



益普希EPC
Environmental Protection Consultants
北京益普希环境咨询顾问

西大兴磷肥厂一期地块 土壤污染状况调查报告

委托单位：北京二锅头酒业股份有限公司

编制单位：北京益普希环境咨询顾问有限公司

编制日期：2021年05月

1. 概述

1.1. 项目概况

西大兴磷肥厂一期地块(以下简称“调查地块”)位于北京市大兴区魏善庄镇,东侧为北京铁五院工程机械有限公司,西侧为北京京温餐饮有限公司,北侧为龙河,南侧为黄徐路,调查地块总面积为 65765m²,包含硫酸生产区域、磷肥生产区域、原料堆存区域、废渣堆存区域、磷酸铵包装车间、污水处理区域、配电站、锅炉房、煤场、办公区域等。调查地块于 2008 年停产,目前生产设备已拆除,北侧和西侧生产区域的地表建筑处于闲置状态,南侧锅炉房和东侧硫酸铵包装车间现作为北京佳海物流有限公司仓库、办公区,调查地块未来规划为高新技术产业园区。

依据《北京市土壤污染防治工作方案》中第 17 条的要求“自 2017 年起,对工业企业用地和加油站、汽车修理等服务业用地,拟收回土地使用权或用途拟变更为居住、商业、学校、医疗养老机构、公园、城市绿地和游乐场等建设用地的,由土地使用权人负责开展土壤环境状况调查评估,明确污染物、污染范围和程度;已收回土地使用权的,由土地收储部门负责开展调查评估”。

调查地块为西大兴磷肥厂厂区部分,西大兴磷肥厂占地面积 109745.83m²,本次调查面积为 65765m²,调查地块与西大兴磷肥厂位置关系及西大兴磷肥厂土地证如附件 11 所示。2021 年 3 月西大兴磷肥厂的股东北京二锅头酒业股份有限公司委托北京益普希环境咨询顾问有限公司对调查地块开展土壤污染状况调查工作。接受委托后,北京益普希环境咨询顾问有限公司立即成立项目组,并组织技术人员对该调查地块及邻近地区土地利用状况进行了资料收集与现场勘查,对相关人员和部门进行了访问调查。

本次调查工作依据《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(环境保护部公告 2017 年第 72 号)、《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019)、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ25.2-2019)、《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019)、《建设用地土壤污染状况调查与风险评估技术导则》(DB11/T 656-2019)等技术文件,制定《西大兴磷

肥厂一期地块土壤污染状况调查方案》，并对调查地块内土壤和地下水进行布点、采样及样品检测分析工作，通过样品检测结果分析判断本地块所受到的污染情况，最终编制完成《西大兴磷肥厂一期地块土壤污染状况调查报告》。

1.2. 调查范围

调查地块占地面积约 65765m²，调查地块范围及边界的拐点编号如图 1-1 所示，调查地块边界红线拐点坐标如表表 1-1 所示。

图 1-1 调查地块范围及边界拐点编号
(图中红线范围即为调查地块范围)

表 1-1 调查地块边界拐点坐标

拐点编号	X	Y
J1	4393379.071	39447843.424
J2	4393390.323	39448058.130
J3	4393360.364	39448059.700
J4	4393362.988	39448108.628
J5	4393166.509	39448118.726
J6	4393157.253	39447978.362
J7	4393052.555	39447994.379
J8	4393142.536	39447855.821

注：本次测量使用 CGCS2000 坐标系。

1.3. 调查目的

通过对调查地块内企业生产工艺、原辅材料储存、污染物排放及处置等内容的调查分析，识别可能存在的污染源和污染物，调查地块是否存在污染，判断是否需要进一步开展详细调查工作及风险评估。

通过土壤污染状况调查，为相关部门了解调查地块环境现状、规划未来土地利用方面提供决策依据，避免调查地块内遗留污染物造成环境污染和经济损失，保障人民身体健康。

1.4. 工作依据

1.4.1. 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）；
- (2) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令〈第 682 号〉），2017 年

10月1日起施行)；

(3)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020年9月1日施行)；

(4)《中华人民共和国水法》(2016年7月2日修订)；

(5)《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年12月29日修订并施行)；

(6)《中华人民共和国土地管理法》(2014年7月29日修正)；

(7)《中华人民共和国水土保持法》(2011年3月1日起施行)；

(8)《中华人民共和国土壤污染防治法》(2019年1月1日起施行)；

(9)《中华人民共和国水污染防治法》(2017年6月27日修订，2018年1月1日起施行)。

1.4.2. 相关规定和政策

(1)《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知》(国家环保总局环办[2004]47号)；

(2)《关于加强土壤污染防治工作的意见》(环保部环发[2008]48号)；

(3)《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)；

(4)《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)；

(5)《关于贯彻落实<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>的通知》(环发[2013]46号)；

(6)《土壤污染防治行动计划》(2016年5月28日起施行)；

(7)《污染地块土壤环境管理办法(试行)》(中华人民共和国环境保护部令第42号)。

(8)《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》(国发〔2016〕31号)；

(9)《北京市人民政府关于印发北京市土壤污染防治工作方案的通知》(京政发〔2016〕63号)；

(10)《工矿用地土壤环境管理办法(试行)》(中华人民共和国环境保护部令第3号)。

1.4.3. 技术导则、标准及规范

- (1) 《建设用地土壤污染状况调查与风险评估技术导则》（DB11/T 656-2019）；
- (2) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）；
- (3) 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）；
- (4) 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）；
- (5) 《建设用地土壤修复技术导则》（HJ25.4—2019）；
- (6) 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（环境保护部公告 2017 年第 72 号）；
- (7) 《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）；
- (8) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）；
- (9) 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2004）；
- (10) 《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91-2002）；
- (11) 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- (12) 《水质采样样品的保存和管理技术规定》（HJ493-2009）；
- (13) 《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）；
- (14) 《土的分类标准》（GBJ 145-90）；
- (15) 《土工试验方法标准》（GB/T 50123-2019）；
- (16) 《供水水文地质勘察规范》（GB 50027-2001）；
- (17) 《工程测量规范》（GB 50026-2007）；
- (18) 《建设用地土壤污染风险筛选值》（DB13/T 5216-2020）；
- (19) 美国环保署（USEPA）9 区的初步修复目标值。

1.5. 基本原则

调查地块的土壤污染状况工作将遵循以下原则：

(1) 针对性原则

调查采样工作应具有针对性，在资料收集的基础上充分识别潜在特征污染物和潜在污染区域，有针对性开展调查工作，针对企业生产历史、工艺特征和调查

历史使用情况，对潜在污染物特性，进行污染状况调查，为调查地块的环境管理提供依据。

（2）规范性原则

目前，我国已出台多个土壤污染状况调查有关的法律法规、标准、技术导则和规范，为确保本次调查的规范性，调查地块的土壤污染状况调查工作将严格遵循我国现行的相关规定，分析和论述地块中可能存在的相关问题，确保地块的土壤污染状况调查结果的规范性和有效性。

（3）客观性原则

依据国家和北京市相关技术导则要求，充分结合地块历史生产和现状情况，采取网格布点法进行现场调查和采样布点，委托有 CMA 资质的第三方检测单位现场采样、送检并监测样品，保证调查结论的客观性。

（4）可操作性原则

综合考虑调查方法、时间和经费等因素，结合当前专业技术水平，降低调查中的不确定性，提高调查的效率和质量，使调查过程切实可行。

1.6. 技术路线

本次土壤污染状况的调查参照《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）的“土壤污染状况调查的工作内容与程序”开展调查工作。本次土壤污染状况调查工作包含第一阶段土壤污染状况调查及第二阶段土壤污染状况调查的初步采样分析，工作内容如下：

第一阶段：调查地块污染识别

收集调查地块历史变迁、企业生产工艺等相关资料，通过资料查阅、现场踏勘、对熟悉调查地块的相关人员进行访谈等形式，获取调查地块的水文地质特征、土地利用情况、企业生产情况等基本信息，初步研判可能存在的污染物种类、污染途径、污染区域。

第二阶段：现场采样、检测分析和编制地块调查报告

根据第一阶段调查工作的结果编制初步采样方案，对调查地块开展土壤、地下水现场采样及实验室检测分析工作。通过土壤和地下水样品的检测结果与相应执行标准限值的对比，判定地块是否受到污染，并编制完成本项目调查地块土壤

污染状况调查报告。

调查地块的土壤污染状况调查工作内容和程序见下图 1-2:

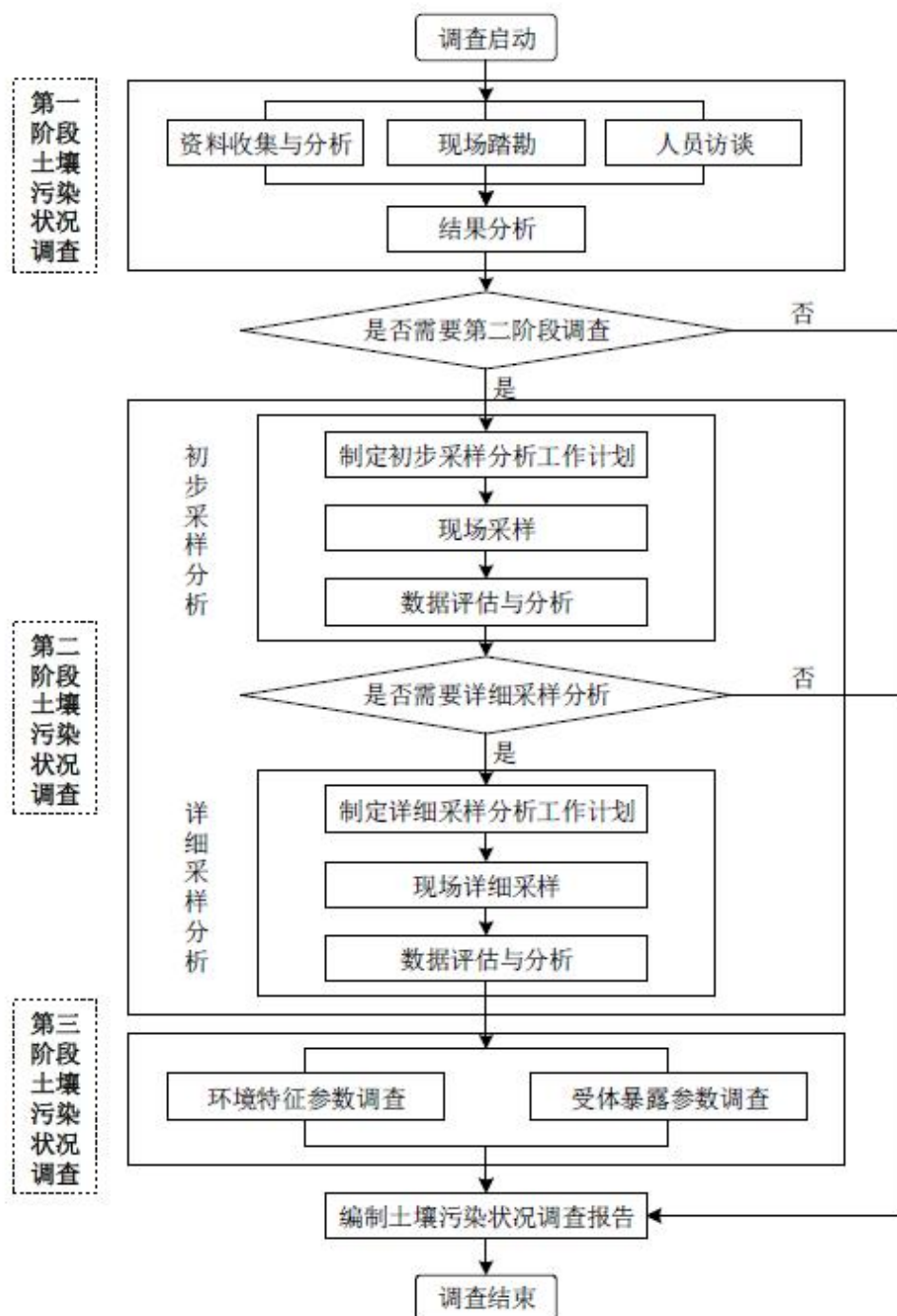


图 1-2 调查地块的土壤污染状况调查工作内容和程序

2. 自然环境现状及社会经济现状

2.1. 地理位置

调查地块位于大兴区魏善庄镇，东侧是北京铁五院工程机械有限公司，西侧是北京京温餐饮有限公司，北侧是龙河，南侧是黄徐路，地块中心点坐标：北纬 39°40'18.15"、东经 116°23'36.84"。调查地块的位置见图 2-1。

图 2-1 调查地块的位置

2.2. 区域水文地质条件

2.2.1. 地形地貌

调查地块位于北京城区南部平原地区，永定河冲洪积扇的下部，属于平原地貌，地形基本平坦，地势起伏小。

2.2.2. 水文地质条件

北京市位于华北平原北部，属于永定河、大清河、北运河、潮白河、蓟运河等水系冲洪积扇的中上部地段。北京中心城区主要坐落在永定河冲洪积扇上。中心城区第四系岩相分布，由西向东具有明显的过渡现象。由于河流频繁改道，形成多级冲洪积扇地，使地质条件较为复杂。总的趋势，西部以碎石类土为主，向东则逐渐形成粘性土、粉土与碎石类土的交互沉积，第四系覆盖层厚度也由数米增加到数百米。以此为背景，地下水的赋存状态也从西部的单一潜水层，向东、东北和东南逐渐演变成多层地下水的复杂状态。根据北京市勘察设计研究院《建筑场地孔隙水压力测试方法、分布规律及其对建筑地基影响的研究》成果和《北京市地下水动态分区及长期变化规律》研究成果，按照北京市区域地质、工程地质、水文地质条件和地下水动态，将北京市区浅层地下水的工程水文地质条件划分为三个大区：永定河冲洪积扇台地潜水区、过渡区、潜水区（I、II、III区），细分为七个亚区（Ia、Ib、Ic；IIa、IIb；IIIa、IIIb），参见图 2-2（“北京市区工程水文地质分区图”）。关于各工程水文地质分区的地下水分布特征参见表 2-1（“北京市区工程水文地质分区及地下水分布特征一览表”）。

调查地块位于上述水文地质分区的IIIb 亚区。

图 2-2 北京市区工程水文地质分区图

表 2-1 北京市区工程水文地质分区及地下水分布特征一览表

大区	I区			II区		III区	
亚区	Ia 区	Ib 区	Ic 区	IIa 区	IIb 区	IIIa 区	IIIb 区
位置	东北郊	东郊	东南郊	老城区 东北部	老城区 大部	清河 流域	西郊 西南郊
地下水分布特征	30m 之内有 2~4 个含水层：上部为台地潜水；中部为 1~2 个层间潜水含水层；下部为潜水或承压水。	基本同于 Ia 区。由于地处古金沟河下游的网状河流区域，台地潜水分布不连续。又因古河道岩性颗粒较粗，成为本区地下水汇水廊道。	基本同于 Ia 区。受 Ib 区古河道影响，本区地下水流向由 EW 向 NE，区别于其它区域。	围绕王府井一带上层分布有丰富的上层滞水；下部为潜水~承压水。	上层较少上层滞水；下部为潜水~承压水。	潜水类型，分布特征受现代河流控制，河流一级阶段下分布有承压水。	潜水，一般埋藏较深，受人为因素影响，水位变幅较大。

北京平原地区地下水类型按地下水的赋存条件主要为基岩裂隙水和第四纪松散岩类孔隙水，第四纪松散岩类孔隙水又分为上层滞水、潜水和承压水。

北京平原地区根据古河道和古河间地块可划分若干水文地质单元。古河道水文地质单元的特点是含水层岩性以圆砾、卵石为主，渗透性强，地下水位较低。地下水的形成以沿古河道方向的侧向补给、径流、排泄为主，总体径流方向为自永定河出山口呈辐射状分别向东北、东、东南等下游方向运动，在古河道范围内具有区域性统一的潜水面，局部受地下水开采或工程降水的影响，地下水位略有起伏变化。在河间地块水文地质单元的特点是含水层的岩性以粉细砂和粉土为主，渗透性较差。隔水层岩性为粉质粘土、粘土，含水层与隔水层基本呈互层状

分布。除了地下水的侧向补给、径流和排泄以外，垂直方向运动较明显。

上层滞水：主要接受大气降水、绿地灌溉和自来水、雨水、污水等地下管线的垂直渗漏补给。不同地段含水层的渗透系数相差很大，补给方式和补给量悬殊较大，形成上层滞水分布不均匀，水位不连续、高低变化很大的特点。含水层主要为人工填土层和浅部粉土、砂土层。

潜水：接受大气降水、灌溉水和上层滞水的垂直渗透补给，以向下越流补给层间水和承压水的方式排泄。

承压水：北京市西郊的冲洪积扇顶部的潜水是冲洪积扇中下游承压水的主要补给源，本层地下水是北京市地下水开采的主要含水层之一，排泄方式主要为人工开采，受地下水开采的控制，承压水的径流方向指向区域性地下水位降落漏斗中心方向。由于地下水的开采导致承压水水头的降低，当低于含水层顶板时成为层间水。

2.3. 气候气象

北京地区地处中纬度欧亚大陆东侧，位于我国季风气候区，属暖温带半湿润-半干旱季风气候，受季风影响，形成春季干旱多风、夏季炎热多雨、秋季秋高气爽、冬季寒冷干燥四季分明的气候特点。主要气候特点如下：

降雨量：全市多年平均降水量为 595mm，降水量年变化大，历年最小降水量为 267mm，最大降水量为 1406mm，两者相差 5 倍以上；降水量年内分配不均，汛期（6-8 月）降水量一般占全年降水量的 80%以上；旱涝的周期性变化较明显，一般九至十年左右出现一个周期，连续枯水年和偏枯水年有时达数年。

风速及风向：全市月平均风速以春季四月份最大，市区最大风速达 3.6m/s，其次是冬、秋季，夏季风速最小，夏季受大陆低气压控制，多东南风，秋、冬季受蒙古高气压控制，多为西北风，寒冷干燥。平均风速 2.4m/s，近十年春季市区最大风速达 3.6m/s。

3. 调查地块及周边土地利用状况

3.1. 调查地块使用历史回顾

根据访谈调查得知该地块的历史沿革如下：调查地块在 1970 年之前为耕地，土地所有权所属于当地村委会，1970 年建立北京西大兴磷肥厂，生产磷肥和硫酸，磷肥年产量 5 万吨，硫酸年产量 2 万吨，调查地块为该厂的一部分。1985 年西大兴磷肥厂扩大硫酸生产规模，建立 4 万吨硫酸生产线，原有 2 万吨硫酸生产线废弃。1990 年调查地块东北侧建立配电站，东侧建立磷酸铵包装车间，但并未投入量产。2003 年北京西大兴磷肥厂改制，更名为北京兴卓磷肥有限公司，2008 年停止生产，2012 年调查地块南侧锅炉房和东侧磷酸铵包装车间租赁给北京佳海物流有限公司作仓储办公之用，不涉及生产，2017 年调查地块北侧和西侧生产区域地表生产设施拆除。1970 年至今地块使用情况如表 3-1 所示，2004 年-2020 年的调查地块变化卫星图片如图 3-1 所示。

表 3-1 调查地块 1970 年至今地块使用情况

序号	权属单位	时间	使用情况
1	大兴区魏善庄镇	1970 年以前	耕地；
2	西大兴磷肥厂	1970 年-1985 年	建设成为西大兴磷肥厂，产磷肥 5 万 t/a，硫酸 2 万 t/a；
3		1985 年-1990 年	1985 年新建 4 万 t/a 硫酸生产线，原有的硫酸生产线停产；
4		1990 年-2003 年	1990 年调查地块东侧新建磷铵生产线，调查地块内新建磷铵包装车间、污水处理站、锅炉房及配电站，磷铵生产线最终未投产，所以磷铵包装车间、锅炉房和污水处理站也未投入使用，配电室一直在使用中；
5		2003 年	企业改制，企业名称变更为北京兴卓磷肥有限公司；
6	北京兴卓磷肥有限公司	2003 年-2008 年	企业生产至 2008 年停产；
7		2009 年-2014 年	2009 年调查地块东侧磷铵生产线拆除，土地转让给北京铁五院工程机械有限公司，2012 年调查地块办公楼北侧建仓库，原磷肥包装车间和锅炉房内设备拆除，该仓库及原磷肥包装车间和锅炉房租赁给北京佳海物流有限公司；
8		2014 年至今	2017 年磷肥生产线、硫酸生产线及污水处理站的设备及生产装置拆除，新建仓库也在 2017 年拆除，物流公司至今仍在运营中；2016 年企业股权变更，北京二锅头酒业股份有限公司占股 25%。

2004 年调查地块正常生产

2010 年调查地块停产，地面建筑和生产设备闲置

2014 年调查地块南侧锅炉房和东侧磷酸铵包装车间建立北京佳海物流有限公司

2017 年调查地块北侧和西侧生产区域地表生产设施拆除

2020 年调查地块现状

图 3-1 地块内建筑历史变迁卫星影像图

3.2. 调查地块土地利用现状

根据收集资料情况了解到，北京西大兴磷肥厂于 2008 年正式停止生产，目前调查地块北侧和西侧生产区域已建围挡隔离，生产设施已拆除，空地作为停车场，南侧锅炉房、煤场和东侧磷酸铵包装车间作为北京佳海物流有限公司仓储、办公之用，西南角的配电站仍在运行。调查地块现状见图 3-2。

磷肥生产区
废渣堆存区
废弃硫铁矿破碎车间
磷矿石破碎车间
锅炉房
磷酸铵包装车间
污水处理站
仍在使用的配电站

图 3-2 调查地块现状图

3.3. 调查地块用地未来规划

调查地块位于大兴区魏善庄镇，东侧是北京铁五院工程机械有限公司，西侧是北京京温餐饮有限公司，北侧是龙河，南侧是黄徐路，根据《北京市非政府投资工业和信息化固定资产投资项目备案证明》（京兴经信局备[2020]140 号）文件，调查地块拟建高新技术产业园区，其用地利用规划备案证明见下图 3-4。

图 3-4 地块规划备案证明

3.4. 周边土地利用状况概述

调查地块东西相邻地块最早隶属于北京西大兴磷肥厂，2005 年将调查地块西侧部分地块出租给北京利群制衣厂（图 3-5 “3”），现已停产；2006 年西大兴磷肥厂将调查地块东侧相邻地块转让给北京铁五院工程机械有限公司（图 3-5 “5”）；2008 年将调查地块西侧部分地块出租给北京市华东祥瑞红木家具厂（图 3-5 “1”）；2018 年将调查地块西侧部分地块出租给北京京温餐饮有限公司（图 3-5 “4”）；调查地块西侧保留一些北京西大兴磷肥厂原有厂房和办公楼（图 3-5 “2”）。具体位置如图 3-5 所示。

图 3-5 调查地块周边土地利用状况

4. 污染调查

4.1. 资料分析

根据国家发布的《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）和北京市发布的《建设用地土壤污染状况调查与风险评估技术导则》（DB11/T 656-2019）的技术要求开展调查地块相关资料的收集工作，收集的相关资料主要包括：地块利用变迁资料、地块环境资料、地块相关记录、有关政府文件以及地块所在区域的自然和社会信息等资料。

4.1.1. 资料收集方法

资料收集主要是通过资料查阅、人员访谈、现场踏勘、填写调查地块信息调查表等方式进行。

（1）查阅资料：从项目委托方、大兴磷肥厂员工、政府信息公开发布的文件以及网上查阅的期刊资料获取关于调查地块的相关资料。

（2）人员访谈：对调查地块管理机构工作人员、原企业人员、环保行政主管部门工作人员，熟悉调查地块的第三方（居民、附近商户）开展信息调查。

4.1.2. 资料收集成果

从接受北京二锅头酒业有限公司委托开始，调查人员就开始不断收集调查地块环境调查资料。本项目计划收集的资料和收集情况见表 4-1。

表 4-1 资料清单

编号	资料类别	资料名称	获取情况
1	调查地块利用变迁资料	用地申请及批复	因年代久远，相关部门未找到
2		红线范围图	获得
3		调查地块历史变迁卫星图、及使用情况图等	获得
4	调查地块环境资料	土壤及地下水检测记录	未获得
5		危险废物堆存记录	无记录在册和《国家危险废物名录》规定的废弃物堆存
6		调查地块与自然保护区和水源地	无

表 4-1 资料清单

编号	资料类别	资料名称	获取情况
		保护区的位置关系	
7	调查地块相关记录	工业生产情况	调查获得
8		平面布置图	获得
9		地上、地下管线图	调查获得
10		废弃物、垃圾堆放情况	调查获得
11		环境影响评价书、表	建设磷酸铵生产线时编制环评报告书，但相关资料遗失
12		地勘报告	未编制
13	相关政府文件	建设规划	相关规划已备案，暂未获批
14		地理位置图、地形、地貌、土壤、水文、地质、气象资料	调查获得
15		人口密度和分布、敏感点分布	调查获得
16		区域所在地经济现状和发展规划	调查获得
17		区域土地利用规划	未获得

