

广州锌片厂南区保障性住房地块 土壤污染修复效果评估报告

(备案稿)

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：二〇二三年二月

项目名称：广州锌片厂南区保障性住房地块土壤污染修复效果评估

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 潘文波

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

一、基本情况

地块名称：广州锌片厂南区保障性住房地块

占地面积：16896m²

地理位置：广州市海珠区昌岗西路 14 号

土地使用权人：广州市土地开发中心

地块土地利用现状：储备用地

未来规划：根据场地的用地规划，地块规划的用途主要为居住用地（R2）

土壤污染状况调查与风险评估单位：北京建工环境修复股份有限公司

环境修复单位：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）

环境监理单位：广东海外建设咨询有限公司

修复效果评估单位：广东中加检测技术股份有限公司

污染因子：砷、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽、石油烃

修复规模：总污染土壤方量 6664.62m³，有机污染土壤方量为 3776.51m³，重金属土壤方量为 2888.11m³

修复技术：异位固化稳定化（重金属污染土壤）+外运处置、异位热脱附（有机污染土壤+场内回填）

二、土壤污染状况调查与风险评估

北京建工环境修复股份有限公司于 2014 年 3 月编制完成《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》，地块存在重金属砷、总石油烃和多环芳烃污染，需进行修复治理。修复工程主要规模为：石油烃和多环芳烃有机污染土壤 3776.51m³，重金属砷污染土壤 2888.11m³；确定的修复目标值为：石油烃 1000mg/kg、苯并(b)荧蒽 4.21mg/kg、苯并(a)芘 0.43mg/kg、二苯并(a,h)蒽 0.42mg/kg、砷 50 mg/kg。

《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 4 月通过了广州市生态环境局组织的专家评审会，并完成备案。

三、修复与环境监理方案编制

由于新发布的《土壤环境质量标准建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）风险筛选值和管制值与原确定的地块修复目标值存在较大差异，地块修复目标值调整为：石油烃(C₁₀-C₄₀)826mg/kg、苯并(b)荧蒽 4.21 mg/kg、苯并(a)芘 0.43mg/kg、二苯并(a,h)蒽 0.42 mg/kg。

环境修复单位中冶南方都市环保工程技术股份有限公司编制完成了《广州锌片厂安置房地块土壤污染修复方案》，地块总体治理与修复技术路线如下：

(1) 重金属砷污染土壤运至广州锌片厂地块（不含保障性住房地块）北区，经异位固化稳定化修复技术修复处理合格后阻隔填埋。

(2) 有机污染土壤运至广州锌片厂地块（不含保障性住房地块）北区，经异位热脱附修复处理合格后，用于场区内清挖后基坑的回填。

(3) 污染区域表层砖石、混凝土等大粒径杂物运至广州锌片厂地块（不含保障性住房地块）北区。冲洗产生的污水经沉淀后，与施工废水进入广州锌片厂地块（不含保障性住房地块）北区污水处理设备处理后排放或回用。沉淀产生的污泥交由有资质的危废处置单位外运处置。

《广州锌片厂安置房地块土壤污染修复方案》、《广州锌片厂安置房地块土壤污染修复环境监理方案》于 2020 年 4 月 15 日通过了广州市生态环境局组织的专家咨询论证并完成备案。

四、修复与环境监理方案变更

2022 年，广州锌片厂地块用地规划进行了调整，锌片厂北区拟规划为海珠西部净水厂用地。为满足净水厂用地后续地下构筑物建设要求，锌片厂北区原阻隔填埋区不可用于重金属污染土壤阻隔填埋。因此土地使用权人将原方案中经异位固化稳定化处理后的

重金属污染土壤阻隔填埋（北区）处置方案变更为运至广州市污染土壤集中治理与资源化利用处置中心（一期）处置。

环境修复单位于 2022 年 12 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方案（变更）》，于 2022 年 12 月 18 日通过广州市生态环境局组织的专家复核并完成备案。

五、修复施工概况

环境修复单位于 2022 年 1 月至 2022 年 10 月对地块污染土壤开展了修复工作，已完成修复工程量为如下：

(1) 基坑清挖：5 个基坑（AZF-1~AZF-5）实际开挖污染土 7684m³（实方，含放坡土 684.38m³、二次清挖土 335m³、筛上物 352m³），合计超挖 1019.38m³（实方）；

(2) 疑似污染土清挖：AZF-2~AZF-5 基坑实际清挖疑似污染土 1445m³（实方，虚方 1786m³），其中有机疑似污染土 360m³（实方，虚方 440m³），重金属疑似污染土 1085m³（实方，虚方 1346m³）；

(3) 有机污染土修复：异位热脱附修复处理 AZF-1、AZF-2 基坑有机污染土 4075m³（实方，含二次清挖 335m³，虚方 5050m³）；

(4) 重金属污染土修复：异位固化稳定化处理 AZF-3~AZF-5 基坑重金属污染土 3257m³（实方，虚方 4036m³）；

(5) 筛上物冲洗：冲洗筛上物 352m³（实方，虚方 481m³）。

综上，环境修复单位共清挖污染土壤 7684m³（包含 352m³ 的筛上物），与《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》中确定的理论污染土方量 6664.62m³ 相比，超挖污染土壤 1019.38m³（主要为基坑扩挖及放坡污染土）；运至广州锌片厂地块（不含保障性住房地块）北区进行修复，其中有机污染土壤 4075m³ 经异位热脱附处置后回填，重金属（砷）污染土壤 3257m³ 经固化/稳定化处理后外运处置，筛上物 352m³ 经冲洗处置后回填。

六、环境监理情况

2022年1月至2022年10月地块污染土壤修复期间，环境监理情况如下：

(1) 地块修复技术、修复区基坑清挖拐点坐标与《风评报告》、《修复方案》一致。

(2) 总计清挖土方 18214m³，其中污染土 7684m³，疑似污染土 1445m³，清洁土 9085m³，已于阶段性效果评估后进行回填。

(3) 修复过程中共计收集、处置废水 1886m³；处理后经市政污水管网排放。

(4) 施工期间，无组织及固定源排放废气、敏感点环境噪声及施工废水环境监测数据合格率 100%。环境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。

七、修复效果评估

修复效果评估单位依据《污染地块风险管控和修复技术效果评估技术导则》（HJ25.5-2018）规定，对清挖后基坑、修复后土壤、筛上物、潜在二次污染区域及疑似污染土壤进行了效果评估检测。

(1) 样品采集情况

2022年1月20日至11月4日，效果评估单位共采集基坑土壤样品89个（含补充检测样品）、异位热脱附修复后有机污染土样品14个、疑似污染土样品8个、筛上物样品4个、异位固化稳定化修复后重金属污染土壤样品12个及潜在二次污染区域土壤样品12个，合计土壤样品139个。检测目标污染为苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽、石油烃(C₁₀-C₄₀)、砷及砷浸出毒性。检测单位为广东中加检测技术股份有限公司，外部质控单位为广州检验检测认证集团有限公司。

(2) 阶段性效果评估

阶段性效果评估对象主要包括：清挖后基坑、热脱附修复后土壤、筛上物、疑似污染土壤。检测结果表明，所有点位检测值均低于修复目标值。《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》于2022年9月19日通过了广州市生态

环境局组织的专家评审。

(3) 后续效果评估

后续效果评估对象主要包括：异位固化/稳定化修复后土壤、潜在二次污染区域，以及重金属污染土壤异地处置修复效果。

(4) 效果评估总体情况

a、修复效果评估检测结果

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样品51个（不含现场平行样），其中AZF-1（0-1.5m）基坑坑底及侧壁共13个点位超过地块修复目标值，其余检测点位均低于修复目标值。环境修复单位对超标点位进行二次清挖，经修复效果评估单位对二次清挖后坑底及侧壁重新采样检测，检测结果均低于地块修复目标值，清挖效果达到预期工程目标。

②修复后土壤效果评估

有机污染土异位热脱附修复效果：采集AZF-1~AZF-2基坑异位热脱附修复后有机污染土1个批次，土壤样品14个（不含现场平行样）。检测结果均低于地块修复目标值。

重金属污染土异位固化/稳定化修复效果：采集AZF-3~AZF-5基坑异位固化稳定化修复后重金属砷污染土1个批次，土壤样品11个（不含现场平行样）。砷浸出毒性检测结果均低于修复目标值，修复效果均能达到预期工程目标。

③筛上物检测

采集AZF-1~AZF-5基坑冲洗后筛上物2个批次，样品4个（不含现场平行样），检测结果均低于地块修复目标值，达到预期工程目标。

④疑似污染土检测

采集AZF-2~AZF-5基坑疑似污染土壤样品8个（不含现场平行样），检测结果均低于地块修复目标值

⑤潜在二次污染区域土壤检测

采集潜在二次污染区域（待检场、运输道路）表层土壤样品 12 个，检测结果均低于修复目标值，表明地块修复过程中没有出现明显的二次污染。

综上，地块清挖后基坑、修复后土壤、筛上物、疑似污染土壤及潜在二次污染区域土壤的检测 results 均低于修复目标，修复效果良好。

b、地块满足修复效果评估评审条件说明

目前地块污染土壤全部转运至接收地块，且接收地块已完成修复方案备案，参照《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等评审管理指南的通知》（穗环〔2021〕96 号）中对污染地块土壤异地修复项目评审管理的相关要求，可申请土壤污染修复效果评估报告评审。

①污染土壤接收地块——广州锌片厂地块（不含保障性住房地块）北区的土地使用权人为广州市土地开发中心，与本转出地块权属同一土地使用权人。

②转出地块与接收地块（堆存区）暂存区同属一类用地，转运土壤的修复目标值均满足转出地块和接收地块的环境要求，暂存于接收地块待外运处置。

③接收地块当前正开展污染土壤修复工作，土地使用权人承诺在 2023 年 4 月前完成暂存土壤的外运处置工作，并在后续 2 个月内启动修复效果评估。

④转出地与接收地的修复方案变更均已单独编制，经专家咨询评审及广州市环境技术中心组织的专家复核原则通过，并于 2022 年 12 月 19 日在广州市生态环境局、广州市规划和自然资源局备案。

⑤转出地块与接收地块距离不足 1km，属于同一异地修复项目所涉及地块内部，可不实施转运联单管理。

⑥地块污染土壤已于 2022 年 5 月 8 日全部转运至接收地块——广州锌片厂地块（不含保障性住房地块）北区。

综上，修复效果评估根据资料审核情况，结合修复效果评估的检测 results，并参照《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等评审管理指南的通知》（穗环〔2021〕96 号）相关要求，编制完成《广州锌片厂南区保障性住房地块土壤污染修复效果评估报告》，报送广州市生态环境局申请土壤污染修复效果评估报告评审。

