨淋溶，污染物依然主要集中在填土层内，未迁移至天然土和地下水中，由于地块目标污染物为多环芳烃和重金属，污染物疏水性强、易被土壤吸附，这在一定程度上说明污染物垂向淋溶迁移的能力较差。

（2）工程未在雨季施工，减少了污染土壤与雨水接触，基坑支护区域周边设有防雨措施，外部雨水未进入基坑区域内，2023 年雨季来临前场地清除了约 1/4 污染源，2024 年雨季来临前基坑已完成清挖运输工作，污染源已全部清除。

根据收集到的石景山区历史气象资料，石景山区雨季为每年 6 月-9 月，2023 年石景山区雨季共降雨 35 天，工程于 2023 年 4 月开始基坑清挖工作，2023 年 5 月 15 日-10 月 12 日由于场地内水管拆除停工 5 个月，2023 年 10 月 13 日重新开始施工，并于 2024 年 5 月完成全部基坑清挖工作，本工程未在雨季施工，减少了污染土壤与雨水接触。本工程于 2023 年 5 月停工前已将第一层（0-1m）全部污染土及第二层（1-3m）大部分污染土清挖运出场地，合计清挖污染土 16967m³，

场地清除了约 1/4 的污染源，2024 年雨季来临前基坑已完成清挖运输工作，污染源已全部清除。

另外，为防止雨水倒灌基坑，基坑冠梁上部一圈用砖砌筑 370*600mm 挡水墙，高出地面 300mm，侧面和顶面抹水泥砂浆。降雨期间基坑支护区域内施工道路上下口码放防水沙袋 50cm，施工期间未出现外部雨水进入基坑现象。

（3）2023 年雨季期间，地下水距填土底部最小距离约 10m，基坑内填土最大厚度约 7m。

根据绘制的调查地块所在区域第 1 层地下水多年水位动态曲线（见图 2.1-18），2023 年 6 月-9 月雨季期间，调查地块所在区域第 1 层地下水水位上升约 11m，地下水距填土底部最小距离约 10m，由于部分基坑已清挖至 3m，基坑内填土最大厚度约 7m。

（4）场地周边地下水监测井未出现场地特征污染物超标现象，水质检测数据近两年无升高趋势。

场地所在区域位于单一潜水区，与周边第四系地下水监测井均为同一层位。根据《调查报告》，场地特征污染物为挥发性有机物（苯系物、单环芳烃类、卤代脂肪烃类等）、半挥发性有机物（多环芳烃、邻苯二甲酸酯类等）、总石油烃（TPH）、重金属（铜、汞、镉、铅、镍、锌等）。

根据位于地块东南侧约 850m 的杨庄水厂第四系地下水源井 2023-2024 年的监测数据，检测的 37 项常规指标（包含重金属、苯系物、氯代烃等场地特征污染物）均满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 III 类标准要求，且水质检测数据近两年无升高趋势。

根据位于地块东北侧约 900m 的西黄村第四系地下水监测井 2023 年 5 月至 2024 年 5 月的监测数据，检测的 60 项指标（包含苯并(a)芘、重金属、苯系物、氯代烃等场地特征污染物）未出现场地特征污染物超标现象，其中场地超标污染物苯并(a)芘均未检出，且水质检测数据近两年无升高趋势。

综上所述，本工程未在雨季施工，外部雨水未进入基坑区域内，场地经过几十年的降雨淋溶，污染物依然主要集中在填土层内，未迁移至天然土和地下水中，污染物垂向淋溶迁移的能力较差。2023 年雨季来临前场地清除了约 1/4 污染源，2024 年雨季来临前基坑已完成清挖运输工作，污染源已全部清除，且 2023 年降

雨期仅为 35 天，雨季期间调查地块所在区域第 1 层地下水距填土底部最小距离仍有 10m，基坑内填土厚度约 7m。另外，场地所在区域位于单一潜水区，与周边第四系地下水监测井均为同一层位，周边地下水监测井均未出现场地特征污染物超标现象，水质检测数据近两年无升高趋势。结合地层分布情况、特征污染物强疏水性的理化特性以及场地周边地下水监测情况，判断土壤中污染物在降雨淋溶作用下污染地块所在区域地下水的风险较低，基本不会对调查地块及周边地下水造成污染。

5.4.6 潜在受体与周边环境情况

5.4.6.1 地块周边环境与潜在受体

地块西南侧现状为拆迁空地，西侧、西北侧为西井一区及西井特钢楼，北侧为西井二区、西井三区，东南侧为西井三区，东侧紧邻西黄村小学的是八大处路；南侧为华利通大厦和天宇市场、闲置房屋。

地块较近的敏感点为西侧、西北侧的西井一区及西井特钢楼，北侧的西井二区、西井三区，东南侧的西井三区。周边环境敏感点情况在工程施工期间未发生变化。

项目施工期间封闭施工，潜在受体为清挖现场及暂存处置场地的工作人员，鉴于施工期间二次污染防治措施到位，且实际施工工期较短，潜在受体的变化可粗略不计。

5.4.6.2 地块未来利用规划

根据《北京市规划委员会关于石景山区西黄村棚户区改造项目规划意见的函》（市规函[2015]1886 号），本地块规划为居住用地（R）、公共管理与公共服务设施用地（A33），属 GB36600 中规定的第一类用地。地块后期开发利用后潜在受体主要为入住居民、儿童等，未发生变化。

5.4.6.3 地块周边及未来规划影响分析

本地块未来规划为居住用地、公共管理与公共服务设施用地，潜在受体主要为居住人群和儿童，施工期间未发生变化。项目施工期间封闭施工，潜在受体为清挖现场及暂存处置场地的工作人员，鉴于施工期间二次污染防治措施到位，潜在受体的变化可忽略不计。

修复工程结束后，10m 深度内污染土壤已全部清挖并送至处置场进行处置，

处置后土壤达到修复目标后原场回填。本工程达到了前期风险评估报告中明确的保障人体健康、确保用地安全的目标，该地块经修复后可以安全利用，工程实施过程中未对周边环境造成污染。

5.5 小结

根据地块概念模型分析结果，本地块施工过程在关注污染物、地质和水文地质条件、潜在受体与周边环境情况等方面，与该场地的风险评估报告和修复技术方案相比，除修复范围的污染土壤开挖及回填后地层结构变化和修复范围的污染物去除以外，其他均未发生变化，即本场地效果评估阶段有关的评估对象、评估范围、效果评估方案、采样点设置和采样节点等均可执行本场地修复技术方案中确定的效果评估内容。

施工和处置单位在污染土运输、储存及修复过程严格按照修复方案进行施工，顺利完成污染土的修复工作，修复期间，对清挖、暂存和处置场地大气、废水和噪声进行了安全有效的二次污染防治。修复方案中提出的二次污染防治措施全部落实，项目实施过程中未发生重大环境事故、施工安全事故和周围居民的投诉事件。

修复期间监理单位监督施工单位落实了大气、废水和噪声二次污染防治措施，同时委托第三方检测单位对清挖、暂存和处置场地进行环境监测，结果均满足标准要求，未对周边环境造成影响。

6 效果评估布点方案

根据《修复方案》确定的地块修复目标、修复范围及修复工程量，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）等技术文件相关要求，开展修复效果评估工作。

6.1 基坑清挖效果评估

对整个场地内清挖后的基坑侧壁及坑底进行修复效果评估工作，通过检测样品判断是否满足《修复方案》的要求。

6.1.1 评估对象

基坑清理效果评估对象为地块修复方案中确定的基坑，包括污染土壤清挖基坑侧壁和坑底，见图 6.1-1，具体见表 6.1-1。

表 6.1-1 基坑清挖信息

污染土层数	基坑编号	开挖深度（m）
第一层（0-1m）	A1	1
	A2	1
	A3	1
	A4	1
	A5	1
第二层（1-3m）	B1	2
	B2	2
	B3	2
	B4	2
	B5	2
第三层（3-5m）	C1	2
	C2	2
	C3	2
	C4	2
	C5	2
第四层（5-8m）	D1	3
	D2	3
第五层（8-10m）	E1	2
	E2	2
	E3	2
	E4	2

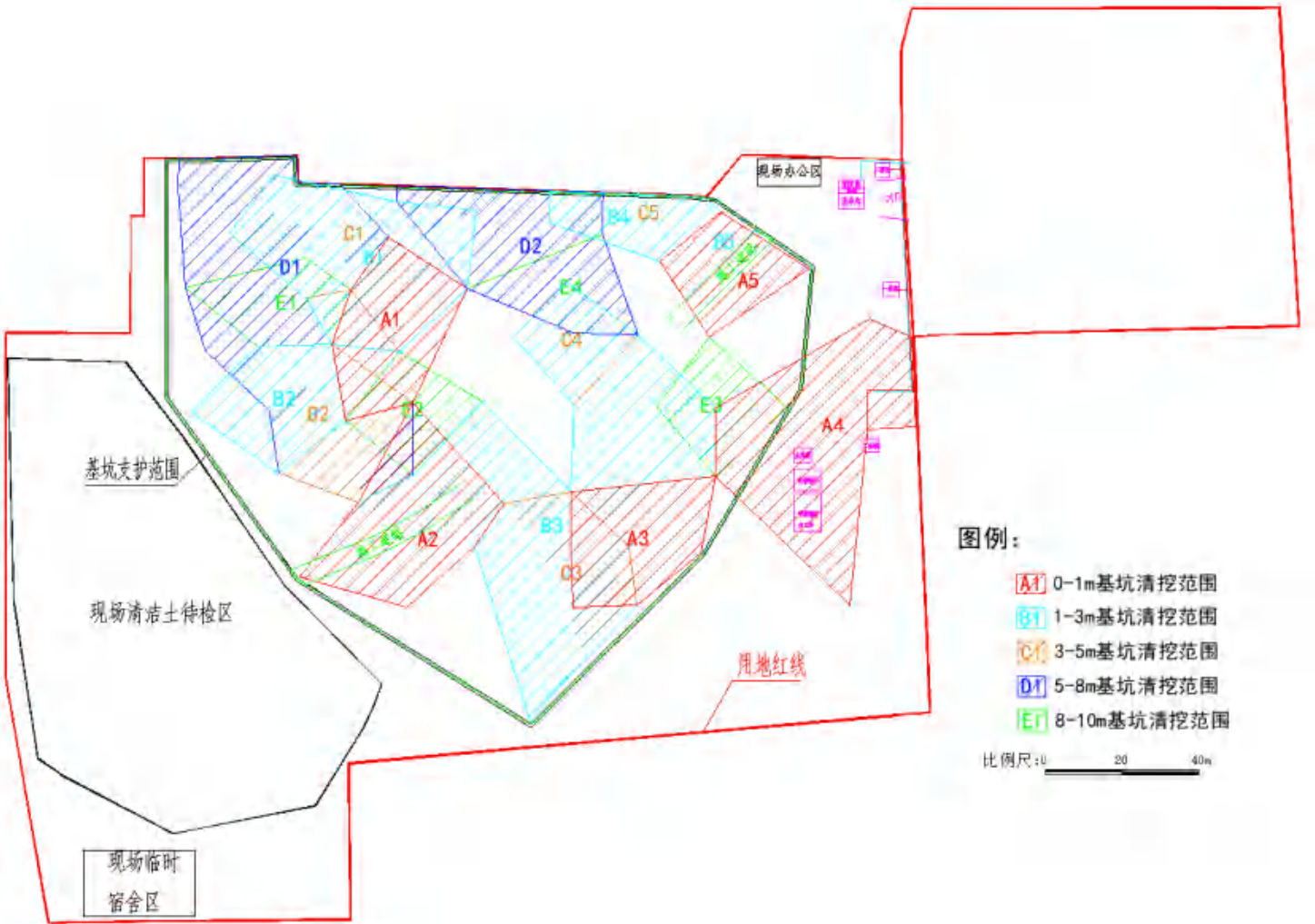


图 6.1-1 基坑清挖效果评估对象

6.1.2 采样节点

污染土壤清理后遗留的基坑底部与侧壁，在基坑清理之后、回填之前进行采样。

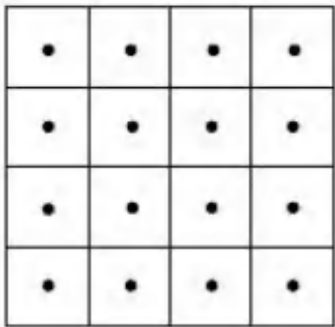
6.1.3 布点方案

6.1.3.1 布点原则

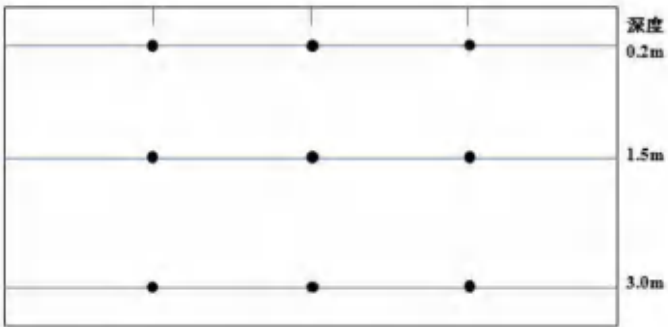
依据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ 25.5-2018），基坑底部和侧壁推荐最少采样点数量见表 6.1-2。

表 6.1-2 基坑底部和侧壁推荐最少采样点数量

基坑面积(m ²)	坑底采样点数量 (个)	侧壁采样点数量 (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×40m	采样点间隔不超过40m



(1) 基坑底部——系统布点法



(2) 基坑侧壁——等距离布点法

图 6.1-2 基坑底部和侧壁布点示意图

当基坑深度大于 1m 时，侧壁应进行垂向分层布点，应考虑地块土层性质与污染垂向分布特征，在污染物易富集位置设置采样点，各层采样点之间垂向距离不大于 3m，具体根据实际情况确定。基坑坑底和侧壁的样品以去除杂质后的土壤表层样为主（0~20cm），不排除深层采样。

6.1.3.2 基坑侧壁和坑底布点方案

（1）侧壁

本工程基坑侧壁采样点布设采用等距离布点法，各层基坑侧壁采样点间隔 15m~35m，满足间隔不超过 40m；基坑侧壁的采样深度分别为 0.5m、1.5m、3.0m、4.5m、6.0m、7.5m 和 9.0m，满足每层垂向距离不大于 3m。

由于 B4、C5、D1 和 D2 基坑北侧壁为场地北侧红线，紧邻红线已设置一排护坡桩，未在 B4、C5、D1 和 D2 基坑临北侧红线处的侧壁布设采样点。根据第一次效果评估专家评审意见，本次对 B4、C5、D1 和 D2 基坑临北侧红线处及外部进行补充采样，具体见 6.5 章节。

（2）坑底

基坑坑底采样点布设在未与下层污染土重叠的区域，同时兼顾布点间距，各层基坑坑底采样点网格间距 8~36m，满足网格大小不超过 40m×40m 的要求。采样深度为去除杂质后的土壤表层样品（0-20cm）。

坑底采样点编号原则为基坑编号+采样点序号，如 A11，表示 A1 号基坑坑底的 1 号采样点。基坑侧壁采样点编号原则为基坑编号-采样深度-采样点序号，如 A1-0.5-1，表示 A1 号基坑侧壁 0.5m 深度的 1 号采样点。

本工程基坑编号见图 6.1-1，各层基坑侧壁和底部采样点平面布置图 6.1-3~图 6.1-8，坑底共设置 66 个土壤采样点，侧壁共设置 171 个土壤采样点。基坑坑底及侧壁采样点数量见表 6.1-3。

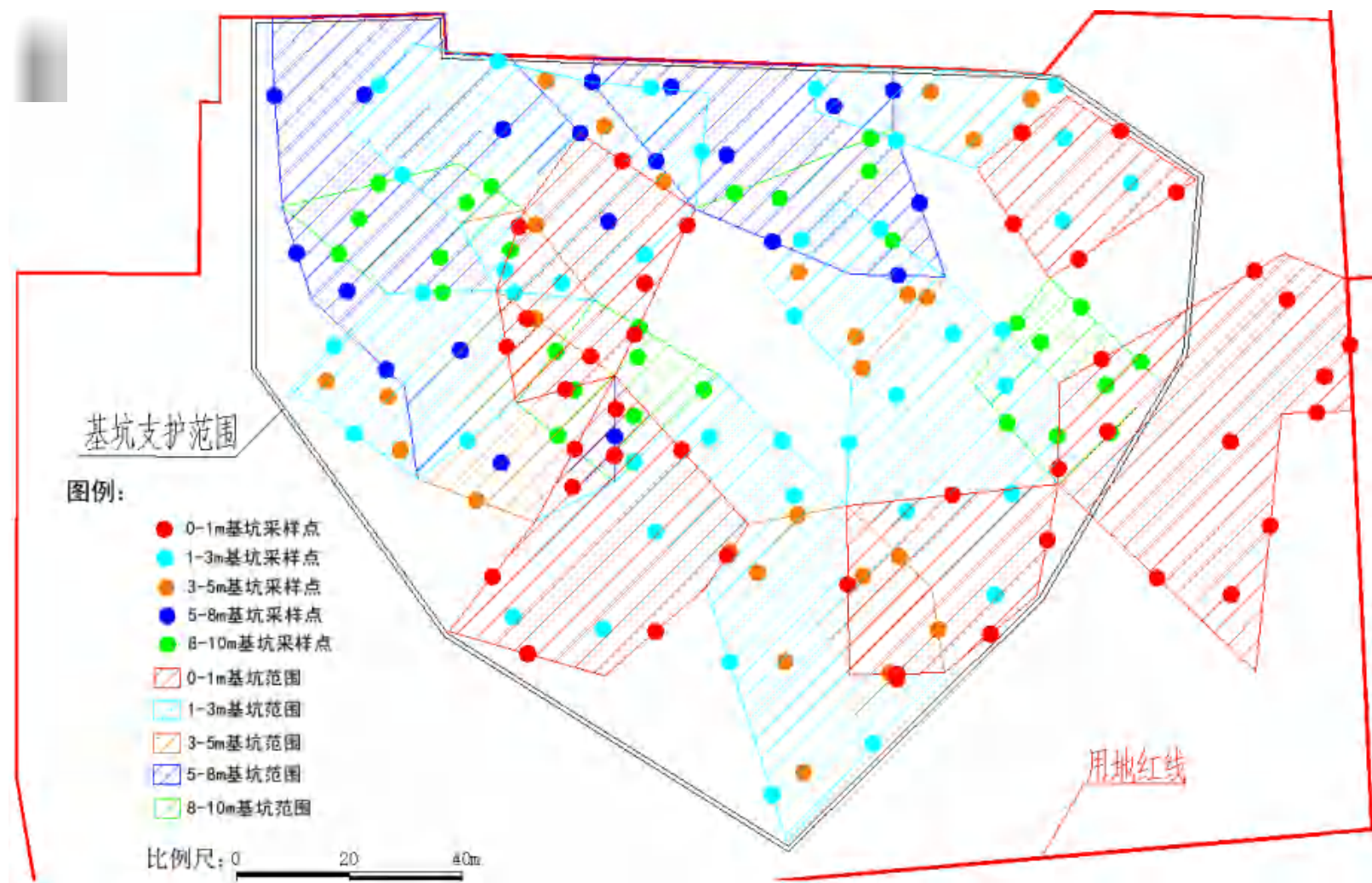
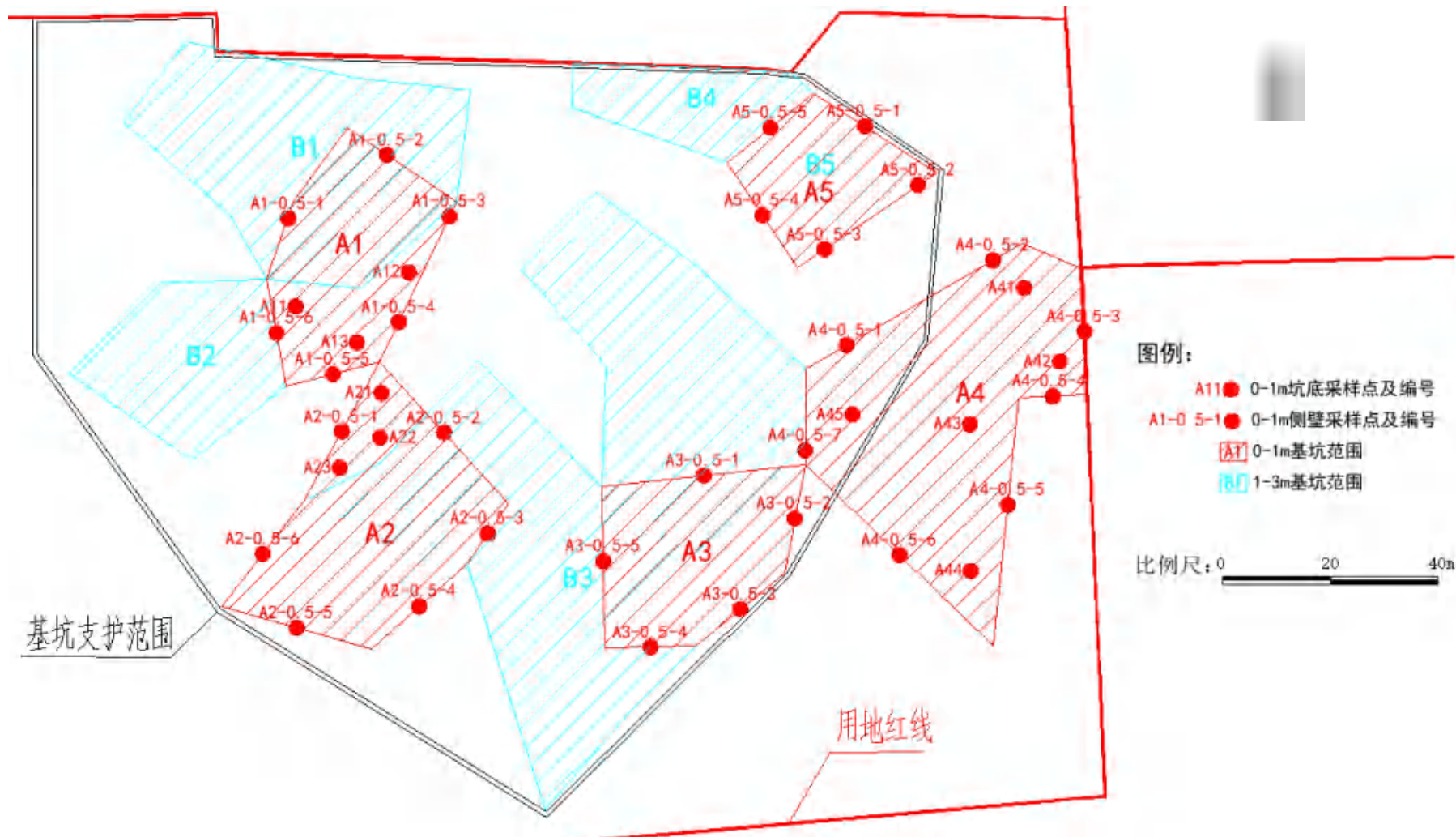


