

# 贵州正大实业有限公司疑似污染地 块土壤环境初步调查报告

项目名称： 贵州正大实业有限公司疑似污染地块  
土壤环境初步调查

委托单位： 贵州鹰拓置业发展有限公司

贵州中佳检测中心有限公司

二〇一九年五月



# 检验检测机构 资质认定证书

证书编号 162412340185

名称： 贵州中佳检测中心有限公司

地址： 贵州省龙里县龙山镇莲花村（550002）

经审查，你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力，现予批准，可以向社会出具具有证明作用的检测结果和结果，特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。

检验检测能力及授权签字人见证书附表。

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律責任由  
贵州中佳检测中心有限公司承担。

许可使用标志



162412340185

发证日期： 2016年02月01日

有效期至： 2022年01月31日

发证机关：



本证书由国家认证认可监督管理委员会监制，在中华人民共和国境内有效。

# 目录

前言.....	6
<b>1. 概述.....</b>	<b>8</b>
1.1 项目概况.....	8
1.2 调查范围.....	8
1.3 调查目的.....	8
1.4 调查依据.....	8
1.5 基本原则.....	10
1.6 工作方案.....	10
<b>2 污染识别.....</b>	<b>13</b>
2.1 信息采集.....	13
2.2 地块及周边情况.....	15
2.3 地块使用情况分析.....	24
2.4 地块初步污染概念模型.....	30
2.5 污染识别小结.....	34
<b>3 地质情况调查.....</b>	<b>35</b>
3.1 地质调查情况.....	35
3.2 地质勘查技术原则.....	35
3.3 地质构造.....	35
3.4 土层分布条件.....	36
3.5 地下水分布条件.....	36
<b>4 初步采样和分析.....</b>	<b>38</b>
4.1 采样方案.....	38
4.2 现场采样.....	40
4.3 样品检测.....	51
<b>5 初步调查结果分析.....</b>	<b>61</b>
5.1 风险筛选值和空间分布分析方法.....	61
5.2 土壤调查结果分析.....	62

5.3 空间分布特征.....	36
<b>6 结论与建议.....</b>	<b>39</b>
6.1 初步调查结论.....	39
6.2 建议.....	40
6.3 不确定性分析.....	40

**附图：**

附图 1：厂区平面布置及采样点位图

附图 2：区域水文地质图

附图 3：地块规划及钻孔布点图

附图 4：钻孔剖面图

附图 5：钻孔柱状图

**附件：**

附件 1 委托书

附件 2 人员访谈记录表

附件 3 资质认定证书

附件 4 现场快速检测记录表

附件 5 样品流转记录表

附件 6 有机物检测报告

附件 7 重金属检测报告

## 前 言

贵州正大实业有限公司疑似污染地块（以下简称“该地块”）位于贵州省龙里县冠山街道三林路，中心地理坐标为东经 106°57'54.96"、北纬 26°27'36.87"，总面积为 146244.51m<sup>2</sup>，场地西至龙里武警总队，北至三林路，东至西关坡，南至沪昆铁路。该地块现由贵州鹰拓置业发展有限公司（以下简称“贵州鹰拓公司”）规划开发伯爵·阳光里住宅小区。

根据《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知》（环办〔2004〕47 号）、《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》（国发〔2005〕39 号）、《关于加强土壤污染防治工作的意见》（环发〔2008〕48 号）、《关于保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》（环发〔2012〕140 号）、《国务院办公厅关于印发近期土壤环境保护和综合治理工作安排的通知》（国办发〔2013〕7 号）等文件有关规定，贵州鹰拓置业发展有限公司于 2019 年 3 月 12 日委托贵州中佳检测中心有限公司（以下简称“中佳检测公司”）承担贵州正大实业有限公司疑似污染地块土壤环境初步调查工作。

2019 年 3 月 14 日~15 日，中佳检测公司委派专业技术人员与贵州鹰拓公司代表到该地块进行现场踏勘、原土地利用情况调查、资料收集和人员访谈等工作。根据《场地环境调查技术导则（HJ25.1-2014）》和《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）（GB36600-2018）》（2018 年 8 月 1 日实施）有关规定及该地块的实际情况，2019 年 3 月 16 日中佳检测公司制定了该地块初步采样分析工作计划，作为该地块调查工作的指导文件。根据工作计划安排，2019 年 3 月 17 日至 2019 年 3 月 22 日中佳公司组织技术人员完成重金属样品采集工作，英格尔检测技术服务（上海）有限公司（系中佳检测公司有机物检测分包单位）与中化明达贵州地质工程有限公司（系中佳公司地勘分包单位）也在此期间分别进行有机物样品的采集和场地岩土、水文地质勘查工作，为尽可能全面、真实和客观地反映场地环境状况。2019 年 3 月 26 日，中佳公司出具了《贵州正大实业有限公司疑似污染地块初步调查监测报告（编号：QNLL190317）》；2019 年 4 月 12 日，英格尔检测技术服务（上海）有限公司出具了《贵州正大实业有限公司地块场地环境初步调查检测报告（编号：SHC119030281）》。

根据以上报告相关检测结果和该地块前期调查情况，2019年5月16日中佳检测公司编制完成了《贵州正大实业有限公司疑似污染地块土壤环境初步调查报告（审查稿）》，2019年5月17日，黔南州生态环境局龙里分局组织有关专家进行了项目的评审会，2019年5月23日根据专家意见修改完善了《贵州正大实业有限公司疑似污染地块土壤环境初步调查报告》，供环境保护主管部门审查备案。

# 1. 概述

## 1.1 项目概况

- (1) 项目单位：贵州鹰拓置业发展有限公司
- (2) 调查单位：贵州中佳检测中心有限公司
- (3) 调查起止时间：2019年3月22日-2019年4月30日
- (4) 地块未来用地规划：由贵州鹰拓置业发展有限公司拟建龙里伯爵·阳光里住宅小区

## 1.2 调查范围

该地块位于贵州省龙里县冠山街道三林路，中心地理坐标为东经106°57'54.96"、北纬26°27'36.87"，总面积为146244.51m<sup>2</sup>，场地西至龙里武警总队，北至三林路，东至西关坡，南至沪昆铁路。

## 1.3 调查目的

- (1) 在查阅资料，整合信息的基础上进行调查，逐步减少调查的不确定性。
- (2) 根据建设用地的要求，采用监测手段识别土壤、地下水中的污染物，结合场地所在区域的岩土、水文地质条件，全面分析场地的污染物种类，筛选出关注污染物，初步判明场地受污染程度和范围。
- (3) 明确土壤环境质量，避免场地遗留污染物造成环境污染和经济损失，保障人群健康和环境质量安全。

## 1.4 调查依据

### 1.4.1 法律、法规、规章及规范性文件

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日施行）；
- (2) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年1月1日施行）；

- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018年1月1日施行）；
- (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2016年11月7日修正版）；
- (5) 《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知》（环办〔2004〕47号）；
- (6) 《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）；
- (7) 《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》（国发〔2005〕39号）；
- (8) 《关于加强土壤污染防治工作的意见》（环发〔2008〕48号）；
- (9) 《关于开展全国土壤污染状况调查的通知》（环发〔2006〕116号）；
- (10) 《全国土壤污染状况调查点位布设技术规定》（环发〔2006〕129号）；
- (11) 《国务院办公厅关于印发近期土壤环境保护和综合治理工作安排的通知》（国办发〔2013〕7号）；
- (12) 《关于印发《建设用地土壤环境调查评估技术指南》的公告》（环发〔2017〕72号）；
- (13) 《污染地块土壤环境管理办法》（环发〔2017〕42号，2017年7月1日施行）。

#### **1.4.2 相关标准、导则规范及其他相关资料**

- (1) 《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014）；
- (2) 《场地环境监测技术导则》（HJ25.2-2014）；
- (3) 《场地环境评价导则》（DB11/T656-2009）；
- (4) 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）；
- (5) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）；
- (6) 《环境监测质量管理技术导则》（HJ 630-2011）；
- (7) 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）；
- (8) 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- (9) 《生活饮用水标准检验方法》（GB5750-2006）；



- (10) 《场地土壤环境风险评价筛选值》（DB11/T811-2011）；
- (11) 委托方提供的相关技术资料。

## 1.5 基本原则

### (1) 针对性

通过现场踏勘、资料收集及人员访谈等前期初工作，根据场地特征、历史沿革和场地用途，本着“调查先行，治理在后”的原则，有针对性的确定调查方法路线。

### (2) 规范性

严格按照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）、《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014）、《场地环境监测技术导则》（HJ25.2-2014）等相关导则和规范开展调查工作，确保调查的科学性和客观性。

### (3) 可操作性

现场调查与实验室分析相结合，以现场勘查为基础，确定监测方案并取样分析。

## 1.6 工作方案

### 1.6.1 调查方法和工作内容

本次调查主要按照《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014）和《污染场地风险评估技术导则》（HJ 25.3-2014）的要求进行，主要工作内容包括：

#### (1) 资料收集分析、现场踏勘和人员访谈

通过资料收集分析、现场踏勘和人员访谈，了解场地背景、历史使用情况、未来规划、周边环境信息（包括地形地貌、水文地质等），排查疑似污染源。

#### (2) 制定初步采样分析工作计划

根据前期调查结果与分析，制定有针对性的初步采样分析工作计划，明确调查目的、范围、点位布设、样品采集要求，确定监测项目等。

#### (3) 现场采样与记录

按照制定的初步采样分析工作计划，组织实施现场样品现场采集、记录、保

存、流转等各项工作。

(4) 样品实验室测试

采集的样品委托具有分析资质的检测机构进行分析测试并出具检测报告。

(5) 数据分析与评估

统计各类样品的实验室检测结果并对比筛选标准，同时结合现场勘察发现，对场地的土壤和地下水环境质量状况进行评估。

(6) 场地风险评估

根据数据分析结论，开展场地特征参数调查及现场加密采样与监测工作，确定土壤关注污染物的分布范围和深度，为风险评估和修复方案提供数据支持。

(7) 编制场地环境初步调查报告

按照规范格式编制初步调查报告，汇总本阶段所有工作内容，针对调查过程与实验室测试结果进行分析、总结和评价，最后提出结论与建议。

## 1.6.2 技术路线

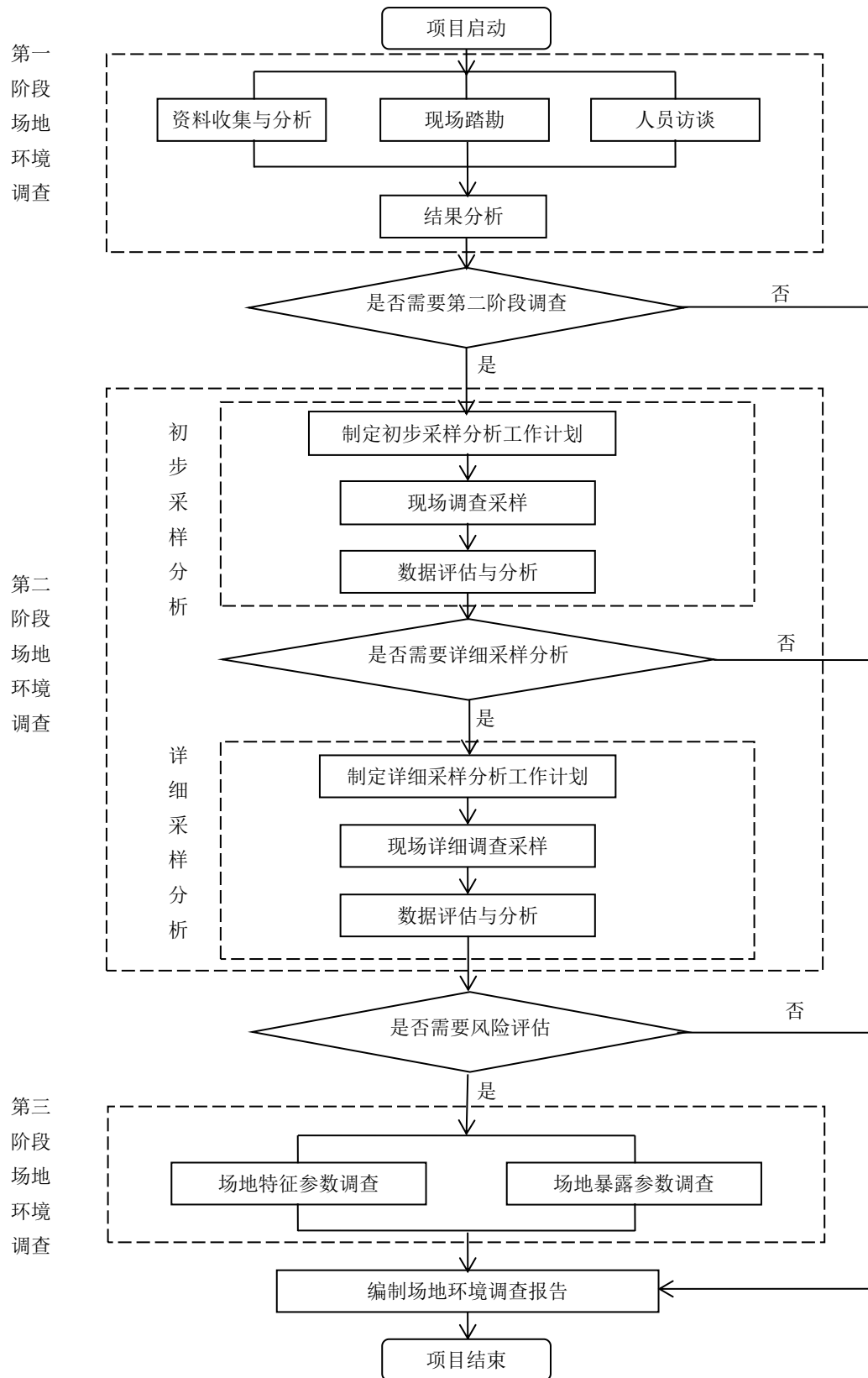


图 1.6-1 场地环境调查的工作内容与程序

## 2 污染识别

### 2.1 信息采集

#### 2.1.1 资料收集情况

因贵州正大实业有限公司（以下简称“贵州正大公司”）厂区关停时间距今十余载，故许多资料缺失，现今可收集到的资料有：厂区平面布置图、环评批复文件、“三废”治理方案、现伯爵·阳光里规划图纸等。

