

新兴中部矿业有限公司地块土壤污染状况 详细调查报告

(备案稿)

委托单位： 新兴中部矿业有限公司

编制单位： 武汉中地大环境地质研究院有限公司

二〇二二年三月

项目名称：新兴中部矿业有限公司地块土壤污染状况详细调查项目

编制单位：武汉中地大环境地质研究院有限公司

法定代表人：于吉顺

项目负责人：申徐果

技术负责人：李丽萍

技术审核：申徐果

编制人员责任表

序号	姓名	职称	项目职务	签字
1	申徐果	中级工程师	项目负责人	
2	李丽萍	工程师	技术负责人	
3	王朝	工程师	现场负责人	
4	方晓菲	工程师	现场调查/报告编写	
5	吕倩	工程师	报告编制	

新兴中部矿业有限公司地块土壤污染状况 详细调查报告专家评审意见

2022年2月22日，十堰市生态环境局会同十堰市自然资源和规划局在丹江口市及腾讯会议主持召开了《新兴中部矿业有限公司地块土壤污染状况详细调查报告》专家评审会。专家组由3名专家组成（名单附后）。参加会议的有十堰市生态环境局丹江口分局、丹江口市自然资源和规划局、新兴中部矿业有限公司（业主单位）、武汉中地大环境地质研究院有限公司（报告编制单位）等单位代表。与会代表和专家踏勘了现场，并线上听取了报告编制单位的汇报。经认真讨论与质询，形成意见如下：

一、总体意见

专家组评审认为，报告编制规范，提供的资料较齐全，数据翔实，结论可信。建议根据专家意见修改完善后通过。

二、修改建议

- 1、补充完善场地背景及水文地质条件的分析；
- 2、补充完善地块历史污染成因；

专家组：罗朝晖

胡俊峰
罗勇

2022年2月22日

新兴中部矿业有限公司地块土壤污染状况详细调查报告

专家评审意见修改说明

1、补充完善场地背景及水文地质条件的分析。

修改说明：已根据专家的意见对场地地形地貌、矿产资源等背景资料进行修改完善，详见第 3.1 节，P11-12 页。已根据专家意见补充完善场地水文地质条件分析，详见 7.1.3 节，P78-84 页

2、补充完善地块历史污染成因。

修改说明：已按照专家的意见补充完善地块历史污染成因，地下水污染成因详见第 7.4.2 节，P100-101 页；土壤污染成因详见第 9.2 节，P128-130 页。

3、对专家提出的其他修改意见已进行修改。

专家复核签字： 罗朝晖

新兴中部矿业有限公司地块土壤污染状况详细调查报告

专家评审意见修改说明

1、补充完善场地背景及水文地质条件的分析。

修改说明：已根据专家的意见对场地地形地貌、矿产资源等背景资料进行修改完善，详见第 3.1 节，P11-12 页。已根据专家意见补充完善场地水文地质条件分析，详见 7.1.3 节，P78-84 页

2、补充完善地块历史污染成因。

修改说明：已按照专家的意见补充完善地块历史污染成因，地下水污染成因详见第 7.4.2 节，P100-101 页；土壤污染成因详见第 9.2 节，P128-130 页。

3、对专家提出的其他修改意见已进行修改。

专家复核签字：胡俊峰 2022-3-28

新兴中部矿业有限公司地块土壤污染状况详细调查报告

专家评审意见修改说明

1、补充完善场地背景及水文地质条件的分析。

修改说明：已根据专家的意见对场地地形地貌、矿产资源等背景资料进行修改完善，详见第 3.1 节，P11-12 页。已根据专家意见补充完善场地水文地质条件分析，详见 7.1.3 节，P78-84 页

2、补充完善地块历史污染成因。

修改说明：已按照专家的意见补充完善地块历史污染成因，地下水污染成因详见第 7.4.2 节，P100-101 页；土壤污染成因详见第 9.2 节，P128-130 页。

3、对专家提出的其他修改意见已进行修改。

专家复核签字：

罗勇

2022.3.29

目 录

1. 前言.....	1
2. 概述.....	3
2.1. 项目概述.....	3
2.2. 调查目的和原则.....	3
2.3. 调查范围.....	3
2.4. 工作内容及程序.....	5
2.5. 调查依据.....	6
2.5.1. 法律法规、政策文件.....	7
2.5.2. 标准规范.....	8
2.5.3. 其他相关资料.....	8
3. 地块概况.....	10
3.1. 区域环境概况.....	10
3.1.1. 地理位置.....	10
3.1.2. 地形地貌.....	11
3.1.3. 水文特征.....	11
3.1.4. 气候条件.....	11
3.1.5. 矿产资源.....	12
3.1.6. 饮用水水源保护区范围.....	12
3.2. 敏感目标.....	14
3.3. 地块的使用现状及历史.....	15
3.3.1. 地块使用历史.....	15
3.3.2. 地块现状.....	18
3.4. 相邻地块的使用现状和历史.....	22
3.4.1. 相邻地块使用现状.....	22
3.4.2. 相邻地块使用历史.....	25
3.5. 地块用地规划.....	26
4. 污染识别.....	28
4.1. 厂区功能分布.....	28

4.2. 企业生产及产污情况分析.....	32
4.2.1. 企业生产工艺.....	32
4.2.2. 生产设备.....	36
4.2.3. 原辅料消耗情况分析.....	38
4.2.4. 产污情况分析.....	39
4.3. 潜在污染物分析.....	43
4.4. 初步调查情况回顾.....	45
4.4.1. 初步调查方案.....	45
4.4.2. 初步调查结果.....	46
5. 详细调查工作方案.....	52
5.1. 点位布设依据.....	52
5.1.1. 土壤布点原则.....	52
5.1.2. 土壤采样深度确定原则.....	52
5.1.3. 地下水点位布设原则.....	53
5.2. 采样布点方案.....	53
5.2.1. 土壤布点方案.....	53
5.2.2. 地下水布点方案.....	54
5.3. 检测指标.....	55
5.3.1. 土壤检测指标.....	55
5.3.2. 地下水检测指标.....	56
5.3.3. 水文地质调查.....	56
5.4. 样品采集计划.....	56
5.5. 现场采样和实验室分析.....	57
5.5.1. 现场采样.....	57
5.5.2. 采样方法.....	62
5.6. 样品保存与流转.....	67
5.6.1. 样品保存.....	67
5.6.2. 样品流转.....	69
5.7. 样品分析测试方法.....	70
5.7.1. 土壤样品分析测试方法.....	70

5.7.2. 地下水样品分析测试方法.....	71
6. 质量保证与质量控制.....	73
6.1. 样品采集质量控制.....	73
6.1.1. 采样质量控制方法.....	73
6.1.2. 采样质量控制结果.....	74
6.2. 样品流转质量控制.....	75
6.3. 样品分析测试质量控制.....	76
7. 详细调查第一次调查分析测试结果和评价.....	78
7.1. 水文地质勘察.....	78
7.1.1. 土壤土层结构.....	78
7.1.2. 土壤理化性质.....	79
7.1.3. 地下水.....	79
7.2. 评价标准.....	85
7.2.1. 土壤评价标准.....	85
7.2.2. 地下水分析评价标准与方法.....	87
7.3. 土壤样品调查结果分析.....	88
7.3.1. 地块土壤检测结果分析.....	88
7.3.2. 地块土壤超标情况分析.....	92
7.3.3. 地块外土壤背景点检测结果分析.....	98
7.4. 地块地下水样品调查结果分析.....	99
7.4.1. 地块地下水检测结果分析.....	99
7.4.2. 地块内地下水超标情况分析.....	101
7.4.3. 背景点地下水检测结果与超标情况分析.....	102
7.4.4. 扩散点地下水检测结果与超标情况分析.....	103
8. 详细调查第二次调查.....	106
8.1. 调查工作方案.....	106
8.1.1. 布点方案.....	106
8.1.2. 检测指标.....	107
8.1.3. 质量保证和质量控制.....	107
8.2. 第二次调查分析测试结果.....	108

8.2.1. 土壤样品采集.....	108
8.2.2. 分析测试结果评价.....	110
9. 调查地块土壤污染范围及成因分析.....	113
9.1. 调查地块土壤污染范围.....	113
9.1.1. 调查地块土壤砷污染范围分析.....	113
9.1.2. 调查地块土壤镉污染范围分析.....	116
9.1.3. 调查地块土壤镍污染范围分析.....	118
9.1.4. 调查地块土壤锌污染范围分析.....	120
9.1.5. 调查地块土壤钒污染范围分析.....	122
9.1.6. 地块土壤总污染方量分析.....	126
9.2. 地块污染成因分析.....	129
10. 结论与建议.....	132
10.1. 结论.....	132
10.1.1. 总体结论.....	132
10.1.2. 主要调查结论.....	132
10.2. 建议.....	134
11. 附图与附件.....	135

1. 前言

根据《中华人民共和国土壤污染防治法》、《污染地块土壤环境管理办法》（环境保护部令 第 42 号）、《湖北省土壤污染防治条例》、《省政府关于印发湖北省土壤污染防治行动计划工作方案》（鄂政发〔2016〕85 号）等文件，要求严格执行国家建设用地土壤环境调查评估技术规范，建立符合全市要求的调查评估制度。自 2017 年起，对拟收回土地使用权的有色金属冶炼、石油加工、化工、焦化、电镀、制革等行业企业用地，以及作为居住、公共管理与服务、商业服务用地等使用的土地，由土地使用权人负责开展土壤环境状况调查评估。土地使用权已经收回的地块，由所在县（市、区）政府、开发区管委会负责开展调查评估，未按照规定进行评估或者经评估认定可能损害人体健康的建设用地，禁止作为居住、公共管理与服务、商业服务用地使用，国土部门不得办理审批手续。同时，《十堰市 2021 年土壤污染防治行动计划实施方案》中指出，要加强污染地块动态管理，排查并动态更新疑似污染地块和污染地块名单，推进开展地块土壤环境调查、风险评估、风险管控或治理修复等活动，并且开展高风险地块跟踪调度，对异地迁建、关闭退出的危化品生产企业腾退地块和沿江化工企业关改搬转情况全面跟踪调度，督促开展土壤调查和风险评估。

根据《新兴中部矿业有限公司地块土壤环境状况初步调查报告》（2020 年 12 月），地块土壤受到重金属砷、钒、镉、镍、锌不同程度的污染，同时，地下水中所有点位检测指标钒均有检出，且含量均超过荷兰地下水介入值 0.07mg/L。根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）和《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019），新兴中部矿业有限公司地块需进行下一步详细调查及风险评估，在初步采样分析的基础上，进一步采样和分析，确定地块污染程度和范围。

为进一步摸清新兴中部矿业有限公司地块土壤污染状况，查明该地块土壤和地下水污染物类型、污染程度及范围，并进行风险评估，为该地块后续利用提供科学依据，我公司受新兴中部矿业有限公司委托，承担了新兴中部矿业有限公司地块土壤污染状况详细调查工作，并于 2021 年 11 月至 12 月对目标地块进行了土壤污染状况详细调查工作。经过现场踏勘、采样调查，第一次详细调查采样共

布设了 29 个土壤采样点，7 个地下水采样点，其中地块内土壤柱状样采样点 28 个，地下水采样点 5 个；地块外土壤对照点柱状采样点 1 个，地块外地下水背景点 1 个，扩散点 1 个；共采集土壤样品 126 个（包括 12 个平行样），地下水样品 8 个（包括 1 个平行样）。第二次详细调查补充采样，在地块内共布设 5 个土壤加深采样点，在地块外共布设 8 个土壤污染控制采样点，共采集土壤样品 27 个（包括 4 个平行样）。

本次调查分析测试委托单位为武汉市斯坦德优检测有限公司、青岛衡立环境技术研究院有限公司，综合两次调查分析结果，编制了《新兴中部矿业有限公司地块土壤污染状况详细调查报告》。

本次土壤污染状况详细调查工作及报告编写过程中得到了十堰市生态环境局丹江口市分局、丹江口市自然资源和规划局、新兴中部矿业有限公司、武汉市斯坦德优检测有限公司、青岛衡立环境技术研究院有限公司等各级领导及同仁的大力支持与鼎力协助，项目组在此表示衷心的感谢！

2. 概述

2.1. 项目概述

项目名称：新兴中部矿业有限公司地块土壤污染状况详细调查项目；

委托单位：新兴中部矿业有限公司；

调查单位：武汉中地大环境地质研究院有限公司。

2.2. 调查目的和原则

本次土壤污染状况详细调查对象主要为土壤和地下水，旨在明确污染物种类、污染程度和污染范围，为调查范围内后续风险评估、治理修复提供基础和依据。

本次土壤污染状况详细调查将遵循以下基本原则：

（1）针对性原则

针对地块的功能分区和潜在污染物的特性，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地块环境调查过程，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。

2.3. 调查范围

本次调查地块位于丹江口市习家店镇杏花村 7 组，原国有土地使用证显示企业地块面积为 18805.17m²（下图中蓝线范围内），根据现场踏勘及企业负责人核实，企业实际用地总面积约为 32725m²（下图中红线范围内），包含地块北部的破碎车间，石料、烟煤堆放区以及地块西侧的渣场。本次调查范围以企业实际用地范围为准，地块范围如图 2.3-1 所示，地块拐点坐标如表 2.3-1 所示：

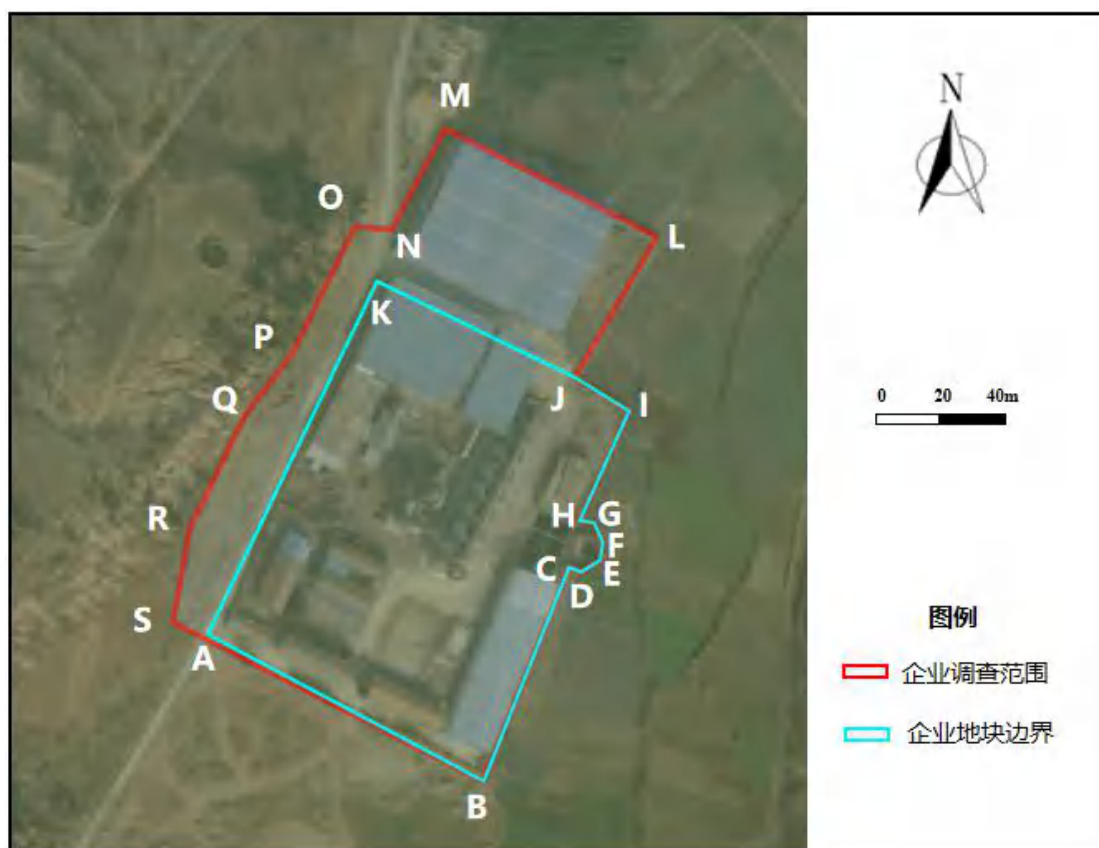


图 2.3-1 本项目调查范围

表 2.3-1 调查地块拐点坐标

序号	拐点坐标	
	E	N
A	111.20434	32.80704
B	111.20556	32.80652
C	111.20595	32.80732
D	111.20602	32.80730
E	111.20609	32.80736
F	111.20610	32.80743
G	111.20606	32.80750
H	111.20600	32.80751
I	111.20622	32.80792
J	111.20598	32.80804
K	111.20510	32.80838
L	111.20634	32.80856
M	111.20542	32.80896
N	111.20517	32.80859
O	111.20500	32.80859

序号	拐点坐标	
	E	N
P	111.20472	32.80811
Q	111.20451	32.80790
R	111.20426	32.80746
S	111.20419	32.80712

2.4. 工作内容及程序

根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）和《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）和《关于发布<建设用地土壤环境调查评估技术指南>的公告》（公告 2017 年第 72 号）等要求，本地块土壤污染状况调查的工作流程见图 2.4-1 所示：

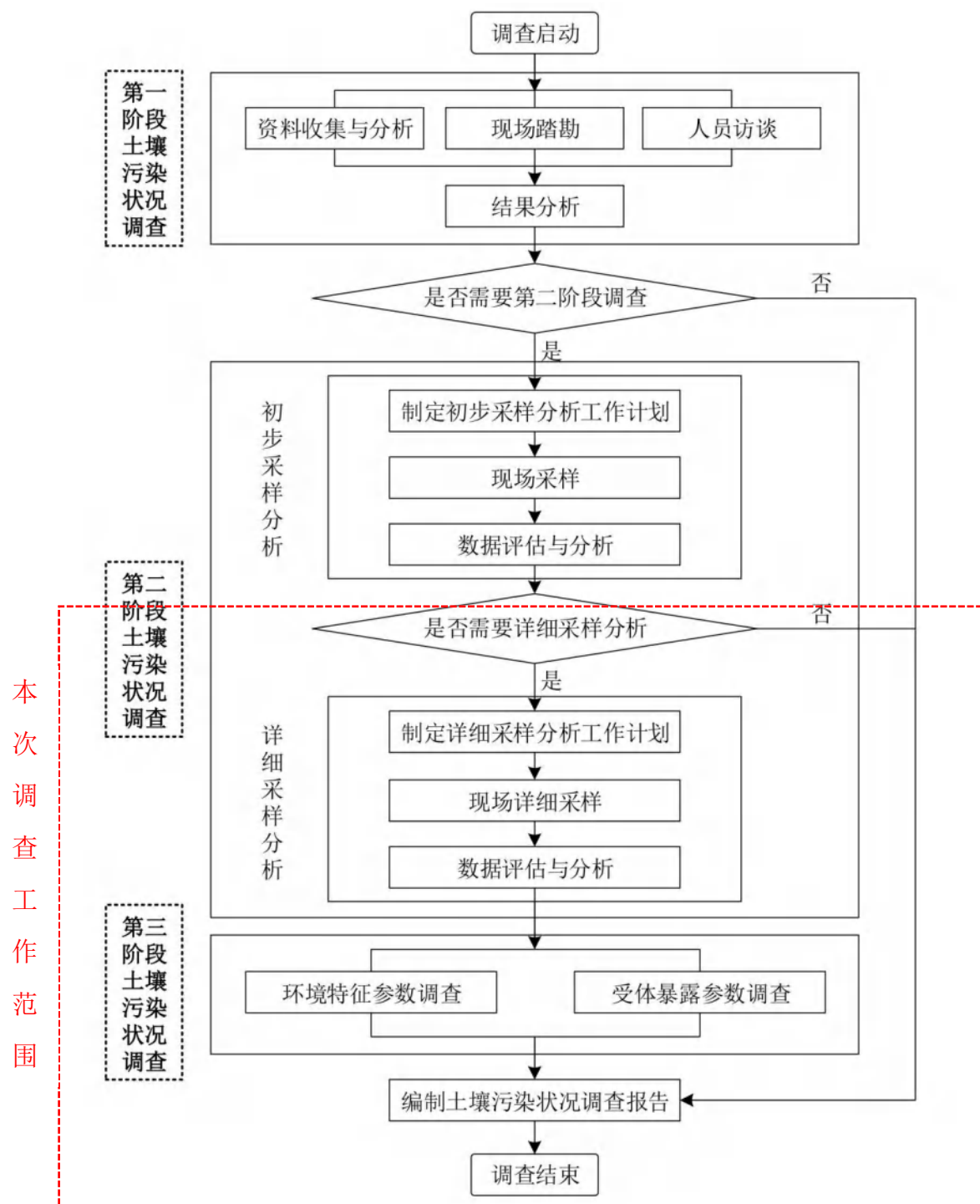


图 2.4-1 土壤污染状况调查工作流程及程序

2.5. 调查依据

本次地块环境调查报告引用下列文件中的条款，当所引用的规范性文件被修订时，则使用其最新版本。

2.5.1. 法律法规、政策文件

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）；
- (2) 《水污染防治行动计划》（国发[2015]17 号）；
- (3) 《土壤污染防治行动计划》（国发[2016]31 号）；
- (4) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日）；
- (5) 《污染地块土壤环境管理办法》（试行）（2017 年 7 月 1 日）；
- (6) 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日）；
- (7) 《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月 26 日）；
- (8) 《中华人民共和国水土保持法》（2010 年 12 月 25 日）；
- (9) 《全国土壤污染状况调查公报》（2014 年 4 月 17 日）；
- (10) 《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》（国发[2005]39 号）；
- (11) 《关于环境保护若干问题的决定》（国发[1996]31 号）；
- (12) 《“十四五”土壤、地下水和农村生态环境保护规划》（环土壤[2021]120 号）；
- (13) 《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）；
- (14) 《湖北省土壤污染防治条例》（2016 年 10 月 1 日）；
- (15) 《国土资源部关于改进和优化建设项目用地预审和用地审查的通知》（国土资规[2016]16 号）；
- (16) 《省人民政府关于印发湖北省土壤污染防治行动计划工作方案》（鄂政发[2016]85 号）；
- (17) 《省国土资源厅关于改进和优化建设项目用地预审和用地审查的通知》（鄂土资规[2017]1 号）；
- (18) 《长江经济带生态环境保护规划》（环规财[2017]88 号）；
- (19) 《重点流域水污染防治规划（2016-2020 年）》（环水体[2017]142 号）；
- (20) 《省人民政府办公厅关于印发南水北调中线工程丹江口水库饮用水水源保护区（湖北辖区）划分方案的通知》（鄂政办发[2015]8 号）；
- (21) 《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（[89]环管字第 201 号）；
- (22) 《十堰市 2021 年土壤污染防治工作方案》（十政办发[2021]24 号）；
- (23) 《市政府关于印发十堰市土壤污染防治行动计划工作方案的通知》（十

政发[2017]33 号)。

2.5.2. 标准规范

- (1) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）；
- (2) 《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）；
- (3) 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）；
- (4) 《建设用地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2019）；
- (5) 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（生态环境部 2017 年第 72 号文）；
- (6) 《环境监测质量管理技术导则》（HJ 630-2011）；
- (7) 《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》（HJ 682-2019）；
- (8) 《环境监测分析方法标准制修订技术导则》（HJ/T 168-2010）；
- (9) 《全国土壤污染状况评价技术规范》（环发[2008]39 号）；
- (10) 《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）；
- (11) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）；
- (12) 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- (13) 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2020）；
- (14) 《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）；
- (15) 《水质 样品的保存和管理技术规定》（HJ 493-2009）；
- (16) 《土壤环境质量评价技术规范》（二次征求意见稿）；
- (17) 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）。

2.5.3. 其他相关资料

- (1) 《丹江口市钒厂改扩建工程环境影响报告表》（湖北省环境研究保护所 1992 年 12 月）；
- (2) 《湖北福瑞德置业有限公司丹江口矿业分公司设备自动化技改工程（第一期）环境影响报告书》（十堰市环境科学研究所 2008 年 4 月）；
- (3) 《新兴中部矿业有限公司 2000t/a 偏钒酸铵技术改造项目安全设立评价报

告》（2012 年 7 月）；

(4)《关于湖北福瑞德置业有限公司丹江口矿业分公司设备自动化技改工程（第一期）环境影响报告书的批复》（丹环评函[2008]007 号）；

(5)《新兴中部矿业有限公司厂房岩土工程勘察报告》（十堰市九城勘查设计有限公司 2011 年 11 月）；

(6)《湖北福瑞德置业有限公司丹江口矿业分公司排放污染物许可证》（2008 年 1 月 1 日签发）；

(7)《新兴中部矿业有限公司地块土壤环境状况初步调查报告》（2020 年 12 月）。

(8)《关于新兴中部矿业有限公司地块土地利用规划情况的说明》（2022 年 3 月 24 日）

3. 地块概况

3.1. 区域环境概况

3.1.1. 地理位置

丹江口市位于湖北省西北部、汉江中上游。地处襄阳、十堰、南阳“小三角”的中央。东与老河口市交界，南与房县接壤，东南与谷城县相连，西与十堰市城区、西北与郧县相接，东北与河南省淅川县为邻。地理位置坐标为东经 $110^{\circ}47'53''\sim 110^{\circ}34'47''$ ，北纬 $32^{\circ}14'10''\sim 32^{\circ}58'10''$ 之间。

调查地块位于丹江口市习家店镇杏花村 7 组 055 乡道东侧，距离丹江口市区约 60km，地理位置如下图所示。



图 3.1-1 调查地块地理位置

3.1.2. 地形地貌

丹江口市全境地处武当山隆起与大横山余脉之间，地壳活动发育，造成绚丽多姿的地形地貌，山地、河谷、丘陵地貌单元众多，特征异常。汉江横贯全市，将其划分为南北两大自然带，江南主要为中低山，江北主要是低山丘陵，中部多为海拔 250-500m 的丘陵和以汉江干流形成的丹江口水库库区，水域约占总面积的 16%。

根据各地貌单元的海拔高度，应力作用方式大致可将其分为四大地形地貌单元区：一是南部构造侵蚀、剥蚀低中山区，总体上分布于丹江口市南部的盐池河、官山、白杨坪，土关垭、浪河、丁家营少部分，山顶高程 500-1200m 或以上，切割深，峰谷相连，山峰陡峻，河谷狭长，地势由南、西南向北、东北降低，以构造侵蚀、剥蚀作用为主。二是北部构造侵蚀、剥蚀低山区主要分布在丹江口市北部习家店、石鼓、土台、蒿坪北部及大沟林场全境。山顶高程 500-800m 之间，区域位于近东西向 F2 断裂北侧，地势由北向南降低，河流及山脊多沿南北向发育，呈中等切割，峰谷相连，河流短小，汇水面积较大，以构造侵蚀、剥蚀作用为主。三是侵蚀、剥蚀丘陵区，主要分布在丹江口市中部六里坪、均县、牛河、丹江口市区、浪河、习家店、凉水河南部等地，海拔 500m 以下，是丹江口库区主体，以丘陵为主，低山、河谷相间，河谷开阔，侵蚀、剥蚀作用明显。四是构造盆地，主要分布于均县、习家店、蒿坪、石鼓大部及三官殿、丹江口城区以北局部，相对高差小于 200 米，属沟谷相间的低矮丘陵和盆地。

3.1.3. 水文特征

丹江口市境内常流河 57 条，其中，内流河 55 条。流域面积 2136 平方千米，总长度 1888 千米。流域面积 100 平方千米以上的河流有浪河、官山河、黑沟河、安乐河；流域面积在 50~90 平方千米的河流有东河、茯苓河、石鼓河、白石河、绵羊沟河等；流域面积 10 平方千米以上的河流 20 余条，这些河流大都位于陡峭的山峡之中，河道窄，礁石多，落差大，河床石底裂缝伏流多，平时水量小，水位低，遇暴雨容易泛滥。长江最大的支流汉江为该市的过境河，境内流长 105 千米。

3.1.4. 气候条件

丹江口市属北亚热带季风气候。夏季酷热，降水量集中；冬季严寒少雨雪；

春秋气候温和。大陆占 57.60%。四季分配：冬长于夏，春秋相近。具有降水充足，热量丰富，四季分明的特点。年日照数 1950 小时，日照率 44%，每平方厘米土地全年接收 104.8 千卡辐射能。平均气温为摄氏 15.6~16.0 度，年较差 24.7 度。最高气温是 7 月，平均气温摄氏 27.8 度，极端值 41.5 度；最低气温是 1 月，平均气温摄氏 3.1 度，极端值零下 12.4 度。全市无霜期最长达 277 天，最短 219 天。海拔每升高 100 米，终霜期推迟 2.6 天，初霜期提前 3.4 天，无霜期缩短 6 天。丹江口库区无霜期 254 天，武当山金顶 163 天。年均降水量为 750~900 毫米，年际间降水差别甚大。武当山东坡的盐池河、浪河，经牛河跨丹江口水库到凉水河为西南—东北向多雨带，年降水量 850~900 毫米，官山、习家店和郧川为少雨中心；多雨带轴线附近比少雨中心降雨量多 120~130 毫米。降雨量随海拔高度的增高而增加，600 米以下每升高 100 米降雨量增加 25 毫米。夏季降水量为年降水量的 30%~49%；冬季仅占 4%~6%；春季、秋季降水量相近，各占年降水量的 26%和 30%；一年中七至九月降水占年降水量的 46.60%

3.1.5. 矿产资源

丹江口市共发现和查明矿产 6 大类 16 种（含亚种），矿产地（未经整合）52 处。其中，能源矿产 1 种（石煤），黑色金属矿产 3 种（铁矿、钒矿、锰矿），贵金属矿产 1 种（金矿），有色金属矿产 1 种（铜矿），建材及其他非金属矿产 9 种（硬石膏、水泥用灰岩、建筑石料用灰岩、建筑用白云岩、建筑用砂、饰面用辉绿岩、建筑用辉绿岩、饰面用大理岩、片麻岩等），水气矿产 1 种（矿泉水）。上表矿产仅有石煤、钒矿、铁矿、水泥用灰岩等 4 种，矿区 9 处。

3.1.6. 饮用水水源保护区范围

根据《省人民政府办公厅关于印发南水北调中线工程丹江口水库饮用水水源保护区（湖北辖区）划分方案的通知》（鄂政办发〔2015〕8 号），丹江口市南水北调中线工程丹江口水库饮用水水源保护区划分意图如下图所示，新兴中部矿业有限公司地块位于丹江口市南水北调中线工程丹江口水库饮用水水源保护区外。

南水北调中线工程丹江口水库饮用水水源保护区划分示意图（湖北辖区）

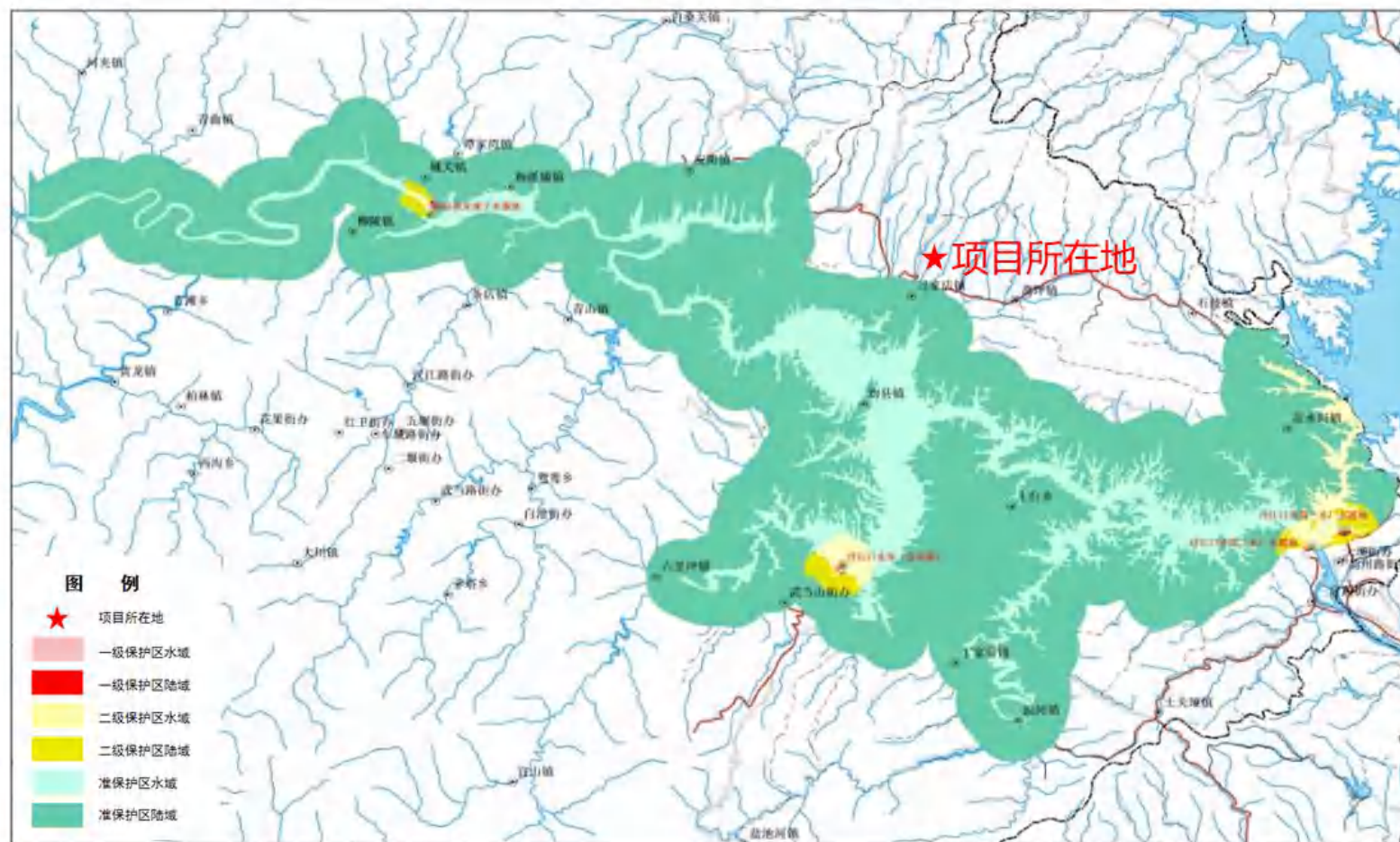


图 3.1-2 丹江口水库饮用水水源保护区（湖北辖区）划分示意图

3.2. 敏感目标

根据现场踏勘情况得知，本地块周边 1km 内的敏感目标有：地表水体、居民区和农田，无饮用水水源。环境敏感目标位置分布情况如下图和下表所示：

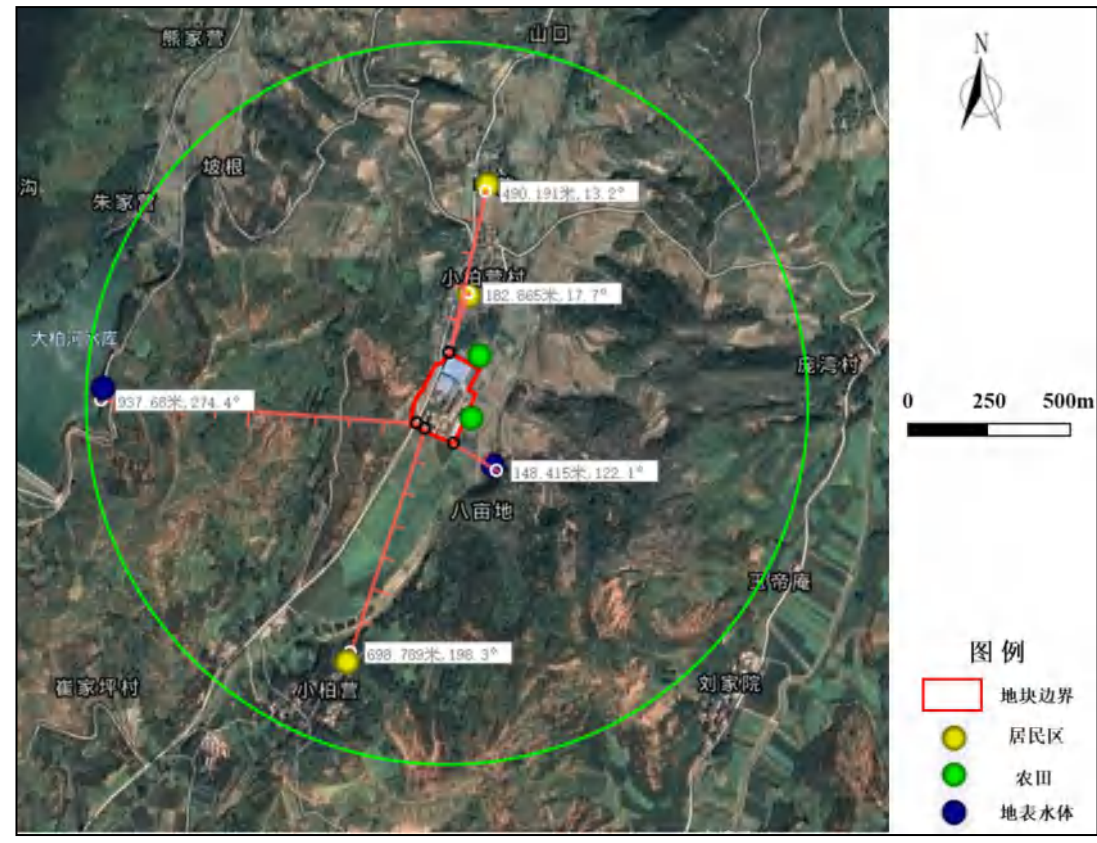


图 3.2-1 周边敏感地带分布图

表 3.2-1 地块周边主要敏感目标统计表

敏感点名称	敏感受体类型	方位	距离地块边界大致距离/m
/	农田	东	5
杏花村	居民区	西南	698
/	地表水体	东南	148
大柏河水库	地表水体	西	937
/	农田	北	5
小柏营村	居民区	北	182
中营	居民区	北	490

距离以地块边界到敏感目标大致边界计算。

3.3. 地块的使用现状及历史

3.3.1. 地块使用历史

根据《新兴中部矿业有限公司 2000t/a 偏钒酸铵技术改造项目安全设立评价报告》中关于地块历史情况的描述，本地块在开矿生产之前为农田，1970 年建成杨家堡煤矿，1972 年改名杨家堡钒矿正式开始从石煤中提钒；1974 年冶金部投资兴建了年产 20 吨的粗钒的试验性工厂，1982 年因多种原因停产下马，1990 年建设项目恢复并进行扩建，拥有年产 70 吨精钒的生产装置一套；建设项目于 2003 年进行改制，被丹江口市益明钒业有限公司买断，2008 年引资重组为湖北福瑞德置业有限公司，2010 年由新兴重工有限公司收购湖北福瑞德置业有限公司 52% 的股份，重组更名为新兴中部矿业有限公司，并于 2012 年至 2013 年间完成了年产 2000 吨偏钒酸铵技术改造项目，但进行技术改造后企业仅生产 1 个多月即停产，此后地块内无任何生产活动。

