

# 广州市海珠区南边路 6 号地块 土壤污染状况详细调查报告

土地使用权人：广州纺联进出口有限公司

调查单位：广东贝源检测技术股份有限公司

编制时间：2021 年 10 月

# 摘要

## 一、地块基本情况

地块名称：广州市海珠区南边路 6 号地块。

占地面积：48247m<sup>2</sup>。

地理位置：位于广州市海珠区南石头街道南边路 6 号，地块中心经纬度坐标为 E 113.253667°、N 23.080608°。

土地使用权人：广州纺联进出口有限公司。

地块土地利用现状：现状为工业用地，已停产拆除，为政府收储用地。

未来规划：参照《城市用地分类与规划建设用地标准》（GB 50137-2011）的分类标准，项目地块规划为商业设施用地（B1）、娱乐康体设施用地（B3）、公园绿地（G1）和道路用地（S1）。

土壤污染状况初步调查单位：广东贝源检测技术股份有限公司。

调查缘由：项目地块历史上从事过印染行业，其土地使用权拟收回。

## 二、第一阶段调查

第一阶段调查工作开展时间为 2020 年 12 月~2021 年 1 月。根据调查情况，项目地块原为农田，1956 年 7 月，广州市通过政府划拨海珠区南边路 6 号之二作为工业用地，在该地块成立广州纱线漂染厂，1958 年投产，年产纱线漂染 2400t/年。1985 年广州纱线漂染厂扩建并更名为广州东方印染厂，新增厂区东部的农田（南边路 6 号之一）作为工业用地，扩建生产线，年产印染布 1000 万米/年、纱线漂染 3600t/年。1993 年 8 月广州东方印染厂引进外资成立广州南丰印染厂有限公司，利用广州东方印染厂原有的生产厂房和部分设备，产印染布 2400 万米/年、纱线漂染 1500t/年。2005 年利用原广州南丰印染厂的部分设施，在项目地块西侧（南边路 6 号之二）建立广州第一棉纺织厂，年产印染布 1015 万米/年，广州第一棉纺织厂于 2010 年 3 月关停搬迁。2013 年底，项目地块内的部分车间厂房、办公楼作为物业外租为纸业仓库、布匹仓库以及影视创作基地等。由于地块收储工作，2018 年底完成租户清退，项目地块闲置。2020 年 11 月启动项目地块内地表建构筑物设施拆除工作，项目地块现状除门卫值班室、原 1#车间（作为历史风貌建筑保留）外，其余地表建构筑物设施均已拆除。

基于资料分析、现场踏勘及人员访谈等第一阶段污染识别成果，项目地块由于涉及染料、助剂、机油、重油、燃煤等物质，项目地块内土壤污染重点关注区域包括原一棉厂印染车间、原一棉厂炼漂车间、原一棉厂染整车间、原一棉厂浆染车间、原南丰印染厂及东方印染厂印染车间、化学品仓、染化料仓、雕刻车间、油炉房、储油罐及输油管线、生产废水管道及废水处理站、煤堆场/煤渣场、污泥堆放区、固废房及变电房，需关注得污染物包括锑、砷、六价铬、甲醛、苯酚、苯胺、偶氮苯、石油烃、多环芳烃、多氯联苯等。

项目地块北部紧邻广东省石油公司昌岗油库、广州锌片厂南厂区，东部紧邻广州冷冻机厂，可能会对地块产生潜在污染，其潜在污染物包括石油烃、氟化物、重金属（砷、镉、铜、锌、汞）、多环芳烃。

### 三、初步采样调查

第二阶段土壤污染状况调查初步采样时间为 2021 年 1 月~2021 年 3 月，并于 2021 年 6 月~10 月进行补充采样。

土壤污染状况调查初步采样在项目地块内共布设土壤监测点位 41 个，项目地块外设置 2 个土壤对照点，项目地块内采样深度为 5~8m，

共采集土壤样品 212 组，检测项目包括：

- (1) 理化性质（2 项）：pH、含水率——212 组土样全测；
- (2) GB36600 表 1 基本 45 项——212 组土样全测；
- (3) 其它污染物：
  - 重金属（2 项）：锌、锑——193 组土样检测；
  - 总氟化物——200 组土样全测；
  - 挥发性有机物（VOCs）（15 项）：1,3,5-三甲基苯、1,2,4-三甲基苯、1,2,3-三氯苯、1,2,4-三氯苯、正丙苯、异丙苯、正丁基苯、叔丁基苯、仲丁基苯、氯乙烷、1,3-二氯丙烷、溴氯甲烷、1,2-二溴-3-氯丙烷、2-氯甲苯、4-氯甲苯——193 组土样检测；
  - 氟氯烃化合物（2 项）：三氯氟甲烷、二氯二氟甲烷——27 组土样检测；
  - 甲基叔丁基醚：20 组土样检测；
  - 半挥发性有机物（25 项）：2,4-二硝基甲苯、2,4-二氯苯酚、2,4,6-三氯苯酚、2,4-二硝基苯酚、五氯苯酚、苯酚、2,4-二甲基苯酚、2-甲

基苯酚、4-甲基苯酚、4-氯-3-甲基苯酚、2,4,5-三氯苯酚、2-甲基萘、2-氯萘、2,6-二硝基甲苯、偶氮苯、N-亚硝基二正丙胺、N-亚硝基二甲胺、2-硝基苯胺、4-硝基苯胺、4-氯苯胺、六氯苯、六氯乙烷、二(2-氯乙氧基)甲烷；六氯乙烷、六氯丁二烯——185组土样检测；

- 甲醛——155组土样检测；
- 石油烃类：石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）——212组土样全测，  
石油烃（C<sub>6</sub>-C<sub>9</sub>）——39组土样检测；
- 多环芳烃（8项）：萘、芴、蒽、荧蒽、芘、苊稀、菲、和苯并[g,h,i]芘——26组土样检测；

多氯联苯类（12项）：2,3,3',4,4',5,5'-七氯联苯（PCB189）、2,3',4,4',5,5'-六氯联苯（PCB167）、2,3,3',4,4',5'-六氯联苯（PCB157）、2,3,3',4,4',5-六氯联苯（PCB156）、3,3',4,4',5,5'-六氯联苯（PCB169）、2',3,4,4',5-五氯联苯（PCB123）、2,3',4,4',5-五氯联苯（PCB118）、2,3,3',4,4'-五氯联苯（PCB105）、2,3,4,4',5-五氯联苯（PCB114）、3,3',4,4',5-五氯联苯（PCB126）、3,3',4,4'-四氯联苯（PCB77）、3,4,4',5-四氯联苯（PCB81）——17组土样检测。

本次土壤污染状况初步采样调查共布设地下水监测井9口，井深为5~8m，采集地下水样品9组，地下水检测指标与基本土壤一致，

根据样品检测分析结果：

（一）地块内初步调查土样中六价铬、铅、镍、镉、总氟化物、石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）、甲醛、苯并（a）芘超过相应的第一类用地筛选值，其余各项指标均低于相应的第一类用地筛选值。

（二）地块初步调查地下水样品中，氟化物、甲醛、砷、镉、可萃取性石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）存在不同程度的超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）IV类水标准（其中甲醛的评价标准为生活饮用水卫生标准），其余各项指标均低于相应的地下水污染筛选值。

#### 四、详细采样调查

第一轮土壤详细采样时间为2021年3月30日~4月12日，共布设土壤监测点位38个，最大采样深度为6.1m，采集土壤样品225组，检测项目为石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）、甲醛、苯并（a）芘；第二轮详细采样时间为2021年4月19日~6月18日，共布设土壤监测点位12个，采样深度为4.4m，采集土壤样品50组，

检测项目为石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）、苯并（a）芘；并于 2021 年 7 月~10 月先后进行第三轮~第五轮详细采样，检测项目石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）、苯并（a）芘、总氟化物、六价铬、砷、镉。

详细调查期间共布设地下水监测井 19 个，采集地下水样品 18 组，检测项目为 pH 值、浊度、氟化物、甲醛、砷、镉。

## 五、调查结论

本次土壤污染环境详细调查完成后，调查地块需根据地块未来规划开展风险评估，关注污染物为超筛选值污染物，其中土壤关注污染物包括六价铬、铅、镍、镉、总氟化物、石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）、甲醛、苯并（a）芘，地下水关注污染物包括氟化物、甲醛、砷、镉、可萃取性石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）。

# 目录

摘要 .....	i
<b>1. 项目概况 .....</b>	<b>10</b>
1.1 项目背景.....	10
1.2 调查目的和原则.....	12
1.2.1 调查目的.....	12
1.2.2 调查原则.....	12
1.3 调查范围.....	12
1.4 编制依据.....	12
1.4.1 法律法规和政策文件.....	12
1.4.2 标准规范和技术导则.....	14
1.4.3 地块相关资料.....	15
1.5 工作内容和技术程序.....	17
<b>2. 地块概况 .....</b>	<b>20</b>
2.1 区域自然环境概况.....	20
2.1.1 地理位置.....	20
2.1.2 地形地貌.....	20
2.1.3 气候气象.....	20
2.1.4 区域地质.....	21
2.1.5 场地水文地质条件.....	23
2.1.5.1 场地地层岩性.....	23
2.1.5.2 场地水文地质条件.....	25
2.1.6 土壤及植被.....	26
2.1.7 区域地下水功能区划.....	28
2.2 周边敏感目标.....	28
2.3 地块现状.....	28
2.3.1 地块构筑物现状.....	28
2.3.2 地块市政管道施工情况说明.....	28
2.4 地块历史.....	29

2.5	相邻地块现状及历史.....	30
2.5.1	相邻地块用地历史.....	30
2.5.2	相邻地块现状.....	32
2.6	地块未来土地利用规划.....	33
<b>3.</b>	<b>第二阶段调查-初步采样分析总结.....</b>	<b>34</b>
3.1	地块污染识别.....	34
3.1.1	重点区域识别.....	34
3.2	采样点位布设.....	38
3.2.1	土壤采样点位布设.....	38
3.3	采样深度.....	41
3.3.1	土壤采样深度.....	41
3.3.2	地下水采样深度.....	42
3.4	检测分析指标.....	42
3.4.1	土壤检测分析指标.....	42
3.4.2	地下水检测分析指标.....	44
3.5	初步调查结果评价.....	45
<b>4.</b>	<b>第二阶段调查-详细采样分析.....</b>	<b>46</b>
4.1	详细采样方案.....	46
4.1.1	调查介质.....	46
4.1.2	采样点位布设.....	46
4.1.2.1	土壤采样点位布设.....	46
4.1.2.2	地下水采样点位布设.....	47
4.1.2.3	土工测试采样点设置.....	48
4.1.2.4	环境空气甲醛采样点布设.....	48
4.1.2.5	土壤采样深度及数量.....	48
4.1.2.6	地下水采样深度与数量.....	48
4.1.2.7	土壤检测指标及检测方法.....	48
4.1.3	地下水检测分析方法.....	49
4.1.4	环境空气甲醛检测分析方法.....	52
4.1.4.1	土工测试指标.....	53
4.2	详细调查现场采样.....	53
4.2.1	组织实施.....	53

4.2.2	土孔钻探.....	53
4.2.3	地下水监测井建设.....	54
4.2.4	样品采集.....	56
4.2.4.1	土壤样品采集.....	56
4.2.4.2	地下水样品采集.....	57
4.2.5	样品保存和转运.....	58
4.3	详细调查样品检测分析.....	59
4.3.1	样品理化分析.....	59
4.3.2	土工测试.....	59
4.4	详细调查结果评价.....	59
4.4.1	土壤检测结果分析.....	59
4.4.2	地下水检测结果分析.....	61
4.4.2.1	补充监测井地下水检测结果分析.....	62
4.4.2.2	全场监测井下层地下水水样检测结果分析.....	62
4.4.3	土工测试结果.....	64
4.4.4	环境空气甲醛检测结果分析.....	64
<b>5.</b>	<b>详细采样分析质量控制与质量保证.....</b>	<b>65</b>
5.1	质量控制与质量保证.....	65
5.1.1	现场采样质量控制.....	65
5.1.2	样品储存、运输质量控制.....	65
5.1.3	实验室分析质量控制.....	66
5.1.3.1	土壤样品制备和分析.....	66
5.1.3.2	地下水样品分析.....	66
5.1.3.3	质控措施实施要求.....	66
5.2	详细调查质量控制结果评估.....	67
5.2.1	第三方质控监督检查结果结果.....	67
5.2.2	质控控制结果.....	68
5.2.2.1	土壤质量控制结果分析.....	68
5.2.2.2	地下水质量控制结果分析.....	69
5.2.2.3	环境空气甲醛检测质量控制结果分析.....	69
<b>6.</b>	<b>第二阶段调查采样分析总结.....</b>	<b>70</b>
6.1	土壤污染特征分析总结.....	70

6.1.1	土壤污染程度及超标点位空间分布.....	70
6.1.2	土壤超筛选值污染面积及方量估算.....	72
6.1.2.1	土壤超筛范围的确定方法与原则.....	72
6.1.2.2	污染土壤超筛面积及方量.....	72
6.2	地下水污染特征分析.....	74
6.2.1	含水层上部地下水污染特征.....	74
6.2.1.1	地下水氟化物污染特征分析.....	74
6.2.1.2	地下水甲醛污染特征分析.....	74
6.2.1.3	地下水砷污染特征分析.....	74
6.2.1.4	地下水铊污染特征分析.....	75
6.2.1.5	可萃取性石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ) .....	75
6.2.1.6	氨氮.....	76
6.2.1.7	硫化物.....	76
6.2.2	含水层底部地下水污染特征.....	76
6.3	地块污染原因分析.....	76
6.3.1	土壤污染原因分析.....	76
6.3.1.1	土壤苯并 (a) 芘污染原因分析.....	76
6.3.1.2	土壤石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ) 污染原因分析 .....	78
6.3.1.3	土壤甲醛污染原因分析.....	78
6.3.1.4	土壤总氟化物污染原因分析.....	78
6.3.1.5	土壤铅污染原因分析.....	79
6.3.1.6	土壤六价铬污染原因分析.....	79
6.3.1.7	土壤镍污染原因分析.....	79
6.3.1.8	土壤铊污染原因分析.....	80
6.3.2	地下水污染原因分析.....	80
6.3.2.1	地下水氟化物污染原因分析.....	80
6.3.2.2	地下水甲醛污染原因分析.....	80
6.3.2.3	地下水砷污染原因分析.....	81
6.3.2.4	地下水铊污染原因分析.....	81
<b>7.</b>	<b>结论与建议 .....</b>	<b>82</b>
7.1	结论.....	82
7.2	建议.....	84

附件 .....86

# 1. 项目概况

## 1.1 项目背景

广州市海珠区南边路 6 号地块（简称“项目地块”）位于广州市海珠区南石头街道南边路 6 号，地块中心经纬度坐标为 E 113.253667°、N 23.080608°，项目地块占地面积 48247m<sup>2</sup>。项目地块历史沿革清楚：1）项目地块原为农田；2）1956 年 7 月成立广州纱线漂染厂，1958 年投产，年产纱线漂染 2400t/年；3）1985 年广州纱线漂染厂扩建并更名为广州东方印染厂，年产印染布 1000 万米/年、纱线漂染 3600t/年；4）1993 年 8 月广州东方印染厂引进外资成立广州南丰印染厂有限公司，年产印染布 2400 万米/年，纱线漂染 1500t/年；5）2005 年在项目地块西侧建立广州第一棉纺织厂，年产印染布 1015 万米/年，其中牛仔布 923.4 万米/年、装饰布 91.7 万米/年；6）广州第一棉纺织厂于 2010 年 3 月关停搬迁，此后地块闲置，2013 年底，项目地块内的部分车间厂房、办公楼作为物业外租为纸业仓库、布匹仓库以及影视创作基地等；7）由于地块收储工作，2018 年底完成租户清退，项目地块闲置。项目地块为广州市政府收储用地，本次土壤污染状况初步采样调查前，项目地块内主体建构构筑物设施已拆除（原 1 号车间除外，该建筑为广州市第三批历史建筑（编号为 GZ 03 0032））。

根据广州市海珠区土地利用相关规划，参照《城市用地分类与规划建设用地标准》（GB 50137-2011）的分类标准，项目地块规划为商业设施用地（B1）、娱乐康体设施用地（B3）、公园绿地（G1）和道路用地（S1）。

依据《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月）、《污染地块土壤环境管理办法》（部令第 42 号）、《土壤污染防治行动计划》（国发[2016]31 号）、《关于保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》（环发[2012]140 号）、《关于加强工业企业关停、搬迁及原址场地再开发利用过程中污染防治工作的通知》（环发[2014]66 号）、《广东省土壤污染防治 2020 年工作方案》等相关文件规定与要求，工业企业场地再开发利用前应完成场地环境调查和风险评估工作，属于污染地块的应编制治理修复方案并开展修复工作，在完成地块修复后方可全面开展再开发利用工作。

为识别目标地块是否存在可能的污染，确认目标地块是否需要详细调查及风险评估或修复，2020 年 12 月，广东贝源检测技术股份有限公司（“调查单位”）受广州

纺联进出口有限公司（“土地使用权人”）委托对项目地块进行土壤污染状况初步调查工作。根据国家和地方场地环境调查相关技术规范的要求，调查单位于 2020 年 12 月~2021 年 1 月通过现场踏勘、资料收集与分析、人员访谈制定采样方案，2021 年 1 月~2021 年 2 月现场采样、样品检测和数据分析等工作，识别项目地块土壤和地下水污染状况，编制《广州市海珠区南边路 6 号地块土壤污染状况初步调查报告》，项目地块土壤污染状况初步调查表明：项目地块土壤中六价铬、铅、镍、镉、总氟化物、石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）、甲醛、苯并（a）芘超过相应的第一类用地筛选值，分别超标 0.4 倍（六价铬）、0.3 倍（铅）、0.8 倍（镍）、1.8 倍（镉）、1.0 倍（总氟化物）、8.3 倍（石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>））、1.8 倍（甲醛）、2.3 倍（苯并（a）芘）；地下水中氟化物、甲醛、砷、镉、可萃取性石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）等指标存在不同程度的超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）IV 类水标准（其中甲醛的评价标准为生活饮用水卫生标准限值），项目地块内土壤及地下水污染可能存在不可接受风险，需要按照《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》、《建设用地土壤污染防治 第 1 部分:土壤污染状况调查技术规范》（DB4401/T 102.1）开展进一步详细调查和人体健康风险评估工作，进一步识别项目地块土壤污染状况和人体健康风险水平，为地块开发再利用提供合理依据。

为进一步识别目标地块土壤污染状况及潜在环境风险，2021 年 3 月，广东贝源检测技术股份有限公司受广州纺联进出口有限公司委托对项目地块进行土壤污染状况详细调查工作，根据国家和地方场地环境调查相关技术规范的要求，通过现场踏勘、资料收集与分析、人员访谈、现场采样、样品检测和数据分析等工作，识别项目地块土壤和地下水污染状况，编制《广州市海珠区南边路 6 号地块土壤污染状况详细调查报告》（简称《详调报告》，广州市环境技术中心于 2021 年 7 月 20 日组织专家对《详调报告》）进行评审。评审会后，土壤污染状况调查单位根据专家评审意见，对项目地块进行补充采样分析，并修改完善《详调报告》（专家评审意见及修改索引表附后），为地块下一步工作提供依据。

## 1.2 调查目的和原则

### 1.2.1 调查目的

通过对场地现状及历史用途进行调查分析，识别潜在的污染源和污染物，排查场地是否存在污染可能性。通过对场地土壤和地下水进行采样和检测分析，确定场地是否污染及污染物的种类、污染程度及污染分布情况，为后期场地开发利用决策提供依据。