#### 2.1.2 人员访谈情况

3月15日，中佳检测公司调查人员前往龙里县与当地生态、水务等主管部门领导、项目周边居民（光明村）等进行了人员访谈，访谈的主要内容包括以下几点：

- （1）前期资料收集和现场踏勘所涉及疑问的核实，信息的补充。
- （2）已有资料的考证，现场场地调查范围的确定和指认，场地调查现场获取信息与原厂生产历史的相关性的核实等。
- （3）厂区生产运营此过程中污染事件等造成身体损害或导致的经济损失。
- （4）项目建设地周边居民对项目建设所持态度等。

根据访谈结果汇总，得到以下相关信息：

贵州正大公司厂区于1995年10月开始建设，1996年投入使用，2005年-2006年间关停，并对原有厂房及地面设备进行拆除；2012年3月至11月期间，该地块内曾短暂存在一家水泥砖厂；2013-2014年间，对整个正大地块进行了简单的覆土覆绿；2014年3月，因翻修贵新高速场地内临时兴建一沥青搅拌站，项目于2016年2月结束后在设备拆除过程有少量沥青残留在该地块上。2019年初，贵州鹰拓公司在进行1#地块的地基建设时，将1#地块挖方的部分土壤与残留沥青混堆。在本项目开展初调前，贵州鹰拓公司已委托贵州中佳环保公司按国家相关规定对该批沾有残留沥青的污染土壤进行清运与安全处置。

贵州正大公司生产期间，曾发生群众投诉事件，系排放烟气中二氧化硫含量较高，有刺鼻性气味；生产过程中无原辅料泄露等污染事件发生。贵州正大公司

在生产期间曾投入大量资金，对中和界区污水、含氟尾气进行处置，并对堆场进行了严格的防渗处理。

人员访谈记录表见附件 2。

### 2.1.3 现场探勘情况

3 月 15 日，中佳检测公司调查人员按照《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014）要求对现场进行探勘，重点针对罐区、中和界区、污水处理池等原址进行详细踏勘，重点关注场地的疑似污染源，场地污染痕迹，如植被损害、腐蚀痕迹，场地内气味，地面的污渍等。旨在对现场情况进行了解，初步识别污染区域，并辨识可能造成土壤和地下水污染的原因，为下一步采样布点提供依据。

该厂区主要分为 5 个区域，即办公区、生活区、堆场、饲料磷酸氢钙生产区和硫酸生产区。现场探勘首先对各区域进行识别定位。经过探勘，各区域现状情况如下：

办公区域：已建成龙里县城管综合执法局和伯爵·阳光里售楼部并投入使用。

堆场区域：贵州鹰拓置业有限公司已对原堆场区域，即伯爵·阳光里 1#地块进行施工建设，

硫酸联产水泥生产区：原硫酸储罐区域现为龙里县万通汽车检测有限公司，地面已进行固化，无法判别土壤即地下水污染情况；原焚烧区域及主要生产区已由中佳环保公司进行清挖，挖方量为：1300t，清挖深度约 1m；其余区域均为荒地，表土无污染痕迹，无异味，且生长着鬼针草、车前草、鼠曲草、喜旱莲子草等野生植物，生态环境良好。

生活区：现为龙里特警，本次探勘未涉及此区域。

饲料磷酸氢钙生产区：南侧原沥青搅拌站区域残留沥青已由中佳环保公司进行清挖，挖方量约 1700t，清挖深度约 0.5m。现场探勘时，仍发现现场散落少量沥青石块；区域东北侧放置少量活动板房；其余区域均为荒地，植被覆盖率约 50%，现场未发现污染痕迹。

通过对整个场地探勘，未发现残留原辅料及生产设备，整个厂区无异味。

图 2.1-1 现场探勘图

## 2.2 地块及周边情况

### 2.2.1 区域环境概况

#### 2.2.1.1 自然环境概况

##### (1) 地形、地貌、地质

调查地块位于黔中腹地，苗岭山脉中段，长江流域乌江水系与珠江流域红河水系的支流分水岭地区，属黔中南缘，地块原始地貌为岩溶洼地地貌，高程在 1082.88~1089.77m 之间，相对最大高差为 6.9m。场地基岩岩层倾向 195°，倾角 68°，基岩岩性为石炭系下统摆佐组（C1b）白云岩。场地岩体为可溶性岩石，具有发育岩溶的条件，局部岩石表面有溶蚀现象，场地周边的山体基岩面欺负不平，场地中基岩面起伏较大。岩溶主要为浅层溶洞裂隙以及石芽、溶沟溶槽，或单独出现，或呈串珠状垂直分布，局部孔段岩芯表面有蜂窝状小溶洞。

该地块出露地层由新至老为素填土、红黏土、下伏基岩为石炭系下统摆佐组（C1b）白云岩。现自上而下分述如下：

①素填土（Qml）：黄色，主要由粘土、碎石构成，粘土含量 90%左右，回填时间为 10 年左右，已完成自重固结。场地大部分地段分布，厚度 0.5-12.5m。

②残坡积红黏土（Qel+dl）：以可塑红黏土为主，黄色、褐黄色，切面光滑，细腻，结构致密，土质均匀。整个场地具有分布，厚度 0.10-19.80m。基岩顶面和溶槽（沟）及岩溶洞隙之中分布有软塑红黏土。

##### ③基岩

a. 强风化白云岩：浅灰、灰白色，节理裂隙较发育，岩体结构基本破坏，岩芯以沙状为主。母岩属较硬岩，岩石完整程度为破碎，岩体基本质量为 V 类。场地内零星分布，厚度 0.8-17.8m。

b. 中风化白云岩：浅灰、灰白色，结晶结构，薄-中厚层状结构，中等风化，岩质硬，岩体内节理、裂隙较发育，偶见方解石脉填充，岩芯多呈柱状、短柱状，少量较完整呈长柱状。岩芯采取率一般在 48%-73%，RQD 值在 28-57%之间。岩石单轴抗压强度指标在 26.8-60.5Mpa 之间，平均值为 37.69Mpa，岩石为较硬岩，

岩体属较破碎，岩体基本质量等级为IV类。岩顶标高在 1054.87-1085.82m 之间。由于溶蚀作用，基岩表面起伏不平，表层有石芽突起，溶沟、溶槽较发育。基岩表层基本无强风化物，场地基岩基本为中风化程度。

调查地块内没有发现活动断层、滑坡、泥石流、地面塌陷、大型岩溶等不良地质现象，也没有湿陷性黄土、冻土、盐渍土、大面积软土等特殊土类。

## (2) 气候气象

调查地块所在区域属亚热带季风湿润气候，温和舒适，日照充沛，冬无严寒，夏无酷暑，年平均气温 16.1℃，最冷月均温 4.6℃，最热月均温 23.6℃；年降水量 1252.7 毫米左右，多集中在夏季；年日照时数 1220 小时左右，无霜期 280 天以上。区域主要灾害性气候为：干旱、秋绵雨、霜冻、暴雨等。

## (3) 水文

### ① 地表水

调查地块所在区域地表水主要为三元河。

三元河发源于龙里县民主乡国翁，由三元镇黄土坎注入规定瓮城河，河长 50.8 公里，从源头到出境处汇水面积 697.2 平方公里，其中流经龙里县的汇水面积为 693.7 平方公里，多年平均径流深 550 毫米，平均径流量为 3.81 亿立方米。

调查场地内及周边无地表水流动。

### ② 地下水

场区区域处于溶蚀洼地地带，地势相对较低，场地地下水主要为土层中的上层滞水和基岩内的岩溶裂隙水。按场区地下水的含水类型、富水性及岩层间的水力联系，将场地内地下水类型划分为第四系松散层孔隙水和基岩裂隙水。

第四系松散层孔隙水赋存于填土、粘土中，埋藏浅，水量小，主要受地表降水影响，季节变化大。场区基岩节理裂隙发育，易形成基岩裂隙水运移，主要以裂隙水和岩溶管道水的形式赋存，基岩裂隙水的分布和水量也不均匀。在岩溶裂隙发育地段，地下水相对丰富，在岩溶弱发育地段，含水性稍差。场地地下水水量主要受岩溶发育程度、岩溶裂隙充填性质、连通性等诸多因素的影响，地下水流速度主要受含水介质及岩溶裂隙的连通性控制，场地地下水具有富水性中等，含水不均匀的岩溶地下水特点。

场地白云岩为一套碳酸岩盐含水盐组，岩体中溶蚀裂隙发育，地下水赋存条

件较好，具有富水性较好，含水不均匀的特点。场地处于地下水径流区。根据对场地钻探结束后钻孔静止水位观测：场地内地下水位埋深度位 5.9-8.7m，场地水位高程为 1082.11-1084.67m，场地水位随季节变幅 1.5m 左右，结合附近工程资料，该场区枯、丰水期地下水位高程为 1083.00-1086.17m，场地抗浮水位高程为 1083.00-1086.17m，调查地块内未见有地下水泉水出露点。

#### (4) 土壤、植被

该地块原状土壤以黄壤土为主。

周围植被已由次生植被和人工植被所代替。人工植被主要为种植的梧桐树、香樟等景观植被；次生植被为山坡缓丘灌丛植被。

### 2.2.1.2 社会环境概况

#### (1) 行政区划

龙里县境内布依族、苗族等少数民族占总人口的 38%，主要的民族节日有苗族跳月、杀鱼节、布依族三月三、布依族。

2014 年，龙里县调整行政区划，目前共辖龙山镇、谷脚镇、醒狮镇、湾滩河镇、洗马镇、冠山街道办事处五镇一街道。其中：谷脚镇辖原谷脚镇、原醒狮镇三宝村、鸡场村、小箐村、羊场司村和原哪旁乡的高枳村、新坪村、谷冰村、大谷冰村，镇人民政府所在地在谷脚村；醒狮镇辖原谷龙乡及醒狮镇的进化村、醒狮村、元宝村、顶水村、大岩村、大坝村、凉水村、旧寨村、醒狮社区，镇人民政府所在地在醒狮村；洗马镇辖原巴江乡、洗马镇及原哪旁乡乐宝村、二箐村、长芽村、顶溪村、坞泥村、关口村、田坝村、狗场村、石板滩村，镇人民政府所在地在洗马村；湾滩河镇辖原羊场镇、湾寨乡和摆省乡全部，镇人民政府所在地在新营村；冠山街道办事处辖原三元镇、麻芝乡及原龙山镇的光明社区、龙坪社区、城南社区、大冲社区、西城社区、冠山社区、西门社区、水桥社区、大竹村、簸箕村、平地村和原哪旁乡的凤凰村，街道办事处驻地在大冲社区。

#### (2) 人口民族

2017 年，龙里县户籍总人口 23.69 万人，其中少数民族 91754 人，非农业人口 33319 人。人口出生率为 10.90‰，自然增长率 3.34‰，符合政策生育率 95.61%。

在龙里县境内，除了人口在万人以上的汉族、布依族、苗族外，还有彝族、



侗族、土家族、壮族、水族、瑶族、毛南族、回族、仡佬族、仡佬族、满族、白族、黎族、蒙古族、藏族、傣族等共 28 个民族。其中，苗族人口 4.7 万余人，布依族人口 4.2 万余人，其他少数民族 2000 余人，占全县总人口的 41%。其中苗族分布在全县 14 个乡镇，聚居 141 个村寨，与汉族杂居 161 个村寨，与布依族杂居 17 个村寨，与布依族、汉族杂居 77 个村寨。布依族分布在全县 14 个乡镇（镇），聚居 133 个村寨，与汉族杂居 112 个村寨，与苗族杂居 17 个村寨，与苗、汉族杂居 77 个村寨。

### （3）社会事业

#### ①教育

2017 年，全县各类学校 81 所（公办 63 所），其中：幼儿园 46 所（公办 29 所），完全小学 25 所，初级中学 8 所（公办 7 所），高级中学 1 所，中等职业教育学校 1 所。在校（园）学生数 43273 人，其中：幼儿园（班）9537 人，小学 18496 人，初中 7762 人，高级中学在校学生数 3651 人，中等职业教育学校在校生数 3827 人。全县专任教师 2824 人，其中：幼儿园 532 人，小学 1266 人，初级中学 605 人，高级中学专任教师 223 人，九年一贯制学校专任教师 10 人，十二年一贯制学校专任教师 32 人，中等职业教育学校专任教师 156 人。学前三年毛入园率 89.12%，小学学龄儿童入学率 99.83%，高中阶段毛入学率 87.63%，九年义务教育巩固率 89.24%。

#### ②卫生

2017 年，龙里县医疗卫生机构 177 个，其中：医院 8 个，基层医疗卫生机构 166 个，专业公共卫生机构 3 个。卫生机构床位数 1153 张，其中：医院 731 张，乡镇卫生院 292 张。卫生技术人员 1021 人，其中：执业医师 285 人，注册护士 390 人。

#### ③文化

2017 年，全县拥有图书馆 1 个，图书藏量 4.71 万册；电影院 1 座；县广播电视台 1 个，数字电视覆盖人口 21.47 万人；广播覆盖人口 23.35 万人，比上年同期增长 3.1%。

#### ④就业

2017 年，龙里县城镇新增就业人数 5405 人，比上年同期增长 3.0%；城镇登

记失业人数 333 人，比上年同期下降 3.7%，城镇登记失业率 2.8%。

#### ⑤社会保障

2017 年，龙里县参加基本养老保险人数 16405 人，比上年同期增长 19.1%；参加基本医疗保险人数 30760 人，比上年同期增长 0.3%；参加农村合作医疗保险人数 19.28 万人，比上年同期增长 0.9%；领取最低生活保障救济的人数 0.80 万人，比上年同期下降 12.4%，其中：城镇 0.06 万人，比上年同期下降 34.6%。