八、修复效果评估总体结论

地块基坑清挖效果、有机污染土壤异位热脱附修复效果和重金属污染土壤异位固化稳定化修复效果均达到修复目标要求，疑似污染土壤、冲洗后筛上物、潜在二次污染区域土壤检测结果全部低于修复目标，重金属污染土壤异地修复同时也能满足《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等评审管理指南的通知》（穗环〔2021〕96号）的相关要求。施工过程中未对环境造成明显的二次污染，修复效果良好。地块后续作为第一类用地进行开发建设的人体健康风险可接受，地块可以安全利用，建议移出广东省建设用地土壤污染风险管控和修复名录。

目录

摘要.....	- 1 -
1 项目背景.....	1
2 工作依据.....	6
2.1 法律法规、政策.....	6
2.2 标准规范、导则.....	7
3 地块概况.....	8
3.1 场地基本情况.....	8
3.1.1 场地地理位置.....	8
3.1.2 地质和水文地质情况.....	11
3.2 地块调查评价结论.....	17
3.2.1 风险评估结论.....	17
3.3 场地修复方案变更.....	18
3.3.1 有机污染土异位热脱附处理方案.....	20
3.3.2 修复后土壤暂存与回填.....	21
3.3.3 重金属污染土异位固化/稳定化处理方案.....	22
3.3.4 筛上物施工部署处理方案.....	22
3.4 修复实施情况.....	22
3.4.1 修复施工部署.....	22
3.4.2 《施工总结报告》结论.....	30
3.5 环境保护措施落实情况.....	32
3.5.1 《环境监理总结报告》结论.....	32
4 结论和建议.....	33
4.1 效果评估检测结果.....	33
4.2 效果评估结论.....	34
4.2.1 阶段性效果评估结论.....	34
4.2.2 效果评估总体结论.....	35
4.3 建议.....	35
附件目录.....	37

1 项目背景

项目基本信息表		
地块名称	广州锌片厂南区保障性住房地块	
地块位置	广州市海珠区昌岗西路 14 号	
地块面积	16896m ²	
土地使用权人	广州市土地开发中心	
地块收储时间	2011 年 5 月 11 日	
地块历史利用情况	1921~2007 年广州锌片厂，2007~2013 年公安交警支队违法及事故车辆停车场，2013 年至今收储	
地块规划	居住用地（R2）	
所处阶段	内容	从业单位、时间或备注说明
土壤污染状况调查与风险评估阶段	土壤污染状况调查与风险评估单位	北京建工环境修复股份有限公司
	土壤污染状况调查与风险评估/备案时间	2013 年 8 月/2014 年 4 月
	地块污染因子	砷、苯并(b)荧蒹、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽、石油烃
	修复规模	总污染土壤方量 6664.62m ³ ，有机污染土壤方量为 3776.51m ³ ，重金属土壤方量为 2888.11m ³
污染土壤修复阶段	修复技术	异位固化稳定化（重金属污染土壤）+外运处置、异位热脱附（有机污染土壤）
	环境修复单位	中冶南方都市环保工程技术股份有限公司
	环境监理单位	广东海外建设咨询有限公司
	修复方案备案	2020 年 6 月 9 日
	修复方案变更备案	2022 年 12 月 19 日
	污染土壤修复	2022 年 1 月至 2022 年 10 月
修复效果评估阶段	修复效果评估及检测单位	广东中加检测技术股份有限公司
	阶段性效果评估	2022 年 1 月至 2022 年 7 月
	阶段性效果评估评审	2022 年 9 月 19 日
	整体效果评估	2022 年 1 月至 2022 年 11 月
	效果评估检测工作量	基坑土壤 89 个（含补充检测）、异位热脱附修复后有机污染土 14 个、异位固化稳定化修复后重金属污染土 12 个、疑似污染土 8 个、潜在二次污染区域土壤 12 个、筛上物 4 个，共采集样品 115 个

广州锌片厂南区保障性住房地块（简称“地块”或“本地块”）位于广州市海珠区昌岗西路 14 号，西临珠江。原广州锌片厂成立于 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。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，之后该厂南区地块作为公安交警支队违法及事故车辆停车场使用。2011 年 5 月 11 日，广州市土地开发中心对原广州锌片厂地块进行收储。2013 年，原广州锌片厂南区地块列为广州市拆迁安置房建设项目。

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”。

受土地使用权人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 月底编制完成《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》（简称“《场调与风险评估报告》”），2014 年 4 月通过了广州市环境技术中心主持召开的专家评审会，并完成在原广州市环境保护局备案。

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、搬迁及场地内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，地块污染土壤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“环境修复单位”）承担，修复工程环境监理由广东海外建设咨询有限公司（简称“环境监理单位”）承担。

环境修复单位编制完成的《广州锌片厂安置房地块土壤污染修复方案》（简称“《修复方案》”），于2020年4月15日原则通过了广州市环境技术中心组织的专家咨询论证，于2020年6月12日通过专家复核确认，并于2020年6月9日完成在广州市生态环境局、广州市规划和自然资源局备案。

根据广州市政府2022年对《广州市水务局关于审定海珠西部净水厂规划选址工作的请示》的批示精神，对广州锌片厂地块用地规划进行调整，锌片厂北区拟规划为海珠西部净水厂用地。为满足净水厂用地后续地下构筑物建设要求，锌片厂北区原阻隔填埋区不可用于重金属污染土壤阻隔填埋。后续经土地使用权人与各相关部门沟通协调，广州市污染土壤集中治理与资源化利用处置中心（一期）有能力且有意愿接收、处置本项目重金属污染土壤。因此土地使用权人须调整本地块及广州锌片厂地块（不含保障性住房地块）土壤污染修复方案，对原方案中重金属污染土壤运至广州锌片厂地块（不含保障性住房地块）北区（简称“锌片厂地块北区”）开展异位固化稳定化+阻隔填埋处置方案进行变更。

环境修复单位于2022年12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方案（变更）》（简称“《修复方案（变更）》”），并组织专家进行了咨询论证，于2022年12月18日通过广州市环境技术中心组织的专家复核，并于2022年12月19日在广州市生态环境局、广州市规划和自然资源局备案。环境修复单位于2022年1月至2022年10月对地块污染土壤开展了修复工作。

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（下称“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，根据招标文件及相关环保法律法规、政策与技术规范，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效果评估方案》（简称“《效果评估方案》”）。

依据土地使用权人要求及地块土壤污染修复进展情况，修复效果评估单位于2022年

1月至2022年7月开展了阶段性效果评估，范围主要包括：**地块5个基坑清挖效果评估，有机污染土异位热脱附修复效果评估，筛上物和疑似污染土检测。**

修复效果评估单位按照《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则(试行)》(HJ 25.5-2018)(简称“《技术导则》”)等技术规范要求，对地块土壤污染修复工作进行了现场勘察、人员访谈，审核了地块阶段性修复施工总结报告、阶段性环境监理报告等相关资料，并结合阶段性效果评估检测结果，于2022年9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》(简称“《阶段性效果评估报告》”)。《阶段性效果评估报告》于2022年9月19日原则通过了广州市环境技术中心组织的专家评审，经修改完善后可作为下一步地块环境管理的工作依据。

依据土地使用权人要求及地块土壤污染修复进展情况，修复效果评估单位2022年7月、2022年11月分别对异位固化稳定化修复后重金属污染土壤、潜在二次污染区域土壤等进行了效果评估检测。

综上，砷污染土壤异位固化/稳定化修复效果及地块潜在二次污染区检测结果均满足修复目标要求，修复后砷污染土壤暂存于锌片厂北区待外运处置；结合地块土壤污染阶段性修复工作——全部5个基坑的污染土壤清挖、有机污染土壤的修复、筛上物的冲洗和疑似污染土已通过阶段性效果评估评审；地块污染土壤全部转运至接收地块，且接收地块已完成修复方案备案，地块修复效果评估检测结果已基本满足《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等评审管理指南的通知》(穗环〔2021〕96号)中对污染地块土壤异地修复项目评审管理的相关要求。

现阶段修复效果评估单位根据对地块土壤污染修复工作的资料回顾、现场勘察、人员访谈，对修复施工总结报告、环境监理报告等相关资料的审核，结合对整体修复效果评估检测结果，并参照《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等评审管理指南的通知》(穗环〔2021〕96号)的相关要求，编制完成《广州锌片厂南区保障性住房地块土壤污染修复效果评估报告》，报送广州市生态环境局申请土壤污染修复效果评估报告评审。

2023年1月19日广州市环境技术中心在广州主持召开了《效果评估报告》、《施工总结报告》、《环境监理报告》专家评审会，并形成了专家评审意见。专家组认为，《效果评估报告》、《施工总结报告》和《环境监理报告》编制总体符合相关技术规范要求，工作程序合理；修复工程施工期间的二次污染防治措施得当且效果良好；清挖后的基坑、修复后的受污染土壤总体满足修复目标值要求，筛上物、疑似污染土、二次污染区域等土壤检测值满足修复目标；修复效果评估结论总体可信。专家组原则同意通过《效果评估报告》、《施工总结报告》和《环境监理报告》的技术评审。各报告经进一步修改完善并经复核后，可作为该地块再开发利用环境管理的依据。

我司根据专家评审意见，作了相关的内容，并于2022年2月3日修改完善了本效果评估报告（修改说明详见“报告附件2023年1月19日专家评审修改索引”），报广州市环境技术中心审核。

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、搬迁及场地内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)》	环境保护部令 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
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

序号	名称	实施时间/文件号
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、搬迁及场内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
27	《广东省2019年土壤污染防治工作方案》	粤环发〔2019〕4号
28	《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
29	《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	《恶臭污染物排放标准》	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
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

序号	名称	标准号
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 164-2020
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

3 地块概况

3.1 场地基本概况

3.1.1 场地地理位置

广州锌片厂南区保障性住房地块位于广州市海珠区鹤洞大桥以南昌岗西路 14 号原广州锌片厂南厂区，为锌片厂首期开发用地，西邻珠江，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。地块面积 16896 平方米，中心位置东经 113° 15' 34"，北纬 23° 04' 48"。