### 1.2.2 调查原则

**针对性原则：**针对地块的特征，进行污染物浓度和空间分布调查，为地块管理提供依据。

**规范性原则：**严格按照导则相关要求，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。

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

## 1.3 调查范围

项目地块位于广州市海珠区南边路 6 号，根据《国有土地使用权收储补偿协议》（2018 年 2 月），项目地块占地面积为 48247m<sup>2</sup>。

## 1.4 编制依据

### 1.4.1 法律法规和政策文件

- 1) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月）；
- 2) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月）；
- 3) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月修订）；
- 4) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月）；
- 5) 《关于保障工业企业场地在开发利用环境安全的通知》（环发 [2012] 140 号）；
- 6) 《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发〔2016〕31 号）；
- 7) 《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》（中发〔2015〕12 号）；
- 8) 《国务院转发环境保护部等部门关于加强重金属污染防治工作指导意见的通知》

- (国办发〔2009〕61号)；
- 9) 《国务院办公厅关于印发近期土壤环境保护和综合治理工作安排的通知》(国办发〔2013〕7号)；
  - 10) 《国务院办公厅关于推进城区老工业区搬迁改造的指导意见》(国办发〔2014〕9号)；
  - 11) 《关于加强工业企业关停、搬迁及原址场地再开发利用过程中污染防治工作的通知》(环发〔2014〕66号)；
  - 12) 《污染地块土壤环境管理办法》(环保部令〔2017〕42号)；
  - 13) 《工矿用地土壤环境管理办法(试行)》(生态环境部令 第3号)；
  - 14) 《广东省重金属污染综合防治“十三五”规划》(粤环发〔2017〕2号)；
  - 15) 《广东省土壤污染防治行动计划实施方案》(粤府〔2016〕145号)；
  - 16) 《广东省人民政府关于印发水污染防治行动计划实施方案的通知》(粤〔2015〕131号)；
  - 17) 《广东省实施<中华人民共和国土壤污染防治法>办法》(自2019年3月1日起施行)；
  - 18) 《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)；
  - 19) 《关于推进市区产业“退二进三”工作的意见》(穗府〔2008〕8号)；
  - 20) 《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)；
  - 21) 《广州市建设用地土壤污染风险评估、风险管控及修复效果评估报告评审工作程序(试行)》(穗环〔2021〕12号)；
  - 22) 《广州市地下水污染防治工作方案》(穗环〔2020〕95号)；
  - 23) 《广州市生态环境局关于强化污染地块再开发利用环境管理相关工作的通知》(广州市生态环境局, 2019年12月15日)；
  - 24) 《广州历史文化名城保护条例》(2016年5月1日起施行)；
  - 25) 《广州市人民政府办公厅关于印发广州市促进历史建筑合理利用实施办法的通知》(穗府办规〔2020〕3号)；

- 26) 《广州市规划和自然资源局关于公布调整广州市第三批历史建筑名单的通知》（穗规划资源字〔2020〕48号）；
- 27) 《《广州市第三批历史建筑保护利用规划图则（第一棉纺织厂旧址1号车间）》（广州市规划和自然资源局，2016）。

#### 1.4.2 标准规范和技术导则

- 1) 《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》（HJ 682-2019）；
- 2) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）；
- 3) 《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）；
- 4) 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）；
- 5) 《建设用地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2019）；
- 6) 《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）》（HJ 25.5-2018）；
- 7) 《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》（HJ 25.6-2019）；
- 8) 《地下水环境状况调查评价工作指南》（环办土壤函[2019]770号）
- 9) 《地下水污染健康风险评估工作指南》（环办土壤函[2019]770号）；
- 10) 《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）；
- 11) 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（环境保护部公告2017年第12号）；
- 12) 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》（环境保护部公告2014年第78号）；
- 13) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）；
- 14) 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2020）；
- 15) 《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91-2002）；
- 16) 《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）；
- 17) 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- 18) 《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）；
- 19) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- 20) 《水和废水监测分析方法》（第四版）；
- 21) 《土壤和沉积物挥发性有机物的测定 吹扫捕集 气相色谱-质谱法》（HJ 605-

- 2011)；
- 22) 《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》（HJ 834-2017）；
  - 23) 《水质采样 样品的保存和管理技术规定》（HJ/T 493-2009）；
  - 24) 《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ 1019-2019）；
  - 25) 《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2009）；
  - 26) 《土工试验方法标准》（GB/T 50123-1999）；
  - 27) 《污染地块勘探技术指南》（T/CAEPI 14-2018）；
  - 28) 《关于印发重点行业企业用地调查系列技术文件的通知》（环办土壤〔2017〕67号）；
  - 29) 《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）；
  - 30) 《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）；
  - 31) 《建设用地土壤污染防治 第3部分：土壤重金属监测质量保证与质量控制》（DB4401/T 102.3-2020）；
  - 32) 《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》（DB4401/T 102.4-2020）；
  - 33) 《中国土壤元素背景值》（中国环境监测总站主编，中国环境科学出版社，1990）；
  - 34) 《城市用地分类与规划建设用地标准》（GB 50137-2011）。

### 1.4.3 地块相关资料

- 1) 《国有土地使用权收储补偿协议》（2018年2月）；
- 2) 《关于商请协助提供部分地块现行控制性详细规划情况的复函》（广州市规划和自然资源局海珠区分局，2019年7月3日）；
- 3) 项目地块及周边区域历史卫星影像图（Google Earth，2000年、2004年~2010年、2012年~2017年、2019年）；
- 4) 项目地块及周边区域历史地形图（广州市市政规划勘测设计院，1959年、1968年、1978年、1989年、2002年、2010年）；

- 5) 《中外合资广州南丰印染厂有限公司环境影响报告表》（批复号：穗府环管影字[1993] 243号）；
- 6) 《广州广纺联集团东方印染厂生产结构性调整建设项目环境影响报告》（广州市环境保护科学研究所，2001年）；
- 7) 《关于广州广纺联集团东方印染厂生产结构性调整建设项目环境影响报告书审批的函》（穗环管影[2001] 211号）；
- 8) 《关于广州纱线漂染厂改为广州东方印染厂的批复》（穗纺[85]120号）；
- 9) 《工商企业登记事项年检报告书》（1981年、1983年、1984年、1985年）；
- 10) 《工业企业普查登记表》（1980年）；
- 11) 《关于广州东方印染厂纱线漂染车间危房改造更新设备技术改造可行性报告的批复》（穗经改[1987]202号）；
- 12) 《2400吨/日印染厂污水处理小结（化学凝聚法）》（广州纱线漂染厂，1980年）；
- 13) 《关于我厂扩建印花工程污水处理部分的说明》（1982.9.20）；
- 14) 《关于扩建年产一千万米印花车间工程的说明》（广州纱线漂染厂，1983年）；
- 15) 《广州锌片厂南区保障性住房地块场地环境初步调查报告》（北京建工环境修复股份有限公司，2013年）；
- 16) 《广州锌片厂南区保障性住房地块场地环境详细调查及风险评估报告》（北京建工环境修复股份有限公司，2014年）；
- 17) 《广州市环境保护局关于广州锌片厂南区保障性住房地块场地环境详细调查及风险评估报告有关意见的复函（穗环函[2014]489）；
- 18) 《广州锌片厂南区拆迁安置房（一期）建设项目环境影响报告表》（广州市环境保护科学研究所，2014年）；
- 19) 《广州锌片厂地块（不含保障性住房地块）场地环境调查和风险评估报告》（广东省环境科学研究院&暨南大学，2017年）；
- 20) 《广州第一橡胶厂（北厂区）地块场地风险评估报告》（北京建工环境工程咨询有限责任公司，2018年）；
- 21) 《广州第一橡胶厂（北厂区）地块场地环境详细调查报告》（北京建工环境工程咨询有限责任公司，2018年）；

- 22) 《广州市河长制办公室关于推进海珠南部环岛路污水主干管工程（沙渡路-石岗路段）建设的会议纪要》（穗河长办会纪[2021]3号）；
- 23) 《海珠区生态城内流域河涌治理工程（一期）-南部环岛路污水主干管工程（沙渡路-石岗路段）W3~W6顶管段用地施工进度方案》（广州市市政工程维修处有限公司，2021年）；
- 24) 其它相关资料。

## 1.5 工作内容和程序

本次调查工作按照《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）、《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）、《工业企业污染场地调查评估与修复工作技术指南》（试行）等技术导则和规范的要求，并结合国内主要污染地块土壤污染状况调查相关经验及本地块的实际情况，开展地块土壤污染状况详细调查工作。

### （1）第一阶段土壤污染状况调查（污染识别阶段）

以地块资料收集、现场踏勘和人员访谈为主要调查手段的污染识别阶段。本阶段主要目的在于全方位、概略性地了解污染地块及其周边环境、厂区分布、地块历史、生产工艺等一般性条件，初步确定污染地块的调查范围，对地块污染可能性及污染物空间分布做出初步判断。通过审阅地块历史资料、现场踏勘及人员访谈等方式，重点分析地块前期调查结果，对地块过去和现在的使用情况，特别对与地块污染活动有关的信息进行收集与分析，判断地块环境污染的可能性，识别地块的潜在污染因子和潜在污染区域。

### （2）第二阶段土壤污染状况调查（采样调查阶段）

第二阶段土壤污染状况调查是以采样与分析为主的污染证实阶段。若第一阶段地块环境调查表明地块内或周围区域存在可能的污染源，以及由于资料缺失等原因造成无法排除地块内存在污染源时，则需进行第二阶段土壤污染状况调查，确定污染物种类、浓度（程度）和空间分布。第二阶段土壤污染状况调查通常可以分为初步采样分析和详细采样分析两步分别进行，每步均包括制定工作计划、现场采样数据评估和结果分析等步骤。初步采样分析和详细采样分析均可根据实际情况分批次实施，逐步减少调查的不确定性。根据初步采样分析结果，如果污染物浓度均为超过国家和地方等

相关标准的浓度限值及清洁对找点浓度，并且经过不确定分析确认不需要进一步调查后，第二阶段土壤污染状况调查工作可以结束，否则认为可能存在环境风险，必须进行详细调查。

详细采样调查通过采集土壤、地下水等样品，进行化学分析掌握地块内污染物的种类、污染程度及空间分布等污染特征；并开展地块内水文地质调查，掌握地块的水文地质特征，为下一步开展地块健康风险评估获取地块特征参数。根据地块土壤污染状况调查结果，进行数据评估和分析，判断地块是否需要风险评估和工程修复/风险管控相关工作，如需要则进一步开展地块特征参数调查和受体暴露参数调查，进而编制地块土壤污染状况调查报告，该地块调查结束。

### （3）第三阶段土壤污染状况调查

此阶段主要目的为针对目前土地利用情况以及未来地块规划，对污染地块潜在危害风险进行评估。通过地质勘察获取地块水文地质条件及地块参数等信息，为地块风险评估提供基础参数。分析污染确认阶段地块内污染物的统计结果，为地块风险评估提供基础数据。开展风险评估，明确关注污染物种类、计算修复/风险管控目标、划定修复/风险管控范围，提供可行性修复/风险管控技术建议。该阶段内容不在地块环境调查实施方案中体现，通常在地块土壤污染状况调查报告中进行说明。

本项目主要是结合第一阶段土壤污染状况调查的结果分析，进行第二阶段的土壤污染状况调查工作，确定土壤类型、水文地质条件，判断地块土壤和地下水是否存在污染，初步确定污染物种类和分布，为风险评估工作提供参考。

本次项目技术路线如图 1.5-1。

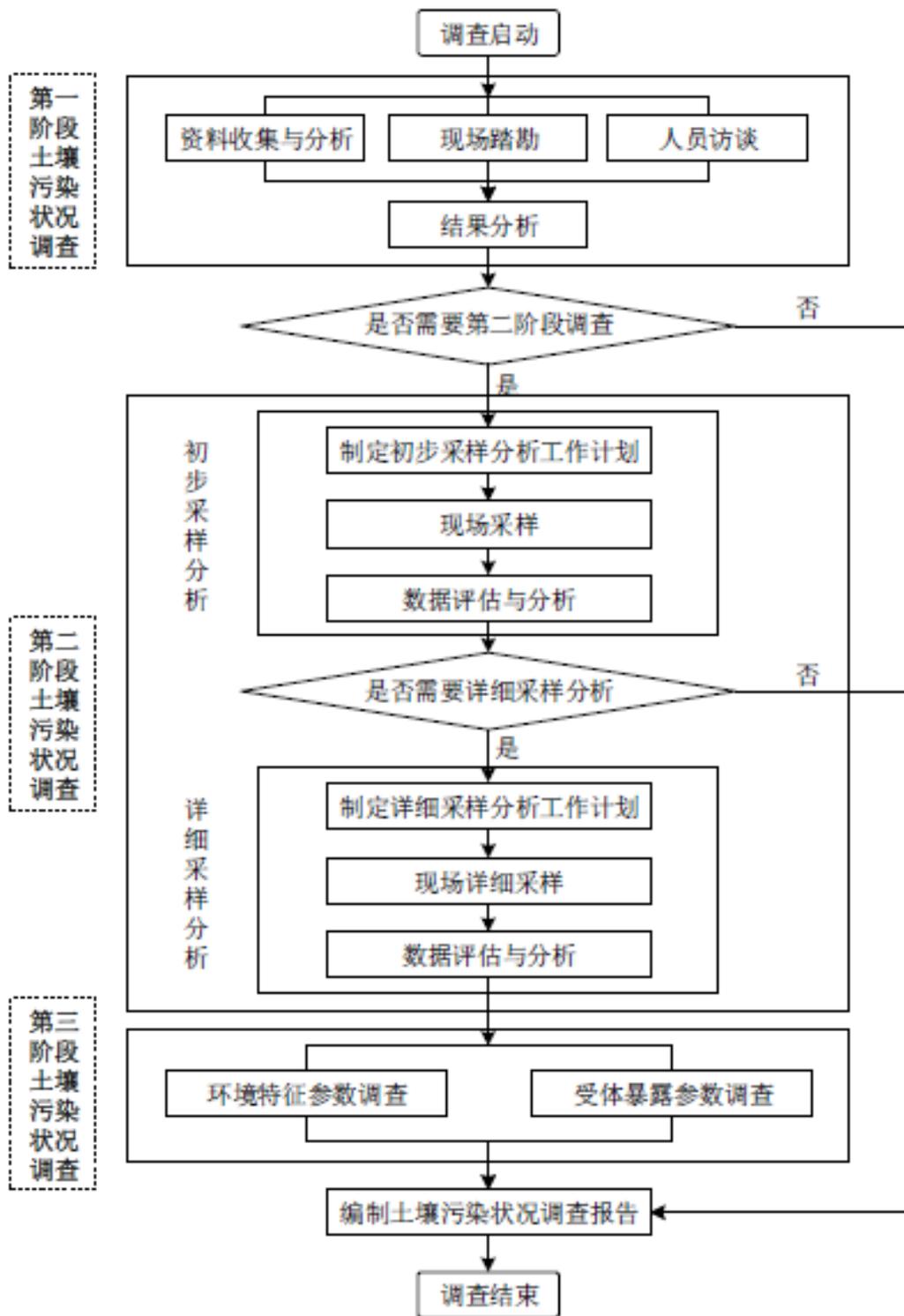


图 1.5-1 土壤污染状况调查技术路线

## 2. 地块概况

### 2.1 区域自然环境概况

#### 2.1.1 地理位置

项目地块位于广州市海珠区西侧，地址为广州市海珠区南石头街道南边路 6 号，地块中心经纬度坐标为 E 113.253667°、N 23.080608°。

项目地块四至范围如下：

- 北：北侧为原中石油昌岗油库、广州锌片厂南区拆迁安置小区，再以北为昌岗西路；
- 东：东侧紧邻世联空间创业社区、南石头街道庄头社区，再以东为南边路；
- 南：南侧紧邻北降涌，再以南为南泰路、圣火足球公园；
- 西：西侧紧邻珠江。

#### 2.1.2 地形地貌

海珠区地处珠江三角洲冲积平原。海珠区本岛及东南侧官洲岛和西南侧丫髻沙岛是由古珠江小海经不断沉积逐渐扩大而成的沙洲，本岛多为沉积扩展成陆地的水网低洼地，其东部和中部现仍有七星岗古海岸海蚀遗址可证明。东、北、西三面均起伏着由小丘经长期海水浸蚀而成的低缓台地。全区地势总体呈北高南低，一般地面标高在 2~4 米，其中以圣堂岗最高，为海拔 54.3 米，以南端大沙围堤内地面最低，低于正常水位 1 米左右。

海珠区的地质以中偏北部的紫红色砂页岩台地为主，东偏南部分布有侏罗系砂页岩，与震旦系混合花岗岩等低丘，其余皆为第四系沉积物。

全区地貌可分为低丘、台地和平原三类。低丘海拔 50 余米，为流纹岩系；台地有海拔 20 米和海拔 40 米两级。海珠岛周边为平原，海拔 10 米以下，基岩为红色砂页岩。上覆盖有冲积平原砂砾与粘土。据《广东省地震烈度区划图》，海珠区为VII级裂度。

#### 2.1.3 气候气象

本项目位于海珠区，该区属于南亚热带季风气候区，夏季较热，冬季温暖，热量充沛。多年年平均气温 21.8℃，1 月最低气温 0℃，8 月最高气温 38.7℃。年平均降水量 1700~2000 毫米，4~9 月占全年降水量的 80.4%，4~6 月以雷雨为主，7~9 月台风

较多。年平均相对湿度 72%，全年主导风为北风，春季以东南风及北风为主，夏季以东南风为主，秋季以北风、东风为主，冬季以西北风居多。年平均风速 1.9 米秒，静风频率 29.3%，日照 1895 小时，年总太阳辐射量 105 kcal<sup>2</sup>。平均年径流深 800 毫米，年陆地蒸发量 700 毫米，年水面蒸发量 1300 毫米。年平均雾日 6 天，轻雾 208 天。

## 2.1.4 区域地质

### 一、地层

海珠区内出露的地层有第四系（Q），白垩系（K）和震旦系（Z）。其中以第四系分布最广，约占全区面积的 2/3。

#### （一）震旦系

零星出露于辖区东南部的仑头、官洲和土华的低丘上，为 40 米台地的蚀余部分。岩石均经区域变质和混合岩化作用，岩性以灰黑至浅灰色的条带——条纹状混合岩为主。由于其岩性较坚硬，露头较好的山冈，多辟为石场采石，石料主要作建筑材料使用。

#### （二）白垩系

地层主体呈东西走向，分布海珠岛北部，遍布于沙园、同福路、江南大道、小港、康乐、赤岗、七星岗和赤沙、琶洲、黄埔村等地。地貌上为连续不断的台地和低丘（标高 20~45 米不等），呈带状分布，一般称为“红层”，表面多有红土层发育。按其时代新老和岩性特点，可划分为上下二个统。区内只出露下白垩统的上部（称白鹤洞组）和上白垩统（下部称三水组，上部称大朗山组）。

三水组产恐龙蛋、孢粉、介形虫、轮藻等化石，为区内白垩系重要化石产出层位，20 世纪 70 年代中期，在沙园和同福中路市场门口附近路段及防空洞红层中，挖到恐龙蛋碎片。以前广州地区的红层被认为是新生代早第三纪时的沉积，恐龙蛋化石的发现足以证明其为中生代晚白垩纪沉积。

白垩系皆为红色岩层，不仅地表出露较多，而且区内的基底岩石绝大部分由此系岩层组成。虽然辖区地表为第四系砂、砾、粘土所广泛覆盖，但其下面即为白垩系红层。由于此红岩裂隙较少、稳固性较好，可作为工程建筑的基础持力层，桩基稳固，故高层建筑及大工程的桩基以打到红层及其风化壳为佳，其中以砾岩、砂砾岩和砂岩更佳。古时的村落、寺庙、有名的园林宅第均构筑于红岩山丘及台地上，或依附其旁。

