



广碧环保

顺德高新区西部启动区商务配套区

D-XB-10-01A-15-01 地块

土壤污染状况初步调查报告

(公示稿)

土地使用权人：佛山市顺德高新技术产业开发区管理委员会

土壤污染状况调查单位：广东广碧环保科技有限公司

日期：2021年8月

项目名称：顺德高新区西部启动区商务配套区D-XB-10-01A-15-01地块
土壤污染状况初步调查

土地使用权人：佛山市顺德高新技术产业开发区管理委员会

土壤污染状况调查单位：广东广碧环保科技有限公司

主要职责	姓名	职务/职称	签名
项目负责	张荣	工程师	
报告编写	张荣	工程师	
	刘雪梅	工程师	
报告审核	朱俊清	高级工程师	

摘要

顺德高新区西部启动区商务配套区 D-XB-10-01A-15-01 地块，位于广东省佛山市顺德区德富路以西、德美路以北和在建顺水路以南，地块调查总面积为 53130.47m²。地块中心坐标为北纬 22° 45' 47.36522"，东经 113° 12' 21.93922"。地块北侧隔在建顺水路为空地和中交诚湾悦府项目部，西侧和南侧隔德美路为空地、四号渠和高赞大桥，东侧隔德富路为住宅区中交诚湾悦府。

根据《顺德西部生态产业区启动区商务配套区控制性详细规划（修编）》，本调查地块未来规划为二类居住用地（R2）兼容商业服务业设施用地（B）、地块附属绿地。

受佛山市顺德高新技术产业开发区管理委员会委托，广东广碧环保科技有限公司于 2021 年 6 月~8 月进行了本调查地块土壤污染状况初步调查工作。根据国家土壤污染状况调查相关技术导则要求，项目组对目标地块开展了初步调查工作，并编制了项目初步调查报告。

根据第一阶段土壤污染状况调查结果可知，顺德高新区西部启动区商务配套区 D-XB-10-01A-15-01 地块，2015 年前，地块为鱼塘、小河和芭蕉地。2015 年对地块东侧部分区域回填河沙。2017 年~2018 年，对本调查地块外德富路区域的鱼塘和低洼区进行回填整平，回填整平和边坡包边小范围扩展到本地块边界内。2018~2019 年，对本调查地块外德美路区域的鱼塘和低洼区进行回填整平，回填整平和边坡包边小范围扩展到本地块边界内。2019 年，地块内鱼塘全部回填整平，回填整平期间，地块内建有 1 条施工便道。2021 年，本地块北侧靠近在建顺水路区域，堆放有顺水路挖出的填土。

项目组在第一阶段调查中通过资料收集和分析、现场踏勘、调查采访等方式对调查地块及其周边进行了详细的分析和污染物识别。主要结论如下：

（1）地块内鱼塘养殖 4 大家鱼，养殖过程中鱼塘不投加化学药剂，仅投加鱼饲料。渔用配合饲料中重金属（铜、镍、铅等），可能通过鱼类排泄物或鱼的尸体污染鱼塘水体或沉积到底泥。

（2）芭蕉树种植过程不使用农药。

（3）地块内历史上至今无工业企业存在，不产生工业废水；地块周边 500m

范围内无工业企业，无工业废水进入过地块。

(4) 地块在进行回填过程中，可能会使用到土方运输车、推土机等施工机械，回填土有沾染到燃油、机油的可能。

(5) 地块北侧紧邻本地块区域，2019 年曾被中交诚湾悦府项目部临时用于汽车停放，汽车停放过程燃油泄露可能会对本地块产生影响。

(6) 地块西侧和南侧隔德美路为空地、四号渠和高赞大桥，东侧隔德富路为住宅区中交诚湾悦府。地块周边无工业生产活动，对本调查地块土壤和地下水影响较小。

因此，在第二阶段土壤污染状况调查-初步采样期间，将地块内特征污染物重金属（铜、镍、铅等）和石油烃（C₁₀-C₄₀）作为重点关注对象进行初步采样调查。

第二阶段土壤污染状况调查工作的土壤采样时间为 2021 年 7 月 13 日~2021 年 7 月 14 日，地下水采样时间为 2021 年 7 月 20 日，地表水和底泥采样时间为 2021 年 7 月 14 日。

地块内共设置 8 个土壤采样点，采集土壤样品数 33 个，所有土壤样品检测项目为 GB36600-2018 中表 1 的基本 45 项、石油烃（C₁₀-C₄₀）和 pH、含水率。

地块内设有 3 个地下水采样点，采集地下水样品 3 个，检测项目为 GB36600-2018 中表 1 的基本 45 项、可萃取性石油烃（C₁₀-C₄₀）和 pH。

本次调查于地块内积水处设置了 3 个地表水采样点和 3 个底泥采样点，共采集 3 个地表水样品和 3 个底泥样品。另外，在地块附近设置了 2 个土壤对照采样点和 1 个地下水对照采样点。以上样品检测项目均为 GB36600-2018 中表 1 的基本 45 项、石油烃（C₁₀-C₄₀）和 pH。

土壤和底泥样品中检出污染物风险评估值参考《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第一类用地筛选值，其中砷的风险评估筛选值参考《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中，附录 A 中水稻土砷的背景值。

地下水样品中检出污染物筛选值参考《地下水质量标准》（GBT/14848-2017）中 IV 类标准，《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中没有涉及的污染物，依

据《建设用土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019) 推导其筛选值。

地表水风险评估筛选值选用《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) IV 类标准。《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) IV 类标准没有涉及的污染物, 参考地下水筛选值。

广东广碧环保科技有限公司组织了技术人员, 在资料收集、现场踏勘和人员访谈的基础上, 制定了本项目地块土壤污染状况调查的方案, 并委托复力环保(广州)有限公司对地块进行土壤钻探, 广东安纳检测技术有限公司对土壤样品进行样品采集和检测工作, 检测结果表明:

(1) 土壤样品检出的污染物共 11 项。其中重金属 6 项: 汞、砷、铅、镉、镍和铜; 石油烃 1 项: 石油烃 (C₁₀-C₄₀); 挥发性有机物污染物 4 项: 氯甲烷、二氯甲烷、氯仿和四氯乙烯。

对照引用筛选值, 本项目检出的重金属、挥发性有机污染物和石油烃(C₁₀-C₄₀) 浓度均不超过 GB36600-2018 第一类用地筛选值; 其中砷不超过《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018) 中, 附录 A 中水稻土砷的背景值。

(2) 底泥样品检出的污染物共 10 项。其中重金属 6 项: 镉、汞、砷、铅、镍和铜; 石油烃 1 项: 石油烃 (C₁₀-C₄₀); 挥发性有机物污染物 3 项: 氯甲烷、二氯甲烷和氯仿。

对照引用筛选值, 本项目底泥中检出的重金属和挥发性有机污染物均不超过 GB36600-2018 第一类用地筛选值; 其中砷不超过《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018) 中, 附录 A 中水稻土砷的背景值。

(3) 地块内各地下水样品检出的污染物共 4 项。其中重金属 3 项: 砷、镍和铜; 可萃取性石油烃 (C₁₀-C₄₀) 1 项。

对照引用筛选值, 地下水中检出的重金属均不超出《地下水质量标准》(GBT14848-2017) IV 类标准。可萃取性石油烃 (C₁₀-C₄₀) 不超过依据《建设用土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019) 推导的第一类用地风险控制值。

(4) 地块内各地表水样品检出的污染物为污染物共 4 项。其中重金属 3 项: 砷、镍和铜; 可萃取性石油烃 (C₁₀-C₄₀) 1 项。

对照引用筛选值，地表水中检出的重金属和可萃取性石油烃（C₁₀~C₄₀）浓度均不超出《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准。

综上所述，本调查地块土壤和底泥样品所有检测指标含量均未超过《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第一类用地风险筛选值，地下水和地表水样品检测指标符合相应标准要求。因此，本调查地块不属于污染地块，无需开展土壤污染状况详细调查工作，作为二类居住用地（R2）兼容商业服务业设施用地（B）、地块附属绿地的开发再利用是可行的。

目录

摘要.....	I
第一章 前言	1
第二章概述.....	2
2.1 调查目的和原则.....	2
2.1.1 调查目的.....	2
2.1.2 调查原则.....	2
2.2 调查范围.....	2
2.3 调查依据.....	2
2.3.1 法律法规和部门规章.....	2
2.3.2 地方法规.....	3
2.3.3 技术标准与规范.....	4
2.3.4 地块相关资料.....	5
2.4 工作内容及技术路线.....	6
2.4.1 工作内容.....	6
2.4.2 技术路线.....	6
第三章地块概况.....	9
3.1 地块地理位置.....	9
3.2 区域自然环境概况.....	9
3.2.1 地形地貌.....	9
3.2.2 区域地质和水文条件.....	9
3.2.3 气候特征.....	12
3.2.4 土壤类型.....	12
3.3 地块的使用现状和历史.....	13
3.3.1 地块现状.....	13
3.3.2 地块利用历史.....	13
3.4 相邻地块的现状与历史.....	14

3.5 地块周边敏感目标.....	14
3.6 地块用地规划.....	15
第四章第一阶段土壤污染状况调查-污染识别	15
4.1 第一阶段调查方法和结果.....	15
4.1.1 资料收集.....	15
4.1.2 现场踏勘.....	16
4.1.3 人员访谈.....	16
4.2 地块回填土情况.....	17
4.2.1 第一次回填.....	17
4.2.2 第二次回填和第三次回填.....	17
4.2.3 第四次回填.....	18
4.3 地下槽罐、管线、沟渠情况.....	18
4.4 地块污染物识别.....	18
4.5 第一阶段土壤污染状况调查总结.....	19
第五章第二阶段土壤污染状况调查-初步采样调查	21
5.1 地块水文地质情况.....	21
5.1.1 地块地层结构.....	21
5.1.2 地块水文地质.....	21
5.2 初步采样调查方案.....	22
5.2.1 土壤监测方案.....	22
5.2.2 地下水监测方案.....	24
5.2.3 地表水和底泥布点采样方案.....	25
5.2.4 对照采样点布设.....	25
5.3 现场调查采样.....	26
5.3.1 土壤样品采集.....	26
5.3.2 地下水样品采集.....	28
5.3.3 地表水样品采集.....	30
5.3.4 底泥样品采集.....	31

5.4 样品保存、分析与质量控制.....	32
5.4.1 样品保存及运输.....	32
5.4.2 样品交接与运输.....	32
5.4.3 土壤样品的制样.....	33
5.4.4 土壤样品预处理.....	33
5.4.5 底泥样品预处理.....	36
5.4.6 地下水样品预处理.....	39
5.4.7 地表水样品预处理.....	40
5.4.8 质量控制与管理.....	42
第六章初步采样调查结果分析.....	56
6.1 土壤风险评估筛选值.....	56
6.2 底泥风险评估筛选值.....	56
6.3 地下水风险评估筛选值.....	56
6.3.1 地下水风险评估筛选值详情.....	56
6.4 地表水风险评估筛选值.....	56
6.5 对照点检出情况分析.....	57
6.6 土壤污染物检出情况.....	57
6.7 底泥污染物检出情况.....	58
6.8 地下水污染物检出情况.....	58
6.9 地表水污染物检出情况.....	59
6.10 初步采样调查结果.....	59
第七章结论和建议.....	61
7.1 土壤污染状况初步调查结论.....	61
7.1.1 第一阶段土壤污染状况调查结论.....	61
7.1.2 第二阶段土壤污染状况调查结论.....	62
7.2 不确定性分析.....	64
7.3 建议.....	64

第一章 前言

顺德高新区西部启动区商务配套区 D-XB-10-01A-15-01 地块，位于广东省佛山市顺德区德富路以西、德美路以北和在建顺水路以南，占地面积为 53130.47m²。

地块原为杏坛镇高赞村股份合作社所有，主要为鱼塘、小河及芭蕉地。2010 年被收归佛山市顺德高新技术产业开发区管理委员会（以下简称“高新区管委会”）所有。2015 年开始对地块东侧部分区域进行逐步回填，回填料为河沙，回填完毕后空置。2017 年~2019 年，建设地块周边德富路和德美路时，对地块东侧、西侧和南侧边界处小部分区域进行了回填。2019 年，地块内鱼塘全部回填整平。2021 年，本地块北侧靠近在建顺水路区域，堆放有顺水路挖出的填土。

现地块主要为荒地，荒地长满荒草，部分区域为低洼积水区，地块内留有 1 条施工便道，自然生态环境良好。

根据《顺德西部生态产业区启动区商务配套区控制性详细规划（修编）》，本调查地块未来规划为二类居住用地（R2）兼容商业服务业设施用地（B）、地块附属绿地。

根据国务院印发的《土壤污染防治行动计划》（国发[2016]31 号）、生态环境部印发的《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环境保护部令第 42 号）、《建设用地土壤环境调查评估技术指南》以及广东省生态环境厅印发的《广东省土壤污染防治行动计划实施方案》（粤府[2016]145 号文）和《佛山市生态环境局顺德分局关于明确农用地转住宅、公共管理与公共服务用地的土壤污染状况调查工作要求的通知》有关规定，农用地拟变更为住宅、公共管理与公共服务用地的，应当开展土壤污染状况调查。

为贯彻生态环境部、广东省生态环境厅和佛山市生态环境局的要求，受佛山市顺德高新技术产业开发区管理委员会的委托，广东广碧环保科技有限公司于 2021 年 4~6 月开展了该地块土壤污染状况初步调查工作，在此基础上编制完成《顺德高新区西部启动区商务配套区 D-XB-10-01A-15-01 地块土壤污染状况初步调查报告》。

第二章概述

2.1 调查目的和原则

2.1.1 调查目的

为避免目标地块内可能存在的污染物对未来地块内及周边活动人员身体健康造成影响，本报告通过对顺德高新区西部启动区商务配套区 D-XB-10-01A-15-01 地块现状及历史资料的收集与分析、现场勘查、人员访谈等方式开展调查，识别可能存在的污染源和污染物；通过开展现场钻探、采样分析和实验室检测，初步确定调查地块的土壤、地下水、底泥、地表水中主要的污染物种类和水平，以利于后续土壤环境详细调查或地块开发利用决策提供依据。

2.1.2 调查原则

(1) 针对性原则：针对地块的特征和潜在污染物特性，进行污染物浓度和空间分布初步调查，为地块的环境管理提供依据。

(2) 规范性原则：采用程序化和系统化的方式规范土壤污染状况调查过程，保证调查过程的科学性和客观性。

(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平，使调查过程切实可行。

2.2 调查范围

根据佛山市顺德高新技术产业开发区管理委员会提供的《顺德高新区西部启动区商务配套区 D-XB-10-01A-15-01 地块宗地图》，明确了本调查地块的调查范围。

本调查地块位于佛山市顺德区德富路以西、德美路以北和在建顺水路以南，面积为 53130.47m²。

本调查地块调查内容，包括地块内土壤、地下水、地表水和底泥。

2.3 调查依据

2.3.1 法律法规和部门规章

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月修订）；
- (2) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日起施行）；

- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月修正）；
- (5) 《中华人民共和国土地管理法》（2019年8月修订）；
- (6) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第253号）（2017年6月修订）；
- (7) 《国务院转发环境保护部等部门关于加强重金属污染防治工作指导意见的通知》（国办发〔2009〕61号文）；
- (8) 《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）；
- (9) 《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）；
- (10) 《国务院办公厅关于推进城区老工业区搬迁改造的指导意见》（国办发〔2014〕9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) 《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）；
- (13) 《国务院关于印发〈土壤污染防治行动计划〉的通知》（国发〔2016〕31号）；
- (14) 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环境保护部令第42号）；
- (15) 《关于贯彻落实土壤污染防治法推动解决突出土壤污染问题的实施意见》（环办土壤〔2019〕47号）。

2.3.2 地方法规

- (1) 《广东省环境保护条例》（2015年1月修订）；
- (2) 《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）；
- (3) 《广东省重金属污染防治工作实施方案》（粤环〔2010〕99号）；
- (4) 《广东省人民政府关于印发广东省土壤污染防治行动计划实施方案的通知》（粤府〔2016〕145号）；

- (5)《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)；
- (6)《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)；
- (7)《广东省环境保护厅关于报送<广东省工业企业关停、搬迁及原址场地再开发利用过程中污染工作实施方案>的函》(粤环函〔2014〕1290号)；
- (8)《广东省地下水功能区划》(广东省水利厅,2009年8月)；
- (9)《广东省饮用水源水质保护条例》(粤水规〔2007〕13号,2010年修正)；
- (10)《佛山市2020年土壤污染防治工作实施方案》(佛环〔2020〕36号)；
- (11)《佛山市环境保护委员会办公室关于开展污染场地环境调查、评估及土壤的修复的通知》(佛环委办〔2015〕32号)；
- (12)《佛山市顺德区人民政府办公室关于印发顺德区土壤污染防治行动计划工作方案》(顺府办发〔2017〕99号)。

2.3.3 技术标准与规范

- (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/T 14848-2017)；
- (3)《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)；
- (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 164-2020)；
- (6)《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)；
- (7)《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ 25.1-2019)；
- (8)《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)；
- (9)《建设用地土壤污染风险管控评估技术导则》(HJ25.3-2019)；
- (10)《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南(试行)》(环境保护部,2014年)；

(11)《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(环境保护部,2017年第72号);

(12)《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》(HJ 1019-2019);

(13)关于印发《建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控及修复效果评估报告评审指南》的通知(环办土壤〔2019〕63号);

(14)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);

(15)《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)(2009年版);

(16)《中国土壤分类与代码》(GB/T17296-2000);

(17)《土壤质量土壤采样技术指南》(GB/T36197-2018)。

2.3.4 地块相关资料

(1)《顺德西部生态产业区启动区商务配套区控制性详细规划(修编)》;