地块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 地块工业生产时期四至情况

3.1.2 地质和水文地质情况

3.1.2.1 地质条件

据场地调查阶段的勘探采样所揭示的土层情况，按地层沉积年代、成因类型，将场地最大勘探深度（7.0m）范围内的地层划分为人工堆积层和第四纪沉积层两大类，并按土层岩性、赋水特征及其物理性质，进一步划分为7个大层及其亚层，各层岩性及分布特征概述如下：

（1）人工堆积层

分布于地表，主要为粉土填土、砂质粉土填土①层，房渣土和碎石填土①1，粉土填土①2，该大层在场地内普遍分布，厚度在 0.00-3.0m 左右（含水泥地面及路面厚度）。

（2）第四纪沉积层

分布于人工堆积层之下，其层顶标高为 4.282~1.202m（埋深为 0.00-7.00m），主要为冲洪积之粘性土、粉土和粗砂、碎石石层，具体分布及岩性特征如下：

标高-0.853~4.282m（埋深为 0.00-5.0m）以下为砂土②层，粗砂②1 层和粉砂②2 层以及砂砾②3 层，该大层粗砂、粉砂和砂砾层的渗透性相对较强，为第一层含水层分布区域。

标高 0.677~2.977m（埋深为 2.4-4.80m）以下为粉土、粘质粉土、砂质粉土③层，粘质粉土③1 层，砂质粉土③2 层，该大层的综合渗透性差，为相对不透水层。

标高-0.853~2.318m（埋深为 2.40-7.00m）以下为粘土、粉质粘土④层，粉质粘土④1 层，粘土④2 层。该大层的综合渗透性差，为相对不透水层。

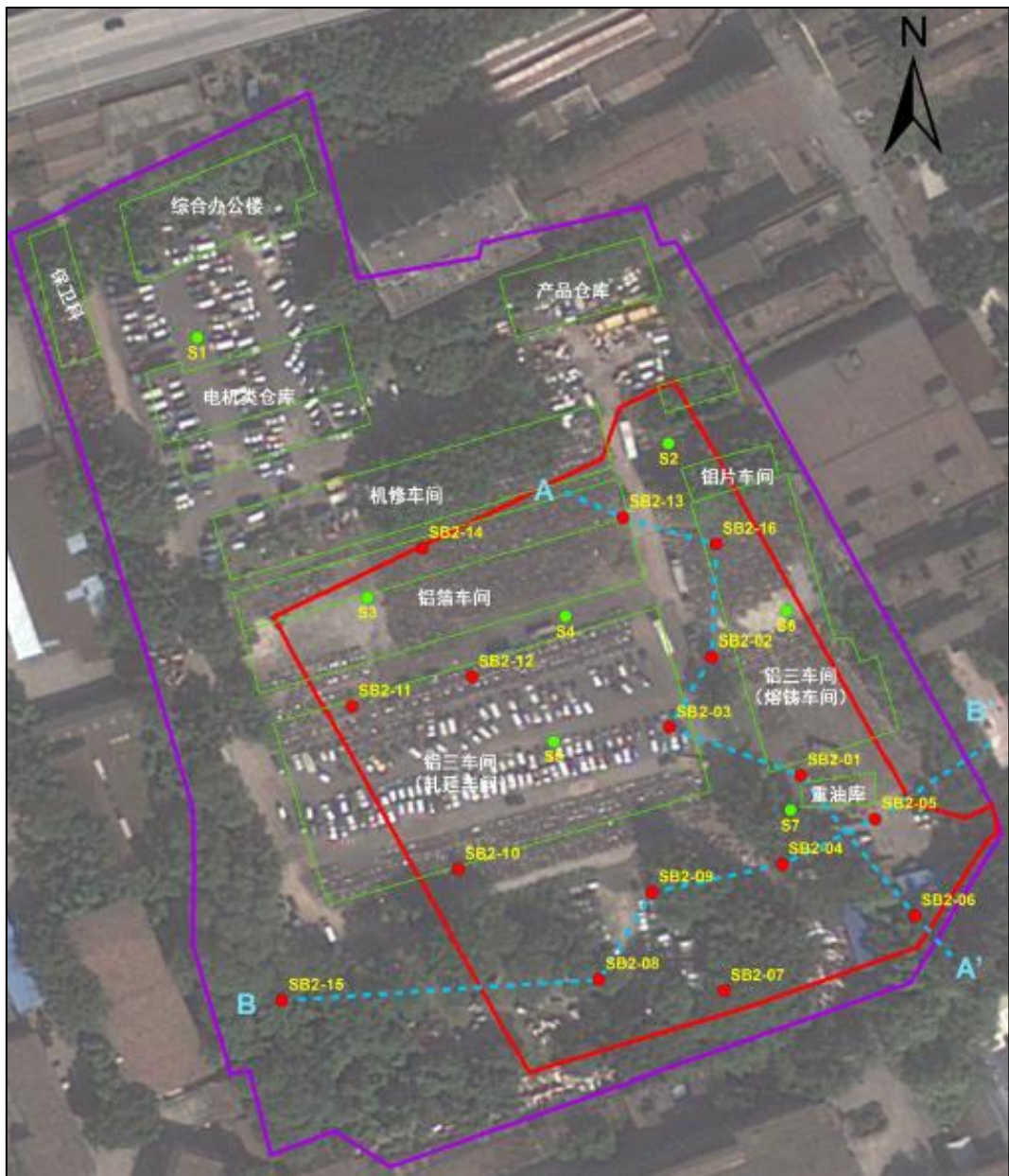


图 3.1-3 调查地质剖面线

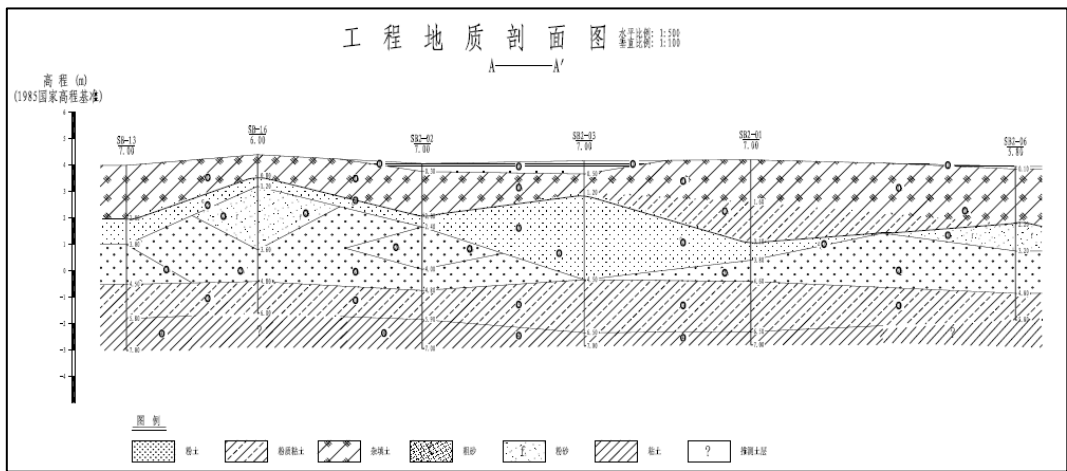


图 3.1-4 A-A, 断面工程地质剖面图

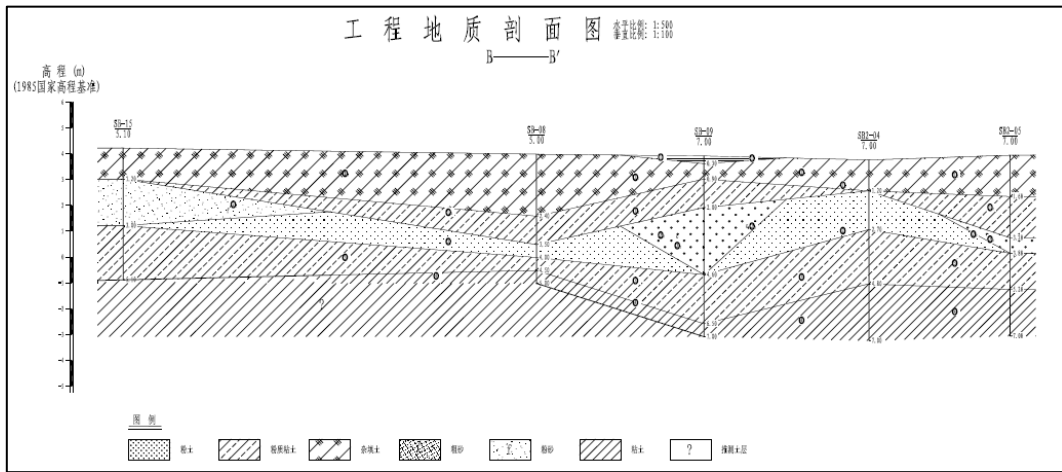


图 3.1-5 B-B, 断面工程地质剖面图

3.1.2.2 水文条件

广州属丘陵地带。地势东北高，西南低，北部和东北部是山区，中部是丘陵、台地，南部是珠江三角洲冲积平原。中国的第三大河——珠江从广州市中心穿流而过。该场地位于广州市海珠区，位于珠江三角洲冲积平原北部，西北部往东为一系列略有起伏的低丘陵峦，最高处的圣堂岗海拔 54.3 米。东南部为平原，河网密布，地势低平，海潮可达，河涌众多，为典型的平原水网地带，海拔 10 米以下。第四系沉积厚度一般在 10 多米，为粘性土、粉土与砂类土交互沉积。该场地西南紧邻珠江，珠江水流流向为由西北向东南方向。项目所在地地下水埋深较浅，一般 1.5m 即可见地下水。

地块初步调查和详细调查阶段共布设了 6 口地下水监测井，详细调查阶段对 6 口井的水位进行了统一测量。根据场地勘探期间揭露的地层和地下水分布情况，并结合以往收集的资料得出，场地基岩之上分布有潜水层，6 口井地下水静水位范围为地面以下 1.114~2.005m。

表 3.1-1 场地地下水监测井水位量测结果一览表

采样点号	监测井号	坐标		地面标高(m)	井口标高(m)	监测井深(m)	水位标高(m)	水位埋深(m)
		经度	纬度					
S5	MW1	113.25425	23.082409	4.277	4.324	6.01	3.21	1.114
S2	MW2	113.254545	23.083089	4.338	4.274	5.805	2.839	1.435
S7	MW3	113.254871	23.082234	3.795	3.83	5.918	2.19	1.64
SB2-14	MW2-01	113.253994	23.082864	4.246	4.027	4.787	2.809	1.218
SB2-10	MW2-02	113.254052	23.082079	4.287	4.198	4.74	2.193	2.005
SB2-07	MW2-03	113.254698	23.081848	3.858	3.786	5.278	1.866	1.92

