



[内部资料. 注意保存]

山东晋煤明升达化工有限公司退役场地 土壤污染状况调查报告

生态环境部南京环境科学研究所



服务承诺声明

本项工作的开展以国家相关技术标准及国内外通行技术规范为指导，以现场实际情况、委托方提供的相关资料、数据、图件等为基础，经过专业分析与判断编制工作方案。根据确定的工作方案组织开展现场勘查、采样、数据分析及风险评估等工作；咨询服务结论的完整性与准确性受资料完整度、数据可靠度以及合同约定的工作范围、工作时间、工作经费等客观条件制约。

本单位承诺按照工作方案要求，尽职尽责、规范工作、真实记录、并充分利用专业经验和科学知识提供专业咨询。同时，本单位强调由于咨询工作受上述多种客观条件的制约，并无法满足超出合同范围的调查评估要求。

本报告不适用于环境污染事故鉴定、污染责任界定等法律用途。

本项目承担单位对该咨询项目技术相关内容有最终解释权。



国家环境保护土壤环境管理与污染控制重点实验室

二〇二〇年三月

保密声明

项目委托方和受托方为该项目技术资料、图件、数据等资料的责任方，双方均负有保密义务；未经双方许可，不向第三方提供本报告的相关技术资料与数据。

生态环境部南京环境科学研究所



国家环境保护土壤环境管理与污染控制重点实验室

二〇二〇年三月

目 录

1 前言.....	1
2 概述.....	2
2.1 调查目的和原则.....	2
2.1.1 调查目的.....	2
2.1.2 调查原则.....	2
2.2 调查范围.....	2
2.3 调查依据.....	3
2.3.1 相关法律、法规、政策.....	3
2.3.2 相关标准.....	3
2.3.3 相关技术导则、规范.....	4
2.3.4 参考的国外标准、指南.....	4
2.3.5 其他文件.....	5
2.4 调查方法.....	6
3 地块概况.....	8
3.1 资料收集和现场踏勘.....	8
3.1.1 资料收集.....	8
3.1.2 现场踏勘.....	9
3.1.3 人员访谈.....	11
3.2 区域环境概况.....	12
3.2.1 地理位置.....	12
3.2.2 地形地质条件.....	13
3.2.3 水文.....	14
3.2.4 气象、气候.....	15
3.2.5 自然资源.....	15
3.2.6 区域环境质量.....	16
3.3 企业及地块历史.....	17
3.3.1 企业基本信息.....	17
3.3.2 主要产品及原辅料.....	19
3.3.3 各产品生产工艺.....	21
3.3.4 区域设施识别及污染因素分析.....	28
3.3.5 化学品使用与储存.....	29
3.3.6 储存槽罐与地下设施.....	29
3.3.7 地块使用历史.....	29
3.3.8 地块用地规划.....	30
3.4 地块及周边现状.....	30
3.4.1 地块现状.....	30
3.4.2 地块周边环境现状.....	33
3.4.3 相邻地块的现状和历史.....	36
3.4.4 周边敏感目标.....	36
3.5 地块水文地质概况.....	37
3.5.1 地层岩性.....	37

3.5.2 地下水分布条件.....	38
3.5.3 地下水补径排特征.....	38
3.6 地块前期调查和修复情况.....	38
3.6.1 前期调查和风险评估情况.....	38
3.6.2 前期修复情况.....	39
3.7 第一阶段调查总结.....	41
3.7.1 第一阶段调查结论.....	41
3.7.2 特征污染物识别.....	41
3.7.3 特征污染物确定.....	41
4 初步采样和实验室分析.....	43
4.1 采样方法与程序.....	43
4.1.1 调查分区.....	43
4.1.2 采样点位布置.....	46
4.1.3 采样前准备.....	54
4.1.4 定点测绘.....	55
4.1.5 地块地质和水文地质.....	56
4.1.6 现场快速检测.....	64
4.1.7 样品采集.....	65
4.1.8 二次污染防治.....	67
4.1.9 现场调查异味情况.....	68
4.2 实验室检测分析.....	73
4.2.1 检测原则.....	73
4.2.2 检测分析项目.....	73
4.2.3 检测分析方法.....	74
4.2.4 检测分析单位.....	78
4.3 质量保证与质量控制.....	80
4.3.1 质量保证与质量控制体系.....	80
4.3.2 现场采样质量控制措施.....	81
4.3.3 实验室检测分析质量控制措施.....	82
5 初步采样结果和评价.....	84
5.1 土壤检测数据分析.....	84
5.1.1 土壤采样点有机污染物检出情况.....	84
5.1.2 土壤采样点重金属检出情况.....	87
5.1.3 土壤采样点氨氮检出情况.....	88
5.1.4 土壤评价标准.....	88
5.1.5 数据评估与分析.....	89
5.1.6 小结.....	91
5.2 地下水检测数据分析.....	92
5.2.1 地下水采样点污染物检出情况.....	92
5.2.2 地下水评价标准.....	94
5.2.3 数据评估与分析.....	94
5.2.4 小结.....	96
5.3 初步采样调查结论.....	96
6 土壤和地下水各污染物筛选值计算.....	97

6.1 计算思路.....	97
6.1.1 氨氮筛选值计算思路.....	97
6.1.2 其他污染物筛选值计算思路.....	97
6.2 基于人体健康风险的各污染物筛选值计算.....	97
6.2.1 暴露途径.....	98
6.2.2 评估参数.....	98
6.2.3 筛选值计算结果.....	101
6.3 基于室内空气标准的氨氮筛选值计算.....	102
6.3.1 氨氮经土壤气进入室内途径.....	102
6.3.2 氨氮经地下水进入室内途径.....	105
6.3.3 氨氮限值计算结果.....	105
6.4 基于嗅阈值的氨氮筛选值计算.....	106
7 详细采样实施和评价.....	107
7.1 详查采样点位布置.....	107
7.2 检测分析项目.....	112
7.3 土壤检测数据分析.....	112
7.3.1 有机污染物检测数据分析.....	112
7.3.2 重金属检测数据分析.....	112
7.3.3 氨氮检测数据分析.....	113
7.4 详细采样调查小结.....	113
8 补充采样调查.....	114
9 结论与建议.....	117
9.1 结论.....	117
9.1.1 调查结论.....	117
9.1.2 相关性分析.....	119
9.2 建议.....	120
9.3 不确定性分析.....	120
附件.....	121
附件 1: 土壤采样记录单.....	121
附件 2: 现场快速筛查记录单.....	205
附件 3: 地下水洗井记录单.....	364
附件 4: 地下水采样记录单.....	395
附件 5: 水文地质勘察报告.....	411
附件 6: 测量报告.....	450
附件 7: 现场踏勘和人员访谈照片以及人员访谈表.....	455
附件 8 采样全过程工作照片和岩心照片.....	460
附件 9 专家评审意见.....	462
附件 10: 实验室资质证书和能力表.....	466
附件 11: 钻孔记录单.....	466
附件 12: 钻孔柱状图.....	466
附件 13: 建井记录单.....	466
附件 14: 样品流转单.....	466
附件 15: 检测报告和质控报告.....	466

1 前言

山东晋煤明升达化工有限公司成立于 2009 年，注册资金 2000 万元。公司地处鲁中地区-宁阳县八仙桥项目聚集区。公司前身为宁阳县化肥厂，始建于 1968 年。企业历经由氨水厂改碳酸氢铵、尿素“四改六”、“六改十”等一系列的技术改造和技术革新，现已由 3000 吨/年的小化肥厂发展成为集化学肥料、化工原料、橡胶助剂等三大系列产品为一体的综合型化工企业。主导产品有合成氨、尿素、甲醇、碳酸氢铵、食品级二氧化碳、橡胶助剂等，形成了 12 万吨/年氨醇、18 万吨/年尿素、2 万吨/年碳酸氢铵、4 万吨/年精甲醇的规模。

2015 年，晋煤明升达为改善生产工艺，扩大生产能力，另设一新厂区。老厂区将在两年内逐步搬迁拆除。原生产地块将用作商住用地开发。为明确该地块污染状况，评估污染区域的潜在危害，宁阳县晋煤明升达化工有限公司委托山东省环境保护科学研究院开展该地块的土壤污染状况调查与评估工作，并编制污染场地土壤修复可行性研究报告。按照现行技术导则标准，分析了山东省环科院编制的《山东晋煤明升达退城进园土壤污染调查报告》和《山东晋煤明升达退城进园土壤污染风险评估报告》两个报告后，发现需考虑以下 2 个问题：①2015 年开展调查时，各项污染物的调查评估标准严于 2018 年发布的《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》（GB36600-2018）；②该厂自 2015 年调查后，至 2019 年仍有生产，前期的调查的污染情况可能有变化。基于以上原因，本项目在退城进园前需做进一步调查评估。

受山东晋煤明升达化工有限公司委托，生态环境部南京环境科学研究所（原环境保护部南京环境科学研究所）作为调查单位，对整个地块开展土壤及地下水污染调查评估工作。工作内容包括但不限于：第一阶段土壤污染状况调查，第二阶段土壤污染状况调查，第三阶段土壤污染状况调查，采样分析，出具土壤和地下水污染状况初步调查、详细调查与风险评估评估报告，调查评估报告的完善修改，通过专家评审论证。

2 概述

2.1 调查目的和原则

2.1.1 调查目的

对山东晋煤明升达化工有限公司退役场地开展土壤污染状况调查工作的目的在于：

（1）通过资料收集和现场踏勘，掌握场地及周围区域自然和社会信息，初步识别场地及周围区域潜在的土壤和浅层地下水环境影响，识别场地的潜在环境污染。

（2）通过对土壤和地下水样品采集和分析，按照国家相关标准，以数据来说明该地块土壤和浅层地下水存在污染的类型及污染程度，从而确定是否需要进一步的评估等工作，为地块后续开发提供环境安全参考。

2.1.2 调查原则

（1）针对性原则

针对地块的特征和潜在污染物特性，进行污染物浓度和空间分布调查，为地块的环境管理提供依据。

（2）规范性原则

采用程序化和系统化的方式规范土壤污染状况调查过程，保证调查过程的科学性和客观性。

（3）可操作性原则

综合考虑调查方法、时间和经费等因素，结合当前科技发展和专业技术水平使调查过程切实可行。

2.2 调查范围

本次的调查范围见图 2.2-1 所示，其中黄色边界内为本次调查区，调查区面积约 169680m²。调查对象为地块范围内的土壤及地下水。



图 2.2-1 山东晋煤明升达化工有限公司退役场地调查评估范围

2.3 调查依据

2.3.1 相关法律、法规、政策

- 《中华人民共和国环境保护法》，2015；
- 《中华人民共和国土壤污染防治法》，2018；
- 《土壤污染防治行动计划》，2016；
- 《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）；
- 《污染场地土壤环境管理办法（试行）》环境保护部令第 42 号，2017；

2.3.2 相关标准

- 《危险废物鉴别标准 通则》（GB 5085.7-2019）；
- 《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2009）；
- 《固体废弃物鉴别标准 通则》（GB 34330-2017）；
- 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；

- 《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)
- 《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）。

2.3.3 相关技术导则、规范

- 《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》（HJ 682-2019）
- 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）；
- 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）；
- 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）；
- 《建设用地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2019）；
- 《水质采样技术指导》（HJ 494-2009）；
- 《水质样品的保存和管理技术规定》（HJ 493-2009）；
- 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）；
- 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）；
- 《地下水污染地质调查评价规范》（DD2008-01）；
- 《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）；
- 《水文地质钻探规程》（DZ-T0148-1994）；
- 《卫星定位城市测量技术规范》（CJJ/T73-2010）；
- 《工业企业地块环境调查评估与修复工作指南（试行）》（环保部 2014 年 78 号公告）；
- 生态环境部关于印发《地下水环境状况调查评价工作指南》等 4 项技术文件的通知，环办土壤[2019]770 号；
- 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（环保部 2017 年 72 号公告）。

2.3.4 参考的国外标准、指南

参考美国材料与测试协会（ASTM）标准指南等一些国外相关标准、指南，主要如下：

- ASTM E1527-00: Practice for Environmental Site Assessments: Phase I Environmental Site Assessment Process;
- ASTM E1903-97: Guide for Environmental Site Assessments:Phase II

Environmental Site Assessment Process;

- ASTM D1452-00: Practice for Soil Investigation and Sampling by Auger Borings;
- ASTM D5092-02: Practice for Design and Installation of Ground Water Monitoring Wells。

2.3.5 其他文件

- 《山东晋煤明升达退城进园土壤污染治理与修复实施方案》，山东省环境保护科学研究设计院，2015.06;
- 《山东晋煤明升达退城进园土壤污染调查报告》，山东省环境保护科学研究设计院，2015.12;
- 《山东晋煤明升达退城进园土壤污染风险评估报告》，山东省环境保护科学研究设计院，2015.12;
- 《山东晋煤明升达退城进园土壤污染治理与修复可行性研究》，山东省环境保护科学研究设计院，2015.12;
- 《山东晋煤明升达化工有限公司退役场地水文地质勘察报告》，2019.11
- 《宁阳县飞达化工有限公司宿舍楼岩土工程勘察报告》;
- 本单位在方案编制中查阅的其他相关资料。

2.4 调查方法

主要通过资料收集与分析、现场踏勘、人员访谈等形式，对场地的历史、现状和未来使用情况以及与之相关的生产过程进行分析，识别潜在的场地污染状况、污染源和污染特征，根据污染识别结论开展必要的初步采样和详细采样，根据分析结果确定污染程度和范围，开展必要的调查获得满足风险评估及土壤和地下水修复所需的参数。土壤污染状况调查工作程序见表 2.4-1。

（1）第一阶段土壤污染状况调查

第一阶段土壤污染状况调查是以资料收集、现场踏勘和人员访谈为主的污染识别阶段，原则上不进行现场采样分析。若第一阶段调查确认地块内及周围区域当前和历史上均无可能的污染源，则认为地块的环境状况可以接受，调查活动可以结束。

（2）第二阶段土壤污染状况调查

第二阶段土壤污染状况调查是以采样与分析为主的污染证实阶段。若第一阶段土壤污染状况调查表明地块内或周围区域存在可能的污染源，如化工厂、农药厂、冶炼厂、加油站、化学品储罐、固体废物处理等可能产生有毒有害物质的设施或活动；以及由于资料缺失等原因造成无法排除地块内外存在污染源时，进行第二阶段土壤污染状况调查，确定污染物种类、浓度（程度）和空间分布。

第二阶段土壤污染状况调查通常可以分为初步采样分析和详细采样分析两步进行，每步均包括制定工作计划、现场采样、数据评估和结果分析等步骤。初步采样分析和详细采样分析均可根据实际情况分批次实施，逐步减少调查的不确定性。

根据初步采样分析结果，如果污染物浓度均未超过 GB36600 等国家和地方相关标准以及清洁对照点浓度（有土壤环境背景的无机物），并且经过不确定性分析确认不需要进一步调查后，第二阶段土壤污染状况调查工作可以结束；否则认为可能存在环境风险，须进行详细调查。标准中没有涉及到的污染物，可根据专业知识和经验综合判断。详细采样分析是在初步采样分析的基础上，进一步采样和分析，确定土壤污染程度和范围。

（3）第三阶段土壤污染状况调查

第三阶段土壤污染状况调查以补充采样和测试为主，获得满足风险评估及土

壤和地下水修复所需的参数。本阶段的调查工作可单独进行，也可在第二阶段调查过程中同时开展。

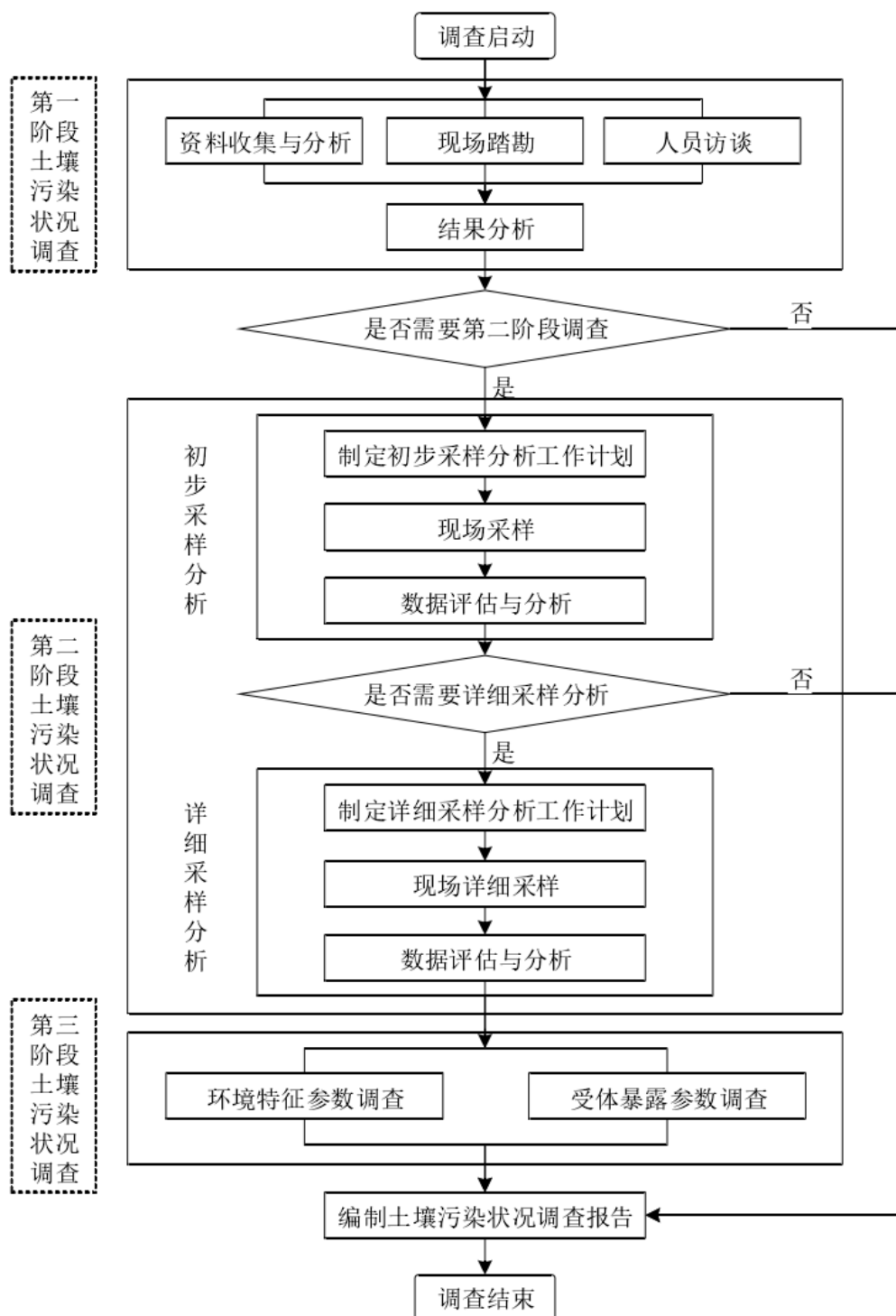


图 2.4-1 土壤污染状况调查工作内容与程序

3 地块概况

3.1 资料收集和现场踏勘

3.1.1 资料收集

2018年11月初以来,我方调查人员对污染状况调查的相关资料进行了收集和分析,具体资料收集的清单详见表3.1-1。

一、本次收集到的相关资料包括:

- 1、用来辨识地块及其邻近区域的开发及活动状况的航片或卫星照片;
- 2、地块前期土壤环境调查评估资料;
- 3、地理位置图、气象资料,当地地方性基本统计信息;
- 4、地块所在地的社会信息,如人口密度和分布,敏感目标分布。资料的主要来源主要包括:Google earth 地图、泰安市宁阳县政府相关网站等。

二、通过资料的收集与分析,调查人员获取了:

- 1、地块所在区域的概况信息,包括:自然、经济和环境概况等;
- 2、地块所在区域水文地质情况;
- 3、地块所在区域地形地貌等信息;

三、通过现场踏勘和现场施工,调查人员获取了:

- 1、地块周边敏感点信息;
- 2、地块地质勘查资料

由于缺失周围企业环境影响报告书或表、环境审计报告,可能会给后期的方案制定以及调查工作的实施,带来很多不确定性的因素。在后期的调查过程中,需通过现场踏勘、人员访谈以及调查人员的现场经验等来尽量弥补此部分资料信息的缺失。

表 3.1-1 地块资料收集清单

序号	资料信息	有、无
1	场地利用变迁资料	
1.1	用来辨识场地及其邻近区域的开发及活动状况的航片或卫星照片	√
1.2	土地管理机构的土地登记资料	×
1.3	区域的土地使用和规划资料	√

序号	资料信息	有、无
1.4	其它有助于评价场地污染的历史资料如地形图	×
2	区域环境资料	
2.1	调查区域土壤及地下水污染记录	×
2.2	调查区域与自然保护区和水源地保护区的位置关系	×
3	场地相关记录	
3.1	周边企业产品、原辅材料和中间体清单、平面布置图、工艺流程图	√
3.2	周边区域环境监测数据	×
3.3	周边企业环境影响报告书或表、环境审计报告	×
3.4	地勘报告	√
4	由政府机关和权威机构所保存和发布的环境资料	
4.1	环境质量公告	√
4.2	生态和水源保护区规划	×
5	地块所在区域的自然和社会经济信息	
5.1	地理位置图、气象资料，当地地方性基本统计信息	√
5.2	场地所在地的社会信息，如人口密度和分布，敏感目标分布	√
5.3	土地利用的历史和现状，相关国家和地方的政策、法规标准	√

3.1.2 现场踏勘

我单位于 2018 年 11 月和 2019 年 10 月先后两次组织调查人员对地块进行了现场踏勘，踏勘的范围以地块内为主，并包括了地块周边区域。

现场踏勘的主要内容包括：地块的现状与历史情况，相邻地块的现状与历史情况，周边区域的现状与历史情况，区域的地质、水文、地形的描述等。

(1) 地块现状与历史情况：可能造成土壤和地下水污染的物质的使用、生产、贮存或三废处理与排放以及泄漏状况，及地块过去使用中留下的可能造成土壤和地下水污染异常迹象，如罐、槽泄漏，废弃物临时堆放污染痕迹。

