

广州浪奇化工厂地块二土壤污染状况详细调查报告

(简本)

土地使用权人：广州市土地开发中心

代业主管理单位：广州环投控股有限公司

土壤污染状况调查单位：广州华浩能源环保集团股份有限公司

二零二二年十二月

工程咨询单位乙级资信证书

资信类别： 专业资信

单位名称： 广州华浩能源环保集团股份有限公司
住 所： 广州市越秀区解放南路123号金汇大厦401室
统一社会信用代码： 91440101716350241A
法定代表人： 戴自觉 技术负责人： 曹雷
证书编号： 91440101716350241A-18ZYY18
业 务： 市政公用工程， 生态建设和环境工程



发证单位： 广东省工程咨询协会
2019年09月30日



广东省发展和改革委员会监制



检验检测机构 资质认定证书

证书编号：201719022020

名称：广东省地质实验测试中心

地址：广州市东风东路 751 号

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

资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律责任由广东省地质实验测试中心承担。

许可使用标志



201719022020

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

本证书由国家认证认可监督管理委员会监制，在中华人民共和国境内有效。

发证日期：2018 年 03 月 15 日

有效期至：2024 年 03 月 14 日

发证机关：（印章）



复查

摘要

一、地块基本情况

地块名称：广州浪奇化工厂地块二

占地面积：107386.54 m²

地理位置：广州市天河区黄埔大道东 128 号（中心经纬度：东经 113.38674°，北纬 23.11624°）

土地使用权人：广州市土地开发中心

代业主管理单位：广州环投控股有限公司

地块土地利用现状：调查地块原隶属于广州市浪奇实业股份有限公司，始建于 1959 年，前身是广州硬化油厂，是中国华南地区历史最悠久的洗涤用品生产企业之一，也是我国洗涤行业大型骨干企业，公司主要产品有洗衣粉、液体洗涤剂、皂类和日化洗涤材料等的生产。调查地块为工业用地，现地块建筑物已全部拆除。

未来规划：根据《广州国际金融城东区规划信息》文件中《金融城东区控制性详细规划通告附图》显示该地块未来用地规划内容包括商业用地（B1）、商务用地（B2）、公园绿地（G1）（非社区公园或儿童公园用地）、防护绿地（G2）和水域（E1），拟建设广州国际金融城，故该地块未来规划均属于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中规定的第二类用地。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”，地下水现状为 V 类，地下水功能区保护目标中水质类别为 V 类。其中地下水规划不涉及人群皮肤直接接触地下水的功能应用（如再开发利用地下水用于日常洗澡、游泳或清洗）。

土壤污染状况调查单位：广州华浩能源环保集团股份有限公司（以下简称“华浩环保”，调查单位）、广东省地质实验测试中心（以下简称“省地质中心”，检测单位）、广州市普罗环保科技有限公司和广州再勇钻探咨询服务有限公司（钻探单位）、广州检验检测认证集团有限公司（质控单位）。

调查缘由：根据《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年1月1日实施）、广州市生态环境局关于印发《广州市建设用地土壤污染状况调查报告评审工作程序（试行）》的通知（穗环〔2020〕50号）等文件要求，从事过有色金属矿采选、金属冶炼、石油加工、化工、焦化、电镀、制革、造纸、印染、汽车拆解、造船、医药制造、铅酸蓄电池制造、废旧电子拆解和危险化学品生产、储存、使用等行业企业用地，其用途变更或土地使用权收回、转让的调查地块再开发利用前需要开展土壤污染状况调查，以利于下一步开展必要的场地风险防控、环境管理工作和环境保护主管部门的监督工作。2020年，因广州市城市更新改造需要，调查地块被广州市土地开发中心收储，调查地块因从事过化工生产，结合地块未来用地规划，需按要求开展土壤污染状况调查。

二、初步采样调查阶段

2020年9~2021年2月，华浩环保与省地质中心联合组成项目组，对地块二（以下简称“调查地块”）开展初步采样调查工作，编制了《广州浪奇化工厂地块二土壤污染状况初步调查报告》，报告显示：

（一）污染识别结果

（1）调查地块内

为更清楚介绍地块历史沿革，结合地块历史功能分区，将地块自编分为5个区域：

区域1：位于地块西北部，占地面积为9610.44平方米，主要涉及功能区有机修车间、办公楼、饭堂、汽车维修处等。机修、汽修车间的设备维修过程中存在废机油泄漏的风险，故该区域关注的特征污染物为**石油烃（C₁₀-C₄₀）、多环芳烃**。

区域2：位于地块中西部，占地面积为18602.13平方米，主要涉及功能区为**香皂生产区**及配套辅助设施（锅炉房、重油库、煤场及煤渣场、冷冻房等）。香皂生产区香皂生产过程如炼油中可能存在原材料动植物的跑冒滴漏和含油废液泄漏的风险，故该区域关注的特征污染物为**动植物油、石油烃（C₁₀-C₄₀）**；锅炉房锅炉使用的燃料煤和重油存在泄漏的风险，故该区域关注的特征污染物为石

油烃（C₁₀-C₄₀）、多环芳烃、苯系物、重金属（砷、汞）；重油库存在重油泄漏的风险，故该区域关注的特征污染物为石油烃（C₁₀-C₄₀）、多环芳烃、苯系物；冷冻房制冷过程中制冷剂氟利昂和冷冻油有泄漏的风险，故关注的特征污染物为石油烃（C₁₀-C₄₀）、氟化物。该区域关注的特征污染物包括：动植物油、石油烃（C₁₀-C₄₀）、多环芳烃、氟化物、苯系物、重金属（砷、汞）。

区域 3：位于地块西南部，占地面积为 25244.54 平方米，主要涉及功能区主要包括硬化油生产区、仓库（包括新危险品仓库、化工仓、成品仓库、劳保仓、五金仓等）、塑料瓶生产车间、新污水处理站以及烷基苯码头、变压房等。硬化油生产区可能存在原材料油脂的跑冒滴漏以及触媒生产过程产生的含重金属废水泄漏等造成土壤和地下水石油烃（C₁₀-C₄₀）、重金属（铜、镍）污染；新危险品仓库需关注特征污染物为甲醛、石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）、苯系物、多环芳烃；化工仓（即原料仓）需关注的特征污染物为表面活性剂；塑料瓶车间洗洁精塑料瓶生产过程使用的增塑剂存在泄漏的风险造成土壤和地下水邻苯二甲酸酯类污染；新污水处理站收集处理的废水存在泄漏的风险，造成土壤和地下水石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）、多环芳烃、氟化物、甲醛、苯系物、氯代烃、烷基苯、硫化物、邻苯二甲酸酯类、重金属（铜、铅、镍、镉、砷、汞）、动植物油、表面活性剂污染；烷基苯码头及输送管线，烷基苯在流通过程存在泄漏风险，需关注的特征污染物为烷基苯；变压房使用的绝缘油存在泄露风险，需关注的特征污染物为多氯联苯、石油烃（C₁₀-C₄₀）。因此该区域需关注的特征污染物为石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）、多环芳烃、氟化物、甲醛、苯系物、氯代烃、烷基苯、硫化物、邻苯二甲酸酯类、重金属（铜、铅、镍、镉、砷、汞）、多氯联苯、动植物油、表面活性剂。

区域 4：位于地块东南部，占地面积为 43370.93 平方米，主要涉及功能区包括洗衣粉生产区（主要位于调查地块外北侧地块一，小部分位于本调查地块内）、液体洗涤剂生产区、磺化产品生产区等，历史时期曾作为合成脂肪酸、甘油、三磷酸五钠生产区、烷基苯生产区、苯库及苯储罐区和旧污水处理站。区域 4 重点关注的区域有合成洗衣粉车间、磺化车间、磺化原料和成品储罐区、苯库、苯储罐、硫磺库、液洗车间、合成脂肪酸车间、甘油车间、烷基苯集散库、冷冻房、维修间、危险品仓及配电房等。合成洗衣粉车间、磺化车间、液洗车间、合成脂

肪酸车间、甘油车间产品生产过程原料泄漏造成土壤和地下水硫化物、石油烃（C₁₀-C₄₀）、多环芳烃、苯系物、氯代烃、表面活性剂污染；烷基苯、AEO、AES（脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠）等储罐区和硫磺等原料存放过程泄漏造成土壤和地下水硫化物、石油烃（C₁₀-C₄₀）、表面活性剂、苯系物污染；配电房里存在变压器绝缘油泄漏的风险造成土壤和地下水多氯联苯和石油烃（C₁₀-C₄₀）污染；苯储罐、苯库存在原料苯泄露风险造成土壤和地下水苯系物污染；冷冻房制冷过程中制冷剂氟利昂和冷冻油有泄漏的风险从而造成土壤和地下水石油烃（C₁₀-C₄₀）、氟化物污染；旧污水处理站收集处理的全厂废水存在泄漏的风险，造成土壤和地下水石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）、多环芳烃、氟化物、甲醛、苯系物、氯代烃、烷基苯、硫化物、邻苯二甲酸酯类、重金属（铜、铅、镍、镉、砷、汞）、动植物油、表面活性剂污染；设备维修过程中存在废机油泄漏的风险造成土壤和地下水石油烃（C₁₀-C₄₀）、多环芳烃污染；旧危险品仓存放的危险化学品如汽油、柴油、甲醛等泄漏造成土壤和地下水甲醛、石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）、苯系物、多环芳烃污染。因此该区域需关注的特征污染物为石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）、多环芳烃、氟化物、甲醛、苯系物、氯代烃、烷基苯、硫化物、邻苯二甲酸酯类、重金属（铜、铅、镍、镉、砷、汞）、多氯联苯、动植物油、表面活性剂。

区域 5：位于地块东北部，占地面积为 10558.50 平方米，主要涉及功能区有**维修间、修车场、化工桶和可回收材料堆放区**等。汽车和设备维修过程中存在废机油泄漏的风险造成土壤和地下水石油烃（C₁₀-C₄₀）、多环芳烃污染，化工桶和吨袋堆放过程中残留化工原料有泄漏的风险造成土壤和地下水石油烃（C₁₀-C₄₀）、**甲醛、表面活性剂**污染。因此该区域关注的特征污染物包括石油烃（C₁₀-C₄₀）、多环芳烃、**甲醛、表面活性剂**。

综上，地块内关注的特征污染物包括石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）、多环芳烃、氟化物、甲醛、苯系物、氯代烃、多氯联苯、烷基苯、硫化物、邻苯二甲酸酯类、重金属（铜、铅、镍、镉、砷、汞）、动植物油、表面活性剂。

（2）调查地块相邻地块

根据调查地块外相邻地块污染源分析可得出,对调查地块可能产生影响的**企业包括地块外东侧的广州市天河南方汽车修配厂,地块外南侧的车陂十一社工业园,地块外西北侧的东郊家具材料厂、车陂砖窑厂和广州彩釉砖厂,以及地块外中北侧的广州浪奇化工厂地块一。**根据相邻地块污染影响识别结果,相邻地块有可能迁移到调查地块的潜在污染物包括**甲醛、苯系物、石油烃(C₁₀-C₄₀)、多环芳烃、多氯联苯、邻苯二甲酸酯类、氟化物、硫化物、重金属(铜、铅、镍、镉、砷、铬(六价)、汞)及阴离子表面活性剂(LAS)。**

(3) 污染识别结果

根据污染源识别结果,结合污染物毒性评估,本地块不将表面活性剂、硫化物、烷基苯、动植物油这几种物质作为特征污染物进行场地调查。调查地块关注的特征污染物主要包括**石油烃(C₁₀-C₄₀)、石油烃(C₆-C₉)、多环芳烃、氟化物、甲醛、苯系物、氯代烃、多氯联苯、邻苯二甲酸酯类、重金属(铜、铅、镍、镉、砷、铬(六价)、汞)、硫化物、阴离子表面活性剂(LAS)。**为防止污染源识别遗漏,保守起见,在涉及化学反应区(硬化油生产、合成脂肪酸生产、磺化生产区等区域)增加检测其他挥发性有机物(17项)和其他半挥发性有机物(33项)。

(二) 初步调查采样检测

在初步调查阶段,选用专业布点法在各重点关注区域布设监测点,监测点布置在疑似污染的**香皂生产区域、硬化油生产区域、洗衣粉生产区域、甘油生产区域、合成脂肪酸生产区域、烷基苯生产区域、磺化产品生产区域、液体洗涤剂生产区域、危险品仓库、储罐区、煤场及煤渣场、油库及输油管网、变压器、污水处理站、污水管网附近及污染物迁移方向的下游等**,布点数量不低于**40m×40m**的网格1个点。第二阶段土壤污染状况调查初步采样调查共布设土壤监测点位83个(不含土壤对照点),采样时间为2020年10~11月、2021年1~2月,共采集土壤样品427组(不含现场平行样品);在地块南部污水处理站附近布设了2个污泥监测点位,共采集2组样品(不含现场平行样品);在地块外设置土壤对照点位2个(分别位于广州浪奇化工厂地块外西北方3.2 km绿地和东北方3.1 km绿地),共采集土壤对照样品2组,采样时间为2021年3月1日。土壤检测指

标包括理化性质（2项）、GB36600-2018中的基本项（45项）、石油烃（2项）、多环芳烃（8项）、邻苯二甲酸酯类（6项）、氟化物、多氯联苯、甲醛、其他VOCs（17项）、其他SVOCs（33项）。初步采样调查共布设地下水监测井12口，采集地下水样品12组，采样时间为2020年11月18~20日；在地块外设置地下水对照点位2个（分别位于地块外北面1.5m荒地和地块外南面3m荒地），采集2组地下水对照样品，采样时间为2021年3月1日。地下水样品检测项目包括常规指标项目（2项）、重金属和无机物（8项）、石油烃（2项）、多氯联苯、甲醛、VOCs（41项）、SVOCs（58项）。

根据初步调查采样检测分析结果：

（1）**土壤样品**：地块外设置的2个土壤对照点均未超第二类用地筛选值标准。地块内布设的84个土壤监测点位中，超二类用地筛选值点位共15个（S28、S50、S53、S59、S60、S61、S66、S69、S72、S73、S76、S83、S86、S87、S92），超筛选值指标为**镍、氯仿、苯、1,4-二氯苯、石油烃（C₁₀-C₄₀）或4-氯苯胺**。其中，**镍**超筛点位1个（S28），位于硬化油生产区触媒车间，最大超筛倍数为0.56，超筛选值样品最大采样深度为3.5m；**氯仿**超筛点位1个（S76），位于地块南侧液洗车间，最大超筛倍数为9.03，超筛选值样品最大采样深度为1.4m；**苯**超筛点位3个（S59、S61、S66），分别位于旧污水处理站、苯储罐区和磺化车间，最大超筛倍数为5.98，超筛选值样品最大采样深度为6.7m；**1,4-二氯苯**超筛点位2个（S59、S61），分别位于旧污水处理站和磺化储罐区，最大超筛倍数为18.35，超筛选值样品最大采样深度为5.6m；**石油烃（C₁₀-C₄₀）**超筛点位11个（S53、S59、S60、S66、S69、S72、S73、S83、S86、S87、S92），分别位于输油管线、污水处理站、冷冻房、泵房、机修车间、污水管线旁、烷基苯集散库、液洗维修车间、硬化油储油库，最大超筛倍数为10.89，超筛选值样品最大采样深度为6.9m；**4-氯苯胺**超筛点位1个（S50），位于地块西南角危险品仓北侧，超筛倍数为3.81，超筛选值样品最大采样深度为0.4m。污泥超二类用地筛选值点位共1个（DN03），超筛选值指标为**石油烃（C₁₀-C₄₀）**，其余指标均未超筛，DN03位于区域3新污水处理站综合池南侧调查红线附近。根据上述结果，需要对调查地块**镍、氯仿、苯、1,4-二氯苯、石油烃（C₁₀-C₄₀）、4-氯苯胺**超筛点位开展详细调查。另外调查地块内部分点位**镍、铜、汞、石油烃（C₁₀-C₄₀）、氯仿、苯、1,4-二氯苯、4-氯**

苯胺、苯并[a]芘、甲醛超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值，该部分土壤需进行环境管理，不得外运至现状为一类用地或规划为一类用地的区域内填土或堆存。

(2) **地下水样品：**地块外设置的 2 个地下水对照点各指标的检测结果均低于本报告所选取的风险筛选值（地下水筛选值为《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 IV 类标准或《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）的计算方法、模型和参数推导值）。地块内布设的 12 口地下水监测井中共 10 口（GW01、GW02、GW04、GW07~13）超筛，超筛指标为氟化物、砷、苯、1,2,4-三氯苯、石油烃（C₁₀-C₄₀）、硫化物、阴离子表面活性剂（LAS）。其中氟化物超筛（IV类标准）水井共 1 个（GW10），超筛倍数为 0.11；砷超筛（IV类标准）水井共 2 个（GW08、GW09），最大超筛倍数为 0.17；苯超筛（IV类标准）水井共 1 个（GW08），超筛倍数为 2.08；1,2,4-三氯苯超筛（IV类标准）水井共 1 个（GW09），超筛倍数为 0.42；石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛水井共 3 个（GW08、GW12、GW13），最大超筛倍数为 14.78。硫化物超筛点位 6 个（GW01、GW04、GW09、GW11、GW12、GW13），最大超筛选值倍数为 250；LAS 超筛点位 10 个（GW01、GW02、GW04、GW07~13），最大超筛选值倍数为 275.83；根据初步调查检测结果，需对调查地块地下水中**氟化物、砷、苯、1,2,4-三氯苯、石油烃（C₁₀-C₄₀）、硫化物、阴离子表面活性剂（LAS）**开展详细调查。

三、详细采样调查

（一）土壤监测情况及结果

详细采样调查共布设 119 个土壤监测点位，采集样品 772 组，**第一次加密**（2021 年 1~5 月）布设 73 个土壤监测点位（S66-1、S72-1、S50-1~S50-3、S28-1~S28-8、S76-1~S76-8、X1~X31、X44~X55、2BS06、2BS07、2BS34、2BS35、2BS37、XDN03-1~XDN03-4），共采集 564 组样品，检测指标包括石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯、1,4-二氯苯、氯仿、4-氯苯胺、镍；**第二次加密**（2021 年 11 月 15~17 日）布设 46 个土壤监测点，采集 208 组样品，检测指标包括石油烃（C₁₀-C₄₀）、4-氯苯胺、1,2,4-三氯苯、苯、1,4-二氯苯、砷、镍、氯仿、氟化物。检测结果显示：

(1) 调查地块共 25 个土壤点位 (S66-1、S72-1、S28-4、S28-5、S28-8、S50-3、S76-4、S76-6、X4、X8、X10、X16、X18、X23、X25、X29、X44、X48、X49、2XS02、2XS04、2XS08、2XS24、X57、XDN03-4) 超二类用地筛选值, 超筛选值指标包括石油烃 (C₁₀-C₄₀)、苯、4-氯苯胺、镍、氯仿或 1,4-二氯苯。其中, 石油烃 (C₁₀-C₄₀) 超筛点位共 17 个 (S66-1、S72-1、X4、X8、X10、X16、X18、X23、X25、X29、X44、X57、2XS02、2XS04、2XS08、2XS24、XDN03-4), 超筛样品 34 个, 超筛深度范围为 0~5.0m, 最大超筛倍数为 17.84; 苯超筛点位共 3 个 (X23、X25、X29), 超筛样品 4 个, 超筛深度范围为 2.0~4.0m, 最大超筛倍数为 17.68; 1,4-二氯苯超筛点位共 1 个 (X23), 超筛样品 2 个, 超筛深度范围为 2.0~4.0m, 最大超筛倍数为 8.40; 镍超筛点位共 3 个 (S28-4、S28-5、S28-8), 超筛样品 3 个, 超筛深度范围为 0.5~1.0m、2.0~2.5m, 最大超筛倍数为 1.43; 氯仿超筛点位共 2 个 (S76-4、S76-6), 超筛样品 2 个, 超筛深度范围为 2.0~2.5m, 最大超筛倍数为 5.76; 4-氯苯胺超筛点位共 3 个 (S50-3、X48、X49), 超筛样品 5 个, 超筛深度范围为 0~2.0m, 最大超筛倍数为 71.63。

(2) 调查地块中共 31 个点位超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值, 其中石油烃 (C₁₀-C₄₀) 共 25 个点位 (S28-3、X1、X2、X5、X7、X11、X12、X19、X20、X22、X26、X30、X46、X51、X52、X55、2BS06、XDN03-3、2XS07、2XS16、2XS17、2XS18、2XS30、2XS33、X64); 苯共 2 个点位 (X26、X57); 镍共 5 个点位 (S28-1、S28-6、S28-7、2BS07、2XS27); 邻苯二甲酸二 (2-二乙基己基) 酯共 1 个点位 (2BS06)。根据相关规定, 这些点位所在区域的土壤应采取适当环境管理措施, 不得外运至现状为一类用地或规划为一类用地的区域内填土或堆存。

(二) 地下水监测情况及结果

详细调查阶段共布设 27 个地下水监测井, 2021 年 3 月 1~2 日布设 6 口地下水监测井 (XGW01、XGW03、XGW04、XGW06、XGW07、XGW08), 采集 6 组地下水样品, 检测指标包括 pH、浑浊度、石油烃 (C₁₀-C₄₀)、1,2,4-三氯苯、苯、砷、氟化物; 2021 年 5 月 26~27 日共布设 17 口地下水监测井 (2BGW01、2BGW03~2BGW18), 监测指标为氯代烃 (18 项中的重质)、多环芳烃 (16 项中的重质)、邻苯二甲酸酯类 (6 项中的重质)、多氯联苯、防泄漏指标重质;

2021年11月15~17日布设4口水井(2XGW01-浅井、2XGW01-深井、2XGW02-浅井、2XGW02-深井)，检测指标包括石油烃(C₁₀-C₄₀)、苯。检测结果显示：

地下水监测点共19口水井超筛，超筛指标为石油烃(C₁₀-C₄₀)、苯、砷、1,2,4-三氯苯、硫化物、阴离子表面活性剂(LAS)。其中石油烃(C₁₀-C₄₀)共5口水井(XGW08、2BGW11、2XGW01-浅井、2XGW02-浅井、2XGW02-深井)超筛，最大超筛倍数为77.3；苯共1口水井(2XGW02-浅井)超筛(IV类标准)，超筛倍数为1.41；砷共1口水井(XGW03)超筛(IV类标准)，超筛倍数为1.70；1,2,4-三氯苯共1口水井(2BGW09)超筛(IV类标准)，超筛倍数为0.55；硫化物共4口水井超筛，最大超筛倍数为49.1，阴离子表面活性剂(LAS)超筛水井17口，最大超筛倍数为201.33。

四、调查结论

经过初步采样调查和详细采样调查，结果表明：

(1)调查地块内土壤超二类用地筛选值点位共35个(S28、S50、S53/2XS02、S59、S60/2XS04、S61、S66/S66-1、S69/2XS08、S72/S72-1、S73、S76、S83、S86、S87、S92、S28-4、S28-5、S28-8、S50-3、S76-4、S76-6、X4、X8、X10、X16、X18、X23、X25、X29、X44、X48、X49、X57、2XS24、XDN03-4)，超筛污染因子有石油烃(C₁₀-C₄₀)、苯、4-氯苯胺、镍、氯仿或1,4-二氯苯。

调查地块土壤中石油烃(C₁₀-C₄₀)超筛的原因推测有3种：一是由于存在燃料油、机油、冷冻油等泄露的可能；二是由于相邻地块(地块一)石油烃(C₁₀-C₄₀)在土壤和地下水中迁移到本地块造成的；三是污水收集管线存在泄露的可能。苯超筛区域历史时期存在烷基苯制作工艺，推测苯超筛的原因是生产过程中原辅材料泄露导致的。1,4-二氯苯超筛区域位于磺化罐区及污水管线旁，历史时期存在氯化房，推测地块内1,4-二氯苯超筛的原因有3种：一是1,4-二氯苯作为液洗车间的原材料，在储存、转运过程中泄露导致的；二是因为旧污水处理站①或污水管道泄露造成的；三是土壤中的苯和氯化物反应生成1,4-二氯苯最终在淤泥质黏土中富集导致的。氯仿超筛区域位于液洗车间内，推测氯仿超筛是因为液洗车间原料泄露导致的。镍超筛区域位于工艺皂车间，历史时期该区域为硬化油触媒车间，推测地块内镍超筛的原因是触媒催化剂(硫酸镍)使用过程中存在泄露或车

间含镍废水泄露。**4-氯苯胺**超筛区域位于地块西南角危险品仓内，推测地块内**4-氯苯胺**超筛的原因是原材料在贮存过程中存在泄露导致的。

(2) 调查地块共 32 口地下水监测井超筛，其中 18 口浅水井超筛 (GW01、GW02、GW04、GW07~13、XGW01、XGW03、XGW06~08、2XGW01-浅井、2XGW02-浅井)、14 口深水井超筛 (2BGW01、2BGW07、2BGW09~15、2BGW17、2BGW18、2XGW02-深井、HNS-GW07-2)。浅水井超筛指标有氟化物、砷、苯、1,2,4-三氯苯、石油烃 (C₁₀-C₄₀)、硫化物、LAS；深水井超筛指标有 1,2,4-三氯苯、石油烃 (C₁₀-C₄₀)、硫化物、LAS。

调查地块地下水**石油烃 (C₁₀-C₄₀)**超筛的原因推测有 3 种：一是由于存在燃料油、机油、冷冻油等泄露的可能；二是由于相邻地块(地块一)石油烃 (C₁₀-C₄₀) 在土壤和地下水中迁移到本地块造成的；三是污水收集管线存在泄露的可能。调查地块**苯**超筛水井位于地块西南角危险品仓 (S51/GW08) 和区域 4 磺化车间旁 (2XGW02-浅井)，其中 S51/GW08 点位地下水中石油烃 (C₁₀-C₄₀) 也超筛，因此推测该点位地下水苯超筛的原因为危险品仓中储存的汽油和柴油含有苯存在泄露造成的，2XGW02-浅井位于土壤点位 S66 旁，S66 土壤点位超筛选值，且周边存在多个土壤苯超筛点位 (S59、X23、X25、X29)，因此推测该水井苯超筛的原因是原料苯泄露，在土壤中的苯迁移至地下水造成的。**1,2,4-三氯苯**超筛水井位于磺化罐区附近，历史时期该区域作为污水处理站①使用，且历史时期存在氯化房，推测该点位 1,2,4-三氯苯超筛的原因有 3 个：一是污水处理站①或污水管网泄露造成的；二是 1,2,4-三氯苯作为生产原料泄露造成的；三是苯系物和氯化物(次氯酸钠)之间发生反应生成的。**砷**超筛水井位于危险品仓(S51/GW08)、成品仓附近 (S59/GW09) 和区域 5 停车场内 (XGW03)，附近区域所有土壤点位砷指标均没有超筛，推测是地块一煤堆场、煤渣场区域地下水砷污染后(地块一地下水砷超筛)迁移造成的。**氟化物**超筛水井位于硫磺库内，该区域未识别到氟化物，推测氟化物超筛是由于地块内氟化物随地下水迁移至该区域富集导致的。**硫化物**和阴离子表面活性剂 (LAS) 超筛水井较多，硫化物为磺化生成工序大量使用硫磺，在生成过程中产生的，**阴离子表面活性剂 (LAS)** 作为浪奇公司主要的产品在生成和储存过程中泄露造成的。