#### (4) 经济发展

2017 年，龙里县地区生产总值完成 89.44 亿元，比上年同期增长 13.4%。按产业分，第一产业增加值完成 10.49 亿元，比上年同期增长 6.5%；第二产业增加值完成 55.38 亿元，比上年同期增长 13.1%；第三产业增加值完成 23.58 亿元，比上年同期增长 17.1%。第一产业增加值占地区生产总值的比重为 11.73%；第二产业增加值占地区生产总值的比重为 61.91%；第三产业增加值占地区生产总值的比重为 26.36%。

2017 年，人均地区生产总值（GDP）55504 元，同比增长 12.9%。龙里县城镇常住居民人均可支配收入 29174 元，净增 2700 元，比上年同期增长 10.2%；城镇居民人均生活消费支出 19825 元，城镇居民人均居住消费支出 4072 元。农村常住居民人均可支配收入 10191 元，净增 968 元，比上年同期增长 10.5%。农村居民人均生活消费支出 11520 元。农村居民人均居住消费支出 2442 元。

### 2.2.2 地块现状和历史

#### (1) 地块地理位置

该地块的地理位置图见下图：图 2.2-1。

图 2.2-1 地块地理位置图

#### (2) 地块历史使用情况

根据场地测绘图、历史卫星图及相关档案调查，该地块历史上为贵州正大实业有限公司，为泰国正大集团与中国贵州省龙里县经济开发总公司合资成立的实业公司，始建于 1995 年，主营产品为饲料级磷酸氢钙，厂区于 2006 年 3 关停。

厂区主要分为 5 个区域，即办公区、生活区、堆场、饲料磷酸氢钙生产区和硫酸生产区，其厂区的平面布置图见附图 1。

场地使用历史见表 2-1、图 2.2-2。

**表 2-1 场地使用历史情况表**

历史时期	土地用途及用途变更情况
1995-2002 年	贵州正大实业有限公司
2014 年	场地内建筑全部拆除，南面有一临时沥青搅拌站，其余全为荒地
2016 年	南面有一临时沥青搅拌站，其余全为荒地
2018 年	贵州鹰拓置业发展有限公司“伯爵·阳光里（一期）”房开项目建设中

**图 2.2-2 场地使用情况变迁图**

### (3) 地块现状及规划情况

贵州鹰拓公司拟在该地块建设伯爵·阳光里住宅小区。场地共分三个地块，总用地面积 146244.51m<sup>2</sup>，总建筑面积 713583.1 m<sup>2</sup>，公共配套服务设施 7358.7 m<sup>2</sup>。其中：地块一拟建住宅楼 10 栋，楼层高 25F—32F，商业楼（裙楼）及酒店共 12 栋，楼层高 1F—5F；地块三拟建住宅楼 8 栋，楼层高 25F—33F；酒店 1 栋，楼层高 12F；幼儿园 1 栋，楼层高 4F；其他商住楼楼层高 2F。目前，一期已在龙里县发展和改革局立项备案，建设工期为 2018 年-2021 年。1#地块已开始建设，2#地块有一家汽车检测公司，其余为荒地，3#地块全为荒地。

地块规划情况见附图 3。

**图 2.2-3 伯爵·阳光里 1#地块现状**

### 2.2.3 地块周边环境敏感目标

根据现场调查，地块周边 800m 范围内的敏感目标多为居民点，共有 8 处，分布于场地东侧、南侧、北侧、西北侧；有 2 座医院，分别为贵州省人民医院龙里分院（位于场地东北侧 600m）及龙里林场医院（紧邻场地西北侧边界）。具体敏感点分布情况如下图 2.2-4 所示。

**图 2.2-4 场地周边 800m 范围敏感点分布图**

### 2.2.4 相邻地块历史使用情况

根据历史卫星图及相关档案调查，紧邻场地西南侧边界为黔桂铁路，建于 1959 年，于 2004 年扩能改造，现铁路运营状态良好；相邻地块有一建筑材料厂使用至今；于近年新建贵州万军包装产业园。场地东侧、西侧相邻地块自 2002

年以来，一直为居住用地；北侧为山地，近两年，山脚处新增两处民房。

### 2.2.5 地块周边污染源分布情况

根据现场调查，场地周边污染源主要分布于场地西南侧，为贵州万军包装产业产业园有限公司及建筑材料厂，与场地边界间隔黔桂铁路，距该地块中心位置直线距离约 500m，地块周边污染源分布见下图 2.2-5。

图 2.2-5 地块周边污染源分布图

## 2.3 地块使用情况分析

### 2.3.2 生产工艺分析

因贵州正大实业有限公司关停时间距今相距过长，已无法收集实际的生产工艺及相关资料，故本次调查将依据当时相似的饲料磷酸氢钙、硫酸生产工艺以及产排污环节来识别特征污染物。

#### (1) 饲料磷酸氢钙生产工艺

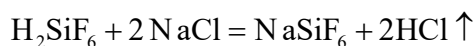
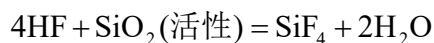
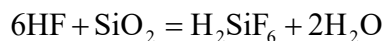
饲料级磷酸氢钙是以硫酸和磷矿为原料，制得粗磷酸，再经过脱氟、中和、分离、干燥等工序后生成，其工艺流程如下：

##### ① 硫酸分解磷矿

硫酸与磷矿粉在萃取槽中反应，生成粗磷酸与磷石膏。经离心分离后，粗磷酸进行脱氟，磷石膏则用于生产硫酸和水泥。

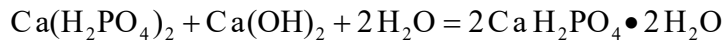
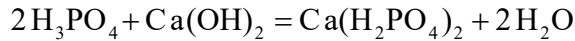
##### ② 脱氟

在粗磷酸中加入钠盐或钾盐及含硅质材料通过化学反应，使磷酸溶液中氟离子、氟化硅离子以氟硅酸钠或氟硅酸钾沉淀形式析出，达到脱氟目的。脱氟机理如下：



##### ③ 中和

经过脱氟净化后的磷酸用石灰乳进行中和，反应如下：



中和后经离心分离，滤饼气流干燥即得成品。

图 2.3-1 饲料磷酸氢钙生产工艺流程图

## (2) 硫磺制硫酸工艺

以硫磺为原料，催化剂为辅助材料生产硫酸，其生产工艺如下：

### ① 溶硫工序

液体硫磺由汽车直接输送至卸硫槽，由液硫输送泵送入二级液硫过滤器过滤后，送液硫储罐暂存。采用固体硫磺为原料时，固体硫磺由汽车转运至硫磺库，由皮带输送机送到熔硫槽。

经熔硫槽熔融后的液体硫磺从溢流口溢流至助滤槽中，由过滤泵送入液硫过滤器，过滤后的硫磺进入液硫储罐储存待用，液硫通过重力流至精硫槽，由精硫泵输送至磺枪机械雾化后喷入焚硫炉焚烧，精硫泵及液硫储罐的设备内设有蒸气盘管，液硫过滤器、液硫管道、管件、阀门、磺枪设置蒸气夹套，用低压蒸气压力间接加热或保温，控制液硫系统的温度在 140℃ 左右。

熔硫槽、过滤槽、助滤槽、卸硫槽、精硫槽上设有尾气排放管，引至高点放空。熔硫、保温用蒸汽冷凝水由凝结水回收器送到脱盐水处理站回收再利用。

### ② 焚硫转化工段

焚硫转化设置两个燃烧系统，分别为：焚硫炉 I 和火管锅炉、焚硫炉 II 和导热油炉。

雾化后的液体硫磺与干燥空气在焚硫炉 I、II 内混合燃烧生成约 1100℃ 的工艺气体，分别通过火管锅炉 I 和导热油炉加热锅炉给水和导热油，冷却后的工艺气体混合进入转化器 I 段，转化器 I 段的进口温度通过焚硫炉 I 与火管锅炉 I 之间的钟罩阀控制在 420℃。

进入转化器 I 段的工艺气体中的  $\text{SO}_2$  在催化剂的作用下部分转化为  $\text{SO}_3$ ，温度升至 619℃ 经过热器 1B、火管锅炉 II 冷却至 440℃ 进入转化器 II 段继续转化，离开转化器二段的 515℃ 工艺气体经过热换热器冷却至 440℃ 进入转化器三段进一步转化，温度升至约 459℃ 通过冷热换热器管程、省煤器 3B 冷却至 166℃ 进入烟酸塔、一吸塔吸收  $\text{SO}_3$ ，出塔约 82℃ 工艺气体再经冷热换热器、热热换热器加

热到约 425℃进入转化器IV二次转化，离开转化器IV段 440℃的工艺气体经过整体设置的过热器、省煤器冷却至约 135℃进入二吸塔吸收剩余的 SO<sub>3</sub>，出塔 82℃的工艺气体进入尾吸工段，达到排放标准后经烟囱排入大气。

### ③干吸工段

干吸系统的开车母酸在开车之前由槽车将 98%硫酸和 104.5%烟酸分别打入硫酸地下槽和烟酸地下槽，分别由成品酸泵和成品烟酸泵送至公共酸循环泵槽、二吸酸循环泵槽和烟酸循环泵槽，进行开车母酸的加注。干燥塔和一吸塔、二吸塔合用一个公共酸循环泵槽及一台酸循环泵。酸循环泵将泵槽中温度约 97℃的硫酸送入公共酸冷器，经循环水冷却至 66℃后，分一路进入干燥塔循环吸收空气中的水分，下塔酸浓度降低、温度升高后回流至公共酸循环泵槽；剩余部分 66℃酸与酸冷器上游 97℃酸混合至 82℃后，分别进入一吸塔、二吸塔并吸收工艺气体中的 SO<sub>3</sub>，塔底的酸回流至公共酸循环泵槽。公共酸冷器出口酸引一路进入成品酸冷器，经循环水冷却至 40℃后，进入成品酸地下槽，再由成品酸泵将成品酸输送至界区外。

烟酸系统首先由烟酸循环泵将烟酸送入烟酸塔冷却器，经循环水冷却后，进入烟酸塔并吸收工艺气体，最后由塔底回流至烟酸循环泵槽。烟酸塔冷却器出口引一路烟酸进入成品烟酸酸冷器，经循环水冷却至 40℃后，进入成品烟酸地下槽，再由成品烟酸泵将成品酸输送至界区外。

### ④尾吸工段

从二吸塔出来的气体，进入尾吸塔，用双氧水氧化吸收其中残余的 SO<sub>2</sub>后，由烟囱放空，吸收产生稀硫酸可以送干吸工段作为补充水。

图 2.3-2 硫磺制硫酸工艺流程图

## 2.3.3 污染产生过程分析

通过对场地踏勘、调查访问，收集场地现状和历史资料及相关文献，分析企业的主要原辅材料、产品以及生产工艺，可以初步判定场地可能的污染途径有大气有组织 and 无组织排放源的大气扩散，物料储存、运输、加工过程中的遗洒、渗漏等，污水处理设施及污水管线的渗漏等。

表 2.3-1 产污情况分析表

	饲料磷酸氢钙生产工艺	制硫酸联产水泥工艺	磷石膏堆场	沥青搅拌
废气、废水、固废中污染物种类	烟尘、氟化物、二氧化硫、重金属、有机物、含磷化合物	粉尘、二氧化硫、三氧化硫、氮氧化物、氟化物、重金属、有机物	烟尘、含磷化合物、可溶氟、有机物	有机物(3,4-苯并芘、蒽、菲、吡啶等)

### 2.3.4 周边污染源对地块的影响

贵州万军包装产业园有限公司成立于 2005 年，位于贵州省龙里县冠山街道光明社区张兴塘，公司厂区占地面积 2 万平方米，是一家集设计、开发、生产研发为一体的包装印刷厂生产企业，提供印刷前设计、制版、印后加工等全套印刷包装。生产过程中所需的原辅料主要有纸、胶印油墨（含树脂类、矿物油等）、油墨清洗剂（有机溶剂）、稀释剂（有机溶剂）、润滑油（有机溶剂）等。污染主要来源于废水和废气，其可能通过大气的扩散、地面沉降等因素影响该地块的有机物含量，废水和废气中主要污染物质见表 2.3-2。

表 2.3-2 周边污染源产生的主要污染物质

	废水	废气
主要污染物质	pH、SS、COD、BOD5、氨氮	颗粒物、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、苯、甲苯、二甲苯、非甲烷总烃、

## 2.4 地块初步污染概念模型

### 2.4.1 水文地质条件分析

根据现场探勘及地块探勘资料，第一层，为素填土层（厚度为 0.2-5.1m），主要为粘土和碎石；第二层为淤泥，厚度为 0.3-1.7m，但分布不均，仅在部分点位揭露；第三层为可塑红黏土（厚度为 0.2-9.5m），该层具有很强的防污性能。区域地下水主要赋存第四系松散岩类孔隙中，地下水类型为潜水，主要补给来源为大气降水和地下径流，主要排泄方式为蒸发及侧向径流。

### 2.4.2 污染物特征

#### （1）重金属

重金属类有毒有害化学品的种类及其理化性质和毒性详见下表：

表 2.4-1 重金属类污染物的理化性质及毒性

污染物	理化性质	毒性
汞	在正常大气压力的常温下唯一以液态存在的金属。熔点-38.87℃，沸点 356.6℃，密度 13.59g/cm <sup>3</sup> 。银白色液体金属。内聚力很强，在空气中稳定。蒸气有剧毒。溶于硝酸和热浓硫酸，但与稀硫酸、盐酸、碱都不起作用。能溶解许多金属。	汞中毒以慢性为多见，主要发生在生产活动中，长期吸入汞蒸气和汞化合物粉尘所致。以精神-神经异常、齿龈炎、震颤为主要症状。大剂量汞蒸气吸入或汞化合物摄入即发生急性汞中毒。对汞过敏者即使局部涂沫汞油基质制剂亦可发生中毒。
铬	银白色金属 质极硬 耐腐蚀。密度 7.20g/cm <sup>3</sup> 。熔点 1857±20℃，沸点 2672℃。金属铬在酸中一般以表面钝化为其特征。	铬是人体必需的微量元素。三价的铬是对人体有益的元素，而六价铬是有毒的。铬的毒性与其存在的价态有关。六价铬比三价铬毒性高 100 倍，并易被人体吸收且在体内蓄积，三价铬和六价铬可以。
镉	镉是银白色有光泽的金属，熔点 320.9℃ 沸点 765℃，密度 8650 kg/m <sup>3</sup> 。有韧性和延展性。镉在潮湿空气中缓慢氧化并失去金属光泽，加热时表面形成棕色的氧化物层。高温下镉与卤素反应激烈形成卤化镉。也可与硫直接化合生成硫化镉。镉可溶于酸但不溶于碱。	镉不是人体的必需元素。人体内的镉是出生后从外界环境中吸取的，主要通过食物、水和空气而进入体内蓄积下来。镉中毒有急性、慢性中毒之分。吸入含镉气体可致呼吸道症状，经口摄入镉可致肝、肾症状。
砷	一种以有毒著名的类金属，并有许多的同素异形体，黄色（分子结构、非金属	砷的素性与其化合物有关，无机砷氧化物及含氧酸是最常见的砷中毒的原因。



