

中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块
土壤污染修复项目

第二阶段效果评估报告
(公示版)

委托单位：中山市中垣物业拓展有限公司

效果评估单位：生态环境部华南环境科学研究所

广州浩瀚海洋科技有限公司

2025 年 8 月

摘 要

- 项目名称：中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块土壤污染修复项目
 - 项目地址：中山市东区起湾北道 142 号
 - 委托单位：中山市中垣物业拓展有限公司
 - 调查评估单位：中山市环境保护技术中心
 - 修复单位：中山公用工程有限公司/广东禹航环境科技有限公司
 - 环境监理：广东省环境科学研究院
 - 工程监理：东信工程项目管理有限公司
 - 修复效果评估单位：生态环境部华南环境科学研究所/广州浩瀚海洋科技有限公司
- 目标污染物：本项目土壤中的目标污染物共计 12 种。分别是铅、汞、石油烃（C10-C40）、苯、甲苯、乙苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、1,2-二氯乙烷、二氯甲烷、一溴二氯甲烷、氯仿；地下水中的目标污染物共 6 种，分别是苯、1,2-二氯乙烷、二氯甲烷、氯仿、四氯化碳、石油烃（C10-C40）。
- 污染范围：本项目总体需修复污染土方量约为 178041.75m³；其中重金属污染土方量约为 11684.95 万 m³；有机物污染土方量约为 153028.83m³；重金属和有机物的复合污染土方量约为 13327.97 万 m³。涉及总的修复污染面积约为 24553.63m²。A 区（对应一类用地）土壤污染分布在 0~19.9m，B 区（对应二类用地）土壤污染分布在 0~22m。地下水污染面积为 17278.02m²，地下水最大污染深度为 14m。
- 修复工艺：1）单独重金属污染土壤：淋洗修复技术+水泥窑协同处置；2）重金属-有机复合污染土壤：原位化学氧化技术+淋洗修复技术+水泥窑协同处置；3）集中重度有机污染土壤：原位燃气热脱附技术；4）浅层孤立重度有机污染区域：常温解吸技术进行修复；5）轻度有机污染土壤：原位化学氧化技术；6）单独地下水污染：原位化学氧化技术。7）水土重合污染区：原位燃气热脱附或原位化学氧化技术。

效果评估范围：本项目整体效果评估范围为《中山市东区起湾北道 142 号之六七地块土壤污染风险评估报告》确定的土壤污染区域，风评划定的污染区域共计 79 个，其中 A 区分为 11 层、B 区分为 7 层。其编号为 A1-1、A1-2、A1-3、

A1-4、A1-5、A1-6、A1-7、A1-8、A1-9、A1-10、A1-11、A1-12、A1-13、A1-14、A1-15、A2-1、A2-2、A2-3、A2-4、A2-5、A2-6、A2-7、A2-8、A2-9、A2-10、A2-11、A3-1、A3-2、A3-4、A4-1、A4-2、A4-3、A5-1、A5-2、A5-3、A6-1、A6-2、A6-3、A6-4、A7-1、A7-2、A7-3、A7-4、A8-1、A8-2、A8-3、A8-4、A9-1、A9-2、A9-3、A9-4、A10-1、A10-2、A11-1、A11-2、B1-1、B1-2、B1-3、B1-4、B1-5、B1-6、B1-7、B2-1、B2-2、B3-1、B3-2、B3-3、B4-1、B4-2、B5-1、B5-2、B5-3、B6-1、B6-2、B7-1。此外，还涉及地下水修复面积 17278.02m²，修复方量 36890.3m³。

效果评估检测内容：1) 基坑清挖效果检测评估；2) 有机污染土壤原位修复效果检测评估；3) 铅、汞重金属污染土壤异位修复效果检测评估；4) 疑似污染土壤检测评估；4) 冲洗后筛上物检测评估；5) 地块潜在二次污染区域土壤检测评估；6) 地下水修复效果检测评估；7) 地块异味情况检测评估。

已完成效果评估内容（第一阶段效果评估）：第一阶段效果评估已于 2023 年 4 月 23 日通过专家评审，评估内容及结果如下：

(1) 重金属单独或复合有机污染基坑 JK1（风评对应 B1-6、B1-7 区域）、JK2（风评对应 B1-5 区域）、JK3（风评对应 B1-4 区域）、JK4（风评对应 B1-3 区域）、JK5（风评对应 A1-2、A1-12 区域）、JK6（风评对应 A1-14 区域）、JK7（风评对应 A1-15、A1-3、A2-9 区域）、JK8（风评对应 A1-11、A2-10、A2-6、A2-11、A2-7 区域），有机单独污染基坑 JK9（风评对应 A1-4 区域）清挖效果评估，侧壁及坑底检测结果均低于修复目标值；

(2) JK1~JK9 清挖过程产生的全部污染土、疑似污染土及筛上物，检测结果均低于修复目标值。

本次效果评估内容（第二阶段效果评估）：

(1) 6-5/6-7/6-12/6-13 区基坑清挖形成的坑底及侧壁、基坑底部原位修复土，总体面积为 2754.17m²，深度 0~4.5m；对应风评中 A1-1、A1-13、A2-8 及部分 A2-5 区；对应修复方案中 H9、H10、F11 及部分 V11 工艺修复区。

(2) 堆土：6-5/6-7/6-12/6-13 区基坑清挖产生的全部污染土、疑似污染土及筛上物。

修复效果评估单位对经过专家评审备案的修复方案、监理方案与项目具体实

施情况进行详细比对核实，结果表明：本地块修复目标、修复范围、修复工艺技术、修复临时设施建设、土方开挖面积、开挖深度、开挖方量、修复方量、废水处理台账、施工环境监测、二次污染防治措施、施工过程影像记录等基本与备案方案相符，可作为修复效果评估的依据。

修复效果评估单位已委托广东安纳检测技术有限公司分别于 2023 年 7 月 8 日、2023 年 9 月 1 日、2023 年 10 月 17 日、2025 年 7 月 15 日对验收区原位修复后土壤、涉及清挖基坑及土壤堆体进行了效果评估采样，采集原位修复后土壤 61 件（不含平行样，下同）；总计采集基坑样品 78 件，其中第一次采集基坑样品 58 件，因部分基坑底部及侧壁出现超标样品，经扩挖后进行二次采样 20 件；总计采集淋洗修复后土壤 30 件，其中第一次采集淋洗修复后样品 14 件，因 14 件样品全部超标，经补充淋洗修复后进行二次采样 16 件；采集疑似污染土样 2 件、采集筛上物堆体土样 8 件。

整体监测结果表明 6-5/6-7/6-12/6-13 区清挖基坑坑底、侧壁及相应污染土已达到修复目标值要求，结合对水泥窑协同处置相关资料的审核，表明该区域污染土的修复达到风评及修复方案要求。

综上所述，根据《广东省生态环境厅 广东省自然资源厅 关于转发建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控及修复效果评估报告评审指南的通知》第五条第二项的规定：“基于安全因素需要提前进行基坑回填，或者由于施工需要继续清挖已有基坑的，申请人可申请阶段性评估。”受中山市中垣物业拓展有限公司委托，本次申请对中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块 6-5/6-7/6-12/6-13 区已完成清挖、修复的污染基坑及基坑污染土的修复情况开展阶段性效果评估；为方便开展后续工作，同步将清挖基坑底部遗留的少量有机污染土一同纳入本次效果评估范围。

目 录

摘 要	2
1. 项目概况	6
1.1. 项目基本情况	6
1.2. 项目背景	14
1.3. 项目总体实施情况	19
1.4. 编制目的	23
1.5. 编制内容	23
2. 工作依据和程序	24
2.1. 法律法规与政策要求	24
2.2. 技术导则、标准及规范	24
2.3. 项目文件	26
2.4. 工作程序与技术路线	27
2.4.1. 基本原则	27
2.4.2. 工作内容	27
2.4.3. 工作程序	27
3. 地块概况	33
3.1. 地块基本情况	33
3.1.1. 地理位置	34
3.1.2. 地块四至	36
3.1.3. 地块周边敏感点分布	37
3.1.4. 地块地质概况	38
3.1.5. 地块地下水概况	38
3.1.6. 场地地层概念模型	41
3.1.7. 地块未来规划	44
3.2. 地块调查评估结论	44
3.2.1. 第一阶段调查	44
3.2.2. 第二阶段调查	45
3.2.3. 恶臭类物质调查	47

3.2.4. 非水有机相液体识别	48
3.2.5. 风险评估情况	52
3.3. 地块修复方案（2022 年备案版）	错误！未定义书签。
3.3.1. 修复概况	错误！未定义书签。
3.3.2. 技术路线	错误！未定义书签。
3.3.3. 修复方案评审备案	错误！未定义书签。
3.3.4. 总体施工部署	错误！未定义书签。
3.4. 本次阶段性验收修复工程实施	错误！未定义书签。
3.4.1. 验收对象	错误！未定义书签。
3.4.2. 总体修复技术路线	错误！未定义书签。
3.4.3. 施工总体平面部署	错误！未定义书签。
3.4.4. 涉及主要施工内容及关键节点	错误！未定义书签。
3.4.5. 原位化学氧化施工	错误！未定义书签。
3.4.6. 基坑支护	错误！未定义书签。
3.4.7. 重金属污染土壤开挖实施	错误！未定义书签。
3.4.8. 污染土壤筛分与淋洗施工	错误！未定义书签。
3.4.9. 筛上物冲洗过程	错误！未定义书签。
3.4.10. 异位淋洗修复实施	错误！未定义书签。
3.4.11. 水泥窑协同处置修复施工	错误！未定义书签。
3.4.12. 污染土、筛上物地块内转运	错误！未定义书签。
3.4.13. 土方平衡	错误！未定义书签。
3.4.14. 废水处理	错误！未定义书签。
3.4.15. 修复工程相关固体废物回收与处置	错误！未定义书签。
3.4.16. 工程变更	错误！未定义书签。
3.4.17. 修复工程完成汇总表	错误！未定义书签。
3.4.18. 环境管理与二次污染防治	错误！未定义书签。
3.4.19. 修复施工结论	错误！未定义书签。
3.5. 修复工程环境监理情况	错误！未定义书签。
3.5.1. 大事记	错误！未定义书签。

3.5.2. 环境监理组织机构	错误！未定义书签。
3.5.3. 工作范围和内容	错误！未定义书签。
3.5.4. 环境监理工作要点及监理措施	错误！未定义书签。
3.5.5. 工作方式方法	错误！未定义书签。
3.5.6. 二次污染防治与环境监测工作情况	错误！未定义书签。
3.5.7. 整体监理工作成果	错误！未定义书签。
3.5.8. 工程执行情况	错误！未定义书签。
3.5.9. 结论	错误！未定义书签。
3.5.10. 建议	错误！未定义书签。
4. 地块概念模型	错误！未定义书签。
4.1. 资料回顾	错误！未定义书签。
4.1.1. 收集回顾的相关资料	错误！未定义书签。
4.1.2. 文件回顾结论	错误！未定义书签。
4.2. 现场踏勘	错误！未定义书签。
4.3. 人员访谈	错误！未定义书签。
4.4. 更新地块概念模型	错误！未定义书签。
4.4.1. 地理位置	错误！未定义书签。
4.4.2. 地块历史	错误！未定义书签。
4.4.3. 地块调查评估活动	错误！未定义书签。
4.4.4. 地块土层分布	错误！未定义书签。
4.4.5. 地块水位变化情况	错误！未定义书签。
4.4.6. 地块目标污染物、修复目标	错误！未定义书签。
4.4.7. 地块修复范围	错误！未定义书签。
4.4.8. 地下水污染情况	错误！未定义书签。
4.4.9. 修复方式及工艺	错误！未定义书签。
4.4.10. 施工周期与进度	错误！未定义书签。
4.4.11. 污染物空间分布	错误！未定义书签。
4.4.12. 地块修复实施涉及单位和机构	错误！未定义书签。
4.4.13. 地块概念模型分析与更新总结	错误！未定义书签。

5. 修复效果评估布点采样方案	95
5.1. 布点依据	95
5.2. 原位修复效果评估布点	95
5.2.1. 评估对象和范围	95
5.2.2. 采样节点	98
5.2.3. 布点数量和位置	98
5.2.4. 监测指标	98
5.2.5. 效果评估布点采样方案	99
5.3. 基坑清理效果评估布点	108
5.3.1. 评估对象和范围	108
5.3.2. 采样节点	108
5.3.3. 监测指标	109
5.3.4. 布点位置和数量	109
5.3.5. 效果评估布点采样方案	114
5.4. 堆体效果评估布点	118
5.4.1. 评估对象和范围	118
5.4.2. 采样节点	118
5.4.3. 监测指标	118
5.4.4. 布点位置和数量	118
5.5. 评价标准	124
6. 现场采样与实验室检测	125
6.1. 样品采集	125
6.1.1. 原位修复后土壤采样	125
6.1.2. 基坑采样	126
6.1.3. 堆体采样	127
6.2. 检测指标取样方法	129
6.3. 样品保存	130
6.4. 样品运输和流转	130
6.5. 现场采样质量控制	131

6.6. 实验室检测	133
6.6.1. 检测方法	133
6.6.2. 实验室质量控制	133
7. 效果评估	140
7.1. 修复效果评估基本情况	140
7.2. 评估方法及评价标准	140
7.2.1. 评估方法	140
7.2.2. 评价标准	141
7.3. 检测结果与数据分析	141
7.3.1. 原位修复效果评估	141
7.3.2. 基坑清挖效果评估	144
7.3.3. 淋洗修复后土壤效果评估	145
7.3.4. 水泥窑协同处置效果评估	145
7.3.5. 疑似污染土壤效果评估	145
7.3.6. 筛上物土壤效果评估	145
8. 阶段性效果评估结论与建议	146
8.1. 文件评估结论	146
8.2. 环境风险防范措施评估结论	146
8.3. 施工总结报告结论	146
8.4. 环境监理总结报告结论	148
8.4.1. 施工准备阶段	148
8.4.2. 施工过程的控制	148
8.5. 项目修复阶段性效果评估结论	149
8.6. 阶段性效果评估建议	150

1. 项目概况

1.1. 项目基本情况

➤ 项目名称：中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块土壤污染修复效果评估项目

➤ 项目地址：中山市东区起湾北道 142 号

➤ 委托单位：中山市中垣物业拓展有限公司

➤ 调查评估单位：中山市环境保护技术中心

➤ 修复单位：中山公用工程有限公司/广东禹航环境科技有限公司

➤ 环境监理：广东省环境科学研究院

➤ 工程监理：东信工程项目管理有限公司

➤ 修复效果评估单位：生态环境部华南环境科学研究所/广州浩瀚海洋科技有限公司

➤ 修复效果评估检测单位：广东安纳检测技术有限公司

➤ 目标污染物：本项目土壤中的目标污染物共计 12 种。分别是铅、汞、石油烃（C10-C40）、苯、甲苯、乙苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、1,2-二氯乙烷、二氯甲烷、一溴二氯甲烷、氯仿；地下水中的目标污染物共 6 种，分别是苯、1,2-二氯乙烷、二氯甲烷、氯仿、四氯化碳、石油烃（C10-C40）。

➤ 污染范围：本项目需修复污染土方量约为 178041.75m³；其中重金属污染土方量约为 11684.95 万 m³；有机物污染土方量约为 153028.83m³；重金属和有机物的复合污染土方量约为 13327.97 万 m³。涉及修复污染面积约为 24553.63m²。A 区土壤污染分布在 0~19.9m，B 区土壤污染分布在 0~22m。地下水污染面积为 17278.02m²，地下水最大污染深度为 14m。

➤ 修复工艺：1）单独重金属污染土壤：淋洗修复技术+水泥窑协同处置；2）重金属-有机复合污染土壤：原位化学氧化技术+淋洗修复技术+水泥窑协同处置；3）集中重度有机污染土壤：原位燃气热脱附技术；4）浅层孤立重度有机污染区域：常温解吸技术进行修复；5）轻度有机污染土壤：原位化学氧化技术；6）单独地下水污染：原位化学氧化技术。7）水土重合污染区：原位燃气热脱附或原位化学氧化技术。

表 1.1-1 项目总体规模

序号	修复对象	修复面积 (m ²)	修复方量 (m ³)	备注
1	单独重金属污染土壤	4831.05	11684.95	含 H1~H10 工艺区
2	重金属—有机复合污染土壤	6013.82	13327.97	含 F1~F11 工艺区
3	浅层孤立重度有机污染土壤	699.2	1398.40	C1 工艺区
4	轻度有机污染物土壤	15558.06	106657.49	含 V1~V11 工艺区
5	集中重度有机污染土壤修复	3102.94	44972.94	含 R1~R3 工艺区
6	地下水修复	17278.02	36890.30	

表 1.1-2 已验收区域（第一阶段效果评估）

序号	修复区域	修复方量 (m ³)	备注
1	H1、H2、H3、H4、H5、H6、H7、H8	6720.29	单独重金属污染土壤
2	F1、F2、F3、F4、F5、F6、F7、F8、F9、F10	10849.99	重金属—有机复合污染土壤
3	C1	1398.40	浅层孤立重度有机污染土壤
4	A 区待回填土、B 区待回填土、筛上物（渣石）、清洁土	/	/

表 1.1-3 本阶段验收区域（第二阶段效果评估）

风评编号	施工编号	修复方案 工艺编号	风评修复面积 (m ²)	修复深度 (m)	土方量 (m ³)	修复污染物
A1-13	6-5/6-7	F11	1238.99	0-2	2477.98	汞、石油烃
A1-1	6-12/6-13	H9、H10	1515.18	0-2	3030.36	汞
A2-8	6-13	H10	773.72	2-4.5	1934.30	汞
A2-5	6-5	V11	232.39	2-2.2	46.48	乙苯、石油烃
合计			2754.17	/	7489.12	/

备注：1）本次仅验收风评划定的部分 A2-5 区；2）修复面积指水平投影面积，A2-8 完全重合于 A1-1 区底部。

表 1.1-4 本项目剩余待效果评估对象

序号	修复区域	修复方量 (m³)	预计效果评估时间	备注
1	V1~V11	106657.49	第三阶段	轻度有机污染物土壤
2	R1~R3	44972.94	第三阶段	集中重度有机污染土壤 修复
3	潜在二次污 染区	/	第三阶段	
4	地下水修复	36890.30	第三阶段	

表 1.1-5 地块土壤污染物浓度概况

分区	污染物名称	修复目标 (mg/kg)	最大值 (mg/kg)	平均值 (mg/kg)	最大超标 倍数	平均超标 倍数
第一类 用地	汞	8	1260.00	328.27	156.50	40.03
	铅	400	1920.00	1093.00	3.80	1.73
	氯仿	0.43	17900.00	1246.23	41626.91	2897.21
	苯	1.77	78.40	44.95	43.29	24.40
	甲苯	1173	2570	1940.00	1.19	0.65
	乙苯	12.92	34.8	17.8	1.69	0.38
	1,4-二氯苯	9.27	74.7	46.15	7.06	3.98
	1,2-二氯苯	560	5430.00	1958.00	8.70	2.50
	1,2-二氯乙烷	0.95	14.1	8.6	13.84	8.05
	二氯甲烷	130.1	1700	785	12.07	5.03
	一溴二氯甲 烷	0.56	2.02	0.98	2.61	0.75
	石油烃 (C10-C40)	1076.12	9940.00	4164.17	8.24	2.87
第二类 用地	汞	38	1270	439.1	32.42	10.56
	铅	800	894	894	0.12	0.12
	氯仿	1.79	1060	186.49	591.18	103.18
	1,2-二氯苯	560	1560	1560	1.79	1.79
	甲苯	1173	1510	1510	0.29	0.29
	1,2-二氯乙烷	5	13.8	13.8	2.76	2.76
	石油烃 (C10-C40)	6606.99	8040	8040	0.22	0.22

表 1.1-6 地下水污染物浓度概况

分区	污染物名称	修复目标 (mg/kg)	最大值 (mg/kg)	平均值 (mg/kg)	最大超标 倍数	平均超标 倍数
第一类 用地	1,2-二氯乙烷	0.808	186	83.97	229.20	102.92
	苯	0.671	27.1	11.95	39.39	16.81
	二氯甲烷	377	2020	1222.4	4.36	2.24
	石油烃	188	1010	682	4.37	2.63

分区	污染物名称	修复目标 (mg/kg)	最大值 (mg/kg)	平均值 (mg/kg)	最大超标 倍数	平均超标 倍数
第二类 用地	(C10-C40)					
	四氯化碳	0.398	0.508	0.508	0.28	0.28
	氯仿	0.362	5600	1292.19	15469.61	3569.59
	氯仿	1.54	5600	1897.88	3635.36	1231.39
	1,2-二氯乙烷	3.35	12.1	12.1	2.61	2.61
	四氯化碳	1.72	2.74	2.74	1.59	1.59

表 1.1-7 各阶段技术工作完成情况

工作阶段	关键节点时间	备注
风险评估备案（第一版）	2021 年 8 月	
修复方案备案（第一版）	2021 年 9 月	
风险评估报告变更版备案（第二版）	2022 年 4 月	
修复方案变更版备案（第二版）	2022 年 5 月	
第一阶段修复施工	2021 年 9 月-2023 年 5 月	北建工实施
第一阶段效果评估现场采样	2022 年 7-10 月、2023 年 3 月	
第一阶段效果评估评审	2023 年 4 月	
第二阶段修复施工	2023 年 5 月-2024 年 1 月	广东禹航/中山公用实施
第二阶段效果评估现场采样	2023 年 7 月 8 日、2023 年 9 月 1 日、 2023 年 10 月 17 日、2025 年 7 月 15 日	

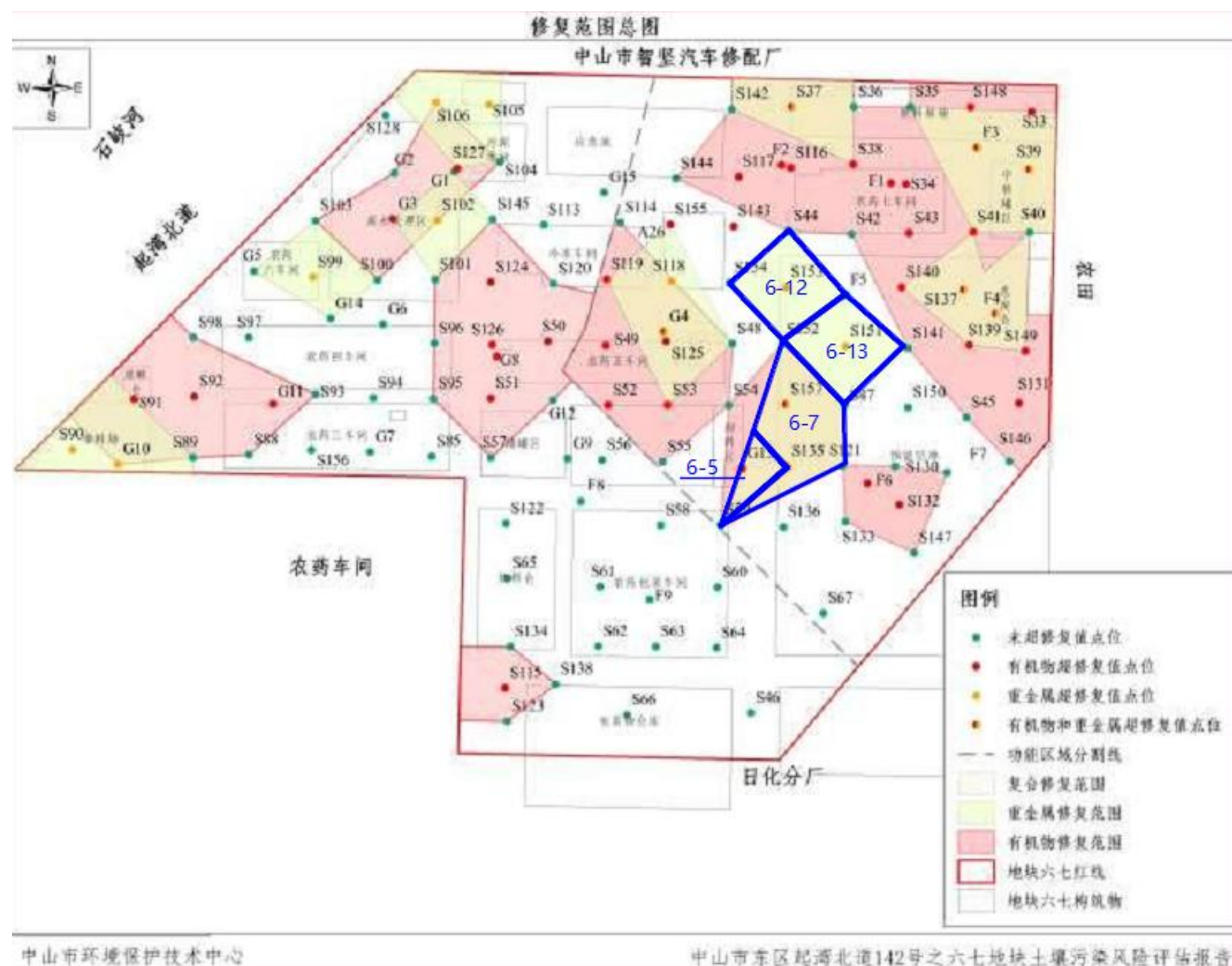


图 1.1-1 本次阶段效果评估对象分布位置

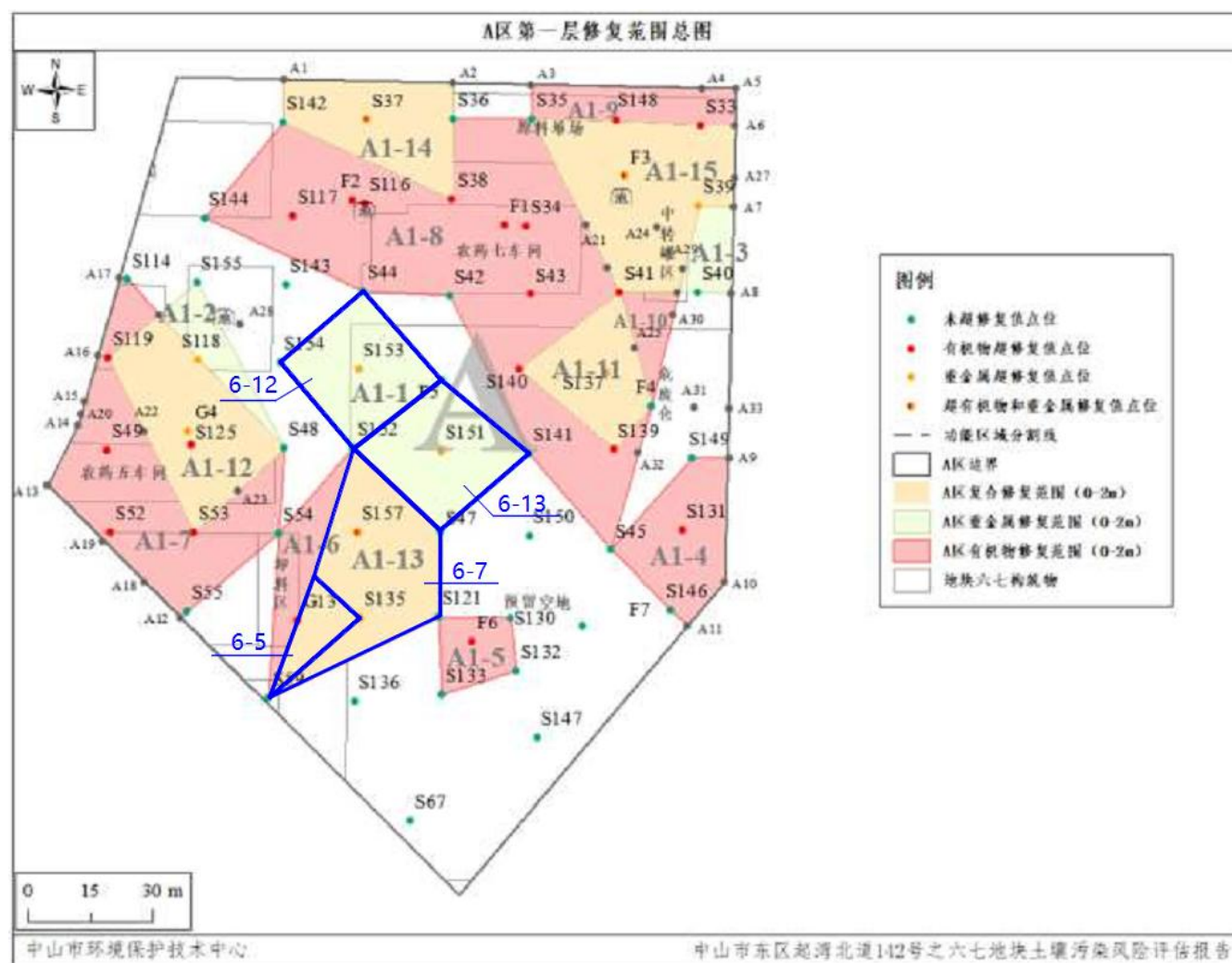


图 1.1-2 本阶段效果评估对象实际施工编号与风评编号对应情况（第一层 0-2m）

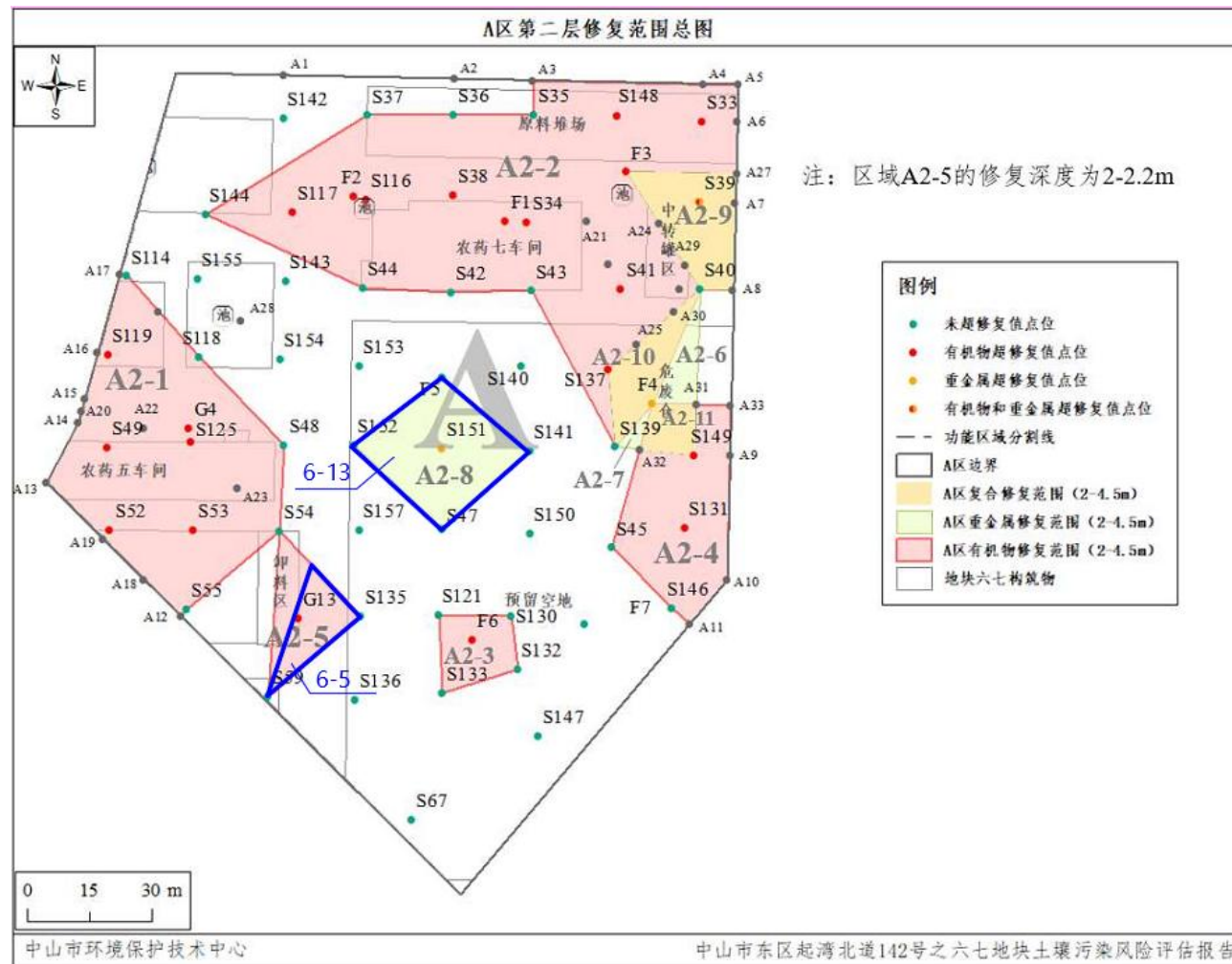


图 1.1-3 本阶段效果评估对象实际施工编号与风评编号对应情况（第二层 2/2.2、2-4.5m）

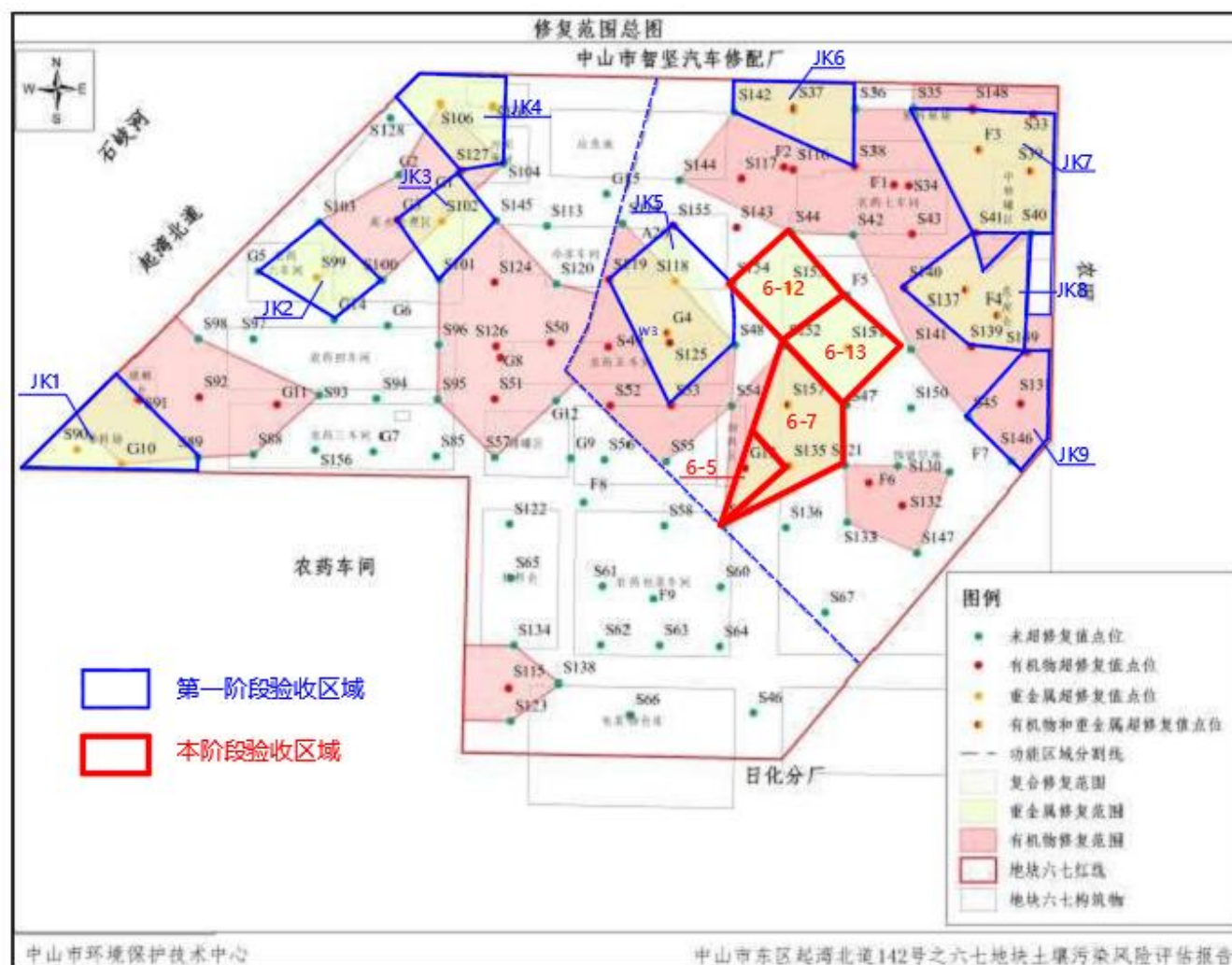


图 1.1-4 本阶段验收区域与第一阶段验收区域位置关系

1.2. 项目背景

中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块（以下简称为“目标地块”）占地面积为 51339.30 平方米。中山市凯达精细化工股份有限公司（简称为“凯达公司”）自 1993 年至 2009 年在该地块的部分区域从事菊酯类农药、增效醚等产品的生产经营活动，2009 年企业改制后，中山凯中有限公司（简称为“凯中公司”）沿用原有设备和工艺继续生产，2019 年 4 月凯中公司停产，并于 2019 年 11 月拆除生产设备。目标地块原土地使用权人为中山市中垣物业拓展有限公司，2021 年 2 月，土地使用权人变更为中山市土地储备中心和中山旭富投资有限公司。

目标地块规划用途涉及居住用地（R）、商业服务业设施用地（B）、公园绿地（G，不涉及 G1 中的社区公园和儿童公园用地）和城市道路用地（S1），涵盖《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》（GB36600）规定的第一类和第二类用地。中山市土地储备机构拟收储目标地块，根据《土壤污染防治法》、《污染地块土壤环境管理办法（试行）》相关要求，受地块原土地权属人中山市中垣物业拓展有限公司（以下简称为“委托单位”）委托，中山市环境保护技术中心（以下简称“调查单位”）针对目标地块开展土壤污染状况调查工作。

调查单位于 2019 年 5 月启动对六、七地块的第一阶段调查工作，2019 年 11 月启动第二阶段土壤污染状况初步调查，2020 年 4 月启动土壤污染状况详细调查。

2021 年 3 月，中山市中垣物业拓展有限公司委托广东省机电设备招标中心有限公司发布了《中山市东区起湾北道 142 号之五至七地块污染土壤及地下水修复项目招标文件》（以下简称“招标文件”），将 142 号地块之五、之六~七地块的修复工作打包为整体，最终由北京建工环境修复股份有限公司中标该项目。

受原地块土地权属人中垣公司委托，中山市环境保护技术中心（以下简称“评估单位”）开展目标地块土壤污染风险评估，并于 2021 年 3 月首次提交目标地块土壤污染风险评估报告的评审申请。报告经专家评审及复核后，于 2021 年 8 月完成了省级主管部门备案工作。

北建工依据 2021 年 8 月备案版风评报告（第一版）于 2021 年 9 月正式启动施工。

2021 年 9 月，原土地使用权人中山市中垣物业拓展有限公司启动《中山市东区起湾北道 142 号之五至七地块污染土壤及地下水修复项目效果评估》招投标工作，由生态环境部华南环境科学研究所及广州浩瀚海洋科技有限公司以联合体形式中标。

由于目标地块原土壤污染风险评估报告中确定的相关风险管控、修复目标发生变更，根据《建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控及修复效果评估报告评审指南》（环办土壤〔2019〕63 号）的第三条、第三款“相关报告的重新评审”相关要求，评估单位于 2022 年 1 月重新提交风险评估报告的评审申请，并于 2022 年 4 月完成备案。目标地块最新风险评估结果显示：

1、基于第一类用地方式下，目标地块第一类用地区域部分土壤中汞、苯、甲苯、氯仿、1,2-二氯乙烷、二氯甲烷、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、石油烃（C10-C40）、一溴二氯甲烷和乙苯等 11 种关注污染物，地下水中苯、氯仿、1,2-二氯乙烷、二氯甲烷、石油烃（C10-C40）和四氯化碳等 6 种关注污染物分别高于我国设定致癌风险值可接受水平 10^{-6} 或非致癌危害商值小于 1 的水平，对使用人群存在健康隐患。

2、基于第二类用地方式下，目标地块第二类用地区域部分土壤中汞、甲苯、氯仿、1,2-二氯苯、石油烃（C10-C40）和 1,2-二氯乙烷等 6 种关注污染物，地下水中四氯化碳、氯仿和 1,2-二氯乙烷等 3 种关注污染物产生的健康风险也超出了可接受的风险水平，对未来用地方式下的人体造成健康威胁。

3、除此之外，一类用地和二类用地的重金属铅污染物通过血铅模型计算的修复目标值判断其含量均超过了可接受的风险水平。

4、第一类用地内土壤主要污染物主要为苯、1,4-二氯苯、1,2-二氯乙烷、氯仿、石油烃（C10-C40）、1,2-二氯苯、汞、二氯甲烷、甲苯、铅、一溴二氯甲烷和乙苯，修复目标值分别为苯 1.77mg/kg、1,4-二氯苯 9.27mg/kg、1,2-二氯乙烷 0.95mg/kg、氯仿 0.43mg/kg、石油烃（C10-C40）1076.12mg/kg、1,2-二氯苯 560mg/kg、汞 8mg/kg、二氯甲烷 130.1mg/kg、甲苯 1173mg/kg、铅 400mg/kg、一溴二氯甲烷 0.56mg/kg 和乙苯 12.92mg/kg。

地下水主要修复污染物主要为苯、1,2-二氯乙烷、氯仿、二氯甲烷、石油烃（C10-C40）和四氯化碳，修复目标值分别为 0.671mg/L、0.808mg/L、0.362mg/L、

377mg/L、188mg/L 和 0.398mg/L。需修复面积为 11999.42m²，异位修复地下水体量为 7127.66m³，原位修复地下水体量为 25619.96m³。

5、第二类用地区域内土壤主要污染物主要为氯仿、石油烃（C10-C40）、1,2-二氯苯、汞、甲苯、1,2-二氯乙烷和铅，修复目标值分别为 1.79mg/kg、6606.99mg/kg、560mg/kg、38mg/kg、1173mg/kg、5mg/kg 和 800mg/kg。第二类用地内地下水主要污染物主要修复主要为氯仿、四氯化碳和 1,2-二氯乙烷，修复目标值为 1.54mg/L、1.72mg/L 和 3.35mg/L。需修复面积为 5278.60m²，异位修复地下水体量为 3135.49m³，原位修复地下水体量为 11270.34m³。

6、目标地块地下水最大污染深度为 14 米。

7、第一类用地内污染区需修复土壤按照重金属和有机物划分，超过修复目标值的合计土方量为 127387.62m³，总修复面积 15420.25m²，修复深度 0-19.4m；第二类用地单位内污染区需修复土壤按照重金属和有机物划分，超过修复目标值的合计土方量为 50654.13m³，污染面积为 9133.38m²，修复深度 0-22m。

相比第一版风评报告，部分指标修复目标值从严，新增污染土方量约 2.9 万 m³。北京建工环境修复股份有限公司根据最新备案的风评报告对原修复方案进行了变更，并于 2022 年 4 月完成变更版修复方案的备案。

2021 年 9 月 2 日-2022 年 11 月，北建工完成第一版风评报告（2021 年）划定修复范围现场全部施工工作（修复目标值上则是依据第二版风评报告执行）。

2023 年 5 月-2024 年 1 月，中山公用工程有限公司/广东禹航环境科技有限公司联合体完成新增区域（包括本阶段效果评估对象 6-5/6-7/6-12/6-13 修复区）的现场施工工作。

