

秦皇岛鹤凤化工有限公司地块

土壤污染状况详细调查报告

项目委托单位：秦皇岛鹤凤化工有限公司

报告编制单位：秦皇岛清宸环境检测技术有限公司

报告编制时间：二零二一年八月

目 录

1 总论.....	1
1.1 项目背景.....	1
1.2 编制依据.....	2
1.3 工作目标.....	4
1.4 工作内容.....	4
1.5 工作原则.....	4
1.6 技术路线.....	5
2 地块概况.....	7
2.1 地理位置.....	7
2.2 地块现状.....	7
3 区域环境.....	11
3.1 自然环境.....	11
3.2 水文地质.....	12
3.3 周边环境.....	16
4 企业概况.....	18
4.1 生产概况.....	18
4.2 生产布局.....	18
4.3 生产设施.....	19
4.4 生产工艺.....	21
5 污染物调查.....	24
5.1 生产原料.....	24
5.2 中间产物.....	25
5.3 排污节点.....	26
5.4 污染排放.....	26
5.5 环境污染.....	27
5.6 污染物质.....	29
6 初步调查分析.....	30
6.1 调查分区.....	30
6.2 布点方案.....	31
6.3 结果评价.....	35
6.4 调查结论.....	42
7 详细调查.....	43
7.1 工作程序.....	43
7.2 调查方案.....	43
7.3 样点设计.....	49
7.4 样品编号.....	51
7.5 检测因子.....	52
8 详细调查采样.....	55
8.1 采样准备.....	55
8.2 钻探采样.....	57
8.3 现场检测.....	58
8.4 土壤样品采集.....	59

8.5 地下水样品采集.....	62
8.6 样品保存.....	67
8.7 样品流转.....	70
9 补充采样调查.....	73
9.1 采样布点.....	73
9.2 样点坐标.....	74
9.3 样点设计.....	74
9.4 检测因子.....	74
10 检测结果评价.....	76
10.1 质量控制.....	76
10.2 样品检测结果.....	83
10.3 补充调查检测结果.....	90
10.4 分析评价.....	92
11 结论与建议.....	96
11.1 结论.....	96
11.2 建议.....	96
附件.....	98

1 总论

1.1 项目背景

秦皇岛鹤凤化工有限公司始建于 1972 年，原为抚宁县国营磷肥厂，2006 年改制为民营企业。企业利用当地矿产资源，采用焙烧法生产硫酸；利用硫酸与磷土矿混合，干法生产磷肥，并按测土配方混合氮磷钾肥生产复混肥。生产工艺初级原始，生产设施简单粗放，产品主要供销当地农业生产。2009 年，为扩大企业生产效益，充分利用硫酸生产余热扩建了硫酸铝生产项目，采用硫酸与铝土矿混合湿法生产硫酸铝结晶片，行销市场。

2012 年，国家发改委、工信部公布十二五规划期产业指导目录，将沿海地区硫铁矿制酸 10 万吨/年以下的企业列入淘汰类，要求不再发放生产许可证。鹤凤化工随之于 2014 年 3 月停产至今。

同年，环境保护部、工业和信息化部、国土资源部和住房和城乡建设部联合发布文告《关于保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》（环发〔2012〕140 号）；2014 年，环境保护部又发布了《关于加强工业企业关停、搬迁及原址场地再开发利用过程中污染防治工作的通知》（环发〔2014〕66 号），要求所有关停并转、搬迁工业企业原场地在进行重新供地及土地出让之前，应完成场地环境调查和风险评估工作，确保场地遗留污染不会对后续开发利用过程中人体健康产生危害；强化工业企业关停搬迁过程中的污染防治，必须组织和督促场地使用权人等委托专业机构开展工业企业原址场地的环境调查和风险评估工作。

鹤凤化工企业生产停工以后，厂区地块一直处于闲置状态，仅指派专人负责厂区安全护卫。历经多年筹划准备和调研分析，规划在原化工厂址基础上新组建鹤凤农业科技公司，从事农产品精加工和仓储物流业。2020 年，建设项目获秦皇岛市抚宁区行政审批局备案批准（抚行审备〔2020〕75 号）。原企业化工用地流转为加工仓储用地，需按部颁规定对原厂区地块进行土壤污染状况调查，以判定其环境质量能否满足国家建设用地土壤环境质量的有关规定，或者提出相关的污染防治措施。

为此，鹤凤化工有限公司聘请秦皇岛清宸环境检测技术有限公司作为第三方技术单位，负责对原化工厂区地块进行污染状况调查。调查工作经过资料搜集与分析、现场踏勘和人员访谈，厘清了企业生产工艺和原辅材料，确定出污染源和特征污染物，以及厂区污染的大致分布；依此制定出比较完整的初步调查采样方案，经采样检测和分析结果统计，形成《秦皇岛鹤凤化工有限公司地块环境调查报告》。2020年10月30日，秦皇岛市生态环境局会同秦皇岛市自然资源和规划局采取集中及视频相结合的方式，组织召开了专家评审会。会议邀请了5名专家组成专家组，经专题汇报、专家质询和讨论，形成评审意见。意见认为报告符合相关技术规范要求，点位布设基本合理，特征污染物识别较全面，样品采集与分析测试方法正确，报告内容比较完整，结论总体可信。但在点位布设依据和采样层位代表性，以及实验室质量控制和检测结果与历史数据深入分析上，尚需进一步补充修改完善。

据此，鹤凤化工有限公司同意续聘秦皇岛清宸环境检测技术有限公司对厂区地块作进一步的详细调查，并完成详细调查报告。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日）；
- (2) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2015年4月24日）；
- (3) 《中华人民共和国水法》（2009年8月27日）；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018年1月1日）；
- (5) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019年1月1日）；
- (6) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年10月26日）。

1.2.2 技术标准

- (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》（HJ25.2-2019）；

- (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) 《建设用地土壤污染风险管控和修复术语》（HJ 682-2019）；
- (6) 《建设用地土壤污染状况调查与风险评估技术导则》（DB11/T 656-2019）；
- (7) 《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》（HJ25.5-2018）；
- (8) 《污染地块地下水修复和风险管控技术导则》（HJ 25.6-2019）；
- (9) 《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ 1019-2019）；
- (10) 《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）；
- (11) 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- (12) 《土的工程分类标准》（GB/T 50145-2007）；
- (13) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）；
- (14) 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2004）；
- (15) 《水质采样样品的保存和管理技术规定》（HJ 493-2009）；
- (16) 《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2017）；
- (17) 《工程测量规范》（GB 50026-2007）；
- (18) 《污染场地勘察规范》（DB11/T 1311-2015）。

1.2.3 相关政策

- (1) 《土壤污染防治行动计划》（国发〔2016〕31号）；
- (2) 《关于加强工业企业关停、搬迁及原址场地再开发利用过程中污染防治工作的通知》（环发〔2014〕66号）；
- (3) 《国务院办公厅关于推进城区老工业区搬迁改造的指导意见》（国办发〔2014〕9号）；
- (4) 《关于保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》（环发〔2012〕140号）；

(5) 《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发〔2011〕35号）。

1.2.4 相关资料

(1) 《秦皇岛鹤凤化工有限公司年产3万吨硫酸铝项目环境影响报告书》。

1.3 工作目标

在初调报告基础上，针对其揭示出的污染状况和分布规律，制定详细的采样分析方案，对重点设施、重点部位、重点区块和重点污染物进行重点调查，并按照《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）的技术标准，通盘考虑采样布点方案，满足40m×40m的布点密度要求，通过采样检测和结果统计分析，明确地块内污染物种类、污染分布以及污染程度，得出地块是否满足再开发利用条件或者是否需要进一步风险评估和土壤修复的结论。

1.4 工作内容

按照国家相关技术导则和管理文件要求，制定完整的采样布点和样品检测方案，按技术要求规范地完成样品采集和检测分析工作，并依据《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）对检测结果对地块土壤污染状况进行分析评价，得出地块是否适合利用流转或需要采取的污染治理措施等客观的调查结论，为规划决策提供依据。

1.5 工作原则

根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019），依照《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）二类用地标准对厂区地块进行污染调查评价，应坚持如下的调查：

(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，结合当前科技发展与技术水平，使调查过程切实可行。

1.6 技术路线

依据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）和《重点行业企业用地调查疑似污染地块布点技术规定》（试行），详细调查包括三个阶段：

第一阶段——污染识别及污染区筛查；

第二阶段——样品采集及检测分析；

第三阶段——数据分析及报告编制。

第一阶段场污染识别及污染区筛查，主要是在初步调查基础上，通过资料补充收集和分析，综合污染源分布、污染物类型、污染物迁移途径等要素，对特征污染物和污染分区进行详细甄别与区域划分，制定出完整的采样调查方案。

第二阶段样品采集及检测分析，主要是根据采样调查方案进行采样点位现场确认与标注，并按技术规范进行样品采集、保管、运输，以及空白样和加标样的设置与生成；实验室检测按技术流程规范进行，加强室内与实验室间检测分析质量控制工作，确保检测质量。

第三阶段数据分析及报告编制，主要以样品检测结果分析和调查报告编制刚要为依托，对土壤和地下水检测结果进行质量评估和有效性分析，对检测结果进行统计分析，确认地块污染物种类、污染程度和污染范围，对地块土壤污染状况进行筛选评价，完成调查报告编制。

调查工作技术路线见图 1-1 详细采样分析和第三阶段。

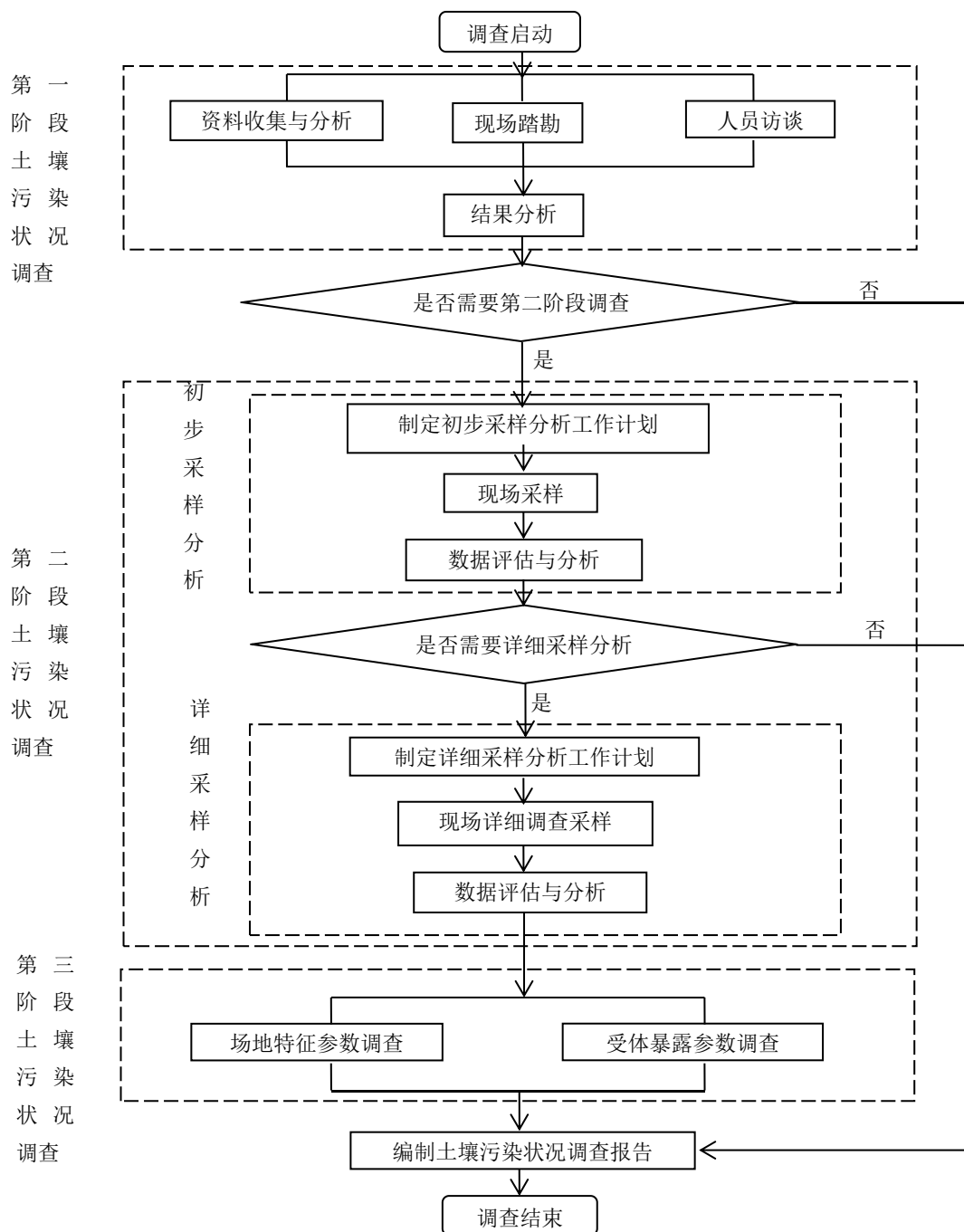


图 1-1 场地调查技术路线

2 地块概况

2.1 地理位置

鹤凤化工有限公司地块位于秦皇岛市抚宁区留守营镇，东北距秦皇岛市区约 36 公里、距北戴河 20 公里，西南与昌黎县的大蒲河镇相连；西距碣石山约 5 公里，东到渤海约 10 公里；北与抚宁镇一河（洋河）相隔，205 国道及 L16 省道越境而过。场区地处人造河上游，宋留干渠连接洋河干流与人造河上游，穿越地块西侧南北而过，成为农田灌溉与镇区排污的主干渠。

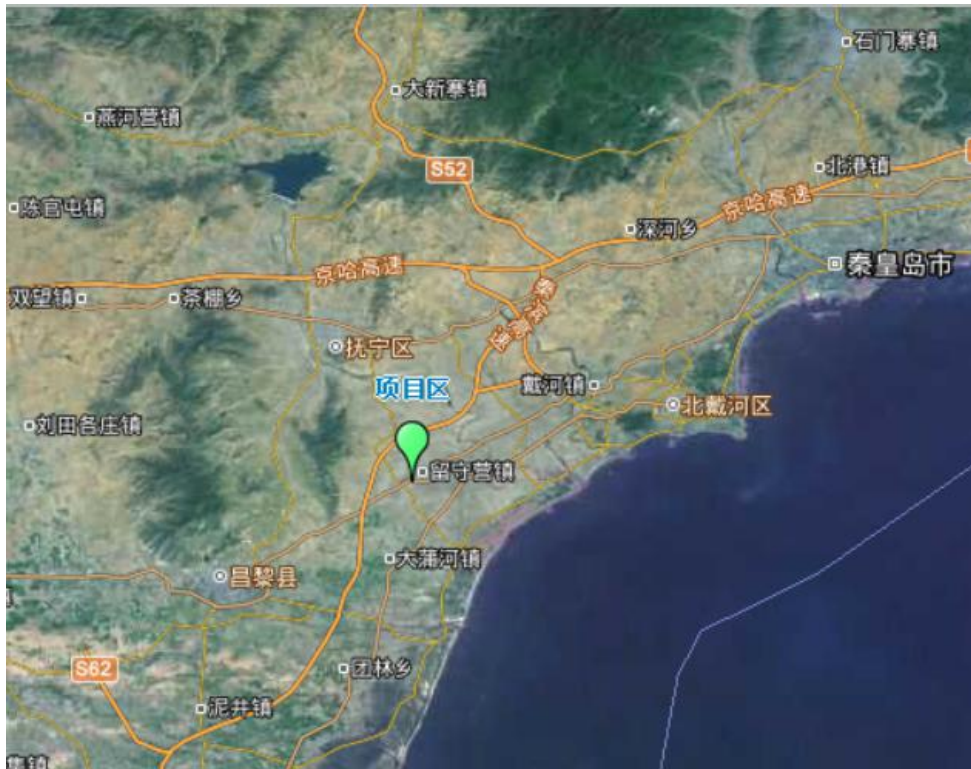


图 2-1 项目区地理位置

2.2 地块现状

鹤凤化工有限公司地块，编号 130306101201GB00010F99990001。原属抚宁县办国营磷肥厂，主要生产磷肥和测土配方氮磷钾复混肥；2006 年改制为民营

企业，2007 年终止复混肥生产，专事磷肥生产；2009 年扩建硫酸铝项目。拥有年产 5 万吨硫酸装置一套、10 万吨磷肥装置一套、3 万吨硫酸铝装置一套。后因国家政策，于 2014 年全部停产。

企业停产，地块处于荒废状态。除值守人员外，无生产利用。经土地使用权人规划，拟流转为农产品精深加工和仓储冷链物流用地，未来用地性质仍然属工业用地。

2.2.1 地块范围

本次调查地块的总面积为 70000m²（105 亩）。根据现场踏勘情况，确定具体的界址范围见表 2-1。

表 2-1 调查区域拐点坐标

名称	经度	纬度
G1	119°17'9.79"	39°46'57.30"
G2	119°17'12.05"	39°46'57.45"
G3	119°17'12.33"	39°46'55.32"
G4	119°17'12.94"	39°46'55.33"
G5	119°17'13.41"	39°46'54.76"
G6	119°17'13.71"	39°46'51.89"
G7	119°17'14.89"	39°46'52.01"
G8	119°17'16.16"	39°46'48.39"
G9	119°17'18.81"	39°46'48.59"
G10	119°17'19.00"	39°46'47.87"
G11	119°17'15.00"	39°46'45.59"
G12	119°17'16.29"	39°46'44.40"
G13	119°17'14.57"	39°46'43.34"
G14	119°17'14.53"	39°46'42.91"
G15	119°17'13.62"	39°46'42.84"
G16	119°17'12.93"	39°46'47.15"
G17	119°17'5.53"	39°46'46.48"
G18	119°17'5.41"	39°46'51.66"

2.2.2 利用现状

调查地块现为荒废厂区，部分生产设施已经拆除，厂房破败，办公及生活设施被弃之不用，厂区空旷闲置。按原有生产组织，废弃设施成片分布，大致可区分为硫酸生产区、硫酸铝生产区、磷肥生产区、复混肥生产区、辅助生产区和生活办公区。具体见图 2-2 及图 2-3。

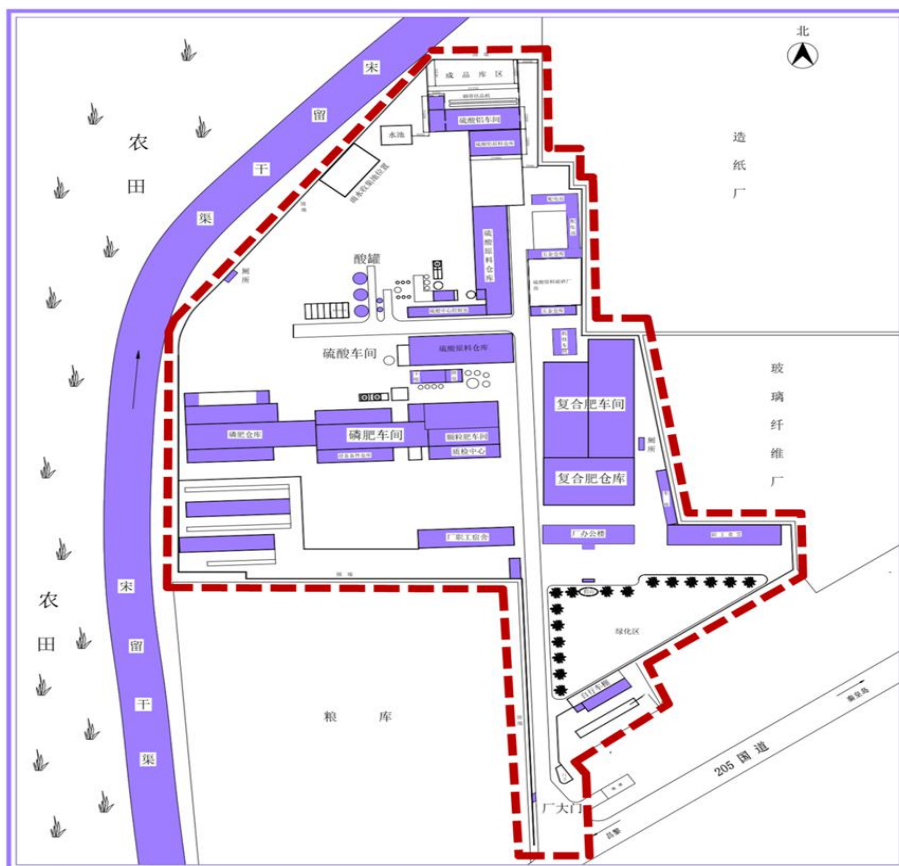


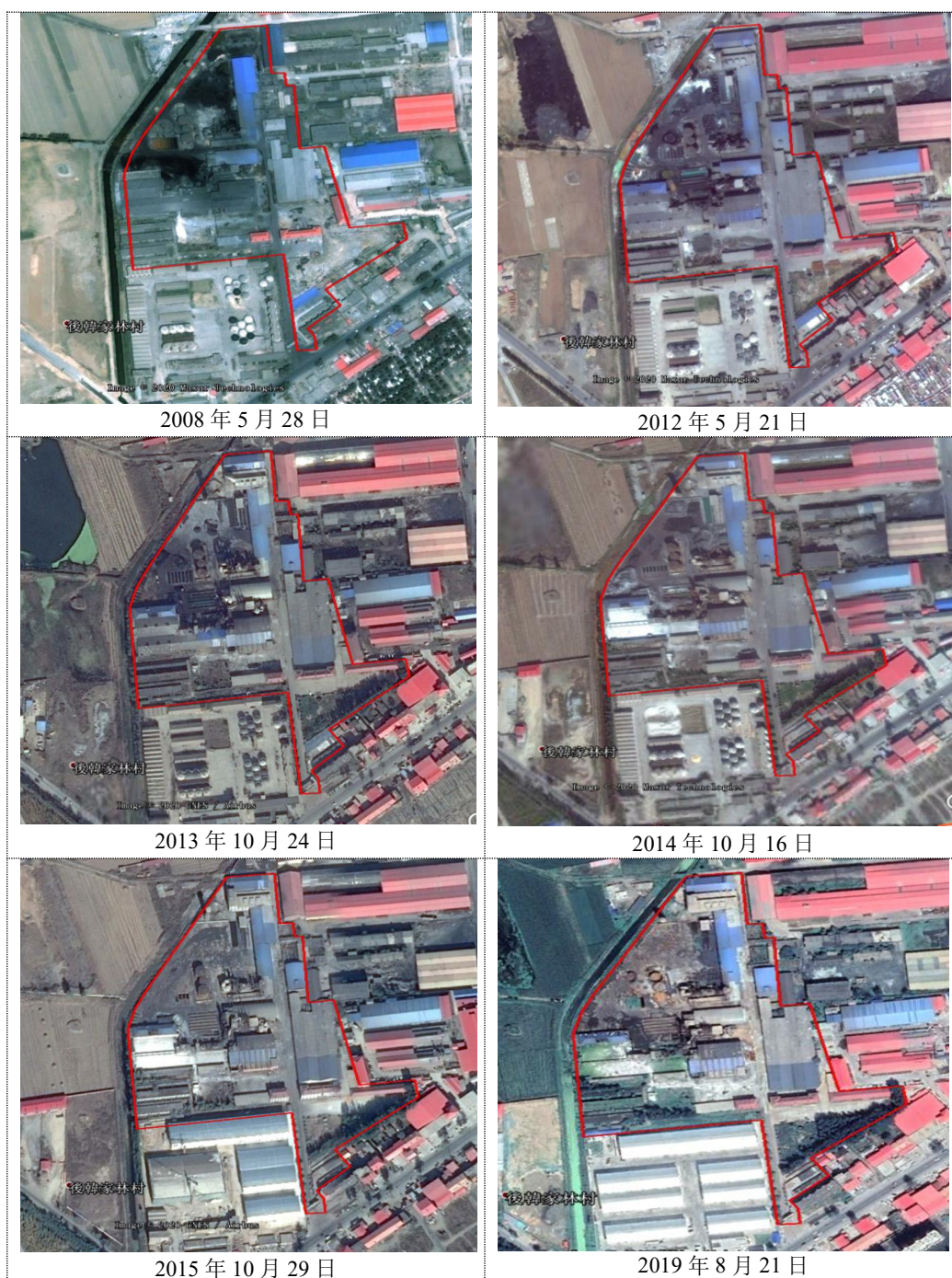
图 2-2 地块利用现状



图 2-3 生产设施现状

2.2.3 利用历史

鹤凤化工地块位于留守营镇西街，占地面积 105 亩。原为镇郊农田，属传统农业区，农业学大寨运动中被平整为渠网路林齐整的稳产田；农业生产以农家肥为主，间施少量化肥，无农药大量使用史。1972 年建立国营抚宁县磷肥厂，2006 年改制为民营企业。2014 年 3 月停产，建筑物尚未拆除。如图 2-4 所示。



3 区域环境

抚宁区地处冀东平原，位于燕山山地向渤海盆地倾斜的过渡地带。山地平均海拔约 600 米，经山前丘陵与滨海平原至渤海，平均比降约每公里 10 米；北倚长城与青龙满族自治县接壤，东靠海港区 and 北戴河区，西与卢龙县相接，南邻昌黎县，东南至渤海。

3.1 自然环境

3.1.1 地质地貌

抚宁区位于华北古陆台北缘，以前寒武纪花岗变质岩为基底，加里东构造旋回相对稳定，处于风化剥蚀阶段；海西运动期，伴随燕山山地隆起抬升，风化剥蚀严重，变质基底广泛出露。燕山期火山活动强烈，山地大幅抬升剥蚀，山前坳陷沉降，沉积有海陆相砂质碎屑岩；新近纪进一步差异升降，山前坳陷沉积有厚层砂砾堆积。冰后期海进，山前坳陷冲洪堆积，滨海发生浅海相沉积；随着沉积海退，地表堆积薄层河湖相沉积。

表现在形态上，自北而南呈阶梯状分布，山地丘陵面积较广，大致呈现出‘六山、一水、三分田’的格局。留守营镇位于抚宁区的东南部，西为碣石山地，北为洋河干流，地势西北高东南地，属典型的山前滨海平原，地表坡降较大，东南距海约 10 公里。

3.1.2 气象气候

秦皇岛市抚宁区属于半湿润大陆性季风气候，四季变化分明，多年平均气温 10.2℃。夏季温暖，最热月（7 月）平均气温 24.9℃，历史极值气温 39℃，夜间凉爽，昼夜温差大；冬季寒冷，最冷月（1 月）平均气温 -6℃，历史记录极值气温 -23℃；春季多大风，秋季较长。多年平均地温 11.9℃，有季节性冻土；冻土期为 11 月至次年 3 月，一般冻土深 0.85 米。

降水量多年平均数值为 679mm，是河北省降水中心之一。记录最大年降水量 1273.5mm（1969 年），最小年降水量 320.1mm（1979 年）；记录日最大降

水量 378mm（1959.7.21 日）。受季风影响，降水集中在 7~8 月，平均 289mm，约占年均降水量的 70~80%；冬季降水稀少，约占年均降水量的 10%。年均水面蒸发量 1712mm，最大年水面蒸发量 1945.5mm，最小年水面蒸发量 1417mm；蒸发强度以 4~6 最大，平均 712.1mm，约占全年蒸发量的 42%，12~2 月最小，平均为 154.2mm，约占全年蒸发量的 9%；多年平均相对湿度 60%。