	和几种黑、灰色的（类金属）是一部份常见的种类。	通过尿砷检测可确定是否中毒，肠胃道、肝脏、肾脏毒性：肠胃道症。
铜	带有红色光泽的金属，熔点 1083℃，沸点 2595℃，密度 8920 kg/m <sup>3</sup> 。溶于硝酸、热浓硫酸，微溶于盐酸。自然界的铜化合物以一价或二价状态存在。	铜的毒性较小，但铜过剩可引起中毒。铜盐的毒性以 CuSO <sub>4</sub> 较大，经口服即使微量也会引起急性中毒 发生流涎、恶心、呕吐、阵发性腹痛，严重者可有头痛、心跳迟缓、呼吸困难甚至虚脱，也可引起中枢神经系统的损害。
镍	近似银白色、硬而有延展性并具有铁磁性的金属元素，熔点 1453℃，密度 8910 kg/m <sup>3</sup> 。不溶于浓硝酸、溶于稀硝酸。	可引起镍皮炎，长期吸入镍粉可致呼吸道刺激、慢性鼻炎，甚至发生鼻中隔穿孔。尚可引起变态反应性肺炎、支气管炎、哮喘等。镍及其化合物已被国际癌症研究中心(IARC)确认为致癌物。
锌	浅灰色的过渡金属，熔点 419.5℃沸点 907℃，密度 7140 kg/m <sup>3</sup> 。锌在自然界中多以硫化物状态存在。	锌过量摄入人体内也会导致中毒出现口、咽及消化道糜烂 唇及声门肿胀腹痛、泻、吐以及水和电解质紊乱。重者可见血压升高、气促、瞳孔散大、休克、抽搐等危象。吸入大量锌蒸气可引起急性金属烟雾热。慢性锌中毒极少见。
铅	铅原本的颜色为青白色 在空气中表面很快被一层暗灰色的氧化物覆盖。熔点 327.5℃，沸点 1749℃，密度 11343 kg/m <sup>3</sup> 。铅与冷盐酸、冷硫酸几乎不起作用，能与热或浓盐酸、硫酸反应，铅与稀硝酸反应但与浓硝酸不反应，铅能缓慢溶于强碱性溶液。	有毒，损害造血、神经、消化系统及肾脏。神经系统主要表现为神经衰弱综合征、周围神经病，以运动功能受累较明显，重者出现铅中毒性脑病。消化系统表现有齿龈铅线、食欲不振、恶心、腹胀、腹泻或便秘、腹绞痛见于中等及较重病例。造血系统损害出现卟啉代谢障碍、贫血等。短时接触大剂量可发生急性或亚急性铅中毒，表现类似重症慢性铅中毒。

## （2）氟化物

氟化物指含负价氟的有机或无机化合物。与其他卤素类似，氟生成单负阴离子（氟离子 F<sup>-</sup>）。氟可与除 He、Ne 和 Ar 外的所有元素形成二元化合物。从致命毒素沙林到药品依法韦仑，从难溶的氟化钙到反应性很强的四氟化硫都属于氟化物的范畴。

2017 年 10 月 27 日，世界卫生组织国际癌症研究机构公布的致癌物清单初步整理参考，氟化物（饮用水中添加的无机物）3 类致癌物清单中。

含氟化合物在结构上可以有很大差异，因此很难概括出氟化物的一般毒性。

氟化物的毒性与其反应活性和结构有关，对盐而言，则是离解出氟离子的能力。可溶的氟化物，例如最常见的 NaF，具有适度的毒性，但已有与急性中毒有关联的事故及自杀个案被报道出来。尽管最小致死剂量尚不清楚，已经有报道称 4g NaF 对一个成年人足以致命。少至 0.2g 的氟硅酸钠 ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ) 及其含氟更多的化合物可以致死，时间约为 5-12 小时。其致毒机理为，氟离子会与血液中的钙离子结合，生成不溶的氟化钙，从而进一步造成低血钙症。由于钙对神经系统至关重要，其浓度的降低可以是致命的。相应的治疗则包括用稀氢氧化钙或氯化钙溶液以防止进一步的氟吸收，并且注射葡萄糖酸钙以补充血钙。氟化氢在相比之下更加危险，因为它具有腐蚀性和挥发性，因此可通过吸入或皮肤吸收而进入人体，造成氟中毒。葡萄糖酸钙是常用的解毒剂。

### (3) 多环芳烃

多环芳烃 (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons PAHs) 是分子中含有两个以上苯环的碳氢化合物，截止 2013 年 4 月份已知的多环芳烃约有 200 多种。

多环芳烃大部分是无色或淡黄色的结晶，个别具深色，熔点及沸点较高，蒸气压很小，大多不溶于水，易溶于苯类芳香性溶剂中，微溶于其他有机溶剂中辛醇-水分配系数比较高。多环芳烃大多具有大的共扼体系，因此其溶液具有一定荧光。一般说来，随多环芳烃分子量的增加，熔沸点升高，蒸气压减小。多环芳烃的颜色、荧光性和溶解性主要与多环芳烃的共扼体系和分子苯环的排列方式有关。随 p 电子数的增多和 p 电子离域性的增强，颜色加深、荧光性增强，紫外吸收光谱中的最大吸收波长也明显向长波方向移动；对直线状的多环芳烃，苯环数增多，辛醇-水分配系数增加，对苯环数相同的多环芳烃，苯环结构越“团簇”辛醇-水分配系数越大。多环芳烃化学性质稳定。当它们发生反应时，趋向保留它们的共扼环状系，一般多通过亲电取代反应形成衍生物并代谢为最终致癌物的活泼形式。

多环芳烃广泛存在于人类生活的自然环境如大气、水体、土壤、作物和食品中。环境中存在的 PAHs 人为来源包括：(1) 废物焚烧和化工燃料不完全燃烧产生的烟气（包括汽车尾气）；(2) 工厂排出物；(3) 水体中的 PAHs 主要来源于工业废水、大气降落物、表面敷沥青道路的径流及污染土壤的沥滤流。(4) 室内 PAHs 则来源于取暖、烹饪以及吸烟等，由含碳氢化合物不完全燃烧产生。

常见的具有致癌作用的多环芳烃多为四到六环的稠环化合物。国际癌症研究中心（IARC）（1976年）列出的94种对实验动物致癌的化合物，其中15种属于多环芳烃。由于苯并(a)芘是第一个被发现的环境化学致癌物，而且致癌性很强，故常以苯并(a)芘作为多环芳的代表，它占全部致癌性多环芳烃1%-20%，此外还包括萘、苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(k)蒽、二苯并(a,h)蒽、茚并(1,2,3-cd)芘等。

### 2.4.3 污染物在环境介质中的迁移分析

根据水文地质资料和前述分析，该地块土壤若存在污染物，其污染扩散途径包括为

#### （1）污染物通过地表下渗造成污染

通过对该地块内主要生产工艺分析可知，贵州正大公司长期生产、物料和废物堆存过程，重金属、VOC、SVOC等污染物质容易在设备安装区域富集，并沿地表防渗层开裂区域逐渐下渗，对表层土壤产生不同程度污染，污染物通过雨水淋溶、地面冲洗水冲刷，逐渐向深层土壤中迁移，长期作用可能对下层土壤产生不同程度污染。

#### （2）颗粒物迁移与干湿沉降造成污染

长期生产产生的原料粉尘、金属粉尘、排放废气等污染物受季风与对流影响，通过大气干湿沉降可能对地块内各区域造成不同程度污染。沉积于地表的污染物受雨水淋溶下渗，通过垂直迁移逐渐污染下层土壤。

#### （3）土壤中污染物横向与纵向迁移

进入场地土壤中的污染物可能因地层分布的不同而产生不同程度的水平与垂直迁移。重金属、有机类污染物均可通过渗透性较好的土层向下迁移，遇到连续的基岩层或隔水层则可能沿地下水流向产生横向迁移，已迁移至深层土壤中的挥发性有机物可以通过不断挥发迁移至浅层及地表区域。

## 2.5 污染识别小结

通过对该地块相关资料进行分析总结，结合场地现场探勘与人员访谈了解情

况，经分析整理得到该地块污染识别结论如下：

通过对调查场地生产历史情况、主要原辅材料使用及产品情况、主要生产工艺及相关污染物排放与处理方式等资料进行分析，结合现场踏勘与人员访谈结果初步确认生活区、办公区和绿化区域存在污染可能性较低，生产区存在疑似污染。主要污染途径为生产过程及污染物堆存过程中污染物通过地表下渗造成污染，磷石膏堆场的泄漏污染，粉尘及飘尘颗粒物沉降等过程造成污染。场地可能存在部分重金属（砷、铬、镉、铅、汞、铜、镍、锌等）、氟化物、磷、部分挥发性和半挥发性有机物污染。

为了全面识别场地污染物类型，在下一步的调查确认采样阶段，尽可能对所识别出的污染物进行检测分析，判断该地块土壤是否受到污染及可能污染程度。

## 3 地质情况调查

### 3.1 地质调查情况

- (1) 调查单位：中化明达贵州地质工程有限公司；
- (2) 调查时间：2019年3月16日-2019年3月23日；
- (3) 调查过程概况：本次勘察采用工程地质调查、机械岩芯钻探、岩土室内测试、勘探点测设、搜集资料等综合手段进行。

### 3.2 地质勘查技术原则

为保证勘察质量及施工顺利进行，每个钻孔均按如下技术要求施工：

- (1) 根据设计钻孔深度及预测的堆积物厚度确定钻孔开孔口径，用 $\phi 108\text{mm}$  钻具开孔，并进行相应的跟管钻进；
- (2) 岩层清水合金钻进，严禁“超管钻进”；
- (3) 岩层钻进过程中，如遇软弱异常情况、溶洞等，必须起钻停水，进行无水干钻，采集标本样进行观查描述；
- (4) 岩芯采取率严格按完整和较完整岩体不低于 80%，对较破碎和破碎岩体不低于 65%进行控制；
- (5) 钻孔简易水文观测：为查明地下水位，钻探施工时对钻孔初见水位、终孔水位及钻孔返、漏水情况等必须作详细观测。

本次勘察实际施工钻孔 23 个，进尺为 149m，钻探控制深度满足初步调查的相关规范要求。

### 3.3 地质构造

根据区域地质资料,拟建场地属扬子准地台之黔北台隆之遵义断拱之贵阳复杂构造变形区，处于龙里城中断层北侧，区内为单斜构造。根据调查及区域地质资料显示，场地无大断裂通过，次级所裂在助察过程中亦未见及，根据场地内基岩露头及钻探揭露，场地下伏基岩为石炭系下统摆佐组(C1b)白云岩，岩体连续，

岩层单斜产出，产状为  $195^{\circ} \angle 68^{\circ}$ ，由于受地质构造应力等因数的影响。次生构造如节理、褶皱等较发育。

### 3.4 土层分布条件

根据现场钻孔调查，并结合水文地质资料，场地岩土主要为素填土（Qml）、淤泥（Qml）、红粘土（Qel+dl）、石炭系下统摆佐组(C1b)白云岩，现分述如下：

（1）素填土(Qml)：黄色，主要由粘土、碎石构成，粘土含量 85%左右。回填时间 10 年左右，已完成自重固结。本次施工钻孔均有分布，厚度 0.2~5.1m。

（2）淤泥（Qml）：黑色—灰褐色，含腐质层，有臭味。本次施工的钻孔中 ZK6、ZK8、ZK11、ZK14、ZK15、ZK17、ZK18 及 ZK20 揭露，厚 0.3~1.70m，分布不均匀，残坡积形成。

（3）可塑红粘土(Qel+dl)：棕红色—褐黄色，可塑，粘性好，稍湿，结构致密，切面光滑，可见风化颗粒及白色、黑色夹杂物，表层含少量植物根茎及有机质，中下部含少量风化残屑，残坡积形成。该地块内钻孔大部分出现。

（4）石炭系下统摆佐组(C1b)白云岩：灰色、浅灰色，中厚层状，细—中晶结构，节理裂隙较发育、结构面见铁质侵染呈褐红色，岩芯较破碎，岩质较硬，岩性脆，岩芯多呈短柱状及块状。整个场地均有分布，采取率一般在 50%~70%，RQD 在 45%~63%，为中风化白云岩。

该地块所在区域的水文地质图见附图 2，各个钻孔的孔柱状图和水文地质剖面图见附图 3。

### 3.5 地下水分布条件

场区区域处于溶蚀洼地地带，地势相对较低，场地地下水主要为土层中的上层滞水和基岩内的岩溶裂隙水。按场区地下水的含水类型、富水性及岩层间的水力联系，将场地内地下水类型划分为第四系松散层孔隙水和基岩裂隙水。

第四系松散层孔隙水赋存于填土、粘土中，埋藏浅，水量小，主要受地表降水影响，季节变化大。场区基岩节理裂隙发育，易形成基岩裂隙水运移，主要以裂隙水和岩溶管道水的形式赋存，基岩裂隙水的分布和水量也不均匀。在岩溶裂

隙发育地段，地下水相对丰富，在岩溶弱发育地段，含水性稍差。场地地下水水量主要受岩溶发育程度、岩溶裂隙充填性质、连通性等诸多因素的影响，地下水流速度主要受含水介质及岩溶裂隙的连通性控制，场地地下水具有富水性中等，含水不均匀的岩溶地下水特点。