(2)本地块场地的Google Earth历史影像图和现场航拍图;

(3)《顺德高新区西部启动区商务配套区D-XB-10-01A-15-01地块宗地图》;

(4)《顺德西部生态产业新区商务区纵三路及横三路填沙工程施工合同》;

(5)《顺德西部生态产业新区商务区纵三路及横三路填砂工程填砂标高土方验收竣工图》;

(6)关于《顺德西部生态产业新区商务区纵三路及横三路填砂标高土方验收测量》成果审核的意见;

(7)《顺德高新区西部启动区一期城市综合开发项目德富路整平工程施工图设计》;

(8)《顺德高新区西部启动区一期城市综合开发项目-德美路地块整平工程施工图设计》;

(9)《佛山市顺德区中交诚湾悦府项目土方工程施工组织设计》;

(10)《中交第三公路工程局有限公司诚湾悦府项目专业分包合同》;

(11)《顺德高新区西部启动区一期城市综合开发项目德富路和德美路回填土来源说明》;

(12)《中交第三公路工程局有限公司诚湾悦府项目土方工程开挖土方去向说明》;

(13) 本调查地块场地所在区域的自然和社会信息。

2.4 工作内容及技术路线

2.4.1 工作内容

根据项目目的，本次土壤污染状况初步调查主要包括以下几方面：

(1) 采样方案制定与确认：根据业主提供的前期地块资料，制定出能反映现场实际情况的初步调查采样方案。

(2) 现场样品采集及流转：按照采样方案，现场采集土壤、地下水、地表水、底泥样品，并按照检测要求，采取有效手段存储样品，并保证样品及时送检。

(3) 实验室检测分析及质量控制：按照评价标准中对应的检测方法，选择具有资质认证的实验室分析检测送检样品中的目标污染物，通过提高质量控制手段保证样品分析的准确性和精确性。

(4) 检测结果处理与分析：将检测结果与相关评价标准进行对比和总结，得出地块中主要污染物类型、污染水平，分析污染物种类与浓度及在地块中的分布特征。

2.4.2 技术路线

按照《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)、《工业企业污染场地调查与修复管理技术指南》(试行)等技术导则和规范的要求，并结合国内主要污染地块环境调查相关经验和本地块的实际情况，开展土壤污染状况初步调查工作，技术路线见图 2-1。

1. 第一阶段土壤污染状况调查

本阶段主要以资料收集、现场踏勘和人员访谈为主的污染识别阶段，收集地块内历史生产活动的相关资料。明确地块历史上是否涉及工矿用途、规模化养殖、有毒有害物质储存与输送；历史上是否涉及环境污染事故、危险废物堆放、固废堆放与倾倒、固废填埋等；历史上是否涉及工业废水污染；历史上是否存在其它可能造成土壤污染的情形；现场是否存在被污染迹象；是否存在来自周边污染源的污染风险等内容。

2. 第二阶段土壤污染状况调查（初步采样调查阶段）

第二阶段土壤污染状况调查是以采样与分析为主的污染证实阶段，若第一阶段土壤污染状况调查表明地块内或周围区域存在可能的污染源，如是否有农药的使用、周围农业面源的影响等可能产生有毒有害物质的设施或活动；以及由于资料缺失等原因造成无法排除地块内外存在污染源时，则需进行第二阶段土壤污染状况调查，确定污染物种类、浓度（程度）和空间分布。

本阶段初步采样分析包括制定工作计划、现场采样、数据评估和结果分析等步骤。根据初步采样分析结果，如果污染物浓度均未超过 GB36600 等国家和地方相关标准以及清洁对照点浓度（有土壤环境背景的无机物），并且经过不确定性分析确认不需要进行进一步调查后，第二阶段土壤污染状况调查工作可以结束；否则认为可能存在环境风险，必须进行详细调查。标准中没有涉及到的污染物，可根据专业知识和经验综合判断。

3. 初步调查报告编制

对初步调查过程和结果进行分析、总结和评价，内容主要包括项目概况、地块概况、第一阶段土壤污染状况调查（现场踏勘及人员访谈）、第二阶段土壤污染状况调查（初步采样调查）、初步采样调查结果分析、结论与建议、附件等。

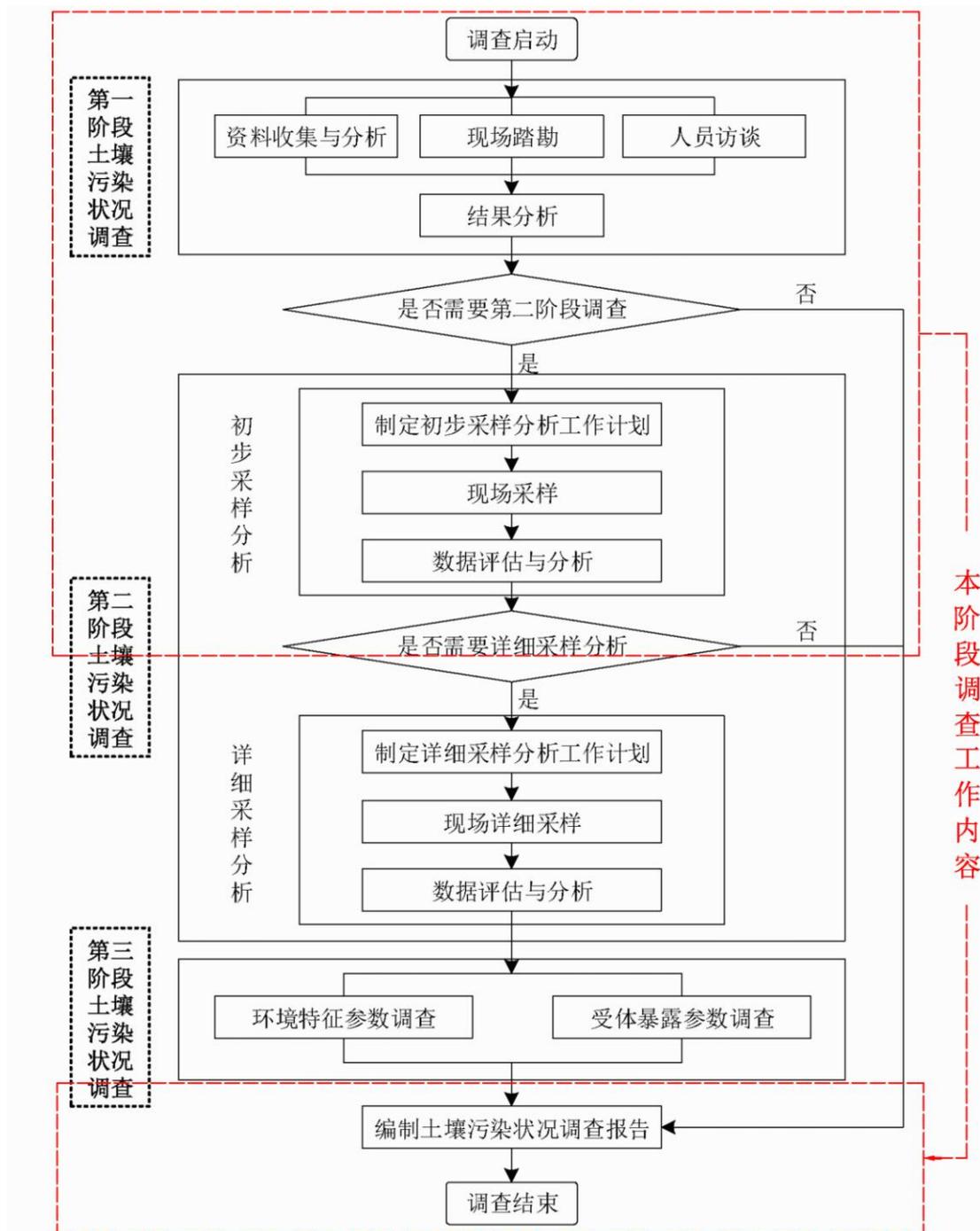


图 2-1 土壤污染状况初步调查技术路线

第三章地块概况

3.1 地块地理位置

顺德高新区西部启动区商务配套区 D-XB-10-01A-15-01 地块，位于广东省佛山市顺德区德富路以西、德美路以北和在建顺水路以南，面积为 53130.47m²，中心坐标为北纬 22° 45' 47.36522"，东经 113° 12' 21.93922"。

地块北侧隔在建顺水路为空地和中交诚湾悦府项目部，西侧和南侧隔德美路为空地、四号渠和高赞大桥，东侧隔德富路为住宅区中交诚湾悦府。

顺德位于珠江三角洲平原的中部，正北方是广州市，西北方为佛山市中心，东连番禺，北接南海，西邻新会，南界中山市。距广州 32 公里、香港 127 公里、澳门 80 公里。地处东经 113 度 1 分、北纬 22 度 40 分至 23 度 20 分之间，总面积 806.15 平方公里。

杏坛镇位于广东省佛山市顺德区西南部，距顺德区政府所在地大良街道 13 公里，距广州市约 50 公里，香港 80 海里，澳门 108 公里。镇内绝大部分是江河冲积平原，河网交错，土地肥沃，是珠江三角洲知名水乡。

3.2 区域自然环境概况

3.2.1 地形地貌

佛山市顺德区位于珠江三角洲平原的中部，地势平坦，大部分属于由西江、北江泥沙淤积而成的河口三角洲平原，总面积 806.15 平方公里，境内地势由西北向东南倾斜，大部分地区平均海拔 0.2~2m。平原地貌由农田、菜地、果园、鱼塘、花圃组成，地带性植被属于北亚热带季风常绿雨林。由于长期受人类活动影响，原生植被基本被破坏，只保留部分次生植被。在森林植被方面，以常绿阔叶树为主，混生落叶树种。顺德四周山岭环列，以顺峰山主峰大岭为最高，海拔 172.5m；其次为西部龙江镇锦屏山主峰金盘岭，海拔 172m；其余多在 100m 以下。

3.2.2 区域地质和水文条件

3.2.2.1 地质条件

珠江三角洲地区地层隶属华南地层东南低层区，主体为东江地层分区，从震旦纪至第四纪均有出露，以泥盆纪、石炭纪、二迭纪、侏罗纪、第四纪为主。奥

陶纪及志留纪呈条带状零星出露，仅见于经济区西部的肇庆一带；以中酸性喷出岩为主的侏罗纪大面积展布于樟木头至惠东龙船窝一带；第四纪（主要由海陆交互堆积物构成）广泛分布于珠江三角洲平原，第四纪沉积物随古地形深浅不同而厚度各异，最薄者仅 10 余米，最厚可达 60 多米，一般厚度为 20~40 米。

由区域地质图可知，本项目所在区域地层主要由第四系（Q4）海陆交互相沉积物、山前斜坡碎屑堆积物、基岩残积物和白垩系基岩（岩性主要有泥质粉砂岩、砂岩、泥岩、含砾砂岩及砾岩）构成。

第四系海陆交互相沉积物为本区主要土层，从上而下一一般为淤泥、淤泥质粘土、软塑至可塑粘性土、松散粉细砂、稍密~中密中砂、中密~密实砾砂及圆砾。大部分地区冲积土较厚，最厚可达 60 米（见于桂畔海苏岗一带），残丘区附近较薄。坡积土土性主要为粉质粘土、粉土，分布于坡前及斜坡地区，厚度普遍不大。泥岩及砂岩残积土厚度普遍不大，泥质粉砂岩及花岗片麻岩残积土厚度普遍较大。

3.2.2.2 地表水

顺德境内河流纵横，水网交织。主要河道有 16 条/段，总长 212 公里，将全区分割成 13 块冲积平原，水面积 73.4 平方公里。顺德区有北江和西江两大水系流过区域，但无独立水系，水系总流向为自西北向东南方向，河面宽度一般为 200 至 300m，水深 5 至 14m，年过境水量概算达 1504 亿立方 m。主要河流有西江干流、平洲水道、东平水道、陈村水道、顺德水道、顺德直流、东海水道、容桂水道、眉焦河、南沙河等。多数河流河床较深，利于通航、灌溉、养殖及发电。佛山市顺德区境内水系全程均受潮汐影响，均未双向流动，一般都有顺逆流出现，属混合潮中的非正规半日周潮型。潮汐现象在非洪水时期，一天出现两次高潮和两次低潮，受洪水影响，有时一天只出现一次高潮和一次低潮。在发生较大洪水时，上游地区会连续数天潮汐现象消失，或只发生一次高潮（洪峰）。利用高潮灌溉，低潮排水便可以大部分解决农田灌溉需求。但每年 4 月初 9 月底的洪水期间，遇上台风在珠江口或以西登陆，将会形成较大的台风爆潮增水，一般可达 0.5~1.0m，威胁围堤安全。遇到干旱年份，上游来水少，下游局部地区受咸潮影响。

项目附近河流较近的有四号渠，稍远的有容桂水道。根据《广东省地表水环境功能区划》（粤环〔2011〕14 号），四号渠水质目标为Ⅳ类，容桂水道水质目

标为 III 类。

3.2.2.3 地下水

珠江三角洲地区地下水分为松散岩类孔隙水、碳酸盐岩类裂隙溶洞水、基岩裂隙水三大类。

1、松散岩类孔隙水

松散岩类孔隙水主要分布于西江、北江、潭江、流溪河等河流冲积平原。含水层岩性以粗中砂及卵砾石为主，厚度一般 3-40m，水量中等-丰富，西北部丘陵山区水质一般较好，沿海及近珠江口一带（咸水或受三废污染）水质较差。

松散岩类孔隙水主要补给来源为降雨形成地表漫流通过表层砂性土直接入渗补给，循环交替由中游向下游逐渐变弱，水平排泄入河；三角洲冲积层地段地下水、地表水之间水力关系复杂，丰、枯期多呈互补排泄特征；局部受潮汐顶托影响；滨海海积砂堤、砂地地下水受当地降水和凝结水补给，径流途径短，直接向附近海域或低洼地排泄。

2、碳酸盐岩类裂隙溶洞水

裸露型分布零散，主要分布于肇庆、从化等地，岩性以灰岩、白云岩、大理岩、泥灰岩为主，水量一般贫乏-中等，但水的硬度较高。

覆盖型岩溶主要分布于广花盆地、高明盆地及肇庆的蛆岗、广利镇等地，岩性以灰岩、大理岩、泥晶灰岩为主，岩溶裂隙普遍发育，富水性中等-丰富，水质一般较好。

3、基岩裂隙水

1) 红层裂隙水：主要分布于开平-恩平一带，含水层以粉砂岩、砂砾岩、泥质粉砂岩等为主，水量贫乏。

2) 层状岩类裂隙水：主要分布于肇庆市南部和北部，含水层以细砂岩、粉砂岩、凝灰质砂岩、石英砂岩等为主，富水性贫乏-中等。

3) 块状岩类裂隙水：岩性以花岗岩、混合岩、闪长岩等为主。富水性以中等为主，次为贫乏。水质普遍较好，部分达矿泉水标准。

本调查地块位于广东省佛山市顺德区德富路以西、德美路以北和在建顺水路以南，属于珠江三角洲冲积平原区，地下水类型为松散岩类孔隙水。地下水主要接受大气降水补给，以蒸发及向下渗流的方式排泄，水位受季节影响。

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），本调查地块位于珠江三角洲佛山顺德不宜开采区（代码 H074406003U01），该区域地下水现状水质类别为 V 类，不宜开发区地下水功能区保护目标基本维持地下水现状。

3.2.3 气候特征

佛山市顺德区位于珠江三角洲平原中部，地处北回归线以南，属亚热带海洋性季风气候，温暖湿润，年平均气温 22.6℃，一月份平均气温为 14.2℃，极端最低气温为 1.6℃，七月份平均气温为 28.9℃，极端最高气温为 37.5℃。一年中日最高气温大于等于 30℃有 128 日，而大于等于 35℃有 12.5 日；全年无霜期达 350 天以上，降水充沛，平均降雨量为 1660 mm，平均每年有 145 日有降雨，雨季集中在 4 月至 9 月，占全年 83%，常常伴随着台风登陆出现大雨到特大暴雨的降水过程。因而，洪、涝、旱是影响佛山的主要自然灾害，另外平均每年有 6.6 日是暴雨日；年平均雷暴日数为 78.6 日，其中 8 月最多，达到 16 日；平均湿度 80%，其中 12 月最低，平均湿度 72%，4 月和 6 月最高，为 85%，冬季的寒潮及早春的低温阴雨也对农业生产构成一定的影响。全年多北风，频率为 13%，10 月至次年 3 月以北风为主，4~8 月南风或东南风较多，年平均风速为 2.4m/s，年平均大风日数为 2 日；而台风集中在夏秋两季，平均每年受到 2~3 次台风带来的狂风侵袭，多集中于 7~9 月间，风力可达 12 级以上。年平均日照时数 1843 小时，其中 7~8 月最多，2~4 月最少，年日照百分率 42%。年平均气压 1011.0 百帕，其中 12 月份最高，平均气压 1019.1 百帕，8 月份最低，平均气压 1002.9 百帕。

3.2.4 土壤类型

根据《广东土壤环境背景值和临界含量的地带性分异》（许炼烽著），土壤的形成发育和分布，深受生物、气候、地势和母质、水文、成土时间及人为作用等成土因素的影响，形成了地带性土壤。特别是于纬度的高低相一致的土壤水平分布，从北往南呈一定的分布规律性，从粤北中亚热带的红壤、粤中东南亚热带的赤红壤到雷州半岛的热带砖红壤。

本地块位于佛山市顺德区杏坛镇，根据中国土壤图，属于粤中东南亚热带的水稻土。

3.3 地块的使用现状和历史

顺德高新区西部启动区商务配套区 D-XB-10-01A-15-01 地块,位于广东省佛山市顺德区德富路以西、德美路以北和在建顺水路以南,面积为 53130.47m²。