一些红岩山冈由于海水、河水和雨水的侵蚀、冲刷，以及强烈的风化剥蚀，形成了裸露的山崖及陡峭的崖壁，故留有“七星岗古海蚀崖”遗迹、“赤岗塔瓶穴群”、“七星岗北坡鳞石”及“琶洲砾柱”等自然景观，这些地方均为区内有科学价值的自然风景资源和科学研究资源。

### (三) 第四系

区内第四系分布最广，按成因可划分为残坡积型和沉积型两大类。

#### (1) 残坡积型。

1)残积层。分布于区内的低丘及 40 米和 20 米台地上，主要为白垩纪红层的风化残积物。外表呈较鲜艳的红色，岩性主要为粘土、亚粘土、亚砂土等。厚度变化大，最厚可达 51.2 米，形成时代从晚第三纪开始至晚更新世。

2)坡积层。主要沿低丘坡麓及台地边缘分布，厚薄不一，从几米至十余米不等，岩性主要为红黄、黄白等杂色粘土、亚粘土组成，常含砾石，具粗糙层理，为坡积作用形成。质地较残积层疏松，年代亦较新，多为上更新世产物，部分为全新世。

#### (2) 沉积型

沉积型第四系在区内分布很广，特别是南部和东部，构成平原水网地带，为区内主要的农田地区。据钻孔及地表一些露头剖面资料，海珠区发现最早的第四系沉积物 C14 年代测定为距今约 1.43 万年，属晚更新世晚期，此后一直至现代均有第四系沉积物堆积，根据其形成环境又可分出河流冲积相、河海交互三角洲相及海积相沉积。

## 二、地质构造

海珠区在区域构造位置上处于三水断陷盆地的东端，主体构造为东西向，其次为北西向，由白垩系地层构成的宽缓型褶皱和燕山期、喜山期形成的断裂所组合而成。

### (1)褶皱构造

由于区内地层缺失较多，加上第四系广泛覆盖，因而除燕山构造阶段的褶皱保存较好外，其余各构造阶段的褶皱在区内难以寻觅。主要有：

珠江向斜和海珠向斜。由白垩系地层组成，褶皱轴线接近东西向。轴部大约在大基头至前进路一线，由三水组上段岩层组成；两翼由三水组下段岩层组成。

### (2) 断裂构造

断裂被第四系所盖，绝大部分均深埋地下，仅在基岩裸露的山丘或台地才有所显示。以三组走向的断裂最发育，一为近东西向，二为北西或北西西向，三为北东向。

#### 1) 广三断裂。

北西西—东西走向，只出露其东段。从西侧的白鹅潭—五凤村—石榴岗，向东可能与仑头北山断裂相接，再向东延伸至长洲岛，横贯全区约 19 公里。除在沙园至五凤村一带地表有出露外，其余绝大部分被第四系所覆盖，为一隐伏断裂。该断裂在五凤村以东呈东西向，往西侧折为北西西向，断面倾向南，倾角  $40^{\circ}\sim 55^{\circ}$ ，属正断层。

#### 2) 北山断层。

见于区内东部仑头北山北麓，断层出露长约 600 米，东西两边隐伏在海相冲积平原之下，总体走向东西，使震旦系与白垩系地层呈断层接触。断层南盘出露震旦系混合岩，北盘出露晚白垩系三水组紫红色砾岩。该组砾岩在断层处倾角变陡，达  $40^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ，由断层泥、断层角砾岩组成的断层破碎带宽约 20 米。

#### 3) 仑头断层。

见于仑头村西约 54 米高的孤丘上，断层出露长约 300 米，走向近东西，断层南盘为震旦系混合岩，北盘为下白垩统地层，断面北倾，属正断层性质，断层线崖较明显。

#### 4) 石榴岗断层。

该断裂组由番禺的北亭向北西经石榴岗，然后越过珠江至天河附近。在区内石榴岗至七星岗一带山冈出露，其余为第四系覆盖。断层走向， $340^{\circ}\sim 350^{\circ}$ ，倾向不明。

在仑头北山西侧还有一隐伏的北西向断层，可延长至珠江北岸的沙河，称之为沙河断层。在纺织路一带也有一隐伏的北西西向断层，称为海珠断层。在东南部的官洲岛上有一条北东向断层，称官洲断层。由于这些断层均隐伏在第四系覆盖物和建筑物之下，地面无明显迹象，只在占孔中发现断裂破碎现象及航片上有线性构造的显示。隐伏断裂较多，而这些隐伏的断裂破碎带易透水，往往形成不稳定的岩块土体。

## 2.1.5 场地水文地质条件

### 2.1.5.1 场地地层岩性

根据本次土壤污染状况初步调查现场地质钻探（钻探深度最深 8.0m）及土工测试结果，厂区岩性结构趋势大致相同，按照岩性特征、埋藏分布和工程特性指标等情况，

项目地块从上至下可划分为填土、淤泥质砂土、淤泥质粘土、粉质粘土等 4 个土层，其地质特征详述如下：

(1) 填土

该层广泛分布在厂区内，呈杂色，含砂砾、建筑砖渣等，松散，干~潮，层厚 2.5~4.5m，层底埋深 2.5~4.5m。

(2) 淤泥质砂土

该层分布于杂填土层下，在厂区内分布广泛，呈黑褐色，稍密实，含粗砂，级配中，湿至潮，层厚 1.2~2.0m，层底埋深 2.5~4.5m。

(3) 淤泥质粘土

该层多分布于淤泥质砂土层下，局部地区该层缺失，呈灰黑色，密实，可塑，潮，层厚 1.5~1.8m，层底埋深 3.6~5.4m。

(4) 粉质粘土

该层多分布于淤泥质砂土层下，局部地区粉土层缺失，直接伏于填土层下，粉质粘土呈褐黄色，可塑，局部含粉土块，层厚 0.7~4.6m，层底埋深 4.6~8.0。

### 2.1.5.2 场地水文地质条件

项目地块浅层地下水主要为第四系孔隙水，水量一般，主要赋存于人工填土层下部、粉质黏土层之间，粉质粘土层为弱透水层。浅层地下水主要靠大气降水和地表水补给，排泄方式主要为径流排泄和蒸发排泄，地下水的水质与水量均受降水、径流影响较大，地下水与地表水水力联系密切。同时，项目地块处于珠江感潮河段，地下水水文地质条件受潮汐影响也较大。

调查监测期间，地下水埋深为 1.23~4.80m，平均埋深为 2.20m，整体来看项目地块浅层地下水自东北流向西南，即整体向西侧的珠江及南部的北降涌排泄。地表水特征

海珠区由珠江前、后航道所环绕，拥有得天独厚的地理和人文环境，区内有大面积果树区，河网密布，具有南方水乡特色。珠江前航道从白鹅潭起直至黄埔港，总长为 23.2km，珠江后航道从白鹅潭起经浮标厂至黄埔港，总长为 27.8km，前航道与后航道在落马洲分出的北濠水道和三枝香水道在黄埔港附近汇合后折向东南，与东江北干流相汇后流入狮子洋再经虎门入海。

海珠区现有河涌总计 74 条，干涌总长 120km，流域总面积 94.45km<sup>2</sup>。其功能为排涝、排污、纳潮，大部分河涌还兼有灌溉功能。

海珠涌，又名马涌，位于广州市海珠区西北角，西起珠江后航道洲头咀码头附近，流经工业大道、南田路、宝岗大道、江南大道中、晓港公园和滨江东路，东出口在前航道的珠江泳场附近，现状海珠涌水流为双向流，自西向东流动为主流，河涌全长 5.9km，天然集水面积 11.1km<sup>2</sup>（实际雨水管网集水面积为 7.46km<sup>2</sup>），河宽 8~35m，平均河宽 25m，河底高程-2.5~-1.12m。

海珠区水文现象深受潮汐影响，潮波由南海经狮子洋传来，潮型属于不规则半日混合潮，潮差较小，平均潮差均在 1.4 米左右，属弱潮河口，潮差沿途变化，由东部（黄埔 1.64 米）向西部（老鸦岗）递减，这与珠江口至黄埔的潮差沿途递增恰好相反。潮位特征值按后航道广州浮标厂站所标，年最高潮 2.04 米，相应低潮位 0.16 米，年平均高潮位 0.79 米，年平均低潮位-0.56 米，年最低低潮位-1.38 米。最高高潮位与最低低潮位之差达 3.42 米。潮流在年内除汛期的 5~6 月，作用稍弱外，大部分时间为潮汐所控制。涨潮历时比落潮历时短 1 个半小时以上，黄埔站涨潮平均历时 5 时 30 分，落潮平均历时 7 时 1 分，涨落比 1.28。

## 2.1.6 土壤及植被

海珠区地带性土壤为赤红壤，母质为砂页岩，形成砂页岩赤红壤。主要分布于赤岗、凤凰岗、石榴岗等低丘陵上，由于大部分经过人工耕作，土壤性质已发生变化，一部分成为菜园果园，一部分已成为城市建筑用地。平原区域的土壤为三角洲沉积土，经长期人工耕作，土壤熟化程度高，地势较高的成为果园、菜地，其次为菜田，地势低洼者为菜塘。

项目地块所在区域土壤类型见**错误!未找到引用源。**，，为赤红壤。赤红壤地区干湿季节交替，有利于土壤胶体的淋溶，并在一定的深度凝聚，因而土壤普遍具有明显的淀积层。该层孔壁及结构面均有明显的红棕色胶膜淀积，表现出铁铝氧化物及粘粒含量明显高于表土层（A层）及母质层（C层）。赤红壤剖面的形态特征如下：

（1）剖面层次分异明显，具有腐殖质表层（A层）、粘化层（B层）和母质层（C层）。

（2）A层湿态色调呈棕至棕红色，B层湿态色调呈棕红至红棕，C层受母质影响大，色调较复杂，从红色到黄色，但多数与母质近似，亮度及彩度均较B层高，有时尚可见红、黄、白色斑块。

（3）土壤质地多壤质粘土。A层因粘粒机械淋移或地表流失，质地稍轻。B层固粘粒淀积，质地稍粘。

（4）自然植被下表土层结构多为屑粒状和碎块状。B层块状和棱块状，在结构面和孔壁上常见铁铝氧化物胶膜淀积。微形态观察，多见弯曲短裂隙，少数孔道状孔隙，孔壁与裂隙面有较多老化扩散胶凝状粘粒胶膜淀积，消光微弱，见微弱光性定向粘粒。C层多块状和弱块状结构，一般没有或少量胶膜淀积。

（5）铁铝氧化物移动淀积较明显，其含量均以B层最高，并常见胶膜淀积，有的可见铁质软结核。局部堆积台地和坡麓地带可见各种形状的网纹层、侧向漂洗层、铁盘铁子层；其形成可能与地下水和侧渗水活动有关，并非赤红壤形成过程的特征。

（6）总孔隙量较大，微团聚性和渗透性较好。赤红壤粘粒矿物以高岭石为土，并有较多无定形铁铝氧化物的胶结，因而形成的团聚体（1-0.01毫米）达65%-89%。土体的总孔隙、通气孔隙和持水孔隙均较高，总孔隙度为40.5%-52.8%，平均47.2%。

海珠区内的森林植被主要是分布在村落附近台地上的杂木和人工栽种的马尾松林、小叶桉林、台湾相思林、竹林和一些被称作“风水林”的树木。果园主要分布在辖区东部和东南部，瑞宝、东风、土华、小洲、官洲、仑头、北山、龙潭、黄埔、琶洲、赤沙等经济联社，传统种植杨桃、荔枝、龙眼、香蕉、甜橙、番石榴、黄皮、木瓜、菠萝、乌榄、柿、李等果树。项目地块附近植被为城市植被林，以人工栽植的细叶榕、大叶榕、垂叶榕等行道树为主。

### 2.1.7 区域地下水功能区划

根据《广东省地下水功能区划》（粤办函〔2009〕459号），项目地块位于珠江三角洲广州海珠至南沙不宜开采区（H074401003U01），不涉及地下水饮用水源补给径流区和保护区。

## 2.2 周边敏感目标

参照广州市《建设用地土壤污染防治 第 1 部分：污染状况调查技术规范》（DB4401/T 102.1-2020）等技术规范要求对项目地块周边环境敏感目标进行识别，项目地块周边环境敏感目标主要为居民区、学校和医院，1000m 范围内不涉及饮用水源保护区及准保护区、基本农田保护区、自然保护区、风景名胜区等。

## 2.3 地块现状

### 2.3.1 地块建构筑物现状

项目地块现状为政府收储用地，已全部停产，本次土壤污染状况初步采样调查前，项目地块内主体建构筑物设施已拆除（原 1 号车间除外，该建筑为广州市第三批历史建筑（编号为 GZ 03 0032））。

### 2.3.2 地块市政管道施工情况说明

据《广州市河长制办公室关于推进海珠南部环岛路污水主干管工程（沙渡路-石岗路段）建设的会议纪要》（穗河长办会纪[2021]3号）文件，为了确保提升省考东朗断面的水质，海珠区生态城内流域河涌治理工程（一期）-南部环岛路主干管工程（沙渡路-石岗路）被列为广州市、海珠区重点建设项目，该段工程在项目地块内设置 2 个工作井（W4、W5）。

因建设工程施工需要，施工单位（广州市市政工程维修处理有限公司）于 2021 年 5 月开始在项目地块进行管道施工，进行 W4、W5 两个工作井开挖，工作坑井施工过程中产生的土方临时堆放场地（堆土 1、堆土 2），并用防尘网覆盖。由于该污水管线路涉及北部广东裕龙置业有限公司地块施工，工期约至 2021 年 10 月份。地块内工作坑井施工过程中产生的土方临时堆放场地，拟用于地块内施工覆土加载技术需求，待施工完成后由施工单位负责原地回填临时堆放场地的土方。

经现场踏勘，堆土 1（W4 工作井施工区）土方量约 420m<sup>3</sup>，堆土 2（W5 工作井施工堆土区）土方量约 150m<sup>3</sup>。

## 2.4 地块历史

### （1）地块历史沿革概述

项目地块历史沿革清晰，自农田开发利用建厂后可以分为 7 个阶段，简述如下：

#### 1) 农田阶段（~1958 年）

根据项目地块所在区域 1955 年航拍图（1955 年）及人员访谈等信息，项目地块及周边临近区域原为为农田。

#### 2) 广州纱线漂染厂（1958 年~1985 年）阶段

1956 年 7 月，广州市通过政府划拨海珠区南边路 6 号之二（地块西半部分）作为工业用地，在该地块成立广州纱线漂染厂，1958 年投产，年产纱线漂染 2400t/年。原广州纱线漂染厂（南边路 6 号之二）北侧紧邻广东省石油公司贮油所用地，东部为南边村农田，南侧隔北降涌与广州造纸厂木场相望，西侧紧邻珠江。具体见 1959 年~1978 年项目地块及周边历史地形图。

#### 3) 广州东方印染厂（1985 年~1993 年）阶段

1985 年原广州纱线漂染厂扩建并更名为广州东方印染厂，新增厂区东部的农田（南边路 6 号之一）作为工业用地，扩建生产线，年产印染布 1000 万米/年、纱线漂染 3600t/年。扩建后，原广州东方印染厂（南边路 6 号之一、南边路 6 号之二）北侧紧邻广东省石油公司昌岗贮油所、广州锌片厂用地，东侧为广州冷冻机厂，南侧隔北降涌与广州曙光铸造厂及广州造纸厂木场相望，西侧紧邻珠江。。

#### 4) 广州南丰印染厂（1993 年~2004 年）阶段

1993 年 8 月广州东方印染厂引进外资成立广州南丰印染厂有限公司，广州东方印染厂将大部分纱线漂染设备外迁至广州市白云区，淘汰部分氧漂机、液流染色机、热定型机、卷染机、绳状洗水机、辊筒印花机、宽幅蒸化机等设备。广州南丰印染厂设在项目地块内，利用广州东方印染厂原有的生产厂房和部分设备，引进配套部分先进设备，托大印染布生产、淘汰部分纱线漂染产能，年

产印染布 2400 万米/年、纱线漂染 1500t/年。此后由于产业结构调整，原广州南丰印染厂 2004 年停产。

#### 5) 广州第一棉纺织厂（2005 年~2010 年）阶段

2005 年在拆除地块西侧为三栋厂房的基础上，在项目地块西侧（南边路 6 号之二）建立广州第一棉纺织厂，年产印染布 1015 万米/年，其中牛仔布 923.4 万米/年、装饰布 91.7 万米/年。按照《关于推进市区产业“退二进三”工作的意见》（穗府〔2008〕8 号）等相关文件要求，广州第一棉纺织厂于 2010 年关停搬迁。2005 年~2010 年，项目地块平面建构筑物布置基本保持不变。

#### 6) 闲置及临时外租阶段（2010 年~2018 年）

广州第一棉纺织厂关停搬迁后，项目地块闲置。2013 年起，项目地块内的成品仓、印染车间厂房、办公楼作为物业外租为纸业仓库、布匹仓库以及影视创作基地等。由于地块收储工作，2018 年底完成租户清退，项目地块闲置。。

#### 7) 拆除平整、收储闲置阶段（2018 年~至今）

土地使用权人于 2019 年委托有资质的第三方对地块内遗留的危险废弃物进行无害化处置。2020 年 11 月项目地块启动建构筑物设施拆除工作，2021 年 3 月完成除原 1 号车间（作为历史风貌建筑保留）、门卫和值班室外，其它建构筑物设施均已拆除。

## 2.5 相邻地块现状及历史

### 2.5.1 相邻地块用地历史

参照项目地块所在区域历史地形图、历史卫星遥感影像图等资料，结合人员访谈，项目地块所在区域原为农田，自 1950 年代开始先后建设有广东省石油公司昌岗油库、广州冷冻机厂、广州锌片厂南厂区等工厂。

现对项目地块相邻地块用地历史梳理如下：

#### （1）广东省石油公司昌岗油库

广东省石油公司昌岗油库紧邻项目地块北侧，该区域原为农田，据《广州中心城区滨水旧工业区更新研究》[D]（张弘，2019）<sup>1</sup>等相关资料，1950 年代广东省石油公司在项目地块北侧、昌岗西路 1 号大院内建立广东省石油公司贮油所，主要贮存重油、机油、柴油及汽油，其储油罐距离项目地块北厂界约

<sup>1</sup> 张弘.广州中心城区滨水旧工业区更新研究 [D].广州：华南理工大学，2019

150m，1978 年左右昌岗油库扩建储油罐区，南部油罐距离项目地块北厂界约 100m。广东省石油公司昌岗油库仅涉及油品储存，不进行油品加工生产。广东省石油公司昌岗油库于 2016 年列入广州市市级第三批历史建筑。在计划更新的名单中，昌岗油库由政府主导开发，计划建设成为广州工业博物馆。

昌岗油库共有 3 个储油管区：罐区 1 位于昌岗油库北部，包括 5 个 5000m<sup>3</sup> 地面立式储油罐、4 个 2000 m<sup>3</sup> 地面立式储油罐、15 个 20 m<sup>3</sup> 架空卧式储油罐，储存油品为重油、柴油、汽油。罐区 2 位于昌岗油库北部，包括 16 个 40 m<sup>3</sup> 地面卧式储油罐，主要储存润滑油。罐区 3 位于昌岗油库中南部，包括 15 个 500 m<sup>3</sup> 地面立式储油罐、4 个 1000 m<sup>3</sup> 地面立式储油罐，主要储存机油。