经对施工钻孔作简易水文观测，现场钻孔多数返水，少数为干孔，判定该地块地下水埋藏较深，本次勘察钻探控制深度范围内，本次勘探未揭露地下水。结合现场调查情况，周边未发现地下水出露泉点，人员访谈时，通过向周边居民询问，厂区周边无地下水井。

## 4 初步采样和分析

### 4.1 采样方案

#### 4.1.1 土壤采样方案

##### (1) 采样点位布设

①根据场地环境调查相关结论确定的地理位置、场地边界及各阶段工作要求，确定布点范围。再结合场区资料及生产工艺，采用专业判断和随机布点相结合的方法进行点位布设。根据原有资料可知原饲料磷酸氢钙、硫酸生产区和磷石膏堆场的位置，将其作为潜在污染明确的场地，故可采用专业判断法在原厂址区域布点，其余地块则采用系统随机布点法，共布设 22 个点位，并在场地周围清洁土壤设置 1-3 个对照点，以考察地块内潜在污染区域的污染情况。

②根据北京市《场地环境评价导则》（DB11/T656-2009），采用网格布点法对地块进行后续加密布点，以保证点位布设的科学性、系统性与全面性。并根据表 4.2-1，利用内插法确定土壤采样点最低数目和网格的大小，计算公式如下：

$$Y = Y_1 + \frac{(Y_2 - Y_1)}{(X_2 - X_1)} \times (X - X_1) = 28 + \frac{(50 - 28)}{(500000 - 100000)} \times (146244.51 - 100000) = 30.5$$

其中：Y<sub>1</sub>、Y<sub>2</sub>为土壤采样最低数目；X<sub>1</sub>、X<sub>2</sub>对应场地面积；X为某区段的插入值；Y为对应于X由内插法计算而得的土壤采样点最低数目。

表 3.2-1 土壤采样布点最低数目

场地面积 m <sup>2</sup>	土壤采样点最低数目
100000	28 (60m×60m)
500000	50 (100m×100m)

综上，本地块内需布设土壤采样点 31 个，网格边长为 69m。但由于生活区、办公区和部分厂区在历史上涉及工业生产的区域很小，土地类型以林地、耕地以及水泥固化地面为主，故本次调查重点关注生产区和磷石膏堆场等涉及工业生产的区域。结合场地实际情况，采用专业判断与随机布点相结合的方法在潜在污染区域布设 23 个土壤监测点，采样点位布设见附图 1。

③在场地边界选择在一定时间内未经外界扰动的清洁土壤设置 1~3 对照



点，采集表层土壤及深层土壤样品，且尽可能保持对照点采样深度与场地内土壤样品采样深度一致。

#### (2) 确定采样深度

根据场地的地质特征，初步设定土壤（包括对照点）采样深度为 10m，并根据《场地环境监测技术导则》（HJ25.2—2014），设定采样层位分别为 0.2m、0.5m、1.0m、3.0m、5.0m、7.0m、10.0m。一般情况下，应根据场地环境调查结论及现场情况确定深层土壤的采样深度，最大深度应直至未受污染的深度为止，故实际采样深度根据现场水文地质调查等情况进行修正和调整。

### 4.1.2 地下水采样方案

#### (1) 地下水点位布设

根据《场地环境监测技术导则》（HJ25.2—2014）以及《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004），本次场地环境调查拟在地下水流场上、下游方向、场地内各设置 1 口监测井，用于摸清场地地下水水质情况，确认场地浅层地下水是否受到污染及其受污染的程度。

#### (2) 地下水采样深度

根据搜集的水文地质资料，调查地块所在项目区地下水以大气降水为主要补给源，地下水水位埋深 5.9-8.7m，场地水位高程为 1082.11-1084.67m，场地水位随季节变幅 1.5m 左右，故初步设定地下水监测井钻孔深度为 10m。实际调查过程中，井深需根据水文地质条件进行合理调整。

### 4.1.3 地表水点位设置

本次调查场地内无流经的或汇集的地表水，故不对区域地表水进行监测。

### 4.1.4 环境空气监测点位设置

场地中不存在生产车间、原料或废渣贮存场等污染较集中的区域，且无嗅觉不适，故不进行环境空气监测。

## 4.2 现场采样

### 4.2.1 采样前准备

现场采样应准备的材料和设备包括：

定位仪器。如卷尺、RTK、经纬仪、水准仪等用于在现场确定采样点具体位置和地面标高。

现场探测设备。如金属探测器或探地雷达等设备探测地下障碍物，确保采样位置避开地下电缆、管线、沟、槽等地下障碍物；水位仪用于测量地下水位。

快速检测仪器。如手持式 VOC 检测仪、手持式重金属快速检测仪和便携式水质参数仪等。

调查信息记录装备。

土壤和地下水取样设备。如潜水泵用于地下水取样，针筒用于土壤挥发性有机物取样，木铲用于表层土壤采集。

样品的保存装置。如各类试剂瓶和样品的保护试剂等。

安全防护装备。

### 4.2.2 采样点位布设

#### （1）采样点位和数量

根据现场情况及污染识别阶段的结果，本次初步调查共采集土壤样品 23 个（其中清洁对照点 1 个），即 ZK01-ZK23，采样点分布图见图 4.2-1、图 4.2-2、图 4.2-3。采样点位的布设主要分布在原贵州正大公司厂区生产区域和堆场，且重点关注罐区、设备安装区等污染物可能富集区域，且在历史存在过的沥青搅拌站和龙里万通汽车检测公司厂区也有点位覆盖。

图 4.2-1 原正大实业有限公司地块采样点分布图

图 4.2-2 沥青搅拌站采样点分布图

图 4.2-3 汽车检修厂采样点分布图

(2) 采样深度

根据场地的地质特征，初步设定土壤（包括对照点）采样深度为10m，并根据《场地环境监测技术导则》（HJ25.2—2014），设定采样层位分别为0-0.2m、0.2-0.5m、0.5-1.0m、1.0-3.0m、3.0-5.0m、5.0-7.0m、7.0m以下。采样深度的的计数从地表非土壤硬化层开始计算，采样从扣除硬化层开始。

采样点位信息与深度见表4.2-1，现场采样图片见图4.2-4。

表4.2-1 采样点信息表

点位编号	点位经纬度		取样深度	点位位置		
	东经	北纬		原正大地块	现伯爵·阳光里	历史使用情况
ZK01	106°57'52.76"	26°27'33.73"	1.5m	硫酸生产区	2#地块	汽车检测厂
ZK02	106°57'55.79"	26°27'38.15"	0.2m	磷石膏堆场	1#地块	/
			0.5m			
			1.0m			
			2.0m			
			3.0m			
			5.0m			
ZK03	106°57'52.24"	26°27'33.75"	2.0m	硫酸生产区 (硫酸储罐区)	2#地块	汽车检测厂
			2.5m			
			3.5m			
ZK04	106°57'57.84"	26°27'38.20"	0.2m	磷石膏堆场	1#地块	/
			0.5m			
			1.0m			
			2.0m			
			3.0m			
			5.0m			
ZK05	106°57'59.77"	26°27'37.11"	0.2m	饲料磷酸氢钙生产区(露天设备)	3#地块	/
			0.5m			
			1.0m			
			2.0m			
			3.0m			
			5.8m			
ZK06	106°57'53.27"	26°27'40.01"	0.2m	道路	1#地块	/
			0.5m			
			1.0m			
			2.0m			

点位 编号	点位经纬度		取样深度	点位位置		
	东经	北纬		原正大地块	现伯爵·阳光里	历史使用情况
ZK07	106°57'52.84"	26°27'42.63"	0.2m	厂界边缘	1#地块	/
			0.5m			
			1.0m			
			2.0m			
			3.0m			
ZK08	106°57'53.62"	26°27'40.90"	0.2m	磷石膏堆场	1#地块	/
			0.5m			
			1.0m			
			2.0m			
			3.0m			
			5.0m			
ZK09	106°57'58.78"	26°27'37.54"	0.2m	饲料磷酸氢 钙生产区(沉 淀池)	3#地块	/
			0.5m			
			1.0m			
			2.0m			
			3.0m			
			5.0m			
ZK10	106°57'59.04"	26°27'36.12"	0.2m	饲料磷酸氢 钙生产区(沉 淀池)	3#地块	/
			0.5m			
			1.0m			
ZK11	106°57'55.69"	26°27'36.03"	0.2m	硫酸、水泥生 产区(堆场)	2#地块	/
			0.5m			
			1.0m			
			2.0m			
			3.0m			
			5.0m			
			7.0m			
ZK12	106°57'57.85"	26°27'34.95"	0.2m	饲料磷酸氢 钙生产区(沉 淀池)	3#地块	/
			0.5m			
			1.0m			
			3.0m			
ZK13	106°57'58.30"	26°27'34.10"	0.2m	饲料磷酸氢 钙生产区(空 地)	3#地块	/
			0.5m			
			1.0m			
			2.0m			
			3.0m			
			5.0m			

点位 编号	点位经纬度		取样深度	点位位置		
	东经	北纬		原正大地块	现伯爵·阳光里	历史使用情况
			7.0m			
ZK14	106°57'54.61"	26°27'32.71"	0.2m	饲料磷酸氢 钙生产区(重 钙库)	3#地块	/
			0.5m			
			1.0m			
			2.0m			
			3.0m			
			5.0m			
ZK15	106°57'55.17"	26°27'32.34"	0.2m	饲料磷酸氢 钙生产区(中 和车间)		/
			0.5m			
			1.0m			
ZK16	106°57'49.72"	26°27'36.05"	0.2m	硫酸、水泥生 产区(锅炉)	2#地块	/
			0.5m			
			1.0m			
ZK17	106°57'52.39"	26°27'29.43"	0.2m	饲料磷酸氢 钙生产区(库 房)	3#地块	/
			0.5m			
			1.0m			
ZK18	106°57'50.85"	26°27'37.16"	0.2m	硫酸、水泥生 产区(堆场)	2#地块	/
			0.5m			
			1.0m			
			2.0m			
			3.0m			
			5.0m			
ZK19	106°57'49.48"	26°27'34.87"	0.2m	硫酸、水泥生 产区(厂房)	2#地块	/
			0.5m			
			1.0m			
			2.0m			
			3.0m			
ZK20	106°57'52.62"	26°27'27.92"	0.2m	饲料磷酸氢 钙生产区(厂 房)	3#地块	临时沥青搅拌 站
			0.5m			
			1.0m			
			2.0m			
			3.0m			
ZK22	106°57'52.76"	26°27'31.84"	0.2m	饲料磷酸氢 钙生产区(罐 区)	3#地块	/
			0.5m			
			1.0m			
			2.0m			
			3.0m			

点位 编号	点位经纬度		取样深度	点位位置		
	东经	北纬		原正大地块	现伯爵·阳光里	历史使用情况
ZK23	106°57'51.85"	26°27'45.05"	0.2m	对照点（树林）		树林
			0.5m			
			1.0m			
			2.0m			
			3.0m			
ZK21	106°57'52.62"	26°27'27.92"	—	/	3#地块	

备注：ZK21 孔桩 0~0.7m 为素填土，0.7m 以下为白云岩，钻孔深度 1.7m 为见土壤。

图 4.2-4 现场钻孔部分土样

### (3) 未能开展调查区域说明

原贵州正大公司堆场区域靠三林路一侧未布设点位，因原堆场区域已开始施工建设，即现伯爵·阳光里 1#地块，故无法进行均匀的点位布设，则选择原堆场区域的未被扰动土壤进行钻孔采样；该地块北面角落原为绿化区域，且因钻机移动难度较大等问题，在北面角落未设置钻孔点位；该地块西北侧的原生活区域现为龙里县特警队，无法进行钻孔采样；龙里万通汽车监测有限公司仍在正常使用，厂区内地下管线错综复杂且无法确定其准备位置，以防破坏管线影响正常使用，故仅在可识别无管线区域设置 2 个点位。

## 4.2.3 采样方法

### (1) 土壤样品采集

#### ①挥发性有机物

由于 VOCs 样品的敏感性，取样时要严格按照取样规范进行操作，否则采集的样品可能丢失代表性。并在采样过程中采样 PID 进行快速检测，VOCs 样品的采集步骤如下：

a、采样前，应采用弯刀刮去表层约 2cm 厚的土壤，排除因取样管接触或空气暴露造成的 VOCs 损失。

b、迅速使用针管取样器进行取样，并转移至加有甲醇保护液的 VOCs 棕色玻璃瓶中，密封保存。

c、VOCs 样品需要在 4℃ 以下保存，保存期限为 7 天。

#### ②非挥发性有机物

非挥发性有机物包括半挥发性有机物和重金属等。为确保样品具有代表性，本次调查过程中的取样应采用 VOCs 样品的取样方法，非挥发性有机物土壤样品取出后，采用专用的广口样品瓶（500mL）装满（零顶空），密封。并在采样过程中使用手持式 XRF 进行重金属快速检测。

根据《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004），采样时各个样品的储存容器、可储存时间和储存温度见表 4.2-2。

## （2）样品流转

样品运输过程中均采用保温箱保存，以保证样品对低温的要求，且严防样品的损失、混淆和污染，直至最后到达检测单位分析实验室，完成样品的实验室安置。

### 4.2.4 现场采样质量控制

#### （1）仪器校准和清洗

在现场检测设备使用前将预先对设备进行校正。

为防止样品之间的交叉污染，所有取样设备，事先都进行清洗，在采样点位变动时，要求再一次进行清洗。设备清洗程序如下：人工去除设备上的积土后，用自来水擦洗；用无磷洗洁剂清洗；用自来水冲洗；最后用离子水冲洗并晾干。

#### （2）规范采样

在采集土样、进行重金属等快速检测及土壤样品装瓶时，始终使用干净的一次性丁腈手套。每个土样的采集，从土样从机械上剥离，到土样灌装入样品瓶的全过程，需在使用新的一次性手套的状态下完成。