受季风气候影响，风向季节变化明显。夏季多偏南风，冬季多西北风，西北偏西和东北偏东次之，其它风向均不足 6%。平均风速 3.0m/s，最大 19.0m/s。

3.1.3 河流水文

抚宁地处山地丘陵与滨海平原，发育的主要河流为洋河。洋河全长约 100 公里，流域面积 1109km²，其中抚宁境内 59 公里，流域面积 759km²。东洋河发源于青龙县界岭，全长约 32 公里，西洋河发源于卢龙县北部冯家沟，全长约 25 公里；洋河水库以下蜿蜒于区内中部，从抚宁镇西南北而过，最后在洋河口村东南向注入渤海。

人造河发源于碣石山，西北东南向流经区内南部，注入渤海。上游河段以宋留干渠与洋河相连通，穿留守营镇西侧南北而过，是区内重要的农业灌溉和排洪人工干渠。

区内河流源短流急，暴涨暴落，山区河道坡降 30%左右，平原区河谷较为开阔，坡降 5%左右。汛期河道涨水，旱季河川基流较小，部分河段干涸。

3.2 水文地质

鹤凤化工地块位于山前滨海平原，受沉积环境影响，地层复杂多变。一般上覆 2~5m 的粉土和粉质黏土，下部为砂层、卵砾石层相间出现，并间有 3 至 5 层不连续的隔水层。地下水以浅层孔隙水为主，主要赋存于中粗沙、卵砾石、岩石裂隙中。中粗砂、卵砾石颗粒较粗，透水性好，富水性强。地下水初见水位埋深 1.8~7.9m，稳定水位埋深 1.0~5.3m，具弱承压性。每年最高水位 7~8 月份，最低水位 11~4 月份，水质受人类活动影响较大。近年来，由于超采，在枣园至西河南一带出现了降落漏斗。

地块所在地属于洋河冲洪积平原孔隙水区，含水层岩性为中粗砂夹杂少量砾石，厚度 20~40m，单井涌水量为 40~60m³/h。地下水埋深一般 2~6m，年变幅 3~4m，最大变幅 6m，地下水动态呈年度周期性变化。每年 1~4 月份水位持续下降，4 月底至 5 月初水位降至最低位置，每年 6 月份水位开始上升，到 8 月底升至最高，以后又缓慢下降。地下水位变化与大气降水、河水水力联系密切。本区域第四纪冲洪积层中地下水主要接受大气降水和洋河补给。农灌期间，农田灌溉回归和渠道渗漏及洋河水库的渗漏都是地下水的补给来源。在枯水年份，地表径流大部分补给地下水或农灌引用。

据资料，评价区地层构成为粉质黏土、粘土厚 4~5m；粗砂厚约 1.0m，颗粒均匀；卵石层厚 7~9m，卵石直径 20~40mm，卵石岩性主要为混合岩；胶结沙层次，不连续分布，厚约 1.0m；混和岩化片麻岩夹磁铁石英岩。由于评价区地层主要为粉土和粉质黏土，所以其渗透性较差，有一定的防护能力，有利于防止污水下渗。地下径流受区域地质影响，流向为西北东南缓流，坡度 1.5%。

近年来，由于超采，在枣园至西河南一带出现了降落漏斗。全镇地表水资源 1485 万立方米，地下水资源淡水 3132 万立方米、微咸水 81 万立方米。

场区地块水文地质剖面结构如下：

1) 杂填土层：黄褐色，中密，湿，以粘质粉土为主，含砖渣、灰渣、植物根等。层底埋深 0.7~1.9m。分布厚度 0.7~1.9m。

2) 粉土层：褐黄-灰色，中密，湿，含云母、氧化铁、有机质等，局部有粘性土、砂土薄夹层。层底埋深 0.8~4.0m。分布厚度 0.6~3.1m。

3) 粉质黏土层：褐黄-灰色，湿，含云母、氧化铁、有机质等，有粉土、砂土薄夹层。层底埋深 2.4~6.5m。分布厚度 0.5~3.8m。

4) 粉土层：褐黄色，中密，湿，含云母、氧化铁等，局部有粘性土、砂土薄夹层。层底埋深 3.7~3.9m。分布厚度 0.6~0.8m。

5) 细砂层：褐黄色，湿，含云母、氧化铁等，局部有粉土、砂土薄夹层。层底埋深 2.4~7.4m。分布厚度 0.9~1.8m。

6) 粗砂层：褐黄色，密实，湿-饱和，含云母、氧化铁等，有粘性土、粉土薄夹层。层底埋深 4.2~4.8m。分布厚度 0.2~2.8m。

7) 粉质黏土层：褐黄色，湿，含云母、氧化铁等。底埋深 4.3m~未穿透。分布厚度 0.7m~未穿透。

剖面结构图见图 3-1 至图 3-4。

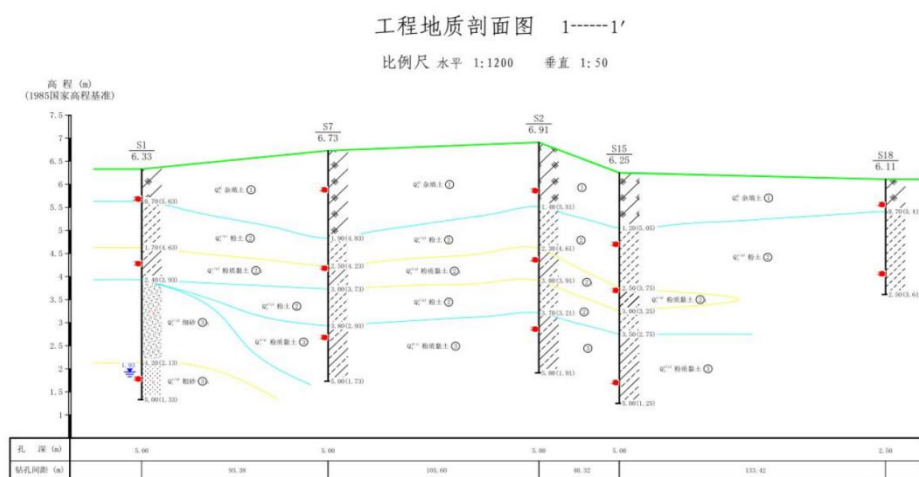


图 3-1 工程地质纵向剖面

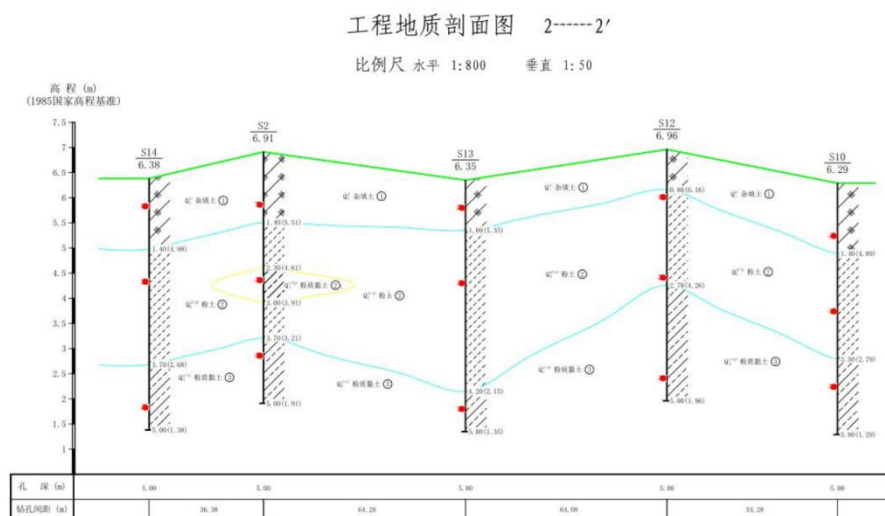


图 3-2 工程地质横向剖面

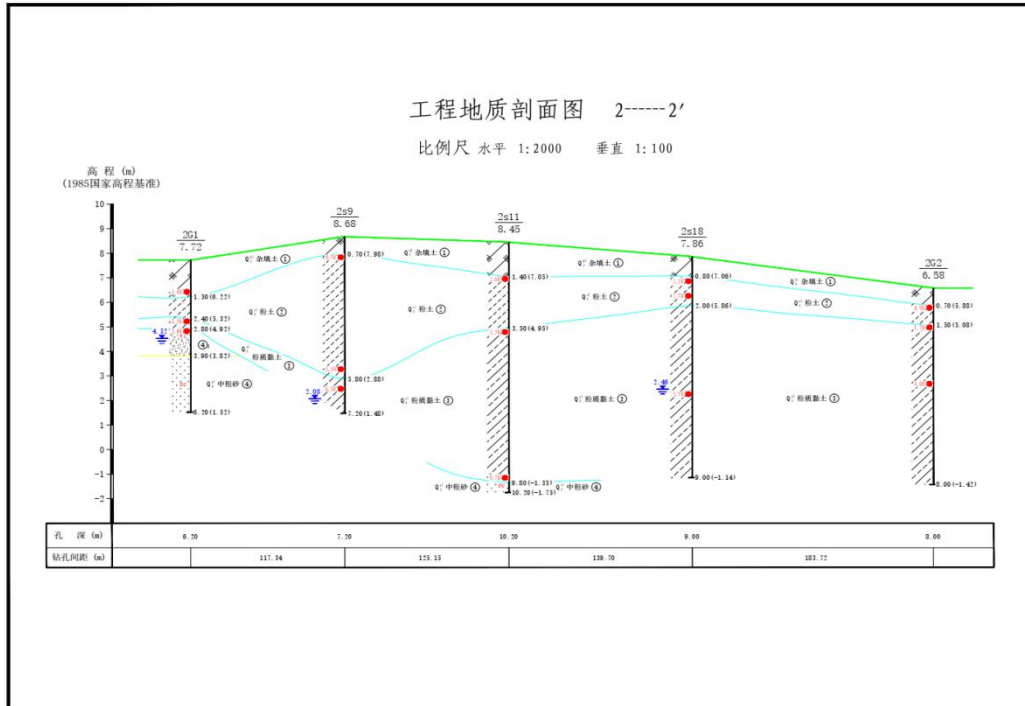


图 3-3 工程地质纵向剖面

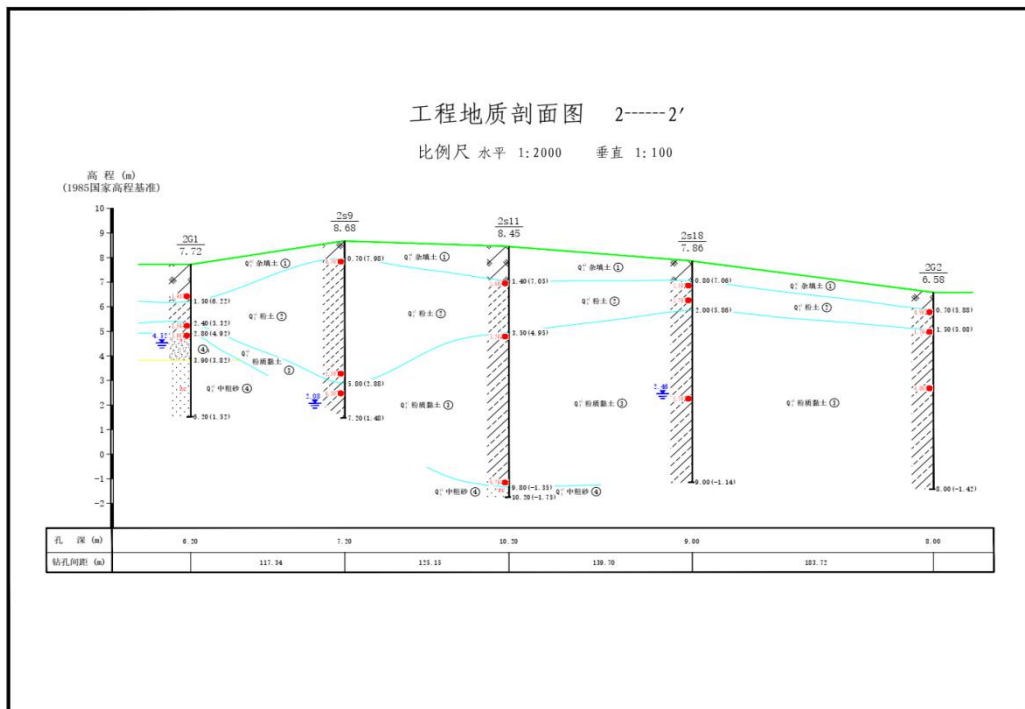


图 3-4 工程地质横向剖面

3.3 周边环境

鹤凤化工地块位于留守营镇近郊工业小区，西侧及北侧以宋留干渠区隔为耕作农田，南侧为废弃的粮库及 205 国道，对过为住宅小院；东侧为阮泰造纸厂和长城玻璃纤维厂。无环境敏感目标。具体见图 3-5。



图 3-5 地块周边环境

西北 1320 米为张各庄村，往西 610 米为后韩家林村，西南 700 米是前韩家林村；往南 2330 米为官庄，往东偏北 700 米是留守营镇区。留守营镇是秦皇岛市抚宁区的重要乡镇，下辖 66 个行政村，总面积为 89.7 平方公里，常住人口 49258 人（2017 年）。其中，农林牧渔业劳动人口占从业人口的 59.2%，第二产业从业人口占 17.5%，第三产业就业人口占从业人口的 23.3%。全镇共有 5 所中学，19 所完全小学，1 所幼儿园；在校初中生 2108 人，小学生 4064 人，托幼学生数 987 人，教师 525 人。建有卫生院 2 所，镇区与西河南村各 1 所；东庄村建有保健站

4 企业概况

4.1 生产概况

鹤凤化工有限公司为民营企业，注册资本 2000 万元，原有职工 180 人，其中技术人员 20 人。

(1) 职能部门

生产部、供销部、财务部、安保部、办公室。

(2) 生产设备

硫酸生产线 2 条，磷肥生产线 1 条，复混肥生产线 1 条，硫酸铝线 1 条。

(3) 生产能力

硫酸 8 万吨/年，磷肥 10 万吨/年，复混肥 5 万吨/年，硫酸铝 3 万吨/年。

(4) 主要产品

工业硫酸、过磷酸钙、复混肥、硫酸铝；

(5) 产品产量

硫酸 54400 吨、磷肥 1700 吨、硫酸铝 19500 吨；

(6) 主副产品

硫酸铁矿渣、铝渣。

4.2 生产布局

鹤凤化工企业采用技术工艺组团布局方式布置企业生产。硫酸生产布置在场区中部，磷肥生产、复混肥生产和硫酸铝生产围绕硫酸生产区展开布置；各生产区按工艺串联组织，原料堆存、生产加工、产品仓储、尾渣存放邻区布置，机修维护、配电室间、设备备件与质检中心、生产水井散置其间。办公设施与生活服务布置在场区南部；场区运输联络用地分布在各生产区之间。

具体详情见图 4-1。

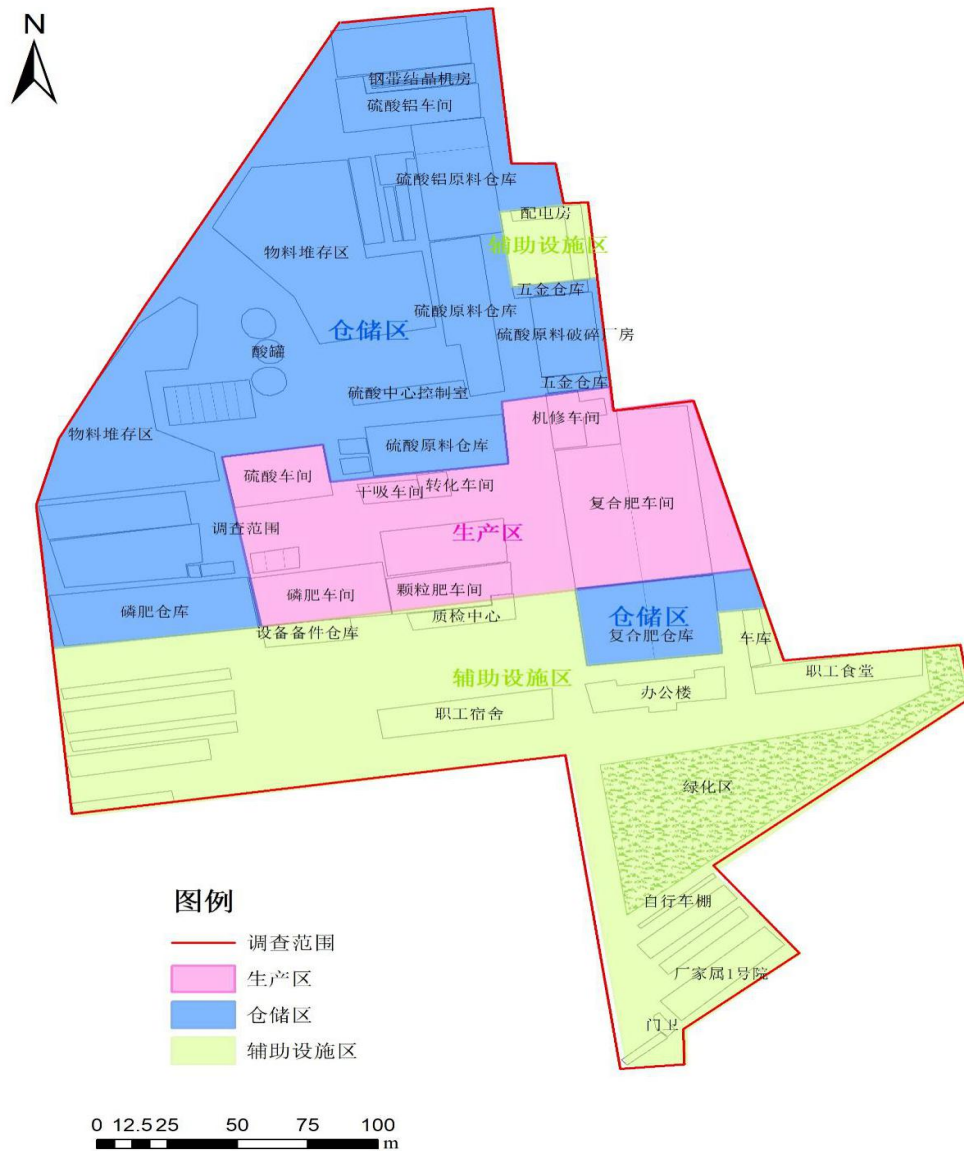


图 4-1 地块生产分区

4.3 生产设施

鹤凤化工原为县办企业，生产设施比较简陋；改制以后，也没有进行大规模技术改造升级，只是在原有设施基础上扩大了产能。2009年，在清洁生产过程中扩建了硫酸铝生产项目，并籍此完善了污染治理措施。对厂区地面全部进行硬化，新建地面雨污水收集池，扩建污水处理设施；对生产线进行部分改造，增加了生产用水的循环利用率。

其主要设施设备如下表 4-1 所列。

表 4-1 主要生产设备一览表

序号	主要生产设备名称	数量 (台/套)	规格	所属车间
1	焙烧炉	2	40Kt	硫酸
2	炉前离心风机	2	G10-22ND9.8	硫酸
3	全封闭立轴式破碎机	1	50t/h	硫酸
4	干燥塔	2	Φ260×2000×13680	硫酸
5	吸收塔	2	Φ2260×2000×13680	硫酸
6	炉气冷却器	2	350m ²	硫酸
7	转化器	2	Φ5264×12352	硫酸
8	填泡塔	2	Φ2200×φ2800	硫酸
9	阳极保护不锈钢浓硫酸干燥酸冷却器	2	HR879	硫酸
10	阳极保护不锈钢浓硫酸一吸酸冷却器	2	HR880	硫酸
11	阳极保护不锈钢浓硫酸二吸酸冷却器	2	HR881	硫酸
12	硫酸转换段换热器I	2	232m ²	硫酸
13	硫酸转换段换热器II	2	200m ²	硫酸
14	硫酸转换段换热器III	2	314m ²	硫酸
15	硫酸转换段换热器IV	2	838m ²	硫酸
16	蒸汽的余热锅炉	2	6t/h	硫酸
17	斗提机	1	D250×8000	硫酸
18	混化搅拌器	1	4 桨, 3000×1000	磷肥
19	化成室	1	8000×6000×高 5000	磷肥
20	立式混料机	1	Φ2500×1800	磷肥
21	滚筒造粒机	2	Φ1800×7000	复混肥
22	滚筒干燥机	1	Φ2000×24000	复混肥
23	滚筒冷却机	1	Φ1800×18	复混肥
24	滚筒筛	1	Φ1500×5000	复混肥
25	涂膜机	1	Φ1500×6000	复混肥
26	引风机	1	G4-72No12C 右 90°	复混肥
27	雷蒙机	1	4R3216	硫酸铝
28	空压机	1	6/0.8	硫酸铝
29	压力罐	1	Φ1200×1570+600	硫酸铝
30	反应釜	2	Φ2400×3000	硫酸铝
31	结晶机	2	1300-30 钢带结晶机	硫酸铝
32	成品储液池	2	Φ1900×2500+400	硫酸铝
33	中和池	3	6000×2500×2000	硫酸铝
34	成品破碎机	1	简易搅拌式	硫酸铝

主要辅助及公用设施如表 4-2 所列。

表 4-2 厂区设施及公用情况一览表

类别	名称	规模	备注
生产设施	硫酸生产车间	年产 8 万吨硫酸生产线	2007 年产量 5.44 万吨
	磷肥生产车间	年产 10 万吨磷肥生产线	2007 年产量 0.17 万吨
	复混肥生产车间	年产 5 万吨复混肥生产线	停产
	硫酸铝生产车间	年产 3 万吨硫酸铝生产线	2013 年产量 1.95 万吨
辅助设施	硫铁矿石堆场	半封闭原料棚	地面硬化, 没有围堰
	铝土矿石堆场	半封闭原料棚	地面硬化, 没有围堰

	尾渣堆场	露天	地面硬化，没有围堰
	产品仓库	封闭式库房	//
生活设施	办公楼	1座，建筑面积 1350m ³	电暖气取暖
	食堂	1座，建筑面积 500m ² ，中型规模	满足职工生活要求
	浴室	1座，淋浴	太阳能热水器
	倒班宿舍	1座，建筑面积 900m ²	电暖气取暖
公用设施	供水	4眼深水井（60米）	满足硫酸铝生产要求
	供电	容量 2台 1000VA	满足硫酸铝生产要求
	余热利用锅炉	蒸发量 6吨/小时	2008年底建设，计划为硫酸铝生产线提供蒸汽
环保设施	污水处理站	1座，设计处理能力为 4000t/d	化学法污水处理设施（加药中和沉淀）
	SO ₂ 吸收塔处理	2座	//
	F吸收塔	1座	//

4.4 生产工艺

鹤凤化工生产以硫酸制取为中心，利用硫酸分别与磷矿粉和铝土矿反应来制取产品，通过氮磷钾肥混合生产农用复混肥。

4.4.1 硫酸生产工艺

硫酸生产采用硫铁矿沸腾焙烧工艺。生产线包括原料破碎、焙烧、净化、干吸、转化 5 个工序。通过接触法制硫酸，先燃烧硫铁矿制取二氧化硫，二氧化硫再转化为三氧化硫。工艺过程主要分为 3 个阶段：第一阶段是二氧化硫制取和净化，第二阶段是二氧化硫氧化成三氧化硫，第三阶段是三氧化硫的吸收和硫酸生成。具体如图 4-2 所示。

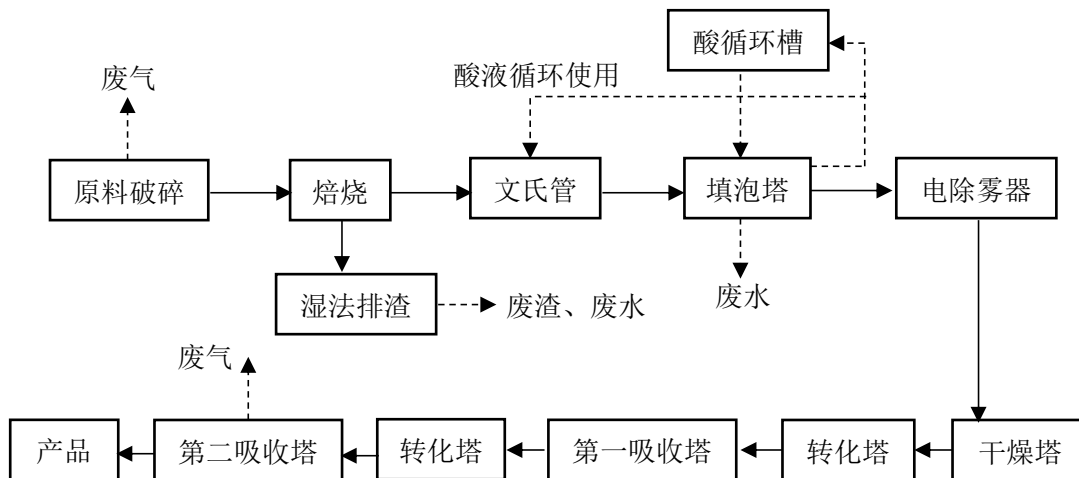


图 4-2 硫酸生产工艺流程图

4.4.2 磷肥生产工艺

磷肥生产采用磷矿粉与稀硫酸混合干法生产工艺。磷肥生产线包括配酸、上料、混化、化成 4 个工序。具体见图 4-3 所示。

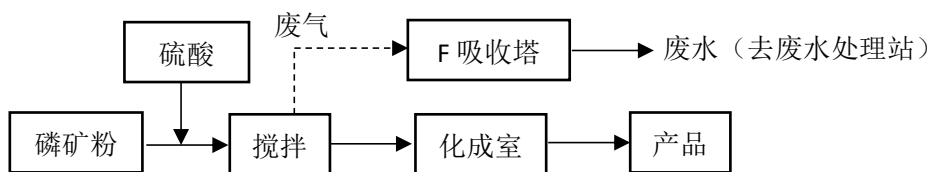


图 4-3 磷肥生产工艺流程图

4.4.3 复混肥生产工艺

复混肥采用滚筒造粒生产工艺。复混肥料生产线包括配料、造粒、干燥、冷却、筛分、涂膜、成品包装 7 个工序。具体见图 4-4 所示。

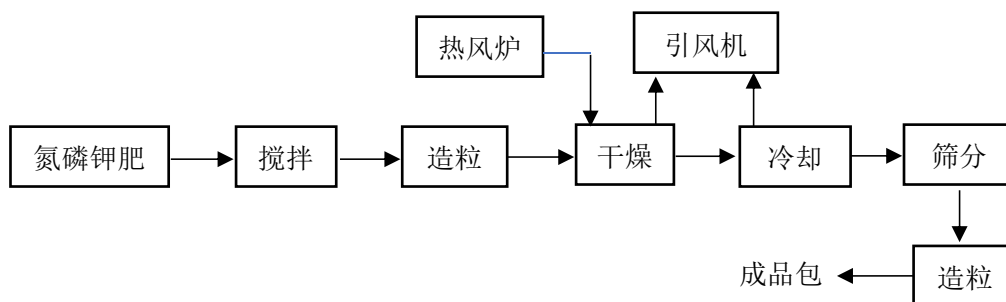


图 4-4 复混肥生产工艺流程图

4.4.4 硫酸铝生产工艺

硫酸铝采用铝土矿与稀硫酸混合湿法生产工艺。生产线分为磨粉、反应、沉降、中和、蒸发、结晶、破碎为产品 7 个工序。具体见图 4-5 所示。

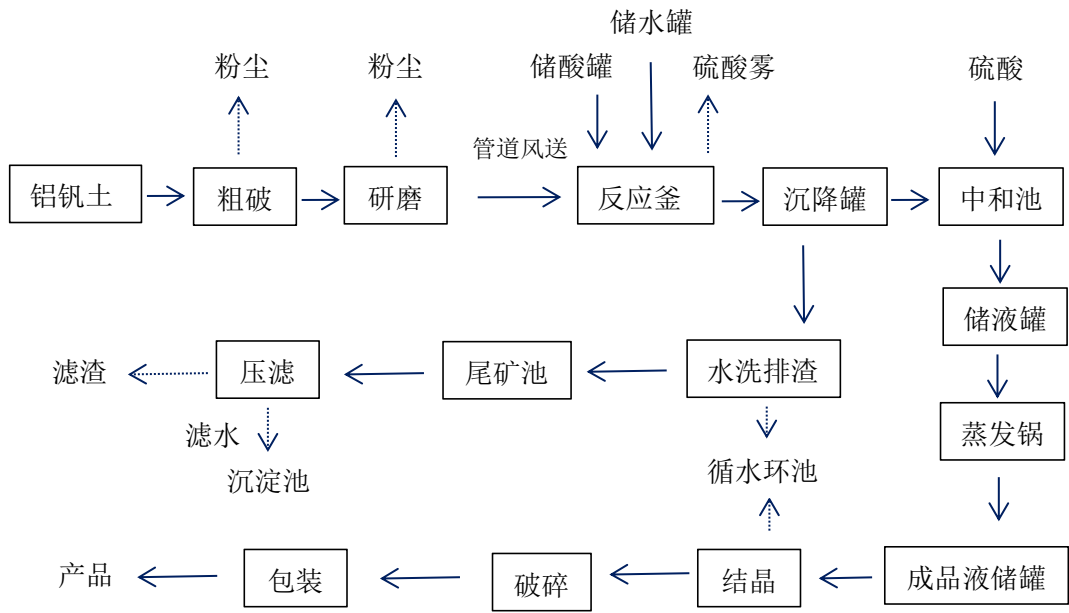


图 4-5 硫酸铝生产工艺流程图

5 污染物调查

鹤凤化工以硫铁矿沸腾焙烧工艺制取硫酸为中心组织生产，利用硫酸分别与磷矿粉和铝土矿反应来制取过磷酸钙和硫酸铝，过磷酸钙按测土配方混合氮肥钾肥制作复混肥料。生产污染来自于原料和产污工艺节点，污染物质来自于原料成分及工艺反应的中间产物。

