

广州花城玻璃厂地块
土壤污染状况详细调查报告
(送审稿)

土地使用权人：广州珠江产业园投资发展有限公司

土壤污染状况调查单位：苏交科集团股份有限公司

监测单位：广东贝源检测技术股份有限公司

二〇二二年三月

目 录

1 前言	5
2 概述	6
2.1 调查目的和原则.....	6
2.1.1 调查目的	6
2.1.2 调查原则	6
2.2 调查范围.....	6
2.2.1 地理位置	6
2.2.2 调查（红线）范围	7
2.3 调查依据.....	7
2.3.1 法律法规	7
2.3.2 地方政策法规	7
2.3.3 技术导则、标准和规范.....	8
2.3.4 其他参考资料	8
2.4 调查方法.....	9
3 地块概况	10
3.1 区域环境现状.....	10
3.1.1 区域简介	10
3.1.2 自然环境	10
3.1.3 区域地质与水文地质情况.....	12
3.2 敏感目标.....	13
3.3 地块现状和历史.....	13
3.3.1 地块用地历史	13
3.3.2 地块土地利用现状	14
3.4 相邻地块使用现状和历史.....	15
3.4.1 相邻地块使用历史	15
3.4.2 相邻地块使用现状	15
3.5 企业用地历史.....	16
3.6 第一阶段污染识别总结.....	19
3.6.1 地块内污染识别	19
3.6.2 地块周边污染识别	20
3.6.3 地块污染识别结论	20
3.7 第二阶段初步调查总结.....	21
3.7.1 土壤污染状况总结	21
3.7.2 地下水污染状况总结.....	23
3.7.3 土壤污染状况初步调查结论.....	23
4 现场采样和实验室分析	25

4.1	工作计划.....	25
4.1.1	平面布点原则	25
4.1.2	土壤垂向采样原则	25
4.1.3	土壤平面及垂向布点方案.....	26
4.1.4	地下水平面布点方案.....	28
4.1.5	地下水垂向调查深度.....	29
4.2	现场探测方法和程序.....	29
4.3	采样方法和程序.....	29
4.3.1	土壤样品采集	29
4.3.2	地下水样品采集	31
4.3.3	工作量统计	34
4.4	实验室分析.....	34
4.4.1	土壤样品分析方案	34
4.4.2	地下水样品分析方案.....	34
4.5	质量保证和质量控制.....	34
4.5.1	质量控制目标	35
4.5.2	现场采样及流转样品质量控制.....	35
4.5.3	实验室样品质量控制.....	36
4.5.4	土壤样品质控情况	37
4.5.5	地下水样品质控情况.....	39
4.5.6	第三方质控情况	40
5	结果初步分析与评价	42
5.1	土壤和地下水评估标准.....	42
5.1.1	土壤筛选值	42
5.1.2	地下水筛选值	42
5.2	土壤检测结果分析.....	43
5.2.1	检测结果统计分析	43
5.2.2	超标因子分析	错误!未定义书签。
5.2.3	小结	44
5.3	地下水检测结果分析.....	45
5.3.1	详细调查地下水检测结果分析.....	45
5.3.2	初调/详调地下水检测结果统计	45
5.3.3	地下水调查成果小结.....	45
5.4	详细调查结果初步结论.....	46
6	详细调查第一次补充调查	48
6.1	调查内容及方案.....	48
6.2	采样及检测.....	49
6.2.1	采样布点及留样补充检测.....	49
6.2.2	检测分析方案	50
6.3	工作量统计.....	50

6.4 质量控制和质量保证.....	50
7 详调阶段成果分析与评价	53
7.1 地块的地质和水文地质条件.....	53
7.1.1 土层分布	53
7.1.2 地下水流场	53
7.2 土壤检测结果分析.....	54
7.2.1 详调阶段工作量统计.....	54
7.2.2 检测结果统计分析	54
7.2.3 土壤检测结果分析	错误!未定义书签。
7.3 地下水检测结果分析.....	55
7.4 超标情况总结.....	55
7.4.1 土壤超标情况总结	56
7.4.2 地下水超标情况总结.....	56
8 结论.....	58
8.1 结论.....	58
8.2 建议.....	59
8.3 不确定性分析.....	59
9 附件.....	错误!未定义书签。

1 前言

广州花城玻璃厂地块位于广州市荔湾区仁厚直街 26 号，地块总面积为 44915.79m²。地块原为工业用地，原规划为二类居住用地，新规划未确认发布，拟从严按一类用地评估。根据《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 1 月 1 日)、《中华人民共和国土壤污染防治法》(2019 年 1 月 1 日)，建设用地用途变更及农用地变更为住宅、公共管理和公共服务用地的，变更前应按照规定进行土壤污染状况调查。为贯彻落实上述法律法规，以及根据《广东省土壤污染防治行动计划实施方案》和《广州市土壤污染防治行动计划工作方案》相关要求，广州珠江产业园投资发展有限公司（以下简称“珠江产投”）委托苏交科集团股份有限公司（以下简称“苏交科”）对广州花城玻璃厂地块进行土壤污染状况调查。

2021 年 9 月至 11 月，苏交科按照《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)等导则规范完成了花城玻璃厂地块土壤污染状况初步调查工作，编制了《广州花城玻璃厂地块土壤污染状况初步调查报告》。报告显示花城玻璃厂地块土壤存在镉、铅、汞、砷、钴、锑、1,2-二氯乙烷、苯并[a]芘、石油烃(C₁₀-C₄₀)（简称：TPH）和总氟化物共计 10 种超标污染物，本地块需启动详细调查和风险评估。

2021 年 12 月，根据初步调查结果，苏交科按照《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)等导则及广州市生态环境局发布的相关规定，进行了土壤污染状况详细调查现场采样工作。根据采样检测分析结果，编制了本报告-《广州花城玻璃厂地块土壤污染状况详细调查报告》。

2 概述

2.1 调查目的和原则

2.1.1 调查目的

详细调查是在地块初步调查的基础上,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。同时,开展地块土壤理化特征参数调查,获得满足健康风险评估及土壤和地下水修复所需参数。

综上,本次土壤污染状况详细调查的目的为进一步明确土壤污染程度,提高土壤污染范围调查精度。同时,调查本地块土壤理化特征参数。

2.1.2 调查原则

根据现阶段国家和地方对地块污染状况调查评估相关技术规定及管理要求,本地块调查遵循以下原则:

(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调查,为地块的土壤环境管理提供依据。

(2) 规范性原则。采用程序化和系统化的方式规范地块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

2.2.1 地理位置

广州花城玻璃厂地块位于荔湾区芳村大道仁厚直街 26 号,地块面积共计 44915.79m²,地块中心点位坐标为 113° 14' 14.32" E, 23° 5' 22.50" N。地块周边以居民住宅(R)和公园(G)为主,东至汇兴横街-广州市织金彩瓷工艺厂,南至墩头村-荔湾区儿童公园,西至 1879 设计创意园-墩头西后围,北至仁厚直街道路。地块北侧紧靠大冲口涌河道,河道呈东西走向,向东约 500m 汇入珠江河道。地块地理位置图详见图 2.2.1,四至范围详见图 2.2.2。

2.2.2 调查（红线）范围

本次调查范围参考地块责任单位提供的《土地勘测定界技术报告书》（2020 土 22A086）的用地范围，红线涉及产权证详见初调报告附件 2。根据定界报告及产权证，广州花城玻璃厂地块总面积为 44915.79m²。本地块呈不规则形状，地块范围详见图 2.2.3，边界点坐标如表 2.2-1。

2.3 调查依据

2.3.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）；
- (2) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日）；
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月 1 日）；
- (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年修订版）；
- (5) 《国家危险废物名录》（2021 年版）；
- (6) 《关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发[2016]31 号）；
- (7) 《关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发[2015]17 号）；
- (8) 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（试行）（环境保护部，2016 年 12 月 31 日）；
- (9) 《工矿用地土壤环境管理办法》（试行）（生态环境部，2018 年 5 月 3 日）。

2.3.2 地方政策法规

- (1) 《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）；
- (2) 《广州市人民政府关于印发广州市土壤污染防治行动计划方案的通知》（穗府[2017]13 号）；
- (3) 《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）；
- (4) 《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

通知》（穗环〔2018〕181号）；

（5）《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）；

（6）《城市建成区土壤环境监测技术规范》（DB4401/T103-2020）；

（7）《广东省建设用地土壤污染状况调查、风险评估及效果评估技术审查要点》（粤环办〔2020〕67号）。

2.3.3 技术导则、标准和规范

（1）《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（环保部2017年第72号）；

（2）《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）；

（3）《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）；

（4）《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）；

（5）《建设用地土壤污染防治第3部分：土壤重金属检测质量保证与质量控制技术规范》（DB4401/T102.3-2020）；

（6）《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/T102.4-2020）；

（7）《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；

（8）《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）；

（9）《原状土取样技术标准》（JB/T89-92）；

（10）《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2020）；

（11）《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）；

（12）《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15168-2018）；

（13）《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ1019-2019）。

2.3.4 其他参考资料

（1）《土地勘测定界技术报告书》（2020土22A086）；

（2）《广州市荔湾区花城玻璃厂地块土壤污染状况风险排查报告》（2020年

11月);

(3)《广州市荔湾区聚龙湾项目启动区初步勘察阶段岩土工程勘察报告》
(2020年10月);

(4)花城玻璃实业公司档案资料;

(5)花城玻璃厂用地规划资料;

(6)业主提供的其他资料。

2.4 调查方法

根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019)、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ25.2-2019)、《建设用地土壤环境调查评估技术指南》和《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)等相关技术导则及规范,土壤污染状况调查类项目共分为3个阶段,包括第一阶段土壤污染状况调查、第二阶段土壤污染状况调查和第三阶段土壤污染状况调查和风险评估。本报告为第二阶段土壤详细调查阶段工作和第三阶段调查工作。

按照上述导则的要求,土壤污染状况详细调查应在初步调查结果的基础上制定详细采样分析方案。根据采样方案进行现场加密采样,对检测数据进行统计分析。最后总结分析调查数据,确定土壤及地下水污染种类、浓度(程度)和空间分布。

第三阶段土壤污染状况调查是以补充采样和测试为主,获得满足风险评估及地下水修复所需参数。本地块的土壤参数调查详见初步调查报告。

3 地块概况

3.1 区域环境现状

3.1.1 区域简介

本地块位于广州市荔湾区。荔湾区是广州市中心城区，国家重要中心城市核心功能区。东部与越秀区相连，西北部与白云区水陆相通，西部与佛山市南海区接壤。

荔湾区历史上地处广州府城西门外，俗称西关，因“一湾溪水绿，两岸荔枝红”的美丽景致而得名。中华人民共和国成立后，1952年设西区，1960年8月改称荔湾区至今。2002年广州市政府实施行政区划调整，将大坦沙岛划入荔湾区。2005年经国务院批准，将原芳村区的行政区域划归荔湾区管辖。

3.1.2 自然环境

3.1.2.1 地形地貌

荔湾区所在的地区位于珠江三角洲北缘，地势平坦且向南向北呈低落之势，西南部平均绝对高程6米左右。北面为台地，地势较高。西南、南部略低，高差2米左右。由西湾到小北江间，大部分为低洼平原。侵蚀平原分布于区内的克山和西村一带。堆积平原分布于西关大部分地区。平原地势向南向西呈低落之势，中山七路东段到西山最高，光复北路一带标高为109m以上，龙津路108m比逢源路107米高，最低处在丛桂路涌边。多宝路和逢源路各街低处标高在106.4m左右，而珠江高潮面在107m上下，故潮涨即入内街。因地势低洼，局部地段下水上升至地面，有沼泽化现象，致排水不畅。西关平原内原有河涌密布，深入市内弯曲连绵，每逢大雨季节，潮涨入侵造成水患。

原芳村区地处珠江三角洲平原北缘，平均绝对高程5.5~5.8m，相对高差2m左右，多为第四纪堆积层，厚1.5~30m。在白鹤洞一带，有顶部高程相差很小的 小山岗群，台地东西长约1000m，最高标高25.2m，属二级台地。海北村、海南村各有一座小山岗，岗顶标高17~20m，岗体保留不够完整，且面积很小。

荔湾区地域地质基底为白红岩体，上层为第四纪沉积岩、沙土、粘土、淤泥、

杂填土等。荔湾地区的第四纪地层系统由表及里分为表层土人工填土层和全新世海陆交替层。荔湾地区基底为垩尔岩及其他岩系，分布很广，是陆相湖盆地沉积，沉积物厚度在 500m 以上。原芳村区地处三水盆地，区内出露的地层由新到老有第四系、第三系及白垩系。

3.1.2.2 地质构造及地层条件

荔湾区地域地质基底为白红岩体，上层为第四纪沉积岩、沙土、粘土、淤泥、杂填土等。荔湾地区的第四纪地层系统由表及里分为表层土人工填土层和全新世海陆交替层。荔湾地区基底为垩尔岩及其他岩系，分布很广，是陆相湖盆地沉积，沉积物厚度在 500 米以上。

原芳村区地处三水盆地，区内出露的地层由新到老有第四系、第三系及白垩系。地块所在区域为中生代白垩纪浅海相陆源碎屑沉积岩分布区域，地块范围及附近没有较大规模的断层、破碎带通过，没有活动性断层，地块所在区域稳定。

区域地质构造详见图 3.1.1。

3.1.2.3 地下水赋存条件

从钻孔和民用井涌水量资料显示，荔湾区地下水并不算丰富，其地下水类型之一的第四层潜水，主要分布在河漫滩、冲积平原和丘间谷地的冲积洪积层的松散介质中。冲积层厚薄不一，有的数米至十多米不等即具地下水，有的则至数十米。本项目地块位于大面积分布的咸水层（潜及承压均为微，矿化度 1-3 克/升），地块区域水文质见图 3.1.2。

3.1.2.4 气候环境

荔湾区地处广州之西部，位于北回归线南侧，南亚热带，属南亚热带典型海洋性季风气候，由于背山面海，海洋性气候特别明显，具有温暖多雨、阳光充足、夏季长、霜期短等气候特征。常年平均气温 21.4℃~21.8℃，常年日均气温在 0℃ 以上，北部无霜期 290 天，南部无霜期 346 天。