(2) 相邻地块的现状与历史情况：相邻地块的使用现况与可能存在的污染，以及过去使用中留下的可能造成土壤和地下水污染的异常迹象，如罐、槽泄漏，废弃物临时堆放污染痕迹。

(3) 周边区域的现状与历史情况：对于周边区域目前或过去土地利用的类型，如住宅、商店、工厂等，进行观察和记录；周围区域的废弃和正在使用的各类井，如水井等；污水处理和排放系统；化学品和废弃物的储存和处置设施；地

面上的沟/河/池；地表水体、雨水排放和径流及道路和公用设施。

（4）地质、水文地质、地形的描述：地块及其周围区域的地质、水文地质与地形应观察、记录，并加以分析，以协助判断周边污染物是否会迁移到调查地块，以及地块内污染物迁移到地下水和地块之外。



2018 年 11 月踏勘照片



2019 年 10 月踏勘照片

图 3.1-1 踏勘照片

本次现场踏勘重点踏勘对象包括：

- （1）橡胶防老剂生产区、污水处理区、氨合成区、尿素生产区、复混肥生产区、煤场区、原中达公司区以及原修复区情况；
- （2）地块内地形地貌、地块内是否存在异味等情况；
- （3）地块周边敏感目标及周边存在的生产企业情况；
- （4）调查范围内地表水体、水体主要服务功能等。通过现场勘察，初步识别地块的疑似环境污染问题及对周边可能产生的影响；
- （5）地块平整是否达到施工标准。

现场踏勘采取的工作方法有实地查看、现场异味气味的辨识、现场速测、摄影和照相、现场记录、定位标示等。

(1) 实地查看：组织技术人员，对勘察范围内区域开展实地查看走访，通过现场实地查看企业主要生产功能区、生产历史变迁等资料，初步分析可能产生污染的环节和区域，通过开展现场勘察，识别地块的现状、建筑物、设备设施、土壤、地表积水、地表植被生长等信息，判断地块内存在的生产活动及产生的污染情况。

(2) 现场快速检测：现场勘察过程中采用快速检测仪器设备如光离子化检测器 PID、火焰离子化检测仪（FID）、XRF 等仪器设备，对设备设施、建筑物表面附着物、地表残留物、地块内环境空气、沟槽釜罐等空间内空气进行快速检测，协助判断现场污染情况。此外，采样过程中要求对样品的颜色、性状、气味等感官性指标进行现场观察记录，以指导现场采样深度的确定及监测指标的确定；采用的现场快速检测方法见表 3.1-2。

表 3.1-2 现场踏勘及快速鉴别测试手段

样品/踏勘	可识别的污染类型	快速鉴别测试手段
土壤	VOC、SVOC	嗅觉判断，光离子化检测器（PID）
	重金属	便携式 X 射线荧光光谱分析（XRF）
地下水，地表水	VOC 重金属	感观判断（观察油花、异味、异色）、pH 计、快速水质分析仪
地表建筑物及设备设施情况	判断主要生产分布区现状	无人飞机

3.1.3 人员访谈

人员访谈的内容包括资料分析和现场踏勘所涉及的问题，由调查人员提前准备设计。受访者为地块现状或历史的知情人，应包括：地块管理机构和地方政府的官员，环境保护行政主管部门的官员，地块过去和现在的不同阶段使用者，地块所在地或熟悉当地事物的第三方，如邻近地块的工作人员、过去的雇员和附近的居民。访谈可采取当面交流、电话交流、电子或书面调查表等方式进行。对访谈所获得的内容应进行整理，并对照已有资料，对其中可疑处和不完善处进行再次核实和补充。主要的工作方式及内容见表 3.1-3。

表 3.1-3 “人员访谈”工作表

序号	访谈方式	访谈人员	访谈内容
1	当面交流	当地政府官员、企业职工等	前期资料收集和现场踏勘所涉及疑问的核实，信息的补充，已有资料的考证
2	现场走访	上游企业职工、周边居民等	现场地块调查范围的确定和指认
3	会议交流	企业职工等	现场获取信息与原厂生产历史的相关性的核实

3.2 区域环境概况

3.2.1 地理位置

宁阳县位于山东省的中南部，地理位置处于东经 $116^{\circ} 36' - 117^{\circ} 18'$ ，北纬 $35^{\circ} 40' - 35^{\circ} 57'$ 之间，总面积 1125km^2 。宁阳位于泰安市西南，属泰安市辖区，北端以大汶河主流为界，隔河与泰安市郊区，肥城市相望，东与新泰市、泗水县相邻，南与曲阜市、兖州市接壤，西邻汶上县，县城区位于县境西南部，南距兖州 27km ，北至肥城 52km ，东至新泰 108km ，西至汶上 32km 。宁阳县交通便利，公路铁路四通八达，京沪铁路纵贯南北，磁莱铁路横穿东部；京福高速公路、104 和 333 省道贯通城区。厂区调查区域占地面积约为 169680m^2 ，位于宁阳县城区南部约 2km 处，厂区所在区域交通便利，紧临 104 省道，地理位置较为优越。地块具体地理位置见图 3.2-1。

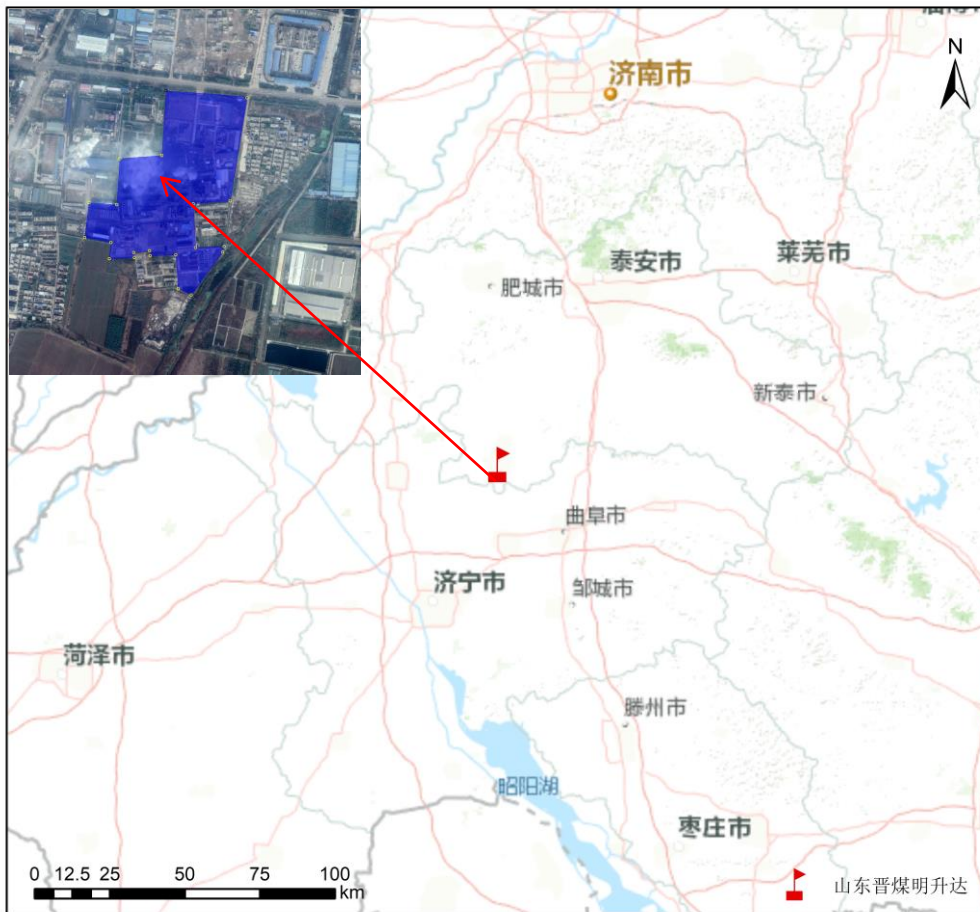


图 3.2-1 山东晋煤明升达化工有限公司退役地块地理位置图

3.2.2 地形地质条件

宁阳县境内地形复杂，地貌多样，受峰山断裂的影响，形成了西北部冲积平原和东南部低山丘陵，山丘、平原大体各半。该县地势东高西低，中部突起。东部南高北低，西部北高南低。东部风仙山为最高点，海拔 608m，西部最低点是胡茂南洼，海拔 46m，高差为 562m。主要地貌类型有低山、丘陵、平原和水面。其中平原占总面积的 48.1%，丘陵占 38.7%，山区占 12.3%，水面占 0.9%。

根据地貌成因及形态特征，本地区地貌形态分为：构造剥蚀岩溶丘陵、剥蚀堆积准平原、山间河谷冲积平原。

构造剥蚀岩溶丘陵分布在本区南端张家庄以西，海拔 150-237.6m，山顶浑圆，山坡南陡北缓，呈单面山形态，坡角 8-22 度；

剥蚀堆积准平原分布在西磁窑以东，张家庄以北和大磨庄以西等地，海拔 110-150m，相对高差 20m 左右，地形起伏平缓，坡角 3 度左右；

山间河谷冲积平原分布于歇息铺以北、东太平以东、西磁窑以西，向北至汶河两岸，海拔 94-110 米。

晋煤明升达老厂区临近城区，地形地貌类型较简单，地形平坦，坡降 3%左右。

3.2.3 水文

宁阳县城位于宁阳北部的山前冲、洪积的交错平原区，以河相沉积地层为主，上部多为粘土，砂土互层，下部为卵砾石层。地下水的补给主要通过大气降水、地表水入渗、河道侧向补给，水库渗透及农田灌溉回归等，其中大气降水为城区地下水的主要补给来源。地下水流向为由东北向西南。

宁阳县地下水类型可分为基岩裂隙水、碳酸盐岩夹碎屑岩类岩溶裂隙水、碎屑岩类孔隙裂隙水和松散岩类孔隙水。

（1）基岩裂隙水

广泛分布于宁阳县中部及中南部，赋存于岩浆岩、变质岩、太古界泰山群和第三系砾岩、泥岩风化裂隙之中，富水性差，单井涌水量一般小于 $100\text{m}^3/\text{d}$ ，水质较好。主要接受大气降水入渗及农田灌溉回渗补给，人工开采及山前径流排泄为其主要排泄方式。

（2）碳酸盐岩夹碎屑岩类岩溶裂隙水

鹤山西部地区岩溶发育，富水性好，单井涌水量一般大于 $1000\text{m}^3/\text{d}$ ；华丰—东庄、磁窑镇以南—东山阴地区岩溶发育，地下水连通性好，富水性强，单井涌水量 $1000\sim 5000\text{m}^3/\text{d}$ ，水质优良。大气降水入渗及区外岩溶水径流是其主要补给来源；由东南、南向北和东北方向径流；人工开采、矿坑排水及顶托排泄于第四系孔隙水为主要排泄方式。

（3）碎屑岩类孔隙裂隙水

主要分布在华丰镇东北部及蒋集镇、伏山镇、宁阳镇和东疏镇的中部，主要由石炭系、二迭系和下第三系组成。地下水赋存于细砂岩、粘土岩、及砾岩的裂隙孔隙中，因裂隙、孔隙不发育，单井涌水量小于 $100\text{m}^3/\text{d}$ ，局部构造发育段可达 $500\text{m}^3/\text{d}$ 以上。

（4）松散岩类孔隙水

①本区西北部鹤山乡、伏山镇冲积平原区

表层岩性为黄土状砂质粘土、粘质砂土，含水层岩性为中粗砂夹卵砾石，厚约 8m，单井涌水量大于 100m³/d，水位埋深大于 4m，地下水由北向南运动。

②大汶河南岸磁窑—罡城镇冲洪积平原区

该区松散岩类含水层较薄，厚 3~4m，河谷地带岩性为中粗砂夹卵砾石，山前地带为黄土状砂质粘土、粘质砂土夹砾石碎石，地下水埋深 3m 左右，地下水由东南向西北运动，排泄于大汶河内。

③宁阳县以南至酒店镇、乡饮乡山前冲积平原区

含水层岩性主要为中粗砂、中细砂，属松散岩类孔隙水。地下水水位埋深一般在 5~11m 之间，水位变幅 1m 左右。单井涌水量 500~1000m³/d。含水层富水性由东部乡饮乡向西部酒店镇逐渐增强。本项目涉及的晋煤明升达老厂区即位于此处。

3.2.4 气象、气候

宁阳县属温暖带半湿润季风性气候，一年四季分明，春季干燥多风，回暖迅速，光照充足，辐射强；夏季炎热多雨气温高，湿度大，气压低，雨量集中；秋季天高气爽，气温下降快，辐射减弱；冬季寒冷干燥，雨雪稀少。

宁阳县多年平均气温 13.4℃，极端最高气温 41.3℃(1992 年 7 月 2 日)，极端最低气温-19.0℃(1981 年 1 月 27 日)；最热月份为 6 月份，最高为 31.7℃；最冷月份为 1 月份，最低为-6.7℃。

宁阳县多年平均降水量 633.0mm(资料年代 1956-1992 年)，年际变化大，丰枯悬殊，少水年多于丰水年，最大年降雨量为 1409.4mm(1964 年)，小年降雨量为 381.4mm(1986 年)。夏季降水量占年降水量的 67%，强度大，秋季降水量占降水量的 13%，冬季占年降水量的 9.8%，春季占年降水量的 11%，可见降水分配不均匀，不稳定，常与农作物的需水存在着矛盾。

宁阳县春季、夏季多东南风，5 月底至 6 月初有短时间的西南风，秋、冬两季东南风和北风较多。常年东南风频率最大，年平均风速 2.7m/s，大风多出现在春夏两季。

3.2.5 自然资源

宁阳县境内初步探明的金属和非金属矿藏有 30 多种，主要有煤、铁、金、

石英石、钾长石、水晶石、云田、铝土、硅石、石膏、花岗岩、石灰岩、硫磺、陶土、耐火土、砂子等。其中优质煤储量达 5 亿吨以上，花岗岩储量 5000 万立方米以上、钾长石储量 860 万吨以上。

3.2.6 区域环境质量

(1) 环境空气质量状况

根据 2018 年宁阳县空气质量情况统计，SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5} 年均浓度为 22μg/m³、32μg/m³、97μg/m³、50μg/m³，CO 24 小时平均第 95 百分位数为 2.4mg/m³，O₃ 日最大 8 小时平均第 90 百分位数为 220μg/m³，SO₂、NO₂、PM₁₀、CO 均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准限值，PM_{2.5}、O₃ 不能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）。

(2) 地表水环境质量状况

地表水监测位于地块附近的宁阳沟，环境质量功能区属Ⅳ类区，区域地表水满足《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）Ⅳ类标准。

项目所在地地下水水质较好，基本满足《地下水质量标准》（GB/T14848—2017）Ⅲ类标准。

(3) 地下水环境质量状况

地下水水质较好，基本满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）Ⅲ类标准。

(4) 声学环境质量状况

参照《声环境功能区划分技术规范》（GB/T15190—2014），该区域处于 2 类区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准。

区域噪声本底值昼间和夜间均符合国家《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准，声环境质量较好。

(5) 生态环境状况

本地区气候属暖温带半湿润大陆性季风气候，气温和降水对温带作物提供优越的环境，形成比较好的陆地农田生态系统，是一个比较稳定的生态系统。

项目区内无珍稀动植物和文物保护区，无重大环境制约因素，项目在该地建设对当地生态环境现状影响较小。

3.3 企业及地块历史

3.3.1 企业基本信息

山东晋煤明升达化工有限公司前身为宁阳县化肥厂，始建于 1968 年，1997 年 12 月改为公司制企业，更名为“山东省宁阳县飞达化工有限公司”；2000 年率先在泰安市进行了以“双置换”（国有资本、职工身份）为核心的产权制度改革；2002 年 3 月更名为“山东飞达化工科技有限公司”；2009 年 5 月，与山东晋煤明水化工集团有限公司签订战略合资合作协议，实施了强强联合，并更名为“山东晋煤明升达化工有限公司”。

山东晋煤明升达化工有限公司发展历程详见表 3.3-1。其中，在 2015 年开展调查和评估后，该厂仍有生产，具体生产情况如下：

2015 年 10 月因尿素市场价格下滑，尿素车间永久停产，人员分流。

2018 年 8 月因设备装置老化，部分设备失修，为确保生产安全，合成氨系统减量生产，符合控制在 80%以内。

2019 年 3 月 27 日全厂停产，停产期间妥善处置了装置内的所有物料，对整个装置进行了清洗置换，清洗置换废水经过终端水处理设施处理后全部达标排放。

目前，所有生产装置和厂房全部拆除完成。

表 3.3-1 明升达公司发展历程（1968 年~2018 年）

时间	发展阶段	主要事件
1968 年~1997 年	宁阳县化肥厂	1968 年成立宁阳县化肥厂，先后开展氨水厂、碳酸氢铵、尿素等化肥生产。
1997 年~2002 年	山东省宁阳县飞达化工有限公司	2000 年率先在泰安市进行了以“双置换”（国有资本、职工身份）为核心的产权制度改革
2002 年~2009 年	山东飞达化工科技有限公司	“四改六”、“六改十”等一系列的技术改造和技术革新
2009 年~2015 年	山东晋煤明升达化工有限公司	与山东晋煤明水化工集团有限公司签订战略合资合作协议，公司更名。
2015 年~2018 年	山东晋煤明升达化工有限公司	晋煤明升达为改善生产工艺，扩大生产能力，另设一新厂区，老厂区逐步搬迁拆除

目前工厂已停产，地块内正在拆除，除造粒塔、烟囱及办公楼等个别房屋建筑未拆外，其余均已拆除。在拆除之前现场踏勘时发现现场存在一定的跑冒滴漏问题。拆除前以及基本拆除的现场状况分别见图 3.3-1、3.3-2。



图 3.3-1 未拆除前现场情况



图 3.3-2 基本拆除后现场情况

3.3.2 主要产品及原辅料

晋煤明升达公司是一家集化学肥料、化工原料、橡胶助剂等三大系列产品为一体的综合型化工企业。主导产品有合成氨、尿素、甲醇、碳酸氢铵、食品级二氧化碳、橡胶助剂等。其产品和主要原辅材料见表 3.3-2，各产品理化性质见表 3.3-3。

表 3.3-2 产品及主要原辅材料清单

产品	化学式	主要生产原料
氨	NH_3	无烟煤、蒸汽、碳酸丙烯酯
尿素	NH_2CONH_2	氨、二氧化碳
橡胶防老剂 4020 (N-(1,3-二甲基丁基)-N'-苯基-对苯二胺)	$\text{C}_{18}\text{H}_{24}\text{N}_2$	对氨基苯酚、甲基异丁基酮、甲酸、苯胺
橡胶防老剂 RD (2, 2, 4-三甲基-1, 2-二氢化喹啉聚合体)	$\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{N}$	苯胺、丙酮、甲苯、盐酸

产品	化学式	主要生产原料
甲醇	CH ₃ OH	合成氨原料气
碳酸氢铵	NH ₄ HCO ₃	二氧化碳、氨水
食品级二氧化碳	CO ₂	合成氨原料气
宝石晶体	α -Al ₂ O ₃	氧化铝

表 3.3-3 产品、原料理化性质表

产品或原料	理化性质
氨	氨对人体的眼、鼻、喉等有刺激作用，吸入大量氨能造成短时间鼻塞，并造成窒息感，眼部接触易造成流泪。 氨的密度为 0.771g/L（标准状况下），在常压下冷却至-33.34℃或在常温下加压至 700KPa 至 800KPa，气态氨就液化成无色液体，氨极易溶于水，在常温、常压下，1 体积水能溶解约 700 体积的氨。 有毒、有腐蚀性、易燃、预热易爆炸。
尿素	性状：无色或白色针状或棒状结晶体，工业或农业品为白色略带微红色固体颗粒，无臭无味。含氮量约为 46.67%。 沸点：196.6℃Cat760mmHg。 折射率：n₂₀/D 1.40。 闪点：72.7℃。 密度：1.335。 熔点：132.7℃。 水溶性：1080 g/L (20℃)。 溶解性：溶于水、甲醇、甲醛、乙醇、液氨和醇 [1]，微溶于乙醚、氯仿、苯。弱碱性。 可与酸作用生成盐。有水解作用。在高温下可进行缩合反应，生成缩二脲、缩三脲和三聚氰酸。加热至 160℃分解，产生氨气同时变为异氰酸。尿素在酸、碱、酶作用下（酸、碱需加热）能水解生成氨和二氧化碳。 对热不稳定，加热至 150~160℃将脱氨成缩二脲，若迅速加热将脱氨而三聚成六元环化合物三聚氰酸，与乙酰氯或乙酸酐作用可生成乙酰脲与二乙酰脲，在乙醇钠作用下与丙二酸二乙酯反应生成丙二酰脲，在氨水等碱性催化剂作用下能与甲醛反应缩聚成脲醛树脂，与水合肼作用生成氨基脲。
橡胶防老剂 4020（N-(1,3-二甲基丁基)-N'-苯基-对苯二胺）	白色粉末，暴露在空气中氧化成褐色固体。除具有良好的抗氧效能外，还有抗臭氧、抗曲挠龟裂和抑制铜、锰等有害金属的作用。密度 0.986-1.00g/cm³，熔点 52℃。温度超过 35-40℃时会慢慢结块。 溶于苯、丙酮、乙酸乙酯、二氯乙烷、甲苯，不溶于水。 小白鼠口服 LD₅₀ 为 2500mg/kg
橡胶防老剂 RD（2, 2, 4-三甲基-1, 2-二氢化喹啉聚合体）	淡黄色至琥珀色粉末或薄片，无毒。密度 1.08，熔点 72-94℃，沸点>315℃，水溶性<0.1g/100 mL at 23℃。 不溶于水，溶于苯、氯仿、丙酮及二硫化碳，微溶于石油烃。

