

利达（柳州）化工有限公司  
原厂区场地环境调查与风险评估报告

委托单位：柳州中海宏洋房地产有限公司

编制单位：广西柳环环保技术有限公司

编制日期：二〇一八年十一月

# 目录

|        |                     |    |
|--------|---------------------|----|
| 1      | 项目概况                | 1  |
| 2      | 调查范围、目的、原则、依据       | 3  |
| 2.1    | 调查范围                | 3  |
| 2.2    | 调查目的                | 3  |
| 2.3    | 调查原则                | 3  |
| 2.4    | 调查依据                | 3  |
| 2.4.1  | 相关的法律、法规及政策性依据      | 3  |
| 2.4.2  | 评价技术导则及规范           | 4  |
| 2.4.3  | 相关资料                | 5  |
| 2.4.4  | 评价标准                | 5  |
| 3      | 调查评估程序与工作内容         | 8  |
| 3.1    | 调查评估程序              | 8  |
| 3.2    | 调查评估工作内容            | 8  |
| 3.2.1  | 前期资料收集              | 8  |
| 3.2.2  | 调查监测方案制定            | 9  |
| 3.2.3  | 现场采样与勘查             | 9  |
| 3.2.4  | 实验室分析               | 9  |
| 3.2.5  | 实验室检测结果分析           | 9  |
| 3.2.6  | 人体健康风险评估            | 9  |
| 4      | 场地概况                | 10 |
| 4.1    | 场地地理位置              | 10 |
| 4.2    | 地形地貌                | 11 |
| 4.3    | 气候、气象、环境空气质量        | 12 |
| 4.4    | 生态环境                | 12 |
| 4.5    | 水文与地质概况             | 12 |
| 4.5.1  | 地表水                 | 12 |
| 4.5.2  | 水文地质                | 13 |
| 4.6    | 场地所在区域水文地质状况        | 18 |
| 4.6.1  | 场地所在区域的地层及岩性        | 18 |
| 4.6.2  | 场地所在区域地表水           | 19 |
| 4.6.3  | 场地所在区域地下水类型及富水性     | 20 |
| 4.7    | 敏感目标                | 21 |
| 4.8    | 场地的现状和历史            | 22 |
| 4.9    | 相邻场地的现状和历史          | 24 |
| 4.10   | 场地的土地利用规划           | 25 |
| 4.11   | 政府和权威机构资料收集和分析      | 26 |
| 4.12   | 场地资料收集和分析           | 27 |
| 4.13   | 现场踏勘和人员访谈           | 27 |
| 4.13.1 | 有毒有害物质的储存、使用和处置情况分析 | 28 |
| 4.13.2 | 各类槽罐内的物质和泄漏评价       | 28 |
| 4.13.3 | 固体废物和危险废物的处理评价      | 29 |
| 4.13.4 | 管线、沟渠泄漏评价           | 30 |

|        |                     |    |
|--------|---------------------|----|
| 4.13.5 | 与污染物迁移相关的环境因素分析     | 30 |
| 5      | 场地环境调查              | 31 |
| 5.1    | 初步调查采样方案            | 31 |
| 5.1.1  | 调查采样点布设             | 31 |
| 5.1.2  | 土壤采样深度              | 32 |
| 5.1.3  | 地下水取样               | 33 |
| 5.2    | 初步调查结果分析            | 34 |
| 5.2.1  | 评价标准                | 34 |
| 5.2.2  | 场地水文地质调查结果          | 35 |
| 5.2.3  | 样品检测结果              | 35 |
| 5.2.4  | 小结                  | 43 |
| 5.3    | 详细调查采样方案            | 44 |
| 5.3.1  | 详细调查采样点的平面布置        | 44 |
| 5.3.2  | 详细调查采样的深度           | 48 |
| 5.3.3  | 土壤钻孔                | 48 |
| 5.3.4  | 土壤采样                | 48 |
| 5.3.5  | 安装检测井               | 49 |
| 5.3.6  | 地下水采样               | 50 |
| 5.4    | 调查分析检测方案            | 51 |
| 5.4.1  | 土壤采样分析              | 51 |
| 5.4.2  | 地下水采样分析             | 51 |
| 5.5    | 实验室分析检测             | 52 |
| 5.5.1  | 检测单位                | 52 |
| 5.5.2  | 样品分析方法              | 52 |
| 5.6    | 详细调查的土壤结果与分析        | 54 |
| 5.6.1  | 土壤样品重金属检测结果与分析      | 54 |
| 5.6.2  | 土壤样品水浸检测结果与分析       | 59 |
| 5.6.3  | 土壤样品多环芳烃的检测检测结果与分析  | 61 |
| 5.6.4  | 土壤样品挥发性有机污染物检测结果与分析 | 62 |
| 5.6.5  | 场地调查结果              | 62 |
| 6      | 质量控制                | 63 |
| 6.1    | 现场的质量控制             | 63 |
| 6.2    | 实验室质量控制             | 63 |
| 7      | 人体健康风险评估            | 65 |
| 7.1    | 人体健康风险评估的目的         | 65 |
| 7.2    | 人体健康风险评估工作依据和工作流程   | 65 |
| 7.2.1  | 风险识别                | 66 |
| 7.2.2  | 暴露评估                | 66 |
| 7.2.3  | 毒性评估                | 66 |
| 7.2.4  | 风险表征                | 66 |
| 7.3    | 风险识别                | 66 |
| 7.3.1  | 污染物检测浓度统计原则         | 66 |
| 7.3.2  | 场地概念模型              | 67 |
| 7.3.3  | 暴露途径分析              | 67 |

|                  |            |    |
|------------------|------------|----|
| 7.3.4            | 暴露量与暴露参数   | 68 |
| 7.3.5            | 毒性评估       | 72 |
| 7.4              | 风险表征       | 73 |
| 7.4.1            | 风险表征计算公式   | 73 |
| 7.4.2            | 风险计算模型     | 77 |
| 7.4.3            | 风险表征计算结果   | 77 |
| 7.4.4            | 可接受风险控制    | 77 |
| 8                | 修复目标及修复范围  | 79 |
| 8.1              | 建议修复目标值    | 79 |
| 8.2              | 修复范围       | 79 |
| 9                | 结论与建议      | 85 |
| 9.1              | 结论         | 85 |
| 9.1.1            | 场地调查评价结论   | 85 |
| 9.1.2            | 场地风险评估结论   | 85 |
| 9.1.3            | 场地修复范围和工程量 | 85 |
| 9.2              | 建议         | 86 |
| 附件一 专家评审意见及修改说明  |            |    |
| 附件二 场地监测报告       |            |    |
| 附件三 钻孔一览表        |            |    |
| 附件四 工程地质剖面图      |            |    |
| 附件五 波速曲线图        |            |    |
| 附图一 土壤和地下水监测布    |            |    |
| 附图二 建筑物与勘探点平面位置图 |            |    |

# 1 项目概况

利达（柳州）化工有限公司（以下简称“利达公司”）于 1993 年注册成立，厂区位于柳州市静兰路 38 号，占地面积 99267.77m<sup>2</sup>（约合 148.9 亩）。利达公司生产线于 1995 年 7 月正式建成投产，经多次技改扩建，2012 年利达公司生产能力达到年产 120000 吨山梨醇。2012 年底，利达公司完成对原 12 万吨/年山梨醇技改项目产品结构的调整，即在保持年生产规模 12 万吨不变情况下，利用原有生产装置，根据市场需求，增加产品品种：麦芽糖醇液、1，2 多元醇（山梨糖醇液与麦芽糖醇液混合调配产品，亦称还原水饴、复配甜味剂、稳定剂、水分保持剂、乳化剂、膨松剂、增稠剂）、葡萄糖和麦芽糖。

根据《柳州市城市总体规划（2010-2020）》以及《柳州市水南片区控制性详细规划》，利达公司用地已规划为居住和商业用地。根据城市规划发展需求，利达公司于 2017 年 7 月正式停产，柳州市土地交易储备中心将利达公司原厂区土地收储，并将利达公司原土地使用权证注销，然后再按照招拍挂的程序将该地块出让用于房地产开发建设。

为了确保该项目开发利用的环境安全，根据《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）、《国务院关于印发土壤污染防治计划的通知》（国发[2016]31 号）、《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环保部令第 42 号）等相关要求，“从事过有色金属冶炼、石油加工、化工、焦化、电镀、制革等行业生产经营活动”的疑似污染地块，应当按照国家技术规范开展的土壤环境初步调查。为此，柳州市土地交易储备中心于 2018 年 1 月委托广西柳环环保技术有限公司对该项目场地 148.9 亩进行初步调查，场地内污染因子为镍，0~0.2 镍污染面积为 33633.57m<sup>2</sup>，其中污水处理车间和生产车间区域污染深度达到 6m。

场地在定义为污染地块后，根据《建设用地土壤环境调查评估技

术指南》（环保部 2017 年第 72 号）的要求，需要开展进一步的详细调查和风险评估，识别场地内土壤和地下水污染物和污染程度，为下一步场地修复和治理提供依据，我公司接受委托后，在初步调查的基础上针对该利达（柳州）化工有限公司原厂区（面积 99267.77m<sup>2</sup>）进行详细调查与风险评估。

## 2 调查范围、目的、原则、依据

### 2.1 调查范围

本次调查范围为利达（柳州）化工有限公司原厂区，调查范围 99267.77m<sup>2</sup>，包括一条生产能力 120000 吨/a 的山梨醇生产线用地，以及配套的制氢车间、污水处理站、锅炉车间、仓库和办公楼等设施用地。

### 2.2 调查目的

（1）通过对场地原生产企业的生产工艺、原辅材料、中间体及产品的分析，识别和确认场地中潜在污染物种类；确定疑似污染地块是否为污染地块；

（2）根据场地现状及未来土地可能的利用方向，通过开展现场钻探、采样分析等调查工作，明确场地土壤、地下水等污染特征，获取场地特征参数，为后期场地环境风险评估和制定土壤修复方案编制提供技术支持。

### 2.3 调查原则

（1）以现场勘查和监测为主，收集现有资料为辅；

（2）针对场地的特征和潜在污染物特性进行污染物浓度和空间分布调查；

（3）根据现行土壤调查规范要求和技术水平进行科学地、系统地调查。

### 2.4 调查依据

#### 2.4.1 相关的法律、法规及政策性依据

（1）《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）；

（2）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2016 年 11 月 7 日修订版）；

（3）《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日修订版）；

（4）《中华人民共和国水污染防治法》（2008 年 6 月 1 日）；

- (5) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2016 年 1 月 1 日）；
- (6) 《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31 号，2016 年 5 月 28 日）；
- (7) 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环境保护令 第 42 号，2016 年 12 月 31 日）；
- (8) 《“十三五”生态环境保护规划》（国发〔2016〕65 号，2016 年 11 月 24 日）；
- (9) 《重金属污染综合防治“十二五”规划》（国务院，2011 年 11 月）。

#### **2.4.2 评价技术导则及规范**

- (1) 《场地环境调查技术导则》（HJ 25.1-2014）；
- (2) 《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）；
- (3) 《污染场地风险评估技术导则》（HJ 25.3-2014）；
- (4) 《污染场地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2014）；
- (5) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）；
- (6) 《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》  
（GB36600-2018）；
- (7) 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（2017 年第 72 号）；
- (8) 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》  
（2014 年第 78 号）；
- (9) 《场地环境评价技术导则》（DB 11/T 656-2009）；
- (10) 《场地土壤环境风险评价筛选值》（DB 11/T 811-2011）；
- (11) 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- (12) 《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）；
- (13) 《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）；
- (14) 《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）；

(15) 《国家危险废物名录》（环境保护部令 第 39 号，2016 年 3 月 30 日）；

(16) 《危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别》（GB 5085.1-2007）；

(17) 《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB 5085.3-2007）；

(18) 《危险废物鉴别标准 毒性物质含量鉴别》（GB 5085.6-2007）；

(19) 《固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法》（HJ/T 299-2007）；

(20) 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2004）；

(21) 《固体废物 浸出毒性浸出方法 水平震荡法》（HJ 557-2010）。

### 2.4.3 相关资料

(1) 《利达（柳州）化工有限公司原厂区场地环境初步调查报告》。

### 2.4.4 评价标准

#### (1) 危险废物鉴别标准

危险废物鉴别标准采用《危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别》（GB 5085.1-2007）和《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB 5085.3-2007），各污染物浓度限值详见表 2-1 所示。

表 2-1 危险废物鉴别标准

| 序号 | 项目        | 浸出液中污染物浓度限值<br>(mg/L)    | 备注                                    |
|----|-----------|--------------------------|---------------------------------------|
| 1  | pH 值（无量纲） | $\leq 2.0$ 或 $\geq 12.5$ | 《危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别》<br>(GB 5085.1-2007)  |
| 2  | 无机氟化物     | 100                      | 《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》<br>(GB 5085.3-2007) |
| 3  | 六价铬       | 5                        |                                       |
| 4  | 铜（以总铜计）   | 100                      |                                       |
| 5  | 总铬        | 15                       |                                       |
| 6  | 镍（以总镍计）   | 5                        |                                       |
| 7  | 锌（以总锌计）   | 100                      |                                       |

| 序号 | 项目       | 浸出液中污染物浓度限值<br>(mg/L) | 备注 |
|----|----------|-----------------------|----|
| 8  | 铅 (以总铅计) | 5                     |    |
| 9  | 镉 (以总镉计) | 1                     |    |
| 10 | 砷 (以总砷计) | 5                     |    |
| 11 | 汞 (以总汞计) | 0.1                   |    |

### (2) 一般工业固体废物类别鉴别标准

一般工业固体废物类别鉴别标准采用《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB 18599-2001) (2013 年修订版) 和《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)。各污染物浓度限值详见表 2-2 所示。

表 2-2 一般工业固体废物类别鉴别标准

| 序号 | 项目         | 浸出液中污染物浓度限值<br>(mg/L) | 备注                                                |
|----|------------|-----------------------|---------------------------------------------------|
| 1  | pH 值 (无量纲) | 6~9                   | 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB 18599-2001) (2013 年修订版) |
| 2  | 氟化物        | 10                    | 《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)                          |
| 3  | 六价铬        | 0.5                   |                                                   |
| 4  | 铜          | 0.5                   |                                                   |
| 5  | 铬          | 1.5                   |                                                   |
| 6  | 镍          | 1.0                   |                                                   |
| 7  | 锌          | 2.0                   |                                                   |
| 8  | 铅          | 1.0                   |                                                   |
| 9  | 镉          | 0.1                   |                                                   |
| 10 | 砷          | 0.5                   |                                                   |
| 11 | 汞          | 0.05                  |                                                   |

### (3) 土壤环境评价标准

场地的土地利用规划为住宅用地, 土壤环境质量标准选用《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018) 中第一类用地。土壤环境质量标准值详见表 2-3 所示。

表 2-3 土壤环境质量标准值

| 序号 | 项目 | 筛选值 (mg/kg) | 管制值 (mg/kg) | 备注 |
|----|----|-------------|-------------|----|
|----|----|-------------|-------------|----|

|   |       |      |      |                                                  |
|---|-------|------|------|--------------------------------------------------|
| 1 | 铜     | 2000 | 8000 | 《土壤环境质量建设<br>用地土壤污染风险管<br>控标准》<br>(GB36600-2018) |
| 2 | 铬(六价) | 3.0  | 30   |                                                  |
| 3 | 镍     | 150  | 600  |                                                  |
| 5 | 铅     | 400  | 800  |                                                  |
| 6 | 镉     | 20   | 47   |                                                  |
| 7 | 砷     | 20   | 120  |                                                  |
| 8 | 汞     | 8    | 33   |                                                  |

#### (4) 地下水标准

本次地下水各项目评价标准值详见表 2-4 所示。

表 2-4 地下水评价标准

| 序号 | 项目         | 标准值 (mg/L) | 备注                                     |
|----|------------|------------|----------------------------------------|
| 1  | pH 值 (无量纲) | 6.5~8.5    | 《地下水质量标准》<br>(GB/T 14848-2017)<br>III类 |
| 2  | 溶解性总固体     | 1000       |                                        |
| 3  | 耗氧量        | 3.0        |                                        |
| 4  | 氨氮         | 0.5        |                                        |
| 5  | 氟化物        | 1.0        |                                        |
| 6  | 六价铬        | 0.05       |                                        |
| 7  | 铜          | 1.0        |                                        |
| 8  | 镍          | 0.02       |                                        |
| 9  | 锌          | 1.0        |                                        |
| 10 | 铅          | 0.05       |                                        |
| 11 | 镉          | 0.005      |                                        |
| 12 | 砷          | 0.01       |                                        |
| 13 | 汞          | 0.001      |                                        |

## 3 调查评估程序与工作内容

### 3.1 调查评估程序

根据《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014），同时结合资料收集分析、现场踏勘结果、初步调查报告，确定本项目工作程序及内容见图 3-1。

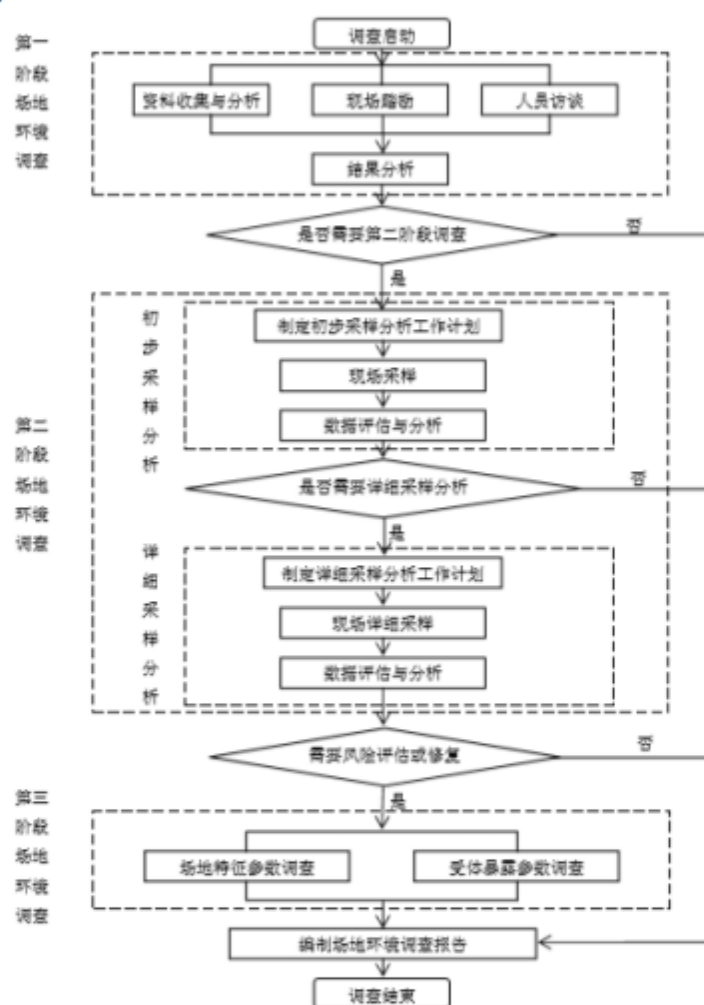


图 3-1 场地环境调查程序与工作内容

### 3.2 调查评估工作内容

本次调查包含以下主要工作内容。

#### 3.2.1 前期资料收集

收集相关资料，了解该场地周边地区生态环境信息（包括地形、地貌、水系、地质、土壤类型和性质等）、了解场地周边的敏感目标情况、泄露等突发性事故情况等信息。另外还要收集本场地的前期调

查报告、环评报告、地质勘查报告等。

### **3.2.2 调查监测方案制定**

根据前期获得资料，并结合该场地可能污染源的分析，制定有针对性的污染场地调查方案，明确调查目的、范围、点位布设、样品采集的要求，确定监测项目等。

### **3.2.3 现场采样与勘查**

根据调查方案实施现场采样工作，包括样品的采集、编号、保存、运输及现场表单的记录表，如现场采样遇到困难，可能根据现场情况进行适当的调整，并如实记录，保证现场采样的顺利进行。

### **3.2.4 实验室分析**

采集的样品运输至有资质的实验室进行样品预处理和测试分析工作，并出具检测报告。

### **3.2.5 实验室检测结果分析**

对实验室出具的检测报告按照评价标准进行分析与整理，确定污染物超标情况及分布。

### **3.2.6 人体健康风险评估**

在对检测数据进行汇总分析的基础上，利用风险评估模型计算污染场地对人体健康可能产生的风险，划分场地风险区域，提出土壤中关注污染物的风险控制值目标。

基于修复目标，划定修复范围，估算修复土壤量以及提出修复建议。

## 4 场地概况

### 4.1 场地地理位置

柳州市位于广西壮族自治区的中北部，地处北纬  $23^{\circ} 54' \sim 26^{\circ} 03'$ ，东经  $108^{\circ} 32' \sim 110^{\circ} 28'$ 。东与桂林市的龙胜、永福和荔浦为邻，西接河池市的环江毛南族自治县、罗城仫佬族自治县和宜州市，南接来宾市金秀瑶族自治县、象州县、兴宾区和忻城县，北部和西北部分别与湖南省通道侗族自治县，贵州省黎平县、从江县相毗邻。

鱼峰区位于柳州市区西南部，辖区总面积  $473.79\text{km}^2$ 。项目地块位于静兰路中段西侧，中心地理坐标为北纬  $24^{\circ} 19' 7.65''$ 、东经  $109^{\circ} 26' 51.21''$ 。

柳州市地理位置见图 4-1，调查地块位于柳州市鱼峰区静兰路 38 号，地理位置见图 4-2。



图 4-1 柳州市地理位置



### 4.3 气候、气象、环境空气质量

柳州市地处中亚热带向南亚热带过渡的地带，属亚热带气候区，气候温和，雨量充沛。多年平均气温  $21.3^{\circ}\text{C}$ ，极端最高气温  $39.0^{\circ}\text{C}$ ，极端最低气温零下  $0.1^{\circ}\text{C}$ 。多年平均气压  $1001.9\text{hPa}$ ，多年平均水汽压  $19.3\text{hPa}$ ，多年平均相对湿度为 70%，多年平均降雨量为  $1520.6\text{mm}$ ，日最大降雨量  $233.6\text{mm}$ 。柳州市多年主导风向为东北风（NE），风向频率为 9.9%，次主导风向为北风（N）、北西北风（NNW）和南风（S），全年静风频率为 13.1%，年平均风速为  $1.6\text{m/s}$ ，最大风速  $14.9\text{m/s}$ 。

根据柳州市环境保护发布 2017 年 1 月至 2018 年 4 月的柳州市环境空气质量月报，市四中、柳东小学等各监测点  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、颗粒物的监测值满足 GB3095-2012《环境空气质量标准》二级标准。

### 4.4 生态环境

调查区域的生态系统为城市生态系统，主要以居住为主，人口密度较高，交通条件便利，城市生态系统功能较为完善。随着近几年来陆续实施的城市基础设施改造，带动地区城市发展，人口数量、建筑物、物流和车流逐年增多，城市生态系统将更加完善。区域主要植被为城市绿化树木。项目地块不涉及自然保护区、风景名胜区等敏感保护目标。

### 4.5 水文与地质概况

#### 4.5.1 地表水

项目所在区域为柳江围绕，与柳江的最近距离约  $1.7\text{km}$ （东南方向）。利达公司原厂区废水经处理达标后由市政污染管网排入阳和污水处理厂处理，尾水在洛维大桥下游约  $0.6\text{km}$  处排入柳江。

柳江是柳州市最大的过境河流，也是利达公司污水的最终纳污河流，90%保证率最枯月平均流量为  $163\text{m}^3/\text{s}$ ，丰水期为 6~8 月，枯水期为 12 月至次年 2 月，多年平均径流量为 404 亿  $\text{m}^3$ ，平均流量

1280m<sup>3</sup>/s，年平均水温 21.4° C。阳和大桥桥址处百年一遇设计水位为 87.41m（黄海高程），河床高程约为 62~66m，河道宽约 500m。红花水电站是柳江干流 9 级开发的最下游一个梯级，为河床式径流电站，位于阳和大桥下游约 30km 处。其运行退水对水库汛、枯季及全年逐月来水分配不会产生影响，电站取水流量范围为 192~4800m<sup>3</sup>/s。电站已于 2005 年底正式蓄水发电，蓄水后市区河段变成库区，正常蓄水位 77.5m，库区回水长度达 108km，库区河道建库前后水文要素受建坝抬高水位而发生变化：水深、河宽变大，流速变缓。

利达公司废水入柳江河口位于市区饮用水水源保护区的下游，距离下游最近的饮水水源保护区（导江乡饮水水源保护区）的距离约 30km。

#### 4.5.2 水文地质

##### （1）地质构造

柳州市地处较稳定的华南地台范畴，项目场地位于轴向近南北向的太阳村背斜东翼，构成场地地层为中石炭系黄龙组（C<sub>2</sub>h）地层，岩层走向近南北，倾向东，倾角约为 15°~18°，总体上属于较陡峭的单斜构造。在新构造运动期间，柳州市区以整体间歇性抬升为主，新构造运动缓和。

项目场地位于广西山字型构造的脊柱与马蹄形盾地过渡部位，又受东西向构造体系、南北向构造体系及新华夏构造体系的共同作用，处于多种构造体系的复合部位。

据广西壮族自治区水文地质工程地质队编制的柳州市地质系列图集（1:10 万），调查地块位于拉堡逆断层（F2 断层）及其次级断层和柳东断层（F1 号断层）复合区。区域下伏岩层缓倾，倾向近东，倾角 10~18°，拉堡断层和柳东断层从场区西北部及北部通过，区域内未发现全新系新构造活动迹象，稳定性较好，未发现有明显地裂、地陷等不良地质现象。

## (2) 地层岩性

根据岩土工程勘察及东环水源地钻探成井资料,并结合《柳州市区域水文地质工程地质调查报告》(1/5万-1/10万)及《区域水文地质普查报告》(1/20万柳州幅)等区域水文地质资料,调查场地所在区域出露地层从新到老有第四系望高组( $Q_3w$ )、临桂组( $Q_1$ )及石炭系上统马平组( $C_2Pm$ )、黄龙组( $C_2h$ ),各地层分布详见区域水文地质图见图4-3。