六、下一阶段风险评估

经过初步调查和详细调查，调查地块土壤及地下水污染情况已被查清，结合未来用地规划，根据规范要求需进入下一阶段风险评估。风险评估的关注污染物为：

(1) 调查地块土壤中的石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯、4-氯苯胺、镍、氯仿、1,4-二氯苯；

(2) 调查地块地下水中的石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯、氟化物、1,2,4-三氯苯和砷；

另外，对于地块中超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值的土壤需进行后期环境管理，不得外运至现状为一类用地或规划为一类用地的区域内填土或堆存。

目 录

摘要.....	1
目 录.....	1
第一章 项目概况.....	6
1.1 项目背景.....	6
1.2 工作依据.....	8
1.2.1 国家有关法律、法规及规范性文件.....	8
1.2.2 地方法规、规章及规范性文件.....	9
1.2.3 技术导则、标准及规范.....	9
1.2.4 其他相关资料.....	10
1.3 调查目的和原则.....	11
1.3.1 调查目的.....	11
1.3.2 调查原则.....	11
1.4 调查范围.....	11
1.5 技术路线.....	13
第二章 地块概况.....	15
2.1 地块地理位置.....	15
2.2 区域环境与社会概况.....	18
2.2.1 地形地貌.....	18
2.2.2 土壤与自然资源.....	18
2.2.3 气候气象.....	20
2.2.4 行政区划与人口.....	20
2.2.5 经济发展概况.....	21
2.3 区域水文地质特征.....	22
2.3.1 地质结构.....	22

2.3.2	水文特征	24
2.3.3	调查地块水文特征	26
2.3.4	地块所在区域地下水利用规划及使用现状	26
2.4	调查地块水文地质特征	28
2.4.1	调查地块土工样结果	28
2.4.2	调查地块地质结构	28
2.4.3	地下水井建井情况	30
2.4.4	调查地块水文特征	31
2.4.5	水文地质报告结论及建议	32
2.5	地块土地利用历史	33
2.6	地块土地利用规划	35
2.7	相邻地块土地利用历史及现状	37
2.8.1	相邻地块土地利用历史	37
2.8.2	相邻地块土地利用现状	38
2.8	周边环境敏感目标	39
2.9	土壤污染状况初步调查总结	41
2.10.1	第一阶段初步调查	41
2.10.2	调查地块污染识别	41
2.10.3	第二阶段初步调查-采样调查	42
第三章	第二阶段调查-详细调查	46
3.1	布点方案	46
3.1.1	布点依据及布点原则	46
3.1.2	土壤布点方案	47
3.1.3	地下水布点方案	50
3.2	样品采集	52
3.2.1	土壤钻孔	52
3.2.2	土壤样品的采集	53

3.2.3 监测井安装	54
3.2.4 地下水样品采集	55
3.3 样品的保存与流转	56
3.4 样品测试分析	56
3.5 质量保证与质量控制	57
3.5.1 现场采样质量控制与质量保证	57
3.5.2 实验室质量控制与质量保证	58
3.6 污染风险筛选值	60
3.6.1 土壤筛选值的确定	60
3.6.2 地下水筛选值的确定	61
第四章 详细调查结果分析	63
4.1 详细调查土壤检测结果	63
4.1.1 第一次加密布点检测结果	63
4.1.2 第二次调查采样检测结果	64
4.2 详调地下水检测结果	65
4.3 详细采样调查小结	66
4.3.1 土壤详细采样调查	66
4.3.2 地下水详细采样调查	67
第五章 调查地块超筛情况	69
5.1 调查地块土壤超筛情况（0~7.0M）	69
5.2.1 土壤 0~0.5m 超筛情况	70
5.2.2 土壤 2.0~3.0m 超筛情况	71
5.2.3 土壤 3.0~4.0m 超筛情况	71
5.2.4 土壤 4.0~5.0m 超筛情况	72
5.2.5 土壤 5.0~6.0m 超筛情况	72
6.1 调查地块土壤超筛选值原因分析	74

6.1.1 石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) 超筛原因分析	74
6.1.2 苯超筛原因分析	78
6.1.3 1,4-二氯苯超筛原因分析	78
6.1.4 4-氯苯胺超筛原因分析	79
6.1.5 镍超筛原因分析	79
6.1.6 氯仿超筛原因分析	79
6.2 地块地下水超筛选值原因分析	80
6.2.1 石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) 污染原因分析	80
6.2.2 砷污染原因分析	81
6.2.3 苯污染原因分析	81
6.2.4 1,2,4-三氯苯污染原因分析	81
6.2.5 氟化物污染原因分析	82
第七章 地下水气味及颜色分析	83
7.1 总体方案概述	83
7.1.1 采样点位布设	83
7.2 测试指标与方法	84
7.2.1 土壤和地下水常规指标分析	84
7.2.2 特征污染物 (颜色/异味物质) 筛查	86
7.3 地块土壤和地下水常规指标结果分析	87
7.3.1 土壤基本理化性质	87
7.3.2 土壤重金属	87
7.3.3 地下水基本性质	88
7.4 地下水表面活性剂结果分析	88
7.5 地块石油烃分析结果	89
7.5.1 土壤石油烃结果分析	89
7.5.2 地下水石油烃结果分析	91
7.6 地块土壤和地下水中 VOC 分析结果	92

7.6.1 土壤中 VOC 污染状况	92
7.6.2 地下水中 VOC 污染状况	92
7.6.3 土壤和地下水中 VOC 非靶向结果分析	92
第八章 结论与建议	94
8.1 调查采样监测情况	94
8.2 调查采样监测结果	95
8.2.1 土壤样品超筛选值情况	95
8.2.2 地下水样品超筛选值情况	96
8.3 建议	97

第一章 项目概况

1.1 项目背景

广州浪奇化工厂位于广州市天河区黄埔大道东 128 号,根据广州市土地开发中心领取的《同意用地结案书》(穗规划资源用结〔2020〕123 号)用地红线范围,证载用地面积为 119773.00 m²(2000 国家大地坐标系),展绘面积为 119761.21 m²。2021 年 2 月,根据土地利用规划(详见图 2.7-2 调查地块未来用地规划图),广州浪奇化工厂地块被划分为“地块一”和“地块二”(划分文件详见附件 16),其中地块一位于广州浪奇化工厂地块的中北部,占地面积 12374.67 m²,未来用地规划为商务用地(B2)和防护绿地(G2),地块一土壤污染状况调查和风险评估报告已于 2021 年 12 月在广州市生态环境局完成备案(备案编号:21213355)。其余区域为地块二,地块二占地面积 107386.54m²,中心经纬度为:东经 113.38674°、北纬 23.11624°。调查地块四至情况为:东至车陂新涌口西路,南至车陂十一社,西至车陂南路油脂厂涌,北至黄埔大道东和广州浪奇化工厂地块一。本文主要针对广州浪奇化工厂地块二(以下简称“调查地块”)的土壤污染状况进行详细调查。

根据调查情况,1959 年在调查地块建设广州油脂化工厂,生产硬化油、合成脂肪酸、香皂和洗衣粉等,1989 年 1 月更名为广州油脂化学工业公司,1992 年 7 月再次更名为广州浪奇实业公司,1993 年,广州浪奇由国有企业改组为股份制企业,成为广州市首批规范化上市的股份制公司,厂区主要产品有液体洗涤剂、香皂、合成洗衣粉、磺化产品等。2012 年,根据广州市发展和改革委员会、广州市环境保护局和广州市安全生产监督管理局联合发布《关于印发市区退二搬迁企业名单的通知》精神,广州浪奇被列入“退二”企业名单,约于 2013 年 3 月将旧厂生产线全部转移至广州南沙新生产基地,不再在天河区旧厂区进行生产制造。搬迁后该厂区除生活区用作办公生活、研究所用作科学研究外,其余生产区域均闲置。2020 年 7 月中旬,广州市浪奇实业股份有限公司开始地块的拆迁工作,2020 年 9 月完成地块建筑物的拆迁和场地的平整工作,建筑物拆迁和场地平整期间无外来填土。

调查地块原土地用途为工业用地，根据《广州国际金融城东区规划信息》文件中《金融城东区控制性详细规划通告附图》显示该地块未来用地规划为商业用地（B1）、商务用地（B2）、公园绿地（非社区公园或儿童公园用地）（G1）、防护绿地（G2）和水域（E1），故该地块未来规划均属于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中规定的第二类用地。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”，地下水现状为Ⅴ类，地下水功能区保护目标中水质类别为Ⅴ类。其中地下水规划不涉及人群皮肤直接接触地下水的功能应用（如再开发利用地下水用于日常洗澡、游泳或清洗）。

根据《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年1月1日实施）、广州市生态环境局关于印发广州市建设用地土壤污染状况调查报告评审工作程序（试行）的通知（穗环〔2020〕50号）等文件，从事过有色金属矿采选、金属冶炼、石油加工、化工、焦化、电镀、制革、造纸、印染、汽车拆解、造船、医药制造、铅酸蓄电池制造、废旧电子拆解和危险化学品生产、储存、使用等行业企业用地，其用途变更或土地使用权收回、转让的调查地块再开发利用前需要开展土壤污染状况调查，以利于下一步开展必要的场地风险防控、环境管理工作和环境保护主管部门的监督工作。2020年，因广州市城市更新改造需要，调查地块被广州市土地开发中心收储；调查地块曾从事过化工生产，需按要求开展土壤污染状况调查。

通过公开招投标，广州华浩能源环保集团股份有限公司（以下简称“华浩环保”，调查单位）和广东省地质实验测试中心（以下简称“省地质中心”，检测单位）于2020年9月承担了调查地块的土壤污染状况调查工作。根据国家和地方场地环境调查相关技术规范的要求，华浩环保和省地质中心组织专业技术人员成立项目组，于2020年9月至2021年5月期间对地块开展了现场踏勘、资料收集、人员访谈、编制初步采样分析实施方案、初步调查钻探取样和样品检测分析等工作，在此基础上编制完成了《广州浪奇化工厂地块二土壤污染状况初步调查报告》（以下简称“《初调报告》”）。初步调查结果显示：

(1) 调查地块内共 15 个土壤点位超二类用地筛选值 (S28、S50、S53、S59、S60、S61、S66、S69、S72、S73、S76、S83、S86、S87、S92)，超筛选值指标为镍、氯仿、苯、1,4-二氯苯、石油烃 (C₁₀-C₄₀) 或 4-氯苯胺。

(2) 调查地块内共 5 口地下水监测井 (GW08、GW09、GW10、GW12、GW13) 超筛选值，超筛指标为氟化物、砷、苯、1,2,4-三氯苯或石油烃 (C₁₀-C₄₀)。

(3) 一个污泥点位 DN03 石油烃 (C₁₀-C₄₀) 超二类用地筛选值。

根据上述结果，需对调查地块土壤中的镍、氯仿、苯、1,4-二氯苯、石油烃 (C₁₀-C₄₀)、4-氯苯胺，地下水中的氟化物、砷、苯、1,2,4-三氯苯、石油烃 (C₁₀-C₄₀) 开展详细调查。

为了确定地块各污染指标的污染范围、污染程度，根据国家和地方土壤污染状况调查相关技术规范的要求，项目组在初步调查分析的基础上，于 2021 年 1 月~2022 年 9 月对地块二内目标区域开展进一步的样品采集、样品检测、样品数据处理等工作，并编制完成了《广州浪奇化工厂地块二土壤污染状况详细调查报告》，供环保管理部门审查，可为该地块下一阶段的风险评估或再开发利用提供依据。

1.2 工作依据

1.2.1 国家有关法律、法规及规范性文件

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015 年 1 月 1 日实施)；
- (2) 《中华人民共和国土壤污染防治法》(2019 年 1 月 1 日实施)；
- (3) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020 年 4 月 29 日修正版，2020 年 9 月 1 日实施)；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》(2018 年 1 月 1 日实施)；
- (5) 《污染地块土壤环境管理办法(试行)》(部令第 42 号，2017 年 7 月 1 日起实施)；
- (6) 《建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控及修复效果评估报告评审指南》(环办土壤〔2019〕63 号)。

1.2.2 地方法规、规章及规范性文件

- (1) 《广东省生态环境厅、自然资源厅办公室关于转发建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控及修复效果评估报告评审指南的通知》（2020年3月26日）；
- (2) 《广州市建设用地土壤污染状况调查报告评审工作程序（试行）的通知》（穗环〔2020〕50号）；
- (3) 《广州市生态环境局办公室关于印发广州市建设用地土壤污染修复现场环保检查要点的通知》（穗环办〔2020〕40号）；
- (4) 《广州市环境保护局办公室关于印发广州市工业企业场地环境调查、治理修复及效果评估技术要点的通知》（穗环办〔2018〕173号）；
- (5) 《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）；
- (6) 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）；
- (7) 《广东省生态环境厅关于印发广东省2019年土壤污染防治工作方案的通知》（粤环发〔2019〕4号，广东省生态环境厅，2019年6月13日）。
- (8) 《广州市生态环境局关于进一步实施建设用地土壤管理“放管服”改革的通知》（穗环规字〔2021〕1号）

1.2.3 技术导则、标准及规范

- (1) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）；
- (2) 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）；
- (3) 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）；
- (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) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）；

- (6) 《地下水环境监测技术规范》（HJ164-2020）；
- (7) 《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ1019-2019）；
- (8) 《环境监测分析方法标准制修订技术导则》（HJ168-2010）；
- (9) 《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009年版）；
- (10) 《土工试验方法标准》（GB/T50123-1999）；
- (11) 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；
- (12) 《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）；
- (13) 深圳市地方标准《建设用地土壤污染风险筛选值和管制值》（DB4403/T67-2020）；
- (14) 《建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控及修复效果评估报告评审指南》（环办土壤〔2019〕63号）；
- (15) 《地下水环境状况调查评价工作指南》（环办土壤函〔2019〕770号）；
- (16) 《地下水污染健康风险评估工作指南》（环办土壤函〔2019〕770号）；
- (17) 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》（原环境保护部公告2014年第78号）；
- (18) 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（原环境保护部公告2017年第72号）；
- (19) 《重点行业企业用地调查质量保证与质量控制技术规范（试行）》；
- (20) 《城市用地分类与规划建设用地标准》（GB50137-2011）。

1.2.4 其他相关资料

- (1) 《广州浪奇化工厂地块二土壤污染状况初步调查报告》；
- (2) 《广州浪奇化工厂地块一土壤污染状况初步调查报告》；

(3) 《广州浪奇化工厂地块一土壤污染状况详细调查报告》

(4) 《广州浪奇化工厂地块水文地质勘察报告》。

1.3 调查目的和原则

1.3.1 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，在环境初步调查的基础上，进一步开展环境详细调查，以确定调查地块土壤和地下水的污染程度和范围，为下一步的土壤污染状况风险评估或为后期场地开发利用决策提供依据。

1.3.2 调查原则

本次调查遵循以下三项原则实施：

(1) 针对性原则：根据场地历史利用情况，分析可能受到污染的区域，为场地的详细调查或再开发利用提供依据。

(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。

1.4 调查范围

广州浪奇化工厂地块位于广州市天河区黄埔大道东 128 号，根据广州市土地开发中心提供的广州市城市规划勘测设计研究院编制的《土地勘测定界技术报告书》（用地方案号：2019KJ1060030001），本次地块土壤污染状况详细调查的工作范围为调查地块边界线内除地块一以外的全部区域，调查地块面积量算采用极坐标法，根据广州 2000 平面坐标系数据计算，地块二占地面积为 107386.54 m²，调查地块调查范围见图 1.4-1，调查地块与总地块相对位置见图 1.4-2，拐点坐标值详见表 1.4-1。



图 1.4-1 调查地块红线图

表 1.4-1 调查地块拐点坐标值

1.5 技术路线

按照《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）、《广东省建设用地土壤污染状况调查、风险评估及效果评估报告技术审查要点（试行）》（粤环办〔2020〕67号）、《广州市环境保护局办公室关于印发广州市工业企业场地环境调查、治理修复及效果评估技术要点的通知》（穗环办〔2018〕173号）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）等技术导则和规范文件的要求，并结合国内主要污染土壤污染状况调查相关经验和本地块的实际情况，开展土壤污染状况详细调查工作，确定场地污染程度和范围，技术路线见图 1.5-1。

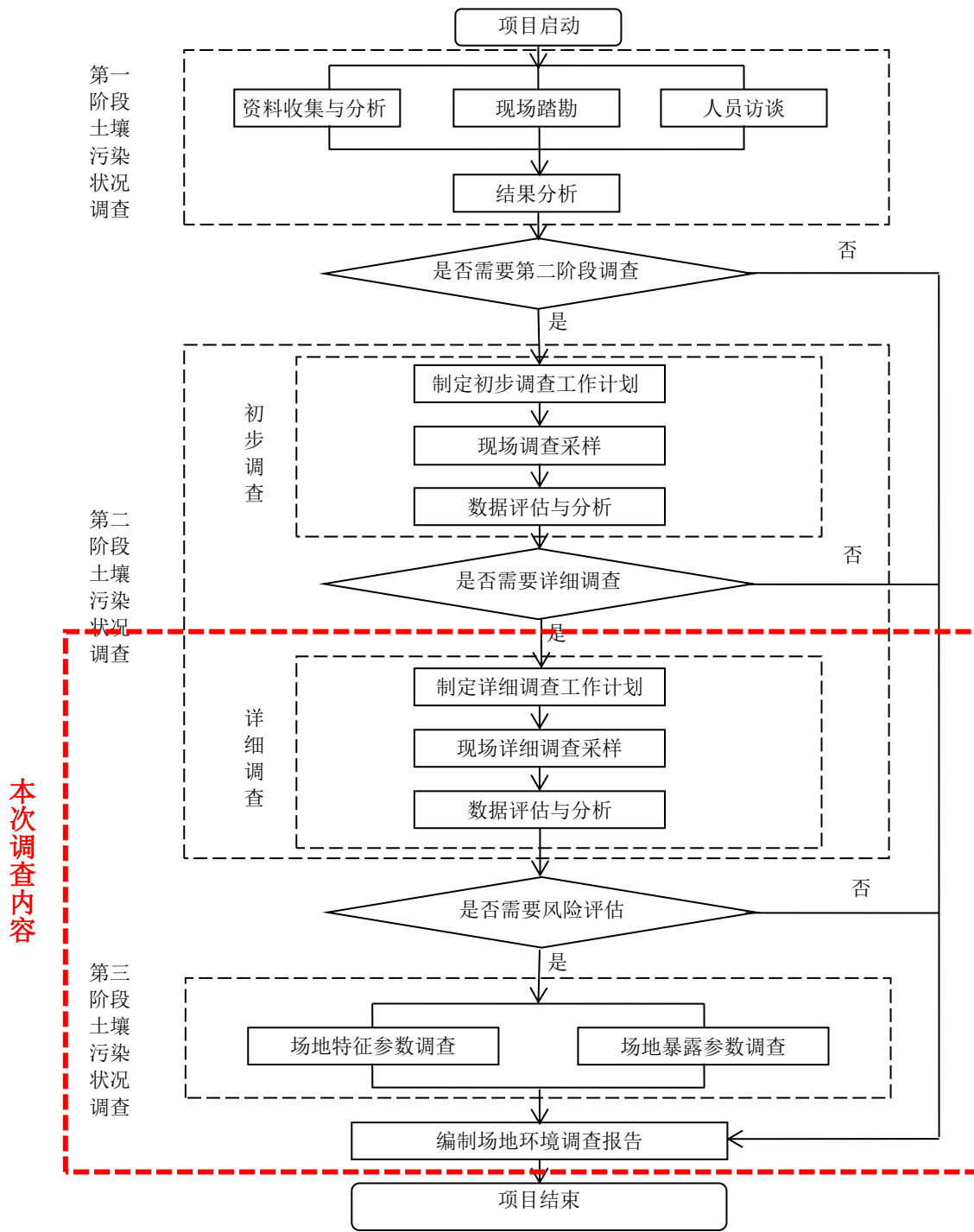


图 1.5-1 土壤污染状况调查工作程序图

第二章 地块概况

2.1 地块地理位置

广州浪奇化工厂地块二位于广州市天河区黄埔大道东 128 号，地铁车陂南附近，占地面积为 107386.54 m²。调查地块中心经纬度为东经 113.38674°，北纬 23.11624°，调查地块四至情况为：东至车陂新涌口西路，南至车陂十一社，西至车陂南路油脂厂涌，北至黄埔大道东和广州浪奇化工厂地块一。地块的具体地理位置图如图 2.1-1 和 2.1-2 所示。

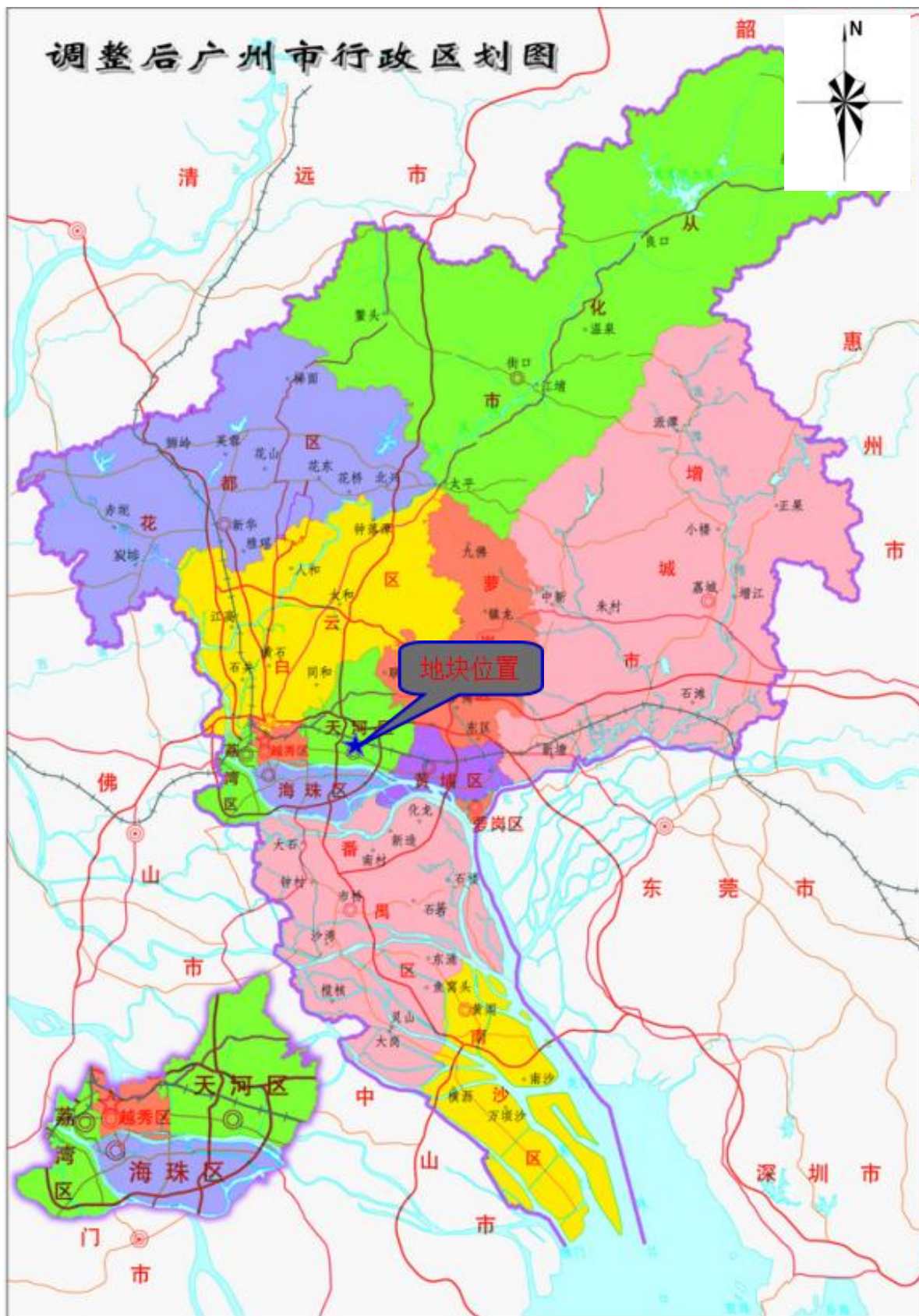


图 2.1-3 调查地块地理位置图



图 2.1-4 调查地块地理位置图

2.2 区域环境与社会概况

2.2.1 地形地貌

天河区位于广东省广州市老城区东部，东到吉山狮山、前进深涌一带，与黄埔区相连；南到珠江，与海珠区隔江相望；西到广州大道与越秀区相接；北到筲箕窝，与白云区相邻。地理坐标为东经 113°15'55"~113°26'30"，北纬 23°6'0"~23°14'45"，行政区域总面积约 96.33 km²。天河区是广州市新城市中心区，位于城市新中轴线上，承西启东，接北转南，是广州市东进轴与南拓轴交汇点。

天河区总体地势由北向南倾斜，形成低山丘陵、台地、冲积平原三级地台。其中，丘陵 28.41 平方公里，占 20.72%；台地 21.85 平方公里，占 15.94%；平原（包括冲积平原、宽谷、盆地）86.84 平方公里，占 63.34%。

2.2.2 土壤与自然资源

调查地块所在区域地带性土壤为赤红壤，在平原区域多分布着三角洲沉积土，丘陵地区多分布着赤红壤。

土地资源：1991 年起，天河区由于城市化，耕地平均以每年 1000 亩的速度锐减。天河区尚有地形坡度大于 25 度难于利用的低山丘陵土地 42 平方公里，主要集中在区东北部。天河区的山林面积按所有权属镇村部分约有 3.7 万亩，加上省市单位的林地，共计约有 5 万亩，主要分布在北部、西北、东北和中部低山丘陵区，由天然林和人工林组成，主要包括用材林、防护林、特种林、经济林、竹林、蔬林、灌木林等。

植被：全区森林总面积 2714.8 公顷，森林覆盖率为 27%，主要分布在北部、西北、东北、中部低山丘陵区。辖区自然植被主要有：季风常绿阔叶林、针叶林、灌草丛等群落植物品种，共有 120 多个科、300 多个属、600 多个品种。主要有马尾松、杉、柠檬桉、细叶桉、台湾相思、樟树、山茶树、竹、苦楝、岗松、鹧鸪草、芒箕等。

矿物资源：铋、钨。分布于龙眼洞南社水冲岭、白虎窿一带，深窿、大窝、崩岗等处也有。1956 年国家在此开办金属矿物场，开采矿石两年后停办。铝，分布于马坑园村

东侧，表土层一米以下的土壤是一种黑白混合泥。因其含铝量高达 23%~28%，被称为铝质泥。储量不详。20 世纪 60 年代开采，加工成泥粉，出售给车陂水厂和郊区铝厂，数量已超过 15000 吨。水厂用于深沉水中的杂质；铝厂则用于制取硫酸铝。20 世纪 80 年代停采。

岩石：天河地区矿物资源以花岗岩石为主，主要分布在北部的岑村火炉山和西北部的洞旗峰一带。火炉山下有市东升石矿场，还有凌塘、新塘等村石场；洞旗峰下有市派安石矿场和龙眼洞石场，还有元岗、长湿等村石场。早在建国初的 1951 年，火炉山就有东升石矿场开始采石。至 1991 年，火炉山下有市东升石矿场、凌塘、新塘等石材场，洞旗峰下主要有市派安石矿场和龙眼洞石场，还有元岗、长滘等石材场，大小石场共 44 个。1995 年后，为保护生态环境，石场陆续关闭。