我单位于 2023 年 4 月完成第一阶段效果评估专家评审工作，该阶段评估对象包括重金属单独污染基坑 JK2~JK4；重金属-有机复合污染基坑 JK1、JK5~JK8；有机单独污染基坑 JK9；堆土（包括 A 区待回填土、B 区待回填土、清洁土、常温解吸土）、筛上物。（备注：该部分区域在新旧风评中无明显变化，修复目标值均是按新版风评报告从严执行）

根据相关环保法律法规、政策与技术规范，已清挖的基坑和污染土壤修复满足《广东省生态环境厅广东省自然资源厅 关于转发建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控及修复效果评估报告评审指南的通知》第五条第二项的规定：

“基于安全因素需要提前进行基坑回填，或者由于施工需要继续清挖已有基坑的，申请人可申请阶段性评估。我单位根据相关环保法律法规、政策与技术规范，于 2023 年 7 月-10 月、2025 年 7 月委托修复效果评估检测单位广东安纳检测技术有限公司对 6-5/6-7/6-12/6-13 区原位修复后土壤、清挖基坑、异位淋洗修复后堆土、疑似污染土及冲洗后筛上物进行了采样检测分析，同时审查了包含该次效果评估对象的《中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块土壤污染修复项目第二阶段施工阶段性施工总结报告》和《中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块土壤污染修复项目第二阶段环境监理总结报告》等相关资料，编写完成了《中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块土壤污染修复项目第二阶段效果评估报告》，申请对本次效果评估内容开展阶段性效果评估评审工作。

备注：以下描述内容涉及多个版本的，除特殊说明外均引自最新备案版。

表 1.2-1 一类用地区（A 区）土壤修复目标值前后变化情况（mg/kg）

序号	污染物	筛选值	管制值	2021 年风评 修复目标值	2022 年风评 修复目标值	备注
1	苯	1	10	10	1.77	降低
2	1,4-二氯苯	5.6	56	16.9	9.27	降低
3	1,2-二氯乙烷	0.52	6	5.26	0.95	降低
4	氯仿	0.3	5	1.05	0.43	降低
5	石油烃 (C10-C40)	826	5000	1300	1076.12	降低
6	1,2-二氯苯	560	560	560	560	无变化
7	汞	8	33	8	8	无变化
8	二氯甲烷	94	300	300	130.1	降低
9	甲苯	1200	1200	1173	1173	无变化
10	铅	400	800	400	400	无变化
11	一溴二氯甲烷	0.29	2.9	/	0.56	新增
12	乙苯	7.2	72	/	12.92	新增

表 1.2-2 二类用地区（B 区）土壤修复目标值前后变化情况（mg/kg）

序号	污染物	筛选值	管制值	2021 年风评 修复目标值	2022 年风评 修复目标值	备注
1	甲苯	1200	1200	1173	1173	无变化
2	汞	38	82	38	38	无变化
3	氯仿	0.9	10	1.79	1.79	无变化
4	石油烃 (C10-C40)	4500	9000	6350	6606.99	降低
5	1,2-二氯苯	560	560	560	560	无变化
6	铅	800	2500	800	800	无变化

序号	污染物	筛选值	管制值	2021 年风评修复目标值	2022 年风评修复目标值	备注
7	1,2-二氯乙烷	5	21	/	5	新增

表 1.2-3 一类用地区（A 区）地下水修复目标值前后变化情况（mg/L）

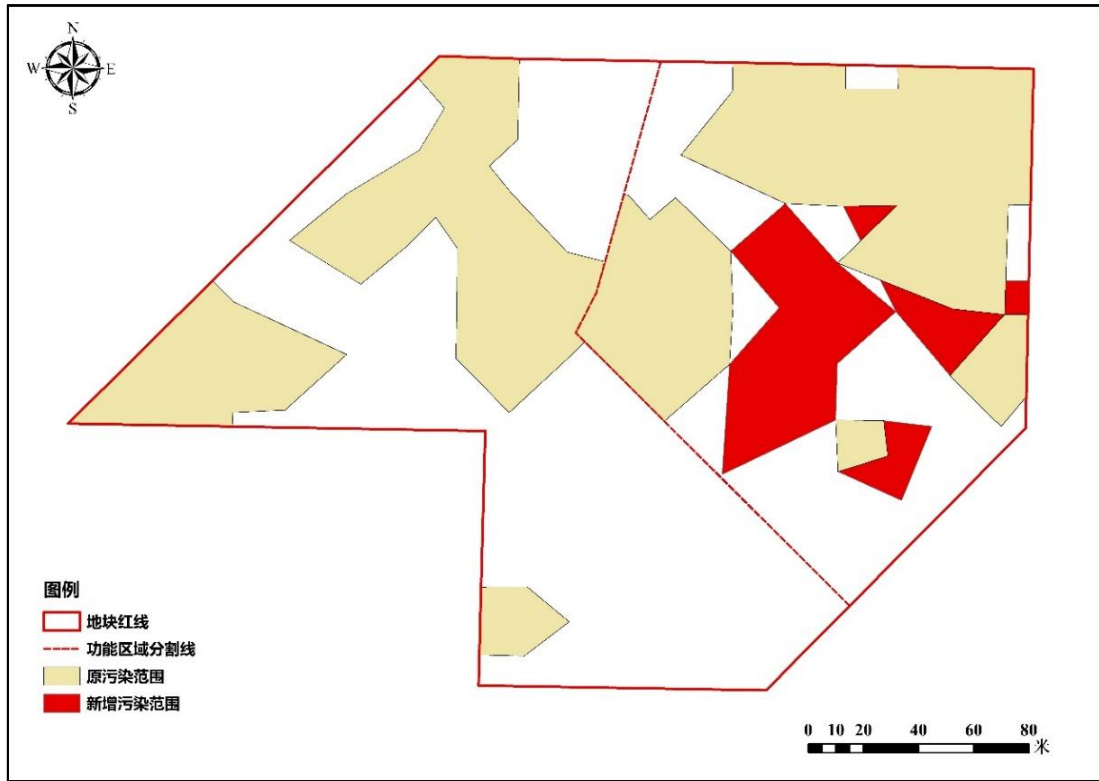
序号	污染物	筛选值	2021 年风评修复目标值	2022 年风评修复目标值	备注
1	苯	0.12	3.09	0.671	降低
2	氯仿	0.3	0.447	0.362	降低
3	1,2-二氯乙烷	0.04	7.31	0.808	降低
4	二氯甲烷	0.5	893	377	降低
5	石油烃（C10-C40）	0.57	/	188	新增
6	四氯化碳	0.05	/	0.398	新增

表 1.2-4 二类用地区（B 区）地下水修复目标值前后变化情况（mg/L）

序号	污染物	筛选值	2021 年风评修复目标值	2022 年风评修复目标值	备注
1	四氯化碳	0.12	1.69	1.72	增加
2	氯仿	0.3	2.29	1.54	降低
3	1,2-二氯乙烷	0.04	/	3.35	新增

表 1.2-5 新旧风评修复污染土方量对比

序号	污染类型	修复方量（m ³ ）	
		《风评报告》 （2021 年 8 月版）	《风评报告》 （2022 年 4 月版）
1	单独重金属污染土壤	12289.40	11684.95
2	重金属-有机复合污染土壤	5638.93	13327.97
3	有机污染土壤	130804.06	153028.83
合计		148732.39	178041.75



1.3. 项目总体实施情况

按施工单位的不同划分为两个阶段。

第一阶段。2021 年 9 月-2023 年 5 月，由北京建工环境修复股份有限公司负责 2021 年备案版《风评报告》（第一版）划定修复范围内的修复施工（修复目标执行第二版）及现场管理工作，期间还负责完成两版（2021 年 9 月、2022 年 5 月版）修复方案的编制及备案工作，主要施工工期集中于 2021 年 9 月-2022 年 11 月。

第二阶段：2023 年 5 月-至今，由中山公用工程有限公司/广东禹航环境科技有限公司负责 2022 年备案版《风评报告》（第二版）划定的新增区域的修复施工及现场管理；施工前，根据实际情况组织编制了针对性的施工组织设计文件，相比备案版修复方案（2022 年 5 月版），对施工总体部署作了一定的调整。该阶段主要施工工期集中于 2023 年 5 月-2024 年 1 月。

截至 2024 年 1 月，已全部完成土壤及地下水的现场修复施工工作。于 2023 年 4 月针对第一阶段修复施工产生的基坑进行了第一次专家评审；本次申请阶段性效果评估对象属于第二阶段修复施工范畴。

已于 2024 年 10 月开始进入至少持续 1 年的地下水修复效果评估期。



图 1.3-1 场地现状（2025 年 7 月航拍）

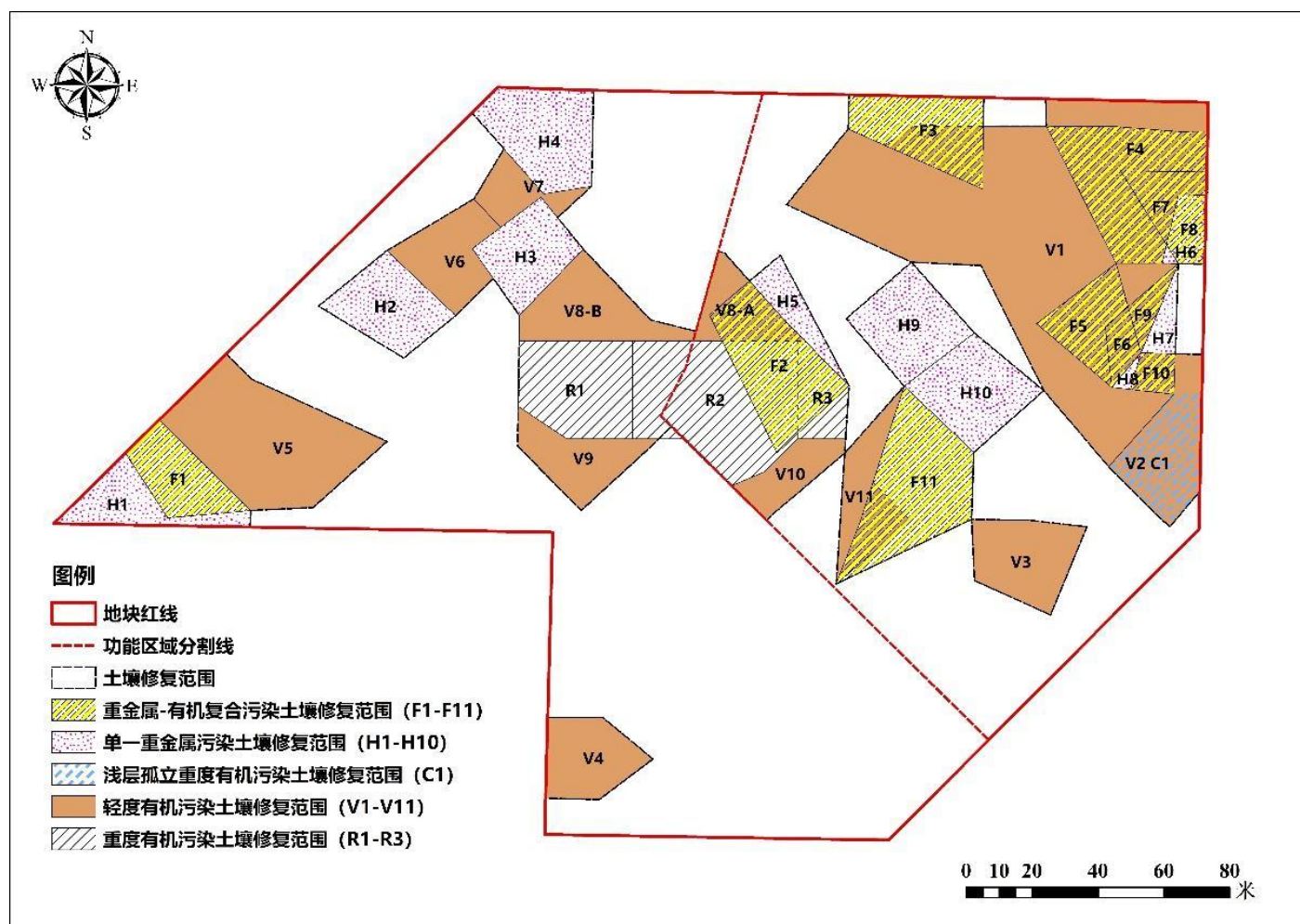


图 1.3-2 土壤修复技术工艺平面布局 (2022 年 5 月修复方案)

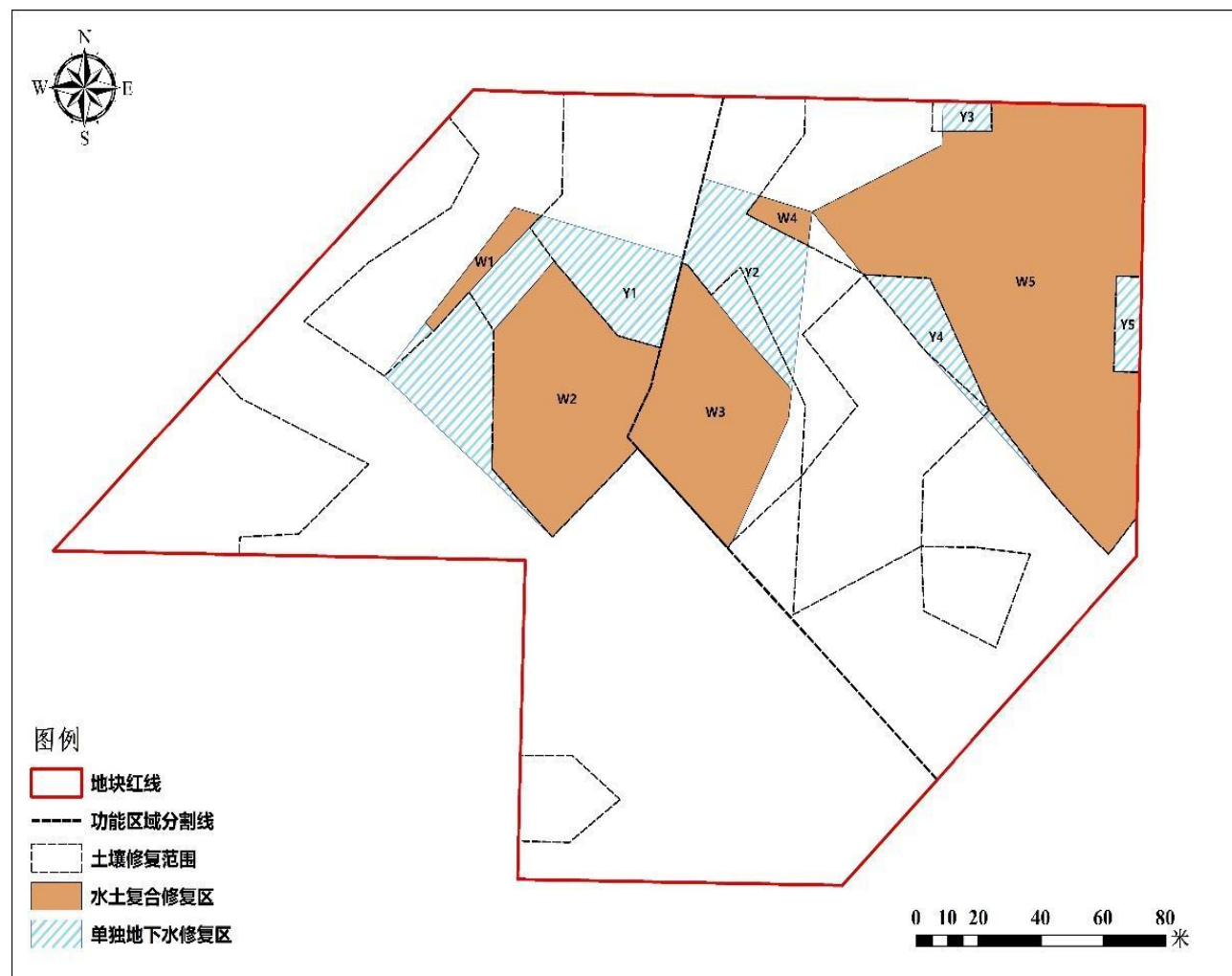


图 1.3-3 地下水修复技术工艺平面布局（2022 年 5 月修复方案）

1.4. 编制目的

截至 2024 年 1 月，现场已完成风评报告划定范围内的全部施工工作。本次拟阶段验收对象为 6-5/6-7/6-12/6-13 修复区清挖基坑及相关污染土的修复情况，已清挖的基坑和污染土壤修复满足《广东省生态环境厅广东省自然资源厅 关于转发建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控及修复效果评估报告评审指南的通知》第五条第二项的规定：“基于安全因素需要提前进行基坑回填，或者由于施工需要继续清挖已有基坑的，申请人可申请阶段性评估。

根据现场实施情况，基坑部分区域已发生形变，为确保基坑安全性，减少基坑暴露时间，同时为施工进度和项目顺利正常推进，需对基坑进行提前回填，以进行下一步修复实施工作。本项目已于 2025 年 7 月 15 日完成对本次效果评估对象采样送检工作，检测报告显示，上述区域清挖基坑底部、侧壁和修复后土壤各目标污染物均未超过修复目标值，水泥窑协同处置产品满足相应规范要求，结合相关资料审核结果，说明本次效果评估对象中基坑底部和侧壁污染土壤均已清理完成、污染土壤修复达到风险评估和修复方案要求，具备开展阶段性效果评估的条件。

因此，申请对本次效果评估内容即《中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块土壤污染修复项目第二阶段效果评估报告》开展阶段性效果评估评审工作。

1.5. 编制内容

本阶段性效果评估对象为 6-5/6-7/6-12/6-13 区清挖基坑及相关污染土修复情况。包括与之相关的实施方案、工程实施内容、清挖修复效果、监理复核见证、质量管理及控制等内容。

2. 工作依据和程序

2.1. 法律法规与政策要求

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月）；
- (2) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月）；
- (3) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月）；
- (4) 《中华人民共和国土地管理法》（2020 年 1 月）；
- (5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 9 月）；
- (6) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月）；
- (7) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 10 月）；
- (8) 《土壤污染防治行动计划》（2016 年 5 月）；
- (9) 《关于保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》(环发[2012]140 号)；
- (10) 《关于加强工业企业关停、搬迁及原址场地再开发利用过程中污染防治工作的通知》（环发[2014]66 号）；
- (11) 《污染地块土壤环境管理办法(试行)》（环保部令第 42 号，2016 年 12 月发布）；
- (12) 《广东省土壤污染防治行动计划实施方案》（粤府[2016]145 号）；
- (13) 《中山市人民政府关于印发中山市土壤污染防治工作方案的通知》（中府〔2017〕54 号）；
- (14) 《中山市污染地块环境管理试点工作方案》（中环〔2018〕258 号）。

2.2. 技术导则、标准及规范

- (1) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- (2) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）；
- (3) 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- (4) 《声环境质量标准》（GB3096-2008）；
- (5) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）；
- (6) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）；

- (7) 广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）；
- (8) 广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）；
- (9) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）；
- (10) 《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）；
- (11) 《突发环境事件应急监测技术规范》（HJ589-2010）；
- (12) 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》（环境保护部，2014 年）；
- (13) 《地下水环境状况调查评价工作指南》（2019 年 9 月）；
- (14) 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）；
- (15) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）；
- (16) 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）；
- (17) 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）；
- (18) 《建设用地土壤修复技术导则》（HJ25.4-2019）；
- (19) 《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ25.5-2018）；
- (20) 《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》（HJ25.6-2019）；
- (21) 《广东省建设用地土壤污染状况调查、风险评估及效果评估报告技术审查要点（修订版）》（2024 年 10 月）；
- (22)《广东省建设用地土壤污染修复现场环境信息公开与标识指南(试行)》（粤环办〔2020〕66 号）；
- (23)《广东省建设用地土壤污染修复工程环境监理技术指南（试行）》（粤环办〔2020〕75 号）；
- (24) 关于印发《建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控及修复效果评估报告评审指南》的通知（环办土壤[2019]63 号）；
- (25) 《污水排入城镇下水道水质标准》（CJ343-2010）；
- (26) 《恶臭污染物排放标准》（GB14554-1993）；
- (27) 《水泥工业大气污染物排放标准》（GB4915-2013）；
- (28) 《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB30760-2014）；
- (29) 《水泥窑协同处置固体废物污染控制标准》（GB 30485-2013）；

- (30) 《水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范》（HJ662-2013）；
- (31) 《大气污染物无组织排放监测技术导则》（HJ/T 55-2000）；
- (32) 《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》(HJ 1019-2019)；
- (33) 《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ 46-2005）；
- (34) 《建筑机械使用安全技术规程》（JGJ 33-2001）；
- (35) 《建设工程施工现场消防安全技术规范》（GB 50720-2011）。

2.3. 项目文件

- (1) 《中山市凯达精细化工股份有限公司技改扩建项目环境影响报告书》（2000 年）；
- (2) 《中山凯中有限公司持续清洁生产审核报告》（2017 年）；
- (3) 《中山凯中有限公司安全评价报告》（2015 年）；
- (4) 《中山凯中有限公司排污证副本》（2017 年）；
- (5) 《关于中山市凯达精细化工股份有限公司技改扩建项目环境影响报告书和环境风险评价报告书的批复》（2000 年）；
- (6) 《康艺化工原料有限公司厂房工程地质勘察报告》（1997 年）；
- (7) 《中山市东区起湾北道 142 号之五至七地块水文地质勘察报告》；
- (8) 《拟除虫菊酯类杀虫剂及增效剂品种手册》（1993 年）；
- (9) 《中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块土壤污染状况调查报告》（2021 年 2 月）；
- (10) 《中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块土壤污染风险评估报告》（2021 年 8 月）；
- (11) 《中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块土壤污染风险评估报告》（2022 年 4 月）；
- (12) 《中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块土壤污染修复项目修复方案》（2021 年 7 月）；
- (13) 《中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块土壤污染修复项目修复方案》（2022 年 4 月）；
- (14) 《中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块土壤污染修复项目施工组织设计》（2021 年 7 月）；

(15)《中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块土壤污染修复项目施工组织设计》(2022 年 4 月)；

(16)《中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块土壤污染修复项目环境监理方案》(2022 年 5 月)；

(17)《中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块土壤污染修复项目第一阶段施工总结报告》(2023 年 5 月)；

(18)《中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块土壤污染修复项目第一阶段环境监理总结报告》(2023 年 5 月)；

(19)《中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块土壤污染修复项目第二阶段施工阶段性施工总结报告》(2025 年 7 月)；

(20)《中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块土壤污染修复项目第二阶段环境监理总结报告》(2025 年 7 月)。

2.4. 工作程序与技术路线

2.4.1. 基本原则

污染地块风险管控与土壤修复效果评估应对土壤是否达到修复目标、风险管控是否达到规定要求、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，提出后期环境监管建议，为污染地块管理提供科学依据。

2.4.2. 工作内容

污染地块风险管控与土壤修复效果评估的工作内容包括：更新地块概念模型、布点采样与实验室检测、风险管控与修复效果评估、提出后期环境监管建议、编制效果评估报告。

2.4.3. 工作程序

结合《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)、《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》(HJ25.6-2019)等文件要求，确定本地块污染土壤及地下水修复效果评估工作流程。

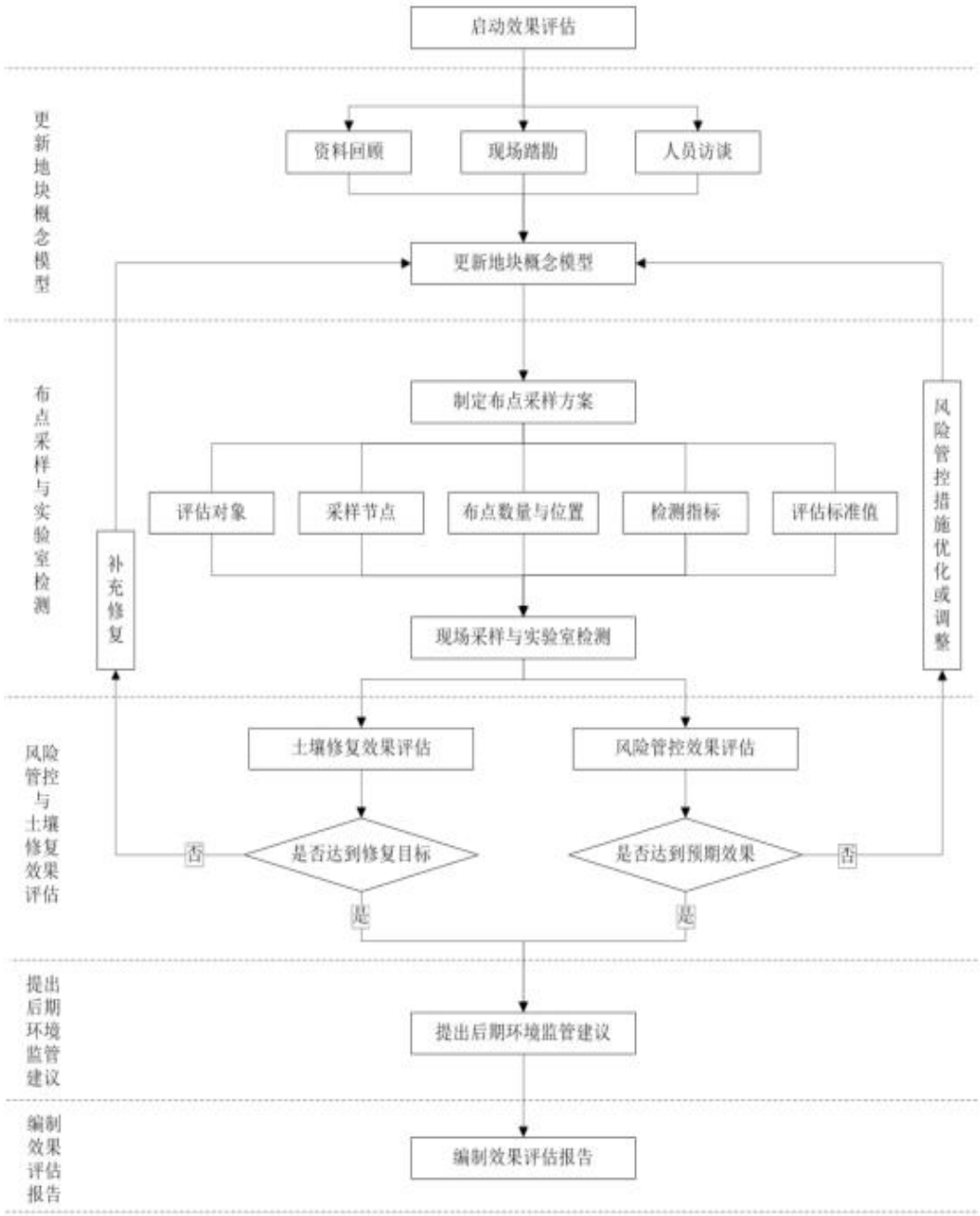


图 2.4-1 污染地块风险管控与土壤修复效果评估工作流程

2.4.3.1.更新地块概念模型

应根据风险管控与修复进度，以及掌握的地块信息对地块概念模型进行实时更新，为制定效果评估布点方案提供依据。

➤ 总体要求

效果评估机构应收集地块风险管控与修复相关资料，开展现场踏勘工作，并通过与地块责任人、施工负责人、监理人员等进行沟通和访谈，了解地块调查评

估结论、风险管控与修复工程实施情况、环境保护措施落实情况等，掌握地块地质与水文地质条件、污染物空间分布、污染土壤去向、风险管控与修复设施设置、风险管控与修复过程监测数据等关键信息，更新地块概念模型。

➤ 资料回顾

在效果评估工作开展之前，应收集污染地块风险管控与修复相关资料。

资料清单主要包括地块环境调查报告、风险评估报告、风险管控与修复方案、工程实施方案、工程设计资料、施工组织设计资料、工程环境影响评价及其批复、施工与运行过程中监测数据、监理报告和相关资料、工程竣工报告、实施方案变更协议、运输与接收的协议和记录、施工管理文件等。

资料回顾要点主要包括风险管控与修复工程概况和环保措施落实情况。

风险管控与修复工程概况回顾主要通过风险管控与修复方案、实施方案、以及风险管控与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，了解风险管控与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风险管控与修复过程中二次污染防治相关数据、资料和报告的梳理，分析风险管控与修复工程可能造成的土壤和地下水二次污染情况等。

➤ 现场踏勘

应开展现场踏勘工作，了解污染地块风险管控与修复工程情况、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、基坑清理情况、污染土暂存和外运情况、地块内临时道路使用情况、修复施工管理情况等。

调查人员可通过照片、视频、录音、文字等方式，记录现场踏勘情况。

➤ 人员访谈

应开展人员访谈工作，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。

访谈对象包括地块责任单位、地块调查单位、地块修复方案编制单位、监理单位、修复施工单位等单位的参与人员。

➤ 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，完善地块风险管控与修复实施后的概念模型。

地块概念模型一般包括下列信息：

a) 地块风险管控与修复概况：修复起始时间、修复范围、修复目标、修复设施设计参数、修复过程运行监测数据、技术调整和运行优化、修复过程中废水和废气排放数据、药剂添加量等情况；

b) 关注污染物情况：目标污染物原始浓度、运行过程中的浓度变化、潜在二次污染物和中间产物产生情况、土壤异位修复地块污染源清挖和运输情况、修复技术去除率、污染物空间分布特征的变化、以及潜在二次污染区域等情况；

c) 地质与水文地质情况：关注地块地质与水文地质条件，以及修复设施运行前后地质和水文地质条件的变化、土壤理化性质变化等，运行过程是否存在优先流路径等；

d) 潜在受体与周边环境情况：结合地块规划用途和建筑设计资料，分析修复工程结束后污染介质与受体的相对位置关系、受体的关键暴露途径等。

地块概念模型可用文字、图、表等方式表达，作为确定效果评估范围、采样节点、布点位置等的依据。

地块概念模型涉及信息及其作用见下表。

表 2.4-1 地块概念模型涉及信息及其作用

地块概念模型涉及信息	在修复效果评估中的作用
地理位置	了解背景情况
地块历史	了解背景情况
地块调查评估活动	了解背景情况
地块土层分布	确定采样深度
水位变化情况	采样点设置
地块地质与水文地质情况	采样点设置
污染物分布情况	了解地块污染情况
目标污染物、修复目标	明确评估指标和标准
土壤修复范围	明确评估对象和范围
地下水污染羽	明确评估对象和范围
修复方式及工艺	制定效果评估方案

地块概念模型涉及信息	在修复效果评估中的作用
修复实施方案有无变更及变更情况	制定效果评估方案
施工周期与进度	制定效果评估采样节点
异位修复基坑清理范围与深度	采样点设置
异位修复基坑放坡方式、基坑护壁方式	采样点设置
修复后土壤土方量及最终去向	采样点设置、采样节点
修复设施平面布置	采样节点
修复系统运行监测计划及已有数据	采样点设置、采样节点
目标污染物浓度变化情况	采样点设置、采样节点
地块内监测井位置及建井结构	判断是否可供效果评估采样使用
二次污染排放记录及监测报告	辅助资料
地块修复实施涉及的单位和机构	辅助资料

2.4.3.2. 布点采样与实验室检测方案

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。原则上应在风险管控与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。

2.4.3.3. 风险管控与土壤修复效果评估

根据检测结果，评估土壤修复是否达到修复目标或可接受水平，评估风险管控是否达到规定要求。

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。

对于风险管控效果，若工程性能指标和污染物指标均达到评估标准，则判断风险管控达到预期效果，可继续开展运行与维护；若工程性能指标或污染物指标未达到评估标准，则判断风险管控未达到预期效果，须对风险管控措施进行优化或调整。

2.4.3.4. 提出后期环境监管建议

根据风险管控与修复工程实施情况与效果评估结论，提出后期环境监管建

议。

2.4.3.5. 编制效果评估报告

汇总前述工作内容，编制效果评估报告，报告应包括风险管控与修复工程概况、环境保护措施落实情况、效果评估布点与采样、检测结果分析、效果评估结论及后期环境监管建议等内容。

3. 地块概况

3.1. 地块基本情况

中山市东区起湾北道 142 号占地面积约 24.69 万平方米，由八个具有独立产权的宗地组成。中山凯中有限公司（以下简称为“凯中公司”）自 1993 年至 2019 年在该地块的部分区域从事农药、日用化学品、气雾剂等产品的生产经营活动。其中，一、二、三、四、八地块经调查确定无污染，五、六至七地块经调查评估确定有污染，整体进入后续修复阶段。



图 3.1-1 各地块位置示意图

中山市东区起湾北道 142 号地块六、七（以下简称为“目标地块”）是中山市东区起湾道 142 号地块内的八块宗地之二，占地面积为 51339.30 平方米。中山凯中有限公司农药厂（起湾厂区）位于目标地块内，主要包括农药生产车间、原辅材料和产品的储存设施以及公用工程和辅助装置等，主要涉及增效醚、胺菊酯、反式-丙烯菊酯、氯氰菊酯、氯菊酯等产品的生产和配制分装。目标地块规划用途为居住用地（R）、商业服务业设施用地（B）和公园绿地（G，不涉及 G1 中的社区公园和儿童公园用地）。

目前五、六七地块均已于 2024 年 1 月前完成现场修复施工工作，六七地块正开展至少为期一年的地下水修复效果评估监测。

3.1.1. 地理位置

目标地块位于中山市东区起湾北道，东区是中山市委、市政府所在地，东与中山火炬高新技术产业开发区、南朗镇为邻，南靠五桂山千秋岭，西与石岐区相连，中山市的政治、经济、文化中心，距中山港 6 公里，南至澳门 50 公里，东部有京珠高速公路贯穿。辖区内孙文东路、中山四路、中山五路、博爱五路、博爱六路、起湾道、华柏路、兴中道、长江路等干道构成纵横的交通网络，地理位置见下图：



图 3.1-2 目标地块地理位置示意图

3.1.2. 地块四至

根据现场踏勘及相关资料，1993 年至 2018 年，目标地块北侧为中山市起湾混凝土制品公司，2018 年该公司破产后，2019 年至今为中山市智坚汽车修配厂，西侧为起湾北道，隔路为石岐河，东侧为农田。目标地块南侧为凯中气雾剂分厂（1993 年启用）和凯中部分农药生产车间（1993 年启用）。



图 3.1-3 地块四至

3.1.3. 地块周边敏感点分布

目标地块周边 1 公里范围内主要敏感目标为河涌、村落、住宅区等，具体如下表所示。

表 3.1-1 地块周边环境敏感点情况表

序号	敏感点名称	方位	与地块最近距离
1	洋角口村	西北侧	0.36km
2	天水湖观澜	西侧	0.43km
3	白沙湾涌	东侧	0.60km
4	崩山涌	西南侧	50m
5	石岐河	西北	0.12km
6	羊角涌	东侧	0.18km
7	碧海名苑	西侧	0.72km
8	天水湖	西侧	0.67km
9	中山 108 君悦府	东侧	紧邻
10	中山 108 君悦府	南侧	0.16km
11	蝴蝶桥社区体育公园	东北	0.3km

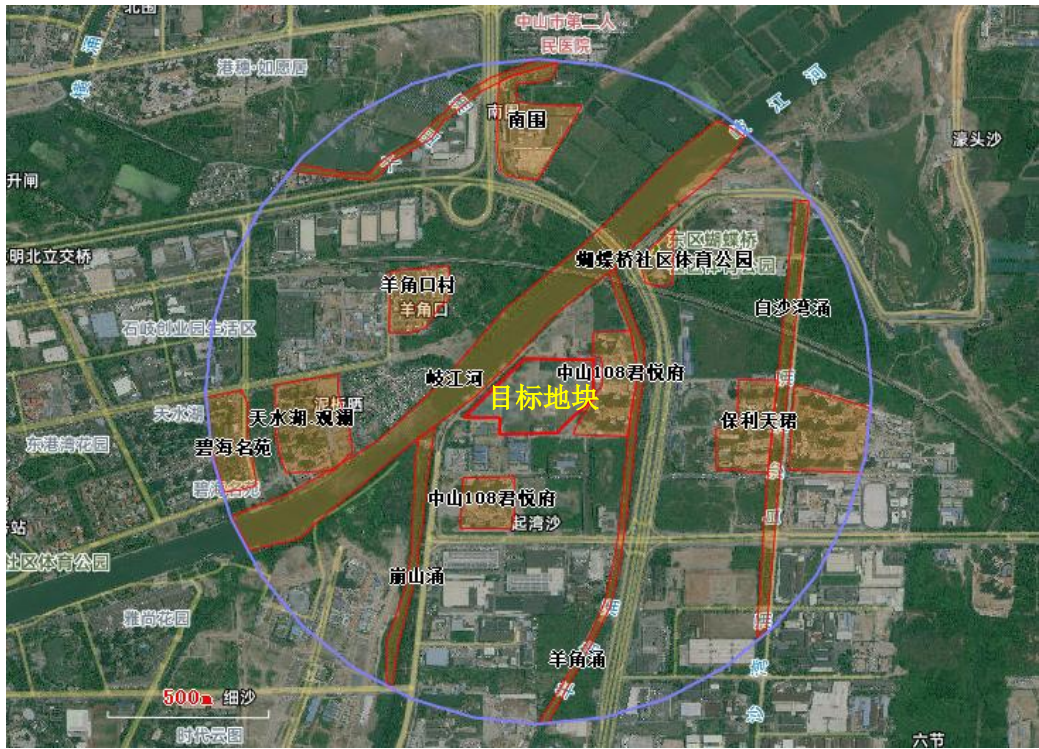


图 3.1-4 地块周边 1km 内敏感点分布

3.1.4. 地块地质概况

根据风险评估报告，本项目的地层主要有第四系海陆交互沉积层(Qmc)，基岩为古生代(γc)花岗片麻岩，现分述如下。

(1) 古生代(γc)

岩性为花岗片麻岩，青灰色，灰白色，片麻状构造，主要矿物为黑云母、角闪石、长石、石英等，被第四系海陆交互沉积层(Qmc)所覆盖，在其强风化、中风化岩带赋存风化裂隙水，水量贫乏。

(2) 第四系海陆交互沉积层(Qmc)

本层主要由淤泥(局部过渡为淤泥质土)、粉细砂、中粗砂、粉质粘土组成，其中淤泥(淤泥质土)在整个地块均有分布，多分布于上部，局部与粉细砂、粉质粘土互层状出现，厚度 5.80~9.00 m；粉细砂、中粗砂多成透镜状零星分布于地块东北部，以粉细砂为主，局部过渡为中粗砂，厚度 0.50~8.30m，平均 3.30 m，粉质粘土厚 2.50~8.50 m，埋深一般 9.50~15.00 m。

3.1.5. 地块地下水概况

根据前期勘察报告和土壤污染状况调查地下水现场测量情况，该区域地下水埋藏浅，涨潮时段稳定水位标高为-3.4~-5.1m，整体地下水流向为自西北向东南流；退潮时段稳定水位标高为-5.02~-5.92m，整体地下水流向为自东南向西北流。

场地地下水按含水介质类型(含水层的空隙性质)不同可分为第四系浅部土层中的孔隙水和深部基岩裂隙水。第四系潜水主要赋存于素填土中，透水性中等；场地内基岩裂隙水主要赋存与基岩风化裂隙中，主要分布在深部强风化、中风化岩石中。

2021 年 2 月，场调单位在同一天涨潮时段和退潮时段分别对地块内的 22 口地下水监测井进行了水位标高的测量，各井的稳定水位观测资料详见下表。

表 3.1-2 地下水监测井稳定水位观测资料(退潮时段)(单位: m)

序号	编号	稳定埋深	地面标高	水位标高
1	W26	2.65	-3.05	-5.7
2	GW1	2.82	-2.98	-5.8
3	W17	2.8	-2.8	-5.6
4	W9	2.52	-2.98	-5.5
5	W20	2.42	-3.1	-5.52

序号	编号	稳定埋深	地面标高	水位标高
6	FW1	2.63	-2.79	-5.42
7	W21	2.33	-3.25	-5.58
8	W22	2.27	-3.18	-5.45
9	W14	3.06	-2.86	-5.92
10	GW14	2.81	-2.98	-5.79
11	W23	2.45	-3.02	-5.47
12	W18	1.58	-3.7	-5.28
13	W29	1.34	-3.68	-5.02
14	GW8	2.25	-3.03	-5.28
15	W16	2.18	-3.3	-5.48
16	W28	2.17	-3.15	-5.32
17	W25	2.09	-3.18	-5.27
18	W11	1.89	-3.28	-5.17
19	FW6	1.28	-3.74	-5.02
20	W19	1.4	-3.65	-5.05
21	FW8	1.89	-3.31	-5.2
22	W24	2.47	-3.05	-5.52

表 3.1-3 地下水监测井稳定水位观测资料（涨潮时段）（单位：m）

序号	编号	稳定埋深	地面标高	水位标高
1	W26	0.55	-3.05	-3.6
2	GW1	0.42	-2.98	-3.4
3	W17	0.95	-2.8	-3.75
4	W9	0.7	-2.98	-3.68
5	W20	1.32	-3.1	-4.42
6	FW1	1.62	-2.79	-4.41
7	W21	0.45	-3.25	-3.7
8	W22	0.64	-3.18	-3.82
9	W14	0.53	-2.86	-3.39
10	GW14	0.57	-2.98	-3.55
11	W23	0.62	-3.02	-3.64
12	W18	0.8	-3.7	-4.5
13	W29	1.12	-3.68	-4.8
14	GW8	0.69	-3.03	-3.72
15	W16	0.54	-3.3	-3.84
16	W28	0.65	-3.15	-3.8
17	W25	0.32	-3.18	-3.5
18	W11	0.4	-3.28	-3.68
19	FW6	1.3	-3.74	-5.04
20	W19	1.45	-3.65	-5.1
21	FW8	0.49	-3.31	-3.8