## （2）广州锌片厂南厂区

广州锌片厂南厂区紧邻项目地块北侧，该区域原为农田，1970 年广州锌片厂在项目地块北侧建立广州锌片厂南厂区，主要用于生产锌、铝和钼制品。广州锌片厂南厂区紧邻项目地块北厂界。2000 年 10 月，广州锌片厂关闭，转制重组成立广州市腾业锌材有限公司。因广州市“三旧”项目改造工作推进的需要，广州市腾业锌材有限公司于 2007 年搬迁出市区。随后场地处于空置，2009 年场地内建筑物拆除后，广州锌片厂南区作为公安交警支队违法及事故车辆停车场使用。2013 年，根据广州市土地管理委员会 2013 年第四次会议决定，广州锌片厂（南区）保障性住房地块将由广州市土地开发中心自行建设安置房，用地性质由工业用地变住宅用地。2013 年该场地进行了停放车辆的清场工作。

根据《广州锌片厂地块（不含保障性住房地块）场地环境调查和风险评估报告》（广东省环境科学研究院&暨南大学，2017 年），广州锌片厂南区主要包括保卫科、综合办公楼、宿舍、仓库（机电、重油）、机修车间、铝三车间（熔铸、轧延）、钼片车间等。场地北部依次为综合办公楼、宿舍和仓库。场地中部和东部为生产车间，产品仓库位于场地东北角，重油库位于场地东南角。铝三车间（熔铸、轧延）使用柴油及重油。根据原厂工程师介绍，办公室和煤气储存室之间设有防空洞，防空洞深度走向不详，在生产期间防空洞作为储水池使用。场地内设有锅炉房，锅炉房用煤。本次场地调查在南区的调查范围为保障性住房地块以外的剩余区域。

## （3）广州冷冻机厂

广州冷冻机厂位于海珠区南边路 38 号，始建于 1968 年，作为全国十大冷冻机厂之一，主要生产工业和民用业空调设备、轨道车辆空调产品。广州冷冻机厂位于项目地块东部，最近距离约 10m。2001 年 3 月，经广州市政府部门批准，原国有企业广州冷冻机厂转制为民营企业“广州冷冻机有限公司”。广州冷冻机有限公司在产品方面，新公司舍弃了原来广州冷冻机厂的工业和民用业空调设备等非轨道车辆空调产品，集中优势力量，专门从事铁路机车车辆、地铁车辆和轻轨车辆空调系统的开发和生产，在轨道车辆空调方面做精做强，成为轨道车辆空调专业化的研发和生产基地。为了满足市场发展的需要、增加企业竞争力，公司又于 2003 年 4 月进行了资产重组，并进行股份制改造，整体变更成立广州中车轨道交通装备股份有限公司，是铁道部机车、车辆空调的定点生产厂家，地铁车辆空调系统国产化配套厂家之一。由于海珠区实施“退二进三”工作，广州中车轨道交通装备股份有限公司南边路厂区于 2009 年左右整体关停搬迁。2011 年原广州冷冻机厂（南边路 38 号）经改造后外租为商务办公，现状为世联空间创业社区。

## 2.5.2 相邻地块现状

### （1）广东省石油公司昌岗油库

广东省石油公司昌岗油库于 2016 年列入广州市市级第三批历史建筑。在计划更新的名单中，昌岗油库由政府主导开发，计划建设成为广州工业博物馆。昌岗油库地块内现状设施包括储油罐区、发油台、仓库房、杂物房等。

### （2）广州锌片厂南厂区

目前广州锌片厂南区地块现状为安置房建设用地，大部分区域为裸露土地，小部分区域为混凝土硬化地面，地块内所有建筑均已拆除，场内仅存几排活动板房。

### （3）广州冷冻机厂

2011 年原广州冷冻机厂（南边路 38 号）经改造后外租为商务办公，现状为世联空间创业社区。

## 2.6 地块未来土地利用规划

根据《关于商请协助提供部分地块现行控制性详细规划情况的复函》（广州市规划和自然资源局海珠区分局，2019年7月3日）、《广州市规划和自然资源局政府信息公开申请告知书》（穗规划资源公开[2021]1217号），参照《城市用地分类与规划建设用地标准》（GB 50137-2011）的分类标准，项目地块规划为商业设施用地（B1）、娱乐康体设施用地（B3）、公园绿地（G1）和道路用地（S1）。

## 3. 第二阶段调查-初步采样分析总结

### 3.1 地块污染识别

#### 3.1.1 重点区域识别

基于资料分析、现场踏勘及人员访谈等第一阶段工作成果综合分析，项目地块历史生产可能会对土壤及地下水造成污染，潜在污染源、疑似污染区域及潜在污染物分析如下：

原一棉厂印染车间、原一棉厂炼漂车间、原一棉厂染整车间、原一棉厂浆染车间、原南丰印染厂及东方印染厂印染车间、化学品仓、染化料仓：上述区域历史上进行漂染、印染活动，涉及各种染料和助剂的暂存、使用，其“跑冒滴漏”可能渗入土壤地下水，进而导致土壤地下水污染，潜在污染物为锑、六价铬、苯胺、偶氮苯、苯酚、甲醛等。

雕刻车间：印花花筒雕刻过程中产生含六价铬废水，其跑冒滴漏可能会造成土壤地下水污染。

油炉房：导热油炉采用矿物型导热油作为高温导热介质，导热油“跑冒滴漏”的情况下，通过入渗的途径污染土壤及地下水，其潜在污染物包括石油烃。

储油罐及其输油管线：包括西北部储油罐、西南部储油罐、老发电机房储油罐、新发电机房储油罐，均为地上式储油罐。北部储油罐及南部储油罐通过架空敷设输油管向锅炉房供应燃油。发电机房储油罐均通过地上管道供应就近的发电机房用油。重油、柴油的储存、输送过程中跑冒滴漏的情况下，通过入渗的途径污染土壤及地下水，其潜在污染物为石油烃类。

生产废水管道及废水处理站：废水处理站涉及印染废水、漂染废水、雕刻废水等生产废水的收集、处理，生产废水中含有种类多样的残留染料及助剂，废水管道及池体使用时间长，“跑冒滴漏”的可能性大，废水中的污染物通过下渗的途径污染土壤及地下水，其潜在污染物包括锑、六价铬、苯胺、偶氮苯、苯酚、甲醛等。

锅炉房、煤堆场、煤渣场及烟气处理区：由于原煤及煤渣中含有重金属（砷等）、多环芳烃等，可能会渗入土壤地下水造成污染。

污泥堆放区及废水总排口：污水处理站西侧设有污泥堆放区，污泥中可能含有残留的镉、砷、铬、甲醛、苯酚、芳香胺、石油烃等潜在污染物，通过入渗污染土壤地下水。

固废房：固废房位于地块东北部，用于存放废染料及助剂包装桶、废机油等固体废物，可能会对土壤地下水造成镉、甲醛、苯酚、芳香胺、石油烃污染。

变电房：地块中部设有变电房，变压器中含有变压器油，变压器油中含有多氯联苯等物质组成，可能会渗入土壤地下水造成污染。

项目地块北部紧邻广东省石油公司昌岗油库、广州锌片厂南厂区，东部紧邻广州冷冻机厂，可能会对地块产生潜在污染，其潜在污染物包括石油烃、甲基叔丁基醚、氟化物、重金属（砷、镉、铜、锌、汞）、多环芳烃。

经污染识别，项目地块存在潜在污染，需要开展土壤污染状况初步调查工作，确定场地是否污染及污染物的种类、污染程度及污染分布情况。

#### 有毒有害物质分析

项目地块内由于涉及染料、助剂、机油、重油、燃煤等物质，可能会对土壤地下水造成镉、砷、六价铬、甲醛、苯酚、苯胺、偶氮苯、石油烃、多环芳烃、多氯联苯等潜在污染。

镉：涤纶是广州第一棉纺织厂的主要原来之一。镉化合物（醋酸镉或乙二醇镉）是纺织行业原材料聚酯纤维（即涤纶工业丝）生产过程中常用的催化剂，镉化合物常残留在涤纶织物面料中，并在后续的退浆、碱减量、染色等印染工序中大量释放出来，进入生产废水中，释放量与布料染色过程中所加的强碱、染料、助剂及高温环境有关。温度越高、操作时间越长，镉的释放量也越多。生产废水中的重金属镉可能会对土壤地下水造成污染。

重金属砷：燃煤中含有重金属砷，在堆放过程中受降雨径流冲刷释放，通过入渗途径可能会对土壤地下水造成污染；燃煤燃烧后产生含砷及其化合物烟尘颗粒，随大气沉降，可能会导致土壤地下水污染。

重金属六价铬：纱线漂染、布匹印染过程中使用重铬酸钾作为媒染剂，重金属六价铬进入漂染废水、印染废水中；此外，印花花筒上一般含有重金属铬保护层，在花筒蚀刻过程中容易释放出六价铬，进入生产废水中，通过入渗途径可能导致土壤地下水污染。

甲醛：项目地块历史生产过程中，所使用的树脂整理剂、固色剂、防缩剂、防腐剂等助剂可能含有甲醛，助剂中的甲醛进入生产废水中，通过入渗途径可能会对土壤地下水造成污染。

苯酚：常用于纺织原料（棉纤维）、半成品（如坯布）、成品的贮存、上浆过程的防腐剂及印花浆中做增稠剂、匀染剂等。进入生产废水中，通过入渗可能会导致土壤地下水污染。

苯胺：漂染过程中使用的直接染料、还原染料和硫化染料在高温条件下可能分解产生少量苯胺，进入生产废水中，通过入渗可能会导致土壤地下水污染。

偶氮苯：漂染过程中使用的偶氮类直接染料含有偶氮基团，在高温条件下可能分解产生少量偶氮苯，进入生产废水中，通过入渗可能会导致土壤地下水污染。

石油烃：主要来自于机油、燃料油和导热油。机器设备中的润滑油、机油等矿物油主要成分为石油烃；锅炉燃料重油的主要成分为石油烃物质；热油炉中的导热载体为矿物型导热油，矿物型导热油是以石油为原料，经过蒸馏等工艺制造而成的，其主要成分为石油烃，导热油使用温度约为 300℃。机油、重油、导热油等油品在“跑冒滴漏”情况下通过入渗可能导致土壤地下水污染，特征污染物为石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）。

多环芳烃：项目地块涉及多环芳烃的物质主要有燃煤、重油。燃煤燃烧后生产含多环芳烃物质（如苯并（a）芘等）的烟尘，随大气沉降可能导致土壤地下水污染；重油是原油提取汽油、柴油后的剩余重质油，主要成分为石油烃，此外还含有、多环芳烃类物质，重油在存储及管道输送过程中“跑冒滴漏”情况下可能通过入渗导致土壤地下水污染。

多氯联苯：主要来自于变压器绝缘油。

## 2) 来自项目地块外潜在污染物识别

项目地块北部紧邻广东省石油公司昌岗油库、广州锌片厂南厂区，东部紧邻广州冷冻机厂，可能会对地块产生潜在污染，其潜在污染物包括石油烃、氟化物、重金属（砷、镉、铜、锌、汞）、多环芳烃。

石油烃：昌岗油库储存有重油、柴油、机油、汽油等物质，主要成分为石油烃；北部的广州锌片厂南厂区厂内设有重油储罐；东部的广州冷冻机厂生产空调制冷设备过程中，涉及金属材料机加工用油（如润滑油、机油等）。重油、

柴油、机油等储存、使用过程中，可能由于设备老化、事故等“跑冒滴漏”进入土壤、渗入地下水，随地表径流、地下水迁移进入项目地块，造成项目地块土壤地下水污染，潜在污染物为石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）、石油烃（C<sub>6</sub>-C<sub>9</sub>）。

氟化物：项目地块东部的广州冷冻机厂可能涉及含氟制冷剂，其特征污染物为三氯氟甲烷、二氯二氟甲烷及氟化物。

重金属（砷、镉、铜、锌、汞）、多环芳烃（苯并(a)蒽、蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘和二苯并(a,h)蒽）：根据《广州锌片厂南区保障性住房地块场地环境详细调查机风险评价报告》（北京建工环境修复股份有限公司，2014年）：广州锌片厂南区保障性住房地块场地土壤中重金属（砷、镉、铜、锌、汞）、多环芳烃（苯并(a)蒽、蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘和二苯并(a,h)蒽）和石油烃总量（TPH）等污染物存在不同程度超标，污染物可能会随地表径流及地下水迁移进入项目地块，造成项目地块土壤地下水污染。

### 3) 潜在污染物识别

综合分析项目地块及其周边地块历史生产活动情况进行梳理表明，项目地块潜在污染物主要包括：重金属（镉、砷、铬、镉、铜、锌、汞等）、三氯氟甲烷、二氯二氟甲烷及氟化物、甲醛、苯酚、芳香胺类、石油烃、甲基叔丁基醚、多环芳烃、多氯联苯等，具体见表 3.1-1。

表 3.1-1 项目地块潜在污染物汇总表

序号	污染物	来源地	产生环节
1	镉	项目地块	纺织物中镉化合物在印染加工过程中释放
2	砷	项目地块	锅炉燃煤
		北部的广州锌片厂	污染土壤中的砷随地表径流及地下水迁移
3	六价铬	项目地块	纱线漂染、布匹印染、印花花筒蚀刻
4	镉	北部的广州锌片厂	污染土壤中的镉、铜、锌、汞等物质随地表径流及地下水迁移进入项目地块
5	铜		
6	锌		
7	汞		
8	三氯氟甲烷、二氯二氟甲烷及氟化物	东部的广州冷冻机厂	含氟制冷剂随大气沉降、地表径流及地下水迁移进入项目地块
9	甲醛	项目地块	树脂整理剂、固色剂、防缩剂、防腐剂等助剂含有甲醛

10	苯酚		项目地块	防腐剂、增稠剂、匀染剂中含有苯酚类物质
11	苯胺、偶氮苯		项目地块	偶氮染料及其副反应
12	石油烃	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	项目地块	机油、燃料油和导热油的跑冒滴漏
			北部昌岗油库	重油、柴油等跑冒滴漏随地表径流及地下水迁移进入地块
			北部锌片厂	重油、机油等跑冒滴漏后随地表径流及地下水迁移进入地块
		东部广州冷冻机厂	机油等跑冒滴漏后随地表径流及地下水迁移进入地块	
		石油烃 (C <sub>6</sub> -C <sub>9</sub> )	北部昌岗油库	汽油等跑冒滴漏随地表径流及地下水迁移进入地块
13	多环芳烃	苯并(a)蒽、蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘和二苯并(a,h)蒽等	项目地块、北部锌片厂	污染土壤中的多环芳烃等物质随地表径流及地下水迁移进入项目地块
14	多氯联苯		项目地块	变压器绝缘油泄漏
15	甲基叔丁基醚		北部昌岗油库	作为常用的汽油添加剂，油库中汽油跑冒滴漏后随径流进入地块

## 3.2 采样点位布设

### 3.2.1 土壤采样点位布设

#### (1) 地块原土壤采样点

根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ 25.1-2019)、《建设用地土壤污染风险管控和修复/风险管控监测技术导则》(HJ 25.2-2019)、《工业企业场地环境调查评估与修复/风险管控工作指南》(试行)、《广州市建设用地土壤污染防治 第1部分:污染状况调查技术规范》(DB4401/T 102.1-2020)等相关文件,对污染识别阶段确定的每个疑似污染区域布设监测点,采用分区布点与专业判断相结合的方法布设监测点位,采样密度保证单个采样单元面积原则上不超过1600 m<sup>2</sup>,采样点具体位置需接近生产区域内的关键疑似污染点。

由于项目地块生产历史较长、重点区域分布较广,基于保守考虑,对整个项目地块采用40m×40m网格进行系统剖分,每个网格单元内布设一个采样点,局部重点区域进行加密布点,采用点位尽量考虑污染源位置。

本次初步采样调查共设置43个采样点,其中项目地块内布设41个土壤采样点,在项目地块外布设2个土壤对照点。土壤采样点位重点布置在原一棉厂印染车间、原一棉厂炼漂车间、原一棉厂染整车间、原一棉厂浆染车间、原南丰印

染厂及东方印染厂印染车间、化学品仓、油炉房、储油罐及锅炉房、生产废水管道及废水站等疑似污染区域，以最大限度的捕获污染物。。

由于项目地块周边区域多为老工业区，受人为干扰可能性较大，因此项目地块外土壤对照点分别布置于东北2.6km的晓港公园、东7.6km的海珠国家湿地公园。

### (1) 地块市政管道施工堆土采样点

本项目第一阶段调查工作开展时间为 2020 年 12 月~2021 年 1 月，初步采样时间为 2021 年 1 月~2021 年 3 月，南部环岛路主干管工程（沙渡路-石岗路）在项目地块内施工于 2021 年 5 月（下图中红色圆圈为工作井所在位置，红色线为顶管走向）。由于土体受施工扰动，基于保守考虑，本项目于 2021 年 6 月 18 日对临时堆土补充采集 3 个土样进行检测分析。其中：堆土 1 土方量约 420m<sup>3</sup>，布设 2 个采样点，每个点采集 1 个表层土样；堆土 2 土方量约 150m<sup>3</sup>，布设 1 个采样点，每个点采集 1 个表层土样。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），外来堆土每 500 立方米采集不少于 1 个样品，采样密度符合要求。

#### 地下水采样点位布设

本次调查在目标地块内布设 9 口地下水监测井。

### 3.3 采样深度

#### 3.3.1 土壤采样深度

根据地块特征、土层结构、地下水的深度、污染物进入土壤的途径及在土壤中的迁移规律、地面深度等因素，按照《广东省建设用地土壤污染状况调查、风险评估及效果评估报告技术审查要点（试行）》（粤环办〔2020〕67号）、《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）、《建设用地土壤污染风险管控和修复/风险管控监测技术导则》（HJ25.2-2019），《工业企业场地环境调查评估与修复/风险管控工作指南》（试行）等相关规范要求执行。

本项目采样深度为 5~8 米，具体根据地层、污染源特征等现场情况设定，每个土孔采集 4~5 个土样。其中地下罐、池槽等区域采样深度应达到罐槽底部以下 3m 以上，地下管道及沟渠采样深度应达到与埋管深度或沟渠底部深度以下 2m 以上。

按照分层采样的原则，一般应采集表层土壤、下层土壤以及饱和带土壤。对于地下水位较浅，无法采集下层土壤的监测点位，可分两层采样，分别采集表层土壤和饱和带土壤；根据地层实际情况确定最大采样深度。每个土壤钻孔原则上采集不少于 3 个样品进行实验室分析，对于发现有污染的点位，应增加送检样品的数量。表层土壤和下层土壤具体深度的划分应考虑地块回填土的情况、地块土壤自然分层情况、构筑物及管线埋深和破损情况、污染物释放和迁移情况、土壤特征等因素综合确定。

**表层土壤：**一般应在 0~0.5m 采集和送检 1 个样品。表层土壤包括地表的填土，但地面存在硬化层（如混凝土、沥青、石材、面砖）一般不作为表层土壤，计量采样深度时应扣除地表硬化层厚度。

**下层土壤（表层土壤底部至地下水水位以上）：**至少采集和送检 1 个土壤样品。采样深度可借助现场快速检测、异味识别、异常颜色与污染迹象观察等手段辅助判断，建议下层土壤垂向采样间隔不超过 2m；不同性质土层至少采集一个土壤样品，同一性质土层厚度较大或出现明显污染痕迹时，根据实际情况在该层位增加垂向采样数量。

**饱和带土壤（地下水位线以下）：**至少采集和送检 1 个土壤样品。如饱和带土壤存在明显污染痕迹，应适当增加送检样品。

在本场地实际采样过程中，场地调查单位主要依据现场岩芯的实际情况进行采样深度的确定：①在土壤表层 0.5 m 以内设置一个采样点；②表层样以下采用分层采样，主要通过可直接现场获取信息的岩芯土壤颜色、黏性、气味、湿度情况等特征进行分层采样，采样点基本位于土壤分层的下层或者交界处。项目地块部分区域风化层埋深较浅，根据各点位土壤的实际情况进行采样。此点位采样深度是除去垃圾深度后进行下层采样。