广州市风向的季节性很强。春季以偏东南风较多，偏北风次多；夏季受副热带高压和南海低压的影响，以偏东南风为盛行风；秋季由夏季风转为冬季风，盛行风向是偏北风；冬季受冷高压控制，主要是偏北风，其次是偏东南风。风速以冬、春季节较大，夏季较小。

3.1.2.5 水文与水资源

目标地块东侧为珠江，北侧紧邻冲口涌。珠江发源于云贵高原乌蒙山系马雄山，流经中国中西部六省区及越南北部，在下游从八个入海口注入南海。江水系共有大小河流 774 条，总长 36000 多公里，丰盈的河水与众多的支流，给珠江的航运事业带来了优越条件，航运价值仅次于长江，居全国第二位。珠江水系水能资源蕴藏丰富，著名的天生桥、大藤峡、鲁布革、新丰江等水电枢纽都属于珠江水系。珠江流域面积广阔，多为山地和丘陵，占总面积的 94.5%，平原面积小而分散，仅占 5.5%，比较大的是珠江三角洲平原。

荔湾区平原地域是近代珠江河道沙洲发育形成的地带，总体地势低洼，濒临珠江及白鹅潭，并受北江水系的影响，水位、流量、流速、水质都受潮汐影响。前汛期，大约在每年清明以后，白鹅潭水位逐渐高涨，潮位最高时期在春夏之间，其次是夏天的台风季节，直至 10 月才开始回落，涨水期达半年之久。后汛期，即夏秋间，由于热带气候暴雨导致水位上涨。原荔湾区内原有河流以珠江为主干，汇北江、流溪河水贯流全区。天然河涌水道均由东向西流出增埗河和西航道，其间还有些人工开涌相互沟通以利排水。原芳村区地域三面环水，区内河涌多。西关地区地势低下，在汛期，或每逢大雨，极易成灾。

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，项目地块所在区域浅层地下水划定为属“珠江三角洲广州海珠至南沙不宜开采区（H074401003U01）”，地下水功能区保护目标中水质类别为 V 类。广州市浅层地下水功能区划见图 3.1.3。

3.1.2.6 树木情况

根据现场踏勘，地块内树木可分为 2 部分，一部分为被广州市荔湾区园林绿化局划为路边绿化带的树木（行道树），另一部分为厂界内的树木。

绿化带内树木共计 62 棵，以榕树为主；厂界内树木共 30 棵，品种主要有榕树、香樟和木棉（仅 1 棵），树木照片如图 3.1.4。地块内树木分布较为分散，其分布情况详见图 3.1.5。

3.1.3 区域地质与水文地质情况

3.1.3.1 区域地质

荔湾区地域地质基底为白红岩体，上层为第四纪沉积岩、沙土、粘土、淤泥、杂填土等。荔湾地区的第四纪地层系统由表及里分为表层土人工填土层和全新世海陆交替层。荔湾地区基底为垩尔岩及其他岩系，分布很广，是陆相湖盆地沉积，沉积物厚度在 500m 以上。

原芳村区地处三水盆地，区内出露的地层由新到老有第四系、第三系及白垩系。

3.1.3.2 区域水文地质

从钻孔和民用井涌水量资料显示，荔湾区地下水并不算丰富，其地下水类型之一的第四系潜水，主要分布在河漫滩、冲积平原和丘间谷地的冲积洪积层的松散介质中。冲积层厚薄不一，有的数米至十多米甚至数十米才具地下水。

3.2 敏感目标

对本地块周边 500m 范围内的环境敏感目标进行统计，详见表 3.2-1。各环境敏感目标与本地块的相对位置关系详见图 3.2.1。如图表所示，本地块周边敏感目标主要有居民区、学校和河道地表水。其中居民区为主要敏感目标，分布在地块四周，与厂界最近距离仅 10m。学校主要分布在地块西南侧和北侧，有小学和中学。河道位于地块北侧，仅相隔一条宽约 10m 的道路，为冲口涌。冲口涌向东约 100m 进入珠江。

3.3 地块现状和历史

3.3.1 地块用地历史

根据第一阶段调查结果，本地块自开发前（1954 年前）均为农田。1954 年广州市地方国营人民玻璃厂搬迁至本地块后，本地块的开发使用陆续分为 6 个阶段。每个阶段的用地情况如下：

（1）第一阶段：1954 年-1966 年，广州市地方国营人民玻璃厂。厂房位于本地块东北角，占地约 9000m²。地块内其他区域均为农田，该阶段历史地形图详见图 3.3.1（1957 年）。

(2) 第二阶段：1966 年-1981 年，广州市玻璃三厂。广州市玻璃三厂由广州市地方国营人民玻璃厂改名而来，又称“广州市玻璃器皿厂”，以下简称“玻璃三厂”。玻璃三厂占地 28967m²，由原人民玻璃厂扩建，位于地块东侧。后陆续扩张，至 1981 年占地面积约 31467m²。地块内其他区域均为农田，该阶段历史地形图详见图 3.3.2（1966 年）和图 3.3.3（1977 年）。

(3) 第三阶段：1981-1991 年，广州市玻璃三厂和广州市玻璃仪器厂。1981 年，广州市玻璃仪器厂迁入本地块，占地约 18000m²，位于玻璃三厂西侧（如图 3.3.4）。历史地形图详见图 3.3.5（1984 年），如图所示玻璃仪器厂部分厂房在本地块红线以外。

(4) 第四阶段：1991 年-2006 年，广州花城玻璃实业公司。广州花城玻璃实业公司由广州市仪器厂和玻璃三厂合并而成，占地约 45000m²。历史地形图及平面图详见图 3.3.6（1992 年）。自 2000 年起可参考遥感影像，见图 3.3.7。如图所示 2006 年，地块中部动力车间旁的水煤气储罐拆除，部分厂房翻修了房顶，用于租赁。

(5) 第五阶段：2006 年-2018 年，租赁用地。2006 年，花城玻璃厂陆续停产关闭，搬迁至其他地区，本地块租赁给广州市润霖物业管理有限公司，主要用途为办公、工业（仓储物流及小型加工）。该阶段可参考 2006 年-2021 年的遥感影像（图 3.3.7），2008 年和 2010 年厂房陆续翻新，但未对厂房进行大面积拆除或新建。随后地块便不曾变动延续至 2018 年。

(6) 第六阶段：2018 年-至今，拆除与闲置用地。2018 年，地块内所有租赁企业均迁离。2021 年起，地块内几乎所有车间全部陆续拆除。截至 2021 年 11 月，本地块基本完成地面以上建筑的拆除，但部分建筑（电房、办公楼和小平房）因管理需要和市政电网的干预并未拆除。2022 年 3 月，剩余建筑也完成拆除，地块内所有建筑均完成拆除，地块内全部为闲置空地。

3.3.2 地块土地利用现状

根据 2021 年 7 月现场踏勘结果，本地块已基本完成拆迁。根据拆迁单位合同的规定，拆迁工作仅局限于地上建筑的拆除和地块的平整，不需要拆除至裸露土壤。因此地块内地面以上建筑物（除变电房和门口的办公楼外）全部拆除，地

面以下如排水沟、地基等均未拆除。此外有极少建筑（电房、办公楼和小平房）因管理需要和市政电网的干预并未拆除，所以目前仍保留。地块土地利用现状照片如图 3.3.8 所示。

2022 年 3 月剩余建筑全部拆除，至此地块内所有建筑均完成拆除。

3.4 相邻地块使用现状和历史

3.4.1 相邻地块使用历史

根据资料收集所得的地形图和总平面布置图，初步分析相邻地块土地利用历史。

1954 年广州市地方国营人民玻璃厂于地块内建厂时，本地块西侧和南侧均为农田，东侧为居民住宅（垦头村），东南角为河道，如图 3.4.1。

1969 年，广州市织金彩瓷工艺厂成立，位于本地块东南侧。1977 年，地块内企业扩张出现用地类型的变化，但相邻地块未有较大变化，如图 3.4.2。

1984 年，本地块西侧和南侧仍是农田，东侧自然村落逐渐扩大，东南角原有的河道被截断形成池塘。此时可发现本地块与织金彩瓷厂之间被河道（池塘）隔开，如图 3.4.3。

2000 年，根据遥感影像图 3.3.7，本地块西侧为居民住宅（墩头西后围）和 1879 设计创意园，南侧为农田，东侧为居民住宅（汇兴横街）。地块东南角原有的池塘已被填平，地块东南角与织金彩瓷厂之间被绿化和道路隔开。

自 2008 年起，地块南侧的农田被逐步开发为荔湾区儿童公园，该工程 2016 年竣工；同时地块东南角绿化被移除，改为硬化地面。本地块周边其他方向的用地类型未有变化，延续至今。

3.4.2 相邻地块使用现状

根据现场踏勘和 2000 年以来的遥感影像，本地块周边相邻地块的用地类型现状如下：北侧为冲口涌河道，东侧为汇兴横街住宅用地，南侧为荔湾区儿童公园和墩头村住宅用地，西侧为 1879 设计创意园和墩头西后围住宅用地。

将范围扩大至地块周边 500m，本地块北侧以居民住宅用地为主，有杏花社区、聚龙村和花地村等社区。此外，地块北侧成规模的工业生产企业仅广州市柴

油机厂，与地块相距约 150m，主要产品为各类柴油机，现已停产。地块东侧有一芳村大道，沿道路两侧有较多的商铺，如广州宝泽宝马 4S 店、长安汽车 4S 店和宏信 922 创意园等。芳村大道向东多为仓库和码头，如内三码头、内四码头、杏花村粮仓、广东省粮油公司第一仓库等。地块东侧成规模的工业生产企业仅广州市织金彩瓷工艺厂，与地块相距约 10m，主要产品为各类陶瓷制品和艺术品，现已停产。本地块南侧主要有荔湾区儿童公园、冲口社区和广药集团白云山制药总厂，广药集团白云山制药总厂前身为侨光制药厂，经营范围为抗生素等各类药品，现已停产。地块西侧也以居民住宅用地为主，如翠竹苑、怡馨苑等，此外还有 2 所学校，分别为芳村小学和外语职业高级中学。

综上，目前本地块周边用地现状以居民住宅用地为主。地块周边的工业生产企业有广柴集团广州市柴油机厂、广药集团广州白云山制药总厂（芳村厂区）和广州市织金彩瓷厂，其他企业以仓储物流业（如内三码头和杏村粮仓等）为主，目前上述工业企业已停产。本地块周边用地现状详见图 3.4.4，现场照片详见图 3.4.5，地块周边关注企业如表 3.4-1。

3.5 企业用地历史

根据第一阶段调查，本地块内企业历史演变详见下表 3.5-1。

基于表 3.5-1 对地块企业历史阶段的划分，本地块内生产企业历史发展可分为 5 个阶段，具体如下：

（1）第一阶段（1954 年-1966 年）

该阶段本地块内企业为广州市地方国营人民玻璃厂，档案资料中 1957 年平面布置图详见图 3.5.1，经总结分析后绘制的企业平面布置图如图 3.5.2。如图所示，本厂此时仅占本地块的东北角，占地面积约 9000m²，地块内其他用地均为农田和极少数民居。结合 1954 年基建资料，本地块内用于生产的厂房主要有熔炉车间、磨砂仪器刻度（简称：仪器）车间、安甌车间、仓库和煤气动力房，均位于该厂的西侧。厂区东侧以办公楼、食堂和浴室等生活设施为主。

（2）第二阶段（1966 年-1981 年）

1966 年广州市地方国营人民玻璃厂更名为“广州市玻璃三厂”，又称“广州

市玻璃器皿厂”，企业用地面积增至 28967m²。档案资料中 1966 年的平面布置图详见图 3.5.3，经总结分析后绘制的企业平面布置图如图 3.5.4。如图所示，与 1957 年的厂区相比，本企业向西侧扩建了大面积的厂房，向南侧扩建了一定面积的辅助性厂房和生活福利设施。其中，主要增建的厂房有玻璃纤维生产车间、拉管车间、机修车间、原料仓库、玻璃熔炉车间、退火窑和器皿车间等。此外，地块内还增建了 2 个 150m³ 油库用于存储重油，相应修建了 2 个水煤气炉房和水煤气储罐（地上），位于地块内西侧。地块南侧增建了木工房、翻砂房、（1 个小型）柴油库和打铁房等辅助性厂房，并修建了托儿所。

（3）第三阶段（1981 年-1988 年）

广州市玻璃仪器厂于 1978 年成立，1981 年迁入本地块，因此该阶段本地块内共有玻璃仪器厂和玻璃三厂两个企业。

首先对玻璃仪器厂的平面布置进行分析，因广州市玻璃仪器厂后续并入广州市玻璃三厂，且合并年代较早，故该厂的档案资料已无法获得，最早的平面布置档案时间为 1981 年（图 3.5.5），玻璃厂最近的档案时间为 1979 年（图 3.5.6），综上，1981 年两厂平面布置图详见图 3.5.7。

如图所示，新建的广州市玻璃仪器厂建有 3 个仪器车间、2 个池炉车间、1 个机修车间和数个仓库（原料仓、砂仓、成品仓），此外配套有油池 1 座、气站 1 座、裂化站 1 座、重油站 1 座、烟囱 1 个和煤场 1 个。厂内办公室和员工宿舍位于地块西北侧，其中部分面积位于当前红线之外。

对于广州市玻璃三厂，主要参考 1966 年-1981 年的部分文件和地形图。1971 年，玻璃三厂北侧新建水塔 1 座；1979 年，申报 1.5 亩土地新建污水处理工程；1980 年，拟建钢化杯车间和车花车间，拟安装电烘花炉线。综上，至 1981 年广州市玻璃三厂增设煤场、污水处理站（含沉污池、污水处理池等）、煤条机房、500m³ 煤气储气罐、镀铬房和硫酸亚铁石灰库，一个煤气炉房改为锅炉房。其中，镀铬房用于冲件模具电镀，使用时间为 1971-1995 年左右，电镀用品都存放在电镀房中。1995 年后，电镀房拆除闲置，电镀工作外派完成。地块北侧的机修车间移至南侧木工房西侧，地块中部原玻璃熔炉车间改为成品仓库。