河沙：1991 年前，尚有沙河涌等河涌上游的河沙可采用为建筑材料。后来由于环境污染，河水变浊，可利用的河沙逐渐减少。2000 年起，已无河沙可采。

地下水资源：天河区地下水资源丰富。其中，已开发的有珠村矿泉水、龙眼洞矿泉水、凤凰山矿泉水，但产量不大。珠村开发的“珠碧泉”矿泉水，龙洞广州天河天然矿泉水厂开发的洞旗峰矿泉水。1997 年起，柯木塱长寿村地下纯净水得到大量开发。1996 年 11 月，发现从龙眼洞到太和帽峰山一带约 200 平方公里的地下有大量水源，水质为偏硅型，低钠、低矿化度，口感好，日开采量可达 9099 立方米。此外，从天河北路到瘦狗岭一带地下有温泉水源，水温达 36℃，有丰富的偏硅酸、氟、铁等微量元素，有一定的医疗作用。尚未开发的还有位于沙河禺东西路军体院一带的矿泉水源。此外，新塘、吉山、龙洞、渔沙坦一带丘陵台地有百年井泉。

地下木材资源：长滘村往东一带有地下林木。长滘，古时是沼泽地，因泥滘过膝得名。据说地下六七米深处有古河道和林木。20 世纪 60 年代很多村民采掘深至 2.5 米时发现泥层中尚有未腐透的乔木。

动物资源：天河地区北部山丘密林有较丰富的鸟兽资源，南部河涌水网有较丰富的鱼类资源。但随着城市化进程的加快和环境污染日益严重，动物资源已经越来越少。

2.2.3 气候气象

调查地块地处广州市天河区，位于北回归线以南，属亚热带海洋性季风气候区，气候温暖湿润，雨量充沛。亚热带季风气候显著，同时受低纬度海洋湿润气流的调节，日照充足，热量丰富，长夏无冬，雨量充沛，干湿季明显，暖湿气流盛行，气候高温多雨。受季风环流所控制，冬季处于极地大陆高压的东南缘，常吹偏北风，且恰在冷暖气团交替地带，气象要素变化大；夏季受副热带高压及南海低压槽的影响，常吹偏南风，因而摆脱了回归干燥带及信风带的影响，而表现出季风气候的特色。但热带气旋、暴雨、洪涝、干旱、寒潮和低温阴雨也常出现。

本地区年平均气温 21.8℃，一月最低气温 0℃，8 月最高气温 38.7℃，日照时间长，年日照时数高达 1862 小时，2~4 月份日照时数较短，7~10 月份日照时数最多。同时，本地区雨量充沛，年降雨量大都在 1700 毫米左右，降雨量多集中在 4~9 月，占全年 81% 左右，年均相对湿度为 77%。广州季风变化明显，全年风向多为北风，频率为 21.3%，多出现在 9 月~翌年 3 月，其次为东南风和东风，风频率为 13.9%，主要出现在 4~8 月，常年平均风速 1.9m/s，静风频率为 33%，夏秋间常有台风侵扰，风速达 28m/s，绝对最大风速可达 33.7m/s。

2.2.4 行政区划与人口

天河区下辖有 21 个行政街：沙河街、五山街、员村街、车陂街、石牌街、天河南街、林和街、沙东街、兴华街、棠下街、天园街、冼村街、猎德街、元岗街、黄村街、龙洞街、长兴街、凤凰街、前进街、珠吉街、新塘街。调查地块位于车陂街。

2019 年年末户籍人口 96.57 万人，增长 2.8%；常住人口 178.85 万人，增长 2.4%。户籍人口出生数为 1.44 万人，出生率 14.65‰，死亡率 3.42‰，自然增长率 11.24‰，符合政策生育率 95.72%。

2.2.5 经济发展概况

2019 年全年地区生产总值（GDP）5047.39 亿元，比上年（下同）增长 8%，总量连续 13 年全市第一。三次产业比例为 0.02：7.94：92.04。其中，第一产业增加值 1.18 亿元，增长 20.3%；第二产业增加值 400.72 亿元，增长 10.2%；第三产业增加值 4645.48 亿元，增长 7.7%。现代服务业实现增加值 3666.39 亿元，增长 8.4%，占 GDP 比重达 72.6%。四大主导产业实现增加值 2784.16 亿元，增长 8.7%，占 GDP 比重达 55.2%。其中，金融业实现增加值 988.29 亿元，增长 8.2%，占 GDP 比重达 19.6%；新一代信息技术实现增加值 753.63 亿元，增长 11.9%，占 GDP 比重达 14.9%；现代商贸业实现增加值 738.8 亿元，增长 4.5%，占 GDP 比重达 14.6%；商务服务业实现增加值 303.44 亿元，增长 12.5%，占 GDP 比重达 6%。人均 GDP 28.56 万元，增长 6.7%。

全年完成税收收入 877.58 亿元，下降 1.7%。其中，增值税、企业所得税分别实现收入 320.02 亿元、300.93 亿元，分别增长 1.3%、5.4%；个人所得税实现收入 113.09 亿元，下降 26.8%。现代服务业实现税收收入 634.99 亿元，增长 3.5%。四大主导产业实现税收收入 474.71 亿元，增长 1.3%，其中，金融业税收收入 194.87 亿元，下降 0.3%；新一代信息技术税收收入 72.43 亿元，增长 4.4%；现代商贸业税收收入 144.72 亿元，下降 3.4%；商务服务业税收收入 62.69 亿元，下降 2.4%。一般公共预算收入 77.12 亿元，增长 4.5%，其中，城建税 12.33 亿元，与去年基本持平；企业所得税 8.91 亿元，增长 15.4%；房产税 8.53 亿元，增长 2.9%。来源于税收的收入 62.94 亿元，增长 8.9%，占一般公共预算收入的比重为 81.6%。一般公共预算支出（含市资金）151.13 亿元，增长 4.7%，其中，区级一般公共预算支出 139.92 亿元，增长 7.4%。在区级一般公共预算支出中，教育支出、城乡社区支出、一般公共服务支出、公共安全支出和卫生健康支出分别为 37.44 亿元、29.42 亿元、17.36 亿元、16.23 亿元和 13.16 亿元，分别增长 13.2%、18.6%、24.6%、18.6%和 4%。

天河中央商务区全年实现规模以上工业总产值 677.18 亿元，增长 14.9%；资质以上建筑业企业总产值 395.84 亿元，增长 18.6%；社会消费品零售总额 841.01 亿元，下降 0.3%。广州国际金融城成功纳入广州人工智能与数字经济试验区，新出让地块 2 宗，累

计达 30 宗，东区控制性详细规划通过市政府审批。天河智慧城核心区新引进 IAB 领域企业 105 家，天河智悦广场等四个重点产业项目竣工。天河智谷片区开发建设提级推动，先行开展小新塘和马鞍山片区开发建设。全年实现规模以上工业总产值 72.86 亿元，增长 10.4%；资质以上建筑业企业总产值 177.87 亿元，增长 15.4%；社会消费品零售总额 222.99 亿元，增长 12.1%。天河科技园完成技工贸总收入 2443 亿元，增长 9%；完成软件业务收入 1148 亿元，增长 16%。天河路商圈持续发挥商贸中心功能，大力培育夜间经济和智能化、场景化、体验式零售等新业态新模式，推进文商旅深度融合。吸纳首店 140 家，占全市首店总量 70%，超 9 成海外首店品牌选址落地天河路商圈。

2.3 区域水文地质特征

2.3.1 地质结构

天河区地势分三个区域：北部是以火成岩为主构成的低山丘陵区，海拔 222~400 m；中部是以变质岩为主构成的台地区，海拔 30~50 m；南部是冲积平原区，海拔 1.5~2 m。全区地势由北向南倾斜，形成低山丘陵、台地、冲积平原三级地貌。其中，丘陵 28.41 平方公里，占 20.72%；台地 21.85 平方公里，占 15.94%；平原 86.84 平方公里，占 63.34%。

中部台地区地质较为复杂。元岗天河客运站至石牌华南师范大学地下有花岗岩残积土层，遇水极易软化崩解。五山地下有孤石群，硬度非常高。瘦狗岭地下断裂带（农科院幼儿园地下 16 m）有急流地下水。北部低山大体以筲箕窝水库为中心分东西两面排列，并以此为天河区与萝岗区、白云区分界。全区最高处为大和嶂（391 m），山脊南北两侧分别为天河区渔沙坦村与白云区太和镇。以大和嶂为起点往东与萝岗区的分界主要有杓麻山（388 m）、凤凰山（373.3 m）、石狮顶（304 m）等海拔 261~388 m 的 11 个山头，往西与白云区分界主要有洞旗峰（312 m）等海拔 147~312 m 的 9 个山头。筲箕窝水库以南有火炉山（322 m）。中部台地从东到西分布有吉山台地和五山台地，五山台地中有地势较高的瘦狗岭（131 m）。南部冲积平原分布在广深铁路以南，前进、车陂、员村、石牌、猎德一带，有七涌一湖。七涌从东到西依次为深涌、车陂涌、棠下涌、程

界涌、潭村涌、猎德涌、沙河涌，七涌均由北向南流入珠江，一湖是天河公园中心湖，南临珠江，江岸线 11 公里。

本次调查地块位于河道旁，地势平缓，属于天河区的南部冲积平原。根据地质图广州市幅 (F-49-XII) (图 2.3-1) 可知，调查地块地层处于第四系第一阶地沉积海成显著的海陆混合沉积 (Qd_{mal})：粘土、粉砂质粘土、砂、砂砾。

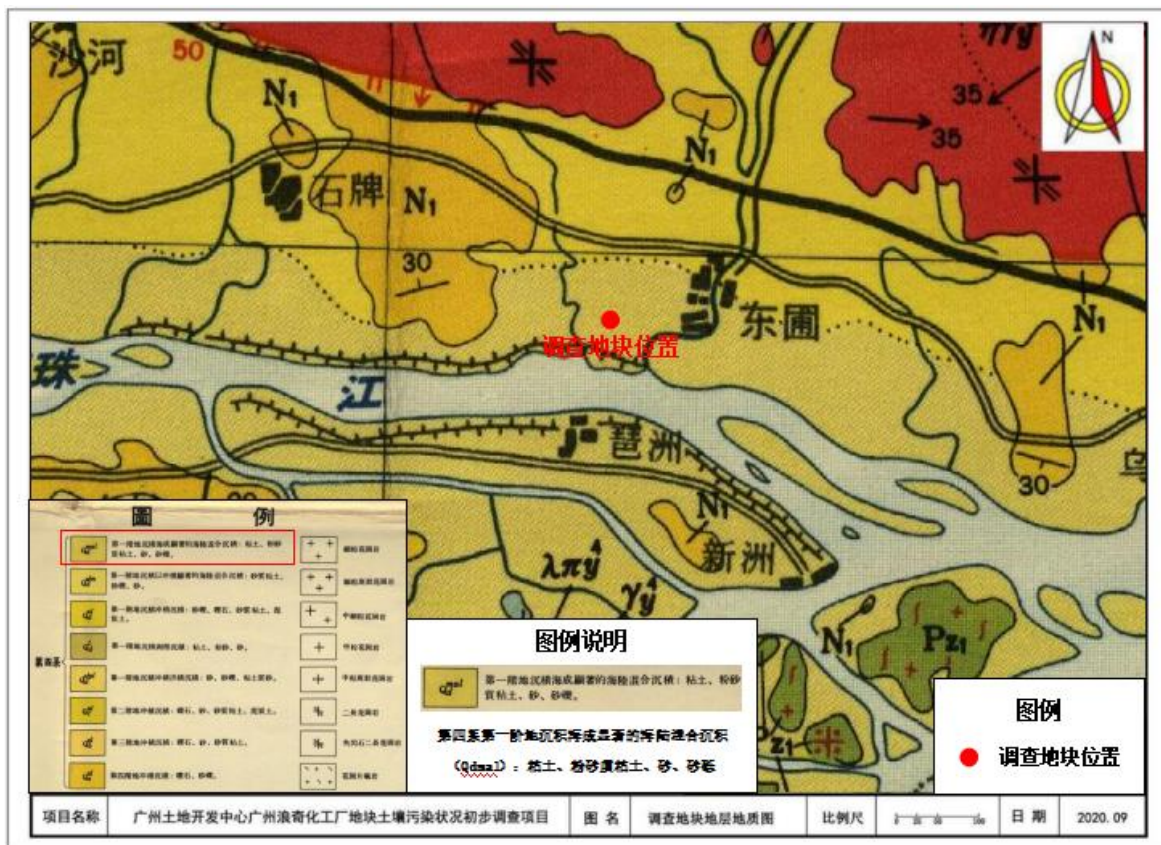


图 2.3-1 调查地块地质图

2.3.2 水文特征

(1) 地表水

调查地块所在区域为珠江广州河段前航道，珠江广州河段前航道是珠江水系广州河段经广州市区主要河段，又称东河道，西起白鹅潭，向东经二沙岛、员村、鱼珠、黄埔港至大蚝沙止，全长 28 km。平均江宽 432 m，河槽深 4.5 m，西段从白鹅潭至海珠桥较窄，经 200~250 m，水深 2~3 m；中段从海珠桥至鱼珠宽 400~500 m，水深 4~5 m；下段从鱼珠至大蚝沙，宽 700~1000 m，水深 7~8 m，年均流量 183.7 m³/s，枯水年 113.89 m³/s。

天河区地表水资源有沙河涌、猎德涌、员村涌、潭村涌、程界涌、棠下涌、车陂涌、深涌等 8 条主要河涌，各条排水河涌自北向南流入珠江广州河段，总长 69.43 公里。另外还有近 20 条支涌、小涌，共长 16 公里。此外，天河区位于珠江北岸，有江岸线 11 公里；有耙齿沥水库、龙洞水库、新塘水库和麓湖、天河公园中心湖等。

沙河涌发源于场地北部的洞旗峰（314 m）经 1.7 km 汇入耙齿沥水库长约 1.4 km，水坝下游 13.4 km 至珠江宾馆汇入珠江广州河段前航道的二沙副航道，全长 16.4 km。

车陂涌，发源于天河区筲箕窝水库上源西坑杓麻笃（388.1 m），经筲箕窝水库、鱼沙坦、龙眼洞、中科院广州化学研究所、大丰农场、广氮马鞍山（杨梅水入口）、车陂、东圃流入珠江广州河段前航道，全长 21.5 km，集水面积 70.73 km²。

(2) 地下水

广州地区地下水主要有孔隙水、裂隙水、构造裂隙水、岩溶水、热矿水等五种类别，分别呈包气带水、潜水、承压水形式，主要分布于如下含水层：

①全新统、更新统送散层，为第四纪海进时期形成，广布于南部和西北部等地区；地下水主要含于裂隙粘土、淤泥、砂层中，对桩基础施工有不良影响。

②石灰岩层，地下水含于碳酸盐岩溶洞、裂隙中，由于受广花复式向斜的影响，呈条带状分布于图区西北部V区，地下水丰富。

③基岩。地下水主要呈裂隙水含于基岩裂隙、破碎带中。

④侵入体接触带。地下水为承压热矿水类型，现仅见于三元里。

天河区地下水资源丰富。其中，已开发的有珠村矿泉水、龙眼洞矿泉水、凤凰山矿泉水，但产量不大。珠村开发的“珠碧泉”矿泉水，龙洞广州天河天然矿泉水厂开发的洞旗峰矿泉水。1997年起，柯木塱长寿村地下纯净水得到大量开发。1996年11月，发现从龙眼洞到太和帽峰山一带约200平方公里的地下有大量水源，水质为偏硅型，低钠、低矿化度，口感好，日开采量可达9099 m³。此外，从天河北路到瘦狗岭一带地下有温泉水源，水温达36°C，有丰富的偏硅酸、氟、铁等微量元素，有一定的医疗作用。尚未开发的还有位于沙河禹东西路军体院一带的矿泉水源。此外，新塘、吉山、龙洞、渔沙坦一带丘陵台地有百年井泉。

根据中华人民共和国综合水文地质图广州幅F-49-(12)（见图2.3-2）可以看出，调查地块地下水含水层属松散岩类孔隙水，富水层度为大面积分布的咸水层，潜水及层压水均为微咸水（矿化度1-3克/升）。

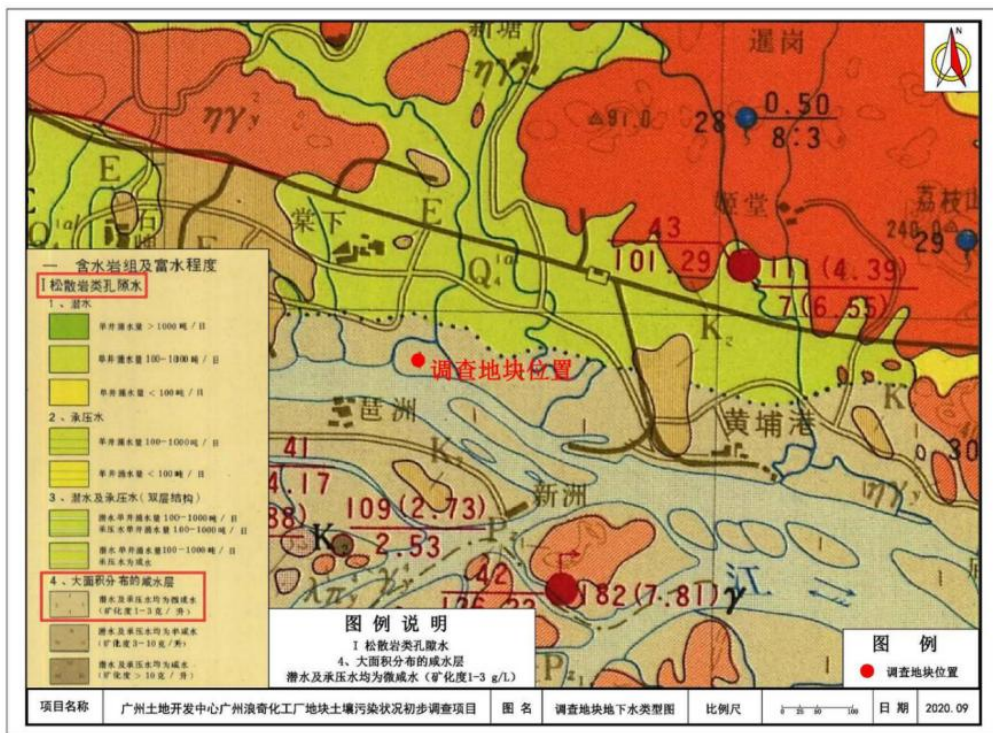


图 2.3-2 调查地块水文地质图

2.3.3 调查地块水文特征

根据《广州浪奇保洁有限公司废水处理工程场地工程地质勘察报告》（1997）得知，在天然状态和天然条件下，场地地下水埋藏水位介于 1.10~1.40 m 之间。主要由上层滞水和潜水组成。上层滞水主要储存于地下水潜水面以上的素填土上部地带，这一地带属于与饱水带有直接水力联系的季节性含水层。潜水属场地下部地下水，主要储存于素填土下部、冲积砂层的孔隙和基岩风化裂隙中。水位稳定性一方面受大气降水等地表水体补给、渗入，另一方面受上下部含水带的水力联系影响。水位埋深浅，高差小，说明土层间相互水力联系较好，透水性较强，富水性较好。

2.3.4 地块所在区域地下水利用规划及使用现状

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（见图 2.3-3），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”，地下水现状为 V 类，地下水功能区保护目标中水质类别为 V 类。

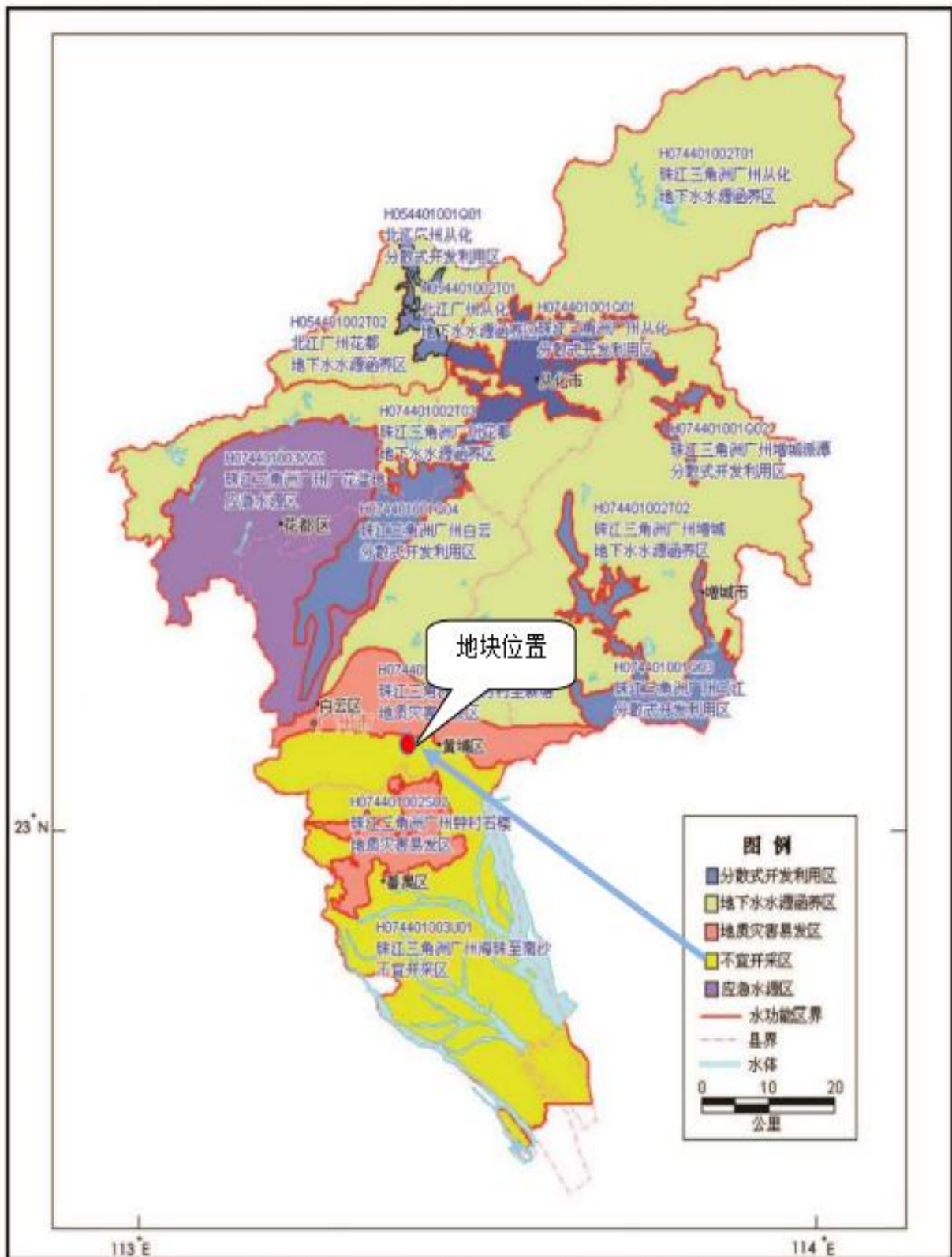


图 2.3-3 调查地块所在区域浅层地下水功能区划图

2.4 调查地块水文地质特征

2.4.1 调查地块土工样结果

详细采样调查期间，从关注区域中采集了 5 个原状土样品进行土工试验，土工试验样品信息见表 2.4-1~2.4-2，土工试验报告见附件 17。其中，土壤含水率的范围为 10.9%~67.8%，土粒比重范围为 2.52~2.72Gs，土壤湿密度的范围为 1.52~2.00g/cm³，土壤孔隙比范围为 0.565~1.735e，土壤有机质的范围为 1.16~78.6g/kg，土壤渗透系数范围为 $8.12 \times 10^{-8} \sim 6.12 \times 10^{-2}$ kvcm/s。

表 2.4-1 土工试验样品结果汇总表 1

表 2.4-2 土工试验样品结果汇总表 2

2.4.2 调查地块地质结构

根据收集的《广州浪奇保洁有限公司废水处理工程场地工程地质勘察报告》(1997)，及 2021 年 3 月初的《浪奇项目水文地质报告》得知，调查地块内第四系覆盖层厚度为 12.65-13.70m，主要由素填土、冲积相砂土和残积相的粉质粘土组成，下伏白垩系红色砂岩，地层由上至下分别为素填土 (Qml)、中粗砂 (Qal)、淤泥质粉细砂 (Qal)、砾砂 (Qal)、粉质粘土 (Qel)、砂岩 (K2S2b)。

(1) 素填土 (Qml)：黄褐色，由中粗砂组成，局部为中细砂、粉质粘土，松散，均匀，干~饱和，层厚 2.00-5.95m。

(2) 中粗砂 (Qal)：灰、灰白色，中等磨圆，分选差，松散，饱和，层面埋深 2.00-5.95m，层厚 0.80-6.90m。

(3) 淤泥质粉细砂 (Qal)：灰白~灰黑色，分选好，磨圆好，松散，饱和，层面埋深 6.20-10.00m，层厚 1.10-5.98m。

(4) 砾砂 (Qal)：灰白色，磨圆差，分选差，松散~稍密，饱和，均匀，层面埋深 9.70-11.10m，层厚 1.30-3.65m。

(5) 粉质粘土 (Qe1)：棕红色，硬塑，中等粘塑性，为基岩风化残积而成，层厚 0.40-0.95m。

(6) 强风化 (K2S2b)：棕红色，岩心呈坚硬土柱状~半岩半土状~碎块薄片状，岩质软，风化强烈，土状岩心轻压易散，岩块用手可折断，组织结构已基本破坏，层面埋深 12.65-13.70m，层厚变化较大。

(7) 中风化 (K2S2b)：棕红色，岩心呈碎块状~薄片状~短柱状，岩质较硬，裂隙发育，泥质胶结，风干易干裂，局部夹强风化岩块或薄层，层面埋深 13.95-15.89m，层厚变化大。

(8) 微风化 (K2S2b)：棕红色，岩心呈长柱状，岩质致密坚硬，泥质胶结，风干易干裂，层面埋深 11.95-19.10m，层厚变化较大。

根据地块的初步调查的 10 个 (含 2 个地下水井) 和详细调查的 12 个土壤剖面数据和记录描述，绘制成本项目地块的《工程地质剖面图》，根据《钻孔柱状图》、《工程地质剖面图》和现场采样岩芯照片等资料了解，广州浪奇化工厂地块一属于珠江流域的冲击平原，其下则为由淤泥、粉砂、粉质粘土等组成的三角洲沉积，绝大部分厚土被 1.5 米左右的杂填土所覆盖，总厚度在 8 米左右，底部则由粉砂岩风化残积而成的粉质粘土及粉砂岩。根据初步和详细调查钻孔揭露，调查地块地层由上至下分别为硬化层、人工填土、淤泥质粘土、中砂、粉质粘土。

(1) 硬化层

地块大部分地面进行了硬化，其中部分地面由于拆除建筑物时硬化层有破损，硬化层揭露厚度介于 0~40 cm 之间，最大厚度为 40 cm。

(2) 人工填土 (Qml)

人工填土：杂色，干-湿，松散，主要为混凝土、砂土和石块，该层在场地内所有钻孔均有揭露，揭露深度 0~4.0 m。

(3) 淤泥质粘土 (Qal)