5.1 生产原料

5.1.1 原料种类

鹤凤化工生产使用的主要原料是硫铁矿、磷矿粉和铝土矿，主要的辅助材料是尿素、氯化钾以及催化剂五氧化二钒。由于受市场因素影响，生产规模在年际之间多有变化，使用数量不固定。经调查，一般消耗情况如下表 5-1。

表 5-1 主要原辅材料消耗表

原辅材料	单位	消耗量	单位产品消耗量（每吨硫酸）
硫铁矿	吨	80500	1.48
磷矿粉	吨	10000	0.33
铝土矿	吨	19500	0.51
磷酸一铵	吨	920	/
尿素	吨	440	/
氯化钾	吨	440	/
五氧化二钒	吨	10	0.00013
电	万千瓦时	647	119

5.1.2 原料成分

(1) 硫铁矿来自建昌，属内生热液矿床，主要成分为黄铁矿（ FeS_2 ），伴生有硅、铝、钙、镁和铅、锌、铜、砷、氟等元素。黄铁矿含量 40%左右，其它金属元素微量。

(2) 铝土矿来自于抚宁本地，主要成分为氧化铝和石英。具体见表 5-2。

表 5-2 铝土矿成分一览表

单位: %

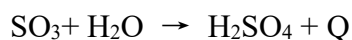
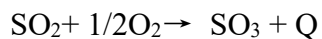
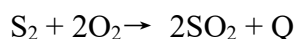
组成	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
含量	37.2	59.43	0.72	1.11	1.2	0.02	0.04

(3) 磷矿粉产地先后来自山西、湖北和云南, 主要成分为 Ca₅F(PO₄)₃, 以及少量 MgCO₃、Al₂O₃ 和 Fe₂O₃ 等。

5.2 中间产物

5.2.1 硫酸生产

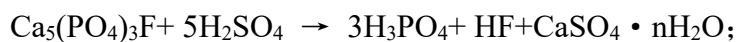
硫酸生产采用硫铁矿沸腾焙烧制酸法, 核心反应为:



中间产物为二氧化硫、氧化铁和硫酸雾。

5.2.2 磷肥生产

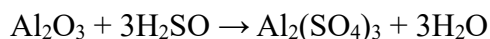
磷肥生产采用湿法混化工艺, 核心反应为:



中间产物为氟化氢和硫酸钙。

5.2.3 硫酸铝生产

硫酸铝采用铝土矿与稀硫酸混合湿法生产工艺, 核心反应为:



中间产物为 Fe、Si、Mg 的氧化物及 K、Na、Ca、Mg 的氯化物等。

5.2.4 复混肥生产

复混肥采用滚筒造粒生产工艺，中间产物为复混肥料。

5.3 排污节点

鹤凤化工以硫酸为核心，各生产的化学反应略有不同，但过程原理具有某种程度的相似性，排污节点大致可区分为原料堆存破碎、生产反应、滤液沉降、废气排放和尾渣清除。随着产品不同，过程节点略有不同。

5.3.1 硫酸

硫酸生产的排污节点为原料堆存、破碎、焙烧、反应釜、沉降池、吸收塔和排渣。由于生产车间地面和沉降池均水泥硬化，生产用水循环利用，所以污染节点可归结为原料堆存、废气排放和尾渣排放三个环节。

5.3.2 硫酸铝

硫酸铝生产的排污节点为原料堆存、破碎、反应釜、沉降池、中和池、蒸发吸收塔和排渣。由于车间地面和沉降中和池水泥硬化，生产用水循环利用，所以污染节点亦可归结为原料堆存、废气排放和尾渣排放三个环节。

5.3.3 磷肥

磷肥生产的排污节点为原料堆存、搅拌、化成和成品存放。由于车间地面已水泥硬化，生产过程没有用水排放，所以污染节点可归结为原料堆存、废气排放和成品存放三个环节。

5.3.4 复混肥

复混肥生产是将氮磷钾肥按测土配方混合搅拌造粒成复合肥，其排污节点为搅拌造粒和干燥冷却。污染途径是原料撒漏和废气排放。

5.4 污染排放

根据鹤凤化工企业生产环境影响评价报告书，以及排污许可证，污染排放的主要途径是废气、废水和固体废弃物。

5.4.1 废气

企业生产中产生的废气主要是原料破碎、化工反应和冷却吸收过程中产的废气。由于企业已采取了减污措施，废气排放达到了排污许可的要求。企业排污许可内容为 COD140 吨/年、SO₂ 40.8 吨/年。据秦皇岛市环境保护监测站 2007 年 10 月监测报告（秦环证测字〔2007〕第 027 号），废气均达标排放。硫酸生产线 SO₂ 排放量 2.54t/a，HF 排放量 0.0398t/a。

5.4.2 废水

企业用水包括生产用水和生活用水。清洁生产前，总用水量为 1643.6t/d。其中，新鲜水用量 100.8t/d，循环水用量 1200t/d，重复用水量 124.5t/d。水循环利用率 73.0%，重复利用率 7.6%。废水达标排放，COD 排放量 2.13t/a，SS 排放量 10.01t/a，氟化物 0.19t/a。清洁生产后，总用水量为 3638.9m³/d。其中，生产用水 3622.4m³/d，生活用水 16.5m³/d。生产用水中，新水 358.4m³/d，循环水 3120m³/d，水循环利用率 86.1%；生活污水排水量 14m³/d，经处理后排入宋留干渠。

5.4.3 固废

生产中产生的固废主要是铁矿渣和铝矿渣。据统计，硫酸铁矿渣产生量约为 5 万吨/年，铝矿渣产生量约为 9750 吨/年。

表 5-3 污染物排放情况统计

污染物		原有生产	扩建生产	总体工程	增减量
废气	粉尘	/	1.9 t/a	1.9 t/a	1.9 t/a
	硫酸雾	/	17.28 t/a	17.28 t/a	17.28
	SO	2.6 t/a	/	2.6 t/a	0
	氟化物	0.04 t/a	/	0.04 t/a	0
废水	废水量	3750 t/a	450 t/a	4200 t/a	450 t/a
	COD	0.56 t/a	0.07 t/a	0.63 t/a	0.07 t/a
工业固体废物		50000 t/a	9750 t/a	59570 t/a	9750 t/a

5.5 环境污染

鹤凤化工地块的环境污染源主要为大气降尘、地表雨水渗漏和周边企业生产污染。据调查，周边企业主要是造纸行业，每年排入人造河的工业废水总量为

1649 万方，主要污染物为 COD，年排放量 1521 吨。废水排放量据前 5 位的企业是秦皇岛丰满纸业有限公司、秦皇岛凡南纸业有限公司、秦皇岛高光纸业有限公司、河北抚宁凡南造纸厂、抚宁县前韩福利纸加工厂，其 COD 污染负荷比分别为 17.4%、14.6%、12.6%、12.6%和 10.7%。具体见表 5-4。

表 5-4 主要工业企业污染调查统计

单位	废水排放量 ($\times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$)	COD 排放量 (t/a)	烟尘 (t/a)	SO ₂ (t/a)	Pi	
					烟尘	SO ₂
阮泰纸业	73.16	29	50.2	323.8	167.3	2158.5
北方纸业	62	60	12.6	92.4	42	616
前韩福利	181	162	50.1	270.3	167	1802
丰满纸业	306.6	265	26.53	206.23	88.4	1374.8
鸿运纸业	8.2	6	1.8	11.2	6	75
林博纸业	8.6	6	1.5	8.4	5	56
齐兴纸业	6.9	6	1.5	8.4	5	56
盛达卫生	7.4	6	1.8	11.2	6	75
豪峰纸业	142	138	27.1	148.5	90	990
巨东纸业	8.7	6	1.1	6.6	3.7	44
凡南造纸	210	192	//	//	//	//
宝丰纸业	100	92	//	//	//	//
华云纸业	96	90	//	//	//	//

大气降尘是场区地块环境污染的源头之一，污染物主要是场区生产自身产生的废气携尘以及周边企业排放的烟尘。清洁生产以前，场区地面大部分没有实施硬化，雨水携带污染物入渗是场区环境污染的另一重要来源；清洁生产后，场区地面全部硬化，各水洗槽、储渣池以及生产车间地面的基础均采用防腐、防渗措施，故在场内不会形成废水漫流下渗的情况。场内修建了初期雨水池，并在废渣场、硫铁矿石场设置围堰，减少废渣、硫铁矿石随地表径流排放。所产废渣也全部销售作水泥生产原料。

据环评检测报告，区域地下水质量状况如下表。

表 5-5 区域地下水环境质量检测及评价

单位: mg/L

监测点位	项目	pH	高锰酸盐指数	总硬度	溶解性固体	硫酸盐	砷	铅	氟化物
前韩家林水井	浓度范围	7.16~7.21	1.72~1.92	198~272	648~673	57.9~78.9	0.0035	0.0005	0.56~0.87
	平均值	//	1.83	243.7	657.4	68.4	0.0035	0.0005	0.69
	Pi	0.11~0.14	0.61	0.54	0.66	0.27	0.07	0.01	0.69
	达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
厂区水井	浓度范围	7.09~7.18	2.41~2.96	157~168	748~785	57.9~78.9	0.0035	0.0005	1.46~2.35
	平均值	//	2.68	162.3	767	68.4	0.0035	0.0005	1.83
	Pi	0.06~0.12	0.89	0.36	0.77	0.27	0.07	0.01	1.83
	达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	超标
官庄水井	浓度范围	7.25~7.36	1.28~1.45	198~216	562~596	57.9~78.9	0.0035	0.0005	0.78~0.98
	平均值	//	1.36	207.3	576.7	68.4	0.0035	0.0005	0.87
	Pi	0.17~0.24	0.45	0.46	0.58	0.27	0.07	0.01	0.87
	达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
评价标准值	6.5~8.5	≤3.0	≤450	≤1000	≤250	≤0.05	≤0.05	≤1.0	

5.6 污染物质

经对鹤凤化工生产工艺及原辅材料分析,以及对企业生产历史的综合调查判断,筛选企业地块污染的主要因子如下表。

表 5-6 场区地块特征污染物

污染来源	原辅材料	污染途径	主要因子
硫酸生产	硫铁矿、其它原辅材料	焙烧、净化、催化、排渣	SS、钒、重金属(镉、铅、砷、汞、铜、镍、六价铬)
磷肥生产	磷矿粉	氟吸收塔	氟化物
复混肥料	尿素、氯化钾	原辅材料	氨氮
硫酸铝生产	铝矾土矿	原料、粉尘、铝渣	铝、SS

6 初步调查分析

鹤凤化工场地调查立项后，清宸公司组织技术力量按《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）的技术规范，进行了资料收集与分析、现场踏勘和人员访谈工作，重点对污染源和特征污染物进行摸排分析，厘清场区土壤的污染物质；在区域环境背景和场区水文地质条件分析基础上，按厂区生产工艺布局及污染扩散的可能性分析进行污染调查分区，着眼重点兼顾一般，通盘考虑调查样点布设；依调查技术规则要求，将常规项与特征项合并设计调查分析检测因子，通过检测数据分析评价，判定场区土壤污染状况。

6.1 调查分区

6.1.1 污染问题

根据资料分析及场区功能分区情况，将调查地块分为生产区、仓储区和辅助设施区 3 个潜在污染区，其中生产区和仓储区土壤与地下水污染风险最大，是调查的重点关注区。存在的污染及扩散问题：

- （1）厂区没有初期雨水收集池，初期雨水未经处理直接排放；
- （2）部分道路、地面尚未硬化，雨水下渗可能造成地下水污染；
- （3）硫铁矿堆场防雨设施不足，雨污水随地表径流排入厂区道路，易造成地块污染及扩散；
- （4）生产废渣堆场缺少围堰，雨污水随地表径流排入厂区货场，易造成地块污染及扩散；
- （5）生产过程存在着三废排放及防治措施简陋等薄弱环节，各生产区因设施设备不同，污染排放及污染物组成有显著差异。

6.1.2 调查分区

根据场区生产布局情况，概略地将调查划分为生产区、仓储区和生活办公区 3 个调查区域。具体划分见图 6-1。

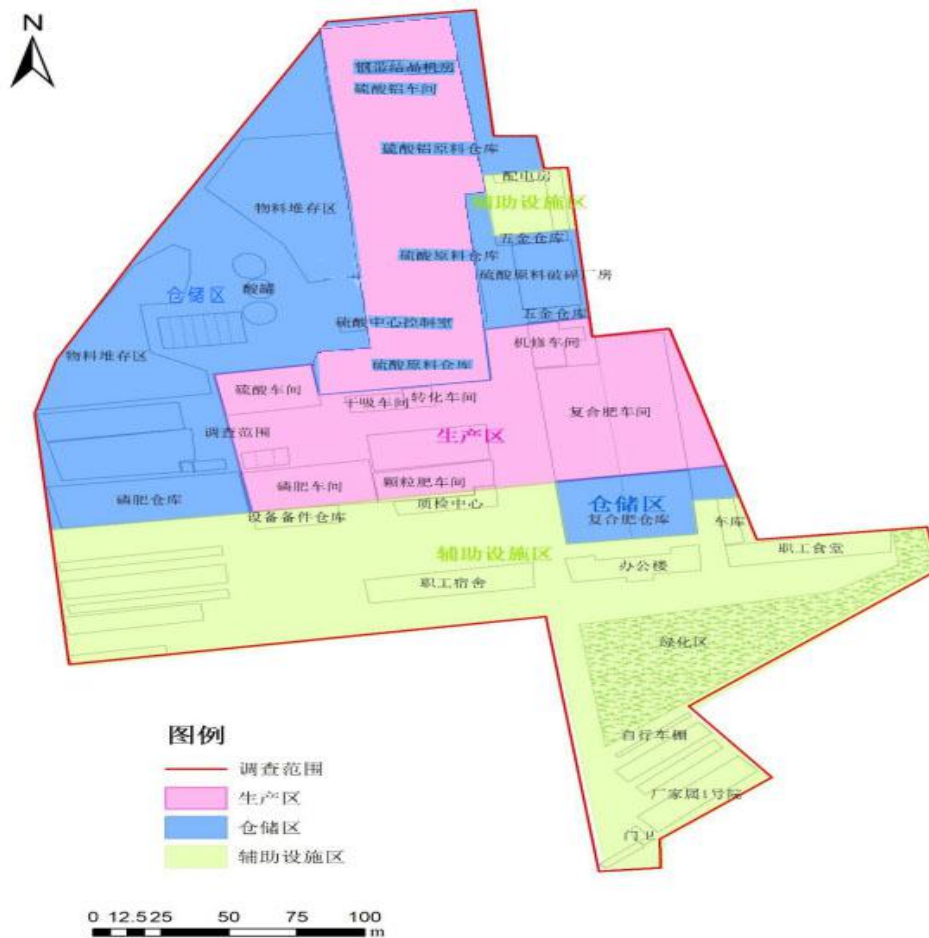


图 6-1 场地调查分区示意图

6.2 布点方案

依据《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）、《地下水环境监测技术规范》（HJT 164-2004）、《建设用地土壤环境调查评估技术指南》以及污染识别结果设置采样布点方案。

6.2.1 布点原则

- (1) 符合国家场地调查和场地环境监测的技术导则要求；
- (2) 采样点的布置能够满足判别场内污染区域的要求；
- (3) 采样点位应布置在地块中心或潜在污染最重的区域，如点位不具备采样条件可适当偏移。

6.2.2 布点结果

(1) 土壤调查

调查地块面积为 105 亩。结合地块实际情况与技术导则要求，采用分区布点与判断布点相结合的方式布设点位，共设土壤点位 24 个，点位标号 S；场区环境布设 2 个对照点，点位标号 B；累计 26 个土壤样点。具体见图 6-2。

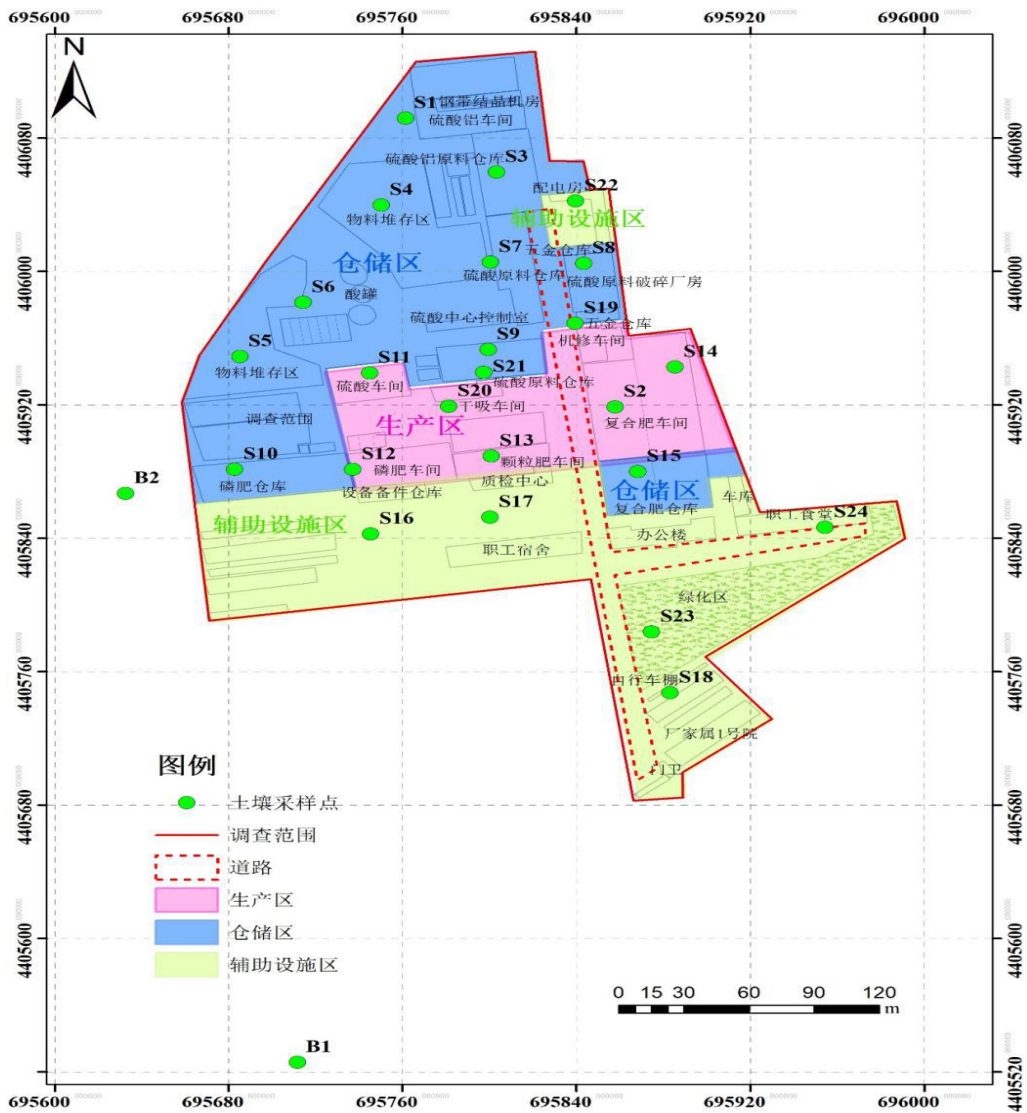


图 6-2 土壤样点分布图

(2) 地下水

地下水样点布设按《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《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2004）相关技术规范要求进行，共布设 4 眼地下水样井，1 眼地下水背景井，标号 W；其中，生产区 2 眼，仓储区 2 眼。样点分布如图 6-3。

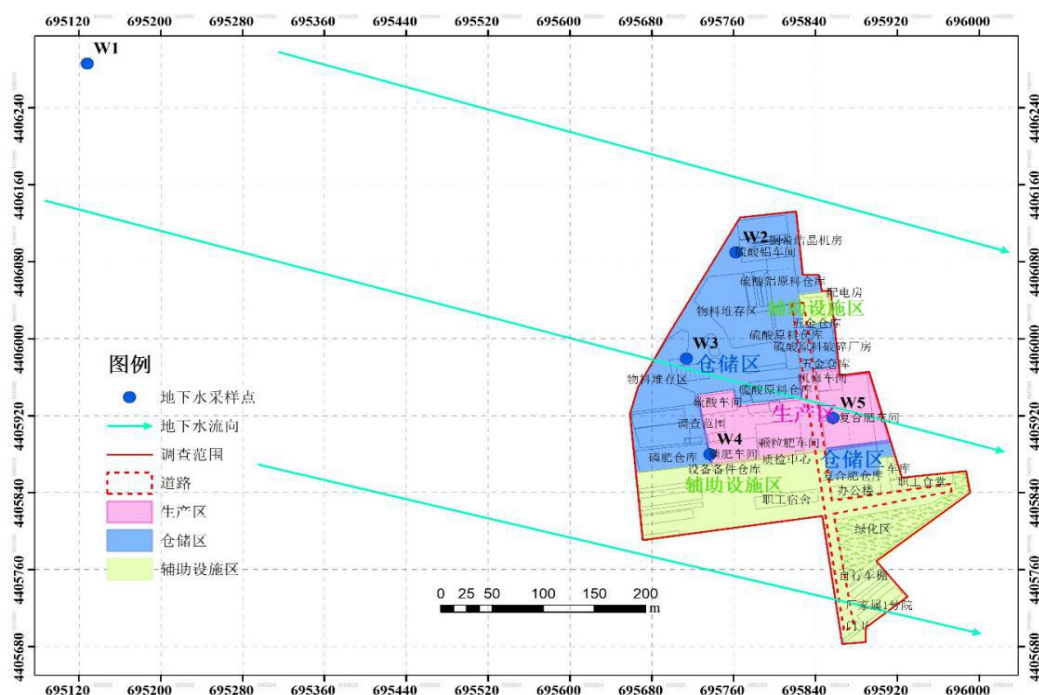


图 6-3 地下水样点分布图

6.2.3 样点设计

根据企业生产历史、污染物性质和场区水文地质结构，初调采用变层方式采集样品。生产区和仓储区土壤点位各采集 3 层样品，采样层位分别是 0~0.5m、0.5m~2.5m 和 2.5m~5m；辅助设施区采集 2 层样品，采样层位分别是 0~0.5m 和 0.5m~2.5m；背景点采集 0~0.5m 表层样品。具体采样深度和层位根据样点所在地质情况以及现场采样时土壤气味与颜色进行调整。

初步调查共采集 77 个土壤样品，其中含 8 个平行样。

地下水样品按技术规程执行，采集静水位 0~0.5m 样品，共采集 6 个地下水样品（含 1 个平行样）。各样井深度与水位统计见下表 6-1。

表 6-1 地下水样井信息统计

序号	编号	坐标		井深 (m)	水位 (m)	检测项目
		经度 (E)	纬度 (W)			
1	W1	119°16'43.34"	39°47'3.10"	10	2.12	《地下水质量标准》 (GB/T14848-2017) 表 1 中地下水常规 35 项
2	W2	119°17'9.66"	39°46'56.19"	7	1.91	
3	W3	119°17'7.56"	39°46'52.65"	11	0.82	
4	W4	119°17'8.41"	39°46'49.39"	11	1.66	
5	W5	119°17'13.52"	39°46'50.50"	12	1.81	
6	W5-P			12	1.81	

表 6-2 初步调查采样统计

序号	项目	设计工作量		备注	
		单位	数量		
1	钻孔	个	26	26 个钻孔	
2	土壤样品	件	77	含 8 个平行样	
3	土孔预计钻探深度	m	105	土孔钻探深度	
4	地下水样品	个	6	含 1 个平行样	
5	地下水井钻探深度	m	51	地下水井钻探深度	
3	土壤检测	pH 值	个	77	含 8 个平行样
		重金属	个	77	含 8 个平行样
		VOCs	个	77	含 8 个平行样
		SVOCs	个	77	含 8 个平行样
		钒	个	77	含 8 个平行样
		氨氮	个	77	含 8 个平行样
		氟化物	个	77	含 8 个平行样
4	地下水检测	感官性状及一般化学指标	个	6	含 1 个平行样
		毒理学指标	个	6	含 1 个平行样