3.3.1 地块现状

本调查地块现状主要为荒地,荒地长满荒草。地块内设有围挡,地块内无工业企业,无工业生产活动,无异味,自然生态环境良好。地块北侧和西南侧区域有 3 处低洼积水区,东侧靠近德富路区域铺设绿化带。地块中部遗留有 1 条施工便道,为碎石土铺筑的路面,施工便道东南侧遗留有 1 处汽车清洗槽,池内现存蓄有雨水。地块北侧靠近在建顺水路区域堆有少量堆土,堆土区域已长满荒草。

3.3.2 地块利用历史

根据人员访谈及资料收集,2010 年前,本地块土地使用权人为杏坛镇高赞村股份合作社;2010 年后,土地使用权人变更为佛山市顺德高新技术产业开发区管理委员会。

2015 年前,地块为鱼塘、小河和芭蕉地。鱼塘仅养殖四大家鱼,养殖过程中不投放化学药剂,鱼塘消毒方式为将底泥定期翻出晾晒。小河地表水补给来源为一更涌支流,小河上游流经区域历史上为鱼塘、空地和村庄,无工业和农业污染源。地块周边无工业企业,无工业废水进入过地块。

2017 年,由中交第四航务工程勘察设计院有限公司承担的《顺德高新区西部启动区一期城市综合开发项目德富路整平工程》开始实施。对本调查地块外东侧德富路区域的鱼塘和低洼区进行回填整平。回填整平和边坡包边小部分扩展到本地块边界内,回填整平过程中使用粘土对边界处边坡进行包边。于 2018 年完工。

根据人员访谈和《顺德高新区西部启动区一期城市综合开发项目德富路和德美路回填土来源说明》,可知德富路回填材料为碎石土,边坡包边材料为粘土;施工使用到的碎石土和粘土均来自于江门鹤山的山土。

2018 年,对本调查地块外西侧和南侧德美路区域的鱼塘和低洼区进行回填整平。回填整平和边坡包边小部分扩展到本地块边界内,于 2019 年完工。

2019 年,对中交顺德诚湾悦府项目土方工程进行施工,对中交诚湾悦府地下室所在区域开始实施土方挖填及转运,挖填出的土回填到本地块范围内。

2021 年，本地块北侧靠近在建顺水路区域，堆放有顺水路挖出的填土。顺水路所在区域 2019 年前为鱼塘，2019 年对该区域鱼塘实施回填，回填土来源为建设东侧中交诚湾悦府时地下室所在区域清挖出的土。

现地块内主要为荒地和低洼积水区，靠近顺水路区域堆土已长满荒草。

本调查地块历史至今无工业生产活动。

3.4 相邻地块的现状与历史

本调查地块位于广东省佛山市顺德区德富路以西、德美路以北和在建顺水路以南。地块北侧隔在建顺水路为空地和中交诚湾悦府项目部，西侧和南侧隔德美路为空地、四号渠和高赞大桥，东侧隔德富路为住宅区中交诚湾悦府。

根据历史卫星图、人员访谈和现场踏勘，本项目周边相邻地块 2015 年前主要为鱼塘和芭蕉地；2015 年后陆续回填为空地，部分进行建设。

本调查地块北侧，2019 年前为鱼塘。2019 年，鱼塘回填为空地，中交诚湾悦府项目部入驻，2021 年紧邻地块北侧区域开始建设顺水路，现地块北侧为在建隔顺水路，隔顺水路为中交诚湾悦府项目部和空地。中交诚湾悦府项目部主要作为临时办公室和工人宿舍使用。本项目北侧区域无工业企业生产，对本地块土壤、地下水、地表水和底泥影响较小。

本调查地块东侧，2015 年前均为鱼塘和芭蕉种植地。2015 年后，顺德西部生态产业新区商务区纵三路及横三路填沙工程实施，对地块西侧鱼塘进行回填。2017 年在地块东侧建设德富路。德富路以东区域，2019 年开始“中交·诚湾悦府”项目的建设。现地块东侧隔德富路为住宅区中交诚湾悦府。该区域内无工业企业生产，对本地块土壤、地下水、地表水和底泥影响较小。

本调查地块西侧和南侧，2017 年前为鱼塘、小河、空地和高赞大桥。2017 年后，对部分鱼塘进行回填。2018~2019 年建设德美路，德美路以东区域，2019 年对鱼塘进行回填并修建四号渠。现地块西侧和南侧隔德美路为空地、四号渠和高赞大桥，该区域无工业企业生产，对本地块土壤、地下水、地表水和底泥影响较小。

3.5 地块周边敏感目标

本调查地块位于广东省佛山市顺德区德富路以西、德美路以北和在建顺水路以南。

地块周边敏感目标主要为居民区，如中交诚湾悦府、高赞村、恒大江锦豪庭等；学校有顺德一中南校区、高赞小学和高赞西山小学；地表水主要有四号渠、一更涌、容桂水道和均安水厂二级水源保护区。

3.6 地块用地规划

顺德高新区西部启动区商务配套区 D-XB-10-01A-15-01 地块，位于佛山市顺德区德富路以西、德美路以北和在建顺水路以南，面积为 53130.47m²。

根据佛山市顺德高新技术产业开发区管理委员会提供的《顺德西部生态产业区启动区商务配套区控制性详细规划（修编）》，顺德高新区西部启动区商务配套区 D-XB-10-01A-15-01 地块，未来规划主导性质为二类居住用地（R2）兼容商业服务业设施用地（B）、地块附属绿地。

第四章第一阶段土壤污染状况调查-污染识别

4.1 第一阶段调查方法和结果

第一阶段调查依据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019)，主要通过对地块现状、历史和未来规划及生产活动等相关内容的资料收集、现场踏勘和人员访谈，识别分析地块是否存在潜在污染及污染物种类。主要工作内容如下：

4.1.1 资料收集

本次调查所获得和分析的资料主要有关于地块利用变迁资料、有关政府文件以及地块所在区域自然社会信息，详细的资料列表如下：

表 4-1 地块资料一览表

序号	资料名称
1	《顺德西部生态产业区启动区商务配套区控制性详细规划（修编）》
2	本地块场地的 Google Earth 历史影像图和现场航拍图
3	《顺德高新区西部启动区商务配套区 D-XB-10-01A-15-01 地块宗地图》
4	《顺德西部生态产业新区商务区纵三路及横三路填沙工程施工合同》
5	《顺德西部生态产业新区商务区纵三路及横三路填砂工程填砂标高土方验收竣工图》
6	关于《顺德西部生态产业新区商务区纵三路及横三路填砂标高土方验收测量》成果审核的意见
7	《顺德高新区西部启动区一期城市综合开发项目德富路整平工程施工图设计》
8	《顺德高新区西部启动区一期城市综合开发项目-德美路地块整平工程施工图设计》
9	《佛山市顺德区中交诚湾悦府项目土方工程施工组织设计》
10	《中交第三公路工程局有限公司诚湾悦府项目专业分包合同》
11	《顺德高新区西部启动区一期城市综合开发项目德富路和德美路回填土来源说明》
12	《中交第三公路工程局有限公司诚湾悦府项目土方工程开挖土方去向说明》
13	本调查地块场地所在区域的自然和社会信息

报告后文将根据搜集到的资料、人员访谈内容和现场踏勘情况，对地块污染情况进行分析。

4.1.2 现场踏勘

2021年6月25日，我司组织了技术人员对调查地块现场进行了踏勘。在踏勘过程中，就地块内情况和地块周边等情况进行了解。

顺德高新区西部启动区商务配套区 D-XB-10-01A-15-01 地块，位于佛山市顺德区德富路以西、德美路以北和在建顺水路以南。地块现状主要为荒地，荒地长满荒草。

地块北侧和西南侧共有 3 处低洼积水区。其中北侧 1 处低洼积水区为 2019 年鱼塘回填时期未回填的鱼塘，西南侧 2 处低洼积水区原为流经地块内小河，2018 年德美路实施填土工程，切断了小河与外界的水利联系，2019 年地块内实施回填，小河被回填为空地，该处地势较低，变为低洼积水区。

4.1.3 人员访谈

在调查过程中就地块历史使用情况和地块内企业生产信息等内容采访了佛山市生态环境局顺德分局杏坛监督管理所工作人员、佛山市顺德高新技术产业开发区管理委员会办事员、中交第四航务工程勘察设计院有限公司施工经理、中交四航局工程部部长、广东中顺建设有限公司、顺德市杏坛镇高赞村民委员会工作人员和附近居民，获得了较为清楚的地块历史运营情况。

4.2 地块回填土情况

地块内共进行过 4 次回填，第 1 次回填时间为 2015 年，纵三路及横三路填沙工程实施期间，回填范围涉及到本项目东侧部分区域。第 2 次回填时间为 2017 年~2018 年，德富路整平工程实施期间，德富路回填整平范围涉及到本项目东侧部分区域。第 3 次回填时间为 2018 年~2019 年，德美路整平工程实施期间，德美路回填整平范围涉及到本项目西侧和南侧部分区域。第 4 次回填时间为 2019 年，地块东侧中交诚湾悦府住宅区建设期间，中交顺德诚湾悦府项目部将地下室清挖出的土回填到本地块范围内。具体回填情况如下所述。

4.2.1 第一次回填

本调查地块 2015 年前为鱼塘和芭蕉地。

2015 年，实施《顺德西部生态产业新区商务区纵三路及横三路填砂工程》，对本地块进行了第 1 次回填。第 1 次回填面积总约 670m²，其中塘基面积约 362.6m²，回填鱼塘总面积为 307.4m²。由人员访谈可知回填材料均为河沙，对地块影响较小。

4.2.2 第二次回填和第三次回填

4.2.2.1 第二次回填

2017 年~2018 年，由中交第四航务工程勘察设计院有限公司实施的《顺德高新区西部启动区一期城市综合开发项目德富路整平工程》（附件 6），对本地块进行了第 2 次回填。回填整平过程中使用粘土对边界处边坡进行包边。根据人员访谈和《顺德高新区西部启动区一期城市综合开发项目德富路和德美路回填土来源说明》，可知德富路区域回填料为碎石土，施工使用的碎石土和粘土均来自于距离调查地块 2 公里的江门鹤山的大雁山山土。大雁山山土较为洁净，对地块影响较小。

4.2.2.2 第三次回填

2018 年~2019 年，由中交第四航务工程勘察设计院有限公司实施的《顺德高新区西部启动区一期城市综合开发项目-德美路地块整平工程》（附件 5），对本地块进行了第 3 次回填。回填整平过程中使用粘土对边界处边坡进行包边。根据人员访谈和《顺德高新区西部启动区一期城市综合开发项目德富路和德美路回填土来源说明》（附件 4），可知德美路区域回填料为碎石土，施工使用的碎石土和粘

土均来自于距离调查地块 2 公里的江门鹤山的大雁山山土。大雁山山土较为洁净，对地块影响较小。

4.2.3 第四次回填

2019 年，因距离调查地块东侧 50m 的商品房（诚湾悦府，地块名称为：顺德高新区西部启动区商务配套区 D-XB-10-01A-16-01-1 地块）开发建设，建设单位将建设该商品房开挖的基坑土方回填至调查地块的鱼塘和小河中（填土说明见附件 37），填土工程见附件 12 和附件 13。填土回填到本项目地块内回填鱼塘和小河总面积约为 32955m²，回填厚度约 2.0~2.5m，回填方量为 74148.75m³。回填施工过程在本地块内建设 1 条南北走向的施工便道，并在地块东南侧区域设有 1 处汽车清洗槽用于运输车辆清洗。

综上所述，地块发生过四次回填土情况，四次回填总面积约为 39603.4m²，回填土总量为 84748.35m³。第一次回填土为河沙，河沙受到污染的可能性较低；第二次和第三次回填回填料为碎石土，施工使用的碎石土和粘土均来自于江门鹤山的大雁山山土，山土较为清洁，对地块土壤影响较小；第四次回填土来源于地块外东侧的诚湾悦府商品房建设开挖的基坑土，根据诚湾悦府历史卫星图以及人员访谈获悉，该区域历史上一直为农用地，无工业企业生产活动，无污染源，来自该区域的回填土对调查地块的影响比较小。

4.3 地下槽罐、管线、沟渠情况

根据人员访谈、现场踏勘，可知顺德高新区西部启动区商务配套区 D-XB-10-01A-15-01 地块，未铺设地下雨污水管线，也无其他相关地下槽罐、管线、沟渠。

4.4 地块污染物识别

根据所收集的地块资料与人员访谈，本调查地块 2015 年前为鱼塘、小河和芭蕉地，于 2015 年后开始用河沙回填地块东侧部分区域。2017 年~2018 年，地块东侧德富路区域回填整平，扩展到本地块边界范围内小部分区域。2018 年~2019 年，地块外西侧和南侧德美路区域回填整平，扩展到本地块边界范围内小部分区域。2019 年，地块内鱼塘实施回填，回填土来源为中交顺德诚湾悦府楼盘所在地下室清挖出的土，回填期间，地块内建有 1 条施工便道。

原地块内芭蕉树不施加农药，鱼塘不投加化学药剂等。鱼塘养殖 4 大家鱼过

程中，需要投加渔用配合饲料。经查询相关资料可知，为提高鱼类的抗菌能力，渔用配合饲料中往往含有铜、镍、铅等重金属元素。重金属经饲料投喂进入鱼类体内，部分通过鱼类排泄物污染鱼塘水体或沉积到底泥；部分经鱼体吸收后难以降解，随鱼类死亡腐败而沉积到鱼塘底泥中。

地块发生过四次回填情况，在进行回填过程中，可能会使用到土方运输车、推土机等施工机械，回填土有沾染到燃油、机油的可能，造成石油烃的污染。

2019 年，地块北侧紧邻本地块区域，曾被中交诚湾悦府项目部临时用于汽车停放，汽车停放过程燃油泄露可能会对本地块产生影响，造成石油烃的污染。

地块内历史上无工业企业，且周边 500 米范围内无工业企业。地块内不产生工业废水，且也无工业废水进入过。

因此，通过资料搜集、人员访谈和现场踏勘，将下列物质列为本调查地块的关注污染物：铜、镍、铅和石油烃（C₁₀-C₄₀）。

4.5 第一阶段土壤污染状况调查总结

顺德高新区西部启动区商务配套区 D-XB-10-01A-15-01 地块，位于广东省佛山市顺德区德富路以西、德美路以北和在建顺水路以南，占地面积为 53130.47m²。

根据人员访谈及资料收集，2010 年前，本地块土地使用权人为杏坛镇高赞村股份合作社；2010 年后，土地使用权人变更为佛山市顺德高新技术产业开发区管理委员会。

2015 年前，地块为鱼塘、小河和芭蕉地。

2015 年，对地块东侧部分区域回填河沙。

2017~2018 年，对本调查地块外德富路区域的鱼塘和低洼区进行回填整平，回填整平和边坡包边小范围扩展到本地块边界内。

2018~2019 年，对本调查地块外德美路区域的鱼塘和低洼区进行回填整平，回填整平和边坡包边小范围扩展到本地块边界内。

2019 年，地块内鱼塘全部回填整平，回填整平期间，地块内建有 1 条施工便道。

2021 年，本地块北侧靠近在建顺水路区域，堆放有顺水路挖出的填土。

现地块内主要为荒地和低洼积水区，靠近顺水路区域堆土区域长满荒草。

项目组在第一阶段调查中通过资料收集和分析、现场踏勘、调查采访等方式

对调查地块及其周边进行了详细的分析和污染物识别。主要结论如下：

(1) 地块内鱼塘养殖 4 大家鱼，养殖过程中鱼塘不投加化学药剂，仅投加鱼饲料。渔用配合饲料中重金属（铜、镍、铅等），可能通过鱼类排泄物或鱼的尸体污染鱼塘水体或沉积到底泥。

(2) 芭蕉树种植过程不使用农药。

(3) 地块内历史上至今无工业企业存在，不产生工业废水；地块周边 500m 范围内无工业企业，无工业废水进入过地块。

(4) 地块发生过四次回填土情况，地块回填过程中使用运输车、推土机等，燃油、机油可能发生滴漏，造成石油烃的污染。

(5) 地块北侧紧邻本地块区域，2019 年曾被中交诚湾悦府项目部临时用于汽车停放，汽车停放过程燃油泄露可能会对本地块产生影响。

(6) 地块西侧和南侧隔德美路为空地、四号渠和高赞大桥，东侧隔德富路为住宅区中交诚湾悦府。地块周边无工业生产活动，对本调查地块土壤和地下水影响较小。

因此，在第二阶段土壤污染状况调查-初步采样期间，要将地块内关注污染物重金属（铜、镍、铅等）和石油烃（C₁₀-C₄₀）作为重点关注对象进行初步采样调查。

第五章第二阶段土壤污染状况调查-初步采样调查

5.1 地块水文地质情况

5.1.1 地块地层结构

根据区域地质资料和现场钻孔分析，顺德高新区西部启动区商务配套区 D-XB-10-01A-15-01 地块，区域分布第四季松散沉积物（Q），覆盖土层依次为第四系人工填土层、冲积土层。地表无硬化，土层分布自上而下总体上分为 3 层，依次为素填土、粉粘土和砂土。本调查地块揭露深度为 6m，地层地质情况如下：

（1）素填土

层厚为 1.5~3.5m，平均厚度 2.5m。所有点位处均有揭露。地层特征为：棕色，潮，稍密，由粉土、粉粘及少量砾石组成，无异味，无明显污染痕迹。

（2）粘土

层厚 1.3~3.5m，平均厚度 2.3m。所有点位处均有揭露。地层结构为：棕灰色，湿，可塑，由粘土及少量砾石组成，无异味，无明显污染痕迹。

（3）砂土

层厚 0.5~2.7m，平均厚度 1.5m。在 SB1、SB3、SB4、SB6、SB7、SB8 点位处有揭露。地层结构为：棕黑色/灰黑色，湿，松散，由中砂粒及少量砾石组成，无异味，无明显污染痕迹。