淤泥质粘土：灰黑色，湿，软塑为主，该层在在场地内大部分孔位有揭露（S64 和 S65 点位没有揭露），揭露深度 1.0~8.0 m。

（4）粗砂、中砂（Qal）

中粗砂：灰色，灰黑色，湿，松散，该层在场地内所有孔位均有揭露，揭露深度 0.8~12.4 m。

（5）粉质粘土（Qe1）

粉质粘土：红色、潮、可塑，6.5 m 开始逐渐揭露，部分点位 10 m 才开始揭露粉质粘土。由于部分点位钻孔深度未触及粉质粘土深度，故该层在场地内部分孔位有揭露（2BGW01、2BGW03~2BGW06、2BGW08~2BGW17）。

调查地块地质剖面图如图 2.4-1、2.4-2 所示。

图 2.4-1 地质剖面图（自西向东）

图 2.4-2 地质剖面图（自北向南）

2.4.3 地下水井建井情况

详细调查阶段第一次加密增设地下水监测井 6 口（XGW01、XGW03、XGW04、XGW06、XGW07、XGW08），其中 XGW01、XGW03、XGW04、XGW06、XGW07 建井时间为 2021 年 1 月 19~21 日，XGW08 建井时间为 2021 年 2 月 24 日，井钻孔深度为 6~7m。

由于初步调查和详细调查第一次加密水井建井深度未到隔水层，未采集地下水中的重质，因此在浅井旁重新建立深水井 17 个（2BGW01、2BGW03~2BGW18），建井时间为 2021 年 5 月 18~21 日，井钻孔深度为 8.4~14 m；

根据调查地块污染情况，在石油烃（C₁₀-C₄₀）污染区域的最大超筛点位处新增设 4 个水井（2XGW01-浅井、2XGW01-深井、2XGW02-浅井、2XGW02-深井），建井时间为 2021 年 11 月 15~17 日，浅井钻孔深度为 6m，深井钻孔深度为 8.5~12.5m。

详细调查地下水监测井的结构见表 2.4-2。

表 2.4-2 地下水监测井结构

2.4.4 调查地块水文特征

2.4.4.1 含水层

调查区地下水类型为第四系松散岩类孔隙水，本次调查中，钻孔揭露含水层为第四系冲积砂层，根据采集土工样进行检测分析，粉砂-细砂的渗透系数为 $6.30 \times 10^{-4} \sim 1.12 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，属弱透水层；中砂的渗透系数为 $1.02 \times 10^{-2} \sim 1.98 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ ，属中等透水层-强透水层，通过现场钻探情况可以得知，地块范围内第四系冲击砂层连续分布，且层厚较厚。

2.4.4.2 隔水层

调查区浅层地下水隔水层主要为冲积层淤泥、淤泥质土和粉质粘土。根据详查阶段采集土样的土工试验测试结果，地块内淤泥、淤泥质土的渗透系数为 $5.18 \times 10^{-8} \sim 5.36 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ ，属不透水层；粉质粘土的渗透系数为 $6.58 \times 10^{-6} \sim 4.36 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，属微透水层。

表 2.4-3 岩土层渗透性分类

注：参照《水文地质手册》

图 2.4-3 地块水文地质剖面图

图 2.4-4 地块水文地质剖面图地下水流向

根据水文地质章节可知，地块内地下水类型为松散岩类孔隙水，主要受大气降水补给，还受侧向补给和河流互补，以孔隙潜水为主，局部有孔隙承压水，地下水以潜流的形式排入邻近溪流，本地块内地下水主要为浅层孔隙水。浅层孔隙水赋存于淤泥质土层和砂土层中，根据上述地层结构可知，弱透水层（全风化粉砂质泥岩层仅小部分揭露），由于地块临近珠江和河涌，参照离地块最近的海心沙的潮汐表，2021年1月和5月项目组分别在高低潮时段对地块内的水井水位进行了监测，结果显示高低潮对地块内地下水水位影响较小。地下水位的结果见表2.4-4，地下水高潮以及低潮流向如图2.4-5、2.4-6所示。

表 2.4-4 初步及详细调查监测井水位埋深及标高

图 2.4-5 调查地块地下水流向图（5月高潮水位）

图 2.4-6 调查地块地下水流向图（5月低潮水位）

2.4.5 水文地质报告结论及建议

一、结论

1、水文地质条件调查区为冲洪积平原地貌，地表为第四系覆盖，无岩石出露。钻孔揭露调查地块内浅层地下水类型仅为第四系松散岩类孔隙水，调查地块内地下水流向主要为西北向东南。调查区位置较接近入海口，周边地表河流、河涌纵横，地表水系较发达，因此调查区地下水易受周边地表水及潮汐变化影响，根据广州1:10万水文地质图（局部），地块所在区域地下水含水层为大面积分布的咸水层，调查地块范围内地下水潜水及承压水都为微咸水，矿化度为1~3g/L。

本次钻孔主要揭露含水层为第四系冲积砂层，渗透系数根据现场抽水试验计算，为12.40~75.43m/d，属强透水层；隔水层主要为冲积层淤泥、淤泥质土和粉质粘土。根据详查阶段采集土样的土工试验测试结果，地块内淤泥、淤泥质土的渗透系数为 $5.18 \times 10^{-8} \sim 5.36 \times 10^{-7}$ cm/s，属不透水层；粉质粘土的渗透系数为 $6.58 \times 10^{-6} \sim 4.36 \times 10^{-5}$ cm/s，属微透水层。

2、天然包气带防渗性能评价

根据现场钻孔资料，本次调查揭露的主要含水层为第四系冲积砂层，含水层上部淤泥质黏土层在地块范围内局部缺失，不连续分布，即目标含水层上部无连续、稳定的隔水层，根据《环境影响评价技术导则地下水环境》，判定调查地块天然包气带防渗性能弱。

二、建议

1、调查地块包气带防渗性能弱，地下水与周边地表水联系强，容易受到地表污染物下渗及周边地表水水质影响，建议对调查地块地下水进行周期性动态监测，时刻关注调查地块地下水的水质变化情况。

2、在地块未来的开发利用过程中，应注意和规范控制污染物和生活垃圾的排放，同时应加强地表防渗相关措施，避免污染物的下渗对地下水造成污染。

3、调查地块上相关企业生产经营活动产生的污染物易发生渗漏下渗对该区域地下水造成污染，主要影响层位为第四系砂层含水层，因此地下水污染调查重点应为第四系砂层含水层，建议地下水调查监测井应揭露完整砂层，钻至含水层下部隔水层后成井。

4、调查地块地下水主要为微咸水，未经处理，不适合作为饮用水或生活用水使用。

2.5 地块土地利用历史

根据前期资料收集和人员访谈了解到：

(1) 调查地块 1959 年之前为农田、水塘。

(2) 1959 年 9 月在地块偏西南部建设厂房（填砂来源为珠江抽砂），成立广州油脂化工厂；1959-70 年代，主要生产硬化油、香皂和洗衣粉；之后逐渐向地块北部和东部扩建，生产合成脂肪酸、三磷酸五钠、磺化产品、香皂、洗衣粉和液体洗涤剂；80 年代之后不再生产硬化油，90 年代开始不再生产合成脂肪酸、三磷酸五钠。

(3) 1989 年 1 月更名为广州油脂化学工业公司；1992 年 7 月再次更名为广州浪奇实业公司；1993 年，广州浪奇由国有企业改组为股份制企业，更名为广州市浪奇实业股份有限公司；1993 年在地块东北部原水塘区域填砂建设了维修间和修车场（填砂来源主要是从珠江抽砂和外购沙石），厂区主要产品有香皂、合成洗衣粉、液体洗涤剂等。

(4) 2012年，根据广州市发展和改革委员会、广州市环境保护局和广州市安全生产监督管理局联合发布《关于印发市区退二搬迁企业名单的通知》精神，广州浪奇被列入“退二”企业名单；约于2013年3月将旧厂生产线全部转移至广州南沙新生产基地，不再在天河区旧厂区进行生产制造。搬迁后该厂区除生活区用作办公生活（其中运输车辆办公室租赁给广州百花香料股份有限公司用作办公）、研究所用作科学研究外，其余生产区域均闲置。

(5) 因广州市城市更新改造需要，2020年广州市浪奇实业股份有限公司与广州市土地开发中心签订收储补偿协议，地块现土地使用权人为广州市土地开发中心，2020年7月中旬，广州市浪奇实业股份有限公司开始地块的拆迁工作，2020年9月完成地块建筑物的拆迁和场地的平整工作。

(6) 2020年10月，土地使用权人变更为广州市土地开发中心。

调查地块历史沿革详见表 2.5-1，调查地块历史地形图见图 2.5-1~2.5-6。

表 2.5-1 调查地块详细历史沿革

图 2.5-1 调查地块 1959 年地形图

图 2.5-2 调查地块 1962 年地形图

图 2.5-3 调查地块 1978 年地形图

图 2.5-4 调查地块 1990 年地形图

图 2.5-5 调查地块 2003 年地形图

图 2.5-6 调查地块 2010 年地形图地块土地利用现状

调查地块原隶属于广州市浪奇实业股份有限公司，始建于1959年，前身是广州硬化油厂，是中国华南地区历史最悠久的洗涤用品生产企业之一，也是我国洗涤行业大型骨干企业，公司主要产品有洗衣粉、液体洗涤剂、皂类和日化洗涤材料等。调查地块内办公生活区主要分布在地块西北部，其余均为生产区、仓储区及配套处理设施区域。地块拆除前的平面布置见图 2.6-1。

2020年7月开始地块建筑物的拆除工作，2020年9月完成地块现场建筑物拆除和场地平整工作。当前，地块内除北部原供电局开关房未拆除以外，其余地上建筑物和罐体均已拆除，地块内地下池体均使用建筑垃圾填平，地块地面均有硬化，但是拆迁队在完成建筑物拆除工作后，曾为了获取钢筋，破除了部分区域地面和原罐体底部的硬化层，建筑物拆迁和场地平整期间无外来填土。另外在地块东北部搭建临时活动板房，用于施工工人居住和办公。

地块现状情况见图 2.6-2。

图 2.6-1 调查地块拆除前平面布置图

图 2.6-2 调查地块现状航拍照片

2.6 地块土地利用规划

调查地块位于广州市天河区黄埔大道东 128 号，地铁车陂南附近，占地面积为 107386.54 m²，土地使用权人原为广州市浪奇实业股份有限公司，原土地用途为工业用地，因广州市城市更新改造需要，广州市土地开发中心与广州市浪奇实业股份有限公司签订收储补偿协议，地块现土地使用权人为广州市土地开发中心。根据广州市人民政府《金融城东区控制性详细规划通告附图》文件显示该地块规划为商业用地（B1）、商务用地（B2）、公园绿地（非社区公园或儿童公园用地）（G1）、防护绿地（G2）和水域（E1），拟建设广州国际金融城东区，故该地块未来规划均属于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中规定的第二类用地。此外，地下水规划不涉及人群皮肤直接接触地下水的（如再开发为地下水游泳场所等利用地下水日常洗澡、游泳或清洗）功能应用。

调查地块控制性详细规划见图 2.7-1 和图 2.7-2。

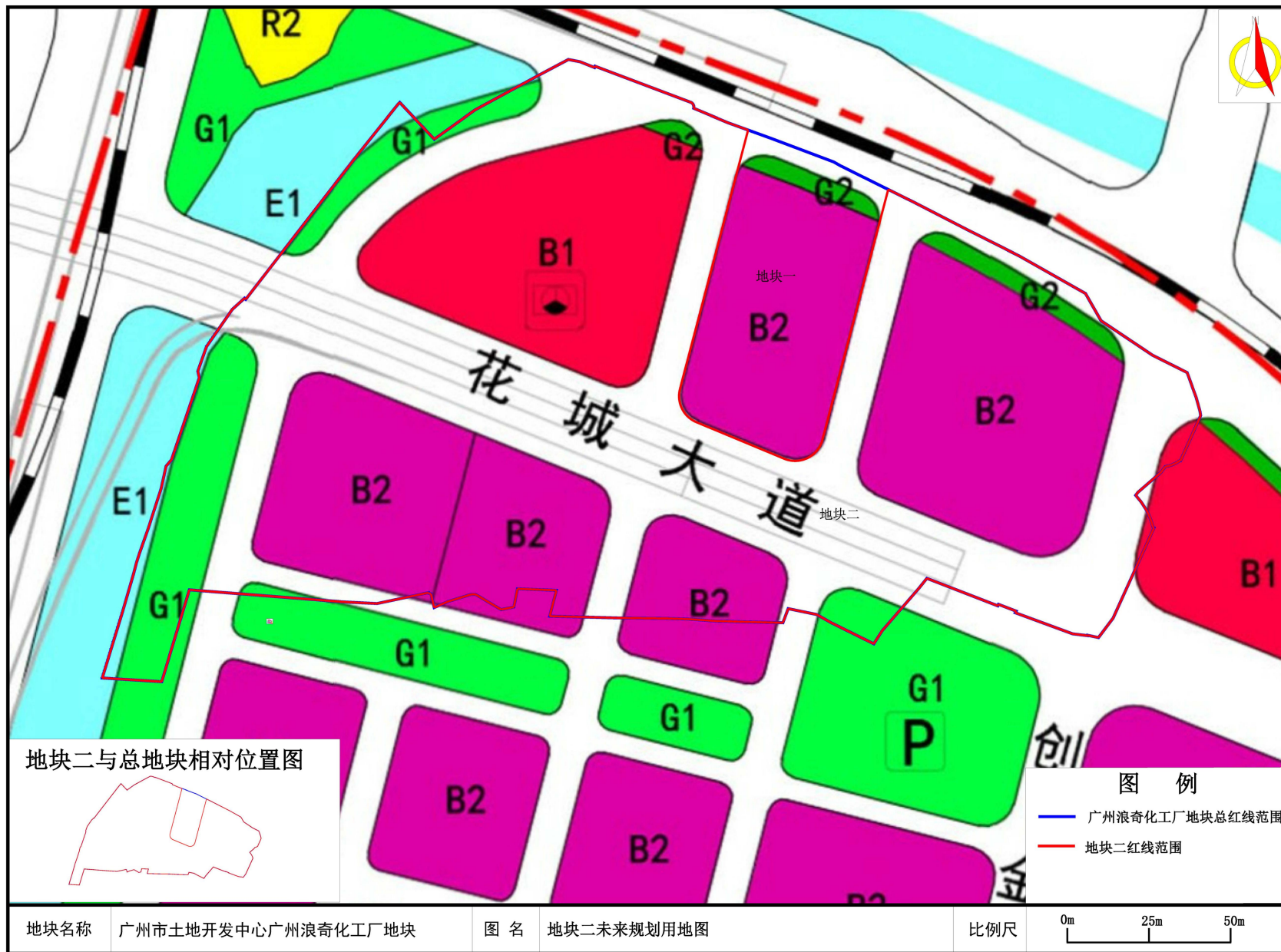


图 2.7-2 调查地块控制性详细规划图

2.7 相邻地块土地利用历史及现状

2.8.1 相邻地块土地利用历史

调查地块相邻地块主要以黄埔大道东、广州浪奇化工厂地块一、油脂厂涌（原车陂涌）、新城装饰材料市场（原广州东郊家具材料厂）、广州市天河南方汽车修配厂、车陂十一社工业园、永通驾校和建材店等为主。根据所收集的历史资料，相邻地块历史沿革如下：

（1）地块外东侧：1996 年之前为道路、农田和池塘（种植莲藕），1996 年填沙修建道路（新涌口西路，原粮仓路），并建设广州市天河南方汽车修配厂，一直用作汽车维修，约 2003 年修配厂北侧区域拆除并建设了建材店，用作建材堆放和销售，其中靠近黄埔大道东区域作为居民装饰装修废弃区临时堆放点；汽配厂南侧依次为陈村民居、新悦楼、车陂巡警小区、车陂十二社经济工业园。

（2）地块外南侧：1995 年之前为池塘和农田，约 1995 年填沙建设车陂十一社工业园，车陂十一社工业园主要为仓库，有部分企业在园区从事工业生产，涉及企业主要有五金厂、家具厂、电子厂和设备维修等，例如广州华美特高温布制品有限公司、天水华圆制药设备科技有限责任公司广州分公司、广州市天河金石五金厂、广州市天河区五环工具厂、广州市天河区东圃宇高汽车修理厂、广州市天河区东圃批生装饰材料加工厂、广州市天河东圃昭元制衣厂、广州市天河东圃银天木线加工厂、广州梵靖木制品有限公司、广州市天河东圃方达电子加工场、广东星艺装饰有限公司家具厂等，约 2017 年开始逐步停产并拆除建筑。在地块南侧靠近油脂涌的区域，2008 年以前为荒地，在 2008-2010 年为混凝土公司，2010-2019 年为停车场，2019 年至今为永通驾校。

（3）地块外西侧：1986 年之前一直为油脂厂涌（原车陂涌）和水塘，1986 年之后油脂厂涌未发生变化，该侧西北角原水塘区域填沙建设广州东郊家具材料厂，主要生产藤类家具，2003 年用作新城装饰材料市场，用作装饰材料等建材批发，约 2018 年停止营业并拆除建筑；车陂涌西侧为广州市自来水公司车陂水厂（1960 年~2018 年）和广州氮肥厂供水公司（1967 年~2009 年），广州氮肥厂供水公司停产后建设了江源半岛（居民区）；新城装饰材料市场西侧为天成居（居民区，2000 年至今）、广州彩釉砖厂（原广州市建材三厂，约 1963 年~2000 年）、车陂砖窑厂（20 世纪 50 年代~1963 年）。

(4) 地块外北侧：约 20 世纪 70 年代之前为车陂涌，约 20 世纪 70 年代填沙建设了黄埔大道，隔黄埔大道为车陂涌和车陂村；浪奇化工厂地块一 1959 年之前为农田、水渠，之后建设了洗衣粉生产车间，并一直作为洗衣粉生产车间、维修车间和仓库使用。

相邻地块土地利用历史情况详见表 2.8-1 及图 2.8-1。

表 2.8-1 相邻地块土地利用历史情况表

图 2.8-1 调查地块周边土地利用历史

2.8.2 相邻地块土地利用现状

调查地块位于广州市天河区黄埔大道东 128 号（中心地理卫星坐标为：东经 113.38674°、北纬 23.11624°）。北至黄埔大道东和广州浪奇化工厂地块一，隔黄埔大道是车陂村和车陂涌；东至车陂新涌口路，隔路为居民装饰装修废弃物临时堆放点、浩钢钢铁、筑恒建材等建材店和空地（原汽配厂）；南至永通驾校、空地（原车陂十一社工业园已拆除）；西边为空地（原新城建材城）、车陂隧道项目部和油脂厂涌。

调查地块四至情况详见下表 2.8-2，四至示意图见图 2.8-2。

表 2.8-2 相邻地块四至情况表

与调查地块相对方位	现状用途	与调查地块最近距离
东面	车陂新涌口西路	紧邻，0 米
	居民装饰装修废弃物临时堆放点、浩钢钢铁、筑恒建材、空地	隔车陂新涌口西路，15 米
南面	空地（原车陂十一社工业园）、永通驾校	紧邻，0 米
西面	车陂路油脂厂涌（原车陂涌）、空地（原新城建材城）和车陂隧道项目部	紧邻，0 米
北面	黄埔大道东	紧邻，0 米
	车陂村和车陂涌	隔黄埔大道，50 米
	广州浪奇化工厂地块一	紧邻，0 米

图 2.8-2 调查地块四至图

2.8 周边环境敏感目标

经现场调查，调查地块周边 1000 m 范围内无名木古树、历史文物等需要特殊保护的目標，也无水源保护区，主要涉及的环境敏感保护目标有车陂村、车陂小学、东圃小学、健康乐幼儿园、明珠新村幼儿园、江源半岛、佳兆业壹号、天成居、骏景花园和珠江等等，环境敏感保护目标情况详见表 2.9-1，调查地块周边 1km 范围内敏感目标分布见图 2.9-1。

表 2.9-1 调查地块周边环境敏感保护目标

序号	敏感目标	性质	与地块相对方位	与地块最近距离 (m)
1	车陂村	居民区	北面	70
		居民区	东北面	200
2	沙美公园	公园	北面	100
3	车陂小学	学校	北面	630
4	东圃小学	学校	东北面	340
5	车陂幼儿园	学校	东北面	570
6	华南师范大学附属天河实验中学	学校	东北面	660
7	天河区人民医院	医院	东北面	730
8	金东花园	居民区	东面	250
9	健康乐幼儿园	学校	东面	320
10	明珠新村幼儿园	学校	东面	320
11	兰亭盛荟	居民区	东面	900
12	车陂南巡警 7 中队小区	居民区	东南面	120
13	江源半岛	居民区	西面	120
14	金融城起步区棠下新墟村民住宅复建安置房	居民区	西面	330
15	佳兆业壹号	居民区	西北面	370
16	天成居	居民区	西北面	40
17	骏景花园	居民区	西北面	610
18	珠江前航道	IV 类地表水	南面	300



图 2.9-1 调查地块周边 1km 范围内敏感目标分布图

2.9 土壤污染状况初步调查总结

2.10.1 第一阶段初步调查

项目组于 2020 年 9 月开始对目标场地进行第一阶段调查，第一阶段土壤污染状况调查是以资料收集与分析、现场踏勘和人员访谈为主的污染识别阶段，项目组在第一阶段调查中通过资料收集和分析、现场踏勘、人员访谈等方式对目标场地及其周边进行了详细分析和污染识别。

根据《初调报告》显示，调查地块 1959 年之前为农田和水塘；1959 年在此建设广州油脂化工厂，早期生产硬化油、合成脂肪酸、香皂和洗衣粉等；1989 年 1 月更名为广州油脂化学工业公司；1992 年 7 月再次更名为广州浪奇实业公司；1993 年，广州浪奇由国有企业改组为股份制企业，成为广州市首批规范化上市的股份制公司，后期主要的生产产品有香皂、洗衣粉、液体洗涤剂三大类；2012 年，根据广州市发展和改革委员会、广州市环境保护局和广州市安全生产监督管理局联合发布《关于印发市区退二搬迁企业名单的通知》精神，广州浪奇被列入“退二”企业名单，约于 2013 年 3 月将旧厂生产线全部转移至广州南沙新生产基地，不再在天河区旧厂区进行生产制造。搬迁后该厂区除生活区用作办公生活、研究所用作科学研究外，其余生产区域均闲置；2020 年 7 月中旬，广州市浪奇实业股份有限公司开始地块的拆迁工作；2020 年 9 月完成地块建筑物的拆迁和场地的平整工作；2020 年 11 月至今，土地使用权人变更为广州市土地开发中心。

2.10.2 调查地块污染识别

根据《初调报告》显示，根据污染源识别结果，结合污染物毒性评估：

(1) 地块内污染识别结果：地块内洗涤产品生产过程化学品的使用、燃料存放及使用、废水处理及排放等可能会对地块土壤和地下水造成污染，通过对地块内污染源分析，调查地块内关注的特征污染物包括石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）、多环芳烃、氟化物、甲醛、苯系物、氯代烃、邻苯二甲酸酯类、重金属（铜、铅、镍、镉、砷、汞）、多氯联苯。为防止污染源识别遗漏，保守起见，在涉及化学反应区（硬化油生产、合成脂肪酸生产、磺化生产区等区域）增加检测其他挥发性有机物（17 项）和其他半挥发性有机物（33 项）。

(2) 地块周边污染识别结果：调查地块外周边区域中对地块可能产生影响的企业为地块外东侧广州市天河南方汽车修配厂、地块外南侧车陂十一社工业园区企业以及地块外西北侧原东郊家具材料厂、车陂砖窑厂和广州彩釉砖厂，以及地块外中北侧的广州浪奇化工厂地块一。根据相邻地块污染影响识别结果，相邻地块有可能迁移到调查地块的潜在污染物包括**甲醛、苯系物、石油烃（C₁₀-C₄₀）、多环芳烃、多氯联苯、邻苯二甲酸酯类、氟化物、重金属（铜、铅、镍、镉、砷、铬（六价）、汞）**。

综上所述，调查地块关注的特征污染物主要为**多氯联苯、石油烃（C₁₀-C₄₀）、石油烃（C₆-C₉）、多环芳烃、氟化物、重金属（铜、铅、镍、镉、砷、铬（六价）、汞）、甲醛、氯代烃、邻苯二甲酸酯类、苯系物、其他挥发性有机物（17项）和其他半挥发性有机物（33项）**。

2.10.3 第二阶段初步调查-采样调查

2.10.3.1 土壤采样调查结果

初步调查在地块内共布设 83 个土壤监测点（不含土壤对照点），采集 427 组样品（不含现场平行样品），地块外采集 2 组土壤对照点样品，土壤对照点分别位于地块外西北方 3.2 km 绿地和东北方 3.1 km 绿地，土壤检测分析理化性质（2 项）、GB36600-2018 中的基本项（45 项）、石油烃（C₆-C₉）、石油烃（C₁₀-C₄₀）、氟化物、多环芳烃 8 项、邻苯二甲酸酯类（6 项）、甲醛、多氯联苯、其他 VOCs（17 项）、其他 SVOCs（33 项）。地块内共布设 2 个污泥监测点，共采集 2 组样品，检测分析 GB36600-2018 中的基本项（45 项）、氟化物、多环芳烃 8 项、邻苯二甲酸酯类（6 项）、石油烃（C₁₀-C₄₀）、甲醛、其他 VOCs（17 项）、其他 SVOCs（33 项）。采样时间为 2020 年 10 月 20~31 日、2020 年 11 月 16~17 日、2020 年 11 月 26 日、2021 年 1 月 19 日、2021 年 2 月 24 日。

表 2.10-1 初步调查土壤采样点位情况

采样时间	点位	采样项目	备注
2020 年 10 月 20~31 日	DZ01、DZ02、S11~S13、 S15~S51、S53~S56、S59~S63、 S66~S90、DN03、DN04	理化性质（2 项）、GB36600-2018 中基本 45 项、氟化物、其他 VOCs （17 项）、其他 SVOCs（33 项）、 石油烃（C ₆ -C ₉ ）、石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）、 邻苯二甲酸酯类（6 项）、多氯联	浪奇地块作为整体布点 采样
2020 年 11 月 16~17 日	S01~S03、S07~S10		

2021年1月19日	S91	苯	地块拆分后补充采样
2021年2月24日	S92		

根据初步采样检测结果分析,调查地块内土壤超二类用地筛选值点位共 15 个(S28、S50、S53、S59、S60、S61、S66、S69、S72、S73、S76、S83、S86、S87、S92),超筛选值指标为镍、氯仿、苯、1,4-二氯苯、石油烃(C₁₀-C₄₀)、4-氯苯胺。其中,镍超筛点位 1 个(S28),位于硬化油生产区触媒车间,最大超筛倍数为 0.56,超筛选值样品最大采样深度为 3.5m;氯仿超筛点位 1 个(S76),位于地块南侧液洗车间,最大超筛倍数为 9.03,超筛选值样品最大采样深度为 1.4m;苯超筛点位 3 个(S59、S61、S66),分别位于旧污水处理站、苯储罐区和磺化车间,最大超筛倍数为 5.98,超筛选值样品最大采样深度为 6.7m;1,4-二氯苯超筛点位 2 个(S59、S61),分别位于旧污水处理站和磺化储罐区,最大超筛倍数为 18.35,超筛选值样品最大采样深度为 5.6m;石油烃(C₁₀-C₄₀)超筛点位 11 个(S53、S59、S60、S66、S69、S72、S73、S83、S86、S87、S92),分别位于输油管线、污水处理站、冷冻房、泵房、机修车间、污水管线旁、烷基苯集散库、液洗维修车间、硬化油储油库,最大超筛倍数为 10.89,超筛选值样品最大采样深度为 6.9m;4-氯苯胺超筛点位 1 个(S50),位于地块西南角危险品仓北侧,超筛倍数为 3.81,超筛选值样品最大采样深度为 0.4m。污泥样品超二类用地筛选值点位共 1 个(DN03),超筛选值指标为石油烃(C₁₀-C₄₀),其余指标均未超筛选值, DN03 位于区域 3 新污水处理站综合池南侧靠墙位置。因此,需要对调查地块镍、氯仿、苯、1,4-二氯苯、石油烃(C₁₀-C₄₀)、4-氯苯胺超筛点位开展详细调查。