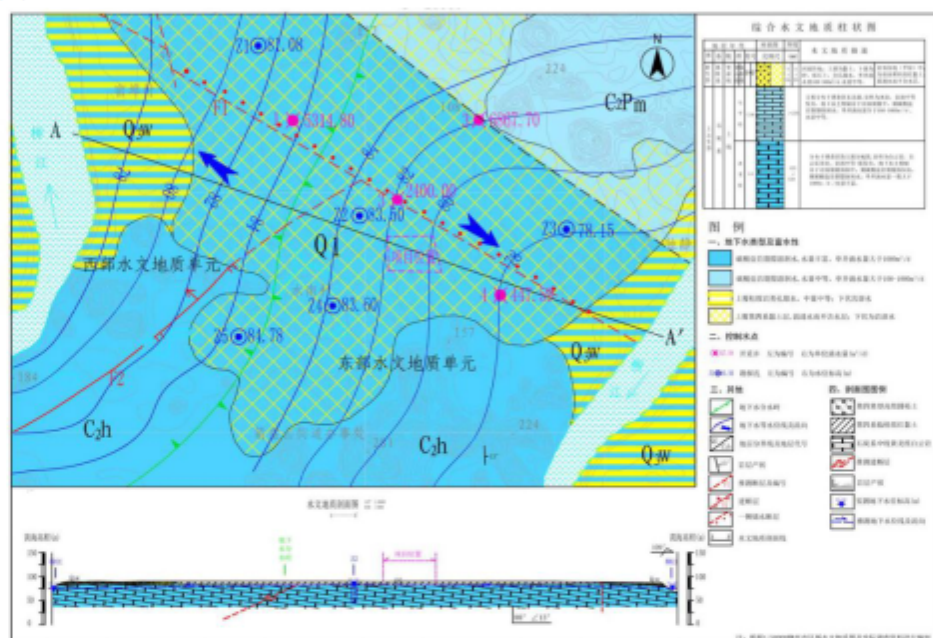


图 4-3 区域水文地质图

### ①第四系 ( $Q$ )

区域上分布的第四系主要包括望高组( $Q_3w$ )及临桂组( $Q_1$ )。

望高组( $Q_3w$ ): 主要分布于柳江河两侧的 I、II 级河流阶地, 地层岩性为冲洪积成因的黏土、砂、砾石土, 具二元结构, 分布层厚 5-35m 不等。

临桂组( $Q_1$ ): 主要分布于调查区谷地(平原)一带, 地层岩性主要由溶余堆积成因的红黏土组成, 土体结构致密, 分布层厚 5-25m 不等。

### ②石炭系上统( $C_2$ )

区域上分布的石炭系上统主要包括马平组( $C_2Pm$ )及黄龙组( $C_2h$ )。

马平组(C<sub>2</sub>Pm): 主要分布于区域的东北部的三门江一带, 地层岩性为灰岩, 细晶结构, 层理较清楚, 地层倾向北东, 倾角约 10~20° 岩溶中等发育, 分布层厚大于 378m 不等。

黄龙组(C<sub>2</sub>h): 分布于区域的大部分地段, 地层岩性为白云岩、白云质灰岩, 细晶结构。在调查区的南部, 基岩裸露, 形成峰林; 而在中部地段, 该层主要埋藏于第四系土层之下, 形成峰林谷地(平原), 该地层倾向北东, 倾角约 10~25°, 岩溶中等-强发育, 分布层厚大于 423~538m 不等。

### (3) 含水岩组的划分

区域内的含水岩组包括松散岩类含水岩组及碳酸盐岩含水岩组两种类型。

#### ①松散岩类含水岩组

上覆第四系主要由分布于谷地(平原)一带溶余堆积成因的红黏土以及河流阶地冲洪积成因的砂砾石土组成。其中溶余堆积成因的红黏土, 土体结构致密, 为弱透水而不含水岩组; 河流阶地冲洪积成因的砂砾石土, 具二元结构, 透水性强, 地下水主要赋存于土体孔隙中。

#### ②碳酸盐岩含水岩组

分布于区域的大部分地段, 岩性主要由石炭系上统马平组(C<sub>2</sub>Pm)灰岩及黄龙组(C<sub>2</sub>h)白云岩、白云质灰岩组成, 岩溶个体形态以溶洞和溶蚀裂隙占主导地位, 其规模大小、空间分布具有不均匀性, 地下水主要赋存于溶洞、溶蚀裂隙中。调查场地主要分布于该含水岩组之上。

### (4) 地下水类型及富水性

根据调查区水文地质调查结果, 区域内的地下水按其赋存条件、水理性质、水动力等特点, 划分为松散岩类孔隙水及碳酸盐岩裂隙溶洞水两种类型, 其中以碳酸盐岩裂隙溶洞水为主。

#### ①松散岩类孔隙水

赋存于第四系松散堆积层孔隙中, 其中峰林谷地溶余堆积成因的

红黏土，结构致密，为基本不透水或弱透水不含水的非含水层；柳江河两岸河流阶地冲洪积成因的松散堆积层，主要由黏土、砂砾石土组成的二元结构，结构较为松散，具透水和贮水的条件，含孔隙水。根据区域水文地质统计计算资料，单井涌水量  $100-500\text{m}^3/\text{d}$ ，水量中等。

## ②碳酸盐岩裂隙溶洞水

该类型地下水主要赋存运移于碳酸盐岩含水岩组的灰岩、白云岩及白云质灰岩的溶蚀裂隙、溶洞中，其广泛分布于整个调查区域。地下水的富水性变化主要受构造、岩溶发育程度、地貌以及补给条件等因素控制。分布于场地东北部的马平组( $\text{C}_2\text{Pm}$ )灰岩，岩溶中等发育，单井涌水量  $345.0-1476.0\text{m}^3/\text{d}$ ，平均值为  $821.24.0\text{m}^3/\text{d}$ ，钻孔单位涌水量为  $0.343-1.474\text{L/s} \cdot \text{m}$ ，平均值为  $0.816\text{L/s} \cdot \text{m}$ ；黄龙组( $\text{C}_2\text{h}$ )白云岩、白云质灰岩岩溶中等-强发育，单井涌水量  $425-9325.0\text{m}^3/\text{d}$ ，平均值为  $1707.26.0\text{m}^3/\text{d}$ ，钻孔单位涌水量为  $0.717-3.107\text{L/s} \cdot \text{m}$ ，平均值为  $1.700\text{L/s} \cdot \text{m}$ 。区域地下水较丰富。

## (5) 地下水补、径、排特征

### ①水文地质单元边界及划分

项目场地所在区域位于柳州市柳东河曲地段内。柳东河曲地带存在地表及地下分水岭，在红花水电站蓄水前，分水岭的位置已明显不对称，紧靠西部河岸带，显示现代水文网对河曲地带地表、地下水的袭夺作用。根据广西壮族自治区地质环境监测总站于 2017 年完成的《柳州市地下水资源与城市应急后备水源地评价报告》资料显示，在对红花水电站正常蓄水十年后进行的一次较为系统且全面的地下水位观测，结果表明原分布了柳东河曲地带西侧的地下水分水岭明显东移至东环大道沿线一带，从而将调查区划分成东部、西部两个次级水文地质单元，项目场区位于东部水文地质单元内。

### ②地下水补给

大气降水是区域松散岩类孔隙水的主要补给来源，其次为地表河

流的侧向入渗补给，局部地段还接受生活污水废水的渗漏补给。松散岩类含水岩组主要分布于河流阶地一带，地形平缓，地层岩性为透水性较好的粉质黏土及砂砾土组成，有利于大气降雨入渗补给地下水，补给量较大。

大气降水是也区域岩溶区地下水的主要补给来源，大气降水主要通过岩溶洞穴、溶蚀裂隙缓慢的渗透补给地下水，由于调查区部分地段地貌为峰林，基岩裸露于地表，溶蚀裂隙发育，有利于大气降水入渗补给地下水，补给量较大。而在谷地（平原）地段，由于上覆的第四系红黏土层透水性差、分布厚度大，且城市建设地表硬化，不利于大气降水入渗补给地下水，其补给量相对较弱。区域地下水与地表水水力联系密切，在丰水期地下水时常接受地表河水的侧向入渗补给，补给量大。除此之外，岩溶区地下水还接受松散岩类孔隙水的垂向补给。

### ③地下水的径流和排泄

赋存于河流阶段的松散岩类孔隙水，接受大气降水补给后，往往就近排泄于柳江；而在区域内溶余堆积的局部地段，由于上部存在人工填土或泥质土，往往亦会赋存少量的松散岩类孔隙水，为包气带的上层滞水，该类型地下水往往不具统一水位，在水平上无统一的排泄基准面，其径流排泄主要以垂向入渗补给岩溶地下水为主；岩溶地下水接受大气降水、地表水补给以及松散岩类孔隙水垂向入渗补给后，沿裂隙向下游径流，其排泄方式主要为裂隙流集中排泄，或以泉水的形式排泄，出露于地表。

区域以中部的分水岭为界，东部水文地质单元地下水自西向东径流、西部水文地质单元地下水自东向西径流，并排入柳江。

### （6）地下水动态及水质特征

区域内地下水动态与大气降雨等气象因素关系密切，具有明显的季节性。每年5~8月处于高水位期，10月以后随着降雨减少而缓慢

下降，常在 2~3 月出现水位低谷。

区域地下水的化学特征，取决于含水层的岩性和地下水循环交替的速度。调查场地及附近内碳酸盐岩分布广泛，岩溶水一般为重碳酸钙型水为主，碳酸钙（CaO）成份含量约占 75%，地下水水质类型主要以  $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$  及  $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$  型为主。

## 4.6 场地所在区域水文地质状况

### 4.6.1 场地所在区域的地层及岩性

根据地表地质调查、野外钻探揭露情况、室内试验及原位测试成果，场地上覆第四系地层为人工填土层（ $Q_4^{ml}$ ）、残积层（ $Q^{el}$ ），下伏基岩为石炭系中统黄龙组（ $C_2h$ ）白云岩。场地内岩土层自上而下依次为杂填土①层、硬塑状含砾红黏土②层、中风化白云岩③层，各地层野外岩（土）性特征分述如下：

#### 1、杂填土①层（ $Q_4^{ml}$ ）：

灰褐色、褐黄色，杂色。主要由碎石、黏性土及建筑垃圾组成，结构松散，均匀性较差，未完成自重固结，据现场调查访问，回填时间约 3~5 年，2012 年卫星照片显示起有回填土。该层位于地表，分布不连续，主要集中于场地南面（钻孔 ZK7 以南区域），揭示层厚 0.30~17.00m。

#### 2、硬塑状含砾红黏土②层（ $Q^{el}$ ）

褐色，褐黄色，棕黄色，土体结构致密，土质较均匀，局部呈坚硬状，干强度及韧性高，无摇振反应，指压无印痕，土中含 5%~15% 左右的硅质岩角砾，局部含少量硅质碎石，厚度 0.30~0.60m。该层分布全场，埋深 0.00~17.00m，层顶高程 78.86~89.76m，揭露厚度 2.00~21.40m。

该层共采取原状土样 15 件均做了常规试样；其 15 件土样兼做固结试验；6 件土样兼做胀缩性试验；据土工试验结果，压缩系数( $a_{1-2}$ )为 0.05~0.14MPa<sup>-1</sup>，平均值 0.10MPa<sup>-1</sup>，属中等压缩性土。

该层做标准贯入试验 15 次，其实测试锤击数为 10~14 击，经杆长校正后试验锤击数平均值 10.81 击，标准值 9.98 击。

### 3、中风化白云岩③层（C<sub>2h</sub>）：

灰色、灰白色，细晶结构，中厚层状构造，断面新鲜，岩石节理裂隙及节理发育，质硬性脆，岩石易发生机械破碎，岩体大多较破碎，岩芯多呈块状、短柱状为主，岩芯局部可见少许针状溶孔或溶蚀小凹槽，并伴随有溶蚀裂隙发育；金刚石钻具清水回转钻进平稳，偶有跳动现象，进尺缓慢，裂隙较发育部位多漏水，岩芯采取率 75%~85%。本次勘察仅钻孔 ZK15、ZK16、ZK17 揭露该层，埋深 19.00~21.00m，层顶高程 68.36~69.57m，揭露厚度 1.60~3.80m。

该层取岩样 3 组共 45 块进行岩石点荷载强度试验，根据岩石点荷载试验报告结果，其饱和抗压强度平均值 49.86MPa。岩石坚硬程度分类属较硬岩，岩体完整程度分类属较破碎，岩体基本质量等级属 IV 级。

#### 4.6.2 场地所在区域地表水

根据柳州市环保局网站公示的 2014 年 6 月至 9 月，6 项重金属监测的情况如表 4-1，各项检测数据均达标。且由于场地内及周边 4km<sup>2</sup> 范围内并无地表水系存在，且柳江河距项目场地约 2km（如图 4-4），基本可排除场地内污染物对地表径流的影响，故不作地表水检测分析。

表 4-1 柳江河检测数据

| 重金属 | 最大值（mg/L） | 最小值（mg/L） | 《地表水环境质量标准》III 类 |
|-----|-----------|-----------|------------------|
| 镉   | 0.00022   | <0.0001   | ≤0.005mg/L       |
| 锌   | 0.045     | <0.02     | ≤1.0mg/L         |
| 砷   | 0.0018    | 0.0006    | ≤0.05mg/L        |
| 铅   | 0.002     | <0.001    | ≤0.05mg/L        |
| 锑   | 0.0048    | 0.0006    | ≤0.005mg/L       |
| 汞   | 0.000072  | 0.000006  | ≤0.0001          |



图 4-4 场地南处地块

#### 4.6.3 场地所在区域地下水类型及富水性

据区域水文地质资料和水文地质调查,场区地层岩性主要为石炭系中统黄龙组白云岩,地下水类型以岩溶裂隙溶洞水为主。

钻探深度范围内,场区地下水按含水空隙类型分为两种类型:松散岩类孔隙水、岩溶裂隙溶洞水。

##### 1、松散岩类孔隙水

主要赋存于第四系松散堆积杂填土层中,为上层滞水,水量贫乏,主要接受大气降水补给,由于上层滞水赋存特性与填土成份、孔(裂)隙有关,赋存水的空间有限,迳流不畅,水位及水量随季节变化,初见水位一般在南面地段,埋深 2.20~7.40m,标高 88.16~93.47m,没有形成统一稳定的水位,钻探过程中仅部分钻孔遇到该层地下水。

##### 2、岩溶裂隙溶洞水

赋存于白云岩裂隙溶洞中,主要受大气降水入渗补给,降雨通过岩溶裂隙带渗入地下,初见水位一般在硬塑状含砾红黏土与岩面接触处,标高为 68.36~69.57m 左右,终孔 24 小时后测得稳定水位埋深标高在 69.77~72.26m 左右,水量中等。根据区域水文地质资料,丰

水期岩溶地下水位涨幅 1~3m。

## 4.7 敏感目标

本次调查范围为利达（柳州）化工有限公司原厂区，位于柳州市静兰路 38 号。地块周边概况分别见表 4-2 及图 4-5。



图 4-5 调查地块周边环境概况图

表 4-2 评估场地周边概况一览表

| 序号 | 名称             | 方向与距离     | 人数        | 备注  |
|----|----------------|-----------|-----------|-----|
| 1  | 柳州市鱼峰区政府       | 北面约 20m   | 约 320 人   | 敏感点 |
| 2  | 柳州市鱼峰区人民检察院    | 北面约 20m   | 约 40 人    | 敏感点 |
| 3  | 柳州市鱼峰区人民法院     | 西面约 30m   | 约 55 人    | 敏感点 |
| 4  | 柳州市鱼峰区综合应急救援大队 | 北面约 20m   | /         | 敏感点 |
| 5  | 汇东一品小区         | 南面约 200m  | 约 520 人   | 敏感点 |
| 6  | 华展华园小区         | 东北面约 110m | 约 2550 人  | 敏感点 |
| 7  | 华润凯旋门小区        | 西部面约 200m | 约 2230 人  | 敏感点 |
| 8  | 德润小学           | 西面约 210m  | 师生约 480 人 | 敏感点 |
| 9  | 河东综合交通枢纽中心     | 西北面约 60m  | /         | 敏感点 |
| 10 | 广西中烟工业公司柳州卷烟厂  | 东面约 70m   | /         | 企业  |

调查区域内无风景名胜区和文物保护单位。

## 4.8 场地的现状和历史

项目调查场地为利达（柳州）化工有限公司原厂区，该地块位于柳州市静兰路 38 号，占地面积 99267.77m<sup>2</sup>（约合 148.9 亩），原为水南村耕地。利达（柳州）化工有限公司于 1993 年注册成立后，购得该地块的使用权，用于生产厂区的建设，项目于 1994 年破土动工，1995 年 7 月正式投产，最初建成一条生产线具有年产 24000 吨山梨醇（以淀粉为原料，合成法生产工艺，产品浓度 70%）的能力。2001 年、2003 年、2006 年共进行了三次技改扩建，生产能力达到年产 120000 吨山梨醇(桂环管字 [2006] 121 号批复)。项目改扩建于 2007 年 11 月通过自治区环保局竣工验收（桂环验字 [2007] 66 号）。

由于市场的变化，2012 年起利达公司把中间品淀粉糖、麦芽糖醇液及山梨糖醇液与麦芽糖醇液混合调配的复配食品添加剂 1，2 多元醇推向市场（包括出口），即在年生产规模 12 保持万吨不变情况下，利用原有生产装置，根据市场需求，增加产品品种：麦芽糖醇液、1，2 多元醇（山梨糖醇液与麦芽糖醇液混合调配产品，亦称还原水饴、复配甜味剂、稳定剂、水分保持剂、乳化剂、膨松剂、增稠剂）、葡萄糖和麦芽糖。

2012 年利达公司进行产品结构调整后，糖醇总产量 12 万 t/a 保持不变，各品种实际产量根据市场需求进行调整。麦芽糖醇最大产量 12 万 t/a；1，2 多元醇（亦称还原水饴、复配甜味剂、稳定剂、水分保持剂、乳化剂、膨松剂、增稠剂）最大产量 12 万 t/a；中间产品葡萄糖最大产量 12 万 t/a；麦芽糖最大产量 12 万 t/a。利达公司自建厂以来厂区的布局和生产工艺基本无变动，只是在相应的生产车间增加相应的设备。

根据城市规划发展需求，利达公司于 2017 年 7 月正式停产，柳州市土地交易储备中心将利达公司原厂区土地收储。于此同时，利达公司开始对场内的设备和实施进行拆除。据调查，利达公司在拆除相应的设施和设备前，先将残存的原料、半成品、成品等全部清理出

售，污水处理站的污水也全部排净并清理污泥，然后再将厂区内的设备全部拆除出售，拆除厂房和构筑物。根据现场调查，截至 2018 年 2 月 5 日，除围墙和门卫外，原厂区的构筑物基本全部拆除，建筑垃圾基本清理完毕，现场勘查发现的污水站残留的少量污泥和机修间残留的少量油脂亦有利达公司全部清理，厂区内的生产原料残留已基本清理完毕。

利达公司建厂前，厂区地块原为水南村耕地，主要种植蔬菜、玉米等旱地作物，调查未收集到该地块用作其他用途的历史资料。场地现状如图 4-6。



停车场



已拆除的生产车间区域



已拆除的污水处理站区域



已拆除的锅炉车间区域



厂区设施拆除情况总貌



厂区雨水排沟



厂区清浄下水集水井



车间雨水集水井



已拆除的淀粉仓库区域



厂区内煤棚东面空地

图 4-6 场地现状图

#### 4.9 相邻场地的现状和历史

项目所在区域原为静兰工业园区，大致位于现在的静兰路以西、西江路以北、华润路以南、德润路以东的区域，土地面积约  $255997\text{m}^2$ （约 384 亩），涉及业主企业 22 家，承租户企业 54 家，主要包括利达化工、福康食品、睡宝床垫、五顺汽配以及其他汽车配件企业。场地周边主要企业间下表：

表 4-3 项目周边原有主要其他一览表

| 序号 | 企业名称          | 方位/距离     | 备注  |
|----|---------------|-----------|-----|
| 1  | 柳州卷烟厂         | 东面约 70m   |     |
| 2  | 柳州五顺汽车配件厂     | 南面相邻      | 已搬迁 |
| 3  | 柳北锻造厂         | 南面相邻      | 已搬迁 |
| 4  | 立丰刀片制造有限公司    | 南面约 20m   | 已搬迁 |
| 5  | 凯鑫汽配有限公司      | 西南面约 120m | 已搬迁 |
| 6  | 友佳橡塑有限公司      | 西南面约 50m  | 已搬迁 |
| 7  | 绿洁餐具保洁公司      | 南面约 230m  | 已搬迁 |
| 8  | 广西睡宝床垫公司      | 南面约 100m  | 已搬迁 |
| 9  | 柳州市创源电喷技术有限公司 | 南面相邻      | 已搬迁 |
| 10 | 中天物资回收公司      | 南面约 30m   | 已搬迁 |
| 11 | 广西麒麟椅业公司      | 西南面约 180m | 已搬迁 |
| 12 | 柳州市水南矿筛厂      | 西南面约 130m | 已搬迁 |
| 13 | 东怡工艺玻璃厂       | 西南面约 130m | 已搬迁 |
| 14 | 正明厨具厂         | 南面约 180m  | 已搬迁 |
| 15 | 柳州市创晟科技有限公司   | 西面约 15m   | 已搬迁 |
| 16 | 福康食品厂         | 南面相邻      | 已搬迁 |
| 17 | 方鑫二基地         | 西面约 15m   | 已搬迁 |

2008 年，柳州市规划局发布的《柳州市水南片区控制性详细规划》将原静兰工业园区全部规划为居住和商业用地。根据市委市政府关于静兰工业园区搬迁相关会议精神，2015 年 1 月 19 日市工信委、市土地储备中心、鱼峰区政府联合成立了静兰工业园区企业搬迁工作组，正式启动静兰工业园区企业搬迁工作。2017 年 12 月 16 日，搬迁组与最后一家企业正式签订收购合同，利达公司也在搬迁之列，至此，静兰工业园区企业搬迁工作正式宣告完成，为柳州市新增供地 384 亩，按计划未来此片土地将用于商住项目的开发。

除利达化工外，原静兰工业园区内的企业主要以机械、汽配加工为主，生产过程产生的粉尘散落对区域土壤环境造成一定影响。此外，企业废水均处理达标后排入柳江，对柳江水质影响不大。原静兰工业园区内的企业逐步拆除后，区域环境受到的原有企业的污染也随着消失，区域环境质量得到一定改善。

#### 4.10 场地的土地利用规划

根据《柳州市城市总体规划（2010-2020）》以及《柳州市水南

片区控制性详细规划》，项目调查地块规划为二类居住用地和商业用地。其规划图如图 4-7。



图 4-7 场地规划图

#### 4.11 政府和权威机构资料收集和分析

本次调查收集到的权威资料包括：《利达（柳州）化工有限公司 12 万吨/年山梨醇技改项目环境影响报告书》及其环评批复和竣工环保验收批复、《利达（柳州）化工有限公司<12 万吨/年山梨醇技改项目>增加产品品种说明环境影响报告表》。

根据《利达（柳州）化工有限公司 12 万吨/年山梨醇技改项目环境影响报告书》及其环评批复和竣工环保验收批复，1995 年利达公司最初建成一条生产线具有年产 24000 吨山梨醇的能力，以淀粉为原料，合成法生产工艺，产品浓度 70%力，加氢工序的原料氢气采用电解法制备，以氢氧化钾为电解液。2001 年企业进行第一次技改扩建后生产能力达到年产 40000 吨山梨醇；2003 年进行了第二次技改扩建后生产能力达到年产 80000 吨山梨醇；2006 年进行第三次技改扩建后生产能力达到年产 120000 吨山梨醇。技改过程中，山梨醇生产的工艺和原料基本不变，主要是通过增加设备达到增加产能的目的。生产过程所用的原料氢气的制备工艺有所变化，由原来的电解法改为甲醇裂解法，以氧化铜为催化剂。

根据《利达（柳州）化工有限公司<12万吨/年山梨醇技改项目>增加产品品种说明环境影响报告表》，2012年起利达公司把中间品淀粉糖、麦芽糖醇液及山梨糖醇液与麦芽糖醇液混合调配的复配食品添加剂1, 2多元醇推向市场（包括出口），对原12万吨/年山梨醇技改项目产品结构进行调整，即在年生产规模12保持万吨不变情况下，利用原有生产装置，根据市场需求，增加产品品种：麦芽糖醇液、1, 2多元醇（山梨糖醇液与麦芽糖醇液混合调配产品，亦称还原水饴、复配甜味剂、稳定剂、水分保持剂、乳化剂、膨松剂、增稠剂）、葡萄糖和麦芽糖。产品结构调整过程中，企业的生产设备、工艺基本不变。

#### 4.12 场地资料收集和分析

利达公司建厂以来，未做过场地土壤相关的环境监测，而且利达公司建设初期编制的地质勘查报告已遗失，因此利达公司未留存有场地相关资料。本次调查收集了地块所在区域的地质资料和周边区域的地质勘查资料，包括《广西壮族自治区区域地质志》、《中华人民共和国综合水文地质图-柳州幅》、《柳州市区域水文地质工程地质调查报告》（1/5万-1/10万）、《区域水文地质普查报告》（1/20万柳州幅）和《柳州华润中心A1地块岩土工程详细勘察报告》（该地块位于项目北面约500m）等。

区域勘察未发现土洞、软弱夹层、塌陷等现象，场地不良地质现象发育较弱。利达公司厂区建设过程中未发现埋藏的河道、沟浜、墓穴、防空洞等埋藏物。

#### 4.13 现场踏勘和人员访谈

2018年1月，在接受柳州市土储中心委托后，我公司技术人员对项目场地进行了现场踏勘，并对利达（柳州）化工有限公司原厂区管理人员及周边相关民众进行访谈。

在我公司人员进入现场踏勘前，场地内利达（柳州）化工有限公

司原厂区的生产设备和生产设施均已基本拆除。因此，我们找到熟悉原厂生产情况的管理人员，由他们带领我们到厂区内确定原有生产设施的具体位置，了解原厂的生产工艺、原料使用、固废处置、事故排放等情况。根据调查结果，利达（柳州）化工有限公司原厂区情况如下：

#### 4.13.1 有毒有害物质的储存、使用和处置情况分析

利达（柳州）化工有限公司原厂区使用的生产原料包括淀粉、甲醇、酶、盐酸、氢氧化钠、镍催化剂、氧化铜催化剂和煤，其中甲醇、盐酸、氢氧化钠以及中间产品氢气均属于《危险化学品目录》（2015版）中的危险化学品。甲醇的泄漏进入大气可能造成环境污染、危害人体健康，盐酸和氢氧化钠泄漏可能造成人身伤害和土壤、水体污染。另外，镍和铜催化剂使用过程中，铜、镍损耗进入废气和废水可能造成大气污染和土壤污染。

利达（柳州）化工有限公司原厂区内设置原料和产品仓库，原料、中间产品、成品均在仓库内储存，仓库均为封闭厂房，混凝土硬化地面，可以有效防风、防雨、防地表径流冲刷，避免原料和产品在贮存过程中的流失。甲醇、盐酸、氢氧化钠均采用储罐存储，采用架空管道进行输送，发生渗漏可以及时发现并修补。

#### 4.13.2 各类槽罐内的物质和泄漏评价

项目涉及的液体原料和产品主要采用储罐进行存储，原厂区内设置的主要储罐如下表：

表 4-4 项目设置的主要原辅材料和产品储罐一览表

| 序号 | 储存物质    | 储罐类型               | 数量（个） |
|----|---------|--------------------|-------|
| 1  | 山梨醇     | 1000m <sup>3</sup> | 2     |
| 2  |         | 500m <sup>3</sup>  | 1     |
| 3  |         | 130m <sup>3</sup>  | 1     |
| 4  | 麦芽糖醇    | 1000m <sup>3</sup> | 2     |
| 5  |         | 500m <sup>3</sup>  | 1     |
| 6  |         | 130m <sup>3</sup>  | 1     |
| 7  | 1,2 多元醇 | 1000m <sup>3</sup> | 1     |
| 8  |         | 130m <sup>3</sup>  | 2     |
| 9  | 葡萄糖     | 1000m <sup>3</sup> | 1     |

| 序号 | 储存物质 | 储罐类型              | 数量 (个) |
|----|------|-------------------|--------|
| 10 | 麦芽糖  | 500m <sup>3</sup> | 1      |
| 11 |      | 130m <sup>3</sup> | 2      |
| 12 |      | 500m <sup>3</sup> | 1      |
| 13 |      | 130m <sup>3</sup> | 2      |
| 14 | 甲醇   | 50m <sup>3</sup>  | 2      |
| 15 | 氢氧化钠 | 20                | 2      |
| 16 | 盐酸   | 10                | 1      |