5.1.2 地块水文地质

地块地下水类型为松散岩类孔隙潜水。地下水的补给来源主要有大气降雨入渗补给和河流补给；区内降雨量丰富，补给来源丰富，降雨渗入补给量大。同时，调查区地处珠江三角洲平原区，水网密布，紧靠入海口，地表水资源相当丰富，在丰水期周边河道水位高于地下水位，河水补给地下水；在枯水期，地表水水位下降，地下水补给地表水。

本次调查期间在地块内布设了 3 口地下水监测井，其稳定水位的测量如表 5-1 所示。可知监测井 MW3 的稳定水位高程最大，为 4.18m，MW2 稳定水位高程最低，为 3.33m。地块范围内地下水流向图可知，调查区域地下水流向总体上为从南向北流。

5.2 初步采样调查方案

5.2.1 土壤监测方案

5.2.1.1 土壤布点原则

根据《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)原则上采取专业判断布点法和分区布点法进行布点监测;同时结合踏勘,对重点调查区域及疑似污染区域及其周边加密布点。

根据《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(环境保护部,2017年第72号)、《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),布点数量应当综合考虑代表性和经济可行性原则。鉴于具体地块的差异性,布点的位置和数量应当主要基于专业的判断。原则上:初步调查阶段,地块面积 $\leq 5000\text{m}^2$,土壤采样点位数不少于3个;地块面积 $> 5000\text{m}^2$,土壤采样点位数不少于6个,并可根据实际情况酌情增加。

对于历史上未包含重点区域建设内容且未发生过污染事故的生活和办公等其他区域,初步调查阶段可采取系统随机布点法和分区布点法,布设少量采样点位(工作单元原则上不超过 $100\text{m}\times 100\text{m}$),面积 $> 5000\text{m}^2$,至少布设3个采样点位。

本调查地块占地面积为 53130.47m^2 。根据实际情况,本项目共布设8个土壤采样点。

5.2.1.2 土壤采样深度确定原则

根据《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),每个土壤钻孔原则上采集不少于3个样品进行实验室分析,对于发现有污染的点位,应增加送检样品的数量。表层土壤、下层土壤和饱和带土壤至少采集和送检1个土壤样品。建议下层土壤垂向采样间隔不超过2m;不同性质土层至少采集1个土壤样品,同一性质土层厚度较大或出现明显污染痕迹时,根据实际情况增加垂向采样数量。

根据节4.2.3,四次回填土平均深度为2.1m,本次调查,土壤采样点位钻探深度为6~8m,每个采样点位采样深度均超过回填土深度。

根据本次钻探情况可知,本调查地块土层共3层,第1层为素填土,层厚为

1.5~3.5m；第2层为粘土，层厚为1.3~3.5m；第3层为砂土，层厚0.5~2.7m。

本次土壤采样在表层土0-0.5m处取1个样，在下层土壤中至少取1个样，在饱和带中至少取1个样，在超过2m厚的土层中增加1个样。实际每个点的取样深度根据点位的土层情况变化有所不同。本项目在每个采样点采集4个土壤样品，另外在采样点SB3处的堆土处，采集1个土壤样品。

5.2.1.3 土壤采样点位布设和采样深度

根据上述土壤采样点的布点原则以及本次调查地块现状情况，对本地块进行布点。本调查地块共布设8个土壤采样点，点位编号为SB1~SB8。

本调查地块内共布设8个土壤采样点；其中在总面积约为35886.6m²的回填区域，共布设7个土壤采样点；在原芭蕉地内布设了1个土壤采样点。

本次调查土壤钻探深度为6~8m，仅在有堆土区域点SB3处，钻探深度为8m，其余点位钻探深度为6m。根据人员访谈和相关资料，本调查地块第1次回填厚度约为1.6m，第2次和第3次回填土厚度约为2~3m，第4次回填土厚度约为2.0~2.5m。可知，本次钻探深度到达鱼塘底部原状土。

此外，根据土壤表层土、下层土、饱和带土层情况，确定土壤样品的采集深度，结合土壤样品现场PID和XRF检测结果，本项目在每个采样点处采集4个土壤样品，仅在点SB3处采集5个土壤样品。

5.2.1.4 土壤监测因子

根据4.5节地块污染物识别，土壤样品检测项目除GB36600-2018中表1的45项、pH、含水率外，加测了石油烃（C₁₀-C₄₀）。

具体检测项目如下：

- (1) 土壤基本理化性质（2项）：pH、含水率；
- (2) 重金属（7项）：砷、汞、铅、镉、六价铬、镍、铜；
- (3) 挥发性有机物（27项）：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、顺式-1,2-二氯乙烯、反式-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；
- (4) 半挥发性有机物（11项）：硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]

芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘；

(5) 石油烃 (1 项): 石油烃 (C₁₀-C₄₀)。

本调查地块内土壤监测点位及检测项目详细信息, 详见表 5-3。

5.2.2 地下水监测方案

5.2.2.1 地下水布点原则

为初步判断地块下水文地质情况及地下污染水平, 本次调查设立原则如下:

(1) 至少设 3 口以上监测井, 地下水监测点位应沿地下水流向布置, 可在地下水流向上游、地下水可能污染较严重区域和地下水流向下游分别布置监测点位;

(2) 为了解污染物在土壤和地下水中的迁移情况, 考虑将地下水监测井点与土壤采样点合并;

(3) 需在潜在重点关注区域布置监测井, 以判断地下水是否存在污染及污染情况;

(4) 监测井深度及筛管位置应根据水文地质情况确定。

5.2.2.2 地下水采样深度确定原则

根据《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ 25.2-2019) 和《地下水环境监测技术规范》(HJ 164-2020)、《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) 要求, 初步采样以第一个含水层作为调查对象。一般情况下采样深度应在监测井水面下 0.5 m 以下。对于低密度非水溶性有机物污染, 监测点位应设置在含水层顶部; 对于高密度非水溶性有机物污染, 监测点位应设置在含水层底部和不透水层顶部。

5.2.2.3 监测井的布设

按上述原则, 根据地块特点, 本调查地块内共布设 3 口地下水监测井。

本项目监测井 MW1 和 MW3 深 6m, MW2 井深 8m。监测井 MW1, 筛管位于地面以下 0.7m 到 5.5m; 监测井 MW2, 筛管位于地面以下 1.7m 到 7.7m; 监测井 MW3, 筛管位于地面以下 0.8m 到 5.5m。

5.2.2.4 地下水监测因子

根据 4.3 节潜在污染因子分析, 地块采集的地下水检测项目除 GB36600-2018

中表 1 的 45 项，pH 外，加测了石油烃（C₁₀-C₄₀）。具体如下：

(1) 地下水基本理化性质（1 项）：pH；

(2) 重金属（7 项）：砷、汞、铅、镉、六价铬、镍、铜；

(3) 挥发性有机物（27 项）：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、顺式-1,2-二氯乙烯、反式-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；

(4) 半挥发性有机物（11 项）：硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘；

(5) 石油烃（1 项）：可萃取石油烃（C₁₀-C₄₀）。

5.2.3 地表水和底泥布点采样方案

5.2.3.1 地表水和底泥采样点布设

本次调查地块内有低洼积水区和 1 个汽车清洗槽，在其中 2 处低洼积水区域和汽车清洗槽处，各布设了 1 个地表水采样点和 1 个底泥采样点。地表水采样点的编号为 SW1~SW3，底泥采样点的编号为 DN1~DN3。

5.2.3.2 地表水和底泥监测因子

地表水的监测因子与地下水监测因子相同，为 pH 和 GB36600-2018 中表 1 的 45 项、可萃取石油烃（C₁₀-C₄₀）。

底泥的监测因子与土壤监测因子相同，为 pH、含水率和 GB36600-2018 中表 1 的 45 项、石油烃（C₁₀-C₄₀）。

5.2.4 对照采样点布设

本项目设置了 2 个土壤对照点和 1 个地下水对照点。

在地块西侧 432m 和西北侧 868m 处各布设了 1 个土壤对照点，编号为 DZSB1 和 DZSB2。土壤对照点处为长满绿植的荒地。历史使用过程中土壤扰动情况小，且地块历史上不涉及企业生产行为，无明显的污染痕迹，能反映出区域土壤的背景情况，适合作为本地块的土壤对照点。对照点采样深度与本项目表层土壤采样深度相同。

另外，在地块西北侧 975m 处布设了 1 个地下水对照点，编号为 DZMW1。

该对照点为民井，周边为居民区，历史上不涉及企业生产行为，受工业污染可能性较小。因此能反映出该区域地下水的背景情况，适合作为本地块的地下水对照点。

5.3 现场调查采样

5.3.1 土壤样品采集

土壤采样按照《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）、《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》、《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（2017年）等的要求进行。

本项目土孔建设和土壤样品采集时间为2021年7月13日~2021年7月14日。

5.3.1.1 钻孔作业

土孔钻探过程根据《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）和《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009年版）的要求进行。

本次钻探，我司事先踏勘了地块内的地形地物、交通条件、钻探实际位置及现场的电源、水源等情况，事先核实了地块内地下管线的大致情况，核实了地块内无地下设施、地下电缆和人防通道等情况，结合地块内原有企业的分区情况进行定点。考虑到调查地块部分地表硬化尚未破除，以及采样深度较大的情况，为提高采样效率，本地块采用1台XY-150型钻机，利用机械冲击式钻机进行地层钻探和土壤采样。土孔钻探按照钻机架设、开孔、钻进、取样、点位复测的流程进行。

- （1）钻探工作开始前，清理钻探工作区域，架设钻机。
- （2）开孔直径应大于正常钻探的钻头直径，开孔深度超过钻具长度。
- （3）每次钻进深度为50cm~150cm，岩芯平均采取率不小于70%。

本项目选择无浆液钻进，全程套管跟进，防止钻孔坍塌和上下层交叉污染；不同样品采集之间均对钻头和钻杆进行清洗，清洗废水集中收集处置；土壤岩芯样品按照揭露顺序依次放入岩芯箱，对土层变层位置进行标识。

（4）钻探过程中填写钻探采样记录单，对采样点、钻进操作、岩芯箱、钻探记录单等环节进行拍照记录。

- （5）钻探结束后，使用全球定位系统（GPS）或手持智能终端对钻孔的坐

标进行复测，记录坐标和高程。

本次孔口直径为 130mm，根据地块区域水文地质情况，钻探深度为 6~8m。

5.3.1.2 样品采集

(1) 在钻探至目标深度后，将现场新鲜的土壤样品放入自封袋中用 PID 和 XRF 快速测试仪，进行有机污染和重金属污染的快速判断，同时结合采样点的地质结构，现场污染观察结果作为土壤具体采样深度依据和选择送检样品的参考条件。土壤样品在采集过程中先采集用于检测挥发性有机物的土壤样品，然后采集用于检测半挥发性有机物的土壤样品，最后采集用于检测重金属、pH 值等理化指标的样品。

(1) 挥发性有机物 (VOCs) 样品的采集

挥发性有机物是沸点在 50-260℃之间，在标准温度和压力 (20℃和 1 个大气压) 下饱和蒸汽压超过 133.32Pa 的有机化合物。由于 VOCs 样品的敏感性，取样时要求严格按照取样规范进行操作，否则采集的样品可能失去代表性。

VOCs 样品采集可以分为以下 3 步：

①剖制取样面：在进行 VOCs 土样取样前，先使用木铲刮去表层约 2cm 厚土壤，以排除因取样管接触或空气暴露造成的表层土壤挥发性有机物流失。

②取样：迅速使用非扰动采样器 (或一次性采样器) 进行取样，每个样品取样量不少于 5g，不允许对样品进行匀质化处理，不得采集混合样，每采完一个样品随时更换一次性挥发性有机物专用取样器，所有样品采集 4 份，并用 100ml 棕色样品瓶另外采集一份样品 (装满容器) 用于测定 VOCs 样品含水率。

③保存：为延缓 VOCs 的流失，样品通常在 4℃下保存。保存期限 7 天。

(2) 半挥发性有机物 (SVOCs) 和石油烃 (C₁₀-C₄₀) 的采集

在进行土样取样前，先使用不锈钢铲刮去表层约 2cm 厚土壤，以排除因取样管接触或空气暴露造成的表层土壤半挥发性有机物流失，迅速用不锈钢铲分取样品于 250mL 带聚四氟乙烯衬垫的棕色螺口玻璃瓶盛装，采满 (不留顶空)，4℃以下保存，其中半挥发性有机物保存期限是 10 天，石油烃 (C₁₀-C₄₀) 保存期限 14 天。

(3) 用于检测重金属和土壤常规理化指标 (pH) 的土壤样品的采集

采样时用木铲采样工具采集原状土壤样品，装于 1L 棕色玻璃瓶中。

取样过程中,在同一监测点不同深度进行采样及不同土壤监测点进行采样时,采样工具均需仔细清洗以防交叉污染。

为确保采集、运输、贮存过程中的样品质量,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、空白样。在采样过程中,平行样的数量主要遵循以下原则:样品总数不足 20 个时设置一个平行样;超过 20 个时,每 20 个样品设置一个平行样。

样品采集完成后,在样品瓶、密封袋上记录编号、检测因子等采样信息,并做好现场记录。样品采集后立即放入装有冰袋的保温箱中,保证保温箱内样品的温度在 4℃ 以下范围内,并及时将样品送回实验室进行分析。土壤样品的采集和保存、运输等要求严格按照《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004) 及各项分析方法的相关要求执行。

本地块共采集地面以下土壤样品 33 个(含 3 个现场平行样和 2 个对照点样品)。现场平行样分别位于 SB5(5.0-5.6m)、SB8(1.3-2.0m)和 DZSB1(0.0-0.2m)处。同时设置 2 个全程序空白样和 2 个运输空白样。

5.3.2 地下水样品采集

按照设计,编号为 SB1、SB3 和 SB7 的土孔在完成土壤取样后,被建设成为临时地下水监测井,标号为 MW1~MW3。

本项目地下水监测井建设时间为 2021 年 7 月 13 日~2021 年 7 月 14 日,采样人员于 2021 年 7 月 20 日到现场进行地下水取样,地下水监测井对照点取样时间也为 2021 年 7 月 20 日。

5.3.2.1 地下水监测井建设

土孔钻探完成后,钻孔直径 130mm,安装一根封底的外径 63mm 的高密度聚乙烯管作为井管。滤管段采用 0.2mm 宽切口的预制割缝管。硬质高密度聚乙烯管井管由底部密闭、管壁可滤水的筛管、上部延伸到地表的实管组成。将井管缓慢下降至钻孔底部,扶正固定,使井管与钻孔同心。滤管段的底部位于地下水稳定水位以下约 4m 处,其上沿位于初见下水位以上,具体深度根据各点位地下水位进行调整,确保可能存在的轻质非水相液体可以进入井中。

在土壤取样孔和聚乙烯管之间的环形空间填充干净的石英砂作为监测水井的滤层,砂滤层填充至超过滤管段约 0.5m。其上部再回填不透水的膨润土,

最后在井口处用水泥砂浆回填至自然地。

5.3.2.2 洗井过程

依据《地下水环境监测技术规范》(HJ 164-2020)、《建设用地土壤污染风险管控和修复检测技术导则》(HJ 25.2-2019)、《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》(HJ 1019-2019)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,本项目地下水洗井分两次进行,即建井后的洗井和采样前的洗井,地下水采样井建成至少 24h 后,才能进行建井后的洗井。

建井后的洗井水质基本上达到水清砂净,当浊度小于或等于 10NTU 时,可结束洗井;当浊度大于 10NTU 时,应每间隔约 1 倍井体积的洗井水量后对出水进行测定,结束洗井应同时满足以下条件:

- (1) 浊度连续三次测定的变化在 10% 以内;
- (2) 电导率连续三次测定的变化在 10% 以内;
- (3) pH 连续三次测定的变化在 ± 0.1 以内。

本项目建井后洗井过程对电导率、pH 值和浊度等进行了测定,以上三项指标连续三次测定均达到稳定标准,且洗井体积满足洗出 3 倍井水体积要求,按照相关分析标准和规范的要求,可以进行结束洗井。

地下水采集样品之前对监测井进行洗井,所有的污染物或钻井产生的岩层破坏以及来自天然岩层的细小颗粒物都除去,以保证流出的地下水中没有颗粒物,用抽水的方式进行分时间段的清洗井底。采样前洗井要求为:

(1) 2 小时内进行样品的采集,采样深度应在地下水水面 0.5m 以下,以保证水样能代表地下水水质。

(2) 每次洗井测量浊度、水温、pH 值、电导率、溶解氧和氧化还原电位等数据,直至至少 3 项检测指标连续三次测定的变化达到稳定标准。

本项目在洗井水质稳定后,即满足至少 3 项检测指标连续三次测定的变化达到表 5-9 中稳定标准,且洗井体积已经满足洗出 3 倍井水体积以上要求,按照相关分析标准和规范的要求,本项目采样前洗井已满足相应的采样条件要求,可以进行采样。