根据对调查地块周边 1km 范围内的企业及历史企业进行现场走访调查，目前资料收集主要涉及历史影像图、红线范围图、平面布置图、未来规划等资料。

4.2. 人员访谈情况

对周边居民和西大兴磷肥厂原员工开展了访谈，访谈内容主要包括资料收集分析与现场踏勘工作完成后仍然存在的一些疑问、以及信息补充和已有资料的考证。受访者主要为调查地块现状或历史的知情人，主要包括调查地块过去和现在各阶段的使用者，以及调查地块所在地或熟悉调查地块的第三方，如相邻地块的工作人员和附近的居民。

本项目访谈对象主要为西大兴磷肥厂副总经理宣肇恩和调查地块附近的居民赵同志，访谈主要以在现场踏勘过程中的当面交流的方式进行，使用设计表格对访谈人员提问，访谈结束后，对访谈内容进行了整理，并对照已有的相关资料，对其中可疑处和不完善处进行核实和补充。访谈内容如附件 2 所示。

访谈内容总结如下：

- (1) 地块之前属于耕地；
- (2) 地块内存在正规工业固废堆放场，主要堆放调查地块东北角；
- (3) 地块内没有排放沟渠或渗坑；

- (4) 地块内没有地下储罐或地下输送管道;
- (5) 地块未发生过污染事件及投诉;

建设用地土壤污染状况调查现场访谈记录	
项目名称: 西大兴磷肥厂一期地块	地块权属: 北京一轻永通磷业有限公司
地块地址: 北京市大兴区魏善庄镇	地理坐标: E 116°23'41.5" N 39°46'15.5"
访谈人: 张宝霞 张露	访谈日期: 2021.04.29
姓名职务: 张宝霞 张露	单位名称: 北京一轻永通磷业有限公司
联系电话: 张宝霞: 张露:	联系电话: 张宝霞: 张露:
<p>1. 地块基本情况</p> <p>1.1 地块在地理位置: 西大兴磷肥厂一期地块, 位于魏善庄镇, 东邻永通磷业有限公司, 西邻永通磷业有限公司, 南邻永通磷业有限公司, 北邻永通磷业有限公司。</p> <p>1.2 地块历史使用及生产情况: 该地块为永通磷业有限公司, 主要生产磷肥, 于2015年投产。主要生产磷肥, 包括磷酸二铵、磷酸一铵、磷酸三铵等。主要生产磷肥, 包括磷酸二铵、磷酸一铵、磷酸三铵等。</p>	
<p>2. 地块土壤、地下水污染的关注</p> <p>2.1 地块内关注的主要污染物: 磷酸盐、氮、磷、钾、硫酸盐、氯化物。</p> <p>2.2 重点区域绿化地面是否存在硬化措施: <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否</p> <p>2.3 地块内是否存在无硬化或防渗的水泥地坪: 硬化, 防渗: <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否</p> <p>2.4 地块内是否有产品、原料材料、废品的地下储罐或输送管道: <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否</p> <p>2.5 地块内是否有工业废水的地下输送管道或储存池: <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否</p> <p>2.6 地块内是否有地下储罐、管道、罐体等设施设备: <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否</p> <p>2.7 地块内是否有地下储罐、管道、罐体等设施设备: <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否</p>	
<p>3. 历史环境信息</p> <p>3.1 该地块是否发生过化学品泄漏或环境污染事故: <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否</p> <p>3.2 如发生过化学品泄漏或环境污染事故, 时间、区域、主要污染物:</p> <p>3.3 如发生过化学品泄漏或环境污染事故, 处置情况:</p>	
<p>4. 周边地块现状及历史使用情况</p> <p>4.1 北: 永河</p> <p>4.2 东: 北京永通磷业有限公司, 原北京永通磷业有限公司</p> <p>4.3 南: 永通磷业有限公司</p> <p>4.4 西: 北京永通磷业有限公司, 原北京永通磷业有限公司</p>	
<p>5. 周边环境监测资料</p> <p>5.1 该地块是否进行过土壤环境监测: <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否</p> <p>5.2 该地块是否进行过地下水环境监测: <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否</p> <p>5.3 该地块是否有废水环境监测: <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否</p> <p>5.4 能否提供该地块历史环境监测数据: <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否</p>	
<p>6. 地块基本水文地质信息</p> <p>6.1 该地块是否有勘察资料, 可否提供: <input type="checkbox"/> 有, 提供 <input type="checkbox"/> 否, 不提供 <input checked="" type="checkbox"/> 无</p> <p>6.2 地质大致状况: 土壤类型: 荒地/农田</p> <p>6.3 地下水大致状况: 地下水位较浅, 约1-2米, 水质较差, 呈弱酸性。</p> <p>该地块内及周边是否有水井及主要用途, 如有请注明深度、类型等:</p>	
<p>7. 周边环境敏感点分布</p> <p>主要敏感点 (医院、学校、幼儿园、养老院、居住区、水源保护地等): 永河、永通磷业有限公司、永通磷业有限公司、永通磷业有限公司、永通磷业有限公司。</p>	
<p>8. 其他访谈信息</p>	

西大兴磷肥厂副总经理宣肇恩

建设用地土壤污染状况调查现场访谈记录	
项目名称: 西大兴磷肥厂一期地块	地块权属: 北京一轻永通磷业有限公司
地块地址: 北京市大兴区魏善庄镇	地理坐标: E 116°23'41.5" N 39°46'15.5"
访谈人: 张宝霞 张露	访谈日期: 2021.04.29
姓名职务: 张宝霞 张露	单位名称: 北京一轻永通磷业有限公司
联系电话: 张宝霞: 张露:	联系电话: 张宝霞: 张露:
<p>1. 地块基本情况</p> <p>1.1 地块在地理位置: 西大兴磷肥厂一期地块, 位于魏善庄镇, 东邻永通磷业有限公司, 西邻永通磷业有限公司, 南邻永通磷业有限公司, 北邻永通磷业有限公司。</p> <p>1.2 地块历史使用及生产情况: 该地块为永通磷业有限公司, 主要生产磷肥, 于2015年投产。主要生产磷肥, 包括磷酸二铵、磷酸一铵、磷酸三铵等。主要生产磷肥, 包括磷酸二铵、磷酸一铵、磷酸三铵等。</p>	
<p>2. 地块土壤、地下水污染的关注</p> <p>2.1 地块内关注的主要污染物: 磷酸盐、氮、磷、钾、硫酸盐、氯化物。</p> <p>2.2 重点区域绿化地面是否存在硬化措施: <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否</p> <p>2.3 地块内是否存在无硬化或防渗的水泥地坪: 硬化, 防渗: <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否</p> <p>2.4 地块内是否有产品、原料材料、废品的地下储罐或输送管道: <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否</p> <p>2.5 地块内是否有工业废水的地下输送管道或储存池: <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否</p> <p>2.6 地块内是否有地下储罐、管道、罐体等设施设备: <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否</p> <p>2.7 地块内是否有地下储罐、管道、罐体等设施设备: <input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否</p>	
<p>3. 历史环境信息</p> <p>3.1 该地块是否发生过化学品泄漏或环境污染事故: <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否</p> <p>3.2 如发生过化学品泄漏或环境污染事故, 时间、区域、主要污染物:</p> <p>3.3 如发生过化学品泄漏或环境污染事故, 处置情况:</p>	
<p>4. 周边地块现状及历史使用情况</p> <p>4.1 北: 永河</p> <p>4.2 东: 北京永通磷业有限公司, 原北京永通磷业有限公司</p> <p>4.3 南: 永通磷业有限公司</p> <p>4.4 西: 北京永通磷业有限公司, 原北京永通磷业有限公司</p>	
<p>5. 周边环境监测资料</p> <p>5.1 该地块是否进行过土壤环境监测: <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否</p> <p>5.2 该地块是否进行过地下水环境监测: <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否</p> <p>5.3 该地块是否有废水环境监测: <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否</p> <p>5.4 能否提供该地块历史环境监测数据: <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否</p>	
<p>6. 地块基本水文地质信息</p> <p>6.1 该地块是否有勘察资料, 可否提供: <input type="checkbox"/> 有, 提供 <input type="checkbox"/> 否, 不提供 <input checked="" type="checkbox"/> 无</p> <p>6.2 地质大致状况: 土壤类型: 荒地/农田</p> <p>6.3 地下水大致状况: 地下水位较浅, 约1-2米, 水质较差, 呈弱酸性。</p> <p>该地块内及周边是否有水井及主要用途, 如有请注明深度、类型等:</p>	
<p>7. 周边环境敏感点分布</p> <p>主要敏感点 (医院、学校、幼儿园、养老院、居住区、水源保护地等): 永河、永通磷业有限公司、永通磷业有限公司、永通磷业有限公司、永通磷业有限公司。</p>	
<p>8. 其他访谈信息</p>	

调查地块附近的居民赵同志
图 4-1 人员访谈记录

4.3. 现场勘查

在现场踏勘前,通过西大兴磷肥厂生产情况等前期资料的分析得出本次调查地块属于重金属类疑似污染地块,且原厂区内仍存在一些建/构筑物,此次准备防护口罩、安全帽、安全鞋等防护用品,确保现场踏勘人员的生命健康安全。

现场踏勘的主要内容包括:调查地块的现状,区域的地质、水文地质和地形的描述调查地块周边情况是否相符等。重点踏勘对象主要包括有毒有害物质的使用、处理及处置场所;生产车间、原料堆场和污水处理池;污染和腐蚀痕迹;废弃物堆放地等。

踏勘范围如下:

(1) 地块内部,占地面积约 65765m²,重点调查区域(仓库、堆场、生产区域)面积约 25000m²。

(2) 地块周围:以地块为中心周边半径 1km。

4.4. 地块主要生产活动

由于西大兴磷肥厂关闭多年,调查地块内生产工艺相关资料已遗失,本节内的生产工艺、生产规模、生产设施及罐、槽储存设施、污水管线等相关内容根据西大兴磷肥厂副总经理宣肇恩的人员访谈记录整理而成。

4.4.1. 生产概况

调查地块原为西大兴磷肥厂磷肥和硫酸生产区域,该厂 1970 年建厂,最初为生产 5 万 t/a 磷肥、2 万 t/a 硫酸、副产品氟硅酸钠约 0.1 万 t/a,1985 年新建新的硫酸生产线,硫酸生产规模为 4 万 t/a,2008 年该厂停产关闭。该厂停产前其主要产品生产规模如表 4-2 所示,其产品链如图 4-2 所示。

表 4-2 调查地块内生产的主要产品及规模

序号	生产单位	产品名称	生产规模(万 t/a)
1	磷肥生产车间	磷肥	5
2		氟硅酸钠	0.1
3	硫酸生产车间	硫酸	4



图 4-2 调查地块内产品生产链

4.4.2. 现状建筑

调查地块内现有磷矿石破碎车间、磷肥生产车间、硫铁矿破碎车间、燃烧炉厂房、硫酸生产办公室、风机房、磷肥生产办公室、变电站、磷酸铵包装车间、锅炉房及办公楼，其中磷酸铵包装车间、锅炉房设施 2012 年拆除，磷矿石破碎车间、磷肥生产车间、硫铁矿破碎车间、燃烧炉厂房、风机房的设备在 2017 年全部拆除，拆除时硫酸生产区域内的土壤发生过扰动。目前办公楼闲置，锅炉房和磷酸铵包装车间及其周边空地租赁给北京佳海物流有限公司用于货物转运。调查地块现状如图 4-3 所示。

4.4.3. 主要设施记录

调查地块内原有一条 4 万 t/a 硫酸生产线和一条 5 万 t/a 磷肥生产线，硫酸生产线主要生产设施如表 4-3 所示，磷肥生产线主要生产设施如表 4-4 所示。

表 4-3 硫酸生产线主要设施

序号	名称	规格	单位	数量
1	皮带机	B=500 L=16000 Q235 胶带	台	1
2	打砂机	PC400-170 Q235 锰钢	台	1
3	皮带机	B=500 L≈20000 Q235 胶带	台	1
4	斗提机	D250 Q235 胶带	台	1
5	高位贮矿斗	10m ³ Q235	台	1
6	调速给料机	B=500 L=5200 配调速机	台	1
7	燃烧炉	炉床φ3.9m 12m ² 210m ³ 合金、火砖 Q235	台	1
8	炉前鼓风机（离心式）	Q=400m ³ /min H=20kPa 220KW	台	1
9	废热锅炉（含阻机、软水系统）	Q=8t/h 25kg/cm ² 火砖、20g 锅炉管、 Q235 等	台	1
10	矿渣冷却输送机	φ425×19000 Q235 合金等	套	1
11	脱吸塔	φ2200×7150 PVC 聚丙海尔环	台	1
12	电除雾器（高效型）	152 导电 PVC 管 合金极度线 300Ma/65KV 户外	台	1
13	SO ₂ 鼓风机（离心式）	A1330-1.35 Q=500m ³ /min H=3500H ₂ O 柱 400KW	台	1
14	热交换器	F=49m ² 20g	台	3
15	干燥塔	φ2600×12847 钢壳 衬瓷砖、合金等	台	1
16	吸收塔	φ2600×12847 钢壳 衬瓷砖、合金等	台	2
17	计量桶	φ3600×3600 Q235	台	2
18	浓酸贮库	φ9000×9000 Q235	台	2

表 4-4 磷肥生产线主要生产设施

序号	设备名称	规格型号	单位	数量
1	雷蒙磨	T145	台	1
2	矿粉传送系统	/	套	1
3	混化机	/	台	1
4	硫酸泵	/	台	1
5	磷肥粉碎机	φ50	台	1
6	尾气吸收系统	/	套	1

调查地块内厂区平面布置如图 4-4 所示。

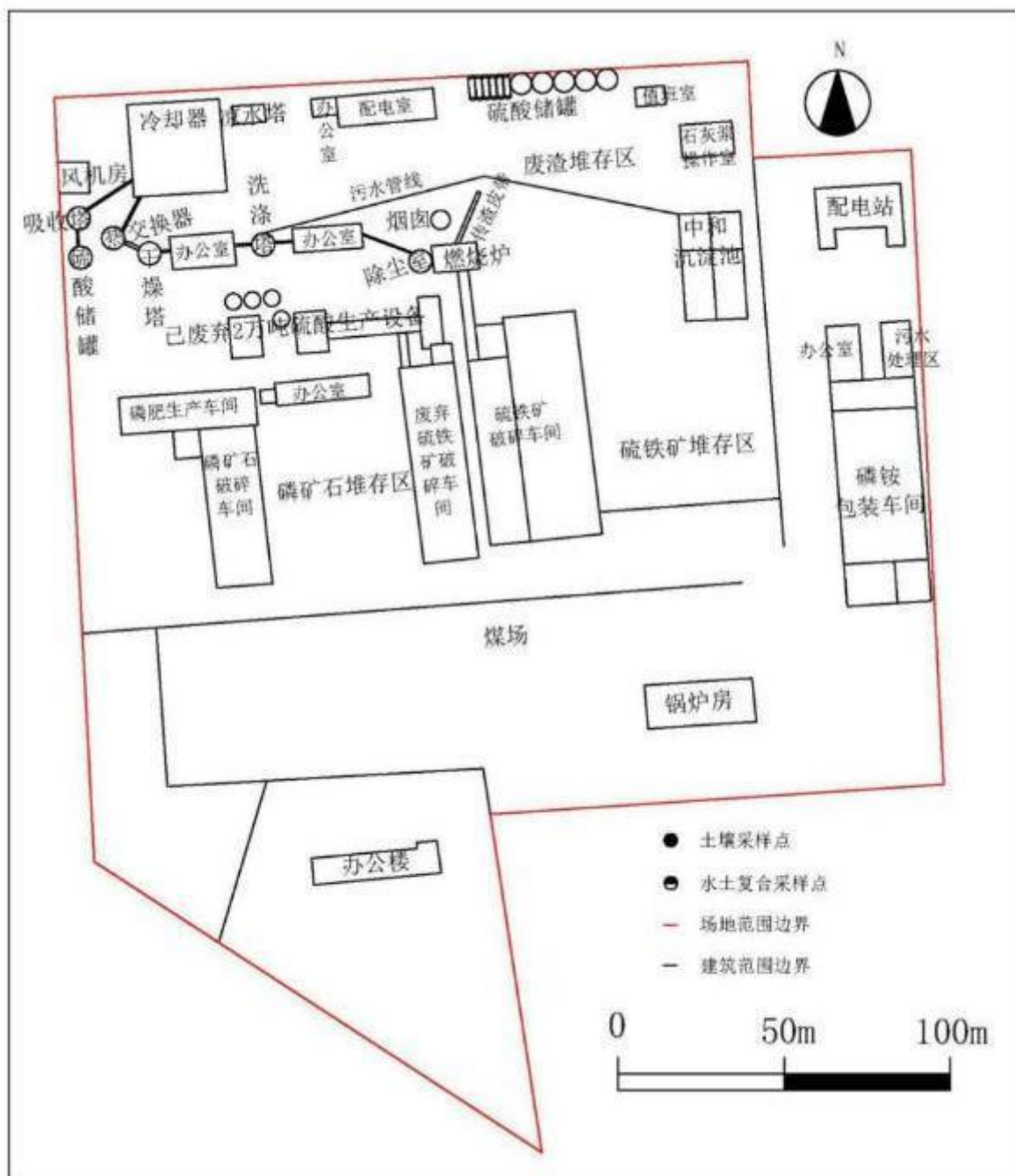


图 4-4 调查地块内厂区平面布置

4.4.4. 生产工艺及规模

调查地块内生产硫酸所用的原料为硫铁矿，催化剂为五氧化二钒（ V_2O_5 ）；生产磷肥所用原料为磷矿石和浓硫酸，其用量如表 4-5 所示。

表 4-5 生产硫酸和磷肥的原辅料用量

序号	生产单位	原辅料名称	用量 (t/a)
1	硫酸生产线	硫铁矿	40000
2		催化剂 (V ₂ O ₅)	20
3	磷肥生产线	磷矿石	40000
4		浓硫酸	15000

磷矿石是含磷的矿石，多产于沉积岩，也有产于变质岩和火成岩。除个别情况外，矿物中的磷总是以正磷酸盐形态存在，磷的主要矿物为磷灰石。磷灰石根据所含化学成分的不同，成分为：碳氟磷灰石 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{CaF}_2$ 、氟磷灰石 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{CaF}_2$ 、氯磷灰石 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{CaCl}_2$ 、氢氧磷灰石 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ 、碳磷灰石 $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{CO}_3)$ 。

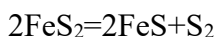
硫铁矿是硫化矿物的总称，常见的是黄铁矿，主要成分为二硫化铁。硫铁矿的颜色因所含杂质不同而呈灰色、褐绿色、浅黄铜色等，具有金属光泽，矿中主要杂质有铜、铅、砷等的硫化物，钙、镁的碳酸盐和硫酸盐、二氧化硅等。

4.4.4.1. 硫酸生产工艺

(1) 生产原理

硫铁矿的焙烧过程主要分为以下两个步骤。

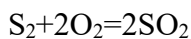
①硫铁矿受热分解为一硫化亚铁和硫蒸汽。其反应为：



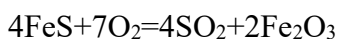
此反应在 500℃时进行，随着温度的升高反应急剧加速。

②硫蒸汽的燃烧和一硫化亚铁的氧化反应

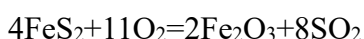
硫铁矿分解出来的硫蒸汽，瞬即燃烧成二氧化硫。其反应为：



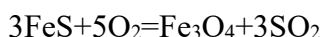
硫铁矿分解出硫后，剩下的一硫化亚铁成多孔性物质，继续焙烧，当过剩空气量较多时，最后生成 Fe_2O_3 。烧渣呈红棕色，其反应为：



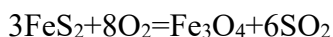
综合以上三个反应，硫铁矿焙烧的总反应为：



在硫铁矿焙烧过程中，除上述反应外，当温度较高和过剩空气量较少时，有部分 Fe_3O_4 生成。烧渣呈棕黑色，其反应为：



综合 FeS_2 分解反应， S_2 的氧化反应和上式 FeS 焙烧生成 Fe_3O_4 的反应，则得总反应式为：



二氧化硫在炉渣（ Fe_2O_3 ）的接触作用下，尚能生成少量的三氧化硫。硫铁矿中钙、镁等的碳酸盐，受热分解产生二氧化碳和金属氧化物，这些金属氧化物与三氧化硫作用能生成相应的硫酸盐。

二氧化硫的催化氧化反应：



（2）生产工艺

硫铁矿经破碎脱水处理后（原料水份 $\leq 8\%$ ），通过燃烧炉顶部的料仓给料机定量送入燃烧炉，并将原料的含硫量控制在 30% 左右，在 900°C 温度下，迅速反应，生成 SO_2 气体浓度为 12.8%，燃烧炉产出的炉气，经废热锅炉回收余热，降温至 400°C ，经旋风除尘，使尘含量降至 $\leq 0.2\text{g}/\text{Nm}^3$ 后进入净化工段，本生产采用水洗方法对炉气进行洗涤处理，除去炉气中砷等有害物质。自净化工段来的炉气补充适量空气调节 SO_2 的浓度至 9% 后进入干燥塔，经喷淋 93%~94% 的硫酸干燥使水份降至 $0.1\text{g}/\text{Nm}^3$ ，当干燥的 SO_2 气体浓度在 8.2% 时进入转化工段，在催化剂（ V_2O_5 ）存在的条件下与空气中的 O_2 反应生成 SO_3 ，再用 98% 的硫酸吸收生成硫酸。具体工艺流程如图 4-5 所示。

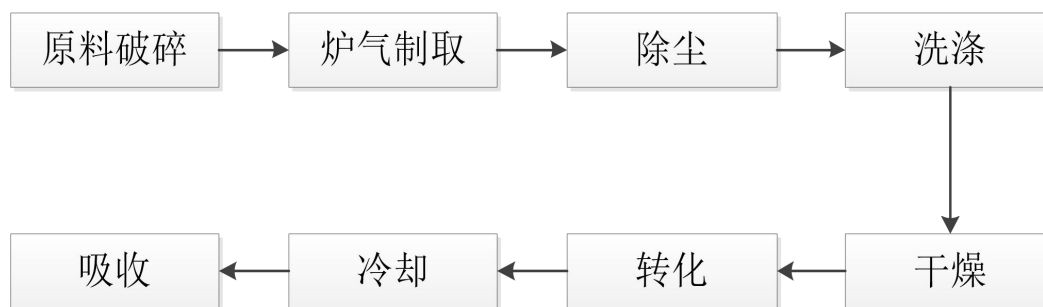


图 4-5 硫酸生产工艺流程

4.4.4.2. 磷肥生产工艺

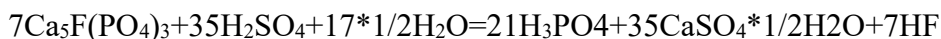
（1）反应原理

磷矿石为氟磷矿石 [$\text{CaF}(\text{PO}_4)_3$]，当浓硫酸和磷矿粉反应时，生产过磷酸钙和氟化氢气体。氟化氢气体可与磷矿粉中的二氧化硅完全反应，生成四氟化硅气体，经氢氧化钠溶液吸收反应后生产副产品氟硅酸钠。生产磷肥过磷酸钙的化学式如

下:

主反应:

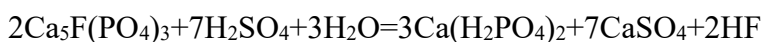
第一阶段:



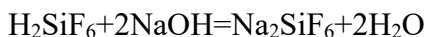
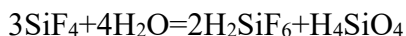
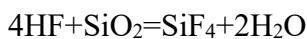
第二阶段:



总反应:



副反应:



(2) 生产工艺

磷矿石经过破碎，与浓硫酸混合并反应，然后冷却，再次破碎后便是最终产品磷肥。具体生产工艺流程如图 4-6 所示。

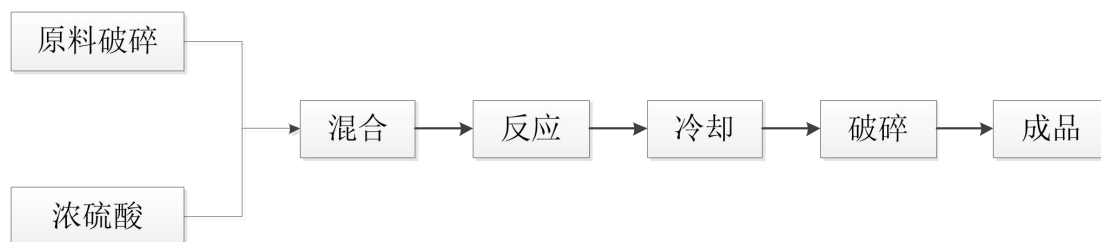


图 4-6 磷肥生产工艺流程

4.4.5. 生产设施及污染物排放

硫酸生产过程中产生废气、废水及固废，其主要污染物为硫酸、二氧化硫、砷及钒，具体如表 4-5 所示。磷肥生产过程中产生废气，主要污染物为氟化物和硫酸雾，具体如表 4-6 所示。

表 4-5 硫酸生产过程中污染物排放及治理措施

序号	类别	排污环节	类型	主要污染物	治理措施
1	废气	炉气制取	开炉炉气	SO ₂	无组织排放
2		吸收	硫酸雾	硫酸	无组织排放
3		原料破碎	粉尘	砷、硫化物	布袋除尘

表 4-5 硫酸生产过程中污染物排放及治理措施

序号	类别	排污环节	类型	主要污染物	治理措施
4	废水	洗涤	含酸废水	硫酸	污水处理站
5	固废	炉气制取	废渣	砷等	外售至水泥厂或炼铁厂
6		转化	废催化剂	V ₂ O ₅	解毒后循环使用

表 4-6 磷肥生产过程中污染物排放及治理措施

序号	类别	排污环节	类型	主要污染物	治理措施
1	废气	原料破碎	粉尘	氟化物	布袋除尘
2		反应	化成废气	SiF ₄ (HF)、硫酸雾、颗粒物	负压抽风通入反应器

4.4.6. 罐、槽等储存设施及污水管线分布

调查地块内有 12 个硫酸储罐，其中 11 个储罐位于调查地块北侧，其余位于吸收塔南侧。调查地块内有 1 条地下污水管线，该污水管线将洗涤工段洗涤塔中的污水通入到中和沉淀池。调查地块内有两个污水处理站，分别为处置硫酸洗涤工段污水的中和沉淀池和东侧处置磷酸铵生产线污水的污水处理站，但因磷酸铵生产线未投入使用，所以该污水处理站自建成后一直为闲置状态。储罐、污水管线及污水处理站分布如图 4-7 所示。

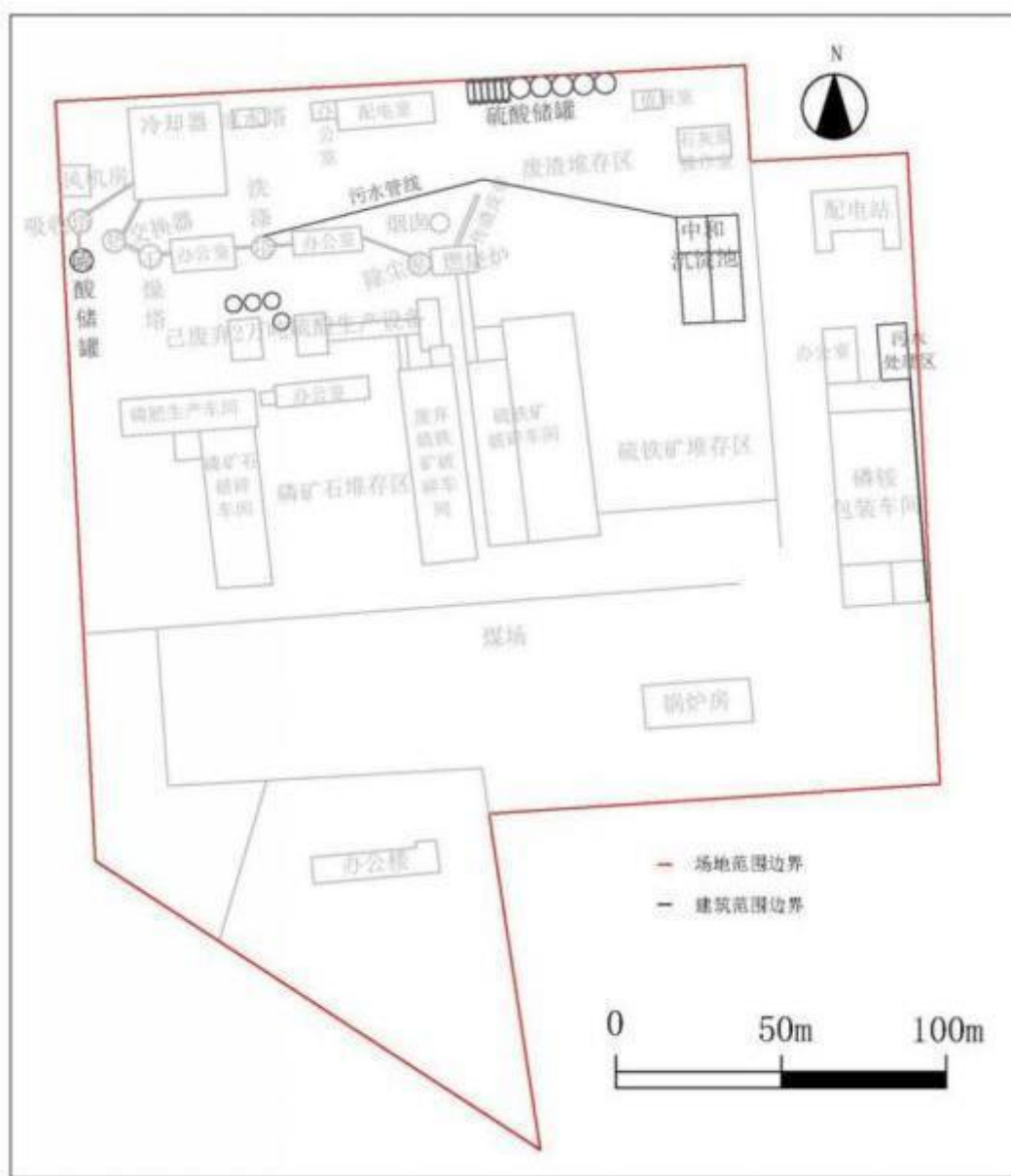


图 4-7 储罐、污水管线及污水处理站分布

4.5. 地块环境污染调查

4.5.1. 废水/废气

废气：主要破碎过程的粉尘及氟化物和硫酸雾，硫酸雾通过酸雾净化塔吸收。

废水：硫酸生产过程中的洗涤废水，排入污水处理站中和处理后排出。

4.5.2. 固体废物

硫酸生产过程中的废渣暂存在硫酸生产区域东侧的废渣堆存区，之后废渣外售至水泥厂或炼铁厂。

4.5.3. 有毒有害化学物质

硫酸和磷肥生产过程中涉及的有毒有害物质主要为氟化物、砷、铜、铅、钒、

硫化物、硫酸等。

4.5.4. 污染事故调查

通过对调查地块相关资料的收集和分析，以及对相关人员进行访谈得知，调查地块范围内未发生过环境事故。

4.6. 周边环境调查

4.6.1. 环境敏感点分布

调查地块周边 1km 范围共有 1 个住宅小区、4 个村庄和 1 所大学，分别为：北京密码（图 4-7 “1”）、兴隆庄村（图 4-7 “2”）、东枣林村（图 4-7 “3”）、北研垡村（图 4-7 “4”）、车站村（图 4-7 “5”）和国家开放大学（魏善庄校区）（图 4-7 “6”），地块 1km 范围内环境敏感目标示意图如图 4-7 所示，地块周围 1km 范围内敏感目标与地块距离及相对位置如表 4-8 所示。



图 4-8 调查地块 1km 范围内环境敏感点分布

表 4-7 调查地块与环境敏感点的距离和相对位置

序号	名称	相对位置	距离调查地块 (m)
1	北京密码	N	765
2	兴隆庄村	W	576
3	东枣林村	SW	650

4	北研垡村	S	393
5	车站村	SE	484
6	国家开放大学（魏善庄校区）	NE	564

4.6.2. 潜在污染企业分布

调查地块周围 1km 范围内主要有 9 家潜在污染企业，分别是调查地块东侧的北京铁五院工程机械有限公司（图 4-8 “1”），西侧的北京京温餐饮有限公司（图 4-8 “2”）、北京利群制衣厂（图 4-8 “3”）、北京市华东祥瑞红木家具厂（图 4-8 “4”），东北侧的北京中航空港混凝土有限公司（图 4-8 “5”），西北侧的奇威华清联合动力公司（图 4-8 “6”）、北京宇通物流有限公司（图 4-8 “7”）、中国交建（图 4-8 “8”）、北京天罡助剂有限责任公司（图 4-8 “9”），具体位置见图 4-9。

根据调查了解到北京利群制衣厂和北京市华东祥瑞红木家具厂这两家企业现已停止生产，北京市华东祥瑞红木家具厂现作仓库之用；北京中航空港混凝土有限公司、奇威华清联合动力公司、北京宇通物流有限公司、中国交建均不涉及生产，污水排入市政管网；北京京温餐饮有限公司主要制作盒饭，污水排入市政管网，油烟废气通过吸收后排入大气；北京天罡助剂有限责任公司涉及化学原料和化学制品制造，公司内部建有污水处理站和脱硫除尘设施，污染物经处理后达标排放。这 9 家企业对调查地块基本无污染影响，但还需对调查地块进行取样分析，进一步确定土壤污染状况。



图 4-9 调查地块 1km 范围内潜在污染企业分布

4.7. 小结

根据以上分析,调查地块内潜在的污染物主要是磷肥生产过程中产生的氟化物,以及硫酸生产过程中产生的含酸废水、含砷、铅、铜、硫化物的废渣以及催化剂 V_2O_5 。潜在污染物砷、钒、铅、铜、氟化物、硫化物进入环境中,通过迁移和转化对土壤和地下水造成影响,潜在污染物具体的迁移转化特征在第五章论述。

5. 污染状况分析与判断

5.1. 潜在污染物迁移转化特征分析

5.1.1. 土壤中砷的迁移转化特征

土壤中砷的主要来源于原料硫铁矿以及硫铁矿煅烧之后产生的废渣。当砷污染物进入土壤后，在各种因素的影响作用下会发生一系列的生物、化学、物理过程。在这过程中，砷在土壤中的迁移转化存在多种可能性，或使其成为水溶性砷，加重砷的污染危害，但同时也有利于我们从土壤中将砷淋溶出去从而降低土壤中砷的含量，减少危害；或使其转化为难溶性砷化合物，增加土壤中砷的含量；或使其为土壤胶体吸附对砷污染起到缓冲作用等。因而，砷在土壤中的迁移转化复杂于大气和水体中砷的迁移转化。砷在土壤中的迁移转化取决于两个决定性因素：一是土壤能使易溶性砷化合物转变为难溶性砷化合物的固定能力；二是使砷的难溶性化合物转化成易溶性砷化合物的能力。与此同时，同砷在土壤中的形态分布影响类似，土壤的理化性质和矿物组成也影响着砷的迁移转化。其中，土壤的 pH 值和矿物组成是重要的两个影响因子，并且土壤中的砷常受到这两个影响因子的联合作用。

吸附态砷向溶解态砷转化主要与土壤 pH 值、氧化还原电位(Eh)有关。当土壤中 pH 升高或者 pE 降低都将增大可溶性砷的浓度。当土壤中 $pE+pH>10$ ，即为氧化性土壤时 As(I)为主要形态；当土壤 $pE+pH<8$ ，即在为还原性土壤时 As(V)为主要形态。而在碱性土壤中，由于土壤胶体的正电荷减少，减弱了对砷的吸附能力，从而使砷的可溶性增大。根据相关研究，土壤中水溶态的砷会随着土壤的 pH 值的改变发生显著变化。H 或 OH 直接或间接地参与了土壤中砷的吸附-解吸过程，pH 值的变化通过促进土壤表面配位砷酸根离子发生质子离解或缔合，来影响砷酸根离子在土壤表面的吸附和解吸。

土壤中存在大量的无机、有机离子，如 Cr 、 PO_3 、 SO_4 及来源于植物残留物的降解物、土壤根系的分泌物等有机离子。这些离子能和砷发生不同程度的吸附位点竞争，从而影响土壤对砷的吸附。 PO_4^{3-} 可置换土壤中已吸附的砷，同时

土壤中的磷也回显著抑制土壤对砷的吸附，但 Cl^- 、 SO_4^{2-} 和 NO_3^- ；对砷吸附影响很少，可能与其跟砷的吸附机制不同有关。磷和砷的化学性质相近，在土壤胶体上的吸附位点存在竞争关系，通过提高溶液磷浓度可以减少土壤对砷的吸持能力从而增加了砷从土壤中的解吸量。在磷浓度较低的情况下，砷的解吸量与磷浓度表现出显著的线性关系。土壤根系的分泌物主要通过还原作用、酸化溶解、竞争吸附和螯合作用活化土壤中的 Al-As 、 Fe-As ，从而减少铝型砷、铁型砷的含量，增加 Ca-As 。通常，进入土壤中的砷能够在 48h 内被土壤快速的吸附固定，后期吸附过程则十分缓慢。当砷进入土壤后，一部分留在土壤溶液中，一部分吸附在土壤胶体上，大部分转化为复杂的难溶性砷化物。砷在土壤中形成的难溶性砷化物主要是以为土壤中铁、铝、镁、钙的固定作用，且固定能力 $\text{Fe}^{3+} > \text{Al}^{3+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+}$ 。土壤中的微生物在对土壤中的砷的转化、迁移和毒性中也扮演着一个重要的角色。土壤中的亚砷酸盐 As(IV) 和砷酸盐 As(V) 在微生物的活动影响下能够发生降解和氧化。生物甲基化能够将无机砷化合物转化为有机态甲基胂酸(MMAA)、二甲基胂酸(DMAA)、三甲基胂酸(TMAO)。同时其他微生物还可以使土壤中的砷去甲基化，由有机态转化为无机态。土壤中的一些细菌、酵母菌等真菌能将水溶性砷的化合物 As(II) 和 As(V) 转化为气态砷化氢(AsH_3)，从而使土壤中的水溶态和固态砷转化为气态砷。

5.1.2. 土壤中钒的迁移转化特征

土壤中钒的来源主要是硫酸生产过程中的催化剂五氧化二钒 (V_2O_5)。土壤的氧化性越高、碱性越大，钒越易形成 VO_3^- 离子。当土壤的酸度增大时， VO_3^- 离子易转变成多钒酸根复合阴离子。它们都容易被粘土和土壤胶体及腐殖质固定而失去活性，钒在土壤中的迁移性较弱。

5.1.3. 土壤中铅的迁移转化特征

铅在土壤中的迁移转化可以归纳为沉淀-溶解、离子交换和吸附、络合作用和氧化还原作用等。其中络合作用对土壤中重金属的环境化学行为的影响主要在于影响溶解度，从而影响其生物的可给性，而且这种作用是双向的，影响的方向与土壤的理化性质、配体类型及金属离子的种类都有密切关系。铅在土壤中主要

以二价态的无机化合物形式存在，极少数为四价态。多以 $\text{Pb}(\text{OH})_2$ 、 PbCO_3 或 $\text{Pb}(\text{PO}_4)_2$ 等难溶形式存在，故铅的移动性和被作物吸收的作用都大大降低。在酸性土壤中可溶性铅含量一般较高，因为酸性土壤中的 H^+ 可将铅从不溶的铅化合物中溶解出来。

5.1.4. 土壤中铜的迁移转化特征

土壤中的铜来自含铜矿物，如原生矿物黄铜矿等，次生矿物中也含有一定数量的铜。土壤矿物风化后释放出铜离子的大部分被有机物所吸附。在渍水条件下则形成硫化物 CuS ，当土壤变干时又被氧化成硫酸铜。此外，土壤中还可能存在着碳酸铜、硝酸铜和磷酸铜。

土壤中的铜常区分成水溶态铜、交换态铜、非交换态铜或专性吸附态铜、有机结合态铜和矿物态铜。其中水溶态铜、交换态铜和络合态铜对植物都是有效的铜，土壤有效态铜的主要形态随着土壤性质不同而有所不同。它们在一定条件下互相转化，影响这种转化的主要因素为有机质、黏土矿物的性质、pH 值和氧化还原条件。有机质多的泥炭土和沼泽土，铜与腐殖质形成稳定的络合物而降低有效性，这种土壤常会出现缺铜。土壤 pH 值对铜的固定也产生很大的影响，pH>4.5 时，铜以氢氧化铜、磷酸铜或碳酸铜的形态沉淀。淹水情况下，土壤还原条件增强，铜的有效性增大。

5.1.5. 土壤中硫化物的迁移转化特征

土壤中的硫化物主要来源于原料硫铁矿以及硫铁矿煅烧之后产生的废渣。土壤中硫以有机、无机多种形态存在，呈多种氧化态，从硫酸的+6 价到硫化物的-2 价态，并有固、液、气三种形态。他们之间的关系随土壤类型、pH 值、排水状况、有机质含量、矿物组成和剖面深度变化很大。大多数土壤中的硫存在于有机物、土壤溶液中和吸附于土壤复合体上。无机硫主要是以硫酸根形式存在，容易被雨水淋湿。

硫的转化与氮素循环在许多方面是类似的。如两种循环中都含有大气的重要组分，它们的大多数土壤组分都和有机质相缔合；虽然两者的无机态数量很少，但都很活跃，都具有氧化还原的变化。然而硫的循环也有与氮的不同之处，在自

然条件下，硫的主要来源是母岩的风化。成土过程中，原生矿物中的硫化物转变成硫酸盐，硫酸盐通过微生物、动物和植物的生物合成作用而转化成种类繁多的有机物；当植物和动物的遗体回到土壤为土壤微生物分解，一部分硫以硫酸盐的形式释放出来，但大部分以有机硫的形式存留，最后成为土壤腐殖质的一部分，腐殖质硫缓慢地再矿化，并通过微生物和植物的作用再度进入循环。

5.1.6. 土壤中氟化物的迁移转化特征

土壤环境中的氟化物种类繁多，除了外界排放的冰晶石，氟化铝，氟化镁，氟硅酸钠，还有大量的有机氟化物，包括全氟有机物和选择氟代有机物。土壤中氟的形态一般可分为：水溶态、可交换态、铁锰氧化物态、有机束缚态和残余固定态等。其中，水溶性氟和可交换态氟对植物、动物、微生物及人类有较高的有效性。

在土壤中，氟多以难溶化合物的形式存在于土壤矿物中，这些矿物系土壤中存在的较为稳定的含氟矿物。由于从外界输入土壤中的 F⁻能与钙钡镁等盐类生成不溶性胶体氟化物沉淀于土壤中，这就容易造成大量氟在土壤表层积累。而且，这种沉淀作用是可逆的，一旦土壤条件发生变化，它就会溶解出来，重新转化为 F⁻。

5.2. 地块概念模型

调查地块中的储罐为硫酸储罐，主要分布在废渣堆存区北侧靠墙位置和硫酸生产区域。潜在污染物主要是砷、钒、硫化物、氟化物、铜、铅，污染区域主要为硫酸生产区和废渣堆存区，它们主要通过直接与土壤接触，迁移转化进入土壤及地下水之中。调查地块内的地下水流向为由西北至东南。

5.3. 污染状况判断

根据以上分析，调查地块可能存在氟化物、铜、铅、砷、钒和硫化物的迁移和转化带来的土壤污染，主要污染区域在硫酸生产区、磷肥生产区和废渣堆存区附近，具体的污染土层深度和污染物是否发生了长距离迁移还需进行第二阶段的土壤污染状况调查。

6. 水文地质条件

6.1. 地层分布及岩性特征

根据 2021 年 4 月份地块钻探所揭示的土层资料，按照地层沉积年代、成因类型，对本次钻探地层进行描述。因地层变化较大，以下对各地层分别进行描述，各钻孔地层柱状图见附件 9。

人工填土层：

素填土①层：主要为细砂素填土，局部为砂质粉土素填土，褐黄色，稍密，含有砖渣、灰渣等。该层场区仅局部分布。

房渣土①₁层：杂色，松散，湿，含砖块、灰渣、水泥块、炉渣等，该层场区仅局部分布。

第四系沉积层：

该层分布于人工堆积层之下，广泛分布于场区：

细砂②层，褐黄色，中密，湿，含有云母、石英、长石。

砂质粉土、黏质粉土②₁层：褐黄色（局部灰色），中密，很湿，含有云母，氧化铁。

粉质黏土、黏质粉土③层：灰色~灰黄色，很湿，可塑，含有云母、氧化铁、姜石。

细砂③₁层：灰黄色，湿，密实，含云母、石英、长石。

细砂④层：褐黄色，密实，湿~饱和，含有云母、石英、长石。

卵石④₁层：杂色，密实，饱和， $D_{天}=6\text{cm}$ ， $D_{一般}=3\sim 5\text{cm}$ ，中粗砂充填约 25%，亚圆形，级配较好。

黏质粉土④₂层：褐黄色，中密，很湿，含有云母，氧化铁。

④₃层未揭穿。

6.2. 土层物理性质

调查地块地面下 20.00m 深度范围内的各主要土层相关物理性质指标经验值如表 6-1 所示。

表 6-1 各主要土层物理性质指标经验值

土层序号	土层岩性	统计项目	密度 ρ_d (g/cm ³)	孔隙比 e	比重
①	填土	经验值	1.85	2.0	/
②	细砂	经验值	2.00	0.55	/
② ₁	砂质粉土黏质粉土	经验值	1.95	0.70	2.71
③	粉质黏土黏质粉土	经验值	1.95	0.75	2.71
③ ₁	细砂	经验值	2.05	0.55	/
④	细砂	经验值	2.05	0.55	/
④ ₁	卵石	经验值	2.15	0.50	/
④ ₂	黏质粉土	经验值	1.95	0.65	2.71

6.3. 土层渗透性

根据本次揭露的土层岩性、土工试验，水文地质试验成果和相关工程经验综合分析，提出本次工作区内各主要土层的渗透系数综合建议值如表 6-2 所示。

表 6-2 各土层渗透系数综合建议值

成因类型	土层序号	岩性组成	渗透系数建议 (cm/s)	
			垂直	水平
人工填土	①	杂填土、素填土	1E-4	1E-4
第四系沉积层	②	细砂	3E-3	3E-3
	② ₁	砂质粉土、黏质粉土	1E-4	1E-4
	③	粉质黏土	2E-5	2E-5
	③ ₁	细砂	3E-3	3E-3
	④	细砂	3E-3	3E-3
	④ ₁	卵石	9E-3	9E-3
	④ ₂	黏质粉土	1E-4	1E-4

6.4. 地块水文地质条件

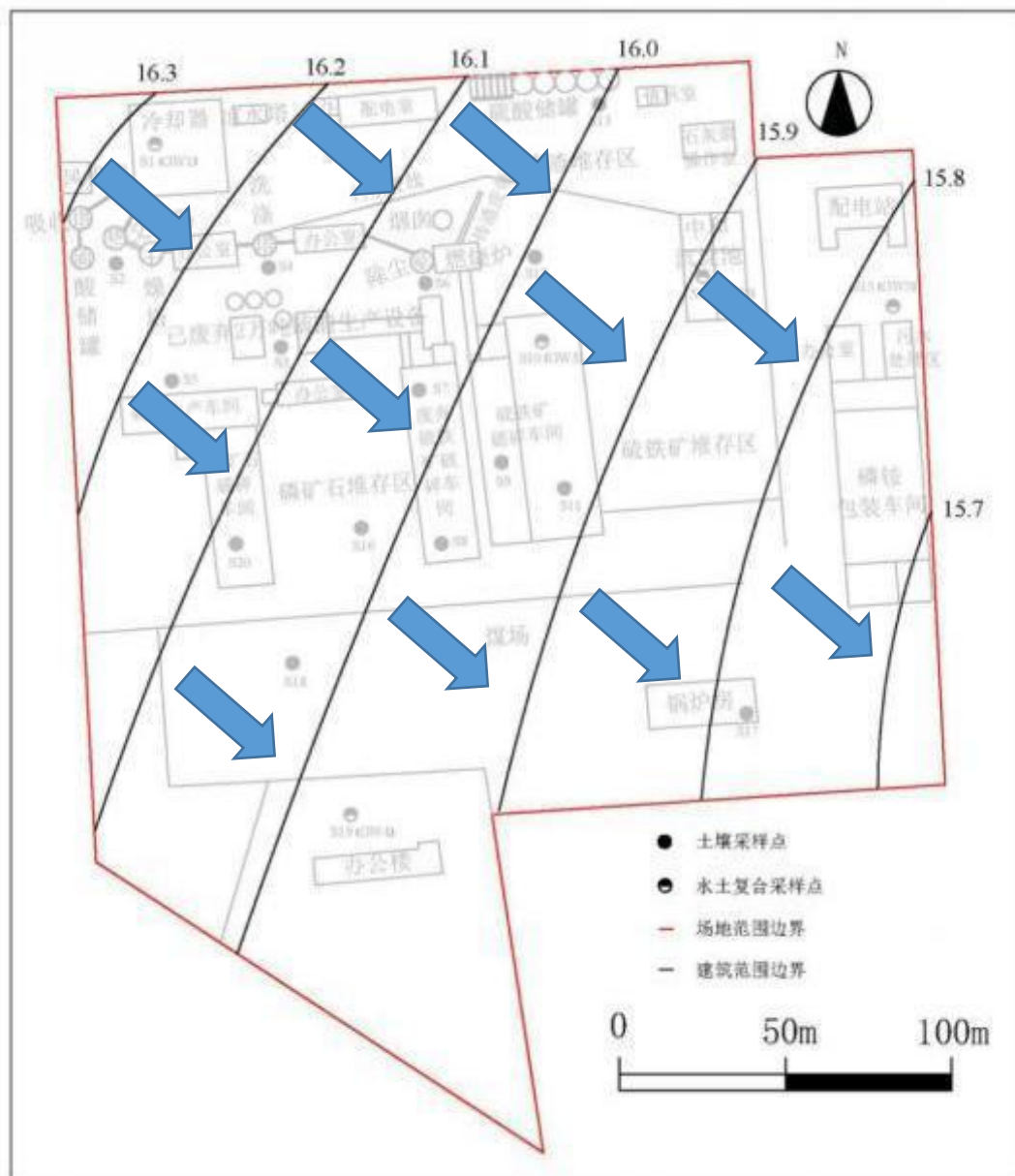
根据本次勘察时（2021年4月）所揭露的地层及地下水分布情况，调查地块地表以下 20.00m 深度范围内仅揭露到一层地下水，地下水埋深 15.30~15.80m，主要赋存于砂层、卵石层，地下水类型为潜水。该层地下水动态类型主要为渗入