利达公司原厂区设置山梨醇等液体产品罐区，罐区均采用地面储罐，罐区进行地面防渗硬化，并设置 0.6m 高的围堰，兼具应急池的功能。盐酸和氢氧化钠储罐位于车间内，设置独立的罐区，罐区均采用地面储罐，罐区进行地面防渗硬化，并设置 0.6m 高的围堰，兼具应急池的功能。仓库内的产品为桶装产品，仓库周边设置截留沟和收集池，单桶产品泄漏直接通过截留沟和收集池收集。

原生产氢气的电解槽的外部槽体支承均采用混凝土结构，表面涂覆树脂防腐蚀层，采用玻璃钢内衬，2006 年技改前该电解制氢设备已停用，电解槽使用期间未发生电解液泄漏事故。2006 年技改后采用甲醇催化裂解制氢，甲醇采用储罐存储，设置独立的罐区，罐区均采用地面储罐，罐区进行地面防渗硬化，并设置 0.6m 高的围堰，兼具应急池的功能。

根据调查，利达公司原厂区生产期间未发生过槽液、储罐等设备设施泄漏污染事故。

#### 4.13.3 固体废物和危险废物的处理评价

利达公司的固体废物主要为锅炉煤渣、消烟除尘沉渣、淀粉渣、废硅藻土(过滤)、污水处理站污泥和员工办公生活垃圾等。

锅炉煤渣和脱硫除尘沉渣全部外售作建材；废淀粉渣主要成份为大颗粒的未反应完全的淀粉、蛋白质和胶质等有机质，掺入煤中作锅炉燃料；糖化过滤产生的不含镍废硅藻土废硅藻土掺入煤中作燃料。

加氢反应过程过滤工序产生含有催化剂镍的废硅藻土，以及废水处理产生的含镍污泥均属于《国家危险废物名录》中的 HW46 类危险废物，含镍废硅藻土及废水处理污泥由镍触媒生产厂家回收处理。废

水处理设置污泥干化池进行干化处理，干化池进行地面防渗硬化，并设置挡雨棚。

#### **4.13.4 管线、沟渠泄漏评价**

原厂区污水均采用加工管道进行输送，以便于及时发现管道的泄漏并及时维修。雨水和清净下水采用三面光的沟渠排放进入市政雨水管网。废水进入厂区西南部的污水处理站。污水处理站包括集水池、曝气池、调节池、沉淀池等设施，均为敞开式水池。根据调查，原产区污水管道和污水处理设施维护完好，未发生过破裂渗漏事故。

#### **4.13.5 与污染物迁移相关的环境因素分析**

项目地块位于城市建成区，废气中的污染物主要随大气飘散，部分在厂区中散落，硬化地面和屋面散落的少量颗粒物随雨水排入柳江，散落在未硬化的绿地的颗粒物则随雨水下渗进入土壤，再随着地下水逐步迁移进入柳江。

评估场地地面标高为 88.2~89.13m，1996 年建厂初期区域发生百年一遇的特大洪水，洪水水位达到 92.43m，袋装的淀粉原料遭洪水浸泡少量流失，其他生产原料和产品主要采用储罐存储或者桶装存储，因此未造成有毒有害物质的流失。

## 5 场地环境调查

在已完成第一阶段初步识别场地污染阶段的基础上,开展第二阶段环境场地调查工作,根据调查场地内原生产用地情况调查,采用专业判断法进行土壤取样工作的基础上进行对重点区域进行加密布点采样分析,对场地污染边界进一步进行布点采样分析确定。

### 5.1 初步调查采样方案

#### 5.1.1 调查采样点布设

采集样品数目和频次将影响采样结果对污染状况反映的精度,采样点数目确定原则上应足以判别可疑点是否被污染。采样布点对于确定场地污染的来源、状况、分布及其污染物的迁移是极为重要的。根据调查场地内原生产用地情况调查,采用专业判断法土壤样品取样方法,根据生产车间的分布,在项目场地内共设 25 个土壤监测点,在场地北面的约 100m 处的鱼峰区政府西北面绿化带设置了 2 个土壤对照点。初步调查符合《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(2017 年第 72 号),“初步调查阶段,地块面积 $\leq 5000\text{m}^2$ ,土壤采样点位不少于 3 个;地块面积 $> 5000\text{m}^2$ ,土壤采样点位不少于 6 个,并可根据实际情况酌情增加。”采样监测方法按 HJ/T 166-2004《土壤环境监测技术规范》进行。土壤监测布点如图 5-1。采样点经纬度信息表如表 5-1。

表 5-1 采样点经纬度表

| 点位 | 经度       | 纬度       | 点位  | 经度       | 纬度       | 点位  | 经度       | 纬度       |
|----|----------|----------|-----|----------|----------|-----|----------|----------|
| 1# | 109.4462 | 24.31996 | 10# | 109.4481 | 24.31867 | 19# | 109.4462 | 24.31854 |
| 2# | 109.4463 | 24.31931 | 11# | 109.4481 | 24.31829 | 20# | 109.4473 | 24.31923 |
| 3# | 109.4485 | 24.31826 | 12# | 109.4481 | 24.31797 | 21# | 109.4461 | 24.31808 |
| 4# | 109.4485 | 24.31945 | 13# | 109.4475 | 24.31845 | 22# | 109.4461 | 24.31777 |
| 5# | 109.4474 | 24.31983 | 14# | 109.4474 | 24.31817 | 23# | 109.4471 | 24.31835 |
| 6# | 109.449  | 24.31951 | 15# | 109.4476 | 24.31793 | 24# | 109.4492 | 24.31953 |
| 7# | 109.4491 | 24.31824 | 16# | 109.4472 | 24.31805 | 25# | 109.4496 | 24.31795 |
| 8# | 109.448  | 24.31908 | 17# | 109.447  | 24.31788 | /   | /        | /        |
| 9# | 109.448  | 24.31948 | 18# | 109.4466 | 24.31805 | /   | /        | /        |

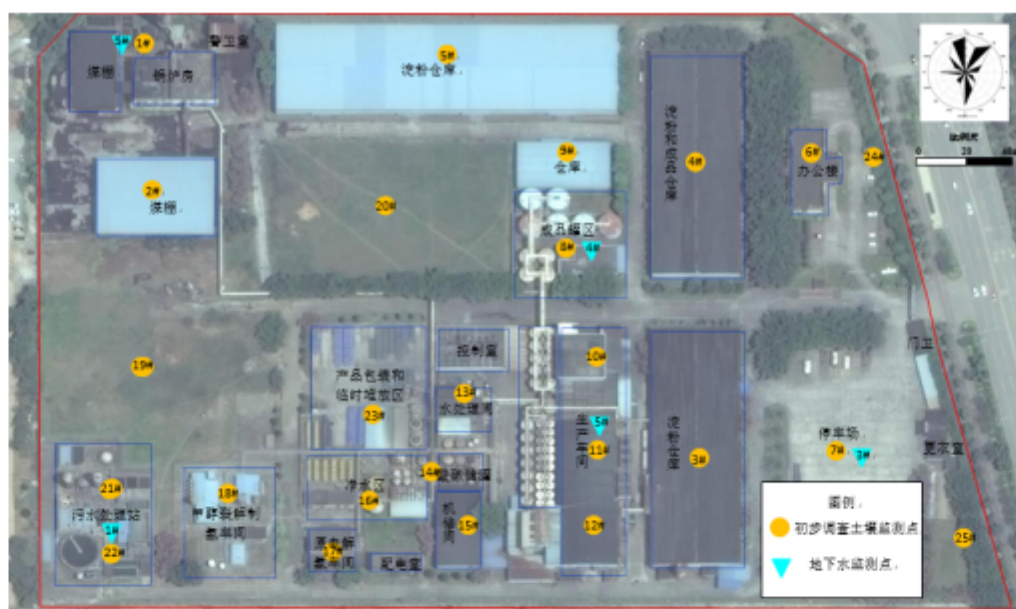


图 5-1 土壤和地下水监测布点图

### 5.1.2 土壤采样深度

土壤采样原则上层厚 3m 以内的采样间隔为 0.5m，层厚在 3~6m 的采样间隔为 1m，层厚 6m 以上的或地下水位以下的采样间隔为 2.0m。

根据现场的情况和现场采样情况，初步调查采样深度在 0.2~6m，在现场采样时根据现场采样时 XRF 显示，与专业判断来确定是否需要增加采样深度或停止采样。初步采样点信息见表 5-2。

表 5-2 初步采样土壤监测布点表

| 取样点编号 | 取样点位置    | 取样深度                   | 采样点个数 | 是否作浸出毒性检测             | 是否做有机质和含水率           |
|-------|----------|------------------------|-------|-----------------------|----------------------|
| 1     | 锅炉车间沉渣池  | 0.2m, 1.0m             | 2     |                       | √ (仅做 0.2m、1.0m 的样品) |
| 2     | 煤场       | 0.2m, 1.0m             | 2     |                       |                      |
| 3     | 淀粉仓库     | 0.2m, 1.0m             | 2     |                       |                      |
| 4     | 淀粉仓库     | 0.2m, 1.0m             | 2     |                       |                      |
| 5     | 淀粉仓库     | 0.2m, 1.0m             | 2     |                       |                      |
| 6     | 办公区      | 0.2m, 1.0m             | 2     |                       |                      |
| 7     | 停车场      | 0.2m, 1.0m             | 2     |                       |                      |
| 8     | 产品储罐区    | 0.2m, 1.0m             | 2     | √                     | √ (仅做 0.2m、1.0m 的样品) |
| 9     | 产品罐区北部车间 | 0.2m, 1.0m             | 2     |                       |                      |
| 10    | 生产车间北部   | 0.2m, 1.0m, 2m, 4m, 6m | 5     | √ (仅做 0.2m, 1.0m 的样品) |                      |
| 11    | 生产车间中    | 0.2m, 1.0m,            | 5     | √ (仅做 0.2m,           | √ (仅做 0.2m、1.0m      |

| 取样点<br>编号 | 取样点位置               | 取样深度                      | 采样点<br>个数 | 是否作浸出毒<br>性检测           | 是否做有机质和含水<br>率         |
|-----------|---------------------|---------------------------|-----------|-------------------------|------------------------|
|           | 部                   | 2m, 4m, 6m                |           | 1.0m 的样品)               | 的样品)                   |
| 12        | 生产车间南<br>部          | 0.2m, 1.0m,<br>2m, 4m, 6m | 5         | √(仅做 0.2m,<br>1.0m 的样品) |                        |
| 13        | 水处理车间               | 0.2m, 1.0m                | 2         |                         |                        |
| 14        | 盐酸和烧碱<br>罐区         | 0.2m, 1.0m                | 2         | √                       |                        |
| 15        | 维修间                 | 0.2m, 1.0m                | 2         |                         |                        |
| 16        | 水处理区                | 0.2m, 1.0m                | 2         |                         |                        |
| 17        | 原电解氢车<br>间          | 0.2m, 1.0m                | 2         | √                       |                        |
| 18        | 甲醇裂解车<br>间          | 0.2m, 1.0m,<br>2m, 4m, 6m | 5         | √(仅做 0.2m,<br>1.0m 的样品) |                        |
| 19        | 煤棚南部空<br>地          | 0.2m, 1.0m                | 2         | √(仅做 0.2m,<br>1.0m 的样品) | √(仅做 0.2m、1.0m<br>的样品) |
| 20        | 煤棚东部空<br>地          | 0.2m, 1.0m                | 2         | √(仅做 0.2m,<br>1.0m 的样品) |                        |
| 21        | 污水处理车<br>间          | 0.2m, 1.0m,<br>2m, 4m, 6m | 5         | √(仅做 0.2m,<br>1.0m 的样品) |                        |
| 22        | 污水处理车<br>间          | 0.2m, 1.0m,<br>2m, 4m, 6m | 5         | √(仅做 0.2m,<br>1.0m 的样品) | √(仅做 0.2m、1.0m<br>的样品) |
| 23        | 临时堆放区               | 0.2m, 1.0m                | 2         |                         |                        |
| 24        | 东北边界绿<br>化带         | 0.2m                      | 1         |                         |                        |
| 25        | 东南边界绿<br>化带         | 0.2m                      | 1         |                         |                        |
| 26        | 鱼峰区政府<br>西北面绿化<br>带 | 0.2m                      | 1         |                         |                        |
| 27        | 鱼峰区政府<br>西北面绿化<br>带 | 0.2m                      | 1         |                         |                        |
| 样品总数      |                     |                           | 68        | 22                      |                        |

### 5.1.3 地下水取样

为了解项目区域地下水环境现状,在初步调查过程中对拟开发利用的地块所在区域地下水水质进行了监测,设置监测 5 个点位,监测数据可以反映场地区域地下水水质。地下水监测点布置情况详见,具体地下水监测布点见表 5-3。

表 5-3 区域地下水监测点位一览表

| 序号 | 监测点位  | 监测点基本情况  |
|----|-------|----------|
| 1  | 污水处理站 | 厂区中下游扩散井 |
| 2  | 生产车间  | 厂区中下游扩散井 |
| 3  | 停车场   | 厂区下游扩散井  |
| 4  | 储罐区   | 厂区中下游扩散井 |
| 5  | 锅炉车间  | 上游对照井    |

## 5.2 初步调查结果分析

### 5.2.1 评价标准

#### 5.2.1.1 土壤评价标准

筛选值为判断是否开展场地土壤环境风险评价的启动值, 即当确定了开发土地的利用类型的情况下, 土壤检测值超过筛选值时, 场地应进行风险评价。

自 2018 年 8 月 1 日起, 《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018) 为国家强制标准。项目调查地块规划为居住用地。因此本项目依据《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018) 中第一类用地。其中砷第一类用地的筛选值为 20mg/kg。针对砷元素, 标准说明具体地块土壤中污染物检测含量超过筛选值, 但低于或者等于土壤环境背景值水平的, 不纳入污染地块管理。

由于柳州具有典型的岩溶地貌特征, 柳江穿流市区及气候、岩性、构造的影响, 形成河流阶地地貌、岩溶地貌迭加的天然盆地, 结合当地的土地资源显示主要为石灰土和冲击土, 根据附录 A 的内容确定为柳州砷的背景值为 60 mg/kg。

表 5-4 土壤中污染因子筛选值

| 序号 | 项目     | 本项目筛选值 (mg/kg) |
|----|--------|----------------|
| 1  | 铜      | 2000           |
| 2  | 铬 (六价) | 3.0            |
| 3  | 镍      | 150            |
| 5  | 铅      | 400            |
| 6  | 镉      | 20             |
| 7  | 砷      | 20             |

|   |   |   |
|---|---|---|
| 8 | 汞 | 8 |
|---|---|---|

### 5.2.1.2 地下水评价标准

关于地下水的评价，主要依据国内的《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017），本场地参照《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准如表 5-5。

表 5-5 地下水质量标准

| 序号 | 项目         | III类 (mg/L) |
|----|------------|-------------|
| 1  | pH 值 (无量纲) | 6.5~8.5     |
| 2  | 高锰酸盐指数     | 1000        |
| 3  | 氨氮         | 0.5         |
| 4  | 总硬度        | 450         |
| 5  | 铜          | 1.0         |
| 6  | 镍          | 0.02        |
| 7  | 铅          | 0.01        |
| 8  | 铬 (六价)     | 0.05        |
| 9  | 砷          | 0.01        |
| 10 | 镉          | 0.005       |
| 11 | 汞          | 0.001       |
| 12 | 总大肠菌群      | 3.0         |
| 13 | 细菌总数       | 100         |

### 5.2.2 场地水文地质调查结果

根据该地的水文地质柱状图可得，整个项目场地上层土壤为素填土，中层为红黏土，底层为中风化白云岩。

地下水流向：通过钻孔一览表见附表，该场地的地下水埋深在 4.3~7.1m，根据水文地质中地下水等水位线及流向可得，由西北流向东南。

### 5.2.3 样品检测结果

#### 5.2.3.1 土壤样品检测结果分析

(1) 本次调查的利达（柳州）化工有限公司原厂区主要利用淀粉进行醇糖类生产，生产过程采用含镍和铜的催化剂，主要土壤污染因子可能为镍和铜。初步调查重金属主要铜、镍为主，检测结果如表 5-6。

表 5-6 初步采样土壤质量检测结果

| 监测点位 |          | 取样深度 | pH   | 铜<br>mg/kg | 镍<br>mg/kg | 铅<br>mg/kg | 总铬<br>mg/kg | 镉<br>mg/kg | 汞<br>mg/kg | 砷<br>mg/kg | 含水率<br>% | 有机质<br>g/kg |
|------|----------|------|------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|----------|-------------|
| 1#   | 锅炉车间沉渣池  | 0.2m | 6.40 | 59         | 219        | 131        | 104         | 0.15       | 0.698      | 48.3       | 28.4     | 3.88        |
|      |          | 1.0m | 6.55 | 47         | 142        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | 27.4     | 8.54        |
| 2#   | 煤场       | 0.2m | 5.60 | 47         | 179        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |          | 1.0m | 4.59 | 74         | 342        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 3#   | 淀粉仓库     | 0.2m | 6.72 | 86         | 282        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |          | 1.0m | 5.55 | 80         | 297        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 4#   | 淀粉仓库     | 0.2m | 5.32 | 70         | 202        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |          | 1.0m | 5.04 | 74         | 233        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 5#   | 淀粉仓库     | 0.2m | 6.85 | 40         | 117        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |          | 1.0m | 6.31 | 28         | 79         | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 6#   | 办公区      | 0.2m | 5.12 | 49         | 141        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |          | 1.0m | 6.08 | 45         | 140        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 7#   | 停车场      | 0.2m | 4.92 | 55         | 171        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |          | 1.0m | 4.77 | 70         | 110        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 8#   | 产品储罐区    | 0.2m | 7.84 | 46         | 131        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | 27.4     | 10.7        |
|      |          | 1.0m | 6.43 | 47         | 136        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | 26.8     | 3.35        |
| 9#   | 产品罐区北部车间 | 0.2m | 6.50 | 43         | 133        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |          | 1.0m | 6.75 | 38         | 135        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 10#  | 生产车间北部   | 0.2m | 7.04 | 44         | 139        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |          | 1.0m | 6.72 | 50         | 195        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |          | 2m   | 6.91 | 52         | 141        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |          | 4m   | 5.73 | 61         | 221        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |          | 6m   | 6.53 | 61         | 230        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 11#  | 生产车间中间   | 0.2m | 6.97 | 43         | 135        | 49.8       | 89          | 0.02       | 0.330      | 29.6       | 26.0     | 6.83        |
|      |          | 1.0m | 7.43 | 48         | 181        | 52.8       | 81          | 0.04       | 0.428      | 33.0       | 26.6     | 8.14        |

| 监测点位 |         | 取样深度 | pH   | 铜<br>mg/kg | 镍<br>mg/kg | 铅<br>mg/kg | 总铬<br>mg/kg | 镉<br>mg/kg | 汞<br>mg/kg | 砷<br>mg/kg | 含水率<br>% | 有机质<br>g/kg |
|------|---------|------|------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|----------|-------------|
|      |         | 2m   | 6.97 | 51         | 133        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |         | 4m   | 6.18 | 52         | 197        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |         | 6m   | 6.36 | 62         | 221        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 12#  | 生产车间南部  | 0.2m | 6.65 | 50         | 204        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |         | 1.0m | 4.82 | 48         | 180        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |         | 2m   | 5.73 | 72         | 312        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |         | 4m   | 5.07 | 61         | 301        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |         | 6m   | 5.42 | 71         | 323        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 13#  | 水处理车间   | 0.2m | 5.38 | 48         | 138        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |         | 1.0m | 5.15 | 49         | 148        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 14#  | 盐酸和烧碱罐区 | 0.2m | 5.94 | 50         | 141        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |         | 1.0m | 5.18 | 45         | 150        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 15#  | 维修间     | 0.2m | 6.02 | 45         | 146        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |         | 1.0m | 5.17 | 44         | 143        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 16#  | 水处理区    | 0.2m | 6.82 | 41         | 130        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |         | 1.0m | 5.43 | 34         | 104        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 17#  | 原电解氢车间  | 0.2m | 6.85 | 42         | 131        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |         | 1.0m | 5.25 | 45         | 110        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 18#  | 甲醇裂解车间  | 0.2m | 6.96 | 61         | 245        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |         | 1.0m | 5.94 | 44         | 118        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |         | 2m   | 5.41 | 52         | 132        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |         | 4m   | 5.61 | 41         | 129        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|      |         | 6m   | 5.92 | 44         | 135        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 19#  | 煤棚南部空地  | 0.2m | 6.96 | 52         | 210        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | 18.8     | 7.68        |
|      |         | 1.0m | 6.87 | 50         | 201        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | 20.7     | 6.77        |
| 20#  | 煤棚东     | 0.2m | 5.47 | 54         | 192        | 79.2       | 91          | 0.08       | 0.408      | 41.1       | ——       | ——          |

| 监测点位      |             | 取样深度 | pH   | 铜<br>mg/kg | 镍<br>mg/kg | 铅<br>mg/kg | 总铬<br>mg/kg | 镉<br>mg/kg | 汞<br>mg/kg | 砷<br>mg/kg | 含水率<br>% | 有机质<br>g/kg |
|-----------|-------------|------|------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|----------|-------------|
|           | 邵空地         | 1.0m | 5.28 | 68         | 162        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 21#       | 污水处理车间      | 0.2m | 7.24 | 43         | 212        | 61.4       | 83          | 0.08       | 0.389      | 31.5       | ——       | ——          |
|           |             | 1.0m | 7.12 | 41         | 198        | 46.5       | 74          | 0.07       | 0.319      | 28.4       | ——       | ——          |
|           |             | 2m   | 7.24 | 31         | 141        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|           |             | 4m   | 6.99 | 32         | 98         | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|           |             | 6m   | 7.10 | 48         | 266        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 22#       | 污水处理车间      | 0.2m | 7.18 | 57         | 134        | 125        | 119         | 0.18       | 0.567      | 48.7       | 13.7     | 9.28        |
|           |             | 1.0m | 7.57 | 48         | 309        | 71.4       | 97          | 0.05       | 0.621      | 40.4       | 16.3     | 8.13        |
|           |             | 2m   | 6.22 | 32         | 97         | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|           |             | 4m   | 6.43 | 26         | 88         | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|           |             | 6m   | 6.24 | 35         | 116        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 23#       | 临时堆放区       | 0.2m | 6.78 | 42         | 127        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
|           |             | 1.0m | 5.59 | 35         | 106        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 24#       | 东北边界绿化带     | 0.2m | 7.07 | 39         | 144        | 89.2       | 121         | 0.42       | 0.247      | 27.8       | ——       | ——          |
| 25#       | 东南边界绿化带     | 0.2m | 7.89 | 55         | 146        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 35#       | 鱼峰区政府西北面绿化带 | 0.2m | 5.42 | 53         | 265        | 78.6       | 159         | 0.23       | 0.791      | 50.2       | ——       | ——          |
| 36#       | 鱼峰区政府西北面绿化带 | 0.2m | 5.06 | 45         | 170        | 57.3       | 149         | 0.15       | 0.639      | 46.8       | ——       | ——          |
| 最大值       |             |      | 7.89 | 86         | 342        | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 最小值       |             |      | 4.59 | 26         | 79         | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 95%置信区间上线 |             |      | 6.41 | 53.03      | 187.39     | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |
| 95%置信区间下线 |             |      | 6.00 | 46.87      | 156.52     | ——         | ——          | ——         | ——         | ——         | ——       | ——          |

“——”表示未检测

由表可得, pH 的 95%置信区间为 6.00~6.41, 铜的 95%置信区间为 46.87~53.03mg/kg, 其 95%置信区间上线低于筛选值。镍的 95%置信区间为 156.52~187.39mg/kg, 其 95%置信区间下线高于筛选值。镍超标主要是生产过程采用含镍催化剂, 水泥硬化地面破损, 含镍催化剂随着水体下渗, 导致土壤污染。其中有机质含量及含水率不进行评价。

(2) 将整理好的土壤样品数据与选择的筛选标准进行对比, 删除未检出或未超标的检测因子, 标注出超标的点位及污染因子, 得到土壤样品检测结果筛选分析表如表 5-7。

表 5-7 土壤超筛选值数据统计表

| 监测点位       | 取样深度(m) | 超标因子 | 浓度(mg/kg) | 筛选值(mg/kg) | 超标倍数 |
|------------|---------|------|-----------|------------|------|
| 1# 锅炉车间沉渣池 | 0.2     | 镍    | 219       | 150        | 0.46 |
| 2# 煤场      | 0.2     | 镍    | 179       | 150        | 0.19 |
| 2# 煤场      | 1.0     | 镍    | 342       | 150        | 1.28 |
| 3# 淀粉仓库    | 0.2     | 镍    | 282       | 150        | 0.88 |
| 3# 淀粉仓库    | 1.0     | 镍    | 297       | 150        | 0.98 |
| 4# 淀粉仓库    | 0.2     | 镍    | 202       | 150        | 0.35 |
| 4# 淀粉仓库    | 1.0     | 镍    | 233       | 150        | 0.55 |
| 7# 停车场     | 0.2     | 镍    | 171       | 150        | 0.14 |
| 10# 生产车间北部 | 1.0     | 镍    | 195       | 150        | 0.30 |
| 10# 生产车间北部 | 4.0     | 镍    | 221       | 150        | 0.47 |
| 10# 生产车间北部 | 6.0     | 镍    | 230       | 150        | 0.53 |
| 11# 生产车间中部 | 1.0     | 镍    | 181       | 150        | 0.21 |
| 11# 生产车间中部 | 4.0     | 镍    | 197       | 150        | 0.31 |
| 11# 生产车间中部 | 6.0     | 镍    | 221       | 150        | 0.47 |
| 12# 生产车间南部 | 0.2     | 镍    | 204       | 150        | 0.36 |
| 12# 生产车间南部 | 1.0     | 镍    | 180       | 150        | 0.2  |
| 12# 生产车间南部 | 2.0     | 镍    | 312       | 150        | 1.08 |
| 12# 生产车间南部 | 4.0     | 镍    | 301       | 150        | 1.00 |
| 12# 生产车间南部 | 6.0     | 镍    | 323       | 150        | 1.15 |
| 18# 甲醇裂解车间 | 0.2     | 镍    | 245       | 150        | 0.63 |
| 19# 煤棚南部空地 | 0.2     | 镍    | 210       | 150        | 0.40 |
| 19# 煤棚南部空地 | 1.0     | 镍    | 201       | 150        | 0.34 |
| 20# 煤棚东部空地 | 0.2     | 镍    | 192       | 150        | 0.28 |
| 20# 煤棚东部空地 | 1.0     | 镍    | 162       | 150        | 0.08 |

| 监测点位 |        | 取样深度(m) | 超标因子 | 浓度(mg/kg) | 筛选值(mg/kg) | 超标倍数 |
|------|--------|---------|------|-----------|------------|------|
| 21#  | 污水处理车间 | 0.2     | 镍    | 212       | 150        | 0.41 |
| 21#  | 污水处理车间 | 1.0     | 镍    | 198       | 150        | 0.32 |
| 21#  | 污水处理车间 | 6.0     | 镍    | 266       | 150        | 0.73 |
| 22#  | 污水处理车间 | 1.0     | 镍    | 309       | 150        | 1.06 |

