

# 晋煤银海化肥有限责任公司 场地土壤环境风险评估报告

委托单位：衡水市冀州区自然资源和规划局

编制单位：江苏圣泰环境科技股份有限公司

项目总负责人：谭林立

编制时间：二零二零年七月

## 摘要

晋煤银海化肥有限责任公司前身为河北冀州市化肥总厂，始建于 1976 年，2003 年改制重组成立冀州市银海化肥有限责任公司。2009 年 10 月晋煤金石化工投资集团公司受让冀州市银海化肥有限公司 51% 股份，冀州市银海化肥有限公司名称变更为晋煤冀州银海化肥有限责任公司。该企业固定资产 1.5 亿元，主要生产合成氨、尿素、甲醇、氰尿酸等化肥产品，地址位于冀州市城区西南部，冀州市迎宾大街，生产厂区分为南区和北区，南区、北区以长安西路为分界线，整个厂区呈长方形，南北长约 540 米，东西宽约 320 米，地块总占地面积约 295 亩，北厂区约 260 亩，南厂区约 35 亩。公司年产合成氨 25 万吨，尿素 30 万吨，甲醇 6 万吨，氰尿酸 1 万吨。银海化肥于 2016 年申请破产，破产后原企业的生产地块被衡水市冀州区自然资源和规划局拟收储，并规划为二类居住用地、文化设施用地，部分区域为公园用地。

按照环保部《关于保障工业企业地块在开发利用环境安全的通知》环发[2012]140 号）、及《关于加强工业企业关停、搬迁及原址地块再开发利用过程中污染防治工作的通知》环发[2014]66 号及《污染地块土壤环境管理办法》部令第 42 号等土壤污染防治文件要求，在地块再次流转或进行二次开发利用前，地块使用权人等相关责任人应委托专业机构开展关停搬迁工业企业原址地块的环境调查和风险评估工作。因此，江苏圣泰环境科技股份有限公司受衡水市冀州区自然资源和规划局委托，对晋煤银海化肥有限责任公司进行地块环境调查。

接受委托后，江苏圣泰环境科技股份有限公司立即成立工作项目组，对晋煤银海化肥有限责任公司进行地块调查。江苏圣泰环境科技股份有限公司于 2019 年 3 月完成对地块环境的初步调查，该阶段调查表明地块内所采集的土壤、地下水样品中部分污染物均存在不同程度超标情况，该地块属于污染地块，地块内土壤、地下水需开展进一步的详细调查及风险评估。

在地块初步调查的基础上，于 2019 年 5-8 月，对目标地块进行了地块环境详细调查工作。本次详细调查在初步调查的基础上进一步明确了地块的污染物种类及范围，土壤中存在氨氮、重金属 As、Cu、石油烃、苯并[a]芘超标的现象；

地下水中存在氨氮、氰化物、重金属 Pb、Ni、As 超标的现象。本次调查进一步确定了不同污染区的污染物及污染范围，为进一步的地块风险评估提供了依据。

风险评估阶段，根据地块理化性质及污染物的特征参数，场地表层（0-7.6m）土壤中有 5 种物质存在健康风险，分别为砷、铜、氨氮、石油烃、苯并芘；下层（7.6-10.0m）土壤中物质不存在风险。

地下水在不饮用的途经下，不存在健康风险，不需要进行风险管控和修复，但是由于后期开发规划开挖深度为 7.6m，本场地稳定水位埋深为 5.00-5.82m 左右，含水层深埋深为 6.1-6.9m，因此后期开发建设过程中，产生的基坑水要达到相应标准，如外排要达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的要求，如进行道路降尘，要达到《城市污水杂用水标准》（GB/T 18920-2002）。

# 目 录

摘要.....	I
1 前言.....	1
2 概述.....	3
2.1 场地评价的目的及意义.....	3
2.2 调查范围.....	3
2.3 调查依据.....	5
2.3.1 相关法律法规.....	5
2.3.2 相关标准.....	6
2.3.3 相关技术导则.....	6
2.3.4 其它参考资料.....	6
2.4 调查方法.....	7
3 场地概况.....	9
3.1 区域环境概况.....	9
3.1.1 地理位置.....	9
3.1.2 地形地貌.....	9
3.1.3 气候气象.....	10
3.1.4 水文地质.....	10
3.1.5 土壤特征.....	14
3.1.6 社会经济概况.....	14
3.2 场地地质条件和水文地质条件.....	15
3.2.1 场地地质条件.....	15
3.2.2 土层概化.....	22
3.2.3 地下水环境.....	23
3.3 场地的使用现状和历史.....	26
3.3.1 场地现状.....	26
3.3.2 场地历史.....	26
3.3.3 地块未来规划.....	35



3.4 敏感目标.....	36
3.5 地块周边 1km 范围内企业分布情况.....	38
4 场地污染识别.....	41
4.1 污染识别目的.....	41
4.2 场地原企业基本情况.....	41
4.2.1 原企业基本情况简介.....	41
4.2.2 主要功能分区情况.....	44
4.2.3 主要产品及原辅材料.....	52
4.2.4 原企业功能区污染情况分析.....	53
4.3 现场踏勘与人员访谈.....	97
4.3.1 原厂区防渗情况.....	97
4.3.2 场地扰动情况.....	98
4.3.3 污染物排放处理情况.....	98
4.3.4 污水管线泄漏评价.....	101
4.4 场地污染识别小结.....	103
4.4.1 重点关注区域.....	103
4.4.2 主要迁移途径.....	109
4.5 污染识别阶段总结.....	109
5 场地初步调查.....	110
5.1 初步调查采样方案.....	110
5.1.1 土壤采样布点方案.....	110
5.1.2 地下水采样布点方案.....	130
5.1.3 场地残液布点方案.....	132
5.1.4 底泥布点方案.....	132
5.2 质量控制和质量保证.....	133
5.3 评价标准的选取.....	137
5.3.1 土壤评价标准.....	137
5.3.2 氨氮筛选值的确定.....	138
5.3.3 地下水评价标准.....	141

5.3.4	残液评价标准.....	142
5.3.5	底泥评价标准.....	143
5.4	初步调查结果分析.....	143
5.4.1	现场踏勘结果.....	143
5.4.2	土壤调查结果.....	143
5.4.3	地下水调查结果分析.....	150
5.4.4	残液结果分析.....	151
5.4.5	底泥结果分析.....	153
5.5	初步调查结论.....	153
6	场地详细调查.....	154
6.1	采样设计原则.....	154
6.2	土壤采样方案.....	156
6.2.1	布点密度和位置.....	156
6.2.2	布点方案.....	158
6.3	地下水调查采样方案.....	181
6.3.1	关于地下水调查结果说明.....	181
6.3.2	布点方案.....	182
6.3.3	采样方法.....	188
6.4	现场工作与工作方法.....	190
6.4.1	土壤样品采集与保存.....	190
6.4.2	地下水样品采集与保存.....	194
6.5	实验室分析.....	197
6.6	质量保证和质量控制.....	197
6.6.1	现场采样质量控制.....	197
6.6.2	样品保存、流转方法.....	198
6.6.3	采集代表性样品的质控措施.....	198
6.6.4	检测环节质量控制.....	199
6.7	两期调查结果分析与评价.....	206
6.7.1	土壤检测结果分析.....	206

6.7.2	土壤污染物数据和污染成因分析.....	213
6.7.3	地下水检测结果分析.....	239
6.7.4	地下水污染成因分析.....	241
6.8	两期调查结论.....	252
6.8.1	土壤调查结论.....	252
6.8.2	地下水调查结论.....	253
7	污染地块风险评估.....	254
7.1	风险评价工作程序和内容.....	254
7.2	场地污染概念模型.....	257
7.2.1	地块水文地质概况.....	257
7.2.2	危害识别.....	262
7.2.3	暴露情景分析.....	263
7.2.4	暴露途径.....	263
7.2.5	暴露模型参数.....	265
7.3	关注污染物.....	274
7.4	风险表征.....	274
7.5	计算地块土壤和地下水污染风险.....	275
7.5.1	致癌风险.....	275
7.5.2	非致癌危害商.....	277
7.6	风险评估结果.....	280
7.6.1	土壤关注污染物的风险表征结果.....	280
7.6.2	地下水中关注污染物的风险表征结果.....	282
7.7	不确定性分析.....	283
7.7.1	场地环境调查与计划工作内容的偏差.....	283
7.7.2	模型参数对结论的影响.....	283
7.7.3	暴露风险贡献率分析.....	283
7.8	场地风险评估结论.....	284
8	土壤修复目标与修复范围.....	285
8.1	土壤风险控制值计算.....	285

8.1.1 基于致癌效应的土壤风险控制值.....	285
8.1.2 基于非致癌风险的土壤风险控制值.....	287
8.1.3 土壤修复目标值的确定.....	288
8.1.4 不确定分析.....	289
8.2 修复范围及修复土方量.....	289
8.2.1 污染物修复范围确定原则.....	289
8.2.2 污染物修复范围.....	290
8.2.3 修复土壤量的确定.....	296
9 地下水管控目标与管控标准.....	297
9.1 地下水的管控目标.....	297
9.2 地下水的管控标准.....	297
10 结论和建议.....	298
10.1 地块调查结论.....	298
10.2 风险评估结论.....	298
10.3 建议与要求.....	298
10.3.1 场地开发前.....	298
10.3.2 场地施工过程中.....	299

**附件：**

附件 1：场地初步调查专家意见及专家组名单

附件 2：场地详细调查专家意见及专家组名单

附件 3：土壤修复范围拐点坐标

附件 4：关于晋煤银海化肥有限责任公司场地项目基坑开挖深度的说明

# 1 前言

本次调查地块位于冀州市城区西南部，冀州市迎宾大街。该地块原属企业是晋煤银海化肥有限责任公司，前身为河北冀州市化肥总厂，始建于1976年，2003年改制重组成立冀州市银海化肥有限责任公司。2009年10月晋煤金石化工投资集团公司受让冀州市银海化肥有限公司51%股份，冀州市银海化肥有限公司名称变更为晋煤冀州银海化肥有限责任公司。晋煤银海化肥有限责任公司场地历经多次扩建后有现在的规模场，主要分为四个阶段的，1976年-1992年（生产合成氨、碳酸氢铵、氨水）、1992年-1998年（生产合成氨、碳酸氢铵、甲醇）、1998年-2007年（生产合成氨、甲醇、尿素）、2007年-2016年（生产合成氨、甲醇、尿素、氰尿酸、硫酸铵复合肥）。银海化肥于2016年申请破产。

该地块原属企业关停后，初步规划用途为二类居住用地、文化设施用地，部分区域为公园用地。按照环保部《关于保障工业企业场地在开发利用环境安全的通知》环发[2012]140号、《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、《污染地块土壤环境管理办法（试行）》部令第42号等土壤污染防治文件要求，在地块再次流转或进行二次开发利用前，场地使用权人等相关责任人应委托专业机构开展关停搬迁工业企业原址场地的环境调查和风险评估工作，并根据调查和评估结果，为合理规划污染场地的土地用途、地块风险管控或修复提供参考意见。

受业主委托，江苏圣泰环境科技股份有限公司承担了该地块场地环境调查工作。在对现场实际情况、获得资料、实验室分析检测结果等相关资料进行分析总结的基础上编制完成了《晋煤银海化肥有限责任公司场地环境初步调查报告》并于2019年3月30日通过了初步调查专家评审会。会后我单位根据修改完善的《初步调查报告》以及专家意见（见附件），开展了详细调查工作，经入场采样、实验室分析，在取得检测数据后深入分析，编制完成了《晋煤银海化肥有限责任公司场地环境详细调查报告》。

两期调查认为：场地调查区域土壤中氨氮、重金属As、Cu、总石油烃、苯并[a]芘浓度超过了评估标准，土壤受到污染，且土壤污染范围和污染深度已基本确定。地下水中氨氮、氰化物、重金属Pb、Ni、As浓度超过了评估标准，地下

水受到污染，且地下水污染范围和污染深度已基本确定。土壤和地下水均需要进行下一步风险评估，确定污染物修复目标和修复范围，为该地块科学评价、污染区域的有效治理和后期开发提供依据。

## 2 概述

### 2.1 场地评价的目的及意义

本项目风险评估的目的主要包括：

(1) 综合场地水文地质、污染物空间分布及其理化特征等调查结果，构建地块污染概念模型。在此基础上，结合该地块未来用地功能、暴露情景、主要暴露受体等场地特征因子，开展风险评估，确定场地关注污染物的健康风险。

(2) 针对风险超过可接受水平的污染物，计算可接受风险水平条件下的风险控制目标，结合其污染空间分布，确定场地应采取风险控制措施的区域，估算相应的面积及其方量。

(3) 综合污染调查、风险评估结果，对于地块内风险超过可接受水平区域的污染土壤和地下水，按照经济适用和技术可行的原则提出针对性修复技术建议。

### 2.2 调查范围

晋煤银海化肥有限责任公司位于冀州市城区西南部，冀州市迎宾大街，分为北部主厂区和南厂区两个部分，总面积约 295 亩。调查范围见图 2.2-1。





图 2.2-1 调查范围



## 2.3 调查依据

### 2.3.1 相关法律法规

- (1) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2018年8月）；
- (2) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年9月1日实施）；
- (3) 《中华人民共和国环境保护法》，（主席令[2015]9号，2015年1月1日）；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法》，（主席令[2017]70号，2017年6月27日修正，2018年1月1日）；
- (5) 《关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知》（环办[2004]47号，，2004年6月1日）；
- (6) 《关于加强重金属污染防治工作的指导意见》（国办发[2009]61号，2009年12月28日）；
- (7) 《关于保障工业企业场地再开发利用环境安全的通知》（环境保护部、工业和信息化部、国土资源部、住房和城乡建设部环发[2012]140号，2012年11月27日）；
- (8) 《国务院关于印发近期土壤环境保护和综合治理工作安排的通知》（国办发[2013]7号，2013年1月23日）；
- (9) 《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，2014年5月14日）；
- (10) 《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，2014年12月1日）；
- (11) 《废弃危险化学品污染环境防治办法》（国家环保总局令（第27号），2005年10月1日）；
- (12) 《土壤污染防治行动计划》（国发[2016]31号，2016年5月28日）；
- (13) 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（2017年7月1日执行）；
- (14) 《河北省“净土行动”土壤污染防治工作方案》（冀政发〔2017〕3号）；

- (15) 《河北省固体废物污染环境防治条例》（2015 年 6 月）；
- (16) 《2018 年河北省土壤污染防治工作要点》（2018 年 9 月）；
- (17) 《关于印发衡水市“净土行动”土壤污染防治工作方案的通知（衡政发[2017]5 号）》；
- (18) 《冀州区土壤环境保护与综合治理实施方案》（2017 年 12 月）。

### 2.3.2 相关标准

- (1) 《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）；
- (2) 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- (3) 《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）；
- (4) 《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）。

### 2.3.3 相关技术导则

- (1) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）；
- (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管控和修复术语》（HJ682-2019）；
- (4) 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（环保部公告 2017 年 72 号）；
- (5) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）；
- (6) 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2004）；
- (7) 《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91-2002）；
- (8) 《水质采样样品的保存和管理技术规定》（HJ 493-2009）；
- (9) 《中国土壤元素背景值》（中国环境监测总站主编，北京中国环境科学出版社，1990）；
- (10) 《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009 年版）。

### 2.3.4 其它参考资料

- (1) 《冀州市银海化肥有限责任公司 20 万 t/a 尿素及配套合成氨改造项目环境影响报告书（报批稿）》（2007 年 5 月）；
- (2) 《晋煤冀州银海化肥有限责任公司安全评价报告》（2012）；

(3) 《冀州中农肥料有限公司年产 10000 吨氰尿酸建设项目环境影响报告书（报批版）》（2007 年 6 月）；

(4) 《晋煤银海化肥有限责任公司场地环境初步调查报告》（2019 年 4 月）；

(5) 《晋煤银海化肥有限责任公司场地土壤污染状况详细调查报告》（2020 年 4 月）；

(6) 地勘报告；企业提供的其他资料。

## 2.4 调查方法

根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）、《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）等相关要求，同时结合资料收集分析、现场踏勘结果，确定本项目总体技术路线如下图所示。主要包括准备阶段、场地调查、场地风险评估、调查评估报告编制等技术流程。

本次调查工作包含场地环境调查与风险评估第一阶段至第三阶段全部工作内容，经过第二阶段初步调查与详细调查，确认场地土壤中存在土壤中氨氮、重金属 As、Cu、总石油烃、苯并[a]芘超标现象，地下水中存在氨氮、氰化物、重金属 Pb、Ni、As 超标现象，根据国家相关导则要求，对超标污染物进行风险评估，确定超标污染物风险水平及修复目标值，最终划定本场地污染土壤修复范围及修复方量。

场地环境调查的工作内容与程序见下图所示。

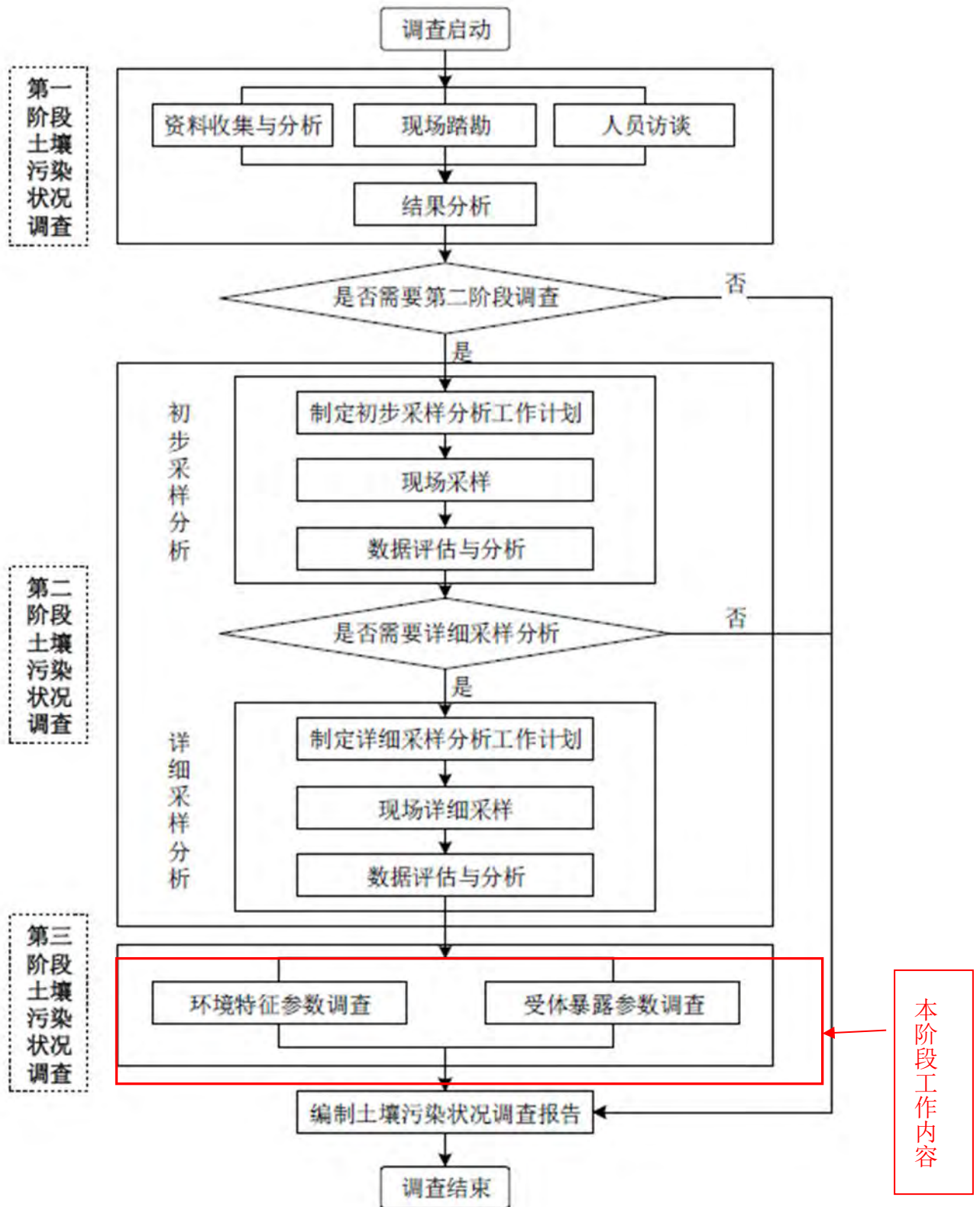


图 2.4-1 场地环境调查及风险评估的工作内容与程序

## 3 场地概况

### 3.1 区域环境概况

#### 3.1.1 地理位置

冀州区隶属河北省衡水市，地处华北平原腹地，北距首都北京 300 公里，西距省会石家庄市 110 公里。冀州区介于北纬 37°18'40"至 37°44'25"，东经 115°09'57"至 115°41'07"之间。地处河北省东南部，衡水市西南，东邻枣强县（衡水），西偏南与宁晋县（邢台）毗邻，西北与辛集市（石家庄）、深州市接壤，南接南宫市，西南与新河县（邢台）为邻，北隔衡水湖与衡水市区相望。辖区东西最大距离 39.589 千米，南北最大距离 37.180 千米，总面积 917.17 平方千米，其中陆地 858.8433 平方千米，占 93.6%，水域 58.3267 平方千米，占 6.4%。邯黄铁路过境建站，大广高速擦境而过。

全境东南部和西北部稍高，东北部较低，海拔高度为 21.5 至 26.5 米，地势较为平坦，土壤质地适中，土层深厚。市区北郊有北方稀有的平原淡水湖——衡水湖，占地面积 283 平方公里，为国家级自然保护区。

2016 年 7 月 5 日，国务院批复同意撤销县级冀州市，设立衡水市冀州区，以原冀州市的行政区域为冀州区的行政区域，冀州区人民政府驻冀州镇冀新西路 239 号。

2016 年 7 月，冀州区辖 6 个镇、4 个乡：冀州镇、官道李镇、南午村镇、周村镇、码头李镇、西王镇、门庄乡、徐家庄乡、北漳淮乡、小寨乡。

#### 3.1.2 地形地貌

冀州区历史上属于黄河、漳河、滹沱河相互沉积区，由此三条古河流冲积而成的低洼平原，成土母质为河流冲积物，因三条河流发源地不同，冲积物不同，形成了多种不同的土质，适宜种植多种农作物。由于河流冲积作用，基本形成了西南向东北倾斜的地势，一般地区海拔高度为 22~27m；最高处是东南部的索卢河两岸的沙岗地，一般海拔为 34m 左右；最低处是中心城区东北部的衡水湖，

海拔为 17m 左右。由于受到古河流的迁徙泛滥的影响，地势屡有变化，但是全市多为平地，约占总面积的 87.9%，沙岗地、坑塘、洼地面积约占总面积的 12.1%。

晋煤银海化肥有限责任公司所在地属平原地貌，地势较为平坦。

### 3.1.3 气候气象

冀州区处于北半球暖温带地区，大陆季风气候特点显著，春季干燥多风，夏季暖热多雨，秋季天高气爽，冬季寒冷少雪，四季分明，光照充足，宜于作物生长；寒旱同期，雨热同季，光热资源比较丰富。年平均气温 13.7℃，最冷月为一月份，平均气温-4.2℃，最热月为 7 月份，平均气温 27.1℃，年降水量平均 415.9 毫米，历年平均光照时数为 2571.2 小时，无霜期平均为 192 天。根据冀州常年气象资料的统计，主要气象参数见表 3.1-1。

表 3.1-1 冀州主要气象参数一览表

序号	项目	统计结果	序号	项目	统计结果
1	年平均气温	13.7℃	6	近 5 年平均风速	2.2 m/s
2	极端最高气温	42.7℃	7	时最大降水量	92.9 mm
3	极端最低气温	-21.7℃	8	日最大降水量	915.4 mm
4	年均日照时数	2274.2 h	9	年平均降水量	415.9 mm
5	区域最大风速	21 m/s	10	年最多风向	S

### 3.1.4 水文地质

#### (1) 水文

冀州区域内河流属海河水系，主要河流有有滏阳河、滏阳新河、滏东排河和索泸河。河流均由西南向东北径流。衡水湖水为经清凉江引黄河水入湖。

冀州区境内地上水资源主要由大气降水，外来客水，石津渠水三部分组成。地表水产生多集中在 7 月下旬、8 月上旬。每平方公里多年平均为 2.3 万立方米，分布均衡。地下水从上到下分为浅水层、咸水、深层淡水三种。冀州市地表水可利用水资源为 5243 万立方米，地下水可利用资源为 700 万立方米，合计为 5943 万立方米。冀州湖总面积 75 平方公里，在冀州境内为 57 平方公里，是华北平原第二大淡水湖，面积和蓄水量仅次于白洋淀。

冀州区境内主要地下水类型为第四系松散岩类孔隙水。第四系上部普遍有一咸水体分布，咸水体跨越了上更新统和全新统，顶板埋深 0-30m，底板埋深

50-75m，咸水体岩性以亚粘土、亚砂土为主。夹有透镜状薄层粉砂，细砂。主要开采层位于咸水体底板至 350m 左右，个别井开采 350m 以下的深层淡水。

冀州区境内第四系厚度约 450-470m,从上到下分为 I、II、III、IV 含水组，各含水组水文地质条件分述如下：

第 I 含水组相当于全新统（Q4），土层主要岩性黄褐色、棕黄色亚砂土、亚粘土。砂层岩性主要为锈黄色、黄灰色细粉砂、粉砂，单层厚度 1-4m，总厚度 7-18m，单井单位涌水量  $<5\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{h}$ ，水化学类型  $\text{Cl}\cdot\text{SO}_4\text{—Na}\cdot\text{Mg}$  型，水质矿化度 3-5g/L，水位埋深 4-6m。由于矿化度较高，开采量很小。

第 II 含水组相当于上更新统(Q3)，土层主要岩性棕黄色、黄褐色亚砂土亚粘土，上部亚砂土为主，下部以亚粘土为主。砂层主要为灰黄色、浅黄色中砂、细砂为主。单层厚度 3-10m,单井涌水量约  $10\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{h}$ 。该组上部分布咸水，咸水水化学类型  $\text{SO}_4\cdot\text{Cl—Na}\cdot\text{Mg}$ ，矿化度 3-7g/L。咸水底界埋深埋深 50-75m。中下部为淡水-微咸水，水质类型  $\text{Cl}\cdot\text{SO}_4\text{—Na}$  型，水质矿化度  $<2\text{g/L}$ 。氟化物含量 0.5-0.8mg/L。水位埋深较深 45-55m。由于持续超采深层淡水，造成咸水与深层淡水垂向水位差逐渐加大，导致上部咸水下移污染深层水。

第 III 含水组相当于中更新统（Q2），土层主要岩性以棕色、红棕色亚粘土为主，砂层岩性上部主要为浅黄色、灰黄色细砂夹灰黄色粗中砂。下部以浅黄色粗中砂、浅黄色细砂为主，单层厚度 5-12m，砂层总厚度 70-100m，单井涌水量  $5\text{--}10\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{h}$ ，局部小于  $5\text{m}^3/\text{m}\cdot\text{h}$ 。水化学类型  $\text{Cl}\cdot\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4\text{—Na}$ ，水质矿化度 0.5-0.7g/L，氟化物含量 0.5-0.7mg/L，水位埋深较深，为 60-70 m。

本项目作业深度在第 I 含水组，第 I 含水组水文地质简图见下图。

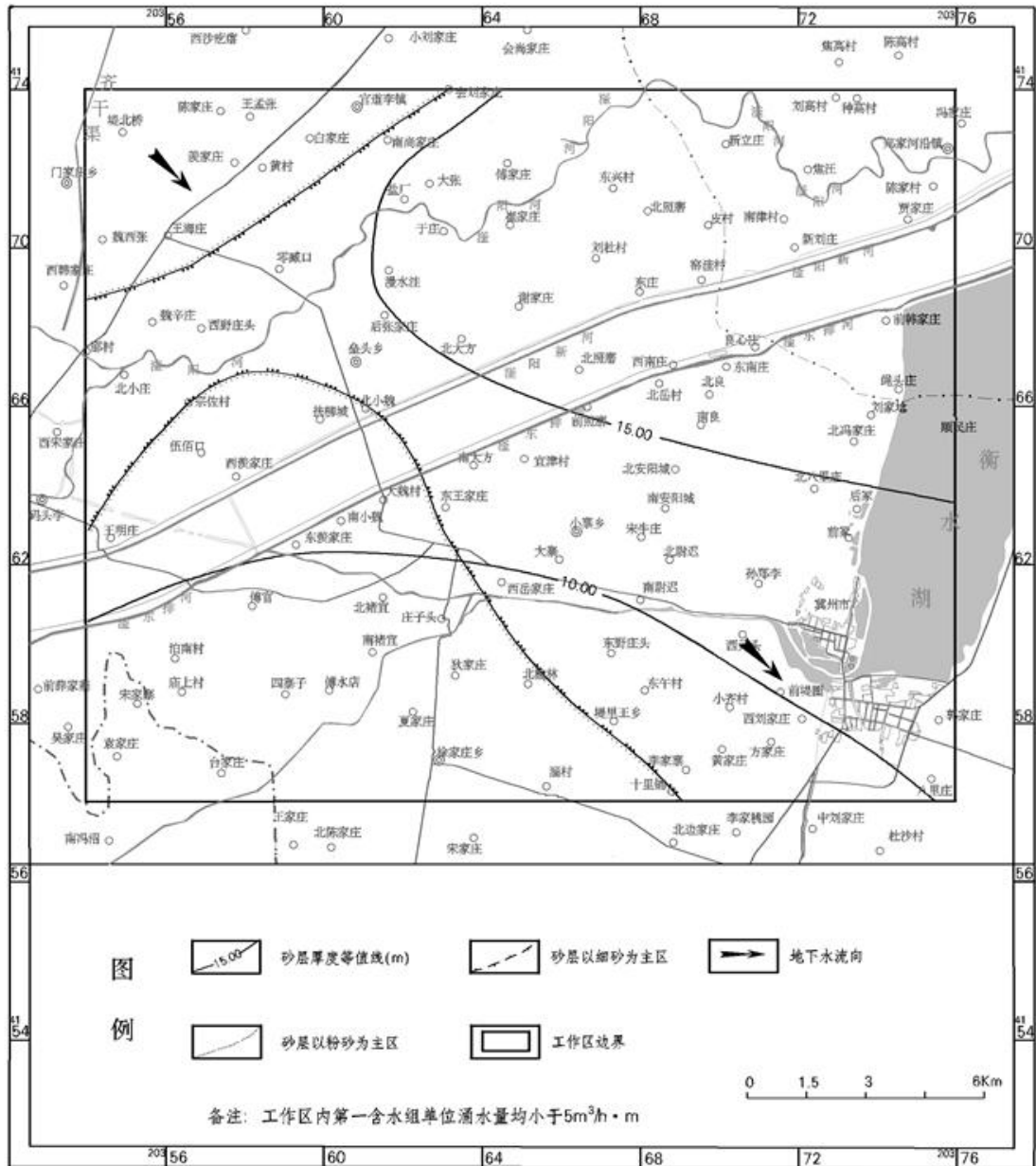


图 3.1-1 第 I 含水组水文地质简图

第 I 含水组的补给源均以降水入渗、渠道渗漏、渠灌入渗和井灌回归为主，侧向径流补给很少。含水层颗粒细、厚度薄，渗透系数一般为 0.99m/d，水力坡度较小，地下水径流缓慢。地下水径流场变化分为两个阶段：1992 年以前主要受地形及衡水湖蓄水的影响，自西、南、东三个方向流向小寨及衡水湖西湖一带，水力坡度一般为 0.1‰~0.2‰。2005 年水利坡度增大至 1.6‰，径流方向为自东南和西南向北径流。

场地所在区域水文地质剖面简图见下图。



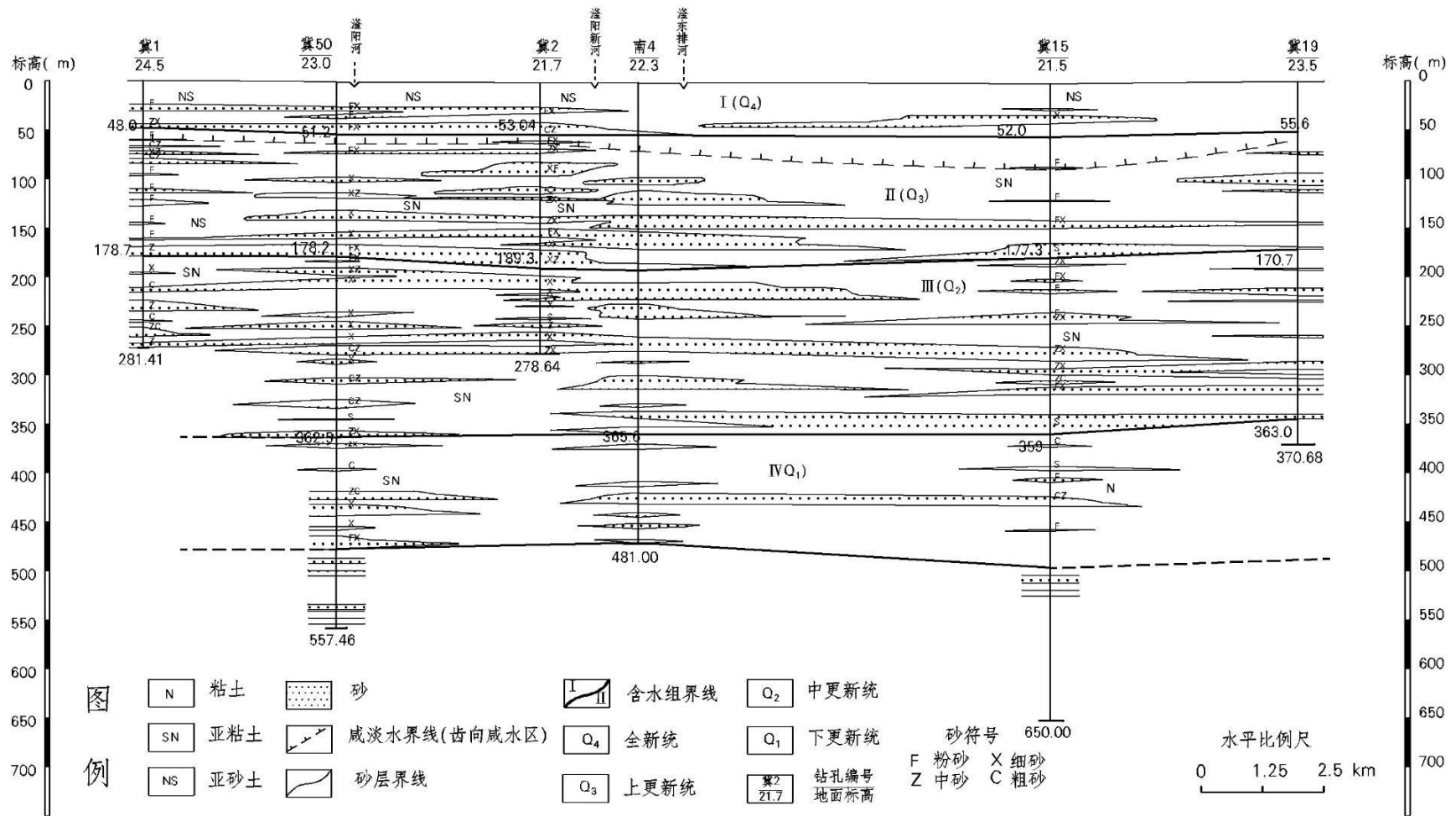


图 3.1-2 区域水文地质剖面简图

## (2) 地质

衡水市冀州区基底埋深 1000-4000m，其上沉积了巨厚的新生界第三系和第四系地层，其中第四系厚度 450-470m。第四系自下而上划分为下更新统（Q1）、中更新统（Q2）、上更新统（Q3）、和全新统（Q4）

下更新统(Q1)为一套湖相沉积物，主要由中厚-厚层状粘土、亚粘土夹薄层-中厚层砂层组成。根据岩性及沉积旋回特征可分为上下两段。上段为以红棕色、棕色为基色，混有锈黄色。下段为以棕红色为基色，混有锈黄色、灰绿色及斑杂色。普遍含有钙核及铁锰结核。其底界埋深 450-470m，沉积厚度 130-160m。

中更新统(Q2)为一套以冲洪积相为主夹浅湖相的沉积物，主要由棕黄色、黄棕色、浅红棕色中厚层状含砂质粘土、亚粘土夹薄层状及中厚层状中砂细砂交叠堆积，普遍含有钙质和铁锰结核。其底界埋深 320-360m，沉积厚度 160-210m。

上更新统(Q3)为冲洪积相和滨湖沼泽相沉积物。主要由黄色、灰黄色、棕黄色亚粘土、亚砂土及砂层组成，普遍含有钙核，局部富集。本组地层底界埋深 160-190m，沉积厚度 110-140m。

全新统(Q4)厚度 50-60m。岩性由灰色、灰黄色亚粘土、淤泥质亚粘土、亚砂土及透镜状砂层组成。本层以冲积成因为主，间有河间洼地湖沼沉积。

本项目位于滏阳河阶地上，地形较为平坦。

### 3.1.5 土壤特征

冀州区土壤质地比较适中，沙壤质和轻壤质土壤占总土种的 85.3%，是粮食、棉花生长发育较理想的土壤，中壤质土壤占总土种的 14.7%,适宜种植粮食作物。耕地面积较大，土壤类型较多。地势平坦，部分土壤土体结构不良，母质含盐碱量较高。

### 3.1.6 社会经济概况

经过多年发展，冀州区共有工业企业近万家，其中，纳税 20 万元以上的企业 185 家（按 2016 年度数据统计），初步形成了装备制造、复合材料、医药化工、棉纺针织等四大产业集群。

“撤市建区”后，冀州区立足打造衡水市现代化的新城区，制定了“崛起东部

新区，建设西部新区，改造老城区，提升核心区”的发展思路。目前，建成区面积 21 平方公里，常住人口 18.9 万人，城镇化率 53.9%，绿地率 36.9%，绿化覆盖率 38.4%，人均公园绿地 13 平方米，先后荣获“全国环境优美小城镇、国家级生态示范区、省级园林城市、省级卫生城市、省人居环境进步奖”等称号。

全区辖 6 镇 4 乡 382 个村（魏屯镇除外），总人口 35 万，其中农业人口 32 万人。现有耕地面积 79.1 万亩。常年种植粮食 50 万亩，棉花 30 万亩，盛产小麦、棉花、玉米、谷子、大豆，是北方最大的天鹰椒生产基地，逐步培育并形成了以棉花、辣椒、中药材等为主的特色产业，是全国粮食生产基地县、全国棉花生产百强县，被命名为中国辣椒之乡。

冀州交通条件便利。北距首都机场 300 公里，天津机场 260 公里，西距石家庄机场、东距济南机场各 120 公里；距京九铁路 10 公里、石德铁路 25 公里；距天津港 260 公里、黄骅港 160 公里，距青银高速 30 公里，即将开工的大广高速距市区 6 公里，邯黄铁路（邯郸—黄骅港）在市区东部穿过，106 国道贯穿全境。

## 3.2 场地地质条件和水文地质条件

场地水文地质条件与污染物迁移转化密切相关，同时也是设计土壤采样深度的重要前提条件，对分析污染物分布层位及水平与垂直迁移情况起着至关重要的作用。本次通过土壤钻探及相关资料分析整理，确定调查深度范围内地层分布。

初步调查完成 90 个钻孔（其中 8 个地下水钻孔，水土同孔），详细调查完成 110 个钻孔（其中 24 个地下水钻孔，水土同孔），根据现场钻探结果，对场地岩层岩性进行水文地质条件概化。

