

广州锌片厂安置房地块污染土壤清挖及 回填土修复效果阶段性评估报告

(报审稿)

土地使用权人：广州市土地开发中心

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：二〇二二年八月

项目名称：广州锌片厂安置房地块污染土壤清挖及回填土修复效果阶段性评估

土地使用权人：广州市土地开发中心

修复效果评估单位：广东中加检测技术股份有限公司

项目负责人：陈春攀

项目组成员：

姓名	职务/职称	主要职责	签名
陈春攀	助理工程师	报告编制	
刘东晓	工程师	报告编制	
周伟斌	副总经理/高级工程师	报告审核	
潘文波	副总经理/高级工程师	报告审定	
罗斌	工程师	报告协作	
程华敏	工程师	报告协作	
余仟	工程师	报告协作	
岑铭欣	助理工程师	数据报告编制	
梁远冰	助理工程师	数据报告校核	



检验检测机构 资质认定证书

证书编号：201719111007

名称：广东中加检测技术股份有限公司

地址：广州市海珠区新港东路 2429 号 504-510 房（仅限办公用途）

经审查，你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力，现予批准，可以向社会出具具有证明作用的数据和结果，特发此证。

资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律 responsibility 由广东中加检测技术股份有限公司承担。

许可使用标志



201719111007

注：需要延续证书有效期的，应当在证书届满有效期 3 个月前提出申请，不再另行通知。

本证书由国家认证认可监督管理委员会监制，在中华人民共和国境内有效
检验检测机构名称变更

发证日期：2020 年 02 月 05 日

有效期至：2023 年 03 月 30 日

发证机关：（印章）



摘要

广州锌片厂安置房地块项目所在地位于广州市海珠区昌岗西路 14 号，西临珠江，水陆交通方便。该厂成立于 1921 年，1954 年改成国营的大型 2 类企业，拥有机械化和自动化生产锌材、铝材、钼材的较完善的生产系统。1966 年研发生产微晶锌板，成为全国最早生产微晶锌板的企业，其主要技术指标接近日本同类产品，是国内印刷技术上一项重大成果。因广州市“三旧”项目改造工作推进的需要，原广州锌片厂于 2007 年搬迁出市区，之后该地块作为公安交警支队违法及事故车辆停车场使用。2013 年，锌片厂南区地块已列为广州市拆迁安置房建设项目。

由于搬迁场地中残留的污染物可随着土地重新利用而暴露于人体，威胁人群健康。为控制工业污染场地变更用途后对使用人群的危害，原环境保护部于 2004 年和 2008 年先后发布了《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的意见》和《关于加强土壤污染防治工作的意见》，要求“对于已经开发和正在开发的外迁工业区域，要尽快制定土壤环境状况调查、勘探和监测方案，对施工范围内的污染源进行调查，确定清理工作计划和土壤功能恢复实施方案，尽快消除土壤环境污染”。

受广州市土地开发中心委托，北京建工环境修复股份有限公司于 2014 年 3 月底前完成广州锌片厂南区保障性住房地块场地环境详细调查及风险评估工作。调查评估表明，锌片厂南区保障性住房地块存在重金属砷、总石油烃和多环芳烃污染，需要进行修复治理。

《广州锌片厂南区保障性住房地块场地环境详细调查与风险评估报告》（以下称为《场调与风险评估报告》）于 2014 年 3 月通过了广州市环境技术中心主持召开的专家评审会，于 2014 年 4 月在原广州市环境保护局备案。

依据《场调与风险评估报告》的结果，修复工程主要规模为：目标污染物为

重金属砷、石油烃和多环芳烃；有机污染土壤方量为 3776.51m³，重金属土壤方量为 2888.11m³。

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）与原环境保护部《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，经监测达到环保要求后，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，场地环境修复工程由中冶南方都市环保工程技术股份有限公司（原武汉都市环保工程技术股份有限公司）（以下简称“环境修复单位”）承担，场地环境修复工程环境监理由广东海外建设咨询有限公司（以下简称“环境监理单位”）承担。

根据项目修复实施单位于 2020 年 6 月出具的《广州锌片厂安置房地块土壤污染修复方案》（简称《修复方案》），项目总体治理与修复技术路线如下：

（1）对于重金属（砷）污染土壤，采用异位固化/稳定化修复技术进行处理，使得重金属污染物（砷）被稳定于土壤中，不易迁移和扩散，达到重金属污染土壤修复的目的。修复后重金属污染物砷的浸出浓度低于修复目标值；重金属污染土壤在广州锌片厂（不含安置房）地块北区修复处理合格后在阻隔填埋区进行阻隔填埋。

（2）对于有机污染土壤，采用异位热脱附技术，修复后土壤中有机物（PAHs 和石油烃）浓度低于修复目标值，有机污染土壤运往不含安置房地块北区进行修复处理合格后，用于场区内清挖后基坑的回填。

（3）对于污染区域表层砖石、混凝土等大粒径杂物，在不含安置房地块北区采用高压水对其进行冲洗处理，即可去除表面沾附的污染物。冲洗产生的污水

经沉淀后进入不含安置房地块北区污水处理设备处理达标后排放或回用。

(4) 对于本项目施工过程中产生的废水，采用不含安置房地块北区水处理设备进行处理达标后再利用。污水处理工艺为“混凝气浮+电催化氧化+活性炭吸附”组合工艺。

本地块重金属污染土壤与有机污染土壤的主要修复工艺与“广州锌片厂地块（不含安置房）场地土壤修复项目（简称“不含安置房项目”）”一致，污染土壤开挖后密闭运输至不含安置房项目相应处置场地进行修复处置。

环境修复单位于2022年1月至2022年5月对广州锌片厂安置房地块土壤污染修复项目污染场地开展了阶段性修复工作，已完成修复工程量为如下：

(1) **基坑清挖：**AZF-1（0-1.5m 有机污染）、AZF-2（1.5-3m 有机污染）、AZF-3（1.5-3m 重金属污染）、AZF-4（3-5m 重金属污染）、AZF-5（5-7m 重金属污染）基坑（以下简称“AZF-1~AZF-5 基坑”），共5个基坑实际开挖污染土壤总土方量为7684m³（实方，含放坡土方量684.38m³、二次清挖335m³、筛上物352m³），合计污染土超挖1019.38m³（实方）。。

