

新造油库地块土壤污染状况
详细调查报告
(送审稿)

土地使用权人：广东省物资产业（集团）有限公司
土壤污染状况调查单位：广东建研环境监测股份有限公司

二〇二三年十月

项目名称：新造油库地块土壤污染状况详细调查报告

土地使用权人：广东省物资产业（集团）有限公司

委托单位：广东省物资产业（集团）有限公司

土壤污染状况调查单位：广东建研环境监测股份有限公司

检测单位：广东建研环境监测股份有限公司、广东信一检测技术股份有限公司

土壤污染状况调查单位负责人：李超

项目负责人：陈林梅

技术负责人：李顺泉

调查报告编写人员

姓名	职称/学历	主要职责	参与编写章节	联系方式	签名
陈林梅	中工	报告编写	第 3 章和第 4 章	18819410620	
欧伟强	中工	报告编写	第 2 章和附件	18565083892	
江玉婷	助理工程师	报告编写	第 5 章和第 6 章	15218854048	
谢高杰	技术员	报告编写	第 1 章和附件	13560092105	
陈林梅	中工	审核	审核	18819410620	
李顺泉	高工	审定	审定	13580463928	

摘要

一、基本情况

地块名称：新造油库地块

占地面积：95440.11m²

地理位置：广州市番禺区景秀路 81 号，中心坐标为 E 113.416844°、N 23.049911°。

土地使用权人：广东省物资产业（集团）有限公司

地块土地利用现状：地块只剩下一栋办公楼，其余建筑物均已拆除，现为空地。

未来规划：教育用地（A31）、公园绿地（G1）及道路（不包括社区公园和儿童公园）

土壤污染状况初步调查单位：广东建研环境监测股份有限公司

调查缘由：初步调查结果显示，土壤样品中重金属砷、铅、石油烃（C₁₀-C₄₀）存在超筛选值情况，为进一步明确土壤污染程度与范围，本项目在初步调查基础上，进一步开展地块土壤详细调查监测工作，为下一步的地块人体健康风险评估及地块后期管理和开发利用提供依据。

二、第一阶段调查

根据污染识别情况，调查地块内重点关注区域为地块北部油库区、南部汽油库、南部机修车技及机修车间工房。需关注的污染物包括石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）、多环芳烃、多氯联苯、甲基叔丁基醚、苯系物、铅、pH、氟化物。

地块周边区域重点关注区域为原番禺物资局油库煤炭中转站以及港茂油库区域，地块周边主要潜在关注特征污染物为氟化物、砷、多环芳烃、石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）、正丁醇、丙酮、2-丁酮、苯、甲苯、二甲苯、三甲苯、甲基叔丁基醚。

三、初步采样调查

（一）监测方案及检测结果

1、监测方案

初步采样调查分两次完成，初步调查采样时间为 2023 年 7 月~2023 年 10

月。

初步调查共设置了地块内土壤监测点 75 个、地块外土壤对照点 2 个，共采集土壤样品 541 组（不包括平行样），其中调查范围内采集土壤样品 539 组。初步调查阶段完成了污染兜底工作。检测项目包括 pH、水分、土壤基本项 45 项和其他特征污染物，其他特征污染物包括：多环芳烃（8 项）、石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）、氟化物、甲基叔丁基醚、丙酮、2-丁酮、正丁醇、1,3,5-三甲苯、1,2,4-三甲苯、多氯联苯（12 项）。

地下水采样时间为 2023 年 8 月 9 日和 2023 年 10 月 18 日，每口井分别采集上层及底层水样，共布设地下水监测井 11 口，采集地下水样品 22 组。检测项目包括重金属（基本项 7 项）；VOCs 基本项（27 项）。特征项：可萃取性石油烃（C₁₀-C₄₀）、挥发性石油烃（C₆-C₉）、甲基叔丁基醚、多氯联苯（12 项）、多环芳烃（16 项）、阴离子表面活性剂、1,3,5-三甲苯、1,2,4-三甲苯、正丁醇、丙酮、2-丁酮、氟化物。

2、检测结果

（一）地块内土壤样品中：土壤中重金属及无机物砷、汞、镉、铅、铜、镍和氟化物有检出，六价铬未检出；土壤中有机物石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）、萘、芴、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并（b）荧蒽、苯并(a)芘、茚并（1,2,3-cd）芘、丙酮、氯仿、苯、甲苯、1,1,2-三氯乙烷、四氯乙烯、乙苯、间，对-二甲苯、邻-二甲苯、1,1,2,2-四氯乙烷有检出；其余指标均未检出。其中，石油烃（C₁₀-C₄₀）在点位 S37、S45、S68、S69 点位检出结果超二类用地筛选值；砷在点位 S16、S21、S42、S44、S45、S47 点位个别样品检出结果超二类用地筛选值；铅在点位 S16、S23、S44、S59 点位个别样品检出结果超二类用地筛选值。

（二）地块内地下水样品中：重金属砷、镉、铜、镍、汞有检出，氟化物、乙苯、1,3,5-三甲基苯、1,2,4-三甲基苯、挥发性石油烃（C₆-C₉）、可萃取性石油烃（C₁₀-C₄₀）有检出，其余指标均未检出。以上检出结果均未超筛选值。出现超标的项目为浊度。由于浊度为水体物理性状指标，不属于污染指标，且地下水未来规划不作为饮用水用途，对人体健康风险可接受，因此浊度不再进行评价。

综上，调查地块土壤样品中重金属砷、铅、石油烃（C₁₀-C₄₀）存在超标现

象，地块对人体健康可能存在风险，应当开展进一步的详细采样调查，确定具体污染范围和程度。

四、详细采样调查阶段

第二阶段调查土壤详细调查采样分三次进场完成，第一次深度补充点位调查时间为2023年9月11日~2023年9月15日；第一次加密调查时间为2023年9月12日~2023年9月15日；第二次加密调查时间为2023年9月26日；第三次加密调查及第二次深度补充点位调查时间为2023年10月16日~2023年10月17日。

土壤污染状况详细调查第一次深度补充点位共布设点位17个，采集土壤样品36组，检测项目为pH、水分、土壤基本项45项和其他特征污染物，其他特征污染物包括：多环芳烃（8项）、石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）、氟化物、甲基叔丁基醚、丙酮、2-丁酮、正丁醇、1,3,5-三甲苯、1,2,4-三甲苯、多氯联苯（12项）。第二次深度补充点位共布设点位9个，采集土壤样品26组，检测项目为pH、水分、砷、铅、石油烃（C₁₀-C₄₀）。详细调查第一次加密调查采样共布设土壤监测点位60个，采集土壤样品381组，检测项目为砷、铅、石油烃（C₁₀-C₄₀）。为进一步确定污染范围和污染深度，第二次加密调查共布设土壤详细监测点位2个，共采集土壤样品12组，同时布设7个详细调查补充点位，共采集土壤样品22组，第三次加密调查共布设土壤详细监测点位3个，共采集土壤样品29组，同时布设1个详细调查补充点位，共采集土壤样品4组。详细调查共采集510组土壤样品，检测项目为pH、石油烃（C₁₀-C₄₀）、铅、砷。

根据详细调查检测结果，有15个点位监测结果超第二类用地筛选值。污染因子砷在点位XS29、XS30、XS33、XS34、XS35、XS38、XS39、XS40、XS44、XS45、XS49、XS63点位监测结果超二类用地筛选值。污染因子铅在全部详细调查点均未超筛选值，详调点位完成了兜边。污染因子石油烃（C₁₀-C₄₀）在点位BS44、BS45、XS9、XS34、XS39、XS40点位监测结果超二类用地筛选值。全部详细调查超筛点位均完成了兜底及兜边。

五、污染范围确定

根据地块的初步调查、详细调查结果，地块内土壤中砷、铅和石油烃（C₁₀-C₄₀）存在超筛选值的情况。通过对地块内各层污染范围进行投影叠加，地块内砷超二类用地筛选值面积为9339.14m²。地块内铅超二类用地筛选值面

积为 1777.98m²。地块内石油烃（C₁₀-C₄₀）超二类用地筛选值面积为 3894.08m²。全部详细调查点位最下层样品均未超筛选值。地块内土壤砷超二类用地筛选值方量为 26162.21m³，土壤铅超二类用地筛选值方量为 2319.80m³，土壤石油烃（C₁₀-C₄₀）超二类用地筛选值方量为 5642.03m³。

六、调查结论

第二阶段调查结果表明，地块土壤石油烃（C₁₀-C₄₀）、砷、铅超二类用地筛选值，超标总面积为 10177.19m²。另外砷最大浓度超二类用地管制值，为 391mg/kg，其余超筛选值指标均未超对应管制值。地下水检测指标均未超风险筛选值。综上，地块内存在超筛选值情况，新造油库属于污染地块。因此，本次土壤污染环境详细调查完成后，需根据调查地块未来土地利用规划开展土壤风险评估工作，明确土壤风险管控要求，土壤关注污染物包括石油烃（C₁₀-C₄₀）、砷、铅 3 项指标。

七、下一阶段风险评估

经过初步调查和详细调查，调查地块土壤存在污染，地块属于污染地块，结合未来用地规划，根据规范要求需进入下一阶段风险评估。

风险评估的关注污染物为：土壤中的砷、铅、石油烃（C₁₀-C₄₀）。

八、报告公开情况

该报告不存在《政府信息公开条例》第十五、十六条规定的不予公开的情形。

目 录

1 项目概述	1
1.1 项目背景	1
1.2 工作依据	2
1.2.1 法律法规和部门规章	2
1.2.2 地方法规	2
1.2.3 技术导则、标准及规范	4
1.2.4 其它地块相关资料	5
1.3 调查目的和原则	6
1.3.1 调查目的	6
1.3.2 调查原则	7
1.4 调查范围	7
1.5 技术路线	7
2 地块概况	10
2.1 地块地理位置	10
2.2 区域环境与社会概况	10
2.2.1 地形地貌	10
2.2.2 气象水文	12
2.2.3 土壤植被	13
2.2.4 社会概况	14
2.3 区域地质及水文地质概况	14
2.3.1 区域地质	14
2.3.2 区域水文地质	15
2.4 地块地质与水文地质概况	15
2.4.1 地块地质概况	15
2.4.2 地块水文地质概况	16
2.4.3 地下水流向	16
2.5 树木调查	16
2.6 环境功能区划	16

2.6.1 浅层地下水功能区划	16
2.6.2 地表水功能区划	17
2.7 地块及周边现状利用情况	17
2.7.1 地块现状利用情况	17
2.7.2 相邻地块现状利用情况	17
2.8 地块及周边利用历史沿革	17
2.8.1 地块利用历史沿革	17
2.8.2 相邻地块利用历史沿革	19
2.9 周边敏感目标	19
2.10 未来用地规划	19
3 初步调查总结	20
3.1 第一阶段调查结论	20
3.1.1 地块历史沿革	20
3.1.2 污染识别总结	20
3.2 污染风险筛选值	23
3.2.1 土壤污染风险筛选值	23
3.2.2 地下水污染风险筛选值	24
3.3 初步调查检测结果	25
3.3.1 土壤检测结果	25
3.3.2 地下水检测结果	25
3.4 初步调查超筛情况	26
3.5 初步调查结论	26
4 第二阶段调查-详细调查及结果分析	27
4.1 详细调查方案	27
4.1.1 深度补充点位调查	27
4.2 详细调查结果分析	40
4.2.2 详细调查超筛情况汇总	42
4.3 土工样采集	42
5 地块两期调查污染状况分析	43
5.1 第一阶段调查结果	43

5.2 第二阶段调查结果	45
5.2.1 采样调查监测情况	45
5.2.2 地块土壤超筛情况统计	46
5.2.3 土壤超二类用地筛选值范围（分层）	46
5.2.4 土壤超一类用地不超二类用地筛选值情况分析	52
5.2.5 地下水超筛情况分析	52
5.3 地块土壤污染情况及成因分析	52
5.3.1 土壤中砷污染情况及成因分析	52
5.3.2 土壤中铅污染情况及成因分析	53
5.3.3 土壤中石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）污染情况及成因分析	54
6 结论与建议	55
6.1 结论	55
6.1.1 第一阶段调查（污染识别）结论	55
6.1.2 第二阶段调查初步采样分析结论	57
6.1.3 第二阶段调查详细采样分析结论	58
6.1.4 污染范围	58
6.2 总体结论	59
6.3 建议	59
6.4 不确定性分析	60

1 项目概述

1.1 项目背景

新造油库地块（以下简称“调查地块”）位于广州市番禺区景秀路 81 号，本次收储区域为地块调查范围，占地面积 95440.11m²，中心坐标为 E 113.416844°、N 23.049911°。调查地块东侧为广州医科大学新造校区二期；南侧为广州医科大学新造校区一期；西侧为珠江；北侧为广州市港茂石油成品贮存有限公司。

调查地块在 1973 年至 1985 年之间陆续进行征地，原权属人为新造公社秀发生产队、思贤大队、山屋里生产队；1997 年 11 月 25 日由番禺市人民政府将调查地块划拨给广东省燃料有限公司作为仓储用地。广东省燃料有限公司新造油库是广东省广物控股集团有限公司（以下简称“广物控股集团”）所属三级子公司广东省燃料有限公司（以下简称“燃料公司”）的分公司。根据广物控股集团《关于移交新造油库人财物管理权至物产集团的批复》（广物集资本〔2018〕425 号）内容，2018 年 12 月 31 日新造油库全部实物资产以及相关关联的债权债务和人员一并转入广东省物资产业（集团）有限公司（以下简称“广物物产集团”）。

根据《广州市规划和自然资源局番禺区分局关于番禺区新造油库地块情况的复函》（2023 年 7 月 21 日）和《番禺区城市管理和综合执法局关于征询新造油库地块规划情况的复函》（2023 年 10 月 16 日），地块拟规划为教育用地（A31）、公园绿地（G1）及道路（不包括社区公园和儿童公园）。根据《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日施行）第五十九条：“用途变更为住宅、公共管理与公共服务用地的，变更前应当按照规定进行土壤污染状况调查”和第六十七条：“土壤污染重点监管单位生产经营用地的用途变更或者在其土地使用权收回、转让前，应当由土地使用权人按照规定进行土壤污染状况调查”。为保障建设用地土壤环境安全，维护人民群众切身利益，调查地块在出让前应按照规定开展土壤污染状况调查，为其后续环境管理工作提供依据。

受广物物产集团委托，广东建研环境监测股份有限公司承担了调查地块的土壤污染状况调查工作，根据国家土壤污染状况调查相关技术规范的要求，我

司组织专业技术人员成立项目组。2023年10月，项目组根据第一阶段及第二阶段调查结果，编制了《新造油库地块土壤污染状况初步调查报告》。

1.2 工作依据

1.2.1 法律法规和部门规章

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日实施）；
- (2) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年1月1日实施）；
- (3) 《中华人民共和国土地管理法》（2020年1月1日起施行）；
- (4) 《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31号）；
- (5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年4月29日修正版，2020年9月1日实施）；
- (6) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018年1月1日实施）；
- (7) 《关于加强重金属污染防治工作的指导意见》（国办发〔2009〕61号）；
- (8) 《重金属污染综合整治实施方案》（2009年12月）；
- (9) 《关于保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》（环发〔2012〕140号）；
- (10) 《近期土壤环境保护和综合治理工作安排》（国办发〔2013〕7号）；
- (11) 《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）；
- (12) 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环境保护部令第42号，2017年7月1日起实施）；
- (13) 《关于印发〈全国地下水污染防治规划（2011-2020年）〉的通知》（环发〔2011〕128号）。

1.2.2 地方法规

- (1) 《关于进一步加强建设用地土壤环境联动监管的通知》（粤环发〔2021〕2号）；

- (2) 《广东省生态环境厅关于转发建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控及修复效果评估报告评审指南的通知》（2020年3月26日）；
- (3) 《广东省生态环境厅关于印发广东省2020年土壤污染防治工作方案的通知》（粤环函〔2020〕201号）；
- (4) 《广东省生态环境厅关于印发广东省2019年土壤污染防治工作方案的通知》（粤环发〔2019〕4号，广东省生态环境厅，2019年6月13日）；
- (5) 广东省实施《中华人民共和国土壤污染防治法》办法（2018年11月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议通过）；
- (6) 《广东省土壤污染防治行动计划实施方案》（粤府〔2016〕145号）；
- (7) 《广州市生态环境局广州市规划和自然资源局关于印发广州市建设用地土壤污染风险评估、风险管控及修复效果评估报告评审工作程序（试行）的通知》（穗环〔2021〕12号）；
- (8) 《广州市生态环境局关于进一步实施建设用地土壤环境管理“放管服”改革的通知》（穗环规字〔2021〕1号）；
- (9) 《广州市生态环境局办公室关于做好再开发利用地块土壤污染状况调查和治理修复效果评估质量监督工作的通知》（穗环办〔2020〕62号）；
- (10) 《关于印发广州市建设用地土壤污染状况调查报告评审工作程序（试行）的通知》（穗环〔2020〕50号）；
- (11) 《广州市环境保护局关于印发广州市土壤污染防治2018年工作方案的方案的通知》（穗环〔2018〕181号）；
- (12) 《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）；
- (13) 《广州市环境保护局关于加强工业企业场地再开发利用环境管理的通知》（穗环〔2017〕185号）；
- (14) 《广州市土壤污染防治行动计划工作方案》（穗府〔2017〕13号）；
- (15) 《广州市环境保护第十三个五年规划》（穗府办〔2016〕26号）；
- (16) 《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）；
- (17) 《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）；