序号	编号	稳定埋深	地面标高	水位标高
22	W24	0.59	-3.05	-3.64

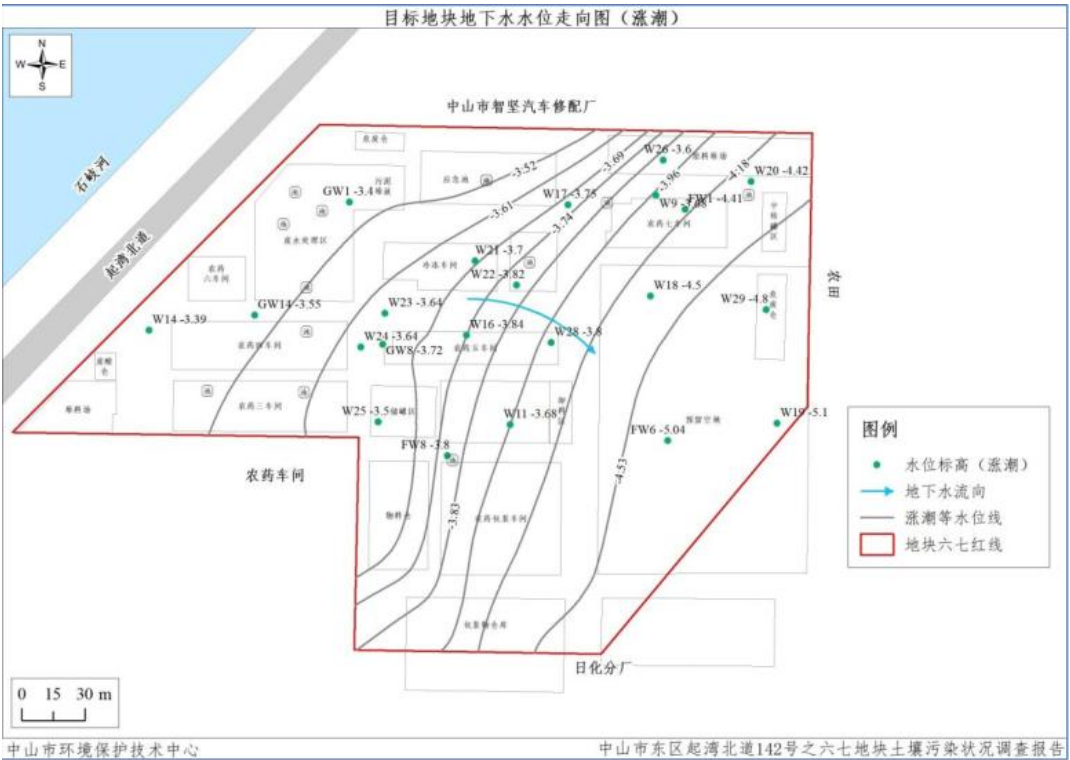


图 3.1-5 六七地块地下水水位走向图（涨潮时段）

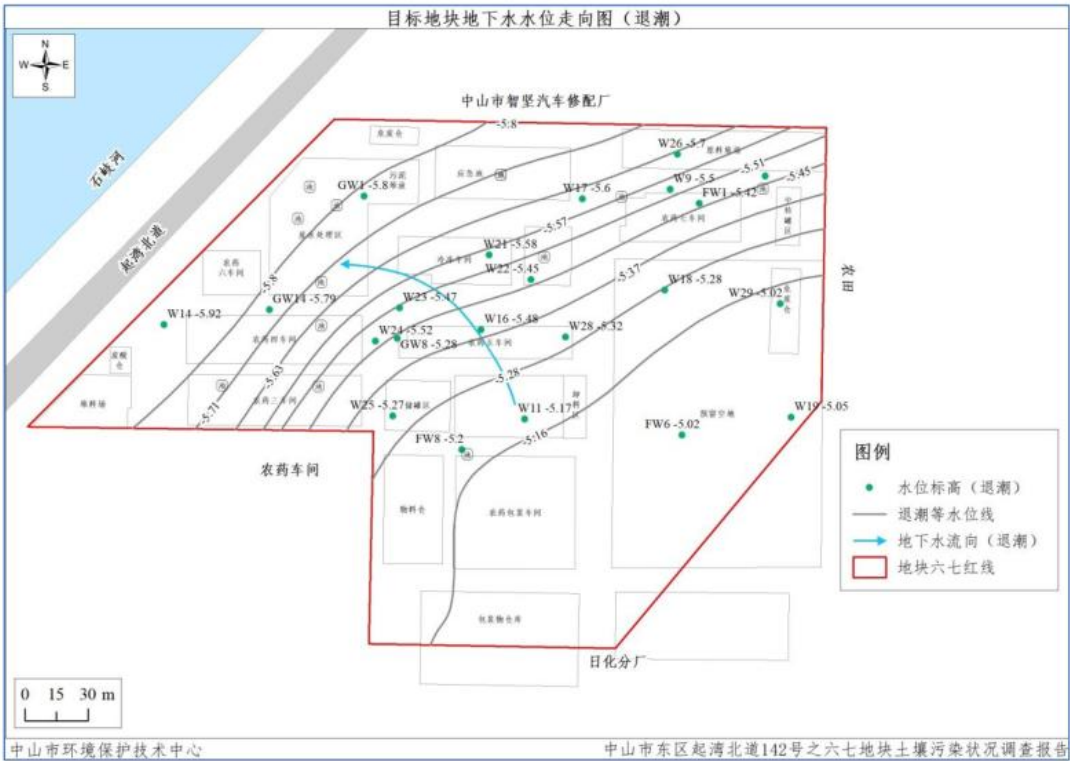


图 3.1-6 六七地块地下水水位走向图（退潮时段）

3.1.6. 场地地层概念模型

根据调研资料，基于对本场地水文地质条件、污染物的理化参数、空间分布及其潜在迁移途径等因素的深入分析，对本地块的概念模型进行了更新。

可以看出，目标地块修复范围内的地层主要包括杂填土、淤泥质土、粉质黏土、基岩，主要以淤泥质土、粉质黏土为主。构建该场地三维地质模型如下图所示。

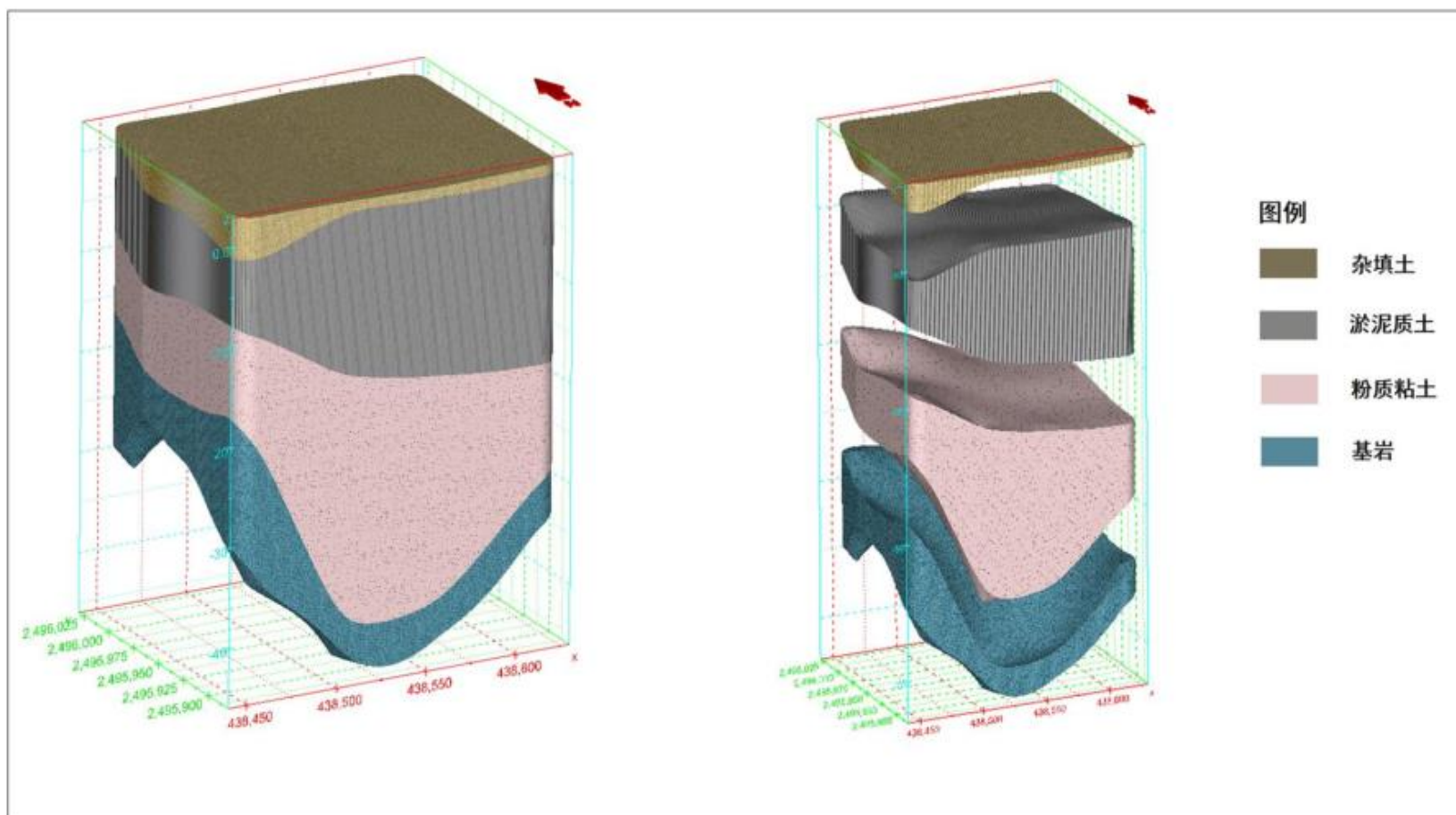


图 3.1-7 场地地层概念模型

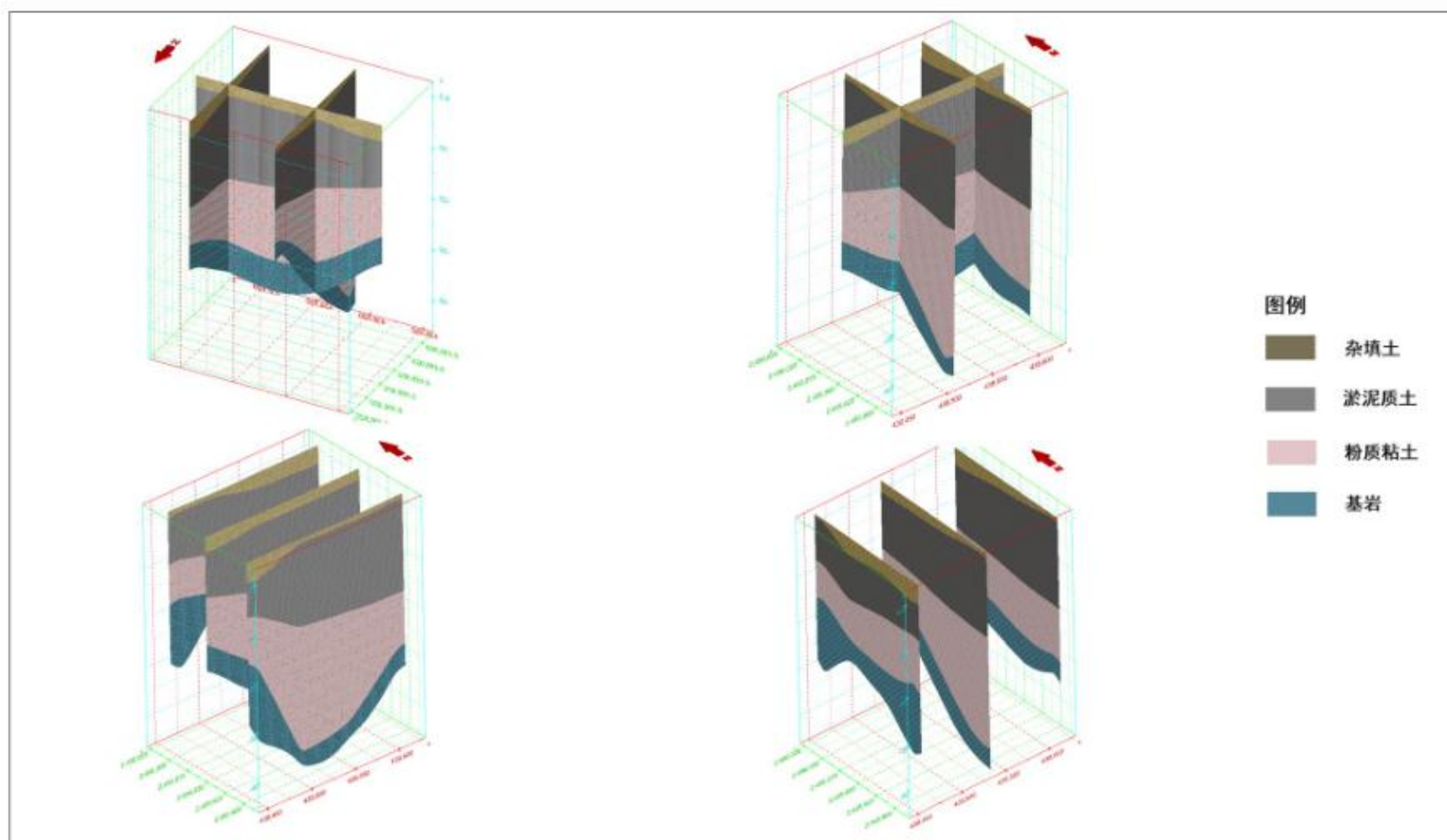


图 3.1-8 场地地层剖面模型

3.1.7. 地块未来规划

根据《中山市中心城区康华路东段片区控制性详细规划 A 街区调整》六七地块规划用途为居住用地（R）、商业服务业设施用地（B）和公园绿地（G，不涉及 G1 中的社区公园和儿童公园用地）；分别对应《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》（GB36600）规定的第一类和第二类用地。

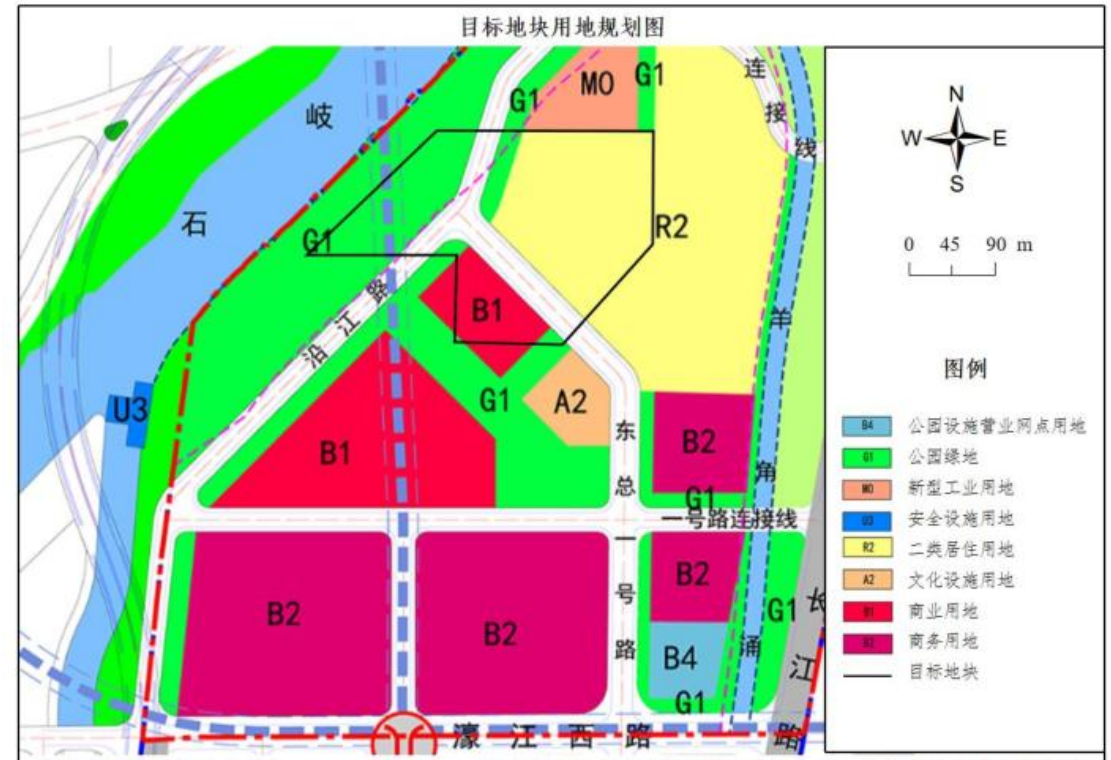


图 3.1-9 六七地块规划利用情况

3.2. 地块调查评估结论

3.2.1. 第一阶段调查

第一阶段调查工作开展时间为 2019 年 5 月-2019 年 11 月。

根据调查情况，地块 1993 年前为农地，1993 年至 2019 年为中山凯中有限公司农药分厂的部分区域，占地面积为 51339.30 平方米，主要包括农药分厂部分生产车间、原辅材料和产品的储存设施以及公用工程和辅助装置等。具体为：生产区（5 个农药生产车间和 1 个农药包装车间）、储存区（3 个成品仓库、1 个物料仓库、1 座车间原料罐区和 1 座盐酸储罐区）、固废存放区（废酸仓和危废贮存区）、公用工程（制冷车间、污水处理车间、循环水系统、应急池等）和

工业预留用地。

根据污染识别结果，调查地块内重点关注区域生产区（农药生产三至七车间和农药包装车间）、储存区（物料仓、成品仓和农药车间罐区）、污水处理区、废物存放区（废酸仓、危废仓等），重点区域面积约为 31400m²，非重点区域包括应急池、工业预留用地、包装物仓库和制冷车间，区域面积为 20000m²。需关注的污染物包括 VOCs（部分芳香烃、卤代烃，甲醛、乙腈、吡啶、丙醛、三氯三氟乙烷、异戊二烯、2,5-二甲基 2,4-己二烯、2-甲基呋喃、氯代异丙烷、乙酸乙酯、N,N-二甲基丙烯胺、N,N-二甲基乙酰胺）、菊酯类农药（胺菊酯、反式-丙烯菊酯、氰戊菊酯、氯氰菊酯、甲氰菊酯、氯菊酯、顺式-氯氟氰聚酯、丙炔菊酯、苯氰菊酯、炔戊菊酯和四氟菊酯）、三氯杀虫酯、增效醚、氰化物、氟化物、汞、镍和总石油烃等。

3.2.2. 第二阶段调查

在初步调查阶段，调查单位在污染识别的基础上，根据各个潜在污染区域以及周边相邻地块的特性，采用判断布点法、系统布点法结合的方式，在目标地块的疑似污染区域、相邻地块边界控制区域共布设了 23 个土壤采样点位和 6 个地下水监测井，送检 115 个土壤样品和 6 个地下水样品。按照国家相关要求，初步调查所有送检土壤样品均涵盖《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600）中表 1 中的 45 项基本项目以及表 2 中的总石油烃等项目，并根据各个采样点位所在区域的污染识别结果，各点位加测了地块关注污染物胺菊酯、反式-丙烯菊酯、增效醚、氰戊菊酯、氯氰菊酯、氰化物、氯菊酯等项目。

在详细调查阶段，调查单位根据初步调查结果，结合地块污染迁移特性，采用系统布点法加密布设采样点。目标地块疑似连片污染区域面积约为 43000 平方米，调查单位拟按照单个采样单元面积不超过 400 平方米的要求进行土壤采样点位布设，拟在该区域初步调查中布设 24 个土壤采样点位的基础上，根据检测结果，在超筛选值点位周边加密布设采样点 84 个，共计布设土壤采样点位 108 个；其余非重点区域占地面积约 8339 平方米，调查单位拟按照单位采样单元面积不超过 1600 平方米的要求进行土壤采样点位布设，拟加密布设点位 10 个。另外，针对初步调查污染物浓度未达标点位 F1、F2、G1、G4 和 G8，在

其周边 2m 范围内加密布点（编号对应为 S34、S116、S127、S125 和 S126）。详细调查所有送检土壤样品均涵盖《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》（HJ834-2017）中的 SVOCs 全项、《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集气相色谱-质谱法》（HJ605-2011）中的 VOCs 全项、重金属镍、铅、汞和总石油烃等项目，并根据各个采样点位所在区域的污染识别结果，各点位加测了地块关注污染物菊酯类农药原药、氟化物等 31 个项目。

在详细调查阶段，按照污染区域地下水采样点位数每 6400m²（80m×80m）不少于 1 个的原则，调查小组在该区域初步调查中布设 6 个地下水监测井的基础上，布设 7 口浅层地下水井，并在污染严重区域农药生产车间及其周边区域布设了 11 组地下水丛井和 1 组深层地下水井（裂隙水），共计 19 组地下水监测井。

通过第二阶段土壤污染状况调查，可确认地块的关注污染物为汞、铅、苯、甲苯、乙苯、二氯甲烷、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯、1,2-二氯乙烷、氯仿、一溴二氯甲烷和总石油烃，以及地下水等。本次环境调查完成后，调查地块须根据地块未来规划开展风险评估和修复。

A、土壤

根据目标地块的土壤污染状况调查结果，目标地块的第一类用地区域内土壤样品中共有 12 项指标的检测浓度超过对应的筛选值，分别为铅、汞、苯、甲苯、乙苯、一溴二氯甲烷、氯仿、1,2-二氯乙烷、二氯甲烷、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯和总石油烃，其中 1,2-二氯苯和甲苯的检测浓度超过其管制值；第二类用地范围内土壤样品中共有 8 项指标的检测浓度超过对应的筛选值，分别为铅、汞、甲苯、乙苯、氯仿、1,2-二氯乙烷、1,2-二氯苯和总石油烃。二氯苯、氯苯、氯仿、1,2-二氯乙烷等密度大于水的有机物，主要受重力驱使进入土壤和地下水，粘滞性和界面张力较低，易于进入极小孔隙甚至贯穿黏土质从而向下迁移，在穿过非饱和带到达饱和带的过程中会残留部分在非饱和带土壤中。

B、地下水

根据目标地块的地下水污染状况调查结果，第一类用地区域内地下水中共有 11 项指标的检测浓度超过对应的筛选值，分别为苯、甲苯、一溴二氯甲烷、四氯化碳、氯苯、氯仿、1,2-二氯乙烷、二氯甲烷、1,2-二氯苯、总石油烃和 1,1,2,2-

四氯乙烷；第二类用地范围内地下水中共有 14 项指标的检测浓度超过对应的筛选值，分别为苯、甲苯、乙苯、二甲苯、一溴二氯甲烷、四氯化碳、氯苯、氯仿、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、二氯甲烷、1,2,3-三氯丙烷、1,2-二氯苯和总石油烃。从污染分布来看，污染区域较为集中，主要为点源污染，具体包括农药七车间、农药五车间、农药四车间、危废仓农药包装车间和污水处理站，其中农药五车间和农药七车间污染物浓度最高。

3.2.3. 恶臭类物质调查

评估单位参照中华环保联合会团体标准《农药污染地块土壤异味物质识别技术指南》（T/ACEF027-2021）开展恶臭物质识别。以采样分析获得的恶臭物质组成清单为基础，采用综合评分方法对污染物进行筛查，识别优控恶臭物质，为土壤污染风险管控和修复提供目标导向，提高管控的针对性，主要进行以下步骤：

1）确定筛选指标：筛选指标的确定应能反应污染物的恶臭影响、环境暴露及健康影响等因素，应包含如下指标：嗅阈值、物质浓度、挥发性、检出率以及健康风险指标（如职业健康阈值或生理毒性等）。2）筛选指标的分级赋值：对恶臭物质组成清单中各物质的嗅阈值、浓度、检出率、挥发性、健康风险等指标进行查询、汇总与统计分析，根据数据的分布进行分级划分与赋值。3）确定指标权重系数：首先，对各筛选指标的重要程度进行判断，并给出评分。评分标准可参考模糊层次分析法中常用到的五标度法。4）筛选优控异味物质：计算所调查地块潜在恶臭物质清单中各物质的综合得分，按照分值的大小对物质进行排序。以此为基础，结合原生产企业信息资料（原辅料、中间体、产品及其使用量、产量等），场地污染物调查资料以及专业经验，确定优控恶臭物质。

表 3.2-1 地块六恶臭物质综合得分

序号	物质	bj	序号	物质	bj
1	甲苯	7.6506	10	乙苯	6.9412
2	氯仿	7.5728	11	间二甲苯	6.9412
3	1,4-二氯苯	7.4492	12	对二甲苯	6.9412
4	氯苯	7.4291	13	二硫化碳	6.9003
5	1,2-二氯乙烷	7.3798	14	萘	6.7882
6	苯	7.2644	15	异丙苯	6.7701
7	1,2-二氯苯	7.1467	16	苯乙烯	6.5493
8	四氯乙烯	7.1303	17	邻二甲苯	6.5341
9	2-丁酮	7.0989	18	三氯乙烯	5.4690

通过对地块内的恶臭物质进行综合评价，选取甲苯、氯仿、1,4-二氯苯、氯苯和 1,2-二氯乙烷为优控异味物质，在后续环境空气监测中需重点关注上述物质的浓度变化。

根据恶臭类污染物的分布和相应嗅阈对比分析，结合现场探勘及土壤样品采集过程中，感官的异味土壤分布情况，调查单位划定了目标地块恶臭控制区域，主要集中在农药五车间、农药七车间和废水处理站，均位于目标地块土壤有机污染物超出筛选值的区域。

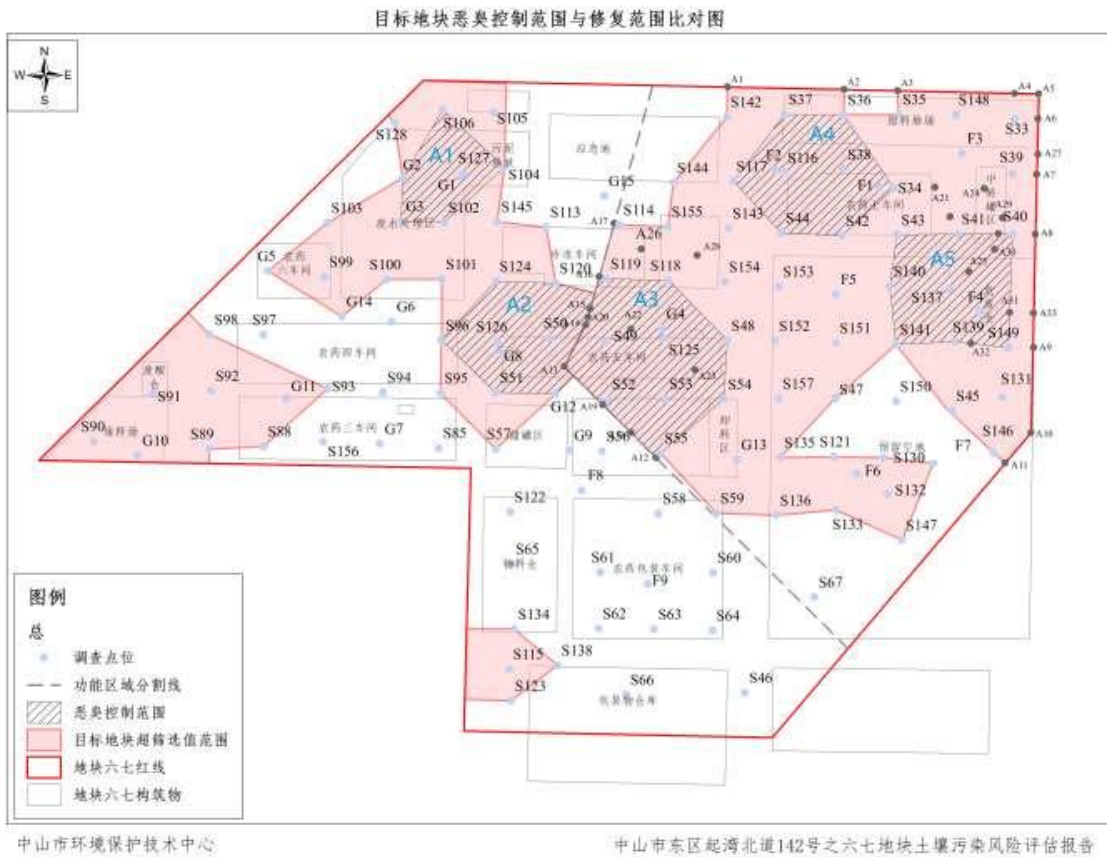


图 3.2-1 目标地块恶臭控制范围示意图

3.2.4. 非水有机相液体识别

根据目标地块的土壤和地下水污染特征，相关技术单位应用了常规调查检测数据分析法、地球物理探测方法（高密度电阻率法）、薄膜界面探测器（MIP）检测法等开展非水有机相液体识别。

（一）常规调查检测数据分析法

根据《DNAPL Evaluation》（USA，Cohen&Mercer，1993）等相关资料，常规场地调查手段较难直接检测到 DNAPL。一般情况下，通过检测地下水、土

壤气和土壤中污染物浓度，来间接确定 DNAPL 的存在范围，判断场地 DNAPL 存在的浓度要求主要有三个：（1）地下水中污染物浓度大于有效溶解度的 1%；（2）土壤中污染物浓度大于 10000mg/kg；（3）土壤气样品中的污染物浓度超过 100-1000mg/L。

根据目标地块的常规调查检测数据分析，目标地块无土壤气样品中的挥发性有机污染物浓度超过 100-1000mg/L 的情形；目标地块的土壤点位 S49（W16 所在点位）存在土壤样品中无重质有机污染物浓度超过 10000mg/kg 的情形；目标地块的地下水井 W16、W23、W24 的氯仿检测浓度大于其有效溶解度的 1%，因此，推测地下水井 S49（W16）、W23、W24 的周边可能存在氯仿的非水相液体，调查单位利用土壤采样点和地下水采样点，采用无污染点位连线法进行确定 DNAPL 疑似存在的范围。

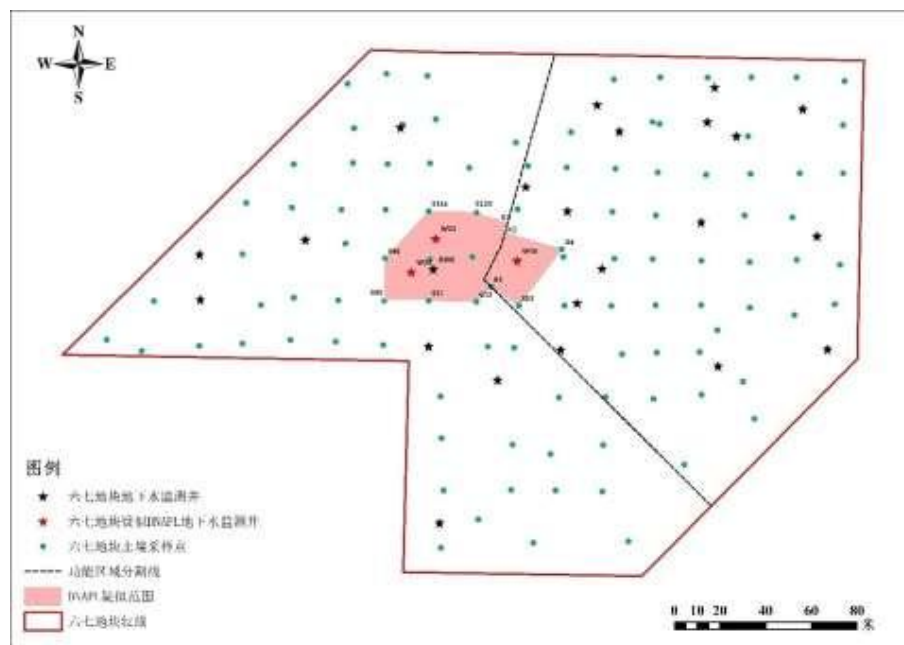


图 3.2-2 目标地块 DNAPL 疑似存在的范围

（二）高密度电阻法调查及结果

技术单位在目标地块和相邻的中山市东区起湾北道 142 号之五地块（简称“五地块”）共布设了 13 条 ERT 测线，点距 2m，测线总长度 1576m，共计 801 点，其中地块内测线 12 条，地块外参考剖面测线 1 条，每条测线均采用温纳施伦贝尔装置（WEN-SCH）和边缘梯度装置（EDGE Gradient）。

根据 ERT 测线解译结果，ERT 测线涉及垂直切面无高电阻异常区域（可能 NAPLs 存在的区域）。

（三）MIP 调查及结果

本次调查共设置 33 个测试点，根据前期场地环境调查的污染终止深度确定测试点位钻探深度，设置的深度为 14m-22m。在监测过程中获得 PID、FID、ECD，以及 EC 等监测数据，利用 PID、FID、ECD 图谱和数据分析调查区域的污染污染物横向和垂直分布情况，并结合 EC 图谱和数据分析地块的地质情况。

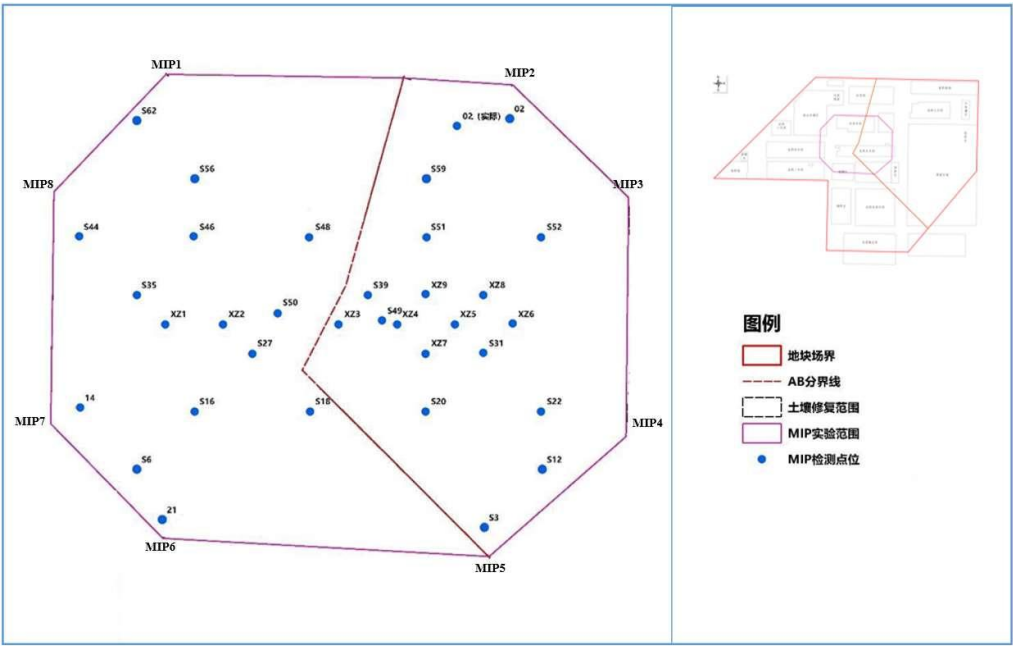


图 3.2-3 MIP 调查范围示意图

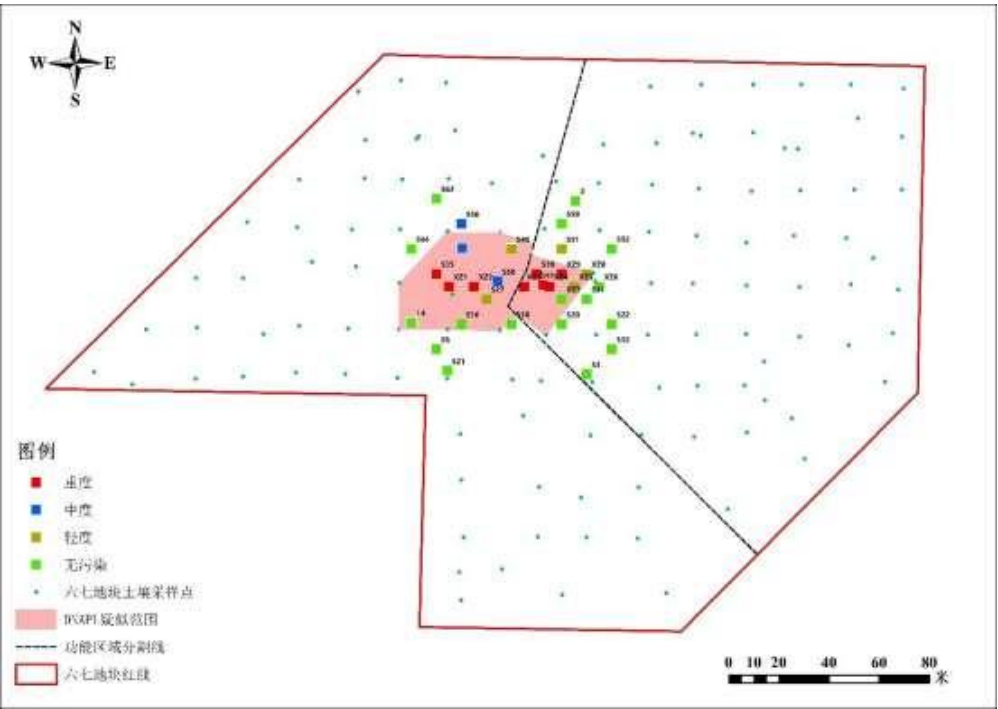


图 3.2-4 MIP 测试结果

通过对 33 个 MIP-EC 图谱分析，调查区域的地质情况总体比较相似，以淤泥质粘土为主，局部含有细沙或中沙。

根据现场 MIP 测试结果显示，33 个 MIP 调查点位的 PID、FID、ECD 响应具有较好的相关性。其中 MIPZ3、MIP39、MIP49、MIPZ4、MIPZ9、MIPZ5、MIPZ8 的 PID、FID、ECD 响应均较高，推测相关点位所在区域存在 NAPL 的可能性较高。其次是 MIP50、MIPZ2、MIPZ1、MIP35、MIP56、MIP46 所在区域的 PID、FID、ECD 响应亦较明显，推测相关点位所在区域有一定存在 NAPL 的可能性。MIP48、MIP51、MIP27 和 MIP21 所在区域的 PID、FID、ECD 响应轻微，其余点位的 PID、FID、ECD 响应不明显，推测相关点位所在区域存在 NAPL 的可能性不大。

图谱所示，MIP 测试的 PID、FID、ECD 响应较高的点位和绝大部分响应明显或轻微的点位均在常规调查检测数据分析划定的疑似 DNAPL 范围内，常规调查检测数据分析划定的疑似 DNAPL 范围外的绝大部分点位 MIP 测试的 PID、FID、ECD 响应均不明显，两者的结果基本一致。

技术单位在疑似 DNAPL 范围及其周边约 6900 平方米的范围内布设了 33 个 MIP 测试点位，布点密度为 210 平方米/点，调查深度均下探到常规调查的污染终止深度，但受限于布点密度、调查深度、高沸点污染物挥发性较低等因素，目标地块的 MIP 测试分析结果存在一定的不确定性。

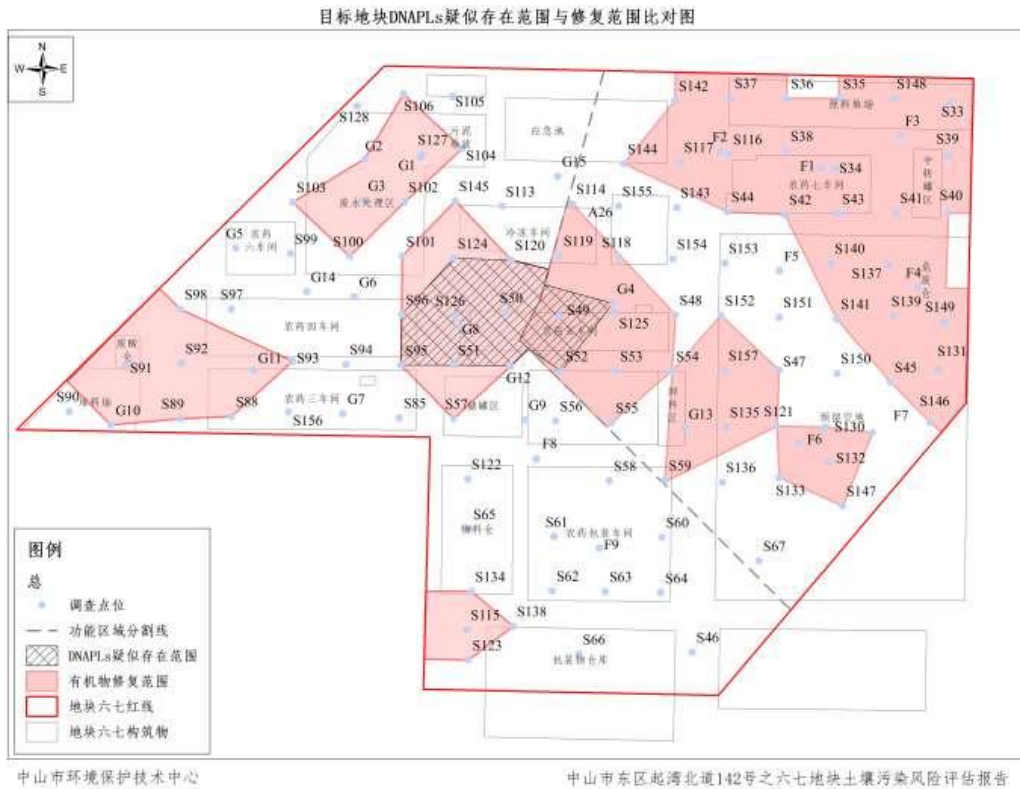


图 3.2-5 DNAPLs 疑似存在范围和修复范围对比图

3.2.5. 风险评估情况

3.2.5.1. 地块健康风险评估结论

根据调查结果和地块特征，对目标地块采用第一类用地和第二类用地情景下对地块所有关注污染物进行人体健康风险评估。结果显示：

1、基于第一类用地方式下，目标地块部分区域土壤中汞、苯、甲苯、氯仿、1,2-二氯乙烷、二氯甲烷、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、总石油烃、乙苯和一溴二氯甲烷等 11 种关注污染物，地下水中苯、氯仿、1,2-二氯乙烷、二氯甲烷、总石油烃和四氯化碳等 6 种关注污染物分别高于我国设定致癌风险值可接受水平 10^{-6} 或非致癌危害商值小于 1 的水平，对使用人群存在健康隐患。

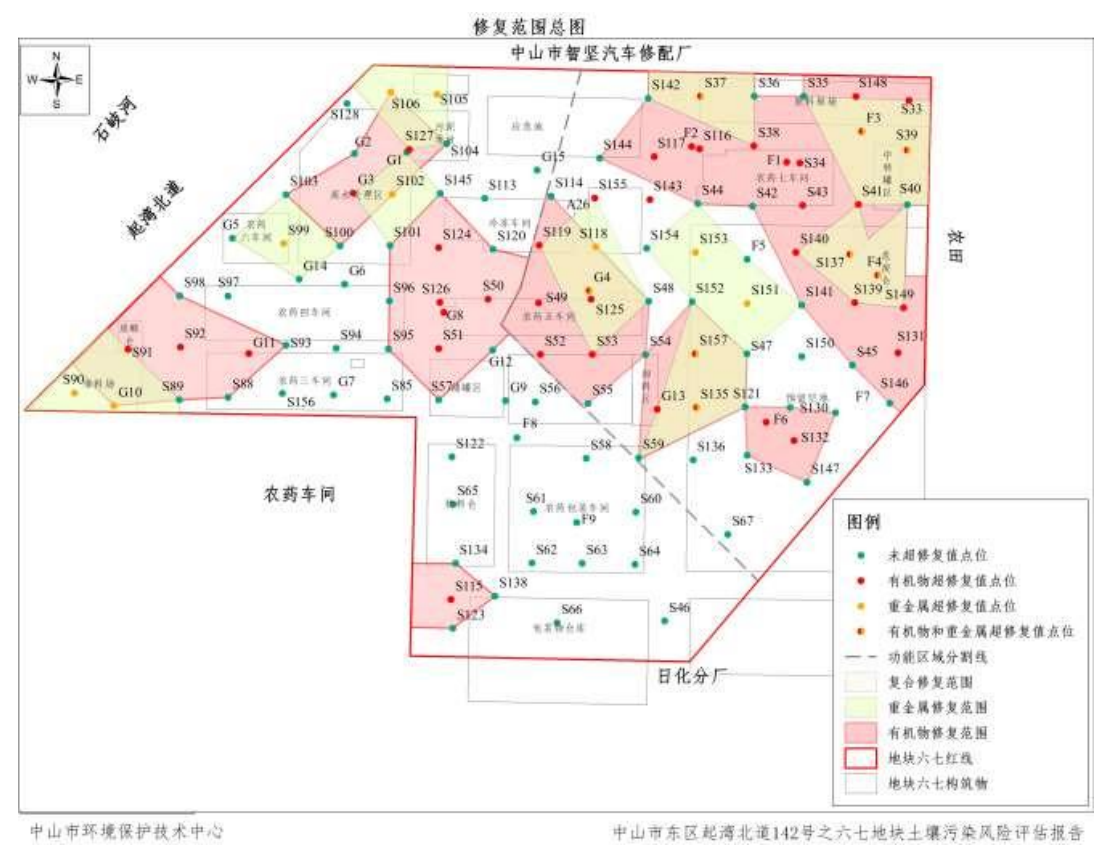
2、基于第二类用地方式下，目标地块部分地块土壤中汞、甲苯、氯仿、1,2-二氯苯、总石油烃和 1,2-二氯乙烷等 6 种关注污染物，地下水中四氯化碳、氯仿和 1,2-二氯乙烷等 3 种关注污染物产生的健康风险也超出了可接受的风险水平，对未来用地方式下的人体造成健康威胁。