(2) **疑似污染土清挖：**AZF-2~AZF-5 基坑疑似污染土清挖土方量为1445m³（实方，堆体测量虚方为1786m³），其中有机疑似污染土360m³（实方，堆体测量虚方440m³），重金属疑似污染土1085m³（实方，堆体测量虚方1346m³）；

(3) **有机污染土修复：**完成对AZF-1、AZF-2 基坑实方为4075m³（含二次清挖335m³）有机污染土的热脱附修复，修复后虚方为5050m³（含二次清挖修复后土壤）；

(4) **重金属污染土修复：**完成对AZF-3~AZF-5 基坑重金属污染土固化稳定化处理（固化稳定化修复效果不在本阶段性效果评估范围内）。

(5) **筛上物冲洗：**实方为352m³，冲洗后虚方为481m³。

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。根据土地使用权人的委托，广东中加检测技术股份有限公司（以下简称“我司”或“修复效果评估单位”）组织相关技术人员成立了修复效果评估工作组，开展了地块修复效果评估检测工作。根据招标文件及相关环保法律法规、政策与技术规范，在认真分析工程主体设计文件和图件（包括《场调与风险评估报告》、《修复方案》）的基础上，结合现场勘察调研情况，于2020年11月编制完成《广州锌片厂安置房地块场地土壤修复效果评估方案》（以下称《效果评估方案》）。

依据《效果评估方案》及土地使用权人要求，本次阶段性效果评估范围主要包括广州锌片厂安置房地块：

- （1）AZF-1~AZF-5基坑清挖效果评估；
- （2）AZF-1~AZF-2有机污染土热脱附修复效果评估；
- （3）基坑冲洗后筛上物检测；
- （4）疑似污染土检测。

本阶段我司于2022年1月至2022年7月对清挖后基坑、筛上物、修复后土壤、疑似污染土等进行了修复效果评估检测。本次修复效果评估检测共采集基坑土壤样品83个，基坑修复后污染土土壤样品14个，疑似污染土土壤样品8个，基坑筛上物土壤样品4个，总采集基坑土壤样品109个。

效果评估检测结果如下：

（1） 基坑清挖效果评估

AZF-1~AZF-5基坑清挖后，坑底和侧壁共采集土壤混合样品51个（不含现场平行样），其中AZF-1（0-1.5m）基坑坑底Kd-05点位的苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽，0-0.2m侧壁的A段、C段、D段、E段、F段、G段苯并(a)芘，0-0.2m侧壁B段、C段、D段、E段、G段二苯并(a,h)蒽，0.2-1.5m侧壁A段、C段、D段、E段苯并(a)

芘, 0.2-1.5m侧壁A段、B段、G段、C段、D段二苯并(a,h)蒽, 均超过居住用地修复目标值(苯并(a)芘0.43mg/kg、二苯并(a,h)蒽0.42mg/kg), 其余检测点位均达到修复目标值; 环境修复单位对AZF-1(0-1.5m)基坑坑底及侧壁共13个超标点位进行二次清挖, 经我司对二次清挖后基坑进行重新采样(18个样品)检测, 检测结果均达到居住用地修复目标值。

综上所述, AZF-1~AZF-5基坑清挖效果达到预期工程目标。

(2) 原地异位热脱附修复效果评估

AZF-1~AZF-2基坑有机污染土壤4075m³(含二次清挖335m³), 异位热脱附修复后土壤方量为5050m³(虚方), 共采集1个批次土壤混合样品14个(不含现场平行样)。根据检测结果, 所有检测点位均达到居住用地修复目标值。

综上所述, AZF-1~AZF-2基坑有机污染土壤热脱附修复效果达到预期工程目标。

(3) 筛上物检测

AZF-1~AZF-5 基坑冲洗后筛上物 481 m³(虚方, 含二次清挖区域筛上物), 分批次采集样品, 总采集 2 个批次混合样品 4 个(不含现场平行样)。根据检测结果, 所有检测点位均达到居住用地修复目标值。

综上所述 AZF-1~AZF-5 基坑冲洗后筛上物均能达到预期工程目标。

(4) 疑似污染土检测

AZF-2~AZF-5 基坑疑似污染土清挖方量为 1445m³(实方, 堆体测量虚方为 1786m³), 其中有机疑似污染土 360m³(实方, 堆体测量虚方 440m³), 重金属疑似污染土 1085m³(实方, 堆体测量虚方 1346m³), 共采集混合样品 8 个(不含现场平行样), 根据检测结果, 所有检测点位均达到居住用地修复目标值。

我司结合修复效果评估检测结果以及现场踏勘调研情况, 并按照原环境保护部《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则(试行)》(HJ 25.5-2018)

（简称“《效果评估技术导则》”）的要求，同时审查了《广州锌片厂安置房地块污染土壤清挖及回填土修复效果阶段性评估环境监理总结报告》（以下简称《阶段性环境监理报告》）和《广州锌片厂安置房地块污染土壤清挖及回填土修复效果阶段性评估施工总结报告》（以下简称《阶段性施工总结报告》）等相关资料，2022年8月编制完成《广州锌片厂安置房地块污染土壤清挖及回填土修复阶段性效果评估报告（送审稿）》。