5.3.2.3 地下水样品采集

(1) 取水使用一次性贝勒管，要求一井一管，并做到一井一根提水用的尼龙绳；

a、用于测定浊度、金属的水样用玻璃瓶或聚乙烯塑料瓶盛装；

b、用于测定挥发性有机物的水样用专用的 40ml 棕色玻璃瓶盛装；

c、用于测定半挥发性有机物的水样用带聚四氟乙烯内衬螺纹盖的 1L 棕色玻璃瓶盛装，样品瓶中不允许存在顶空或者大于 6mm 的气泡，水样必须注满容器，上部不留空隙；

d、用于测定可萃取性石油烃（C₁₀-C₄₀）的水样可用 1L 螺纹盖的棕色玻璃瓶盛装；

e、所有样品（标准有规定的）都需按分析标准规定加入相应的固定剂使其稳定；

(2) 每个地下水监测井采取一个样品，取样后立即放入保温箱内低温保存。样品于当天由专车运送至广东安纳检测技术有限公司实验室。

(3) 依据《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）中的技术要求，样品采集完成后，在样品瓶上记录编号、检测因子等采样信息，并做好现场记录。样品采集后立即放入装有冰袋的保温箱中，保证保温箱内样品的温度在 0~4℃ 范围，采样结束后及时送回实验室。

本项目共采集地下水样品 6 个（含 1 个现场平行样和 1 个对照点样品），现场平行样采集于 MW2 监测井。同时设置 1 个运输空白样品、1 个全程序空白样品和 1 个设备空白样品（专用于挥发性有机物测定）。

5.3.3 地表水样品采集

根据地表水环境监测相关规范标准相关规定，地表水采样可选用自动采样方式和人工采样方式，本项目地表水为鱼塘，故采取人工采样方式。采样时应在自然水流状态下进行，即是不能在河涌进行蓄水或放水时进行，不应扰动水流与底部沉积物。

本项目样品采集的标准操作程序如下所述：

(1) 地表水采样前先除去水面的杂物、垃圾等漂浮物，采水器先用水样清洗后才进行采样。

(2) 水质样品的采集、运输、保存严格按照《地表水和污水监测技术规范》(HJ/T 91-2002)、《水质采样技术方案设计技术指导》(HJ495-2009)、《水质采样技术导则》(HJ 494-2009) 规定的技术要求进行。

本项目地表水采样时间为 2021 年 7 月 14 日, 共采集地表水样品 4 个 (含 1 个现场平行样), 现场平行样采集于 SW3 监测点, 同时设置 3 个现场空白样。

5.3.4 底泥样品采集

本项目沉积物的采样容器为抓斗式底泥采样器, 样品采集的标准操作程序如下所述:

(1) 首先把采样抓斗和拉绳扣好, 将采样抓斗张开, 在张开的同时, 将一支杆放入一塔钩内, 采样抓斗就不会紧闭, 通过拉绳将采样抓斗放入池内, 当污泥采样器到达规定采样深度时, 轻拉拉绳, 支杆和搭钩自动松开, 用力提起抓斗, 沉积物样品采集完成。

(2) 现场记录。样品采集后, 将沉积物置于塑料托盘中, 记录沉积物的各项物理性质 (如底质类型、颜色、嗅味及其它特征等)。

(3) 样品的分装。挥发性有机物采用非扰动采样器直接将底泥推入已提前称重 40ml 棕色样品瓶中, 快速清除样品瓶螺纹及外表面黏附的样品并及时密封样品瓶; 半挥发性有机物装样时, 应快速采集无接触塑料托盘的中层样品, 用 250 mL 带聚四氟乙烯衬垫的棕色螺口玻璃瓶盛装, 装满 (不留顶空); 重金属和 pH 值等理化指标采用 1L 棕色玻璃瓶盛装, 总量大于 1kg (可视样品的含水量适当增加样品重量)。

(4) 取样过程中, 在不同的监测点进行采样时, 采样工具均需仔细清洗以防交叉污染。

样品采集完成后, 在样品瓶、密封袋上记录编号、检测项目等采样信息, 并做好现场记录。样品采集后立即放入装有冰袋的保温箱中, 保证保温箱内样品的温度在 0~4℃ 范围内, 并及时将样品送回实验室进行分析。

本项目底泥采样时间为 2021 年 7 月 14 日, 共采集底泥样品 4 个 (含 1 个现场平行样), 现场平行样采集于 DN3 监测点, 同时还采集了 2 个现场空白样。

5.4 样品保存、分析与质量控制

5.4.1 样品保存及运输

本次调查的样品采集与分析工作由广东安纳检测技术有限公司承担。

样品采集后，即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、整理和包装后放于冷藏柜中。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、混淆和玷污。

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，土壤样品保存方式及有效期见表 5-10。地下水样品的采集、保存、样品运输和质量保证等按照《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2004）及各因子分析方法的相关要求进行，地下水样品保存方式及有效期见表 5-11。

地表水样品的采集、运输、保存严格按照《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91-2002）、《水质采样技术方案设计技术指导》（HJ495-2009）、《水质采样技术导则》（HJ 494-2009）和《水质采样样品的保存和管理技术规定》（HJ493-2009）的技术要求进行，地表水样品保存方式及有效期见表 5-12。底泥样品的采集、保存和运输等要求严格按照各项目分析方法的相关要求执行。

5.4.2 样品交接与运输

样品采集后，于当天由现场人员交于实验室样品管理员进行样品交接。

样品交接过程中，样品管理员对接收样品的质量状况进行检查。

检查内容主要包括：样品运送单是否填写完整，样品标识、数量、包装容器、保存温度、应送达时限等是否满足相关技术规定要求。

若样品交接过程存在下述情况重新安排采样：

- （1）样品无编号、编号混乱或有重号；
- （2）样品在保存、运输过程中受到破损或玷污；
- （3）样品容量不符合分析要求；
- （4）样品保存时间已超出规定的分析时限；
- （5）样品运送过程的保存条件不符合规定要求。

本项目的样品流转和交接过程并未发现相关不符合情况，样品正常流转至实验室进行分析。

5.4.3 土壤样品的制样

a、将写好编号的牛皮纸铺在搪瓷盘上，土样倒入盘中，摊成 2-3cm 薄层。捏碎较大的土块，除去土壤中混杂的砖块、石灰结核、根茎动植物残体等杂质，自然风干。期间需经常翻动。半干状态用木棒压碎或者用两个木铲搓碎。将风干后的样品装入样品袋中，运送至制样室。

b、粗磨：将牛皮纸铺在塑料板上，风干后的土样倒在牛皮纸上。用木槌将样品粉碎，拣出杂质。将全部土样研磨后混匀，全部过 2mm（10 目）尼龙筛。大于 2mm 的土团要反复研磨，直至全部过筛。过筛后的样品混合均匀，铺成四方形，划对角将土样分成四份，把对角的两份分别合并成一份，保留一份，弃去一份。如果所得的样品仍然很多，可再用四分法处理，直到所需数量为止。四分法取所需量分别作为样品库留样（约 200g）和细磨用样（约 200g）。

c、细磨：将剩余样品混匀后，四分法，取所需量倒入玛瑙罐中，开始研磨，将研磨好的样品全部倒入 100 目尼龙筛中，过筛，如不能完全通过，继续研磨，直至全部通过。将过筛的土样混匀，四分法取所需量（约 100g），装入样品袋中，供检测分析。

d、样品分装：研磨混合均匀的样品，分别装于样品瓶或密封袋。填写样品标签一式两份，瓶内或袋内一份，瓶外或袋外一份。

e、记录与清理、保存：将磨好的样品分别称重，填写制样原始记录表。每磨完一个样品，需清理制样工具。制好的样品分别装箱，做好标记，将样品箱放入样品库保存。

5.4.4 土壤样品预处理

（1）pH 值：称取 10.0g 经研磨过筛（孔径 2mm/10 目）后的土壤样品，置于 50mL 的高型烧杯或其他适宜的容器中，加入 25mL 去除二氧化碳的新制备的蒸馏水或纯水，将容器用封口膜或保鲜膜密封后，用具有控温功能的水平振荡器剧烈震荡 2min，静置 30min，在 1h 内完成定测。

（2）水分：风干土壤试样的测定具盖容器和盖子于 105±5℃ 下烘干 1h，稍冷，盖好盖子，然后置于干燥器中至少冷却 45min，测定带盖容器的质量。用样

品勺将 10~15g 风干土壤试样转移至已称重的具盖容器中，盖上容器盖，测定总质量。取下容器盖，将容器和风干土壤试样一并放入烘箱中，在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 下烘干至恒重，同时烘干容器盖。盖上容器盖，置于干燥器中至少冷却 45min，取出后立即测定带盖容器和烘干土壤的总质量。新鲜土壤试样的测定具盖容器和盖子于 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 下烘干 1h，稍冷，盖好盖子，然后置于干燥器中至少冷却 45min，测定带盖容器的质量。用样品勺将 30~40g 新鲜土壤试样转移至已称重的具盖容器中，盖上容器盖，测定总质量。取下容器盖，将容器和新鲜土壤试样一并放入烘箱中，在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 下烘干至恒重，同时烘干容器盖。盖上容器盖，置于干燥器中至少冷却 45min，取出后立即测定带盖容器和烘干土壤的总质量。

(3) 总汞：称取经风干、研磨并过 0.149mm 孔径筛的土壤样品 0.2000g~1.000g 于 50mL 具塞比色管，加少许水润湿样品，加入 10mL (1+1)，加塞摇匀于沸水浴中消解 2h，中间摇匀几次，取下冷却，加入 10mL 保存液，用稀释液定容至刻度，摇匀后静置至上清液澄清，待测。

(4) 总砷：称取经风干、研磨并过 0.149mm 孔径筛的土壤样品 0.2000g~1.000g 于 50mL 具塞比色管，加少许水润湿样品，加入 10mL (1+1)，加塞摇匀于沸水浴中消解 2h，中间摇匀几次，取下冷却，用纯水定容至刻度，摇匀后静置至上清液澄清后移取一定量的消解试液于 50mL 具塞比色管，加入 3mL 盐酸溶液，5mL 硫脲溶液，5mL 抗坏血酸溶液，用纯水定容至刻度，摇匀后待测。

(5) 铅、铜、镍：称取 0.2~0.3g (精确至 0.1mg) 样品于 50mL 聚四氟乙烯坩埚中，用水湿润后加入 10mL 盐酸，于通风橱内电热板上 $90^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ 加热，使样品初步分解，待消解液蒸至剩余约 3mL 时，加入 9mL 硝酸，加盖加热至无明显颗粒，加入 5mL~8mL 氢氟酸，开盖，于 120°C 加热飞硅 30min，稍冷，加入 1mL 高氯酸，于 $150^\circ\text{C} \sim 170^\circ\text{C}$ 加热至冒白烟，加热时应经常摇动坩埚。坩埚壁上有黑色碳化物，加入 1mL 高氯酸加盖继续加热至黑色碳化物消失，再开盖，加热赶酸至内容物呈不流动的液珠状。加入 3mL (1+99) 硝酸溶液，温热溶解可溶性残渣，全量转移至 25mL 容量瓶中，用 (1+99) 硝酸溶液定容至标线，摇匀，保存于聚乙烯瓶中，静置，取上清液待测。

(6) 镉：称取 0.1~0.3g (精确至 0.0002g) 样品于 50mL 聚四氟乙烯坩埚中，

用水湿润后加入 5mL 盐酸,于通风橱内的电热板上低温加热,使样品初步分解,待蒸发至 2~3mL 左右,取下稍冷,然后加入 5mL 硝酸,2mL 氢氟酸,2mL 高氯酸,加盖后于电热板上中温加热,1h 后开盖,继续加热除硅。为了达到良好的飞硅效果,应经常摇动坩埚。当加热至冒出浓厚白烟的时候,加盖,使黑色有机碳化合物分解,待黑色有机物消失后,视消解情况可再加入 2mL 硝酸,2mL 氢氟酸,1mL 高氯酸,重复上述消解过程。当白烟并蒸再次基本冒尽且坩埚内容物呈黏稠状,取下冷却,用水冲洗坩埚盖和内壁,并加入 1mL 硝酸温热溶解残渣。然后将样品转移至 25mL 容量瓶中,加入 3mL 磷酸氢二铵溶液,冷却后定容至标线摇匀,备测。

(7) 六价铬:准确称取样品 5.0g (精确至 0.01g) 于 250mL 烧杯中,加入 50.0mL 碳酸钠/氢氧化钠混合溶液,加 400mg 氯化镁和 0.5mL 磷酸氢二钾-磷酸二氢钾缓冲溶液。加入搅拌子用聚乙烯薄膜封口,置于搅拌加热装置上。常温下搅拌样品 5min 后,开启加热装置,加热搅拌至 90~95℃,消解 60 分钟。消解完毕,取下烧杯,冷却至室温。用 0.45μm 的滤膜抽滤,滤液置于 250mL 的烧杯中,用浓硝酸调节溶液的 pH 值至 7.5±0.5。将此溶液转移至 100mL 容量瓶中,用去离子水稀释定容,待测。

(8) 石油烃 (C₁₀~C₄₀):称取 10g 样品,加入适量硅藻土充分研磨,装填至 40ml 萃取池中,以石英砂分别填充上下,以正己烷:丙酮 (1+1) 混合溶剂为萃取剂,在 80℃,0.5Mpa 压力下进行加压流体萃取,静态萃取 2 次,每次 5min,收集提取液氮吹浓缩至 1.0mL 后,过无水硫酸钠及硅镁净化柱净化,净化后的洗脱液及淋洗液再经氮吹浓缩定容至 1.0mL。

(9) 挥发性有机物 (共 27 项):将样品从冷藏设备中取出,使其恢复至室温,称量并记录样品+瓶子重量。通过吹扫捕集仪器加入 5.0mL 空白试剂水、10.0μL 浓度为 25.0μg/mL 的内标标准使用液和 10.0μL 浓度为 25.0μg/mL 的替代物标准使用液到样品瓶中,按照吹扫温度 40℃、吹扫流量 40mL/min、预热时间 0.25min、吹扫时间 11min、干吹时间 2min、预脱附温度 245℃、脱附温度 250℃。脱附时间 2min、烘烤温度 280℃、烘烤时间 2min、传输线温度 140℃的仪器参数进行测定。

(10) 半挥发性有机物 (共 11 项):离心法,土壤或沉积物样品中水分含量>30%

时, 先进行离心分离出水相, 再进行干燥处理。冻干法, 取适量混匀样品放入真空冷冻干燥仪中进行干燥脱水, 干燥后的样品研磨、过 0.25mm 孔径筛子, 均化处理成 250 μ m (60 目) 左右的颗粒, 称取 20g (精确到 0.01g) 样品, 转移至提取器中待用。干燥剂法, 称取 20g (精确到 0.01g) 新鲜样品, 加入一定量 (60 目~100 目) 粒状硅藻土混匀、脱水并研磨成细小颗粒, 充分拌匀至散粒装, 全部转移至提取器待用。加压流体萃取, 将制备好的样品全部转移入预先准备好的萃取管中, 加入 50 μ l 浓度为 200 μ g/mL 的替代物。将处理好的萃取管放到萃取装置仪器中, 经二氯甲烷-丙酮加压流体循环萃取两次, 萃取 30min 后收集萃取液待浓缩。(若提取液中存在明显水分, 需在漏斗是垫一层滤膜加入约 5g 无水硫酸钠过滤脱水, 并用少量二氯甲烷-丙酮 (1:1) 混合剂冲洗 3 次容器, 滤液及洗涤液全部收集至浓缩瓶中) 室温下开启氮气至溶剂表面有气流波动, 用二氯甲烷多次洗涤氮吹过程中已露出的浓缩器管壁, 浓缩至约 2mL 后过硅酸镁层析柱净化。净化后的试液再氮吹浓缩至约 0.5mL, 加入 100 μ L 浓度为 400 μ g/mL 的内标, 并定容至 1.0mL, 混匀后转移至 1mL 样品瓶中待测。

5.4.5 底泥样品预处理

(1) pH 值: 称取 10.0g 经研磨过筛 (孔径 2mm/10 目) 后的土壤样品, 置于 50mL 的高型烧杯或其他适宜的容器中, 加入 25mL 去除二氧化碳的新制备的蒸馏水或纯水, 将容器用封口膜或保鲜膜密封后, 用具有控温功能的水平振荡器剧烈震荡 2min, 静置 30min, 在 1h 内完成定测。

(2) 水分: 风干土壤试样的测定具盖容器和盖子于 105 \pm 5 $^{\circ}$ C 下烘干 1h, 稍冷, 盖好盖子, 然后置于干燥器中至少冷却 45min, 测定带盖容器的质量。用样品勺将 10~15g 风干土壤试样转移至已称重的具盖容器中, 盖上容器盖, 测定总质量。取下容器盖, 将容器和风干土壤试样一并放入烘箱中, 在 105 \pm 5 $^{\circ}$ C 下烘干至恒重, 同时烘干容器盖。盖上容器盖, 置于干燥器中至少冷却 45min, 取出后立即测定带盖容器和烘干土壤的总质量。新鲜土壤试样的测定具盖容器和盖子于 105 \pm 5 $^{\circ}$ C 下烘干 1h, 稍冷, 盖好盖子, 然后置于干燥器中至少冷却 45min, 测定带盖容器的质量。用样品勺将 30~40g 新鲜土壤试样转移至已称重的具盖容器中, 盖上容器盖, 测定总质量。取下容器盖, 将容器和新鲜土壤试样一并放入烘箱中, 在 105 \pm 5 $^{\circ}$ C 下烘干至恒重, 同时烘干容器盖。盖上容器盖, 置于干燥器中至少冷

却 45min，取出后立即测定带盖容器和烘干土壤的总质量。

(3) 总汞：称取经风干、研磨并过 0.149mm 孔径筛的土壤样品 0.2000g~1.000g 于 50mL 具塞比色管，加少许水润湿样品，加入 10mL (1+1)，加塞摇匀于沸水浴中消解 2h，中间摇匀几次，取下冷却，加入 10mL 保存液，用稀释液定容至刻度，摇匀后静置至上清液澄清，待测。