在本次调查期间，调查人员通过咨询企业负责人对地块历史情况进行了核实，据企业负责人介绍，原生产企业在 1972 年建成一条年产 20 吨的五氧化二钒的试验性生产线，实际生产五氧化二钒 29 吨，于 1982 年停产；1992 年以后，为了适应市场要求，原企业恢复生产，并在此基础上进行了技术改造，使生产能力扩大到 70 吨/年，且产品中增加了偏钒酸铵；2000 年以后正式停产。丹江口市益明钒业有限公司接手原企业后，在原有工艺的基础上恢复生产，但因生产工艺不成熟，生产时断时续，产品以偏钒酸铵为主，仍少量生产五氧化二钒。2008 年引资重组为湖北福瑞德置业有限公司后，为响应《省环保局、省国土资源厅关于加强钒矿开采和冶炼管理的紧急通知》（鄂环发[2005]37 号）中关于对在在建和已建钒厂禁止采用钠化焙烧工艺的要求，湖北福瑞德置业有限公司对原生产线自动化改造，将钠化焙烧工艺改为非钠化空白焙烧工艺，并扩大厂区面积，征用地块北侧部分农田作为企业钒土破碎及储存区和烟煤堆场，但并未实际进行生产。2010 年新兴重工有限公司入股湖北福瑞德置业有限公司后，在原有基础上继续对生产线进行提升改造，建成 2000t/a 偏钒酸铵生产线，新建生产线大体继承非钠化空白焙烧工艺，仅将焙烧设备平窑改为立窑，并在完成偏钒酸铵的生产后，不再对其进行灼烧生产五氧化二钒，于 2013 年正式开始生产，生产一个多

月后停产。各时期的历史变迁情况如下表所示：

表 3.3-1 地块历史情况变迁表

序号	生产时段	生产状态	产品	地块变迁情况
1	1972 年~1982 年	间断生产	五氧化二钒	/
2	1982 年~1992 年	停产	/	无变化
3	1992 年~2000 年	间断生产	偏钒酸铵、五 氧化二钒	生产工艺改进，产能提升，建成年产 70 吨五氧化二钒生产线，产品中增 加偏钒酸铵
4	2000 年~2003 年	停产	/	无变化
5	2003~2008 年	间断生产	偏钒酸铵、五 氧化二钒	生产工艺改进，改为非钠化空白焙烧 工艺，焙烧设备由沸腾炉改为平窑， 原生产线部分拆除
6	2008 年~2013 年	停产	/	无变化
7	2013 年	间断生产	偏钒酸铵	由平窑焙烧改为立窑焙烧，产品中减 少了五氧化二钒
8	2013 年~至今	停产	/	无变化

地块历史影像图如下：



2014 年 7 月历史影像



2017 年 5 月历史影像



2019 年 8 月历史影像

图 3.3-1 调查地块历史影像图

本地块最早的历史影像为 2014 年 5 月，地块于 2013 年停止生产，通过历史

影像可以看出，地块自 2014 年开始，地块上未发生任何变化，无其他工业生产情况。

3.3.2. 地块现状

本企业目前已经停产，地块内建、构筑物保存完好，生产设备闲置，废气治理设施已停止运行。地块北部的破碎车间地面遗留有少量碎石，烟煤堆场和立窑周边有少量煤渣堆放，配料车间地面堆放有由破碎后的钒矿经混料后制成的球，原料仓库和成品仓库均已清空，无原辅材料及产品堆放。废气治理污水池、循环池露天设置，池中遗留有雨水，废水管道尚未拆除。地块南部地面堆放有部分老旧设备及铁桶，地块西部渣场地面露天堆放有各生产时期的废渣，根据现场钻探情况发现底部无防渗设施。地块内主要生产区中烟煤堆放区、钒土破碎及储存区、原矿石堆放区、废气治理区水池和废水池周边的区域地面均未硬化，其他生产车间和生活办公区地面进行过硬化且硬化无破损。



破碎车间堆放的碎石



立窑和烟煤堆放区周边堆放的煤渣



压球造粒车间（新生产工艺）现状



原石煤堆放区现状



成品仓库现状



浸泡、固液分离罐



沉钒罐



原粉碎、压球区（老生产工艺）现状



灼烧车间现状



废气治理设施现状



废气治理区水池



应急池及废水循环池



废水输送管道



地面堆放的废旧设备及机油桶



地块西部的堆渣场



厂区大门







地块现状航拍图
图 3.3-2 地块现状

3.4. 相邻地块的使用现状和历史

3.4.1. 相邻地块使用现状

通过对地块周边企业及周边的相关人员的走访，以及对收集到各企业的相关建设资料分析，地块北侧、东侧、南侧历史上一直为农田，耕地类型以水田为主，主要种植水稻，另有少量旱地，主要种植小麦。地块西侧一直为山体。调查地块相邻地块使用现状如下图所示：



地块东侧农田和山体



地块南侧农田



地块西侧山体



地块北侧农田和居民区

图 3.4-1 相邻地块使用现状

3.4.2. 相邻地块使用历史

根据地块周边历史影像图，自 2014 年至今，地块北侧为农田和居民区，地块东侧、南侧历史上一直为农田，地块西侧一直为山体。地块周边历史影像图如下图所示：



2014 年 7 月历史影像



2017 年 5 月历史影像



2019 年 8 月历史影像

图 3.4-2 调查地块周边历史影像图

3.5. 地块用地规划

根据丹江口市自然资源和规划局关于《新兴中部矿业有限公司地块土地利用情况规划的说明》，证明新兴中部矿业有限公司地块由于乡镇国土空间规划和村庄规划正在进行编制，目前该地块无明确的规划用途。

丹江口市自然资源和规划局关于新兴中部矿业有限公司地块的土地利用规划说明如下图所示：

关于新兴中部矿业有限公司地块土地利用规划情况的 说 明

兹证明新兴中部矿业有限公司地块，位于丹江口市习家店镇杏花村 7 组，土地证显示取得使用面积为 18805.17m²，详调现场核查地块实际使用面积 32725m²。由于乡镇国土空间规划和村庄规划正在进行编制，目前地块无明确规划用途。

特此说明。



图 3.5-1 新兴中部矿业有限公司地块的土地利用规划说明

4. 污染识别

4.1. 厂区功能分布

该地块自生产起始至今，共有 3 个不同的生产时期，其不同时期的厂区平面图分别如下图所示：

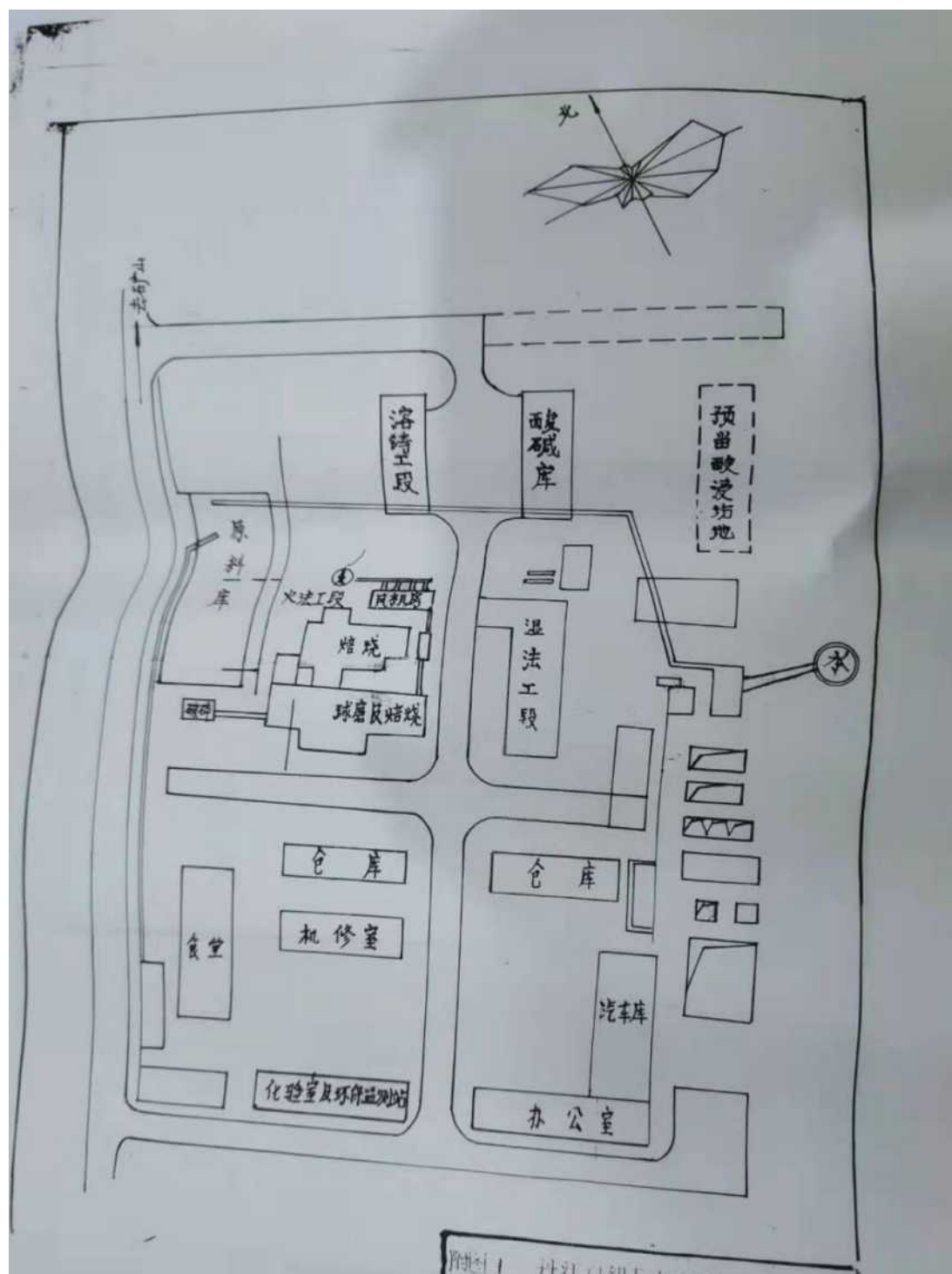


图 4.1-1 地块平面布置图（1992 年）

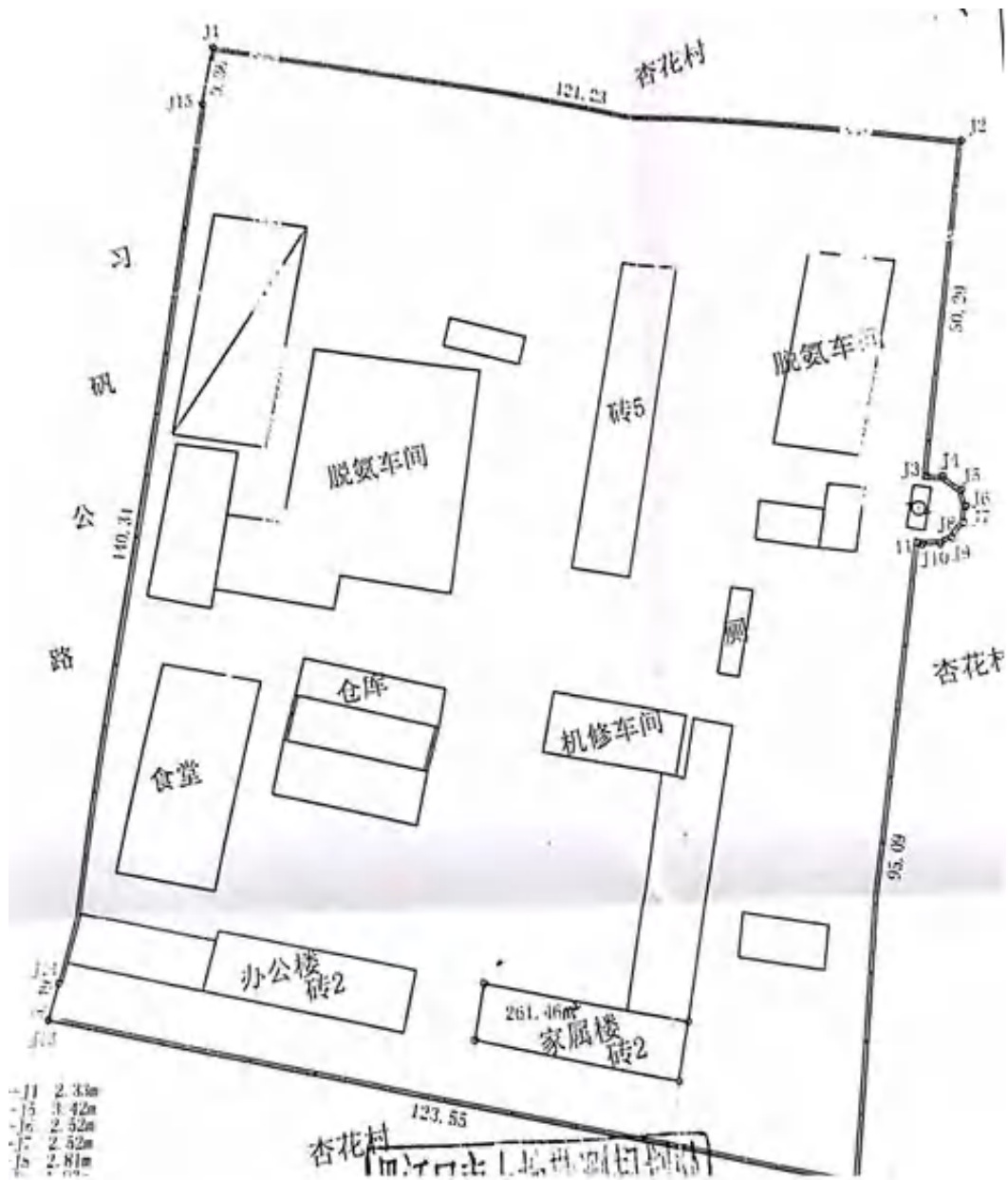


图 4.1-2 地块平面布置图 (2005 年)

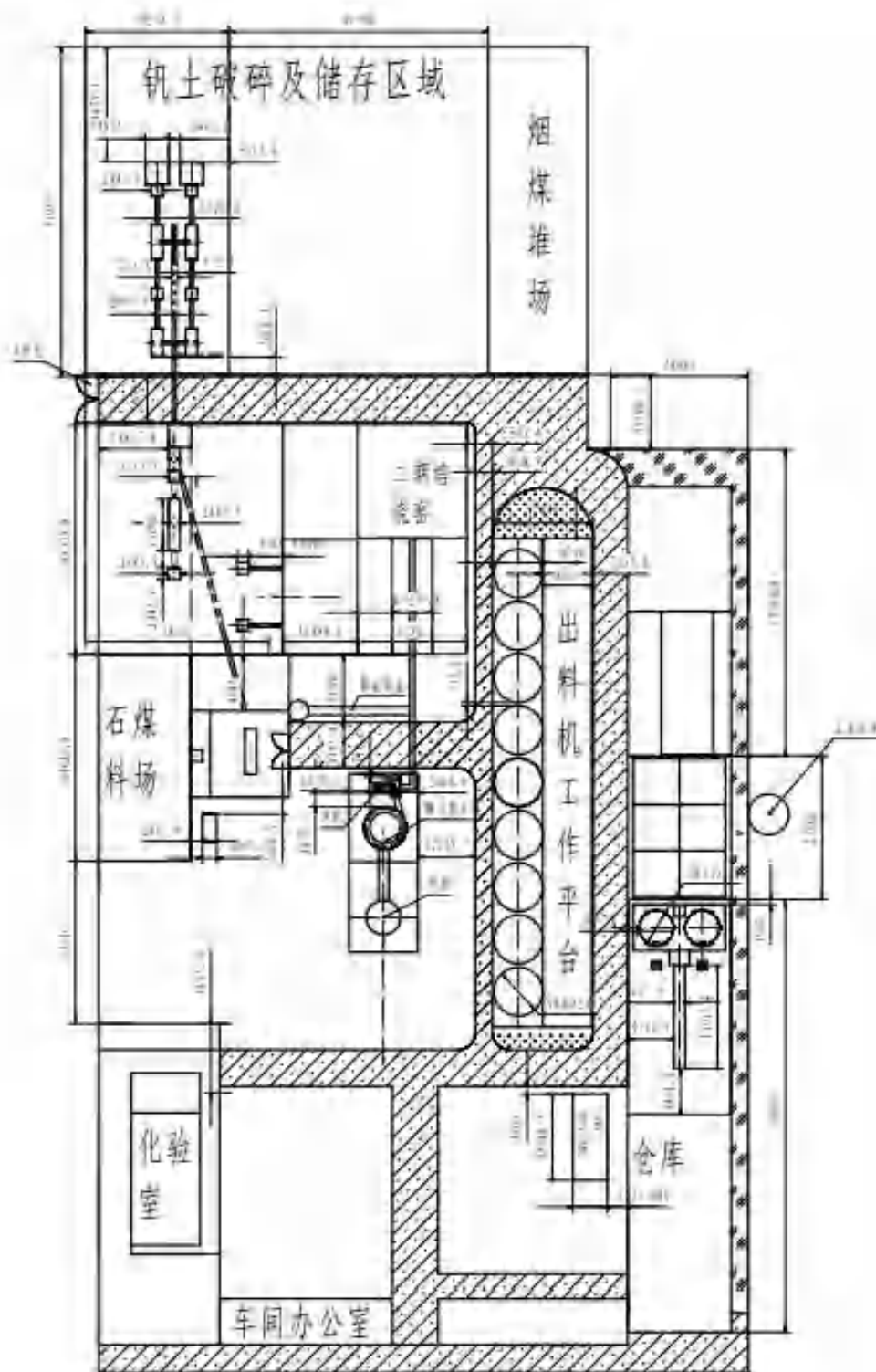


图 4.1-3 地块平面布置图（2012 年）

根据地块不同时期的平面布置图，地块各功能区使用情况如下：

1992 年时地块最北部分别为溶铸车间、酸碱库和预留酸浸场地，其中预留的酸浸场地未实际使用，中部分别为火法和湿法两个工艺段的所在位置，其中火法工艺段包含原料库、焙烧车间、球磨破碎、压球车间和焙烧车间，湿法工艺段

主要为酸浸和沉钒车间。脱氨灼烧车间位于地块东北部，污水处理站位于地块东南角，未反映在该平面图中。地块南部分别为食堂、仓库、机修车间、化验室和办公室。

2005 年地块可查询到的平面布置图与 1992 年的平面布置图略有变化，但据企业负责人介绍，2005 年企业功能区与 1992 年相比并没有发生变化。

地块 2012 年的平面布置图显示，企业地块使用区域有所扩大，新增地块北侧的钒土破碎及储存区和烟煤堆场，原熔铸车间和酸碱库已分别改作压球车间和焙烧车间。地块南部的两个仓库分别改做废气治理区和沉钒车间，原酸浸和沉钒车间已分别改为焙烧车间和出料机工作平台（水浸罐区），原化验室改做办公区，食堂改做化验室，原污水处理站已改做成品仓库。另据企业负责人介绍，原石煤堆放区、球磨破碎车间和脱氨灼烧车间尚未拆除，但在 2008 年停产后就不再使用。

结合地块平面布置图、现场踏勘情况以及企业负责人提供的相关信息，地块功能区分布情况如下图 4.1-4 所示，地块功能区变迁情况如下表 4.1-1 所示：



图 4.1-4 企业功能分区

表 4.1-1 地块功能区变迁情况汇总表

序号	原功能区	原功能区用途	改扩建后的功能区	改扩建后功能区的用途
1	/	/	破碎车间	石煤破碎
2	/	/	石料、烟煤堆场	堆放部分石料和煤
3	溶铸车间	粉状五氧化二钒熔化浇铸成片状五氧化二钒	压球车间	将破碎后的石煤压成球
4	酸碱库	存放原料酸和碱	焙烧车间	对石煤球进行空白焙烧
5	石煤堆场	堆放石煤原矿	/	闲置
6	原破碎压球车间	将石煤经球磨成粉后压制成球	/	闲置
7	沸腾炉焙烧区	将压制成球的石煤与氯化钠混合焙烧	废气治理区	用于生产废气的治理
8	酸浸沉钒区	用硫酸浸泡焙烧矿，用氯化铵沉钒得到偏钒酸铵	水浸罐区	用水浸泡焙烧矿并进行固液分离
9	灼烧车间	将偏钒酸铵灼烧生产五氧化二钒	/	闲置
10	/	/	应急池、循环水池	用于应急和生产废水暂存和循环利用
11	/	/	沉钒车间	用氯化铵沉钒得到偏钒酸铵
12	污水站	用于生产废水处理	成品仓库	用于存放成品偏钒酸铵
13	仓库	存放酸、碱、氯化铵	空地	闲置

4.2. 企业生产及产污情况分析

4.2.1. 企业生产工艺

参考《丹江口市钒厂改扩建工程环境影响报告表》（湖北省环境研究保护所 1992 年 12 月）、《湖北福瑞德置业有限公司丹江口矿业分公司设备自动化技改工程（第一期）环境影响报告书》（十堰市环境科学研究所 2008 年 4 月）、《新兴中部矿业有限公司 2000t/a 偏钒酸铵技术改造项目安全设立评价报告》等资料，

结合对企业负责人的访谈情况，根据地块内生产工艺的变迁情况，将地块生产活动分为钠化焙烧酸浸、空白焙烧酸浸和空白焙烧水浸三个阶段，具体如下：

（1）钠化焙烧酸浸阶段

2003 年以前原生产企业在地块内采用钠化焙烧酸浸工艺生产五氧化二钒，生产过程为含钒石煤经过自然脱碳后与未经脱碳处理的含钒石煤按质量比约 5：1 混合，配置成热值约 1000kcal/kg 的混合石煤钒矿，经球磨机粉碎后加入约 10/t- V_2O_5 食盐入沸腾炉进行焙烧，焙烧后的矿粉酸浸后，浸出液至离子交换柱，浸渣经水力除渣、沉淀后以尾矿浆的形式堆置在厂区西面公路边的渣场露天堆存。经离子交换后的母液解吸净化后加入 NH_4Cl 生成偏钒酸沉淀，固液分离后，固体经灼烧后生成五氧化二钒，液体回用于解吸。生产工艺如下图所示：

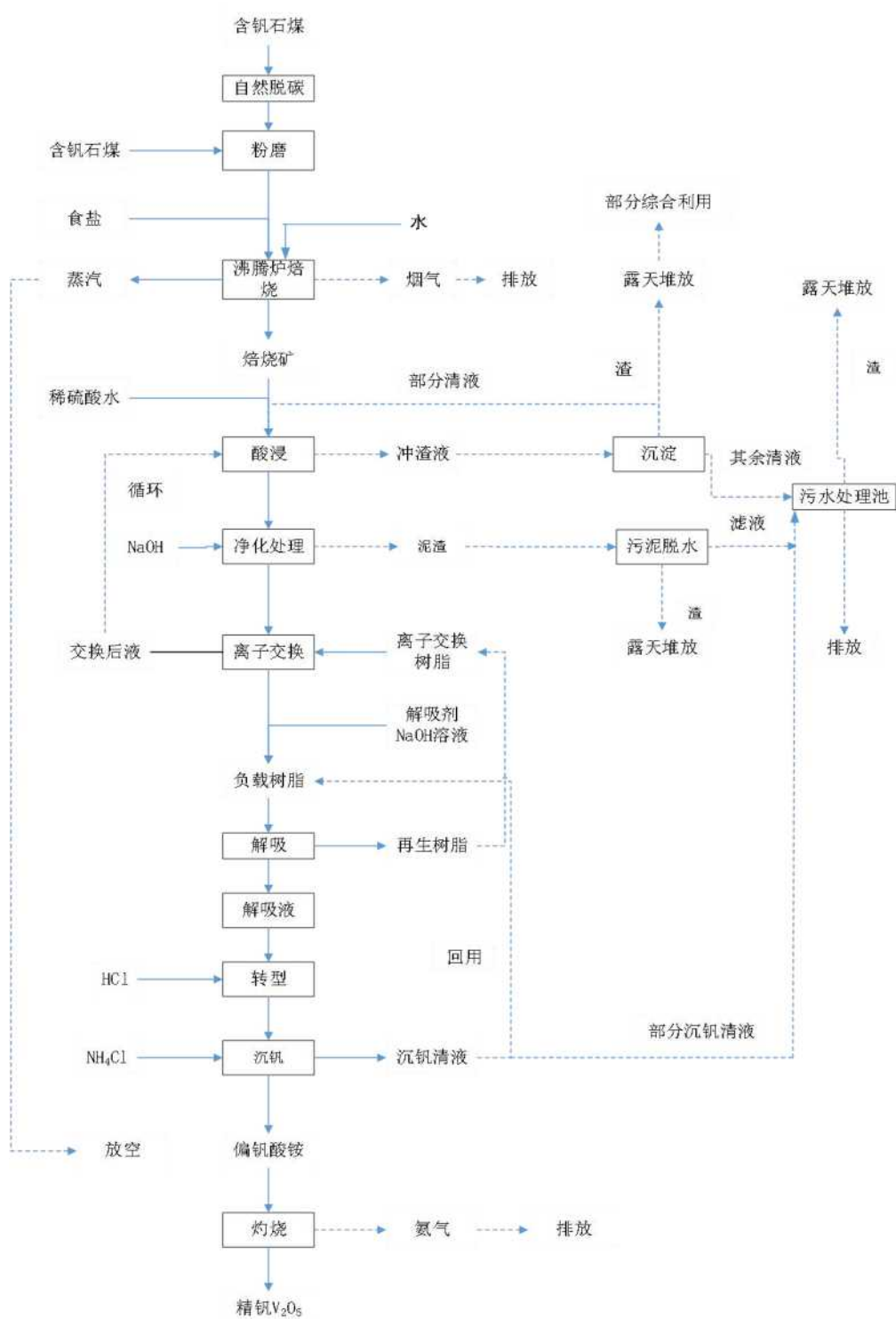


图 4.2-1 钠化焙烧酸浸工艺流程图

(2) 空白焙烧酸浸阶段

2008 年以后，原生产企业对生产工艺进行了改进，将钠化焙烧工艺改进为

钒酸铵。

生产工艺流程图如下图所示：

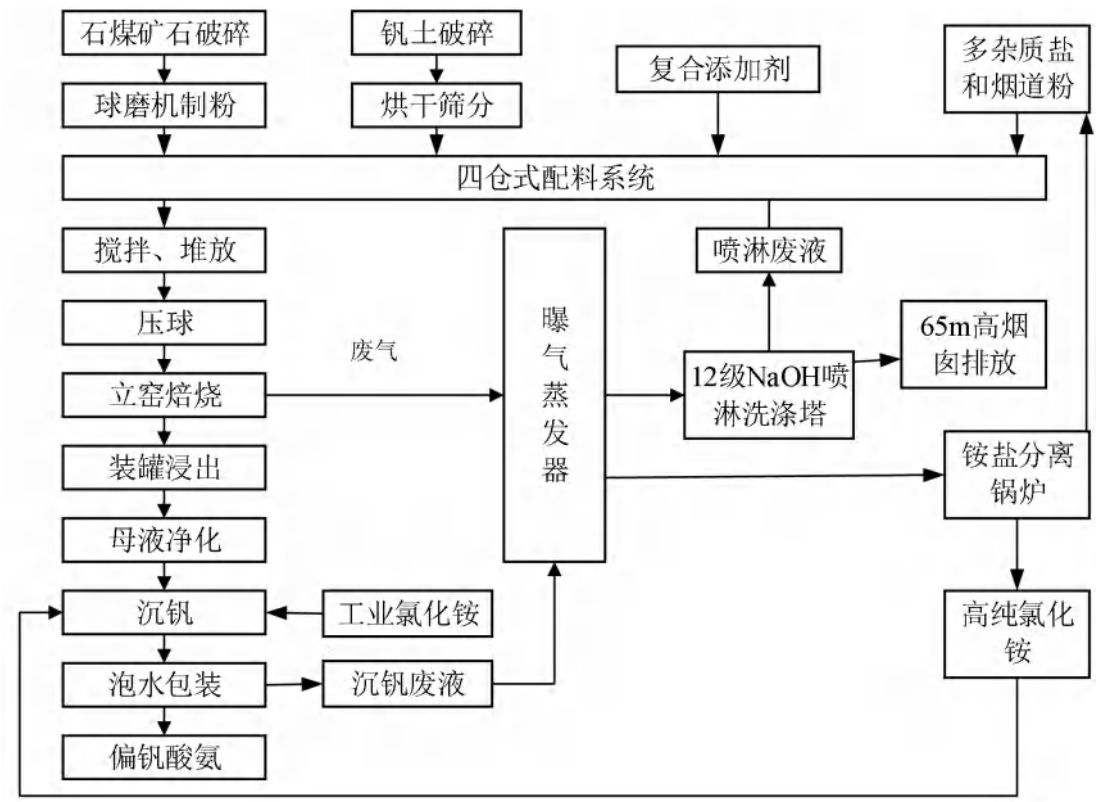


图 4.2-3 空白焙烧水浸工艺流程图

4.2.2. 生产设备

根据《湖北福瑞德置业有限公司丹江口矿业分公司设备自动化技改工程（第一期）环境影响报告书》（十堰市环境科学研究所 2008 年 4 月）及现场人员访谈情况，企业 2008 年前主要生产车间分为“火法车间”和“湿法车间”，生产设备清单如下表所示：

表 4.2-1 企业原有生产设备清单

设备名称	数量
颚式破碎机	1 台
球磨机	3 台
沸腾炉	1 台
矿粉拌水制浆搅拌机	1 台
浸出罐	6 台
原液池	3 套

设备名称	数量
净化处理罐	2 个
压滤机	2 台
离子交换柱	3 台
沉钒罐	4 台
转载水泵	10 台
供水水泵	2 台

企业重组更名为新兴中部矿业有限公司后，生产设备清单如下表所示：

表 4.2-2 企业现有生产设备清单

设备名称	型号	数量	性能
颚式破碎机	PE-500×750	1	进料 425、出料 50-120、能力 30-90t/h、55KW
地磅	SCS-80	1	80 吨
双击破碎机	SCF-600×800	2	进料≤100mm、出料 0-10mm、10-20t/h， 37+45KW，含电机
引风机	Y5-47-6	1	含变频控制器、22KW，除尘器球磨机的烟尘
球磨机	MQG ψ 1.5×5.7 米	2	进料≤25mm、出料 0.07-0.4mm、3-8t/h，130KW
提升机	TD-200 型 15 米	2	矿粉提到料仓，皮带、瓦斗要更换，5.5KW
双击破碎机	SCF-600*600	2	进料≤100mm、出料 0-10mm、10-20t/h， 22+33KW，含电机
滚筒筛	1800×6000	2	18 目、10t/h、2×11KW
双击破碎机	SCF-600*400	2	进料≤100mm、出料 0-10mm、5-10t/h
滚筒筛	1600×4500	2	18 目、5t/h、2×11KW
配料系统	微电子控制	1	含变频调速秤 Y8000，三套料仓，主机 1 套、 5.5KW
双轴搅拌机	ZYQ-650 型	1	45t/h，37KW
压球机	Zzxm-500	4	10t/h，4×30KW
布料机	B3000×6 米	4	4×5.5KW
立窑	200t	4	7×9×12 米，出料机、落料机、温控系统， 2×10KW
引风机	Y4-73-18D	1	含变频启动装置，220KW
板链机	800×50 米、耐高温	1	从立窑到浸出罐的板链机，15KW
板链机	800×30 米、耐高温	1	15KW，出料到刮板输送机
刮板输送机	600×80 米、耐高温	1	30KW，熟料在浸出罐上的输送

设备名称	型号	数量	性能
浸出罐	2000 吨	9	Φ8×15 米，9×3KW，含喷淋系统、出料机， 内外防腐
罐底输送机	B600×100 米	1	罐底出渣用，30KW
尾渣输送机	B600×250 米	1	尾渣翻山到尾渣库，50KW
母液池	8×8×6 净尺寸	2	2×300 立方，含防腐
板框压滤机	MBY40/870	1	7.5KW
提升机	TD-200 型 12 米	2	2×4.5KW
沉钒罐	自制	2	2×Φ6×6 米，含内外防腐
空压机	MLGF9/8-55	1	排气量 10 立方，功率 55KW
吊袋式离心机	SDJ-1500	2	装料 0.6t/3h,2×22KW
曝气蒸发器		1	含烟道、喷淋系统、抽滤机等，150KW
盐氮分离机		1	
烟囱、烟道	自制	1	Φ6×20+Φ3×30 米，含防腐设施
石灰浆喷淋系统		1	含管道、喷淋系统、搅拌器，37KW

4.2.3. 原辅料消耗情况分析

2003 年以前原生产企业使用的原辅材料主要有石煤钒矿、硫酸、烧碱氢 NaOH、NH₄Cl、NaCl、HCl；从 2003 年以后，工艺改进为空白焙烧，氯化钠不再使用；2012 年经技术改造以后，生产过程中不再使用硫酸和盐酸，焙烧后的矿粉直接用水浸出。各原辅材料消耗情况如下表所示：

表 4.2-3 企业原辅材料消耗情况（2003 年以前）

序号	名称	规格	单耗		总量	
			单位	数量	单位	数量
1	石煤钒矿	品位 1.0%左右	t/t-钒	220	t/a	16500
2	硫酸	工业 98%	t/t-钒	2.5	t/a	187.5
3	NaOH		t/t-钒	1.3	t/a	97.5
4	NH ₄ Cl		t/t-钒	1.1	t/a	82.5
5	NaCl	工业盐	t/t-钒	10	t/a	750
6	HCl	工业盐酸	t/t-钒	0.75	t/a	56.25

表 4.2-4 企业原辅材料使用情况（2003~2008 年）

序号	名称	规格
1	石煤钒矿	品位 1.0%左右
2	硫酸	工业 98%
3	NaOH	/
4	NH ₄ Cl	/
5	HCl	工业盐酸

表 4.2-5 企业原辅材料消耗情况

序号	名称	存在部位	年使用量或产量 (t)	备注
1	原矿	破碎机磨矿区域	——	原料
2	氢氧化钠	浮选车间、浸出车间	595.00	辅料
3	氯化铵	沉钒车间	457.00	辅料
4	柴油	装载机	根据实际确定	辅料

其中石煤原矿为企业生产主要原料，采自丹江口杨家堡钒矿，根据中国地质勘察局黄石分析测试中心 2005 年 11 月分析数据，其化学成分如下表所示：

表 4.2-6 丹江口杨家堡钒矿主要化学成分

项目	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂
含量 (%)	68.72	3.62	0.179	1.27	2.13	0.587
项目	K ₂ O	Na ₂ O	C	S	V ₂ O ₅	WO ₃
含量 (%)	0.085	0.194	13.17	1.77	1.51	0.228
项目	Mo	P	Cu	Pb	Zn	Mn
含量 (%)	0.022	0.465	0.069	0.021	0.765	0.030
项目	Ni					
含量 (%)	0.044					

4.2.4. 产污情况分析

钠化焙烧酸浸工艺生产过程中产生的污染物主要有废气、废水和固体废弃物，污染物排放情况如下表所示：

（1）废气

2008 年以前，生产过程中产生的废气主要为烟气和恶臭气体氨气，无相应的治理设施。废气排放情况如下：

表 4.2-7 废气排放情况一览表（2008 年以前）

项目	种类	总量	来源	排放方式	污染物名称	治理措施
废气	烟气	446400 Nm ³ /d	日焙烧55t石煤，石煤含硫1.77%，脱碳后矿石含硫0.4%， 烟囱高度15m	有组织连续	烟尘	通过烟囱排放，无治理措施
					SO ₂	
					Cl ₂	
					HCl	
	恶臭气体	0.1t/d	灼烧车间	连续	NH ₃	无

2012 年经技术改造后，停止使用辅料氯化钠、盐酸，并不再通过灼烧脱氮工艺生产五氧化二钒，因此废气中主要成分为烟尘和二氧化硫。此阶段产生的废气主要采用石灰石-石膏湿法脱硫，喷淋除尘的治理工艺。并配有废气治理区水池对喷淋水进行暂存，以供生产使用。

（2）废水

生产过程中产生的废水主要有生活废水和生产废水，废水排放及治理情况如下表所示：

表 4.2-8 废水排放情况一览表（2008 年以前）

项 目	种 类	总量	来源	排放 方式	污 染 物 名 称	主要污染物产生及排放概值				治 理 措 施
						治理前		治理后		
						产生浓 度mg/L	产生量 kg/d	排放浓度 mg/L	排放量 kg/d	
污 水	生 活 污 水	10 t/d	办公楼、 食堂等 辅助设 施	间断	COD	250	2.5	-	-	直 接 排 放
					BOD ₅	120	1.2	-	-	
					SS	150	1.5	-	-	
					NH ₃ -N	5	0.05	-	-	
	生 产 废 水	32.4 t/d	废水处 理站	间断	COD	100	3.24	100（100）	3.24	中 和 反 应 沉
					V	12.0	0.39	8.0	0.26	
					Cu	8.0	0.26	0.5（0.5）	0.02	
					Cd	1.5	0.05	0.1（0.1）	0.004	
					Zn	50.0	1.62	2.0（2.0）	0.06	

项 目	种 类	总量	来源	排放 方式	污 染 物 名 称	主要污染物产生及排放概值				治 理 措 施
						治理前		治理后		
						产生浓 度mg/L	产生量 kg/d	排放浓度 mg/L	排放量 kg/d	
					Pb	2.0	0.06	1.5（1.0）	0.05	淀 处 理
					Hg	1.0	0.03	0.05 （0.05）	0.002	
					As	1.0	0.03	0.5（0.5）	0.02	
					Cr ⁶⁺	0.05	0.00	0.05（0.5）	0.002	
					Cl ⁻	5000.0	162.0	5000.0	162.0	
					SS	2000	64.8	70（70）	2.27	

注：生活污水水质根据城镇生活污水水质类比取得，生产废水水质根据同类型钒厂生产废水水质监测数据类比及现状生产废水水质监测数据取得；（）中数据为标准限值。

企业生产废水统一排放至企业自行建设的污水站，采用废水—中和反应—沉淀—排放的处理工艺，镉、铅、汞、砷、六价铬执行《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中第一类污染物最高允许排放浓度，铜、锌、悬浮物执行《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）中第二类污染物最高允许排放浓度一级标准，处理后的尾水及雨水经地面冲沟排入小柏河。目前污水站已拆除，改为成品仓库。

根据《丹江口市钒厂改扩建工程环境影响报告表》（1992年），地块生产期间用水来源为地块西北侧大柏河水库，总涌水量为207.5t/d，每日补充水量为74.7t/d。地块内排水系统实行分流制，生产废水进入场内废水处理系统，处理后的尾水及雨水经地面冲沟排入地块东侧小柏河。