目录

摘要.....	- 1 -
1 项目背景.....	1
2 工作依据.....	1
2.1 法律法规、政策.....	1
2.2 标准规范、导则.....	2
2.3 项目文件.....	3
3 地块概况.....	4
3.1 场地基本概况.....	4
3.1.1 场地地理位置.....	4
3.1.2 地质和水文地质情况.....	错误!未定义书签。
3.1.3 场地周边敏感目标.....	错误!未定义书签。
3.1.4 场地未来用地规划.....	6
3.1.5 场地现状和用地历史.....	错误!未定义书签。
3.2 地块调查评价结论.....	6
3.2.1 本阶段初步调查结论.....	错误!未定义书签。
3.2.2 详细调查结论.....	错误!未定义书签。
3.2.3 风险评估阶段调查结论.....	6
3.2.4 场地修复目标及修复范围结论.....	错误!未定义书签。
3.3 场地修复方案.....	错误!未定义书签。
3.3.1 有机污染土异位热脱附处理方案.....	错误!未定义书签。
3.3.2 修复后土壤暂存与回填.....	错误!未定义书签。
3.4 修复实施情况.....	错误!未定义书签。
3.4.1 修复施工部署.....	错误!未定义书签。
3.4.2 现场平面布置.....	错误!未定义书签。
3.4.3 污染土壤清挖.....	错误!未定义书签。
3.4.4 污染土壤异位热脱附处理.....	错误!未定义书签。
3.4.5 修复期间土壤转运.....	错误!未定义书签。
3.4.6 土方平衡.....	错误!未定义书签。
3.4.7 废水处置.....	错误!未定义书签。
3.4.8 《阶段性施工总结报告》结论.....	错误!未定义书签。

3.5	环境保护措施落实情况	错误!未定义书签。
3.5.1	环境保护措施落实内容	错误!未定义书签。
3.5.2	工程实施期间的环境监理情况	错误!未定义书签。
3.5.3	环境监理期间场地内监测情况	错误!未定义书签。
3.5.4	《阶段性环境监理总结报告》结论	错误!未定义书签。
4	地块概念模型	7
4.1	资料回顾	7
4.1.1	资料回顾清单	7
4.1.2	审核内容与结果	错误!未定义书签。
4.2	现场踏勘	错误!未定义书签。
4.2.1	核定修复范围	错误!未定义书签。
4.2.2	识别现场遗留污染	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	修复概况	错误!未定义书签。
4.4.2	修复后地块概念模型更新	错误!未定义书签。
5	效果评估布点方案	8
5.1	修复效果评估工作程序	8
5.2	评估范围与采样节点	9
5.3	布点数量与位置	错误!未定义书签。
5.3.1	基坑清挖效果评估布点	错误!未定义书签。
5.3.2	修复后土堆采样布点	错误!未定义书签。
5.3.3	筛上物采样布点	错误!未定义书签。
5.3.4	疑似污染土采样布点	错误!未定义书签。
5.4	检测指标	10
5.5	评估标准值	10
5.5.1	基坑清挖效果评估标准	10
5.5.2	修复后的土壤及疑似污染土评价标准	11
5.5.3	筛上物评价标准	11
6	现场采样与实验室检测	12
6.1	样品采集	12

6.1.1	现场采样.....	12
6.1.2	样品保存与流转.....	错误!未定义书签。
6.1.3	现场质量控制.....	错误!未定义书签。
6.2	实验室检测.....	错误!未定义书签。
6.2.1	检测方法.....	错误!未定义书签。
6.2.2	实验室质量控制.....	错误!未定义书签。
6.2.3	外部质量控制监督管理.....	错误!未定义书签。
7	效果评估.....	13
7.1	评价方法.....	13
7.2	阶段性效果评估结果.....	错误!未定义书签。
7.2.1	评估采样概况.....	错误!未定义书签。
7.2.2	基坑清挖效果评估.....	错误!未定义书签。
7.2.3	基坑污染土修复效果评估.....	错误!未定义书签。
7.2.4	筛上物检测.....	错误!未定义书签。
7.2.5	疑似污染土检测.....	错误!未定义书签。
8	结论和建议.....	13
8.1	修复工程概况.....	13
8.2	修复范围及工程量审核.....	错误!未定义书签。
8.3	修复工艺及污染防治措施审核.....	错误!未定义书签。
8.4	阶段性效果评估检测结果.....	错误!未定义书签。
8.5	阶段性效果评估结论.....	错误!未定义书签。
8.6	建议.....	15
	附件目录.....	16

1 项目背景

广州锌片厂位于广州市海珠区河南工业大道，西临珠江，水陆交通方便。该厂成立于 1921 年，1954 年改成国营的大型 2 类企业，拥有机械化和自动化生产锌材、铝材、钼材的较完善的生产系统。1966 年研发生产微晶锌板，成为全国最早生产微晶锌板的企业，其主要技术指标接近日本同类产品，是国内印刷技术上一项重大成果。因广州市“三旧”项目改造工作推进的需要，原广州锌片厂于 2007 年搬迁出市区，之后该地块作为公安交警支队违法及事故车辆停车场使用。2013 年，锌片厂南区地块已列为广州市拆迁安置房建设项目。

由于搬迁场地中残留的污染物可随着土地重新利用而暴露于人体，威胁人群健康。为控制工业污染场地变更用途后对使用人群的危害，国家环境保护部于 2004 年和 2008 年先后发布了《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的意见》和《关于加强土壤污染防治工作的意见》，要求“对于已经开发和正在开发的外迁工业区域，要尽快制定土壤环境状况调查、勘探和监测方案，对施工范围内的污染源进行调查，确定清理工作计划和土壤功能恢复实施方案，尽快消除土壤环境污染”。

受广州市土地开发中心委托，北京建工环境修复股份有限公司于 2014 年 3 月底前完成广州锌片厂南区保障性住房地块场地环境详细调查及风险评估工作。调查评估表明，锌片厂南区保障性住房地块存在重金属砷、总石油烃和多环芳烃污染，需要进行修复治理。

《广州锌片厂南区保障性住房地块场地环境详细调查与风险评估报告》（以下简称《场调与风险评估报告》）于 2014 年 3 月通过了广州市环境技术中心主持召开的专家评审会，于 2014 年 4 月在原广州市环境保护局备案。

依据《场调与风险评估报告》的结果，修复工程主要规模为：目标污染物为

重金属砷、石油烃和多环芳烃；有机污染土壤方量为 3776.51m³，重金属土壤方量为 2888.11m³。

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，经监测达到环保要求后，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，场地环境修复工程由中冶南方都市环保工程技术股份有限公司（原武汉都市环保工程技术股份有限公司）（简称“修复实施单位”）承担，场地环境修复工程环境监理由广东海外建设咨询有限公司承担。