(18) 《广州市环境保护局关于印发广州市土壤环境保护和综合治理方案的通知》(穗环〔2014〕128号);

(19) 《广州市人民政府办公厅关于土地节约集约利用的实施意见》(穗府办〔2014〕12号)。

1.2.3 技术导则、标准及规范

- (1) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ 25.1-2019);
- (2) 《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);
- (3) 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ 25.3-2019);
- (4) 《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004);
- (5) 《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164-2020);
- (6) 《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》(HJ 1019-2019);
- (7) 《环境监测分析方法标准制修订技术导则》(HJ 168-2020);
- (8) 《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001)(2009年版);
- (9) 《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017);
- (10) 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36600-2018);
- (11) 《关于印发<地下水环境状况调查评价工作指南>等4项技术文件的通知》(环办土壤函〔2019〕770号);
- (12) 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南(试行)》(2014年11月);
- (13) 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(原环境保护部2017年第72号);
- (14) 《城市用地分类与规划建设用地标准》(GB 50137-2011);
- (15) 《重点行业企业用地调查质量保证与质量控制技术规定(试行)》;
- (16) 《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);
- (17) 《广州市环境保护局办公室关于印发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的通知》（穗环办〔2018〕173号）；
- (18) 《建设用地土壤污染防治 第1部分：污染状况调查技术规范》（DB4401/T 102.1-2020）；
- (19) 《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）；
- (20) 《建设用地土壤污染防治 第4部分：土壤挥发性有机物监测质量保证与质量控制技术规范》（DB4401/T 102.4-2020）；
- (21) 《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 102.5-2021）；
- (22) 《建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控及修复效果评估报告评审指南》（环办土壤〔2019〕63号）。

1.2.4 其它地块相关资料

- (1) 全国地质资料馆 1:20 万地质图 F4912 幅数据；
- (2) 广州市浅层地下水功能区划图；
- (3) 卫星影像图（1966、1975、1996、1999、2000、2004、2005、2007、2008、2011、2012、2013、2014、2015、2016、2017、2018、2019、2021、2022年）；
- (4) 《关于移交新造油库人财物管理权至物产集团的批复》（广物集资本〔2018〕425号）；
- (5) 《广州市番禺港茂石油环评报告书》（2006）；
- (6) 《广东省燃料公司新造油库改造储油罐工程项目环境影响分析报告》（2001年1月）；
- (7) 《建设用地规划红线图-广医规划》（穗规划资源业务函〔2020〕6109号）；
- (8) 《省燃料公司新造油库罐区修复工程工程地质勘察报告》（编号NO.9920A-K02）；
- (9) 《广州市（番禺区）新造油库地块拆除项目拆除实施报告》（广东省石油化工建设集团有限公司 2023年8月25日）；
- (10) 《新造油库地块拆除项目危废处置报告》（广东省石油化工建设集

- 团有限公司 2023 年 8 月 11 日)；
- (11) 《广州市(番禺区)新造油库地块拆除项目企业拆除活动环境保护工作总结报告》(广东省石油化工建设集团有限公司 2023 年 8 月 25 日)；
- (12) 《广州市(番禺区)新造油库地块拆除项目拆除活动环境监理总结报告》(广东省建筑工程监理有限公司 2023 年 9 月)；
- (13) 《广州市(番禺区)新造油库地块拆除项目安全专项施工方案》(广东省石油化工建设集团有限公司 2023 年 4 月)；
- (14) 《广州市番禺区新造油库地块土壤环境摸查报告》(2022 年 11 月)；
- (15) 《新造油库工艺流程图》(GSX-2000-01)；
- (16) 《广东省燃料有限公司新造油库清产核资专项审计报告》粤诚审专[2019]0459 号；
- (17) 广州市锅炉技术登记部文件(97 穗汽字第 16182 号)、(97 穗汽字第 16137 号)、《关于 SHF6.5-13 型报废拆卸情况补办手续报告》；
- (18) 《易燃易爆化学危险物品工厂、仓库消防安全情况登记表》；
- (19) 钢罐设计图纸、1#~6#混凝土罐设计图纸、A1~A5 油罐设计图纸、液碱罐设计图纸、A1~A5 油罐污水排水管线图。

1.3 调查目的和原则

1.3.1 调查目的

初步调查结果显示，土壤样品中重金属砷、铅、石油烃(C₁₀-C₄₀)存在超筛选值情况，为进一步明确土壤污染程度与范围，本项目在初步调查基础上，进一步开展地块土壤详细调查监测工作，为下一步的地块人体健康风险评估及地块后期管理和开发利用提供依据。

- (1) 土壤调查的污染物为砷、铅、石油烃(C₁₀-C₄₀)。通过对地块土壤进行详细布点采样和实验室分析，确定土壤中污染物空间分布特征；
- (2) 完善地块污染概念模型；
- (3) 为地块污染风险评估、地块污染防控或治理方案提供数据与技术支持。

1.3.2 调查原则

本次地块环境调查遵循以下三项基本原则：

（1）针对性原则：针对地块的特征，进行潜在污染物排查工作，为地块管理提供依据。

（2）规范性原则：严格按照导则相关要求，规范地块环境调查过程，保证调查过程的科学性。

（3）可操作性原则：综合考虑调查方法、时间和经费等因素，结合当前科技发展和专业技术水准，使调查过程切实可行。

1.4 调查范围

根据地块宗地图，调查地块总面积为 95440.11m²。调查地块东侧为广州医科大学新造校区二期；南侧为广州医科大学新造校区一期；西侧为珠江；北侧为广州市港茂石油成品贮存有限公司。

1.5 技术路线

根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）、《广东省建设用地土壤污染状况调查、风险评估及效果评估报告技术审查要点（试行）》（粤环办〔2020〕67号）及《建设用地土壤污染防治 第1部分：污染状况调查技术规范》（DB4401/T 102.1-2020）等技术导则与规范文件的要求，并结合国内主要污染地块调查相关经验和地块的实际情况开展。

（1）根据初步采样分析结果制定详细采样分析工作计划，内容包括判断污染物的可能分布、制定布点采样方案、制定健康和安全防护计划、制定样品分析方案和确定质量保证和质量控制程序等。并根据分析结果确定污染范围和程度。

（2）地块特征参数调查，地块参数包括：不同代表位置和土层或选定土层的土壤样品的理化性质分析数据，如土壤 pH 值、容重、有机质含量、含水率、土壤颗粒密度和质地等；地块（所在地）气候、水文、地质特征信息和数据，如地表年平均风速和水力传导系数等。根据风险评估和地块修复实际需要，选取适当的参数进行调查。

(3) 受体暴露参数调查，主要包括：地块及周边地区土地利用方式等相关信息。

(4) 编制土壤污染状况调查报告

综合以上各阶段的情况，编制《新造油库地块土壤污染状况详细调查报告》，明确地块土壤及地下水的污染情况，为场地下一阶段的安全开发利用提供基础资料。

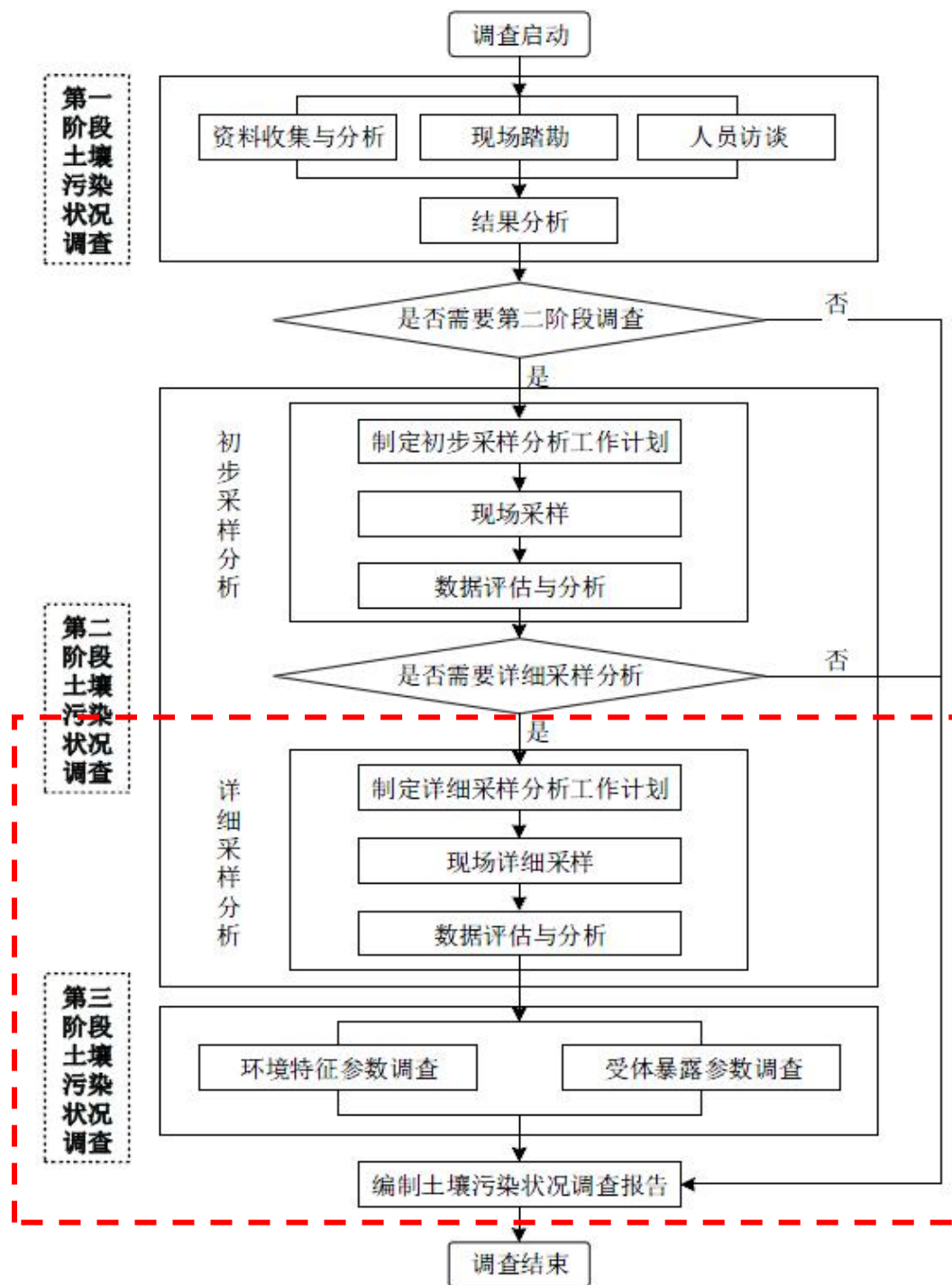


图 1.5-1 土壤污染状况调查技术路线图

2 地块概况

2.1 地块地理位置

广州地处中国南部、广东省中南部、珠江三角洲中北缘，是西江、北江、东江三江汇合处，濒临中国南海，东连博罗、龙门两县，西邻三水、南海和顺德，北靠清远市区和佛冈县及新丰县，南接东莞市和中山市，隔海与香港、澳门相望，全境位于 N 22°26'-23°56'、E 112°57'-114°3'之间。天河区，隶属于广东省广州市，位于广州市东部，1985年由广州郊区分出组建，东与黄埔区相连，南与海珠区隔珠江相望，西到广州大道与越秀区相接，北与白云区相邻，行政区域总面积 137.38km²，下辖 21 个街道。

广州市番禺区地处广东省中南部，位于穗港澳的地理中心位置，北与广州市海珠区相接，东临狮子洋，与东莞市相望，西与佛山市南海区和顺德区、中山市相邻，南滨珠江口，与南沙区接壤，总面积 529.94km²，处于北纬 22°45'~23°05'、东经 113°14'~113°34'之间。

地块位于番禺区北部，新化快速路以南，与大学城隔江相望，中心坐标为 E 113.416844°、N 23.049911°。

2.2 区域环境与社会概况

2.2.1 地形地貌

2.2.1.1 区域地形地貌

番禺区境内地势平坦，由北、西向东南倾斜。番禺全境位于珠江三角洲中部河网地带，由北、西北向东南倾斜，北部主要是 50m 以下的低丘，南部是连片的三角洲平原。现境域构成的比例，低丘约占 10%，河滩水域约占 35%，冲积平原约占 55%。

珠江三角洲原是浅海湾，海水汪洋，岛丘错落。后来经过海洋平面的巨大变化，沙泥淤积，逐步发展形成三角洲。番禺冲积三角洲的发育形成，主要是西、北江干流在通过顺德与市桥丘陵间缺口后，沿丘陵向四面扩延，自西北向

东南伸展。区境地貌大体可分为市桥台地、南部三角洲、海涂、平原残丘四类。

市桥台地即区境北部低丘地区，包括大石、钟村、南村的大部分，还有石碁、石楼、沙湾的一部分。台地的地质岩层，大都是下古生代变质岩及侏罗系砂岩、页岩构成。台地久经侵蚀、风化壳厚，以低丘岗地为主，方圆数十里，蜿蜒起伏，乍断犹连。较高的有大乌岗（海拔 226.6m）、青萝嶂（海拔 198.2m）、浮莲岗（海拔 116.6m）、莲花山（海拔 105m）。山包多呈平圆，坡地大都平缓。建国后，近村缓坡多开发耕作，梯田约占 30%。

南部三角洲平原包括市桥至莲花山公路以南的大沙田区，包括榄核、灵山、大岗、横沥、万顷沙、南沙、黄阁、东涌、鱼窝头全部及石碁、石楼、沙湾的大部分。本区地面平坦，由北、西北向东南降低。平原水网密布，连片的耕地，或蔗或稻，一望无际，间有丘陵残山点缀，较高的有黄山鲁（海拔 295.3m）、大山姆（海拔 224.6m）、十八罗汉山（海拔 127.3m）。本区主要是沙田，还有围田和少量岗地。

海涂集中分布在区境东南的万顷沙、南沙、新垦的沿岸，其范围东起伶仃洋，西至洪奇沥，北接虎门口，南抵淇澳岛。按-5m 以上高程计，海涂面积近 30 万亩，约占全省海涂面积的 12%。海涂地形呈带状，北西—南东向，与海岸平行延伸，宽广平缓。

平原残丘原为古海湾的岛屿，经过三角洲的沉积，留下平原残丘。主要有灵山龟岗、大岗客家村龙头石、黄阁乌洲岗等，均有海蚀遗迹。70 年代前，区境被河流水道分隔为大小岛陆 30 多个，80 年代至 90 年代初，筑建了公路桥梁 140 多座，过去各洲岛间靠水路相通，而今多可桥路相连。

调查地块位于番禺区北部，地块位于珠江三角洲北部边缘，属残丘、台地地貌类型，地块内有 1 座小山岗，地形起伏较大，现地面标高 2~24m，最大高差 22m。

2.2.1.2 调查地块地形地貌

调查地块地形大致呈东高西低，北高南低分布，在地块中部小山包与其西侧道路之间，有一个高差约 12m 的陡坎。油库区小山包为地块高程最高区域，西侧油库区及卸油平台为油库区地势较低区域。宿舍区地势大致与西侧油库区及卸油平台一致。

2023年地块完成了撤场及拆除活动，将地块内的油罐、油罐基座及防护隔离层拆除并运走。地下构筑物被清挖导致地形发生局部扰动。小山包内混凝土罐和基础被清运后，进行了平整；西侧区域罐体（A1~A5罐及液碱罐）基础（深度0.4m）被清挖后，整体进行了平整。

2.2.2 气象水文

（一）气候条件

广州市番禺区属于南亚热带季风性海洋气候，温暖、多雨、湿润，夏长冬短，夏季时段超过六个月。四季的气候可概括为：夏无酷热、冬无严寒、春常阴雨、秋高气爽。

番禺区年平均气温 22.5℃（平均值根据 1981-2010 年 30 年气候资料，下同），最冷月（1 月）平均气温 14.3℃，最热月（7、8 月）平均气温 28.9℃，历年极端最高气温 38.6℃，极端最低气温 -0.4℃，历年平均最高气温 26.7℃，平均最低气温 19.6℃。雨量充沛，分布不均，雨量相对集中在汛期，年平均降雨量 1673.0 毫米，其中 4-9 月降雨量 1,354.8 毫米，占全年降水量的 81%。年平均相对湿度 77%，最小相对湿度 9%。全年日照 1,633.9 小时，年平均风速 2.1m/s，主导风向为北风。年蒸发量 1,628.3 毫米，年平均雷暴日数 71.9 天。主要气象灾害有台风、暴雨、雷暴、低温阴雨、高温、干旱、灰霾等。