地块内提钒工艺流程图与水量平衡流程图如下图4.2-4所示：

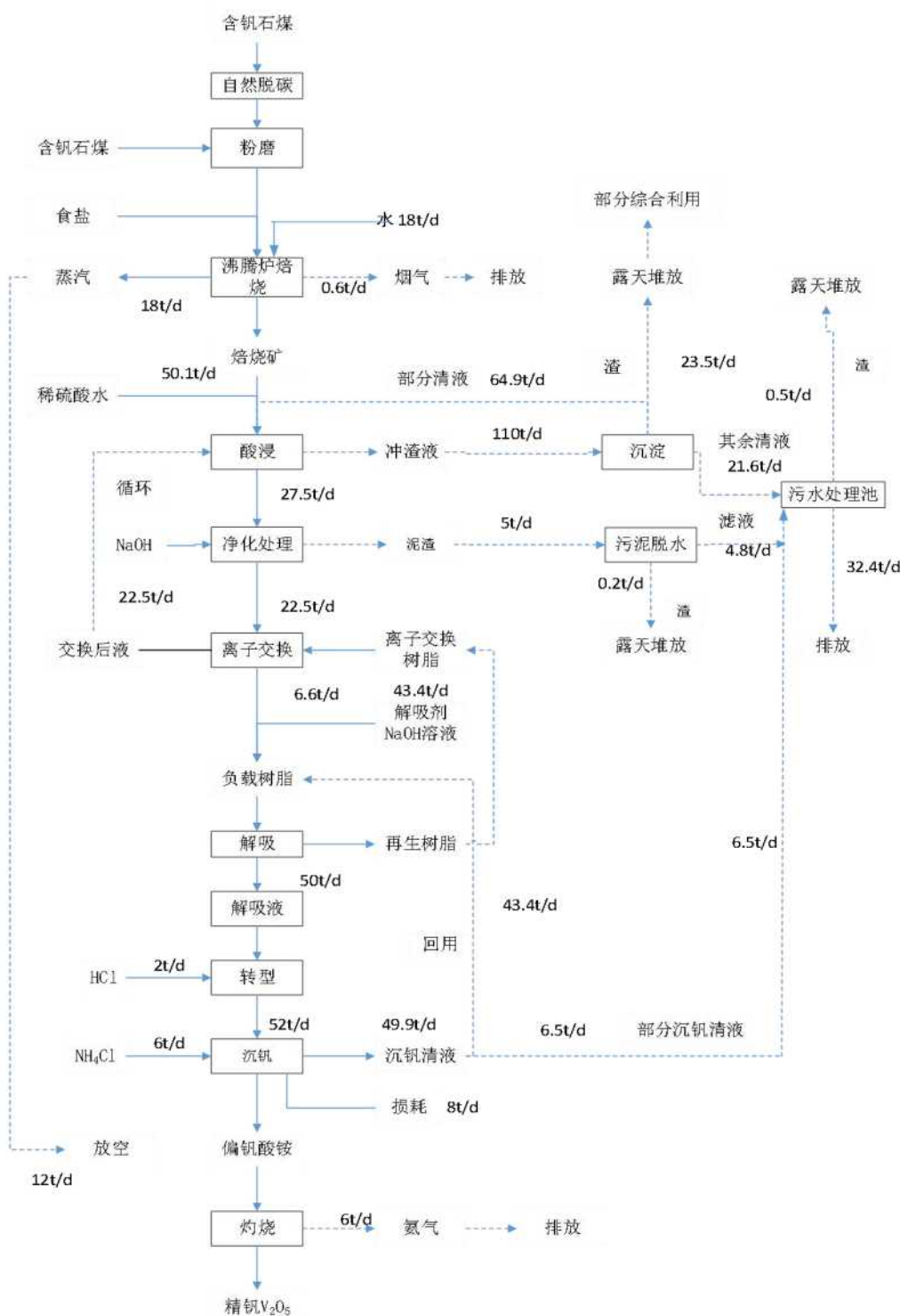


图 4.2-4 地块内提钒工艺流程图与水平衡图

另据企业负责人介绍，2012 年经技术改造后，企业生产废水均在循环水池中暂存，不再进行外排。生活污水排放至习家店污水处理厂进行二级生化处理。

(3) 固体废弃物

生产过程中产生的固体废弃物主要有尾矿渣、粉煤灰、绿泥和生活垃圾，固体废弃物排放及处置方式如下表所示：

表 4.2-9 固体废弃物排放情况一览表

项目	种类	污染物来源	产生方式	污染物名称	产生量	治理设施
固废	尾矿渣	浸出工段、污水处理站	间断	尾矿泥	13200t/a	露天堆存
	粉煤灰	灼烧车间	间断	粉煤灰	0.12t/a	露天堆存
	绿泥	树脂车间	间断	氢氧化物沉淀	0.83t/a	露天堆存
	生活垃圾	办公楼、食堂等辅助设施	间断	生活垃圾	0.5t/a	环卫部门

根据《丹江口市钒厂改扩建工程环境影响报告表》（湖北省环境研究保护所 1992 年 12 月），尾矿渣中金属含量如下表所示：

表 4.2-10 尾矿渣金属含量分析表（mg/kg）

金属元素	Fe	Mn	Cu	Cd	Zn
含量	25504±24832	231.5±291.5	449.0±235.5	60.0±16.0	2192±420

根据上表可知，尾矿渣中含有大量的重金属，尾矿常年露天堆放可能对土壤和地下水造成污染。

4.3. 潜在污染物分析

根据企业的历史生产情况，功能分区及生产设施分布情况，本项目产生的工业污染物有生产废水、生产废气、固体废物，生产废气主要有烟尘、二氧化硫、氯气、氯化氢、氨气；生产废水中含有铅、汞、镉、砷、铜、锌、钒、六价铬、氯化物和悬浮物；固体废弃物主要有尾矿渣、绿泥、粉煤灰等污染物，其中尾矿渣中还有大量重金属。主要功能区包括破碎车间，石料、烟煤堆放区、压球车间（原铸溶车间）、焙烧车间（原酸碱库）、原石煤堆场、原破碎压球车间、废气治理区（原沸腾炉焙烧区）、浸出罐区（北部为原酸浸罐区，南部为原仓库）、灼烧车间、废水循环池与应急池、沉钒车间、成品仓库（原污水站）、化验室和办公生活区。根据企业产排污情况，地块主要污染物产生情况如下表所示：

表 4.3-1 关注污染物情况一览表

潜在的污染区域	污染物来源	主要污染物	关注原因
破碎车间	破碎机	铅、汞、镉、砷、铜、锌、钒、镍	该车间地面没有硬化，破碎过程中可能存在含重金属的矿石遗洒的

潜在的污染区域	污染物来源	主要污染物	关注原因
			情况
石料、烟煤堆放区	煤渣、粉煤灰	多环芳烃、铅、汞、镉、砷、铜、锌、钒、镍	堆放区地面未硬化，煤渣中含有多环芳烃，粉煤灰中含有重金属
压球车间（原铸溶车间）	压球机，熔铸设备	铅、汞、镉、砷、铜、锌、镍	现地块面未进行硬化，并且堆放有含重金属的矿石球，原生产工艺中粉状五氧化二钒熔铸过程也可能导致污染物进入土壤
焙烧车间	立窑、煤渣	铅、汞、镉、砷、镍、铜、锌、钒、多环芳烃	煤渣中残留有多环芳烃，矿石焙烧后部分重金属成为可溶解态，易随水迁移
原石煤堆场	石煤原矿	铅、汞、镉、砷、镍、铜、锌、钒	车间未硬化，石煤矿中含有重金属
原压球破碎车间	球磨机、压球机	铅、汞、镉、砷、铜、锌、钒、镍	球磨后的矿粉中含重金属，皮带运输过程中可能遗洒
废气治理区（原沸腾炉焙烧区）	喷淋、废气治理区水池、沸腾炉、风机房	铅、汞、镉、砷、镍、铜、锌、钒、多环芳烃、石油烃	烟尘中含有部分焙烧后的矿粉，含重金属；原沸腾炉配套设备风机使用润滑油存在滴漏现象，可能会有污染物石油烃
浸出车间	浸出罐、原酸浸罐、输水管道	铅、汞、镉、砷、镍、铜、锌、钒、酸、碱	原生产过程使用硫酸浸出，浸出液中含有重金属，用碱进行解吸
沉钒车间	沉钒罐、输水管道	铅、汞、镉、砷、镍、铜、锌、钒	沉钒过程中
灼烧车间	灼烧窑炉	钒、氨气	偏钒酸铵脱氨过程有重金属钒，并产生氨气
成品仓库（原污水站）	成品包装袋、原生产废水	废水中的重金属 铅、汞、镉、砷、镍、铜、锌、钒、六价铬以及氯化物	产品中含有钒，原生产废水中含有废水中的重金属铅、汞、镉、砷、铜、锌、钒、六价铬以及氯化物
渣场	废矿渣、绿泥、粉煤灰	铅、汞、镉、砷、镍、铜、锌、钒、	废矿渣中含有大量重金属，绿泥和粉煤灰中也含有部分金属，废渣露

潜在的污染区域	污染物来源	主要污染物	关注原因
		六价铬	天堆放几十年且无防渗措施
污水循环池和应急池	循环水池	铅、汞、镉、砷、镍、铜、锌、钒、六价铬、氯化物	循环水中含有重金属

因此，根据上述分析可知，本地块关注污染物为铅、汞、镉、砷、铜、镍、锌、钒、六价铬、石油烃、多环芳烃、酸、碱、氨、氯化物。

4.4. 初步调查情况回顾

4.4.1. 初步调查方案

初步调查阶段在具有潜在污染的区域采用专业判断法布点采样，共计采集 38 个土壤样品（包括 4 个土壤平行样），包括地块内 11 个采样点 33 个柱状样和 1 个背景点 1 个表层样。土壤检测指标共计 49 项，包括 GB 36600-2018 中的常规 45 项（重金属 7 项、挥发性有机物 27 项以及半挥发性有机物 11 项）和特征污染物 4 项（包 pH、金属钒和锌、石油烃（C₁₀-C₄₀））。

初步调查共采集 6 个地下水样品（包括 1 个地下水平行样），包括地块内 4 个地块内地下水样品和 1 个背景点地下水样品。地下水监测指标共计 37 项，包括 GB/T 14848-2017 中常规检测项 35 项（去除微生物和放射性检测指标 4 项）、石油类以及金属钒。



图 4.4-1 初步调查点位布设图

4.4.2. 初步调查结果

(1) 土壤

初步调查共采集 38 个土壤样品（包括 4 个土壤平行样），包括 11 个地块内采样点 33 个柱状土壤样品和 1 个背景点 1 个表层土壤样品。土壤检测指标共计 49 项，包括 pH、重金属六价铬、铅、汞、镉、砷、铜、锌、镍、钒，挥发性有机物 27 项，半挥发性有机物 11 项以及石油烃（C₁₀-C₄₀）。

根据初步调查分析测试结果可知，地块土壤呈碱性；27 项挥发性有机物（VOCs）和 11 项半挥发性有机物（SVOCs）均未检出，特征污染物石油烃（C₁₀-C₄₀）有检出情况，但均不超过《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）中第一类用地筛选值和第二类用地筛选值。地块内所监测点土壤六价铬均未检出，其他 8 项重金属均有检出，其中砷、钒部分点位检出值超过 GB 36600-2018 中第二类用地筛选值；镉、镍部分点位检出值

超过 GB 36600-2018 中第一类用地筛选值，锌部分点位检出值超过背景点浓度。各重金属（砷、钒、镉、镍、锌）超筛选值情况具体如下：

1) 砷检测结果分析

地块土壤砷的检出值在 7.84~77.5mg/kg 之间，其中地块内 S001（0-0.5m）、S001（5-5.5m）、S005（1.5-2m）、S006（2.5-3m）点位土壤砷含量超过《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）中第二类用地筛选值。超标点位 S001、S005、S006 分别位于地块循环水池旁边、破碎车间和压球车间。循环水池旁边砷含量超标可能与循环水池破损或水溢出有关，此外，循环水池旁边的土壤表面填有建筑垃圾和矿渣，且未经过防渗处理，可通过淋滤作用污染土壤。S001（1.5-2m）、S004（0-0.5m）、S004（1.5-2m）、S007（0-0.5m）、S007（1.5-2m）、S007（2.5-3m）、S008（0-0.3m）、S008（5-5.5m）、S009（0.8-1m）、S009（1.3-1.5m）、S010（1-1.5m）、S010（2-2.5m）、S011（0.5-1m）、S011（1-1.5m）点位砷含量超过《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）中第一类用地筛选值，这些点位分别位于循环水池旁边，破碎车间，石料、烟煤堆放区，灼烧车间，废气治理区水池，原破碎压球车间，成品仓库（原污水站）、渣场等主要生产区。对照点砷含量低于一类用地风险筛选值。

2) 钒检测结果分析

①地块土壤钒的检出值在 157~1820mg/kg 之间，其中地块内 S008（0-0.3m）、S008（5-5.5m）、S001（0-0.5m）、S001（1.5-2m）、S011（2.5~3m）、S010（3-3.5m）点位钒含量超过《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）中第二类用地筛选值，超标点位 S008、S001、S011、S010 分别位于废气治理区水池旁边，循环水池旁边、渣场以及成品仓库（原污水站）。超标点位地面均未硬化，因此 S008（0-0.3m）、S008（5-5.5m）、S001（0-0.5m）、S001（1.5-2m）点位钒的超标可能与水池中含钒废水的外溢或渗漏有关；S011（2.5~3m）点位位于渣场，含重金属钒可通过淋滤作用进入土壤；S010（3-3.5m）点位原为污水站，污染深度达到 3.5m 可能与原污水池的渗漏有关。

②对照点钒含量超过《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)中第一类用地筛选值,但不超过 GB 36600-2018 第二类用地筛选值。

③除 S011 (0.5-1m)、S009 (0.8-1m) 两个点位以及 S008 (0-0.3m)、S008 (5-5.5m)、S001 (0-0.5m)、S001 (1.5-2m)、S011 (2.5~3m)、S010 (3-3.5m) 等超第二类用地筛选值点位以外,其他点位钒含量均超过《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)中第一类用地筛选值,但不超过 GB 36600-2018 第二类用地筛选值。

重金属砷、钒超标情况如下表所示:

表 5.2-1 各点位重金属超标情况一览表

超标区域	点位编号	超标污染物	最大超标深度	超标类型	
				超一类用地	超二类用地
循环池旁边	S001	砷	5-5.5m	√	√
		镉	0-0.5m	√	
		钒	5-5.5m	√	√
		镍	5-5.5m	√	
水浸罐区(原酸浸罐区)	S002	钒	2.5-3m	√	
焙烧车间	S003	钒	2.5-3m	√	
石料、烟煤堆放区	S004	砷	2.5-3m	√	
		钒	2.5-3m	√	
破碎车间	S005	砷	1.5-2m	√	√
		钒	2.5-3m	√	
压球车间(原铸溶车间)	S006	砷	2.5-3m	√	√
		镉	2.5-3m	√	
		钒	2.5-3m	√	
		镍	2.5-3m	√	
老焙烧车间	S007	砷	2.5-3m	√	
		钒	2.5-3m	√	
		镍	1.5-2m	√	
废气治理区水池	S008	砷	5-5.5m	√	

超标区域	点位编号	超标污染物	最大超标深度	超标类型	
				超一类用地	超二类用地
		钒	5-5.5m	√	√
老压球车间	S009	砷	1.3-1.5m	√	
		钒	2.5-3m	√	
成品仓库（原污水站）	S010	砷	2-2.5m	√	
		钒	3-3.5m	√	√
尾矿堆场	S011	砷	1-1.5m	√	
		钒	2.5-3m	√	√
		镍	0.5-1m	√	
对照点	DZS	钒	0-0.2m	√	

注：从上表可以看出在全场调查范围内钒均存在超标情况。

3) 镉检测结果分析

地块土壤镉的检出值在 0.28~37.8mg/kg 之间，其中 S001（0-0.5m）、S006（2.5-3m）点位镉含量超过《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）中第一类用地筛选值，但不超过 GB 36600-2018 第二类用地筛选值。超过第一类用地筛选值的点位位于循环水池旁边和原破碎、压球车间。

4) 镍检测结果分析

地块土壤镍的检出值在 22~390mg/kg 之间，其中 S001（0-0.5m）、S001（5-5.5m）、S005（1.5-2m）、S006（2.5-3m）、S007（1.5-2m）、S011（0.5-1m）点位镍含量超过《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）中第一类用地筛选值，但不超过 GB 36600-2018 第二类用地筛选值。超过第一类用地筛选值的点位位于循环水池旁边，破碎车间，原破碎、压球车间，原灼烧车间和渣场。

5) 锌检测结果分析

地块土壤锌的检出值在 63~612mg/kg 之间，背景点锌含量为 332mg/kg，超过背景点锌含量的点位有 S006（1.5-2m）、S007（0-0.5m）、S010（3-3.5m）、S011（2.5-3m）。

地块内土壤超标点位分布情况如下图所示：

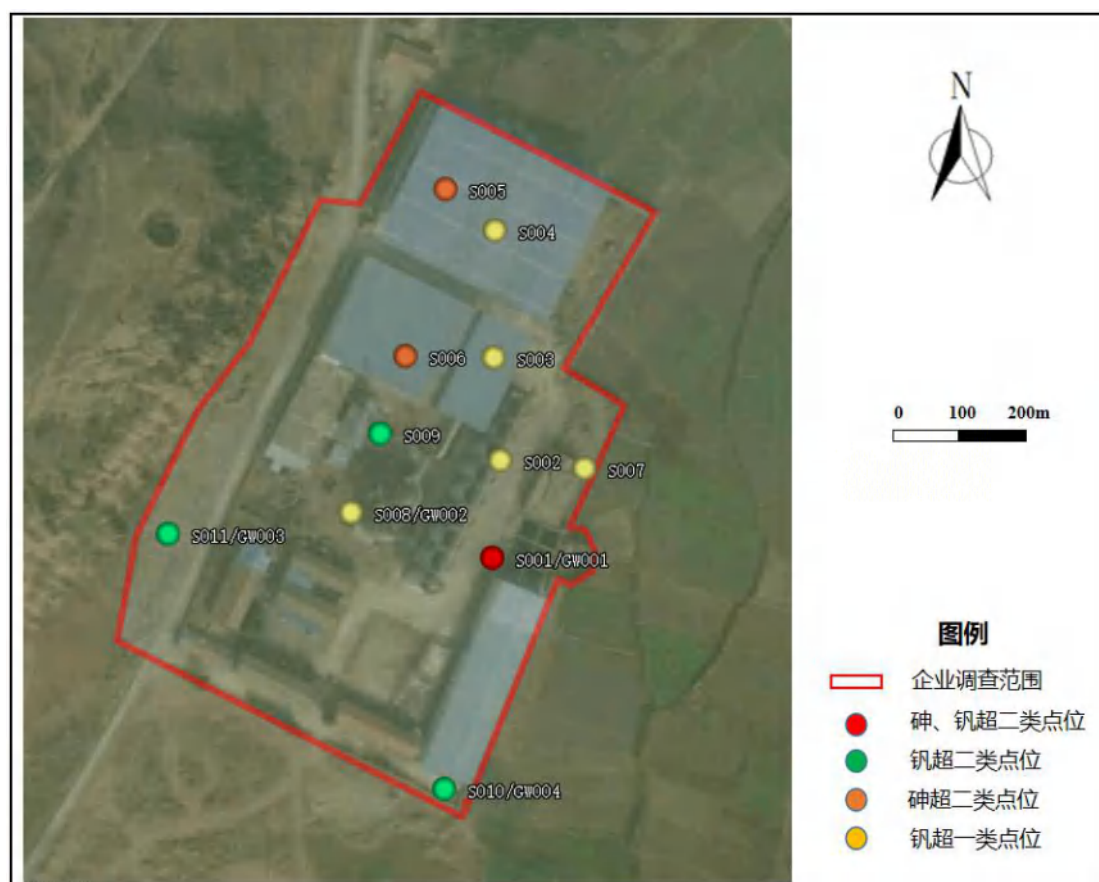


图 4.4-2 初步调查地块内土壤超标点位分布图

从初步调查地块内土壤超标点位分布图可以看出，根据专业判断布点法，在疑似污染功能区采样检测分析发现，调查地块所有区域均存在不同程度的重金属超标情况，由此可以判断地块内污染范围为全场分布。

(2) 地下水

初步调查采样共布设 4 口地下水监测井，1 口地下水对照井，采集 5 个地下水样品，地下水监测指标共计 37 项，包括 GB/T 14848-2017 中常规检测项 35 项（去除微生物和放射性检测指标 4 项）以及钒、石油类。

1) 常规项检测结果分析

地块内 GW001 和 GW004 点位地下水样品中硝酸盐含量超过 GB 14848-2017 中 IV 类水标准，GW002 点位地下水样品中硫酸盐、总硬度、硝酸盐含量以及 GW004 点位地下水样品中锰含量超 GB 14848-2017 中 III 类水标准，但满足 GB 14848-2017 中 IV 类水标准。其他地下水检测指标均满足 GB 14848-2017 中 III 类水标准。

2) 其他特征项石油类、钒检测结果分析

地块内地下水中石油类均未检出，钒在 GW001、GW003 和 GW004 中均有检出，含量均超过荷兰地下水介入值 0.07mg/L。

5. 详细调查工作方案

根据初步调查情况，制定详细调查工作方案。

5.1. 点位布设依据

根据国家《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）、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）、《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》（环发[2014]78 号）及《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（公告 2017 年第 72 号）等技术规范要求，同时结合本地块相关资料分析、现场踏勘结果等，采用全场网格布点。

5.1.1. 土壤布点原则

土壤采样布点原则如下：

（1）结合地块地形地势、环境现状、生产活动排污特征区，采用专业判断法在场区重点关注区域进行采样点的布设，明确地块的污染种类及污染情况；

（2）根据《关于发布〈建设用地土壤环境调查评估技术指南〉的公告》（公告 2017 年第 72 号）的布点要求“详细调查阶段，对于根据污染识别和初步调查筛选的涉嫌污染的区域，土壤采样点位数每 400m² 不少于 1 个，其他区域每 1600m² 不少于 1 个。地下水采样点位数每 6400m² 不少于 1 个。”

（3）同一土层至少采集 1 个土壤样品，并现场使用 XRF 和 PID 等设备辅助判断具体的采样深度，尽量采集设备读数高、土壤颜色异常的土壤区段，以保证采集具有代表性的土壤样品；

（4）采集深层土壤样品，最大采样深度主要参考场内掩埋体深度及异常土层深度。

现场采样时根据实际情况对采样点位置和深度进行适当调整。采样结束后，及时对采样孔进行封堵。

5.1.2. 土壤采样深度确定原则

根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）中相关要求，

土壤采样深度应根据污染源位置、迁移和地层结构以及水文地质等进行判断设置。采样深度应达到污染区域，如对污染物有较强阻滞作用的弱透水层以下。地块内勘探孔深度应穿过掩埋体，钻遇天然土层厚度不小于 0.5m，并有一定比例勘探孔深度，穿透掩埋体下伏的稳定含水层，进入相对隔水层不少于 0.5m；地块外勘探孔深度宜达到潜水赋存层底板之下 0.5m，在卵砾石潜水含水层地区，勘探孔深度可进入卵砾石层不小于 2m，并有一定比例勘探孔穿透掩埋体下伏的第一个稳定含水层，达到含水层底板之下 0.5m。

（1）表层土样品；

（2）表层与第一弱透水层（粉质黏土）交界处的样品，表层与弱透水层厚度较大，则根据厚度间隔取一个样品；

（3）地下水位线附近样品；

（4）钻探至弱透水层或初见水位下方 3~4m 处终孔，以保证采集具有代表性的土壤样品。

5.1.3. 地下水点位布设原则

为判断地块水文地质情况及地下水污染水平，地下水布点原则如下：

（1）调查区域至少设 3 个监测井，厂界地下水上下游至少各设 1 个监测井；

（2）根据《关于发布〈建设用地土壤环境调查评估技术指南〉的公告》（公告 2017 年第 72 号）的布点要求“详细调查阶段，地下水采样点位数每 6400m²不少于 1 个。”地下水监测井尽量布设在重点关注区域，以判断地下水是否存在污染及污染情况；

（3）为了解污染物在土壤和地下水中的迁移情况，考虑将地下水监测井点和土壤采样点合并；

（4）监测井深度及筛管位置应根据地块水文地质情况确定。

5.2. 采样布点方案

5.2.1. 土壤布点方案

根据地块土壤环境状况初步调查结果，本地块所有采样点位中检测指标钒浓度均超过《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB

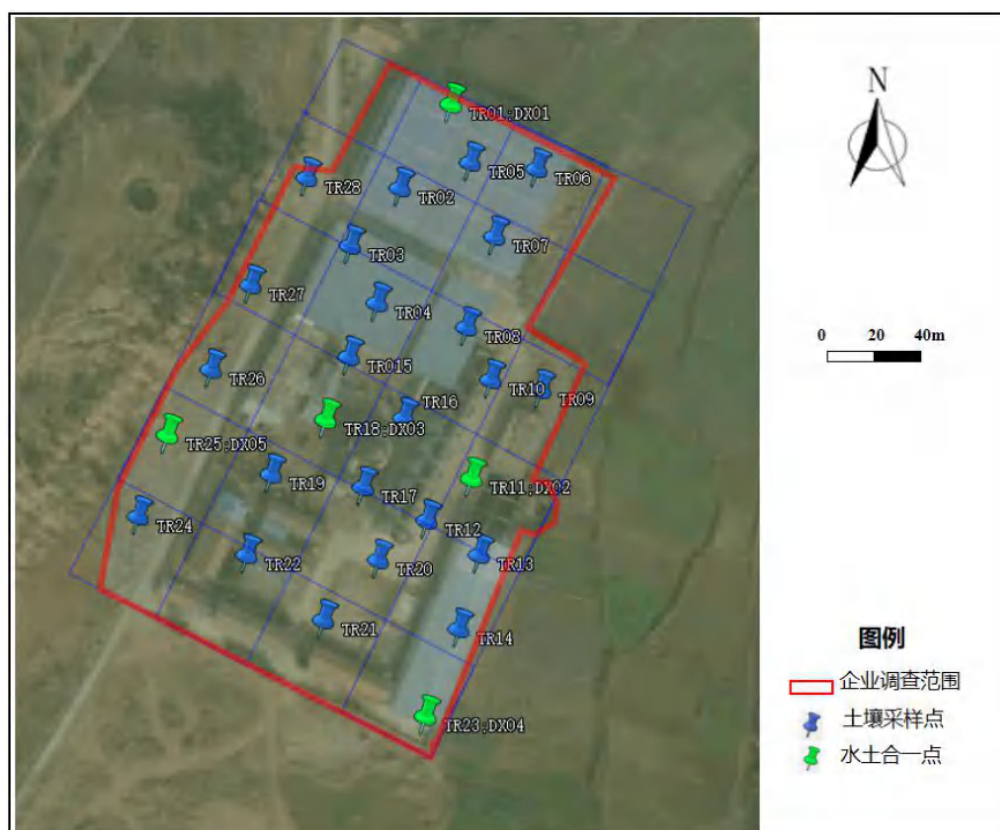
36600-2018) 第一类用地筛选值。鉴于整个厂区地块均存在超标污染情况, 详细调查主要考虑污染深度的问题, 因此, 在厂区内采用 40*40m 网格法均匀布设采样点, 并在初步调查污染区域适当加密布点。

详细调查阶段在地块内共布设 28 个土壤采样点, 每个点位采 4 层土壤样品。此外在地块北侧布设 1 个土壤对照点, 因在初步调查中发现背景点中检测指标钒浓度超过《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36600-2018) 第一类用地筛选值, 为消除本底浓度影响, 采集背景点土壤柱状样, 共 4 层。

5.2.2. 地下水布点方案

详细调查阶段共布设 7 个地下水采样点, 其中地块内 5 个地下水采样点, 在地块北侧布设 1 个地下水背景点(同土壤背景点), 考虑到可能存在污染扩散的情况, 在厂区东南侧布设 1 个地下水扩散点。地下水监测点与土壤监测点并点布设, 尽量布设在初查超标点位下游, 可根据现场土壤监测点钻探情况进行调整, 如未采集到地下水, 须保留现场钻探和土柱(岩箱)照片。

地块详细调查布点方案如下图所示:



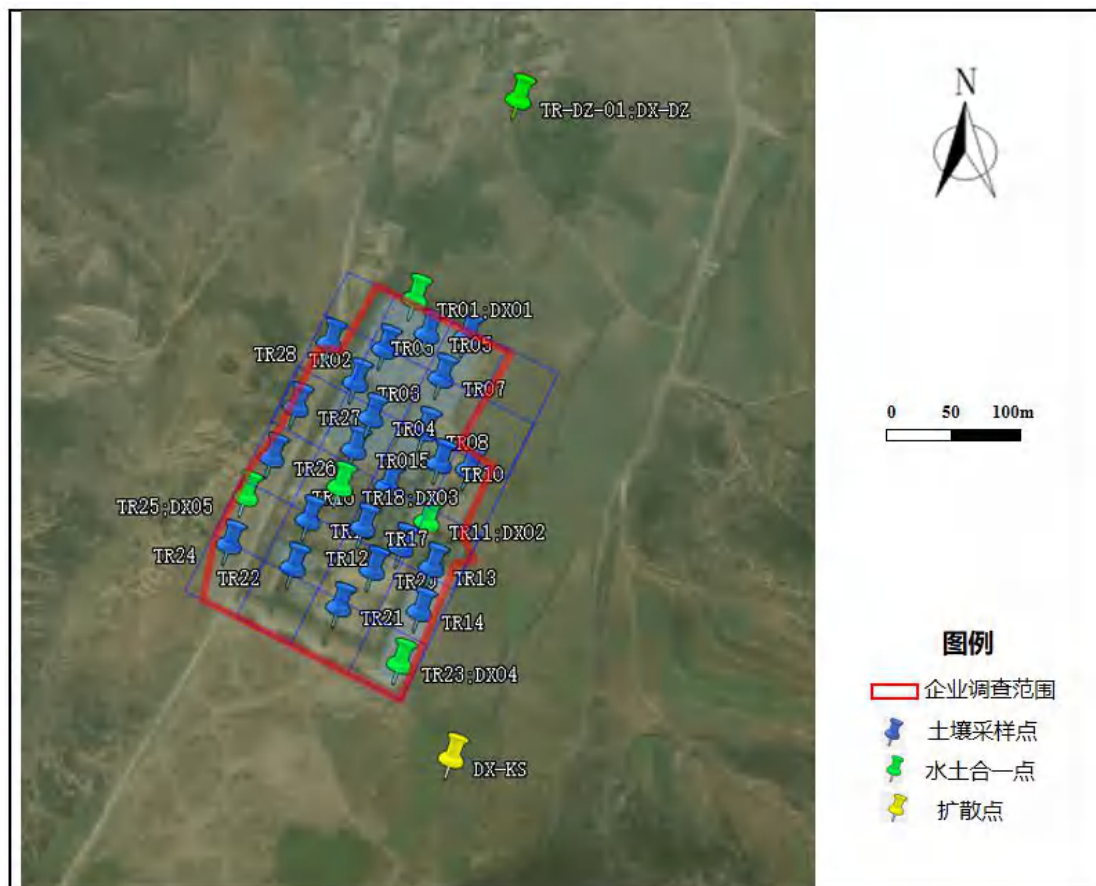


图 5.2-1 调查地块采样布点方案

5.3. 检测指标

5.3.1. 土壤检测指标

根据《建设建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019），详细调查土壤分析指标以初步调查已确定的地块关注污染物为主，故本次调查土壤主要关注污染物为镉、砷、镍、钒、锌。

考虑地块特征污染物：铅、汞、镉、砷、铜、镍、锌、钒、六价铬、石油烃（C₁₀-C₄₀）、多环芳烃、pH、氨。

综上所述，本地块详细调查阶段的土壤检测指标为：

- （1）pH；
- （2）重金属：砷、镉、六价铬、铜、铅、汞、镍、锌、钒；

（3）SVOCs，石油烃（C₁₀-C₄₀）：在初步调查中，特征污染物 SVOCs 在所有检测点位中均未检出；石油烃（C₁₀-C₄₀）在所有检测点位中均有检出但检出值

均不超过《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）第一类用地筛选值。在初步调查污染识别阶段识别出有 SVOCs、石油烃（C₁₀-C₄₀）特征污染物的区域为石料/烟煤堆放区、焙烧车间以及废气治理区（原沸腾炉焙烧区），主要有 TR05、TR06、TR07、TR8、TR10、TR15、TR16、TR17、TR18，共 9 个土壤点位。因此，在这 9 个点位采集样品测定 SVOCs 和石油烃（C₁₀-C₄₀）。

5.3.2. 地下水检测指标

根据初步调查结果，本次地下水调查检测指标为 pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐、氟化物、氯化物、耗氧量、氨氮、汞、砷、铁、锰、锌、铜、铅、镉、镍、六价铬以及特征污染物钒、石油类，共计 22 项指标。

5.3.3. 水文地质调查

根据《建设用地土壤环境调查评估技术指南》，水文地质调查需开展水文地质和土壤理化性质调查工作。水文地质条件关系污染物在土壤和地下水中的迁移、转化和分布，需要调查：地块土层结构及分布、地下水位等。

为调查地块水文地质条件及土壤理化性质，拟选取 3 个土壤监测点采集土工试验样品，每个监测点每个地层采集 1 个土工样品，检测指标为土壤有机质、容重、含水率、密度、土壤孔隙率、渗透系数。

5.4. 样品采集计划

综上所述，本次调查样品采集清单如下表所示：

表 5.4-1 详查采样计划表

类别	测试项目	采样点位	采样 点数	样品数量（含 10%平行样）	采样要求
土壤	11 项 SVOCs、 石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	原石煤堆放 区、焙烧车间	9	36	初步设定在素填土 层以及土壤性质发 生变化的变层处进 行采样，若厚度较 大则间隔采样，分 4
	pH、9 项重金属（砷、 钒、镉、镍、铅、铜、 锌、汞、六价铬）	TR01~28、1 个对照点	29	114+12（平行 样）	

类别	测试项目	采样点位	采样 点数	样品数量（含 10%平行样）	采样要求
					层采样。
	土壤有机质、容重、含水率、密度、土壤孔隙率、渗透系数	选取 8 个样品	3	8	-
地下水	pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐、氟化物、氯化物、耗氧量、氨氮、汞、砷、铁、锰、锌、铜、铅、镉、镍、六价铬、钒以及石油类	DX01~DX05、 1 个对照点、1 个扩散点	7	8	预计深度 10 米

5.5. 现场采样和实验室分析

5.5.1. 现场采样

5.5.1.1. 土壤现场采样

本项目现场采样工作时间为 2021 年 11 月 16 日~11 月 25 日，采样信息见表 5.5-1 所示，土壤采样点位示意图见图 5.5-1。

表 5.5-1 采样点位信息表

点位编号	点位坐标		钻探深度/m	样品编号	采样深度/m	土壤性质
	X	Y				
TR01	3631562.02	519251.4795	6.0	TR01-01	0.5-1.0	素填土
				TR01-02	2.0-2.5	棕色粘土
				TR01-03	3.5-4.0	棕褐色粘土
				TR01-04	4.5-5.0	棕色粘土
TR02	3631529.558	519223.166	6.0	TR02-01	0.5-1.0	棕褐色粘土
				TR02-02	2.0-2.5	棕色含砾粘土
				TR02-03	3.5-4.0	棕色粘土
				TR02-04	5.5-6.0	棕红色粘土
TR03	3631528.799	519210.5658	6.0	TR03-01	0.5-1.0	紫红色矿渣
				TR03-02	2.0-2.5	紫红色矿渣

点位编号	点位坐标		钻探深度/m	样品编号	采样深度/m	土壤性质
	X	Y				
				TR03-03	3.0-3.5	紫红色矿渣
				TR03-04	5.0-5.5	棕色粘土
TR04	3631451.724	519238.5557	6.0	TR04-01	0.6-1.0	杂填土
				TR04-02	2.5-3.0	棕色粘土
				TR04-03	3.5-4.0	棕褐色粘土
				TR04-04	5.0-5.5	棕褐色粘土
TR05	3631516.748	519241.6234	6.0	TR05-01	0.3-0.7	素填土
				TR05-02	2.0-2.5	棕褐色粘土
				TR05-03	3.5-4.0	棕褐色粘土
				TR05-04	5.5-6.0	浅黄色粘土
TR06	3631532.907	519252.1047	6.0	TR06-01	0.5-1.0	棕色含砾粘土
				TR06-02	1.5-2.0	棕色含砾粘土
				TR06-03	2.5-3.0	棕色含砾粘土
				TR06-04	3.5-4.0	棕黄色含砾粘土
TR07	3631514.045	519293.3312	6.0	TR07-01	0.7-1.0	棕色粘土
				TR07-02	2.0-2.5	粉质粘土
				TR07-03	4.0-4.5	棕色含砾粘土
				TR07-04	5.0-5.5	棕黄色含砾粘土
TR08	3631488.481	519253.7567	6.0	TR08-01	0.3-0.5	棕色粘土
				TR08-02	2.0-2.5	粉质粘土
				TR08-03	3.5-4.0	含砾粉质粘土
				TR08-04	5.0-5.5	黄色含砾粘土
TR09	3631451.449	519295.157	6.0	TR09-01	1.0-1.5	棕色粘土
				TR09-02	2.0-2.5	粉质粘土
				TR09-03	4.0-4.5	含砾粉质粘土
				TR09-04	5.5-6.0	黄色含砾粘土
TR10	3631454.154	519269.2429	6.0	TR10-01	0.3-0.5	素填土
				TR10-02	1.8-2.3	含砾粉质粘土
				TR10-03	4.0-4.5	含砾粉质粘土
				TR10-04	5.0-5.5	黄色砂土
TR11	3631423.186	519265.7469	7.0	TR11-01	1.0-1.5	素填土
				TR11-02	4.0-4.5	含砾粉质粘土
				TR11-03	5.0-5.5	含砾粉质粘土
				TR11-04	6.5-7.0	含砾粉质粘土
TR12	3631403.837	519246.1139	6.0	TR12-01	0.5-1.0	素填土
				TR12-02	3.5-4.0	杂填建筑垃圾
				TR12-03	4.5-5.0	粉质粘土
				TR12-04	5.5-6.0	黄色含砾粘土
TR13	3631400.949	519255.7053	7.0	TR13-01	0.8-1.2	棕色粉质粘土
				TR13-02	3.0-3.5	浅棕粉质粘土

点位编号	点位坐标		钻探深度/m	样品编号	采样深度/m	土壤性质
	X	Y				
				TR13-03	4.5-5.0	棕褐色粉质粘土
				TR13-04	6.0-6.5	棕色粉质粘土
TR14	3631363.199	519282.2355	6.0	TR14-01	0.5-1.0	棕色粉质粘土
				TR14-02	2.0-2.5	棕色粉质粘土
				TR14-03	4.0-4.5	棕色粉质粘土
				TR14-04	5.0-5.5	棕褐色粉质粘土
TR15	3631456.731	519231.6881	6.0	TR15-01	0.5-1.0	紫红色矿渣
				TR15-02	2.5-3.0	杂色粘土
				TR15-03	3.5-4.0	棕色粉质粘土
				TR15-04	5.0-5.5	含砾粘土
TR16	3631437.592	519236.2045	6.0	TR16-01	1.2-1.6	棕色粉质粘土
				TR16-02	2.5-3.0	棕色粉质粘土
				TR16-03	3.5-4.0	棕色粉质粘土
				TR16-04	5.0-5.5	棕黄色粉质粘土
TR17	3631411.267	519220.8356	6.0	TR17-01	0.7-1.2	棕色粉质粘土
				TR17-02	2.5-3.0	棕色粉质粘土
				TR17-03	3.5-4.0	棕色粉质粘土
				TR17-04	5.0-5.5	棕色粉质粘土
TR18	3631429.652	519205.8262	6.0	TR18-01	0.5-1.0	棕色粉质粘土
				TR18-02	2.5-3.0	棕色粉质粘土
				TR18-03	4.0-4.5	棕色粉质粘土
				TR18-04	5.0-5.5	棕色粉质粘土
TR19	3631418.491	519191.6612	6.0	TR19-01	0.5-1.0	棕色粉质粘土
				TR19-02	2.0-2.5	棕色粉质粘土
				TR19-03	4.0-4.5	棕色粉质粘土
				TR19-04	5.0-5.5	棕色粉质粘土
TR20	3631378.53	519227.9523	6.0	TR20-01	0.5-1.0	棕色粉质粘土
				TR20-02	2.0-2.5	棕黄色粉质粘土
				TR20-03	3.5-4.0	棕色粉质粘土
				TR20-04	5.5-6.0	棕黄色粉质粘土
TR21	3631358.24	519209.4553	6.0	TR21-01	0.5-1.0	棕黄色粉质粘土
				TR21-02	2.0-2.5	棕黄色粉质粘土
				TR21-03	4.0-4.5	棕褐色粉质粘土
				TR21-04	5.5-6.0	黄色粉质粘土
TR22	3631385.354	519177.1518	6.0	TR22-01	0-0.5	棕褐色粉质粘土
				TR22-02	2.0-2.5	棕色粉质粘土
				TR22-03	3.5-4.0	棕色粉质粘土
				TR22-04	5.5-6.0	棕色粉质粘土
TR23	3631323.429	519243.7231	6.0	TR23-01	1.0-1.5	棕色粉质粘土
				TR23-02	2.5-3.0	棕色粉质粘土