根据项目修复实施单位于 2020 年 6 月出具的《广州锌片厂安置房地块土壤污染修复方案》，项目总体治理与修复技术路线如下：

（1）对于重金属（砷）污染土壤，采用异位固化/稳定化修复技术进行处理，使得重金属污染物（砷）被稳定于土壤中，不易迁移和扩散，达到重金属污染土壤修复的目的。修复后重金属污染物砷的浸出浓度低于修复目标值；重金属污染土壤在广州锌片厂（不含安置房）地块北区修复处理合格后在阻隔填埋区进行阻隔填埋。

（2）对于有机污染土壤，采用异位热脱附技术，修复后土壤中有机物（PAHs 和石油烃）浓度低于修复目标值，有机污染土壤运往不含安置房地块北区进行修复处理合格后，用于场区内清挖后基坑的回填。

（3）对于污染区域表层砖石、混凝土等大粒径杂物，在不含安置房地块北区采用高压水对其进行冲洗处理，即可去除表面沾附的污染物。冲洗产生的污水

经沉淀后进入不含安置房地块北区污水处理设备处理达标后排放或回用。

(4) 对于本项目施工过程中产生的废水，采用不含安置房地块北区水处理设备进行处理达标后再利用。污水处理工艺为“混凝气浮+电催化氧化+活性炭吸附”组合工艺。

本地块重金属污染土壤与有机污染土壤的主要修复工艺与“广州锌片厂地块（不含安置房）场地土壤修复项目（简称“不含安置房项目”）”一致，污染土壤开挖后密闭运输至不含安置房项目相应处置场地进行修复处置。

不含安置房项目土壤处理场地、热脱附设备等均能充分满足安置房区污染土壤处置需求。安置房区所有污染土壤清挖、转运、处理、处置等施工环节均由北京高能时代环境技术股份有限公司负责施工工作。

环境修复单位于 2022 年 1 月至 2022 年 5 月对广州锌片厂安置房地块土壤污染修复项目污染场地开展了阶段性修复工作，已完成修复工程量为如下：

(1) 基坑清挖：AZF-1（0-1.5m 有机污染）、AZF-2（1.5-3m 有机污染）、AZF-3（1.5-3m 重金属污染）、AZF-4（3-5m 重金属污染）、AZF-5（5-7m 重金属污染）基坑（以下简称“AZF-1~AZF-5 基坑”），共 5 个基坑实际开挖污染土壤总土方量为 7684m³（实方，含放坡土方量 684.38m³、二次清挖 335m³、筛上物 352 m³），合计污染土超挖 1019.38m³（实方）。

(2) 疑似污染土清挖：AZF-2~AZF-5 基坑疑似污染土清挖土方量为 1445m³（实方，堆体测量虚方为 1786m³），其中有机疑似污染土 360m³（实方，堆体测量虚方 440m³），重金属疑似污染土 1085m³（实方，堆体测量虚方 1346m³）；

(3) 有机污染土修复：完成对 AZF-1、AZF-2 基坑实方为 4075m³（含二次清挖 335m³）有机污染土的热脱附修复，修复后虚方为 5050m³（含二次清挖修复后土壤）；

(4) 重金属污染土修复：完成对 AZF-3~AZF-5 基坑重金属污染土固化稳

定化处理（固化稳定化修复效果不在本阶段性效果评估范围内）。

（5）筛上物冲洗：实方为 352m³，冲洗后虚方为 481m³。

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。

根据土地使用权人的委托，广东中加检测技术股份有限公司组织相关技术人员成立了修复效果评估工作组，根据招标文件及相关环保法律法规、政策与技术规范，在认真分析工程主体设计文件和图件（包括《场调与风险评估报告》、《修复方案》等）的基础上，结合现场勘察调研情况，于 2020 年 11 月编制完成《广州锌片厂南区保障性住房地块土壤污染修复项目效果评估方案》（以下称《效果评估方案》）。

依据《效果评估方案》及土地使用权人要求，本次阶段性效果评估范围主要包括广州锌片厂安置房地块：

- （1）AZF-1~AZF-5基坑清挖效果评估；**
- （2）AZF-1~AZF-2有机污染土热脱附修复效果评估；**
- （3）基坑冲洗后筛上物检测；**
- （4）疑似污染土检测。**

我司结合修复效果评估监测结果以及现场踏勘调研情况，并按照《效果评估技术导则》的要求，同时审查了《阶段性环境监理报告》和《阶段性施工总结报告》等相关资料，编制完成《广州锌片厂安置房地块污染土壤清挖及回填土修复效果阶段性效果评估报告（送审稿）》，报生态环境主管部门评审。

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》	2014年4月24日修订,2015年1月1日实施
2	《中华人民共和国水污染防治法》	2017年6月27日修订,2018年1月1日实施
3	《中华人民共和国大气污染防治法》	2018年10月26日修订和实施
4	《中华人民共和国环境噪声污染防治法》	2018年12月29日修订和实施
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,2020年9月1日实施
6	《中华人民共和国土壤污染防治法》	2018年8月31日修订,2019年1月1日实施
7	《国家危险废物名录》(2021年版)	2020年11月5日修订,2021年1月1日实施
8	《危险废物转移联单管理办法》	1999年5月1日颁布,1999年10月1日实施
9	《建设项目环境保护管理条例》	2017年7月16日修订,2017年10月1日实施
10	《危险化学品安全管理条例》	2013年12月7日修订和实施
政策文件		
11	《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
12	《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
13	《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
14	《土壤污染防治行动计划》	国发(2016)31号
15	《广东省土壤污染防治行动计划实施方案》	粤府(2016)145号
16	《广州市土壤污染防治行动计划工作方案》	穗府(2017)13号
17	《污染地块土壤环境管理办法(试行)》	部令 第42号
18	《关于土地节约集约利用的实施意见》	穗府办(2014)12号
19	《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