产品或原料	理化性质
宝石晶体	常因含有不同的杂质而呈现不同的颜色，刚玉一般呈带蓝或带黄的灰色，有玻璃或金刚光泽，密度在 3.9-4.1g/cm ³ ，硬度 8.8，仅次于金刚石和碳化硅，能耐高温。
对氨基苯酚	白色片状晶体。有强还原性，易被空气中的氧气所氧化。遇光和空气中颜色变灰褐。在空气及光的影响下，颜色迅速变深，在湿空气中尤甚。熔点 189.6~190.2℃，在 110℃(1.467×103Pa)可不分解而升华。沸点 284(分解)。在绝对乙醇中溶解度 0℃时 4.5%，在丁酮中溶解度 58.5℃时 9.3%，微溶于氯仿、苯和石油醚，可溶于乙醇、乙醚和水，溶于碱液后很快变褐色。在水中 UVλ_{max}229、294nm。在水中的溶解度：0.0℃时 1.1、59.0℃时 3.01、77.0℃时 6.44、86.7℃时 10.09、96.6℃时 19.53、102.0℃时 33.42。 毒性分级：高毒；急性毒性：口服-大鼠 LD₅₀: 375 毫克/公斤；腹腔-小鼠 LD₅₀: 100 毫克/公斤；刺激数据：皮肤-兔子 12.5 毫克/24 小时轻度；眼睛-兔子 100 毫克 轻度。
碳酸丙烯酯	碳酸丙烯酯为一种无色无臭的易燃液体。与乙醚、丙酮、苯、氯仿、醋酸乙烯等互溶，溶于水和四氯化碳。对二氧化碳的吸收能力很强，性质稳定。低毒，口服-大鼠 LD ₅₀ : 34900 毫克/公斤；口服-小鼠 LD ₅₀ : 20700 毫克/公斤；皮肤-兔 500 毫克 中度；眼睛-兔 60 毫克 中度。
甲基异丁基酮	甲基异丁基酮是无色液体。有特殊气味（有令人愉快的酮样香味）。溶于乙醇、苯、乙醚等。微溶于水，易溶于多数有机溶剂。熔点：-83.5℃，沸点：115.8℃。毒性：中毒，LD ₅₀ 2080 mg / kg(大鼠，经口)。

3.3.3 各产品生产工艺

本次调查地块涉及的主要生产工艺如下：

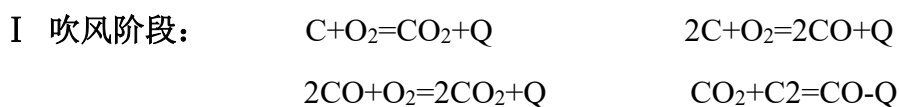
一、合成氨工艺

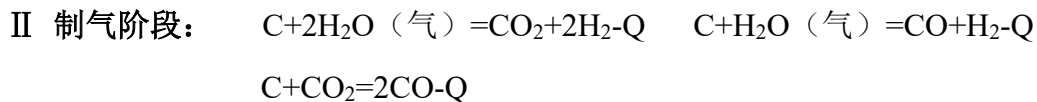
本工程合成氨装置是以无烟煤为原料，采用固定层间歇法造气、湿式氧化法脱硫、中低变换、碳丙法脱除二氧化碳、铜洗精炼工艺流程制得精制气生产合成氨。

主要工艺组成部分为造气工段、脱硫工段、压缩工段、变换-变脱工段、脱碳工段、甲醇合成工段、铜洗工段、氨合成工段。

1、造气工段

造气工段为合成氨系统的龙头工序，其主要任务是为后工序提供合格的半水煤气。本工程造气工段采用固定床间歇法制备半水煤气。主要阶段化学反应式如下：





从造气鼓风机来的空气和锅炉来的自产蒸汽交替送入煤气发生炉内,在一定的高温条件下和原料煤中的碳发生反应生成含有 CO 、 CO_2 、 H_2 、 N_2 以及 CH_4 等成份的半水煤气。半水煤气出煤气炉进入集尘器,初步除尘后进入废热锅炉,部分吹风气去吹风气回收岗位。经废热锅炉换热后的半水煤气进入洗气塔,经洗涤粉尘和进一步降温后送入气柜。从洗气系统排出的造气废水经凉水塔曝气闭路循环装置处理后重新回到造气工段洗气系统循环使用。

该工段主要有造气炉气化渣,洗气塔废水,造气吹风气产生。

2、脱硫工段

主要原理为:以碱性溶液吸收酸性气体同时选择适当的氧化催化剂,将溶液中被吸收的硫化氢氧化成单质硫,使脱硫富液得到再生,并副产硫磺。还原态的氧化催化剂由空气氧化成氧化态循环使用。

由气柜来的半水煤气,经过洗气塔降温至 $35-40^{\circ}C$ 进入静电除焦塔,去除半水煤气中的尘粒和煤焦油等杂质,由罗茨风机增压后送入两脱硫塔底部,与贫液逆向接触。脱除硫化氢后的半水煤气从脱硫塔顶部出来,经净氨塔洗去气体中夹带的氨后,再经静电除焦油塔进一步去除煤焦油等杂质后,去压缩工段。

吸收了硫化氢的富液由再生泵打入氧化再生槽的喷射器,与喷射器吸入的空气进行氧化反应,氧化反应后的溶液在再生槽内进行硫泡沫浮选继续氧化再生,并浮选出硫泡沫。再生后的贫液经液位调节器流入贫液槽,再由脱硫泵加压经脱硫液冷却器打入脱硫塔循环使用。硫泡沫溢流进泡沫槽,再加入熔硫釜经加热熔融后精制,制成硫锭,分离后的残液经过残液槽沉淀后,打入贫液槽循环使用。年回收硫磺量约为 407 吨。

该工段主要有静电除尘产生的煤焦油。

3、压缩工段

脱硫后的半水煤气经总管一入水分,一入大阀,一段水分离器进入一段气缸,压缩后经一段排气缓冲器、一段冷排、一段油水分离器。部分气体经 1 回 1 阀回到一段进口重复压缩;部分气体继续经二段吸气缓冲器,进入二段气缸,压缩后经二段出口缓冲器、二段油水分离器,再经 2 回 1 阀回到一段气缸进口重复压

缩,三段气缸内残余变换气只在本段循环,排出的气体经三出缓冲器、三段冷排、三段油水分离器,经3回3阀回到三段出口;四段与五段气缸也残余一部分气体,四段出口排出的气体经四段出口缓冲器、四段水冷排、四段油水分离器,五段吸气缓冲器,进入五段气缸。压缩后经五段出口缓冲器、五段冷排,到达五段油水分离器,经5回4阀回4入管,又回到4段进口重复压缩,六段气缸内残余气压缩后经六段出口缓冲器、六段冷排、六段油水分离器经6回6阀回6段进口重复压缩。该工段主要有废水产生。

4、变换、变脱工段

主要工作原理为:借助催化剂的作用,在一定温度下,半水煤气中一氧化碳与水蒸汽反应生成二氧化碳和氢气。

主要反应原理: $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2 + \text{Q}$

由压缩二段来的0.8MPa的半水煤气,由饱和塔下部进入,与上部喷淋下来的热水逆流接触。加热后的半水煤气从饱和塔顶部出来,切线方向进入混合器(蒸汽与半水煤气混合的气水分离器),进一步与蒸汽混合加热,从混合器顶部出来,去热交换器管内与管间走的变换气进一步换热后,由中变炉顶部进入,通过三段触煤层,在中变触媒的催化作用下,半水煤气和水蒸汽进行反应,反应后的中温变换气,从中温变换炉下部出来,进入蒸汽加热器,加热蒸汽,然后进入热交换器的管间用以加热半水煤气。

换热后的中变气经过I调温水加热器,由第一低变炉上部进入,在低变触煤的作用下,进一步变换成低变气,从底部出来经二调温水加热器进入2#低变炉,从下部出来进入水加热管内与管间的热水逆流换热后,进入热水塔的下部,后进入软水予热器。然后通过一、二冷却塔,变换气温度降至35℃左右,进入变脱工段。

来自变换的变换气经变脱塔脱去硫化物后去压缩机三段入口。

该工段主要有变换废水,中变炉废催化剂,低变炉废催化剂产生。

5、脱碳工段

本工段工作原理为:碳酸丙烯酯脱除变换气中的二氧化碳是一个物理溶解过程。在同样的压力、温度下,二氧化碳、硫化氢等酸性气体在碳酸丙烯酯中的溶解度比氢、氮气在碳酸丙烯酯中的溶解度大得多。另外,二氧化碳在碳酸丙烯酯

中的溶解度是随压力的升高和温度的降低而增加的，所以，在较高的压力下，碳酸丙烯酯吸收了变换气中的二氧化碳等酸性气体，在较低压力下二氧化碳气体能从碳酸丙烯酯溶液中解析出来，使碳酸丙烯酯再生，重新恢复吸收二氧化碳等酸性气体的能力。

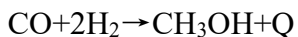
由压缩工段来的变脱气经变换气冷却器冷却温度后，从脱碳塔底部进入，变脱气中的二氧化碳被由塔顶淋降下来的碳丙液吸收后变成净化气，经分离器分离冷却水后，直接进入压缩机四入。吸收了二氧化碳后的碳丙液成为富液，富液从脱碳塔底部利用系统自身压力进入闪蒸槽顶部，闪蒸出来的闪蒸气经洗涤净化后被送往碳化（或闪蒸气提氢工段）利用。闪蒸后的碳丙液，由闪蒸槽底部先后进入再生塔上段的常解和真解部分，在常解和真解塔中解吸出来的二氧化碳经二氧化碳洗涤塔洗涤后被送往二氧化碳压缩。碳丙液从真解塔经液封进入再生塔下部的气提段后变成贫液，碳丙贫液从气提段底部依靠液体静压力流回循环槽，循环槽中的碳丙贫液经脱碳泵被送往脱碳塔顶部，实现了碳丙液的全封闭再生循环利用。

6、甲醇合成及精制工段

a 甲醇合成工段

联醇生产是在一定的压力下，采用铜基催化剂，串联在合成氨工艺之中，用合成氨原料气中一氧化碳、二氧化碳、氢气合成甲醇。

来自压缩六段的氮氢气（13MPa、35℃）和来自循环机的气体混合后先经过油分除去氮氢气中夹带的油水杂质，油分出口气体分为两路，一路从顶部进入甲醇合成塔，另一路由底部进入合成塔，气体自上而下流经管内催化剂床层进行甲醇合成反应，甲醇合成气在催化剂的作用下发生如下反应：



反应气由甲醇合成塔底部出来，经入塔气预热器与入塔气换热，再进甲醇水冷器冷却至 40℃左右进入甲醇分离器将液体甲醇分离出来，气体从醇分顶部出来进入醇洗塔将气体中夹带的甲醇除去，出来后分为两路，一路去铜洗工段，另一路去循环机提压后和来自压缩的氮氢气混合后进入油水分离器，如此循环下去。

该工段有甲醇合成油水分离器废水和甲醇合成废催化剂产生。

b 甲醇精制工段

来自粗醇储槽的粗甲醇经预塔进料泵提压进入粗醇预热器加热后，分两路进入预精馏塔内，在此将轻馏分脱除，出来后经主塔进料泵加压后分两路进入主精馏塔在此脱除水等重组分。精甲醇经甲醇冷却器冷却后去精醇储槽。

轻馏分从预塔冷凝器上采出后，进入预塔液封槽，在此被吸收后进入淡甲醇储槽。

重组分从主精馏塔底部出来进入残液贮槽。

该工段主要有精馏塔底重组分产生。

7、铜洗工段

由压缩六段送来的原料气进入油水分离器后，从铜塔的底部进入塔内和上部来的铜液逆流接触，将气体中的 CO 、 CO_2 、 O_2 、 H_2S 等吸收掉，从塔的上部经雾沫分离器后出铜塔进入铜分，分离气体中所夹带的铜液后，精炼气回压缩机七段，继续加压后送入氨合成工段。

a 高压部分

由压缩六段送来的原料气（或原料气来自甲醇合成）进入油水分离器后，从铜塔的底部进入塔内和上部来的铜液逆流接触，将气体中的 CO 、 CO_2 、 O_2 、 H_2S 等吸收掉，从塔的上部经雾沫分离器后出铜塔进入铜分，进一步分离气体中所夹带的铜液后，精炼气回压缩机七段，继续加压送入氨合成工段。

b 铜液部分

铜液经铜泵加压后送入铜塔内，由上而下与气体逆流接触，从塔的底部出来，经减压后进入回流塔，回收大部分热量和氨。铜液从下部进入铜液换热器管内，换热完后的铜液进入还原器。而后进入热水加热器，提高铜液温度后进入上加热器，进一步提高铜液温度后，进入再生器。根据总铜的高低，进入化铜桶，然后进入铜液换热器换热后，进入沉降器，把铜液中的杂质和沉淀物除去，进入水冷却器，然后进入氨冷器，继续降低温度在 21°C 左右，经铜泵进口缓冲器后进入铜泵，如此循环使用。

c 再生气部分

从回流塔出来的再生气经气液分离后，依次进入高位吸氨器、氨水循环槽，由槽内出来进入净氨塔，出净氨塔的再生气送入脱硫风机入口回收利用。

该工段主要有铜洗废水产生。

8、氨合成工段

氨的合成反应是一个可逆的放热反应，由一分子氮与三分子氢结合生成两分子的氨。反应方程式为： $3\text{H}_2+\text{N}_2=2\text{NH}_3+Q$

由压缩送来的压力在 26MPa 左右的精炼氢氮气体（30-50℃），由压进阀控制首先进入小氨冷器降温（0-10℃），进入新鲜气油水分离器，除去油、水等杂质，气体出来与来自冷交的气体混合后，一起进入循环气氨冷器，冷却至-2~-5℃，气体出来后进入氨分离器将液氨分离出来，液氨去液氨球罐；气体出来后进入冷交与管间热气体换热后，经循环机提压后，进入循环气油分，除去油、水杂质，出来后经主阀控制，气体分为两路，一路约 65%经冷副阀控制，从顶部一入进入合成塔内外筒环隙，气体沿塔内外筒环隙向下，降低了塔壁温度，由下部一出出塔（50~80℃），和另一路气体混合进入热交换器换热，升温后，气体分为四路，一路从底部二入进入合成塔，经塔内下部换热器加热后，沿中心管自下而上，出中心管转向到上催化剂层，在此发生反应（温度升高，氨含量升高），进入菱形混合气，出热交换器的另外三路气体分别经 1#、2#、3#热副阀控制由塔顶进入，经导气管，由上而下经过冷管束，在此冷却管外热气体，本身温度升高，转向由下而上经升气管到达菱形混合器。和来自上催化剂层的反应气体混合后，向下进入下部催化剂层发生反应后，从下部三通出口出塔（250~350℃），进入废热锅炉副产蒸汽（1.25MPa），降温后出来进入热交换器换热管内，与管外换热进一步提高二进温度，换热降温后的气体出热交（50~85℃），进入水冷器进一步降温（30~40℃），出水冷器后进入冷交换器换热管管间，进行一次分离，分离出部分液氨后，气体出冷交和来自新鲜气油水分离器的补充气混合后，进入循环气氨冷器进一步降温至-2~-5℃，然后进入氨分离器进行二次分离，气体出氨冷器后从底部进入冷交换器，与管间气体换热后，从顶部出来进入循环机提压。如此循环。

塔后放空气体从出水冷器去冷交换器的管线上引出，气体先进入放空气氨冷器降温后，再进入放空气氨分将气体中的液氨分离出来，气体经氨洗塔洗涤去气体中的氨后，去提氢岗位处理。

分离出来的液氨经放氨阀减压、控制，送入氨库。

该工段主要由氨合成废催化剂和液氨储罐驰放气产生。

二、尿素生产工艺

本工程采用水溶液全循环法生产尿素，具体反应方程式如下：



由净化送来的二氧化碳气与液氨分别加压后送入尿素合成塔，同时从一段吸收塔来的氨基甲酸铵溶液经泵加压后进入尿素合成塔，出尿素合成塔的尿素熔融物经减压，进入分解系统，经两段分解、两段回收，尿液被提浓后去蒸发系统，氨基甲酸铵被分解，回收形成一甲液。从分解系统来的尿液进入蒸发系统在真空下加热，最终尿液被浓缩到 99.5%（W）以上，经尿液熔融泵加压送至尿素造粒塔顶的旋转造粒喷头进行造粒。

该装置的稀碳铵液进入尿素深度水解系统，经回收氨和 CO_2 后再送入终端水处理站统一处理。

该工段主要有尿素合成尾气、尿素造粒塔尾气和尿素解析残液产生。

三、橡胶防老剂工艺

橡胶防老剂 4020，为 N-(1,3-二甲基丁基)-N'-苯基对苯二胺的商品代号，简称为 4020，属于对苯二胺类防老剂，它广泛用于飞机、汽车、自行车轮胎，用于电缆工业、防水工程等橡胶制品中，有其特别优异的防护性能。合成工艺是以对氨基苯酚、甲基异丁基酮、甲酸、苯胺为原料，在常压下经 3 步反应而成。

工业化过程所用的主要原料有对氨基苯酚，工业品，纯度不小于 95%；甲酸，二级工业品，纯度不小于 88%；甲基异丁基酮、苯胺、氢氧化钠均为一级工业品，纯度 99.5%；二甲苯，一级工业品，纯度 99.2%；白土，工业品。

橡胶防老剂 RD，为 2, 2, 4-三甲基-1, 2-二氢化喹啉聚合体的商品代号。工业上以苯胺和丙酮为原料，甲苯为脱水剂，盐酸为催化剂，于温度 130-140℃ 下缩聚，经中和水洗、常压蒸馏、减压蒸馏、切片、包装即得成品。

四、宝石加工工艺

氧化铝经过氢氧焰高温燃烧，制造宝石晶体，即人造刚玉。

五、复混肥生产工艺

含氮量 35%和 45%复合肥，采用机械复混工艺生产。

六、煤场的堆煤及使用途径

西北侧煤场煤堆主要是山西优质无烟块煤，是合成氨生产的原料煤，通过煤气发生炉制作半水煤气。

南侧煤堆主要是一般烟煤，主要用于锅炉燃料煤。

七、原泰安中达生产历史

泰安中达有限公司成立于 2005 年，是整合山东晋煤明升达化工有限公司（原山东飞达化工科技有限公司）碳酸氢铵、复合肥、精甲醇、食品级二氧化碳生产装置，新组建的全资子公司。碳酸氢铵生产历史已有 30 多年，精甲醇和复合肥生产历史已有 20 年，食品级二氧化碳自 2005 年开始生产至今。该公司已于 2016 年注销。

3.3.4 区域设施识别及污染因素分析

本企业主要生产氨、尿素、复混肥和橡胶防老剂等，属于基础化学原料及专用化学品制造业，根据收集到的资料，结合现场踏勘、当地人员走访等方式，识别地块可能产生污染区域和设施，分析地块污染见下表 3.3-4。

表 3.3-4 区域设施及污染因素识别

区域名称	设施名称	功能	主要特征污染物
氨合成区	造气车间	生产水煤气	多环芳烃类、石油烃、砷和汞等重金属、硫化物、苯酚、氰化物
	脱硫车间	水煤气脱硫	多环芳烃类、石油烃、砷和汞等重金属、硫化物、苯酚、氰化物
	压缩车间	脱硫水煤气冷排、油水分离	多环芳烃类、石油烃
	变换、变脱车间	生成CO ₂ 和H ₂	铝、铁等金属（催化剂）
	脱碳车间	除变换气中 CO ₂	硫化物、碳酸丙烯酯
	甲醇车间	合成甲醇	铜、石油烃、甲醇
	铜洗车间	精炼气体	铜、石油烃
	氨合成车间	合成氨	氨氮
尿素生产区		生产尿素颗粒	氨氮
复混肥生产区		复混肥加工	氨氮
橡胶防老剂区		生产橡胶防老剂	对氨基苯酚、甲基异丁基酮、甲酸、苯胺、二甲苯、丙酮、甲苯、盐酸等

区域名称	设施名称	功能	主要特征污染物
中达公司		生产碳酸氢铵、复合肥、精甲醇、CO ₂ 等	氨氮、硫化物、石油烃、甲醇
污水处理区		处理厂区污水	氨氮、硫化物、石油烃、甲醇、多环芳烃类
煤场区		提供水煤气原料与锅炉燃料	砷和汞等重金属、硫化物、多环芳烃类
机修车间区		加工简单机械配件、堆放杂物	重金属
仓库区		统一存放购买化工原辅料	石油烃和有机物

3.3.5 化学品使用与储存

现场踏勘时，原有生产企业的构筑物及设备已拆除搬迁，地块内除造粒塔等少数构筑物存在外其余为空地，地块内未发现化学品或工业物料的储存、使用和处置情况。

3.3.6 储存槽罐与地下设施

根据现场踏勘、人员访谈情况，目前地块内已知并存在的地下设施有：

- (1) 厂区东南侧的雨水收集池；
- (2) 造气厂房东侧凉水池；
- (3) 污水处理区变电所西侧污水池。

由于厂区历史久远，地下设施几经变更，资料缺失严重，厂区地下废旧管道已难以准确定位，在现场取样过程中需根据实际情况调整点位和深度。

3.3.7 地块使用历史

根据开展的现场初步勘查，调查区域已经停产，目前正在开展拆除工作，现场除造粒塔、烟囱及办公楼等个别房屋建筑未拆外，其余均已拆除，现场留有大量建筑垃圾和废旧钢铁。该厂 1968 年建成投产，生产氨水、碳酸氢铵、尿素等化肥；2002 年至 2009 年开展了技术改造和革新；2009 年后地块格局未有大的变化，2019 年开始拆迁工作。图 3.3-3 为根据 Google Earth 软件，该地块最早可获得的卫星图为 2012 年，该厂北部为空置状态，2017 年的卫星图显示厂区西南部另空置了一块区域，为前期修复施工区域，2019 年 9 月卫星图显示该厂大部分构筑物已拆除，地块空置。