点位编号	点位坐标		钻探深度/m	样品编号	采样深度/m	土壤性质
	X	Y				
				TR23-03	4.0-4.5	棕黄色粉质粘土
				TR23-04	5.5-6.0	棕黄色粉质粘土
TR24	3631386.66	519134.9259	3.0	TR24-01	0.5-0.8	强风化砂岩
				TR24-02	1.2-1.5	强风化砂岩
				TR24-03	2.7-3.0	强风化砂岩
TR25	3631415.629	519142.0049	6.0	TR25-01	0.5-1.0	棕褐色粉质粘土
				TR25-02	2.0-2.5	棕色粉质粘土
				TR25-03	3.5-4.0	棕黄色粉质粘土
				TR25-04	5.5-6.0	棕黄色粉质粘土
TR26	3631434.743	519155.7738	9.0	TR26-01	0-0.5	棕黄色粉质粘土
				TR26-02	2.5-3.0	棕褐色粉质粘土
				TR26-03	4.0-4.5	棕红色粉质粘土
				TR26-04	5.5-6.0	棕红色粉质粘土
				TR26-05	7.0-7.5	棕红色粉质粘土
				TR26-06	8.5-9.0	棕黄色粉质粘土
TR27	3631464.605	519161.8882	6.0	TR27-01	0-0.4	棕黄色粉质粘土
				TR27-02	1.8-2.0	棕红色风化砂岩
				TR27-03	3.5-4.0	棕红色风化砂岩
				TR27-04	5.5-5.8	棕红色风化砂岩
TR28	3631542.207	519199.5892	1.0	TR28-01	0-0.5	强风化砂岩
TR-DZ-01	3631305.426	519269.3236	6.0	TR-DZ-01-1	0.3-0.5	棕黄色粉质粘土
				TR-DZ-01-2	2.0-2.5	棕色粉质粘土
				TR-DZ-01-3	3.5-4.0	棕色粉质粘土
				TR-DZ-01-4	5.0-5.5	棕色粉质粘土

5.5.1.2. 地下水样品采集

根据现场钻孔情况分析，区域有地下水分布。

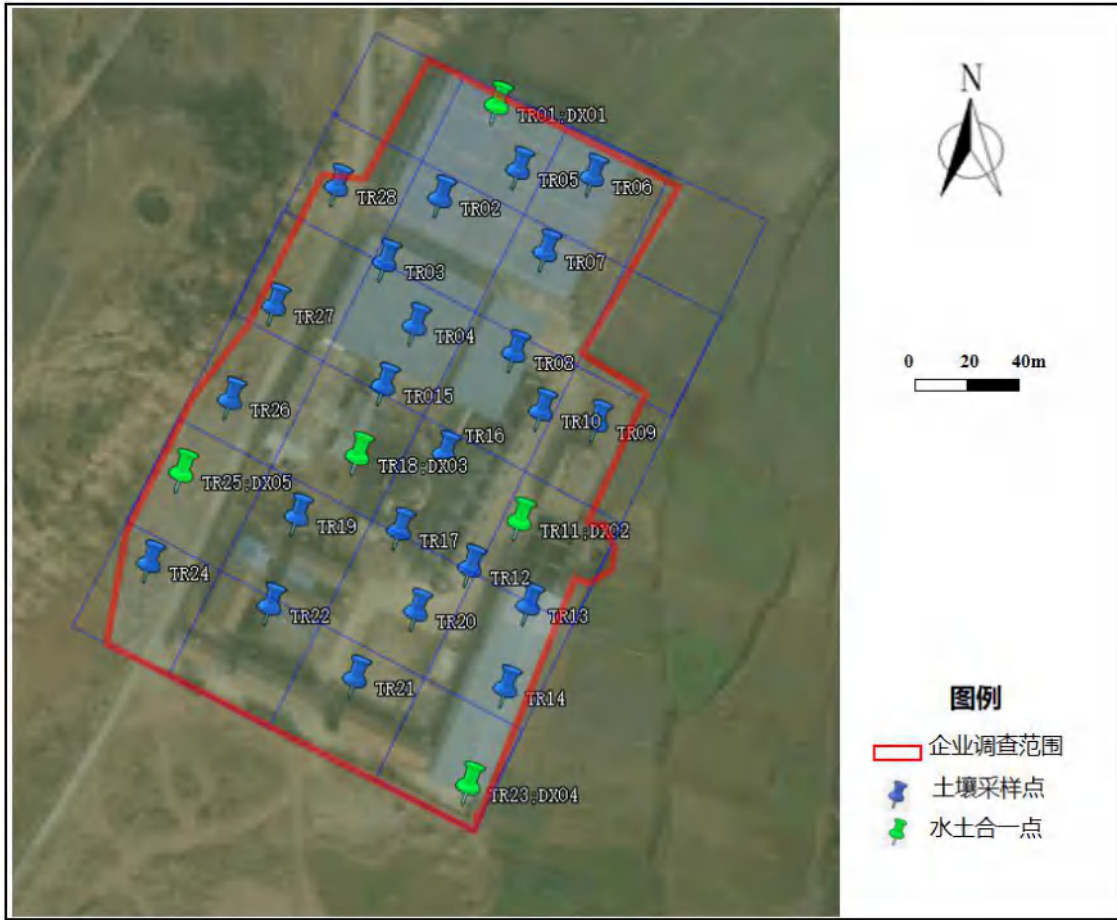
本次调查在地块内共布设 5 口地下水监测井，分别布设在地块内地下水的上、中、下游，同时在地块上游布设 1 口地下水对照监测井，在地块下游东南侧布设 1 口地下水污染扩散监测井。

表 5.5-2 详细调查监测地下水情况

井编号	点位坐标		深度/m	水位/m	性状	备注
	X	Y				
DX01	3631562.02	519251.4795	10	5.5	无色透明	
DX02	3631423.186	519265.7469	10	4.3	棕色浑浊	
DX03	3631429.652	519205.8262	10	3.6	棕色浑浊	初步调查建井

井编号	点位坐标		深度/m	水位/m	性状	备注
	X	Y				
DX04	3631323.429	519243.7231	9	4.1	无色透明	初步调查建井
DX05	3631415.629	519142.0049	8.5	6.5	棕色浑浊	
DX-DZ	3631305.426	519269.3236	8.0	7.0	无色透明	位于地块北侧
DX-KS	3631674.355	519298.5141	4.5	4.3	微棕透明	位于地块东南侧

调查地块采样布点情况如下图所示：



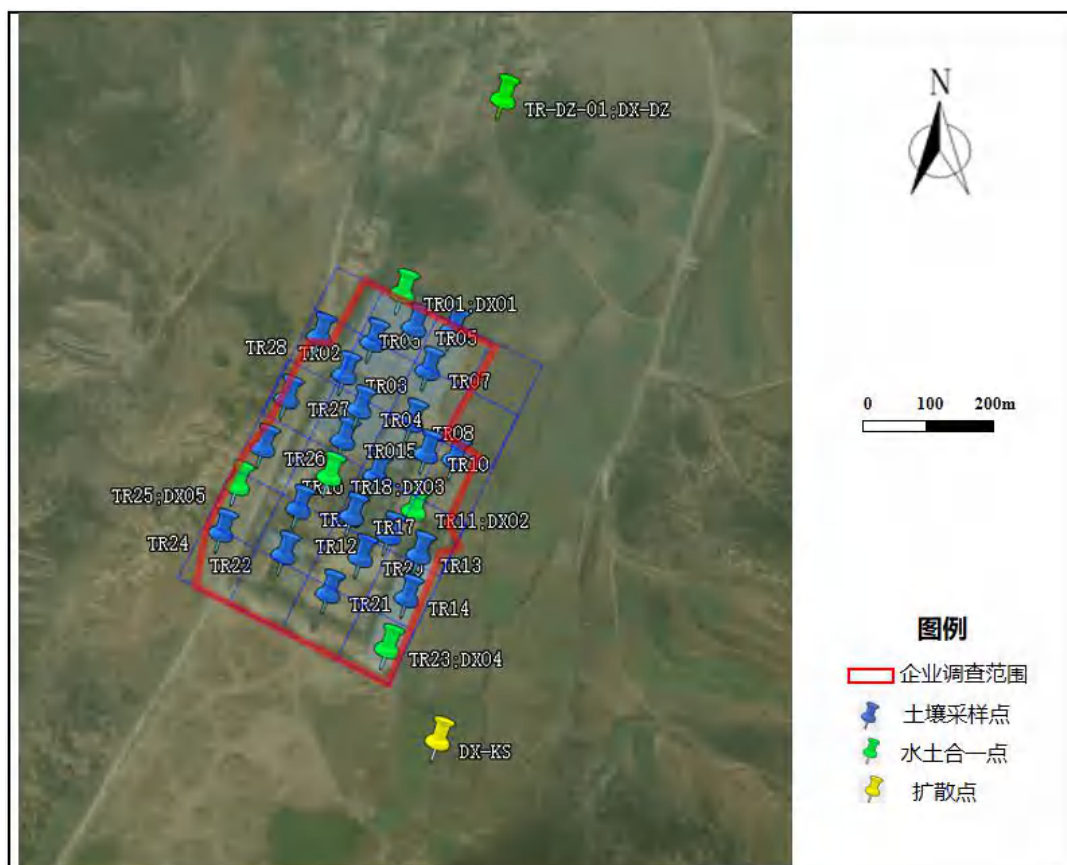


图 5.5-1 现场采样点位分布图

5.5.2. 采样方法

5.5.2.1. 土孔钻探

土壤的采集以机械钻孔为主，人工挖掘为辅。部分点位在设备无法到达的情况下，人工挖掘采样槽，然后用采样铲或采样刀进行采样。本次调查土壤取样钻探委托专业钻探公司，采用土壤地下水环境专用钻机，型号为 GY-SR90，在专业人员的指导下进行钻探工作。土壤和地下水取样专用环境钻机可用于土壤地下水取样、土壤修复等，土孔钻探采用直径 89mm 的钻杆和直径 53mm 的取土管。



图 5.5-2 GY-SR90 环境专用钻机

土孔钻探前先与土地使用权人确定采样点下部的地下罐槽、管线、集水井和检查井等地下情况，经初步调查时现场确认，地块内无地下罐槽、管线、集水井和检查井。土孔每次钻进深度为 1.5m，在无扰动情况下，取柱状岩芯，记录土层状况，编录土壤数据，根据深度采集土壤样品，所采集的样品能较真实地反映地块实际污染状况。

土孔钻探按照钻机架设、开孔、钻进、取样、封孔、点位复测的流程进行，各环节技术要求如下：

- ①根据钻探设备实际需要清理钻探作业面，架设钻机，设立警示牌或警戒线。
- ②开孔直径应大于正常钻探的钻头直径，开孔深度应超过钻具长度。
- ③每次钻进深度宜为 1.5m，岩芯平均采取率一般不小于 70%，其中，粘性土及完整基岩的岩芯采取率不应小于 85%，砂土类地层的岩芯采取率不应小于 65%，碎石土类地层岩芯采取率不应小于 50%，强风化、破碎基岩的岩芯采取率不应小于 40%。

选择无浆液钻进，全程套管跟进，防止钻孔坍塌和上下层交叉污染；不同样品采集之间应对钻头和钻杆进行了清洗，清洗废水应集中收集处置。

④钻孔过程中参照土壤钻孔采样记录单中的具体要求填写土壤钻孔采样记录单，对采样点、钻进操作等环节进行拍照记录。

⑤钻孔结束后，使用 RTK 对钻孔的坐标进行复测，记录坐标和高程。

⑥钻孔过程中产生的污染土壤应统一收集和处理，对废弃的一次性手套、口罩等个人防护用品应按照一般固体废物处置要求进行收集处置。

5.5.2.2. 土壤样品采集

根据现场实际情况，将采样深度进行调整，采样深度根据岩芯土壤颜色、气味及质地以及变层来进行确定，采集土壤柱状样。具体的土壤样品采集方法如下：

（1）取土器将柱状的钻探岩芯取出后，用刮刀剔除约 1cm~2cm 表层土壤，在新的土壤切面处进行取样。重金属作为监测指标时需避免金属器具采样，用作其他化学分析（重金属含量分析除外）均采用土钻取样。采样过程应剔除石块等杂质，保持采样瓶口螺纹清洁以防止密封不严。按要求采集平行样。

（2）现场快速筛选：判断土壤的颜色、气味，并根据土壤的地层结构以及水文地质情况，确定污染物富集区域以及采样深度。

（3）SVOCs、石油烃（C₁₀-C₄₀）样品采集：用不锈钢铲采集 SVOCs、石油烃（C₁₀-C₄₀）样品，采用专用 250mL 广口采样瓶装满（不留顶空），密封，4℃下保存。

（4）重金属和无机物样品采集：最后用木铲采集重金属和无机物样品，采集一定量的土壤样品于密封袋中，密封，4℃下保存。

（5）用于检测含水率等指标的土壤样品，可用采样铲将土壤转移至广口样品瓶内并装满填实（零顶空），密封。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。

（6）现场记录：钻探过程中，将土样按其深度摆放，记录不同深度土层的各项物理性质（如质地、颜色、密实度与气味等）。

（7）记录和拍照：土壤装入样品瓶后，记录样品编码、采样日期和采样人员等信息贴到样品瓶上。土壤样品采集过程应针对采样工具、采集位置、SVOCs 采样瓶土壤装样过程、样品瓶编号、土壤柱状样等关键信息拍照记录，以备质量控制。

（8）土壤采样过程中做好人员安全与健康防护，佩戴安全帽和一次性的口

罩、手套，严禁用手直接采集土样，使用后废弃的个人防护用品应统一收集处置；采样前后应对采样器进行除污和清洗，不同土壤样品采集应更换手套，避免交叉污染。

5.5.2.3. 地下水监测井建设

采样井建设过程包括钻孔、下管、填充滤料、密封止水、井台构筑、成井洗井、封井等步骤流程。

（1）钻孔采用内径 230mm 的螺旋钻杆。

（2）井管设计：本地块地下水采样井井管选择外径为 75mm 的 PVC 材质井管，采用螺纹进行连接。

（3）滤水管设计：考虑地块可能存在 LNAPL 类污染物（石油烃（C₁₀-C₄₀）），因此地下水监测井筛管上沿应设置略高于地下水年最高水位；下设沉淀管 0.5m。滤水管选用缝宽 1mm 的割缝筛管。

（4）填料设计：本地块地下水采样井填料包括滤料层、止水层、回填层。其中滤料层从沉淀管底部到滤水管顶部，滤料选用粒径为 1mm~2mm、球度与圆度好、无污染的石英砂；止水层从滤料层顶部至地面，止水材料选用球状膨润土。

（5）成井洗井：地下水采样井建成至少 24h 后（待井内的填料得到充分养护、稳定后），才能进行洗井。洗井时采用贝勒管；成井洗井达标直观判断水质基本上达到水清砂净（即基本透明无色、无沉砂），同时使用多参数水质分析仪监测 pH 值、电导率、浊度、水温等参数值达到稳定。洗井过程要防止交叉污染，采用贝勒管进行洗井，确保一井一管。

（6）成井记录单：成井后测量记录点位坐标及管口高程，填写成井记录单、地下水采样井洗井记录单。

5.5.2.4. 地下水监测井采样前洗井

采样前洗井应至少在成井洗井 24h 后开始。拟采用贝勒管进行洗井，洗井前对 pH 计、溶解氧仪、电导率和氧化还原电位仪等检测仪器进行现场校正。

开始洗井时，以小流量抽水，记录抽水开始时间，同时洗井过程中读取并记录 pH、温度（T）、电导率、溶解氧（DO）、氧化还原电位（ORP）及浊度，连续三次采样达到下表稳定标准之一后结束洗井：

表 5.5-3 地下水采样洗井出水水质的稳定标准

检测指标	稳定标准
pH	±0.1 以内
温度	±0.5℃以内
电导率	±10%以内
氧化还原电位	±10mV 以内
溶解氧	在±10%以内，当 DO<2.0mg/L 时，变化范围±0.2 mg/L 以内
浊度	10NTU（浊度 <50NTU 时，变化范围±10%以内；浊度 <10NTU 时，变化范围±1.0NTU 以内；若含水层处于粉土或粘土地层时，连续多次洗井后浊度≥50NTU 时，要求连续三次测量浊度变化值小于 <5NTU

（2）样品采集

样品采集一般按照半挥发性有机物（SVOCs）、重金属和普通无机物的顺序采集。采集 SVOCs 水样时出水口流速要控制在 0.2L/min~0.5L/min，其他监测项目样品采集时应控制出水口流速低于 1L/min，如果样品在采集过程中水质易发生较大变化时，可适当加大采样流速。

a) 地下水样品一般要采集清澈的水样。如水样浑浊时应进一步洗井，保证监测井出水水清砂净；

b) 采样时，除有特殊要求的项目外，要先用采集的水样荡洗采样器与水样容器 2、3 次。采集 VOCs 水样时必须注满容器，上部不留空间，具体参照 HJ 1019 相关要求；测定石油类等项目的水样应分别单独采样；

c) 采集水样后，立即将水样容器瓶盖紧、密封，贴好标签，标签可根据具体情况进行设计，一般包括采样日期和时间、样品编号、监测项目等；

d) 采样结束前，应核对采样计划、采样记录与水样，如有错误或漏采，应立即重采或补采。

采集所有地下水样品均迅速转入由实验室提供的带有标签的专用样品瓶中，并保存在带有蓝冰的冷藏箱内，寄送至实验室进行分析。

5.5.2.5. 地下水样品采集

根据《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2020）附录 A（水样保存、容器洗涤和采样体积）的相关规范对地下水进行采集。

样品采集一般按照半挥发性有机物（SVOCs）、稳定有机物及微生物样品、重金属和普通无机物的顺序采集。采集 SVOCs 水样时出水口流速要控制在 0.2L/min~0.5L/min，其他监测项目样品采集时应控制出水口流速低于 1L/min，如果样品在采集过程中水质易发生较大变化时，可适当加大采样流速。

a) 地下水样品一般要采集清澈的水样。如水样浑浊时应进一步洗井，保证监测井出水水清砂净；

b) 采样时，除有特殊要求的项目外，要先用采集的水样荡洗采样器与水样容器 2、3 次。采集 VOCs 水样时必须注满容器，上部不留空间，具体参照 HJ 1019 相关要求；测定石油类等项目的水样应分别单独采样；

c) 采集水样后，立即将水样容器瓶盖紧、密封，贴好标签，标签可根据具体情况进行设计，一般包括采样日期和时间、样品编号、监测项目等；

d) 采样结束前，应核对采样计划、采样记录与水样，如有错误或漏采，应立即重采或补采。

采集所有地下水样品均迅速转入由实验室提供的带有标签的专用样品瓶中，并保存在带有蓝冰的冷藏箱内，寄送至实验室进行分析。

5.6. 样品保存与流转

5.6.1. 样品保存

样品保存主要包括采样现场样品保存、样品流转保存、样品实验室保存和样品暂存库暂存。土壤样品保存参照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）执行。地下水样品保存参照《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）附录 A 地下水样品保存和送检要求执行。本地块样品保存要求见表 5.6-1 和表 5.6-2。

1) 根据不同检测项目要求，特别注意各检测项目对于保护剂的要求，应在现场内完成保护剂添加并记录加入量。

2) 样品现场暂存。如果样品采集当天不能将样品寄送至实验室进行检测，则将样品集中放入冷藏柜 4℃低温保存。

3) 样品流转保存。样品寄送到实验室的流转过程要求保存在存有冷冻蓝冰的保温箱内，4℃低温保存流转，样品的有效保存时间为从样品采集完成到分析测试结束。

4) 样品实验室保存。实验室预留样品要造册保存；分析取用后的剩余样品，待测定全部完成数据报出后，移交到实验室储存（柜）室保存，分析取用后的剩余样品一般保留半年，预留样品一般保留 2 年，有机样品分析任务完成后无需保存。

土壤无机样品制备前需存放在阴凉、避光、通风、无污染处；土壤有机样品测试前应在 4℃以下避光保存，必要时在-18℃以下冷冻保存。

5) 样品暂存库暂存。检测实验室按国家规定长期留样的技术要求将样品粗磨、包装后封存，样品暂存库应配备专门的样品管理员对暂存样品负责。

样品保存方法为：

(1) 土壤样品保存

对于易分解或易挥发等不稳定组分的样品要采取低温保存的运输方法，并尽快送到实验室分析测试。测试项目需要新鲜样品的土样，采集后用可密封的聚乙烯或玻璃容器在 4℃以下避光保存，样品要充满容器。避免使用含有待测组分或对测试有干扰的材料制成的容器盛装保存样品，测定有机污染物用的土壤样品要选用玻璃容器保存。

表 5.6-1 土壤新鲜样品保存方法

测试项目	容器材质	温度 (°C)	可保存时间 (d)	备注
金属（汞和六价铬除外）	聚乙烯, 玻璃	<4	180	
汞	玻璃	<4	28	
砷	聚乙烯, 玻璃	<4	180	
六价铬	聚乙烯, 玻璃	<4	28	
半挥发性有机物 (SVOCs)	玻璃（棕）	<4	10	采样瓶装满装实并密封
石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	玻璃（棕）	<4	10	采样瓶装满装实并密封

(2) 地下水样品保存

地下水样品在采集后被装入冰箱内，在低于 4℃的环境下保存；

表 5.6-2 地下水样品保存方法

测试项目	容器材质	温度 (°C)	可保存时间	备注
pH、总硬度、溶解性总固体、耗氧量、	聚乙烯瓶/玻	<4	10d	原样

测试项目	容器材质	温度 (°C)	可保存时间	备注
硫酸盐、氨氮、砷、六价铬、硝酸盐、亚硝酸盐、氟化物、铁	玻璃瓶			
汞、锰、锌、铜、镍、镉、铅、钒	聚乙烯瓶	<4	30d	硝酸, pH≤2
石油类	棕色玻璃瓶	<4	7d	加 HCl, pH<2

5.6.2. 样品流转

(1) 装运前核对

在明确现场采样负责人,装运前应进行样品清点核对,逐件与采样记录单进行核对,保存核对记录,核对无误后分类装箱。如果样品清点结果与采样记录有任何不同,应及时查明原因,并进行修改调整。

样品装运同时需填写样品运送单,明确样品名称、采样时间、样品介质、保存方法、检测指标、检测方法、样品寄送人等信息,样品运送单用防水袋保护,随样品箱一同送达样品检测单位。

样品装箱过程中,要用泡沫材料填充样品瓶和样品箱之间空隙。样品箱用密封胶带打包。

(2) 样品运输

样品流转运输应保证样品完好并低温保存,采用适当的减震隔离措施,严防样品瓶的破损、混淆或玷污,在保存时限内运送至样品检测单位。

样品运输应设置运输空白样进行运输过程的质量控制,一个样品运送批次设置一个运输空白样品。

(3) 样品交接

实验室样品接收人员应确认样品的保存条件和保存方式是否符合要求。清点核对样品数量,并在样品运送单上签字确认。

(4) 样品接收

样品检测单位收到样品箱后,应立即检查样品箱是否有破损,确认、记录交接信息,打印交接记录表,双方签字并各自留存 1 份。按照样品运输单清点核实样品数量、样品瓶编号以及破损情况。若出现样品瓶缺少、破损或样品瓶标签无法辨识等重大问题,及时与采样负责人沟通。

上述工作完成后,样品检测单位的实验室负责人在纸版样品运送单上签字确

认并拍照发给采样单位。

样品检测单位收到样品后,按照样品运送单要求,及时安排样品保存和检测。

5.7. 样品分析测试方法

5.7.1. 土壤样品分析测试方法

表 5.7-1 土壤样品分析测试方法

检测项目	分析方法	标准编号	检出限
pH	土壤 pH 值的测定 电位法	HJ 962-2018	-
砷	土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法	GB/T 22105.2-2008	0.01 mg/kg
汞			0.02 mg/kg
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	0.01 mg/kg
铅	土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法	HJ 491-2019	10 mg/kg
铜			1 mg/kg
锌			1 mg/kg
镍			3 mg/kg
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	0.5 mg/kg
钒	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	0.4 mg/kg
2-氯苯酚	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	0.06 mg/kg
硝基苯			0.09 mg/kg
萘			0.09 mg/kg
苯并[a]蒽			0.1 mg/kg
蒎			0.1 mg/kg
苯并[b]荧蒽			0.2 mg/kg
苯并[k]荧蒽			0.1 mg/kg
苯并[a]芘			0.1 mg/kg
茚并[1,2,3-cd]芘			0.1 mg/kg

检测项目	分析方法	标准编号	检出限
二苯并[a,h]蒽			0.1 mg/kg
苯胺			0.02 mg/kg
石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀)	土壤和沉积物 石油烃 (C ₁₀ -C ₄₀) 的测定 气相色谱法	HJ 1021-2019	6 mg/kg

5.7.2. 地下水样品分析测试方法

表 5.7-2 地下水样品分析测试方法

检测项目	分析方法	标准编号	检出限
pH	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(5.1)	/
溶解性总固体		GB/T 5750.4-2006(8.1)	1.0 mg/L
总硬度		GB/T 5750.4-2006(7.1)	1.0 mg/L
亚硝酸盐	水质 亚硝酸盐氮的测定 分光光度法	GB 7493-1987	0.003 mg/L
氨氮	水质 氨氮的测定纳氏试剂分光光度法	HJ 535—2009	0.025 mg/L
硝酸盐	水质 无机阴离子的测定 离子色谱法	HJ 84-2016	0.004 mg/L
硫酸盐			0.018 mg/L
氟化物			0.006 mg/L
氯化物			0.012 mg/L
耗氧量	生活饮用水标准检验方法 有机物综合指标	GB/T 5750.7-2006 1.1	0.05 mg/L
铁	水质 32 种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法	HJ 776-2015	0.02 mg/L
锰			0.004 mg/L
铜			0.006 mg/L
锌			0.004 mg/L
镍			0.006 mg/L
汞	水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法	HJ 694-2014	0.04 ug/L
砷			0.3 ug/L

检测项目	分析方法	标准编号	检出限
镉	生活饮用水标准检验方法 金属指标 火焰原子吸收分光光度法	GB/T 5750.6-2006 9.1	0.5µg/L
铅		GB/T 5750.6-2006 11.1	2.5 µg/L
六价铬	水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法	GB 7467-1987	0.004 mg/L
钒	水质 32 种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法	HJ 776-2015	0.01 mg/L
石油类	水质石油类的测定 紫外分光光度法	HJ 970-2018	0.01mg/L

6. 质量保证与质量控制

主要包括现场取样过程质量控制、样品流转过程质量控制、实验室分析质量控制等三个主要部分内容。

本项目土壤钻孔由武汉佑尘工程勘察技术有限公司完成，高程测量、土壤采样、保存、转运由武汉中地大环境地质研究院有限公司完成、样品测试分析由武汉市斯坦德优检测有限公司、青岛衡立环境技术研究院有限公司完成。

6.1. 样品采集质量控制

6.1.1. 采样质量控制方法

现场采样时详细填写现场观察记录单，记录土层深度、土壤质地、气味等，以便为分析工作提供依据。为避免采样过程中钻探设备及取样设备交叉污染，每个钻孔采样前对钻探设备进行清洁；同一钻孔在不同深度采样时，对取样装置进行清洁，与土壤接触的其他采样工具，在重复使用时进行清洁。为防止造成二次污染，采样过程中采取了以下措施：

（1）组建专业的采样队伍，采样技术人员事先掌握质量保证、质量控制的有关规范，同一监测点有 3 人进行采样，进行相互监督。

（2）样品采集严格按照《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）等相关技术规范的要求及注意事项进行。

（3）样品采集过程中，采样人员始终佩戴一次性丁腈手套，并且没有影响采样质量的行为，如使用化妆品、吸烟等。

（4）采样时所用钻头在使用前后都遵循清洗程序进行严格的清洗，避免交叉污染。采集的土壤样品两端加盖密封保存。

（5）采样现场对土壤样品容器进行标注，标注内容包括日期、采样点编号、项目名称、采集时间以及所需分析的指标，并且逐件与样品登记表、样品标签和采样记录进行核对，核对无误后分类装箱。

（6）现场采样时对采样过程进行书面记录，土壤采样包括点位和样品编号、气象条件、采样时间、采样位置、深度，样品质地、颜色、气味、松散情况，现

场快速检测结果等。

(7) 所有现场采集的样品放置于实验室提供的干净、装有蓝冰的保温箱中。

(8) 每批次土壤样品均应采集 1 个全程序空白样。采样前在实验室将标准石英砂（土壤样品）作为空白样品放入 250mL 土壤样品瓶中密封，将其带到现场。每批次地下水样品均应采集 1 个全程序空白样，采样前在实验室将标准纯水作为空白样品放入 500mL 土壤样品瓶中密封，将其带到现场。空白样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，用于检查土壤样品采集到分析全过程是否受到污染。

(9) 现场平行样采集数量不少于样品总数的 10%，本次调查共采集土壤平行样 12 个、地下水平行样 1 个用于采样质量控制。

6.1.2. 采样质量控制结果

本次调查共采集 12 个土壤平行样品，分析测试指标为铜、铅、锌、汞、镍、砷、镉、六价铬，共 7 项指标；采集 1 个地下水平行样，测试指标为 pH、总硬度（以 CaCO_3 计）、溶解性总固体、硫酸盐、硝酸盐、氟化物、氯化物、亚硝酸盐、耗氧量、氨氮、砷、钒，计算平行样的相对偏差如下表所示：

表 6.1-1 平行样分析测试结果

检测介质	测试指标	相对偏差范围%	合格范围%	结果评定
土壤	铜	0~3.23	≤ 20	合格
	铅	0~7.89	≤ 20	合格
	锌	0~4.19	≤ 20	合格
	镍	0~2.86	≤ 20	合格
	砷	0~4.69	≤ 7	合格
	镉	0~14.29	≤ 20	合格
	六价铬	0	≤ 20	合格
	汞	0~12.5	≤ 20	合格
地下水	pH	0.03	≤ 0.2 个 pH 单位	合格

检测介质	测试指标	相对偏差范围%	合格范围%	结果评定
	总硬度（以 CaCO_3 计）	3.68	≤ 20	合格
	溶解性总固体	0.16	≤ 20	合格
	硫酸盐	0.34	≤ 20	合格
	硝酸盐	0	≤ 20	合格
	氟化物	0.79	≤ 20	合格
	氯化物	0	≤ 10	合格
	亚硝酸盐	0	≤ 15	合格
	耗氧量	3.28	≤ 20	合格
	氨氮	1.07	≤ 20	合格
	砷	5.88	≤ 20	合格
	钒	8.11	≤ 20	合格

6.2. 样品流转质量控制

（1）在样品收集完毕后，即刻填写样品运送清单。

（2）所有样品均置入贴有标签的专用样品瓶中。进行本次样品分析测试的实验室均承诺所有样品瓶均进行了消毒处理，并添加了适当的样品保护剂。装瓶后的样品装入保温箱中直至样品到达实验室。

（3）每批次土壤样品均采集 1 个运输空白样，采样前在实验室将标准石英砂（土壤样品）作为空白样品放入 250mL 土壤样品瓶中密封，将其带到现场；每批次土壤样品均采集 1 个全程序空白样，采样前在实验室将标准纯水作为空白样品放入 250mL 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，用于检查样品运输过程中是否受到污染。

（4）采集的所有样品均避光保存，立即运送到第三方检测环境实验室，并在有效期内完成分析测试。

6.3. 样品分析测试质量控制

本次调查实验室质量控制为实验室内的质量控制（内部质量控制），是实验室内部对分析质量进行控制的过程。

为确保样品分析质量，本项目样品分析单位选取具有国家认证资质的实验室进行。本项目除重金属钒外所有检测因子送至武汉市斯坦德优检测有限公司进行检测，检测指标钒送至青岛衡立环境技术研究院有限公司进行检测，检测公司已获得 CMA 资格认证。为了保证分析样品的准确性，除了实验室已经过相关认证，仪器按照规定定期校正外，在进行样品分析时还需对各环节进行质量控制，随时检查和发现分析测试数据是否受控（主要通过标准曲线、精密度、准确度等）。

部分土壤分析项目需要使用干制样品，土壤样品在进行分析前，需要进行晾晒磨制，为了保证土壤样品在晾晒磨制过程中不会造成样品编号混乱，在采样过程中，每个样品的器皿外贴有一份样品标签，器皿内放置两份标签，制样过程中样品器皿内的标签与土壤样品始终放在一起流转。

实验室配有专业的样品风干室和样品磨制室，并在实验室中配有视频监控设备，会对整个样品风干和制备过程进行监控，以防样品与标签混错，保证鲜土样品、干制样品和样品编码能始终保持一致，不会混淆错乱。

在制样过程中与样品有直接接触的工具，每处理一份样品后应进行清洁处理，严防样品在制样过程中产生交叉污染。

同时，检测实验室通过以下方式对分析测试过程进行质量控制：

（1）制定严格的样品加工程序，指定经过岗前培训的专人进行样品加工。

（2）样品由专业分析人员（检测工程师）进行分析检测。检测前确认环境、试剂材料和仪器设备处于正常运行及受控状态中。

（3）按照分析方法进行专人专项分析，严格按照制定的配套分析系统和分析方法步骤进行操作，充分减少分析人员之间的分析批次误差。

（4）分析过程质量控制严格按照规范执行，分别对检测过程的精密度、准确度进行了日常监控，并对检测过程出现的质量问题进行了及时处理，保障了分析结果的可靠性、合理性。

（5）为了保证分析样品的准确性，除了实验室已经过 CMA 认证，仪器按照规定定期校正外，在进行样品分析时还对各环节进行了质量控制，随时检查和

发现分析测试数据是否受控（主要通过标准曲线、精密度、准确度等）。此外，本次调查还设置了质控样品，并对每个测定项目计算结果进行了复核，保证分析数据的可靠性和准确性。

（6）质控样采用标准物质（或标准质控样）进行准确度控制，选用的标准物质为土壤标准物质，和分析样品具有相近的基体。

7. 详细调查第一次调查分析测试结果和评价

7.1. 水文地质勘察

7.1.1. 土壤土层结构

根据《新兴中部矿业有限公司厂房岩土工程勘察报告》（十堰市九城勘查设计有限公司 2011 年 11 月），地块地层结构由上而下为：

①素填土层（ Q_4^m ）：灰~灰褐色、灰黄色，主要成分为粉质黏土、碎石、卵石夹中强风化泥质粉砂岩块，少量植物根系组成，结构松散。本层厚度变化大，在场区东部厚，西侧较浅，层厚 0.50~3.60m。

②粉质粘土（ Q_4^{al} ）：黄褐色，湿、可塑状，较光滑，无摇震反应，干强度中等，韧性中等，含强风化泥质粉砂岩颗粒，含量 15%左右，菱角状。本层在场区东侧分布，层厚 3.10~4.60m。

③卵石（ Q_4^{al} ）：褐灰色，湿。卵石含量 55%~70%，大小为 20~65mm。次圆状，分选中等，主要成分为中风化石英岩，粉砂及粘土充填，稍密状。本层在场区东侧分布，揭露层厚大于 7.10m。

④粉质粘土（ Q_4^{al} ）：浅黄褐色，湿，可塑状，稍具光滑，无摇震反应，干强度中等，韧性较低。含少量碎石。本层在场区西部局部分布，层厚 1.80~3.60m。

⑤粉质粘土（ Q_4^{al} ）：褐黄色、稍湿，硬塑状，光滑，无摇震反应，干强度高，韧性强。含少量褐色锰质结核及灰白色钙质条带。本层在场区西侧分布，揭露层厚大于 6.00m。

⑤-1 粉质粘土（ Q_4^{al} ）：灰褐色，湿，可-软塑状。含少量砾石。本层在场区西侧分布，为⑤层的夹层，厚层 1.00~3.30m。

⑥泥质粉砂岩（K）：强-中风化，呈褐红-棕红色，顶部泥化。泥质结构，块状构造。结构部分破坏，岩芯呈楔状-短柱状，敲击声哑，易击碎，手不易掰断。呈巨厚-厚层多韵律层状，层理发育，局部泥化。属极软岩。岩石质量指标 RQD 为 53%~65%，较破碎，岩体基本质量等级 V 类。钻孔深度范围内未见洞穴、临空面、破碎带及软弱夹层。本层为整个厂区的底板，揭露层厚大于 3.00m。

7.1.2. 土壤理化性质

本次调查在地块内采土样 8 组做室内土工试验，试验结果如下表所示：

表 7.1-1 地基岩土层理化指标统计表

土层编号	土名	土 的 物 理 性 质 指 标							
		含水率	密度		比重	孔隙比	孔隙率	土壤有机质	渗透系数 ^(*)
			天然	干					
		%	kN/m ³		--	--	%	%	cm/s
①	素填土	25.1	1.96	1.57	2.74	0.746	42.7	1.22	3×10^{-2}
②	粉质粘土	26.4	1.90	1.50	2.72	0.811	44.8	2.69	1×10^{-4}
③ ^(*)	卵石	/	/	2.3	2.73	/	/	/	0.5
④	粉质粘土	22.6	1.88	1.53	2.73	0.779	43.8	2.20	1×10^{-5}
⑤	粉质粘土	18.5	1.93	1.63	2.74	0.678	40.4	0.52	2×10^{-6}
⑤-1	粉质粘土	25.9	1.94	1.54	2.73	0.775	43.7	0.95	1×10^{-5}
⑥ ^(*)	泥质粉砂岩	/	/	/	2.73	/	/	/	1×10^{-6}

注：(*) 为综合资料参考值。

7.1.3. 地下水

根据详细调查现场钻探情况，土壤原状土主要可以分为 3 类：

(1) 粉质粘土：分布在场区大部分区域，包括破碎车间、压球车间、废气治理区、原办公区、原污水站以及渣场中间部分区域。整体岩芯自上到下均为粉质粘土，部分粉质粘土层中夹有少量灰色或白色砾石。少部分土壤为软塑，大部分呈硬塑~可塑，含水量相对较低，渗透系数较小，该区域的地下水初见水位在 1.5-4.0m 之间，地下水类型为上层滞水。