由表可以看出，表层超标的位置主要生产车间、污水处理车间、煤棚南部空地、锅炉车间沉渣池、煤场、淀粉仓库、甲醇裂解车间、停车场。其中污水处理车间和生产车间区域污染深度达到 6m。

### (3) 初步采样土壤浸出毒性监测结果

**表 5-8 初步采样土壤浸出毒性监测结果**

| 监测点位 |         | 取样深度 | 腐蚀性  | 铜(mg/L) | 镍(mg/L) |
|------|---------|------|------|---------|---------|
| 8#   | 产品储罐区   | 0.2m | 7.87 | 0.02ND  | 0.03ND  |
|      |         | 1.0m | 6.57 | 0.02ND  | 0.03ND  |
| 10#  | 生产车间北部  | 0.2m | 7.06 | 0.02ND  | 0.03ND  |
|      |         | 1.0m | 6.81 | 0.02ND  | 0.03ND  |
| 11#  | 生产车间中间  | 0.2m | 7.04 | 0.02ND  | 0.03ND  |
|      |         | 1.0m | 7.16 | 0.02ND  | 0.03ND  |
| 12#  | 生产车间南部  | 0.2m | 7.76 | 0.02ND  | 0.03ND  |
|      |         | 1.0m | 5.36 | 0.02ND  | 0.03ND  |
| 14#  | 盐酸和烧碱罐区 | 0.2m | 6.67 | 0.02ND  | 0.03ND  |
|      |         | 1.0m | 5.42 | 0.02ND  | 0.03ND  |
| 17#  | 原电解氢车间  | 0.2m | 6.91 | 0.02ND  | 0.03ND  |
|      |         | 1.0m | 5.62 | 0.02ND  | 0.03ND  |
| 18#  | 甲醇裂解车间  | 0.2m | 6.91 | 0.02ND  | 0.03ND  |
|      |         | 1.0m | 5.81 | 0.02ND  | 0.03ND  |
| 19#  | 煤棚南部空地  | 0.2m | 6.95 | 0.02ND  | 0.03ND  |
|      |         | 1.0m | 6.97 | 0.02ND  | 0.03ND  |
| 20#  | 煤棚东部空地  | 0.2m | 5.63 | 0.02ND  | 0.03ND  |

| 监测点位     |        | 取样深度 | 腐蚀性      | 铜<br>(mg/L) | 镍<br>(mg/L) |
|----------|--------|------|----------|-------------|-------------|
|          |        | 1.0m | 6.05     | 0.02ND      | 0.03ND      |
| 21#      | 污水处理车间 | 0.2m | 7.69     | 0.02ND      | 0.03ND      |
|          |        | 1.0m | 6.87     | 0.02ND      | 0.03ND      |
| 22#      | 污水处理车间 | 0.2m | 7.64     | 0.02ND      | 0.03ND      |
|          |        | 1.0m | 7.22     | 0.02ND      | 0.03ND      |
| 危险废物鉴别标准 |        |      | >2/<12.5 | ≤100        | ≤5          |

注：未检出以“检出限+ND”表示；鉴别标准为《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）和《危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别》（GB5085.1-2007）。

由表可以看出，场地内的样品检测指标均未超过危险废物鉴别标准，不属于危险废物。

#### （4）地下水检测结果分析

地下水检测结果见表 5-9。

表 5-9 地下水监测结果一览表 (单位: mg/L)

| 监测<br>点位                          | 采样日期      | pH          | 高锰酸盐<br>指数 | 氨氮           | 总硬度 | 铜      | 镍      | 总大肠菌<br>群 (个/L)           | 细菌总数<br>(个/L)             | 铅        | 铬      | 砷        | 镉      | 汞                     |
|-----------------------------------|-----------|-------------|------------|--------------|-----|--------|--------|---------------------------|---------------------------|----------|--------|----------|--------|-----------------------|
| 1# (污<br>水处理<br>站)                | 2018.3.1  | 7.31        | 2.7        | 0.558        | 174 | 0.05ND | 0.05ND | <b>1.4×10<sup>5</sup></b> | <b>1.2×10<sup>6</sup></b> | ——       | ——     | ——       | ——     | ——                    |
|                                   | 2018.3.12 | 6.72        | 2.9        | <b>2.35</b>  | 268 | 0.05ND | 0.05ND | <b>800</b>                | <b>2.5×10<sup>5</sup></b> | 0.0074   | 0.03ND | 0.0014   | 0.0024 | 4×10 <sup>-5</sup> ND |
| 2# (生<br>产车<br>间)                 | 2018.3.1  | 7.38        | 1.8        | 0.249        | 110 | 0.05ND | 0.05ND | <b>1.7×10<sup>5</sup></b> | <b>1.3×10<sup>6</sup></b> | ——       | ——     | ——       | ——     | ——                    |
|                                   | 2018.3.12 | 6.78        | 0.6        | <b>2.20</b>  | 272 | 0.05ND | 0.05ND | <b>1300</b>               | <b>6.3×10<sup>5</sup></b> | 0.0058   | 0.03ND | 0.0015   | 0.0017 | 4×10 <sup>-5</sup> ND |
| 3# (停<br>车场)                      | 2018.3.1  | 7.41        | 1.7        | 0.227        | 111 | 0.05ND | 0.05ND | <b>1.1×10<sup>5</sup></b> | <b>1.5×10<sup>6</sup></b> | ——       | ——     | ——       | ——     | ——                    |
|                                   | 2018.3.12 | 6.96        | 1.4        | 0.117        | 78  | 0.05ND | 0.05ND | <b>20</b>                 | <b>2.3×10<sup>5</sup></b> | 0.0025ND | 0.03ND | 0.0003ND | 0.0006 | 4×10 <sup>-5</sup> ND |
| 4# (储<br>罐区)                      | 2018.3.1  | 8.09        | 0.5        | 0.114        | 30  | 0.05ND | 0.05ND | <b>20</b>                 | <b>9.7×10<sup>4</sup></b> | ——       | ——     | ——       | ——     | ——                    |
|                                   | 2018.3.12 | 7.26        | 2.4        | <b>0.540</b> | 164 | 0.05ND | 0.05ND | <b>230</b>                | <b>5.4×10<sup>3</sup></b> | 0.0025ND | 0.03ND | 0.0003   | 0.0005 | 4×10 <sup>-5</sup> ND |
| 5# (锅<br>炉车<br>间)                 | 2018.3.1  | 6.54        | 1.1        | 0.264        | 28  | 0.05ND | 0.05ND | <b>790</b>                | <b>1.3×10<sup>5</sup></b> | ——       | ——     | ——       | ——     | ——                    |
|                                   | 2018.3.12 | <b>5.82</b> | 0.5        | 0.374        | 14  | 0.05ND | 0.05ND | <b>50</b>                 | <b>1.3×10<sup>5</sup></b> | 0.0025ND | 0.03ND | 0.0003ND | 0.0005 | 4×10 <sup>-5</sup> ND |
| GB/T14848-2017<br>地下水质量标准<br>III类 |           | 6.5-8.5     | 3.0        | 0.5          | 450 | 1.0    | 0.02   | 3.0                       | 100                       | 0.01     | 0.05   | 0.01     | 0.005  | 0.001                 |

“——”表示未检测, 字体加粗表示超出标准

区域地下水检测结果表明：场地地下水检测因子中的氨氮、总大肠菌群数、细菌总数出现超标，主要是由于场地内土壤裸露区域内有机物富集，随雨水下渗进入地下水造成，项目停产后土壤中的有机质将逐步降解，地下水中的氨氮、总大肠菌群数、细菌总数等因子将得到改善。上游 5#点 pH 超标，呈酸性，下游 pH 均达标，超标原因是局部上层滞水下渗引起。

本项目下渗介质是红黏土，红黏土的渗透性较差，同时通过初步调查可得镍在污水处理车间和生产车间区域污染深度达到 6m，其镍的超标倍数分别 1.16、1.05，超标倍数不高，浸出的镍在其地下水的稀释作用下，未超过《地下水质量标准》GB14848-2017Ⅲ类标准，且重金属因子监测值在监测期间均未超过《地下水质量标准》GB14848-2017Ⅲ类标准。

#### (5)地下水腐蚀性评价

根据地勘报告（见附件），认定工程场地及周边场地地下水对建筑材料为微腐蚀。

#### 5.2.4 小结

项目评估场地内初步调查监测土壤监测采样个数为 66 个，包括场地内的 25 个土壤监测点和场地外的 2 个土壤对照监测点。项目场地内土壤主要超标重金属为镍，其中超标样品数为 30，超标率为 45%。其中表层超标的位置主要生产车间、污水处理车间、煤棚南部空地、锅炉车间沉渣池、煤场、淀粉仓库、甲醇裂解车间、停车场。其中污水处理车间和生产车间区域污染深度达到 6m。

通过初步调查判断地下水流向及地下水重金属因子的浓度，地下水中的重金属因子均未超过《地下水质量标准》GB14848-2017Ⅲ类标准。确定地下水重金属未超标，不进行详细补充调查。

根据污染识别和初步调查筛选的涉嫌污染的区域，现需进行详细调查，详细调查应当进一步确定土壤污染物的空间分布状况及其范围，本项目主要针对生产车间、污水处理车间、煤棚南部空地、锅炉车间沉渣池、煤场、淀粉仓库、甲醇裂解车间、停车场补充平面布点，对对生产

车间、污水处理车间补充剖面布点。

在初步调查的基础上进行详细调查，一是 2018 年 8 月 1 日执行的文件，二是本场地环境调查所需要。《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）表 1 中所列项目为初步调查阶段建设用地土壤污染风险筛选的必测项目，由于初步调查在规范施行之前完成，现详细调查要在平面、剖面增加样品，同时增加样品挥发性有机物、半挥发性有机物的检测。

### 5.3 详细调查采样方案

#### 5.3.1 详细调查采样点的平面布置

本次详细调查中加密点介绍如下：

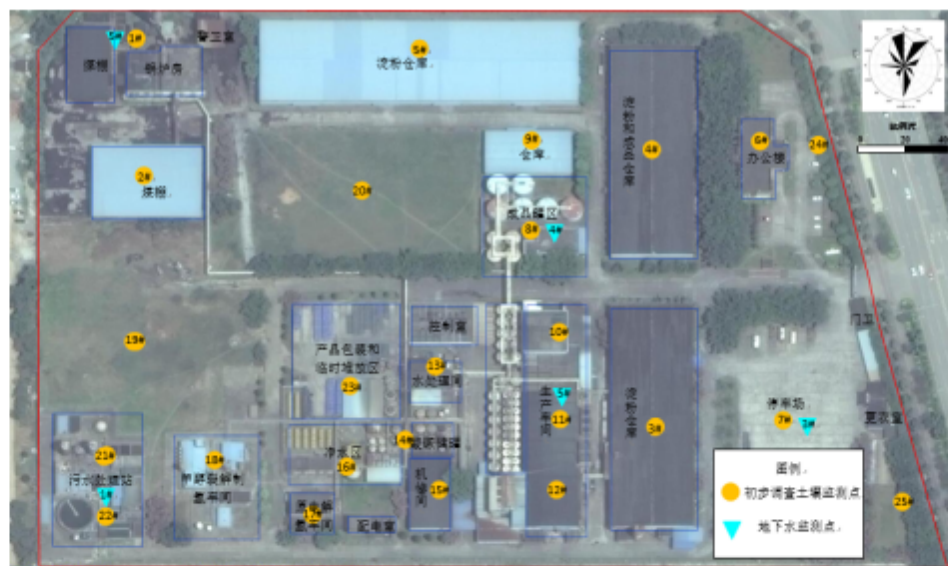
对前期已经发现的污染区域进行详细调查，已更精确界定污染物范围和分析污染成因，本次补充主要在淀粉仓库、生产车间、污水处理站、煤棚、甲醇裂解制氢车间周边适当加点。补充土壤调查点 43 个，包括 3 个对照点。其补充调查采样点坐标如表 5-10。详细调查符合《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（2017 年第 72 号），“详细调查阶段，对于根据污染识别和初步调查筛选的涉嫌污染的区域，土壤采样点位数每 400m<sup>2</sup> 不少于 1 个，其他区域每 1600m<sup>2</sup> 不少于 1 个”。由于本项目在初步调查阶段确定地下水中重金属未超标，在详细调查中考虑技术需要及成本，不需进行“地下水采样点位数每 6400m<sup>2</sup> 不少于 1 个”的点位布设。

表 5-10 详细调查采样点坐标

| 点位 | 经度        | 纬度       |
|----|-----------|----------|
| 1  | 109.44911 | 24.31798 |
| 2  | 109.44895 | 24.31772 |
| 3  | 109.44911 | 24.31858 |
| 4  | 109.44778 | 24.31865 |
| 5  | 109.44905 | 24.31971 |
| 6  | 109.44848 | 24.31969 |
| 7  | 109.44794 | 24.31982 |
| 8  | 109.44707 | 24.31982 |
| 9  | 109.44698 | 24.31921 |
| 10 | 109.44748 | 24.31921 |
| 11 | 109.44791 | 24.31923 |
| 12 | 109.44789 | 24.31902 |
| 13 | 109.44851 | 24.31920 |

| 点位    | 经度        | 纬度        |
|-------|-----------|-----------|
| 14    | 109.44851 | 24.31856  |
| 15    | 109.44853 | 24.31802  |
| 16    | 109.44778 | 24.31865  |
| 17    | 109.44807 | 24.31809  |
| 18    | 109.44809 | 24.31841  |
| 19    | 109.44786 | 24.31863  |
| 20    | 109.44778 | 24.31865  |
| 21    | 109.44788 | 24.31788  |
| 22    | 109.44751 | 24.31784  |
| 23    | 109.44751 | 24.31817  |
| 24    | 109.44753 | 24.31831  |
| 25    | 109.44757 | 24.31865  |
| 26    | 109.44724 | 24.31868  |
| 27    | 109.44706 | 24.31800  |
| 28    | 109.44669 | 24.31781  |
| 29    | 109.44650 | 24.31803  |
| 30    | 109.44645 | 24.31847  |
| 31    | 109.44643 | 24.31869  |
| 32    | 109.44645 | 24.31935  |
| 33    | 109.44638 | 24.31976  |
| 34    | 109.44610 | 24.31983  |
| 35    | 109.44614 | 24.31923  |
| 36    | 109.44601 | 24.31873  |
| 37    | 109.44609 | 24.31842  |
| 38    | 109.44593 | 24.31815  |
| 39    | 109.44619 | 24.31804  |
| 40    | 109.44619 | 24.31777  |
| 对照点 1 | 109.75583 | 24.52278  |
| 对照点 2 | 109.78667 | 24.558889 |
| 对照点 3 | 109.74889 | 24.582778 |

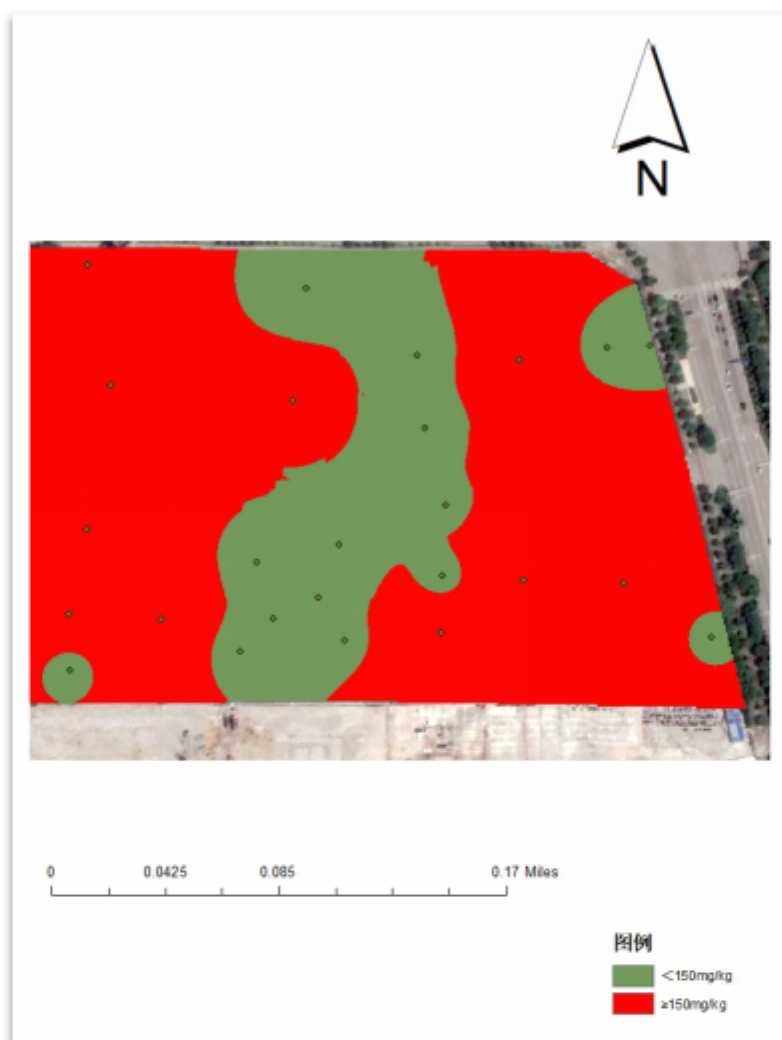
初步布点与详细布点平面布置图见下图，对照点平面布置图见下图，其中在初步+详细调查采样平面布置图中绿色点位为初步调查点位，红色点位为详细调查点位。



初步布点平面布置图

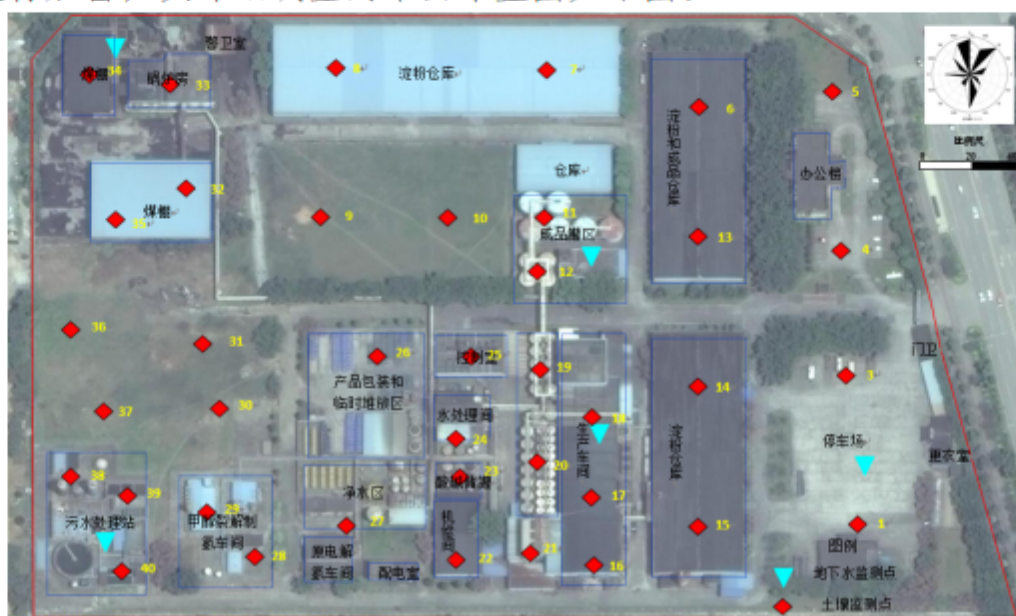


对照点平面布置图



初步调查超标点位图

详细调查的点位是在初步调查超标点位的周围加密，同时在生产区域进行加密，其详细调查的平面布置图如下图。



详细布点平面布置图



图 5-2 初步+详细调查采样平面布置图

### 5.3.2 详细调查采样的深度

(1) 表层采样：表层采样点一般深度为 0.5m 以内。

(2) 层厚 3m 以内的采样间隔为 0.5m, 层厚在 3~6 的采样间隔为 1m, 6m 以上或地下水位以下的采样间隔为 2.0m。本次主要在初步调查 6 米时污染仍较为严重的生产车间、煤棚南在剖面上适当增加剖面点位，直到污染程度缓解为止。

### 5.3.3 土壤钻孔

本次调查使用 XY-100 型钻机采用锤击模式进行钻探。土壤采样中记录的内容包括土壤采样深度、土壤性质。在进行第一个土壤取样孔的钻井工作前，以及在钻取污染土壤取样之后，所有的取样制钻井设备都进行了仔细清洗以防止交叉污染。

### 5.3.4 土壤采样

土壤采样过程中按照《场地环境监测技术导则》（HJ 25.2-2014）、《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》（2014 年第 78 号）的要求实施。

不同层次的土样采用 XRF（X 射线荧光光谱）快速测量重金属含量

并记录。同时根据 XRF 快速检测结果选择代表性样品装入自封袋进行检测。

土壤样品取出后采用自封袋装满。土壤样品采集完成后，在自封袋表面标明信息，并做好现场记录。现场土壤钻孔采样的记录如下图所示。



图 5-3 现场采样照片（点位 17）

### 5.3.5 安装检测井

监测井安装工作按照《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2004）的要求，钻孔直径为 200mm，钻探时深度达到地面以下 3m 立即进行套管，钻探深度和套管深度要保持一致，防止上层的土壤造成交叉污染。

监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，保持井管垂直，并与钻孔同心。管材、滤料、封口粘土均符合《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》（2014 年第 78 号）要求。具体管材、管径、粒料、井深等详见下图。

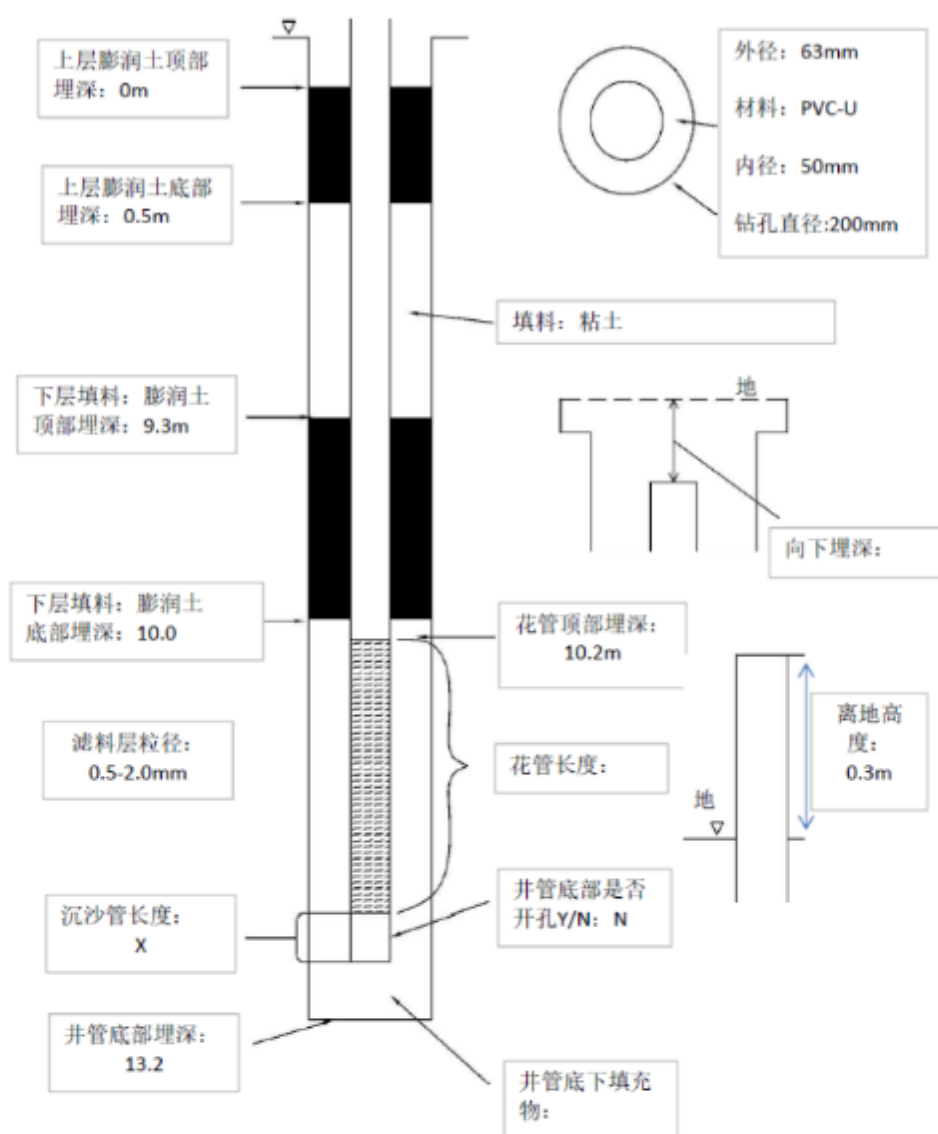


图 5-4 监测井剖面图

### 5.3.6 地下水采样

地下水采样使用各井的专属贝勒管进行洗井，直到至少 3 倍于现存井水体积的井水被清除，且地下水水温，pH，电导率，溶解氧，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。在洗井过程中观察水质异位，颜色，及其他异常现象。

在洗净后待每口井的水位恢复到稳定水位时，使用专用的贝勒管进行采样，所有样品均按照实验室要求保存在相应的取水瓶中，样品当天送往实验室。

## 5.4 调查分析检测方案

### 5.4.1 土壤采样分析

#### (1) 样品的采集与记录

根据《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004)和《场地环境监测技术导则》(HJ 25.2-2014)的要求,分层采样分析。

样品采集完成后,在每个样品容器外壁上注明采样编号、样品深度及采样日期,连同土层的结构一并在采样记录上做好相应记录。

#### (2) 分析监测方法

监测分析指标:pH、铜、镍、铅、铬、镉、汞、砷、挥发性有机物、半挥发性有机物。

分析测试参照《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》(GB 5085.3-2007)、《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004)中指定方法;所有样品的污染参数测试均通过 CMA 认证和环保部门认可的检测单位进行检测。

### 5.4.2 地下水采样分析

#### (1) 样品的采集与记录

根据《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004)和《场地环境监测技术导则》(HJ 25.2-2014)的要求,对该场地设置 5 口地下水监测井进行采样。

监测井在采样前,将先进行洗井直到井水清澈,并进行连续抽水,以确保地下水的样品的代表性;水样采样前应用水样洗涤三次。同时应对每个监测井建立《基本情况表》。

#### (2) 分析监测方法

监测分析指标:pH 值、臭和味、高锰酸盐指数、氨氮、总硬度、铜、镍、总大肠菌群、细菌总数。

分析测试参照《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》(GB 5085.3-2007)、《土壤环境监测技术规范》(HJ/T 166-2004)、《固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法》(HJ/T 299-2007)中指定方法。