本项目污水站调节池为半地下式池底，池底埋深约 2m，该区域点位 S31、S35 最大采样深度均为 5.5m，满足采样深度要求。

### 3.3.2 地下水采样深度

地下水监测井筛管起止深度略高于地下水初见水位至弱透水层，揭露弱透水层但不可钻穿。原则上地下水样品应在地下水水位线 0.5m 以下采集。

## 3.4 检测分析指标

由于项目地块使用历史较长、生产工艺较复杂，早期资料相对较少，污染识别存在一定的不确定性，为最大限度保证地块土壤污染状况调查的合理性、准确性、可靠性，本次调查基于保守性原则筛选土壤及地下水检测指标。

### 3.4.1 土壤检测分析指标

土壤监测指标的筛选主要考虑项目地块的潜在特征污染物、《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）等相关规范要求综合确定。

本项目土壤检测指标如下：

- (1) 理化性质（2 项）：pH、含水率——212 组土样全测；
- (2) GB36600 表 1 基本 45 项——212 组土样全测；
- (3) 其它污染物：
  - 重金属（2 项）：锌、镉——193 组土样检测；
  - 总氟化物——200 组土样全测；
  - 挥发性有机物（VOCs）（15 项）：1,3,5-三甲基苯、1,2,4-三甲基苯、1,2,3-三氯苯、1,2,4-三氯苯、正丙苯、异丙苯、正丁基苯、叔丁基苯、仲丁基苯、氯乙烷、1,3-二氯丙烷、溴氯甲烷、1,2-二溴-3-氯丙烷、2-氯甲苯、4-氯甲苯——193 组土样检测；

- 氟氯烃化合物（2项）：三氯氟甲烷、二氯二氟甲烷——27组土样检测；
- 甲基叔丁基醚：20组土样检测；
- 半挥发性有机物（25项）：2,4-二硝基甲苯、2,4-二氯苯酚、2,4,6-三氯苯酚、2,4-二硝基苯酚、五氯苯酚、苯酚、2,4-二甲基苯酚、2-甲基苯酚、4-甲基苯酚、4-氯-3-甲基苯酚、2,4,5-三氯苯酚、2-甲基萘、2-氯萘、2,6-二硝基甲苯、偶氮苯、N-亚硝基二正丙胺、N-亚硝基二甲胺、2-硝基苯胺、4-硝基苯胺、4-氯苯胺、六氯苯、六氯乙烷、二（2-氯乙氧基）甲烷；六氯乙烷、六氯丁二烯——185组土样检测；
- 甲醛——155组土样检测；
- 石油烃类：石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）——212组土样全测，石油烃（C<sub>6</sub>-C<sub>9</sub>）——39组土样检测；
- 多环芳烃（8项）：萘、芴、蒽、荧蒽、芘、苊稀、菲、和苯并[g,h,i]花——26组土样检测；
- 多氯联苯类（12项）：2,3,3',4,4',5,5'-七氯联苯（PCB189）、2,3',4,4',5,5'-六氯联苯（PCB167）、2,3,3',4,4',5'-六氯联苯（PCB157）、2,3,3',4,4',5-六氯联苯（PCB156）、3,3',4,4',5,5'-六氯联苯（PCB169）、2',3,4,4',5-五氯联苯（PCB123）、2,3',4,4',5-五氯联苯（PCB118）、2,3,3',4,4'-五氯联苯（PCB105）、2,3,4,4',5-五氯联苯（PCB114）、3,3',4,4',5-五氯联苯（PCB126）、3,3',4,4'-四氯联苯（PCB77）、3,4,4',5-四氯联苯（PCB81）——17组土样检测。

### 3.4.2 地下水检测分析指标

本项目地下水检测指标与土壤一致，具体包括如下指标：

- (1) 理化性质（2项）：pH、浊度；
- (2) GB36600表1基本45项；
- (3) 其它污染物：
  - 重金属和无机物（3项）：锌、镉、氟化物；
  - 挥发性有机物（VOCs）（15项）：1,3,5-三甲基苯、1,2,4-三甲基苯、1,2,3-三氯苯、1,2,4-三氯苯、正丙苯、异丙苯、正丁基苯、叔丁基苯、仲丁基苯、氯乙烷、1,3-二氯丙烷、溴氯甲烷、1,2-二溴-3-氯丙烷、2-氯甲苯、4-氯甲苯；
  - 半挥发性有机物（25项）：2,4-二硝基甲苯、2,4-二氯苯酚、2,4,6-三氯苯酚、2,4-二硝基苯酚、五氯苯酚、苯酚、2,4-二甲基苯酚、2-甲基苯酚、4-甲基苯酚、4-氯-3-甲基苯酚、2,4,5-三氯苯酚、2-甲基萘、2-氯萘、2,6-二硝基甲苯、偶氮苯、N-亚硝基二正丙胺、N-亚硝基二甲胺、2-硝基苯胺、4-硝基苯胺、4-氯苯胺、六氯苯、六氯乙烷、二（2-氯乙氧基）甲烷；六氯乙烷、六氯丁二烯；
  - 甲醛；
  - 石油烃（C<sub>6</sub>-C<sub>9</sub>）、石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）；
  - 多环芳烃（8项）：萘、芴、蒽、荧蒽、芘、苊稀、菲、和苯并[g,h,i]花；
  - 多氯联苯类（12项）：2,3,3',4,4',5,5'-七氯联苯（PCB189）、2,3',4,4',5,5'-六氯联苯（PCB167）、2,3,3',4,4',5'-六氯联苯（PCB157）、2,3,3',4,4',5-六氯联苯（PCB156）、3,3',4,4',5,5'-六氯联苯（PCB169）、2',3,4,4',5-五氯联苯（PCB123）、2,3',4,4',5-五氯联苯（PCB118）、2,3,3',4,4'-五氯联苯（PCB105）、2,3,4,4',5-五氯联苯（PCB114）、3,3',4,4',5-五氯联苯（PCB126）、3,3',4,4'-四氯联苯（PCB77）、3,4,4',5-四氯联苯（PCB81）；
  - 氟氯烃化合物（2项）：三氯氟甲烷、二氯二氟甲烷；
  - 可吸附性有机卤素（AOX）；
  - 甲基叔丁基醚。

### 3.5 初步调查结果评价

本次调查土样检测的各项指标中，**31**个土样中**六价铬、铅、镍、镉、总氟化物、石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)、甲醛、苯并(a)芘**超过相应的**第一类用地筛选值**，分别超标**0.4**倍(六价铬)、**0.3**倍(铅)、**0.8**倍(镍)、**1.8**倍(镉)、**1.0**倍(总氟化物)、**8.3**倍(石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>))、**1.8**倍(甲醛)、**2.3**倍(苯并(a)芘)，其余各项指标均低于相应的**第一类用地筛选值**。

本次调查地下水检测的各项指标中，**pH、氟化物、可萃取性石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)、重金属 9 项(六价铬、铅、铜、镍、镉、砷、汞、锌、镉)**均有检出，挥发性有机物检出**3**项(二氯甲烷、1,2-二氯乙烷、邻二甲苯)，半挥发性有机物有机物检出**5**项(苯胺、苯酚、2-甲基苯酚、4-甲基苯酚、菲)等指标有检出，多氯联苯类物质等其余指标均未检出。

本次调查地下水检测的各项指标中，**4**个地下水监测井(W3、W5、W7、W9)水样中**化物、甲醛、砷、镉、可萃取性石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)**存在不同程度的**超过《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) IV 类水标准**(其中**甲醛的评价标准为生活饮用水卫生标准**)，**氟化物、甲醛、砷、镉、可萃取性石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)**最大分别超标**1.7**倍、**0.7**倍、**2.0**倍、**1.6**倍、**0.02**倍，其余各项指标均低于相应的地下水污染筛选值筛选值。

根据本次土壤及地下水初步采样检测分析结果，土壤中**六价铬、铅、镍、镉、总氟化物、石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)、甲醛、苯并(a)芘**等**8**项污染指标超过一类用地筛选值，地下水中**pH、pH 值、氟化物、甲醛、砷、镉、可萃取性石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)**等污染物不同程度超过相应筛选值，项目地块内土壤及地下水可能存在不可接受风险，建议按照《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》、《建设用地土壤污染防治 第 1 部分:土壤污染状况调查技术规范》(DB4401/T 102.1)开展进一步详细调查和人体健康风险评估工作，进一步识别项目地块土壤污染状况和人体健康风险水平，为地块开发再利用提供合理依据。

## 4. 第二阶段调查-详细采样分析

### 4.1 详细采样方案

#### 4.1.1 调查介质

根据《广州市建设用地土壤污染防治 第 1 部分：污染状况调查技术规范》（DB4401/T 102.1-2020）等相关文件，第二阶段调查详细采样介质为项目地块内土壤和地下水。

#### 4.1.2 采样点位布设

##### 4.1.2.1 土壤采样点位布设

详细调查应根据初步采样分析所揭示的污染物分布规律来确定采样点位，采用系统布点法加密布设。对于超筛选值区域每个土壤采样单元面积不大于 400 平方米；对于超筛选值的孤立点位，进一步加密至超筛选值点位 10 米范围内；同时，对于超筛选值的地下水监测点，四周按 20m×20m 网格增设土壤采样点位。此外，详细调查针对初步调查中最底层存在超标的点位进行补充采样，以确定超标点位的最大污染深度。

本项目详细调查分多个阶段逐步推进，第一轮土壤详细采样时间为 2021 年 3 月 30 日~4 月 12 日，共布设土壤监测点位 38 个，最大采样深度为 6.1m，采集土壤样品 225 组，检测项目为石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）、甲醛、苯并（a）芘；第二轮详细采样时间为 2021 年 4 月 19 日~6 月 18 日，共布设土壤监测点位 12 个，采样深度为 4.4m，采集土壤样品 50 组，检测项目为石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）、苯并（a）芘；并于 2021 年 7 月~10 月先后进行第三轮~第五轮详细采样，检测项目石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）、苯并（a）芘、总氟化物、六价铬、砷、镉。

#### 4.1.2.2 地下水采样点位布设

参照广州市《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）要求：确定地块地下水污染程度和污染范围时，地下水采样单元面积不大于 6400m<sup>2</sup>。

本次调查地下水监测井的布设综合考虑污超标点位置、地下水流向，在超标地下水点位的下游、侧翼以及重点关注区域分别布设监测井。详细调查增设 10 个地下水监测井，增设监测井编号为 2W1~2W10。

### 4.1.2.3 土工测试采样点设置

根据初步调查土壤污染状况特征，每个超标区域设置 1 个土工样采样点，土工采样点尽量临近初查超标点位，共 4 个土工样采样点。

### 4.1.2.4 环境空气甲醛采样点布设

由于地块内土壤地下水均存在较大范围超标，为充分评估土壤地下水甲醛污染对周边空气的影响，本次调查对地块内及周边环境空气进行采样检测甲醛质量状况。

根据《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）、《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ 194-2017），本次环境空气甲醛监测设4个手工监测采样点。

### 4.1.2.5 土壤采样深度及数量

参照国家及广州地方导则要求，本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，采用分层采样方法设置土壤采样深度，最大采样深度应确保未受污染。分层采样原则为：表层土壤样品采集 0 米-0.5 米，0.5 米-6 米土壤采样间隔不超过 1 米，6 米以下土壤采样间隔不超过 2 米。

### 4.1.2.6 地下水采样深度与数量

参照广州市导则要求：一般情况下地下水样品采样深度应在监测井水面 0.5 米以下。对于存在低密度非水溶性有机物（LNAPL）污染的地下水，取样位置应设置在含水层顶部；对于存在高密度非水溶性有机污染物（DNAPL）污染的地下水，取样位置应设置在含水层底部。

由于本次补充调查涉及氟化物、甲醛、砷、锑等污染物，需要采集上层水样，同时由于初查地下水中有有机氯、苯酚类等 DNAPL 检出，基于保守考虑同时采集底层水样检测 VOCs、SVOCs。

详细调查针对初查及详查 19 口监测井进行采样检测。

### 4.1.2.7 土壤检测指标及检测方法

土壤检测指标苯并（a）芘、石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）、甲醛、重金属砷、锑、六价铬、铅、镍、总氟化物，土壤检测方法及检出限与初步采样分析一致，具体见表 4.1-1。

表 4.1-1 南边路详查土壤检测方法及检出限

检测项目		检测方法	使用仪器	检出限
pH 值		土壤 pH 值的测定 电位法 HJ 962-2018	pH 计 FE28	——
干物质		土壤 干物质和水分的测定重量法 HJ 613-2011	百分之一电子天平 JJ600Y	——
总氟化物		土壤 水溶性氟化物和总氟化物的测定 离子选择电极法 HJ 873-2017	氟离子计 STAR-A214	63mg/kg
石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )		土壤和沉积物 石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> ) 的测定 气相色谱法 HJ 1021-2019	气相色谱仪 Agilent7890B	6mg/kg
甲醛		土壤和沉积物 醛、酮类化合物的测定 高效液相色谱法 HJ 997-2018	液相色谱仪 Agilent1260	0.02mg/kg
苯并 (a) 芘		土壤和沉积物 半挥发性有机化合物的测定 气相色谱-质谱法 HJ 834-2017	气相色谱-质谱联用仪 Agilent7890B-5977B	0.1mg/kg
重金属	六价铬	土壤和沉积物 六价铬的测定 碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法 HJ 1082-2019	原子吸收分光光度计 AA-900F	0.5mg/kg
	铅	土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法 HJ491-2019	原子吸收分光光度计 AA-900F/AA-6880F	10mg/kg
	镍	土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法 HJ491-2019	原子吸收分光光度计 AA-900F	3mg/kg
	砷	土壤和沉积物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解/原子荧光法 HJ 680-2013	原子荧光光度计 BAF2000	0.01mg/kg
	锑	土壤和沉积物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解/原子荧光法 HJ 680-2013	原子荧光光度计 BAF2000	0.01mg/kg

### 4.1.3 地下水检测分析方法

地下水样品理化性质检测分析由具有 CMA 资质的广东贝源检测技术股份有限公司负责，具体检测方法及检出限见表 4.1-2。

表 4.1-2 地下水样品检测分析及检出限一览表

检测项目	检测方法	使用仪器	检出限
浊度	水质 浊度的测定 浊度计法 HJ 1075-2019	浊度计 WGZ-200	0.3NTU
氟化物	水质 氟化物的测定 离子选择电极法 GB/T 7484-1987	氟离子计 STAR A214	0.05mg/L
可萃取性石油烃	水质 可萃取性石油烃	气相色谱仪 Agilent7890B	0.01mg/L

检测项目		检测方法	使用仪器	检出限
(C10-C40)		(C10-C40)的测定 气相色谱法 HJ 894-2017		
挥发性石油烃 (C6-C9)		水质 挥发性石油烃 (C6-C9)的测定吹扫捕集/气相色谱法 HJ 893-2017	气相色谱仪 Agilent7890B、AtomxXYZ	0.02mg/L
甲醛		水质 甲醛的测定 乙酰丙酮分光光度法 HJ 601-2011	紫外可见分光光度计 UV-1800	0.05mg/L
重金属	总汞	水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定原子荧光法 HJ 694-2014	原子荧光光度计 BAF2000	0.04μg/L
	镍	水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法 HJ 700-2014	电感耦合等离子体质谱仪 Agilent7800	0.06μg/L
	铜			0.08μg/L
	锌			0.67μg/L
	砷			0.12μg/L
	镉			0.05μg/L
	锑			0.15μg/L
	铅			0.09μg/L
挥发性有机物	氯乙烯			水质 挥发性有机物的测定吹扫捕集/气相色谱-质谱法 (全扫描方式) HJ 639-2012
	1,1-二氯乙烯	1.2μg/L		
	二氯甲烷	1.0μg/L		
	反式-1,2-二氯乙烯	1.1μg/L		
	1,1-二氯乙烷	1.2μg/L		
	顺式-1,2 二氯乙烯	1.2μg/L		
	溴氯甲烷	1.4μg/L		
	氯仿	1.4μg/L		
	1,1,1-三氯乙烷	1.4μg/L		
	四氯化碳	1.5μg/L		
	苯	1.4μg/L		
	1,2-二氯乙烷	1.4μg/L		
	三氯乙烯	1.2μg/L		
	1,2-二氯丙烷	1.2μg/L		
	甲苯	1.4μg/L		
	1,1,2-三氯乙烷	1.5μg/L		
	四氯乙烯	1.2μg/L		
	1,3-二氯丙烷	1.4μg/L		
	氯苯	1.0μg/L		
	1,1,1,2-四氯乙烷	1.5μg/L		
	乙苯	水质 挥发性有机物的测定吹扫捕集/气相色谱-质谱法 (全扫描方式) HJ 639-2012	气相色谱质谱联用仪 Agilent7820A-5977E、Atomx15-0000-074	0.8μg/L
	间,对-二甲苯			2.2μg/L
	邻-二甲苯			1.4μg/L
	苯乙烯			0.6μg/L
	异丙苯			0.7μg/L
	1,1,2,2-四氯乙烷			1.1μg/L
	1,2,3-三氯丙烷			1.2μg/L
	正丙苯			0.8μg/L

检测项目		检测方法	使用仪器	检出限
	2-氯甲苯			1.0µg/L
	1,3,5-三甲苯			0.7µg/L
	4-氯甲苯			0.9µg/L
	叔丁基苯			1.2µg/L
	1,2,4-三甲基苯			0.8µg/L
	仲丁基苯			1.0µg/L
	1,4-二氯苯			0.8µg/L
	正丁基苯			1.0µg/L
	1,2-二氯苯			0.8µg/L
	1,2-二溴-3-氯丙烷			1.0µg/L
	1,2,4-三氯苯			1.1µg/L
	1,2,3-三氯苯			1.0µg/L
	乙苯			水质 挥发性有机物的测定吹扫捕集/气相色谱-质谱法（全扫描方式） HJ 639-2012
	间,对-二甲苯	2.2µg/L		
	邻-二甲苯	1.4µg/L		
	苯乙烯	0.6µg/L		
	异丙苯	0.7µg/L		
	1,1,2,2-四氯乙烷	1.1µg/L		
	1,2,3-三氯丙烷	1.2µg/L		
	正丙苯	0.8µg/L		
	2-氯甲苯	1.0µg/L		
	1,3,5-三甲苯	0.7µg/L		
	4-氯甲苯	0.9µg/L		
	叔丁基苯	1.2µg/L		
	1,2,4-三甲基苯	0.8µg/L		
	仲丁基苯	1.0µg/L		
	1,4-二氯苯	0.8µg/L		
	正丁基苯	1.0µg/L		
	1,2-二氯苯	0.8µg/L		
	1,2-二溴-3-氯丙烷	1.0µg/L		
	1,2,4-三氯苯	1.1µg/L		
	1,2,3-三氯苯	1.0µg/L		
半挥发性有机物	2,6-二硝基甲苯	水质 半挥发性有机物的测定 液液萃取-气相色谱质谱法 DB 4401/T 94-2020	气相色谱质谱联用仪 Agilent7820A-5977B、 Agilent7890B-5977B	0.1µg/L
	2,4-二硝基苯酚			0.2µg/L
	萘			0.2µg/L
	2,4-二硝基甲苯			0.1µg/L
	芴			0.1µg/L
	4-硝基苯胺			0.2µg/L
	偶氮苯			0.2µg/L
	六氯苯			0.2µg/L
	五氯苯酚			0.2µg/L
	菲			0.1µg/L
	蒽			0.1µg/L
	荧蒽			0.1µg/L
	芘			0.1µg/L