(2) 粉质粘土+卵石层：根据钻探情况，土壤岩芯主要出现在地块东侧的石料/烟煤堆放区，焙烧车间、浸出罐区域、原灼烧车间以及沉钒车间，整体分布为自北向南偏东走向，卵石层埋深在 4.5-6m 之间，含水量较大。卵石层上层为粉质粘土，含水量较小且渗透系数较低。该区域的地下水类型为：上层粉质粘土层及以上主要为上层滞水，受大气降水补给；下层卵石层主要为孔隙潜水，受上游地下水补给。

（3）泥质粉砂岩：该土壤岩芯呈现为红褐色、硬塑、含水率较低，主要分布在地块西侧的渣场区域。受土壤性质影响，该区域地下水含量较低。

根据《新兴中部矿业有限公司厂房岩土工程勘察报告》，地块内浸出罐区剖面图如下图所示：

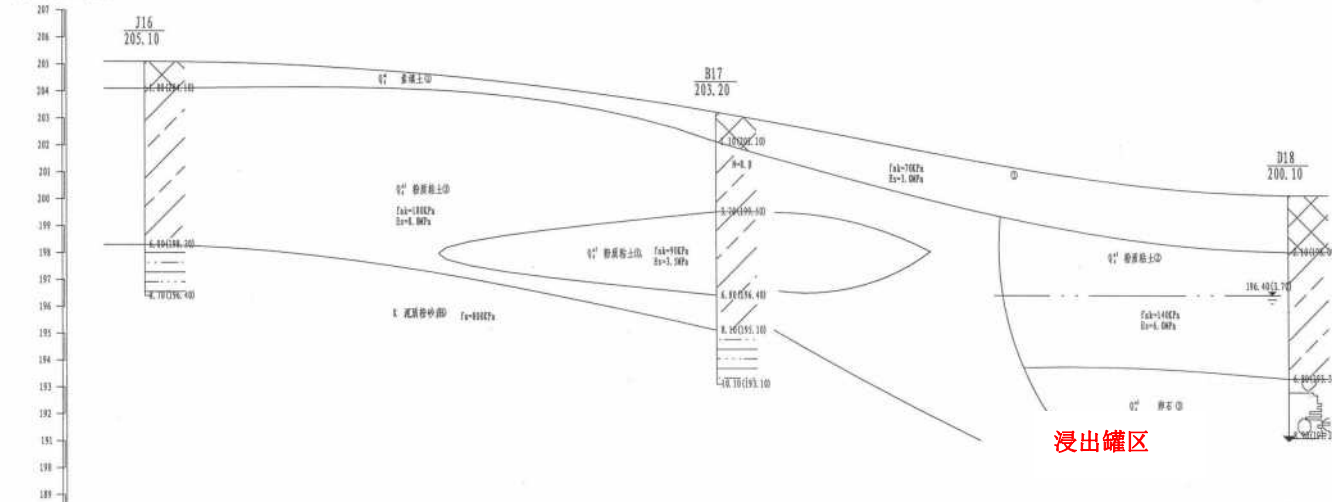


工程地质剖面图

水平比例: 1:210550
垂直比例: 1:150

6——6'

高程 (m)
(黄海高程系统)



孔深 (m)	2.7	12.3	5.3
钻孔间距	1000.00	1000.11	
动探击数	1.0 (1.0 @ 1.0)		
静探曲线			

注册执业人	证书号: 178606-ky	建设单位	新兴中部矿业有限公司	
		项目名称	厂 房	
	审 定 成 勇	工程地质剖面图 6-6' 剖面	工程编号	JCKC-2011-D81
	审 核 黄响林		图 别	勘察
	校 对 熊 伟		图 号	7
	项目负责 熊 柯		日 期	2011.11
	制 图 熊 柯			

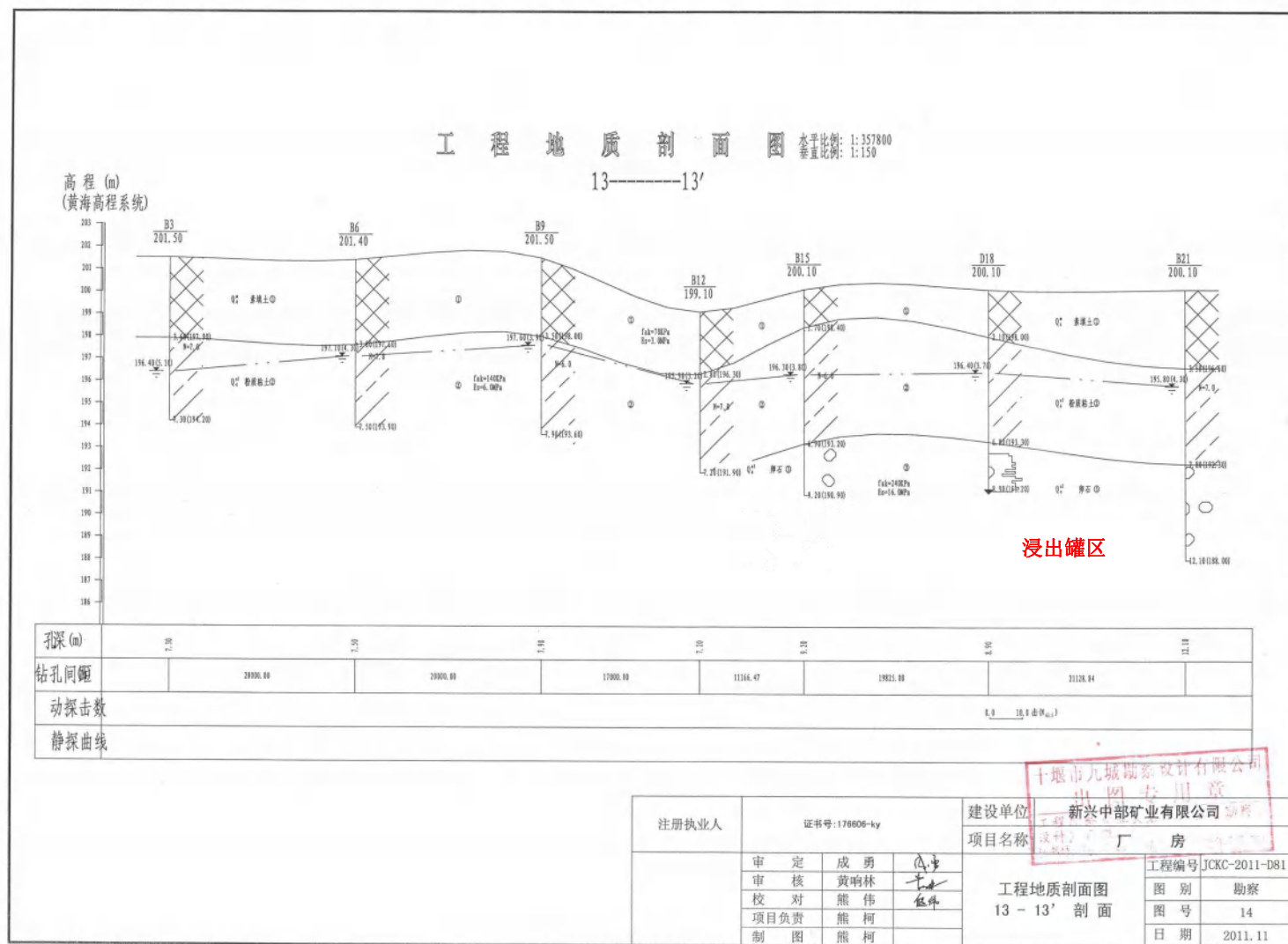


图 7.1-1 地块内浸出罐区剖面图

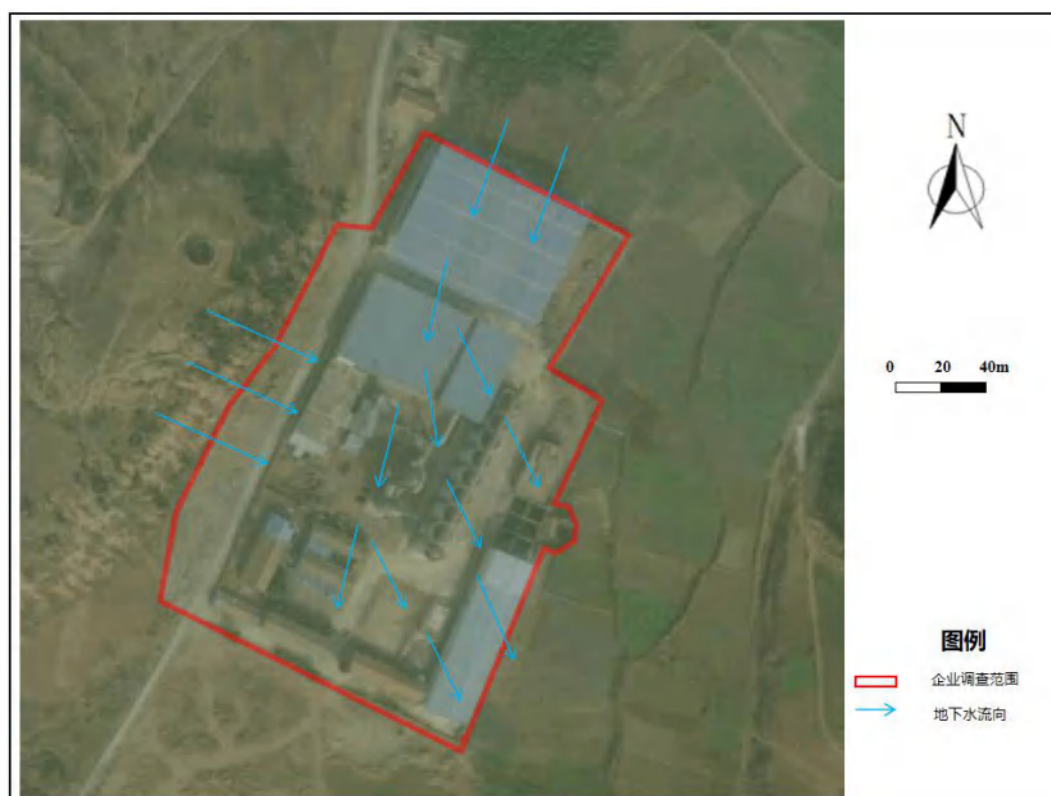
结合《新兴中部矿业有限公司厂房岩土工程勘察报告》以及现场土壤钻探情况，在地块中偏东分布有卵石层，为原先古河道冲积而成，流向为自北向南偏东。地块西侧渣场区原为山体开挖，在渣场区南北两侧土壤性质为红褐色泥质粉砂岩，含水率较低；渣场中部为粉质粘土，含水率较高。根据地块地下水含水介质、富存条件及水动力学特征，地下水主要为上层滞水和孔隙潜水两种类型。

上层滞水主要赋存于第四系松散地层中，水量大小随季节变化，无统一自由水位，水量与周边排泄条件关系密切。主要接受大气降水补给，主要以蒸发的方式排泄，水位、水量与地形关系密切。孔隙潜水主要分布在东侧原古河道区粉质粘土及卵石层中，水量较大，主要接受大气降水及上游地下水补给。

根据现场钻孔显示的地块地层情况，地块内地下水沿山体自西向东迁移的同时自北西南侧向东部迁移，其流向大致如图 7.1-1 所示。

对地块周边水系情况进行踏勘，仅在地块东侧发现有 1 条田间沟以及 1 条小河，沟渠和河道地表水流向均为自北向南流动。

地块地下水流向及周边水系关系如下图所示：



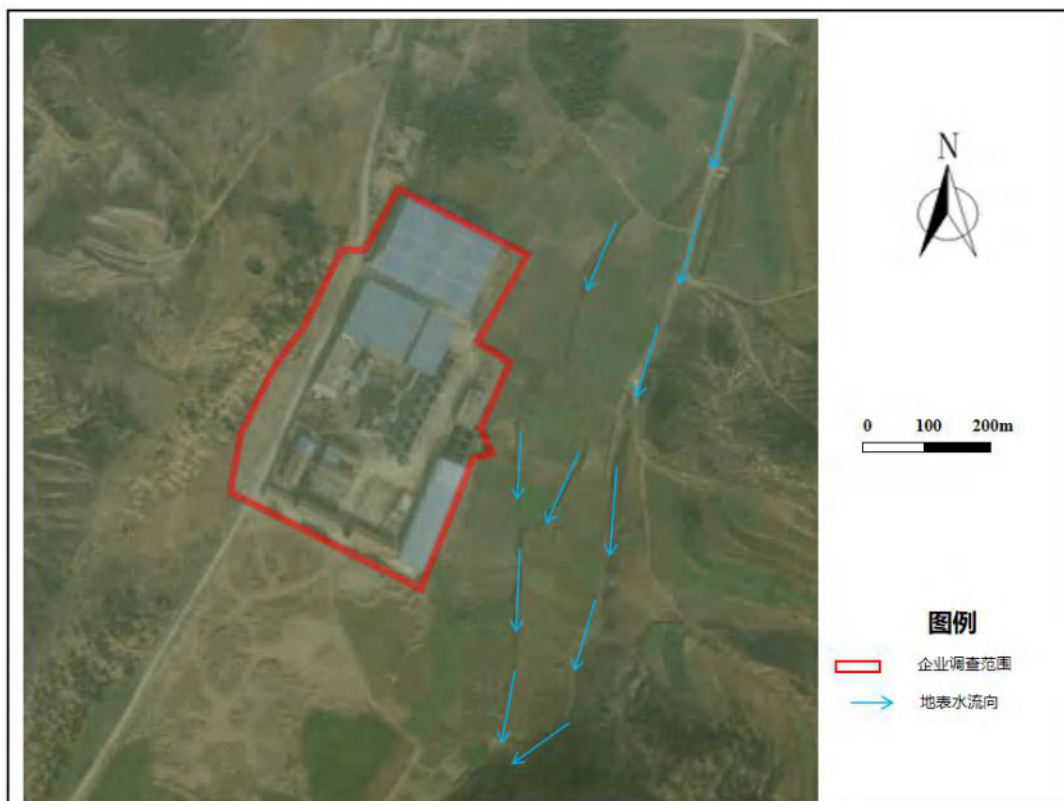


图 7.1-2 地块地下水及周边地表水关系图

7.2. 评价标准

7.2.1. 土壤评价标准

根据《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中 5.3.1 要求：建设用地规划用途为第一类用地的，适用表 1 和表 2 中第一类用地的筛选值和管制值；规划用途为第二类用地的，适用表 1 和表 2 中第二类用地的筛选值和管制值。规划用途不明确的，适用表 1 和表 2 中第一类用地的筛选值和管制值。

根据《新兴中部矿业有限公司地块土地利用情况规划的说明》，目前本调查地块由于乡镇国土空间规划和村庄规划正在进行编制，调查地块未有明确的未来规划用途，因此参照《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中第一类用地筛选值进行评价。此外，检测指标锌在 GB 36600-2018 中没有评价标准，本次调查地块内土壤锌根据《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中标准限值进行评价。

表 7.2-1 土壤污染风险筛选值（单位：mg/kg）

序号	污染物项目	CAS 编号	筛选值	
			第一类用地	第二类用地
1	pH	/	/	/
2	砷	7440-38-2	20	60
3	汞	7439-97-6	8	38
4	镉	7440-43-9	20	65
5	铅	7439-92-1	400	800
6	铜	7440-50-8	2000	18000
7	镍	7440-02-0	150	900
8	六价铬	18540-29-9	3	5.7
9	钒	7440-62-2	165	752
10	硝基苯	98-95-3	34	76
11	苯胺	62-53-3	92	260
12	2-氯酚	95-57-8	250	2256
13	苯并[a]蒽	56-55-3	5.5	15
14	苯并[a]芘	50-32-8	0.55	1.5
15	苯并[b]荧蒽	205-99-2	5.5	15
16	苯并[k]荧蒽	207-08-9	55	151
17	蒽	218-01-9	490	1293
18	二苯并[a, h]蒽	53-70-3	0.55	1.5
19	茚并[1,2,3-cd]芘	193-39-5	5.5	15
20	萘	91-20-3	25	70
21	石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	-	826	4500

表 7.2-2 土壤锌污染风险筛选值（单位：mg/kg）

污染物项目	风险筛选值			
	pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
锌	200	200	250	300

7.2.2. 地下水分析评价标准与方法

地下水环境状况评价标准参考《地下水环境质量标准》（GB/T 14848-2017）III 类水和 IV 类水标准,检测指标石油类在《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017)没有评价标准,可参考《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）III 类水和 IV 类水标准。检测指标钒未被列入《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）和《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）的检测指标,可参考荷兰地下水目标值和介入值。

地下水各检测指标参考评价标准如下表所示:

表 7.2-3 地下水环境状况评价标准（参考 GB/T 14848-2017）

序号	检测项目	单位	I类	II类	III类	IV类	V类
1	pH	无量纲	6.5≤pH≤8.5			5.5≤pH<6.5 8.5<pH≤9.0	pH<5.5 或 pH>9.0
2	溶解性总固体	mg/L	≤300	≤500	≤1000	≤2000	2000
3	总硬度	mg/L	≤150	≤300	≤450	≤650	650
4	硫酸盐	mg/L	≤50	≤150	≤250	≤350	350
5	氯化物	mg/L	≤50	≤150	≤250	≤350	350
6	氟化物	mg/L	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤0.1	0.1
7	硝酸盐	mg/L	≤2.0	≤5.0	≤20.0	≤30.0	30.0
8	亚硝酸盐	mg/L	≤0.01	≤0.10	≤1.00	≤4.80	4.80
9	氨氮	mg/L	≤0.02	≤0.10	≤0.50	≤1.5	1.5
10	耗氧量	mg/L	≤1.0	≤2.0	≤3.0	≤10.0	10.0
11	汞	mg/L	≤0.0001	≤0.0001	≤0.001	≤0.002	0.002
12	铁	mg/L	≤0.1	≤0.2	≤0.3	≤2.0	2.0
13	锰	mg/L	≤0.05	≤0.05	≤0.10	≤1.50	1.50
14	砷	mg/L	≤0.001	≤0.001	≤0.01	≤0.05	0.05
15	镉	mg/L	≤0.0001	≤0.001	≤0.005	≤0.01	0.01
16	六价铬	mg/L	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.10	0.10
17	铅	mg/L	≤0.005	≤0.005	≤0.01	≤0.10	0.10

序号	检测项目	单位	I类	II类	III类	IV类	V类
18	镍	mg/L	≤0.002	≤0.002	≤0.02	≤0.10	0.10
19	铜	mg/L	≤0.01	≤0.05	≤1.00	≤1.50	1.50
20	锌	mg/L	≤0.05	≤0.5	≤1.00	≤5.00	5.00

表 7.2-4 检测指标石油类评价标准（GB 3838-2002）

检测项目	单位	I类	II类	III类	IV类	V类
石油类	mg/L	≤0.05	≤0.5	≤1.00	≤5.00	5.00

表 7.2-5 检测指标钒评价标准（荷兰土壤和地下水标准）

检测项目	单位	标准值	介入值
钒	mg/L	0.0012	0.07

7.3. 土壤样品调查结果分析

7.3.1. 地块土壤检测结果分析

本次详细调查在地块内网格布设 28 个采样点，共采集分析 110 组样品，其中 110 个样品分析重金属和无机指标，36 个样品分析有机指标；检测指标包括 pH、重金属（铜、铅、汞、镍、砷、镉、六价铬；共 7 项）、SVOCs（11 项）和石油烃（C₁₀-C₄₀）以及其他特征污染物（钒、锌）。

（1）地块内土壤 pH 分析测试结果

本次详细调查在地块内 pH 实测 110 个，土壤 pH 值统计结果如表 7.3-1。

根据检测结果可知，地块内土壤 pH 值在 6.69-8.55 之间，平均值为 7.83，调查地块土壤整体呈中性偏碱。其中，中性（pH：6.5~7.5）的 23 个，占 20.91%；碱性（pH：7.5~8.5）的 85 个，占 76.57%；强碱性（pH>8.5）的 2 个，占 1.82%。

表 7.3-1 调查地块土壤 pH 分析测试结果

pH 值	含量	样次/个	频率/%
酸性	<6.5	0	0.00
中性	6.5~7.5	23	20.91
碱性	7.5~8.5	85	76.57
强碱性	>8.5	2	1.82

pH 值	含量	样次/个	频率/%
合计		110	100%
项目	最小值	最大值	平均值
pH	6.89	8.55	7.83

(2) 重金属（铜、铅、汞、镍、砷、镉、六价铬）指标分析测试结果

本次详细调查在地块内共采集分析样品 110 个，根据检测结果，六价铬均未检出，其他指标均有检出。其中砷、镉、镍 3 项重金属指标浓度存在部分点位超过《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）中建设用地第一类用地筛选值情况，其他铅、铜、汞 3 项重金属指标检出值均未超过《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）中建设用地第一类用地筛选值。调查地块重金属检测结果总计表如下表所示：

表 7.3-2 调查地块重金属检测结果统计表（单位：mg/kg）

检测指标	样品数	检出限	筛选值		最大值	最小值	平均值	最大超标倍数	超标数	超标率%
			一类	二类						
砷	110	0.01	20	60	88.5	6.25	18.38	4.425	17	15.45
镉	110	0.01	20	65	68	0.06	3.64	3.4	7	6.36
镍	110	3	150	900	516	12	57.50	3.44	7	6.36
铬(六价)	110	0.5	3.0	5.7	ND	ND	ND	0	0	0
铜	110	1	2000	18000	491	13	55.91	0	0	0
铅	110	10	400	800	41	12	22.44	0	0	0
汞	110	0.002	8	38	1.16	0.003	0.058	0	0	0

注：ND 表示未检出；

砷：部分点位超标，含量范围在 6.25~88.5mg/kg 之间，平均值为 18.38mg/kg。其中有 9 个点位 17 个土壤样品砷浓度超过《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）中建设用地第一类用地筛选值；有 3 个点位 3 个土壤样品砷浓度超过 GB 36600-2018 中建设用地第二类用地筛选值。

镉：部分点位超标，含量范围在 0.06~68mg/kg 之间，平均值为 3.64mg/kg。其中有 6 个点位 7 个土壤样品镉浓度超过《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）中建设用地第一类用地筛选值；有 1 个点位 1 个土壤样品镉浓度超过 GB 36600-2018 中建设用地第二类用地筛选值。

镍：部分点位超标，含量范围在 12~516mg/kg 之间，平均值为 57.50mg/kg。其中有 6 个点位 7 个土壤样品镉浓度超过《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）中建设用地第一类用地筛选值。

六价铬：未检出；

铜：未超标，含量范围在 13~491mg/kg 之间，平均值为 55.91mg/kg。

铅：未超标，含量范围在 12~41mg/kg 之间，平均值为 22.44mg/kg。

汞：未超标，含量范围在 0.003~1.16mg/kg 之间，平均值为 0.058mg/kg。

（3）半挥发性有机物分析测试结果

本次调查对初步调查污染识别中识别出有多环芳烃污染物的区域（石料/烟煤堆放区、焙烧车间以及废气治理区（原沸腾炉焙烧区））布设半挥发性有机物采样点（TR05、TR06、TR07、TR08，TR10、TR15、TR16、TR17、TR18），共对 9 个点位 36 个样品加测土壤半挥发性有机物 11 项。根据实验室分析测试结果，TR10 点位第一层土壤有部分半挥发性有机物指标检出，但均不超过《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）中建设用地第一类用地筛选值，其他所有采样点土壤样品中均未有半挥发性有机物检出。调查地块半挥发性有机物检测结果如下表所示：

表 7.3-3 调查地块半挥发性有机物分析测试结果（单位：mg/kg）

污染物种类	样品数	检出限	筛选值		最大值	最小值	平均值	最大超标倍数	超标数	超标率%
			一类	二类						
2-氯酚	36	0.06	250	2256	ND	ND	ND	0	0	0
苯并[a]蒽	36	0.1	5.5	15	0.2	ND	ND	0	0	0
苯并[a]芘	36	0.1	0.55	1.5	0.2	ND	ND	0	0	0
苯并[b]荧蒽	36	0.2	5.5	15	0.3	ND	ND	0	0	0
苯并[k]荧蒽	36	0.1	55	151	0.1	ND	ND	0	0	0
蒽	36	0.1	490	1293	0.2	ND	ND	0	0	0
二苯并[a, h]蒽	36	0.1	0.55	1.5	0.2	ND	ND	0	0	0

污染物种类	样品数	检出限	筛选值		最大值	最小值	平均值	最大超标倍数	超标数	超标率%
			一类	二类						
茚并[1,2,3-cd]芘	36	0.1	5.5	15	ND	ND	ND	0	0	0
萘	36	0.09	25	70	ND	ND	ND	0	0	0
硝基苯	36	0.09	34	76	ND	ND	ND	0	0	0
苯胺	36	0.1	92	260	ND	ND	ND	0	0	0

注：ND 表示未检出；

2-氯酚、茚并[1,2,3-cd]芘、萘、硝基苯、苯胺：未检出；

苯并[a]蒽：仅有 TR10-01 点位有检出，检出值 0.2mg/kg；

苯并[a]芘：仅有 TR10-01 点位有检出，检出值 0.2mg/kg；

苯并[b]荧蒽：仅有 TR10-01 点位有检出，检出值 0.3mg/kg；

苯并[k]荧蒽：仅有 TR10-01 点位有检出，检出值 0.1mg/kg

蒽：仅有 TR10-01 点位有检出，检出值 0.2mg/kg；

二苯并[a, h]蒽：仅有 TR10-01 点位有检出，检出值 0.2mg/kg。

（4）石油烃（C₁₀-C₄₀）分析测试结果

本次调查对地块内共对 9 个点位 36 个土壤样品进行石油烃（C₁₀-C₄₀）分析检测，检测结果显示调查地块内石油烃（C₁₀-C₄₀）含量范围在 7~35mg/kg 之间，平均值为 12.69mg/kg，均未超过《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）中建设用地第一类用地筛选值。调查地块石油烃（C₁₀-C₄₀）检测结果如下表所示：

表 7.3-4 调查地块石油烃（C₁₀-C₄₀）分析测试结果（单位：mg/kg）

污染物种类	样品数	检出限	筛选值		最大值	最小值	平均值	最大超标倍数	超标数	超标率%
			一类	二类						
石油烃(C ₁₀ -C ₄₀)	36	6	826	4500	35	7	12.69	0	0	0

（5）特征污染物钒检测结果分析

本次调查特征污染物钒筛选值参考《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）表 2 中建设用地第一类用地筛选值。

表 7.3-5 调查地块特征污染物钒分析测试结果（单位：mg/kg）

污染物 种类	样品 数	检出限	筛选值	最大 值	最小 值	平均值	最大超 标倍数	超标 数	超标 率%
钒	110	0.4	165	4000	46.6	472.77	24.24	41	37.27

调查地块特征污染物钒：含量范围在 46.6~4.0×10³mg/kg 之间，平均值为 472.77mg/kg，最大超标倍数为 24.24 倍。其中有 20 个点位 41 个土壤样品钒浓度超过《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）中建设用地第一类用地筛选值；有 11 个点位 19 个土壤样品钒浓度超过 GB 36600-2018 中建设用地第二类用地筛选值。

（6）特征污染物锌检测结果分析

在本次详细调查中，锌筛选值参考《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）进行评价，锌筛选值与土壤 pH 有关，在前面 pH 检测结果分析中，发现土壤 pH 均大于 6.5，其中 pH 大于 7.5 样品占总样品数的 79.1%，pH 位于 6.5~7.5 的样品数占总样品数的 20.9%。地块内土壤锌超标情况如下表所示：

表 7.3-6 调查地块特征污染物锌分析测试结果（单位：mg/kg）

污染物 种类	样品 数	检出 限	筛选值	最大 值	最小 值	平均 值	最大超 标倍数	超标 数	超标 率%
锌	110	1	300（pH>7.5）	2730	44	202.9	10.92	12	10.9
			250（6.5<pH≤7.5）						

调查地块特征污染物锌：含量范围在 44~2.73×10³mg/kg 之间，平均值为 202.90mg/kg，以《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）作为地块内锌评价标准，最大超标倍数为 10.92 倍。地块内共有 8 个点位 12 个土壤样品存在锌超标情况。

7.3.2. 地块土壤超标情况分析

在本次土壤污染状况调查中，地块内一共采集 28 个点位 110 个样品，主要超标的污染物为砷、钒、镍、锌以及钒，各指标具体超标情况分别如下：

（1）土壤砷超标情况分析

在调查地块内，一共有 6 个点位的砷浓度超过《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）中建设用地第一类用地筛选值，但不超过 GB 36600-2018 中建设用地第二类用地筛选值，超标点位分别为 TR03、TR04、TR09、TR11、TR14、TR23，位于厂区压球车间、循环水池、沉钒车间以及原污水站。

在调查地块内，有 3 个点位的砷浓度超过《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）中建设用地第二类用地筛选值，超标点位分别为 TR10、TR13、TR15，位于厂区浸出罐区、沉钒车间以及压球车间处。最大超标浓度为 88.5mg/kg，超标倍数为 4.275 倍，位于 TR13-01、深度为 0.5-1.0m。

经分析，在最大采样深度处检测砷浓度仍高于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中建设用地第一类用地筛选值，因此，砷最大污染深度未确定，需要进行二次布点采样，加深采样深度，从而确定污染深度。

调查地块内砷超标点位分布图如下图所示：

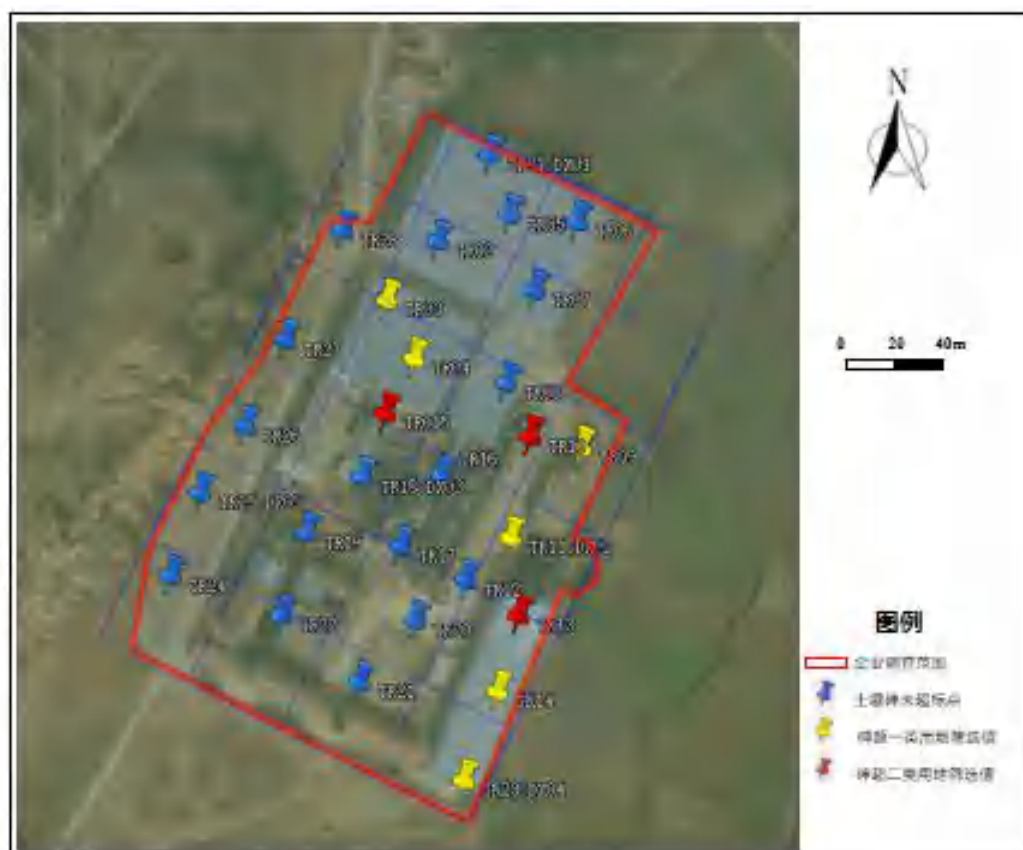


图 7.3-1 地块内土壤砷超标情况点位分布图

(2) 土壤镉超标情况分析

在调查地块内，TR03、TR04、TR10 这 3 个点位的镉浓度超过《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）中建设用地第一类用地筛选值，但不超过 GB 36600-2018 中建设用地第二类用地筛选值；TR13（0.5-1.0m）点位的镉浓度超过《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）中建设用地第一类用地和第二类用地筛选值。污染分布区域为压球车间、循环水池、沉钒车间。

最大超标深度为 TR03 点位的第三层（4.0-4.5m），地块内镉的超标深度均不超过本次调查采样的最大深度，因此镉超标深度可确定，最大污染深度至 5.0m。

调查地块内镉超标点位分布图如下图所示：

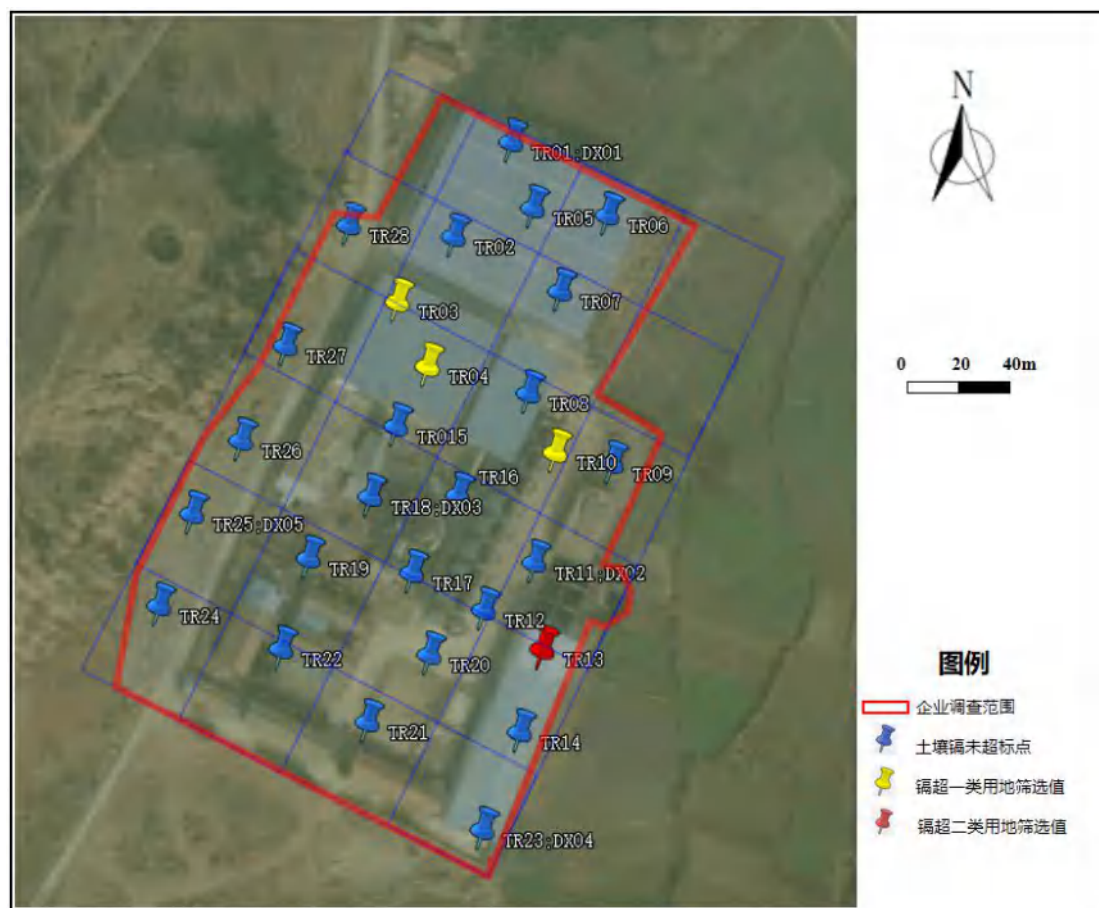


图 7.3-2 地块内土壤镉超标情况点位分布图

(3) 土壤镍超标情况分析

在调查地块内，一共有 7 个点位的镍浓度超过《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）中建设用地第一类用地筛选

值，但不超过 GB 36600-2018 中建设用地第二类用地筛选值。超标点位分别为 TR03、TR04、TR10、TR13、TR15，分别位于厂区压球车间、浸出罐区、沉钒车间以及原污水站。

地块内镍最大超标浓度为 516mg/kg（TR15-01），最大超标深度为 TR03 点位的第三层（4.0-4.5m），地块内镍的超标深度均不超过本次调查采样的最大深度，因此镍超标深度可确定，最大污染深度至 5.0m。

调查地块内镍超标点位分布图如下图所示：

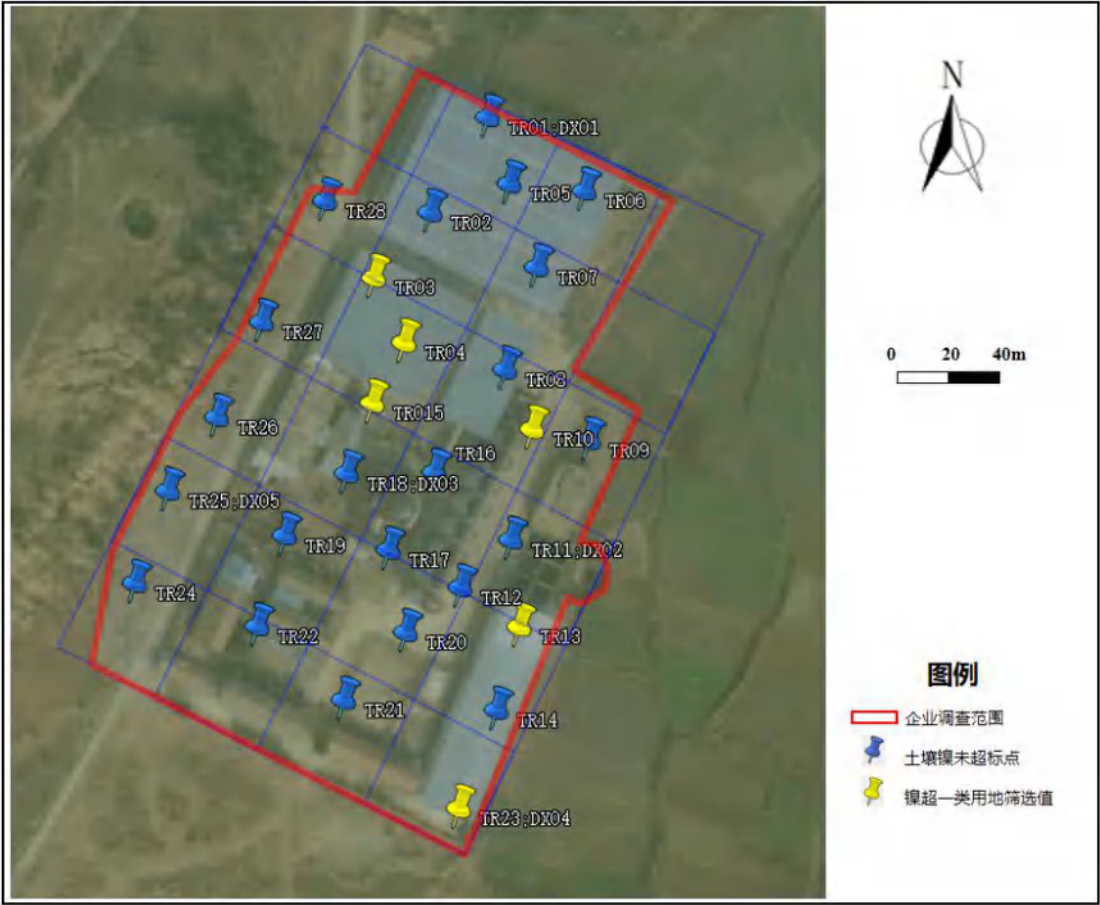


图 7.3-3 地块内土壤镍超标情况点位分布图

（4）土壤锌超标情况分析

在调查地块内，一共有 8 个点位土壤锌浓度超过《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中锌筛选值，超标点位分别为 TR03、TR04、TR09、TR10、TR13、TR14、TR15、TR23，分别位于厂区石煤堆放车间、压球车间、浸出罐区、沉钒车间以及原污水站。