根据上述测量数据绘制的地下水水位等值线图见图 3.1-6，本项目所在地地下水为浅层地下水，地下水水位大致从西北向东南方向。

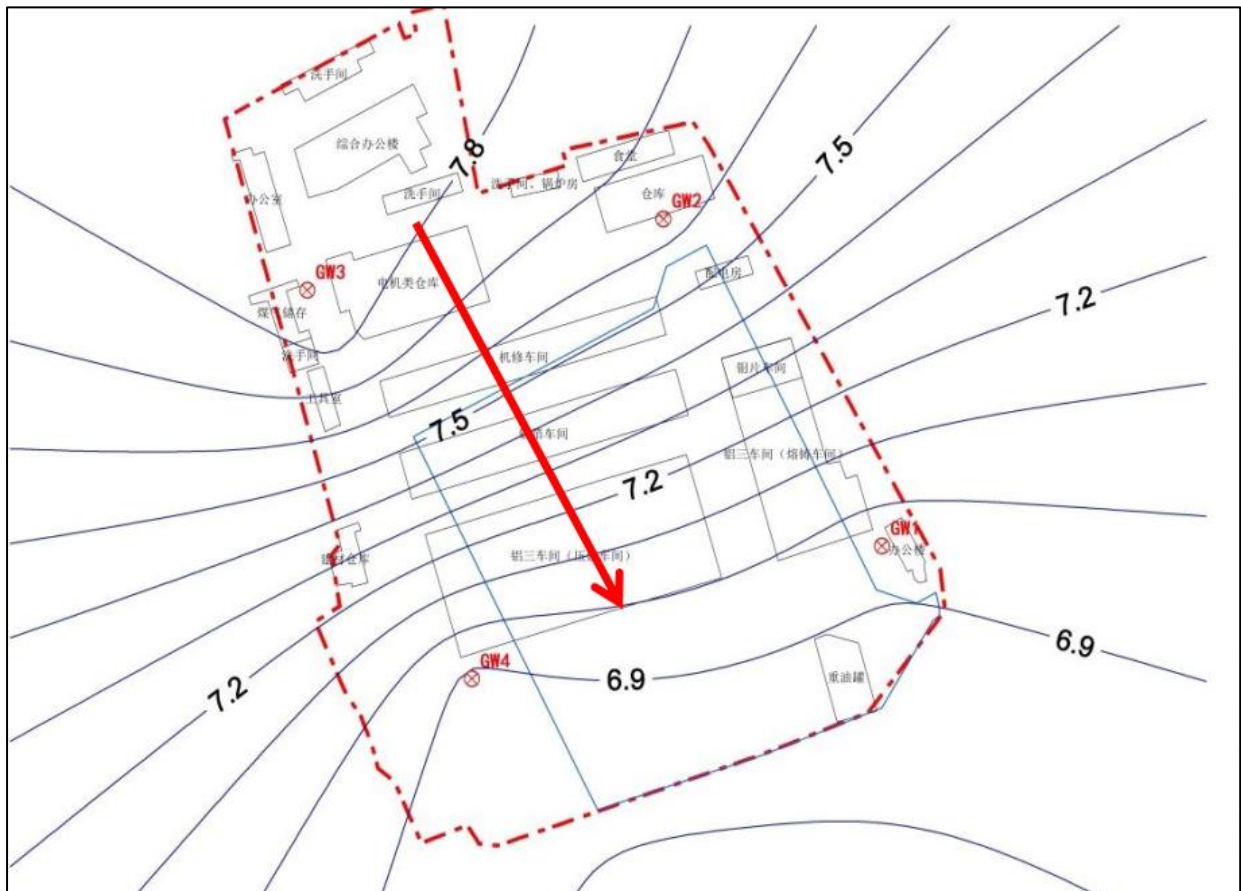


图 3.1-6 锌片厂南区场地地下水流场图

3.1.2.3 气象条件

本项目所在地区位于珠江三角洲的腹部，季风气候区，气候宜人，雨量充沛。农作物四季生长。

海珠区年平均降雨量是 1725 毫米，降雨最大年 2516.7 毫米（1975 年），最小年

1243 毫米（1984 年）。降雨多集中于 4~9 月，占全年的 81%，尤其以 5~6 月雨量最大，占全年的 32.8%，降雨量最小是 12 月，占全年降雨量的 1.4%。年平均降雨日为 151 天，日最大降雨量 284 毫米。每年 10 月至次年 3 月为旱季，年蒸发量平均为 1603.5 毫米，平均相对湿度 79%。

海珠区年平均气温为 21.8℃，7 月份最高温平均为 28.4℃，1 月份最低温平均为 13.3℃。日极端高温为 38.1℃（1980 年），极端低温为 0.1℃（1975 年），平均年积温 7957℃，无霜期达 340 多天。

海珠区年平均日照为 1960 小时，日照率为 44%。2~4 月份日照时数较短，阴天平均每月达 17.3 天。其中，3 月份阴天最多，平均年份可达 20 天，个别年份达 22 天之多。7~10 月份日照时数最多，阴天平均每月不足 5 天，个别年份没有出现阴天，其中 10 月份晴天最多。年平均总幅射量 106.7 千卡/平方厘米；7 月份最大，平均达 11.8 千卡/平方厘米；2 月份最小，平均为 5.9 千卡/平方厘米。

海珠区季风分明。秋、冬季以吹北风和西北风为主，春夏季以吹南风 and 东南风为主。天河地区年平均风速为 1.9~2 米/秒。每年 7~9 月，台风盛行，风力一般 6~9 级，最大风力 12 级以上，最大风速 37 米/秒，对农作物和建筑物造成危害。

3.1.2.4 地表水条件

海珠区由珠江水系广州河段前后航道环绕。前航道（又称东河道）位于辖区北面，从白鹅潭往东至黄埔；后航道（又称南河道），位于辖区南面，包括南河水道、沥滘水道、官洲水道等 3 条水道，由白鹅潭经洛溪大桥、官洲沙至黄埔（大濠洲）处与前航道会合，然后折向东南与东江干流相汇，再注入狮子洋出海。区内水系具有珠江三角洲的河网特色，河道众多，主要由西北部的海珠涌水系，东北部的黄埔涌水系、南部的赤沙滘—石溪涌水系 3 个水网系统组成。

海珠区水文现象深受潮汐影响，潮波由南海经狮子洋传来，潮型属于不规则半日混合潮，一般每天有两次涨潮和两次落潮。潮差较小，平均潮差均在 1.4 米左右，属弱潮河口，潮差沿途变化，由东部（黄埔 1.64 米）向西部（老鸦岗）递减，这与珠江口至黄埔的潮差沿途递增恰好相反。潮位特征值按后航道广州浮标厂站所标，年最高潮 2.04

米，相应低潮位 0.16 米，年平均高潮位 0.79 米，年平均低潮位-0.56 米，年最低低潮潮位-1.38 米。最高高潮位与最低低潮位之差达 3.42 米。潮流在年内除汛期的 5~6 月，作用稍弱外，大部分时间为潮汐所控制。涨潮历时比落潮历时短 1 个半小时以上，黄埔站涨潮平均历时 5 时 30 分，落潮平均历时 7 时 1 分，涨落比 1.28。

3.1.2.5 地下水功能区划

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，场地所在区域浅层地下水划定为属“珠江三角洲广州海珠至南沙不宜开采区”，地下水现状为 V 类，地下水功能区保护目标中水质类别为 V 类。