3、除此之外，一类用地和二类用地的重金属铅污染物通过血铅模型计算的

修复目标值判断其含量均超过了可接受的风险水平。

3.2.5.2.修复目标及范围

目标地块基于第一类用地和第二类用地方式下，根据地块未来的用地规划和可接受风险水平，通过计算风险控制值、分析国家有关标准中规定的限值和修复目标的可达性，制定地块各关注污染物的修复目标值。土壤和地下水超过修复目标值范围采用外连线法确定，同时根据土壤污染的形成原因对连线进行修正。



序号	监测点 位	污染物	污染深度 (m)	检测值 (mg/kg)	修复值 (mg/kg)	超修复值 倍数
		1,2-二氯乙 烷	5.8	3.11	0.95	2.27
3	F6	氯仿	0.3	3.88	0.43	8.02
		氯仿	1.2	0.625	0.43	0.45
		氯仿	2.5	0.788	0.43	0.83
		氯仿	5.8	0.885	0.43	1.06
4	F1	氯仿	0.3	167	0.43	387.37
		氯仿	1.3	202	0.43	468.77
		氯仿	2.7	123	0.43	285.05
		氯仿	3.6	1	0.43	1.33
		氯仿	5.9	1.02	0.43	1.37
5	F2	氯仿	3.4	23.4	0.43	53.42
		氯仿	5.8	2.26	0.43	4.26
		总石油烃	0.2-0.5	1780	1076.12	0.65
6	F3	氯仿	2.3	1.13	0.43	1.63
		汞	0.3-0.5	17.2	8	1.15
		总石油烃	8.2	3020	1076.12	1.81
		氯仿	8.2	11.3	0.43	25.28
7	F4	汞	2.7-3.0	11.4	8	0.43
		氯仿	8.3	0.939	0.43	1.18
		氯仿	14.3	0.495	0.43	0.15
		氯仿	16.8	0.441	0.43	0.03
8	S33	1,2-二氯苯	2.2-2.4	714	560	0.28
		苯	2.3	22.3	1.77	11.60
		苯	6.4	2.52	1.77	0.42
		氯仿	2.3	4.36	0.43	9.14
		总石油烃	2.2-2.4	5510	1076.12	4.12
		1,4-二氯苯	2.2-2.4	12	9.27	0.29
9	S34	1,2 二氯乙烷	2.3	6.37	0.95	5.71
		1,2 二氯乙烷	4.4	14.1	0.95	13.84
		1,2 二氯乙烷	5.8	1.66	0.95	0.75
		1,2 二氯乙烷	8.3	5.34	0.95	4.62
		氯仿	2.3	119	0.43	275.74
		氯仿	4.4	24	0.43	54.81
		氯仿	5.8	26.2	0.43	59.93
		氯仿	8.3	148	0.43	343.19
		二氯甲烷	2.3	208	130.1	0.60
		二氯甲烷	4.4	249	130.1	0.91

序号	监测点 位	污染物	污染深度 (m)	检测值 (mg/kg)	修复值 (mg/kg)	超修复值 倍数
10	S37	总石油烃	0-0.5	1520	1076.12	0.41
		汞	0-0.5	8.28	8	0.03
11	S38	甲苯	5.8	1310	1173	0.12
		氯仿	2.2	1.31	0.43	2.05
		氯仿	3.5	3.35	0.43	6.79
		氯仿	5.8	36	0.43	82.72
12	S39	铅	0-0.3	1920	400	3.80
		苯	3.8	3.66	1.77	1.07
		汞	2.1-2.3	34.2	8	3.28
		总石油烃	3.7-4.0	1130	1076.12	0.05
13	S41	氯仿	1.8	0.64	0.43	0.49
		氯仿	5.8	0.96	0.43	1.23
		氯仿	8.6	1.95	0.43	3.53
		氯仿	14.5	1.5	0.43	2.49
14	S43	氯仿	0.3	0.576	0.43	0.34
		氯仿	1.1	0.59	0.43	0.37
15	S49	1,2-二氯乙 烷	5.7	5.06	0.95	4.33
		1,2-二氯乙 烷	17.1	3.93	0.95	3.14
		氯仿	0.2	8.28	0.43	18.26
		氯仿	1.4	59.2	0.43	136.67
		氯仿	2.8	127	0.43	294.35
		氯仿	5.7	729	0.43	1694.35
		氯仿	7.5	2060	0.43	4789.70
		氯仿	9.5	17900	0.43	41626.91
		氯仿	11.5	11600	0.43	26975.74
		氯仿	13.5	3740	0.43	8696.67
		氯仿	15.5	4400	0.43	10231.56
		氯仿	17.2	795	0.43	1847.84
		氯仿	18.7	0.494	0.43	0.15
		二氯甲烷	7.5	158	130.1	0.21
		二氯甲烷	9.5	891	130.1	5.85
		二氯甲烷	11.5	821	130.1	5.31
		二氯甲烷	13.5	530	130.1	3.07
		二氯甲烷	15.5	355	130.1	1.73
		一溴二氯甲 烷	5.7	0.678	0.56	0.21
		一溴二氯甲 烷	7.5	0.918	0.56	0.64
		一溴二氯甲	11.5	2.02	0.56	2.61

序号	监测点 位	污染物	污染深度 (m)	检测值 (mg/kg)	修复值 (mg/kg)	超修复值 倍数
		烷				
16	S52	氯仿	1.5	36.2	0.43	83.19
		氯仿	13.5	285	0.43	661.79
		氯仿	15.6	3.43	0.43	6.98
		1,2-二氯乙 烷	7.9	4.06	0.95	3.27
		1,2-二氯乙 烷	9.8	1.15	0.95	0.21
16	S53	氯仿	1.2	1.38	0.43	2.21
17	S116	甲苯	3.8	2570	1173	1.19
		二氯甲烷	3.8	1700	130.1	12.07
		二氯甲烷	5.7	269	130.1	1.07
		氯仿	1.7	5.39	0.43	11.53
		氯仿	3.8	9770	0.43	22719.93
		氯仿	5.7	323	0.43	750.16
		氯仿	7.5	71.3	0.43	164.81
		总石油烃	0-0.5	1850	1076.12	0.72
		总石油烃	1.5-1.8	4440	1076.12	3.13
		总石油烃	3.6-3.9	5730	1076.12	4.32
18	S117	氯仿	0.3	1.08	0.43	1.51
		氯仿	2.3	3.87	0.43	8.00
		氯仿	3.8	3.07	0.43	6.14
		氯仿	6.3	44.3	0.43	102.02
19	S118	铅	0.1-0.4	413	400	0.03
20	S119	氯仿	3.4	1.25	0.43	1.91
		总石油烃	3.3-3.6	4740	1076.12	3.40
		1,2-二氯苯	3.3-3.6	1430	560	1.55
21	S125	氯仿	2.3	2330	0.43	5417.60
		氯仿	3.7	278	0.43	645.51
		氯仿	5.7	359	0.43	833.88
		总石油烃	2.0-2.5	4080	1076.12	2.79
		乙苯	2.3	8.09	12.92	-0.37
		二氯甲烷	2.3	413	130.1	2.17
		二氯甲烷	3.7	160	130.1	0.23
		1,2-二氯乙 烷	2.3	2.76	0.95	1.91
22	S131	氯仿	0.2	0.945	0.43	1.20
		氯仿	1.8	639	0.43	1485.05
		氯仿	3.5	445	0.43	1033.88
		氯仿	14.7	4.19	0.43	8.74
		一溴二氯甲	3.5	0.322	0.56	-0.43

序号	监测点 位	污染物	污染深度 (m)	检测值 (mg/kg)	修复值 (mg/kg)	超修复值 倍数
		烷				
23	S132	氯仿	5.8	0.58	0.43	0.35
		氯仿	9.6	0.676	0.43	0.57
24	S135	总石油烃	0.1-0.4	1110	1076.12	0.03
		汞	0.1-0.4	10.6	8	0.33
25	S137	苯	1.3	8.82	1.77	3.98
		苯	3.2	78.4	1.77	43.29
		苯	5.8	50	1.77	27.25
		苯	9.8	15.7	1.77	7.87
		苯	16.7	35.7	1.77	19.17
		氯仿	1.3	0.639	0.43	0.49
		氯仿	3.2	51.2	0.43	118.07
		氯仿	5.8	21.3	0.43	48.53
		氯仿	9.8	5.62	0.43	12.07
		氯仿	16.7	14.7	0.43	33.19
		总石油烃	1.0-1.5	2490	1076.12	1.31
		总石油烃	3.1-3.4	9940	1076.12	8.24
		总石油烃	5.6-5.9	8080	1076.12	6.51
		总石油烃	9.6-9.9	3390	1076.12	2.15
		总石油烃	16.5-16.8	4690	1076.12	3.36
		1,4-二氯苯	3.1-3.4	74.7	9.27	7.06
		1,4-二氯苯	5.6-6.9	17.6	9.27	0.90
		1,4-二氯苯	16.5-16.8	11.5	9.27	0.24
		1,2-二氯苯	1.0-1.5	571	560	0.02
		1,2-二氯苯	3.1-3.4	5430	560	8.70
		1,2-二氯苯	5.6-5.9	1820	560	2.25
		1,2-二氯苯	16.5-16.8	1060	560	0.89
		汞	0.1-0.4	1260	8	156.50
26	S139	氯仿	0.3	1.05	0.43	1.44
27	S140	1,2-二氯苯	0.1-0.4	909	560	0.62
		1,4-二氯苯	0.1-0.4	10.8	9.27	0.17
		总石油烃	0.1-0.4	1980	1076.12	0.84
28	S148	总石油烃	2.1-2.3	2380	1076.12	1.21
		总石油烃	5.2-5.5	2960	1076.12	1.75
		苯	2.2	35.8	1.77	19.23
		苯	5.3	256	1.77	143.63
		苯	8.5	228	1.77	127.81
		乙苯	5.3	15.7	12.92	0.22
		乙苯	8.5	12.6	12.92	-0.02
		氯仿	2.2	7.11	0.43	15.53
		氯仿	5.3	65.9	0.43	152.26

序号	监测点 位	污染物	污染深度 (m)	检测值 (mg/kg)	修复值 (mg/kg)	超修复值 倍数
		氯仿	8.5	28	0.43	64.12
29	S149	苯	3.8	4.08	1.77	1.31
		氯仿	3.8	0.654	0.43	0.52
30	S151	汞	0.1-0.4	24.9	8	2.11
		汞	2.2-2.4	18.9	8	1.36
31	S153	汞	0.1-0.4	25	8	2.13
32	S157	汞	0.1-0.4	346	8	42.25
		石油烃 (C10-C40)	0.1-0.4	1870	1076.12	0.74

表 3.2-3 第二类用地（B 区）超修复目标值土壤样品汇总（mg/kg）

序号	监测点 位	污染深度 (m)	污染物	检测值	修复目标值	超修复值 倍数
1	G10	0.1-0.3	汞	378	38	8.95
2	G11	1.7	氯仿	1.82	1.79	0.02
3	G3	4.2-4.4	1,2-二氯苯	1040	560	0.86
4	G8	4.2	氯仿	22.2	1.79	11.40
		5.8	氯仿	178	1.79	98.44
5	S50	1.8	氯仿	10.2	1.79	4.70
		3.5	氯仿	3.12	1.79	0.74
		6.3	氯仿	15.5	1.79	7.66
		7.5	氯仿	1060	1.79	591.18
		8.9	氯仿	1050	1.79	585.59
		10.7	氯仿	82.2	1.79	44.92
		12.9	氯仿	289	1.79	160.45
		16.8	氯仿	242	1.79	134.20
		19.9	氯仿	27.2	1.79	14.20
6	S51	1.8	氯仿	2.25	1.79	0.26
7	S90	0.1-0.3	汞	90.1	38	1.37
8	S91	1.9	氯仿	5.85	1.79	2.27
9	S92	1.7	甲苯	3630	1173	2.37
10	S99	1.2-1.6	汞	566	38	13.89
11	S102	0.1-0.4	汞	97.4	38	1.56
12	S105	0.1-0.4	汞	172	38	3.53
		0.1-0.4	铅	894	800	0.12
13	S106	0.1-0.4	汞	1270	38	32.42
14	S115	6.5-6.7	1,2-二氯苯	1560	560	1.79
		11.4-11.6	1,2-二氯苯	1510	560	1.70
15	S124	1.3-1.6	1,2-二氯苯	2910	560	4.20
			石油烃	8040	6606.99	0.22

序号	监测点 位	污染深度 (m)	污染物	检测值	修复目标值	超修复值 倍数
			(C10-C40)			
16	S126	7.9	氯仿	10.7	1.79	4.98
		9.7	氯仿	16.4	1.79	8.16
		11.5	氯仿	37.5	1.79	19.95
		12.6	氯仿	105	1.79	57.66
		14.5	氯仿	19	1.79	9.61
17	S127	7.5	氯仿	3.18	1.79	0.78
		10.2	氯仿	3020	1.79	1686.15
			1,2-二氯乙烷	13.8	5	1.76

(1) 一类用地 (A 区)

第一类用地内土壤主要污染物主要为苯、1,4-二氯苯、1,2-二氯乙烷、氯仿、石油烃 (C10-C40)、1,2-二氯苯、汞、二氯甲烷、甲苯、铅、一溴二氯甲烷和乙苯, 修复

目标值分别为苯 1.77mg/kg、1,4-二氯苯 9.27mg/kg、1,2-二氯乙烷 0.95mg/kg、氯仿 0.43mg/kg、石油烃 (C10-C40) 1076.12mg/kg、1,2-二氯苯 560mg/kg、汞 8mg/kg、二氯甲烷 130.1mg/kg、甲苯 1173mg/kg、铅 400mg/kg、一溴二氯甲烷 0.56mg/kg 和乙苯 12.92mg/kg。

第一类用地内污染区需修复土壤按照重金属和有机物划分, 超过修复目标值的合计土方量为 127387.62m³, 面积 15420.25m²。分为十一层, 修复深度最高为 19.9m。

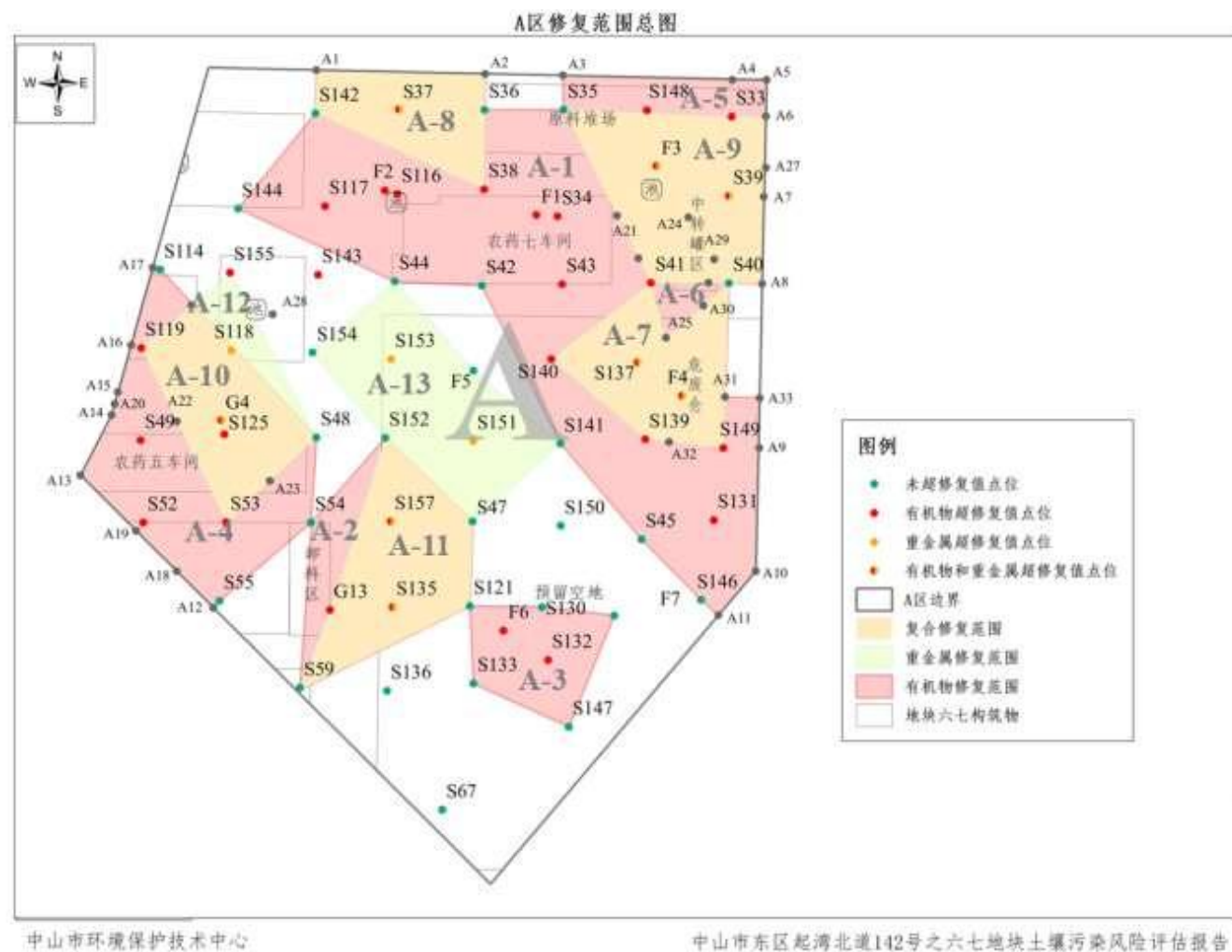


图 3.2-7 A 区修复范围总图

表 3.2-4 A 区总修复范围拐点坐标

区域	拐点 编号	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m ²)	修复深度 (m)	土方 (m ³)
		东经	北纬				
A-1	S144	438599.7254	2496056.333	有机物 污染	4782.87	—	—
	S142	438618.4451	2496079.437				
	S38	438659.3441	2496061.036				
	S36	438659.4263	2496080.236				
	S35	438678.5989	2496080.298				
	S41	438699.7331	2496038.386				
	S140	438675.62	2496019.957				
	S139	438698.3859	2496000.529				
	S149	438717.2611	2495998.422				
	A31	438717.7342	2496010.787				
	A33	438726.0557	2496010.565				
	A10	438725.1289	2495968.642				
	A11	438716.0815	2495957.968				
	S146	438711.9093	2495961.649				
	S45	438697.4580	2495976.319				
	S141	438677.8207	2495999.512				
	S42	438658.7458	2496037.722				
	S44	438637.6437	2496038.766				
A-2	S152	438635.3977	2496000.892	有机物 污染	357.53	—	—
	S54	438617.3809	2495980.386				
	S59	438614.7693	2495940.450				
	G13	438622.0027	2495959.264				
A-3	S121	438655.9053	2495960.184	有机物 污染	710.45	—	—
	S130	438673.3636	2495959.922				
	F7	438690.9004	2495957.914				
	S147	438679.8803	2495930.982				
	S133	438656.7756	2495941.483				

区域	拐点	CGCS2000 坐标系		污染物	面积	修复深度	土方 (m³)
A-4	A17	438579.0368	2496042.087	有机物 污染	1579.56	—	—
	S114	438580.8722	2496041.598				
	A26	438588.4936	2496032.985				
	S119	438576.306	2496022.642				
	S53	438596.8201	2495980.467				
	S48	438618.6870	2496000.990				
	S54	438617.3809	2495980.386				
	S55	438595.2163	2495961.464				
	A12	438593.746	2495959.772				
	A13	438561.5592	2495991.822				
	A14	438569.0747	2496006.403				
A-5	A3	438678.3876	2496088.606	有机物 污染	414.24	—	—
	A5	438727.7826	2496087.55				
	A6	438727.5862	2496078.745				
	S33	438719.2972	2496078.629				
	S148	438698.3478	2496080.271				
	S35	438678.5989	2496080.298				
A-6	S41	438699.7331	2496038.386	有机物 污染	125.56	—	—
	S40	438718.6314	2496038.35				
	A25	438703.4166	2496025.091				
A-7	S41	438699.7331	2496038.386	复合污 染	1055.43	—	—
	S140	438675.62	2496019.957				
	S139	438698.3859	2496000.529				
	S149	438717.2611	2495998.422				
	A31	438717.7342	2496010.787				
	S40	438718.6314	2496038.35				
	A25	438703.4166	2496025.091				
A-8	A1	438618.678	2496089.882	复合污	786.93	—	—

区域	拐点	CGCS2000 坐标系		污染物 染	面积	修复深度	土方 (m³)
	A2	438659.615	2496089.007				
	S36	438659.4263	2496080.236				
	S38	438659.3441	2496061.036				
	S142	438618.4451	2496079.437				
A-9	S35	438678.5989	2496080.298	复合污 染	1562.05	—	—
	S148	438698.3478	2496080.271				
	S33	438719.2972	2496078.629				
	A6	438727.5862	2496078.745				
	A8	438726.6806	2496038.172				
	S40	438718.6314	2496038.35				
	S41	438699.7331	2496038.386				
A-10	S119	438576.306	2496022.642	复合污 染	1012.48	—	—
	A26	438588.4936	2496032.985				
	S118	438598.1548	2496022.068				
	S48	438618.6870	2496000.990				
	S53	438596.8201	2495980.467				
A-11	S152	438635.3977	2496000.892	复合污 染	1238.99	—	—
	S47	438656.5793	2495980.683				
	S121	438655.9053	2495960.184				
	S59	438614.7693	2495940.450				
	G13	438622.0027	2495959.264				
A-12	A26	438588.4936	2496032.985	重金属	278.98	—	—
	S155	438597.8212	2496040.901				
	S48	438618.6870	2496000.990				
	S118	438598.1548	2496022.068				
A-13	S44	438637.6437	2496038.766	重金属	1515.18	—	—
	F5	438656.7099	2496017.155				

区域	拐点	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m²)	修复深度 (m)	土方 (m³)
	S141	438677.8207	2495999.512				
	S47	438656.5793	2495980.683				
	S152	438635.3977	2496000.892				
	S154	438617.8147	2496021.521				
A 区				有机物污染	7970.21	0~19.9m	108731.86
				重金属污染	1794.16		6417.77
				复合污染	5655.88		12237.99
				合计	15420.25		127387.62

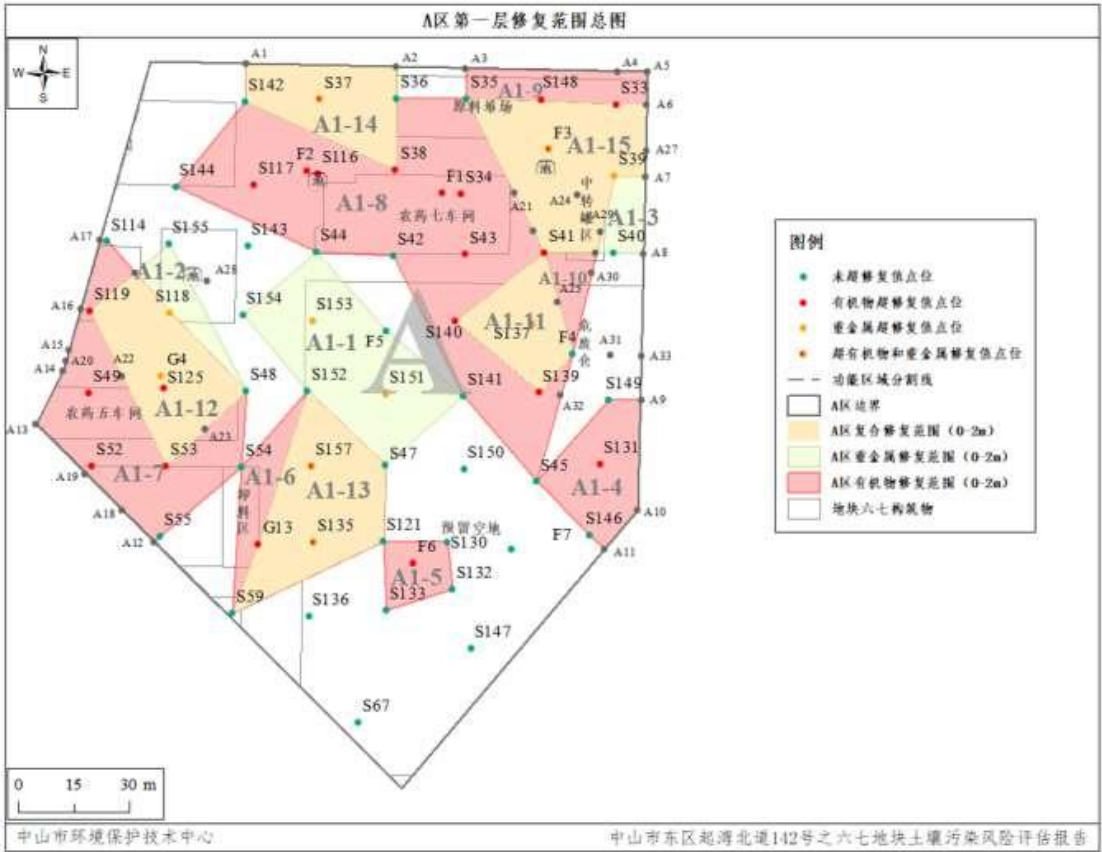


图 3.2-8 A 区第一层（0-2m）修复范围图

表 3.2-5 A 区第一层（0-2m）修复范围拐点坐标

区域	拐点 编号	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m ²)	修复深度 (m)	土方 (m ³)
		东经	北纬				
A1-1	S154	438617.8147	2496021.521	重金属污 染	1515.18	0~2	3030.36
	S152	438635.3977	2496000.892				
	S47	438656.5793	2495980.683				
	S141	438677.8207	2495999.512				
	F5	438656.7099	2496017.155				
	S44	438637.6437	2496038.766				
A1-2	S155	438597.8212	2496040.901	重金属污 染	278.98	0~2	557.96
	A26	438588.4936	2496032.985				
	S48	438618.687	2496000.99				
	S118	438598.1548	2496022.068				
A1-3	A7	438727.1513	2496059.258	重金属污 染	226.22	0~2	452.44
	S39	438718.6662	2496059.432				
	A35	438713.7275	2496038.414				
	A8	438726.6806	2496038.172				
A1-4	S45	438697.458	2495976.319	有机污染	699.20	0~2	1398.40
	S149	438717.2611	2495998.422				
	A9	438726.0511	2495998.444				
	A10	438725.1289	2495968.642				
	A11	438716.0815	2495957.968				
	S146	438711.9093	2495961.649				
A1-5	S121	438655.9053	2495960.184	有机污染	282.94	0~2	565.88
	S130	438673.3636	2495959.922				
	S132	438674.869	2495947.15				
	S133	438656.7756	2495941.483				
A1-6	S152	438635.3977	2496000.892	有机污染	357.53	0~2	715.06
	G13	438622.0027	2495959.264				
	S59	438614.7693	2495940.45				
	S54	438617.3809	2495980.386				
A1-7	A26	438588.4936	2496032.985	有机污染	1579.56	0~2	3159.12
	S114	438580.8722	2496041.598				
	A17	438579.0368	2496042.087				
	A15	438570.6455	2496012.029				
	A14	438569.0747	2496006.403				
	A13	438561.5592	2495991.822				
	A12	438593.746	2495959.772				
	S54	438617.3809	2495980.386				
	S48	438618.687	2496000.99				
	S53	438596.8201	2495980.467				
	S119	438576.306	2496022.642				

区域	拐点 S55	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m ²)	修复深度 (m)	土方(m ³)
		438595.2163	2495961.464				
A1-8	S35	438678.5989	2496080.298	有机污染	3857.99	0~2	7715.98
	S36	438659.4263	2496080.236				
	S38	438659.3441	2496061.036				
	S142	438618.4451	2496079.437				
	S144	438599.7254	2496056.333				
	S44	438637.6437	2496038.766				
	S42	438658.7458	2496037.722				
	S141	438677.8207	2495999.512				
	S45	438697.458	2495976.319				
	F4	438707.3023	2496011.065				
	S139	438698.3859	2496000.529				
	S140	438675.62	2496019.957				
	S41	438699.7331	2496038.386				
A1-9	A3	438678.3876	2496088.606	有机污染	414.24	0~2	828.48
	A5	438727.7826	2496087.55				
	A6	438727.5862	2496078.745				
	S33	438719.2972	2496078.629				
	S148	438698.3478	2496080.271				
	S35	438678.5989	2496080.298				
A1-10	S41	438699.7331	2496038.386	有机污染	191.28	0~2	382.56
	F4	438707.3023	2496011.065				
	A35	438713.7275	2496038.414				
A1-11	S41	438699.7331	2496038.386	复合污染	605.69	0~2	1211.38
	F4	438707.3023	2496011.065				
	S139	438698.3859	2496000.529				
	S140	438675.62	2496019.957				
A1-12	A26	438588.4936	2496032.985	复合污染	1012.48	0~2	2024.96
	S119	438576.306	2496022.642				
	S53	438596.8201	2495980.467				
	S48	438618.687	2496000.99				
	S118	438598.1548	2496022.068				
A1-13	S152	438635.3977	2496000.892	复合污染	1238.99	0~2	2477.98
	S47	438656.5793	2495980.683				
	S121	438655.9053	2495960.184				
	S59	438614.7693	2495940.45				
	G13	438622.0027	2495959.264				
A1-14	A1	438618.678	2496089.882	复合污染	786.93	0~2	1573.86
	S142	438618.4451	2496079.437				
	S38	438659.3441	2496061.036				

区域	拐点	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m²)	修复深度 (m)	土方 (m³)
	S36	438659.4263	2496080.236				
	A2	438659.615	2496089.007				
A1-15	A6	438727.5862	2496078.745	复合污染	1335.39	0~2	2670.78
	S33	438719.2972	2496078.629				
	S148	438698.3478	2496080.271				
	S35	438678.5989	2496080.298				
	S41	438699.7331	2496038.386				
	A26	438588.4936	2496032.985				
	S39	438718.6662	2496059.432				
	A7	438727.1513	2496059.258				
合计				重金属污染	2020.38	0~2	4040.76
				有机污染	7382.74	0~2	14765.48
				复合污染	4979.48	0~2	9958.96
				总量	14382.60	0~2	28765.20

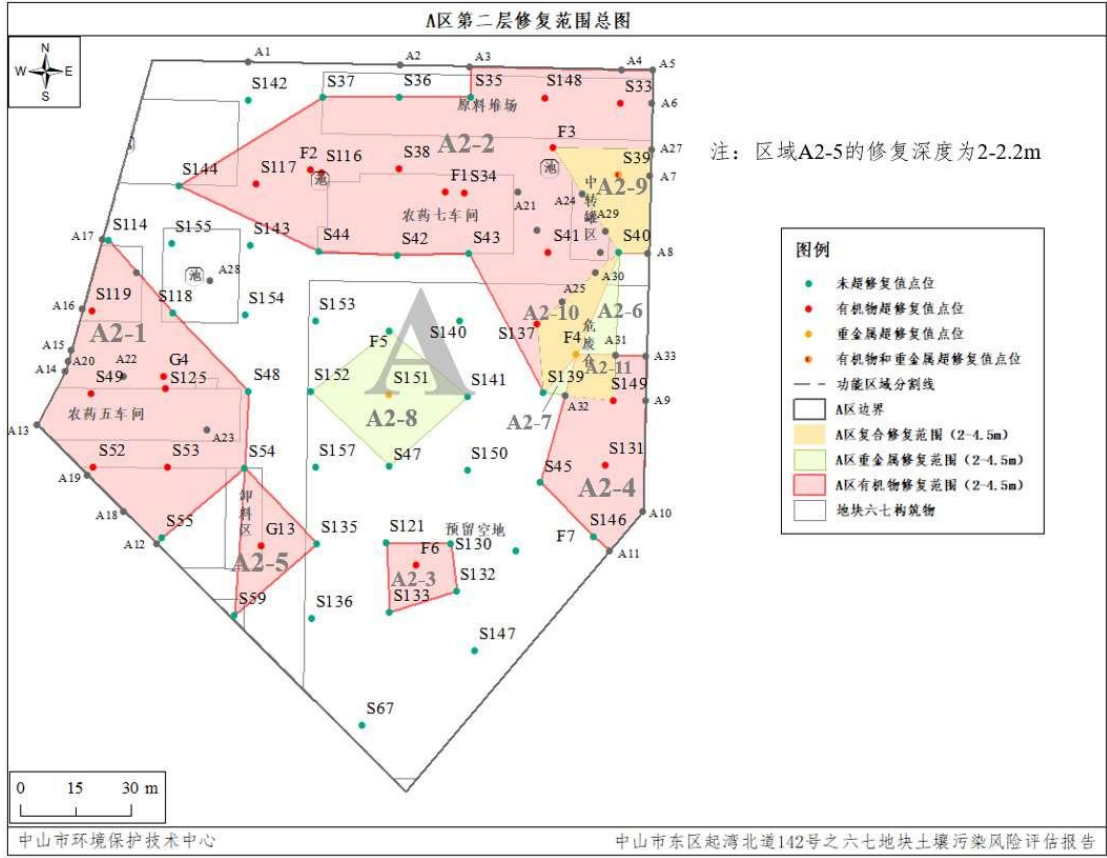


图 3.2-9 A 区第二层（2-4.5m）修复范围图

表 3.2-6 A 区第二层（2-4.5m）修复范围拐点坐标

区域	拐点 编号	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m²)	修复深度 (m)	土方 (m³)
		东经	北纬				

区域	拐点 编号	CGCS2000 坐标系		污染物	面积(m ²)	修复深度 (m)	土方 (m ³)
A2-1	A17	438579.0368	2496042.087	有机物 污染	2592.05	2~4.5	6480.13
	S114	438580.8722	2496041.598				
	S118	438598.1548	2496022.068				
	S48	438618.687	2496000.99				
	S54	438617.3809	2495980.386				
	S55	438595.2163	2495961.464				
	A12	438593.746	2495959.772				
	A13	438561.5592	2495991.822				
	A14	438569.0747	2496006.403				
A2-2	S144	438599.7254	2496056.333	有机物 污染	4989.12	2~4.5	12472.8
	S37	438638.7319	2496080.316				
	S36	438659.4263	2496080.236				
	S35	438678.5989	2496080.298				
	A3	438678.3876	2496088.606				
	A5	438727.7826	2496087.55				
	A27	438727.6286	2496066.316				
	F3	438701.097	2496066.7				
	S40	438718.6314	2496038.35				
	S137	438696.5068	2496019.07				
	S139	438698.3859	2496000.529				
	S43	438678.2076	2496038.058				
	S42	438658.7458	2496037.722				
	S44	438637.6437	2496038.766				
A2-3	S121	438655.9053	2495960.184	有机污 染	282.94	2~4.5	707.35
	S130	438673.3636	2495959.922				
	S132	438674.869	2495947.15				
	S133	438656.7756	2495941.483				
A2-4	S149	438717.2611	2495998.422	有机物 污染	957.93	2~4.5	2394.83
	A31	438717.7342	2496010.787				
	A33	438726.0557	2496010.565				
	A10	438725.1289	2495968.642				
	A11	438716.0815	2495957.968				
	S146	438711.9093	2495961.649				
	S45	438697.458	2495976.319				
	A32	438704.1293	2495999.871				
A2-5	S54	438617.3809	2495980.386	有机物 污染	422.32	2~2.2	84.46
	S59	438614.7693	2495940.45				
	S135	438637.1928	2495959.926				
A2-6	S40	438718.6314	2496038.35	重金属 污染	143.89	2~4.5	359.73
	A31	438717.7342	2496010.787				
	F4	438707.3023	2496011.065				

区域	拐点 编号	CGCS2000 坐标系		污染物	面积(m ²)	修复深度 (m)	土方 (m ³)
A2-7	F4	438707.3023	2496011.065	重金属 污染	33.19	2~4.5	82.98
	A32	438704.1293	2495999.871				
	S139	438698.3859	2496000.529				
A2-8	F5	438656.7099	2496017.155	重金属 污染	773.72	2~4.5	1934.3
	S152	438635.3977	2496000.892				
	S47	438656.5793	2495980.683				
	S141	438677.8207	2495999.512				
A2-9	A27	438727.6286	2496066.316	复合污 染	486.07	2~4.5	1215.18
	F3	438701.097	2496066.7				
	S40	438718.6314	2496038.35				
	A8	438726.6806	2496038.172				
A2-10	S40	438718.6314	2496038.35	复合污 染	285.18	2~4.5	712.95
	S137	438696.5068	2496019.07				
	S139	438698.3859	2496000.529				
	F4	438707.3023	2496011.065				
A2-11	F4	438707.3023	2496011.065	复合污 染	140.36	2~4.5	350.9
	A32	438704.1293	2495999.871				
	S149	438717.2611	2495998.422				
	A31	438717.7342	2496010.787				
合计				有机污 染	9244.36	2~4.5	22139.57
				重金属 污染	950.80	2~4.5	2377.01
				复合污 染	911.61	2~4.5	2279.03
				总量	11106.77	2~4.5	26795.61

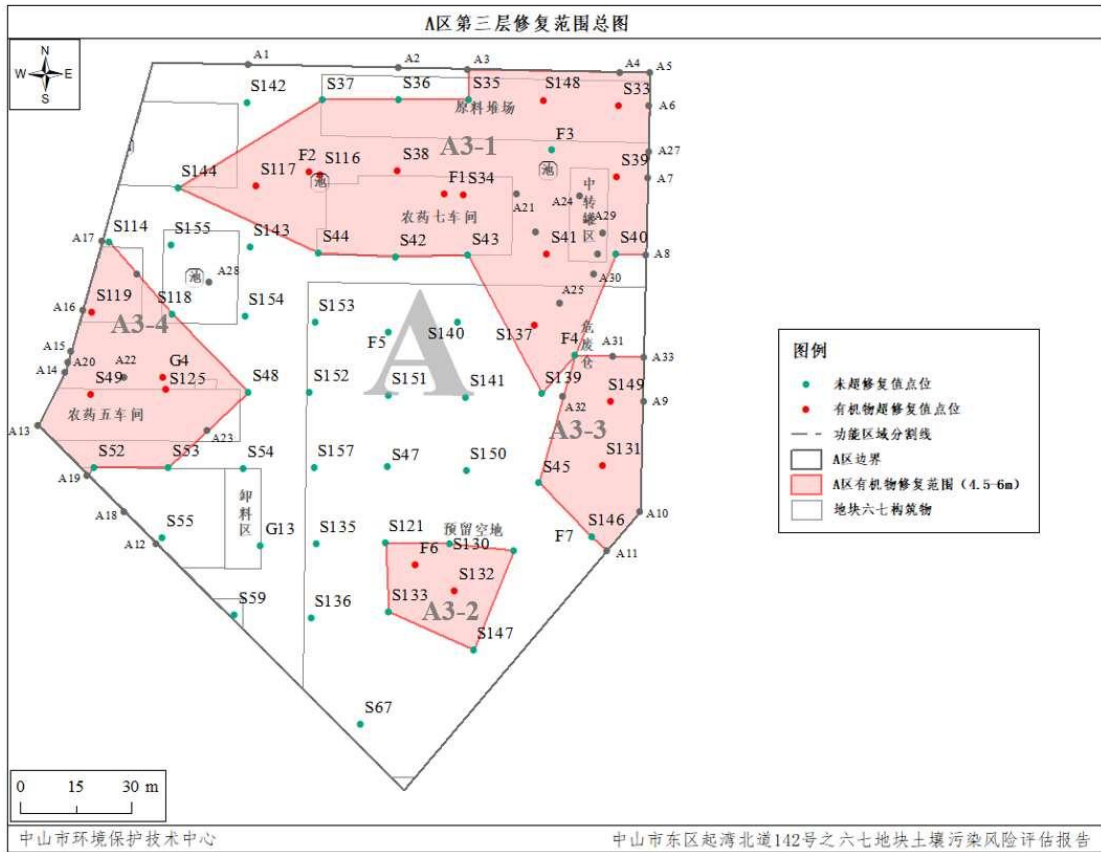


图 3.2-10 A 区第三层（4.5-6m）修复范围图

表 3.2-7 A 区第三层（4.5-6m）修复范围拐点坐标

区域	拐点 编号	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m²)	修复深度 (m)	土方 (m³)
		东经	北纬				
A3-1	S144	438599.7254	2496056.333	有机物 污染	5752.47	4.5~6	8628.71
	S37	438638.7319	2496080.316				
	S36	438659.4263	2496080.236				
	S35	438678.5989	2496080.298				
	A3	438678.3876	2496088.606				
	A5	438727.7826	2496087.55				
	A8	438726.6806	2496038.172				
	S40	438718.6314	2496038.35				
	F4	438707.3023	2496011.065				
	S139	438698.3859	2496000.529				
	S43	438678.2076	2496038.058				
	S42	438658.7458	2496037.722				
	S44	438637.6437	2496038.766				
A3-2	S121	438655.9053	2495960.184	有机物 污染	710.45	4.5~6	1065.68
	S130	438673.3636	2495959.922				
	F7	438690.9004	2495957.914				
	S147	438679.8803	2495930.982				
	S133	438656.7756	2495941.483				

区域	拐点	CGCS2000 坐标系		污染物	面积	修复深度	土方(m³)
A3-3	F4	438707.3023	2496011.065	有机物 污染	1098.26	4.5~6	1647.39
	A33	438726.0557	2496010.565				
	A10	438725.1289	2495968.642				
	A11	438716.0815	2495957.968				
	S146	438711.9093	2495961.649				
	S45	438697.458	2495976.319				
A3-4	A17	438579.0368	2496042.087	有机物 污染	1929.89	4.5~6	2894.84
	S114	438580.8722	2496041.598				
	S118	438598.1548	2496022.068				
	S48	438618.687	2496000.99				
	S53	438596.8201	2495980.467				
	S52	438576.8244	2495980.409				
	A19	438575.037	2495978.402				
	A13	438561.5592	2495991.822				
A 区第 3 层				有机物 污染	9491.07	4.5~6	14236.62