地块内锌最大超标浓度为 2730mg/kg（TR03-02），最大超标深度为 TR09 点位的第二层（2.0-2.5m），地块内锌的超标深度均不超过本次调查采样的最大

深度，因此锌超标深度可确定，最大污染深度至 4.0m。

调查地块内锌超标点位分布图如下图所示：

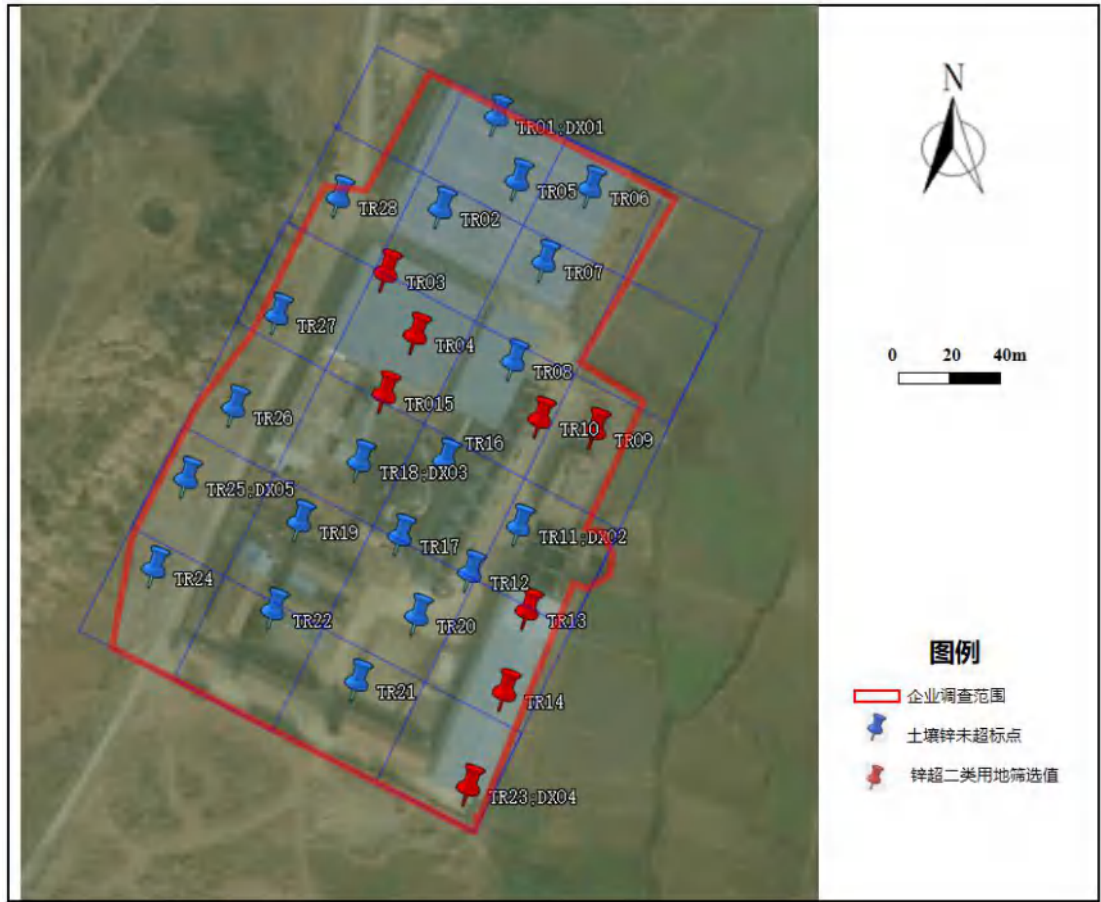


图 7.3-4 地块内土壤锌超标情况点位分布图

(5) 土壤钒超标情况分析

在本次调查中，地块内指标钒超标情况严重，在 28 个土壤点位中有 20 个点位存在超标情况，污染区域除办公区外几乎全厂分布，且其中有 11 个点位的钒浓度超过《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）中建设用地第二类用地筛选值。污染主要分布在厂区破碎车间、石煤堆放车间、压球车间、沉钒罐、沉钒车间、循环水池、原污水站、废弃处理区、原成品仓库以及渣场区。

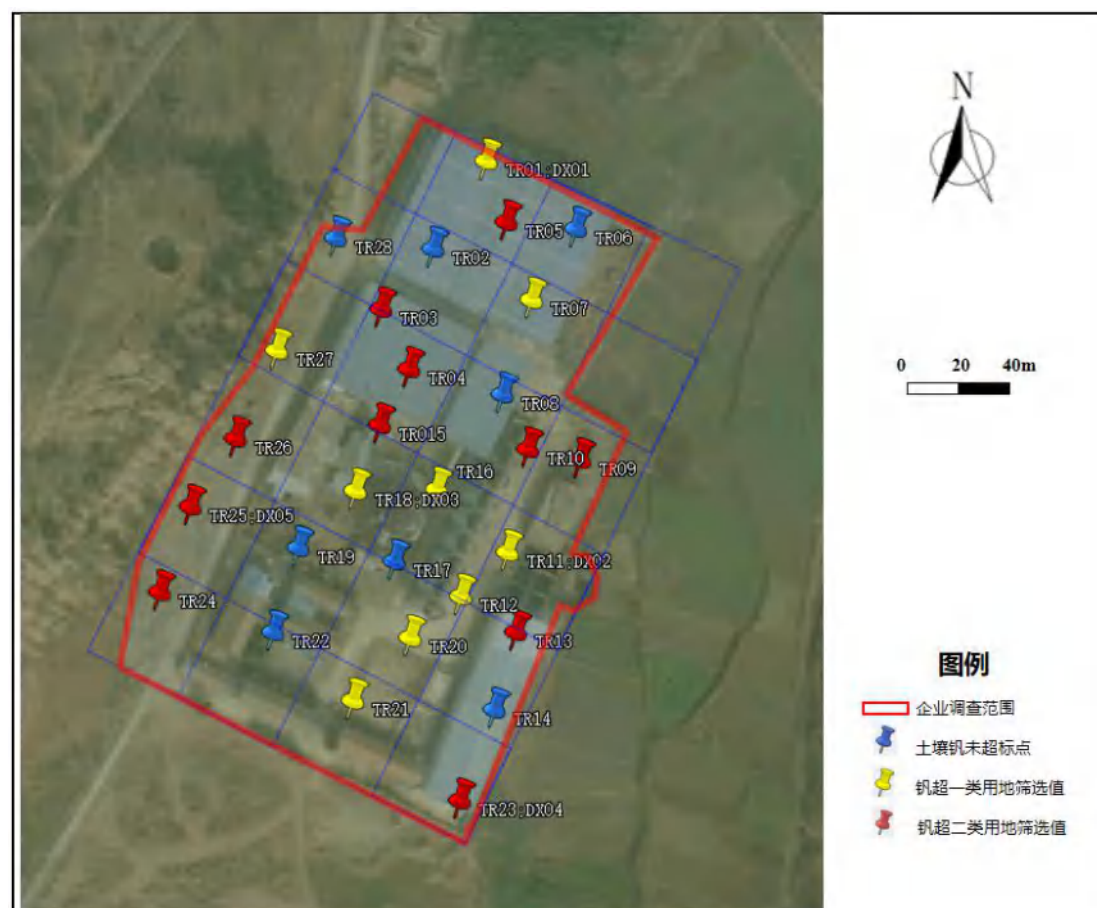
钒最大超标浓度为 4000mg/kg，位于 TR10-01、深度为 0.5-1.0m。

经过调查采样分析发现 TR10-04（5.0-5.5m）、TR13-04（6-6.5m）、TR15-04（5.0-5.5m）、TR23-04（5.5-6.0m）以及 TR24-04（2.8-3.0m）在最大采样深度处检测钒浓度仍高于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中建设用地第一类用地筛选值，因此，钒最大污染深度未确

定，需要进行二次布点采样，加深采样深度，从而确定污染深度。

在现场采样过程中，对钻取的岩芯进行分析，TR13-04（6.0-6.5m）以及TR24-04（2.8-3.0m）处岩芯已为风化基岩，可认为7.0m和3.0m为TR13和TR24点位钒的最大污染深度。

调查地块内钒超标点位分布图如下图所示：



（6）地块内土壤总体污染情况分析

综合地块内土壤各指标污染情况，地块内总体污染分布的最大范围为钒超标点位分布范围，污染区域主要分布在厂区破碎车间、石煤堆放车间、压球车间、浸出罐、沉钒车间、循环水池、原污水站、废弃处理区、原成品仓库以及渣场区。

对污染深度进行分析，地块内钒在 TR10-04（5.0-5.5m）、TR13-04（5.5-6.0m）、TR15-04（5.0-5.5m）、TR23-04（5.5-6.0m）以及 TR24-04（2.8-3.0m）最大采样深度处浓度仍高于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》

（GB 36600-2018）中建设用地第一类用地筛选值；砷在 TR10-04（5.0-5.5m）最大采样深度处检测浓度仍高于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准

（试行）》（GB 36600-2018）中建设用地第一类用地筛选值。因此，为确定地块污染深度，需在 TR10、TR13、TR15、TR23、TR24 处加深采样深度，从而确定地块内污染物的污染深度。

地块内土壤污染分布总体情况如下图所示：

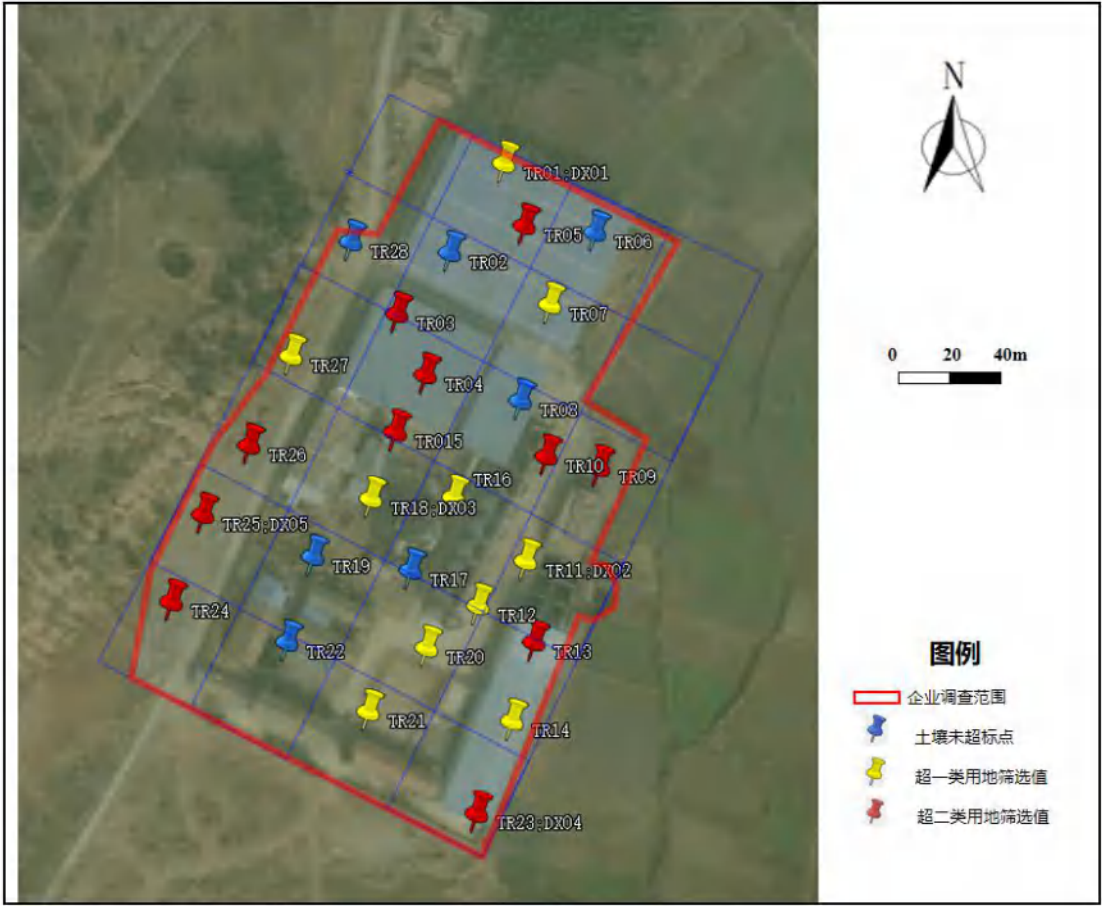


图 7.3-6 地块内土壤超标点位总体分布图

7.3.3. 地块外土壤背景点检测结果分析

本次详细调查在地块北侧布设一土壤背景点，采集土壤柱状样，共 4 个土壤样品，检测指标为 pH、铜、铅、汞、镍、砷、镉、六价铬以及特征污染物钒、锌。背景点检测结果如下表所示：

表 7.3-6 背景点各检测指标检测结果统计表

检测指标	样品数	检出限	筛选值		最大值	最小值	平均值	是否超标
			一类	二类				
pH	4	/	/	/	8.78	8.32	8.52	否
砷	4	0.01	20	60	16.5	7.46	11.035	否

检测指标	样品数	检出限	筛选值		最大值	最小值	平均值	是否超标
			一类	二类				
镉	4	0.01	20	65	0.79	0.1	0.3	否
镍	4	3	150	900	39	18	31	否
铬（六价）	4	0.5	3.0	5.7	ND	ND	ND	否
铜	4	1	2000	18000	34	16	27	否
铅	4	10	400	800	23	18	20	否
汞	4	0.002	8	38	0.365	0.033	0.017	否
锌	4	1	300（pH>7.5）		104	50	78.75	否
钒	4	0.4	165	752	124	53.7	94.2	否

对地块外背景点各检测指标检测结果进行分析,发现背景点各检测指标浓度均不超过《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）中建设用地第一类用地筛选值, 锌浓度未超过《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中锌筛选值, 背景点未受到污染。

7.4. 地块地下水样品调查结果分析

7.4.1. 地块地下水检测结果分析

本次调查共在调查地块内布设 5 口地下水监测井, 对初查超标的指标以及地块内污染识别的特征污染物指标进行了检测, 检测结果如下表所示:

表 7.4-1 调查地块地下水检测结果（单位：mg/L）

检测指标	样品数	检出限	评价值	最大值	最小值	平均值	最大超标倍数	超标数	超标率%
pH	5	/	6.5≤pH≤8.5	7.74	7.22	7.48	0	0	0
总硬度	5	1.0	450	625	371	508	1.39	3	60
溶解性总固体	5	4	1000	829	417	594	0	0	0

检测指标	样品数	检出限	评价值	最大值	最小值	平均值	最大超标倍数	超标数	超标率%
硫酸盐	5	0.018	250	453	92.9	262.2	1.81	3	60
硝酸盐	5	0.016	20.0	113	13.9	47.22	5.65	4	80
氟化物	5	0.006	1.0	0.642	0.346	0.476	0	0	0
氯化物	5	0.007	250	72.5	21.6	48.1	0	0	0
亚硝酸盐	5	0.001	1.0	0.901	0.01	0.233	0	0	0
耗氧量	5	0.005	3	1.76	0.63	1.04	0	0	0
氨氮	5	0.025	0.5	0.272	0.081	0.171	0	0	0
石油类	5	0.01	0.05	ND	ND	ND	0	0	0
铬（六价）	5	0.004	0.05	ND	ND	ND	0	0	0
铜	5	0.01	1.0	ND	ND	ND	0	0	0
锌	5	0.01	1.0	ND	ND	ND	0	0	0
铅*	5	2.5	10	ND	ND	ND	0	0	0
镍*	5	5	20	ND	ND	ND	0	0	0
镉*	5	0.5	5	ND	ND	ND	0	0	0
汞*	5	0.04	1	ND	ND	ND	0	0	0
砷*	5	0.3	10	18.7	0.5	7.82	0	0	0
铁	5	0.03	0.3	0.3	ND	0.06	0	0	0
锰	5	0.01	0.1	0.53	ND	0.106	5.3	1	20
钒	5	0.003	0.07	2.77	0.01	1.17	39.57	3	60

注：①ND 表示未检出

②（*）表示铅、镍、镉、汞、砷单位为 $\mu\text{g/L}$ 。

pH：调查地块内 pH 在 7.22-7.74 之间，平均值为 7.48；

总硬度：含量范围在 371~625mg/L 之间，平均值为 508mg/L；

溶解性总固体：含量范围在 417~829mg/L 之间，平均值为 594mg/L；

硫酸盐：含量范围在 92.9~453mg/L 之间，平均值为 262.2mg/L；

硝酸盐：含量范围在 13.9~113mg/L 之间，平均值为 47.22mg/L；

氟化物：含量范围在 0.642~0.346mg/L 之间，平均值为 0.476mg/L；
氯化物：含量范围在 21.6~72.5mg/L 之间，平均值为 48.1mg/L；
亚硝酸盐：含量范围在 0.01~0.901mg/L 之间，平均值为 0.233mg/L；
耗氧量：含量范围在 0.63~1.76mg/L 之间，平均值为 1.04mg/L；
氨氮：含量范围在 0.081~0.272mg/L 之间，平均值为 0.171mg/L；
石油类：未检出；
铬（六价）：未检出；
铜：未检出；
锌：未检出；
铅：未检出；
镍：未检出；
镉：未检出；
汞：未检出；
砷：含量范围在 0.5~18.7 μ g/L 之间，平均值为 7.82 μ g/L；
铁：仅在 DX04 点位有检出，检出值为 0.3.mg/L；
锰：仅在 DX01 和 DX04 点位有检出，检出值分别为 0.53.mg/L 和 0.03mg/L；
钒：含量范围在 0.01~2.11mg/L 之间，平均值为 1.17mg/L；

7.4.2. 地块内地下水超标情况分析

本次调查地块内地下水评价标准为《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的Ⅲ类地下水限值，主要超标指标为总硬度、硫酸盐、硝酸盐、锰以及钒。

硫酸盐指标超标点位主要为 DX03、DX04、DX05，分别位于厂区的废气处理设施污水池、原厂区污水站以及渣场附近。最大超标点位位于渣场附近，超标浓度为 453mg/L，超标倍数为 1.81 倍。

硝酸盐指标除 DX01 点位外，其他 4 个点位均存在超标情况，最大超标点位为 DX05，位于渣场附近，超标倍数为 5.65 倍。

钒指标超标点位主要位于 DX02、DX04、DX05，分别位于厂区的循环水池（污水处理池）、原厂区污水站以及渣场附近。其中，DX02、DX04 点位钒超标情况比较严重，超标倍数分别为 38.71 倍、39.57 倍。

本次调查地块内地下水污染点位主要为 DX02、DX03、DX04、DX05，对其

污染成因分析如下：

DX02：位于污水循环池及应急池附近，土壤采样点位为 TR11，主要超标指标为硝酸盐、钒。其超标原因可能存在 3 个方面的原因：（1）上层土壤回填尾矿渣中污染物淋滤进入地下水中；（2）其东侧污水循环池及应急池存在破损，污染物泄漏导致的；（3）其上游污染的地下水迁移扩散至该点位，根据对地块地下水流向进行分析，该点位位于污染点位 TR09 以及 TR15 的下游。

DX03：位于废气处理设施（原沸腾炉焙烧车间）附近，土壤采样点位为 TR18，主要超标指标为硝酸盐、硫酸盐。根据地块生产工艺及产排污情况进行分析，地块产生的烟气中含有较高含量的二氧化硫和氮氧化物，烟气中污染物主要通过水喷淋去除，该点位地下水污染的原因可能是废气处理区水池存在破损，导致污染物泄漏污染地下水。

DX04：位于原污水站附近，土壤采样点位为 TR23，主要超标指标为硝酸盐、钒。根据现场钻孔情况，该区域回填素填土中夹有紫红色的尾矿渣，尾矿渣经雨水淋滤后污染物被浸出，进而污染地下水。此外，该点位位于原污水站，早期生产时产生废水经简单的中和沉淀后通过地表冲沟进入地块东侧的小柏河，环保处理措施较差，在生产过程中，可能存在污染物的泄漏导致地下水被污染。

DX05：位于地块西侧渣场区域，土壤采样点位为 TR25，主要超标指标为硝酸盐、钒。其污染的主要原因为尾矿渣中的污染经淋滤进入到地下水中进而导致地下水污染。

7.4.3. 背景点地下水检测结果与超标情况分析

本次调查在地块北侧布设一个地下水背景点，检测指标与地块内监测点检测指标保持一致，检测结果如下：

表 7.4-2 调查地块扩散点地下水检测结果（单位：mg/L）

污染物种类	样品数	检出限	评价值	检测值	是否超标
pH	1	/	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$	7.44	否
总硬度	1	1.0	450	572	否
溶解性总固体	1	4	1000	522	否
硫酸盐	1	0.018	250	146	否

污染物种类	样品数	检出限	评价值	检测值	是否超标
硝酸盐	1	0.016	20.0	5.09	否
氟化物	1	0.006	1.0	0.381	否
氯化物	1	0.007	250	40.3	否
亚硝酸盐	1	0.001	1.0	0.026	否
耗氧量	1	0.005	3	1.7	否
氨氮	1	0.025	0.5	0.075	否
石油类	1	0.01	0.05	ND	否
铬（六价）	1	0.004	0.05	ND	否
铜	1	0.01	1.0	ND	否
锌	1	0.01	1.0	ND	否
铅*	1	2.5	10	ND	否
镍*	1	5	20	ND	否
镉*	1	0.5	5	ND	否
汞*	1	0.04	1	ND	否
砷*	1	0.3	10	0.8	否
铁	1	0.03	0.3	ND	否
锰	1	0.01	0.1	ND	否
钒	1	0.003	0.07	0.011	否

注：①ND 表示未检出

②（*）表示铅、镍、镉、汞、砷单位为 $\mu\text{g/L}$ 。

经分析，本次调查地块地下水背景点检测指标所有检测指标均未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的第Ⅲ类地下水标准限值。石油类检测浓度未超过《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中第Ⅲ类地表水标准限值。钒检测浓度未超过荷兰地下水目标值和介入值。

7.4.4. 扩散点地下水检测结果与超标情况分析

本次调查在地块东南侧布设一个地下水扩散点，检测指标与地块内监测点检测指标保持一致，检测结果如下：

表 7.4-2 调查地块扩散点地下水检测结果（单位：mg/L）

污染物种类	样品数	检出限	评价值	检测值	是否超标
pH	1	/	6.5≤pH≤8.5	7.62	否
总硬度	1	1.0	450	434	否
溶解性总固体	1	4	1000	353	否
硫酸盐	1	0.018	250	80.5	否
硝酸盐	1	0.016	20.0	21	是
氟化物	1	0.006	1.0	0.472	否
氯化物	1	0.007	250	20.9	否
亚硝酸盐	1	0.001	1.0	0.005	否
耗氧量	1	0.005	3	0.84	否
氨氮	1	0.025	0.5	0.074	否
石油类	1	0.01	0.05	ND	否
铬（六价）	1	0.004	0.05	ND	否
铜	1	0.01	1.0	ND	否
锌	1	0.01	1.0	ND	否
铅*	1	2.5	10	ND	否
镍*	1	5	20	ND	否
镉*	1	0.5	5	ND	否
汞*	1	0.04	1	ND	否
砷*	1	0.3	10	0.6	否
铁	1	0.03	0.3	ND	否
锰	1	0.01	0.1	ND	否
钒	1	0.003	0.07	0.061	否

注：①ND 表示未检出

②（*）表示铅、镍、镉、汞、砷单位为μg/L。

经分析，本次调查扩散点地下水检测指标中硝酸盐检出值为 21mg/L，相较于《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中第Ⅲ类地下水标准限值 20mg/L，存在轻微超标，超标倍数为 1.05 倍。除硝酸盐外，扩散点地下水中其他指标均

未超过《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的第Ⅲ类地下水标准限值。
石油类检测浓度未超过《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中第Ⅲ类地表水标准限值。钒检测浓度未超过荷兰地下水目标值和介入值。

8. 详细调查第二次调查

8.1. 调查工作方案

8.1.1. 布点方案

根据初步调查和详细调查第一次调查采样的结果，本次详细调查第二次调查在地块内布设 6 个土壤采样加深点，由于第一次详细调查结果显示在采样调查深度为 6.0m 时，有部分点位的重金属砷和钒浓度仍超过《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）中第一类用地筛选值，因此，本次调查在第一次详查污染仍然超标的点位进行加深采样，以确定污染深度。本次详细调查采样深度地块内设置为钻探至基岩深度，钻至底部深度时，根据岩芯情况，采集第一次详查底部未采集的土壤样品。

为摸清地块污染的深度，在厂区边界布设 8 个土壤污染控制采样点，主要采集土壤表层样，在地块东南角控制采样点，采集土壤柱状样。

第二次详细调查采样点位布置图如下图所示：

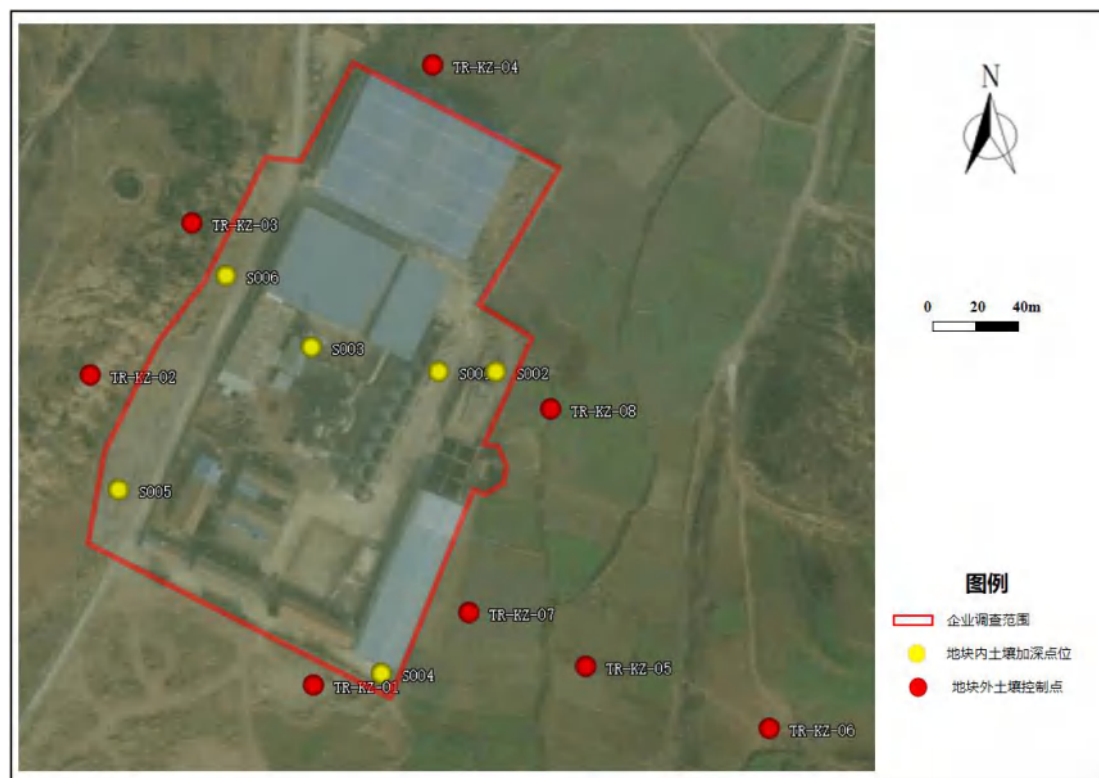


图 8.1-1 第二次详细调查采样点分布图

8.1.2. 检测指标

根据第一次详细调查分析结果，地块内主要超标污染物为砷、钒、镉、镍以及锌，因此，选取 pH、砷、钒、镉、镍以及锌作为第二次详细调查土壤加深点以及土壤污染控制点样品检测指标。

8.1.3. 质量保证和质量控制

主要包括现场采样质量控制、样品流转质量控制、实验室分析质量控制等三个主要部分内容。同第一次采样，本节主要对现场平行样质量控制和实验室内部分析质量控制进行分析。

本次调查采样土壤钻孔由武汉晨旭轩勘察劳务有限公司完成，土壤采样、保存、转运由我单位自行承担，样品测试分析由武汉市斯坦德优检测有限公司、青岛衡立环境技术研究院有限公司完成。

8.1.3.1. 现场采样质量控制

本次调查在现场采样过程中设定现场质量控制样品，根据相关导则规范要求，本次采样还采集了 10% 的土壤平行样。

表 8.1-1 平行样分析测试结果

测试指标	样品编号	测试结果	相对偏差%	合格范围%	结果评定
砷	S001-02	4.89	0.3	7	合格
	S001-02-PX	4.92			
	S002-01	5.56	0.7		合格
	S002-01-PX	5.48			
	S004-02	14.1	1.4		合格
	S004-02-PX	14.5			
镉	S001-02	0.17	2.7	20	合格
	S001-02-PX	0.18			
	S002-01	0.20	0		合格
	S002-01-PX	0.20			
	S004-02	0.44	2.2		合格
	S004-02-PX	0.46			

测试指标	样品编号	测试结果	相对偏差%	合格范围%	结果评定
镍	S001-02	19	2.7	20	合格
	S001-02-PX	18			
	S002-01	21	2.3		合格
	S002-01-PX	22			
	S004-02	41	2.4		合格
	S004-02-PX	43			
锌	S001-02	44	0	20	合格
	S001-02-PX	44			
	S002-01	61	0.8		合格
	S002-01-PX	62			
	S004-02	95	4.4		合格
	S004-02-PX	87			

8.1.3.2. 实验室分析质量控制

本次调查实验室质量控制为实验室内的质量控制（内部质量控制），是实验室内部对分析质量进行控制的过程。

为确保样品分析质量，本项目样品分析单位选取具有国家认证资质的实验室进行。本项目所有检测因子送至武汉市斯坦德优检测有限公司、青岛衡立环境技术研究院有限公司进行，该公司已获得 CMA 资质认证。为了保证分析样品的准确性，除了实验室已经过相关认证，仪器按照规定定期校正外，在进行样品分析时还需对各环节进行质量控制，随时检查和发现分析测试数据是否受控（主要通过标准曲线、精密度、准确度等）。

8.2. 第二次调查分析测试结果

8.2.1. 土壤样品采集

详细第二次调查土壤样品采集时间为 2021 年 12 月 23 日-24 日，设置地块内加深采样点 6 个，实际采集土壤深层柱状样 5 个，原 TR27 点位加深观察岩芯情况。在地块外布设 8 个土壤污染控制点，除 TR-KZ-01 采集土壤柱状样外，其他控制点均采集土壤表层样。本次调查地块内共采集 13 个土壤加深样品，10 个土

壤污染控制点样品。共采集 23 个土壤样品。

现场采样时加深采样点位在原地 0.5m 以内，为便于评价，报告里近似为同一个点位。采样信息见表 8.2-1 所示：

表 8.2-1 第二次详细调查采样点位信息表

点位编号	点位坐标		钻探深度/m	样品编号	采样深度/m	土壤性质
	Y	X				
S001	3631454.154	519269.243	11.0	S001-01	6.8-7.0	含少量砾石粘土
				S001-02	7.8-8.0	砾层
				S001-03	9.5-9.7	湿棕色粘土
				S001-04	10.3-10.5	强风化砂岩
S002	3631451.449	519295.157	9.0	S002-01	7.2-7.4	湿卵石层（80%）
				S002-02	8.4-8.6	硬塑粉质粘土
S003	3631456.731	519231.688	10.0	S003-01	6.5-6.7	含砾粉质粘土
				S003-02	8.5-8.7	棕黄粉质粘土
				S003-03	9.3-9.5	含岩粉质粘土
S004	3631323.429	519243.723	10.0	S004-01	6.8-7.0	棕色粉质粘土
				S004-02	8.0-8.2	棕色粉质粘土
				S004-03	9.3-9.5	粉质粘土夹岩石
S005	3631386.66	519134.926	6.0	S005-01	5.5-6.0	强风化砂岩
TR-KZ-01	3631315.757	519236.141	4.5	TR-KZ-01-1	1.2-1.5	棕色粉质粘土
				TR-KZ-01-2	2.0-2.4	棕色粉质粘土
				TR-KZ-01-3	4.2-4.5	含砾棕色粘土
TR-KZ-02	3631436.961	519118.278	0.2	TR-KZ-02	0-0.2	棕色粘土
TR-KZ-03	3631482.602	519139.445	0.2	TR-KZ-03	0-0.2	棕色粘土
TR-KZ-04	3631582.482	519271.737	0.2	TR-KZ-04	0-0.2	棕色粘土
TR-KZ-05	3631343.034	519294.227	0.2	TR-KZ-05	0-0.2	棕色粘土
TR-KZ-06	3631326.497	519343.836	0.2	TR-KZ-06	0-0.2	棕色粘土
TR-KZ-07	3631354.278	519271.076	0.2	TR-KZ-07	0-0.2	棕色粘土
TR-KZ-08	3631435.638	519308.118	0.2	TR-KZ-08	0-0.2	棕色粘土

8.2.2. 分析测试结果评价

8.2.2.1. 地块内点位分析测试结果

第二次详细调查在地块内共布设了 5 个采样点,主要为第一次详细调查最深层采样仍超标的点位(两次采样点位对应关系如下:S001-TR10、S003-TR15、S004-TR23、S005-TR24),此外,由于原 TR13 点位位于厂房内,钻机无法进入,且第一次详细调查采样钻探至 7.0m 时土壤性质为风化基岩,可初步判断该深度为最大污染深度。

本次调查地块内一共采集 13 个土壤样品,根据分析测试结果,13 个土壤样品中砷、镉、镍这 3 项检测指标检测浓度均不超过《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)中第一类用地筛选值;指标锌检测浓度也均不超过《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018)筛选值;指标钒存在部分样品检测浓度超过《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)中第一类用地筛选值,甚至超过第二类用地筛选值情况。

地块内加深采样点检测情况统计表如下表所示:

表 8.2-2 详查地块内加深布点检测情况统计表(单位: mg/kg)

污染物种类	样品数	检出限	筛选值	最大值	最小值	平均值	最大超标倍数	超标数	超标率%
砷	13	0.01	20	17.3	3.64	10.25	0	0	0
镉	13	0.01	20	1.02	0.06	0.31	0	0	0
镍	13	3	150	42	8	29.46	0	0	0
锌	13	1	300	95	33	73.23	0	0	0
钒	13	0.4	165	1350	55.3	359.61	8.18	7	53.85

第二次详细调查加深采样样品中镉、镍、锌的检出浓度均不超过筛选值,由此可以确定其污染深度为第一次详细调查确定的污染深度。

砷的检出浓度范围为 3.64-17.3mg/kg,平均值为 10.25mg/kg,所有样品中砷检测浓度均不超过《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)中第一类用地筛选值。根据第一次详细调查结果,点位 S001(原 TR10)在最大采样深度处砷仍存在超标情况,但经二次加深采样,砷在加

深采样深度 6.8m 处检测浓度低于第一类用地筛选值,可认为到 6.8m 时砷无污染。

钒的检出浓度范围为 55.3-1350mg/kg, 平均值为 359.61mg/kg。在 5 个检测点位中, 有 3 个点位存在超标情况, 超标率为 60%; 超标样品个数为 7 个, 占样品总数的 53.7%。调查结果显示, 主要的污染点位为 S001 (原 TR10; 浸出罐区)、S003 (原 TR15; 废气处理设施附近)、S004 (原 TR23; 原污水站), 根据人员访谈得知, 这些区域在该地块历史变迁过程中均存在尾矿渣覆土回填情况, 且现场钻探过程中岩芯均存在紫红色矿渣, 故该部分区域污染情况较为严重。

根据详查第二次调查结果, 在 S001 点位 (原 TR10) 加深深度至 10.5m 时, 钒检测浓度为 613mg/kg, 其浓度仍超过 GB 36600-2018 中第一类用地筛选值, 但在 10.5m 以下为基岩, 可认为该点位钒污染至 10.5m。在 S003 (原 TR15) 点位加深至 9.3m 时, 钒检出浓度低于筛选值, 可认为该点位钒污染至 9.3m。在 S004 (原 TR23) 加深至 9.3m 时, 钒检出浓度低于筛选值, 可认为该点位钒污染至 9.3m。S005 (原 TR24) 点位在第一次调查时, 最深层样品 (4.5m) 处钒仍存在超标情况, 第二次详查加深采样深度至 5.5m, 测得钒浓度低于 GB 36600-2018 中第一类用地筛选值, 由此可认为该点位钒污染深度至 5.5m。

8.2.2.2. 地块外控制点分析测试情况

本次第二次详细调查根据第一次详细调查地块内污染分布情况, 在地块外共布设 8 个土壤控制点采样点, 其中 1 个采集土壤柱状样、7 个采集土壤表层样, 共采集土壤样品 11 个 (包括 1 个平行样)。根据分析测试结果, 8 个采样点中有 5 个点位存在重金属钒超标, 有 1 个点位存在锌超标, 其他指标 (砷、镉、镍) 均未超过筛选值。

地块外土壤控制点检测情况分析如下表所示:

表 8.2-2 详查地块外土壤控制点检测情况统计表 (单位: mg/kg)

污染物种类	样品数	检出限	筛选值	最小值	最大值	平均值	最大超标倍数	超标数	超标率%
砷	10	0.01	20	6.45	18.3	11.98	0	0	0
镉	10	0.01	20	0.22	7.13	1.67	0	0	0
镍	10	3	150	26	133	48.4	0	0	0
锌	10	1	300	73	525	157.4	1.75	1	10

污染物 种类	样品 数	检出限	筛选值	最小值	最大值	平均值	最大超 标倍数	超标 数	超标 率%
钒	10	0.4	165	80.9	747	226.43	4.52	5	50

砷：检出浓度范围在 6.45-18.3mg/kg 之间，平均值为 11.98mg/kg，所有控制点样品砷浓度均不超过 GB 36600-2018 中第一类用地筛选值。

镉：检出浓度范围在 0.22~6.45mg/kg 之间，平均值为 1.67mg/kg，所有控制点样品镉浓度均不超过 GB 36600-2018 中第一类用地筛选值。

镍：检出浓度范围在 26~133mg/kg 之间，平均值为 48.4mg/kg，所有控制点样品镍浓度均不超过 GB 36600-2018 中第一类用地筛选值。

锌：检出浓度范围在 73~525mg/kg 之间，平均值为 157.4mg/kg，控制点 TR-KZ-02 点位存在超标情况，该点位位于渣场西东侧，超标原因可能是在历史堆渣过程中因操作不当有部分矿渣洒落导致污染物富集在表层土壤中。其他土壤控制点样品土壤锌浓度均不超过《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中筛选值标准。