(4) 总砷：称取经风干、研磨并过 0.149mm 孔径筛的土壤样品 0.2000g~1.000g 于 50mL 具塞比色管，加少许水润湿样品，加入 10mL (1+1)，加塞摇匀于沸水浴中消解 2h，中间摇匀几次，取下冷却，用纯水定容至刻度，摇匀后静置至上清液澄清后移取一定量的消解试液于 50mL 具塞比色管，加入 3mL 盐酸溶液，5mL 硫脲溶液，5mL 抗坏血酸溶液，用纯水定容至刻度，摇匀后待测。

(5) 铅、铜、镍：称取 0.2~0.3g (精确至 0.1mg) 样品于 50mL 聚四氟乙烯坩埚中，用水湿润后加入 10mL 盐酸，于通风橱内电热板上 90℃~100℃加热，使样品初步分解，待消解液蒸至剩余约 3mL 时，加入 9mL 硝酸，加盖加热至无明显颗粒，加入 5mL~8mL 氢氟酸，开盖，于 120℃加热飞硅 30min，稍冷，加入 1mL 高氯酸，于 150℃~170℃加热至冒白烟，加热时应经常摇动坩埚。坩埚壁上有黑色碳化物，加入 1mL 高氯酸加盖继续加热至黑色碳化物消失，再开盖，加热赶酸至内容物呈不流动的液珠状。加入 3mL (1+99) 硝酸溶液，温热溶解可溶性残渣，全量转移至 25mL 容量瓶中，用 (1+99) 硝酸溶液定容至标线，摇匀，保存于聚乙烯瓶中，静置，取上清液待测。

(6) 镉：称取 0.1~0.3g (精确至 0.0002g) 样品于 50mL 聚四氟乙烯坩埚中，用水湿润后加入 5mL 盐酸，于通风橱内的电热板上低温加热，使样品初步分解，待蒸发至 2~3mL 左右，取下稍冷，然后加入 5mL 硝酸，2mL 氢氟酸，2mL 高氯酸，加盖后于电热板上中温加热，1h 后开盖，继续加热除硅。为了达到良好的飞硅效果，应经常摇动坩埚。当加热至冒出浓厚白烟的时候，加盖，使黑色有机碳化合物分解，待黑色有机物消失后，视消解情况可再加入 2mL 硝酸，2mL 氢氟酸，1mL 高氯酸，重复上述消解过程。当白烟并蒸再次基本冒尽且坩埚内容物呈黏稠状，取下冷却，用水冲洗坩埚盖和内壁，并加入 1mL 硝酸温热溶解残渣。然后将样品转移至 25mL 容量瓶中，加入 3mL 磷酸氢二铵溶液，冷却后定

容至标线摇匀，备测。

(7) 六价铬：准确称取样品 5.0g（精确至 0.01g）于 250mL 烧杯中，加入 50.0mL 碳酸钠/氢氧化钠混合溶液，加 400mg 氯化镁和 0.5mL 磷酸氢二钾-磷酸二氢钾缓冲溶液。加入搅拌子用聚乙烯薄膜封口，置于搅拌加热装置上。常温下搅拌样品 5min 后，开启加热装置，加热搅拌至 90~95℃，消解 60 分钟。消解完毕，取下烧杯，冷却至室温。用 0.45μm 的滤膜抽滤，滤液置于 250mL 的烧杯中，用浓硝酸调节溶液的 pH 值至 7.5±0.5。将此溶液转移至 100mL 容量瓶中，用去离子水稀释定容，待测。

(8) 石油烃（C₁₀~C₄₀）：称取 10g 样品，加入适量硅藻土充分研磨，装填至 40ml 萃取池中，以石英砂分别填充上下，以正己烷：丙酮（1+1）混合溶剂为萃取剂，在 80℃，0.5Mpa 压力下进行加压流体萃取，静态萃取 2 次，每次 5min，收集提取液氮吹浓缩至 1.0mL 后，过无水硫酸钠及硅镁净化柱净化，净化后的洗脱液及淋洗液再经氮吹浓缩定容至 1.0mL。

(9) 挥发性有机物（共 27 项）：将样品从冷藏设备中取出，使其恢复至室温，称量并记录样品+瓶子重量。通过吹扫捕集仪器加入 5.0mL 空白试剂水、10.0μL 浓度为 25.0μg/mL 的内标标准使用液和 10.0μL 浓度为 25.0μg/mL 的替代物标准使用液到样品瓶中，按照吹扫温度 40℃、吹扫流量 40mL/min、预热时间 0.25min、吹扫时间 11min、干吹时间 2min、预脱附温度 245℃、脱附温度 250℃。脱附时间 2min、烘烤温度 280℃、烘烤时间 2min、传输线温度 140℃的仪器参数进行测定。

(10) 半挥发性有机物(共 11 项)：离心法，土壤或沉积物样品中水分含量>30% 时，先进行离心分离出水相，再进行干燥处理。冻干法，取适量混匀样品放入真空冷冻干燥仪中进行干燥脱水，干燥后的样品研磨、过 0.25mm 孔径筛子，均化处理成 250μm（60 目）左右的颗粒，称取 20g（精确到 0.01g）样品，转移至提取器中待用。干燥剂法，称取 20g（精确到 0.01g）新鲜样品，加入一定量（60 目~100 目）粒状硅藻土混匀、脱水并研磨成细小颗粒，充分拌匀至散粒装，全部转移至提取器待用。加压流体萃取，将制备好的样品全部转移入预先准备好的萃取管中，加入 50μl 浓度为 200μg/mL 的替代物。将处理好的萃取管放到萃取装置仪器中，经二氯甲烷-丙酮加压流体循环萃取两次，萃取 30min 后收集萃取

液待浓缩。(若提取液中存在明显水分,需在漏斗是垫一层滤膜加入约 5g 无水硫酸钠过滤脱水,并用少量二氯甲烷-丙酮(1:1)混合剂冲洗 3 次容器,滤液及洗涤液全部收集至浓缩瓶中)室温下开启氮气至溶剂表面有气流波动,用二氯甲烷多次洗涤氮吹过程中已露出的浓缩器管壁,浓缩至约 2mL 后过硅酸镁层析柱净化。净化后的试液再氮吹浓缩至约 0.5mL,加入 100 μ L 浓度为 400 μ g/mL 的内标,并定容至 1.0mL,混匀后转移至 1mL 样品瓶中待测。

5.4.6 地下水样品预处理

(1) 浊度:将样品摇匀,待可见的气泡消失后,用少量样品润洗样品池数次。将完全均匀的样品缓慢倒入样品池内,至样品池的刻度线即可。持握样品池位置尽量在刻度线以上,用柔软的无尘布擦去样品池外的水和指纹。将样品池放入仪器读数时,应将样品池上的标识对准仪器规定的位置。按下仪器测量键,待读数稳定后记录。

(2) 总汞:量取 5.00mL 的样品于 10mL 比色管中,加入 1mL 盐酸-硝酸溶液,加塞混匀,置于沸水浴中加热消解 1h,期间摇动 1~2 次并开盖放气,冷却,用水定容至标线,混匀,待测。

(3) 砷:量取 50.0mL 的样品于 150mL 锥形瓶中,加入 5mL 硝酸-高氯酸混合液,于电热板中加热至冒白烟,冷却。再加入 5mL (1+1) 盐酸溶液,加热至黄褐色烟冒尽,冷却后转移至 50mL 容量瓶中,加水稀释定容,混匀,待测。

(4) 铅、镉、镍、铜:量取 100mL 样品于容量瓶中,待测。

(5) 六价铬:样品中不含悬浮物,是低色度的清洁地面水可直接测定。

(6) 可萃取性石油烃(C₁₀~C₄₀):将全部样品转移至 2L 分液漏斗,量取 60mL 二氯甲烷洗涤样品瓶,全部转移至分液漏斗中,振荡萃取 5min,静置 10min,收集下层有机相,再加入 60mL 二氯甲烷重复上述操作,过无水硫酸钠脱水,记录水相体积。将萃取液浓缩至 1mL,加入 10mL 正己烷,浓缩至 1mL 再加入 10mL 正己烷最后浓缩至 1mL。依次用 10mL 二氯甲烷-正己烷(1+4)、10mL 正己烷活化净化柱,将浓缩液转移至净化柱中,用 2mL 正己烷洗涤收集瓶,用 10mL 二氯甲烷-正己烷(1+4)洗脱,浓缩至 1mL,定容至 1.0mL,待测。

(7) 氯甲烷:取 50mL 水样倒入 50mL 的容量瓶中,分别加入浓度为 5 μ g/mL 的内标和标记物各 10 μ L,并纯水定容,倒入吹扫瓶中,放在吹扫捕集装置上,

待测。

(8) 苯胺：取均匀水样 1L 置于分液漏斗中，加入 30g 氯化钠轻摇至氯化钠溶解，加入氢氧化钠调节 pH 值 >11，加入 100 μ L 浓度为 10 μ g/mL 的替代物，混匀后加 60mL 二氯甲烷，摇动 10min 后静置 5min 分层，收集有机相，水相继续加 60mL 二氯甲烷重复萃取两次。合并萃取液过无水硫酸钠，脱水后在 35 $^{\circ}$ C 左右水浴氮吹浓缩至 1mL，用二氯甲烷定容至 1.0mL，待测。

(9) 半挥发性有机物（共 2 项）：取 1L 水样置于分液漏斗中，加入 30g 氯化钠摇匀至溶解，加入 100 μ L 浓度为 100 μ g/mL 的替代物。用 1:1 硫酸调节 pH <2，加入 60mL 二氯甲烷萃取 2min 以上，静置 10min 收集有机相，重复萃取 1 次后合并萃取液。水样继续用 10mol/L 的氢氧化钠溶液调 pH >11，重复萃取步骤合并萃取液。萃取液过无水硫酸钠干燥柱脱水，在 35~40 $^{\circ}$ C 下氮吹浓缩至 1mL 以下，加入 50 μ L 浓度为 400 μ g/mL 的内标，用二氯甲烷定容至 1.0mL， \leq 4 $^{\circ}$ C 冷藏保存待测。

(10) 多环芳烃（共 8 项）：取 1000mL 水样，倒入 2000mL 的分液漏斗中，加入 30g 氯化钠，再加入 50mL 正己烷，振摇 5min，静置分层，收集有机相，放入 250mL 接收瓶中，重复萃取两次，合并有机相，加入无水硫酸钠至有流动的无水硫酸钠存在，放置 30min，脱水干燥，用浓缩装置浓缩至 0.5~1.0mL，加入 3mL 乙腈，再浓缩至 1.0mL 以下，最后准确定容到 1.0mL 待测。

5.4.7 地表水样品预处理

(1) 浊度：将样品摇匀，待可见的气泡消失后，用少量样品润洗样品池数次。将完全均匀的样品缓慢倒入样品池内，至样品池的刻度线即可。持握样品池位置尽量在刻度线以上，用柔软的无尘布擦去样品池外的水和指纹。将样品池放入仪器读数时，应将样品池上的标识对准仪器规定的位置。按下仪器测量键，待读数稳定后记录。

(2) 总汞：量取 5.00mL 的样品于 10mL 比色管中，加入 1mL 盐酸-硝酸溶液，加塞混匀，置于沸水浴中加热消解 1h，期间摇动 1~2 次并开盖放气，冷却，用水定容至标线，混匀，待测。

(3) 砷：量取 50.0mL 的样品于 150mL 锥形瓶中，加入 5mL 硝酸-高氯酸混合液，于电热板中加热至冒白烟，冷却。再加入 5mL (1+1) 盐酸溶液，加热

至黄褐色烟冒尽，冷却后转移至 50mL 容量瓶中，加水稀释定容，混匀，待测。

(4) 铅、镉、镍、铜：量取 100mL 样品于容量瓶中，待测。

(5) 六价铬：取适量样品于 150mL 烧杯中，加水至 50mL。滴加氢氧化钠溶液，调节溶液 pH 值为 7~8。在不断搅拌下，滴加氢氧化锌共沉淀剂至 pH 值为 8~9。将此溶液转移至 100mL 容量瓶中，用水稀释至标线。用慢速滤纸干过滤，弃去 10~20mL 初滤液，取其中 50.0mL 滤液供测定。

(6) 可萃取性石油烃(C₁₀~C₄₀)：将全部样品转移至 2L 分液漏斗，量取 60mL 二氯甲烷洗涤样品瓶，全部转移至分液漏斗中，振荡萃取 5min，静置 10min，收集下层有机相，再加入 60mL 二氯甲烷重复上述操作，过无水硫酸钠脱水，记录水相体积。将萃取液浓缩至 1mL，加入 10mL 正己烷，浓缩至 1mL 再加入 10mL 正己烷最后浓缩至 1mL。依次用 10mL 二氯甲烷-正己烷(1+4)、10mL 正己烷活化净化柱，将浓缩液转移至净化柱中，用 2mL 正己烷洗涤收集瓶，用 10mL 二氯甲烷-正己烷(1+4)洗脱，浓缩至 1mL，定容至 1.0mL，待测。

(7) 氯甲烷：取 50mL 水样倒入 50mL 的容量瓶中，分别加入浓度为 5μg/mL 的内标和标记物各 10μL，并纯水定容，倒入吹扫瓶中，放在吹扫捕集装置上，待测。

(8) 苯胺：取均匀水样 1L 置于分液漏斗中，加入 30g 氯化钠轻摇至氯化钠溶解，加入氢氧化钠调节 pH 值 >11，加入 100μL 浓度为 10μg/mL 的替代物，混匀后加 60mL 二氯甲烷，摇动 10min 后静置 5min 分层，收集有机相，水相继续加 60mL 二氯甲烷重复萃取两次。合并萃取液过无水硫酸钠，脱水后在 35℃ 左右水浴氮吹浓缩至 1mL，用二氯甲烷定容至 1.0mL，待测。

(9) 半挥发性有机物(共 2 项)：取 1L 水样置于分液漏斗中，加入 30g 氯化钠摇匀至溶解，加入 100μL 浓度为 100μg/mL 的替代物。用 1:1 硫酸调节 pH <2，加入 60mL 二氯甲烷萃取 2min 以上，静置 10min 收集有机相，重复萃取 1 次后合并萃取液。水样继续用 10mol/L 的氢氧化钠溶液调 pH >11，重复萃取步骤合并萃取液。萃取液过无水硫酸钠干燥柱脱水，在 35~40℃ 下氮吹浓缩至 1mL 以下，加入 50μL 浓度为 400μg/mL 的内标，用二氯甲烷定容至 1.0mL，≤4℃ 冷藏保存待测。

(10) 多环芳烃(共 8 项)：取 1000mL 水样，倒入 2000mL 的分液漏斗中，

加入 30g 氯化钠，再加入 50mL 正己烷，振摇 5min，静置分层，收集有机相，放入 250mL 接收瓶中，重复萃取两次，合并有机相，加入无水硫酸钠至有流动的无水硫酸钠存在，放置 30min，脱水干燥，用浓缩装置浓缩至 0.5~1.0mL，加入 3mL 乙腈，再浓缩至 1.0mL 以下，最后准确定容到 1.0mL 待测。

5.4.8 质量控制与管理

质量控制的目的是为了保证所产生的土壤环境质量检测资料具有代表性、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。

5.4.8.1 土壤样品质量控制

按照《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004)和《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)相关规定，现场质控手段包括现场平行和现场空白，实验室质控手段包含实验室空白、实验室平行、标准物质、加标回收试验等。本项目分析质量控制要求如下：

- (1) 每批次样品需采集现场平行样，比例不少于样品总数的 5%；
- (2) 每天需采集 1 个运输空白样品和 1 个全程序空白样品；本项目采样时间为 2 天，按要求采集了 2 个运输空白样品和 2 个全程序空白样品；
- (3) 每批次样品分析测试时，均应在与测试样品相同的前处理和分析条件下进行空白试验；空白试验的方法和空白样品数应执行分析测试方法中的相关规定；分析测试方法中无规定时，每批次样品至少应分析测试 1 个空白样品；测定结果一般应低于方法检出限；
- (4) 每批次样品中，每个测试项目均须进行平行双样分析；分析测试方法中有规定的，按照分析测试方法的规定执行；分析测试方法中无规定的，当批次样品数 ≥ 20 个时，应随机抽取不少于 5% 的样品进行平行双样分析；当批次样品数 < 20 个时，应至少随机抽取 2 个样品进行平行双样分析；
- (5) 每批次要作质控样，质控样测定值必须落在质控样标准值及不确定度范围内，质控样品数量不少于基础样品总数的 5%；当所测项目无标准物质或质控样时，可用加标回收试验来检查准确度；每批次样品的加标回收试样数量不少于基础样品总数的 5%。

本次土壤样品分析质量控制总结如下：

(1) 空白样品检测结果

本项目各检测因子空白样品均未检出，符合各分析标准要求。

(2) 精密度控制结果

本项目各检测因子现场平行和室内平行分析结果均在允许偏差范围内，精密度符合要求。

(3) 准确度控制结果

本项目各检测因子加标回收试验的分析结果满足各分析标准或技术规范的要求，标准样品的分析结果均在标准物质的标准值及不确定度范围内，准确度符合要求。

综上所述，该项目的质控样品的数量、质量（精密度和准确度）均满足相关要求。因此，本项目检测过程的受控质量可靠，检测结果有效。

本项目土壤样品分析质控实施结果具体数据见表 5-14 至表 5-15。

5.4.8.2 底泥样品质量控制

按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）和《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）相关规定，现场质控手段包括现场平行和现场空白，实验室质控手段包含实验室空白、实验室平行、标准物质、加标回收试验等。本项目分析质量控制要求如下：