检测项目		检测方法	使用仪器	检出限
	苯并(a)蒽			0.1µg/L
	蒽			0.1µg/L
	苯并(b)荧蒽			0.1µg/L
	苯并(k)荧蒽			0.1µg/L
	苯并(a)芘			0.1µg/L
	茚并(1,2,3-cd)芘			0.1µg/L
	二苯并(a,h)蒽			0.2µg/L
	苯并(g,h,i)芘			0.1µg/L
2,3,4,6-四氯苯酚	水质 酚类化合物的测定 气相色谱-质谱法 HJ 744-2015	气相色谱质谱联用仪 Agilent7820A-5977B	0.2µg/L	
多氯联苯	3,4,4',5-四氯联苯 (PCB81)	水质 多氯联苯的测定气 相色谱-质谱法 HJ 715-2014	气相色谱质谱联用仪 Agilent7890B-5977B	2.2ng/L
	3,3',4,4'-四氯联苯 (PCB77)			2.2ng/L
	2',3,4,4',5-五氯联苯 (PCB123)			2.0ng/L
	2,3',4,4',5-五氯联苯 (PCB118)			2.1ng/L
	2,3,4,4',5-五氯联苯 (PCB114)			2.2ng/L
	2,3,3',4,4'-五氯联苯 (PCB105)			2.1ng/L
	3,3',4,4',5-五氯联苯 (PCB126)			2.2ng/L
	2,3',4,4',5,5'-六氯联 苯(PCB167)			2.2ng/L
	2,3,3',4,4',5-六氯联 苯(PCB156)			1.4ng/L
	2,3,3',4,4',6-六氯联 苯(PCB157)			2.2ng/L
	3,3',4,4',5,5'-六氯联 苯(PCB169)			2.2ng/L
	2,3,3',4,4',5,5'-七氯 联苯(PCB189)			2.2ng/L

#### 4.1.4 环境空气甲醛检测分析方法

环境空气样品检测分析由具有CMA资质的广东贝源检测技术股份有限公司负责，具体检测方法及检出限见表4.1-3。

表 4.1-3 环境空气检测分析方法一览表

检测指标	检测方法	使用仪器	方法检出限
甲醛	空气质量 甲醛的测定 乙酰丙酮分光光度法 GB/T 15516-1995	紫外可见分光光度计 UV-1800	0.5mg/m <sup>3</sup>

#### 4.1.4.1 土工测试指标

参照广州市《建设用土壤污染防治 第 1 部分：污染状况调查技术规范》（DB4401/T102.1-2020）等相关要求，土工样测试指标为：粒径分布、土壤容重、土壤密度、含水率、饱和度、孔隙度、有机质含量、渗透系数（横向/纵向）。

## 4.2 详细调查现场采样

### 4.2.1 组织实施

第一轮详细采样分析单位与初步采样阶段一致，其中钻探工作由专业勘察单位的普罗（广州）勘察服务有限公司、广州再勇钻探咨询服务有限公司负责，土壤及地下水样品采集、转运、检测分析由具有 CMA 资质的广东贝源检测技术股份有限公司、广东杰信检验认证有限公司负责，土工测试由国土资源部放射性矿产资源监督检测中心（广东省矿产应用研究所）负责。

### 4.2.2 土孔钻探

现场钻探采用XY-100型钻机，采样使用原状土取土器按照方案设计深度取土，取土后采样。XY-100型冲击钻开孔直径为127mm，钻头直径为110mm，满足采样要求。

在野外钻探施工过程中，首先要了解勘探地区的地形地物、交通条件、钻孔实际位置及现场的电源水源等情况。严格注意地下管线安全，核实厂区内有无地下设施以及相应的分布和走向，如地下电缆、地下管线和人防通道等。如遇地下构筑物无法钻进时，须立即停止并通知现场工程负责人，未进行管线探测的钻孔，均要求使用洛阳铲钻至老土地层，再使用XY-100型钻机钻探。

安装钻机时，应避开地下管道、电缆及通道等，并注意高空有无障碍物或电缆。在狭窄地块安装及拆卸钻机时，应特别注意加强安全防护措施。安装钻探架的距离，要根据倒架、倒杆或在最不利的可能操作下，大于钻架或钻杆的最远点离开高压线的最小距离。当孔位设置地点与最小安全距离相矛盾时，以保证安全距离为准。

钻机就位后，应严格按照现场工程师的要求进行，不得随意移动钻孔位置。如发现异常情况应立即向现场工程师汇报并经同意批准后方可继续作业。为保证钻孔质量，

开孔是，须扶正导向管，保证钻孔垂直，落距不宜过高，如发现歪孔影响质量时，要立即纠正。

钻探时，深度达到地面下2 m，须立即跟进套管，钻探深度和套管深度要求保持一致，防止上面的土壤脱落造成交叉污染。

每台钻机配备钻头及取土器各2个，并配有取砂器一个。在钻探过程中，如果遇见污染严重的土壤（气味重、颜色深或含有焦油等物质），须立即更换钻头或取土器，然后将卸下的钻头或取土器拿去清洗干净，以备后用。整个钻探过程中不允许向钻孔添加水、油等液体。特别是取土器及管套借口应用钢刷清洗，不允许添加机油润滑。

对于深度大于弱透水层底板埋深的钻孔，在钻探结束后，要求使用膨润土回填，回填的深度要求覆盖整个弱透水层，并超过弱透水层底板上下30 cm。回填膨润土时，每回填10 cm须用水润湿。

土壤采样孔的岩芯编录时记录的内容包括土壤的气味、污染痕迹、采样深度、现场快速筛查读数等，岩芯工作按照《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）等相关要求实施。

在进行第一个土壤取样孔的钻井工作之前，以及在钻取两个土壤取样孔之间，所有的取样及钻井设备都进行了仔细的清洗以防止交叉污染。

### 4.2.3 地下水监测井建设

根据地块特征、土层结构、地下水的深度、污染物进入土壤的途径及在土壤中的迁移规律、地面深度等因素，结合地块水文地质情况、《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）、《建设用地土壤污染风险管控和修复/风险管控监测技术导则》（HJ 25.2-2019），《工业企业场地环境调查评估与修复/风险管控工作指南》（试行）相关要求，进行监测井建设。具体设立步骤简述如下：

- 1) 定位，表面清理；
- 2) 钻杆安装并钻进，并连接新钻杆，直至达到预期深度；
- 3) 装入筛管和井屏。筛管总长度不小于1m；
- 4) 卸下钻杆，逐渐倒入石英砂至设计埋深；
- 5) 倒入粘土或膨润土至设计埋深；
- 6) 制作井保护；

- 7) 做好井标记;
- 8) 监测井设立后为将钻孔时产生的杂质和周围含水层中淤泥洗出, 需进行洗井, 以防筛管堵塞和井水浑浊。

根据地下水采样目的, 合理设计采样井结构, 具体包括井管、滤水管、填料等。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(长期监测井需要)、成井洗井、封井等步骤, 采样井的设计和建设具体参照《污染场地岩土工程勘察标准》(HG/T 20717-2019)等相关规定。按照规范要求选择合适的井管型号、井管材质、井管的连接方式, 滤水管的型号、材质等应与井管匹配, 地下水采样井填料从下至上依次为滤料层、止水层、回填层。地下水监测井结构见**错误!未找到引用源。**。

提前准备好 pH 计、溶解氧仪、电导率和氧化还原电位仪等现场仪器, 并校准。

本次调查地下水监测井从地下 1.0m 处开始设置过滤管(即筛管)。采用 2 寸 uPVC 给水管建井, 井底设置在淤泥质土层中。井管下部根据土层情况设置约 50cm 的沉淀管, 井管两端设置堵头。井管连接好后严格量测实管和滤水管的长度。砾料选择石英砂料, 颗粒直径约为 0.2~0.5 cm。在回填前冲洗干净, 清洗后使其沥干, 防止冲洗石英砂的水进入钻孔。砾料回填为自井底开始至井筛之上约 0.5m 校尺确认, 砾料之上用膨润土填充密实与地面齐平。

**下水采样井深度:** 地下水采样井以调查潜水层为主。若地下水埋深大于 15 m 且上层土壤无明显污染特征, 可不设置地下水采样井。采样井深度应达到潜水层底板, 但不应穿透潜水层底板; 当潜水层厚度大于 3 m 时, 采样井深度应至少达到地下水水位以下 3m。

**地下水样品采样深度:** 与管筛设计的深度有关, 需在搭建采样井时考虑样品的采样深度, 依据场地水文地质条件及调查获取的污染源特征进行确定。对可能含有低密度或高密度非水溶性有机污染物的地下水, 应对应的采集上部或下部水样。其他情况下采样深度可在地下水水位线 0.5 m 以下。

测井钻孔钻探达到要求深度后, 进行钻孔掏洗, 清除钻孔中的泥浆、泥沙等, 再向钻孔中放入井管, 保证井管垂直, 并与钻孔同心。成井的管材、滤料和封口填料均符合《工业企业场地环境调查评估与修复/风险管控工作指南(试行)》的要求。

地下水监测井成井洗井后，地下水至少稳定 24h，才能进行洗井。推荐使用贝勒管洗井，洗井过程要防止交叉污染，贝勒管洗井时应一井一管。若采样气囊泵、潜水泵洗井，则在洗井前要清洗泵体和管线，清洗废水要集中收集处置。

井后测量记录点位坐标及高程，填写地下水采样井洗井记录单。

## 4.2.4 样品采集

### 4.2.4.1 土壤样品采集

#### (1) 采样方法与技术要求

根据《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166）、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2）、《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》、《建设用地土壤污染防治 第 1 部分:土壤污染状况调查技术规范》（DB4401/T 102.1）、《建设用地土壤污染防治 第 3 部分:土壤重金属监测质量保证与质量控制技术规范》（DB4401/T 102.3）以及相关方法标准、技术规范和采样方案的要求，进行土壤样品采集。

由于挥发性有机物的易挥发性，当采集用于测定不同类型污染物的土壤样品时，优先采集用于测定挥发性有机物的样品，然后采集用于测定半挥发性有机物的样品，最后采集用于测定金属、无机指标的样品。

#### 1) 采集用于测定半挥发性有机物的样品

采集用于测定半挥发性有机物的土壤样品前先使用不锈钢铲刮去表层约 2 cm 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 5% 的现场平行样。

#### 2) 采集用于测定金属、无机指标的样品

使用木铲采样，采用聚乙烯密封袋盛装，总量约 1kg。采集样品时每批次样品需采集比例不少于 5% 的现场平行样。

#### 4.2.4.2 地下水样品采集

根据《地下水环境监测技术规范》（HJ 164）、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2）、《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》、《建设用地土壤污染防治 第 1 部分:土壤污染状况调查技术规范》（DB4401/T 102.1）以及相关方法标准和采样方案的要求，对该项目进行地下水样品采集。

##### （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》（HJ 1019）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：

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

##### （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：

- 1) 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；
- 2) 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；
- 3) 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。

##### （3）采集样品

洗井出水水质指标达到稳定后，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，优先采集用于测定挥发性有机物的样品；然后采集用于测定半挥发性有机物的样品，最后采集用于测定金属、无机指标的样品。具体操作如下：

- 1) 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；
- 2) 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。
- 3) 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。采集用于分析挥发性有机物指标的地下水样品时，每批样品采集 1 个运输空白样品、1 个全程序空白样品和 1 个设备空白样品。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。

表 4.2-1 地下水采样洗井出水水质的稳定标准

检测指标	稳定标准
pH	测定值变化 $\pm 0.1$ 以内
温度	测定值变化 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 以内
电导率	测定值变化 $\pm 10\%$ 以内
氧化还原电位	测定值变化 $\pm 10\text{mV}$ 以内，或 $\pm 10\%$ 以内
溶解氧	测定值变化 $\pm 0.3\text{mg/L}$ 以内，或 $\pm 10\%$ 以内
浊度	测定值变化 $\leq 10\text{NTU}$ ，或 $\pm 10\%$ 以内

#### 4.2.5 样品保存和转运

样品运输时使用装有蓝冰的保温箱或车载冰箱保证样品低温（ $4^{\circ}\text{C}$  以下）暗处冷藏。

样品采集后，由采样人员和样品管理员进行样品交接。样品交接过程中样品管理员对接收样品的质量状况进行检查。检查内容：核查采样记录、样品交接记录和样品标识的一致性。

经样品管理员确认该项目的样品交接时均在检测有效期内，且其采样记录、样品交接记录和样品标识的信息一致。样品按正常流程流转至实验室进行分析。

## 4.3 详细调查样品检测分析

### 4.3.1 样品理化分析

土壤和地下水样品理化性质检测分析由具有 CMA 资质的广东贝源检测技术股份有限公司负责，具体检测方法及检出限见表 4.1-1。

### 4.3.2 土工测试

土工测试由国土资源部放射性矿产资源监督检测中心（广东省矿产应用研究所）负责，土工参数检测方法见表 4.3-1。

表 4.3-1 土工参数检测方法汇总表

序号	检测指标	检测方法	
1	天然状态 性质指标	含水率	《土工试验方法标准》（GB/T 50123-2019）烘干法
2		土粒比重	《土工试验方法标准》（GB/T 50123-2019）比重瓶法
3		湿密度	《土工试验方法标准》（GB/T 50123-2019）环刀法
4		干密度	
5		饱和度	《土工试验方法标准》（GB/T 50123-2019）换算法
6		孔隙比	
7		孔隙率	
8	稠度指标	液限	《土工试验方法标准》（GB/T 50123-2019） 液塑限联合测定法
9		塑限	
10		塑性指数	
11		液性指数	
12	固结指标	压缩系数	《土工试验方法标准》（GB/T 50123-2019）标准固结法
13		压缩模量	
14	剪切性能 指标	剪切方法	《土工试验方法标准》 （GB/T 50123-2019）直接快剪试验
15		粘聚力	
16		内摩擦角	
17	土粒组成	《土工试验方法标准》（GB/T 50123-2019）筛分法	
18	渗透系数	《土工试验方法标准》（GB/T 50123-2019）常水头渗透法	

## 4.4 详细调查结果评价

### 4.4.1 土壤检测结果分析

详查土壤检测结果表明：土壤中苯并（a）芘最大检测浓度为 7.3mg/kg，超过第一类用地筛选值；土壤中石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）最大检测浓度为 9480mg/kg，超过第一类用地筛选值；甲醛最大检测浓度为 35.3mg/kg，超过第一类用地筛选值；总氟化物最大检测浓度为 2700mg/kg，超过第一类用地筛选值。

（1）苯并（a）芘

本次详细调查共采集 80 个土样检测苯并（a）芘，其浓度范围为 ND~7.3mg/kg，其中 9 个土样有检出，2S3/1.3-1.4m 土样检测浓度最大（其值为 7.3mg/kg），1 个土样超过《土壤污染风险管控标准 建设用地土壤污染风险筛选值（试行）》（GB 36600-2018）第一类用地筛选值（0.55mg/kg）12.3 倍，其余样品均未超过第一类用地筛选值。

#### （2）石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)

本次详细调查共采集 311 个土样检测石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>），其浓度范围为 84~9480mg/kg，7 个土样浓度超过《土壤污染风险管控标准 建设用地土壤污染风险筛选值（试行）》（GB 36600-2018）第一类用地筛选值（826mg/kg），最大检出样品 2S14/0.1-0.2m 土样检测浓度为 9480mg/kg，超过第一类用地筛选值（826mg/kg）10.4 倍。

#### （3）甲醛

本次详细调查共采集 583 个土样检测甲醛，其浓度范围为 0.05~74.7mg/kg，全部土样均有检出，40 个土样超过基于风险评估推导的第一类用地筛选值（15.9mg/kg）。

#### （4）总氟化物

本次详细调查共采集 174 个土样检测总氟化物，其浓度范围为 63.4~2700mg/kg，全部土样均有检出，1 个土样（2S4/1.0-1.5）超过基于风险评估推导的第一类用地筛选值（1940mg/kg）。

#### 4.4.2 地下水检测结果分析

现场采样发现，本次新增详查地下水监测井，水样颜色为微黄~灰色，无气味~微臭，其中 2W3、2W5、2W8、2W9 有气味臭味。

其中氟化物、甲醛、砷、锑、氨氮、硫化物均超过 IV 类水筛选值。其中：W3、W9 氟化物，最大超标 1 倍；W5、W9、2W1 甲醛超标超过生活饮用卫生标准，最大超标 0.2 倍；W5、W7、2W1 砷超标超过 IV 类水标准，最大超标 7.6 倍；W3、2W6 水样重金属锑检测浓度为 16.6 $\mu\text{g/L}$ ，超 IV 类水筛选值（10 $\mu\text{g/L}$ ），最大超标 1.2 倍；除 W2、W4、2W2、2W4、W8 外，地块内 14 口地下水监测井全部超过 IV 类水标准，最大超标 22.3 倍；W9、2W3、2W5、2W7、2W9 等 5 口地下水监测井硫化物超过 IV 类水筛选值，最大超标 101.0 倍；详查阶段可萃取性石油烃全部低于计算的筛选值。

#### 4.4.2.1 补充监测井地下水检测结果分析

对初查补充监测井 2W8、2W9 的水样检测结果表明，在所检测的全套指标中，pH 值、氟化物、甲醛、可萃取性石油烃（C10-C40）、镍、铜、锌、砷、镉、锑、铅、苯胺、2-甲基萘等指标有检出，但均低于 IV 类水筛选值。2W8、2W9 水样中可吸附性有机卤素（AOX）浓度有检出、低于天然水平均浓度。2 个水样浊度均超过 IV 类水筛选值。其余各项检测指标均未检出。

补充采样检测结果表明，2W8（原重油罐）、2W9（污泥堆放点）所在区域地下水质量状况良好。

#### 4.4.2.2 全场监测井下层地下水水样检测结果分析

为充分了解项目地块地下水污染状况，本次补充调查对全场 19 口监测井采集潜水层含水层底部水样，检测分析挥发性有机物和半挥发性有机物，具体如下：

- 挥发性有机物（VOCs）（42 项）：四氯化碳、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、三氯甲烷、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间，对-二甲苯、邻-二甲苯；1,3,5-三甲基苯、1,2,4-三甲基苯、1,2,3-三氯苯、1,2,4-三氯苯、正丙苯、异丙苯、正丁基苯、叔丁基苯、仲丁基苯、氯乙烷、1,3-二氯丙烷、溴氯甲烷、1,2-二溴-3-氯丙烷、2-氯甲苯、4-氯甲苯；
- 半挥发性有机物（36 项）：硝基苯、苯胺、2-氯苯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘；2,4-二硝基甲苯、2,4-二氯苯酚、2,4,6-三氯苯酚、2,4-二硝基苯酚、五氯苯酚、苯酚、2,4-二甲基苯酚、2-甲基苯酚、4-甲基苯酚、4-氯-3-甲基苯酚、2,4,5-三氯苯酚、五氯苯酚、2-甲基萘、2-氯萘、2,6-二硝基甲苯、偶氮苯、N-亚硝基二正丙胺、N-亚硝基二甲胺、2-硝基苯胺、4-硝基苯胺、4-氯苯胺、六氯苯、六氯乙烷、二（2-氯乙氧基）甲烷、六氯丁二烯。

结果表明，在 19 口监测井水样所检测的 78 项指标中，除苯胺、萘、苯并（a）蒽、苯酚、4-甲基苯酚、2-甲基萘 6 中半挥发性有机物之外，其余有机物均未检出，上述 6 中物质检测的浓度均较低。