图 3.3-3 2012 年~ 2019 年地块及周边情况（历史卫片）

3.3.8 地块用地规划

目前泰安市宁阳县尚未正式发布该地块的用地规划文件，但根据人员访谈情况，该地块未来规划为商住用地。保守起见，将该地块以第一类用地方式开展污染调查和风险评估工作。

3.4 地块及周边现状

3.4.1 地块现状

2019 年 10 月，我单位组织人员对地块进行现场踏勘时发现：

（1）厂区内已基本完成建筑设施拆迁工作，除造粒塔、烟囱及办公楼等个别房屋建筑以及少量水池、污水池未拆外，其余均已拆除；

（2）厂区地面遗留大量建筑和设备拆除产生的砖石建筑垃圾以及废旧钢铁，

挖掘机和载重车正加紧开展地面废弃物的破碎和运输工作；

（3）原煤场区地面仍残留大量煤渣，部分区域（含原土壤修复区）长有大量杂草；

（4）雨水收集池存水量较大且暂未拆除，原污水处理区留有处理池拆除后的深坑，深度约 5m；

（5）厂区内的氨合成区裸露沟渠中含有少量废水，具有轻微刺鼻气味；
地块现场情况见图 3.4-1。



图 3.4-1 地块现状

3.4.2 地块周边环境现状

该地块北侧紧邻华阳大街，街对面地块暂未开发（规划为学校），西北侧为小商业；东北侧是金阳商贸城；南侧紧靠有宁阳迪尔化工厂以及农田和村庄；西侧为金明热电厂和惠尔集团皮革厂，西南侧是家属区以及村庄，南部为农田和村庄；厂区东侧为周公台村，厂区内收集的雨水以及污水处理站处理后的污水均排入西南侧紧靠的宁阳沟，该河水流向为自东北流向西南。地块周边情况统计见表 3.4-1，周边河流道路等情况见图 3.4-2，地块周边用地情况见图 3.4-3。

表 3.4-1 地块周边环境状况

方位	与地块最近距离	用地现状	特性描述
东	紧邻	周公台村	村民居住区域
	紧邻	宁阳沟	雨污排水口，流向东北至西南
南	紧邻	农田和村庄	/
	紧邻	宁阳迪尔化工厂	/
西	紧邻	金明热电厂	火力发电厂
	200m	惠尔集团皮革厂	/
	紧邻	家属区以及村庄	偏西南侧
	100m	商业	/
北	紧邻	华阳大街	/
	50m	空地（规划为学校）	/
东北	80m	金阳商贸城	商业



图 3.4-2 地块周边河流与道路



图 3.4-3 地块周边环境现状

3.4.3 相邻地块的现状和历史

(1) 宁阳迪尔化工厂

宁阳迪尔化工厂紧邻调查地块，位于地块正南，主要生产浓硝酸、稀硝酸、硝酸盐、亚硝酸盐等产品，原料来源为本地块所属的晋煤明升达化工，特征污染物基本一致。

(2) 金明热电厂

金明热电厂位于调查地块西北侧，紧靠地块边界，主要开展火力发电、热力生产供应，主要原料为煤，和本地块所属的晋煤明升达化工原料一致。

3.4.4 周边敏感目标

根据本次现场踏勘结果，调查场地周边 1000m 范围内敏感目标主要为居民小区、学校、医院、农用地、河流等，场地周边的主要敏感目标如图 3.4-3 和表 3.4-2 所示。

表 3.4-2 本地块周边敏感目标

序号	敏感目标名称	与厂界最近距离	方位
1	杨家村	85	西南
2	周公台	30	东
3	铁佛寺村	450	西南
4	牛家村	600	东南
5	河套园	330	东北
6	环保局住宅区	550	东北
7	金域华府	610	东北
9	新安村	580	东北
10	秀水佳苑	580	北
11	世纪城二期	620	北
12	君府	600	北
13	和庭家园	700	西北
14	西关小区	630	西北
15	兴业世家	560	西北
16	后桥村	710	西
17	宁阳县第一人民医院	480	北
18	宁阳县卫生职业中专	350	北
19	南关幼儿园	360	西北
20	南关小学	310	西北

3.5 地块水文地质概况

3.5.1 地层岩性

①人工填土层 (Q^{ml})：总厚度为 0.7~1.6m 不等，主要由杂填土、素填土组成。素填土在该区域大部分分布，颜色呈灰褐色，以粉质粘土为主；杂填土，杂色，在局部小范围分布。层厚在 0.6m~1.2m，层底高程 50.27~51.02 米。

②粉质粘土 (Q_4^{3al+dl})：呈黄褐色，可塑，土质部均，切面光滑，含零星钙化物，在场地大部区域分布。层厚在 0.7m~7.5m，层底高程 44.24~51.04 米。

③粉质粘土 (Q_4^{3al+dl})：呈灰褐色，可塑，土质不均，切面光滑，含氧化物。在场地大部区域分布。层厚在 6.8m~11.0m，层底高程 40.47~44.67 米。

④中砂 (Q_4^{3al+dl})：呈黄褐色，密实，饱和，主要矿物成分为长石、石英为主，含零星砾石，在场地内有连续分布。层厚在 10.9m~21.1m，层底高程 30.82~41.02 米。

⑤粉质粘土 (Q_4^{3al+dl})：呈黄褐色，可塑，土质不均，含氧化物及钙化物。在场地分布连续且稳定。层厚在 19.0m~25.0m，层底高程 26.62~32.62 米。

3.5.2 地下水分布条件

根据本次现场勘探揭露地下水情况及地下水监测结果，场地地表以下 25.0m（最大勘探深度）范围内主要分布的浅层地下水类型为潜水。根据地勘钻孔周边已施工监测井水位埋深显示，稳定水位埋深为 6.18-7.25m，稳定水位标高为 45.28-45.44m。潜水含水层整体位于第④层中砂土，即赋存于中砂中。

3.5.3 地下水补径排特征

根据地勘钻孔周边已施工监测井水位埋深显示，稳定水位埋深为 6.18-7.25m，稳定水位标高为 45.28-45.44m。场地内地下水的补给来源主要为大气降水入渗补给，大气降水通过渗透性相对较好的人工填土层垂直入渗补给地下水，其排泄方式主要为径流排泄，其次为蒸发。

3.6 地块前期调查和修复情况

3.6.1 前期调查和风险评估情况

2015 年 12 月，山东省环境保护科学研究设计院对该地块开展了调查和评估工作，编制了《山东晋煤明升达退城进园土壤污染调查报告》、《山东晋煤明升达退城进园土壤污染风险评估报告》，结论如下：

(1) 场地采集的土壤样品检出污染物共 28 种，包括 9 种无机元素、11 种挥发性有机污染物、8 种半挥发性有机污染物。

(2) 场地内 219 个土壤样品中镉的含量在 0.022~0.33mg/kg 之间，铬的含量

在 29.4~93.5mg/kg 之间，汞的含量在 0.003~0.27mg/kg 之间，铅的含量在 15.9~56.1mg/kg 之间，砷的含量 1.68~28.8mg/kg 之间，铜的含量在 6.41~69.7mg/kg 之间，锌的含量在 21.6~149mg/kg 之间，镍的含量在 9.28~51.3mg/kg 之间，六价铬未检出。八种重金属在调查场地均有所积累。

(3) 对土壤中的镉、砷、镍、苯胺、苯、乙苯、萘、1,2-二溴-3-氯丙烷、正丙苯、正丁苯、对异丙基甲苯等物质在敏感用地方式下的健康风险进行计算（仅用最大浓度），镉、镍的致癌风险和非致癌风险均在人体可接受的风险水平之内，正-丙苯、对-异丙基甲苯无致癌风险，正-丙苯、对-异丙基甲苯的非致癌风险在人体可接受的风险水平之内。砷、苯、萘、1,2-二溴-3-氯丙烷的致癌风险和非致癌风险均超过人体可接受的风险水平，而苯胺的致癌风险可接受，非致癌风险超过人体可接受风险水平，乙苯的非致癌风险可接受，而致癌风险超过人体可接受的风险水平。无机污染物砷的风险主要来自于经口摄入，苯、萘和 1,2-二溴-3-氯丙烷的风险主要贡献途径则是室内蒸汽的吸入。

3.6.2 前期修复情况

根据山东省环境保护科学研究设计院编制的《山东晋煤明升达退城进园土壤污染风险评估报告》、《山东晋煤明升达退城进园土壤污染治理与修复可行性研究报告》，该地块需修复的污染物为：砷、苯、萘、1,2-二溴-3-氯丙烷、乙苯、苯胺，修复目标值分别为：20 mg/kg、0.2 mg/kg、0.05 mg/kg、0.05 mg/kg、0.05 mg/kg、2.32 mg/kg。砷污染总土方量约为 5602 方，有机污染总土方量约为 66195 方。

目前，土壤修复施工已完成一期工程，由山东华泽环保工程有限公司承担，一期工程修复涉及污染物为砷和苯，施工时间为 2017 年 4 月-2017 年 10 月，施工区域为 S20、S31、S47（区域详见图 3.6-1）。开挖土方量约 38509 立方米，修复砷污染土壤土方量 5959 立方米，苯污染土方量 32550 立方米，针对砷污染的土壤，采用原地异位挖掘土壤与药剂（包括氧化剂、螯合剂和缓冲剂）搅拌混匀，将砷固定在土壤中的方案；针对苯污染，则采用异位挖掘土壤后堆垄，异位热脱附设备处理后收集含有机物蒸汽的空气，通过活性炭罐吸收后外排的技术。最终处理过的土壤全部进行回填。

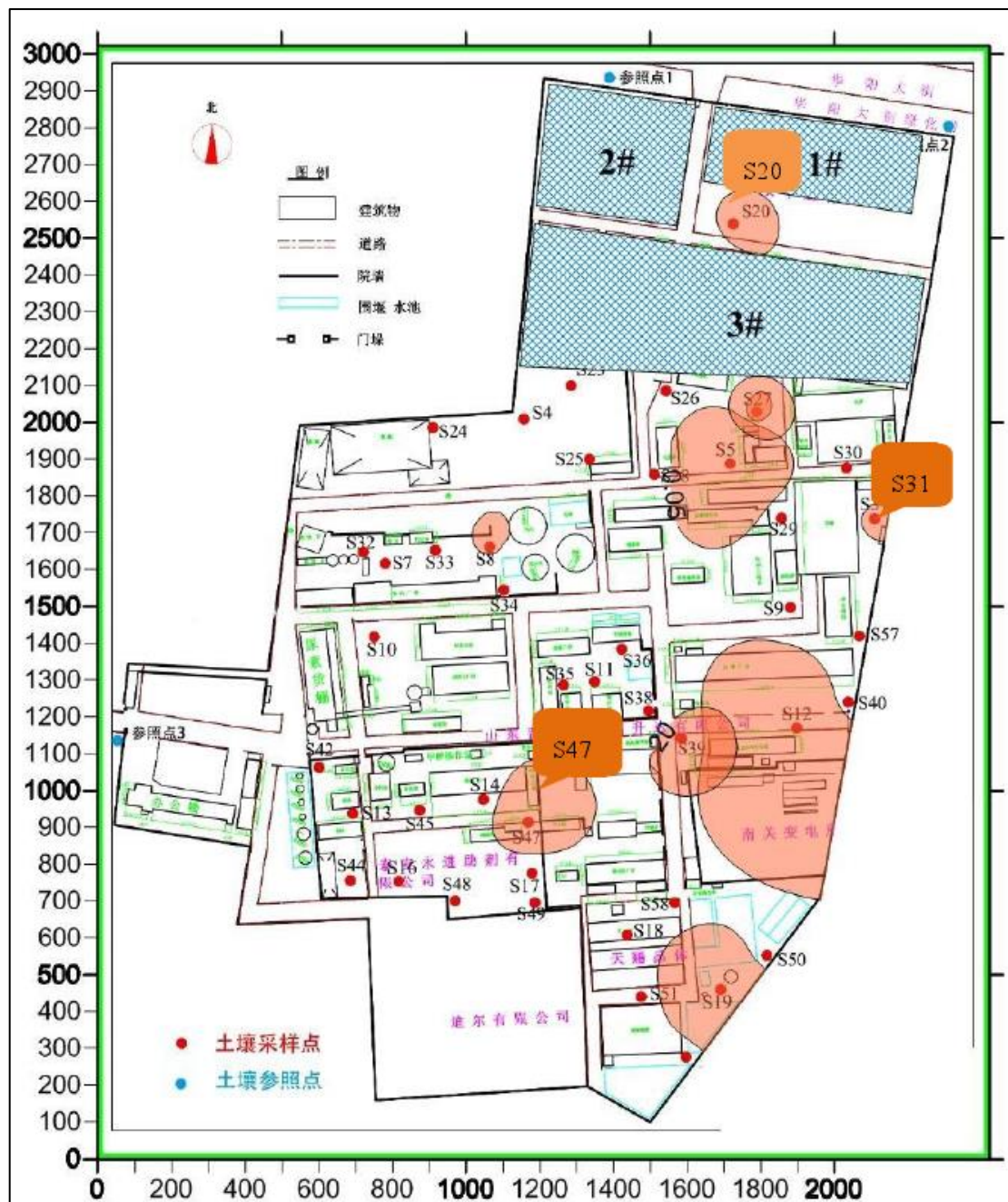


图 3.6-1 施工区域图（图中 S20、S31、S47 区域）

经第三方上海实朴检测技术服务有限公司对基坑壁、坑底、修复后的土壤取样检测，修复的土壤都达到了预期的合格目标，在修复过程中噪声、废水、废气、固废均未造成环境危害，环境监理单位（山东汇力环保科技有限公司）认为山东晋煤明升达退城进园土壤污染治理与修复一期工程以达到竣工验收要求。

修复验收检测中，修复目标污染物砷最高浓度为 9.86mg/kg，苯小于检出限（0.05 mg/kg），均不超过目前《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 3660-2018）中的第一类标准。

3.7 第一阶段调查总结

3.7.1 第一阶段调查结论

第一阶段土壤污染状况调查是以资料收集、现场踏勘和人员访谈为主的污染识别阶段。通过该阶段对本地块生产历史情况的分析，以及对前期调查结论等因素的分析，认为本地块可能存在污染风险，应开展第二阶段以布点采样分析为主的土壤污染状况调查。

3.7.2 特征污染物识别

通过第一阶段的调查，分析可能对调查地块土壤和地下水产生影响的特征污染物。

(1) 该厂区主要产品为合成氨、氨水、碳酸氢铵、尿素、甲醇等，主要原料为煤，工艺包括造气、脱硫、压缩、脱碳、铜洗等。从原辅料、产品、催化剂、中间产物、生产工艺分析，结合 3.3.4 章节对各生产环节特征污染物的分析统计，本地块特征污染物有多环芳烃类、石油烃、苯酚、氰化物、甲醇、碳酸丙烯酯等有机污染物；砷、汞、铜、铁、铝等金属；另外还有硫化物以及氨氮。

(2) 该厂有橡胶防老剂生产历史，生产环节中涉及丙酮、对氨基苯酚、甲基异丁基酮、甲酸、苯胺、二甲苯、丙酮、甲苯、盐酸等物质。

(3) 2015 年山东省环境保护科学研究设计院编制的《山东晋煤明升达退城进园土壤污染风险评估报告》、《山东晋煤明升达退城进园土壤污染治理与修复可行性研究报告》中砷、苯、萘、1,2-二溴-3-氯丙烷、乙苯、苯胺为超风险污染物，因此本次调查将砷、苯、萘、1,2-二溴-3-氯丙烷、乙苯、苯胺均列为特征污染物。

因此本地块初步识别的特征因子包括多环芳烃类、石油烃、苯酚、氰化物、甲醇、碳酸丙烯酯、砷、汞、铜、铁、铝、硫化物、氨氮、丙酮、对氨基苯酚、甲基异丁基酮、甲酸、苯胺、二甲苯、甲苯、盐酸、苯、1,2-二溴-3-氯丙烷、乙苯。

3.7.3 特征污染物确定

由于甲醇、碳酸丙烯酯、铁、铝、硫化物、丙酮、甲基异丁基酮、甲酸、盐

酸均为低毒或无毒物质，因此以上物质未纳入需检测的特征因子，对氨基苯酚性质不稳定，具有强还原性，易被空气中氧气氧化，在自然中难以直接存在，因此也未纳入需检测的特征因子。2015 年开展的该地块调查中，氰化物最大检出浓度为 7.49mg/kg，不超过当时制定的评价标准，也未超过当前《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），综合考虑未将其纳入检测因子。

综上所述，从识别的特征因子中，最终确定的特征污染物为：多环芳烃类、石油烃、砷、汞、铜、氨氮、苯胺、二甲苯、甲苯、苯、苯酚、1,2-二溴-3-氯丙烷、乙苯。

4 初步采样和实验室分析

4.1 采样方法与程序

4.1.1 调查分区

基于前期调查结果的基础结合新的标准及法律法规,以及在对前期收集资料进行详细研究和系统分析的基础上,结合对地块内各原生产企业的污染差异的分析判断,将该调查地块分为重点关注区和一般调查区,本次分区主要为依据为厂区各功能区的主要生产工艺、对原辅料毒性的分析以及现场踏勘识别结果,并结合前期调查结论。

重点关注区: 主要包括地块中的橡胶防老剂生产区、污水处理区;

一般调查区: 主要包括地块中的氨合成区、尿素生产区、复混肥生产区、煤场区、原中达公司区、编织袋生产区、宝石加工区、机修车间区、仓库区、雨水收集区、生活办公区。

本次分区主要为依据为厂区各功能区的主要生产工艺、原辅料以及现场踏勘识别结果,具体详见表 4.1-1 和图 4.1-1。

表 4.1-1 调查分区表

区域代码	布点区域	区域主要车间、建筑	面积(m ²)
重点关注区			
D	橡胶防老剂生产区	造粒间等(现已基本拆除)	11941.49
F	污水处理站	污水处理站	5740.15
一般调查区			
A	氨合成区	造气车间、脱硫车间、压缩车间、脱碳车间等	68978.30
B	尿素生产区	尿素合成塔、尿素造粒塔车间	13753.57
C	复混肥生产区	机械混合车间(现已拆除)	2591.70
E	原中达公司	碳酸氢铵、复合肥等生产车间(现已拆除)	21315.19
G	编织袋生产区	原机修车间,现在产	3057.40
H	煤场	煤棚、仓库等	20074.60
I	宝石加工区	人造刚玉生产车间	4063.20
J	机修车间	机修车间	4101.77
K	仓库区	仓库、仓库办公室等	3140.32

区域 代码	布点区域	区域主要车间、建筑	面积 (m ²)
L	雨水收集区	雨水收集池	2133.41
M	办公生活区	办公楼、停车场	8571.86

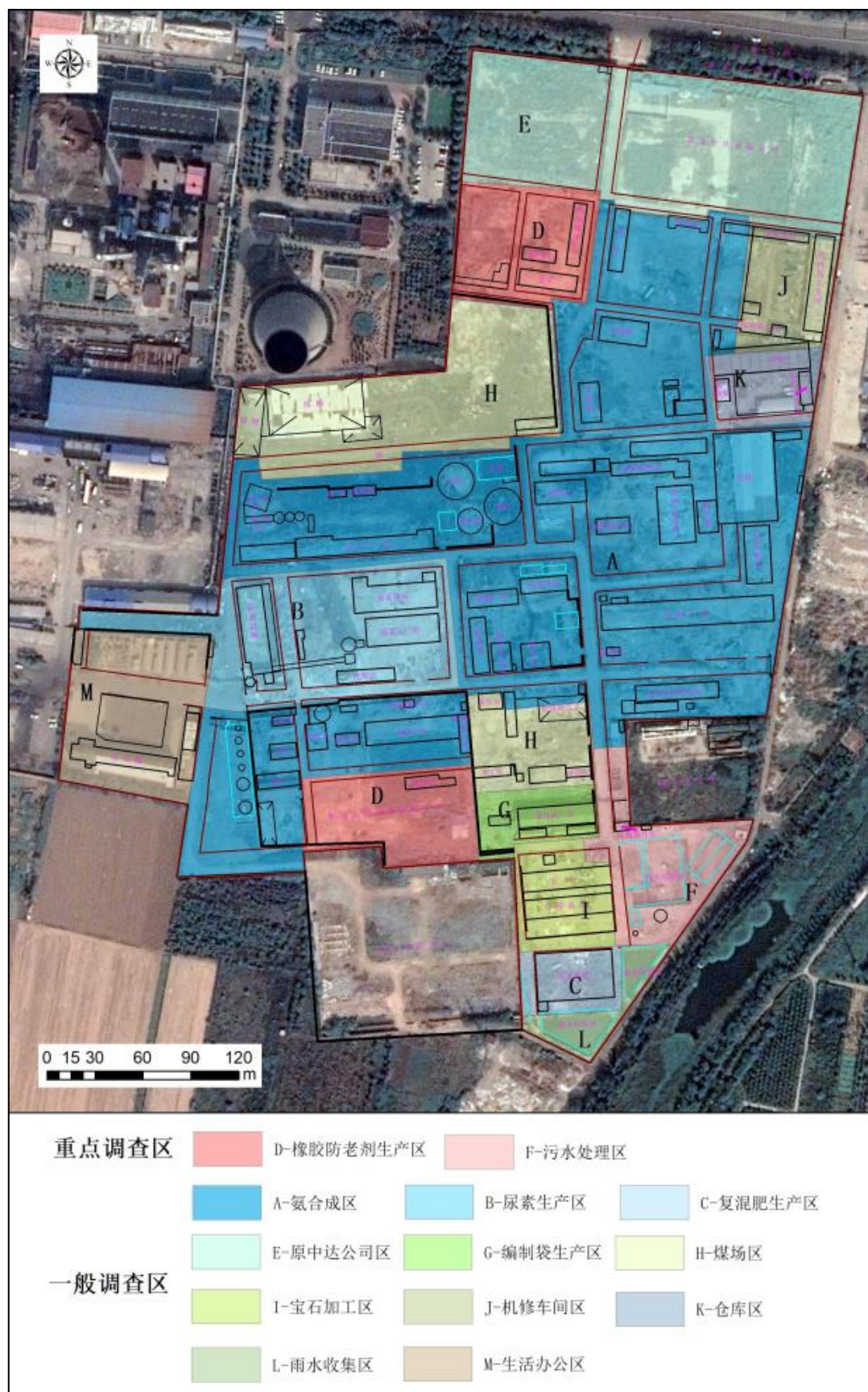


图 4.1-1 调查分区图

4.1.2 采样点位布置

一、土壤采样点

1、布点密度和采样点位置

按照我国《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）、《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（环保部 2017 年 72 号公告）中对土壤、地下水点位布设密度的要求，进行采样点的布设。本次调查，重点调查区土壤采样点按 20×20m 的间隔布设，一般调查区按 40×40m 的间隔布设，全区地下水采样数量按 80×80m 密度要求布设。布设位置尽量靠近重点生产设施、有污染痕迹处、下沉水池或储罐等区域，进一步增加捕捉污染物的几率。