(1) 每批次样品需采集现场平行样，比例不少于基础样品总数的 5%；

(2) 每天需采集 1 个运输空白样品和 1 个全程序空白样品；本项目采样时间为 1 天，按要求采集了 1 个运输空白样品和 1 个全程序空白样品；

(3) 每批次样品分析测试时，均应在与测试样品相同的前处理和分析条件下进行空白试验；空白试验的方法和空白样品数应执行分析测试方法中的相关规定；分析测试方法中无规定时，每批次样品至少应分析测试 1 个空白样品；测定结果一般应低于方法检出限；

(4) 每批次样品中，每个测试项目均须进行平行双样分析；分析测试方法中有规定的，按照分析测试方法的规定执行；分析测试方法中无规定的，当批次样品数大于 20 个时，应随机抽取不少于 5% 的样品进行平行双样分析；当批次样品数小于等于 20 个时，应至少随机抽取 2 个样品进行平行双样分析；

(5) 每批次要作质控样，质控样测定值必须落在质控样标准值及不确定度

范围内，质控样品数量不少于基础样品总数的 5%；当所测项目无标准物质或质控样时，可用加标回收试验来检查准确度；每批次样品的加标回收试样数量不少于基础样品总数的 5%。

本次底泥样品分析质量控制总结如下：

(1) 空白样品检测结果

本项目各检测因子空白样品均未检出，符合各分析标准要求。

(2) 精密度控制结果

本项目各检测因子现场平行和室内平行分析结果均在允许偏差范围内，精密度符合要求。

(3) 准确度控制结果

本项目各检测因子加标回收试验的分析结果满足各分析标准或技术规范的要求，标准样品的分析结果均在标准物质的标准值及不确定度范围内，准确度符合要求。

综上所述，该项目的质控样品的数量、质量（精密度和准确度）均满足相关要求。因此，本项目检测过程的受控质量可靠，检测结果有效。

5.4.8.3 地下水样品质量控制

按照《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）相关规定现场采样不少于 10% 的平行样、空白样，使用合适的容器冷藏保存，防止样品受到污染和变质。实验室分析主要采取实验室空白、实验室平行、实验室加标回收试验等质控措施进行质量控制。本项目分析质量控制要求如下：

(1) 每批次样品需采集现场平行样，比例约为样品总数的 10%；

(2) 每天至少采集 1 个运输空白样品和 1 个全程序空白样品。本项目采样时间为 1 天，采集了 1 个运输空白样品、1 个全程序空白样品和 1 个设备空白样品（专用于挥发性有机物测定）；

(3) 每批次样品至少做 1 个实验室空白，空白样品数量不少于样品总数的 10%；

(4) 实验室平行样品数量不少于样品总数的 5%~10%；

(5) 每批次样品要做质控样，质控样测定值必须落在质控样标准值及不确定度范围内，质控样品数量不少于样品总数的 5%~10%；当所测项目无标准物质

或质控样时，可用加标回收试验来检查准确度；每批次样品的加标回收试样数量不少于样品总数的 5%~10%。

本次地下水样品分析质量控制总结如下：

(3) 空白样品检测结果

本项目各检测因子空白样品均未检出，符合各分析标准要求。

(4) 精密度控制结果

本项目各检测因子现场平行和室内平行分析结果均在允许偏差范围内，精密度符合要求。

(3) 准确度控制结果

本项目各检测因子加标回收试验的分析结果满足各分析标准或技术规范的要求，标准样品的分析结果均在标准物质的标准值及不确定度范围内，准确度符合要求。

综上所述，该项目的质控样品的数量、质量（精密度和准确度）均满足《相关要求》。因此，本项目检测过程的受控质量可靠，检测结果有效。

5.4.8.4 地表水样品质量控制

按照《地表水和污水监测技术规范》HJT91-2002 相关规定，现场采样不少于 10% 的平行样、空白样，使用合适的容器，采取冷藏措施防止样品受污染和变质，实验室分析主要采取实验室空白、实验室平行、实验室加标回收率等质控措施进行质量控制。本项目分析质量控制要求如下：

(1) 每天至少采集 2 个现场空白样品。本项目采样时间为 1 天，采集了 1 个运输空白样品、1 个全程序空白样品和 1 个设备空白样品（专用于挥发性有机物测定）；

(2) 每批次样品需采集现场平行样，比例约为样品总数的 10%；

(3) 实验室空白每批次样品至少做 1 个试验空白，空白样品数量不少于样品总数的 10%；

(4) 实验室室内平行样数量不少于样品总数的 10%；

(5) 每批次要带质控样，质控样测定值必须落在质控样保证值范围内，质控样品数量不少于样品总数的 10%；当所测项目无标准物质或质控样时，可用加标回收实验来检查准确度；每批样品的加标回收样数量约为样品总数的 10%。

本次地表水样品分析质量控制总结如下：

(5) 空白样品检测结果

本项目各检测因子空白样品均未检出，符合各分析标准要求。

(6) 精密度控制结果

本项目各检测因子现场平行和室内平行分析结果均在允许偏差范围内，精密度符合要求。

(3) 准确度控制结果

本项目各检测因子加标回收试验的分析结果满足各分析标准或技术规范的要求，标准样品的分析结果均在标准物质的标准值及不确定度范围内，准确度符合要求。

综上所述，该项目的质控样品的数量、质量（精密度和准确度）均满足《相关要求》。因此，本项目检测过程的受控质量可靠，检测结果有效。

5.4.8.5 样品运输和分析计划

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，随同样品跟踪单起及时送至实验室进行分析。

样品运输跟踪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。

5.4.8.6 分析方法和检出限

分析方法优先采用国家标准方法、行业标准方法进行检测。

土壤检测项目的检测方法和检出限见表 5-1，底泥检测项目的检测方法和检出限见表 5-2，地下水检测项目的检测方法和检出限见表 5-3，地表水检测项目的检测方法和检出限见表 5-4。

表 5-1 土壤各项检测指标分析方法与检出限

检测因子	分析方法	方法检出限
pH	《土壤 pH 值的测定电位法》 (HJ 962-2018)	/
水分	《土壤干物质和水分的测定重量法》 (HJ 613-2011)	/
总汞	《土壤质量总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法第 1 部分：土壤中总汞的测定》 (GB/T 22105.1-2008)	0.002mg/kg
总砷	《土壤质量总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法第 2 部分：土壤中总砷的测定》 (GB/T 22105.2-2008)	0.01mg/kg
铅	《土壤和沉积物铜、锌、铅、镉、铬的测定火焰原子吸收分光光度法》(HJ 491-2019)	10mg/kg
镉	《土壤质量铅、镉的测定石墨炉原子吸收分光光度法》(GB/T 17141-1997)	0.01mg/kg
铜	《土壤和沉积物铜、锌、铅、镉、铬的测定火焰原子吸收分光光度法》(HJ 491-2019)	1mg/kg
镍	《土壤和沉积物铜、锌、铅、镉、铬的测定火焰原子吸收分光光度法》(HJ 491-2019)	3mg/kg
六价铬	《土壤和沉积物六价铬的测定碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法》(HJ 1082-2019)	0.5mg/kg
氯甲烷	《土壤和沉积物挥发性有机物的测定吹扫捕集/气相色谱-质谱法》(HJ 605-2011)	1.0μg/kg
氯乙烯		1.0μg/kg
1,1-二氯乙烯		1.0μg/kg
二氯甲烷		1.5μg/kg
反式-1,2-二氯乙烯		1.4μg/kg
1,1-二氯乙烷		1.2μg/kg
顺式-1,2-二氯乙烯		1.3μg/kg
氯仿		1.1μg/kg
1,1,1-三氯乙烷		1.3μg/kg
四氯化碳		1.3μg/kg
苯		1.9μg/kg
1,2-二氯乙烷		1.3μg/kg
三氯乙烯		1.2μg/kg
1,2-二氯丙烷		1.1μg/kg
甲苯		1.3μg/kg
1,1,2-三氯乙烷		1.2μg/kg
四氯乙烯		1.4μg/kg
氯苯		1.2μg/kg

检测因子	分析方法	方法检出限
1,1,1,2-四氯乙烷		1.2μg/kg
乙苯		1.2μg/kg
间, 对-二甲苯		1.2μg/kg
邻-二甲苯		1.2μg/kg
苯乙烯		1.1μg/kg
1,1,2,2-四氯乙烷		1.2μg/kg
1,2,3-三氯丙烷		1.2μg/kg
1,4-二氯苯		1.5μg/kg
1,2-二氯苯		1.5μg/kg
苯胺		《土壤和沉积物半挥发性有机物的测定气相色谱-质谱法》(HJ 834-2017)
2-氯苯酚	0.06mg/kg	
硝基苯	0.09mg/kg	
萘	0.09mg/kg	
苯并(a)蒽	0.1mg/kg	
蒽	0.1mg/kg	
苯并(b)荧蒽	0.2mg/kg	
苯并(k)荧蒽	0.1mg/kg	
苯并(a)芘	0.1mg/kg	
茚并(1,2,3-cd)芘	0.1mg/kg	
二苯并(a,h)蒽	0.1mg/kg	
石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)	《土壤和沉积物石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) 的测定气相色谱法》(HJ 1021-2019)	6mg/kg

表 5-2 底泥各项检测指标分析方法与检出限

检测因子	分析方法	方法检出限
pH 值	《土壤 pH 值的测定电位法》 (HJ 962-2018)	/
含水率	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 (GB 17378.5-2007)	/
汞	《土壤和沉积物汞、砷、硒、铋、锑的测定微波消解原子荧光法》 (HJ 680-2013)	0.002mg/kg
砷	《土壤和沉积物汞、砷、硒、铋、锑的测定微波消解原子荧光法》 (HJ 680-2013)	0.01mg/kg
六价铬	《土壤和沉积物六价铬的测定碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法》 (HJ 1082-2019)	0.5mg/kg
铅	《土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定火焰原子吸收分光光度法》 (HJ 491-2019)	10mg/kg
镉	《土壤质量铅、镉的测定石墨炉原子吸收分光光度法》 (GB/T 17141-1997)	0.01mg/kg
镍	《土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定火焰原子吸收分光光度法》(HJ 491-2019)	3mg/kg
铜	《土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定火焰原子吸收分光光度法》 (HJ 491-2019)	1mg/kg
氯甲烷	《土壤和沉积物挥发性有机物的测定吹扫捕集/气相色谱-质谱法》(HJ 605-2011)	1.0μg/kg
氯乙烯		1.0μg/kg
1,1-二氯乙烯		1.0μg/kg
二氯甲烷		1.5μg/kg
反式-1,2-二氯乙烯		1.4μg/kg
1,1-二氯乙烷		1.2μg/kg
顺式-1,2-二氯乙烯		1.3μg/kg
氯仿		1.1μg/kg
1,1,1-三氯乙烷		1.3μg/kg
四氯化碳		1.3μg/kg
苯		1.9μg/kg
1,2-二氯乙烷		1.3μg/kg
三氯乙烯		1.2μg/kg
1,2-二氯丙烷		1.1μg/kg
甲苯		1.3μg/kg

检测因子	分析方法	方法检出限	
1,1,2-三氯乙烷		1.2μg/kg	
四氯乙烯		1.4μg/kg	
氯苯		1.2μg/kg	
1,1,1,2-四氯乙烷		1.2μg/kg	
乙苯		1.2μg/kg	
间,对-二甲苯		1.2μg/kg	
邻-二甲苯		1.2μg/kg	
苯乙烯		1.1μg/kg	
1,1,2,2-四氯乙烷		1.2μg/kg	
1,2,3-三氯丙烷		1.2μg/kg	
1,4-二氯苯		1.5μg/kg	
1,2-二氯苯		1.5μg/kg	
苯胺		《土壤和沉积物半挥发性有机物的测定气相色谱-质谱法》(HJ 834-2017)	0.01mg/kg
2-氯苯酚			0.06mg/kg
硝基苯	0.09mg/kg		
萘	0.09mg/kg		
苯并(a)蒽	0.1mg/kg		
蒽	0.1mg/kg		
苯并(b)荧蒽	0.2mg/kg		
苯并(k)荧蒽	0.1mg/kg		
苯并(a)芘	0.1mg/kg		
茚并(1,2,3-cd)芘	0.1mg/kg		
二苯并(a,h)蒽	0.1mg/kg		
石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)	《土壤和沉积物石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) 的测定气相色谱法》(HJ 1021-2019)	6mg/kg	

表 5-3 地下水各项检测指标分析方法与检出限

检测因子	检测方法	检出限
pH 值	《水质 pH 值的测定电极法》（HJ1147-2020）	/
浊度	《水质浊度的测定浊度计法》（HJ 1075-2019）	0.3NTU
砷	《水质汞、砷、硒、铋和锑的测定原子荧光法》（HJ 694-2014）	3×10^{-4} mg/L
总汞		4×10^{-5} mg/L
铅	《HJ 700-2014 水质 65 种元素的测定电感耦合等离子体质谱法》（HJ700-2014）	9×10^{-5} mg/L
镉		5×10^{-5} mg/L
镍		6×10^{-5} mg/L
铜		8×10^{-5} mg/L
六价铬	《水质六价铬的测定二苯碳酰二肼分光光度法》（GB/T 7467-1987）	0.004mg/L
氯乙烯	《水质挥发性有机物的测定吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ 639-2012）	1.5μg/L
1,1-二氯乙烯		1.2μg/L
二氯甲烷		1.0μg/L
反-1,2-二氯乙烯		1.1μg/L
1,1-二氯乙烷		1.2μg/L
顺-1,2-二氯乙烯		1.2μg/L
氯仿		1.4μg/L
1,1,1-三氯乙烷		1.4μg/L
四氯化碳		1.5μg/L
苯		1.4μg/L
1,2-二氯乙烷		1.4μg/L
三氯乙烯		1.2μg/L
1,2-二氯丙烷		1.2μg/L
甲苯		1.4μg/L
1,1,2-三氯乙烷		1.5μg/L
四氯乙烯		1.2μg/L
氯苯		1.0μg/L
1,1,1,2-四氯乙烷		1.5μg/L
乙苯		0.8μg/L
间/对-二甲苯		2.2μg/L
邻-二甲苯		1.4μg/L
苯乙烯		0.6μg/L

检测因子	检测方法	检出限
1,1,2,2-四氯乙烷	《水质挥发性有机物的测定吹扫捕集/气相色谱-质谱法》(HJ 639-2012)	1.1μg/L
1,2,3-三氯丙烷		1.2μg/L
1,4-二氯苯		0.8μg/L
1,2-二氯苯		0.8μg/L
氯甲烷	《生活饮用水标准检验方法有机物指标》(GB/T 5750.8-2006) 附录 A	0.13μg/L
苯胺	《水质苯胺类化合物的测定气相色谱-质谱法》(HJ 822-2017)	0.057μg/L
2-氯苯酚	《水质半挥发性有机物的测定液液萃取-气相色谱质谱法》(DB4401/T 94-2020)	0.2μg/L
硝基苯		0.2μg/L
萘	《水质多环芳烃的测定液液萃取和固相萃取高效液相色谱法》(HJ 478-2009)	0.012μg/L
蒽		0.005μg/L
苯并(a)蒽		0.012μg/L
苯并(b)荧蒽		0.004μg/L
苯并(k)荧蒽		0.004μg/L
苯并(a)芘		0.004μg/L
二苯并(a,h)蒽		0.003μg/L
茚并(1,2,3-cd)芘		0.005μg/L
可萃取性石油烃(C ₁₀ ~C ₄₀)	《水质可萃取性石油烃(C ₁₀ ~C ₄₀)的测定气相色谱法》(HJ 894-2017)	0.01mg/L

表 5-4 地表水各项检测指标分析与检出限

检测因子	检测方法	检出限
pH 值	《水质 pH 值的测定玻璃电极法》 (GB 6920-1986)	/
浊度	《水质浊度的测定浊度计法》 (HJ 1075-2019)	0.3NTU
砷	《水质汞、砷、硒、铋和锑的测定原子荧光法》(HJ 694-2014)	3×10^{-4} mg/L
总汞		4×10^{-5} mg/L
铅	《HJ 700-2014 水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》 (HJ700-2014)	9×10^{-5} mg/L
镉		5×10^{-5} mg/L
镍		6×10^{-5} mg/L
铜		8×10^{-5} mg/L
六价铬	《水质六价铬的测定二苯碳酰二肼分光光度法》 (GB/T 7467-1987)	0.004mg/L
氯乙烯	《水质挥发性有机物的测定吹扫捕集/气相色谱-质谱法》(HJ 639-2012)	1.5μg/L
1,1-二氯乙烯		1.2μg/L
二氯甲烷		1.0μg/L
反-1,2-二氯乙烯		1.1μg/L
1,1-二氯乙烷		1.2μg/L
顺-1,2-二氯乙烯		1.2μg/L
氯仿		1.4μg/L
1,1,1-三氯乙烷		1.4μg/L
四氯化碳		1.5μg/L
苯		1.4μg/L
1,2-二氯乙烷		1.4μg/L
三氯乙烯		1.2μg/L
1,2-二氯丙烷		1.2μg/L
甲苯		1.4μg/L
1,1,2-三氯乙烷		1.5μg/L
四氯乙烯		1.2μg/L
氯苯		1.0μg/L
1,1,1,2-四氯乙烷		1.5μg/L
乙苯		0.8μg/L
间/对-二甲苯		2.2μg/L
邻-二甲苯	1.4μg/L	
苯乙烯	0.6μg/L	