本次含水层底部水样检测结果与初查阶段含水层顶部水样检测结果一致，有机物浓度均较低，污染风险较小。

### 4.4.3 土工测试结果

本次土壤污染状况调查在项目地块内不同区域、不同土层选取 14 个土样进行土工测试，土工测试结果见表 4.4-1。

表 4.4-1 南边路土壤样品土工测试结果统计表

检测指标		最小值	最大值	平均值
天然状态 性质指标	含水率 (%)	6.6	24	16.2
	土粒比重 (Gs)	2.71	2.72	2.72
	湿密度 (g/cm <sup>3</sup> )	1.52	2.15	1.77
	干密度 (g/cm <sup>3</sup> )	1.25	1.85	1.52
	饱和度	20	100	60
	孔隙比	0.469	1.163	0.818
	孔隙率 (%)	31.9	53.8	44.0
稠度指标	液限 (%)	16.2	32.1	24.2
	塑限 (%)	3.4	18.9	11.7
	塑性指数	10.5	14.2	12.6
	液性指数	0.22	0.50	0.36
固结指标	压缩系数 (MPa <sup>-1</sup> )	0.69	0.86	0.76
	压缩模量 (MPa)	2.24	6.99	3.88
渗透系数 (cm/s)	Ks	3.62E-05	5.53E-04	2.27E-04
	Kv	4.82E-05	5.32E-04	2.63E-04
有机质含量 (%)		0.53	4.85	2.45

### 4.4.4 环境空气甲醛检测结果分析

项目地块环境空气甲醛检测结果见表 4.4-2，调查监测期间，4 个采样点位不同时段空气样品的甲醛均未检出，说明项目地块内及周边环境空气甲醛无污染。项目地块土壤及地下水甲醛污染对环境空气影响较小。

表 4.4-2 南边路地块环境空气甲醛检测结果一览表

采样频次	甲醛检测结果 (mg/m <sup>3</sup> )				室内空气质量标准 (mg/m <sup>3</sup> )
	A1	A2	A3	A4	
第一频次	ND	ND	ND	ND	0.1
第二频次	ND	ND	ND	ND	
第三频次	ND	ND	ND	ND	

注：ND-未检出。

## 5. 详细采样分析质量控制与质量保证

### 5.1 质量控制与质量保证

#### 5.1.1 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。所有钻孔和取样设备为防止交叉污染，在首次使用和不同孔位钻孔间隙，都需进行清洗。

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；为地块的水文地质条件，污染现状等分析工作提供依据。

采样过程中采样员佩戴一次性 PE 手套，每次取样后进行更换，采样器具在使用期间及时清洗，避免交叉污染。

为评估从采样到样品运输、贮存和数据分析等不同阶段的质量控制效果，本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。

#### 5.1.2 样品储存、运输质量控制

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、室内空白样品和全程加标样品等。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，并在样品交接单上签字确认，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。有机样品以冰箱 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。

本次项目的在样品装箱前，对采样样品逐件与样品原始记录表、样品标签进行校对，核对无误后分类装在足够蓝冰的样品箱中。

在运输过程中严防样品损失、混淆等情况，对光敏参数样品进行避光包装。采样当天，样品由采样人员送回实验室，与样品接收员同事核对，无误后由样品接收员签字确认。

### **5.1.3 实验室分析质量控制**

#### **5.1.3.1 土壤样品制备和分析**

##### **(1) 土壤样品制备**

根据《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166）对用于测定金属和无机指标的样品进行制备。样品经风干、粗磨、细磨后干燥常温保存。除制备用于分析测试的试样外，每个样品均保留一份留样。

##### **(2) 土壤样品分析**

按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166）和《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2）、《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》、《建设用地土壤污染防治 第1部分:土壤污染状况调查技术规范》（DB4401/T 102.1）、《建设用地土壤污染防治 第3部分:土壤重金属监测质量保证与质量控制技术规范》（DB4401/T 102.3）以及相关方法标准的要求通过运输空白、全程序空白、实验室空白、实验室平行、标准样品（质控样）监控、校准曲线校准验证样品监控、加标回收试验、替代物加标回收试验对分析质量进行控制。

#### **5.1.3.2 地下水样品分析**

按照《地下水环境监测技术规范》（HJ 164）和《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2）、《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》、《建设用地土壤污染防治 第1部分:土壤污染状况调查技术规范》（DB4401/T 102.1）以及相关方法标准的要求通过设备空白、运输空白、全程序空白、实验室空白、实验室平行、标准样品（质控样）监控、校准曲线校准验证样品监控、加标回收试验、替代物加标回收试验对分析质量进行控制。

#### **5.1.3.3 质控措施实施要求**

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 5% 的样品进行平行双样分析；当批次样品数 $\leq 20$  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 $\leq 20$  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 $\leq 20$  时，随机抽取 2 个样品进行加标回收率试验。
- 6) 当方法标准要求对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。

## 5.2 详细调查质量控制结果评估

### 5.2.1 第三方质控监督检查结果结果

本次土壤污染状况调查质控监督由广州检验检测认证集团有限公司严格按照广州市生态环境局相关要求实施。

第三方质量监督结果如下：

1) 采样现场监督检查：(1)2021 年 3 月 31 日和 4 月 9 日，质量监督机构在 2S9 点位和 W2 点位采样过程进行现场监督检查，发现 1 个不符合项，属于采样及样品管理问题。针对存在问题，被监督单位在现场进行了整改，经我司确认，整改完毕。

3) 平行样抽测分析：2021 年 4 月-5 月，质量监督机构抽测分析了 18 个土壤现场平行样品，得到 18 组数据，土壤污染状况评价结果均一致。

第三方质控监督结果见附件。

## 5.2.2 质控控制结果

### 5.2.2.1 土壤质量控制结果分析

本次调查按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166）《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》、《建设用地土壤污染防治 第1部分:土壤污染状况调查技术规范》（DB4401/T 102.1）、《建设用地土壤污染防治 第3部分:土壤重金属监测质量保证与质量控制技术规范》（DB4401/T 102.3）、《建设用地土壤污染防治 第4部分:土壤挥发性有机物监测质量保证与质量控制技术规范》（DB4401/T 102.4）以及相关方法标准的要求通过运输空白、全程序空白、实验室空白、实验室平行、标准样品（质控样）监控、标准曲线校准验证样品监控、加标回收试验、替代物加标回收试验对分析质量进行控制。

土壤样品的实验室空白样、运输空白样、全程序空白样、实验室平行样、现场平行样、加标回收、标准样品质量控制情况均属合格，空白样的检测结果100%符合控制要求；平行样的检测结果100%在控制范围内；标准样品（质控样）的测定值100%在标准值及其不确定范围内；校准曲线校准验证样品的检测结果100%在控制范围内；加标回收样的检测结果100%在控制范围内；替代物加标回收样的检测结果100%在控制范围内。

### 5.2.2.2 地下水质量控制结果分析

本次调查按照《地下水环境监测技术规范》(HJ/T 164)、《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样导则》(HJ 1019)、《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》、《建设用地土壤污染防治 第1部分:土壤污染状况调查技术规范》(DB4401/T 102.1)以及相关方法标准的要求通过设备空白、运输空白、全程序空白、实验室空白、实验室平行、标准样品(质控样)监控、标准曲线校准验证样品监控、加标回收试验、替代物加标回收试验对分析质,质控结果合格。

### 5.2.2.3 环境空气甲醛检测质量控制结果分析

本次环境空气甲醛采样检测严格按照《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ 25.2-2019)、《环境空气质量手工监测技术规范》(HJ 194-2017)执行,共采集1个批次(12个气样),设置1个全程序空白、2个实验室空白,空白样品测定范围全部合格,满足质控要求。

## 6. 第二阶段调查采样分析总结

### 6.1 土壤污染特征分析总结

#### 6.1.1 土壤污染程度及超标点位空间分布

根据第二阶段初步采样及详细采样结果汇总，土壤样品所检测分析的各项指标中，苯并（a）芘、石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）、甲醛、总氟化物、铅、六价铬、镍、镉等 8 种污染物不同程度超过第一类用地筛选值。

##### （1）苯并（a）芘

第二阶段全场共采集 292 个土样检测苯并（a）芘，共 2 个土孔 2 个土样超标，最大检测浓度未 7.3mg/kg，最大超第一类用地筛选值 12.3 倍。苯并（a）芘超标点位均位于地块东北部成品仓及其临近区域。

##### （2）石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）

第二阶段全场共采集 523 个土样检测石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>），共 14 个土孔 16 个土样超标，最大检测浓度为 9480mg/kg，最大超第一类用地筛选值 10.5 倍。石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）浓度高（超第二类用地筛选值）的点位主要集中在油炉房及其附近（S40、2S14），且其最大浓度均出现在表层土（0.1-0.2m），最大超第二类筛选值 1.11 倍。石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）浓度超第一类用地筛选值但低于第二类用地筛选值的采样点位包括 S2、S6、S9、S18、S35、S36、S37、2S13、2S45，主要集中在油炉房、油罐区以及废水处理站等区域，超筛选值土层埋深较浅，超筛选值最大深度为 2.4m，主要集中在 0~2.0m 浅层土。

##### （3）甲醛

第二阶段全场共采集 738 个土样检测甲醛，共 34 个土孔 54 个土样超标，最大检测浓度为 74.7mg/kg，最大超第一类用地筛选值 3.7 倍。甲醛超第一类用地筛选值未超第二类用地筛选值的点位（S7、S11、S13、S19、S28、S29、S30、S31、S34、S35、S37、S38、2S30、2S31、2S33、2S36）位于一棉厂印染车间内、临近原东方印染厂中间仓、生产污水管道沿线、污水处理站、原助剂仓等区域。

##### （4）总氟化物

第二阶段全场共采集 386 个土样检测总氟化物，共 2 个土孔 2 个土样超标，最大检测浓度为 3890mg/kg，最大超第一类用地筛选值 1.0 倍。氟化物超标点位主要集中在项目地块东北部。位于成品仓附近，临近项目地块东厂界。

#### (5) 铅

第二阶段全场共采集 286 个土样检测重金属铅，共 1 个土孔 1 个土样超标，最大检测浓度为 527mg/kg，最大超第一类用地筛选值 0.3 倍。土壤铅超第一类用地筛选值点位为 S4，位于纱线漂染车间内，临近车间污水管道。

#### (6) 六价铬

第二阶段全场共采集 273 个土样检测六价铬，共 1 个土孔 1 个土样超标，最大检测浓度为 4.1mg/kg，最大超第一类用地筛选值 0.4 倍。土壤六价铬超第一类用地筛选值点位为 S34，位于污水处理站区域原污泥堆放场。

#### (7) 镍

第二阶段全场共采集 247 个土样检测重金属镍，共 1 个土孔 1 个土样超标，最大检测浓度为 266mg/kg，最大超第一类用地筛选值 0.8 倍。土壤镍超第一类用地筛选值点位为 S18，位于柴油罐区、原广州纱线漂染厂机修车间，临近项目地块北厂界。

#### (8) 铊

第二阶段全场共采集 268 个土样检测重金属铊，共 1 个土孔 1 个土样超标，最大检测浓度为 55.1mg/kg，最大超第一类用地筛选值 1.8 倍。土壤铊超第一类用地筛选值点位为 S9，位于纱线漂染车间内，临近车间污水管道。

## 6.1.2 土壤超筛选值污染面积及方量估算

### 6.1.2.1 土壤超筛范围的确定方法与原则

#### (1) 土壤污染水平范围确定

考虑详调孤立点位已经按 10 m×10 m 的高密度进行布点采样，连片污染区域按 20 m×20 m 网格进行布点采样，本地块污染区域土壤采样点分布密集，且考虑到土壤本身的不均质性等特性，根据《广东省建设用地土壤污染状况调查、风险评估及效果评估报告技术审查要点（试行）》的要求，土壤污染水平范围的确定采用无污染点位连线法和场区平面布局判断，估测出污染物的超筛范围。

采用无污染点位连线法进行确定范围时，如果污染范围在边界附近，且边界无控制点，则以垂直于边界进行范围确定。

#### (2) 土壤污染垂直范围的确定

在垂直方向上，确定土壤的超筛污染深度时，以超筛选值点位所在层次为对象，其中，表层存在一定超筛选值情况时，以地表作为修复上边缘；当污染土壤存在变层时，分别考虑不同层次间污染分布情况确定。。

修复范围根据不同深度的污染程度分别划定，分层图示，明确分层污染面积和土方量。

### 6.1.2.2 污染土壤超筛面积及方量

土壤超筛选值垂直深度的确定以详细采样的垂向采样区间（1m）为单位划分层次，每一层次样品以周边点位同层次未超筛选值样品作为封边条件，采用外连线法划定；超筛选值平面范围的确定按照各层次叠加后的最大投影面积来划分。结合初步采样、详细采样、补充深度采样的样品检测结果，本项目垂向上将污染土壤划分为 0-0.5m、0.5-1.5m、1.5-2.5m、2.5-3.5m、3.5-4.5m、4.5-5.5m、5.5-6.5m、6.5-7.5m 共九层，分层计算土壤超筛面积及方量。

#### (1) 第一层（0-0.5m）土壤污染范围

第一层（0-0.5m）范围内，涉及污染物包括石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）、镍和甲醛，分为 5 个超筛区域，总超筛面积为 2210m<sup>2</sup>，总超筛土方量为 1105m<sup>3</sup>，超筛深度均为 0.5m。

(2) 第二层 (0.5-1.5m) 土壤超筛范围

第二层 (0.5-1.5m) 范围内, 涉及污染物包括石油烃 (C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)、苯并 (a) 芘、总氟化物、甲醛, 分为 6 个超筛区域, 总超筛面积为 3052m<sup>2</sup>, 总超筛土方量为 3052m<sup>3</sup>, 超筛深度均为 1.0m。

(3) 第三层 (1.5-2.5m) 土壤超筛范围

第三层 (1.5-2.5m) 范围内, 涉及污染物包括石油烃 (C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)、苯并 (a) 芘、总氟化物、铅、镉、甲醛、六价铬, 分为 8 个超筛区域, 总超筛面积为 3423m<sup>2</sup>, 总超筛土方量为 3423m<sup>3</sup>, 超筛深度均为 1.0m。

(4) 第四层 (2.5-3.5m) 土壤超筛范围

第四层 (2.5-3.5m) 范围内, 涉及污染物包括石油烃 (C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>) 和甲醛, 分为 7 个超筛区域, 总超筛面积为 3575m<sup>2</sup>, 总超筛土方量为 3575m<sup>3</sup>, 超筛深度均为 1.0m。

(5) 第五层 (3.5-4.5m) 土壤超筛范围

第五层 (3.5-4.5m) 范围内, 涉及污染物为甲醛, 分为 6 个超筛区域, 总超筛面积为 6522m<sup>2</sup>, 总超筛土方量为 6522m<sup>3</sup>, 超筛深度均为 1.0m。

(6) 第六层 (4.5-5.5m) 土壤超筛范围

第六层 (4.5-5.5m) 范围内, 涉及污染物为甲醛, 分为 4 个超筛区域, 总超筛面积为 5873m<sup>2</sup>, 总超筛土方量为 5873m<sup>3</sup>, 超筛深度为 1.0m

(7) 第七层 (5.5-6.5m) 土壤超筛范围

第七层 (5.5-6.5m) 范围内, 涉及污染物为甲醛, 分为 3 个超筛区域, 总超筛面积为 4832m<sup>2</sup>, 总超筛土方量为 4832m<sup>3</sup>, 超筛深度为 1.0m。

(8) 第八层 (6.5-8.5m) 土壤超筛范围

第八层 (6.5-8.5m) 范围内, 涉及污染物为甲醛, 分为 2 个超筛区域, 总超筛面积为 3328m<sup>2</sup>, 总超筛土方量为 3328m<sup>3</sup>, 超筛深度为 1.0m。

(9) 项目地块超筛总面积及总方量

基于分层计算的污染土壤超筛范围空间叠加后, 项目地块污染土壤超筛总面积为 13,198 m<sup>2</sup>, 总方量为 30886 m<sup>3</sup>, 总超筛深度为 0-8.5m。

## 6.2 地下水污染特征分析

### 6.2.1 含水层上部地下水污染特征

综合初步调查及详细调查阶段对项目地块地下水的采样检测结果，项目地块含水层上部地下水中，W3、W5、W7、W8、W9、2W1、2W3、2W5、2W6、2W7、2W9等11个监测井水样中氟化物、甲醛、砷、镉超过相应的IV类水筛选值，最大超标倍数分别为1.7倍（氟化物，W3）、0.0倍（可萃取性石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>））、0.7倍（甲醛，W9）、7.6倍（砷，W5）、1.6倍（镉，W3）、101.0倍（硫化物，W9）。此外，除W2、W4、2W2、2W4、W8外，地块内14口地下水监测井氨氮全部超过IV类水标准，最大超标22.3倍；W9、2W3、2W5、2W7、2W9等5口地下水监测井硫化物超过IV类水筛选值，最大超标101.0倍。

#### 6.2.1.1 地下水氟化物污染特征分析

全场19个地下水监测井中，W3/S9、W9/S35等2个监测井水样氟化物超IV类水筛选值，氟化物浓度分别为5340μg/L、3080μg/L，其中W3/S9位于原纱线漂染车间内，W9/S35位于原废水处理站调节池内。W3/S9、W9/S35的水土共点S9、S35土样中总氟化物浓度均未超过第一类用地筛选值。

#### 6.2.1.2 地下水甲醛污染特征分析

全场19个地下水监测井中，W5/S18、W8/S33、W9/S35、2W1等4个监测井水样甲醛超IV类水筛选值，甲醛超标浓度范围为1000μg/L~1510μg/L，其中W5/S18位于原柴油罐西南下游约1m，W8/S33位于原发电机房柴油储罐处，W9/S35位于原废水处理站调节池内，2W1位于地块南部厂区道路、临近污水管线。W9/S35的水土共点S35土样中甲醛浓度超过第一类用地筛选值。W5/S18、W8/S33的水土共点S18、S33土样中甲醛浓度均未超过第一类用地筛选值。

#### 6.2.1.3 地下水砷污染特征分析

全场19个地下水监测井中，W5/S18、W7/S25等2个监测井水样砷超IV类水筛选值，砷浓度分别为431μg/L、55.8μg/L，其中W5/S18位于原柴油罐西南下游约1m，W7/S25位于一棉厂印染车间内。W5/S18、W7/S25的水土共点S18、S25土样中甲醛浓度均未超过第一类用地筛选值。

#### 6.2.1.4 地下水铊污染特征分析

全场 19 个地下水监测井中，W3/S9、2W6/2S101 等 2 个监测井水样铊超 IV 类水筛选值，铊浓度分别为 26.1 $\mu\text{g/L}$ 、16.1 $\mu\text{g/L}$ ，其中 W3/S9 位于原纱线漂染车间内，2W6/2S101 位于原印染车间、W3 西南下游约 40m 处。W3/S9 的水土共点 S9 土样中铊浓度超过第一类用地筛选值。

#### 6.2.1.5 可萃取性石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）

综合初步调查及详细调查阶段对项目地块地下水的采样检测结果，项目地块含水层上部地下水中，19 口地下水监测井中，W3 监测井水样中可萃取性石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）超过卫生饮用水标准，超标 0.02 倍。

### 6.2.1.6 氨氮

除 W2、W4、2W2、2W4、W8 外，地块内 14 口地下水监测井氨氮全部超过 IV 类水标准，最大超标 22.3 倍。

### 6.2.1.7 硫化物

项目地块 W9、2W3、2W5、2W7、2W9 等 5 口地下水监测井硫化物超过 IV 类水筛选值，最大超标 101.0 倍。

## 6.2.2 含水层底部地下水污染特征

在 19 口监测井水样所检测的 78 项指标中，除苯胺、萘、苯并（a）蒽、苯酚、4-甲基苯酚、2-甲基萘 6 中半挥发性有机物之外，其余有机物均未检出，且上述 6 中物质检测的浓度均较低。

含水层底部水样检测结果与初查阶段含水层顶部水样检测结果一致，有机物浓度均较低，污染风险较小。

## 6.3 地块污染原因分析

### 6.3.1 土壤污染原因分析

根据第二阶段采样分析，项目地块土壤中，苯并（a）芘、石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）、甲醛、总氟化物、铅、六价铬、镍、镉等 8 种污染物不同程度超过相应的第一类用地筛选值。