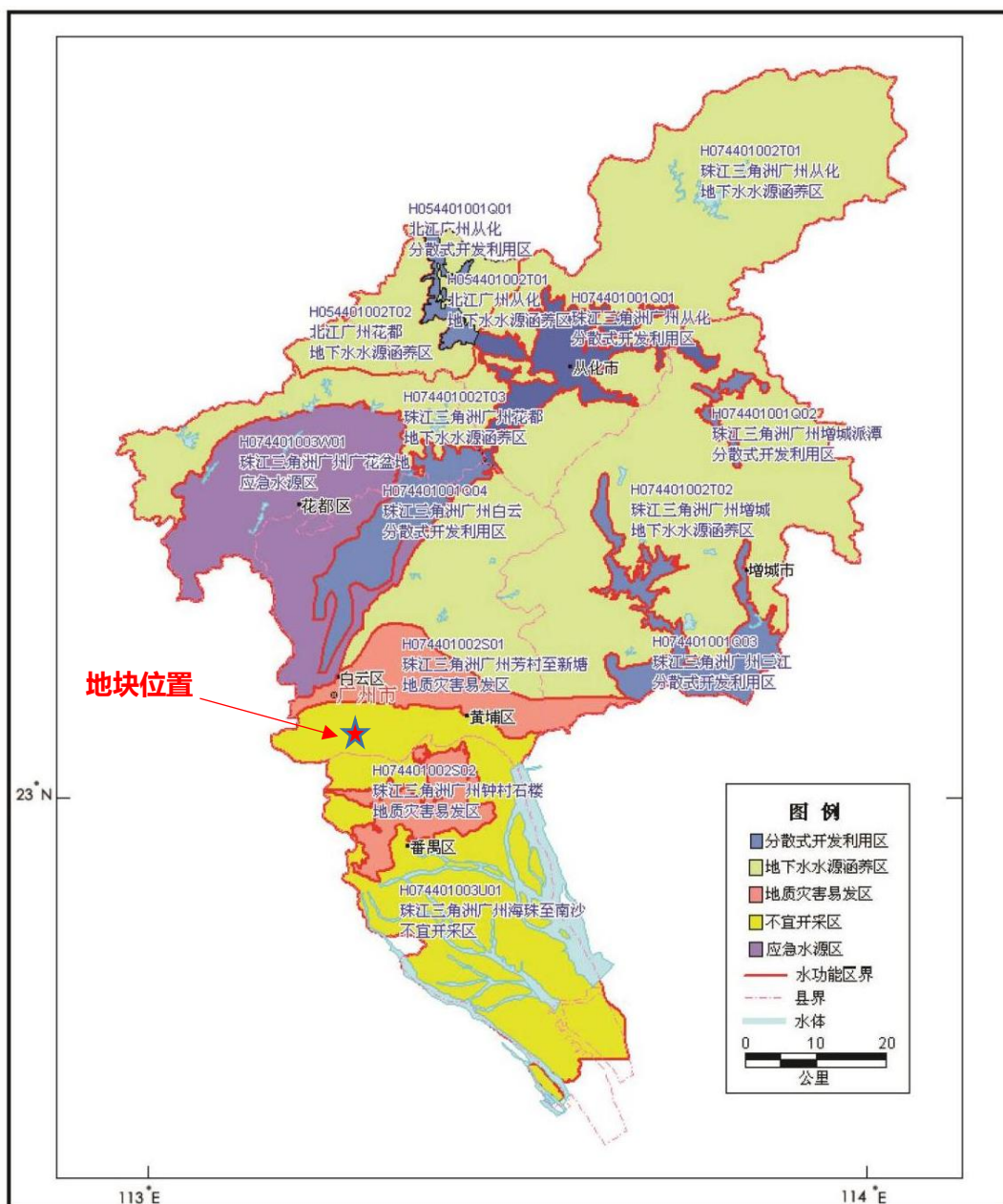


图 3.1-7 广州市浅层地下水功能区划图

3.2 地块调查评价结论

3.2.1 风险评估结论

(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。

3.3 场地修复方案变更

根据广州市政府 2022 年对《广州市水务局关于审定海珠西部净水厂规划选址工作的请示》的批示精神，对广州锌片厂地块用地规划进行调整，锌片厂北区拟规划为海珠西部净水厂用地。为满足净水厂用地后续地下构筑物建设要求，锌片厂北区原阻隔填埋区不可用于重金属污染土壤阻隔填埋。后续经土地使用权人与各相关部门沟通协调，广州市污染土壤集中治理与资源化利用处置中心（一期）有能力且有意愿接收、处置本项目重金属污染土壤。因此土地使用权人须调整本地块及广州锌片厂地块（不含保障性住房地块）土壤污染修复方案，对原方案中重金属污染土壤的异位固化稳定化+阻隔填埋（北区）处置方案进行变更。变更后，地块整体修复工艺路线见图 3.4-1。

环境修复单位于 2022 年 12 月编制完成《广州锌片厂安置房地块土壤污染修复方案（变更）》，并组织专家进行了咨询论证，于 2022 年 12 月 18 日通过广州市环境技术中心组织的专家复核，并于 2022 年 12 月 19 日在广州市生态环境局、广州市规划和自然资源局备案。

本次变更对原修复方案重金属污染土壤处置技术路线、污水收集处理方式等内容进行调整，主要内容如下：

（1）重金属污染土壤处置技术路线变更

地块重金属污染土壤处置工艺由“异位固化稳定化+锌片厂北区内阻隔填埋”变更为“异位固化稳定化+外运处置”。重金属污染土壤在锌片厂地块北区经固化稳定化处理达标后运至广州市污染土壤集中治理与资源化利用处置中心（一期）进行处置，经异位固化稳定化处理后总计需外运处置土壤方量约 2679.93 m³（实方量）。

（2）污水收集处理方式变更

因广州锌片厂地块（不含保障性住房地块）南区新建了 1 座支架水池，且同意暂存本地块废水。为减少槽罐车运输频率，方便施工实施。将原方案确定的直接采用槽罐车

收集基坑废水并运至锌片厂地块北区污水处理设备的污水收集处理方案，变更为：地块清挖期间利用广州锌片厂地块（不含保障性住房地块）南区的支架水池临时储存基坑废水及其他施工废水（尺寸：5m*10m*1m），并采用槽罐车运输至锌片厂地块北区废水集中处置设备集中处置。

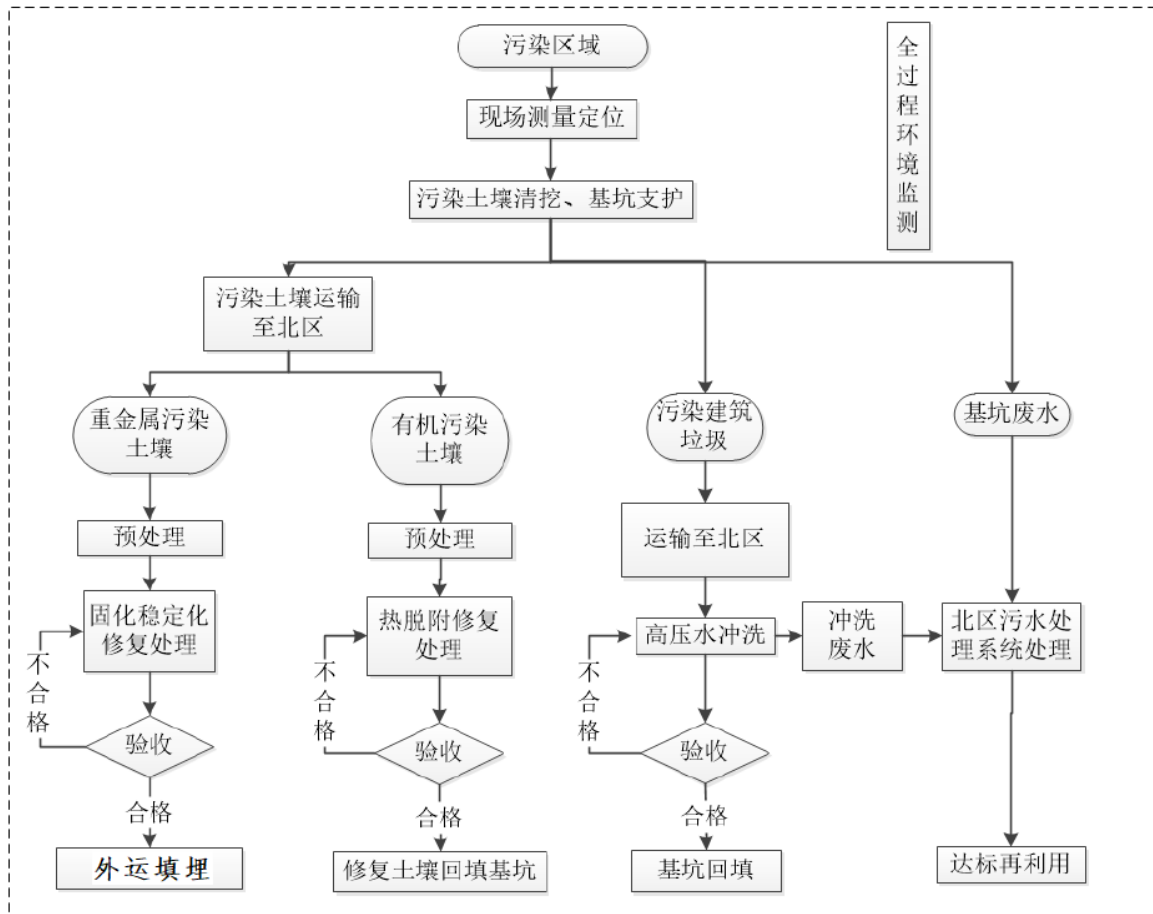


图 3.3-1 项目整体修复工艺路线图

3.3.1 有机污染土异位热脱附处理方案

有机污染土壤采用异位热脱附处置，其主体施工流程如下：

(1) 异位热脱附土壤清挖运输

根据其分布情况，分层分区域合理安排开挖和运输路线。

(2) 异位热脱附土壤预处理

清挖运输至预处理车间，经过破碎筛分斗进行破碎筛分，粒径达到 5cm 以下，经晾晒或处理后，满足土壤中含水率<20%以下。

(3) 异位热脱附土壤炉内热脱附处置

采用挖掘把预处理后的土壤装入异位热脱附设备的入料斗，经回转窑，土壤壤中污染物的固相转化为气相，挥发出来，固态干净土壤进入出料斗，经检测，合格后回填至场地内；蒸发出来的气体经过高温氧化器，燃烧氧化，有机污染物彻底分解为二氧化碳和水蒸气，再经过尾气处置装置达标排放。

(4) 异位热脱附土壤回填或封存

热脱附处置后的土壤，经检测，低于修复目标值后，则统筹安排，回填至场地内。

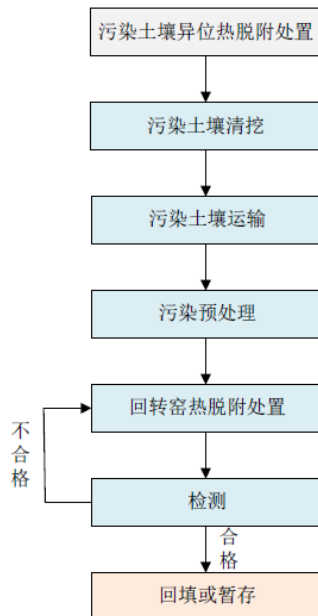


图 3.4-2 热脱附处置施工流程

本项目热脱附处置的土壤污染主要是挥发性或半挥发性有机污染物，采用直接热脱附工艺，对给料直接加热，将污染土壤加热至目标污染物的沸点以上，通过控制系统温度和物料停留时间有选择地促使污染物气化挥发，使目标污染物与土壤颗粒分离去除，污染气体通过高温氧化，尾气处理装置后达标排放。其工艺流程图见图 3.4-3。