钒：检出浓度范围在 80.9~747 之间，平均值为 226.43，在 10 个控制点样品中有 5 个超过 GB 36600-2018 中第一类用地筛选值，超标率为 50%，最大超标浓度为 4.52 倍。超标控制点 TR-KZ-02、TR-KZ-03 位于地块渣场西侧，其超标原因可能是在历史堆渣过程中因操作不当有部分矿渣洒落导致污染物富集在表层土壤中；超标控制点 TR-KZ-07、TR-KZ-08 位于地块东侧，其超标原因可能为地块内污染物的扩散；TR-KZ-04 位于地块北侧，其检测浓度为 183mg/kg，仅存在轻微超标，超标倍数为 1.13 倍。距离地块东侧较远的控制点 TR-KZ-05、TR-KZ-06 土壤样品钒检测浓度未超过 GB 36600-2018 中第一类用地筛选值。

由地块外土壤控制点样品分析测试结果表明，地块外土壤存在重金属钒污染，污染范围主要在地块边界周边，距离地块较远区域土壤未污染。

9. 调查地块土壤污染范围及成因分析

9.1. 调查地块土壤污染范围

根据地块现场环境，地块各功能区存在明显高程差，总体为西高东低，可以划分成 3 个高度阶梯，各阶梯范围分布情况如下图所示：

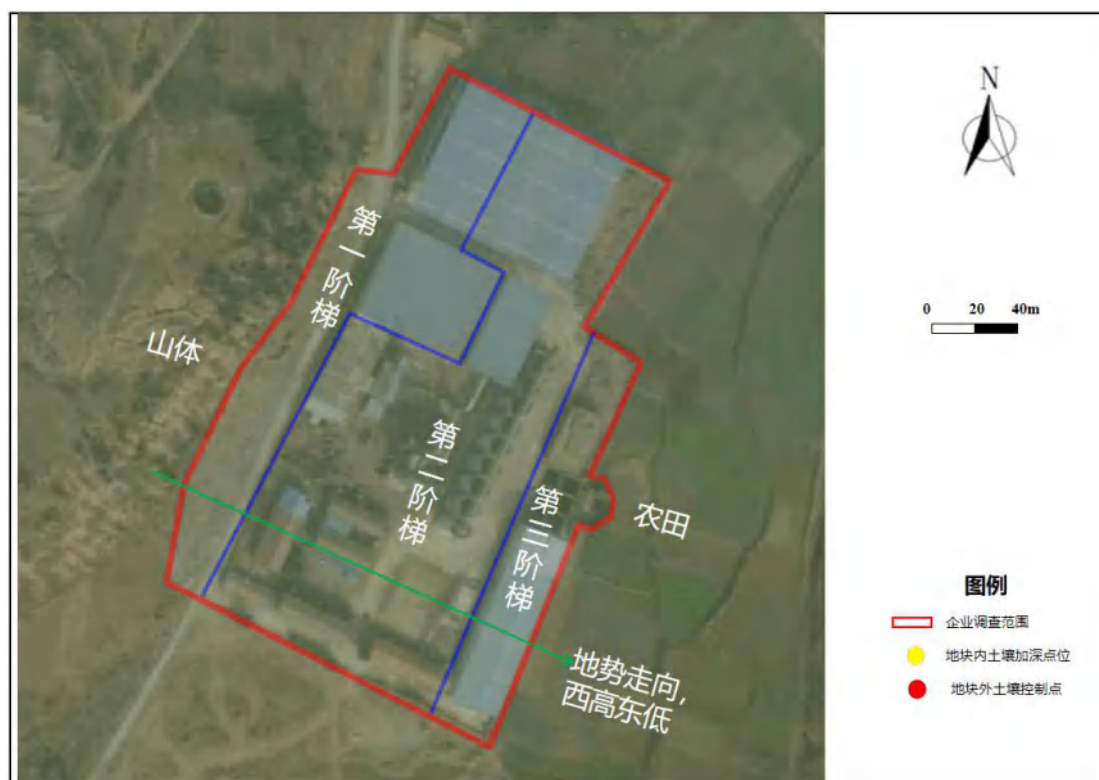
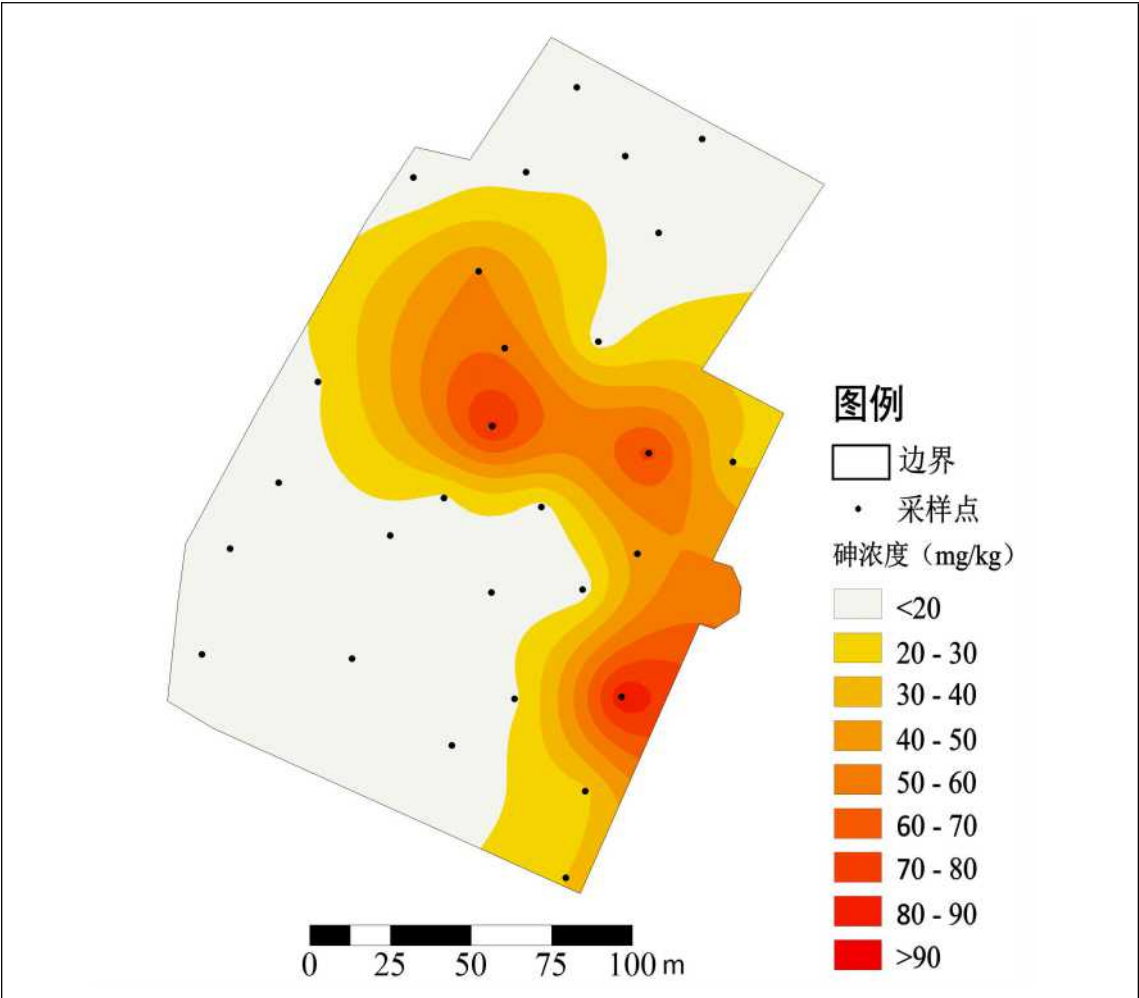


图 9.1-1 调查地块高差分层图

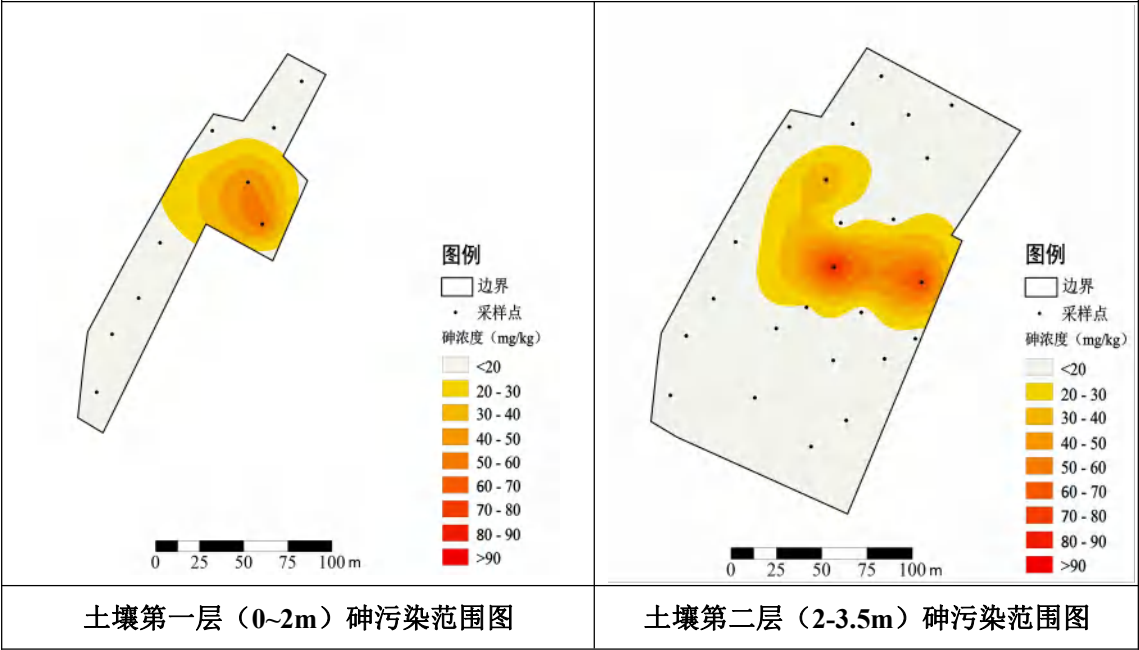
以第一阶梯表层为参照起始层位，对地块内点位污染情况根据深度进行分析，地块内土壤深度一共分 9 层进行分析。且地块东侧边界（第三阶梯）与东侧农田存在 2-3m 的高程差，第三阶梯第一层土壤污染不会扩散至厂区东侧农田外。

9.1.1. 调查地块土壤砷污染范围分析

调查地块内土壤砷污染点位分别为 TR03、TR04、TR09、TR11、TR14、TR23，最大污染深度为 TR10-04（5-5.5m）。地块内砷污染范围如图 9.1-2 所示：



调查地块土壤砷超标范围图



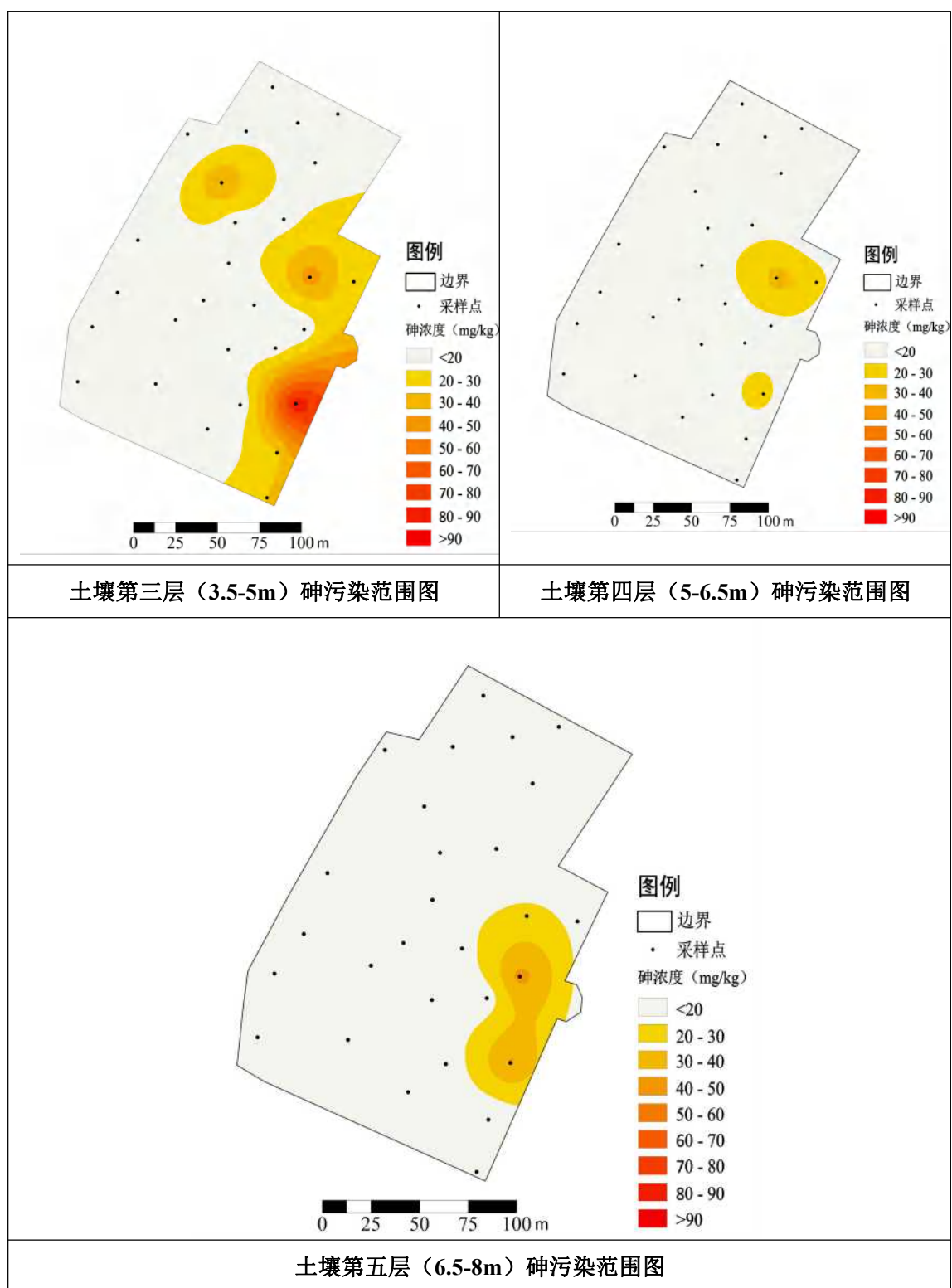


图 9.1-2 调查地块内土壤砷超标范围图

调查地块内土壤砷的污染面积和方量下表 9.1-1 所示：

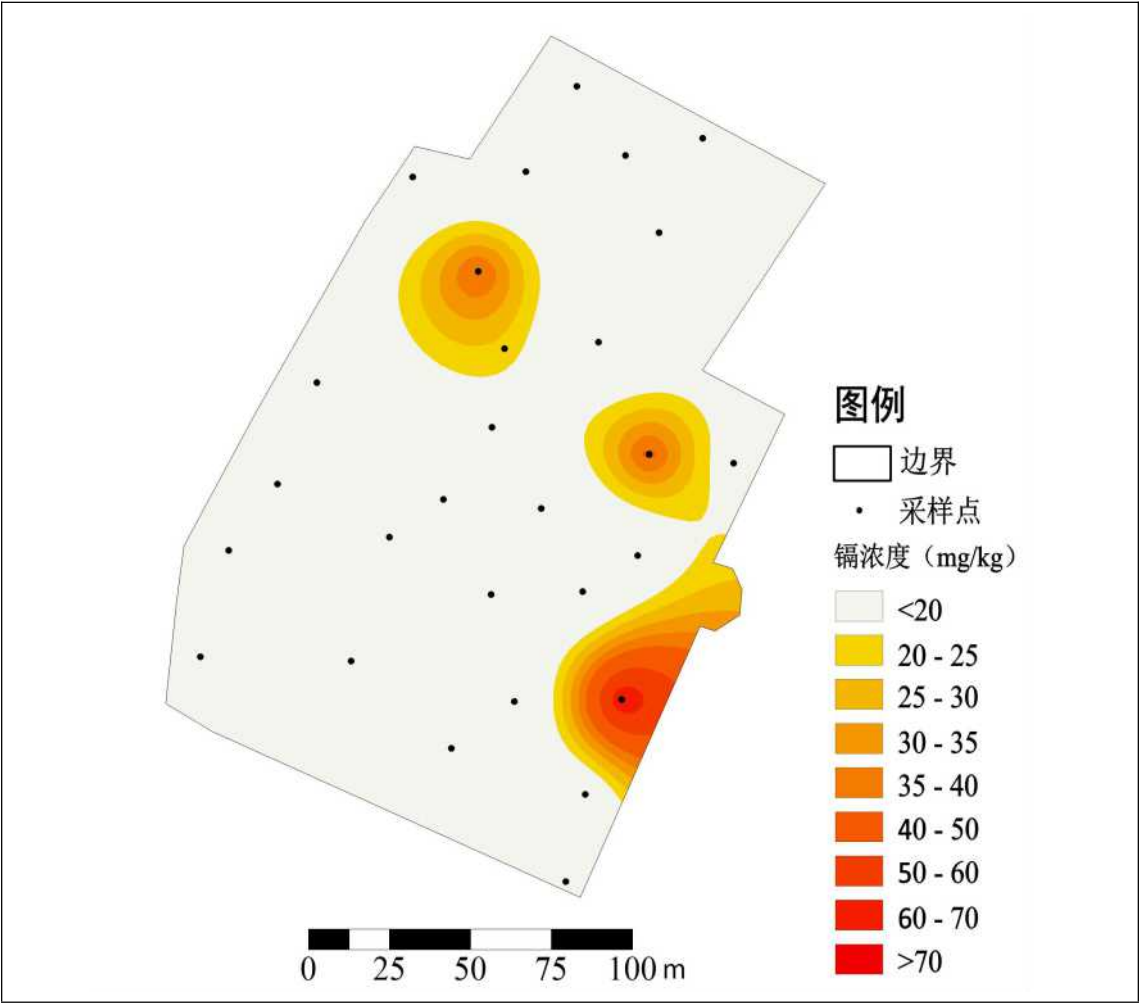
表 9.1-1 调查地块内土壤砷污染面积和方量统计表

污染层位	深度/m	面积/m ²	方量/m ³
------	------	-------------------	-------------------

污染层位	深度/m	面积/m ²	方量/m ³
第一层	0-2	3528.25	7056.49
第二层	2-3.5	7060.95	10591.43
第三层	3.5-5	9087.83	13631.74
第四层	5-6.5	2570.15	3855.22
第五层	6.5-8	3828.35	5738.02
合计	/	/	40872.9

9.1.2. 调查地块土壤镉污染范围分析

调查地块内土壤镉污染点位分别为 TR03、TR04、TR10、TR13，最大污染深度为 TR03-03（4-4.5m），它与 TR13-01 位于同一分层上，且在第三层与地块点东侧农田存在较大高差，污染不会扩散至东侧农田。地块内镉污染范围如图 9.1-3 所示：



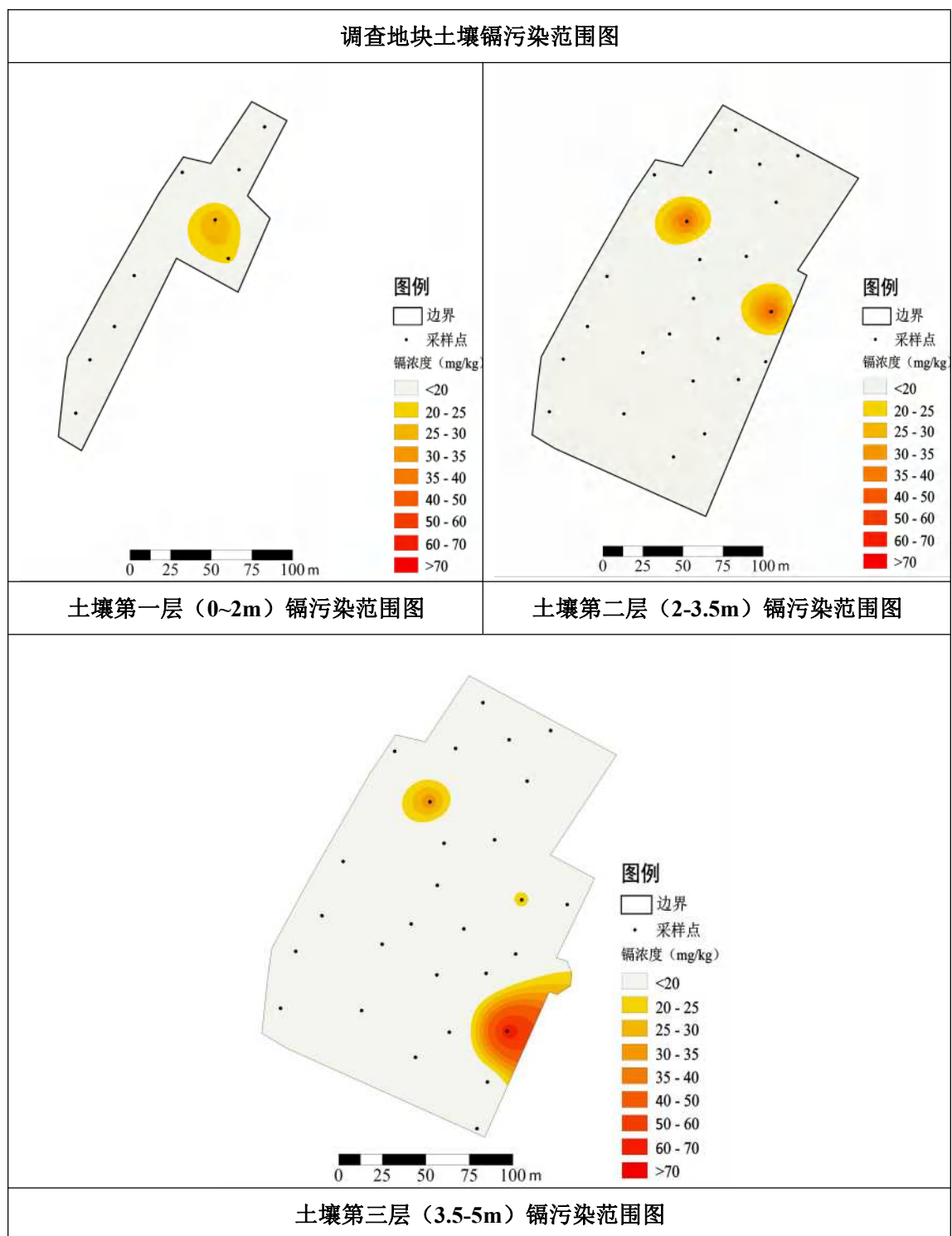


图 9.1-3 调查地块内土壤镉污染范围图

调查地块内土壤镉的污染面积和方量下表 9.1-2 所示：

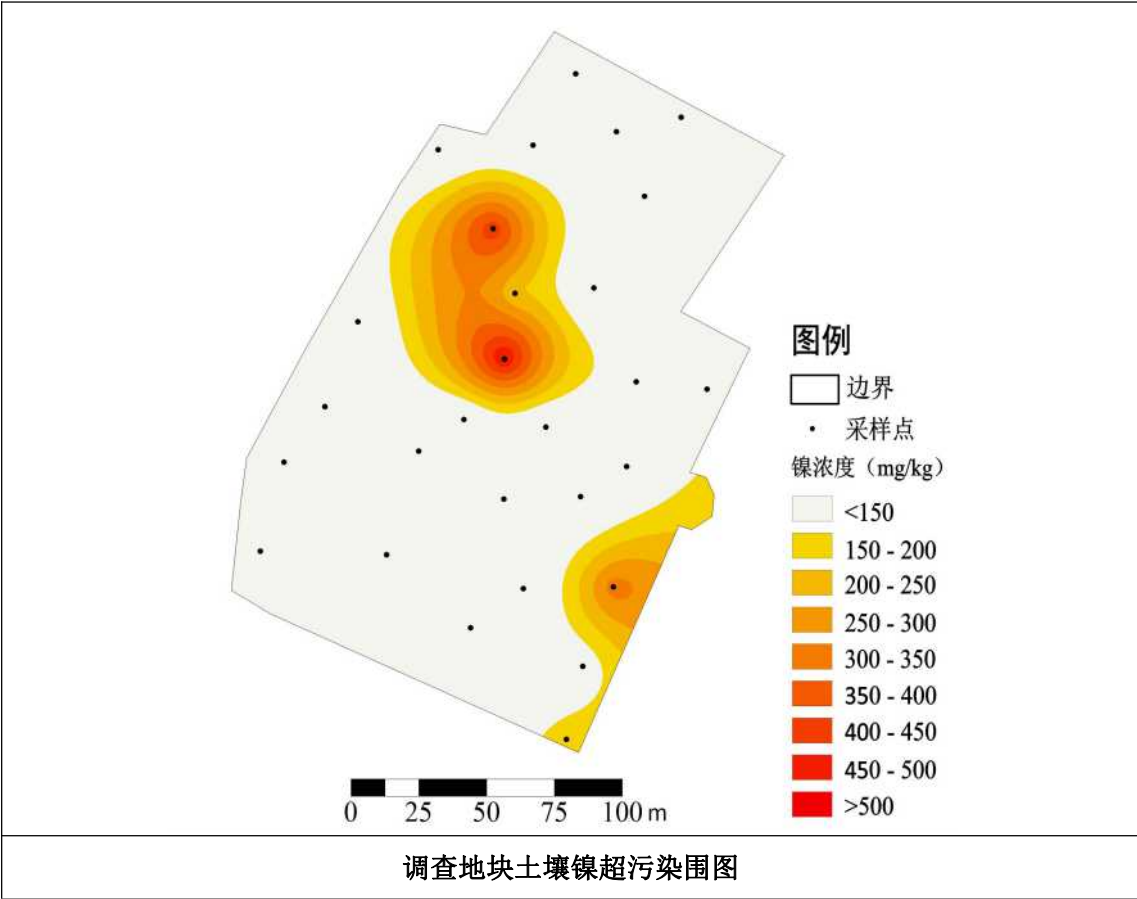
表 9.1-2 调查地块内土壤镉污染面积和方量统计表

污染层位	深度/m	面积/m ²	方量/m ³
第一层	0-2	920.52	1841.03

污染层位	深度/m	面积/m ²	方量/m ³
第二层	2-3.5	1626.80	2440.20
第三层	3.5-5	2313.82	3470.74
合计	/	/	7751.97

9.1.3. 调查地块土壤镍污染范围分析

调查地块内土壤镍污染点位分别为 TR03、TR04、TR10、TR13、TR15，最大污染深度为 TR03-03（4-4.5m），它与 TR13-01 位于同一分层上，且在第三层与地块点东侧农田存在较大高差，污染不会扩散至东侧农田。地块内镍污染范围如图 9.1-4 所示：



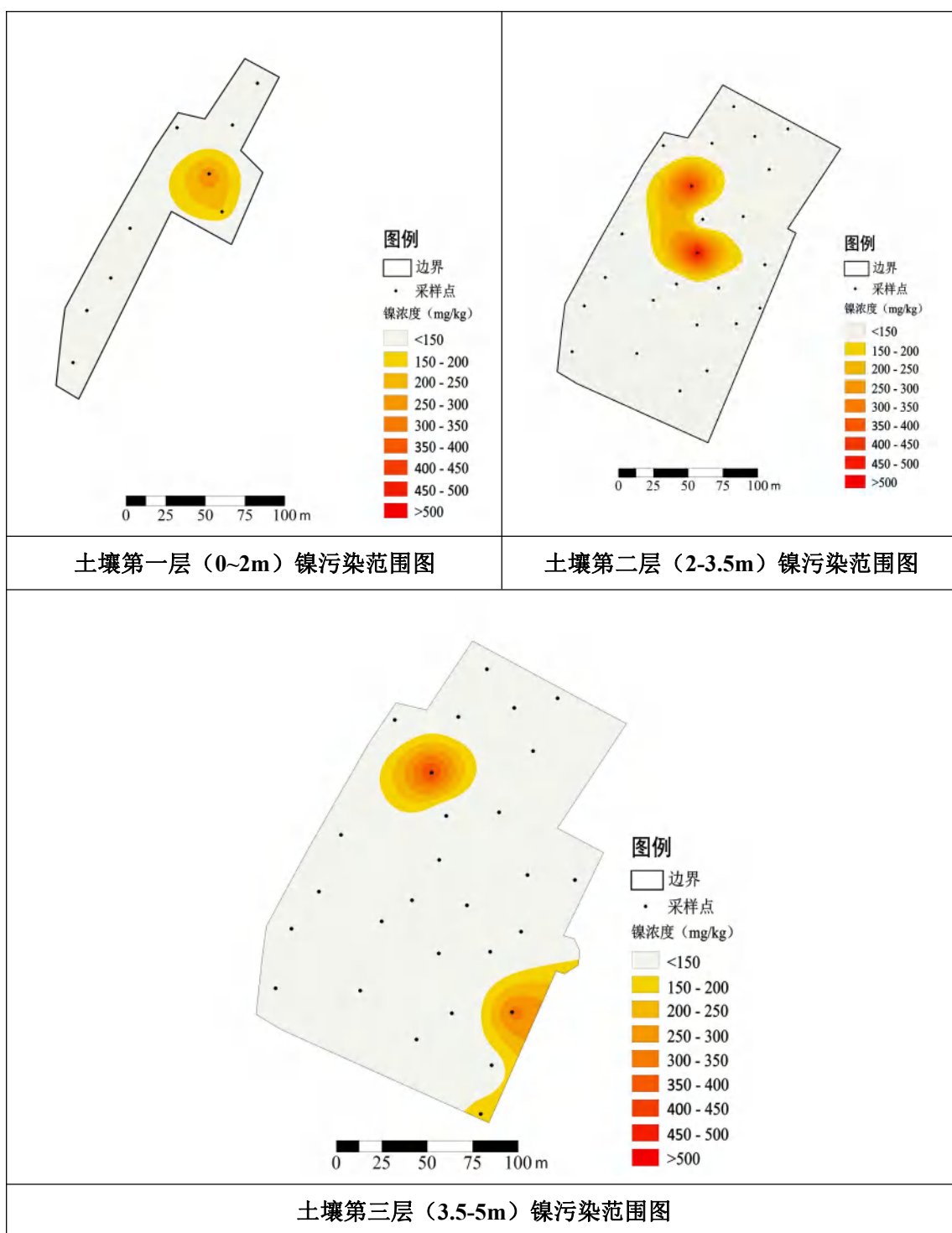


图 9.1-4 调查地块内土壤镍污染范围图

调查地块内土壤镍的污染面积和方量下表 9.1-3 所示:

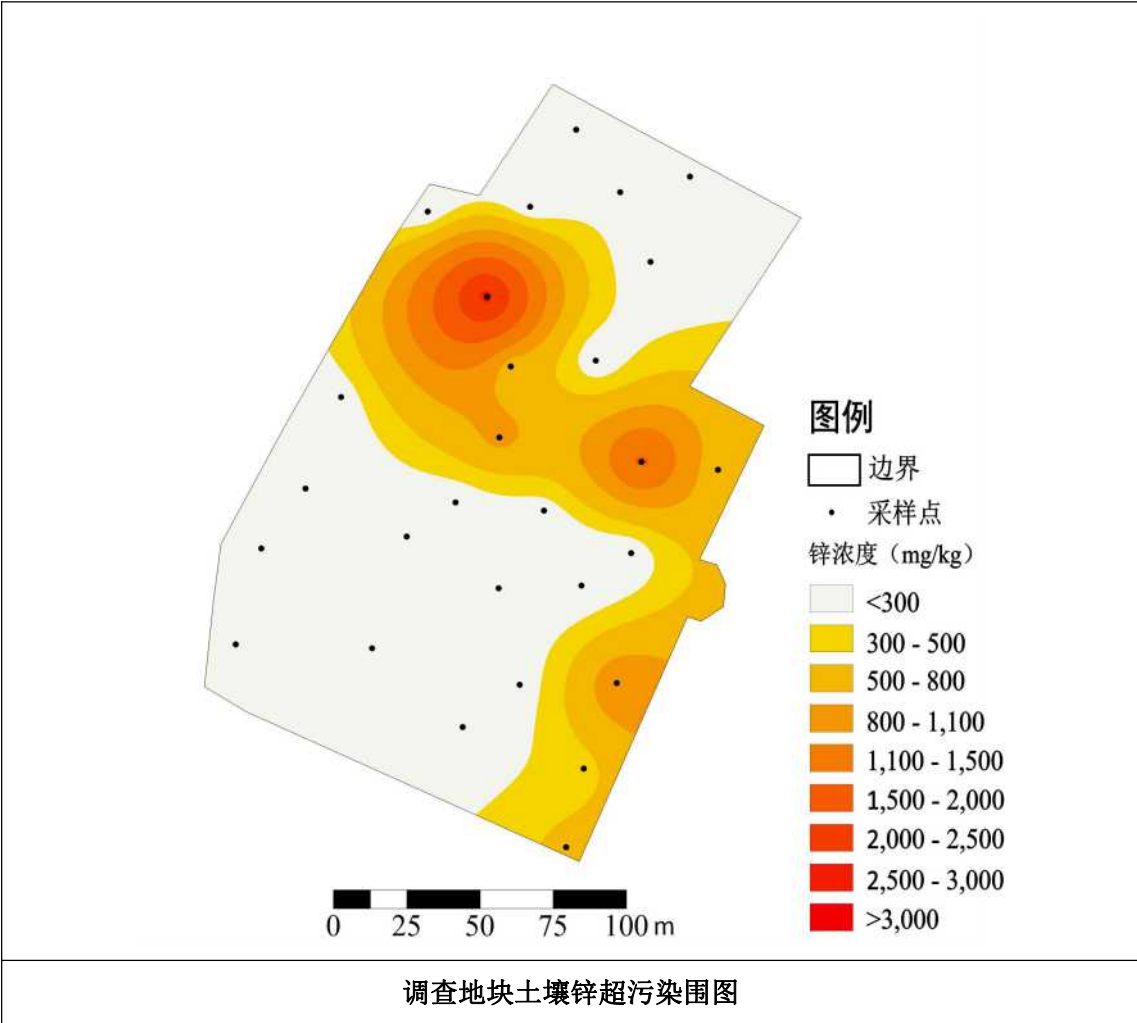
表 9.1-3 调查地块内土壤镍污染面积和方量统计表

污染层位	深度/m	面积/m ²	方量/m ³
第一层	0-2	1619.23	3238.46
第二层	2-3.5	4065.78	6098.67

污染层位	深度/m	面积/m ²	方量/m ³
第三层	3.5-5	3243.35	4865.03
合计	/	/	14202.16

9.1.4. 调查地块土壤锌污染范围分析

调查地块内土壤锌污染点位分别为 TR03、TR04、TR09、TR10、TR13、TR14、TR15、TR23，最大污染深度为 TR03-03（4-4.5m），它与 TR13-01 位于同一分层上。地块内锌污染范围如图 9.1-5 所示



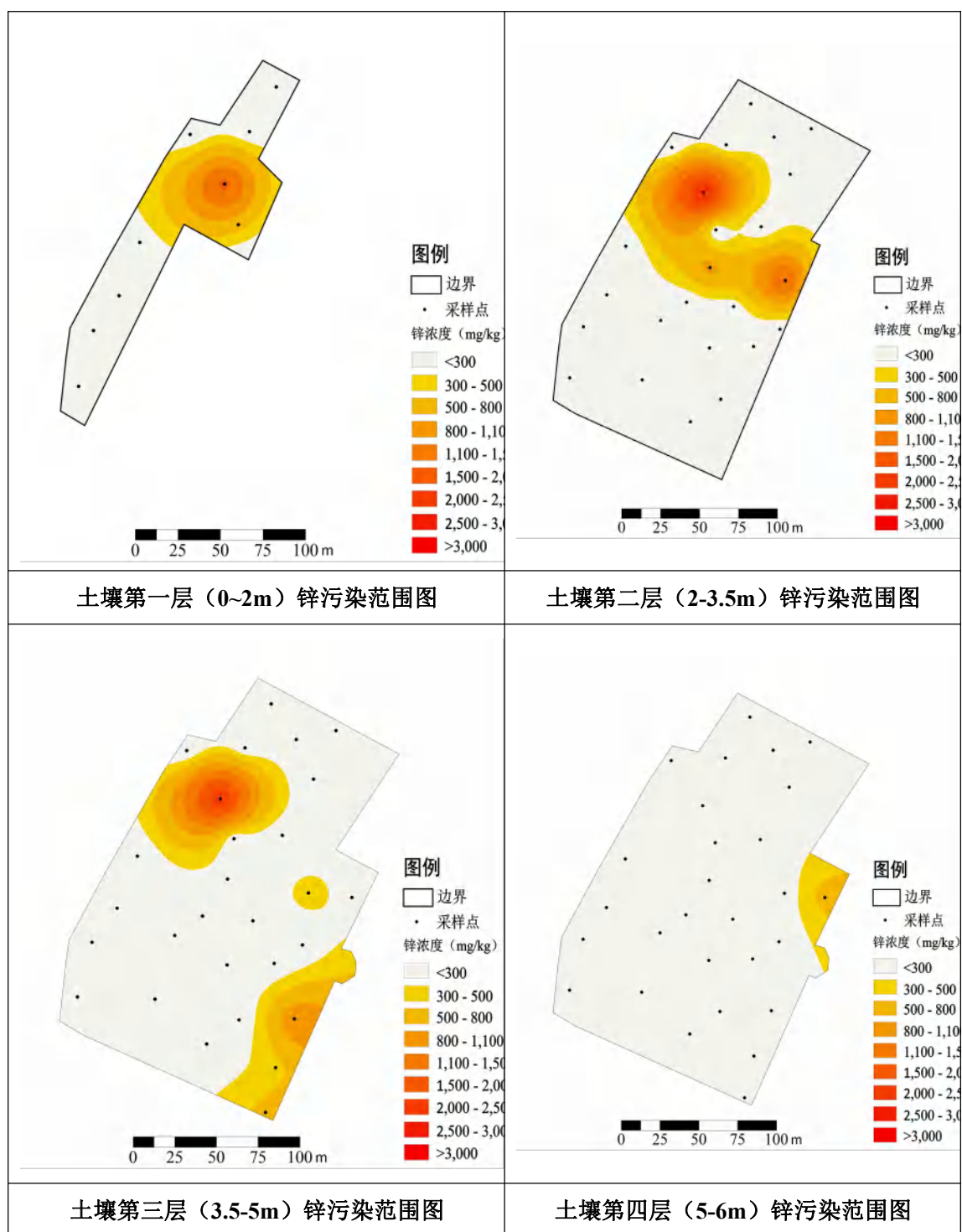


图 9.1-5 调查地块内土壤锌污染范围图

调查地块内土壤锌的污染面积和方量下表 9.1-4 所示:

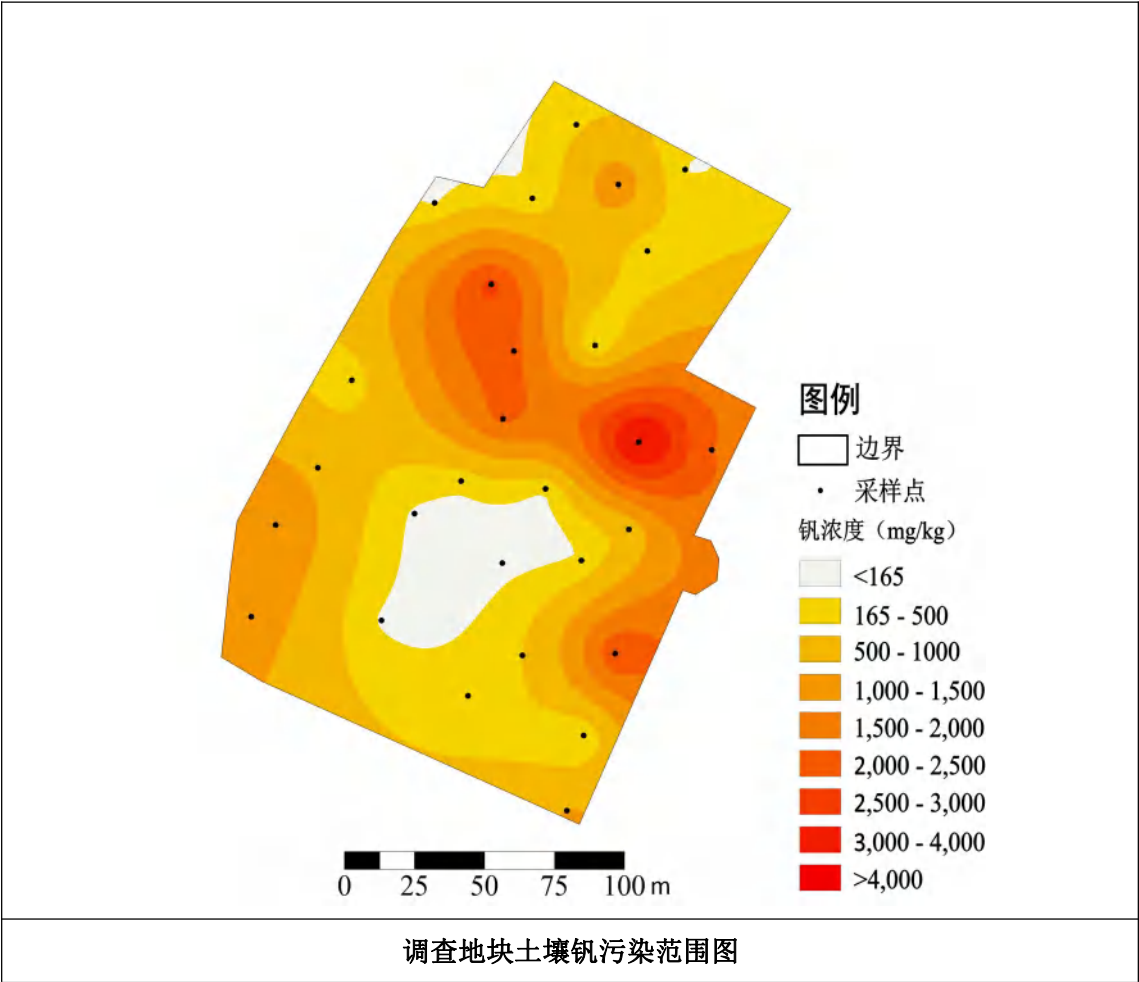
表 9.1-4 调查地块内土壤锌污染面积和方量统计表

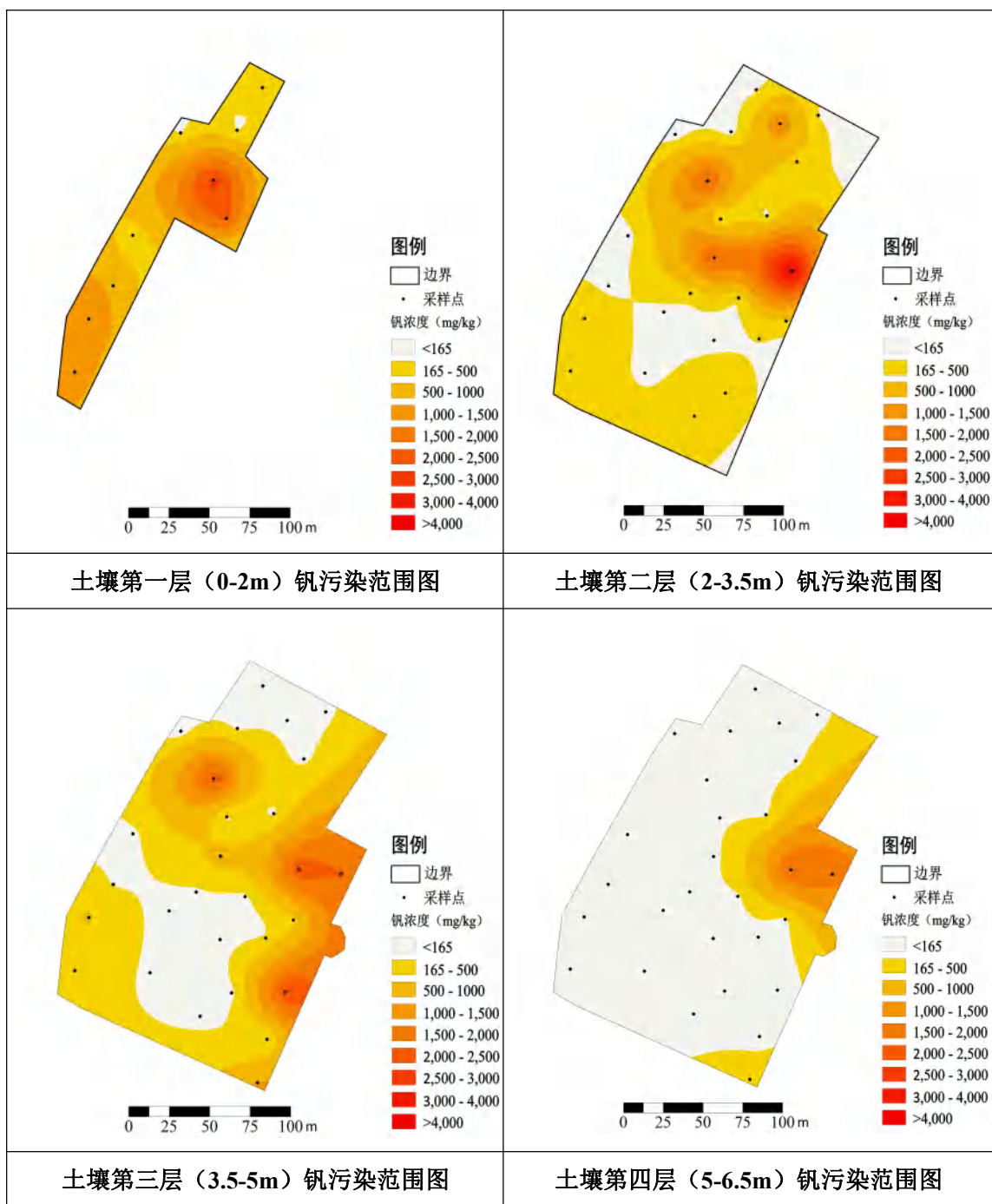
污染层位	深度/m	面积/m ²	方量/m ³
第一层	0-2	3821.90	7643.79
第二层	2-3.5	8538.35	12807.52

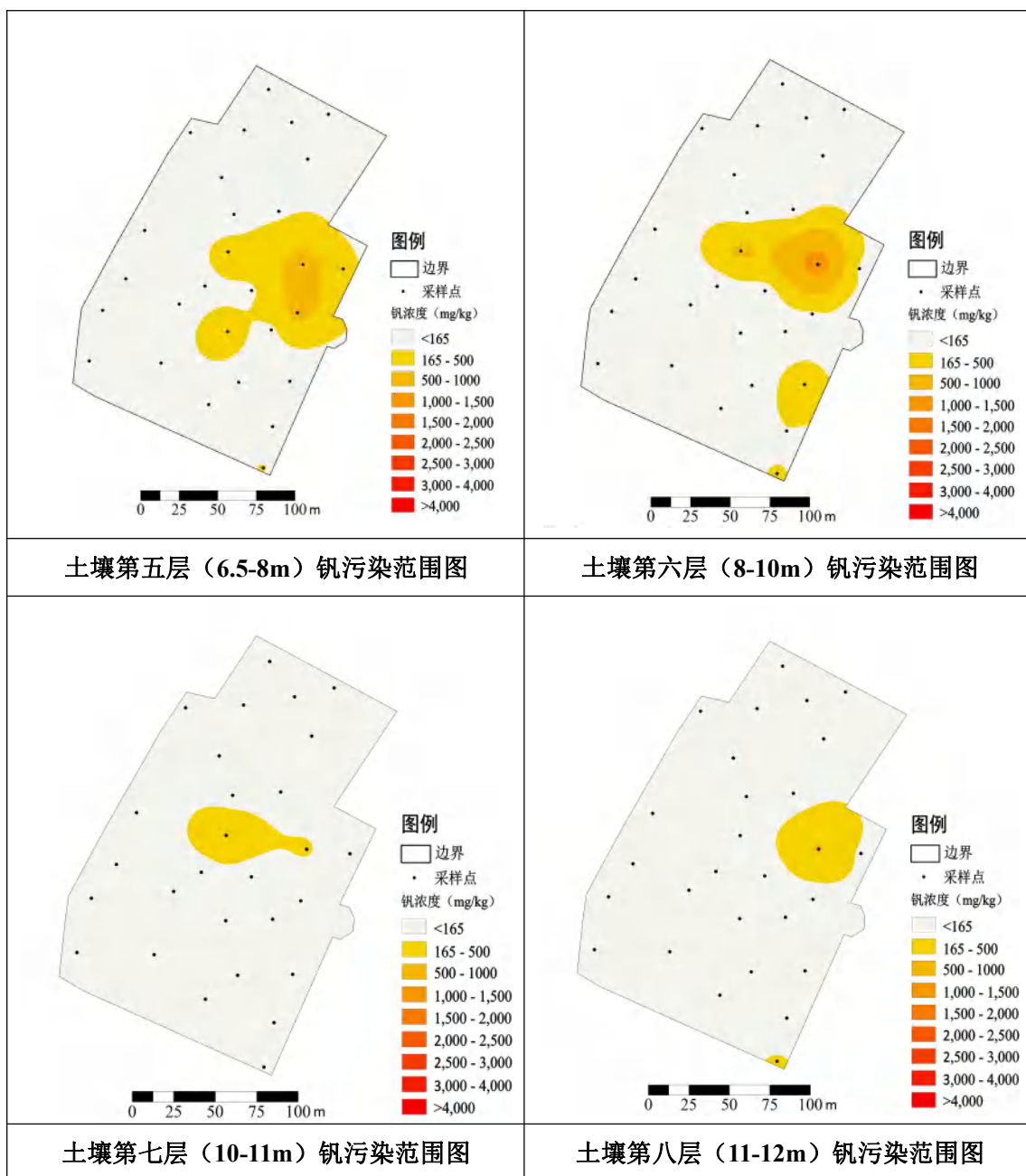
污染层位	深度/m	面积/m ²	方量/m ³
第三层	3.5-5	8050.18	12075.27
第四层	5-6.5	1189.39	1784.08
合计	/	/	34310.66

9.1.5. 调查地块土壤钒污染范围分析

调查地块内土壤钒污染情况严重,在 28 个土壤点位中有 20 个点位存在超标情况,污染区域除办公区外几乎全厂分布。其中污染深度最深点位为 TR10 (10.5m),钻探至 11m,底部岩芯为强风化基岩,检测得到钒浓度仍超 GB 36600-2018 中第一类建设用地筛选值,因此钒的污染深度为 11m。对钒污染范围进行分析,污染分层情况一共可以分为九层,地块内钒污染范围如下图所示:







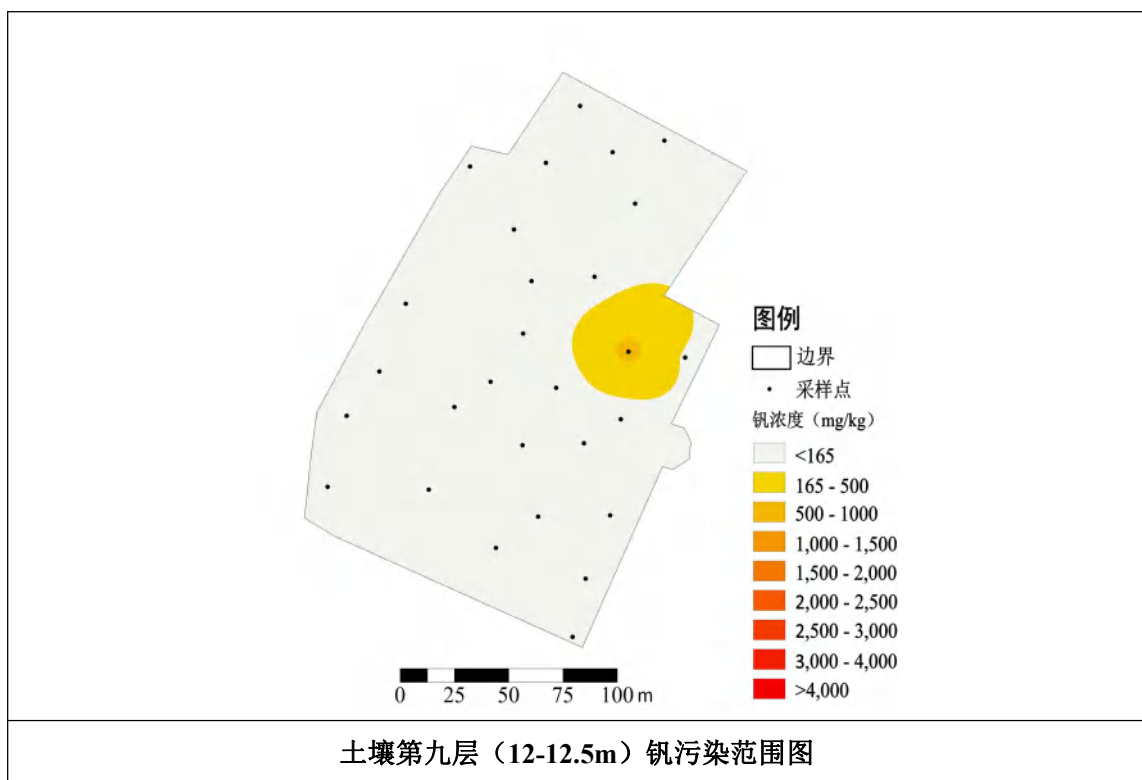


图 9.1-6 调查地块内土壤钒污染范围图

调查地块内土壤钒的污染面积和方量下表 9.1-5 所示：

表 9.1-5 调查地块内土壤钒污染面积和方量统计表

污染层位	深度/m	面积/m ²	方量/m ³
第一层	0-2	8824.59	17649.19
第二层	2-3.5	21585.06	32377.59
第三层	3.5-5	22739.08	34108.63
第四层	5-6.5	7844.93	11767.39
第五层	6.5-8	6278.53	9417.79
第六层	8-10	5622.28	11244.50
第七层	10-11	1581.40	1581.40
第八层	11-12	2121.38	2121.38
第九层	12-12.5	2192.79	1096.39
合计	/	/	121364.26

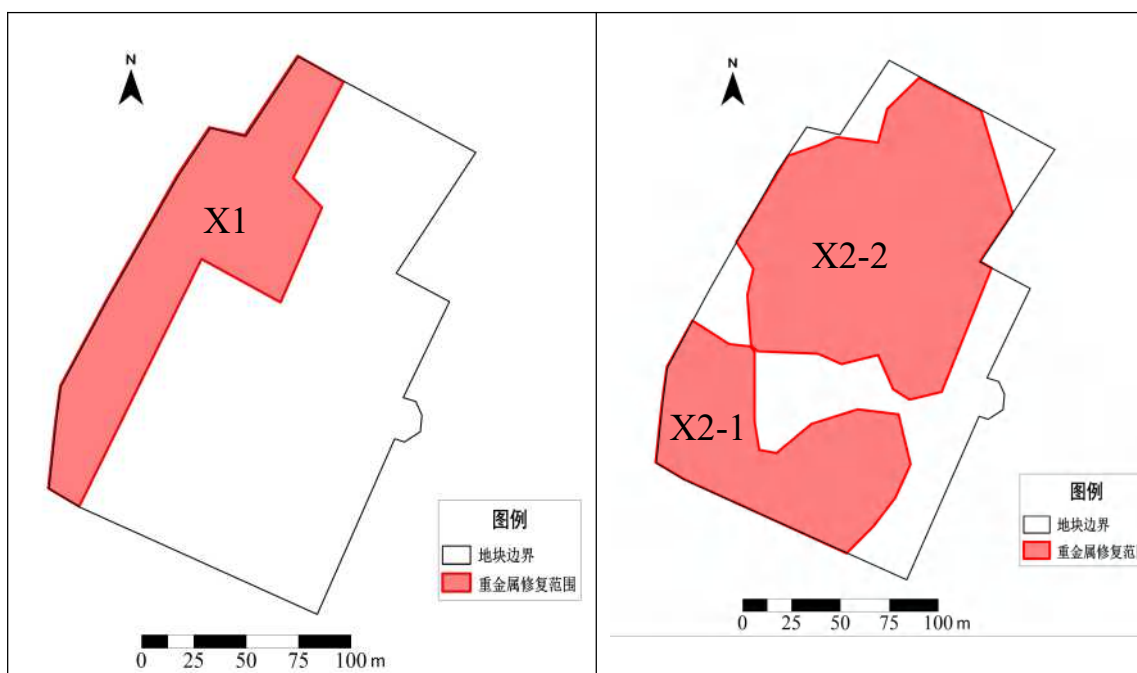
S001（10.5m）（原 TR10）点位钒浓度仍超 GB36600-2018 中第一类用地筛选值，根据现场钻探情况，该点位钻探至 10.5m 时已为风化基岩，认为已探至该点位的最大污染深度，S001（10.5m）点位岩芯情况如下图所示：

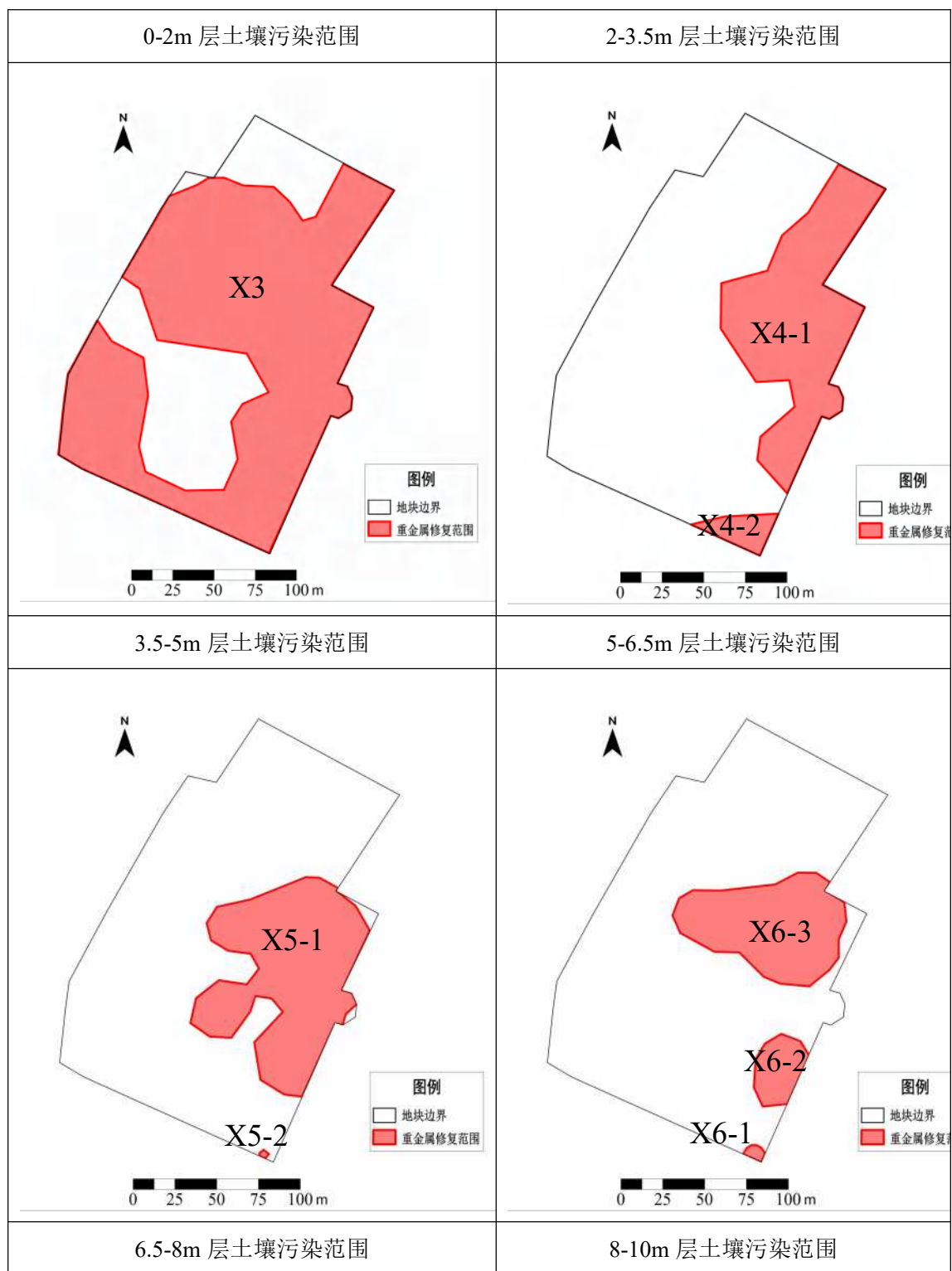


图 9.1-7 点位 S001（原 TR10）岩芯图

9.1.6. 地块土壤总污染方量分析

综合地块污染重金属砷、钒、镉、镍以及锌的污染范围及污染方量，分析计算地块总的污染分布情况如下图所示：





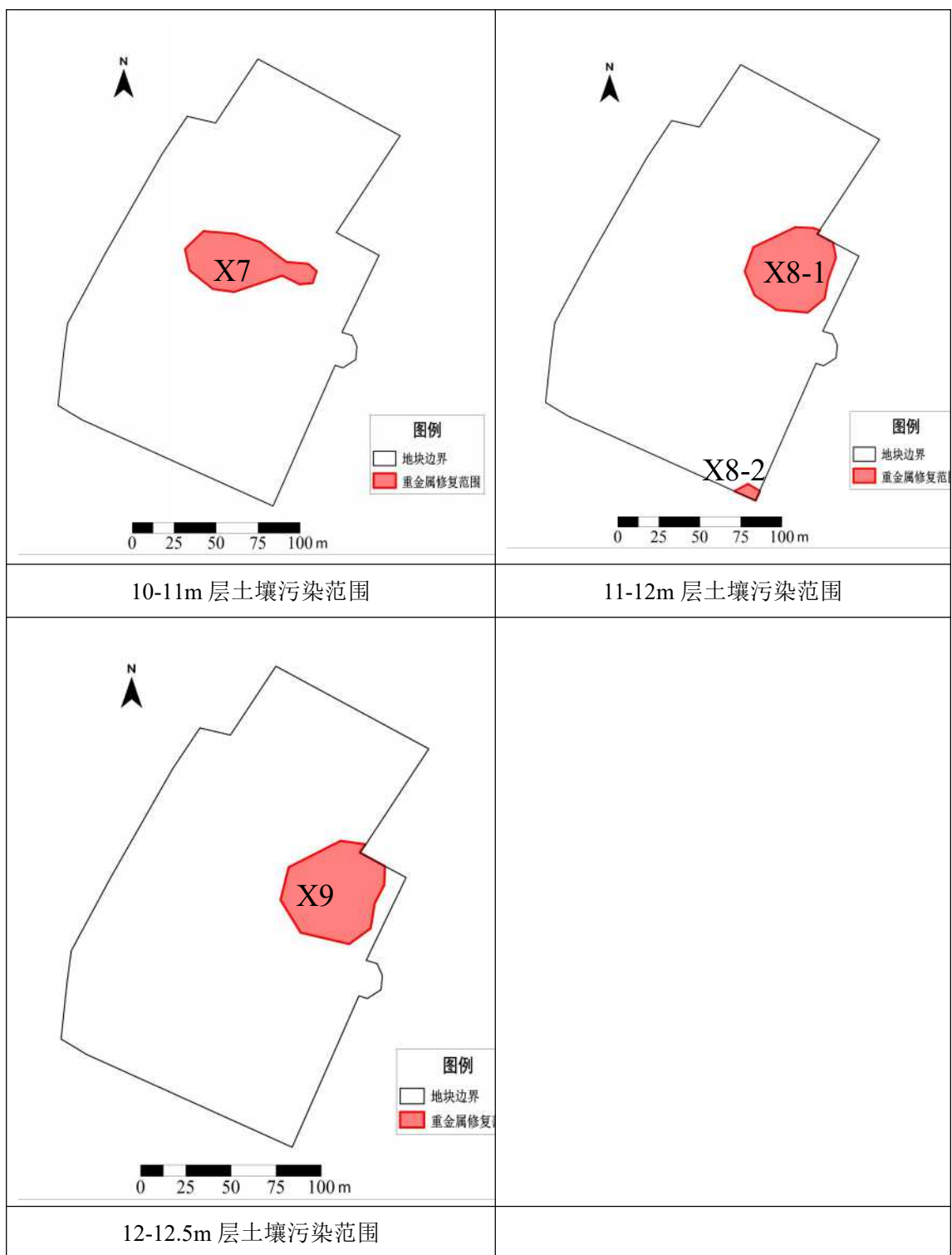


图 9.1-7 地块内土壤分层污染情况

调查地块内重金属分层污染的范围与污染方量情况如下表所示：

表 9.1-6 地块内重金属分层污染情况统计一览表

区域编号	污染物	面积 (m ²)	深度 (m)	修复方量 (m ³)
X1	重金属	9047.46	0-2	18094.92

区域编号	污染物	面积 (m ²)	深度 (m)	修复方量 (m ³)
X2-1		7568.50	2-3.5	11352.75
X2-2		14580.04	2-3.5	21870.06
X3		22824.07	3.5-5	34236.11
X4-1		8187.91	5-6.5	12281.87
X4-2		675.94	5-6.5	1013.91
X5-1		7754.17	6.5-8	11631.26
X5-2		16.53	6.5-8	24.80
X6-1		4565.10	8-10	9130.20
X6-2		989.41	8-10	1978.82
X6-3		81.06	8-10	162.12
X7		1690.46	10-11	1690.46
X8-1		2109.02	11-12	2109.02
X8-2		79.20	11-12	79.20
X9		2300.25	12-12.5	1150.13
合计		82469.12	/	126805.63

9.2. 地块污染成因分析

根据土壤污染详细调查结果分析,地块内如让污染较为严重的区域主要集中在石料/烟煤堆放区、压球车间(原熔铸车间)、浸出罐区(原酸浸罐区)、原焙砂车间北侧、沉钒车间、原污水站以及渣场区域。根据现场踏勘情况及土壤钻探情况,这些土壤污染区域均存在不同深度的尾矿渣回填或不同体积的尾矿堆渣,因此导致土壤污染较为严重。根据现场踏勘及钻孔情况,地块内表面堆渣及尾矿渣回填情况如下图所示:

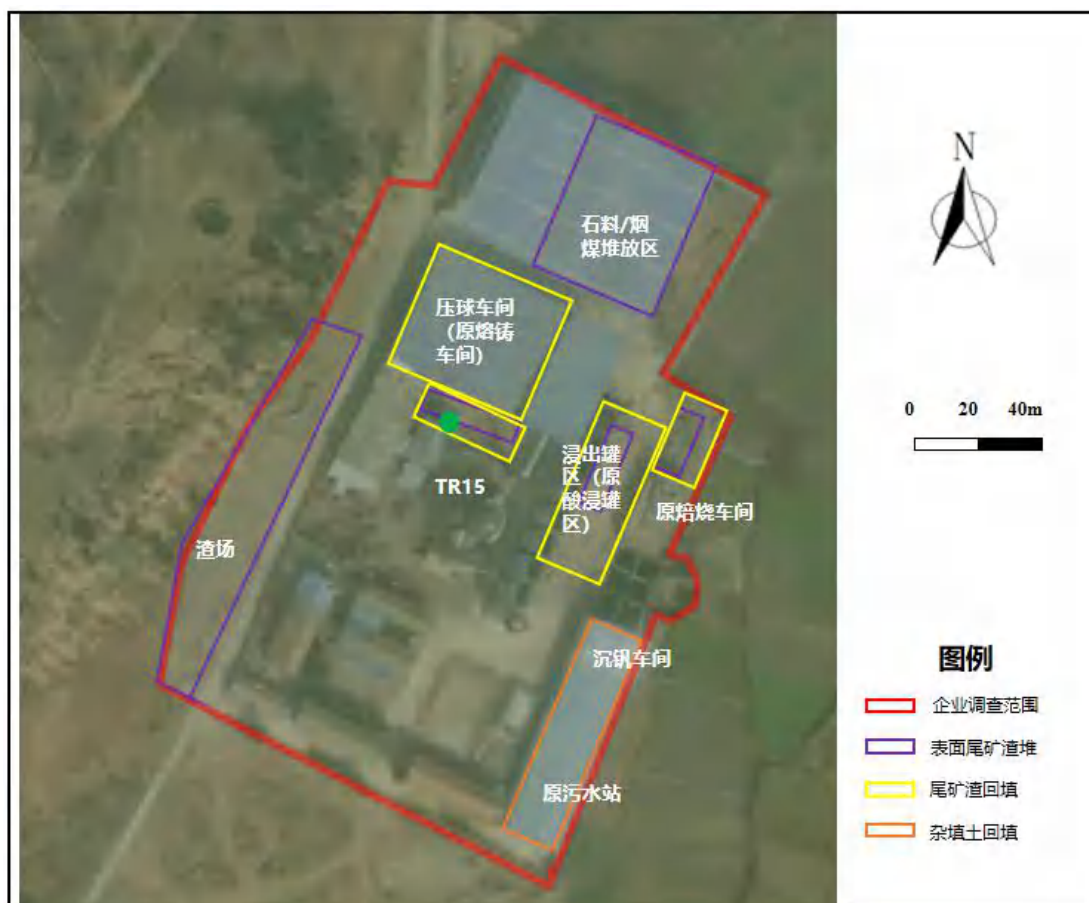


图 9.2-1 地块内地表堆渣及尾矿渣回填分布图

石料/烟煤堆放区：该区域详查点位为 TR05、TR06、TR07，经分析发现仅表层土壤中重金属钒污染比较严重，根据现场情况，该区域仅表面存在 0~0.2m 紫红色尾矿渣覆土，且功能区内顶棚未拆除，因此地表的污染物未经雨水淋滤进入地下进而污染深层土壤。

压球车间（原熔铸车间）：该区域详细调查点位为 TR03、TR04，经钻孔发现，该区域底部尾矿渣回填厚度在 2.0~4.0m 之间，因该区域顶棚未拆除，因此尾矿渣内的污染物未能经雨水淋滤迁移至下层，所以该区域的最大污染深度为 5.0m。

TR15：该点位污染深度较深，污染情况较为严重。表面堆渣厚度在 0.2-1.5m 之间，尾矿渣回填厚度约为 1.0m，受表面堆渣和尾矿渣回填的双重影响，地面未进行硬化，经长期的雨水淋滤，污染物向下迁移，导致污染深度较深，最大污染深度为 8.0m。

浸出罐区（原酸浸罐区）：该区域详查点位为 TR10，地面硬化情况较差，地面露天堆放有尾矿渣，且根据现场钻探情况，该区域尾矿渣回填厚度为 1.5m

左右。尾矿渣中污染物长期经雨水淋滤进入下层，且该点位位于原古河道附近，岩芯含有卵石层，渗透系数更大，更有利于污染物的下渗，因此该点位的污染深度最深，达到 10.5m。

原焙烧车间北侧：该区域内堆渣厚度在 1.0-2.0m 之间，TR09 的尾矿渣回填厚度在 0.8m 左右。

沉钒车间+原污水站：该区域中尾矿渣回填较少，主要为素填土回填，后期作为成品仓库使用，且地面硬化良好。其污染原因主要是由于早期地块内生产工艺较为粗放，地块内产生的生产废水经中和反应、沉淀后直接经地表冲沟排放至小柏河水库，存在着污染物的跑冒滴漏及溢流，从而导致该区域土壤污染较为严重，且因其生产年代较早，最早追溯至地块开始生产起，因此土壤污染深度也相对较深。且在原污水站钻孔岩芯（TR23）也发现有一定厚度的紫红色尾矿渣。

渣场：该区域表面尾矿堆渣厚度在 0.2~1.5m 之间，土壤污染原因主要是因为尾矿渣中污染物受雨水淋滤迁移导致的。

综合上述分析，结合地块生产历史，地块土壤污染原因主要为早期生产时，环保意识较为薄弱，生产产生的尾矿渣直接露天堆放，且在后期地块进行改建、技术改造时，地块内尾矿渣未能清理出场并直接作为地块覆土方量回填，导致地块内土壤污染受尾矿渣影响严重，尾矿渣中的污染物经雨水淋滤后向下迁移进而污染下层土壤。因此在后续的污染管控或修复治理中需对尾矿渣进行集中收集与处理处置，减少矿渣流失对周边土壤造成污染。

10. 结论与建议

10.1. 结论

10.1.1. 总体结论

本次新兴中部矿业有限公司地块面积为 32725m²，历史上主要进行五氧化二钒以及偏钒酸铵的生产，按照原功能区可划分为破碎车间、石料/烟煤堆放区、压球车间（原熔铸车间）、焙烧车间（原酸碱车间）、原破碎压球车间、废气治理区（原沸腾炉焙烧车间）、浸出罐区（原酸浸罐区）、原灼烧车间、废水循环池及应急池、沉钒车间、化验室、成品仓库（原污水站）以及生活办公区等。

2021 年 11 月~12 月，武汉中地大环境地质研究院有限工地对新兴中部矿业有限公司地块土壤、地下水采样分析进行土壤污染状况详细调查：

（1）土壤调查，第一次共布设 29 个土壤样品采集点（地块内 28 个，对照点 1 个），共计 126 组土壤样品（含 12 组平行样），在地块内 110 组土壤样品均对样品中 pH、铜、铅、汞、镍、砷、镉、六价铬以及特征污染物锌、钒这 10 项指标进行检测，此外，还选取 36 组样品对土壤中石油烃（C₁₀-C₄₀）以及 SVOCs 进行检测分析。第二次补充调查共在地块内布设 5 个土壤加深采样点（共采集样品 13 个），在地块外布设土壤污染控制点 8 个（共采集样品 10 个），共计 27 个土壤样品（包括 4 个平行样），检测指标为 pH、砷、镉、镍、锌、钒。

（2）地下水调查，共布设 7 个地下水采样点（地块内 5 个、对照点 1 个、扩散点 1 个），共采集 8 组地下水样品（包含 1 组平行样），检测 22 项指标，主要为初查检测超标以及初查识别出的特征污染物指标。

10.1.2. 主要调查结论

（1）土壤调查情况

综合两次调查结果，本地块详细调查地块内 28 个土壤钻孔中，有 21 个点位超筛选值，点位超标率为 75%；其中 123 个样品有 49 个样品超筛选值，样品超标率为 39.83%。超标污染物主要为重金属砷、钒、镉、镍以及锌。

经调查分析，地块内重金属钒指标超标最为严重，在 28 个土壤点位中有 20 个点位存在超标情况。其中有 11 个点位土壤浓度超过《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）中建设用地第一类和第二类用地筛选值。最大超标浓度为 4000mg/kg，超标倍数为 24.24 倍，位于 TR10-01、深度为 0.5-1.0m；最大超标深度为 10.5m，位于 TR10；污染土壤方量为 121364.26m³。

砷共有 7 个点位土壤浓度超过《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）中建设用地第二类用地筛选值，其中有 3 个点位超过 GB 36600-2018 中第一类用地和第二类用地筛选值；最大超标浓度为 88.5mg/kg，超标倍数为 4.275 倍，位于 TR13-01（沉钒车间）、深度为 0.5-1.0m；最大超标深度为 5.5m，位于 TR10-04（浸出罐区），最大污染深度至 6.8m；污染土壤方量为 40872.90m³。

镉共有 4 个点位土壤浓度超过《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）中建设用地第二类用地筛选值，其中 TR13 点位超过 GB 36600-2018 中第一类用地和第二类用地筛选值；最大超标浓度为 68mg/kg，超标倍数为 3.4 倍，位于 TR13-01（沉钒车间）、深度为 0.5-1.0m；最大超标深度为 4.5m，位于 TR03-03（压球车间），最大污染深度至 5.0m；污染土壤方量为 7751.97 m³。

镍共有 7 个点位土壤浓度超过《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）中建设用地第二类用地筛选值但均不超过第二类用地筛选值；最大超标浓度为 516mg/kg，超标倍数为 3.44 倍，位于 TR15-01、深度为 0.5-1.0m；最大超标深度为 4.5m，位于 TR03-03（压球车间）最大污染深度至 5.0m；污染土壤方量为 14202.16m³。

锌共有 8 个点位土壤浓度超过《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中筛选值，地块内锌最大超标浓度为 2730mg/kg，超标倍数为 10.92 倍，位于 TR03-02（沉钒车间）；最大超标深度位于 TR09-02（原灼烧车间附近），最大污染深度至 4.0m；污染土壤方量为 34310.66m³。

调查地块内总的土壤污染方量为 126805.63m³。

（2）地下水调查情况

本次详细调查一共在地块内布设 5 个地下水采样点，分别位于破碎车间（DX01）、污水循环池及应急池（DX02）、废气处理车间（DX03）、原污水

站（DX04）以及渣场（DX05）。经调查，DX02、DX03、DX04、DX05 点位地下水均存在超标情况，主要超标指标为总硬度、硫酸盐、硝酸盐、锰以及钒。其中重金属钒超标情况最为严重，DX02、DX04 点位钒超标倍数分别为 38.71 倍、39.57 倍。

10.2. 建议

（1）根据本次土壤污染状况详细调查结果，地块内土壤和地下水重金属污染严重，建议对地块内土壤继续开展风险评估工作，以指导后期风险管控工作。

（2）本地块环境调查结果显示，地块内大部分区域土壤的砷、钒、镉、镍、锌等指标存在不同程度超标，建议采取有效的措施，结合地块的规划用途，对超标土壤进行修复或风险管控，降低健康风险，保障人体健康。

（3）地块内上仍有固废遗留，现场调查时发现地块内遗留有大量的紫红色矿渣，矿渣中重金属含量较高，易对周围环境以及人体健康产生危害，建议将这部分的矿渣集中收集，并进行处理与处置，减少矿渣流失对周边土壤造成污染。

（4）地块内循环水池以及废气治理区水池中还有积水存在，建议企业尽快将积水妥善处理，谨防水体外溢造成二次污染。

11. 附图与附件

附图 1 调查地块地理位置图

附图 2 本次调查地块范围

附件 1 初查专家意见及修改回复单

附件 2 项目技术服务合同

附件 3 土壤钻孔记录表

附件 4 土壤采样记录表

附件 5 土壤现场采样照片

附件 6 地下水建井记录单

附件 7 地下水采样记录单

附件 8 地下水洗井采样照片

附件 9 样品交接记录表

附件 10 检验检测单位资质证书（CMA）

附件 11 检验检测报告（第一次采样）

附件 12 检验检测报告（第二次采样）

附件 13 地块工程勘察报告

附件 14 土工试验检测结果

附件 15 评审资料

（1）评估报告评审申请表

（2）申请人承诺书

（3）报告编制单位承诺书

（4）现场评审专家意见

（5）专家意见回复单

（6）现场评审专家签到表

（7）现场评审会议签到表