#### 6.3.1.1 土壤苯并（a）芘污染原因分析

苯并(a)芘是一种五环多环芳香烃，化学式为 C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>，化学性质稳定、难被生物降解，不溶于水，会附着在固体颗粒上。主要来源为石油化工、炼焦、煤及石油等燃料燃烧。

本项目地块土壤中 S2、2S3 等 2 个采样点 2 个土样超过 GB 36600-2018 第一类用地筛选值，超标点位均位于地块东北部成品仓（S2）及其附近（2S3）。

项目地块自 1958 投产建厂开始使用煤作燃料，此后改用重油，煤、重油等燃料产生的燃烧尾气中含苯并(a)芘，可能随大气沉降污染土壤。此外，项目地块苯并(a)芘污染深度在 0.4-3.4m，根据钻孔岩芯 S2、2S3 两个点位污染土层均杂填土，填土中可能土壤中苯并(a)芘可能本身浓度较高。

综上，项目地块土壤中苯并(a)芘污染可能原因：项目地块历史生产中煤、重油等燃料产生的燃烧尾气中含苯并(a)芘，可能随大气沉降污染土壤；填土中可能土壤中苯并(a)芘可能本身浓度较高，导致项目地块污染。



图 6.3-1 土壤超标点位 S2 钻孔岩芯照



图 6.3-2 土壤超标点位 2S3 钻孔岩芯照

### 6.3.1.2 土壤石油烃（C10-C40）污染原因分析

石油烃类物质一般为液态和气态，在生产、贮运、炼制加工及使用石油制品过程中，由于跑冒滴漏等原因泄漏进入土壤而导致土壤环境污染。

本次调查表明，项目地块土壤石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）高浓度点主要集中在油炉房及其附近（S40、2S14、2S45），且其最大浓度均出现在表层土（0.1-0.2m）。此外 S2、S6、S9、S18、S35、S36、S37、2S13 等石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）浓度超第一类用地筛选值点位，主要集中在油炉房、油罐区以及废水处理站等区域，超筛选值土层埋深较浅，超筛选值最大深度为 2.4m，主要集中在 0~2.0m 浅层土。

因此，项目地块土壤石油烃污染主要是燃油、导热油的存储、输送过程中，由于储罐、管道及阀门等跑冒滴漏所致。

### 6.3.1.3 土壤甲醛污染原因分析

项目地块土壤甲醛超筛选值的点位（S7、S11、S13、S19、S28、S29、S30、S31、S34、S35、S37、S38、2S30、2S31、2S33、2S36）主要集中在污水处理站、污水管道沿线及印染车间、助剂仓的等区域。

由于项目地块自 1958 投产建厂开始至 2010 年停产，长期进行纺织品漂染、印染生产加工，其所使用的树脂整理剂、固色剂、防缩剂、防腐剂等助剂可能含有甲醛，助剂中的甲醛进入生产废水中，通过入渗途径可能会对土壤地下水造成污染。

### 6.3.1.4 土壤总氟化物污染原因分析

本次调查土壤总氟化物超第一类用地筛选值点位为 S2，位于成品仓内，临近项目地块东厂界。

前期污染识别表明，项目地块历史生产活动中不涉及含氟类物质，氟化物不是项目地块的特征污染物。土壤总氟化物超第一类用地筛选值点位为 S2，位于成品仓内，临近项目地块东厂界，项目地块东部的广州冷冻机厂可能涉及含氟冷冻剂，其特征污染物为氟化物，可能随地表径流、地下水迁移进入项目地块，造成项目地块土壤污染。

此外，根据钻孔岩芯 S2 点位总氟化物污染土层为杂填土，填土中土壤中氟化物可能本身浓度较高，造成项目地块局部土壤污染。

### 6.3.1.5 土壤铅污染原因分析

现有研究表明，环境中的铅主要来自自然和人为两个方面，一是自然来源，指火山爆发烟尘、森林火灾烟尘等自然现象释放到环境中的铅；但构成环境污染的最大量、最经常的污染源是人为活动，包括铅及其他重金属矿的开采、冶炼、蓄电池工业、玻璃制造业、粉末冶金及相关企业产生的“三废”，燃料油、燃料煤的燃烧废气，油漆、涂料、颜料、彩釉、医药、化妆品、化学试剂及其他含铅制品的生产和使用等。

项目地块土壤铅超第一类用地筛选值点位为 S4，位于纱线漂染车间内，临近车间污水管道。可能是项目地块历史生产过程中所使用的染料和助剂中含有铅，在生产、使用过程中进入土壤。值得指出的是，第二阶段调查中 S4 属于孤立超标点位，不排除具有一定偶然性。

### 6.3.1.6 土壤六价铬污染原因分析

项目地块土壤六价铬超第一类用地筛选值点位为 S34，位于污水处理站区域原污泥堆放场。

铬是项目地块的特征污染物，项目地块印染生产过程中，印花花筒上一般含有重金属铬保护层，在花筒蚀刻过程中容易释放出来，进入生产废水中，废水经收集处理后在污泥中含有一定的铬，含铬污泥堆放过程中会通过淋溶方式入渗进入土壤，造成污染。

### 6.3.1.7 土壤镍污染原因分析

镍属于过渡金属，在地壳中的平均丰度为 75ppm，属于自然界中含量比较丰富的微量元素。土壤中镍污染主要来自于含镍矿产的开采和冶炼、电镀、机器制造及金属加工，此外石油及煤等燃料中含有微量的镍，其燃烧烟尘可随大气沉降进入土壤。

土壤镍第一类用地筛选值点位为 S18，位于柴油罐区、原广州纱线漂染厂机修车间，超标土样深度为 0-0.5m，属于表层土污染，可能是由于机修车间的金属机加工产生含镍废物废液及油罐中柴油跑冒滴漏导致。值得指出的是，第二阶段调查中 S18 属于孤立超标点位，不排除具有一定偶然性。

### 6.3.1.8 土壤锑污染原因分析

第二阶段全场共采集 251 个土样检测重金属锑，共 1 个土孔 1 个土样超标，最大检测浓度为 55.1mg/kg，最大超第一类用地筛选值 1.8 倍。土壤锑超第一类用地筛选值点位为 S9，位于纱线漂染车间内，临近车间污水管道。值得指出的是，S9 锑超标土孔所在的监测井 W3 地下水锑也超过相应的 IV 类水筛选值。

项目地块历史生产过程中涉及涤纶印染。锑化合物（醋酸锑或乙二醇锑）是纺织行业原材料聚酯纤维（即涤纶工业丝）生产过程中常用的催化剂，锑化合物常残留在涤纶织物面料中，并在后续的退浆、碱减量、染色等印染工序中大量释放出来，进入生产废水中，释放量与布料染色过程中所加的强碱、染料、助剂及高温环境有关。温度越高、操作时间越长，锑的释放量也越多。

因此 S9 点位重金属锑超可能是由于涤纶印染过程中锑释放至生产废水中，含生产废水中的重金属锑沿池槽、地下污水管道泄漏入渗土壤，从而导致土壤重金属锑超标。

## 6.3.2 地下水污染原因分析

### 6.3.2.1 地下水氟化物污染原因分析

全场 19 个地下水监测井中，W3/S9、W9/S35 等 2 个监测井水样氟化物超 IV 类水筛选值，其中 W3/S9 位于原纱线漂染车间内，W9/S35 位于原废水处理站调节池内。根据污染识别，项目地块历史生产活动中不涉及氟化物。项目地块东侧紧邻广州冷冻机厂，该厂可能涉及含氟冷冻剂，其特征污染物为氟化物，可能随地表径流、地下水迁移进入项目地块，造成项目地块土壤地下水污染。

### 6.3.2.2 地下水甲醛污染原因分析

全场 19 个地下水监测井中，W5/S18、W8/S33、W9/S35、2W1 等 4 个监测井水样甲醛超 IV 类水筛选值，其中 W5/S18 位于原柴油罐西南下游约 1m，W8/S33 位于原发电机房柴油储罐处，W9/S35 位于原废水处理站调节池内，2W1 位于地块南部厂区道路、临近污水管线。

由于项目地块自 1958 投产建厂开始至 2010 年停产，长期进行纺织品漂染、印染生产加工，其所使用的树脂整理剂、固色剂、防缩剂、防腐剂等助剂可能

含有甲醛，助剂中的甲醛进入生产废水中，通过入渗途径可能会对土壤地下水造成污染。

### 6.3.2.3 地下水砷污染原因分析

全场 19 个地下水监测井中，W5/S18、W7/S25 等 2 个监测井水样砷超 IV 类水筛选值，其中 W5/S18 位于原柴油罐西南下游约 1m，W7/S25 位于一棉厂印染车间内。

污染识别表明，项目地块早期（1958 年~1980 年）大量使用燃煤。燃煤中含有重金属砷，在堆放过程中受降雨径流冲刷释放，通过入渗途径可能会对土壤地下水造成污染；燃煤燃烧后产生含砷及其化合物烟尘颗粒，随大气沉降，可能会导致土壤地下水污染。

### 6.3.2.4 地下水铈污染原因分析

全场 19 个地下水监测井中，W3/S9、2W6/2S101 等 2 个监测井水样铈超 IV 类水筛选值其中 W3/S9 位于原纱线漂染车间内，2W6/2S101 位于原印染车间、W3 西南下游约 40m 处。W3/S9 的水土共点 S9 土样中铈浓度超过第一类用地筛选值。

项目地块历史生产过程中涉及涤纶印染。铈化合物（醋酸铈或乙二醇铈）是纺织行业原材料聚酯纤维（即涤纶工业丝）生产过程中常用的催化剂，铈化合物常残留在涤纶织物面料中，并在后续的退浆、碱减量、染色等印染工序中大量释放出来，进入生产废水中，释放量与布料染色过程中所加的强碱、染料、助剂及高温环境有关。温度越高、操作时间越长，铈的释放量也越多。

因此地下水重金属铈超可能是由于涤纶印染过程中铈释放至生产废水中，含生产废水中的重金属铈沿池槽、地下污水管道泄漏入渗土壤，从而导致土壤重金属铈超标。

## 7. 结论与建议

### 7.1 结论

广州市海珠区南边路 6 号地块（简称“项目地块”）位于广州市海珠区南石头街道，经纬度坐标为 E 113.253667°、N 23.080608°，项目地块占地面积 48247m<sup>2</sup>。项目地块原为农田，1956 年 7 月在该地块成立广州纱线漂染厂，1958 年投产，年产纱线漂染 2400t/年。1985 年广州纱线漂染厂更名为广州东方印染厂，年产印染布 1000 万米/年、纱线漂染 3600t/年。1993 年 8 月广州东方印染厂引进外资成立广州南丰印染厂有限公司，年产印染布 2400 万米/年，纱线漂染 1500t/年。2005 年在项目地块西侧建立广州第一棉纺织厂，年产印染布 1015 万米/年，其中牛仔布 923.4 万米/年、装饰布 91.7 万米/年。按照《关于推进市区产业“退二进三”工作的意见（穗府〔2008〕8 号）等相关文件要求，广州第一棉纺织厂于 2010 年 3 月关停搬迁。2013 年起，项目地块内的部分车间厂房、办公楼作为物业外租为纸业仓库、布匹仓库以及影视创作基地等。由于地块收储工作，2018 年底完成租户清退，项目地块闲置。项目地块为广州市政府收储用地，本次土壤污染状况初步采样调查前，项目地块内主体建构构筑物设施已拆除（原 1 号车间除外，该建筑为广州市第三批历史建筑（编号为 GZ 03 0032））。根据广州市海珠区土地利用相关规划，参照《城市用地分类与规划建设用地标准》（GB 50137-2011）的分类标准，项目地块规划为商业设施用地（B1）、娱乐康体设施用地（B3）、公园绿地（G1）和道路用地（S1）。

基于资料分析、现场踏勘及人员访谈等第一阶段工作成果综合分析，项目地块由于涉及染料、助剂、机油、重油、燃煤等物质，可能会对土壤地下水造成镉、砷、铬、甲醛、苯酚、芳香胺、石油烃、多环芳烃、多氯联苯等潜在污染，潜在污染源、疑似污染区域及潜在污染物分析如下：

原一棉厂印染车间、原一棉厂炼漂车间、原一棉厂染整车间、原一棉厂浆染车间、原南丰印染厂及东方印染厂印染车间、化学品仓、染化料仓：上述区域历史上进行漂染、印染活动，涉及各种染料和助剂的暂存、使用，其“跑冒滴漏”可能渗入土壤地下水，进而导致土壤地下水污染，潜在污染物为镉、芳香胺（苯胺）、苯酚、甲醛等。

雕刻车间：印花花筒雕刻过程中产生含铬废水，其跑冒滴漏可能会造成土壤地下水污染。

油炉房：导热油炉采用矿物型导热油作为高温导热介质，导热油“跑冒滴漏”的情况下，通过入渗的途径污染土壤及地下水，其潜在污染物包括石油烃。

储油罐及其输油管线：包括西北部储油罐、西南部储油罐、老发电机房储油罐、新发电机房储油罐，均为地上式储油罐。北部储油罐及南部储油罐通过架空敷设输油管向锅炉房供应燃油。发电机房储油罐均通过地上管道供应就近的发电机房用油。重油、柴油的储存、输送过程中跑冒滴漏的情况下，通过入渗的途径污染土壤及地下水，其潜在污染物为石油烃类。

生产废水管道及废水处理站：废水处理站涉及印染废水、漂染废水、雕刻废水等生产废水的收集、处理，生产废水中含有种类多样的残留染料及助剂，废水管道及池体使用时间长，“跑冒滴漏”的可能性大，废水中的污染物通过下渗的途径污染土壤及地下水，其潜在污染物包括重金属铬、砷、芳香胺类、甲醛、苯酚类等。

锅炉房、煤堆场、煤渣场及烟气处理区：由于原煤及煤渣中含有重金属（砷等）、多环芳烃等，可能会渗入土壤地下水造成污染。

污泥堆放区：污水处理站西侧设有污泥堆放区，污泥中可能含有残留的镉、砷、铬、甲醛、苯酚、芳香胺、石油烃等潜在污染物，通过入渗污染土壤地下水。

固废房：固废房位于地块东北部，用于存放废染料及助剂包装桶、废机油等固体废物，可能会对土壤地下水造成镉、甲醛、苯酚、芳香胺、石油烃污染。

变电房：地块中部设有变电房，变压器中含有变压器油，变压器油中含有多氯联苯等物质组成，可能会渗入土壤地下水造成污染。

项目地块北部紧邻广东省石油公司昌岗油库、广州锌片厂南厂区，东部紧邻广州冷冻机厂，可能会对地块产生潜在污染，其潜在污染物包括石油烃、氟化物、重金属（砷、镉、铜、锌、汞）、多环芳烃。

经污染识别，项目地块存在潜在污染，需要开展土壤污染状况初步调查工作，确定场地是否污染及污染物的种类、污染程度及污染分布情况。

根据初步调查样品检测分析结果：

(一) 地块内初步调查土样中, 21 个土壤采样点 **31 个土样中六价铬、铅、镍、镉、总氟化物、石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)、甲醛、苯并(a) 芘**超过相应的**第一类用地筛选值**, 分别超标 0.4 倍(六价铬)、0.3 倍(铅)、0.8 倍(镍)、1.8 倍(镉)、1.0 倍(总氟化物)、8.3 倍(石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>))、1.8 倍(甲醛)、2.3 倍(苯并(a) 芘)。

(二) 地块初步调查地下水样品中, **W3 (纱线漂染车间)、W5 (柴油罐)、W7 (印染车间)、W9 (废水站调节池)**等 4 个地下水监测井水样中氟化物、甲醛、砷、镉、可萃取性石油烃 (C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>) 存在不同程度的超过《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) IV 类水标准 (其中甲醛的评价标准为饮用水卫生标准限值), 其余各项指标均低于相应的地下水污染筛选值筛选值。

详细调查采样检测分析结果表明:

根据详细采样阶段土壤样品检测分析结果: 1 个监测点位 (2S3, 成品仓) 1 个土壤样品 2S3/1.3-1.4m 中的**苯并 (a) 芘**超第一类用地筛选值, 超筛选值倍数为 12.3 倍, 超筛选值样品采样深度为 1.3-1.4m; 6 个监测点位 (2S1、2S13、2S14、2S45、2S61、2S62) 7 个土壤样品中的**石油烃 (C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)**超第一类用地筛选值, 超筛选值倍数为 10.5 倍, 超筛选值样品最大采样深度为 3.1-3.3m。

综合初步调查及详细调查阶段对项目地块地下水的三次采样检测结果, 项目地块含水层上部地下水中, **W3、W5、W7、W8、W9、2W1、2W6**等 7 个监测井水样中氟化物、甲醛、砷、镉、可萃取性石油烃 (C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>) 超过相应的 IV 类水筛选值, 最大超标倍数分别为 1.7 倍 (氟化物, W3)、0.7 倍 (甲醛, W9)、7.6 倍 (砷, W5)、1.6 倍 (镉, W3)、0.0 倍 (可萃取性石油烃 (C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>))。

## 7.2 建议

根据本次土壤及地下水初步采样检测分析结果, 土壤中**六价铬、铅、镍、镉、总氟化物、石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)、甲醛、苯并(a) 芘**等污染指标超过一类用地筛选值, 地下水中 pH 值、氟化物、甲醛、砷、镉、可萃取性石油烃 (C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>) 等污染物不同程度超过相应筛选值, 项目地块内土壤及地下水可能存在不可接受风险, 建议按照《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》、《建设用土壤污染防治 第 1 部分:土壤污染状况调查技术规范》

(DB4401/T 102.1)开展人体健康风险评估工作,进一步识别项目地块土壤污染状况和人体健康风险水平,为地块开发再利用提供合理依据。

在项目地块土壤污染风险达到可接受水平前,禁止在项目区域边界范围内对其地下水进行饮用或灌溉等活动;采取相应的隔离措施,避免附近居民、工人等活动暴露在污染土壤中。

强化项目地块土壤环境管理,污染区域在缺乏有效环保措施下不宜进行开挖及扰动。避免受到外来污染。在土地使用权变更时,应将场地环境状况充分告知未来的业主,做好污染区域相关资料交接。

项目地块部分区域土壤中六价铬、铅、镍、镉、总氟化物、石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)、甲醛、苯并(a)芘不同程度超过相应的第一类用地筛选值,后续开发利用过程中应对该区域土壤进行妥善风险管控,避免外运到第一类用地区域中。

项目地块内地下水中 pH 值、氟化物、甲醛、砷、镉、可萃取性石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)等污染物不同程度超出《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中的 IV 类标准,建议后期开发利用过程中应禁止对场地内的地下水进行利用或作为饮用水。此外,本地块地下水埋深较浅,在修复施工、开发建设施工过程中若地块内涉及开挖等可能扰动地下水的情况,须重点关注地块开挖过程中产生的基坑水和排水,建议在开发施工过程中将场地内挖掘出的地下水处理达到相关污水排放标准后再排入周边市政污水管网,纳入城市污水处理厂进一步处理。

项目地块后续开发利用过程中,如果规划调整,土地利用类型涉及《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36600-2018)中的第一类用地,应当按照相关环保要求重新开展土壤污染状况调查工作。

## 附件

附件 1 土地利用规划图

附件 2 采样量清单

附件 3 理化及土工检测报告

附件 4 成井洗井记录

附件 5 土壤采样记录

附件 6 地下水采样记录

附件 7 样品交接分发记录表

附件 8 质控记录

附件 9 土壤柱状图及建井图

附件 10 岩芯照

附件 11 采样照片

附件 12 资质附表