## 5.5 实验室分析检测

### 5.5.1 检测单位

样品项目均委托经 CMA 认证和环保部门认可的检测单位进行样品检测分析。

### 5.5.2 样品分析方法

(1) 土壤污染物检测因子及分析方法如表 5-11 所示。

表 5-11 项目土壤分析及检出限表

| 项目名称        | 分析方法                                                    | 检出限          |
|-------------|---------------------------------------------------------|--------------|
| pH 值        | NY/T1121.2-2006《土壤检测 第2部分：土壤 pH 值的测定》                   | 1~14pH 值     |
| 有机质         | NY/T1121.2-2006《土壤检测 第6部分：土壤有机质的测定》                     | ——           |
| 含水率         | HJ613-2011《土壤 干物质和水分的测定 重量法》                            | ——           |
| 铜           | GB/T17138-1997《土壤质量 铜、锌的测定 火焰原子吸收分光光度法》                 | 1mg/kg       |
| 铅           | 《土壤元素的近代分析方法》中国环境监测总站(1992年) 火焰原子吸收法                    | 0.006mg/kg   |
| 镉           | GB/T 17141-1997《土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法》               | 0.01mg/kg    |
| 汞           | GB/T 22105.1-2008《土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法 第1部分：土壤中总汞的测定》 | 0.002mg/kg   |
| 砷           | GB/T 22105.2-2008《土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法 第2部分：土壤中砷的测定》  | 0.01mg/kg    |
| 铬           | HJ 491-2009《土壤总铬的测定 火焰原子吸收分光光度法》                        | 5mg/kg       |
| 镍           | GB/T17139-1997《土壤质量 镍的测定 火焰原子吸收分光光度法》                   | 5mg/kg       |
| 氯甲烷         | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法                               | 0.001 mg/kg  |
| 氯乙烷         | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法                               | 0.001 mg/kg  |
| 1,1-二氯乙烷    | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法                               | 0.001 mg/kg  |
| 二氯甲烷        | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法                               | 0.0015 mg/kg |
| 反式-1,2-二氯乙烷 | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法                               | 0.0014 mg/kg |
| 1,1-二氯乙烷    | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法                               | 0.0012 mg/kg |
| 氯仿          | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法                               | 0.0011 mg/kg |
| 顺式-1,2-二氯乙烷 | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法                               | 0.0013 mg/kg |
| 1,1,1-三氯乙烷  | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法                               | 0.0013 mg/kg |
| 苯           | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法                               | 0.0019 mg/kg |

| 项目名称           | 分析方法                      | 检出限          |
|----------------|---------------------------|--------------|
| 1,2-二氯乙烷       | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法 | 0.0013 mg/kg |
| 三氯乙烯           | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法 | 0.0012 mg/kg |
| 1,2-二氯丙烷       | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法 | 0.0011 mg/kg |
| 甲苯             | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法 | 0.0013 mg/kg |
| 1,1,2-三氯乙烷     | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法 | 0.0012 mg/kg |
| 四氯化碳           | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法 | 0.0011 mg/kg |
| 四氯乙烯           | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法 | 0.0014 mg/kg |
| 氯苯             | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法 | 0.0012 mg/kg |
| 1,1,1,2-四氯乙烷   | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法 | 0.0012 mg/kg |
| 乙苯             | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法 | 0.0012 mg/kg |
| 对/间二甲苯         | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法 | 0.0012 mg/kg |
| 苯乙烯            | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法 | 0.0011 mg/kg |
| 邻二甲苯           | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法 | 0.0012 mg/kg |
| 1,1,2,2-四氯乙烷   | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法 | 0.0012 mg/kg |
| 1,2,3-三氯丙烷     | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法 | 0.0012 mg/kg |
| 1,4-二氯苯        | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法 | 0.0015 mg/kg |
| 1,2-二氯苯        | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法 | 0.0015 mg/kg |
| 苯              | HJ 605-2011 吹扫捕集/气相色谱-质谱法 | 0.0004 mg/kg |
| 苯并[a]蒽         | HJ 784-2016 液相色谱法         | 0.3 mg/kg    |
| 蒽              | HJ 784-2016 液相色谱法         | 0.3 mg/kg    |
| 苯并[b]荧蒽        | HJ 784-2016 液相色谱法         | 0.5 mg/kg    |
| 苯并[k]荧蒽        | HJ 784-2016 液相色谱法         | 0.4 mg/kg    |
| 苯并[a]芘         | HJ 784-2016 液相色谱法         | 0.4 mg/kg    |
| 二苯并[a,h]蒽      | HJ 784-2016 液相色谱法         | 0.5 mg/kg    |
| 茚并[1,2,3-c,d]芘 | HJ 784-2016 液相色谱法         | 0.5 mg/kg    |

(2) 危险废物鉴别方法如表 5-12。

表 5-12 项目土壤危险废物鉴别分析及检出限表

| 项目名称 | 分析方法                               | 检出限        |
|------|------------------------------------|------------|
| pH   | GB/T15555.12-1995《固体废物腐蚀性测定 玻璃电极法》 | 1.00-14.00 |

| 项目名称 | 分析方法                                                      | 检出限      |
|------|-----------------------------------------------------------|----------|
| 镍    | GB5085.3-2007《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》附录 D 固体废物 金属元素的测定 火焰原子吸收光谱法 | 0.04mg/L |
| 铜    | GB5085.3-2007《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》附录 D 固体废物 金属元素的测定 火焰原子吸收光谱法 | 0.02mg/L |

(3) 按《地下水环境监测技术规范》(HJ/T164-2004)中规定的方法进行, 分析方法及检出限详见表 5-13。

表 5-13 地下水分析方法及最低检出限

| 监测项目   | 分析方法                                            | 检出限/范围     |
|--------|-------------------------------------------------|------------|
| pH 值   | GB/T 6920-1986《水质 pH 值的测定 玻璃电极法》                | 1.00~14.00 |
| 臭和味    | GB/T5750.4-2006《生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标 臭气和尝味法》   | ——         |
| 氨氮     | HJ535-2009《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》                  | 0.025mg/L  |
| 总硬度    | GB7477-87《水质 钙和镁总量的测定 EDTA 滴定法》                 | 5mg/L      |
| 高锰酸盐指数 | GB11892-89《水质 高锰酸盐指数的测定 酸性法》                    | 0.5mg/L    |
| 铜      | GB7475-87《水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法》              | 0.05mg/L   |
| 镍      | GB/T11912-89《水质 镍的测定 火焰原子吸收分光光度法》               | 0.05mg/L   |
| 总大肠菌群  | GB/T5750.12-2006 (2.1)《生活饮用水标准检验方法 微生物指标 多管发酵法》 | ——         |
| 细菌总数   | GB/T5750.12-2006 (1.1)《生活饮用水标准检验方法 微生物指标 平皿计数法》 | ——         |

## 5.6 详细调查的土壤结果与分析

### 5.6.1 土壤样品重金属检测结果与分析

详细调查的土壤样品有 131 个, 其中实际样品 128 个, 对照样品 3 个。全量检测项目 (pH、镍、铜、砷、镉、铅、汞、六价铬) 的结果与分析如表所示。

表 5-14 详细调查采样土壤质量检测结果 (单位 mg/kg)

| 序号 | 监测点位 | 取样深度 | pH   | 镍   | 铜  | 砷    | 镉    | 汞     | 铅  | 铬 (六价) |
|----|------|------|------|-----|----|------|------|-------|----|--------|
| 1  | 1    | 0.5m | 7.62 | 110 | 62 | 57   | 0.25 | 0.529 | 34 | -      |
| 2  | 1    | 1.0m | 7.71 | 25  | 14 | 10.6 | 0.36 | 0.338 | 30 | -      |
| 3  | 3    | 0.5m | 6.24 | 83  | 56 | 29.1 | 0.83 | 0.457 | 51 | -      |
| 4  | 3    | 1.0m | 6.24 | 94  | 56 | 31.2 | 0.23 | 0.379 | 46 | -      |
| 5  | 4    | 0.5m | 6.27 | 71  | 50 | 38.8 | 0.11 | 0.482 | 28 | -      |

| 序号 | 监测<br>点位 | 取样深度 | pH   | 镍          | 铜    | 砷    | 镉     | 汞     | 铅    | 铬<br>(六<br>价) |
|----|----------|------|------|------------|------|------|-------|-------|------|---------------|
| 6  | 4        | 1.0m | 6.40 | 72         | 54   | 44.3 | 0.06  | 0.481 | 38.6 | -             |
| 7  | 5        | 0.5m | 6.04 | 73         | 53   | 39.8 | 0.09  | 0.437 | 29.8 | -             |
| 8  | 5        | 1.0m | 5.90 | 55         | 38   | 31.0 | 0.08  | 0.221 | 33.3 | -             |
| 9  | 6        | 0.5m | 6.84 | 60         | 38   | 33.0 | 0.18  | 0.324 | 28.0 | -             |
| 10 | 6        | 1.0m | 6.79 | 66         | 41   | 34.3 | 0.04  | 0.302 | 36.2 | -             |
| 11 | 7        | 0.5m | 6.64 | 141        | 45.7 | 39.0 | 0.27  | 0.43  | 28   | -             |
| 12 | 7        | 1.0m | 7.50 | 136        | 34.2 | 22.2 | 0.18  | 0.22  | 33   | -             |
| 13 | 8        | 0.5m | 8.25 | 62         | 39.6 | 30.6 | 3.35  | 0.29  | 47   | <0.2          |
| 14 | 8        | 1.0m | 6.40 | <b>268</b> | 90.1 | 31.2 | 5.88  | 0.42  | 43   | <0.2          |
| 15 | 9        | 0.5m | 6.64 | 78         | 63.0 | 52.5 | 0.60  | 0.52  | 232  | 0.6           |
| 16 | 9        | 1.0m | 5.25 | 60         | 41.7 | 36.3 | 0.29  | 0.46  | 41   | <0.2          |
| 17 | 10       | 0.5m | 4.80 | <b>242</b> | 102  | 26.3 | 16.1  | 1.05  | 58   | 0.9           |
| 18 | 10       | 1.0m | 5.07 | 132        | 73.0 | 27.1 | 7.85  | 0.45  | 42   | 0.6           |
| 19 | 11       | 0.5m | 7.71 | 120        | 49.7 | 46.0 | 1.07  | 0.45  | 62   | <0.2          |
| 20 | 11       | 1.0m | 6.99 | 93         | 49.8 | 46.1 | 0.65  | 0.42  | 66   | 0.5           |
| 21 | 12       | 0.5m | 7.87 | 100        | 41.0 | 39.9 | 0.60  | 0.46  | 48   | <0.2          |
| 22 | 12       | 1.0m | 7.83 | 79         | 39.6 | 45.6 | 0.45  | 0.46  | 38   | 0.5           |
| 23 | 13       | 0.5m | 7.38 | 73         | 43   | 43.9 | 0.34  | 0.408 | 44.7 | -             |
| 24 | 13       | 1.0m | 7.01 | 75         | 49   | 45.2 | 0.15  | 0.295 | 49.1 | -             |
| 25 | 14       | 0.5m | 7.04 | 56         | 43   | 42.6 | 0.39  | 1.041 | 42.2 | -             |
| 26 | 14       | 1.0m | 7.40 | 28         | 32   | 41.6 | 0.15  | 0.369 | 41.6 | -             |
| 27 | 15       | 0.5m | 7.37 | 56         | 51   | 42.9 | 0.65  | 0.406 | 42.9 | -             |
| 28 | 15       | 1.0m | 6.68 | 60         | 34   | 22.7 | 0.41  | 0.215 | 22.7 | -             |
| 29 | 16       | 0.5m | 8.23 | <b>177</b> | 54.0 | 29.7 | 2.92  | 0.22  | 41   | 0.8           |
| 30 | 16       | 1.0m | 4.91 | 144        | 68.4 | 36.9 | 5.71  | 0.19  | 37   | 1.1           |
| 31 | 17       | 0.5m | 7.40 | <b>244</b> | 86.7 | 32.9 | 7.94  | 0.35  | 54   | 1.4           |
| 32 | 17       | 1.0m | 6.76 | <b>179</b> | 86.3 | 32.6 | 7.39  | 0.33  | 50   | <0.2          |
| 33 | 17       | 1.5m | 6.11 | <b>272</b> | 74.7 | 31.0 | 7.20  | 0.37  | 50   | 1.2           |
| 34 | 17       | 2.0m | 6.85 | <b>225</b> | 84.3 | 31.4 | 8.96  | 0.47  | 55   | 0.5           |
| 35 | 17       | 2.5m | 7.58 | <b>259</b> | 78.9 | 30.9 | 7.64  | 0.37  | 51   | 0.7           |
| 36 | 17       | 3.0m | 5.49 | <b>275</b> | 88.6 | 28.4 | 9.18  | 0.47  | 48   | 0.5           |
| 37 | 17       | 4.0m | 7.68 | <b>238</b> | 52.1 | 45.8 | 1.56  | 0.62  | 112  | <0.2          |
| 38 | 17       | 5.0m | 4.64 | <b>267</b> | 78.8 | 30.5 | 8.00  | 0.45  | 47   | 1.1           |
| 39 | 17       | 6.0m | 4.68 | <b>216</b> | 87.0 | 27.7 | 8.84  | 0.53  | 47   | 0.8           |
| 40 | 17       | 8.0m | 4.93 | 135        | 108  | 29.6 | 9.34  | 0.50  | 52   | 1.0           |
| 41 | 18       | 0.5m | 8.24 | <b>246</b> | 45.2 | 36.0 | 0.36  | 0.39  | 37   | 0.5           |
| 42 | 18       | 1.0m | 7.75 | <b>319</b> | 48.3 | 40.3 | 0.63  | 0.44  | 38   | 1.3           |
| 43 | 18       | 2.0m | 7.15 | <b>223</b> | 45.3 | 43.4 | 0.22  | 0.46  | 36   | 0.6           |
| 44 | 18       | 2.5m | 6.54 | <b>284</b> | 44.9 | 40.1 | 0.64  | 0.39  | 38   | 0.8           |
| 45 | 18       | 3.0m | 6.86 | <b>256</b> | 47.7 | 45.5 | 0.43  | 0.54  | 49   | 0.4           |
| 46 | 18       | 4.0m | 5.02 | <b>223</b> | 93.2 | 27.1 | 8.15  | 0.67  | 47   | <0.2          |
| 47 | 18       | 5.0m | 4.64 | <b>185</b> | 66.0 | 26   | 4.46  | 0.32  | 36   | 0.4           |
| 48 | 18       | 6.0m | 6.35 | <b>178</b> | 59.8 | 29.4 | 2.00  | 0.42  | 45   | 0.9           |
| 49 | 18       | 8.0m | 4.68 | 142        | 84.4 | 34.9 | 10.4  | 0.32  | 49   | 1.1           |
| 50 | 19       | 0.5m | 4.71 | <b>281</b> | 81.4 | 28.4 | 10.80 | 0.70  | 48   | 0.4           |

| 序号 | 监测<br>点位 | 取样深度 | pH   | 镍          | 铜    | 砷           | 镉    | 汞    | 铅   | 铬<br>(六<br>价) |
|----|----------|------|------|------------|------|-------------|------|------|-----|---------------|
| 51 | 19       | 1.0m | 7.84 | <b>232</b> | 73.1 | 22.6        | 7.24 | 0.58 | 37  | 0.6           |
| 52 | 19       | 1.5m | 6.46 | 83         | 49.1 | 38.7        | 1.02 | 0.43 | 64  | <0.2          |
| 53 | 20       | 0.5m | 7.11 | 72         | 54.8 | 46.4        | 0.78 | 0.44 | 43  | 0.7           |
| 54 | 20       | 1.0m | 4.27 | 74         | 50.1 | 45.2        | 1.09 | 0.47 | 40  | <0.2          |
| 55 | 21       | 0.5m | 4.68 | 138        | 52.4 | 57.2        | 1.48 | 0.71 | 182 | <0.2          |
| 56 | 21       | 1.0m | 6.61 | <b>176</b> | 68.4 | <b>63.9</b> | 2.27 | 0.88 | 276 | <0.2          |
| 57 | 21       | 1.5m | 6.99 | 125        | 54.1 | 58.3        | 1.72 | 0.63 | 266 | 1.1           |
| 58 | 21       | 2.0m | 5.39 | 96         | 54.2 | 37.0        | 1.07 | 0.50 | 62  | <0.2          |
| 59 | 21       | 2.5m | 6.97 | 125        | 57.9 | 58.1        | 1.86 | 0.77 | 179 | <0.2          |
| 60 | 21       | 3.0m | 5.60 | 115        | 63.5 | 39.7        | 2.19 | 0.63 | 68  | <0.2          |
| 61 | 22       | 0.5m | 6.75 | 95         | 48.3 | 50.2        | 0.94 | 0.54 | 142 | <0.2          |
| 62 | 22       | 1.0m | 5.61 | 130        | 62.1 | 51.5        | 1.94 | 0.84 | 175 | 0.3           |
| 63 | 23       | 0.5m | 4.24 | 53         | 49.1 | 48.0        | 0.20 | 0.40 | 43  | <0.2          |
| 64 | 23       | 1.0m | 5.65 | 56         | 45.1 | 43.3        | 0.26 | 0.39 | 40  | 0.2           |
| 65 | 24       | 0.5m | 6.28 | 46         | 41.4 | 30.3        | 0.15 | 0.34 | 39  | <0.2          |
| 66 | 24       | 1.0m | 4.53 | 43         | 42.3 | 32.2        | 0.15 | 0.35 | 36  | <0.2          |
| 67 | 25       | 0.5m | 7.05 | 41         | 42.4 | 29.2        | 0.66 | 0.28 | 39  | <0.2          |
| 68 | 25       | 1.0m | 4.79 | 58         | 46.7 | 31.6        | 0.17 | 0.42 | 36  | <0.2          |
| 69 | 26       | 0.5m | 6.50 | 147        | 67.4 | 50.8        | 4.22 | 0.55 | 103 | <0.2          |
| 70 | 26       | 1.0m | 6.01 | 51         | 40.5 | 32.0        | 0.22 | 0.33 | 45  | 0.4           |
| 71 | 27       | 0.5m | 4.91 | 137        | 58.7 | 58.3        | 1.67 | 0.81 | 310 | <0.2          |
| 72 | 27       | 1.0m | 4.86 | 50         | 46.7 | 45.0        | 0.26 | 0.46 | 38  | <0.2          |
| 73 | 28       | 0.5m | 6.48 | 86         | 54.1 | 49.0        | 0.90 | 0.53 | 130 | <0.2          |
| 74 | 28       | 1.0m | 7.02 | 55         | 43.5 | 47.0        | 0.44 | 0.49 | 53  | 0.5           |
| 75 | 29       | 0.5m | 6.64 | 106        | 62.4 | 57.9        | 1.35 | 0.96 | 263 | 0.3           |
| 76 | 29       | 1.0m | 6.89 | 94         | 53.7 | 48.0        | 1.10 | 0.52 | 178 | <0.2          |
| 77 | 30       | 0.5m | 5.81 | 86         | 57.2 | <b>74.3</b> | 0.59 | 0.50 | 94  | <0.2          |
| 78 | 30       | 1.0m | 5.76 | 52         | 40.6 | 47.5        | 0.18 | 0.33 | 72  | <0.2          |
| 79 | 31       | 0.5m | 5.41 | 61         | 45.4 | 36.9        | 0.16 | 0.51 | 46  | <0.2          |
| 80 | 31       | 1.0m | 5.55 | 54         | 41.1 | 35.2        | 0.17 | 0.43 | 33  | 0.7           |
| 81 | 31       | 1.5m | 5.87 | 62         | 45   | 39.6        | 0.38 | 0.51 | 94  | <0.2          |
| 82 | 31       | 2.0m | 5.61 | 27         | 23.4 | 14.6        | 0.10 | 0.09 | 32  | <0.2          |
| 83 | 31       | 2.5m | 6.02 | 47         | 32.7 | 19.7        | 0.11 | 0.24 | 28  | <0.2          |
| 84 | 31       | 3.0m | 5.80 | 40         | 26.6 | 16          | 0.09 | 0.19 | 26  | 0.5           |
| 85 | 31       | 4.0m | 5.94 | 38         | 32.9 | 19.1        | 0.11 | 0.21 | 28  | <0.2          |
| 86 | 31       | 5.0m | 5.42 | 47         | 34.2 | 19.9        | 0.10 | 0.22 | 30  | <0.2          |
| 87 | 31       | 6.0m | 5.41 | 41         | 35.5 | 20.8        | 0.19 | 0.17 | 31  | <0.2          |
| 88 | 32       | 0.5m | 7.72 | 50         | 38.5 | 35.5        | 0.76 | 0.34 | 51  | <0.2          |
| 89 | 32       | 1.0m | 7.91 | 51         | 33.3 | 19          | 0.43 | 0.08 | 28  | <0.2          |
| 90 | 32       | 1.5m | 7.33 | 36         | 32.5 | 17.7        | 0.11 | 0.09 | 27  | <0.2          |
| 91 | 32       | 2.0m | 6.24 | 35         | 40.2 | 18.3        | 0.12 | 0.13 | 31  | <0.2          |
| 92 | 32       | 2.5m | 6.27 | 37         | 33.7 | 19.3        | 0.12 | 0.09 | 29  | <0.2          |

| 序号  | 监测<br>点位 | 取样深度 | pH   | 镍   | 铜     | 砷    | 镉     | 汞    | 铅    | 铬<br>(六<br>价) |
|-----|----------|------|------|-----|-------|------|-------|------|------|---------------|
| 93  | 32       | 3.0m | 5.98 | 40  | 32.6  | 19.7 | 0.16  | 0.13 | 28   | 0.9           |
| 94  | 32       | 4.0m | 5.59 | 36  | 34.2  | 20.3 | 0.12  | 0.26 | 27   | <0.2          |
| 95  | 32       | 5.0m | 5.89 | 33  | 32.7  | 18.8 | 0.11  | 0.21 | 26   | <0.2          |
| 96  | 32       | 6.0m | 6.11 | 35  | 31.7  | 20.1 | 0.12  | 0.25 | 32   | <0.2          |
| 97  | 33       | 0.5m | 7.85 | 61  | 38.1  | 35.5 | 0.49  | 0.41 | 35   | <0.2          |
| 98  | 33       | 1.0m | 7.69 | 67  | 39.6  | 34.1 | 0.44  | 0.38 | 40   | 0.3           |
| 99  | 34       | 0.5m | 7.62 | 131 | 42.0  | 36.0 | 0.24  | 0.44 | 46   | 0.7           |
| 100 | 34       | 1.0m | 7.75 | 101 | 45.4  | 40.5 | 0.30  | 0.47 | 47   | 0.9           |
| 101 | 35       | 0.5m | 7.27 | 190 | 45.8  | 51.7 | 0.46  | 0.52 | 162  | 0.3           |
| 102 | 35       | 1.0m | 6.28 | 148 | 61.0  | 46.4 | 0.63  | 0.56 | 178  | 0.6           |
| 103 | 35       | 1.5m | 7.40 | 73  | 26.1  | 17.5 | 0.45  | 0.27 | 30   | 0.6           |
| 104 | 35       | 2.0m | 7.16 | 48  | 26.0  | 17.9 | 0.23  | 0.26 | 24   | <0.2          |
| 105 | 36       | 0.5m | 5.40 | 52  | 39    | 37.4 | 0.24  | 0.36 | 51   | 0.6           |
| 106 | 36       | 1.0m | 4.89 | 56  | 41.4  | 42.6 | 0.34  | 0.44 | 74   | 1.0           |
| 107 | 36       | 1.5m | 5.23 | 72  | 46.3  | 36.5 | 0.58  | 0.45 | 64   | <0.2          |
| 108 | 36       | 2.0m | 4.84 | 86  | 56.6  | 43.5 | 0.71  | 0.62 | 136  | <0.2          |
| 109 | 36       | 2.5m | 5.36 | 69  | 52.8  | 37.7 | 0.48  | 0.44 | 61   | <0.2          |
| 110 | 36       | 3.0m | 5.89 | 58  | 49.5  | 38.8 | 0.50  | 0.56 | 70   | 0.7           |
| 111 | 36       | 4.0m | 5.60 | 61  | 53.2  | 43.3 | 0.34  | 0.57 | 82   | 0.7           |
| 112 | 36       | 5.0m | 6.43 | 38  | 30.6  | 22.2 | 0.53  | 0.19 | 34   | <0.2          |
| 113 | 36       | 6.0m | 5.83 | 60  | 46.4  | 40.3 | 0.36  | 0.48 | 55   | 0.8           |
| 114 | 37       | 0.5m | 8.05 | 296 | 56.4  | 41.2 | 1.04  | 0.64 | 82   | 0.7           |
| 115 | 37       | 1.0m | 7.35 | 233 | 61.7  | 41.1 | 1.22  | 0.63 | 88   | <0.2          |
| 116 | 37       | 1.5m | 7.44 | 207 | 61.10 | 36.1 | 2.59  | 0.47 | 75   | <0.2          |
| 117 | 37       | 2.0m | 4.63 | 116 | 58.20 | 42.4 | 1.88  | 0.43 | 80   | 0.9           |
| 118 | 37       | 2.5m | 4.50 | 132 | 70.40 | 39.9 | 1.83  | 0.51 | 97   | 0.7           |
| 119 | 37       | 3.0m | 5.25 | 103 | 60.30 | 43.4 | 1.11  | 0.85 | 69   | 0.2           |
| 120 | 37       | 4.0m | 5.74 | 107 | 58.80 | 43.6 | 0.96  | 0.48 | 100  | <0.2          |
| 121 | 38       | 0.5m | 8.17 | 226 | 54.80 | 41.3 | 0.95  | 0.59 | 88   | <0.2          |
| 122 | 38       | 1.0m | 7.84 | 114 | 55.9  | 40.2 | 0.64  | 0.49 | 70   | 0.5           |
| 123 | 38       | 1.5m | 6.40 | 113 | 60.5  | 39.5 | 1.18  | 0.53 | 154  | <0.2          |
| 124 | 38       | 2.0m | 7.47 | 78  | 53.5  | 38.2 | 0.35  | 0.53 | 57   | <0.2          |
| 124 | 39       | 0.5m | 6.07 | 66  | 43.2  | 39.9 | 0.27  | 0.48 | 52   | 0.3           |
| 126 | 39       | 1.0m | 5.34 | 58  | 47.3  | 49.8 | 0.22  | 0.61 | 50   | <0.2          |
| 127 | 40       | 0.5m | 6.81 | 105 | 58.7  | 47.0 | 1.03  | 0.60 | 89   | 0.4           |
| 128 | 40       | 1.0m | 7.72 | 122 | 47.3  | 43.8 | 0.66  | 0.55 | 71   | <0.2          |
| 129 | 对照点 1#   |      | 5.88 | 23  | 23.9  | 11.2 | 0.06  | 0.11 | 27   | -             |
| 130 | 对照点 2#   |      | 4.97 | 35  | 33.1  | 27.4 | 0.13  | 0.23 | 23   | -             |
| 131 | 对照点 3#   |      | 7.21 | 149 | 24.2  | 32.5 | 4.06  | 0.30 | 53   | -             |
| 筛选值 |          |      |      | 150 | 2000  | 60   | 20    | 8    | 400  | 3.0           |
| 最大值 |          |      | 8.25 | 319 | 108.0 | 74.3 | 16.10 | 1.05 | 310  | 1.2           |
| 最小值 |          |      | 4.24 | 27  | 23.4  | 14.6 | 0.09  | 0.08 | 24.0 | <0.2          |

| 序号        | 监测<br>点位 | 取样深度 | pH   | 镍      | 铜     | 砷     | 镉    | 汞    | 铅     | 铬<br>(六<br>价) |
|-----------|----------|------|------|--------|-------|-------|------|------|-------|---------------|
| 95%置信区间上线 |          |      | 6.48 | 133.34 | 56.13 | 39.07 | 2.56 | 0.48 | 81.23 |               |
| 95%置信区间下线 |          |      | 6.07 | 104.48 | 49.72 | 34.75 | 1.42 | 0.41 | 59.77 |               |