—径流型潜水，以大气降水入渗和上游的地下水侧向径流补给方式为主，地下水的径流方向为自西北向东南流动，以人工开采和侧向径流方式排泄为主。调查地块内第四系含水层富水性不均一。

依据调查地块内钻孔中量测的地下水水位数据且结合附近水文资料综合判断地下水流向为西北至东南，整个调查地块范围内平均水力梯度(I)约为 2.3‰，由此计算得到本项目调查地块内潜水的平均流速(V)约为 7E-6cm/s。综合分析绘制的地下水流向如图 6-1 所示，地下水监测井的信息如表 6-3 所示。

表 6-3 地下水监测井信息表

地下水监测井编号	坐标		标高 (m)
	X	Y	
GW1	116.163389	40.049027	16.3
GW2	116.391468	39.736926	15.7
GW3	116.39998601	39.67342958	15.7
GW4	116.39271213	39.67067516	15.7
GW5	116.392468	39.672373	16.1



7. 布点采样

根据国家发布的《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（环境保护部公告2017年第72号）、《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1）、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2）、北京市发布的《建设用地土壤污染状况调查与风险评估技术导则》（DB11/T 656-2019）以及第一阶段调查成果，确定第二阶段土壤污染状况调查的采样点。

7.1. 布点原则

7.1.1. 土壤布点原则

平面布点：为了确认调查土壤是否存在污染，本次调查将充分利用第一阶段调查成果，在调查地块的疑似污染区进行布点。具体方法是：按照原调查地块的使用功能将其划分成生产区、仓储区和生活区等区域，再根据各区域疑似污染的情况，确定调查地块土壤采样点布点的位置和布点密度。其中，生产区和仓储区是调查地块主要疑似污染区，也是本次土壤污染状况调查的布点重点，主要包括调查地块内的磷矿石破碎车间、磷肥生产车间、硫铁矿破碎车间、硫酸生产装置区、硫酸储罐区、原料堆场、废渣储存场、中和沉淀池、污水处理站及污水管网沿线等生产区域。

深层布点：为确认污染物在调查地块土壤中的垂直分布情况及污染深度，本次调查将采集分层土壤样品，包括表层土壤样品和深层土壤样品。具体的采样层次和采样深度则需根据调查地块土层的分布和岩性特征、污染源的位置（地上或地下）、污染物在土壤中的垂直迁移特性、地面扰动情况等因素决定。原则上采集0~0.5 m表层土壤样品，0.5m以下下层土壤样品根据判断布点法采集，0.5~6m土壤采样间隔不超过2m；不同性质土层至少采集一个土壤样品。同一性质土层厚度较大或出现明显污染痕迹时，根据实际情况在该层位增加采样点。具体的采样位置应根据便携式XRF检测仪、PID检测仪等现场监测设备的监测结果，结合土壤的颜色、气味等其他相关因素进行综合判断，采集污染较重位置的层间土壤样品，而且确保最终采样深度的土壤样品未受污染。如发现调查地块污染物已

迁移至地下水，则还需分别在地下水水位上部的非饱和区和地下水含水层的底板采集土壤样品，以确定调查地块地下水中 LNAPL 和 DNAPL 的分布情况。

7.1.2. 地下水布点原则

调查地块地下水监测井的布点应根据调查地块地下水流向、地下水位及与污染产生位置的相对关系，结合车间生产、事故、三废治理与排放等实际情况进行设定。原则上调查地块 3~4 个地下水监测井，调查地块地下水上游设 1 个采样点，下游设 2~3 个采样点。当调查地块面积超过 50 万平方米时，地下水采样点应不低于 10 个。

对于地下水的采样深度，则应根据调查地块的水文地质状况、调查地块可能造成的污染深度等情况进行确定。一般情况下，调查地块初步采样分析阶段监测井的采样深度应是调查地块中普遍赋存的第一层含水层。如调查地块第一含水层已明显污染，且其含水层底板土壤也存在较大污染的情况下，则需采用组井的方式，在重污染区采集第二含水层的地下水样品。

7.2. 布点采样方案

采用判断布点方法进行采样点布置。判断布点法适用于疑似污染区域，重点是地块内的储罐、污水管线、有毒有害物质储存库、跑冒滴漏严重的生产装置区、受大气无组织排放影响明显的区域等。

根据地块历史生产设施布局，结合污染识别结论将地块划分为若干疑似污染区域，每个疑似污染区域内应布置不少于 3 个土壤采样点，可根据实际情况酌情增加。地块内办公和生活等非生产区域布点数量不应少于总布点数量的 5%，且不应少于 3 个，可根据实际情况酌情增加。

地块面积 $\leq 5000\text{m}^2$ 时，土壤采样点位数不应少于 3 个；地块面积 $> 5000\text{m}^2$ 时，土壤采样点位数不应少于 6 个，可根据实际情况酌情增加。

在地块内地下水、下游及疑似污染区域内应至少布置 3 个地下水监测井，可根据实际情况酌情增加。地下水监测井的设置数量和位置，需满足刻画地块地下水流场信息的要求。

现场采样过程质控样要求如下：

- a)一般包括现场平行样、现场空白样、运输空白样、清洗空白样等；
- b)质量控制样的总数应不少于总样品数的 10%。

7.2.1. 采样点布置

调查地块面积为 65765m²，共布设 20 个土壤采样点、5 个地下水采样点，其中地下水采样点为水土复合采样点。调查地块内生产区域为重点关注区域，在硫酸生产区布设 S1、S2、S3、S4 和 S6 五个采样点，其中 S1（GW1）为水土复合采样点；磷肥生产楼为 3 层建筑，不方便架设采样机器，因此在磷肥生产区北侧布设 S5 采样点；在已废弃硫铁矿破碎车间布设 S7 和 S8 两个采样点；在硫铁矿破碎车间布设 S9-S11 三个采样点，其中 S10（GW3）为水土复合采样点；在磷矿石破碎车间布设 S20 采样点；在废渣堆存区和硫铁矿堆存区布设 S12 采样点；在硫酸储罐位置布设 S13 采样点；在污水中和沉淀池布设 S14（GW2）水土复合采样点；在调查地块地下水下游布设 S19（GW4）水土复合采样点，在污水处理区布设 S15（GW5）水土复合采样点；在磷矿石堆存区布设 S16 采样点；在锅炉房布设 S17 采样点；在煤场布设 S18 采样点。由于在踏勘时，调查地块内东侧的配电站仍在运行，以及西侧的风机房不具备采样条件，暂时没有布设采样点位。土壤对照点位于调查地块南侧 10m 左右，具体土壤和地下水采样位置及布设目的见表 7-1，土壤和地下水采样点布置图见图 7-1。

表 7-1 土壤和地下水采样位置及布设目的

序号	编号	采样位置	采样点布设目的
1	S1	硫酸生产区	检测污染物污染浓度和深度
2	S2	硫酸生产区	检测污染物污染浓度和深度
3	S3	废弃硫酸生产区	检测污染物污染浓度和深度
4	S4	硫酸生产区	检测污染物污染浓度和深度

表 7-1 土壤和地下水采样位置及布设目的

序号	编号	采样位置	采样点布设目的
5	S5	磷肥生产区	检测污染物污染浓度和深度
6	S6	硫酸生产区	检测污染物污染浓度和深度
7	S7	已废弃硫铁矿 破碎车间	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移
8	S8	已废弃硫铁矿 破碎车间	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移
9	S9	硫铁矿破碎车间	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移
10	S10	硫铁矿破碎车间	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移
11	S11	硫铁矿破碎车间	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移
12	S12	废渣堆存区	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移
13	S13	硫酸储罐区	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移
14	S14	污水中和沉淀池	检测污水是否对土壤造成污染
15	S15	污水处理区	检测污水是否对土壤造成污染
16	S16	磷矿石堆存区	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移

表 7-1 土壤和地下水采样位置及布设目的

序号	编号	采样位置	采样点布设目的
17	S17	锅炉房	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移
18	S18	煤场	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移
19	S19	调查地块西南侧办公楼	检测是否存在污染物迁移及对土壤造成污染的可能性
20	S20	磷矿石破碎车间	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移
21	BJ1	调查地块南侧	调查地块土壤对照点
22	GW1	硫酸生产区	检测是否存在污染物迁移及对地下水造成污染的可能性
23	GW2	污水中和沉淀池	检测污水泄漏对地下水造成污染的可能性
24	GW3	硫铁矿破碎车间	检测是否存在污染物迁移及对地下水造成污染的可能性
25	GW4	调查地块西南侧办公楼	检测是否存在污染物迁移及对地下水造成污染的可能性
26	GW5	污水处理区	检测污水泄漏对地下水造成污染的可能性

图 7-1 土壤和地下水采样点布置图

7.2.2. 采样深度

部分生产区和硫铁矿破碎车间的土壤采样点 S3、S5、S9-S11 采样深度为 9m，其余土壤采样点采样深度为 5m，水土复合采样点 S1、S10、S14、S15 和 S19 再加采地下水上一层土壤样品。具体土壤及地下水采样信息表见表 7-2。

表 7-2 土壤及地下水采样信息表

序号	编号	采样位置	采样点布设目的	钻孔深度 (m)	采样深度 (m)	检测项
1	S1	硫酸生产区	检测污染物污染浓度和深度	5	0.5、1.0、2.0、3.0、5.0	45 项基础项、硫化物、氟化物、钒、pH
2	S2	硫酸生产区	检测污染物污染浓度和深度	5	0.5、1.0、2.0、3.0、5.0、7.0	45 项基础项、硫化物、氟化物、钒、pH
3	S3	废弃硫酸生产区	检测污染物污染浓度和深度	9	0.5、1.0、2.0、3.0、5.0、7.0、9.0	45 项基础项、硫化物、氟化物、pH
4	S4	硫酸生产区	检测污染物污染浓度和深度	5	0.5、1.0、2.0、3.0、5.0	45 项基础项、硫化物、氟化物、钒、pH
5	S5	磷肥生产区	检测污染物污染浓度和深度	9	0.5、1.0、2.0、3.0、5.0、7.0、9.0	45 项基础项、硫化物、氟化物、pH
6	S6	硫酸生产区	检测污染物污染浓度和深度	9	0.5、1.0、2.0、3.0、5.0、7.0、9.0	45 项基础项、硫化物、氟化物、pH
7	S7	已废弃硫铁矿破碎车间	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移	5	0.5、1.0、2.0、3.0、5.0	45 项基础项、硫化物、氟化物、pH
8	S8	已废弃硫铁矿破碎车间	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移	5	0.5、1.0、2.0、3.0、5.0	45 项基础项、硫化物、氟化物、pH
9	S9	硫铁矿破碎车间	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移	9	0.5、1.0、2.0、3.0、5.0、7.0、9.0	45 项基础项、硫化物、氟化物、钒、pH
10	S10	硫铁矿破碎车间	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移	9	0.5、1.0、2.0、3.0、5.0、7.0、9.0	45 项基础项、硫化物、氟化物、钒、pH
11	S11	硫铁矿破碎车间	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移	9	0.5、1.0、2.0、3.0、5.0、7.0、9.0	45 项基础项、硫化物、氟化物、钒、pH

表 7-2 土壤及地下水采样信息表

序号	编号	采样位置	采样点布设目的	钻孔深度 (m)	采样深度 (m)	检测项
12	S12	废渣堆存区	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移	5	0.5、1.0、2.0、3.0、5.0	45 项基础项、硫化物、氟化物、pH
13	S13	硫酸储罐区	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移	5	0.5、1.0、2.0、3.0、5.0	45 项基础项、硫化物、氟化物、钒、pH
14	S14	污水中和沉淀池	检测污水是否对土壤造成污染	5	0.5、1.0、2.0、3.0、5.0	45 项基础项、硫化物、氟化物、钒、pH
15	S15	污水处理区	检测污水是否对土壤造成污染	5	0.5、1.0、2.0、3.0、5.0	45 项基础项、硫化物、氟化物、pH
16	S16	磷矿石堆存区	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移	5	0.5、1.0、2.0、3.0、5.0	45 项基础项、氟化物、pH
17	S17	锅炉房	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移	5	0.5、1.0、2.0、3.0、5.0	45 项基础项、氟化物、pH
18	S18	煤场	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移	5	0.5、1.0、2.0、3.0、5.0	45 项基础项、氟化物、钒、pH
19	S19	调查地块西南侧办公楼	检测是否存在污染物迁移及对土壤造成污染的可能性	5	0.5、1.0、2.0、3.0、5.0	45 项基础项、氟化物、钒、pH
20	S20	磷矿石破碎车间	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移	5	0.5、1.0、2.0、3.0、5.0	45 项基础项、氟化物、钒、pH
21	BJ1	调查地块南侧	调查地块土壤对照点	0.5	0.5	45 项基础项、氟化物、钒、pH
22	GW1	硫酸生产区	检测是否存在污染物迁移及对地下水造成污染的可能性	20	/	地下水常规 33 项、钒、总磷
23	GW2	污水中和沉淀池	检测污水泄漏对地下水造成污染的可能性	20	/	地下水常规 33 项、钒、总磷

表 7-2 土壤及地下水采样信息表

序号	编号	采样位置	采样点布设目的	钻孔深度 (m)	采样深度 (m)	检测项
24	GW3	硫铁矿破碎车间	检测是否存在污染物迁移及对地下水造成污染的可能性	20	/	地下水常规 33 项、钒、总磷
25	GW4	调查地块西南侧办公楼	检测是否存在污染物迁移及对地下水造成污染的可能性	20	/	地下水常规 33 项、钒、总磷
26	GW5	污水处理区	检测污水泄漏对地下水造成污染的可能性	20	/	地下水常规 33 项、钒、总磷

7.2.3. 采样方法

7.2.3.1. 土壤样品采集

土壤采样的基本要求为保证土壤在操作过程不被污染，受到的扰动小。本次采样包括表层土壤和深层土壤，主要使用 SH-30 型地质钻采土壤岩芯，人工配合采样样品。优点是特有的冲击方式能够取出原状土壤样品，具有连续土壤取样的特性。其操作具体步骤如下：

(1) 配件组装完毕后，用取土器冲击至 0.5m 深度收集 0.5m 土样后，取出钻头，用土壤取样器取样。

(2) 为防止交叉污染，清洗配件后，组装取样配件，用取土器冲击至 1m 深度，收集 0.5m 至 1m 处土样，取出钻头，用土壤取样器取样。

(3) 按步骤二的操作流程连续取出 2m 土样至指定深度。

具体采样情况见图 7-2。现场取样记录情况详见附件 4 现场钻探采样记录单和附件 5 现场采样及岩芯照片。

VOCs 样品取样

钻机工作

SVOCs 样品取样

取样样品

图 7-2 现场样品采集

7.2.3.2. 地下水样品采集

本次采样采用 SH-30 型地质钻设置监测井。监测井钻探完成后，安装一根封底的内径为 75mm 的硬质 PVC 井管，硬质 PVC 井管由底部密闭、管壁可滤水的筛管、上部延伸到地表的实管组成。监测井筛管外侧周围用粒径 $\geq 0.25\text{mm}$ 的清洁石英砂回填作为滤水层，石英砂回填至

地下水位线处，其上部再回填不透水的膨润土，最后在井口处用水泥砂浆回填至自然地平处。具体建井、洗井及采样过程照片见图 7-3。

下管	下膨润土
下石英砂	成井
洗井	测水位
取样	水样装箱

建井结构示意图

图 7-3 建井、洗井及采样过程照片

监测井安装完成后进行洗井，清除监测井内初次渗入的地下水中夹杂的混浊物，提高监测井与周边地下水之间的水力联系。洗井时抽提出来的水量大于监测井总量的 3 倍，洗至水质直观判断达到水清砂净，洗井完成后，待监测井内地下水稳定后，才进行地下水采集。

地下水采样在洗井后 24h 内进行。采样方法：用一次性贝勒管采集，一井一管，在采样前洗井工作完成后两小时内。采样过程贝勒管缓慢放入水面，避免冲击，减少空气进入和地下水的浑浊，降低因采样过程引起的挥发性有机物含量的负误差和重金属含量的正误差。

7.2.4. 样品保存与运输

7.2.4.1. 土壤样品的管理与保存

土壤样品装样过程中，尽量减少土壤样品在空气中的暴露时间，且尽量将容器装满，容器贮存及保存方式见表 7-3。土壤样品采集完成后，在装箱前均逐件对样品流转单、样品标签和采样记录表进行核对，核对无误后分类装入由实验室提供的样品保温箱中，箱中配备足够的蓝冰，以确保样品在冷藏条件下保存。样品箱在寄送之前存放在清洁、通风、无腐蚀且防水、防盗的小型仓库内。样品寄送之前，确认蓝冰是否仍然有效，若无效及时更换。

样品运输时，用泡沫塑料等防震材料填充保温箱中多余空间，以防样品容器在运输过程中破损。保温箱外表面设置有明显的标志。样品由采样人员负责送往检测实验室。运输过程中严防样品的损失、混淆和沾污。直至最后到达检测单位分析实验室，完成样品交接。

表 7-3 土壤样品处理及保存方式

检测项目	容器	容积(mL)	注意事项	保存条件	最长保留时间
金属（汞和六价铬除外）	聚乙烯、玻璃	250	采用封闭性装样瓶分装，土壤尽量与瓶口形状匹配，填满瓶子并密封，少留空气	温度 < 4°C	180 天
汞	玻璃	250	采用封闭性装样瓶分装，土壤尽量与瓶口形状匹配，填满瓶子并密封，少留空气	温度 < 4°C	28 天

检测项目	容器	容积(mL)	注意事项	保存条件	最长保留时间
砷	聚乙烯、玻璃	250	采用封闭性装样瓶分装，土壤尽量与瓶口形状匹配，填满瓶子并密封，少留空气	温度 < 4℃	180 天
六价铬	聚乙烯、玻璃	250	采用封闭性装样瓶分装，土壤尽量与瓶口形状匹配，填满瓶子并密封，少留空气	温度 < 4℃	30 天
挥发性有机物	顶空瓶（棕色）	40	采样瓶装满装实并密封，采用封闭性装样瓶分装，土壤尽量与瓶口形状匹配，填满瓶子并密封，少留空气	温度 < 4℃	7 天
半挥发性有机物	玻璃（棕色）	250	采样瓶装满装实并密封，采用封闭性装样瓶分装，土壤尽量与瓶口形状匹配，填满瓶子并密封，少留空气	温度 < 4℃	10 天

7.2.4.2. 地下水样品的管理与保存

根据待测组分的特性选择合适的采样容器，金属测定水样应使用有机材质的采样容器，如聚乙烯塑料容器等；有机物指标测定水样应使用玻璃材质的采样容器。选好采样容器后要对所选采样容器进行洗涤清洁处理。由于不同样品的组分、浓度和性质不同，同样的保存条件不能保证适用于所有类型的样品，在采样前应根据样品的性质、组分和环境条件来选择适宜的保存方法和保存剂。地下水样品保存方式见表 7-4。

表 7-4 地下水样品保存方式

指标	采样容器	体积	保存方法	保存条件	保存时间
色度、嗅、味、浊度、肉眼可见物、总硬度（以 CaCO ₃ 计）、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、氟化物、铁、铬（六价）、碘化物、阴离子表面活性剂、高锰酸盐指数（以 O ₂ 计）、氨氮（以 N 计）、钠、pH、硼、砷、亚硝酸盐（以 N 计）、硝酸盐（以 N 计）、总磷（以磷计）	硬质玻璃瓶、聚乙烯瓶	1000	原样	室温	10d
锰、铜、锌、铝、汞、硒、镉、铅、钒	硬质玻璃瓶	500	HNO ₃ , pH≤2	室温	30d
挥发性酚类（以苯酚计）、易释放氰化物	硬质玻璃瓶	1000	NaOH, pH≥12	4℃冷藏	24h
硫化物	棕色玻璃瓶	500	每 100mL 水样加入 4 滴乙酸锌溶液（200g/L）和氢氧化钠溶液（40g/L）	室温，避光	7d
苯、甲苯、四氯化碳、三氯甲烷（氯仿）	2×40mLVO A 棕色玻璃瓶	1000	加酸，使 pH<2	4℃冷藏	14d

地下水样品取样后，立即加入固定剂（如果需要）后密封，再用封口膜进行最后的封装。

封装完成后，在每个样品容器外壁上贴上采样标签，再将样品包裹气泡膜，放入现场冷藏保温

箱中进行保存，并避免交叉污染。同时在采样原始记录上如实记录采样编号及采样井编号、外观特性等相关信息，做到记录与标签编号统一。

7.2.5. 实验室检测

本项目检测指标分为土壤检测指标及地下水检测指标，其中土壤检测指标包含土壤常规 45 项，外加 pH 值以及潜在污染物氟化物、硫化物、钒等，共计 49 项检测指标，具体指标情况见表 7-5；地下水检测指标为常规的 33 项，外加潜在污染物钒以及能够造成水体富营养化的总磷等，共计 35 项检测指标，具体指标情况见表 7-6。

表 7-5 土壤检测指标

序号	分析项	类别
1	硫化物	无机 - 无机及非金属参数
2	水溶性氟化物	无机 - 无机及非金属参数
3	pH 值	无机 - 感官性状和物理指标
4	苯	挥发性有机物 - 单环芳烃类 (MAH)
5	乙苯	挥发性有机物 - 单环芳烃类 (MAH)
6	间-二甲苯和对-二甲苯	挥发性有机物 - 单环芳烃类 (MAH)
7	邻-二甲苯	挥发性有机物 - 单环芳烃类 (MAH)
8	苯乙烯	挥发性有机物 - 单环芳烃类 (MAH)
9	甲苯	挥发性有机物 - 单环芳烃类 (MAH)
10	1,1,1,2-四氯乙烷	挥发性有机物 - 卤代脂肪烃
11	1,1,1-三氯乙烷	挥发性有机物 - 卤代脂肪烃
12	1,1,2,2-四氯乙烷	挥发性有机物 - 卤代脂肪烃
13	1,1,2-三氯乙烷	挥发性有机物 - 卤代脂肪烃
14	1,1-二氯乙烷	挥发性有机物 - 卤代脂肪烃
15	1,1-二氯乙烯	挥发性有机物 - 卤代脂肪烃
16	1,2,3-三氯丙烷	挥发性有机物 - 卤代脂肪烃
17	1,2-二氯乙烷	挥发性有机物 - 卤代脂肪烃
18	1,2-二氯丙烷	挥发性有机物 - 卤代脂肪烃
19	四氯化碳	挥发性有机物 - 卤代脂肪烃
20	氯甲烷	挥发性有机物 - 卤代脂肪烃
21	顺式-1,2-二氯乙烯	挥发性有机物 - 卤代脂肪烃
22	二氯甲烷	挥发性有机物 - 卤代脂肪烃
23	四氯乙烯	挥发性有机物 - 卤代脂肪烃
24	反式-1,2-二氯乙烯	挥发性有机物 - 卤代脂肪烃
25	三氯乙烯	挥发性有机物 - 卤代脂肪烃
26	氯乙烯	挥发性有机物 - 卤代脂肪烃
27	1,2-二氯苯	挥发性有机物 - 卤代芳香烃
28	1,4-二氯苯	挥发性有机物 - 卤代芳香烃
29	氯苯	挥发性有机物 - 卤代芳香烃
30	三氯甲烷(氯仿)	挥发性有机物 - 三卤甲烷 (THM)
31	2-氯酚	半挥发性有机物 - 苯酚类
32	苯并(a)蒽	半挥发性有机物 - 多环芳烃类(PAHs)
33	苯并(a)芘	半挥发性有机物 - 多环芳烃类(PAHs)