1985 年广州市玻璃三厂和广州市玻璃仪器厂拟启动两厂合并，相应厂房逐

渐开始进行变更。根据 1985 年档案图件（图 3.5.8 和图 3.5.9），绘制合并前两厂区厂房平面布置图，详见图 3.5.10。如图所示，玻璃三厂厂区地块中部的安瓿车间和管仓管房变更为机压验收车间，机压验收车间南侧包装组（含退火窑）改为饰花车间，增设电烘花炉线，与前文中 1980 年的申报信息一致。此外，地块北侧空压机房东侧的成品仓库改为纸箱仓库；地块北侧原材料仓-安瓿管仓-砂仓车间三层上续建彩色艺术平板玻璃车间；地块中部原有的 2 个 150m³ 油库南侧再增设 1 个 250m³ 油库；南侧原有的托儿所改为玻璃器皿社，原托儿所移至地块东北角办公室南侧；厂区南侧扩建约 1500m² 的煤场。

（4）第四阶段（1988 年-2006 年）

1988 年广州市玻璃三厂和广州市玻璃仪器厂完成合并，成立广州市花城玻璃实业公司。根据花城玻璃厂 1991 年档案资料（图 3.5.11），本地块企业总平面布置图详见图 3.5.12。如图所示，自两厂合并后原广州市玻璃仪器厂的仪器车间改为篮球场地，原有砂仓、化工原料仓和煤场均改造并与玻璃三厂仓库合并；仪器厂内半成品仓改为医药厂，用于生产安瓿瓶等医用玻璃器皿；原元炉车间拟改为新锅炉房，但根据后期文件新锅炉房建在原锅炉房旁，原元炉车间闲置；原重油站取消。对于原玻璃三厂厂区，大部分车间未作变更。但因厂房较多管理难度较大，多个车间单独成立子厂，如下：器皿一厂、器皿二厂、彩艺厂、机电厂、纸类加工厂和工艺厂。

自 1992 年起，花城玻璃厂进入产品的高速研发期，企业平面布置也有较大改变。根据对档案资料及 1994 年平面布置图（图 3.5.13）的分析，1994 年企业平面布置详见图 3.5.14。如图所示，1991 年来新建的生产线均基于原有厂房进行改造，其中马赛克车间位于地块西南侧、年产 3000 吨中性玻璃管车间位于地块东北侧原医用玻璃车间、3#钢化玻璃双机炉生产线位于马赛克车间北侧、雕刻彩绘艺术玻璃（以下简称“彩雕玻璃”）生产线位于彩绘厂内。此外原地块中心的玻璃球熔炉车间改为器皿一厂配料房，并在地块南侧空地新建临时仓库。原拟改建新锅炉房的元炉车间最终改为玻璃马赛克车间，新锅炉房位于原锅炉房西侧。

在能源使用方面，花城玻璃厂内设有数个油库，主要分布在地块中部器皿一厂配料房西侧、地块西南角和地块东南角，其中西南角有一汽油库，用于车队供

油；东南角为柴油库，用于食堂炉灶供油。原来位于地块中部的煤场改迁至西侧的篮球场。在排放方面，地块内共 4 个烟囱用于高空排放，5 个烟囱用于厂房换气，具体位置如图 3.5.14 所示。

(5) 第五阶段（2006 年-2018 年）

2006 年，广州花城玻璃实业公司与广州市润霖物业管理有限公司签订合同，将本地块内厂区租赁给该公司，作办公、工业（仓储物流及小型加工）用途。

2020 年广州市城市规划勘测设计研究院对地块内的地上建筑物进行了摸查，拆迁前花城玻璃厂内厂房分布情况详见图 3.5.15，对比 1994 年平面布置图（图 3.5.14）可发现两者大体一致，因此认为自花城玻璃厂迁离后，本地块内厂房未发生显著变化。

根据对各类资料的收集和《广州市荔湾区花城玻璃厂地块土壤污染状况风险排查报告》的统计，2006 年以来租赁过本地块的单位和用途详见下表 3.5-2。综上，可见租赁单位多为机械销售、商户和仓库，可认为该阶段地块内无排污企业。

3.6 第一阶段污染识别总结

3.6.1 地块内污染识别

根据第一阶段资料收集、人员访谈和现场踏勘，本地块企业生产历史悠久，地块内车间变更复杂。综合地块内各阶段的特征污染类型和污染源分布情况，总结地块内不同污染源下的特征污染物类型，如表 3.6-1。如表所示，本地块特征污染因子有：总氟化物、重金属（镉、镍、铜、砷、铬、铅、汞、总铬、钴、锑、挥发酚、CN⁻、石油烃（C₁₀-C₄₀）、VOCs、SVOC、多环芳烃（PAH）和多氯联苯（总量）。

因地块内污染源较多，各污染源分布情况的历史变更较为复杂，因此基于保守考虑，将污染源位置总体归纳为生产区和燃料动力区内所有车间，具体如下：

- (1) 针对涉及原辅料的车间（包括仓储和生产）和机修车间，视为重金属（镉、镍、铜、砷、铬、铅、汞、总铬、钴、锑）和石油烃（C₁₀-C₄₀）污染源；
- (2) 针对涉及煤炭和油类的车间，视为重金属（镉、镍、铜、砷、铬、铅、汞）和石油烃（C₁₀-C₄₀）污染源；

- (3) 针对涉及氟化物的车间（包括仓储和生产），视为氟化物污染源；
- (4) 针对变电房，视为多氯联苯污染源；
- (5) 针对污水池和地下污水管，视为石油烃（C₁₀-C₄₀）、酚类、铬、氰化物污染源；
- (6) 针对镀铬房，视为铬污染源；
- (7) 针对煤气发生炉，视为石油烃（C₁₀-C₄₀）和多环芳烃（PAH）污染源。

3.6.2 地块周边污染识别

根据第一阶段调查对周边历史和现状的识别，本地块周边有污染风险的企业有：广州市柴油机厂、广州市白云山制药总厂（芳村厂区）和广州市织金彩瓷工艺厂。基于对上述企业的李世平面布置、产品及原辅料、生产工艺和三废排放总结，地块周边企业污染识别总结如下：

各企业对本地块通过大气沉降、地下水和固废转移方式污染本地块的风险如下表 3.6-2。如表所示，广州市织金彩瓷工艺厂具备污染风险的主要排放类型为废水，可通过地下水侧向补给方式对本地块造成 VOCs 和重金属（镉、铜、锌、铅、铬）污染，污染风险较小。广州市柴油机厂具备污染风险的主要排放类型为废水和废气，其中因柴油机厂厂区与调查地块间相隔冲口涌河道，分属不同的水位地质单元，故不考虑地下水侧向补给污染；而调查地块位于柴油机厂南侧，废气可通过冬季季风（偏北风）影响本地块，但两厂距离较远，大气沉降污染风险一般，土壤特征污染因子为 VOCs 和 SVOCs。广州市白云山制药总厂（芳村厂区）具备污染风险的主要排放类型为废水和废气，其中废水因两厂相距较远而污染风险极小；废气属于无组织排放，虽然可通过夏季风（东南风）影响本地块，但无组织排放距离相对有限，故大气沉降污染风险较小，土壤特征污染因子为 VOCs。

综上，本地块周边地块对本地块有污染风险的特征因子为重金属（镉、铜、锌、铅、铬）、VOCs 和 SVOCs，上述因子均在基本 45 项内，检测阶段不需要补充检测。

3.5.3 地块污染识别结论

根据地块内污染源及其污染风险识别、相邻地块污染影响分析、前期风险排

查成果分析等，本地块第一阶段污染识别结果如下：

(1) 基于对各时期地块内污染源识别，地块生产历史中的主要污染源分布相对复杂，主要集中于地块内生产区和燃料动力区；

(2) 由地块内污染源引起的特征污染风险指标有：总氟化物、重金属（镉、镍、铜、砷、铬、铅、汞）、总铬、钴、锑、挥发酚、 CN^- 、石油烃（ $\text{C}_{10}\text{-C}_{40}$ ）、VOCs、SVOCs、多环芳烃（PAH）和多氯联苯（总量），其中总铬、钴、锑、石油烃（ $\text{C}_{10}\text{-C}_{40}$ ）和氟化物污染风险较大。

(3) 由地块外周边企业引起的特征污染风险指标有：重金属（镉、铜、锌、铅、铬）、VOCs 和 SVOCs。

(4) 根据风险排查和第一阶段结果的对比分析，对本地块污染风险区进行优化：①钴和锑的污染风险区域扩大至燃料动力区和生产区；②氟化物污染源扩大至一厂一车间。

3.7 第二阶段初步调查总结

3.7.1 土壤污染状况总结

由于本地块土壤污染超标指标较多，分布较为复杂，故本节仅作统计和综述，各指标详细超标情况及污染溯源初步分析详见《广州花城玻璃厂地块土壤污染状况初步调查报告》。

3.7.1.1 土壤检测结果统计分析

初步调查阶段共采集样品 141 个，其中包括 2 个对照点样品。不同点位特征因子不同，故不同检测指标送检数量不同。地块内各检测指标对应送检样品数量详见表 3.7-1。

对上述样品的检出情况进行统计分析，详见表 3.7-2。如表所示，花城玻璃厂地块土壤超标污染物有：镉、铅、汞、砷、钴、锑、1,2-二氯乙烷、苯并[a]芘、石油烃（ $\text{C}_{10}\text{-C}_{40}$ ）（表中简称：TPH）和总氟化物。其中，超标样品数量和超标率最高的因子为砷，共计 14 个超标样品，超标率 10.07%。总氟化物和钴的超标率分别为 5.04% 和 5.34%，而镉、铅、汞、锑、1,2-二氯乙烷、苯并[a]芘和石油烃（ $\text{C}_{10}\text{-C}_{40}$ ）的超标样品数均不超过 5 个，超标率均不超过 5%。

综上，本地块可能出现一定范围的砷、钴和总氟化物污染，同时伴随小范围的镉、铅、汞、锑、1,2-二氯乙烷、苯并[a]芘和石油烃（C₁₀-C₄₀）污染。上述超标污染物均在污染识别范围内，与本地块历史污染风险情况较为一致。

3.7.1.2 土壤超标点位分析

从点位角度对本地块内初步调查结果进行统计分析。本地块各超标点位的超标指标及超标层位分布情况详见表 3.7-3，超标点位图详见图 3.7.1。如表所示，本地块内共布设土壤调查点 32 个，超标点位共 22 个，点位超标率高达 68.75%。其中仅表层(0-0.5m)超标点共 8 个，占总超标点位数的 36.36%；表层-中层(0.5-4m)超标点共 10 个，约占 45.45%；出现深层（4-6m）超标点共 4 个，约占 18.18%。故本地块土壤污染主要集中在表层和中层。

各超标点位中，超标因子大多为 1 个；但也有点位同时出现 2-3 个超标因子，如 S07、S08、S17、S18 等。针对多个因子超标的点位，超标因子的分布出现 3 种情况，具体如下：

(1) 同点位各超标因子超标层位一致，如点位 S07（砷、石油烃（C₁₀-C₄₀））、S20（砷、锑）等，说明上述超标因子可能来自同一污染源；

(2) 同点位各超标因子层位不一致，但相邻，如点 S10（镉、铅、苯并[a]芘和石油烃（C₁₀-C₄₀））。造成上述现象的原因可能是污染发生时间相近，也可能是污染向下迁移的速率不同，造成了污染层位的不同；

(3) 同点位各超标因子层位相差较大，如点 S17（砷和钴）、S24（砷、总氟化物和钴），说明上述超标因子污染时间和污染源有较大差异。

3.7.1.3 土壤污染状况小结

根据对各超标因子点位的分析，对本地块土壤超标情况，超标点位分布情况总结如下：

(1) 本地块土壤超标点位共 22 个，超标因子共 10 个，分别为：镉、铅、汞、砷、钴、锑、1,2-二氯乙烷、苯并[a]芘、石油烃（C₁₀-C₄₀）和总氟化物。

(2) 本地块各土壤超标因子的超标情况和垂向分布统计情况见表 3.5-4。如表所示，超标范围最大的因子为砷，共 13 个超标点；污染最严重的因子为总氟化物，最大超标倍数为 17.42。

(3) 如表 3.7-4, 地块内各因子的超标层位主要为表层 (0-0.5m)。汞、砷、苯并[a]芘的最大超标深度约 2m; 总氟化物的最大超标深度为 2.5m。钴的最大超标深度达 6.0m。

(4) 本地块各土壤超标因子的平面分布大致符合花城玻璃厂历史生产过程中的污染特征。其中点位 S10 所在地下油罐位置在现场采样过程中发现黑色粘稠的重油, 后续工作中需重点调查。

3.7.2 地下水污染状况总结

初步调查阶段本地块共建井 4 口, 共计采集 4 个地下水样品。地下水检出结果详见表 3.7-5, 地下水评估主要采用《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) 中 IV 类标准作为筛选值。如表所示, 4 个地下水样品中浊度均超过 IV 类水标准, 其中 W03 点位的砷和镉超过 IV 类水标准, 超标倍数分别为 13.96 倍和 2.02 倍; W04 的镉超过 IV 类水标准, 超标倍数为 2.78 倍; 其他指标均满足 IV 类水标准。本地块地下水属于 V 类水, 需要启动详细调查和评估修复。

本次初步调查地下水调查点均布设的水土复合点, 根据水土复合点土壤及地下水砷和镉垂向分布情况的分析, 初步认为地下水超标污染源来自地块内土壤, 地块内砂土层和较强的地下水波动促进了土壤中砷和镉的溶解, 造成了土壤未超标而地下水超标的情况。

3.7.3 土壤污染状况初步调查结论

土壤污染状况初步调查报告结论如下:

受广州珠江产业园投资发展有限公司委托, 苏交科集团股份有限公司于 2021 年 7 月启动广州花城玻璃厂土壤污染状况调查项目。2021 年 8 月, 苏交科集团股份有限公司完成了第一阶段土壤污染状况调查, 2021 年 9 月 6 日-9 月 13 日项目组完成了第二阶段土壤污染状况初步调查现场采样工作, 2021 年 9 月 26 日-9 月 30 日针对无法采样的 W02 井进行换点重建(新 W02)和采样工作, 2021 年 11 月 22 日-11 月 23 日补充采集了点 S30-S32 样品。现场采样阶段共布设土壤调查点 32 个, 土壤对照点 2 个, 采集并送检土壤样品 141 个; 共布设地下水调查点 4 个, 采集并送检地下水样品 4 个。

基于第一阶段调查和第二阶段现场采样分析工作, 本次土壤污染状况初步调

查结论如下：

1、花城玻璃厂地块于 1954 年前为农田。1954 年，广州市地方国营人民玻璃厂迁至本地块。经多次改名与合并后，1988 年广州市花城玻璃实业公司成立，主营业务方向仍为药用和日用玻璃器皿。2006 年，花城玻璃实业公司搬离本地块，本地块由物业公司向外租赁，作办公、工业（仓储物流及小型加工）用途。2018 年地块收回，逐步拆除，闲置至今。

2、本地块未来规划未确定，土壤从严按一类用地评估，地下水按 IV 类水评估。根据上述标准，土壤超标指标共 10 个，分别为：镉、铅、汞、砷、钴、锑、1,2-二氯乙烷、苯并[a]芘、石油烃和总氟化物，涉及 22 个土壤点位。地下水超标指标共 2 个，分别为砷和锑，涉及 2 个地下水点位。

3、针对各土壤超标指标，镉、铅、汞、砷、锑、1,2-二氯乙烷和苯并[a]芘均为浅层土壤超标，最大超标深度小于 2.0m；总氟化物的最大超标深度为 2.0-2.5m；石油烃最大超标深度为 3.5-4.0m；钴的最大超标深度达 5.5-6.0m，详调需加大采样深度。

4、本地块污染较为严重的指标有砷、石油烃（C₁₀-C₄₀）、钴和氟化物。其中砷超标率为 10.07%，最大超标倍数达 9.53 倍；石油烃（C₁₀-C₄₀）超标率为 2.21%，最大超标倍数为 4.36 倍；钴超标率为 5.34%，最大超标倍数为 2.29；总氟化物超标率为 5.04%，最大超标倍数高达 17.42 倍。

5、综合第一阶段资料收集和第二阶段检测结果，本地块土壤超标指标均与企业原辅料（萤石、颜料等）、能源（煤和重油）、金属构件以及生产过程中的跑冒滴漏有关。

6、本地块地下水超标点位为 2 个，超标指标为砷和锑，最大超标倍数分别为 13.96 倍和 2.78 倍，属 V 类水。地下水超标原因可能是地下水的频繁活动，从而促进了土壤污染物的溶解，污染地下水。

7、综上，本地块土壤及地下水均存在污染情况，需要启动土壤污染状况详细调查和风险评估工作。

4 现场采样和实验室分析

4.1 工作计划

本次详细调查工作计划将按照平面布点原则、土壤布点方案和地下水布点方案论述。根据工作计划，现场土壤样品采集和地下水建井时间为 2021 年 11 月 16 日-11 月 23 日，地下水采集时间为 2021 年 11 月 29 日-11 月 30 日。

2022 年 1 月 4 日，根据广检集团出具的《广州市花城玻璃厂地块土壤污染状况详细调查项目质量监督结果单》，部分指标的部分密码样相对偏差评价结果不合格，涉及指标为土壤样品的总氟化物、镉和钴。2022 年 1 月 7 日-8 日，我单位组织了相关点位的重新采样检测工作，由广东贝源检测科技有限公司（以下简称“贝源检测”）负责土壤采样及检测工作。

4.1.1 平面布点原则

根据《建设用地土壤污染防治 第一部分：污染状况调查技术规范》（DB4401/T 102.1-2020）等相关导则的要求，详细调查阶段需对初调阶段超标点位进行加密布点，超筛选值区域每个土壤采样单元面积不大于 400m^2 （ $20\text{m}\times 20\text{m}$ ）。此外，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。

4.1.2 土壤垂向采样原则

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/T102.1-2020）及《广州市工业企业场地环境调查、修复效果评估文件技术要点》等采样深度及分层要求，结合调查地块场地特征、土层结构、地下水深度、污染物进入土壤的途径等，具体要求如下：

（1）详细调查阶段应根据初步采样分析成果有针对性地设置土壤采样深度范围，最大采样深度应确保未受污染。

（2）分层采样采取以下原则：表层土壤样品采集 0-0.5m，0.5-6m 土壤采样间隔不超过 1m，6.0-10.0m 土壤采样间隔不超过 2m。

（3）采样层位筛选原则：送检超标层位及上下两层样品，即针对单个超标

层位共送检 5 个样品。

(4) 当现场快速检测设备 (XRF 或 PID) 检测到异常高值时, 酌情向上或向下增加采样层位深度。

(5) 现场采样时, 首先以 0.5m 为单元, 使用 XRF 和 PID 进行快筛检测, 再根据 (2) 中的分层采样原则选取采样段, 以提高送检样品的典型性。

根据上述要求, 将详调阶段采样深度由 0m-10m 分为 9 层, 如下表 4.1-1。根据初调结果每个点位超标深度的不同, 确定详调采样的层位。最终, 各点位各指标采样深度详见 4.3 节中表 4.3-1。

4.1.3 土壤平面及垂向布点方案

根据详细调查加密布点原则, 首先针对每个污染指标进行平面布点, 最后对详调点位进行优化合并。详细调查现场采样期间 (2021 年 11 月-2022 年 1 月), 因广州市拆迁政策 (《广州市关于在实施城市更新行动中防止大拆大建问题的意见》), 地块内仍存在部分建筑无法立刻拆迁, 故实际布点位置可能在发生偏移。最终, 本地块详细调查现场布点情况如下:

4.1.3.1 镉 (Cd)

初步调查阶段, 镉的超标点位仅 2 个且不连片, 属于孤立点位。根据导则要求, 需在点 S10 和点 S26 周边布设 20m×20m 和 10m×10m 点位, 点位数量分别为 15 个和 8 个。布点清单详见表 4.1-2, 布点图详见图 4.1.1。

4.1.3.2 铅 (Pb)

初步调查阶段, 铅的超标点位仅 1 个 (S10) 且不连片, 属于孤立点位。根据导则要求, 需在点 S10 周边布设 20m×20m 和 10m×10m 点位, 点位数量分别为 8 个和 4 个。布点清单详见表 4.1-3, 布点图详见图 4.1.2。

4.1.3.3 汞 (Hg)

初步调查阶段, 汞的超标点位仅 2 个 (S16 和 S18) 且不连片, 属于孤立点位。根据导则要求, 需在超标点位周边布设 20m×20m 和 10m×10m 点位, 点位数量分别为 14 个和 8 个。布点清单详见表 4.1-4, 布点图详见图 4.1.3。

4.1.3.4 砷 (As)

初步调查阶段, 砷共 13 个超标点位, 14 个超标样品。大部分砷超标点位能

够形成连片分布，需在超标周边布设 20m×20m 的详调点位。此外，本地块内地下水调查点均为水土复合点，根据地下水调查结果，S19/W03 为地下水砷超标点，但土壤不存在超标。为明确地下水超标点位周边土壤是否存在砷超标，在 S19/W03 周边补充布设 20m×20m 调查点位。

综上，详细调查阶段共布设砷调查点 54 个，布点清单详见表 4.1-5，布点图详见图 4.1.4。

4.1.3.5 钴 (Co)

初步调查阶段，钴共 6 个超标点位，7 个超标样品。大部分钴超标点位能够形成连片，故根据导则要求，需在超标点位周边布设 20m×20m 的详调点位。此外由于初调阶段 S03、S05、S17、S24 点位的最深层样品均为超标样品，本次采样在上述点位重新布点 S03'、S05'、S17' 和 S24'，补充采集 6.0-10.0m 的样品。

综上，共布设 20m×20m 调查点 30 个，初调原点加深点位 4 个，布点清单详见表 4.1-6，布点图详见图 4.1.5 所示。

4.1.3.6 锑 (Sb)

初步调查阶段，锑共 4 个超标点位，4 个超标样品。根据导则要求，需在超标点位周边布设 20m×20m 的详调点位。此外，本地块内地下水调查点均为水土复合点，根据地下水调查结果，S19/W03 和 S27/W04 均为地下水锑超标点，但土壤不存在超标。为明确地下水超标点位周边土壤是否存在锑超标，在 S19/W03 和 S27/W04 周边补充布设 20m×20m 调查点位。

综上，详细调查阶段共布设土壤锑调查点共 33 个，布点清单详见表 4.1-7，布点图详见图 4.1.6。

4.1.3.7 1,2-二氯乙烷

初步调查阶段，1,2-二氯乙烷的超标点位仅 1 个 (S08) 且不连片，属于孤立点位。根据导则要求，需在超标点位 (S08) 周边布设 20m×20m 和 10m×10m 点位，点位数量分别为 8 个和 4 个。布点清单详见表 4.1-8，布点图详见图 4.1.7。

4.1.3.8 苯并[a]芘

初步调查阶段，苯并[a]芘共 3 个超标点位，4 个超标样品。其中超标点 S01 和 S10 之间的点位 S07 和 S08 中土壤苯并[a]芘均有检出，而地块内其他点位均无检出，可见 S07 和 S08 点位也存在污染，但并未超标。S01 和 S10 并非孤立点

位。根据导则要求，需在超标点位周边布设 20m×20m 点位，点位数量为 22 个，布点清单详见表 4.1-9，布点图详见图 4.1.8。

4.1.3.9 石油烃（C₁₀-C₄₀）

初步调查阶段，石油烃（C₁₀-C₄₀）共 3 个超标点位，3 个超标样品。超标点位部分连续，因此根据导则要求，需在超标点位周边布设 20m×20m 的详调点位。其中由于点 S09 靠近红线边缘，红线为居民墙，墙外为学校，西侧和北侧无法布点，故点位数量共 15 个。布点清单详见表 4.1-10，布点图详见图 4.1.9。

4.1.3.10 总氟化物

初步调查阶段，总氟化物共 6 个超标点位，7 个超标样品。超标点位部分连续，因此根据导则要求，需在超标点位周边布设 20m×20m 的详调点位，点位数量为 35 个，布点清单详见表 4.1-11，布点图详见图 4.1.10。

4.1.3.11 现场实际布点及采样

综合不同超标指标的布点方案，合并重复点位和重复因子，绘制地块的总布点图，详见图 4.1.12。如图所示，本次详调共布设了 79 个 20m×20m 详调点位，20 个 10m×10m 点位，4 个原点加深点位，共计 103 个土壤点位。

在实际布点过程中，因地块下伏地层的半风化岩分布（如图 4.1.11）和检测质控要求等影响，实际采样深度与方案略有区别，具体各点位坐标、点位类型及采样变更情况详见表 4.1-12，各指标点位布设情况详见表 4.1-13。

4.1.4 地下水平面布点方案

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/T102.1-2020）等，本次采样地下水采样监测点布设应结合地下水流向、地下水位及环境调查结论，可围绕初步采样分析发现的超标地下水水井周边，间隔一定距离布置。在确定地块地下水污染程度和污染范围时，根据实际情况在超筛选值区域加密布点，地下水采样单元面积不大于 6400m²。

结合本项目实际情况，本次采样将布设 5 个地下水井，均为水土复合点位。联合初调的 4 个水井，本地块内地下水井共计 9 个，满足采样单元不大于 6400m²的要求。各水井的布设如下表 4.1-13 所示，布设点位图详见图 4.1.13。

4.1.5 地下水垂向调查深度

根据初步调查对地块岩性的编录和分析，本地块第一层弱透水层为粉质粘土层，埋深约 4m。故本地块潜水含水层最大埋深约 4m，本次调查沿用初调时地下水点位布设深度，即 6m。

此外，地块内未发现重质非水相液态污染物，故采样深度为地下水位线以下 0.5m。

4.2 现场探测方法和程序

本地块现场采样前已完成物探工作，经确认地块内无地下储罐。现场采样设备为 XY-100 型钻机，钻探单位为广州再勇钻探咨询服务有限公司。

现场采样前，现场定点探测方法及程序如下：

(1) 首先采用 RTK 高精度定位设备进行放点，记录点位的平面坐标和地面高程，坐标系采用 2000 国家大地坐标系（CGCS2000）；

(2) 放点完成后，使用 XY-100 型钻机进行现场采样。若不具备钻探条件，则在原设点位周边 5m 内设置新点，并记录点位位置；

(3) 钻探采样完成后，采用 RTK 高精度定位设备进行定点，读取偏移点位的新坐标和地下水井的孔口高程。

4.3 采样方法和程序

本节分为土壤样品采集和地下水样品采集，各阶段采样方法和程序如下：

4.3.1 土壤样品采集

根据广州市地方导则的要求，土壤样品的采集与保存要求参照 HJ/T166、GB/T32722、HJ25.2-2019、HJ1019-2019 等导则和规范。本次采集的样品指标类型分为重金属（镉、铅、汞、砷、钴、锑）、挥发性有机物（1,2-二氯乙烷）、半挥发性有机物（苯并[a]芘）、石油烃（C₁₀-C₄₀）和无机指标（总氟化物）。

采样过程中，鉴于挥发性有机物的易挥发性，当同时采集多个指标样品时，采样顺序如下：

(1) 挥发性有机物（1,2-二氯乙烷）；

- (2) 半挥发性有机物（苯并[a]芘）；
- (3) 重金属（镉、铅、汞、砷、钴、锑）和无机指标（总氟化物）；
- (4) 石油烃（C₁₀-C₄₀）。

基于上述要求，本地块土壤现场采集方法如下：

(1) 现场记录：钻探过程中，将土样按深度摆放，记录不同深度土层的各项性质（如颜色、质地、湿度、气味、采样容器及采样量等）。并现场完成土壤的岩性编录、采样深度确认和分样。