加粗字体表示超标

将整理好的土壤样品数据与选择的筛选标准进行对比，删除未检出或未超标的检测因子，标注出超标的点位及污染因子，得到土壤样品检测结果筛选分析表如表 5-15。

表 5-15 土壤样品检测结果筛选分析表

| 监测点位 |         | 取样<br>深度(m) | 超标<br>因子 | 浓度<br>(mg/kg) | 筛选值<br>(mg/kg) | 管制值<br>(mg/kg) | 超标<br>倍数 |
|------|---------|-------------|----------|---------------|----------------|----------------|----------|
| 10   | 煤棚右侧    | 0.5         | 镍        | 242           | 150            | 600            | 0.61     |
| 16   | 生产车间南侧  | 0.5         | 镍        | 177           | 150            | 600            | 0.18     |
| 17   | 生产车间中侧  | 1.0         | 镍        | 319           | 150            | 600            | 1.12     |
| 17   | 生产车间中侧  | 0.5         | 镍        | 244           | 150            | 600            | 0.62     |
| 17   | 生产车间中侧  | 1.0         | 镍        | 179           | 150            | 600            | 0.19     |
| 17   | 生产车间中侧  | 1.5         | 镍        | 272           | 150            | 600            | 0.81     |
| 17   | 生产车间中侧  | 2.0         | 镍        | 225           | 150            | 600            | 0.5      |
| 17   | 生产车间中侧  | 2.5         | 镍        | 259           | 150            | 600            | 0.73     |
| 17   | 生产车间中侧  | 3.0         | 镍        | 275           | 150            | 600            | 0.83     |
| 17   | 生产车间中侧  | 4.0         | 镍        | 238           | 150            | 600            | 0.59     |
| 17   | 生产车间中侧  | 5.0         | 镍        | 267           | 150            | 600            | 0.78     |
| 17   | 生产车间中侧  | 6.0         | 镍        | 216           | 150            | 600            | 0.44     |
| 18   | 生产车间北侧  | 0.5         | 镍        | 246           | 150            | 600            | 0.64     |
| 18   | 生产车间北侧  | 1.0         | 镍        | 319           | 150            | 600            | 1.13     |
| 18   | 生产车间北侧  | 1.5         | 镍        | 223           | 150            | 600            | 0.49     |
| 18   | 生产车间北侧  | 2.0         | 镍        | 284           | 150            | 600            | 0.89     |
| 18   | 生产车间北侧  | 2.5         | 镍        | 256           | 150            | 600            | 0.71     |
| 18   | 生产车间北侧  | 3.0         | 镍        | 223           | 150            | 600            | 0.49     |
| 18   | 生产车间北侧  | 4.0         | 镍        | 185           | 150            | 600            | 0.23     |
| 18   | 生产车间北侧  | 5.0         | 镍        | 178           | 150            | 600            | 0.19     |
| 18   | 生产车间北侧  | 6.0         | 镍        | 246           | 150            | 600            | 0.64     |
| 8    | 淀粉仓库    | 1.0         | 镍        | 268           | 150            | 600            | 0.79     |
| 35   | 煤棚      | 0.5         | 镍        | 190           | 150            | 600            | 0.27     |
| 37   | 污水处理站北侧 | 0.5         | 镍        | 296           | 150            | 600            | 0.97     |
| 37   | 污水处理站北侧 | 1.0         | 镍        | 233           | 150            | 600            | 0.55     |
| 37   | 污水处理站北侧 | 1.5         | 镍        | 207           | 150            | 600            | 0.38     |
| 38   | 污水处理车间  | 0.5         | 镍        | 226           | 150            | 600            | 0.50     |
| 19   | 生产车间    | 0.5         | 镍        | 281           | 150            | 600            | 0.87     |
| 19   | 生产车间    | 1.0         | 镍        | 232           | 150            | 600            | 0.54     |

|    |          |     |   |      |     |     |      |
|----|----------|-----|---|------|-----|-----|------|
| 21 | 生产车间     | 1.0 | 镍 | 176  | 150 | 600 | 0.17 |
| 21 | 生产车间     | 1.0 | 砷 | 63.9 | 60  | 120 | 0.24 |
| 30 | 甲醇裂解制氢车间 | 0.5 | 砷 | 74.3 | 60  | 120 | 0.17 |

通过 115 个补充土壤样品统计可得，其中砷的元素的 95% 的置信区间为 34.75 mg/kg~39.07mg/kg，最大值为 74.3mg/kg，超标 0.17 倍。

镍元素的 95% 的置信区间为 104.48 mg/kg~133.34 mg/kg，最大值为 342 mg/kg，超标 1.12 倍。可得土壤重金属超标元素为镍和砷。

在土壤污染剖面方向上，通过数据可以得出，在生产车间随着采样深度的增加，污染浓度减少。采样直至污染物浓度不超过筛选值为止。

参照土壤样品：初步调查的参照土壤样品镍的浓度为 265 mg/kg、170 mg/kg，补充调查土壤样品镍的浓度为 23 mg/kg、35 mg/kg，149 mg/kg。

根据《土壤环境质量建设用土地土壤风险管控标准》第一类用地标准，砷的筛选值应为 20mg/kg，但根据柳州当地地形地貌分析，大部分为喀斯特地貌，区域内石灰岩占比很大，可以确定柳州地区为石灰岩地，因此根据附录 A 的内容确定砷的背景值为 60mg/kg。

### 5.6.2 土壤样品水浸检测结果与分析

用鉴别 1 类 2 类固体废物的水浸方法进行检测，其水浸的结果如表所示。

表 5-16 土壤样品水浸结果 (单位 mg/L)

| 样品名称         | pH   | 镍                     | 铜                     | 砷                      | 镉                     | 汞                    | 铅                    |
|--------------|------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| LDCD-17-0.5m | 8.49 | $1.6 \times 10^{-3}$  | $5.2 \times 10^{-4}$  | $4.6 \times 10^{-4}$   | $< 5 \times 10^{-5}$  | $< 7 \times 10^{-5}$ | $1.9 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-17-1.0m | 8.38 | $1.7 \times 10^{-3}$  | $1.2 \times 10^{-3}$  | $< 1.2 \times 10^{-4}$ | $6 \times 10^{-5}$    | $< 7 \times 10^{-5}$ | $4.2 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-17-1.5m | 8.45 | $2.4 \times 10^{-3}$  | $1.1 \times 10^{-3}$  | $< 1.2 \times 10^{-4}$ | $< 5 \times 10^{-5}$  | $< 7 \times 10^{-5}$ | $3 \times 10^{-4}$   |
| LDCD-17-2.0m | 8.24 | $4.3 \times 10^{-3}$  | $1.0 \times 10^{-4}$  | $< 1.2 \times 10^{-4}$ | $3.1 \times 10^{-4}$  | $< 7 \times 10^{-5}$ | $2.2 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-17-2.5m | 8.27 | $4.02 \times 10^{-3}$ | $1.13 \times 10^{-3}$ | $3.6 \times 10^{-4}$   | $< 5 \times 10^{-5}$  | $< 7 \times 10^{-5}$ | $5.6 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-17-3.0m | 6.12 | $4.8 \times 10^{-2}$  | $2.9 \times 10^{-3}$  | $< 1.2 \times 10^{-4}$ | $3.2 \times 10^{-3}$  | $< 7 \times 10^{-5}$ | $9.7 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-17-4.0m | 6.53 | $1.8 \times 10^{-2}$  | $5.7 \times 10^{-4}$  | $< 1.2 \times 10^{-4}$ | $1.5 \times 10^{-3}$  | $< 7 \times 10^{-5}$ | $2.5 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-17-5.0m | 6.78 | $4.2 \times 10^{-2}$  | $3.2 \times 10^{-3}$  | $< 1.2 \times 10^{-4}$ | $4.7 \times 10^{-3}$  | $< 7 \times 10^{-5}$ | $8.4 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-17-6.0m | 6.62 | $3.1 \times 10^{-2}$  | $1.9 \times 10^{-3}$  | $< 1.2 \times 10^{-4}$ | $1.1 \times 10^{-3}$  | $< 7 \times 10^{-5}$ | $2.3 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-17-8.0m | 6.13 | $5.90 \times 10^{-2}$ | $3.64 \times 10^{-3}$ | $< 1.2 \times 10^{-4}$ | $5.16 \times 10^{-3}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $5.4 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-18-0.5m | 8.14 | $1.2 \times 10^{-3}$  | $1.6 \times 10^{-3}$  | $4.0 \times 10^{-4}$   | $< 5 \times 10^{-5}$  | $< 7 \times 10^{-5}$ | $2.5 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-18-1.0m | 8.05 | $5.2 \times 10^{-3}$  | $1.8 \times 10^{-4}$  | $3.6 \times 10^{-4}$   | $< 5 \times 10^{-5}$  | $< 7 \times 10^{-5}$ | $1.7 \times 10^{-4}$ |

| 样品名称         | pH          | 镍                     | 铜                      | 砷                      | 镉                    | 汞                    | 铅                    |
|--------------|-------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| LDCD-18-1.5m | 7.88        | $4.4 \times 10^{-3}$  | $3.4 \times 10^{-3}$   | $2.3 \times 10^{-4}$   | $6.0 \times 10^{-5}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $3.8 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-18-2.0m | 7.84        | $5.4 \times 10^{-3}$  | $3.7 \times 10^{-4}$   | $< 1.2 \times 10^{-4}$ | $< 5 \times 10^{-5}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $< 9 \times 10^{-5}$ |
| LDCD-18-2.5m | 7.13        | $1.93 \times 10^{-3}$ | $< 8 \times 10^{-5}$   | $< 1.2 \times 10^{-4}$ | $< 5 \times 10^{-5}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $< 9 \times 10^{-5}$ |
| LDCD-18-3.0m | 7.29        | $5.0 \times 10^{-4}$  | $< 8 \times 10^{-5}$   | $2.4 \times 10^{-4}$   | $< 5 \times 10^{-5}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $< 9 \times 10^{-5}$ |
| LDCD-18-4.0m | 6.43        | $2.7 \times 10^{-2}$  | $3.2 \times 10^{-3}$   | $< 1.2 \times 10^{-4}$ | $1.4 \times 10^{-3}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $4.3 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-18-5.0m | 6.76        | $6.0 \times 10^{-3}$  | $6.6 \times 10^{-4}$   | $< 1.2 \times 10^{-4}$ | $1.8 \times 10^{-4}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $4.0 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-18-6.0m | 7.06        | $3.9 \times 10^{-2}$  | $< 8 \times 10^{-5}$   | $< 1.2 \times 10^{-4}$ | $1.3 \times 10^{-4}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $1.5 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-18-8.0m | 7.03        | $8.8 \times 10^{-3}$  | $< 8 \times 10^{-5}$   | $< 1.2 \times 10^{-4}$ | $7 \times 10^{-5}$   | $< 7 \times 10^{-5}$ | $2.1 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-31-0.5m | 6.54        | $8 \times 10^{-5}$    | $< 8 \times 10^{-5}$   | $< 1.2 \times 10^{-4}$ | $5.9 \times 10^{-4}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $3.5 \times 10^{-3}$ |
| LDCD-31-1.0m | 6.56        | $4.6 \times 10^{-4}$  | $< 8 \times 10^{-5}$   | $< 1.2 \times 10^{-4}$ | $5.2 \times 10^{-4}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $2.7 \times 10^{-3}$ |
| LDCD-31-1.5m | 6.55        | $1.6 \times 10^{-4}$  | $< 8 \times 10^{-5}$   | $4.7 \times 10^{-4}$   | $5.8 \times 10^{-4}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $2.3 \times 10^{-3}$ |
| LDCD-31-2.0m | 6.57        | $2.7 \times 10^{-3}$  | $1.6 \times 10^{-3}$   | $3.4 \times 10^{-3}$   | $2.2 \times 10^{-4}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $3.8 \times 10^{-3}$ |
| LDCD-31-2.5m | 6.83        | $3.1 \times 10^{-4}$  | $< 8 \times 10^{-5}$   | $3.7 \times 10^{-4}$   | $3.5 \times 10^{-4}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $1.8 \times 10^{-3}$ |
| LDCD-31-3.0m | 7.62        | $4.9 \times 10^{-4}$  | $< 8 \times 10^{-5}$   | $3.6 \times 10^{-4}$   | $6.1 \times 10^{-4}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $2.8 \times 10^{-3}$ |
| LDCD-31-4.0m | 6.92        | $3.6 \times 10^{-4}$  | $< 8 \times 10^{-5}$   | $3.8 \times 10^{-4}$   | $2.8 \times 10^{-4}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $1.4 \times 10^{-3}$ |
| LDCD-31-5.0m | 6.98        | $1.2 \times 10^{-3}$  | $< 8 \times 10^{-5}$   | $2.3 \times 10^{-4}$   | $3.1 \times 10^{-4}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $7.6 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-31-6.0m | <b>5.69</b> | $4 \times 10^{-5}$    | $< 8 \times 10^{-5}$   | $4.7 \times 10^{-4}$   | $2.7 \times 10^{-4}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $1.3 \times 10^{-3}$ |
| LDCD-32-0.5m | 7.25        | $7.1 \times 10^{-4}$  | $6.5 \times 10^{-4}$   | $7.0 \times 10^{-4}$   | $< 5 \times 10^{-5}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-32-1.0m | 7.66        | $1.7 \times 10^{-3}$  | $3.0 \times 10^{-3}$   | $1.4 \times 10^{-3}$   | $< 5 \times 10^{-5}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-3}$ |
| LDCD-32-1.5m | 7.70        | $6.2 \times 10^{-4}$  | $2.8 \times 10^{-4}$   | $1.1 \times 10^{-3}$   | $< 5 \times 10^{-5}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $1.9 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-32-2.0m | 7.96        | $3.9 \times 10^{-4}$  | $6.5 \times 10^{-4}$   | $1.2 \times 10^{-3}$   | $< 5 \times 10^{-5}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $1.5 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-32-2.5m | 6.98        | $2.9 \times 10^{-4}$  | $< 8 \times 10^{-5}$   | $< 1.2 \times 10^{-4}$ | $< 5 \times 10^{-5}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $1.4 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-32-3.0m | 7.69        | $2.8 \times 10^{-4}$  | $< 8 \times 10^{-5}$   | $< 1.2 \times 10^{-4}$ | $< 5 \times 10^{-5}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $7 \times 10^{-5}$   |
| LDCD-32-4.0m | 7.81        | $4.1 \times 10^{-4}$  | $4.6 \times 10^{-4}$   | $2.0 \times 10^{-4}$   | $< 5 \times 10^{-5}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $2.5 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-32-5.0m | 8.20        | $2.7 \times 10^{-4}$  | $< 8 \times 10^{-5}$   | $< 1.2 \times 10^{-4}$ | $< 5 \times 10^{-5}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $4.0 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-32-6.0m | 6.90        | $6.7 \times 10^{-4}$  | $2.2 \times 10^{-4}$   | $< 1.2 \times 10^{-4}$ | $< 5 \times 10^{-5}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $9 \times 10^{-5}$   |
| LDCD-35-0.5m | 7.48        | $8.2 \times 10^{-4}$  | $1.67 \times 10^{-3}$  | $2.3 \times 10^{-4}$   | $< 5 \times 10^{-5}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $2.3 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-35-1.0m | 7.36        | $2.5 \times 10^{-2}$  | $2.4 \times 10^{-2}$   | $4.0 \times 10^{-3}$   | $2.0 \times 10^{-4}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-2}$ |
| LDCD-35-1.5m | 7.34        | $1.0 \times 10^{-3}$  | $8.4 \times 10^{-4}$   | $7.8 \times 10^{-4}$   | $< 5 \times 10^{-5}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $3.9 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-35-2.0m | 7.62        | $2.5 \times 10^{-3}$  | $1.3 \times 10^{-3}$   | $1.3 \times 10^{-3}$   | $< 5 \times 10^{-5}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-3}$ |
| LDCD-36-0.5m | 6.45        | $1.7 \times 10^{-3}$  | $< 8.0 \times 10^{-5}$ | $2.7 \times 10^{-4}$   | $5.1 \times 10^{-4}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-3}$ |
| LDCD-36-1.0m | 5.76        | $2.6 \times 10^{-3}$  | $9.3 \times 10^{-4}$   | $8.0 \times 10^{-5}$   | $5.7 \times 10^{-4}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $3.1 \times 10^{-3}$ |
| LDCD-36-1.5m | 6.36        | $1.4 \times 10^{-3}$  | $2.2 \times 10^{-4}$   | $1.0 \times 10^{-4}$   | $7.0 \times 10^{-4}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $1.6 \times 10^{-3}$ |
| LDCD-36-2.0m | <b>5.56</b> | $1.4 \times 10^{-3}$  | $< 8.0 \times 10^{-5}$ | $< 1.2 \times 10^{-4}$ | $1.9 \times 10^{-4}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $1.0 \times 10^{-3}$ |
| LDCD-36-2.5m | <b>5.38</b> | $3.3 \times 10^{-3}$  | $6.2 \times 10^{-4}$   | $< 1.2 \times 10^{-4}$ | $2.6 \times 10^{-4}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $1.1 \times 10^{-3}$ |
| LDCD-36-3.0m | 6.40        | $7.2 \times 10^{-4}$  | $< 8.0 \times 10^{-5}$ | $2.0 \times 10^{-4}$   | $1.4 \times 10^{-4}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $4.1 \times 10^{-4}$ |
| LDCD-36-4.0m | 6.37        | $2.2 \times 10^{-3}$  | $1.3 \times 10^{-3}$   | $2.5 \times 10^{-4}$   | $3.3 \times 10^{-4}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $2.2 \times 10^{-3}$ |

| 样品名称         | pH   | 镍                    | 铜                    | 砷                    | 镉                    | 汞                    | 铅                    |
|--------------|------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| LDCD-36-5.0m | 6.43 | $7.8 \times 10^{-3}$ | $2.9 \times 10^{-2}$ | $2.8 \times 10^{-3}$ | $1.8 \times 10^{-4}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $3.1 \times 10^{-3}$ |
| LDCD-36-6.0m | 6.13 | $3.4 \times 10^{-3}$ | $9.0 \times 10^{-4}$ | $4.6 \times 10^{-4}$ | $4.1 \times 10^{-4}$ | $< 7 \times 10^{-5}$ | $1.5 \times 10^{-3}$ |
| 标准限值         | 6~9  | 1.0                  | 0.5                  | 0.5                  | 0.1                  | 0.05                 | 1.0                  |

标准限值为《污水排放标准》(GB8978-1996)

结果显示, LDCD-31-6.0m、LDCD-36-2.0m、LDCD-36-2.5m 三点的 pH 值不在 6~9 之间, 其他重金属在水浸出条件下均未超过标准, 与标准的比值均小于 1, 说明浸出风险较小。

### 5.6.3 土壤样品多环芳烃的检测结果与分析

表 5-17 土壤中多环芳烃的检测结果 (单位 mg/kg)

| 样品名称  | 苯并[a]蒽 | 蒽    | 苯并[b]荧蒽 | 苯并[k]荧蒽 | 苯并[a]芘 | 二苯并[a,h]蒽 | 茚并[1,2,3-c,d]芘 |
|-------|--------|------|---------|---------|--------|-----------|----------------|
| A-057 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-058 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-059 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-060 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-061 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-062 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-063 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-064 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-065 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-066 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-067 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-068 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-069 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-070 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-071 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-072 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-073 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-074 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-075 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-076 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-077 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-078 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-079 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-080 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-081 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-082 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-083 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-084 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-085 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-086 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-087 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |

| 样品名称  | 苯并[a]蒽 | 蒽    | 苯并[b]荧蒽 | 苯并[k]荧蒽 | 苯并[a]花 | 二苯并[a,h]蒽 | 茚并[1,2,3-c,d]花 |
|-------|--------|------|---------|---------|--------|-----------|----------------|
| A-088 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-089 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-090 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-091 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| A-092 | <0.3   | <0.3 | <0.5    | <0.4    | <0.4   | <0.5      | <0.5           |
| 检出限   | 0.3    | 0.3  | 0.5     | 0.4     | 0.4    | 0.5       | 0.5            |
| 筛选值   | 5.5    | 490  | 5.5     | 55      | 0.55   | 0.55      | 5.5            |

由表可得：该土壤中多环芳烃均未达到检出限，同时没有超出筛选值。

#### 5.6.4 土壤样品挥发性有机污染物检测结果与分析

土壤样品挥发性有机污染物检测结果见附件 1，将整理好的土壤样品数据与选择的筛选标准进行对比，得出该土壤中挥发性有机污染物均未达到检出限，同时没有超出筛选值。

#### 5.6.5 场地调查结果

补充调查分别从重金属全量、水浸、挥发性有机物、半挥发性有机物方面进行检测。土壤样品的检测结果显示，镍和砷超过《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）第一类用地筛选值；重金属在水浸出条件下均未超过标准，与标准的比值均小于 1，说明浸出风险较小；土壤中挥发性有机物、半挥发性有机物均未达到检出限，同时没有超出筛选值。因此本项目需对土壤中镍和砷进行人体健康风险评估。

## 6 质量控制

### 6.1 现场的质量控制

采样过程中，采取质量保护和质量控制措施，避免采样设备及外部环境等因素污染样品。采样必要措施避免污染物在环境中扩散。建立完整的样品追踪管理程序，内容包括样品的保存、运输、交换等过程书面记录和责任归属，避免样品被放错位置、混淆及保存过期。其具体要求如下：

A、现场样品采集一定数量的平行样和空白样。平行样采样步骤与实际样品采样同步进行，地下水空白用去离子水盛装。与样品一起送实验室分析。

B、所有采样工具，包括钻井工具和取样工具，采样前必须用去离子水清洗干净。地下水水样采样前应用水样洗涤 3 次。

C、现场原始记录表填写清楚明了，做到记录与标签编号统一。

D、采样人员必须通过岗前培训、持证上岗，切实掌握土壤、地下水采样技术，熟知采样器具的使用和样品固定、保存、运输条件。采样后，样品存放于现场冷藏保温箱。土壤、水样分开存放，避免交叉感染。

E、采样过程中，样品分装及样品密封现场采样员不得有影响采样质量的行为，如化妆品，吸烟等，汽车应停放在监测点（井）下风向大于 50m 处。

F、监测点（井）应由 2 人以上进行采样，注意采样安全，采样过程中应互相监督，防止中毒及落水等意外事故发生。

G、土壤、地下水的样品分析及其它过程的质量控制与质量保证技术要求按照标准规范要求进行。

### 6.2 实验室质量控制

#### （1）样品测试叙述

监测方法的选择、确认和投入使用均采用国家或行业标准并取得资质认定（CMA）。

实验室检测资源：技术人员接受了系统的培训、严格的专业培训，

仪器定期进行检定或校核，标准品从权威机构购买，消耗品均从信誉较好的国内外大公司购买。

样品检测流程：样品接收、样品检测、检测报告、报告发送、检测周期全过程高效管理。

## （2）检测质量控制

每 20 个样品加测：一个方法空白样、一个空白加标样、一个基体加标样、一个基体加标平行样、一个平行测试样，对于有机污染测试，所有样品进行示踪物替代物加标回收率测试。

质量控制各项指标的评价：所有空白结果数据均小于最低方法检出限；污染物分析方法的准确度采用基体加标回收的方法进行考察。每 20 个样品要做一个基体加标，要求大部分组分及标记化合物的加标回收率在 90%~110%之间，实测过程中，通过进行基体加标的回收率来检查测定准确度，大部分组分及标记化合物的加标回收率在 90%~110%之间；通过样品平行样测试和基体加标平行样测试来监控样品的检测结果的精密度，规定平行双样偏差（%）在 10%以内，测出的大部分平行样双样相对偏差（%）在 0~3%之间。

## 7 人体健康风险评估

### 7.1 人体健康风险评估的目的

本报告在场地详细调查所获得的数据基础上,结合本场地的规划利用方式,按照《污染场地风险评估技术导则》(HJ25.3-2014)所规定的原则、方法、内容及要求,对本场地进行人体健康风险评估。

评估的目的在于评价场地上各类污染物在特定条件下对人类受体所带来的风险是否超出了可接受水平,并根据人体可接受的风险水平计算各类污染物的修复目标。

### 7.2 人体健康风险评估工作依据和工作流程

本次风险评估的工作流程如下图,具体内容描述如下:

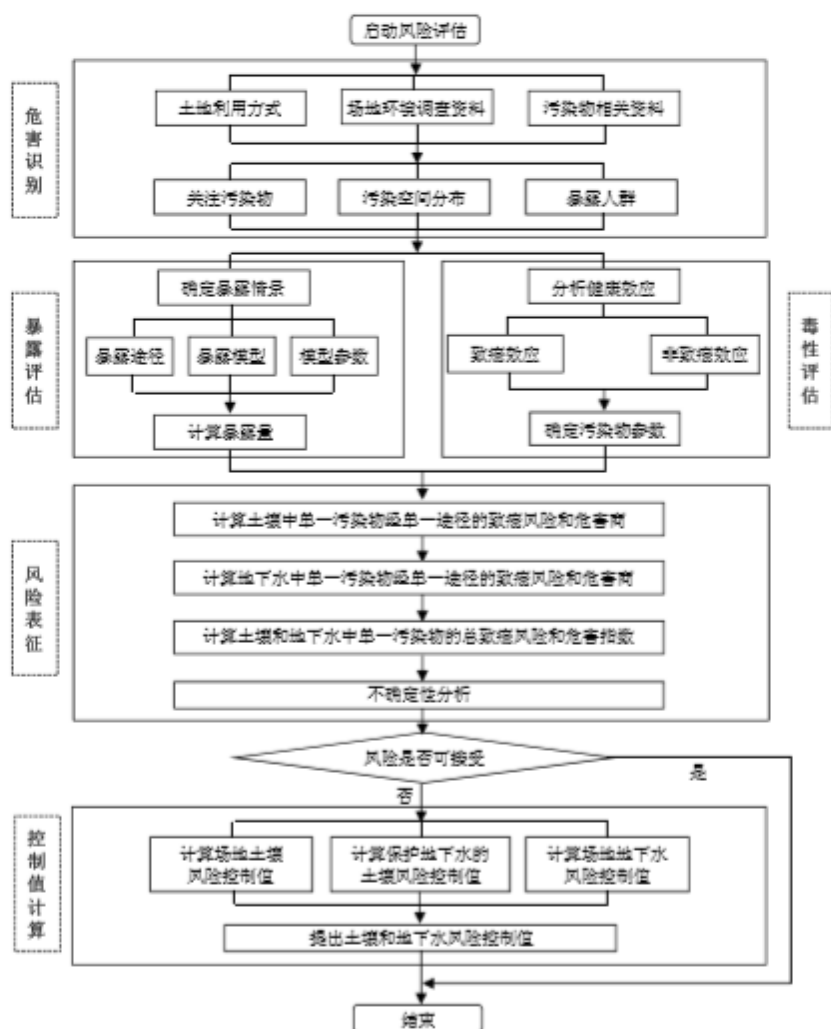


图 7-1 污染场地风险评估程序与内容

### 7.2.1 风险识别

根据场地的使用历史和现状，并结合土地未来的规划利用方式，确定场地内关注污染物的污染程度和范围，并明确敏感受体。

### 7.2.2 暴露评估

暴露评估包括确定特定土地利用方式下人群对污染场地内关注污染物的暴露情景、主要暴露途径、关注污染物迁移模型和暴露评估模型、模型参数取值，以及计算敏感人群的暴露量。

### 7.2.3 毒性评估

污染物质对人体产生的不良效应以剂量-反应关系表示。对于非致癌物质如具有神经毒性、免疫毒性和发育毒性等物质，通常认为存在阈值现象，即低于该值就不会产生可观察到的不良效应。对于致癌和致突变物质，一般认为无阈值现象，即任意剂量的暴露均可能产生负面健康效应。

