广州市木材公司地块土壤污染修复效果评估报告

（第二阶段）

（公示稿）

土地使用权人：广州市土地开发中心

代业主管理单位：广州环投控股有限公司

修复效果评估单位：广东中加检测技术股份有限公司

编制日期：二〇二五年三月

目录

1 项目背景 1
2 工作依据 5
2.1 法律法规、政策 5
2.2 标准规范、导则 6
2.3 项目文件 7
2.4 相关术语 8
3 地块概况 9
3.1 场地概况 9
3.1.1 基本概况 9
3.1.2 环境特征 10
3.2 地块调查评价结论 13
3.2.1 土壤污染状况调查总体结论 13
3.2.1.1 地块污染成因分析 13
3.2.1.2 土壤砷超筛选深度 14
3.2.1.3 超筛面积、方量统计结果 14
3.2.1.4 土壤污染状况详细调查总体结论 14
3.2.2 风险评估结论 14
3.2.2.1 场地风险评估结论 14
3.2.2.2 场地修复目标结论 15
3.2.2.3 场地修复范围及工程量结论 16
3.2.2.4 场地环境管理土范围与土方量结论 17
3.3 场地修复方案 17
3.3.1 修复技术路线 18
3.3.2 修复技术路线 18
3.3.3 修复技术可行性分析 18
3.4 第二阶段修复实施情况 20
3.4.1 第二阶段修复施工总体部署 20
3.4.2 污染区域拐点定位 20
3.4.3 污染土壤清挖阶段 20

3.4.3.1 开挖范围测量控制 20
3.4.3.2 清挖原则 22
3.4.3.3 第一阶段与第二阶段工作分界线 23
3.4.3.4 第二阶段区域开挖顺序及各层实际开挖图 24
3.4.3.5 污染土壤清挖 25
3.4.4 污染土壤预处理 35
3.4.5 土壤运输 36
3.4.5.1 场内土壤运输 36
3.4.5.2 污染土壤外运 37
3.4.6 水泥窑协同处置 38
3.4.7 废水处理与去向 39
3.4.7.1 废水处理工艺流程 39
3.4.7.2 废水收集 39
3.4.7.3 处理时间及处理量 39
3.4.7.3 处理效果 40
3.4.8 危险废物清挖及转移 41
3.4.9 管控区管控措施施工 41
3.4.10 堆体信息 42
3.4.11 评审后土壤回填 42
3.4.12 工程量核算 42
3.4.13 修复实施时间节点 43
3.4.14 《施工总结报告》结论 44
3.5 环境保护措施落实情况 46
3.5.1 环境保护措施落实范围及内容 46
3.5.2 项目实施期间的环境监理 47
3.5.2.1 施工准备阶段环境监理 47
3.5.2.2 施工阶段环境监理 49
3.5.2.3 场内运输和暂存过程环境监理 51
3.5.2.4 预处理过程环境监理 51
3.5.2.5 外运处置环境监理 52

3.5.2.8 修复效果评估过程环境监理 53
3.5.3 二次污染防治措施环境监理 54
3.5.3.1 大气环境污染防范措施 54
3.5.3.2 水环境污染防治措施 56
3.5.3.3 噪声环境污染防范措施 58
3.5.3.4 固体废弃物污染防范措施 59
3.6 地块环境监测情况 60
3.6.1 大气监测 60
3.6.1.1 无组织废气监测 60
3.6.1.2 敏感点环境空气监测 61
3.6.1.3 有组织废气监测 62
3.6.2 噪声监测 62
3.6.3 废水监测 63
4 场地概念模型 66
4.1 资料回顾 66
4.1.1 资料回顾清单 66
4.1.2 资料回顾要点 66
4.3 人员访谈 70
4.4.1 地块概念模型涉及信息 70
4.4.2 修复后场地概念模型 72
4.4.2.1 污染源更新分析 73
4.4.2.2 场地污染物暴露途径更新 74
4.4.2.3 受体更新分析 75
4.4.2.4 修复地块健康风险分析 75
5 效果评估布点方案 76
5.1 土壤修复效果评估布点 76
5.1.1 效果评估范围 76
5.1.2 采样节点 77
5.1.3 布点数量与位置 79
5.1.3.1 布点原则 79

5.1.3.2 基坑底部和侧部采样布点 80
5.1.3.3 疑似污染土采样布点 83
5.1.4 检测指标 83
5.1.5 评估标准值 83
6 现场采样与实验室检测 85
6.1 样品采集 85
6.1.1 现场土壤采样 85
6.1.1.1 基坑土壤采样 85
6.1.1.2 疑似污染土壤采样 86
6.1.2 样品保存与流转 86
6.1.3 现场质量控制 87
6.2 实验室检测 87
6.2.1 检测方法 88
6.2.2 土壤样品前处理与分析 88
6.2.2.1 土壤样品前处理 88
6.2.2.1 土壤样品分析 89
6.2.3 实验室质量控制 89
6.3 外部质量控制监督管理 89
6.3.1 监督方式选择 90
6.3.2 密码平行样质控监督 90
6.3.4 质控监督结果 91
7 效果评估 92
7.1 评估方法 92
7.2 检测结果分析 92
7.2.1 基坑清挖检测结果 92
7.2.1.1 第一层污染区基坑检测结果 92
7.2.1.2 第二层污染区基坑检测结果 92
7.2.1.3 第三层污染区基坑检测结果 93
7.2.1.4 第四层污染区基坑检测结果 93
7.2.1.5 第五层污染区基坑检测结果 93

7.2.2 疑似污染土壤检测结果 94
7.3 筛上物抽样估算结果 94
7.4 危险废物清挖效果评估 94
7.5 污染土异地处置效果评估 96
7.6 效果评估结论 99
7.6.1 基坑清挖效果评估结论 99
7.6.2 疑似污染土效果评估结论 100
7.6.3 筛上物抽样估算效果评估结论 100
7.6.4 危险废物清挖效果评估结论 100
7.6.5 污染土异地处置效果评估结论 100
8 结论与建议 101
8.1 修复工程概况 101
8.2 修复范围及工程量审核 102
8.3 阶段性施工总结报告结论 103
8.4 阶段性环境监理报告结论 104
8.5 阶段性效果评估结论 105
8.6 阶段性修复效果评估综合结论 106
8.7 后期环境监管建议 106

1 项目背景

广州市木材公司地块位于广州市天河区黄埔大道东580号，地块中心经纬度为东经113°23′45.32″，北纬23°6′38.82″，地块占地面积为32173.18m^2。地块北侧为黄埔大道东，东临广州环城高速，南面靠近珠江，西面紧邻广东海警局。

项目地块建厂前为农用地、水塘，1958年建厂成立广州市木材公司，主要从事原木贮存，没有加工工艺；1980年左右，厂内增设了锯木车间，存在锯木工序，该工序的作用主要是将大木材按客户需求锯成小木料，不存在其它加工工序；2000年，广州市木材公司改制停止经营，厂房出租给别克、雪佛兰等做4S店，主要从事汽车维修，东侧原装卸工作台和邻近黄埔大道的区域则出租作商铺。2019至2021年地块处于闲置状态，地块内的汽车4S店已全部搬迁，地块内无生产设备遗留。2021年1月，对地块内的地面建筑进行了拆除。

根据广州市人民政府文件穗府函〔2019〕139 号《金融城东区控制性详细规划通告附图》，项目地块规划为文化设施用地（A2）和部分防护绿地（G2），属于第二类用地。

根据《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31 号）、《关于保障工业企业场地再发利用环境安全的通知》（环发〔2012〕140号）、《广州市人民政府关于印发广州市申请使用建设用地规则的通知》（穗府〔2015〕15号）、《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）和《广东省实施<中华人民共和国土壤污染防治法>办法》（2019 年3月1日实施）等相关文件规定，工业用地原址在改变原土地使用性质，进行二次开发利用前必须进行场地环境评价，对原址土壤和地下水进行污染监测分析和评价，并对发现存在污染的场地制定土壤治理修复方案，开展修复工作，以保障人体健康、维护正常的生产

建设活动，防止场地性质变化带来新的环境问题。

受土地使用权人的委托，广东绿日环境科技有限公司承担该地块的土壤污染状况调查工作，开展项目地块土壤污染状况调查，确定场地污染的详细状况以及潜在的健康风险，为场地环境管理提供依据。

2021年8月25日，广州市环境技术中心主持召开了《广州市木材公司地块土壤污染初步调查报告》、《广州市木材公司地块土壤污染详细调查报告》和《广州市木材公司地块土壤污染风险评估报告》（以下简称《初调报告》、《详调报告》和《风评报告》）专家评审会。但由于特征污染物识别不清，土壤、地下水布点及采样深度等未能满足规范要求，现有数据不能支撑调查结论。专家组不同意《初步调查报告》和《详细调查报告》通过评审。

2021年11月11日，广州市环境技术中心重新主持召开了《初调报告》、《详调报告》和《风评报告》专家评审会，专家组原则同意通过评审，经修改完善并复核通过后方可作为下一步环境管理工作的依据。

依据《初调报告》、《详调报告》和《风评报告》的结果，广州市木材公司地块关注污染物为土壤中为砷，基于第二类用地方式下，风险表征结果显示地块土壤砷存在不可接受的致癌风险和非致癌危害，对使用人群存在健康隐患，地块内地下水不开发饮用的情况下，地下水中砷的人体健康风险水平可以接受。

根据国务院四部委《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）与环境保护部《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）的相关规定：被污染场地治理修复完成，经检测达到环保要求后，该场地方可投入使用；被污染场地未经治理修复的，禁止再次进行开发利用，禁止开工建设与治理修复无关的任何项目。因此，土地使用权人需对其污染地块进行修复。

根据土地使用权人的委托，场地土壤污染修复由广州市番禺环境工程有限公司（以下简称“修复单位”）承担，场地土壤污染修复环境监理由广东省城规建设监理有限公司（以下简称“环境监理单位”）承担。2024 年 6 月 24 日，《广州市木材公司地块土壤污染修复方案》（以下称《修复方案》）、《广州市木材公司地块土壤污染修复环境监理方案》（以下称《监理方案》）通过了土地使用权人主持召开的专家评审会，专家组原则同意通过评审。《修复方案》、《监理方案》经过修改完善后，于 2024 年 7 月 10 日通过了专家组长复核，并于 2024 年 7 月 24 日通过了广州市环境技术中心组织的专家复核，方案经修改完善后广东省建设用地污染地块信息系统备案，可作为下一步环境修复的依据。

根据《修复方案》，修复项目主要规模为：土壤砷的修复面积为 8283m^2，需修复土方量为 23693m^3，最大修复深度 5.0m。其中经鉴别为危废土壤方量为 535m^3，开挖后交由危废处置单位进行处置。另在地块区北边 864m^2 为电房及地铁管控区，涉及污染土方量为 2355m^3，采用东、南、西三侧的垂直水泥搅拌桩、水平加铺 HDPE 防渗膜+厚度 10cm 的 C25 混凝土面层）等原位工程管控措施。扣除渣块约 1578.8m^3，剩余 19306.2m^3 污染土采用水泥窑协同处置技术进行处置。

修复项目工作分两个阶段开展，具体修复工作内容包括：

（1） 第一阶段工作内容

1）危废土的开挖、委外处置、危废基坑第三方评估；

2）第一阶段污染土壤开挖、运输、暂存、外运输、水泥窑协同处置，修复范围包括R1-4、R2-1-1、R2-2、R2-3、R3-1-1、R4-3、R5-3区域。

（2）第二阶段工作内容

1）第二阶段污染土壤开挖、运输、暂存、外运输、水泥窑协同处置，修复范围包括：R1-1、R1-2、R1-3、R2-1-2、R3-1-2、R4-1、R4-2、R5-1、R5-2；

2）第二阶段修复工程通过效果评估后，在采取风险管控措施后的地铁和电房保护区范围下游建设地下水监测井。

根据相关规定，污染场地修复工程完成后，需进行场地修复效果进行调查和效果评估，判断是否达到验收标准。在场地修复验收合格后，场地方才可进入再利用开发程序。

2024 年 12 月 24 日，第一阶段修复效果评估工作通过广州市环境技术中心组织召开的专家评审会评审结果认为阶段性效果评估内容较全面，修复过程二次污染防治措施基本得当，修复效果达到土壤污染风险评估报告等文件确定的第二类用地修复目标，效果评估的结论可作为开展下一步环境管理的依据。

我司于 2024 年 11 月至 2025 年 3 月开展了广州市木材公司地块第二阶段土壤污染修复效果评估工作，内容包括污染场地基坑清挖效果评估、疑似污染土壤效果评估、冲洗后渣块（筛上物）效果评估、污染土壤异地处置效果评估，另外委托第三方检测单位广州竞轩环保科技有限公司进行危废清挖效果评估验收。

我司结合修复效果评估监测结果以及现场踏勘调研情况，并根据原环境保护部《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ25.5-2018）的要求，同时审查了《广州市木材公司地块土壤污染修复施工总结报告（第二阶段）》（简称“《施工总结报告》”）和《广州市木材公司地块土壤污染修复环境监理报告（第二阶段）》（简称“《环境监理报告》”）等相关资料，编制完成《广州市木材公司地块第二阶段土壤污染修复效果评估报告》（简称“《阶段效果评估报告》”），报广州市生态环境局评审。

2 工作依据

2.1 法律法规、政策

表 2.1-1 相关的法律法规、政策文件

序号	名称	实施时间/文件号
法律法规		
1	《中华人民共和国环境保护法》	2015 年 1 月 1 日
2	《中华人民共和国水污染防治法》	2018 年 1 月 1 日修订
3	《中华人民共和国大气污染防治法》	2018 年 10 月 26 日修订
4	《中华人民共和国环境噪声污染防治法》	2018 年 12 月 29 日修订
5	《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》	2020 年 4 月 29 日修订
6	《中华人民共和国土壤污染防治法》	2019 年 1 月 1 日
7	《国家危险废物名录》	2021 年 1 月 1 日
8	《危险废物转移联单管理办法》	1999 年 10 月 1 日
9	《建设项目环境保护管理条例》	1998 年 11 月 18 日
10	《建设工程安全生产管理条例》	2003 年 11 月 12 日
11	《危险化学品安全管理条例》	2011 年 2 月 16 日
12	《废弃危险化学品污染环境防治办法》	2005 年 10 月 1 日
政策文件		
14	《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
15	《国务院办公厅关于印发近期土壤环境保护和综合治理工作安排的通知》	国办发〔2013〕7 号
16	《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
17	《土壤污染防治行动计划》	国发〔2016〕31 号
18	《广东省土壤污染防治行动计划修复方案》	粤府〔2016〕145 号
19	《广州市土壤污染防治行动计划工作方案》	穗府〔2017〕13 号
20	《污染地块土壤环境管理办法（试行）》	部令 第 42 号
21	《关于印发广州市申请使用建设用地规则的通知》	穗府〔2015〕15 号
22	《广州市土壤环境保护和综合治理方案》	穗环〔2014〕128 号

序号	名称	实施时间/文件号
23	《广州市环境保护局关于进一步做好工业企业场地再开发利用环保工作的通知》	穗环〔2015〕91 号
24	《广州市环境保护局办公室关于加强污染场地治理修复工程验收监测工作的通知》	穗环办〔2015〕193 号
25	《广州市环境保护局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环境监管工作的通知》	穗环〔2015〕215 号
26	《关于印发广州市污染地块再开发利用环境管理修复方案（试行）的通知》	穗环〔2018〕26 号
27	《广东省 2019 年土壤污染防治工作方案》	粤环发〔2019〕4 号
28	《广州市土壤污染状况调查及修复效果评估监测质量监督工作指引》	穗环〔2023〕88 号

2.2 标准规范、导则

表 2.2-1 相关的技术导则、标准及规范

序号	名称	标准号/文号
国家标准、导则及规范		
1	《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》	GB36600-2018
2	《地下水质量标准》	GB/T14848-2017
3	《污水综合排放标准》	GB8978-1996
4	《水污染排放限值》	DB44/26-2001
5	《环境空气质量标准》	GB3095-2012
6	《大气污染物综合排放标准》	GB16297-1996
7	《大气污染物排放限值》	DB44/27-2001
8	《恶臭污染物放标准》	GB14554-93
9	《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》	GB18599-2001
10	《危险废物贮存污染控制标准》	GB18597-2001
行业标准、导则及规范		
11	《建设用地土壤污染状况调查 技术导则》	HJ25.1-2019
12	《建设用地土壤污染风险管控和修复 监测技术导则》	HJ25.2-2019
13	《建设用地土壤污染风险评估技术导则》	HJ25.3-2019
14	《建设用地土壤修复技术导则》	HJ25.4-2019
15	《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

序号	名称	标准号/文号
16	《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》	HJ25.6-2019
17	《污水监测技术规范》	HJ 91.1-2019
18	《地下水环境监测技术规范》	HJ 164-2020
19	《土壤环境监测技术规范》	HJ/T 166-2004
20	《环境空气质量手工监测技术规范》	HJ/T 194-2005
21	《建设用地土壤污染防治 第 3 部分：土壤重金属监测质量保证与质量控制技术规范》	DB 4401/T 102.3-2020
22	《全国土壤污染状况评价技术规定》	环发〔2008〕39 号
23	《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》	环保部 2014.11
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	《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）》	2024-5392（生态）
26	《广州市工业企业场地环境调查、治理修复及效果评估技术要点》	穗环办〔2018〕173 号
27	《广州市生态环境局关于印发广州市污染地块土壤异地处置异地修复评审指南等评审管理指南的通知》	穗环〔2021〕96 号
28	《广州市生态环境局关于印发广州市污染土壤水泥窑协同处置环境管理要点的通知》	穗环〔2023〕91 号
29	《建设用地土壤污染防治 第 8 部分：风险管控和修复效果评估技术规范》	DB4401/T 102.8-2024

2.3 项目文件

表 2.3-1 其他文件

序号	名称	时间
1	《广州市木材公司地块土壤污染状况初步调查报告》	2021 年 12 月
2	《广州市木材公司地块土壤污染状况详细调查报告》	2021 年 12 月
3	《广州市木材公司地块土壤污染状况风险评估报告》	2021 年 12 月
4	《广州市木材公司地块土壤污染修复方案》	2024 年 7 月
5	《广州市木材公司地块土壤污染修复环境监理方案》	2024 年 7 月
6	《广州市木材公司地块土壤污染修复效果评估方案》	2024 年 7 月
7	《广州市木材公司地块土壤污染修复施工总结报告（第二阶段）》	2024 年 11 月
8	《广州市木材公司地块土壤污染修复环境监理报告（第二阶段）》	2024 年 11 月
9	《广州市木材公司地块危险废物土壤清挖完成情况验收报告》	2024 年 11 月

2.4 相关术语

（1）**清洁土**：本项目中特指前期调查评估确认土壤中污染物含量不会对人体健康造成影响的土壤。

（2）**疑似污染土**：本项目中在地块前期调查评估未确定有污染但存在污染可能性的土壤，如位于污染土层上、下 0 m～0.5 m 或 0 m～1 m，但未纳入效果评估监测的土壤等。

（3）**环境管理土**：本项目中在地块前期调查评估确定超一类用地筛选值未超二类用地筛选值的土壤。

（4）**疑似环境管理土**：本项目中既属于疑似污染土，又属于环境管理土的土壤，经检测合格作为环境管理土处理，超过修复目标值则作为污染土处理。

（5）**危险废物**：

本项目在前期危险废物鉴别过程中判定为具有危险特性的含砷污染土壤。

（6）**电房、地铁保护区**：本项目中在地块前期经相关部门审核同意划定的地铁 5 号线东围站 A 出口以南 10.1m 区域（含电房 28m^2）为电房、地铁保护区，同时作为修复工程的管控区。

3 地块概况

3.1 场地概况

3.1.1 基本概况

3.1.1.1 地理位置

广州市木材公司地块位于广州市天河区黄埔大道东 580 号，地块中心经纬度为东经 113°23′45.32″，北纬 23°6′38.82″，地块面积为 32173.18m^2，地块北侧为黄埔大道东，东临广州环城高速，南面靠近珠江，西面紧邻广东海警局。

3.1.1.2 场地周边敏感目标

地块周边 1km 范围内，敏感目标主要为居民区和敏感水体，居民区包括车陂街道的沙美社区和西湖社区，前进街道的前进村和石溪村；敏感水体则有位于地块西侧 284m 的车陂涌和位于南侧 126m 的珠江。

3.1.1.3 场地未来用地规划

根据广州市人民政府文件穗府函〔2019〕139 号《金融城东区控制性详细规划通告附图》，项目地块利用规划文化设施用地（A2）和部分防护绿地（G2），属于第二类用地。

3.1.1.4 场地现状和用地历史

项目地块建厂前为农用地、水塘，1958年建厂成立广州市木材公司，主要从事原木贮存，没有加工工艺；1980年左右，厂内增设了锯木车间，存在锯木工序，该工序的作用主要是将大木材按客户需求锯成小木料，不存在其它加工工序；2000年，广州市木材公司改制停止经营，厂房出租给别克、雪佛兰等做4S店，主要从事汽车维修，东侧原装卸工作台和邻近黄埔大道的区域则出租作商铺。

项目地块目前基本处于闲置状态，地块内的汽车4S店已全部搬迁，地块内无生产设备遗留，厂房闲置。地块东侧的商铺仍有部分在经营，主要销售建筑材料；地

块南部为建筑材料的露天存放场，主要堆存有水泥、沙、砖等建材。2021年1月，对地块内的地面建筑进行了拆除。

3.1.2 环境特征

3.1.2.1 区域地质

天河区内构造格局简单，主要断层为瘦狗岭断层，其分布于天河区中部，紧邻广深铁路，走向近东西向，与广深铁路基本一致，该断面向南倾，倾角较陡，一般50~85°，构造带以硅化岩、构造角砾岩、硅化破碎岩和糜棱岩为主，表现为兼具平移的正断层，其为控制性构造，在侏罗纪以前早已形成，直到第四系还有活动，不仅控制了区内元岗等岩体的侵入活动，还控制了广州轻微隆起区的形成和发展，并被多组北东，北西向次一级断层切错。该断层的活动表现在断裂两侧的地貌差异，北盘为隆起陵台地区，发育多级夷平面和阶地，南盘为海陆冲积平原，仅发育一级河流阶地。天河区基岩分布受瘦狗岭断层控制，断层北缘隆起带基岩为燕山三期、四期花岗，局部为震旦系混合岩、片麻岩。出露的相应土层为花岗岩残积土（杂色砂质粘性土），如燕塘、天河客运站、植物园、龙洞、柯木朗、大观路北等地段；区内瘦狗岭断层以南为白垩系砾砂岩、粉砂岩、砾岩、泥岩，出露的相应土层为砾砂岩残积土（棕红色粉质粘土、碎石土，如员村、洗村、棠下村、华景新城、珠江新城、广州金融丑等地段。区内还零星分布有第四系冲洪积层（粉质粘土、砂土）及软土层（淤泥），第四系冲洪积层主要分布在古地貌如山前洼地、丘间谷地，如龙洞、沙河等地段。区内软土主要分布于珠海北岸，如珠海新城、广州金融城一带，但其厚度较薄。

3.1.2.2 区域水文地质

参考天河区内其它的地勘调查结果，在天然状态和天然条件下，地块所在区域地下水埋藏水位介于 1.10-1.40m 之间。主要由上层湾水和潜水组成。上层滞水主要

储存于地下水潜水面以上的素填土上部地带，这一地带属于与饱水带有直接水力联系的季节性含水层。潜水属场地下部地下水，主要储存于素填土下部、冲积砂层的孔隙和基岩风化裂隙中。水位稳定性一方面受大气降水等地 表水体补给、掺入，另一方面受上下部含水带的水力联系影响。水位埋深浅，高差小，说明土层间相互水力联系较好，透水性较强，富术性较好。