另外,调查地块内共 24 个点位超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值。其中镍 5 个点位(S22、S27、S33、S47、S48),铜 2 个点位(S27、S28),汞 2 个点位(S27、S72),石油烃(C₁₀-C₄₀) 16 个点位(S15、S21、S31、S62、S67、S68、S70、S71、S74、S76、S77、S88、DN04)、苯并[a]芘 3 个点位(S31、S54、S56)、甲醛 3 个点位(S43、S51、DN03)。根据相关规定,后期开发利用过程中应对这些土壤进行环境管理,不得外运至现状为一类用地或规划为一类用地的区域内填土或堆存。

初步调查土壤超二类筛选值点位分布图见图 2.10-1,初步调查土壤超二类筛选值点位检测结果统计见表 2.10-2。

表 2.10-2 初步调查土壤超二类筛选值点位检测结果统计表（单位：mg/kg）

注：红色字体黄色填充为超二类用地筛选值土壤样品，蓝色字体超一类用地但不超二类用地筛选值土壤样品

图 2.10-1 调查地块初步调查土壤超筛点位及范围图

2.10.3.2 地下水采样调查结果

初步调查在地块内共布设了 12 口地下水监测井（GW01、GW02、GW04~ GW13），共采集 12 组地下水样品（不包含现场平行样），在地块外采集地下水对照点样品 2 个（DZGW01 和 DZGW02），地下水对照点分别位于地块外北面 1.5m 荒地和地块外南面 3m 荒地。检测项目包括常规指标项目（2 项）、重金属和无机物（8 项）、有机物（102 项）。地下水采样时间为 2020 年 11 月 18~20 日、2021 年 1 月 26 日。

表 2.10-3 初步调查地下水采样点位情况

采样时间	点位	采样项目	备注
2020 年 11 月 18~20 日	GW01、GW02、 GW04~ GW13	常规指标项目（2 项）、重金属（7 项）、 氟化物、有机物（102 项）	浪奇地块作为整体时的布点
2021 年 1 月 26 日	DZGW01、DZGW02		

根据初步采样检测结果显示，地下水监测井共 5 口（GW08、GW09、GW10、GW12、GW13）超筛，超筛指标为氟化物、砷、苯、1,2,4-三氯苯、石油烃（C₁₀-C₄₀）。其中氟化物超筛（IV类标准）水井共 1 个（GW10），超筛倍数为 0.11；砷超筛（IV类标准）水井共 2 个（GW08、GW09），最大超筛倍数为 0.17；苯超筛（IV类标准）水井共 1 个（GW08），超筛倍数为 2.08；1,2,4-三氯苯超筛（IV类标准）水井共 1 个（GW09），超筛倍数为 0.42；石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛水井共 3 个（GW08、GW12、GW13），最大超筛倍数为 14.78。

初步调查地下水超筛指标检测结果统计表见表 2.10-4，初步调查地下水超筛点位分布见图 2.10-2。

表 2.10-4 初步调查地下水超筛指标检测结果统计表（单位：mg/L）

图 2.10-2 调查地块初步调查地下水井超筛点位及范围图

2.10.3.3 初步采样调查结论

根据调查地块初步采样调查结果：

(1) 调查地块内土壤样品中镍、氯仿、苯、1,4-二氯苯、石油烃（C₁₀-C₄₀）、4-氯苯胺共 6 种污染物超第二类用地筛选值；

(2) 地下水样品中氟化物、砷、苯、1,2,4-三氯苯、石油烃（C₁₀-C₄₀）共 5 种污染物超筛选值。

综上所述，广州浪奇化工厂地块二属于污染地块，土壤和地下水环境质量不符合未来用地规划对土壤和地下水环境质量的要求，须按照规定针对调查地块污染物开展下一步的详细调查工作。

第三章 第二阶段调查-详细调查

3.1 布点方案

3.1.1 布点依据及布点原则

3.1.1.1 布点依据

详细调查监测点位的布置严格遵照《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）、《建设用地土壤污染防治第1部分：污染状况调查技术规范》（DB4401/T102.1-2020）、《广州市环境保护局办公室关于印发广州市工业企业场地环境调查、治理修复及效果评估技术要点的通知》（穗环办〔2018〕173号）、《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，基于第二阶段初步调查的结果，对地块污染区域加密布设采样点。

3.1.1.2 布点原则

（1）土壤采样点的布点原则

根据《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）中相关要求，本次调查设立原则如下：①详细调查阶段，对于连片污染区域的加密布点按每400 m²不少于1个；②对于孤立点位加密至每100 m²不少于1个；③针对初调未兜底超筛点位在旁边0.5 m处补充钻探，取样至隔水层，确保最大采样深度未受污染。

（2）土壤采样深度设计原则

原则上，去除表层的硬化层后，表层土壤样品采集0~0.5 m，0.5~6 m土壤采样间隔不超过1 m，6 m以下土壤采样间隔不超过2 m。采样深度应至初步调查监测确定的最大深度。

（3）地下水采样点的布点原则

根据《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）中相关要求，本次调查设立原则如下：①采样点位数每6400 m²不少于1个；②对于确定修复范围的地下水水井进一步加密布设，采样单元面积不宜大于1600 m²。

（4）地下水采样深度设计原则

一般情况下采样深度应在监测井水面下0.5 m以下。

对于存在低密度非水溶性有机物污染物（比重小于水、与水不相溶的有机相），采样深度应在含水层顶部；对于存在高密度非水溶性有机污染物（比重大于水、与水不相溶的有机相，如多氯联苯、多环芳烃等），采样深度应在含水层底部和隔水层顶部。

3.1.2 土壤布点方案

初步调查结果显示，调查地块土壤超二类用地筛选值指标有镍、石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯、1,4-二氯苯、氯仿、4-氯苯胺6项。根据初步调查所显示的污染情况及保守原则，本次详细调查计划采样深度为5~10m，其中1m以内表层土壤的采样间隔为0.5m，1~6m采样间隔为1m，6m以下采样间隔不超过2m，各点位采样深度按现场岩芯污染痕迹适当加密采样。

土壤详细调查按布点原因可分为二次，第一次（2021年1月~5月）加密针对初步调查过程中超筛区域进行加密布点（未兜底点位、超筛点位以及孤立点位）。第二次（2021年11月）加密有两个原因，一是在初步调查超筛区域加密布点完成后发现部分初调点位存在分层没有数据，无法准确确定超筛区域或分层，二是作为重点行业企业，部分地下水超筛水井周边未进行土壤加密调查；详细调查土壤加密布点统计情况见表3.1-1。

3.1.2.1 第一次加密布点

1) 根据初步调查石油烃 (C₁₀-C₄₀) 未兜底点位 (S66、S72)，在其附近 0.5 m 范围内各补充钻探 1 个土壤点位 (S66-1、S72-1)，检测超筛指标石油烃 (C₁₀-C₄₀)，计划每个采样点位钻探深度至隔水层；

2) 对于初步调查中石油烃 (C₁₀-C₄₀) 超筛点位 (S53、S59、S60、S66、S69、S72、S73、S83、S86、S87、S92、DN03)、苯超筛点位 (S59、S61、S66)、1,4-二氯苯超筛点位 (S59、S61) 所在区域按照每 400 m² (20 m×20 m 网格) 不少于 1 个监测点位进行加密核实，共加密布设 38 个点位 (X1~X31、X44~X46、X50~X55、XDN03-1~4)。

3) 根据初步调查中个别的、孤立的镍超筛点位 (S28)、4-氯苯胺超筛点位 (S50)、氯仿超筛点位 (S76) 按照每 400 m² (20 m×20 m 网格) 不少于 1 个监测点位进行加密调查，共加密布设 6 个点位 (S28-1~S28-3、S50-1~S50-3、S76-1~S76-3)，后续根据检测结果确定是否开展孤立点位调查。

在详细调查第一次加密布点中镍疑似异常点位 S28、氯仿疑似异常点位 S76 的附近 0.5 m 及四个垂直轴向上 5 m 范围内分别布设 5 个采样点位 (S28-4~S28-8、S76-4~S76-8)，对疑似异常污染物镍、氯仿进行监测。计划每个采样点位钻探深度设为 5 m，采集 10 个土壤样品，包含排查目标深度及其上、下各两层的土壤样品，分层间隔为 0.5 m。

4) 针对 4-氯苯胺超筛点位 (S50-3)：在未确定污染范围方向按照每 400 m² (20 m×20 m 网格) 不少于 1 个监测点位，共布设 3 个监测点位 (X47~X49)；

5) 为了确认地块内区域 3 污水处理站所在区域是否存在污染，新增 5 个点位 (2BS06、2BS07、2BS34、2BS35、2BS37)。

第一次加密布点情况如表 3.1-1 以及图 3.1-1 所示。

表 3.1-2 详细调查土壤第一次加密布点情况 (2021 年 1~5 月)

3.1.2.2 第二次调查采样

1) 九宫格加密

针对 4-氯苯胺初步调查超筛点位 (S50) : 加密 1 个点位 (2XS20) ;

针对初步调查镍超筛点位 (S28) : 加密 3 个点位 (2XS26、2XS27、2XS38) ;

针对石油烃 (C₁₀-C₄₀) 超筛点位 (S53、S69、S83、S87、X4、X8、X18、X44) :
加密 8 个点位 (2XS14、2XS21~2XS25、2XS31、2XS32、2XS35) ;

针对石油烃 (C₁₀-C₄₀)、苯复合超筛点位 (S66、X25) :加密 2 个点位 (2XS03、2XS30) ;

针对石油烃 (C₁₀-C₄₀)、苯、1,4-二氯苯复合超筛点位 (S59、X23) :加密 3 个点位 (2XS03、2XS33、2XS34) ;

针对氯仿超筛点位 (S76) , 加密布设 5 个点位 (2XS24、2XS28、2XS29、2XS36、2XS37) 。

2) 地下水井超筛点位土壤加密

针对石油烃 (C₁₀-C₄₀)、苯、砷超筛水井 (S51/GW08) : 加密布设 3 个土壤点位 (X56、X57、X64) ;

针对 1,2,4-三氯苯、砷超筛水井 (S59/GW09)、1,2,4-三氯苯超筛水井 (2BGW09) :
加密布设 3 个土壤点位 (X58、X59、2XS03) ;

针对氟化物超筛水井 (S71/GW10) : 加密布设 2 个土壤点位 (X63、2XS32) ;

针对砷超筛水井 (XGW03) : 加密布设 2 个土壤点位 (X60、X61) 。

第二次加密布点情况如表 3.1-4、3.1-5 以及图 3.1-4 所示。

表 3.1-3 地下水超筛但土壤不超筛点位的周边土壤点位情况

3) 分层补充采样

由于初步调查与详细调查采样原则不同，在划定土壤超筛面积及超筛深度时部分超筛点位与未超筛点位存在分层错位，不能准确划定范围，因此对划定范围需要用到的点位土层在其未采样的位置进行补充采样。其中界定石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛面积的点位有 S59、S67、S70、S74、S80、S81、S82、S83、S87、S92，确定石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛深度的点位有 S53、S59、S60、S69、S73、S83、S86、S87、S92；界定苯超筛面积的点位有 S59、S66、S67、S92，确定苯超筛深度的点位有 S59、S61、S66；界定 1,4-二氯苯超筛面积的点位有 S59，确定 1,4-二氯苯超筛深度的点位有 S59、S61；界定镍超筛面积的点位有 S33，确定 4-氯苯胺超筛深度的点位有 S50。

表 3.1-4 详细调查土壤第二次监测点位布点情况（2021 年 11 月）

3.1.3 地下水布点方案

根据初步调查结果显示，地下水超筛选值指标有石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯、砷、氟化物、1,2,4-三氯苯 5 项。根据《建设用地土壤污染防治 第 1 部分：污染状况调查技术规范》（DB4401/T 102.1-2020），地下水详细调查采样单元面积不大于 6400 m²，因此，拟整个地块加密布设按照每 6400 m²（80 m×80 m 网格）不少于 1 个地下水监测井。

详细调查地下水加密遵循以下原则：

①根据初步调查地下水超筛情况进行，按照规范要求地下水详细调查采样单元面积不大于 6400 m² 加密布设；

②初调水井中（GW09）1,2,4-三氯苯指标超筛，且该指标为本次地下水调查的特征污染物，为了满足省技术要点和广州市地标对地下水中重质指标的建井、取样要求，进行深井补充加密调查；

③针对土壤详细调查结果中石油烃（C₁₀-C₄₀）和苯污染区域中的最大超筛点位进行地下水井加密，确定该区域地下水是否被污染。

地下水详细调查共加密布设了 27 口水井，其中浅水井 8 口，深水井 19 口；

一、满足地下水详细调查面积要求

根据初步调查地下水超筛情况，为了满足每 6400m² 有一口水井，详细调查阶段地下水加密布设 6 口浅水监测井（XGW01、XGW03、XGW04、XGW06、XGW07、XGW08），检测指标包括 pH、浑浊度、石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯、砷、氟化物、1,2,4-三氯苯。

表 3.1-5 详细调查地下水第一次监测点位情况（2021 年 1-2 月）

二、地下水重质指标超筛加密

由于初调过程中，GW09 水井的 1,2,4-三氯苯指标超筛，为了满足省技术要点和广州市地标对地下水中重质指标的建井、取样要求，进行了深井补充加密调查，共布设 17 口地下水深井（2BGW01、2BGW03~2BGW18），检测指标包括氯代烃（18 项中的重质）、多环芳烃（16 项中的重质）、邻苯二甲酸酯类（6 项中的重质）、多氯联苯、防泄漏指标重质（具体指标见表 3.1-7 注）。

补充调查地下水监测井位置和布置原因详见表 3.1-7。

表 3.1-6 详细调查地下水第二次监测点位情况（2021 年 5 月）

三、土壤超筛最大浓度点位地下水加密调查

1) 地下水监测井加密

对调查地块内石油烃（C₁₀-C₄₀）和苯污染区域的最大超筛点位（S66-1、X8）进行地下水井加密，共加密 4 口地下水井（2XGW01-浅井、2XGW01-深井、2XGW02-浅井、2XGW02-深井），其中 2XGW01 检测指标为石油烃（C₁₀-C₄₀），2XGW02 检测指标为石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯。

2) 补充采样

对调查地块内部分深水井底部的石油烃（C₁₀-C₄₀）进行检测分析（2BGW01，2BGW03~2BGW15），检测指标为石油烃（C₁₀-C₄₀），采样深度为含水层底部和隔水层顶部。

第三次调查采样地下水监测井位置和布置原因详见表 3.1-8，地下水监测点位布点情况见图 3.1-7。

表 3.1-7 详细调查地下水第三次监测点位情况（2021 年 11 月）

3.2 样品采集

详细调查土壤样品的采集要求遵照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）、《建设用地土壤污染风险管控和修复检测技术导则》（HJ 25.2-2019）和《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》（原环境保护部公告 2014 年第 78 号）的要求进行，地下水样品的采集、保存、运输和质量保证等按照《地下水环境监测技术规范》（HJ164-2020）和《水质采样 样品的保存和管理技术规定》（HJ 493-2009）及各项目分析方法标准的相关要求进行。

本次详细调查的样品采集由广东省地质实验测试中心完成。本次调查共对 119 个土壤监测点位和 27 口（8 个浅井、19 个深井）地下水监测点位进行样品采集，分别于 2021 年 1 月 18~25 日、2021 年 2 月 24~27 日、2021 年 5 月 18~20 日、2021 年 11 月 15~17 日进行土壤样品的采集，2021 年 3 月 1~2 日、2021 年 5 月 26~27 日、2021 年 11 月 15~18 日进行地下水样品的采集。

3.2.1 土壤钻孔

钻探工作开始前，清理钻探工作区域，架设钻机，设立警戒线。

钻探和岩芯编录工作按照《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）实施。本次调查采用 XY-100 型钻机，并利用冲击和螺旋模式进行钻探，钻孔直径分别为 130 mm、110 mm，本次钻探单位为广州再勇钻探咨询服务有限公司。对于混凝土硬化的点位先用 130 mm 钻头螺旋切割将混凝土层穿透，混凝土以下的土层使用 110 mm 钻头以千斤锤冲击的方式向下冲击钻孔，钻探过程中如果遇到含水丰富或松散土层则使用 110 mm 钻头加取样管以千斤锤冲击的方式向下冲击钻孔取样。

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/T 102.1-2020）、《广东省建设用地土壤污染状况调查、风险评估及效果评估报告技术审查要点（试行）》（粤环办〔2020〕67 号）的要求，分层采样原则如下：表

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

根据初步调查所揭示的污染物超筛选值深度和保守原则，本次详细调查设计采样深度为 5~12 m，各点位采样深度按现场岩芯污染痕迹适当加密采样。

土壤采样岩芯编录时记录的内容包括土壤的气味、污染痕迹、外观性状、采样深度等。

在两次钻孔之间，钻探设备进行清洗；当同一钻孔在不同深度采样时，对钻探设备、取样装置进行清洗，避免污染样品。

取样结束后，设置警示标识，以示该点的样品采集工作已经完毕。

3.2.2 土壤样品的采集

土壤分层采样原则严格遵照《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)、《建设用地土壤污染防治 第 1 部分：污染状况调查技术规范》(DB4401/T 102.1-2020)、《广州市环境保护局办公室关于印发广州市工业企业场地环境调查、治理修复及效果评估技术要点的通知》(穗环办〔2018〕173 号)、《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，表层土壤样品采集 0~0.5 m，0.5~6 m 土壤采样间隔不超过 1 m，6 m 以下土壤采样间隔不超过 2 m。本项目拟在 1m 内取 2 个土壤样品，分别在 0~0.5 m、0.5~1 m 取样，1 m 以下的土壤采样间隔为 1 m，根据初步调查超筛结果有针对性的设置土壤采样深度范围，采样深度至初调采样检测确定的最大未超筛深度。

根据分析方法相关规定，土壤样品取样前先用竹片刮去表层土壤，重金属采用聚乙烯袋盛装。取样过程中，每取下一个取样点或不同层取样前均仔细清洗各采样工具，以防交叉污染。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。需要冷藏的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 0~4°C，箱内放置足量冰冻蓝冰，以保证样品对低温的要求，并及时将样品送回实验室，其它检测因子样品按上述标准要求保存样品。

根据土壤污染状况初步调查结果，详细调查阶段土壤井共钻孔 119 个，采集土壤样品 772 组。部分钻孔成孔、岩芯柱及岩芯采样照片详见图 3.2-1，各监测点采样信息记录见表 3.2-1。土壤现场钻孔照片、采样照片、采样记录详见附件 6。

图 3.2-1 岩芯柱及岩芯采样照片

表 3.2-1 详细调查土壤采样工作量清单

3.2.3 监测井安装

详细调查地下水建井时间分别为 2021 年 1 月 20~21 日、2021 年 2 月 24 日、2021 年 5 月 20~21 日、2021 年 11 月 15~17 日，成井洗井时间分别为 2021 年 3 月 1~2 日、2021 年 5 月 24~25 日、2021 年 11 月 18 日。

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，具体要求如下：

①钻孔：使用 110 mm 钻头钻孔达到设定深度后进行钻孔掏洗，以清除钻孔中的泥浆和钻屑。

②下管：地下水监测井采用外径 63 mm 的 U-PVC 管作为监测井的井管，滤管段采用割缝宽度 1 mm 缝间距 3 mm 的预制割缝管，井管段间采用 U-PVC 套管连接。井管下放速度缓慢，下管完成后，将其扶正、固定，井管与钻孔轴心重合。

③滤料：U-PVC 管外壁和钻孔内壁之间的空间用干净、级配良好颗粒直径约为 0.1~0.2 cm 的石英砂进行充填，充填至高于滤水管段顶部，一边填充一边晃动井管，防止滤料填充时形成架桥或卡锁现象。滤料填充过程进行测量，确保滤料填充至设计高度。

④密封止水：密封止水从滤料层往上填充，采用膨润土作为止水材料，填充深度约为 40~50 cm 左右，再使用混凝土回填与地面齐平。

⑤井台构筑：井台地上部分井管长度保留 50 cm 左右，井口用与井管同材质的管帽封堵，井管周围注混凝土浆固定，井台高度为 10 cm 左右。

⑥成井洗井：监测井设立后，待井内的填料得到充分养护、稳定后进行建井洗井。由于本区域地下水非常丰富，本次调查采用手动泵进行洗井，先将井内钻探过程中产生

的泥浆、污水等抽出，经静置后待监测井周围的地下水重新渗入井内，再抽取井内水量的约 3 倍体积的水并倾倒，确保监测井周围的地下水基本不受钻探施工的影响后，结束洗井。

各地下水监测井结构见表 3.2-2，建井记录表及建井洗井记录表详见附件 9，建井现场照片见附件 5。

表 3.2-2 详细调查地下水监测井结构

3.2.4 地下水样品采集

根据地下水初步调查结果可知，调查地块中共 5 口水井超筛（GW08、GW09、GW10、GW12、GW13），超筛指标为氟化物、砷、苯、1,2,4-三氯苯、石油烃（C₁₀-C₄₀）。

考虑到场地的水文地质特征，地下水大致从西北到东南流动，因此，地下水详细调查阶段加密了 27 口水井（8 个浅水井，19 个深水井）。监测点位按照《广州市环境保护局办公室关于印发广州市工业企业场地环境调查、治理修复及效果评估技术要点的通知》（穗环办〔2018〕173 号）的要求，在地块内相对于初调地下水监测点均匀布置，满足地块内地下水采样点位数每 6400 m² 不少于 1 个。

在采集地下水样前使用各井专属的贝勒管进行洗井（取样前洗井），直到至少 3 倍于现场存井水体积的井水被洗出，且待地下水水温、pH、电导率、氧化还原电位等参数基本稳定，以保证可以获得新鲜、有代表性的地下水样。

在洗井后两小时内待井内的水位恢复稳定后，使用专用贝勒管进行采样，并直接转移到合适的水样容器中，在样品瓶上记录编号、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为 0~4℃，采样结束后及时送回实验室，其它检测因子样品按上述标准要求保存样品。

详细调查地下水采样工作量清单见表 3.2-3，地下水采样前洗井时水质参数见表 3.2-4，地下水样品采集照片见图 3.2-2，详见附件 5。

表 3.2-3 地块二详细调查地下水采样工作量清单（采样日期 2021 年 3 月、5 月、11 月）

表 3.2-4 地下水洗井水质参数

图 3.2-2 地下水样品采集照片

3.3 样品的保存与流转

本次详细调查的现场样品采集由广东省地质实验测试中心完成。样品采集后，所有样品均迅速转入由实验室提供的带有标签以及保护剂的专用的样品瓶中，并保存在装有冰袋的冷藏箱中，随同样品跟踪单一起送至实验室。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、混淆和沾污。

土壤样品的保存参照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）相关规定进行，土壤样品保存方式见表 3.3-1。地下水样品的地下水样品的采集、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》（HJ164-2020）、《水质采样样品的保存和管理技术规定》（HJ493-2009）及各因子分析方法的相关要求进行，地下水样品保存信息的见表 3.3-2。

表 3.3-1 土壤样品保存方式

表 3.3-2 地下水样品保存方式

3.4 样品测试分析

本地块土壤样品现场采集和检测分析均由广东省地质实验测试中心承担，各指标所采用的分析方法包括国家标准和行业标准的测试方法。土壤样品各项检测指标分析方法与检出限见表 3.4-1。

表 3.4-1 土壤检测指标分析方法与检出限

本地块地下水样品现场采集和检测分析均由广东省地质实验测试中心承担，各指标所采用的分析方法包括国家标准和行业标准的测试方法。地下水样品各项检测指标分析方法与检出限见表 3.4-2。

表 3.4-2 地下水检测指标分析方法与检出限

3.5 质量保证与质量控制

质量保证与质量控制的目的是为了保证所产生的土壤环境质量监测资料具有代表性、准确性、精密性、可比性和完整性。本项目质量保证和质量控制严格按照《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）、《地下水环境监测技术规范》（HJ164-2020）和《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）进行，主要分为现场采样、实验室分析和记录与报告三部分。

3.5.1 现场采样质量控制与质量保证

（1）钻探过程选择无浆液钻进，全程套管跟进，防止钻孔坍塌和上下层交叉污染；不同样品采集之间对钻头和钻杆进行清洗；所有的现场工具在使用前均预先清洗干净。

（2）采样过程中采样员佩戴一次性丁腈手套，每次取样后进行更换，采样器具及时清洗，避免交叉污染。现场技术人员在现场需填写好每个点位的采样记录表、洗井记录表等相关的采样记录，比如土壤层的深度、土壤质地、气味、水的颜色、地下水水位、气象条件、采样时间与采样人员、样品名称和编号、采样时间、采样位置等，以便为地块水文地质、污染现状等分析工作提供依据。

所有样品均置入贴有标签的专用洁净样品瓶中，部分样品瓶根据规范方法要求添加了适当的样品保护剂。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。

（3）现场全过程进行拍照记录，对采样工具、采样位置、样品瓶编号、岩芯箱等关键信息拍照、视频记录。

（4）现场采样过程中设定现场质量控制样品，包括现场平行样、现场空白样、运输空白样等。现场平行样每批次（最多 20 个样品/批）至少采集 1 个平行样，平行样在土样同一深度位置采集，原则上选择场地内污染较重、且可采集到足够样品量的点位，

避免跨不同性质土层采集，同时应当避免跨地下水位线采集，两者检测项目和检测方法应一致，在采样记录单中标注平行样编号及对应的样品编号。并按要求每天每车次应至少采集 1 个全程序空白样品和 1 个运输空白样品。

运输空白样主要被用来检测样品瓶在运输至场地以及从场地运输至实验室过程中是否受到污染，且主要针对挥发性有机物。运输空白样的可能污染方式包括实验室用水污染，采样瓶不干净，样品瓶在保存、运输过程中受到交叉污染等。

3.5.2 实验室质量控制与质量保证

3.5.2.1 质量保证

为了保证分析样品的准确性，仪器按照规定定期校正外，在进行样品分析时还对各环节进行实验室内部质量控制，随时检查和发现分析测试数据是否受控（主要通过标准曲线、精密度、准确度等）。每个测定项目计算结果要进行复核，保证分析数据的可靠性和准确性。检测单位出具的检测报告各项指标所使用的检测方法均通过 CMA 认证，报告加盖检验检测专用章和 CMA 专用章。实验室分析过程中要按各检测方法的规定做好实验室空白、实验室平行样、质控样、加标回收等质控措施。