另外由于该厂目前正处于拆迁阶段，原有厂房区域堆置大量建筑垃圾，原有的雨水收集池、部分废水池、烟囱、造粒塔仍未拆除，考虑实际操作可能性，对所布点位进行适当调整。

该地块布设的土壤采样点数为 119 个；地下水井点位共 21 个。调查布点数量和分布见表 4.1-2，土壤、地下水、对照点分区点位统计见表 4.1-3，土壤、监测井、对照点采样点位布设坐标和分布区域见表 4.1-4，采样布点详见图 4.1-2。

表 4.1-2 调查布点数量和区域分布

区域代码	布点区域	面积（m ² ）	土壤采样点数	地下水采样点数
重点调查区				
D	橡胶防老剂生产区	11941.49	11	2
F	污水处理站	5740.15	5	2
一般调查区				
A	氨合成区	68978.30	44	6
B	尿素生产区	13753.57	10	3
C	复混肥生产区	2591.70	2	/
E	原中达公司	21315.19	15	2
G	编织袋生产区	3057.40	1	/
H	煤场	20074.60	14	1
I	宝石加工区	4063.20	3	/
J	机修车间	4101.77	4	/

区域代码	布点区域	面积 (m ²)	土壤采样点数	地下水采样点数
K	仓库区	3140.32	2	1
L	雨水收集区	2133.41	2	1
M	办公生活区	8571.86	4	1
对照点			2	2
总计			119	21

表 4.1-3 土壤、地下水、对照点分区点位统计表

序号	区域	面积 (m ²)	土壤点位数量 (个)	地下水点位数量 (个)
1	重点调查区	17681.64	16	4
2	一般调查区	151781.32	101	15
3	对照	/	2	2

表 4.1-4 土壤、监测井、对照点采样点位布设坐标和分布区域

序号	点位	坐标		区域
		X	Y	
土壤点位布设情况				
1	A01	3957551.268	480721.3746	一般调查区
2	A02	3957553.766	480751.8135	一般调查区
3	A03	3957589.514	480718.3037	一般调查区
4	A04	3957618.896	480718.7502	一般调查区
5	A05	3957623.862	480758.6665	一般调查区
6	A06	3957630.665	480806.1063	一般调查区
7	A07	3957678.038	480939.4573	一般调查区
8	A08	3957716.155	480888.5299	一般调查区
9	A09	3957717.086	480935.1072	一般调查区
10	A10	3957731.759	480981.8722	一般调查区
11	A11	3957729.257	481023.7638	一般调查区
12	A12	3957730.088	481058.8924	一般调查区
13	A13	3957751.286	480902.3465	一般调查区
14	A14	3957756.566	480936.3499	一般调查区
15	A15	3957757.451	480725.1062	一般调查区
16	A16	3957777.407	480770.5696	一般调查区
17	A17	3957785.507	480813.816	一般调查区
18	A18	3957775.36	480866.3709	一般调查区

序号	点位	坐标		区域
		X	Y	
19	A19	3957798.936	481041.8799	一般调查区
20	A20	3957763.808	481065.5327	一般调查区
21	A21	3957771.24	480905.7277	一般调查区
22	A22	3957791.294	480968.2116	一般调查区
23	A23	3957787.865	481027.5829	一般调查区
24	A24	3957812.288	480942.4387	一般调查区
25	A25	3957815.554	480975.6782	一般调查区
26	A26	3957799.93	481063.9614	一般调查区
27	A27	3957822.211	481008.2822	一般调查区
28	A28	3957785.104	481065.2074	一般调查区
29	A29	3957867.237	481007.8257	一般调查区
30	A30	3957828.059	480966.7557	一般调查区
31	A31	3957889.609	480949.0399	一般调查区
32	A32	3957894.246	481011.1127	一般调查区
33	A33	3957925.901	480953.3608	一般调查区
34	A34	3957926.05	481010.5041	一般调查区
35	A35	3957935.46	480980.9727	一般调查区
36	A36	3957583.772	480748.6718	一般调查区
37	A37	3957630.886	480858.0281	一般调查区
38	A38	3957661.759	480895.9595	一般调查区
39	A39	3957638.98	480957.1125	一般调查区
40	A40	3957671.821	481011.8722	一般调查区
41	A41	3957644.652	481042.1065	一般调查区
42	A42	3957670.174	480988.4747	一般调查区
43	A43	3957614.356	480791.4293	一般调查区
44	A44	3957611.084	480836.1883	一般调查区
45	B01	3957699.129	480782.0586	一般调查区
46	B02	3957722.817	480789.3361	一般调查区
47	B03	3957693.047	480677.5061	一般调查区
48	B04	3957717.678	480852.9534	一般调查区
49	B05	3957660.326	480853.6027	一般调查区
50	B06	3957652.033	480793.2571	一般调查区

序号	点位	坐标		区域
		X	Y	
51	B07	3957687.63	480854.0443	一般调查区
52	B08	3957723.078	480727.457	一般调查区
53	B09	3957691.702	480718.0262	一般调查区
54	B10	3957652.247	480749.1309	一般调查区
55	C01	3957478.53	480920.7597	一般调查区
56	C02	3957475.079	480949.174	一般调查区
57	D01	3957598.619	480826.4157	重点调查区
58	D02	3957554.285	480776.7492	重点调查区
59	D03	3957579.847	480791.0992	重点调查区
60	D04	3957558.934	480820.4914	重点调查区
61	D05	3957555.507	480845.776	重点调查区
62	D06	3957590.463	480852.2996	重点调查区
63	D07	3957554.706	480867.1778	重点调查区
64	D08	3957918.467	480896.9779	重点调查区
65	D09	3957954.043	480934.3882	重点调查区
66	D10	3957948.208	480895.7607	重点调查区
67	D11	3957907.646	480932.1615	重点调查区
68	E01	3957975.359	481011.0494	一般调查区
69	E02	3957987.547	480881.375	一般调查区
70	E03	3958038.429	480881.8234	一般调查区
71	E04	3957947.297	481091.5322	一般调查区
72	E05	3957989.723	481094.2778	一般调查区
73	E06	3958023.838	481039.4124	一般调查区
74	E07	3957970.583	480991.5664	一般调查区
75	E08	3957986.031	480924.5157	一般调查区
76	E09	3957978.187	480952.2644	一般调查区
77	E10	3958035.973	480913.46	一般调查区
78	E11	3958015.047	480945.0676	一般调查区
79	E12	3957982.547	480975.9239	一般调查区
80	E13	3958020.65	480998.1536	一般调查区
81	E14	3957981.476	481042.5116	一般调查区
82	E15	3957993.587	481042.2726	一般调查区

序号	点位	坐标		区域
		X	Y	
83	F01	3957502.918	480988.4918	重点调查区
84	F02	3957532.348	480961.6997	重点调查区
85	F03	3957553.714	480966.2754	重点调查区
86	F04	3957565.514	481010.3921	重点调查区
87	F06	3957596.366	480957.4471	重点调查区
88	G01	3957564.911	480919.2721	一般调查区
89	H01	3957851.914	480918.8136	一般调查区
90	H02	3957892.513	480870.4473	一般调查区
91	H03	3957882.928	480914.6396	一般调查区
92	H04	3957838.058	480810.8957	一般调查区
93	H05	3957846.45	480864.4451	一般调查区
94	H06	3957833.381	480730.7964	一般调查区
95	H07	3957809.089	480814.7559	一般调查区
96	H08	3957815.486	480855.4248	一般调查区
97	H09	3957816.212	480894.289	一般调查区
98	H10	3957806.021	480770.9652	一般调查区
99	H11	3957624.572	480887.1397	一般调查区
100	H12	3957602.616	480905.6806	一般调查区
101	H13	3957630.329	480925.9137	一般调查区
102	H14	3957611.991	480929.9311	一般调查区
103	I01	3957495.653	480940.8838	一般调查区
104	I02	3957514.393	480907.6734	一般调查区
105	I03	3957551.744	480937.0666	一般调查区
106	J01	3957880.876	481072.0277	一般调查区
107	J02	3957920.803	481056.9154	一般调查区
108	J03	3957908.914	481076.2069	一般调查区
109	J04	3957886.347	481054.0157	一般调查区
110	K01	3957834.737	481075.5614	一般调查区
111	K02	3957843.21	481050.5493	一般调查区
112	L01	3957448.729	480912.0768	一般调查区
113	L02	3957461.132	480965.606	一般调查区
114	M01	3957621.291	480647.6595	一般调查区

序号	点位	坐标		区域
		X	Y	
115	M02	3957615.228	480680.1168	一般调查区
116	M03	3957663.721	480647.5478	一般调查区
117	M04	3957662.094	480685.1485	一般调查区
地下水点位布设情况				
1	GW01	3957621.291	480647.6595	一般调查区
2	GW02	3957693.047	480677.5061	一般调查区
3	GW03	3957722.817	480789.3361	一般调查区
4	GW04	3957716.155	480888.5299	一般调查区
5	GW05	3957771.24	480905.7277	一般调查区
6	GW06	3957757.451	480725.1062	一般调查区
7	GW07	3957935.46	480980.9727	一般调查区
8	GW08	3957851.914	480918.8136	一般调查区
9	GW09	3957834.737	481075.5614	一般调查区
10	GW10	3957551.268	480721.3746	一般调查区
11	GW11	3957554.706	480867.1778	重点调查区
12	GW12	3957596.366	480957.4471	重点调查区
13	GW13	3957838.058	480810.8957	一般调查区
14	GW14	3957989.723	481094.2778	一般调查区
15	GW15	3957671.821	481011.8722	一般调查区
16	GW16	3957948.208	480895.7607	重点调查区
17	GW17	3958038.429	480881.8234	一般调查区
18	GW18	3957502.918	480988.4918	重点调查区
19	GW19	3957448.729	480912.0768	一般调查区
土壤对照点位布设情况				
1	S-DZ01	481121.4485	3958094.269	厂区外东北
2	S-DZ02	480548.3774	3957628.987	厂区外西南
地下水对照点位布设情况				
1	GW-DZ01	480529.1526	3957537.833	厂区外西南
2	GW-DZ02	481084.0923	3957051.109	厂区外东北

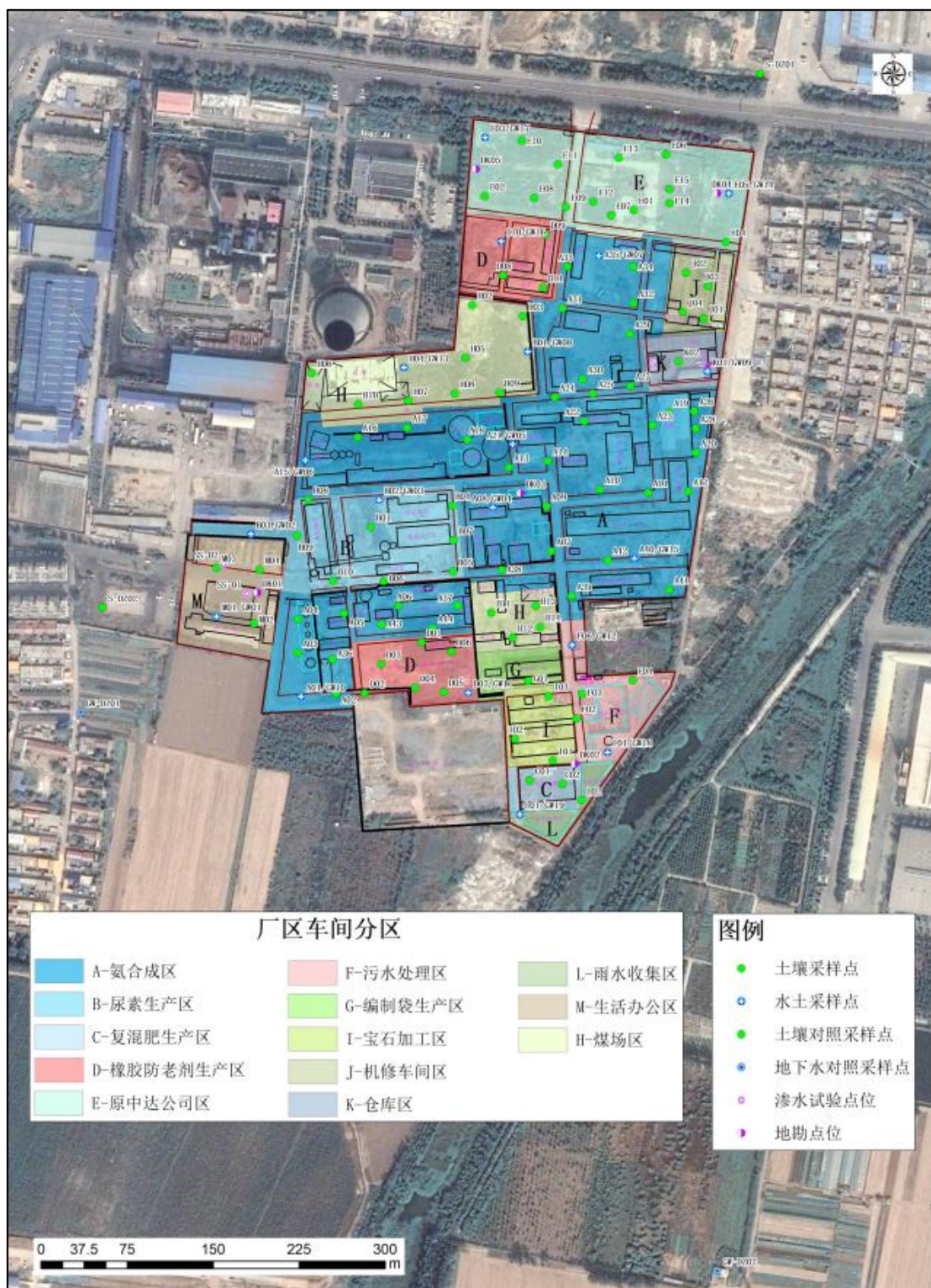


图 4.1-2 布点位置图

2、采样深度

(1) 土壤采样深度

根据已收集的地勘资料显示,地块土壤组成由上而下依次为杂填土、素填土、

粉质黏土、粗砂。

杂填土层厚 0.80m~1.00m; 素填土土质以粘性土为主, 层底埋深 1.20~1.40m; 粉质粘土含少量铁锰质氧化物及钙质结核(直径 3~5cm), 层底埋深 4.10~4.90m; 粉质粘土含较多砂粒, 层底埋深 7.50-8.10m, 本层土具有压缩性, 且本层土中有中砂夹层; 粗砂, 成分以石英、长石为主, 向下颗粒变粗, 含有砾砂, 本层未揭穿, 最大揭露深度 15.30m。

地勘中从钻孔中测得地下水稳定水位埋深约 10.70m。

根据已有的地层分布, 本次调查重点区域土壤采样深度设为 12.0m, 至粉质黏土层以下的粗砂层; 一般调查区土壤采样深度设为 6.0 米, 为粗砂层以上粉质黏土层。在实际采样时, 根据样品的快速检测情况和气味情况予以调整。

经统计, 本厂的地下设施包括: 污水处理生化水池深 6.5 米, 合成循环水热水池深 2.5 米, 北循环水热水池深 2.5 米, 造气沉淀池 1 米, 造气热水池 1.5 米。其中污水处理生化水池处于重点区域, 取样深度为 12m, 远超水池深度, 其他区域取样深度为 6m, 超过各地下设施深度。各地下设施周边均布设有点位。

根据《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ 25.2-2019) 要求: 对于每个工作单元, 表层土壤和下层土壤垂直方向层次的划分应综合考虑污染物迁移情况、构筑物及管线破损情况、土壤特征等因素确定。采样深度应扣除地表非土壤硬化层厚度, 原则上应采集 0~0.5m 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, 建议 0.5~6 m 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。

综合以上因素, 确定本地块土壤取样深度分别为: 0.5m、1.0m、2.5m、4.5m、6.0m、7.5m、9.0m、10.5m、12.0m, 采样时以不同深度土壤颜色、气味等感官性指标, 现场快速检测数据, 确定是否需要增加采样深度或停止采样。

(2) 地下水采样深度

地下水采样深度应依据场地水文地质条件及调查获取的污染源特征进行确定。根据已获取的地勘资料得知, 该场地地下水类型主要为孔隙潜水。孔隙潜水主要赋存于第 5 层(粗砂层)中, 其补给来源主要为地表水及大气降水。根据

以上地勘资料，本次地下水采样井井深初设 15m，不透水白管 0~8m，透水花管 8~15m。经分析判断，企业不存在 DNAPL 和 LNAPL，采样深度可在地下水水位线 0.5 m 以下。具体采样深度情况可根据现场实际情况进一步确认和识别。

在地块外部扰动较少、工业活动较少的地区采集土壤对照采样点。选取在地块外部区域的东北、西南方向上，在地块边界外 500-1000 m 位置。

4.1.3 采样前准备

根据国家相关规范，环境调查采样工作需采用专业的调查设备。在现场调查工作正式开展之前，准备好所需的设备及材料，主要的设备及材料清单详见表 4.1-5 和图 4.1-3。

表 4.1-5 现场调查设备及材料

用途	设备及材料
测绘与探测	Trimble R8 GNSS 定位仪、NOGGIN 100 探地雷达
现场快速检测	XRF-793 便携式重金属分析仪、MESA-50 X 射线荧光分析仪、EC110 便携式电导率速测仪
土壤样品采集	美国 Geoprobe Direct Push 采样设备、地勘百米钻、土样管帽，特氟龙封口膜，环刀，取样铲，土样瓶（盒）
地下水样品采集	地勘百米钻采样设备、地下水监测井井管、建井材料（膨润土、石英砂、水泥等）、水位尺、低流量采样系统-便携式泵（MicroPurge Sampling System）贝勒管、水样瓶
调查信息记录	激光测距仪、数码相机、标签纸、记号笔、采样记录单
建筑物表面采样	铁锤、取样铲等
样品保存	保温样品箱、蓝冰
安全防护	防毒面罩、防护手套、防护眼镜、防护服、防护鞋



Geoprobe 土壤采样设备



地勘钻机



冲击钻



贝勒管

图 4.1-3 现场采样设备

4.1.4 定点测绘

为了精确获取调查区域及采样点位的实际地形、坐标、高程等地理信息，我方委托了专业测绘公司为整个调查区域进行现场定点测绘。

本次定点测绘仪器采用 Trimble R8 GNSS。Trimble R8 GNSS 是一款多通道、多频带的集接收机、天线和数传电台于一体的 GNSS(Global Navigation Satellite System)系统。支持 GNSS 的 TRIMBLER 跟踪技术基于一个全新增强性 RTK 解算。Trimble R8 GNSS 综合了先进的接收机技术和经过验证的系统设计，可以提供最高的精度和生产力。本次测绘工作的整个操作过程都执行了表 4.1-6 中的相关国家标准。本次测绘、探测工作内容按时间先后分为两个阶段：计划采样点放点；实际采样点复核测绘，测绘内容见表 4.1-7。测绘设备见图 4.1-4 所示。

表 4.1-6 测绘执行技术标准

序号	标准名称	标准代号
1	《全球定位系统(GPS)测量规范》	GB/T 18314-2009
2	《1:500 1:1000 1:2000 外业数字测图技术规程》	GB/T 14912-2005

表 4.1-7 定点测绘工作

测绘仪器	测绘内容	工作时间
RTK	土壤与地下水采样点坐标及高程的测绘	2019 年 10 月



图 4.1-4 现场测绘设备

4.1.5 地块地质和水文地质

一、地块水文地质

2019 年 10 月，为获取调查区域的土层的空间分布规律、地层岩性、地质构造、地貌特征、土层分类、水文地质条件、各土层的理化性质等参数（为场地风险评估提供实测土壤参数），本次调查委托专业地勘单位（上海广联环境岩土工程股份有限公司）开展了相关现场勘察和室内试验。工作量表见表 4.1-8。

表 4.1-8 勘查工作量表

项目		单位	工作量	备注
外业勘察	机钻取土孔	m/孔	125/5	所有孔深均为 25m
	渗透试验	组	2	
	取原状土样	件	20	
室内试验	物理试验	组	20	
	渗透试验	件	20	

本次调查布置机钻取土孔 5 个，孔深均为 25m。依据《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2016，2016 年版）及本次钻探结果，本区所属范围为第四系河湖相沉积地层，最大勘探深度（25.0m）范围内，现将本区地层分为五层，从上至下岩性分述如下：

人工填土层（ Q^{ml} ）：总厚度为 0.7~1.6m 不等，主要由杂填土、素填土组成。素填土在该区域大部分分布，颜色呈灰褐色，以粉质粘土为主，厚度在 0.7m 左

右，局部厚度达 1m 左右；杂填土，杂色，在局部小范围分布。人工填土结构松散，力学强度低，固结性差，未经人工处理不能作为天然地基。

粉质粘土（ Q_{43}^{al+dl} ）：呈黄褐色，可塑，土质部均，切面光滑，含零星钙化物，在地块大部范围分布。

粉质粘土（ Q_{43}^{al+dl} ）：呈灰褐色，可塑，土质不均，切面光滑，含氧化物。在地块大部范围分布。

中砂（ Q_{43}^{al+dl} ）：呈黄褐色，密实，饱和，主要矿物成分为长石、石英为主，含零星砾石，在地块内有连续分布。

⑤粉质粘土（ Q_4^{3al+dl} ）：呈黄褐色，可塑，土质不均，含氧化物及钙化物。在地块分布连续且稳定。

表 4.1-9 土层常规物理性质参数统计结果一览表

样品编号	土层编号	天然状态下的物理性指标		
		含水率	容重	颗粒密度
		W	γ	ρ
		%	kN/m ³	g/cm ³
DK01-1	第②层粉质粘土	23.6	19.3	2.73
DK01-2	第③层粉质粘土	22.2	19.9	2.73
DK01-3	第④层中砂	14.6	21.2	2.68
DK01-4	第⑤层粉质粘土	24.2	19.6	2.73
DK02-1	第②层粉质粘土	21.8	19.8	2.73
DK02-2	第③层粉质粘土	31.4	18.5	2.72
DK02-3	第④层中砂	19.3	20.3	2.68
DK02-4	第⑤层粉质粘土	22.4	19.6	2.73
DK03-1	第②层粉质粘土	21.4	19.9	2.73
DK03-2	第③层粉质粘土	24.3	19.4	2.73
DK03-3	第④层中砂	24.0	19.5	2.73
DK03-4	第⑤层粉质粘土	16.4	21.2	2.69
DK04-1	第②层粉质粘土	21.6	20.0	2.73
DK04-2	第③层粉质粘土	24.2	19.2	2.73
DK04-3	第④层中砂	14.2	21.0	2.68
DK04-4	第⑤层粉质粘土	23.2	19.7	2.73
DK05-1	第②层粉质粘土	20.8	20.2	2.73