图 6.1-3 基坑侧壁和底部采样点平面布置图（第一层~第五层综合）



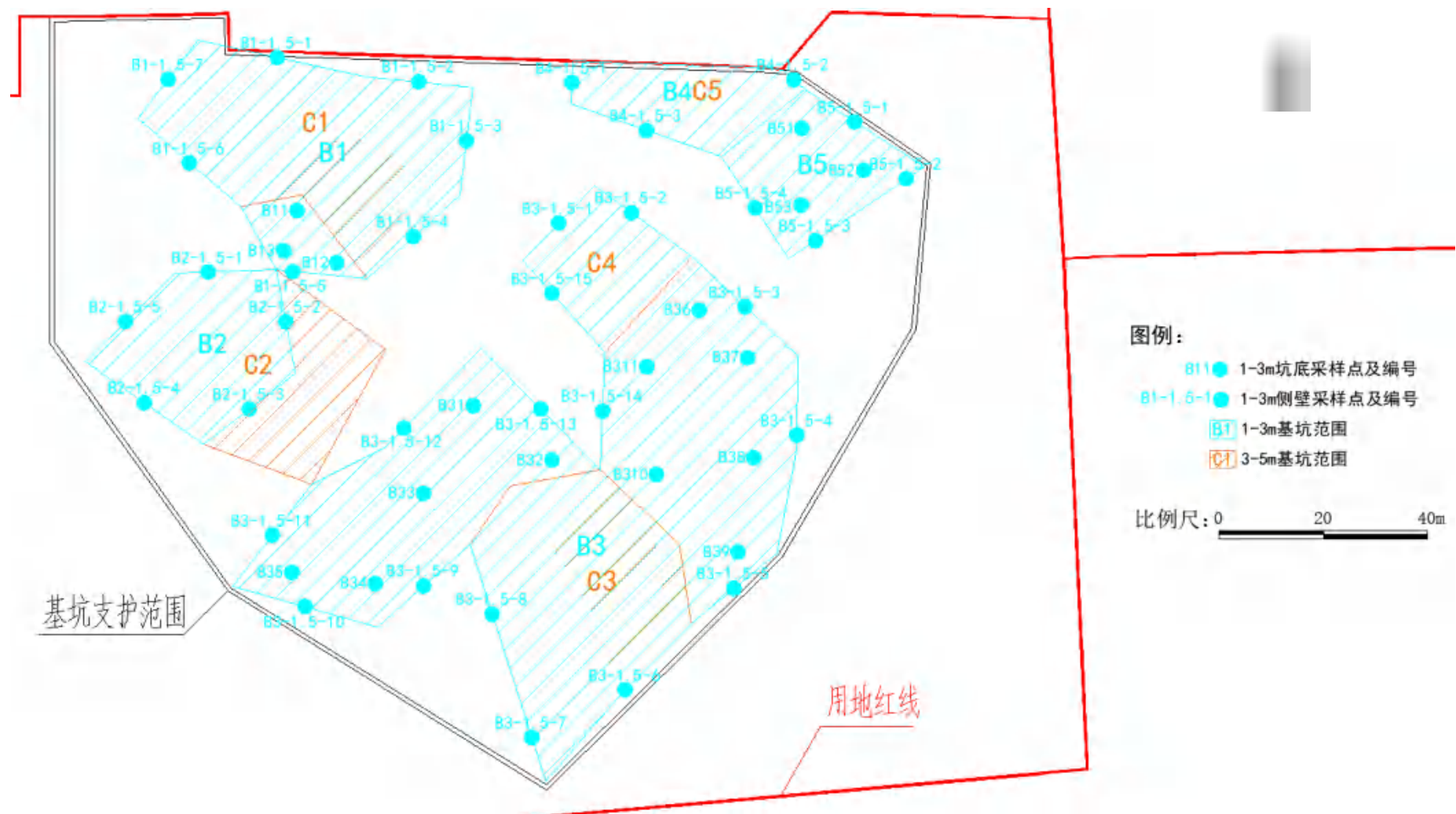


图 6.1-5 基坑侧壁和底部采样点平面布置图（1-3m）

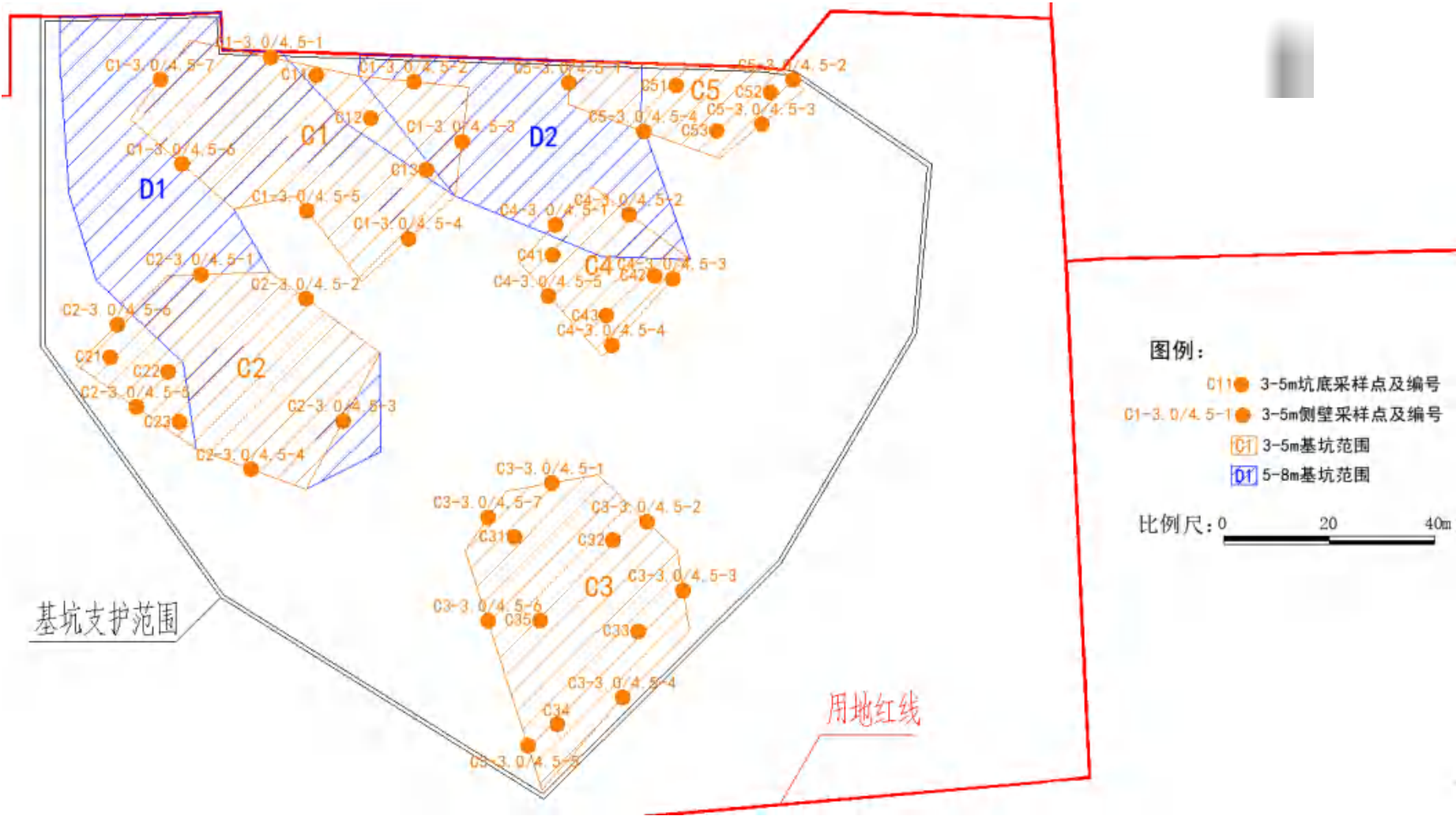


图 6.1-6 基坑侧壁和底部采样点平面布置图（3-5m）

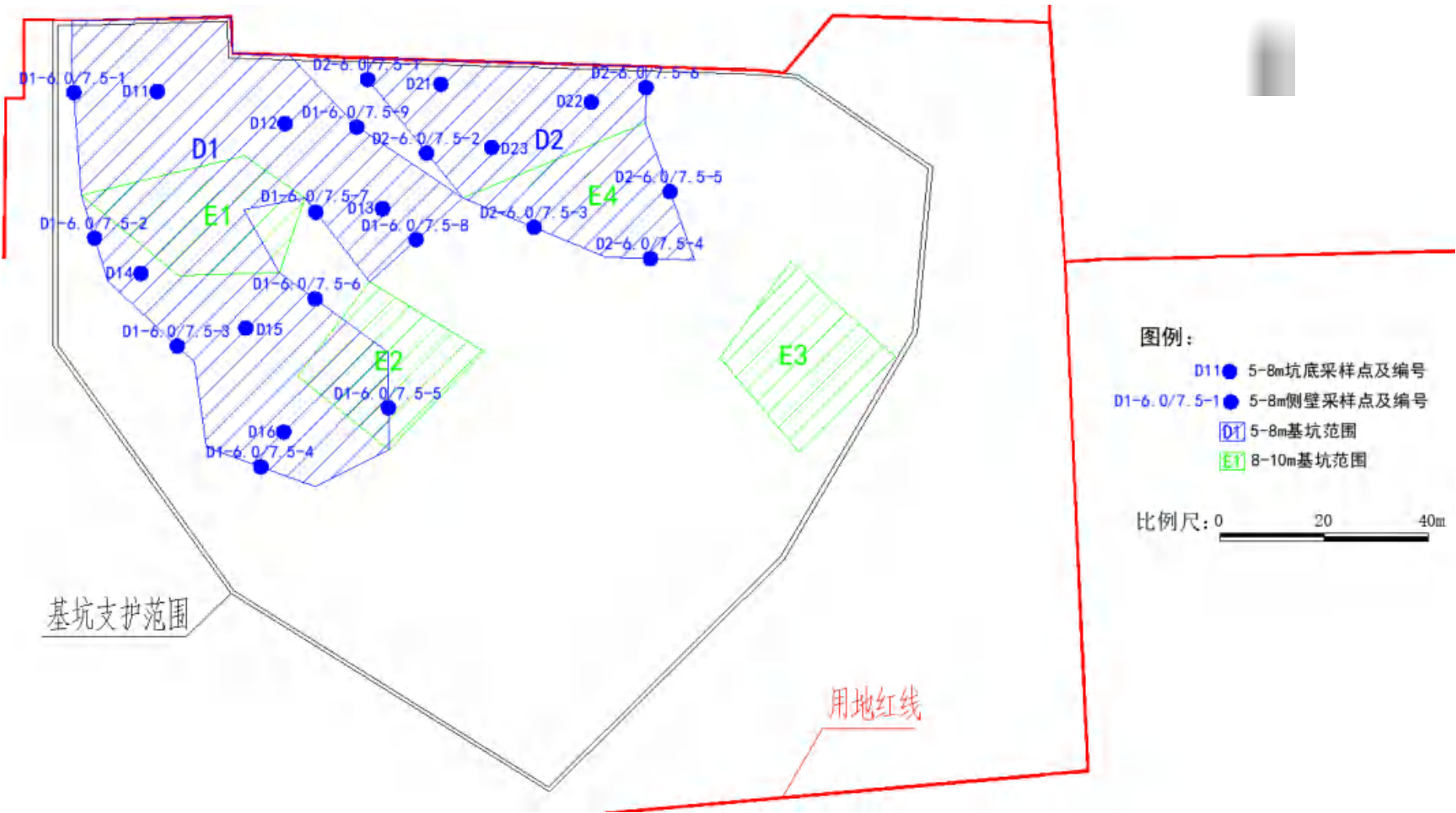


图 6.1-7 基坑侧壁和底部采样点平面布置图（5-8m）

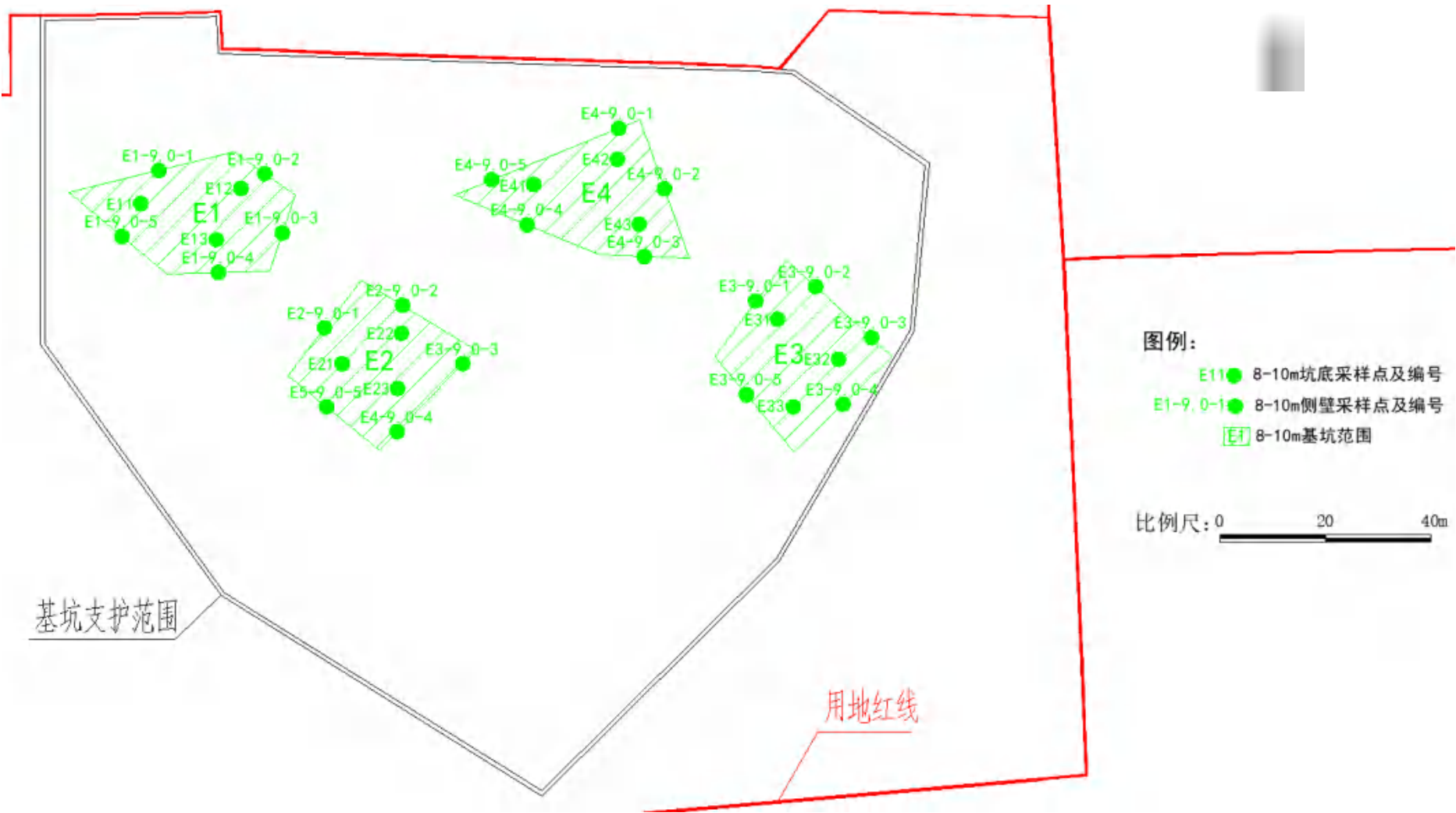


图 6.1-8 基坑侧壁和底部采样点平面布置图（8-10m）

表 6.1-3 基坑侧壁和底部点位布设一览表

修复深度 (m)	基坑编号	面积 (m ²)	未重叠基坑 底部面积 (m ²)	周长 (m)	基坑底部导则 要求布点数量 (个)	基坑底部实 际布点数量 (个)	基坑侧壁导则 要求布点数量 (个)	基坑侧壁实 际布点数量 (个)	备注
0-1	A1	1025.5793	444	127.7	3	3	6	6	
	A2	1382.279	215	155.9	3	3	6	6	
	A3	983.9552	0	126.5	0	0	5	5	
	A4	2107.8958	2107.90	206.9	5	5	7	7	
	A5	634.6997	0	102.7	0	0	5	5	
1-3	B1	1863.8588	208	174.8	3	3	7	7	
	B2	851.0743	0	113.9	0	0	5	5	
	B3	5330.798	3290	417.7	6	11	9	15	
	B4	530.9821	0	105.4	0	0	5	3	与 B5 相交侧壁及北侧红线处 侧壁未布设采样点
	B5	634.6997	634.70	102.7	3	3	5	4	与 B4 相交侧壁未布设采样点
3-5	C1	1655.7198	171	175.8	3	3	7	14	侧壁分两层采样
	C2	1432.2353	266	149	3	3	6	12	侧壁分两层采样
	C3	1518.8902	1518.89	156.4	5	5	7	14	侧壁分两层采样
	C4	522.2955	348	91.7	3	3	5	10	侧壁分两层采样
	C5	530.9821	385	105.4	3	3	5	8	侧壁分两层采样，北侧红线处 侧壁未布设采样点
5-8	D1	3828.2014	3027	335.4	6	6	8	18	侧壁分两层采样
	D2	1554.4866	935	172.6	3	3	7	12	侧壁分两层采样，北侧红线处 侧壁未布设采样点
8-10	E1	640.2555	640.26	105.5	3	3	5	5	

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

修复深度 (m)	基坑编号	面积 (m²)	未重叠基坑 底部面积 (m²)	周长 (m)	基坑底部导则 要求布点数量 (个)	基坑底部实 际布点数量 (个)	基坑侧壁导则 要求布点数量 (个)	基坑侧壁实 际布点数量 (个)	备注
	E2	585.4553	585.46	97.3	3	3	5	5	
	E3	615.4113	615.41	99.7	3	3	5	5	
	E4	619.6904	619.69	112.9	3	3	5	5	
合计					/	66	/	171	

6.2 清洁土壤效果评估

6.2.1 评估对象

放坡土及夹层清洁土堆置形成的堆体，暂存于清挖现场西南部。

6.2.2 采样节点

本项目清洁土堆采样随基坑污染土清挖进度分批次开展。

6.2.3 布点方案

依据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ 25.5-2018）相关要求，本地块清洁土及放坡土每 500m³ 清洁土布设 1 个土壤采样点。

6.3 预处理筛上物及修复后成品土效果评估

6.3.1 评估对象

预处理筛上物及修复后成品土，分别于待检区采样。

6.3.2 采样节点

本项目预处理筛上物及修复后成品土采样随修复进度分批次开展。

6.3.3 布点方案

依据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ 25.5-2018）相关要求，本地块预处理筛上物及修复后成品土每 500m³ 预处理筛上物及修复后成品土布设 1 个土壤采样点。

6.4 潜在二次污染区域效果评估

6.4.1 评估对象

项目污染土壤暂存区、修复处置区、固体废物堆存区、基坑支护区域外运输车辆临时道路、成品土待检区、成品土堆存区、水暂存处理区均设置了有效的防渗措施，本工程修复施工期较短，施工过程中上述区域不会造成二次污染。因此，

本工程潜在二次污染区域评估对象为基坑支护区域内施工便道和清洁土待检区。

6.4.2 采样节点

（1）基坑支护区域内施工便道

本项目基坑支护区域内各层施工便道采样随基坑清挖进度开展。

（2）清洁土待检区

由于清挖现场清洁土待检区面积有限，需跟随清挖进度，清洁土检测合格外运暂存，待检区循环使用，清洁土待检区域采样在清洁土外运及回填结束后开展。

6.4.3 布点方案

（1）基坑支护区域内施工便道

施工便道采样点布设方法为沿道路等距离布点，间距不大于 40m，采样深度为表层土壤（0-20cm）。

本工程第二层、第三层基坑开挖期间共用一层施工便道，第四层、第五层基坑开挖期间共用一层施工便道，施工便道采样点编号为各层编号（第一层施工便道 A；第二层、第三层施工便道 B；第四层、第五层施工便道 E）-D+采样点序号，如 A-D1，表示第一层（0-1m）施工便道第一个采样点。由于第二层、第三层施工便道大部分均从污染土区域通过，本次仅采集第一层施工便道、第二层、第三层未在污染土区域的施工便道及第四层、第五层施工便道的土壤样品。

（2）清洁土待检区

清洁土待检区底部重点在清洁土超标土堆底部进行布设，原则上采样点位代表面积不大于 1600m²（40m×40m 网格）。

潜在二次污染区域点位布设情况见表 6.4-1，施工便道点位布设见图 6.4-1~图 6.4-2，清洁土待检区点位布设见图 6.4-3。

表 6.4-1 潜在二次污染区点位布设一览表

编号	场地	潜在二次污染区域	面积（m ² ）	点位数量
1	清挖 场地	第一层（0-1m）施工便道	1269	13
2		第二层（1-3m）、第三层（3-5m）未在污染土区域的施工便道	320	4
3		第四层（5-8m）、第五层（8-10m）施工便道	1119	8
4		清洁土待检区	7794	11
合计				36

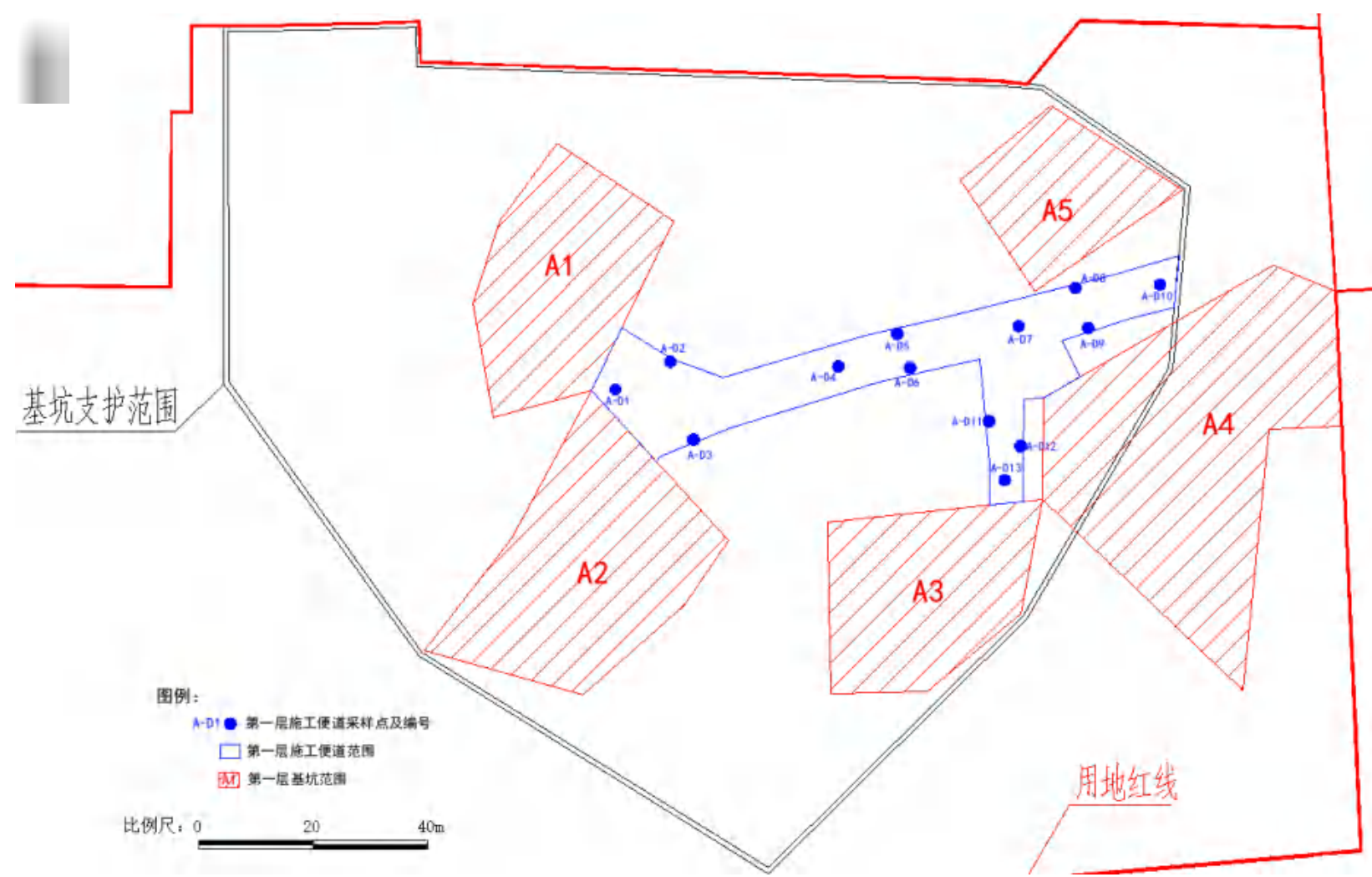


图 6.4-1 第一层（0-1m）施工便道点位布设示意图

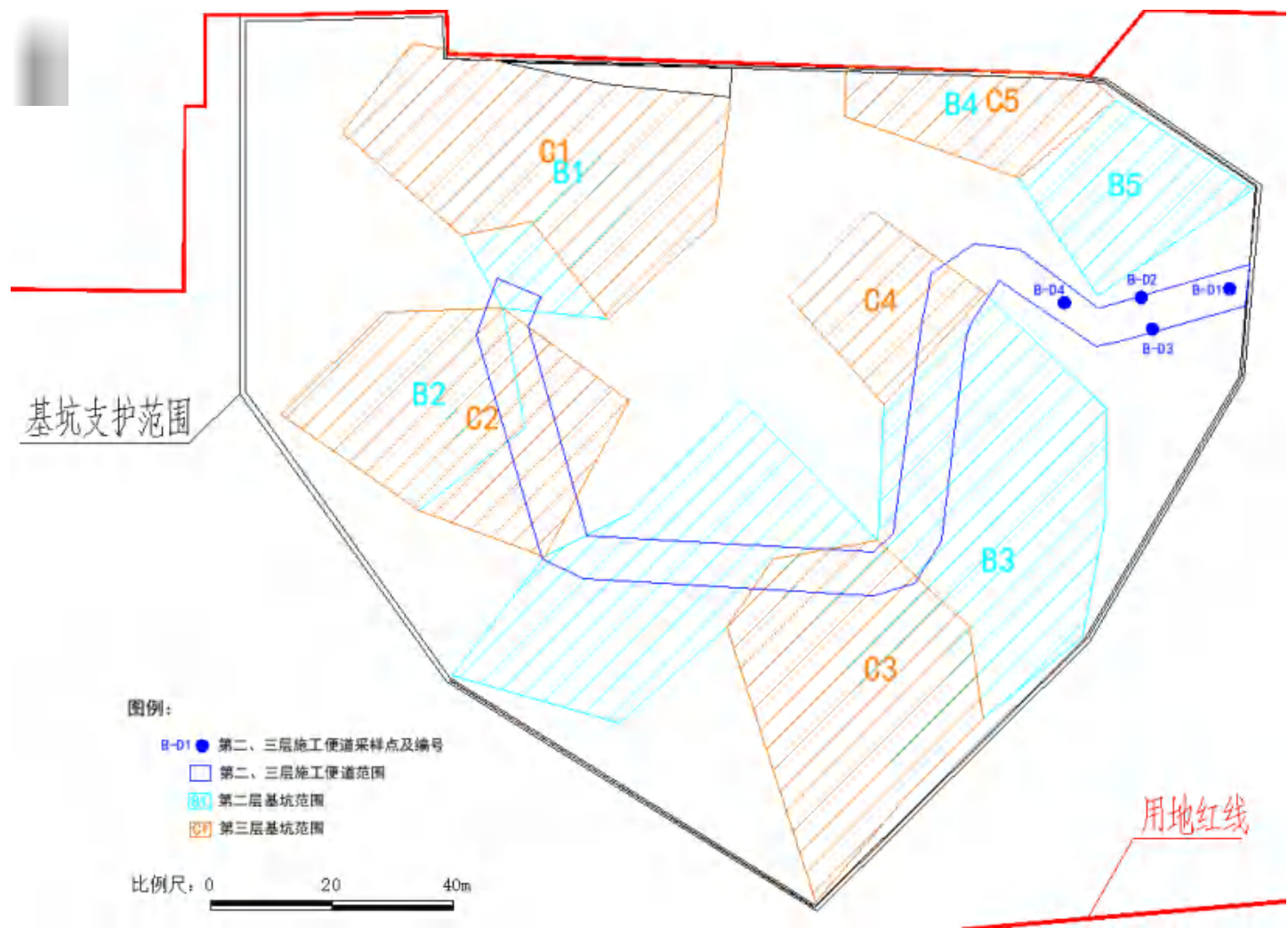


图 6.4-2 第二层（1-3m）、第三层（3-5m）未在污染土区域的施工便道点位布设示意图

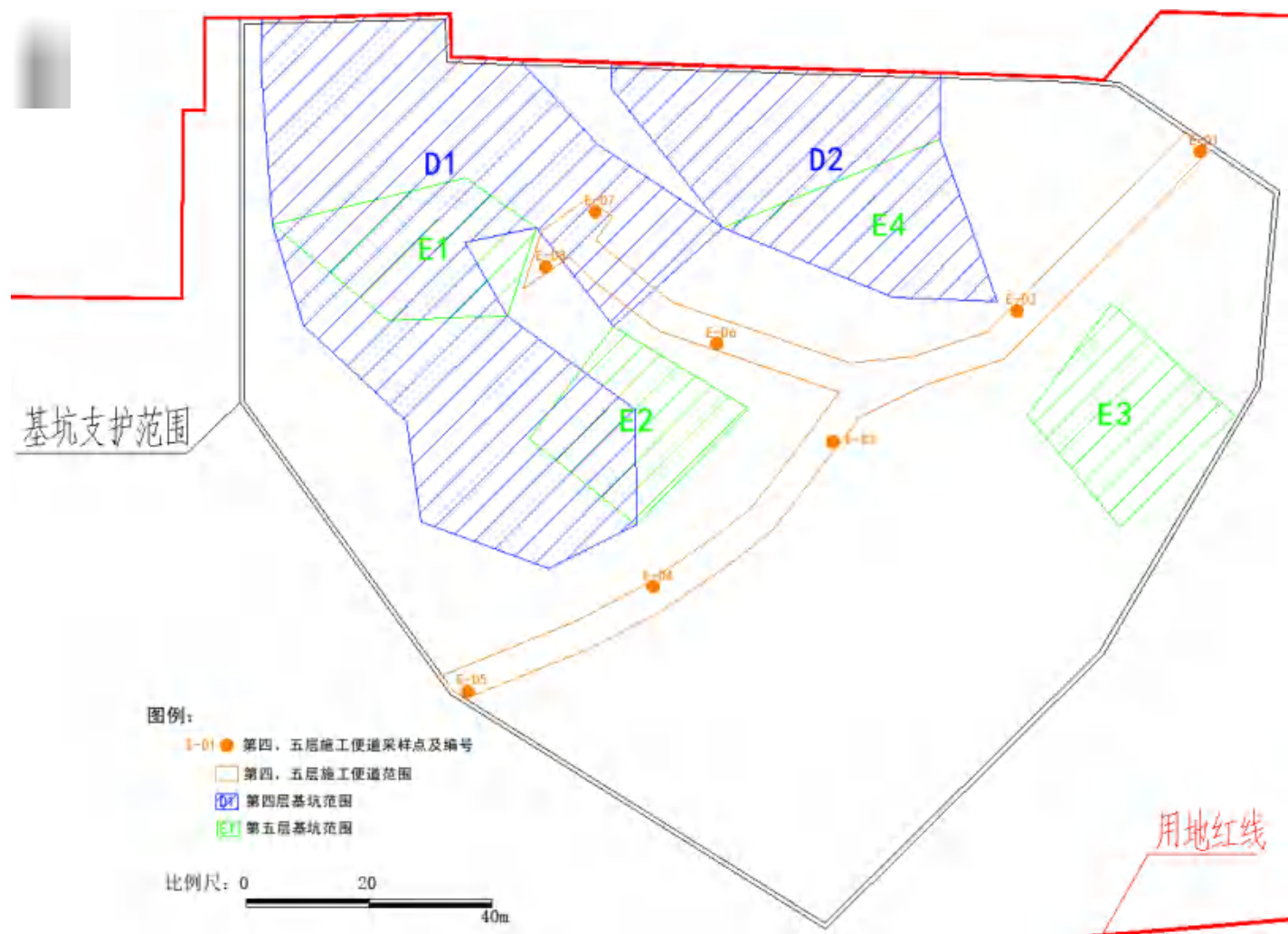


图 6.4-3 第四层（5-8m）、第五层（8-10m）施工便道点位布设示意图



图 6.4-4 清洁土待检区点位布设示意图

6.5 修复边界补充采样

6.5.1 评估对象

本项目北侧支护桩的外边缘线为红线，第一次效果评估时，对 B1 基坑北侧桩间土进行了采样，存在 B1-1.5-2-K 点位超标现象，施工单位对北侧桩间土进行了最大限度的清除，并于桩间喷射混凝土。

另外，第一次效果评估时，A4 基坑东侧壁 A4-0.5-3 点位存在超标现象，该点位距东侧红线约 0.3m，由于东侧红线处涉及小区围墙，对该侧壁土壤进行了最大限度的清除，并在该侧壁喷射混凝土。

根据第一次效果评估专家评审意见，对北侧和东侧修复边界处进行补充采样。

A4 基坑污染范围到达了东侧红线处，B1、B4、C5、D1 和 D2 基坑污染范围到达了北侧红线处，本次针对上述基坑红线边界及外部进行补充采样。

6.5.2 采样节点

将位于北侧和东侧红线边界处采样点所在区域开挖至垂向采样深度后进行采样。

6.5.3 布点方案

本次补充采样在北侧和东侧红线边界处布设了 11 个土壤采样点，具体如下：

（1）在 A4 基坑东侧红线边界处布设 1 个土壤采样点，位于原东侧壁超标点位 A4-0.5-3 处，垂向采样深度为 0.5m，横向采样深度 0.5m（红线外 0.2m）。

（2）在 B1 基坑北侧红线边界处布设 1 个土壤采样点，位于原北侧壁超标点位 B1-1.5-2-K 处，垂向采样深度为 1.5m，横向采样深度 1.2m（红线外 0.2m）。

（3）在 B4 基坑北侧红线边界处布设 1 个土壤采样点，与两侧侧壁采样点间隔约 25m，垂向采样深度为 1.5m，横向采样深度 1.2m（红线外 0.2m）。

（4）在 C5 基坑北侧红线边界处布设 1 个土壤采样点，与两侧侧壁采样点间隔约 25m，分层采样，垂向采样深度为 3.0m、4.5m，横向采样深度 1.2m（红线外 0.2m）。

（5）在 D1 基坑北侧红线边界处布设 2 个土壤采样点，与两侧侧壁采样点间隔约 25~30m，分层采样，垂向采样深度为 6.0m、7.5m，横向采样深度 1.2m（红线外 0.2m）。

（6）在 D2 基坑北侧红线边界处布设 1 个土壤采样点，与两侧侧壁采样点间隔约 30m，分层采样，垂向采样深度为 6.0m、7.5m，横向采样深度 1.2m（红线外 0.2m）。

各基坑临红线边界处补充采样点平面布置见图 6.5-1~图 6.5-4。

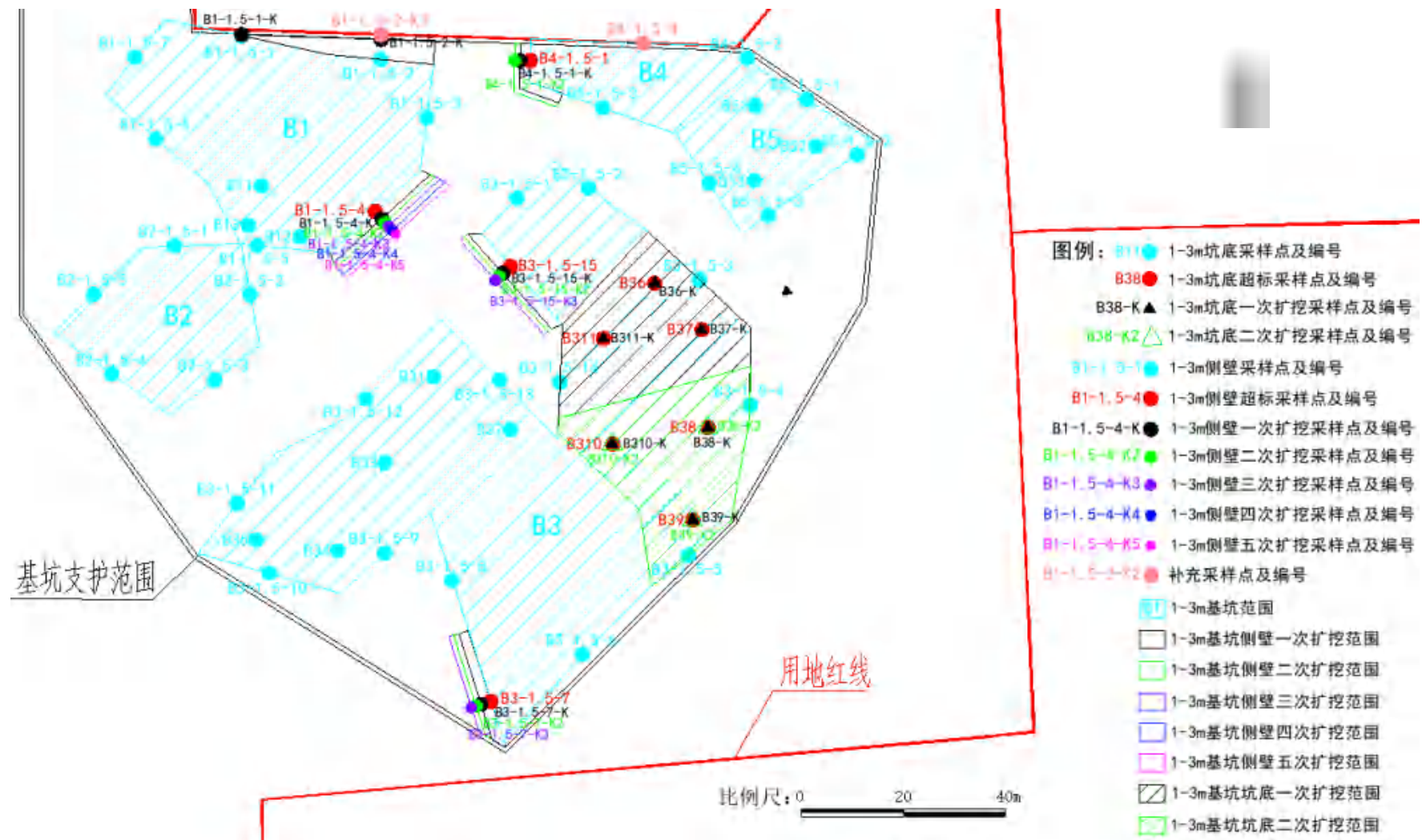
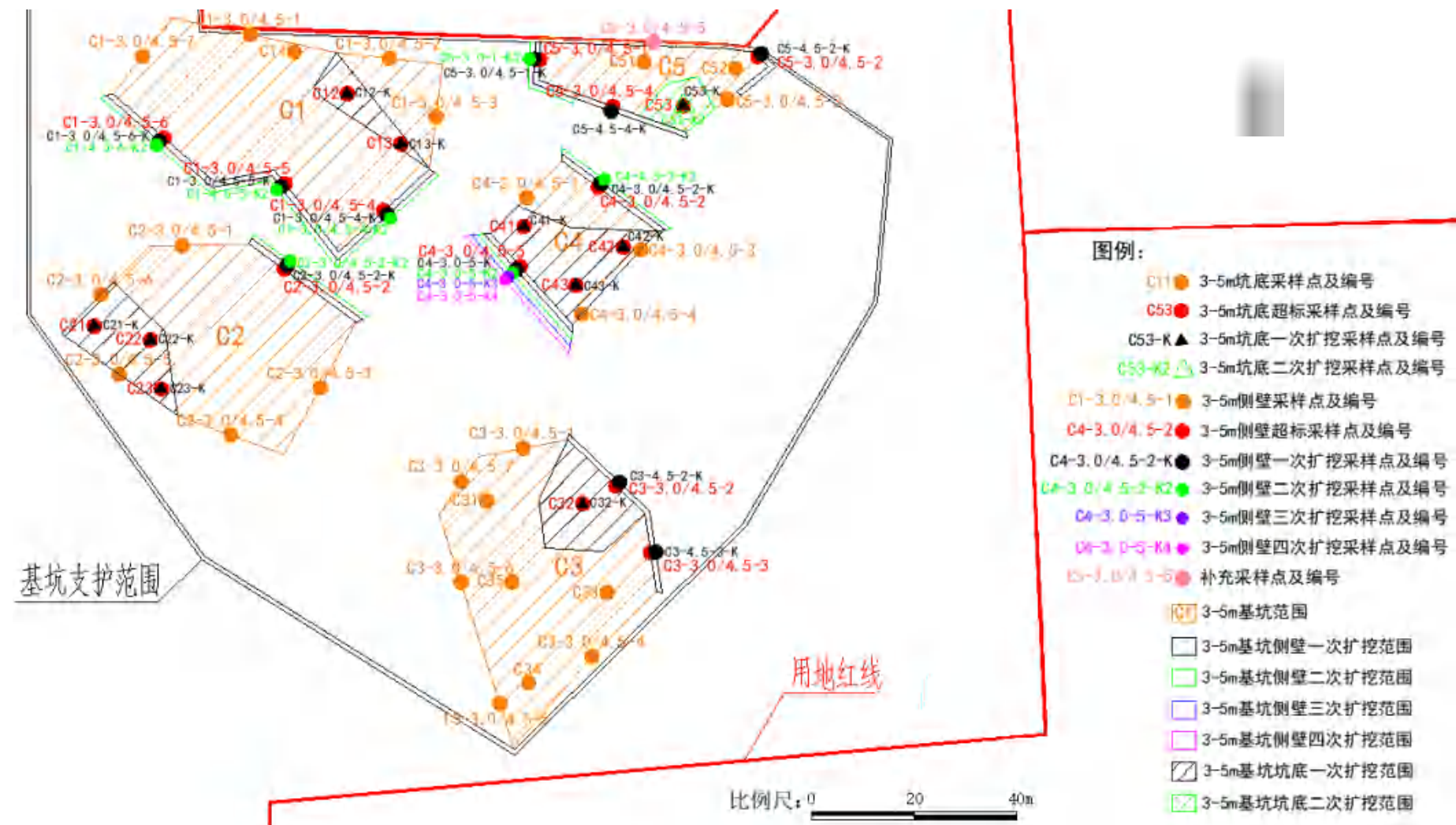