序号	名称	实施时间/文件号
20	《广州市土壤环境保护和综合治理方案》	穗环〔2014〕128号
21	《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
22	《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
23	《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
24	《关于印发广州市污染地块再开发利用环境管理实施方案（试行）的通知》	穗环〔2018〕26号
25	《广州市土地开发中心关于加快开展土地污染环境调查、污染风险评估和土地污染修复工作的函》	穗土开函〔2015〕115号
26	《广州市工业企业场地再开发利用环境管理办法（试行）》（征求意见稿）	2015年12月
27	《广州市工业企业场地环境调查、治理修复及效果评估文件技术要点》	穗环办〔2018〕173号
28	《广东省2019年土壤污染防治工作方案》	粤环发〔2019〕4号
29	《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（试行）》	粤环办〔2020〕67号
30	《广州市工业企业场地环境调查、治理修复及效果评估文件技术要点》	穗环办〔2018〕173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
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	《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》及修改单	GB/T 16157-1996(XG1-2018)

序号	名称	标准号
10	《建筑施工场界环境噪声排放标准》	GB12523-2011
11	《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》及修改单	GB18599-2001
12	《危险废物贮存污染控制标准》及修改单	GB18597-2001
13	《全国土壤污染状况评价技术规定》	环发〔2008〕39号
14	《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》	原环境保护部 2014.11
行业标准、导则及规范		
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（试行）》	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	《地下水环境监测技术规范》	HJ/T164-2020
22	《土壤环境监测技术规范》	HJ/T166-2004
23	《固定源废气监测技术规范》	HJ/T397-2007
24	《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
25	《建设用地土壤污染防治 第 5 部分：土壤半挥发性有机物监测质量保证与质量控制技术规范》	DB4401/T 102.5-2020
26	《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
27	《建设用地土壤污染防治 第 6 部分：土壤污染修复工程环境监理技术规范》	DB4401/T 102.6-2020

2.3 项目文件

表 2.3-1 其他文件

序号	名称	时间
1	《广州锌片厂（不含保障性住房地块）场地环境调查与风险评估报告》	2017年12月
2	《广州锌片厂（不含保障性住房地块）场地土壤修复技术路线》	2019年6月
3	《广州锌片厂安置房地块土壤污染修复方案》	2020年4月
4	《广州锌片厂安置房地块土壤污染修复环境监理方案》	2020年4月
5	《广州锌片厂安置房地块污染土壤清挖及回填土修复效果阶段性评估施工总结报告》	2022年8月
6	《广州锌片厂安置房地块污染土壤清挖及回填土修复效果阶段性评估环境监理报告》	2022年8月

3 地块概况

3.1 场地基本概况

3.1.1 场地地理位置

广州锌片厂安置房地块项目所在地位于广州市海珠区昌岗西路14号，西邻珠江。场地中心位置东经 $113^{\circ}15'34''$ ，北纬 $23^{\circ}04'48''$ ，具体地理位置详见下图。本项目位于广州市海珠区鹤洞大桥以南原广州锌片厂南厂区，为锌片厂首期开发用地，场地北面紧邻昌岗西路，东面与原广州市橡胶一厂住宅院及宝玉直实验小学（南边路校区）相邻，南边紧邻原广州第一棉纺织厂。本次规划用地面积16896平方米，场地内原有建筑物已全部拆迁完毕，现为空地。