（二）水文条件

番禺区内有珠江干、支流 21 条，总长 351.4km，多自西北流向东南。支流宽约 100 至 250m，河深在 -2 至 -6m 之间；干流宽多在 300 至 500m，河深在 -4 至 -9m 左右。干支流均属平原河流，水流平缓，潮汐明显，潮差平均为 2.4m，各河流年均径流总量 1,377 亿 m³，占珠江年径流总量的 42.2%。珠江水系流经番禺区境的主要河道：虎门水道、沙湾水道、蕉门水道、洪奇沥，流经区境河流的西、北江水年径流量较为充足，丰水年为 1,345.7 亿 m³，枯水年为 783.3 亿 m³。

沥浴水道河宽约 400m，水深约 3m，该水道为典型的三角洲潮汐河道，潮汐日不等现象明显，平均涨潮历时约 5 小时，落潮历时约 7 小时，多年平均潮差为 1.4 米。

根据《广州市番禺区水系蓝线控制规划》，秀发蛇间涌为三类河涌，属于番

禺区新造镇的排涝河道，长约 1.13km，规划水域宽度 13~16m、排涝面积为 1.392km²，起点位于省油库南面的沥沼水道南岸，流经广州医科大学新造校区后，终点位于思贤村大岗牌坊脚。

2.2.3 土壤植被

全番禺区土壤分布为 3 个土类，6 个亚类，11 个土属，24 个土种，37 个变种。3 个土类是：

水稻土：包括赤红壤冲积水稻土和珠江三角洲沉积水稻土，总面积 706,487 亩，占番禺区总耕地面积的 90.46%。其中赤红壤冲积水稻土有 64,278 亩，占水稻土面积的 9.09%，成土母质主要是红色沙岩、页岩和第四世纪红色粘土，分布在沙头、钟村、石碁、南村、新造、南村等民田地区。珠江三角洲沉积水稻土有 642,209 亩，占水稻土面积的 90.9%，成土母质主要是东、西、北三江及其支流的冲积物。分布在沙湾、榄核、灵山、潭洲、横沥、万顷沙、新垦、南沙、黄阁、东涌、鱼窝头、石楼等沙田地区。

赤红壤（砖红壤性红壤）：包括耕型和非耕型两种，总面积 163,039 亩。其中耕型赤红壤 74,506 亩，占赤红壤面积的 45.69%，成土母质大部分是红色沙页岩和第四纪红色粘土，亦有少量是花岗岩，已开垦，种植旱地作物。非耕型赤红壤 88528 亩，占赤红壤面积的 54.3%，成土母质与耕型同，未开垦耕作，大部分是山林地。该类土壤分布在沙头、沙湾、钟村、大石、南村、新造、南村、石碁、石楼、黄阁、潭洲、南沙等丘陵地区。

滨海盐渍型沼泽土（海坦）：据统计，番禺区-5m 水深的海涂面积有 29 万亩，相当全区总耕地面积的 36.47%，主要成土母质是东、西、北三江及其支流的冲积物。该类土壤主要分布在万顷沙、新垦、南沙、石楼等出海口门一带。

根据《广东省 2008 年土壤类型分布图》可知，调查地块所在区域土壤类型属赤红土壤带，有机质含量在 2~3%，富铝化作用显著，风化程度深，质地较粘重，尤其在第四纪红色粘土上发育的红壤，粘粒可达 40%以上。调查地块所在区域土壤成土母岩属花岗石。

番禺区境内地带性植被为南亚热带季风常绿阔叶林，天然林极少，山地丘陵的森林都是次生林和人工林。

2.2.4 社会概况

根据第七次全国人口普查数据结果，截至 2020 年 11 月 1 日零时，番禺区常住人口 2658397 人。与 2010 年第六次全国人口普查相比，十年共增加 893528 人，增长 50.63%，年平均增长率为 4.18%。

2022 年，番禺区地区生产总值 2705.47 亿元，比上年（下同）增长 1.4%。其中：第一产业增加值 39.75 亿元，下降 2.4%；第二产业增加值 1016.19 亿元，增长 5.6%；第三产业增加值 1649.53 亿元，下降 0.8%。三次产业结构由上年的 1.4:36.6:62.0 调整为 1.4:37.6:61.0。

2.3 区域地质及水文地质概况

2.3.1 区域地质

番禺区境位于粤中拗褶断束的南部，经历了各期的地壳运动，构成不同展布方向的断裂。

市桥断陷：主要分布在市桥以北，近东—西向，北东—南西向，有片震旦系、寒武系出露，构成北东走向丘陵台地。岩层主要有燕山期花岗岩、下古生代斜长片麻岩、片麻状石英岩，还有印支期和加里东期变质花岗岩、混合岩等。此外，还有大面积分布的大厚度全风化带。

莲花山断裂：北起七沙，南至南派，走向为 340°，岩层主要是红色砂岩。

狮子洋断陷：在南村断裂与文冲断裂之间。

沙湾断裂：北起花都区白坭，东南至蕉门，走向是 310~330°，倾向是南西。岩层在沙湾附近为上白垩系砂砾岩、砂岩、泥岩等。沙湾以南，断裂隐伏于第四系之下，大于 25m 及 40m 的第四系等厚线明显呈北西向展布。

化龙~黄阁断裂：断裂北起黄埔吉山附近，以珠江南岸化龙，向南东延至黄阁，至伶仃洋入海，全长达 150km。断层总体走向 310~330°，倾向北东，倾角 60~70°，为正断层。

根据全国地质资料馆（网址：[全国地质资料馆-地质图详情 \(ngac.org.cn\)](http://ngac.org.cn)）查询到的 1:20 万地质图 F4912 幅数据可知，调查地块下层地层属于大湾组（Qdw），主要岩石特征为会、灰黑色砂、沙砾、砂质粘土。

2.3.2 区域水文地质

地块所在区域上层地下水主要为第四系松散岩类孔隙水，更新统多为早期河流相砂、砂砾、粘土质砂及砂质粘土沉积，一般 Q6 含水贫乏，上更新统及全新统为海相、河流相及海河混合相沉积，含水层为砂砾、中粗砂粉细砂及粘土质砂，粘土、淤泥为隔水层。含孔隙潜水和承压水、富水性贫乏至中等，局部丰富、单井涌水量 20~805 吨/日，局部 1648 吨/日，属 $\text{HCO}_3\text{-Na}\cdot\text{Ca}$ 和 Cl-Na (Ca) 型水，矿化度 0.08-21.73 克/升。下层为黑云母花岗岩、二长花岗岩、石英闪长岩、花岗斑岩含裂隙水，富水性中等至贫乏：泉流量一般为 0.02-1.0 升/秒，地下径流模数多为 2.09-10.15，局部 15.14 升/秒·平方公里，属 $\text{HCO}_3\text{-Na}$ (Ca) 型水，矿化度 0.023-0.12 克/升。

根据 1:20 万水文地质图 F4912 幅数据，调查地块浅层地下水分上下两层，上层为第四系松散岩类孔隙水，下层侏罗系上统花岗岩基岩裂隙水，主要受大气降水补给限制，潜水及承压水均为微咸水（矿化度 1-3 克/升）。

2.4 地块地质与水文地质概况

2.4.1 地块地质概况

根据岩心揭露情况，调查地块内地层分布较规律。主要为上层人工填土、其下为冲积层、残积层，下伏基岩为燕山期花岗岩。

(1) 人工填土层 (Q^{ml})

棕红色，松散，填料以粘性土为主，多为花岗岩残积土组成，次为碎石。揭露填土层厚度为 0.5m~6.3m。

(2) 冲积层 (Q^{al})

灰黑色，软至流塑，主要由淤泥质粉粘粒组成，内夹较多粉砂微薄层。主要位于临近珠江区域。钻探揭露土层厚度为：0.6m~4.2m。

(3) 残积层 (Q^{el})

主要为砂质粘性土，黄棕色，由粘性土及少量砂粒组成，土芯泡水易软化，由岩风化残积而成。钻探揭露土层厚度为：2.7m~15m。

(4) 下伏燕山期花岗岩 ($J_3\gamma$)

灰白色；细粒花岗结构，块状构造，节理裂隙发育，岩芯较破碎呈块状、短

柱状，岩质较硬，敲击声脆。钻探揭露土层厚度为：1.0m~2.4m。

2.4.2 地块水文地质概况

地块地下水类型有两类，上部为第四系松散孔隙水（ Q^{ml} 、 Q^{al} 、 Q^{el} ）的咸水及微咸水，矿化度 1~3 克/升；下部基岩为块状基岩裂隙水（J2-3bz），具有承压性，地下径流模数<3 升/秒，平方公里泉流量一般<0.1 升/秒。

地块地下水水位、水质及动态变化受大气降雨影响，在降雨或雨季，水位升高，枯季地下水水位下降，地下水补给来源主要为大气降雨补给，其次为相邻含水层的侧向补给。

2.4.3 地下水流向

根据本次调查地下水井水位高程信息。地下水流向大致由东向西，结合调查地块地形图，判断地下水流向与地块地势呈现东高西低有一定联系。

2.5 树木调查

调查地块内有两处连片小树林，分别为油库区地块东侧小山包的连片树木群，以及宿舍区连片绿化芒果树。

经过树木调查统计，地块内胸径大于 5cm 树木共 481 棵，其中胸径 5-20cm（不包括 20cm 且树高大于 3 米）为 105 棵，占比 21.83%；胸径 20-40cm（不包括 40cm）为 269 棵，占比 55.92%；胸径 40-80cm（不包括 80cm）为 100 棵，占比 20.79%；胸径大于或等于 80cm 为 7 棵，占比 1.46%。主要为朴树、构树、楝树、芒果树、鹅掌柴、白兰树、相思树、鸡蛋花、细叶榕、合欢树、麻楝、高山榕等。

2.6 环境功能区划

2.6.1 浅层地下水功能区划

依据《广东省地下水功能区划》及相关图件，调查地块所属区域地下水功能区按一级功能区划分为保护区，按二级功能区划分为珠江三角洲广州钟村石楼地质灾害易发区（代码：H074401002S02）。该区域地貌类型属山丘区，地下

水类型为裂隙水，矿化度 0.02-0.08g/L，现状水质类别为I-V类，年均总补给量模数为 23.86 万时 / a.km²时，地下水功能区保护目标为III类。

2.6.2 地表水功能区划

据《广东省地表水环境功能区划》（粤环〔2011〕14号）可知，沥滘水道功能现状为航农工景，水系属珠江三角河网后航道黄埔航道，水质现状为V类，水质目标为IV类。

2.7 地块及周边现状利用情况

2.7.1 地块现状利用情况

调查地块内企业在 2022 年 11 月已全部停止营业，地块内构筑物尚未拆除，油库区域地面储油罐、液碱罐、山体内储油罐、输油管道等未进行拆除，油泵房及锅炉房内设备未拆除，污水处理区内污水未进行处置。

2023 年 5 月~7 月广东省石油化工建设集团有限公司负责对地块建筑物进行拆除工作。2023 年 7 月，地块内全部建筑、油罐、管线、池体均已全部拆除并清运。

2.7.2 相邻地块现状利用情况

东侧为在建广州医科大学新造校区二期；南侧为广州医科大学新造校区一期及居民区；西侧为珠江；北侧为广州市番禺港茂石油成品贮存有限公司。

2.8 地块及周边利用历史沿革

2.8.1 地块利用历史沿革

根据人员访谈和相关资料可知，地块主要分为 3 个时期：1974 年前地块权属秀发村，主要为耕地、山地；1974~2022 年由广东省燃料有限公司作为成品油贮存油库使用，期间对油库区域出租给广州福达集团有限公司及广州冠盛企业集团有限公司共同使用。现权属广东省物资产业（集团）有限公司；2022 年业主对地块回收后，地块开始闲置；2023 年 5 月开始对地块内罐体及建筑进行拆除工作。

(1) 山林地时期

地块在 1974 年前，主要为山林地、耕地，该时期不存在企业生产。

(2) 油库运营时期

1974 年，由广东省燃料有限公司征地筹建新造油库，1978 年建成。

1978 年，油库 1#~6#半埋式油罐及码头、锅炉房、油泵房、污水处理池等附属设施建设完成并开始投产运营，其中 1#~3#、6#罐在 1978 年~2000 年贮存重油，2000 年后改为柴油中转罐；4#罐一直以来贮存重油，2000 年~2022 年闲置；5#罐建成初期贮存重油，1986 年改建为立式钢罐后贮存柴油，2000 年~2022 年闲置。

1986 年建设地块南部办公楼、宿舍楼、食堂、五金仓库、机修车间及汽油库房等设施。

1986 年新建 7#立式钢罐，投产以来一直用于贮存柴油。

1993 年新建 8#~10#立式钢罐及配套设施，8#罐投产以来一直贮存柴油，9#、10#罐在 1993 年~2000 年贮存重油，2000 年后改为柴油罐。8#~10#罐在 2016 年停用后闲置。

1998 年，广州福达集团有限公司租用油库部分空地并新建 6 个液碱罐及其附属设施，建成后在灌水测试时由于地基不稳，罐体迁移，未实际投入使用。在 1999~2003 年对液碱罐进行重新设计建设。2003 年~2015 年投产使用，用于贮存液碱（NaOH），2015 年福达集团退场后停用并闲置。

2000 年地块由广州冠盛企业集团有限公司承租油库 1#~3#、6#~10#共 8 个油罐进行使用。2001 年填平了应急水池并新建了 A1~A5 五个立式钢罐，另加建 1 个油泵房、1 个发油台及配套输油管设施，A1~A5 立式钢罐 2001 年~2015 年贮存汽油，2015 年~2022 年改贮存柴油。

(3) 闲置时期

2022 年 11 月，广东省物资产业（集团）有限公司收回土地使用权并交由广州百通物业发展有限公司（原广东省燃料有限公司新造油库）代为管理，油库停止运营，地块处于闲置状态；

2023 年 5 月地块开始拆除工作，7 月完成了地块内全部罐体、管道、池体等构筑物的拆除清运工作，仅保留南部区原警卫宿舍作为办公使用。地块现状为空地。

2.8.2 相邻地块利用历史沿革

根据所收集的历史资料，相邻地块历史沿革如下：

（1）地块东侧：历史上为秀发村、山屋里、大岗居民区及耕地、鱼塘，2012年开始建设广州医科大学新造校区一期，2020年开始动工建设广州医科大学新造校区二期。

（2）地块南侧：历史上为耕地、鱼塘、居民区。2012年，广州医科大学新造校区征地建设，部分鱼塘及耕地平整后开始建设广州医科大学新造校区。现状为居民区、耕地、广州医科大学新造校区。

（3）地块西侧：历史以来一直为珠江，主要用于秀发村耕作灌溉水和新造油库消防水。

（4）地块北侧：1974年前为农用地，1974年至1990年为番禺县物资局油库煤炭中转站，主要用于煤炭堆放，不涉及加工生产；1990年兴建港茂石油成品贮存有限公司，并于1992年建成投产；2003年以前为国有土地，2003年后划拨给广州番禺港茂石油成品贮存有限公司后为企业自有地，一直用于贮存石油成品。

2.9 周边敏感目标

根据项目组对调查地块周边踏勘及访谈的结果，地块周边500m范围内环境敏感保护目标主要包括居民区、学校。

2.10 未来用地规划

根据《广州市规划和自然资源局番禺区分局关于番禺区新造油库地块情况的复函》（2023年7月21日）内容，本地块拟规划为教育用地（A31）、公园绿地（G1）及道路。根据《番禺区城市管理和综合执法局关于征询新造油库地块规划情况复函》，地块内无社区公园和儿童公园。根据《土壤环境质量建设用地区域土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中的规定应按照第二类用地标准评价。

3 初步调查总结

3.1 第一阶段调查结论

3.1.1 地块历史沿革

第一阶段调查工作开展时间为 2023 年 4 月~7 月。我公司项目组于 2023 年 4 月~7 月，对调查地块进行了现场踏勘，在现场踏勘的过程的同时，对原广东省燃料有限公司新造油库工作人员以及地块附近村民、村委管理人员、相邻地块工作人员进行人员访谈，同时对前期资料分析与现场踏勘过程中遇到的问题进行访问，对地块相关的资料进行补充搜集。