表 7-5 土壤检测指标

序号	分析项	类别
34	苯并(b)荧蒽	半挥发性有机物 - 多环芳烃类(PAHs)
35	苯并(k)荧蒽	半挥发性有机物 - 多环芳烃类(PAHs)
36	蒽	半挥发性有机物 - 多环芳烃类(PAHs)
37	二苯并(a,h)蒽	半挥发性有机物 - 多环芳烃类(PAHs)
38	茚并(1,2,3-cd)芘	半挥发性有机物 - 多环芳烃类(PAHs)
39	萘	半挥发性有机物 - 多环芳烃类(PAHs)
40	硝基苯	半挥发性有机物 - 硝基芳烃和酮类
41	苯胺	半挥发性有机物 - 苯胺和联苯胺类
42	汞	金属 - 金属和主要阳离子
43	镉	金属 - 金属和主要阳离子
44	铅	金属 - 金属和主要阳离子
45	六价铬	金属 - 金属和主要阳离子
46	铜	金属 - 金属和主要阳离子
47	镍	金属 - 金属和主要阳离子
48	砷	金属 - 金属和主要阳离子
49	钒	金属 - 金属和主要阳离子

表 7-6 地下水检测指标

序号	分析项	类别
1	高锰酸盐指数 (以 O ₂ 计)	无机 - 无机及非金属参数
2	总磷(以磷计)	无机 - 无机及非金属参数
3	氯化物	无机 - 无机及非金属参数
4	硫酸盐	无机 - 无机及非金属参数
5	色度	无机 - 感官性状和物理指标
6	总硬度 (碳酸钙计)	无机 - 无机及非金属参数
7	氟化物	无机 - 无机及非金属参数
8	亚硝酸盐(以氮计)	无机 - 无机及非金属参数
9	硫化物	无机 - 无机及非金属参数
10	浊度	无机 - 感官性状和物理指标
11	臭和味	无机 - 感官性状和物理指标
12	肉眼可见物	无机 - 感官性状和物理指标
13	溶解性总固体	无机 - 感官性状和物理指标
14	碘化物	无机 - 无机及非金属参数
15	六价铬	无机 - 金属参数
16	pH 值	无机 - 无机及非金属参数
17	挥发酚(以苯酚计)	无机 - 感官性状和物理指标
18	氨氮(以氮计)	无机 - 无机及非金属参数
19	易释放氰化物	无机 - 无机及非金属参数
20	阴离子表面活性剂	无机 - 无机及非金属参数
21	硝酸盐(以氮计)	无机 - 无机及非金属参数
22	苯	挥发性有机物 - 单环芳烃类 (MAH)
23	甲苯	挥发性有机物 - 单环芳烃类 (MAH)
24	四氯化碳	挥发性有机物 - 卤代脂肪烃
25	三氯甲烷(氯仿)	挥发性有机物 - 三卤甲烷 (THM)
26	汞	金属 - 金属和主要阳离子

27	铝	金属 - 金属和主要阳离子
28	砷	金属 - 金属和主要阳离子
29	镉	金属 - 金属和主要阳离子
30	铜	金属 - 金属和主要阳离子
31	铁	金属 - 金属和主要阳离子
32	铅	金属 - 金属和主要阳离子
33	锰	金属 - 金属和主要阳离子
34	钒	金属 - 金属和主要阳离子
35	钠	金属 - 金属和主要阳离子

本项目的检测公司具有 CMA 资质（详见附件 8），其检测方法均符合国家标准，土壤检测方法详见表 7-7，地下水检测方法见表 7-8。

表 7-7 土壤样品检测方法

序号	分析项目	检测方法
1	pH 值	《土壤 pH 的测定 电位法》 HJ 962-2018
2	水分(以干基计)	《土壤干物质和水分的测定 重量法》 HJ 613-2011
3	硫化物	《土壤和沉积物 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法》 HJ 833-2017
4	六价铬	《土壤和沉积物六价铬的测定 碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法》 HJ 1082-2019
5	汞	《土壤质量总汞的测定冷原子吸收分光光度法》 GB/T 17136-1997
6	铅、镉	《土壤质量铅镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法》 GB/T17141-1997
7	铜、镍	《土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法》 HJ 491-2019
8	钒、砷	《土壤和沉积物 12 种金属元素的测定 王水提取-电感耦合等离子体质谱法》 HJ 803-2016
9	挥发性有机物	《土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 605-2011
10	半挥发性有机物	《土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法》 HJ 834-2017

表 7-8 地下水样品检测方法

序号	分析项目	检测方法
1	挥发酚(以苯酚计)	《水质 挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法》 HJ 503-2009
2	浊度	《生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标》 GB/T 5750.4-2006 (2.1)散射法-福尔马肼 标准
3	溶解性总固体	《生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标》 GB/T 5750.4-2006 (8.1)称量法
4	色度	《水质 色度的测定》 GB 11903-89
5	pH 值	《水质 pH 值的测定 电极法》 HJ 1147-2020
6	亚硝酸盐(以氮计)	《水质 亚硝酸盐氮的测定 分光光度法》 GB 7493-87
7	总硬度(碳酸钙计)	《水质 钙和镁总量的测定 EDTA 滴定法》 GB 7477-87
8	总磷(以磷计)	《水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法》 GB 11893-89
9	氨氮(以氮计)	《水质 氨氮的测定 水杨酸分光光度法》 HJ 536-2009

表 7-8 地下水样品检测方法

序号	分析项目	检测方法
10	氯化物	《水质 氯化物的测定 硝酸银滴定法》 GB 11896-89
11	硝酸盐(以氮计)	《水质 硝酸盐氮的测定 紫外分光光度法》 HJ/T 346-2007
12	硫化物	《水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法》 GB/T 16489-1996
13	硫酸盐	《水质 硫酸盐的测定 重量法》 GB 11899-89
14	碘化物	《生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标》 GB/T 5750.5-2006 (11.2) 高浓度碘化物比色 法
15	阴离子表面活性剂	《水质 阴离子表面活性剂的测定 流动注射-亚甲基蓝分光光度法》 HJ 826-2017
16	高锰酸盐指数 (以 O ₂ 计)	《水质 高锰酸盐指数的测定》 GB 11892-89
17	易释放氰化物	《水质 氰化物的测定 流动注射-分光光度法》 HJ 823-2017
18	六价铬	《生活饮用水标准检验方法 金属指标》 GB/T 5750.6-2006 (10.1)二
19	汞	《水质 总汞的测定 冷原子吸收分光光度法》 HJ 597-2011
20	钠	《水质 32 种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》 HJ
21	铝、砷、镉、铜、铁、铅、锰、钒	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》 HJ 700-2014
22	苯、甲苯、四氯化碳、三氯甲烷(氯仿)	《水质 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法》 HJ 639-2012

7.3. 现场采样

7.3.1. 采样点信息

本次样品采集工作委托了苏伊士环境检测技术(上海)有限公司北京分公司进行,根据采样点布置方案在现场进行取样,采样点位置无变化,共采集了130个土壤样品,其中包含12个平行样;采集了6个地下水样品,其中包含1个平行样,土壤采样时间为2021.04.26-2021.04.30,地下水采样时间为2021.05.05,现场采样信息表如表7-9所示。

表 7-9 土壤及地下水采样信息表

序号	编号	采样位置	采样点布设目的	坐标		钻孔深度(m)	样品编号	检测项
				X	Y			
1	S1	硫酸生产区	检测污染物污染浓度和深度	116.163389	40.049027	5	S1-0.5 S1-1.0 S1-2.0 S1-3.0 S1-5.0 S1-17.0	45项基础项、氟化物、硫化物、钒

表 7-9 土壤及地下水采样信息表

序号	编号	采样位置	采样点布设目的	坐标		钻孔深度 (m)	样品编号	检测项
				X	Y			
2	S2	硫酸生产区	检测污染物污染浓度和深度	116.39869803	39.67359425	5	S2-0.5 S2-1.0 S2-2.0 S2-3.0 S2-5.0	45 项基础项、氟化物、硫化物、钒
3	S3	废弃硫酸生产区	检测污染物污染浓度和深度	116.39920249	39.67345405	9	S3-0.5 S3-1.0 S3-2.0 S3-3.0 S3-5.0 S3-7.0 S3-9.0	45 项基础项、氟化物、硫化物、钒
4	S4	硫酸生产区	检测污染物污染浓度和深度	116.39912739	39.67375962	5	S4-0.5 S4-1.0 S4-2.0 S4-3.0 S4-5.0	45 项基础项、氟化物、硫化物、钒
5	S5	磷肥生产区	检测污染物污染浓度和深度	116.39240826	39.67208273	9	S5-0.5 S5-1.0 S5-2.0 S5-3.0 S5-5.0 S5-7.0 S5-9.0	45 项基础项、氟化物、硫化物、钒
6	S6	硫酸生产区	检测污染物污染浓度和深度	116.39930986	39.67378448	9	S6-0.5 S6-1.0 S6-2.0 S6-3.0 S6-5.0 S6-7.0 S6-9.0	45 项基础项、氟化物、硫化物、钒
7	S7	已废弃硫铁矿破碎车间	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移	116.393387	39.671758	5	S7-0.5 S7-1.0 S7-2.0 S7-3.0 S7-5.0	45 项基础项、氟化物、硫化物、钒
8	S8	已废弃硫铁矿破碎车间	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移	116.393395	39.671588	5	S8-0.5 S8-1.0 S8-2.0 S8-3.0 S8-5.0	45 项基础项、氟化物、硫化物、钒
9	S9	硫铁矿破碎车间	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生	116.39977133	39.67326431	9	S9-0.5 S9-1.0 S9-2.0 S9-3.0 S9-5.0	45 项基础项、氟化物、硫化物、

表 7-9 土壤及地下水采样信息表

序号	编号	采样位置	采样点布 设目的	坐标		钻孔深 度 (m)	样品编号	检测项
				X	Y			
			迁移				S9-7.0 S9-9.0	钒
10	S10	硫铁矿破碎 车间	检测是否 存在污染 物和生 产区污 染物 是否发 生迁 移	116.39998601	39.67342958	9	S10-0.5 S10-1.0 S10-2.0 S10-3.0 S10-5.0 S10-7.0 S10-9.0 S10-19.0	45 项基 础项、 氟化 物、硫 化物、 钒
11	S11	硫铁矿破碎 车间	检测是否 存在污染 物和生 产区污 染物 是否发 生迁 移	116.39998597	39.67309920	9	S11-0.5 S11-1.0 S11-2.0 S11-3.0 S11-5.0 S11-7.0 S11-9.0	45 项基 础项、 氟化 物、硫 化物、 钒
12	S12	废渣堆存区	检测是否 存在污染 物和生 产区污 染物 是否发 生迁 移	116.162498	40.049172	5	S12-0.5 S12-1.0 S12-2.0 S12-3.0 S12-5.0	45 项基 础项、 氟化 物、硫 化物、 钒
13	S13	硫酸储罐区	检测是否 存在污染 物和生 产区污 染物 是否发 生迁 移	116.394444	39.672413	5	S13-0.5 S13-1.0 S13-2.0 S13-3.0 S13-5.0	45 项基 础项、 氟化 物、硫 化物、 钒
14	S14	污水中和沉 淀池	检测污水 是否对土 壤造成污 染	116.391468	39.736926	5	S14-0.5 S14-1.0 S14-2.0 S14-3.0 S14-5.0 S14-16.3	45 项基 础项、 氟化 物、硫 化物、 钒
15	S15	污水处理区	检测污水 是否对土 壤造成污 染	116.392468	39.672373	5	S15-0.5 S15-1.0 S15-2.0 S15-3.0 S15-5.0	45 项基 础项、 氟化 物、硫 化物、 钒
16	S16	磷矿石堆存 区	检测是否 存在污染 物和生 产区污 染物 是否发 生迁 移	116.39302336	39.67162452	5	S16-0.5 S16-1.0 S16-2.0 S16-3.0 S16-5.0	45 项基 础项、 氟化 物、硫 化物、 钒

表 7-9 土壤及地下水采样信息表

序号	编号	采样位置	采样点布设目的	坐标		钻孔深度 (m)	样品编号	检测项
				X	Y			
17	S17	锅炉房	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移	116.393673	39.672314	5	S17-0.5 S17-1.0 S17-2.0 S17-3.0 S17-5.0	45 项基础项、氟化物、硫化物、钒
18	S18	煤场	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移	116.392474	39.671428	5	S18-0.5 S18-1.0 S18-2.0 S18-3.0 S18-5.0	45 项基础项、氟化物、硫化物、钒
19	S19	调查地块西南侧办公楼	检测是否存在污染物迁移及对土壤造成污染的可能性	116.39271213	39.67067516	5	S19-0.5 S19-1.0 S19-2.0 S19-3.0 S19-5.0 S19-16.2	45 项基础项、氟化物、硫化物、钒
20	S20	磷矿石破碎车间	检测是否存在污染物和生产区污染物是否发生迁移	116.392559	39.671513	5	S20-0.5 S20-1.0 S20-2.0 S20-3.0 S20-5.0	45 项基础项、氟化物、硫化物、钒
21	BJ1	调查地块南侧	调查地块土壤对照点	116.39332730	39.66995245	0.5	BJ-0.5	45 项基础项、氟化物、钒、pH
22	GW1	硫酸生产区	检测是否存在污染物迁移及对地下水造成污染的可能性	116.163389	40.049027	20	GW1	地下水常规 33 项、钒、总磷
23	GW2	污水中和沉淀池	检测污水泄漏对地下水造成污染的可能性	116.391468	39.736926	20	GW2	地下水常规 33 项、钒、总磷
24	GW3	硫铁矿破碎车间	检测是否存在污染物迁移及对地下水造成污染的可能性	116.39998601	39.67342958	20	GW3	地下水常规 33 项、钒、总磷

表 7-9 土壤及地下水采样信息表

序号	编号	采样位置	采样点布设目的	坐标		钻孔深度 (m)	样品编号	检测项
				X	Y			
25	GW4	调查地块西南侧办公楼	检测是否存在污染物迁移及对地下水造成污染的可能性	116.39271213	39.67067516	20	GW4	地下水常规 33 项、钒、总磷
26	GW5	污水处理区	检测污水泄漏对地下水造成污染的可能性	116.392468	39.672373	20	GW5	地下水常规 33 项、钒、总磷

7.3.2. 现场快速检测

现场快速检测包括应用 X 射线荧光快速检测仪 (XRF)、光离子化检测仪 (PID) 等方式, 针对采集取样器内土样进行迅速的剖开检测, 并详细记录在现场钻探与采样记录单中。具体现场快速检测数据记录单见附件 6。

(1) X 射线荧光快速检测仪 (XRF)

XRF 用于土壤重金属快速定性及其含量的半定量检测。XRF 利用 X 射线管产生入射 X 射线 (初级 X 射线), 激发被测样品。受激发的样品中的每一种元素会放射出次级 X 射线, 并且不同的元素所放射出的次级 X 射线具有特定的能量特性或波长特性。探测系统测量这些放射出来的次级 X 射线的能量及波长。仪器软件将探测系统所收集到的信息转换成样品中各种元素的种类及含量。

现场 XRF 操作步骤如下:

1) XRF 开机预热与校准: 开机, 保持至少 15min 预热, 保证仪器达到最佳工作状态。每个工作日开展现场样品采集前, 即进行仪器校准, 记录校准数据。

2) 现场样品采集与制备: 现场分别针对每个采样点进行不同层次样品的采集, 采集好的样品置于样品容器中; 挑去样品中含有的石块、植物根系、建筑垃圾等杂物, 再对样品进行磨细操作, 然后充分混匀; 现场判断所采集样品中水分的含量大小, 若判断水分含量超过 20%, 则对样品进行一定的晾干后再进行仪器检测, 若低于 20% 时, 则可立即进行样品检测。

3) 现场快速检测: 将制备好的土壤样品水平放置 (保证样品厚度超过 2cm), 并在样品上面平铺一层一次性 PE 手套, 保证样品检测表面水平并有一个超过 4cm² 的水平面用于检测, 将 XRF 前探测窗垂直对准目标土壤样品 (置于 PE 手套上), 按下 XRF 扫描按键, 保持 60s,

记录重金属的扫描结果，每次测量前为了防止交叉污染均需更换一次性 PE 手套。

(2) 光离子化检测仪 (PID)

PID 用于土壤中 VOCs 快速检测，PID 利用紫外光灯的能量离子化有机气体，再加以探测的仪器。其工作原理是利用每一种化合物都具有特定的游离能和游离效率，探测化合物游离后所长生的电流大小来进行半定量分析。

现场 PID 操作流程如下：

- 1) 校准仪器。
- 2) 将土壤样品装入自封袋中约 1/3 体积，封闭袋口，揉碎样品。
- 3) 静置样品 10min 后，摇晃样品 30s，再静置 2min。
- 4) 将 PID 探头伸入自封袋约 1/2 顶空处，紧闭自封袋，读取 5s 内最高读数。

现场快速检测如图 7-4 所示。

PID 检测

XRF 检测

图 7-4 现场快速检测

7.3.3. 送检样品信息

本次土壤采样时间为 2021.04.26-2021.04.30，地下水采样时间为 2021.05.05，共 6 天完成，共送检样品 136 个，其中包括土壤样品 130 个，地下水样品 6 个，共送检样品 5 次，2021.04.27 送检样品流转单如图 7-5 所示，其它批次样品流转单如附件 7 样品流转单及样品接收通知单所示。

SUEZ 样品流转单 / CHAIN OF CUSTODY FORM																							
客户名称/Client Name: 北京盛泰环保科技有限公司			操作语言方式 / (Final Report) : <input checked="" type="checkbox"/> 中文 (Chinese) <input type="checkbox"/> 英文 (English)			北京西大兴区康园街10号康园国际 3/F No. 11, No. 1 Kangyuan Street, Daxing District, Beijing 电话/Phone: +86 010 751 5888 传真/Fax: +86 010 751 0808																	
地址/Addr: 北京市昌平区回龙观镇龙泽二街8号大成大厦西楼3楼303室			报告号/Quote No.: BUK-000421																				
项目/Project:			样品来源 / Sample Source: <input type="checkbox"/> 客户自送 <input checked="" type="checkbox"/> 实验室自采 <input type="checkbox"/> 客户采集																				
项目经理/Project Manager: 张东波			检测要求 / TAT: <input type="checkbox"/> 标准周期(7个工作日内) <input type="checkbox"/> 加急(2个工作日内)			接收人/Requested By: 张东波			接收人/Received By: [Signature]														
联系人电话/Contact Phone:			检测标准/Spec: Non Standard or urgent TAT: <input type="checkbox"/>			检测时间/Date Time: 2021.04.27			日期/Date/Time: 2021.04.27														
联系人邮箱/Contact E-mail: 4517978@bjstj.com			特殊要求 / Special Request: <input type="checkbox"/>																				
样品信息 / Sample Information				分析项目 / Analysis Requested								其他信息 / Additional Information											
实验室/样品编号/Lab ID	客户/样品编号/Client Sample ID	采样日期/Sample Date	样品类型/Type	挥发性有机物/VOCs	半挥发性有机物/SVOCs	镍/Ni	铬/Cr	锰/Mn	钒/V	钼/Mo	砷/As	钨/W	钨/W	钨/W	钨/W	钨/W	钨/W	钨/W	钨/W	钨/W	钨/W	钨/W	
001	S10-0.5	2021.04.26	土壤	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
002	S10-1.0	2021.04.26	土壤	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
003	S10-2.0	2021.04.26	土壤	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
004	S10-3.0	2021.04.26	土壤	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
005	S10-5.0	2021.04.26	土壤	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
006	S10-7.0	2021.04.26	土壤	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
007	S10-7.0 (Bag)	2021.04.26	土壤	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
008	S10-9.0	2021.04.26	土壤	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
009	S11-0.5	2021.04.26	土壤	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
010	S11-1.0	2021.04.26	土壤	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
011	S11-2.0	2021.04.26	土壤	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
012	S11-3.0	2021.04.26	土壤	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
013	S11-5.0	2021.04.26	土壤	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
014	S11-5.0 (Bag)	2021.04.26	土壤	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
015	S11-7.0	2021.04.26	土壤	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

图 7-5 2021.04.27 采样样品流转单

7.4. 质量保证与控制

本项目的质量保证与控制分为现场样品采样和样品流转质量控制、质量保证和质量控制三个部分。

7.4.1. 现场样品采样和样品流转质量控制

7.4.1.1. 采样过程质量控制

采样过程中，为防止交叉污染，从现场采样设备清洗、取样过程中手套的使用等方面采取如下措施：

- (1) 根据监测方案要求进行点位布设，采集柱状土。记录各柱状土取样点位经纬度坐标；
- (2) 采样过程中所用的采样容器均经验收合格后一次性使用；
- (3) 每个样品采集之前均更换新聚乙烯手套；
- (4) 每批次样品均采集全程序空白和运输空白；
- (5) 采集不少于 10%现场平行样品，同种采样介质，至少采集一个样品平行样；
- (6) 采样时填写样品记录单记录样品信息并清楚填写样品标签，标签用防水标签笔填写；
- (7) 采样过程中记录土层结构、采样深度、钻进深度等信息并对各采样环节拍照留存。

7.4.1.2. 土壤现场采集质量控制

土样样品采集严格按照《土壤环境监测技术规范》HJ/T166-2004 的规定进行。

(1) 用于 VOCs 测定的土壤样品，用非扰动采样器将样品尽快采集到具聚四氟乙烯-硅胶衬垫螺旋盖的 40mL 螺纹棕色玻璃瓶（瓶中预先加入 10mL 甲醇/清洁的磁力搅拌棒）中，密封样品瓶，置于便携式冷藏箱内，每个样品 VOCs 取样时均更换新的采样管；

(2) 用于测定 SVOCs 和重金属指标的土壤样品，采集后装入洁净的 250mL 磨口棕色玻璃瓶，低温密封保存。

土壤装入样品瓶后，应记录采样日期和采样人员等信息，贴到样品瓶上。土壤采样完成后，样品瓶需用泡沫塑料袋包裹，随即放入现场带有冷冻蓝冰的样品箱内进行临时保存。



图 7-6 土壤现场采样

7.4.1.3. 地下水现场采集质量控制

地下水采样根据《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）中操作规范进行采样。

（1）首先测定地下水水位，然后用贝勒管对地下水采样井进行洗井作业，洗井水量约 3 倍水井滞水体积后，每隔 5 分钟取样检测 pH、水温、溶解氧等现场测定参数，直至检测指标连续三次测定的变化达到稳定标准，再进行采样作业；

（2）样品采集按照 VOCs、SVOCs、重金属、石油类顺序单独采集；

（3）VOCs 样品采集后装入 40mL 棕色螺口玻璃瓶（具硅橡胶-聚四氟乙烯衬垫螺旋盖,用

甲醇清洗，预先加入抗坏血酸，采样时不需要用水样荡洗；采样时，水样呈中性时往样品瓶中加入 0.5mL 的 1+1 盐酸溶液，样品呈碱性时，加入适量 1+1 盐酸溶液使样品 ≤ 2 ），水样须从样品瓶中过量溢出且形成凸面，拧紧瓶塞，颠倒观察样品瓶内无气泡后贴上标签，立即放入冷藏箱中于 4℃ 以下冷藏运输；低温、避光、密封保存。

(4) SVOCs 充满 1L 棕色具塞玻璃瓶，采样前不能用水样预洗采样瓶，采样瓶要完全注满，不留气泡。样品采集后，立即放入冷藏箱中于 4℃ 以下冷藏运输；

(5) 重金属、石油类取样根据相关检测标准要求添加固定剂；

(6) 为防止采样过程中的交叉污染，采集不同监测井水样之前清洗采样设备；

(7) 所有现场监测仪器使用前进行校准，并定期维护，以及时消除系统误差。地下水装入样品瓶后，在标签记录样品编码、采样日期和采样人员等信息。地下水采集

完成后，样品瓶应用泡沫塑料袋包裹，并立即放入现场装有冷冻蓝冰的样品箱内保存。





图 7-7 水质现场采样

7.4.1.4. 全程序空白和运输空白采集

每批次样品采集 1 个全程序空白样，采样前在实验室将 10mL 甲醇（土壤样品）或将通过纯水设备制备的水作为空白试剂水（地下水样品）放入 40mL 样品瓶中密封，将其带到现场。与采样的样品瓶同时开盖和密封，随样品运回实验室，按与样品相同的分析步骤进行处理和测定。