场地所在区域及地理位置见图3.1-1，四至情况见图3.1-2。



图3.1-1 地理位置

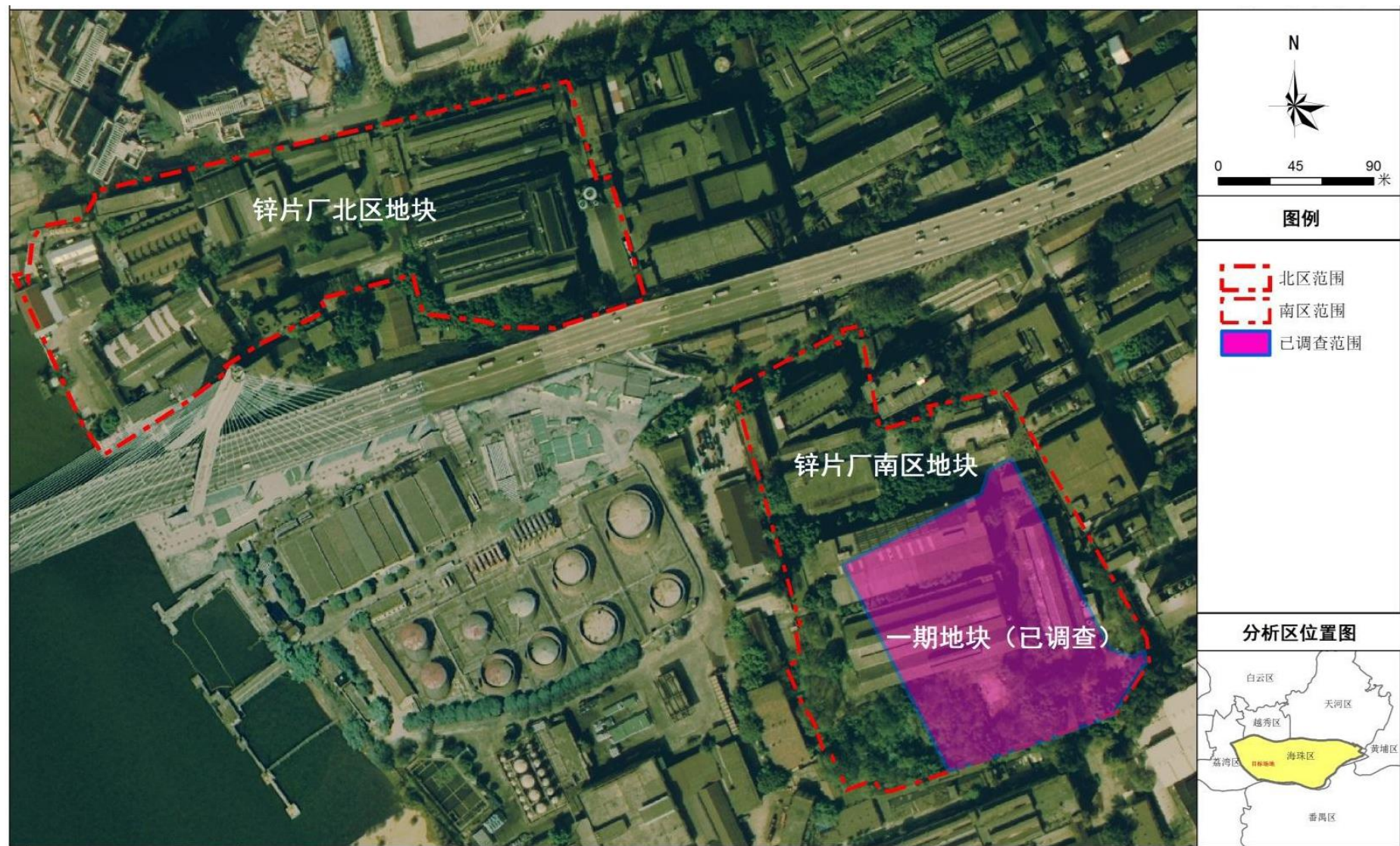


图3.1-2 场地环境调查时四至情况

3.1.2 场地未来用地规划

根据场地的用地规划图，锌片厂安置房地块规划的用途主要为居住用地；锌片厂北区规划的用途主要为商业用地、防护绿地和公园绿地。公园绿地和商业用地的开发进度可能与商业用地不同步。



图 3.1-8 地块控规规划图

3.2 地块调查评价结论

3.2.1 风险评估阶段调查结论

(1) 场地内土壤样品中有 12 种关注污染物，重金属（砷、镉、铜、锌、汞）、多环芳烃（苯并(a)蒽、屈、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘和二苯并(a,h)蒽）和 TPH（石油烃总量）的浓度超过了相应风险评估的筛选值；地下水中检测出的污染物都低于相应的风险评估筛选值。因此，以土壤为介质的污染物需要进一步的定量风险评估确定是否对人体健康产生致癌和非致癌的风险。

(2) 根据场地未来整体规划以及现有生活生产设施，以及为保护人体健康为目的的情况

下，敏感受体为居住场景下的儿童和现场施工的工人。暴露途径为皮肤接触、经口摄入、呼吸摄入土壤以及市内/室外吸入污染物蒸汽五个途径。

(3) 针对居住场景下的受体人群，重金属砷在土壤调查范围内的四层土壤中都存在着较高的人体致癌风险和非致癌危害商；多环芳烃类污染物中，苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽在第一层土壤(0~1.5m)中，对受体人群产生的致癌风险超过了可接受风险水平；石油烃类(C₂₁-C₃₅)污染物在第一层和第二层(0~3.0m)中的非致癌危害商超过了可接受风险水平。其他重金属及多环芳烃类污染物的致癌风险及非致癌危害商皆在可接受风险水平内。

(4) 针对现场的作业工人，除石油烃类污染物在第二层土壤(1.5~3.0m)中的非致癌危害商超过了可接受风险水平外，其他污染物对建筑工人产生的致癌风险与非致癌危害商均在可接受风险水平内。

(5) 地下水的健康风险在此次人体健康风险评估中不作为考虑对象，原因是检测出的污染物都没有超过相对应的初步筛选值。同时，场地建成后地下水也不作为日常生活使用。

(6) 虽然通过人体健康风险评估 RBCA 软件计算得到的石油烃污染物对人体的风险处于可接受的水平，但是地块土壤污染风险评估阶段国际上对由于石油烃污染物的致癌机理和毒性研究尚未清楚，缺少相应的毒理学参数。因此石油烃类污染物的修复治理工作需从多方面综合考虑，以最大可能的确保未来以及当前人体和环境的安全。

4 地块概念模型

4.1 资料回顾

4.1.1 资料回顾清单

4.1.1.1 地块调查评估及修复方案相关文件

我司承担该污染地块治理修复工程的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) 《广州锌片厂南区保障房地块场地环境初步调查报告》(2013年9月)；

- (2) 《广州锌片厂南区保障房地块场地环境详细调查及风险评价报告》(2014年3月)；
- (3) 《广州锌片厂安置房地块土壤污染修复方案》(2020年4月)；
- (4) 《广州锌片厂(不含保障性住房地块)场地环境调查与风险评估报告》(2017年12月)；
- (5) 《广州锌片厂(不含保障性住房地块)场地土壤修复技术路线》(2019年6月)；

5 效果评估布点方案

5.1 修复效果评估工作程序

根据《效果评估技术导则》及《广州市工业企业场地环境调查、治理修复及效果评估文件技术要点》(穗环办〔2018〕173号)(以下简称《技术要点》),修复工程修复效果评估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,污染地块风险管控与土壤修复效果评估工作程序见图5.1-1。