### 7.2.4 风险表征

暴露参数包括暴露频率、暴露期、土壤的摄入量 and 人体的相关参数。人体相关参数如体重、寿命、空气呼吸率和日饮水量等主要依据国内的相关统计数据确定。土壤经口摄入量、暴露频率和暴露期等主要参照《污染场地风险评估技术导则》（HJ25.4-2014）推荐的相关参数，风险评价中土壤的相关参数主要通过现场实测获取，部分数据由经验公式计算得出。

## 7.3 风险识别

### 7.3.1 污染物检测浓度统计原则

为了能反映场地土壤的总体污染水平，对各因子进行统计分析，当场地污染的空间分布相对均匀或分析数据呈正态分布时，可将整个场地作为污染源（土壤或地下水），其浓度可采用污染介质所有采样点浓度的 95%置信水平上限值（UCL）作为污染源浓度进行风险计算；当场地为局部污染时，可采用局部区域的采样点浓度 95%置信水平上限值，或最大值作为污染源浓度。

根据场地初步调查的结果，在本次风险评估中，具体筛选方法为：

本场地初步调查镍的 95%置信区间为 156.52~187.39mg/kg，补充调查镍的 95%置信区间为 104.48 mg/kg~133.34 mg/kg，由于在补充调查时增加一些低浓度的点位，使得 95%置信区间变低。镍的最大超标倍数为 1.28。因此镍作为关注筛选物。

初步调查中没有关注砷，在详细调查中砷的元素的 95%的置信区间为 34.75 mg/kg ~39.07mg/kg，95%的置信区的上限未超过筛选值，最大超标倍数为 0.17。砷作为关注筛选物。

其他重金属元素均未超过筛选值。

由此可得土壤中的关注筛选物为镍、砷。本次风险评估中，选择污染物浓度最大进行计算。场地关注污染物浓度表 7-1。

表 7-1 场地关注污染物浓度

| 污染物 | 浓度 (mg/kg) |
|-----|------------|
| 镍   | 342        |
| 砷   | 74.3       |

### 7.3.2 场地概念模型

根据本场地未来的使用规划，将作为住宅用地，参照《污染场地风险评估技术导则》（HJ 25.3-2014）的敏感用地。其概念模型如图 7-2。

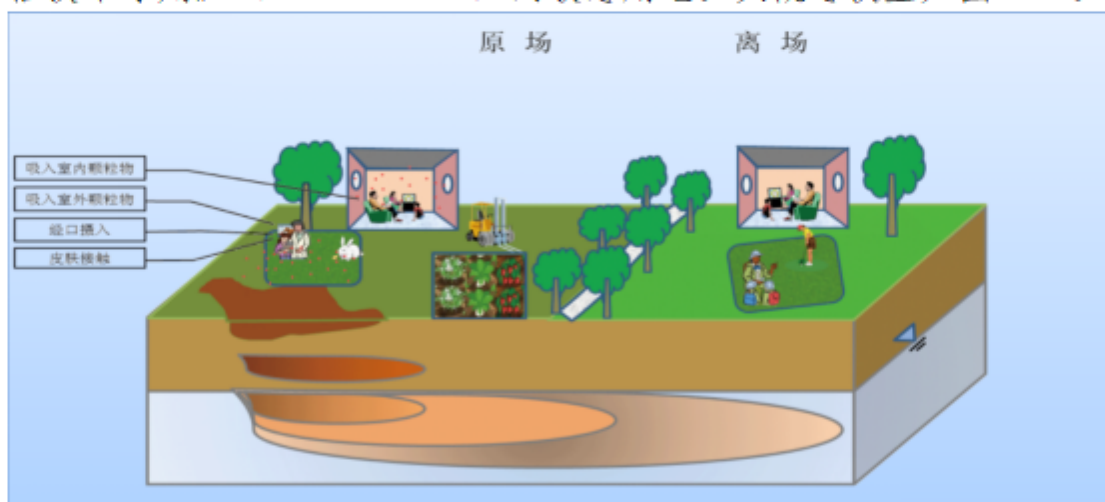


图 7-2 风险评估概念模型

### 7.3.3 暴露途径分析

确定场地环境污染的暴露途径和暴露对象是场地健康评价的关键步骤。本场地的暴露途径为：经口摄入土壤、皮肤接触土壤、吸入土壤颗

粒物。

### 7.3.4 暴露量与暴露参数

#### 7.3.4.1 暴露量计算公式

(1) 经口摄入土壤途径计算

$$OISER_{ca} = \frac{\left( \frac{OSIR_c \times ED_c \times EF_c}{BW_c} + \frac{OSIR_a \times ED_a \times EF_a}{BW_a} \right) \times ABS_0}{AT_{ca}} \times 10^{-6}$$

式中:

$OISER_{ca}$  —经口摄入土壤暴露量(致癌效应),  $\text{kg 土壤} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ 体重} \cdot \text{d}^{-1}$ ;

$OSIR_c$  —儿童每日摄入土壤量,  $\text{mg} \cdot \text{d}^{-1}$ ;

$OSIR_a$  —成人每日摄入土壤量,  $\text{mg} \cdot \text{d}^{-1}$ ;

$ED_c$  —儿童暴露量, a;

$ED_a$  —成人暴露量, a;

$EF_c$  —儿童暴露频率,  $\text{d} \cdot \text{a}^{-1}$ ;

$EF_a$  —成人暴露频率,  $\text{d} \cdot \text{a}^{-1}$ ;

$BW_c$  —儿童体重, kg;

$BW_a$  —成人体重, kg;

$ABS_0$  —经口摄入吸收效率因子, 无量纲;

$AT_{ca}$  —致癌效应平均时间, d;

(2) 皮肤接触土壤途径计算:

$$DCSER_{ca} = \frac{SAE_c \times SSAR_c \times EF_c \times ED_c \times E_r \times ABS_d}{BW_c \times AT_{ca}} \times 10^{-6} + \frac{SAE_a \times SSAR_a \times EF_a \times ED_a \times E_r \times ABS_d}{BW_a \times AT_{ca}} \times 10^{-6}$$

式中:

$DCSER_{ca}$  —皮肤接触途径的土壤暴露量(致癌效应),  $\text{kg 土壤} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ 体重} \cdot \text{d}^{-1}$ ;

$SAE_c$  —儿童暴露皮肤表面积,  $\text{cm}^2$ ;

$SAE_a$  —成人暴露皮肤表面积,  $\text{cm}^2$ ;

$SSAR_c$  —儿童皮肤表面土壤粘附系数,  $\text{mg} \cdot \text{cm}^{-2}$ ;

$SSAR_a$  —成人皮肤表面土壤粘附系数,  $\text{mg}\cdot\text{cm}^{-2}$ ;

$ABS_d$  —皮肤接触吸收效率因子, 无量纲;

$E_v$  —每日皮肤接触事件频率,  $\text{次}\cdot\text{d}^{-1}$ ;

(3) 吸入土壤颗粒物途径计算:

$$PISER_{ca} = \frac{PM_{10} \times DAIR_c \times ED_c \times PLAF \times (fsp_o \times EFO_c + fsp_i \times EFI_c)}{BW_c \times AT_{ca}} \times 10^{-6} \\ + \frac{PM_{10} \times DAIR_a \times ED_a \times PLAF \times (fsp_o \times EFO_a + fsp_i \times EFI_a)}{BW_a \times AT_{ca}} \times 10^{-6}$$

式中:

$PISER_{ca}$  —吸入土壤颗粒物的土壤暴露量(致癌效应),  $\text{kg 土壤}\cdot\text{kg}^{-1}$  体重 $\cdot\text{d}^{-1}$ ;

$PM_{10}$  —空气中可吸入浮颗粒物含量,  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ;

$DAIR_a$  —成人每日空气呼吸量,  $\text{m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ ;

$DAIR_c$  —儿童每日空气呼吸量,  $\text{m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ ;

$PLAF$  —吸入土壤颗粒物在体内滞留比例, 无量纲;

$fsp_i$  —室内空气来自土壤颗粒物所占比例, 无量纲;

$fsp_o$  —室外空气来自土壤颗粒物所占比例, 无量纲;

$EFI_a$  —成人的室内暴露频率,  $\text{d}\cdot\text{a}^{-1}$ ;

$EFI_c$  —儿童的室内暴露频率,  $\text{d}\cdot\text{a}^{-1}$ ;

$EFO_a$  —成人的室外暴露频率,  $\text{d}\cdot\text{a}^{-1}$ ;

$EFO_c$  —儿童的室外暴露频率,  $\text{d}\cdot\text{a}^{-1}$ ;

(4) 吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物途径计算:

$$IOVER_{cal} = VF_{soil} \times \left( \frac{DAIR_c \times EFO_c \times ED_c}{BW_c \times AT_{ca}} + \frac{DAIR_a \times EFO_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{ca}} \right)$$

式中:

$IOVER_{cal}$  —吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物对应的土壤暴露量

(致癌效应),  $\text{kg 土壤}\cdot\text{kg}^{-1}$  体重 $\cdot\text{d}^{-1}$ ;

$VF_{soil}$  —表层土壤中污染物扩散进入室外空气的挥发因子,  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ;

(5) 吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物途径计算:

$$IOVER_{ca2} = VF_{suboa} \times \left( \frac{DAIR_c \times EFO_c \times ED_c}{BW_c \times AT_{ca}} + \frac{DAIR_a \times EFO_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{ca}} \right)$$

式中：

$IOVER_{ca2}$  —吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物对应的土壤暴露量（致癌效应）， $\text{kg 土壤} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ 体重} \cdot \text{d}^{-1}$ ；

$VF_{suboa}$  —下层土壤中污染物扩散进入室外空气的挥发因子， $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ；

#### 7.3.4.2 暴露参数

暴露参数为暴露计算公式中参数，包括暴露频率、暴露时间、土壤摄入量、皮肤接触吸收效率因子、消化道吸收效率因子等，本次风险评估中，暴露参数以及其他人体参数（体重、寿命）主要依据污染场地风险评估电子表格以及《污染场地风险评估技术导则》中默认参数值，具体参数符合及其代表意义、数据详见表 7-2。

表 7-2 风险评估参数表

| 符号    | 含义        | 单位                               | 敏感用地   | 非敏感用地 |
|-------|-----------|----------------------------------|--------|-------|
| EDa   | 成人暴露期     | a                                | 24     | 25    |
| EDc   | 儿童暴露期     | a                                | 6      | 无须输入  |
| EFa   | 成人暴露频率    | $\text{d} \cdot \text{a}^{-1}$   | 350    | 250   |
| EFc   | 儿童暴露频率    | $\text{d} \cdot \text{a}^{-1}$   | 350    | 无须输入  |
| EFIa  | 成人室内暴露频率  | $\text{d} \cdot \text{a}^{-1}$   | 262.5  | 187.5 |
| EFIc  | 儿童室内暴露频率  | $\text{d} \cdot \text{a}^{-1}$   | 262.5  | 无须输入  |
| EFOa  | 成人室外暴露频率  | $\text{d} \cdot \text{a}^{-1}$   | 87.5   | 62.5  |
| EFOc  | 儿童室外暴露频率  | $\text{d} \cdot \text{a}^{-1}$   | 87.5   | 无须输入  |
| BWa   | 成人平均体重    | kg                               | 61.8   | 61.8  |
| BWc   | 儿童平均体重    | kg                               | 19.2   | 0     |
| Ha    | 成人平均身高    | cm                               | 161.5  | 161.5 |
| Hc    | 儿童平均身高    | cm                               | 113.15 | 无须输入  |
| DAIRa | 成人每日空气呼吸量 | $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ | 14.5   | 14.5  |
| DAIRc | 儿童每日空气呼吸量 | $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ | 7.5    | 无须输入  |
| GWCRa | 成人每日饮用水量  | $\text{L} \cdot \text{d}^{-1}$   | 1      | 1     |
| GWCRc | 儿童每日饮用水量  | $\text{L} \cdot \text{d}^{-1}$   | 0.7    | 0.7   |
| OSIRa | 成人每日摄入土壤量 | $\text{mg} \cdot \text{d}^{-1}$  | 100    | 100   |

| 符号    | 含义                           | 单位                  | 敏感用地     | 非敏感用地    |
|-------|------------------------------|---------------------|----------|----------|
| OSIRc | 儿童每日摄入土壤量                    | mg·d <sup>-1</sup>  | 200      | 无须输入     |
| Ev    | 每日皮肤接触事件频率                   | 次·d <sup>-1</sup>   | 1        | 1        |
| fspi  | 室内空气中来自土壤的颗粒物所占比例            | 无量纲                 | 0.8      | 0.8      |
| fspo  | 室外空气中来自土壤的颗粒物比例              | 无量纲                 | 0.5      | 0.5      |
| SAF   | 暴露于土壤的参考剂量分配比例 (SVOCs 和重金属)  | 无量纲                 | 0.5      | 0.5      |
| WAF   | 暴露于地下水的参考剂量分配比例 (SVOCs 和重金属) | 无量纲                 | 0.5      | 0.5      |
| SERa  | 成人暴露皮肤所占体表面积比                | 无量纲                 | 0.32     | 0.18     |
| SERc  | 儿童暴露皮肤所占体表面积比                | 无量纲                 | 0.36     | 0        |
| SSARa | 成人皮肤表面土壤粘附系数                 | mg·cm <sup>-2</sup> | 0.07     | 0.2      |
| SSARc | 儿童皮肤表面土壤粘附系数                 | mg·cm <sup>-2</sup> | 0.2      | 无须输入     |
| PIAF  | 吸入土壤颗粒物在体内滞留比例               | 无量纲                 | 0.75     | 0.75     |
| ABSo  | 经口摄入吸收因子                     | 无量纲                 | 1        | 1        |
| ACR   | 单一污染物可接受致癌风险                 | 无量纲                 | 0.000001 | 0.000001 |
| AHQ   | 单一污染物可接受危害熵                  | 无量纲                 | 1        | 1        |
| ATca  | 致癌效应平均时间                     | d                   | 27740    | 27740    |
| ATnc  | 非致癌效应平均时间                    | d                   | 2190     | 9125     |
| SAF   | 暴露于土壤的参考剂量分配比例 (VOCs)        | 无量纲                 | 0.33     | 0.33     |
| WAF   | 暴露于地下水的参考剂量分配比例 (VOCs)       | 无量纲                 | 0.33     | 0.33     |

表 7-3 土壤参数

| 符号              | 含义      | 单位                  | 敏感用地 | 非敏感用地 |
|-----------------|---------|---------------------|------|-------|
| f <sub>om</sub> | 土壤有机质含量 | g·kg <sup>-1</sup>  | 8    | 15    |
| ρ <sub>s</sub>  | 土壤容重    | kg·dm <sup>-3</sup> | 1.5  | 1.5   |

|                 |                |                    |       |       |
|-----------------|----------------|--------------------|-------|-------|
| $P_{ws}$        | 土壤含水率          | $kg \cdot kg^{-1}$ | 0.2   | 0.2   |
| $\rho_s$        | 土壤颗粒密度         | $kg \cdot dm^{-3}$ | 2.65  | 2.65  |
| $PM_{10}$       | 空气中可吸入颗粒物含量    | $mg \cdot m^{-3}$  | 0.119 | 0.119 |
| $U_{air}$       | 混合区大气流速风速      | $cm \cdot s^{-1}$  | 200   | 200   |
| $\delta_{air}$  | 混合区高度          | cm                 | 200   | 200   |
| W               | 污染源区宽度         | cm                 | 4000  | 4000  |
| $h_{cap}$       | 土壤地下水交界处毛管层厚度  | cm                 | 5     | 5     |
| $h_v$           | 非饱和土层厚度        | cm                 | 295   | 295   |
| $\theta_{acap}$ | 毛细管层孔隙空气体积比    | 无量纲                | 0.038 | 0.038 |
| $\theta_{wcap}$ | 毛细管层孔隙水体积比     | 无量纲                | 0.342 | 0.342 |
| $U_{gw}$        | 地下水达西(Darcy)速率 | $cm \cdot a^{-1}$  | 2500  | 2500  |
| $\delta_{gw}$   | 地下水混合区厚度       | cm                 | 200   | 200   |
| I               | 土壤中水的入渗速率      | $cm \cdot a^{-1}$  | 30    | 30    |

### 7.3.5 毒性评估

关注污染物的健康效应分析主要包括关注污染物对人体健康的危害性质(致癌效应/非致癌效应)以及关注污染物经不同暴露途径对人体健康的毒性危害机理和剂量-效应关系。本场地关注的污染物的毒性描述如下表 7-4。

表 7-4 关注污染物毒性概述

| 关注污染物 | 毒性概述                                                                                                                                                                                                       |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 砷     | <p>主要途径为：吸入、食入、经皮肤吸收</p> <p>短期暴露影响，该物质对胃肠道有影响。这可能会导致严重的胃肠炎，体液和电解质流失，休克和抽搐。远高于 OEL 的暴露可能导致死亡。</p> <p>长期暴露和反复暴露的影响，该物质对皮肤，粘膜，外周神经系统，肝胀和骨髓造成影响。可能会导致色素沉着症，角化过度，神经病变，贫血等。动物实验表明：该物质对人类繁殖和发育系统具有毒性。为人类致癌物质。</p> |
| 镍     | <p>短期暴露影响，可能引起机械刺激作用，可能引起肺炎；</p> <p>长期暴露和反复暴露的影响，反复和长期的皮肤</p>                                                                                                                                              |

| 关注污染物 | 毒性概述                       |
|-------|----------------------------|
|       | 接触可能引起皮肤过敏，可能导致肺损伤。可能为致癌物。 |

## 7.4 风险表征

### 7.4.1 风险表征计算公式

#### 7.4.1.1 单一污染物致癌风险计算方法

(1) 经口摄入土壤途径的致癌风险计算

$$CR_{ois} = OISER_{ca} \times C_{sur} \times SF_0$$

式中：

$CR_{ois}$  —经口摄入土壤途径的致癌风险；

$OISER_{ca}$  —经口摄入土壤暴露量（致癌效应），kg/kg·d；

$C_{sur}$  —表层土壤中污染物浓度，mg/kg；

$SF_0$  —经口摄入致癌斜率因子，(mg/m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>；

(2) 皮肤接触土壤途径的致癌风险计算：

$$CR_{dcs} = DCSEER_{ca} \times C_{sur} \times SF_d$$

式中：

$CR_{dcs}$  —皮肤接触土壤途径的致癌风险；

$DCSEER_{ca}$  —经口摄入土壤暴露量（致癌效应），kg/kg·d；

$C_{sur}$  —表层土壤中污染物浓度，mg/kg；

$SF_d$  —皮肤接触致癌斜率因子，kg/kg·d；

(3) 吸入土壤颗粒物途径的致癌风险计算：

$$CR_{pis} = PISER_{ca} \times C_{sur} \times SF_i$$

式中：

$CR_{pis}$  —吸入土壤颗粒物途径的致癌风险；

$PISER_{ca}$  —经口摄入土壤暴露量（致癌效应），kg/kg·d；

$C_{sur}$  —表层土壤中污染物浓度，mg/kg；

$SF$  —呼吸吸入致癌斜率因子，kg/kg·d；

(4) 吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物途径的致癌风险计算：

$$CR_{iovl} = IOVER_{cal} \times C_{sur} \times SF_i$$

式中：

$CR_{iov1}$  —吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物途径的致癌风险；

$IOVER_{ca1}$  —吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物对应的土壤暴露量

（致癌效应）， $kg/kg \cdot d$ ；

$C_{sur}$  —表层土壤中污染物浓度， $mg/kg$ ；

$SF_i$  —呼吸吸入致癌斜率因子， $kg/kg \cdot d$ ；

（5）吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物途径的致癌风险计算：

$$CR_{iov2} = IOVER_{ca2} \times C_{sub} \times SF_i$$

式中：

$CR_{iov2}$  —吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物途径的致癌风险；

$IOVER_{ca2}$  —吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物对应的土壤暴露量

（致癌效应）， $kg/kg \cdot d$ ；

$C_{sub}$  —下层土壤中污染物浓度， $mg/kg$ ；

$SF_i$  —呼吸吸入致癌斜率因子， $kg/kg \cdot d$ ；

（6）单一土壤污染物经所有暴露途径的致癌风险

$$CR_n = CR_{ois} + CR_{dcs} + CR_{pis} + CR_{iov1} + CR_{iov2}$$

式中

$CR_n$  —经所有暴露途径暴露于单一污染物（第  $n$  种）的致癌风险，无量纲

#### 7.4.1.2 单一污染物非致癌危害商计算方法

（1）经口摄入土壤途径的危害商：

$$HQ_{ois} = \frac{OISER_{ix} \times C_{sur}}{RfD_0 \times SAF}$$

式中：

- $HQ_{ois}$  —经口摄入土壤途径的危害商；
- $OISER_{nc}$  —经口摄入土壤暴露量（非致癌效应）， $kg/kg \cdot d$ ；
- $RfD_0$  —呼吸吸入参考浓度， $(mg/m^3)^{-1}$ ；
- $C_{sur}$  —表层土壤中污染物浓度， $mg/kg$ ；
- $SAF$  —呼吸吸入致癌斜率因子， $kg/kg \cdot d$ ；

(2) 经皮肤接触土壤途径的危害商：

$$HQ_{\alpha s} = \frac{DCSER_{nc} \times C_{sur}}{RfD_d \times SAF}$$

式中：

- $HQ_{\alpha s}$  —经口摄入土壤途径的危害商；
- $DCSER_{nc}$  —经口摄入土壤暴露量（非致癌效应）， $kg/kg \cdot d$ ；
- $RfD_d$  —皮肤接触参考剂量， $(mg/m^3)^{-1}$ ；
- $C_{sur}$  —表层土壤中污染物浓度， $mg/kg$ ；
- $SAF$  —呼吸吸入致癌斜率因子， $kg/kg \cdot d$ ；

(3) 经吸入土壤颗粒物途径的危害商：

$$HQ_{pis} = \frac{PISER_{nc} \times C_{sur}}{RfD_i \times SAF}$$

式中：

- $HQ_{pis}$  —经吸入土壤颗粒物途径的危害商；
- $PISER_{nc}$  —经口摄入土壤暴露量（非致癌效应）， $kg/kg \cdot d$ ；
- $RfD_i$  —呼吸吸入参考剂量， $(mg/m^3)^{-1}$ ；
- $C_{sur}$  —表层土壤中污染物浓度， $mg/kg$ ；
- $SAF$  —呼吸吸入致癌斜率因子， $kg/kg \cdot d$ ；

(4) 吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物途径的危害商：

$$HQ_{iov1} = \frac{IOVER_{nc1} \times C_{sur}}{RfD_i \times SAF}$$

式中：

- $HQ_{iov1}$  —吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物途径的危害商；
- $IOVER_{nc1}$  —吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物对应的土壤

暴露量

(非致癌效应),  $\text{kg/kg}\cdot\text{d}$ ;

$RfD_i$  —呼吸吸入参考剂量,  $(\text{mg}/\text{m}^3)^{-1}$ ;

$C_{\text{sub}}$  —表层土壤中污染物浓度,  $\text{mg}/\text{kg}$ ;

$SAF$  —呼吸吸入致癌斜率因子,  $\text{kg}/\text{kg}\cdot\text{d}$ ;

(5) 吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物途径的危害商:

$$HQ_{\text{ion}2} = \frac{IOVER_{\text{nc}2} \times C_{\text{sub}}}{RfD_i \times SAF}$$

式中:

$HQ_{\text{ion}2}$  —吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物途径的危害商;

$IOVER_{\text{nc}2}$  —吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物对应的土壤暴露量

(非致癌效应),  $\text{kg}/\text{kg}\cdot\text{d}$ ;

$RfD_i$  —呼吸吸入参考剂量,  $(\text{mg}/\text{m}^3)^{-1}$ ;

$C_{\text{sub}}$  —下层土壤中污染物浓度,  $\text{mg}/\text{kg}$ ;

$SAF$  —呼吸吸入致癌斜率因子,  $\text{kg}/\text{kg}\cdot\text{d}$ ;

(6) 单一土壤污染物经所有途径的非致癌危害商值, 采用公式计算:

$$HQ_n = HQ_{\text{ion}1} + HQ_{\text{ion}2} + HQ_{\text{ois}} + HQ_{\text{dcs}} + HQ_{\text{pis}}$$

式中

$HQ_n$  —经所有暴露途径暴露于单一污染物(第  $n$  种)的非致癌危害指数, 无量纲。

#### 7.4.1.3 所有污染物致癌风险和非致癌危害指数

(1) 所有关注污染物经所有途径的致癌风险, 采用公式计算:

$$CR_{\text{sum}} = \sum_{n=1}^n CR_n$$

式中:

$CR_{\text{sum}}$  —所有  $n$  种关注污染物的总致癌风险, 无量纲。

(2) 所有关注污染物经所有途径的非致癌风险, 采用公式计算:

$$HQ_{\text{sum}} = \sum^n HQ_n$$

式中：

$HQ_{\text{sum}}$ —所有  $n$  种关注污染物的非致癌危害指数，无量纲。

#### 7.4.2 风险计算模型

本项目风险评估软件为《污染场地风险评估电子表格》，基于中国标准参数和数学模型。此软件可以计算不同污染场地的风险控制值和筛选值，为污染场地筛选和修复提供指导。本软件适用于污染场地人体健康风险评估和污染场地筛选值的查询和土壤和地下水风险控制值的确定。

#### 7.4.3 风险表征计算结果

场地关注污染物为重金属和有机污染物，场地土壤关注污染物风险计算结果如下表所示。按着单个污染物致癌风险可接受水平设定为  $10^{-6}$ ，非致癌物质风险可接受水平设定为 1。场地土壤中部分污染物风险超过了可接受风险水平如下表。