### 3.2.1 场地地质条件

#### （1）场地地层岩性

经过现场地质钻探（钻探深度最深 12.5m）分析可知本次勘察范围内第一层主要为杂填土，厂区岩性结构趋势大致相同，按照岩性特征、埋藏分布和工程特性指标等情况共分为 6 个主要工程地质层，按先后顺序分析如下（所见地

层的情况描述见下表所示)。

工程地质特征详述如下:

①杂填土

该层广泛分布在厂区内,以杂色为主,松散,稍湿,主要岩性为粉土,含砖块、水泥块等建筑垃圾,最厚处可达0.8m。

该层包含①<sub>1</sub>素填土亚层,局部区域分布,主要岩性以粉土和粉质粘土为主,黄褐色,稍湿,稍密。

②粉质黏土

该层分布于杂填土层下,在厂区内分布广泛,以黄褐色为主,可塑,土质较均匀,含铁锰氧化物,偶见姜石,厚度1.1~2.2m。

③粉土

该层分布于粉质黏土层下,在厂区内分布广泛,褐黄,中密,湿,土质较均匀,含铁锰氧化物及云母片,厚度1.5~2.6m。

④粉质黏土

该层分布于粉土层下,在厂区内分布广泛,以黄褐色为主,可塑,土质较均匀,含铁锰氧化物,有粉土夹层,厚度1.6~2.5m。

⑤粉土

该层分布于粉质黏土层下,在厂区内分布广泛,以褐黄色为主,密实,稍湿,土质不均匀,含黏性土块,厚度0.5~1.2m。

⑥粉质黏土

该层分布于粉土层下,以黄褐色为主,可塑,土质不均匀,含钙质条纹,偶见姜石,厚度4.5~5.1m。

表 3.2-1 场地土层分布情况

层号	土层岩性	顶层埋深(m)	层厚度(m)	地层描述
①	杂填土	0.0	0.2-0.8	杂色;稍密;松散;含砖块、水泥块
① <sub>1</sub>	素填土	0.0	0.0-0.8	黄褐色,稍密,稍湿,粉土、粉粘土为主
②	粉质粘土	0.2-0.8	1.1-2.2	黄褐,可塑;土质较均,含铁锰氧化物,偶见姜石
③	粉土	1.8-3.0	1.5-2.6	褐黄;中密;湿;土质较均匀,含铁锰氧化物及云母片

层号	土层岩性	顶层埋深 (m)	层厚度 (m)	地层描述
④	粉质粘土	3.8-4.9	1.6-2.5	黄褐；可塑；土质较均匀，含铁锰氧化物，有粉土夹层
⑤	粉土	6.1-6.9	0.5-1.2	褐黄；密实；稍湿；土质不均匀，含黏性土块
⑥	粉质粘土	6.9-7.6	4.5-5.1	黄褐；可塑；土质不均匀，含钙质条纹，偶见姜石

本次场地调查部分点位工程地质剖面线见图，剖面图见

图 3.2-1 (a-e)。

# 工程地质剖面图 I - I'

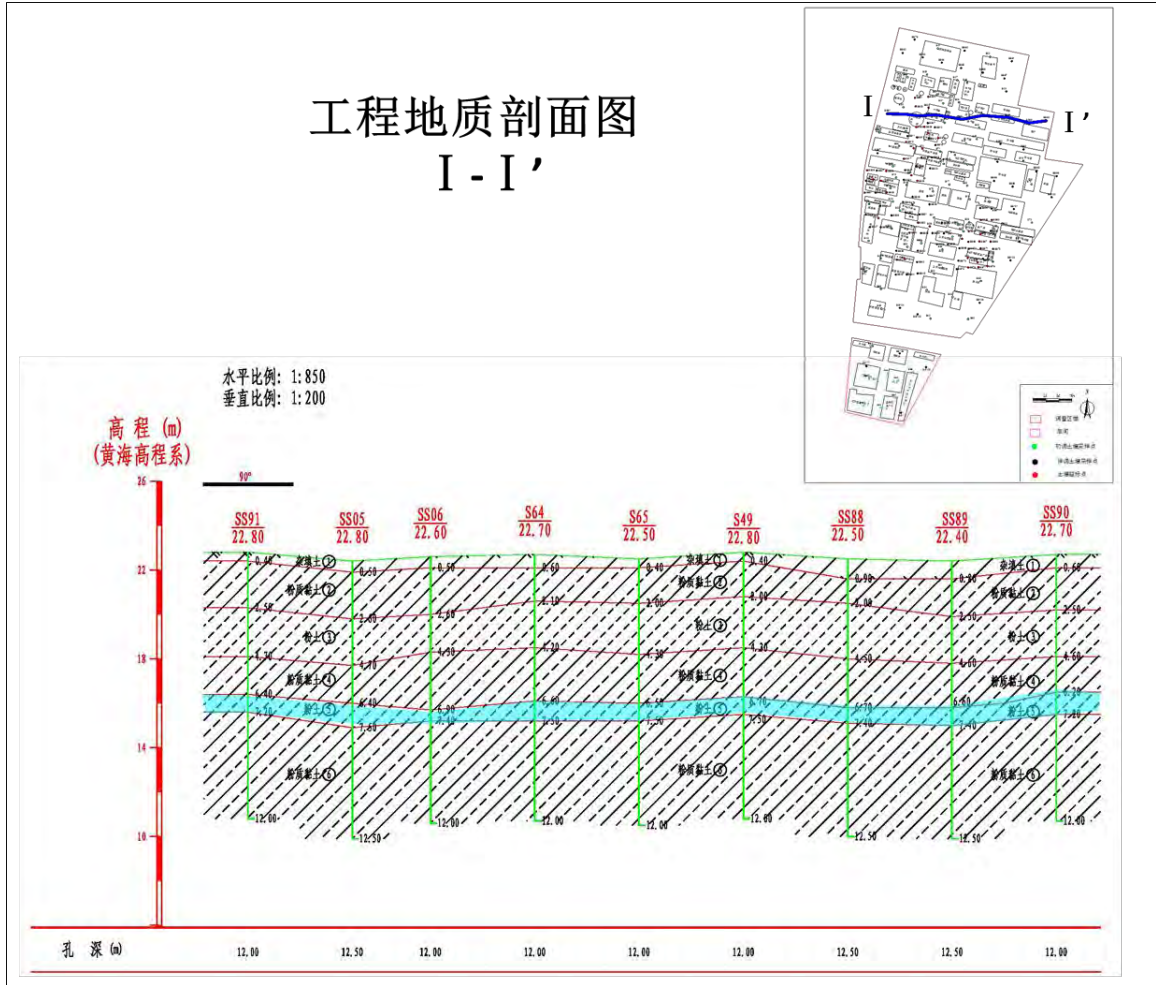
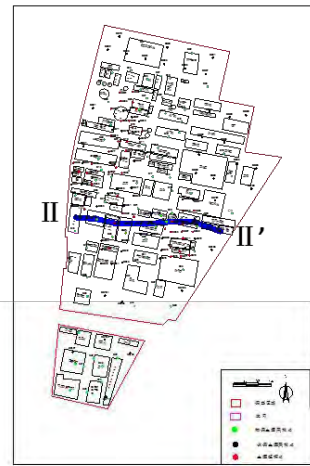


图 3.2-1 (a) 部分点位工程地质剖面图

# 工程地质剖面图 II-II'



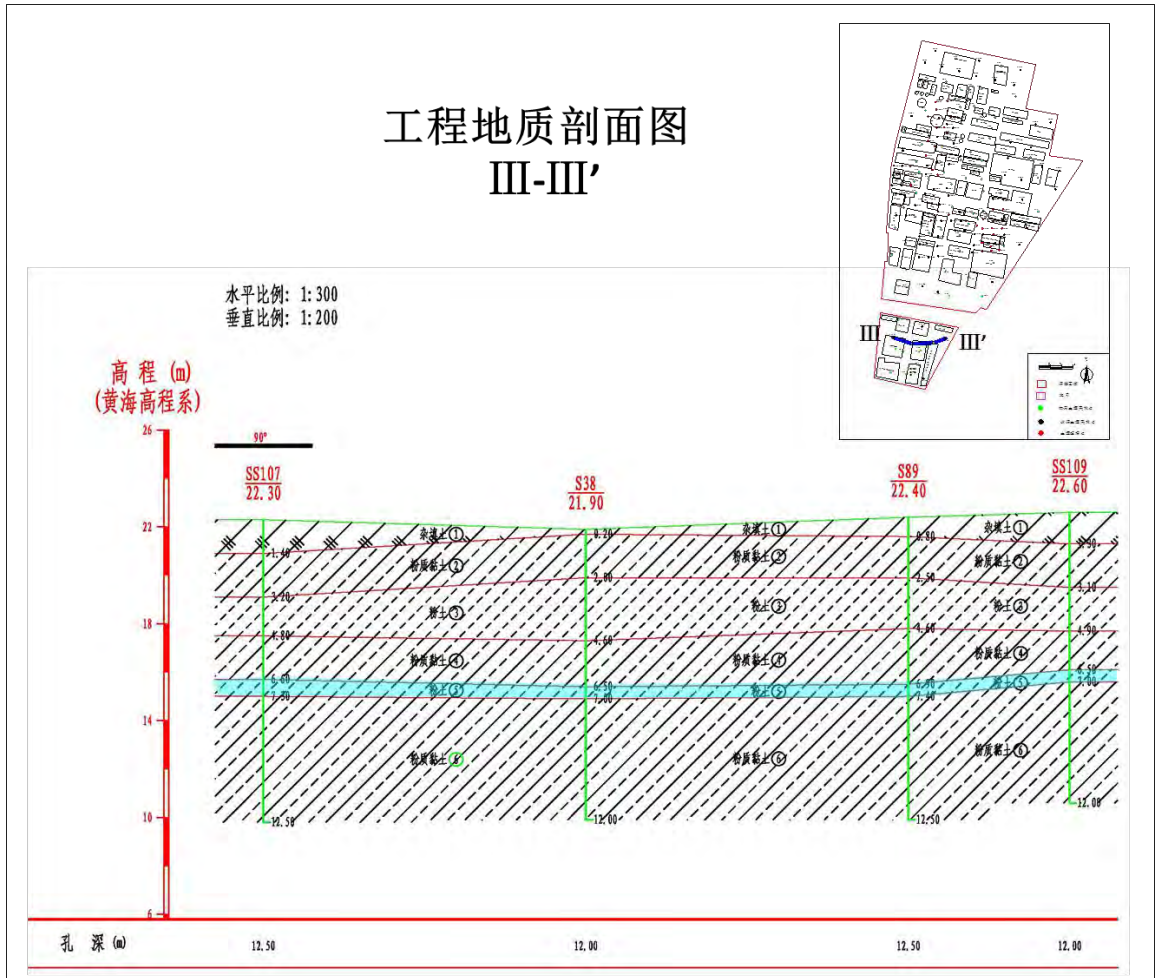
水平比例: 1:700  
垂直比例: 1:200

高程 (m)  
(黄海高程系)



(b) 部分点位工程地质剖面图

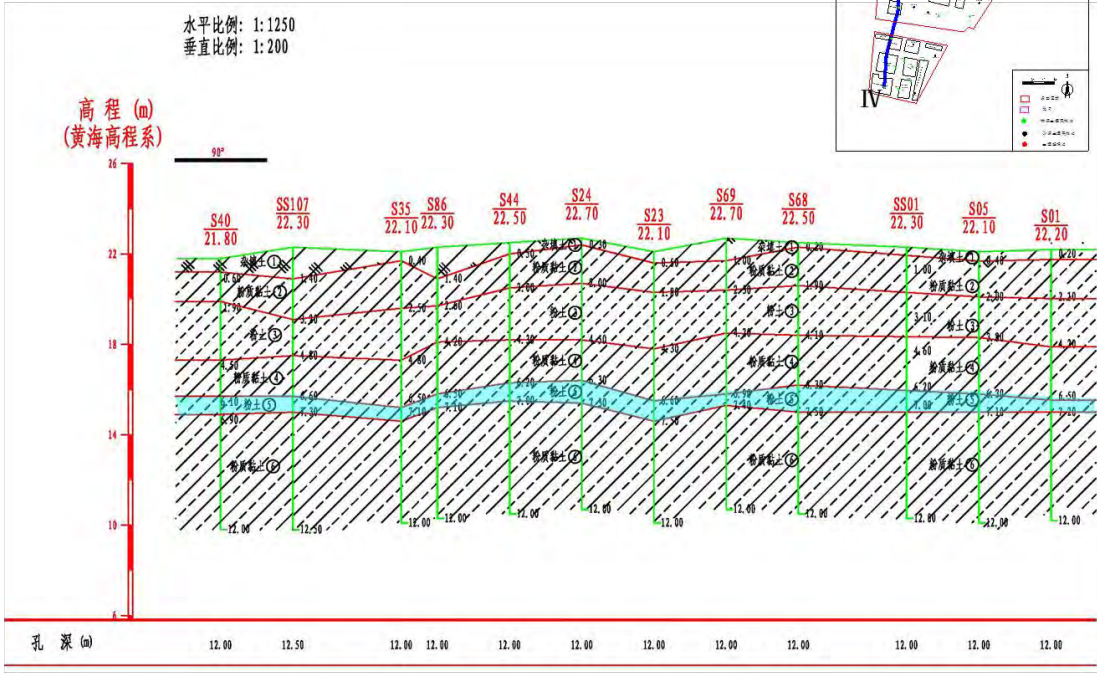
# 工程地质剖面图 III-III'



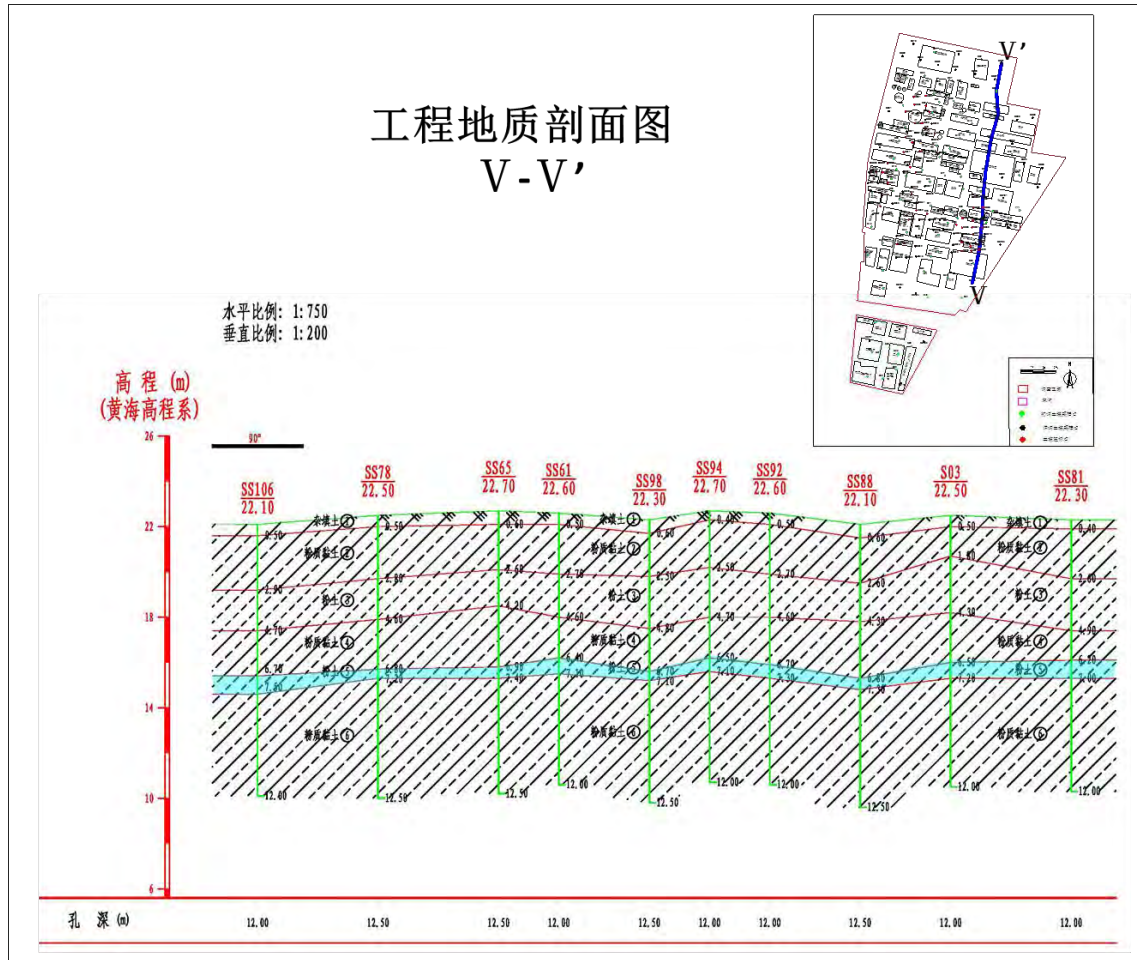
(c) 部分点位工程地质剖面图



# 工程地质剖面图 IV-IV'



(d) 部分点位工程地质剖面图



(e) 部分点位工程地质剖面图

### 3.2.2 土层概化

根据场地自然土层特性主要分 5 层，具体分层情况如下：0m-0.8m 为第①层（填土层）；0.8m-3.0m 为第②层（粉质黏土层）；3.0m-4.9m 为第③层（粉土、粉质黏土层）；4.9m-7.6m 为第④层（粉土、粉质黏土层）；7.6m-12.5m 为第⑤层（粉质黏土层）。

表 3.2-2 本场地土层概化情况表

土层编号	土质	深度 (m)	采样深度 (m)	单层采样点数量
1	填土	0-0.8	0.5	1
2	粉质粘土	0.8-3.0	1.0、2.0	1-2
3	粉土、粉质粘土	3.0-4.9	4.0	1
4	粉土、粉质粘土	4.9-7.6	6.0 (含水层)	1
5	粉质粘土	7.6-12.5	8.0、10.0、12.0	1-3

### 3.2.3 地下水环境

#### 3.2.3.1 区域浅层地下水位埋深的年际动态特征

衡水水文局从 1968 年开始监测浅层地下水水位，监测井数量经历了由少到多，再到平稳期的过程。地下水监测工作按《地下水监测规范》中的要求进行观测整编。衡水市浅层地下水平均埋深及降水量动态变化图如下图所示。

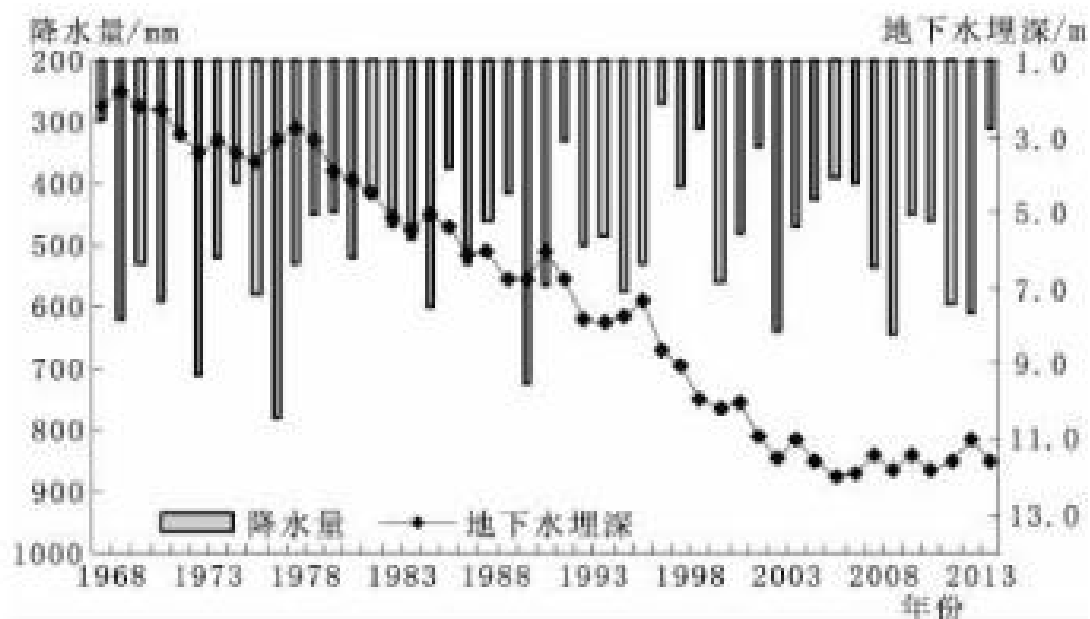


图 3.2-2 衡水市浅层地下水平均埋深及降水量动态变化图

从图中看出，浅层地下水位总体呈下降态势，平均埋深从 1968 年的 2.23m 下降到 2014 年的 11.58m，46 年累计下降 9.35m，平均每年下降 0.2m。地下水埋深极小值为 1969 年的 1.78m，极大值为 2006 年 11.96m，最大下降幅度 10.18m（吴景峰《近 50 年衡水市浅层地下水位动态特征分析》，地下水，2016 年第 38 卷第 2 期）。

#### 3.2.3.2 地块内地下水环境

本场地位于衡水市冀州区城区西南部，冀州市迎宾大街，距离衡水湖 1.5 公里。

根据区域内地勘资料，区域内的地下水稳定水位埋深为 5.00-5.82m 左右，含水层层深埋深为 6.1-6.9m 左右，揭露的是第 I 含水层，主要含水层为粉土层，埋藏性质为潜水。含水层厚度为 0.5-1.2m，地下水流向自东北向西南。区域属于深层禁采区，根据《河北省人民政府关于公布地下水超采区、禁止开采区和限制

开采区范围的通知》，获知该区域应当严禁开采深层地下水；根据上述地下水化学类型，浅层水属于咸水含水层，没有开采利用价值。

场地周边主要的地表水体为衡水湖。衡水湖分为东湖和西湖两部分，东湖湖底高程 18m，西湖湖底高程 19m，湖水对周边地下水有明显补给关系。2003 年~2012 年衡水湖多年平均单位面积渗漏量为 13.1 万  $m^3/km^2 \cdot a$ （张家兴《衡水湖渗漏损失量计算分析》，水科学与工程学报，2014 年第 6 期）。

本场地北部边界距离衡水湖约 1500m，衡水湖和场地地下水存在水力联系。在场地调查期间衡水湖水位高约 20m，场地地下水水位在 17.5~16.8m 之间，衡水湖渗漏湖水对场地地下水有补给关系，其关系如下图所示。

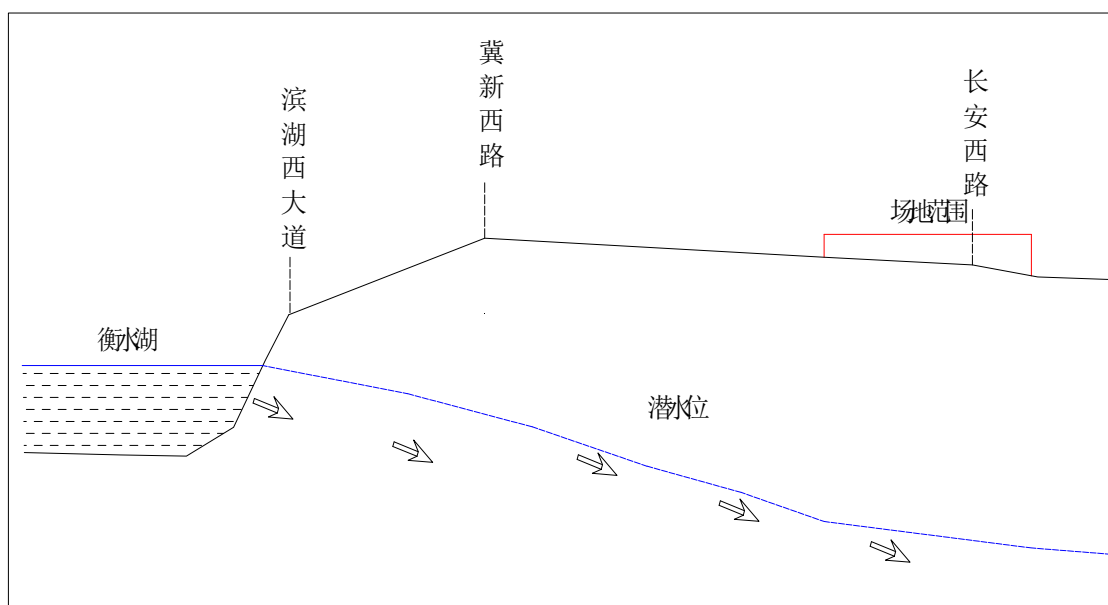


图 3.2-3 衡水湖和场地地下水补给关系示意图

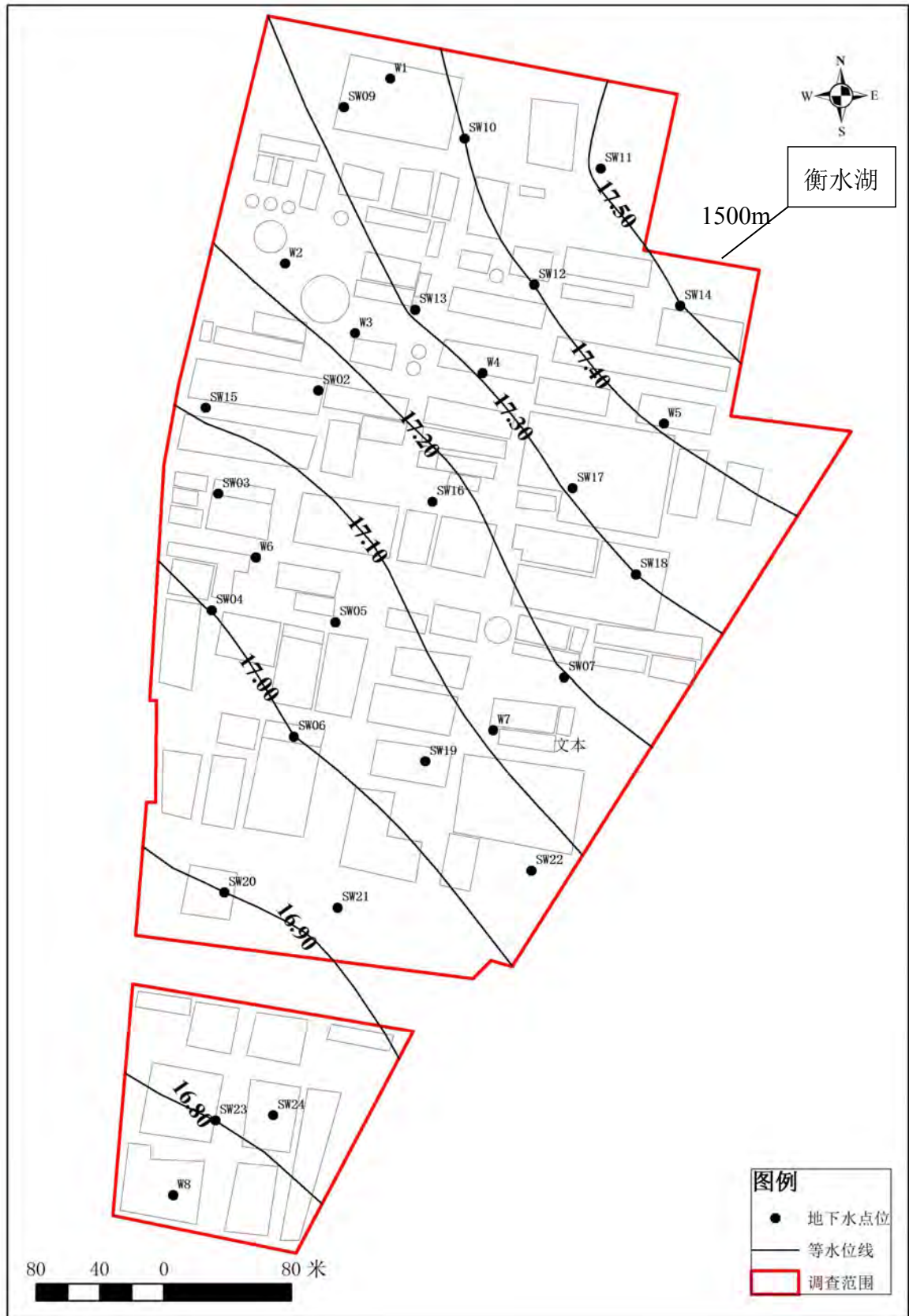


图 3.2-4 本场地地下水流向图



### 3.3 场地的使用现状和历史

#### 3.3.1 场地现状

根据现场踏勘，地块内生产设备已全部拆除，构筑物大部分残留，目前正在拆除中，场地现状照片见下图所示。



图 3.3-1 场地现状

#### 3.3.2 场地历史

本场地情况主要通过资料收集、人员访谈、现场踏勘等方式获得。厂区建设情况如下表 3.3-1 和下图图 3.3-2 至图 3.3-5 所示。

调查场地不同历史时期 google 卫星图片见下图 3.3-6，该场地 google 卫星影像图片最早可追溯至 2010 年 6 月。

从 google 卫星影像资料来看，2010 年 6 月至 2016 年 12 月，该地块内建构物的情况基本未发生变化，2016 年，调查地块内企业申请破产；2016 年 12

月至 2019 年 11 月，调查地块内的生产设施均已拆除完毕，部分建构筑物仅存留有结构框架。

表 3.3-1 厂区建设情况表

调查阶段	生产情况	备注
1976 年前	/	主要为耕地
1976-1992	年产 1.5 万碳酸氢铵，3000t 农用氨水生产线的建设和运营	在场地北侧建造白煤堆场、造气楼、气柜、碳酸氢铵联产设备、办公区等
1992-1998	年产 6 万 t 甲醇生产线的建设和运营	在场地中部西侧新增用地作为甲醇生产区
1998-2007	年产 20 万吨合成氨及 20 万吨尿素生产线的建设和运营	2007 年合成氨车间由场地北侧搬至场地中部西侧，在场地东南侧新增用地作为尿素生产区，主厂区北侧污水处理站建设
2007-2016	年产 25 万吨合成氨、30 万吨尿素、1 万吨氰尿酸生产线的建设和运营	北厂区合成氨、尿素生产线原地改扩建，南厂区新增用地作为氰尿酸生产区
2016 年	—	破产，停业