3.5.2.2 质量控制

(1) 每批次样品分析时，进行空白试验，分析测试空白样品。挥发性有机物每批次样品（最多 20 个样品/批）均应在与测试样品相同的前处理和分析条件下至少进行 1 次实验室空白试验，其测定结果应低于方法检出限或小于相关环保标准限值的 5%。高含量样品检测后，应分析实验室空白样品，直到实验室空白满足要求。

(2) 挥发性有机物连续进样分析时，每 24h 或每分析测试 20 个样品，测定一次校准曲线中间浓度点，相对误差应 $\leq 20\%$ 。

(3) 每批次样品分析时，每个监测项目均须做平行双样（包括实验室平行和现场平行）分析。在每批次（最多 20 个样品/批）样品分析中，应至少随机抽取 1 个样品进行平行双样分析，平行样合格率应达到 100%。

(4) 当具备与被测土壤或地下水样品基体相同或类似的有证标准物质时，在每批次样品分析时同步均匀插入与被测样品含量水平相当的有证标准物质样品进行分析测试。每批次（最多 20 个样品/批）同类型样品分析应至少插入 1 个土壤标准物质样品。当没有合适的土壤或地下水基体有证标准物质时，应采用基体加标回收率试验对准确度进行控制。每批次同类型分析样品中，每批次（最多 20 个样品/批）同类型样品分析应至少随机抽取 1 个样品进行加标回收率试验。

(5) 根据现有相关技术规范文件，本次质量控制分析结果采用的合格判定标准主要来源于《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）、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）、《地下水环境监测技术规范》（HJ164-2020）、《重点行业企业用地调查质量保证及质量控制技术规范（试行）》以及土壤和地下水各监测指标的检测分析方法规范文件。质控样分析结果不合格时，应查找原因，并将同批样品重新分析。另外，项目组核实质控的相关标准样品类别，核实计量单位，确认整体质控合格，采样监测结果真实可信。

3.5.2.3 质量控制结果分析

(1) 2021 年 1 月 18~25 日、2021 年 2 月 24~27 日、2021 年 5 月 18~20 日和 2021 年 11 月 15~17 日采集土壤样品检测质控结果：

按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）和《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）等相关规定，现场采集了平行土壤样品，挥发性有机物设置运输空白；实验室分析主要采取实验室空白样、实验室平行样、加标回收和标准物质进行质量控制。由于地块一与地块二部分样品是同时采样的，因此此次质控数据未将地块一与地块二数据拆分。土壤质量控制数据统计见表 3.5-1 与附件 14。

实验室空白样检测结果满足小于检出限的控制范围要求，现场空白样质控结果为合格；平行样各指标检出值的相对偏差均在允许相对标准范围内；各指标的加标回收率满足加标回收率要求，加标回收率质控结果均为合格；标准样品/质控样各指标的测定结果均满足对应的标准值及不确定度范围均在范围内，标准样品质控结果均为合格。

(2) 2021 年 3 月 1~2 日、2021 年 5 月 26~27 日、2021 年 11 月 16~18 日采集地下水样品检测质控结果：

按照《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2020）相关规定，现场采集了的平行地下水样品，现场空白样品，并设置运输空白；实验室分析主要采取实验室空白样、实验室平行样、加标回收和标准物质进行质量控制。由于地块一与地块二部分样品是同时采样的，因此此次质控数据未将地块一与地块二数据拆分。地下水质量控制数据统计见表 3.5-2 与附件 14。

实验室空白样检测结果满足小于检出限的控制范围要求，现场空白样质控结果为合格；平行样各指标检出值的相对偏差均在允许相对标准范围内；各指标的加标回收率满足加标回收率要求，加标回收率质控结果均为合格；标准样品/质控样各指标的测定结果均满足对应的标准值及不确定度范围均在范围内，标准样品质控结果均为合格。

综合以上质控结果分析，土壤和地下水样品质量控制结果总体合格，本次土壤污染状况调查的监测结果真实可信。

表 3.5-1 土壤质量控制数据统计表

表 3.5-2 地下水质量控制数据统计表

3.6 污染风险筛选值

3.6.1 土壤筛选值的确定

根据《广州国际金融城东区规划信息》文件中《金融城东区控制性详细规划通告附图》显示该地块二规划为商业用地（B1）、商务用地（B2）、公园绿地（G1）、防护绿地（G2）和水域（E1），拟建设广州国际金融城。经规划局函证，未来规划用地中公园绿地（G1）非社区公园或儿童公园用地，故该地块未来规划均属于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中规定的第二类用地，执行建设用地土壤污染风险第二类用地筛选值。本项目筛选值选择的的原则为：

（1）采用《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中对应污染物的筛选值；

(2) 国家标准中没有的污染物可依据《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；无法推导的污染物参考各省市现行有效的相关标准；

(3) 如评价区域的背景值高于通过上述方式选取的筛选值，则优先考虑土壤背景值作为筛选值。

根据以上原则土壤筛选值选取的标准如下：

该地块土壤筛选值优先选用《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中规定的建设用地土壤污染风险第二类用地筛选值，国家标准中没有的污染物如氟化物、甲醛等依据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ 25.3-2019)的计算方法和模型，参数选用导则默认参数，推导计算风险筛选值；无法推导计算的污染物石油烃(C₆-C₉)参考香港特区污染场地土壤修复标准中的石油烃(C₆-C₈)城市居住标准，砷参考《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)附录表 A.1 中砷在赤红壤中的背景值。调查地块土壤筛选值见表 3.6-1，调查地块未来规划用地土壤点位分布图如图 3.6-1 所示。

表 3.6-1 地块土壤筛选值 (单位: mg/kg)

3.6.2 地下水筛选值的确定

根据《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)，地下水风险筛选值根据地块所在区域的地下水功能选取。

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，地块所在区域被划为“珠江三角洲广州海珠至南沙不宜开采区”，地下水现状为 V 类，地下水功能区保护目标中水质类别为 V 类。地块所在区域不涉及地下水饮用水源(在用、备用、应急、规划水源)补给径流区和保护区，因此地下水选用《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的 IV 类标准作为筛选值。《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)中没有的指标可参照《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006)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《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ 25.3-2019)，推导特定污染物的地下水污染风险筛选值。

本调查地块地下水筛选值主要采用《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中 IV 类标准，甲醛、邻苯二甲酸二乙酯、硝基苯、六氯丁二烯参照《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006），其他污染物依据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）的计算方法和模型，参数选用导则默认参数，推导计算风险筛选值，无法推导的选用其他省市或国外的相关标准，如石油烃（C₆-C₉）选择香港特区污染场地土壤修复标准中的石油烃（C₆-C₈）城市居住标准。调查地块地下水筛选值见 3.6-2。

表 3.6-2 地块地下水筛选值（mg/L）

第四章 详细调查结果分析

4.1 详细调查土壤检测结果

4.1.1 第一次加密布点检测结果

一、2021年1月18~25日

共加密布设46个土壤监测点位，采集370组样品，其中355个样品分析检测石油烃（C₁₀-C₄₀），173个样品分析苯和1,4-二氯苯，18个样品分析检测氯仿，15个样品分析检测4-氯苯胺，21个样品分析检测金属镍。

检测结果显示，土壤样品中超二类用地筛选值点位共12个。其中石油烃（C₁₀-C₄₀）超二类用地筛选值点位共11个（S66-1、S72-1、X4、X8、X10、X16、X18、X23、X25、X29、XDN03-4），苯超二类用地筛选值点位共3个（X23、X25、X29），1,4-二氯苯超二类用地筛选值点位共1个（X23），4-氯苯胺超二类用地筛选值点位共1个（S50-3）。

土壤样品中超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值点位共14个。其中石油烃（C₁₀-C₄₀）超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值点位共12个（S28-3、X1、X2、X5、X7、X11、X12、X19、X20、X22、X26、X30、XDN03-3），苯超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值点位共1个（X26），镍超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值点位共1个（S28-1）。

加密超筛点位情况统计见表4.1-1，各检测指标超筛结果统计见表4.1-2~4.1-6，详细检测结果见附件13，加密点位超筛情况见图4.1-1。

表4.1-1 加密超筛点位情况统计表

二、2021年2月25~27日

共加密布设20个土壤监测点位，采集146组样品，其中51个样品分析检测石油烃（C₁₀-C₄₀），32个样品分析检测苯和1,4-二氯苯，30个样品分析检测氯仿，15个样品分析检测4-氯苯胺，50个样品分析检测镍。

检测结果显示，土壤样品中超二类用地筛选值点位共 8 个，其中，石油烃（C₁₀-C₄₀）超二类用地筛选值点位共 1 个（X44），镍超二类用地筛选值点位共 3 个（S28-4、S28-5、S28-8），氯仿超二类用地筛选值点位共 2 个（S76-4、S76-6），4-氯苯胺超二类用地筛选值点位共 2 个（X48、X49）。

土壤样品中超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值点位共 5 个，其中石油烃（C₁₀-C₄₀）超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值点位 3 个（X46、X51、X52），镍超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值点位 2 个点位（S28-6、S28-7）。

加密超筛点位情况统计见表 4.1-7，各检测指标超筛结果统计见表 4.1-8~4.1-11，详细检测结果见附件 13，加密点位超筛情况见图 4.1-2。

表 4.1-7 加密超筛点位情况统计表

三、2021 年 5 月 18~20 日

共加密布设 7 个点位，采集 48 组样品。针对石油烃（C₁₀-C₄₀）污染加密布设 2 个土壤监测点位（X54、X55），采集土壤样品 14 组；针对新污水处理站加密 5 个点位（2BS06、2BS07、2BS34、2BS35、2BS37），采集土壤样品 34 组，均分析检测 pH、含水率、GB36600-2018 中的基本项（45 项）、石油烃（C₆-C₉）、石油烃（C₁₀-C₄₀）、氟化物、甲醛、邻苯二甲酸酯类（6 项）、多环芳烃（8 项）、其他 VOCs（17 项）、其他 SVOCs（33 项）。

检测结果显示，土壤样品中无超二类用地筛选值点位。

土壤样品中超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值点位共 3 个，其中石油烃（C₁₀-C₄₀）超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值点位共 2 个（X55、2BS06），镍超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值点位共 1 个（2BS07），邻苯二甲酸二（2-二乙基己基）酯超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值点位共 1 个（2BS06）。

加密超筛点位情况统计见表 4.1-12，各检测指标超筛结果统计见表 4.1-13~4.1-15，详细检测结果见附件 13，加密点位超筛情况见图 4.1-3。

表 4.1-12 加密超筛点位情况统计表

4.1.2 第二次调查采样检测结果

2021年11月15~17日开展第二次调查采样工作，共布设46个点位，采集208组样品。其中117个样品分析检测石油烃（C₁₀-C₄₀），4个样品分析检测4-氯苯胺，37个样品分析检测1,2,4-三氯苯，45个样品分析检测砷，20个样品分析检测1,4-二氯苯，58个样品分析检测苯，18个样品分析检测镍，25个样品分析检测氯仿，11个样品分析检测氟化物。

检测结果显示，土壤样品中超二类用地筛选值点位共5个（2XS02、2XS04、2XS08、2XS24、X57），超筛指标为石油烃（C₁₀-C₄₀）。

土壤样品中超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值点位共9个，其中石油烃（C₁₀-C₄₀）超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值点位共7个（2XS07、2XS16、2XS17、2XS18、2XS30、2XS33、X64），苯超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值点位共1个（X57），镍超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值点位共1个（2XS27）。

第二次调查采样超筛点位情况统计见表4.1-16，各检测指标超筛结果统计见表4.1-17~4.1-19，详细检测结果见附件13，第二次加密点位超筛情况见图4.1-4。

表 4.1-16 第二次调查采样超筛点位情况统计表

4.2 详调地下水检测结果

一、满足地下水详细调查面积要求

初步调查结果按照采样单元面积不大于6400 m²进行，共加密布设6个地下水监测井（XGW01、XGW03、XGW04、XGW06、XGW07、XGW08），采集6组地下水样品，检测指标包括pH、浑浊度、石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯、砷、氟化物、1,2,4-三氯苯。

二、地下水重质指标超筛加密

由于初调水井GW09中的1,2,4-三氯苯指标超筛，为了满足省技术要点和广州市地标对地下水中重质指标的建井、取样要求，进行了深井补充加密调查，共布设17个地下水监测井（2BGW01、2BGW03~2BGW18），监测指标为氯代烃（18项中的重质）、多环芳烃（16项中的重质）、邻苯二甲酸酯类（6项中的重质）、多氯联苯、防泄漏指标重质。

三、土壤超筛最大浓度点位地下水加密调查

根据调查地块污染情况，对石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯复合污染区域的最大超筛点位（S66-1）以及石油烃（C₁₀-C₄₀）污染区域的最大超筛点位（X8）进行了地下水井加密，共加密4口地下水监测井（2XGW01-浅井、2XGW01-深井，2XGW02-浅井、2XGW02-深井），其中2XGW01检测指标为石油烃（C₁₀-C₄₀），2XGW02检测指标为石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯。同时补充监测分析部分深井底部（2BGW01，2BGW03~2BGW15）的石油烃（C₁₀-C₄₀），采样深度为含水层底部和隔水层顶部。

检测结果显示，共7口地下水井超筛，超筛指标4个（石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯、砷、1,2,4-三氯苯）：

石油烃（C₁₀-C₄₀）共4口水井（XGW08、2XGW01-浅井、2XGW02-浅井、2XGW02-深井）超筛，超筛倍数为0.19、2.79、50.9、77.3；

砷共1口水井（XGW03）超筛（IV类标准），超筛倍数为1.70；

1,2,4-三氯苯共1口水井（2BGW09）超筛选值（IV类标准），超筛倍数为0.55；

苯共1口水井（2XGW02-浅井）超筛（IV类标准），超筛倍数为1.41。

调查地块地下水加密超筛结果见表4.2-1，加密超筛水井见图4.2-1。

4.3 详细采样调查小结

4.3.1 土壤详细采样调查

详细调查阶段共布设119个土壤点位，采集772组样品。第一次共加密布设46个土壤监测点位，采集370组样品，其中355个样品分析检测石油烃（C₁₀-C₄₀），173个样品分析苯和1,4-二氯苯，18个样品分析检测氯仿，15个样品分析检测4-氯苯胺，21个样品分析检测镍；第二次共加密布设20个土壤监测点位，采集146组样品，其中51个样品分析检测石油烃（C₁₀-C₄₀），32个样品分析检测苯和1,4-二氯苯，30个样品分析检测氯仿，15个样品分析检测4-氯苯胺，50个样品分析检测镍；第三次共加密7个土壤监测点位，采集48个样品，其中48个样品分析检测石油烃（C₁₀-C₄₀），34个样品分

析检测 pH、含水率、GB36600-2018 中的基本项（45 项）、氟化物、甲醛、邻苯二甲酸酯类（6 项）、多环芳烃（8 项）、其他 VOCs（17 项）、其他 SVOCs（33 项）。第四次共布设 46 个点位，采集 208 组样品，其中 117 个样品分析检测石油烃（C₁₀-C₄₀），4 个样品分析检测 4-氯苯胺，37 个样品分析检测 1,2,4-三氯苯，45 个样品分析检测砷，20 个样品分析检测 1,4-二氯苯，58 个样品分析检测苯，18 个样品分析检测镍，25 个样品分析检测氯仿，11 个样品分析检测氟化物。

检测结果表明：调查地块土壤样品中超二类用地筛选值点位共 25 个，超筛污染物包括石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯、镍、氯仿、1,4-二氯苯或 4-氯苯胺。其中，石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛点位共 17 个（S66-1、S72-1、X4、X8、X10、X16、X18、X23、X25、X29、X44、2XS02、2XS04、2XS08、2XS24、X57、XDN03-4），超筛样品 34 个，超筛深度范围为 0~5.0m，最大超筛倍数为 17.84；苯超筛点位共 3 个（X23、X25、X29），超筛样品 4 个，超筛深度范围为 2.0~4.0m，最大超筛倍数为 17.68；1,4-二氯苯超筛点位共 1 个（X23），超筛样品 2 个，超筛深度范围为 2.0~4.0m，最大超筛倍数为 8.40；镍超筛点位共 3 个（S28-4、S28-5、S28-8），超筛样品 3 个，超筛深度范围为 0.5~1.0m、2.0~2.5m、3.0~3.5m，最大超筛倍数为 1.43；氯仿超筛点位共 2 个（S76-4、S76-6），超筛样品 2 个，超筛深度范围为 2.0~2.5m，最大超筛倍数为 5.76；4-氯苯胺超筛点位共 3 个（S50-3、X48、X49），超筛样品 5 个，超筛深度范围为 0~2.0m，最大超筛倍数为 71.63。

另外，调查地块中共 31 个土壤点位超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值。其中石油烃（C₁₀-C₄₀）共 24 个点位；苯共 2 个点位；镍共 5 个点位；邻苯二甲酸二（2-二乙基己基）酯共 1 个点位，根据相关规定，这些点位所在区域土壤后期需进行环境管理。

详细调查土壤超二类用地筛选值结果分析统计表见表 4.3-1，详细调查土壤超二类用地筛选值结果汇总表见表 4.3-2。

4.3.2 地下水详细采样调查

详细调查共布设 27 口地下水监测井，第一次加密 6 口地下水监测井（XGW01、XGW03、XGW04、XGW06~XGW08）；第二次补充调查布设 17 口地下水监测井（2BGW01、

2BGW03~2BGW18)；第三次加密 4 口地下水监测井 (2XGW01-浅井、2XGW01-深井、2XGW02-浅井、2XGW02-深井)。

检测结果显示：调查地块内共 6 口地下水井超筛选值，超筛指标为石油烃(C₁₀-C₄₀)、砷、1,2,4-三氯苯或苯。其中石油烃 (C₁₀-C₄₀) 共 4 口水井 (XGW08、2XGW01-浅井、2XGW02-浅井、2XGW02-深井) 超筛，超筛倍数分别为 0.19、2.79、50.9、77.3；砷共 1 口水井(XGW03)超筛(IV类标准)，超筛倍数为 1.70；1,2,4-三氯苯共 1 口水井(2BGW09)超筛 (IV类标准)，超筛倍数为 0.55；苯共 1 口水井 (2XGW02-浅井) 超筛 (IV类标准)，超筛倍数为 1.41。

调查地块详细调查地下水超筛指标结果统计见表 4.3-3，地下水超筛指标结果分析见表 4.3-4，地下水超筛点位见图 4.3-2。

第五章 调查地块超筛情况

5.1 调查地块土壤超筛情况（0~7.0m）

通过初步采样和详细采样调查检测结果分析，调查地块内土壤超二类用地筛选值点位共 35 个（S28、S50、S53/2XS02、S59、S60/2XS04、S61、S66/S66-1、S69/2XS08、S72/S72-1、S73、S76、S83、S86、S87、S92、S28-4、S28-5、S28-8、S50-3、S76-4、S76-6、X4、X8、X10、X16、X18、X23、X25、X29、X44、X48、X49、X57、2XS24、XDN03-4），超筛污染因子为石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯、4-氯苯胺、镍、氯仿或 1,4-二氯苯共 6 种。其中石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛点位共 23 个（S53/2XS02、S59、S60/2XS04、S66/S66-1、S69/2XS08、S72/S72-1、S73、S83、S86、S87、S92、X4、X8、X10、X16、X18、X23、X25、X29、X44、2XS24、X57、XDN03-4），超筛深度范围为 0~7.0m，最大超筛倍数为 17.84；苯超筛点位共 6 个（S59、S61、S66、X23、X25、X29），超筛深度范围为 1.0~4.0m、5.0~6.0m，最大超筛倍数为 17.68；1,4-二氯苯超筛点位共 3 个（S59、S61、X23），超筛深度范围为 2.0~4.0m、5.0~6.0m，最大超筛倍数为 18.35；镍超筛点位共 4 个（S28、S28-4、S28-5、S28-8），超筛深度范围为 0~1.0m、2.0~2.5m、3.0~3.5m，最大超筛倍数为 1.43；氯仿超筛点位共 3 个（S76、S76-4、S76-6），超筛深度范围为 0~2.5m，最大超筛倍数为 9.03；4-氯苯胺超筛点位共 4 个（S50、S50-3、X48、X49），超筛深度范围为 0~2.0m，最大超筛倍数为 71.63。

调查地块土壤超二类用地筛选值点位统计表见表 5.1-1，超二类用地筛选值投影面积统计表见表 5.1-2，超二类用地筛选值范围拐点坐标见表 5.1-3，超二类用地筛选值范围总图见图 5.1-1。

表 5.1-1 地块二初调、详调土壤超二类筛选值点位统计表（单位：mg/kg）

注：红色字体为超二类筛选值土壤样品，蓝色字体为超一类不超二类土壤样品

表 5.1-2 调查地块土壤超二类筛选值投影面积

序号	超筛污染物	超筛深度（m）	超筛范围面积（m ² ）
1	4-氯苯胺	0~2.0	1194.53
2	苯、1,4-二氯苯	3.0~7.0	167.95
3	镍	0~1.0、2.0~3.5	699
4	氯仿	0~3.0	489.68
5	石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	0~7.0	12982.92
6	石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）、苯、1,4-二氯苯	1.0~3.0	1686.79
7	石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）、苯	0~3.0	1792.39
8	石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）、4-氯苯胺	0~2.0、3.0~4.0	623.5
总计			19636.76

表 5.1-3 调查地块超二类用地筛选值范围拐点坐标

图 5.1-1 土壤超二类用地筛选值范围总图调查地块土壤超筛选值情况

5.2.1 土壤 0~0.5m 超筛情况

0~0.5m 超筛情况统计表见表 5.2-1，超筛范围边界控制点检测数据见表 5.2-2，超筛范围见图 5.2-1。

表 5.2-1 土壤 0~0.5m 超筛情况统计表

表 5.2-2 土壤 0~0.5m 超筛边界控制点检测数据

图 5.2-1 土壤 0~0.5m 超筛范围图土壤 0.5~1.0m 超筛情况

0.5~1.0m 超筛情况统计表见表 5.2-3，超筛范围边界控制点检测数据见表 5.2-4，超筛范围见图 5.2-2。

表 5.2-3 土壤 0.5~1.0m 超筛情况统计表

表 5.2-4 土壤 0.5~1.0m 超筛边界控制点检测数据

图 5.2-2 土壤 0.5~1.0m 超筛范围图土壤 1.0~2.0m 超筛情况

土壤 1.0~2.0m 超筛情况统计表见表 5.2-5,超筛范围边界控制点检测数据见表 5.2-6,超筛范围见图 5.2-3。

表 5.2-5 土壤 1.0~2.0m 超筛情况统计表

表 5.2-6 土壤 1.0~2.0m 超筛边界控制点检测数据

图 5.2-3 土壤 1.0~2.0m 超筛范围图

5.2.2 土壤 2.0~3.0m 超筛情况

土壤 2.0~3.0m 超筛情况统计表见表 5.2-7,超筛范围边界控制点检测数据见表 5.2-8,超筛范围见图 5.2-4。

表 5.2-7 土壤 2.0~3.0m 超筛情况统计表

表 5.2-8 土壤 2.0~3.0m 超筛边界控制点检测数据

图 5.2-4 土壤 2.0~3.0m 超筛范围图

5.2.3 土壤 3.0~4.0m 超筛情况

土壤 3.0~4.0m 超筛情况统计表见表 5.2-9,超筛范围边界控制点检测数据见表 5.2-10,超筛范围见图 5.2-5。

表 5.2-9 土壤 3.0~4.0m 超筛情况统计表

表 5.2-10 土壤 3.0~4.0m 超筛边界控制点检测数据

图 5.2-5 土壤 3.0~4.0m 超筛范围图

5.2.4 土壤 4.0~5.0m 超筛情况

土壤 4.0~5.0m 超筛情况统计表见表 5.2-11，超筛范围边界控制点检测数据见表 5.2-12，超筛范围见图 5.2-6。

表 5.2-11 土壤 4.0~5.0m 超筛情况统计表

表 5.2-12 土壤 4.0~5.0m 超筛边界控制点检测数据

图 5.2-6 土壤 4.0~5.0m 超筛范围图

5.2.5 土壤 5.0~6.0m 超筛情况

土壤 5.0~6.0m 超筛情况统计表见表 5.2-13，超筛范围边界控制点检测数据见表 5.2-14，超筛范围见图 5.2-7。

表 5.2-13 土壤 5.0~6.0m 超筛情况统计表

表 5.2-14 土壤 5.0~6.0m 超筛边界控制点检测数据

图 5.2-7 土壤 5.0~6.0m 超筛范围图土壤 6.0~7.0m 超筛情况

超筛情况统计表见表 5.2-15，超筛范围边界控制点检测数据见表 5.2-16，土壤 6.0~7.0m 超筛范围见图 5.2-8。

表 5.2-15 土壤 6.0~7.0m 超筛情况统计表

表 5.2-16 土壤 6.0~7.0m 超筛边界控制点检测数据

图 5.2-8 土壤 6.0~7.0m 超筛范围图土壤超一类用地筛选值不超二类用地筛选值情况

通过初步采样和详细采样调查检测结果分析，调查地块内含超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值的土壤点位共 66 个，污染因子有镍、铜、汞、石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯，1,4-二氯苯、4-氯苯胺、氯仿、苯并[a]芘、甲醛、邻苯二甲酸二（2-二乙基己基）酯。

调查地块土壤含超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值点位统计见表 5.2-17，土壤超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值范围图见图 5.2-9。

表 5.2-17 地块二土壤含超一类不超二类土层点位统计表

图 5.2-9 地块二超一类不超二类超筛范围总图（0~7.0m）调查地块地下水超筛情况

调查地块共布设地下水监测井 39 口（浅井 20 口、深井 19 口），初步调查布设地下水监测井 12 口，详细调查布设地下水监测井 27 口。

检测结果显示，调查地块地下水监测井共 11 口超筛，其中 9 口浅井超筛（GW08、GW09、GW10、GW12、GW13、XGW03、XGW08、2XGW01-浅井、2XGW02-浅井），2 口深井超筛（2BGW09、2XGW02-深井）；浅井超筛指标为氟化物、砷、苯、1,2,4-三氯苯、石油烃（C₁₀-C₄₀），深井超筛指标为 1,2,4-三氯苯、石油烃（C₁₀-C₄₀）。其中石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛水井共 7 口（GW08、GW12、GW13、XGW08、2XGW01-浅井、2XGW02-浅井、2XGW02-深井），最大超筛倍数为 77.3；氟化物超筛（IV类标准）水井共 1 口（GW10），超筛倍数为 0.11；砷超筛（IV类标准）水井共 3 口（GW08、GW09、XGW03），最大超筛倍数为 1.70；苯超筛（IV类标准）水井共 2 口（GW08、2XGW02-浅井），最大超筛倍数为 2.08；1,2,4-三氯苯超筛（IV类标准）水井共 2 口（GW09、2BGW09），最大超筛倍数为 0.55。

调查地块地下水超筛指标检测结果统计表见表 5.3-1，地下水超筛总图见图 5.3-1。

表 5.3-1 调查地块地下水超筛指标检测结果统计表（单位：mg/L）

图 5.3-1 地块二地下水超筛点位总图第六章 地块污染原因分析

6.1 调查地块土壤超筛选值原因分析

地块内浅层地下水流向为自西北向东南方向，土壤超筛点位、超筛指标及超筛点位所在位置见表 6.1-1。

表 6.1-1 土壤超筛点位统计表

6.1.1 石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛原因分析

调查地块土壤石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛点位共 24 个，超筛点位可分成五个连片区域，地下水流向为西北向东南方向，连片区域具体污染分析如下：