(2) 挥发性有机物（1,2-二氯乙烷）样品采集：

①采集用于测定挥发性有机物的土壤样品前先使用不锈钢铲刮去表层约2cm厚土壤，并快速使用非扰动采样器采集约5g土壤样品，并保证同一非扰动采样器仅用于采同一采样深度的样品。

②每个采样点或深度均采集6份样品，包括5份用于测定挥发性有机物和1份用于测定含水率的样品。用于测定挥发性有机物的样品中2份加入甲醇，其余3份不加甲醇。

加入甲醇的样品采样时应注意：预先在40毫升棕色样品瓶中加入10毫升甲醇，并把采集的样品快速转移到样品瓶中，转移过程中保证瓶中甲醇不会溅出，同时保证甲醇完全浸没土壤样品。样品转移至样品瓶中后快速清除掉瓶口螺纹处黏附的土壤并拧紧瓶盖。

③采集样品时每批样品采集1个运输空白样品和1个全程序空白样品且每批次样品需采集比例不少于10%的现场平行样。

(3) 半挥发性有机物（苯并[a]芘）样品采集：采样前先使用不锈钢铲刮去表层约2cm厚土壤，并迅速使用另一把不锈钢铲采集土芯中的非扰动部分到250mL带聚四氟乙烯密封垫的螺口棕色玻璃瓶盛装，采满（不留空隙）。采集样品时每批次样品需采集比例不少于10%的现场平行样。

(4) 重金属（镉、铅等）和无机指标（总氟化物）样品采集：使用木铲采样，将等量各点采集的土壤样品置于塑料托盘充分混拌后四分法分取土壤混合样，采用聚乙烯密封袋盛装，总量>1kg，每批次样品采集比例不少于10%的现场平行。

(5) 石油烃 (C₁₀-C₄₀) 样品的采集: 在进行土样取样前, 先使用木铲刮去表层约 1cm 厚土壤, 以排除因取样管接触或空气暴露造成的表层土壤石油烃的流失, 迅速用木铲分取样品于 250mL 广口拧盖玻璃瓶盛装, 采满 (不留顶空), 0~4℃ 下保存, 保存期限不超过 10 天。

(6) 取样过程中, 在进行第一个土壤取样孔的采样及两个土壤取样孔 (含同一孔两个取样点) 之间的采样工具均仔细清洗以防止交叉污染。

(7) 土壤采集完成后, 样品瓶用泡沫塑料袋包裹, 及时放入装有冷冻蓝冰的低温保温箱中, 并及时送至实验室进行分析。在样品运送过程中, 要确保保温箱能满足样品对低温的要求。土壤样品的采集和保存严格按照《土壤环境监测技术规范》(HJ/T166-2004) 的要求严格执行。

现场土壤采样照片详见图 4.3.1, 本次调查所有点位土壤钻探和采样情况见附件 1.1-附件 1.4。

本地块土壤样品采集情况详见下表 4.3-1。

4.3.2 地下水样品采集

本阶段共建设 5 口地下水监测井, 监测井建设过程按照《地下水环境监测技术规范》(HJ/T164-2004)、《建设用地土壤污染风险管控和修复 监测技术导则》(HJ25.2-2019) 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/T102.1-2020) 等相关标准导则要求执行。地下水井内径 58mm, 壁厚 3mm, 采样过程包括建井、成井洗井、采样洗井和采样工作。

4.3.2.1 地下水建井

采样井建设过程包括钻孔、下管、填充滤料、密封止水、井台构筑、成井洗井、封井等步骤, 具体如下:

(1) 钻井: 采用钻机作为钻探设备进行钻探, 钻孔达到拟定深度后进行钻孔淘洗, 以清除钻孔中的泥浆和钻屑。

(2) 下管: 监测井管自上而下包括无缝管、割缝筛管、底盖等三部分, 不同部位之间采用 PVC 套管连接。采用外径为 64mm 的 PVC 管材作为监测井井管材料, 滤管段采用 0.5mm 宽切口的预制割缝筛管, 筛管长度为含水层至井底以上 50cm。监测井底部应加底盖, 防止底层土壤进入井管, 底盖以上 50cm 预留

作为沉淀管，沉淀进入筛管的土壤颗粒。下管过程缓慢稳定进行，防止下管过快破坏钻孔稳定性。

(3) 填料石英砂：井管下降至底部时，沿着井管四周均匀将滤料填充至管壁与孔壁中的环形空隙内填入白色石英砂，石英砂填料高于割缝筛管 0.5m 以上。选用 1~2mm 粒径为宜的石英砂。

(4) 填料膨润土：在石英砂层之上填入膨润土形成良好的隔水层或阻隔层，期间用导水管向钻孔与井管之间加入少量干净水，产生阻隔效果。

(5) 井台修筑：用混凝土密封钻孔并修筑一个 40×40cm 的小型井台，井台高出地面 20cm 以上，井管高出地面 0.3~0.5m，井管顶部加盖 PVC 井盖，井管外再放置一个不锈钢井管护筒，防止雨水和其他因素对监测井造成影响，同时也对监测井起到保护作用。

(6) 建井结束后应做好监测井标识，每个监测井旁都放置锥形警示桶，起到警示提醒作用，并标明编号。之后测量并记录监测井坐标、高程等信息。

建井过程中对关键环节进行拍照，如图 4.3.2，并记录建井信息。地块内所有地下水建井记录详见附件 1.5，建井照片详见附件 1.1。

4.3.2.2 地下水洗井

地下水洗井过程包括两个阶段，一是成井洗井，目的在于消除井内因钻探和建井过程对地下水造成的影响；二是采样前洗井，目的在于消除井内土壤颗粒物对样品水质的影响。洗井要求依据《广州市工业企业土壤污染状况调查、治理修复及效果评估技术要点》、《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《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ1019-2019）、《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），具体的技术要求如下：

(1) 成井洗井

监测井建设完成后，稳定 8h 后使用贝勒管进行成井洗井，至少洗出约 3 倍井体积的水量，满足《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样导则》（HJ1019-2019）的相关要求。使用便携式水质测定仪对出水进行测定，当浊度小于或等于 10NTU 时，可结束洗井；当浊度大于 10NTU 时，同时满足以下条件时结束洗井：

- a) 浊度连续三次测定的变化在 10% 以内；
- b) 电导率连续三次测定的变化在 10% 以内；
- c) pH 连续三次测定的变化在 ± 0.1 以内。

成井洗井记录详见附件 1.7。

(2) 采样前洗井

成井洗井结束后，监测井至少稳定 24 小时后通过以下方法进行采样前洗井。样品采集前，使用贝勒管按照以下步骤进行采样前洗井：

- a) 将贝勒管缓慢放入井内，直至完全浸入水体中，之后缓慢、匀速地提出井管；
- b) 将贝勒管中的水样倒入水桶，估算洗井水量，直至达到 3 倍井体积的水量；
- c) 在现场使用便携式水质测定仪，每间隔 5~15min 后测定出水水质，直至至少 3 项检测指标连续三次测定的变化达到《表 1 地下水采样洗井出水水质的稳定标准》中的稳定标准。

如洗井水量在 3~5 倍井体积之间，水质指标不能达到稳定标准，则继续洗井。如洗井水量达到 5 倍井体积后水质指标仍不能达到稳定标准，可结束洗井，并根据地下水含水层特性、监测井建设过程以及建井材料性状等实际情况判断是否进行样品采集。

洗井过程要防止交叉污染，本项目采用贝勒管洗井，洗井时一井一管，洗井过程中对关键环节均进行了拍照记录，部分照片如图 4.3.3，所有点位洗井照片和相关记录详见附件 1.6 和附件 1.7。

4.3.2.3 地下水样品采集

洗井出水水质指标达到稳定（如表 4.3-2）后，开始采集样品，地下水样品采集原则上在采样前洗井结束 2h 内完成，本次采样仅采集检测砷和镉指标的样品。具体操作如下：

- a) 将用于采样洗井的同一贝勒管缓慢、匀速地放入筛管附近位置，待充满水后，将贝勒管缓慢、匀速地提出井管，避免碰触管壁；
- b) 采集贝勒管内的中段水样，使用流速调节阀使水样缓慢流入地下水样品

瓶中。

所有样品均按方法标准、技术规范等的要求加入相应的固定剂。每批次样品需采集比例不少于 10% 的现场平行样和 10% 的全程序空白样。

综上，本次详调地下水采样情况详见表 4.3-3。地下水部分现场采样照片见下图 4.3.4，所有点位地下水采样照片详见附件 1.6。

4.3.3 工作量统计

根据 4.3.1 节和 4.3.2 节中土壤和地下水采样方案，本次详细调查共布设土壤详细调查点 103 个（含 4 个原点加深点位），地下水详细调查点 5 个（均为水土复合点位）。

经现场实际调查采样，本地块土壤污染状况初步调查基本按照方案完成定点和采样。根据表 4.3-1 和表 4.3-3，本次现场采集土壤样品共 558 个，各指标采样数量详见表 4.3-4，地下水采样检测指标仅为砷和镉，各采集 5 个地下水样品。

4.4 实验室分析

4.4.1 土壤样品分析方案

根据《广州花城玻璃厂地块土壤污染状况初步调查报告》，本地块土壤超标因子共 10 个，分别为：镉、铅、汞、砷、钴、镉、1,2-二氯乙烷、苯并[a]芘、石油烃和总氟化物，故本次详调土壤的检测指标也为上述 10 个因子。其中，因各点位超标因子不同，故不同点位和样品的分析指标均不同。

针对上述指标，本次调查采用的土壤样品分析方法、分析设备和检出限情况详见表 4.4-1。

4.4.2 地下水样品分析方案

根据《广州花城玻璃厂地块土壤污染状况初步调查报告》，本地块地下水超标因子共 2 个：砷、镉。故本次详调地下水的检测指标也为上述 2 个因子。

针对上述指标，本次调查采用的土壤样品分析方法、分析设备和检出限情况详见表 4.4-2。

4.5 质量保证和质量控制

4.5.1 质量控制目标

本项目主要参考《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）、《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）》、《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样导则》（HJ1019-2019）、《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》等技术规范、技术导则、相关方法标准以及管理体系文件对检测方法、仪器、人员等要素以及样品采集和保存、样品流转、样品制备和分析等过程进行质量控制和质量保证。

4.5.2 现场采样及流转样品质量控制

（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。所有现场工具在使用前均预先清洗干净。所有样品均置入贴有标签的专用样品瓶中，地下水样品瓶还需要添加适当的样品保护剂。装瓶后的样品装入始终贮有冰袋的冷藏箱中直至样品到达实验室。

在采集土样时，始终使用干净的一次性乳胶手套。每个土样或水样的采集均需使用新的一次性手套来完成。

现场采样时详细填写现场观察的记录单，如采样时间、采样人员、样品名称和编号、采样位置、采样深度、样品质地、样品颜色和气味、现场检测结果、土壤分层情况、硬度与可塑性等；地下水水位、颜色、气象条件等，为地块的水文地质条件，污染现状等分析工作提供依据。

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，本项目在现场采样过程中设定现场质量控制样品，设置的平行样品和空白样品数量满足相关标准要求。具体如下：

1) 空白样品：

①土壤：

运输空白和全程序空白：每组采样人员（或每台车）有1组运输空白（1个加甲醇，1个不加甲醇）和1组全程序空白（1个加甲醇，1个不加甲醇）；每

张委托单都需要覆盖。

②地下水/地表水:

运输空白（仅在 VOCs 指标时做）：与外出采样人员组数（或车辆数）呈 1 倍对应关系，保证每组采样人员（或每台车）1 瓶纯水满瓶；

全程序空白（针对所有指标做）：与外出的采样人员组数（或车辆数）呈 1 倍对应关系，保证每组采样人员（或每台车）跟采样分装一致；

设备空白（仅地下水有 VOCs 指标时做）：当天至少做 1 个，选择地下水有机污染较重的地下水井做，通过蒸馏水润洗新的贝勒管内壁/气囊泵的方式设置；

2) 现场平行:

土壤现场平行样品量不少于当天样品量的 10%；

地下水现场平行样量不少于当天样品量的 10%；

注意，要求是每张委托单里的每个指标的现场平行样比例均需达到上述要求。

(2) 样品流转质量控制

样品采集后，将由专人及时从现场送往实验室，为保证质量，设置运输空白样品、全程序空白等。到达实验室后，送样人员和接样人员双方同时清理样品，及时将样品逐件与样品登记表、样品标签和采样记录进行核对，并签字确认，样品交接单由双方各存一份备案。核对无误后，将样品分类、整理和包装后按要求放于冷藏柜中储藏、备测。

1) 装运前核对：在采样现场样品必须逐件与样品登记表、样品标签和采样记录进行核对，核对无误后分类装箱。

2) 运输中防损：运输过程中严防样品的损失、混淆和污染。对光敏感样品应有避光外包装。有机样品在冰箱 4℃ 以下保存送至实验室。

3) 样品交接：由专人将土壤样品送到实验室，送样者和接样者双方同时清点核实样品，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。

4.5.3 实验室样品质量控制

实验室质量控制主要有人员、检测方法、使用仪器质量控制和分析过程质量控制分别如下：

(1) 检测方法和使用仪器质量控制

本项目委托的检测单位对该项目样品的各项检测指标进行分析测试时所使用的检测方法均应通过了 CMA 资质认定或 CNAS 能力认可。

(2) 人员

参与该项目检测工作的采样人员、样品管理员、分析人员等均应经过专业培训,经能力确认和考核合格后授权上岗,具备相应的技术能力,满足项目的需求。

(3) 分析过程质量控制

当方法标准、技术规范中明确了各质控措施实施要求时,应按其要求实施质控措施。当方法标准、技术规范中未明确各质控措施实施要求时,参考以下要求实施:

①每 20 个样品做 1 次室内空白试验。

②连续进样分析时,每分析 20 个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。

③每个检测指标(除挥发性有机物外)均做平行双样分析。在每批次分析样品中,随机抽取 10%的样品进行平行双样分析;当批次样品数 ≤ 20 时,随机抽取 2 个样品进行平行双样分析。

④当可获得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有证标准物质样品进行分析。每批样品插入 5%的有证标准物质样品,当批次样品数 ≤ 20 时,插入 2 个有证标准物质样品。

⑤当没有合适的土壤或地下水基体有证标准物质时,通过基体加标回收率试验对准确度进行控制。每批次样品中,随机抽取 5%的样品进行加标回收率试验;当批次样品数 ≤ 20 时,随机抽取 2 个样品进行加标回收率试验。

⑥当方法标准要求进行有机污染物样品的替代物加标回收率试验时,应严格按照方法标准的要求实施。

4.5.4 土壤样品质控情况

本次详细调查共采集土壤样品 558 个,不同指标检测样品数量详见表 4.3-3。其中由于有 8 个总氟化物样品为后期补充检测,故本次土壤样品质控将分为现场采样检测质控和补充检测质控。因质控结果篇幅较长,故本报告只分析现场采样检测的质控情况。8 个总氟化物样品将与其他补充检测样品合并为一份质控报告

(详见附件 1.12)。根据该报告，补充检测也满足质控要求。

根据广东贝源检测科技有限公司提供的质量控制报告，本次详细调查土壤各项质控措施实施数量和占比详见表 4.5-1，各项质控措施实施结果详见表 4.5-2。具体总结如下：

现场采样检测质量控制具体情况如下：

(1) 空白实验：

本次采样针对 1,2-二氯乙烷设置 8 个运输空白、8 个全程序空白和 6 个实验室空白，分别占采样/送检数量的 21.1%、21.1%和 9.7%；针对重金属、总氟化物、苯并[a]芘和石油烃(C₁₀-C₄₀)设置个 9-42 实验室空白，占送检数量的 8.2%-29.2%，均满足质控措施数量要求。根据检测结果，各指标空白样品均未检出，空白实验质控结果合格。

(2) 平行实验：

本次采样针对各指标设置 7-42 个现场平行样，占采样总数的 12%-18.8%。样品进入实验室后，设置 12-35 个实验室平行样，占送检样品（含空白和平行）总数的 16.9%-35.6%。平行样品数量比例满足质控措施要求。根据检测结果，各指标的现场平行相对偏差和实验室平行相对偏差均在控制范围内。因此，各指标的平行实验质量控制结果均为合格。

(3) 加标回收：

本次采样针对钴、锑、石油烃(C₁₀-C₄₀)、苯并[a]芘和 1,2-二氯乙烷设置了 9-34 个基体加标回收样品，针对石油烃(C₁₀-C₄₀)设置了 9 个空白样品加标回收样品，数量比例满足质控措施要求。根据检测结果，各指标加标回收率范围满足加标回收率控制范围要求；石油烃(C₁₀-C₄₀)空白样品加标回收率为 80.6-99.4%，满足 70%-120%的加标回收率控制范围要求。因此各指标的加标回收质量控制结果均合格。

(4) 标准样品（质控样）：

本次采样除钴和锑外，对其他指标均设置 6-24 个标准样品，占送检样品（含空白和平行）总数的 9.1%-27.9%，数量比例满足质控措施要求。根据检测结果，各指标标准样品（质控样）的测定值范围均在标准值及其不确定度范围内。因此

各指标的标准样品（质控样）质量控制结果均合格。

（5）校准曲线校准验证：

本次采样针对各指标设置 6-62 个校准曲线校准验证样品，占送检样品（含空白和平行）总数的 6.9%-43.8%，数量比例满足质控措施要求。根据检测结果，所有验证样品的测定值范围均在控制范围内。因此各指标的校准曲线校准验证质量控制结果均合格。

综上，根据对空白实验、平行实验、加标回收/加标平行、校准样品（质控样）和校准曲线校准验证结果，本次详细调查土壤调查质量控制满足要求，检测结果真实可信。

4.5.5 地下水样品质控情况

本次调查共布设 5 个地下水详细调查点，采样时间为 2021 年 11 月 29 日-11 月 30 日，共采集 W05、W06、W07、W08 和 W09 共计 5 个水样。检测指标为砷和锑。

根据广东贝源检测科技有限公司提供的质量控制报告，本次详细调查地下水各项质控措施实施数量和占比详见表 4.5-3，各项质控措施实施结果详见表 4.5-4。具体总结如下：

（1）空白实验：

本次采样现场共设置 2 个全程序空白，各项空白样品占检测样品总数的 40%。样品进入实验室后，设置 2 个实验室空白，占送检样品（含空白和平行）总数的 22.2%，满足质控措施数量要求。根据检测结果全程序空白和实验室空白测定值均为 ND，满足质控要求；对于现场平行，砷和锑的相对偏差范围分别为 1.9-3.5% 和 2.7-11%，满足 $\leq 20\%$ 的要求。因此，空白实验质控结果合格。

（2）平行实验：

本次采样共设置 2 个现场平行样，占检测样品总数的 40%。样品进入实验室后，设置 2 个实验室平行样，占送检样品（含空白和平行）总数的 22.2%。平行样品数量比例满足质控措施要求。根据检测结果，砷和锑现场平行的相对偏差范围分别为 1.9-3.5% 和 2.7-11%，满足 $\leq 20\%$ 的要求；实验室平行的相对偏差范围分别为 0.2-1.1% 和 0.2-1.6%，满足 $\leq 20\%$ 的要求。因此本次地下水采样的平行实验

质控结果合格。

(3) 加标回收/加标平行:

本次采样共设置 4 个基体加标回收和 2 个加标平行, 分别占送检样品(含空白和平行)总数的 44.4% 和 22.2%, 数量比例满足质控要求。根据检测结果, 砷和锑的基体加标回收率分别为 91.2-118%、88.0-99.2%, 满足 70-130% 的要求; 加标平行的相对偏差分别为 0.2-0.5% 和 0.8%-1.0%, 满足 $\leq 20\%$ 的要求。因此本次地下水采样检测的加标回收/加标平行质控结果合格。

(4) 校准样品(质控样)和校准曲线校准验证:

针对砷和锑均设置 1 个标准样品(质控样)和 2 个校准曲线校准验证样品, 分别占送检样品(含空白和平行)总数的 11.1% 和 22.2%, 数量比例满足质控要求。根据检测结果, 砷和锑的标准样品(质控样)的测定值分别为 10.6 $\mu\text{g/L}$ 和 10.3 $\mu\text{g/L}$, 满足 $10.0 \pm 2.0 \mu\text{g/L}$ 的要求; 校准曲线和校准验证样品的测定值也均在控制范围内。因此本次地下水采样检测的校准样品(质控样)和校准曲线校准验证质控结果合格。

综上, 根据对空白实验、平行实验、加标回收/加标平行、校准样品(质控样)和校准曲线校准验证结果, 本次地下水调查质量控制满足要求, 检测结果真实可信。

4.5.6 第三方质控情况

本次详细调查现场采样由广州检验检测认证集团(以下简称“广检集团”)负责第三方质控工作。2022 年 1 月 4 日, 广检集团出具了《广州市花城玻璃厂地块土壤污染状况详细调查项目质量监督结果单》。根据该结果单, 部分指标的部分密码样相对偏差评价结果不合格, 涉及指标为总氟化物、镉和钴。基于上述情况, 2022 年 1 月 7 日-8 日, 组织了相关点位的重新采样检测工作, 由贝源检测负责采样及检测工作, 贝源检测于当月提交了《广州市花城玻璃厂地块环境调查及风险评估服务项目密码平行样数据结果相对偏差评价结果不合格整改报告》。针对该报告, 根据广检集团出具的《广州市花城玻璃厂地块土壤污染状况详细调查项目 质量监督检查结果单(二)》, 本次整改通过质量监督。

综上, 本次详细调查满足第三方质控要求, 具体整改内容及结果详见附件

1.13。

5 结果初步分析与评价

5.1 土壤和地下水评估标准

目前本地块控制性详规正在编制中，近期无法实现控规法定化。基于 2013 年广州市规划局发布的《荔湾区花地生态城起步区白鹅潭商业中心控制性详细规划通告》（穗规[2013]3432 号），本地块原规划为二类居住用地。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》（粤环办〔2020〕67 号），若地块无明确规划应以最严格的方式进行调查。

综上，本地块拟从严按一类用地进行评估，主要参考《土壤环境质量建设用 地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第一类用地的筛选值。

5.1.1 土壤筛选值

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》（粤环办[2020]67 号），土壤污染风险筛选值需按照《土壤环境质量建设用 地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）的规定执行。广东省如按照相关法律法规出台土壤污染风险管控标准，优先执行。国家及地方相关标准未涉及到的污染物，可依据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）推导特定污染物的土壤污染风险筛选值，但应列出推导筛选值所选择的暴露途径、迁移模型和参数值，相关参数优先采用 HJ25.3-2019 的推荐值。

根据土壤样品分析方案（4.4.1 节），本次详细调查土壤检测指标共 10 个。其中砷、镉、铅、汞等 9 个指标均在 GB36600-2018 中有第一类用地筛选值，而总氟化物既无国家标准也无地方标准，故依据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）推导筛选值，具体推导过程详见《广州花城玻璃厂地块土壤污染状况初步调查报告》。

综上，详细调查阶段土壤筛选值如下表 5.1-1。

5.1.2 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》（粤环办[2020]67号），地下水污染风险筛选值需根据地块所在区域的地下水功能选取。由《广东省地下水功能区划》可知，本地块不在一级饮用水保护区、二级饮用水保护区和准保护区内。故本次调查地下水采用《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中IV类标准作为筛选值，《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中没有的指标参照《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）、《地下水水质标准》（DZT0290-2015）等相关的标准，国家及地方相关标准未涉及到的污染物，可依据《污染场地风险评估技术导则》（HJ25.3-2019），推导特定污染物的地下水污染风险筛选值。

根据地下水样品分析方案（4.4.2节），本次详细调查地下水检测指标仅砷和锑。上述指标可参考《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）选取筛选值，具体如下表5.1-2。

5.2 土壤检测结果分析

本次详细调查土壤检测指标为镉、铅、汞、砷、钴、锑、1,2-二氯乙烷、苯并[a]芘、石油烃和总氟化物。因各指标超标点位互不相同，故先对检测结果进行统计分析，后对每个指标检测结果独立分析。具体内容如下：

5.2.1 检测结果统计分析

本次详细调查检测指标为镉、铅、汞、砷、钴、锑、1,2-二氯乙烷、苯并[a]芘、石油烃和总氟化物，各指标送检数量详见表4.3-4。根据检测报告，统计各指标检出情况及超标情况，详见表5.2-1。如表所示，除1,2-二氯乙烷和苯并[a]芘的检出率分别为5%和24%外，其他8项指标检出率均为100%；除1,2-二氯乙烷超标率为0，其他9项指标均有超标情况。其中砷和锑超标率较高，分别为33.2%和30.7%；汞超标率次之，为12.8%；镉、铅、钴、苯并[a]芘、石油烃（C₁₀-C₄₀）和总氟化物超标率较低，均在5%左右。从最大超标倍数看，砷的最大超标倍数更高，达37倍；汞和锑的最大超标倍数次之，为10.29倍和16.35倍；镉、铅、钴、苯并[a]芘、石油烃（C₁₀-C₄₀）和总氟化物的最大超标倍数相对较低，为1.43倍-8.90倍。

综上,根据对各指标检出率、超标率和最大超标倍数的简析,可初步认为本地块内土壤砷和镉污染情况相对严重,汞污染次之,镉、铅、钴、苯并[a]芘、石油烃(C₁₀-C₄₀)和总氟化物污染相对较轻,1-2 二氯乙烷未进一步发现超标情况,可能是异常点位。

5.2.3 小结

2021年11月,我单位根据土壤污染初步调查结果开展了进一步的土壤污染状况详细调查现场采样工作,其中土壤采样时间为2021年11月16日-11月23日。2022年1月,根据第三方质量控制要求,对部分指标部分点位进行重新采样检测。综合2次土壤采样检测结果,对本地块土壤污染情况作出如下总结:

1、本次详细调查共布设详细调查点位103个,深度由2m至10m不等。根据检测结果,共48个点位出现超标情况,点位超标率为46.60%,各点位超标因子和超标深度均有不同,土壤超标情况较为严重,超标因子分布情况较为复杂。

2、初步调查阶段的10个超标因子(镉、铅、汞、砷、钴、镉、1,2-二氯乙烷、苯并[a]芘、石油烃和总氟化物)中除1,2-二氯乙烷外,其他9个因子在本次详细调查中均出现超标情况。其中超标率最高的为砷和镉,分别为33.2%和30.7%;超标倍数最高的为砷,达37倍;超标深度最大的为钴,达9.3-9.5m。

3、根据对各超标指标的空间分布情况分析,其污染源分析见下表5.2-11。如表所示,各类指标的污染源主要与原辅料(显色剂、萤石等)、能源(煤和重油)和机械构件的使用有关。部分指标(如镉和砷)存在多个相同的超标点位(S07-4和S27-1),说明其污染源有一定的相似性。

4、根据各指标超标点位图,镉、汞、砷、钴、镉、苯并[a]芘、石油烃(C₁₀-C₄₀)、总氟化物的部分超标点位周边缺少20m×20m点位,故需要开展进一步的补充调查。1,2-二氯乙烷周边10m×10m点位未发现超标情况,需启动异常点位排查。此外,镉、汞、砷、钴、镉的部分点位的最下层出现超标,需在补充调查中需针对该点及周边点位加深调查。

5、因本次调查各点位检测指标不同,深度也不同,故补充调查过程中可在确保指标保质期内的前提下,利用部分已有点位的样品进行补充检测,如重金属指标。对于挥发和半挥发性指标,则进行补充采样。

5.3 地下水检测结果分析

5.3.1 详细调查地下水检测结果分析

本次详细调查地下水共采集 5 个样品,检测指标为砷和镉。因检测指标较少,故对初调和详调的所有点位进行统一分析。筛选值参考标准为《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中 IV 类水标准。