通过对上述工作获取的资料进行整理分析，调查地块历史沿革如下：

调查地块在 1973 年至 1985 年之间完成征地，原权属人为新造公社秀发生产队、思贤大队、山屋里生产队；1997 年 11 月 25 日由番禺市人民政府将调查地块划拨给广东省燃料有限公司作为仓储用地。广东省燃料有限公司新造油库是广东省广物控股集团有限公司（以下简称“广物控股集团”）所属三级子公司广东省燃料有限公司（以下简称“燃料公司”）的分公司。根据广物控股集团《关于移交新造油库人财物管理权至物产集团的批复》（广物集资本〔2018〕425 号）内容，2018 年 12 月 31 日新造油库全部实物资产以及相关关联的债权债务和人员一并转入广东省物资产业（集团）有限公司（以下简称“广物物产集团”）。

3.1.2 污染识别总结

3.1.2.1 地块及周边污染源及潜在污染物

根据地块及周边的平面布置、生产情况、历史和现状地形状况、地下水的补给排泄状况分布情况等分析可知，地块及周边历史上主要涉及石油成品贮存和化学品贮存，可能对地块存在一定的影响。具体分析总结如下：

地块内企业分析：

地块内北部油库区域，在历史上作为重油、柴油、汽油、液碱等储存，是使用过程中可能存在油品和液碱的泄露风险，或在管道接口、泵房等区域存在

跑冒滴漏的情况。由于部分油罐地势较高，泄漏可能通过地下水渗漏及地表水迁移对整个油库区造成污染影响。

储罐、泵房及输送管道在贮存输送重油、柴油、汽油使用过程中可能存在油品的泄露，对土壤和地下水造成污染。识别其污染因子为石油烃（C₆-C₉）、石油烃（C₁₀-C₄₀）、甲基叔丁基醚、铅。

锅炉房为柴油锅炉，可能存在燃油跑冒滴漏的情况，锅炉在燃烧过程会产生多环芳烃等污染，因此识别其特征污染因子为石油烃(C₁₀-C₄₀)、多环芳烃。

在液碱罐区，主要涉及液碱贮存及转运，可能存在液碱泄露风险，识别其污染因子为 pH。

变压器建于 1974 年建成时间较早，使用年限较长，识别其污染因子为多氯联苯。

消防泡沫管使用的灭火剂含有氟原子，可能对地块存在氟化物的污染影响，识别其污染因子为氟化物。

发油台、地磅等附属设施，在使用过程中对地块存在一定的油品滴漏的污染风险，且污染可通过地下水及地表水迁移，可能对地块造成石油烃的污染影响。

消防泡沫管使用的灭火剂含有氟原子，可能对地块存在氟化物的污染影响，识别其污染因子为氟化物。

发油台、地磅等附属设施，在使用过程中对地块存在一定的油品滴漏的污染风险，且污染可通过地下水及地表水迁移，可能对地块造成石油烃的污染影响。

地块南部主要为员工生活办公区，其中有一个小型油库，使用 20L 油桶暂存汽油。可能存在的石油烃跑冒滴漏污染影响。

机修车间作为汽车修理使用，在修理过程可能存在机油燃油跑冒滴漏，产生石油烃污染。机修车间工房主要工房内设置有焊机、车床、刨床等设备，可能存在车床机械机油滴漏，对地块产生石油烃的污染影响。

因此将调查地块内部整个油库区域作为重点关注区域以及生活办公区的汽油库、机修车间及机修车间工房设为重点关注区域；油库区域面积约为 82482m²；南侧汽油库面积约为 45m²，机修车间及机修车间工房面积共 539m²；生活区汽油库面积为 45m²。其他区域为地块南部的其他生活办公区，面积约

12903 m³。

调查地块内的特征污染物包括：石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）、多环芳烃、甲基叔丁基醚、苯系物、氟化物、铅、pH。

地块外企业污染分析：

地块外北侧历史为番禺县物资局油库煤炭中转站，现状为港茂油库。

番禺县物资局油库煤炭中转站经营时间较长，防风防雨防渗措施不明确，在经营过程，可能存在煤炭洒落，被雨水冲刷等情况，对周边区域产生污染影响。处于保守考虑，煤堆场对周边区域可能存在污染风险，主要特征污染物为氟化物、砷、多环芳烃。

港茂油库存在年限较久远，港茂油库距离调查地块较近，且历史上经历过长时间的化学品储存情况，以及罐体拆除改造的情况。在历史使用过程可能通过地面下渗对调查地块造成污染影响，以及在历史拆除过程可能存在挥发性气体的泄漏风险，通过大气迁移沉降对地块造成污染影响。

根据港茂油库历史上所储存化学品的毒性、风险筛选值和检测方法等情况，本次调查将正丁醇、丙酮、2-丁酮、苯、甲苯、二甲苯、三甲苯、甲基叔丁基醚、石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）作为影响调查地块的特征污染因子。

3.1.2.2 重点区域与其他区域

本调查地块重点关注区域为地块北部油库区全部，面积约 82482m²。历史上主要作为油库作业区，该区域内主要建筑为储油罐、液碱罐，以及其附属设施油泵房、锅炉房、污水处理池等，地面铺设输油管、消防管、泡沫管等。属于有毒有害物料储存及装卸区域、有毒有害物料输送管廊区域储罐储槽、有毒有害物质地下输送管线、污染处理设施区域、危险物质储存库。

地块南侧汽油库历史上作为汽油储存区，存在油品泄漏的污染风险；南侧机修车间历史上涉及汽车维修及五金零件生产，存在油品泄漏的污染风险；因此将南侧汽油库及机修车间作为重点关注区域。

地块南侧其他生活办公区由于不涉及生产活动，仅为住宿及办公用途，设为地块的非重点关注区域。

3.1.2.3 特征污染物分析

根据调查地块及周边历史利用情况，识别的特征污染物主要包括：石油烃

(C₁₀-C₄₀)、石油烃 (C₆-C₉)、多环芳烃、苯系物、多氯联苯、甲基叔丁基醚、氟化物、铅、砷、pH、正丁醇、丙酮、2-丁酮、苯、甲苯、二甲苯、三甲苯。具体分析如下：

(1) 石油烃 (C₁₀-C₄₀)、石油烃 (C₆-C₉)、甲基叔丁基醚：重油、柴油、汽油等储存过程中可能存在油品泄露风险，或在输油管道接口、泵房、污水处理区等区域存在跑冒滴漏的情况，引起土壤和地下水污染。

(2) pH：地块内涉及液碱的储存，可能存在泄漏引起土壤和地下水污染。

(3) 铅：地块内储存的汽油类，可能对地块产生重金属铅的污染影响。

(4) 多氯联苯：地块内有一变电房，建于 1974 年，在日常使用及维护过程，可能存在跑冒滴漏造成多氯联苯对土壤和地下水的污染。

(5) 多环芳烃类、苯系物：地块内锅炉房的燃料燃烧过程，可能产生苯并(a)芘等多环芳烃污染影响。地块内重油等储存过程中可能存在油品泄露风险，容易造成多环芳烃的污染。地块北侧历史上为番禺县物资局油库煤炭中转站，煤炭堆体可能对周边环境存在多环芳烃潜在污染影响。

(6) 正丁醇、丙酮、2-丁酮、苯、甲苯、二甲苯、三甲苯：地块北侧港茂油库在历史上经历过长时间的化学品储存情况，可能存在泄漏下渗的风险，对调查地块造成污染影响。

(7) 氟化物：地块内消防管道及泡沫池区域可能存在氟化物潜在污染影响；地块北侧历史上为番禺县物资局油库煤炭中转站，煤炭堆体可能对周边环境存在氟化物潜在污染影响。

(8) 砷：地块北侧历史上为番禺县物资局油库煤炭中转站，煤炭堆体可能对周边环境存在砷潜在污染影响。

3.2 污染风险筛选值

3.2.1 土壤污染风险筛选值

根据《广州市规划和自然资源局番禺分局关于番禺区新造油库地块情况的复函》(2023 年 10 月 16 日)中规划内容，本地块规划为教育用地 (A31)、公园绿地 (G1) 及道路 (S)。同时根据对番禺区城市管理和综合执法局征询及复函，本地块公园绿地规划不涉及儿童公园和社区公园，根据《土壤环境质量 建

设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中的规定应按照第二类用地标准评价。

3.2.1.1 本地块土壤污染风险筛选值

本地块土壤筛选值选取的标准如下：

（1）土壤重金属和无机物优先选用《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）对应的第二类用地筛选值。

（2）石油烃（C₁₀-C₄₀）采用《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）对应的第二类用地筛选值。

（3）土壤挥发性有机物优先选用《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）对应的第二类用地筛选值。

（4）土壤半挥发性有机物优先选用《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）对应的第二类用地筛选值。

（5）36600里没有的指标依据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）的推荐参数推导特定污染物的土壤污染风险筛选值。

3.2.2 地下水污染风险筛选值

地下水筛选值根据《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（试行）》（粤环办〔2020〕67号）的相关要求选取：调查地块地下水污染羽不涉及地下水饮用水源补给径流区和保护区，采用《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的IV类标准。《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中没有的指标可依据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）的推荐参数推导特定污染物的地下水污染风险筛选值。

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，调查地块地下水功能区按一级功能区划分为保护区，按二级功能区划分为珠江三角洲广州钟村石楼地质灾害易发区（代码：H074401002S02）。调查地块地下水污染羽不属于饮用水源地及保护区，本次调查地块地下水筛选值执行《地下水环境质量标准》（GB/T 14848-2017）中的IV类标准。以上标准没有的，依据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）的计算方法和模型，参数选用导则默认参数推导计算风险筛选值。

3.3 初步调查检测结果

3.3.1 土壤检测结果

初步调查第一次进场共钻孔 71 个点，地块内采集土壤样品 512 个（不含平行样），地块外采集对照点土壤样品 2 个；第二次进场补充钻孔 4 个，采集土壤样品 27 个。初步调查共采集土壤样品 541 个。

3.3.1.1 重金属及无机物检测结果

重金属及无机物指标中砷、铅、汞、铜、镍、镉、总氟化物在 539 个样品中均有检出，其中汞、铜、镍、镉、总氟化物的全部样品检测结果均未二类用地超筛选值，六价铬均未检出；砷在点位 S16、S21、S42、S44、S45、S47 点位个别样品检出结果超二类用地筛选值；铅在点位 S16、S23、S44、S59 点位个别样品检出结果超二类用地筛选值。

3.3.1.2 有机物检测结果

挥发性有机物指标中，氯仿、四氯化碳、苯、甲苯、间，对-二甲苯、邻二甲苯、乙苯、1,1,2-三氯乙烷、四氯乙烯、1,1,2,2-四氯乙烷在个别点位有检出，检测结果均小于相应的筛选值。特征污染物丙酮，在 45 个样品中有 9 个样品有不同程度检出，检出结果均低于相应的筛选值；2-丁酮在全部 45 个样品中均未检出。

半挥发性有机物指标中萘、茚、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并（b）荧蒽、苯并（a）芘、茚并（1,2,3-cd）芘有个别样品检出，检出结果均小于相应筛选值。其余指标均未检出。

石油烃（C₁₀-C₄₀）共 221 个样品有不同程度检出，其中 S37、S45、S68、S69 点位检出结果超二类用地筛选值。

3.3.2 地下水检测结果

调查地块内共布设地下水监测井 11 个，部分检测指标采集上下两层样品，共采集 22 组地下水样品（不包括平行样空白样），地下水监测点位建井深度为 8.0~13.8m，检测项目包括理化性质；重金属及无机物：铅、镉、砷、汞、铜、镍、六价铬；VOCs：四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、

1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯。特征项：萃取性石油烃（C₁₀-C₄₀）、挥发性石油烃（C₆-C₉）、甲基叔丁基醚、多氯联苯（12项）、多环芳烃（16项）、阴离子表面活性剂、1,3,5-三甲苯、1,2,4-三甲苯、正丁醇、丙酮、2-丁酮、氟化物。检测结果显示：

11口井的pH在5.7~8.3范围内，重金属和无机物汞、砷、铜、镍、镉、氟化物有不同程度的检出，甲基叔丁基醚、乙苯、1,3,5-三甲基苯、1,2,4-三甲基苯、可萃取性石油烃（C₁₀-C₄₀）、挥发性石油烃（C₆-C₉）有检出，但检测结果均未超过推导的风险筛选值。通过对比本地块表层和底层的地下水样品，同一点位的同种指标检出数据差异不大，本地块地下水不存在明显的LNAPL和DNAPL污染。地下水检测结果均未超IV类水质量标准。

3.4 初步调查超筛情况

地块内部分点位存在超筛选值情况，为土壤中的砷、铅和石油烃（C₁₀-C₄₀）。

3.5 初步调查结论

根据国家《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）、《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（环保部公告2017年第72号）和《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）要求以及本项目初步调查结果，地下水中各检测指标未超《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）IV类标准，土壤中部分点位的砷、铅、石油烃（C₁₀-C₄₀）含量超过《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第二类用地筛选值要求，可能与历史上地块内油库的使用情况有关，该地块属于污染地块，调查地块需要进行下一步详细调查工作。

4 第二阶段调查-详细调查及结果分析

4.1 详细调查方案

详细调查分为两类点位，第一类为初步调查点位的深度补充点位，第二类为水平网格加密点位。

4.1.1 深度补充点位调查

4.1.1.1 深度补充点位调查布点原则

对于超筛点位未兜底及区间缺失情况，在原超筛点位附近 0.5m 范围内补充采样孔，进一步补充详实的地块环境信息并开展采样和分析，确定土壤污染程度和范围。

部分点位在初调阶段检测结果均未超筛，在进行补充采样后，若补充层数检测结果亦未超筛，该点位可作为污染范围控制点，满足作为污染范围控制点的要求。

对初调过程中发现土壤异常的点位进行加密布点。对初调过程中未满足技术规范要求布点密度的区域进行深度补充布点。

本阶段调查分层采样将采取以下原则：

(1) 表层土壤样品采集 0~0.5m，0.5~1m，1~6m 土壤采样间隔不超过 1m，6m 以下土壤采样间隔不超过 2m。

(2) 深层土壤采样最大深度应直至未受污染的深度为止。

4.1.1.2 第一次深度补充点位调查布点情况

对超筛的初步调查点位 S16、S21、S23、S37、S42、S44、S45、S47、S59，在原地位旁 0.5m 范围内进行补充钻探，补充采集缺失的土层，以确认各层超筛情况。补充钻孔分别为 BS16、BS21、BS23、BS37、BS42、BS44、BS45、BS47、BS59。补充钻孔检测指标与原地位一致。

对未超筛的初步调查点位，可作为超筛范围控制点的 S28、S31、S32、S38、S41、S49、S049，在原地位 0.5m 范围内进行补充钻探，补充采集缺失的土层，以确认各层的污染情况。超筛控制点补充钻孔分别为 BS28、BS31、BS32、BS38、BS41、BS49、BS049、BS0049，补充钻孔检测指标与原地位一致。

4.1.1.3 第二次深度补充点位调查布点情况

对初步调查中划定的疑似污染区域，进行点位深度样品补充，在原点位0.5m范围内进行补充钻探，补充采集缺失的土层，以确认各层的污染情况。疑似污染区域控制点补充钻孔分别为BS43、BS46、BS48、BS27、BS26、BS20、BS15、BS11、BS7，补充钻孔检测指标为前期超筛指标，为pH、水分、砷、铅、石油烃（C₁₀-C₄₀）。

4.1.1.4 深度补充点位调查样品采集

（1）土壤样品采样深度确定

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（试行）》（粤环办〔2020〕67号）、《建设用地土壤污染防治第1部分：污染状况调查技术规范》（DB4401/T102.1-2020）及《广州市土壤污染状况调查、风险评估、修复、效果评估“一问一答”小册子》中相关要求等相关技术文件的要求，在详细调查阶段对初步调查点位进行缺失层数的补充。

用于确定污染深度的采样点位，分层采样可采取以下原则：表层土壤样品采集0-0.5m，0.5-1m，1-6m土壤采样间隔不超过1米，6米以下土壤采样间隔不超过2米。

本次超筛点位分层深度以0-0.5m，0.5-1m，1-2m，2-3m，3-4m，4-5m，5-6m，6-8m，8-10m作为各分层深度。

对深度补充调查的点位，采样原则与初步调查进场采样原则一致。

（2）土壤钻探

本次钻探工作由广州沃索环境科技有限公司完成，钻探过程均使用冲击式钻头进行钻探取样，钻探过程全过程套管跟进并采用干钻模式，禁止使用冲洗液钻进，避免钻探过程出现土壤扰动及上下层交叉污染的情况。