一、第一个连片区域的点位有 7 个（按地下水流向分别有 X44、X10、S86、S87、X8、S83、2XS24），其中表层（0~0.5m）超筛点位有 4 个（X10、S86、X8、S83），说明该区域存在石油烃（C₁₀-C₄₀）污染源。具体点位分析如下：

①X44 位于厂区内部道路且在污水管网旁，历史时期该点位位于硬油冷却车间，该点位超筛样品数量 1 个，超筛深度范围为 1.0~2.0m，土壤岩性为中砂，由于其它分层土壤石油烃（C₁₀-C₄₀）含量非常低（14~138mg/kg），说明该点位地面不存在污染源，且该点位位于该连片区域的地下水上游方向，因此推测该点位石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛的原因是附近的污水管网（1.5m 左右埋深）泄露导致的。

②X10 位于烷基苯集散区，历史时期该点位所在区域曾作为泵房、旧污水处理站②使用，该点位超筛样品数量 5 个，超筛深度为 0~4.0 m，土壤岩性分别为杂填土、素填土、中砂，从历史沿革来看，推测该点位石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛的原因是由于泵房和污水处理站②含油废水泄露造成的。

③S86 位于烷基苯集散区，历史时期该点位位于旧污水处理站②内，超筛样品数量 2 个，超筛深度分别为 0~0.5m、1.0~2.0 m，超筛土壤岩性为杂填土，推测该点位石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛是由于污水处理站②含油废水泄露造成的。

④S87 位于烷基苯集散区，历史时期该点位位于维修车间和旧污水处理站②，该点位超筛样品数量 1 个，超筛深度为 1.0~2.0 m，土壤岩性为中砂，该点位表层土（0~1.0m）

石油烃（C₁₀-C₄₀）含量也较高（1365~2040mg/kg），推测该点位石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛是因为污水处理站②含油废水存在泄露造成的。

⑤X8 位于烷基苯集散区，历史时期该点位附近有旧污水处理站②、泵房、维修间，该点位超筛样品数量 3 个，超筛深度为 0~3.0 m，土壤岩性为杂填土和淤泥质黏土，该点位历史时期位于合成脂肪酸车间与污水处理站②中间，因此推测该点位石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛原因有 2 个：一是合成脂肪酸车间生产过程中存在油脂泄露导致的；二是旧污水处理站②含油废水泄露造成的。

⑥S83 位于烷基苯集散区，历史时期该点位位于合成脂肪酸车间旁，超筛样品数量 1 个，超筛深度为 0~0.5 m，因此推测该点位是合成脂肪酸车间油脂泄露造成的。

⑦2XS24 位于维修车间旁，历史时期也作维修房使用，该点位超筛样品数量 1 个，超筛深度为 0.5~1.0 m，土壤岩性为杂填土，该点位 0~0.5m 土壤虽未超筛，但石油烃（C₁₀-C₄₀）检测值接近二类用地筛选值（3130mg/kg），因此推测该点位石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛是因为维修车间废机油泄露造成的。

二、第二个石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛连片区域的点位有 4 个（按地下水流向分别有 S73、S72、S72-1、X4），该连片区域主要污染深度为 2.0~5.0m、6.0~7.0m，最大超筛点位为 S72，最大超筛倍数为 2.64，最大倍数超筛深度为 6.0~7.0m。具体点位分析如下：

（1）S73 位于配电房与浪宝计量楼西侧，该点位附近存在含油废水污水收集管线，超筛样品 1 个，超筛深度为 2.0~3.0 m，土壤岩性为淤泥质黏土，其他土层石油烃（C₁₀-C₄₀）含量较低（53~290mg/kg），该点位距离香皂车间含油废水收集管网 6m 左右，推测该点位超筛的原因是含油废水收集管网泄露造成的。

（2）S72/S72-1 位于区域 4 配电房内，历史时期该点位位于设备维修间内，S72/S72-1 超筛样品数量 3 个，超筛深度分别为 2.0~4.0 m、6.0~7.0 m，超筛土壤岩性均为中砂，该点位 0~1.0 m 土壤石油烃（C₁₀-C₄₀）含量超一类未超二类筛选值（1270~1630mg/kg），1.0~2.0 m 含量较低（80~322mg/kg），2.0~4.0 m 超二类筛选值，因此推测该点位表层土壤石油烃（C₁₀-C₄₀）含量高的原因是设备维修间存在机油泄露的情况，2.0~4.0 m 石油烃

(C₁₀-C₄₀)超筛的原因是地下水上游方向石油烃(C₁₀-C₄₀)在土壤和地下水向中迁移造成的。

(3) X4 位于区域 4 洁厕精包装仓库, 历史时期该点位位于合脂分离工段和回收池内, 该点位土壤超筛样品 3 个, 超筛深度为 2.0~5.0 m, 且该点位位于 S72、S72-1 地下水下游方向, 由于该点位 0~0.5 m 土壤石油烃(C₁₀-C₄₀)含量较低(88mg/kg), 说明地面污染源没有泄露, 附近亦无污水管网, 因此推测该点位石油烃(C₁₀-C₄₀)超筛的原因是地下水上游方向石油烃(C₁₀-C₄₀)在土壤和地下水中横向迁移造成的。

三、第三个连片区域内在地块一东侧, 有 8 个点位(S53、S59、S66、S66-1、S92、X23、X25、X29), 其中有五个点位表层超筛(S66、S66-1、S60、X23、X16), 且这五个点位距离较近, 说明该区域地面存在石油烃(C₁₀-C₄₀)污染源, 具体点位分析如下:

(1) S53 位于洗衣粉成品仓内, 热风炉附近, 历史时期该点位所在区域曾经作为洗衣粉生产车间使用, 热风炉使用的燃料是重油和煤。该点位超筛样品 4 个, 超筛深度为 0.5~4.0 m, 超筛深度土壤岩性为杂填土和淤泥质砂土, 该点位距离地块一边界红线 9m 左右, 且地块一边界控制点 1XS02 点位 0.5~2.0m 石油烃(C₁₀-C₄₀)亦超筛, 1XS02 点位在 S53 点位地下水上游方向, 结合地下水流向及超筛深度分析, 该点位石油烃(C₁₀-C₄₀)超筛推测是地块一重油在输送或使用过程中发生泄露, 土壤和地下水中石油烃(C₁₀-C₄₀)迁移到 S53 点位。1XS02 点位与 S53 点位位置关系图见 6.1-1。

图 6.1-1 地块一和地块二石油烃(C₁₀-C₄₀)超筛点位位置关系图

②S92 位于合成洗衣粉车间且位于污水收集管线旁(距离地块一边界红线 6m), 历史阶段曾作为冷冻房, 超筛样品 1 个, 超筛深度为 1.0~2.0 m, 超筛深度土壤岩性为杂填土, 该点位 0~6.0 m 其他土层的石油烃(C₁₀-C₄₀)均超一类筛选值(2180~3580mg/kg), 且该点位周边点位(位置关系见图 6.1-1)石油烃(C₁₀-C₄₀)均超筛, 调查地块土壤中石油烃(C₁₀-C₄₀)最大超筛点位为 S66-1 距离该点位 20m, 推测该点位石油烃(C₁₀-C₄₀)超筛原因有 3 个: 一是车间机油或者冷冻房冷冻油泄露造成的; 二是周边土壤和地下水中石油烃(C₁₀-C₄₀)迁移造成的; 三是附近污水收集管线泄露造成的。

③X29 位于合成洗衣粉车间旁（S92 北侧 20m，距离地块一边界红线 11m），超筛样品 1 个，超筛深度为 2.0~3.0 m，超筛深度土壤岩性为淤泥质土，该点位除 2.0~3.0 m 外的其他土层石油烃（C₁₀-C₄₀）浓度均未超一类用地筛选值（12~282mg/kg），因此推测该点位超筛是周边土壤和地下水中石油烃（C₁₀-C₄₀）横向迁移导致的。

④X25 位于区域 4 磺化罐区控制室且在污水收集管网旁，超筛样品 2 个，超筛深度为 0.5~2.0 m，超筛土壤岩性为杂填土，X25 位于 S66-1 北侧 15m，且 S66-1 是整个连片区域超筛倍数最大点位，超筛深度为 0~3.0 m，推测 X25 点位超筛原因主要有 2 个：一是污水收集管网泄露造成的；二是周边土壤和地下水中石油烃（C₁₀-C₄₀）在土壤和地下水中迁移导致的。

⑤S66/S66-1 位于区域 4 磺化罐区和磺化车间中间，历史时期点位 S66/S66-1 附近有合成洗衣粉车间、冷冻房、烷基苯车间、旧危险品仓库、污水管线。S66/S66-1 超筛样品 7 个，超筛深度分别为 0~3.0m、4.0~7.0m，超筛土壤岩性分别为杂填土和淤泥质土。该点位超筛倍数为地块内最大点位，推测 0~3.0 m 土壤超筛的原因是由于该点位在历史时期冷冻油或者废机油泄露造成的；S66 点位在 4.0~7.0 m 超筛可能是因为该范围土壤岩性为淤泥质土，淤泥质土透水性较差，石油烃（C₁₀-C₄₀）迁移至此累积而成。

⑥X23 位于区域 4 磺化罐区内，历史阶段附近有旧污水处理站①、冷冻房、污水管线，超筛样品数量为 3 个，超筛深度分别为 0~1.0 m、2.0~3.0 m，超筛土壤岩性分别为杂填土和淤泥质黏土，由于该点位位于 S66-1 的下游方向，因此推测该点位超筛的原因有 2 个，一是由于冷冻油、污水处理站①或污水管线泄露导致的；二是地下水上游方向土壤和地下水中石油烃（C₁₀-C₄₀）迁移造成的。

四、第四个连片区域内的点位有 4 个（按地下水流向分别有 S60、X16、S69、X18），其中表层超筛的点位有 S60、X16，说明该区域也存在地面污染源，土壤中石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛原因具体点位分析如下：

①S60 位于区域 4 硫磺库内，历史阶段曾作为旧危险品仓库，超筛样品 2 个，超筛深度为 0~1.0 m，超筛土壤岩性为杂填土，推测 S60 点位表层石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛是因为危险品仓库中的汽油、柴油泄露造成的。

②X16 位于区域 4 磺化水泵房，历史阶段周边的构筑物有旧危险品仓库、污水管线，超筛样品 3 个，超筛深度范围为 0~2.0 m，超筛土壤岩性为杂填土，该点位的超筛浓度在该连片区域内最大，推测该点位石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛的原因同 S60 点位一样是危险品仓库中的汽油、柴油泄露造成的。

③S69 位于区域 4 磺化水泵房，历史阶段周边的构筑物有苯储罐区，超筛样品 2 个，超筛深度为 0.5~2.0 m，土壤岩性为杂填土，推测该点位石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛是由于地下水上游土壤和地下水中石油烃（C₁₀-C₄₀）迁移造成的。

④X18 位于磺化水泵房东南方向附近（S69 点位的地下水下游方向），该点位超筛样品数量 1 个，超筛深度为 0.5~1.0 m，土壤岩性为杂填土，由于该点位其他土层石油烃（C₁₀-C₄₀）含量比较低（52~526mg/kg），因此推测该点位石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛是因为石油烃（C₁₀-C₄₀）在土壤和地下水中迁移至此造成的。

五、第五个连片区域的点位有 X57，该点位位于区域 4 危险品仓附近，该点位超筛样品 1 个，超筛深度为 3.0~4.0m，超筛土壤岩性为淤泥质黏土，1.0~3.0m 超一类未超二类用地筛选值，且石油烃（C₁₀-C₄₀）浓度呈逐渐增大趋势（23mg/kg、576mg/kg、878mg/kg、3950mg/kg），说明石油烃（C₁₀-C₄₀）在土壤中向下迁移，最终在淤泥质土中富集，推测该点位石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛是由于危险品仓存放汽油、柴油泄露造成的。

6.1.2 苯超筛原因分析

调查地块土壤样品中共 6 个点位苯出现超筛（沿地下水流向分别有 X29、X25、S66、X23、S59、S61），其中有五个点位处在一个连片区域，该区域内历史沿革过程中曾作为烷基苯制造车间，主要的原辅材料之一是苯，且有多个苯储罐在附近，所以这六个点位苯超筛的主要原因是原辅材料苯泄露造成的。

图 6.1-2 地块一和地块二苯超筛点位位置关系图

6.1.3 1,4-二氯苯超筛原因分析

调查地块土壤样品中共 3 个点位 1,4-二氯苯出现超筛（X23、S59、S61），且这三个点位苯均超筛，超筛深度与苯的超筛深度完全一致，推测 1,4-二氯苯超筛与苯有直接关系。X23 位于磺化罐区且在污水管线旁（5m），历史阶段附近的构筑物有旧污水处理站①、冷冻房，该点位超筛样品数量为 2 个，超筛深度为 2.0~4.0 m，超筛土壤岩性为淤泥质黏土。S59 位于磺化罐区，历史时期该点位在旧污水处理站①，该点位超筛样品数量为 1 个，超筛深度为 5.0~6.0 m，土壤岩性为淤泥质黏土。S61 位于磺化罐区，历史时期该点位所在区域未做其他功能区使用，该点位超筛样品数量为 1 个，超筛深度为 5.0~6.0 m，土壤岩性为淤泥质黏土。三个点位超筛深度土壤岩性均为淤泥质黏土，推测三个点位 1,4-二氯苯超筛原因一致，超筛原因有 3 个：一是 1,4-二氯苯作为液洗车间的原材料，在储存、转运过程中泄露导致的；二是因为旧污水处理站①或污水管道泄露造成的；三是土壤中的苯和氯化物反应生成 1,4-二氯苯最终在淤泥质黏土中富集导致的。

6.1.4 4-氯苯胺超筛原因分析

调查地块土壤样品中共 4 个点位 4-氯苯胺超筛（S50、S50-3、X48、X49），该 4 个点位均位于区域 3 西南角危险品仓区域，其中 S50、S50-3、X49 位于危险品仓附近，超筛深度均为 0~0.5 m，X48 位于危险品仓内，超筛样品 3 个，超筛深度为 0~2.0 m，4 个点位超筛土壤岩性均为杂填土，因此推测该点位 4-氯苯胺超筛的原因为原辅材料在贮存过程中存在泄露导致的。

6.1.5 镍超筛原因分析

调查地块土壤样品中共 4 个点位镍超筛（S28、S28-4、S28-5、S28-8），均位于区域 2 工艺皂车间内，历史时期该区域为硬化油触媒车间。这四个点位距离较近，超筛深度为 0~1.0 m、2.0~4.0 m，土壤岩性为杂填土和中砂，这四个点位只有 S28 点位表层超筛，推测是地面污染源泄露造成 S28 表层金属镍污染，然后再向下或四周扩撒，由于在硬化油触媒工段用到硫酸镍做催化剂，推测这几个点土壤中金属镍超筛的原因是触媒催化剂（硫酸镍）使用过程中泄露或硬化油生产环节产生的含镍废水泄露造成的。

6.1.6 氯仿超筛原因分析

调查地块土壤样品中共 3 个点位氯仿超筛（S76、S76-4、S76-6），三个点均位于区域 4 液洗车间内，超筛样品 4 个，超筛深度为 0~3.0m，超筛土壤岩性为杂填土和中砂。其中只有 S76 表层土壤氯仿超筛，说明是地面污染源泄露造成 S76 表层超筛，再向下/周边扩散，因此推测该区域氯仿超筛原因是液洗车间生产过程中原料泄露导致的。

6.2 地块地下水超筛选值原因分析

地块内地下水超筛点位有 11 个，其中有 2 口深井超筛（2BGW09、2XGW02-深井）、9 口浅井超筛，超筛的详细情况见表 6.2-1。

表 6.2-1 地下水超筛点位统计表

6.2.1 石油烃（C₁₀-C₄₀）污染原因分析

调查地块共 7 口地下水井石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛（S51/GW08、S80/GW12、S87/GW13、XGW08、2XGW01-浅井、2XGW02-浅井、2XGW02-深井），其中：

S51/GW08 位于区域 3 危险品仓内，推测该点位石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛是因为危险品仓库储存的汽油和柴油出现过泄露造成地下水污染。

S80/GW12、S87/GW13、2XGW01-浅井位于同一个土壤石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛区域，该区域的这三口水井石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛同土壤石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛原因一致，一是合成脂肪酸车间油脂或维修车间废机油泄露造成的；二是污水处理站②含油废水泄露造成的。

XGW08 位于第二个土壤石油烃（C₁₀-C₄₀）连片超筛区域的北侧，该水井石油烃（C₁₀-C₄₀）的原因同第二个土壤石油烃（C₁₀-C₄₀）连片超筛区域一致，推测是因为含油废水污水管网（距离水井 3m）泄露造成的。

2XGW02-浅井、2XGW02-深井位于位于第三个土壤石油烃（C₁₀-C₄₀）连片超筛区域的最大超筛点位旁，该水井的深浅井石油烃（C₁₀-C₄₀）均超筛，超筛原因同该区域土壤超筛原因一致，一是地面污染源（冷冻油、废机油）泄露造成地下水石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛，二是地下水上游方向的石油烃（C₁₀-C₄₀）随土壤和地下水横向迁移造成的。

6.2.2 砷污染原因分析

调查地块共 3 口地下水井砷超筛（S51/GW08、S59/GW09、XGW03），其中：

S51/GW08 点位位于危险品仓库，该区域所有土壤点位砷指标均没有超筛，危险品仓库也没有储存含砷的原辅材料，且地下水中砷的超筛倍数只有 0.17，因此推测该点位砷超筛是因为土壤中原有的砷溶于地下水造成的。

S59/GW09 点位位于区域 4 成品仓边缘（靠近磺化罐区），超筛倍数为 0.05，XGW03 位于区域 5 停车场内，超筛倍数为 1.70，历史上这两个点位均处于旧污水处理站①内，在历史污染识别过程中，只在热风炉燃煤工段识别出重金属砷，同时这两个点位西侧有一个煤场（地下水上游方向，煤场地下水点位砷超筛 5.68），因此推测该点位砷超筛是因为上游地下水砷超筛，随着地下水流动迁移至此，造成 GW09 和 XGW03 两个点位砷超筛。

6.2.3 苯污染原因分析

调查地块共 2 口地下水井苯超筛（S51/GW08、2XGW02-浅井），S51/GW08 位于区域 3 危险品仓内，该点位地下水中石油烃（C₁₀-C₄₀）也超筛，因此推测该点位地下水苯超筛的原因为危险品仓中储存的汽油和柴油含有苯存在泄露造成的。2XGW02-浅井位于区域 4 磺化车间旁（土壤点位 S66 旁），S66 土壤点位超二类筛选值，且周边存在多个土壤苯超筛点位（S59、X23、X25、X29），因此推测该水井苯超筛的原因是原辅材料苯泄露迁移至地下水造成的。

6.2.4 1,2,4-三氯苯污染原因分析

调查地块共 2 口地下水井 1,2,4-三氯苯超筛（S59/GW09、2BGW09），S59/GW09、2BGW09 位于区域 4 成品仓库边缘，磺化罐区东北侧，历史时期该区域作为污水处理站①使用。该点位土壤中苯和 1,4-二氯苯均超筛，推测该点位 1,2,4-三氯苯超筛的原因有 3 个：一是污水处理站①或污水管网泄露造成的，二是 1,2,4-三氯苯作为生产原料泄露造成的，三是苯系物和氯化物（次氯酸钠）之间发生反应生成的。

6.2.5 氟化物污染原因分析

调查地块共 1 口地下水井氟化物超筛（GW10），超筛倍数为 0.11，该点位位于区域 4 硫磺库内，在污染识别中该区域未识别到氟化物，推测该点位氟化物超筛是由于调查地块内冷冻房制冷剂的氟化物（氟利昂）随着地下水迁移至该区域造成的。

第七章 地下水气味及颜色分析

项目于 2022 年 3 月 4 日召开第一次专家评审会，鉴于污水处理站调节池污泥尚未处置、土壤和地下水污染状况尚不稳定，地块地下水严重异味和颜色原因不明确，专家组不同意该报告通过评审。为了解决浪奇地块二地下水有严重异味和颜色，我司委托了华南环境科学研究所展开了地下水颜色和气味专题研究，本章引用《广州浪奇化工厂地块二的特征污染物识别技术服务项目》部分章节内容。

7.1 总体方案概述

项目组于 2022 年 6 月中旬对地块进行了现场踏勘，主要查看了现场初步调查和详细调查的地下水颜色和异味情况，调查发现地块中区域 4 的地下水井颜色和臭味较为突出，地下呈现淡黄色、棕黄色、棕色等颜色，表层存在一些泡沫，且都伴有一定异味。

本项目在初步、详细调查报告和地块相关历史资料收集整理的基础上，通过进一步现场踏勘，确定重点关注区域，列出潜在污染物清单，采集代表性的土壤和地下水样本，对样品进行污染物的靶向和非靶向筛查，结合污染物理化性质等，剖析导致地下水颜色和异味的原因。

7.1.1 采样点位布设

(1) 采样点确定

根据前期调查结果和现场踏勘情况，地块区域 4 主要为储存装卸区（苯、烷基苯、碱液、硫磺等）、产品生产区（磺化车间、洗衣洁厕产品生产等）和污染处理区（污水处理、危废储存）等，初步识别的污染物种类比较多，而详细调查时监测的目标物较少（主要监测了初步调查超筛的化合物），因此将这区域 4 作为本次调查的目标区域，在详细调查发现的主要土壤和地下超筛区域以及地下水颜色和异味异常的区域布设土壤和地下水监测点位，而且土壤和地下水监测点位尽可能靠近，另外在区域 1 选择了一个点位作为对照点位。具体点位布设如图 7.1-1 所示。

图 7.1-1 地下水颜色和异味补充调查点位图

(2) 采样深度确定

土壤采样点深度设计原则如下：①根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）中相关要求，土壤采样深度应根据污染源位置、迁移和地层结构以及水文地质等进行判断设置，保证在每个土层选择具有代表性的样品进行检测；②土壤最大采样深度主要参考场内场内异常土层深度，原则上应达到无污染区域，如对污染物有较强阻滞作用的弱透水层以下，根据前期调查，场地最大污染深度为 7m，本次调查的采样深度为 7m；③采样现场使用 XRF（X-射线荧光分析仪）、PID（VOCs 光离子检测仪）等设备辅助判断具体的采样深度，尽量采集设备读数高、土壤颜色异常的土壤区段，以保证采集具有代表性的土壤样品；④一般情况下同性质土层采集 1 个土壤样品，当同性质土层中出现明显污染痕迹时，应根据实际情况考虑在同一土层增加采样点位，原则上每个钻孔采集 3 个样品；⑤现场采样时根据实际情况（如土壤质地等因素）对采样点位置和深度进行适当调整。

地下水采样主要延续了初步调查和详细调查的监测井，地下水采样在水位线以上 0.5m、含水层和土层交界处等综合判断采样。考虑到全面采集有机污染物，并与详细调查的监测井相对应，沿用了深井和浅井进行采样。

表 7.1-1 土壤采样编号、样品状态及采样深度
表 7.1-2 地下水采样编号、样品状态及采样深度

7.2 测试指标与方法

7.2.1 土壤和地下水常规指标分析

(1) 土壤常规指标分析

基本理化性质（3 项）：pH 值、含水率、有机质

重金属和无机物（5 项）：砷、镍、铁、锰、硫化物

VOC（64项）：采用 HJ 605-2011 土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集气相色谱-质谱法进行全扫定性,对 HJ 605-2011 标准方法中能检出的所有物质进行定量,具体包括:二氯二氟甲烷、氯甲烷、氯乙烯、溴甲烷、氯乙烷、三氯氟甲烷、1,1-二氯乙烯、丙酮、碘甲烷、二硫化碳、二氯甲烷、反式-1,2-二氯乙烯、1,1-二氯乙烷、2,2-二氯丙烷、顺式-1,2-二氯乙烯、2-丁酮、溴氯甲烷、氯仿、1,1,1-三氯乙烷、四氯化碳、1,1-二氯丙烯、苯、1,2-二氯乙烷、三氯乙烯、1,2-二氯丙烷、二溴甲烷、一溴二氯甲烷、4-甲基-2-戊酮、甲苯、1,1,2-三氯乙烷、四氯乙烯、1,3-二氯丙烷、2-己酮、二溴氯甲烷、1,2-二溴乙烷、氯苯、1,1,1,2-四氯乙烷、乙苯、1,1,2-三氯丙烷、间,对-二甲苯、邻-二甲苯、苯乙烯、溴仿、异丙苯、溴苯、1,1,2,2-四氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷、正丙苯、2-氯甲苯、1,3,5-三甲基苯、4-氯甲苯、叔丁基苯、1,2,4-三甲基苯、仲丁基苯、1,3-二氯苯、4-异丙基甲苯、1,4-二氯苯、正丁基苯、1,2-二氯苯、1,2-二溴-3-氯丙烷、1,2,4-三氯苯、六氯丁二烯、萘、1,2,3-三氯苯。

特征污染物：石油烃 C6-C9、C10-C40 及分段 C10-12、C13-16、C17-21、C22-40。

(2) 地下水常规指标分析

重金属（4项）：铁、锰、砷、镍

VOC（56项）：采样 HJ 639-2012 水质挥发性有机物的测定 吹扫捕集气相色谱—质谱法进行全扫定性。对 HJ 639-2012 标准方法中能检出的所有物质进行定量。具体包括:氯乙烯、1,1-二氯乙烯、二氯甲烷、反式-1,2-二氯乙烯、1,1-二氯乙烷、氯丁二烯、顺式-1,2-二氯乙烯、2,2-二氯丙烷、溴氯甲烷、氯仿、1,1,1-三氯乙烷、1,1-二氯丙烯、四氯化碳、苯、1,2-二氯乙烷、三氯乙烯、1,2-二氯丙烷、二溴甲烷、一溴二氯甲烷、环氧氯丙烷、顺-1,3-二氯丙烯、甲苯、反-1,3-二氯丙烯、1,1,2-三氯乙烷、四氯乙烯、1,3-二氯丙烷、二溴氯甲烷、1,2-二溴乙烷、氯苯、1,1,1,2-四氯乙烷、乙苯、间,对-二甲苯、邻-二甲苯、苯乙烯、溴仿、异丙苯、1,1,2,2-四氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷、溴苯、正丙苯、2-氯甲苯、1,3,5-三甲基苯、4-氯甲苯、叔丁基苯、1,2,4-三甲基苯、仲丁基苯、4-异丙基甲苯、1,3-二氯苯、1,4-二氯苯、正丁基苯、1,2-二氯苯、1,2-二溴-3-氯丙烷、1,2,4-三氯苯、六氯丁二烯、萘、1,2,3-三氯苯。

石油烃：C6-C9、C10-C40 及分段 C10-12、C13-16、C17-21、C22-40。

其他指标：阴离子表面活性剂、氰化物、硫酸盐、氯化物、硫化物。

7.2.2 特征污染物（颜色/异味物质）筛查

为了确认本场地在洗涤剂生产过程中使用的一些原辅材料、可能出现的一些中间产物和降解产物，以及有颜色/异味物质的污染情况和污染物种类，在本场地的区域 4 为主要重污染区进行布点，采集土壤和地下水样品进行 VOC 和 SVOC 的非靶向筛查。一共设置 7 个点位，采集 22 个土壤样品和 14 个地下水样品用于有机物的非靶向筛查。旨在查明场地中异味物质和有颜色的种类及其分布情况，为场地治理修复施工过程中恶臭类污染物的有效控制与治理，减少环境影响，提供科学依据。