6.3 结果评价

6.3.1 检测结果

经实验室检测分析，样品检测结果统计如下。

(1) 土壤

表 6-3 土壤样品检测样点均值统计结果

序号	点位 项目	单位	S1	S2	S3	S4	S5	S6	标准
1	pH	无量纲	7.45	7.69	7.77	7.32	7.44	7.84	6.5~8.5
2	铅	mg/kg	22.20	20.97	22.70	18.93	18.00	28.33	800
3	铜	mg/kg	21.00	22.67	26.67	21.67	27.00	24.00	18000
4	镍	mg/kg	29.67	27.33	27.67	25.33	24.00	25.00	900
5	镉	mg/kg	0.20	0.22	0.24	0.20	0.15	0.23	65
6	氨氮	mg/kg	3.71	3.83	3.92	4.48	4.29	3.81	1200
7	氟化物	mg/kg	361.33	350.67	407.33	400.33	405.33	402.00	10000
8	砷	mg/kg	9.37	5.69	8.63	6.56	5.93	6.34	60
9	汞	mg/kg	0.16	0.38	0.41	0.11	0.27	0.22	38
10	氯甲烷	mg/kg	0.13	0.03	0.05	0.12	0.09	0.15	37
11	二氯甲烷	mg/kg	0.05	0.00	0.03	0.03	0.03	0.04	616
12	三氯乙烯	mg/kg	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	2.8
13	1,1,2-三 氯乙烷	mg/kg	0.00	/	0.00	0.00	0.00	0.00	2.8
14	1,1,1,2- 四氯乙烷	mg/kg	0.00	0.00	/	0.00	0.00	0.00	10
15	1,1,2,2- 四氯乙烷	mg/kg	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	6.8
16	1,2,3-三 氯丙烷	mg/kg	0.05	0.06	0.08	0.04	0.08	0.04	0.5
序号	点位 项目	单位	S7	S8	S9	S10	S11	S12	标准
1	pH	无量纲	7.21	7.32	7.33	7.79	7.24	7.47	6.5~8.5
2	铅	mg/kg	19.00	16.33	15.53	18.90	19.00	21.30	800
3	铜	mg/kg	22.33	31.00	23.33	23.00	27.00	24.00	18000
4	镍	mg/kg	26.67	20.00	20.00	23.33	22.67	23.67	900
5	镉	mg/kg	0.22	0.20	0.20	0.24	0.18	0.20	65
6	氨氮	mg/kg	4.20	3.99	3.76	3.81	4.28	3.98	1200
7	氟化物	mg/kg	424.00	387.33	403.00	400.67	421.33	392.00	10000
8	砷	mg/kg	8.36	6.89	6.58	9.53	9.31	4.53	60
9	汞	mg/kg	0.32	0.23	0.23	0.22	0.26	0.26	38

10	氯甲烷	mg/kg	0.00	0.09	0.04	0.01	0.04	0.09	37
11	二氯甲烷	mg/kg	0.01	0.03	0.01	0.00	0.01	0.03	616
12	三氯乙烯	mg/kg	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	2.8
13	1,1,2-三氯乙烷	mg/kg	/	/	0.00	0.00	0.00	0.00	2.8
14	1,1,1,2-四氯乙烷	mg/kg	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	10
15	1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	6.8
16	1,2,3-三氯丙烷	mg/kg	0.09	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.5
序号	点位 项目	单位	S13	S14	S15	S16	S17	S18	标准
1	pH	无量纲	7.45	7.84	7.34	6.99	7.21	7.27	6.5~8.5
2	铅	mg/kg	17.53	17.73	21.60	17.20	17.05	16.55	800
3	铜	mg/kg	27.67	20.67	29.67	27.00	27.00	28.50	18000
4	镍	mg/kg	28.67	27.00	23.33	17.50	23.50	23.00	900
5	镉	mg/kg	0.22	0.20	0.25	0.29	0.26	0.26	65
6	氨氮	mg/kg	3.99	4.50	3.55	4.29	4.22	3.12	1200
7	氟化物	mg/kg	591.00	336.33	357.00	389.50	380.50	376.50	10000
8	砷	mg/kg	4.85	6.26	6.92	7.01	6.03	6.88	60
9	汞	mg/kg	0.17	0.17	0.21	0.34	0.18	0.27	38
10	氯甲烷	mg/kg	0.06	0.09	0.10	0.09	0.06	0.06	37
11	二氯甲烷	mg/kg	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	616
12	三氯乙烯	mg/kg	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	2.8
13	1,1,2-三氯乙烷	mg/kg	0.00	0.00	/	0.00	0.00	0.00	2.8
14	1,1,1,2-四氯乙烷	mg/kg	0.01	0.01	/	0.01	0.00	0.01	10
15	1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	6.8
16	1,2,3-三氯丙烷	mg/kg	0.07	0.05	0.07	0.07	0.07	0.0714	0.5
序号	点位 项目	单位	S19	S20	S21	S22	S23	S24	标准
1	pH	无量纲	7.37	6.95	7.51	7.59	7.28	7.385	6.5~8.5
2	铅	mg/kg	18.33	17.47	17.87	19.07	17.50	13.8	800
3	铜	mg/kg	27.33	26.00	26.67	22.67	27.50	27	18000
4	镍	mg/kg	30.33	21.67	25.00	22.33	22.50	18	900
5	镉	mg/kg	0.23	0.20	0.23	0.21	0.20	0.265	65
6	氨氮	mg/kg	4.65	4.67	3.64	3.11	4.40	3.58	1200
7	氟化物	mg/kg	354.33	399.33	355.00	393.33	370.00	379.5	10000
8	砷	mg/kg	6.73	4.41	5.30	7.26	6.15	4.915	60

9	汞	mg/kg	0.13	0.17	0.16	0.32	0.23	0.339	38
10	氯甲烷	mg/kg	0.15	0.07	0.03	0.06	0.10	0.0493	37
11	二氯甲烷	mg/kg	0.04	0.05	0.01	0.02	0.03	0.0162	616
12	三氯乙烯	mg/kg	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01365	2.8
13	1,1,2-三氯乙烷	mg/kg	0.00	/	0.00	0.00	0.00	/	2.8
14	1,1,1,2-四氯乙烷	mg/kg	0.00	/	0.00	0.00	0.01	0.00265	10
15	1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.0065	6.8
16	1,2,3-三氯丙烷	mg/kg	0.06	0.07	0.05	0.07	0.06	0.08375	0.5

(2) 地下水

表 6-4 地下水样品检测结果

检测因子	单位	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄	W ₅
pH	无量纲	7.15	7.36	7.18	7.09	7.58
色度	度	15	15	15	15	15
浊度	NTU	6	6	6	6	6
臭和味	无	无	无	无	无	无
肉眼可见物	无	无	无	无	无	无
COD	mg/L	1.03	0.94	1.09	0.84	0.96
溶解性总固体	mg/L	550	539	529	384	519
氯化物	mg/L	42.8	61.4	20.2	72.5	68.5
硫酸盐	mg/L	80.7	83.8	74.8	116	106
氨氮	mg/L	0.10	0.16	0.12	0.15	0.11
硫化物	mg/L	0.006	0.008	0.007	0.007	0.009
硝酸盐	mg/L	0.20	8.24	0.50	ND	ND
亚硝酸盐	mg/L	0.008	0.015	0.010	0.001L	0.001L
砷	mg/L	0.00078	0.0014	0.0011	0.0012	0.0013
汞	mg/L	0.00005	0.000092	ND	0.000058	0.000046
钠	mg/L	38.0	36.0	34.9	40.7	35.9
氟化物	mg/L	0.2	0.2	0.1	2.0	1.5
氰化物	mg/L	0.002	0.003	0.003	ND	ND
挥发酚	mg/L	0.0007	0.0009	0.0008	0.0005	0.0010

6.3.2 分析评价

(1) 土壤

从表中可以看出，场区土壤 pH 值平均 7.45，中性偏碱；重金属中除六价铬外，砷、镉、铜、铅、汞、镍、钒均有检出，检出率 100%；检测结果的平均数值不仅低于二类用地的筛选值也低于一类用地污染风险筛选值。但是，钒的最大检测值却高于一类用地筛选值而低于二类用地污染风险筛选值，其样点分布于硫酸生产区和硫酸铝生产区。这说明污染来自于生产的原辅材料铝矾土矿和催化剂五氧化二钒，也说明污染的面状扩散性质。

挥发性有机物共检测出氯乙烯、氯甲烷、二氯甲烷、三氯乙烯、1,1,2-三氯乙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷和 1,2-二氯苯 9 种污染物质，均未超出二类用地的筛选值标准，其最大检测值也未超出一类用地筛选值的阈限。考虑到企业生产的性质，可以认为其污染的源头不来自于企业自身的生产领域。半挥发性有机物共检测了 11 项，所有样品均未检出。

氟化物在土壤样品中的检出率为 100%，含量范围 296.9~630mg/kg，平均数值为 394.0mg/kg，低于河北省《建设用地土壤污染风险筛选值》（DB13/T 5216-2020）第二类用地筛选阈限 10000mg/kg 的标准。这说明污染的生产性质，以及污染的面状扩散。

表 6-5 初步调查土壤样品检测结果统计 单位：mg/kg

序号	检测因子	筛选值	最大值	平均值	最小值	检出个数	检出率%	背景值
1	砷	60	12.30	6.69	2.78	67	100	4.84
2	镉	65	0.34	0.22	0.12	67	100	0.21
3	铜	18000	38	25	17	67	100	31
4	铅	800	45.2	19.1	12.6	67	100	25.2
5	汞	38	0.47	0.24	0.03	67	100	0.32
6	镍	900	34	24	16	67	100	24
7	六价铬	5.7	-	-	-	0	0	-
8	钒	752	194.0	94.6	34.7	67	100	90.9
9	pH	6.5~8.5	8.42	7.45	6.85	67	100	7.82

注：- 表示未检出。

在污染物的场区分布上,生产区和生产辅助区的污染成分含量略高于办公生活区,但在总体上无显著性差异,也无一致的规律性。

表 6-6 初步调查土壤污染分区统计

序号	检测项	单位	标准	生产区	辅助区	生活区	背景值
1	pH	无量纲	6.5~8.5	7.45	7.41	7.23	7.82
2	铅	mg/kg	800	19.24	19.82	16.42	25.20
3	铜	mg/kg	18000	24.83	25.56	27.40	30.50
4	镍	mg/kg	900	24.94	25.22	20.90	23.50
5	镉	mg/kg	65	0.22	0.21	0.25	0.21
6	氨氮	mg/kg	1200	4.00	4.24	3.92	4.35
7	氟化物	mg/kg	10000	404.03	395.56	379.20	416.00
8	砷	mg/kg	60	7.00	6.80	6.19	4.85
9	汞	mg/kg	38	0.23	0.21	0.27	0.32
10	氯甲烷	mg/kg	37	0.06	0.10	0.07	0.08
11	二氯甲烷	mg/kg	616	0.02	0.03	0.02	0.03
12	三氯乙烯	mg/kg	2.8	0.01	0.01	0.01	0.01
13	1,1,2-三氯乙烷	mg/kg	2.8	0.003	0.003	0.003	//
14	1,1,1,2-四氯乙烷	mg/kg	10	0.005	0.004	0.01	//
15	1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	6.8	0.01	0.01	0.01	0.01
16	1,2,3-三氯丙烷	mg/kg	0.5	0.06	0.07	0.07	0.05

在污染物的剖面分布上,存在着明显的层间变化,表现出较为一致的垂直淋溶富集,尤其是在特征污染物的分布变化上。

表 6-7 初步调查土壤污染分层统计

序号	检测项	单位	标准	表层样	中间样	底层样	背景值
1	pH	无量纲	6.5~8.5	7.40	7.43	7.46	7.82
2	铅	mg/kg	800	19.10	18.82	19.43	25.20
3	铜	mg/kg	18000	25.00	25.13	25.26	30.50
4	镍	mg/kg	900	23.54	24.88	24.63	23.50
5	镉	mg/kg	65	0.22	0.22	0.21	0.21
6	氨氮	mg/kg	1200	3.86	4.16	3.97	4.35
7	氟化物	mg/kg	10000	416.63	386.29	380.53	416.00
8	砷	mg/kg	60	6.47	6.85	6.89	4.85
9	汞	mg/kg	38	0.23	0.25	0.23	0.32
10	氯甲烷	mg/kg	37	0.06	0.08	0.08	0.08
11	二氯甲烷	mg/kg	616	0.02	0.02	0.03	0.03
12	三氯乙烯	mg/kg	2.8	0.005	0.01	0.01	0.01
13	1,1,2-三氯乙烷	mg/kg	2.8	0.003	0.003	0.003	//
14	1,1,1,2-四氯乙烷	mg/kg	10	0.004	0.01	0.004	//
15	1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	6.8	0.01	0.01	0.01	0.01
16	1,2,3-三氯丙烷	mg/kg	0.5	0.06	0.07	0.06	0.05

在土壤污染累积性上，镍、镉、砷有较为明显的增加。它们都是场区土壤的特征污染物；一般而言，在多数污染物上生产区和生产辅助区的累积性高于办公生活区，也高于整个场区的平均值。

表 6-8 初步调查土壤污染累积性统计 单位：%

序号	检测项	单位	背景值	生产区	辅助区	生活区	整场区
1	pH	无量纲	7.82	0.95	0.95	0.92	0.94
2	铅	mg/kg	25.20	0.76	0.79	0.65	0.73
3	铜	mg/kg	30.50	0.81	0.84	0.90	0.85
4	镍	mg/kg	23.50	1.06	1.07	0.89	1.01
5	镉	mg/kg	0.21	1.05	1.00	1.19	1.08
6	氨氮	mg/kg	4.35	0.92	0.97	0.90	0.93
7	氟化物	mg/kg	416.00	0.97	0.95	0.91	0.94
8	砷	mg/kg	4.85	1.44	1.40	1.28	1.37
9	汞	mg/kg	0.32	0.72	0.66	0.84	0.74
10	氯甲烷	mg/kg	0.08	0.75	1.25	0.88	0.96
11	二氯甲烷	mg/kg	0.03	0.67	1.00	0.67	0.78
12	三氯乙烯	mg/kg	0.01	1.00	1.00	1.00	1.00
13	1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	0.01	1.00	1.00	1.00	1.00

(2) 地下水

地下水样品在 35 项常规检测中，除肉眼可见物、苯、三氯甲烷、甲苯、四氯化碳、臭和味未检出外，其余指标均有检出；其中浊度检测值均超出《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类水质标准。由于背景点的耗氧量检测值高于场区内样点的所有检测值，故可以推断场区内超标原因是上游来水所致。氟化物检测值超标，最大超标倍数为标准阈限的 2 倍，超标个数 2 个，初步调查总体超标率 40%。其它检测项均未超标。

表 6-9 初步调查地下水样品检测结果统计

检测因子	标准限值	检测个数	检出个数	检出率 (%)	最大值	最小值	超标个数	超标率 (%)
pH		5	5	100	7.58	7.09	0	0
色度	15	5	5	100	15	15	0	0
浊度	3	5	5	100	6	6	5	100
臭和味	无	5	5	100	-	-	0	0
肉眼可见物	无	5	5	100	-	-	0	0
COD	3	5	5	100	1.09	0.83	0	0
溶解性总固体	1000	5	5	100	550	339	0	0
总硬度	450	5	5	100	394	203	0	0

氯化物	250	5	5	100	72.5	20.2	0	0
硫酸盐	250	5	5	100	116	74.8	0	0
氨氮	0.5	5	5	100	0.16	0.1	0	0
硫化物	0.02	5	5	100	0.009	0.006	0	0
硝酸盐	20	5	3	60	8.24	0.2	0	0
亚硝酸盐	1	5	5	100	0.015	0.008	0	0
砷	0.01	5	5	100	0.0014	0.00078	0	0
汞	0.001	5	4	80	0.000092	0.000046	0	0
钠	200.0	5	5	100	40.7	34.9	0	0
氟化物	1	5	5	100	2	0.1	2	40
氰化物	0.05	5	3	60	0.003	0.002	0	0
挥发酚	0.002	5	5	100	0.001	0.0005	0	0

场区地下水污染物的累积性，pH值、氯化物、硫酸盐、砷、汞、氨氮、硫化物、硝酸盐、亚硝酸盐、氟化物、氰化物和挥发酚都有增加，尤其是硝酸盐与氟化物的累积性显著。

在污染调查分区上，W₂、W₃位于生产辅助区，W₄、W₅位于生产区。从表中可以看出，生产区的累积性明显高于辅助区，而W₂的部分因子检测值奇异性升高，应该与其位于污水处理池近侧有关。

表 6-10 初步调查场区地下水累积性统计 单位：%

检测因子	单位	背景值	W ₂	W ₃	W ₄	W ₅	平均值
pH	无量纲	7.15	1.03	1.00	0.99	1.06	1.02
色度	度	15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
浊度	NTU	6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
COD	mg/L	1.03	0.91	1.06	0.82	0.93	0.93
溶解性总固体	mg/L	550	0.98	0.96	0.70	0.94	0.90
氯化物	mg/L	42.8	1.43	0.47	1.69	1.60	1.30
硫酸盐	mg/L	80.7	1.04	0.93	1.44	1.31	1.18
氨氮	mg/L	0.10	1.60	1.20	1.50	1.10	1.35
硫化物	mg/L	0.006	1.33	1.17	1.17	1.50	1.29
硝酸盐	mg/L	0.20	41.20	2.50	//	//	21.85
亚硝酸盐	mg/L	0.008	1.88	1.25	//	//	1.56
砷	mg/L	0.00078	1.79	1.41	1.54	1.67	1.60
汞	mg/L	0.00005	1.84	//	1.16	0.92	1.31
钠	mg/L	38.0	0.95	0.92	1.07	0.94	0.97
氟化物	mg/L	0.2	1.00	0.50	10.00	7.50	4.75
氰化物	mg/L	0.002	1.50	1.50	//	//	1.50
挥发酚	mg/L	0.0007	1.29	1.14	0.71	1.43	1.14

6.4 调查结论

按照《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB3600-2018）二类用地污染筛选值判定，经初步采样调查鹤凤化工地块土壤为无污染风险场地。按《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类水质标准判定，鹤凤化工场区地下水为污染水，污染物质为氟化物。

考虑到场区污染的生产源头性，以及初调时厂区设施设备没有拆除，初步调查还不能排除土壤污染的可能性；同时，也是由于污染的生产源头性，场区地下水污染来源于生产源，污染物经环境迁移污染地下水，初调还没有明确地下水污染的范围，以及是否对环境地下水产生影响。

7 详细调查

7.1 工作程序

详细调查属第二阶段调查的详细调查分析阶段,是在初步采样分析结果的基础上,针对场区地块土壤和地下水污染的点源和迁移分布特点进行详细深入地调查分析。首先,分析初步采样获取的地块信息,主要包括土壤类型、水文地质条件、现场和实验室检测数据等;确定污染物种类、程度和空间分布;评估初步采样分析的质量保证和质量控制。

其次,根据初步采样分析的结果,结合地块分区,制定采样方案。采用系统布点法加密布设采样点。对于需要划定污染边界范围的区域,采样单元面积不大于 1600 m² (40 m×40 m 网格)。垂直方向采样深度和间隔根据初步采样的结果进行综合判断。

第三,根据初步调查结果,制定样品分析方案。样品分析项目以已确定的地块关注污染物为主。

第四,在初步采样分析的基础上,进一步采样检测分析,评价企业生产污染的结果,提出环境治理的措施方案。

7.2 调查方案

7.2.1 调查分区

经初步调查确证,鹤凤化工地块污染具有显著的源头确定性,各生产区块因生产工艺和原辅材料而有不同的污染排放,各污染物也因其不同的环境化学性质而表现出不同的迁移变化规律。所以,场区详细调查需要在初步调查结果分析的基础上,按《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ 25.1-2019)的技术要求划分污染区,在各分区内对原料贮存、生产、成品储存、排渣堆存、储罐、污水处理等工段划分调查区,重点调查场区污染点源状况;在辅助生产区按面状污染的共同性进行面源调查,分析污染影响及其迁移变化;对地下水按其流场形势

与方向，以生产布局为核心布设采样调查点位和下游控制性样点。具体划分采用专业判断方法进行，结果见下列图件。



图 7-1 场地生产区划分

图中 A 为硫酸铝生产区，包括钢带结晶机房、硫酸铝生产车间、铝土矿储料仓库和产品仓库；B 为硫酸生产区，包括硫铁矿仓库、原料破碎车间、硫酸生产车间、废弃硫酸生车间和排渣及堆存仓库；C 为磷肥生产区，包括磷矿加酸搅拌、堆存反应和磷肥仓储三个工段区；D 为硫酸储罐区；E 为辅助生产区，包括雨水收集池、排渣装运和污水处理等设施；F 复混肥生产区；H 为企业的办公生活区，包括职工宿舍、职工食堂、办公楼和厂区家属院以及绿地等。企业生产区域的面积约占整个场区总面积 70000m² 的 40%，生产辅助区域和办公生活区域约占总面积的 60%，计 42000m²。

继而，将硫酸铝生产区划分为钢带结晶机房、硫酸铝生产、铝土矿储料和产品仓库 4 个调查区；硫酸生产区域划分为硫铁矿储存破碎、硫酸生产、排渣堆存和排渣库房 5 个调查区；磷肥生产划分为磷矿搅拌、堆存反应、磷肥造粒和产品

仓储 4 个调查区。硫酸储罐设为 1 个调查区；复混肥生产为氮磷钾肥简单的物理混合，所以只划分为生产和产品库 2 个调查区。辅助生产区为排渣装运、污水处理以及交通联络等生产辅助功能区，主要受面源污染影响，设为 1 个调查区；办公生活区是非生产用地区，作为 1 个调查区调查面状污染的程度。



图 7-2 污染调查分区

其中，A₁为产品仓库，A₂为钢带结晶机房，A₃为硫酸铝生产车间，A₄为铝土矿料区；B₁为硫铁矿料区，B₂为硫酸生产车间，B₃排渣堆存区，B₄为排渣库房，B₅为硫铁矿破碎车间；C₁为磷矿搅拌和造粒车间，C₂为堆存反应区，C₃为磷肥产品仓库；D为硫酸储罐区，E为辅助生产区，F为复混肥生产区，H为场区办公生活区。

7.2.2 布点方案

按照技术导则 HJ25.1-2019 和 HJ25.2-2019 的要求，地块分区采样调查采取专业判断法和系统布点法进行采样布点。在生产区域，对污染点源按就近原则判断布点；在辅助区域，按系统布点法布点；总体上满足场区调查以 40m×40m 的密度布设采样点位。

按照上述分区结果，A、B、C、D、F 为生产区，E、H 为生产辅助区及办公生活区。生产区共布设 16 个调查样点；生产辅助区及办公生活区约占总面积的 60%，计 42000m²，共计应布设 26 个调查采样点。

由于初步调查已在场区布设完成了 26 个样点的采样工作，检测分析结果获专家组论证认可，可作为样本值继续应用。在生产复混肥的 F 区，初步采样调查布设的样点数量及其检测结果已能反映该区的污染状况，详细调查可不再布设采样点。其它区域，按照可操作性原则，可在初步调查方案基础上采用插点补植法布点，以体现污染调查的连续性和可靠性。

从污染物筛选结果看，场地污染物质更多体现了生产原料的性质。硫酸铝生产区，特征污染物为铝和粉尘，A₁、A₂、A₃ 和 A₄ 区有同质性；硫酸生产区特征污染物为重金属和钒，B₁、B₂、B₃ 和 B₄ 调查区的污染同质；磷肥生产区特征污染物是氟化物，C₁、C₂、C₃ 和 C₄ 调查区的污染同质；D 为硫酸储罐区，污染源单一；E 区和 H 区以面源污染为主，适用于系统法布点调查。在 F 区和 B₅ 调查区使用初调结果，详细调查不再布设样点。



7-3 初步调查样点分布

图 7-4 详细调查采样布点

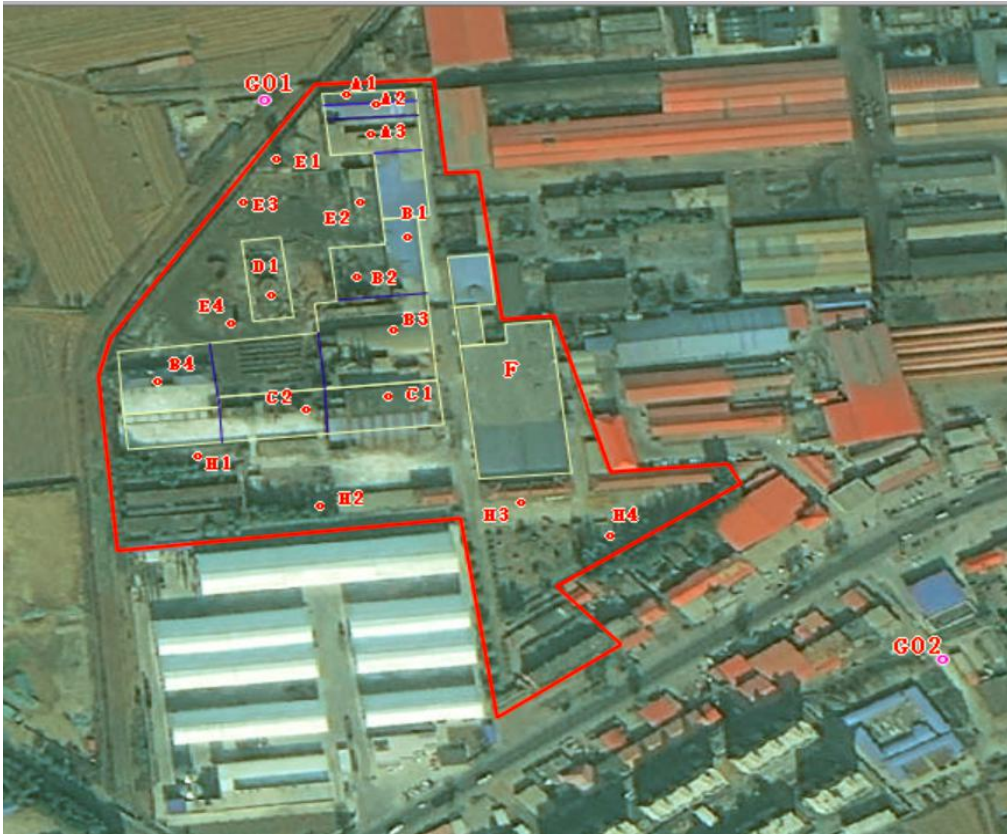


图 7-5 调查总和采样布点

这样，生产区块共补充采样点 10 个；生产辅助区及办公生活区共补充采样点 8 个。与初步调查布点数量合计共布点 42 个，基本满足 40m×40m 场地调查布点密度的要求。

另外，选择 G₀₁ 为调查背景值样点，G₀₂ 为污染评价控制样点。同时，按地下水水流场形势，以磷肥生产车间和复混肥生产车间为核心调查区，在其下游方向加密布设地下水采样点，将 C₁、H₂、H₃、H₄ 以及 G₀₁、G₀₂ 设置为水土同孔的详细调查采样点。

为与初调方案相协调，样点编号统一对应于下图。



图 7-6 详细调查样点分布及编号

7.2.3 样点坐标

经对场地复查复勘，样点现场确认标记以及坐标值测量，测得场地详细调查采样点位坐标值如下表所列。

表 7-1 场地详细调查样点坐标位置

样点编号	点位坐标		海拔 (m)
	经度 (°)	纬度 (°)	
2S1	119.286221159	39.782492678	6.396
2S2	119.286408913	39.782422940	6.387
2S3	119.286376726	39.782229821	6.259
2S4	119.285792005	39.782074252	6.327
2S5	119.285588157	39.781795303	6.210
2S6	119.286306989	39.781795303	6.387
2S7	119.286599350	39.781570668	6.670
2S8	119.286285531	39.781312505	6.786
2S9	119.285738361	39.781366149	6.437
2S10	119.285513055	39.781012097	6.325
2S11	119.286510837	39.780963818	6.563
2S12	119.286677134	39.780534664	6.865
2S13	119.285979759	39.780448834	6.732
2S14	119.285067808	39.780631224	6.431
2S15	119.285309207	39.780149767	6.346
2S16	119.286060226	39.779830584	6.312
2S17	119.287294042	39.779852042	6.257
2S18	119.287841213	39.779637465	6.186
2G1	119.285755459	39.782546322	7.579
2G2	119.289741222	39.778909247	5.463