初步调查及详细调查地下水超标指标检出情况详见表 5.3-1。初步调查地下水超标因子砷和镉在详细调查阶段也出现超标情况,超标点位为 W05 和 W06。因本地块土壤砷和镉也存在污染情况,本次调查地下水调查点均为水土复合点,故引入土壤检测结果进行分析,见表 5.3-2。如表所示,点 S01-3 周边无砷和镉超标点位,故未送检;S12-2 点位周边有砷、镉超标点位,均有送检。其中点 S12-2 的砷和镉指标均未超过筛选值,但砷指标接近筛选值(60mg/kg),周边土壤砷指标也存在超标情况,说明地块内地下水砷主要来自土壤。

5.3.2 初调/详调地下水检测结果统计

综合初步调查及详细调查,本地块内已布设地下水调查点共 9 个,本地块红线面积为 44915.79m²,已满足 80m×80m 的精度要求,在风险评估确认需要修复前不需进一步加密调查。

根据初步调查与详细调查结果,本地块地下水超标点位分布情况详见图 5.3.1。结合图 5.3.1 和表 5.3-1 所示,地下水镉在 W03、W04、W05 和 S06 点位均有超标,最大超标倍数为 8.04 倍,超标点连线呈南北向条带状分布。对比土壤镉超标点位图 5.2.6,可发现地下水和土壤镉的污染范围大致相似,但土壤镉污染范围向西侧略有延伸。而地下水砷仅在 W03 和 W06 点位超标,最大超标倍数为 13.96 倍,超标点位在地块中部形成连片。对比土壤砷超标点位图 5.2.4,地下水超标点位大致在土壤砷超标范围中心,可再次证明地下水砷来自土壤。

5.3.3 地下水调查成果小结

根据初步调查及详细调查土壤及地下水检测结果,对本地块地下水污染情况总结如下:

- 1、本地块共布设地下水调查点 9 个,调查深度为 6m,调查精度为 80m×80m,

在风险评估确认需要修复前不需进一步加密调查。

2、本地块地下水采用《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 IV 类标准作为筛选值。根据检测结果，地下水砷超标点共 2 个（W03 和 W06），最大超标倍数为 13.96 倍；地下水镉超标点位共 4 个（W03、W04、W05 和 W06），最大超标倍数为 8.04 倍。

3、本地块地下水砷污染位置为地块中心，呈椭圆面状分布；地下水镉污染范围位于地块中部，呈南北向条状分布。

4、根据水土复合点土壤及地下水检出值的对比分析，可基本证明地块内地下水砷和镉的污染源为土壤。土壤中砷和镉溶解进入地下水，导致地下水超标。

5.4 详细调查结果初步结论

根据《广州花城玻璃厂地块土壤污染状况初步调查报告》调查结果，广州花城玻璃厂地块存在土壤污染情况，需启动详细调查。2021 年 11 月 16 日-11 月 23 日，苏交科完成了土壤采样，2021 年 11 月 29 日-11 月 30 日完成了地下水采样，2022 年 1 月 7 日-8 日完成了质控重新采样。本次调查共布设土壤详细调查点 103 个，地下水详细调查点 5 个（均为水土复合点位）。采集各类指标土壤样品共计 558 个，地下水样品 5 个。土壤及地下水采样检测均委托广东贝源检测技术股份有限公司完成。根据检测结果，本次调查可初步得出如下结论：

1、本次详细调查布设的 103 个土壤调查点中有 48 个点位出现超标情况，点位超标率为 46.60%，各点位超标因子和超标深度均有不同，土壤超标情况较为严重，超标因子分布情况较为复杂。

2、初步调查阶段的 10 个超标因子（镉、铅、汞、砷、钴、镉、1,2-二氯乙烷、苯并[a]芘、石油烃和总氟化物）中除 1,2-二氯乙烷外，其他 9 个因子在本次详细调查中均出现超标情况。其中超标率最高的为砷和镉，分别为 33.2%和 30.7%；超标倍数最高的为砷，达 37 倍；超标深度最大的为钴，达 9.3-9.5m。

3、根据对各超标指标的空间分布情况分析，其污染源大多与原辅料（显色剂、萤石等）、能源（煤和重油）和机械构件的使用有关。部分指标（如镉和砷）存在多个相同的超标点位（S07-4 和 S27-1），说明其污染源有一定的相似

性。

4、根据各指标超标点位图,镉、汞、砷、钴、铈、苯并[a]芘、石油烃(C₁₀-C₄₀)、总氟化物的部分超标点位周边缺少 20m×20m 点位,需要开展进一步的补充调查。1,2-二氯乙烷周边 10m×10m 点位未发现超标情况,需启动异常点位排查。此外,镉、汞、砷、钴、铈的部分点位的最下层出现超标,需在补充调查中需针对该点及周边点位加深调查。

5、因本次调查各点位检测指标不同,深度也不同,故补充调查过程中可在确保指标保质期内的前提下,利用部分已有点位的样品进行补充检测,如重金属(砷、铈、镉等)指标。对于挥发和半挥发性指标,则进行补充采样。

6、本次详细调查联合初步调查共布设地下水调查点 9 个。根据检测结果,本地块内存在地下水砷和铈超标,污染来源为土壤中砷和铈的溶解。根据相关导则的要求,本地块地下水调查已满足 80m×80m 的精度要求,在风险评估确认需要修复前不需进一步加密调查。

6 详细调查第一次补充调查

根据详细调查检测结果，镉、汞、砷、钴、铈、苯并[a]芘、石油烃（C₁₀-C₄₀）、总氟化物的部分超标点位周边缺少 20m×20m 点位，需要开展进一步的补充调查。1,2-二氯乙烷周边 10m×10m 点位未发现超标情况，需启动异常点位排查。此外，镉、汞、砷、钴、铈的部分点位的最下层出现超标，在补充调查中需针对该点及周边点位加深调查。

基于上述要求，2021 年 12 月苏文科启动了详细调查第一次补充调查。虽然，2022 年 1 月对详调部分点位样品重新采样检测，部分超标数据新检出结果为不超标，但并未对本次补充调查造成影响，具体调查方案及结果如下：

6.1 调查内容及方案

本次调查内容分为 3 个部分，分别如下：

- 1、补充调查镉、汞、砷、钴、铈、苯并[a]芘、石油烃（C₁₀-C₄₀）、总氟化物的部分超标点位周边缺少的 20m×20m 点位；
- 2、进行点 S08 的 1,2-二氯乙烷异常点位排查；
- 3、加深镉、汞、砷、钴、铈的部分点位的采样深度。

基于上述要求，需进行第一次补充调查现场采样。此外，详细调查地块内不同点位的检测指标各不相同，针对重金属超标情况，可利用已有的其他点位的实验室留样进行补充检测，一方面可提高调查效率，另一方面可避免最终布点图和污染范围的复杂化，便于超标因子的统一分析。因此，第一次补充调查方案可分为以下几个部分：

- 1、留样补充检测：对于周边已采样（检测其他指标）的超标点位，可在确保样品有效的前提下补充检测该超标指标；

- 2、现场采样检测：

- (1) 对于挥发和半挥发性有机物，进行补充采样检测；

- (2) 对于 S08 的 1,2-二氯乙烷异常点位排查，依据《广东省建设用地土壤污染状况调查、风险评估及效果评估技术审查要点》（粤环办[2020]67 号）的要

求进行布点采样；

(3) 对于镉、汞、砷、钴、铈部分点位最大深度超标情况，对该点和周边 20m×20m 点位向下加深 2 个层位深度，或加深至风化岩。

综上，本次补充调查的流程如下图 6.1.1。

6.2 采样及检测

根据调查流程，本次补充调查采样及检测方案包括补充检测方案和采样检测方案，其中采样检测方案包括 1 次现场采样检测和 4 次留样补充检测，留样补充检测虽分批进行，但最终进行统一描述和统计。

第一次补充调查现场采样检测时间为 2021 年 12 月 24 日-12 月 28 日，留样补充检测时间为 2021 年 12 月-2022 年 1 月，共进行 4 轮留样补充检测。现场布点情况及采样检测情况如下：

6.2.1 采样布点及留样补充检测

1、对于现场采样布点，布点及采样检测方法如下：

(1) 若周边已布设满足精度要求点位（但未采集相应要求样品），则在该点位重新钻探采样，点位编号为原点位编号加单引号“'”，但在数据处理时按原点位编号处理。上述布点主要为了便于数据分析，且可控制地块内点位数量，使后期超标点位图等图件更整洁清晰。

(2) 对于周边无已布设点位的情况，按照精度要求布设新的点位；

(3) 对于加深采样点位，在原点位位置布设新的点位，点位编号为原点位编号加单引号“'”，但在数据处理时按原点位编号处理。

(4) 样品送检原则与详细调查一致，详见 4.1.2 节。

2、对于留样补充检测，检测方法如下：

(1) 送样前核实样品保质期，若满足要求则送检，若不满足，则按照现场采样布点开展补充调查；

(2) 样品送检原则与详细调查一致，详见 4.1.2 节；

(3) 样品编号沿用详细调查编号，不做特殊标识，原则上即详细调查检测结果。

根据上述方案，现场新布设 20m×20m 点位 3 个，为 S03-6、S06-4 和 S13-4；新布设异常点位排查点位 4 个，为 S08-a、S08-b、S08-c、S08-d。此外，由于详细调查阶段 S20-5 的照片资料遗失，故本次补充调查重新布点采样，以核实土壤检测结果。在实际补充调查过程中，未出现特殊情况，现场采样布点及留样补充检测情况如下表 6.2-1 所示，现场采样布点坐标表如表 6.2-2 所示，布点图如图 6.2.1 所示，样品采集清单如表 6.2-3 所示。

6.2.2 检测分析方案

本次补充检测所涉指标均在详调检测指标内，故检测分析方案可见 4.4.1 节土壤样品分析方案。

6.3 工作量统计

本次补充调查包括 1 次现场采样检测和 4 次留样补充检测，其中现场采样检测共布设点位 32 个（包括 7 个新增点位和 25 个原点采样点位），采集土壤样品 149 个，留样补充检测样品若干。结合表 6.2-1 和表 6.2-3 分别统计各次采样检测工作量，本次补充调查各检测指标采样及检测工作量详见下表 6.3-1。

6.4 质量控制和质量保证

本次补充调查质量控制目标、现场采样及流转样品质量控制和实验室样品质量控制与详细调查阶段一致，故不再赘述，详见 4.5.1 节、4.5.2 节和 4.5.3 节。

本次补充调查涉及 1 次现场采样检测和 4 次补充检测，分批次出具检测报告，故对应质量控制报告较多，共 4 份。若对所有质控报告逐一分析则会占用较长篇幅，故本报告只分析现场采样检测的质控情况。具体内容如下：

本次补充调查现场采样检测共采集样品 149 个，各指标样品数量详见表 6.3-1。根据广东贝源检测科技有限公司提供的质量控制报告，本次详细调查土壤各项质控措施实施数量和占比详见表 6.4-1，各项质控措施实施结果详见表 6.4-2。具体总结如下：

现场采样检测质量控制具体情况如下：

(1) 空白实验：

本次采样针对 1,2-二氯乙烷设置 1 个运输空白、1 个全程序空白和 1 个实验室空白,分别占采样/送检数量的 12.5%、12.5%和 9.1%;针对重金属、总氟化物、苯并[a]芘和石油烃(C₁₀-C₄₀)设置个 1-16 个实验室空白,占送检数量的 9.1%-34.8%,均满足质控措施数量要求。根据检测结果,各指标空白样品均未检出,空白实验质控结果合格。

(2) 平行实验:

本次采样针对各指标设置 1-9 个现场平行样,占采样总数的 10.08%-27.8%。样品进入实验室后,设置 2-13 个实验室平行样(除 1,2-二氯乙烷),占送检样品(含空白和平行)总数的 9.1%-33.3%。平行样品数量比例满足质控措施要求。根据检测结果,各指标的现场平行相对偏差和实验室平行相对偏差均在控制范围内。因此,各指标的平行实验质量控制结果均为合格。

(3) 加标回收:

本次采样针对钴、镉、石油烃(C₁₀-C₄₀)、苯并[a]芘和 1,2-二氯乙烷设置了 2-13 个基体加标回收样品,针对石油烃(C₁₀-C₄₀)设置了 1 个空白样品加标回收样品,数量比例满足质控措施要求。根据检测结果,各指标加标回收率范围满足加标回收率控制范围要求;石油烃(C₁₀-C₄₀)空白样品加标回收率为 82.6%,满足 70%-120%的加标回收率控制范围要求。因此各指标的加标回收质量控制结果均合格。

(4) 标准样品(质控样):

本次采样除钴和镉外,对其他指标均设置 1-7 个标准样品,占送检样品(含空白和平行)总数的 9.1%-33.3%,数量比例满足质控措施要求。根据检测结果,各指标标准样品(质控样)的测定值范围均在标准值及其不确定度范围内。因此各指标的标准样品(质控样)质量控制结果均合格。

(5) 校准曲线校准验证:

本次采样针对各指标设置 1-16 个校准曲线校准验证样品,占送检样品(含空白和平行)总数的 9.1%-33.3%,数量比例满足质控措施要求。根据检测结果,所有验证样品的测定值范围均在控制范围内。因此各指标的校准曲线校准验证质量控制结果均合格。

综上，根据对空白实验、平行实验、加标回收/加标平行、校准样品（质控样）和校准曲线校准验证结果，本次详细调查土壤调查质量控制满足要求，检测结果真实可信。

7 详调阶段成果分析与评价

经统计，广州花城玻璃厂地块详细调查包括详细调查和第一次补充调查，共开展现场采样检测 2 次，补充检测 4 次。基于前文不同阶段的工作内容，对本次详细调查的工作量及检测结果进行统一分析与评价。具体内容如下：