图 6.5-2 B1、B4 基坑补充采样点平面布置图



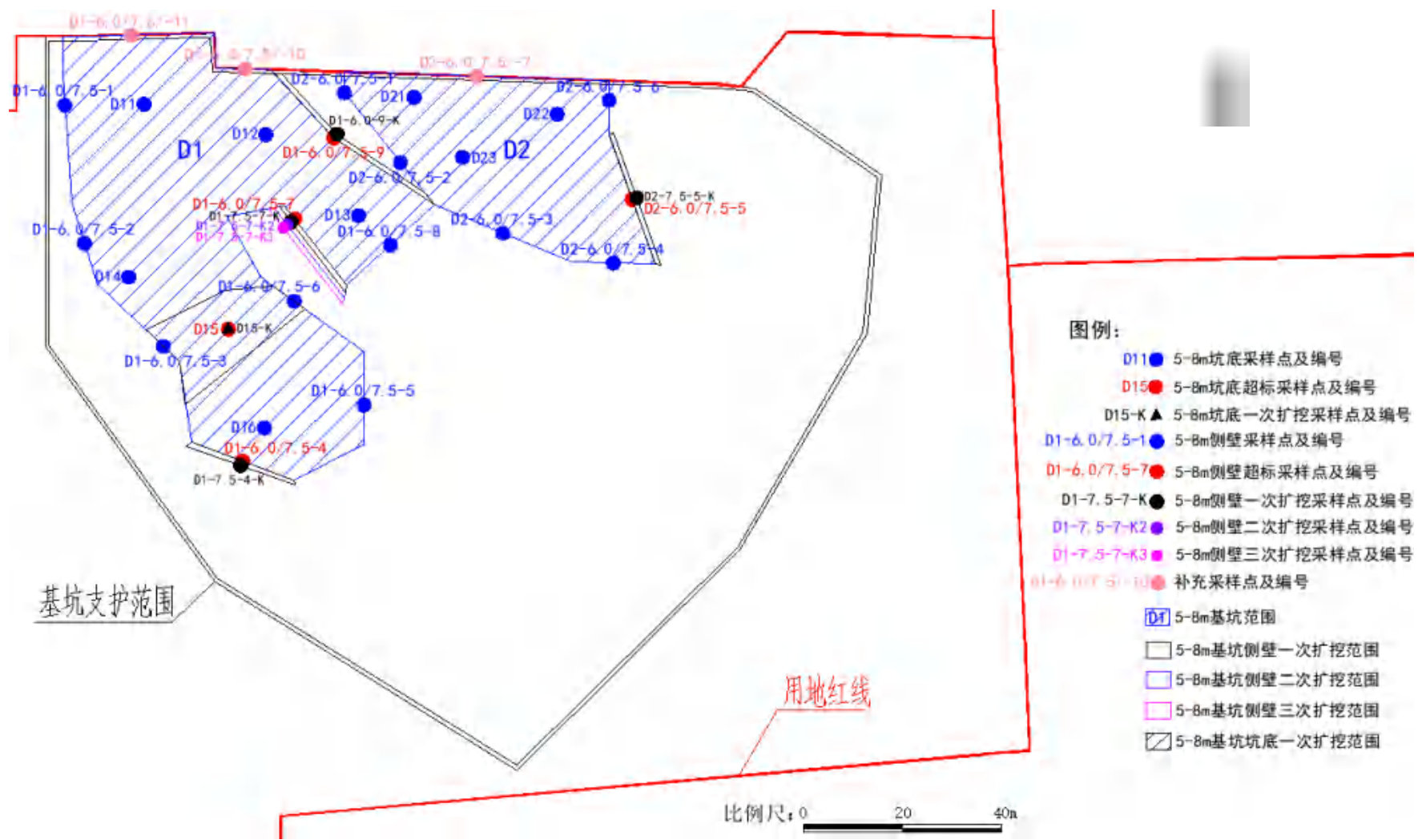


图 6.5-4 D1、D2 基坑补充采样点平面布置图

6.6 检测指标

（1）基坑土壤样品检测指标：

- 1) A5 基坑：镉；
- 2) B4、B5 基坑相邻，检测指标综合两个基坑关注污染物：镉、苯并（a）蒽、苯并（b）荧蒽、二苯并（a,h）蒽、苯并（a）芘、茚并（1,2,3-cd）芘；
- 3) 其它基坑：苯并（a）蒽、苯并（b）荧蒽、二苯并（a,h）蒽、苯并（a）芘、茚并（1,2,3-cd）芘。

（2）清洁土检测指标：

- 1) 第一层、第二层、第三层清洁土：镉、苯并（a）蒽、苯并（b）荧蒽、二苯并（a,h）蒽、苯并（a）芘、茚并（1,2,3-cd）芘；
- 2) 第四层清洁土：苯并（a）蒽、苯并（b）荧蒽、二苯并（a,h）蒽、苯并（a）芘、茚并（1,2,3-cd）芘。

（3）预处理筛上物及修复后成品土检测指标：

- 1) 多环芳烃污染土预处理筛上物及修复后成品土：苯并（a）蒽、苯并（b）荧蒽、二苯并（a,h）蒽、苯并（a）芘、茚并（1,2,3-cd）芘，其中热脱附设施在处置完复合污染土后的第一批次成品土样品增测镉；
- 2) 重金属污染土预处理筛上物及修复后成品土：镉。

（4）二次污染区土壤样品检测指标：

- 1) 施工便道：镉、苯并（a）蒽、苯并（b）荧蒽、二苯并（a,h）蒽、苯并（a）芘、茚并（1,2,3-cd）芘和石油烃(C₁₀-C₄₀)。
- 2) 清洁土待检区：镉、苯并（a）蒽、苯并（b）荧蒽、二苯并（a,h）蒽、苯并（a）芘、茚并（1,2,3-cd）芘。

（5）边界补充采样土壤样品检测指标：

- 镉、苯并（a）蒽、苯并（b）荧蒽、二苯并（a,h）蒽、苯并（a）芘、茚并（1,2,3-cd）芘。

7 现场采样与实验室检测

7.1 样品采集

7.1.1 基坑土壤样品采集

2023 年 4 月 11 日~2024 年 5 月 24 日，对清挖后的基坑进行效果评估采样工作。共采集土壤样品 350 个（含平行样 36 个）。

采样方式为手工采样，第一层（0~1m）基坑侧壁采样深度为 0.5m；第二层（1~3m）基坑侧壁采样深度为 1.5m；第三层（3~5m）基坑侧壁采样深度分别为 3.0m、4.5m；第四层（5~8m）基坑侧壁采样深度分别为 6.0m、7.5m；第五层（8~10m）基坑侧壁采样深度为 9.0m。基坑侧壁采样点编号为基坑编号-采样深度-采样点序号，如 A1-0.5-1，表示 A1 号基坑侧壁 0.5m 深度的 1 号采样点。坑底采样深度为垂向 0.2m，坑底采样点编号为基坑编号+采样点序号，如 A11，表示 A1 号基坑坑底的 1 号采样点。一次扩挖采样点编号为基坑/侧壁采样点编号-K，二次扩挖采样点编号为基坑/侧壁采样点编号-K2，以此类推。

基坑现场采样时间和数量见表 7.1-1。

表 7.1-1 基坑采样时间和数量

序号	采样时间	采样区域	采样编号	样品数量(个)	平行样数量(个)	备注
1	2023.4.11	A1 基坑	A11~A13、A1-0.5-1~A1-0.5-6	9	1	
2	2023.4.11	A2 基坑	A21~A23、A2-0.5-1~A2-0.5-6	9	1	
3	2023.4.17	A3 基坑	A3-0.5-1~A3-0.5-5	5	1	
4	2023.4.17	A4 基坑	A4-0.5-1、A4-0.5-7、A45	3	0	
5	2023.4.17	A5 基坑	A5-0.5-1~A5-0.5-5	5	1	
6	2023.4.28	A3 基坑	A3-0.5-4-K	1	0	扩挖
7	2023.4.28	A5 基坑	A5-0.5-3-K	1	0	扩挖
8	2023.5.22	B1 基坑	B11~B13、B1-1.5-1~B1-1.5-7	10	1	
9	2023.5.22	B2 基坑	B2-1.5-1~B2-1.5-5	5	1	
10	2023.5.22	B3 基坑	B31~B35、B3-1.5-9~B3-1.5-13	10	1	
11	2023.5.22	B4 基坑	B4-1.5-1~B4-1.5-3	3	1	
12	2023.5.23	B3 基坑	B3-1.5-1、B3-1.5-2、B3-1.5-6~B3-1.5-8、B3-1.5-14、B3-1.5-15	7	1	
13	2023.11.14	B5 基坑	B51~B53、B5-1.5-1~B5-1.5-4	7	1	
14	2023.11.14	B1 基坑	B1-1.5-1-K、B1-1.5-2-K、B1-1.5-4-K	3	1	扩挖

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

序号	采样时间	采样区域	采样编号	样品数量 (个)	平行样数量 (个)	备注
15	2023.11.14	B3 基坑	B3-1.5-7-K、B1-1.5-13-K	2	0	扩挖
16	2023.11.14	B4 基坑	B4-1.5-1-K	1	0	扩挖
17	2023.11.14	C1 基坑	C11~C13、C1-3.0-1~C1-3.0-7、C1-4.5-1~C1-4.5-7	17	2	
18	2023.11.14	C2 基坑	C21~C23、C2-3.0-1~C2-3.0-6、C2-4.5-1~C2-4.5-6	15	2	
19	2024.1.3	B1 基坑	B1-1.5-4-K2	1	0	扩挖
20	2024.1.3	B3 基坑	B3-1.5-7-K2、B1-1.5-13-K2	2	0	扩挖
21	2024.1.3	B4 基坑	B4-1.5-1-K2	1	0	扩挖
22	2024.1.3	C1 基坑	C1-3.0-4-K~C1-3.0-7-K、C1-4.5-4-K~C1-4.5-7-K	6	1	扩挖
23	2024.1.3	C2 基坑	C2-3.0-2-K、C2-4.5-2-K	2	0	扩挖
24	2024.1.8	C2 基坑	C21-K~C23-K	3	0	扩挖
25	2024.1.8	B3 基坑	B36~B311、B3-1.5-3~B3-1.5-5	9	1	
26	2024.1.8	C3 基坑	C31~C35、C3-3.0-1~C3-3.0-7、C3-4.5-1~C3-4.5-7	19	2	
27	2024.1.8	C5 基坑	C51~C53、C5-3.0-1~C5-3.0-4、C5-4.5-1~C5-4.5-4	11	1	
28	2024.1.18	B1 基坑	B1-1.5-4-K3	1	0	扩挖
29	2024.1.18	B3 基坑	B3-1.5-7-K3、B1-1.5-13-K3	2	0	扩挖
30	2024.1.18	C1 基坑	C1-3.0-4-K2、C1-4.5-4-K2、C1-4.5-5-K2、C1-4.5-6-K2、C12-K、C13-K	6	1	扩挖
31	2024.1.18	C2 基坑	C2-3.0-2-K2、C2-4.5-2-K2	2	0	扩挖
32	2024.1.30	B3 基坑	B36-K~B311-K	6	1	扩挖
33	2024.1.30	C3 基坑	C32-K、C3-4.5-2-K、C3-4.5-3-K	3	0	扩挖
34	2024.1.30	C5 基坑	C53-K、C5-3.0-1-K、C5-4.5-1-K、C5-4.5-2-K、C5-4.5-4-K	5	1	扩挖
35	2024.1.30	B1 基坑	B1-1.5-4-K4	1	0	扩挖
36	2024.1.30	C4 基坑	C41~C43、C4-3.0-1~C4-3.0-5、C4-4.5-1~C4-4.5-5	13	2	
37	2024.2.29	B1 基坑	B1-1.5-4-K5	1	0	扩挖
38	2024.2.29	B3 基坑	B38-K2~B310-K2	3	1	扩挖
39	2024.2.29	C4 基坑	C41-K~C4-K3、C4-3.0-2-K、C4-4.5-2-K、C4-3.0-5-K	6	1	扩挖
40	2024.2.29	C5 基坑	C53-K2、C5-3.0-1-K2	2	0	扩挖
41	2024.2.29	D1 基坑	D1-6.0-1~D1-6.0-9、D1-7.5-1~D1-7.5-9、D11~D16	24	2	
42	2024.3.21	C4 基坑	C4-4.5-2-K2、C4-3.0-5-K2	2	0	扩挖

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

序号	采样时间	采样区域	采样编号	样品数量(个)	平行样数量(个)	备注
43	2024.3.21	D1 基坑	D1-7.5-4-K、D1-7.5-7-K、D1-6.0-9-K、D15-K	4	0	扩挖
44	2024.4.3	C4 基坑	C4-3.0-5-K3	1	0	扩挖
45	2024.4.3	D1 基坑	D1-7.5-7-K2	1	0	扩挖
46	2024.4.12	C4 基坑	C4-3.0-5-K4	1	0	扩挖
47	2024.4.12	D1 基坑	D1-7.5-7-K3	1	0	扩挖
48	2024.4.22	D2 基坑	D2-6.0-1~D1-6.0-6、D2-7.5-1~D1-7.5-6、D21~D23	15	2	
49	2024.4.22	E3 基坑	E3-9.0-1~E3-9.0-5、E31~E33	8	1	
50	2024.5.7	E1 基坑	E1-9.0-1~E1-9.0-5、E11~E13	8	1	
51	2024.5.7	E2 基坑	E2-9.0-1~E2-9.0-5、E21~E23	8	1	
52	2024.5.7	D2 基坑	D2-7.5-5-K	1	0	扩挖
53	2024.5.13	E1 基坑	E1-9.0-3-K	1	0	扩挖
54	2024.5.13	A4 基坑	A4-0.5-2~A4-0.5-6、A41~A44	9	1	
55	2024.5.13	E4 基坑	E4-9.0-1~E4-9.0-5、E41~E43	8	1	
56	2024.5.24	A4 基坑	A4-0.5-2-K、A4-0.5-5-K、A41-K、A42-K	4	0	扩挖
总计				314	36	



基坑周边环境



采样点放线



采样

样品



样品保存

图 7.1-1 基坑采样情况

7.1.2 清洁土壤样品采集

2023 年 4 月 23 日～2024 年 5 月 13 日，对堆放在场地西南部清洁土待检区的清洁放坡土及夹层清洁土进行效果评估采样工作。共采集土壤样品 140 个（含平行样 14 个），代表方量为 59475.376m³，布点密度达到 472m³/个，满足“导则”中“每个采样单元（每个样品代表的土方量）不应超过 500m³”要求。

采样方式为手工采样，清洁土采样点编号为各层编号（第一层 A、第二层 B、第三层 C、第四层 D、第四层 E）-Q+采样点序号，如 A-Q1，表示第一层（0-1m）清洁土第一个采样点。

清洁土采样时间和数量见表 7.1-2。

表 7.1-2 清洁土采样时间和数量

序号	采样时间	采样区域	采样编号	样品数量 (个)	平行 样数量 (个)	对应清洁 土方量 (m ³)
1	2023.4.23	第一层清洁土	A-Q1～A-Q8	8	1	3325.2
2	2023.4.28	第一层清洁土	A-Q9～A-Q23	15	2	7479
3	2023.5.22	第一层清洁土	A-Q24～A-Q26	3	0	1224.96
4	2023.11.14	第二层清洁土	B-Q1～B-Q16	16	2	7743.185
5	2024.1.3	第二层清洁土	B-Q17～B-Q26	10	1	4924.663
6	2024.1.30	第一层清洁土	A-Q27	1	0	352.65
7	2024.1.30	第二层清洁土	B-Q27～B-Q30	4	0	1877
8	2024.1.30	第三层清洁土	C-Q1～C-Q18	18	2	8137.612
9	2024.3.11	第三层清洁土	C-Q19～C-Q41	23	3	10934.196

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

序号	采样时间	采样区域	采样编号	样品数量 (个)	平行 样数量 (个)	对应清洁 土方量 (m³)
10	2024.4.22	第四层清洁土	D-Q1~D-Q7	7	1	3360.86
11	2024.5.13	第四层清洁土	D-Q8~D-Q28	21	2	10116.05
总计				126	14	59475.376



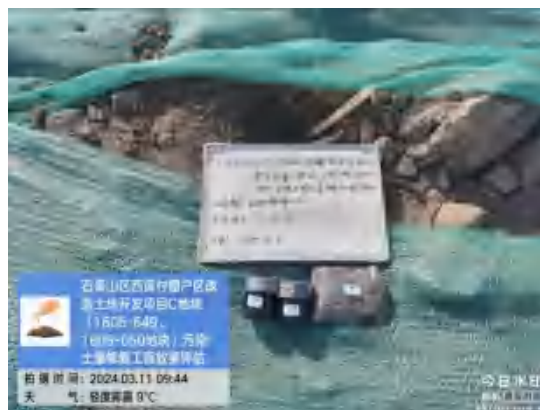
清洁土堆周边环境



采样点放线



采样



样品



样品保存

图 7.1-2 清洁土采样情况

7.1.3 预处理筛上物及修复后成品土样品采集

(1) 预处理筛上物

2023 年 11 月 22 日~2024 年 6 月 14 日，对堆放在暂存与处置场地密闭大棚内的预处理筛上物进行效果评估采样工作。共采集土壤样品 24 个（含平行样 4 个），代表方量为 9453.4m³，布点密度达到 473m³/个，满足“导则”中“每个采样单元（每个样品代表的土方量）不应超过 500m³”要求。

预处理筛上物采样方式为手工采样，多环芳烃污染土筛上物采样点编号为 FP-采样点序号，如 FP-1，表示多环芳烃污染土筛上物第一个采样点；重金属污染土筛上物采样点编号为 FH-采样点序号，如 FH-1，表示重金属污染土筛上物第一个采样点。

预处理筛上物采样时间和数量见表 7.1-3。

表 7.1-3 预处理筛上物采样时间和数量

序号	采样时间	采样区域	采样编号	样品数量 (个)	平行样数量 (个)	对应筛上物方量 (m ³)
1	2023.11.22	多环芳烃污染土未修复筛上物	FP-1~FP-2	2	1	987.6
2	2023.11.22	重金属污染土未修复筛上物	FH-1	1	1	384.8
3	2024.1.31	多环芳烃污染土未修复筛上物	FP-3、FP-4	2	0	992.5
4	2024.3.18	多环芳烃污染土未修复筛上物	FP-5~FP-8	4	0	1965.7
5	2024.4.22	多环芳烃污染土未修复筛上物	FP-9~FP-13	5	1	2459.6
6	2024.6.14	多环芳烃污染土未修复筛上物	FP-14~FP-18	5	1	2478.9
7	2024.6.14	重金属污染土未修复筛上物	FH-2	1	0	184.3
合计				20	4	9453.4

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015



筛上物周边环境



采样点放线



采样



样品



样品保存

图 7.1-3 预处理筛上物采样情况

(2) 修复后成品土

2023 年 5 月 23 日~2024 年 6 月 14 日，对堆放在暂存与处置场地待检区的修复后成品土进行效果评估采样工作。共采集土壤样品 164 个(含平行样 17 个)代表方量为 66526.4m³，布点密度达到 453m³/个，满足“导则”中“每个采样单元（每个样品代表的土方量）不应超过 500m³”要求。

修复后成品土采样方式为手工采样，多环芳烃污染土热脱附修复后成品土采样点编号为 XP-采样点序号，如 XP-1，表该类型成品土第一个采样点；重金属污染土淋洗修复后成品土采样点编号为 XH-采样点序号，如 XH-1，表示重金属污染土修复后成品土第一个采样点。

修复后成品土采样时间和数量见表 7.1-4。

表 7.1-4 修复后成品土采样时间和数量

序号	采样时间	采样区域	采样编号	样品数量 (个)	平行样数量 (个)	对应成品土方量 (m³)
1	2023.5.23	修复后成品土（热脱附）	XP-1~XP-24	24	3	5918.4
2	2023.10.27	修复后成品土（热脱附）	XP-25~XP-49	25	3	12274.3
3	2023.11.22	修复后成品土（淋洗）	XH-1~XH-4	4	1	1793
4	2024.1.31	修复后成品土（热脱附）	XP-50~XP-74	25	3	12486.9
5	2024.3.18	修复后成品土（热脱附）	XP-75~XP-96	22	2	10984.5
6	2024.4.22	修复后成品土（热脱附）	XP-97~XP-116	20	2	9939.3
7	2024.4.30	修复后成品土（热脱附）	XP-117~XP-120	4	0	1993.9
8	2024.5.13	修复后成品土（热脱附）	XP-121~XP-124	4	1	1991.7
9	2024.5.20	修复后成品土（热脱附）	XP-125~XP-128	4	0	1998.2
10	2024.5.27	修复后成品土（热脱附）	XP-129~XP-132	4	1	1996
11	2024.6.6	修复后成品土（热脱附）	XP-133~XP-136	4	0	1993.4
12	2024.6.14	修复后成品土（热脱附）	XP-137~XP-141	5	1	2356.8
13	2024.6.14	修复后成品土（淋洗）	XH-5~XH-6	2	0	800
合计				147	17	66526.4



图 7.1-4 修复后成品土采样情况

7.1.4 潜在二次污染区域土壤样品采集

本项目潜在二次污染区域为基坑支护区域内的施工便道和清洁土待检区。

（1）施工便道

2023 年 4 月 17 日～2024 年 6 月 6 日，对基坑清挖期间场地的施工便道进行效果评估采样工作。共采集土壤样品 37 个（含平行样 4 个）。

采样方式为手工采样，采样深度为表层土壤（0-20cm），采样点编号为各层编号（第一层施工便道 A、第二、三层施工便道 B、第四、五层施工便道 E）-D+采样点序号，如 A-D1，表示第一层（0-1m）施工便道第一个采样点。一次扩挖采样点编号为施工便道采样点编号-K，二次扩挖采样点编号为施工便道采样点编号-K2。

施工便道采样时间和数量见表 7.1-5。

表 7.1-5 施工便道采样时间和数量

序号	采样时间	采样区域	采样编号	样品数量 (个)	平行样数量 (个)	备注
1	2023.4.17	第一层施工便道	A-D1~A-D10	10	1	
2	2023.4.28	第一层施工便道	A-D11~A-D13	3	1	
3	2023.5.22	第一层施工便道	A-D5-K、A-D6-K、 A-D10-K、A-D13-K	4	0	扩挖
4	2023.11.14	第一层施工便道	A-D13-K2	1	0	扩挖
5	2024.1.3	第一层施工便道	A-D5-K2	1	0	扩挖
6	2024.1.3	第二层施工便道	B-D1~B-D4	4	1	
7	2024.1.30	第二层施工便道	B-D4-K	1	0	扩挖
8	2024.5.27	第五层施工便道	E-D1~E-D8	8	1	
9	2024.6.6	第五层施工便道	E-D3-K	1	0	扩挖
合计				33	4	



施工便道周边环境



采样点放线



图 7.1-5 施工便道采样情况

(2) 清洁土待检区

2024 年 7 月 29 日~2024 年 8 月 8 日，对位于清挖场地西南部的清洁土待检区进行效果评估采样工作。共采集土壤样品 13 个（含平行样 2 个）。

采样方式为手工采样，采样深度为垂向 0.2m，采样点编号为 Q+采样点序号，如 Q1，表示清洁土待检区第一个采样点。

清洁土待检区采样时间和数量见表 7.1-6。

表 7.1-6 清洁土待检区采样时间和数量

序号	采样时间	采样区域	采样编号	样品数量 (个)	平行样数量 (个)
1	2024.7.29	清洁土堆存区	Q3、Q5、Q7	3	1
2	2024.8.8	清洁土堆存区	Q1、Q2、Q4、Q6、Q8~Q11	8	1
合计				11	2



清洁土待检区周边环境



采样点放线



采样



样品



样品保存

图 7.1-6 清洁土待检区采样情况

7.1.5 修复边界补充采样

根据 6.5 节修复边界补充采样方案，2024 年 11 月 11 日，对北侧和东侧修复边界处进行补充采样工作。共采集土壤样品 13 个（含平行样 2 个）。

本次将位于北侧和东侧红线边界处采样点所在区域开挖至垂向采样深度后

进行补充采样，采样方式为使用洛阳铲沿基坑侧壁横向清掏采样，垂向采样深度与各基坑侧壁采样深度一致，横向采样深度为 0.5m~1.2m（红线外 0.2m），采样点编号与基坑侧壁点位编号设置原则一致。

修复边界补充采样时间和数量见表 7.1-7，各采样点样品采集深度见表 7.1-8，采样点位布置见图 6.5-1~图 6.5-4。

表 7.1-7 修复边界补充采样时间和数量

序号	采样时间	采样区域	采样编号	样品数量 (个)	平行样数量 (个)
1	2024.11.11	北侧和东侧边界处	A4-0.5-3-K、B1-1.5-2-K2、B4-1.5-4、C5-3.0-5、C5-4.5-5、D1-6.0-10、D1-6.0-11、D1-7.5-10、D1-7.5-11、D2-6.0-7、D2-7.5-7	11	2
合计				11	2

表 7.1-8 修复边界补充采样深度统计

基坑编号	采样点编号	垂向采样深度（m）	横向采样深度（m）
A4	A4-0.5-3-K	0.5	0.5
B1	B1-1.5-2-K2	1.5	1.2
B4	B4-1.5-4	1.5	1.2
C5	C5-3.0-5	3	1.2
	C5-4.5-5	4.5	1.2
D1	D1-6.0-10	6	1.2
	D1-6.0-11	6	1.2
	D1-7.5-10	7.5	1.2
	D1-7.5-11	7.5	1.2
D2	D2-6.0-7	6	1.2
	D2-7.5-7	7.5	1.2





图 7.1-7 边界补充采样情况

7.2 现场质量控制管理

本次现场采样对土壤样品采集、保存与流转等工作环节拍照记录现场工作过程，并记录好采样记录单、样品流转单等表单，确保可支撑内部质控资料检查，

资料检查重点检查资料的完整性、规范性、与实际情况的一致性。内部质控资料检查未发现任何质量问题，合格率 100%。

7.2.1 现场采样质量控制

现场采样环节，技术人员严格遵循了相关技术标准的要求，样品采集过程中，预先对所有使用的采样工具和设备进行了检查，以此来保证采样质量。

基坑采样方式为手工采样，底部以采集表层土壤样品为主，侧壁采集横向样品；清洁土、预处理筛上物及修复后成品土采样方式为手工采样，每 500m³ 采集一个土壤样品，预处理筛上物主要采集筛上物表层土壤；潜在二次污染区域采样方式为手工采样，底部以采集表层土壤样品为主；修复边界补充采样方式为使用洛阳铲沿基坑侧壁横向清掏采样。

各区域首先制定详细的采样方案，现场放点位均采用 RTK 方法定位，并在点位插标有点位编号的木桩或是旗帜，采样人员穿戴一次性手套用木铲进行采样，保证不同点位不同位置土壤样品采集时手套不交叉使用。同时，采样工具保持干燥清洁，不得使待采样品受到污染。用于检测 SVOCs 的土壤样品采集时使用采样铲将土壤转移至广口样品瓶内并装满填实，采样过程应剔除石块等杂质，保持采样瓶口螺纹清洁以防止密封不严，拧紧瓶盖后使用封口胶对采样瓶口进行密封。用于检测重金属的土壤样品使用采样铲将土壤转移至自封袋中，采集土壤重量不少于 500g。样品装入采样瓶或袋后随即贴上标签，防止样品混淆，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。

现场采样过程中采集现场平行样，本项目基坑、清洁土、预处理筛上物、修复后成品土、潜在二次污染区域共采集的 741 个土壤样品（含 79 个平行样），平行样采集比例为 12%，满足现场质量控制样不少于总样品数的 10%的要求。

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015



工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015



采样点定位



工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015



样品采集



工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015



图 7.2-1 现场采样情况

7.2.2 样品保存与流转

土壤样品采集后立即装入保温箱中保存，严格按照表 7.2-1 中的方法保存样品。采集当日指定专人将样品从现场送往实验室，运输距离约 30 公里，运输时间约 50 分钟，到达实验室后，送样者和接样者双方同时清点样品，即将样品逐件与样品登记表、样品标签和采样记录单核对，并在样品流转单上签字确认，若采样当日运送到实验室时间较晚，将样品保存在实验室冷库中，第二日再进行登记录入。样品流转单由双方各存一份备查。样品运输过程中采用保温箱 0-4℃保存，且严防样品的损失、混淆和污染。

表 7.2-1 土壤样品保存条件和时间

检测项目	容器材质	温度(°C)	可保存时间(d)	备注
半挥发性有机物	玻璃（棕色）	<4	10	采样瓶装满装实并密封
镉	塑料袋	<4	180	
石油烃（C10-C40）	玻璃（棕色）	<4	10	采样瓶装满装实并密封

本次效果评估共计采集样品 741 个，其中基坑 314 个、清洁土 126 个、预处理筛上物 20 个、修复后成品土 147 个、临时道路 33 个、清洁土待检区 11 个、修复边界补充采样样品 11 个、平行样 79 个，所有样品实际保存时间均未超过要求保存时间，土壤样品采集与检测时间汇总见附件 13。







图 7.2-2 样品保存情况

7.3 实验室检测及质量控制

7.3.1 土壤样品检测方法

土壤样品检测指标为苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒹、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、镭、石油烃(C₁₀-C₄₀)，检测方法见表 7.3-1。

表 7.3-1 土壤样品检测方法

检测指标	检测方法	仪器设备
苯并(a)蒽	土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法 HJ 834-2017	气相色谱质谱联用仪 IE-2749 GCMS-QP2020,IE-2928 7890B/7000D, IE-3352 7890B/5977B,IE-4141 7890B+5977B, IE-4358 GCMS-QP2020 NX EI 源
苯并(a)芘		
苯并(b)荧蒹		
二苯并(a,h)蒽		
茚并(1,2,3-cd)芘		
镭	土壤和沉积物 12 种金属元素的测定 王水提取-电感耦合等离子体质谱法 HJ 803-2016	电感耦合等离子体质谱仪 IE-3873 Agilent 7900, IE-4956 ICAPRO ICPMS
石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)	土壤和沉积物 石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)的测定 气相色谱法 HJ1021-2019	气相色谱仪 IE-4369 Intuvo 9000

7.3.2 实验室质量控制

(1) 平行样质量控制

平行样品偏差均应满足《建设用地土壤污染状况调查质量控制技术规范（试行）》附件 4 相关要求，平行样品合格率均应达到 100%。当平行样品不合格时，应当查明原因，采取适当的纠正措施，必要时进行留样复测或重采重测。

(1) 基坑清挖土壤

本次效果评估共采集清挖基坑土壤样品 350 个，其中含 36 个平行样，满足质控样品不少于样品总量的 10%要求。

根据《建设用地土壤污染状况调查质量控制技术规范（试行）》附件 4 相关要求，我院针对基坑清挖土壤平行样进行质控，除两组样品外其他样品比对分析结果均小于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中第一类筛选值，或均大于第一类筛选值且小于第一类管制值，或均大于第一类管制值，比对结果合格；区间判定未合格的两组样品进行相对偏差（RD）判定，相对偏差均在最大允许相对偏差范围内（40%），比对结果合格。本项目基坑清挖土壤平行样合格率达到 100%。

表 7.3-2 基坑清挖土壤样品平行样比对结果（mg/kg）

采样 点位	苯并 (a)蒽	苯并 (a)芘	苯并 (b)荧 蒽	二苯并 (a,h)蒽	茚并 (1,2,3- cd)芘	锑	相对 偏差 (%)	比对 结果
第一类用地 筛选值	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5	20	/	/
第一类用地 管制值	55	5.5	55	5.5	55	40	/	/
A12	0.2	0.2	0.4	<0.1	0.3	/	/	合格
A12-P	0.3	0.3	0.6	<0.1	0.4	/		
A23	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	/	合格
A23-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/		
A3-0.5-1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	/	合格
A3-0.5-1P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/		
A43	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	/	合格
A43-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/		
A5-0.5-1	/	/	/	/	/	4.1	/	合格
A5-0.5-1P	/	/	/	/	/	4.2		
B1-1.5-2	1.7	1.2	2.2	0.3	0.8	/	/	合格
B1-1.5-2-P	1.4	1	2	0.3	0.6	/		
B1-1.5-2-K	0.8	0.6	0.9	0.1	0.3	/	/	合格
B1-1.5-2-K-P	1.2	1.1	1.5	0.2	0.6	/		
B2-1.5-3	0.2	0.3	0.4	<0.1	0.2	/	/	合格
B2-1.5-3-P	0.1	0.1	0.2	<0.1	<0.1	/		
B3-1.5-1	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	/	合格
B3-1.5-1-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/		
B3-1.5-12	0.2	0.2	0.3	<0.1	0.1	/	/	合格
B3-1.5-12-P	0.1	0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/		
B310	6.1	6.2	7	1.5	4.7	/	/	合格

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

采样 点位	苯并 (a)蒽	苯并 (a)芘	苯并 (b)荧 蒽	二苯并 (a,h)蒽	茚并 (1,2,3- cd)芘	锑	相对 偏差 (%)	比对 结果
B310-P	6.9	7.1	9.1	1.7	5.5	/		
B310-K	10.1	10	14.1	2	8.7	/	/	合格
B310-K-P	8	8	13.8	1.9	7.2	/		
B310-K2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	/	合格
B310-K2-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/		
B4-1.5-3	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.3	/	合格
B4-1.5-3-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	<0.3		
B53	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	12	/	合格
B53-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	12.3		
C13	4	2.5	3.9	0.4	1.1	/	/	合格
C13-P	5.5	3.3	5.5	0.5	1.5	/		
C1-3.0-5	5.3	3.5	5.3	0.8	1.8	/	16.12- 26.19	合格
C1-3.0-5-P	3.1	2.3	3.5	0.5	1.3	/		
C1-3.0-5-K	0.5	0.3	0.4	<0.1	0.3	/	/	合格
C1-3.0-5-K-P	0.3	0.2	0.3	<0.1	0.2	/		
C13-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	/	合格
C13-K-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/		
C2-4.5-3	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	/	合格
C2-4.5-3-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/		
C2-4.5-4	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	/	合格
C2-4.5-4-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/		
C3-3.0-1	0.2	0.2	0.2	<0.1	0.2	/	/	合格
C3-3.0-1-P	0.2	0.2	0.3	<0.1	0.2	/		
C35	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	/	合格
C35-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/		
C41	6.7	6.7	9	1.6	5.8	/	/	合格
C41-P	7.2	6.6	9.3	1.5	5.6	/		
C41-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	/	合格
C41-K-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/		
C4-4.5-2	0.7	0.9	1.5	0.2	0.9	/	/	合格
C4-4.5-2-P	0.9	1.3	1.9	0.3	1.1	/		
C51	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	/	合格
C51-P	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/		
C5-3.0-1-K	0.8	0.7	1	0.1	0.6	/	/	合格
C5-3.0-1-K-P	0.6	0.7	1	0.1	0.6	/		
D15	4.9	4	6.4	0.7	2.8	/	12.50- 17.65	合格
D15-P	6.8	5.6	8.6	1	3.6	/		
D1-7.5-6	0.6	0.4	0.8	<0.1	0.3	/	/	合格
D1-7.5-6-P	0.5	0.4	0.8	<0.1	0.3	/		
D2-6.0-3	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	/	合格

采样 点位	苯并 (a)蒽	苯并 (a)芘	苯并 (b)荧 蒽	二苯并 (a,h)蒽	茚并 (1,2,3- cd)芘	锑	相对 偏差 (%)	比对 结果
D2-6.0-3-P	0.2	0.2	0.4	<0.1	0.2	/		
D2-7.5-3	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	/	合格
D2-7.5-3-P	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/		
E13	0.3	0.2	0.4	<0.1	0.2	/	/	合格
E13-P	0.3	0.3	0.5	<0.1	0.2	/		
E22	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	/	合格
E22-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/		
E3-9.0-4	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	/	合格
E3-9.0-4-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/		
E4-9.0-1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	/	合格
E4-9.0-1-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/		