表 7-5 场地土壤风险计算结果统计

| 污染物     | 土壤中单一污染物经所有暴露途径的风险 |          |          |          |
|---------|--------------------|----------|----------|----------|
|         | 致癌                 |          | 非致癌      |          |
|         | 敏感场地               | 非敏感场地    | 敏感场地     | 非敏感场地    |
| 12-镍    | 2.30E-06           | 1.21E-06 | 1.05E+00 | 3.50E-01 |
| 2-砷（无机） | 1.65E-04           | 5.27E-05 | 6.39E+00 | 1.09E+00 |

由上表可得：

镍的致癌风险达到  $2.30 \times 10^{-6}$ ，超过  $10^{-6}$ ；非致癌风险为 1.05，超过 1。

砷的致癌风险达到  $1.65 \times 10^{-4}$ ，超过  $10^{-6}$ ；非致癌风险为 6.39，超过 1。

因此，以上分析结果可得，该场地需要修复。

#### 7.4.4 可接受风险控制

计算污染物的风险控制值时，对于致癌物质，分别将单个风险可接受水平设定为  $10^{-6}$ ；对于非致癌物质，单个可接受危害指数均设定 1。对

于具有致癌和非致癌双重效应的物质，取二者计算得到的最小值作为修复目标值。

## 8 修复目标及修复范围

### 8.1 建议修复目标值

对于修复目标值的确定，根据技术导则和指南规定，修复目标值设置的主要考虑因素为：

(1) 按照《污染场地风险评估技术导则》(HJ 25.3-2014) 计算土壤风险控制值；

(2) 现行的质量标准或风险筛选值；

(3) 区域背景值、场地背景值或本底值。

结合本项目场地的实际情况，计算出镍的风险控制值为 139mg/kg，低于《土壤环境质量建设用地土壤风险管控标准》第一类用地的筛选值 150mg/kg，因此建议修复目标值为 150mg/kg。

计算出砷的风险控制值为 0.45mg/kg，低于第一类用地的筛选值为 20mg/kg，《土壤环境质量建设用地土壤风险管控标准》说明具体地块土壤中污染物检测含量超过筛选值，但低于或者等于土壤环境背景值水平的，不纳入污染地块管理。

由于柳州具有典型的岩溶地貌特征，柳江穿流市区及气候、岩性、构造的影响，形成河流阶地地貌、岩溶地貌迭加的天然盆地，结合当地的土地资源显示主要为石灰土和冲击土，根据附录 A 的内容确定为柳州砷的背景值为 60 mg/kg。砷的风险控制值低于背景值，因此建议修复目标值为 60mg/kg。

本项目场地污染物的修复目标如表 8-1。

表 8-1 污染物修复目标值 单位 (mg/kg)

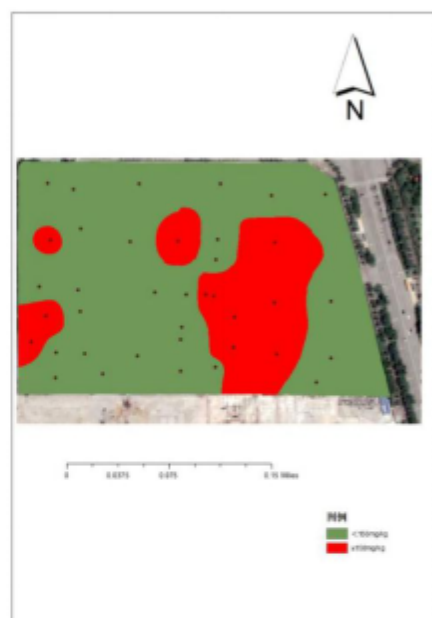
| 污染物 | 计算值  | 筛选值 | 管制值 | 背景值 | 修复目标值 |
|-----|------|-----|-----|-----|-------|
| 镍   | 139  | 150 | 600 | /   | 150   |
| 砷   | 0.45 | 20  | 120 | 60  | 60    |

### 8.2 修复范围

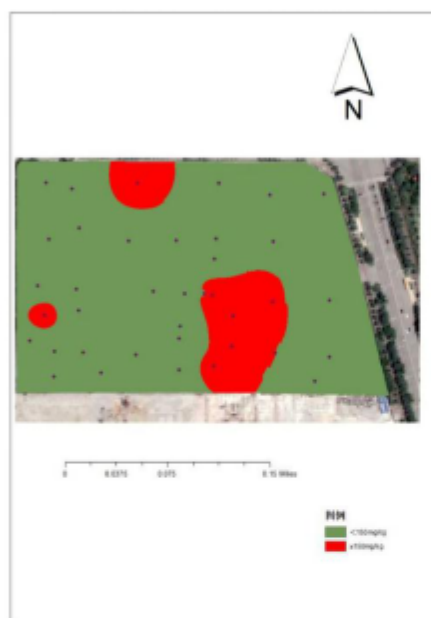
(1) 根据修复目标值确定修复范围，对于污染土壤，凡是污染物浓度大于或等于修复目标值的污染土壤都需要进行修复。根据在各个土壤取样点不同深度处的各种污染物浓度值和地表标高得出各种污染物在地

层内的空间分布场。用修复目标值作为需要修复的或清理范围为基准，据此计算土壤需要修复的体积。

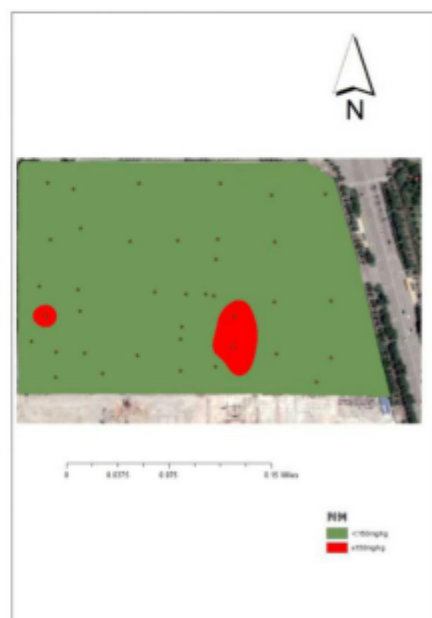
(2) 本评估采用 ArcGIS10.4 中的反距离加权插值法（幂参数设置为 2）对调查区域（99267.77m<sup>2</sup>）内超标污染物的空间分布特征进行了数值模拟分析，并在投影坐标系 WGS1984 World Mercator 下计算了超标区域的面积。污染物浓度分布图如下。



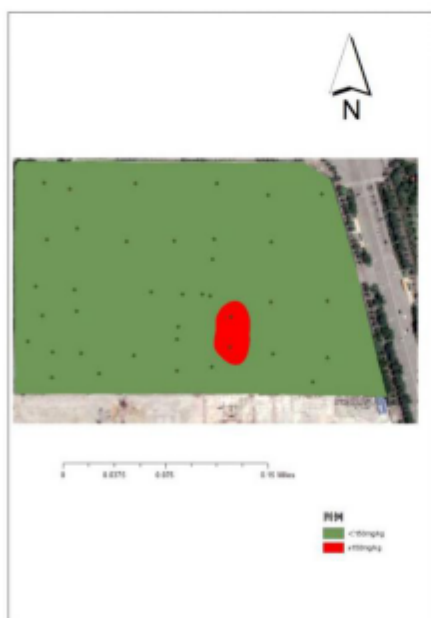
镍 0~0.5m 浓度分布图



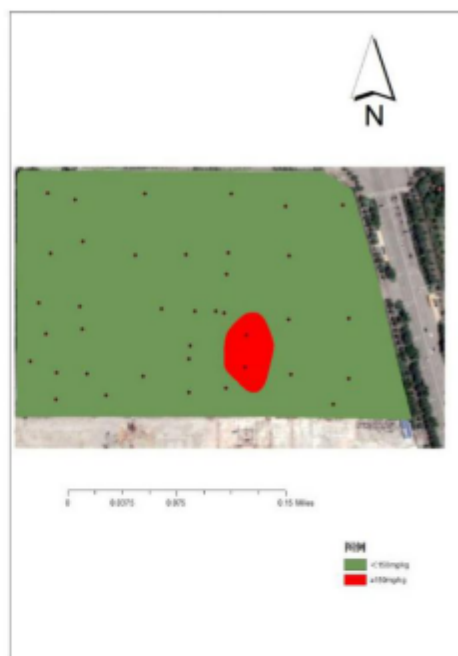
镍 0.5~1m 浓度分布图



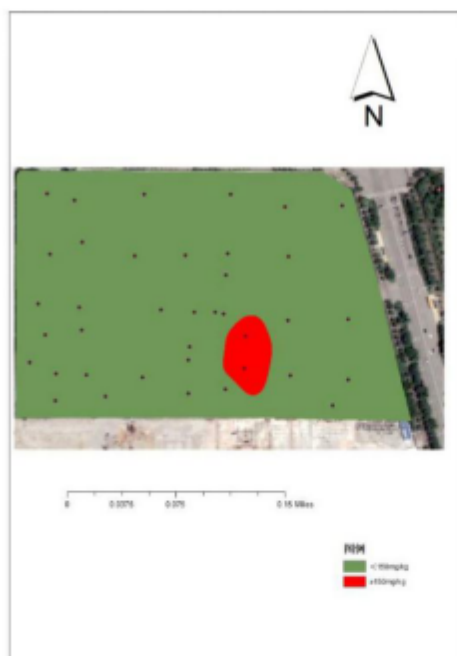
镍 1~1.5m 浓度分布图



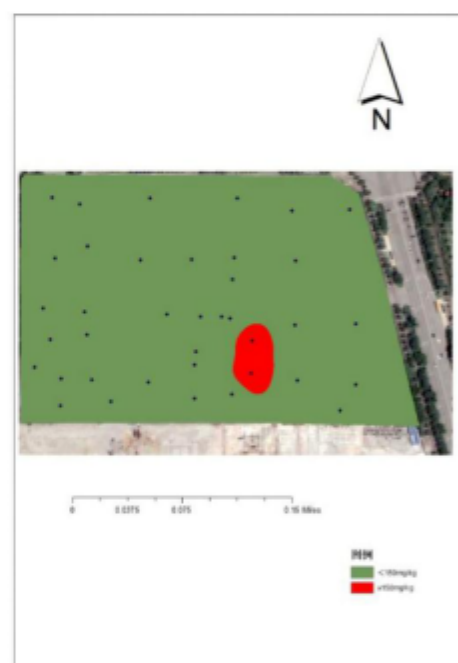
镍 1.5~2m 浓度分布图



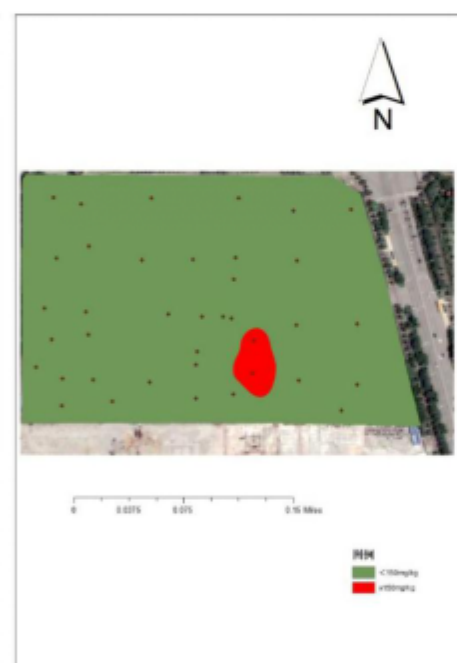
镍 2~2.5m 浓度分布图



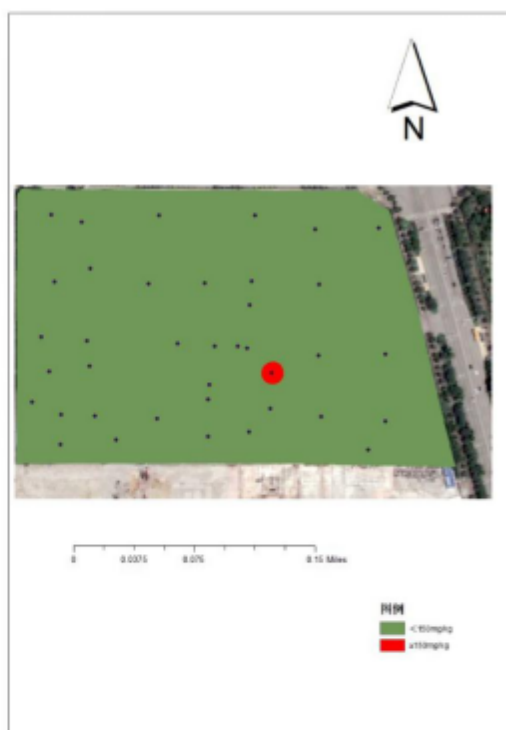
镍 2.5~3m 浓度分布图



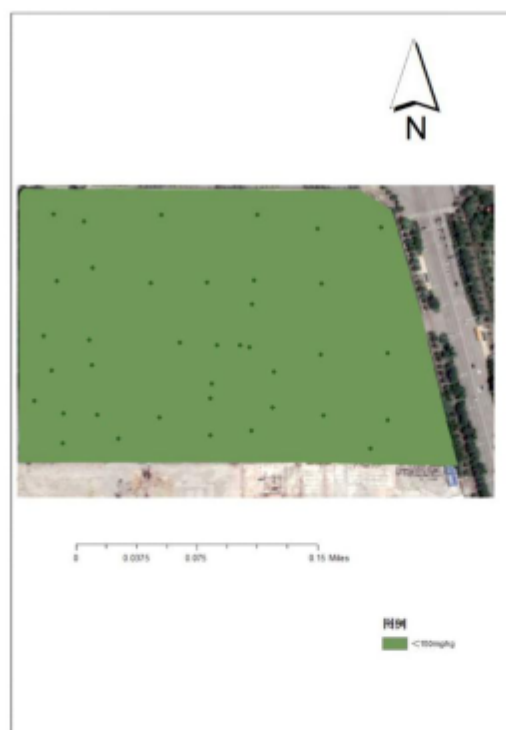
镍 3~4m 浓度分布图



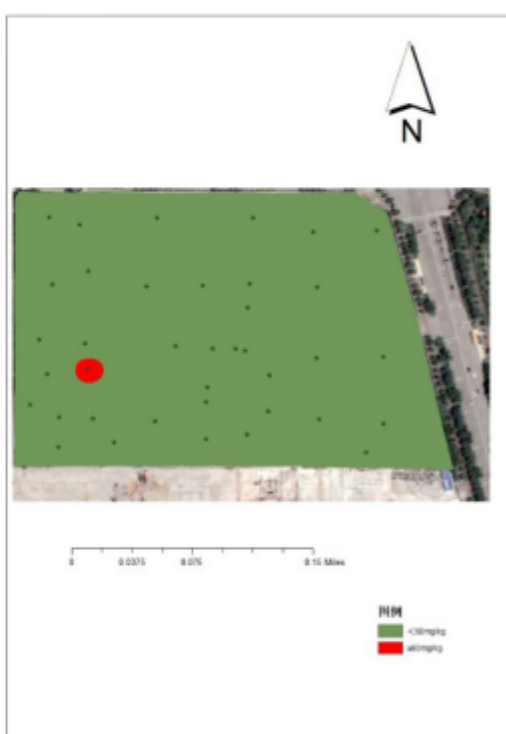
镍 4~5m 浓度分布图



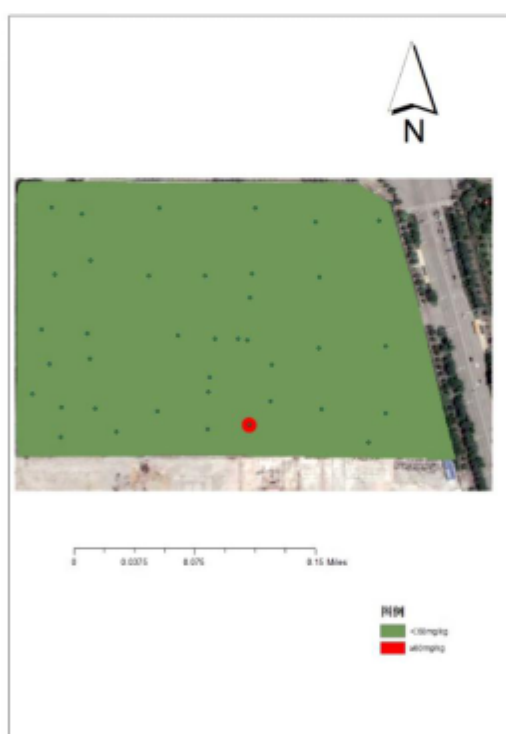
镍 5~6m 浓度分布图



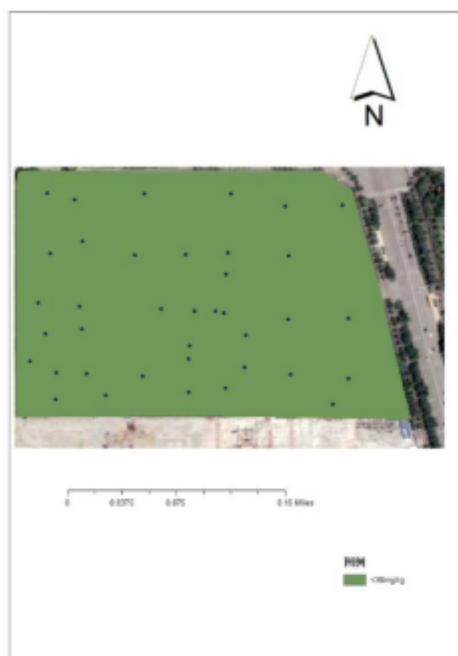
镍 6~8m 浓度分布图



砷 0~0.5m 浓度分布图



砷 0.5~1m 浓度分布图



砷 1~1.5m 浓度分布图

图 8-1 污染物浓度分布

初步调查表层土壤镍的污染浓度分布图与详细调查污染浓度分布图有差异，主要受反距离加权插值法布点数量影响。其布点数量越多越能反应场地实际情况。结合场地实际情况及工作经验，对初步调查过程中停车场和污水处理场在 6m 处土壤中镍浓度进行复查，是初步调查数据误差导致。因此本场地调查结合初步调查和详细调查共同编制。

通过反距离加权插值法：镍污染的面积及方量如下

镍在 0~0.5m 的污染面积为 30535.0m<sup>2</sup>，污染方量为 15267.5m<sup>3</sup>。

镍在 0.5~1m 的污染面积为 17963.4m<sup>2</sup>，污染方量为 8981.7m<sup>3</sup>。

镍在 1~1.5m 的污染面积为 4385m<sup>2</sup>，污染方量为 2192.5m<sup>3</sup>。

镍在 1.5~2m 的污染面积为 2793.6m<sup>2</sup>，污染方量为 1396.8m<sup>3</sup>。

镍在 2~2.5m 的污染面积为 4025.0m<sup>2</sup>，污染方量为 2012.5m<sup>3</sup>。

镍在 2.5~3m 的污染面积为 3894.0m<sup>2</sup>，污染方量为 1947.0m<sup>3</sup>。

镍在 3~4m 的污染面积为 2981.0m<sup>2</sup>，污染方量为 1490.5m<sup>3</sup>。

镍在 4~5m 的污染面积为 2797.7m<sup>2</sup>，污染方量为 1398.9m<sup>3</sup>。

镍在 5~6m 的污染面积为 440.4m<sup>2</sup>，污染方量为 220.2m<sup>3</sup>。

镍在 6~8m 的污染面积为 0 m<sup>2</sup>，污染方量为 0m<sup>3</sup>。

镍污染总面积为  $30535.0\text{m}^2$ ，镍污染的土壤总方量为： $34907.6\text{m}^3$ 。

砷在  $0\sim 0.5\text{m}$  的污染面积为  $675.4\text{m}^2$ ，污染方量为  $377.7\text{m}^3$ 。

砷在  $0.5\sim 1\text{m}$  的污染面积为  $252.0\text{m}^2$ ，污染方量为  $126.0\text{m}^3$ 。

砷污染的土壤总方量为： $503.7\text{m}^3$

其中砷和镍在  $0.5\sim 1\text{m}$  是复合污染，其中砷和镍复合污染方量为  $126.0\text{m}^3$ 。本次砷和镍污染面积为  $31210.4\text{m}^2$ ，污染土壤总方量为： $35411.3\text{m}^3$ 。

## 9 结论与建议

### 9.1 结论

通过对利达（柳州）化工有限公司进行场地调查，并在调查信息的基础上进行人体健康风险评估，计算关注污染物对人体健康风险是否超过可接受风险水平以及基于保护人体健康风险修复目标值，对污染土壤修复量进行了评估。

#### 9.1.1 场地调查评价结论

（1）土壤样品检测结果表明：砷、镍超过《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）第一类用地筛选值。其中砷、镍超标主要是生产过程采用含镍和铜的催化剂，铜、镍损耗进入废气和废水最终造成土壤污染。

（2）地下水样品检测结果：重金属因子监测值在监测期间均达到《地下水质量标准》GB14848-2017Ⅲ类标准。不需要进行地下水风险评估。

#### 9.1.2 场地风险评估结论

在住宅用地规划情况下：镍的致癌风险达到  $2.30 \times 10^{-6}$ ，超过  $10^{-6}$ ；非致癌风险为 1.05，超过 1，需进行修复。

砷的致癌风险达到  $1.65 \times 10^{-4}$ ，超过  $10^{-6}$ ；非致癌风险为 6.39，超过 1，需要进行修复。

#### 9.1.3 场地修复范围和工程量

（1）通过风险评估以及国家标准、修复的可操作性因素分析，建议本项目的修复目标值如表 9-1：

表 9-1 污染物修复目标值 单位（mg/kg）

| 污染物 | 修复目标值 |
|-----|-------|
| 镍   | 150   |
| 砷   | 60    |

（2）按照以上修复目标值，划定本项目污染土壤的范围，其中砷和镍在 0.5~1m 是复合污染，其砷和镍复合污染方量为  $126.0\text{m}^3$ 。本次砷和镍污染面积为  $31210.4\text{m}^2$ ，污染土壤总方量为： $35411.3\text{m}^3$ 。

## 9.2 建议

根据技术可行性评估结果、场地污染特征及场地未来规划用途，本项目选择客土换土法。客土换土法能够有效地将污染土壤与生态系统隔离，从而减少它对环境的影响。

针对换土客土的工程量较大，费用高缺点，本项目的规划为住宅用地，用于房地产开发，其房地产开发进行地基处理时，就要将其建设面以下土壤清挖搬运出去。

因此，结合实际情况，建议本项目在进行地基处理时将污染的土壤清挖后搬运出去，用于第二类用地的土壤使用。由于土壤中含镍和砷的浓度未超过《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）第二类用地筛选值，可以将含镍和砷污染的土壤挖掘后，不需要进行任何工艺处理，直接用于第二类用地的土壤使用，第二类用地包括：城市建设用地中的工业用地，物流仓储用地，商务业服务业设施用地，道路与交通设施用地，公用设施用地，公共管理与公共服务用地等。

## 附件一 专家评审意见及修改说明

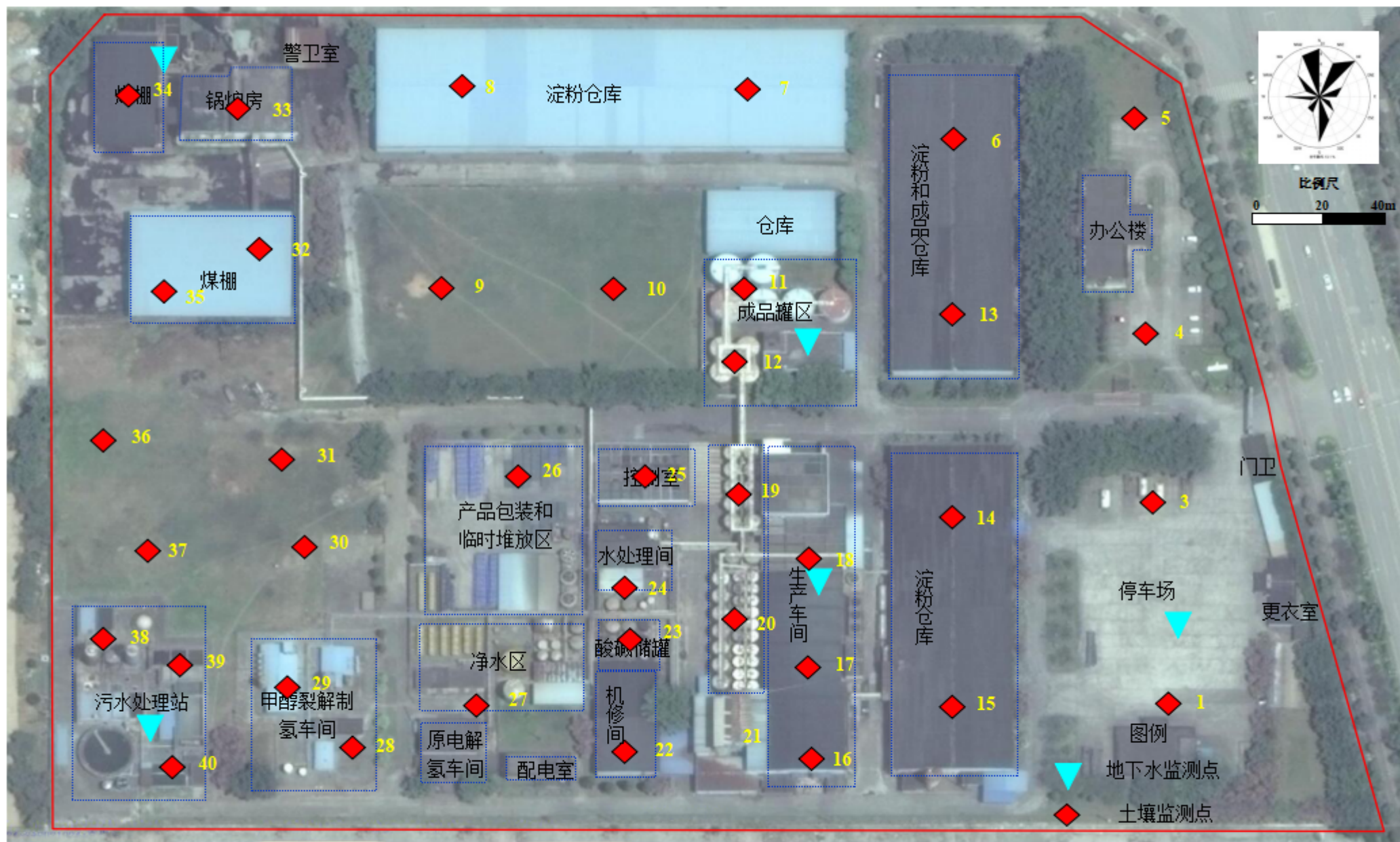
## 附件二 样品检测数据结果

### 附件三 钻孔一览表

#### 附件四 工程地质剖面图

## 附件五 波速曲线图

## 附图一 土壤和地下水监测布点图



土壤和地下水监测布点图



## 附图二 建筑物与勘探点平面位置图