（3）土壤样品采集

深度补充调查样品大部分指标由广东信一检测技术股份有限公司采集和检测；甲基叔丁基醚及正丁醇由广东建研环境监测股份有限公司采集检测。土壤样品的采集、保存、样品运输和质量保证等按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）、参考《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）、《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》（DB 4401/T 102.5-2021）及各项分析方法标准的相关要求进行。

地块内第一次深度补充调查钻孔与土壤样品的采集工作时间为2023年9月11日至2023年9月15日，共计完成17个土壤点位。

地块内第二次深度补充调查钻孔与土壤样品的采集工作时间为2023年10月16日至2023年10月17日，共计完成9个土壤点位。

4.1.1.5 深度补充点位调查样品保存与流转

（1）土壤样品的保存与流转

根据《土壤质量土壤样品长期短期保存指南》（GB/T 32722-2016）、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）、《重点行业企业用地调查样品采集保存和流转技术规定（试行）》（环办土壤〔2017〕67号）、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）等技术规范的要求，在样品采集完成后，在样品瓶上标明编号等采样信息，并做好现场记录，立刻将样品瓶放入装有冰冻蓝冰的低温保温箱中。从不同采样点采集的样品置于不同的密封袋中，避免交叉污染。实验室样品编号或调查地块样品编号标在包装袋外，为样品的保管提供参考，实验室通过测定来确定样品的质量。

（2）样品运输与交接

所有样品均迅速转入由实验室提供的带有标签以及保护剂的专用样品瓶中，在样品瓶上标明编号等采样信息，并做好现场记录。所有样品采集后放入装有蓝冰的低温保温箱中，并填写《样品流转单》，随同样品一起及时送至实验室进行分析。

装运前核对：采样员负责样品装运前的核对，要求样品与采样记录单进行逐个核对，检查无误后装箱，填写样品交接单。如果核对发现异常，应及时查明原因，由采样员向组长进行报告并记录。

样品运输：样品流转运输应保证样品完好并低温保存，根据运输距离和时间放入足够蓝冰冷藏；采用适当的减震隔离措施，严防样品瓶的破损、混淆或沾污，在保存时限内运送至实验室。若测试VOCs参数则样品运输需要设置运输空白样，进行运输过程的质量控制，一个样品运送批次至少设置一个运输空白样品。

样品接收：实验室样品管理员收到样品后，应立即检查样品箱是否有破损，查看蓝冰是否全部融化，按照样品交接单，清点核实样品数量、样品瓶编号以及破损情况。若出现样品瓶缺少、破损或样品瓶标签无法辨识等问题，样品管理员应及时与采样组长沟通，并报项目负责人知悉。

样品流转单提供准确的文字跟踪记录来表明每个样品从采样到实验室分析全过程的信息。现场技术人员在样品流转单上记录的信息主要包括：样品采集的日期、样品编号、样品状况、采样容器的数量和规格以及样品分析参数等内容。

(3) 样品有效性分析

样品保存、前处理以及检测时间均满足相应的规范要求。

4.1.1.6 深度补充点位调查样品测试分析

(1) 监测指标

本次深度补充点位调查仅进行土壤样品的采集。

(2) 监测分析方法

土壤样品检测分析的各指标所采用的分析方法优先参考国家和行业的标准或规范。土壤样品检测方法均参照《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）推荐的方法，并且与初步调查使用检测方法一致。

4.1.1.7 深度补充点位调查质量保证与质量控制

本次土壤污染状况调查过程中质量保证和质量控制分为采样现场的质量控制和质量保证以及实验室分析的质量控制和质量保证 2 个部分。

(1) 采样现场质量控制

土壤样品的采集、保存、样品运输和质量保证等按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）、《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）、《广东省建设用地土壤污染状况调查、风险评估及效果评估报告技术审查要点（试行）》（粤环办〔2020〕67号）和《重点行业企业用地调查质量保证与质量控制技术规定（试行）》等技术规定的通知及各项目分析方法标准的相关要求进行。

I 采样过程中交叉污染的控制

为避免采样过程中钻机的交叉污染，每个钻孔采样前需要对钻探设备进行清洁；同一钻孔在不同深度采样时，对钻探设备和取样装置进行了清洗；与土壤接触的其它采样工具，在重复使用时也进行了清洗。

II 采样过程现场管理

1) 安全责任人：负责调查、发现、并提出针对现场的安全健康的要求，有权停止现场工作中任何违反安全健康要求的操作。

2) 工作负责人：根据既定的采样方案组织、完成现场的采样工作，确保现场的采样工作顺利、安全实施。

3) 样品管理员：负责采样容器的准备、采样记录和样品保存，确保样品编号正确、样品保存和流转满足要求，确保样品包装紧密，避免交叉污染，确保送样并确认实验室收到样品。

III 样品流转质量控制

1) 现场采集的样品在放入保温箱进行包装前，应对每个样品瓶上的采样编号、采样日期、采样地点等相关信息进行核对，并登记造册，同时应确保样品的密封性和包装的完整性。

2) 核对后的样品应立即放入包装完整、密封性良好、内置有适量蓝冰的保存箱中，然后再进行包装。包装后的保温箱应确保内部温度不高于 4°C，直至样品安全抵达分析实验室。

3) 现场质量控制样一般包括现场平行样、全程序空白样和运输空白样等，这些控制样可用于评估从采样到样品运输、贮存和数据分析等不同阶段的质量控制效果。

(2) 实验室质量控制与质量保证

I 人员

参加本项目的实验室分析人员和采样人员均经过相关的专业培训，考核合格，授权上岗，确保人员的专业技术能力满足项目需求。

II 设备

本项目涉及到的实验室分析仪器均已按要求进行检定或校准，且在有效期内。

III 试剂

为了保证监测结果的准确性，实验室分析所用有证标准物质、标准样品、试剂、耗材等均满足相关标准方法的要求，并经过验收合格后使用。

IV 方法

本项目深度补充调查采集样品的分析测试由广东信一检测技术股份有限公司和广东建研环境监测股份有限公司完成。该实验室均具有相关检测项目的CMA认证资质。

V 分析测试数据与审核

实验室保证分析测试数据的完整性，确保全面、客观地反映分析结果，检测人员对报告数据和分析测试原始记录进行核对。数据审核人员检查数据记录完整性，分析方法、分析条件、数据的有效位数、数据计算和处理过程、法定计量单位和内部质量控制数据均符合相关标准。检测报告审核人员对整份检测报告数据的准确性和合理性进行审核。

VI 实验室空白试验

实验室空白：试剂空白，按与样品相同的分析步骤进行处理和测定，用于检查样品前处理和分析过程是否受到污染。

VII 定量校准

① 校准曲线

分析测试方法有规定的，按分析测试方法的规定建立校准曲线，校准曲线的浓度梯度保证覆盖被测样品的浓度范围，且最低点浓度接近测定下限的水平。校准曲线的相关系数按分析测试方法的规定执行；分析方法无规定时，校准曲线相关系数要求符合 $r > 0.999$ 的要求。

② 仪器稳定性检查（连续校准核查）

连续进样分析时，每批次样品或每分析测试一定量样品，测定一次校准曲线中间浓度点，确认分析仪器校准曲线是否发生显著变化。分析测试方法有规定的，按分析测试方法的规定进行；分析方法无规定时，无机检测项目分析测试相对偏差控制在 10% 以内，有机检测项目分析测试相对偏差控制在 20% 以内。

VIII 实验室平行

每次样品分析时，每个检测项目均抽取了 5% 的样品进行平行双样分析，通过计算平行样的相对偏差，考察实验室精密度。

根据实验检测结果可知实验室平行样测定值 (A,B) 的相对偏差 (RD) 均在允许范围内，则该项目检测因子的精密度控制为合格。

IX 标准样品测试

根据《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004)、《地下水环境监测技术规范》(HJ 164-2020) 和《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，具备与被测土壤或地下水样品基体相同或类似的有证标准物质时，在每批次样品分析时同步均匀插入与被测样品含量水平相当的有证标准物质样品进行分析测试。

X 替代物加标回收率分析

根据分析及广东省技术要点的要求，对有机样品进行替代物加标回收率试验。

XI 加标回收率分析

依据技术规定，当没有合适的土壤基体有证标准物质时，采用样品加标回收率试验对准确度进行控制。每批次同类型分析样品中，随机抽取了 5% 的样品进行加标回收率试验。

(3) 实验室质量控制与质量保证总结

实验室从人、机、料、法、环、测、样等 7 个方面进行样品分析的质量控制，通过核对标准曲线、精密度、准确度等随时检查和发现分析测试数据是否受控。根据以上数据统计可知，土壤样品准确度试验均满足《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004) 要求，项目准确度合格率为 100%，满足技术规定中样品分析测试准确度要求达到 100% 的要求，准确度符合要求。

4.1.1.8 详细调查布点原则

详细调查监测点位的布设严格遵照《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019)、《建设用地土壤污染防治 第 1 部分：污染状况调查技术规范》(DB4401/T102.1-2020)、《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)、《广州市土壤污染

状况调查、风险评估、修复、效果评估“一问一答”小册子》的相关要求，基于初步调查的结果，对地块疑似污染区域及超筛孤立点位加密布设采样点。

1、土壤点位平面分布

根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）、《广东省建设用地土壤污染状况调查、风险评估及效果评估报告技术审查要点（试行）》（粤环办〔2020〕67号）、《建设用地土壤污染防治 第1部分：污染状况调查技术规范》（DB4401/T 102.1-2020）及《广州市土壤污染状况调查、风险评估、修复、效果评估“一问一答”小册子》中相关要求，并结合初步采样调查结果，开展详细采样调查。土壤采样点布设原则如下：

（1）为进一步查明污染范围，针对超筛选值区域，每个土壤采样单元面积不大于 400m²；

（2）对于超筛选值的孤立点位，还应进一步加密至超筛选值点位 10m 范围内。

2、土壤样品采样垂直深度设置

根据《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）、《广东省建设用地土壤污染状况调查、风险评估及效果评估报告技术审查要点（试行）》（粤环办〔2020〕67号）和《建设用地土壤污染防治 第1部分：污染状况调查技术规范》（DB4401/T 102.1-2020）中的相关要求，土壤采样深度应根据污染源位置、迁移和地层结构以及水文地质等进行判断设置。采样深度应达到无污染区域，如对污染物有较强阻滞作用的弱透水层以下。当同一性质土层厚度较大或同一性质土层中出现明显污染痕迹时，应根据实际情况在同一土层增加采样点。在采样前用 PID 和 XRF 进行样品的快速筛查，每隔 0.5m 筛查一个样品，根据快速筛查结果，在结果相对较高的位置采样；另外根据土层性质、异常颜色、异常气味等情况加采土壤样品，每个土层至少采集一个土壤样品。对于初步调查超标点位周边的加密点位，根据初步调查超标深度，在其周边加密点位同样深度位置采集一个样品，并使本次调查采样深度大于初步调查的超标深度。

结合初步调查结果，为了确定地块的污染浓度、深度和范围，本阶段调查分层采样将采取以下原则：

（1）表层土壤样品采集 0~0.5m，0.5~1m，1~6m 土壤采样间隔不超过 1m，

6m 以下土壤采样间隔不超过 2m。

(2) 深层土壤采样最大深度应直至未受污染的深度为止。

4.1.1.9 第一次加密布点情况

初步调查显示，地块内初调点位存在超筛选值情况，疑似污染区为地块西北侧 A 区（A1-A5 油罐区、油泵房及污水处理区）和地块东南侧 B 区（2# 油罐区、8-10# 油罐区及隔油池）。为了筛查超标点位周边污染源及污染迁移情况，并界定重金属砷、铅、石油烃（C₁₀-C₄₀）污染物的平面和垂直分布范围，采用系统布点法对疑似污染区加密布点。具体布设情况如下：

①地块超筛点位 S16、S21、S42、S44、S45、S47、S68 和 S69 采用无污染点位连线法，形成了的连片疑似污染区域占地面积为 15118.98m²，它们周边的不超筛点位 S43、S46、S48、S49、S049、S11、S0049、S27、S26、S20、S15、S11、S7、S41 的连线和红线边界为该疑似污染区域的边界，连片污染区域被 20m×20m 划分为 49 个网格，每个网格内至少 1 个点位，结合原初步调查点位和地块加密网格，连片疑似污染区域共加密布设 28 个点位（XS24-XS51）。如网格内有构筑物、管线，点位布设于构筑物上，如网格跨越陡坎，陡坎下污染点的加密点布设于陡坎下，陡坎上的污染点加密点布设于陡坎上；如无则布设于网格中心位置。

②以孤立点为中心，在超筛点位周边按照 20m×20m 进行采集后，进一步使用 10m×10m 网格在轴向加密布设 4 个详细调查点位。在 S37、S23、S59 周边按照 20m×20m 进行采集，同时在轴向按照 10m×10m 网格加密布设 4 个详细调查点位，因此在孤立点位周边加密布设 32 个点位（XS1-XS23、XS52-XS60）。

根据上述布点原则，第一次加密布点调查在地块内共设置 60 个土壤监测点。

4.1.1.10 第二次加密布点情况

第一次加密点位 XS9 存在石油烃超筛选值的情况，同时为了减少超筛范围面积，因此进一步按照 10m×10m 网格在轴向加密布设 4 个详细调查点位。在结合初步调查布设点位及第一次加密点位后，第二次加密布点共加密布设 2 个加密点位，分别为 XS9A 和 XS9B。

同时对第一次加密调查缺少非污染层数的点位进行补充采样，布设详细调查补充点位 XS17X0、XS22X0、XS23X0、XS30X0、XS36X0、XS46X0、

XS50X0，分别在 XS17、XS22、XS23、XS30、XS36、XS46、XS50 点位旁 0.5m 布点。

4.1.1.11 第三次加密布点情况

经过专家咨询，修改了初步调查疑似污染范围，同时结合原初步调查点位、地块加密网格和已采集详细调查点位，连片疑似污染区域需新增布设 3 个点位（XS61-XS63）。

4.1.1.12 样品采集

（1）土壤样品采样深度确定

1、详调孔终孔原则：

（1）详调采样深度根据初调点位样品最底层超筛深度和其下部不超筛样品深度确定，则详调点采样深度将至少达到初调点不超筛样品所在深度或至明显隔水层/无法钻进的基岩层为止。

（2）满足第 1 点情况下，根据场地污染源的位置、污染途径、污染物的性质和垂直迁移特性及场地的土层分布情况，结合现场监测结果和现场判断的结果进行布置；在同一土层中，具体采样深度和最终采样深度需依据便携式 XRF 检测仪、PID 检测仪等现场监测设备的监测结果，并结合土层颜色、气味等其他因素进行综合判断。通过现场监测和现场判断采集污染较为重位置的土壤样品。

2、本项目终孔情况：

根据现场快筛数据和岩芯照片，底部样品无快筛异常高值情况，底部岩芯颜色不异常，采样深度在超筛层数下探两层，因此详调孔采样深度达到初调点不超筛样品所在深度及下探两层即终孔。

（2）土壤钻探

本次钻探工作由广州沃索环境科技有限公司完成，钻探过程均使用冲击式钻头进行钻探取样，钻探过程全过程套管跟进并采用干钻模式，禁止使用冲洗液钻进，避免钻探过程出现土壤扰动及上下层交叉污染的情况。

（3）土壤样品采集

样品采集由广东建研环境监测股份有限公司完成。土壤样品的采集、保存、样品运输和质量保证等按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）、参考

《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）、《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》（DB 4401/T 102.5-2021）及各项目分析方法标准的相关要求进行。

地块内第一次加密钻孔与土壤样品的采集工作时间为 2023 年 9 月 12 日至 2023 年 9 月 15 日，共计完成 60 个土壤点位。

地块内第二次加密钻孔与土壤样品的采集工作时间为 2023 年 9 月 26 日，根据初步调查和第一次加密调查检测结果分析，第一次加密过程中 XS9 存在超筛选值情况，需要进一步进行加密，另外第一次加密调查过程中点位 XS17、XS22、XS23、XS30、XS36、XS46、XS50 点位存在层数缺失的情况。因此对以上点位进行加密采样。

地块内第三次加密钻孔与土壤样品的采集工作时间为 2023 年 10 月 16 日至 2023 年 10 月 17 日，共计完成 3 个土壤点位，另外第一次加密调查过程中点位 XS30 点位存在层数缺失的情况，因此对以上点位进行加密采样。

4.1.1.13 样品保存与流转

详细调查样品的采集要求遵照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）、《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）、《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）》的要求进行。

样品采集后，所有样品均迅速转入由实验室提供的带有标签以及保护剂的专用的样品瓶中，并保存在装有冰袋的冷藏箱中，随同样品跟踪单一起送至实验室进行分析。样品运输跟踪单提供了一个准确的文字跟踪记录来表明每个样品从采样到实验室分析全过程的信息。样品跟踪单经常被用来说明样品的采集和分析要求。