效果评估工作主要采用资料回顾、现场勘察、人员访谈、采样监测、修复效果分析评价等相结合的方法。

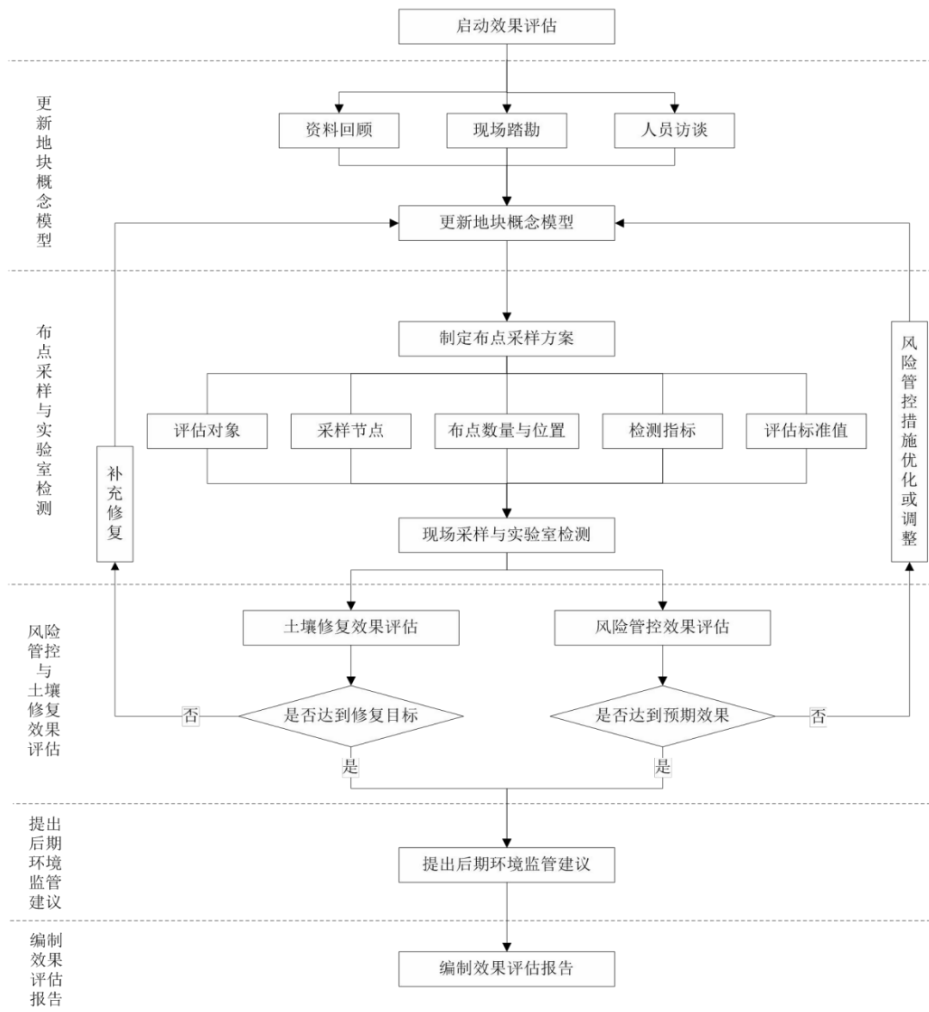


图 5.1-1 污染地块风险管控与土壤修复效果评估工作程序

5.2 评估范围与采样节点

按照《效果评估技术导则》要求，本阶段修复效果评估范围以及采样节点为：

(1) AZF-1~AZF-5基坑清挖效果评估；

污染土壤清理后基坑底部与侧壁，应在基坑清理之后、回填之前进行采样；

若基坑侧壁采用基础围护，则宜在基坑清理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；

可根据工程进度对基坑进行分批次采样。

(2) AZF-1~AZF-2污染土热脱附修复效果评估；

异位修复后的土壤应在修复完成后、再利用之前采样；

参照堆体模式进行异位修复的土壤，宜在堆体拆除之前进行采样；

异位修复后的土壤堆体，可根据修复进度进行分批次采样。

(3) AZF-1~AZF-5基坑冲洗后筛上物检测；

参照异位修复后的土壤采样方式进行。

(4) AZF-2~AZF-5疑似污染土检测。

参照异位修复后的土壤采样方式进行。

预处理大棚、处置大棚及其废气处理设施、各类土壤及筛上物的暂存场、废水处理设施用地、废水排放接驳口处等区域不属于本阶段性效果评估范围，纳入后续整体效果评估内容。

5.3 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；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。本阶段效果评估检测指标一览见表 5.4-1。

表 5.4-1 检测指标一览

区域		检测指标	备注
AZF-1~AZF-5 基坑	AZF-1 (0-1.5m) 基坑坑底及侧壁	石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)、苯并(b)荧蒹、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽	基坑目标污染物
	AZF-2 (1.5-3m) 基坑坑底及侧壁	石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)	
	AZF-3 (1.5-3m) 基坑坑底及侧壁	砷	
	AZF-4 (3-5m) 基坑坑底及侧壁	砷	
	AZF-5 (5-7m) 基坑坑底及侧壁	砷	
有机污染土修复后土堆	AZF-1、AZF-2 基坑热脱附修复后土堆	石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)、苯并(b)荧蒹、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽	异位热脱附+原址回填
筛上物	AZF-1~AZF-5 基坑筛上物	石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)、苯并(b)荧蒹、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽、砷	水冲洗+原址回填
疑似污染土	AZF-1~AZF-2 基坑有机疑似污染土堆	石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)、苯并(b)荧蒹、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽	/
	AZF-3~AZF-5 基坑重金属疑似污染土堆	砷	/

5.5 评估标准值

5.5.1 基坑清挖效果评估标准

本阶段针对采用异位热脱附+原址回填处置方式修复进行清挖的场地，须对场地每一块清挖污染土壤后的基坑坑底和基坑壁遗留土壤进行采样监测，评价每一块清挖区域基坑是否还

存在污染土壤，修复效果评估监测指标为土壤目标污染物，按照地块规划用途，规划为居住用地。

场地污染土壤监测指标与评估标准见表 5.5-1。

表 5.5-1 场地污染土壤修复目标值

内容	污染物	居住用地修复目标值 (mg/kg)
土壤	石油烃	826
	苯并(b)荧蒽	4.21
	苯并(a)芘	0.43
	二苯并(a,h)蒽	0.42
	砷	50

5.5.2 修复后的土壤及疑似污染土评价标准

本阶段针对 AZF-1~AZF-2 基坑修复后的土壤及疑似污染土，监测因子为石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽。评价标准参照场地居住用地修复目标值，见表 5.5-1。

5.5.3 筛上物评价标准

本阶段筛上物监测因子为石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽、砷，评价标准参照场地居住用地修复目标值，见表 5.5-1。

6 现场采样与实验室检测

6.1 样品采集

6.1.1 现场采样

6.1.1.1 基坑土壤采样

按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）、《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2019）、《广州市工业企业场地环境调查、治理修复及效果评估文件技术要点》（穗环办〔2018〕173号）、《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）以及《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（试行）》（粤环办〔2020〕67号）的相关要求，进行基坑土壤样品采集。