检测因子	检测方法	检出限
1,1,2,2-四氯乙烷		1.1μg/L
1,2,3-三氯丙烷		1.2μg/L
1,4-二氯苯		0.8μg/L
1,2-二氯苯		0.8μg/L
氯甲烷		《生活饮用水标准检验方法有机物指标》 (GB/T 5750.8-2006) 附录 A
苯胺	《水质苯胺类化合物的测定气相色谱-质谱法》 (HJ 822-2017)	0.057μg/L
2-氯苯酚	《水质半挥发性有机物的测定液液萃取-气相色谱 质谱法》(DB4401/T 94-2020)	0.2μg/L
硝基苯		0.2μg/L
萘	《水质多环芳烃的测定液液萃取和固相萃取高效 液相色谱法》(HJ 478-2009)	0.012μg/L
蒽		0.005μg/L
苯并(a)蒽		0.012μg/L
苯并(b)荧蒽		0.004μg/L
苯并(k)荧蒽		0.004μg/L
苯并(a)芘		0.004μg/L
二苯并(a,h)蒽		0.003μg/L
茚并(1,2,3-cd)芘		0.005μg/L
可萃取性石油烃(C ₁₀ ~C ₄₀)	《水质可萃取性石油烃(C ₁₀ ~C ₄₀)的测定气相色谱 法》(HJ 894-2017)	0.01mg/L

5.4.8.7 检测单位

本项目由广东安纳检测技术有限公司进行现场采样和实验室检测。

广东安纳检测技术有限公司是一家具有独立法人地位的第三方专业检测机构，省级资质认定（CMA）合格单位；能够依据相关的法律、法规，客观、公正准确的为客户提供检测方面的服务。能够提供土壤、地下水的采样和分析。

5.4.8.8 钻探单位

本项目委托钻探单位为复力环保（广州）有限公司进行现场土孔钻探和地下水井的建设。

复力环保（广州）有限公司成立于 2018 年，经营特色为专业土壤钻孔取样、专业地下水取样和专业环保监测井设置。

第六章初步采样调查结果分析

6.1 土壤风险评估筛选值

土壤检出污染物风险评估筛选值优先参考《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）（以下简称“建设用地风险管控标准”）。建设用地风险管控标准规定了人群在直接暴露于建设用地土壤的情况下，保护人体健康的建设用地土壤污染风险筛选值，以及检测、实施与监督要求。

本调查地块未来规划为二类居住用地（R2）兼容商业服务业设施用地（B）、地块附属绿地，属于第一类用地，综合考虑公众安全及调查地块后续修复等工作的可行性，确定本项目土壤和底泥污染物风险评估筛选值为《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第一类用地筛选值。

本调查地块位于广东省佛山市顺德区，对于重金属砷，参考《广东土壤环境背景值和临界含量的地带性分异》（许炼烽著）的相关描述，广东省中南部南亚热带地区土壤类型以赤红壤为主。因此砷的风险评估筛选值参考《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）附录A中水稻土背景值。

6.2 底泥风险评估筛选值

底泥检出污染物风险评估筛选值优先参考《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第一类用地筛选值。

6.3 地下水风险评估筛选值

6.3.1 地下水风险评估筛选值详情

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），本项目地下水中检出污染物的风险评估筛选值，优先采用《地下水质量标准》（GBT14848-2017）IV类标准。《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017），没有涉及的污染物，依据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）推导其筛选值。

6.4 地表水风险评估筛选值

本项目附近最近的河流为一更涌及其支流，根据《广东省地表水环境功能区划》（粤环〔2011〕14号），水质目标分别为IV类。因此，本项目地表水风险评

估筛选值优先选用《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) IV 类标准。

《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 中没有筛选值的污染物, 参考对应的地下水筛选值。

6.5 对照点检出情况分析

本次调查在地块西侧 432m 和西北侧 868m 处各布设了 1 个土壤对照点, 编号为 DZSB1 和 DZSB2。土壤对照点取原状土以下 0.2m 处土壤分析检测。

如下表所示, 检出污染物共 9 项。其中重金属 6 项: 汞、砷、铅、镉、镍、铜; 石油烃 1 项: 石油烃 (C₁₀-C₄₀); 挥发性有机物污染物 2 项: 氯甲烷和二氯甲烷。

检出污染物浓度均不超过《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018) 中第一类用地筛选值。砷浓度不超过《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018) 中, 附录 A 中水稻土中砷的背景值。

本次调查在地块西北侧 975m 设置了 1 个地下水对照点。

该地下水对照点检出污染物 3 项。其中重金属 2 项: 砷和镍; 石油烃 1 项: 可萃取性石油烃 (C₁₀~C₄₀)。

检出污染物浓度均不超出《地下水质量标准》(GBT-14848-2017) IV 类标准。可萃取性石油烃 (C₁₀~C₄₀) 检出浓度不超出依据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019) 推导的筛选值。

6.6 土壤污染物检出情况

本调查地块内共检测土壤样品 33 个, 对所有点位样品进行了 pH、GB36600-2018 中表 1 的 45 项和石油烃 (C₁₀-C₄₀) 的检测。

如下表所示, 本项目土壤样品 pH 值范围为 6.88~9.21, 仅样品 SB7-1 和 SB7-2 的 pH 略高为 9.21 和 9.15, 其余样品 pH 均小于 9, 因此本调查地块整体为中性。

土壤样品检出的污染物共 11 项。其中重金属 6 项: 汞、砷、铅、镉、镍和铜; 石油烃 1 项: 石油烃 (C₁₀-C₄₀); 挥发性有机物污染物 4 项: 氯甲烷、二氯甲烷、氯仿和四氯乙烯。其余污染物均未检出。

将检出污染物浓度与《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》

(GB36600-2018) 中的第一类用地筛选值和赤红壤中砷的背景值进行比对可知:

土壤中各项检出污染物浓度均不超出《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018) 中的第一类用地筛选值, 砷不超出赤红壤中背景值。

6.7 底泥污染物检出情况

本调查地块内共采集底泥样品 3 个, 进行了 pH、含水率、GB36600-2018 中表 1 的 45 项和石油烃(C₁₀-C₄₀) 的检测。

本项目底泥样品 pH 值范围为 7.06~8.32, 整体呈中性。

底泥样品检出污染物共 10 项。其中重金属 6 项: 镉、汞、砷、铅、镍和铜; 石油烃 1 项: 石油烃(C₁₀-C₄₀); 挥发性有机物污染物 3 项: 氯甲烷、二氯甲烷和氯仿。其余污染物均未检出。

底泥样品中各项检出污染物浓度均不超出《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018) 中的第一类用地筛选值, 砷不超出水稻土中背景值。

6.8 地下水污染物检出情况

本调查地块内共采集地下水样品 3 个, 进行了 pH、GB36600-2018 中表 1 的 45 项和可萃取性石油烃((C₁₀-C₄₀)) 的检测。

本项目地下水样品 pH 值范围为 7.0~7.2, 整体呈中性。

地下水样品检出污染物共 4 项。其中重金属 3 项: 砷、镍和铜; 可萃取性石油烃(C₁₀-C₄₀) 1 项。其余污染物均未检出。

将检出污染物浓度与《地下水质量标准》(GBT14848-2017) IV 类标准和依据《建设用土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019) 推导出的第一类用地风险控制值进行比对可知:

地下水中检出的重金属均不超出《地下水质量标准》(GBT14848-2017) IV 类标准。可萃取性石油烃(C₁₀-C₄₀) 不超过依据《建设用土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019) 推导的第一类用地风险控制值。

6.9 地表水污染物检出情况

本调查地块内共采集地表水样品 3 个，进行了 pH、GB36600-2018 中表 1 的 45 项和可萃取性石油烃（C₁₀~C₄₀）的检测。

地表水样品检出污染物共 4 项。其中重金属 3 项：砷、镍和铜；可萃取性石油烃（C₁₀-C₄₀）1 项。其余污染物均未检出。

将检出污染物浓度与《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准、《地下水质量标准》（GBT14848-2017）IV 类标准和依据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）推导的地下水控制值进行比对可知：

检出污染物均不超出《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准。

6.10 初步采样调查结果

通过对本地块内土壤、底泥、地下水和地表水样品的监测数据分析可知：

（1）土壤样品检出的污染物共 11 项。其中重金属 6 项：汞、砷、铅、镉、镍和铜；石油烃 1 项：石油烃（C₁₀-C₄₀）；挥发性有机物污染物 4 项：氯甲烷、二氯甲烷、氯仿和四氯乙烯。

将检出污染物浓度与《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》（GB36600-2018）中的第一类用地筛选值和水稻土中砷的背景值进行比对可知：

土壤中各项检出污染物浓度均不超出《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第一类用地筛选值，砷不超出水稻土中背景值。

（2）底泥样品检出的污染物共 10 项。其中重金属 6 项：镉、汞、砷、铅、镍和铜；石油烃 1 项：石油烃（C₁₀-C₄₀）；挥发性有机物污染物 3 项：氯甲烷、二氯甲烷和氯仿。

将检出污染物浓度与《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》（GB36600-2018）中的第一类用地筛选值和水稻土中砷的背景值进行比对可知：

底泥中各项检出污染物浓度均不超出《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第一类用地筛选值，砷不超出水稻土中背景值。

（3）地下水样品检出的污染物共 4 项。其中重金属 3 项：砷、镍和铜；可萃取性石油烃（C₁₀-C₄₀）1 项。

将检出污染物浓度与《地下水质量标准》(GBT14848-2017) IV 类标准和依据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019) 推导出的第一类用地风险控制值进行比对可知:

地下水中检出的重金属浓度均不超出《地下水质量标准》(GBT14848-2017) IV 类标准。可萃取性石油烃 (C₁₀-C₄₀) 不超过依据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019) 推导的第一类用地风险控制值。

(4) 地表水样品检出的污染物共 4 项。其中重金属 3 项: 砷、镍和铜; 可萃取性石油烃 (C₁₀-C₄₀) 1 项。

将检出污染物浓度与《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) IV 类标准、《地下水质量标准》(GBT14848-2017) IV 类标准和依据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019) 推导的地下水控制值进行比对可知:

地表水检出污染物浓度均不超出《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) IV 类标准。

综上所述, 本调查地块土壤和底泥污染物浓度均未超过第一类用地风险筛选值; 地下水和地表水环境状况符合相应标准。土壤环境质量满足二类居住用地 (R2) 兼容商业服务业设施用地 (B)、地块附属绿地要求, 无需开展土壤污染状况详细调查。

第七章 结论和建议

7.1 土壤污染状况初步调查结论

顺德高新区西部启动区商务配套区 D-XB-10-01A-15-01 地块,位于广东省佛山市顺德区德富路以西、德美路以北和在建顺水路以南,面积为 53130.47m²。

根据《顺德西部生态产业区启动区商务配套区控制性详细规划(修编)》,本调查地块未来规划为二类居住用地(R2)兼容商业服务业设施用地(B)、地块附属绿地,属于第一类用地。

受佛山市顺德高新技术产业开发区管理委员会委托,广东广碧环保科技有限公司于 2021 年 6 月~8 月进行了本调查地块土壤污染状况初步调查工作。根据国家土壤污染状况调查相关技术导则要求,项目组对目标地块开展了初步调查工作,调查结果如下:

7.1.1 第一阶段土壤污染状况调查结论

顺德高新区西部启动区商务配套区 D-XB-10-01A-15-01 地块,位于广东省佛山市顺德区德富路以西、德美路以北和在建顺水路以南,占地面积为 53130.47m²。

2015 年前,地块为鱼塘、小河和芭蕉地。

2015 年,对地块东侧部分区域回填河沙。

2017~2018 年,对本调查地块外德富路区域的鱼塘和低洼区进行回填整平,回填整平和边坡包边小范围扩展到本地块边界内。

2018~2019 年,对本调查地块外德美路区域的鱼塘和低洼区进行回填整平,回填整平和边坡包边小范围扩展到本地块边界内。

2019 年,地块内鱼塘全部回填整平,回填整平期间,地块内建有 1 条施工便道。

2021 年,本地块北侧靠近在建顺水路区域,堆放有顺水路挖出的填土。

项目组在第一阶段调查中通过资料收集和分析、现场踏勘、调查采访等方式对调查地块及其周边进行了详细的分析和污染物识别。主要结论如下:

(1) 地块内鱼塘养殖 4 大家鱼,养殖过程中鱼塘不投加化学药剂,仅投加鱼饲料。渔用配合饲料中重金属(铜、镍、铅等),可能通过鱼类排泄物或鱼的尸体污染鱼塘水体或沉积到底泥。

(2) 芭蕉树种植过程不使用农药。

(3) 地块内历史上至今无工业企业存在，不产生工业废水；地块周边 500m 范围内无工业企业，无工业废水进入过地块。

(4) 地块在进行回填过程中，可能会使用到土方运输车、推土机等施工机械，回填土有沾染到燃油、机油的可能。

(5) 地块北侧紧邻本地块区域，2019 年曾被中交诚湾悦府项目部临时用于汽车停放，汽车停放过程燃油泄露可能会对本地块产生影响。

(6) 地块西侧和南侧隔德美路为空地、四号渠和高赞大桥，东侧隔德富路为住宅区中交诚湾悦府。地块周边无工业生产活动，对本调查地块土壤和地下水影响较小。

因此，在第二阶段土壤污染状况调查-初步采样期间，要将地块内关注污染物重金属（铜、镍、铅等）和石油烃（C₁₀-C₄₀）作为重点关注对象进行初步采样调查。

7.1.2 第二阶段土壤污染状况调查结论

地块内设置 8 个土壤采样点，调查深度为 6~8m；设置 3 个地下水监测点；设置 3 个地表水和底泥采样点。

第二阶段土壤污染状况调查工作的土壤采样时间为 2021 年 7 月 13 日~2021 年 7 月 14 日，地下水采样时间为 2021 年 7 月 20 日，地表水和底泥采样时间为 2021 年 7 月 14 日。

土壤和底泥检测项目为 GB36600-2018 中表 1 的基本 45 项、石油烃(C₁₀-C₄₀) 和 pH、含水率。地下水和地表水样品检测项目为 GB36600-2018 中表 1 的基本 45 项、可萃取性石油烃（C₁₀-C₄₀）和 pH。

检测结果表明：

(1) 土壤样品检出的污染物共 11 项。其中重金属 6 项：汞、砷、铅、镉、镍和铜；石油烃 1 项：石油烃（C₁₀-C₄₀）；挥发性有机物污染物 4 项：氯甲烷、二氯甲烷、氯仿和四氯乙烯。

将检出污染物浓度与《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018) 中的第一类用地筛选值和水稻土中砷的背景值进行比对可知：

土壤中各项检出污染物浓度均不超出《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第一类用地筛选值，砷不超出水稻土中背景值。

（2）底泥样品检出的污染物共 10 项。其中重金属 6 项：镉、汞、砷、铅、镍和铜；石油烃 1 项：石油烃（C₁₀-C₄₀）；挥发性有机物污染物 3 项：氯甲烷、二氯甲烷和氯仿。

将检出污染物浓度与《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准(试行)》（GB36600-2018）中的第一类用地筛选值和水稻土中砷的背景值进行比对可知：

底泥中各项检出污染物浓度均不超出《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第一类用地筛选值，砷不超出水稻土中背景值。

（3）地下水样品检出的污染物共 4 项。其中重金属 3 项：砷、镍和铜；可萃取性石油烃（C₁₀-C₄₀）1 项。

将检出污染物浓度与《地下水质量标准》（GBT14848-2017）IV 类标准和依据《建设用土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）推导出的第一类用地风险控制值进行比对可知：

地下水中检出的重金属均不超出《地下水质量标准》（GBT14848-2017）IV 类标准。可萃取性石油烃（C₁₀-C₄₀）不超过依据《建设用土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）推导的第一类用地风险控制值。

（4）地表水样品检出的污染物共 4 项。其中重金属 3 项：砷、镍和铜；可萃取性石油烃（C₁₀-C₄₀）1 项。

将检出污染物浓度与《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准、《地下水质量标准》（GBT14848-2017）IV 类标准和依据《建设用土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）推导的地下水控制值进行比对可知：

地表水检出污染物浓度均不超出《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV 类标准。

综上所述，本调查地块土壤和底泥污染物浓度均未超过第一类用地风险筛选值；地下水和地表水环境状况符合相应标准。土壤环境质量满足二类居住用地

(R2) 兼容商业服务业设施用地 (B)、地块附属绿地要求, 无需开展土壤污染状况详细调查。

7.2 不确定性分析

由于土壤环境的复杂性, 土壤调查是一个系统过程, 需要环境学、化学、地质学、毒理学等多方面学科的融合。受基础科学发展水平、时间及资料等限制, 调查过程中可能存在一些不确定性因素, 主要体现在以下几个方面:

(1) 污染识别的不确定性。本次土壤污染状况调查过程中, 因历史原因, 地块的原始记录资料缺失, 包括鱼塘投料和填土施工过程信息文件等。鉴于本报告通过查阅历史资料和人员访谈形式, 明确本地块的历史沿革、地块现状等情况后, 来确定整个地块的潜在污染区域和关注污染物, 而调查采用系统布点结合分区布点的原则, 对整个调查地块潜在污染区域进行布点, 布点覆盖了所有潜在关注区域。监测布点、采样深度、检测项目均符合《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ 25.1-2019)、《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南(试行)》等要求, 因此, 本报告的调查分析结论基本可以代表地块内的土壤实际情况, 相关资料缺失对调查结果影响不大。

(2) 样品采集、运输保存及分析等过程中的不确定性。样品采集、运输保存及分析等过程均严格按照《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ/T 25.2-2019)、《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南(试行)》、《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004)和《地下水环境监测技术规范》(HJ164-2020)等要求进行, 土壤调查的质量控制与管理也满足要求。

7.3 建议

(1) 在本次场地污染调查采样后至后续开发建设前, 建议业主做好场地围蔽和管理, 不得在该地块进行其他可能会对土壤、地下水、地表水和底泥造成污染的活动。

(2) 在下一阶段的开发利用时, 建议建设单位建立完善的环境管理制度, 一旦发生由外来污染源、施工过程中使用化学品的意外泄漏, 应立即停工, 并采取相应的环保措施, 及时通知相关单位和环境保护行政部门, 不得随意处置。