7.3 样点设计

根据专家组意见，此次采样调查要完善采样层位的代表性，以及实验室检测分析的质量控制。从检测报告的数据中我们也可以看出，污染物质在垂直剖面的分布上存在着中下层位样品检测值高于表层样品的检测值。这说明企业停产后污染物质有垂向淋溶迁移的变化。

所以，此次补充调查要特别观察特征污染物在样点柱面上的变化情况，尤其是地下水氟化物的污染程度。在样点采样层位设计上，重点考虑土壤剖面结构变层和地下水埋深的变化。

根据场区水文地质资料及初步调查钻探资料，场区地层结构为粉质黏土、粘土厚 4~5m；粗砂厚 1.0m，颗粒均匀；卵石层厚 7~9m，卵石直径 20~40mm，卵石岩性主要为混合岩；胶结沙层次，不连续分布，厚约 1.0m；混和岩化片麻岩夹磁铁石英岩。建厂时平整土地填土，表层为杂填土层。场区地块水文地质剖面结构如下：

(1) 杂填土层：黄褐色，中密，湿，以粘质粉土为主，含砖渣、灰渣、植物根等。层底埋深 0.7~1.9m。分布厚度

(2) 粉土层：褐黄-灰色，中密，湿，含云母、氧化铁、有机质等，局部有粘性土、砂土薄夹层。层底埋深 0.8~4.0m。分布厚度 0.6~3.1m。

(3) 粉质黏土层：褐黄-灰色，湿，含云母、氧化铁、有机质等，有粉土、砂土薄夹层。层底埋深 2.4~6.5m。分布厚度 0.5~3.8m。

(4) 粉土层：褐黄色，中密，湿，含云母、氧化铁等，局部有粘性土、砂土薄夹层。层底埋深 3.7~3.9m。分布厚度 0.6~0.8m。

(5) 细砂层：褐黄色，湿，含云母、氧化铁等，局部有粉土、砂土薄夹层。层底埋深 2.4~7.4m。分布厚度 0.9~1.8m。

(6) 粗砂层：褐黄色，密实，湿-饱和，含云母、氧化铁等，有粘性土、粉土薄夹层。层底埋深 4.2~4.8m。分布厚度 0.2~2.8m。

(7) 粉质黏土层：褐黄色，湿，含云母、氧化铁等。底埋深 4.3m~未穿透。分布厚度 0.7m~未穿透。

据场区地块初步调查采样实测数据，场区地块地下水埋深在 4.40~5.70m 之间。所以，此次地块污染详细调查的土壤样点采样层位设计如下：

①此次采样采取变层采样，取样层位如下：

②表层样：地表以下 50cm；

③中层样：粉土层底以上 50cm；

④底层样：地下水位以上 50cm。

⑤水样：地下水位以下 150cm 内。

7.4 样品编号

根据《建设用土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1 -2019）和《建设用土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2 -2019），采样样品编号列入表内如下。

表 7-2 详细调查采样样品编号

分类	编号	序号	样品编号	采样深度	平行样编号
土 点	2S1	1	12S11SSS	地表以下 50cm	12S12SSS-P
		2	12S12SSS	粉土层底上 50cm	
		3	12S13SSS	地下水位上 50cm	
	2S2	4	12S21SSS	地表以下 50cm	
		5	12S22SSS	粉土层底上 50cm	
		6	12S23SSS	地下水位上 50cm	
	2S3	7	12S31SSS	地表以下 50cm	
		8	12S32SSS	粉土层底上 50cm	
		9	12S33SSS	地下水位上 50cm	
	2S4	10	12S41SSS	地表以下 50cm	
		11	12S42SSS	粉土层底上 50cm	
		12	12S43SSS	地下水位上 50cm	
	2S5	13	12S51SSS	地表以下 50cm	12S52SSS-P
		14	12S52SSS	粉土层底上 50cm	
		15	12S53SSS	地下水位上 50cm	
2S6	16	12S61SSS	地表以下 50cm		
	17	12S62SSS	粉土层底上 50cm		
	18	12S63SSS	地下水位上 50cm		
2S7	19	12S71SSS	地表以下 50cm		
	20	12S72SSS	粉土层底上 50cm		
	21	12S73SSS	地下水位上 50cm		
2S8	22	12S81SSS	地表以下 50cm		
	23	12S82SSS	粉土层底上 50cm		
	24	12S83SSS	地下水位上 50cm		12S83SSS-P
2S9	25	12S91SSS	地表以下 50cm		
	26	12S92SSS	粉土层底上 50cm		
	27	12S93SSS	地下水位上 50cm		
2S10	28	12S101SSS	地表以下 50cm		
	29	12S102SSS	粉土层底上 50cm		
	30	12S103SSS	地下水位上 50cm		
2S11	31	12S111SSS	地表以下 50cm		
	32	12S112SSS	粉土层底上 50cm		
	33	12S113SSS	地下水位上 50cm		
2S12	34	12S121SSS	地表以下 50cm		
	35	12S122SSS	粉土层底上 50cm		
	36	12S123SSS	地下水位上 50cm		
2S13	37	12S131SSS	地表以下 50cm	12S131SSS-P	
	38	12S132SSS	粉土层底上 50cm		
	39	12S133SSS	地下水位上 50cm		
2S14	40	12S141SSS	地表以下 50cm		
	41	12S142SSS	粉土层底上 50cm		
	42	12S143SSS	地下水位上 50cm		
2S15	43	12S151SSS	地表以下 50cm		
	44	12S152SSS	粉土层底上 50cm		

	2S16	45	12S153SSS	地下水位上 50cm	12S153SSS-P	
		46	12S161SSS	地表以下 50cm		
		47	12S162SSS	粉土层底上 50cm		
		48	1H163SSS	地下水位上 50cm		
	2S17	49	12S171SSS	地表以下 50cm		
		50	12S172SSS	粉土层底上 50cm		
		51	12S173SSS	地下水位上 50cm		
	2S18	52	12S181SSS	地表以下 50cm		
		53	12S182SSS	粉土层底上 50cm		
		54	12S183SSS	地下水位上 50cm		
	2G1	55	12G11SSS	地表以下 50cm		
		56	12G12SSS	粉土层底上 50cm	12G12SSS-P	
		57	12G13SSS	地下水位上 50cm		
	2G2	58	12G21SSS	地表以下 50cm		
		59	12G22SSS	粉土层底上 50cm		
		60	12G23SSS	地下水位上 50cm		
	水点	2S12	61	22S12SSS	地下水位下 150cm 内	
		2S16	62	22S16SSS	地下水位下 150cm 内	
		2S17	63	22S17SSS	地下水位下 150cm 内	22S17SSS-P
		2S18	64	22S18SSS	地下水位下 150cm 内	
2G1		65	22G1SSS	地下水位下 150cm 内		
2G2		66	22G2SSS	地下水位下 150cm 内		

7.5 检测因子

根据《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）和《地下水质量标准》（GB/T14848-2017），此次场地详细调查土壤样品的检测因子为常规 45 项+特征因子，地下水样品的检测因子为常规 39 项+特征因子。具体列表如下。

表 7-3 土壤污染检测项目

单位：mg/kg

序号	样品分类	污染物	检测方法	检测限	评价标准
1		pH	土壤 pH 值测定（HJ 962-2018）	无量纲	6.5~8.5
2	重金属	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 680-2013）	0.01	60
3		镉	土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法（GBT 17141-1997）	0.01	65
4		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	5.7
5		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）	1	18000
6		铅	土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法（GBT 17141-1997）	0.1	800
7		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 680-2013）	0.002	38
8		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）	3	900
9			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）	0.0013
10		氯仿	0.0011		0.9
11		氯甲烷	0.0010		37
12		1,1-二氯乙烷	0.0012		9
13		1,2-二氯乙烷	0.0013		5

14	VOC	1,1-二氯乙烯	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)	0.0010	66		
15		顺-1,2-二氯乙烯		0.0013	596		
16		反-1,2-二氯乙烯		0.0014	54		
17		二氯甲烷		0.0015	616		
18		1,2-二氯丙烷		0.0011	5		
19		1,1,1,2-四氯乙烯		0.0012	10		
20		1,1,2,2-四氯乙烯		0.0012	6.8		
21		四氯乙烯		0.0014	53		
22		1,1,1-三氯乙烯		0.0013	840		
23		1,1,2-三氯乙烯		0.0012	2.8		
24		三氯乙烯		0.0012	2.8		
25		1,2,3-三氯丙烷		0.0012	0.5		
26		氯乙烯		0.0010	0.43		
27		苯		0.0019	4		
28		氯苯		0.0012	270		
29		1,2-二氯苯		0.0015	560		
30		1,4-二氯苯		0.0015	20		
31		乙苯		0.0012	28		
32		苯乙烯		0.0011	1290		
33		甲苯		0.0013	1200		
34		间二甲苯+对二甲苯		0.0012	570		
35		邻二甲苯		0.0012	640		
36		萘		0.0004	70		
37		SVOC		硝基苯	0.09	76	
38				苯胺	0.1	260	
39				2-氯苯酚	0.06	2256	
40				苯并[a]蒽	0.1	15	
41				苯并[a]芘	0.1	1.5	
42				苯并荧[b]蒽	0.2	15	
43				苯并荧[k]蒽	0.1	151	
44				蒎	0.1	1293	
45				二苯并[a,h]蒽	0.1	1.5	
46				茚并[1,2,3-c,d]芘	0.1	15	
47		特征污染物		铝	电感耦合等离子体光谱法 (USEPA 6010D-2014)	5	//
48				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	2.8	752
59				氟化物	土壤 水溶性氟化物和总氟化物的测定 离子选择电极法 (HJ873-2017)	5.2	10000
50	氨氮		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 (HJ634-2012)	0.10	530		

表 7-4 地下水污染检测项目

单位: mg/L

检测项目	分析方法及国标代号	检出限	筛选限
色度	《生活饮用水标准检验方法感官性状和物理指标》(GB/T 5750.4-2006) 1.1 铂-钴标准比色方法	5 度	≤15
嗅和味	《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) 3.1 嗅气和尝味法	—	无
浑浊度	《生活饮用水标准检验方法感官性状和物理指标》(GB/T 5750.4-2006) 2.1 散射法-福尔马肼标准	0.5NTU	≤3
肉眼可见物	《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) 4.1 直接观察法	—	无
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 玻璃电极法	6.5 ≤ pH ≤ 8.5	
总硬度	《生活饮用水标准检验方法感官性状和物理指标》(GB/T 5750.4-2006) 7.1 乙二胺四乙酸二钠滴定法	1.0	≤450

溶解性总固体	《生活饮用水标准检验方法感官性状和物理指标》 (GB/T 5750.4-2006) 8.1 称量法	4	≦ 1000
硫酸盐	《生活饮用水标准检验方法无机非金属指标》 (GB/T 5750.5-2006) 1.3 铬酸钡分光光度法 (热法)	5	≦ 250
氯化物	《生活饮用水标准检验方法无机非金属指标》 (GB/T 5750.5-2006) 2.1 硝酸银容量法	1.0	≦ 250
铁	《生活饮用水标准检验方法金属指标》 (GB/T 5750.6-2006) 1.5 电感耦合等离子体质谱法	0.9μg/L	≦ 0.3
锰	《生活饮用水标准检验方法金属指标》 (GB/T 5750.6-2006) 1.5 电感耦合等离子体质谱法	0.06μg/L	≦ 0.10
铜	《生活饮用水标准检验方法金属指标》 (GB/T 5750.6-2006) 1.5 电感耦合等离子体质谱法	0.09μg/L	≦ 1.00
锌	《生活饮用水标准检验方法金属指标》 (GB/T 5750.6-2006) 1.5 电感耦合等离子体质谱法	0.8μg/L	≦ 1.00
铝	《生活饮用水标准检验方法金属指标》 (GB/T 5750.6-2006) 1.5 电感耦合等离子体质谱法	0.6μg/L	≦ 0.20
挥发酚类	《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) 9.1 4-氨基安替吡啉-三氯甲烷萃取分光光度法	0.002	≦ 0.002
阴离子表面活性剂	《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) 10.1 亚甲基蓝分光光度法	0.050L	≦ 0.3
耗氧量	《生活饮用水标准检验方法有机物综合指标》 (GB/T5750.7-2006) 1.1 酸性高锰酸钾滴定法	0.05	≦ 3.0
氨氮	《水质氨氮的测定纳氏试剂分光光度法》 (HJ 535-2009)	0.025	≦ 0.50
硫化物	《水质硫化物的测定亚甲基蓝分光光度法》 (GB/T 16489-1996)	0.005	≦ 0.02
钠	《生活饮用水标准检验方法金属指标》 (GB/T 5750.6-2006) 22.1 火焰原子吸收分光光度法	0.01	≦ 200
总大肠菌群	《生活饮用水标准检验方法微生物指标》 (GB/T 5750.12-2006)	2MPN/100mL	≦ 3.0
菌落总数	《生活饮用水标准检验方法微生物指标》 (GB/T 5750.12-2006)	—	≦ 100
亚硝酸盐	《生活饮用水标准检验方法无机非金属指标》 (GB/T 5750.5-2006) 10.1 重氮偶合分光光度法	0.001	≦ 1.00
硝酸盐	《生活饮用水标准检验方法无机非金属指标》 (GB/T 5750.5-2006) 5.2 紫外分光光度法	0.2	≦ 20.0
氰化物	《生活饮用水标准检验方法无机非金属指标》 (GB/T 5750.5-2006) 4.2 异烟酸-巴比妥酸分光光度法	0.002	≦ 0.05
氟化物	《生活饮用水标准检验方法无机非金属指标》 (GB/T 5750.5-2006) 3.1 离子选择电极法	0.2	≦ 1.0
碘化物	《水质碘化物的测定离子色谱法》 (HJ 778-2015)	0.002	≦ 0.08
总汞	《水质汞、砷、硒、铋和锑的测定原子荧光法》 (HJ 694-2014)	0.04μg/L	≦ 0.001
总砷	《生活饮用水标准检验方法金属指标》 (GB/T 5750.6-2006) 1.5 电感耦合等离子体质谱法	0.09μg/L	≦ 0.01
硒	《生活饮用水标准检验方法金属指标》 (GB/T 5750.6-2006) 1.5 电感耦合等离子体质谱法	0.09μg/L	≦ 0.01
镉	《生活饮用水标准检验方法金属指标》 (GB/T 5750.6-2006) 1.5 电感耦合等离子体质谱法	0.06μg/L	≦ 0.005
六价铬	《生活饮用水标准检验方法金属指标》 (GB/T 5750.6-2006) 10.1 二苯碳酰二肼分光光度法	0.004	≦ 0.01
铅	《生活饮用水标准检验方法金属指标》 (GB/T 5750.6-2006) 1.5 电感耦合等离子体质谱法	0.07μg/L	≦ 0.01
三氯甲烷	《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)	1.4μg/L	≦ 60
四氯化碳	《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)	1.5μg/L	≦ 2.0
苯	《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)	1.4μg/L	≦ 10.0
甲苯	《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)	1.4μg/L	≦ 700
钒	《水质 钒的测定 钼试剂萃取分光光度法》 (GB/T15503-1995)	0.018	≦ 1.2

8 详细调查采样

8.1 采样准备

8.1.1 入场前准备

2020年12月和2021年1月，清宸环境检测技术有限公司负责地块土壤采样及采样钻探工作。入场前一日，组织采样和钻探人员进行入场前安全培训、技术培训、技术交底等工作，主要明确任务分工和要求，详细介绍鹤凤化工有限责任公司地块点位布设、钻探深度、采样数量、样品保存条件和安全防护情况。另外与地块使用权人沟通入场安排事项，确定入场时间。

8.1.2 设备安排

采样钻探所用设备为SH30冲击钻，全孔钻进，开孔直径为146mm。具体如图8-1所示。



图 8-1 钻探设备

8.1.3 建井材料准备

地下水采样井建井材料见下表。

表 8-1 地下水采样井建井材料表

名称	材料
井管	75mm 的 PVC 管件
滤网	40 目以上的尼龙网
滤料层	石英砂
止水层	膨润土
回填层	混凝土

8.1.4 采样工具准备

(1) 土壤采样工具

采集用于检测 VOCs 的土壤样品，用非扰动采样器采集，聚四氟乙烯膜封口处理；采集用于检测重金属、SVOCs 等指标的土壤样品，用采样铲将土壤移至广口样瓶内，聚四氟乙烯膜封口处理。土壤采样现场检测设备为 XRF 和 PID。采样工具见下表。

表 8-2 采样工具一览表

样品采集	测试项目	VOCs	SVOCs	重金属及无机物
	工具	非扰动采样器	木铲	木铲
钻探工具		SH-30 冲击钻 1 台		
现场检测设备		便携式 XRF 1 台		
		便携式 PID 1 台		

(2) 地下水采样工具

采样井洗井和地下水样品采集选用贝勒管。

8.1.5 样品保存工具准备

样品保存工具由检测分析实验室提供，包括保温箱、样品箱、样品瓶和蓝冰等样品保存工具，以及保护剂等。具体见下表。

表 8-3 保存工具一览表

项目	类别	种类	
样品保存工具	土壤	棕色玻璃瓶 40ml	
		棕色玻璃瓶 500ml	
		自封袋	
	地下水	棕色玻璃瓶 500ml	
		棕色玻璃瓶 1000ml	
		棕色玻璃瓶 40ml	
		塑料瓶 500ml	
			蓝冰
			保温箱
			冰箱

8.1.6 其它准备

- (1) 安全防护口罩、一次性防护手套、安全帽等人员防护用品；
- (2) 采样记录单、影像设备、防雨器具、通讯工具等辅助物品。

8.2 钻探采样

8.2.1 施工现场布置

施工现场工作区一般分为采样设备区、采样工具存放区、现场操作区、岩芯存放区，区域布置需考虑工作区面积、作业安全、人流物流通畅等原则。

(1) 采样设备区主要为钻机作业区域，主要布置钻机、钻头、套管等，一般在工作区一端；

(2) 采样工具存放区域主要存放采样工具、样品保存工具、快检设备及其他辅助工具，一般布置于工作区另外一端；

(3) 现场操作区主要是取样、封口、贴签、快检等作业区域，一般布置于采样设备区与采样工具存放区之间；

(4) 岩芯存放区主要放置岩芯箱及岩芯，一般布置在现场操作区一侧。

8.2.2 施工过程

土孔钻探按照钻机架设、开孔、钻进、取样、封孔、点位复测流程进行，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，设立警示线。

(2) 开孔选用 146mm 钻头，钻进 10~20cm，开孔深超钻具长度。

(3) 每次钻进深度为 50~100cm，岩芯平均采取率一般不小于 70%，其中粘性土及完整基岩岩芯采取率不小于 85%，砂土层岩芯采取率不小于 65%，碎石土类地层岩芯采取率不小于 50%，强风化、破碎基岩岩芯采取率不小于 40%。

选择 SH-30 冲击式钻机，套管跟进，防止钻孔坍塌和上下层交叉污染；不同样品采集之间对钻头和钻杆进行清洗，清洗废水集中收集处置。钻进过程中揭露地下水时，要停钻等水，待水位稳定后，测量并记录初见水位及静止水位；土壤岩芯样品按照揭露顺序依次放入岩芯箱，对土层变层位置进行标识。

(4) 钻孔过程中参照“土壤钻孔采样记录单”要求填写采样记录单，对采样点、钻进操作、岩芯箱、钻孔记录等环节拍照记录；采样拍照要求：按照钻井东、南、西、北四个方向进行拍照记录，照片应能反映周边建构物、设施等情况，以点位编号作为照片名称。

(5) 钻孔结束后，对土壤样井的钻孔立即封孔并清理恢复作业区地面。

(6) 钻孔结束后，使用全球定位系统（GPS）或手持智能终端对钻孔的坐标进行复测，记录坐标和高程。

(7) 钻孔过程中产生的污染土壤统一收集和处理，对废弃的手套、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。

8.3 现场检测

本次调查工作中使用 PID（设备型号：GT903X-VOC，检出限 0.01ppm）和 XRF（设备型号：EDX P3600，检出限 0.001mg/kg）进行现场快速检测。钻探过程中，每隔 0.5m 均利用现场检测仪器进行现场检测，并根据现场快速检测结果辅助筛选送检土壤样品。

8.3.1 现场 PID 操作流程

(1) 每次现场快速检测前，利用校准好的 PID 检测 PID 大气背景值，检测时位于钻机操作区域上风向位置；

(2) 现场快速检测土壤中 VOCs 时，用采样铲在 VOCs 取样相同位置采集土壤置于聚乙烯自封袋中，自封袋中土壤样品体积应占 1/2~2/3 自封袋体积；

(3) 取样后，自封袋置于背光处，取样后在 30 分钟内完成快速检测；

(4) 检测时，将土样尽量揉碎，对已冻结的样品，应置于室温下解冻揉碎；

(5) 样品置于自封袋中 10 分钟后，摇晃自封袋约 30 秒，之后静置 2 分钟；

(6) 将现场检测仪器探头放入自封袋顶空 1/2 处，紧闭自封袋，数秒内记录仪器的最高读数。

8.3.2 XRF 操作流程：

(1) 检测前将 XRF 开机预热 1~2min；

(2) 用采样铲在取样相同位置采集土壤置于聚乙烯自封袋中，检测样品水分含量小于 20%，并清理土壤表面石块、杂物，土壤表面应该尽量平坦，压实土壤以增加土壤的紧密度，且土壤样品厚度至少达到 2cm，得到较好的重复性和代表性；

(3) 将 XRF 检测窗口尽量贴近土壤表面进行检测，且土壤表面要完全覆盖检测窗口，以保证检测端与土壤表面有充分接触；

(4) 检测时间为 60 秒，读取检测数据并记录。

将土壤样品现场快速检测结果记录于土壤钻孔采样记录单，应根据现场快速检测结果辅助筛选送检土壤样品。

8.4 土壤样品采集

在土壤样品采集过程中尽量减少对样品的扰动，用于检测 VOCs 的土壤样品单独采集，不允许对样品进行均质化处理，除质控样品外不得采集混合样。采样

过程剔除石块等杂质，保持采样瓶口螺纹清洁以防止密封不严。不使用同一非扰动采样器、采样铲等采集不同采样点位或深度的土壤样品。

每个层位的土壤样品采样按照“VOCs、SVOCs、其它重金属”的三个顺序进行，各取样步骤及要求如下：

8.4.1 VOCs 样品采集和临时保存

取土器将柱状的钻探岩芯取出后，先采集用于检测 VOCs 的土壤样品，操作要迅速，具体流程和要求如下：

(1) 采样器基本要求

使用非扰动采样器采集土壤样品，本次采样使用一次性塑料白管采样器，采样器需配有助推器，可将土壤推入样品瓶中。

(2) 采样量

每份 VOCs 土壤样品共采集 40ml 棕色玻璃瓶 5 个（其中 2 个加甲醇、2 个加转子，1 个空瓶），单份取样量不少于 5g（采样量按照取样手柄的标识进行控制），空瓶采集满瓶。

(3) 采样流程

①土样采集直接从原状取土器中采集土壤样品，用刮刀剔除原状取土器中土芯表面约 2cm 的土壤，利用非扰动采样器在新露出的土芯表面快速采集不少于 5g 土壤样品。

②将以上采集的样品迅速转移至 40ml 棕色玻璃瓶中，转移过程中应将样品瓶略微倾斜，以防瓶中的甲醇溅出。转至土壤样品瓶后应快速清除掉瓶口螺纹处黏附的土壤，拧紧瓶盖，清除土壤样品瓶外表面上黏附的土壤。

(4) 样品贴码

土壤装入样品瓶并封口后，将 5 瓶 VOCs 样品装入一个自封袋内，然后将事先准备好的编码贴到 5 个样品瓶上。为了防止样品瓶上编码信息丢失，同时在样

品瓶原有标签上手写样品编码和采样日期。

(5) 样品临时保存

样品贴码后，将装有 5 瓶 VOCs 样品的自封袋放入冰箱内进行临时保存，保证温度在 4°C 以下。

8.4.2 SVOCs 和其它重金属样品样品采集和临时保存

(1) 采样器基本要求

用采样铲进行采集，不使用同一采样铲采集不同采样点深度的土壤样品。

(2) 采样量

每份土壤样品共采集 500ml 棕色玻璃瓶 2 个，要求将样品瓶填满装实。

(3) 采样流程

VOCs 样品采集完成后，立即用采样铲将土壤从取土器转移至托盘中，然后转移至 500ml 棕色大玻璃瓶内装满填实。转至土壤样品瓶后应快速清除掉瓶口螺纹处黏附的土壤，拧紧瓶盖，清除土壤样品瓶外表面上黏附的土壤，并立即用封口胶封口。

(4) 样品贴码

土壤装入样品瓶并封口后，将事先准备好的编码贴到 2 个样品瓶上。为了防止样品瓶上编码信息丢失，同时在样品瓶标签上手写样品编码和采样日期。

(5) 样品临时保存

样品贴码后，将 2 瓶样品装入自封袋内，然后放入冰箱内进行临时保存，保证温度在 4°C 以下。

8.4.3 土壤平行样要求

土壤平行样不少于地块总样品数的 10%，每个地块至少采集 1 份。每份平行样品需要采集 3 个，其中，2 个送检测实验室，另 1 个送质量控制实验室，本地块设置 2 个平行样。

三种土壤平行样采集均与原样分别同时进行采集，采集平行样层位采样顺序为3份 VOCs 样品-3份 SVOCs 样品-3份其它重金属样品。具体要求如下：

(1) VOCs 样品平行样采集

VOCs 样品平行样采集与原样在同一位置、同时进行，尽快采集，采集方式方法、容器、采样量、保存方式等均与原样一致，检测项目和检测方法也一致，在采样记录单中标注平行样编号及对应的土壤样品编号。

(2) SVOCs 平行样采集与原样在同一位置、同时进行，尽快采集，采集方式方法、容器、采样量、保存方式等均与原样一致，检测项目和检测方法也一致，在采样记录单中标注平行样编号及对应的土壤样品编号。

(3) 其它重金属平行样采集

其它重金属平行样采集采用四分法进行。待 VOCs、SVOCs 样品采集完成后，将本采样位置剩余土放在清洁的托盘上，揉碎、混合均匀，以等厚度铺成正方形，用清洁的采样铲划对角线分成四份，随机选取其中任意三份进行样品采集。采集容器、采样量、保存方式等均与原样一致，检测项目和检测方法也一致，在采样记录单中标注平行样编号及对应的土壤样品编号。

8.5 地下水样品采集

8.5.1 地下水样井建设

(1) 采样井设计

①井管设计

井管型号选择：本次地下水采样井井管的外径为 75mm。

井管材质选择：地下水样井井管应选择坚固、耐腐蚀、不会对地下水水质造成污染的材料制成。根据污染物测试项目选择聚氯乙烯（PVC）材质管件。

井管连接：井管连接采用螺纹，并用螺旋钉固定，避免连接处发生渗漏。井管连接后，各井管轴心线应保持一致。

②滤水管设计

由于需要建设长期监测井，因此滤管上开口埋深需位于地下水平均埋深以上0.5m处，下开口位置与沉淀管相近，沉淀管为50cm。

③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1~2mm、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，止水材料选用膨润土；回填层位于止水层之上至采样井顶部，宜选择混凝土浆作为回填材料。