根据 2009 年 8 月正式发布的《广东省地下水功能区划》（粤办函[2009]459 号）文件，广州市木材公司地块所在区域浅层地下水划定为属“珠江三角洲广州芳村至新塘地质灾害易发区（H074401002S01）”，地下水类型主要为孔隙水和裂隙水，现状水质类别为 I-III 类，地下水功能区保护目标为 III 类，维持较高水位，边界地下水位始终不低于邻近咸水区地下水位，区域内局部地下水存在 Fe、pH 超标。

根据 2016 年中国地质科学院水文地质环境地质研究所编制完成的广州市浅层地下水质量状况图，项目所在位置浅层地下水不宜作为饮用水源。

广州市地处南方丰水区，境内河流水系发达，大小河流（涌）众多，水域面积广阔，集雨面积在 100 平方公里以上的河流共有 22 条，老八区主要河涌有 231 条、总长 913 公里，不仅构成独特的岭南水乡文化特色，也对改善城市景观、维持城市生态环境的稳定起到突出的作用。

广州市水资源的主要特点是本地水资源较少，过境水资源相对丰富。全市水域面积 7.44 万公顷，占全市土地面积的 10%，主要河流有北江、东江北干流及增江、流溪河、白坭河、珠江广州河段、市桥水道、沙湾水道等，北江、东江流经广州市汇合珠江入海，本地平均水资源总量 79.79 亿立方米。以本地水资源量计，每平方公里有 106.01 万立方米，人均 1139 立方米，是全国人均水资源占有量的二分之一。过境客水资源量 1860.24 亿立方米，是本地水资源总量的 23 倍。客水资源主要集中在南部网河区和增城市，其中由西江、北江分流进入广州市区的客水资源量达 1591.5

亿立方米，由东江分流进入东江北干流的客水资源量为 142.03 亿立方米，增江上游来水量 28.28 亿立方米。南部河网区处于潮汐影响区域，径流量大，潮流作用也很强。珠江的虎门、蕉门、洪奇沥三大口门在广州市南部入伶仃洋出南海，年涨潮量 2710 亿立方米，年落潮量 4088 亿立方米，与三大口门的年径流量 1377 亿立方米比较，每年潮流可带来大量的水量，部分是可以被利用的淡水资源。

天河区地表水资源有沙河涌、猎德涌、员村涌、潭村涌、程界涌、棠下涌、车陂涌、深涌等 8 条主要河涌，总长 69.43 公里。另外还有近 20 条支涌、小涌，共长 16 公里。此外，天河区位于珠江北岸，有江岸线 11 公里；有耙齿沥水库、龙洞水库、新塘水库和麓湖、天河公园中心湖等，地块东边为深涌主涌，南边为珠江。

3.1.2.3 地块地质概况

根据地质勘察和钻孔分析，地块地层结构扣除地表建筑碎石块，自上而下依次主要为杂填土、淤泥质土、粉质粘土。

①杂填土：杂色，由粉质黏土、中粗砂、砼块及少量砼块等堆填而成，稍湿，结构松散。层厚度 0.3~2.7m，平均厚度 1.5m；

②淤泥质土：灰黑色，饱和，软塑，以粘粒为主，富含有机质及少量粉细砂，局部含砂粒。厚度 0.3~4.3m，平均厚度 3.5m；局部区域在该土层上方存在粉质粘土或砂质粘土；

③粉质粘土：红棕色，稍湿，可塑，主要由粘粒组成，土质不均，粘性一般，含少量粉粒。勘探深度 6m 范围内，揭露土层厚度 0.5~2.5m，平均厚度 1.1m。

3.1.2.4 地块水文地质概况

经调查显示，项目地块内地下水基本为上层滞水，埋深为 0.9m~3.08m，水位高程为 0.18m~1.36m。采样调查期间，项目地块地下水流向总体为东北流向西南，最终流向西南侧的珠江。

3.1.2.5 气象条件

天河区，位于北回归线以南，属南亚热带海洋性季风气候区，气候温暖湿润，雨量充沛。南亚热带季风气候显著，同时受低纬度海洋湿润气流的调节，日照充足，热量丰富，长夏无冬，雨量充沛，干湿季明显，暖湿气流盛行，气候高温多雨。受季风环流所控制，冬季处于极地大陆高压的东南缘，常吹偏北风，且恰在冷暖气团交替地带，气象要素变化大；夏季受副热带高压及南海低压槽的影响，常吹偏南风，因而摆脱了回归干燥带及信风带的影响，而表现出季风气候的特色。但热带气旋、暴雨、洪涝、干旱、寒潮和低温阴雨也常出现。

本地区年平均气温 21.8℃，一月最低气温 0℃，8 月最高气温 38.7℃，日照时间长，年日照时数高达 1862 小时，2～4 月份日照时数较短，7～10 月份日照时数最多。同时，本地区雨量充沛，年降雨量大都在 1700 毫米左右，降雨量多集中在 4～9 月，占全年 81%左右，年均相对湿度为 77%。广州季风变化明显，全年风向多为北风，频率为 21.3%，多出现在 9 月～翌年 3 月，其次为东南风和东风，风频率为 13.9%，主要出现在 4～8 月，常年平均风速 1.9m/s，静风频率为 33%，夏秋间常有台风侵扰，风速达 28m/s，绝对最大风速可达 33.7m/s。

3.2 地块调查评价结论

土壤污染状况调查单位于 2020 年 9 月至 2021 年 11 月间对场地开展了场地环境调查及风险评估工作，分为第一阶段场地环境调查、第二阶段场地环境调查和场地健康风险评估三个阶段实施，于 2021 年 11 月编制完成了《初步调查报告》、《详细调查报告》、《风险评估报告》，2021 年 12 月通过了广州市生态环境局的备案。

3.2.1 土壤污染状况调查总体结论

3.2.1.1 地块污染成因分析

在初步采样调查阶段，根据调查结果，超筛土壤点位位于历史水塘回填区，推

断地块内的土壤砷污染来源可能跟历史水塘回填的回填土有关。在详细调查阶段，重点对历史水塘回填区进行了采样监测，根据详细采样调查结果，历史水塘回填区周边土壤确实存在土壤砷含量超风险筛选值。土壤污染状况调查阶段查明的土壤砷超筛选值点位与历史水塘回填区域高度重合。因此，可以明确地块内土壤砷的污染来源为历史水塘回填土。

对于地下水，MTW07 的水土合并孔位 2SMT11 的土壤砷含量亦超过风险筛选值，土壤砷含量最大为 172mg/kg，点位污染深度为 2.5~3.7m，地下水埋深为 1.7m，土壤污染深度在地下水稳定水位以下，可以明确地下水中砷含量超标与土壤砷含量超筛选值相关。

3.2.1.2 土壤砷超筛选深度

根据初步采样调查和详细采样调查阶段的调查结果显示，项目地块内共 27 个土壤砷超筛选值点位，超筛选值点位连片集中无孤立点位，土壤砷超筛选值样品的采集深度介于 0.3m~4.7m，查明的最大污染深度为 4.7m。

3.2.1.3 超筛面积、方量统计结果

根据确定的统计原则，本项目地块土壤砷超筛选值面积约 8283m^2，砷超筛选值土壤方量约为 23693m^3。

3.2.1.4 土壤污染状况详细调查总体结论

（1）本项目地块经过第一阶段和第二阶段土壤污染状况调查，结果表明项目地块内土壤和地下水均存在砷超筛选值，确认项目地块为污染地块。

（2）以未超筛选值点位连线、原历史水塘回填边界和地块红线确定污染范围，项目地块土壤砷污染范围约 8283m^2，超筛选值深度为 0.3~4.7m，超筛选值土方量约 23693m^3。

（3）本项目地块存在土壤和地下水超筛选值，需要启动风险评估工作。

3.2.2 风险评估结论

3.2.2.1 场地风险评估结论

根据广州市人民政府文件穗府函〔2019〕139 号《金融城东区控制性详细规划通告附图》，广州市木材公司地块利用规划文化设施用地（A2）和部分防护绿地（G2），属于第二类用地。基于第二类用地方式下，对项目地块的关注污染物砷进行风险评估，结果表明：

（1）项目地块土壤砷存在不可接受的致癌风险和非致癌危害，对使用人群存在健康隐患；

（2）地下水不开发、不饮用的情况下，地下水中砷的人体健康风险水平可以接受。

人体健康的土壤砷风险控制值计算结果为 1.49，具体见表 3.2-1。

表 3.2-1 土壤砷风险控制值计算结果（mg/kg）

致癌风险控制值	非致癌风险控制值	风险控制值
RCVSn	HCVSn	
1.49E+00	8.87E+01	1.49E+00

3.2.2.2 场地修复目标结论

根据导则要求制定各关注污染物砷的修复目标值，并划定修复范围：

（1）《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）的规定，修复目标值确定的依据为：分析比较按照 HJ25.3 计算的土壤风险控制值和地块所在区域土壤中目标污染物的背景含量和国家有关标准中规定的限值，合理提出土壤目标污染物的修复目标值。

（2）《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》的规定：初步修复目标值，是根据场地可接受污染水平、场地背景值或本底值、经济技术条件和修复方式（修复和工程控制）、当地社会经济发展水平等因素综合确定的、场地土壤中的污染物修复后需要达到的限值。污染场地最终修复目标的确定，还应综合考虑修复后土壤的最终去向和使用方式、修复技术的选择、修复时间、修复成本以及法律法

规、社会经济等因素。

根据导则要求和项目的实际情况，本项目土壤修复目标值的设置原则为：

（1）原则上用风险控制值作为修复目标值，当风险控制值低于筛选值时，则采用筛选值作为修复目标值；修复目标值应低于国家风险管制值。

（2）如当地背景值高于筛选值和风险控制值，则选取背景值作为修复目标值。基于以上原则，本地块未来第二类用地场景下，土壤中砷的修复目标值为 60mg/kg。

表 3.2-2 土壤修复目标值

污染物	风险控制值	风险筛选值	风险管制值	修复目标值
砷	1.49mg/kg	60mg/kg	140mg/kg	60mg/kg

3.2.2.3 场地修复范围及工程量结论

根据地块第二类用地土壤污染风险评估结果及所确定的修复目标值，最终确定需要修复的土壤污染物为砷。

根据各超标点位污染深度的不同，第二类用地区域土壤修复范围共分五层，分别是第一层（0~1m）、第二层（1~2m）、第三层（2~3m）、第四层（3~4m）、第五层（4~5m）。总体修复范围约为 8283m^2，合计修复土方量约为 23693m^3。

1）第一层（0-1.0m）修复范围及拐点

第一层修复范围划分为 4 个区域，修复面积共计约 2430m^2，修复深度为 0-1m，合计土方量约 2430m^3。

2）第二层（0.5-1.5m）修复范围及工程量

第二层修复范围划分为3 个区域，修复面积共计约7136m^2，修复深度为1.0-2.0m，合计土方量约7136m^3。

3）第三层（2.0-3.0m）修复范围及工程量

第三层划修复范围划分为 1 个区域，修复面积共计约 6695m^2，修复深度为 2.0-

3.0m，合计土方量约 6695m^3。

4）第四层（2.5～3.5m）修复范围及工程量

第四层划分为 3 个区域，修复面积共计约 5254m^2，修复深度为 3.0-4.0m，合计土方量约 5254m^3。

5）第五层（4.0～5.0m）修复范围及工程量

第四层划划分为 3 个区域，修复面积共计约 2179m^2，修复深度为 4-5m，合计土方量约 2179m^3。

3.2.2.4 场地环境管理土范围与土方量结论

本地块初步采样调查阶段，调查结果显示存在超一类用地风险筛选值但未超二类用地风险筛选值的环境管理土，具体超筛指标为铅、石油烃（C_{10}~C_{40}）、乙苯、苯并[a] 芘等 4 项，超筛范围为 9672m^2，土方量为 13906m^3。

1）第一层（0-1m）环境管理土范围

第一层（0-1m） 环境管理土面积 9248m^2，土方量为 9114m^3。

（2）第二层（1-2m ）环境管理土范围

第二层（1-2m ）环境管理土面积 6047m^2，方量为 4792m^3。

（3）第三层（2-3m ）环境管理土范围

第三层（2-3m ）环境管理土面积 88m^2，管控方量为 88m^3。

（4）第四层（3-4m）环境管理土范围

第四层（3-4m）环境管理土面积 1083m^2，方量为 1083m^3。

（5）第五层（4-5m）环境管理土范围

第五层（4-5m）环境管理土面积 1276m^2，方量为 1276m^3。

3.3 场地修复方案

3.3.1 修复技术路线

修复工程由广州市番禺环境工程有限公司负责实施。场地修复单位于 2024 年 6 月制定了《广州市木材公司地块土壤污染修复方案》，2024 年 7 月 4 日通过了土地使用权人组织的专家评审会，并于 2024 年 7 月 24 日通过了广州市环境技术中心组织的专家复核，2024 年 8 月 2 日，完成在广东省建设用地污染地块信息系统备案。

3.3.2 修复技术路线

根据《修复方案》，场地修复工程规模为修复污染土壤约 23693m^3，其中经鉴别为危废的土方量为 535m^3，预计≥5cm 渣块量约为 1578.8m^3，最终需外运处置的污染土为 19306m^3。对污染区 0～5m 污染土壤采用采取清挖后统一运至水泥窑接收厂家进行协同处置的方式进行修复。

3.3.3 修复技术可行性分析

本项目地铁和电房保护区内禁止施工，保护区的污染土无法扰动，采用管控的模式降低该部分污染土的环境影响，本章节不再对保护区内污染土进行修复技术筛选，只对保护区外污染土进行修复技术筛选。

根据《污染场地修复技术目录（第一批）》（2014 年），土壤常用修复技术包括固化/稳定化技术、化学氧化/还原技术、土壤洗脱技术、水泥窑协同处置技术、土壤植物修复技术、土壤阻隔填埋技术、生物堆技术等。

本项目外污染土采用异地处置的修复策略，本章节对水泥窑协同处置技术、土壤阻隔填埋技术在异地处置模式下的适用性进行筛选。

技术筛选的考量因素：基于本地块开发紧迫要求工期短、地块价值高、要求彻底消除污染、重金属污染难以消除的特点，综合考虑修复效果、修复时间、修复成本及其他相关因素。

本项目土壤污染物主要为重金属砷，不涉及 VOCs 和 SVOCs 等挥发性、半挥发

性有机污染物。在异地处置修复策略下，适用于本项目的土壤修复技术有水泥窑协同处置技术、土壤阻隔填埋技术等。

本章节对水泥窑协同处置技术、土壤阻隔填埋技术在本项目的适用性进行筛选。修复技术筛选对比情况见表 3.3-1。

本项目污染区域均为重金属污染，为单一重金属污染。结合土壤修复技术的适用性、场地污染特征、污染物情况、最终修复目标值、场地水文地质条件、场地后期开发要求等，就国内污染土壤常用修复技术进行筛选。本项目重金属污染区分为五层，超修复目标值的污染物为砷。

表 3.3-1 重金属污染土壤修复技术筛选表

修复技术	异位阻隔填埋技术	水泥窑协同处置技术
场地污染特征适用性	适用	适用
场地水文地质条件适用性	适用	适用
工期	较长	短
成本和运行费用	中到高	中
局限条件	广州市内或周边可选择的填埋场地较少，每年可用于阻隔填埋的污染土库容较少	需要进行土壤外运输
筛选结果	不适用	适用

因为本项目工期要求紧，为加快本项目污染土外运进行水泥窑协同处置的速度，也为了避免水泥窑停窑维修对本项目进度造成影响，修复单位拟选用的水泥窑协同处置单位为韶关海螺环保科技有限公司、清远海螺环保科技有限责任公司、阳春海螺环保科技有限责任公司。以上三家均属于安徽海螺集团有限责任公司，拟可接收污染土量分别为 13000t、7000t 以及 15000t，处置期分别为 19 天、37 天以及 30 天，可满足本项目 19306.2m^3 约 30890t 拟处置污染土量及工期要求。

综合考虑技术成熟性、处理效果、修复时间、修复成本、修复工程的环境影响等因素，并结合业主对场地开发和工期的实际要求，采用水泥窑协同处置修复技术

处理本地块污染土壤可行。

3.4 第二阶段修复实施情况

3.4.1 第二阶段修复施工总体部署

第二阶段修复工作于 2024 年 11 月 14 日开始污染土清挖，至 2025 年 2 月 15 日完成第二阶段全部污染土壤清挖，污染土壤清挖工作历时 93 日完成。

第二阶修复项目根据工程进度划分污染土壤清挖阶段、污染介质处理处置阶段和基坑回填阶段等四个阶段。

污染土壤清挖阶段分为污染区放线测量、污染土壤开挖转运、污染土壤预处理与暂存等，该项工作自 2024 年 11 月 14 日开始实施，于 2025 年 2 月 15 日完成。

污染介质处理处置包括污染土壤外运、筛上物冲洗、污废水处理等。该项工作自 2024 年 11 月 18 日开始实施，于 2025 年 2 月 27 日完成。

基坑回填阶段包括筛上物、清洁土、环境管理土的回填与压实，该项工作在第二阶段修复效果评估完成、通过行政主管部门组织的专家评审会后开展。

3.4.2 污染区域拐点定位

在第污染区域修复施工前，修复单位对污染区域拐点定位，定位复核结果均报环境监理进行审核。

3.4.3 污染土壤清挖阶段

3.4.3.1 开挖范围测量控制

施工前组织熟练精干的测量队伍对业主提供的平面和高程控制点进行复测，并据此建立平面控制网和水准控制网，其精度必须满足测量规范和设计要求；对业主提供的控制点需加以保护，并用油漆加以清楚标注。

本工程施工测量要求的施测精度很高，必须精心施测并整理成果。测量成果必须满足工程测量规范和基坑工程有关规范要求，而且要快速准确，保证工程进度要

求。

根据基准点和水准点，在施工场地内设立施工用的平面控制网和水准控制网，经复核无误后方可使用。施工期间应经常复测并注意保护。根据测量控制点，准确测放出各个土壤污染区域拐点，经工程监理复核后开始开挖，确保土壤污染区域定位准确。

（1）测量准备工作

1）制定污染区域清挖施工测量放线测量方案，经监理方审批后开始施工放线；

2）熟悉图纸、了解污染区域拐点放线的相关要求，校核图纸中相关数据，掌握测量放线所需要的几何尺寸及相关数据。

为能准确及时进行污染区域定位选用适合、高效的测量仪器。本工程测量仪器配备见表 3.4-1。

表 3.4-1 主要测量用具

序号	测量器具名称	数量	用途
1	RTK 设备	1 台	坐标点测量/标高控制
2	水准仪	1 台	标高控制
3	塔尺	1 把	标高控制
4	钢尺	1 把	量距
5	全站仪	1 台	坐标点测量
6	对讲机	3 部	通讯联络
7	手提电脑	1 部	计算验算

（2）土方施工测量及过程监控

采用全站仪与水准仪实测现场地形，踩点间隔不大于 20m，测量场地高程，了解场地的标高状况，为清挖深度的控制和结算提供依据。

依据场区平面控制桩与污染区域分布图，利用全站仪将污染土壤清挖区域按污染类型、开挖范围不同分别测放出拐点坐标，用白灰撒出边界线。

在开挖线范围一侧设置警示牌，分别设置醒目的颜色进行区分，并在警示牌上标明土壤污染类型、处理方式等详细内容，避免错挖。在完成放线工作后报请业主和工程监理等相关单位到工地现场对放线成果进行核查，经各方核查批准后再进下一步的施工工作。施工记录与验线：

（1）对施测所需的各类数据及施测方法均做好详细记录，要求做到原始有效，字迹工整，内容有可追溯性。

（2）每次施测完毕后，首先由测量人员进行自检，确认后交监理核验。

（3）测量验线人员按施工组织设计施工进度的安排，结合施工测量方案准确及时地做好各阶段的测量验收工作，紧密配合施工生产。

（4）验线工作与放线工作要做到人员、仪器和测量方法三分开，独立进行。验线的精度要高于放线。严禁验线与放线同时进行，严禁不经过验线就擅自施工的现象发生。

3.4.3.2 清挖原则

(1) 各类土壤的清挖分类开挖，避免交叉污染。

(2) 各类土壤场内运输过程中做好车辆清洁工作，避免出现道路遗撒、扬尘等，如运输过程中发现有遗撒的土壤，立即派遣工人对遗撒的土壤进行清扫收集，收集后的土壤对应归类至指定土壤的堆场。

(3) 污染土挖掘后及时装车运走，尽量减少因土壤扰动产生的环境影响。

(4) 对污染土层上、下 0m～0.5m 的土壤，如未纳入效果评估监测，在修复开挖过程中作为疑似污染土，实施单独存放和检测，对超过修复目标值的土壤采取必要的风险管控或修复措施；侧壁经效果评估单位检测合格后，放坡土按清洁土处理，如未经检测，放坡土按污染土处理。本项目超过修复目标值的疑似污染土按污染土修复（本项目第二阶段的疑似污染土未有检测超标）。

(5) 对于超一类用地筛选值但未超二类用地筛选值的环境管理土壤运往环境管理土堆场堆置，开挖和堆置均做好相应的记录，不与清洁土混合开挖和堆放，堆置后覆盖防尘网，日后回填时参考阻隔填埋区域标示牌的样式做好明确标记并提出环境管理措施建议。

(6) 对于既属于疑似污染土，又属于超一类用地筛选值但未超二类用地筛选值的环境管理土壤，如未纳入效果评估监测，归类为疑似环境管理土，与疑似污染土，开挖和堆置均做好相应的记录，实施单独存放和检测，检测合格则作为环境管理土单独存放，防雨膜覆盖，回填时参考阻隔填埋区域标示牌的样式做好明确标记并提出环境管理措施建议；对超过修复目标值的疑似污染土按污染土修复。

(7) 开挖过程中在危险废物上、下方 0~0.5m 的土壤，如原本属于污染土的，按污染土进行修复；

如原本不属于污染范围和环境管理范围的，如未纳入效果评估监测，按疑似污染土进行处理，归入疑似污染土存放和检测；

如原本不属于污染范围，但属于环境管理范围的，如未纳入效果评估监测，按疑似环境管理土进行处理，实施单独存放和检测，检测合格则作为环境管理土，超过修复目标值的疑似环境管理土按污染土修复。