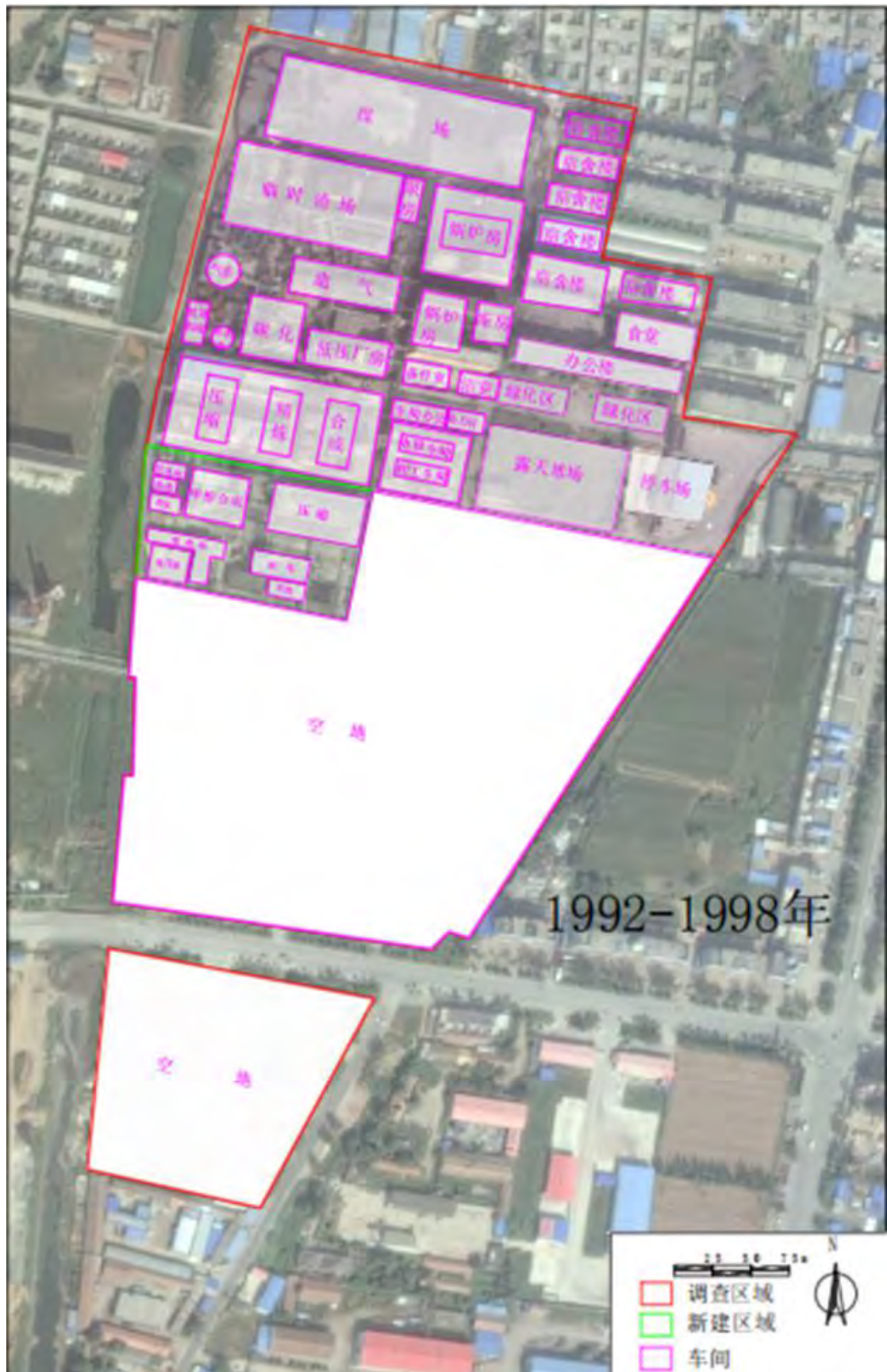


图 3.3-3 1992-1998 年第二阶段调查地块内的建设情况

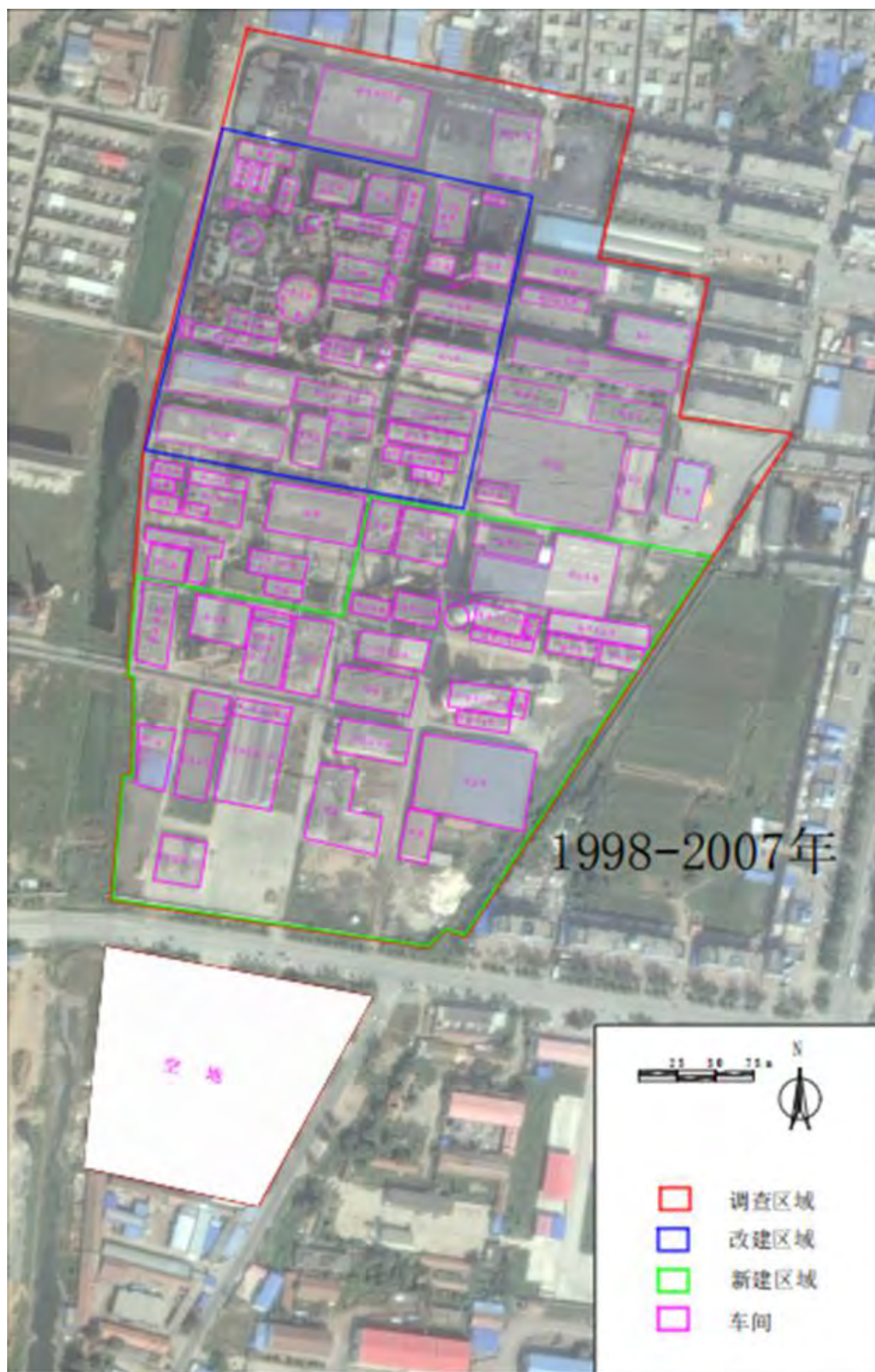


图 3.3-4 1998-2007 年第三阶段调查地块内的建设情况



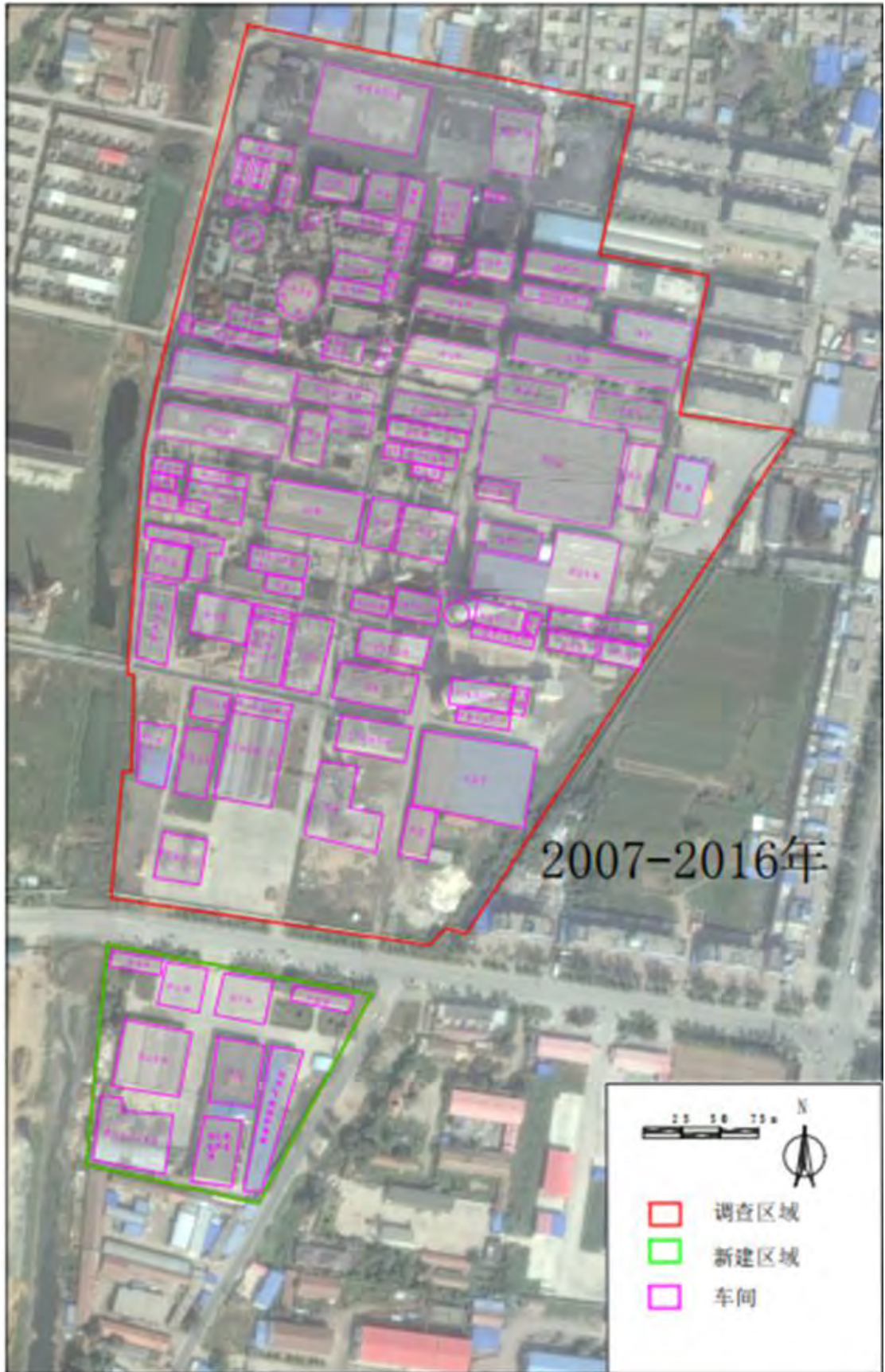


图 3.3-5 2007-2016 年第四阶段调查地块内的建设情况



2010年6月





2014年5月



2016年12月





图 3.3-6 调查地块的历史影像图片

### 3.3.3 地块未来规划

晋煤银海化肥有限责任公司原址地块被衡水市冀州区自然资源和规划局拟收储，并规划为二类居住用地、文化设施用地，部分区域为公园用地。

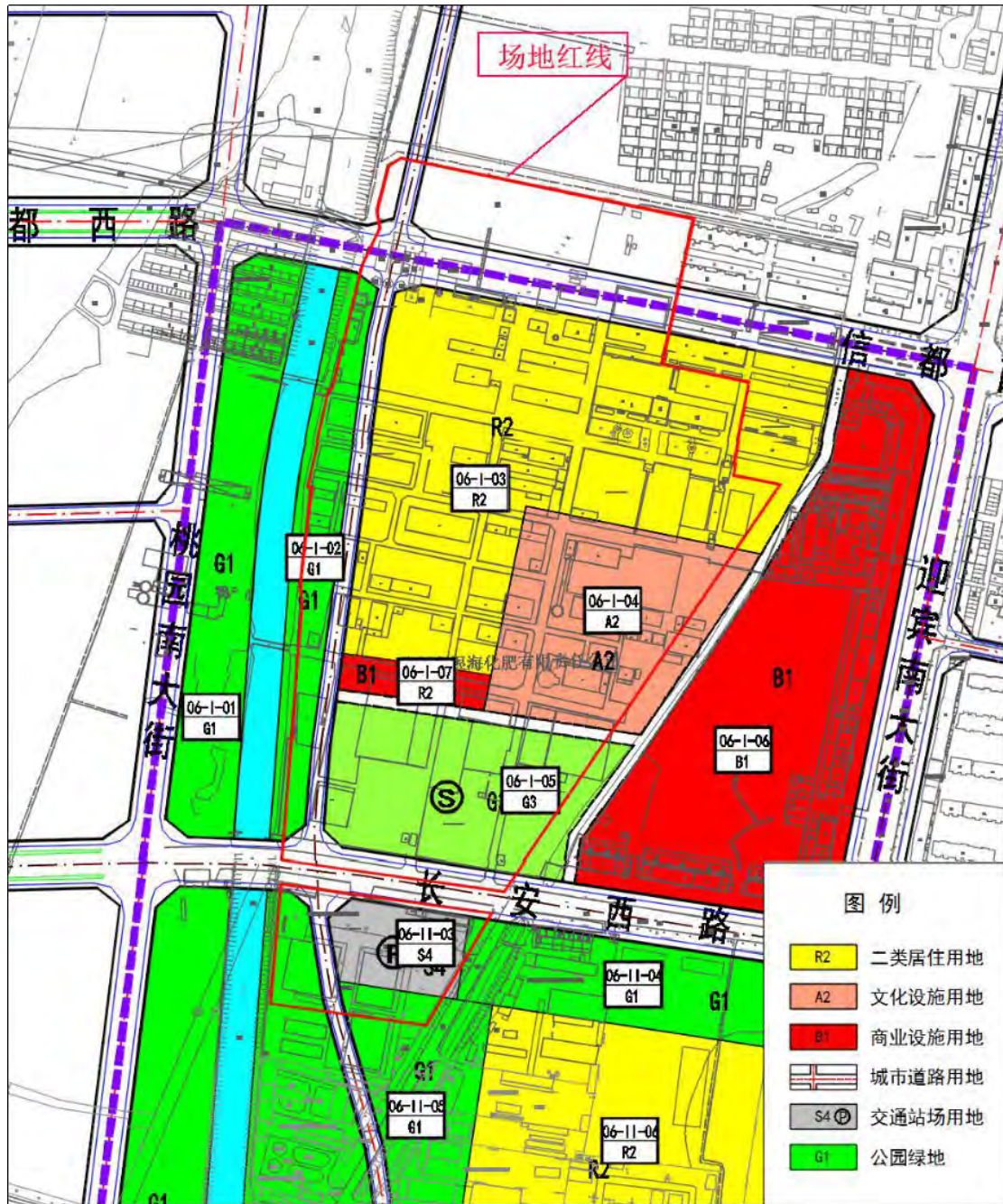


图 3.3-7 晋煤银海化肥有限责任公司原址地块用地规划图

### 3.4 敏感目标

场地 1000m 范围内有南韩家庄村、西刘家村、瑞景新区、西苑小区、冀州市第四实验小学、长安西区、长安东区、南苑住宅楼、大常庄村、杨孔五村等村庄，属环境敏感目标。场地周围环境概况见下图所示。





图 3.4-1 场地周边敏感目标

通过调查该地块及其周边环境历史卫星图片发现，该地块周围最初主要是居民区及农田，地块周围用地类型及构筑物在近年未发生重大变化，目前该地块周边为西刘家庄村、南韩家庄村、方家庄村、张家桃园村、大刘家庄村、杨孔五村、大常庄村等村庄，有部分新建小区。

### **3.5 地块周边 1km 范围内企业分布情况**

根据现场踏勘和人员访谈，可知本次调查地块周边 1km 范围内存在 8 家企业，8 家企业的基本情况如下表所示和下图所示。

8 家企业均位于调查地块的周边 1km 范围内，原为农用地和荒地，通过人员访谈，得知这些企业均不是重污染企业，且均设置了防止环境污染的措施，均是以加工、组装为主，不会对本调查地块造成交叉污染。

表 3.5-1 本项目地块周边企业基本情况表

序号	企业名称	相对位置	建厂时间	生产时间	地块历史沿革	主要产品	生产工艺	面积	备注
1	永兴机械厂	西北 706m	1997.7	1998	1997 年前为农用地，之后为工业用地	机械设备	机械加工、组装	6.29 亩	在产
2	冀州宏海钢管制造公司	西北 579m	2010.5	2010	2010 年前为农用地，之后为工业用地	钢管	切割、焊接等	4.6 亩	在产
3	河北冀荣医疗器械有限公司	西北 632m	2009.5	2010	2009 年前为农用地，之后为工业用地	医疗器械	简单机械加工	4.4 亩	在产
4	强利散热器有限公司	西 44m	2010.1	2012	2010 年前为农用地，之后为工业用地	铸铁散热器	组装、销售	13.8 亩	在产
5	法斯德电器设备厂	南厂区紧邻	2014.11	2010	2010 年前为荒地，之后为工业用地	电气设备	销售	7.6 亩	在产
6	程祥翅片管厂	南 61m	2005	2006	2005 年前为荒地，之后为工业用地	翅片管、散热器	简单机械加工、销售	6.3 亩	在产
7	冀州区锦都散热器有限公司	南 227m	2004	2005	2004 年前为农用地，之后为工业用地	暖气片、散热器	简单机械加工、销售	21.7 亩	在产
8	冀州区化工设备厂	东南 121m	2001.4	2001	2001 年前为农用地，之后为工业用地	不锈钢、玻璃钢制品	制造、销售、安装	2.9 亩	在产





图 3.5-1 本项目地块周边 1km 范围的企业和排水渠分布

## 4 场地污染识别

### 4.1 污染识别目的

通过资料收集与文件审核、现场踏勘及对相关人员进行访谈等方式，掌握并分析以下信息：场地生产历史、场地周边活动、原厂区平面布局、主要产品、生产工艺及原辅材料等。通过对以上信息进行分析，识别场地存在的潜在污染物，为确定场地采样位置和样品分析项目提供依据。

### 4.2 场地原企业基本情况

#### 4.2.1 原企业基本情况简介

本次调查范围为晋煤银海化肥有限责任公司，位于冀州市城区西南部，冀州市迎宾大街，前身为河北冀州市化肥总厂，始建于1976年，总占地面积约196667m<sup>2</sup>（合计295亩）。2003年改制重组成立冀州市银海化肥有限责任公司，2009年10月，冀州市银海化肥有限公司名称变更为晋煤冀州银海化肥有限责任公司。晋煤冀州银海化肥有限责任公司地块历经多次扩建后有现在的规模，主要分为四个阶段，1976年-1992年（生产合成氨、碳酸氢铵、氨水）、1992年-1998年（生产合成氨、碳酸氢铵、甲醇）、1998年-2007年（生产合成氨、甲醇、尿素）、2007年-2016年（生产合成氨、甲醇、尿素、氰尿酸、硫酸铵复合肥）。2016年，申请破产，2016年至今，厂区内设备、建筑物陆续拆除。

表 4.2-1 原企业主要产品及生产年限

企业名称	生产年代（年）	产品	产量（t/a）
河北冀州市化肥总厂	1976~1992	合成氨、碳酸氢铵、氨水	1.5万t合成氨、1.5万t碳酸氢铵、3000t氨水
	1992-1998	合成氨、碳酸氢铵、甲醇	20万t合成氨、1.5万t碳酸氢铵、6万吨甲醇
	1998-2003	合成氨、甲醇、尿素	25万t合成氨、6万t甲醇、10万t尿素
2003-2007			
晋煤冀州银海	2007-2009	合成氨、甲醇、尿素、氰尿酸	25万t合成氨、6万t甲醇、30万

化肥有限责任公司	2009-2016	酸、硫酸铵复合肥	t 尿素、1 万 t 氰尿酸、3.6 万 t 硫酸铵复合肥
	2016 至今	停产	

本次调查场地内的平面布置图如下图 4.2-1 所示。



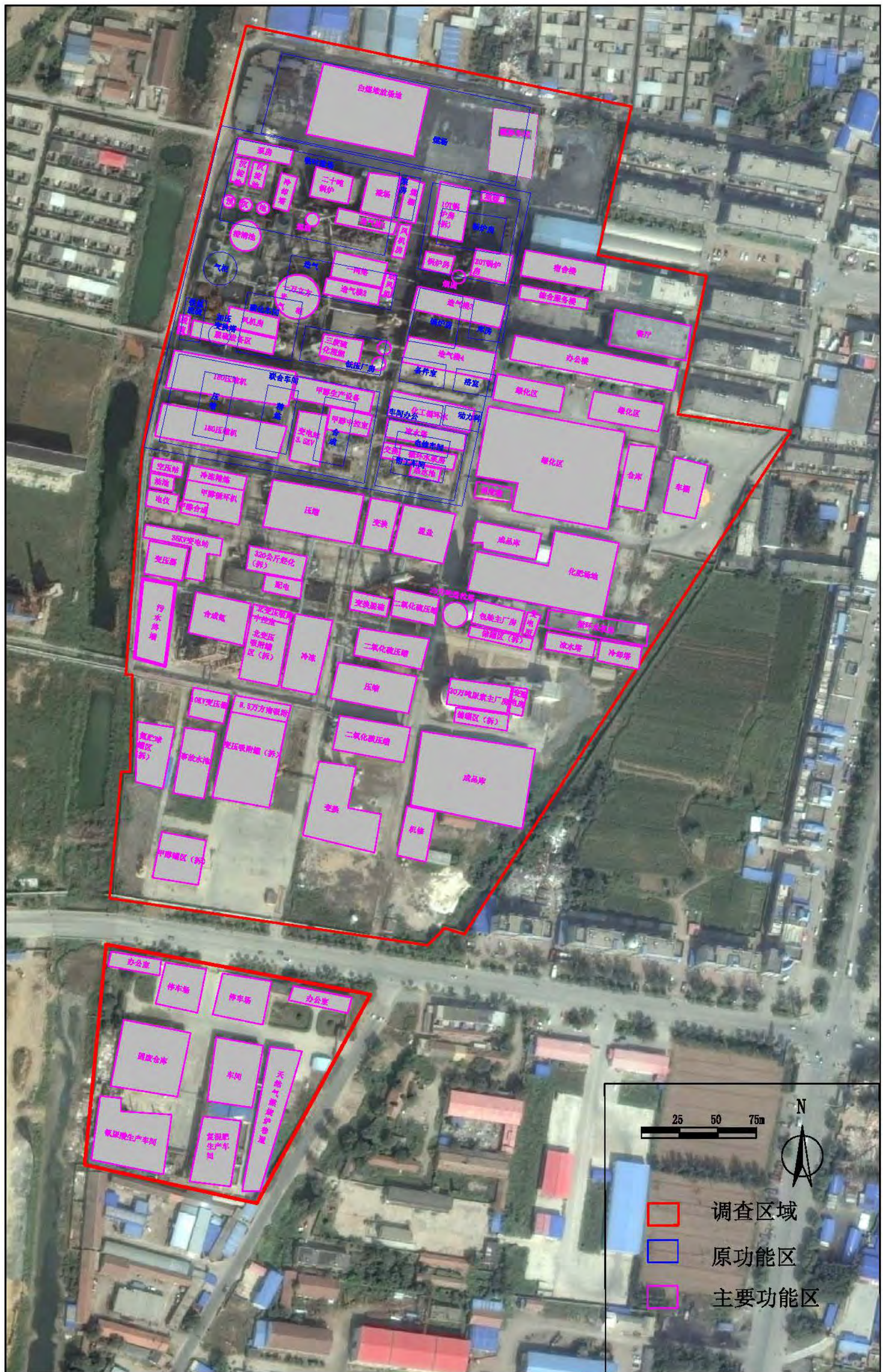


图 4.2-1 原企业平面布置图



#### 4.2.2 主要功能分区情况

本次调查区域根据功能区性质不同划分为：碳酸氢铵生产区、甲醇生产区、尿素生产区、氰尿酸生产区和办公区，具体见下表。其中，碳酸氢铵生产区、甲醇生产区、尿素生产区和办公区位于本地块的北厂区，氰尿酸生产区位于本地块的南厂区，现根据功能类型进行概括分析，功能区情况概况见下图。



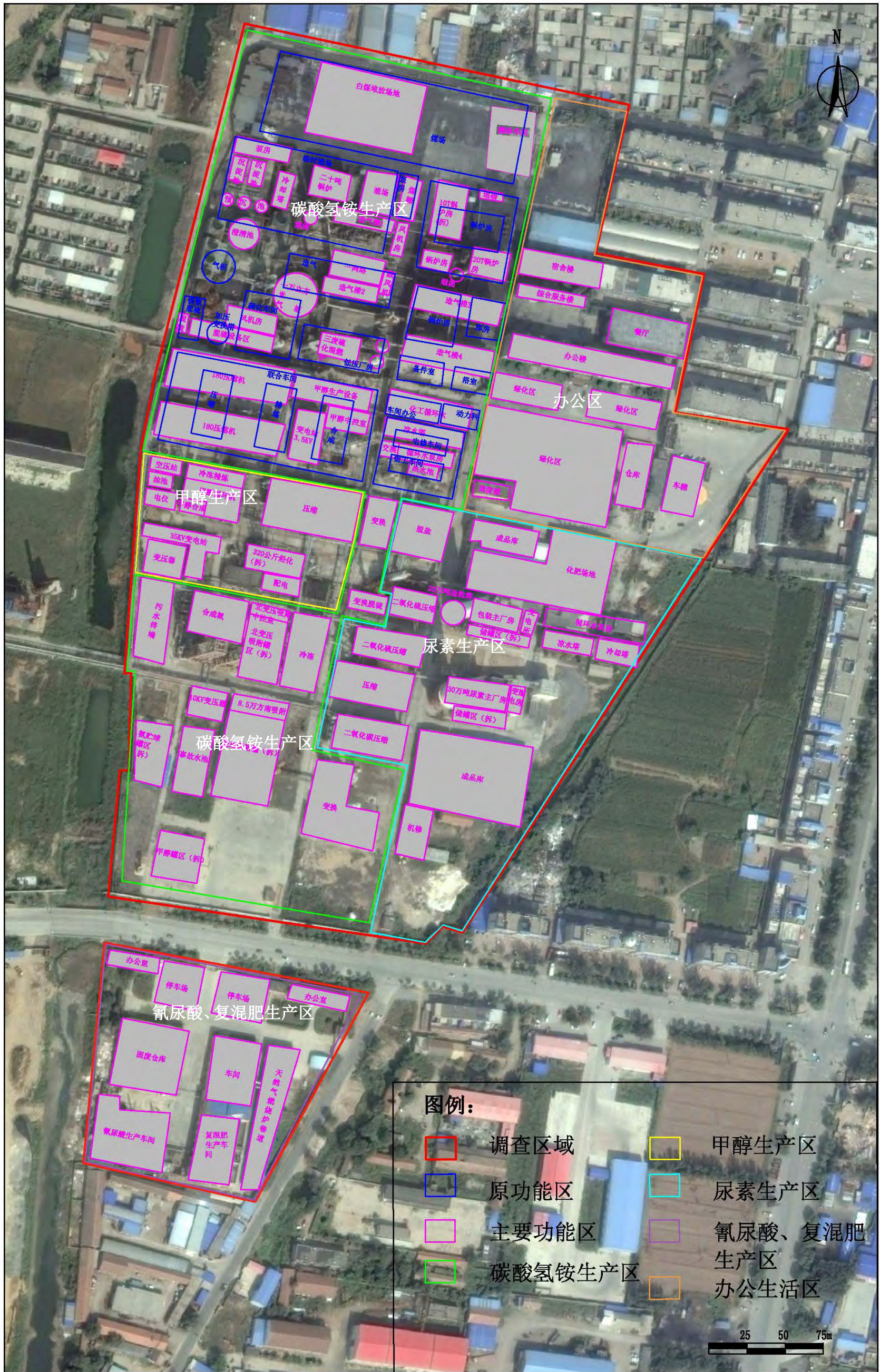


图 4.2-2 功能区分区示意图



表 4.2-2 本次调查区域功能区情况概述

厂区位置	功能区		车间名称	面积 (m <sup>2</sup> )	运营时间	建设时间	主要功能	历史沿革	关注程度
北厂区	碳酸氢铵生产区	主要生产区	造气楼 1	353.28	1998-2016 年	1998 年	生产水煤气	1976 年-1998 年为临时渣场, 1998 年-2016 年为造气楼 1	高
			造气楼 2	376.51	1998-2016 年	1998 年		1976 年-1998 年为造气区, 1998 年-2016 年为造气楼 2	高
			造气楼 3	902.91	1998-2016 年	1998 年		1976 年-1998 年为锅炉房和库房, 1998 年-2016 年为造气楼 3	高
			造气楼 4	1029.05	2007-2016 年	2005 年		1976 年-2005 年主要为空地, 2005 年-2016 年为造气楼 4	高
			一万立方米气柜	648.22	1998-2016 年	1998 年	存放水煤气	1976 年-1998 年主要为造气车间和碳化车间, 1998 年-2016 年为气柜	高
			脱硫及脱硫设备区	668.40	1998-2016 年	1998 年	对水煤气脱硫	1976 年-1998 年主要为铁氨脱硫车间、加压变换塔和碳化车间, 1998 年-2016 年为脱硫及脱硫设备区	高
			180 压缩机 (2 个)	193.94	2007-2016 年	2007 年	加压除碳	1976 年-2007 年原为联合车间, 2007 年-2016 年为压缩机	高
			变换	597.02	2007-2016 年	2005 年	除 CO, 生产 CO <sub>2</sub> 和 H <sub>2</sub>	1976 年-2005 年原为空地, 2005 年-2016 年为变换车间	高
			变换脱硫	294.22	2007-2016 年	2005 年	脱硫	1976 年-2005 年原为空地, 2005 年-2016 年为变换脱硫	高
			北变压吸附罐区	1262.46	2007-2016 年	2005 年	除碳	1976 年-2005 年为空地, 2005 年-2016 年为北变压吸附罐区	高

		南变压吸附罐区	2542.07	2007-2016年	2005年	除碳	1976年-2005年为空地，2005年-2016年为南变压吸附罐区	高
		合成氨车间	1001.34	2007-2016年	2005年	铜洗精炼、合成氨	1976年-2005年为空地，2005年-2016年为合成氨	高
		氨贮球罐区	848.32	1998-2016年	1998年	贮存液氨	1976年-1998年为空地，1998年-2016年为贮球罐区	高
	辅助生产区	白煤堆放场地	8911.50	1976-1998年	1976年	分区堆放白煤和燃料煤	功能区性质未发生过变更，1998年功能区面积减小	低
			3319.34	1998-2016年	1998年	堆放白煤		
		煤棚	316.02	1998-2016年	1998年	堆放燃料煤	1976年-1998年为泵房，1998年-2016年为煤棚	低
		翻砂车间	1165.21	1998-2016年	1998年	存放原辅材料	1976年-1998年为煤场，1998年-2016年为翻砂车间	低
		渣场	570.18	1998-2016年	1998年	存放煤渣	1976年-1998年为临时渣场，1998年-2016年为渣场	高
		二十吨锅炉及烟囱	474.65	1998-2016年	1998年	提高热量	1976年-1998年为临时渣场，1998年-2016年为锅炉房	高
		10T 锅炉房	733.64	1976-2016年	1976年	提高热量	功能区性质未发生过变更，2016年停产后拆除	高
		锅炉房	219.34	1976-2016年	1976年	生产蒸汽	功能区性质未发生过变更	高
		20T 锅炉房及烟囱	442.22	1998-2016年	1998年	提高热量	1976年-1998年为库房，1998年-2016年为锅炉房	高
		冷却塔	244.44	1998-2016年	1998年	冷却	1976年-1998年为临时渣场，1998年-2016年	低

				年			为冷却塔	
		化工循环水及凉水塔	1470.26	2007-2016年	2007年	提供冷却水	1976年-2007年为车间办公室，2007年-2016年为化工循环水及凉水塔	低
		循环水泵房及热水池	644.09	2007-2016年	2007年	提供热水	1976年-2007年为电修和钳工车间，2007年-2016年为循环水泵及热水池	低
		风机房	--	1998-2016年	1998年	设置风机	--	中
		一网络	567.70	1998-2016年	1998年	控制室	1976年-1998年为造气车间，1998年-2016年为一网络	低
		三废硫化混燃炉	399.41	2007-2016年	2007年	处理废气、废渣等	1976年-2007年为低压厂房，2007年-2016年为混燃炉房	高
		3.5KV变电站	644.97	2007-2016年	2007年	提供输配电	1976年-2007年为联合车间，2007年-2016年为变电站	低
		污水处理区	4169.86	1998-2016年	1998年	污废水处理	1976年-1998年为临时渣场，1998年-2016年为污水处理区	高
	其他	甲醇中控室	395.98	2007-2016年	2007年	控制室，未用	1976年-2007年为联合车间，2007年-2016年为中控室	低
		甲醇生产设备	737.81	2007-2016年	2007年	生产甲醇，未用	1976年-2007年为联合车间，2007年-2016年为甲醇生产车间	低
		污水终端	1113.79	1998-2016年	1998年	全厂污废水处理	1976年-1998年为空地，1998年-2016年为污水终端	高
		事故水池	897.52	1998-2016年	1998年	发生事故时使用	1976年-1998年为空地，1998年-2016年为事故水池	低
甲醇生产区	生产区	压缩车间	1924.32	1992-2016年	1992年	原料气脱碳	功能区性质未发生过变更，未发生过扩增	高

			甲醇合成车间	1206.19	1992-2016年	1992年	合成甲醇	功能区性质未发生过变更，未发生过扩增	高
			烃化车间	589.04	1992-2016年	1992年	精醇		高
		罐区	甲醇罐区	895.84	1998-2016年	1998年	储存甲醇		高
		辅助生产区	空压站	187.40	1992-2016年	1992年	设置空压机		低
			油池	140.00	1992-2016年	1992年	油水分离		高
			电仪	220.18	1992-2016年	1992年	放置仪表		低
			35KV变电站及变压器	1255.03	1992-2016年	1992年	全厂输配电		低
	尿素生产区	生产区	二氧化硫压缩	1408.03	1998-2016年	1998年	脱硫	功能区性质未发生过变更，未发生过扩增	高
			二氧化碳压缩	1069.96	1998-2016年	1998年	脱碳		高
			压缩	1266.27	1998-2016年	1998年	进一步脱碳		高
			尿素主厂房	1203.54	1998-2016年	1998年	合成尿素		高
			造粒塔	202.23	1998-2016年	1998年	尿素造粒		高
包装主厂房			918.32	1998-2016	1998年	尿素包装	中		

				年				
	辅助生产区	脱盐车站	1119.60	1998-2016年	1998年	自来水软化		低
		机修车间	628.60	1998-2016年	1998年	设备维修		低
		成品库	3796.74	1998-2016年	1998年	储存成品尿素		低
		化肥场地	3327.16	1998-2016年	1998年			低
		循环水泵房、凉水塔及冷却塔	1601.92	1998-2016年	1998年	提供冷却水		低
办公区	宿舍楼	--	1976-2016年	1998年拆除3栋	员工住宿	功能区性质未发生过变更，未发生过扩增	低	
	餐厅	1181.86	1976-2016年	1976年	员工餐饮		低	
	办公楼	1678.07	1976-2016年	1976年	办公		低	
	综合服务楼	356.26	1998-2016年	1998年	办公	1976-1998年为空地，1998-2016年为综合服务楼	低	
	仓库	751.71	1998-2016年	1998年	存放杂物	1976-1998年为停车场，1998-2016年为仓库	低	
	车棚	787.47	1998-2016年	1998年	存放自行车	1976-1998年为停车场，1998-2016年为车棚	低	
	调度楼	239.69	1998-2016年	1998年	控制室	1976-1998年为露天堆场，1998-2016年为调度楼	低	

			绿化区	8274.05	1976-2016年	1976年	绿化	1976-1998年南侧为露天堆场, 1998-2016年为绿化区	低
南厂区	氰尿酸、复合肥生产区	生产区	氰尿酸生产区	1858.74	2007-2016年	2007年	生产氰尿酸	功能区性质未发生过变更, 未发生过扩增	高
			复混肥生产区	1119.24	2007-2016年	2007年	生产复合肥		高
			车间	1265.27	2007-2016年	2007年	生产氰尿酸		高
		辅助生产区	固废仓库	1923.14	2007-2016年	2007年	存放成品		低
			天然气燃烧炉巷道	1536.88	2007-2016年	2007年	燃烧炉		中
		办公区	停车场	1705.44	2007-2016年	2007年	停车		低
			办公区	724.60	2007-2016年	2007年	办公		低



### 4.2.3 主要产品及原辅材料

根据查阅企业档案室存档资料以及各阶段环评报告、安评报告、企业以及政府主管部门人员访谈调查，可以了解到企业各时期的主要产品及原辅材料见表 4.2-3，企业主要原辅材料用量见表 4.2-4。

表 4.2-3 企业各时期的主要产品生产原辅材料

时期	产品	主要原辅材料
1976~1992 年	1.5 万 t 合成氨、1.5 万 t 碳酸氢铵、3000t 氨水	煤、碳丙溶液、铜洗液、中变催化剂（铁-铬系）、低变催化剂（铝-钴、钼系）、氨合成催化剂（铁系）、焦油、氨
1992~1998 年	20 万 t 合成氨、1.5 万 t 碳酸氢铵、6 万吨甲醇	增加甲醇催化剂
1998~2007 年	25 万 t 合成氨、6 万 t 甲醇、10 万 t 尿素	增加 NaOH、Ca(OH) <sub>2</sub>
2009~2016 年	25 万 t 合成氨、6 万 t 甲醇、30 万 t 尿素、1 万 t 氰尿酸、3.6 万 t 硫酸铵复合肥	增加硫酸
2016~至今	无	破产，停业

表 4.2-4 企业各时期的主要生产原辅材料（2016 年停产前）

序号	原辅材料	消耗量 (t/a)
1	原料煤	300000
2	燃料煤	79800
3	冰醋酸	16
4	电解铜	20
5	低变触媒（以 $\gamma$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 为载体，添加 CoO、MoO <sub>3</sub> 、碱金属氧化物等促进剂混合烧制而成）	56.3
6	纯碱	500
7	MDEA（又名甲基二乙醇胺）	59
8	润滑油	606.5
9	活性炭	61.5
10	PC	50
11	硫酸	6000

## 4.2.4 原企业功能区污染情况分析

### 4.2.4.1 碳酸氢铵生产区

碳酸氢铵生产区根据功能区性质不同划分为：生产区、辅助生产区、其他区域。

#### 一、生产区

生产区包括造气楼 1、造气楼 2、造气楼 3、造气楼 4、一万立方米气柜、脱硫及脱硫设备区、180 压缩机（2 个）、变换车间、变换脱硫、北变压吸附罐区、南变压吸附罐区、合成氨车间、氨贮球罐区。

生产区车间内部分为二层，主要生产装置为反应塔，反应塔及物料输送管线均位于地面以上，材质均为合金钢或碳钢。车间内主要反应装置情况一览表见下表 4.2-5 所示。

表 4.2-5 车间内主要反应装置情况一览表

序号	名称	材质	数量	介质
1	煤气发生炉	A3	18	煤、半水煤气
2	分气缸	16MNR	4	蒸汽
3	蒸汽缓冲缸	16MNR	2	蒸汽
4	汽包	16MNR	4	水蒸汽
5	蒸汽缓冲罐	16MNR	2	水蒸汽
6	除尘器	A3	16	半水煤气
7	洗气塔	A3	3	水、半水煤气
8	气柜	A320	1	半水煤气
9	脱硫塔	Q235B	4	半水煤气、脱硫液
10	焦炭过滤器	Q235B	4	半水煤气
11	静电除尘器	A3	2	半水煤气
12	洗气塔	A3	3	半水煤气
13	熔硫釜	Q235B	3	水蒸汽、硫
14	热交换器	16MNR	1	半水煤气
15	气水分离器	16MNR	3	半水煤气
16	汽水分离器	16MNR	3	水蒸汽
17	变换炉	16MNR	1	半水煤气、水蒸汽
18	饱和热水塔	16MNR	1	软水
19	软水罐		1	甲醇
20	高压闪蒸槽	16MNR	1	CO <sub>2</sub>
21	精脱硫塔	16MNR	2	脱碳气
22	吸附塔	16MNR	27	变换气
23	氨洗塔	16MN/20	1	氢氮气、氨

序号	名称	材质	数量	介质
24	洗氨塔	16MN/20	2	氢氮气、氨
25	氨合成塔	16MNR	1	氢氮气
26	废热锅炉	16MNR	1	合成气、水

### (1) 第一阶段：1976~1992 年

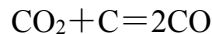
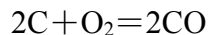
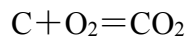
该时期碳酸氢铵生产工艺采用联碳法，主要原料为无烟煤，经脱硫、压缩、变换、脱碳等处理后，得到碳酸氢铵产品。

其主要生产工段描述如下：

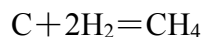
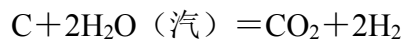
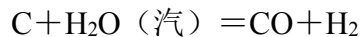
#### 1、半水煤气制备工段

将燃料块煤加入煤气炉后，按吹风、制气程序循环操作。在吹风时空气吹入炉内，燃料层在 700℃ 以上，发生放热反应，以提高燃料层温度，积蓄热量。在制气时通入蒸汽，蒸汽与燃料层中高温的碳反应，发生吸热反应生成水煤气。

吹风阶段的化学反应：



制气阶段的化学反应：



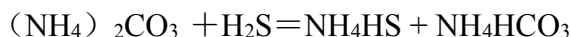
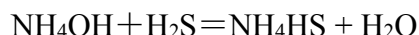
来自造气炉的粗煤气含有大量煤尘、焦油等杂质。粗煤气采用直接水冷却的同时，含在煤气中水蒸汽和焦油等其它化合物也随着冷凝下来，经两级焦油分离器分离，入焦油桶暂存后外售。

#### 2、半水煤气脱硫工段

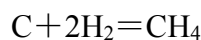
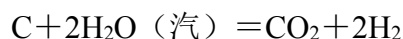
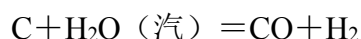
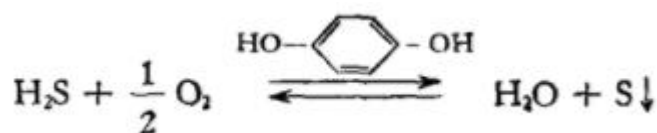
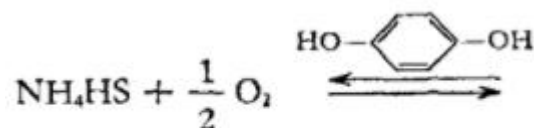
半水煤气脱硫采用的是传统的氨水液相催化法，首先利用氨水溶液吸收硫化氢，然后借溶液中载氧体的催化作用把被吸收的硫化氢转为元素硫，使溶液获得再生。具体的工艺流程为：用添加少量对苯二酚的稀氨水，吸收半水煤气中的硫化氢后，半水煤气进入变换系统，吸收液送入再生塔和空气并流接触，在载体对苯二酚的作用下，硫化物完全迅速的呈元素硫析出。还原态的载氧体再被空气氧化成氧化态，使脱硫溶液再生后循环使用，消耗的少量对苯二酚定期补充。半水

煤气在催化变换过程中，可能会生成氰化物。

吸收反应：

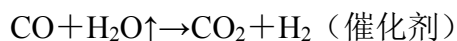


再生反应：



### 3、变换工段

来自上阶段的半水煤气，与低压蒸汽逆流接触，然后依次进入中温变换炉和低温变换炉，在催化剂（ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CuO}$ 、 $\text{ZnO}$ ）作用下，进行变换反应，将半水煤气中的  $\text{CO}$  与水蒸气变换成  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2$ 。变换反应过程中分别采用蒸汽或冷凝液进行增湿及降温，变换后的煤气中的  $\text{CO}$  含量降至 1.0%~1.5%，然后经换热后，进入氢氮气压缩机。半水煤气在催化剂、高温条件下，可能会产生氰化物。



### 4、脱碳工段

本项目采用变压吸附法在催化剂（ $\text{MoO}$ 、 $\text{Co}$  系）作用下进行脱碳，分离掉其中的  $\text{CO}_2$ ，分离出的  $\text{CO}_2$  经变压吸附进一步提纯后经  $\text{CO}_2$  收集车间收集外售。

### 5、精炼工段

脱碳后原料气中含有少量的  $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ ， $\text{CO}$  含量在 1.0%~1.5%， $\text{CO}_2$  含量在 0.2%~0.5%，需使  $\text{CO} + \text{CO}_2$  的含量低于 25PPM，同时需将气体中残留的  $\text{O}_2$  和  $\text{H}_2\text{S}$  进一步清除。

原料气先进行压缩，进一步脱碳，再采用醋酸铜氨液洗涤法进行精炼，吸收变换气中的  $\text{CO}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{O}_2$  和  $\text{H}_2\text{S}$ ，反应是在压力为  $12.0\text{MPa}\sim 15.0\text{MPa}$ 、温度为  $10^\circ\text{C}\sim 15^\circ\text{C}$  的工况下进行。原料气经过精炼后， $\text{H}_2$  的纯度大大提高，与空气中的  $\text{N}_2$  进行合成，即得合成氨。

由于受反应平衡的影响，氮、氢混合气体不可能全部转化为氨，一般仅能获得 25% 以下的氨含量。合成后的混合气采用冷冻法将其中的氨分离，然后在未反应的氢、氮混合气中补充新鲜气继续进行反应。分离的液氨去碳化工段制备碳酸氢铵。

在精炼过程中的铜氨溶液在减压和加温的条件下，可将吸收的  $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{O}_2$  和  $\text{H}_2\text{S}$  等气体，从溶液中解吸并逸出，恢复其吸收能力。

合成氨的反应方程式： $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3 + \text{Q}$ （催化剂）

## 6、碳化工段

采用浓氨水吸收变换混合气中的  $\text{CO}_2$ ，碳化主塔生成的碳铵结晶，以悬浮液形式从塔下部流入离心机分离，使碳酸氢铵结晶与母液分离，得到碳酸氢铵成品，经皮带称称重包装后送去成品仓库。

吸收塔尾气采用水吸收其中的氨，送入稀氨水槽，与分离母液一并与界区外送来的液氨经液氨蒸发器后的氨气进行反应，制成浓氨水，形成循环。

碳酸氢铵的反应方程式： $\text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{HCO}_3$

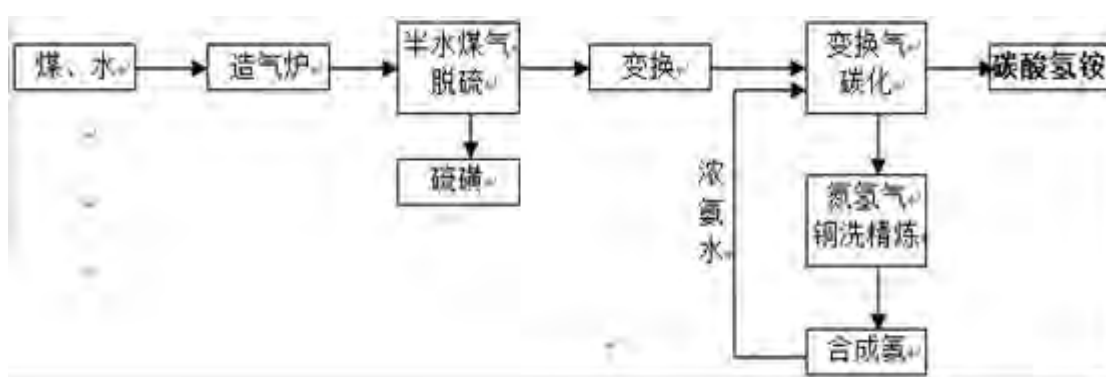


图 4.2-3 联碳法碳酸氢铵生产工艺

### (2) 第二阶段：1992~1998 年

该阶段的生产工艺、原材料及产品均没有发生改变，只是合成氨的产量增加了。

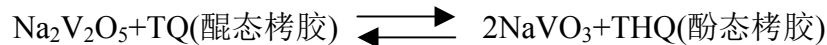
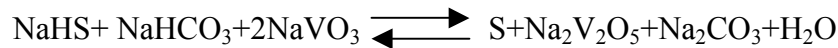
### (3) 第三阶段：1998~2007 年