① 颜色物质筛查方法

根据质谱解析数据确定本场地土壤和地下水中的疑似污染物以后，利用其对应的 CAS 号通过化学物质网络数据库（化源网）注意查询各疑似污染物的理化性质，挑选出有颜色的污染物逐一登记，以便后续进行地下水颜色分析；同时根据文献资料等查询确定所测定常规指标中有颜色的或者与颜色有关的指标，一并进行颜色剖析。

② 异味物质筛查方法

化工类污染场地存在种类繁多的异味物质，为有效开展恶臭类污染物的污染防治和管理，需要从多种恶臭类污染物中筛选出一些影响突出、存在量大、分布广泛、对人体健康和生态环境危害大的特征性异味物质，开展有效治理与管控。

日本恶臭环境协会 1988 年提出的异味物质清单目前世界上较为完整的异味物质列表，我国《异味物质排放标准》（GB14554-1993）中确定的 8 种恶臭受控物质（氨、甲胺、甲硫醚、甲硫醇、二甲二硫、苯乙烯、硫化氢、二硫化碳）均包含在该列表当中。

有关异味物质的研究表明，造成某种臭味的主要物质不是物质浓度最高的异味物质，而是阈稀释倍数最高的异味物质。根据《空气质量 恶臭的测定 三点比较式臭袋法》（GBT 14675-1993）中的定义，恶臭类阈稀释倍数是气体中某种异味物质的浓度与该物质嗅阈值的比值。阈稀释倍数越高，则该物质的人体或环境影响越大。

为了筛选出场地中主要的恶臭类污染物，本项目根据该场地前期调查结果，在场地中选择了重点污染区，采集了土壤和地下水样品，并对样品中的 VOCs 和 SVOCs 类物质进行全扫描，然后与日本恶臭环境协会 1988 年提出的异味物质清单进行比对，以此确定本场地土壤和地下水中的恶臭类污染物种类。本研究确定了恶臭类物质种类，但是本地块监测的是土壤和地下水中的 VOC 和 SVOC，对异味物质的阈稀释倍数的计算是基于某种异味物质的在土壤和地下水中的浓度与该物质嗅阈值的比值，计算结果也可以一定程度上反映该物质对异味的贡献。

7.3 地块土壤和地下水常规指标结果分析

7.3.1 土壤基本理化性质

本次调查在地块内共采集了 22 个土壤样品。根据检测报告，地块内土壤样品 pH 范围为 4.37~9.96，土壤基本理化性质（pH 值）统计结果见表 7.3-1。可见，强酸性（ $\text{pH} \leq 4.5$ ）土壤样品有 1 个，占总样品数的 4.55%；酸性（ $\text{pH}: 4.5 \sim 5.5$ ）土壤样品有 2 个，占总样品数的 9.09%；微酸性（ $\text{pH}: 5.5 \sim 6.5$ ）土壤样品有 1 个，占总样品数的 4.55%；中性（ $\text{pH}: 6.5 \sim 7.5$ ）土壤样品有 4 个，占 18.18%；碱性（ $\text{pH} > 7.5$ ）土壤样品有 14 个，占 63.63%。总体来看，碱性土壤样品占比最大。

表 7.3-1 土壤 pH 值频率统计表

其它土壤基本理化性质包括水分、有机质和硫化物，分析结果统计如下：

水分含量范围在 9.3%~64.2%，平均值为 24.95%；

有机质的含量范围在 1.05~72.6g/kg，平均值为 19.62g/kg；

硫化物的含量范围在 2.52~126mg/kg，平均值为 37.15mg/kg。

7.3.2 土壤重金属

本次调查所监测的 22 个土壤样品中，重金属监测指标包括砷、镍、铁、锰，4 种重金属均被检出，均未超风险筛选值。分析结果统计见表 7.3-2。根据调查地块土壤污染风险筛选值进行评价，结果表明：

砷的含量范围在 3.18~41.9 mg/kg，平均值为 17.65 mg/kg，没有超筛选值；

镍的含量范围在 ND~47 mg/kg，平均值为 18.87 mg/kg，没有超筛选值；

锰的含量范围在 180~910mg/kg，平均值为 370mg/kg，没有超筛选值；

铁（以 Fe₂O₃ 计）的含量范围在 1.86%~6.77%。

表 7.3-2 土壤中重金属检测结果统计与评价表

注：“ND”表示未检出，未检出样品采用 1/2 检出限参加计算。

7.3.3 地下水基本性质

本次初步调查在地块内设置了 7 组 14 口地下水监测井，共采集了 14 个地下水样品，各监测点位地下水样品的检测结果统计见表 7.3-3。由检测结果可知，地下水样品 pH 值范围为 6.6~9.3，总体呈弱碱性；地下水样品中无机物共检出 7 项。在被检出的指标中，超筛选值指标包括硫化物、氯化物、硫酸盐、锰、铁共 5 项，共有 10 个地下水监测井样品出现污染物超筛选值现象。其中：

2 个地下水样品出现硫化物超筛选值现象，最大超筛倍数为 16.8；

1 个地下水样品出现氯化物超筛选值现象，超筛倍数为 0.05；

4 个地下水样品出现硫酸盐超筛选值现象，最大超筛倍数为 4.83；

1 个地下水样品出现锰超筛选值现象，超筛倍数为 4.36；

4 个地下水样品出现铁超筛选值现象，最大超筛倍数为 143.5。

表 7.3-3 地下水污染物检测结果统计与评价表

注：（1）“ND”表示未检出，未检出样品采用 1/2 检出限参加计算；（2）除注明单位外，其他项目含量单位为 μg/L；（3）表中仅列检出项目。

7.4 地下水表面活性剂结果分析

通过对初调和详调报告进行分析，区域 1、2、3 及 5 超标样点相对较少，整个厂区污染主要污染物超标区域集中在区域 4，土壤和地下水超标严重，地下水的颜色和异味

明显，作为重点调查对象。地下水采样共设置 7 个点位，地下水样品 14 个，分别用 HNS-GW1（1、2）——HNS-GW7（1、2）编号，括号中数字 1 代表浅井，2 代表深井。样品检出指标结果统计表见表 7.4-1。

由表可知，调查地块除了 HNS-GW3-2 样品，其余 16 个地下水样品中阴离子表面活性剂均有不同程度的检出。其中 HNS-GW1、HNS-GW3、HNS-GW4 地下水监测井中阴离子表面活性剂检出含量范围 ND~0.32mg/L，污染程度低，检出值基本低于《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中 IV 类标准。HNS-GW2、HNS-GW5 地下水监测井中阴离子表面活性剂检出含量范围 1.14~3.15mg/L，受到一定的阴离子表面活性剂污染，该区域地面主要为烷基苯的集散区，烷基苯是阴离子表面活性剂主要的合成原料，在合成阴离子表面活性剂、运输过程可能发生泄漏，以及其他污染源排放的阴离子表面活性剂可能通过地下水发生迁移，因此对地下水产生污染。

此外，可以明显看出 HNS-GW6、HNS-GW7 的地下水阴离子表面活性剂含量最多，该区域地面主要为洗衣粉车间和磺化罐区，洗衣粉中含有许多的表面活性剂，而磺化产品是洗衣粉和液体洗涤剂产品的主要原料。阴离子表面活性剂检测范围为 1.86mg/L~12.0mg/L，而且深井地下水污染物浓度明显高于浅井地下水，原因可能是洗衣粉车间、磺化罐区贮存过程材料泄漏导致，且污染物随着时间推移迁移到更深的地下水区域。

表 7.4-1 地下水阴离子表面活性剂测试结果

7.5 地块石油烃分析结果

7.5.1 土壤石油烃结果分析

调查地块内 22 个土壤样品的石油烃样品检测结果统计见表 7.5-1 所示。可见，石油烃（C₆-C₉）检出率为 50%，而石油烃（C₁₀-C₄₀）全部样品均检出。根据调查地块土壤污染风险筛选值进行评价，结果表明：

石油烃（C₆-C₉）的含量范围为 ND~105 mg/kg，平均值为 5.53 mg/kg，没有超风险筛选值；

石油烃（C₁₀-C₄₀）的含量范围为 13~9700 mg/kg，平均值为 1081 mg/kg，超筛选值点位有 2 个，超筛选值样品数 2 个，最大超筛倍数为 1.16。

每个样品分别获得石油烃（C₁₀-C₁₂）、石油烃（C₁₃-C₁₆）、石油烃（C₁₇-C₂₁）、石油烃（C₂₂-C₄₀）4 个碳段范围物质含量，并分别以毒性较大的芳香烃（C₁₀-C₁₂）、芳香烃（C₁₃-C₁₆）、芳香烃（C₁₇-C₂₁）、芳香烃（C₂₂-C₄₀）作为表征计算污染风险筛选值来进行评价，结果表明：

石油烃（C₁₀-C₁₂）含量范围为 4~527 mg/kg，平均值为 41 mg/kg，没有超筛选值；

石油烃（C₁₃-C₁₆）的含量范围为 1~1990 mg/kg，平均值为 236 mg/kg，没有超筛选值；

石油烃（C₁₇-C₂₁）含量范围为 2~7620 mg/kg，平均值为 736 mg/kg，超筛选值点位有 1 个，超筛选值样品数 1 个，超筛倍数为 0.24；

石油烃（C₂₂-C₄₀）的含量范围为 5~454 mg/kg，平均值为 68 mg/kg，没有超筛选值。

石油烃含量超筛选值的土壤样品信息见表 7.5-2。由表可知，石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛选值点位样品有 2 个，均为表层土壤样品，其中点位 HNS-S6 位于磺化车间（原调查报告 S66 点位附近），点位 HNS-S5 位于烷基苯集散区内的储罐位置，两个区域涉及污染物烷基苯（碳原子数为 18）。而两个超筛样品的石油烃成分分析结果中石油烃（C₁₇-C₂₁）均占 70%左右，且该区域另一个石油烃（C₁₀-C₄₀）含量较大的点位 HNS-S4-1 样品石油烃（C₁₇-C₂₁）所占比例亦超 70%，因此，地块石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛选值现象可能由于磺化产品烷基苯的生产或储存过程中发生泄露所造成。

表 7.5-1 土壤中石油烃污染物检测结果统计与评价表

表 7.5-2 石油烃含量超筛选值的土壤样品汇总表

7.5.2 地下水石油烃结果分析

调查地块内 14 个地下水样品的石油烃样品检测结果统计见表 7.5-3 所示。可见，石油烃（C₆-C₉）检出率为 57.1%，而石油烃（C₁₀-C₄₀）全部样品均检出。根据调查地块土壤污染风险筛选值进行评价，结果表明：

石油烃（C₆-C₉）的含量范围为 ND~0.73 mg/L，平均值为 0.12 mg/L，没有超风险筛选值；

石油烃（C₁₀-C₄₀）的含量范围为 0.27~6.58 mg/L，平均值为 1.46 mg/L，超筛选值点位样品有 4 个，最大超筛倍数为 2.66。

每个样品通过分析分别获得石油烃（C₁₀-C₁₂）、石油烃（C₁₃-C₁₆）、石油烃（C₁₇-C₂₁）、石油烃（C₂₂-C₄₀）4 个碳段范围物质含量，并分别以毒性较大的芳香烃（C₁₀-C₁₂）、芳香烃（C₁₃-C₁₆）、芳香烃（C₁₇-C₂₁）、芳香烃（C₂₂-C₄₀）作为表征计算污染风险筛选值来进行评价，结果表明：

石油烃（C₁₀-C₁₂）含量范围为 ND~0.56 mg/L，没有超筛选值；

石油烃（C₁₃-C₁₆）的含量范围为 0.02~1.77 mg/L，平均值为 0.33 mg/L，没有超筛选值；

石油烃（C₁₇-C₂₁）含量范围为 0.06~4.64 mg/L，平均值为 0.75 mg/kg，超筛选值点位样品有 3 个，最大超筛倍数为 2.44；

石油烃（C₂₂-C₄₀）的含量范围为 0.16~0.91 mg/L，平均值为 0.30 mg/L，没有超筛选值。

石油烃含量超筛选值的土壤样品信息见表 7.5-4。由表可知，石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛选值点位样品有 4 个，分别为 HNS-GW4-1、HNS-GW6-1、HNS-GW6-2、HNS-GW7-2，分别位于烷基苯集散区、磺化车间和污水处理站。其中，点位 HNS-GW4-1、HNS-GW6-1、HNS-GW6-2 超标位置与土壤石油烃（C₁₀-C₄₀）超筛位置基本一致，且该区域超标土壤样品处于表层，可能为污染物向下迁移导致地下水受到污染。而点位 HNS-GW7-2 位于污水处理站，该点位的深层土壤样品（采样深度为 7.5m）石油烃（C₁₀-C₄₀）含量较大，

表层土壤样品含量较小，根据污染识别，污水处理站的部分储罐为半地理，污水管线为地下管线，所以可能由于污水在储存、转运过程发生滴漏造成地下水环境受到污染。

表 7.5-3 地下水中石油烃污染物检测结果统计与评价表

表 7.5-4 石油烃含量超筛选值的地下水样品汇总表

7.6 地块土壤和地下水中 VOC 分析结果

7.6.1 土壤中 VOC 污染状况

调查地块内 22 个土壤样品的 VOCs 检测结果。所监测的 VOCs 64 项检出 31 项。根据调查地块土壤污染风险筛选值进行评价，结果表明：苯、1,4-二氯苯超筛点位为 HNS-S7（原调查报告 S59 点位附近），最大超筛深度 5.5m。原调查报告 S59 点位超标指标包括苯、1,4-二氯苯和石油烃 C₁₀-C₄₀。超筛指标在原调查结果范围内。

7.6.2 地下水中 VOC 污染状况

本次初步调查在地块内设置了 7 组 14 口地下水监测井，共采集了 14 个地下水样品，在 11 项被检出的 VOCs 指标中，超筛选值指标为 1,2,4-三氯苯，超标倍数为 1.59（仅 HNS-GW7-2 超筛）。超筛指标在原调查结果范围内。

7.6.3 土壤和地下水中 VOC 非靶向结果分析

(1) 土壤中 VOC 非靶向筛查结果

本次 VOC 的非靶向筛查主要是为了筛选本地块的特征污染物和判断异味物质，调查共采集 22 个土壤样品进行气相色谱-质谱法定性分析，检测结果如下表所示。土壤样品中存在较多种类的 VOC，其主要成分是苯系物、烷烃类、醛类、二苯醚等物质，为洗涤剂生产过程中使用的溶剂类物质。7 号点位筛查出的 VOC 种类最多，达到 44 种，主要为苯系物、烷烃类。HJ605-2011 标准中可准确定量的物质是 28 种（见表格中橘色底色部分）。其他物质因没有标准物质，是根据峰的响应面积计算的相对浓度，一般来说，峰响应面积越大，浓度越高，污染越重，浓度数据仅作为参考。6 号点位也检出相

对较多的 VOC，共计 38 种，主要为苯系物、二硫化碳和烷烃类物质。2 号点位检出的 VOC 种类最少，只有 7 种，主要是苯系物、萘。

本次 VOC 的非靶向筛查主要是为了筛选地下水的特征污染物和异味物质，调查共采集 14 个地下水样品进行 VOC 的气相色谱-质谱法定性分析，检测结果如下表所示。由表 7.6-4 所示，地下水样品中 VOC 的检出结果较土壤来说种类较少，其主要成分是苯系物、烷烃类、醛类等物质，为洗涤剂生产过程中使用的溶剂类物质。其中 6 号点位地下水的检出 VOC 的种类最多，有 11 种，主要为苯、1,4-二氯苯、二硫化碳、正戊醛、正己醛、糠醛、2,4-二甲基己烷、正十一烷、正十二烷、正十四烷、正十六烷、正十七烷。其次为 5 号点位有 10 种物质被检出。值得关注的是 7 号点位的苯系物检出是最多的，且浓度较高，这与该点位存在苯仓库的历史相关。

第八章 结论与建议

本章在调查地块土壤污染状况初步调查报告基础上，结合本报告详细采样调查结果，对调查地块土壤污染状况调查总体情况进行分析，为下一步风险评估工作的开展提供依据。

8.1 调查采样监测情况

本地块土壤污染状况采样调查包括初步采样、详细采样，采样时间为2020年11月~2021年11月。

(1) 土壤

初步调查在地块内共布设土壤监测点83个，共采集427组样品（不含现场平行样品），污泥点位2个，土壤对照点2个，土壤、污泥检测分析理化性质（2项）、GB36600-2018中的基本项（45项）、氟化物、多环芳烃8项、邻苯二甲酸酯类6项、石油烃（C₆-C₉）、石油烃（C₁₀-C₄₀）、甲醛、多氯联苯、其他VOCs（17项）、其他SVOCs（33项）。

详细采样调查共加密布设119个土壤监测点位，采集样品772组。第一次加密布设42个土壤监测点位，采集370组样品；第二次加密布设20个土壤监测点位，采集146组样品；第三次加密布设7个点位，采集48组样品；第四次加密布设46个点位，采集208组样品。检测指标包括石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯、1,4-二氯苯、镍、氯仿、4-氯苯胺、1,2,4-三氯苯、砷、氟化物。

(2) 地下水

初步调查在地块内设置了12口地下水监测点位，2口地下水对照点位；检测项目包括常规指标项目（2项）、重金属和无机物（8项）、有机物（102项）。

详细调查在地块共布设27口地下水监测井，8口地下水浅水监测井（XGW01、XGW03、XGW04、XGW06~XGW08、2XGW01-浅井、2XGW02-浅井）；19口地下水深水监测井（2BGW01、2BGW03~2BGW18、2XGW01-深井、2XGW02-深井）。检测指标包括石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯、砷、氟化物、多环芳烃（16项中的重质）、氯代烃（18

项中的重质)、邻苯二甲酸酯类(6项中的重质)、阴离子表面活性剂(LAS)、多氯联苯、防泄漏指标重质。

8.2 调查采样监测结果

8.2.1 土壤样品超筛选值情况

经过初步采样调查和详细采样调查,结果表明:

调查地块内土壤超二类用地筛选值点位共35个(S28、S50、S53/2XS02、S59、S60/2XS04、S61、S66/S66-1、S69/2XS08、S72/S72-1、S73、S76、S83、S86、S87、S92、S28-4、S28-5、S28-8、S50-3、S76-4、S76-6、X4、X8、X10、X16、X18、X23、X25、X29、X44、X48、X49、X57、2XS24、XDN03-4),超筛污染因子有石油烃(C₁₀-C₄₀)、苯、4-氯苯胺、镍、氯仿或1,4-二氯苯共6种。其中其中石油烃(C₁₀-C₄₀)超筛点位共23个(S53/2XS02、S59、S60/2XS04、S66/S66-1、S69/2XS08、S72/S72-1、S73、S83、S86、S87、S92、X4、X8、X10、X16、X18、X23、X25、X29、X44、2XS24、X57、XDN03-4),超筛深度范围为0~7.0m,最大超筛倍数为17.84;苯超筛点位共6个(S59、S61、S66、X23、X25、X29),超筛深度范围为1.0~4.0m、5.0~6.0m,最大超筛倍数为17.68;1,4-二氯苯超筛点位共3个(S59、S61、X23),超筛深度范围为2.0~4.0m、5.0~6.0m,最大超筛倍数为18.35;镍超筛点位共4个(S28、S28-4、S28-5、S28-8),超筛深度范围为0~1.0m、2.0~2.5m、3.0~3.5m,最大超筛倍数为1.43;氯仿超筛点位共3个(S76、S76-4、S76-6),超筛深度范围为0~2.5m,最大超筛倍数为9.03;4-氯苯胺超筛点位共4个(S50、S50-3、X48、X49),超筛深度范围为0~2.0m,最大超筛倍数为71.63。超一类用地筛选值但不超二类用地筛选值点位共55个,污染因子为镍、铜、汞、石油烃(C₁₀-C₄₀)、苯,1,4-二氯苯、4-氯苯胺、氯仿、苯并[a]芘、甲醛、邻苯二甲酸二(2-二乙基己基)酯。

调查地块土壤中石油烃(C₁₀-C₄₀)超筛的原因推测有3种:一是由于存在燃料油、机油、冷冻油等泄露的可能;二是由于石油烃(C₁₀-C₄₀)在土壤和地下水中迁移到本地块造成的;三是污水收集管线存在泄露的可能。苯超筛区域历史时期存在烷基苯制作工艺,推测苯超筛的原因是生产过程中原辅材料泄露导致的。1,4-二氯苯超筛区域位于磺

化罐区及污水管线旁,历史时期存在氯化房,推测地块内 1,4-二氯苯超筛的原因有 3 种:一是 1,4-二氯苯作为液洗车间的原材料,在储存、转运过程中泄露导致的;二是因为旧污水处理站①或污水管道泄露造成的;三是土壤中的苯和氯化物反应生成 1,4-二氯苯最终在淤泥质黏土中富集导致的。**氯仿**超筛区域位于液洗车间内,推测氯仿超筛是因为液洗车间原料泄露导致的。**镍**超筛区域位于工艺皂车间,历史时期该区域为硬化油触媒车间,推测地块内镍超筛的原因是触媒催化剂(硫酸镍)使用过程中存在泄露或车间含镍废水泄露。**4-氯苯胺**超筛区域位于地块西南角危险品仓内,推测地块内 4-氯苯胺超筛的原因是原材料在贮存过程中存在泄露导致的。

8.2.2 地下水样品超筛选值情况

经过初步采样调查和详细采样调查,结果表明:

调查地块共 32 口地下水监测井超筛,其中 18 口浅水井超筛(GW01、GW02、GW04、GW07~13、XGW01、XGW03、XGW06~08、2XGW01-浅井、2XGW02-浅井)、14 口深水井超筛(2BGW01、2BGW07、2BGW09~15、2BGW17、2BGW18、2XGW02-深井、HNS-GW07-2)。浅水井超筛指标有氟化物、砷、苯、1,2,4-三氯苯、石油烃(C₁₀-C₄₀)、硫化物、LAS;深水井超筛指标有 1,2,4-三氯苯、石油烃(C₁₀-C₄₀)、硫化物、LAS。

其中石油烃(C₁₀-C₄₀)超筛水井共 18 口(GW08、GW12、GW13、XGW08、2BGW11、2XGW01-浅井、2XGW02-浅井、2XGW02-深井、HNS-GW07-2),最大超筛倍数为 77.3;氟化物超筛(IV类标准)水井共 1 口(GW10),超筛倍数为 0.11;砷超筛(IV类标准)水井共 3 口(GW08、GW09、XGW03),最大超筛倍数为 1.70;苯超筛(IV类标准)水井共 2 口(GW08、2XGW02-浅井),最大超筛倍数为 2.08;1,2,4-三氯苯超筛(IV类标准)水井共 3 口(GW09、2BGW09、HNS-GW07-2),最大超筛倍数为 1.59,硫化物超筛水井 14 口,最大超筛倍数为 250(GW11);LAS 超筛水井 32 口,最大超筛倍数为 275.83(GW12)。

调查地块地下水石油烃(C₁₀-C₄₀)超筛的原因推测有 3 种:一是由于存在燃料油、机油、冷冻油等泄露的可能;二是由于石油烃(C₁₀-C₄₀)在土壤和地下水中迁移到本地块造成的;三是污水收集管线存在泄露的可能。调查地块**苯**超筛水井位于区域 3 危险品

仓（S51/GW08）和区域4磺化车间旁（2XGW02-浅井），其中S51/GW08位于区域3危险品仓内，该点位地下水中石油烃（C₁₀-C₄₀）也超筛，因此推测该点位地下水苯超筛的原因为危险品仓中储存的汽油和柴油含有苯存在泄露造成的，2XGW02-浅井位于区域4磺化车间旁（土壤点位S66旁），S66土壤点位超筛选值，且周边存在多个土壤苯超筛点位（S59、X23、X25、X29），因此推测该水井苯超筛的原因是土壤中的苯迁移至地下水造成的。**1,2,4-三氯苯**超筛水井位于磺化罐区附近，历史时期该区域作为污水处理站①使用，且历史时期存在氯化房，推测1,2,4-三氯苯超筛的原因有3个：一是污水处理站①或污水管网泄露造成的；二是1,2,4-三氯苯作为生产原料泄露造成的；三是苯系物和氯化物（次氯酸钠）之间发生反应生成的。**砷**超筛水井位于危险品仓（S51/GW08）、成品仓附近（S59/GW09）和区域5停车场内（XGW03），附近区域所有土壤点位砷指标均没有超筛，推测是地块一煤堆场、煤渣场区域地下水砷污染后（地块一地下水砷超筛）迁移造成的。**氟化物**超筛水井位于硫磺库内，该区域未识别到氟化物，推测氟化物超筛是由于地块内氟化物随地下水迁移至该区域富集导致的。**硫化物**和阴离子表面活性剂（LAS）超筛水井较多，硫化物为磺化生成工序大量使用硫磺，在生成过程中产生的，**阴离子表面活性剂（LAS）**作为浪奇公司主要的产品在生成和储存过程中泄露造成的。

经过初步调查和详细调查，调查地块土壤及地下水污染情况已被查清，结合未来用地规划，根据规范要求需进入下一阶段风险评估。风险评估的关注污染物为：

（1）土壤中的石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯、4-氯苯胺、镍、氯仿、1,4-二氯苯；

（2）地下水中的石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯、氟化物、1,2,4-三氯苯和砷、硫化物、阴离子表面活性剂（LAS）；

另外调查地块部分土壤点位镍、铜、汞、石油烃（C₁₀-C₄₀）、苯，1,4-二氯苯、4-氯苯胺、氯仿、苯并[a]芘、甲醛、邻苯二甲酸二（2-二乙基己基）酯出现超第一类用地筛选值未超第二类用地筛选值，该区域土壤需要进行后期环境管理，不可将土壤运至一类用地。

8.3 建议

(1) 调查地块土壤污染状况调查报告经环保部门等相关部门备案并获得相关主管部门施工许可前，土地使用权人应对地块落实必要的环境管理和有效保护措施，避免地块受到扰动。具体保护措施包括设立明显标示或围蔽，禁止任何单位和人员开挖、取土等扰动地块的行为，确保下一步工作的顺利开展和环境安全。

(2) 对于调查地块土壤样品达到第二类用地标准但超过第一类用地筛选值的所在区域的土壤采取适当的环境管理措施，即在地块后续开发建设过程中，超筛区域土壤应尽量做到不外运。若必须外运，需采取以下环境管理措施：

①边界设立明确的标识或者围蔽，完善相关区域开挖、堆土等施工的管理，不得交叉施工，造成土壤交叉污染。

②不得将该区域土壤转运至现状为第一类用地或规划为第一类用地的区域内填土或堆存。

③应根据接收地土壤背景浓度与 GB36600-2018 中接收用地性质对应筛选值的较高者作为评估标准值，并确保接收地的地下水和环境安全。

④应当制定转运计划，将运输时间、方式、线路和土壤数量、去向、最终处置措施等，提前报所在地和接收地生态环境主管部门。

⑤土壤运输过程中由于路面不平，运输车辆颠簸可能会导致土壤的遗撒，应对行驶路线进行合理规划，制定土壤运输路线图；若发现运输过程中有土壤的遗撒，立即组织人员清理，将散落的土壤集中收集后运至指定地点。