注：①-P 为平行样；②-K 为一次扩挖后补采样品；③-K2 为二次扩挖后补采样品；③红色填充为大于第一类用地筛选值且小于第一类用地管制值；④黄色填充为大于第一类用地管制值。

（2）清洁土壤

本次效果评估共采集清洁土样品 140 个，其中含 14 个平行样，满足质控样品不少于样品总量的 10%要求。

根据《建设用地土壤污染状况调查质量控制技术规范（试行）》附件 4 相关要求，我院针对清洁土平行样进行质控，样品比对分析结果均小于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中第一类筛选值，或均大于第一类筛选值且小于第一类管制值，或均大于第一类管制值，比对结果合格。本项目清洁土平行样合格率达到 100%。

表 7.3-3 清洁土样品平行样比对结果（mg/kg）

采样 点位	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧 蒽	二苯并 (a,h)蒽	茚并(1,2,3- cd)芘	锑	比对 结果
第一类用 地筛选值	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5	20	/
第一类用 地管制值	55	5.5	55	5.5	55	40	/
A-Q1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	2.7	合格
A-Q1-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	2.9	
A-Q10	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	8.6	合格
A-Q10-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	9.1	
A-Q23	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.4	合格

采样 点位	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b) 荧蒽	二苯并 (a,h)蒽	茚并(1,2,3- cd)芘	锑	比对 结果
A-Q23-P	0.2	<0.1	<0.2	<0.1	0.1	1.6	合格
B-Q1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.4	
B-Q1-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.4	
B-Q14	0.2	0.2	0.3	<0.1	<0.1	2.3	合格
B-Q14-P	0.1	0.1	0.2	<0.1	<0.1	2.3	
B-Q22	8.5	7	8.2	1.7	5.3	2	合格
B-Q22-P	8.9	7	9.1	1.8	5.5	2.9	
C-Q6	0.4	0.4	0.4	<0.1	0.3	6.8	合格
C-Q6-P	0.4	0.4	0.5	<0.1	0.3	4.4	
C-Q18	<0.1	0.1	<0.2	<0.1	<0.1	2.3	合格
C-Q18-P	<0.1	0.2	<0.2	<0.1	<0.1	1.5	
C-Q22	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.1	合格
C-Q22-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1	
C-Q24	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	3.2	合格
C-Q24-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	3.1	
C-Q34	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.2	合格
C-Q34-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1	
D-Q2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	合格
D-Q2-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	
D-Q10	0.2	0.2	0.3	<0.1	0.2	/	合格
D-Q10-P	0.2	0.2	0.3	<0.1	0.1	/	
D-Q23	0.7	0.6	1.1	0.1	0.5	/	合格
D-Q23-P	1	1.1	1.2	0.2	0.8	/	

注：①-P 为平行样；②红色填充为大于第一类用地筛选值且小于第一类用地管制值；③黄色填充为大于第一类用地管制值。

（3）预处理筛上物

本次效果评估共采集预处理筛上物样品 24 个，其中含 4 个平行样，满足质控样品不少于样品总量的 10%要求。

根据《建设用地土壤污染状况调查质量控制技术规范（试行）》附件 4 相关要求，我院针对预处理筛上物平行样进行质控，样品比对分析结果均小于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中第一类筛选值，比对结果合格。本项目预处理筛上物平行样合格率达到了 100%。

表 7.3-4 预处理筛上物样品平行样比对结果（mg/kg）

采样 点位	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b) 荧蒽	二苯并 (a,h)蒽	茚并(1,2,3- cd)芘	锑	比对 结果
第一类用 地筛选值	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5	20	/
FP-1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	合格
FP-1-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	
FP-11	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	合格
FP-11-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	
FP-14	0.2	0.1	<0.2	<0.1	0.1	/	合格
FP-14-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	
FH-1	/	/	/	/	/	1.9	合格
FH-1-P	/	/	/	/	/	2.1	

注：-P 为平行样。

（4）修复后成品土

本次效果评估共采集清挖基坑效果评估土壤样品 164 个，其中含 17 个平行样，满足质控样品不少于样品总量的 10%要求。

根据《建设用地土壤污染状况调查质量控制技术规范（试行）》附件 4 相关要求，我院针对修复后成品土平行样进行质控，样品比对分析结果均小于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中第一类筛选值，比对结果合格。本项目修复后成品土平行样合格率达到 100%。

表 7.3-5 修复后成品土样品平行样比对结果（mg/kg）

采样 点位	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b) 荧蒽	二苯并 (a,h)蒽	茚并(1,2,3- cd)芘	锑	比对 结果
第一类用 地筛选值	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5	20	/
XP-7	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	合格
XP-7-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	
XP-10	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	合格
XP-10-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	
XP-19	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	合格
XP-19-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	
XP-26	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	11.1	合格
XP-26-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	11.2	
XP-30	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	3.6	合格
XP-30-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	3.7	
XP-36	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.6	合格
XP-36-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.4	
XP-54	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	合格

采样 点位	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b) 荧蒽	二苯并 (a,h)蒽	茚并(1,2,3- cd)芘	锑	比对 结果
XP-54-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	合格
XP-66	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	
XP-66-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	
XP-70	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	合格
XP-70-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	
XP-84	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	合格
XP-84-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	
XP-90	0.1	0.1	<0.2	<0.1	0.1	/	合格
XP-90-P	0.2	0.2	<0.2	<0.1	0.1	/	
XP-107	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	合格
XP-107-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	
XP-112	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	合格
XP-112-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	
XP-124	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	合格
XP-124-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	
XP-129	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	合格
XP-129-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	
XP-140	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	合格
XP-140-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/	
XH-2	/	/	/	/	/	6.9	合格
XH-2-P	/	/	/	/	/	5.8	

注：-P 为平行样。

（5）施工便道土壤

本次效果评估共采集施工便道土壤样品 37 个，其中含 4 个平行样，满足质控样品不少于样品总量的 10%要求。

根据《建设用土壤污染状况调查质量控制技术规范（试行）》附件 4 相关要求，我院针对施工便道土壤平行样进行质控，样品比对分析结果均小于《土壤环境质量 建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中第一类筛选值，比对结果合格。本项目施工便道土壤平行样合格率达到 100%。

表 7.3-6 施工便道土壤样品平行样比对结果（mg/kg）

采样 点位	苯并 (a)蒽	苯并 (a)芘	苯并(b) 荧蒽	二苯并 (a,h)蒽	茚并(1,2,3- cd)芘	锑	石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)	比对 结果
第一类 用地筛 选值	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5	20	826	/
A-D3	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.7	112	合格
A-D3-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.9	96	

采样 点位	苯并 (a)蒽	苯并 (a)芘	苯并(b) 荧蒽	二苯并 (a,h)蒽	茚并(1,2,3- cd)芘	锑	石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)	比对 结果
A-D12	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.3	51	合格
A-D12-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.3	38	
B-D2	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	13.6	70	合格
B-D2-P	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	14	72	
E-D6	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.3	19	合格
E-D6-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.3	27	

注：-P 为平行样。

（6）清洁土待检区土壤

本次效果评估共采集清洁土待检区土壤样品 13 个，其中含 2 个平行样，满足质控样品不少于样品总量的 10%要求。

根据《建设用地土壤污染状况调查质量控制技术规范（试行）》附件 4 相关要求，我院针对清洁土待检区土壤平行样进行质控，样品比对分析结果均小于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中第一类筛选值，比对结果合格。本项目清洁土待检区土壤平行样合格率达到 100%。

表 7.3-7 清洁土待检区土壤样品平行样比对结果（mg/kg）

采样 点位	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b) 荧蒽	二苯并 (a,h)蒽	茚并(1,2,3- cd)芘	锑	比对 结果
第一类用地筛选值	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5	20	/
Q3	0.2	0.2	0.3	<0.1	0.2	1.6	合格
Q3-P	0.3	0.2	0.4	<0.1	0.2	1.3	合格
Q11	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1	合格
Q11-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	<0.3	

注：-P 为平行样。

（7）修复边界补充采样土壤

本次修复边界补充采集土壤样品 13 个，其中含 2 个平行样，满足质控样品不少于样品总量的 10%要求。

根据《建设用地土壤污染状况调查质量控制技术规范（试行）》附件 4 相关要求，我院针对清洁土待检区土壤平行样进行质控，样品比对分析结果均小于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中第一类筛选值，比对结果合格。本项目清洁土待检区土壤平行样合格率达到 100%。

表 7.3-8 修复边界补充采集土壤样品平行样比对结果（mg/kg）

采样 点位	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b) 荧蒽	二苯并 (a,h)蒽	茚并(1,2,3- cd)芘	锑	比对 结果
第一类用 地筛选值	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5	20	/
B1-1.5-2- K2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.4	合格
B1-1.5-2- K2-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	<0.3	合格
D1-7.5-10	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.3	合格
D1-7.5- 10-P	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.4	

（2）实验室内部质量控制

实验室内部质量控制是对分析质量进行控制的过程，为了保证分析样品的准确性，除了实验室已经过 CMA 认证，仪器按照规定定期校正外，在进行样品分析时还对各环节进行质量控制，随时检查和发现分析测试数据是否受控（主要通过标准曲线、精密度、准确度等）。每个测定项目计算结果要进行复核，保证分析数据的可靠性和准确性。

实验室内部质控样品包括：方法空白样、实验室平行样、加标平行样等。针对本项目基坑、清洁土、预处理筛上物、修复后成品土、潜在二次污染区域（基坑支护区域内的施工便道、清洁土待检区）采集的 741 个土壤样品（含 79 个平行样），谱尼测试集团股份有限公司北京实验室进行了 80 个方法空白检测、76 个平行样品检测、70 个加标回收样检测。

本次效果评估实验室样品检测质量控制结果统计见表 7.3-9~表 7.3-15，各批次土壤样品的实验室质控结果见附件 15。

表 7.3-9 锑实验室检测质量控制结果统计

项目	数量	质控结果	质控要求	评价结果
方法空白	24	小于检出限	小于检出限	合格
实验室平行	18	0-9.1%	相对偏差<40%	合格
加标回收	18	50.9-115%	50-125%	合格

表 7.3-10 苯并（a）蒽实验室检测质量控制结果统计

项目	数量	质控结果	质控要求	评价结果
方法空白	46	小于检出限	小于检出限	合格
实验室平行	52	0-25%	相对偏差<40%	合格

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

加标回收	37	74-116%	73-121%	合格

表 7.3-11 苯并（a）芘实验室检测质量控制结果统计

项目	数量	质控结果	质控要求	评价结果
方法空白	46	小于检出限	小于检出限	合格
实验室平行	52	0-23.1%	相对偏差<40%	合格
加标回收	37	66.3-105%	45-105%	合格

表 7.3-12 苯并（b）荧蒽实验室检测质量控制结果统计

项目	数量	质控结果	质控要求	评价结果
方法空白	46	小于检出限	小于检出限	合格
实验室平行	52	0-20%	相对偏差<40%	合格
加标回收	37	65.6-121%	59-131%	合格

表 7.3-13 二苯并（a,h）蒽实验室检测质量控制结果统计

项目	数量	质控结果	质控要求	评价结果
方法空白	46	小于检出限	小于检出限	合格
实验室平行	52	0-33.3%	相对偏差<40%	合格
加标回收	37	68.0-126%	64-128%	合格

表 7.3-14 茚并（1,2,3-cd）芘实验室检测质量控制结果统计

项目	数量	质控结果	质控要求	评价结果
方法空白	46	小于检出限	小于检出限	合格
实验室平行	52	0-17.6%	相对偏差<40%	合格
加标回收	37	60.9-118%	52-132%	合格

表 7.3-15 石油烃（C10-C40）实验室检测质量控制结果统计

项目	数量	质控结果	质控要求	评价结果
方法空白	10	小于检出限	小于检出限	合格
实验室平行	6	2.1-10.7%	相对偏差<25%	合格
样品加标回收	5	51.7-95.6%	50-140%	合格
空白加标回收	10	73.1-104%	70-120%	合格

8 效果评估

8.1 基坑清挖范围与深度

根据《竣工报告》、《环境监理报告》，施工单位北京首钢建设集团有限公司市政分公司在清挖过程中对清挖范围和清挖深度及时进行自检测，自检测合格后报监理单位复核确认。测量时利用精准测绘仪器 RTK 进行测量，确保测量结果的准确性，测量结果显示，本工程基坑实际清挖范围和深度满足《修复方案》中设计要求。

各施工区、各基坑开挖范围及深度具体情况见“3.5.3 污染土清挖”章节。

8.2 评估标准与方法

8.2.1 评估标准

根据《风险评估报告》和《修复方案》，本场地基坑、清洁土、预处理筛上物、潜在二次污染区域（基坑支护区域内的施工便道、清洁土待检区）采集的土壤评估标准为修复目标值；综合考虑未来土壤再利用需求、热脱附设施性能、修复成本以及本场地的污染物修复目标值等因素，确定多环芳烃污染区修复后成品土的评估标准执行《污染场地修复后土壤再利用环境评估导则》（DB11T 1281-2015）一级再利用筛选值。本场地污染土壤评估标准见表 8.2-1。

表 8.2-1 污染土壤评估标准 单位：mg/kg

采集位置	目标污染物	评估标准
基坑、清洁土、预处理筛上物、潜在二次污染区域（基坑支护区域内的施工便道、清洁土待检区）	镉	20
	苯并(a)蒽	5.5
	苯并(a)芘	0.55
	苯并(b)荧蒽	5.5
	二苯并(a,h)蒽	0.55
	茚并(1,2,3-cd) 芘	5.5
	石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	826
修复后成品土	镉	20
	苯并(a)蒽	0.5
	苯并(a)芘	0.2
	苯并(b)荧蒽	0.5
	二苯并(a,h)蒽	0.1 ^①
	茚并(1,2,3-cd) 芘	0.2

①计算结果低于分析方法标准检出限，以检出限作为筛选值。

8.2.2 评估方法

效果评估阶段共采集 728 个土壤样品（含 77 个平行样），采用逐一对比方法进行效果评估。

8.3 检测结果分析

8.3.1 基坑清挖土壤检测结果分析

经环境监理和工程监理确认已满足设计要求并确认基坑清挖工程量后，对基坑侧壁及坑底进行样品采集，共采集土壤样品 350 个（含平行样 36 个），监测因子为苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒹、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘及锑。

（1）第一层（0-1m）基坑清挖土壤检测结果

第一层（0-1m）基坑侧壁和底部共采集样品 51 个，平行样 5 个，经扩挖后除 A4-0.5-3 样品外，其他样品目标污染物检测浓度均低于污染修复效果评估标准。

样品检测结果及统计如表 8.3-1~表 8.3-5 所示，除平行样外所有样品均参与统计，当检测结果未检出时，其数值按检出限的一半计算，超标点位和扩挖范围见图 8.3-1。

表 8.3-1 A1 基坑样品检测结果 单位：mg/kg

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒹	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
评估标准		5.5	0.55	5.5	0.55	5.5
最大值		0.2	0.2	0.4	0.05	0.3
最小值		0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
样品个数（个）		9	9	9	9	9
超标个数（个）		0	0	0	0	0
侧壁	A1-0.5-1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	0.1
	A1-0.5-2	0.1	0.1	0.3	<0.1	0.2
	A1-0.5-3	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	A1-0.5-4	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	A1-0.5-5	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	A1-0.5-6	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
坑底	A11	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	A12	0.2	0.2	0.4	<0.1	0.3
	A13	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1

表 8.3-2 A2 基坑样品检测结果 单位：mg/kg

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
评估标准		5.5	0.55	5.5	0.55	5.5
最大值		0.1	0.05	0.1	0.05	0.1
最小值		0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
样品个数 (个)		9	9	9	9	9
超标个数 (个)		0	0	0	0	0
侧壁	A2-0.5-1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	0.1
	A2-0.5-2	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	A2-0.5-3	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	A2-0.5-4	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	A2-0.5-5	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	A2-0.5-6	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	0.1
坑底	A21	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	A22	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	A23	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1

表 8.3-3 A3 基坑样品检测结果 单位：mg/kg

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
评估标准		5.5	0.55	5.5	0.55	5.5
最大值		1.1	1.1	2.2	0.05	1
最小值		0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
样品个数 (个)		6	6	6	6	6
超标个数 (个)		0	1	0	0	0
侧壁	A3-0.5-1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	A3-0.5-2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	A3-0.5-3	0.2	0.2	0.2	<0.1	0.1
	A3-0.5-4	1.1	1.1	2.2	<0.1	1
	A3-0.5-4-K	0.6	0.5	0.9	<0.1	0.4
	A3-0.5-5	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1

注：黄色填充为检测超标；-K 为一次扩挖后补采样品。

表 8.3-4 A4 基坑样品检测结果 单位：mg/kg

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
评估标准		5.5	0.55	5.5	0.55	5.5
最大值		40.8	30.9	32.4	8.3	21.8
最小值		0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
样品个数 (个)		16	16	16	16	16
超标个数 (个)		2	5	1	2	1
侧壁	A4-0.5-1	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

	A4-0.5-2	0.9	1.1	1.5	0.2	0.9
	A4-0.5-2-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	A4-0.5-3 (临东边界)	1.4	1	1.5	0.2	0.7
	A4-0.5-4	0.3	0.3	0.4	0.1	0.3
	A4-0.5-5	0.9	0.6	0.7	0.2	0.4
	A4-0.5-5-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	A4-0.5-6	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	A4-0.5-7	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
坑底	A41	6.2	4.6	4.3	1.2	3
	A41-K	0.1	0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	A42	40.8	30.9	32.4	8.3	21.8
	A42-K	0.5	0.3	0.4	<0.1	0.2
	A43	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	A44	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	A45	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1

注：黄色填充为检测超标；-K 为一次扩挖后补采样品。

表 8.3-5 A5 基坑样品检测结果 单位：mg/kg

采样位置	样品编号	锑
评估标准		20
最大值		44.4
最小值		4.1
样品个数（个）		6
超标个数（个）		1
侧壁	A5-0.5-1	4.1
	A5-0.5-2	4.7
	A5-0.5-3	44.4
	A5-0.5-3-K	15.4
	A5-0.5-4	19
	A5-0.5-5	17.4

注：黄色填充为检测超标；-K 为一次扩挖后补采样品。

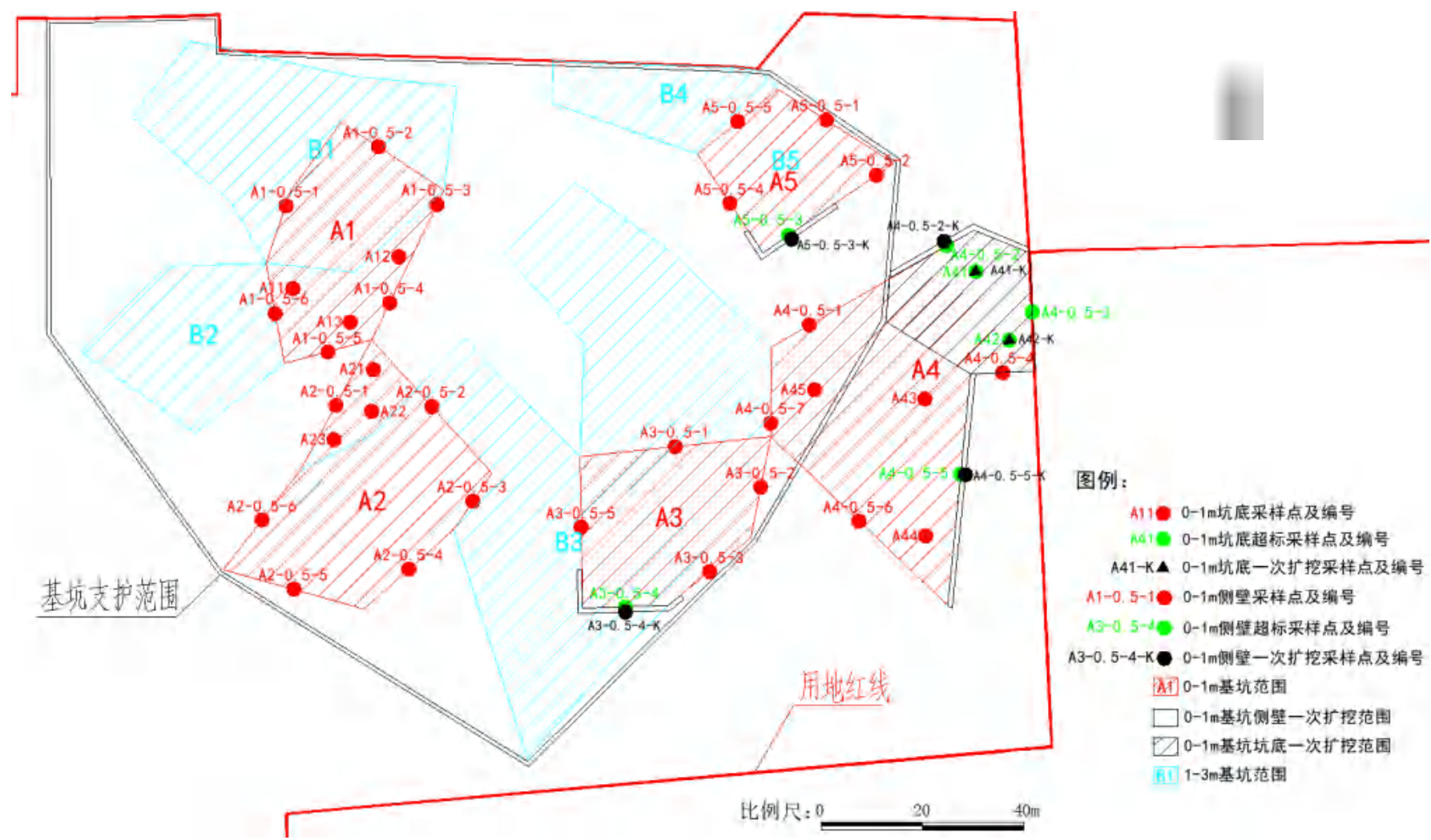


图 8.3-1 第一层（0-1m）基坑超标点位及扩挖范围示意图

（2）第二层（1-3m）基坑清挖土壤检测结果

第二层（1-3m）基坑侧壁和底部共采集样品 85 个，平行样 10 个，经多次扩挖后，除 B1-1.5-2-K 样品外，其他样品目标污染物检测浓度均低于污染修复效果评估标准。

样品检测结果及统计如表 8.3-6~表 8.3-10 所示，除平行样外所有样品均参与统计，当检测结果未检出时，其数值按检出限的一半计算，超标点位和扩挖范围见图 8.3-2。

表 8.3-6 B1 基坑样品检测结果 单位：mg/kg

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
	评估标准	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5
	最大值	14.9	9.5	20.6	2.4	7.3
	最小值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
	样品个数 (个)	17	17	17	17	17
	超标个数 (个)	2	8	2	2	1
侧壁	B1-1.5-1	0.5	0.6	0.9	<0.1	0.4
	B1-1.5-1-K	0.5	0.3	0.5	<0.1	0.2
	B1-1.5-2	1.7	1.2	2.2	0.3	0.8
	B1-1.5-2-K	0.8	0.6	0.9	0.1	0.3
	B1-1.5-3	<0.1	0.2	0.2	<0.1	0.1
	B1-1.5-4	0.8	0.8	1.7	0.1	0.6
	B1-1.5-4-K	9.6	4.1	6.4	0.9	2
	B1-1.5-4-K2	14.9	9.5	20.6	2.4	7.3
	B1-1.5-4-K3	0.6	0.7	1	0.4	0.8
	B1-1.5-4-K4	0.9	1.2	2.1	0.2	1.1
	B1-1.5-4-K5	0.3	0.2	0.4	<0.1	0.2
	B1-1.5-5	0.4	0.3	0.5	<0.1	0.2
	B1-1.5-6	0.2	0.2	0.3	<0.1	0.1
	B1-1.5-7	0.2	0.2	0.4	<0.1	0.2
坑底	B11	0.2	0.1	0.2	<0.1	0.1
	B12	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	B13	0.3	0.2	0.4	<0.1	0.1

注：黄色填充为检测超标；-K 为一次扩挖后补采样品；-K2 为二次扩挖后补采样品；-K3 为三次扩挖后补采样品；-K4 为四次扩挖后补采样品；-K5 为五次扩挖后补采样品。

表 8.3-7 B2 基坑样品检测结果 单位：mg/kg

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
	评估标准	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
 工程编号：2022 场评 015

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
最大值		0.2	0.3	0.4	0.05	0.2
最小值		0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
样品个数 (个)		5	5	5	5	5
超标个数 (个)		0	0	0	0	0
侧壁	B2-1.5-1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	B2-1.5-2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	B2-1.5-3	0.2	0.3	0.4	<0.1	0.2
	B2-1.5-4	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	B2-1.5-5	0.2	0.2	0.3	<0.1	0.1

表 8.3-8 B3 基坑样品检测结果 单位：mg/kg

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
评估标准		5.5	0.55	5.5	0.55	5.5
最大值		26.1	30.5	38.9	3.9	22.5
最小值		0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
样品个数 (个)		41	41	41	41	41
超标个数 (个)		11	15	12	13	10
侧壁	B3-1.5-1	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	B3-1.5-2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	B3-1.5-3	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	B3-1.5-4	0.3	0.3	0.4	<0.1	0.2
	B3-1.5-5	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	0.1
	B3-1.5-6	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	B3-1.5-7	0.7	0.6	1	0.1	0.5
	B3-1.5-7-K	2.1	1.7	2.7	0.3	0.9
	B3-1.5-7-K2	12.9	8.1	20.2	2.2	6.7
	B3-1.5-7-K3	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	B3-1.5-8	0.1	<0.1	0.3	<0.1	0.1
	B3-1.5-9	0.3	0.3	0.4	<0.1	0.2
	B3-1.5-10	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	B3-1.5-11	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	B3-1.5-12	0.2	0.2	0.3	<0.1	0.1
	B3-1.5-13	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	B3-1.5-14	0.2	<0.1	0.2	<0.1	<0.1
	B3-1.5-15	4.5	3.6	6.1	0.7	2.5
	B3-1.5-15-K	4.4	3.6	5.2	0.7	1.9
	B3-1.5-15-K2	26.1	30.5	38.9	3.9	22.5
	B3-1.5-15-K3	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
坑底	B31	0.3	0.3	0.4	<0.1	0.2
	B32	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
	B33	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	B34	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	B35	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	B36	17.1	16.9	20.8	2.8	8.9
	B36-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	B37	15.1	13.5	18.8	2.8	12.8
	B37-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	B38	9.4	9.1	15.3	2.2	6.7
	B38-K	12.9	10.1	17.6	2.3	9
	B38-K2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	B39	13.8	14.9	21.2	2.9	9.4
	B39-K	19.4	16.4	21.1	2.7	9.3
	B39-K2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	B310	6.1	6.2	7	1.5	4.7
	B310-K	10.1	10	14.1	2	8.7
	B310-K2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	B311	9.7	9.3	10.5	2.3	7.1
	B311-K	<0.1	0.1	<0.2	<0.1	<0.1

注：黄色填充为检测超标；-K 为一次扩挖后补采样品；-K2 为二次扩挖后补采样品；-K3 为三次扩挖后补采样品。

表 8.3-9 B4 基坑样品检测结果 单位：mg/kg

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘	锑
评估标准		5.5	0.55	5.5	0.55	5.5	20
最大值		3.6	2.5	3.6	0.5	1.3	7.7
最小值		0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.3
样品个数（个）		5	5	5	5	5	5
超标个数（个）		0	2	0	0	0	0
侧壁	B4-1.5-1	0.5	0.6	0.7	<0.1	0.3	0.8
	B4-1.5-1-K	3.6	2.5	3.6	0.5	1.3	7.7
	B4-1.5-1-K2	0.2	0.1	<0.2	<0.1	0.1	0.5
	B4-1.5-2	0.2	0.2	0.3	<0.1	0.1	1.4
	B4-1.5-3	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.3

注：黄色填充为检测超标；-K 为一次扩挖后补采样品；-K2 为二次扩挖后补采样品。

表 8.3-10 B5 基坑样品检测结果 单位：mg/kg

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘	锑
评估标准		5.5	0.55	5.5	0.55	5.5	20
最大值		0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	19.3

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘	锑
最小值		0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.5
样品个数 (个)		7	7	7	7	7	7
超标个数 (个)		0	0	0	0	0	0
侧壁	B5-1.5-1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.5
	B5-1.5-2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	19.3
	B5-1.5-3	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	16.9
	B5-1.5-4	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	14
坑底	B51	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	10.6
	B52	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	14.1
	B53	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	12

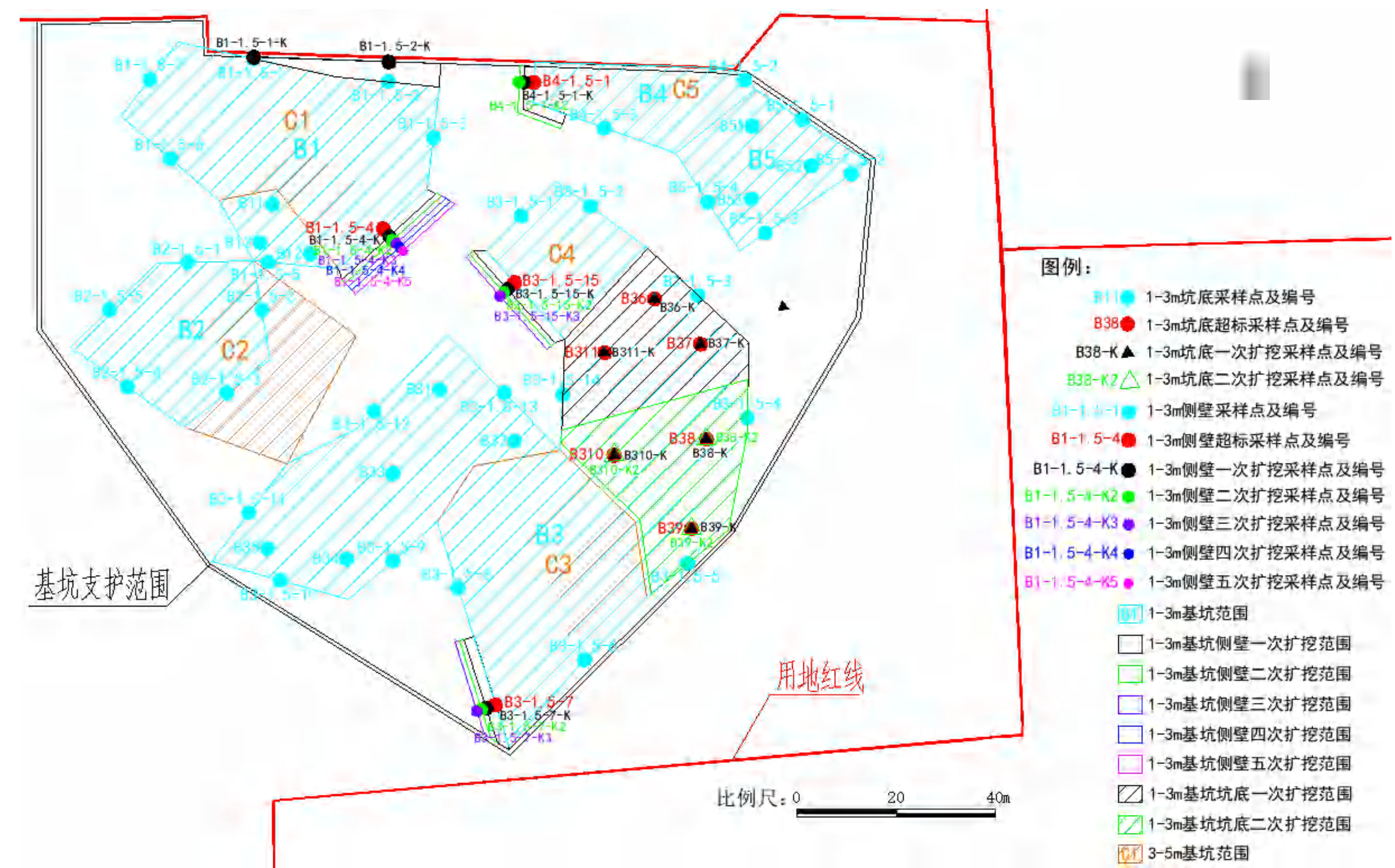


图 8.3-2 第二层（1-3m）基坑超标点位及扩挖范围示意图

（3）第三层（3-5m）基坑清挖土壤检测结果

第三层（3-5m）基坑侧壁和底部共采集样品 127 个，平行样 13 个，经多次扩挖后，除 C3-3.0-2、C3-3.0-3 样品外，其他样品目标污染物检测浓度均低于污染修复效果评估标准。由于 B3 基坑底部第一次扩挖时已经将下层 C3 基坑 3.0m 处土壤全部作为污染土清挖外运，因此 C3-3.0-2、C3-3.0-3 无法补采扩挖样品。

样品检测结果及统计如表 8.3-11~表 8.3-15 所示，除平行样外所有样品均参与统计，当检测结果未检出时，其数值按检出限的一半计算，超标点位和扩挖范围见图 8.3-3。