地下水监测井安装后，严格进行疏浚洗井。每一口监测井的洗井与样品采集使用的贝勒管不得混用。

在样品瓶的标签和瓶盖上同时书写样品名称，避免样品混淆。

土壤采集时应对采集过程进行书面记录，主要包括：样品名称和编号；气象条件；采样时间；采样位置；采样深度；样品的颜色、气味、质地等；现场检测结果；采样人员等。地下水采样时监测井应有建井记录，采样应有洗井和采样记录。采样结束前核对当日采样的计划、记录，采样标签等信息，如有遗漏，应立即才不或重采。所有现场采集的样品均放置于实验室提供的干净样品瓶中。

#### （3）质量控制样品



质量控制样品（如现场平行样）是在采样的同时额外采集一个样品，以此来检测样品采集和分析过程中是否出现错误，如交叉污染的可能性、采样方法正确与否后分析方法的可靠性。同时，从质量控制样可以分析样品从不同的地点和深度采集时可能出现的随机变化，以及分析样品是否具有代表性。

为确保样品检测质量，在现场采样过程中设定现场平行样，进行质量控制，平行样的数量主要遵循以下原则：样品总数不足 10 个时设置 1 个平行样；超过 10 个时，每 10 个样品设置 1 个平行样。

#### （4） 样品保存和流转中的质量控制

土壤样品与水样采集后严格按照表 5.4-2 和表 5.4-3 中的方法保存样品。检测挥发性有机化合物样品在分析前，不应作任何处理以免扰动样品造成分析误差。另外对于光线敏感度高的物质，需盛装在不透明的容器中或将容器以铝箔包覆。

在样品保存、运输等各个环节都必须严格遵守各监测标准规范，考虑到采样地点与分析地点有一定距离，采样车内配备便携式冰箱，采样人员应根据不同项目的要求，进行有效处理和保管，指定专人运送样品并与实验室人员交接登记。

样品交接员与送样者双方应在送样单上签名，送样单及采样记录表由双方各存一份备查。交接过程中如发现编号错乱、盛样容器种类不符合要求或采样不符合要求，应立即查明原因补采或重采，避免造成人为缺测。

样品运输跟踪单提供了一个准确的文字跟踪记录，来表明每个样品从采样到实验室分析全过程的信息。样品跟踪单被用来说明样品的采集和分析要求。现场专业技术人员在样品跟踪单上记录的信息主要包括：样品采集的日期和时间；样品编号；采样容器的数量和大小，以及样品分析参数等内容。

所有样品均在冷藏状态下到达实验室。采集的样品放入装有固态冰的保温箱中，土壤样品现场尽量控制两天送一批样品。

**表 4.2-2 土壤样品检测指标及保存方法**

序号	污染物项目	储存容器	储存温度（℃）	保存时间	备注
重金属和无机物					
1	pH	聚乙烯瓶	<4	-	
2	总磷	聚乙烯瓶	<4	-	
3	氟化物	聚乙烯瓶	<4	-	

序号	污染物项目	储存容器	储存温度 (°C)	保存时间	备注
4	砷	聚乙烯瓶	<4	180d	
5	镉	聚乙烯瓶	<4	180d	
6	铬 (六价)	聚乙烯瓶	<4	1d	
7	铜	聚乙烯瓶	<4	180d	
8	铅	聚乙烯瓶	<4	180d	
9	汞	玻璃瓶	<4	28d	
10	镍	聚乙烯瓶	<4	180d	
挥发性有机物					
11	四氯化碳	棕色玻璃瓶	<4	7	
12	氯仿	棕色玻璃瓶	<4	7	
13	氯甲烷	棕色玻璃瓶	<4	7	
14	1,1-二氯乙烷	棕色玻璃瓶	<4	7	
15	1,2-二氯乙烷	棕色玻璃瓶	<4	7	
16	1,1-二氯乙烯	棕色玻璃瓶	<4	7	
17	顺-1,2-二氯乙烯	棕色玻璃瓶	<4	7	
18	反-1,2-二氯乙烯	棕色玻璃瓶	<4	7	
19	二氯甲烷	棕色玻璃瓶	<4	7	
20	1,2-二氯丙烷	棕色玻璃瓶	<4	7	
21	1,1,1,2-四氯乙烷	棕色玻璃瓶	<4	7	
22	1,1,1,2,2-四氯乙烷	棕色玻璃瓶	<4	7	
23	四氯乙烯	棕色玻璃瓶	<4	7	
24	1,1,1-三氯乙烷	棕色玻璃瓶	<4	7	
25	1,1,2-三氯乙烷	棕色玻璃瓶	<4	7	
26	三氯乙烯	棕色玻璃瓶	<4	7	
27	1,2,3-三氯丙烷	棕色玻璃瓶	<4	7	
28	氯乙烯	棕色玻璃瓶	<4	7	
29	苯	棕色玻璃瓶	<4	7	
30	氯苯	棕色玻璃瓶	<4	7	
31	1,2-二氯苯	棕色玻璃瓶	<4	7	
32	1,4-二氯苯	棕色玻璃瓶	<4	7	
33	乙苯	棕色玻璃瓶	<4	7	
34	苯乙烯	棕色玻璃瓶	<4	7	
35	甲苯	棕色玻璃瓶	<4	7	
36	间二甲苯+对二甲苯	棕色玻璃瓶	<4	7	
37	邻二甲苯	棕色玻璃瓶	<4	7	
半挥发性有机物					
38	硝基苯	棕色玻璃瓶	<4	10	采样
39	苯胺	棕色玻璃瓶	<4	10	样

序号	污染物项目	储存容器	储存温度 (°C)	保存时间	备注
40	2-氯酚	棕色玻璃瓶	<4	10	瓶 装 满 装 实 并 密 封
41	苯并[a]蒽	棕色玻璃瓶	<4	10	
42	苯并[a]芘	棕色玻璃瓶	<4	10	
43	苯并[b]荧蒽	棕色玻璃瓶	<4	10	
44	苯并[k]荧蒽	棕色玻璃瓶	<4	10	
45	蒽	棕色玻璃瓶	<4	10	
46	二苯并[a, h]蒽	棕色玻璃瓶	<4	10	
47	茚并[1,2,3-cd]芘	棕色玻璃瓶	<4	10	
48	萘	棕色玻璃瓶	<4	10	

## 4.3 样品检测

### 4.3.1 现场快速检测

对采集到的土壤、地下水，调查人员通过现场感观判断和快速测试，初步判断样品的污染可能。对判定存在污染或怀疑存在污染的样品，送至专业实验室进行分析测试。

现场感观判断主要通过调查人的视觉、嗅觉、触觉，判断土壤、地下水等样品是否有异色、异味等非自然状况。当样品存在异常情况时，应在采样记录中进行详实描述，并考虑进行进一步现场或实验室检测分析。当样品存在明显的感观异常，以致造成强烈的感观不适（如强烈刺激性异味），应初步判定样品存在污染。本次调查中，针对各种样品计划采用的快速测试手段如表 4.3-1 所示。

表 4.3-1 现场快速鉴别测试手段

样品类型	快速鉴别测试手段
土壤	XRF (X-射线荧光分析仪)
	PID (光离子化检测器)
地下水	pH 测定仪, 电导率测定仪
	感观判断 (观察油花、异味、异色)

#### (1) 光离子化检测器 (PID)

光离子化检测器 (Photoionization Detector, PID) 是一种通用性兼选择性的检测器，主要由紫外光源和电离室组成，中间由可透紫外光的光窗相隔，窗材料采用碱金属或碱土金属的氟化物制成。在电离室内待测组分的分子吸收紫外光能

量发生电离，选用不同能量的灯和不同的晶体光窗，可选择性地测定各种类型的化合物。

样品现场 PID 快速检测分为三个步骤：

1) 取一定量（约 1kg）的土壤样品于自封袋内，保持适量的空气（同一地块不同样品测定应注意土壤及空气量保持一致）；

2) 待土壤中有机物挥发一段时间后，将 PID 探头插入自封袋，检测土壤气中的有机物含量；

3) 读取屏幕上的读数。

空白测定：测量部分样品后，需测定空白自封袋内气体的 PID，除不加入土壤样品外，其他与土壤样品的 PID 测定相同。

## (2) X-射线荧光分析仪 (XRF)

X-射线荧光分析仪 (XRF) 由于能快速、准确的对土壤样品中含有的铅 (Pb)、镉 (Cd)、砷 (As)、银 (Hg)、铬 (Cr) 及其它元素进行检测，而被广泛的应用于地质调查的野外现场探测中。XRF 由四个主要部件组成，分别为探测器、激励源 (X 射线管)、数据采集/处理单元及数据/图像观察屏幕。

样品 XRF 分析包括以下三个步骤：

1) 土壤样品的简易处理。将采集的不同分层的土壤样品装入自封袋保存，在检测之前人工压实、平整。

2) 瞄准和发射。使用整合型 CMOS 摄像头和微点准直器，可对土壤样品进行检测。屏幕上播放的视频表明所分析的点区域，还可在内存中将样件图像归档，以备日后制作综合检测报告之用。

3) 查看结果，生成报告。XRF 的 PC 机报告制作软件可方便用户在现场立即生成报告，报告中可包含分析结果、光谱信息及样件图像。

现场快速检测图片见图 4.3-1，现场快速检测记录表见附件 4。

图 4.3-1 现场快速检测

## 4.3.2 实验室检测

### (1) 样品前处理

样品采集后进行前处理。

现场采集的样品于风干室内风干，风干室朝南（严防阳光直射土样），通风

良好，整洁，无尘，无易挥发性化学物质。样品于白色搪瓷盘风干，摊成 2~3 cm 的薄层，用木锤进行压碎，并经常翻动，拣出碎石、砂砾、植物残体。

在磨样室将风干的样品倒在有机玻璃板上，用木锤敲打，用木滚再次压碎，拣出杂质，混匀，并用四分法取压碎样，过孔径 0.85mm(20 目)尼龙筛。过筛后的样品全部置无色聚乙烯薄膜上，并充分搅拌混匀，再采用四分法取其两份，一份交样品库存放，另一份作样品的细磨用。粗磨样可直接用于土壤 pH 等项目的分析。

用于细磨的样品再用四分法分成两份，一份研磨到全部过孔径 0.25mm（60 目）筛，用于土壤有机质等项目分析；另一份研磨到全部过孔径 0.15mm（100 目）筛，用于土壤元素全量分析。

研磨混匀后的样品，分别装于样品袋或样品瓶内，土壤标签填写一式两份，瓶内或袋内一份，瓶外或袋外贴一份。

## （2）检测项目及分析方法

通过对生产工艺以及产污环节的分析，根据《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）和《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）规定，判断本地块的潜在特征污染物，设置有针对性的检测项目。因此，为使调查工作更具科学性和有效性，除了对《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中规定的 45 项基本指标进行检测外，还增加了磷和氟化物两个特征污染物。土壤样品检测分析项目及对应分析方法见表 4.3-2。

表 4.3-2 土壤检测分析方法

序号	检测项目	检测标准（方法）	使用仪器		方法检出限
			仪器名称	型号	
重金属和无机物					
1	pH	《土壤监测 第二部分：土壤 pH 的测定》 (NY/T 1121.2-2006)	pH 计	PHS-3C	0.01(精密密度)
2	总磷	《土壤 总磷的测定 碱熔-钼锑抗分光光度法》 (HJ 632-2011)	紫外可见分光光度计	752B	10.0 mg/kg

序号	检测项目	检测标准（方法）	使用仪器		方法检出限
			仪器名称	型号	
3	氟化物	《土壤质量 氟化物的测定 离子选择电极法》 (GB/T 22104-2008)	氟离子电极	PF-1-01	12.5mg/kg
4	砷	《土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法 第二部分：土壤中总砷的测定》 (GB/T 22105.2-2008)	原子荧光光度计	230E	0.01 mg/kg
5	镉	《土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法》 (GB/T 17141-1997)	原子吸收分光光度计	AA-6880	0.01 mg/kg
6	铬（六价）	碱消解/比色法 USEPA3060a:1996/USEPA7196a:1992	原子吸收分光光度计	AA-7003	1.0mg/kg
7	铜	《土壤质量 铜、锌的测定 火焰原子吸收分光光度法》 (GB/T 17138-1997)	原子吸收分光光度计	AA-6880 F/AAC	1mg/kg
8	铅	《土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法》 (GB/T 17141-1997)	原子吸收分光光度计	AA-6880	0.1 mg/kg
9	汞	《土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法 第一部分：土壤中总汞的测定》 (GB/T 22105.1-2008)	原子荧光光度计	230E	0.002 mg/kg
10	镍	《土壤质量 镍的测定 火焰原子吸收分光光度法》 (GB/T 17139-1997)	原子吸收分光光度计	AA-6880	5mg/kg
有机物					
11	四氯化碳	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 (HJ 605)	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/5977AMS D	0.01mg/kg
12	氯仿	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 (HJ 605)	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/5977AMS D	0.01mg/kg
13	氯甲烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 (HJ 605)	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/5977AMS D	0.01mg/kg
14	1,1-二氯乙烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 (HJ 605)	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/5977AMS D	0.01mg/kg
15	1,2-二氯乙烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 (HJ 605)	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/5977AMS D	0.01mg/kg
16	1,1-二氯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 (HJ 605)	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/5977AMS D	0.01mg/kg

序号	检测项目	检测标准（方法）	使用仪器		方法检出限
			仪器名称	型号	
17	顺-1,2-二氯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ 605）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.01mg/ kg
18	反-1,2-二氯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ 605）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.01mg/ kg
19	二氯甲烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ 605）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.01mg/ kg
20	1,2-二氯丙烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ 605）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.01mg/ kg
21	1,1,1,2-四氯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ 605）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.01mg/ kg
22	1,1,2,2-四氯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ 605）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.01mg/ kg
23	四氯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ 605）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.01mg/ kg
24	1,1,1-三氯乙烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ 605）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.01mg/ kg
25	1,1,2-三氯乙烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ 605）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.01mg/ kg
26	三氯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ 605）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.01mg/ kg
27	1,2,3-三氯丙烷	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ 605）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.01mg/ kg
28	氯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ 605）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.01mg/ kg
29	苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ 605）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.01mg/ kg
30	氯苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ 605）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.01mg/ kg
31	1,2-二氯苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ 605）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.01mg/ kg