每批次样品采集 1 个运输空白样，采样前在实验室将 10mL 甲醇（土壤样品）或将通过纯水设备制备的水作为空白试剂水（地下水样品）放入 40mL 样品瓶中密封，将其带到现场。采样时使其瓶盖一直处于密封状态，随样品运回实验室，按与样品相同的分析步骤进行处理和测定。

7.4.1.5. 采样小组自检

每个位点采样结束后及时进行样点检查，检查内容包括：样点位置、样品数量、样品标签、样品防沾污措施、记录完整性和准确性，同时拍照记录。

7.4.1.6. 样品保存、流转过程质量控制

(1) 现场采集的样品与样品记录单、采样方案等核对清楚后按要求保存运输至实验室；

(2) 在安放样品容器时要做到小心谨慎。在样品容器之间放防撞填充物以免容器在运输过程中破裂；

(3) 样品用冷藏箱运输和保存，冷藏温度设定为 4℃；

(4) 样品到达实验室后样品管理员对样品进行符合性监测，同现场采样人员一起开箱，开箱前检查冷藏箱温度，核查温度符合要求后对照样品交接单开箱核对样品个数、样品类型、样品量是否满足、唯一性标识、采样信息、包装完好程度等并做好记录。样品管理员确定符合交接要求后，进行双方签字确认；

(5) 核对无误的样品经重新编号，在 Lims 系统录入检测详细信息，并将样品流转单分发给各检测部门，并与各检测人员交接签字。不能立即分析的样品标注样品状态为“待检”，按不同项目的要求分类，转入样品室/VOC 冰箱 0~4℃保存。

(6) 实验人员根据检测项目从样品管理员处领取样品并填写交接单，标注样品状态为“在检”，样品取用完后剩余样品返还样品室；

(7) 实验完成、数据审核无误后标注样品状态为“已检”，根据体系文件样品管理方面的要求处理剩余样品。

7.4.2. 质量保证

7.4.2.1. 设备

本次项目采用的设备参见表 7-10。

表 7-10 主要设备一览表

序号	设备名称	型号	仪器编号	下次检定/校准日期
1	气相质谱联用仪	7890A/5975C	BJI013	2023.01.05
2	气相质谱联用仪	7890B/5977A	BJI027	2022.01.07
3	气相质谱联用仪	8890/5977B	BJI084	2021.10.22
4	吹扫捕集气相质谱联用仪	7890A/5975C	BJI012	2023.01.05
5	吹扫捕集气相质谱联用仪	8890/5977B	BJI085	2021.10.22
6	冷原子吸收流动注射测汞仪	FIMS400	BJI006	2022.01.05
7	电子天平	PL203	BJI003	2022.03.11
8	电感耦合等离子体质谱仪	7900	BJI055	2022.08.10
9	原子吸收分光光度计	TAS-990AFG	BJI067	2022.08.27
10	原子吸收分光光度计	AA-6880G	BJI068	2022.12.17
11	石墨炉原子吸收分光光度计	GFA-6880	BJI069	2023.04.19
12	火焰原子吸收分光光度计	240AA	BJI083	2021.09.22
13	离子选择电极	HI2221	BJI028	2021.05.12
14	紫外分光光度计	2600	BJI082	2021.09.16
15	紫外分光光度计	2600	BJI008	2022.01.05
16	pH/ORP/温度测定仪	HI2221	BJI015	2021.08.18

表 7-10 主要设备一览表

序号	设备名称	型号	仪器编号	下次检定/校准日期
17	pH/ORP 测定仪	PB-10	BJI086	2021.11.01
18	电子天平	AL204	BJI001	2022.03.11
19	电热鼓风干燥箱	101-0AB	BJI050	2022.01.03
20	便携式浊度仪	HI93703-11	BJI018	2021.05.10
21	电感耦合等离子发射光谱仪	720	BJI007	2022.01.07
22	全自动阴离子表面活性剂检测仪	BDFIA-8000	BJI072	2021.06.04

此项目涉及的仪器包括采样仪器和实验室分析仪器均按要求进行检定或校准，且在有效期内。部分设备检定/校准证书见附件 12。

7.4.2.2. 样品制备

粗粉碎用木锤、无色聚乙烯薄膜；磨样用玛瑙研钵；过筛用尼龙筛，规格为 100 目；装样无色聚乙烯塑料袋。

在磨样室将样品倒在无色聚乙烯塑料袋中用木锤敲打过孔径 2.0mm(10 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，分成两份，一份交样品库存放，另一份作样品。

在制样过程中，制样工具每处理一份样后擦抹（洗）干净，严防交叉污染；分析挥发性、半挥发性有机物或可萃取有机物无需上述制样，用新鲜样按特定的方法进行样品前处理。

7.4.2.3. 实验室数据审核

根据相关检测分析方法得到结果后，检测人员对原始数据进行自查。无误后，由主管人员再次审核原始数据、分析方法、分析条件是否有误或满足测试要求，并审核测试结果，无误后将分析结果传入 Lims 系统。最后经授权签字人审核无误后签发报告。

7.4.3. 质量控制

为保证样品测试分析结果的精密度和准确度，实验室开展了以下质控手段。

7.4.3.1. 现场样品平行

根据《土壤环境监测技术规范》HJ/T166-2004、《地下水环境监测技术规范》HJ/T164-2004 相关要求，本项目采集了土壤现场平行样 12 个，占比 10.2%，具体见表 7-11。采集地下水现场平行样 1 个，占比 20.0%，具体见表 7-12。

表 7-11 土壤现场平行样品质控

序号	分析项目	样品总数	现场平行		
			个数	样品比例%	相对偏差范围%
1	pH 值	130	12	10.2	0.00-1.36
2	水分(以干基计)	130	12	10.2	0.00-3.80
3	硫化物	98	10	11.4	0.00-0.53
4	水溶性氟化物	130	12	10.2	0.00-10.45
5	铅	130	12	10.2	0.00-6.85
6	六价铬	130	12	10.2	0.00-0.00
7	汞	130	12	10.2	0.00-0.78
8	镉	130	12	10.2	0.00-6.67
9	铜	130	12	10.2	0.00-12.12
10	镍	130	12	10.2	0.00-18.52
11	钒	99	8	8.8	0.00-2.72
12	砷	130	12	10.2	0.00-2.04
13	苯	140	12	9.5	0.00-20.45
14	甲苯	140	12	9.5	0.00-0.00
15	乙苯	140	12	9.5	0.00-0.00
16	间-二甲苯和对-二甲苯	140	12	9.5	0.00-0.00
17	邻-二甲苯	140	12	9.5	0.00-0.00
18	苯乙烯	140	12	9.5	0.00-0.00
19	氯甲烷	140	12	9.5	0.00-0.00
20	氯乙烯	140	12	9.5	0.00-0.00
21	1,1-二氯乙烯	140	12	9.5	0.00-0.00
22	二氯甲烷	140	12	9.5	0.00-0.00
23	反式-1,2-二氯乙烯	140	12	9.5	0.00-0.00
24	1,1-二氯乙烷	140	12	9.5	0.00-0.00
25	顺式-1,2-二氯乙烯	140	12	9.5	0.00-0.00
26	1,1,1-三氯乙烷	140	12	9.5	0.00-0.00
27	四氯化碳	140	12	9.5	0.00-0.00
28	1,2-二氯乙烷	140	12	9.5	0.00-14.81
29	三氯乙烯	140	12	9.5	0.00-0.00
30	1,2-二氯丙烷	140	12	9.5	0.00-0.00
31	1,1,2-三氯乙烷	140	12	9.5	0.00-0.00
32	四氯乙烯	140	12	9.5	0.00-0.00
33	1,1,1,2-四氯乙烷	140	12	9.5	0.00-0.00
34	1,1,1,2,2-四氯乙烷	140	12	9.5	0.00-0.00
35	1,2,3-三氯丙烷	140	12	9.5	0.00-0.00
36	氯苯	140	12	9.5	0.00-0.00
37	1,4-二氯苯	140	12	9.5	0.00-0.00
38	1,2-二氯苯	140	12	9.5	0.00-0.00
39	三氯甲烷(氯仿)	140	12	9.5	0.00-0.00
40	2-氯酚	130	12	10.2	0.00-0.00
41	萘	130	12	10.2	0.00-0.00
42	苯并(a)蒽	130	12	10.2	0.00-0.00
43	蒽	130	12	10.2	0.00-0.00
44	苯并(b)荧蒽	130	12	10.2	0.00-0.00
45	苯并(k)荧蒽	130	12	10.2	0.00-0.00
46	苯并(a)芘	130	12	10.2	0.00-0.00

表 7-11 土壤现场平行样品质控

序号	分析项目	样品总数	现场平行		
			个数	样品比例%	相对偏差范围%
47	茚并(1,2,3-cd)芘	130	12	10.2	0.00-0.00
48	二苯并(a,h)蒽	130	12	10.2	0.00-0.00
49	硝基苯	130	12	10.2	0.00-0.00
50	苯胺	130	12	10.2	0.00-0.00

表 7-12 地下水现场平行样品质控

序号	分析项目	样品总数	现场平行		
			个数	样品比例%	相对偏差范围%
1	色度	6	1	20	0
2	肉眼可见物	6	1	20	0
3	臭和味	6	1	20	0
4	浊度	6	1	20	0
5	溶解性总固体	6	1	20	0.12
6	挥发酚(以苯酚计)	6	1	20	0
7	氟化物	6	1	20	0
8	氯化物	6	1	20	1.25
9	氨氮(以氮计)	6	1	20	0.35
10	总硬度(碳酸钙计)	6	1	20	0
11	硫酸盐	6	1	20	0.74
12	阴离子表面活性剂	6	1	20	0
13	pH 值	6	1	20	0.66
14	总磷(以磷计)	6	1	20	1.64
15	高锰酸盐指数(以 O ₂ 计)	6	1	20	1.82
16	硝酸盐(以氮计)	6	1	20	0.49
17	亚硝酸盐(以氮计)	6	1	20	2.56
18	碘化物	6	1	20	0
19	硫化物	6	1	20	0
20	易释放氰化物	6	1	20	0
21	六价铬	6	1	20	0
22	汞	6	1	20	0
23	铝	6	1	20	16.5
24	砷	6	1	20	3.13
25	钠	6	1	20	5.77
26	镉	6	1	20	0
27	铜	6	1	20	3.9
28	铁	6	1	20	11.83
29	铅	6	1	20	6.81
30	锰	6	1	20	4.8
31	硒	6	1	20	0
32	钒	6	1	20	1.07
33	锌	6	1	20	2.97
34	苯	8	1	14.3	0
35	甲苯	8	1	14.3	0
36	四氯化碳	8	1	14.3	0
37	三氯甲烷(氯仿)	8	1	14.3	0

7.4.3.2. 方法空白

为保证测试的准确性，在样品测试过程中，对方法空白样品进行了测试，具体见表 7-13 至表 7-14。每批次样品分析时，进行空白试验，分析测试空白样品。分析测试方法有规定的，按分析测试方法的规定进行；分析测试方法无规定时，要求每批次分析样品或者每 20 个样品应至少分析测试 1 个空白样品。分析结果一般应低于方法检出限。

表 7-13 土壤样品质控-方法空白(MB)

序号	分析项目	样品总数	方法空白							
			个数	样品比例%	样品比例要求%	检出限	单位	实际结果	质控要求	合格率%
1	水溶性氟化物	130	30	23.4	≥10	0.7	mg/kg	<0.7	小于检出限	100
2	硫化物	98	7	7.1	≥5	0.04	mg/kg	<0.04	小于检出限	100
3	六价铬	130	9	7	≥5	0.5	mg/kg	<0.5	小于检出限	100
4	汞	130	9	7	≥5	0.05	mg/kg	<0.05	小于检出限	100
5	铅	130	18	14.1	≥10	0.1	mg/kg	<0.1	小于检出限	100
6	铜	130	18	14.1	≥10	1	mg/kg	<1	小于检出限	100
7	镉	130	18	14.1	≥10	0.01	mg/kg	<0.01	小于检出限	100
8	镍	130	18	14.1	≥10	3	mg/kg	<3	小于检出限	100
9	钒	87	14	16.1	≥10	0.7	mg/kg	<0.7	小于检出限	100
11	砷	130	18	14.1	≥10	0.6	mg/kg	<0.6	小于检出限	100
12	苯	138	9	6.5	≥5	1.9	μg/kg	<1.9	小于检出限	100
13	甲苯	138	9	6.5	≥5	1.3	μg/kg	<1.3	小于检出限	100
14	乙苯	138	9	6.5	≥5	1.2	μg/kg	<1.2	小于检出限	100
15	间和对-二甲苯	138	9	6.5	≥5	1.2	μg/kg	<1.2	小于检出限	100
16	邻-二甲苯	138	9	6.5	≥5	1.2	μg/kg	<1.2	小于检出限	100
17	苯乙烯	138	9	6.5	≥5	1.1	μg/kg	<1.1	小于检出限	100
18	氯甲烷	138	9	6.5	≥5	1	μg/kg	<1.0	小于检出限	100
19	氯乙烯	138	9	6.5	≥5	1	μg/kg	<1.0	小于检出限	100
20	1,1-二氯乙烯	138	9	6.5	≥5	1	μg/kg	<1.0	小于检出限	100
21	二氯甲烷	138	9	6.5	≥5	1.5	μg/kg	<1.5	小于检出限	100
22	反式-1,2-二氯乙烯	138	9	6.5	≥5	1.4	μg/kg	<1.4	小于检出限	100
23	1,1-二氯乙烷	138	9	6.5	≥5	1.2	μg/kg	<1.2	小于检出限	100

表 7-13 土壤样品质控-方法空白(MB)

序号	分析项目	样品总数	方法空白							
			个数	样品比例%	样品比例要求%	检出限	单位	实际结果	质控要求	合格率%
24	顺式-1,2-二氯乙烯	138	9	6.5	≥5	1.3	μg/kg	<1.3	小于检出限	100
25	1,1,1-三氯乙烷	138	9	6.5	≥5	1.3	μg/kg	<1.3	小于检出限	100
26	四氯化碳	138	9	6.5	≥5	1.3	μg/kg	<1.3	小于检出限	100
27	1,2-二氯乙烯	138	9	6.5	≥5	1.3	μg/kg	<1.3	小于检出限	100
28	三氯乙烯	138	9	6.5	≥5	1.2	μg/kg	<1.2	小于检出限	100
29	1,2-二氯丙烷	138	9	6.5	≥5	1.1	μg/kg	<1.1	小于检出限	100
30	1,1,2-三氯乙烷	138	9	6.5	≥5	1.2	μg/kg	<1.2	小于检出限	100
31	四氯乙烯	138	9	6.5	≥5	1.4	μg/kg	<1.4	小于检出限	100
32	1,1,1,2-四氯乙烷	138	9	6.5	≥5	1.2	μg/kg	<1.2	小于检出限	100
33	1,1,2,2-四氯乙烷	138	9	6.5	≥5	1.2	μg/kg	<1.2	小于检出限	100
34	1,2,3-三氯丙烷	138	9	6.5	≥5	1.2	μg/kg	<1.2	小于检出限	100
35	氯苯	138	9	6.5	≥5	1.2	μg/kg	<1.2	小于检出限	100
36	1,4-二氯苯	138	9	6.5	≥5	1.5	μg/kg	<1.5	小于检出限	100
37	1,2-二氯苯	138	9	6.5	≥5	1.5	μg/kg	<1.5	小于检出限	100
38	三氯甲烷(氯仿)	138	9	6.5	≥5	1.1	μg/kg	<1.1	小于检出限	100
39	2-氯酚	130	9	7	≥5	0.06	mg/kg	<0.06	小于检出限	100
40	萘	130	9	7	≥5	0.09	mg/kg	<0.09	小于检出限	100
41	苯并(a)蒽	130	9	7	≥5	0.1	mg/kg	<0.1	小于检出限	100
42	蒽	130	9	7	≥5	0.1	mg/kg	<0.1	小于检出限	100
43	苯并(b)荧蒽	130	9	7	≥5	0.2	mg/kg	<0.2	小于检出限	100
44	苯并(k)荧蒽	130	9	7	≥5	0.1	mg/kg	<0.1	小于检出限	100
45	苯并(a)芘	130	9	7	≥5	0.1	mg/kg	<0.1	小于检出限	100
46	茚并(1,2,3-cd)芘	130	9	7	≥5	0.1	mg/kg	<0.1	小于检出限	100
47	二苯并(a,h)蒽	130	9	7	≥5	0.1	mg/kg	<0.1	小于检出限	100
48	硝基苯	130	9	7	≥5	0.09	mg/kg	<0.09	小于检出限	100
49	苯胺	130	9	7	≥5	0.1	mg/kg	<0.1	小于检出限	100

表 7-14 地下水样品质控-方法空白(MB)

序号	分析项目	样品总数	方法空白							
			个数	样品比例%	样品比例要求%	检出限	单位	实际结果	质控要求	合格率%
1	挥发酚(以苯酚计)	6	1	16.7	≥5	0.0003	mg/L	<0.0003	小于检出限	100
2	浊度	6	1	16.7	≥5	0.5	NTU	<0.5	小于检出限	100
3	溶解性总固体	6	1	16.7	≥5	4	mg/L	<4	小于检出限	100
4	亚硝酸盐(以氮计)	6	1	16.7	≥5	0.003	mg/L	<0.003	小于检出限	100
5	总硬度(碳酸钙计)	6	1	16.7	≥5	0.05	mmol/L	<0.05	小于检出限	100
6	总磷(以磷计)	6	1	16.7	≥5	0.01	mg/L	<0.01	小于检出限	100
7	氟化物	6	1	16.7	≥5	0.05	mg/L	<0.05	小于检出限	100
8	氨氮(以氮计)	6	1	16.7	≥5	0.01	mg/L	<0.01	小于检出限	100
9	氯化物	6	1	16.7	≥5	1	mg/L	<1.0	小于检出限	100
10	硝酸盐(以氮计)	6	1	16.7	≥5	0.08	mg/L	<0.08	小于检出限	100
11	硫化物	6	1	16.7	≥5	0.005	mg/L	<0.005	小于检出限	100
12	硫酸盐	6	1	16.7	≥5	10	mg/L	<10	小于检出限	100
13	碘化物	6	1	16.7	≥5	0.05	mg/L	<0.05	小于检出限	100
14	阴离子表面活性剂	6	2	33.3	≥10	0.04	mg/L	<0.04	小于检出限	100
15	高锰酸盐指数(以 O ₂ 计)	6	1	16.7	≥5	0.5	mg/L	<0.5	小于检出限	100
16	易释放氰化物	6	2	33.3	≥10	0.001	mg/L	<0.001	小于检出限	100
17	六价铬	6	1	16.7	≥5	0.004	mg/L	<0.004	小于检出限	100
18	汞	6	1	16.7	≥10	0.05	μg/L	<0.05	小于检出限	100
19	铝	6	1	16.7	≥10	1.15	μg/L	<1.15	小于检出限	100
20	砷	6	1	16.7	≥10	0.12	μg/L	<0.12	小于检出限	100
21	钠	6	2	33.3	≥10	0.03	mg/L	<0.03	小于检出限	100
22	镉	6	1	16.7	≥10	0.05	μg/L	<0.05	小于检出限	100
23	铜	6	1	16.7	≥10	0.08	μg/L	<0.08	小于检出限	100
24	铁	6	1	16.7	≥10	0.82	μg/L	<0.82	小于检出限	100
25	铅	6	1	16.7	≥10	0.09	μg/L	<0.09	小于检出限	100
26	锰	6	1	16.7	≥10	0.12	μg/L	<0.12	小于检出限	100
27	硒	6	1	16.7	≥10	0.41	μg/L	<0.41	小于检出限	100
28	钒	6	1	16.7	≥10	0.08	μg/L	<0.08	小于检出限	100
29	锌	6	1	16.7	≥10	0.67	μg/L	<0.67	小于检出限	100

表 7-14 地下水样品质控-方法空白(MB)

序号	分析项目	样品总数	方法空白							
			个数	样品比例%	样品比例要求%	检出限	单位	实际结果	质控要求	合格率%
30	苯	8	1	12.5	≥5	1.4	μg/L	<1.4	小于检出限	100
31	甲苯	8	1	12.5	≥5	1.4	μg/L	<1.4	小于检出限	100
32	四氯化碳	8	1	12.5	≥5	1.5	μg/L	<1.5	小于检出限	100
33	三氯甲烷(氯仿)	8	1	12.5	≥5	1.4	μg/L	<1.4	小于检出限	100

7.4.3.3. 实验室控制样品

为保证数据的准确性,在每批次样品分析时,同步分析空白加标样品或有证标准物质(实验室控制样品),具体见表 7-15 至表 7-16。每批次样品分析时,进行空白加标试验,分析测试空白加标样品/有证标准物质。分析测试方法有规定的,按分析测试方法的规定进行;分析测试方法无规定时,要求每批次分析样品或者每 20 个样品应至少分析测试 1 个空白样品。无机及金属项目要求回收率在 80%-120%,半挥发性有机物要求回收率在 50%-130%,挥发性有机物要求回收率在 70%-130%。有证标准物质作为实验室控制样品时,要求测定值在证书保证值范围内。

表 7-15 土壤样品质控-实验室控制样(LCS)

序号	分析项目	样品总数	实验室控制样品(空白加标回收样)						
			个数	样品比例%	样品比例要求%	回收率范围%	回收率质控范围%	合格数	合格率%
1	汞	130	9	7	≥5	94.8-108.0	80-120	9	100
2	铅	130	9	7	≥5	96.5-110.0	80-120	9	100
3	镉	130	9	7	≥5	91.9-106.0	80-120	9	100
4	钒	87	5	5.7	≥5	102.0-106.0	80-120	5	100
5	砷	130	9	7	≥5	94.0-105.0	80-120	9	100
6	苯	138	9	6.5	≥5	88.9-114.0	70-130	9	100
7	甲苯	138	9	6.5	≥5	90.3-109.0	70-130	9	100
8	乙苯	138	9	6.5	≥5	83.7-129.0	70-130	9	100
9	间-二甲苯和对-二甲苯	138	9	6.5	≥5	84.2-130.0	70-130	9	100
10	邻-二甲苯	138	9	6.5	≥5	82.6-127.0	70-130	9	100
11	苯乙烯	138	9	6.5	≥5	77.7-117.0	70-130	9	100
12	氯甲烷	138	9	6.5	≥5	73.8-97.7	70-130	9	100

表 7-15 土壤样品质控-实验室控制样 (LCS)

序号	分析项目	样品总数	实验室控制样品 (空白加标回收样)						
			个数	样品比例%	样品比例要求%	回收率范围%	回收率质控范围%	合格数	合格率%
13	氯乙烯	138	9	6.5	≥5	76.0-85.7	70-130	9	100
14	1,1-二氯乙烯	138	9	6.5	≥5	73.7-90.7	70-130	9	100
15	二氯甲烷	138	9	6.5	≥5	76.7-126.0	70-130	9	100
16	反式-1,2-二氯乙烯	138	9	6.5	≥5	72.9-90.2	70-130	9	100
17	1,1-二氯乙烷	138	9	6.5	≥5	81.2-104.0	70-130	9	100
18	顺式-1,2-二氯乙烯	138	9	6.5	≥5	80.2-104.0	70-130	9	100
19	1,1,1-三氯乙烷	138	9	6.5	≥5	73.8-104.0	70-130	9	100
20	四氯化碳	138	9	6.5	≥5	73.1-105.0	70-130	9	100
21	1,2-二氯乙烷	138	9	6.5	≥5	77.8-129.0	70-130	9	100
22	三氯乙烯	138	9	6.5	≥5	81.1-97.1	70-130	9	100
23	1,2-二氯丙烷	138	9	6.5	≥5	84.3-105.0	70-130	9	100
24	1,1,2-三氯乙烷	138	9	6.5	≥5	72.8-94.6	70-130	9	100
25	四氯乙烯	138	9	6.5	≥5	78.4-129.0	70-130	9	100
26	1,1,1,2-四氯乙烷	138	9	6.5	≥5	75.4-91.9	70-130	9	100
27	1,1,2,2-四氯乙烷	138	9	6.5	≥5	89.2-130.0	70-130	9	100
28	1,2,3-三氯丙烷	138	9	6.5	≥5	86.1-126.0	70-130	9	100
29	氯苯	138	9	6.5	≥5	102.0-112.0	70-130	9	100
30	1,4-二氯苯	138	9	6.5	≥5	93.0-118.0	70-130	9	100
31	1,2-二氯苯	138	9	6.5	≥5	80.6-114.0	70-130	9	100
32	三氯甲烷(氯仿)	138	9	6.5	≥5	71.6-113.0	70-130	9	100
33	2-氯酚	130	9	7	≥5	84.5-97.5	50-130	9	100
34	萘	130	9	7	≥5	91.7-97.0	50-130	9	100
35	苯并(a)蒽	130	9	7	≥5	70.7-83.8	50-130	9	100
36	蒽	130	9	7	≥5	93.4-102.0	50-130	9	100
37	苯并(b)荧蒽	130	9	7	≥5	66.4-89.0	50-130	9	100
38	苯并(k)荧蒽	130	9	7	≥5	86.8-121.0	50-130	9	100
39	苯并(a)芘	130	9	7	≥5	85.0-109.0	50-130	9	100
40	茚并(1,2,3-cd)芘	130	9	7	≥5	61.0-129.0	50-130	9	100
41	二苯并(a,h)蒽	130	9	7	≥5	54.9-123.0	50-130	9	100