清挖的基本施工程序为：准备工作→土壤范围边界定位（边界坐标放线）→测量验线→原地貌高程测量→土壤清挖并转运→开挖后高程与边界测量→基坑检测（如需）→基坑验收。

3.4.3.3 第一阶段与第二阶段工作分界线

本项目的污染土修复工作分两阶段进行，第一阶段修复工作和第二阶段修复工作的分界线见图 3.4-6，分界线的定位坐标见表 3.4-2。

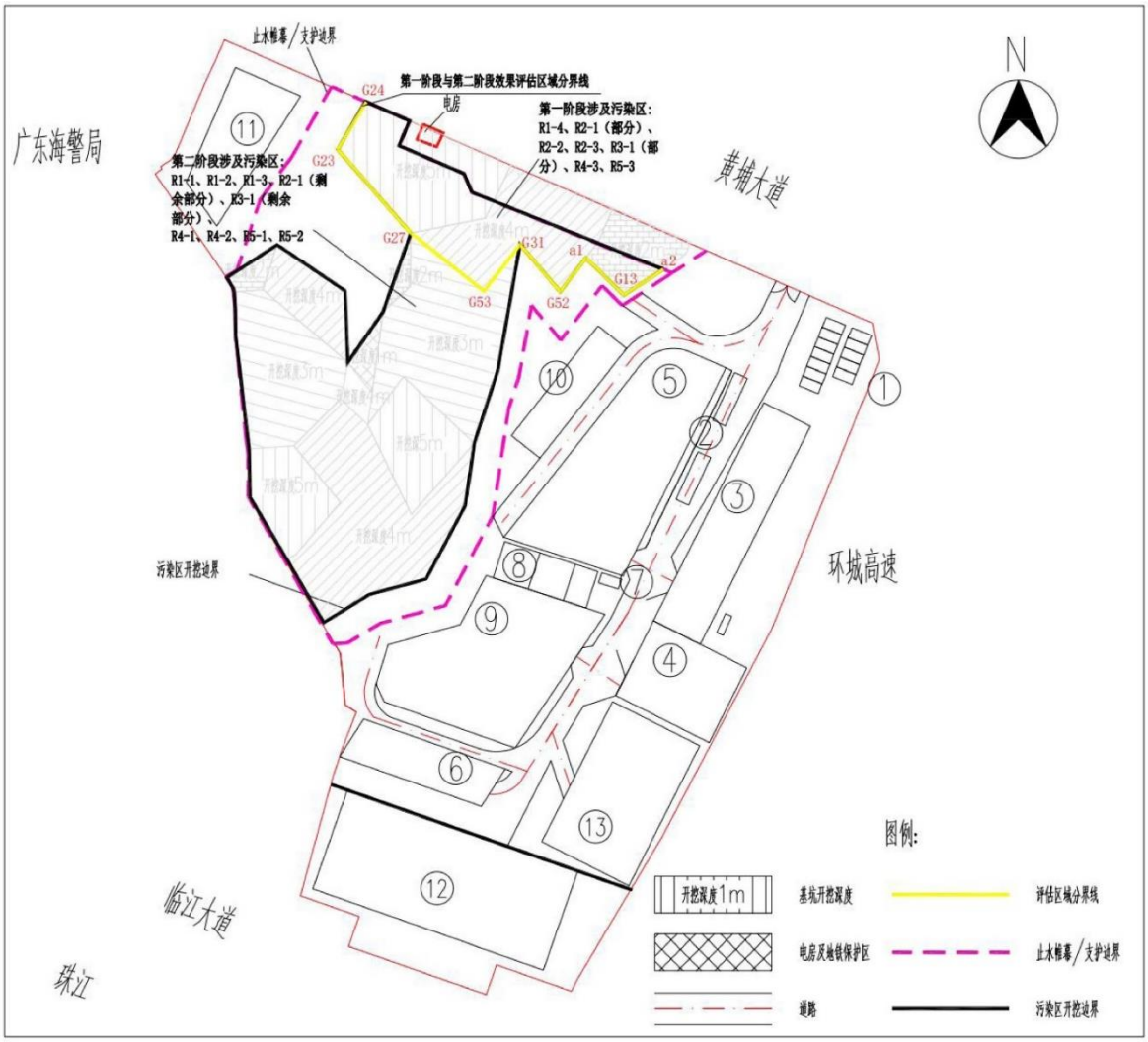


图 3.4-6 第一阶段修复工作和第二阶段污染土修复工作分界线图

表 3.4-2 第一阶段修复工作和第二阶段污染土修复工作分界线坐标表

拐点编号	X	Y
G24	2557044.677	38438079.803
G23	2557030.941	38438071.817
G27	2557006.905	38438092.645
G53	2556990.108	38438113.581
G31	2557003.472	38438123.924
G52	2556926.361	38438092.42
G13	2556988.829	38438153.649
a1	2556999.847	38438142.953
a2	2556996.899	38438166.065

3.4.3.4 第二阶段区域开挖顺序及各层实际开挖图

本项目第二阶段的污染区域污染土壤开挖顺序见表 3.4-3。

表 3.4-3 污染区域污染土壤开挖顺序表

顺序	**第 1 步**		**第 2 步**		**第 3 步**		第 4 步		**第 5 步**		**第 6 步**		**第 7 步**
所在层	第一层	→	第一层	→	第二层、第三层	→	第三层	→	第三层	→	第三层	→	第四、五层
土壤种类	污染土		疑似污染土、疑似环境管理土、环境管理土		环境管理土疑似污染土、		环境管理土		污染区扩挖		疑似污染土		污染土

3.4.3.5 污染土壤清挖

一、第二阶段第一层

（一）污染区清挖前后拐点坐标信息

（二） 开挖顺序

第二阶段第一层的开挖顺序：R1-3 污染土开挖→R1-2 污染土开挖→R1-1 污染土开挖→基坑检测→疑似环境管理土、疑似污染土、环境管理土分区域开挖→第二阶段第一层开挖结束。

（三）开挖过程

（1）R1-1 污染土开挖

1）实际开挖厚度：1.07m；

2）实际开挖面积：287m^2（该区域包含 1 个危废区域，因此实际污染土开挖的面积扣除危废区域开挖的面积）；

3）实际开挖方量（实方）：307.1m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：2 天（2024 年 11 月 18 日-11 月 19 日）。

（2）R1-2 污染土开挖

1）实际开挖厚度：1.07m；

2）实际开挖面积：858.5m^2；

3）实际开挖方量（实方）：884.3m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：3 天（2024 年 11 月 23 日—11 月 25 日）。

（3）R1-3 污染土开挖

1）实际开挖厚度：1.05m；

2）实际开挖面积：628m^2；

3）实际开挖方量（实方）：679.4m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：2 天（2024 年 11 月 15 日—2024 年 11 月 16 日）。

（4）ys2-2-1 疑似污染土开挖

1）实际开挖厚度：0.52m；

2）实际开挖面积：ys2-2-1，6m^2；

3）实际开挖方量（实方）：3.1m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：1 天（2025 年 1 月 1 日）。

（5）ys2-2-2 疑似污染土开挖

1）实际开挖厚度：0.51m；

2）实际开挖面积：19m^2；

3）实际开挖方量（实方）：9.7m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；开挖后并入疑似环境管理土堆进行管理；

5）工期：1 天（2025 年 1 月 1 日）。

（6）ys2-2-3 疑似污染土开挖

1）实际开挖厚度： 0.52m；

2）实际开挖面积：46m^2（由于 ys2-2-3 与疑似环境管理土紧邻，疑似环境管理土开挖后边界略大于设计的边界，导致该疑似污染土的开挖区域缩小）；

3）实际开挖方量（实方）： 9.7m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡，开挖后并入疑似环境管理土堆进行管理；

5）工期：1 天（2025 年 1 月 2 日）。

（7）ys2-2-4 疑似污染土开挖

1）实际开挖厚度： 0.53m；

2）实际开挖面积：725m^2（由于 ys2-2-4 与污染土紧邻，疑似环境管理土开挖后边界略大于设计的边界，导致该疑似污染土的开挖区域缩小）；

3）实际开挖方量（实方）： 384.3m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：1 天（2024 年 12 月 25 日）。

（8）hj2-1-1 环境管理土开挖

1）实际开挖厚度： 0.51m；

2）实际开挖面积：1482m^2（由于 hj2-1-1 与污染土紧邻，污染土开挖后边界略大于设计的边界，导致该环境管理土的开挖区域缩小）；

3）实际开挖方量（实方）： 755.8m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：1 天（2024 年 12 月 31 日）。

（9）hj2-1-2 环境管理土、hj2-2-3 环境管理土、yhj2-2-6 疑似环境管理土开挖

1）实际开挖厚度：hj2-1-2，0.39m；hj2-2-3，0.63m；yhj2-2-6，0.63m（hj2-1-2 的 0.4-0.5m 部分分别合并至 hj2-2-3 和 yhj2-2-6）；

2）实际开挖面积：hj2-1-2，134m^2；hj2-2-3，48m^2；yhj2-2-6，85m^2（由于 yhj2-2-6 与污染土紧邻，污染土开挖后边界略大于设计的边界，导致该疑似环境管理

土的开挖区域缩小）；

3）实际开挖方量（实方）： hj2-1-2，52.36m^3；hj2-2-3，30.2m^3；yhj2-2-6，52.9m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：2 天（2024 年 12 月 7 日-12 月 8 日）。

（10）hj2-1-3 环境管理土开挖

1）实际开挖厚度：0.49m（hj2-1-3 部分位置的起始标高较低，实际该层厚度较小，为保证日后疑似环境管理土的开挖量，该层的厚度根据实际调整，调整以污染点的标高为依据）；

2）实际开挖面积：1819m^2（由于 hj2-1-3 与污染土紧邻，污染土开挖后边界略大于设计的边界，导致该环境管理土的开挖区域缩小）；

3）实际开挖方量（实方）：891.3m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：2 天（2024 年 12 月 7 日、2025 年 1 月 7 日）。

（11）hj2-1-4 环境管理土、hj2-2-2 环境管理土、yhj2-2-4 疑似环境管理土开挖

1）实际开挖厚度：hj2-1-4，0m；hj2-2-2，0.59m；yhj2-2-4，0.63m（hj2-1-4 分别合并至 hj2-2-2 和 yhj2-2-4。hj2-2-2 起始标高较低，实际该层厚度较小，该层的厚度根据实际调整，调整以污染点的标高为依据）；

2）实际开挖面积：hj2-1-4，0m^2；hj2-2-2，43m^2；yhj2-2-4，128m^2（由于 hj2-2-2 与污染土、疑似环境管理土紧邻，污染土和疑似环境管理土开挖后边界略大于设计的边界，导致该环境管理土的开挖区域缩小；yhj2-2-4 与污染土、紧邻，污染土开挖后边界略大于设计的边界，导致该疑似环境管理土的开挖区域缩小）；

3）实际开挖方量（实方）： hj2-1-4，0m^3；hj2-2-2，49m^3；yhj2-2-4，80.6m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：2 天（2024 年 12 月 7 日、2025 年 1 月 1 日）。

（12）hj2-1-5 环境管理土、yhj2-2-3 疑似环境管理土开挖

1）实际开挖厚度：hj2-1-5，0m；yhj2-2-4，0.62m（hj2-1-5 合并至 yhj2-2-3。）；

2）实际开挖面积：hj2-1-5，0m2；yhj2-2-3，325m^2（由于 yhj2-2-3 与危废区、污染土紧邻，危废和污染土开挖后边界大于设计的边界，导致该疑似环境管理土的开挖区域缩小）；

3）实际开挖方量（实方）：hj2-1-5，0m^3；yhj2-2-4，201.5m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：2 天（2024 年 12 月 7 日、2025 年 1 月 7 日）。

（13）hj2-1-6 环境管理土、yhj2-2-5 疑似环境管理土开挖

1）实际开挖厚度：hj2-1-6，0m；yhj2-2-5，0.62m（hj2-1-6 合并至 yhj2-2-6）；

2）实际开挖面积：hj2-1-6，0m^2；yhj2-2-5，358m^2（由于 yhj2-2-5 与污染土紧邻，污染土开挖后边界大于设计的边界，导致该疑似环境管理土的开挖区域缩小）；

3）实际开挖方量（实方）： hj2-1-6，0m^3；yhj2-2-5，225.5m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：1 天(2024 年 12 月 8 日)。

（14）hj2-2-1 环境管理土开挖

1）实际开挖厚度：0.56m；

2）实际开挖面积：609m^2（由于 yhj2-2-5 与污染土紧邻，污染土开挖后边界大于设计的边界，导致该疑似环境管理土的开挖区域缩小）；

3）实际开挖方量（实方）：hj2-2-1，341m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：1 天（2025 年 1 月 1 日）。

（15）hj2-2-4 环境管理土开挖

1）实际开挖厚度：0.54m；

2）实际开挖面积：635m^2；

3）实际开挖方量（实方）： 342.9m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：1 天（2024 年 12 月 9 日）。

（16）yhj2-2-1 疑似环境管理土开挖

1）实际开挖厚度：0.53m；

2）实际开挖面积：793m^2（由于 yhj2-2-1 与污染土紧邻，污染土开挖后边界大于设计的边界，导致该疑似环境管理土的开挖区域缩小）；

3）实际开挖方量（实方）： 342.9m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：1 天（2025 年 1 月 2 日）。

（17）yhj2-2-2 疑似环境管理土开挖

1）实际开挖厚度：0.54m；

2）实际开挖面积：76m^2；

3）实际开挖方量（实方）： 41m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：1 天（2025 年 1 月 1 日）。

（6）清挖工程量

依据土壤污染区域的清挖基坑测量放线结果进行计算，第一层清挖污染土方 1870.7m^3，清挖疑似污染土 421m^3，清挖环境管理土 2457.7m^3，清挖疑似环境管理土 1634.9m^3。根据实测情况，基坑开挖实际开挖量与方案污染开挖量对比情况见表 3.4-6。

二、第二、第三层各区清挖施工过程

（一）污染区清挖前后拐点坐标信息

（二）清挖顺序

第二阶段第二、三层的开挖顺序：R2-1-2、R3-1-2 西、南边污染土→R2-1-2、R3-1-2 东边污染土→R2-1-2、R3-1-2 北边污染土→基坑检测→扩挖区开挖→环境管理土开挖→清洁土开挖→疑似污染土开挖→第二阶段第二、三层开挖结束。

（三）清挖过程

（1）R2-1-2、R3-1-2 污染土开挖

1）实际开挖厚度：1-3m 区域，2.03m；1-2m 开挖区 1，1.11m；1-2m 开挖区 2，1.05m；

2）实际开挖面积：2-3m 区域，4922m^2；1-2m 开挖区 1，249m^2；1-2m 开挖区 2，429m^2（以上面积未扣除 1-3m 危废区域面积）；

3）实际开挖方量（实方）：10356.9m^3（扣除危废方量）；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：17 天(2024 年 12 月 6 日-2025 年 1 月 6 日期间)；

（2）R3-1-2 超标扩挖区开挖

1）实际开挖厚度：基坑底扩挖区 1 和 2，0.5m；基坑底扩挖区 3，0.5m；基坑壁扩挖区 1，0.85m；基坑壁扩挖区 2，1m；基坑壁扩挖区 3，1m（以污染点的标高为控制依据，基坑壁扩挖区 1 附近的标高至 R4-2 的起始标高平均只有 0.85m，因此基坑壁扩挖区 1 的平均开挖厚度为 0.85m）；

2）实际开挖面积：基坑底扩挖区 1 和 2，684m^2；基坑底扩挖区 3，356m^2；基坑壁扩挖区 1，157m^2；基坑壁扩挖区 2，17m^2；基坑壁扩挖区 3，16m^2（因基坑壁扩挖区 1 部分位于 R4-1 上方，为避免影响 R4-1 的开挖时间，基坑壁扩挖区 1 加大开挖范围，把 ys2-6-2 疑似污染土及 R4-1 上方的清洁土均纳入至基坑壁扩挖区 1）；

3）实际开挖方量（实方）：基坑底扩挖区 1 和 2，342m^3；基坑底扩挖区 3，

178m^3；基坑壁扩挖区 1，133.5m^3；基坑壁扩挖区 2，17m^3；基坑壁扩挖区 3，16m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：2 天（2025 年 1 月 15 日、1 月 16 日）；

（3）ys2-6-2 疑似污染土开挖

1）实际开挖厚度：0.52m；

2）实际开挖面积：191m^2（由于 ys2-6-2 与污染土紧邻，污染土开挖后边界略大于设计的边界，导致该疑似污染土的开挖区域缩小）；

3）实际开挖方量（实方）：99m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：3 天（2025 年 1 月 19 日）；

（4）ys2-6-3 疑似污染土开挖

1）实际开挖厚度：0.52m；

2）实际开挖面积：444m^2（由于 ys2-6-3 与污染土紧邻，而且有部分区域与基坑壁扩挖区 2 重合，重合部分当作污染土处理，导致该环境管理土的开挖区域缩小）；

3）实际开挖方量（实方）：231m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：1 天（2025 年 2 月 11 日）；

（5）hj2-3-1、hj2-3-3、hj2-3-4、hj2-3-5 环境管理土开挖

1）实际开挖厚度：hj2-3-1，0.52m；hj2-3-3，0.51m；hj2-3-4，0.42m；hj2-3-5，0.32m；

2）实际开挖面积：hj2-3-1，602m^2；hj2-3-3，55m^2；hj2-3-4，44m^2；hj2-3-5，621m^2；（由于 hj2-3-1、hj2-3-3、hj2-3-4、hj2-3-5 均与污染土紧邻，污染土开挖后边界略大于设计的边界，导致该环境管理土的开挖区域缩小）；

3）实际开挖方量（实方）：hj2-3-1，313m^3；hj2-3-3，28.1m^3；hj2-3-4，18.5m^3；hj2-3-5，198.7m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：1 天（2025 年 1 月 18 日）；

（6）hj2-3-2、hj2-4-2 环境管理土开挖

1）实际开挖厚度：1.02m（hj2-3-2 与 hj2-4-2 完全重合，合并开挖）；

2）实际开挖面积：81m^2；（由于 hj2-3-2、hj2-4-2 均与污染土紧邻，污染土开挖后边界略大于设计的边界，导致该环境管理土的开挖区域缩小）；

3）实际开挖方量（实方）：82.6m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：1 天（2025 年 1 月 18 日）；

（6）开挖工程量

依据土壤污染区域的清挖基坑测量放线结果进行计算，清挖污染土方 1124.5m^3，清挖疑似污染土 215.5m^3，清挖环境管理土 525m^3。

三、第二阶段第四、第五层

（一）清挖基坑测量拐点坐标

（二）清挖顺序

第二阶段第三层的开挖顺序：部分 R4-2、R4-1、R5-2 污染土开挖开挖→R4-1、R5-2 基坑检测→剩余 R4-2、R5-1 污染土开挖→基坑检测→基坑放坡→第二阶段第四、五层开挖结束。

（三）清挖过程

（1）R4-1 污染土开挖

1）实际开挖厚度：1.03m；

2）实际开挖面积：409m^2；

3）实际开挖方量（实方）：421.3m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：1 天（2025 年 1 月 15 日）；

（2）R4-2 污染土开挖

1）实际开挖厚度：1.02m；

2）实际开挖面积：2833m^2；

3）实际开挖方量（实方）：2889.7m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：7 天（2025 年 1 月 12 日-2 月 14 日）。

（3）R5-1 污染土开挖

1）实际开挖厚度：1.03m；

2）实际开挖面积：528m^2；

3）实际开挖方量（实方）：543.8m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：2 天（2025 年 1 月 13 日、1 月 17 日）。

（4）R5-2 污染土开挖

1）实际开挖厚度：1.02m；

2）实际开挖面积：616m^2；

3）实际开挖方量（实方）：628.3m^3；

4）开挖方式：按边界点垂直开挖，逐层开挖，不放坡；

5）工期：2 天（2025 年 2 月 14 日-2 月 15 日）。

（三）开挖工程量

依据土壤污染区域的清挖基坑测量放线结果进行计算，清挖污染土方4483.1m^3。

3.4.3.6 各区污染土开挖方量汇总

3.4.4 污染土壤预处理

污染土壤在外运水泥窑协同处置之前需要进行预处理，污染土壤预处理工艺流程主要包括：污染土壤筛分、筛上物冲洗等处理过程。

污染土壤从污染区域开挖后，运输至污染土堆场，进行筛分处理，筛分下来的筛上物，集中收集至洗石场进行清洗，以去除附着在大粒径筛上物上的污染物。清洗干净的筛上物在检测合格后进行基坑回填。冲洗后产生的废水进入废水处理设备进行处理。

（1）污染渣土筛分

挖出后的污染土壤进行筛分处理。筛分采用专业筛分设备（ALLU 筛分斗）进行作业，筛分分级产生的粒径≥5cm 的污染筛上物和粒径＜5cm 的污染土壤分开堆置。筛分后的污染土壤外运水泥窑协同处置，筛分出的大粒径筛上物进行冲洗处理。

（2）污染筛上物冲洗

筛分后的污染筛上物由运输车运至洗石场冲洗。在挖机协助下对冲洗后的筛上

物堆置待检。

筛上物厚度为单层堆料，采用挖掘机搅动，平铺。冲洗区周边设置围堰，防止冲洗水溅出；冲洗水经洗石区四周排污沟收集后排入沉淀池。冲洗过后的清洁筛上物，由装载机进行场内物料倒运，每批次清洗筛上物量约 8m³ 左右，冲洗时间不少于 10min。

冲洗后的干净筛上物待采样验收合格后回填基坑。

（3）冲洗污泥处理

冲洗处理产生的污泥运至污染土堆场按污染土壤外运至水泥窑协同处置。

（4）预处理工程量

1）筛分工程量

本项目全部污染土壤和桩土均进行筛分处理，以达到修复工艺粒径参数控制要求，即筛分工程量 16710.7m³（实方）。

2）筛上物冲洗工程量

经过筛分后的筛上物，全部转移至洗石区进行冲洗

3）筛上物冲洗程度检查

修复单位完成第一阶段的筛上物完成冲洗后，监理单位在效果评估单位见证下对筛上物的附着物量进行抽查，抽查结果见表 3.4-16。

表 3.4-16 筛上物的附着物量抽查记录表

取样编号	样品代表体积（m³）	筛上物附着土壤称量结果（kg）	每 100m³ 筛上物附着的土壤量结果(kg)
1	180	140	77.78
2	180	140	83.33
3	180	140	77.78

注：筛上物堆划分成 9 堆，平均每堆约 180m³，选取其中 3 堆进行抽查。
由于收集到的筛上物附着土壤夹杂大量碎石，无法逐一分离，斗车体积大且重量较小无法用普通台秤称量，基于上述两个情况无法单独测量筛上物附着土壤的重量，实际筛上物附着土壤量小于称量重量。

3.4.5 土壤运输

3.4.5.1 场内土壤运输

土方场内的运输严格各项环境管理措施进行运输。疑似污染土、疑似环境管理土、环境管理土根据道路和各自堆放区的进口位置调整运输路线。

3.4.5.2 污染土壤外运

污染土壤经过预处理，除去铁器、混凝土等影响水泥生产和处置效果的杂物，经危险属性鉴别不属于危废的污染土壤外运前向项目所在地及污染土壤接受地环境主管部门报备转运计划。本项目污染土壤运输采用陆路运输，运输汽车采用总载重49t（±3%），安装车载 GPS 定位终端的重型半挂牵引车。

（1）进场检查登记

运输车辆进场时，现场人员首先对车辆牌照、运输人员身份等进行检查、确认，运输车辆或驾驶人员与车辆登记信息不符，严禁车辆进场。检查符合国家道路交通安全管理法规相关要求及进场条件的车辆，在保安处办理进场登记手续，并签字确认后方可驾驶运输车辆进入现场。

（2）场内行驶和装载前整理

进场后，运输车辆必须严格遵守现场管理制度，按照现场规定路线驶入待检区等待检查。待检区内现场运输管理员负责对进场车辆的外观，车辆状态以及车辆防渗设施等进行检查，检查合格后，运输车辆依次进入现场等待区等待装载。

（3）运输管理

1）污染土壤运至水泥厂的过程填写《污染土壤运输联单》，经施工单位、监理单位、运输单位和接收单位四方签字、盖章。

2）污染土壤转运过程每运输一车，填写一份转移联单，到达目的地后，接收负责人按联单填写内容及水泥厂过磅单对污染土壤进行接收。

3）运输车辆按照报备的运输路线行驶，驾驶人员不得随意改道，运输时间符合交通管理要求，严禁超速超载，遵守交通规则，安全运输，每运输车次均导出行车轨迹图，核对运输路线。

4）运输车厢顶部安装密闭装置，采用规定的防水篷布覆盖密闭形式，不可随意覆盖。篷布具有良好的密封性，当承载车辆直线行驶、转弯、紧急制动或行经颠簸路面时，不得遗撒、扬尘。

5）厂区出口处设置洗车平台，运输车辆每次出场前车轮及车身残存的土冲洗干净后方可离场，严防“带泥上路”，每台车冲洗时间不小于 10 min。洗车设施主要包含洗车池、沉淀池、排水沟等。在沉淀池内设一台抽水泵，以便洗车池内水更换和循环利用。车辆冲洗的废水抽至废水处理设备处理。

本地块污染土壤转运至水泥窑协同处置单位，运输路线如下：

①清远海螺环保科技有限责任公司。途径广州环城高速、许广高速；

②阳春海螺环保科技有限责任公司。途径广州环城高速、沈海高速、广佛肇高速、广昆高速、汕湛高速。

③韶关海螺环保科技有限公司（广东海螺鸿丰水泥有限公司）。广州环城高速、华南快速干线、京港澳高速、汕昆高速。

3.4.6 水泥窑协同处置

第二阶段水泥窑协同处置单位为清远海螺环保科技有限责任公司、阳春海螺环保科技有限责任公司和韶关海螺环保科技有限公司，该三家单位收货前，通过外观、转移联单、车辆运输计划信息等进行判断污染土是否与项目污染土一致。