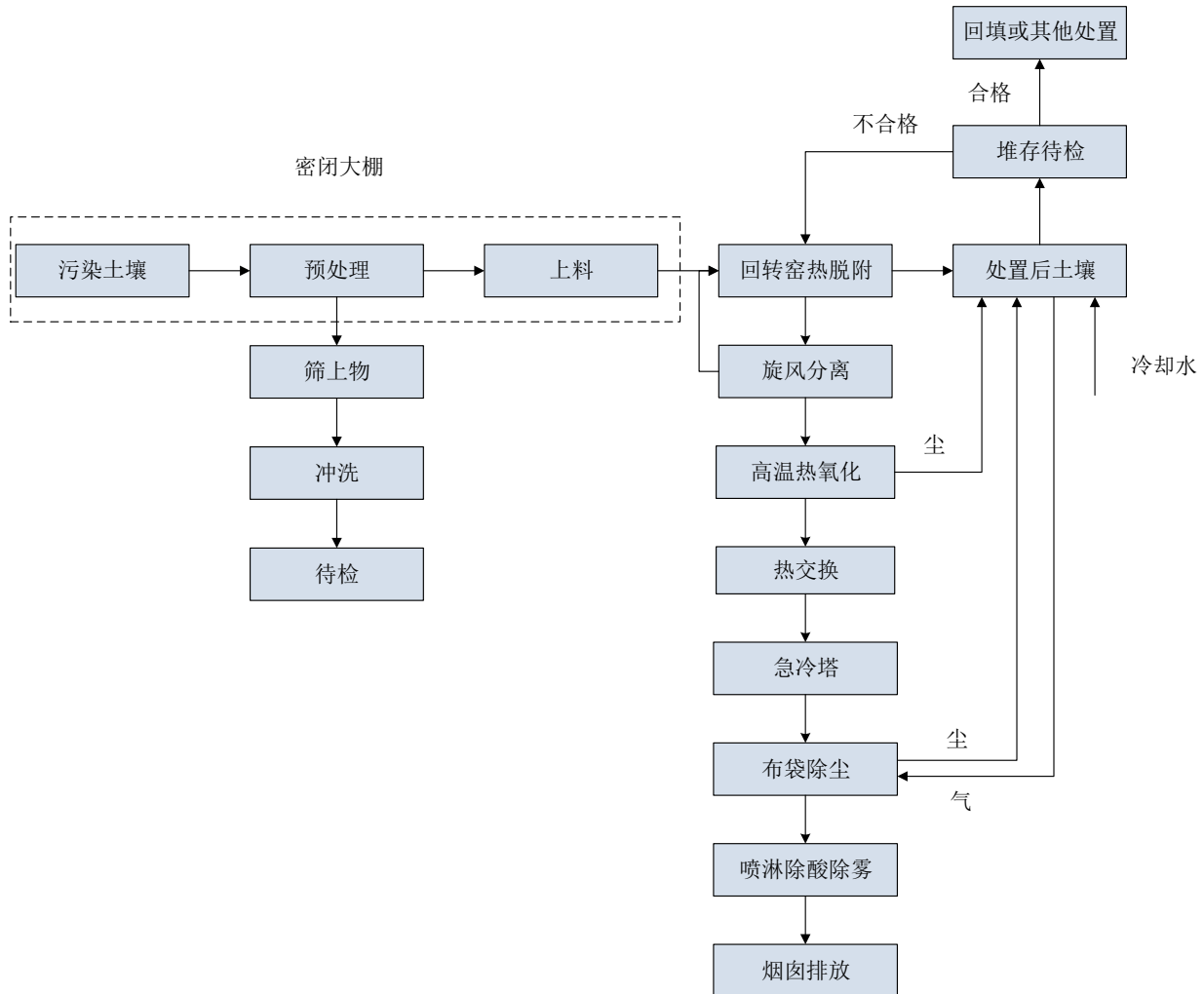


图3.4-3 热脱附处置工艺流程图

3.3.2 修复后土壤暂存与回填

污染土壤处置后，转运至场内设置的待检区进行养护待检，堆放高度不超过 5m，由于场内可利用区域小，计划先在未开挖区上方建设养护场地。重金属养护区及有机待检场采用 15cm 厚 C25 混凝土地坪，四周建设 30cm 砖砌拦挡。地块内新建一座 3000m² 待检场。

本项目有机污染土壤全部处置完成后全部现场原基坑回填，待效果评估完成之后方可进行回填。

3.3.3 重金属污染土异位固化/稳定化处理方案

本项目重金属（砷）污染土壤均清挖运输至锌片厂北区，固化/稳定化处置均在锌片厂北区内处置大棚中进行。异位固化/稳定化施工工艺主要包括以下几个步骤：污染土壤筛分破碎分拣→污染土壤与药剂搅和混合→暂存及效果评估→达标外运处置。

3.3.4 筛上物施工部署处理方案

污染土壤筛分产生的筛上物统一在处置大棚内的冲洗平台采用高压水枪进行冲洗，冲洗掉筛上物表面的受污染层。冲洗产生的废水由一体化水处理设备进行处理，冲洗后的建筑垃圾经效果评估合格后准运到基坑回填。

3.4 修复实施情况

3.4.1 修复施工部署

地块修复工程实施自 2022 年 1 月 15 日开工，2022 年 10 月 14 日现场污染土壤修复工作完工。现场修复施工主要分为施工准备、测量放线、临时设施搭建、降水及废水处置施工部署、清挖转运部署、热脱附处置部署。环境修复单位进场后先进行施工准备，后续进行污染土方开挖、运输与修复，效果评估合格并通过项目修复效果评估评审会后，再进行回填，各阶段主要的工作内容如下：

施工准备流程：准备工作→污染范围定位放线→检查基坑降水→开挖污染土壤并转运→人工配合清理基坑→基坑坑底侧壁过程验收。

污染土壤清挖：主要包括修复范围定位、开挖顺序、开挖施工过程、开挖工程量及修复效果评估等。

污染土壤运输：主要包括污染土壤场内运输及运输路线。

污染土壤修复：准备工作→污染范围定位放线→检查基坑降水→开挖污染土壤并转运→人工配合清理基坑→修复效果评估。

修过实施修复实施关键节点与工程进度情况见表 3.5-1，实施过程相关图件见图 3.5-1~3.5-10。

表 3.5-1 修复实施关键节点与工程进度情况

编号	项目	施工时间	备注
1	临时设施建设	/	项目部、热脱附预处理大棚、处置大棚、洗车台等（依托非安置房地块），待检场、围挡
2	设备进场、安装调试	/	异位热脱附设备安装调试、水处理设备安装调试（依托非安置房地块）
3	污染土壤修复及效果评估	2022.1.15-2022.5.9	污染土壤清挖、处置及效果评估
3.1	污染土壤清挖	2022.1.15-2022.5.8	包括基坑扩挖，重金属基坑开始清挖时间为 2022 年 4 月 1
3.2	止水帷幕建设	2022.3.25-2022.4.12	
3.3	污染土壤预处理	2022.1.15-2022.5.8	/
3.4	筛上物冲洗	2022.2.25-2022.5.9	冲洗方量 352m ³
3.5	异位热脱附处理	2022.2.18-2022.3.5	处置 7014t
3.6	固化/稳定化处理	2022.4.3-2022.5.8	处置 3257m ³
3.7	基坑清挖效果评估采样	2022.1.20-2022.5.26	分 4 次效果评估
3.7.1	AZF-1 基坑效果评估采样	2022.1.20	
3.7.2	AZF-1 扩挖基坑效果评估采样	2022.2.22	/
3.7.3	AZF-2 基坑效果评估采样	2022.3.9	/
3.7.4	AZF-3、AZF-4、AZF-5 基坑效果评估采样	2022.5.26	/
3.8	筛上物效果评估采样	2022.3.9、2022.7.15	分 2 次效果评估
3.9	修复后土壤效果评估采样	2022.3.9、2022.7.15	分 2 次效果评估
3.9.1	AZF-1 及 AZF-2 污染土壤热脱附修复效果评估采样	2022.3.9	/
3.9.2	AZF-3、AZF-4、AZF-5 污染土壤固化/稳定化效果评估采样	2022.7.15	/
4	阶段性效果评估及备案	2022.9.19-2022.9.29	/
5	基坑回填	2022.10.1-2022.10.14	/
6	废水处理	2022.2.20-2022.10.14	/
7	效果评估单位二次污染取样	2022.11.4	/
总施工工期		2022.1.15-2022.10.14	/