表 7-15 土壤样品质控-实验室控制样 (LCS)

序号	分析项目	样品总数	实验室控制样品 (空白加标回收样)						
			个数	样品比例%	样品比例要求%	回收率范围%	回收率质控范围%	合格数	合格率%
42	硝基苯	130	9	7	≥5	82.1-96.9	50-130	9	100
43	苯胺	130	9	7	≥5	55.9-96.9	30-100	9	100

表 7-16 地下水样品质控-实验室控制样 (LCS)

序号	分析项目	样品总数	实验室控制样品 (空白加标回收样)						
			个数	样品比例%	样品比例要求%	回收率范围%	回收率质控范围%	合格数	合格率%
1	浊度	6	1	16.7	≥5	101	80-120	1	100
2	溶解性总固体	6	1	16.7	≥5	100	80-120	1	100
3	硫化物	6	1	16.7	≥5	101	90-110	1	100
4	碘化物	6	1	16.7	≥5	100	80-120	1	100
5	汞	6	1	16.7	≥10	94.5	80-120	1	100
6	铝	6	1	16.7	≥10	102	80-120	1	100
7	砷	6	1	16.7	≥10	90.9	80-120	1	100
8	钠	6	1	16.7	≥10	107	90-110	1	100
9	镉	6	1	16.7	≥10	88.5	80-120	1	100
10	铜	6	1	16.7	≥10	102	80-120	1	100
11	铁	6	1	16.7	≥10	101	80-120	1	100
12	铅	6	1	16.7	≥10	97.8	80-120	1	100
13	锰	6	1	16.7	≥10	97.2	80-120	1	100
14	硒	6	1	16.7	≥10	92.9	80-120	1	100
15	钒	6	1	16.7	≥10	95.4	80-120	1	100
16	锌	6	1	16.7	≥10	89.6	80-120	1	100
17	苯	8	1	12.5	≥5	112	60-130	1	100
18	甲苯	8	1	12.5	≥5	77.7	60-130	1	100
19	四氯化碳	8	1	12.5	≥5	90.8	60-130	1	100
20	三氯甲烷(氯仿)	8	1	12.5	≥5	85.3	60-130	1	100

表 7-17 土壤样品质控-实验室控制样 (CRM)

分析物分类	有证标准物质		
	单位	测定值范围	标准值范围
水溶性氟化物	mg/kg	7.0-7.5	6.9-8.5
铜	mg/kg	41-43	41-45
镍	mg/kg	34-38	34-38

表 7-18 水质样品质控-实验室控制样 (CRM)

分析物分类	有证标准物质		
	单位	测定值范围	标准值范围
挥发酚(以苯酚计)	mg/L	0.0698	0.0677-0.0773
pH 值	-	7.32	7.30-7.38
氟化物	mg/L	2.18	2.07-2.29
氯化物	mg/L	202	196-206
氨氮(以氮计)	mg/L	1.61	1.57-1.77
硫酸盐	mg/L	11.5	11.2-12.4
阴离子表面活性剂	mg/L	0.33	0.309-0.347
高锰酸盐指数 (以 O ₂ 计)	mg/L	2.26	1.98-2.60
硝酸盐(以氮计)	mg/L	0.89	0.864-0.936
亚硝酸盐(以氮计)	mg/L	0.344	0.328-0.362
总硬度 (碳酸钙计)	mmol/L	2.77	2.73-2.89
总磷(以磷计)	mg/L	0.713	0.691-0.755
六价铬	mg/L	0.073	0.0714-0.0794

7.4.3.4. 实验室平行样品

每批次样品分析时,进行平行双样分析,详见表 7-19 至表 7-20。在每批次分析样品中,如分析测试方法有规定的,按分析方法的规定进行,分析测试方法无规定时,随机抽取 5%的样品进行平行

双样分析;当批次样品数<20 时,应至少随机抽取 1 个样品进行平行双样分析。实验室内平行双样分析相对偏差计算的起始含量值为实验室方法检出限 (LOR),低于 LOR 时,不计算相对偏差。要求无机及金属项目的相对偏差质控范围为 20%,有机项目相对偏差范围为 30%。相对偏差计算公式如下:

$$\text{相对偏差}(\%) = \frac{|A - B|}{(A + B)} \times 100$$

表 7-19 土壤样品质控-实验室平行样品(Duplicate)

序号	分析项目	样品总数	实验室平行样						
			个数	样品比例%	样品比例要求%	相对偏差范围%	相对偏差质控范围%	合格数	合格率%
1	pH 值	130	15	11.7	≥10	0	<0.3	15	100
2	水分(以干基计)	130	9	7	≥5	0.4-2.2	<5	9	100
3	水溶性氟化物	130	15	11.7	≥10	0.0-2.9	<20	15	100
4	硫化物	98	12	12.2	≥10	0.0-2.0	<30	12	100
5	六价铬	130	9	7	≥5	0	<20	9	100
6	汞	130	15	11.7	≥10	0.0-7.7	<20	15	100
7	铅	130	15	11.7	≥10	0.4-5.3	<20	15	100
8	铜	130	15	11.7	≥10	0.0-3.7	<20	15	100
9	镉	130	15	11.7	≥10	0.6-4.8	<20	15	100
10	镍	130	15	11.7	≥10	0.0-10.0	<20	15	100
11	钒	87	12	13.8	≥10	0.0-1.5	<30	12	100
12	砷	130	15	11.7	≥10	0.0-1.3	<30	15	100
13	苯	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
14	甲苯	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
15	乙苯	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
16	间和对-二甲苯	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
17	邻-二甲苯	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
18	苯乙烯	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
19	氯甲烷	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
20	氯乙烷	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
21	1,1-二氯乙烯	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
22	二氯甲烷	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
23	反式-1,2-二氯乙烯	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
24	1,1-二氯乙烷	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
25	顺式-1,2-二氯乙烯	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100

表 7-19 土壤样品质控-实验室平行样品(Duplicate)

序号	分析项目	样品总数	实验室平行样						
			个数	样品比例%	样品比例要求%	相对偏差范围%	相对偏差质控范围%	合格数	合格率%
26	1,1,1-三氯乙烷	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
27	四氯化碳	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
28	1,2-二氯乙烷	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
29	三氯乙烯	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
30	1,2-二氯丙烷	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
31	1,1,2-三氯乙烷	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
32	四氯乙烯	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
33	1,1,1,2-四氯乙烷	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
34	1,1,2,2-四氯乙烷	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
35	1,2,3-三氯丙烷	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
36	氯苯	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
37	1,4-二氯苯	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
38	1,2-二氯苯	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
39	三氯甲烷(氯仿)	138	9	6.5	≥5	0	<25	9	100
40	2-氯酚	130	9	7	≥5	0	<40	9	100
41	萘	130	9	7	≥5	0	<40	9	100
42	苯并(a)蒽	130	9	7	≥5	0.0-0.3	<40	9	100
43	蒽	130	9	7	≥5	0.0-1.1	<40	9	100
44	苯并(b)荧蒽	130	9	7	≥5	0.0-0.4	<40	9	100
45	苯并(k)荧蒽	130	9	7	≥5	0.0-0.8	<40	9	100
46	苯并(a)芘	130	9	7	≥5	0.0-0.5	<40	9	100
47	茚并(1,2,3-cd)芘	130	9	7	≥5	0.0-5.4	<40	9	100
48	二苯并(a,h)蒽	130	9	7	≥5	0	<40	9	100
49	硝基苯	130	9	7	≥5	0	<40	9	100
50	苯胺	130	9	7	≥5	0	<30	9	100

表 7-20 地下水样品质控-实验室平行样品(Duplicate)

序号	分析项目	样品总数	实验室平行样
----	------	------	--------

西大兴磷肥厂一期地块土壤污染状况调查报告

			个数	样品比例%	样品比例要求%	相对偏差范围%	相对偏差质控范围%	合格数	合格率%
1	挥发酚(以苯酚计)	6	1	16.7	≥5	0	<20	1	100
2	浊度	6	1	16.7	≥5	0.3	<20	1	100
3	溶解性总固体	6	1	16.7	≥5	0.2	<20	1	100
4	色度	6	1	16.7	≥5	0	<10	1	100
5	pH 值	6	1	16.7	≥5	0	<0.1	1	100
6	亚硝酸盐(以氮计)	6	1	16.7	≥5	7.7	<20	1	100
7	总硬度(碳酸钙计)	6	1	16.7	≥5	0.2	<20	1	100
8	总磷(以磷计)	6	1	16.7	≥5	0	<20	1	100
9	氟化物	6	1	16.7	≥5	0.8	<20	1	100
10	氨氮(以氮计)	6	1	16.7	≥5	0	<20	1	100
11	氯化物	6	1	16.7	≥5	0	<20	1	100
12	硝酸盐(以氮计)	6	1	16.7	≥5	1	<20	1	100
13	硫化物	6	1	16.7	≥5	0	<20	1	100
14	硫酸盐	6	1	16.7	≥5	0.4	<20	1	100
15	碘化物	6	1	16.7	≥5	0	<20	1	100
16	阴离子表面活性剂	6	1	16.7	≥5	0	<25	1	100
17	高锰酸盐指数(以 O ₂ 计)	6	1	16.7	≥5	0.9	<20	1	100
18	易释放氰化物	6	1	16.7	≥5	0	<20	1	100
19	六价铬	6	1	16.7	≥5	0	<20	1	100
20	汞	6	1	16.7	≥10	0	<20	1	100
21	铝	6	1	16.7	≥10	1	<20	1	100
22	砷	6	1	16.7	≥10	2.5	<20	1	100
23	钠	6	1	16.7	≥10	2.1	<25	1	100
24	镉	6	1	16.7	≥10	3.1	<20	1	100
25	铜	6	1	16.7	≥10	0.3	<20	1	100
26	铁	6	1	16.7	≥10	0	<20	1	100
27	铅	6	1	16.7	≥10	3.2	<20	1	100
28	锰	6	1	16.7	≥10	0	<20	1	100
29	硒	6	1	16.7	≥10	0.1	<20	1	100
30	钒	6	1	16.7	≥10	1.5	<20	1	100
31	锌	6	1	16.7	≥10	1.3	<20	1	100

表 7-20 地下水样品质控-实验室平行样品(Duplicate)

序号	分析项目	样品总数	实验室平行样						
			个数	样品比例%	样品比例要求%	相对偏差范围%	相对偏差质控范围%	合格数	合格率%
32	苯	8	1	12.5	≥ 5	0	<30	1	100
33	甲苯	8	1	12.5	≥ 5	0	<30	1	100
34	四氯化碳	8	1	12.5	≥ 5	0	<30	1	100
35	三氯甲烷(氯仿)	8	1	12.5	≥ 5	0	<30	1	100

7.4.3.5. 基质加标样品

在每批次分析样品中，分析测试方法规定采用基体加标回收率试验对准确度进行控制时，按照分析测试方法的规定进行基体加标试验。详见表 7-21 及表 7-22。

表 7-21 土壤样品质控-基质加标样品(MS)

序号	分析项目	样品总数	基质加标回收样						
			个数	样品比例%	样品比例要求%	回收率范围%	回收率质控范围%	合格数	合格率%
1	水溶性氟化物	130	15	11.7	≥10	92.1-100.0	70-120	15	100
2	硫化物	98	12	12.2	≥10	96.6-106.9	60-110	12	100
3	六价铬	130	9	7	≥5	96.0-106.0	70-130	9	100
4	钒	87	9	10.3	≥10	70.7-103.5	70-125	9	100
5	砷	130	13	10.2	≥10	78.5-101.5	70-125	13	100
6	苯	138	9	6.5	≥5	74.2-117.5	70-130	9	100
7	甲苯	138	9	6.5	≥5	73.3-108.1	70-130	9	100
8	乙苯	138	9	6.5	≥5	74.0-110.3	70-130	9	100
9	间-二甲苯和对-二甲苯	138	9	6.5	≥5	71.4-115.0	70-130	9	100
10	邻-二甲苯	138	9	6.5	≥5	78.5-123.8	70-130	9	100
11	苯乙烯	138	9	6.5	≥5	70.6-98.9	70-130	9	100
12	氯甲烷	138	9	6.5	≥5	74.0-115.6	70-130	9	100
13	氯乙烯	138	9	6.5	≥5	74.0-104.2	70-130	9	100
14	1,1-二氯乙烯	138	9	6.5	≥5	71.4-105.4	70-130	9	100
15	二氯甲烷	138	9	6.5	≥5	72.5-112.7	70-130	9	100
16	反式-1,2-二氯乙烯	138	9	6.5	≥5	70.6-108.8	70-130	9	100
17	1,1-二氯乙烷	138	9	6.5	≥5	76.2-118.7	70-130	9	100
18	顺式-1,2-二氯乙烯	138	9	6.5	≥5	77.6-111.6	70-130	9	100
19	1,1,1-三氯乙烷	138	9	6.5	≥5	80.5-117.1	70-130	9	100
20	四氯化碳	138	9	6.5	≥5	74.8-109.0	70-130	9	100
21	1,2-二氯乙烷	138	9	6.5	≥5	85.0-121.4	70-130	9	100
22	三氯乙烯	138	9	6.5	≥5	70.9-88.7	70-130	9	100
23	1,2-二氯丙烷	138	9	6.5	≥5	74.4-117.7	70-130	9	100
24	1,1,2-三氯乙烷	138	9	6.5	≥5	71.1-95.1	70-130	9	100

表 7-21 土壤样品质控-基质加标样品(MS)

序号	分析项目	样品总数	基质加标回收样						
			个数	样品比例%	样品比例要求%	回收率范围%	回收率质控范围%	合格数	合格率%
25	四氯乙烯	138	9	6.5	≥5	70.2-130.5	70-130	9	100
26	1,1,1,2-四氯乙烷	138	9	6.5	≥5	71.0-88.5	70-130	9	100
27	1,1,2,2-四氯乙烷	138	9	6.5	≥5	87.4-125.5	70-130	9	100
28	1,2,3-三氯丙烷	138	9	6.5	≥5	84.8-112.6	70-130	9	100
29	氯苯	138	9	6.5	≥5	75.2-100.7	70-130	9	100
30	1,4-二氯苯	138	9	6.5	≥5	70.3-130.8	70-130	9	100
31	1,2-二氯苯	138	9	6.5	≥5	70.4-121.3	70-130	9	100
32	三氯甲烷(氯仿)	138	9	6.5	≥5	78.0-115.6	70-130	9	100
33	2-氯酚	130	9	7	≥5	63.3-85.3	50-130	9	100
34	萘	130	9	7	≥5	65.4-96.4	50-130	9	100
35	苯并(a)蒽	130	9	7	≥5	55.7-87.6	50-130	9	100
36	蒽	130	9	7	≥5	72.4-109.6	50-130	9	100
37	苯并(b)荧蒽	130	9	7	≥5	51.8-94.8	50-130	9	100
38	苯并(k)荧蒽	130	9	7	≥5	67.2-108.5	50-130	9	100
39	苯并(a)芘	130	9	7	≥5	70.8-108.2	50-130	9	100
40	茚并(1,2,3-cd)芘	130	9	7	≥5	51.3-104.9	50-130	9	100
41	二苯并(a,h)蒽	130	9	7	≥5	54.3-114.1	50-130	9	100
42	硝基苯	130	9	7	≥5	56.9-83.9	50-130	9	100

表 7-22 地下水样品质控-基质加标样品(MS)

序号	分析项目	样品总数	基质加标回收样						
			个数	样品比例%	样品比例要求%	回收率范围%	回收率质控范围%	合格数	合格率%
1	阴离子表面活性剂	6	1	16.7	≥5	109.2	80-120	1	100
2	易释放氰化物	6	1	16.7	≥5	90	70-120	1	100
3	汞	6	1	16.7	≥10	94.5	85-115	1	100
4	铝	6	2	33.3	≥10	76.6-77.1	70-130	2	100
5	砷	6	2	33.3	≥10	95.6-100.2	70-130	2	100
6	镉	6	2	33.3	≥10	82.7-86.9	70-130	2	100
7	铜	6	2	33.3	≥10	89.6-91.7	70-130	2	100
8	铅	6	2	33.3	≥10	84.2-89.0	70-130	2	100
9	硒	6	2	33.3	≥10	96.1-101.1	70-130	2	100
10	钒	6	2	33.3	≥10	95.1-102.1	70-130	2	100
11	苯	8	1	12.5	≥5	111.7	60-130	1	100
12	甲苯	8	1	12.5	≥5	82.8	60-130	1	100
13	四氯化碳	8	1	12.5	≥5	103	60-130	1	100
14	三氯甲烷(氯仿)	8	1	12.5	≥5	88.9	60-130	1	100

7.4.3.6. 全程序空白和运输空白

每批次样品测定一组运输空白及全程序空白样品，要求目标物浓度小于方法检出限，具体见表 7-23 和表 7-24。

表 7-23 土壤质控-运输空白和全程序空白

序号	分析项目	质控要求	检出限	单位	对数	方法空白	运输空白
1	苯	小于检出限	1.9	μg/kg	5	<1.9	<1.9
2	甲苯	小于检出限	1.3	μg/kg	5	<1.3	<1.3
3	乙苯	小于检出限	1.2	μg/kg	5	<1.2	<1.2
4	间-二甲苯和对-二甲苯	小于检出限	1.2	μg/kg	5	<1.2	<1.2
5	邻-二甲苯	小于检出限	1.2	μg/kg	5	<1.2	<1.2
6	苯乙烯	小于检出限	1.1	μg/kg	5	<1.1	<1.1
7	氯甲烷	小于检出限	1	μg/kg	5	<1.0	<1.0
8	氯乙烯	小于检出限	1	μg/kg	5	<1.0	<1.0
9	1,1-二氯乙烯	小于检出限	1	μg/kg	5	<1.0	<1.0
10	二氯甲烷	小于检出限	1.5	μg/kg	5	<1.5	<1.5
11	反式-1,2-二氯乙烯	小于检出限	1.4	μg/kg	5	<1.4	<1.4
12	1,1-二氯乙烷	小于检出限	1.2	μg/kg	5	<1.2	<1.2
13	顺式-1,2-二氯乙烯	小于检出限	1.3	μg/kg	5	<1.3	<1.3
14	1,1,1-三氯乙烷	小于检出限	1.3	μg/kg	5	<1.3	<1.3
15	四氯化碳	小于检出限	1.3	μg/kg	5	<1.3	<1.3
16	1,2-二氯乙烷	小于检出限	1.3	μg/kg	5	<1.3	<1.3
17	三氯乙烯	小于检出限	1.2	μg/kg	5	<1.2	<1.2
18	1,2-二氯丙烷	小于检出限	1.1	μg/kg	5	<1.1	<1.1
19	1,1,2-三氯乙烷	小于检出限	1.2	μg/kg	5	<1.2	<1.2
20	四氯乙烯	小于检出限	1.4	μg/kg	5	<1.4	<1.4
21	1,1,1,2-四氯乙烷	小于检出限	1.2	μg/kg	5	<1.2	<1.2
22	1,1,2,2-四氯乙烷	小于检出限	1.2	μg/kg	5	<1.2	<1.2
23	1,2,3-三氯丙烷	小于检出限	1.2	μg/kg	5	<1.2	<1.2

表 7-23 土壤质控-运输空白和全程序空白

序号	分析项目	质控要求	检出限	单位	对数	方法空白	运输空白
24	氯苯	小于检出限	1.2	µg/kg	5	<1.2	<1.2
25	1,4-二氯苯	小于检出限	1.5	µg/kg	5	<1.5	<1.5
26	1,2-二氯苯	小于检出限	1.5	µg/kg	5	<1.5	<1.5
27	三氯甲烷(氯仿)	小于检出限	1.1	µg/kg	5	<1.1	<1.1

表 7-24 水质质控-运输空白和全程序空白

序号	分析项目	质控要求	检出限	单位	对数	方法空白	运输空白	序号	分析项目	质控要求
1	苯	小于检出限	1.4	µg/L	1		<1.4	1		<1.4
2	甲苯	小于检出限	1.4	µg/L	1		<1.4	1		<1.4
3	四氯化碳	小于检出限	1.5	µg/L	1		<1.5	1		<1.5
4	三氯甲烷(氯仿)	小于检出限	1.4	µg/L	1		<1.4	1		<1.4

7.4.3.7. 替代物回收率

实验室在进行有机物的测试中，为保证数据的准确性，在所有测试样品中添加了部分替代物用于监测基质中有机物的回收率，详见表 7-25。

表 7-25 质控-替代物回收率

替代物名称	回收率范围(%)	替代物质控范围(%)
二溴一氟甲烷	75.6-124.0	70-130
甲苯-D8	75.4-108.0	70-130
1-溴-4-氟苯	71.0-113.0	70-130
2-氟苯酚	53.6-111.0	50-130
酚-D6	50.6-103.0	50-130

2,4,6-三溴酚	52.4-129.0	50-130
硝基苯-D5	58.0-109.0	50-130
2-氟联苯	59.6-111.0	50-130
三联苯-D14	54.6-128.0	50-130

7.4.3.8. 质量保证

实验室按 HJ/T166-2004《土壤环境监测技术规范》、《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）和其他相关检测标准的要求开展样品制备和前处理，按各检测方法的要求，实验室空白、实验室平行样、加标回收等各种质控手段进行有效控制保证结果的准确性。

8. 检测结果分析

8.1. 风险筛选标准

8.1.1. 土壤评价标准

土壤污染筛选标准选用《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）和《建设用地土壤污染风险筛选值》（DB13/T 5216-2020）。

第一类用地：包括 GB50137 规定的城市建设用地中的居住用地，公共管理与公共服务用地中的中小学用地，医疗卫生用地和社会福利设施用地，以及公园绿地中的社区公园或儿童公园用地等。

第二类用地：包括 GB50137 规定的城市建设用地中的工业用地，物流仓储用地，商业服务业设施用地，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（A33、A5、A6 除外），以及绿地与广场用地（G1 中的社区公园或儿童公园用地除外）等。

调查地块规划为高新技术产业园区，属于第二类用地。本次检测检出的污染物土壤污染筛选标准见表 8-1。

表 8-1 土壤检出指标评价标准

序号	土壤检测指标	第二类用地筛选值（mg/kg）
1	硫化物	/
2	水溶性氟化物	10000 ^①
3	pH 值	/
4	苯	4
5	乙苯	28
6	间-二甲苯和对-二甲苯	570
7	邻-二甲苯	640
8	甲苯	1.2
9	1,1,2-三氯乙烷	2.8
10	1,2-二氯乙烷	5
11	氯苯	270
12	苯并(a)蒽	15
13	苯并(a)芘	1.5
14	苯并(b)荧蒽	15
15	苯并(k)荧蒽	151
16	蒽	1293

表 8-1 土壤检出指标评价标准

序号	土壤检测指标	第二类用地筛选值 (mg/kg)
17	茚并(1,2,3-cd)芘	15
18	汞	38
19	镉	65
20	铅	800
21	六价铬	5.7
22	铜	18000
23	镍	900
24	砷	60
25	钒	752

注：①《建设用地土壤污染风险筛选值》（DB13/T 5216-2020）

8.1.2. 地下水评价标准

本次地下水评价标准参照《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）IV类标准，以及美国环保署（USEPA）9区的初步修复目标值。本次调查地下水检出指标的评价标准如下表 8-2 所示。