样品编号	土层编号	天然状态下的物理性指标		
		含水率	容重	颗粒密度
		W	γ	ρ
		%	kN/m ³	g/cm ³
DK05-2	第③层粉质粘土	26.1	19.1	2.74
DK05-3	第④层中砂	18.7	20.4	2.68
DK05-4	第⑤层粉质粘土	36.5	17.6	2.73

注：孔隙度（n）与孔隙比（ e_0 ）换算公式： $n=e_0/(1+e_0)$ ；

根据室内渗透试验并结合同类岩性土层的已有地质资料和相关工程经验综合分析，在本地块勘探深度范围内建议各主要土层的渗透系数综合取值如表 4.1-10 所示：

表 4.1-10 主要土层的渗透系数综合取值建议

层号	岩性	渗透系数（cm/s）		备注
		垂直渗透系数	水平渗透系数	
第②层	粉质粘土	8.31E-07	1.18E-06	相对隔水层
第③层	粉质粘土	7.38E-07	1.24E-06	相对隔水层
第④层	中砂	8.51E-04	8.90E-04	含水层
第⑤层	粉质黏土	6.60E-07	1.35E-06	相对隔水层

地块包气带厚度 1.7~4.5m，垂向结构较单一，呈层状分布，主要岩性为粉质粘土，黄褐色、可塑。通过包气带双环渗水试验，厂区包气带平均垂向渗透系数 $1.59 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 。参照《水利水电工程地质勘察规范》（GB50487-2008）岩土体的渗透性分级，勘察区包气带渗透性能为中等透水，局部为弱透水。



图 4.1-5 现场渗水试验

二、地下水稳定水位

现场根据钻井情况显示,稳定水位埋深为 6.18-7.25m,稳定水位标高为 45.28-45.44m,潜水含水层整体位于第④层中砂土,即赋存于中砂中。用快速检测仪对本次的 19 个监测井点位的地下水稳定水位进行了监测,检测结果见表 4.1-11。根据现场获取的数据,判别整个地块各个区域地下水流向。

总体来看,地下水水位标高在 43.7578~45.4385m 之间波动,西南侧地下水水位最深,总体地块由东北向西南侧径流,见图 4.1-6。

表 4.1-11 地下水稳定水位

点位	Y	X	地面标高	水位埋深	地下水标高
GW01	3957621.291	480647.6595	51.8012	6.94	44.8612
GW02	3957693.047	480677.5061	51.6992	6.77	44.9292
GW03	3957722.817	480789.3361	51.9243	6.89	45.0343
GW04	3957716.155	480888.5299	51.3345	6.29	45.0445
GW05	3957771.24	480905.7277	51.7393	6.47	45.2693
GW06	3957757.451	480725.1062	51.624	6.48	45.144
GW07	3957935.46	480980.9727	51.9013	6.71	45.1913
GW08	3957851.914	480918.8136	51.8791	6.6901	45.189
GW09	3957834.737	481075.5614	52.0246	6.81	45.2146
GW10	3957551.268	480721.3746	51.9834	6.71	45.2734
GW11	3957554.706	480867.1778	52.238	6.97	45.2680
GW12	3957596.366	480957.4471	52.5363	7.2501	45.2862

点位	Y	X	地面标高	水位埋深	地下水标高
GW13	3957838.058	480810.8957	52.0799	6.7301	45.3498
GW14	3957989.723	481094.2778	51.6185	6.18	45.4385
GW15	3957671.821	481011.8722	51.9249	6.62	45.3049
GW16	3957948.208	480895.7607	51.924	6.77	45.1540
GW17	3958038.429	480881.8234	52.1217	7.01	45.1117
GW18	3957502.918	480988.4918	51.8394	6.8	45.0394
GW19	3957448.729	480912.0768	51.9179	8.1601	43.7578



图 4.1-6 地下水等水位线图

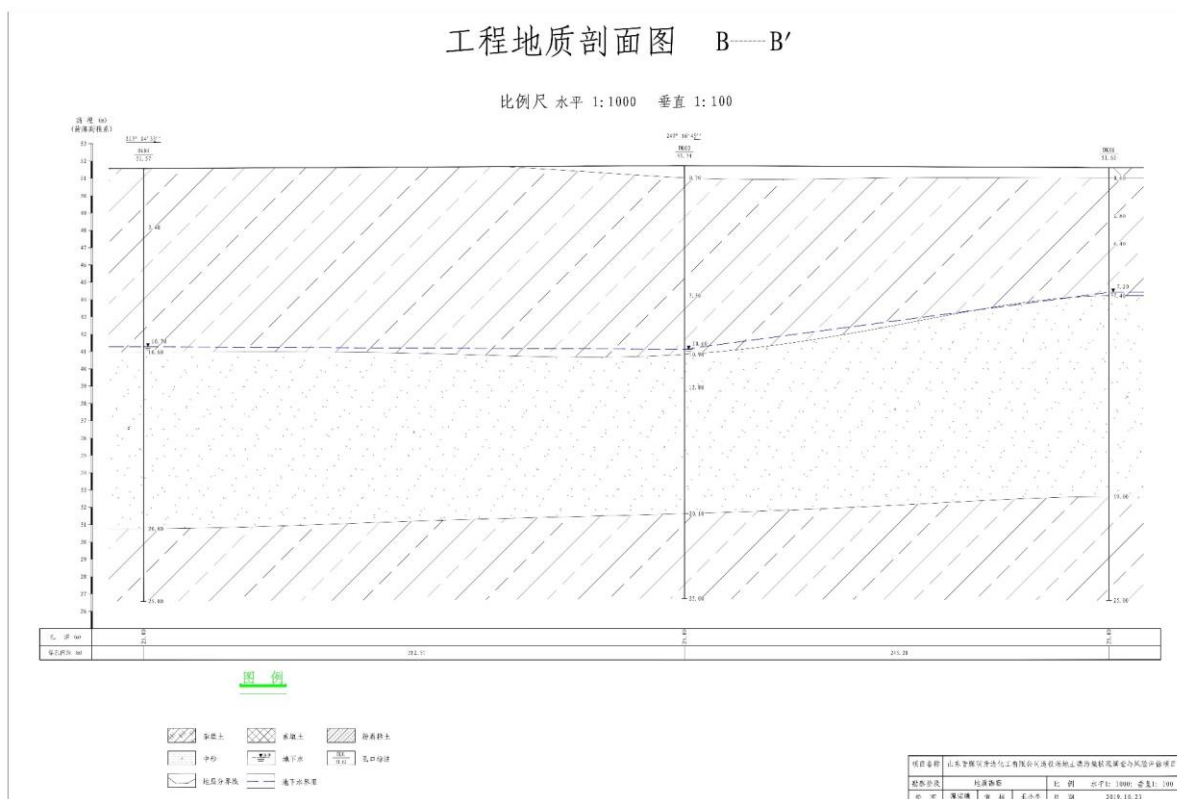
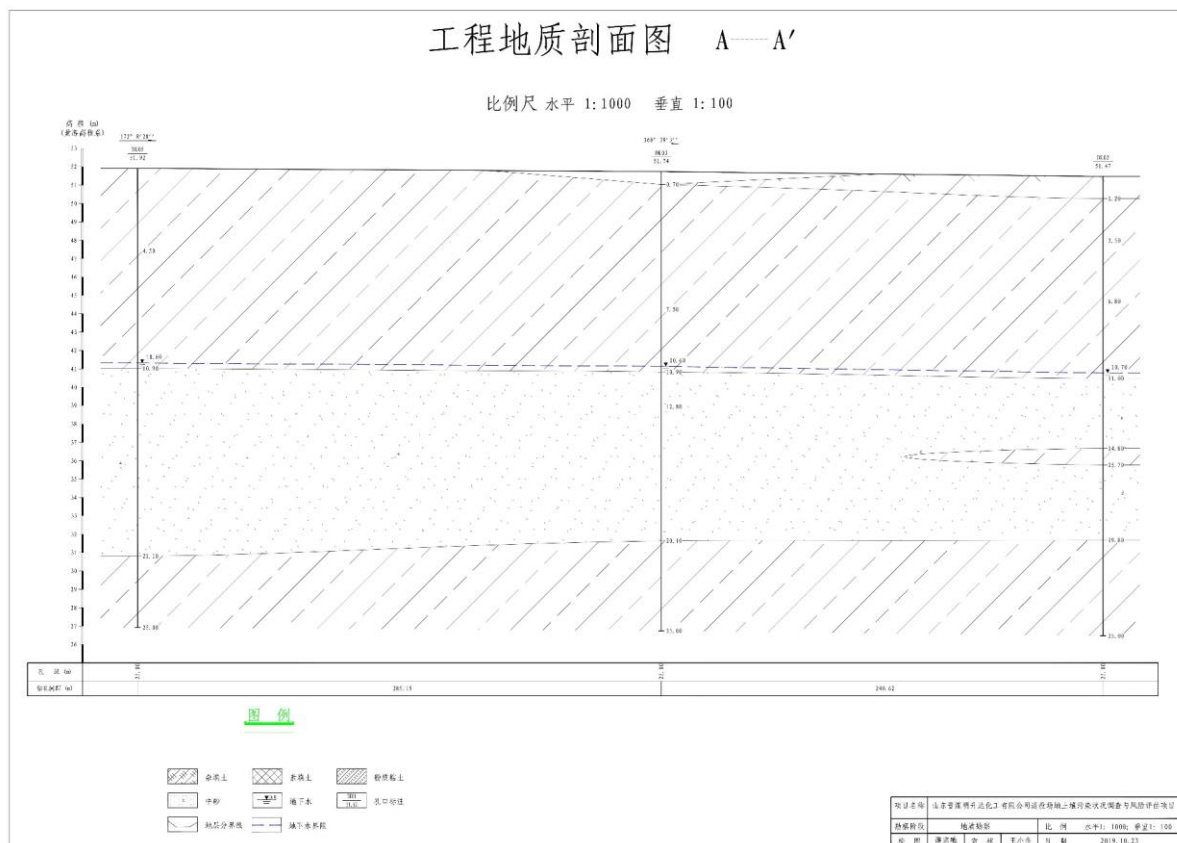


图 4.1-7 工程地质剖面图

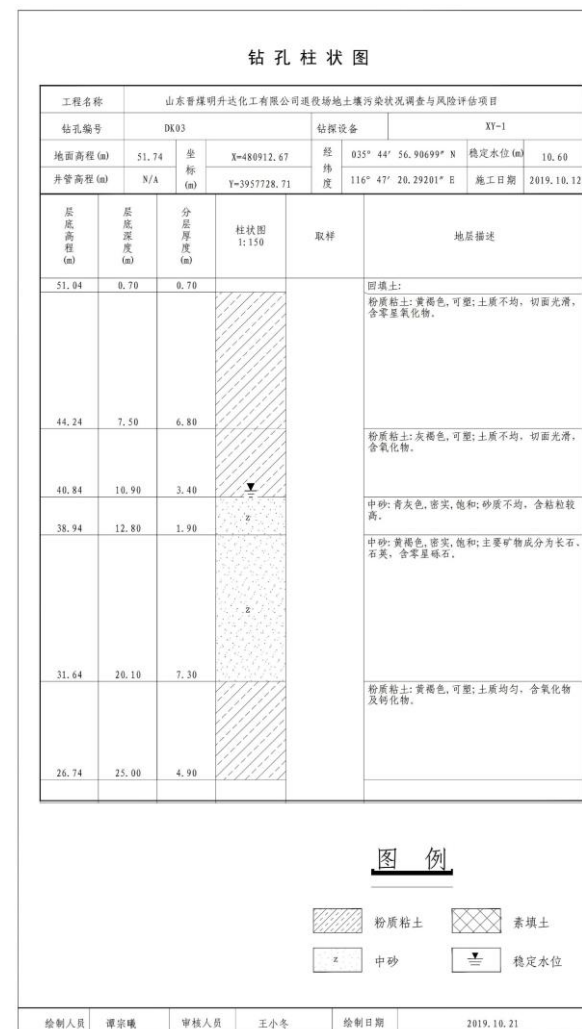
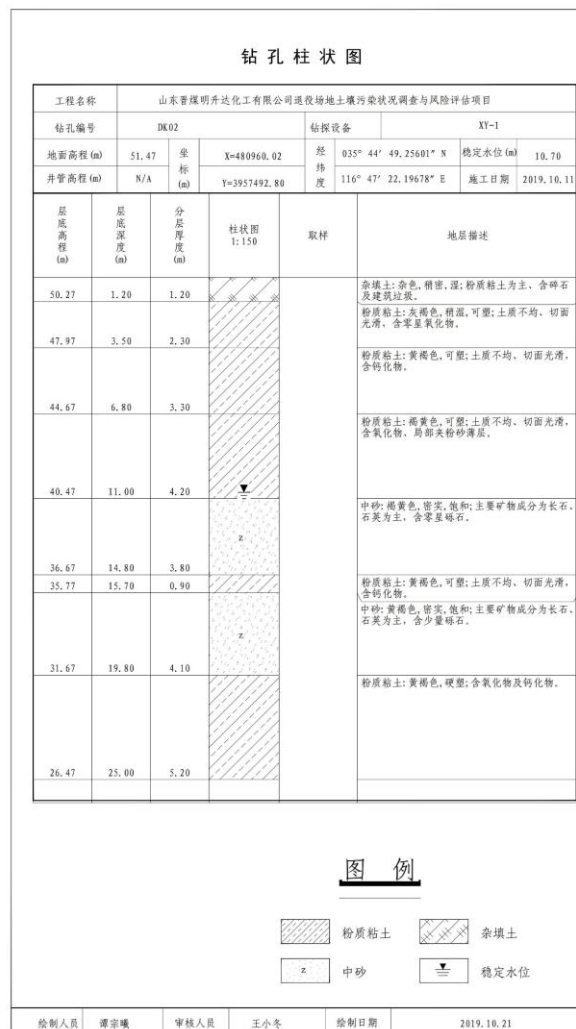


图 4.1-8 (a) 地块钻孔柱状图

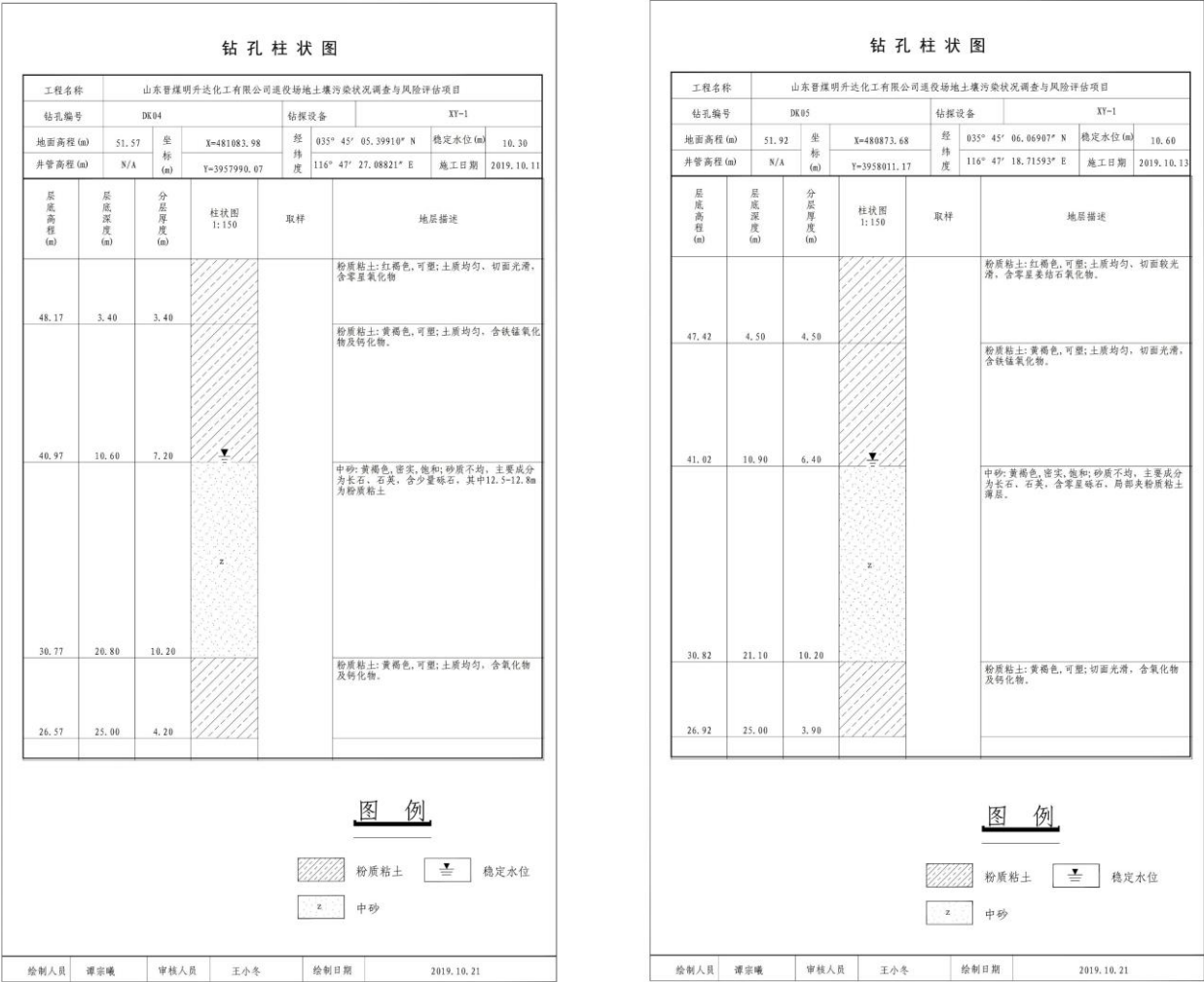


图 4.1-8 (b) 地块钻孔柱状图

4.1.6 现场快速检测

对采集到的土壤、地下水样品，调查人应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，可考虑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、地下水样品是否有异色、异味等非自然状况。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味，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。

本次前期调查中，针对各种样品采用的快速测试手段及指标如表 4.1-12 所示。快速检测设备见图 4.1-9。

表 4.1-12 现场快速鉴别测试手段及检测指标

样品类型	快速鉴别测试手段	检测指标
土壤	嗅觉判断，光离子化检测器（PID）	总挥发性有机物
	便携式 X 射线荧光光谱分析（XRF）	Cu、Mn、Zn、Cd、Cr、As、Hg、Pb 等 13 种元素的含量
地下水	感观判断（观察油花、异味、异色），pH 值	pH，氧化还原电位（ORP），温度



XRF 便携式重金属分析仪

PID 便携式光离子化检测器

图 4.1-9 现场快速检测设备

4.1.7 样品采集

(1) 土壤样品采集

参照《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）要求，本次土壤采样的长度间隔为 1.5m，具体间隔可根据实际情况适当调整。对以上不同深度的地块土壤需分别采样。若在采样现场通过感官或现场检测设备发现土壤有颜色、气味等异样时，应补取相应位置样品。

土壤样品取出以后，根据检测项目的要求制备样品。对用 Geoprobe 采集的土壤样品，半径 20mm 的取样管，截取 20-30cm，截取后立即使用特氟龙膜将两端贴封，并用专用密封盖盖紧，管体上贴上标签，注明样品编号、采样日期、采样人等信息。

(2) 地下水样品采集

①地下水监测井对井设置

按照地块地质地层分布情况设置地块地下水监测井类型：深度为 25m，钻进至粉砂层或粉砂层下部粘土层。在此深度范围内放入井管，筛管位置为-8~-20 米，主要采集粉砂层地下水。

②地下水监测井建设规格及采样技术要求

监测井的安装由地块调查取样专业地勘公司采用旋挖钻机在本单位专业人员的指导下进行。

监测井钻探完成后，安装一根封底的内径为 70mm 的硬质 PVC 井管，硬质

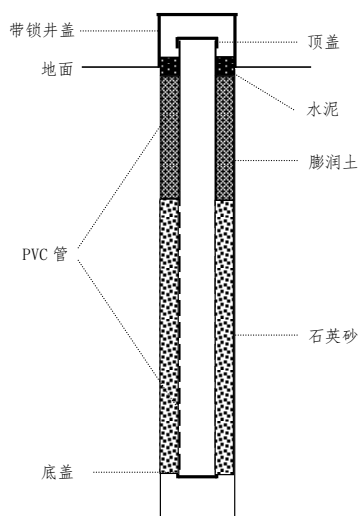


图 4.1-10 地下水监测井剖面示意

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。筛管部分表面含水平细缝，细缝宽为 0.25mm。监测井的深度和筛管的安装位置由专业人员根据现地块下水位的相对位置及各监测井的不同监测要求综合考虑后设定。

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

坪处。地下水监测井剖面示意图见图 4.1-10 所示。

监测井安装完成后,必须进行洗井,以清除监测井内初次渗入的地下水中夹杂的混浊物,同时也可以提高监测井与周边地下水之间的水力联系。洗井工具为气压式洗井器,洗井时所需抽提出来的水量应大于监测井总量的 3 倍。洗井完成后,待监测井内地下水稳定后,方可进行地下水采集。

在监测井洗井稳定 24 到 48 小时后,需对监测井中地下水的 pH 值、电导率、温度等指标进行测定,读数稳定在 $\pm 10\%$ 以内,方可进行地下水样的采集。采用工具为贝勒管,为避免监测井中发生混浊,贝勒管放入和提出时应缓慢进行。

每个水样采样点采集 3.08L 水样,待样品取出以后,按照分析指标的不同分别放置在不同样品瓶中,水样应装满样品瓶,加盖时沿瓶口平推去除表层气泡后盖紧,以确保样品瓶中水体充满无气泡。样品瓶体上贴上标签,注明样品编号、采样日期、采样人等信息。样品制备完成后立即放置 0-4°C 冷藏箱中保存,并在 48 小时内送至实验室分析。