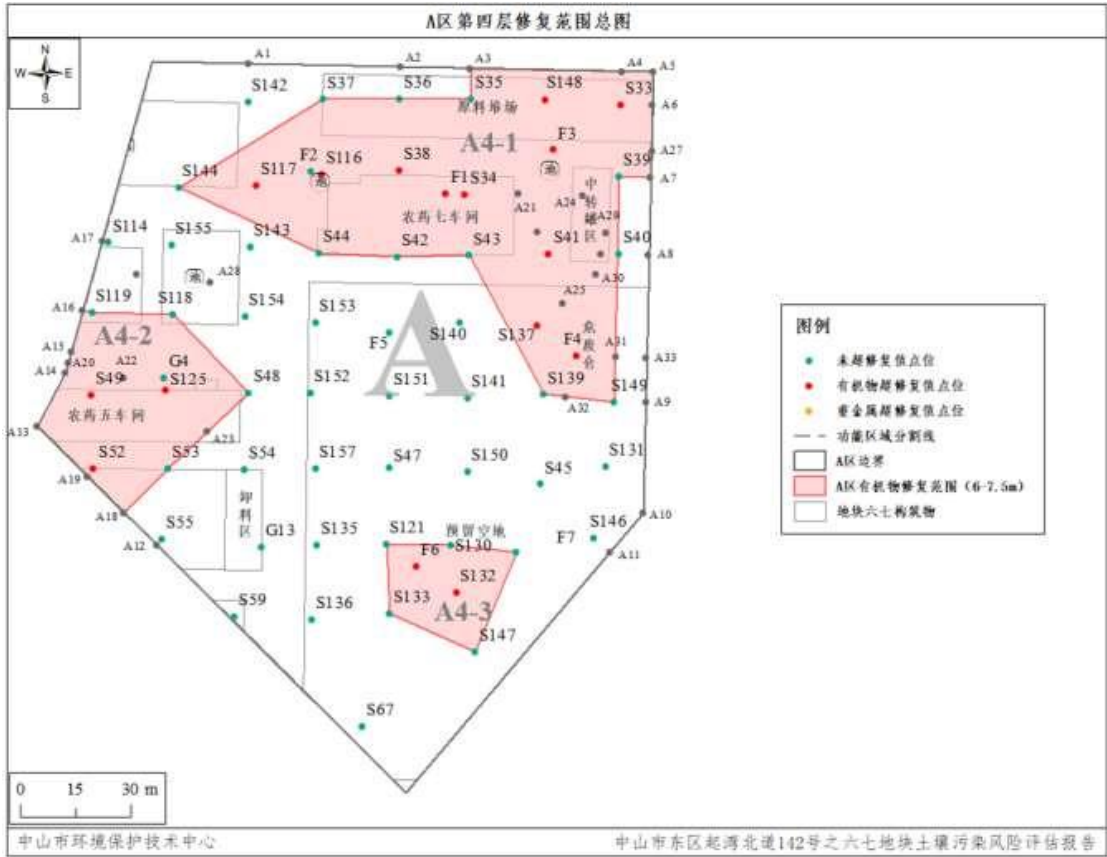


图 3.2-11 A 区第四层（6-7.5m）修复范围图

表 3.2-8 A 区第四层（6-7.5m）修复范围拐点坐标

区域	拐点 编号	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m ²)	修复深 度 (m)	土方 (m ³)
		东经	北纬				
A4-1	S144	438599.7254	2496056.333	有机物污染	5894.43	6~7.5	8841.65
	S37	438638.7319	2496080.316				
	S36	438659.4263	2496080.236				
	S35	438678.5989	2496080.298				
	A3	438678.3876	2496088.606				
	A5	438727.7826	2496087.55				
	A7	438727.1513	2496059.258				
	S39	438718.6662	2496059.432				
	S40	438718.6314	2496038.35				
	S149	438717.2611	2495998.422				
	S139	438698.3859	2496000.529				
	S43	438678.2076	2496038.058				
	S42	438658.7458	2496037.722				
	S44	438637.6437	2496038.766				
A4-2	A16	438573.8015	2496023.334	有机物污染	1814.55	6~7.5	2721.83
	S119	438576.306	2496022.642				
	S118	438598.1548	2496022.068				
	S48	438618.687	2496000.99				
	S53	438596.8201	2495980.467				
	A18	438584.874	2495968.607				
	A13	438561.5592	2495991.822				
	A14	438569.0747	2496006.403				
A4-3	S121	438655.9053	2495960.184	有机物污染	710.45	6~7.5	1065.68
	S130	438673.3636	2495959.922				
	F7	438690.9004	2495957.914				
	S147	438679.8803	2495930.982				
	S133	438656.7756	2495941.483				
A 区第 4 层合计				有机物污染	8419.43	6~7.5	12629.16

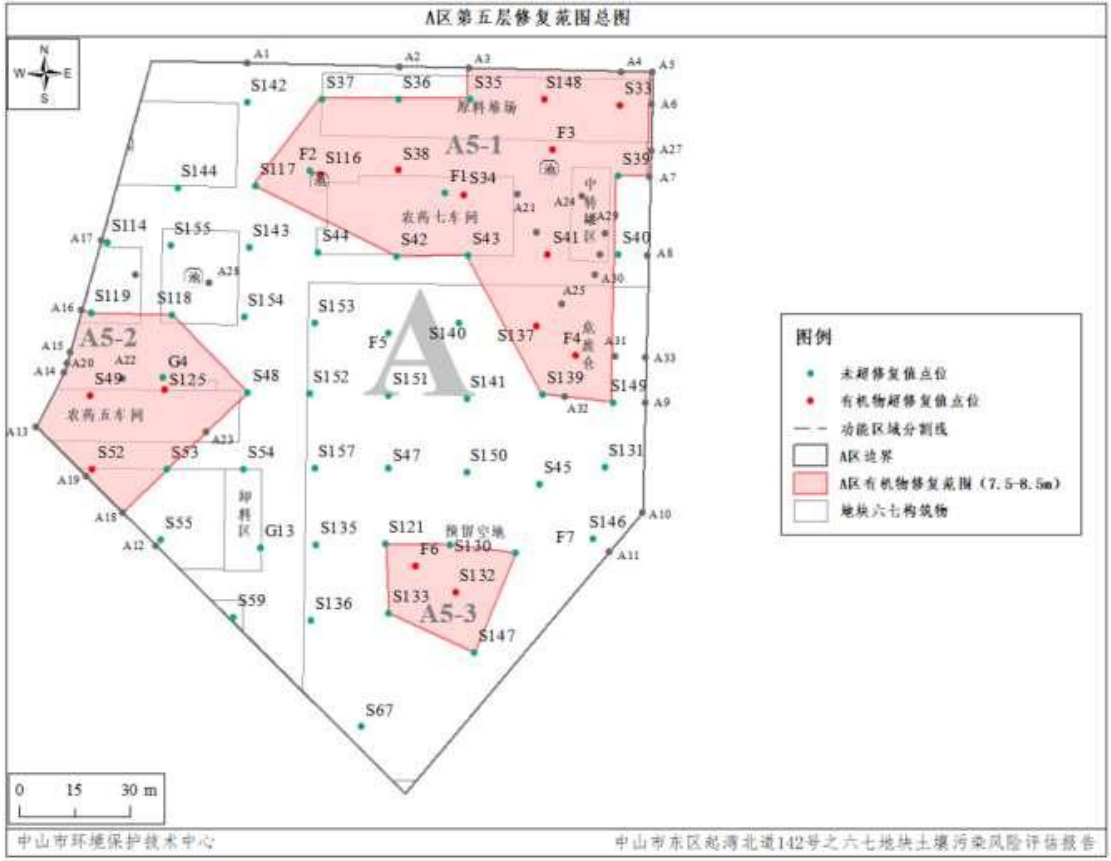


图 3.2-12 A 区第五层（7.5-8.5m）修复范围图

表 3.2-9 A 区第五层（7.5-8.5m）修复范围拐点坐标

区域	拐点编号	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m ²)	修复深度 (m)	土方 (m ³)
		东经	北纬				
A5-1	S117	438620.834	2496056.935	有机 物污 染	5273.3	7.5~8.5	5273.3
	S37	438638.7319	2496080.316				
	S36	438659.4263	2496080.236				
	S35	438678.5989	2496080.298				
	A3	438678.3876	2496088.606				
	A5	438727.7826	2496087.55				
	A7	438727.1513	2496059.258				
	S39	438718.6662	2496059.432				
	S40	438718.6314	2496038.35				
	S149	438717.2611	2495998.422				
	S139	438698.3859	2496000.529				
	S43	438678.2076	2496038.058				
A5-2	A16	438573.8015	2496023.334	有机 物污	1814.55	7.5~8.5	1814.55
	S119	438576.306	2496022.642				

区域	拐点编	CGCS2000 坐标系		污染 染	面积	修复深度	土方
		S118	438598.1548 2496022.068				
	S48	438618.687	2496000.99				
	S53	438596.8201	2495980.467				
	A18	438584.874	2495968.607				
	A13	438561.5592	2495991.822				
	A14	438569.0747	2496006.403				
A5-3	S121	438655.9053	2495960.184	有机 物污 染	710.45	7.5~8.5	710.45
	S130	438673.3636	2495959.922				
	F7	438690.9004	2495957.914				
	S147	438679.8803	2495930.982				
	S133	438656.7756	2495941.483				
A 区第 5 层合计				有机 物污 染	7798.3	7.5~8.5	7798.3

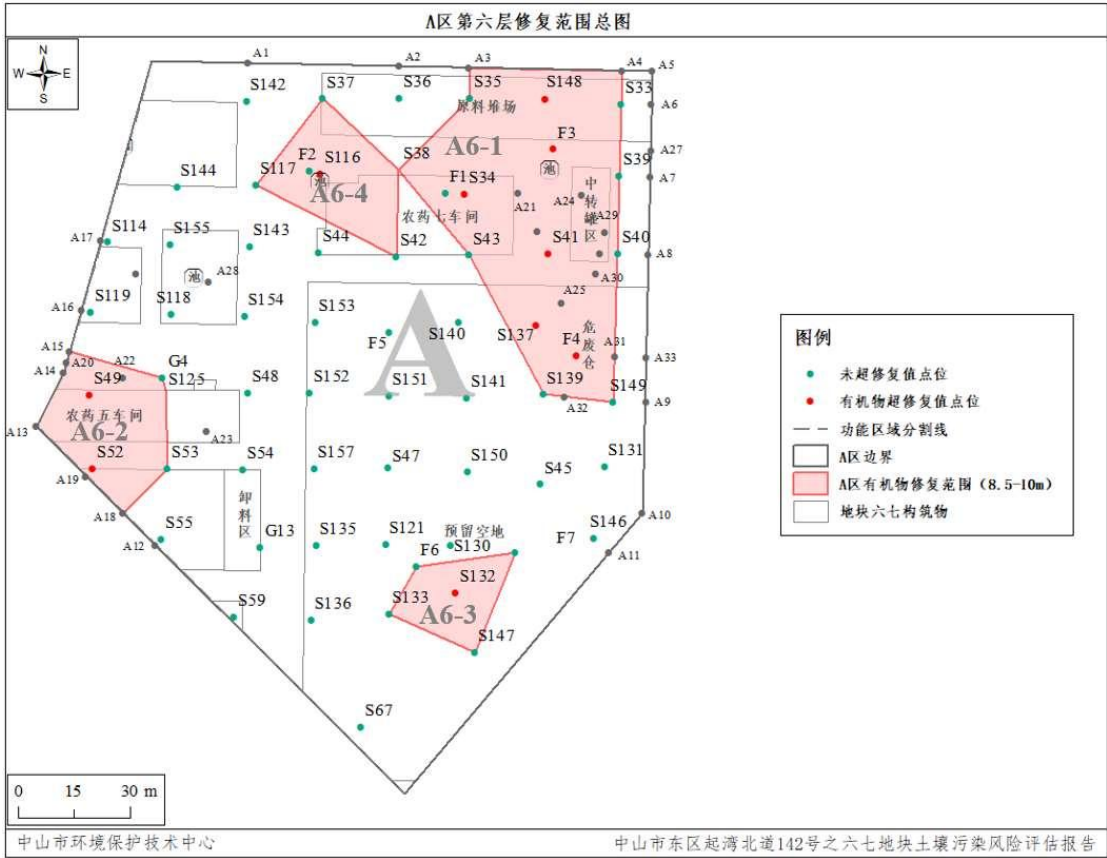


图 3.2-13 A 区第六层 (8.5-10.0m) 修复范围图

表 3.2-10 A 区第六层（8.5-10.0m）修复范围拐点坐标

区域	拐点编号	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m ²)	修复深度 (m)	土方 (m ³)
		东经	北纬				
A6-1	S38	438659.3441	2496061.036	有机物 污染	3563.0 6	8.5~10	5344.59
	S35	438678.5989	2496080.298				
	A3	438678.3876	2496088.606				
	A4	438719.4832	2496087.577				
	S33	438719.2972	2496078.629				
	S39	438718.6662	2496059.432				
	S40	438718.6314	2496038.35				
	S149	438717.2611	2495998.422				
	S139	438698.3859	2496000.529				
	S43	438678.2076	2496038.058				
A6-2	A15	438570.6455	2496012.029	有机物 污染	986.72	8.5~10	1480.08
	G4	438595.6619	2496005.136				
	S125	438596.3946	2496001.743				
	S53	438596.8201	2495980.467				
	A18	438584.874	2495968.607				
	A13	438561.5592	2495991.822				
	A14	438569.0747	2496006.403				
A6-3	F6	438664.038	2495954.247	有机物 污染	527.11	8.5~10	790.67
	F7	438690.9004	2495957.914				
	S147	438679.8803	2495930.982				
	S133	438656.7756	2495941.483				
A6-4	S117	438620.834	2496056.935	有机物 污染	861.19	8.5~10	1291.79
	S37	438638.7319	2496080.316				
	S38	438659.3441	2496061.036				
	S42	438658.7458	2496037.722				
A 区第 6 层合计				有机物 污染	5938.0 8	8.5~10	8907.13

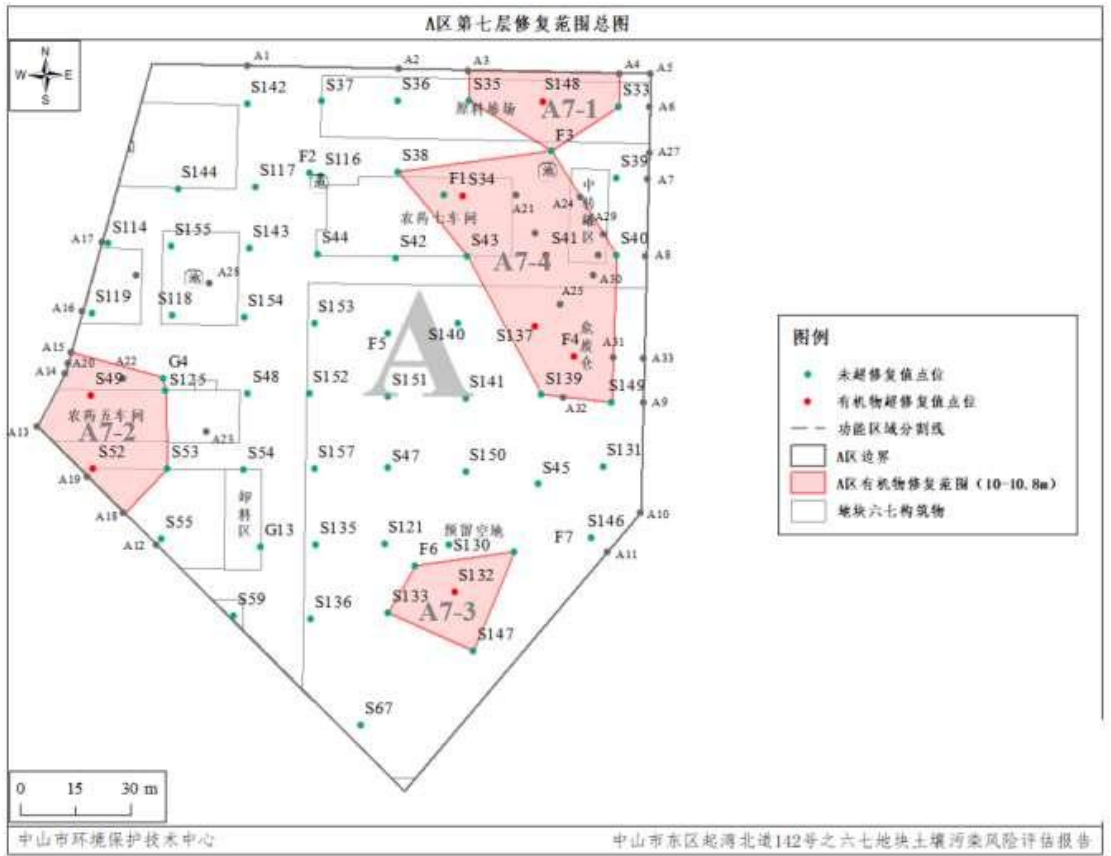


图 3.2-14 A 区第七层（10.0-10.8m）修复范围图

表 3.2-11 A 区第七层（10.0-10.8m）修复范围拐点坐标

区域	拐点编号	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m²)	修复深度 (m)	土方 (m³)
		东经	北纬				
A7-1	A3	438678.3876	2496088.606	有机物污染	610.77	10~10.8	488.62
	A4	438719.4832	2496087.577				
	S33	438719.2972	2496078.629				
	F3	438701.097	2496066.7				
	S35	438678.5989	2496080.298				
A7-2	A15	438570.6455	2496012.029	有机物污染	986.72	10~10.8	789.38
	G4	438595.6619	2496005.136				
	S125	438596.3946	2496001.743				
	S53	438596.8201	2495980.467				
	A18	438584.874	2495968.607				
	A13	438561.5592	2495991.822				
	A14	438569.0747	2496006.403				
A7-3	F6	438664.038	2495954.247	有机物污染	527.11	10~10.8	421.69
	F7	438690.9004	2495957.914				
	S147	438679.8803	2495930.982				
	S133	438656.7756	2495941.483				
A7-4	F3	438701.097	2496066.7	有机物污染	2248.43	10~10.8	1798.74
	S38	438659.3441	2496061.036				

区域	拐点编	CGCS2000 坐标系		污 染	面积 (m²)	修复深度	土方
	S43	438678.2076	2496038.058				
	S139	438698.3859	2496000.529				
	S149	438717.2611	2495998.422				
	S40	438718.6314	2496038.35				
A 区第 7 层合计				有机 物污 染	4373.03	10~10.8	3498.43

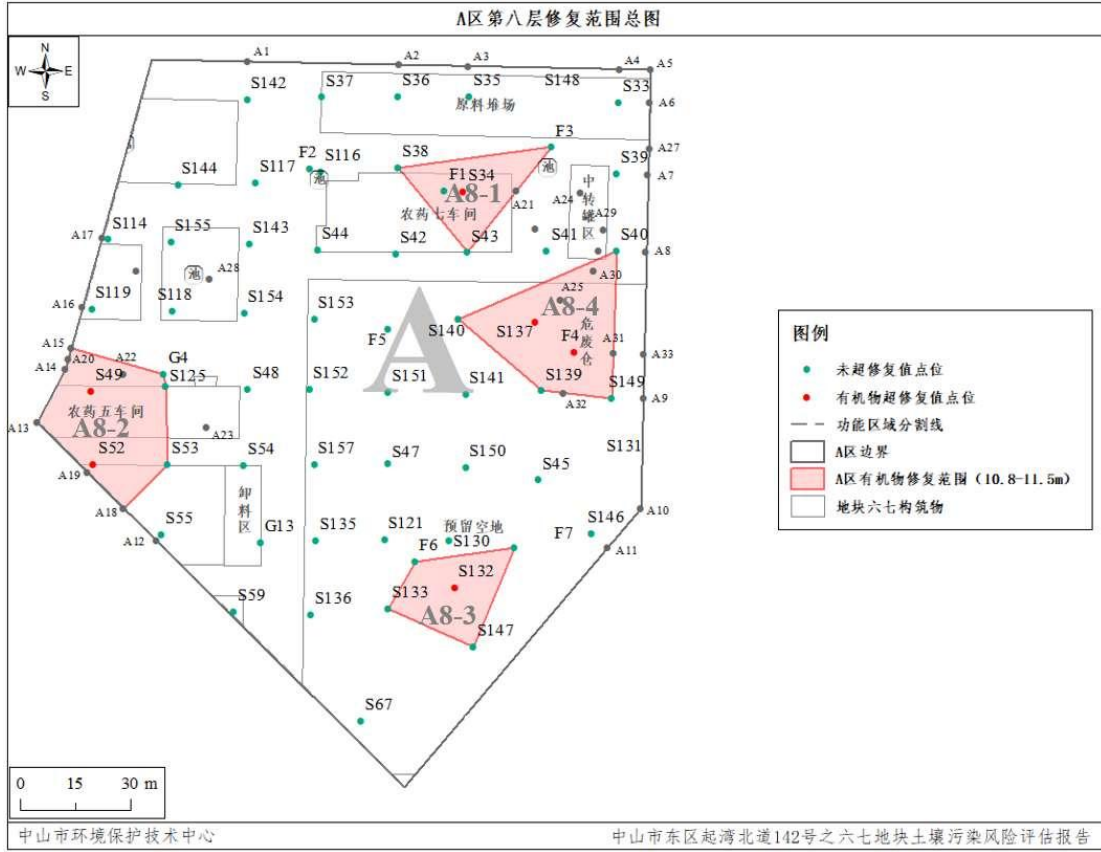


图 3.2-15 A 区第八层（10.8-11.5m）修复范围图

表 3.2-12 A 区第八层（10.8-11.5m）修复范围拐点坐标

区域	拐点编号	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m²)	修复深度 (m)	土方 (m³)
		东经	北纬				
A8-1	S38	438659.3441	2496061.036	有机物污染	533.12	10.8~11.5	373.18
	F3	438701.0970	2496066.700				
	S43	438678.2076	2496038.058				
A8-2	A15	438570.6455	2496012.029	有机物污染	986.72	10.8~11.5	690.7
	G4	438595.6619	2496005.136				
	S125	438596.3946	2496001.743				
	S53	438596.8201	2495980.467				
	A18	438584.874	2495968.607				
	A13	438561.5592	2495991.822				

区域	拐点编	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m ²)	修复深度 (m)	土方 (m ³)
	A14	438569.0747	2496006.403				
A8-3	F6	438664.038	2495954.247	有机物 污染	527.11	10.8~11.5	368.98
	F7	438690.9004	2495957.914				
	S147	438679.8803	2495930.982				
	S133	438656.7756	2495941.483				
A8-4	S40	438718.6314	2496038.35	有机物 污染	1005.45	10.8~11.5	703.82
	S140	438675.6200	2496019.957				
	S139	438698.3859	2496000.529				
	S149	438717.2611	2495998.422				
A 区第 8 层合计				有机物 污染	3052.41	10.8~11.5	2136.68

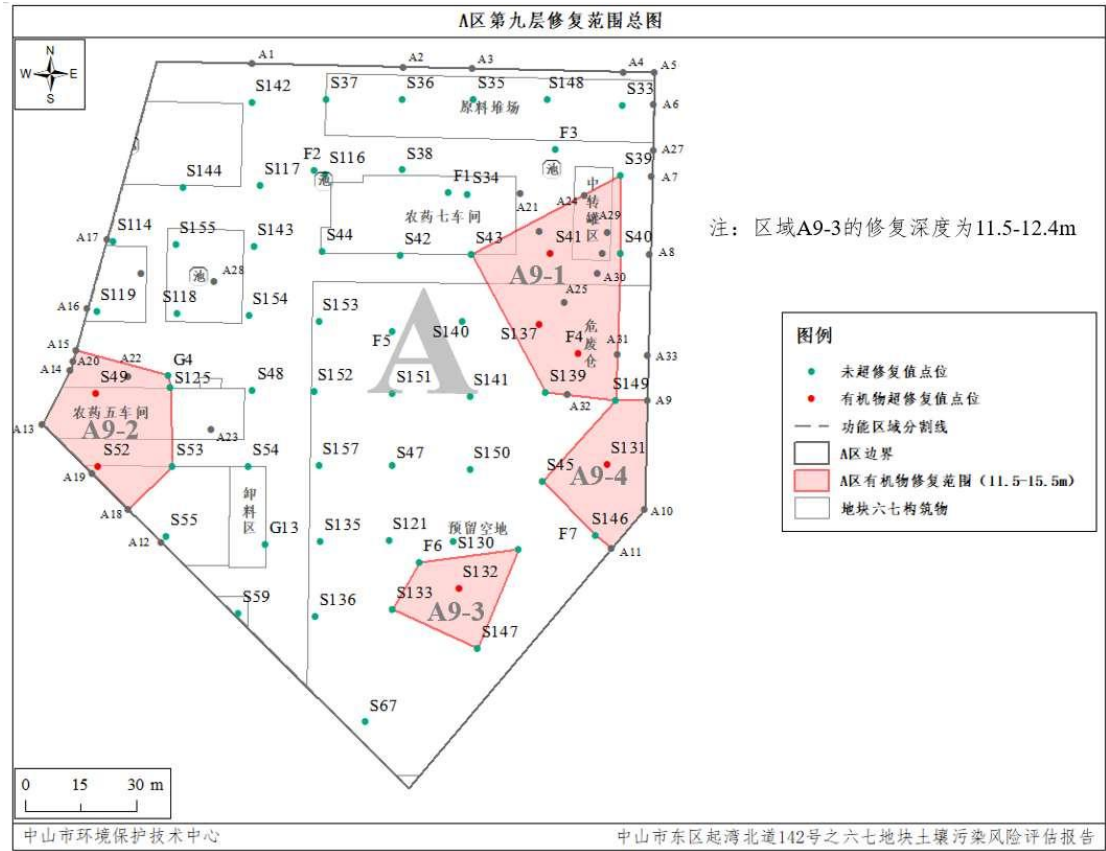


图 3.2-16 A 区第九层（11.5-15.5m）修复范围图

表 3.2-13 A 区第九层（11.5-15.5m）修复范围拐点坐标

区域	拐点 编号	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m ²)	修复深度 (m)	土方(m ³)
		东经	北纬				
A9-1	S43	438678.2076	2496038.058	有机物 污染	1565.85	11.5~15.5	6263.4
	S39	438718.6662	2496059.432				
	S40	438718.6314	2496038.35				
	S149	438717.2611	2495998.422				
	S139	438698.3859	2496000.529				

区域	拐点	CGCS2000 坐标系		污染物	面积	修复深度	土方(m³)
A9-2	A15	438570.6455	2496012.029	有机物 污染	986.72	11.5~15.5	3946.88
	G4	438595.6619	2496005.136				
	S125	438596.3946	2496001.743				
	S53	438596.8201	2495980.467				
	A18	438584.874	2495968.607				
	A13	438561.5592	2495991.822				
	A14	438569.0747	2496006.403				
A9-3	F6	438664.038	2495954.247	有机物 污染	527.11	11.5~12.4	474.4
	F7	438690.9004	2495957.914				
	S147	438679.8803	2495930.982				
	S133	438656.7756	2495941.483				
A9-4	S149	438717.2611	2495998.422	有机物 污染	699.2	11.5~15.5	2796.8
	A9	438726.0511	2495998.444				
	A10	438725.1289	2495968.642				
	A11	438716.0815	2495957.968				
	S146	438711.9093	2495961.649				
	S45	438697.458	2495976.319				
A 区第 9 层合计				有机物 污染	3778.88	11.5~15.5	13481.48

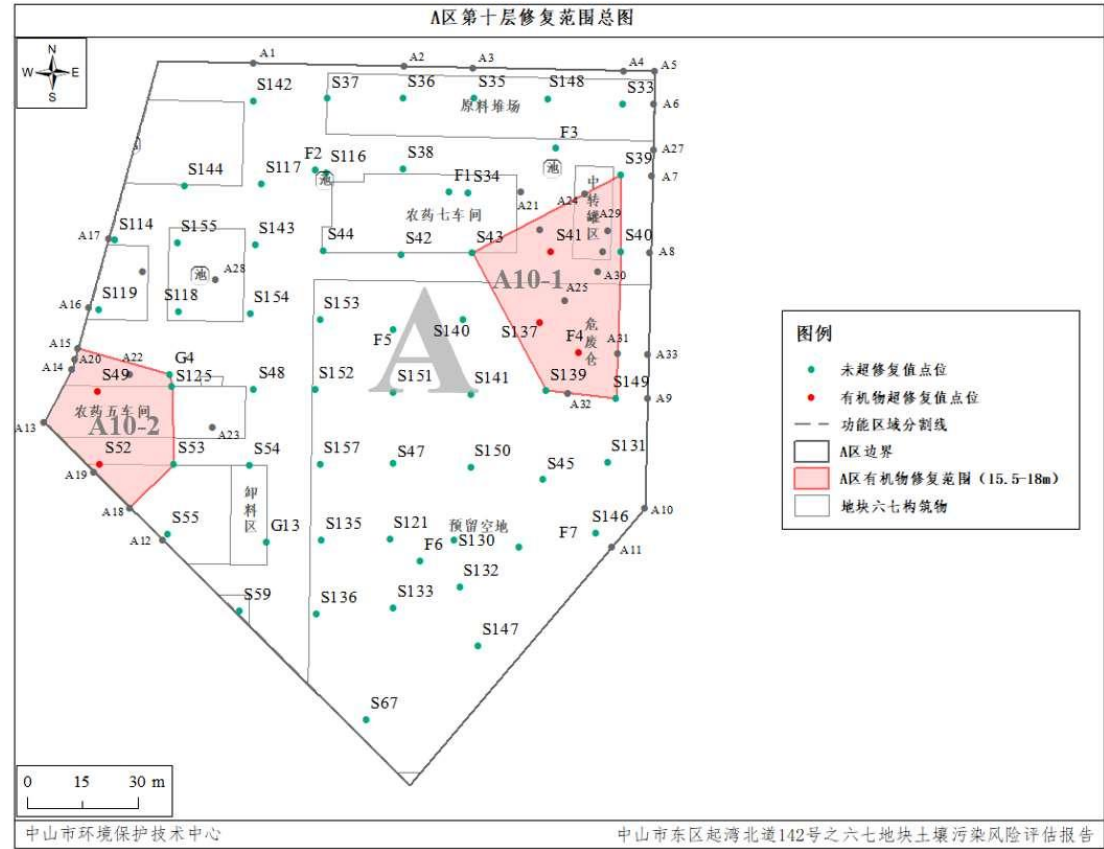


图 3.2-17 A 区第十层（15.5-18.0m）修复范围图

表 3.2-14 A 区第十层（15.5-18.0m）修复范围拐点坐标

区域	拐点 编号	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m ²)	修复深度 (m)	土方 (m ³)
		东经	北纬				
A10-1	S39	438718.6662	2496059.432	有机物 污染	1565.85	15.5~18	3914.63
	S43	438678.2076	2496038.058				
	S139	438698.3859	2496000.529				
	S149	438717.2611	2495998.422				
	S40	438718.6314	2496038.35				
A10-2	A15	438570.6455	2496012.029	有机物 污染	986.72	15.5~18	2466.8
	G4	438595.6619	2496005.136				
	S125	438596.3946	2496001.743				
	S53	438596.8201	2495980.467				
	A18	438584.874	2495968.607				
	A13	438561.5592	2495991.822				
	A14	438569.0747	2496006.403				
A 区第 10 层合计				有机物 污染	2552.57	15.5~18	6381.43

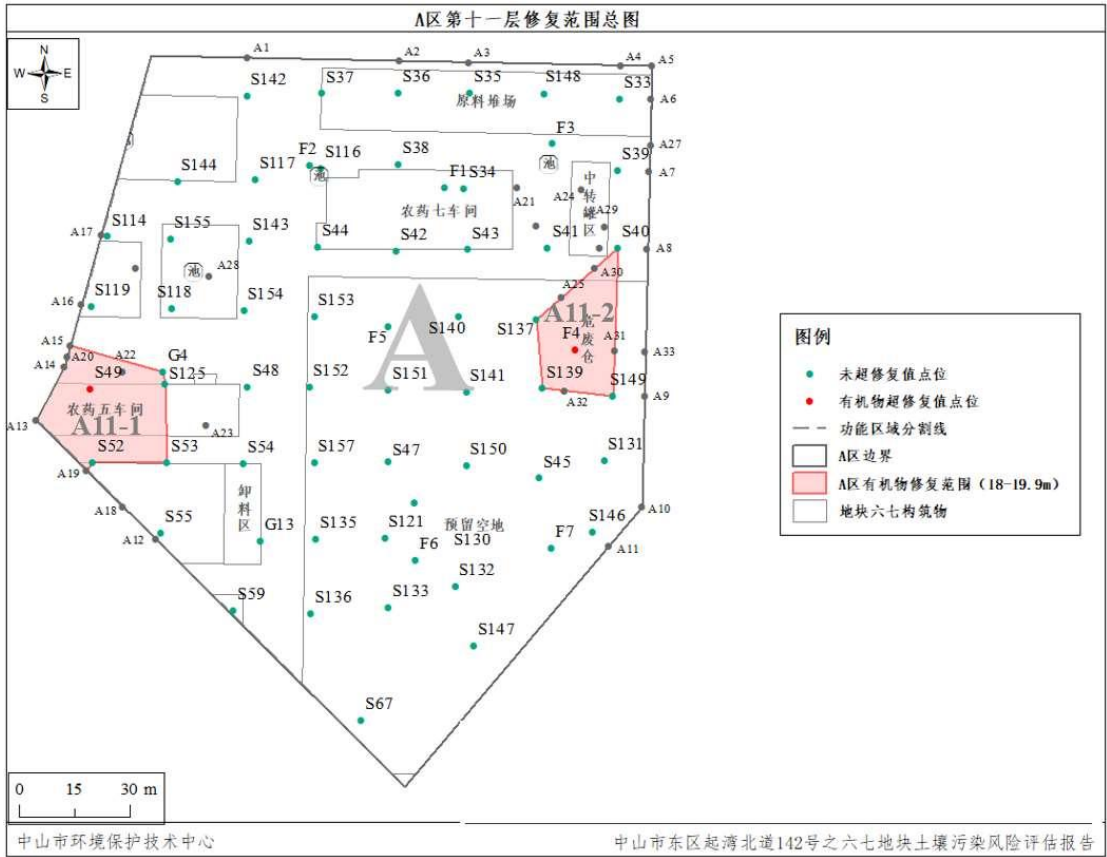


图 3.2-18 A 区第十一层（18.0-19.9m）修复范围图

表 3.2-15 A 区第十一层（18.0-19.9m）修复范围拐点坐标

区域	拐点 编号	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m ²)	修复深度 (m)	土方 (m ³)
		东经	北纬				
A11-1	A15	438570.6455	2496012.029	有机物	849.87	18~19.9	1614.75

区域	拐点 G4	CGCS2000 坐标系		污染物 污染	面积	修复深度	土方
		438595.6619	2496005.136				
	S125	438596.3946	2496001.743				
	S53	438596.8201	2495980.467				
	S52	438576.8244	2495980.409				
	A19	438575.037	2495978.402				
	A13	438561.5592	2495991.822				
	A14	438569.0747	2496006.403				
A11-2	S40	438718.6314	2496038.35	有机物 污染	601.49	18~19.9	1142.83
	S137	438696.5068	2496019.07				
	S139	438698.3859	2496000.529				
	S149	438717.2611	2495998.422				
A 区第 11 层合计				有机物 污染	1451.36	18~19.9	2757.58

(2) 二类用地 (B 区)

第二类用地内土壤主要污染物主要为氯仿、石油烃 (C10-C40)、1,2-二氯苯、汞、甲
苯、1,2-二氯乙烷和铅等 7 种, 修复目标值分别为 1.79mg/kg、6606.99mg/kg、
560mg/kg、38mg/kg、1173mg/kg、5mg/kg 和 800mg/kg。

第二类用地单位内污染区需修复土壤按照重金属和有机物划分, 超过修复目
标值的合计土方量为 50654.13m³, 面积 9133.38m², 分为七层, 修复深度最高为
22m。

区域	拐点 编号	X	Y	污染物	面积 (m ²)	修复深度 (m)	土方 (m ³)
	G12	438558.3244	2495982.166				
	S57	438537.4113	2495962.912				
	S95	438518.0406	2495982.601				
	S96	438518.408	2496001.058				
B-4	B10	438409.2568	2495990.533	有机物 污染	1727.12	—	—
	B11	438429.6588	2496010.704				
	S98	438437.2762	2496003.087				
	S93	438478.4557	2495983.994				
	S88	438456.0378	2495963.804				
	S89	438437.1254	2495962.904				
	S91	438417.3318	2495982.459				
B-5	B5	438526.6112	2495874.988	有机物 污染	607.91	—	—
	B6	438527.2534	2495899.645				
	S134	438543.9221	2495899.663				
	S138	438559.191	2495886.984				
	S123	438542.8607	2495874.569				
B-6	B13	438504.2219	2496084.422	重金属 污染	605.73	—	—
	B14	438512.1249	2496092.235				
	B15	438541.1646	2496091.251				
	S104	438540.5554	2496061.961				
B-7	G5	438457.6309	2496025.365	重金属 污染	675.79	—	—
	S103	438478.4114	2496042.28				
	S100	438499.2955	2496022.448				
	G14	438483.5186	2496009.483				
B-8	B17	438510.7392	2496033.736	重金属 污染	354.73	—	—
	B16	438530.2288	2496052.357				
	S145	438538.0084	2496042.727				
	S101	438518.6069	2496022.508				
B-9	B8	438377.2694	2495958.908	重金属 污染	487.45	—	—
	B9	438399.0728	2495980.465				
	G10	438411.8846	2495960.626				
	S89	438437.1254	2495962.904				
	B7	438436.8799	2495957.848				
B-10	S106	438518.9824	2496081.889	复合污 染	256.67	—	—
	S104	438540.5554	2496061.961				
	S127	438526.0252	2496059.597				
	B18	438513.9193	2496073.381				
B-11	G1	438525.1853	2496058.599	复合污 染	259.50	—	—
	B16	438530.2288	2496052.357				
	S102	438519.5134	2496042.39				

区域	拐点 编号	X	Y	污染物	面积 (m ²)	修复深度 (m)	土方 (m ³)
	B17	438510.7392	2496033.736				
	G3	438504.3439	2496042.862				
B-12	B9	438399.0728	2495980.465	复合污 染	544.99	—	—
	B10	438409.2568	2495990.533				
	S91	438417.3318	2495982.459				
	S89	438437.1254	2495962.904				
	G10	438411.8846	2495960.626				
合计				有机物 污染	5948.52	0~22	44296.97
				重金属 污染	2123.70	0~22	5267.18
				复合污 染	1061.16	0~22	1089.98
				合计	9133.38	0~22	50654.13

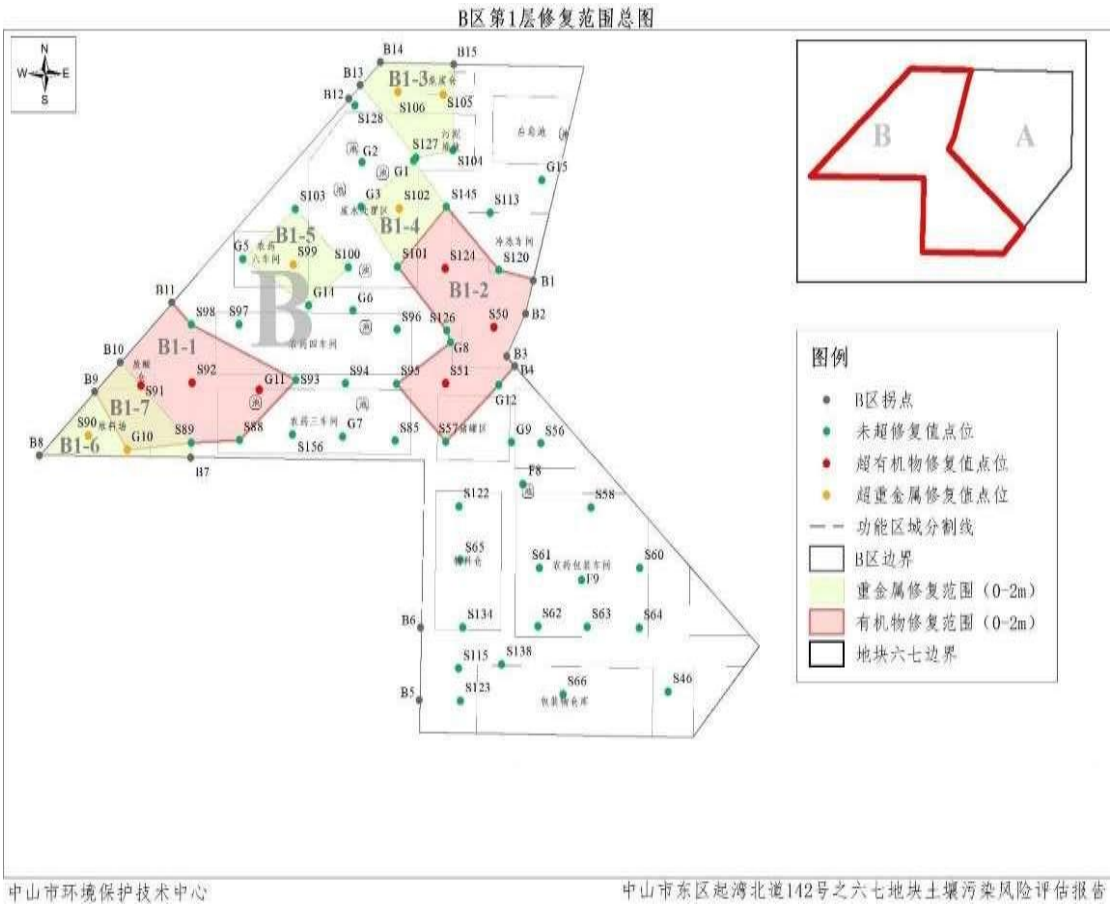


图 3.2-20 B 区第一层 (0-2m) 修复范围图

表 3.2-17 B 区第一层（0-2m）修复范围拐点坐标

区域	拐点 编号	X	Y	污染物	面积 (m ²)	修复深度 (m)	土方 (m ³)
B1-1	B11	438429.6588	2496010.704	有机物 污染	1727.12	0~2	3454.24
	S98	438437.2762	2496003.087				
	S93	438478.4557	2495983.994				
	S88	438456.0378	2495963.804				
	S89	438437.1254	2495962.904				
	S91	438417.3318	2495982.459				
	B10	438409.2568	2495990.533				
B1-2	S101	438518.6069	2496022.508	有机物 污染	2241.83	0~2	4483.66
	S145	438538.0084	2496042.727				
	S120	438558.4802	2496021.114				
	B1	438572.2112	2496017.638				
	B2	438569.0747	2496006.403				
	B3	438561.5592	2495991.822				
	B4	438564.7997	2495988.595				
	G12	438558.3244	2495982.166				
	S57	438537.4113	2495962.912				
	S95	438518.0406	2495982.601				
	G8	438539.479	2495996.642				
	S126	438537.9736	2496000.625				
B1-3	B13	438504.2219	2496084.422	重金属 污染	862.41	0~2	1724.82
	B14	438512.1249	2496092.235				
	B15	438541.1646	2496091.251				
	S104	438540.5554	2496061.961				
	S127	438526.0252	2496059.597				
B1-4	G1	438525.1853	2496058.599	重金属 污染	607.94	0~2	1215.88
	S145	438538.0084	2496042.727				
	S101	438518.6069	2496022.508				
	G3	438504.3439	2496042.862				
B1-5	S103	438478.4114	2496042.28	重金属 污染	675.79	0~2	1351.58
	S100	438499.2955	2496022.448				
	G14	438483.5186	2496009.483				
	G5	438457.6309	2496025.365				
B1-6	B8	438377.2694	2495958.908	重金属 污染	487.45	0~2	974.90
	B9	438399.0728	2495980.465				
	G10	438411.8846	2495960.626				
	S89	438437.1254	2495962.904				
	B7	438436.8799	2495957.848				
B1-7	B10	438409.2568	2495990.533	复合污 染	544.99	0~2	1089.98
	S91	438417.3318	2495982.459				