(2) 采样井建设

此次调查共设6眼地下水样井，其中4眼为场地地下水污染采样井，2眼为背景值水样点，均为水土同孔采样井。在实际钻探过程中，若进深至15m仍未见水，即终孔废井。

地下水样井建设如下图所示。

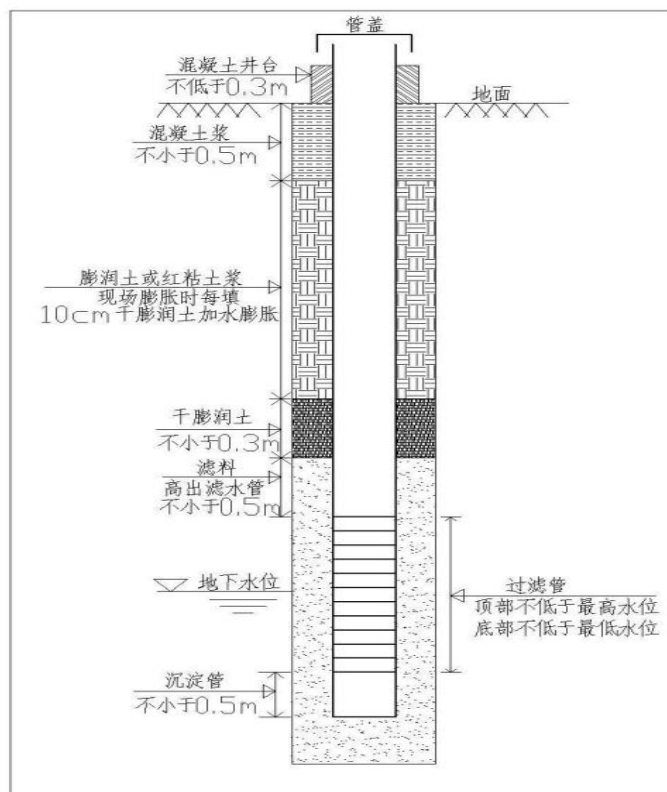


图 8-2 地下水样井结构示意图

8.5.2 地下水采样

(1) 采样前洗井

1) 采样前洗井在成井洗井 48h 后开始。

2) 采样前洗井避免对井内水体产生气提、气曝等扰动。本次采用贝勒管进行洗井，贝勒管吸水位置为井管底部，控制贝勒管缓慢下降和上升，洗井水体积达到 3~5 倍滞水体积。

3) 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，校正结果填入“地下水采样井洗井记录单”。

洗井时，记录抽水开始时间，洗井过程中每隔 5 分钟读取并记录 pH、温度 (T)、电导率、溶解氧 (DO)、氧化还原电位 (ORP) 及浊度，连续三次采样达到要求结束洗井。

4) 若现场测试参数无法满足“3”中的要求，则洗井水体积达到 3~5 倍采样井内水体积后即可进行采样。

5) 采样前洗井过程填写地下水采样井洗井记录单。

(2) 地下水样采集

采样洗井达到要求后，测量并记录水位，若地下水水位变化小于 10cm，则可以立即采样；若地下水水位变化超过 10cm，待地下水水位再次稳定后采样，若地下水回补速度较慢，在洗井后 2h 内完成地下水采样。若洗井过程中发现水面有浮油类物质，需要在采样记录单里明确注明。

地下水样品采集使用贝勒管，采样深度为稳定水位下 0.5m 处。

表 8-4 地下水采样记录

点位编号	2S12	2S16	2S17	2S18	2G1	2G2
采样日期	2021.1.20	2021.1.21	2021.1.22	2021.1.23	2021.1.24	2021.1.25
抽水速率	0.1L/min	0.1L/min	0.1L/min	0.1L/min	0.1L/min	0.1L/min
取样深度	水面下 0.5m	水面下 0.5m	水面下 0.5m	水面下 0.5m	水面下 0.5m	水面下 0.5m
规范符合性	符合	符合	符合	符合	符合	符合

1) 地下水 VOCs 样品采集

①采样量

每份 VOCs 地下水样品共采集吹扫捕集瓶 6 个，其中 3 个用于测定氯甲烷，另外 3 个用于测定其他 26 种 VOCs，单份采集满瓶（无气泡）。

②采样流程

使用贝勒管取 VOCs 样品时，应采集贝勒管的中段水样，使用流速调节阀使水样缓慢流入样品瓶中，避免冲击产生气泡，一般不超过 0.1L/min；将水样在样品瓶中过量溢出，形成凸面，拧紧瓶盖，颠倒地下水样品瓶，观察数秒，确保瓶内无气泡，如有气泡应重新采样。

③样品贴码

地下水装入样品瓶并封口后，将 3 瓶 VOCs 样品装入一个自封袋内，将事先准备好的编码贴到自封袋上。为了防止样品瓶上编码信息丢失，同时在样品瓶原有标签上手写样品编码和采样日期。

④样品临时保存

样品贴码后，将装有 3 瓶 VOCs 样品的自封袋放入冰箱内进行临时保存，保证温度在 4°C 以下。

2) 地下水 SVOCs 样品采集

①采样量

每份 SVOCs 地下水样品共采集 1L 棕色玻璃瓶 4 个，其中 3 个用于测定苯胺、硝基苯和 2-氯酚（2-氯酚需加 HCL 调节 pH 小于 2），剩余 1 个用于测定其他 8 种 SVOCs，单份采集满瓶（无气泡）。

②采样流程

使用贝勒管取 SVOCs 样品时，应采集贝勒管的中段水样，使用流速调节阀使水样缓慢流入样品瓶中，避免冲击产生气泡，一般不超过 0.1L/min；将水样在样品瓶中过量溢出，形成凸面，拧紧瓶盖，颠倒地下水样品瓶，观察数秒，确保瓶内无气泡，如有气泡应重新采样。

③样品贴码

地下水装入样品瓶并封口后，将事先准备好的编码贴到样品瓶上。为了防止样品瓶上编码信息丢失，同时在样品瓶原有标签上手写样品编码和采样日期。

④样品临时保存

样品贴码后，将 SVOCs 样品放入样品箱内进行临时保存。

3) 地下水重金属样品采集

①采样量

每份重金属地下水样品共采集 0.5L 聚乙烯瓶 3 个，其中 2 个用于测定六价铬和汞（加 2.5ml HCl），剩余一个测定镉、铜、铅、镍、总铬和砷（加 HNO₃ 至 pH<2），单份采集满瓶（无气泡）。

②采样流程

使用贝勒管重金属样品时，通过调节贝勒管下端出水阀，使水沿瓶壁流入瓶中，直至在瓶口形成一向上弯月面，旋紧瓶盖，避免采样瓶中存在顶空和气泡。

③样品贴码

地下水装入样品瓶并封口后，将事先准备好的编码贴到样品瓶上。为了防止样品瓶上编码信息丢失，同时在样品瓶原有标签上手写样品编码和采样日期。

④样品临时保存

样品贴码后，将重金属样品放入样品箱内进行临时保存。

4) 地下水平行样采集

地下水平行样应不少于地块总样品数的 10%，每个地块至少采集 1 份。每份平行样品采集 3 个，其中 2 个送检测实验室，1 个送质量控制实验室。本地块设置 1 个地下水平行样。

四种地下水平行样采集均与原样分别同时进行采集，采集平行样层位采样顺序为 3 份 VOCs 样品- 3 份 SVOCs 样品- 3 份重金属样品。具体要求如下：

①VOCs 样品平行样采集

VOCs 样品平行样采集与原样在同一点位、同时进行，尽快采集，采集方式方法、容器、采样量、保存方式均与原样一致，检测项目和检测方法一致，在采样记录单中标注平行样编号及对应的地下水样品编号。

②SVOCs 样品平行样采集

SVOCs 平行样采集与原样在同一点位、同时进行，尽快采集，采集方式方法、容器、采样量、保存方式等均与原样一致，检测项目和检测方法也一致，在采样记录单中标注平行样编号及对应的地下水样品编号。

③重金属样品平行样采集

重金属平行样采集与原样同一点位、同时进行，采集方式方法、容器、采样量、保存方式等均与原样一致，检测项目和检测方法也一致，在采样记录单中标注平行样编号及对应的地下水样品编号。

8.6 样品保存

8.6.1 土壤样品保存

土壤样品保存方法参照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2019）和全国土壤污染状况详查相关技术规定执行。样品保存时间执行相关土壤环境监测分析方法标准的规定。土壤样品保存、采样体积等技术指标见表 8-5。

样品保存包括现场暂存和流转保存两个主要环节，操作步骤如下：

（1）根据不同检测项目要求，在采样前向样品瓶中添加一定量的保护剂，在样品瓶标签上标注检测单位内控编号，并标注样品有效时间。

（2）样品现场暂存。采样现场配备了车载冰箱。样品采集后应立即存放至冰箱内，样品采集当天不能寄送至实验室时，样品用冰箱在 4℃温度下避光保存。

（3）样品流转保存。样品保存在冰箱内寄送或运送到实验室，样品的有效保存时间为从样品采集完成到分析测试结束。

样品保存工具由实验室统一提供，有车载冰箱、样品箱和蓝冰等保存工具。

表 8-5 土壤样品保存情况

序号	样品分类	测试项目	容器材质	取样限量	保存条件	保存时间	运输方式			
1	理化性质	pH	500mL 棕色玻璃瓶	200g	冷藏、密封	≤4℃	180d	保温箱或车载冰箱		
2	重金属	砷			500mL 棕色玻璃瓶	冷藏、密封	≤4℃	180d	保温箱或车载冰箱	
3		镉								
4		铜								
5		铅								
6		镍								
7		总铬								
8		汞								500mL 棕色玻璃瓶
9		六价铬						500mL 棕色玻璃瓶		30d
10	挥发性有机物	四氯化碳	40mL 棕色玻璃瓶	采三份样品, 每份 5g。其中一瓶加甲醇, 两瓶不加甲醇	冷藏、密封、避光	≤4℃	7d	保温箱或车载冰箱		
11		氯仿								
12		氯甲烷								
13		1,1-二氯乙烷								
14		1,2-二氯乙烷								
15		1,1-二氯乙烯								
16		顺-1,2-二氯								
17		反-1,2-二氯								
18		二氯甲烷								
19		1,2-二氯丙烷								
20		1,1,1,2-四氯乙烷								
21		1,1,2,2-四氯乙烷								
22		四氯乙烯								
23		1,1,1-三氯乙烷								
24		1,1,2-三氯乙烷								
25		三氯乙烯								
26		1,2,3-三氯丙烷								
27		氯乙烯								
28		苯								
29		氯苯								
30		1,2-二氯苯								
31		1,4-二氯苯								
32		乙苯								
33		苯乙烯								
34		甲苯								
35		间二甲苯+对二甲苯								
36		邻-二甲苯								
37	半挥发性有机物	硝基苯	500mL 棕色玻璃瓶	500g	冷藏、密封、避光	≤4℃	10d	保温箱或车载冰箱		
38		苯胺								
39		2-氯酚								
40		苯并[a]蒽								
41		苯并[a]芘								
42		苯并[b]荧蒽								
43		苯并[k]荧蒽								
44		蒽								
45		二苯并[a,h]蒽								
46		茚并[1,2,3-cd]芘								
47		萘								
48		石油烃	500ml 棕色玻璃瓶	500g	冷藏、密封	≤4℃	14d	保温箱或车载冰箱		

8.6.2 地下水样品保存

地下水样品保存方法参照《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164）和《全国土壤污染状况详查地下水样品分析方法技术规定》执行，样品保存时间执行相关水质环境监测分析方法标准的规定。样品保存包括现场暂存和流转保存两个主要环节，操作步骤如下：

（1）根据不同检测项目要求，在采样前向样品瓶中添加一定量的保护剂，在样品瓶标签上标注检测单位内控编号，并标注样品有效时间。

（2）样品现场暂存。采样现场配备车载冰箱。样品采集后立即存放至冰箱内，样品采集当天不能寄送至实验室时，样品用冰箱在 4°C 温度下避光保存。

（3）样品流转保存。样品保存在冰箱内寄送或运送到实验室，样品的有效保存时间为从样品采集完成到分析测试结束。

将《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164）中规定的水样保存、容器的洗涤和采样体积技术指标列入表 8-2，涉及到的特征污染物未在表中包含，与分析测试实验室确定分析测试方法，确定水样保存、容器的洗涤和采样体积要求。

样品保存工具由实验室统一提供，有车载冰箱、样品箱和蓝冰等保存工具。

表 8-6 地下水样品保存情况

项目名称	采样容器	保存剂及用量	保存期	采样量 (mg)	容器洗涤
铜	P	HNO ₃ , 1L 水样中加浓 HNO ₃ 10ml	14d	250	III
汞	G, P	HCl, 1%; 若为中性, 1L 水样中加 2ml 浓 HCl	14d	250	III
砷	G, P	H ₂ SO ₄ , pH<2	14d	250	I
镉	G, P	HNO ₃ , 1L 水样中加浓 HNO ₃ 10ml	14d	250	III
六价铬	G, P	NaOH, pH=8~9	24h	250	III
铅	G, P	HNO ₃ , 1L 水样中加浓 HNO ₃ 10ml	14d	250	III
镍	G, P	HNO ₃ , 1L 水样中加浓 HNO ₃ 10ml	14d	250	III
石油类	G	加入 HCl 至 pH<2	7d	500	I
VOCs	G	用 1+10HCl 调至 pH<2, 加入 0.01~0.02g 抗坏血酸除去余氯	7d	1000	I
SVOCs	G	-	7d	1000	I

8.7 样品流转

土壤和地下水样品采用相同的流转方式，主要分为装运核对、样品运输、样品接受 3 个步骤。

8.7.1 装运前核对

样品管理员和质量检查员负责样品装运前的核对，要求样品与采样记录单进行逐个核对，检查无误后分类装箱，并填写“样品保存检查记录单”。如果核对结果发现异常，应及时查明原因，由样品管理员向组长进行报告并记录。

样品装运前，填写“样品运送单”，包括样品名称、采样时间、样品介质、检测指标、检测方法和样品寄送人等信息，样品运送单用防水袋保护，随样品箱一同送达检测实验室。

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。样品运送单见附表。

8.7.2 样品运输

样品流转运输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、混淆或沾污，在保存时限内运送至检测实验室。

样品运输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。

8.7.3 样品接收

检测实验室收到样品箱后，立即检查样品箱是否有破损，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，检测实验室的实验室负责人应在“样品运送单”中“特别说明”栏中进行标注，并及时与采样工作组组长沟通。上述工作完成后，检测实验室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。样品运送单应作为样品检测报告的附件。检测实验室收到样品后，按照样品运送单要求，立即安排样品保存和检测。

地块所有样品采样、运输、样品接收时间详见下表。

表 8-7 样品流转情况统计

分类	编号	序号	样品编号	采样日期	运输日期	接收日期	时限要求
土 点	2S1	1	12S11SSS	2021.1.22	2021.1.22	2021.1.22	合格
		2	12S12SSS	2021.1.22	2021.1.22	2021.1.22	合格
		3	12S13SSS	2021.1.22	2021.1.22	2021.1.22	合格
	2S2	4	12S21SSS	2021.1.23	2021.1.23	2021.1.23	合格
		5	12S22SSS	2021.1.23	2021.1.23	2021.1.23	合格
		6	12S23SSS	2021.1.23	2021.1.23	2021.1.23	合格
	2S3	7	12S31SSS	2021.1.23	2021.1.23	2021.1.23	合格
		8	12S32SSS	2021.1.23	2021.1.23	2021.1.23	合格
		9	12S33SSS	2021.1.23	2021.1.23	2021.1.23	合格
	2S4	10	12S41SSS	2021.1.22	2021.1.22	2021.1.22	合格
		11	12S42SSS	2021.1.22	2021.1.22	2021.1.22	合格
		12	12S43SSS	2021.1.22	2021.1.22	2021.1.22	合格
	2S5	13	12S51SSS	2021.1.22	2021.1.22	2021.1.22	合格
		14	12S52SSS	2021.1.22	2021.1.22	2021.1.22	合格
		15	12S53SSS	2021.1.22	2021.1.22	2021.1.22	合格
	2S6	16	12S61SSS	2021.1.22	2021.1.22	2021.1.22	合格
		17	12S62SSS	2021.1.22	2021.1.22	2021.1.22	合格
		18	12S63SSS	2021.1.22	2021.1.22	2021.1.22	合格
	2S7	19	12S71SSS	2021.1.23	2021.1.23	2021.1.23	合格
		20	12S72SSS	2021.1.23	2021.1.23	2021.1.23	合格
		21	12S73SSS	2021.1.23	2021.1.23	2021.1.23	合格
22		12S81SSS	2021.1.23	2021.1.23	2021.1.23	合格	
2S8	23	12S82SSS	2021.1.23	2021.1.23	2021.1.23	合格	
	24	12S83SSS	2021.1.23	2021.1.23	2021.1.23	合格	
	25	12S91SSS	2021.1.21	2021.1.21	2021.1.21	合格	
2S9	26	12S92SSS	2021.1.21	2021.1.21	2021.1.21	合格	
	27	12S93SSS	2021.1.21	2021.1.21	2021.1.21	合格	
	28	12S101SSS	2021.1.21	2021.1.21	2021.1.21	合格	
2S10	29	12S102SSS	2021.1.21	2021.1.21	2021.1.21	合格	
	30	12S103SSS	2021.1.21	2021.1.21	2021.1.21	合格	
	31	12S111SSS	2021.1.24	2021.1.24	2021.1.24	合格	
2S11	32	12S112SSS	2021.1.24	2021.1.24	2021.1.24	合格	
	33	12S113SSS	2021.1.24	2021.1.24	2021.1.24	合格	
	34	12S121SSS	2021.1.19	2021.1.19	2021.1.19	合格	
2S12	35	12S122SSS	2021.1.19	2021.1.19	2021.1.19	合格	
	36	12S123SSS	2021.1.19	2021.1.19	2021.1.19	合格	
	37	12S131SSS	2021.1.20	2021.1.20	2021.1.20	合格	
2S13	38	12S132SSS	2021.1.20	2021.1.20	2021.1.20	合格	
	39	12S133SSS	2021.1.20	2021.1.20	2021.1.20	合格	
	40	12S141SSS	2021.1.21	2021.1.21	2021.1.21	合格	
2S14	41	12S142SSS	2021.1.21	2021.1.21	2021.1.21	合格	
	42	12S143SSS	2021.1.21	2021.1.21	2021.1.21	合格	
	43	12S151SSS	2021.1.20	2021.1.20	2021.1.20	合格	
2S15	44	12S152SSS	2021.1.20	2021.1.20	2021.1.20	合格	
	45	12S153SSS	2021.1.20	2021.1.20	2021.1.20	合格	
	46	12S161SSS	2021.1.19	2021.1.19	2021.1.19	合格	
2S16	47	12S162SSS	2021.1.19	2021.1.19	2021.1.19	合格	
	48	1H163SSS	2021.1.19	2021.1.19	2021.1.19	合格	

		49	12S171SSS	2021.1.18	2021.1.18	2021.1.18	合格
	2S17	50	12S172SSS	2021.1.18	2021.1.18	2021.1.18	合格
		51	12S173SSS	2021.1.18	2021.1.18	2021.1.18	合格
	2S18	52	12S181SSS	2021.1.18	2021.1.18	2021.1.18	合格
		53	12S182SSS	2021.1.18	2021.1.18	2021.1.18	合格
		54	12S183SSS	2021.1.18	2021.1.18	2021.1.18	合格
	2G1	55	12G11SSS	2021.1.24	2021.1.24	2021.1.24	合格
		56	12G12SSS	2021.1.24	2021.1.24	2021.1.24	合格
		57	12G13SSS	2021.1.24	2021.1.24	2021.1.24	合格
	2G2	58	12G21SSS	2021.1.25	2021.1.25	2021.1.25	合格
		59	12G22SSS	2021.1.25	2021.1.25	2021.1.25	合格
		60	12G23SSS	2021.1.25	2021.1.25	2021.1.25	合格
水 点	2S12	61	22S12SSS	2021.1.24	2021.1.24	2021.1.24	合格
	2S16	62	22S16SSS	2021.1.25	2021.1.25	2021.1.25	合格
	2S17	63	22S17SSS	2021.1.26	2021.1.26	2021.1.26	合格
	2S18	64	22S18SSS	2021.1.27	2021.1.27	2021.1.27	合格
	2G1	65	22G1SSS	2021.1.28	2021.1.28	2021.1.28	合格
	2G2	66	22G2SSS	2021.1.28	2021.1.28	2021.1.28	合格

9 补充采样调查

2021年1月详细调查采样时，鹤凤化工的主要生产设施没有拆除，采样只能按就近原则布点。按初步调查揭示的地块污染规律，鹤凤化工生产污染是其重要的源头，尤其是因场区水文地质结构导致的强淋溶下渗对地下水点状污染产生显著的影响，需要查清重点设施设备产生的土壤点状污染状况，由此判断土壤污染扩散以及对地下水污染的影响程度。

2021年春，鹤凤化工按期拆除了场区的全部生产设施设备，场区地面也按建设要求清理整平。6月，清宸公司按踏勘调查的情况，以及场地详细调查的布点需要，又进行了补充采样调查。

9.1 采样布点

补充调查针对重点设施设备场地和重点污染区进行布点，目的是查清重要污染源污染的污染程度，以分析污染扩散途径。



图 9-1 补充调查布点图

图中，1E01 位于硫酸脱吸塔下，1E02 位于硫酸焙烧炉下，1H02 位于磷肥生产的废水沉淀池。

9.2 样点坐标

补充调查样点坐标如下表所列。

表 9-1 补充调查坐标位置

样点编号	点位坐标		海拔 (m)
	经度 (°)	纬度 (°)	
1E01	119.286031057	39.780942361	6.134
1E02	119.286449481	39.780823003	6.313
1H02	119.285548259	39.780175249	5.771

9.3 样点设计

补充调查样点水土同孔，样点设计见下表。

表 9-2 详细调查采样样品编号

分类	编号	序号	样品编号	采样深度	平行样编号
土点	1E01	1	11E011SSS	地表以下 50cm	
		2	11E012SSS	粉土层底上 50cm	11E012SSS-P
		3	11E013SSS	地下水位上 50cm	
	1E02	4	11E021SSS	地表以下 50cm	
		5	11E022SSS	粉土层底上 50cm	
		6	11E023SSS	地下水位上 50cm	
	1H01	7	11H011SSS	地表以下 50cm	
		8	12S012SSS	粉土层底上 50cm	
		9	12S013SSS	地下水位上 50cm	
水点	21E01	10	21E01SSS	地下水位下 150cm 内	
	21E02	11	21E02SSS	地下水位下 150cm 内	
	21H01	12	21H01SSS	地下水位下 150cm 内	21H01SSS-P

9.4 检测因子

补充调查的重点是污染点状源头的污染程度及其扩散，所以调查采样的检测因子是关键重金属和特征污染物。

(1) 土壤检测因子

表 9-3 补充调查土壤检测因子

序号	样品分类	污染物	检测方法	检测限	评价标准
1	重金属	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 680-2013)	0.01	60
2		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	5.7
3	特征污染物	氟化物	土壤 水溶性氟化物和总氟化物的测定 离子选择电极法 (HJ873-2017)	5.2	10000

(2) 地下水检测因子

表 9-4 补充调查地下水检测因子

检测项目	分析方法及国标代号	检出限	筛选限
硫酸盐	《生活饮用水标准检验方法无机非金属指标》 (GB/T 5750.5-2006) 1.3 铬酸钡分光光度法 (热法)	5	≅250
氯化物	《生活饮用水标准检验方法无机非金属指标》 (GB/T 5750.5-2006) 2.1 硝酸银容量法	1.0	≅250
氨氮	《水质氨氮的测定纳氏试剂分光光度法》 (HJ 535-2009)	0.025	≅0.50
砷	《生活饮用水标准检验方法金属指标》 (GB/T 5750.6-2006) 1.5 电感耦合等离子体质谱法	0.09μg/L	≅0.01
钠	《生活饮用水标准检验方法金属指标》 (GB/T 5750.6-2006) 22.1 火焰原子吸收分光光度法	0.01	≅200
氟化物	《生活饮用水标准检验方法无机非金属指标》 (GB/T 5750.5-2006) 3.1 离子选择电极法	0.2	≅1.0

10 检测结果评价

10.1 质量控制

10.1.1 检测资质

样品检测由秦皇岛清宸环境检测技术有限公司承担。清宸公司位于秦皇岛经济技术开发区洋河道12号e谷创想空间A区五楼，注册资本1500万元，拥有1300m²装备精良的实验室。公司经河北省环保厅和河北省质量技术监督局批准，符合CNAS（国家认证实验室）的建设要求，具有中国计量认证CMA认证资质（检验检测机构质量认定证书编号：160312340402），能依ISO/IEC 17025标准运行，是拥有独立法人资格的第三方检测机构。



外协工作由江苏格林勒斯检测科技有限公司承担，资质证书如下。


营业执照
(副本)

统一社会信用代码
91320203MA1MQWY71X

名称 江苏格林勒斯检测科技有限公司
类型 有限责任公司(自然人投资或控股)
法定代表人 单春生
经营范围 环境(含公共场所及作业场所环境)、土壤、水质、生物材料、工程质控、食品、生物医药的检测服务。(依法须经批准的项目,经相关部门批准后方可开展经营活动)

注册资本 1000万元整
成立日期 2016年08月05日
营业期限 2016年08月05日至*****
住所 无锡市梅园徐巷81号

登记机关 
2019年05月16日

扫描二维码
获取二维码信息
国家企业信用信息公示系统
系统,了解更多信息
登录、查询、报送信息。

国家企业信用信息公示系统网址: <http://www.gsxt.gov.cn> 市场主体应当于每年1月1日至6月30日通过
国家企业信用信息公示系统报送公示年度报告。 国家市场监督管理总局监制


**检验检测机构
资质认定证书**
证书编号: 171012050433

名称: 江苏格林勒斯检测科技有限公司
地址: 无锡市梅园徐巷81号(214000)

经审查,你机构已具备国家有关法律、行政法规规定的基本条件和能力,现予批准,可以向社会出具具有证明作用的数据和结果,特发此证。资质认定包括检验检测机构计量认证。检验检测能力及授权签字人见证书附表。

你机构对外出具检验检测报告或证书的法律责任,由江苏格林勒斯检测科技有限公司承担。

许可使用标志  171012050433

发证日期: 2017年5月11日
有效期至: 2023年8月11日
发证机关: 

本证书由国家认证认可监督管理委员会监制,在中华人民共和国境内有效。

0000033

10.1.2 全过程内部质量管理体系及流程

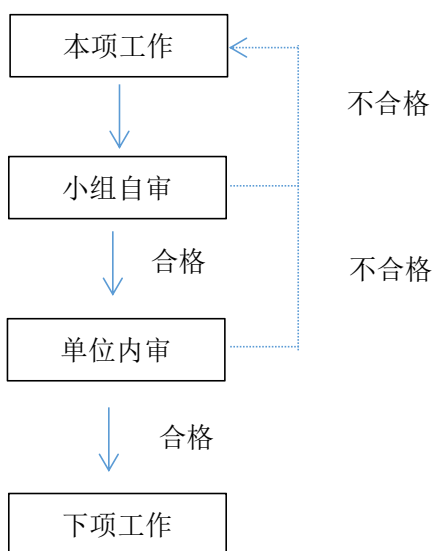
地块布点方案编制、采样和检测按《重点行业企业用地疑似污染地块布点技术规定》、《重点行业企业用地调查样品采集保存和流转技术规定》、《重点行业企业用地土壤污染状况调查样品采集保存和流转质量控制手册》的要求执行。