该阶段脱硫工段的生产工艺发生了改变，其他工段工艺没有改变，有些车间进行了改建。

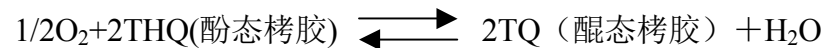
该阶段脱硫工艺采用碱液脱硫法（栲胶法脱硫），首先利用碳酸钠溶液吸收硫化氢，产生硫化钠和碳酸氢钠，然后将硫化钠氧化为单质硫和氢氧化钠，将固体硫磺分离出来。

栲胶脱硫主要反应式：

吸收反应：



再生反应：



### (4) 第四阶段：2007~2016 年

该阶段合成氨工艺的精炼工艺由原有的铜洗工艺改变为甲烷化工艺，使用镍系催化剂。

以无烟煤为原料合成氨，采用固定床间歇式制气方法生产半水煤气（主要成分为  $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{N}_2$ ），半水煤气经除尘降温后进入气柜贮存。气柜出来的半水煤气经罗茨风机加压后，采用栲胶脱硫工艺脱除  $\text{H}_2\text{S}$ 。脱硫后的半水煤气送入压缩工段，并多段压缩送至变换工段，该工段采用全低变流程，在催化剂的作用下  $\text{CO}$  与水蒸汽反应生成  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2$ ，变换后的气体送入二次脱硫剂活性炭干法精脱剩余  $\text{H}_2\text{S}$ ，然后进入脱碳系统吸收变换气中的  $\text{CO}_2$ ，脱碳采用变压吸附及 NHD 脱碳工艺。脱碳后的净化气经冷却分离去压缩进口，精炼然后进行氨合成。

具体的工艺流程叙述如下，其中压缩、变换、变换脱硫、变压吸附四个工段是循环反复进行的。

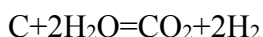
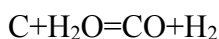
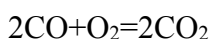
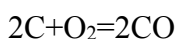
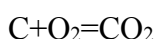
#### 1、造气工段

原料无烟煤计量后经皮带输送机输送到造气炉顶后加入，室外空气经吸风口过滤、消音后进入空气鼓风机，加压后经空气总管送往造气炉。然后再将来自蒸

汽管网的水蒸汽通入造气炉，高温下反应生成半水煤气。生产过程中将空气和水蒸汽交替通入造气炉，循环制取半水煤气，每个制气循环为 135 s，分为吹风阶段、上吹制气阶段、下吹制气阶段、二次上吹阶段、空气吹净五个阶段。

造气生产过程中产生的吹风气、造气炉渣、造气除尘气等，进入三废混燃炉，掺配入部分煤矸石、烟煤、无烟煤粉末，在炉内硫化燃烧。该炉运用了沸腾床的燃烧特性，借用循环流化床锅炉的返料回收技术，采用吹风气余热锅炉的模式，对造气产生的废气、废渣、废灰同时混燃。

主要反应方程式



该工段的工艺流程图如下所示。

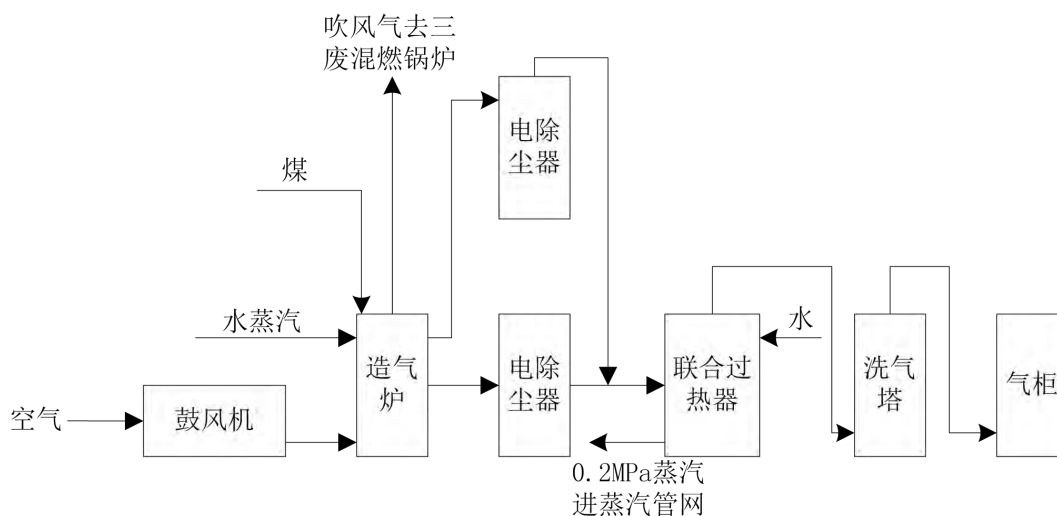


图 4.2-4 造气工段工艺流程框图

## 2、脱硫工段

气柜内的半水煤气经气柜出口进入静电除尘器除去部分焦油、灰尘等杂质后，进入除尘洗气塔，与循环水逆流接触除去气体中夹带的水分、杂质并降低气体温度，进入冷却降温塔进一步对气体进行降温后，进入罗茨风机入口，经罗茨

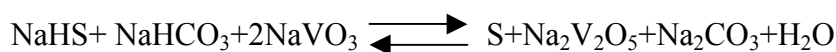


风机加压至大于 150 mmHgH<sub>2</sub>O（表压）进入脱硫塔底部，在塔内气体与塔顶喷淋下来的贫液逆流接触反应，使出塔后的气体中 H<sub>2</sub>S 含量低于 0.07 mg/m<sup>3</sup>，气体由塔顶出来，进入清洗塔，在清洗塔中脱除气体中的杂质并使气体进一步降温后，进入水分离器分离出一部分水分，然后进入静电除尘器。在除尘器静电的作用下，脱除气体中的焦油杂质及灰尘，净化后的气体自静电除尘器出口去压缩工段。

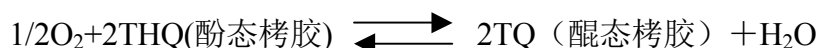
贫液槽内的脱硫液由脱硫泵打入脱硫塔上部与塔内自下而上的半水煤气逆流接触，脱去半水煤气中的大部分 H<sub>2</sub>S，吸收 H<sub>2</sub>S 的液体由再生泵增压经喷射器打向再生槽内进行喷射再生，经自吸管吸入空气与脱硫液产生反应，把脱硫液中的 H<sub>2</sub>S 氧化为单质硫，并从再生槽上部分离，脱硫液经液位调节器调节流入贫液槽，补充部分纯碱和脱硫剂，往复循环使用。再生后的硫泡沫经溢流堰溢出泡沫槽，泡沫经泡沫泵再送往熔硫釜，制得块状硫磺。

脱硫工段主要反应方程式

吸收反应：



再生反应：



脱硫工段工艺流程图见图 3.5-11。

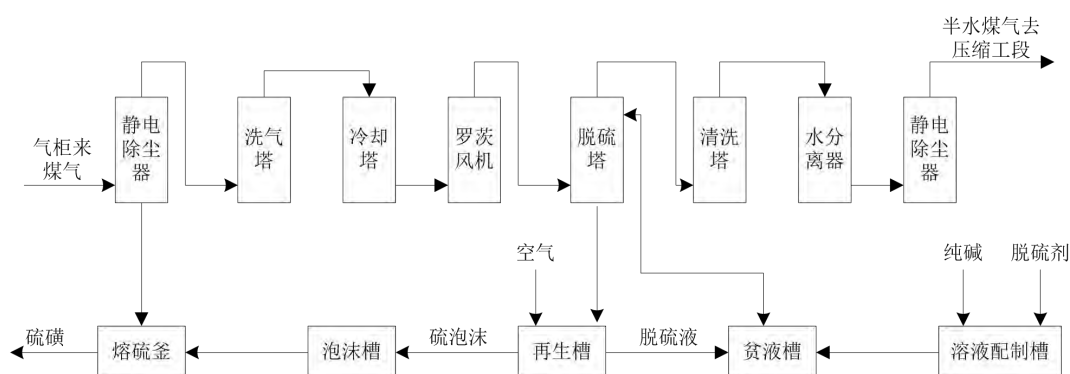


图 4.2-5 脱硫工段工艺流程图

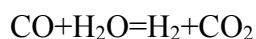
### (3) 压缩工段

由脱硫工段输送来的半水煤气，在常温及 0.03-0.05 MPa 压力下，经一段进口分离器分离水后，引入压缩机一段气缸加压，气体被压缩到 0.3 MPa、温度上升至 126 °C 后，加压后的气体经一段水冷器、油分离器冷却降温，并分离出油水后进入二段气缸，气体被压缩增压至 0.8 MPa，经冷却和油水分离后，送变换工序。如此反复进行，目的是为了脱除半水煤气中的 CO<sub>2</sub> 和油水。各段出口油水分离器排出的废油水进集油器，回收废油。

#### (4) 变换工段

来自压缩工段的半水煤气，首先进入焦炭过滤器、丝网过滤器、主热交换器，进电加热器上部，然后进水解塔顶部，在水解塔内去除硫化氢，气体进冷凝塔下部，然后经水分分离器去下一工段。

变换主要反应方程式



变换工段工艺流程图

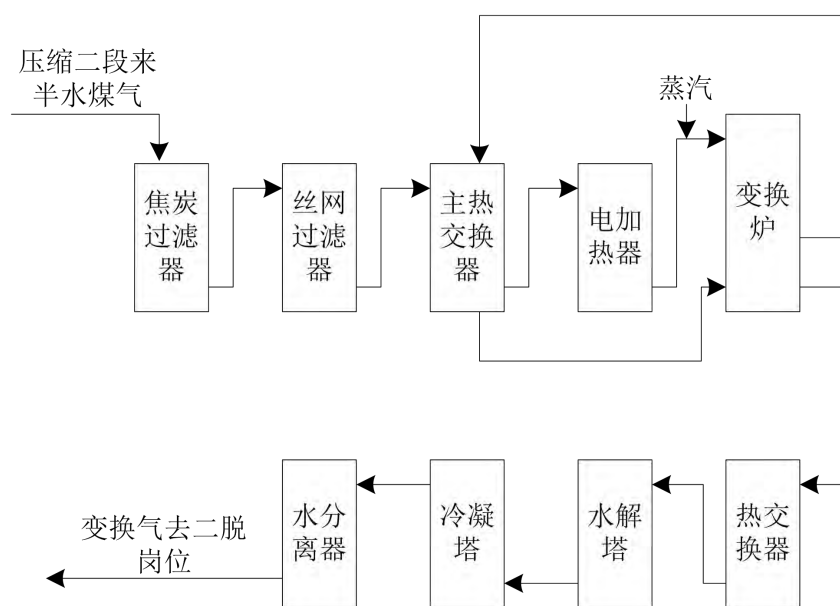


图 4.2-6 变换工段工艺流程框图

#### (5) 变换脱硫

变换气进入脱硫塔底部，在塔内与由上而下的脱硫液进行逆流接触，并脱去变换气中的部分 H<sub>2</sub>S；脱硫后变换气，由塔顶部出来，进入气液分离器，从顶部出来去压缩工段。

脱硫液在槽内由脱硫泵打入脱硫塔上部，与塔内由下而上的变换气发生逆流

接触，脱去变换气中的部分 H<sub>2</sub>S；吸收 H<sub>2</sub>S 后的脱硫液由脱硫塔出口调节阀进入喷射器，向再生槽内喷射，吸入空气使脱硫液在再生槽中重新再生为贫液。

变换脱硫工艺流程图

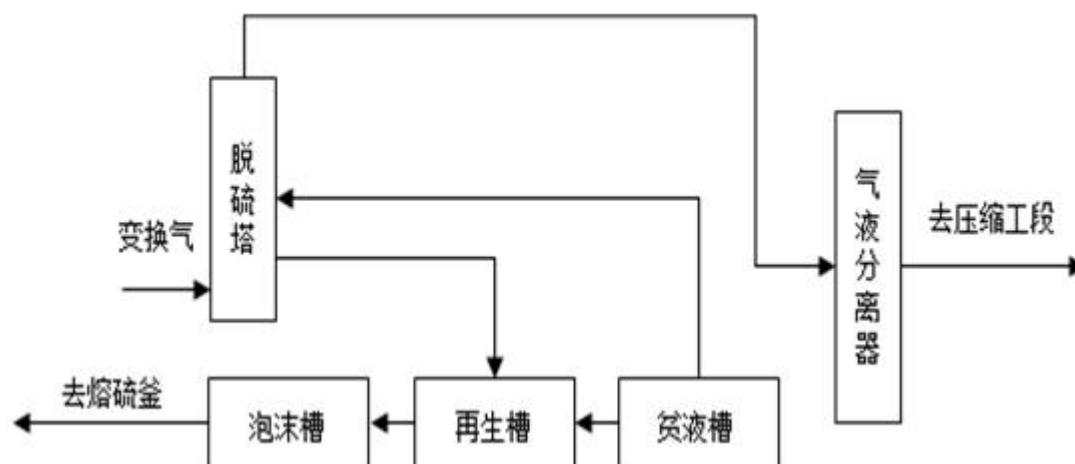


图 4.2-7 变换脱硫工艺流程图

#### (6) 变压吸附（脱碳）工段

来自压缩工段压力为 1.8 MPa 的变换气，首先进水分器，然后分别进入各吸附塔，经物理吸收脱除 CO<sub>2</sub> 后，原料气回压缩工段，高含量 CO<sub>2</sub> 经逐级提纯送尿素工段。

变压脱碳工艺流程图

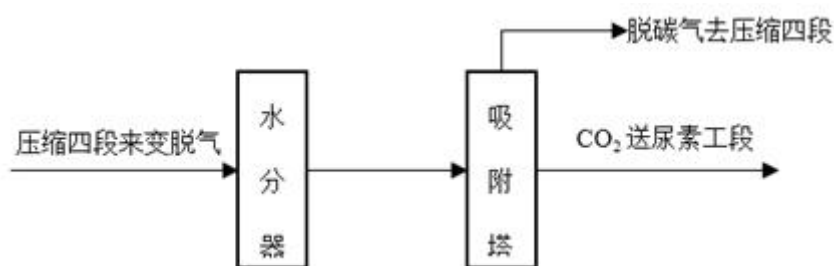


图 4.2-8 变压脱碳工艺流程图

#### (7) 精炼工段

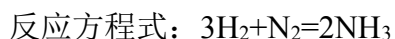
上述工段的原料气进入甲烷化炉，在镍系催化剂的作用下，CO、CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub> 发生甲烷化反应，使气体中 CO+CO<sub>2</sub><10ppm，再送往压缩工段的压缩机六段。

主要反应方程式： $\text{CO} + 3\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$

$\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

#### (8) 氨合成工段

精炼后的原料气，经一系列处理后，得合成氨，合成氨经过冷却降温后，以氨水的形式进入氨贮球罐区。



氨合成工艺流程图

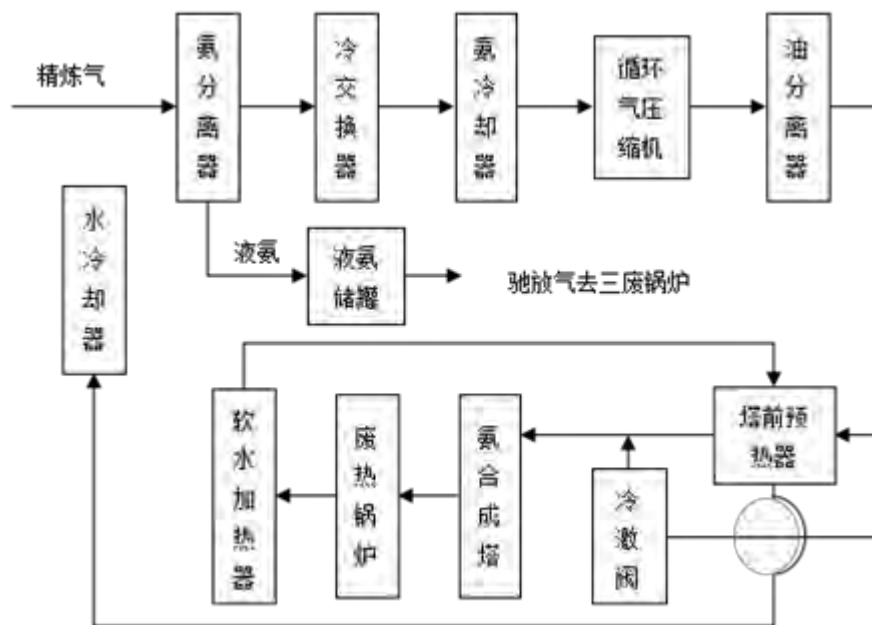


图 4.2-9 氨合成工艺流程图

#### (5) 第五阶段：2016 年~至今

该阶段晋煤银海化肥有限责任公司停产后，该生厂区彻底荒废，生产设备及车间陆续拆除，该阶段无污染来源。

该生产区产生的主要污染物及污染途径见下表。

表 4.2-6 碳酸氢铵生产区产生的主要污染物及污染途径

时间	生产工艺	产生车间	主要污染物	污染因子	污染途径
1976-1998	造气	造气车间	煤尘、焦油、半水煤气	氨氮、氰化物、砷、铅、汞、多环芳烃、石油烃	大气干湿沉降
	脱硫	铁氨脱硫	半水煤气、氨水	氨氮、氰化物、砷、铅、汞、多环芳烃、石油烃、酚类	大气干湿沉降、泄漏下渗
	变换	加压变换塔	半水煤气、废水、催化剂	氨氮、氰化物、砷、铅、汞、铜、锌、多环芳烃、石油烃	大气干湿沉降、泄漏下渗
	碳化	碳化车间	浓氨水	氨氮	泄漏下渗
	脱碳	低压厂房	半水煤气、催化剂	砷、铅、汞、钼、钴、多环芳烃、石油烃	大气干湿沉降、泄漏下渗
	精炼、合成	联合车间	半水煤气、洗涤液	氰化物、砷、铅、汞、铜、多环芳烃、石油烃	大气干湿沉降、泄漏下渗
1998-2016	造气	造气楼 1	煤尘、焦油、半水煤气	氨氮、氰化物、砷、铅、汞、镍、多环芳烃、石油烃	大气干湿沉降
		造气楼 2			
		造气楼 3			
		造气楼 4			
	储存	一万立方米气柜	半水煤气	砷、铅、汞、镍、多环芳烃、石油烃	大气干湿沉降
	脱硫	脱硫及脱硫设备区	半水煤气、煤尘、废水	氨氮、氰化物、砷、铅、汞、镍、多环芳烃、石油烃	大气干湿沉降、泄漏下渗
	压缩	180 压缩机	废气、废油	氰化物、砷、铅、汞、多环芳烃、石油烃、氨氮	大气干湿沉降、泄漏下渗
	变换	变换	废气、粉尘	砷、铅、汞、多环芳烃、石油烃、氨氮	大气干湿沉降
变换	变换脱硫	废气、粉尘	砷、铅、汞、多环芳烃、石油烃、氨氮	大气干湿沉降	



	变压吸附	北变压吸附罐区	废油、液氨	镍、砷、铅、汞、多环芳烃、石油烃、氨氮	泄漏下渗
	变压吸附	南变压吸附罐区	废油、液氨	镍、砷、铅、汞、多环芳烃、石油烃、氨氮	泄漏下渗
	合成	合成氨车间	液氨	铜、镍、氨氮	泄漏下渗
	储存	氨贮球罐区	液氨	铜、镍、氨氮	泄漏下渗

## 二、辅助生产区

### (1) 白煤堆放场地

该区域位于本生产区西北部，主要用于存放白煤，1976-1998 年为煤场。

该区域地面均有防渗，防渗层约 15~20cm，但由于时代久远，原煤中含有的重金属砷、铅、汞可能会通过雨水淋溶下渗至土壤，同时锅炉燃料过程中产生的烟尘可能会通过沉降对区域土壤造成一定多环芳烃的污染。

表 4.2-7 白煤堆放场地产污环节

类别	产污环节	产物途径	污染因子
原煤	存放过程	淋溶下渗、干湿沉降	砷、铅、汞、多环芳烃

### (2) 煤棚

该区域于 1998 年建成，用于存放原煤，该区域地面均有防渗，防渗层约 15~20cm，但由于时代久远，原煤中含有的重金属砷、铅、汞可能会通过雨水淋溶下渗至土壤，同时锅炉燃料过程中产生的烟尘可能会通过沉降对区域土壤造成一定多环芳烃的污染。

表 4.2-8 煤棚场地产污环节

类别	产污环节	产物途径	污染因子
原煤	燃煤	淋溶下渗、干湿沉降	砷、铅、汞、多环芳烃

### (3) 翻砂车间

该区域位于本生产区的东北部，于 1998 年建成，1976 年至 1998 年用于存放原煤，1998 年至 2016 年，该区域用作翻砂车间，但一直未启用，主要用来存放原辅材料。该区域地面均有防渗，防渗层约 15~20cm，且原辅材料均包装完好，不会对土壤和地下水造成污染。

### (4) 渣场

该区域于 1998 年建成，用于暂存炉渣，定期外售。该区域地面有防渗，防渗层约 20cm，但由于运营时间较长，炉渣中含有的重金属砷、铅、汞和多环芳烃可能会通过雨水淋溶下渗至土壤，对土壤造成一定污染。

表 4.2-9 渣场产污环节

类别	产污环节	产物途径	污染因子
炉渣	燃煤	淋溶下渗、干湿沉降	砷、铅、汞、多环芳烃

### (5) 锅炉房

本生产区共包括 4 个锅炉房，分别为 20t/h 链条锅炉 2 台、10t/h 链条锅炉 1 台、沸腾式锅炉 1 台，其中 10t/h 链条锅炉和沸腾式锅炉于 1976 年建成，于 2016 年拆除；东侧 20t/h 链条锅炉于 1992 年建成，原为空地；西侧 20t/h 链条锅炉于 1998 年建成。这些锅炉烟气均采用文丘里麻石水膜除尘器进行净化，净化后的烟气分别由 45m 高烟囱排放，余热锅炉的烟气直接由烟囱排放。西侧锅炉所在地原为临时渣场，用来暂存炉渣。

该区域地面有防渗，防渗层约 20cm，但由于运营时间较长，原煤中含有的砷、铅、汞和多环芳烃可能会通过雨水淋溶下渗至土壤，同时锅炉燃煤产生的烟尘可能会通过沉降对区域土壤造成一定污染。

**表 4.2-10 锅炉房场地产污环节**

类别	产污环节	产物途径	污染因子
烟尘	燃煤	淋溶下渗、干湿沉降	砷、铅、汞、多环芳烃

(6) 冷却塔

冷却塔建于 1998 年，用于气体的冷却降温，且冷却水循环使用，不会对土壤造成土壤。1976 年至 1998 年为临时渣场，用于暂存炉渣，炉渣中含有的部分重金属（砷、铅、汞）和多环芳烃可能会通过雨水淋溶下渗至土壤，对土壤造成一定污染。

**表 4.2-11 冷却塔场地产污环节**

类别	产污环节	产物途径	污染因子
固废	暂存过程	淋溶下渗	砷、铅、汞、多环芳烃

(7) 化工循环水及凉水塔

该区域建于 2007 年，用于生产过程中气体的冷却降温，且冷却水循环使用，循环水池、凉水塔均为地上结构，地面均铺有厚度约 20cm 的防渗层，不会对土壤造成污染。1976 年至 2007 年为车间办公室，不会产生生产性废水、废气等，不会对土壤造成污染。

(8) 循环水泵房及热水池

该区域建于 2007 年，用于生产过程中水蒸汽制备，生产用水均来自于市政用水，不会对土壤造成污染。1976 年至 2007 年为电修车间和钳工车间，存放设备维修使用的工具和备件，不会对土壤造成污染。

(9) 风机房

该生产区共有 3 处风机房，分别位于煤棚南侧、一网络东侧、脱硫设备区北侧，用于集中设置风机。煤棚南侧为风机房，于 1998 年建成，原为空地，地面设有厚度约为 15cm 的防渗层，不会对土壤造成污染。一网络东侧为鼓风机房，于 1998 年建成，1976 年至 1998 年为造气车间，用于制备半水煤气，半水煤气的泄漏、煤尘的干湿沉降可能会对区域土壤及地下水造成氰化物、重金属（砷、铅、汞）、多环芳烃及石油烃污染。脱硫设备区北侧为风机房，于 1998 年建成，原为碳化车间，在生产过程中可能存在氨水泄漏现象，可能会通过下渗对土壤及地下水造成氨氮污染。

表 4.2-12 风机房场地产污环节

类别	产污环节	产物途径	污染因子
废气、废液	造气	泄漏、干湿沉降	氰化物、砷、铅、汞、多环芳烃、石油烃、氨氮

(10) 一网络

该区域于 1998 年建成，作为碳酸氢铵生产区的中控室，用于控制整个生产区的生产。1976 年至 1998 年为造气车间，用于制备半水煤气，半水煤气的泄漏、煤尘的干湿沉降可能会对区域土壤及地下水造成氰化物、重金属（砷、铅、汞）、多环芳烃及石油烃污染。

表 4.2-13 一网络场地产污环节

类别	产污环节	产物途径	污染因子
废气	造气	泄漏、干湿沉降	氰化物、砷、铅、汞、多环芳烃、石油烃

(11) 三废硫化混燃炉

三废硫化混燃炉建于 2007 年，该炉运用沸腾床的燃烧特性，借用循环流化床锅炉的返料回收技术，采用吹风气余热锅炉的模式，对造气产生的废气、废渣、废灰同时混燃。1976 年至 1998 年为低碳厂房，用于半水煤气的变压脱碳。在长期的生产过程中，废气的干湿沉降、废渣及废灰的淋溶下渗可能会对土壤及地下水造成氰化物、重金属（砷、铅、汞、铜、锌、镍、钼、钴）、多环芳烃及石油烃污染。

表 4.2-14 三废硫化混燃炉场地产污环节

类别	产污环节	产物途径	污染因子
废气、废渣、废灰	燃烧	干湿沉降、淋溶下渗	氰化物、重金属、多环芳烃、石油烃

### (12) 3.5KV 变电站

3.5KV 变电站于 2007 年建成，主要用于碳酸氢铵生产区的输配电，在使用过程中，可能会存在变压器油的泄漏，可能会对土壤造成多氯联苯、石油烃污染。1976 年至 2007 年为联合车间，用于氨水的精炼与合成，可能会存在氨水泄漏现象，可能会通过下渗对土壤及地下水造成氨氮污染。

表 4.2-15 3.5KV 变电站场地产污环节

类别	产污环节	产物途径	污染因子
废水	精炼、合成	下渗	氨氮
变压器油	变电站	泄漏下渗	多氯联苯、石油烃

### (13) 污水处理区

污水处理区位于本生产区的西部，于 1998 年建成，由泵房、沉淀池、预沉池、澄清池组成，这些池子按重力流布设，澄清池为半地下结构，地下埋深约 2m，其他均为地上结构，材质均为水泥，基础为三合土，采用水泥抹面。主要处理碳酸氢铵生产过程产生的污废水，这些污废水通过污水管道输送至泵房，由泵房提升通过地上明渠输送至各个水处理构筑物。地上明渠为水泥混凝土结构。在水处理过程中，可能存在污废水的跑冒滴漏现象，通过地表下渗对土壤及地下水造成氨氮、铜、锌、镍、钼、钴、石油烃污染。1976 年至 1998 年为临时渣场，主要用于暂存炉渣，定期外售，在炉渣暂存期间，炉渣中的砷、铅、汞、多环芳烃可能会通过淋溶下渗对土壤及地下水造成污染。

表 4.2-16 污水处理区产污环节

类别	产污环节	产污途径	污染因子
污废水	处理过程	跑、冒、滴、漏	氨氮、铜、锌、镍、钼、钴、石油烃
原煤	存放过程	淋溶下渗、干湿沉降	砷、铅、汞、多环芳烃

## 三、其他区域

### (1) 甲醇中控室

甲醇中控室于 2007 年建成，通过人员访谈，得知该车间从建成至停产均未使用。1976 年至 2007 年为联合车间，用于氨水的精炼与合成，可能会存在氨水泄漏现象，可能会通过下渗对土壤及地下水造成氨氮、铜、锌、钼、钴污染。

表 4.2-17 甲醇中控室场地产污环节

类别	产污环节	产物途径	污染因子
废水	精炼、合成	下渗	氨氮、铜、锌、钼、钴



## (2) 甲醇生产设备

甲醇生产设备车间于 2007 年建成，主要用于合成甲醇，在甲醇生产过程中，可能存在产品及设备机油的泄漏、遗撒，对土壤造成甲醇、铜、石油烃污染。1976 年至 2007 年为联合车间，用于氨水的精炼与合成，可能会存在氨水泄漏现象，可能会通过下渗对土壤及地下水造成氨氮、铜、锌、钼、钴污染。

表 4.2-18 甲醇生产设备场地产污环节

类别	产污环节	产物途径	污染因子
废水	甲醇合成、氨合成	下渗	氨氮、甲醇、铜、锌、钼、钴、石油烃

## (3) 污水终端

污水终端设置于调查地块北厂区的西侧，处理能力为 1200m<sup>3</sup>/d，采用“格栅+调节+水解酸化+二级生物接触氧化+混凝沉淀”的组合工艺，建于 1998 年，接收北厂区产生的污废水，处理后的废水排入地块西侧的冀午渠。在污水处理过程中，污废水的跑冒滴漏可能会通过下渗对土壤及地下水造成污染。

表 4.2-19 污水终端场地产污环节

类别	产污环节	产污途径	污染因子
废水	处理	跑冒滴漏	氨氮、石油烃、多环芳烃、砷、铅、汞、铜、锌、镍、钼、钴

## (4) 事故水池

事故水池建于 1998 年，材质为水泥，基础为三合土，采用水泥抹面，地下埋深约 3.0m。通过人员访谈，可知本调查地块自建厂至停产未发生过事故，不会对土壤及地下水造成污染，但处于保守考虑，后期需关注。

## 四、小结

根据前面的分析，可知碳酸氢铵生产区的污染识别结果如下表所示。

表 4.2-20 碳酸氢铵生产区污染识别的结果

功能区	潜在污染车间	污染物及污染途径		潜在有毒有害污染物质
		污染物	污染途径	
生产区	造气楼 1	煤尘、焦油、半水煤气	大气干湿沉降	氨氮、氰化物、砷、铅、汞、镍、多环芳烃、石油烃
	造气楼 2			
	造气楼 3			
	造气楼 4			
	一万立方米气柜	半水煤气	大气干湿沉降	砷、铅、汞、镍、多环芳烃、石油烃
	脱硫及脱硫设备区	半水煤气、煤尘、废水	大气干湿沉降、泄漏下渗	氨氮、氰化物、砷、铅、汞、镍、铜、锌、多环芳烃、石油烃、酚类
	180 压缩机	废气、废油	大气干湿沉降、泄漏下渗	氰化物、砷、铅、汞、铜、多环芳烃、石油烃、氨氮
	变换	废气、粉尘	大气干湿沉降	砷、铅、汞、铜、锌、多环芳烃、石油烃、氨氮
	变换脱硫	废气、粉尘	大气干湿沉降	砷、铅、汞、铜、锌、多环芳烃、石油烃、氨氮
	北变压吸附罐区	废油、液氨	泄漏下渗	镍、砷、铅、汞、多环芳烃、石油烃、氨氮
	南变压吸附罐区	废油、液氨	泄漏下渗	镍、砷、铅、汞、多环芳烃、石油烃、氨氮
	合成氨车间	液氨	泄漏下渗	铜、镍、氨氮
	氨贮球罐区	液氨	泄漏下渗	铜、镍、氨氮
辅助生产区	白煤堆放场地	白煤	遗撒、淋溶下渗	砷、铅、汞、多环芳烃
	煤棚	燃料煤	遗撒、淋溶下渗	砷、铅、汞、多环芳烃
	渣场	炉渣	遗撒、淋溶下渗	砷、铅、汞、多环芳烃
	二十吨锅炉房	燃料煤、炉渣	遗撒、淋溶下渗	砷、铅、汞、多环芳烃
	10T 锅炉房			
	锅炉房			

功能区	潜在污染车间	污染物及污染途径		潜在有毒有害污染物质
		污染物	污染途径	
	20T 锅炉房			
	冷却塔	循环水	泄漏下渗	砷、铅、汞、多环芳烃
	风机房	废气、废油	大气干湿沉降、泄漏下渗	氰化物、砷、铅、汞、多环芳烃、石油烃、氨氮
	一网络	废气	大气干湿沉降	氰化物、砷、铅、汞、多环芳烃、石油烃
	三废硫化混燃炉	废气、废渣、废灰	大气干湿沉降、淋溶下渗	氰化物、氨氮、砷、铅、汞、铜、锌、镍、钼、钴、多环芳烃、石油烃
	3.5KV 变电站	废气、变压器油	大气干湿沉降、泄漏下渗	氨氮、石油烃、多氯联苯
	污水处理区	污废水	泄漏下渗	氰化物、砷、铅、汞、铜、锌、镍、钼、钴、多环芳烃、石油烃、氨氮
其他区域	甲醇中控室	废水	泄漏下渗	铜、锌、钼、钴、氨氮
	甲醇生产设备	废液	大气干湿沉降、泄漏下渗	铜、锌、钼、钴、氨氮、甲醇、石油烃
	污水终端	污废水	泄漏下渗	砷、铅、汞、铜、锌、镍、钼、钴、多环芳烃、石油烃、氨氮

#### 4.2.4.2 甲醇生产区

甲醇生产区根据功能区性质不同划分为：生产区（压缩车间、甲醇合成车间、烃化车间）、甲醇罐区、辅助生产区（空压站、油池、电仪、35KV 变电站及变压器）。

##### 一、生产区

本区域位于地块内西侧，包括压缩车间、甲醇合成车间、烃化车间，均建于1992年，甲醇年产量达6万t。通过人员访谈，可知甲醇自生产至停产生产工艺未发生过改变，原料为脱硫脱碳后的半水煤气，经过压缩、合成及烃化处理后，得到产品甲醇。

表 4.2-21 各车间生产建设情况一览表

序号	车间名称	建设时间	生产情况
1	压缩车间	1992	主要生产车间
2	甲醇合成车间	1992	
3	烃化车间	1992	

车间内部分为二层，主要生产装置为反应塔，反应塔及物料输送管线均位于地面以上，材质均为合金钢或碳钢。车间内主要反应装置情况一览表见下表所示。

表 4.2-22 车间内主要反应装置情况一览表

序号	名称	材质	数量	介质
1	甲醇合成塔	16MNR	2	甲醇
2	甲醇水洗塔	16MNR	1	甲醇
3	醇分离器	16MNR	1	氢氮气、甲醇
4	醇洗塔	16MNR	1	氢氮气、甲醇
5	油分离器	16MNR	1	氢氮气、甲醇
6	主塔预热器	Q235B	1	蒸汽、甲醇
7	预塔预热器	Q235B	2	蒸汽、甲醇
8	中间槽	16MNR	1	甲醇
9	醇分离器	16MNR	2	氢氮气、甲醇
10	油过滤器	16MNR	1	氢氮气、甲醇
11	废热回收器	16MNR	1	氢氮气、甲醇
12	缓冲器	16MNR	2	氢氮气、甲醇
13	粗醇槽	Q235B	2	粗甲醇
14	精醇槽	Q235B	2	精甲醇
15	残液槽	--	2	残液
16	主冷凝器	Q235B	1	甲醇、水

序号	名称	材质	数量	介质
17	冷凝液槽	A3	1	甲醇
18	油水槽	A3	1	油
19	事故槽	Q235B	1	甲醇
20	软水槽	Q235B	1	软水
21	成品槽	Q235B	3	甲醇
22	回流槽	Q235B	1	甲醇
23	计量槽	A3	1	甲醇

(1) 具体的工艺流程如下所述:

### 1、压缩工段

经初步脱硫脱碳后的半水煤气进入压缩车间,通过加压或减压,进一步脱碳。

### 2、粗醇工段

由压缩工段来的原料气进入甲醇合成车间,首先进入洗气塔除杂,而后与循环压缩机出来的气体混合进入油水分离器,将气体中夹带的油水分离下来,由甲醇合成塔顶进入,在铜系催化剂的作用下,合成甲醇,经冷排冷却后进入甲醇液分离器对气体进行分离,分离下的甲醇经减压阀进入中间储槽,溶解在甲醇里的气体在中间储槽内被释放送回压缩工段一段出口。甲醇送至粗醇储槽。从醇液分离器出来的气体一部分进入循环压缩机,经油水分离后,进入甲醇合成塔;另一部分进入合成氨的精炼工段。

### 3、精醇工段

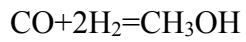
来自粗醇罐的粗甲醇经加压后,按照 0.5%的比例加入氢氧化钠(浓度 8%-10%)溶液,使预精馏的甲醇呈弱碱性,目的是为了促使胺类及羰基化合物分解,并防止粗甲醇中的有机酸对设备的腐蚀。粗醇经预加热器加热至 60-70℃ 进入预蒸馏塔,塔顶出来的气体含甲醇、水及多种以轻组分为主的少量有机杂质,经冷凝后,绝大部分甲醇、水和少量有机杂质被冷凝下来,进入回流槽,经泵加压送回预蒸馏塔进行回流。回流量与入料量比控制在 0.6-0.8,以轻组分为主,大部分有机杂质经预塔液封槽后放空。塔釜为预处理后粗甲醇,甲醇含量约为 75 %-85%。

预处理后粗甲醇由预塔底部引出,经泵送入主精馏塔,根据粗甲醇浓度、温度调节进料板。主塔底部有循环蒸发器,甲醇蒸汽和液体在塔板上进行分馏,塔顶甲醇蒸汽冷凝后经泵送至塔顶进行全回流,回流量与入料量之比控制在



1.5-2.0。极少量的轻组分与少量甲醇经主塔液封槽，不凝部分排入大气，主塔及预塔液封槽溢流的初馏物进入事故槽。精甲醇从塔中采出。精甲醇经冷却器冷却至 30 °C 以下送至精甲醇储槽。塔釜残液主要为水及少量高碳烷烃，相对密度 > 0.993，甲醇含量 < 1%。由塔底排出，部分做为萃取水，部分作为软水用泵送至造气工段。