区域	拐点 编号	X	Y	污染物	面积 (m ²)	修复深度 (m)	土方 (m ³)
	S89	438437.1254	2495962.904				
	G10	438411.8846	2495960.626				
	B9	438399.0728	2495980.465				
B 区第一层合计				有机物 污染	3968.95	0~2	7937.90
				重金属 污染	2633.59	0~2	5267.18
				复合污 染	544.99	0~2	1089.98
				合计	7147.53	0~2	14295.06

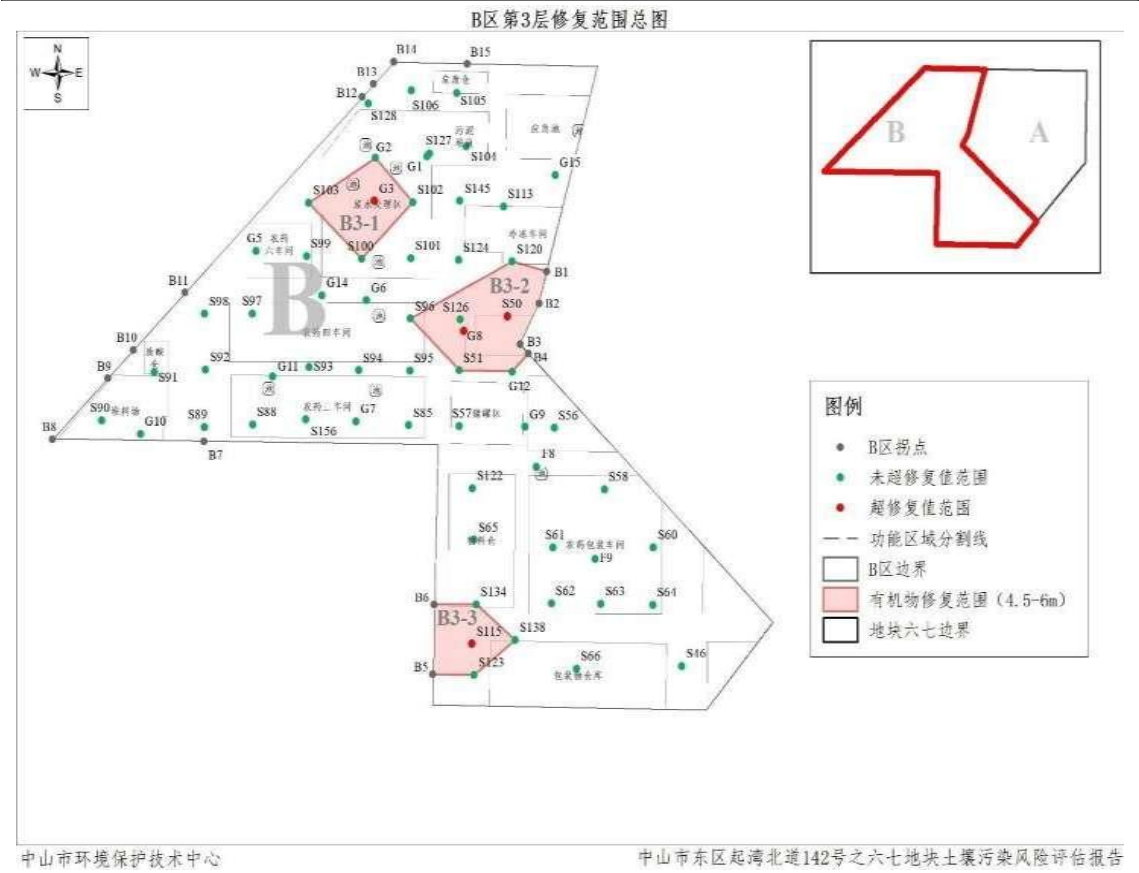


图 3.2-21 B 区第二层（2-4.5m）修复范围图

表 3.2-18 B 区第二层（2-4.5m）修复范围拐点坐标

区域	拐点 编号	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m ²)	修复深度 (m)	土方 (m ³)
		东经	北纬				
B-2	B2-1	S103	438478.4114	2496042.28	有机物污 染	732.03	2~4.5
		G2	438504.8157	2496058.083			
		S102	438519.5134	2496042.39			
		S100	438499.2955	2496022.448			
	B2-2	S120	438558.4802	2496021.114	有机物污 染	1263.95	2~4.5
		B1	438572.2112	2496017.638			

区域	拐点	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m ²)	修复深度 (m)	土方 (m ³)
	B2	438569.0747	2496006.403				
	B3	438561.5592	2495991.822				
	B4	438564.7997	2495988.595				
	G12	438558.3244	2495982.166				
	S51	438537.4906	2495982.66				
	S96	438518.408	2496001.058				
B 区第 2 层合计				有机物污染	1995.98	2~4.5	4989.96



区域		编号	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m²)	修复深度 (m)	土方 (m³)
		B3	438561.5592	2495991.822				
		B4	438564.7997	2495988.595				
		G12	438558.3244	2495982.166				
		S51	438537.4906	2495982.66				
		S96	438518.408	2496001.058				
	B3-3	B6	438527.2534	2495899.645	有机物污染	607.91	4.5~6	911.87
		S134	438543.9221	2495899.663				
		S138	438559.191	2495886.984				
		S123	438542.8607	2495874.569				
B5		438526.6112	2495874.988					
B 区第 3 层合计					有机物污染	2603.89	4.5~6	3905.87

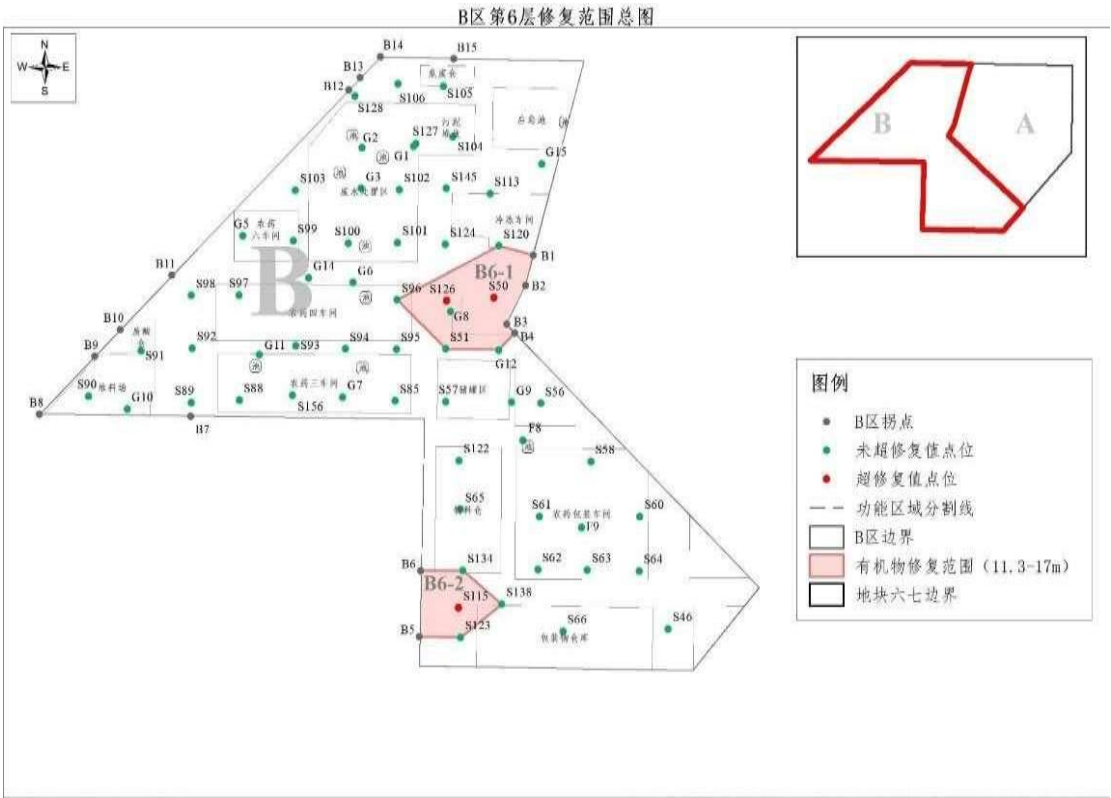


图 3.2-23 B 区第四层（6-6.5m）修复范围图

表 3.2-20 B 区第四层（6-6.5m）修复范围拐点坐标

区域编号		拐点	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m ²)	修复深度 (m)	土方 (m ³)
			东经	北纬				
B-4	B4-1	S120	438558.4802	2496021.114	有机物污染	1263.95	6~6.5	631.98
		B1	438572.2112	2496017.638				
		B2	438569.0747	2496006.403				
		B3	438561.5592	2495991.822				

区域编号		拐点	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m ²)	修复深度 (m)	土方 (m ³)	
		B3	438561.5592	2495991.822					
		B4	438564.7997	2495988.595					
		G12	438558.3244	2495982.166					
		S51	438537.4906	2495982.66					
	B5-3	S96	438518.408	2496001.058	有机物污染	607.91	6.5~11.3	2917.97	
		B6	438527.2534	2495899.645					
		S134	438543.9221	2495899.663					
		S138	438559.191	2495886.984					
		S123	438542.8607	2495874.569					
B5	438526.6112	2495874.988	B 区第 5 层合计			有机物污染	2578.73	6.5~11.3	12377.91



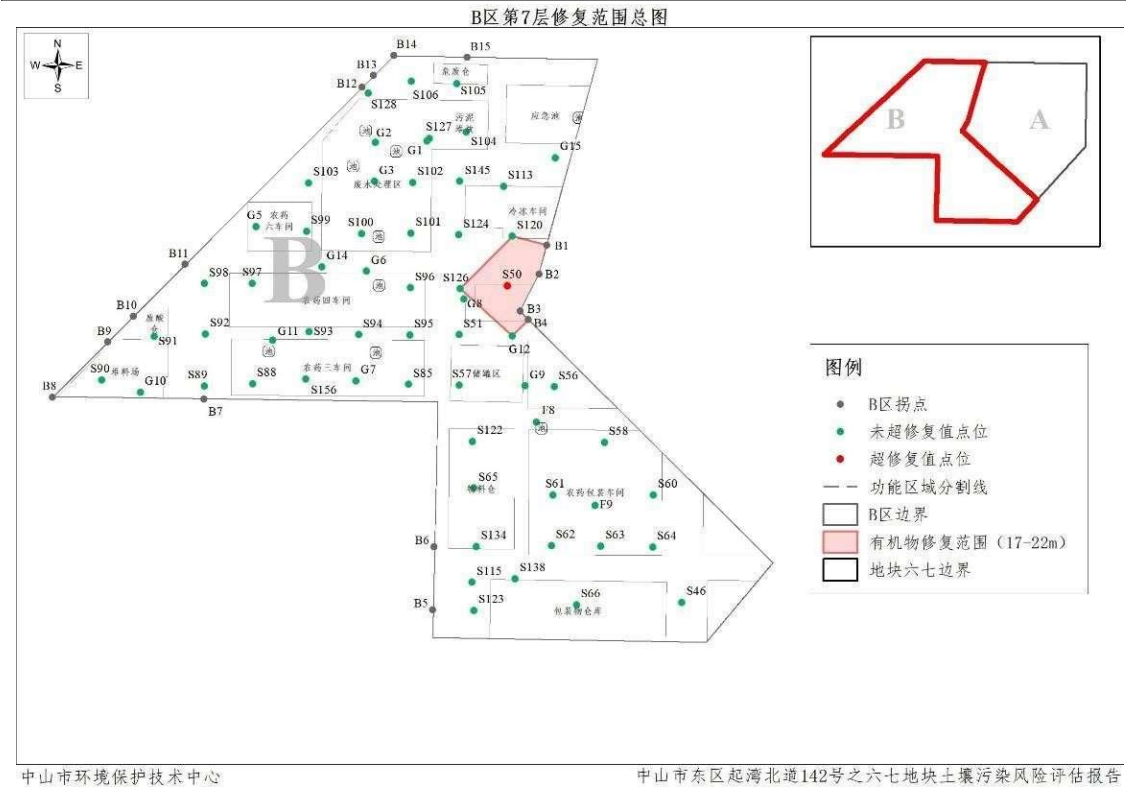
中山市环境保护技术中心 中山市东区起湾北道142号之六七地块土壤污染风险评估报告

图 3.2-25 B 区第六层（11.3-17m）修复范围图

表 3.2-22 B 区第六层（11.3-17m）修复范围拐点坐标

区域		拐点	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m²)	修复深度 (m)	土方 (m³)
			东经	北纬				
B-6	B6-1	S120	438558.4802	2496021.114	有机物污 染	1263.95	11.3~17	7204.52
		B1	438572.2112	2496017.638				
		B2	438569.0747	2496006.403				
		B3	438561.5592	2495991.822				
		B4	438564.7997	2495988.595				
		G12	438558.3244	2495982.166				

	拐点	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m ²)	修复深度 (m)	土方 (m ³)
		S51	438537.4906	2495982.660			
B6-2	S96	438518.4080	2496001.058	有机物污染	607.91	11.3~17	3465.09
	B6	438527.2534	2495899.645				
	S134	438543.9221	2495899.663				
	S138	438559.1910	2495886.984				
	S123	438542.8607	2495874.569				
	B5	438526.6112	2495874.988				
B 区第 6 层合计				有机物污染	1871.86	11.3~17	10669.61



中山市环境保护技术中心

中山市东区起湾北道142号之六七地块土壤污染风险评估报告

图 3.2-26 B 区第七层（17-22m）修复范围图

表 3.2-23 B 区第七层（17-22m）修复范围拐点坐标

区域		拐点	CGCS2000 坐标系		污染物	面积 (m²)	修复深度 (m)	土方 (m³)
			东经	北纬				
B-7	B7-1	S126	438537.9736	2496000.625	有机物污染	695.96	17~22	3479.80
		S120	438558.4802	2496021.114				
		B1	438572.2112	2496017.638				
		B2	438569.0747	2496006.403				
		B3	438561.5592	2495991.822				
		B4	438564.7997	2495988.595				
		G12	438558.3244	2495982.166				
B 区第 7 层合计					有机物污染	695.96	17~22	3479.80

(3) 地下水

将地块调查的样品数据与修复目标值比对后，第一类用地中地下水共有 6 种污染物超过对应的修复目标值，分别为苯、1,2-二氯乙烷、氯仿、二氯甲烷、石油烃（C10-C40）和四氯化碳，上述污染物在 10 个地下水监测井中含量超过第一类修复目标值。其中地下水样品中超过苯修复目标值 0.671mg/L 的样品有 2 个；超过 1,2-二氯乙烷修复目标值 0.808mg/L 的样品有 4 个；超过氯仿修复目标值 0.362mg/L 的样品有 9 个；超过二氯甲烷修复目标值 377mg/L 的样品有 4 个；超过石油烃（C10-C40）修复目标值 188mg/L 的样品有 2 个，超过四氯化碳修复目标值 0.398 mg/L 的样品有 1 个。

第二类用地中地下水共有 3 种污染物超过对应的修复目标值，分别为四氯化碳、氯仿和 1,2-二氯乙烷，上述污染物在 6 个地下水监测井中含量超过第二类修复目标值。



图 3.2-27 地下水修复范围及拐点坐标示意图

表 3.2-24 地下水修复范围拐点坐标

区域	拐点	X	Y	面积（m ² ）	异位修复地下水方量（m ³ ）	原位修复地下水方量（m ³ ）
----	----	---	---	---------------------	----------------------------	----------------------------

区域	拐点	X	Y	面积 (m ²)	异位修复地下水方量 (m ³)	原位修复地下水方量 (m ³)
A 区	1	GW1	438525.19	3773.70	2241.58	8057.23
		GW14	438483.52			
		W25	438537.41			
		K1	438564.04			
		K2	438561.56			
		K3	438569.07			
		W21	438579.46			
	2	K4	438579.46	8225.72	4886.08	17562.73
		K5	438585.88			
		W17	438620.83			
		W28	438613.27			
		W11	438595.22			
		K10	438593.75			
		K1	438564.04			
		K2	438561.56			
		K3	438569.07			
B 区	3	W17	438620.83	5278.60	3135.49	11270.34
		W26	438662.56			
		K6	438662.96			
		K7	438728.07			
		K8	438725.13			
		K9	438716.08			
		W19	438711.91			
		W18	438656.71			

表 3.2-25 第一类用地土壤风险控制值与修复目标值 (mg/kg)

序号	污染物	检出限	筛选值	管制值	风险管控值	修复目标值
1	苯	0.0019	1	10	1.77	1.77
2	1,4-二氯苯	0.08	5.6	56	9.27	9.27
3	1,2-二氯乙烷	0.0013	0.52	6	0.95	0.95
4	氯仿	0.0011	0.3	5	0.43	0.43

5	石油烃 (C10-C40)	6	826	5000	1076.12	1076.12
6	1,2-二氯苯	0.08	560	560	1942.98	560
7	汞	0.002	8	33	5.27	8
8	二氯甲烷	0.0015	94	300	130.1	130.1
9	甲苯	0.0013	1200	1200	2052.94	1173
10	铅	0.1	400	800	297	400
11	一溴二氯甲烷	0.0011	0.29	29	0.56	0.56
12	乙苯	0.0012	7.2	72	12.92	12.92

表 3.2-26 第二类用地土壤风险控制值与修复目标值 (mg/kg)

序号	污染物	检出限	筛选值	管制值	风险管控 值	修复目标值
1	甲苯	0.0013	1200	1200	16297.90	1173
2	汞	0.002	38	82	33.7	38
3	氯仿	0.0011	0.9	10	1.79	1.79
4	石油烃 (C10-C40)	6	4500	9000	6606.99	6606.99
5	1,2-二氯苯	0.08	560	560	11472.03	560
6	铅	0.1	800	2500	672	800
7	1,2-二氯乙烷	0.0013	5	21	3.67	5

表 3.2-27 第一类用地地下水风险控制值与修复目标值 (mg/L)

序号	污染物	检出限	筛选值	风险管控值	修复目标值
1	苯	0.0014	0.12	0.671	0.671
2	氯仿	0.0014	0.3	0.362	0.362
3	1,2-二氯乙烷	0.0014	0.04	0.808	0.808
4	二氯甲烷	0.0001	0.5	377	377
5	石油烃 (C10-C40)	0.01	0.57	188	188
6	四氯化碳	0.0015	0.05	0.398	0.398

表 3.2-28 第二类用地地下水风险控制值与修复目标值 (mg/L)

序号	污染物	检出限	筛选值	风险管控值	修复目标值
1	四氯化碳	0.0015	0.12	1.72	1.72
2	氯仿	0.0014	0.3	1.54	1.54
3	1,2-二氯乙烷	0.0014	0.04	3.35	3.35

4. 修复效果评估布点采样方案

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。原则上应在风险管控与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。

4.1. 布点依据

本阶段修复效果评估参照《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（试行）（HJ25.5-2018）、《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》（HJ25.6-2019）、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）、《建设用地土壤污染修复效果评估监测质量控制技术规范》（DB44/T 2417-2023）及《广东省建设用地土壤污染状况调查、风险评估及效果评估报告技术审查要点（修订版）》等文件执行。

4.2. 原位修复效果评估布点

4.2.1. 评估对象和范围

本次效果评估对象为 6-5/6-7 修复区涉及的原位修复后土壤，对应风评中 A1-13（面积 1238.99m²，深度 0-2m）、部分 A2-5 区（面积 232.39m²、修复深度 2-2.2m）；因 6-5/6-7 区基坑涉及扩挖，部分扩挖边界已进入周边的 A1-6 污染区（该污染区为单一有机污染，采用原位化学氧化施工），为更好评估相应扩挖区原位修复效果，因此将 A1-6 区同步纳入监测范围。

表 5.2-1 本阶段原位修复效果评估验收采样区域

风评修复区域编号	施工平面编号	风评报告划定情况			本次验收情况			关注污染物	备注
		修复面积(m ²)	修复深度(m)	修复土方量(m ³)	验收面积(m ²)	验收深度(m)	验收土方量(m ³)		
A1-13	6-5/6-7	1238.99	0-2	2477.98	1238.99	0-2	2477.98	石油烃	
A2-5	6-4/6-5	422.3	2-2.2	84.46	232.39	2-2.2	46.48	乙苯、石油烃	本次仅验收与清挖基坑重叠区域，面积为232.39m ²
A1-6	6-6/6-4	357.5	0-2	715.06	/	/	/	石油烃	仅采样，不纳入本次验收对象范围；因此前述施工部分未将本部分纳入本阶段实施范围。

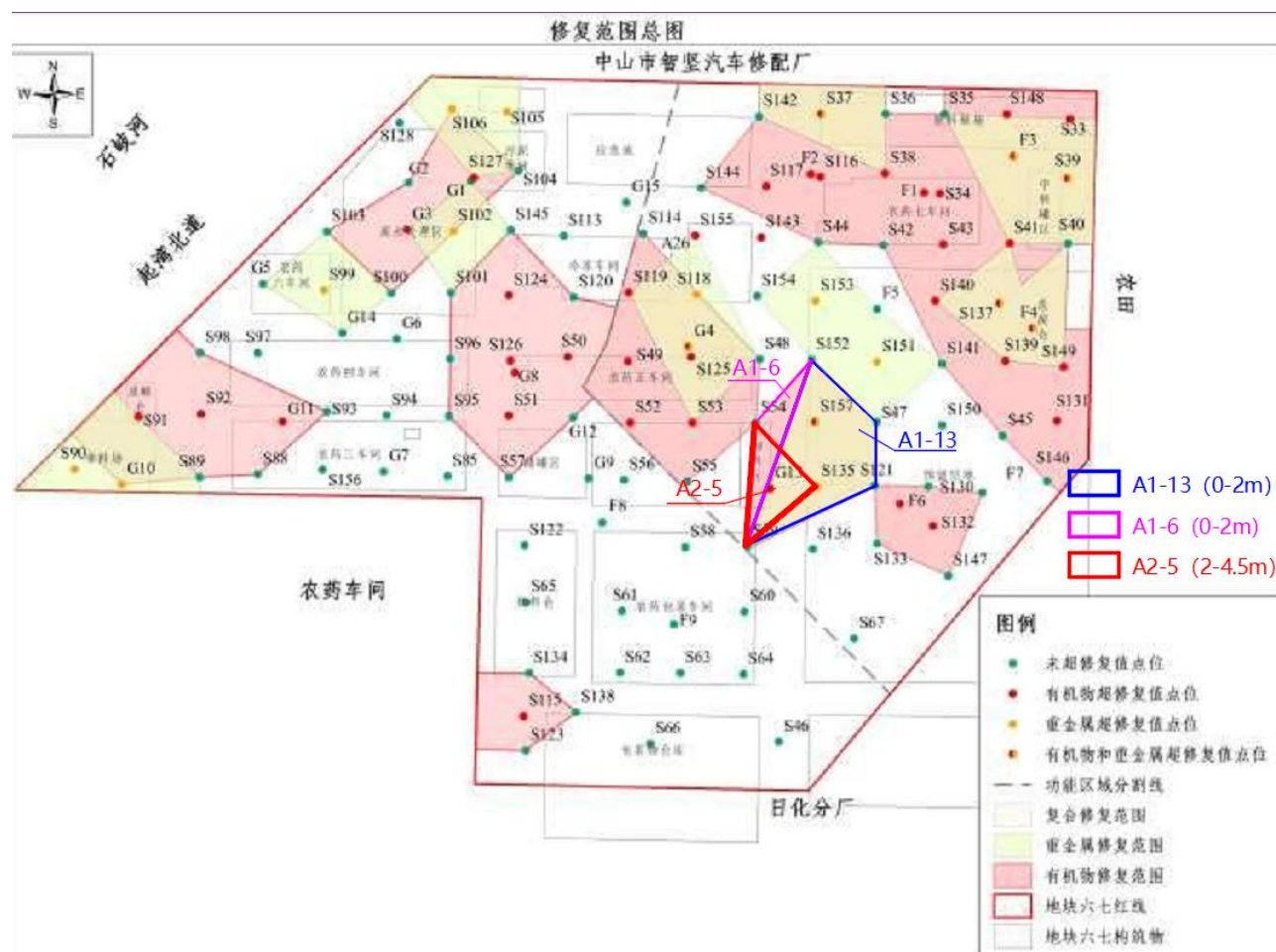


图 5.2-1 原位修复效果评估验收采样区域

4.2.2. 采样节点

原位修复后的土壤应在修复完成后、基坑开挖前进行采样。

本次阶段验收区域涉及原位化学氧化修复施工时间为 2023 年 6 月 22-6 月 25 日,土方开挖时间为 2023 年 7 月 13 日-7 月 30 日,效果评估现场采样时间为 2023 年 7 月 8 日。另外,为评估原位化学氧化施工平面及纵向上对修复区外可能的二次污染扩散影响,于 2025 年 7 月 15 日补充采集了 0-2m 基坑底部约 1m、基坑周边约 1.0m 范围土壤样共计 12 件。

4.2.3. 布点数量和位置

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），原位修复后的土壤水平方向上采用系统布点法，推荐采样数量参照表 1。原位修复后的土壤垂直方向上采样深度应不小于调查评估确定的污染深度以及修复可能造成污染物迁移的深度，根据土层性质设置采样点，原则上垂向采样点之间距离不大于 3m，具体根据实际情况确定。应结合地块污染分布、土壤性质、修复设施设置等，在高浓度污染物聚集区、修复效果薄弱区、修复范围边界处等位置增设采样点。

根据《广东省建设用地土壤污染状况调查、风险评估及效果评估报告技术审查要点（修订版）》。土壤原位修复水平（顶部和底部）采样单元面积按上述基坑底部采样布点方法确定，修复范围边界采样单元长度按上述基坑侧壁采样布点方法确定。垂直方向上采样深度应不小于调查评估确定的污染深度以及修复可能造成的污染物迁移的深度，根据土层性质设置采样点，原则上垂向采样点之间距离不大于 3 m。

根据《建设用地土壤污染修复效果评估监测质量控制技术规范》（DB44/T 2417-2023），采样点位布设、采样点数量和采样位置应符合 HJ 25.2、HJ 25.5 的要求。进行原位修复边界监测时，应根据地块大小和污染强度将修复范围四周等分成段，每段最大长度不应超过 40 m，采样方法参照 HJ 25.2 执行。

4.2.4. 监测指标

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)，原位修复后土壤的检测指标为修复方案中确定的目标污染物，化学氧化/还原修复、微生物修复后土壤的检测指标应包括产生的二次污染物，原则上二次污染物指标应根据修复方案中的可行性分析结果确定。

根据我方前期于地块内选取的 2 个代表性样品进行的有机污染物全扫结果，本项目化学氧化修复区在修复后未明显产生有毒有害的二次污染物，因此监测指标主要参照风评报告及修复方案确定。

本阶段验收持保守原则，将地块内其他区域土壤及地下水关注有机污染物全部纳入原位修复后土壤监测范围，同时考虑到化学氧化过程使用到碱性物质，增加 pH 值指标。因此，总的监测指标为 pH 值、石油烃（C10-C40）、挥发性有机物（二氯甲烷、氯仿、四氯化碳、苯、1,2-二氯乙烷、一溴二氯甲烷、甲苯、乙苯、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯），监测项目已全部涵盖地块内关注污染物。

表 5.2-2 原位修复区监测指标

验收采样区	目标区域关注有机污染物	相邻区域及关注有机污染物	最终监测指标
A1-13	石油烃	A1-6 区关注乙苯、石油烃；A2-5 关注乙苯、石油烃	pH 值、石油烃（C10-C40）、挥发性有机物（二氯甲烷、氯仿、四氯化碳、苯、1,2-二氯乙烷、一溴二氯甲烷、甲苯、乙苯、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯）
A1-6	乙苯、石油烃	A1-13 关注石油烃；A2-5 关注乙苯、石油烃	
A2-5	乙苯、石油烃	A1-13 关注石油烃；A1-6 关注乙苯、石油烃	

备注：2025 年 7 月 15 日批次采样监测项目为乙苯、石油烃、氯仿。

4.2.5. 效果评估布点采样方案

本次效果评估对象为 6-5/6-7 修复区涉及的原位修复区，对应风评 A1-13、部分 A2-5 区，考虑到基坑清挖过程可能的扩挖及后续可操作性，对平面毗邻的风评 A1-6、其余 A2-5 区同步进行了采样。根据规范要求结合具体实际进行布点设置。

针对 A1-13 区，面积 1238.99m²，周长 159.3m，内部设置采样单元 4 个，布点 5 个；边界设置采样单元 6 个、布点 7 个。

针对 A1-6 区，面积 357.5m²，周长 131.2m，内部设置采样单元 3 个，布点 4 个，边界设置采样单元 5 个、布点 7 个。

针对 A2-5 区，面积 422.3m²，周长 98.2m，内部设置采样单元 3 个、布点 3

个，边界设置采样单元 5 个、布点 5 个。

上述点位在满足系统布点密度的基础上，同时兼顾了前期超标点、高压旋喷注药点交接区及修复范围边界，在高浓度污染物聚集区、修复效果薄弱区、修复范围边界处等位置适当增设了采样点，可较好评估验收区域实际修复成效；同时，为捕捉高压旋喷对修复区外的污染扩散影响，于修复区外周边约 1.0m 范围布设监测点 3 个，共布置 23 个采样点位，整体采样点位布设满足规范要求。

纵向采样深度设置上，在确保采样间距不大于 3m 的前提下，优先在前期超标深度、现场 PID 快筛较高及有明显污染痕迹处等高浓度污染点附近布点；同时为捕捉高压旋喷过程可能的污染垂向迁移，兼顾了表层 0-0.2m 及修复范围底部扩展层土壤的监测采样，共采集样品 61 件（不含平行样）。

表 5.2-3 原位修复布点数量统计

风评污染层	分区	面积/m ²	周长/m	规范要求		实际布点数量/个				采样单元面积/m ²	边界采样单元长度/m
				内部/个	边界/个	采样单元划分数	内部布点数	边界采样单元划分数	边界布点数		
第一层 (0-2m)	A1-13	1239.0	159.3	4	6	4	5	6	7	309.75	26.55
	A1-6	357.5	131.2	3	5	3	4	5	7	119.17	26.24
第二层 (2-2.2m)	A2-5	422.3	98.2	2	4	3	3	5	5	140.77	19.64
合计				9	15	10	12	16	19	/	/

备注：部分点位位置重合，实际钻孔数为 20 个；另在修复区外周边约 1.0m 范围钻探 3 个点以捕捉可能的二次污染扩散，总计钻孔 23 个。

表 5.2-4 各层详细布点一览

风评污 染层	分区	布设点位	布点原因	取样深度 (m)	备注	超标污 染物	监测项目
第一层 (0-2m)	A1-6	1-6-1	内部系统布点, 位于 高压旋喷点远端	0~0.5 (0.2) 1.2~1.7 (1.3)	0.2m 为超标点位深度, 1.3m 为系 统取样	石油烃、 乙苯	pH 值、石油 烃 (C10-C40)、 挥发性有机 物(二氯甲 烷、氯仿、四 氯化碳、苯、 1,2-二氯乙 烷、一溴二氯 甲烷、甲苯、 乙苯、1,4-二 氯苯、1,2-二 氯苯)
		1-6-2	内部系统布点, 位于 高压旋喷点远端	0~0.5 (0.2) 1.0~1.5 (1.3)	0.2m 为超标点位深度, 1.3m 为根 据现场实际判断取样		
		1-6-3	内部系统布点, 超标 点附近	0~0.5 (0.2) 1.2~1.7 (1.3)	0.2m 为超标点位深度, 1.3m 为根 据现场实际判断取样		
		1-6-4	边界系统布点	0~0.5 (0.2) 1.2~1.7 (1.3)	0.2m 为超标点位深度, 1.3m 为根 据现场实际判断取样		
		1-6-5	边界系统布点	0~0.5 (0.2) 1.3~1.8 (1.3)	0.2m 为超标点位深度, 1.3m 为根 据现场实际判断取样		
		1-6-6	边界系统布点	0~0.5 (0.2) 1.5~2.0 (1.9) 3.4~3.9 (3.5)	同时作为 A2-5 监测点; 0.2m、1.9m 为超标点位深度, 3.5m 为扩展层 取样		
		1-6-7	边界系统布点	0~0.5 (0.2) 0.5~1.0 (0.8) 1.5~2.0 (1.8)	0.2m 为超标点位深度, 0.8/1.8m 为根据现场实际判断取样		
		1-6-8	边界系统布点	0~0.5 (0.2) 1.5~2.0 (1.8) 3.5~4.0 (3.8)	同时作为 A2-5 监测点; 0.2m 为超 标点位深度, 1.8m 为根据现场实 际判断取样; 3.8m 为扩展层取样		
		2-5-4	边界加密点	0~0.5 (0.2) 1.4~1.9 (1.4) 3.4~3.9 (3.5)	同时作为 A2-5 监测点; 0.2m 为超 标点位深度, 1.4m 为系统取样; 3.5m 为扩展层取样		

风评污 染层	分区	布设点位	布点原因	取样深度 (m)	备注	超标污 染物	监测项目
		2-5-5	边界加密点	0~0.5 (0.2) 1.5~2.0 (1.9) 3.4~3.9 (3.4)	同时作为 A2-5 监测点; 0.2m、1.9m 为超标点位深度; 3.5m 为扩展层取样		
		2-5-1	内部加密点, 位于高压旋喷点远端	0~0.5 (0.2) 2.4~2.9 (2.4) 3.4~3.9 (3.4)	同时作为 A2-5 监测点; 0.2m 为超标点位深度, 2.4m 为根据现场实际判断取样; 3.4m 为扩展层取样		
	A1-13	1-13-1	内部系统布点, 位于超标点附近、高压旋喷点远端	0~0.5 (0.2) 1.2~1.7 (1.3) 2.7~3.0 (2.7)	0.2m 为超标点位深度, 1.3m 为根据实际判断取样, 2.7m 为扩展层取样		
		1-13-2	内部系统布点, 位于高压旋喷点远端	0~0.5 (0.2) 1.3~1.8 (1.3) 2.7~3.0 (2.7)	0.2m 为超标点位深度, 1.3m 为系统取样, 2.7m 为扩展层取样		
		1-13-3	内部系统布点, 位于超标点附近、高压旋喷点远端	0~0.5 (0.2) 1.0~1.5 (1.3) 2.7~3.0 (2.7)	0.2m 为超标点位深度, 1.3m 为系统取样, 2.7m 为扩展层取样		
		1-13-4	内部系统布点, 位于高压旋喷点远端	0~0.5 (0.2) 1.5~2.0 (1.8) 3.0~3.5 (3.2)	同时作为 A2-5 监测点; 0.2m 为超标点位深度, 1.8m 为超标点位深度附近; 3.2m 为扩展层取样		
		2-5-3	内部加密点, 位于高压旋喷点远端	0~0.5 (0.2) 1.0~1.5 (1.4) 3.4~3.9 (3.4)	同时作为 A2-5 监测点; 0.2m 为超标点位深度, 1.4m 为根据现场实际判断取样; 3.4m 为扩展层取样		
		1-13-5	边界系统布点	0~0.5 (0.2) 1.0~1.5 (1.3)	0.2m 为超标点位深度, 1.3m 为根据现场判断取样		

风评污 染层	分区	布设点位	布点原因	取样深度 (m)	备注	超标污 染物	监测项目
		1-13-6	边界系统布点	0~0.5 (0.2) 1.2~1.8 (1.3)	0.2m 为超标点位深度, 1.3m 为系 统取样		
		1-13-7	边界系统布点	0~0.5 (0.2) 1.2~1.7 (1.3)	0.2m 为超标点位深度, 1.3m 为系 统取样		
		1-6-4	边界系统布点	0~0.5 (0.2) 1.3~1.8 (1.3)	0.2m 为超标点位深度, 1.3m 为根 据现场实际判断取样		
		1-6-5	边界系统布点	0~0.5 (0.2) 1.3~1.8 (1.3)	0.2m 为超标点位深度, 1.3m 为根 据现场实际判断取样		
		1-6-6	边界系统布点	0~0.5 (0.2) 1.5~2.0 (1.9) 3.4~3.9 (3.5)	同时作为 A2-5 监测点; 0.2m、1.9m 为超标点位深度, 3.5m 为扩展层 取样		
		2-5-4	边界加密点	0~0.5 (0.2) 1.4~1.9 (1.4) 3.4~3.9 (3.5)	同时作为 A2-5 监测点; 0.2m 为超 标深度; 1.4m 为根据现场判断取 样; 3.5m 为扩展层取样		
第二层 (2-4.5m)	A2-5	2-5-1	内部点, 位于高压旋 喷点远端	0~0.5 (0.2) 2.4~2.9 (2.4) 3.4~3.9 (3.4)	同时作为 A1-6 区监测点; 0.2m 为 潜在二次污染监测深度; 2.4m 为 现场判断取样; 3.4m 为扩展层取 样		
		2-5-2	内部点, 位于超标点 附近、高压旋喷点远 端	0~0.5 (0.2) 2.0~2.5 (2.4) 3.1~3.7 (3.2)	0.2m 为潜在二次污染监测深度; 2.4 为现场判断取样; 3.2m 为扩展 层取样		
		1-6-6	内部点, 位于高压旋 喷点远端	0~0.5 (0.2) 1.5~2.0 (1.9) 3.4~3.9 (3.5)	同时作为 A1-6 区监测点; 0.2m/1.9m 为超标点位深度, 3.5m 为扩展层取样		

风评污 染层	分区	布设点位	布点原因	取样深度（m）	备注	超标污 染物	监测项目
		2-5-3	边界系统布点	0~0.5（0.2） 1.0~1.5（1.4） 3.4~3.9（3.4）	同时作为 A1-13 监测点，0.2m 为超标深度；1.4 为根据现场实际判断取样；3.4m 为扩展层取样		
		2-5-4	边界系统布点	0~0.5（0.2） 1.4~1.9（1.4） 3.4~3.9（3.5）	同时作为 A1-13、A1-6 监测点 0.2m 为超标深度；1.4m 为根据现场判断取样；3.5m 为扩展层取样		
		2-5-5	边界系统布点	0~0.5（0.2） 1.5~2.0（1.9） 3.4~3.9（3.4）	0.2m 为潜在二次污染监测深度；1.9 为超标点深度附近；3.4m 为扩展层取样		
		1-6-8	边界系统布点	0~0.5（0.2） 1.5~2.0（1.8） 3.5~4.0（3.8）	同时作为 A1-6 监测点，0.2m、1.8m 为超标点位深度附近，3.8m 为扩展层取样		
		1-13-4	边界系统布点	0~0.5（0.2） 1.5~2.0（1.8） 3.0~3.5（3.2）	同时作为 A1-13 监测点，0.2m、1.8m 为超标点位深度附近，3.2m 为扩展层取样		
/	潜在二次 污染区	S1	捕捉高压旋喷施工过程对周边可能带来的二次污染	0~0.2（0.2） 1.0~1.2（1.2） 2.7~2.9（2.7）	1.2m 为现场判断取样；0.2/2.7m 为系统取样	石油烃、 乙苯	石油烃、乙 苯、氯仿
/		S2		0~0.2（0.2） 1.7~1.9（1.7） 2.7~2.9（2.7）	1.2m 为现场判断取样；0.2/2.7m 为系统取样		
/		S3		0~0.2（0.2） 1.7~2.0（1.7）	1.2m 为现场判断取样；0.2/2.7m 为系统取样		

风评污 染层	分区	布设点位	布点原因	取样深度（m）	备注	超标污 染物	监测项目
				2.7~2.9（2.7）			

备注：上表括号内取样深度为挥发性有机物采样深度；括号外取样深度为非挥发性有机物的采样深度。

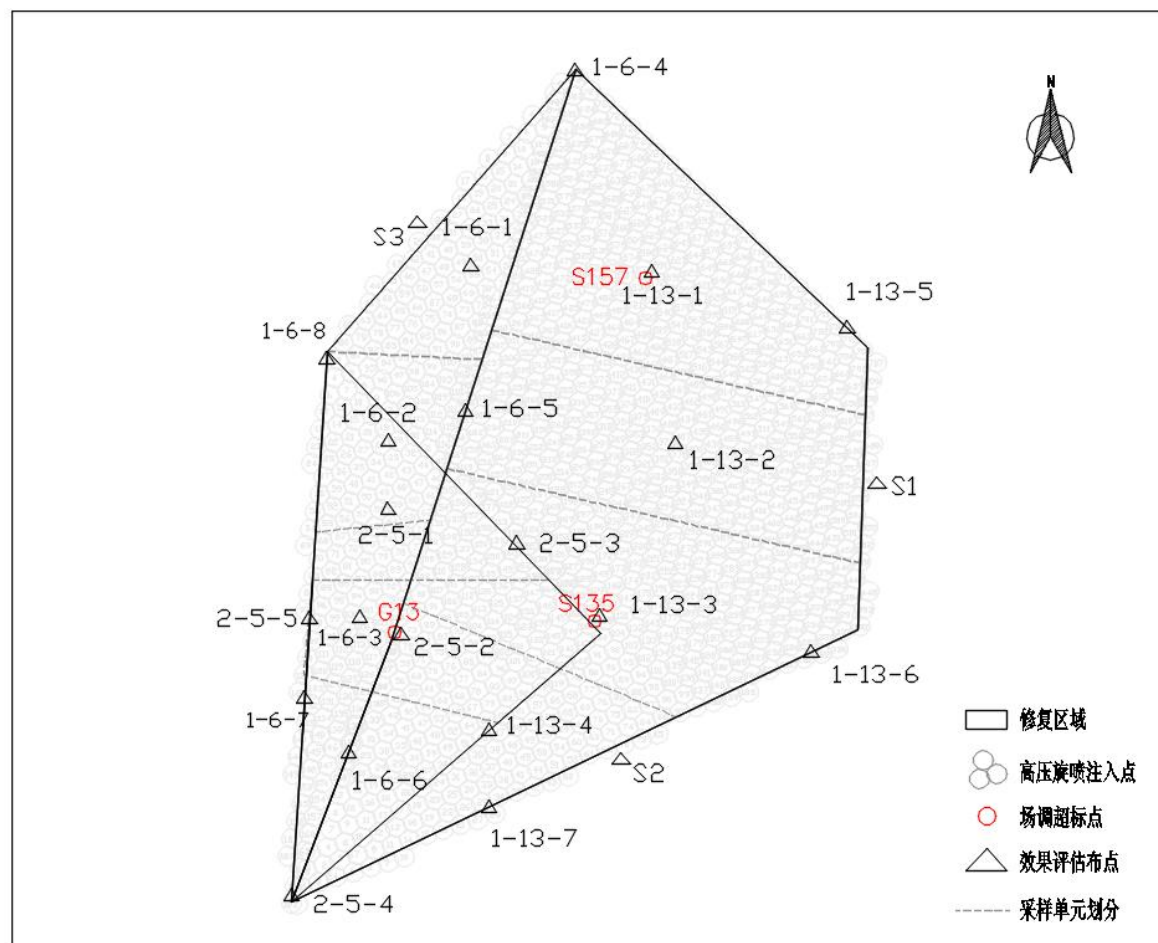


图 5.2-2 总体监测布点平面布置图

4.3. 基坑清理效果评估布点

4.3.1. 评估对象和范围

基坑清理效果评估对象为地块修复方案中确定的基坑。本次阶段性基坑清挖效果监测评估对象为风评报告中确定污染深度为 0-2m 的 A1-13、A1-1 区域；污染深度为 2-4.5m 的 A2-8 区域，对应实际施工的 6-5/6-7/6-12/6-13 区域。设计清挖面积 2754.17m²、清挖污染土方量为 7442.64m³；实际清挖面积 2827.32m²、清挖土方量 7848.48m³。