入厂后水泥窑公司实验室对污染土进行抽检确认，有异常波动的土壤及时调整入窑方案。

本项目第二阶段外运至水泥窑协同处置单位的污染土壤共 823 车，合计 26134.7

吨（以水泥窑协同处置公司的地磅数量为准），其中外运至清远海螺环保科技有限责任公司 227 车，共 7442.45 吨，外运至阳春海螺环保科技有限责任公司 429 车，共 13336.32 吨，外运至韶关海螺环保科技有限公司共 167 车，5355.93 吨。

3.4.7 废水处理与去向

3.4.7.1 废水处理工艺流程

本项目废水处理设施的工艺流程见图 3.4-56。

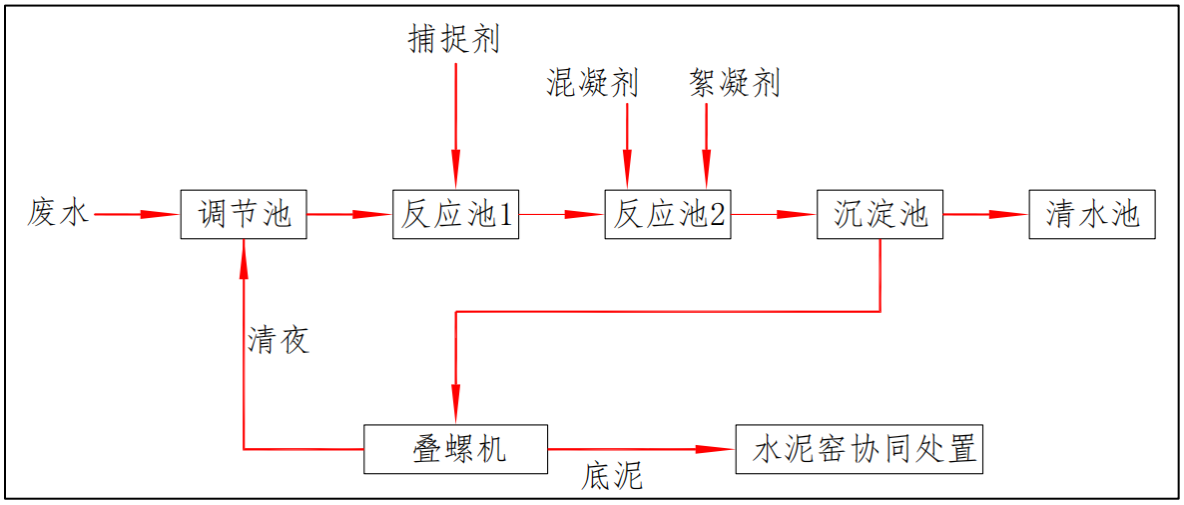


图 3.4-43 废水处理工艺流程

3.4.7.2 废水收集

修复过程中洗石废水、洗车水、基坑渗水引流至在沉淀池或集水池收集，采用水泵泵送至调节池暂存，废水暂存后进入废水处理设施进行处理。

常用的废水收集管采用 UPVC 管铺设，临时使用和经常移动的废水收集管采用柔性水带管进行铺设。

3.4.7.3 处理时间及处理量

本项目的污水处理站设计最大处理规模为 5m³/h。

本项目第二阶段处理时间自 2024 年 11 月 11 日开始进行，至 2025 年 2 月 26 日结束，共计收集废水 964m³，处理后废水约 1004m³（第一阶段约有 40m³ 废水暂存在调节池未进行处理），处理后的水经检测达标后全部排入市政废水管网。

3.4.7.3 处理效果

本项目第二阶段一共处理废水 1004m³，废水处理效果检测由监理委托第三方检测单位进行，按六个批次监测，其中：

1）2024 年 11 月 28 日检测一批次，该批次水量为 200m3，按《水污染排放标准》（DB4426-2001)三级标准及《废水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）B 级标准较严值进行检测，结果显示达标；

2）2024 年 12 月 13 日检测一批次，该批次水量为 100m3，按《水污染排放标准》（DB4426-2001)三级标准及《废水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）B 级标准较严值进行检测，结果显示达标；

3）2024 年 12 月 27 日检测一批次，该批次水量为 200m3，按《水污染排放标准》（DB4426-2001)三级标准及《废水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）B 级标准较严值进行检测，结果显示达标；

4）2025年1月10日检测一批次，该批次水量为100m3，按《水污染排放标准》（DB4426-2001)三级标准及《废水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）B 级标准较严值进行检测，结果显示达标；

5）2025年1月20日检测一批次，该批次水量为200m3，按《水污染排放标准》（DB4426-2001)三级标准及《废水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）B 级标准较严值进行检测，结果显示达标；

6）2025年2月27日检测一批次，该批次水量为204m3，按《水污染排放标准》（DB4426-2001)三级标准及《废水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）B 级标准较严值进行检测，结果显示达标。

3.4.8.4 废水去向

废水站出水由监理委托第三方检测单位检测达标后，排入市政污水管网。

3.4.8 危险废物清挖及转移

本项目存在被鉴别为危险废物的污染土壤，修复单位按照危险废物的相关法规、标准与规范于 2024 年 10 月 23 日-11 月 3 日，完成危险废物进行清挖和外运工作，危险废物运输单位为珠海市粤隆运输有限公司，处置单位为韶关东江环保再生资源发展有限公司，危险废物按“含有或沾染毒性、感染性危险废物的废弃包装物、容器、过滤吸附介质(HW900-041-49)”进行处置，处置方式为安全填埋。

危废基坑完成清挖后，效果评估单位委托广州竞轩环保科技有限公司对危险废物清挖完成情况进行验收，于 2024 年 11 月 18 日，项目委托单位广东中加检测技术股份有限公司组织召开了《广州市木材公司地块危险废物土壤清挖完成情况验收报告》（以下称《报告》）专家评审会，会议邀请 3 名专家组成专家组对《报告》开展技术评审，评审结果为通过。《报告》的结论如下：

“广州市木材公司地块危险废物清挖完成情况验收工作参照《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）、《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）、《危险废物鉴别技术规范》（HJ 298-2019）等要求进行，分别从浸出毒性、毒性物质含量进行检测分析，并进行相应的采样和检测分析，结果表明，5 个基坑（6 个危废区域）检测结果均未超出相应的标准限值。结合现场勘查、资料分析及检测结果进行综合判定，判定结果为：广州市木材公司地块危险废物清挖后遗留的基坑污染土壤不具有危险特性，不属于危险废物，本次危废清挖已到位，无需继续扩大范围进行清挖。

综上，《广州市木材公司地块待修复污染土壤危险特性鉴别报告》中判定的危险废物已全部按‘含有或沾染毒性、感染性危险废物的废弃包装物、容器、过滤吸附介质（900-041-49）’完成转运，地块内已无积存的危险废物。”

3.4.9 管控区管控措施施工

修复单位于 2024 年 8 月 2 日至 8 月 12 日完成管控区垂直方向管控措施的施工。

修复单位于 2024 年 11 月 7 日至 11 月 23 日完成管控区水平方向管控措施的施工。

管控措施的建设形式如下：

（1）垂直方向。紧贴管控区西、南、东外侧施打水泥搅拌桩，水泥搅拌桩的形式包括：φ600@450 搅拌桩，桩长 6m 且穿过淤泥质土不小于 0.5m；φ600@450 搅拌桩，桩长 8m 且穿过淤泥质土不小于 0.5m。

地铁东圃站周围已有 φ600@450 桩长 5.5~7m 的搅拌桩、φ1000@1050 桩长 6.0~13.80m 的灌注桩，作为管控区北边界的垂直方向管控措施。

（2）水平方向。管控区原有地面部分为混凝土地坪，管控区域污染因子是砷，在管控区原有地坪上铺设 HDPE 防渗膜+厚度 10cm 的 C25 混凝土面层作为水平管控措施。

3.4.10 堆体信息

第二阶段修复工程完工后，现场暂存的堆体包括检测合格的疑似污染土和疑似环境管理土、冲洗合格的筛上物，待效果评估验收后回填于基坑，具体堆体信息见表 3.4-22，堆体现状见图 3.4-56~3.4-57。

3.4.11 评审后土壤回填

目前，第二阶段修复工程对土壤污染的修复工作基本完工，考虑到雨季将要来临，第二阶段基坑的西边邻近广东海景宿舍楼，为降低第二阶段基坑对周边的安全影响，修复单位拟在第二阶段性效果通过环保部门验收后，将检测合格的疑似污染土壤、疑似环境管理土、筛上物、清洁土进行回填。

3.4.12 工程量核算

第二阶段污染区域共清挖污染土壤 17397.3m^3（实方），扣除筛分筛上物 1351m^3（实方）后，筛下污染土壤 16046.3m^3（实方）。疑似污染土工程量 827.5m^3（实方），

废水处理设施/沉淀池底泥 25m^3。

污染土壤和灌注桩土全部外运至水泥窑协同处置单位——清远海螺环保科技有限责任公司、阳春海螺环保科技有限责任公司和韶关海螺环保科技有限公司。自2024年11月18日至2025年2月27日，清远海螺环保科技有限责任公司、阳春海螺环保科技有限责任公司和韶关海螺环保科技有限公司共接收广州市木材公司地块土壤污染修复项目的污染土壤合计26134.70吨。

3.4.13 修复实施时间节点

项目修复实施期间时间节点见表3.4-27。

表 3.4-27 修复实施时间节点

工程节点	起始时间	终止时间	备注
1.修复方案备案		2024月8月2日	
2.施工准备阶段	**2024年3月21日**	**2024年10月20日**	**第一阶段**
3.第一阶段工作施工	**2024年9月16日**	**2024年11月8日**	**第一阶段**
4.设施建设			
西边基坑支护冠梁建设	**2024年11月21日**	**2024年12月6日**	
西边基坑支护钢管支撑安装	**2024年12月18日**	**2024年12月29日**	
地下水监测井建设	**2024年12月29日**	**2024年12月29日**	
5.二阶段污染土基坑开挖	**2024年11月15日**	**2025年2月15日**	
R1-3	2024年11月15日	2024年11月16日	0-1m
R1-2	2024年11月23日	2024年11月25日	0-1m
R1-1	2024年11月28日	2024年11月29日	0-1m
R2-1-2、R3-1-2	2024年12月6日	2025年1月6日	1-3m
R4-1	2025年1月15日	2025年1月15日	3-4m
R5-1	2025年1月13日	2025年1月17日	4-5m
第二、三层超挖区域	2025年1月15日	2025年1月16日	2-3.5m
R4-2	2025年1月12日	2025年2月14日	3-4m
R5-2	2025年2月14日	2025年2月15日	4-5m
6.污染土壤外运水泥窑协同处置	**2024年11月18日**	**2025年3月31日**	
7.疑似污染土与疑似环境管理土开挖	**2024年12月8日**	**2025年2月11日**	

工程节点	起始时间	终止时间	备注
yhj2-2-5	2024 年 12 月 8 日	2024 年 12 月 8 日	0.4-1.0m
yhj2-2-6	2024 年 12 月 8 日	2024 年 12 月 8 日	0.4-1.0m
yhj2-2-7	2024 年 12 月 8 日	2024 年 12 月 9 日	0.5-1.0m
yhj2-2-2	2025 年 1 月 1 日	2025 年 1 月 1 日	0.4-1.0m
yhj2-2-3	2025 年 1 月 1 日	2025 年 1 月 1 日	0.4-1.0m
yhj2-2-4	2025 年 1 月 1 日	2025 年 1 月 1 日	0.4-1.0m
yhj2-2-1	2025 年 1 月 2 日	2025 年 1 月 2 日	0.5-1.0m
ys2-2-4	2024 年 12 月 25 日	2024 年 12 月 25 日	0.5-1.0m
ys2-2-1	2025 年 1 月 1 日	2025 年 1 月 1 日	0.5-1.0m
ys2-2-2	2025 年 1 月 1 日	2025 年 1 月 1 日	0.5-1.0m
ys2-2-3	2025 年 1 月 2 日	2025 年 1 月 2 日	0.5-1.0m
ys2-6-2	2025 年 1 月 19 日	2025 年 1 月 19 日	2.5-3.0m
ys2-6-3	2025 年 2 月 11 日	2025 年 2 月 11 日	2.5-3.0m
8.环境管理土开挖	**2024 年 12 月 7 日**	**2025 年 1 月 18 日**	
hj2-1-2	2024 年 12 月 7 日	2024 年 12 月 7 日	0-0.4m
hj2-1-3	2024 年 12 月 7 日	2025 年 1 月 7 日	0-0.5m
hj2-2-3	2024 年 12 月 7 日	2024 年 12 月 7 日	0.4-1.0m
hj2-2-4	2024 年 12 月 9 日	2025 年 1 月 7 日	0.5-1.0m
hj2-1-1	2024 年 12 月 31 日	2024 年 12 月 31 日	0-0.5m
hj2-2-1	2025 年 1 月 1 日	2025 年 1 月 1 日	0.4-1.0m
hj2-2-2	2025 年 1 月 1 日	2025 年 1 月 1 日	0.4-1.0m
hj2-3-1	2025 年 1 月 18 日	2025 年 1 月 18 日	1.0-2.0m
hj2-3-2	2025 年 1 月 18 日	2025 年 1 月 18 日	1.0-2.0m
hj2-3-3	2025 年 1 月 18 日	2025 年 1 月 18 日	1.0-1.5m
hj2-3-4	2025 年 1 月 18 日	2025 年 1 月 18 日	1.0-1.4m
hj2-3-5	2025 年 1 月 18 日	2025 年 1 月 18 日	1.0-1.3m

3.4.14 《施工总结报告》结论

2024 年 8 月 2 日，《修复方案》及《环境监理方案》完成广东省建设用地污染地块信息系统备案。2024 年 12 月 24 日本项目通过的第一阶段性效果评估。2024 年 11 月 14 日开始本地块第二阶段土壤污染修复工作，至 2025 年 3 月 10 日，场地修复单位已完成本地块第二阶段污染土壤清挖和外运、清挖筛上物的冲洗、废水处理等全

部修复工作。在实施过程中，严格依据相关法律法规、技术规范与标准、已备案的《修复方案》和《环境监理方案》等技术文件开展现场修复工作，结论具体如下：

一、本地块第二阶段涉及的污染土方量 15919m^3（不含管控区污染土方量及危险废物方量），实际完成修复工程量 17422.3m^3（其中，包含污染土 16710.8m^3，废水处理设施/沉淀池底泥 25m^3，第三层超挖区 686.5m^3），已完成本地块第二阶段污染土壤区域所有污染土壤的清挖；

二、本地块第二阶段所有污染区域清挖效果评估检测结果达到修复目标值，表明场地第二阶段的污染区域已经清挖干净，基坑清挖效果达到预期工程目标；冲洗后筛上物的附着物量抽查结果为达标；疑似环境管理土 1634.9m^3 和疑似污染土壤 751m^3 检测结果均达到修复目标值要求，疑似环境管理土作为环境管理土，疑似污染土作为清洁土，项目通过第二阶段效果评估后，按施工要求分类回填于基坑；

三、已完成第二阶段场地所有污染区域所有清挖污染土壤的修复工作，所有的污染土壤（经鉴别属于一般固体废物）全部运至清远海螺环保科技有限责任公司、阳春海螺环保科技有限责任公司、韶关海螺环保科技有限公司进行水泥窑协同处置。外运至水泥窑协同处置单位的污染土壤共 889 车，合计 26134.70 吨（以水泥窑协同处置公司的地磅数量为准），其中外运至清远海螺环保科技有限责任公司 227 车，共 7442.45 吨；外运至阳春海螺环保科技有限责任公司共 429 车，共 13336.32 吨；外运至韶关海螺环保科技有限公司共 167 车，5355.93 吨。

四、运输和协同处置期间无环境污染事故，具备土壤修复效果评估条件。

五、完成第二阶段所有施工废水的处理工作，污水处理站出水（共 1304m^3）水质经环境监理委托第三方检测单位检测均达标，表明场地废水处理完毕，处理完毕的废水全部排入市政污水管网。

六、在修复施工过程中，对可能造成二次污染的环节，严格按照《修复方案》的相关要求，并结合现场实际施工情况，采取了各项针对性措施，二次污染防治设

施、措施落实到位，在整个施工期间无安全生产事故、无环境污染事故，经监测显示未造成二次污染。

七、在修复施工过程中，环境监理单位委托第三方检测单位广东安纳检测技术有限公司按照《环境监理方案》对大气环境和声环境进行了监测，各项监测结果表明，修复施工过程的环境管理措施落实到位，修复施工过程未对周围环境造成不良影响。

综上所述，场地修复单位完成了广州市木材公司地块土壤污染修复项目第二阶段的全部修复工作，全过程严格按照《修复方案》中的技术及施工要求实施，各项检测结果均满足修复方案的要求，已达到修复目的，满足申请阶段性修复效果评估的条件。

3.5 环境保护措施落实情况

3.5.1 环境保护措施落实范围及内容

本次修复项目环境监理内容为：对污染土壤清挖工程量、修复过程环境保护污染防范措施及效果进行监理，并对施工阶段的大气、水、噪声环境等进行二次污染监测。环境监理的内容如下：

1）按国家有关法律法规相关文件及管理制度对工程施工过程中的环境保护实施全面的监督与管理，并接受环保行政部门检查指导；

2）依据环境调查与风险评估报告书及其专家评审意见、修复技术方案及其专家评审意见等文件的有关要求，制定施工期环境监理方案；

3）负责监督项目施工过程中是否全面落实了修复技术文件的要求；

4）负责项目施工期间污染防治设施、生态建设与保护措施的实施与进度；

5）对施工期间的环境质量、污染物排放是否符合国家和地方规定的标准进行检查监督；

6）施工正式开始前对项目的施工期污染防治措施进行检查，确定是否按要求进

行施工期污染防治；

7）对施工期污染物排放状况进行检查，检查设施是否正常运行，通过定期监测分析污染物排放是否达标，将对周围环境的影响降至最低；

8）协助项目部组织专家及政府部门、安检人员定期或不定期进行环境保护检查监督，并形成监理日志；

9）对施工作业全过程进行环境保护检查与监督，当发现污染问题时，应立即督促落实整改；

10）主持或组织常规环境监理工地会议、编写会议纪要；

11）编写管辖范围内的环境监理报告，提供相应的报告及资料；

12）严格履行投标文件的承诺，并每周对现场进行检查；

13）配合土地使用权人完成项目最终效果评估评审和备案工作。

3.5.2 项目实施期间的环境监理

3.5.2.1 施工准备阶段环境监理

（1）组建项目监理机构

根据本修复项目规模和环境影响的程度配置环境监理人员，组建了项目环境监理部，人员包括总环境监理工程师、环境监理工程师和环境监理员，并明确各级监理人员监理职责。

（2）参加施工组织交底

环境监理部人员参加了施工单位组织的修复项目实施技术交底会议，并在会议上明确了本项目环保目标要求。经核查，施工组织交底与备案修复方案基本相符。

（3）建立环境监理工作方案和制度

环境监理部组织制定了《环境监理人员岗位职责及工作程序》、《环境监理工作考核制度》等，以协调解决修复项目实施过程中出现的问题。

（4）开工条件的审核

根据相关法律法规要求，项目污染土壤异地处置前需满足以下条件：

1）外运土壤完成危废鉴别，危废鉴别结论含砷污染土壤中，属于含砷危险废物污染土壤的叠加面积为 347.5 ㎡，方量为 535m³；其余污染土壤不危险特性。

2024 年 1 月 13 日召开了《广州市木材公司地块待修复污染土壤危险特性鉴别报告》专家评审会，并形成专家评审意见为：《鉴别报告》结论总体可信。专家组同意通过技术评审，经修改完善后可作为下一步工作的依据。经修改完善与专家复核后的《鉴别报告》已于 2024 年 1 月 18 日上传至“全国危险废物鉴别信息公开服务平台”，并已完成 10 个工作日的系统公示。

2）完成修复方案和监理方案的备案工作。

本项目的《修复方案》和《环境监理方案》通过专家评审，2024 年 8 月 2 日，完成广东省建设用地污染地块信息系统备案。

（5）核查平面布置

经现场监理人员核实，项目实际施工总平面图中各功能区包括办公生活区、污染土暂存区、清洁土暂存区、疑似污染土暂存区、废水处理设备区、洗石区、堆石区等。

（7）交接桩及控制网建立

项目正式实施前，施工单位委托有资质的测量公司进行场内 3 个基准点放设。

3.5.2.2 施工阶段环境监理

（1）清挖范围复核

本项目的污染土修复工作分两阶段进行，第一阶段修复工作和第二阶段修复工作的分界线见下图，分界线的定位坐标见表。

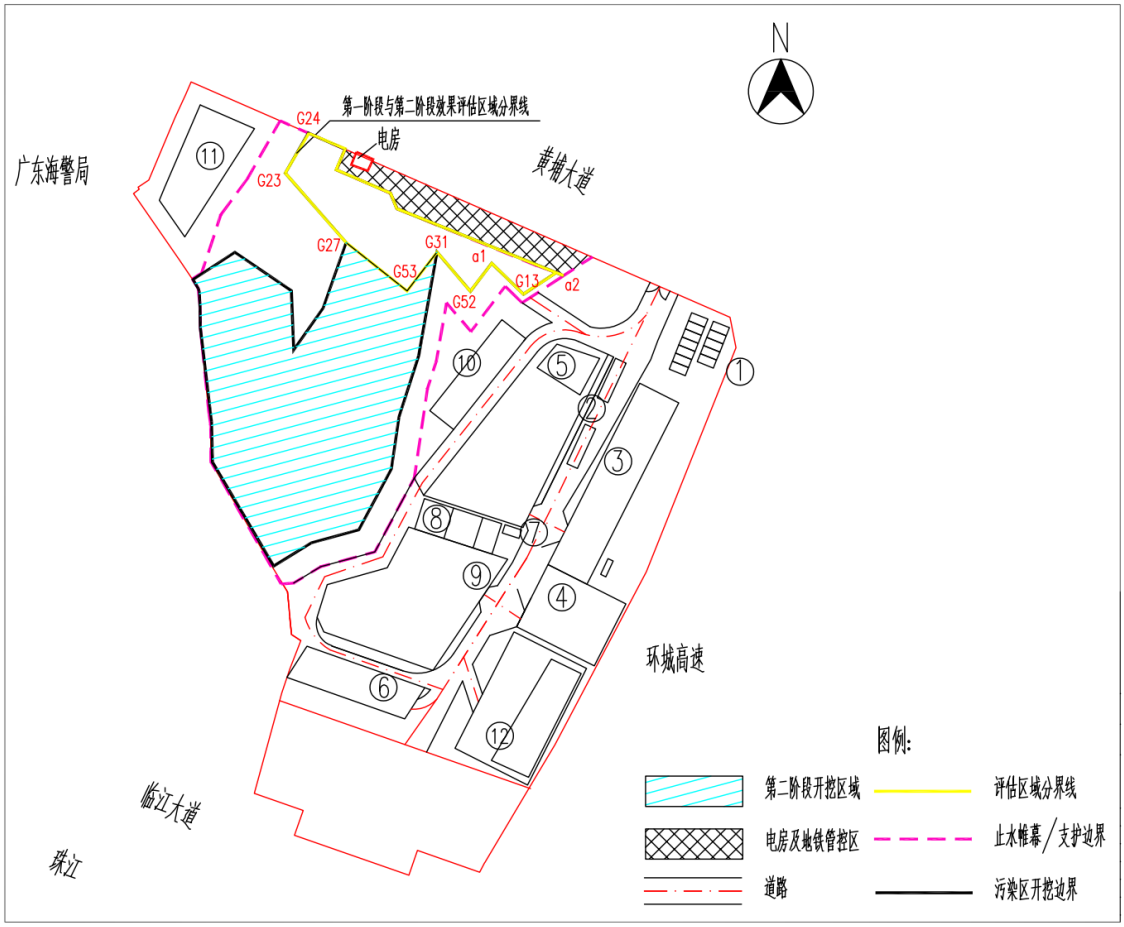


图 5.2.1-1 第一阶段和第二阶段修复区域分界线

表 5.2.1-1 第一阶段修复工作和第二阶段污染土修复工作分界线坐标表

拐点编号	X	Y
G24	2557044.677	38438079.803
G23	2557030.941	38438071.817
G27	2557006.905	38438092.645
G53	2556990.108	38438113.581