基坑坑底及侧壁表层土采样采用手工采样，先用铁锹、铲子和泥铲等工具将地表物质去除，然后用木铲进行样本采集。收集土壤样时，把表层硬化地和大的砾石、树枝剔除。

采样过程中佩戴手套。每采完一次样，都用自来水将采样工具洗净后再用蒸馏水淋洗。

基坑土壤现场采样记录、样品流转记录及照片详见附件4。

6.1.1.2 修复后土壤采样

根据《效果评估技术导则》的相关要求对修复后土壤进行采样。

采用挖掘、手钻方式进行，采用有机物专用手钻及竹片等简单的工具。

修复后土壤使用手钻采样。先钻孔达到所需深度后，获得一定高度的土柱，然后用竹片去除土柱外围的土壤，获取土芯作为土壤样品。收集土壤样时，把表层硬化地和大的砾石、树枝剔除。

采样过程中佩戴手套。每采完一次样，都用自来水将采样工具洗净后再用蒸馏水淋洗一遍。

7 效果评估

7.1 评价方法

根据《效果评估技术导则》要求，本项目采用逐个对比的方法判断整个场地是否达到修复效果。

当采样单元样品数量 <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。

采用逐个对比的方法时，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。

8 结论和建议

8.1 修复工程概况

广州锌片厂安置房地块项目所在地位于广州市海珠区昌岗西路 14 号，西临珠江，水陆交通方便。该厂成立于 1921 年，1954 年改成国营的大型 2 类企业，拥有机械化和自动化生产锌材、铝材、钼材的较完善的生产系统。1966 年研发生产微晶锌板，成为全国最早生产微晶锌板的企业，其主要技术指标接近日本同类产品，是国内印刷技术上一项重大成果。因广州市“三旧”项目改造工作推进的需要，原广州锌片厂于 2007 年搬迁出市区，之后该地块作为公安交警支队违法及事故车辆停车场使用。目前锌片厂南区地块已列为广州市 2013 年拆迁安置房建设项目，需于近期开工建设。

由于搬迁场地中残留的污染物可随着土地重新利用而暴露于人体，威胁人群健康。为控制工业污染场地变更用途后对使用人群的危害，国家环境保护部于 2004 年和 2008 年先后发布了《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的意见》和《关于加强土壤污染防治工作的意见》，要求“对于已经开发和正在开发的外迁工业区域，要尽快

制定土壤环境状况调查、勘探和监测方案，对施工范围内的污染源进行调查，确定清理工作计划和土壤功能恢复实施方案，尽快消除土壤环境污染”。

受广州市土地开发中心委托，北京建工环境修复股份有限公司于 2014 年 3 月底前完成广州锌片厂南区保障性住房地块场地环境详细调查及风险评估工作。调查评估表明，锌片厂南区保障性住房地块存在重金属砷、总石油烃和多环芳烃污染，需要进行修复治理。

《广州锌片厂南区保障性住房地块场地环境详细调查与风险评估报告》于 2014 年 3 月通过了广州市环境技术中心主持召开的专家评审会，于 2014 年 4 月在原广州市环境保护局备案。

依据《场调与风险评估报告》的结果，修复工程主要规模为：目标污染物为重金属砷、石油烃和多环芳烃；有机污染土壤方量为 3776.51m^3 ，重金属土壤方量为 2888.11m^3 。

根据土地使用权人的委托，场地环境修复工程由中冶南方都市环保工程技术股份有限公司（原武汉都市环保工程技术股份有限公司）承担，场地环境修复工程环境监理由广东海外建设咨询有限公司承担。

根据《广州锌片厂安置房地块土壤污染修复方案》，地块本阶段 AZF-1~AZF-2 基坑污染土壤治理与修复采用异位热脱附+原址回填的技术路线进行处置。

本阶段环境修复单位于 2022 年 1 月至 2022 年 5 月对广州锌片厂安置房地块土壤污染修复项目污染场地开展了修复工作，已完成修复工程量如下：

(1) 基坑清挖：AZF-1（0-1.5m 有机污染）、AZF-2（1.5-3m 有机污染）、AZF-3（1.5-3m 重金属污染）、AZF-4（3-5m 重金属污染）、AZF-5（5-7m 重金属污染）基坑，共 5 个基坑实际开挖污染土壤总土方量为 7684m^3 （实方，含放坡土方量 684.38m^3 、二次清挖 335m^3 、筛上物 352m^3 ），合计污染土超挖 1019.38m^3 （实方）。

(2) 疑似污染土清挖：AZF-2~AZF-5 基坑疑似污染土清挖方量为 1445m^3 （实方，

堆体测量虚方为 1786m^3), 其中有机疑似污染土 360m^3 (实方, 堆体测量虚方 440m^3), 重金属疑似污染土 1085m^3 (实方, 堆体测量虚方 1346m^3);

(3) 有机污染土修复: 完成对 AZF-1、AZF-2 基坑实方为 4075m^3 (含二次清挖 335m^3) 有机污染土的热脱附修复, 修复后虚方为 5050m^3 (含二次清挖修复后土壤);

(4) 重金属污染土修复: 完成对 AZF-3~AZF-5 基坑重金属污染土固化稳定化处理 (固化稳定化修复效果不在本阶段性效果评估范围内)。

(5) 筛上物冲洗: 实方为 352m^3 , 冲洗后虚方为 481m^3 。

8.2 建议

(1) 建议在项目场地未通过阶段性效果评估评审前, 土地使用权人和环境修复单位应做好现场基坑的防扬尘、防塌方等防护工作, 待本阶段修复工程通过生态主管部门评审确认后, 该区域方可进行下一步回填工作。

(2) 热脱附修复后土壤回填运输过程中, 车辆禁止超载、超速, 场地做好洒水抑尘等相关管理措施。

(3) 在本地块最终的总体效果评估完成前, 对于地块特别是地块内各基坑要加强环境与安全管理, 做好防汛准备。

附件目录

附件 1 地块规划图

附件 2 修复范围图

附件 3 水文地质剖面图

附件 4 土壤采样记录单、样品流转记录及照片

附件 5 实验室检测报告

附件 6 土壤采样布点示意图

附件 7 总平面布置图

附件 8 污染修复工艺流程

附件 9 危险废弃物处置合同（摘录）

附件 10 质量监督检查结果单（广州检验检测认证集团有限公司）

附件 11 资质证书及能力附表

附件 12 施工阶段性总结报告（另册）

附件 13 环境监理阶段性总结报告（另册）

附件具体内容请见另册。