备注：上述项目施工工序存在交叉。

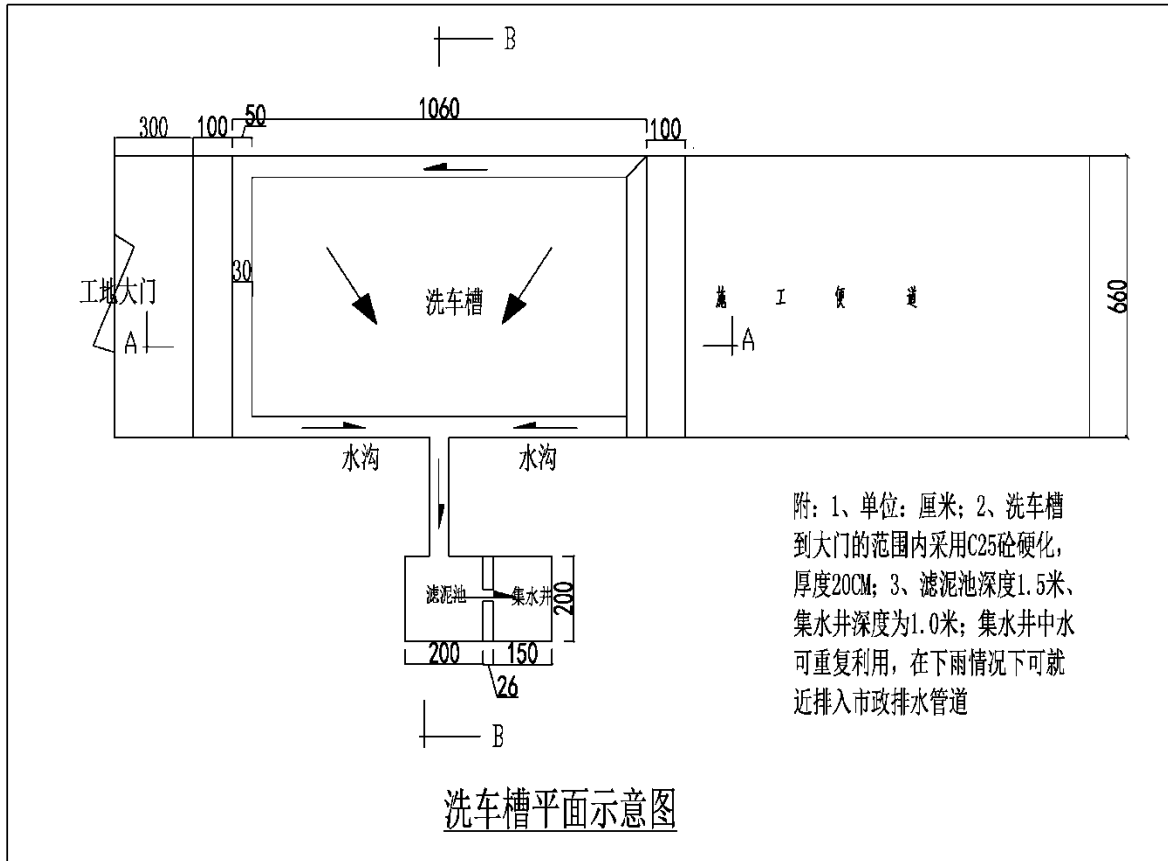


图 3.5-1 洗车台平面示意图

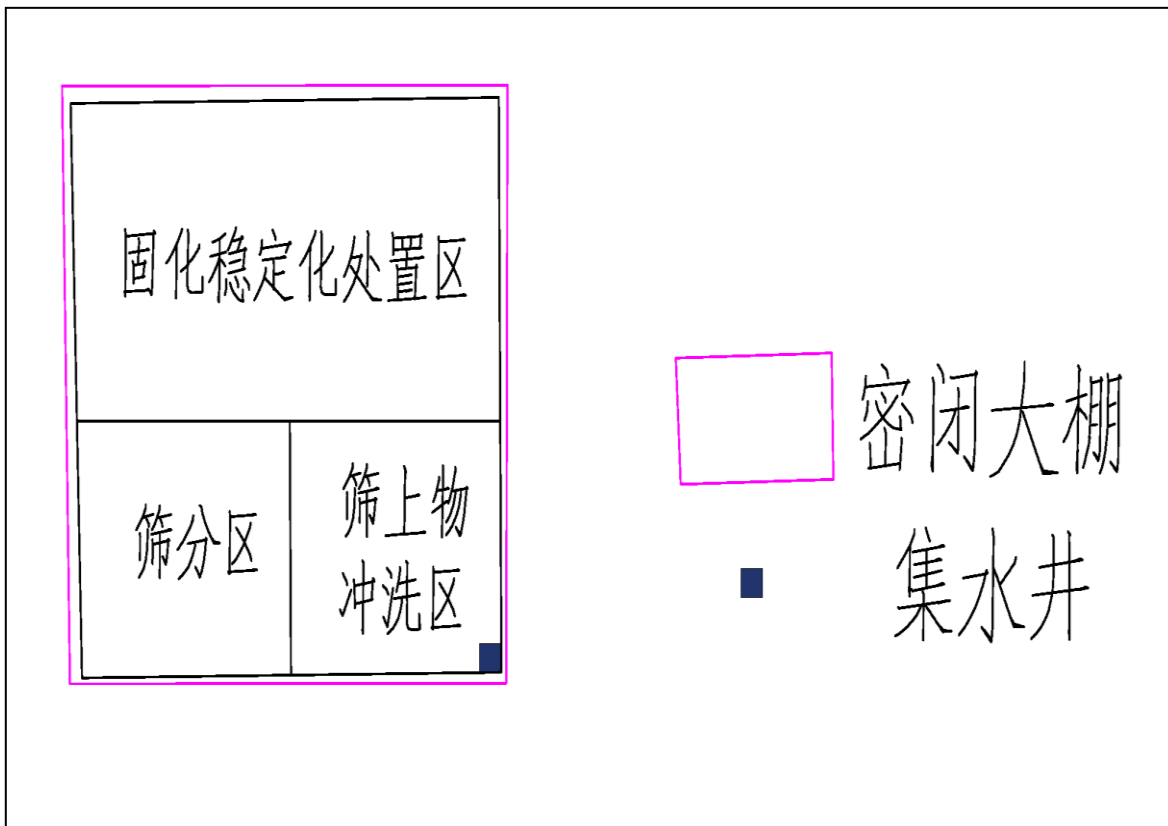


图 3.5-2 筛上物冲洗区位置示意图



图 3.5-3 基坑现场坑顶拐点范围划线

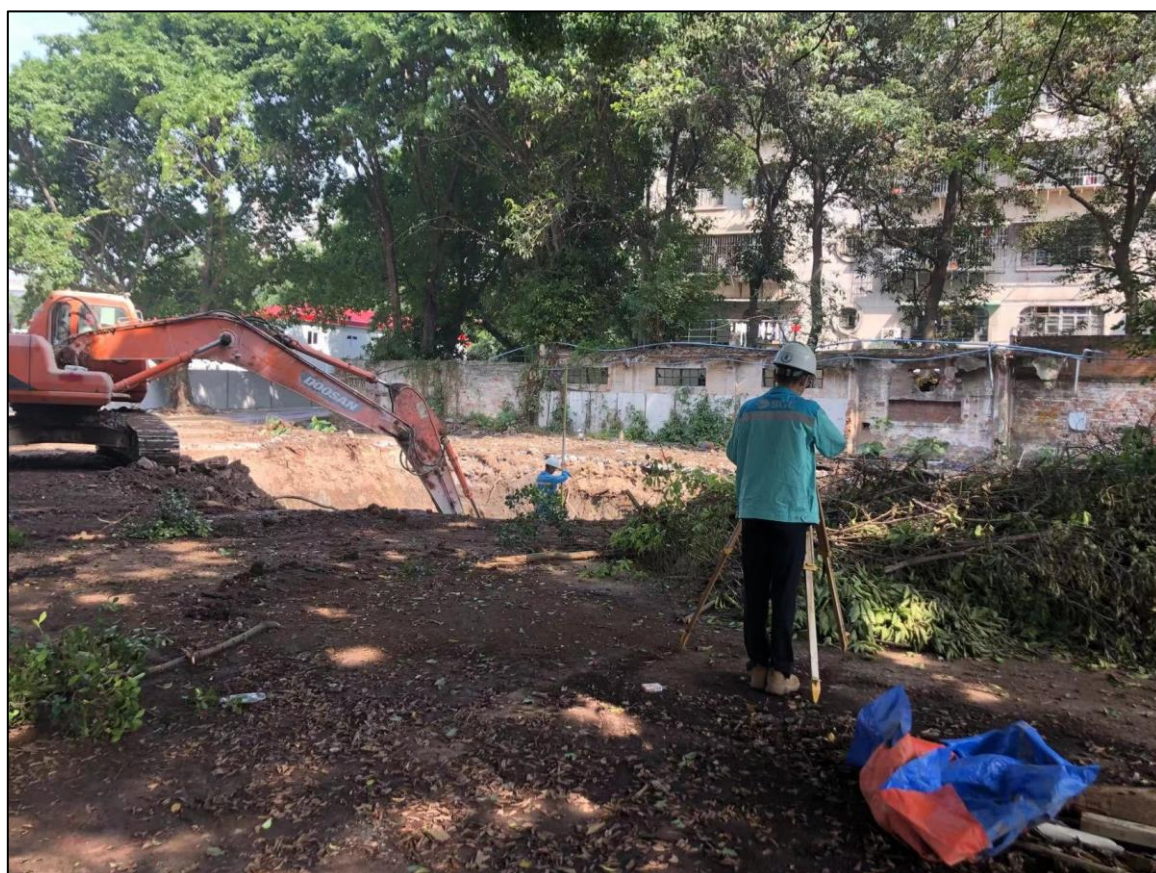


图 3.5-4 基坑污染土壤清挖



图 3.5-5 基坑污染土壤清挖



图 3.5-6 污染土壤进料系统



图 3.5-7 污染土壤热脱附后出土



图 3.5-8 筛上物冲洗



图 3.5-9 污染土待检区防渗结构建设



图 3.5-10 污染土待检区排水沟及围堰

3.4.1.1 现场平面布置

按照施工方案和施工进度的要求，环境修复单位对施工现场的土壤修复区域、污染土道路、设备材料仓储及临建设施等进行规划布置。现场平面布置图见下图。

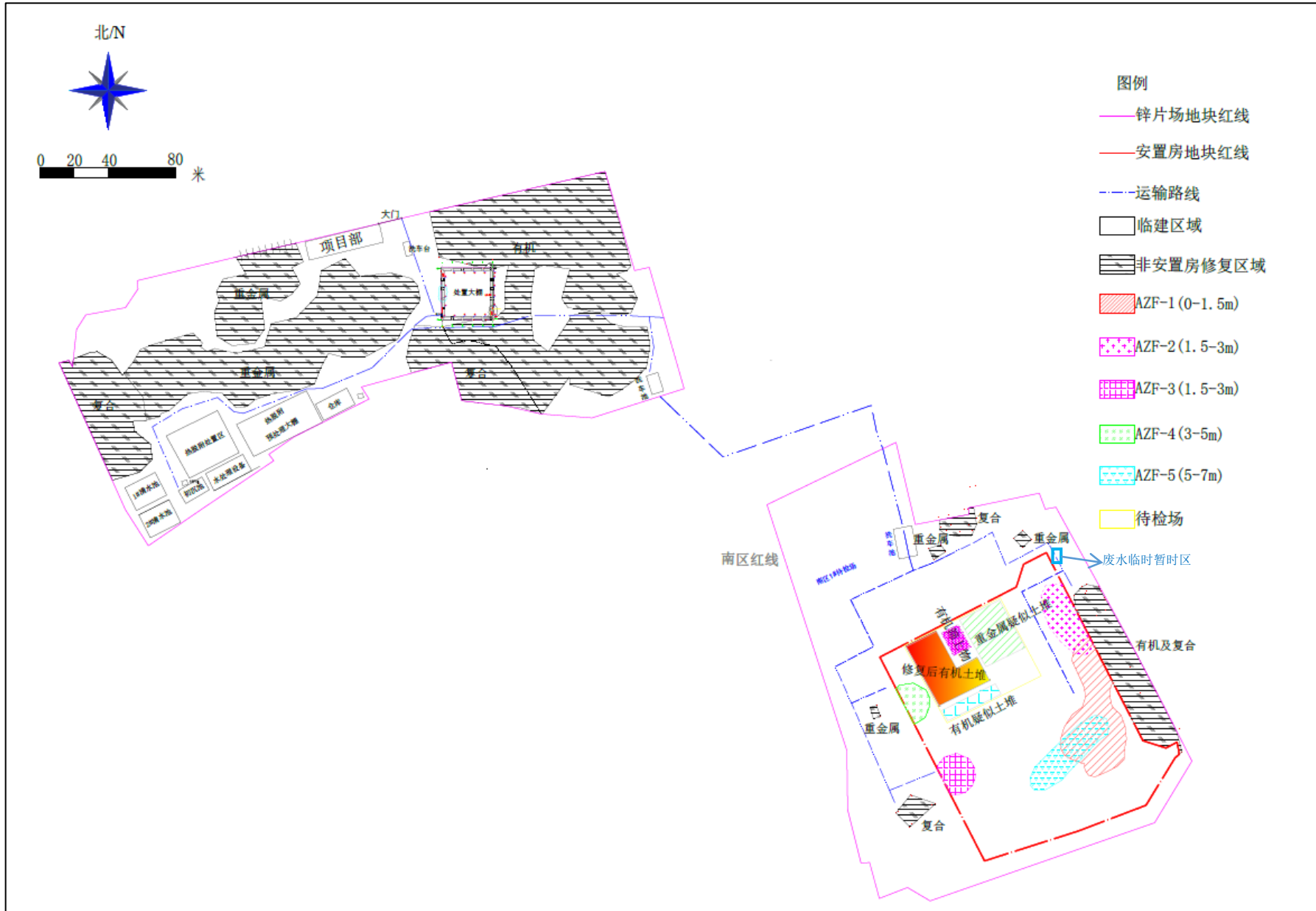


图 3.5-11 场区平面布置

3.4.2 《施工总结报告》结论

2022年1月本地块开始修复实施，截至2022年10月，施工单位在广州市生态环境局、海珠区生态环境局、建设单位、环境监理单位、效果评估单位等部门的监督、监管、大力支持和配合下，完成了广州锌片厂南区保障性住房地块污染区域的所有清挖和修复工作。主要结论如下：