(1) 内部质量管理体系

质量控制工作与各项工作应同步启动。在各项工作中，内部质量控制措施等级分二级，一级质控为小组自审、二级质控为调查单位质控组内审。

(2) 内部质量管理流程

在各项工作的质量管理中，需经过两级审核流程。小组内审合格后进入单位内审阶段，不合格进行修改；单位内审合格后进入下一项工作，不合格返回进行修改。流程图如下：



10.1.3 质控方案

(1) 实验室内部质控

此次实验室检测施行室内质量控制，检测实验室负责开展分析样品、实验室内平行样的分析测试工作；质控实验室负责质控样品的分析测试工作。分析测试实验室和质控实验室的检测项目、检测方法、检出限等必须一致。

(2) 分析方法选择

样品分析测试优先采用《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018)、《地下水质量标准》(GB14848-2017)、《全国土壤污染状况详查土壤样品分析测试方法技术规定》和《全国土壤污染状况详查地下水样品分析测试方法技术规定》推荐的分析方法,也可选用检测实验室资质认定范围内的国际标准、区域标准、国家标准及行业标准方法,不得选用其它非标准方法或实验室自制方法。检测实验室要确保目标污染物的方法检出限满足对应的建设用地土壤污染风险筛选值的要求。

10.1.4 土壤质量控制

表 10-1 质控样品分析

序号	检验检测项目	质控样品分析		
		质控编号	标准值 (mg/kg)	测定值 (mg/kg)
1	pH 值	HTSB-6	8.85±0.12	8.86
2	六价铬	RMU035	60.2±5.9	59.0
3	砷	GBW07385(GSS-29)	9.3±0.8	9.19
4	汞	GBW07385(GSS-29)	0.15±0.02	0.151
5	铜	GBW07385(GSS-29)	35±2	36
6	镍	GBW07385(GSS-29)	38±2	37
7	铅	GBW07385(GSS-29)	32±3	30
8	镉	GBW07385(GSS-29)	0.28±0.2	0.29

表 10-2 点浓度点核查

序号	检验检测项目	零点浓度点测定值 (mg/L)			
		1	2	3	4
1	铜	未检出	未检出	未检出	--
2	镍	未检出	未检出	--	--
3	铅	--	--	--	--
4	镉	--	--	--	--

表 10-3 中间浓度点核查

序号	检验检测项目	零点浓度点测定值 (mg/L)			
		1	2	3	4
1	铜	7.4	-3.0	2.1	--
2	镍	0.3	-3.1	--	--
3	铅	--	--	--	--
4	镉	--	--	--	--

表 10-4 实验室空白

序号	检验检测项目	实验室空白
		测定值 (mg/kg)
1	铜	未检出
2	镍	未检出
3	铅	未检出
4	镉	未检出
5	2-氯酚	未检出
6	硝基苯	未检出
7	萘	未检出
8	苯并(a)蒽	未检出
9	蒽	未检出
10	苯并(b)蒽	未检出
11	苯并(k)蒽	未检出
12	苯并(a)芘	未检出
13	茚并(1,2,3-cd)芘	未检出
14	二苯并(a,h)蒽	未检出
15	1,1-二氯乙烯	未检出
16	氯乙烯	未检出
17	氯甲烷	未检出
18	二氯甲烷	未检出
19	顺式-1,2-二氯乙烯	未检出
20	1,1-二氯乙烷	未检出
21	反式-1,2-二氯乙烯	未检出
22	氯仿	未检出
23	1,1,1-三氯乙烷	未检出
24	四氯化碳	未检出
25	苯	未检出
26	1,2-二氯乙烷	未检出
27	三氯乙烯	未检出
28	1,2-二氯丙烷	未检出
29	甲苯	未检出
30	1,1,2-三氯乙烷	未检出
31	四氯乙烯	未检出
32	氯苯	未检出
33	乙苯	未检出
34	1,1,1,2-四氯乙烷	未检出
35	对二甲苯	未检出
36	邻二甲苯	未检出
37	苯乙烯	未检出
38	1,1,2,2-四氯乙烷	未检出
39	1,2,3-三氯丙烷	未检出
40	1,4-二氯苯	未检出
41	1,2-二氯苯	未检出

42	六价铬	未检出
43	砷	未检出
44	汞	未检出

表 10-5 平行样品分析

序号	检验检测项目	平行样品标识及相对偏差 (%)							
		S24020	S23005	S13045	S14005	S9040	S8010	S15012-P	S22005
1	pH 值	0	0.02	0	0.02	0.02	0.02	0	0.02
	pH 值	0.02	0	0.06	0.02	0	0.04	0.02	/
2	铜	0	0	0	6.7	0	4.9	1.8	4.2
	镉	1.8	2.2	2.4	0	2.2	2.6	2.3	7.0
4	铅	2.7	0.4	0.8	0.5	5.5	0.7	3.0	0.7
	镍	2.7	1.8	0	0	0	4.5	8	3.0
6	六价铬	0	0	0	0	0	0	0	0
	砷	0.12	2.0	0.9	1.0	0.4	0.4	0.5	0.15
8	汞	0.6	29	2.4	1.5	1.3	2.9	18	4.6

表 10-6 基体加标（半挥发性有机物）

序号	检验检测项目	样品标识及基体加标回收率%		平均回收率 P (%)	回收率偏差 S (%)	P±3S (%)	
		1	2				
		鹤凤 S24025	鹤凤 S9040				
1	2-氯酚	102	100	/	/	/	
2	硝基苯	108	106	/	/	/	
3	萘	103	103	/	/	/	
4	苯并(a)蒽	87.8	87.4	/	/	/	
5	蒎	88.2	90.0	/	/	/	
6	苯并(b)蒽	91.0	85.2	/	/	/	
7	苯并(k)蒽	73.2	83.2	/	/	/	
8	苯并(a)芘	73.2	58.2	/	/	/	
9	茚并(1,2,3-cd)芘	78.8	88.0	/	/	/	
10	二苯并(a,h)蒽	93.0	97.6	/	/	/	
11	替代物	2-氟酚	82.4	82.6	/	/	/
12		苯酚-d6	74.4	72.6	/	/	/
13		硝基苯-d5	94.4	92.3	/	/	/
14		2-氟联苯	85.5	85.4	/	/	/
15		2,4,6-三溴苯酚	91.2	96.3	/	/	/
16		4,4'-三联苯-d14	87.2	92.2	/	/	/

表 10-7 曲线校核（半挥发性有机物）

序号	检验检测项目	相对误差%		
		1	2	
1	2-氯酚	1.7	2.7	
2	硝基苯	7.8	8.3	
3	萘	2.5	3.9	
5	蒽	-16.8	-15.9	
6	苯并（b）蒽	-15.0	-14.3	
7	苯并（k）蒽	-18.9	-17.3	
8	苯并（a）芘	-14.4	-13.1	
9	茚并（1,2,3-cd）芘	-14.4	-13.1	
10	二苯并（a, h）蒽	-15.2	-10.5	
11	替代物	2-氟酚	-14.7	-13.6
12		苯酚-d6	-13.3	-24.4
13		硝基苯-d5	-4.0	-4.9
14		2-氟联苯	-20.1	-17.4
15		2,4,6-三溴苯酚	-8.1	-2.1
16		4,4-三联苯-d14	-9.0	-7.4

表 10-8 曲线校核（挥发性有机物）

序号	检验检测项目	相对误差%				
		1	2	3	4	
1	1,1-二氯乙烯	3.2	1.7	3.6	0.6	
2	氯乙烯	1.5	3.6	5.6	1.3	
3	氯甲烷	7.4	2.0	0.1	4.5	
4	二氯甲烷	8.8	3.0	0.7	5.7	
5	顺式-1,2-二氯乙烯	7.4	2.3	0.3	4.7	
6	1,1-二氯乙烷	4.3	1.0	3.1	1.5	
7	反式-1,2-二氯乙烯	2.9	7.6	9.8	5.5	
8	氯仿	9.7	4.0	1.8	6.7	
9	1,1,1-三氯乙烷	5.8	0.4	1.7	2.9	
10	四氯化碳	12.4	6.9	4.7	9.5	
11	苯	5.3	0.0	2.0	2.5	
12	1,2-二氯乙烷	0.7	4.3	6.2	2.0	
13	三氯乙烯	2.4	0.8	4.6	6.7	
14	1,2-二氯丙烷	1.7	3.4	0.2	2.3	
15	甲苯	10.7	12.0	9.3	7.1	
16	1,1,2-三氯乙烷	13.4	14.6	11.8	10.3	
17	四氯乙烯	9.8	8.0	12.2	14.7	
18	氯苯	2.4	2.4	2.4	7.3	
19	乙苯	5.2	3.5	7.5	9.8	
20	1,1,1,2-四氯乙烷	7.1	8.4	5.3	3.5	
21	对间二甲苯	1.0	2.6	1.2	3.3	
22	邻二甲苯	6.3	4.5	8.8	11.3	
23	苯乙烯	5.6	3.9	7.9	10.2	
24	1,1,2,2-四氯乙烷	9.9	11.1	8.4	6.8	
25	1,2,3-三氯丙烷	8.4	9.7	6.6	4.8	
26	1,4-二氯苯	5.1	17.2	17.2	11.0	
27	1,2-二氯苯	9.7	9.7	9.7	14.9	
28	替代物	二溴氟甲烷	13.8	8.4	6.3	10.9
29		甲苯-d8	4.7	3.1	7.0	9.2
30		4-溴氟苯	2.9	1.4	5.0	7.0

10.1.5 地下水质量控制

表 10-9 质控样品分析

序号	检验检测项目	质控样品分析			
		质控编号	标准值	测定值	单位
1	pH 值	202187⑭	7.35±0.06	7.34	无量纲
2	总硬度	200745⑩	2.00±0.07	2.02	mmol/L
3	挥发酚	200358④	30.5±2.1	29.7	mg/L
4	氨氮	B1906061	17.6±0.9	17.8	mg/L
5	亚硝酸盐氮	89281694	5.38±5%	5.37	mg/L
6	氰化物	301904H07	49.8±2.4	49.6	mg/L
7	六价铬	203359③	0.298±0.011	0.297	mg/L
8	阴离子合成洗涤剂	B27105⑦	2.26±5%	2.19	mg/L
9	耗氧量	B1912168①	6.42±0.29	6.43	mg/L
10	硫化物	205540⑥	1.72±0.13	1.69	mg/L

表 10-10 曲线校核（挥发性有机物）

序号	检验检测项目	相对误差%
1	氯仿	10.8
2	四氯化碳	5.8
3	苯	1.4
4	甲苯-d8	13.4
5	甲苯	10.8

10.2 样品检测结果

经实验室检测分析，结果如下表所列。

(1) 土壤样品检测结果

表 10-11-1 土壤样品检测结果

检测项	单位	筛选值	2G ₁			2G ₂		
			2G ₁ 1012	2G ₁ 2023	2G ₁ 3028	2G ₂ 1007	2G ₂ 2015	2G ₂ 3038
pH	无量纲	6.5~8.5	8.06	7.55	7.29	7.99	7.26	7.44
镉	mg/kg	65	0.49	0.11	0.12	0.12	0.20	0.14
汞	mg/kg	38	0.786	0.795	0.699	0.478	0.773	0.486
铅	mg/kg	800	15.6	14.6	17.3	22.0	17.1	15.1
砷	mg/kg	60	8.55	15.1	11.2	17.2	12.2	11.7
镍	mg/kg	900	39	38	25	42	49	41
铜	mg/kg	18000	17	17	15	19	24	24
钒	mg/kg	752	94.2	84.8	81.6	93.2	99.3	72.7
铝	mg/kg	//	735	625	802	1440	1640	1270
苯胺	mg/kg	260	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
氨氮	mg/kg	530	4.84	3.90	3.42	4.63	4.07	2.31
氟化物	mg/kg	135	533	778	518	507	482	457
1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	6.8	未检出	0.0012	未检出	0.0012	0.0013	0.0013
1,2-二氯乙烷	mg/kg	5	0.0019	0.0020	0.0018	0.0019	0.0021	0.0021
甲苯	mg/kg	1200	0.0027	0.0029	0.0027	0.0027	0.0031	0.0031
氯乙烯	mg/kg	0.43	0.0055	0.0058	0.0054	0.0057	0.0063	未检出
1,1,1-三氯乙烷	mg/kg	840	0.0098	0.0103	0.0097	0.0099	0.0113	0.0112
氯甲烷	mg/kg	37	0.0090	0.0097	0.0124	0.0094	0.0104	0.0090
二氯甲烷	mg/kg	616	0.0111	0.0117	0.0134	0.0113	0.0132	0.0121
苯	mg/kg	4	0.0064	0.0071	0.0063	0.0056	0.0051	0.0027

注：未检出项未在表中列出。

表 10-11-2 土壤样品检测结果

检测项	单位	筛选值	2S ₁			2S ₂		
			2S ₁ 1005	2S ₁ 2012	2S ₁ 3028	2S ₂ 1006	2S ₂ 2020	2S ₂ 3029
pH	无量纲	6.5~8.5	8.11	7.59	7.71	7.79	7.50	7.39
铅	mg/kg	800	14.8	15.6	16.6	16.0	13.4	19.3
铜	mg/kg	18000	18	18	23	81	46	30
镍	mg/kg	900	23	29	34	16	35	28
镉	mg/kg	65	0.09	0.15	0.12	0.20	1.10	0.92
氨氮	mg/kg	530	5.01	4.30	3.39	4.70	3.53	3.23
氟化物	mg/kg	135	467	882	659	382	458	402
砷	mg/kg	60	16.1	13.3	13.1	13.8	14.8	10.8
汞	mg/kg	38	0.806	0.834	0.727	0.893	0.747	0.658
氯乙烯	mg/kg	0.43	未检出	0.0072	未检出	未检出	0.0058	0.0081
氯甲烷	mg/kg	37	0.0527	0.0218	0.0636	未检出	未检出	未检出
二氯甲烷	mg/kg	616	0.0526	0.0209	0.0608	0.0145	0.0122	0.0178
1,1,1-三氯乙烷	mg/kg	840	0.0100	0.0108	0.0113	0.0097	0.0100	0.0146
1,2-二氯乙烷	mg/kg	5	0.0024	0.0022	0.0027	0.0032	0.0019	0.0028
三氯乙烯	mg/kg	2.8	未检出	0.0162	未检出	未检出	未检出	未检出
甲苯	mg/kg	1200	0.0033	0.0037	0.0037	0.0030	0.0029	0.0043
四氯乙烯	mg/kg	53	0.0142	未检出	0.0138	未检出	未检出	未检出
1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	6.8	0.0012	0.0015	0.0017	未检出	未检出	0.0017
1,2,3-三氯丙烷	mg/kg	0.5	未检出	0.0358	0.0364	0.0276	未检出	未检出
1,2-二氯苯	mg/kg	560	未检出	未检出	未检出	0.0033	未检出	未检出
苯胺	mg/kg	260	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
钒	mg/kg	752	62.4	69.4	82.5	63.4	80.0	82.0
铝	mg/kg	//	1290	1240	1360	373	1090	1020

注：未检出项未在表中列出。

表 10-11-3 土壤样品检测结果

检测项	单位	筛选值	2S ₃			2S ₄		
			2S ₃ 1009	2S ₃ 2018	2S ₃ 3028	2S ₄ 1006	2S ₄ 2036	2S ₄ 3043
pH	无量纲	6.5~8.5	7.56	8.06	7.62	7.69	7.19	7.23
铅	mg/kg	800	6.5	19.1	8.8	13.6	16.9	15.6
铜	mg/kg	18000	37	24	19	18	20	17
镍	mg/kg	900	31	28	24	32	36	21
镉	mg/kg	65	0.14	0.17	0.77	0.21	0.11	0.13
氨氮	mg/kg	530	4.60	3.86	3.26	5.01	3.82	3.25
氟化物	mg/kg	135	413	401	407	484	517	524
砷	mg/kg	60	13.4	15.5	8.95	11.3	14.4	13.9
汞	mg/kg	38	0.526	0.850	0.729	0.864	0.808	0.808
氯乙烯	mg/kg	0.43	0.0065	0.0066	0.0063	0.0072	0.0067	未检出
氯甲烷	mg/kg	37	未检出	未检出	未检出	0.0144	0.0119	0.0613
二氯甲烷	mg/kg	616	0.0155	0.0134	0.0130	0.0145	0.0131	0.0615
1,1,1-三氯乙烷	mg/kg	840	0.0117	0.0110	0.0106	0.0112	0.0109	0.0087
1,2-二氯乙烷	mg/kg	5	0.0023	0.0021	0.0021	0.0022	0.0022	0.0016
甲苯	mg/kg	1200	0.0036	0.0034	0.0031	0.0037	0.0033	0.0024
四氯乙烯	mg/kg	53	0.0015	0.0012	0.0012	未检出	未检出	0.0050
1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	6.8	0.0015	0.0012	0.0012	0.0013	0.0013	未检出
苯胺	mg/kg	260	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
钒	mg/kg	752	77.7	90.4	68.0	70.1	77.6	71.3
铝	mg/kg	//	1270	763	754	1250	1370	1280

注：未检出项未在表中列出。

表 10-11-4 土壤样品检测结果

检测项	单位	筛选值	2S ₅			2S ₆		
			2S ₅ 1005	2S ₅ 2035	2S ₅ 3048	2S ₆ 1008	2S ₆ 2027	2S ₆ 3045
pH	无量纲	6.5~8.5	7.85	7.15	6.88	8.01	7.22	6.95
铅	mg/kg	800	13.6	17.3	39.4	10.2	16.3	14.0
铜	mg/kg	18000	18	25	23	16	20	21
镍	mg/kg	900	17	38	36	20	30	35
镉	mg/kg	65	0.12	0.10	0.14	0.52	0.13	0.10
氨氮	mg/kg	530	4.59	3.70	3.28	4.82	3.78	3.29
氟化物	mg/kg	135	605	562	597	567	632	430
砷	mg/kg	60	9.44	12.5	13.2	18.0	8.82	17.8
汞	mg/kg	38	0.402	0.631	0.811	0.985	0.873	0.656
氯乙烯	mg/kg	0.43	0.0076	0.0061	0.0092	0.0070	0.0475	0.0084
氯甲烷	mg/kg	37	0.0165	0.0147	0.0298	0.0177	0.0485	0.0211
二氯甲烷	mg/kg	616	0.0178	0.0153	0.0276	0.0179	未检出	0.0207
1,1,1-三氯乙烷	mg/kg	840	0.0120	0.0104	0.0132	0.0118	0.0106	0.0129
1,2-二氯乙烷	mg/kg	5	0.0025	0.0021	0.0026	0.0023	0.0024	0.0026
甲苯	mg/kg	2.8	0.0039	0.0032	0.0046	0.0042	0.0035	0.0049
四氯乙烯	mg/kg	1200	未检出	0.0142	未检出	未检出	0.0142	未检出
苯乙烯	mg/kg	53	未检出	未检出	0.0013	未检出	未检出	0.0013
1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	6.8	0.0014	0.0014	0.0016	0.0014	0.0012	0.0015
苯胺	mg/kg	260	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
钒	mg/kg	752	61.9	68.5	80.0	68.3	76.8	73.7
铝	mg/kg	//	1150	1270	1360	1310	1370	1330

注：未检出项未在表中列出。

表 10-11-5 土壤样品检测结果

检测项	单位	筛选值	2S ₇			2S ₈		
			2S ₇ 1008	2S ₇ 2019	2S ₇ 3057	2S ₈ 1009	2S ₈ 2020	2S ₈ 3058
pH	无量纲	6.5~8.5	8.00	7.56	7.01	7.93	7.52	7.00
铅	mg/kg	800	15.5	16.2	15.4	16.9	16.6	12.5
铜	mg/kg	18000	31	32	29	37	31	50
镍	mg/kg	900	15	22	32	21	41	35
镉	mg/kg	65	0.60	0.65	1.46	0.94	0.43	0.70
氨氮	mg/kg	530	5.08	4.29	2.83	4.80	3.91	3.15
氟化物	mg/kg	135	616	496	345	569	572	543
砷	mg/kg	60	22.8	21.2	9.31	11.9	11.7	10.9
汞	mg/kg	38	0.941	0.756	0.637	0.535	0.220	0.894
氯乙烯	mg/kg	0.43	0.0052	0.0054	0.0052	0.0070	未检出	未检出
氯甲烷	mg/kg	37	0.100	0.0094	0.0072	0.0121	0.0107	0.0088
二氯甲烷	mg/kg	616	0.0115	0.0100	0.0112	0.0139	0.0151	0.0187
1,1,1-三氯乙烷	mg/kg	840	0.0094	0.0092	0.0088	0.0118	0.0101	0.0125
1,2-二氯乙烷	mg/kg	5	0.0018	0.0018	0.0017	0.0023	0.0034	未检出
三氯乙烯	mg/kg	2.8	未检出	0.0192	0.0258	未检出	0.0192	0.0258
1,2-二氯丙烷	mg/kg	5	未检出	未检出	0.0043	未检出	未检出	0.0043
甲苯	mg/kg	6.8	0.0028	0.0028	0.0026	0.0035	0.0029	0.0039
1,1,1,2-四氯乙烷	mg/kg	10	未检出	0.0308	未检出	未检出	0.0308	未检出
1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	6.8	0.0014	未检出	未检出	0.0014	未检出	未检出
1,2,3-三氯丙烷	mg/kg	0.5	未检出	未检出	0.0355	未检出	未检出	0.0355
1,2-二氯苯	mg/kg	560	未检出	0.0023	0.0040	未检出	0.0023	0.0040
苯胺	mg/kg	260	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
钒	mg/kg	752	61.7	77.4	88.9	62.4	78.2	88.5
铝	mg/kg	//	562	657	1050	1140	1110	1460

注：未检出项未在表中列出。

表 10-11-6 土壤样品检测结果

检测项	单位	筛选值	2S ₉			2S ₁₀		
			2S ₉ 1005	2S ₉ 2053	2S ₉ 3061	2S ₁₀ 1015	2S ₁₀ 2032	2S ₁₀ 3060
pH	无量纲	6.5~8.5	7.85	6.29	6.58	8.02	7.46	6.54
铅	mg/kg	800	12.0	20.9	12.9	57.2	50.2	20.2
铜	mg/kg	18000	24	9	15	28	19	31
镍	mg/kg	900	21	29	24	25	23	35
镉	mg/kg	65	0.20	0.09	0.10	0.29	0.22	0.14
氨氮	mg/kg	530	4.69	3.70	2.81	4.79	3.78	3.43
氟化物	mg/kg	135	876	831	836	894	979	935
砷	mg/kg	60	8.12	16.6	14.8	11.2	11.6	15.1
汞	mg/kg	38	0.302	0.542	0.414	0.240	0.196	0.325
氯甲烷	mg/kg	37	0.153	未检出	未检出	0.0197	0.0288	0.0118
二氯甲烷	mg/kg	616	0.146	0.0402	0.0302	0.0211	0.0311	0.0185
苯	mg/kg	4	0.0027	0.0027	0.0095	未检出	未检出	未检出
1,2-二氯乙烷	mg/kg	5	0.0021	0.0044	0.0030	未检出	0.0053	未检出
三氯乙烯	mg/kg	2.8	0.0163	0.0426	0.0177	0.0129	未检出	0.0172
甲苯	mg/kg	6.8	0.0052	0.0061	0.0053	0.0026	0.0030	0.0028
四氯乙烯	mg/kg	53	未检出	未检出	0.0025	未检出	0.0056	未检出
乙苯	mg/kg	28	未检出	0.0041	0.0120	未检出	未检出	未检出
对间二甲苯	mg/kg	570	未检出	0.0400	0.0945	未检出	未检出	未检出

邻二甲苯	mg/kg	640	未检出	0.0130	0.0302	未检出	未检出	未检出
1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	6.8	0.0015	未检出	未检出	未检出	未检出	未检出
1,2,3-三氯丙烷	mg/kg	0.5	0.0354	0.0314	0.0241	0.0309	未检出	0.0243
1,2-二氯苯	mg/kg	560	未检出	0.0205	0.0215	未检出	未检出	0.0036
1,1,1-三氯乙烷	mg/kg	840	未检出	未检出	未检出	0.0093	0.0095	0.0087
1,4-二氯苯	mg/kg	20	未检出	0.0103	0.0127	未检出	未检出	未检出
苯胺	mg/kg	260	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
钒	mg/kg	752	45.0	79.3	89.5	90.3	79.5	98.5
铝	mg/kg	//	730	1130	1140	1110	1170	1320

注：未检出项未在表中列出。

表 10-11-7 土壤样品检测结果

检测项	单位	筛选值	2S ₁₁			2S ₁₂		
			2S ₁₁ 1014	2S ₁₁ 2033	2S ₁₁ 3095	2S ₁₂ 1010	2S ₁₂ 2020	2S ₁₂ 3055
pH	无量纲	6.5~8.5	8.45	7.69	7.16	7.93	7.20	7.02
铅	mg/kg	800	20.2	16.4	7.5	60.6	11.4	52.0
铜	mg/kg	18000	24	14	17	141	10	33
镍	mg/kg	900	26	35	32	22	20	30
镉	mg/kg	65	0.33	0.37	0.14	0.81	0.12	0.19
氨氮	mg/kg	530	4.79	3.95	3.33	4.95	4.01	3.34
氟化物	mg/kg	135	530	493	555	1.12×10 ³	1.07×10 ³	1.05×10 ³
砷	mg/kg	60	11.5	14.2	11.6	12.4	10.9	15.4
汞	mg/kg	38	0.805	0.290	0.238	0.350	0.443	0.333
氯乙烯	mg/kg	0.43	0.0057	0.0062	0.0067	0.0114	未检出	0.0126
氯甲烷	mg/kg	37	0.0106	0.0132	0.0146	0.151	0.155	0.191
二氯甲烷	mg/kg	616	0.0127	0.0148	0.0157	0.142	0.148	0.175
1,1,1-三氯乙烷	mg/kg	840	0.0098	0.0109	0.0113	0.0106	0.0110	0.0123
苯	mg/kg	4	0.0065	0.0090	0.0055	0.0112	0.0111	0.0095
1,2-二氯乙烷	mg/kg	5	0.0019	0.0021	0.0022	0.0023	0.0037	0.0035
三氯乙烯	mg/kg	2.8	未检出	未检出	0.0204	未检出	0.0203	0.0192
甲苯	mg/kg	6.8	0.0029	0.0032	0.0031	0.0074	0.0065	0.0059
对间二甲苯	mg/kg	570	未检出	未检出	未检出	0.0020	未检出	未检出
1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	6.8	未检出	0.0013	0.0014	0.0016	未检出	0.0017
1,2,3-三氯丙烷	mg/kg	0.5	未检出	未检出	未检出	未检出	0.0367	未检出
1,4-二氯苯	mg/kg	20	未检出	未检出	未检出	0.0048	0.0061	未检出
1,2-二氯苯	mg/kg	560	未检出	未检出	未检出	未检出	0.0133	未检出
苯胺	mg/kg	260	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
钒	mg/kg	752	66.7	82.4	81.1	73.5	81.1	105
铝	mg/kg	//	1160	741	1270	597	1130	1020