现场测绘、样品采集、地勘工作场景见图 4.1-11 至 4.1-15。



图 4.1-11 定点测绘



图 4.1-12 现场钻孔



图 4.1-13 土壤样品和地勘样品



图 4.1-14 地下水建井和洗井



图 4.1-15 地下水样品采集

4.1.8 二次污染防控

细化分析采样实施环节与程序,分析现场调查采样过程中产生环境二次污染的可能性和类型,制定有针对性的二次污染防控措施,避免了由于人为原因对环境造成的二次污染,具体二次污染防控措施见表 4.1-13 所示。

表 4.1-13 现场调查采样二次污染防治措施

序号	二次污染防治措施	防控目的
1	土样采集完成后，立刻用水泥膨润土将所有取样孔封死	防止人为的造成土壤、地下水中污染物的迁移
2	地下水监测井设置时，将建井循环用水及时收集清理	防止受污染循环水二次污染环境
3	地下水采样时，用耐腐蚀密封桶，将洗井产生的废水，进行现场封存	防止污染地下水二次污染环境
4	现场工作时，将产生的废弃物垃圾等，收集后带离现场	防止人为产生的废弃物污染环境

4.1.9 现场调查异味情况

一、土壤异味情况

现场采样过程中，用快速检测仪（PID）对每个点位的土壤样品均进行了现场有毒气体检测，检测结果见附录。根据现场获取的数据和人嗅觉感官判断，判别整个地块各个区域土壤异味情况。发现，整个地块异味点位主要分布于污水处理区、橡胶防老剂生产区、煤场和脱碳区域。另外，尿素生产区氨味较大。除极个别点位较高外，整体上 PID 读数偏低。

根据判别，绘制地块土壤刺激性异味分布图，见图 4.1-16 所示。图中红色点位表示土壤样品存在强烈异味，黄色点位表示土壤样品有轻微异味，绿色点位表示土壤样品无明显异味。异味及具体区域见表 4.1-14。

表 4.1-14 土壤异味点位分布

异常点位	深度	情况	分布区域	原辅料
A06	4.2-4.5m	轻微异味	尿素生产区	无烟煤、蒸汽、碳酸丙烯酯
A08	0-9.0m	强烈刺激性气味	尿素生产区	
A09	0.7-1.0m	轻微异味	尿素生产区	
A24	0-2.5m	氨气味	尿素生产区	
A27	0-7.5m	强烈氨气味	尿素生产区	
A30	0-6.0m	轻微油味	尿素生产区	
A39	0-6.0m	强烈刺激性气味	尿素生产区	
A43	0-10.5m	轻微化学品味	尿素生产区	
D02	7.2-7.5	强烈异味	橡胶防老剂生产区	对氨基苯酚、甲基异丁基酮、甲酸、丙酮、甲苯、盐酸、苯胺
D06	8.3-10.5	轻微异味	橡胶防老剂生产区	
D07	0-10.5	强烈刺激性气味	橡胶防老剂生产区	

异常点位	深度	情况	分布区域	原辅料
D08	0-1.0	强烈氨气味	橡胶防老剂生产区	
D09	0-0.5	强烈刺激性味	橡胶防老剂生产区	
D10	0.5-2.5	强烈刺激性味	橡胶防老剂生产区	
D11	0-12.0	轻微异味	橡胶防老剂生产区	
E08	0-2.5	轻微异味	原中达公司区	/
E11	0-2.5	强烈刺激性味	原中达公司区	/
F06	0-12.0	刺激性味	污水处理区	污水处理站
H10	0-2.5	强烈氨气味	煤场区	/
L02	7.2-7.5	有轻微异味	雨水收集区	雨水收集池

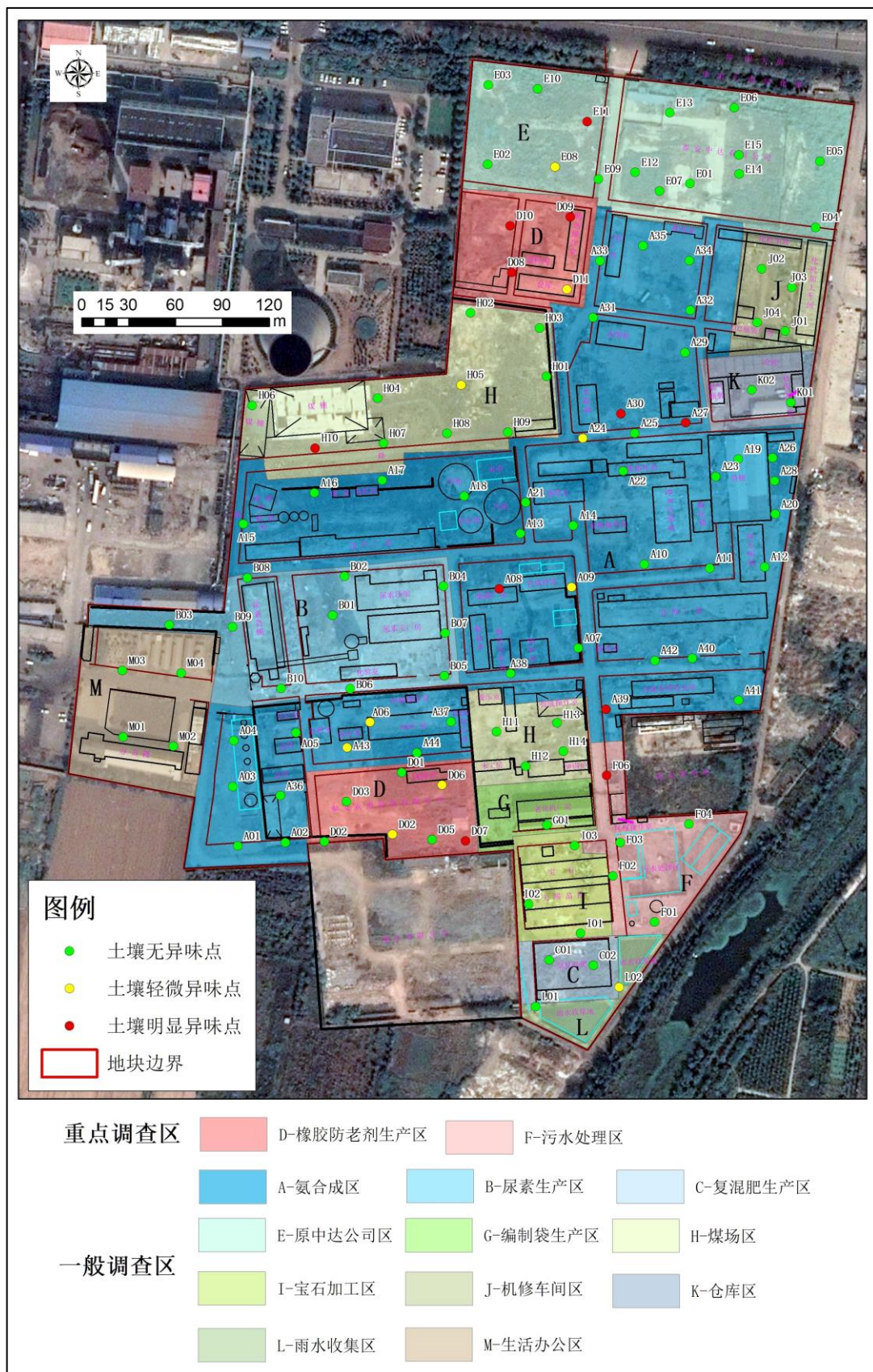


图 4.1-16 土壤异味点位分布情况

二、地下水异味情况

现场采样过程中，用快速检测仪对每个点位的地下水样品均进行了 pH、电导率、水温和溶解氧的检测，检测结果见附件 4。通过现场气味判别，整个地块地下水异味点为 GW02、GW04、GW08、GW11、GW12、GW15 共计 6 个点（见表 4.1-15），分布见图 4.1-17。

表 4.1-15 地下水异味点位分布

点位	具体分布	与土壤异味点对照情况
GW02	尿素生产区	周边无土壤异味点
GW04	尿素生产区	周边 A08 具有明显异味
GW08	煤场区	周边 H05、A24、A30 具有明显异味
GW11	橡胶防老剂生产区	周边 D07 具有明显异味
GW12	水处理区	周边 F06 具有明显异味
GW15	尿素生产区	周边 A39 具有明显异味

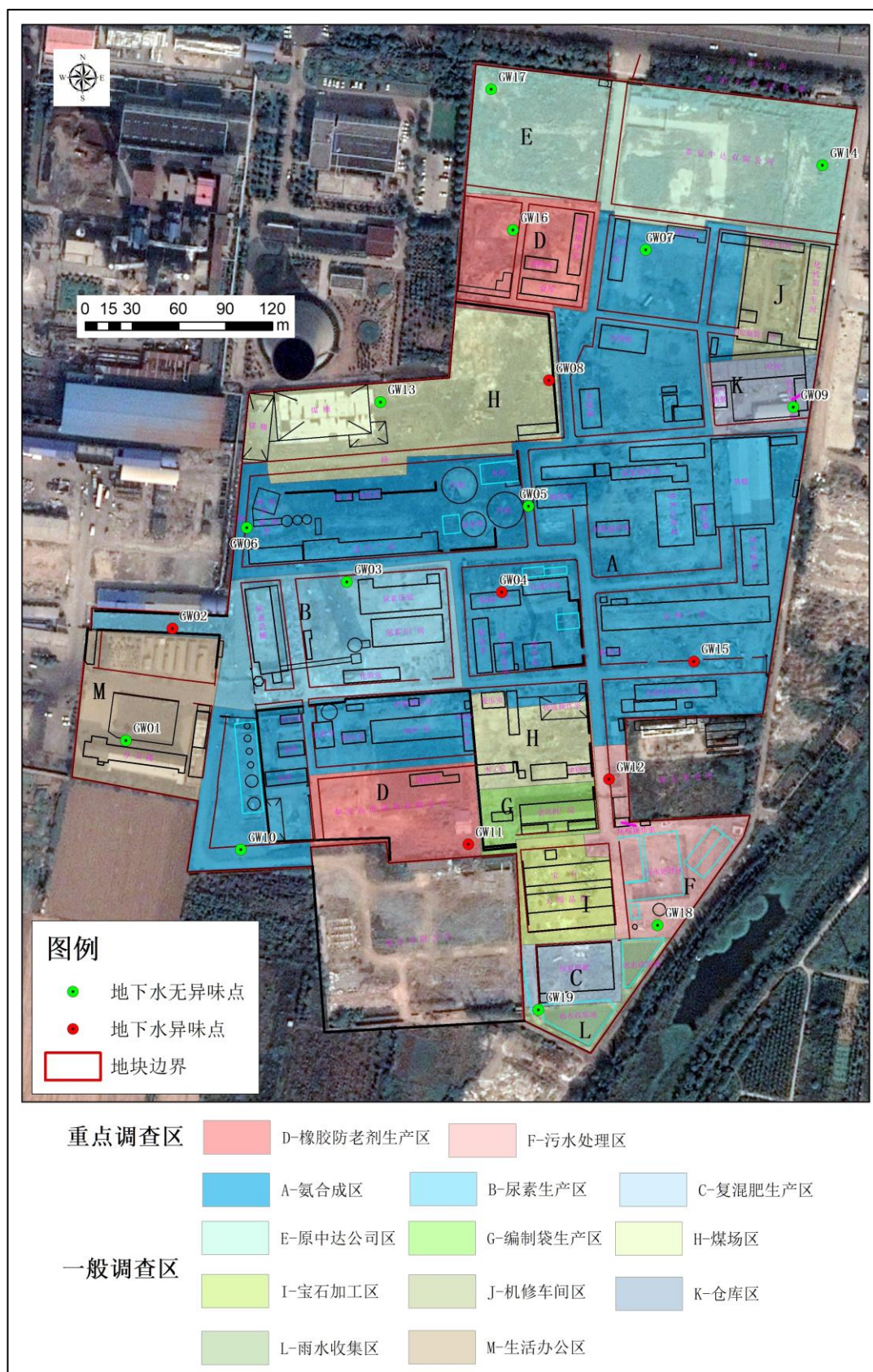


图 4.1-17 地下水异味点位分布情况

4.2 实验室检测分析

4.2.1 检测原则

依据现场对于样品气味、PID 检测结果等因素的识别,同时参考工厂生产布局、地块现场污染识别结论、采样点所在位置、水文地质条件,对样品进行检测。

检测指标的设置遵循“规范性、经验性、针对性”的基本原则:

规范性:按照国家相关标准、技术规范、指南等中的相关规定,如《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中规定的基本项目,《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ 25.1-2019)中的规定;

经验性:充分参考借鉴国内已开展类似场地环境调查成果;

针对性:根据地块企业生产历史、生产信息、生产工艺特点、原辅材料、企业废物类型及处置等,设置针对性的检测指标。

根据上述原则,合理设置土壤和地下水样品检测指标。

4.2.2 检测分析项目

根据上述原则,在满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中的 45 项基本项的要求,结合本地块确定的特征污染物:多环芳烃类(16 种)、石油烃(C10-C40)、砷、汞、铜、氨氮、苯胺、二甲苯、甲苯、苯、苯酚、1,2-二溴-3-氯丙烷、乙苯,设置本次调查土壤检测项。

地下水则在满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中表 1 的常规 37 项且涵盖《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 项基本项基础上,结合本地块确定的特征污染物设置本次检测项。

综合以上因素,设置土壤、地下水检测项目具体情况见下表 4.2-1:

表 4.2-1 土壤及地下水检测依据及指标

指标	依据	指标
土壤指标	《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600—2018)、企业生产涉及的特征污染物	《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600—2018)中规定的 45 项基本项以及氨氮、石油烃、1,2-二溴-3-氯丙烷、多环芳烃(萘烯、萘、芴、菲、芘、苯并(g,h,i)芘、蒽、荧蒽)、苯酚

地下水指标	《地下水质量标准》（GBT14848-2017）、《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）、企业生产涉及的特征污染物	《地下水质量标准》（GBT14848-2017）中表 1 的常规 37 项、另外涵盖《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 项基本项、石油烃、1,2-二溴-3-氯丙烷、多环芳烃（萘烯、萘、芴、菲、芘、苯并（g,h,i）芘、蒽、荧蒽）
-------	---	---

注：《地下水质量标准》（GBT14848-2017）中含有挥发酚，因此不再单独检测苯酚。

4.2.3 检测分析方法

表 4.2-2、表 4.2-3 中列出了本次检测分析项目中所使用的方法。参照《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 3660-2018）、《地下水质量标准（GBT14848-2017）》及美国环保署相关技术标准等相关文件对分析方法的要求，对实验室检测方法一致性与检测方法资质进行了确认。

表 4.2-2 土壤中目标测试化合物及检测方法

序号	污染物项目	检测实验室分析及编号	单位	检出限
1	砷	土壤和沉积物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解/原子荧光法 HJ 680	mg/kg	0.01
2	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	mg/kg	0.01
3	铬（六价）	六价铬的碱性消解 US EPA METHOD 3060A:1996、六价铬（比色法）US EPA METHOD 7196A:1992	mg/kg	0.5
4	铜	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	mg/kg	1.0
5	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	mg/kg	0.10
6	汞	土壤和沉积物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解/原子荧光法 HJ 680	mg/kg	0.002
7	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	mg/kg	3.0
8	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 605-2011	μg/kg	1.3
9	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 605-2011	μg/kg	1.1
10	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 605-2011	μg/kg	1.0
11	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 605-2011	μg/kg	1.2
12	1,2-二氯乙	土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹	μg/kg	1.3

序号	污染物项目	检测实验室分析及编号	单位	检出限
	烷	扫描集/气相色谱-质谱法HJ 605-2011		
13	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 605-2011	μg/kg	1.0
14	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 605-2011	μg/kg	1.3
15	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 605-2011	μg/kg	1.4
16	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 605-2011	μg/kg	1.5
17	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 605-2011	μg/kg	1.1
18	1,1,1,2-四氯乙烷	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 605-2011	μg/kg	1.2
19	1,1,1,2-四氯乙烷	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 605-2011	μg/kg	1.2
20	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 605-2011	μg/kg	1.4
21	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 605-2011	μg/kg	1.3
22	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 605-2011	μg/kg	1.2
23	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 605-2011	μg/kg	1.2
24	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 605-2011	μg/kg	1.2
25	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 605-2011	μg/kg	1.0
26	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 605-2011	μg/kg	1.9
27	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 605-2011	μg/kg	1.2
28	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 605-2011	μg/kg	1.5
29	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 605-2011	μg/kg	1.5
30	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 605-2011	μg/kg	1.2
31	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 605-2011	μg/kg	1.1
32	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 605-2011	μg/kg	1.3
33	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 605-2011	μg/kg	1.2
34	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 605-2011	μg/kg	1.2
35	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HJ 834-2017	mg/kg	0.09
36	苯胺	土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定	mg/kg	0.1

序号	污染物项目	检测实验室分析及编号	单位	检出限
		气相色谱-质谱法HJ 834-2017		
37	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HJ 834-2017	mg/kg	0.06
38	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HJ 834-2017	mg/kg	0.1
39	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HJ 834-2017	mg/kg	0.1
40	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HJ 834-2017	mg/kg	0.2
41	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HJ 834-2017	mg/kg	0.1
42	蒽	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	mg/kg	0.1
43	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HJ 834-2017	mg/kg	0.1
44	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HJ 834-2017	mg/kg	0.1
45	萘	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	mg/kg	0.09
46	pH值	土壤pH值的测定 电位法HJ962-2018	/	/
47	石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)	土壤和沉积物 总石油烃的测定 气相色谱法HJ 1021-2019	mg/kg	6.0
48	氨氮	HJ 634-2012 土壤 氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮的测定 氯化钾溶液提取-分光光度法	mg/kg	0.1
49	1,2-二溴-3-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 605-2011	μg/kg	1.9
50	萘烯	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	mg/kg	0.09
51	萘	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	mg/kg	0.1
52	芴	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	mg/kg	0.08
53	菲	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	mg/kg	0.1
54	芘	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	mg/kg	0.1
55	苯并(g,h,i)芘	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	mg/kg	0.1
56	蒽	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	mg/kg	0.1
57	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HJ 834-2017	mg/kg	0.2
58	苯酚	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	mg/kg	0.1

表 4.2-3 地下水中目标测试化合物及检测方法

序号	污染物项目	检测实验室分析方法及编号	单位	检出限
1	挥发性有机物	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	/	/
2	半挥发性有机物	HJ 478-2009 水质 多环芳烃的测定 液液萃取和固相萃取高效液相色谱法；EPA 8270E 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法	/	/
3	碘化物	GB-T5750.5-2006 生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标	μg/L	0.25
4	硝基苯	HJ716-2014 水质 硝基苯类化合物的测定 气相色谱-质谱法	μg/L	0.04
5	铬（六价）	GB-T7467-87 水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法	mg/L	0.004
6	砷	HJ694-2014 水质 汞砷硒铋锑的测定 原子荧光法	μg/L	0.3
7	汞	HJ694-2014 水质 汞砷硒铋锑的测定 原子荧光法	μg/L	0.04
8	镉	GB/T5750.6-2006 生活饮用水标准检验方法 金属指标	μg/L	0.5
9	铅	GB/T5750.6-2006 生活饮用水标准检验方法 金属指标	μg/L	2.5
10	铜	GB7475-87 水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法	mg/L	0.01
11	镍	GB/T5750.6-2006 生活饮用水标准检验方法 金属指标	μg/L	5
12	pH 值	GB/T6920-1986 水质 PH 值的测定_玻璃电极法		
13	硝酸盐	HJ 84-2016 水质 无机阴离子的测定 离子色谱法	mg/L	0.016
14	硫酸盐	HJ 84-2016 水质 无机阴离子的测定 离子色谱法	mg/L	0.018
15	氯化物	HJ 84-2016 水质 无机阴离子的测定 离子色谱法	mg/L	0.007
16	氟化物	HJ 84-2016 水质 无机阴离子的测定 离子色谱法	mg/L	0.006
17	氨氮	HJ535-2009 水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法	mg/L	0.025
18	亚硝酸盐(以 N 计)	GB-T5750.5-2006 生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标	mg/L	0.001
19	挥发酚	HJ503-2009 水质 挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法	mg/L	0.0003
20	总氰化物	HJ484-2009 水质 氰化物的测定 容量法和分光光度法	mg/L	0.004

序号	污染物项目	检测实验室分析方法及编号	单位	检出限
21	锰	HJ 700-2014 水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	mg/L	0.01
22	锌	GB7475-87 水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法	mg/L	0.01
23	铁	GB-T11911-1989 水质 铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光度法	mg/L	0.03
24	钠	GB-T11911-1989 水质 铁、锰的测定 火焰原子吸收分光光度法	mg/L	0.002
25	总硬度	GB/T5750.4-2006 生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标	mg/L	1.0
26	耗氧量	GB/T5750.7-2006 生活饮用水标准检验方法 有机物综合指标	mg/L	0.05
27	溶解性总固体	GB/T5750.4-2006 生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标	mg/L	/
28	阴离子表面活性剂	GB7494-1987 水质阴离子表面活性剂的测定 亚甲基蓝分光光度法	mg/L	0.05
29	硫化物	GB 16489-1996 水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法	mg/L	0.005
30	色度	GB/T11903-1989 水质 色度的测定	度	1
31	臭和味	GB/T5750.4-2006 生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标	/	/
32	浊度	GB/T13200-1991 水质浊度的测定	NTU	/
33	肉眼可见物	GB/T5750.4-2006 生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标	/	/
34	硒	HJ694—2014 水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法	μg/L	0.4
35	铝	GB/T5750.6-2006 生活饮用水标准检验方法 金属指标	mg/L	0.008
36	石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)	HJ894-2017 水质 可萃取性石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)的测定 气相色谱法	mg/L	0.01

4.2.4 检测分析单位

江苏京诚检测技术有限公司隶属于京诚检测集团旗下的子公司。京诚检测集团成立于 2008 年，是一家综合性、专业性、国际化的第三方检测技术服务机构。经过多年发展，形成了以广州为总部，辐射北京、青岛、新疆、湖南、大连、昆明、厦门、西安、安徽、内蒙古、上海、江苏、浙江等 20 多个省市的集团化服务网络。集团现有员工近 1000 人，技术人员占员工总数的 50%以上，形成了以研究员、高级工程师、博士、硕士、本科等梯次的人才科研发展队伍。