G31	2557003.472	38438123.924
G52	2556926.361	38438092.42
G13	2556988.829	38438153.649
a1	2556999.847	38438142.953
a2	2556996.899	38438166.065

1）清挖范围测量放线环境监理

本项目于 2024 年 11 月 13 日开始对第二阶段污染区域进行布点、放线测量工作，以便对原地面标高及污染土壤清挖后的基坑标高进行测量。分层开挖或修复污染土壤时及时跟踪测量，挖掘机每后退一次，坑底高程就测量一次，及时纠正坑底高程。

进场后，监理单位对现场修复范围拐点坐标进行了复核与确认。

2）基坑开挖报审资料审核

根据报审资料与修复方案对比，开挖坐标与修复方案基本一致，但清挖方量略大于方案实际工程量，环境监理单位进行了现场核实，实际较方案清挖范围、深度略大，

施工单位为保证污染土壤清挖干净而进适当扩挖，扩挖范围合适。实际开挖情况与方案基本一致。

基坑开挖前施工单位报送相关测量放线资料，经过环境监理单位现场确认无后进行开挖，开挖完成后报送报验资料，环境监理单位确认无误后申请效果评估采样。

各基坑开挖前后坐标及高程情况，经项目监理部复核开挖范围与修复方案和风评报告中所述范围基本一致。

（2）清挖过程环境监理

施工单位根据修复方案针对各类土壤采用分层分区的方式进行清挖，清挖后直接装车，每完成一层清挖现场监理人员根据均进行现场复核，复核完成后报效果评估单位，效果评估单位完成基坑效果评估，并出具合格数据后，现场监理人员通知施工单

位进行下层清挖工作。清挖过程监理部监理人员通过巡视、旁站核实单位施工均按照报审材料清挖；清挖过程有少量遗撒，经监理人员提醒后均进行及时清理；清挖过程采取了防扬尘措施等措施；施工过程中环境监测数据均显示颗粒物和其他特征指标均在标准范围以下，开挖过程对周边环境影响可接受。

垂直开挖侧壁土质较好，且均在冬季完成了开挖，该部分基坑侧壁在效果评估单位采样前(开挖面完成后 1-2 天)保持稳定，保持稳定无开裂垮塌情况，现场监理人员现场复核，基坑侧壁在采样前均完成。

3.5.2.3 场内运输和暂存过程环境监理

经环境监理单位现场核实，施工单位土壤运输过程中采用符合环保要求的运输车辆，运输车辆的尾气排放标准达到广州市渣土运输车辆的要求。运输车辆需严格听从现场指挥人员的指挥，根据施工挖掘机固定运输车辆，固定运输路线的原则按规定路线行驶，行驶路线与设计路线基本一致。

基坑每层开挖完成后，效果评估单位对基坑壁和基坑底进行取样检测，基坑壁检测及格后对边坡进行放坡，放坡土按照土壤的类别进行分类堆放，疑似环境管理土运输至疑似污染土堆场进行堆放，环境管理土运输至环境管理土堆场进行堆放、清洁土运输至清洁土堆场进行堆放。在清挖装车运输过程中，记录车辆的转运次数。

3.5.2.4 预处理过程环境监理

施工单位为了保证后续外运过程避免出现跑冒滴漏的现像和水泥窑协同处置的要求，需要在进料棚中对其进行预处理。预处理的主要目的是控制含水率、去除渣块、垃圾等杂质影响修复效果、损坏设备。预处理过程中挥发出的污染气体通过大棚内设置的引风系统导入尾气处理系统处理，达标后排放。

施工单位处理过程中所有预处理环节均在密闭式处理棚中进行，处理棚尾端加设污染物收集单元设施，用以保护大棚内作业人员健康，避免粉尘无组织排放对周边环

境造成污染。

挥发出的废气经抽气系统集中收集并输送至由布袋除尘组成的尾气处理系统，进入布袋除尘器除尘收集颗粒物，处理达标后经风机抽排至排气筒排放。我司对尾气进行环境监理，结果均满足排放要求。

根据《修复方案》的要求，本项目所有重金属污染土壤均在新建的预处理车间进行了筛分破碎后外运水泥窑协同处置。

在进行污染土壤预处理时，现场施工单位结合实际情况，组织挖掘机向污染土壤在筛分破碎 1-2 遍（施工员根据实际情况判定筛分次数）后，土壤粒径和含水率均能满足设计条件（粒径<50mm，含水率<40%）后，预处理筛分产生的污染建筑垃圾暂存在原预处理车间内，并定期集中采用运输车辆装车后运至洗石区冲洗处理。

根据我司现场监理人员巡查情况，施工单位实施情况与修复方案的预处理要求一致，筛分过程与方案基本一致。

3.5.2.5 外运处置环境监理

第二阶段基坑的污染土已经完成了筛分预处理工作。因此，施工单位将这部分修复后的土壤已外运至水泥窑协同处置。

本项目第二阶段外运至水泥窑协同处置单位的污染土壤共 823 车，合计 26134.7 吨（以水泥窑协同处置公司的地磅数量为准），其中外运至清远海螺环保科技有限责任公司 227 车，共 7442.45 吨；外运至阳春海螺环保科技有限公司共 429 车，共 13336.32 吨；外运至韶关海螺环保科技有限公司共 167 车，5355.93 吨。

外运处置土壤为固废土壤，采用可覆盖式运输车，对污染土壤进行运输，防止运输过程中异味、扬尘进入大气环境中造成污染及土壤遗撒。项目地块内设置了车辆冲洗区，所有运输车辆进出场区前均清洗干净。外运全过程流程如下：

① 外运车辆进场后进行空车检查并过磅称重和记录；

② 外运车辆进入预处理大棚进行污染土装车；

③ 装车后车辆过磅称重并进入车辆冲洗区进行冲洗；

④ 检查完成后车辆出场，并按设计路线运输；

⑤ 到达水泥窑后进行过磅称重并记录；

⑥ 进入水泥窑污染土暂存场、卸车，外运完毕。

3.5.2.8 修复效果评估过程环境监理

（1）修复效果评估过程环境监理

根据修复效果评估采样方案，对第二阶段的每个基坑侧壁、每个基坑底部、疑似污染土、疑似环境管理土效果评估单位采样过程中进行旁站。

（2）筛上物环境监理抽检

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）》的要求：“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 m^3 附着的土壤量大于或等于 100 kg，筛上物附着土壤量由环境监理单位抽样计量估算、效果评估单位审核确认），宜将筛上物附着的土壤纳入效果评估。

修复施工单位完成第一阶段的筛上物完成冲洗后，项目环境监理单位在效果评估单位见证对筛上物的附着物量进行抽查，抽查结果见表 3.5-6。

表 3.5-4 第二阶段筛上物附着土壤抽样估算结果

取样编号	样品代表体积（m^3）	筛上物附着土壤称量结果（kg）	每 100m^3筛上物附着的土壤量结果(kg)
1	180	140	77.78
2	180	150	83.33
3	180	140	77.78
注：筛上物堆划分成 9 堆，平均每堆约 180m^3，取其中 3 堆进行抽查。 由于收集到的筛上物附着土壤夹杂大量碎石，无法逐一分离，斗车体积大且重量较小无法用普通台秤称量，基于上述两个情况无法单独测量筛上物附着土壤的重量。实际筛上物附着土壤的重量小于称重重量。			

3.5.3 二次污染防治措施环境监理

3.5.3.1 大气环境污染防范措施

（1）场地平整环节

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

（1）在进行场地平整作业前，首先在作业面进行适当洒水，减少扬尘来源；

（2）在进行平整作业时，控制推土机的行进速度或挖掘机的操作幅度，安排专人指挥，做到文明施工，减少扬尘产生；

（3）在平整作业过程中产生的扬尘，使用洒水车对作业面进行快速有效降尘；

（4）如遇大风天气，停止平整作业，并对裸露的地面采用防尘网进行覆。

（2）污染土壤开挖环节

在污染土壤清挖环节，挖掘机清挖作业及装土作业时可能产生扬尘、挖掘机等机械的尾气排放，采取的主要措施如下：

（1）现场清挖的土壤直接装车，控制扬尘的产生。

（2）在土壤清挖时，开挖基坑工作面出现扬尘，采用洒水作业降低和控制扬尘；若洒水作业仍无法有效控制扬尘，则采用移动式湿法除尘（雾炮）对挖掘作业面进行快速有效降尘。雾炮可以通过无线遥控方式，进行水平转动和上下摆动，便于捕捉、跟踪运动中的尘源目标，实现雾团对尘源体的有效覆盖，从而达到喷雾除尘的功效。

（3）在土壤清挖后，立即用蓝银布覆盖清挖坑槽，防止扬尘产生。

（4）遇到大风天气，停止土壤清挖作业，并对裸露的污染土壤进行苫盖。

（5）土壤清挖所采用的挖掘机、推土机等必须符合《非道路柴油移动机械排气烟度限值及测量方法》（GB36886-2018）中排期烟度限值 III 类要求。

（3）污染土壤场内运输环节

在挖掘机装土作业时可能产生扬尘及有机气体逸散，对大气环境产生影响，采取的主要措施如下：

（1）现场清挖的土壤直接装车，控制扬尘的产生；

（2）若开挖作业面出现扬尘时，采用洒水作业降低和控制扬尘；若洒水作业仍无法有效控制扬尘，则采用雾炮对开挖作业面扬尘进行快速有效降尘。

（3）对主要运输道路进行了硬化，安排专人负责运输道路的清洁工作，及时清理道路上的尘土，并对土壤运输道路采取洒水降尘措施，安排洒水设备进行定期洒水作业。

（4）污染土壤预处理施工环节

在污染土壤预处理环节，针对预处理过程可能产生的扬尘及污染气体逸散，采取了如下措施：

（1）污染土壤的预处理作业均在封闭的车间内进行，车间内通过换气设备产生负压，可避免污染气体外逸。

（2）污染土壤预处理产生的扬尘，经车间尾气处理系统采用“布袋除尘”的净化工艺处理车间尾气，尾气达标后有组织排放，扬尘收集后根据污染土壤类型进行针对性修复。

（5）污染土壤预处理后堆置环节

在污染土壤临时堆置环节，运输车辆倾倒污染土壤、挖掘机进行堆置场地整堆以及堆放过程中遇到大风天气可能产生扬尘，产生大气环境影响，采取的主要措施如下：

（1）卸料过程中尽量做到减缓速度和降低落差，减少人为污染扩散；

（2）合理规划堆置场地的堆置顺序，尽量减少整堆次数；

（3）在进行整堆作业前，可先对堆体适当洒水，建少尘土来源；

（4）堆置过程中产生的扬尘，可使用雾炮进行快速有效降尘；

（5）污染土壤堆置完成后，采用蓝银布覆盖，避免大风天气产生扬尘。

3.5.3.2 水环境污染防治措施

（1）基坑涌水、降水环节等二次污染防治

污染土壤区域开挖前，修复施工单位根据《广州市木材公司地块土壤污染修复项目基坑支护工程》的设计图纸，本项目基坑止水帷幕的工程布置如下：

①在基坑的东侧，分别采用以下形式的搅拌桩作为止水帷幕：Φ600@450，桩长8m的搅拌桩。

②在基坑的南侧、西侧，分别采用以下形式的搅拌桩作为止水帷幕：Φ600@450，桩长8m的搅拌桩；Φ600@450，桩长8.5m的搅拌桩；Φ600@450，桩长9m的搅拌桩；双排高压旋喷桩Φ600@450桩长7m。

③在基坑的北侧，分别采用以下形式的搅拌桩作为止水帷幕：Φ600@450，桩长 6m的搅拌桩。

污染场地修复施工过程中，对基坑涌水和基坑内雨水采取抽出处理等防治措施。并在基坑周围设置挡水墙和排水沟，减少雨水流入。

基坑开挖过程中，施工单位安装临时泵对开挖过程中的基坑渗水进行抽排，临时泵安装在基坑最后开挖位置的低位，防止基坑积水，抽出的基坑积水抽排至废水处理系统处理。

（2）筛上物冲洗环节

筛上物主要来自第一阶段污染区域0-5m筛分减量后产生的建筑垃圾和碎石等渣块。为了避免筛上物冲洗过程造成水环境的二次污染，所有筛上物在三级沉淀池旁的筛分减量冲洗区域进行冲洗，冲洗废水收集在三级沉淀池内，沉淀池废水抽至废水处理设备。

洗车废水主要来自第一阶段污染区域0-5m污染土外运车辆出场前清洗，所有清洗

的车辆均在洗车区进行清洗，冲洗废水收集在三级沉淀池内，沉淀池废水抽至废水处理设备。

（3）污染土壤开挖环节

在污染土壤清挖环节中产生的渗水及遇到降雨天气，雨水冲刷污染土壤可能形成污水，产生水环境影响，采取的主要措施如下：

1）在土壤污染区域清挖过程中，清挖坑槽渗水产生的污水经潜水泵抽排至污水处理系统进行集中处理，首先进入调节池调节水质，对污水进一步处理，处理达标后排入市政污水管网。

2）在清挖基坑周围开挖截水沟，防止基坑四周地面水或雨水流入坑槽内，实现雨污分流。

3）基坑清挖完成后，用蓝银布将整个清挖区域覆盖，实现雨污分流。

（4）污染土壤预处理后堆置环节

在污染土壤堆置环节，运输车辆倾倒污染土壤、挖掘机进行堆置场地整堆以及堆放过程中遇到降雨天气时，雨水冲刷污染土壤后形成污水，产生水环境影响，

采取的主要措施如下：

1）施工现场的暂存场地周围设置一圈挡水墙沟，通过集水井导排进行雨污分流。针对暂存场地区域降雨初期产生的雨水。将初期 15min 的雨量通过水泵抽排至污水处理系统处理。

2）如遇降雨天气，则停止堆置作业，并及时对堆置的污染土壤采用蓝银布进行覆盖。

3）本项目施工期间污染土暂存主要在污染土堆场 1，污染土堆场 1 配备负压大棚。

（5）办公区生活污水污染防治措施

临时办公区产生的生活污水禁止随意倾倒，经化粪池统一收集排入市政污水管网。

（6）污染土壤场外运输环节

运输车辆出场前，必须在洗车池冲洗干净后方可出场。在车辆冲洗环节，高压水枪冲洗车辆设备后形成污水，在洗车池周边设置一圈排水沟，污水汇至沉砂池沉淀后抽排至污水处理系统进行集中处理。

当外运车辆在水泥厂完成指定位置卸车后，须将车辆冲洗干净后方可驶离水泥厂。

（7）水体暂存池二次污染防治

基坑涌水、洗车废水、筛上物冲洗废水抽运至水处理设备进行修复后暂存，本项目设置 2 个暂存清水池，1 个调节池。

（1）本项目施工过程产生的开挖区域降水、清洗废水等经水泵抽排或导排至污水处理系统进行集中处理，上述污、废水首先经泵提升进入调节池，对污水进一步处理，在污水处理系统处理合格后排入市政污水管网。

（2）定期检查维护污水处理系统的设备管路、构筑物，防止设备管道跑冒滴漏和构筑物渗漏。

3.5.3.3 噪声环境污染防范措施

根据噪声环境影响分析，施工现场的噪声来源主要包括机械设备噪声及现场施工人员的噪声等。针对这两种类别的噪声二次污染防护技术装备及保证措施如下所示：

（1） 机械、设备噪声

在土壤开挖、运输过程中，将会用到一些高噪声的机械设备，采用的技术装备包括低噪声机械、检修机械、润滑剂、噪声自动监测仪等。

1）采用噪声小的生产设备

在场地平整、土壤清挖、土壤运输及修复等过程中选用机器噪声小的生产设备及部件，并要认真执行设备的技术标准，严格控制机械噪声。

2）设备加装消声、减震装置

场地清挖机械、封闭式运输车辆设备等高噪声设备采取在发动机上加装隔声装置及加装消声器的措施来降低施工机械噪声。施工人员及时维修、管理高噪音的器具设备，使设备处于低噪声，良好运行状态。

3）管理措施

施工人员及时维修、管理高噪音的器具设备，使设备处于低噪声，良好运行状态。

4）禁止厂界内鸣笛

在修复施工过程和运输过程，禁止挖机、车辆等机械在场界内鸣笛，车辆噪声可采取保持技术状态完好和适当减低速度的方法进行控制。

（2）施工人员的噪声

在污染场区要大力提倡文明施工，建立健全控制人为噪声的管理制度，加强对施工人员的噪声扰民的教育，尽量减少人为的大声喧哗，增强全体施工人员避免噪声扰民的自觉意识。

另外，合理安排强噪声的作业时间，尽量控制施工时间。

（3） 施工作业时间

现场合理安排施工作业时间，尽量避免夜间施工，如必须进行夜间施工，需要对外公示施工情况，并选择施工过程噪声较小的工序，避免对周边产生噪声影响，施工设备全部采用合格合规设备，且必要时采取有针对性的减噪措施。

（4）噪声自检测

我单位安排人员在施工期间对场地周边进行噪声监测，一旦发现异常，及时和现场施工人员沟通，采取措施控制噪声。

3.5.3.4 固体废弃物污染防范措施

（1）废水修复过程产生的沉淀

废水处理设施/沉淀池底泥为废水处理设施、洗车区沉淀池、洗石区沉淀池的底泥。根据《修复方案》，现场废水处理设施、洗车区沉淀池、洗石区沉淀池的底泥按照污染土进行水泥窑协同处置，第一阶段的底泥共产生量为25m³，均外运至水泥窑进场处置。

（2）建筑垃圾

1）施工清理出的建筑垃圾等杂物要临时贮存，并分类处置；

2）施工现场设立专门的废弃物临时贮存场地，废弃物分类存放，设置安全防范措施且有醒目标志；

3）建筑垃圾表面若存在泥土过多，则进行削铲后，重新冲洗；

4）禁止在工地焚烧残留的废物或将废物随意堆放；

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

6）对可回收的废弃物做到再回收利用。

（3）生活垃圾

针对生活垃圾，现场布置垃圾桶，之后垃圾装袋集中堆放，加强消毒处理，注意灭鼠、灭蚊、防臭，定期运至环卫部门指定地点，由环卫部门及时清运妥善处理。

3.6 地块环境监测情况

3.6.1 大气监测

3.6.1.1 无组织废气监测

参照《大气污染物无组织排放监测技术导则》（HJ/T 55-2000）的要求，以及《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）规定，在本项目场地周界外设置无组织排放监测点。

（1）采样布点

根据《大气污染物无组织排放监测技术导则》（HJ/T55-2000）的要求，需在场地

边界设置监控点。根据场地大小、气象、风向因素等综合考虑，边界外 1m 于上风向处设置 1 个监测点（G1），于下风向处设置 3 个监测点（G2、G3、G4），结合本项目实际施工情况，无组织排放检测点位可根据每次进场取样时风向来实时安排调整，边界外 1m 于上风向处设置 1 个监测点，于下风向处设置 3 个监测点。

（2）采样过程

第三方检测单位监测频次为每 15 天检测 1 次。

（3）无组织废气监测结果

根据第二阶段施工过程及施工后的 8 次监测结果，施工期间地块对周边环境影响在可接受范围内。

（4）综合评价

根据厂界周边 8 次的监测采样结果，监测结果未超出《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段无组织排放监控浓度限值，第二阶段施工对周边环境的影响在可接受范围内。

3.6.1.2 敏感点环境空气监测

参照《大气污染物无组织排放监测技术导则》（HJ/T 55-2000）的要求，以及《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准规定，在本项目地块周界外设置敏感点监测点。

（1）采样位置

根据地块环境敏感保护目标分布情况，选择有代表性的环境敏感点设置大气监测点，共布置 2 个监测点位，详细敏感点位布点如图所示。

（3）敏感点空气监测结果

根据 8 次监测结果，施工期间地块对周边环境影响在可接受范围内，具体监测结果如下：

（4）综合评价

根据环境敏感点8次的监测采样结果，特种污染物砷在施工过程中监测检出一次，根据当天的天气情况，地块位于风向的下风向；环境管理土中铅在施工前和施工中监测均有不同程度的检出；总悬浮颗粒物、PM10、PM2.5 监测结果均未超出《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；非甲烷总烃监测结果均未超出《环境空气质量非甲烷总烃限值》（DB13/1577-2012）；环境管理土中的乙苯施工前和施工中监测均未检出；西湖社区位于项目的西北测，且监测期间的风向为北风；铅和乙苯属于第二阶段开挖的环境管理土中的指标；根据监测结果，第二阶段施工对周边环境的影响在可接受范围内。

3.6.1.3 有组织废气监测

（1）监测布点

本项目设置密闭大棚并配备一个尾气处理设备，烟囱高度15m。污染土壤预处理的尾气通过烟囱排放，属于有组织排放。

（2）采样过程

具体采样过程如下图所示：

（3）有组织废气监测结果

（4）综合评价

根据《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段二级有组织排放监控浓度限值，第二阶段6次有组织排放采样指标监测结果符合排放要求，对周边环境的影响在可接受范围内。

3.6.2 噪声监测

（1）监测布点

在施工过程中，机械作业产生的噪声需定期进行监测。测量时应选择无雨、无雪、

风力 6 级以下的气候。噪声的监测方法按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。噪声监测应根据施工场地周围噪声敏感建筑物位置和声源位置的布局，测点应设在对噪声敏感建筑物影响较大、距离较近的位置。每个采样点一般情况测点设在建筑施工场界外 1m，位置设在高度 1.2m 以上的噪声敏感处。

（2） 采样过程及采样频次

第三方检测单位监测频次施工前，施工中及施工后各检测 1 次，采样过程照片如下。

（3）监测结果

本项目共进行 3 次噪声监测，其中施工前昼间北面，夜间东面和北面噪声超标；2024 年 10 月 30 日施工过程东面和北面噪声超标，经过排查，项目该时间段施工机械暂未启动，是由于该时间段黄埔大道东和环城高速出入口车辆增多，整体施工期间噪声对周边环境影响在可接受范围内。

（4）综合评价结果

根据 3 次噪声监测，厂界西边和南边符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），但存在东面和北面厂界噪声超出《《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），监理部核实当天施工情况，施工单位在晚上外运施工，施工机械仅一台挖机使用，外运车辆晚上均未鸣笛，车速控制在 15km/h，根据现场在线噪声监测，现场晚上未施工，夜间噪声亦超标；厂界北边黄埔大道，东边为环城高速，夜间易出入口堵车所导致夜间噪声超标。

环境敏感点广东海警局监测结果与背景值无显著的差异，符合《声环境质量标准》（GB3096-2008）执行 2 类标准限值要求。

3.6.3 废水监测

（1）监测布点

生产废水包括污染基坑内的积水、洗车废水及筛上物冲洗废水等，水处理后排入暂存池（W1、W2）暂存，因此每批次检测 1 个样品，检测合格水体排放至污水管网。

（2）废水采样过程及采样频次

第三方检测单位监测频次根据现场清水池的水量，在该批次排放前进行采样，采样过程照片如下。

（3）采样监测结果

（4）综合评价结果

根据 8 次废水监测结果，检测污染物均满足《水污染排放限值》（DB44/26-2001）第二时段三级排放标准和《污水排入城镇下水道水质标准》（GBT31962-2015）B 级标准的较严值，因此本阶段施工过程对周边环境影响在可接受范围内。

3.6.3 地下水监测

（1）地下水采样布点

本地块的潜水含水层总体流向为自东北向西南，地下水监测点位应沿着地下水流向布设。在地下水可能受到二次污染区域、地下水流向下游布设监测点位。利用原场地调查的检测井作为监测井。