注：未检出项未在表中列出。

表 10-11-8 土壤样品检测结果

检测项	单位	筛选值	2S ₁₃			2S ₁₄		
			2S ₁₃ 1016	2S ₁₃ 2025	2S ₁₃ 3062	2S ₁₄ 1015	2S ₁₄ 2034	2S ₁₄ 3062
pH	无量纲	6.5~8.5	7.38	7.41	6.71	8.26	7.86	7.70
铅	mg/kg	800	15.1	23.3	17.4	8.20	20.8	15.8
铜	mg/kg	18000	32	19	30	104	19	18
镍	mg/kg	900	19	21	30	21	20	27
镉	mg/kg	65	0.19	0.09	0.08	0.53	0.52	0.12
氨氮	mg/kg	530	4.82	3.74	3.23	4.92	4.44	3.63
氟化物	mg/kg	135	736	777	869	817	805	796
砷	mg/kg	60	10.3	11.7	9.27	14.4	11.2	13.8
汞	mg/kg	38	0.452	0.475	0.475	0.383	0.290	0.521
氯乙烯	mg/kg	37	0.0075	0.0082	0.0100	0.0061	0.0072	0.0082
氯甲烷	mg/kg	616	0.106	0.116	0.148	0.0248	0.0338	0.0150
二氯甲烷	mg/kg	4	0.106	0.112	0.148	0.0280	0.0382	0.149
1,1,1-三氯乙烷	mg/kg	5	0.0098	0.0106	0.0126	0.0107	0.0128	0.0127
苯	mg/kg	2.8	0.0066	0.0067	0.0097	未检出	未检出	0.0029
1,2-二氯乙烷	mg/kg	6.8	0.0021	0.0022	0.0027	0.0020	0.0025	0.0027
三氯乙烯	mg/kg	53	未检出	0.0160	未检出	未检出	未检出	0.0175
甲苯	mg/kg	28	0.0060	0.0056	0.0075	0.0033	0.0026	0.0056
1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	6.8	0.0017	0.0016	0.0015	0.0012	未检出	0.0018
1,2,3-三氯丙烷	mg/kg	0.5	未检出	未检出	未检出	未检出	0.0014	0.0451
苯并[a]芘	mg/kg	1.5	未检出	未检出	未检出	未检出	1.10	未检出
苯并[b]荧蒽	mg/kg	15	未检出	未检出	未检出	未检出	1.10	未检出
二苯并[a, h]蒽	mg/kg	1.5	未检出	未检出	未检出	未检出	0.100	未检出
茚并[1,2,3-cd]芘	mg/kg	15	未检出	未检出	未检出	未检出	0.100	未检出
苯胺	mg/kg	260	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
钒	mg/kg	752	86.2	91.1	112	71.9	83.2	116
铝	mg/kg	//	778	674	1150	954	994	1280

表 10-11-9 土壤样品检测结果

检测项	单位	筛选值	2S ₁₅			2S ₁₆		
			2S ₁₅ 1016	2S ₁₅ 2045	2S ₁₅ 3063	2S ₁₆ 1007	2S ₁₆ 2015	2S ₁₆ 3055
pH	无量纲	6.5~8.5	7.15	8.32	8.26	8.06	7.62	7.31
铅	mg/kg	800	17.5	3.1	17.3	14.1	12.7	18.2
铜	mg/kg	18000	27	25	49	11	15	37
镍	mg/kg	900	12	26	45	22	26	45
镉	mg/kg	65	0.47	0.15	0.16	0.09	0.06	0.17
氨氮	mg/kg	530	4.90	4.21	3.85	5.11	4.82	3.98
氟化物	mg/kg	135	669	766	773	520	565	549
砷	mg/kg	60	14.3	11.4	12.7	12.6	21.0	11.2
汞	mg/kg	38	0.526	0.511	0.482	0.381	0.590	0.466
氯乙烯	mg/kg	37	0.0081	0.0086	0.0115	0.0149	0.0113	0.0093
氯甲烷	mg/kg	616	0.129	0.120	0.190	0.252	0.150	0.154
二氯甲烷	mg/kg	4	0.126	0.120	0.179	0.226	0.142	0.141
1,1,1-三氯乙烷	mg/kg	5	0.0076	0.0109	0.0135	0.0124	0.0115	0.0102
苯	mg/kg	2.8	0.0096	0.0086	0.0106	0.0126	0.0096	0.0084
1,2-二氯乙烷	mg/kg	6.8	0.0017	0.0023	0.0028	0.0027	0.0024	0.0021

三氯乙烯	mg/kg	53	未检出	未检出	0.0177	未检出	未检出	0.0137
甲苯	mg/kg	28	0.0066	0.0062	0.0070	0.0108	0.0063	0.0054
对间二甲苯	mg/kg	570	0.0024	未检出	未检出	0.0077	未检出	未检出
1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	6.8	未检出	未检出	0.0020	0.0015	0.0016	0.0014
1,2,3-三氯丙烷	mg/kg	0.5	未检出	未检出	0.0471	未检出	未检出	0.0359
1,4-二氯苯	mg/kg	20	0.0029	未检出	未检出	0.0092	0.0019	0.0025
四氯乙烯	mg/kg	53	未检出	未检出	未检出	0.0029	未检出	未检出
四氯化碳	mg/kg	2.8	未检出	未检出	未检出	0.0016	未检出	未检出
乙苯	mg/kg	28	未检出	未检出	未检出	0.0018	未检出	未检出
邻二甲苯	mg/kg	640	未检出	未检出	未检出	0.0029	未检出	未检出
1,1,1,2-四氯乙烷	mg/kg	10	未检出	未检出	未检出	0.0013	未检出	未检出
苯胺	mg/kg	260	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
钒	mg/kg	752	70.5	81.2	121	68.7	69.8	116
铝	mg/kg	//	868	852	1450	1060	508	836

表 10-11-10 土壤样品检测结果

检测项	单位	筛选值	2S ₁₇			2S ₁₈		
			2S ₁₇ 1008	2S ₁₇ 2018	2S ₁₇ 3057	2S ₁₈ 1009	2S ₁₈ 2015	2S ₁₈ 3055
pH	无量纲	6.5~8.5	7.52	7.89	7.41	7.76	7.82	7.41
铅	mg/kg	800	67.1	21.0	21.3	25.5	22.9	13.4
铜	mg/kg	18000	80	30	51	23	17	21
镍	mg/kg	900	23	26	44	21	25	22
镉	mg/kg	65	0.780	1.35	1.18	0.16	0.07	0.10
氨氮	mg/kg	530	5.84	4.88	4.38	5.55	4.95	4.23
氟化物	mg/kg	135	498	487	549	528	583	594
砷	mg/kg	60	11.3	12.2	17.1	15.0	18.4	17.0
汞	mg/kg	38	0.386	0.393	0.459	0.422	0.539	0.355
氯乙烯	mg/kg	37	0.0108	0.0118	0.0122	0.0101	0.0076	0.0094
氯甲烷	mg/kg	616	0.149	0.146	0.182	0.146	0.0977	0.122
二氯甲烷	mg/kg	4	0.137	0.140	0.173	0.134	0.0956	0.114
1,1,1-三氯乙烷	mg/kg	5	0.0109	0.0113	0.0111	0.0087	0.0072	0.0091
苯	mg/kg	2.8	0.0086	0.0101	0.0105	0.0086	0.0064	0.0079
1,2-二氯乙烷	mg/kg	6.8	0.0023	0.0023	0.0023	0.0018	0.0015	0.0019
甲苯	mg/kg	28	0.0062	0.0062	0.0065	0.0054	0.0039	0.0052
1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	6.8	0.0015	0.0015	0.0013	0.0012	未检出	0.0013
苯胺	mg/kg	260	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
钒	mg/kg	752	65.2	66.2	98.2	71.0	79.3	119
铝	mg/kg	//	840	565	832	1140	946	1050

(2) 地下水样品检测结果

表 10-12 详细调查地下水样品检测结果

检测项目	单位	筛选值	样点					
			2S ₁₂	2S ₁₆	2S ₁₇	2S ₁₈	2G ₁	2G ₂
pH	无量纲	6.5-8.8	7.39	7.11	7.05	7.48	7.21	7.16
铁	mg/L	≦0.3	0.18	0.16	0.20	0.19	0.17	0.16
锌	mg/L	≦1.00	0.14	0.11	0.15	0.10	未检出	0.10
砷	mg/L	≦0.01	3.0×10 ⁻⁴	4.0×10 ⁻⁴	未检出	6.0×10 ⁻⁴	4.0×10 ⁻⁴	未检出
汞	mg/L	≦0.001	2.3×10 ⁻⁴	5.3×10 ⁻⁴	4.7×10 ⁻⁴	5.9×10 ⁻⁴	5.3×10 ⁻⁴	4.9×10 ⁻⁴
钠	mg/L	≦200	53.1	33.4	28.2	60.2	19.6	19.4
钒	mg/L	≦1.2	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04
铝	mg/L	≦0.20	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008
总硬度	mg/L	≦450	214	185	205	165	151	193
氟化物	mg/L	≦1.0	0.32	0.20	0.20	0.26	0.14	0.21
碘化物	mg/L	≦0.08	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025
氰化物	mg/L	≦0.05	0.002	未检出	0.002	未检出	未检出	未检出
氯化物	mg/L	≦250	30.7	42.8	34.7	48.3	26.0	46.9
硫酸盐	mg/L	≦250	52.8	103	68.9	78.8	47.6	77.6
氨氮	mg/L	≦0.50	0.119	0.179	0.190	0.171	0.203	0.163
硫化物	mg/L	≦0.02	0.016	0.014	0.012	0.015	0.014	0.018
亚硝酸盐	mg/L	≦1.00	0.003	0.002	0.007	0.004	0.004	0.006
硝酸盐(N)	mg/L	≦20.0	0.837	1.86	0.741	0.937	0.733	1.79
溶解总固体	mg/L	≦1000	339	404	368	345	286	366
浊度	NTU	≦3	1	1	1	1	1	1
色度	度	≦15	5	5	5	5	5	5
耗氧量	mg/L	≦3.0	0.77	1.05	0.86	0.80	0.94	0.86
菌落总数	CFU/ml	≦100	17	12	16	17	21	15

注：只列出检出项。

10.3 补充调查检测结果

(1) 土壤检测结果

表 10-13-1 补充调查土壤样品检测结果

采样日期	检测项目	单位	样点及采样层深				标准 GB36600—2018	符合情况
			1E02 (0.5m)	1E02 (1.5m)	1E02 (2.5m)	1E02 (6.0m)		
6月 17日	六价铬	mg/kg	未检出	未检出	未检出	未检出	5.7	符合
	砷	mg/kg	48.4	36.6	22.5	36.6	60	符合
	氟化物	mg/kg	518	153	1.12×10 ³	608	//	//

表 10-13-2 补充调查土壤样品检测结果

采样日期	检测项目	单位	样点及采样层深				标准 GB36600—2018	符合情况
			1H02 (0.5m)	1H02 (1.8m)	1H02 (5.0m)	1H02 (6.2m)		
6月18日	六价铬	mg/kg	未检出	未检出	未检出	未检出	5.7	符合
	砷	mg/kg	34.7	20.9	4.17	12.3	60	符合
	氟化物	mg/kg	1.09×10 ³	423	784	437	//	//
采样日期	检测项目	单位	样点及采样层深				标准 GB36600—2018	符合情况
			1E01 (1.1m)	1E01 (2.8m)	1E01 (6.0m)	//		
6月19日	六价铬	mg/kg	未检出	未检出	未检出	//	5.7	符合
	砷	mg/kg	40.5	26.6	10.1	//	60	符合
	氟化物	mg/kg	280	407	764	//	//	//

(2) 地下水检测结果

表 10-14 补充调查地下水样品检测结果

采样日期	采样点位	检测项目	测量值	单位	执行标准 GB/T14848-2017	符合情况
6月22日	2H02	氯化物	172	mg/L	≤250	符合
		硫酸盐	1.65×10 ³	mg/L	≤250	不符合
		氨氮	0.50	mg/L	≤0.50	符合
		砷	5.5×10 ⁻³	mg/L	≤0.01	符合
		钠	124	mg/L	≤200	符合
		氟化物	14.3	mg/L	≤1.0	不符合
6月23日	2E01	氯化物	76.1	mg/L	≤250	符合
		硫酸盐	661	mg/L	≤250	不符合
		氨氮	0.8	mg/L	≤0.50	不符合
		砷	4.7×10 ⁻³	mg/L	≤0.01	符合
		钠	119	mg/L	≤200	符合
		氟化物	10.8	mg/L	≤1.0	不符合
	2E02	氯化物	46.5	mg/L	≤250	符合
		硫酸盐	1.73×10 ³	mg/L	≤250	不符合
		氨氮	0.83	mg/L	≤0.50	不符合
		砷	1.7×10 ⁻³	mg/L	≤0.01	符合
		钠	46.5	mg/L	≤200	符合
		氟化物	10.1	mg/L	≤1.0	不符合

10.4 分析评价

10.4.1 土壤污染

在详细调查土壤样品的 50 项检测中，共检测出 36 项污染因子；其中，金属砷、镉、铜、铅、汞、镍、钒和铝的检出率 100%，铬无检出；氨氮与氟化物的检出率 100%；甲苯检出率 100%，二氯甲烷 98.1%，1,2-二氯乙烷与 1,1,1-三氯乙烷 94.4%，氯甲烷 85.2%，氯乙烯 75.9%，1,1,2,2-四氯乙烷 66.7%，其它检出的挥发性和半挥发性有机物介于 0~50%。在层与层之间，污染物的检出率有稍微差异，总体上中间层稍高，但污染物之间差异较大。具体见表 10-15。

表 10-15 土壤污染物检出率统计

序号	污染物	检出率			
		总体样	顶层样	中层样	底层样
1	pH	100	100	100	100
2	砷	100	100	100	100
3	镉	100	100	100	100
4	铬	0	0	0	0
5	铜	100	100	100	100
6	铅	100	100	100	100
7	汞	100	100	100	100
8	镍	100	100	100	100
9	钒	100	100	100	100
10	铝	100	100	100	100
11	氨氮	100	100	100	100
12	氟化物	100	100	100	100
13	四氯化碳	1.9	5.6	0	0
14	氯甲烷	85.2	88.9	83.3	83.3
15	1,2-二氯乙烷	94.4	94.4	100	88.9
16	二氯甲烷	98.1	100	94.4	100
17	1,2-二氯丙烷	3.7	0	0	11.1
18	1,1,1,2-四氯乙烷	5.6	5.6	11.1	0
19	1,1,2,2-四氯乙烷	66.7	77.8	50.0	72.2
20	四氯乙烯	20.4	16.7	22.2	22.2
21	1,1,1-三氯乙烷	94.4	94.4	94.4	94.4
22	三氯乙烯	31.5	11.1	33.3	50
23	1,2,3-三氯丙烷	27.8	16.7	22.2	44.4
24	氯乙烯	75.9	77.8	77.8	72.2
25	苯	48.1	44.4	44.4	50
26	1,2-二氯苯	16.7	5.6	22.2	22.2
27	1,4-二氯苯	11.1	16.7	11.1	5.6
28	乙苯	3.7	5.6	5.6	5.6
29	甲苯	100	100	100	100
30	间二甲苯+对二甲苯	9.3	16.7	5.6	5.6
31	邻二甲苯	5.6	5.6	5.6	5.6
32	苯胺	0	0	0	0
33	苯并[a]芘	1.9	0	5.6	0
34	苯并荧[b]蒽	1.9	0	5.6	0
35	二苯并[a,h]蒽	1.9	0	5.6	0
36	茚并[1,2,3-c,d]芘	1.9	0	5.6	0

(1) 污染状况

依据生态环境部颁布的《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)及河北省《建设用地土壤污染风险筛选值》标准,鹤凤化工有限公司地块土壤污染物检测数值均低于其二类用地土壤污染风险筛选的阈值,场区土壤无污染;铝检测项无评价标准,暂不评价。

表 10-16 土壤样品检测结果统计

点位	单位	标准值	样品均值	表层样均值	中层样均值	水面样均值
pH	无量纲	//	7.53	7.85	7.52	7.22
镉	mg/kg	65	0.36	0.37	0.33	0.37
汞	mg/kg	38	0.56	0.57	0.56	0.56
铅	mg/kg	800	19.93	22.48	18.56	18.76
砷	mg/kg	60	13.43	13.21	13.97	13.11
镍	mg/kg	900	27.33	21.50	28.33	32.17
铜	mg/kg	18000	30.69	41.67	21.83	28.56
钒	mg/kg	752	80.36	68.72	78.41	93.96
铝	mg/kg	//	1039.33	976.78	976.67	1164.56
苯胺	mg/kg	260	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
氨氮*	mg/kg	1200	4.16	4.94	4.09	3.44
氟化物*	mg/kg	10000	614.51	598.29	635.65	609.59
1,1,2,2-四氯乙烷	mg/kg	6.8	0.001	0.001	0.001	0.002
1,2-二氯乙烷	mg/kg	5	0.002	0.002	0.002	0.002
甲苯	mg/kg	1200	0.005	0.005	0.004	0.005
氯乙烯	mg/kg	0.43	0.009	0.008	0.010	0.009
1,1,1-三氯乙烷	mg/kg	840	0.011	0.010	0.011	0.011
氯甲烷	mg/kg	37	0.070	0.077	0.059	0.073
二氯甲烷	mg/kg	616	0.068	0.069	0.058	0.076
苯	mg/kg	4	0.008	0.008	0.008	0.008
三氯乙烯	mg/kg	2.8	0.019	0.016	0.023	0.018
1,2-二氯丙烷	mg/kg	5	0.004	//	//	0.004
四氯乙烯	mg/kg	53	0.008	0.006	0.010	0.008
乙苯	mg/kg	28	0.006	0.002	0.004	0.012
对间二甲苯	mg/kg	570	0.029	0.004	0.040	0.095
邻二甲苯	mg/kg	640	0.015	0.003	0.013	0.030
1,2,3-三氯丙烷	mg/kg	0.5	0.032	0.031	0.026	0.035
1,4-二氯苯	mg/kg	20	0.006	0.006	0.006	0.008
1,2-二氯苯	mg/kg	560	0.010	0.003	0.012	0.010
苯并[a]芘	mg/kg	1.5	1.100	//	1.100	//
苯并[b]荧蒽	mg/kg	15	1.100	//	1.100	//
二苯并[a, h]蒽	mg/kg	1.5	0.100	0.100	0.100	//
茚并[1,2,3-cd]芘	mg/kg	15	0.100	//	0.100	//

注: 只列出检出项; *为河北省标准。

(2) 累积性评价

场区土壤检测值与背景值样点相比较,除 pH 值、汞、镍、钒和 1,1,2,2-四氯乙烷以外,其它所有检测项的累积性都有明显增加,尤其是氯甲烷和二氯甲烷的累积性显著。但除了汞、砷、镍、钒、铝和 1,1,2,2-四氯乙烷以外,其它检测项的扩散性不显著。

表 10-17 土壤主要检测项数据统计 单位: mg/kg

序号	点位	筛选值(二)	背景均值	控制均值	样本均值	累积性	扩散性
1	pH	//	7.63	7.56	7.53	0.99	1.00
2	镉	65	0.24	0.15	0.36	1.50	0.42
3	汞	38	0.760	0.579	0.56	0.74	1.03
4	铅	800	15.8	18.1	19.9	1.26	0.91
5	砷	60	11.6	13.7	13.4	1.16	1.02
6	镍	900	34	44	27	0.80	1.61
7	铜	18000	16	22	31	1.92	0.72
8	钒	752	87	88.4	80.4	0.92	1.10
9	铝	//	721	1450	1039	1.44	1.40
10	苯胺	260	<0.01	<0.01	<0.01	1.00	1.00
11	氨氮*	1200	4.1	3.67	4.16	1.01	0.88
12	氟化物*	10000	610	482	615	1.01	0.78
13	1,1,2,2-四氯乙烷	6.8	0.0012	0.0013	0.001	0.83	1.30
14	1,2-二氯乙烷	5	0.0019	0.0020	0.002	1.05	1.00
15	甲苯	1200	0.0028	0.0030	0.005	1.79	0.60
16	氯乙烯	0.43	0.0056	0.0060	0.009	1.61	0.67
17	1,1,1-三氯乙烷	840	0.0099	0.0108	0.011	1.11	0.98
18	氯甲烷	37	0.0104	0.0096	0.070	6.73	0.14
19	二氯甲烷	616	0.0121	0.0122	0.068	5.62	0.18
20	苯	4	0.0066	0.0045	0.008	1.21	0.56

注: *为河北省《建设用土壤污染风险筛选值》(DB13/T 5216-2020)标准。

10.4.2 地下水污染

(1) 污染状况

依据《地下水质量标准》(GB/T 14848 -2017) III类水质标准,鹤凤化工场区地下水样品检测值,除氟化物、硫酸盐和氨氮外,其它测项的检测值均低于地下水III类水质标准,场区地下水为污染水。但是,从样井的场区分布及其检测数值来看,地下水污染属于点状污染,只限于重要生产设施样井点,其它样井点的

检测值未超Ⅲ类水质标准。

结合初调布点，鹤凤化工场区地下水样井 W₄、W₅ 和 2E₀₁、2E₀₂、2H₀₁ 的样品检测值超标；其中，W₄ 和 W₅ 氟化物超标，2E₀₁ 和 2E₀₂ 的硫酸盐、氨氮与氟化物超标，2H₀₁ 的硫酸盐与氟化物超标。而位于其流场下游的 2S₁₂、2S₁₆、2S₁₈ 和 2G₂ 样井的检测值均低于Ⅲ类水质标准，属于无污染。

所以，鹤凤化工场区地下水污染属于点状污染，场区生产没有造成区域环境地下水污染。考虑到场区化工生产已停止，切断了地下水污染源，不会继续造成地下水污染加重。

(2) 累积性评价

与背景点检测值相比较，除汞、钒、铝、碘化物、氨氮、亚硝酸盐、耗氧量和菌落总数外，其它检测项的累积性均有增加。与污染控制点相比较，检测项硫化物、汞、钒、氯化物、硫酸盐、亚硝酸盐和溶解性总固体的扩散性较为显著。

表 10-18 地下水主要检测项数据统计

检测项目	单位	筛选值	背景值	控制值	样品均值	累积性	扩散性
pH	无量纲	6.5-8.8	7.21	7.16	7.26	1.01	0.99
铁	mg/L	≦0.3	0.17	0.16	0.18	1.07	0.88
锌	mg/L	≦1.00	未检出	0.10	0.13	∞	0.80
砷	mg/L	≦0.01	4.0×10 ⁻⁴	未检出	4.3×10 ⁻⁴	1.08	0.00
汞	mg/L	≦0.001	5.3×10 ⁻⁴	4.9×10 ⁻⁴	4.6×10 ⁻⁴	0.86	1.08
钠	mg/L	≦200	19.6	19.4	43.7	2.23	0.44
钒	mg/L	≦1.2	0.04	0.04	0.035	0.88	1.14
铝	mg/L	≦0.20	<0.008	<0.008	<0.008	1.00	1.00
总硬度	mg/L	≦450	151	193	192	1.27	1.00
氟化物	mg/L	≦1.0	0.14	0.21	0.25	1.75	0.86
碘化物	mg/L	≦0.08	<0.025	<0.025	<0.025	1.00	1.00
氰化物	mg/L	≦0.05	未检出	未检出	0.002	∞	0.00
氯化物	mg/L	≦250	26.0	46.9	39.1	1.50	1.20
硫酸盐	mg/L	≦250	47.6	77.6	75.9	1.59	1.02
氨氮	mg/L	≦0.50	0.203	0.163	0.165	0.81	0.99
硫化物	mg/L	≦0.02	0.014	0.018	0.014	1.02	1.26
亚硝酸盐	mg/L	≦1.00	0.004	0.006	0.004	1.00	1.50
硝酸盐(N)	mg/L	≦20.0	0.73	1.79	1.09	1.49	1.64
溶解总固体	mg/L	≦1000	286	366	364	1.27	1.01
浊度	NTU	≦3	1	1	1	1.00	1.00
色度	度	≦15	5	5	5	1.00	1.00
耗氧量	mg/L	≦3.0	0.94	0.86	0.87	0.93	0.99
菌落总数	CFU/ml	≦100	21	15	16	0.74	0.97

11 结论与建议

11.1 结论

(1) 厂区用地

鹤凤化工有限公司地块土壤污染物含量低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）二类用地污染风险筛选值，属无污染。其中，氟化物亦为环境元素，虽未超河北省《建设用地土壤污染风险筛选值》（DB13/T 5216-2020）标准，但场区土壤含量高于背景样点数值，应定为关注污染物。

所以，鹤凤化工场区地块可流转为食品加工和仓储物流工业用地。但厂区地面应采取硬化绿化等覆盖措施，以隔离生产与环境土壤接触。

(2) 地下水

场区地下水污染物含量超《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类水质标准，属于污染地下水，超标污染物为硫酸盐、氨氮和氟化物。但据地下水样井分布及检测结果，综合分析判定场区地下水污染属点状污染，目前未对区域环境地下水造成污染扩散。

另，据河北盛景检测技术服务有限责任公司关于鹤凤化工场地生活办公区深水井《生活饮用水检验检测报告》，所采井水检测结果符合国家《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006），可以用于生产用水。

11.2 建议

地下水污染物硫酸盐是含硫酸根的盐，是由硫酸根离子（ SO_4^{2-} ）与其它金属离子组成的化合物（包括铵根），都是电解质，大多数溶于水。与硫酸根化合的金属阳离子有二十余种，最主要的有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ 、 Ba^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 和 Cu^{2+} 等。人在大量摄入硫酸盐后出现的生理反映是腹泻、脱水和

胃肠道紊乱。当水中硫酸钙和硫酸镁的质量浓度分别达到 1000mg/L 和 850mg/L 时，有 50%的被调查对象认为水的味道令人讨厌，不能接受。

氨氮是指以氨或铵离子形式存在的化合氮，即水中以游离氨（ NH_3 ）和铵离子（ NH_4^+ ）形式存在的氮。在一定条件下，水中氨氮会转化成亚硝酸盐，如果长期饮用，亚硝酸盐将和蛋白质结合形成亚硝胺，这是一种强致癌物质，对人体健康极为不利。

氟化物是指含氟的有机或无机化合物。可溶的氟化物最常见的是 NaF，其致毒机理为，氟离子会与血液中的钙离子结合，生成不溶的氟化钙，从而进一步造成低血钙症。由于钙对神经系统至关重要，其浓度的降低可以是致命的。氟化氢在相比之下更加危险，因为它具有腐蚀性和挥发性，因此可通过吸入或皮肤吸收而进入人体，造成氟中毒。

所以，鹤凤化工地块在流转利用时应采取必要的预防措施。

(1) 将场区地面区分为生产区和绿化区。对生产区地面全部硬化，对绿化区地面全部绿植覆盖，以避免扬尘或强烈蒸发携带的污染物对人体产生危害。

(2) 建立厂区专用生产用水供应站。可利用公司家属区深层地下生活用水井为源地，建立生产用水供应站。

(3) 在今后土地利用过程中，应加强土壤和地下水污染物含量监测，尤其是应对地下水进行定期检测，以有针对性地采取污染防护措施。

附件：《生活饮用水检验检测报告》