甲醇合成反应方程式



甲醇合成工艺流程图如下图所示。

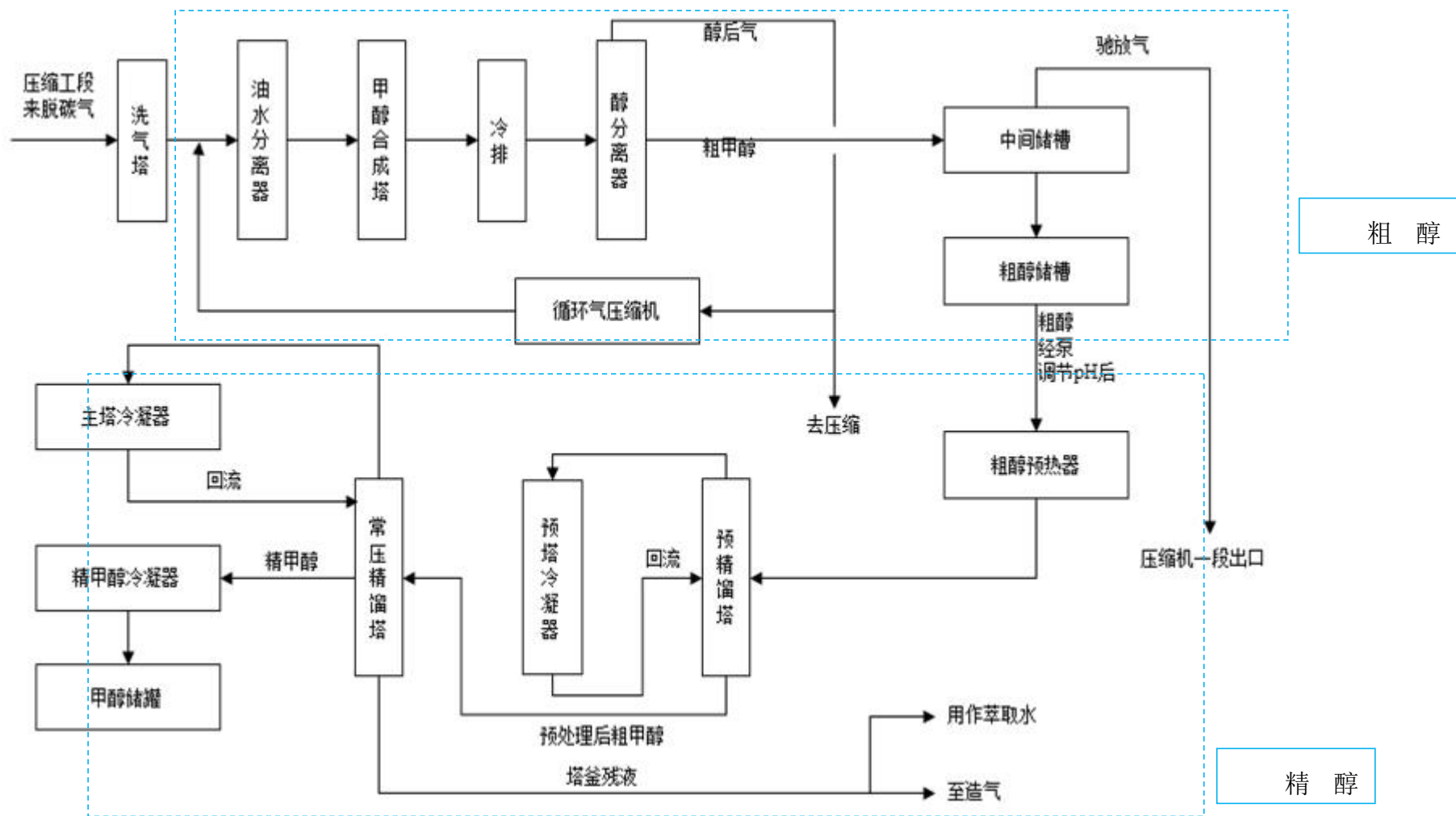


图 4.2-10 甲醇合成工艺流程图

## (2) 产生的主要污染物

结合工艺流程及污染物产生环节,生产车间产生的污染物主要有废气、废水。压缩工段的半水煤气可能会发生泄漏,通过大气干湿沉降对本生产区的土壤造成污染,主要污染物为氰化物、重金属(砷、铅、汞、铜)、多环芳烃、石油烃。甲醇合成及烃化工段可能存在甲醇及废油的泄漏,通过地表下渗进入土壤中,对土壤造成污染,主要污染物为甲醇、石油烃、砷、铅、汞、氰化物。甲醇合成工段可能存在催化剂的泄漏、遗撒,通过淋溶下渗进入土壤中,对土壤造成铜污染。生产车间内主要污染物产生方式及排放去向见下表所示。

表 4.2-23 主要污染物产生方式及排放去向

时间	类别	产污环节	产污车间	主要污染物/污染因子	排放去向/污染途径
1992-2016	废气	压缩	压缩车间	半水煤气/氰化物、砷、铅、汞、铜、多环芳烃、石油烃	无组织排放/干湿沉降
	废水、废油	甲醇合成、烃化	甲醇合成车间、烃化车间	废液、废油/砷、铅、汞、铜、甲醇、石油烃、氰化物	泄漏、下渗
	固体废物	甲醇合成	甲醇合成车间	催化剂/砷、铅、汞、铜	淋溶下渗

## 二、甲醇罐区

甲醇罐区位于本次调查场地北厂区的南侧,共计 4 个储罐,于 1998 年建成,2014 年拆除了一个,2016 年全部拆除,储罐全为地上储罐,周边均设置有围堰及水泥基座,基座厚度大于 30cm。储罐的材质均为双层钢结构。

结合人员访谈信息,该区域主要可能发生的污染是在甲醇储存的过程中发生泄漏、遗撒,经地表下渗进入土壤中,对土壤造成污染。本区域主要污染物的产生方式及排放去向见下表。

表 4.2-24 主要污染物产生方式及排放去向

类别	产污环节	主要污染物/污染因子	排放去向/污染途径
液体	储存	甲醇/甲醇、铜	泄漏、遗撒/地表下渗

## 三、辅助生产区

辅助生产区包括空压站、油池、电仪、35KV 变电站及变压器。

### 1、空压站

空压站位于甲醇生产区的西侧，主要设备为空气压缩机，建于 1992 年，地面铺有厚度约为 15-20cm 的水泥防渗层。在长期的生产过程中，空气压缩机可能存在机油泄漏，通过地表下渗对该区域土壤及地下水造成石油烃污染。

**表 4.2-25 主要污染物产生方式及排放去向**

类别	产污环节	主要污染物/污染因子	排放去向/污染途径
液体	生产	机油/石油烃	泄漏、遗撒/地表下渗

## 2、油池

油池位于空压站的南侧，建于 1992 年，占地面积约为 140m<sup>2</sup>，平面尺寸为 14\*10m，深度约为 3.0m，主要用于盛放和分离甲醇生产过程中分离出的油水混合物，分离出的油暂存于塑料桶内，定期外售，1998 年前分离出的水通过水渠排至厂外，1998 年后通过管道送至污水处理区。通过人员访谈，可知该区域内的油池材质为玻璃钢，基础为三合土，采用水泥抹面。

在油水混合物储存及分离过程中，可能会出现泄漏、下渗现象，可能会对场地土壤造成甲醇、铜、铅、砷、汞、多环芳烃、石油烃的污染。

**表 4.2-26 油池产污环节**

类别	产污环节	主要污染物/污染因子	排放去向/污染途径
液体	储存及分离	焦油、废水/甲醇、铜、铅、砷、汞、多环芳烃、石油烃	泄漏、遗撒/地表下渗

## 3、电仪

电仪位于油池区域的南侧，主要用于甲醇生产区的仪表的设置，建于 1992 年，地面铺有厚度约为 15-20cm 的水泥防渗层，不会对该区域土壤造成污染。

## 4、35KV 变电站及变压器

35KV 变电站及变压器位于电仪区域的南侧，主要设备为变压器，建于 1992 年，主要用于整个厂区的输配电，地面铺有厚度约为 15-20cm 的水泥防渗层。在长期的使用过程中，变压器可能存在变压油泄漏，通过地表下渗对该区域土壤及地下水造成多氯联苯、石油烃污染。

**表 4.2-27 主要污染物产生方式及排放去向**

类别	产污环节	主要污染物/污染因子	排放去向/污染途径
液体	生产	变压油/多氯联苯、石油烃	泄漏、遗撒/地表下渗

#### 四、小结

通过以上的分析，甲醇生产区污染识别结果如下表所示。



表 4.2-28 甲醇生产区污染识别的结果

功能区	潜在污染车间	污染物	污染途径	潜在有毒有害污染物质
生产区	压缩车间	废气	大气干湿沉降	砷、铅、汞、铜、多环芳烃、石油烃、氰化物
	甲醇合成车间	废水、废油、固体废物	泄漏下渗、淋溶下渗	砷、铅、汞、铜、甲醇、石油烃、氰化物
	炔化车间	废水、废油	泄漏下渗	砷、铅、汞、铜、甲醇、石油烃、氰化物
罐区	甲醇罐区	甲醇液体	泄漏下渗	甲醇、铜
辅助生产区	空压站	废油	泄漏下渗	砷、铅、汞、多环芳烃、石油烃
	油池	废油、废水	泄漏下渗	铜、铅、砷、汞、多环芳烃、石油烃、甲醇、氰化物
	35KV 变电站及变压器	废油	泄漏下渗	多氯联苯、石油烃

#### 4.2.4.3 尿素生产区

尿素生产区根据功能区性质不同划分为：生产区（二氧化硫压缩车间、二氧化碳压缩车间、压缩车间、尿素主厂房、造粒塔、包装主厂房）、辅助生产区（脱盐水站、机修车间、成品库、化肥场地、循环水泵房、凉水塔及冷却塔）。

##### 一、生产区

生产区包括二氧化硫压缩车间、二氧化碳压缩车间、压缩车间、尿素主厂房、造粒塔、包装主厂房，均建于1998年，1998年至2007年尿素年产量达10万t，2007年至2016年尿素年产量达30万t。通过人员访谈，可知在2007年对尿素原有生产工艺进行了改造，主要是提高清洁生产水平，主要生产工艺及车间未发生改变。

表 4.2-29 各车间生产建设情况一览表

序号	车间名称	建设时间	生产情况
1	二氧化硫压缩车间	1998年	1998年至2007年南二氧化硫压缩车间未使用，2007年至2016年全部使用
2	二氧化碳压缩车间	1998年	2007年对其进行了改造，提高清洁生产水平
3	压缩车间	1998年	
4	尿素主厂房	1998年	
5	造粒塔	1998年	
6	包装厂房	1998年	设有储罐区和变电所

车间内部分为二层，主要生产装置为反应器及塔，反应装置及物料输送管线均位于地面以上，材质均为合金钢或碳钢。车间内主要反应装置情况一览表见下表所示。

表 4.2-30 车间内主要反应装置情况一览表

序号	名称	材质	数量	介质
1	缓冲器	合金钢	20	CO <sub>2</sub>
2	分离器	合金钢	12	CO <sub>2</sub>
3	脱硫槽	16MNR	3	CO <sub>2</sub>
4	脱硫过滤器	16MNR	3	CO <sub>2</sub>
5	平衡段缓冲器	16MNR	3	CO <sub>2</sub>
6	冷却器	Q235B	6	CO <sub>2</sub>
7	双梁起重机	12.5T	1	--
8	电动桥式起重机	10T	1	--
9	尿素合成塔	不锈钢	1	CO <sub>2</sub> 、氨、尿素

序号	名称	材质	数量	介质
10	一分加热器	--	1	氨
11	二循环一冷却器	--	1	
12	二循环二冷凝器	--	1	
13	预蒸馏塔	--	1	氨
14	解吸塔	--	1	氨
15	气液分离器		2	
16	一分塔		1	尿液、氨
17	二分塔		1	尿液、氨
18	冷凝器		1	
19	一吸塔		1	
20	尾吸塔		1	
21	闪蒸槽		1	
22	尿液槽		1	
23	蒸发器		4	
24	氨冷器	合金钢	1	氨
25	预分离器	合金钢	1	CO <sub>2</sub> 、氨、尿液
26	惰洗器	合金钢	1	CO <sub>2</sub> 、氨
27	水解塔	16MNR	1	CO <sub>2</sub> 、氨
28	回流冷凝器	不锈钢	1	CO <sub>2</sub> 、氨
29	液氨除油器	Q345R	1	液氨
30	造粒塔		1	尿素

(1) 具体的工艺流程如下所述:

### 1998 年至 2007 年

#### 1、原料气脱碳脱硫工段

原料气依次进入二氧化碳压缩车间、二氧化硫压缩车间进行脱碳、脱硫，然后再进入压缩车间，加压至 21MPa，送至尿素合成塔。

#### 2、尿液合成工段

液氨经液氨过滤器进入液氨缓冲槽的原料室。来自氨冷凝器的循环液氨，进入液氨缓冲槽的回流室，其中一部分越过挡板与原料液氨混合，经液氨泵加压和预热器预热后也进入尿素合成塔。在 188℃、20 MPa 的反应条件下，尿素合成塔内反应熔融物（尿液）从塔顶引出，减压至 1.7MPa，经预分离后进入预蒸馏塔上部，分离出闪蒸汽后，溶液自流至预蒸馏塔中部蒸馏段，与一分加热器送的热气体逆流接触，进行换热蒸馏，使液相中的部分甲胺与过剩氨分解、气化，进入气相。同时气相中部分水蒸气冷凝，预蒸馏后的尿液自蒸馏段流入一分加热器，在蒸汽加热作用下，约 88% 的甲胺在此分解。液相尿素由预蒸馏塔底部出来，被

减压至 0.3MPa 送往二分塔（低压分解塔），气相在塔内上升通过蒸馏段由塔顶排往闪蒸加热器和一段蒸发器热能回收段，闪蒸蒸发器气相进入一吸冷却器。

来自预蒸馏塔的一段分解气与二甲液在一段蒸发加热器的热能回收段发生部分冷凝，液相混合物与预分离气相进入一吸冷却器底部，一吸塔底部得到的一甲液经一甲泵加压，送回尿素合成塔；在循环冷却脱盐水冷却下，气体进一步发生冷凝；出一吸冷却器的气液混合物进入一吸塔下部。

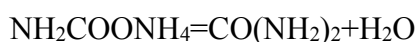
预蒸馏塔排出的尿液减压至 0.29-0.39 MPa 后，送至二分塔的上部填料段，与来自二分塔加热段的气体逆流接触后进入加热段被加热至 134-140℃，在尿液中残存的过剩氨和甲胺在此基本气化进入气相。出加热段的气液混合物经分离，尿液被减压送往闪蒸蒸发器，气体经填料段自二分塔顶排出。塔顶排出的气体与来自解析系统的解析气混合后进入二循一冷凝器被表面冷凝液所吸收，生成二甲液，经泵送往一段蒸发器热能回收段，出二循一冷凝器的气体去二循一冷凝器被继续冷凝吸收生成氨水，氨水经泵送往惰洗器再去一段吸收塔吸收，尾吸塔内吸收一吸塔气相经氨冷凝后的未凝氨、未吸收的氨及不凝气，经吸收后的尾气与蒸发冷凝器经冷凝后的废气由尾气放空总管排空。

来自二分塔的尿液减压至 0.044 MPa，经闪蒸蒸发器、一段蒸发器、二段蒸发器后得到浓度为 99.7 % 的熔融尿素。

### 3、造粒工段

熔融尿素被熔融尿液泵送至造粒塔顶喷洒造粒。造粒塔底部得到的粒状尿素，送至包装工序，得到尿素产品。

尿素合成反应方程式



尿素合成工艺流程图见下图。

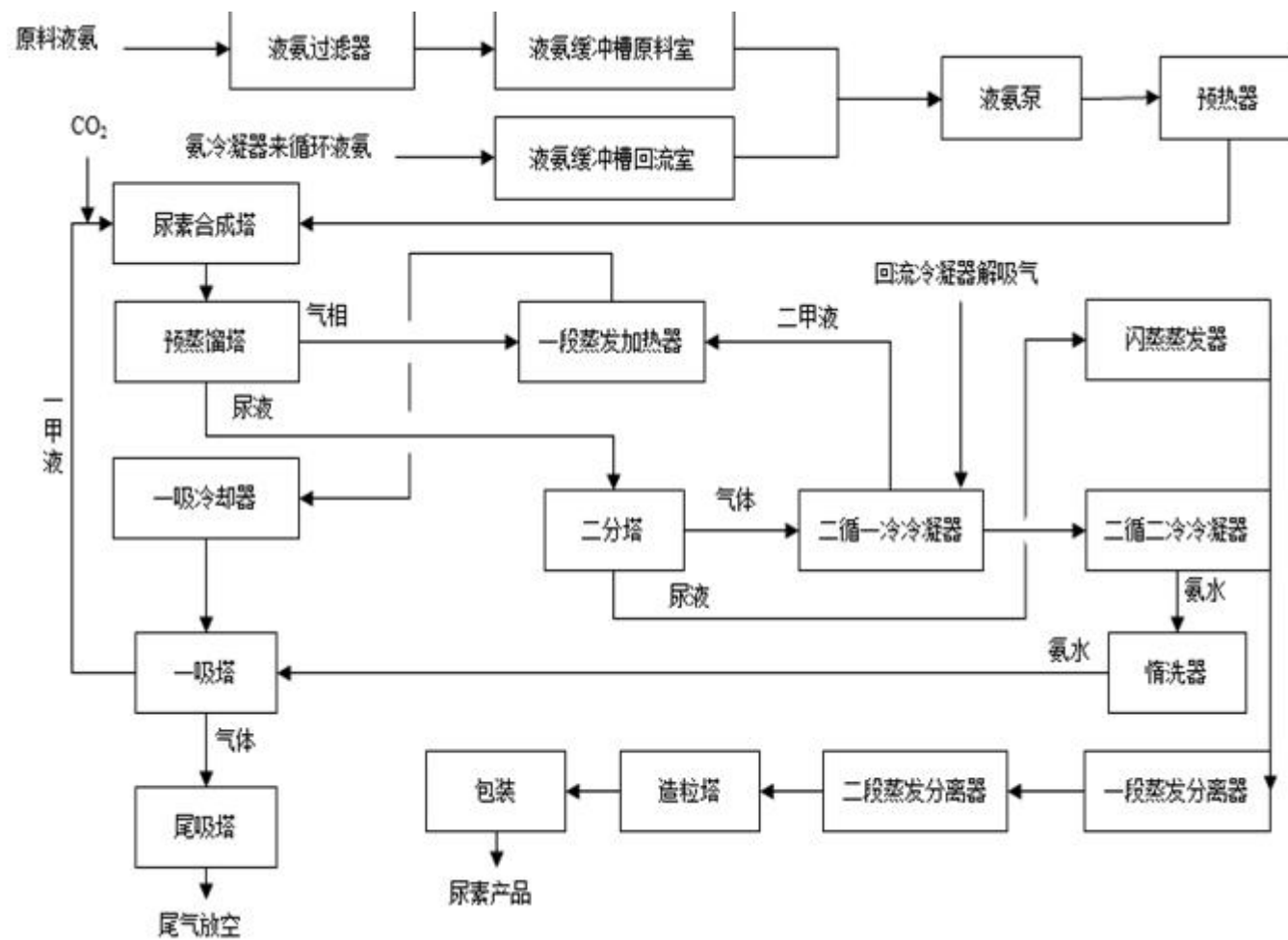


图 4.2-11 尿素合成工艺流程图



2007年至2016年，尿素装置仍采用水溶液全循环法生产工艺，只是在原有工艺流程基础上进行了技术改造，主要是提高清洁生产工艺水平，具体如下所述：

### 1、二氧化碳的压缩和净化

来自脱碳工段的原料  $\text{CO}_2$  气体，在温度为  $35^\circ\text{C}$ 、压力为  $0.105\text{MPa}$  的条件下，经液滴分离器后进入  $\text{CO}_2$  压缩机，经一、二段压缩压力达到  $0.981\sim 1.128\text{MPa}$ ，经冷却除油后送  $\text{CO}_2$  脱硫装置，经三个并联的活性炭脱硫塔后， $\text{CO}_2$  中的硫化物降到  $10\text{mg}/\text{Nm}^3$  以下，然后进入  $\text{CO}_2$  压缩机三段入口，经三、四、五段压缩至  $20.96\text{MPa}$ ，温度约  $125^\circ\text{C}$  送往尿素合成塔。

### 2、尿素合成

来自氨库的原料液氨 ( $P\geq 2.06\text{MPa}$ ,  $t\leq 35^\circ\text{C}$ )，经液氨过滤器，流量计计量后进入液氨缓冲槽的原料室，来自氨冷凝器的循环液氨进入液氨缓冲槽的回流室，其中一部分越过挡板与原料氨混合后，经液氨泵加压到  $20.96\text{MPa}$  送往氨预热器，被蒸汽冷凝液预热至约  $50\sim 70^\circ\text{C}$  进入尿素合成塔，液氨缓冲槽中回流室的液氨送往一吸塔。

原料  $\text{CO}_2$  气体和循环回收工序来的液氨同时送入尿素合成塔底部，在约  $19.7\text{MPa}$ 、 $188^\circ\text{C}$  的条件下，经一定时间反应有  $65\sim 68\%$  的  $\text{CO}_2$  转化为尿素，尿液至塔顶排出，尿素合成塔压力由出口调节阀控制。

### 3、循环回收

尿素合成塔的尿液经出口压力调节阀减压至  $1.77\text{MPa}$  进入预分离器，在此分离出闪蒸气体后，尿液自流到自汽提一分塔 GC 型高效塔塔盘式蒸馏段，在此与降膜式加热器来的热气体逆流接触，进行换热蒸馏，使气相中的水蒸汽部分冷凝，以减少带入回收工序的水含量，提高水平衡的操作弹性。经过蒸馏段蒸馏后的尿液流往汽提段，尿液经液膜器外侧的小孔后进行精确的机械成膜，分配到降膜式加热器的每根汽提管中，在蒸汽的加热作用下使液相中绝大部分甲铵分解，所产生的过剩氨气在汽提管中空的空间向上升，通过液膜器中心的限流孔管（起气体分布作用）进入升气管，再进入 GC 型高效塔盘完成对尿液的蒸馏作用。有  $88\sim 90\%$  的甲铵在降膜式加热器分解，由于膜式传热的机理使降膜式加热器较原一分加热器的蒸汽利用率提高了  $20\%$  左右，大大降低了蒸汽消耗。经降膜式加热器分解后的约  $155^\circ\text{C}\sim 160^\circ\text{C}$  的尿液自汽提一分塔塔底排出，经减压后送往二分

塔。一段分解系统所需的防腐空气由空压机提供，空气自汽提一分塔底部加入。

来自预分离器的预分气先进入闪蒸预热器，用于加热闪蒸前尿液。

来自二分塔的二分气先进入二甲液预热器(A)，将二甲液加热至 80℃左右。二甲液预热器(B)用一吸冷却器前的气液混合物继续加热至 100~105℃。

来自自汽提一分塔的分解气与经过闪蒸预热器后的预分气，及先后经过二甲液预热器(A)、(B)的二甲液，必要时补入少量 CO<sub>2</sub> 气，共四股物料形成高能回收的甲铵液，分别进入二分塔的降膜式热能回收段和降膜式闪蒸器的热能回收段进行部分冷凝，冷凝吸收放出的热量用来分别加热二分塔和闪蒸器的尿素溶液。降膜式闪蒸器热能回收段出来的气液混合物先进入甲液预热器(B)，被二甲液冷却；再进入一吸冷却器底部，被循环冷却水冷却，气体进一步冷凝，出一吸冷却器的气液混合物进入一吸塔底部，气体经鼓泡段鼓泡吸收，塔顶排出的约 50℃ 含 CO<sub>2</sub> < 100ppm 的气氨进入氨冷凝器(A)，气氨在此被部分冷凝下来流往液氨缓冲槽，出氨冷凝器(A)的气体经惰洗器防爆空间后，进入氨冷器(B)，在此冷凝的液氨流往液氨缓冲槽。未冷凝气体送往惰洗器，被来自二循一冷的氨水吸收。惰气尾气减压后送惰气精洗器，被二段表冷液吸收，将氨含量降低至 0.3% 至放空总管。惰洗器排出的 45℃ 氨水送往一吸塔，一吸塔底部将得到 90~95℃ 的一甲液，经一甲泵加压后送往尿素合成塔。

自汽提一分塔排出的尿液减压至 0.29~0.39 MPa (绝) 后，送入三合一二分塔上部的 GC 型塔盘段，与来自二分塔加热段的气体逆流接触后，进入中部的降膜式加热段被高能回收的甲铵液加热至 120~130℃，通过尿液一次出口再进入下部的蒸汽加热段，被蒸汽加热至 135~140℃，尿液中残留的过剩氨与甲铵基本在中部气化分解进入气相，蒸汽加热段在开车初期和需要辅助加热时起作用，出蒸汽加热段的气液混合物经分离后，尿液减压送往闪蒸工序，气体经塔盘段后自二分塔顶排出，先经二甲液预热器(A)回收热量后，再与来自解吸系统的解吸气混合后进入二循一冷凝器，被蒸发冷凝液吸收，生成二甲液由二甲泵送往二分塔热能回收段，出二循一冷凝器的气体在二循二冷凝器内继续被蒸发冷凝液吸收，生成的氨水由氨水泵送往惰洗器，尾气去尾吸塔。二循二冷的尾气混合后由底部进入尾吸塔。被来自尾吸泵的蒸发冷凝液吸收，生成稀碳铵液送至碳铵液槽，尾气通过放空总管放空。

#### 4、尿液加工

二分塔排出尿液减压至约 0.04MPa 后进入闪蒸预热器和降膜式闪蒸器，在此分离为气液两相，约 105℃，82%（重量）的尿液排往一段蒸发器，在 0.03MPa（绝）压力下，尿液经热能回收段（采用 0.28MPa 的膨胀蒸汽加热）和蒸汽加热段被加热至 130℃、浓缩至 96%（重量），从一段蒸发分离段中分离出来的尿液进入二段蒸发加热器，被蒸汽加热至 140℃、浓缩至 99.5%（重量），从二段蒸发分离段中分离出来的尿液用熔融泵送至尿素造粒塔造粒，经包装后即成为成品尿素。

#### 5、工艺冷凝液的分配与解吸

一段蒸发冷凝液和中间冷凝液贮存于一阶段蒸发冷凝液室，由尾吸泵送入尾吸塔顶作为吸收液。尾吸塔底部得到的碳铵液送入碳铵液贮槽，系统各处的排放也进入碳铵液贮槽。二段蒸发冷凝液贮存于二段蒸发冷凝液槽，一部分用泵送入二循一冷和二循二冷作为吸收剂；另一部分用精洗泵送入惰气精洗器，作循环吸收液。

碳铵液由解吸塔给料泵送往解吸换热器，与来自第二解吸塔底部的纯净的工艺冷凝液进行换热后，进入第一解吸塔被来自第二解吸塔的热气体汽提后在塔顶得到  $\text{NH}_3$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  混合气体，进入回流冷凝器，在此部分冷凝，未凝气及一部分冷凝液去二循一冷凝器，一部分冷凝液返回第一解吸塔顶部作为回流液。第一解吸塔出来的液体由水解泵加压至 1.67MPa，经水解换热器加热后送水解塔，用 2.05MPa、 $\geq 205^\circ\text{C}$  的蒸汽加热进行水解反应。水解液经水解换热器回收热量后进第二解吸塔，用 0.4MPa、的蒸汽加热进一步解吸由水解反应产生的  $\text{NH}_3$ 、 $\text{CO}_2$ ，使其塔底部排出的约 145℃ 纯净的工艺冷凝液  $\text{NH}_3 \leq 5\text{ppm}$ 、 $\text{CO}_2 \leq 5\text{ppm}$ ，经解吸换热器回收热量后送至锅炉房回收利用。

##### （2）产生的主要污染物

结合工艺流程及污染物产生环节，生产车间产生的污染物主要有废气、废水。脱硫、压缩工段的原料气可能会发生泄漏，通过大气干湿沉降对本生产区的土壤造成污染，主要污染物为氰化物、重金属、多环芳烃、石油烃。尿素尾气吸收塔及尿素造粒塔尾气的排放，通过大气干湿沉降对本生产区的土壤造成污染，主要污染物为氨氮。尿液合成及造粒工段可能存在尿液的泄漏，通过地表下渗进入土

壤中，对土壤造成污染，主要污染物为氨氮。尿素造粒塔排气中会有尿素粉尘排出，通过大气干湿沉降对本生产区的土壤造成污染，主要污染物为氨氮。生产车间内主要污染物产生方式及排放去向见下表所示。

表 4.2-31 主要污染物产生方式及排放去向

时间	类别	产污环节	产污车间	主要污染物/污染因子	排放去向/污染途径
1998-2016	废气	脱硫、压缩、尿素合成及造粒	二氧化硫压缩车间、二氧化碳压缩车间、压缩车间、尿素主厂房、包装主厂房、造粒塔	废气/氰化物、重金属、多环芳烃、石油烃、氨氮	无组织排放/干湿沉降
	废水	尿素合成、造粒	尿素主厂房、造粒塔	废水/氨氮、石油烃	泄漏、下渗
	固体废物	造粒	造粒塔	尿素粉尘/氨氮	无组织排放/干湿沉降

## 二、辅助生产区

辅助生产区包括脱盐水处理站、机修车间、成品库、化肥场地、循环水泵房、凉水塔及冷却塔。

### 1、脱盐水处理站

脱盐水处理站位于尿素生产区的西北侧，建于 1998 年，主要用于自来水的软化，为循环水泵房提供软化水，主要污染物是盐分和 SS，不含其他有毒有害物质，通过水渠直接排出厂外，不会对土壤及地下水造成污染。

### 2、机修车间

机修车间位于尿素生产区的东南部，建于 1998 年，面积约 628.60m<sup>2</sup>，主要是对机械设备进行维修，主要的工序为待修机械的分拆、检验（有油污部分用布沾取少量煤油进行清洗）、维修、组装、检验。维修机油的泄漏、遗撒，可能对场地土壤造成重金属、苯系物、多环芳烃和总石油烃的污染。

表 4.2-32 机修车间产污环节及排放情况

类别	产污环节	主要污染物/污染因子	排放去向/迁移途径
废机油	设备维修、保养	机油/苯系物、多环芳烃、石油烃	集中回收/遗撒、下渗
废零部件		金属碎屑/重金属	固废收集外售/淋溶下渗

### 3、成品库

成品库分南北两个，建于 1998 年，为一层建构物，北成品库面积约 709.82m<sup>2</sup>，南成品库面积约 3796.74 m<sup>2</sup>，地面均铺有厚度约为 15-20cm 的水泥防渗层，主要用于存放成品尿素。成品尿素采用带有塑料薄膜的编织袋盛装。在成品尿素储存过程中，尿素的泄漏、遗撒，可能会对场地土壤造成氨氮的污染。

表 4.2-33 成品库产污环节及排放情况

类别	产污环节	主要污染物/污染因子	排放去向/迁移途径
固废	储存	尿素/氨氮	泄漏、遗撒/下渗

### 4、化肥场地

化肥场地位于北成品库的南侧，建于 1998 年，为有顶的框架结构，面积约 3327.16m<sup>2</sup>，地面均铺有厚度约为 15-20cm 的水泥防渗层，主要用于存放成品尿素。成品尿素采用带有塑料薄膜的编织袋盛装。在成品尿素储存过程中，尿素的泄漏、遗撒，可能会对场地土壤造成氨氮的污染。

表 4.2-34 化肥场地产污环节及排放情况

类别	产污环节	主要污染物/污染因子	排放去向/迁移途径
固废	储存	尿素/氨氮	泄漏、遗撒/下渗

### 5、循环水泵房、凉水塔及冷却塔

该区域位于化肥场地的南侧，建于 1998 年，总面积约 1601.92m<sup>2</sup>，均为地上结构，地面均铺有厚度约为 15-20cm 的水泥防渗层，主要用于冷却水的供应，不会对场地土壤造成污染。

## 三、小结

根据前面的分析，尿素生产区的污染识别结果如下表所示。



表 4.2-35 尿素生产区污染识别的结果

功能区	潜在污染车间	污染物	污染途径	潜在有毒有害物质
生产区	二氧化硫压缩车间	废气	大气干湿沉降	氰化物、重金属、多环芳烃、石油烃、氨氮
	二氧化碳压缩车间			
	压缩车间			
	尿素主厂房	废气、废水	大气干湿沉降、泄漏下渗	氰化物、重金属、多环芳烃、石油烃、氨氮
	造粒塔	废气、废液、固体废物	大气干湿沉降、下渗	
	包装主厂房	废气	大气干湿沉降	
辅助生产区	机修车间	废机油、零部件碎屑	泄漏、淋溶下渗	重金属、苯系物、多环芳烃、石油烃
	成品库	固体废物	淋溶下渗	氨氮
	化肥场地			

#### 4.2.4.4 氰尿酸、复合肥生产区

氰尿酸、复合肥生产区位于该调查地块的南厂区，根据功能区性质不同划分为：生产区（氰尿酸生产车间、复混肥生产车间、车间）、辅助生产区（固废仓库、天然气燃烧炉巷道）和办公区（停车场、办公室）。

##### 一、生产区

生产区包括氰尿酸生产车间、复混肥生产车间、车间，均建于 2007 年，2007 年前为空地。各车间的建设情况如下表所示。

表 4.2-36 各车间生产建设情况一览表

序号	车间名称	建设时间	生产情况
1	氰尿酸生产车间	2007 年	主要生产车间
2	复混肥生产车间	2007 年	
3	车间	2007 年	

车间内部分为二层，主要生产装置为反应釜，反应装置及物料输送管线均位于地面以上，材质均为合金钢或碳钢。车间内主要反应装置情况一览表见下表所示。

表 4.2-37 车间内主要反应装置情况一览表

序号	名称	材质	数量	介质
1	分离器	合金钢	2	氰尿酸
2	热解器	合金钢	2	尿素、氰尿酸
3	螺旋加热器	合金钢	1	尿素、氰尿酸
4	水解混合罐	不锈钢	1	氰尿酸
5	水解反应釜	碳钢	5	氰尿酸
6	沉降槽	合金钢	1	氰尿酸
7	吸滤器	合金钢	1	氰尿酸
8	稀硫酸储罐	双层钢结构	1	稀硫酸
9	双效蒸发器		1	氰尿酸

##### (1) 氰尿酸合成工艺流程

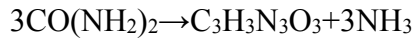
###### 1、尿素的一段热解聚合

尿素和进入分离器破碎后的粗品氰尿酸（以下称 CA）按比例送至一段热解器经螺旋加热器（热风炉热风直接通入加热器供热）进行热解，加热一定时间后物料进行破碎；破碎后的物料分成两部分，一部分用循环风将粗品 CA 运到分离器中，返回循环热解，另一部分粗品 CA 则送入二段回转炉内进行热解。热解工序放出的氨气引入到氨气管道（保温），送至硫酸铵生产车间。

## 2、二段回转式热解

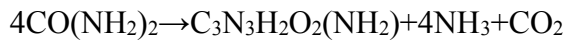
进入回转炉的物料，通过回转炉加热使热解反应进行完全，热解结束后的物料经密闭粉碎后用循环风将粗品 CA 送入水解车间的分离器内。二段热解生成的氨和一段热解生成的氨合并去硫酸铵车间进行吸收。

热解工序中的主要反应为：



氰尿酸的产品转化率在 75%左右，除未参加反应少量尿素物料外，还会发生其他热聚副反应，如四个尿素热聚生成氰尿酸一酰胺、五个尿素热聚生成氰尿酸二酰胺等副反应产物。

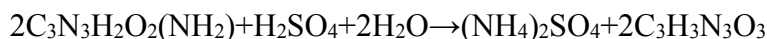
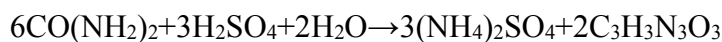
副反应方程式有：



## 3、水解

主要目的是使粗品中的尿素、氰尿酸一酰胺、氰尿酸二酰胺等杂质成分水解生成氰尿酸或与硫酸生成硫酸铵，生成的硫酸铵随废酸液带走，提高氰尿酸的纯度。操作如下：分离器内的 CA 粗品定量加入至水解混合罐内，在搅拌并在夹套通入蒸汽加热的情况下，按比例加入稀硫酸，边混合边将 CA 悬浮液加入到阶梯式水解反应釜内，反应釜夹套内通入蒸汽使釜内物料保持微沸，并在强烈搅拌下进行水解，靠反应器上部溢流出口和分离器将上一阶物料流入到下一阶反应器底部，经过 5 台水解反应器连续水解；水解后的物料经悬浮液输送泵送入沉降槽内连续沉降分离，清液由上部溢出，经吸滤器吸滤后，清液吸入稀硫酸储罐待工艺循环利用。沉降下的悬浮物靠耙式搅拌刮下到下出口进入水洗工序。

水解工序中的主要方程式为：



## 4、水洗精制

主要目的是利用净化水将 CA 中的溶解性杂质如硫酸、硫酸铵等进一步去除，达到精制的要求。水解工序沉降下的悬浮物定量地流入五层洗涤桶内分层洗

涤，增稠后的稀酸由上部溢出，经吸滤器吸入稀硫酸贮罐待用，洗涤后的微酸性悬浮液被送入悬浮高位槽内，然后用刮刀离心脱水离心机脱水甩干，当洗涤物料 pH 达到 3.8-4 时，刮下的物料进入湿 CA 料斗，经旋转下料器送至干燥工序。离心母液回稀酸贮罐内待用，该稀酸液部分回用于水解工序配制硫酸溶液。

#### 5、氰尿酸的干燥

离心脱水后的湿品送入快速烘干管中，用来自热风炉换热器的高温清洁热空气快速将游离水烘去，烘去游离水的物料进入盘式连续干燥机中，将湿品中的自由水和结晶水蒸发出去，烘干后物料包装入库为成品。

#### 6、氨的吸收

尿素两段热解反应时生成的氨，被引入吸收合成反应器中，硫酸铵合成器采用管道喷淋装置，该喷淋吸收装置在吸收合成硫酸铵的同时降低尾氨的温度。未吸收的尾氨进入鼓泡吸收塔再用硫酸溶液进行吸收后排放。合成反应器内及洗涤吸收塔内的硫酸溶液是利用浓硫酸和精制洗涤水等配制成约 45%硫酸溶液。硫酸吸收液中的水分部分被蒸发由氨尾气带走，生成的硫酸铵部分形成结晶析出，将硫酸铵浆液送入旋液分离器，经过旋液增稠后将硫酸铵浆液打入结晶高位槽，进行冷却结晶后，进入离心机进行固液分离，分离出硫酸铵结晶，打入结晶贮罐，等烘干。旋液分离出的液相返回合成反应器配酸液套用。离心机出来的母液流入贮罐，再利用双效蒸发器对母液进行处理。

#### 7、分离母液处理

离心机分离后的母液打入到双效蒸发器的第一效蒸发器进行蒸发结晶，蒸发后形成的浆液进入旋液分离器，分离出的结晶进入结晶贮罐，待烘干。旋液后的清液进入第二效蒸发器，借二次蒸发进行蒸发结晶，蒸发后的浆液再次进行旋液分离，结晶进入结晶贮罐，清液返回第二效蒸发器再蒸发。蒸发器蒸出的蒸汽通过空气冷凝器冷凝回收后打入贮罐，该部分冷凝水回用于洗涤液配液利用。