1）在地块地下水上游边界内布设 1 个监测点，编号为 GW1，位于地块内部）可能受到二次污染的基坑开挖区的下游布设 2 个监测点（编号为 GW2、GW3），均位于地块内部；

2）在地块地下水流向下游布设 1 个（编号为 GW4），均位于地块内部；本项目地下水环境质量监测点设计如下图所示。

3）监测次数和时间节点：在修复工程实施前、实施过程中进行监测，修复过程中每季度不少于 1 次、修复工程完成后监测。

具体的点位布设情况如下图表所示，地下水监测井位置布设如下图所示：

（2）采样过程

第三方检测单位监测频次为施工前和施工后各检测 1 次，施工中按照每个季度采样 1 次，具体采样过程如下所示：

（3）采样结果

（4）综合评价结果

根据3次地下水监测结果，GW1和GW3利用场地调查的原有水井，该点位背景值超《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）IV类标准，检测污染物无显著性差异，因此本阶段施工过程对地下水影响在可接受范围内。

4 场地概念模型

4.1 资料回顾

4.1.1 资料回顾清单

我司自承担该污染场地土壤修复效果评估工作后，立即组织相关技术人员开展该场地相关资料的收集工作，主要包括如下几个方面：

（1）场地环境调查评价及修复方案相关文件：场地环境调查及风险评估报告及审批意见、经环保主管部门审查备案的《修复方案》、《监理方案》以及有关行政文件。

（2）场地修复工程资料：清挖污染土壤位置与范围、污染土壤运输路线、污染土壤处置工艺等。

（3）修复实施相关文件及记录：修复实施过程的记录文件（如污染土壤清挖和运输清单和接收函件）、修复设施运行记录、环境质量和二次污染排放监测记录、修复工程施工总结报告等。

（4）监理文件：环境监理报告。

（5）其它文件：环境管理组织机构、相关合同协议（如委托处理污染土壤的相关文件和合同）、修复过程的原始记录等。

（6）相关图件：场地地理位置示意图、场地用地规划图、总平面布置图、修复范围图、修复技术路线图、修复过程照片和影像记录等。

4.1.2 资料回顾要点

对上述收集的资料进行整理和分析，并通过与现场负责人、修复实施人员、监理人员等相关人员进行访谈，明确核实以下内容：

（1）通过审查修复工程实施方和监理单位提供的文件，核实判定修复实施过程的场地目标污染物、修复范围和修复工程量，与场地环境调查与风险评估报告、修复修复方案及备案文件是否一致。

（2）通过审查场地修复过程的监理记录和监测数据，核实修复工艺及修复过程污染防治措施的落实情况。

（3）通过审查相关运输清单和接收函件，核实污染土壤的数量和去向。

4.1.2.2 修复范围审核结果

通过核实修复单位和监理单位提供的文件，第二阶段修复区域包括 R1-1、R1-2、R1-3、R2-1-2、R3-1-2、R4-1、R4-2、R5-1、R5-2，分阶段修复区域划分见图 4.1-1。

修复单位主要依据《修复方案》给出的拐点坐标位置，利用全站仪、水准仪分别测放出基坑的各层坐标拐点，确定第二阶段污染区坑底（修复范围）以及所开挖边界，再用白灰撒出开挖的边界线（比修复范围稍大），最终开挖完成后核实坑底的修复范围边界。放线记录以及修复范围核实均由监理进行现场确认并签字。

4.1.2.2 修复场地的目标污染物及修复目标审核结果

《风评报告》于 2021 年 11 月通过广州市环境技术中心主持召开的专家咨询论证会。通过核实修复单位和监理提供的文件，项目第一阶段实施过程与《风评报告》及备案的《修复方案》中修复目标污染物及修复目标值一致。

4.1.2.3 修复工程量审核结果

通过核实修复单位和环境监理单位提供的文件，第二阶段污染区清挖工作从 2024 年 11 月 15 日开始，于 2025 年 2 月 15 日清挖完毕。

第二阶段土壤开挖污染土方量约 17397.3m^3。

4.1.2.5 修复工艺及修复过程污染防治落实情况

通过核实修复单位和环境监理单位提供的文件，项目施工过程与备案中修复工艺及修复过程污染防治落实情况如表 4.1-6 所示。

4.2 现场踏勘

（1）核定修复范围

根据场地污染状况调查评估报告及修复方案中的钉桩资料或地理坐标等，结合修复过程工程监理与环境监理出具的相关报告，确定场地修复范围和深度，核实修复范围是否符合场地修复方案的要求。

（2）识别现场遗留污染对场地表层土壤及侧面裸露土壤状况、遗留物品等进行观察和判断，识别现场遗留污染痕迹。

效果评估监测实施阶段，监测工作人员采用专业现场记录表格、GPS 定位仪、摄/录像设备等手段，仔细观察、辨别、记录场地修复情况、周边重要环境状况及其疑似污染痕迹，并采用×射线荧光光谱仪（×RF）等野外便携式筛查仪器进行现场快速测量，辅助识别和判断场地土壤修复情况，并进行后续的现场监测采样工作。

场地土壤修复工程后续推进过程及修复效果评估监测过程中，将持续不间断地对场地内修复工程进展情况、场地外周边环境及敏感点进行实时补充勘察，实时监控修复工程。修复效果评估监测工作将紧密结合修复工程进度，并根据补充勘察的实际情况进行动态调整采样进度及修复效果评估工作进程。

污染场地修复效果评估现场勘察主要包括核定修复范围和识别现场遗留污染痕迹。2024 年 7 月至 2024 年 11 月，我司技术人员多次到污染土壤修复现场，勘察、核实了污染土壤的修复范围、修复工艺和方案、环保措施等内容。

勘查结果表明：

（1）对场地土壤状况、遗留物品等进行了观察和判断，未发现疑似有毒、有害遗留污染物存在，修复范围内不存在明显的遗留污染；

（2）污染土壤修复过程中无原、辅材料遗、撒造成的遗留污染问题；

（3）未发现污染土壤修复过程产生的明显的二次污染痕迹。

4.3 人员访谈

对收集的资料进行整理和分析，并通过与现场负责人、修复实施人员、监理人员等相关人员进行访谈，访谈以下内容：

1） 根据场地环境评估报告、修复方案及备案文件等，确定场地的目标污染物、修复目标、修复范围和修复量，作为效果评估依据。

2）通过审查场地修复过程的监理记录和监测数据，核实修复方案和环保措施的落实情况。

3）通过审查相关运输清单和接收函件，核实污染土壤的数量和去向。4.4 地块概念模型

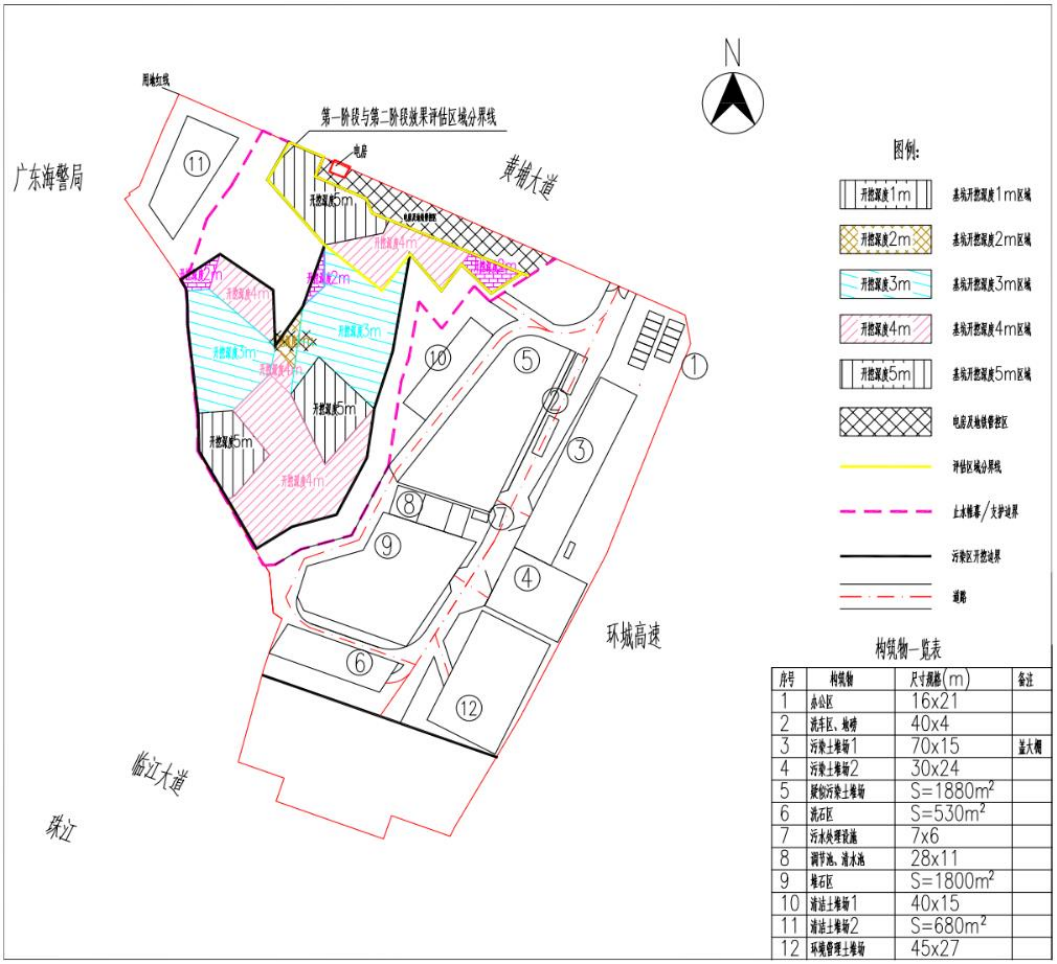
4.4.1 地块概念模型涉及信息

地块概念模型涉及信息见表 4.1-1。

表 4.4-1 地块概念模型涉及信息

地理位置	修复工程位于广州市天河区黄埔大道东 580 号
地块历史	广州市木材公司于 1958 年在地块上建立贮木场，主要从事原木的贮存，公司于 2000 年转制后，地块北部出租给广州安骅汽车贸易有限公司用作别克和雪佛兰的汽车 4S 店，从事汽车的销售、维修，地块南部则出租给私人做露天堆场，堆放原木和沙、砖、水泥等建筑材料。截至 2021 年 1 月，地块内企业、商铺已全部停产、搬迁完毕，地面建筑已全部拆除。根据该地块的规划信息，地块用地性质由工业用地变为文化设施用地和绿地。
地块调查评估工作	2020 年 9 月至 2021 年 12 月，广东绿日环境科技有限公司完成对广州市木材公司地块开展场地环境调查及风险评估工作。
地块土层分布	地块地貌属珠江三角洲冲积平原，地形平坦。 根据地质勘察和钻孔分析，地块地层结构扣除地表建筑碎石块，自上而下依次主要为杂填土、淤泥质土、粉质粘土。 ①杂填土：杂色，由粉质黏土、中粗砂、砼块及少量砼块等堆填而成，稍湿，结构松散。层厚度 0.3~2.7m，平均厚度 1.5m；

	②淤泥质土：灰黑色，饱和，软塑，以粘粒为主，富含有机质及少量粉细砂，局部含砂粒。厚度 0.3~4.3m，平均厚度 3.5m；局部区域在该土层上方存在粉质粘土或砂质粘土； ③粉质粘土：红棕色，稍湿，可塑，主要由粘粒组成，土质不均，粘性一般，含少量粉粒。勘探深度 6m 范围内，揭露土层厚度 0.5~2.5m，平均厚度 1.1m。
地块水文地质情况	地下水主要由上层滞水和潜水组成。上层滞水主要储存于地下水潜水面以上的素填土上部地带，这一地带属于与饱水带有直接水力联系的季节性含水层。潜水属场地下部地下水，主要储存于素填土下部、冲积砂层的孔隙和基岩风化裂隙中。水位稳定性一方面受大气降水等地表水体补给、掺入，另一方面受上下部含水带的水力联系影响。水位埋深浅，高差小，土层间相互水力联系较好，透水性较强，富术性较好。 场地整体的地下水流向为由东北流向西南。
污染物分布情况	北区土壤有机物污染最深达 5m，砷污染主要集中在地块北侧及西南侧区域，且由上至下随深度增加，在 1.0~4.0m 深处土壤污染程度较重，上层和下层污染程度较轻。
目标污染物、修复目标情况	地块目标污染物为土壤砷，修复目标值为 60mg/kg。
土壤修复范围	
修复方式及工艺	砷污染土壤采用水泥窑协同处置技术进行修复，管控区域采用东、南、西三侧的垂直水泥搅拌桩、水平加铺 HDPE 防渗膜+厚度 10cm 的 C25 混凝土面层）等原位工程管控措施，以切断砷超标土壤的人体暴露途径。
施工周期与进度	第二阶段土壤修复于 2024 年 11 月 14 日开始， 2025 年 2 月 15 日完成第二阶段污染土清挖工作，2025 年 2 月 17 日完成第二阶段修复效果评估采样。修复实施关键节点与工程进度情况见表 3.4-37。
异位修复基坑开挖方式	第二阶段修复工作开挖顺序：开挖顺序为 R1-3、R1-2、R1-1→R2-1-2、R3-1-2、R4-1、R5-1→R4-2、R5-2。
修复后土壤土方量及最终去向	本地块第二阶段需修复污染土壤 17422.3m^3，外运至清远海螺环保科技有限责任公司、阳春海螺环保科技有限责任公司、韶关海螺环保科技有限公司进行处置。

修复设施平面布置	
目标污染物浓度变化情况	修复前土壤目标污染物砷最大含量为 517mg/kg，第二阶段修复基坑坑底和侧壁污染物砷最大浓度为 56.7 mg/kg，满足修复目标值（60mg/kg）要求。
地块修复实施涉及的单位	土地使用权人：广州市土地开发中心 代业主管理单位：广州环投控股有限公司 修复单位：广州市番禺环境工程有限公司 环境监理单位：广东省城规建设监理有限公司 效果评估单位：广东中加检测技术股份有限公司

4.4.2 修复后场地概念模型

修复实施单位自 2024 年 11 月 14 日开始第二阶段污染土壤修复工作，2025 年 2 月 27 日现场第二阶段污染土壤外运工作完工。根据场地调查报告、风险评估报告、修复方案、修复实施进度及效果评估监测结果，结合场地信息、修复设计参数、目标污染物浓度变化、污染物去除率等方面进行修复后地块概念模型更新。

4.4.2.1 污染源更新分析

（1） 目标污染物

1）清挖前土壤污染物砷最大浓度值为 517mg/kg。

2）第二阶段清挖后土壤污染物砷最大浓度值为 56.7mg/kg，满足各修复目标值（60mg/kg）要求。

3）第二阶段清挖后土壤目标污染物砷浓度得到有效降低或去除，去除效率为：89.0%。

（2） 修复范围与工程量

第二阶段修复范围包括 R1-1、R1-2、R1-3、R2-1-2、R3-1-2、R4-1、R4-2、R5-1、R5-2 区。

清挖前后拐点坐标及工程量对比结果表明，第一阶段污染区清挖到位，修复范围及工程量达到相关要求。

（3）污染物空间分布

第二阶段修复工程清挖出来的污染土壤进行水泥窑协同处置，与备案的修复方案对比，实际开挖土方量略增大，具体如下：

1）修复前：

根据地块土壤污染状况风险评估报告，结合场地情况，《修复方案》中将修复区域分两个阶段进行修复，第二阶段砷污染土壤修复面积为 15919m^2，修复范围包括 R1-1、R1-2、R1-3、R2-1-2、R3-1-2、R4-1、R4-2、R5-1、R5-2。

2）修复后：

①完成第二阶段污染区基坑污染土清挖，总清挖土方量 17397.3m^3（实方），比修复前设计土方量（15919m^3）增加 1478.3m^3；

②水泥窑协同处置土壤方量为 17422.3m^3，共转运 823 车次，总质量为 26134.70 吨；

③第二阶段共清挖疑似污染土 751 m^3、疑似环境管理土 1634.9m^3，分别堆存于疑似污染土堆场，经效果评估检测，污染物砷浓度未超过修复目标值。

（3）修复过程中污染物排放情况：

项目第二阶段施工期间共产生的废水约 964m^3，项目申请了排水证，处理后废水水经检测达标后排入市政管网。

（4） 污染源更新结果

第二阶段修复效果评估结果表明：

实际清挖污染土壤土方量相比备案修复方案略有增大，基坑清挖后土壤检测结果全部达到修复目标值，修复范围内的污染土已清挖完毕，污染土壤全部经水泥窑协同处置；疑似污染土壤、疑似环境管理土检测结果全部达到修复目标值，可在阶段性效果评估评审通过后，回填于基坑；筛上物冲洗干净，经抽样称重，附着土壤量小于相关规范围要求，无需进行效果评估采样，可在第一阶段效果评估验收通过后，回填于基坑。

4.4.2.2 场地污染物暴露途径更新

（1）修复前场地土壤污染物为砷，污染深度 0-5m，其暴露途径包括：

1）经口摄入表层受污染土壤；

2）皮肤接触表层受污染土壤；

3）呼吸吸入表层受污染土壤扩散到室内外的颗粒物；

（2）根据场地规划总平面方案，地块规划未来拟规划为文化设施用地（A2）和部分防护绿地（G2），修复后地块具体暴露途径包括：

1）经口摄入表层受污染土壤；

2）皮肤接触表层受污染土壤；

3）呼吸吸入表层受污染土壤扩散到室内外的颗粒物。

修复后场地污染物暴露途径不变，土壤污染物浓度降至修复目标值以下，达到人体健康风险可接受水平。

4.4.2.3 受体更新分析

修复前地块敏感受体为本地块工作人员，主要为成人；修复后场地敏感受体为文化活动参与者，包括儿童和成人。

4.4.2.4 修复地块健康风险分析

第二阶段修复工程完工后，地块土壤目标污染物满足修复目标值要求，修复达到了预定目标，场地的重金属污染物已得到有效去除或降低，修复区域砷污染土壤已清挖外运处置。在文化设施用地（A2）和部分防护绿地（G2）方式下，修复后场地对人体健康产生的风险在可接受水平。

5 效果评估布点方案

5.1 土壤修复效果评估布点

修复效果评估监测点位的布设根据《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ 25.5-2018）（简称“《效果评估技术导则》”）、《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）》（简称“《审查要点》”）、《建设用地土壤污染防治 第8部分：风险管控和修复效果评估技术规范》（DB4401/T 102.8-2024）、《广州市工业企业场地环境调查、治理修复及效果评估技术要点》（简称“《技术要点》”）等规范要求进行。

5.1.1 效果评估范围

根据《技术要点》，修复效果评估范围的定义为：效果评估范围原则上应与场地环境调查评估确定的修复范围一致；当修复工程发生变更时，应根据实际情况对效果评估范围进行调整；效果评估范围还包括施工过程中污染土壤临时处理和堆置场所，污染治理设施临时场址。修复效果评估对象为场地修复过程涉及范围内的土壤和地下水。

根据广州市生态环境局《关于印发广州市污染地块土壤异地处置异地修复评审指南等评审管理指南的通知》（穗环〔2021〕96号）以及《关于印发广州市污染土壤水泥窑协同处置环境管理要点的通知》（穗环〔2023〕91号），地块污染土壤采用异地处置方式进行修复的，修复效果评估单位需对污染土壤异地处置进行效果评估，土壤污染修复效果评估报告需包含：

（1）土壤出场的环境质量要求相符性分析；

（2）土壤转运过程的二次污染防治措施落实情况及环境影响说明；

（3）土壤处置单位出具的已接收所有转运土壤的材料，需加盖该单位公章；

（4）土壤处置单位的资格符合性分析，处置进展；

（5）环境监理单位提供的土壤运输过程和去向的支撑材料（视频、照片等）；

（6）接收地生态环境主管部门（区级或以上）实施监管的材料。

因此，根据以上规范要求，第二阶段的修复效果评估范围和对象定义为：

（1）第二阶段污染区基坑清挖效果评估，污染区包括 R1-1、R1-2、R1-3、R2-1-2、R3-1-2、R4-1、R4-2、R5-1、R5- 2 区；

（2）疑似污染土壤（含疑似环境管理土）效果评估；

（3）筛上物抽样估算；

（4）污染土壤异地处置效果评估。

（5）危险废物清挖完成情况效果评估

5.1.2 采样节点

（1）基坑清理效果评估

1）污染土壤清挖后遗留的基坑底部与侧壁，应在基坑清挖之后、回填之前进行采样。

第二阶段土壤污染修复于 2024 年 11 月 8 日开始，2025 年 2 月 15 日完成所有污染土壤清挖，修复期间效果评估单位于 2024 年 11 月 30 日、2025 年 1 月 7 日、1 月 21 日、2 月 17 日分别对各污染区清挖后基坑底部与侧壁进行了 4 个批次的采样工作。目前修复单位对基坑进行围挡、覆膜保护，待第二阶段效果评估通过后，再作回填处理。

2）若基坑侧壁采用基础围护，则宜在基坑清挖同时进行基坑侧壁采样，或于基础围护实施后在围护设施外边缘采样；若侧壁处于地块红线且基础围护上土壤已清挖干净，则无须进行该侧壁采样；必要时，可根据基础围护工程建设情况选择合理的采样节点。

第二阶段土壤污染修复范围内污染区 R1-2、R2-1-2、R3-1-2、R4-2、R5-1 基坑

西南边侧壁位于采取了基础围护，且基础围护上土壤已清挖干净，基础围护设施外边缘为地块红线，该部分侧壁不作布点采样。

3）可根据工程进度对基坑进行分批次采样，基于工程安全因素需要提前进行基坑回填或施工使用的，土壤污染责任人、土地使用权人可申请阶段性效果评估，经评审确认基坑修复清理达到修复目标值后，方可进行基坑回填或施工使用。

本项目分阶段进行土壤修复工作，第二阶段修复区域包括R1-1、R1-2、R1-3、R2-1-2、R3-1-2、R4-1、R4-2、R5-1、R5- 2基坑。根据《修复方案》，R2-1、R3-1基坑分别划分两个区域，其中R2-1-1、R3-1-1区域已在第一阶段完成修复，剩下部分R2-1-2、R3-1-2在第二阶段进行修复。效果评估按照修复工程进度，对R2-1、R3-1基坑按整体基坑进行布点，分批次采样，第二阶段仅对R2-1-2、R3-1-2区域进行采样。

（2） 土壤异位修复效果评估

本项目不涉及异位修复后土壤，清挖的疑似污染土、疑似环境管理土参照异位修复后土采样方法进行。

疑似污染土、疑似环境管理土独立堆放于疑似污染土堆场，目前进行了覆膜处理。效果评估单位于1月21日和2月17日分别采集了2个批次对疑似污染土以及1个批次疑似环境管理土样品。疑似污染土、疑似环境管理土在第二阶段效果评估评审通过后，回填于基坑。

清挖的筛上物清洗后通过抽样估算其附着土壤量不超过相关规范要求，故不对其进行效果评估采样。

（3） 潜在二次污染区域效果评估

潜在二次污染区域效果评估待第二阶段效果评估通过后，整体效果评估阶段进行采样，未纳入本阶段效果评估范围。

5.1.3 布点数量与位置

5.1.3.1 布点原则

（1）基坑底部和侧壁推荐最少采样点数量见表 5.1-1。

（2）基坑底部采用系统布点法，基坑侧壁采用等距离布点法，布点位置参见图 5.1-1。

（3）若基坑坑底有被独立分隔或仅有孤点相连的多个区域，各区域均视作独立的坑底进行采样，最少采样点数量应满足表 5.1-1 要求。

（4）因基坑底部和侧壁效果评估不达标需进行扩挖的，扩挖距离达到 1.5m 以上时，需视作新的基坑开展基坑底部和侧壁效果评估。

（5）若基坑侧壁存在不连续的情形，基坑侧壁采样范围以实际需要采样的区域及实际存在侧壁的区域确定，以各连续侧壁段为基础划分采样单元，各连续侧壁内采用等距离布点法进行采样，同一基坑内各连续侧壁段的采样点数量之和应满足表 5.1-1 要求；各连续侧壁段采样点分配原则上根据其占该基坑总长度的比例确定。