表 8.3-11 C1 基坑样品检测结果 单位：mg/kg

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
	评估标准	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5
	最大值	16	9.7	22.2	2.4	7.5
	最小值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
	样品个数 (个)	29	29	29	29	29
	超标个数 (个)	4	12	3	5	1
侧壁	C1-3.0-1	0.4	0.2	0.4	<0.1	0.1
	C1-3.0-2	0.6	0.5	0.7	<0.1	0.3
	C1-3.0-3	0.1	0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C1-3.0-4	6.8	3.9	6	0.8	1.9
	C1-3.0-4-K	16	9.7	22.2	2.4	7.5
	C1-3.0-4-K2	0.4	0.4	0.5	0.3	0.5
	C1-3.0-5	5.3	3.5	5.3	0.8	1.8
	C1-3.0-5-K	0.5	0.3	0.4	<0.1	0.3
	C1-3.0-6	1.6	1.1	1.7	0.2	0.6
	C1-3.0-6-K	0.6	0.5	0.6	0.1	0.4
	C1-3.0-7	0.6	0.4	0.5	<0.1	0.2
	C1-4.5-1	0.7	0.5	0.9	0.1	0.4
	C1-4.5-2	0.6	0.4	0.6	<0.1	0.2
	C1-4.5-3	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C1-4.5-4	1.3	0.9	1.6	0.2	0.6
	C1-4.5-4-K	8.4	6.5	8.8	1.7	5.2
	C1-4.5-4-K2	0.2	0.3	0.4	0.3	0.5
	C1-4.5-5	3.4	2.2	3.7	0.4	1.1
	C1-4.5-5-K	2.9	2.1	3	0.7	1.8
	C1-4.5-5-K2	<0.1	0.1	<0.2	<0.1	0.1
	C1-4.5-6	3.7	1.1	4	0.3	0.7
	C1-4.5-6-K	0.7	0.6	0.7	0.2	0.5
	C1-4.5-6-K2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
	C1-4.5-7	0.2	0.1	<0.2	<0.1	<0.1
坑底	C11	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C12	5.6	3	4.5	0.4	1.3
	C12-K	0.1	0.2	<0.2	<0.1	0.1
	C13	4	2.5	3.9	0.4	1.1
	C13-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1

注：黄色填充为检测超标；-K 为一次扩挖后补采样品；-K2 为二次扩挖后补采样品。

表 8.3-12 C2 基坑样品检测结果 单位：mg/kg

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
评估标准		5.5	0.55	5.5	0.55	5.5
最大值		21.6	25.6	33.4	3.1	9.2
最小值		0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
样品个数（个）		22	22	22	22	22
超标个数（个）		2	7	2	2	2
侧壁	C2-3.0-1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C2-3.0-2	3.2	2.1	3.2	0.3	1
	C2-3.0-2-K	21.6	25.6	33.4	3.1	9.2
	C2-3.0-2-K2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C2-3.0-3	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C2-3.0-4	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C2-3.0-5	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C2-3.0-6	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C2-4.5-1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C2-4.5-2	5.3	3.5	4.6	0.5	1.5
	C2-4.5-2-K	9.7	8.1	10.4	2.1	6.5
	C2-4.5-2-K2	0.6	0.5	0.7	<0.1	0.4
	C2-4.5-3	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C2-4.5-4	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C2-4.5-5	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C2-4.5-6	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
坑底	C21	2.5	1.8	3.1	0.3	1.1
	C21-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C22	2.5	1.8	2.7	0.3	0.9
	C22-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C23	3.8	2.6	4	0.5	1.5
	C23-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1

注：黄色填充为检测超标；-K 为一次扩挖后补采样品；-K2 为二次扩挖后补采样品。

表 8.3-13 C3 基坑样品检测结果 单位：mg/kg

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
	评估标准	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5
	最大值	18.5	20.2	24.6	3.8	19.4
	最小值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
	样品个数 (个)	22	22	22	22	22
	超标个数 (个)	3	5	3	4	3
侧壁	C3-3.0-1	0.2	0.2	0.2	<0.1	0.2
	C3-3.0-2	14.7	13.9	20	2.8	9.1
	C3-3.0-3	2.9	2.8	3.6	0.8	2.3
	C3-3.0-4	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C3-3.0-5	0.2	0.2	0.3	<0.1	0.2
	C3-3.0-6	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C3-3.0-7	0.3	0.1	0.4	<0.1	0.4
	C3-4.5-1	0.4	0.1	0.5	<0.1	0.5
	C3-4.5-2	13.2	10.1	16.7	2.6	8.3
	C3-4.5-2-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C3-4.5-3	1	0.9	1.2	0.4	1
	C3-4.5-3-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C3-4.5-4	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C3-4.5-5	0.2	0.2	0.3	<0.1	0.2
	C3-4.5-6	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C3-4.5-7	0.4	0.1	0.5	<0.1	0.5
坑底	C31	0.3	0.2	0.5	<0.1	0.5
	C32	18.5	20.2	24.6	3.8	19.4
	C32-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C33	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C34	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C35	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1

注：黄色填充为检测超标；-K 为一次扩挖后补采样品。

表 8.3-14 C4 基坑样品检测结果 单位：mg/kg

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
	评估标准	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5
	最大值	18.2	20.8	29.8	2.9	10.5
	最小值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
	样品个数 (个)	23	23	23	23	23
	超标个数 (个)	3	10	6	5	3
侧壁	C4-3.0-1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C4-3.0-2	0.6	0.6	0.9	0.1	0.5

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
	C4-3.0-2-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C4-3.0-3	0.3	0.4	0.6	<0.1	0.3
	C4-3.0-4	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C4-3.0-5	12.8	12.5	16.1	2.9	10.5
	C4-3.0-5-K	4.7	4	6.2	0.7	2.8
	C4-3.0-5-K2	0.9	0.7	0.7	<0.1	0.5
	C4-3.0-5-K3	1.4	1.1	1.6	0.2	0.8
	C4-3.0-5-K4	<0.1	<0.1	0.4	<0.1	0.2
	C4-4.5-1	0.3	0.3	0.3	<0.1	0.2
	C4-4.5-2	0.7	0.9	1.5	0.2	0.9
	C4-4.5-2-K	0.9	0.9	14.2	0.2	0.7
	C4-4.5-2-K2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C4-4.5-3	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C4-4.5-4	0.1	0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C4-4.5-5	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
坑底	C41	6.7	6.7	9	1.6	5.8
	C41-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C42	5.2	5.5	9.3	1	4.9
	C42-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C43	18.2	20.8	29.8	2.1	10.2
	C43-K	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1

注：黄色填充为检测超标；-K 为一次扩挖后补采样品；-K2 为二次扩挖后补采样品；-K3 为三次扩挖后补采样品；-K4 为四次扩挖后补采样品。

表 8.3-15 C5 基坑样品检测结果 单位：mg/kg

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
评估标准		5.5	0.55	5.5	0.55	5.5
最大值		22.5	24.2	28.1	4.2	17.9
最小值		0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
样品个数（个）		18	18	18	18	18
超标个数（个）		1	7	1	2	1
侧壁	C5-3.0-1	0.8	0.6	1.1	<0.1	0.8
	C5-3.0-1-K	0.8	0.7	1	0.1	0.6
	C5-3.0-1-K2	0.4	0.3	0.6	<0.1	0.3
	C5-3.0-2	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C5-3.0-3	0.2	0.1	0.2	<0.1	0.1
	C5-3.0-4	0.7	0.5	0.8	<0.1	0.7
	C5-4.5-1	1.9	1.3	2.1	<0.1	1.2
	C5-4.5-1-K	0.2	0.3	0.4	<0.1	0.2

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
	C5-4.5-2	1.7	1.5	2.2	0.5	1.3
	C5-4.5-2-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C5-4.5-3	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	0.1
	C5-4.5-4	22.5	24.2	28.1	4.2	17.9
	C5-4.5-4-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
坑底	C51	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C52	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	C53	3.1	2.9	3.0	0.8	2.2
	C53-K	1.3	1.3	2.4	0.4	1.1
	C53-K2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1

注：黄色填充为检测超标；-K 为一次扩挖后补采样品；-K2 为二次扩挖后补采样品。

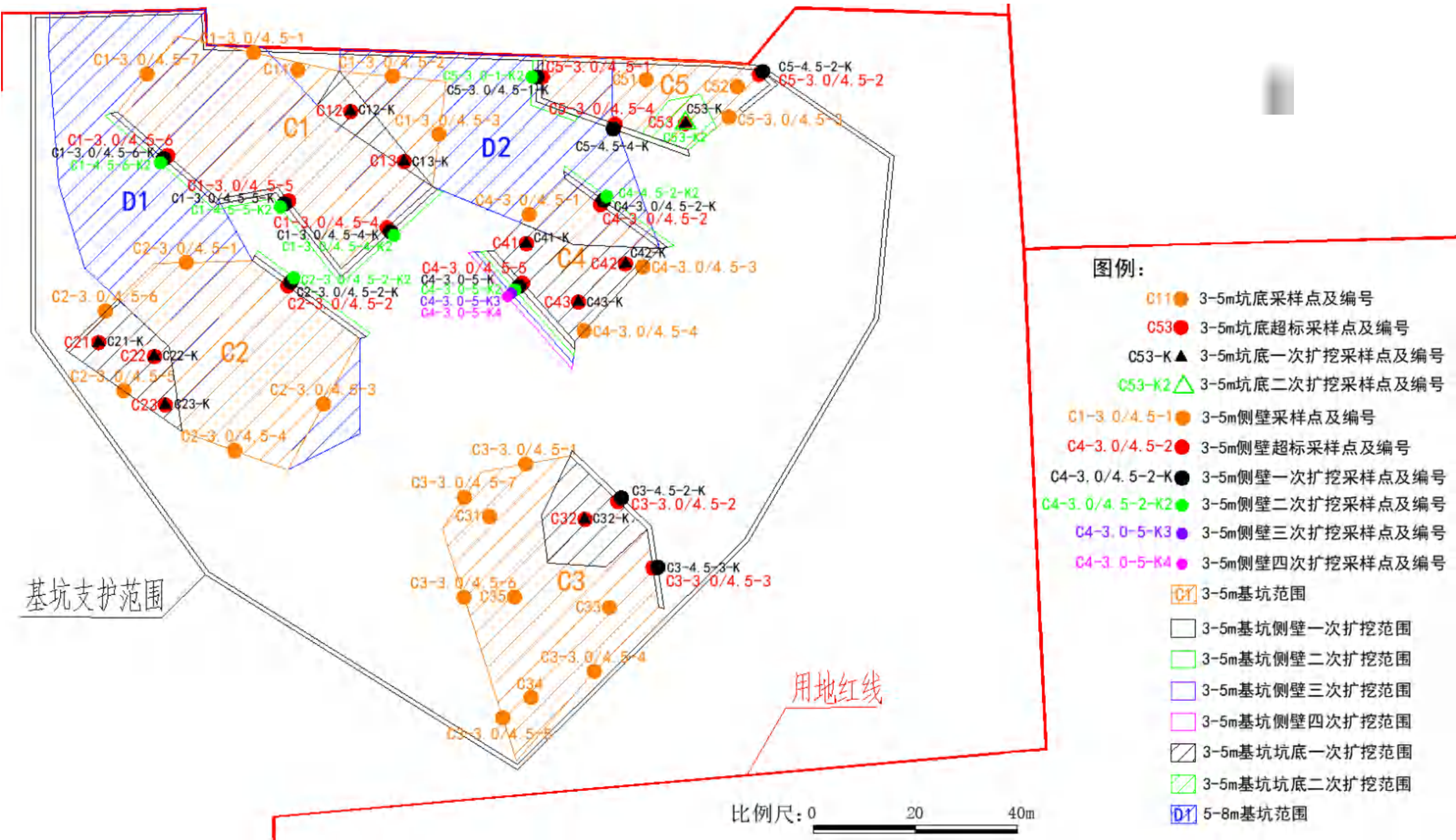


图 8.3-3 第三层（3-5m）基坑超标点位及扩挖范围示意图

（4）第四层（5-8m）基坑清挖土壤检测结果

第四层（5-8m）基坑侧壁和底部共采集样品 50 个，平行样 4 个，经多次扩挖后，所有样品目标污染物检测浓度均低于污染修复效果评估标准。

样品检测结果及统计如表 8.3-16~表 8.3-17 所示，除平行样外所有样品均参与统计，当检测结果未检出时，其数值按检出限的一半计算，超标点位和扩挖范围见图 8.3-4。

表 8.3-16 D1 基坑样品检测结果 单位：mg/kg

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
	评估标准	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5
	最大值	4.9	4	6.4	0.7	2.8
	最小值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
	样品个数 (个)	30	30	30	30	30
	超标个数 (个)	0	6	1	1	0
侧壁	D1-6.0-1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	D1-6.0-2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	D1-6.0-3	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	D1-6.0-4	0.2	0.1	0.3	<0.1	<0.1
	D1-6.0-5	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	D1-6.0-6	0.5	0.4	0.7	<0.1	0.4
	D1-6.0-7	0.3	0.3	0.4	<0.1	0.2
	D1-6.0-8	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	D1-6.0-9	0.6	0.6	1	<0.1	0.4
	D1-6.0-9-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	D1-7.5-1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	D1-7.5-2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	D1-7.5-3	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	D1-7.5-4	0.7	0.6	1.3	0.1	0.5
	D1-7.5-4-K	0.3	0.3	0.5	<0.1	0.4
	D1-7.5-5	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	D1-7.5-6	0.6	0.4	0.8	<0.1	0.3
	D1-7.5-7	0.6	0.6	0.9	<0.1	0.4
	D1-7.5-7-K	2.5	2.1	2.3	0.5	2
	D1-7.5-7-K2	0.8	0.7	1.1	0.2	0.6
	D1-7.5-7-K3	0.2	0.3	0.5	<0.1	0.4
	D1-7.5-8	0.2	0.2	0.3	<0.1	0.1
	D1-7.5-9	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
坑底	D11	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	D12	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	D13	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
	D14	0.3	0.2	0.3	<0.1	0.2
	D15	4.9	4	6.4	0.7	2.8
	D15-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	D16	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1

注：黄色填充为检测超标；-K 为一次扩挖后补采样品；-K2 为二次扩挖后补采样品；-K3 为三次扩挖后补采样品。

表 8.3-17 D2 基坑样品检测结果 单位：mg/kg

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
	评估标准	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5
	最大值	0.6	0.7	1.1	0.6	0.1
	最小值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
	样品个数(个)	16	16	16	16	16
	超标个数(个)	0	1	0	1	0
侧壁	D2-6.0-1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	D2-6.0-2	0.2	0.2	0.3	0.2	<0.1
	D2-6.0-3	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	D2-6.0-4	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	D2-6.0-5	0.2	0.1	0.2	0.1	<0.1
	D2-6.0-6	0.3	0.3	0.5	0.2	<0.1
	D2-7.5-1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	D2-7.5-2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	D2-7.5-3	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	D2-7.5-4	0.3	0.3	0.4	0.2	<0.1
	D2-7.5-5	0.6	0.7	1.1	0.6	0.1
	D2-7.5-5-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	D2-7.5-6	0.4	0.4	0.6	0.3	<0.1
坑底	D21	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	D22	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	D23	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1

注：黄色填充为检测超标；-K 为一次扩挖后补采样品。

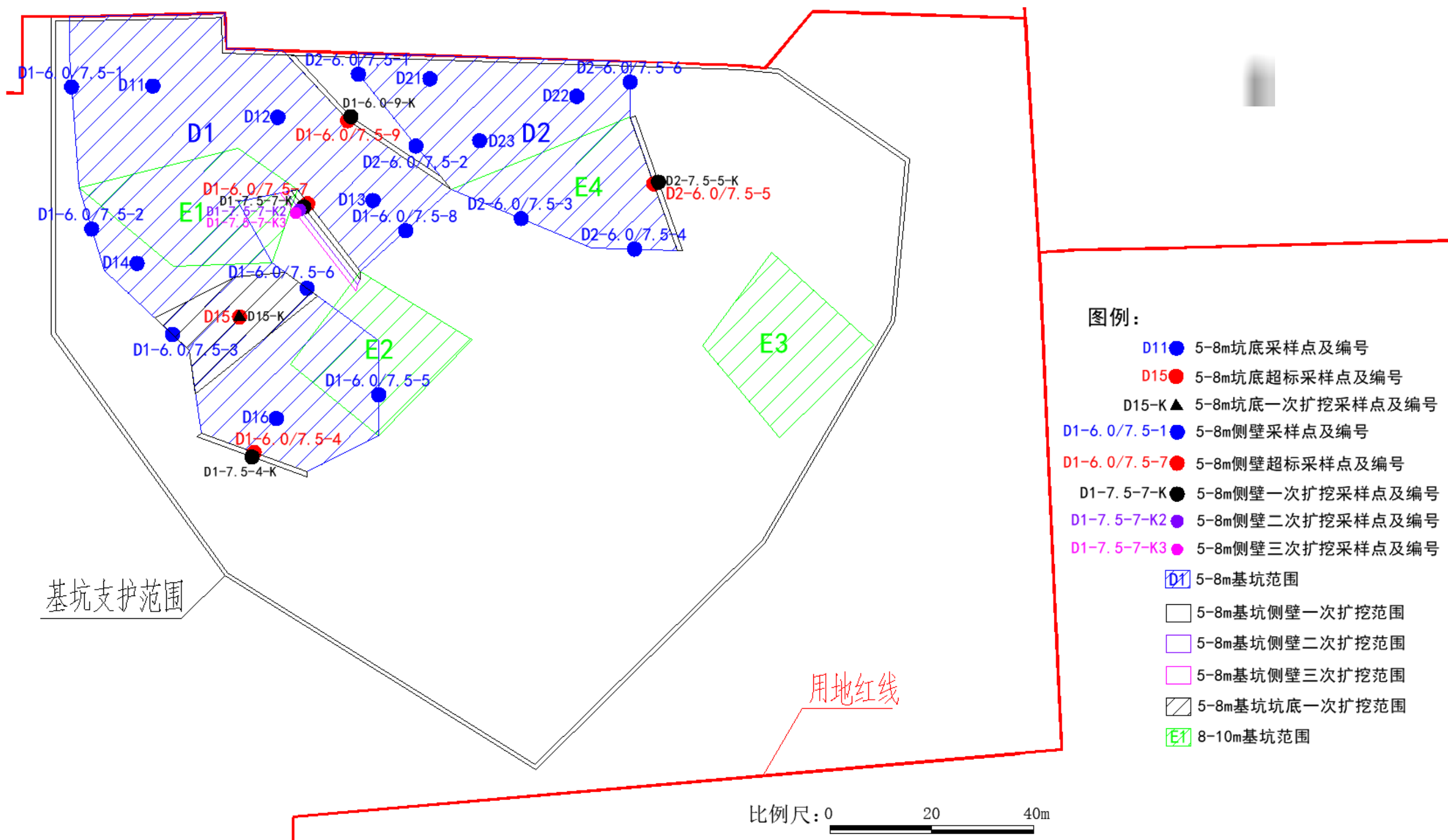


图 8.3-4 第四层（5-8m）基坑超标点位及扩挖范围示意图

（5）第五层（8-10m）基坑清挖土壤检测结果

第一层（0-1m）基坑侧壁和底部共采集样品 37 个，平行样 4 个，经扩挖后，所有样品目标污染物检测浓度均低于污染修复效果评估标准。

样品检测结果及统计如表 8.3-18~表 8.3-21 所示，除平行样外所有样品均参与统计，当检测结果未检出时，其数值按检出限的一半计算，超标点位和扩挖范围见图 8.3-5。

表 8.3-18 E1 基坑样品检测结果 单位：mg/kg

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
	评估标准	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5
	最大值	0.9	0.7	0.9	0.1	0.5
	最小值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
	样品个数（个）	9	9	9	9	9
	超标个数（个）	0	1	0	0	0
侧壁	E1-9.0-1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	E1-9.0-2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	E1-9.0-3	0.9	0.7	0.9	0.1	0.5
	E1-9.0-3-K	0.3	0.2	0.4	<0.1	0.2
	E1-9.0-4	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	E1-9.0-5	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
坑底	E11	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	E12	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	E13	0.3	0.2	0.4	<0.1	0.2

注：黄色填充为检测超标；-K 为一次扩挖后补采样品。

表 8.3-19 E2 基坑样品检测结果 单位：mg/kg

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
	评估标准	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5
	最大值	0.1	0.1	0.1	0.05	0.1
	最小值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
	样品个数（个）	8	8	8	8	8
	超标个数（个）	0	0	0	0	0
侧壁	E2-9.0-1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	E2-9.0-2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	E2-9.0-3	0.1	0.1	<0.2	<0.1	0.1
	E2-9.0-4	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	E2-9.0-5	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
坑底	E21	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	E22	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
	E23	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1

表 8.3-20 E3 基坑样品检测结果 单位：mg/kg

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
	评估标准	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5
	最大值	0.2	0.2	0.3	0.2	0.05
	最小值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
	样品个数 (个)	8	8	8	8	8
	超标个数 (个)	0	0	0	0	0
侧壁	E3-9.0-1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	E3-9.0-2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	E3-9.0-3	0.2	0.2	0.3	0.2	<0.1
	E3-9.0-4	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	E3-9.0-5	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
坑底	E31	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	E32	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	E33	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1

表 8.3-21 E4 基坑样品检测结果 单位：mg/kg

采样位置	样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
	评估标准	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5
	最大值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
	最小值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
	样品个数 (个)	8	8	8	8	8
	超标个数 (个)	0	0	0	0	0
侧壁	E4-9.0-1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	E4-9.0-2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	E4-9.0-3	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	E4-9.0-4	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	E4-9.0-5	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
坑底	E41	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	E42	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
	E43	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1

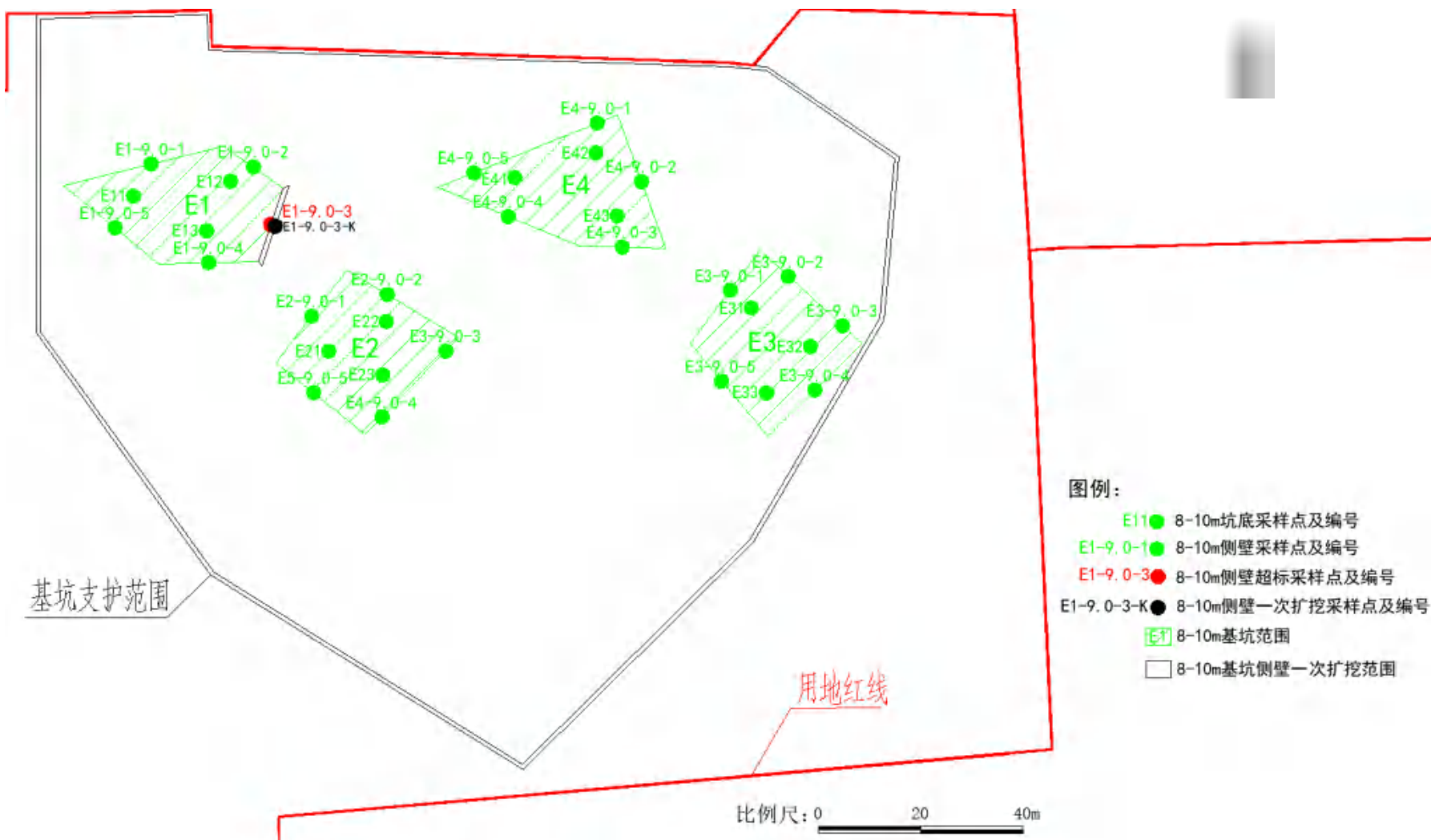


图 8.3-5 第五层（8-10m）基坑超标点位及扩挖范围示意图

(5) 基坑清挖检测结果分析

本次第一层~第五层基坑侧壁和底部共采集土壤样品 314 个，其中 81 个样品存在目标污染物超标现象。

根据各层基坑目标污染物浓度分布情况，多环芳烃超标点位主要集中在第二层和第三层基坑中，苯并(a)蒽、苯并(a)芘和二苯并(a,h)蒽浓度最大值出现在第一层基坑中，苯并(b)荧蒽、茚并(1,2,3-cd)芘浓度最大值出现在第二层基坑中，镉仅在第一层基坑中 1 个侧壁点位存在超标现象，多环芳烃和镉超标点位均位于填土层中，判断其超标原因为填土分布不均质导致。