#### 8、硫酸铵产品

离心脱液后的湿品硫酸铵，送到本厂复混肥车间进行复混肥的生产。

氰尿酸的生产工艺流程图如下所示。

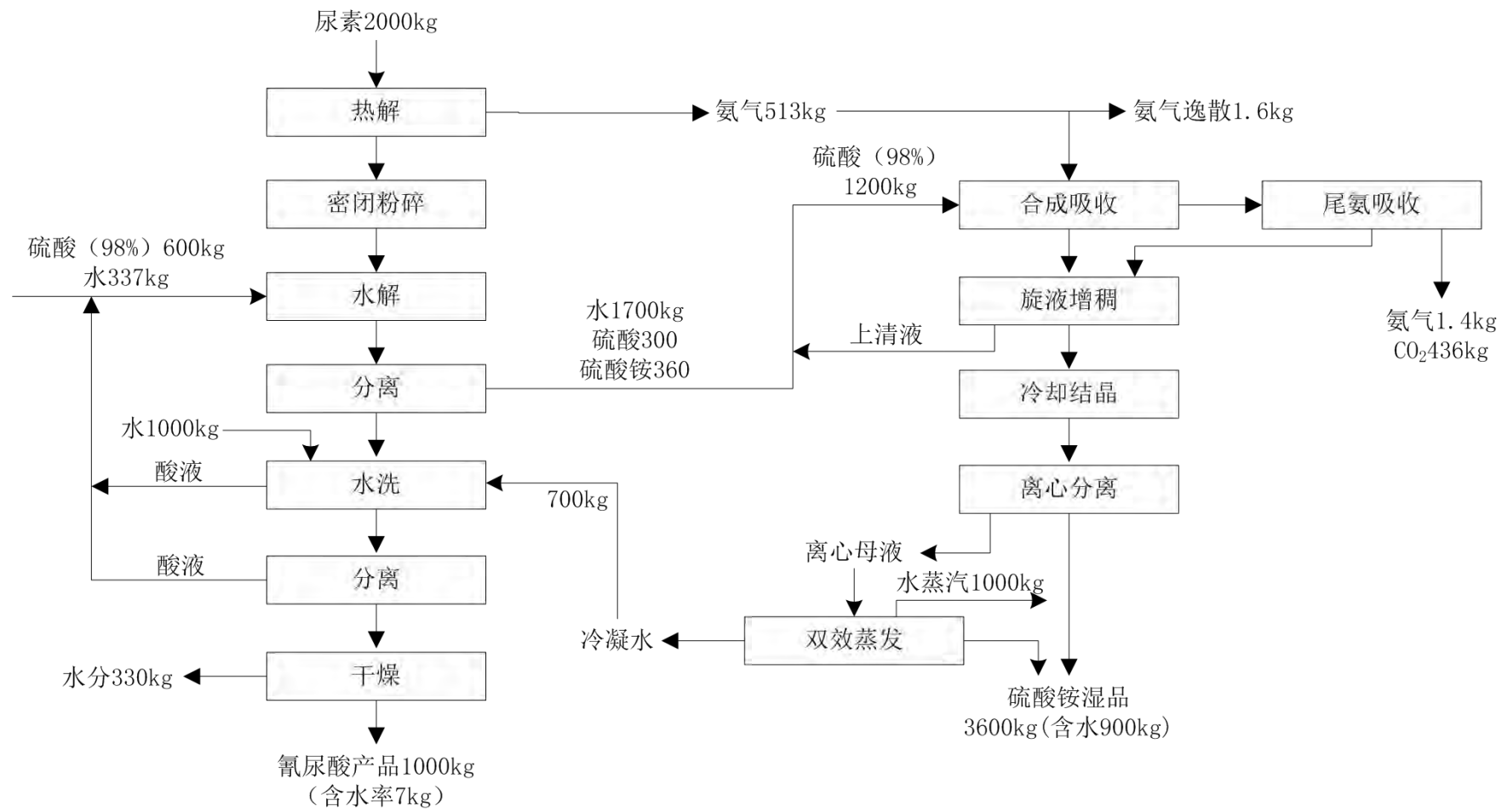


图 4.2-12 氰尿酸及硫酸铵生产工艺流程及生产物料平衡图

### (2) 氰尿酸生产过程产生的污染物

结合工艺流程及污染物产生环节，生产车间产生的污染物主要有废气、固体废物。热解聚合工段可能存在氨气泄漏，通过大气干湿沉降对本生产区的土壤造成污染，主要污染物为氨氮。在生产各工段中，成品尿素可能存在遗撒、泄漏，通过地表淋溶下渗对本生产区的土壤造成污染，主要污染物为氨氮。生产车间内主要污染物产生方式及排放去向见下表所示。

表 4.2-38 主要污染物产生方式及排放去向

时间	类别	产污环节	产污车间	主要污染物/污染因子	排放去向/污染途径
2007-2016	废气	热解、聚合	氰尿酸生产车间、车间	废气/氨氮	无组织排放/干湿沉降
	固体废物	各工段	氰尿酸生产车间、车间	成品尿素/氨氮	泄漏、遗撒/淋溶下渗

### (3) 复混肥生产工艺流程

复混肥主要是在复混肥生产车间内生产的，复混肥生产车间建于 2007 年，2007 年之前为空地，占地面积约为 1119.24m<sup>2</sup>。

复混肥是根据土壤肥力水平、作物需要量而直接将大颗粒尿素与磷酸一铵、氯化钾、中量元素等作原料灵活掺混而成的一种肥料。养分配比既有科学性，又有针对性。该肥料养分全面，浓度高，颗粒均匀，抗压强度高，水分含量低，具有速效性和缓效性，后劲足，利用率比一般化肥高 10%-20%。复混肥的生产工艺较为简单，主要包括拌料、造粒、干燥、一次筛分、二次筛分、计量包装等工序。主要生产工艺及排污情况见下图：

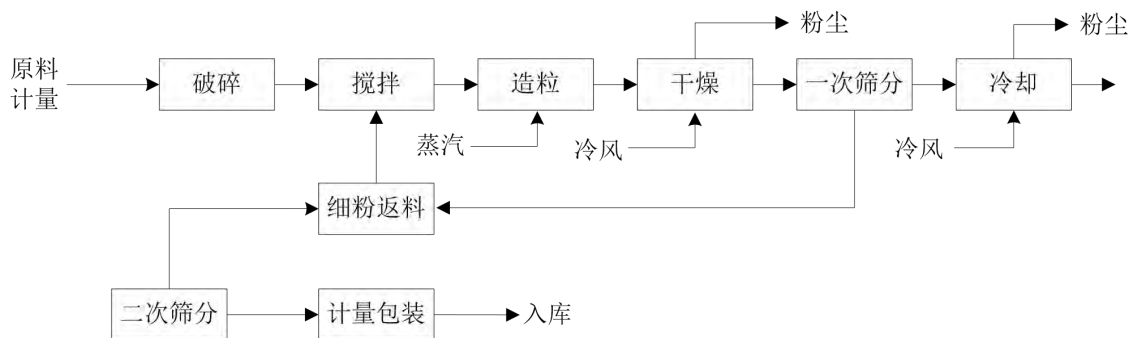


图 4.2-13 复混肥生产工艺及排污节点示意图



复混肥生产工艺就是将氮、磷、钾单一化肥的混合加工过程，首先是将计量好的原料经粉碎机粉碎后，按照一定的配比定量输入搅拌机，经过混合搅拌均匀后的物料输入制粒设备，通入蒸汽将混合物料制成颗粒状，将制成的复混肥颗粒输送到转筒干燥设备中，通入热风进行烘干，烘干后的物料进行筛分，细粉返回搅拌、造粒工序，其余部分送入冷却设备，采用风冷法进行处理，冷却后的物料经过二次筛分后，将包装入库。

#### (4) 复混肥生产过程中产生的污染物

结合工艺流程及污染物产生环节，复混肥生产过程中产生的污染物主要为粉尘，通过大气干湿沉降对调查地块内表层土壤造成污染，主要污染物为氨氮。

生产车间内主要污染物产生方式及排放去向见下表所示。

表 4.2-39 主要污染物产生方式及排放去向

时间	类别	产污环节	产污车间	主要污染物/污染因子	排放去向/污染途径
2007-2016	废气	生产	复混肥生产车间	粉尘/氨氮	无组织排放/干湿沉降

## 二、辅助生产区

辅助生产区包括固废仓库和天然气燃烧炉巷道。

### 1、固废仓库

固废仓库位于南厂区的西侧，为一层建筑物，建于 2007 年，2007 年前为空地，占地面积约为 1923.14m<sup>2</sup>，地面均铺设有厚度约为 15-20cm 的防渗层，主要用于存放成品氰尿酸和复混肥，氰尿酸和复混肥均采用带有塑料薄膜的编织袋盛装，成品的泄漏、遗撒，通过淋溶下渗对土壤及地下水造成氨氮污染。

表 4.2-40 主要污染物产生方式及排放去向

类别	产污环节	主要污染物/污染因子	排放去向/污染途径
固体废物	生产	成品氰尿酸、复混肥/氨氮	泄漏、遗撒/淋溶下渗

### 2、天然气燃烧炉巷道

该区域位于复混肥生产车间的东侧，建于 2007 年，2007 年前为空地，占地面积为 1536.88m<sup>2</sup>，地面均铺设有厚度约为 15-20cm 的防渗层，主要为氰尿酸生产提供热能，燃料为天然气，燃烧产物为碳氧化物，不会对土壤及地下水造成污染。

### 三、办公区

南厂区办公区位于北侧，包括停车场和办公室，为厂区内办公人员提供办公服务，产生的污染物主要为生活污水、生活垃圾，生活污水统一排入市政管网处理，生活垃圾由环卫部门统一收集处置，不会对土壤及地下水造成污染。

### 四、小结

根据前面的分析，可知氰尿酸、复合肥生产区的污染识别结果如下表所示。

表 4.2-41 氰尿酸、复合肥生产区污染识别的结果

功能区	潜在污染车间	污染物	污染途径	潜在有毒有害物质
生产区	氰尿酸生产车间	废气、固体废物	大气干湿沉降、下渗	氨氮
	复混肥生产车间	粉尘	大气干湿沉降	氨氮
	车间	废气、固体废物	大气干湿沉降、下渗	氨氮
辅助生产区	固废仓库	成品氰尿酸、复混肥	淋溶下渗	氨氮

#### 4.2.4.5 办公生活区

本调查地块的办公生活区位于东北侧，包括宿舍楼、综合服务楼、餐厅、办公楼、绿化区、仓库、车棚及调度楼。

##### 1、宿舍楼、综合服务楼、办公楼

宿舍楼共有 6 栋，1976 年至 1998 年均在使用，1998 年拆除北侧 3 栋，剩余三栋一直使用至停产。综合服务楼建于 1998 年，之前为空地，占地面积约为 356.26m<sup>2</sup>，办公楼建于 1976 年，占地面积约为 1678.07m<sup>2</sup>，均为厂区员工提供办公服务。产生的污染物为生活污水、生活垃圾，生活污水易降解，生活垃圾由环卫部门统一收集处置，不会对土壤及地下水造成污染。

##### 2、餐厅

餐厅位于办公区的东侧，建于 1976 年，占地面积约为 1181.86m<sup>2</sup>，产生的污染物为餐饮废水、废物，由附近养猪场收集处置，不会对土壤及地下水造成污染。

##### 3、仓库

该区域位于车棚的西侧，主要用于存放杂物，如工具、水管、电线等，不会对土壤产生污染。

#### 4、车棚、调度楼

车棚用于存放自行车，调度楼作为控制室，控制整个厂区的生产，不会对土壤产生污染。

#### 5、绿化区

南侧绿化区建于 1998 年，1976 年至 1998 年为露天堆场，存放过少量白煤，地面铺设厚度约 15-20cm 的水泥防渗层。在白煤存放过程中，白煤中的重金属及多环芳烃可能会通过淋溶下渗对土壤及地下水造成污染。

### 4.3 现场踏勘与人员访谈

#### 4.3.1 原厂区防渗情况

通过现场勘查，厂内储罐设施、仓库下均为硬化防渗，道路为渣加 10cm 水泥硬化，储罐均为地上储罐，储罐基座为水泥整体浇筑，储罐区外围设有 1m 高围堰；压缩机厂房下油坑为水泥浇筑，压缩机冷排地沟、凉水塔与循环水池材质均为水泥，基础为三合土，水泥抹面；物料输送全部为架空管线，污水管道为埋地钢管，埋深为 1.5m，雨水管道为盖板地沟；污水处理站池体为水泥整体浇筑。

因此企业厂区现状各厂房及设施防渗工作较好。该企业存在 4 个建设时间段，前 3 各阶段由于现场变化较大，根据咨询企业现有职工，各阶段的厂区防渗情况见下表所示。

表 4.3-1 每个阶段的厂区防渗情况

时间	建设项目	备注	防渗情况
1976-1992	年产 1.5 万 t 碳酸氢铵，3000t 农用氨水生产线的建设和运营	在场地北侧建造白煤堆场、造气楼、气柜、碳酸氢铵联产设备、办公区等	防渗能力较差
1992-1998	年产 6 万 t 甲醇生产线的建设和运营	在场地中部西侧新增用地作为甲醇生产区	防渗能力较差
1998-2007	年产 20 万吨合成氨及 20 万吨尿素生产线的建设和运营	2007 年合成氨车间由场地北侧搬至场地中部西侧，在场地东南侧新增用地作为尿素生产区，主厂区北侧污水处理站建设	防渗能力较好

2007-2016	年产 25 万吨合成氨、30 万吨尿素、1 万吨氰尿酸生产线的建设和运营	北厂区合成氨、尿素生产线原地改扩建，南厂区新增用地作为氰尿酸生产区	防渗能力较好
2016 年	—	破产，停业	

### 4.3.2 场地扰动情况

至现场踏勘与调查阶段，场地内车间设备、建构筑物部分已经拆除，部分区域存放有少量的建筑垃圾。

### 4.3.3 污染物排放处理情况

#### 1、北厂区污染物排放处理情况

场地原属企业北厂区污染物治理及排放情况见下表所示。

表 4.3-2 北厂区污染物排放情况一览表

类型	污染源	主要污染物	治理措施
废水	造气废水	CN <sup>-</sup> 、NH <sub>3</sub> 、SS、S <sup>2-</sup> 、COD	沉淀处理后循环使用
	压缩工段	COD、石油烃	废水处理站
	解吸塔	NH <sub>3</sub> 和尿素	送造气炉回用
废气	余热锅炉	烟尘、SO <sub>2</sub>	直接排放
	合成放空气	NH <sub>3</sub> 、CH <sub>4</sub> 、H <sub>2</sub> 、N <sub>2</sub> 等	送余热锅炉燃烧
	氨罐驰放气	NH <sub>3</sub>	送余热锅炉排放
	尾气吸收塔排气	NH <sub>3</sub>	直接排放
	造粒塔排气	尿素粉尘、NH <sub>3</sub>	直接排放
	甲醇尾气	甲醇	直接排放
	煤球烘干热风炉	SO <sub>2</sub> 、烟尘	多管除尘器
固废	造气炉	造气炉渣	外售做建材
	变换催化剂	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、CuO、ZnO 等	专业厂家回收
	低变催化剂	MoO <sub>3</sub> 、Co 系	专业厂家回收
	铜洗塔	油渣	送锅炉焚烧
	氨催化剂	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 等	专业厂家回收
	废脱硫剂	活性炭	送锅炉焚烧
	甲醇催化剂	Cu 等	专业厂家回收
	甲醇精馏塔	杂醇类、水	造气塔回用

北厂区工程污染源治理措施：

#### (1) 废水

企业产生的废水主要包括：造气循环水系统排污水、车间生成废水、生活污水及设备地面冲洗水等。

①车间设备及地面冲洗水：车间设备及地面冲洗水进入厂区废水处理站处理，其中压缩车间排放的少量含油废水经压缩车间内设置的隔油池设施处理后再进入场内的生化法废水终端处理站。

②生产车间废水或废液：尿素解析液中主要污染物为氨和尿素，经深度水解和解析处理后，尿素浓度小于 5mg/L,氨氮浓度为 8mg/L,作为造气炉夹套补水回用，甲醇精馏釜残液主要污染物为醇类物质，作为造气炉夹套补水回用。脱碳工段冷凝液的主要成分是稀氨水，经汽提回收氨后剩余废水作为造气炉夹套补水回用。甲醇车间废水中的主要污染物是甲醇，合成氨、尿素车间废水中的主要污染物是氨，上述各生产车间的废水与生活废水一并进入厂内的生化法废水终端处理站处理。

③合成循环水排污水：合成循环水系统全部为间接冷却水，所排放的主要是反冲洗废水，主要污染物是盐分和 SS，属较清洁废水，直接排放。

④尿素循环水系统排污水：尿素循环水系统排污水的主要污染物是盐分，属较清洁废水，入造气循环水系统作为补充水回用。

⑤造气循环水系统系统废水：造气循环水系统主要供应造气工段洗气塔、脱硫工段洗气塔和锅炉烟气净化的循环用水，循环水量为 2500mg/h，经自然沉淀和喷淋冷却处理后全部闭路循环利用，不外排。

⑥脱盐水处理站废水、锅炉排污水：脱盐水处理站产生的浓水和锅炉炉体排污水的主要污染物是盐分和 SS，不含其他有毒有害成分，直接排放。

⑦生活污水：生活污水经化粪池处理后入厂废水处理站。

⑧全厂生产废水处理：厂区有生化法废水处理终端站 1 座，处理能力为 1200 m<sup>3</sup>/d,采用“格栅+调节+水解酸化+二级生物接触氧化+混凝沉淀”的组合工艺，处理后的废水与其他低污染废水混合后排入厂西的冀午渠。

## (2) 废气

企业废气主要包括：合成氨生产工艺废气（主要包括：造气炉吹风气、合成放空气和氨罐驰放气）、尿素尾吸收塔和造粒塔排气、甲醇废气和燃煤锅炉烟气等。

①合成氨生产工艺废气：主要成分是粉尘、CO 和 H<sub>2</sub>S，造气吹风气经旋风除尘后导入余热锅炉燃烧以回收热能；合成氨气和氨罐驰放气中均含有氨，回收

氨后剩余尾气与造气吹风气一并送入余热锅炉燃烧回收热能。

②尿素尾气吸收塔排气：尿素尾气吸收塔废气的主要污染物是氨，由排气筒排入大气。

③尿素造粒塔排气：尿素造粒塔排气中的主要污染物是  $\text{NH}_3$  及尿素粉尘，由造粒塔顶排放。

④甲醇废气：甲醇闪蒸气中含有  $\text{CO}$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{H}_2$  等，送入余热锅炉燃烧回收热能。甲醇冷凝器不凝气的主要污染物是甲醇，送余热锅炉燃烧回收热能。

⑤燃煤锅炉烟气：现有工程装有 20t/h 链条锅炉 2 台，10t/h 链条锅炉 1 台，沸腾式锅炉 1 台。烟气均采用文丘里麻石水膜除尘器进行净化。燃煤锅炉分东西两组，净化后的烟气分别由 45m 高烟囱排放，余热锅炉的烟气直接由烟囱排放。

⑥白煤煤球烘干热风炉烟气：煤球烘干气流采用燃煤热风炉加热，热风炉的烟煤烟气经多管除尘器处理后由烟囱排放。

⑦无组织排放：

在生产过程中，稀氨水储罐和合成氨、尿素生产设施的跑冒滴漏是氨无组织排放的主要来源。

甲醇无组织排放的主要来源是甲醇储罐及管道、阀门的跑冒滴漏。

### (3) 固体废物

企业固体废物主要为造气炉渣、锅炉灰渣及废催化剂等。

造气炉渣和锅炉灰渣主要成分为  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  和  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  等一般工业固体废物，造气炉渣部分用作本厂燃煤沸腾锅炉的燃料，部分与锅炉灰渣一起外售做建材。

废催化剂属于危险废物，废催化剂由专用容器在厂内暂存，而后由专用车辆送至催化剂生产厂家回收处置。

固体废物产生量及利用情况见下表所示：

表 4.3-3 北厂区固体废物产生及利用情况一览表

固废名称	主要成分	危险类别	储存方式	处置措施	
造气炉渣	$\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$	一般固废	暂存后外售	用作建材	
锅炉灰渣	$\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$	一般固废	暂存后外售	用作建材	
废水处理污泥	泥沙、废菌丝	一般固废	暂存后外售	用作农肥	
废催化剂	合成氨催化剂	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ 等	危险废弃物	桶装暂存	专业厂回收
	甲醇催化剂	Cu 系	危险废弃物	桶装暂存	专业厂回收



	低变催化 剂	MoO、Co 系	危险废物	桶装暂存	专业厂回收
	废脱硫剂	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	危险废物	桶装暂存	专业厂回收

## 2、南厂区污染物排放治理评价

南厂区复混肥生产废气污染源主要包括生产中造粒工序、干燥工序、冷却工序等产生的粉尘，另外还包括热风炉燃煤产生的烟气。造粒工序、干燥工序、冷却工序等所产生的粉尘采用沉降式、喷淋塔处理。

复混肥生产中的固体废物主要是热风炉的燃煤产生的灰渣，送到银海化肥有限责任公司的三废混燃炉进行二次燃烧。

氰尿酸生产过程中废气污染源主要是供热系统废气及工艺废气。供热系统废气主要包括热风炉燃煤烟气。工艺废气主要是硫酸铵车间吸收系统产生的含氨废气。氰尿酸生产过程中废水主要是职工生活污水，经沉降槽醇解处理后排放到市政纳污管网。另外，还有冷却循环水及锅炉除尘水，经过相应处理后循环利用。

氰尿酸生产过程中采用天然气作为燃料，无燃烧固废产生。

南厂区污染源排放情况分析见下表所示。

表 4.3-4 南厂区工程主要污染物一览表

类型	污染源	主要污染物	治理措施
废水	生活废水	PH、COD、BOD <sub>5</sub> 、SS	地埋式生活污水处理装置
	循环冷却水	PH、COD	PH 调节、加药循环使用
废气	热风炉	烟尘、SO <sub>2</sub>	文丘里水膜除尘器处理
	吸收烟气	NH <sub>3</sub>	鼓泡吸收塔吸收
	烘干废气	粉尘、氰化物	盘式连续干燥机烘干
	散逸废气	NH <sub>3</sub>	车间换气
固废	生活垃圾		环卫部门定期清理

### 4.3.4 污水管线泄漏评价

由于原厂区建构筑物大部分已拆除，现场原始地貌破坏较严重，现场调查过程中未发现污水管线，经与厂区老员工询问，厂区生产区内产生的污废水通过地埋管道输送至污水终端和污染处理区进行处理，办公生活区的生活废水直接排入市政官网。污废水管道材质为水泥管，埋深约 1.5m。经人员访谈，厂区内未发现管线、沟渠泄漏事故。



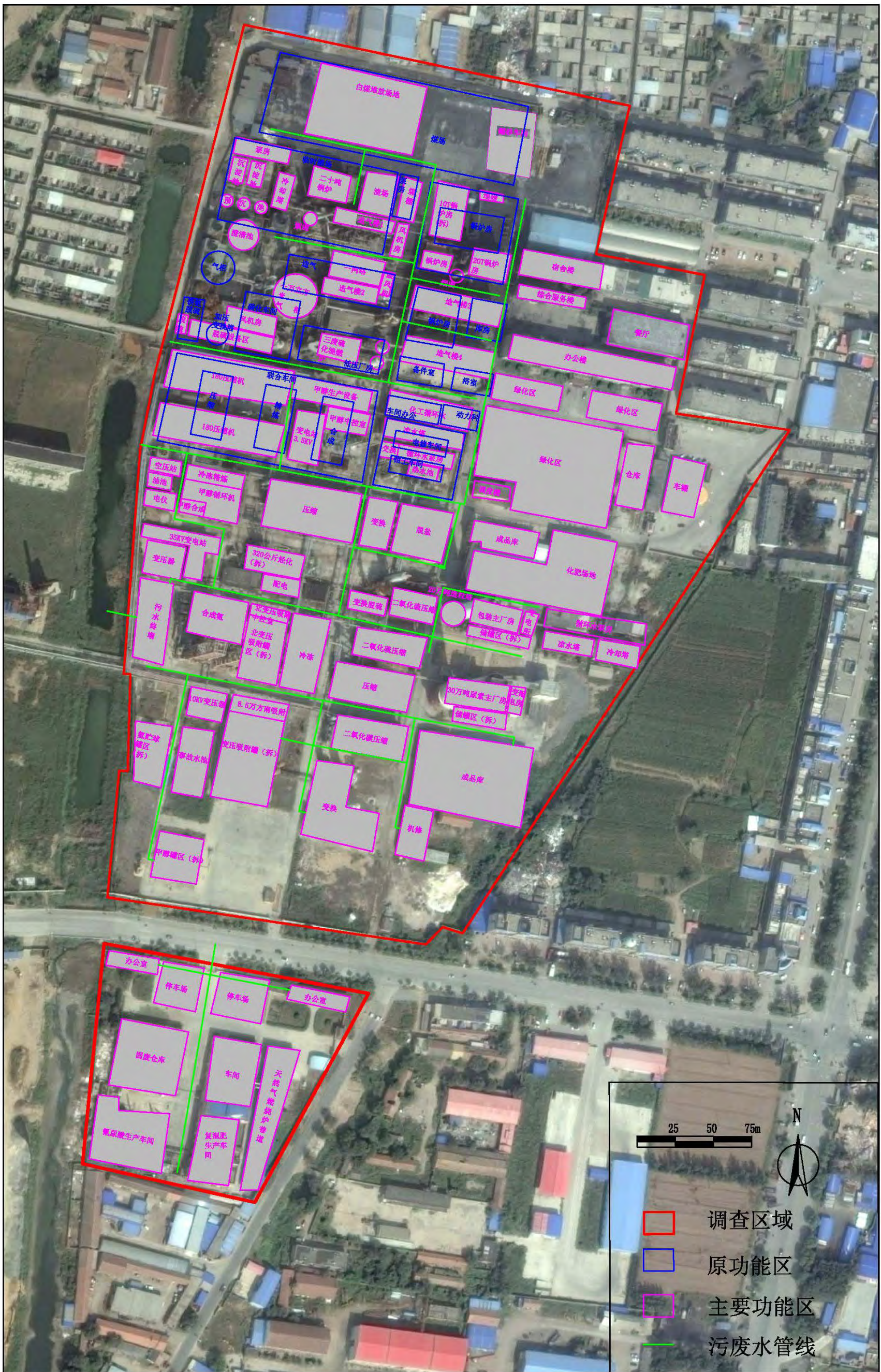


图 4.3-1 本场地污水管线分布图



## 4.4 场地污染识别小结

### 4.4.1 重点关注区域

根据前面的分析可知，本场地重点关注的区域为碳酸氢铵生产区、甲醇生产区、尿素生产区、氰尿酸及复混肥生产区的生产区、罐区及污水处理区，主要关注的污染物主要包括氨氮、氰化物、重金属、多环芳烃、石油烃。调查场地污染识别汇总如下图和下表所示。



表 4.4-1 调查场地污染识别结果汇总

区域	功能区	潜在污染车间	污染物及污染途径		潜在有毒有害污染物质	关注程度划分
			污染物	污染途径		
碳酸氢铵生产区	生产区	造气楼 1	煤尘、焦油、半水煤气	大气干湿沉降	氨氮、氰化物、砷、铅、汞、镍、多环芳烃、石油烃	重度关注区域
		造气楼 2				
		造气楼 3				
		造气楼 4				
		一万立方米气柜	半水煤气	大气干湿沉降	砷、铅、汞、镍、多环芳烃、石油烃	
		脱硫及脱硫设备区	半水煤气、煤尘、废水	大气干湿沉降、泄漏下渗	氨氮、氰化物、砷、铅、汞、镍、铜、锌、多环芳烃、石油烃、酚类	
		180 压缩机	废气、废油	大气干湿沉降、泄漏下渗	氰化物、砷、铅、汞、铜、多环芳烃、石油烃、氨氮	
		变换	废气、粉尘	大气干湿沉降	砷、铅、汞、铜、锌、多环芳烃、石油烃、氨氮	
		变换脱硫	废气、粉尘	大气干湿沉降	砷、铅、汞、铜、锌、多环芳烃、石油烃、氨氮	
		北变压吸附罐区	废油、液氨	泄漏下渗	镍、砷、铅、汞、多环芳烃、石油烃、氨氮	
		南变压吸附罐区	废油、液氨	泄漏下渗	镍、砷、铅、汞、多环芳烃、石油烃、氨氮	
		合成氨车间	液氨	泄漏下渗	铜、镍、氨氮	
		氨贮球罐区	液氨	泄漏下渗	铜、镍、氨氮	
	辅助生产	白煤堆放场地	白煤	遗撒、淋溶下渗	砷、铅、汞、多环芳烃	

区域	功能区	潜在污染车间	污染物及污染途径		潜在有毒有害污染物质	关注程度划分
			污染物	污染途径		
	区	煤棚	燃料煤	遗撒、淋溶下渗	砷、铅、汞、多环芳烃	中度关注区
		渣场	炉渣	遗撒、淋溶下渗	砷、铅、汞、多环芳烃	
		二十吨锅炉房	燃料煤、炉渣	遗撒、淋溶下渗	砷、铅、汞、多环芳烃	
		10T 锅炉房				
		锅炉房				
		20T 锅炉房				
		冷却塔	循环水	泄漏下渗	砷、铅、汞、多环芳烃	
		风机房	废气、废油	大气干湿沉降、泄漏下渗	氰化物、砷、铅、汞、多环芳烃、石油烃、氨氮	
		一网络	废气	大气干湿沉降	氰化物、砷、铅、汞、多环芳烃、石油烃	
		三废硫化混燃炉	废气、废渣、废灰	大气干湿沉降、淋溶下渗	氰化物、氨氮、砷、铅、汞、铜、锌、镍、钼、钴、多环芳烃、石油烃	
	3.5KV 变电站	废气、变压器油	大气干湿沉降、泄漏下渗	氨氮、石油烃、多氯联苯	一般关注区	
	污水处理区	污废水	泄漏下渗	氰化物、砷、铅、汞、铜、锌、镍、钼、钴、多环芳烃、石油烃、氨氮	中度关注区域	
	其他区域	甲醇中控室	废水	泄漏下渗	铜、锌、钼、钴、氨氮	中度关注区
甲醇生产设备	废液	泄漏下渗	铜、锌、钼、钴、氨氮、甲醇、石油烃			



区域	功能区	潜在污染车间	污染物及污染途径		潜在有毒有害污染物质	关注程度划分
			污染物	污染途径		
		污水终端	污废水	泄漏下渗	砷、铅、汞、铜、锌、镍、钼、钴、多环芳烃、石油烃、氨氮	
甲醇生产区	生产区	压缩车间	废气	大气干湿沉降	砷、铅、汞、铜、多环芳烃、石油烃、氰化物	重度关注区
		甲醇合成车间	废水、废油、固体废物	泄漏下渗、淋溶下渗	砷、铅、汞、铜、甲醇、石油烃、氰化物	
		烃化车间	废水、废油	泄漏下渗	砷、铅、汞、铜、甲醇、石油烃、氰化物	
	罐区	甲醇罐区	甲醇液体	泄漏下渗	甲醇、铜	
	辅助生产区	空压站	废油	泄漏下渗	砷、铅、汞、多环芳烃、石油烃	
		油池	废油、废水	泄漏下渗	铜、铅、砷、汞、多环芳烃、石油烃、甲醇、氰化物	
		35KV 变电站及变压器	废油	泄漏下渗	多氯联苯、石油烃	一般关注区
尿素生产区	生产区	二氧化硫压缩车间	废气	大气干湿沉降	氰化物、重金属、多环芳烃、石油烃、氨氮	重度关注区
		二氧化碳压缩车间				
		压缩车间				
		尿素主厂房	废气、废水	大气干湿沉降、泄漏下渗	氰化物、重金属、多环芳烃、石油烃、氨氮	
	造粒塔	废气、废液、固体废物	大气干湿沉降、下渗			

区域	功能区	潜在污染车间	污染物及污染途径		潜在有毒有害污染物质	关注程度划分
			污染物	污染途径		
		包装主厂房	废气	大气干湿沉降	重金属、苯系物、多环芳烃、石油 烃	中度关注区
	辅助生产 区	机修车间	废机油、零部件碎屑	泄漏、淋溶下渗		中度关注区
		成品库	固体废物	淋溶下渗	氨氮	一般关注区
		化肥场地				
氰尿酸、复混肥生产 区	生产区	氰尿酸生产车间	废气、固体废物	大气干湿沉降、下渗	氨氮	重度关注区
		复混肥生产车间	粉尘	大气干湿沉降	氨氮	
		车间	废气、固体废物	大气干湿沉降、下渗	氨氮	
	辅助生产 区	固废仓库	成品氰尿酸、复混肥	淋溶下渗	氨氮	
办公生活区		绿化区	白煤	淋溶下渗	铅、砷、汞、多环芳烃	一般关注区

#### 4.4.2 主要迁移途径

根据水文地质资料和前述分析，本场地土壤若存在污染物，其污染扩散途径包括为：

（1）污染物垂直向下迁移：落地的污染物在外部降雨或自身重力垂直向下迁移，在迁移过程中吸附在土壤介质表面或溶解于降水进而影响土壤。

（2）污染物水平迁移：落地污染物随雨水、风力等的水平迁移扩散。

#### 4.5 污染识别阶段总结

通过对该场地使用历史进行了解以及现场踏勘的分析，初步判断场地土壤可能受到重金属、多环芳烃、石油类、氰化物、甲醇、氨氮、多氯联苯等污染。为了全面识别场地污染物类型，本次场地调查需要对所识别出的污染物进行取样检测分析。

## 5 场地初步调查

### 5.1 初步调查采样方案

#### 5.1.1 土壤采样布点方案

##### 5.1.1.1 布点依据

(1) 依据国家《场地环境调查技术导则》(HJ 25.1-2014)、《场地环境监测技术导则》(HJ 25.2-2014)以及本项目场地污染识别结果布设取样点位,原则上需满足以上导则要求。由于场地布局明确,故本次调查在对已有资料分析与现场踏勘的基础上,采用专业判断布点的方式,在场地内疑似污染区域布设取样点位。

(2) 为确保必需的样品数量,同时防止过多采样而导致成本不必要的增加,此阶段采样点布设根据前期踏勘与资料分析结果,一方面重点关注生产所涉及到的污染物及污染存在可能性较大的区域,另一方面确保取样点对整个场地有合理的覆盖,以便了解整个场地的土壤和地下水质量情况和尽量确定污染土壤的边界。

(3) 现场环境条件不具备采样条件需要调整点位的,现场点位调整后要对电子地图所布点进行调整,最终形成调查区域内实际需要实施调查的点位集。现场勘查可与采样行动结合:在按已布设的调查点位实施采样时,可根据现场环境条件进行调整,记录调整原因和调整结果,确定新的调查点位地理属性,校正原调查点位。

##### 5.1.1.2 布点原则

根据污染识别结果,在该项目场地内主要疑似污染区域进行布点,原则如下:

- ①符合国家场地调查和场地环境监测的相关技术导则要求;
- ②采样点的布置能够满足判别场内污染区域的要求;
- ③每个地块的监测点位应确定为该地块的中心或潜在污染最重的区域,如取样点位不具备采样条件可适当偏移。

### 5.1.1.3 布点方案

为确定场地污染大致分布区域和污染物类型，摸清场地地质条件，为分析判断污染物迁移及可能污染区提供依据和支持。按调查场地区域特征、污染物特性及迁移方式设计采样计划。

#### (1) 点位布设方法

在重点疑似污染区，采用专业判断法布点；在非重点疑似污染区：采用系统布点法，进行验证性布点。

#### (2) 点位数量

本次调查目的在于确定场区内疑似污染物种类，超标污染物分布情况。结合场地实际情况与相关导则，疑似污染区采用专业判断法在最有可能受到污染的区域（生产车间、储罐区、冷却水池等）进行布点，其他区域进行验证性布点，总计布设 90 个点位。布点密度满足《建设用地土壤环境调查评估技术指南》要求：场地环境初步调查阶段，地块面积 $\leq 5000\text{m}^2$ ，土壤采样点位数不少于 3 个；地块面积 $> 5000\text{m}^2$ ，土壤采样点位数不少于 6 个。

#### (3) 采样深度

根据前期掌握相关资料及现场勘探结果，场地土层内含粉质粘土层，渗透系数较小，对污染物的迁移有一定阻碍作用。采样深度原则上应至稳定（厚度 $>1\text{m}$ ）连续的相对隔水层（粉粘土层），冷却水池、储罐的采样深度达到冷却水池及罐底部。取样深度为土壤表层 0.5m 以内必需设置至少一个采样点，0.5m 以下采用分层采样。

按照土层分层进行采样。各采样点采样位置、取样深度详细情况见下表所示。现场钻孔取样过程中，通过 XRF/PID 辅助判断土壤污染情况，对于现场 XRF/PID 响应浓度较高点位，加深取样深度，直至仪器响应浓度较低为止。除此之外，同时通过土壤气味与颜色辨识土壤可能污染情况，在污染较重区域适当增加采样点位密度。

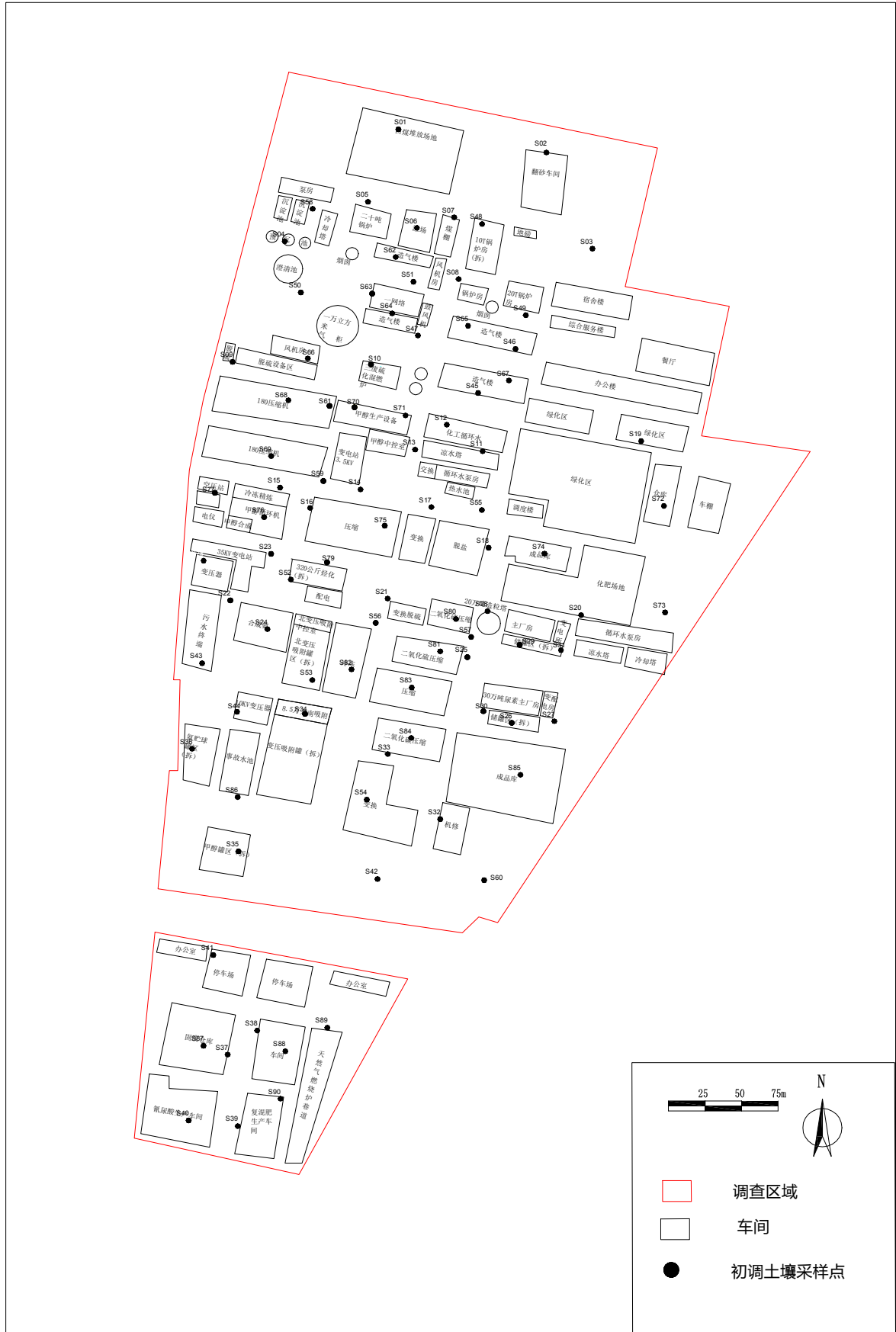


图 5.1-1 土壤点位布设图



表 5.1-1 初步采样土壤取样点位详细情况表

所属功能区			编号	地理坐标	取样位置	岩性	点位编号	取样深度(m)	检测指标
碳酸氢铵生 产区	生产区	造气楼	S45	N37.54012222 E115.5592194	设备	素填土	S45-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs
						粉质粘土	S45-1.0	1.0-1.2	
						粉质粘土	S45-2.0	1.8-2.0	
						粉土	S45-4.0	3.8-4.0	
			S46	N37.54248333 E115.5614361	设备	杂填土	S46-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs
						杂填土	S46-1.0	1.0-1.2	
						粉质粘土	S46-2.0	1.8-2.0	
						粉土	S46-4.0	3.8-4.0	
			S47	N37.54255 E115.5606861	外侧空地	素填土	S47-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs
						粉质粘土	S47-1.0	1.0-1.2	
						粉质粘土	S47-2.0	1.8-2.0	
						粉土	S47-4.0	3.8-4.0	
			S51	N37.54290833 E115.56065	中间空地	杂填土	S51-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs
						粉质粘土	S51-1.0	1.0-1.2	
						粉质粘土	S51-2.0	1.8-2.0	
						粉土	S51-4.0	3.8-4.0	
			S62	N37.54306667 E115.5604917	造气楼设备	杂填土	S62-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs
						杂填土	S62-1.0	0.8-1.0	
						粉质粘土	S62-2.0	1.8-2.0	
						粉土	S62-4.0	3.8-4.0	
S64	N37.54269444 E115.5604722	造气楼设备	杂填土	S64-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、石油烃			
			杂填土	S64-1.0	0.8-1.0				