现场技术人员在样品跟踪单上记录的信息主要包括：样品采集的日期和时间；样品编号；采样容器的数量和大小以及样品分析参数等内容。由专人将样品从现场送往实验室，到达实验室后，送样者和接样者双方同时清点样品，即将样品逐件与样品登记表、样品标签和采样记录单进行核对，并在样品交接单上签字确认，样品交接单由双方各存一份备查。核对无误后，将样品分类、整

理和包装后放入冷库待检。样品运输过程中均采用保温箱保存，保温箱内放置足量冰冻蓝冰，以保证样品对低温的要求，且严防样品的损失、混淆和沾污。土壤样品的保存参照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）相关规定进行。

4.1.1.14 质量保证与质量控制

质量控制的目的是为了保证所产生的土壤环境质量监测资料具有代表性、准确性、精密性、可比性和完整性。本项目质量控制管理分为现场采样和实验室分析的控制管理两部分。

（1）现场采样质量控制

采用标准的现场操作程序以取得现场代表性的样品。所有的现场工具在使用前均预先清洗干净。为防止交叉污染，所有钻探设备和取样装置在首次使用和各个钻孔间及同一钻孔不同深度采样时，都进行清洗。与土壤接触的其他采样工具（如样品桶、岩心箱等）重复利用时，也进行清洗。

现场采样时详细填写现场观察的记录单，比如土壤层的深度、土壤质地、气味、水的颜色、地下水水位、水温、浑浊度、气象条件，以及采样点周边环境，采样时间与采样人员，样品名称和编号，采样时间，采样位置等，同时对现场采样关键信息进行影像记录，以便为场地水文地质、污染现状等分析工作提供依据。采样过程中采样员佩戴一次性 PE 手套，每次取样后进行更换，采样器具及时清洗，避免交叉污染。

为评估从采样到样品运输、贮存和数据分析等不同阶段的质量控制效果，本次调查在现场采样过程中设定现场质量控制样品，包括现场平行样和现场空白样，并设置了运输空白样等评估不同阶段的质量控制效果。其中，对于同种检测项目，现场平行样控制为不少于总检测样品数量的 5~10%。

（2）实验室分析质量控制

为保证样品测试分析结果的精密度和准确度，实验室在分析测试阶段，除了仪器需按照规定定期校正外，还按各检测方法的规定做好土壤、水样的实验室平行样、空白样、空白加标、基质加标等质控措施，以保障实验室数据的准确性和稳定性。

现场质控统计：

第一次加密布点中土壤样品砷、铅和石油烃（C₁₀-C₄₀）分别采集了检测样品数的 9.2%、10.1%和 9.9%比例的现场平行样开展分析；第二次加密布点中土壤样品砷、铅和石油烃（C₁₀-C₄₀）分别采集了检测样品数的 10.5%、13.6%和 12.9%比例的现场平行样开展分析。

详细采样调查未采集挥发性有机物分析样品，故不设置运输空白和全程序空白。

实验室质控统计：

实验室分析主要采取实验室空白样、平行样品、实验室加标回收样、标准样等质控手段进行质控。第一次加密布点中土壤样品砷、铅和石油烃（C₁₀-C₄₀）的实验室空白样分别占检测样品总数的 12.4%、10.6%和 7.7%。土壤实验室空白样的检出值均小于方法检出限值，100%合格。第二次加密布点中土壤样品砷、铅和石油烃（C₁₀-C₄₀）的实验室空白样分别占检测样品总数的 15.4%、16.0%和 7.7%。土壤实验室空白样的检出值均小于方法检出限值，100%合格。第三次加密布点中土壤样品砷、铅和石油烃（C₁₀-C₄₀）的实验室空白样分别占检测样品总数的 11.1%、11.1%和 6.2%。土壤实验室空白样的检出值均小于方法检出限值，100%合格。

每批次样品分析时，每个检测项目均设置不低于 5%的实验室平行样进行分析（重金属检测项目设置不低于 10%的实验室平行样），当批次样品数≤20 时，至少随机抽取 1 个样品进行实验室平行样分析。第一次加密布点中土壤样品砷、铅和石油烃（C₁₀-C₄₀）的实验室平行样分别占检测样品总数的 7.1%、10.6%和 7.7%，实验室加标回收样分别占检测样品总数的 7.1%、10.6%和 15.1%。土壤各组实验室平行样相对偏差范围均符合对应控制范围。第二次加密布点中土壤样品砷、铅和石油烃（C₁₀-C₄₀）的实验室平行样分别占检测样品总数的 15.4%、16.0%和 5.1%，实验室加标回收样分别占检测样品总数的 15.4%、16.0%和 12.8%。第三次加密布点中土壤样品砷、铅和石油烃（C₁₀-C₄₀）的实验室平行样分别占检测样品总数的 11.1%、11.1%和 6.2%，实验室加标回收样分别占检测样品总数的 11.1%、11.1%和 12.3%。土壤各组实验室平行样相对偏差范围均符合对应控制范围。

具备与被测土壤样品基体相同或类似的标准物质，在每批次样品分析时同步均匀插入与被测样品含量水平相当的标准物质样品进行分析测试。每批次同

类型分析样品要求按样品数 5%的比例插入标准物质样品；当批次分析样品数 ≤ 20 的，至少插入 1 个标准物质样品。第一次加密布点重金属砷和铅具备有证标准物质，砷和铅相应的土壤样品标准物质分析样占检测样品总数的 7.1% 和 10.6%，各样品相应测定结果 100% 合格。第二次加密布点重金属砷和铅具备有证标准物质，砷和铅相应的土壤样品标准物质分析样占检测样品总数的 15.4% 和 16.0%，各样品相应测定结果 100% 合格。第三次加密布点重金属砷和铅具备有证标准物质，砷和铅相应的土壤样品标准物质分析样占检测样品总数的 11.1% 和 11.1%，各样品相应测定结果 100% 合格。

其中，质量控制结果评价依据是：按照各项目的测试标准规定对样品的测试结果进行评判，测试标准未做规定的，参照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）和《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）以及《重点行业企业用地调查质量保证与质量控制技术规定（试行）》等质控要求监控质量控制样结果。质控样分析结果不合格时，查找原因，并将同批样品重新分析。

4.2 详细调查结果分析

4.2.1.1 详细调查检测结果统计及分析

（1）土壤基本理化性质检测结果分析

调查地块内土壤样品基本理化性质采样分析检测 456 个土壤样品，pH 值介于 5.92~8.44 之间；无酸化或碱化（pH: 5.5~8.5）土壤样品共 456 个，占 100%。

（2）重金属及无机物检测结果

深度补充调查及详细调查在地块内共设置 99 个土壤监测点位，共采集 444 组样品检测分析重金属和无机物。所检测的重金属及无机物中砷、汞、镉、铜、镍、铅、总氟化物均有不同程度检出。根据本土壤环境风险评估筛选值进行评价，结果如下：

共有 332 个样品检测了砷，砷的检出含量范围 4.14~227mg/kg，平均值为 39.3mg/kg，筛选值为 60mg/kg，有 31 个样品存在砷超筛选值的情况，最大检出结果为 227mg/kg，最大超筛选值倍数为 2.78 倍；

共有 36 个样品检测了汞，汞的检出含量范围 0.028~0.392mg/kg，平均值

为 0.100mg/kg, 筛选值为 38mg/kg, 因此, 所有样品均未超筛选值;

共有 36 个样品检测了镉, 镉的检出含量范围 0.01~2.04mg/kg, 平均值为 0.10mg/kg, 筛选值为 65mg/kg, 因此, 所有样品均未超筛选值;

共有 36 个样品检测了铜, 铜的检出含量范围 2~52mg/kg, 平均值为 12mg/kg, 筛选值为 18000mg/kg, 因此, 所有样品均未超筛选值;

共有 444 个样品检测了铅, 铅的含量范围 21~690mg/kg, 平均值为 143mg/kg, 筛选值为 800mg/kg, 因此, 所有样品均未超筛选值;

共有 36 个样品检测了镍, 镍的含量范围 4~49mg/kg, 平均值为 16.14mg/kg, 筛选值为 900mg/kg, 因此, 所有样品均未超筛选值;

共有 36 个样品检测了总氟化物, 总氟化物的含量范围 301~861mg/kg, 平均值为 542mg/kg, 筛选值为 16100mg/kg, 因此, 所有样品均未超筛选值;

综上所述, 项目土壤样品中各重金属和无机物指标的检测结果均低于相应的土壤污染风险筛选值。

(3) 有机物检测结果

深度补充调查及详细调查在地块内共设置 54 个土壤监测点位采集有机物指标, 共采集 398 组样品, 检测结果显示, 有机物指标仅检测石油烃 (C₁₀-C₄₀) 有检出。

石油烃 (C₁₀-C₄₀) 在 198 个土壤样品中有检出, 检出率为 49.75%, 检出的含量范围在 6~8980mg/kg 之间, 平均值为 173mg/kg, 筛选值为 4500mg/kg, 共有 7 个样品存在石油烃 (C₁₀-C₄₀) 超筛选值的情况, 最大检出结果为 8980mg/kg, 最大超筛选值倍数为 1.00 倍。

(4) 详细调查采样结果汇总

本阶段详细调查共设置 99 个详调采样点, 共采集 510 个土壤样品 (不含平行样)。其中 332 个样品测了砷, 444 个样品检测了铅, 398 个样品检测了石油烃 (C₁₀-C₄₀)。详细采样调查结果检测结果如下:

(1) 332 个土壤样品检测重金属砷, 有 31 个样品存在超筛选值的情况, 最低检出浓度为 4.14mg/kg, 最高检出浓度为 227mg/kg。本次详细调查共有 31 个样品存在砷超筛选值的情况, 最大检出结果为 227mg/kg, 最大超筛选值倍数为 2.78 倍。

(2) 398 个土壤样品检测石油烃 (C₁₀-C₄₀), 其中有 198 个样品存在不同

程度的检出，有 7 个样品存在超筛选值的情况，分别为 BS44-1、BS45-1、XS9-4、XS34-2、XS34-4、XS39-4 和 XS40-4，最大检出浓度为 8980mg/kg，最大超筛选值倍数为 1.00 倍。

(3) 444 个土壤样品检测铅，检测结果表明所有样品均未检出，详细调查点位不存在超筛选值情况。

4.2.2 详细调查超筛情况汇总

土壤检测结果显示，详细调查阶段土壤存在砷、石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛选值。

详细调查共在调查地块内共布设了 99 个土壤监测点位，平面上看，土壤监测点位已至未污染点，纵向上看，所有监测点位均采样至未受污染的深度。

4.3 土工样采集

4.3.1.1 土工点位布设

为确定地块土壤的参数。在取样钻探过程中对污染区域内的 BS38、XS1、XS18、XS33、XS44、XS47 点位进行土工样的采集，对不同土层土壤渗透系数、压缩系数等物理性质指标进行测定，为分析污染物迁移渗透能力提供相关参数。具体采样规程参考《建筑工程地质勘探与取样技术规程》（JGJ/T87-2012）。

4.3.1.2 土壤理化性质样品采集

地块内土工样品由建材广州工程勘测院有限公司于 2023 年 9 月 18 日至 2023 年 9 月 26 日进行分析，采样过程中对于可塑与硬塑土层采用厚壁敞口取土器，使用间断静压方式或重锤少击方式贯入取土器或采用回转取土器，单动双重管；对于软土采用薄壁取土器，使用静压法贯入取土器。岩样在岩芯中截取。

4.3.1.3 土壤理化性质分析检测方法

现场所取样品及时送试验室，试验项目和试验方法，根据工程要求和岩土性质的特点确定。其具体操作和试验仪器符合现行国家标准《土工试验方法标准》（GB/T50123）和国家标准《工程岩体试验方法标准》（GB/T50266）的规定。

5 地块两期调查污染状况分析

本章在调查地块土壤污染状况初步调查成果基础上，结合详细采样调查和补充采样调查结果，对两期调查地块土壤污染状况调查总体情况进行分析，为下一步风险评估工作的开展提供依据。

5.1 第一阶段调查结果

根据地块及周边的平面布置、生产情况、历史和现状地形状况、地下水的补给排泄状况分布情况等分析可知，地块及周边历史上主要涉及石油成品贮存和化学品贮存，可能对地块存在一定的影响。具体分析总结如下：

通过对地块内历史沿革分析、人员访谈及企业生产经营情况分析，调查地块北部历史上涉及多家企业，但主要业务主要为重油、汽油、柴油、液碱贮存储罐、泵房及输送管道在使用过程中可能存在油品的泄露，对土壤和地下水造成污染。识别其污染因子为石油烃（C₆-C₉）、石油烃（C₁₀-C₄₀）、甲基叔丁基醚、铅。

锅炉房为柴油锅炉，在燃烧过程会产生石油烃（C₁₀-C₄₀）、多环芳烃等污染，识别其特征污染因子为石油烃（C₁₀-C₄₀）、多环芳烃。

在液碱罐区，主要涉及液碱贮存及转运，可能存在液碱泄露风险，识别其污染因子为 pH。

由于山上变压器建成时间较早，使用年限较长，识别其污染因子为多氯联苯（总量）。消防泡沫管使用的灭火剂含有氟原子，可能对地块存在氟化物的污染影响，识别其污染因子为氟化物。

调查地块南部生活办公区主要作为办公和员工生活使用，生活污水和生活/办公垃圾对地块污染影响较小。主要关注小型油库在使用和储存过程中存在油品泄漏，可能对地块存在石油烃、甲基叔丁基醚、铅的污染影响；

机修车间工房主要工房内设置有焊机、车床、刨床等设备，主要将铁块加工成螺丝、螺帽、法兰盘等五金件，本次调查保守考虑冷却水和车床机械机油滴漏，对地块产生石油烃的污染影响。

综上所述，地块内潜在特征污染因子为：石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-

C₉)、多环芳烃、多氯联苯、甲基叔丁基醚、苯系物、铅、pH、氟化物。

本调查地块重点区域为地块北部油库区全部区域，面积约 82482m²；南部重点区域为汽油库、机修车间及机修车间工房，汽油库面积为 45m²，机修车间及机修车间工房面积为 539m²。

地块周边历史沿革清晰，东侧原为居民区，2020 年动工建设为广州医科大学新造校区二期，南侧原为耕地及鱼塘，建设为居民区及广州医科大学新造校区一期，西侧为珠江，以上区域对调查地块均无污染影响。

调查地块周边主要潜在污染源为地块北侧番禺县物资局油库煤炭中转站和港茂油库。番禺县物资局油库煤炭中转站经营时间较长，防风防雨防渗措施不明确，在经营过程，可能存在煤炭洒落，被雨水冲刷等情况，对周边区域产生污染影响。港茂油库在历史使用及拆迁改造过程中，可能存在化学泄漏，通过大气沉降对调查地块有潜在污染影响。

煤堆场对周边区域可能存在污染风险，主要特征污染物为氟化物、砷、多环芳烃。根据港茂油库历史上所储存化学品的毒性、风险筛选值和检测方法等情况，本次调查将正丁醇、丙酮、2-丁酮、苯、甲苯、二甲苯、三甲苯、甲基叔丁基醚、石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）作为特征污染因子。

历史上主要作为油库作业区，该区域内主要建筑为储油罐、液碱罐，及其附属设施油泵房、锅炉房、污水处理池等，地面铺设输油管、消防管、泡沫管等。属于有毒有害物料储存及装卸区域、有毒有害物料输送管廊区域储罐储槽、有毒有害物质地下输送管线、污染处理设施区域、危险物质储存库。

其他区域为地块南部的生活办公区，面积约 12903m³。历史上主要作为油库员工生活办公区，无生产污水排放，受到污染影响可能性较小。

调查地块及周边潜在特征污染物主要包括：石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）、多环芳烃、多氯联苯、甲基叔丁基醚、砷、汞、铅、pH、正丁醇、丙酮、2-丁酮、苯、甲苯、二甲苯、三甲苯。具体分析如下：

(1) 石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）：地块内重油、柴油、汽油等储存过程中可能存在油品泄露风险，或在管道接口、泵房等区域存在跑冒滴漏的情况，引起土壤和地下水污染。

(2) pH：地块内涉及液碱的储存，可能存在泄漏引起土壤和地下水污染。

(3) 重金属：地块内储存的含铅油类，可能对地块产生重金属铅、汞、砷

等污染影响。

(4) 多氯联苯：地块内有一变电房，建于 1974 年，在日常使用及维护过程，可能存在跑冒滴漏造成多氯联苯对土壤和地下水的污染。

(5) 多环芳烃类、苯系物：地块内重油、柴油、汽油等储存过程中可能存在油品泄露风险，或在管道接口、泵房等区域存在跑冒滴漏的情况，引起土壤和地下水污染。地块内煤堆场及锅炉房的使用过程，可能产生苯并（a）芘等多环芳烃污染影响。