(1) 环境修复单位按照风评及修复方案中划定的污染范围清挖，共计清挖土方总计 18214m^3 ，其中处置污染土壤方量为 7684m^3 （包含 352m^3 的筛上物），其中风评中确定的理论污染方量为 6664.62m^3 ，基坑扩挖及放坡污染土壤方量为 1019.38m^3 。本块修复施工期间，共计完成 4075m^3 （ 7014t ）有机污染土壤异位热脱附处置， 3257m^3 重金属（砷）污染土壤固化/稳定化处置， 352m^3 筛上物冲洗处置，在经过效果评估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%。

(2) 通过对土壤污染区域进行开挖，开挖区域总面积为 6381m^2 ，开挖深度为0~7m不等，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，广州锌片厂南区保障性住房地块所有基坑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) 地块修复过程中共计收集、处置废水合计 1886m^3 。其中基坑抽排水 1260m^3 ，现场其他施工废水（集水池、排水沟） 218m^3 ，洗车台废水 103m^3 ，冲洗废水 305m^3 。废水处理达标后纳入市政污水管网排放，纳管排放 1886m^3 。

(4) 9085m^3 的清洁土、 214m^3 的有机筛上物、 360m^3 的有机疑似污染土、 4075m^3 修复后有机土壤、 1085m^3 的重金属疑似污染土和 138m^3 的重金属筛上物阶段性效果评估后已回填，回填总方量 14957m^3 。本地块修复后的重金属污染土 3257m^3 （天然密实体积）暂存于广州锌片厂地块（不含保障性住房地块）的预处理大棚，交由后者统一管理，土地使用权人承诺2023年4月之前运输至广州环投环境服务有限公司处置。

(5) 本地块目前无污染土壤暂存，基坑已回填，效果评估单位二次污染取样检测合格，具备验收条件。

(6) 修复施工过程中，严格按照修复方案、技术交底进行施工，在开展地块修复实施过程中严格按照规范化施工作业，各项施工均在环境监理旁站的情况下进行开展，每批次修复内容均通过修复效果评估单位采样验收，在环境监理和修复效果评估单位的监督下，顺利完成了修复治理工作。

(7) 本项目严格按照修复技术方案设计要求进行，在施工过程中严格按照环境监理的要求和监督进行有序施工，施工过程中控制了水、土、声、气等带来的二次污染，在安全文明施工及确保工程质量的前提下完成了各项工程任务，施工规范，资料齐全，具备效果评估条件。

3.5 环境保护措施落实情况

3.5.1 《环境监理总结报告》结论

根据场地调查报告和风险评估,需清挖、修复的污染土壤工程量合计为 6664.62m³,其中重金属污染的土壤 2888.11m³,有机污染土壤 3776.51m³(包括单独 PAHs 污染土壤 2234.05m³,单独 TPH 污染土壤 1196.12m³,PAHs+TPH 复合污染土壤 346.34m³)。

环境监理单位参照相关技术规范,环境监理总结如下:

(1) 修复实施中使用的修复技术、修复区基坑清挖拐点坐与《广州锌片厂安置房地块土壤污染修复方案(变更)》一致。

(2) 总计清挖土方 18214m³,其中污染土方 7684m³(有机污染土 4075m³,重金属(砷)污染土 3257m³,筛上物 352m³),疑似污染土方 1445m³(有机疑似污染土 360m³,重金属疑似污染 1085m³),清洁土方 9085m³,已于阶段性效果评估后已回填,回填总方量 14957m³。

(3) 环境修复单位严格按照修复技术方案设计要求进行,在施工过程中严格按环境监理单位的要求和监督进行有序施工,施工过程控制了水、土、声、气等带来的二次污染。根据施工期间环境监测数据可知,无组组废气、固定源监测、敏感点、噪声及废水合格率 100%。同时,环境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) 地块修复过程中共计收集、处置废水合计 1886m³。其中基坑抽排水 1260m³,现场其他施工废水(集水池、排水沟) 218m³,洗车台废水 103m³,冲洗废水 305m³。废水处理达标后纳入市政污水管网排放,纳管排放 1886m³。

综上所述,修复单位基本按照修复方案对广州锌片厂南区保障性住房地块污染土壤进行了清挖、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。该项目已完成各项施工任务,资料齐全,已满足修复效果评估要求。

4 结论和建议

4.1 效果评估检测结果

依据土地使用权人要求及地块土壤污染修复进展情况，修复效果评估单位于2022年1月至2022年7月开展了阶段性效果评估，采集基坑土壤样品89个（含补充检测样品）、异位热脱附修复后有机污染土样品14个、疑似污染土样品8个、筛上物样品4个。修复效果评估单位又于2022年7月、2022年11月分别对异位固化稳定化修复后重金属污染土壤、潜在二次污染区域土壤等进行了效果评估检测。采集异位固化稳定化修复后重金属污染土壤样品12个，潜在二次污染区域土壤样品12个。合计土壤样品151个（含补充检测样品，不含现场平行样）。

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，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、C段、D段二苯并(a,h)蒽，均超过地块修复目标值[苯并(a)芘0.43mg/kg、二苯并(a,h)蒽0.42mg/kg]，其余检测点位均低于修复目标值。

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，经修复效果评估单位对二次清挖后坑底及侧壁重新采样检测，采集的18个样品检测结果均低于地块修复目标值。

AZF-1~AZF-5基坑清挖效果达到预期工程目标。

（2） 有机污染土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），修复效果评估单位共采集1个批次土壤样品14个（不含现

场平行样)。检测结果均低于地块修复目标值。

AZF-1~AZF-2基坑有机污染土壤异位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), 修复效果评估单位采集 2 个批次样品 4 个 (不含现场平行样), 检测结果均低于地块修复目标值, 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), 共采集样品 8 个 (不含现场平行样), 检测结果均低于地块修复目标值。

(5) 重金属污染土壤异位固化稳定化修复效果评估

AZF-3~AZF-5基坑重金属砷污染土壤3257m³ (实方), 异位固化稳定化修复后土壤方量为4036m³ (虚方), 修复效果评估单位共采集1个批次样品11个 (不含现场平行样)。所有检测点位砷浸出毒性检测结果均低于修复目标值, 重金属污染土壤异位固化稳定化修复效果达到预期工程目标。

(6) 潜在二次污染区域土壤检测

潜在二次污染区域 (待检场、运输道路) 共采集了混合表层土壤样品 12 个, 检测结果均低于修复目标值, 表明地块修复过程中没有出现明显的二次污染。

4.2 效果评估结论

4.2.1 阶段性效果评估结论

地块阶段性效果评估期间已完成了全部 5 个基坑的污染土壤清挖、石油烃(C₁₀-C₄₀)和多环芳烃污染土壤的修复和所有筛上物的冲洗工作。修复效果评估单位针对 5 个基坑清挖, 石油烃 (C₁₀-C₄₀) 和多环芳烃污染土壤热脱附修复, 砷、石油烃 (C₁₀-C₄₀) 和多

环芳烃筛上物冲洗，疑似污染土开展了效果评估工作。效果评估检测结果表明，地块清挖后的砷、石油烃和多环芳烃污染基坑，石油烃和多环芳烃污染土壤，筛上物和全部疑似污染土检测值达到土壤风险评估报告等文件确定的修复目标，相关工程内容及二次污染防治措施能满足《场调与风险评估报告》、《修复方案》的要求。

2022年9月19日，受广州市生态环境局委托，广州市环境技术中心在广州主持召开了《广州锌片厂安置房地块污染土壤清挖及回填土阶段性效果评估报告》专家评审会，经质询和讨论，地块阶段性效果评估通过了专家评审。

4.2.2 效果评估总体结论

广州锌片厂南区保障性住房地块土壤污染修复工作于2022年11月完成，目前已完成了地块全部5个基坑的污染土壤清挖、有机污染土壤的修复、筛上物的冲洗和疑似污染土的阶段性效果评估评审，并完成了基坑回填和二次污染区域效果评估；重金属砷污染土壤异位固化/稳定化处理，土壤方量实方 3257m^3 （虚方为 4036m^3 ）暂存于接收地广州锌片厂地块（不含保障性住房地块）北区内，接收地地块修复单位北京高能时代环境技术股份有限公司承诺于2023年4月前转运至广州市污染土壤集中治理与资源化利用处置中心（一期）进行处置，并在后续2个月内启动接收地块效果评估。

效果评估结果表明：地块基坑清挖效果、有机污染土壤异位热脱附修复效果和重金属污染土壤异位固化稳定化修复效果均达到修复目标要求，疑似污染土壤、冲洗后筛上物、潜在二次污染区域土壤检测结果全部低于修复目标，施工过程中未对环境造成明显的二次污染，修复效果良好。地块修复效果达到预期目标，地块后续作为第一类用地进行开发建设的人体健康风险可接受，地块可以安全利用，建议移出广东省建设用地土壤污染风险管控和修复名录。

4.3 建议

（1）建议在项目场地未通过效果评估评审前，土地使用权人和环境修复单位应做好现场防扬尘等防护工作，待修复工程通过生态主管部门评审确认后，并移除污染名录，

方可进行下一步再开发利用。

(2) 重金属污染土壤运输过程中，车辆禁止超载、超速，须采取防渗、防撒漏等相关管理措施。

(3) 本地块效果评估评审后，土地使用权人和环境修复单位应做好地块围挡工作，避免出现新的污染风险。

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 基坑清挖效果评估检测数据汇总

附件 13 有机污染土壤修复效果评估、筛上物、疑似污染土及潜在二次污染区域检测数据汇总

附件 14 危废鉴别报告及专家评审意见

附件 15 处置中心建设项目环评批复

附件 16 关于广州锌片厂南区保障性住房地块土壤污染修复项目的说明

附件 17 人员访谈表

附件 18 施工总结报告（另册）

附件 19 环境监理总结报告（另册）