所属功能区		编号	地理坐标	取样位置	岩性	点位编号	取样深度(m)	检测指标	
		造气楼设备	N37.54261389 E115.5611028	造气楼设备	杂填土	S64-1.5	1.3-1.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs	
					杂填土	S65-0.5	0.3-0.5		
					杂填土	S65-1.0	0.8-1.0		
					粉质粘土	S65-2.0	1.8-2.0		
					粉土	S65-4.0	3.8-4.0		
					素填土	S67-0.5	0.3-0.5		PH、重金属、VOCs、 SVOCs
						S67-1.0	0.8-1.0		
						S67-2.0	1.8-2.0		
		脱硫及设备区	S09	N37.54238611 E115.5592222	设备	素填土	S09-0.5	0.3-0.5	PH、重金属(含钒)、 VOCs、SVOCs
						素填土	S09-1.0	0.8-1.0	
						粉质粘土	S09-2.0	1.8-2.0	
						粉土	S09-4.0	3.8-4.0	
		180 压缩机	S59	N37.54165278 E115.5599194	压缩设备	杂填土	S59-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、石油烃、氨氮、 游离氨
						杂填土	S59-1.0	0.8-1.0	
						粉质粘土	S59-2.0	1.8-2.0	
						粉土	S59-4.0	3.8-4.0	
			S61	N37.54208611 E115.5600056	裂缝处	素填土	S61-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、石油烃、氨氮、 游离氨
						素填土	S61-1.0	0.8-1.0	
						素填土	S61-2.0	1.8-2.0	
						粉土	S61-4.0	3.8-4.0	
S68	N37.54214167 E115.5596611		内部设备	素填土	S68-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、石油烃、氨氮、 游离氨		
				素填土	S68-1.0	0.8-1.0			
				粉质粘土	S68-2.0	1.8-2.0			

所属功能区		编号	地理坐标	取样位置	岩性	点位编号	取样深度(m)	检测指标	
		S69	N37.54178889 E115.5594917	内部设备	粉土	S68-4.0	3.8-4.0	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、石油烃、氨氮、 游离氨	
					素填土	S69-0.5	0.3-0.5		
					素填土	S69-1.0	0.8-1.0		
					粉质粘土	S69-2.0	1.8-2.0		
		北变换车 间	S17	N37.54141944 E115.5607611	污水管线	粉土	S69-4.0	3.8-4.0	PH、重金属(含钼、钴、 锌)、VOCs、SVOCs
						素填土	S17-0.5	0.3-0.5	
						粉质粘土	S17-1.0	0.8-1.0	
						粉质粘土	S17-2.0	1.8-2.0	
		南变换车 间	S54	N37.53961944 E115.5602639	变换设备	粉土	S17-4.0	3.8-4.0	PH、重金属、VOCs、 SVOCs
						素填土	S54-0.5	0.3-0.5	
						粉土	S54-1.0	0.8-1.0	
						粉土	S54-2.0	1.8-2.0	
		变化脱硫	S21	N37.54088056 E115.5604306	排污口	粉土	S54-4.0	3.8-4.0	PH、重金属(含钼、钴、 锌)、VOCs、SVOCs
						素填土	S21-0.5	0.3-0.5	
						素填土	S21-1.0	0.8-1.0	
						粉土	S21-2.0	2.0-2.2	
			S56	N37.54071389 E115.5603361	西南侧	粉土	S21-4.0	3.8-4.0	PH、钼、钴、锌、VOCs、 SVOCs、石油烃、氨氮、 游离氨、氰化物、多氯联 苯、甲醇
						素填土	S56-0.5	0.3-0.5	
						素填土	S56-1.0	0.8-1.0	
						粉质粘土	S56-2.0	2.0-2.2	
北变压吸	S53	N37.540375	吸附设备	粉土	S56-4.0	3.8-4.0	PH、重金属、VOCs、		
				粉质粘土	S56-6.0	5.8-6.0			

所属功能区		编号	地理坐标	取样位置	岩性	点位编号	取样深度(m)	检测指标	
	附储罐区		E115.5598472		粉质粘土	S53-1.0	0.8-1.0	SVOCs	
					粉质粘土	S53-2.0	1.8-2.0		
					粉土	S53-4.0	3.8-4.0		
		S82	N37.54044444 E115.5601528	冷冻设备区	素填土	S82-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、石油烃、氨氮、 游离氨	
					粉质粘土	S82-1.0	0.8-1.0		
					粉质粘土	S82-2.0	1.8-2.0		
					粉土	S82-4.0	3.8-4.0		
		南变压吸 附罐区	S34	N37.54013333 E115.5597944	吸附设备	素填土	S34-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs
						粉质粘土	S34-1.0	1.0-1.2	
						粉质粘土	S34-2.0	2.0-2.2	
						粉土	S34-4.0	3.8-4.0	
		合成氨	S24	N37.54071667 E115.559475	循环泵房	素填土	S24-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、氨氮、游离氨
	粉质粘土					S24-1.0	0.8-1.0		
	粉质粘土					S24-2.0	1.8-2.0		
	粉土					S24-4.0	3.8-4.0		
	氨贮球罐 区	S36	N37.53995 E115.5588722	氨储罐	素填土	S36-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、氨氮、游离氨	
					粉质粘土	S36-1.0	1.0-1.2		
					粉质粘土	S36-2.0	1.8-2.0		
					粉土	S36-4.0	3.8-4.0		
	辅助生产 区	白煤堆放 场地	S01	N37.54391667 E115.5604889	白煤堆放处	杂填土	S01-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs
粉质粘土						S01-1.0	0.8-1.0		
粉质粘土						S01-2.0	1.8-2.0		
粉土						S01-4.0	3.8-4.0		

所属功能区		编号	地理坐标	取样位置	岩性	点位编号	取样深度(m)	检测指标
	煤棚	S07	N37.5433 E115.5609278	燃煤堆放处	杂填土	S07-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs
					粉质粘土	S07-1.0	1.0-1.2	
					粉土	S07-2.0	2.0-2.2	
					粉土	S07-4.0	3.8-4.0	
	翻砂车间	S02	N37.54370833 E115.5617083	原辅材料存 放处	杂填土	S02-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs
					粉质粘土	S02-1.0	1.0-1.2	
					粉土	S02-2.0	1.8-2.0	
					粉土	S02-4.0	3.8-4.0	
	渣场	S06	N37.54328889 E115.5606278	炉渣堆存处	粉质粘土	S06-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs
					粉质粘土	S06-1.0	1.0-1.2	
					粉土	S06-2.0	1.8-2.0	
					粉土	S06-4.0	3.8-4.0	
	二十吨锅 炉	S05	N37.54339444 E115.5602556	下风向空地 处	杂填土	S05-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs
					粉质粘土	S05-1.0	1.0-1.2	
					粉土	S05-2.0	2.0-2.2	
					粉土	S05-4.0	3.8-4.0	
	10吨锅炉 房	S48	N37.54325278 E115.5612139	原煤堆放处	杂填土	S48-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs
					粉质粘土	S48-1.0	1.0-1.2	
					粉土	S48-2.0	2.0-2.2	
					粉土	S48-4.0	3.8-4.0	
	锅炉房	S08	N37.54292222 E115.560975	下风向空地 处	素填土	S08-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs
					素填土	S08-1.0	0.8-1.0	
					粉质粘土	S08-2.0	1.8-2.0	

所属功能区		编号	地理坐标	取样位置	岩性	点位编号	取样深度(m)	检测指标
	20吨锅炉房	S49	N37.54268889 E115.5615056	外侧空地	粉土	S08-4.0	3.8-4.0	PH、重金属、VOCs、 SVOCs
					杂填土	S49-0.5	0.3-0.5	
					杂填土	S49-1.0	0.8-1.0	
					粉质粘土	S49-2.0	1.8-2.0	
	化工循环水及凉水塔	S11	N37.541825 E115.5611806	回水管	粉土	S49-4.0	3.8-4.0	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、石油烃
					素填土	S11-0.5	0.3-0.5	
					素填土	S11-1.0	0.8-1.0	
					粉土	S11-2.0	1.8-2.0	
		S12	N37.542 E115.5609167	水循环设备	粉土	S11-4.0	3.8-4.0	
					素填土	S12-0.5	0.3-0.5	
					素填土	S12-1.0	0.8-1.0	
					粉质粘土	S12-2.0	1.8-2.0	
	循环水泵房及热水池	S55	N37.54146111 E115.5611917	外部空地	粉土	S12-4.0	3.8-4.0	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、氨氮、游离氨
					杂填土	S55-0.5	0.3-0.5	
					粉质粘土	S55-1.0	0.8-1.0	
					粉质粘土	S55-2.0	1.8-2.0	
	风机房	S66	N37.54239722 E115.5598417	风机底座	粉土	S55-4.0	3.8-4.0	PH、VOCs、SVOCs、石 油烃
					杂填土	S66-0.5	0.3-0.5	
					粉质粘土	S66-1.0	0.8-1.0	
					粉质粘土	S66-2.0	1.8-2.0	
粉土					S66-3.7	3.5-3.7		
一网络	S63	N37.54283056	外侧空地	粉质粘土	S66-6.0	5.8-6.0	PH、重金属、VOCs、	
				杂填土	S63-0.5	0.3-0.5		



所属功能区		编号	地理坐标	取样位置	岩性	点位编号	取样深度(m)	检测指标
			E115.5603083		杂填土	S63-1.0	0.8-1.0	SVOCs
					粉质粘土	S63-2.0	1.8-2.0	
					粉土	S63-4.0	3.8-4.0	
	三废硫化混燃炉	S10	N37.54235833 E115.5603778	下风向空地 处	杂填土	S10-0.5	0.3-0.5	PH、重金属（含铅、钴、 锌）、VOCs、SVOCs、 氰化物、多氯联苯、甲醇
					杂填土	S10-1.0	0.8-1.0	
					粉质粘土	S10-2.0	1.8-2.0	
					粉土	S10-4.0	3.8-4.0	
	3.5KV 变 电站	S14	N37.54159444 E115.5602222	污水管线	素填土	S14-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、多氯联苯
					粉质粘土	S14-1.0	0.8-1.0	
					粉质粘土	S14-2.0	1.8-2.0	
	10KV 变 压器	S44	N37.54012222 E115.5592194	变压器	粉土	S14-4.0	3.8-4.0	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、多氯联苯
					素填土	S44-0.5	0.3-0.5	
					粉质粘土	S44-1.0	0.8-1.0	
					粉质粘土	S44-2.0	1.8-2.0	
	空地	S42	N37.53908889 E115.5603778	验证布点	粉土	S44-4.0	3.8-4.0	PH、重金属、VOCs、 SVOCs
					素填土	S42-0.5	0.3-0.5	
					粉质粘土	S42-1.0	0.8-1.0	
					粉质粘土	S42-2.0	1.8-2.0	
	污水处理 区	S04	N37.54314444 E115.5596222	预沉池处	粉土	S42-4.0	3.8-4.0	PH、重金属（含铅、钴、 锌）、VOCs、SVOCs、 石油烃、氨氮、游离氨、
					素填土	S04-0.5	0.3-0.5	
					粉质粘土	S04-1.0	0.8-1.0	
					粉质粘土	S04-2.0	1.8-2.0	

所属功能区		编号	地理坐标	取样位置	岩性	点位编号	取样深度(m)	检测指标	
其他					粉土	S04-4.0	3.8-4.0	氰化物、甲醇、多氯联苯	
					粉质粘土	S04-6.0	5.8-6.0		
		S50	N37.54284722 E115.5597611	澄清池	杂填土	S50-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs	
					杂填土	S50-1.0	0.8-1.0		
					粉质粘土	S50-2.0	1.8-2.0		
					粉土	S50-4.0	3.8-4.0		
					粉质粘土	S50-6.0	5.8-6.0		
		S58	N37.54333333 E115.5598417	沉淀池附件	杂填土	S58-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、石油烃、氨氮、 游离氨、氰化物、甲醇、 多氯联苯	
					杂填土	S58-1.0	1.0-1.2		
					粉土	S58-4.0	3.8-4.0		
					粉质粘土	S58-6.0	5.8-6.0		
		甲醇中控室	S13	空地	素填土	S13-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、甲醇	
					粉质粘土	S13-1.0	1.0-1.2		
					粉质粘土	S13-2.0	1.8-2.0		
					粉土	S13-4.0	3.8-4.0		
					粉质粘土	S13-6.0	5.8-6.0		
		甲醇生产设备	S70	N37.54208889 E115.5602	生产设备	素填土	S70-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、甲醇
						粉质粘土	S70-1.0	1.0-1.2	
						粉质粘土	S70-2.0	2.0-2.2	
	S71	N37.54206111 E115.5605944	地面裂缝处	粉土	S70-4.0	3.8-4.0			
				素填土	S70-0.5	0.3-0.5			
				粉质粘土	S70-1.0	0.8-1.0			
					粉质粘土	S70-2.0	1.8-2.0		

所属功能区		编号	地理坐标	取样位置	岩性	点位编号	取样深度(m)	检测指标	
甲醇生产区	生产区	污水终端	S22	N37.540875 E115.5592028	污水管线	粉土	S70-4.0	3.8-4.0	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、石油烃、氨氮、 游离氨、甲醇
						杂填土	S22-0.5	0.3-0.5	
						杂填土	S22-1.0	1.0-1.2	
						粉质粘土	S22-2.0	1.8-2.0	
		污水终端	S43	N37.54046111 E115.5589111	污泥存放处	粉土	S22-4.0	3.8-4.0	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、石油烃、氨氮、 游离氨、甲醇
						素填土	S43-0.5	0.3-0.5	
						粉质粘土	S43-1.0	1.0-1.2	
						粉质粘土	S43-2.0	1.8-2.0	
		事故水池	S86	N37.53961944 E115.5591972	南侧	粉土	S43-4.0	3.8-4.0	PH、重金属（钼、钴、锌 等）、VOCs、SVOCs、 石油烃、氨氮、游离氨、 氰化物、多氯联苯、甲醇
						素填土	S86-0.5	0.3-0.5	
						素填土	S86-1.0	0.8-1.0	
						粉质粘土	S86-2.0	1.8-2.0	
甲醇生产区	生产区	北压缩车 间	S16	下风向空地 处	粉土	S86-4.0	3.8-4.0	PH、VOCs、SVOCs、石 油烃	
					杂填土	S16-0.5	0.3-0.5		
					粉质粘土	S16-1.0	1.0-1.2		
					粉质粘土	S16-2.0	1.8-2.0		
		甲醇合成 车间	S15	N37.54161944 E115.5596	冷冻精炼排 污口	素填土	S15-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、石油烃
						素填土	S75-0.5	0.3-0.5	
						素填土	S75-1.0	0.8-1.0	
						粉质粘土	S75-2.0	1.8-2.0	
甲醇合成 车间	S15	N37.54161944 E115.5596	冷冻精炼排 污口	粉土	S75-4.0	3.8-4.0	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、石油烃		
				素填土	S15-1.0	0.8-1.0			

所属功能区			编号	地理坐标	取样位置	岩性	点位编号	取样深度(m)	检测指标	
			S76	N37.54141944 E115.5594556	循环机区	粉质粘土	S15-2.0	1.8-2.0	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、石油烃、氨氮、 游离氨、甲醇	
						粉土	S15-4.0	3.8-4.0		
						粉质粘土	S15-6.0	5.8-6.0		
						素填土	S76-0.5	0.3-0.5		
						粉土	S76-1.0	0.8-1.0		
						粉质粘土	S76-2.0	1.8-2.0		
		粉土	S76-4.0	3.8-4.0						
		粉质粘土	S76-6.0	5.8-6.0						
		粉质粘土	S76-8.0	7.8-8.0						
		烃化车间	S52	N37.54100833 E115.5596611	反应釜	素填土	S52-0.5	0.3-0.5		PH、重金属、VOCs、 SVOCs、氨氮、游离氨、 甲醇
						粉质粘土	S52-1.0	0.8-1.0		
						粉质粘土	S52-2.0	1.8-2.0		
	粉土					S52-4.0	3.8-4.0			
		S79	N37.54107778 E115.5600194	北侧空地	杂填土	S79-1.0	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、石油烃、氨氮、 游离氨		
					杂填土	S79-1.5	1.3-1.5			
					粉土	S79-2.5	2.3-2.5			
					粉质粘土	S79-4.5	4.3-4.5			
					粉质粘土	S79-6.5	6.3-6.5			
					粉质粘土	S79-8.5	8.3-8.5			
	罐区	甲醇罐区	S35	N37.53925 E115.55925	甲醇储罐	素填土	S35-0.5		0.3-0.5	
粉质粘土						S35-1.0	1.0-1.2			
粉质粘土						S35-2.0	1.8-2.0			
粉土						S35-4.0	3.8-4.0			

所属功能区		编号	地理坐标	取样位置	岩性	点位编号	取样深度(m)	检测指标	
辅助生产区	油池	S77	N37.5415 E115.5591	东北侧	杂填土	S77-0.5	0.3-0.5	PH、VOCs、SVOCs、石油烃	
					粉质粘土	S77-1.0	0.8-1.0		
					粉质粘土	S77-2.0	1.8-2.0		
					粉土	S77-4.0	3.8-4.0		
					粉土	S77-6.0	5.8-6.0		
	35KV 变电站	S23	N37.54115 E115.5595028	排污口	素填土	S23-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、SVOCs、多氯联苯	
					粉质粘土	S23-1.0	0.8-1.0		
					粉质粘土	S23-2.0	1.8-2.0		
					粉土	S23-4.0	3.6-3.8		
	西北侧	S78	N37.54110278 E115.559	填土	S78-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、SVOCs、石油烃、多氯联苯		
				填土	S78-1.0	0.8-1.0			
				粉质粘土	S78-2.0	1.8-2.0			
粉土				S78-3.8	3.6-3.8				
尿素生产区	生产区	北二氧化碳压缩	S57	N37.54061944 E115.5610944	污水管线	素填土	S57-0.5	0.3-0.5	PH、重金属（含钼、钴、锌）、VOCs、SVOCs、石油烃、氨氮、游离氨、氰化物、甲醇、多氯联苯
						粉质粘土	S57-1.0	0.8-1.0	
						粉质粘土	S57-2.0	1.8-2.0	
						粉土	S57-4.0	3.6-3.8	
		压缩设备区	S80	N37.54075833 E115.5609667	杂填土	S80-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、SVOCs、石油烃、氨氮、游离氨	
					杂填土	S80-1.0	0.8-1.0		
					杂填土	S80-2.0	1.8-2.0		
		压缩设备区	S81	N37.540525 E115.5608556	杂填土	S81-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、SVOCs、石油烃、氨氮、游离氨	
					杂填土	S81-1.0	0.8-1.0		
					杂填土	S81-2.0	1.8-2.0		

所属功能区		编号	地理坐标	取样位置	岩性	点位编号	取样深度(m)	检测指标	
	二氧化碳 压缩	S25	N37.54048056 E115.5610417	排污口	粉土	S81-4.0	3.8-4.0	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、氨氮、游离氨	
					杂填土	S25-0.5	0.3-0.5		
					杂填土	S25-1.0	0.8-1.0		
					粉质粘土	S25-2.0	1.8-2.0		
					粉土	S25-4.0	3.8-4.0		
		S33	N37.53989722 E115.5604528	排污口	素填土	S33-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs	
					粉质粘土	S33-1.0	0.8-1.0		
					粉质粘土	S33-2.0	1.8-2.0		
					粉土	S33-4.0	3.8-4.0		
		S84	N37.53998056 E115.560625	压缩设备区	杂填土	S84-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、氨氮、游离氨	
					杂填土	S84-1.0	0.8-1.0		
					杂填土	S84-2.0	1.8-2.0		
					粉土	S84-4.0	3.8-4.0		
		南压缩车 间	S83	N37.5403 E115.5606472	压缩设备区	杂填土	S83-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、石油烃、氨氮、 游离氨
						杂填土	S83-1.0	0.8-1.0	
						粉质粘土	S83-2.0	1.8-2.0	
	粉土					S83-4.0	3.8-4.0		
	尿素主厂 房	S26	N37.54008333 E115.5614056	储罐区	素填土	S26-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、氨氮、游离氨	
					粉质粘土	S26-1.0	0.8-1.0		
					粉质粘土	S26-2.0	1.8-2.0		
粉土					S26-4.0	3.8-4.0			
粉质粘土					S26-6.0	5.8-6.0			



所属功能区		编号	地理坐标	取样位置	岩性	点位编号	取样深度(m)	检测指标
	变配电室	S27	N37.54010833 E115.5617556	变配电室	杂填土	S27-0.5	0.3-0.5	PH、VOCs、SVOCs、多氯联苯
					粉质粘土	S27-1.0	0.8-1.0	
					粉质粘土	S27-2.0	1.8-2.0	
					粉土	S27-4.0	3.8-4.0	
					粉质粘土	S27-6.0	5.8-6.0	
		S30	N37.54013611 E115.5611444	储罐区	素填土	S30-0.5	0.3-0.5	PH、VOCs、SVOCs、氨氮、游离氨
					素填土	S30-1.0	0.8-1.0	
					素填土	S30-2.0	1.8-2.0	
					粉土	S30-4.0	3.8-4.0	
					粉质粘土	S30-6.0	5.8-6.0	
	造粒塔	S28	N37.5408 E115.5612278	排污口	素填土	S28-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、SVOCs、氨氮、游离氨
					素填土	S28-1.0	1.0-1.2	
					素填土	S28-2.0	2.0-2.2	
					粉土	S28-4.0	3.8-4.0	
					粉质粘土	S28-6.0	0.3-0.5	
	包装主厂房	S29	N37.54060278 E115.5614917	储罐区	素填土	S29-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、SVOCs、氨氮、游离氨
					粉质粘土	S29-1.0	1.0-1.2	
					粉质粘土	S29-2.0	2.0-2.2	
					粉土	S29-4.0	3.8-4.0	
					粉质粘土	S29-6.0	5.8-6.0	
S31		N37.54055556 E115.5618167	储罐区	素填土	S31-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、SVOCs、多氯联苯	
				素填土	S31-1.0	0.8-1.0		
				粉质粘土	S31-2.0	2.0-2.2		

所属功能区		编号	地理坐标	取样位置	岩性	点位编号	取样深度(m)	检测指标	
辅助生产区						粉土	S31-4.0	3.8-4.0	
						粉质粘土	S31-6.0	5.8-6.0	
	脱盐	S18	N37.54121111 E115.561225	脱盐后浓水 排放口	素填土	S18-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs	
					粉质粘土	S18-1.0	1.0-1.2		
					粉质粘土	S18-2.0	2.0-2.2		
					粉土	S18-4.0	3.8-4.0		
	机修车间	S32	N37.53945833 E115.5608528	维修处	素填土	S32-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、石油烃、氨氮、 游离氨	
					粉质粘土	S32-1.0	1.0-1.2		
					粉土	S32-2.0	2.0-2.2		
					粉土	S32-4.0	3.8-4.0		
	北成品库	S74	N37.54115833 E115.56165	成品存放区	杂填土	S74-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、氨氮、游离氨	
					杂填土	S74-1.0	1.0-1.2		
					粉质粘土	S74-2.0	2.0-2.2		
					粉土	S74-4.0	3.8-4.0		
	南成品库	S85	N37.53976389 E115.5614833	成品存放区	杂填土	S85-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、氨氮、游离氨	
					粉质粘土	S85-1.0	1.0-1.2		
					粉质粘土	S85-2.0	2.2-2.2		
					粉土	S85-4.0	3.8-4.0		
	化肥场地	S20	N37.54078611 E115.5619444	地面裂缝处	素填土	S20-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、氨氮、游离氨	
					粉质粘土	S20-1.0	1.0-1.2		
粉质粘土					S20-2.0	2.0-2.2			
粉土					S20-4.0	3.8-4.0			
空地	S60	N37.53909167	验证布点	素填土	S60-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、		

所属功能区		编号	地理坐标	取样位置	岩性	点位编号	取样深度(m)	检测指标	
氰尿酸、复混肥生产区	空地		E115.5612028		素填土	S60-1.0	1.0-1.2	SVOCs	
					素填土	S60-2.0	1.8-2.0		
					粉土	S60-4.0	3.8-4.0		
		绿化区	S73	N37.54078333 E115.5625889		杂填土	S73-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、石油烃
						粉质粘土	S73-1.0	1.0-1.2	
						粉质粘土	S73-2.0	2.0-2.2	
						粉土	S73-4.0	3.8-4.0	
	复混肥生产车间	S39	N37.53750278 E115.5592611	排污口	素填土	S39-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、氨氮、游离氨	
					素填土	S39-1.0	1.0-1.2		
					粉质粘土	S39-2.0	1.8-2.0		
					粉土	S39-4.0	3.8-4.0		
		东北侧	S90	N37.53766667 E115.5595944		素填土	S90-0.5		0.3-0.5
						素填土	S90-1.0		0.8-1.0
						素填土	S90-2.0		1.8-2.0
氰尿酸车间		S40	N37.53754167 E115.5588861	生产设备	素填土	S40-0.5	0.3-0.5		
					粉质粘土	S40-1.0	1.0-1.2		
					粉土	S40-2.0	2.0-2.2		
	粉土				S40-4.0	3.8-4.0			
车间	S38	N37.53809722 E115.5594	污水管线	素填土	S38-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、氨氮、游离氨		
				粉土	S38-1.0	1.0-1.2			
				粉土	S38-2.0	2.0-2.2			
				粉土	S38-4.0	3.8-4.0			
	S88	N37.53799722	生产设备区	杂填土	S88-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、		

所属功能区		编号	地理坐标	取样位置	岩性	点位编号	取样深度(m)	检测指标
辅助生产区			E115.5596278		粉质粘土	S88-1.0	1.0-1.2	SVOCs、氨氮、游离氨
					粉质粘土	S88-2.0	2.0-2.2	
					粉土	S88-4.0	3.8-4.0	
	固废仓库	S37	N37.53796667 E115.5591861	裂缝处	粉质粘土	S37-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs
					粉质粘土	S37-1.0	1.0-1.2	
					粉土	S37-2.0	2.0-2.2	
					粉土	S37-4.0	3.8-4.0	
		S87	N37.53806111 E115.558975	成品存放区	粉质粘土	S87-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs
					粉质粘土	S87-1.0	1.0-1.2	
					粉土	S87-2.0	2.0-2.2	
					粉土	S87-4.0	3.8-4.0	
	天然气燃烧炉巷道	S89	N37.53815278 E115.55995	燃烧巷道南侧	杂填土	S89-0.5	0.3-0.5	PH、重金属、VOCs、 SVOCs
					粉质粘土	S89-1.0	1.0-1.2	
					粉土	S89-2.0	1.8-2.0	
					粉土	S89-4.0	3.8-4.0	
	办公区	停车场	S41	N37.53856389 E115.5590333	停车处	素填土	S41-0.5	0.3-0.5
素填土						S41-1.0	0.8-1.0	
粉质粘土						S41-2.0	1.8-2.0	
粉土						S41-4.0	3.8-4.0	
办公区	宿舍楼	S03	N37.54310278 E115.5620667	空地	杂填土	S03-0.5	0.4-0.6	PH、重金属、VOCs、 SVOCs
					粉质粘土	S03-1.0	0.8-1.0	
					粉质粘土	S03-2.0	1.8-2.0	
					粉土	S03-4.0	3.8-4.0	

所属功能区		编号	地理坐标	取样位置	岩性	点位编号	取样深度(m)	检测指标
	绿化区	S19	N37.5419 E115.5624056	验证布点	杂填土	S19-0.5	0.4-0.6	PH、重金属、VOCs、 SVOCs、石油烃、氨氮、 游离氨、氰化物、甲醇
					粉质粘土	S19-1.0	1.0-1.2	
					粉质粘土	S19-2.0	2.0-2.2	
					粉土	S19-4.0	3.8-4.0	
	仓库	S72	N37.54147222 E115.5626028	仓库内南侧	杂填土	S72-0.5	0.4-0.6	PH、VOCs、SVOCs、石 油烃
					粉质粘土	S72-1.0	1.0-1.2	
					粉质粘土	S72-2.0	2.0-2.2	
					粉土	S72-4.0	3.8-4.0	

## 5.1.2 地下水采样布点方案

### 5.1.2.1 布点原则

场地地下水监测井的布点根据场地地下水流向、地下水位与污染产生位置的相对关系，结合车间生产、事故、三废治理与排放等实际情况进行设定。原则上，充分利用场地内现有水井，且在场地内疑似污染区域新建地下水监测井相结合。

对于地下水的采样深度，则应根据场地的水文地质状况、场地可能造成的污染深度等情况进行确定。一般情况下，场地初步调查阶段监测井的采样深度应是场地中普遍赋存的第一层含水层。如场地第一含水层已明显污染，且其含水层底板土壤也存在较大污染的情况下，则须采用组井的方式，在重污染区采集第二含水层的地下水样品。

### 5.1.2.2 地下水采样布点方案

根据区域水文地质资料得知，调查场地所在区域属于第一层含水层，本次调查场地内所揭露的地下水为浅层孔隙水，地下水自东北流向西南。区域土壤含有粉质粘土层，具有一定的防渗性能。为确定地下水是否受到厂区的生产影响，在场地内重点疑似污染区域、场地区域地下水流向上下游方向建立地下水监测井，采集第一层含水层样品。本次调查新建 8 个浅层地下水水井，共采集地下水样品 9 个，包含 1 个平行样，用于判断地下水是否受到污染。本次地下水检测指标为重金属（即汞、铅、镉、砷、镍、铜、六价铬、钼、钴、锌、钒）、pH 值、VOCs、SVOCs、石油类、氨氮、游离氨、氰化物、多氯联苯、甲醇，地下水采样点位详细信息见下表所示。



图 5.1-2 地下水点位布设图



表 5.1-2 地下水监测井信息表

编号	含水层	监测井深度	筛管位置	区域
W1	6.1-7.2	9	4.0-8.5	白煤堆放场地（碳酸氢铵生产区上游）
W2	6.1-7.3	9	4.0-8.5	气柜的西北侧
W3	6.2-7.1	9	4.0-8.5	三废硫化混燃炉
W4	6.2-7.4	9	4.0-8.5	造气楼 4
W5	6.1-7.0	9	4.0-8.5	绿化区（地下水流向侧向）
W6	6.3-7.4	9	4.0-8.5	甲醇生产区烃化车间东南侧
W7	6.4-7.3	9	4.0-8.5	尿素主厂房的下游
W8	6.2-7.5	9	4.0-8.5	氰尿酸生产车间

### 5.1.3 场地残液布点方案

根据现场踏勘情况，在污水终端油池及事故水池处发现有少量液体，出于保守考虑，在污水终端油池及事故水池处分别采集 1 个残液水样，共设置 3 个样品，包括 1 个平行样，检测因子为重金属、PAHs、BTEX、氰化物、甲醇、氨氮、游离氨、Mo、Co、Zn、PCBs、石油类，具体见下表所示。

表 5.1-3 场地残液点位情况

编号	位置	纬度	经度	布点目的	深度	检测因子
DW1	污水终端油池	37°32'27.17"	115°33'32.57"	现场地面积水之一，可见油污，作为生产污水处理终端，可能有多种污染物	-	重金属、PAHs、BTEX、氰化物、甲醇、氨氮、游离氨、Mo、Co、Zn、PCBs、石油类
DW2	事故水池	37°32'23.45"	115°33'33.66"	现场地面积水之一，作为事故时候的应急水池存放污染，可能有多种污染物	-	重金属、PAHs、BTEX、氰化物、甲醇、氨氮、游离氨、Mo、Co、Zn、PCBs、石油类

### 5.1.4 底泥布点方案

根据现场踏勘情况，污水终端处的油池内存在少量底泥，出于保守考虑，在油池内采集 1 个底泥样品，检测因子为重金属、挥发性有机物、半挥发性有机物、

石油烃、氨氮。

## 5.2 质量控制和质量保证

### (1) 现场采样质量控制

现场采样时详细填写现场观察的记录单，如采样时间、采样人员、样品名称和编号、采样位置、采样深度、样品质地、样品颜色和气味、现场检测结果、土壤分层情况、土壤质地等，地下水水位、颜色、气象条件等，以便为场地水文地质，污染现状等分析工作提供依据。

采样过程中采样员佩戴一次性 PE 手套，每次取样后进行更换，采样器具及时清洗，避免交叉污染。

样品采集完成后，在样品瓶上标明编号等采样信息，并做好现场记录。所有样品采集后放入装有蓝冰的低温保温箱中，并及时送至实验室进行分析。在样品运送过程中，要确保保温箱能满足样品对低温的要求。

土壤样品保存可参照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166）要求进行。本场地存在特征污染物氨氮，样品保存除参照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166）执行外，根据《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）中要求，样品采集后于 4℃ 下运输和保存，并在 3 日内分析完毕。否则，样品应于 -20℃（深度冷冻）下保存，样品中氨氮可以保存数周。当测定深度冷冻的氨氮含量时，应控制解冻的温度和时间。室温环境下解冻时，需在 4 h 内完成样品解冻、匀质化和提取；如果在 4℃ 下解冻，解冻时间不应超过 48 h。

地下水样品保存可参照《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164）要求进行。监测单位应与检测公司沟通最终确定样品保存方法及保存时限要求。特别注意各检测项目对于保护剂的要求，应在实验室内完成保护剂添加并记录加入量。

### (2) 实验室分析质量控制

实验室质量控制包括实验室内的质量控制（内部质量控制）和实验室间的质量控制（外部质量控制）。前者是实验室内部对分析质量进行控制的过程，后者是指由第三方或技术组织通过发放考核样品等方式对各实验室报出合格分析结

果的综合能力、数据的可比性和系统误差作出评价的过程。为了保证分析样品的准确性，实验室应从人、机、料、法、环、测、样 7 个方面进行样品分析的质量控制，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）。根据《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南》（试行）等文件的要求，同种采样介质，设置一定数量的现场空白、实验室空白、现场密码平行、实验室平行、加标回收、质控样品。

### （3）样品的检测

样品检测分析方法优先参考国家标准或规范；其次使用行业标准和地方标准。

### （4）质量控制与保证

质量保证/质量控制样品作为现场样品的一种，将有助于评价监测结果和野外采样方法，应与目标样品采用相同的方法进行收集、储存、转移和分析。

现场采样记录也是质量控制/质量保证的一个重要的组成部分。野外记录应包括采样点的位置、样品标签、样品采集过程、样品的保存方法、野外观察和测量的结果。另外，采样点的任何调整和采样的异常情况都应详细记录。

样品采集后，将由专人将样品从现场送往实验室。到达实验室后，送样者和接样者双方同时清点样品，即将样品逐件与样品登记表、样品标签和采样记录单进行核对，并在样品交接单上签字确认，样品交接单转交质控组。核对无误后，将样品分类、整理和包装后放于冷藏柜中，于当天或第二天派发任务下达单，任务下达单为双联单，分别由分析人员和质控综合组各持一份。样品转移过程中均采用保温箱保存，保温箱内放置足量冰块，以保证样品对低温的要求，且严防样品的损失、混淆和沾污，直至最后到达分析测试实验室，完成样品交接。

此次环境初步调查的土壤样品共计 421 个（含 43 个平行样），水样共计 9 个（含 1 个平行样），分别进行了现场空白、运输空白、现场平行样、实验室平行样、加标回收率、标准样品等工作对整个检测过程进行了质量控制。具体质控信息见附录。质控结果统计见表 5.2-1、表 5.2-2，其他质控结果详见附件。

表 5.2-1 土壤质控结果统计表

项目	样品数 (个)	平行样								加标回收率						有证物质	
		现场平行				实验室平行				空白加标			样品加标				
		平行样 (个)	计算 方式	计算 值%	控制 值%	平行样 (个)	计算 方式	计算 值%	控制 值%	加标样 (个)	回收率 (范 围)%	指标 控制%	加标样 (个)	回收率 (范 围)%	指标 控制%	检测值 (mg/kg)	标准值 (mg/kg)
VOCs	420	43	①	/	0~25	25	①	/	0~25	/	/	/	25	72-127	70-130	/	/
SVOCs	420	43	①	/	0~35	22	①	/	0~35	/	/	/	22	60-118	43-137	/	/
多氯联苯	62	43	/	/	/	4	①	1-11	0-30	/	/	/	4	81-94	70-130	/	/
总石油烃	149	43	①	0-11.58	0~30	6	①	/	0~30	4	91-111	60-140	/	80-111	70-130	/	/
铜	186	43	①	5.0-7.9	0~15	12	①	/	0~15	/	/	/	13	80-110	70-130	26	25-31
镍	186	43	①	3.3-4.0	0~20	12	①	/	0~20	/	/	/	13	78-114	70-130	16	14-26
锌	39	43	①	/	0~15	3	①	/	0~15	/	/	/	3	106-114	70-130	57.0	55-67
铅	186	43	①	4.8-8.5	0~25	12	①	/	0~25	/	/	/	12	90-109	70-130	12.8	10.0-16.8
镉	186	43	①	3.4-4.0	0~30	12	①	/	0~30	/	/	/	10	83-123	70-130	0.10	0.077-0.139
砷	186	43	①	0.6-1.2	0~20	13	①	/	0~20	/	/	/	13	84-113	70-130	7.23	6.4-9.2
汞	186	43	①	1.0-2.6	0~30	14	①	/	0~30	/	/	/	13	82-126	70-130	0.017	0.014-0.026
钒	18	43	①	0-1.8	0~10	2	①	/	0~10	/	/	/	1	84	70-125	75	62-102
钴	39	43	①	/	0~20	4	①	/	0~20	/	/	/	3	88-96	70-125	3.0	2.4-4.0
钼	39	43	①	/	0~10	3	①	/	0~10	/	/	/	3	88-97	70-125	10.5	10.2-12.4
游离氨	113	43	①	0.9-5.0	0-10	13	①	/	<20	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5.2-2 水样质控结果统计表

项目	样品数 (个)									加标回收率						有证物质	
		现场平行				实验室平行				空白加标			样品加标				
		平行样 (个)	计算 方式	计算 值%	控制 值%	平行样 (个)	计算 方式	计算 值%	控制 值%	加标样 (个)	回收率 (范 围) %	指标 控制%	加标样 (个)	回收率 (范 围) %	指标 控制%	检测值 (mg/L)	标准值 (mg/L)
VOCs	13	2	①	/	0~30	1	①	/	0~30	1	99-103	70-130	/	/	/	/	/
SVOCs	13	2	①	/	0~35	1	①	/	0~35	1	42-88	20-144	/	/	/	/	/
铜	13	2	①	2.2-7.3	0~10	1	①	/	0~10	/	/	/	1	112	70-130	/	/
镍	13	2	①	2.6-3.2	0~10	1	①	/	0~10	/	/	/	1	114	70-130	/	/
锌	13	2	①	1.0-1.6	/	1	①	/	/	/	/	/	1	/	70-130	/	/
铅	13	2	①	7.5-10	0~10	1	①	/	0~10	/	/	/	1	95	70-130	/	/
镉	13	2	①	1-1.9	0~10	1	①	/	0~10	/	/	/	1	104	70-130	/	/
砷	13	2	①	0.8-1.9	0~10	1	①	/	0~10	/	/	/	1	102	70-130	/	/
钼	13	2	①	1-2.4	0~10	1	①	/	0~10	/	/	/	1	78	70-130	/	/
钴	13	2	①	2.7-6.1	0~10	1	①	/	0~10	/	/	/	1	102	70-130	/	/
钒	13	2	①	0	0~10	1	①	/	0~10	/	/	/	1	112	70-130	/	/
汞	13	2	①	0	0~10	1	①	/	0~10	/	/	/	1	108	70-130	/	/
游离氨	13	2	①	0	0-10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