序号	检测项目	检测标准（方法）	使用仪器		方法检出限
			仪器名称	型号	
32	1,4-二氯苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ 605）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.01mg/ kg
33	乙苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ 605）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.01mg/ kg
34	苯乙烯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ 605）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.01mg/ kg
35	甲苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ 605）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.01mg/ kg
36	间二甲苯+对二甲苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ 605）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.01mg/ kg
37	邻二甲苯	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ 605）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.01mg/ kg
38	硝基苯	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》（HJ834）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.09mg/ kg
39	苯胺	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》（HJ834）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.1mg/k g
40	2-氯酚	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》（HJ834）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.06mg/ kg
41	苯并[a]蒽	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》（HJ834）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.1mg/k g
42	苯并[a]芘	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》（HJ834）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.1mg/k g
43	苯并[b]荧蒽	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》（HJ834）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.2mg/k g
44	苯并[k]荧蒽	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》（HJ834）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.1mg/k g
45	蒽	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》（HJ834）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.1mg/k g
46	二苯并[a, h]蒽	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》（HJ834）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/ 5977AMS D	0.1mg/k g



序号	检测项目	检测标准（方法）	使用仪器		方法检出限
			仪器名称	型号	
47	茚并[1,2,3-cd]芘	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》（HJ834）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/5977AMS D	0.1mg/kg
48	萘	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》（HJ834）	气相色谱-质谱联用仪	7890BGC/5977AMS D	0.09mg/kg

### 4.3.3 实验室检测质量控制

实验室质量控制包括实验室内的质量控制（内部质量控制）和实验室间的质量控制（外部质量控制）。前者是实验室内部对分析质量进行控制的过程，后者是指由第三方或技术组织通过发放考核样品等方式对各实验室报出合格分析结果的综合能力、数据的可比性和系统误差做出评价的过程。

每批样品分析时，测定全程序空白样，且每批样品至少测定两个实验室空白值（含前处理）。全程序空白样测定值应小于方法检出限。

每批样品测定时，同步分析样品总数 10% 的室内平行样。并测定 5% 已知浓度的质控样品（或加标样）。加标量以相当于待测组分浓度的 0.5~3 倍为宜，加标总浓度不应大于方法上限的 0.9 倍。如待测组分浓度小于最低检出浓度时，按最低检出浓度的 3~5 倍加标。每批样品测定与样品浓度相近的有证标准物质进行质量自控，其测定结果在其规定范围为合格。

分析人员接到样品后应在样品的保存期内尽快进行分析，同时认真做好原始记录，进行正确的数据处理和有效校核。对于未检出的样品必须给出本实验室使用分析方法的检出限浓度。认真核实和填写监测结果，对监测数据实行严格的三级审核制度，经过校对、校核，最后由授权签字人审定后报出。

#### 4.3.3.1 空白实验

实验过程中，需要以空白样品来反映实验室的基本状况和分析人员的技术水平，如纯水质量、试剂纯度、试剂配制质量、玻璃器皿洁净度、仪器的灵敏度及精密度、仪器的使用和操作、实验室内的洁净状况以及分析人员的操作水平和经验等。在正常情况下，实验室内的空白值通常在很小的范围内波动符合质控标准，且空白中的目标物定量检出不能超过方法检出限，如出现异常，则需停止整个分析流程，并查找实验流程中可能带来污染的原因。本项目中，空白实验以实验

纯水、空白土壤代替实际样品，其他分析步骤及使用试剂与样品测定完全相同的操作过程所测得的数值。具体方法如下：

(1) 土壤样品空白实验方法：

①有机检测项目，用 500°C 马弗炉烘过夜的无水硫酸钠代替实际样品进行空白试验，所有前处理步骤和仪器检测过程与实际样品相同。

②金属及其他无机检测项目，空白样品实验方法为，除容器中不加入任何样品外其他所有步骤均和实际样品做法一致。

(2) 水样空白实验方法：

①用实验室用纯水代替实际样品进行空白实验，所有检测步骤和实际样品一致。

②每批水样采集一个全程序空白样，并同时测定一个实验室空白，检验空白值是否满足分析方法的技术要求，平行空白值是否低于方法检出限。

#### 4.3.3.2 密码平行样

质量管理人员根据实际情况，按一定比例随机抽取样品作为密码平行样，交付检测人员进行测定。若平行样测定偏差超出规定允许偏差范围，应在样品有效保存期内补测；若补测结果仍超出规定的允许偏差，说明该批次样品测定结果失控，应查找原因，纠正后重新测定，必要时重新采样。

#### 4.3.3.3 校准曲线

用校准曲线法进行定量分析时，仅限在其线性范围内使用。必要时，对校准曲线的相关性、精密度和置信区间进行统计分析，检验斜率、截距和相关系数是否满足标准方法的要求。若不满足，需从分析方法、仪器设备、量器、试剂和操作等方面查找原因，改进后重新绘制校准曲线。

#### 4.3.4 数据处理及审核的质量控制

A. 保证监测数据的完整性，确保全面、客观地反映监测结果。

B. 质量监督员对原始数据进行校核。原始记录应有检测人员和校核人员的签名。检测人员负责填写原始记录；校核人员应检查数据记录是否完整、数据是否异常等，并考虑以下因素：检测方法、检测条件、数据的有效位数、数据计算和处理过程、法定计量单位和质量控制数据等。

C. 审核人员应对数据的准确性、逻辑性、可比性和合理性进行审核，重点

考虑以下因素：采样点位；总量与分量的逻辑关系；同一监测点位的同一监测因子，连续多次监测结果之间的变化趋势；同一监测点位、同一时间（段）的样品，有关联的监测因子分析结果的相关性和合理性等。

#### **4.3.5 检测报告的质量控制**

检测单位按照规定的检测方法进行检测，依据检测数据，及时客观、准确、清晰地出具报告，并提供与检测有关的足够完整的信息。报告应使用法定计量单位。技术负责人对检测报告涉及的技术能力负责；授权签字人签发检测报告，对所发检测报告的真实准确负责；报告组相关人员对检测报告编制、数据的一致性、报告的发出及更正负责。

A. 报告人员负责报告的编制、编号、登记、发放及报告副本（或拷贝）的存档与管理。

B. 报告审核人员负责报告的审核。

C. 授权签字人负责检验报告的批准。

D. 质量负责人负责报告质量的监督。

## 5 初步调查结果分析

### 5.1 风险筛选值和空间分布分析方法

#### 5.1.1 风险筛选值

该地块将作为城市建设用地中的居住用地，故污染物筛选标准优先参考《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中涵盖的 45 项基本指标的第一类用地的筛选值，而（GB36600-2018）中并未提及 pH、氟化物和磷这三个指标，因此土壤中 pH 和氟化物的评价参考中国环境科学出版社出版的《中国土壤元素背景值》一书的贵州地区的统计值（见表 5.1-1），磷则根据学术性论文来进行评价。如果样品中污染物的含量超过筛选值中的相应限制，则可以判断该地块受到该污染物的污染，其污染程度可以初步利用污染实测浓度与限制相比较的倍数来说明，即单因子污染指数（ $p_{ij}$ ，无量纲）。 $p_{ij}$  计算公式如下：

$$P_{ij}=c_{ij}/c_{sj}$$

式中： $p_{ij}$ —场地中 j 号监测点 i 污染物的污染指数，无量纲；

$c_{ij}$ —场地中 j 号监测点 i 污染物的实测含量，mg/kg；

$c_{sj}$ —i 污染物的评价标准，mg/kg。

当  $p_{ij} \leq 1$  时，表示场地未受 i 污染； $p_{ij} > 1$  时，表示场地受到 i 污染， $p_{ij}$  值越大，则表示 i 污染越严重。

当具体地块土壤中污染物检测含量超过筛选值，但等于或者低于土壤环境背景值水平的，不纳入污染地块管理。根据表 5.1-2，本地块土壤属于黄壤，砷背景值为 40mg/kg。

表 5.1-1 《中国土壤元素背景值》（贵州地区摘录）

元素名称	最小值	中位值	最大值	算术平均值
氟化物	305	743	3458	1066
pH	4.3	6.6	8.3	6.2

表 5.1-2 各主要类型土壤中砷的背景值

土壤类型	砷背景值 (mg/kg)
棉土、婆土、黑垆土、黑土、白浆土、黑钙土、潮土、绿洲土、砖红壤、褐土、灰褐土、暗棕壤、棕色针叶林土、灰色森林土、棕钙土、灰钙土、灰漠土、灰棕漠土、棕漠土、草甸土、磷质石灰土、紫色土、风沙土、碱土	20
水稻土、红壤、黄壤、黄棕壤、棕壤、栗钙土、沼泽土、盐土、黑毡土、草毡土、巴嘎土、莎嘎土、高山漠土、寒漠土	40
赤红壤、燥红土、石灰(岩)土	60

### 5.1.2 空间分布分析方法

本次调查选用的空间分布分析方法为：反距离加权插值法，该方法的基本原理是控制着权重系数将随着离开一个格网结点距离的增加而下降。对于一个较大的方次，较近的数据点被给定一个较高的权重份额，对于一个较小的方次，权重比较均匀地分配给各数据点。此方法能够较好得体现多个离散数据与整体数据之间的关系，适合用于此类地块土壤环境调查中以反映空间中某项污染物的局部浓度与整体浓度之间的关系。

利用 Excel 将各个土壤监测点的经纬度与该点单项污染因子的监测值进行对应，在运用 ArcGIS 的地统计插值工具对厂区边界内的每个地理位置进行精确插值以预测该点的污染物浓度，以此通过污染物空间分布图反应污染物在地块内的分布趋势。

## 5.2 土壤调查结果分析

### 5.2.1 非重金属

本次调查采样工作中，共布设土壤采样点 23 个，其中对照点位一个(ZK23)，共采集土壤样品 102 个。对所采集的样品进行了 pH、氟化物、总磷含量的检测。

该地块中土壤的 pH 在 4-8.12 之间，在对照点左右波动，且大致在《中国土壤元素背景值》中贵州地区范围内，该地块土壤中的 pH 无明显异常。《中国土壤元素背景值》一书中，氟化物的最小值为 305mg/kg，最大值为 3458mg/kg，中位值为 743mg/kg，算术平均值为 1066mg/kg，4 个地块中的氟化物含量均在贵

州省的范围值内，故该地块土壤未受氟化物污染。根据国内文献（王永壮，陈欣，史奕.农田土壤中磷素有效性及影响因素，应用生态学报.2013,24(1):260-268.）可知，我国南方地区土壤全磷含量为 310-1460mg/kg，该地块的总磷含量大部分低于南方地区的最低浓度水平。

表 5.2-1 土壤非金属检测结果统计

所属区域	土层 m	pH	总磷 (mg/kg)	氟化物 (mg/kg)
磷石膏堆场	0-0.2	5.92-7.52	64.8-241	180.4-916.6
	0.2-0.5	4.88-7.62	46.9-348	108.6-1131
	0.5-1	5.19-7.36	44.8-258	165-492.5
	1-2	5.07-7.96	71.1-263	140.8-630
	2-3	4.82-7.56	51.1-249	215-515.7
	3-5	5.72-7.3	96.4-198	289.2-930
	5-7	4.8	281	438
硫酸、水泥生产车间	0-0.2	4-7.84	58.5-144	482.8-872.1
	0.2-0.5	6.1-7.92	64.8-332	458.8-1890.4
	0.5-1	4.76-8.24	40.6-111	427-1483.4
	1-2	4.2-7.82	76.4-85.9	259.4-1243.9
	2-3	4.63-7.42	74.3-84.8	271.6-1403.4
	3-5	6.64-6.69	60.9-289	728.2-784.7
	5-7	6.41	74.3	947.8
饲料磷酸氢钙生产车间	0-0.2	4.5-8.12	57.4-720	478.7-2363.3
	0.2-0.5	4.88-7.84	58.8-289	284.3-2017.7
	0.5-1	4.88-7.93	42.7-195	494.2-1023.7
	1-2	5.13-7.67	34.3-269	400.8-1722.7
	2-3	5.23-7.43	63.8-314	427.8-2107.6
	3-5	4.68-7.39	121-242	757.2-1092.4

### 5.2.2 重金属

在本次调查采样工作中，共布设土壤采样点 23 个，其中对照点位一个（ZK23），共采集土壤样品 102 个。根据检测报告中土壤重金属检测结果所示，

该地块中砷、汞、铬（六价）、镉、铅、镍、铜的含量均低于或等于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）（GB36600-2018）》的第一类建设用地筛选值（即砷、汞、铬（六价）、镉、铅、镍、铜的筛选值分别为：20mg/kg、8mg/kg、3mg/kg、20mg/kg、400mg/kg、150mg/kg、2000mg/kg）。经核算，该地块中砷、汞、铬（六价）镉、铅、镍、铜等 6 个指标的单因子污染指数  $P_{ij}$  均小于或者等于 1，且铬（六价）均未检出，说明该地块未受到砷、汞、镉、铅、镍、铜的污染。

土壤重金属检测结果统计见表 5.2-2。

### 5.2.3 有机物

在本次调查采样工作中，共布设土壤采样点 23 个，其中包括 1 个对照点，共采集土壤样品 102 个，根据《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018），对标准中规定的基本项目中的 36 项有机物进行检测。结果显示（见表 5.2-3），所有样品中有机物均未检出。