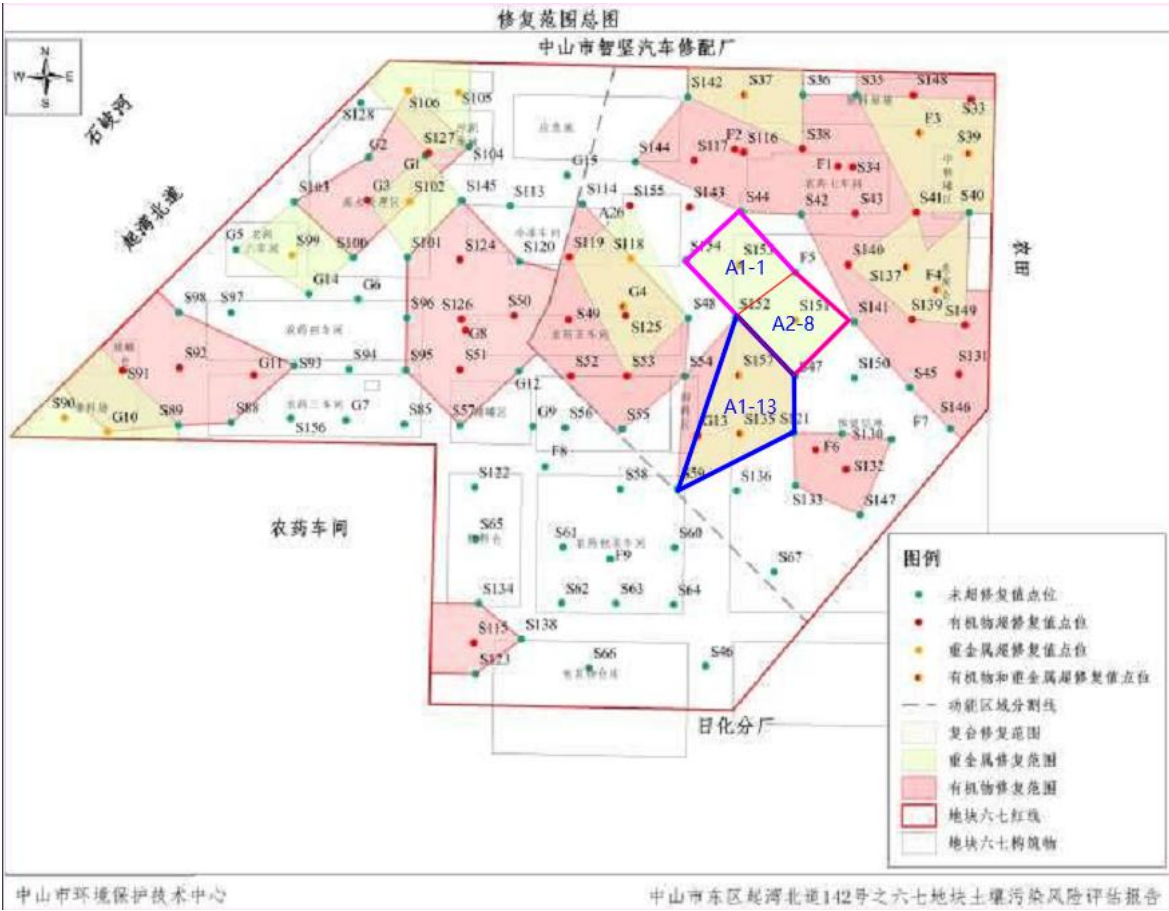


图 5.3-1 基坑评估对象

备注：A2-8 完全位于 A1-1 区底部。

4.3.2. 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。本阶段验收基坑在 2023 年 7 月 30 日完成第一次清挖，2023 年 9 月 1 日开展第一次效果评估采样；因第一次采样结果显示部分基坑底部及侧壁出现超标样

品，于 2023 年 9 月 21 日对超标单元完成 30cm 范围的扩挖，于 2023 年 10 月 17 日针对扩挖单元开展第二次采样。

4.3.3. 监测指标

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），基坑土壤的检测指标一般为基坑修复范围内土壤中的目标污染物，存在有相邻基坑时，综合污染物迁移及施工二次影响，检测指标应考虑相邻基坑土壤中的目标污染物。

根据风评报告，本阶段验收范围内清挖基坑目标污染物为汞，且为独立基坑，无需考虑相邻基坑土壤中的目标污染物。

第一次监测验收持保守原则，将地块内其他区域土壤及地下水关注污染指标也纳入清挖基坑（含坑底、侧壁）第一次监测范围，监测项目为 pH 值、总汞、铅、石油烃（C10-C40）、挥发性有机物（二氯甲烷、氯仿、四氯化碳、苯、1,2-二氯乙烷、一溴二氯甲烷、甲苯、乙苯、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯）。

第二次监测指标根据第一次监测超标结果确定，监测项目为汞。

4.3.4. 布点位置和数量

1、国家导则要求

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），基坑验收的对象为修复方案中确定的基坑底部及基坑侧壁，基坑侧壁采用基础围护且基坑内无放坡土的基坑侧壁于基础围护实施后在围护设施外边缘采样。基坑底部采用系统布点法，基坑侧壁采用等距离布点法，基坑底部和侧壁推荐最少采样点数量见下表。

表 5.3-1 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≤x<1000	3	5
1000≤x<1500	4	6
1500≤x<2500	5	7
2500≤x<5000	6	8
5000≤x<7500	7	9
7500≤x<12500	8	10

基坑面积 m ²	坑底采样点数量/个	侧壁采样点数量/个
x>12500	网格大小不超过 40x40m	采样点间隔不超过 40m

当基坑深度大于 1m 时，侧壁应进行垂向分层采样，应考虑地块土层性质与污染垂向分布特征，在污染物易富集位置设置采样点，各层采样点之间垂向距离不大于 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。对于重金属和半挥发性有机物，在一个采样网格和间隔内可采集混合样，采样方法参照 HJ 25.2 执行。

2、地方规范要求

根据《广东省建设用地土壤污染状况调查、风险评估及效果评估报告技术审查要点（修订版）》，基坑底部采用系统布点法划分采样单元，采样单元原则上网格大小不超过 40m×40 m，最少采样点数量需满足 HJ25.5 要求。

基坑侧壁：采用等距离布点法划分横向采样单元，横向采样单元原则上不超过 40m，最少采样点数量需满足 HJ25.5 要求；当修复深度≤1 m 时，侧壁不进行垂向分层采样；当基坑深度>1 m 时，侧壁应进行垂向分层采样，各层采样点之间垂向距离≤3 m。根据监测结果确定需要进行二次清挖的边界，二次清挖后再次进行监测，直至边界达到修复目标的要求。

根据《建设用地土壤污染修复效果评估监测质量控制技术规范》（DB44/T 2417-2023），基坑底部土壤采样点位布设及采样点数量应符合 HJ 25.2、HJ 25.5 的要求，根据基坑底部面积，采用系统布点法划分采样单元。若基坑坑底有被独立分隔的区域，各独立区域不得少于 2 个采样单元。采集混合样时，在每个采样单元中均匀分布地采集 9 个表层（0 ~20）cm 土壤样品制成混合样，采样位置原则上应位于有明显污染痕迹处，可采用快速筛查设备判断等方式确定污染物易富集位置。采集混合样时，在每个采样单元中均匀分布地采集 9 个表层（0 ~20）cm 土壤样品制成混合样，采样位置原则上应位于有明显污染痕迹处，可采用快速筛查设备判断等方式确定污染物易富集位置。

基坑侧壁土壤采样点位布设及采样点数量应符合 HJ 25.2、HJ 25.5 的要求，根据基坑侧壁长度，采用等距离布点法，将侧壁划分成段，每段为一个采样单元。当基坑深度大于 1 m 时，应按 HJ 25.5 要求垂向分层采样。

具体操作如下：

1) 基坑底部取样

根据基坑底部面积大小，按照 HJ25.5 表 1 划分成若干个检测单元，单元的最大面积不超过 1600 m²，对于重金属和半挥发性有机物，在每个检测单元中均匀分布采集 9 个表层土壤（0~20 cm）样品制成 1 个土壤混合样，对于挥发性有机物，在 9 个采样网格的中心位置采集 1 个剥离裸露土层的土壤样品，或者借由现场 PID 快速检测工具，选取 9 个采样网格中剥离裸露土层检测数值最大的网格采集 1 个土壤样品。基坑底部的样品以去除杂质后的土壤表层样为主（0-20 cm），不排除深层采样。采样示意图如下图所示。

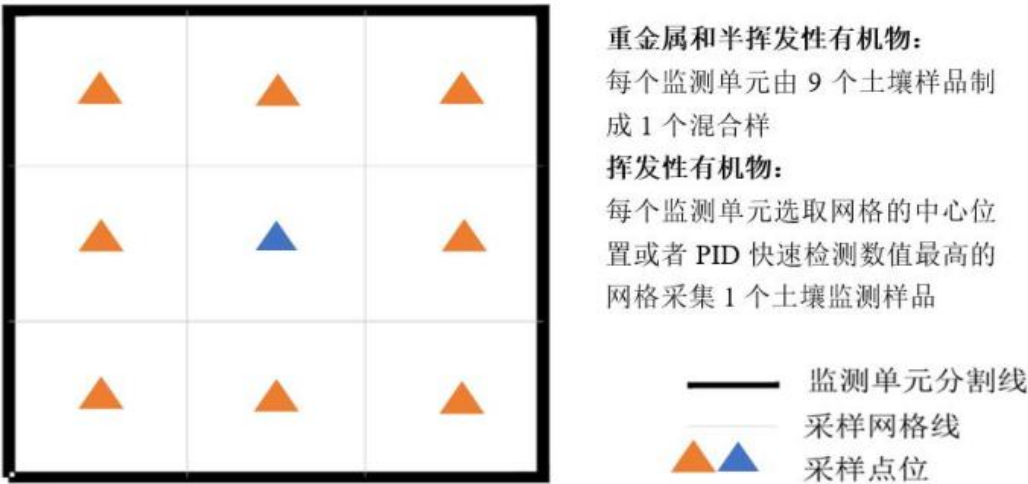


图 5.3-2 基坑底部监测单元采样示意图

2) 基坑侧壁取样

用等距离布点法划分横向采样单元，横向采样单元不超过 40 m，每段均匀采集 9 个表层土壤样品制成混合样（测定挥发性有机物项目的样品除外），最少采样点数量参照 HJ25.5 要求。当修复深度≤1 m 时，侧壁不进行垂向分层采样；当基坑深度大于 1 m 时，侧壁进行垂向分层采样，并考虑地块土层性质与污染垂向分布特征，在污染物易富集位置设置采样点，各层采样点之间垂向距离不大于 3 m，具体根据实际情况确定。

针对钢板桩支护区域，利用切割焊等方式对钢板桩进行开孔。

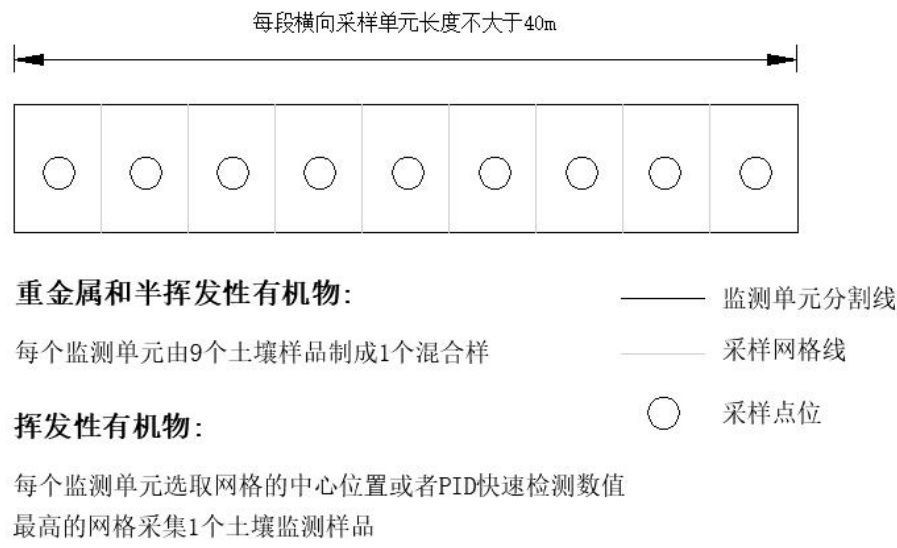


图 5.3-3 基坑侧壁采样示意图

表 5.3-2 基坑清挖效果评估布点监测单元采样量统计表（第一次）

风评修复区域	风评修复面积 (m ²)	侧壁周长 (m)	修复深度 (m)	采样坑底面积 (m ²)	采样侧壁周长 (m)	坑底规范最少采样数/个	坑底实际采样单元/个	坑底每个采样单元面积/m ²	侧壁规范最少采样数/个	侧壁实际采样单元/个	侧壁每段采样单元长度/m	纵向分层
A1-1	1518.43	167.50	0-2	744.71	138.20	5	5	148.9	7	7	19.7	2 层
A1-13	1239.0	159.30	0-2	1239.0	130.11	4	5	247.8	6	6	21.7	2 层
A2-8	773.72	111.98	2-4.5	773.72	111.98	3	4	193.4	5	6	18.7	3 层
合计						12	14	/	18	19	/	/

表 5.3-3 基坑清挖效果评估布点监测单元采样量统计表（第二次）

风评修复区域	风评修复面积 (m ²)	侧壁周长 (m)	修复深度 (m)	超标坑底面积 (m ²)	超标侧壁周长 (m)	坑底采样单元/个	坑底每个采样单元面积/m ²	侧壁采样单元/个	侧壁每段采样单元长度/m
A1-1	1518.43	167.50	0-2	/	19.7	/	/	2	9.87
A1-13	1239.0	159.30	0-2	247.8	108.5	2	123.9	10	10.9
A2-8	773.72	111.98	2-4.5	193.4	/	2	96.7	/	/
合计						4		12	

4.3.5. 效果评估布点采样方案

本阶段针对基坑坑底及侧壁共开展两次效果评估布点采样，第一次采样对象为本阶段验收涉及的全部基坑坑底及侧壁，总计布设采样单元 58 个，其中坑底 14 个，侧壁 44 个；因第一次采样监测结果显示 8 个侧壁、2 个坑底采样单元出现超标，经施工单位对超标单元扩挖后（坑底及侧壁扩挖范围均为 30cm）进行第二次效果评估布点采样，第二次效果评估共布设 20 个点位，含 4 个坑底样，16 个侧壁样。

4.3.5.1. 第一次布点

本次采样布点为基坑清挖后的监测布点，对应风评报告中污染分区的 A1-13、A1-1、A2-8 区域，总计布设采样单元 58 个，其中坑底 14 个，侧壁 44 个。

针对 A1-1 区，修复深度 0-2m，面积 1518.43m²，周长 167.50m，底部与 A2-8 区重叠 773.72m²，坑底布设 5 个采样单元，侧壁布设 7 个采样单元，纵向分为 2 层，每个采样单元采集一个样品，共采集 19 个样品。

针对 A1-13 区，修复深度 0-2m，面积 1239.0m²，周长 159.3m，坑底布设 5 个采样单元，侧壁布设 6 个采样单元，每个采样单元采集一个样品；纵向分为两层，共采集 17 个样品。

针对 A2-8 区，修复深度 2-4.5m，面积 773.72m²，周长 111.98m，坑底布设 4 个采样单元，侧壁布设 6 个采样单元，每个采样单元采集一个样品；纵向分为 3 层，共采集 22 个样品。

4.3.5.2. 第二次布点

对超标区域二次扩挖后的坑底侧壁进行二次采样。共布设 20 个点位，含 4 个坑底样，16 个侧壁样。

针对 A1-1 区，仅 Acb2-4 段侧壁超标，经扩挖后加密布设 2 个采样单元，每个采样单元 9.87m，总计采集 2 个样品。

针对 A1-13 区，坑底 Ckd-3 及侧壁 Ccb-1/Ccb2-1、Ccb-2/Ccb2-2、Ccb-3、Ccb2-5、Ccb-6 出现超标，经扩挖后各单元均在第一次采样基础上加密布设 2 个

采样单元，坑底布设采样单元 2 个、采集 2 个样品，侧壁布设 10 个采样段、采集 14 个样品，总计采集 16 个样品。

针对 A2-8 区，坑底 Bkd-3 超标，经扩外后在第一次采样基础上加密布设 2 个采样单元，总计采集 2 个样品。

表 5.3-4 基坑清挖效果评估点位布设情况表（第一次）

区域	点位编号	修复深度（m）	调查超标深度（m）	采样深度（m）	侧壁周长（m）	采样面积（m²）	样品数量	监测指标
A1-1	Acb-1	0-2	0.1-0.4	0.1~0.4、0.2*	19.7	/	1	pH 值、总汞、铅、石油烃（C10-C40）、挥发性有机物（二氯甲烷、氯仿、四氯化碳、苯、1,2-二氯乙烷、一溴二氯甲烷、甲苯、乙苯、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯）
	Acb2-1			1.3~1.7、1.5*	19.7	/	1	
	Acb-2			0.1~0.4、0.2*	19.7	/	1	
	Acb2-2			1.3~1.7、1.5*	19.7	/	1	
	Acb-3			0.1~0.4、0.2*	19.7	/	1	
	Acb2-3			1.3~1.7、1.5*	19.7	/	1	
	Acb-4			0.1~0.4、0.2*	19.7	/	1	
	Acb2-4			1.3~1.7、1.5*	19.7	/	1	
	Acb-5			0.1~0.4、0.2*	19.7	/	1	
	Acb2-5			1.3~1.7、1.5*	19.7	/	1	
	Acb-6			0.1~0.4、0.2*	19.7	/	1	
	Acb2-6			1.3~1.7、1.5*	19.7	/	1	
	Acb-7			0.1~0.4、0.2*	19.7	/	1	
	Acb2-7			1.3~1.7、1.5*	19.7	/	1	
	Akd-1		/	0~0.2、0.2*	/	149.8	1	
	Akd-2		/	0~0.2、0.2*	/	149.8	1	
	Akd-3		/	0~0.2、0.2*	/	149.8	1	
	Akd-4		/	0~0.2、0.2*	/	149.8	1	
	Akd-5		/	0~0.2、0.2*	/	149.8	1	
	小计							
A1-13	Ccb-1	0-2	0.1-0.4	0.1~0.4、0.2*	21.7	/	1	
	Ccb2-1			1.4~1.6、1.5*	21.7	/	1	
	Ccb-2			0.1~0.4、0.2*	21.7	/	1	
	Ccb2-2			1.4~1.6、1.5*	21.7	/	1	
	Ccb-3			0.1~0.4、0.2*	21.7	/	1	
	Ccb2-3			1.4~1.6、1.5*	21.7	/	1	
	Ccb-4			0.1~0.4、0.2*	21.7	/	1	
	Ccb2-4			1.4~1.6、1.5*	21.7	/	1	
	Ccb-5			0.1~0.4、0.2*	21.7	/	1	
	Ccb2-5			1.4~1.6、1.5*	21.7	/	1	
	Ccb-6			0.1~0.4、0.2*	21.7	/	1	
	Ccb2-6			1.4~1.6、1.5*	21.7	/	1	
	Ckd-1			/	0~0.2、0.2*	/	247.8	1
	Ckd-2			/	0~0.2、0.2*	/	247.8	1

区域	点位编号	修复深度（m）	调查超标深度（m）	采样深度（m）	侧壁周长（m）	采样面积（m²）	样品数量	监测指标	
	Ckd-3		/	0~0.2、0.2*	/	247.8	1		
	Ckd-4		/	0~0.2、0.2*	/	247.8	1		
	Ckd-5		/	0~0.2、0.2*	/	247.8	1		
	小计						17		
A2-8	Bcb-1	2-4.5	2.2-2.4	2.2~2.4、2.3	18.7	/	1		
	Bcb2-1			3.4~3.7、3.5*	18.7	/	1		
	Bcb3-1			4.1~4.4、4.2*	18.7	/	1		
	Bcb-2			2.2~2.4、2.3	18.7	/	1		
	Bcb2-2			3.4~3.7、3.5*	18.7	/	1		
	Bcb3-2			4.1~4.4、4.2*	18.7	/	1		
	Bcb-3			2.2~2.4、2.3	18.7	/	1		
	Bcb2-3			3.4~3.7、3.5*	18.7	/	1		
	Bcb3-3			4.1~4.4、4.2*	18.7	/	1		
	Bcb-4			2.2~2.4、2.3	18.7	/	1		
	Bcb2-4			3.4~3.7、3.5*	18.7	/	1		
	Bcb3-4			4.1~4.4、4.2*	18.7	/	1		
	Bcb-5			2.2~2.4、2.3	18.7	/	1		
	Bcb2-5			3.4~3.7、3.5*	18.7	/	1		
	Bcb3-5			4.1~4.4、4.2*	18.7	/	1		
	Bcb-6			2.2~2.4、2.3	18.7	/	1		
	Bcb2-6			3.4~3.7、3.5*	18.7	/	1		
	Bcb3-6			4.1~4.4、4.2*	18.7	/	1		
	Bkd-1	/	0~0.2、0.2*	/	193.4	1			
	Bkd-2	/	0~0.2、0.2*	/	193.4	1			
	Bkd-3	/	0~0.2、0.2*	/	193.4	1			
	Bkd-4	/	0~0.2、0.2*	/	193.4	1			
	小计						22		
	合计						58		

表 5.3-5 超标扩挖区域点位布设情况表

区域编号	超标点位编号	污染超标深度（m）	修复深度（m）	采样深度（m）	扩挖监测点位编号	采样长度或面积（m）（m²）	样品数量	监测指标
A1-1	Acb2-4	1.3~1.7	0~2	1.3~1.7	2Acb2-4-1	9.87	1	汞
					2Acb2-4-2	9.87	1	
	小计							2
A1-13	Ccb-1	0.1~0.4	0~2	0.1~0.4	2Ccb-1-1	10.9	1	汞
					2Ccb-1-2	10.9	1	
	Ccb2-1	1.4~1.6	0~2	1.4~1.6	2Ccb2-1	10.9	1	

区域编号	超标点位编号	污染超标深度（m）	修复深度（m）	采样深度（m）	扩挖监测点位编号	采样长度或面积（m）（m ² ）	样品数量	监测指标
					2Ccb2-2	10.9	1	
	Ccb-2	0.1~0.4	0~2	0.1~0.4	2Ccb-2-1	10.9	1	
					2Ccb-2-2	10.9	1	
	Ccb2-2	1.4~1.6	0~2	1.4~1.6	2Ccb2-2-1	10.9	1	
					2Ccb2-2-2	10.9	1	
	Ccb-3	0.1~0.4	0~2	0.1~0.4	2Ccb-3-1	10.9	1	
					2Ccb-3-2	10.9	1	
	Ccb2-5	1.4~1.6	0~2	1.4~1.6	2Ccb2-5-1	10.9	1	
					2Ccb2-5-2	10.9	1	
	Ccb-6	0.1~0.4	0~2	0.1~0.4	2Ccb-6-1	10.9	1	
					2Ccb-6-2	10.9	1	
	Ckd-3	/	/	0.0~0.2	2Ckd-3-1	123.9	1	
					2Ckd-3-2	123.9	1	
小计							16	
A2-8	Bkd-3	2.2-2.4	2-4.5	0-0.2	2Bkd-3-1	96.7	1	汞
				0-0.2	2Bkd-3-2	96.7	1	
	小计							2
合计							20	

4.4. 堆体效果评估布点

4.4.1. 评估对象和范围

本次效果评估采样对象包括异位清挖修复后的堆土及随同污染土壤清挖产生的筛上物及疑似污染土堆。

4.4.2. 采样节点

应在修复完成后、再利用之前采样。

第一次淋洗修复完成时间为 2023 年 8 月 3 日，2023 年 9 月 1 日对淋洗修复后土壤开展第一次采样；第二次淋洗修复完成时间为 2023 年 10 月 9 日，2023 年 10 月 17 日对二次淋洗修复后土壤、冲洗后筛上物渣块及清挖产生的全部疑似污染土进行采样。

4.4.3. 监测指标

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），异位修复后土壤的检测指标为修复方案中确定的目标污染物，若外运到其他地块，还应根据接收地环境要求增加检测指标。

异位淋洗修复后堆土：根据修复方案，淋洗修复目标污染物为重金属汞，本阶段验收持保守原则，监测重金属汞的同时增加场内关注污染物铅。

疑似污染土：根据修复方案，与开挖基坑关注污染物一致，因此监测项目为汞。

筛上物：根据修复方案关注污染物为汞，本阶段持保守原则，将地块内其他区域土壤及地下水关注污染指标全部纳入监测范围，监测项目为 pH 值、总汞、铅、石油烃（C10-C40）、挥发性有机物（二氯甲烷、氯仿、四氯化碳、苯、1,2-二氯乙烷、一溴二氯甲烷、甲苯、乙苯、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯）。

4.4.4. 布点位置和数量

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），修复后土壤原则上每个采样单元（每个样品代表的土方量）不应超过 500m³；修复后土壤一般采用系统布点法设置采样点；同时应考虑修复

效果空间差异，在修复效果薄弱区增设采样点。重金属和半挥发性有机物可在采样单元内采集混合样，采样方法参照 HJ 25.2 执行。

根据《广东省建设用地土壤污染状况调查、风险评估及效果评估报告技术审查要点（修订版）》，对原地异位修复处理后的土壤的采样布点参照 HJ 25.5 执行。对污染土层上、下 0m-0.5 m 或 0 m-1m 的土壤，如未纳入效果评估监测，在修复开挖过程中宜作为疑似污染土进行采样检测，布点和采样要求参照异位修复后土壤的要求进行。

修复过程中涉及对筛上物附着污染土壤进行洗脱处理，如残留污染土壤量较多（每 100 m³ 附着的土壤量大于或等于 100 kg），宜将筛上物附着的土壤纳入效果评估。如确需对筛上物附着的土壤进行采样检测，则每个采样单元不大于 500m³，每个单元至少采集 1 个样品。

根据《建设用地土壤污染修复效果评估监测质量控制技术规范》（DB44/T 2417-2023），对于异位修复后土壤堆体，应按照 HJ 25.2、HJ 25.5 中的要求划分采样单元及确定样品数量。采集混合样时，应以保证样品代表性为原则，充分反映堆体各个区域可能的污染物情况。可在土壤堆体表层、中层和底层分别采集土壤样品制成 1 个混合样。当土壤堆体高度较高时，宜根据堆体高度对土壤堆体进行分层后再采集混合样。采集非混合样（如挥发性有机物）时，可在每个采样单元深入堆体中间位置或堆体高度的三分之一处或表观污染最严重的区域采集 1 个土壤样品。

针对疑似污染土壤，采样布点参照 HJ 25.5 土壤异位修复后土壤堆体采样点设置的要求进行，结合堆体大小划分采样单元。采集样品时，可在土壤堆体表层、中层和底层各采集 1 个土壤样品。

对筛上物表面附着土壤进行采样，每个采样单元不应超过 500 m³，每个采样单元采集不少于 1 个样品。必要时或有特殊要求时可对筛上物进行破碎并检测。

根据上述原则结合项目实际情况，本项目具体操作如下：

①针对筛上物，依据每个样品代表的土壤体积应不超过 500m³ 划分采样单元，针对非挥发性样品，在每个划分采样单元内多点采集混合样；针对挥发性样品，根据现场判定表观污染最严重的区域结合 PID 快筛数据确定具体采样位置。

②针对淋洗修复后自检合格土壤、疑似污染土，根据土壤堆体体积，将其等分成若干个区域，每个区域堆体体积不大于 500m³。

针对非挥发性有机物监测指标样品，按不大于 500m³ 划分一个采样单元，于该单元内表层、中层和底层分别采集土壤样品制成 1 个混合样，现场可同步使用 XRF 等快筛设备辅助筛选出浓度较高点进行采样。

针对 VOCs 检测样品，按不大于 500m³ 划分一个采样单元，可在每个采样单元深入堆体中间位置或堆体高度的三分之一处或表观污染最严重的区域采集 1 个土壤样品。

4.4.4.1. 淋洗修复后堆土布点采样方案

本阶段针对淋洗修复后堆土共开展两次效果评估布点采样，第一次采样对象方量为 5983.99m³，总计布设采样单元 14 个。因第一次采样监测结果显示 14 个样品全部出现汞超标，经施工单位对堆土进行再次淋洗修复后，进行第二次效果评估布点采样，第二次效果评估采样对象方量为 6315.78m³，共布设 16 个点位。

4.4.4.1.1. 第一次布点

本次淋洗后合格土堆体方量为 5983.99m³，平均高度 4.37m，将其等分成 14 个采样单元，每个单元代表方量为 427.4m³，于单元格中心位置系统布设一个点位，利用挖机开挖取样坑，在土壤堆体表层、中层和底层分别采集土壤样品制成 1 个混合样。

表 5.4-2 淋洗修复后土壤堆体布点信息

区域	土方量 (m3)	堆体高度 (m)	修复 污染 物	单元土 方量 (m3)	采样深度 (m)	采样编 号	样品数 量	监测 指标
淋洗修 复后土 壤堆体	5983.99	4.37	汞	427.4	上：0.0-0.2 中：1.9-2.1 下：3.9-4.1 （混合样）	DT-1	1	汞、铅
				427.4		DT-2	1	
				427.4		DT-3	1	
				427.4		DT-4	1	
				427.4		DT-5	1	
				427.4		DT-6	1	
				427.4		DT-7	1	
				427.4		DT-8	1	
				427.4		DT-9	1	
				427.4		DT-10	1	
				427.4		DT-11	1	
				427.4		DT-12	1	
				427.4		DT-13	1	
				427.4		DT-14	1	
总计							14	

4.4.4.1.2. 第二次布点

本次淋洗后合格土堆体方量为 6315.78m³，平均高为 4.45m，将其等分成 16 个采样单元，每个单元代表方量为 394.7m³，相比第一次采样进一步加密。于单元格中心位置系统布设一个点位，利用挖机开挖取样坑，在土壤堆体表层、中层和底层分别采集土壤样品制成 1 个混合样。

表 5.4-3 二次淋洗修复后土壤堆体布点信息

区域	土方量 (m³)	堆体高度 (m)	修复污 染物	单元土 方量 (m³)	采样深度 (m)	采样编 号	样品 数量	监测指 标
淋洗修 复后土 壤堆体	6315.78	4.45	汞	394.7	上：0.0-0.2 中：1.9-2.1 下：3.9-4.1 （混合样）	DT-1	1	汞
				394.7		DT-2	1	
				394.7		DT-3	1	
				394.7		DT-4	1	
				394.7		DT-5	1	
				394.7		DT-6	1	
				394.7		DT-7	1	
				394.7		DT-8	1	
				394.7		DT-9	1	
				394.7		DT-10	1	
				394.7		DT-11	1	
				394.7		DT-12	1	
				394.7		DT-13	1	
				394.7		DT-14	1	
				394.7		DT-15	1	
				394.7		DT-16	1	
总计							16	

4.4.4.2. 疑似污染土壤布点采样方案

疑似污染土堆体方量为 24.61m³，平均高为 0.905m，系统布设 2 个采样单元，每个采样单元堆体体积平均 12.6m³，于单元格中心位置系统布设一个点位，在土壤堆体表层、中层和底层分别采集土壤样品制成 1 个混合样。

4.4.4.3. 筛上物附着土壤布点采样方案

总计 1544.53m³，依据每个样品代表的体积不超过 500m³ 结合现场实际总计布设 8 个采样单元，平均每个单元代表方量为 193.1m³，针对非挥发性样品，在每个划分采样单元内多点采集混合样，采样量约 1 kg/个；针对挥发性样品，根据现场判定表观污染最严重的区域结合 PID 快筛数据确定具体采样位置。

表 5.4-4 筛上物监测布点信息

区域	方量 (m ³)	关注 污染 物	单元方 量 (m ³)	采样编号	样品数量	监测指标
----	-------------------------	---------------	----------------------------	------	------	------

区域	方量 (m³)	关注 污染 物	单元方 量 (m³)	采样编号	样品数量	监测指标
筛上 物堆 体	1544.53	汞	193.1	SSWDT-1	1	pH 值、石油烃 (C10-C40)、挥 发性有机物（二氯 甲烷、氯仿、四氯 化碳、苯、1,2-二 氯乙烷、一溴二氯 甲烷、甲苯、乙苯、 1,4-二氯苯、1,2- 二氯苯）
			193.1	SSWDT-2	1	
			193.1	SSWDT-3	1	
			193.1	SSWDT-4	1	
			193.1	SSWDT-5	1	
			193.1	SSWDT-6	1	
			193.1	SSWDT-7	1	
			193.1	SSWDT-8	1	
小计					8	

4.5. 评价标准

本验收基坑位于一类用地，执行风评报告中列明的一类用地修复目标值；风评报告中未涵盖的指标，从严执行一类用地筛选值标准。

表 5.5-1 评价标准

序号	污染物名称	评价标准 (mg/kg)
1	汞	8
2	铅	400
3	氯仿	0.43
4	苯	1.77
5	甲苯	1173
6	乙苯	12.92
7	1,4-二氯苯	9.27
8	1,2-二氯苯	560
9	1,2-二氯乙烷	0.95
10	二氯甲烷	130.1
11	一溴二氯甲烷	0.56
12	石油烃 (C10-C40)	1076.12
13	四氯化碳	0.9*
备注：*执行一类用地筛选值标准。		

5. 现场采样与实验室检测

5.1. 样品采集

包括原位修复后土壤、基坑坑底及侧壁、淋洗修复后待回填土、疑似污染土及冲洗筛上物渣块采样。

5.1.1. 原位修复后土壤采样

本项目原位修复区土壤钻探工作由复力环保（广州）有限公司承担，采用 XY-150 钻机冲击钻探，无浆液钻进，为防止钻孔塌孔和上下层交叉污染，现场全程套管跟进；为避免有机物挥发，采用对开管方式进行取样。其他钻探技术参照《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）和《岩土工程勘察规范》（GB50021—2001）中的相关要求执行。

现场样品采集和实验室分析工作由广东安纳检测技术有限公司承担，该检测单位 CMA 证书及能力表见本报告附件。

根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）、《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ25.5-2018）、《建设用地土壤污染修复效果评估监测质量控制技术规范》（DB44/T 2417-2023）等相关规定，广东安纳检测技术有限公司于 2023 年 7 月 8 日、2025 年 7 月 15 日对中山市东区起湾北道 142 号之六七地块内 A1-13、A1-6、A2-5 原位修复区及周边可能二次污染扩散点土壤进行采样，共布置 23 个采样点位（含周边 3 个扩散点），采集样品 61 件（不含平行样）；每次采集不少于 10%现场平行样。

参照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）、《建设用地土壤污染修复效果评估监测质量控制技术规范》（DB44/T 2417-2023）、《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）等技术规范的相关要求进行采样过程的质控，检查结果如下：

（1）采样点：采样点与原布点情况一致，并满足相关技术规定要求；

（2）土壤采集方法：现场按不大于 0.5m 的间隔取样进行快筛，若同一采样区间内各样品快筛值无显著差异，则按预设采样深度执行，若快筛值存在明显差异，则在满足垂向采样点之间距离不大于 3 m 基础上适当调整预设取样深度，必要时在快筛值较高处增设取样点。

土壤采样记录单完整,通过土壤采样记录单及现场照片判定样品采集位置、采集设备、采集深度、采集方式等满足相关技术规定要求;

(3) 样品检查: 样品重量和数量、样品标签、容器材质、保存条件、保存剂添加、采集过程现场照片等记录满足相关技术规定要求;

(4) 现场平行样品、运输空白、现场空白等质量控制样品的采集、数量满足相关技术规定要求。

本次效果评估对原位修复区土壤采样部分照片如下, 具体完整现场采样照片见本报告附件。

5.1.2. 基坑采样

本项目阶段性修复效果评估现场样品采集和样品实验室分析工作由广东安纳检测技术有限公司承担, 该检测单位 CMA 证书及能力表见本报告附件。

根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ 25.1-2019)、《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》(HJ25.5-2018) 等相关规定, 广东安纳检测技术有限公司对中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块内 A1-13、A1-1、A2-8 污染区清挖后的基坑侧壁和底部土壤进行检测, 第一次共布置 58 个采样点位, 包括 14 个基坑底部样及 44 个基坑侧壁样。针对第一次采样超标区域, 在实施扩挖后开展了第二次采样, 第二次采样共布置了 20 个采样点位, 包括 4 个基坑底部样品、16 个基坑侧壁样, 每次采集不少于 10% 现场平行样。

具体技术要求按《土壤环境监测技术规范》(HJ/T166-2004) 相关规定执行。

本地块效果评估采样对基坑土壤样品的采集, 主要以手工采样和钻探取样进行, 采用木铲、竹片、铁锹等采样工具。

手工采样是先用铁锹、木铲和泥铲等工具将暴露的表层土去除, 并挖掘到指定深度, 然后用木铲进行样本采集;

针对钢板桩支护侧壁, 利用气焊对指定位置进行切割开孔, 之后参考放坡侧壁采集混合土样。

采样过程中佩戴手套。每采完一次样, 都将采样工具清洗干净才重新使用。

根据分析方法相关规定, 土壤样品取样前先用木铲或竹片刮去表层土壤, 挥发性有机物采用非扰动采样器直接将土壤推入已称重样品瓶中, 快速清除样品瓶螺纹及外表面黏附的样品并及时密封样品瓶。取样过程中, 每取下一个取样点或

不同层取样前均仔细清洗各采样工具，以防止交叉污染。

样品采集完成后，在样品瓶上记录编号、检测因子等采样信息，并做好现场记录。

样品采集后立即放入装有冰袋的保温箱中，保证保温箱内样品的温度 0~4℃，并及时将样品送回实验室。

依据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ 25.5-2018）、《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）、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）等技术规范的相关要求进行采样过程的质控，检查结果如下：

（1）采样点：采样点与原布点情况一致，并满足相关技术规定要求；

（2）土壤采集方法：土壤采样以系统布点法在一个采样网格内均匀分布的采集 9 个表层土壤样品制成混合样（挥发性样品除外）。土壤采样记录单完整，通过土壤采样记录单及现场照片判定样品采集位置、采集设备、采集深度、采集方式等满足相关技术规定要求；

（3）样品检查：样品重量和数量、样品标签、容器材质、保存条件、保存剂添加、采集过程现场照片等记录满足相关技术规定要求；

（4）现场平行样品、运输空白、现场空白等质量控制样品的采集、数量满足相关技术规定要求。

本次效果评估基坑现场采样部分照片如下，具体完整现场采样照片见报告附件。

5.1.3. 堆体采样

本阶段土壤堆体采样对象包括淋洗修复后土壤、疑似污染土壤、筛上物附着土壤。

根据现场实际情况，现场采用挖机对淋洗修复后土壤、疑似污染土壤进行开槽，广东安纳检测技术有限公司对地块内本阶段涉及堆体土壤进行检测。针对淋洗修复后土壤，第一次布置 14 个采样点位，因超标进行了二次淋洗修复，第二次采样布设 16 个采样点位；筛上物附着土壤、疑似污染土壤分别布设采样点 8 个、2 个，同时现场采集不少于 10% 平行土壤样。具体技术要求按《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）相关规定执行。

本地块效果评估主要采用木铲、竹片等采样工具。先用挖机对淋洗后堆土布设点位进行开槽，再通过手工采样采集监测单元堆体内部的土壤样品；疑似污染土堆体较小，直接人工清挖开孔。采集土壤样时，把大的砾石、杂物等剔除。

针对筛上物，依据每个样品代表的堆体体积不超过 500m³ 划分采样单元，根据采样单元内实际情况利用刮刀或毛刷采集筛上物表层附着土或筛上物下部掉落土，针对非挥发性样品，每个采样单元内多点混合取样；针对挥发性样品，根据现场表观判断结合 PID 快筛情况确定取样位置。

采样过程中佩戴手套。每采完一次样，都将采样工具清洗干净才重新使用。

根据分析方法相关规定，土壤样品取样前先用木铲或竹片刮去表层土壤，挥发性有机物采用非扰动采样器直接将土壤推入已称重样品瓶中，快速清除样品瓶螺纹及外表面黏附的样品并及时密封样品瓶。取样过程中，每取下一个取样点或不同层取样前均仔细清洗各采样工具，以防止交叉污染。

样品采集完成后，在样品瓶上记录编号、检测因子等采样信息，并做好现场记录。

样品采集后立即放入装有冰袋的保温箱中，保证保温箱内样品的温度 0~4℃，并及时将样品送回实验室。

依据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ 25.5-2018）、《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）、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）等技术规范的相关要求进行采样过程的质控，检查结果如下：

（1）采样点：采样点与原布点情况一致，并满足相关技术规定要求；

（2）土壤采集方法：土壤采样以系统布点法在一个采样网格内采集 9 个土壤样品制成混合样（挥发性样品除外）。土壤采样记录单完整，通过土壤采样记录单及现场照片判定样品采集位置、采集设备、采集深度、采集方式等满足相关技术规定要求；

（3）筛上物样品采集方法：针对筛上物，依据每个样品代表的体积不超过 500m³ 划分采样单元，在每个划分采样单元内根据表观确定采样区域，采集筛上物表层附着土及下部掉落土。

（4）样品检查：样品重量和数量、样品标签、容器材质、保存条件、保存

剂添加、采集过程现场照片等记录满足相关技术规定要求；

(5) 现场平行样品、运输空白、现场空白等质量控制样品的采集、数量满足相关技术规定要求。

本次效果评估堆体现场采样部分照片如下，具体完整现场采样照片见报告附件。

5.2. 检测指标取样方法

土壤样品的采样方法、现场质量保证等均依照《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）的相关要求执行。

土壤样品采集步骤：划分采样区/段→采集土壤样品→现场样品保存与信息记录→送检。土壤样品的采样方法、现场质量保证等均依照《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）的相关要求执行。

根据场地调查结果，该地块土壤共 12 种污染物需要开展修复工作，包括重金属 2 种（铅、汞）、挥发性有机物 9 种（苯、甲苯、乙苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、1,2-二氯乙烷、二氯甲烷、一溴二氯甲烷、氯仿）、石油烃。土壤中重金属、挥发性有机物样品、石油烃按照以下规定采集：

(1) 挥发性有机物（VOCs）样品取样

采集挥发性有机物（VOCs）时，尽量减少样品在空气中的暴露时间，用竹铲刮去外层约 1cm 土壤，迅速使用非扰动采样器采集样品，约 90%采集 3 个 1g+3 个 5g 并转移至 40mL 棕色 VOCs 样品瓶（预先加有纯水），额外采集 2 个 5g 样品并转移至 40mL 棕色 VOCs 样品瓶（预先加有 10ml 甲醇）中；约 10%采集 3 个 1g 和 6 个 5g，额外采集 2 个 5g 样品并转移至 40mL 棕色 VOCs 样品瓶（预先加有 10ml 甲醇）中，然后立刻用聚四氟乙烯密封垫瓶盖盖紧，在 4℃下避光保存。

(2) 重金属样品取样

采集重金属样品时，用竹铲刮去外层土壤，根据规定的采样深度将采集的土壤切碎，并进行充分混合，最后使用木铲将样品装入聚乙烯密封袋中，采样量 1kg 左右。土壤样品采集完成后，在样品瓶上标明编号等采样信息，并做好现场记录。

(3) 石油烃（C₁₀-C₄₀）样品的取样

在进行土样取样前，先使用不锈钢铲刮去表层约 2 cm 厚土壤，以排除因取

样管接触或空气暴露造成的表层土壤有机物流失，迅速用不锈钢铲分取样品于 250 mL 带聚四氟乙烯衬垫的棕色螺口玻璃瓶盛装，采满（不留顶空），4℃以下保存，石油烃（C10-C40）保存期限是 14 天。