(6) 石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）、铅、正丁醇、丙酮、2-丁酮、苯、甲苯、二甲苯、三甲苯、甲基叔丁基醚：地块北侧港茂油库距离调查地块较近，且历史上经历过长时间的化学品储存情况，可能存在泄漏下渗的风险，对调查地块造成污染影响。

5.2 第二阶段调查结果

5.2.1 采样调查监测情况

本地块第二阶段土壤污染状况调查按照初步调查采样、详细调查采样对调查地块进行了采样调查，采样时间为 2023 年 7 月~2023 年 10 月。

其中，初步采样调查共设置了地块内土壤监测点 75 个、地块外土壤对照点 2 个，地块内土壤监测点最大调查深度为 15 m，土壤对照点调查深度为 0~0.5 m，共采集土壤样品 541 组（不包括平行样），其中调查范围内采集土壤样品 539 组，调查范围外采集土壤样品 2 个（每个对照点位采集 1 个样品，共采集样品 2 个）。

监测指标共 65 项，其中必测指标共 47 项，包括：pH、水分，砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍等常规重金属 7 项，挥发性有机污染物 27 项、半挥发性有机污染物 11 项；选测指标共 39 项，包括：多环芳烃（8 项）、石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）、氟化物、甲基叔丁基醚、丙酮、2-丁酮、正丁醇、1,3,5-三甲苯、1,2,4-三甲苯、多氯联苯（12 项）。

共设置 11 个地下水监测井，采集地下水样品 22 组，地块内井深为 6.5~13.8m。地下水监测指标共 62 项，包括 pH、浑浊度等常规指标 2 项；砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍等重金属 7 项、挥发性有机物 27 项、多环芳烃 16 项、可萃取性石油烃（C₁₀-C₄₀）、挥发性石油烃（C₆-C₉）、甲基叔丁基醚、多

氯联苯（12项）、阴离子表面活性剂、1,3,5-三甲苯、1,2,4-三甲苯、正丁醇、丙酮、2-丁酮、氟化物。

深度补充调查设置土壤采样点 26 个，单点调查深度为 1~6m，共采集土壤样品 62 组。其中 36 组样品检测项目为：必测指标共 47 项，包括：pH、水分，砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍等常规重金属 7 项，挥发性有机污染物 27 项、半挥发性有机污染物 11 项；选测指标共 39 项，包括：多环芳烃（8 项）、石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）、氟化物、甲基叔丁基醚、丙酮、2-丁酮、正丁醇、1,3,5-三甲苯、1,2,4-三甲苯、多氯联苯（12 项）。26 组样品检测项目为初步调查采样超筛选值项目 pH、砷、铅、石油烃（C₁₀-C₄₀）。

详细加密采样调查共设置土壤监测点 65 个，最大调查深度为 19m，共采集土壤样品 448 组，检测项目为初步调查采样超筛选值项目 pH、砷、铅、石油烃（C₁₀-C₄₀）。

5.2.2 地块土壤超筛情况统计

调查地块土壤污染状况调查，在初步调查和详细调查阶段，总计布设 174 个土壤点位，其中初步调查阶段布设 75 个点位，详细调查阶段布设 99 个加密点位。两期共有 24 个点位存在样品超过筛选值（其中初步调查超筛 11 个点位，详细调查超筛 13 个点位），地块内土壤存在砷、铅和石油烃（C₁₀-C₄₀）共 3 种指标的污染，需进行下一步风险评估工作。

5.2.3 土壤超二类用地筛选值范围（分层）

5.2.3.1 陡坎情况描述

1、地块的地形情况

本地块地势整体东高西低，由于初调详调钻孔点位的高程测绘，地块扣除硬化层后的土层最大高程为 27.92m，高程最小值为 3.09m，且部分区域高程落差较大，为确保超筛范围合理划定以及后续风评和修复工作开展，本项目于 2023 年 8 月 16 日委托建勘勘测有限公司广州第三分公司对地块高差较大的陡坎进行了测量（高程值为未扣除硬化层的高程）。

2、地块的概化分层

(1) 概化分层：按照《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019)、《建设用地土壤污染防治 第1部分：污染状况调查技术规范》(DB4401/T102.1-2020)、《广州市土壤污染状况调查、风险评估、修复、效果评估“一问一答”小册子》的相关要求，结合详调采样段及地块超筛情况概化分层为：0-0.5m、0.5-1.0m、1.0-2.0m、2.0-3.0m、3.0-4.0m、4.0-5.0m、5.0-6.0m、6.0-8.0m、8.0-10m、10-12m、12-14m。

(2) 超筛边界概化：

针对本次调查地块地势情况及实际超筛情况，分以下三种情况进行边界概化：

①后续修复区域位于斜坡区域的，将根据超筛点的超筛代表层，整体从地表零起地面往下开挖到超筛代表层，不考虑高程，即修复后仍为斜坡形状。

②针对高程差大于1m的陡坎区域，若陡坎区地势较高区域临近陡坎处超筛，则陡坎区域地势较高一侧超筛范围利用陡坎较高一侧的不超筛点和陡坎边界闭合区域划定超筛范围（不超筛点与陡坎边界的连线以附近不超筛点垂直到陡坎边界连接）。

③针对高程差大于1m的陡坎区域，若陡坎区地势较高区域不超筛，超筛点位于陡坎地势较低一侧，则陡坎区域地势较低一侧超筛范围以陡坎两侧的不超筛点连线作为超筛范围边界，其中陡坎地势较低区域下挖到超筛点超筛代表深度，陡坎较高侧不超筛点根据陡坎地势较低区域的超筛段所在高程选取与之接近的采样代表段进行开挖。

根据上述思路，地块超筛边界确定情况如下：

①斜坡区域以不超筛点（含邻近地块不超筛点）连线作为边界；

②陡坎两侧，分以下几种情况确定：

a.陡坎两侧，陡坎较高侧超筛的，超筛范围以陡坎边界及陡坎较高侧不超筛点连线作为超筛范围边界区域（不超筛点与陡坎边界的连线以附近不超筛点垂直到陡坎边界连接），深度以陡坎较高侧超筛深度为准；

b.陡坎两侧，陡坎较低侧超筛的，陡坎较低侧超筛范围以陡坎两侧不超筛点连线作为超筛范围边界。超筛范围位于地势较低侧的按斜坡区域方式开挖；超筛范围位于地势较高侧的按地势较低区域的超筛段所在高程选取与之接近的采样代表段进行开挖。

5.2.3.2 超筛范围的分层原则

1、超筛范围的确定原则

(1) 水平方向上, 本项目在同一概化高程层水平方向上优先采用未超筛选值点位连线法确定超筛面积; (2) 与其他地块红线交界处, 如交界处附近点位超筛, 则选用邻近地块的不超筛点作为超筛范围拐点, 超筛范围圈定后, 位于本地块红线范围内的作为本地块的超筛范围, 位于邻近地块的部分, 作为邻近地块的超筛范围。

(3) 陡坎两侧区域, 按 5.2.3.1 节方式确定。

2、超筛深度的确定原则

(1) 规范要求: 根据《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) 等文件的要求及调查地块实际情况, 为便于后续准确计算修复工作量, 方便修复施工, 修复范围应该分区、分层、分污染物进行划定, 其中修复范围确定的原则如下:

垂直方向上, 以调查地块去除表层混凝土后作为计算的起始地面, 修复深度的上下层均划定至无污染深度为边界划定修复范围。挥发性有机污染物采用不超标点划分深度, 重金属和半挥发性有机物采用代表段划分修复层。

本项目主要超筛指标为重金属和石油烃, 将选取下图中右侧方式, 以样品采样段所在样品代表区间段作为超筛深度层。

(2) 本项目垂向分层划分原则

本项目根据初步调查和详细调查的采样布点及采样深度精细划分修复层。按照采样深度共分为 0-0.5m、0.5-1.0m、1.0-2.0m、2.0-3.0m、3.0-4.0m、4.0-5.0m、5.0-6.0、6.0-8.0m、8.0-10.0m 共计 9 层, 用作样品取样段的代表区间段, 当某样品采样段位于上述代表区间内时, 则该样品检测结果作为该代表区间是否超筛的判断依据。

5.2.3.3 各超筛因子超筛范围情况

调查结果表明土壤中共有 3 项因子超《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018) 第二类筛选值, 分别为砷、铅和石油烃 (C₁₀-C₄₀)。其中砷有 18 个点位超筛, 最大超标深度达到 6m。铅有 4 个点位超筛, 最大超标深度达到 6m。石油烃 (C₁₀-C₄₀) 有 9 个点位超筛, 最大超标深度达到 3m。

(1) 砷

砷为本次调查土壤中的主要污染物, 最大超标倍数为 5.52。从平面分布上来看, 砷超二类筛选值的点位均位于地块西北侧 A 区 (A1-A5 油罐区、油泵房及污水处理

区)，该区域历史上存在外填土情况，说明外填土过程对调查地块造成了一定的影响。

(2) 铅

铅为本次调查土壤中的主要污染物，最大超标倍数为 0.73。从平面分布上来看，铅超二类筛选值的点位仅 4 个，位于油罐区、输油管线、油泵房区域，说明新造油库在生产与拆除过程中对地块造成了一定的污染影响。

(3) 石油烃 (C₁₀-C₄₀)

石油烃 (C₁₀-C₄₀) 为本次调查土壤中的主要污染物，最大超标倍数为 1.00。从平面分布上来看，石油烃 (C₁₀-C₄₀) 超二类筛选值的点位分布较广，大部分位于新造油库的油罐区、污水处理站、隔油池与输油管线密集区域，说明新造油库在生产与拆除过程中对地块造成了一定的影响。

5.2.3.4 各层污染区域情况

本次调查均已在超标点位周边完成加密工作，采用非污染点位连线法确认土壤点位的污染范围。

本次调查过程中对地块内土壤 0~0.5m、0.5~1.0 m，1~6m 每 1m 采集一个土壤样品、6m 以下每 2m 采集一个土壤样品，进行污染区域划定与污染土方量估算时采用同样的方式对污染土壤进行分层。

(1) 0-0.5m 土壤超筛范围

调查地块内第一层 0~0.5m 为表层填土，土壤中污染因子为砷、铅、石油烃 (C₁₀-C₄₀)。

砷的污染区域位于消防水池区域，可能是由于地块本底值较高的原因导致。铅的污染区域位于 8~9 # 油罐区下游，可能是由于历史上储存的汽油中四乙基铅的添加导致铅污染，同时根据该区域铅超一不超二情况分析，也可能是由于地块本底值较高的原因导致。石油烃 (C₁₀-C₄₀) 的污染区域主要位于 A1~A5 罐区、油泵房、污水池、污水处理池区域，受历史油品储存及含油废水处理过程的污染影响。第一层污染区域总面积为 2220.34m²，其中铅污染面积为 195.15m²，污染土方量为 97.58m³；石油烃 (C₁₀-C₄₀) 污染面积为 1545.54m²，污染土方量为 772.77m³；砷污染面积为 479.65m²，污染土方量为 239.83m³。

(2) 0.5-1m 土壤超筛范围

调查地块内第二层为 0.5~1m，土壤中污染因子为石油烃（C₁₀-C₄₀）。

石油烃（C₁₀-C₄₀）的污染区域主要位于 A1~A5 罐区、油泵房、污水池、污水处理池、输油及污水管线区域，受历史油品储存及含油废水处理过程的污染影响。

第二层污染区域均为石油烃（C₁₀-C₄₀），总面积为 2956.96m²，污染土壤方量为 1478.48m³。

(3) 1-2m 土壤超筛范围

调查地块内第三层为 1~2m，土壤中污染因子为砷和石油烃（C₁₀-C₄₀）。

砷的污染区域主要位于 A1~A5 罐区、油泵房、污水池、污水处理池区域，同时历史上存在外填土情况，可能是由于历史上储存的汽油、柴油中的含有的砷和外填土导致的砷污染。

石油烃（C₁₀-C₄₀）的污染区域主要位于污水池、污水处理池及输油管线区域，受历史油品储存及含油废水处理过程的污染影响。

第三层污染区域总面积为 7234.32m²，其中砷污染面积为 6916.67m²，污染土壤方量为 6916.67m³；石油烃（C₁₀-C₄₀）污染面积为 1161.92m²，污染土壤方量为 1161.92m³；砷和石油烃（C₁₀-C₄₀）复合污染面积为 844.27m²，复合污染土壤方量为 844.27m³。

(4) 2-3m 土壤超筛范围

调查地块内第四层为 2~3m，土壤中污染因子为砷、铅和石油烃（C₁₀-C₄₀）。

砷的污染区域主要位于 A1~A5 罐区、油泵房、污水池、污水处理池区域，同时历史上存在外填土情况，可能是由于历史上储存的汽油、柴油中的含有的砷和外填土导致的砷污染。

铅的污染区域位于 2# 油罐和 8~9# 油罐区附近区域，可能是由于历史上储存的汽油中四乙基铅的添加导致铅污染。

石油烃（C₁₀-C₄₀）的污染区域主要位于 A1~A5 罐区、油泵房和管线区域，受历史油品储存及含油废水处理过程的污染影响。

第四层污染区域总面积为 7994.62m²，其中砷污染面积为 7949.39m²，污染土壤方量为 7949.39m³；铅污染面积为 192.78m²，污染土壤方量为 192.78m³；石油烃（C₁₀-

C₄₀) 污染面积为 2228.86m², 污染土壤方量 2228.86m³; 砷和石油烃 (C₁₀-C₄₀) 复合污染面积为 1854.79m², 复合污染土壤方量为 1854.79m³。

(5) 3-4m 土壤超筛范围

调查地块内第五层为 3~4m, 土壤中污染因子为砷。

砷的污染区域主要位于 A1~A5 罐区、油泵房、污水池、污水处理池区域, 同时历史上存在外填土情况, 可能是由于历史上储存的汽油、柴油中的含有的砷和外填土导致的砷污染。

第五层污染区域总面积为 6234.26m², 污染土壤方量为 6234.26m³。

(6) 4-5m 土壤超筛范围

调查地块内第六层为 4~5m, 土壤中污染因子为砷和铅。

砷的污染区域主要位于 A1~A5 罐区、油泵房、污水池、污水处理池区域, 同时历史上存在外填土情况, 可能是由于历史上储存的汽油、柴油中的含有的砷和外填土导致的砷污染。

铅的污染区域位于 A1~A5 罐区、油泵房附近区域, 可能是由于历史上储存的汽油中四乙基铅的添加导致铅污染。

第六层污染区域总面积为 4182.67m², 其中砷污染面积为 4182.67m², 污染土壤方量为 4182.67m³; 铅污染面积为 1390.05m², 污染土壤方量为 1390.05m³; 砷和铅复合污染面积为 1390.05m², 污染土壤方量为 1390.05m³。

(7) 5-6m 土壤超筛范围

调查地块内第七层为 5~6m, 土壤中污染因子为砷和铅。

砷的污染区域主要位于 A1~A5 罐区、油泵房区域, 同时历史上存在外填土情况, 可能是由于历史上储存的汽油、柴油中的含有的砷和外填土导致的砷污染。

铅的污染区域位于 A1~A5 罐区、油泵房附近区域, 可能是由于历史上储存的汽油中四乙基铅的添加导致铅污染。

第七层污染区域总面积为 639.39m², 其中砷污染面积为 639.39m², 污染土壤方量为 639.39m³; 铅污染面积为 639.39m², 污染土壤方量为 639.39m³; 砷和铅复合污染面积为 639.39m², 污染土壤方量为 639.39m³。

5.2.4 土壤超一类用地不超二类用地筛选值情况分析

5.2.4.1 土壤中超一类筛选值未超二类筛选值因子

调查结果表明土壤中共有 3 项因子（砷、铅、石油烃（C₁₀-C₄₀））超《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）二类用地筛选值，同时也超过一类用地筛选值。本次调查地块土壤类型为赤红壤，因此一类用地和二类用地的砷筛选值均为 60mg/kg，不再进行超一不超二情况分析。

经过统计，土壤铅超一不超二总面积为 47155.63m²，土壤铅超一不超二方量为 135981.32m³，土壤石油烃（C₁₀-C₄₀）超一不超二面积为 5139.66m²，土壤石油烃（C₁₀-C₄₀）超一不超二方量为 4096.91m³。