8-2 地下水检出指标评价标准

序号	检测项	单位	筛选值
1	高锰酸盐指数（以 O ₂ 计）	mg/L	10
2	总磷(以磷计)	mg/L	/
3	氯化物	mg/L	350
4	硫酸盐	mg/L	350
5	总硬度（碳酸钙计）	mmol/L	6.5
6	亚硝酸盐(以氮计)	mg/L	4.8
7	硫化物	mg/L	0.1
8	浊度	NTU	10
9	溶解性总固体	mg/L	2000
10	pH 值		5.5≤pH<6.5； 8.5<pH≤9.0
11	氨氮(以氮计)	mg/L	1.5
12	硝酸盐(以氮计)	mg/L	30
13	铝	μg/L	500
14	砷	μg/L	50
15	镉	μg/L	10
16	铜	μg/L	1500
17	铁	μg/L	2000
18	铅	μg/L	100
19	锰	μg/L	1500
20	钒	μg/L	180000①
21	钠	mg/L	400

8-2 地下水检出指标评价标准

序号	检测项	单位	筛选值
22	总大肠菌群	MPN/100mL	100
23	菌落总数	CFU/mL	1000
24	氟化物	mg/L	2

注：①美国环保署（USEPA）9区的初步修复目标值

8.2. 土壤检测结果分析

本地块共勘探 20 个土壤采样点，采集了 130 个土壤样品，其中包含了 12 个平行样。每个土壤样品检测了常规 45 项指标，还包含 pH、氟化物、硫化物、钒等指标，共计 49 项检测指标，检出污染物 24 种，其中包含金属类污染物 8 个，分别是汞、镉、铅、六价铬、铜、镍、砷、钒；挥发性有机物 8 个，分别为苯、乙苯、间-和对-二甲苯、邻-二甲苯、甲苯、1,1,2-三氯乙烷、1,2-二氯乙烷、氯苯；半挥发性有机物 6 个，分别为苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、蒽、茚并(1,2,3-cd)芘；无机污染物 2 个，分别为硫化物和氟化物；样品的 pH 在 2.92~10.33。土壤样品检出污染物浓度统计表如 8-3 所示，具体数据见附件 10 实验室检测报告和附件 14 调查点位数据分析。

表 8-3 土壤样品检出污染物浓度统计表

序号	分析物分类	单位	检出限	检出个数	最大值	最小值	平均值	筛选值	是否超标	超标数量	检出比例 (%)	超标比例 (%)
1	硫化物	mg/kg	0.04	49	45.2	0.05	3.81	/	否	0	50.0	0
2	pH 值	无量纲	0.01	130	10.33	2.92	/	/	否	0	100.0	0
3	苯	μg/kg	1.9	8	602	4.9	87.56	4000	否	0	6.3	0
4	乙苯	μg/kg	1.2	1	11.1	11.1	11.1	28000	否	0	0.8	0
5	间-和对-二甲苯	μg/kg	1.2	2	85.5	41.4	63.45	570000	否	0	1.6	0
6	邻-二甲苯	μg/kg	1.2	2	23.9	7.6	15.75	640000	否	0	1.6	0
7	甲苯	μg/kg	1.3	3	372	2.2	240.4	1200	否	0	2.4	0
8	1,1,2-三氯乙烷	μg/kg	1.2	1	2.1	2.1	2.1	2800	否	0	0.8	0
9	1,2-二氯乙烷	μg/kg	1.3	9	381	21.7	86.01	5000	否	0	7.1	0
10	氯苯	μg/kg	1.2	2	15.8	12.9	14.35	270000	否	0	1.6	0
11	苯并(a)蒽	mg/kg	0.1	2	0.4	0.1	0.25	15	否	0	1.6	0
12	苯并(a)芘	mg/kg	0.1	2	0.6	0.2	0.4	1.5	否	0	1.6	0
13	苯并(b)荧蒽	mg/kg	0.2	1	0.7	0.7	0.7	15	否	0	0.8	0
14	苯并(k)荧蒽	mg/kg	0.1	2	0.3	0.1	0.2	151	否	0	1.6	0
15	蒽	mg/kg	0.1	2	0.4	0.2	0.3	1293	否	0	1.6	0
16	茚并(1,2,3-cd)芘	mg/kg	0.1	1	0.3	0.3	0.3	15	否	0	0.8	0
17	汞	mg/kg	0.05	56	13.6	0.05	1.18	38	否	0	43.1	0
18	镉	mg/kg	0.01	130	7.07	0.02	0.45	65	否	0	100.0	0
19	铅	mg/kg	0.1	130	405	8.5	31.75	800	否	0	100.0	0
20	六价铬	mg/kg	0.5	4	1	0.6	0.775	5.7	否	0	3.2	0
21	铜	mg/kg	1	130	342	4	33.83	18000	否	0	100.0	0

表 8-3 土壤样品检出污染物浓度统计表

序号	分析物分类	单位	检出限	检出个数	最大值	最小值	平均值	筛选值	是否超标	超标数量	检出比例 (%)	超标比例 (%)
22	镍	mg/kg	3	122	144	3	19.98	900	否	0	93.8	0
23	砷	mg/kg	0.6	130	575	2.1	33.82	60	是	16	100.0	12.3
24	钒	mg/kg	0.7	60	191	1.2	34.18	752	否	0	100.0	0
25	水溶性氟化物	mg/kg	0.7	130	105	1.2	11.95	10000	否	0	100.0	0

注：（1）超标倍数=（检测值-筛选值）/筛选值*100%；

（2）超标比例=超标数量/检出个数*100%；

（3）“/”表示无筛选值或无法计算平均值；

（4）小于检出限的数据未列入本次平均值和平均值的统计中。

根据表 8-3 和附件 14 得出：

(1) 土壤样品共检出 25 种污染物，其它污染物均未检出，检出的 25 种污染物中只有砷浓度超过筛选值，检出比例 100%，超标比例 12.3%，其中砷浓度最小值为 2.1mg/kg，最大值为 575mg/kg，最大超标倍数为 8.6 倍；

(2) 土壤样品 pH 样品最小值为 S5-0.5 样品的 2.92，采样点 S1、S2、S3、S4、S5、S6、S13 的部分样品呈酸性，S1-S6 采样点位于硫酸生产区，S13 位于硫酸储罐附近，造成土壤呈酸性的原因可能是由于硫酸储罐或者硫酸生产区的硫酸运输管线跑冒滴漏，7 个采样点土壤样品 pH 变化如下所示：

a.S1 采样点采集 S1-0.5、S1-1.0、S1-2.0、S1-3.0、S1-5.0、S1-17.0 共 6 个样品，S1-2 采样点采集 S2-0.5、S2-1.0、S2-2.0、S2-3.0、S2-5.0 共 5 个样品，样品 pH 最低为 3.19，S1-5 样品 pH 为 4.5，S1-17 样品 pH 为 7.7；

b.S2 采样点采集 S2-0.5、S2-1.0、S2-2.0、S2-3.0、S2-5.0 共 5 个样品，土壤 pH 随深度增加呈下降趋势，pH 最小值为 S2-5 样品 4.44；

c.S3 采样点采集共 7 个样品，S3-5.0 样品 pH 最小值为 3.83，最底层样品 pH 为 6.99，土壤 pH 随着深度加深样品逐渐接近中性；

d.S4 采样点采集共 5 个样品，S4-5.0 样品呈酸性，pH 为 4.23，其它样品均为碱性；

e.S5 采样点采集 S5-0.5、S5-1.0、S5-2.0、S5-3.0、S5-5.0、S5-7.0、S5-9.0 共 7 个样品，土壤表层样品酸性最小值为 2.92，随着深度增加土壤逐渐为碱性，S5-9.0 样品 pH 值为 7.32；

f.S6 和 S13 与 S5 的趋势相同，土壤 pH 随深度增加而增加，最底层样品 pH 为碱性；

由以上数据可见，在深度 5m 之下土壤 pH 逐渐恢复至中性或碱性；

(3) 挥发性有机物在 S10 和 S11 采样点有检出，两个采样点共检测 15 个样品，其中在 S10-3.0 和 S11-0.5 样品中检出苯、乙苯、二甲苯、甲苯、1,2-二氯乙烷及氯苯，S10-5.0 检出苯和 1,2-二氯乙烷；S11-3.0 样品检出苯、1,1,2-三氯乙烷和 1,2-二氯乙烷，S11-5.0、S11-7.0、S11-9.0 样品检出苯和 1,2-二氯乙烷，其它样品未检出挥发性有机物，污染物的检出浓度远小于其筛选值；

(4) 半挥发性有机物在 S1 和 S20 采样点表层样品有检出，其检出值远小于筛选值。

(5) 本次调查在 S1、S2、S4、S9、S10、S11、S13、S14、S15 共 9 个采样点的样品中检测了金属钒，所有样品均有检出，钒最大值为 191mg/kg，远小于其筛选值；

(6) 本次调查在 S1-S15 共 15 个采样点中检测了硫化物，其检出率为 50%，最大值为 45.2mg/kg；

(7) 本次调查所有样品均检测了水溶性氟化物，且水溶性氟化物均有检出，最大值为 105mg/kg，远小于其筛选值；

(8) 其它金属类污染物也有检出，但其远小于筛选值。

调查地块内的土壤样品中砷的浓度超标，其超标点位、深度及超标倍数数据统计如表 8-4 所示。

表 8-4 超标点位、深度及超标倍数数据统计

序号	污染物	超标点位	采样深度	浓度	筛选值	超标倍数	最大取样深度
			m	mg/kg	mg/kg	倍	m
1	砷	S2	1.0	83.3	60	0.4	5
2	砷	S3	0.5	297	60	4.0	9
		S3	2.0	80.9	60	0.3	
		S3	5.0	145	60	1.4	
3	砷	S4	1.0	71.9	60	0.2	5
		S4	3.0	86.9	60	0.4	
4	砷	S6	0.5	575	60	8.6	9
		S6	1.0	77.8	60	0.3	
5	砷	S12	0.5	175	60	1.9	5
		S12	1.0	266	60	3.4	
		S12	3.0	177	60	2.0	
6	砷	S13	0.5	171	60	1.9	5
		S13	1.0	350	60	4.8	
		S13	2.0	134	60	1.2	
		S13	3.0	80.6	60	0.3	
7	砷	S20	0.5	111	60	0.9	5

根据表 8-4 可以得出，共有 7 个采样点，16 个土壤样品砷浓度超标，大部分超标点位位于土层 3.0m 之内，S3 采样点 5.0m 检出土壤砷浓度为 145mg/kg，超标 1.4 倍；土壤检出样品中位于硫酸生产区的 S6 采样点 0.5m 样品土壤砷浓度最

高，为 575mg/kg，超标倍数为 8.6 倍；位于硫酸储罐区的 S13 采样点 1.0m 样品土壤砷浓度为 350mg/kg，超标倍数为 4.8 倍。各超标采样点的最大采样深度土壤样品砷浓度均未超过筛选值，且超标点位均在硫酸生产区域和废渣堆存区域内。具体土壤样品检出超标污染物分布图如图 8-1 所示。

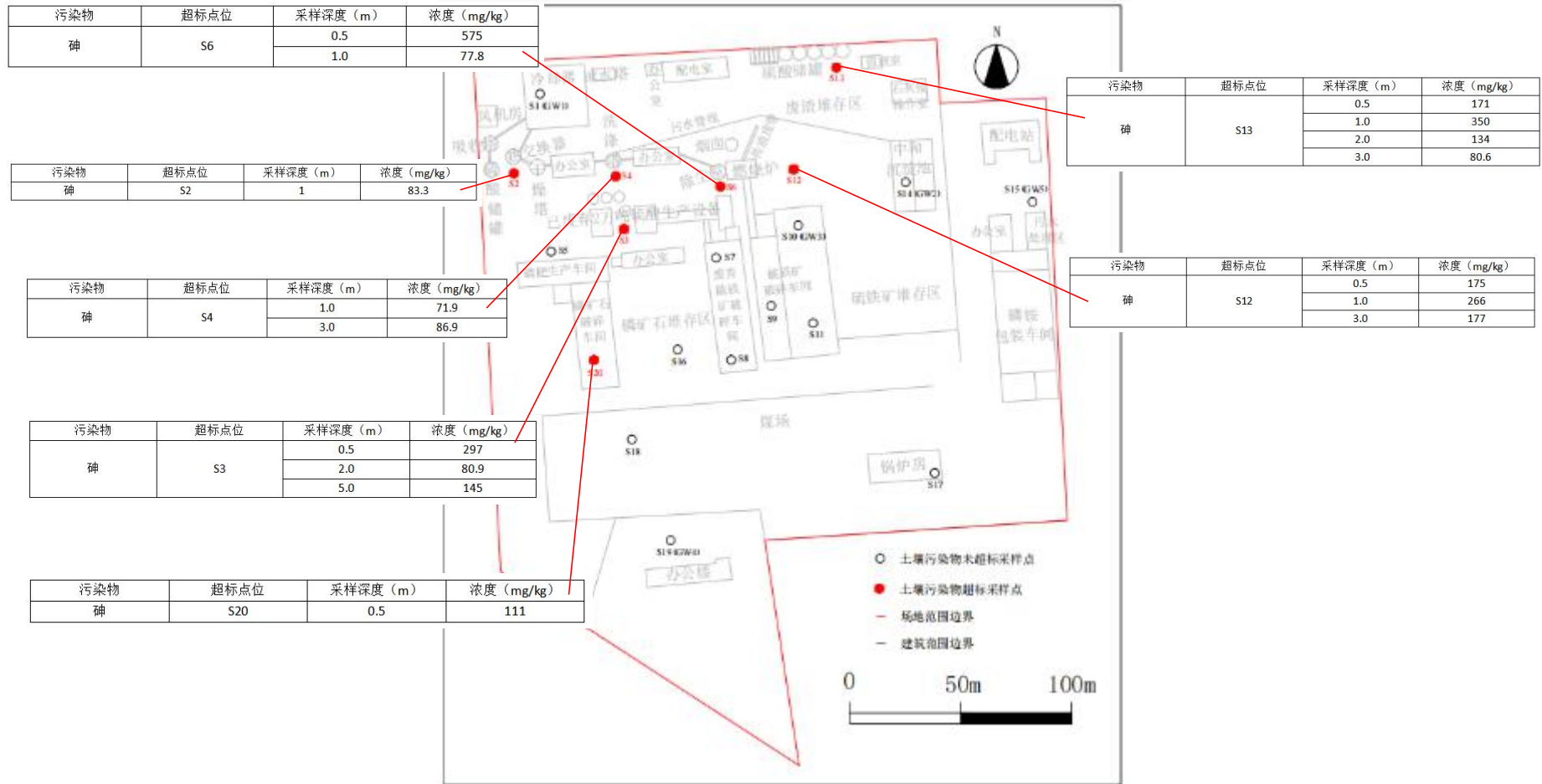


图 8-1 土壤样品检出超标污染物分布图

8.3. 地下水检测结果分析

本地块共勘探 5 个地下水采样点，采集了 6 个地下水样品，其中包含 1 个平行样。每个地下水样品检测了地下水常规 33 项指标，还包含钒、总磷等指标，共计 35 项检测指标，检出污染物 23 种，其中包含金属类污染物 9 项，无机类污染物 13 项，微生物类污染物 2 项，地下水样品检出污染物浓度统计表如 8-5 所示。具体数据见附件 10 实验室检测报告。

表 8-5 地下水样品检出污染物浓度统计表

序号	分析物分类	单位	检出限	检出个数	GW1	GW2	GW3	GW4	GW5	筛选值
1	高锰酸盐指数（以 O ₂ 计）	mg/L	0.5	5	5.4	2.2	2.6	2.7	4.7	
2	总磷（以磷计）	mg/L	0.01	5	1	0.07	0.1	0.31	0.76	
3	氯化物	mg/L	1	5	263	205	196	158	146	350
4	硫酸盐	mg/L	10	5	1550	567	361	2670	353	350
5	总硬度（碳酸钙计）	mmol/L	0.05	5	23.7	11.3	9.05	33	8.44	6.5
6	亚硝酸盐（以氮计）	mg/L	0.003	3	0.006	0.003	<0.003	0.02	<0.003	4.8
7	硫化物	mg/L	0.005	1	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.007	0.1
8	浊度	NTU	0.5	5	19.7	6.6	4.2	6.5	4.2	10
9	溶解性总固体	mg/L	4	5	3220	1540	1140	4180	993	2000
10	pH 值		0.01	5	6.54	7.05	7.12	6.73	7.36	5.5 ≤ pH < 6.5; 8.5 < pH ≤ 9.0
11	氨氮（以氮计）	mg/L	0.01	5	6.03	0.34	0.32	28.7	0.96	1.5
12	硝酸盐（以氮计）	mg/L	0.08	5	1.55	0.12	0.09	10.2	0.18	30
13	铝	μg/L	1.15	5	28	77.8	170	68.8	35.6	500
14	砷	μg/L	0.12	5	0.55	0.71	0.72	1.55	1.04	50
15	镉	μg/L	0.05	2	0.53	<0.05	<0.05	0.05	<0.05	10
16	铜	μg/L	0.08	5	1.42	1.26	1.4	2.53	1.47	1500
17	铁	μg/L	0.82	5	2190	119	310	123	72.8	2000
18	铅	μg/L	0.09	5	0.65	7.77	2	13	1.68	100

表 8-5 地下水样品检出污染物浓度统计表

序号	分析物分类	单位	检出限	检出个数	GW1	GW2	GW3	GW4	GW5	筛选值
19	锰	μg/L	0.12	5	3330	708	594	62.5	209	1500
20	钒	μg/L	0.08	5	0.58	2.24	2.34	4.62	3.73	180000
21	钠	mg/L	0.03	5	196	103	56.3	81.7	60.4	400
22	总大肠菌群	MPN/100mL	2	5	1600	1600	920	1600	170	100
23	菌落总数	CFU/mL	/	5	7400	10200	11300	8200	103	1000
24	氟化物	mg/L	0.05	5	0.63	0.37	0.49	0.41	0.58	2

根据表 8-5 得出：

地下水样品共检出 24 种污染物，其它污染物均未检出，其中检出的 24 种污染物中硫酸盐、总硬度（碳酸钙计）、浊度、溶解性总固体、氨氮、铁、锰、总大肠菌群和菌落总数 9 种指标最大值超过筛选值；

地下水样品中硫酸盐浓度均超过筛选值，其中最大值为 GW4 采样点的 2670mg/L，最小值为 GW5 的 353mg/L，最大超标倍数为 6.6 倍；

地下水样品中总大肠菌群数量均超过筛选值，其中最大值为 GW1、GW2 和 GW4 采样点的 1600MPN/100mL，最小值为 GW5 的 170MPN/100mL，最大超标倍数为 15 倍；菌落总数有 4 个样品超过筛选值，其中最大值为 GW3 采样点的 11300CFU/mL，最小值为 GW1 的 7400CFU/mL，最大超标倍数为 10.3 倍；

地下水样品中 GW1 的铁、锰指标浓度超过筛选值，分别为 2190μg/L、3330μg/L，超标 0.1 倍和 1.2 倍；

总硬度指标浓度均超过筛选值，其中最大值为 GW4 采样点的 33mmol/L，最小值为 GW5 的 8.44mmol/L，最大超标倍数为 4.1 倍，GW1 和 GW4 采样点的溶解性总固体和氨氮浓度超过筛选值，其中溶解性总固体浓度最大值为 GW4 采样点的 4180mg/L，最小值为 GW1 的 3220mg/L，最大超标倍数为 1.1 倍，氨氮指标浓度最大值为 GW4 采样点的 28.07mg/L，最小值为 GW1 的 6.03mg/L，最大超标倍数为 17.7 倍；GW1 采样点的浊度超过筛选值，为 19.7NTU，超标倍数为 1 倍。

地下水样品超标分析：

(1) GW1 监测井位于调查地块西北角边界处，为调查地块地下水上游监测井，检测结果显示 GW1 监测井地下水样品存在硫酸盐、总硬度（碳酸钙计）、浊度、溶解性总固体、氨氮、铁、锰、总大肠菌群和菌落总数 9 种指标超标，由

此可见调查地块上游地下水可能存在污染；

(2) 北京市水务局发布的《北京市水资源公报》(2019年度)浅层水的水资源质量评价为：“2019年对全市平原区地下水进行了枯水期(4月份)和丰水期(9月份)两次监测。共布设监测井307眼，实际采到水样296眼，其中浅层地下水监测井175眼、深层地下水监测井98眼、基岩井23眼，依据《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)评价。175眼浅井中符合III类水质标准的监测井106眼，符合IV类的52眼，符合V类的17眼。全市符合III类水质标准地下水面积为4105km²，占平原区总面积的59.5%；符合IV~V类水质标准地下水面积为2795km²，占平原区总面积的40.5%。IV~V类地下水主要分布在丰台、房山、大兴、通州和中心城区。IV~V类地下水主要因总硬度、锰、溶解性总固体、硝酸盐、氨氮、铁等指标造成。”，调查地块位于大兴区，由此可见调查地块内地下水的总硬度、锰、溶解性总固体、氨氮、铁污染与区域污染有关；

(3) 由《大兴区水环境评价与保护》显示：“大兴区浅层地下水中总硬度、锰、硝酸盐、氧化物、氨氮、铁及总大肠杆菌数、细菌总数等指标严重超标。超标倍数最大的为总大肠杆菌数，达107倍。”，由此可见调查地块地下水的总大肠菌群及菌群总数的超标可能与区域的污染有关；

(4) 根据研究显示大兴区地下水中硫酸盐含量较高，同时调查地块生产硫酸，目前无法判断调查地块中地下水的硫酸盐含量偏高是区域性污染还是调查地块生产中的跑冒滴漏造成的，本次土壤污染状况调查为初步采样分析，在详细采样分析过程中加强地块地下水上游及周边的调查，查明硫酸盐超标原因。

9. 结论与建议

9.1. 第一阶段土壤污染状况调查结论

本次调查的主要对象为地块内的土壤和地下水。土壤和地下水污染与地块历史企业情况以及产品的生产原辅材料使用密切相关，具有鲜明的区域特征。根据对已有资料的分析，该地块重点关注区域为生产区附近，可能的污染特征因子为砷、钒、铅、铜、氟化物和硫化物。

综上，调查地块为疑似污染地块，需要按照《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）及《建设用地土壤污染状况调查与风险评估技术导则》（DB11/T656-2019）等要求，开展进一步的土壤污染状况调查，对疑似污染区域进行采样分析，确定调查地块是否受到污染及主要的污染物类型。

9.2. 第二阶段土壤污染状况调查结论

9.2.1. 土壤污染状况调查结论

在调查地块共布设了 20 个土壤采样点，采集了 130 个土壤样品，其中包含 12 个平行样，采样点位涵盖了调查地块内的硫酸生产区域、磷肥生产区域、原料堆存区域、废渣堆存区域、污水处理区域、锅炉房、煤场、办公区域等。根据检测结果与筛选值对比，调查地块的土壤污染状况如下：

（1）依据《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018），土壤样品中砷超标，其它污染物未超标；

（2）20 个土壤采样点位、130 个土壤样品中共有 7 个采样点、16 个土壤样品砷浓度超标，砷浓度最大值为 575mg/kg，最大超标倍数为 8.6 倍，超标采样点所在区域主要是硫酸生产区域和废渣堆存区域。

9.2.2. 地下水污染状况调查结论

在调查地块共布设了 5 个地下水采样点，采集了 6 个地下水样品，其中包含 1 个平行样，根据分析实验结果，调查地块的地下水污染状况调查结论如下：

(1) 依据《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) IV类标准以及美国环保署(USEPA) 9区的初步修复目标值,地下水样品中存在硫酸盐、总硬度、浊度、溶解性总固体、氨氮、铁、锰、总大肠菌群和菌落总数 9 项指标超标。

(2) 经分析,硫酸盐、总硬度、溶解性总固体、氨氮、铁、锰、总大肠菌群和菌落的超标可能与区域地下水污染相关,但因调查地块生产硫酸,也可能造成地下水硫酸盐超标,在详细采样分析阶段进一步检测分析调查地块地下水上游及周边的水质,查明地下水硫酸盐超标原因。

9.3. 地块调查结论

综合以上总结分析,土壤中砷浓度超过《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36600-2018) 二类用地筛选值,调查地块属于污染地块,应当依据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019)及相关技术要求开展详细采样分析调查,进一步采样和分析,确定土壤污染程度和范围。

9.4. 建议

调查地块为化工类企业,企业拆除建(构)筑物和污染治理设施应参照《企业拆除活动污染防治技术规定》拆除。

调查地块的建(构)筑物和污染治理设施拆除后,尽快开展详细调查与风险评估工作:本次调查表明,该地块内采集的部分土壤样品存在砷超标,地下水样品存在硫酸盐、铁、锰、总大肠菌群、群落总数超标,因此详细调查过程中应按照相关规范,对超标点位附近土壤、地下水进行加密布点,对超标污染物和特征污染物进行监测,同时还应结合地层分布,污染物迁移特征等因素加大土壤采样深度,以查明该地块中污染物分布情况。