江苏京诚检测技术有限公司成立于 2014 年 7 月，主要从事环境检测、生态监测、职业卫生检测、生活饮用水检测、建筑材料、质检技术服务、生物技术推广服务、新材料技术推广服务、节能技术推广服务、科技技术服务。该公司建筑面积约 1500 平方米，固定资产 600 余万元，拥有与检测业务相适应的检测仪器 200 余台（套）以及各类辅助设施，其中包括：气质联用仪、气相色谱仪、液相色谱仪、离子色谱仪、原子吸收分光光度计、原子荧光光度计、紫外分光光度计等精密仪器设备。目前该公司拥有检测管理、技术人员共计 60 人，其中高级专业技术职称 2 人，中级专业技术职称 4 人，初级专业技术职称 3 人，检测技术人员均为本、专科以上学历，具有一定的检测分析经验，具备从事环境产品的综合检测能力。



图 4.2-1 江苏京诚检测技术有限公司 CMA 资质

4.3 质量保证与质量控制

4.3.1 质量保证与质量控制体系

为保证整个调查采样与实验室检测采样全过程的质量,建立全过程的质量保证与质量控制体系,具体见图 4.3-1 所示。

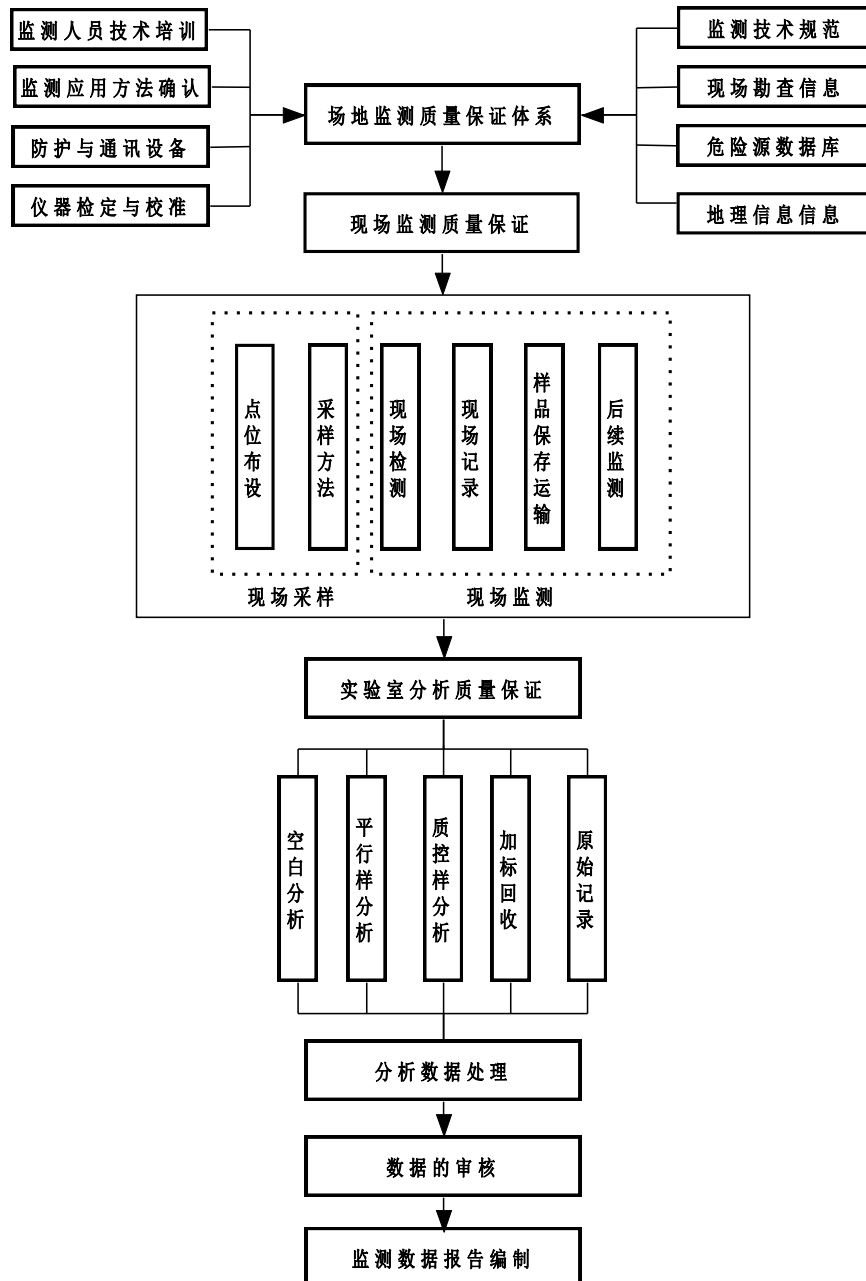


图 4.3-1 污染地块调查采样与实验室检测分析质量保证体系框架图

4.3.2 现场采样质量控制措施

为保证在允许误差范围内获得具有代表性的样品，在采样的全过程进行质量控制，主要质控措施如下：

（1）采样前制定详细的采样计划（采样方案），采样过程中认真按采样计划进行操作；

（2）对采样人员进行专门的培训，采样人员应熟悉生产工艺流程、掌握采

样技术、懂得安全操作的有关知识和处理方法；

(3) 采样时，应由 2 人以上在场进行操作。采样工具、设备保持干燥、清洁，不得使待采样品受到污染和损失；

(4) 采样过程中要防止待采样品受到污染和发生变质，样品盛入容器后，在容器壁上应随即贴上标签；

(5) 样品运输过程中，应防止样品间的交叉污染，盛样容器不可倒置、倒放，应防止破损、浸湿和污染；

(6) 填写好、保存好采集记录、流转清单等文件；

(7) 采样结束后现场逐项检查，如采样记录表、样品标签等，如有缺项、漏项和错误处，应及时补齐和修正后方可装运；

(8) 样品运输过程中严防损失、混淆或沾污，并在样品低温（4℃）暗处冷藏条件下尽快送至实验室分析测试；

(9) 样品送到实验室后，采样人员和实验室样品管理员双方同时清点核实样品，并在样品流转单上签字确认，样品流转单一式四份（自复写），由采样人员填写并保存一份，样品管理员保存一份，交分析人员两份，其中一份存留，另一份随数据存档；

(10) 样品管理员接样后及时与分析人员进行交接，双方核实清点样品，核对无误后分析人员在样品流转单上签字，然后进行样品制备；

(11) 采样全过程由专人负责。

4.3.3 实验室检测分析质量控制措施

实验室的质量保证与质量控制措施包括：分析数据的追溯文件体系、样品保存运输条件保证、内部空白检验、平行样加标检验、基质加标检验、替代物加标检验，相关分析数据的准确度和精密度需满足以下要求：

(1) 实验室从接样到出数据报告的整个过程严格执行 CNAL/AC01:2003《检测和校准实验室认可准则》体系和计量认证体系要求。

(2) 样品的保留时间、保留温度等实验室内部质量保证/控制措施均需有纸质记录并达到相关规定的要求。

(3) 实验室分析过程中的实验室空白、平行样、基质加标数据检验。要求

分析结果中平行盲样的相对标准偏差均在要求的范围内，实验室加标和基质加标的平行样品均在要求的相对百分偏差内。

（4）空白实验。每批次样品（每 20 个样品为一批次）应至少作一个全程序空白和实验室空白，目标化合物的浓度应低于检出限。

（5）平行样测定。每批样品应进行不少于 5% 的平行样品测定，95% 以上的平行双样测定结果相对偏差应在 100-20% 以内；

（6）空白加标。每批样品应进行不少于 5% 的空白加标回收率测定，加标回收率应在 70%-130% 以内；

（7）替代物加标回收率测定。每批样品应进行不少于 5% 的替代物加标回收率测定，加标回收率应在 70%-130%。

（8）实验室分析质量控制包括在每个样品中加入代用品（TCMX and Deca PCB），每 20 个样品分析一组方法空白，实验室控制样品，样品平行，样品加标以及样品加标平行（样品加标和加标平行结果，满足美国环保署实验室项目（CLP）的要求）；同时在仪器分析过程中，每 10 个样品加入标准溶液确认标准曲线的稳定性。

6.3 基于室内空气标准的氨氮筛选值计算

该部分仅计算氨氮基于室内空气标准的筛选值。

6.3.1 氨氮经土壤气进入室内途径

根据《导则》HJ25.3，假定氨氮全部转化为氨气，分别计算土壤和地下水中的氨气进入室内空气的挥发因子 VF_{subia} 和 VF_{gwia} 。其中， VF_{subia} 可以表示室内空气浓度与土壤中氨浓度的比值， VF_{gwia} 可以表示室内空气浓度与地下水中氨浓度的比值。

(1) 建筑物下方土壤中污染物进入室内空气的挥发因子 VF_{subia} 计算：

$Q_s=0$ 时，

$$VF_{subia1} = \frac{1}{\frac{K_{sw}}{H} + \left(1 + \frac{D_s^{eff}}{DF_{ia} \times L_s} + \frac{D_s^{eff} \times L_{crack}}{D_{crack}^{eff} \times L_s \times \eta}\right) \times \frac{DF_{ia}}{D_s^{eff}} \times L_s} \times 10^3$$

$Q_s>0$ 时，

$$VF_{subia1} = \frac{1}{\frac{K_{sw}}{H} + (e^\xi + \frac{D_s^{eff}}{DF_{ia} \times L_s} + \frac{D_s^{eff} \times A_b}{Q_s \times L_s} \times (e^\xi - 1)) \times \frac{DF_{ia} \times L_s}{D_s^{eff} \times e^\xi}} \times 10^3$$
$$\xi = \frac{Q_s \times L_{crack}}{A_b \times D_{crack}^{eff} \times \eta}$$

如下层污染土壤厚度已知，污染物进入室内空气的挥发因子采用以下公式计算：

$$VF_{subia1} = \frac{d_s \times \rho b}{DF_{ia} \times \tau \times 3153600} \times 10^3$$

$$VF_{subia1} = \text{MIN}(VF_{subia1}, VF_{subia2})$$

VF_{subia1} -下层土壤中污染物扩散进入室内空气的挥发因子（算法一）， $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ；

VF_{subia2} -下层土壤中污染物扩散进入室内空气的挥发因子（算法二）， $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ；

VF_{subia} -下层土壤中污染物扩散进入室内空气的挥发因子（算法一和算法二中的较小值）， $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ；

L_{crack} -室内地基或墙体厚度, cm;

ξ -土壤污染物进入室内挥发因子计算过程参数;

31536000-时间单位转换系数, $31536000 \text{ s} \cdot \text{a}^{-1}$ 。

H -无量纲亨利常数, ;

D_s^{eff} -土壤中气态污染物的有效扩散系数, $\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$;

$$D_s^{eff} = D_a \times \frac{\theta_{as}^{3.33}}{\theta^2} + D_w \times \frac{\theta_{ws}^{3.33}}{H \times \theta^2}$$

D_a -空气中扩散系数, $\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$;

D_w -水中扩散系数, $\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$;

θ -非饱和土层土壤中总孔隙体积比, 无量纲;

$$\theta = 1 - \frac{\rho b}{\rho s}$$

θ_{ws} -非饱和土层土壤中孔隙水体积比, 无量纲;

$$\theta_{ws} = \frac{\rho b \times P_{ws}}{\rho w}$$

θ_{as} -非饱和土层土壤中孔隙空气体积比, 无量纲;

$$\theta_{as} = \theta - \theta_{ws}$$

ρb -土壤容重, $\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$;

ρs -土壤颗粒密度, $\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$;

P_{ws} -土壤含水率, $\text{kg 水} \cdot \text{kg}^{-1}$ 土壤;

ρw -水的密度, $1\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$;

D_{crack}^{eff} -气态污染物在地基与墙体裂隙中的有效扩散系数, $\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$;

$$D_{crack}^{eff} = D_a \times \frac{\theta_{acrack}^{3.33}}{\theta^2} + D_w \times \frac{\theta_{wcrack}^{3.33}}{H \times \theta^2}$$

θ_{acrack} -地基裂隙中空气体积比, 无量纲;

θ_{wcrack} -地基裂隙中水体积比, 无量纲;

K_{sw} -土壤-水中污染物分配系数, $\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$;

$$K_{sw} = \frac{\theta_{ws} + (K_d \times \rho b) + (H \times \theta_{as})}{\rho b}$$

K_d -土壤固相-水中污染物分配系数, $\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$;

$$K_d = K_{oc} \times f_{oc}$$

K_{oc} -土壤有机碳/土壤孔隙水分配系数, $L \cdot kg^{-1}$;

f_{oc} -土壤有机碳质量分数, 无量纲;

f_{om} -土壤有机质含量, $g \cdot kg^{-1}$;

DF_{ia} -室内空气中气态污染物扩散因子, $(g \cdot cm^{-2} \cdot s^{-1})/(g \cdot cm^{-3})$;

$$DF_{ia} = L_B \times ER \times \frac{1}{86400}$$

L_B -室内空间体积与气态污染物入渗面积比, cm ;

ER -室内空气交换速率, $次 \cdot d^{-1}$;

86400-时间单位转换系数, $86400 s \cdot d^{-1}$;

Q_s -流经地下室地板裂隙的对流空气流速, $cm^3 \cdot s^{-1}$;

$$Q_s = \frac{2 \times \pi \times dP \times K_v \times X_{crack}}{\mu_{air} \times \ln\left(\frac{2 \times Z_{crack}}{R_{crack}}\right)}$$

dP -室内和室外大气压力差, $g \cdot cm^{-1} \cdot s^{-2}$;

K_v -土壤透性系数, cm^{-2} ;

X_{crack} -地下室内地板(裂隙)周长, cm ;

μ_{air} -空气粘滞系数, $1.81 \times g \cdot cm^{-1} \cdot s^{-1}$;

Z_{crack} -地下室地面到地板底部厚度, cm ;

R_{crack} -室内裂隙宽度, cm ;

A_b -地下室内地板面积, cm^{-2} ;

η -地基和墙体裂隙表面积占室内地表面积比例, 无量纲;

τ -气态污染物入侵持续时间, a ;

L_s -下层污染土壤上表面到地表距离, cm ;

d_s -下层污染物土壤厚度, cm ;

(2) 地下水中污染物进入室内空气的挥发因子 VF_{gwia} 计算:

$Q_s=0$ 时,

$$VF_{gwia} = \frac{1}{\frac{1}{H} + \left(1 + \frac{D_{gws}^{eff}}{DF_{ia} \times L_{gw}} + \frac{D_{gws}^{eff} \times L_{crack}}{D_{crack}^{eff} \times L_{gw} \times \eta}\right) \times \frac{DF_{ia}}{D_{gws}^{eff}} \times L_{gw}} \times 10^3$$

$Q_s>0$ 时,

$$VF_{gwia} = \frac{1}{\frac{1}{H} + (e^{\xi} + \frac{D_{gws}^{eff}}{DF_{ia} \times L_{gw}} + \frac{D_{gws}^{eff} \times A_b}{Q_s \times L_{gw}} \times (e^{\xi} - 1)) \times \frac{DF_{ia} \times L_{gw}}{D_{gws}^{eff} \times e^{\xi}}} \times 10^3$$

VF_{gwia} -地下水中污染物扩散进入室内空气的挥发因子（算法一和算法二中的较小值）， $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ；

D_{gws}^{eff} -地下水到表层土壤的有效扩散系数，；

$$D_{gws}^{eff} = \frac{L_{gw}}{\frac{h_{cap}}{D_{cap}^{eff}} + \frac{h_v}{D_s^{eff}}}$$

h_{cap} -地下水土壤交界处毛细管层厚度，cm；

h_v -非饱和土层厚度，cm；

L_{gw} -地下水埋深，cm；

D_{cap}^{eff} -毛细管层中气态污染物的有效扩散系数， $\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ；

$$D_{cap}^{eff} = D_a \times \frac{\theta_{acap}^{3.33}}{\theta^2} + D_w \times \frac{\theta_{wcrap}^{3.33}}{H \times \theta^2}$$

θ_{acap} -毛细管层土壤中孔隙空气体积比，无量纲；

θ_{wcrap} -毛细管层土壤中孔隙水体积比，无量纲；

由风险评估参数的取值及上述公式，分别计算得到土壤及地下水污染物扩散进入室内空气的挥发因子 VF_{subia} 和 VF_{gwia} 分别为 $1.74\text{E-}05 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 和 $5.53\text{E-}05 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

6.3.2 氨氮经地下水进入室内途径

根据水文地质调查资料，本地块地下水稳定水位埋深为 6.18-7.25m，该地块未来规划为商住用地，保守考虑双层地下室，其底板仍位于水位线以上，因此氨氮经地下水进入室内途径不作考虑。

6.3.3 氨氮限值计算结果

在《室内空气质量标准》（GB/T 18883-2002）中国家对室内氨气要求的控制浓度为 0.2 mg/m^3 。

考虑土壤中氨气由气体扩散途径情景下，以室内空气质量标准 0.2 mg/m^3 为控制目标，由以下公式计算土壤中的氨氮浓度限值，从而计算出土壤、地下

水中氨氮限值分别为 11494mg/kg 和 3617mg/L。

$$C_s = C_{\text{室内}} \div VF_{\text{subia}}$$

$$C_{gw} = C_{\text{室内}} \div VF_{\text{gwia}}$$

6.4 基于嗅阈值的氨氮筛选值计算

该部分仅计算氨氮基于嗅阈值的筛选值。

氨气由于其具有强烈的刺激气味，室内一定浓度的氨气可能引起人们不适。本次评估通过调研室内氨气嗅阈值，反推土壤及地下水中氨气限值。

在国内，王亘等用《空气质量—恶臭的测定—三点比较式臭袋法》（GB/T 14675-93）测定了氨的嗅阈值为 0.23 mg/m³¹。在国外，Prager J.C. 研究发现²，室内氨气的低阈值、高阈值和刺激值分别为 0.0266 mg/m³、39.6 mg/m³ 和 72 mg/m³。

考虑土壤氨气由气体扩散途径情景下，以室内氨气浓度最敏感阈值 0.0266 mg/m³ 为控制目标，计算出土壤、地下水中的氨氮浓度限值分别为 1529 mg/kg 和 481mg/L。

¹ 40 种典型恶臭物质嗅阈值测定 《安全与环境学报》2015 年 06 期

² Environmental Contaminant Reference Databook Volume 1. New York, NY: Van Nostrand Reinhold, 1995., p. 135

9 结论与建议

9.1 结论

9.1.1 调查结论

根据本次调查结果，土壤中的 1,2,3-三氯丙烷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽最大浓度均超过了《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中的第一类用地标准。根据《污染地块土壤环境管理办法（试行）》要求，本地块应开展进一步的风险评估工作。

本地块共有 10 个点位即 A05、A08、A13、A14、A25、A27、B01、D08、H01、H04 存在土壤样品超过筛选值的情况，见图 9.1-1。从分布情况看，主要集中在氨合成区、尿素生产区、橡胶防老剂生产区和煤场。超筛选深度大部分位于表层，最深为 6.0m。

1,2,3-三氯丙烷的超筛选值点位和深度分别是 A05（5.7-6.0m）、A08（0.2-0.5m）、A25（0.2-0.5m）、B01（4.3-4.5m、5.8-6.0m）、D08（0.7-1.0m）、H01（0.2-0.5m）、H04（0.3-0.5m），分布于氨合成区、尿素生产区、橡胶防老剂生产区和煤场。苯并(a)芘的超筛选值点位和深度分别是 A13（0.2-0.5m）、A14（0.2-0.5m）、A27（0.2-0.5m），均位于氨合成区。二苯并(a,h)蒽的超筛选值点位和深度是 A14（0.2-0.5m），位于氨合成区。超筛选值点位情况见图 9.1-1。



图 9.1-1 土壤超筛选值点位图



图 9.1-1 土壤超标污染物浓度分布图

(划分依据：水平方向至超标点位四周不超标点，垂直方向至超标层位的上下不超标深度)

9.1.2 相关性分析

分析土壤超筛选值物质 1,2,3-三氯丙烷、苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽与地块生产历史的相关性。从生产工艺、原辅材料等因素分析均未找到 1,2,3-三氯丙烷的相关性，分析可能源自某生产环节中产生的中间产物或环境衍生物；苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽属于多环芳烃类物质，超筛选值点位所在区域为氨合成区，该区域主要生产活动是以煤为原料合成氨，采用工艺流程包括固定层间歇法造气、湿式氧化法脱硫、中低变换、碳丙法脱除二氧化碳、铜洗精炼，在此过程中会产生多

环芳烃类物质。因此，苯并(a)芘、二苯并(a,h)蒽的来源可追溯。

9.2 建议

(1) 根据《污染地块土壤环境管理办法(试行)》(环境保护部令第42号)，该地块属于污染地块，不符合规划用地土壤环境质量要求，应开展风险评估工作，进一步推进后续场地的开发利用。

(2) 由于地下水中的部分感官性状及一般化学指标：硝酸盐、氨氮、总硬度、耗氧量、溶解性总固体、浊度、肉眼可见物等指标超过了《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) IV类水标准，因此对于该地块地下水应加强管理，不得直接作为饮用水使用。

(3) 加强对本地块的环境监管，在下一步环境管理措施开展以及地块开发期间应控制该地块保持现有空置状态，杜绝场地在调查评估和再开发利用期间的监管真空。

9.3 不确定性分析

造成调查结果不确定性的主要来源，主要包括污染识别、地层结构和水文地质调查、布点及采样、样品保存和运输、分析测试、数据评估等。开展调查结果不确定性影响因素分析，对污染场地的管理，降低场地污染物所带来的健康风险具有重要意义。本次调查的不确定性主要包括以下几个方面：

(1) 由于本次调查采样时地块内已开展过大规模的拆除施工，地块内表层土壤经过了机械扰动，因此表层土壤检测结果与点位实际对应位置可能存在偏差。

(2) 本次调查时，地块内大面积覆盖了拆除的建筑垃圾，在实际施工过程中出现了部分点位无法钻进从而偏移点位取样的情况，对于污染物的精确捕捉可能产生影响。

整体而言，本次调查中的不确定因素带来的影响有限，不确定水平总体可控。