5.2.5 地下水超筛情况分析

调查地块内全部地下水样品中各污染物指标均低于相应的地下水污染风险筛选值，检测结果表面，地块内地下水无污染风险。

5.3 地块土壤污染情况及成因分析

根据地块两期检测数据分析，地块土壤中存在超标因子主要为砷、铅、石油烃（C₁₀-C₄₀），结合地块利用历史情况，进行整体分析。

5.3.1 土壤中砷污染情况及成因分析

（1）污染物检出情况

调查地块内检出砷超筛选值点位有 18 个，超筛选值样品有 48 个，最深超筛深度为 6.0m，最大检出浓度为 391mg/kg，最大超筛选值 5.52 倍。

（2）污染范围

砷的污染区域主要位于 A1~A5 罐区、油泵房、污水池、污水处理池、消防水池区域，同时历史上该区域存在外填土情况。

根据超筛选值面积估算原则：以超筛选值点位为中心，将与其最近的未超筛选值点位或场界连接起来确定为水平方向的污染范围。

（3）污染土方量

根据填土方量估算原则：从纵向以上方未超筛选值土层至下方未超筛选值

土层的深度作为垂直方向的范围，得到最大超筛选值土方量。同时结合本次地块土壤污染状况调查工作结果。核算出砷超筛选值土方量约为 26162.21m³。

(4) 污染成因分析

根据调查结果显示，重金属砷超标深度为 0-0.5m、1.0~6.0m。根据超标点位岩芯揭露，超标地层为填土层。根据历史地形资料及人员访谈收集到的信息，该区域在修建油罐之前为坑塘区域，期间曾对该区域的土壤进行填方，填土主要来自周边的山岗林地；同时由于历史上该区域主要进行汽油、柴油储存和输送，油品中含有的重金属砷也可能导致地块砷存在超筛情况；此外，地块隶属珠三角赤红壤片区，重金属砷的本底含量较高。综上，砷污染区域的砷污染可能是由于外填土、油品中重金属、地块内砷本底值较高的综合原因造成。

5.3.2 土壤中铅污染情况及成因分析

(1) 污染物检出情况

调查地块内检出铅超筛选值点位有 4 个，超筛选值样品有 6 个，最深超筛深度为 6.0m，最大检出浓度为 1380mg/kg，最大超筛选值 0.73 倍。

(2) 污染范围

铅的污染区域主要位于 8#~10# 罐区、输油管线、油泵房附近区域，历史上涉及重油、汽油、柴油的输送和储存。

根据超筛选值面积估算原则：以超筛选值点位为中心，将与其最近的未超筛选值点位或场界连接起来确定为水平方向的污染范围。

(3) 污染土方量

根据填土方量估算原则：从纵向以上方未超筛选值土层至下方未超筛选值土层的深度作为垂直方向的范围，得到最大超筛选值土方量。同时结合本次地块土壤污染状况调查工作结果。核算出铅超筛选值土方量 2319.80m³。

(4) 污染成因分析

根据调查结果显示，重金属铅超标深度为 0-0.5m、3-6m 左右。根据历史地形资料及人员访谈收集到的信息，超标区域主要为油罐区、输油管道，铅污染可能是由于历史上汽油输送和管道拆除过程中的泄露，主要原因是在汽油中四乙基铅添加剂在 2000 年左右才禁止添加，新造油库在 1975 年开始储存油品，期间进行过管道拆除和变更工作，另外，根据地块内检测情况，大部分点位存

在铅超一类筛选值的情况，可能也是地块本底值较高的原因，因此，历史上的油品泄露可能会对地块造成铅污染，同时该地块的铅本底值也存在较高的情况。综上，该区域的铅污染可能是由于油品中重金属、地块铅本底值较高的综合原因造成。

5.3.3 土壤中石油烃（C₁₀-C₄₀）污染情况及成因分析

（1）污染物检出情况

调查地块内检出石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛选值点位有 9 个，超筛选值样品有 16 个，最深超筛深度为 3.0m，最大检出浓度为 8980mg/kg，最大超筛选值 1.00 倍。

（2）污染范围

石油烃（C₁₀-C₄₀）的污染区域主要位于 A1~A5 罐区、油泵房、污水池、污水处理池、隔油池区域。

根据超筛选值面积估算原则：以超筛选值点位为中心，将与其最近的未超筛选值点位或场界连接起来确定为水平方向的污染范围。

（3）污染土方量

根据填土方量估算原则：从纵向以上方未超筛选值土层至下方未超筛选值土层的深度作为垂直方向的范围，得到最大超筛选值土方量。同时结合本次地块土壤污染状况调查工作结果。核算出石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛选值土方量 5642.03m³。

（4）污染成因分析

根据调查结果显示，石油烃（C₁₀-C₄₀）超标深度为 0~3.0m。根据历史地形资料及人员访谈收集到的信息，新造油库历史上一直进行油品储存，历史储存过重油、柴油和汽油，根据石油烃（C₁₀-C₄₀）污染区域主要位于 A1~A5 罐区、油泵房、污水池、污水处理池、输油管线、隔油池区域，以上区域均在历史上涉及油品的储存和运输，因此在油库使用拆除过程中，可能造成石油烃（C₁₀-C₄₀）污染。

6 结论与建议

6.1 结论

6.1.1 第一阶段调查（污染识别）结论

6.1.1.1 地块基本信息回顾

新造油库地块（以下简称“调查地块”）位于广州市番禺区景秀路 81 号，地块调查面积为本次地块收储范围面积 95440.11 平方米，主要从事成品油、化学品贮存业务。历史上主要贮存产品为重油、柴油、汽油、液碱（NaOH）。地块内油库区主要建（构）筑物为 21 个油/化学品储罐及其附属设施输油管若干、2 个发油台、3 个油泵房、2 个污水处理池、1 个锅炉房、消防建筑 4 座；生活办公区主要建（构）筑物为 1 个综合楼、1 个五金仓库、1 个汽油库、1 个食堂、1 个员工娱乐中心及宿舍楼若干。地块边界设有砖砌围墙，地块东面紧邻广州医科大学新造校区；地块南面为 2 栋居民楼、少量耕地及鱼塘；地块西面为珠江沥滘水道；地块北面相距约 10m 处为广州市番禺港茂石油成品贮存有限公司。

1、调查地块历史沿革：

（1）林地时期

地块在 1974 年前，主要为山林地、耕地，该时期不存在企业生产经营活动。

（2）油库运营时期

1974 年，由广东省燃料有限公司征地筹建新造油库，1978 年建成。

1978 年，油库 1#~6#半埋式油罐及码头、锅炉房、油泵房、污水处理池等附属设施建设完成并开始投产运营，其中 1#~3#、6#罐在 1978 年~2000 年贮存重油，2000 年后改为柴油中转罐；4#罐一直以来贮存重油，2000 年~2022 年闲置；5#罐建成初期贮存重油，1986 年改建为立式钢罐后贮存柴油，2000 年~2022 年闲置。

1986 年建设地块南部办公楼、宿舍楼、食堂、五金仓库、机修车间及汽油库房等设施。

1986 年新建 7#立式钢罐，投产以来一直用于贮存柴油。

1993 年新建 8#~10#立式钢罐及配套设施，8#投产以来一直贮存柴油，9#、

10#罐在 1993 年~2000 年贮存重油，2000 年后改为柴油罐。8#~10#在 2016 年停用。2016 年~2022 年闲置。

1998 年，广州福达集团有限公司租用油库部分空地并新建 6 个液碱罐及其附属设施，建成后在灌水测试时由于地基不稳，罐体迁移，未实际投入使用。在 1999~2003 年对液碱罐进行重新设计建设。2003 年~2015 年投产使用，用于贮存液碱（NaOH），2015 年福达集团退场后停用。2015 年~2022 年闲置。

2000 年地块由广州冠盛企业集团有限公司承租油库 1#~3#、6#~10#共 8 个油罐进行使用。2001 年填平了应急水池并新建了 A1~A5 五个立式钢罐，另加建 1 个油泵房、1 个发油台及配套输油管设施，A1~A5 立式钢罐 2001 年~2015 年贮存汽油，2015 年~2022 年改贮存柴油。

（3）闲置时期

2022 年 11 月，广东省物资产业（集团）有限公司收回土地使用权并交由广州百通物业发展有限公司（原广东省燃料有限公司新造油库）代为管理，广州冠盛企业集团有限公司清罐退场，地块处于闲置状态；2023 年 5 月~7 月地块内正在进行场地构筑物拆除工作，至 2023 年 7 月份已完成拆除，仅地块南部留有一个单层建筑作为施工项目部。

2、地块相邻区域历史沿革

地块东侧历史上为大岗、山屋里居民区，现为广州医科大学新造校区；北侧为广州市番禺港茂石油成品贮存有限公司；南侧为广州医科大学新造校区及居民区；西侧为珠江。

港茂油库区域历史上为山地和耕地，1990 年以前为番禺县物资局油库煤场中转站，主要用于煤炭堆放，不涉及加工生产；1990 年兴建港茂石油成品贮存有限公司，并于 1992 年建成投产；2003 年以前为国有土地，2003 年后划拨给广州番禺港茂石油成品贮存有限公司后为企业自有地。一直用于贮存化学品及汽油、柴油。

根据相关规划，新造油库地块规划为教育用地（A31）、公园绿地（G1）及道路；区域地下水功能规划为“珠江三角洲广州钟村石楼地质灾害易发区”（代码：H074401002S02），现状水质类别为I-V类，地下水功能区保护目标为III类。

6.1.1.2 污染识别结论

根据污染识别结果，调查地块内重点关注区域为地块北部油库区、南部汽油库、南部机修车技及机修车间工房。潜在特征污染物包括石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）、多环芳烃、多氯联苯、甲基叔丁基醚、苯系物、铅、pH、氟化物。

地块周边区域重点关注区域为原番禺县物资局油库煤炭中转站及港茂油库区域，关注潜在污染因子为：氟化物、砷、多环芳烃、石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）、正丁醇、丙酮、2-丁酮、甲苯、二甲苯、三甲苯、甲基叔丁基醚。

6.1.2 第二阶段调查初步采样分析结论

初步调查共设置了地块内土壤监测点 75 个、地块外土壤对照点 2 个，地块内土壤监测点最大调查深度为 15m，土壤对照点调查深度为 0~0.5m，共采集土壤样品 541 组（不包括平行样），其中调查范围内采集土壤样品 539 组，调查范围外采集土壤样品 2 个（每个对照点位采集 1 个样品，共采集样品 2 个）。

涉及检测项目为：必测指标共 47 项，包括：pH、水分，砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍等常规重金属 7 项，挥发性有机污染物 27 项、半挥发性有机污染物 11 项；选测指标共 39 项，包括：多环芳烃（8 项）、石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）、氟化物、甲基叔丁基醚、丙酮、2-丁酮、正丁醇、1,3,5-三甲苯、1,2,4-三甲苯、多氯联苯（12 项）。

初步采样分析显示，土壤中部分样品**砷、铅及石油烃（C₁₀-C₄₀）**的最大值均超过了相应的第二类用地筛选值。经统计初步调查点位中共 11 个点位监测结果超土壤第二类用地筛选值。砷超筛选值点位为 S16、S21、S42、S44、S45、S47，超筛深度为 1.0~6.0m；铅超筛选值点位为 S16、S23、S44、S59，超筛深度为 0~6.0m；石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛选值点位为 S37、S45、S68、S69，超筛深度为 0~2.5m。因此，详调阶段需要对地块土壤中砷、铅及石油烃（C₁₀-C₄₀）开展详细调查。

地下水采样时间为 2023 年 8 月 9 日和 2023 年 10 月 18 日，根据地下水初步采样分析结果显示，地下水中各指标均未超地下水相应的筛选值。

6.1.3 第二阶段调查详细采样分析结论

第二阶段调查土壤详细调查采样分三次进场完成，第一次深度补充调查及第一次加密调查时间为2023年9月11日~2023年9月15日；第一次加密补充调查及第二次加密调查时间为2023年9月26日，第三次加密调查及第二次深度补充调查时间为2023年10月16日~2023年10月17日。

详细调查阶段布设99个详调点位，最大调查深度为19m，共采集土壤样品510组，其中332个样品测了砷，339个样品检测了石油烃（C₁₀-C₄₀），444个样品检测了铅。根据详细调查检测结果，有15个点位监测结果超第二类用地筛选值。污染因子砷在点位XS29、XS30、XS33、XS34、XS35、XS38、XS39、XS40、XS44、XS45、XS49、XS63点位监测结果超二类用地筛选值。污染因子铅在全部详细调查点均未超筛选值，详调点位完成了兜边。污染因子石油烃（C₁₀-C₄₀）在点位BS44、BS45、XS9、XS34、XS39、XS40点位监测结果超二类用地筛选值。全部详细调查超筛点位均完成了兜底及兜边。

通过初步调查及详细调查，通过对地块内各层污染范围进行投影叠加，地块内砷超二类用地筛选值面积为9339.14m²。地块内铅超二类用地筛选值面积为1777.98m²。地块内石油烃（C₁₀-C₄₀）超二类用地筛选值面积为3894.08m²。全部详细调查点位最下层样品均未超筛选值。地块内土壤砷超二类用地筛选值方量为26162.21m³，土壤铅超二类用地筛选值方量为2319.80m³，土壤石油烃（C₁₀-C₄₀）超二类用地筛选值方量为5642.03m³。

通过初步调查及详细调查，地块内铅超一类用地不超二类用地筛选值面积为47155.63m²。石油烃（C₁₀-C₄₀）超一类用地不超二类用地筛选值面积为5139.66m²。地块内土壤铅超一不超二方量为135981.32m³，土壤石油烃（C₁₀-C₄₀）超一不超二方量为4096.91m³。

6.1.4 污染范围

根据地块的初步调查和详细调查统计分析，地块内共布设了140个土壤监测点位，最大采样深度为19m，共采集1051组土壤样品。

调查结果显示，地块内石油烃（C₁₀-C₄₀）、铅、砷超二类用地筛选值。超筛点位均分布于油罐区、泵房区域及隔油池区域，超筛深度为0~6m。地块内超筛值总面积约为10177.19m²。其中，砷和石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛值范围最大，

面积分别为 9339.14m² 和 3894.08m²，污染土方量分别为 26162.21m³ 和 5642.03m³。铅超筛选值面积为 1777.98m²，污染土方量为 2319.8m³。

地块内共布设了 11 个地下水监测井，采集 22 组地下水样品进行检测。根据监测结果，地块范围内浊度偏高，均高于《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）IV类限值。其余指标均未高于《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）IV类限值。

6.2 总体结论

第二阶段调查结果表明地块土壤石油烃（C₁₀-C₄₀）、砷、铅超二类用地筛选值，超标总面积为 10177.19m²。其中砷最大浓度超二类用地管制值，为 391mg/kg，其余超筛选值指标均未超对应管制值。地下水检测指标均未超风险筛选值。综上，地块内存在超筛选值情况，新造油库属于污染地块。因此，本次土壤污染环境详细调查完成后，需根据调查地块未来土地利用规划开展土壤风险评估工作，明确土壤风险管控要求，土壤关注污染物包括石油烃（C₁₀-C₄₀）、砷、铅 3 项指标。

6.3 建议

根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）、《建设用地土壤污染防治 第 1 部分：污染状况调查技术规范》（DB4401/T 102.1—2020）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）等文件要求，本地块需要开展风险评估工作，关注污染物为超筛选值的土壤污染物。其中，关注污染物包括砷、铅、石油烃（C₁₀-C₄₀）3 项。

在本次调查工作完成后至地块土壤污染风险评估完成前，土地使用权人应对超筛选值区域进行必要的管理和保护，避免目标区域受到扰动而影响下一步环境管理工作。

（1）根据本次调查工作和检测结果的分析，结合地块未来的土地用途和用地情景，开展环境风险评估，明确地块关注污染物对人体健康和环境的风险。若后续健康风险评估结果超过人体健康可接受水平，建议针对本地块的污染情

况和水文地质条件编制修复技术方案。

(2) 对土壤超筛选值区域进行围蔽，在边界悬挂明显标志，在地块土壤污染状况调查报告和风险评估报告通过相关主管部门备案之前，禁止任何单位和人员开挖、取土等扰动目标区域的行为，确保后续必要的修复工作的顺利开展。对于超一类但不超二类用地筛选值区域，禁止外运至第一类用地，加强土壤管理，不得随意开挖接触。并在地块管理权交给下一个权属人时，向其交接相关管理资料。

6.4 不确定性分析

1、本报告基于实际调查，以科学理论为依据，结合专业的判断进行逻辑推论与结果分析。报告是基于目前所掌握的调查资料、调查范围、工作时间以及地块当下情况等多种因素做出的专业判断。地块调查工作的开展存在一定的限制性因素。

2、土壤环境存在较大的异质性，本次地块环境调查结论是依据地块现状以及地块现有采集到的样品检测分析得出。

3、由于人为及自然等因素的影响，本报告是基于现阶段的实际情况进行的分析。如果之后地块状况有改变，可能会改变污染物的种类、浓度和分布等，进而对本报告的准确性和有效性造成影响。

4、监测因子选用不同的检测方法在前处理、测定过程中具有一定的局限性，检测结果在允许的范围内具有一定的误差性。

5、本结论是我单位在该地块现场踏勘、委托检测分析的基础上进行的合理推断和科学解释。