各污染物检测结果散点图见图 8.3-6~图 8.3-11。

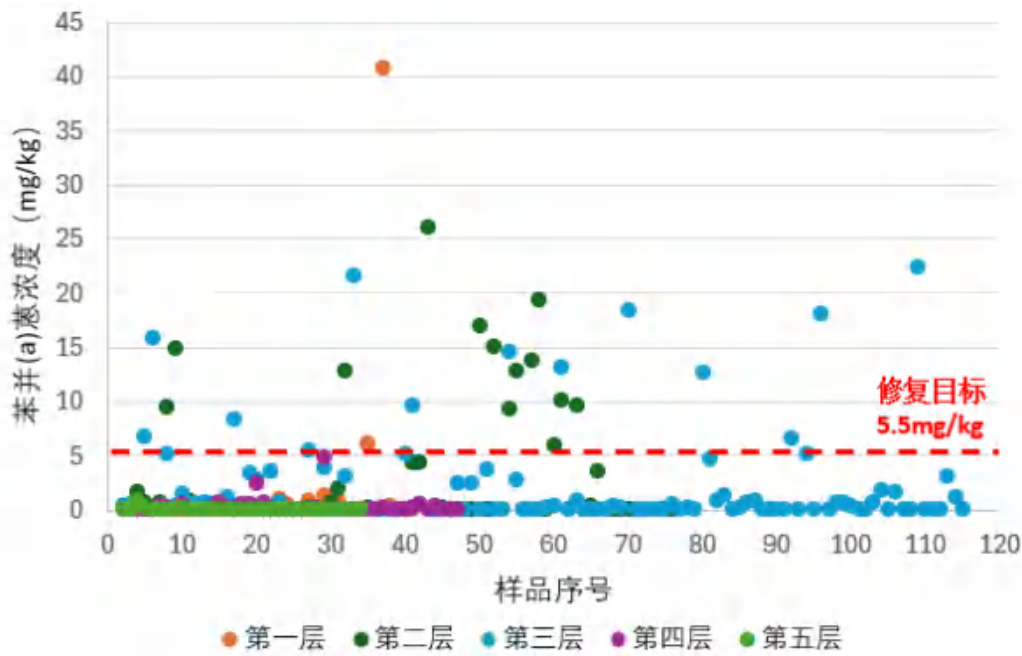


图 8.3-6 基坑侧壁及坑底苯并(a)蒽检测结果散点图

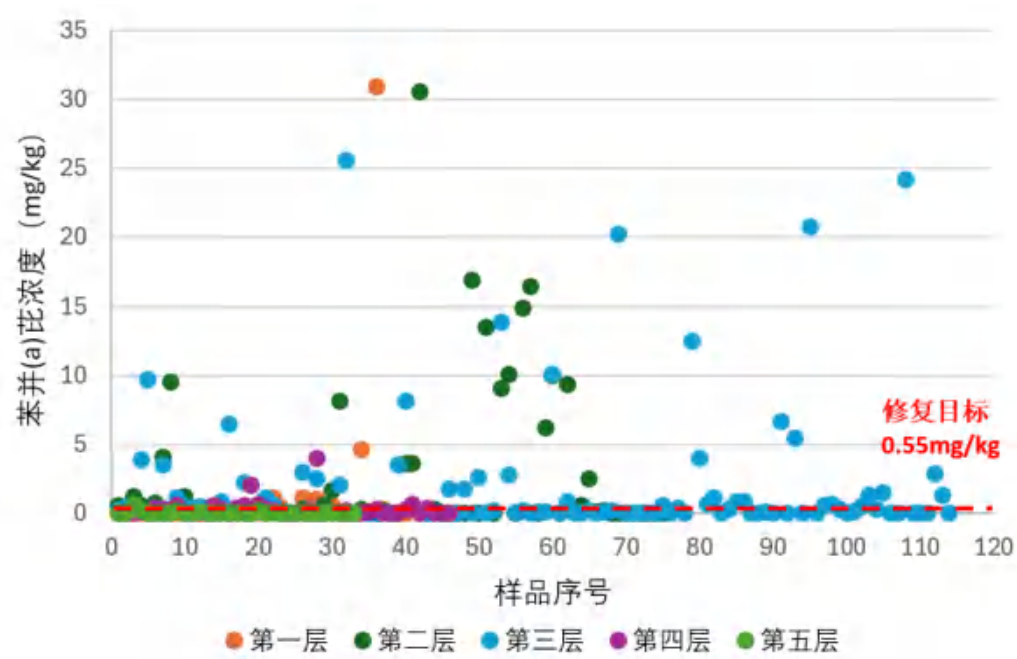


图 8.3-7 基坑侧壁及坑底苯并(a)芘检测结果散点图

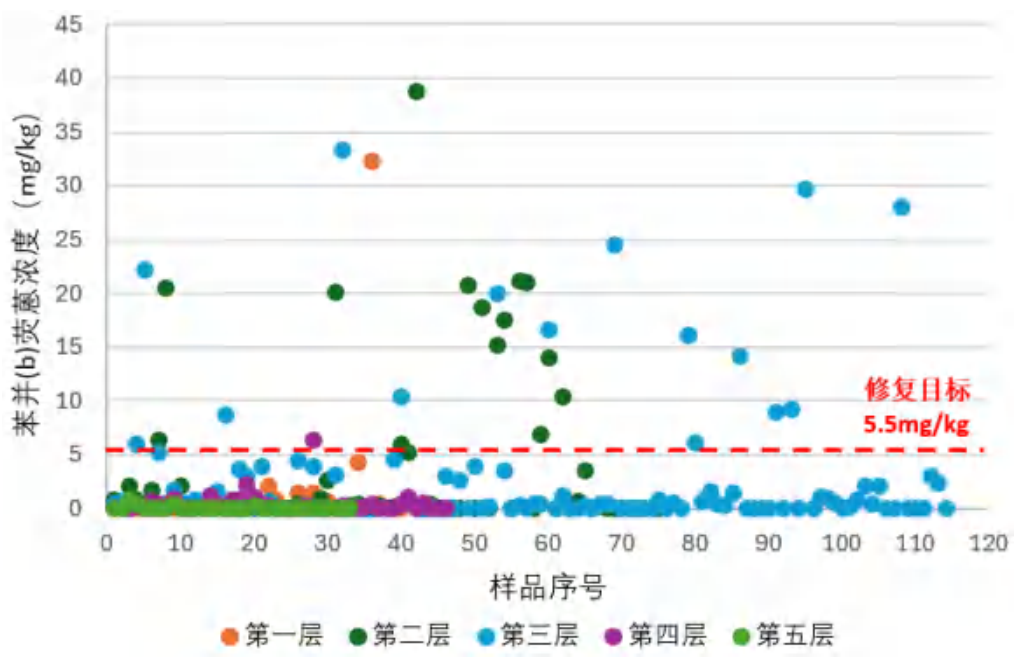


图 8.3-8 基坑侧壁及坑底苯并(b)荧蒽检测结果散点图

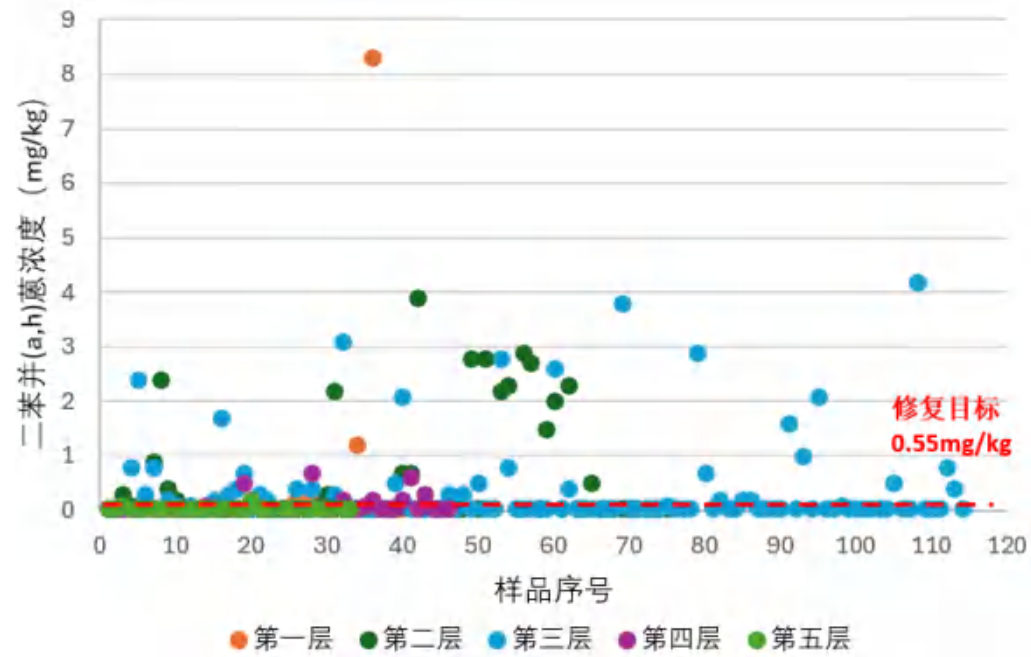


图 8.3-9 基坑侧壁及坑底二苯并(a,h)蒽检测结果散点图

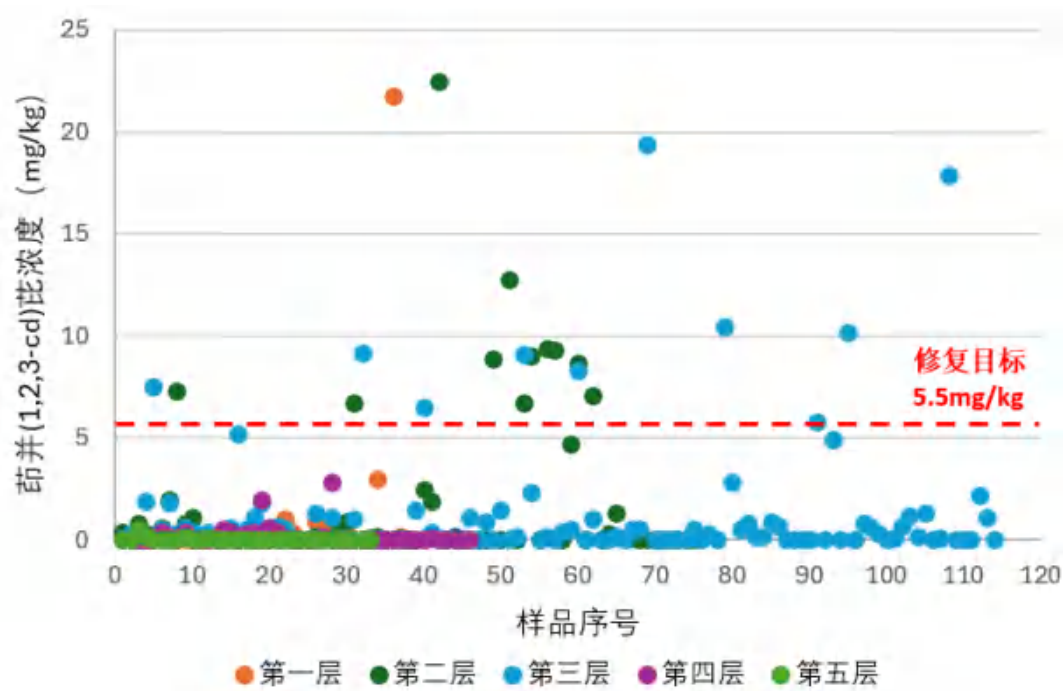


图 8.3-10 基坑侧壁及坑底茚并(1,2,3-cd)芘检测结果散点图

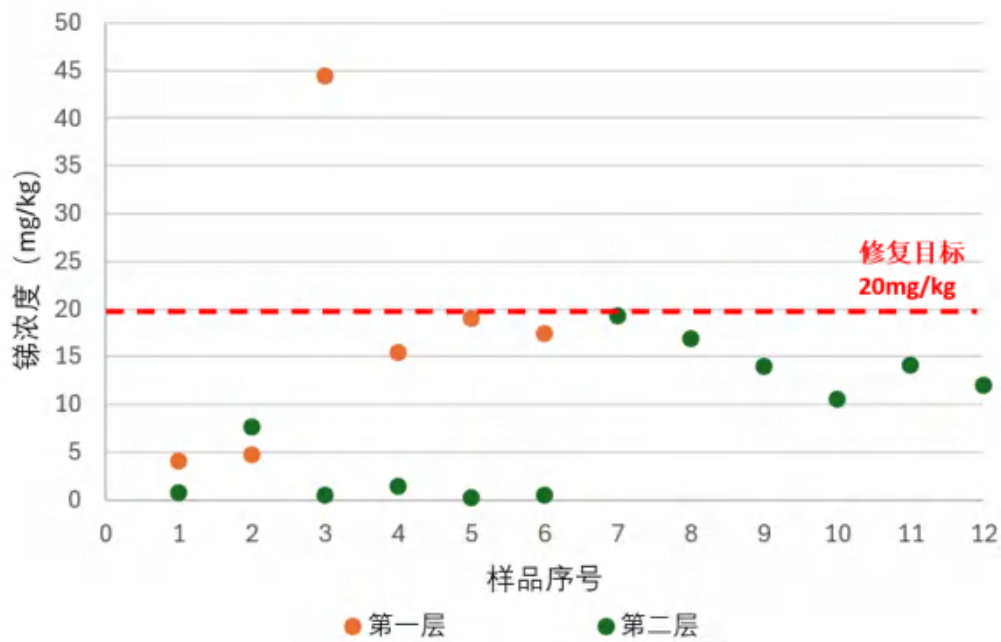


图 8.3-11 基坑侧壁及坑底锑检测结果散点图

8.3.2 清洁土检测结果分析

对堆放于场地西南部清洁土待检区的各个基坑产生的表层剥离土、夹层土、放坡土等进行修复效果采样工作，共采集土壤样品 140 个（含平行样 14 个），监测因子为苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒹、二苯并(a,h)蒹、茚并(1,2,3-cd)芘及锑。

（1）清洁土检测结果

清洁土样品中 A-Q14、B-Q10、B-Q11、B-Q15、B-Q17、B-Q18、B-Q20~B-Q24、B-Q26、D-Q1、D-Q4、D-Q15、D-Q21~D-Q23、D-Q25、D-Q26、D-Q28 存在目标污染物超标现象，其他清洁土样品目标污染物检测浓度均低于污染修复效果评估标准，满足效果评估要求。

样品检测结果及统计如表 8.3-22~表 8.3-25 所示，除平行样外所有样品均参与统计，当检测结果未检出时，其数值按检出限的一半计算，超标点位和代表范围见图 8.3-12。

表 8.3-22 第一层（0-1m）清洁土样品检测结果 单位：mg/kg

样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘	锑
评估标准	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5	20
最大值	0.6	0.5	1	0.1	0.4	22.1
最小值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.5

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘	锑
样品个数(个)	27	27	27	27	27	27
超标个数(个)	0	0	0	0	0	1
A-Q1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	2.7
A-Q2	0.1	0.1	0.3	<0.1	0.1	0.8
A-Q3	0.2	0.2	0.4	<0.1	0.2	1.1
A-Q4	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.5
A-Q5	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.5
A-Q6	0.2	0.2	0.3	<0.1	0.1	0.5
A-Q7	0.6	0.5	1	0.1	0.4	1.1
A-Q8	0.2	0.3	0.6	<0.1	0.3	0.6
A-Q9	0.2	0.2	0.4	<0.1	0.2	4.6
A-Q10	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	8.5
A-Q11	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	8.2
A-Q12	0.3	0.2	0.4	<0.1	0.2	2.5
A-Q13	0.4	0.3	0.6	<0.1	0.3	11.8
A-Q14	0.2	0.1	0.3	<0.1	0.1	22.1
A-Q15	0.1	0.1	0.2	<0.1	0.1	1.3
A-Q16	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.4
A-Q17	0.1	0.1	0.3	<0.1	0.1	1.3
A-Q18	0.3	0.2	0.4	<0.1	0.2	2.4
A-Q19	0.1	0.1	0.2	<0.1	0.1	1.3
A-Q20	0.3	0.3	0.5	<0.1	0.2	2.5
A-Q21	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.5
A-Q22	0.4	0.4	0.6	<0.1	0.3	19.7
A-Q23	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.4
A-Q24	<0.1	0.1	<0.2	<0.1	<0.1	16
A-Q25	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1
A-Q26	0.4	0.4	0.7	<0.1	0.3	1.3
A-Q27	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.7

注：黄色填充为检测超标。

表 8.3-23 第二层（0-1m）清洁土样品检测结果 单位：mg/kg

样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘	锑
评估标准	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5	20
最大值	9	7.4	9.4	2	6.2	50.7
最小值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.3
样品个数(个)	30	30	30	30	30	30

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘	锑
超标个数(个)	9	10	9	9	1	1
B-Q1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.4
B-Q2	0.3	0.2	0.4	<0.1	0.1	1.1
B-Q3	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1
B-Q4	0.5	0.4	0.6	<0.1	0.3	0.9
B-Q5	0.2	0.1	0.2	<0.1	<0.1	1.9
B-Q6	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.4
B-Q7	0.2	0.1	0.2	<0.1	<0.1	1.1
B-Q8	0.2	0.2	0.3	<0.1	0.1	1
B-Q9	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	2.7
B-Q10	7.7	6	8.7	1.2	3.3	2.3
B-Q11	0.7	0.7	1.1	0.2	0.4	0.6
B-Q12	0.3	0.2	0.4	<0.1	0.2	1.6
B-Q13	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.1
B-Q14	0.2	0.2	0.3	<0.1	<0.1	2.3
B-Q15	0.1	0.1	<0.2	<0.1	<0.1	50.7
B-Q16	0.6	0.5	0.7	<0.1	0.2	0.5
B-Q17	9	7	9.1	1.8	5.5	2.8
B-Q18	8.3	6.9	8.2	1.8	5.4	2.9
B-Q19	0.4	0.3	0.4	<0.1	0.3	0.9
B-Q20	6.4	5.2	7	1.4	4.2	4
B-Q21	5.6	4.5	5.8	1.2	3.5	2.6
B-Q22	8.5	7	8.2	1.7	5.3	2
B-Q23	8.2	7.1	8.6	1.8	5.5	2.9
B-Q24	8.6	7.4	9.4	2	6.2	3
B-Q25	0.2	0.2	0.2	<0.1	0.2	0.8
B-Q26	8.8	7.1	8.8	1.8	5.5	2.9
B-Q27	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.4
B-Q28	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.6
B-Q29	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.8
B-Q30	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.3

注：黄色填充为检测超标。

表 8.3-24 第三层（0-1m）清洁土样品检测结果 单位：mg/kg

样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘	锑
评估标准	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5	20
最大值	0.5	0.4	0.7	0.05	0.3	6.8
最小值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.4

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘	锑
样品个数 (个)	41	41	41	41	41	41
超标个数 (个)	0	0	0	0	0	0
C-Q1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.8
C-Q2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.9
C-Q3	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.9
C-Q4	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.1
C-Q5	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.1
C-Q6	0.4	0.4	0.4	<0.1	0.3	6.8
C-Q7	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.4
C-Q8	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	3.5
C-Q9	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	2.3
C-Q10	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.3
C-Q11	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	2.4
C-Q12	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.7
C-Q13	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.4
C-Q14	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.7
C-Q15	0.4	0.2	0.4	<0.1	0.2	0.7
C-Q16	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.4
C-Q17	0.1	0.1	<0.2	<0.1	0.1	1.7
C-Q18	<0.1	0.1	<0.2	<0.1	<0.1	2.3
C-Q19	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1
C-Q20	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.1
C-Q21	0.4	0.4	0.7	<0.1	0.3	0.8
C-Q22	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.1
C-Q23	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.2
C-Q24	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	3.2
C-Q25	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.9
C-Q26	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	3.2
C-Q27	0.2	0.1	0.2	<0.1	<0.1	0.8
C-Q28	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	2
C-Q29	0.4	0.4	0.5	<0.1	0.3	2
C-Q30	0.2	0.1	0.2	<0.1	0.1	5.3
C-Q31	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.7
C-Q32	0.3	0.3	0.5	<0.1	0.2	1.5
C-Q33	0.2	0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1
C-Q34	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.2
C-Q35	0.5	0.3	0.6	<0.1	0.3	6.2
C-Q36	0.5	0.4	0.6	<0.1	0.3	0.7
C-Q37	0.4	0.4	0.6	<0.1	0.3	0.8

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘	锑
C-Q38	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.9
C-Q39	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.4
C-Q40	0.1	0.1	<0.2	<0.1	<0.1	5.4
C-Q41	0.3	0.3	0.5	<0.1	0.2	0.6

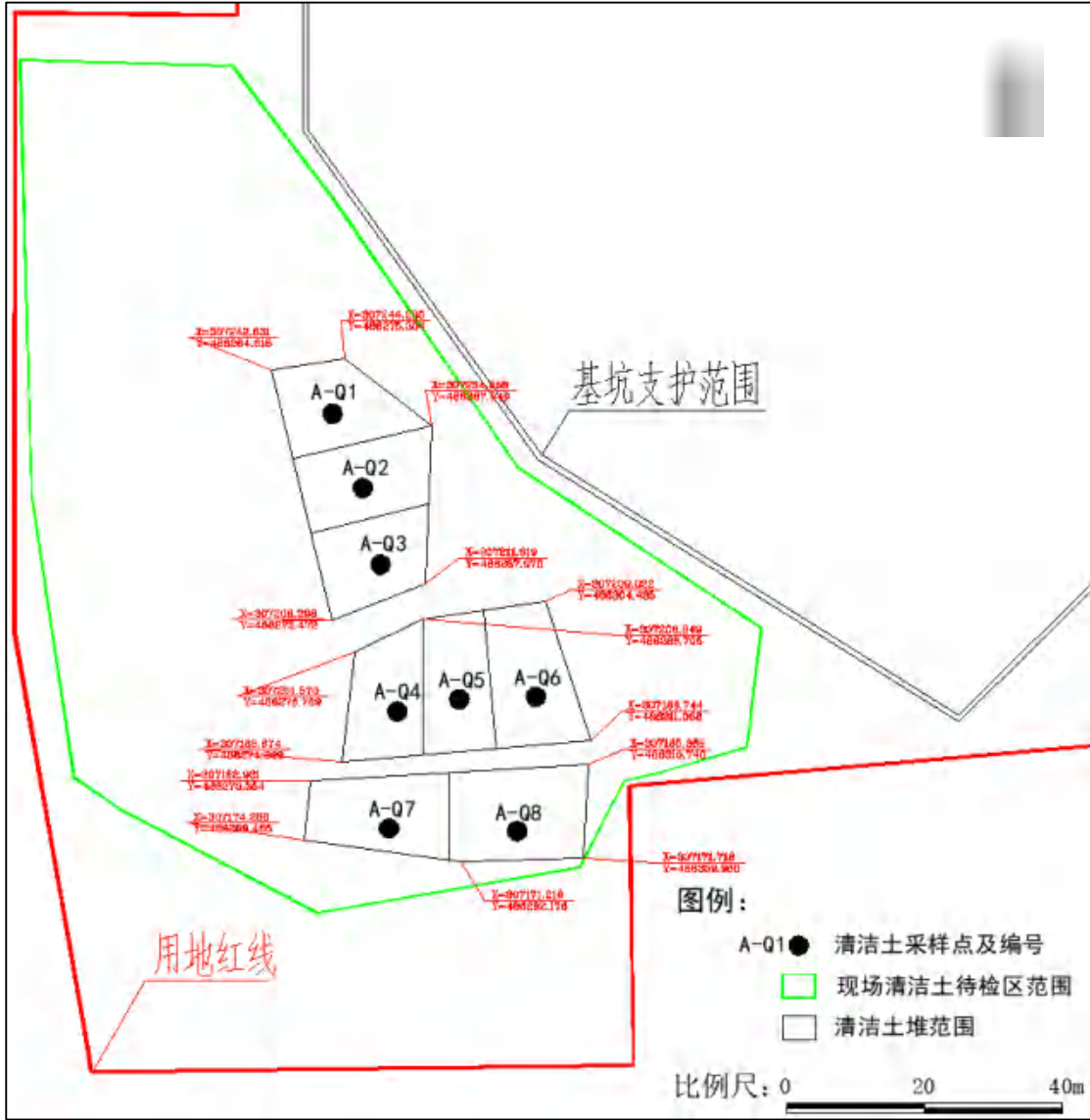
表 8.3-25 第四层（0-1m）清洁土样品检测结果 单位：mg/kg

样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
评估标准	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5
最大值	6.7	5.1	6.9	3.8	3
最小值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
样品个数 (个)	28	28	28	28	28
超标个数 (个)	1	9	2	3	0
D-Q1	5.2	5.1	5.7	3.8	0.9
D-Q2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
D-Q3	0.2	0.2	<0.2	0.1	<0.1
D-Q4	2.2	2.3	2.5	1.8	0.4
D-Q5	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
D-Q6	0.3	0.2	0.4	0.2	<0.1
D-Q7	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
D-Q8	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
D-Q9	0.1	0.1	<0.2	<0.1	0.1
D-Q10	0.2	0.2	0.3	<0.1	0.2
D-Q11	0.1	0.1	0.2	<0.1	0.1
D-Q12	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
D-Q13	0.5	0.5	0.9	0.1	0.5
D-Q14	0.4	0.4	0.6	<0.1	0.3
D-Q15	1	0.9	1.1	0.5	0.9
D-Q16	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
D-Q17	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
D-Q18	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
D-Q19	0.3	0.3	0.5	<0.1	0.2
D-Q20	0.3	0.2	0.4	<0.1	0.2
D-Q21	1.6	1.2	1.8	0.2	1
D-Q22	0.6	0.7	1.1	0.1	0.5
D-Q23	0.7	0.6	1.1	0.1	0.5
D-Q24	0.5	0.5	0.7	<0.1	0.4
D-Q25	6.7	4.6	6.9	0.9	3
D-Q26	2.9	2.4	3.7	0.5	2

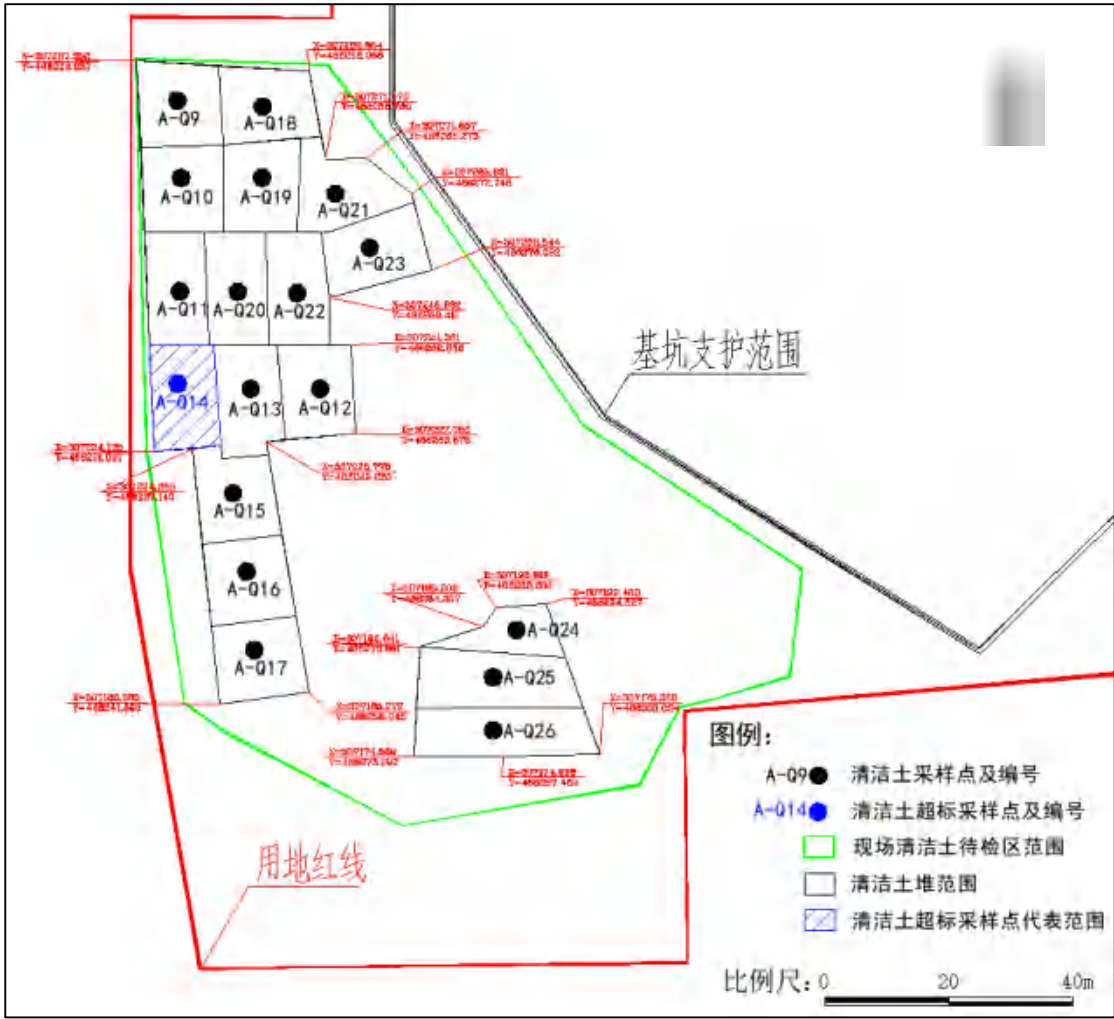
工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
D-Q27	0.3	0.3	0.4	<0.1	0.2
D-Q28	1.4	1	1.6	0.2	0.8

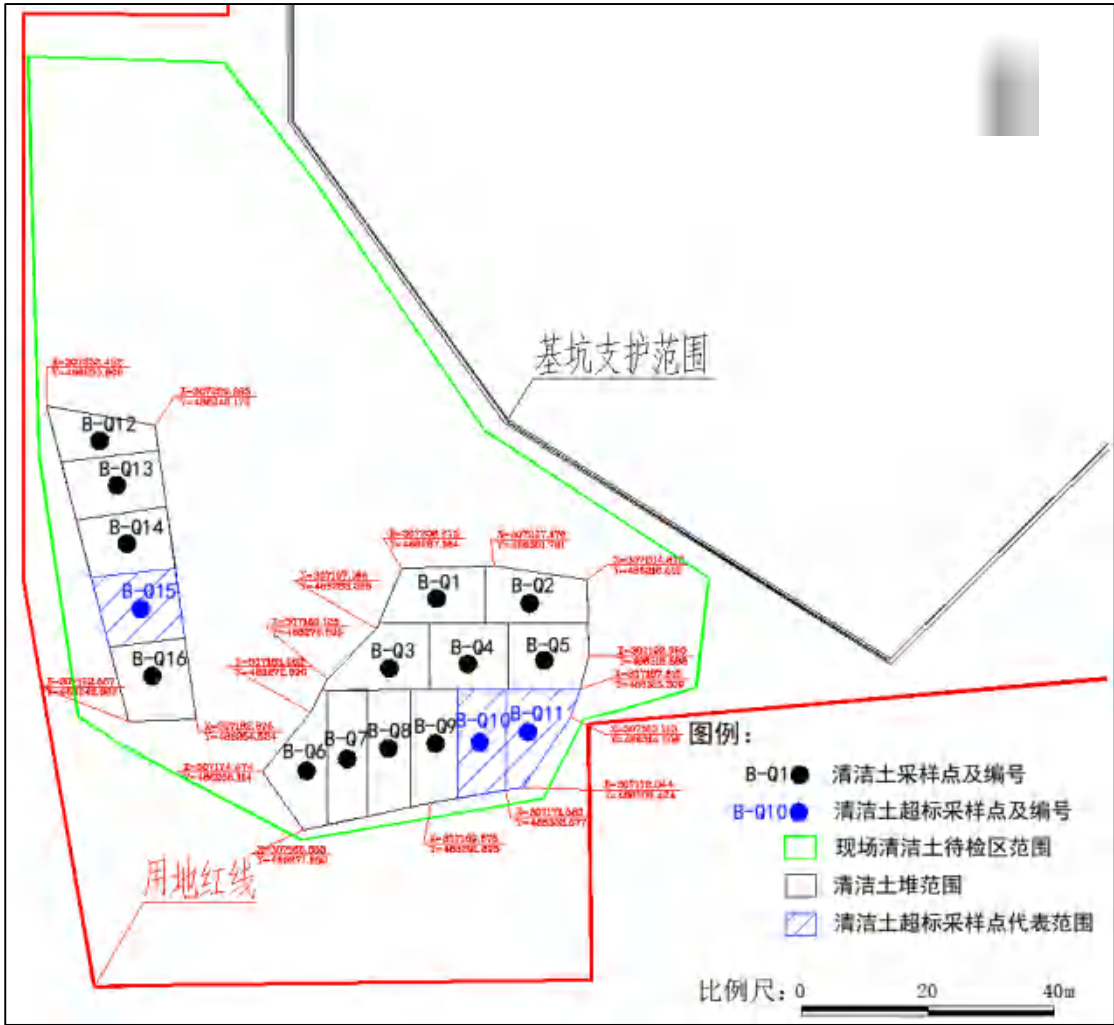
注：黄色填充为检测超标。



A-Q1~A-Q8



A-Q9~A-Q26



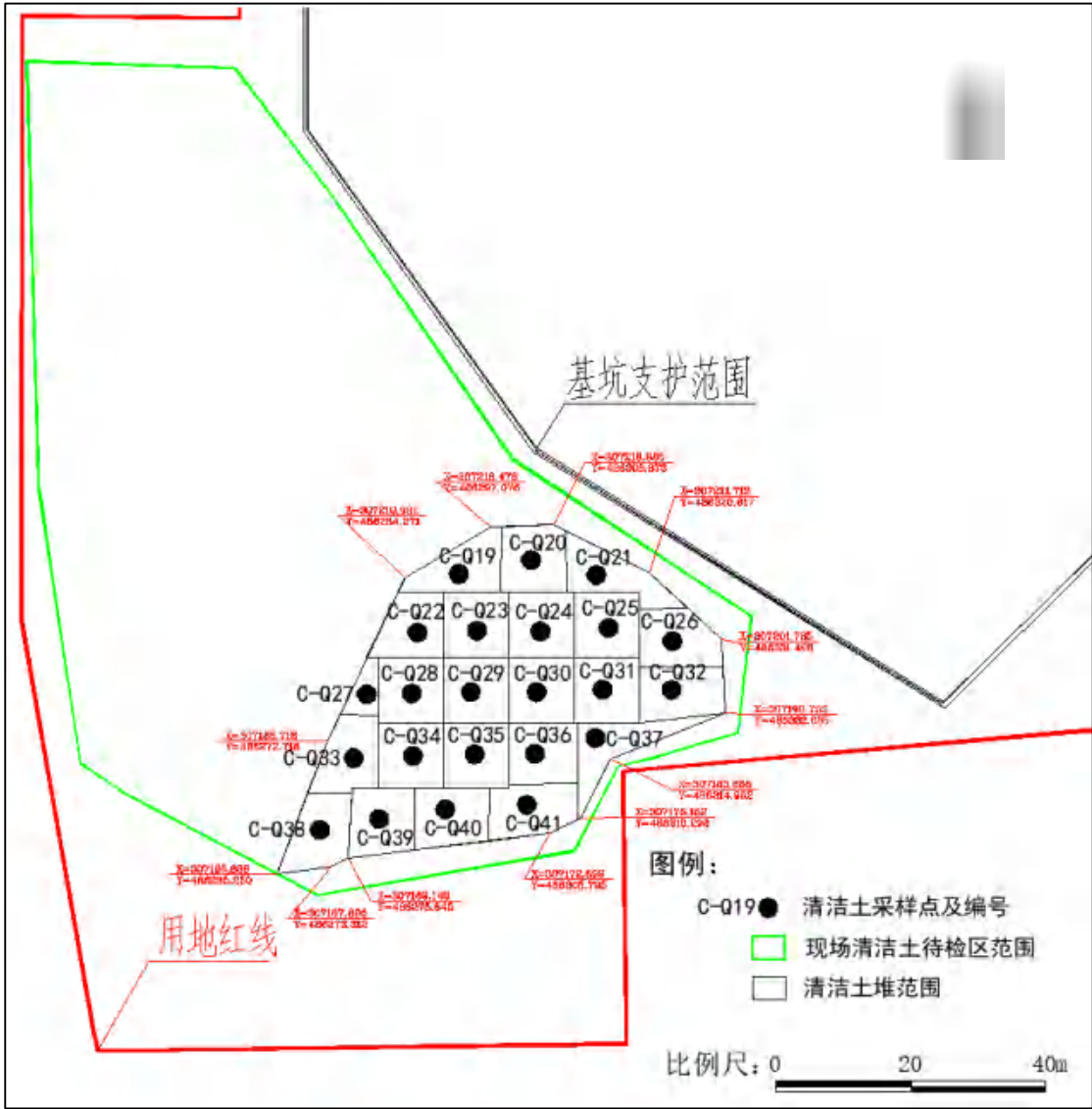
B-Q1~ B-Q16



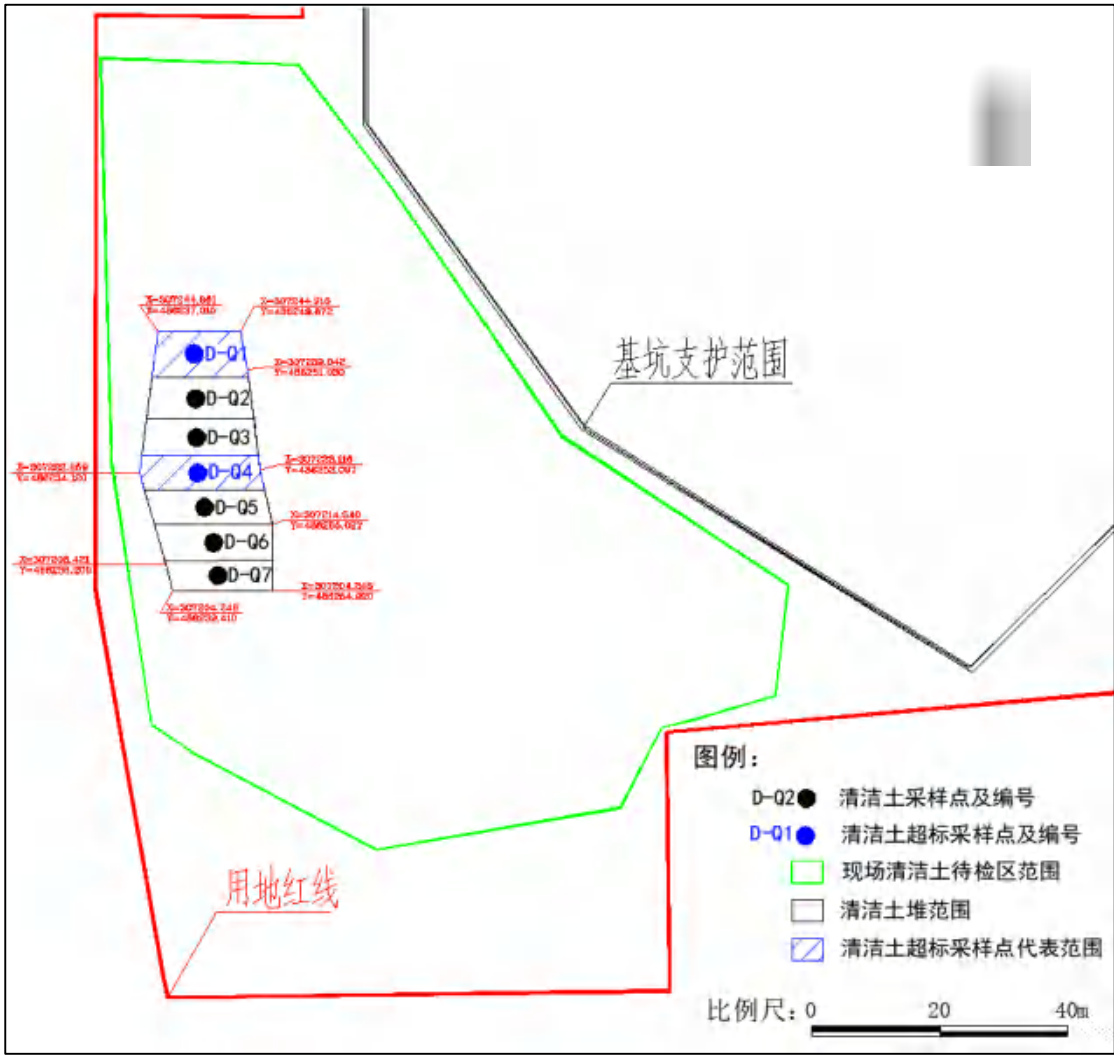
B-Q17~ B-Q26



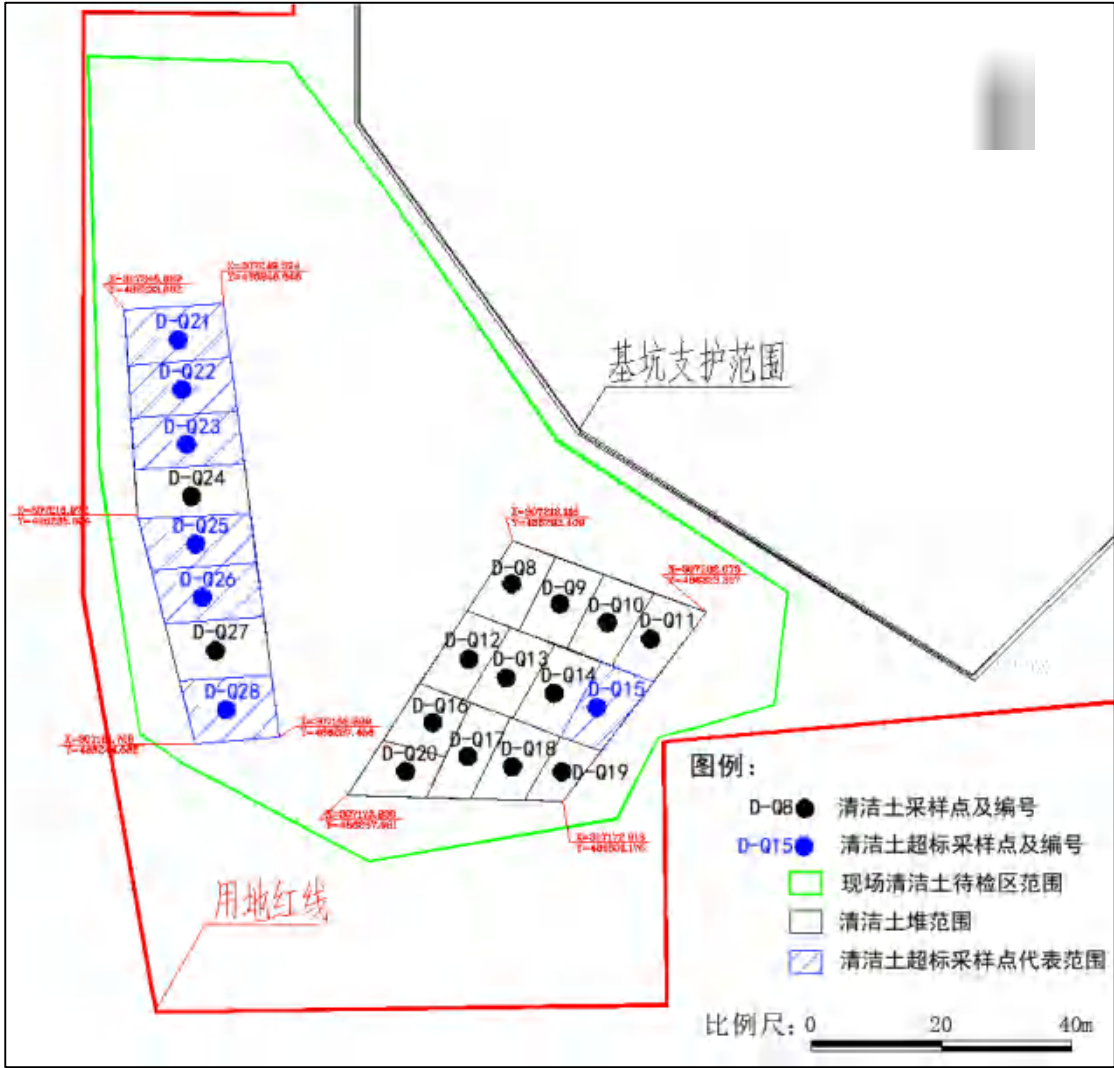
A-Q27、B-Q27~ B-Q30、C-Q1~ C-Q18



C-Q19~ C-Q41



D-Q1~ D-Q7



D-Q8~ D-Q28

图 8.3-12 清洁土超标点位及代表范围示意图

(2) 清洁土检测结果分析

第一层~第四层清洁土中共计 21 个超标点位，多环芳烃超标点位主要集中在第二层和第四层清洁土中，苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽和茚并(1,2,3-cd)芘浓度最大值出现在第二层清洁土中，二苯并(a,h)蒽浓度最大值出现在第四层清洁土中，锑仅于第一层和第二层清洁土的两个点位存在超标现象，多环芳烃和锑超标点位均位于填土层中，判断其超标原因为填土分布不均质导致。