5.3. 样品保存

按照《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 和《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》HJ 1019-2019，按样品名称、编号和粒径分类保存，并严格按照《土壤环境监测技术规范》HJ 166-2004 执行。

1. 新鲜样品的保存

对于易分解或易挥发等不稳定组分的样品要采取低温保存的运输方法，并尽快送到实验室分析测试。测试项目需要新鲜样品的土样，采集后用可密封的聚乙烯或玻璃容器在 4℃以下避光保存，样品要充满容器。避免用含有待测组分或对测试有干扰的材料制成的容器盛装保存样品，测定有机污染物用的土壤样品要选用玻璃容器保存。具体保存条件见下表土壤样品保存方式。

2. 预留样品

预留样品在样品库造册保存。

3. 分析取用后的剩余样品

分析取用后的剩余样品，待测定全部完成数据报出后，也移交样品库保存。

4. 保存时间

分析取用后的剩余样品一般保留半年，预留样品一般保留 2 年。特殊、珍稀、仲裁、有争议样品一般要永久保存。土样保存时间见“表 1 新鲜样品的保存条件和保存时间”。

5. 样品库要求

保持干燥、通风、无阳光直射、无污染；要定期清理样品，防止霉变、鼠害及标签脱落。样品入库、领用和清理均需记录。

5.4. 样品运输和流转

样品流转包括装运前核对、样品运输和样品接受等三个环节，具体要求如下：

（1）转运前核对

由采样小组中样品管理员和质量管理员负责样品装运前的核对，要求逐件与

采样记录单进行核对，并按照样品保存检查记录单要求进行样品保存质量检查，核对检查无误后分类装箱。样品装运前，填写样品运送单，明确样品名称、采样时间、样品介质、检测指标、检测方法、样品寄送人等信息。

（2）样品运输

流转运输应保证样品安全和及时送达，且应在保存时限内尽快运送至检测实验室。在运输过程中要低温保存，采用适当的减震隔离措施，严防样品瓶的破损、混淆或沾污。同时，设置运输空白样作为样品运输过程的质控样品。运输空白样是用于检测运输过程是否存在试剂污染，其实质为不含样品的试剂水。每一段运输过程应至少设置一个运输空白样。

（3）样品接收

检测实验室的样品接收人员拿到样品箱后，立即进行如下检查：检查样品箱是否出现破损；检查样品运输单是否随箱送达；按照样品运输单清点核实样品数量、样品瓶是否破损、样品标签是否可以清晰辨识。

上述工作完成后，样品接收人员在样品运送单上签字确认，并将样品运送单复印件返回采样单位，原件作为样品检测报告附件与采样报告一并留档。

检测实验室按照样品运送单要求，立即安排样品保存和检测。

5.5. 现场采样质量控制

为避免采样设备及外部环境条件等因素对样品产生影响，按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）、《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）、《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》、及各检测因子分析方法的相关要求，在样品的采集、保存、运输、交接等过程建立完善的管理程序，做好现场采样过程中的质量保证和质量控制。为了保证本次土壤采样监测的质量，在采样、样品运输过程中进行了全过程的质量控制。主要包括采取以下质控措施：

（1）设备校正和清洗

现场人员在设备使用前均对要使用的仪器预先进行了校正。在采集下一个土壤样品前，需要对采样工具均进行清洗，以防止交叉污染。

（2）土壤样品采集及保存

在土壤采集过程中均使用一次性丁腈手套，防止样品交叉污染。样品采集完

成后均放置加冰袋的保温箱中保存。

采样过程中要防止待采样品受到污染和发生变质，样品盛入容器后，在容器壁上应随即贴上标签，密封、避光、冷藏保存。

现场原始情况记录表填写清楚明了，做到记录与现场采样信息统一。

（3）质量控制样品

现场采样时详细填写现场观察发现，记录土层深度、土壤质地、气味、颜色等信息，以便为分析工作提供依据。

现场采样质量控制主要根据《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）、《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)、《广东省建设用地土壤污染状况调查、风险评估及效果评估报告技术审查要点（修订版）》相关规定，每批次采集不少于 10% 的现场平行样。本阶段效果评估共进场采集 6 个批次样品（按 1 批次/检测报告），每批次采样时间、采样数目等信息见下表，每个批次采集的平行样品数均达到要求。本项目现场采样质量具有一定的保证，能够较为客观地反应土壤样品中污染物的含量，相应的检测报告数据可以作为修复治理效果评估报告的有效支撑。

表 6.5-1 现场采样数目明细

批次	采样时间	采样目标	一般样品数目/个	质控样品数目/个	平行样是否达到 10%	备注
1	2023.7.8	原位修复后土壤	49	6	是	
2	2023.9.1	基坑坑底、侧壁	58	6	是	
3	2023.9.1	淋洗修复后土壤	14	2	是	
4	2023.10.17	基坑坑底、侧壁	20	3	是	
5	2023.10.17	淋洗修复后土壤、疑似污染土、筛上物附着土	26/8	3/1	是	汞指标基础样品 26 个、平行样 3 个；其他指标基础样 8 个、平行样 1 个。
6	2025.7.15	原位修复区周边可能受污染土	12	2	是	

5.6. 实验室检测

5.6.1. 检测方法

土壤检测方法依据《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）、《广东省建设用地土壤污染状况调查、风险评估及效果评估报告技术审查要点（修订版）》推荐方法执行，各检测项目具体分析方法如下表所示：

表 6.6-1 土壤监测分析方法

序号	污染物项目	检测方法	检出限
1	苯	《土壤和沉积物挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ605-2011）	1.9μg/kg
2	甲苯		1.3μg/kg
3	乙苯		1.2μg/kg
4	1,2-二氯苯		1.5μg/kg
5	1,4-二氯苯		1.5μg/kg
6	1,2-二氯乙烷		1.3μg/kg
7	二氯甲烷		1.5μg/kg
8	氯仿		1.1μg/kg
9	一溴二氯甲烷		1.1μg/kg
10	四氯化碳		1.3μg/kg
11	pH 值	《土壤 pH 值的测定 电位法》 （HJ 962-2018）	---
12	铅	《土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定火焰原子吸收分光光度法》 （HJ491-2019）	10mg/kg
13	总汞	《土壤质量总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法第 1 部分：土壤中总汞的测定》 （GB/T22105.1-2008）	0.002mg/kg
14	石油烃 （C10-C40）	《土壤和沉积物石油烃（C10-C40）的测定气相色谱法》 （HJ1021-2019）	6mg/kg

5.6.2. 实验室质量控制

按各检测方法的规定做好要运输空白、现场平行样、实验室空白、实验室平行样、质控样、加标回收等质控措施。并形成质控统计表输入报告内容中。

现场采样每个检测项目每批次按不低于 10%的比例采集现场平行样开展分析。

每批次样品分析时，每个检测项目（除挥发性有机物外）均需做实验室平行样分析。在每批次分析样品中，应随机取不少于 5%的样品进行实验室平行样分析；当批次样品数 ≤ 20 时，应至少随机抽取 2 个样品进行实验室平行样分析。

其他参照《广东省建设用地土壤污染状况调查、风险评估及效果评估报告技术审查要点（修订版）》中有关质量控制的比例要求，未有规定的建议参考《重点行业企业用地调查质量保证与质量控制技术规范（试行）》中精密度及准确度的要求。

表 6.6-2 原位修复效果评估土壤样品质控统计（一）

检测因子	基础样品数	现场平行		样品总数	现场空白			室内空白			室内平行			空白加标			样品加标			标准物质 (质控样)		
		组数	样品比例%		个数	样品比例%	合格率%	个数	样品比例%	合格率%	组数	样品比例%	合格率%	个数	样品比例%	合格率%	个数	样品比例%	合格率%	个数	样品比例%	合格率%
pH 值	49	6	12.2	55	/	/	/	/	/	/	6	10.9	100	/	/	/	/	/	/	6	10.9	100
二氯甲烷	49	6	12.2	55	4	7.3	100	4	7.3	100	/	/	/	/	/	/	4	7.3	100	/	/	/
氯仿	49	6	12.2	55	4	7.3	100	4	7.3	100	/	/	/	/	/	/	4	7.3	100	/	/	/
四氯化碳	49	6	12.2	55	4	7.3	100	4	7.3	100	/	/	/	/	/	/	4	7.3	100	/	/	/
苯	49	6	12.2	55	4	7.3	100	5	9.1	100	/	/	/	/	/	/	4	7.3	100	/	/	/
1,2-二氯乙烷	49	6	12.2	55	4	7.3	100	4	7.3	100	/	/	/	/	/	/	4	7.3	100	/	/	/
一溴二氯甲烷	49	6	12.2	55	4	7.3	100	4	7.3	100	/	/	/	/	/	/	4	7.3	100	/	/	/
甲苯	49	6	12.2	55	4	7.3	100	5	9.1	100	/	/	/	/	/	/	4	7.3	100	/	/	/
乙苯	49	6	12.2	55	4	7.3	100	5	9.1	100	/	/	/	/	/	/	4	7.3	100	/	/	/
1,4-二氯苯	49	6	12.2	55	4	7.3	100	4	7.3	100	/	/	/	/	/	/	4	7.3	100	/	/	/
1,2-二氯苯	49	6	12.2	55	4	7.3	100	6	10.9	100	/	/	/	/	/	/	4	7.3	100	/	/	/
石油烃 (C10-C40)	49	6	12.2	55	/	/	/	3	5.5	100	3	5.5	100	3	5.5	100	3	5.5	100	/	/	/

表 6.6-3 原位修复效果评估土壤样品质控统计（二）

检测因子	基础样品数	现场平行			样品总数	现场空白			室内空白			室内平行				
		组数	样品比例%	相对偏差范围 (%)		个数	样品比例%	合格率%	个数	样品比例%	合格率%	组数	样品比例%	相对偏差范围 (%)	相对偏差要求 (%)	合格率%
氯仿	12	2	16.7	0~5.6	14	2	14.3	100	1	7.1	100	/	/	/	/	/
乙苯	12	2	16.7	11	14	2	14.3	100	1	7.1	100	/	/	/	/	/
石油烃 (C10-C4)	12	2	16.7	2.6~6.0	14	/	/	/	1	7.1	100	1	7.1	5.4	≤25	100

表 6.6-4 基坑坑底和侧壁土壤样品质控统计（第一次）

检测因子	基础 样品 数	现场平行			样品 总数	现场空白			室内空白			室内平行				
		组 数	样品 比 例%	相对偏差 范围（%）		个 数	样品比 例%	合格 率%	个 数	样品比 例%	合格 率%	组 数	样品比 例%	相对偏差范 围（%）	相对偏差 要求（%）	合格 率%
pH	58	6	10.3	0.04~0.24	64	/	/	/	/	/	/	7	10.9	0.02~0.08	≤0.3	100
总汞	58	6	10.3	0.54~5.1	64	/	/	/	8	12.5	100	4	6.2	0.35~8.5	≤12	100
铅	58	6	10.3	0~6.4	64	/	/	/	8	12.5	100	4	6.2	0~6.8	≤20	100
二氯甲烷	58	6	10.3	2.7~17	64	2	3.1	100	5	7.8	100	/	/	/	/	/
氯仿	58	6	10.3	0~21	64	2	3.1	100	5	7.8	100	/	/	/	/	/
四氯化碳	58	6	10.3	---	64	2	3.1	100	5	7.8	100	/	/	/	/	/
苯	58	6	10.3	---	64	2	3.1	100	5	7.8	100	/	/	/	/	/
1,2-二氯 乙烷	58	6	10.3	---	64	2	3.1	100	5	7.8	100	/	/	/	/	/
一溴二氯 甲烷	58	6	10.3	---	64	2	3.1	100	5	7.8	100	/	/	/	/	/
甲苯	58	6	10.3	---	64	2	3.1	100	5	7.8	100	/	/	/	/	/
乙苯	58	6	10.3	---	64	2	3.1	100	5	7.8	100	/	/	/	/	/
1,4-二氯 苯	58	6	10.3	---	64	2	3.1	100	5	7.8	100	/	/	/	/	/
1,2-二氯 苯	58	6	10.3	1.7~18	64	2	3.1	100	5	7.8	100	/	/	/	/	/
石油烃	58	6	10.3	0~9.1	64	/	/	/	4	6.2	100	4	6.2	4.9~11	≤25	100

检测因子	基础 样品 数	现场平行			样品 总数	现场空白			室内空白			室内平行				
		组 数	样品 比 例%	相对偏差 范围（%）		个 数	样品比 例%	合格 率%	个 数	样品比 例%	合格 率%	组 数	样品比 例%	相对偏差范 围（%）	相对偏差 要求（%）	合格 率%
（C10-C4 0）																

表 6.6-5 基坑坑底和侧壁土壤样品质控统计（第二次）

检测因子	基础 样品 数	现场平行			样品 总数	现场空白			室内空白			室内平行				
		组数	样品比例%	相对偏差 范围（%）		个数	样品比 例%	合格 率%	个数	样品比 例%	合格 率%	组数	样品比 例%	相对偏差 范围（%）	相对偏差 要求（%）	合格 率%
总汞	20	3	15.0	0.34~0.88	23	/	/	/	4	17.4	100	3	13.0	0.26~2.8	≤12	100

表 6.6-6 淋洗修复后土壤样品质控统计（第一次）

检测因子	基础 样品 数	现场平行			样品 总数	现场空白			室内空白			室内平行				
		组数	样品 比 例%	相对偏差范 围（%）		个数	样品比 例%	合格 率%	个数	样品比 例%	合格 率%	组数	样品比 例%	相对偏差范 围（%）	相对偏差 要求（%）	合格 率%
总汞	14	2	14.3	5.2~6.3	16	/	/	/	2	100	100	2	12.5	1.0~2.6	≤12	100
铅	14	2	14.3	1.2~5.4	16	/	/	/	2	100	100	2	12.5	0.69~2.5	≤20	100

表 6.6-7 堆体土壤样品质控统计

检测因子	基础 样品 数	现场平行			样 品 总 数	现场空白			室内空白			室内平行				
		组数	样品比 例%	相对偏差 范围 (%)		个 数	样品比 例%	合格 率%	个 数	样品比 例%	合格 率%	组 数	样品比 例%	相对偏差 范围 (%)	相对偏差 要求 (%)	合格 率%
pH	8	1	12.5	0.17	9	/	/	/	/	/	/	1	11.1	0.02	≤0.3	100
总汞	26	3	11.5	0.43~6.1	29	/	/	/	4	13.8	100	3	10.3	2.1~4.1	≤12	100
铅	8	1	12.5	3.7	9	/	/	/	2	22.2	100	2	22.2	1.1~1.2	≤20	100
二氯甲烷	8	1	12.5	---	9	2	22.2	100	1	11.1	100	/	/	/	/	/
氯仿	8	1	12.5	---	9	2	22.2	100	1	11.1	100	/	/	/	/	/
四氯化碳	8	1	12.5	---	9	2	22.2	100	1	11.1	100	/	/	/	/	/
苯	8	1	12.5	---	9	2	22.2	100	1	11.1	100	/	/	/	/	/
1,2-二氯乙	8	1	12.5	---	9	2	22.2	100	1	11.1	100	/	/	/	/	/
一溴二氯甲	8	1	12.5	---	9	2	22.2	100	1	11.1	100	/	/	/	/	/
甲苯	8	1	12.5	---	9	2	22.2	100	1	11.1	100	/	/	/	/	/
乙苯	8	1	12.5	---	9	2	22.2	100	1	11.1	100	/	/	/	/	/
1,4-二氯苯	8	1	12.5	---	9	2	22.2	100	1	11.1	100	/	/	/	/	/
1,2-二氯苯	8	1	12.5	---	9	2	22.2	100	1	11.1	100	/	/	/	/	/
石油烃 (C10-C40)	8	1	12.5	0.14	9	/	/	/	1	11.1	100	1	11.1	4.3	≤25	100

6. 效果评估

6.1. 修复效果评估基本情况

本次建设用地土壤污染修复效果评估内容包括：①原位修复效果评估；②基坑清挖效果监测评估；③清挖污染土壤异位修复效果监测评估。

通过文件审核对污染土壤治理修复范围与工程量进行测量评估，确保治理修复位置、范围与工程量符合相关备案文件要求前提下，再通过采样检测对地块土壤治理修复效果进行评估。监测内容见下表：

表 7.1-1 修复效果评估监测内容与范围

监测内容	监测范围	监测目的
原位修复后土壤	原位化学氧化修复后土壤	修复效果评估监测
清挖后基坑土壤	清挖后基坑侧壁、底部土壤	清挖效果评估监测
清挖土壤	清挖出的修复后污染土壤	修复效果评估监测

6.2. 评估方法及评价标准

6.2.1. 评估方法

根据导则 HJ25.5，对于单个基坑或单个修复范围可采用逐一对比和统计分析的方法进行污染土壤清挖效果评估：

当样品数量 <8 个时，应将样品检测值与修复效果评估标准值逐个比对：

- 1) 若样品检测值低于或等于修复效果评估标准值，则认为达到修复效果；
- 2) 若样品检测值高于修复效果评估标准值，则认为未达到修复效果。

当样品数量 ≥ 8 个时，可采用统计分析方法进行修复效果评估。一般采用样品均值的 95%置信上限与修复效果评估标准值进行比较。下述条件全部符合可认为地块达到修复效果：

- 1) 样品均值的 95%置信上限小于等于修复效果评估标准值；
- 2) 样品浓度最大值不超过修复效果评估标准的 2 倍。

本场地根据修复项目实际情况，污染土壤修复效果评估主要采用逐个对比法对检测样品结果进行分析，以通过广东省生态环境厅评审备案的《风险评估报告》的风险控制值作为评估标准。

6.2.2. 评价标准

前文在资料回顾与分析的基础上，确定了本阶段效果评估指标和评价标准，详见下表：

表 7.2-1 土壤监测指标评价标准

序号	污染物名称	评价标准 (mg/kg)
1	汞	8
2	铅	400
3	氯仿	0.43
4	苯	1.77
5	甲苯	1173
6	乙苯	12.92
7	1,4-二氯苯	9.27
8	1,2-二氯苯	560
9	1,2-二氯乙烷	0.95
10	二氯甲烷	130.1
11	一溴二氯甲烷	0.56
12	石油烃 (C10-C40)	1076.12
13	四氯化碳	0.9*
备注：*执行一类用地筛选值标准。		

6.3. 检测结果与数据分析

6.3.1. 原位修复效果评估

采集 61 个样品，均未超标。其中：

pH 7.6~10.46，均值 8.80；石油烃 20~270，均值 74.24mg/kg；二氯甲烷 1.5L~6.4ug/kg，氯仿 1.2L~49.1ug/kg；四氯化碳均未检出；苯 1.9L~340ug/kg；1,2-二氯乙烷 1.3L~3.8ug/kg；一溴二氯甲烷均未检出；甲苯 1.3L~2230ug/kg；乙苯 1.2L~216ug/kg；1,4 二氯苯 1.5L~102ug/kg；1,2-二氯苯 1.5L~6350ug/kg。.

表 7.3-1 原位修复土壤样品监测结果

序号	采样名称	采样时间	样品编号	检测项目												是否 达标
				pH	石油烃 (mg/kg)	二氯甲烷 (μg/kg)	氯仿 (μg/kg)	四氯化碳 (μg/kg)	苯 (μg/kg)	1,2-二氯乙 烷 (μg/kg)	一溴二氯甲 烷 (μg/kg)	甲苯 (μg/kg)	乙苯 (μg/kg)	1,4-二氯苯 (μg/kg)	1,2-二氯 苯 (μg/kg)	
1	1-6-1-1	2023-7-8	T23070801019	8.90	89	ND	5.9	ND	ND	ND	ND	100	ND	ND	127	是
2	1-6-1-2	2023-7-8	T23070801020	8.48	192	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	是
3	1-6-2-1	2023-7-8	T23070801031	10.46	99	ND	1.2	ND	2.9	ND	ND	ND	2.5	2.3	51.7	是
4	1-6-2-2	2023-7-8	T23070801032	9.25	43	ND	ND	ND	ND	3.8	ND	3.1	ND	ND	3.4	是
5	1-6-3-1	2023-7-8	T23070801001	9.05	90	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.4	ND	ND	ND	是
6	1-6-3-2	2023-7-8	T23070801002~003	8.54	35	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.3	10	ND	ND	是
7	1-6-4-1	2023-7-8	T23070801024	8.15	194	ND	1.5	ND	ND	ND	ND	43.2	ND	ND	27.7	是
8	1-6-4-2	2023-7-8	T23070801025~026	7.60	30	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.6	是
9	1-6-5-1	2023-7-8	T23070801033	8.67	21	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4.1	是
10	1-6-5-2	2023-7-8	T23070801034	8.59	74	ND	2.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	是
11	1-6-6-1	2023-7-8	T23070801038	10.46	23	ND	1.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	15.6	是
12	1-6-6-2	2023-7-8	T23070801039	8.52	20	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	是
13	1-6-6-3	2023-7-8	T23070801040	8.24	47	1.7	1.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	是
14	1-6-7-1	2023-7-8	T23070801035	8.67	55	ND	2.9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	13.9	是
15	1-6-7-2	2023-7-8	T23070801036	8.57	33	ND	ND	ND	340	ND	ND	2.7	216	102	1.35×10 ³	是
16	1-6-7-3	2023-7-8	T23070801037	8.34	75	ND	ND	ND	76.4	ND	ND	ND	14.8	ND	65.8	是
17	1-6-8-1	2023-7-8	T23070801041	10.19	94	ND	49.1	ND	ND	ND	ND	1.7	ND	ND	10.8	是
18	1-6-8-2	2023-7-8	T23070801042	9.63	27	ND	4.1	ND	ND	ND	ND	7	ND	ND	25.4	是
19	1-6-8-3	2023-7-8	T23070801043~044	8.28	31	1.9	1.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	是
20	2-5-1-1	2023-7-8	T23070801016	8.10	33	ND	8.7	ND	ND	ND	ND	6.3	ND	ND	48.3	是
21	2-5-1-2	2023-7-8	T23070801017	8.11	26	2.3	1.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	30.4	是
22	2-5-1-3	2023-7-8	T23070801018	7.93	39	2.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	16.3	是
23	2-5-2-1	2023-7-8	T23070801004	10.14	159	ND	1.6	ND	ND	ND	ND	2.1	ND	ND	11.8	是
24	2-5-2-2	2023-7-8	T23070801005	8.38	69	1.6	ND	ND	6.1	ND	ND	1.6	8.4	ND	ND	是
25	2-5-2-3	2023-7-8	T23070801006~007	7.87	64	2.5	1.4	ND	20.8	ND	ND	2.8	2.2	ND	ND	是
26	2-5-3-1	2023-7-8	T23070801011	10.11	39	ND	1.6	ND	ND	ND	ND	7.3	ND	ND	11.2	是
27	2-5-3-2	2023-7-8	T23070801012	8.6	65	ND	5.1	ND	ND	ND	ND	2.23×10 ³	36.7	ND	9.5	是
28	2-5-3-3	2023-7-8	T23070801013	8.56	29	2.1	1.2	ND	ND	ND	ND	12	ND	ND	ND	是
29	2-5-4-1	2023-7-8	T23070801055	9.13	63	ND	1.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.5	是
30	2-5-4-2	2023-7-8	T23070801056	8.35	59	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	是
31	2-5-4-3	2023-7-8	T23070801057	7.98	33	2	2.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.5	是
32	2-5-5-1	2023-7-8	T23070801008	9.05	54	ND	1.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3	是
33	2-5-5-2	2023-7-8	T23070801009	8.13	28	2.1	1.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	是
34	2-5-5-3	2023-7-8	T23070801010	8.15	27	2.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	是
35	1-13-1-1	2023-7-8	T23070801014	9.88	191	2.6	1.8	ND	ND	ND	ND	72.1	2.1	22.1	5.01×10 ³	是

序号	采样名称	采样时间	样品编号	检测项目												是否 达标
				pH	石油烃 (mg/kg)	二氯甲烷 (μg/kg)	氯仿 (μg/kg)	四氯化碳 (μg/kg)	苯 (μg/kg)	1,2-二氯乙 烷 (μg/kg)	一溴二氯甲 烷 (μg/kg)	甲苯 (μg/kg)	乙苯 (μg/kg)	1,4-二氯苯 (μg/kg)	1,2-二氯 苯(μg/kg)	
36	1-13-1-2	2023-7-8	T23070801015	8.34	64	6.4	2.3	ND	ND	ND	ND	195	3	38.3	6.35×10 ³	是
37	1-13-2-1	2023-7-8	T23070801045	8.82	88	2.1	1.8	ND	ND	ND	ND	32.2	ND	2.1	408	是
38	1-13-2-2	2023-7-8	T23070801046~047	8.20	36	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.6	是
39	1-13-3-1	2023-7-8	T23070801014	9.88	191	2.6	1.8	ND	ND	ND	ND	72.1	2.1	22.1	5.01×10 ³	是
40	1-13-3-2	2023-7-8	T23070801015	8.34	64	6.4	2.3	ND	ND	ND	ND	195	3	38.3	6.35×10 ³	是
41	1-13-4-1	2023-7-8	T23070801050	9.86	21	ND	1.4	ND	ND	ND	ND	10.9	3.1	ND	5.7	是
42	1-13-4-2	2023-7-8	T23070801051	8.29	223	ND	1.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	7.8	是
43	1-13-4-3	2023-7-8	T23070801052	7.99	34	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4.5	是
44	1-13-5-1	2023-7-8	T23070801029	9.07	215	ND	8.1	ND	ND	ND	ND	88.4	4.4	7.9	1.65×10 ³	是
45	1-13-5-2	2023-7-8	T23070801030	9.66	148	ND	2.2	ND	ND	ND	ND	46	3.6	ND	226	是
46	1-13-6-1	2023-7-8	T23070801027	8.16	105	ND	1.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	10.7	是
47	1-13-6-2	2023-7-8	T23070801028	9.08	50	ND	1.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.3	是
48	1-13-7-1	2023-7-8	T23070801048	9.75	62	ND	7	ND	ND	ND	ND	16.7	1.3	18.6	1.12×10 ³	是
49	1-13-7-2	2023-7-8	T23070801049	9.41	55	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	16.1	是
50	S1-1	2025-7-15	T25071502008	/	89	/	1.3	/	/	/	/	/	ND	/	/	是
51	S1-2	2025-7-15	T25071502009	/	143	/	1.7	/	/	/	/	/	ND	/	/	是
52	S1-3	2025-7-15	T25071502010	/	67	/	2.3	/	/	/	/	/	ND	/	/	是
53	S2-1	2025-7-15	T25071502005	/	156	/	4.3	/	/	/	/	/	ND	/	/	是
54	S2-2	2025-7-15	T25071502006	/	270	/	1.3	/	/	/	/	/	ND	/	/	是
55	S2-3	2025-7-15	T25071502007	/	109	/	2.1	/	/	/	/	/	ND	/	/	是
56	S3-1	2025-7-15	T25071502001	/	92	/	2.4	/	/	/	/	/	ND	/	/	是
57	S3-2	2025-7-15	T25071502002~003	/	38	/	1.3	/	/	/	/	/	3.0	/	/	是
58	S3-3	2025-7-15	T25071502004	/	44	/	ND	/	/	/	/	/	ND	/	/	是
59	1-13-1-3	2025-7-15	T25071502011~012	/	83	/	1.8	/	/	/	/	/	ND	/	/	是
60	1-13-2-3	2025-7-15	T25071502013	/	95	/	1.8	/	/	/	/	/	ND	/	/	是
61	1-13-3-3	2025-7-15	T25071502014	/	37	/	1.6	/	/	/	/	/	ND	/	/	是
一类用地土壤修复目标值				/	1076.12	1.301×10 ⁵	430	900	1770	950	560	1.173×10 ⁶	1.292×10 ⁴	9270	5.6×10 ⁵	/
异味控制土壤浓度限值				/	/	1727080	155720	/	71730	144170	/	183880	108340	923590	151740	/

6.3.2. 基坑清挖效果评估

第一次共采集 58 个样品，坑底 14 个样，侧壁 44 个样。共超标 10 个样，2 个坑底样、8 个侧壁样，均为汞超标，最高超标 1.125 倍。

pH 值 6.82~9.82，均值 7.99；总汞 0.551~17.0mg/kg，均值 5.68mg/kg；铅 44~102mg/kg，均值 69.17mg/kg；石油烃 7.0~286mg/kg；二氯甲烷 1.5L~95.8ug/kg；氯仿 1.1L~314ug/kg；四氯化碳 1.3L~17.3ug/kg；苯均未检出；1,2-二氯乙烷 1.3L~104ug/kg；一溴二氯甲烷均未检出；甲苯 1.3L~737ug/kg；乙苯 1.2L~84.9ug/kg；1,4-二氯苯 1.5L~56ug/kg；1,2-二氯苯 1.5L~4920ug/kg。

第二次采集 20 个样品，含 4 个坑底样，16 个侧壁样。监测指标为第一次超标污染物汞，检出范围 0.43~1.4mg/kg，全部合格。

6.3.3. 淋洗修复后土壤效果评估

第一次采集的 14 个样品汞指标全部超标，最高超标 4.45 倍。其中汞检出 12~43.6mg/kg，均值 20.94mg/kg；铅 38~83mg/kg，均值 67.79mg/kg。

经再次淋洗修复后，第二次采集的 16 个样品全部合格，检出范围在 0.279~1.33mg/kg，均值 0.72mg/kg。

6.3.4. 水泥窑协同处置效果评估

本项目第一次淋洗减量后，经板框压滤的泥饼由阳春海创环保科技有限公司负责接收并处置。阳春海螺水泥有限责任公司自 2023 年 9 月 18 日至 2023 年 9 月 28 日，共计接收、处置完成 2047.81 吨污染土。

根据《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB30760—2014）相关要求，对水泥熟料中污染物总量和浸出含量进行检测，检测结果表明水泥熟料中污染物含量和浸出含量均符合相关要求。

6.3.5. 疑似污染土壤效果评估

共采集 2 个土样，监测指标为汞，检出值分别为 0.116、0.123mg/kg，均合格。

6.3.6. 筛上物土壤效果评估

共采集 8 个样，各受检指标均合格。pH 值 7.99~8.57，均值 8.36；汞 0.272~0.739mg/kg，均值 0.50mg/kg；铅 54~114mg/kg，均值 85.63mg/kg；石油烃 20~712mg/kg，均值 131.25mg/kg；1,2-二氯苯 1.5L~26.2ug/kg。其他指标二氯甲烷、氯仿、四氯化碳、苯、1,2-二氯乙烷、一溴二氯甲烷、甲苯、乙苯、1,4-二氯苯在各样品中均未检出。

7. 阶段性效果评估结论与建议

7.1. 文件评估结论

经审核施工单位污染土壤转运清单、现场施工日志、相关检测报告以及影像照片记录等，表明污染土壤清挖与前期场地环境调查风险评估报告、修复方案基本一致。通过审核环境监理日志、联系单、通知单、见证取样、旁站记录以及相关影像资料，对比监理方案与实际情况的符合性，表明环境监理基本按环境保护管理要求进行了修复工程的监理。

7.2. 环境风险防范措施评估结论

修复过程中基本落实了安全文明施工管理措施、现场人员劳动保护措施、环境风险防范措施等，施工未出现安全事故、群众投诉或施工人员健康损害等事件。

7.3. 施工总结报告结论

根据《施工总结报告》，本次阶段性效果评估施工总结如下：

2023 年 5 月 11 日，第一阶段施工单位完成和业主地块移交，同一天，建设单位将地块移交至第二阶段施工方。按建设单位要求，项目部于 2023 年 5 月 11 日进场，进场后组织人员、材料和机械设备入场等工作。根据设备进场计划，开展施工准备工作，并于 2023 年 6 月 15 日完成。本地块内第二阶段污染土壤修复于 6 月 22 日~10 月 9 日，其中原位化学氧化高压旋喷修复工程施工于 2023 年 6 月 22 日~7 月 22 日；重金属污染土壤清挖及淋洗施工于 2023 年 7 月 9 日~8 月 3 日；基坑超标区域扩挖施工工作于 2023 年 9 月 21 日完成；超标土壤二次淋洗工作于 2023 年 9 月 24 日~10 月 9 日。

由于本项目基坑存在的时间较长，基坑支护钢板桩变形严重，存在安全风险，且雨期将至，基于安全因素考虑，需要提前进行基坑回填。因此我单位申请对基坑进行阶段效果评估。此次阶段性效果评估内容包括单一重金属污染土区域 6-12（A1-1），深度为 0-2m；6-13（A1-1、A2-8），深度为 0-4.5m 及 6-5/6-7（A1-13），深度为 0-2m 复合污染区域，开挖所形成 6-5/6-7/6-12/6-13 区基坑的坑底侧壁以及 6-5 区域 2-2.2m（A2-5）有机污染修复范围土壤的效果评估，以及需要回填

的淋洗后合格土堆体、冲洗后的筛上物堆体和疑似污染土堆体进行效果评估。

(1) 本次验收有机污染土壤于 2023 年 6 月 22 日~6 月 25 日完成修复，其中 6-5 区域面积为 232.39m^2 ，污染深度为 $0-2.2\text{m}^3$ ，其中 $0-2\text{m}$ 为复合污染，污染土方量为 464.78m^3 ； $2-2.2\text{m}$ 为单一有机污染，污染土方量为 46.48m^3 ，高压旋喷注射药剂孔位总共 180 个，注射药剂量为 32%液碱 13.86t，过硫酸钠 13.86t。6-7 区域面积为 1006.60m^2 ，污染深度为 $0-2\text{m}$ ，污染土方量为 2013.20m^3 ，高压旋喷注射药剂孔位总共 730 个，注射药剂量为 32%液碱 51.10t，过硫酸钠 51.10t。经效果评估单位于 2023 年 7 月 8 日采样检测，检测结果均低于本工程修复目标值要求。

(2) 重金属污染土壤实际清挖方量为 7826.84m^3 ，其中于 2023 年 7 月 9 日~7 月 30 日完成清挖方量为 7608.33m^3 ，淋洗后转运至外运土暂存区的土方量经测绘为 1353.68m^3 ，于 9 月 22 日完成外运，累计外运土方量为 2047.43t，阳春海创环保科技有限责任公司接收污染土 2047.81t；清挖后基坑由效果评估单位于 2023 年 9 月 1 日完成采样，根据检测结果显示基坑个别侧壁与坑底存在超标的情况，针对超标部位进行二次扩挖，扩挖于 2023 年 9 月 21 日完成，扩挖方量为 218.15m^3 ，此次扩挖污染土壤经淋洗减量后作为危废直接由有资质单位外运至危废处置单位进行处理。淋洗后合格土堆体经测绘方量为 6315.78m^3 ，筛上物堆体经测绘方量为 1544.53m^3 ，基坑扩挖产生的疑似污染土堆体经测绘方量为 24.61m^3 。清挖完成后基坑、筛上物堆体、淋洗后合格土堆体经效果评估采样检测，检测结果均低于本工程修复目标值要求。

(3) 修复过程中产生的筛上物冲洗废水、洗车废水、场内基坑降雨汇水、淋洗回用水池循环水经检测合格后进行者外排，本项目一体化处理设备处理废水总量为 1152m^3 ，其中厂内基坑抽水 309m^3 、车辆冲洗 12m^3 、筛上物冲洗产生废水 590m^3 以及淋洗回用水池循环水为 241m^3 ，处理后分 9 个批次进行外排。项目全部用水来源于市政用水，总用水量为 969.50m^3 ，分别用于筛上物冲洗 642m^3 ，损失水量为 52m^3 ；用于车辆冲洗 14.50m^3 ，损失水量 2.5m^3 ，用于洒水抑尘 313m^3 。废水收集及处理过程产生的底泥，经压滤后产生的泥饼收集完毕后全部直接转运至危废处置单位。本项目压滤底泥运输单位及处置单位为湛江市粤绿环保科技有限公司，于 2024 年 1 月 15 日完成危废转运，累计外运量为 10.25t。

项目运行期间，施工单位严格按照《中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块土壤污染修复项目修复方案》（2022 年版）以及第二阶段修复施工编制的《中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块土壤污染补充修复项目施工组织设计》（2023 年 6 月）落实各项工艺技术和二次污染控制措施，所有污染土壤验收工作有序合规。目前需要阶段验收部分的污染土壤修复完成，6-5 区 2-2.2m 原位及化学氧化修复效果检测合格、基坑侧壁效果检测合格、需要回填的修复后土壤、筛上物、疑似污染土壤检测合格，满足阶段性验收要求。

7.4. 环境监理总结报告结论

7.4.1. 施工准备阶段

受建设单位委托，监理单位承担中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块污染土壤修复项目环境监理工作。

在修复工程设计阶段，监理单位环境监理项目部对修复方案相符性、配套环保设施与措施的合理性和环境监管体系和管理计划的完整性进行审核，该项目施工方案与修复方案基本相符。

在修复工程施工准备阶段，成立了项目环境监理项目部，审核修复施工单位的修复工程设计方案，根据国家和地方有关环境保护法律法规、技术规范和施工方案等，编制了《中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块土壤污染修复项目环境监理方案》，并将环境监理方案报送环保主管部门备案。

7.4.2. 施工过程的控制

7.4.2.1. 工程量的控制

监理单位在施工前进行放线定位，对风险评估报告划定范围的坐标拐点进行检查复核，过程中全程旁站监督，严格检查基坑每层开挖的深度、范围，发现偏位现象立即纠正。各基坑开挖均按修复方案进行。

7.4.2.2. 二次污染防治的控制

本项目施工期主要环境影响是施工扬尘、施工噪声、施工废水和施工废气对周边环境的影响。通过施工期环境监理对工程施工开展旁站、巡视检查、污染监

测、监理例会、问题反馈并持续要求改进，使施工扬尘防治、噪声控制、水环境治理设施等各项环保措施得到落实，将本项目施工对环境的影响降至最低，施工过程中没有造成环境污染事件，没有造成水土流失事故，取得了较好的环境效益。项目施工过程中，根据修复工程实施方案、环境监理实施方案等的要求，落实了大气、噪声、废水、固体废物等环保措施，固体废物及时清运，较有效地控制了修复工程实施期间对周边环境的影响。本项目实施期间，环境监理单位没有接到对本项目实施产生的环境影响的投诉。在修复期间，废气、废水、噪声和地下水等环境检测结果均达标。

综上所述，中山市东区起湾北道 142 号之六、七地块土壤污染修复项目修复工程施工期间的环境影响得到有效控制处理，建设单位及修复施工单位认真执行了环保“三同时”制度，各项环保措施及设施都已落实到位，施工期间的环境影响得到有效控制，按实施方案完成了对污染土壤的修复工作，经修复后土壤的重金属以及有机污染物含量低于风险控制值。修复实施期间基本落实各项二次污染防治措施，实施期间未对周围环境造成不良影响，未收到环境污染投诉。该项目已满足土壤污染修复基坑阶段效果评估要求。

7.5. 项目修复阶段性效果评估结论

（1）原位修复

修复施工单位依据设计方案开展原位化学氧化修复施工，经监理单位测量放线复核和自检合格后申请效果评估监测。效果评估监测单位于 2023 年 7 月 8 日、2025 年 7 月 15 日对本阶段验收涉及原位修复区及可能影响周边区进行采样，依据规范要求共布点 23 个、采集样品 61 件。

监测和评估结果表明，本项目阶段性效果评估基坑范围内涉及原位修复后土壤目标污染物均低于修复目标值，表明该修复区有机污染已达到《风评报告》和《修复方案》确定的修复目标值，可满足下一阶段施工要求。

（2）基坑清挖

修复施工单位依据设计方案清挖后，经监理单位测量放线复核和自检合格后申请效果评估监测。效果评估监测单位于 2023 年 9 月 1 日对基坑进行第一次采样，因部分坑底及侧部检出超标，于 2023 年 10 月 17 日对扩挖后的坑底、侧壁进行第二次采样。共采集 78 个土壤样品，其中第一次采集 58 个样品（坑底 14

个样，侧壁 44 个样），第二次采集 20 个样品（4 个坑底样，16 个侧壁样）。

监测和评估结果表明，经二次扩外后，本阶段性效果评估基坑坑底及侧壁中目标污染物含量均低于修复目标值，表明该基坑内的污染土壤和基坑侧壁均已达到《风评报告》和《修复方案》确定的修复目标值，且根据现场采样土壤记录表和现场踏勘发现，清挖完成后的基坑土壤颜色、气味等感官性状环境风险较低，可满足下一阶段施工要求。

（3）清挖后土壤堆体

本部分样品包括异位淋洗修复后土壤、开挖过程产生的疑似污染土及冲洗筛上物。效果评估监测单位于 2023 年 9 月 1 日对淋洗修复后土壤堆体进行第一次采样，共采集 14 个样品，各样品汞指标全部超标；于 2023 年 10 月 17 日对经二次淋洗修复后的土壤进行二次采样，采集样品 16 件；同时分别对开挖过程产生的疑似污染土及冲洗筛上物各采集样品 2 件、8 件。

监测和评估结果表明，本阶段性效果评估淋洗修复后土壤土壤已达到《风评报告》和《修复方案》确定的修复目标值，开挖过程产生的疑似污染土及筛上物未超标，且根据现场采样土壤记录表和现场踏勘发现，涉及土壤堆体颜色和气味等感官性状环境风险较低，可满足下一阶段施工要求。

（4）污染土壤水泥窑协同处置产品

本项目第一次淋洗减量后，经板框压滤的泥饼由阳春海创环保科技有限责任公司负责接收并处置。阳春海螺水泥有限责任公司自 2023 年 9 月 18 日至 2023 年 9 月 28 日，共计接收、处置完成 2047.81 吨污染土。

根据《水泥窑协同处置固体废物技术规范》（GB30760—2014）相关要求，对水泥熟料中污染物总量和浸出含量进行检测，检测结果表明水泥熟料中污染物含量和浸出含量均符合相关要求。

综上，本阶段性效果评估基坑坑底、侧壁及底部原位修复后土壤、异位淋洗修复后土壤、开挖过程产生的疑似污染土及筛上物均已达到《风评报告》和《修复方案》确定的修复目标值，结合对水泥窑协同处置相关资料的审核，表明基坑污染土的修复达到风评及修复方案要求，可满足下一阶段基坑回填要求。

7.6. 阶段性效果评估建议

修复工程治理与修复工作完成后，相关单位应落实场地修复后场地后期风险

管理措施，保障场地环境安全。

（1）阶段验收通过后，施工单位应对本项目修复合格的土壤回填基坑前予以严密封存，指导业主监控管理，采取有效措施确保基坑安全。

（2）修复区域的有关工程资料，包括原位化学氧化修复区的位置、拐点坐标、深度以及效果评估的信息等资料与竣工图纸，以及修复区域后期管理要求等应完备齐全，长期存档，并提交相关管理部门。土地流转时有关单位应做好修复工程相关资料与管理要求的交接工作。

（3）参建单位在阶段验收通过后按各自分管节点，依据国家相关法规、规范、条例要求，对该修复项目继续开展维护监督监测管理等工作。

（4）完善场地档案信息，将整个修复过程的所有资料进行整理归档，为今后的开发活动提供环境历史资料支持。

（5）本场区涉及的其他原位修复区仍未验收，如后期需开展可能的补充修复施工应避免对本阶段评估区域带来二次污染影响。

（6）后期开发建设过程中，若发现修复后土壤、地下水存在异味等感官异常，土地使用权人应立即报告主管部门，必要时采取环境管理应急措施，确保地块后期正常建设和安全利用。