（6）当基坑深度小于或等于 1m 时，可不进行垂向分层采样。当基坑深度大于 1m 时，侧壁应进行垂向分层采样，第一层为表层土 0m～0.2m，0.2m 以下应考虑地块土层性质与污染垂向分布特征，在污染物易富集位置设置采样点，各层采样点之间垂向距离不大于 3 m，具体根据实际情况确定。污染物易富集的位置包括：

1） 地下水水位线附近；

2） 不同性质土层交界面；

3） 现场观察或采用快速筛查设备判断等方式发现的疑似污染富集位置；

4） 土壤污染状况调查阶段显示有污染的位置。

（7）对于重金属和半挥发性有机物，基坑底部和侧壁的样品以去除石块、树根等杂质后的土壤表层样为主 0m～0.2m，不排除深层采样；可在每个采样单元中采用

系统布点法采集 9 个表层土壤样品制成混合样，混合样采样方法按照 HJ/T 166-2004 执行。

（8）对污染土层上、下 0～0.5m 或 0～1m 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，布点和采样要求按照异位修复后土壤的要求进行，结合堆体大小划分采样单元。

（9）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，一般采用系统布点法设置采样点；同时考虑修复效果空间差异，在修复效果薄弱区增设采样点，修复后土壤堆体的高度应便于修复效果评估采样工作的开展；重金属和半挥发性有机物可在采样单元内均匀布设采样点，采集不少于 3 个样品进行混合后检测。

（10）如修复过程中涉及对筛上物附着污染土壤进行洗脱处理，确实无法清洗彻底，且残留污染土壤量较多（每 100m^3 附着的土壤量大于或等于 100kg），应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 100 m^3，每个单元采集 1 个样品。

5.1.3.2 基坑底部和侧部采样布点

本地块关注的土壤污染物为砷，根据上述布点采样规范要求，在第二阶段清挖后的基坑坑底和侧壁进行布点采样。

（1）基坑底部土壤采样布点

将底部均分成块，单块的最大面积设置为400m^2（20m×20m）。

第一层0-1m基坑（R1-1）坑底（1.0m）投影面积356m^2，与下层污染层重叠，坑底不作布点采样；

第一层0-1m基坑（R1-2）坑底（1.0m）投影面积911m^2，与下层污染层重叠，坑底不作布点采样；

第一层0-1m基坑（R1-3）坑底（1.0m）投影面积647m^2，与下层污染层不重叠

面积为94m^2，共布设3个采样单元，采样单元面积为31m^2；

第二层1-2m基坑（R2-1 ）坑底（2.0m）投影面积5754m^2，本阶段验收范围为R2-1-2，坑底（2.0m）投影面积为5600m^2，与下层污染层不重叠面积为687m^2，分为两个区域，各区域坑底投影面积分别为243m^{2}和444m^2，各布设3个采样单元，采样单元面积分别为81m^{2}和148m^2，共布设6个采样单元；

第三层2-3m基坑（R3-1 ）坑底（3.0m）投影面积6225m^2，本阶段验收范围为R3-1-2，坑底（3.0m）投影面积4922m^2，与下层污染层不重叠面积为2448m^2，分为两个区域，各区域坑底投影面积分别为996m^{2}和1452m^2，分别布设3个、4个采样单元，采样单元面积分别为332m^{2}和363m^2，共布设7个采样单元；

第四层3-4m基坑（R4-1）坑底（4.0m）投影面积409m^2，共布设3个采样单元，采样单元面积为164m^2；

第四层3-4m基坑（R4-2）坑底（4.0m）投影面积2833m^2，与下层污染层不重叠区域面积为1670m^2，共布设5个采样单元，采样单元面积为334m^2；

第五层4-5m基坑（R5-1）坑底（5.0m）投影面积528m^2，共布设3个采样单元，采样单元面积为174m^2；

第五层4-5m基坑（R5-2）坑底（5.0m）投影面积616m^2，共布设3个采样单元，采样单元面积为199m^2。

每个采样单元采集9个样品混合成1个混合样，共采集41个土壤混合样品。

原则上，某上层污染区域与下层污染区域重叠部分坑底不作布点采样。

（2）基坑侧壁土壤采样布点

根据每个清挖地块大小、基坑边长和污染的强度，将四周的侧面等分成段，每段长度设置为不大于40m，每段布设1个采样剖面。

项目各异位修复区域基坑深度均大于1m，每个侧壁采样剖面均按垂向分层采样原则进行布点，每1～3m分一层，不足1m时与上一层合并。

基坑侧壁土壤采样采用等距离布点方法，由于每个清挖基坑均为不规则形状，基坑边长按照基坑面积进行估算，即基坑边长L≈4$\sqrt{S}$。根据每个清挖地块大小、基坑边长和污染的强度，将四周的侧面等分成段，每段长度不超过40m，每段设置布设1个采样剖面。

第一层0-1m基坑（R1-1）基坑污染层为0～1.0m，边长约75m，侧壁共布设5个横向采样段，2个垂向采样段，共布设10个采样单元；

第一层0-1m基坑（R1-2）基坑污染层为0～1.0m，边长约124m（扣除地块红线支护桩部分），侧壁共布设5个横向采样段，2个垂向采样段，共布设10个采样单元；

第一层0-1m基坑（R1-3）基坑污染层为0～1.0m，边长约102m，侧壁共布设5个横向采样段，2个垂向采样段，共布设10个采样单元；

第二层1-2m基坑（R2-1）污染层为1.0～2.0m，边长约315m（扣除地块红线支护桩部分），侧壁共布设9个横向采样段（编号A~I），1个垂向采样段，共布设9个采样单元，每段长度约35m。本阶段验收范围为R2-1-2基坑，对R2-1侧壁中的A~D段、F~I侧壁进行采样，共布设8个采样单元，采样深度为1.4~1.6m；

第三层2-3m基坑（R3-1）污染层为2.0～3.0m，边长约340m（扣除扣除管控区交接面支护桩部分或地块红线支护桩部分），侧壁共布设12个横向采样段（编号A~F、H~M），1个垂向采样段，共布设12个采样单元，其中A~F段每段长度约29.7m，H~M段每段长度约27m。本阶段验收范围为R3-1-2基坑，对R3-1侧壁中的A~D、I~M段侧壁进行采样，共布设9个采样单元，采样深度为2.4~2.6m；

第四层3-4m基坑（R4-1）基坑污染层为3.0～4.0m，边长约90m，侧壁共布设5个横向采样段，1个垂向采样段，共布设5个采样单元；

第四层3-4m基坑（R4-2）基坑污染层为3.0～4.0m，边长约162m，侧壁共布设8个横向采样段，1个垂向采样段，共布设8个采样单元；

第五层4-5m基坑（R5-1）基坑污染层为4.0～5.0m，边长约57m，侧壁共布设5个横向采样段，1个垂向采样段，共布设5个采样单元；

第五层4-5m基坑（R5-2）基坑污染层为4.0～5.0m，边长约101m，侧壁共布设5个横向采样段，1个垂向采样段，共布设5个采样单元。

每个采样单元采集9个样品混合成1个样品，共采集101个土壤混合样品，监测因子及布点情况见表5.4-1，采样布点示意见图5.4-1～5.4-16。

基坑底部和侧壁采样布点严格按照相关规范要求进行，采样位置、采样深度与样品数量合理可信。

5.1.3.3 疑似污染土采样布点

按疑似污染土暂存情况（堆存高度、体积等），根据修复后土壤最少采样点数量要求，采用系统布点法布设采样点位，在每个采样单元采集不少于 3 个土壤样品制成 1 个混合样品。

（1）疑似污染土堆体 YSW2 土方量 571.8m^3，堆体高度 2.9m，共布设 4 个采样单元；

（2）疑似环境管理土堆体 YSH2 土方量 2218m^3，堆体高度 3.6m，共布设 7 个采样单元；

（3）疑似环境管理土堆体 YSW3 土方量 280m^3，堆体高度 2.9m，共布设 3 个采样单元。

5.1.4 检测指标

根据《效果评估技术导则》，基坑土壤的检测指标一般为对应修复范围内土壤中目标污染物；存在相邻基坑时，应考虑相邻基坑土壤中的目标污染物。

5.1.5 评估标准值

针对清挖后的场地，须对场地清挖后的基坑坑底和基坑壁土壤进行采样检测，评价每一块清挖区域基坑是否还存在污染土壤，修复效果评估检测指标为土壤目标

污染物砷，评估标准为土壤修复目标值，见表 5.1-6。

表 5.1-6 场地污染土壤修复目标值

污染物	风险控制值	风险筛选值	风险管制值	修复目标值
砷	1.49mg/kg	60mg/kg	140mg/kg	60mg/kg

6 现场采样与实验室检测

6.1 样品采集

6.1.1 现场土壤采样

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) 和《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》、《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)、《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）》、《广州市工业企业场地环境调查、治理修复及效果评估技术要点》（穗环办〔2018〕173 号）、《建设用地土壤污染防治 第 3 部分:土壤重金属监测质量保证与质量控制技术规范》（DB4401/T 102.3-2020）、《建设用地土壤污染防治 第 8 部分：风险管控和修复效果评估技术规范》（DB4401/T 102.8-2024）等技术规范相关要求，进行土壤样品采集。

本地块第一阶段涉及对基坑表层土壤样品的采集，以及疑似污染土堆体深层（3m）土壤采样。

6.1.1.1 基坑土壤采样

基坑底部样品采集：将底部均分成块，按照每单元的最大面积不超过400m^2，在每个采样单元中均匀分布地采集 9 个表层土壤样品制成混合样。

基坑侧壁样品采集：根据基坑采样侧壁长度均匀的分成若干个不超过 40m 的采样单元，在每个采样单元采集 9 个表层土壤样品制成混合样，具体采样位置考虑地块土层性质与污染垂向分布特征，并结合土壤异常气味和颜色、现场快筛数据等进行确定。

样品采集采用挖掘方式进行，采样工具为木铲、竹片、专用钻孔取土器等。表层土采样采用手工采样，先用木铲、竹片等工具将地表物质去除，并挖掘到指定深度，

然后进行样品采集。采集土壤样时，把表层硬化碴块和大的砾石、树枝剔除。采样过程中佩戴手套。每采完一次样，都将采样工具用自来水洗净后再用蒸馏水淋洗一遍。

效果评估单位于2024年11月30日、2025年1月7日、1月21日和2月17日对第二阶段清挖后基坑采集4个批次共45个土壤样品，具体采样信息见表6.1-1，土壤现场采样记录、样品流转记录及照片详见附件5。

6.1.1.2 疑似污染土壤采样

根据土壤堆体堆放形状建立三维网格，疑似污染土壤和疑似环境管理土每 500m^3不少于2个样品。

深层土壤（疑似污染土堆体内部）采用挖槽方式辅助采样，借助挖机从堆体上部挖掘出一定深度凹槽，在凹槽内采集不同深度样品。采集土壤样时，把表层硬化碴块和大的砾石、树枝剔除，采集适量土壤样品，采用四分法采集混合样。采样过程中佩戴手套，每采完一次样，都将采样工具用自来水洗净后再用蒸馏水淋洗一遍。

效果评估单位于2025年1月21日、2月17日对第二阶段疑似污染土堆、疑似环境管理土堆采集了2个批次共14个样品，具体采样信息统计见表6.1-2，土壤现场采样记录、样品流转记录及照片详见附件5。

6.1.2 样品保存与流转

依据《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）、《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》、《建设用地土壤污染防治 第3部分:土壤重金属监测质量保证与质量控制技术规范》（DB4401/T 102.3-2020）等相关规范要求，对土壤样品收集器选型，并按规范对样品进行运输和保存。

本项目主要涉及重金属样品，采集后用具有聚四氟乙烯密封袋。

在采样现场样品逐件与样品登记表、样品标签和采样记录进行核对，核对无误后装箱。运输过程中严防样品的损失、混淆和沾污。由专人将土壤样品送到实验室后尽快分析，送样、接样双方同时清点核实样品，并在样品交接单上签字确认。

6.1.3 现场质量控制

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）》、《技术要点》等相关要求，在样品的采集、保存、运输、交接等过程建立完整的管理程序，做好现场采样过程中的质量保证和质量控制。

（1）采样过程交叉污染控制措施

基坑侧壁、坑底表层土采样采用手工采样。手工采样是先用木铲、竹片等工具将地表物质去除，并挖掘到指定深度，然进行样本采集，不使用铬合金或其他相似质地的工具。采集土壤样时，把表层硬化碴块和大的砾石、树枝剔除。采样过程中佩戴干净的一次性手套，为避免不同样品之间的交叉污染，每采集一个样品更换一次手套。每采完一次样，都将采样工具用自来水洗净后再用蒸馏水淋洗一遍。

（2）现场采样质量控制措施

采集现场质量控制样为平行样，在采样过程中，同种采样介质，同批次采集至少一个平行样，每批次质控样品数量不少于总检测样品数量的 10%。

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，所有样品并及时送至实验室进行分析。

（3）现场采样记录控制措施

现场采样时，制定详尽的现场采样记录、现场监测记录，使用表格对土壤特征、可疑物质或异常现象等描述，并保留现场相关照片、影像记录，确保现场记录的内容、页码、编号齐全以便于核查，现场记录改动注明修改人及时间。

现场采样记录见附件 4。

6.2 实验室检测

6.2.1 检测方法

监测分析方法采用国家标准或行业标准或规范。修复效果评估监测阶段监测分析方法见表 6.2-1。

表 6.2-1 检测分析方法、分析仪器及检出限

类别	监测项目	检测方法	分析仪器型号/名称	仪器编号	检出限
土壤	砷	GB/T22105.2-2008 土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法	原子荧光计/ Kylin-S12	ZJ202003008	0.01mg/kg

6.2.2 土壤样品前处理与分析

6.2.2.1 土壤样品前处理

（1）重金属样品预处理按照《建设用地土壤污染防治 第 3 部分：土壤重金属监测质量保证与质量控制技术规范》（DB4401T 102.3-2020）以及各项目分析方法要求进行。

在在风干室内将样品置于风干盘中，摊成 2cm～3cm 的薄层，适时地压碎、翻动，拣出碎石、砂砾、植物残体。土壤风干状态应以样品无明显水迹、无明显含水土块、土团酥松能轻松锤碎为宜。

风干后的样品进行研磨处理，采用逐级研磨、边磨边筛的研磨方式，不可一次性将土壤样品研磨至过小粒径，以免达不到粒径分级标准。研磨过程中，随时拣出非土壤成分，包括碎石、砂砾和植物残体等，不可随意遗弃土壤样品，避免影响土壤样品的代表性。及时填写样品制备原始记录表，记录过筛前后的土壤样品重量。研磨混匀后的样品，分别装于样品袋或样品瓶，填写土壤标签一式两份，瓶内或袋内一份，瓶外或袋外贴一份。

研磨过程中，进行制样损耗率检查，按粗磨、细磨两个阶段分别计算损耗率，要求粗磨阶段损耗率不高于 3%、细磨阶段不高于 7%。样品制备完成后，进行过筛率检查，随机抽取任一样品的 10%按原网目过筛，过筛率达到 95%为合格。

用作留样的样品过孔径 2mm 尼龙筛后，样品量不少于 200g，用指定容器盛装，在

样品库建立台没帐保存。用作细磨的样品量不少于 100g，全部过孔径 0.15mm 尼龙筛后，用于土壤重金属元素全量分析。

6.2.2.1 土壤样品分析

土壤样品分析按照各项目分析方法要求进行。

6.2.3 实验室质量控制

按照《技术要点》的质控要求，样品分析按各监测方法的规定做好实验室空白、平行样（现场密码及实验室）、加标回收、标准物质分析等质控措施，并形成质控统计表输入报告内容中。

质量控制样品数量比例不低于《技术要点》要求：即空白样（实验室）、平行样（现场密码、实验室）、加标回收、标准物质等 4 类质控措施按 10%左右进行。

为确保监测数据准确无误，严格执行数据三级审核制度，对每个环节实施质量管理和检查验收，严把数据质量关，发现可疑数据或疑难问题，监测负责人组织相关人员查证分析解决，有疑问的数据绝不上报。

平行双样测定结果的误差评价参照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）表 13-1 的规定，在允许误差范围之内者为合格。实验室分析质控小结：

场地第二阶段修复效果评估检测共采集土壤样品数 120 个，采集现场平行样 16 对（样品比例 13.3%），实验室分析室内空白样 18 个（样品比例 15.0%），实验室分析室内平行样 15 对（样品比例 12.5%），实验室内加标回收分析 15 个（样品比例 12.5%），标准物质分析 11 个（样品比例 9.2%）。

根据监测项目质控数据，现场平行样、室空白样、室内平行样、室内加标样、标准样品分析结果均符合相关规范、方法的要求，质控结论为合格。

6.3 外部质量控制监督管理

原广州市环境保护局于 2015 年 12 月 15 日颁布了《广州市环境保护局办公室关于

加强污染场地治理修复工程验收监测工作的通知》（穗环办〔2015〕193 号文），对非环境保护行政主管部门所属的环境监测单位进行验收监测时，提出了外部质量控制监督要求，即接受区级以上环境保护行政主管部门所属环境监测单位质量控制监督管理。

根据污染场地治理修复工作特点，对污染物项目进行质量控制。项目评价依据相关监测分析方法的精密度要求。

外部质量控制采用密码平行样品分析、平行样品抽样分析和采样现场监督检查三种方式进行。广州市生态环境局委托广州环投设计研究院有限公司和广州环净环保工程有限公司（简称“质控监督单位”）对本地块开展外部质量控制监督管理工作，并对相关项目平行样分析结果的准确性进行评价，并出具评价结果。

根据《广州市土壤污染状况调查及修复效果评估监测质量监督工作指引》（穗环〔2023〕88 号）要求，对开展土壤污染状况调查详细采样分析的地块和土壤污染修复效果评估的地块，100%实施质量监督。

6.3.1 监督方式选择

本次评估采取了密码平行样分析和平行样抽测分析两种监督方式。

密码平行样品分析和平行样抽测分析均由质控监督单位对相关项目监督，并出具相应评价。

6.3.2 密码平行样质控监督

（1）样品来源

我司根据修复效果评估监测方案对第二阶段样品进行采集的同时，按照比例不低于 5%及总数不少于 7 个的要求采集平行样，送质控监督单位质控室进行样品加密。效果评估验收监测期间共采集了 4 个批次共 56 个质控样品。

（2）样品加密

质控监督单位选派 2 名以上技术人员共同实施样品加密工作。在我司采集的平行样

中随机抽取 5-10%样品（不少于 7 个平行样），去掉原样品标签，按密码样编码规则重新编码后粘贴新标签。密码样品的加密过程由2人共同完成，做好登记，并对加密前后样品拍照留影。效果评估监测期间质控监督单位对我司采集的4个批次的样品完成了加密工作。

（3）样品分析

密码样品由质控监督单位交我司实验室进行样品分析，做好交接记录。效果评估验收监测期间我司在规定时间内完成了 4 个批次的密码样品的分析工作。

（4）结果判断

我司完成每批次实际样品及密码平行样品分析后，15 个工作日内提交了 1 份加盖 CMA 章的正式检测报告至质控监督单位。效果评估验收监测期间我司共出具了个 4 份密码样分析报告并在规定时间内提交，质控监督单位对分析结果进行解密，出具了4份质控监督结果通知单（附件 11）。

根据质控监督单位出具的效果评估监测质量监督结果通知单结论，土壤砷共 28 个密码平行样共 28 对数据，依据《广州市土壤污染状况调查与修复效果评估监测质量监督技术规则》表 4-1 的质控要求进行质量评价，砷 28 对密码平行样数据相对偏差范围为 0.19~12%，满足相对偏差≤20%要求，合格率为 100%。

6.3.4 质控监督结果

根据质控监督单位出具的质量监督检查结果单，第二阶段效果评估验收监测期间，我司送检的4个批次密码平行样质控结果均为合格，所有质量监督检查结论均为通过，土壤样品检测结果可信。

7 效果评估

7.1 评估方法

根据《技术导则》要求，本项目采用逐一对比的方法判断整个场地是否达到修复效果。应将样品检测值与修复效果评估标准值逐个对比：

a) 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；

b) 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。

所有样品的污染物监测值均满足以上的要求，则认为达到验收标准，方可判定场地达到修复效果。

7.2 检测结果分析

7.2.1 基坑清挖检测结果

7.2.1.1 第一层污染区基坑检测结果

2024年11月30日，我司对场地第二阶段第一层污染区R1-1、R1-2、 R1-3基坑清挖后土壤进行检测，其中R1-1基坑侧壁采集土壤样品10个，坑底与下层污染层投影区域重叠 ，不作采样； R1-2基坑侧壁采集土壤样品10个，坑底与下层污染层投影区域重叠 ，不作采样；R1-3基坑侧壁采集土壤样品10个，坑底与下层污染层投影非重叠区域采集土壤样品3个。第一层基坑共采集土壤样品33个，检测项目为砷。

检测结果表明，第一层污染区 R1-1、R1-2、R1-3 基坑污染物砷浓度范围为7.95~55.8mg/kg，均未超修复目标值。

7.2.1.2 第二层污染区基坑检测结果

2025年1月7日，我司对场地第二阶段第二污染区R2-1-2基坑清挖后土壤进行检测，其中基坑侧壁采集土壤样品6个，坑底与下层污染层投影非重叠区域采集土壤样品8个。第二层共采集土壤样品14个，检测项目为砷。

检测结果表明，第二层污染区R2-1-2基坑污染物砷浓度范围为7.18~32.1mg/kg，均未超修复目标值。

7.2.1.3 第三层污染区基坑检测结果

2025年1月7日，我司对场地第二阶段第三层污染区R3-1-2基坑清挖后土壤进行检测。其中基坑侧壁采集土壤样品7个，坑底与下层污染层投影非重叠区域采集土壤样品9个。第三层基坑共采集土壤样品16个，检测项目为砷。

检测结果表明，第三层R3-1-2基坑有6个点位污染物砷检测结果超修复目标值，浓度范围为60.1~188mg/kg，其余点位污染物砷浓度范围为13.7~56.7mg/kg，未超修复目标值。

场地修复单位对超标区域进行二次清挖，坑底平均清挖深度0.5m，侧壁平均清挖宽度0.5m，共清挖土方量686.5m^3。2025年1月21日，我司对R3-1-2基坑二次清挖后坑底和侧壁进行采样，共采集土壤样品6个，检测项目为砷。

检测结果表明，第三层二次清挖后基坑污染物砷浓度范围为19.9~33.2mg/kg，均未超修复目标值。

7.2.1.4 第四层污染区基坑检测结果

2025年1月21日、2月17日，我司分别对场地第二阶段第四层污染区R4-1、R4-2基坑清挖后侧壁及坑底土壤进行检测。其中R4-1基坑侧壁采集土壤样品5个，坑底采集土壤样品3个；R4-2基坑侧壁采集土壤样品8个，坑底与下层污染层投影非重叠区域采集土壤样品5个。第四层基坑共采集土壤样品21个，检测项目为砷。

检测结果表明，第四层基坑污染物砷浓度范围为9.23~32.0mg/kg，均未超修复目标值。

7.2.1.5 第五层污染区基坑检测结果

2025年1月21日、2月17日，我司分别对场地第二阶段第五层污染区R5-1、 R5-2基坑清挖后侧壁及坑底土壤进行检测。其中R5-1基坑侧壁采集土壤样品5个，坑底采集土壤样品3个；R5-2基坑侧壁采集土壤样品5个，坑底采集土壤样品3个。第四层基