各污染物检测结果散点图见图 8.3-13~图 8.3-18。

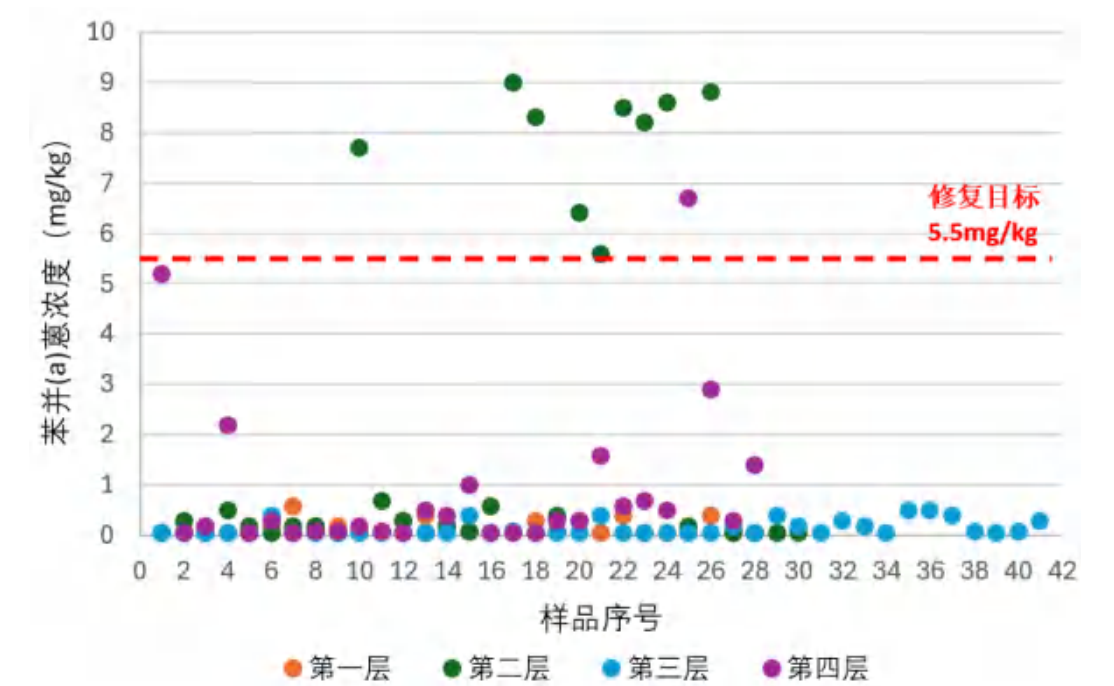


图 8.3-13 清洁土苯并(a)蒽检测结果散点图

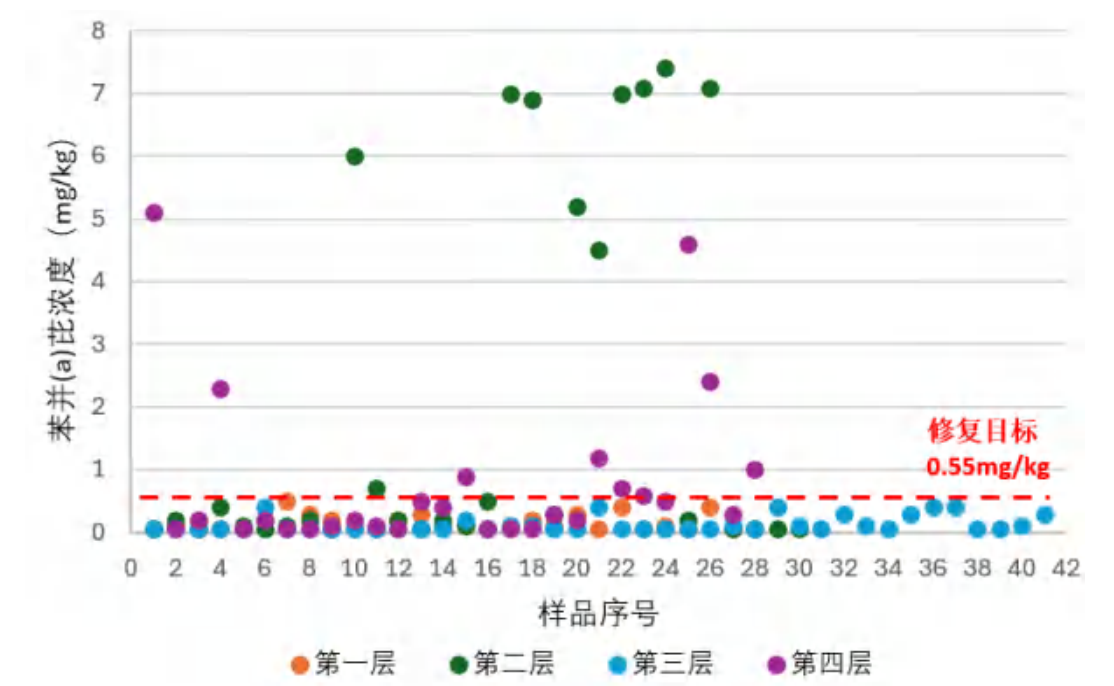


图 8.3-14 清洁土苯并(a)芘检测结果散点图

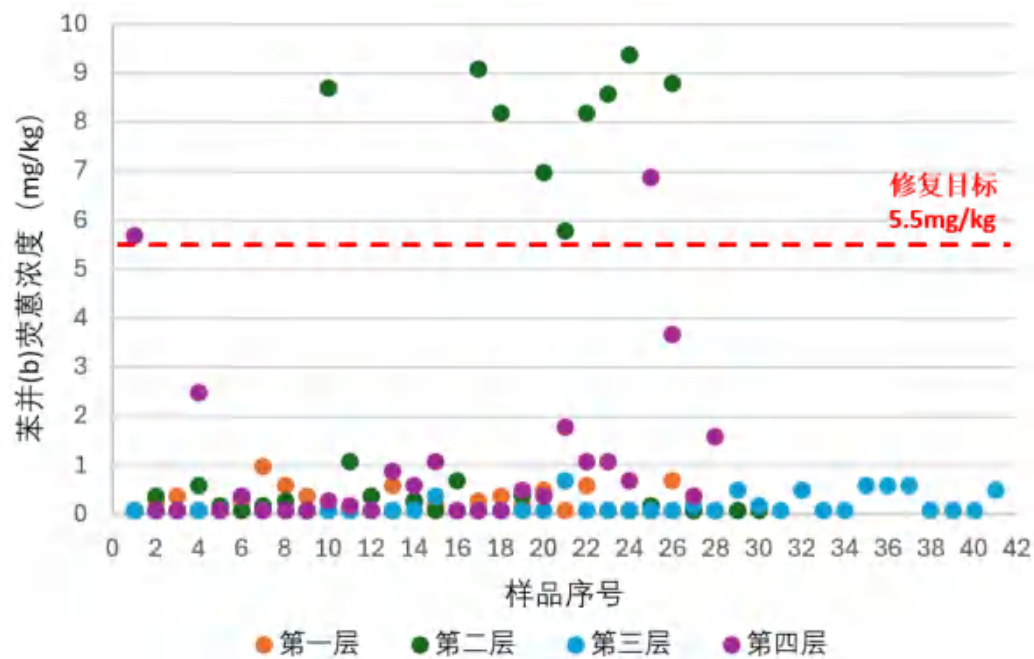


图 8.3-15 清洁土苯并(b)荧蒽检测结果散点图

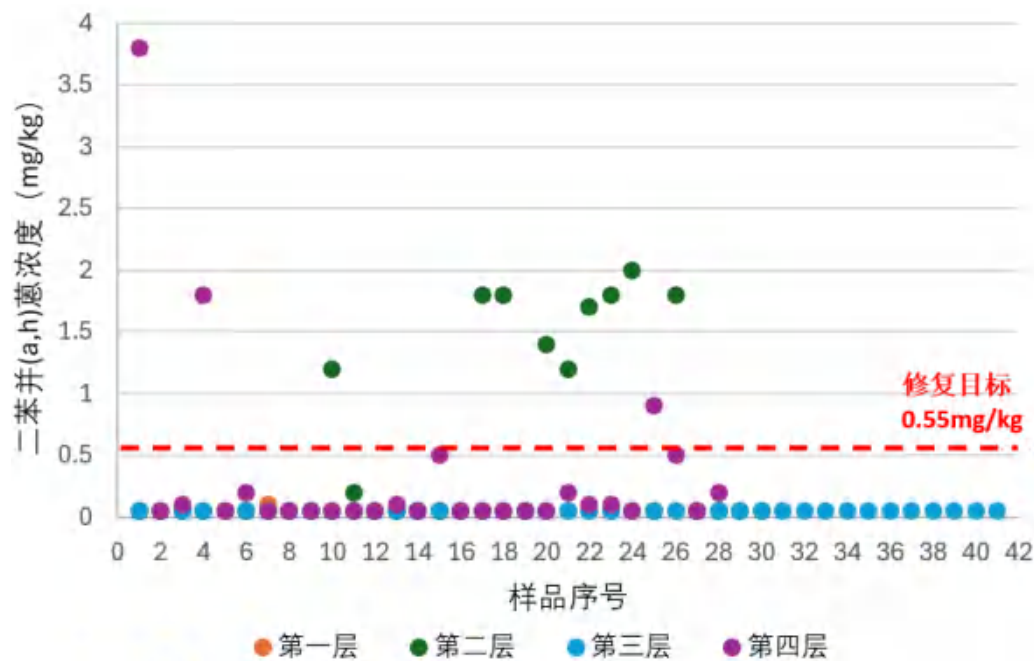


图 8.3-16 清洁土二苯并(a,h)蒽检测结果散点图

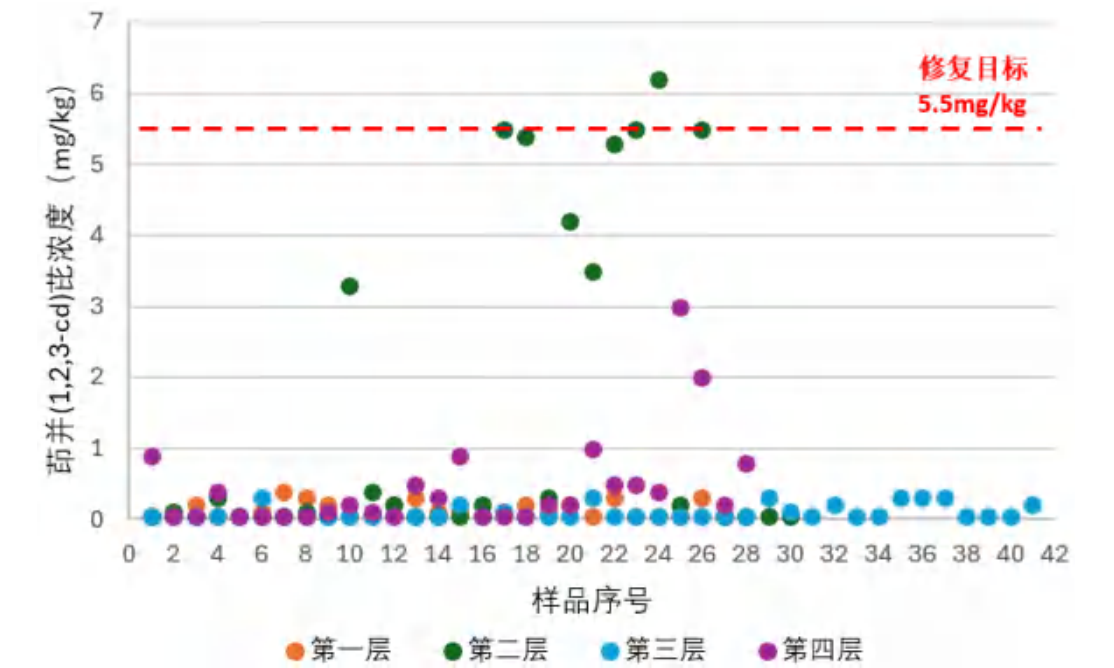


图 8.3-17 清洁土茚并(1,2,3-cd)芘检测结果散点图

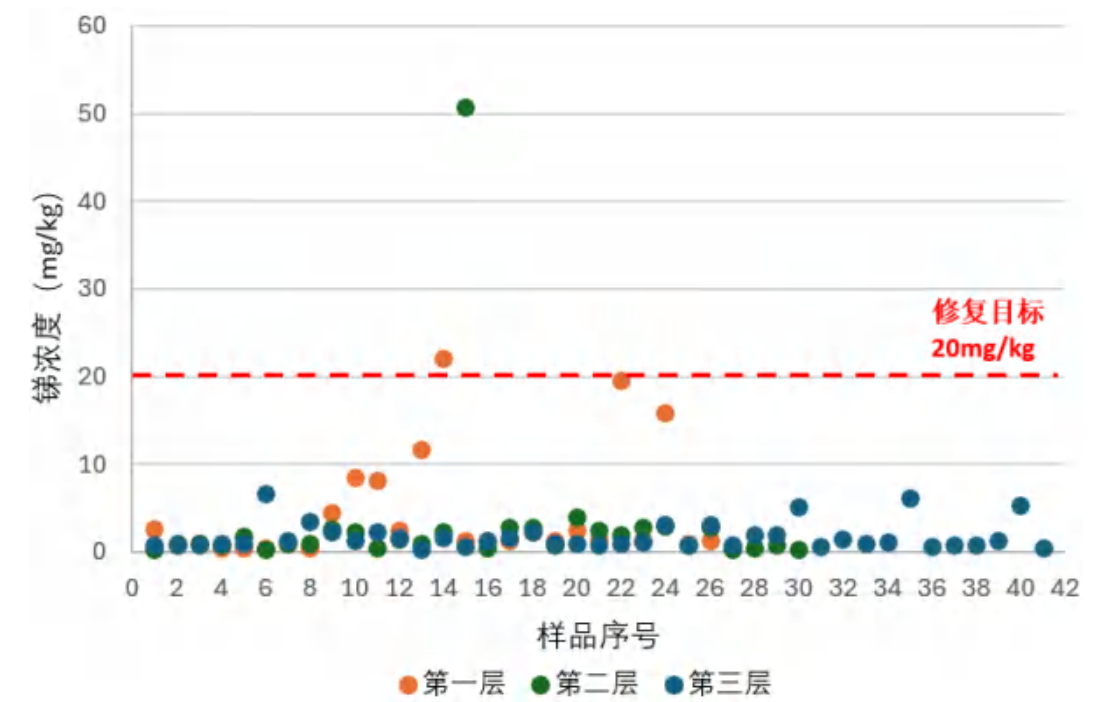


图 8.3-18 清洁土镉检测结果散点图

8.3.3 预处理筛上物及修复后成品土检测结果分析

（1）预处理筛上物检测结果分析

对堆存于修复处置场地密闭大棚内的污染土预处理筛上物进行样品采集，共采集土壤样品 24 个（含平行样 4 个），监测因子为苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘及镉。预处理筛上物样品目标污染物检

测浓度均低于污染修复效果评估标准，满足效果评估要求。

样品检测结果及统计如表 8.3-26~表 8.3-27 所示，除平行样外所有样品均参与统计，当检测结果未检出时，其数值按检出限的一半计算。

表 8.3-26 多环芳烃污染土预处理筛上物样品检测结果 单位：mg/kg

样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘
评估标准	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5
最大值	0.2	0.1	0.1	0.05	0.1
最小值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
样品个数(个)	18	18	18	18	18
超标个数(个)	0	0	0	0	0
FP-1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
FP-2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
FP-3	<0.1	0.1	<0.2	<0.1	<0.1
FP-4	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
FP-5	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
FP-6	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
FP-7	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
FP-8	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
FP-9	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
FP-10	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
FP-11	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
FP-12	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
FP-13	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
FP-14	0.2	0.1	<0.2	<0.1	0.1
FP-15	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
FP-16	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
FP-17	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1
FP-18	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1

表 8.3-27 重金属污染土预处理筛上物样品检测结果 单位：mg/kg

样品编号	镉
评估标准	20
最大值	1.9
最小值	1.2
样品个数(个)	2
超标个数(个)	0
FH-1	1.9
FH-2	1.2

(2) 修复后成品土检测结果分析

对堆存于修复处置场地成品土待检区的修复后成品土进行样品采集，共采集

土壤样品 164 个（含平行样 17 个），监测因子为苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘及锑。为了防止复合污染土热脱附处置后对后续多环芳烃污染土处置造成锑污染，对复合污染土处置后的第二批次热脱附成品土进行锑检测，成品土样品目标污染物检测浓度均低于污染修复效果评估标准，满足效果评估要求。

样品检测结果及统计如表 8.3-28~表 8.3-29 所示，除平行样外所有样品均参与统计，当检测结果未检出时，其数值按检出限的一半计算。

表 8.3-28 热脱附修复后成品土样品检测结果 单位：mg/kg

样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘	锑
评估标准	0.5	0.2	0.5	0.1	0.2	20
最大值	0.2	0.2	0.4	0.05	0.2	18.6
最小值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	1.1
样品个数(个)	141	141	141	141	141	25
超标个数(个)	0	0	0	0	0	0
XP-1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-3	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-8	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-7	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-6	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-5	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-4	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-9	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-10	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-11	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-12	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-13	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-14	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-15	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-16	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-17	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-18	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-19	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-20	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-21	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-22	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-23	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-24	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

样品编号	苯并(a) 蒽	苯并(a) 芘	苯并(b)荧 蒽	二苯并 (a,h)蒽	茚并(1,2,3- cd)芘	锑
（复合污染土修复样 品）						
XP-25	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	16.7
XP-26	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	11.1
XP-27	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	8.0
XP-28	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	6.8
XP-29	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	10.2
XP-30	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	3.6
XP-31	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.5
XP-32	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.7
XP-33	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.1
XP-34	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	2.1
XP-35	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.2
XP-36	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.6
XP-37	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.6
XP-38	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.9
XP-39	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.7
XP-40	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.4
XP-41	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.8
XP-42	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	7.3
XP-43	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	10.5
XP-44	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	7.0
XP-45	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	4.3
XP-46	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	12.4
XP-47	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	18.6
XP-48	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	7.6
XP-49	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	3.0
XP-50	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-51	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-52	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-53	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-54	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-55	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-56	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-57	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-58	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-59	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-60	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-61	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-62	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-63	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
 工程编号：2022 场评 015

样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘	锑
XP-64	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-65	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-66	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-67	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-68	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-69	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-70	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-71	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-72	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-73	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-74	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-75	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-76	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-77	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-78	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-79	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-80	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-81	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-82	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-83	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-84	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-85	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-86	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-87	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-88	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-89	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-90	0.1	0.1	<0.2	<0.1	0.1	/
XP-91	0.2	0.2	0.3	<0.1	0.2	/
XP-92	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-93	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-94	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-95	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-96	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-97	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-98	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-99	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-100	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-101	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-102	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-103	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-104	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘	锑
XP-105	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-106	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-107	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-108	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-109	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-110	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-111	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-112	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-113	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	0.1	/
XP-114	0.2	0.1	0.4	<0.1	0.2	/
XP-115	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	0.1	/
XP-116	0.2	0.1	0.4	<0.1	0.2	/
XP-117	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-118	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-119	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-120	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-121	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-122	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-123	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-124	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-125	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-126	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-127	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-128	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	/
XP-129	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-130	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-131	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-132	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	/
XP-133	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-134	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-135	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-136	<0.1	<0.1	0.3	<0.1	0.1	/
XP-137	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-138	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-139	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-140	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/
XP-141	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	/

表 8.3-29 淋洗修复后成品土样品检测结果 单位：mg/kg

样品编号	锑
评估标准	20

样品编号	镉
最大值	16.4
最小值	4.4
样品个数（个）	6
超标个数（个）	0
XH-1	16.4
XH-2	6.9
XH-3	12
XH-4	6.6
XH-5	4.4
XH-6	9.6

8.3.4 潜在二次污染区域土壤检测结果分析

（1）施工便道土壤检测结果分析

由于第二层（1-3m）、第三层（3-5m）基坑清挖过程中运输车辆 within 基坑内从污染土区域通过，本次针对基坑清挖场地的第一层（0-1m）施工便道、第二层（1-3m）、第三层（3-5m）未在基坑范围的施工便道和第四层（5-8m）、第五层（8-10m）施工便道进行样品采集，共采集土壤样品 37 个（含平行样 4 个），监测因子为苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、镉及石油烃(C₁₀-C₄₀)。

1）第一层（0-1m）施工便道检测结果

经扩挖后，第一层（0-1m）施工便道样品中除 A-D10-K 点位外，其他样品目标污染物检测浓度均低于污染修复效果评估标准，由于 A-D10-K 点位所在路段后续开挖要继续使用，对其代表区域进行扩挖，扩挖深度 0.3m，扩挖后待该路段不再使用时再进行复测，满足效果评估要求。

样品检测结果及统计如表 8.3-30 所示，除平行样外所有样品均参与统计，当检测结果未检出时，其数值按检出限的一半计算，超标点位和扩挖范围见图 8.3-19。

表 8.3-30 第一层（0-1m）施工便道样品检测结果 单位：mg/kg

样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘	镉	石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)
评估标准	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5	20	826
最大值	2.6	1.9	3.8	0.05	1.2	160	379
最小值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.9	16

工程名称：石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤修复工程效果评估
工程编号：2022 场评 015

样品编号	苯并(a) 蒽	苯并(a) 芘	苯并(b) 荧蒽	二苯并 (a,h)蒽	茚并(1,2,3- cd)芘	锑	石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)
样品个数 (个)	19	19	19	19	19	19	19
超标个数 (个)	0	2	0	0	0	6	0
A-D1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	2.4	188
A-D2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	2.6	238
A-D3	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.9	112
A-D4	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	3.1	152
A-D5	0.6	0.6	1.2	<0.1	0.5	14.2	287
A-D5-K	0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	160	40
A-D5-K2	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.9	45
A-D6	2.6	1.9	3.8	<0.1	1.2	24.7	379
A-D6-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	15.5	66
A-D7	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	4.9	311
A-D8	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	11.6	265
A-D9	0.2	0.2	0.4	<0.1	0.1	12.7	303
A-D10	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	29.6	156
A-D10-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	25.6	31
A-D11	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.2	46
A-D12	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.3	51
A-D13	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	22.4	335
A-D13-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	73.3	27
A-D13-K2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	9.5	16

注：黄色填充为检测超标；-K 为一次扩挖后补采样品；-K2 为二次扩挖后补采样品。

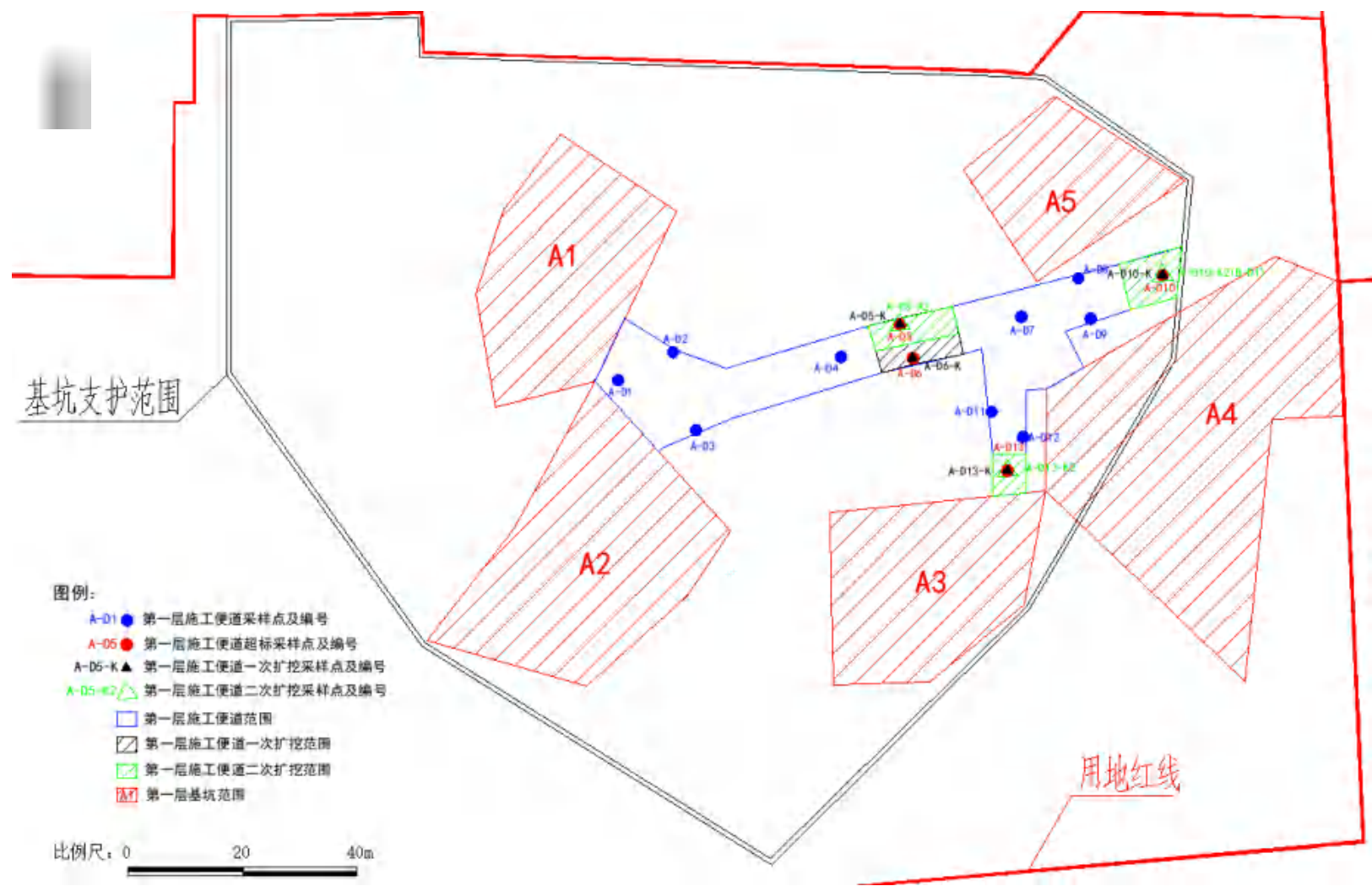


图 8.3-19 第一层（0-1m）施工便道超标点位及扩挖范围示意图

2) 第二层（1-3m）、第三层（3-5m）未在污染区的施工便道检测结果

经扩挖后，第二层（1-3m）、第三层（3-5m）未在污染区的施工便道所有样品（包含 A-D10-K 的扩挖样品 B-D1）目标污染物检测浓度均低于污染修复效果评估标准，满足效果评估要求。

样品检测结果及统计如表 8.3-31 所示，除平行样外所有样品均参与统计，当检测结果未检出时，其数值按检出限的一半计算，超标点位和扩挖范围见图 8.3-20。

表 8.3-31 第二层（1-3m）、第三层（3-5m）未在污染区的施工便道样品检测结果

单位：mg/kg

样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘	锑	石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)
评估标准	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5	20	826
最大值	0.1	0.05	0.1	0.05	0.05	34.8	70
最小值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	1.8	23
样品个数(个)	5	5	5	5	5	5	5
超标个数(个)	0	0	0	0	0	1	0
B-D1 (A-D10-K2)	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	7.7	67
B-D2	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	13.6	70
B-D3	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	8.7	70
B-D4	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	34.8	36
B-D4-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1.8	23

注：黄色填充为检测超标；-K 为一次扩挖后补采样品。

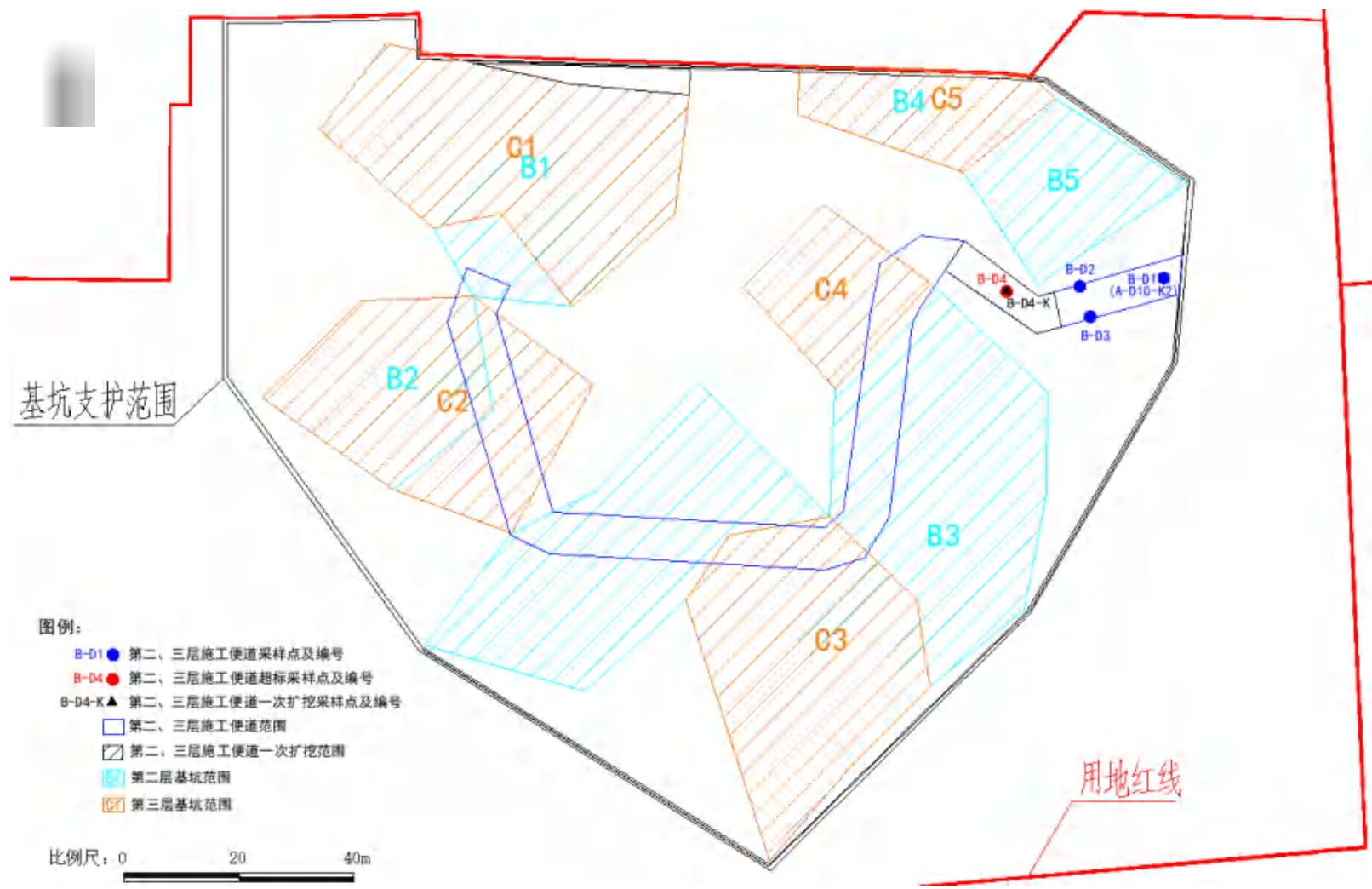


图 8.3-20 第二层（1-3m）、第三层（3-5m）未在污染区的施工便道超标点位及扩挖范围示意图

3) 第四层（5-8m）、第五层（8-10m）施工便道检测结果

经扩挖后，第四层（5-8m）、第五层（8-10m）施工便道全部样品目标污染物检测浓度均低于污染修复效果评估标准，满足效果评估要求。

样品检测结果及统计如表 8.3-32 所示，除平行样外所有样品均参与统计，当检测结果未检出时，其数值按检出限的一半计算，超标点位和扩挖范围见图 8.3-21。

表 8.3-32 第四层（5-8m）、第五层（8-10m）施工便道样品检测结果 单位：mg/kg

样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘	锑	石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)
评估标准	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5	20	826
最大值	1.6	1.3	2.1	0.3	0.9	5.7	104
最小值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.3	19
样品个数(个)	9	9	9	9	9	9	9
超标个数(个)	0	1	0	0	0	0	0
E-D1	0.2	0.1	0.2	<0.1	<0.1	2.1	52
E-D2	0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	5	37
E-D3	1.6	1.3	2.1	0.3	0.9	1.3	53
E-D3-K	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.5	50
E-D4	0.1	0.2	0.2	<0.1	0.1	5.7	54
E-D5	0.2	0.1	0.3	<0.1	0.1	0.4	104
E-D6	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.3	19
E-D7	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.9	23
E-D8	0.1	0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.9	45