7.1 地块的地质和水文地质条件

7.1.1 土层分布

土壤污染状况调查初步调查阶段已结合钻孔剖面图和《广州市荔湾区聚龙湾项目启动区初步勘察阶段岩土工程勘察报告》对本地块土层分布进行分析。故本次地质和水文地质条件分析是根据详细调查阶段钻孔地层分布结果对原有地层分析结果的核实和补充。具体内容如下：

本次详细调查的典型剖面图详见图 7.1.1 和典型柱状图详见图 7.1.2，所有剖面图和柱状图详见附件 1.2 和附件 2.2。如图所示，详细调查地层揭露与初调相对一致，自上而下分别为杂填土-淤泥质土/砂质粘土-粉质粘土。而在地块内东北角多个钻孔（S03'、S03-1、S03-3、S03-5、S02'、S03-3'、S03-5'、S26'）钻进至约 7m 时可见中风化-强风化泥质粉砂岩，上述点位形成连片。根据区域地勘报告，该层位属上第三系中新统（N1）泥质粉砂岩。

综上本地块内揭露的地层和岩性可见表 7.1-1，总结如下：在深度 10m 内，地块内普遍分布第四系全新统（Q4）土层，自上而下的岩性为杂填土、淤泥、粉质粘土，局部含少量粉砂；地块东北角有第三系中新统（N1）泥质粉砂岩出露，岩性为中风化-强风化泥质粉砂岩。

7.1.2 地下水流场

2022 年 1 月，广东贝源检测技术股份有限公司对详细调查阶段 W05-W09 共 5 个地下水调查点采集了地下水水位数据。地下水调查点坐标及水位数据详见表 7.1-2，根据水位数据绘制了地下水流场图，详见图 7.1.3。如图所示，2022 年 1 月，本地块地下水流向大致为自东北向西南。根据现场踏勘，地块北侧为冲口涌

河道，东侧为珠江主河道，结合水位数据采集时间为冬天枯水期，地下水流向符合枯水期河道补给地下水的特征。

7.2 土壤检测结果分析

详细调查过程中土壤检测数据的选用和分析采取如下原则：

1、第一次补充调查点位中，若点位是详细调查点位重新钻探采样（即点位编号带“'”），则分析过程中并入该点对应的详细调查点位；

2、详细调查与第一次补充调查的部分点位存在同一深度重复采样检测情况，基于保守考虑的原则，在分析过程中采用较大值。

综上，本地块详细调查阶段土壤检测结果分析具体如下：

7.2.1 详调阶段工作量统计

本阶段调查可分为详细调查和详细调查第一次补充调查，根据现场实际采样情况，部分点位存在重复采样和检测情况。基于保守考虑，同一点位、深度和检测指标的样品检测结果取高值作为最终的检测结果，且视为 1 个样品。

综合详细调查阶段 2 次现场采样情况，该阶段地块内共布设土壤调查点 115 个，本阶段调查各批次采样检测情况如下表 7.2-1 所示。

7.2.2 检测结果统计分析

综合详细调查及第一次补充调查检测结果，统计该阶段 10 个超标因子（镉、铅、汞、砷、钴、锑、1,2-二氯乙烷、苯并[a]芘、石油烃和总氟化物）的检出情况和超标情况，详见表 7.2-2。首先，将该表与详调检测结果统计表（表 5.2-1）进行对比，从超标样品数看，详调第一次补充调查的多数指标未出现超标情况，出现新超标点位的指标仅砷和锑。

对详调阶段检测结果进行统计分析，如表 7.2-2 所示，各超标指标在详细调查阶段均有检出，其中 1,2-二氯乙烷和苯并[a]芘的检出率分别为 9% 和 23%，而其他指标检出率均为 100%。针对超标情况，除 1,2-二氯乙烷超标率为 0，其他 9 项指标均出现超标，具体超标情况如下：

（1）从超标率看，砷和锑超标率较高，分别为 24.13% 和 16.20%；汞和镉次之，分别为 9.73% 和 7.95%；铅、钴、苯并[a]芘、石油烃（C₁₀-C₄₀）和总氟化

物超标率较低，均低于 5%。

(2) 从最大超标倍数看，砷的最大超标倍数更高，达 37 倍；汞和镉次之，为 10.29 倍和 16.35 倍；镉、铅、钴、苯并[a]芘、石油烃（C₁₀-C₄₀）和总氟化物的最大超标倍数相对较低，为 1.43 倍-8.90 倍。

(3) 从平均值看，各指标中仅砷的平均值大于筛选值，其他所有指标平均值均低于筛选值。结合砷 24.13% 的超标率及 37 倍的最大超标倍数，说明地块内土壤砷含量普遍偏高，而生产过程中的污染排放加重了土壤砷的污染情况。

综上，根据对各指标检出率、超标率和最大超标倍数的对比和分析，可初步认为本地块内土壤砷和镉污染情况相对严重，汞污染次之，镉、铅、钴、苯并[a]芘、石油烃（C₁₀-C₄₀）和总氟化物污染相对较轻，1-2 二氯乙烷在整个详调阶段均未发现新的超标情况，属于异常点位。

7.3 地下水检测结果分析

因补充调查阶段未对地下水作补充调查，故本地块详细调查阶段地下水检测结果分析可详见 5.3 节。此处摘录地下水检测结果分析结论：

1、本地块共布设地下水调查点 9 个，调查深度为 6m，调查精度为 80m×80m，在风险评估确认需要修复前不需进一步加密调查。

2、本地块地下水采用《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 IV 类标准作为筛选值。根据检测结果，地下水砷超标点共 2 个（W03 和 W06），最大超标倍数为 13.96 倍；地下水镉超标点位共 4 个（W03、W04、W05 和 W06），超标倍数为 8.04 倍。

3、本地块地下水砷污染位置为地块中心，呈椭圆面状分布；地下水镉污染范围位于地块中部，呈南北向条带状分布。

4、根据水土复合点土壤及地下水检出值的对比分析，可基本证明地块内地下水砷和镉的污染源为土壤。土壤中砷和镉溶解进入地下水，导致地下水超标。

7.4 超标情况总结

综合详细调查阶段 3 次现场采样检测（含 1 次质控重新采样检测）和 4 次留

样补充检测结果,广州花城玻璃厂地块详细调查阶段土壤及地下水超标情况总结如下:

7.4.1 土壤超标情况总结

根据详细调查结果,综合初步调查结果,本地块土壤各指标超标点位及超标范围如下表 7.4-1 所示。结合前文对各指标的描述分析,本地块土壤污染状况总结如下:

1、详细调查阶段,本地块内共布设各类土壤调查点 115 个,检测样品 676 个。根据检测结果确定 9 个土壤超标指标,排除 1 个异常指标,涉及超标样品 121 个,超标点位 59 个。超标指标有:镉、铅、汞、砷、钴、锑、苯并[a]芘、石油烃(C₁₀-C₄₀)和总氟化物。

2、土壤污染物中超标倍数最大、超标点位数最多、超标平面范围最大的指标为砷。因此,本地块超标最严重的指标为砷。

3、除砷外,锑的超标率(16.2%)、超标点数(30 个)和超标范围(20885m²)也高于其他指标,超标情况较为严重。钴、镉、铅、汞、苯并[a]芘和总氟化物超标率均低于 10%,超标点位数小于 10 个,超标平面范围也相对较小,故超标程度相对较轻。其中,钴的超标深度范围达到 10.0m,将给后期处置带来难度。

4、根据对各指标污染来源的分析,本地块超标来源可归纳为原辅料(萤石、颜料等)、能源(煤和重油)和机械构件(金属件),主要污染方式为跑冒滴漏和硬化缺失造成的污染迁移。

5、根据前文统计,地块内各地层深度各指标超标范围统计详见表 7.4-2。如表所示在 0-4.0m(即 1-5 层)范围内,地块内存在多个指标污染;在 4.0-10.0m(即 6-9 层)范围内,地块内仅存在钴污染。

6、按层位对各指标超标范围进行分类,大部分指标的超标范围存在重叠,各层位总超标范围详见图 7.4.1。将各层位平面超标范围叠加,本地块污染总投影面积为 35597m²,污染范围详见图 7.4.2。

7.4.2 地下水超标情况总结

本地块地下水超标因子为砷和锑,其污染程度、污染来源和污染范围总结如下表 7.4-23,具体污染范围详见图 7.4.3 和图 7.4.4。如图所示,将砷和锑超标范

围叠加，花城玻璃厂地块地下水超标范围总投影面积为 29036m²。

8 结论

8.1 结论

广州花城玻璃厂地块位于荔湾区芳村大道仁厚直街 26 号，地块面积共计 44915.79m²。本地块未来规划未确定，根据原控规（《荔湾区花地生态城起步区白鹅潭商业中心控制性详细规划通告》（穗规[2013]3432 号）），原规划为二类居住用地，综合导则要求按照一类用地规划进行评估。2021 年 7 月-11 月，受广州珠江产业园投资发展有限公司委托，苏交科集团股份有限公司开展并完成了广州花城玻璃厂地块土壤污染状况初步调查。2021 年 11 月-2022 年 1 月，苏交科开展了第二阶段详细调查。根据详细调查结果，本地块土壤及地下水污染状况结论如下：

(1) 本次详细调查共进行 3 次现场采样检测和 4 轮补充检测，共布设土壤调查点 115 个，地下水调查点 5 个，针对各指标送检样品 36-344 个，共送检样品 676 个。根据广州地方导则和相关规定，在确认修复前，土壤和地下水调查密度已满足要求。

(2) 本次详细调查共确定 9 个土壤超标指标，排除 1 个异常指标，涉及超标样品 121 个，超标点位 59 个。超标指标有：镉、铅、汞、砷、钴、锑、苯并[a]芘、石油烃（C₁₀-C₄₀）和总氟化物。排除的异常指标为 1,2-二氯乙烷。

(3) 土壤各超标指标中，砷超标倍数最大、超标点位最多、超标平面范围最大，故超标情况最为严重。锑的超标率和超标范围也较大，超标情况相对严重。钴、镉、铅、汞、苯并[a]芘和总氟化物超标率均低于 10%，超标点位小于 10 个，超标平面范围也相对较小，超标程度相对较轻。其中，钴的超标深度范围达到 10.0m，将给后期处置带来难度。

(4) 根据对各指标污染来源的分析，本地块土壤污染源可归纳为原辅料（萤石、颜料等）、能源（煤和重油）和机械构件（金属件），主要污染方式为跑冒滴漏和硬化缺失造成的污染迁移。

(5) 结合初步调查，本地块地下水超标指标为砷和锑。其中地下水砷超标

点共 2 个（W03 和 W06），最大超标倍数为 13.96 倍；地下水锑超标点位共 4 个（W03、W04、W05 和 W06），超标倍数为 8.04 倍。

（6）本地块地下水砷污染范围为地块中心，呈椭圆面状分布；地下水锑污染范围位于地块中部，呈南北向条带状分布。根据水土复合点土壤及地下水检出值的对比分析，可基本证明地块内地下水砷和锑的污染源为土壤。土壤中砷和锑溶解进入地下水，导致地下水超标。

（7）本地块土壤及地下水超标投影范围详见下表 8.1-1 所示。将各指标平面超标范围叠加，本地块土壤超标总平面面积为 35597m²，地下水超标总平面面积为 29036m²。

8.2 建议

因 2021 年下半年广州市发布《广州市关于在实施城市更新行动中防止大拆大建问题的意见》，地块内建筑直到 2022 年 3 月才进行拆除，本次详调在上述建筑拆除前完成。因此针对建筑拆除和后期开发过程中对地块土壤污染造成的不确定性影响和污染风险，提出了如下建议：

（1）本地块内土壤以表层污染为主，在地块修复过程中，严禁扰动周边土壤，严格控制施工范围，并对施工范围内表层土壤酌情补充调查检测。

（2）鉴于拆除工程在详细调查结束后完成，在修复工程启动前，针对拆迁建筑处及周边一定范围内（建议为 20m）进行一定精度的补充调查和污染范围核实，以保证修复工程的准确性。

（3）目前地块内仍有大量砖石等建筑垃圾及生产生活垃圾，建议及时进行处置，以免各类垃圾进一步污染土壤。

（4）在未来的地块监管和修复工程中，建议委派专业的环境监理和工程监理对施工进行监管，严禁施工单位或其他单位向地块偷排漏排各类污染物。

8.3 不确定性分析

本项目通过制定采样监测方案、现场采样及实验室分析等过程，严格按照《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）、《广州市工业企业场地环境调查、治理修复及效果评估技术要点》（穗环办[2018]173 号）、《建设用地土壤污

染防治 第 1 部分：污染状况调查技术规范》(DB4401/T102.1-2020) 等技术规范中的相关要求，最终得到本项目调查与评估结论。但考虑到现实条件存在不确定因素，因此，有必要对本项目调查评估结论进行不确定性分析。具体不确定性如下：

(1) 本地块生产历史悠久，早期生产过程的相关资料大部分已遗失。部分生产资料和信息均由人员访谈获得，因此会给污染类型识别和风险源识别带来一定不确定性。

(2) 本次调查土壤超标指标多为表层样品，而地表受人为干扰和自然扰动较强，给地块污染溯源带来一定难度，也加剧了未来污染分布的不确定性。

(3) 土壤中重金属等各项污染物含量在空间上呈非均质分布，具有一定的异质性，各调查点位所代表的污染范围有限，且局部可能存在锐变，给污染范围的确定带来一定的不确定性。

(4) 本次土壤污染初步调查现场采样时，地块内仍有部分建筑未拆除，后期建筑拆除和建筑垃圾的清理，可能会带来污染，给调查结果带来一定不确定性。

(5) 地块周边多河道，地下水活动频繁，本次地下水调查结果仅代表采样时期地块内地下水的的环境情况。

(6) 地块内地下水调查点 W02 原点位地下水井被重油堵塞，无法采样。最后通过在周边 5m 内新建 W02 井实现采样。采样点位的偏离可能给污染程度的识别带来一定不确定性。

(7) 目前本地块新控规和详规均未确定并法定化，本报告所得出的结论是以地块按一类用地开发规划为依据，后期地块规划用地性质变更会带来本报告结论的不确定性，若规划用地性质发生变化，需按照新的用地性质重新评估。