坑共采集土壤样品16个，检测项目为砷。

检测结果表明，第四层基坑污染物砷浓度范围为12.2~46.4mg/kg，均未超修复目标值。

7.2.2 疑似污染土壤检测结果

2025年1月21日、2月17日，我司分别对场地疑似污染土壤堆体YSW2、YSW3以及疑似环境管理土堆体YSH2进行检测，其中YSW2采样4个土壤样品，YSW3采样3个土壤样品，YSH2采集7个土壤样品，共采集14个土壤样品，检测项目为砷。

检测结果表明，疑似污染土堆体和疑似环境管理土污染物砷浓度范围为13.1~44.6mg/kg，均未超修复目标值。

7.3 筛上物抽样估算结果

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）》相关要求，2025 年 2 月 21 日，环境监理单位在我司技术人员见证下对筛上物的附着物含量进行抽查。对采集的土壤样品进行称重，根据单位体积的土壤重量，估算每 100m^3 中附着的土壤量，抽样结果见表 7.2-14。

表 7.2-14 筛上物抽样估算结果

序号	抽取筛上物方量（m^3）	附着土壤重量（kg）	每 100 m^3 附着土壤量（kg/100m^3）	限值要求（kg/100m^3）	达标与否
1	180	140	77.78	<100	是
2	180	150	83.33	<100	是
3	180	140	77.78	<100	是
备注：数据来源监理单位筛上物抽样估算结果单，采集的土壤含部分碎石和水分，无法完全分离，实际筛上物附着土壤量小于 64.2kg/100m^3。					

综上，第二阶段冲洗后筛上物每 100m^3 附着的土壤量不超过 100kg，表明筛上物已冲洗干净，效果评估单位对冲洗后筛上物不作布点采样。冲洗后筛上物可在第二阶段效果评估通过后，回填于基坑。

7.4 危险废物清挖效果评估

修复单位委托了广东新创华科环保股份有限公司对本地块污染土壤进行固体废

物废物鉴别工作，出具了《广州市木材公司地块重金属污染土壤危险特性鉴别报告》（附件 14）。污染土壤鉴别结果表明：F1（1-2m）、F1（2-3m）、F2（1-2m）、F2（2-3m）、F3（1-2m）、F3（2-3m）、F4（0-1m）、F4（1-2m）、F5（1-2m）、F8（1-2m）、F14（1-2m）共 11 个点位所在区域的土壤具有危险特性，主要污染物为重金属及其化合物，合计土方量为 535 立方米，其余区域待修复土壤所检各项指标均未超出相关限值，不具备相应危险特性，不属于危险废物，可作一般固体废物处理处置。

由危险废物分布范围图可知，第一阶段修复区域土壤经鉴别不属于危险废物，为一般固体废物，可外运至水泥窑进行协同处置。

本项目存在被鉴别为危险废物的污染土壤，修复单位按照危险废物的相关法规、标准与规范于 2024 年 10 月 23 日-11 月 3 日，完成 535m^3 危险废物进行清挖和外运工作，危险废物运输单位为珠海市粤隆运输有限公司，处置单位为韶关东江环保再生资源发展有限公司，危险废物按“含有或沾染毒性、感染性危险废物的废弃包装物、容器、过滤吸附介质（HW900-041-49）”进行处置，处置方式为安全填埋。

危废基坑完成清挖后，效果评估单位委托广州竞轩环保科技有限公司对危险废物清挖完成情况进行验收，编制完成了《广州市木材公司地块危险废物土壤清挖完成情况验收报告》（以下称《危废清挖验收报告》），并通过了 2024 年 11 月 18 日由我司组织的专家评审会。评审结论如下：

广州市木材公司地块危险废物清挖完成情况验收工作参照《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）、《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）、《危险废物鉴别技术规范》（HJ 298-2019）等要求进行，分别从浸出毒性、毒性物质含量进行检测分析，并进行相应的采样和检测分析，结果表明，5 个基坑（6 个危废区域）检测结果均未超出相应的标准限值。结合现场勘查、资料分析及检测结果进行综合判定，判定结果为：

广州市木材公司地块危险废物清挖后遗留的基坑污染土壤不具有危险特性，不属于危险废物，本次危废清挖已到位，无需继续扩大范围进行清挖。

综上，地块内判定的危险废物已全部按“含有或沾染毒性、感染性危险废物的废弃包装物、容器、过滤吸附介质（900-041-49）”完成清挖转运，地块内已无积存的危险废物。

7.5 污染土异地处置效果评估

地块污染土壤异地处置修复效果评估主要通过审核修复单位污染土壤清挖记录、转运台账和《施工总结报告》，环境监理单位提供的土壤运输过程和污染土去向的支撑材料、二次污染防治措施落实情况和《监理报告》，土壤处置单位的资质材料、出具的已接收所有转运土壤的证明文件，审核结果如下：

（1）土壤出场的环境质量要求相符性分析

根据广东新创华科环保股份有限公司《广州市木材公司地块重金属污染土壤危险特性鉴别报告》（附件 13），地块内第二阶段修复区域经鉴别，部分区域土壤具备相应危险特性，属于危险废物。场地修复单位已按照危险废物处置方式，对该区域土壤进行了开挖外运处置，其余区域土壤不具备危险特性，可按照一般固体废物的处理方式，对污染土壤进行水泥窑协同处置。

经审核《施工总结报告》以及接收单位相关资料，污染土出场前经预处理后粒径<5cm，含水率<40%，满足接收单位对污染土壤接收标准要求。

（2）土壤转运过程的二次污染防治措施落实情况及环境影响说明

经审核《监理报告》，通过对土壤运输过程和污染土去向的支撑材料、二次污染防治措施落实情况进行分析，环境监理单位对地块污染土壤的开挖过程和污染土外运至接收单位的装车、密封、场内运输、过磅、出场洗车、路程运输、水泥厂进场过程进行了全程跟踪、监督，并对转运过程可能产生的二次污染防治措施落实情况进行了环境监理。

在污染土壤外运过程中，现场监理员确认每日进场车次，每车外运土方量等内容。从 2024 年 11 月 18 日至 2025 年 2 月 27 日，共计外运污染土壤 823 车次，其中清远海螺环保科技有限责任公司接收 7742.45 吨， 阳春海螺环保科技有限责任公司接收 13336.32 吨，韶关海螺环保科技有限公司接收 5355.93 吨，合计 26134.70 吨。

外运过程中，现场监理员在装车完成后现场确认车辆密闭情况；监督车辆过磅，确认每辆车次的运输方量，监督运输车辆不超载行驶；监督车辆出场前对车轮及车辆外壁的清洗过程。

运输汽车采用总载重 49t，安装车载 GPS 定位终端的重型半挂牵引车，车厢顶部安装密闭装置，污染土壤装完车后，采用规定的防水篷布覆盖密闭，外运过程中未出现遗撒、扬尘情况。

运输车辆出场前车轮及车身残存的土冲洗干净后才离场，每台车冲洗时间不小于 10 min，未出现“带泥上路”情况。

清远海螺环保科技有限责任公司运输路线途经广州环城高速、许广高速，阳春海螺环保科技有限责任公司广州环城高速、沈海高速、广佛肇高速、广昆高速、汕湛高速。查看车辆运输行车轨迹图，车辆均按照报备的运输路线行驶，未发生随意改道情况。运输时间符合交通管理要求，未发生超速超载情况。

外运过程填写《污染土壤运输联单》，经场地修复单位、环境监理单位、运输单位签字、盖章。到达目的地后，接收单位按填写内容及过磅单对污染土壤接收，确认无误后在联单上签字盖章。

污染土壤转运过程按《修复方案》要求，落实了相应的二次污染防治措施，整个转运过程对环境的影响较小。

（3）土壤处置单位出具的已接收所有转运土壤的材料落实情况

根据清远海螺环保科技有限责任公司和阳春海螺环保科技有限责任公司出具的接收证明，截至 2025 年 2 月 28 日，地块污染土壤合计 26134.70 吨已由协同处置单位接收完成，其中清远海螺环保科技有限责任公司接收 7742.45 吨， 阳春海螺环保

科技有限责任公司接收 13336.32 吨，韶关海螺环保科技有限公司接收 5355.93 吨，接收证明见附件 17。

（4）土壤处置单位的资格符合性分析

本项目第二阶段水泥窑协同处置单位为清远海螺环保科技有限责任公司、阳春海螺环保科技有限公司和韶关海螺环保科技有限公司。

清远海螺环保科技有限责任公司经营范围包括：协同处置列入《国家危险废物名录》(2021 年版)的 HWO2,HWO6、HWO8.HWO9、HW11、 HW12、 HW13、HW16、HW17,HW18、 HW21. HW22、HW23、 HW34、HW46、HW48、HW49、HW50 共 18 大类危险废物 7 万吨 1 年; 线协同处置列入《国家危险废物名录》(2021 年版)的 HWO2,HWO6、HWO8.HWO9、HW11、 HW12、 HW13、HW16、HW17,HW18、 HW21. HW22、HW23、 HW34、HW46、HW48、HW49,HW50，共 18 大类危险废物 7 万吨 1 年;协同处置废旧纺织品、废皮革制品、废橡胶制品、废玻璃、含钙废物、无机废水污泥、污染土、河道污泥等一般工业固废 3 万吨/年，共 10 万吨/年，其营业执照见图 7.7-1。

阳春海螺环保科技有限公司经营范围包括：协同处置固体废物 10 万吨/年，其中危险废物 7 万吨/年，包括医药废物（HW02)，废有机溶剂与含有机溶剂废物(HW06)，废矿物油与含矿物油废物（HW08）)，精（蒸）馏残渣(HW11)，染料、涂料废物(HW12)，有机树脂类废物(HW13)，表面处理废物（HW17)，含铜废物(HW22)，含锌废物(HW23),废酸(HW34)，含镍废物(HW46)，有色金属冶炼废物 HW48)，其他废物（HW49)，废催化剂（HW50)共 14 类;一般工业固体废物 3 万吨/年，包括城市和工业污水处理污泥、受污染土壤，其营业执照见图 7.7-2。

（5）土壤运输过程和去向支撑材料落实情况

根据环境监理单位提供的《监理报告》以及修复施工过程中的相关视频和照片资料显示，地块污染土壤外运过程中运输车辆严格按照修复方案确定的运输路线进

行污染土运输，自地块现场运输至水泥厂途中的行程路线如下：

1）清远海螺环保科技有限责任公司途径广州环城高速、许广高速；

2）阳春海螺环保科技有限公司途径广州环城高速、沈海高速、广佛肇高速、广昆高速、汕湛高速。

环境监理单位对车辆运输路线进行了全程跟踪定位，跟踪车辆进入水泥厂并卸土至暂存间的过程，运输过程无土方遗漏的现象。地块污染土壤已按修复方案运至水泥厂协同处置，运输过程落实了二次污染防治措施。

（6）接收地生态环境主管部门（区级或以上）实施监管的材料

地块污染土壤转运前，修复单位已将转运计划、转运路线向广州市、清远市及阳春市生态环境主管部门进行报备后实行土壤外运工作。

（7）结论

地块内污染土壤已合部转运至清远海螺环保科技有限责任公司、阳春海螺环保科技有限责任公司和韶关海螺环保科技有限公司进行协同处置，运输过程无土方遗漏的现象，落实了二次污染防治措施，对环境的影响较小。

7.6 效果评估结论

7.6.1 基坑清挖效果评估结论

根据 2024 年 11 月 30 日、2025 年 1 月 7 日、1 月 21 日以及 2 月 17 日所采集的四个批次 106 个土壤样品检测结果，第二阶段污染区 R1-1、R1-2、R1-3、R2-1-2、R4-1、R4-2、R5-1、R5-2 基坑坑底和侧壁土壤样品检测结果范围为 7.18～56.7mg/kg，均低于修复目标值 60mg/kg，表明上区域污染土壤已清挖干净。

R3-1-2 基坑有 6 个点位污染物砷浓度超修复目标值，经场地修复单位对超标区域二次清挖后，效果评估监测结果表明，超标区域坑底和侧壁污染物砷浓度范围为 19.9～33.2mg/kg，均低于修复目标值，表明污染土壤已清挖干净。

综上，第二阶段所有污染区范围内污染土壤已清挖干净，污染物得到有效去除，

满足后续开发利用要求。

7.6.2 疑似污染土效果评估结论

根据 1 月 21 日、2 月 17 日所采集的 2 个批次共 14 个疑似污染土（含疑似环境管理土）样品检测结果，第一阶段清挖的疑似污染土检测结果范围为 13.1～44.6mg/kg，均低于修复目标值 60mg/kg，表明疑似污染土可作为清洁土或环境管理土，待第二阶段效果评估通过后，回填于基坑。

7.6.3 筛上物抽样估算效果评估结论

环境监理单位在我司技术人员见证下对第二阶段冲洗后筛上物的附着物含量进行抽查，抽样结果显示，每 100m^{3}附着的土壤量不超过 100kg，表明筛上物已冲洗干净，效果评估单位对冲洗后筛上物不作布点采样。冲洗后筛上物可在第二阶段效果评估通过后，回填于基坑

7.6.4 危险废物清挖效果评估结论

通过审核 《广州市木材公司地块危险废物土壤清挖完成情况验收报告》，广州市木材公司地块危险废物清挖后遗留的基坑污染土壤不具有危险特性，不属于危险废物，本次危废清挖已到位，无需继续扩大范围进行清挖， 地块内判定的危险废物已全部按“含有或沾染毒性、感染性危险废物的废弃包装物、容器、过滤吸附介质（900-041-49）”完成转运，地块内已无积存的危险废物。

7.6.5 污染土异地处置效果评估结论

通过审核修复单位污染土壤清挖记录、转运台账和《施工总结报告》，环境监理单位提供的土壤运输过程和污染土去向的支撑材料、二次污染防治措施落实情况和《监理报告》，土壤处置单位的资质材料、出具的已接收所有转运土壤的证明文件，表明地块污染土壤已全部清挖完毕，并全部外运至韶关海螺环保科技有限公司、清远海螺环保科技有限责任公司和阳春海螺环保科技有限责任公司进行水泥窑协同处置。

8 结论与建议

8.1 修复工程概况

广州市木材公司地块位于广州市天河区黄埔大道东580号，地块中心经纬度为东经113°23′45.32″，北纬23°6′38.82″，地块占地面积为32173.18m^2。地块北侧为黄埔大道东，东临广州环城高速，南面靠近珠江，西面紧邻广东海警局。地块计划由工业用地变更为文化设施用地（A2）和部分防护绿地（G2）。

广东绿日环境科技有限公司对地块开展了土壤污染状况调查及风险评估工作。2021年8月25日，广州市环境技术中心主持召开了《初调报告》、《详调报告》和《风评报告》）专家评审会。由于特征污染物识别不清，土壤、地下水布点及采样深度等未能满足规范要求，现有数据不能支撑调查结论，专家组不同意《初调报告》、《详调报告》通过评审。2021年11月11日，广州市环境技术中心重新主持召开了《初调报告》、《详调报告》和《风评报告》专家评审会，专家组原则同意通过评审，经修改完善并复核通过后作为下一步环境管理工作的依据。根据调查与风评报告结论，本地块土壤中关注污染物为砷，对人体的健康危害存在较大的风险，不符合场地后期的规划要求，土地使用权人需对土壤污染物砷进行土壤污染修复。

广州市番禺环境工程有限公司（修复单位）和广东省城规建设监理有限公司（环境监理单位）于2024年6月编制完成《修复方案》、《监理方案》，并于2024年6月24日通过了土地使用权人主持召开的专家评审会，《修复方案》、《监理方案》经过修改完善后，于2024年7月10日通过了专家组长复核，并于2024年7月24日通过了广州市环境技术中心组织的专家复核。

根据《修复方案》，第一阶段修复工程主要规模为：对R1-4、R2-1-1、R2-2、R2-3、R3-1-1、R4-3、R5-3污染区基坑重金属砷污染土壤（共5094.8m^3）进行清挖，水泥窑协同处置污染土壤，清洁土回填。

修复单位于2024年9月16日至2024年11月3日对广州市木材公司地块开展污染场

地第一阶段修复工作，已完成修复工程量如下：

（1）第一阶段污染区域共清挖污染土壤5094.8m^3（实方），扣除筛分筛上物491m^3（实方）后，筛下污染土壤4603.3m^3（实方）。清挖灌注桩土1271.4m^3（实方），扣除筛分筛上物17m^3（实方）后，筛下污染土壤1254.4 m^3（实方）；

（2）共计清挖疑似污染土方量584 m^3（实方）；

（3）共计清挖转运危险废物土壤574.1m^3（实方）；

（4）共计处理项目废水量400m^3。

依据《效果评估方案》及土地使用权人要求，我司开展了地块土壤污染修复效果评估工作，内容包括污染场地基坑清挖效果评估、疑似污染土壤、筛上物等，并委托了广州竞轩环保科技有限公司对危险废物清挖后基坑进行验收工作。

8.2 修复范围及工程量审核

根据《施工总结报告》，场地内第二阶段污染土壤中超修复目标值的污染物为砷，修复土方量为4884m^3。

（1）R1-1 污染区基坑

R1-4 基坑实际开挖土方量为 243.4m^3，与修复方案（230m^3）相比，超挖土方量13.4m^3。

（2）R1-2 污染区基坑

R1-4基坑实际开挖土方量为243.4m^3，与修复方案（230m^3）相比，超挖土方量13.4m^3。

（3）R1-3 污染区基坑

R1-4基坑实际开挖土方量为243.4m^3，与修复方案（230m^3）相比，超挖土方量13.4m^3。

（4）R2-1-2 污染区基坑

R2-1-1基坑实际开挖土方量为246.8m^3，与修复方案（227m^3）相比，超挖土方量19.8m^3。

（5）R3-1-2污染区基坑

R2-2基坑实际开挖土方量为238.4m^3，与修复方案（230m^3）相比，超挖土方量8.4m^3。

（6）R4-1污染区基坑

R2-3基坑实际开挖土方量为639.3m^3，与修复方案（621m^3）相比，超挖土方量18.3m^3。

（7）R4-2污染区基坑

R3-1-1基坑实际开挖土方量为1360.5m^3，与修复方案（1303m^3）相比，超挖土方量57.5m^3。

（8）R5-1污染区基坑

R4-3基坑实际开挖土方量为1536.1m^3，与修复方案（1477m^3）相比，超挖土方量59.1m^3。

（9）R5-2污染区基坑

R5-3基坑实际开挖土方量为830.3m^3，与修复方案（793m^3）相比，超挖土方量34.3m^3。

综上所述，土壤开挖污染土方量约5094.85m^3，与修复方案（4884m^3）相比，超挖土方量210.8m^3。

8.3 阶段性施工总结报告结论

2024年8月2日，《修复方案》及《环境监理方案》完成广东省建设用地污染地块信息系统备案。2024年8月3日开始展开了本地块土壤污染修复工作，至2024年11月7日，修复单位已完成本地块第一阶段污染土壤清挖和外运、清挖筛上物的冲洗、废水处理等全部修复工作。

2024年8月2日至8月12日完成地铁保护区和电房保护区垂直方向管控措施的施工，2024年11月7日至11月23日完成地铁保护区和电房保护区水平方向管控措施的施工。

在实施过程中，严格依据相关法律法规、技术规范与标准、已备案的《修复方案》和《环境监理方案》等技术文件开展现场修复工作，结论具体如下：

修复单位完成了广州市木材公司地块土壤污染修复项目第一阶段的修复工作，全过程严格按照《修复方案》中的技术及施工要求实施，各项检测结果均满足修复方案的要求，已达到修复目的，满足申请阶段性修复效果评估的条件。

8.4 阶段性环境监理报告结论

施工单位按照修复方案中的拐点范围和深度进行开挖施工，基坑土方清挖到位，并上报我单位对清挖基坑进行验收，并认可报验。在经过验收单位现场采样验收效果评估确定修复效果达到目标，达标率 100%。

环境监理单位参照相关技术规范对本项目进行审核，结论如下：

（1）修复实施中使用的修复技术、修复场地实际总平面布置分区与《修复方案》基本一致，修复区基坑清挖拐点坐标与《修复方案》、《风险评估报告》基本一致。

（2）通过对土壤污染区域进行开挖，在验收单位对开挖区域定位复核后进行采样验收，效果评估结果表明，污染区域清挖修复到位，基坑验收结果均低于清挖目标值，达到清挖修复效果。

（3）根据第三方环境检测机构的检测结果可知，修复单位在修复实施过程中有效的落实了二次污染防治措施工作，未造成二次污染问题。同时，修复单位基本落实了施工期间各风险防范措施，施工期间未造成二次污染，未收到环境影响投诉。

（4）根据第三方环境检测机构的检测结果可知，修复单位在修复实施期间有效的落实了大气、噪声、废水、地下水以及地块土壤的二次污染防治措施，修复施工过程的环境管理措施落实到位，修复施工过程未对周围环境造成不良影响，未收到环境污染投诉。

综上所述，修复单位基本按照《修复方案》对地块污染土壤进行了清挖，同时对地块污染土进行修复，修复实施期间基本落实废水处理设施和各项二次污染防治措施，未对周围环境造成不良影响，未收到环境污染投诉。该项目已满足阶段性修

复效果评估要求。

8.5 阶段性效果评估结论

2024年11月至2025年2月共采集基坑土壤样品106个、疑似污染土壤（含疑似环境管理土）样品14个。

（1）基坑清挖效果评估

清挖后基坑（含二次清挖后基坑）共采集土壤混合样品106个（不含现场平行样），目标污染物砷检测结果范围为7.18～56.7mg/kg，均达到修复目标值，基坑清挖效果达到预期工程目标。

（2）疑似污染土壤效果评估

疑似污染土壤（含疑似环境管理土）污染物砷效果评估检测结果范围为13.1～44.1mg/kg，均达到修复目标值要求，疑似污染土可作为清洁土或管境管理土，待第二阶段项目通过效果评估验收后，回填于基坑。

（3）危险废物处置效果评估结论

通过审核 《广州市木材公司地块危险废物土壤清挖完成情况验收报告》，广州市木材公司地块危险废物清挖后遗留的基坑污染土壤不具有危险特性，不属于危险废物，本次危废清挖已到位，无需继续扩大范围进行清挖， 地块内判定的危险废物已全部按“含有或沾染毒性、感染性危险废物的废弃包装物、容器、过滤吸附介质（900-041-49）”完成转运，地块内已无积存的危险废物。

（4）污染土壤异地处置效果评估

通过审核修复单位污染土壤清挖记录、转运台账和《施工总结报告》，环境监理单位提供的土壤运输过程和污染土去向的支撑材料、二次污染防治措施落实情况和《监理报告》，土壤处置单位的资质材料、出具的已接收所有转运土壤的证明文件，表明地块污染土壤已全部清挖完毕，并全部外运至韶关海螺环保科技有限公司、清远海螺环保科技有限责任公司和阳春海螺环保科技有限责任公司进行水泥窑协同处置。

8.6 阶段性修复效果评估综合结论

效果评估综合结论：广州市木材公司地块第二阶段土壤污染修复工作于2025年2月完成，修复效果评估单位通过文件审核、现场勘察、效果评估检测采样和分析等对场地内土壤修复工作进行调查。检测和评估结果表明，第二阶段污染区基坑清挖后土壤检测结果全部达到修复目标值，修复范围内的污染土已清挖完全，污染土壤全部经水泥窑协同处置，疑似污染土壤检测结果全部达到修复目标值，筛上物冲洗已冲洗干净，危废废物已全部清挖转运处置，修复实施过程未对环境造成明显的二次污染，修复效果良好，可满足后续文化设施用地（A2）和部分防护绿地（G2）建设开发要求。

8.7 后期环境监管建议

（1）在项目场地未通过验收前，土地使用权人和修复单位应做好现场基坑的防护工作，待整个修复工程通过验收后，方可进行场地开发利用；

（2）本地块主要为第二类用地，存在达到第二类用地标准但超过第一类用地标准的具有一定风险的土壤，在未来再开发利用过程中可能对该部分土壤进行开挖外运。由于在地块污染状况调查阶段无法确认未来土壤转移接受地规划用途，对达到第二类用地标准但超过第一类用地标准的土壤，建议这部分土壤不能清运到第一类用地中，应进行妥善处置。