注：黄色填充为检测超标；-K 为一次扩挖后补采样品。

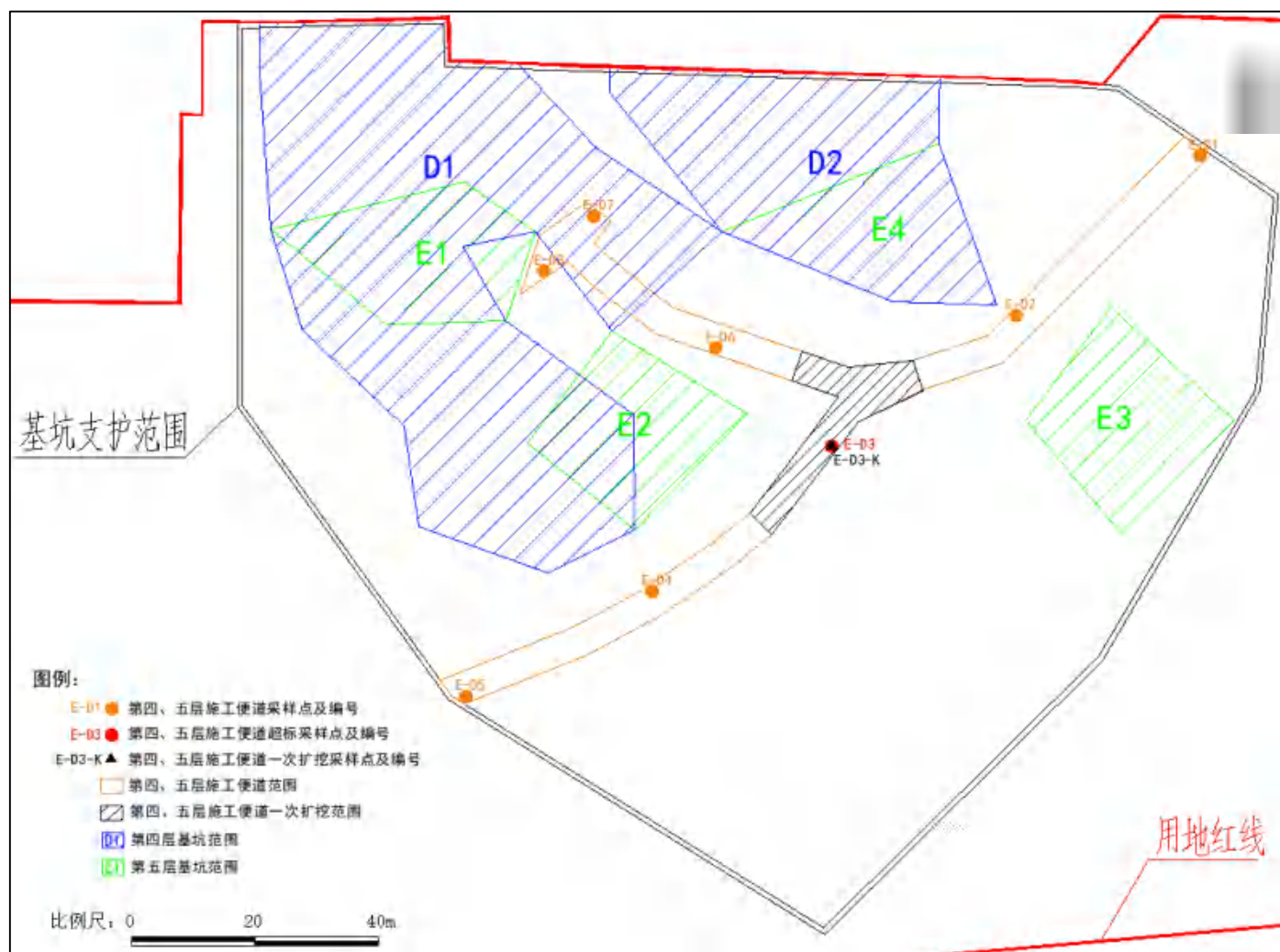


图 8.3-21 第四层（5-8m）、第五层（8-10m）施工便道超标点位及扩挖范围示意图

4) 施工便道检测结果分析

第一层~第五层施工便道内部存在 9 个超标点位，多环芳烃污染物仅苯并(a)芘存在超标现象，涉及超标点位 3 个，位于第一层和第四、五层施工便道中，镉涉及超标点位 7 个，位于第一层和第二、三层施工便道中，苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘和石油烃(C₁₀-C₄₀)未出现超标现象，本工程土方运输车辆基坑支护区域内装土后进行压实、苫盖，并将运输车外表清扫干净后再出基坑支护区域，判断施工便道表层土壤超标原因为运输车辆在施工便道上清扫外表，残土掉落导致。

各污染物检测结果散点图见图 8.3-22~图 8.3-28。

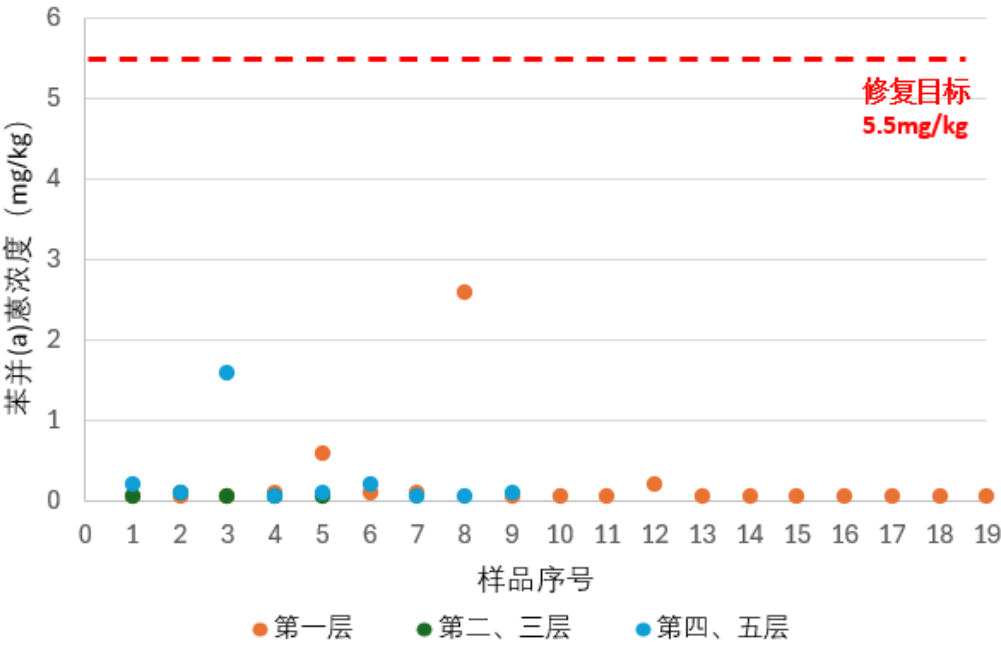


图 8.3-22 施工便道苯并(a)蒽检测结果散点图

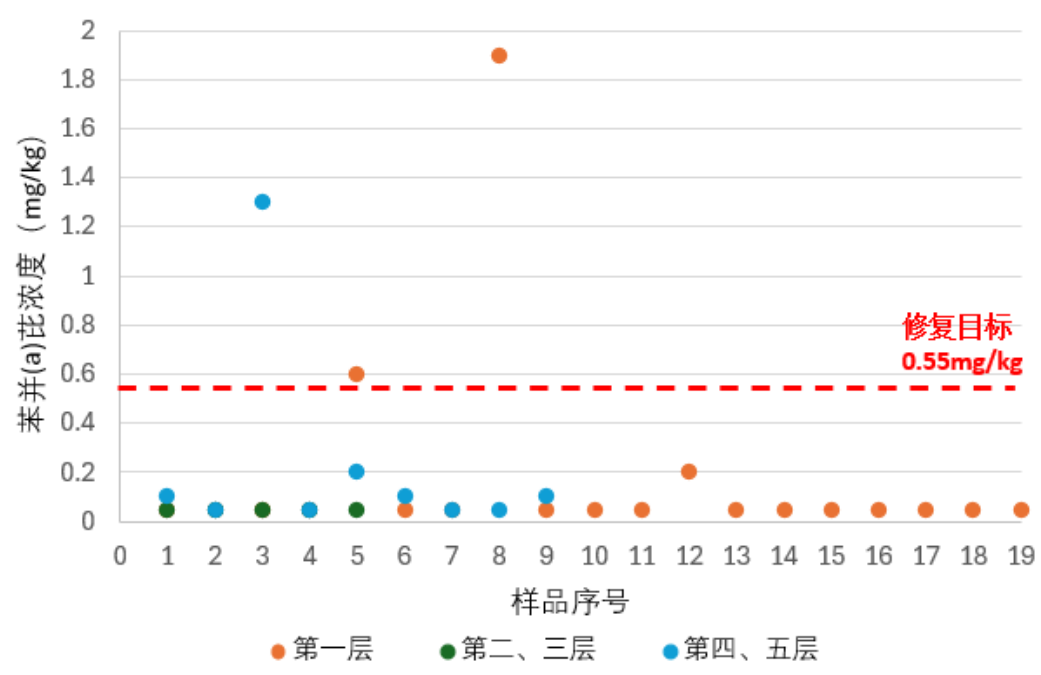


图 8.3-23 施工便道苯并(a)芘检测结果散点图

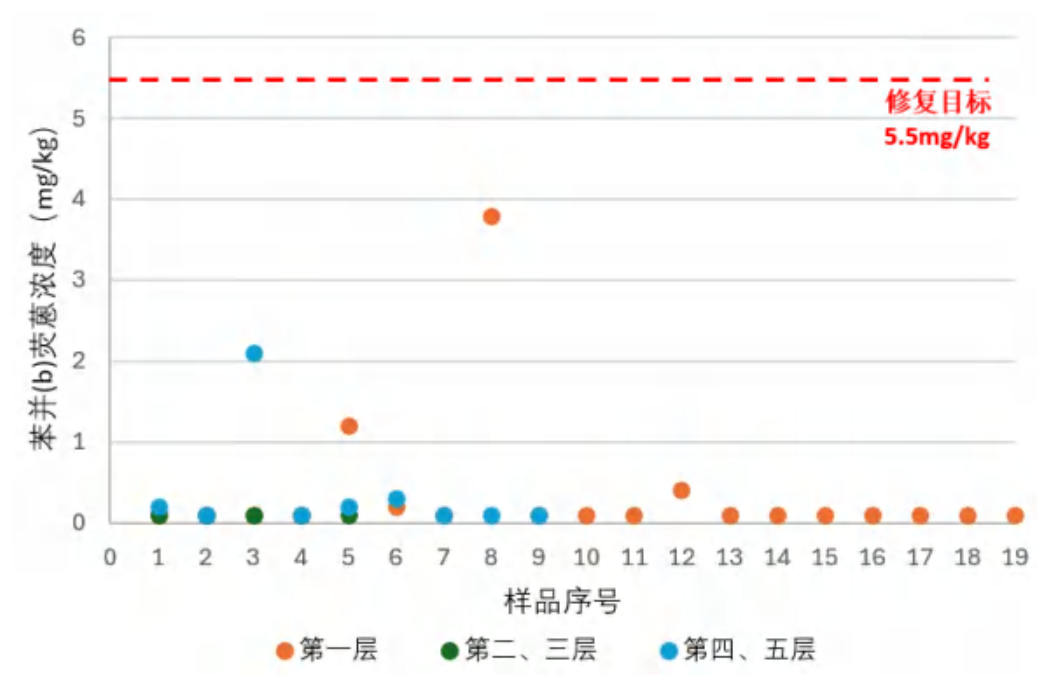


图 8.3-24 施工便道苯并(b)荧蒽检测结果散点图

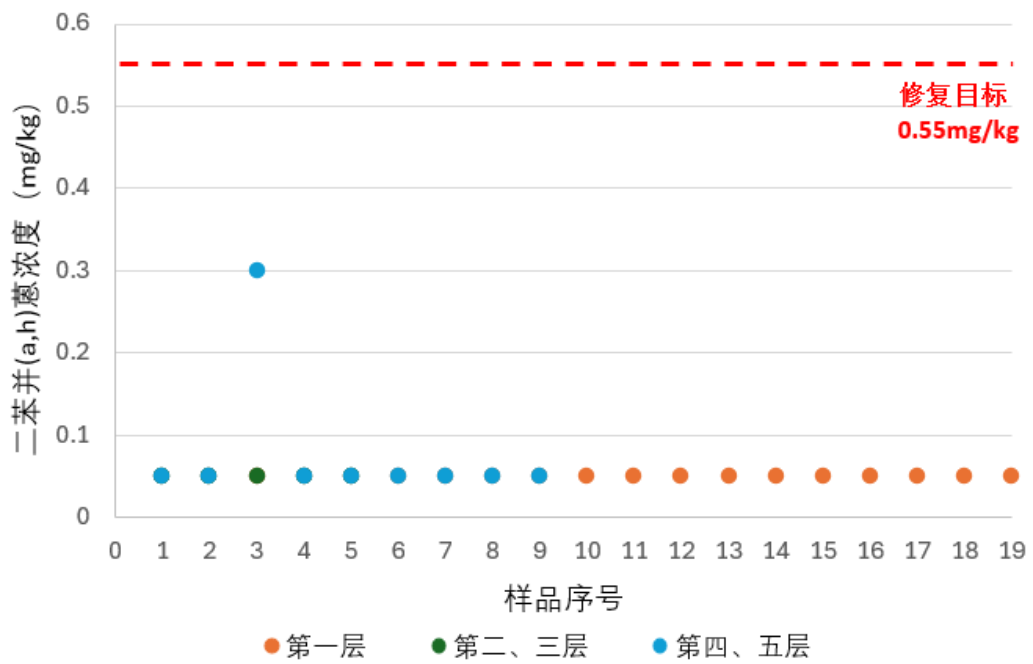


图 8.3-25 施工便道二苯并(a,h)噻检测结果散点图

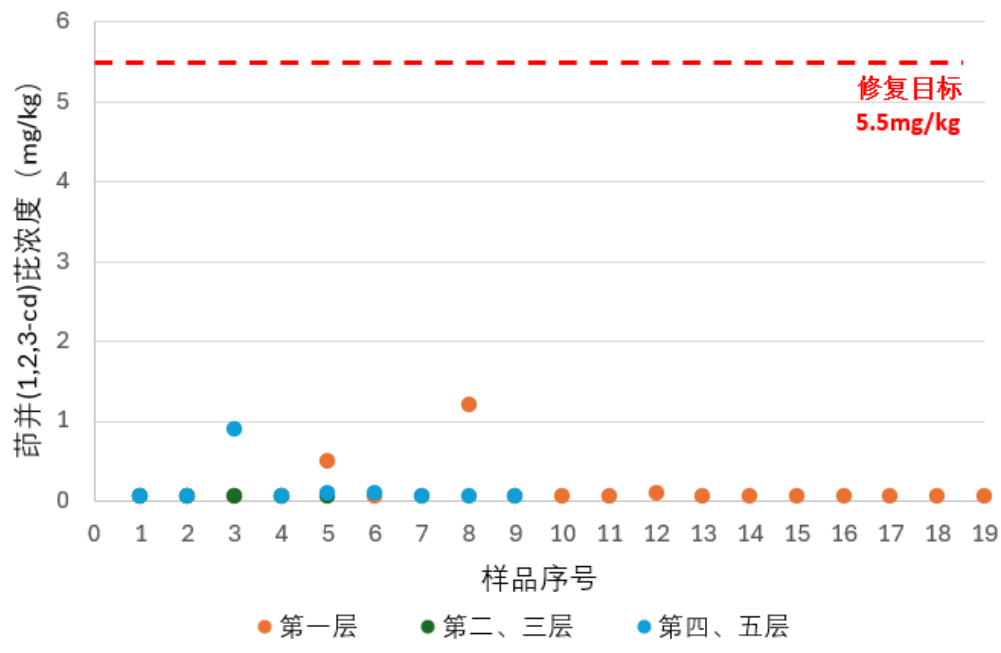


图 8.3-26 施工便道茚并(1,2,3-cd)芘检测结果散点图

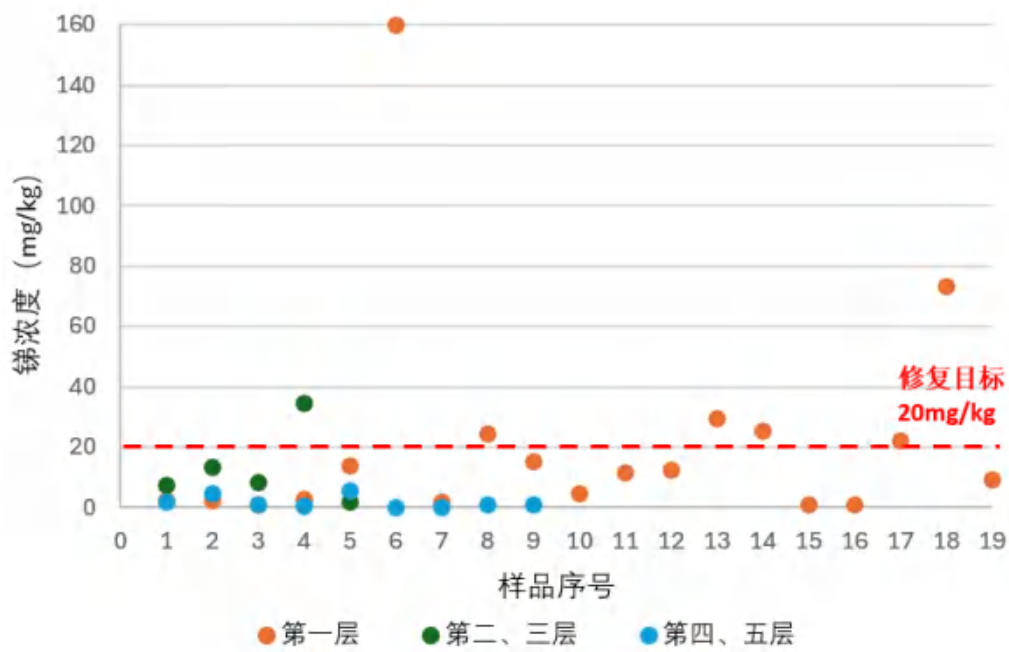


图 8.3-27 施工便道镍检测结果散点图

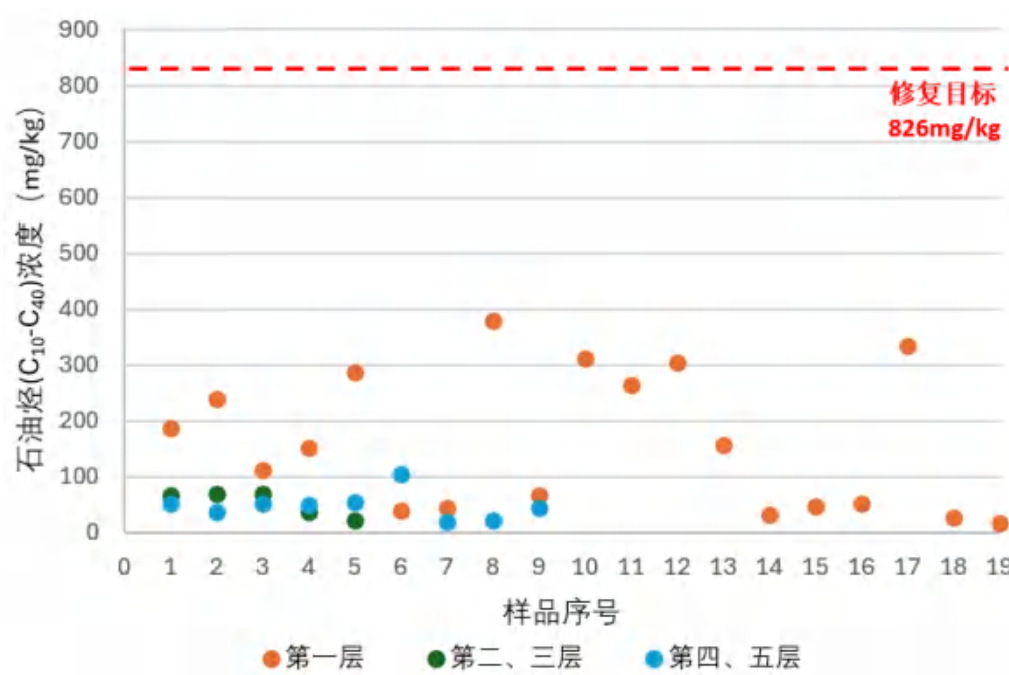


图 8.3-28 施工便道石油烃(C₁₀-C₄₀)检测结果散点图

(2) 清洁土待检区土壤检测结果分析

针对清洁土待检区底部土壤进行样品采集，共采集样品 13 个，平行样 2 个，所有样品的目标污染物检测浓度均低于污染修复效果评估标准，满足效果评估要求。

样品检测结果及统计如表 8.3-33 所示，除平行样外所有样品均参与统计，

当检测结果未检出时，其数值按检出限的一半计算，采样点位布置见图 8.3-29。

表 8.3-33 清洁土待检区样品检测结果 单位：mg/kg

样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘	锑
评估标准	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5	20
最大值	0.2	0.2	0.3	0.05	0.2	2.1
最小值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.3
样品个数 (个)	11	11	11	11	11	11
超标个数 (个)	0	0	0	0	0	0
Q1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	<0.3
Q2	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.4
Q3	0.2	0.2	0.3	<0.1	0.2	1.6
Q4	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.3
Q5	0.2	0.1	0.3	<0.1	0.1	1.7
Q6	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.4
Q7	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	2.1
Q8	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	<0.3
Q9	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.3
Q10	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	0.3
Q11	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.1	1



图 8.3-29 清洁土待检区采样点位布置图

8.3.5 修复边界补充采样检测结果分析

根据 6.5 节修复边界补充采样布点方案和 7.1.5 针对北侧和东侧修复边界处进行补充采样，共采集样品 13 个，平行样 2 个，所有样品的目标污染物检测浓度均低于污染修复效果评估标准，满足修复目标要求。

样品检测结果及统计如表 8.3-34 所示，除平行样外所有样品均参与统计，当检测结果未检出时，其数值按检出限的一半计算。

表 8.3-34 修复边界补充采样样品检测结果 单位：mg/kg

样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘	锑
评估标准	5.5	0.55	5.5	0.55	5.5	20
最大值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.6

样品编号	苯并(a)蒽	苯并(a)芘	苯并(b)荧蒽	二苯并(a,h)蒽	茚并(1,2,3-cd)芘	锑
最小值	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.15
样品个数 (个)	11	11	11	11	11	11
超标个数 (个)	0	0	0	0	0	0
A4-0.5-3-K	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.6
B1-1.5-2-K2	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.4
B4-1.5-4	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.4
C5-3.0-5	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.4
C5-4.5-5	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.15
D1-6.0-10	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.3
D1-6.0-11	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.4
D1-7.5-10	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.3
D1-7.5-11	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.3
D2-6.0-7	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.4
D2-7.5-7	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.4

8.4 效果评估

本次效果评估包括以下工作：评估范围、布点数量与位置、采样节点与现场采样、检测指标与评估标准值、样品保存与流转、现场质量控制、检测方法、实验室质量控制、检测结果分析等，工作完成情况如下：

（1）评估范围

本报告评估范围为按照《修复方案》中确定的原址基坑清挖范围、清洁土范围、异位修复区、修复后污染土堆存区、污染土壤场内运输道路及清洁土待检区等可能产生二次污染的区域，效果评估评估对象为清挖完成后的基坑、清洁土、预处理筛上物、修复后成品土及潜在二次污染区域。

（2）布点数量与位置

本项目按照《污染地块风险管控与土壤修复效果评估导则（试行）》（HJ 25.5-2018）、《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）要求，结合基坑实际情况、清洁土、预处理筛上物、修复后成品土及潜在二次污染区域实际情况进行布点，共计布点 566 个，其中坑底 66 个、侧壁 171 个、清洁土 126 个、预处理筛上物 20 个、修复后成品土 147 个、施工便道 25 个、清洁土待检区 11 个，布点数量与位置满足导则要求。

（3）现场采样

采样方式为手工采样，采样对象为基坑底部、侧壁、清洁土、预处理筛上物、修复后成品土、施工便道及清洁土待检区。采样时间为 2023 年 4 月 11 至 2024 年 8 月 8 日，共计采集样品 728 个，其中基坑 314 个、清洁土 126 个、预处理筛上物 20 个、修复后成品土 147 个、临时道路 33 个、清洁土待检区 11 个、平行样 77 个。

本项目采样时间合理，在基坑回填完成后、地块开发利用前完成了效果评估采样工作。

（4）检测指标与评估标准值

本项目基坑、清洁土、预处理筛上物、潜在二次污染区域（基坑支护区域内的施工便道、清洁土待检区）土壤检测指标为苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、镉、石油烃（C₁₀-C₄₀），评估标准值分别是 5.5mg/kg、0.55mg/kg、5.5mg/kg、0.55mg/kg、5.5mg/kg、20mg/kg、826mg/kg；修复后成品土检测指标为苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、镉，评估标准值分别是 0.5mg/kg、0.2mg/kg、0.5mg/kg、0.1mg/kg、0.2mg/kg、20mg/kg，与《修复方案》要求一致。

（5）样品保存与流转

用于检测 SVOCs 的土壤样品用棕色玻璃瓶收集，用于检测重金属的土壤样品用自封袋收集。采样现场过程中，所有样品均保存在低温保温箱内，之后集中存储在 4℃的保温箱内。样品运输过程均用保温箱保存，保温箱内置足量冰袋，所有土壤样品到实验室后，经分类、整理、造册后包装。满足样品保存与流转要求。

（6）现场质量控制

根据 HJ 25.5、HJ 25.1、HJ 25.2，现场采样质量控制要求如下：现场质量控制样一般包括平行样、空白样及运输样。在采样过程中，同种采样介质，应采集至少一个样品采集平行样。该阶段污染土壤修复验收采样，按照不少于总样品数量的 10%采集平行样。现场共取样 741 个，包含平行样 79 个，满足不少于总样品数量的 10%采集现场平行样要求。各质控平行样比对结果合格率为 100%，符合相关规范导则要求。

（7）检测方法

为确保样品分析质量，检测单位谱尼测试集团股份有限公司北京实验室使用国家标准分析方法开展样品检测工作，且具有 CMA 资质证书，检测单位检测方法符合《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中分析方法要求。

（8）实验室质量控制

通过对检测报告分析可知，空白样品的测定结果均低于报告限，平行样品的相对偏差均符合控制范围；加标回收样的回收率均符合控制范围；实验室质控样梯的检测结果均在回收率控制范围内。

（9）检测结果分析

根据检测结果，多个基坑侧壁、坑底、施工便道土壤样品存在目标污染物超标现象，经过一~五次扩挖后，除 A4 基坑东侧壁 A4-0.5-3 点位和 B1 基坑北侧壁 B1-1.5-2-K 点位外，其他样品采样检测结果全部达标。根据第一次效果评估专家评审意见，2024 年 11 月 11 日对北侧和东侧修复边界处进行补充采样，采集土壤样品 11 个，平行样 2 个，根据边界补充采样检测结果，北侧和东侧边界处包含上述两个超标点位扩挖样品的全部样品检测结果均达标，说明基坑污染土壤经扩挖后已清挖干净，满足基坑清挖效果评估要求。

多个清洁土样品存在目标污染物超标现象，不合格的清洁土堆与污染土一起运至修复处置场进行修复，合格的清洁土运至修复处置场地的清洁土堆场存放，后续回填基坑，满足效果评估要求。

预处理筛上物、修复后成品土及清洁土存放区的样品检测结果均未超过修复目标值，满足效果评估要求。

综上，清挖场地及修复处置场地效果评估严格按照《修复方案》、《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）、《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）等方案及导则要求开展工作，已达到《修复方案》中提出的修复要求。

9 结论与建议

9.1 结论

根据《风险评估报告》和《修复方案》，该工程对石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）污染土壤 5 种 SVOCs（苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘）采用热脱附技术进行修复，1 种重金属（镉）采用化学淋洗技术进行修复，复合污染土壤采取“异位热脱附+异位化学淋洗”的组合处置工艺进行修复，设计修复土方量为 56947.17m³，实际总修复土方量为 74862.99m³，最大修复深度为 10m。

2023 年 4 月 3 日至 2024 年 8 月 3 日，北京首钢建设集团有限公司市政分公司承担了本地块污染土的清挖、运输和回填工作，北京首科兴业工程技术有限公司承担了污染土的暂存和处置工作，北京华夏博信环境咨询有限公司对修复工程进行了全过程的环境监理工作，北京市勘察设计院有限公司对修复工程进行效果评估工作。

根据施工单位提供的竣工报告、监理单位提供的监理报告以及我院的效果评估结果，结合现场踏勘、人员访谈情况，得出本地块效果评估结论如下：

（1）通过审核竣工总结报告，本工程根据《修复方案》中确定的目标污染物、开挖范围、运输路线、储存地点、修复技术，完成了该场地污染土的基坑清挖、运输、暂存、修复及回填工作，本项目累计清挖土方量 123983.32m³，其中：清洁土方量 49120.33m³，有机污染土方量 71768.98m³，重金属污染土方量 3056.24m³，复合污染土方量 37.77m³。设计修复土方量为 56947.17m³，实际总修复土方量为 74862.99m³，最大修复深度为 10m。设计修复面积（投影面积）15015.47m²，实际修复面积（投影面积）15465.83m²，修复面积和修复方量满足工程要求。污染土均到达指定储存地点并进行修复，基坑清挖到位，过程规范，二次污染防治措施符合要求，修复效果满足要求。

（2）通过审核施工监理报告，施工过程中环境影响相关检测和二次污染防治措施均符合要求，工程施工流程符合工程监理要求，污染土壤修复方量满足方案中要求的污染土修复量，均采用《修复方案》要求的修复技术进修复处理。

（3）根据效果评估检测结果，多个基坑侧壁、坑底、施工便道土壤样品存在目标污染物超标现象，经过一~五次扩挖后，除 A4 基坑东侧壁 A4-0.5-3 点位和 B1 基坑北侧壁 B1-1.5-2-K 点位外，其他样品采样检测结果全部达标。根据第一次效果评估专家评审意见，对北侧和东侧修复边界处进行补充采样，根据边界补充采样检测结果，北侧和东侧边界处包含上述两个超标点位扩挖样品的全部样品检测结果均达标，说明基坑污染土壤经扩挖后已清挖干净，满足基坑清挖效果评估要求，已达到《修复方案》中提出的修复要求。

（4）根据效果评估检测结果，多个清洁土样品存在目标污染物超标现象，不合格的清洁土堆与污染土一起运至修复处置场进行修复，目标污染物检测浓度低于污染修复效果评估标准的其他清洁土，运至修复处置场地的清洁土堆场存放，满足效果评估要求。

（5）根据效果评估检测结果，预处理筛上物、修复后成品土及清洁土存放区的样品检测结果均未超过修复目标值，满足效果评估要求，已达到《修复方案》中提出的修复要求。

综上，本工程清挖、运输、暂存、修复及回填达到修复方案设计要求，石景山区西黄村棚户区改造土地开发项目 C 地块（1606-649、1606-650 地块）土壤中各污染物浓度达到场地风险评估报告及修复方案中确定的修复目标，满足地块未来开发利用需求，可以安全利用，符合从《北京市建设用地土壤污染风险管控和修复名录》移出的条件。

9.2 建议

本地块周边距离居民楼较近，虽然地块目前已完成污染土壤原地异位清挖修复、回填、铺设防尘绿网等工作，但考虑开发利用时间尚未确定，故建议定期检查该地块内土壤防尘措施是否到位，如防尘绿网是否存在移位、破损等，在地块再开发利用前保证防尘措施到位，降低对周边环境的影响。

在开发利用前封闭管理，确保不对修复后的本地块进行扰动。