表 5.2-2 土壤重金属检测结果统计

地块	土层	深度 (m)	砷		汞		铬(六价)		镉		铅		镍		铜	
			最大值 (mg/kg)	Pij	最大值 (mg/kg)	Pij	最大值 (mg/kg)	Pij	最大值 (mg/kg)	Pij	最大值 (mg/kg)	Pij	最大值 (mg/kg)	Pij	最大值 (mg/kg)	Pij
磷石膏堆场	第一层	0~0.2	22.4	0.6	0.341	0.0	<1.0	—	0.61	0.0	18.5	0.0	55	0.4	30	0.0
	第二层	0.2~0.5	18.2	0.5	0.505	0.1	<1.0	—	0.67	0.0	20.7	0.1	20.7	0.1	32	0.0
	第三层	0.5~1	18.5	0.5	0.358	0.0	<1.0	—	0.54	0.0	21.1	0.1	57	0.4	25	0.0
	第四层	1~2	15.2	0.4	0.652	0.1	<1.0	—	0.68	0.0	19.3	0.0	46	0.3	30	0.0
	第五层	2~3	18.8	0.5	0.472	0.1	<1.0	—	0.5	0.0	14.8	0.0	41	0.3	27	0.0
	第六层	3~5	28.6	0.7	0.655	0.1	<1.0	—	0.58	0.0	36.8	0.1	90	0.6	41	0.0
	第七层	5~7	11.9	0.3	0.199	0.0	<1.0	—	0.5	0.0	21.1	0.1	27	0.2	18	0.0
硫酸、水泥生产车间	第一层	0~0.2	21.1	0.5	0.693	0.1	<1.0	—	1.1	0.1	10.7	0.0	123	0.8	34	0.0
	第二层	0.2~0.5	26.5	0.7	0.695	0.1	<1.0	—	0.68	0.0	14.8	0.0	29	0.2	24	0.0
	第三层	0.5~1	24.8	0.6	0.991	0.1	<1.0	—	0.6	0.0	18.5	0.0	31	0.2	20	0.0
	第四层	1~2	16.6	0.4	0.782	0.1	<1.0	—	0.25	0.0	6.2	0.0	23	0.2	23	0.0
	第五层	2~3	27	0.7	1.3	0.2	<1.0	—	0.26	0.0	6.5	0.0	30	0.2	26	0.0



地块	土层	深度 (m)	砷		汞		铬(六价)		镉		铅		镍		铜	
			最大值 (mg/kg)	Pij	最大值 (mg/kg)	Pij	最大值 (mg/kg)	Pij	最大值 (mg/kg)	Pij	最大值 (mg/kg)	Pij	最大值 (mg/kg)	Pij	最大值 (mg/kg)	Pij
	第六层	3~5	26.1	0.7	0.918	0.1	<1.0	—	0.14	0.0	11.1	0.0	21	0.1	18	0.0
	第七层	5~7	14.7	0.4	0.158	0.0	<1.0	—	0.58	0.0	9.1	0.0	23	0.2	21	0.0
饲料 磷酸 氢钙 生产 车间	第一层	0~0.2	29.9	0.7	0.725	0.1	<1.0	—	0.86	0.0	74.7	0.2	87	0.6	48	0.0
	第二层	0.2~0.5	34.1	0.9	1.46	0.2	<1.0	—	1.91	0.1	13.3	0.0	72	0.5	42	0.0
	第三层	0.5~1	37.3	0.9	0.972	0.1	<1.0	—	2.69	0.1	14.8	0.0	91	0.6	33	0.0
	第四层	1~2	38.9	1.0	2.45	0.3	<1.0	—	1.71	0.1	29.1	0.1	71	0.5	46	0.0
	第五层	2~3	36.2	0.9	1.39	0.2	<1.0	—	1.41	0.1	27.6	0.1	72	0.5	37	0.0
	第六层	3~5	26.3	0.7	1.32	0.2	<1.0	—	2.96	0.1	36.9	0.1	76	0.5	45	0.0
对照 点位	第一层	0~0.2	11.9	0.3	0.23	0.0	<1.0	—	0.1	0.0	5.9	0.0	73	0.5	38	0.0
	第二层	0.2~0.5	23.8	0.6	1.37	0.2	<1.0	—	0.15	0.0	6.8	0.0	47	0.3	12	0.0
	第三层	0.5~1	25.8	0.6	2.1	0.3	<1.0	—	0.28	0.0	6	0.0	55	0.4	12	0.0
	第四层	1~2	30.9	0.8	2.45	0.3	<1.0	—	0.23	0.0	6	0.0	55	0.4	22	0.0
	第五层	2~3	35.5	0.9	2.62	0.3	<1.0	—	2.97	0.1	15.3	0.0	143	1.0	31	0.0

表 5.2-3 土壤有机物检测结果

序号	污染物名称	检出样品 (个)	检出率 (%)	检出限 (mg/kg)	超标点位 (个)	点位超标率 (%)	超标样品 (个)	样品超标率 (%)	最大值 (mg/kg)	筛选值 (mg/kg)
1	四氯化碳	0	0	0.01	无	0	0	0	—	0.9
2	氯仿	0	0	0.01	无	0	0	0	—	0.3
3	氯甲烷	0	0	0.01	无	0	0	0	—	12
4	1,1-二氯乙烷	0	0	0.01	无	0	0	0	—	3
5	1,2-二氯乙烷	0	0	0.01	无	0	0	0	—	0.52
6	1,1-二氯乙烯	0	0	0.01	无	0	0	0	—	12
7	顺-1,2-二氯乙烯	0	0	0.01	无	0	0	0	—	66
8	反-1,2-二氯乙烯	0	0	0.01	无	0	0	0	—	10
9	二氯甲烷	0	0	0.01	无	0	0	0	—	94
10	1,2-二氯丙烷	0	0	0.01	无	0	0	0	—	1
11	1,1,1,2-四氯乙烷	0	0	0.01	无	0	0	0	—	2.6
12	1,1,1,2,2-四氯乙烷	0	0	0.01	无	0	0	0	—	1.6
13	四氯乙烯	0	0	0.01	无	0	0	0	—	11
14	1,1,1-三氯乙烷	0	0	0.01	无	0	0	0	—	701
15	1,1,2-三氯乙烷	0	0	0.01	无	0	0	0	—	0.6
16	三氯乙烯	0	0	0.01	无	0	0	0	—	0.7
17	1,2,3-三氯丙烷	0	0	0.01	无	0	0	0	—	0.05
18	氯乙烯	0	0	0.01	无	0	0	0	—	0.12
19	苯	0	0	0.01	无	0	0	0	—	1
20	氯苯	0	0	0.01	无	0	0	0	—	68
21	1,2-二氯苯	0	0	0.01	无	0	0	0	—	560
22	1,4-二氯苯	0	0	0.01	无	0	0	0	—	5.6
23	乙苯	0	0	0.01	无	0	0	0	—	7.2

序号	污染物名称	检出样品 (个)	检出率 (%)	检出限 (mg/kg)	超标点位 (个)	点位超标率 (%)	超标样品 (个)	样品超标率 (%)	最大值 (mg/kg)	筛选值 (mg/kg)
24	苯乙烯	0	0	0.01	无	0	0	0	—	1290
25	甲苯	0	0	0.01	无	0	0	0	—	1200
26	间二甲苯+对二甲苯	0	0	0.01	无	0	0	0	—	163
27	邻二甲苯	0	0	0.01	无	0	0	0	—	222
28	硝基苯	0	0	0.09	无	0	0	0	—	34
29	苯胺	0	0	0.1	无	0	0	0	—	92
30	2-氯酚	0	0	0.06	无	0	0	0	—	250
31	苯并[a]蒽	0	0	0.1	无	0	0	0	—	5.5
32	苯并[a]芘	0	0	0.1	无	0	0	0	—	0.55
33	苯并[b]荧蒽	0	0	0.2	无	0	0	0	—	5.5
34	苯并[k]荧蒽	0	0	0.1	无	0	0	0	—	55
35	蒽	0	0	0.1	无	0	0	0	—	490
36	二苯并[a, h]蒽	0	0	0.1	无	0	0	0	—	0.55
37	茚并[1,2,3-cd]芘	0	0	0.1	无	0	0	0	—	5.5
38	萘	0	0	0.09	无	0	0	0	—	25

## 5.3 空间分布特征

为探明该地块的特征污染物：氟化物、总磷等的空间分布特征，选用反距离加权插值法分析出了各污染物的浓度分布。

### 5.3.1 氟化物

氟化物为饲料磷酸氢钙生产过程中的特征污染物质之一。根据图 5.3-1 可知，在 0-0.2m 的表层土壤中，ZK12 和 ZK13 两个点的周围区域的氟化物浓度相较于清洁对照点（ZK23）周围区域高，可推测是在历史生产过程中产生了一定量积累。结合原贵州正大有限公司地块的厂区分布可知，氟化物拟合浓度最高的区域为饲料磷酸氢钙的生产区，且为粗磷酸脱氟区域。脱氟即在粗磷酸中加入钠盐或钾盐及含硅质材料通过化学反应，使磷酸溶液中氟离子、氟化硅离子以氟硅酸钠或氟硅酸钾沉淀形式析出，达到脱氟目的。故 ZK12 和 ZK13 周围区域表层土壤的氟化物浓度较高是生产过程中为土壤带入一定量的氟化物所导致的。

根据图 5.3-2 可知，ZK12、ZK13、ZK16、ZK22 等采样点位周围区域在 0.5-1m 土层中的氟化物浓度与清洁对照点（ZK23）周围区域相近，故可推测此土层中的氟化物浓度为土壤环境背景值，且此土层中 ZK12、ZK13 周围区域的氟化物浓度相较于 0-0.2 表层土壤，有所降低，说明生产过程的氟化物并未向深层土壤下渗。

根据《中国土壤元素背景值》中的氟化物的相关数据进行评价，此地块中各个土层的氟化物浓度均低于最大值（3458mg/kg），故无需对此地块的氟化物启动风险评估。

图 5.3-1 0-0.2m 土层氟化物拟合浓度分布图

图 5.3-2 0.5-1m 土层氟化物拟合浓度分布图

### 5.3.3 总磷

根据图可知，整个地块的表层土壤的总磷含量均呈现一个低浓度的状态。ZK05 采样点周围区域的总磷浓度相较于整个地块较高，结合历史厂区分布，ZK05 采样点周围区域土壤中的总磷是在饲料磷酸氢钙生产过程中的积累，但其含量仍远低于我国南方地区的土壤全磷浓度，整个地块的总磷拟合浓度均不会对周边环境和地下水造成污染，故无需对此地块的总磷启动风险评估。

图 5.3-3 0-0.2m 土层总磷拟合浓度分布图

## 6 结论与建议

### 6.1 初步调查结论

#### 6.1.1 场地概况

贵州正大实业有限公司为泰国正大集团与中国贵州省龙里县经济开发总公司合资成立的实业公司，始建于 1995 年，坐落于现龙里县冠山街道三林路，厂区总面积为 146244.51m<sup>2</sup>，中心地理坐标为东经 106°57'54.96"、北纬 26°27'36.87" 主营产品为饲料级磷酸氢钙，厂区于 2006 年关停并对厂房和生产设备等进行拆除。现根据龙里县城市规划，原贵州正大公司地块规划用地性质为居住用地，故本次调查按照住宅用地进行评估。

#### 6.1.2 水文地质调查结论

本次调查委托中化明达贵州地质工程有限公司进行了场地岩土、水文地质勘查工作，共完成采样点钻孔 23 个，进尺 149m，最大钻探深度为 9.7m，采集土壤样品 102 个。场地的岩土构成为第一层是素填土，厚度 0.2-5.1m；第二层为淤泥，厚度为 0.3-1.7m，但分布不均，仅在部分点位揭露；第三层为可塑红黏土（厚度为 0.2-9.5m）；第四层为石炭系下统摆佐组白云岩。该地块地下水类型主要为第四系孔隙水、基岩裂隙水和碳酸盐岩岩溶水，在本次勘察钻探控制深度范围内，未揭露地下水。

#### 6.1.3 土壤监测分析结论

中佳检测公司于 2019 年 3 月进行了原贵州正大实业有限公司疑似污染地块土壤环境初步调查，共完成采样点钻孔 23 个，采集土壤样品 102 个。中佳检测公司自行对重金属进行检测，并将样品送往英格尔检测技术服务（上海）有限公司进行有机物和铬（六价）检测。结合前期的调查情况，针对检测出的污染物数值和相应的筛选值进行筛选比较：

所采集土壤样品中的挥发性有机物（VOCs）和半挥发性有机物（SVOCs）的浓度均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》

(GB36600-2018) 第一类用地的筛选值，故该地块有机物的土壤污染风险一般情况下可以忽略。

采集土壤样品中的无机物和重金属（砷、镉、铜、铅、汞、镍、六价铬）浓度低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）第一类用地的筛选值，且重金属浓度较低，常规暴露不会对人体造成健康损害。

根据《中国土壤元素背景值》（贵州区域），调查地块土壤酸碱度无明显规律，氟化物含量在正常范围内，总磷的浓度与参考文献资料无显著性差异。

#### **6.1.4 综合结论**

综上所述，该地块内各个点位及土层的监测因子检测结果均未超过相应的筛选值，调查地块内未发现潜在的土壤污染源，不属于污染地块，可以按照第一类用地进行开发利用，无需开展后续详细调查和风险评估。

## **6.2 建议**

(1) 在场地平整、孔桩开挖过程中，妥善堆存清理出来的原始地表的表层土壤，并对历史沥青遗留区域散落的少量沾有沥青石块进行清理，表土经有资质的检测机构测试后，按规范处置或利用。

(2) 在后续的施工过程中，如发现地块内存在工业固废，应及时勘明数量，鉴别属性，制定合理的处置方案，并对剥离开的区域进行补充监测，必要时进行补充调查。

## **6.3 不确定性分析**

本报告基于实际调查，以科学理论为依据，结合专业判断来进行逻辑推论和结果分析。通过对目前所掌握的调查资料的判别和分析，并结合项目成本、场地条件等多因素的综合考虑来完成的专业判断。场地调查工作的开展存在以下不确定性，现总结如下：

(1) 该地块原企业相关资料和技术文件均已不全或遗失，现场调查时主要

依靠于相关人员回忆进行图纸比对和现场确认。因此,本报告中阐述的工艺布局、生产工艺可能与原企业实际情况稍有所差异,导致对场地的了解具有一定的局限性和不确定性。

(2) 本次调查所得到的数据是根据有限数量的采样点所获得,尽可能客观的反应场地污染物分布情况,但受采样点数量、采样点位置、采样深度等因素限制,所获得的污染物空间分布和实际情况会有所偏差。本结论时我公司在该地块现场情况的基础上,进行科学布点采样并根据检测结果进行的合理推断和科学解释。

(3) 本报告所得出的结论是基于该地块现有条件和现有评估依据,本项目完成后场地发生变化,或评估依据的变更会带来本报告结论的不确定性。