## 5.3 评价标准的选取

### 5.3.1 土壤评价标准

根据地块规划用地性质，评价标准首选《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第一类用地筛选值标准，该标准没有的污染物，本次选用标准值根据风险评估参数值进行反算得到。

土壤中污染物评价标准见下表。

表 5.3-1 土壤中污染物评价标准单位：mg/kg

评价指标		筛选值 (第一类用地)	管制值 (第一类用地)	筛选值来源
重金属与无机物				
1	砷	20	120	GB36600-2018 表 1
2	镉	20	47	
3	铬（六价）	3.0	30	
4	铜	2000	8000	
5	铅	400	800	
6	汞	8	33	
7	镍	150	600	
8	钒	165	330	GB36600-2018 表 2
9	钴	20	190	
挥发性有机物				
10	四氯化碳	0.9	9	GB36600-2018 表 1
11	氯仿	0.3	5	
12	氯甲烷	12	21	
13	1,1-二氯乙烷	3	20	
14	1,2-二氯乙烷	0.52	6	
15	1,1-二氯乙烯	12	40	
16	顺-1,2 二氯乙烯	66	200	
17	反-1,2 二氯乙烯	10	31	
18	二氯甲烷	94	300	
19	1,2-二氯丙烷	1	5	
20	1,1,1,2-四氯乙烷	2.6	26	
21	1,1,2,2-四氯乙烷	1.6	14	
22	四氯乙烯	11	34	
23	1,1,1-三氯乙烷	701	840	

24	1,1,2-三氯乙烷	0.6	5	
25	三氯乙烯	0.7	7	
26	1,2,3-三氯丙烷	0.05	0.5	
27	氯乙烯	0.12	1.2	
28	苯	1	10	
29	氯苯	68	200	
30	1,2-二氯苯	560	560	
31	1,4-二氯苯	5.6	56	
32	乙苯	7.2	72	
33	苯乙烯	1290	1290	
34	甲苯	1200	1200	
35	间二甲苯+对二甲苯	163	500	
36	邻二甲苯	222	640	
半挥发性有机物				
37	硝基苯	34	190	GB36600-2018 表 1
38	苯胺	92	211	
39	2-氯酚	250	500	
40	苯并[a]蒽	5.5	55	
41	苯并[a]芘	0.55	5.5	
42	苯并[b]荧蒽	5.5	55	
43	苯并[k]荧蒽	55	550	
44	蒽	490	4900	
45	二苯并[a,h]蒽	0.55	5.5	
46	茚并[1,2,3-cd]芘	5.5	55	
47	萘	25	255	
石油烃类				
48	石油烃	826	5000	GB36600-2018 表 2
其他				
49	氰化物	22	44	GB36600-2018 表 2
50	氨氮	1710	--	初调风险评估计算
51	钼	100	--	

### 5.3.2 氨氮筛选值的确定

本项目于晋煤银海化肥有限责任公司场地初步调查时，调查表明该地块初查样品中存在铜、砷、氨氮、石油烃、苯并[a]芘超标情况，其他污染物均低于其目标筛选值。

考虑到本项目场地前期历史资料有限，且地面建筑均已拆完，可能存在不确



定性或交叉污染，因此为安全起见，本项目详细调查设定检测指标时，以初步调查中超标的污染物为主，同时兼顾考虑场地中可能还存在的污染物。

因此，本项目详细调查时，除了检测超标的污染物以外，根据其他类似场地中常见污染物，结合该地块的历史工艺，详查阶段土壤样品检测指标定为重金属与无机物、挥发性有机物、半挥发性有机物、石油烃类及其他类。

对于标准中未列出的但现场样品中检出的污染物，可采用风险评估的方法，初步计算其风险控制值，以此作为评价标准。由于 GB 36600-2018 未给出土壤氨氮的筛选值，故采用风险评估的方式计算，通过 HERA 软件进行计算。原场用地类型选择敏感用地，暴露途径选择除食用农作物的所有途径，污染物参数及场地参数选择软件推荐的默认参数。其计算过程如下：

- (1) 选择污染物
- (2) 选择暴露途径



图 5.3-1 选择暴露途径界面

- (3) 选择模型

暴露途径	模型
(原场)经口摄入土壤	N/A
(原场)皮肤接触土壤	N/A
(原场)吸入室内土壤颗粒物	ASTM Model
(原场)吸入室外土壤颗粒物	ASTM Model
(原场)吸入表层土壤室外蒸气	ASTM Model
(原场)吸入下层土壤室外蒸气	Johnson-Ettinger Model
(原场)吸入下层土壤室内蒸气	Johnson-Ettinger Model
(原场)土壤渗透到地下水(饮用地下水/保护水环境)	ASTM Model
(原场)饮用地下水/保护水环境	N/A
(原场)吸入地下水室外蒸气	ASTM Model
(原场)吸入地下水室内蒸气	Johnson-Ettinger Model

图 5.3-2 选择模型界面

#### (4) 选择参数

风险评估计算过程中部分参数选用《<场地环境调查技术导则>（HJ 25.1-2014）等五项国家环境保护标准修改单（征求意见稿）》及《<场地环境调查技术导则>（HJ 25.1-2014）等五项国家环境保护标准修改单（征求意见稿）》编制说明中的相关参数，其余未修改参数选用软件默认参数。

#### (5) 执行计算

由于氨氮的土壤筛选值无法通过 HERA 软件计算，软件中只能计算氨（游离氨）的筛选值，但是目前只有氨氮有行业标准的检测方法，游离氨无标准检测方法，在调查评价及治理中只能选用有标准的氨氮作为检测评价依据。因此，合理确定游离氨和氨氮的筛选值尤为重要。在此通过 HERA 软件计算得到游离氨在非致癌风险下保护健康的土壤筛选值为 1317.0mg/kg，计算所采集样品中游离氨与氨氮的比例，进而计算出氨氮在土壤中的土壤筛选值。

$$\text{氨氮筛选值} = \text{游离氨筛选值} / \text{比例}$$

此比例为综合考虑检测结果中游离氨和氨氮检测浓度比值，从而得出的适用于本项目的一个数值。

所测样品中游离氨与氨氮的比例最小值为 0.34，最大值为 1.04，经分析发现在游离氨浓度较低时(<100 mg/kg)，该比例系数波动较大，变异系数为 0.18，但在游离氨浓度较高时 (>1000 mg/kg)，该比例系数在一个较高的区间稳定，变异系数为 0.16，另外，通过软件计算得到游离氨的筛选值为 1317mg/kg，着重考虑土壤游离氨浓度>1000mg/kg 时游离氨和氨氮的比例更为科学与重要，因此，将游离氨浓度大于 1000 mg/kg 的样品的比例系数取平均值，作为本场地游离氨与氨氮的比例系数，经计算，该比例系数为 0.77。

$$\text{氨氮筛选值} = \frac{\text{游离氨筛选值}}{\text{比例}} = \frac{1317\text{mg/kg}}{0.77} = 1710\text{mg/kg}$$

使用该系数可推算出本场地氨氮的土壤筛选值为 1710 mg/kg。

### 5.3.3 地下水评价标准

本次调查，评价标准首选《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中三类水质标准作为筛选值，前述标准未列出的筛选值，依次参考《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）、《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）和《美国 EPA 区域筛选值》（2019.05）、《Soil Remediation Circular》地下水干预值。

对于上述标准中没有的污染物则使用 HERA 软件（版本号 1.1）计算筛选值。

地下水中污染物评价标准见下表所示。

表 5.3-2 地下水中污染物评价标准

评价指标		筛选值			标准来源
		III	IV	V	
一	基本水质因子(mg/l)				
1	pH	6.5-8.5	5.5-6.5, 8.5-9.0	<5.5 或>9.0	GB/T14848-2017
2	氟化物	1.0	2.0	>2.0	
二	重金属(mg/l)				
1	汞	0.001	0.002	>0.002	GB/T14848-2017
2	砷	0.01	0.05	>0.05	
3	镉	0.005	0.01	>0.01	
4	铅	0.01	0.1	>0.1	
5	铜	1	1.5	>1.5	
6	镍	0.02	0.1	>0.1	
7	六价铬	0.05	0.1	>0.1	
8	锌	1	5	>5	
9	钼	0.07	0.15	>0.15	
10	钴	0.05	0.10	>0.10	
11	钒	86			美国 EPA 区域筛选值
三	有机物 (ug/l)				
1	四氯化碳	2	50	>50	GB/T14848-2017
2	1,2-二氯乙烷	30	40	>40	
3	1,1-二氯乙烯	30	60	>60	
4	顺-1,2 二氯乙烯	50	60	>60	

5	二甲苯	500	1000	>1000		
6	2,4-二硝基甲苯	5	60	>60		
7	2,6-二硝基甲苯	5	30	>30		
8	二氯甲烷	20	500	>500		
9	1,2-二氯丙烷	5	60	>60		
10	四氯乙烯	40	300	>300		
11	1,1,1-三氯乙烷	2000	4000	>4000		
12	1,1,2-三氯乙烷	5	60	>60		
13	三氯乙烯	70	210	>210		
14	氯乙烯	50	90	>90		
15	苯	10	120	>120		
16	氯苯	300	600	>600		
17	六氯苯	1	2	>2		
18	甲苯	700	1400	>1400		
19	乙苯	300	600	>600		
20	苯乙烯	20	40	>40		
21	蒽	1800	3600	>3600		
22	荧蒽	240	480	>480		
23	苯并[a]芘	0.01	0.5	>0.5		
24	苯并[b]荧蒽	4	8	>8		
25	萘	100	600	>600		
26	氯仿	60.0	300	>300		
27	蒽	1800	3600	>3600		
四	石油烃类(mg/l)					
28	总石油烃	0.6		《Soil Remediation Circular》地下水干预值		
五	其他(mg/l)					
29	氰化物	0.05	0.1	0.1		GB/T14848-2017
30	氨氮	0.5	1.5	>1.5		

### 5.3.4 残液评价标准

本场地残液污染物筛选评价优先参考《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002），该标准规定地表水Ⅲ类标准主要适用于集中式生活饮用水水源地二级保护区、鱼虾类越冬场、洄游通道、水产养殖区等渔业水域及游泳区。本次调查场地未来规划用地为二类居住用地、文化设施用地、公园用地和广场用地，因此本次调查采用地表水Ⅲ类标准进行评价。

表 5.3-3 本项目残液检出因子的风险筛选标准

序号	污染物	筛选值 (mg/L)	标准来源
1	钴	1.0	《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002) 中Ⅲ类标准
2	钼	0.07	
3	镍	0.02	
4	铅	0.05	
5	砷	0.05	
6	铜	1.0	
7	锌	1.0	
8	氨氮	1.0	
9	氰化物	0.2	

### 5.3.5 底泥评价标准

底泥污染风险筛选标准参照土壤的评价标准。

## 5.4 初步调查结果分析

本次场地环境初步调查结果表明：场地内所采集的土壤、地下水、地表残液及底泥样品中部分污染物均存在不同程度超标情况，该地块属于污染地块，场地内土壤、地下水需开展进一步的详细调查及风险评估。

### 5.4.1 现场踏勘结果

通过人员访谈得知，自上世纪 70 年代以来调查地块曾一直作为晋煤银海化肥有限责任公司生产用地，主要生产合成氨、碳酸氢铵、甲醇、尿素、氰尿酸、硫酸铵复合肥等产品。该厂于 2016 年破产，厂区建筑物部分已拆除。通过现场勘查可以发现，场地拆迁过程产生的建筑垃圾在地块内部堆存，拆迁垃圾分布于场地内。

### 5.4.2 土壤调查结果

本次调查共布设 90 个土壤采样点，场内每个点位采集 4-6 个不同深度的土壤样品。现场通过 XRF、PID 快速检测土壤重金属和挥发性有机物，部分点位出

现 PID 结果异常，将采样深度加深为 6.0m。本次调查共采集土壤样品 412 个。对最上面两层土壤样品均检测 pH、铅、镉、砷、汞、铜、镍、六价铬、SVOCs、VOCs，部分点位依据前期调研及现场判断，检测因子为总石油烃、氨氮、游离氨、氰化物、杂醇、杂醚、多氯联苯、钼、钴、锌、镍等。

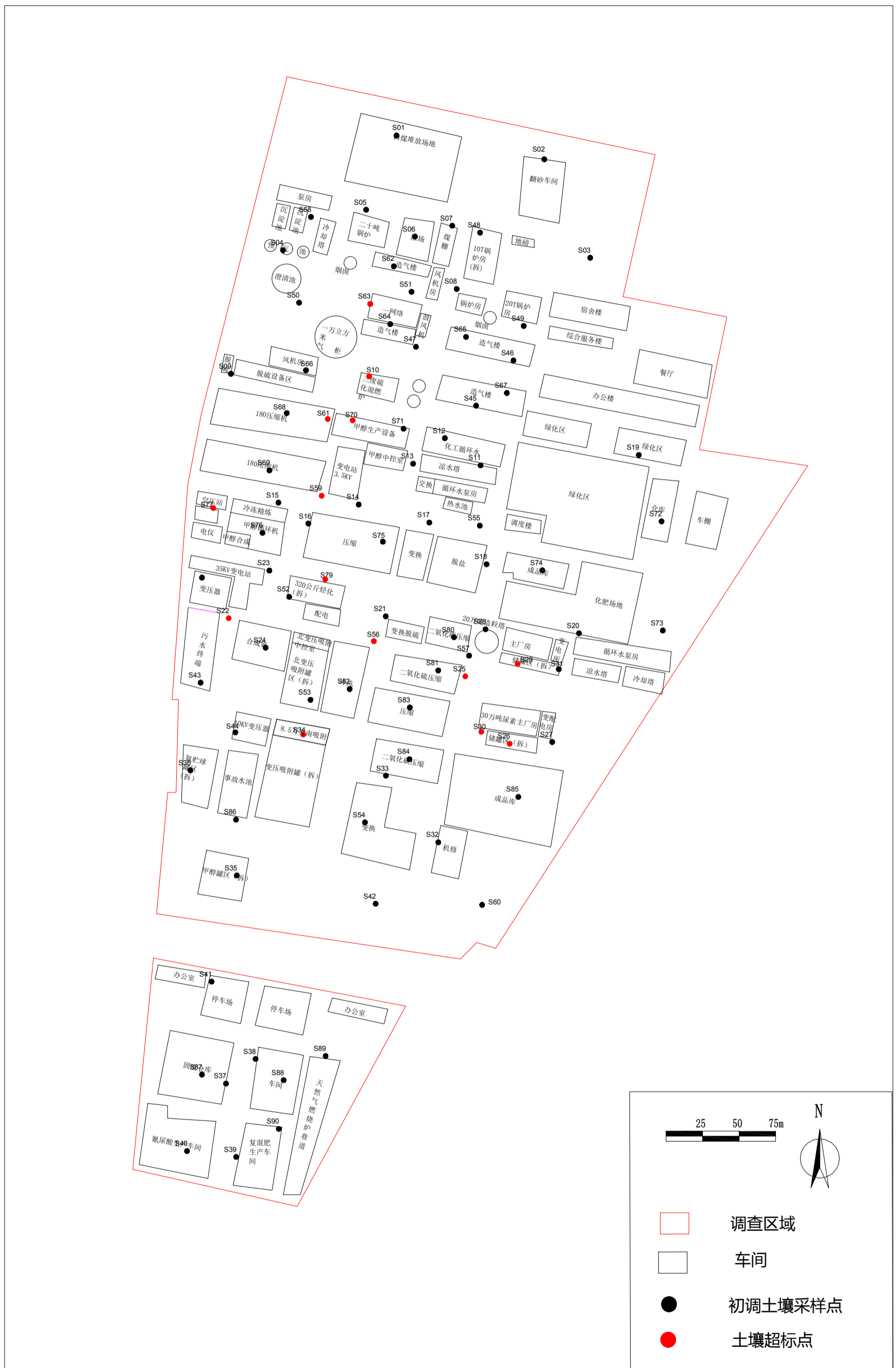


图 5.4-1 土壤的超标点位图



调查结果表明：土壤采样点 S25、S26、S29、S30、S56、S59、S61 的氨氮超风险筛选值的情况，其中 S56 在 0.5m 深度有超标现象，S56、S59 在 2.0m 深度有超标现象，S26、S29、S30、S61 在 4.0m 深度仍有超标现象，S25 在 6.0m 深度仍有超标现象，超标倍数 0.02-0.38 倍。土壤氨氮超标深度大部分位于第三层粉土层中部，未穿透粉土层，极个别点污染至粉质黏土层，说明第二层（0.8-3.0m）粉质黏土层对于污染物迁移有一定阻碍作用。

土壤采样点 S70 的铜超《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第一类用地筛选值，仅采样深度为 0.5m 时有超标现象，超标倍数为 1.29 倍。土壤铜超标深度为①层（填土层）。

土壤采样点 S63、S77 的砷超《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第一类用地筛选值，仅采样深度为 0.5m 时有超标现象，超标倍数为 0.06-0.09 倍。土壤砷超标深度为①层（填土层）。

土壤采样点 S10、S22、S56、S70、S77、S79 的总石油烃超《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第一类用地筛选值，其中 S56、S70 在 0.5m 深度有超标现象，S79 在 1.0m 深度仍有超标现象，S79 在 1.5m 深度仍有超标现象，S10 在 2.0m 深度仍有超标现象，S22、S77 在 4m 深度仍有超标现象，超标倍数为 0.16-18.73 倍。土壤总石油烃超标深度大部分位于第三层粉土层中部，未穿透粉土层，极个别点污染至粉质黏土层，说明第二层（0.8-3.0m）粉质黏土层对于污染物迁移有一定阻碍作用。

土壤采样点 S34 的苯并[a]芘超《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第一类用地筛选值，仅采样深度为 0.5m 时有超标现象，超标倍数为 1.73 倍，土壤苯并[a]芘超标深度为①层（填土层）。

根据初次调查的检测结果，划定碳酸氢氨生产区（造气楼、气柜、三废硫化混燃炉、变压吸附罐区等）、甲醇生产区（甲醇循环机、烃化车间、压缩车间等）以及尿素生产区（尿素主厂房、造粒塔等），为土壤热点区域，具体边界如下图所示。

初步调查检测结果的热点区域和污染识别的重点关注区域一致，一般关注区域和中度关注区域均无超标现象。在详细调查阶段需要对该热点区域进行加密布

点，进一步确定污染的范围及深度，为风险评估及修复提供依据。

表 5.4-1 污染热点区域及污染面积统计表

污染区域	污染点 位	污染区域				超标指标	污染深度(m)	污染面积 (m <sup>2</sup> )
		1976-1992	1992-1998	1998-2007	2007-2016			
碳酸氢氨生 产区	S63	造气区	造气区	一网络	一网络	砷	0.5	28299.08
	S10	低压厂房	低压厂房	三废硫化混燃炉	三废硫化混燃炉	TPH	2	
	S70	联合车间（合成、精炼、压缩）	联合车间（合成、精炼、压缩）	甲醇生产区	甲醇生产区	铜、TPH	0.5	
	S61	联合车间（合成、精炼、压缩）	联合车间（合成、精炼、压缩）	180 压缩机	180 压缩机	氨氮	4	
	S56	空地	空地	变换脱硫	变换脱硫	氨氮	2	
	S34	空地	空地	南变压吸附	南变压吸附	BaP	0.5	
甲醇生产区	S77	空地	油池	油池	油池	砷、TPH	4	10600.66
	S22	空地	空地	污水管线	污水管线	TPH	4	
	S59	联合车间（合成、精炼、压缩）	联合车间（合成、精炼、压缩）	180 压缩机	180 压缩机	氨氮	2	
	S79	空地	空地	醇烃化	醇烃化	TPH	4	
尿素生产区	S29	空地	空地	包装主厂房储罐区	包装主厂房储罐区	氨氮	4	10600.66
	S25	空地	空地	二氧化硫压缩车间排污口	二氧化硫压缩车间排污口	氨氮	6	
	S26	空地	空地	尿素主厂房储罐区	尿素主厂房储罐区	氨氮	4	
	S30	空地	空地	尿素主厂房	尿素主厂房	氨氮、TPH	4	



图 5.4-2 污染热点区域分布图

### 5.4.3 地下水调查结果分析

本次调查共布设 8 口地下水监测井，本次调查共采集 9 个地下水样品，检测指标为：pH、铅、镉、砷、汞、铜、镍、铬、钼、钴、锌、VOC、SVOC、游离氨、氨氮、氰化物、TPH、甲醇、多氯联苯。

调查结果表明：地下水样品中除六价铬和汞外其他重金属均有检出，其中监测井 W2-W5 中镍超《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水标准，超标倍数为 2.92-11.4 倍；监测井 W2-W8 中氨氮超《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水标准，超标倍数为 4.2-857.4 倍；监测井 W2-W6 中氰化物超《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水标准，超标倍数为 0.8-1.6 倍；监测井 W1、W3、W6、W7、W8 中 1,2-二氯乙烷超《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水标准，超标倍数为 1.17-3.43 倍；所有地下水样品中苯、氯乙烯有检出，但是未超标；甲醇、石油类、多氯联苯未检出。

本项目地下水初步调查结果在厂区的白煤堆放场地、三废硫化混燃炉、烃化车间东南侧、尿素主厂房下游、氰尿酸生产车间检测出 1,2-二氯乙烷超标，通过多次分析，发现周边无相关的 1,2-二氯乙烷的污染来源，厂区内也无该因子来源，在详细调查阶段二次建井、加密建井以此验证是否存在 1,2-二氯乙烷污染。

在进行检查井信息整理时发现初步调查地下水中 1,2-二氯乙烷超标地下水监测井 W1、W3、W6、W7、W8 号井均为石家庄保红地质勘察技术服务队建设，未检出井为中土大地国际建筑设计有限公司建设。通过反复核实和询问建井队伍，发现其在地下水井管口连接处使用粘结剂，经查该粘结剂中含有该种因子。

表 5.4-2 地下水超标情况

编号	超标因子	区域	是否是特征因子
W1	1,2-二氯乙烷	碳酸氢铵生产区	--
W2	镍、氨氮、氰化物		氨氮、氰化物、镍为特征因子
W3	镍、铅、氨氮、氰化物、1,2-二氯乙烷		
W4	镍、氨氮、氰化物		
W5	镍、氨氮、氰化物	办公生活区	
W6	氨氮、氰化物、1,2-二氯乙烷	甲醇生产区	

W7	氨氮、1,2-二氯乙烷	尿素生产区	氨氮为特征因子
W8	氨氮、1,2-二氯乙烷	氰尿酸、复混肥生产区	氨氮为特征因子

#### 5.4.4 残液结果分析

本次调查共设定 2 个地表残液采样点位，共采集 3 个地表残液样品，检测指标为 pH、铅、镉、砷、汞、铜、镍、铬、钼、钴、锌、VOC、SVOC、游离氨、氨氮、氰化物、TPH、甲醇、多氯联苯。

调查结果表明：地表残液样品中除六价铬、镉、汞外其他重金属均有检出，但未超《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中Ⅲ类水标准值；所有地表残液样品中氨氮超《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中Ⅲ类水标准值，超标倍数为 136 倍、915 倍；石油类、苯、萘、蒽、菲、二苯并呋喃有检出但未超标；所有地表残液样品中甲醇、多氯联苯未检出。



图 5.4-3 地表残液存放位置



### 5.4.5 底泥结果分析

底泥样品采集自污水终端油池内，主要采用《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》（试行）中第一类用地标准进行评价，氰尿酸厂区采用《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》（试行）中第二类用地标准进行评价。对于该标准中没有的污染物则通过 HERA 软件（版本号 1.1）在敏感用地条件下计算筛选值进行评价。无重金属超标情况，有机物中有萘、苯并(a)蒽、蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽检出。按《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中的第一类用地筛选值进行评价，其中苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽超标，超标倍数为 0.56 倍、2.76 倍、35.73 倍、0.25 倍、9.93 倍。

## 5.5 初步调查结论

根据初步调查结果，各土壤超标点位所在区域需进行详细调查，地下水超标区域需要进行详细调查。针对初调采样点超标现象，对周边进行加密、加深布点取样。

本项目地下水初步调查结果在厂区的白煤堆放场地、三废硫化混燃炉、烃化车间东南侧、尿素主厂房下游、氰尿酸生产车间检测出 1,2-二氯乙烷超标，通过多次分析，发现周边无相关的 1,2-二氯乙烷的污染来源，厂区内也无该因子来源，在详细调查阶段二次建井、加密建井以此验证是否存在 1,2-二氯乙烷污染。地表残液氨氮超《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中Ⅲ类水标准值，其余指标均未超标。场地建设前，需要按照《污水综合排放标准》（GB8978-1996）进行处理，达到污水综合排放标准后排入市政污水管网。

底泥苯并(a)蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽超《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中的第一类用地筛选值，场地建设前，需要按照该标准进行处理。

## 6 场地详细调查

详细调查工作在初步调查结果的基础上进行。首先依据初步调查确定的超标污染物种类、超标区域，编制详细调查方案。在查明的污染物分布区域进行加密调查，调查布点密度参考《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014）中的要求。详细调查阶段样品检测指标主要为初步调查阶段筛选出的污染物种类。

本项目第一阶段的场地污染识别表明，晋煤银海化肥有限责任公司厂区所在地块存在潜在污染。详细调查阶段，地块内污水终端处的水池和事故水池均已经拆除。

根据国家相关规定，为查明其污染状况，本项目开展了场地调查第二阶段的污染确认工作。其目的是在场地污染识别的基础上，通过勘探采样及检测分析，查明场地土壤是否存在污染及污染物的种类、污染程度和污染范围。

### 6.1 采样设计原则

根据国家环保部《场地环境调查技术规范（HJ25.1-2014）》、《污染场地环境监测技术导则（HJ25.2-2014）》、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）、场地污染识别、二次现场踏勘阶段的结果，以及场地水文地质勘探的情况，确定了本次调查的采样布点方案。

#### （1）布点依据

根据《场地环境调查技术导则》（HJ25.1-2014）、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）、《场地环境监测技术导则》（HJ25.2-2014）以及《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（报批稿）等相关规范文件，结合污染识别阶段收集到的资料与信息，确定本次初步调查的采样布点方案计划。

#### （2）布点原则

1、对于初次调查未涉及区域（如宿舍楼、办公楼、南变压吸附罐区等）进行补充布点，对于初次调查未存在污染的生产车间，进行验证布点。

2、对于初次调查涉及超标区域（碳酸氢铵生产区、甲醇生产区、尿素生产区3个重点区域）加密污染区布点，进一步查明确定污染程度与分布范围，同时

获取风险评估所需的场地特征参数。

3、对于初次调查未确认污染深度点位进行深度上的补充取样。

4、对于初步调查地下水超标区域，尤其是特征因子氨氮和氰化物超标区域，按照国家导则要求进行加密布点。

5、在各个污染区选取点位进行连续取样，详细记录地层变化信息，为污染物边界判断及修复技术筛选提供有力支持。

6、项目实施过程中确保获取污染特征和风险评估所必需的样品数量，同时防止过多采样而导致不必要的成本增加，本单位将严格依据国家相关规定，详细调查采用专业判断法进行布点。

### (3) 采样深度确定原则

根据初步调查结果，最深污染深度为 6.0m，第④层粉质黏土层和粉土层（4.9m-7.6m），未穿透。参考初步调查采样深度，本次详细调查采样深度最深区域为 12.0m，为第⑤层粉质黏土层（7.6m-12.5m），至无污染土层。

取样深度为土壤表层 0.5m 以内必需设置至少一个采样点，0.5m 以下采用分层采样。根据场地自然土层特性及现场监测结果主要分 5 层进行采集，具体分层情况如下：0m-0.8m 为第①层（填土层）；0.8m-3.0m 为第②层；3.0m-4.9m 为第③层；4.9m-7.6m 为第④层；7.6m-12.5m 为第⑤层。

本次调查在办公生活区、生产辅助区等污染识别确认为一般关注的区域，根据初步调查结果，采样深度为 4.0m 左右，主要位于第②层粉质黏土层底板；在涉及生产、有特征污染物或现场有污染痕迹的区域（污染识别确认为重度关注区域和中度关注区域），采样深度较深，为第⑤层粉质黏土层（7.6m-12.5m）底板，至无污染土层，即场地第二个粉质黏土层。则设计采样深度及组数如下表所示。

表 6.1-1 采样深度及组数设计表

土层编号	土质	深度 (m)	采样深度 (m)	单层采样点数量
1	填土	0-0.8	0.5	1
2	黏土	0.8-3.0	1.0、2.0	1~2
3	粉土	3.0-4.9	4.0	1
4	粉粘土	4.9-7.6	6.0	1
5	粘土	7.6-12.5	8.0、10.0、12.0	1~3

上表仅为设计采样深度及组数，具体以现场采样时土层实际岩性及厚度为准来进行确定。

## 6.2 土壤采样方案

### 6.2.1 布点密度和位置

根据污染识别将调查区域分为热点区域、其他区域 2 个区域，热点区域包括一网络、三废混燃炉、甲醇生产区、180 压缩机、油池、污水终端、醇烃化、管道交叉、尿素生产区、南变压吸附等区域，其余区域划分为其他区域。热点区域按照不大于 20m×20m 网格布设采样点，其他区域划按 40m×40m 网格布设土壤采样点。初调布设 90 个采样点，根据初调污染热点区域面积，详细调查点位增加到 110 个，使得热点区域符合《建设用地土壤环境调查评估技术指南》中不大于 20m×20m 网格布设采样点要求；其他区域基本符合《建设用地土壤环境调查评估技术指南》中不大于 40m×40m 网格布设采样点要求。根据初步调查，土壤采样点中出现超标现象的最大深度超过 4 米，因此，本调查阶段土壤垂直方向采样深度均不小于 4 米，且采样深度直至污染物浓度不超过筛选值为止。

本项目在晋煤银海化肥有限责任公司场地详细调查时，结合初步调查结果，在污染区域进行加密布点，确定污染边界。晋煤银海化肥有限责任公司场地在详细调查共设置 110 个土壤采样点，编号为 SS01 至 SS110，结合初调 S1 至 S90 点位，场地内共设置 200 个土壤采样点。晋煤银海化肥有限责任公司场地第二阶段场地调查详细调查土壤采样点分布详见下图。

表 6.2-1 场地调查采样密度一览表

区域	面积 (m <sup>2</sup> )	初步采样布点数量 (个)	详细采样布点数量 (个)	整体布点数量 (个)	采样密度 (m <sup>2</sup> /个)
其他未超标区域	157865.26	56	43	99	1594.60
碳酸氢氨和甲醇生产区域	28299.08	24	48	72	393.04
尿素生产区	10600.66	10	19	29	365.54



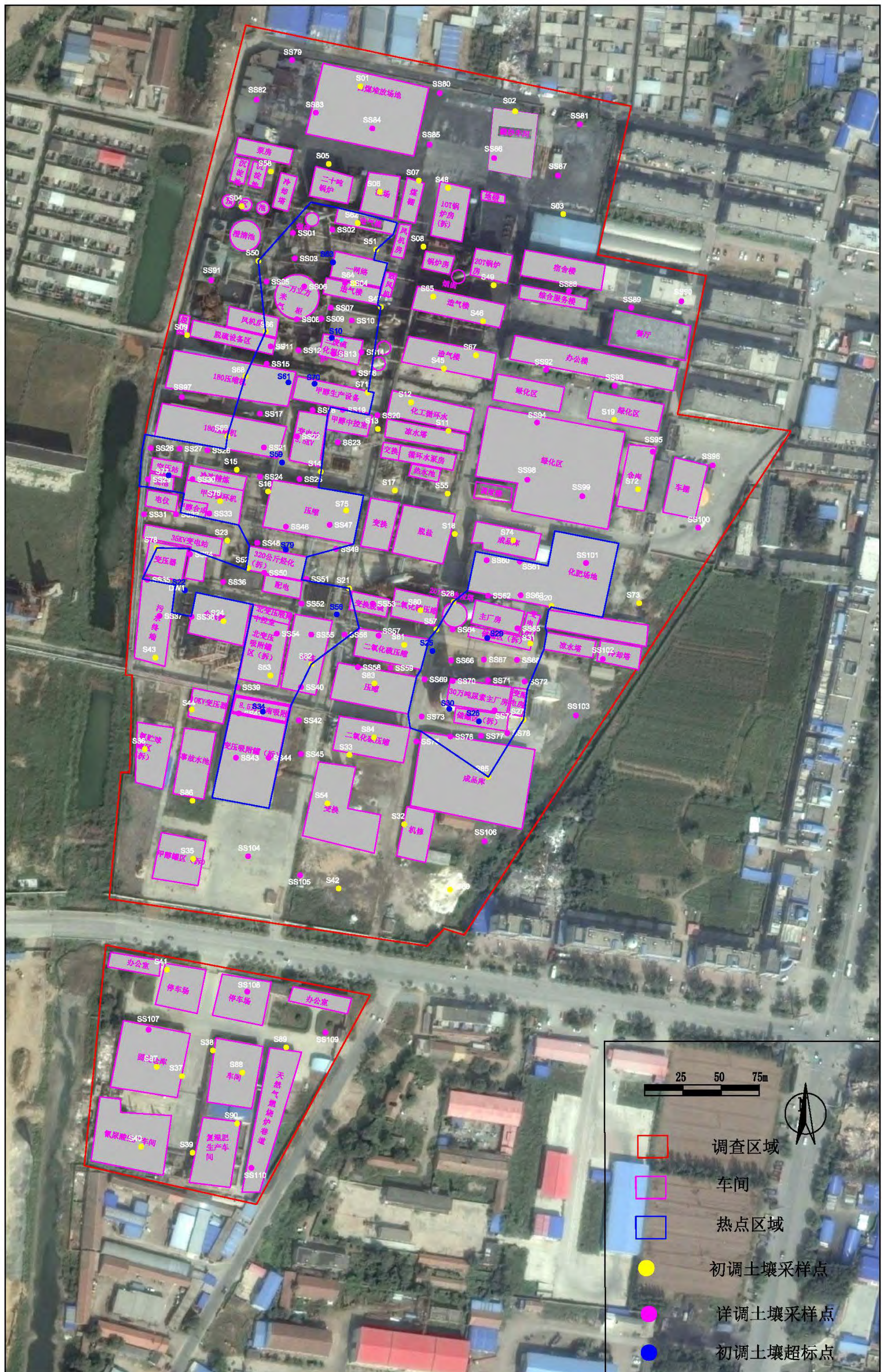


图 6.2-1 晋煤银海化肥有限责任公司场地详细调查土壤采样点



## 6.2.2 布点方案

本项目晋煤银海化肥有限责任公司场地详细调查时，土壤采样深度依据初步调查污染物深度情况进行确定。为保证污染物的种类、污染范围及深度的确定更加接近真实情况，使目标样品数量能够满足现场空间推算的统计要求，详细调查，土壤样品采样深度仍然是保证每个点位至少有3个样品，具体采样数量及深度依据实际污染深度情况确定。现场采样时可通过PID、XRF等快速检测设备进行筛选，采集更具代表性的样品。

1、办公区和辅助生产区进行了补充布点和验证布点，点位编号为SS79-SS110。

2、初次调查超标点位，进行了加密布点，深度不够点位，将采样深度加深至隔水层。

(1) 砷超标点位为S63（一网络）、S77（废油收集池）。为进一步确定污染深度及污染热点区域，详细调查分别布设了采样点SS01-SS07（一网络）、SS26-SS33（废油收集池）。

(2) 铜超标点位为S70（甲醇生产设备区），为进一步确定污染深度及热点区域，详细调查布设了采样点SS11-SS20（混燃炉、甲醇生产设备区）。

(3) 氨氮超标点位为S25（二氧化碳压缩厂房）、S26（尿素主厂房储罐区）、S29（主厂房）、S30（造粒塔）、S56（道路（管线））、S59（压缩机车间）和S61（压缩机车间）。为进一步确定污染深度及热点区域，详细调查布设了采样点SS10-SS14（混燃炉）、SS15-25（甲醇生产设备区）、SS50-SS51（醇烃化）、SS52-SS59（地下管道交叉周边）、SS60-SS78（尿素合成、造粒区）。

(4) 总石油烃超标点位为S10（混燃炉）、S22（污水终端隔油池边）、S56（道路（管线））、S70（甲醇生产设备区）、S77（废油收集池）和S79（320公斤烃化设备区）。为进一步确定污染深度及污染边界，详细调查布设了采样点SS08-SS14（混燃炉）、SS15-SS20（甲醇生产设备区）、SS26-S33（废油收集池）、SS34-38（污水终端隔油池边）、SS46-SS51（醇烃化）、SS52-SS59（地下管道交叉周边）。

(5) 苯并[a]芘超标点为 S34（变压吸附），为进一步确定污染深度及热点区域，详细调查中布设了采样点 SS39-45（南变压吸附）。

表 6.2-2 场地环境详细调查采样点位类型

类型	点位数量（个）	样品数（个）
补充点位	32	64
确定污染深度	3	6
确定污染范围	75	413
合计	110	483

详细调查点位信息如下表所示。



表 6.2-3 详细调查点位信息情况表

功能区	点位编号	布点依据	点位位置	点位坐标		样品编号	土层	采样深度(m)	特殊检测指标					基础检测指标
									氨氮	铜	砷	石油烃	苯并(a)芘	
碳酸氢铵生产区	SS01	该区域初步调查点位 S63 存在 As 超标,为进一步确定污染范围,进行加密布点。	烟囱西南侧	37.543003	115.559981	SS01-0.5	填土	0.5			√			镉、铬(六价)、铅、汞、镍、锑、铍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2 二氯乙烯、反-1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯
						SS01-1.0	粉粘土	1.0			√			
						SS01-2.0		2.0			√			
						SS01-4.0	粉土	4.0			√			
	SS02		造气楼 1 西南侧	37.543010	115.560239	SS02-0.5	填土	0.5			√			
						SS02-1.0	粉粘土	1.0			√			
						SS02-2.0		2.0			√			
						SS02-4.0	粉土	4.0			√			
	SS03		空地	37.542832	115.560008	SS03-0.5	填土	0.5			√			
						SS03-1.0	粉粘土	1.0			√			
						SS03-2.0		2.0			√			
						SS03-4.0	粉土	4.0			√			
	SS04		造气楼 2 北侧	37.542824	115.560535	SS04-0.5	填土	0.5			√			
						SS04-1.0	粉粘土	1.0			√			
						SS04-2.0		2.0			√			
						SS04-4.0	粉土	4.0			√			
	SS05		气柜西侧	37.542647	115.559801	SS05-0.5	填土	1.5			√			
SS05-2.0		粉粘土				2.0			√					

SS06		气柜	37.542664	115.560065	SS05-3.0		3.0			√		并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘	
					SS05-5.0	粉粘土	5.0			√			
					SS06-0.5	填土	0.5			√			
					SS06-1.0	粉粘土	1.0			√			
					SS06-2.0		2.0			√			
SS06-4.0	粉土	4.0			√								
SS07		造气楼2南侧	37.542565	115.560349	SS07-0.5	填土	0.5			√			镉、铬（六价）、铅、汞、镍、铍、铍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2 二氯乙烯、反-1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯
					SS07-1.0	粉粘土	1.0			√			
					SS07-2.0		2.0			√			
SS91		空地	37.542308	115.559250	SS91-0.5	填土	0.5	√	√	√	√		
					SS91-4.0	粉土	4.0	√	√	√	√		
SS08		混燃炉北侧	37.542451	115.560132	SS08-0.5	填土	0.5				√		
					SS08-1.0	粉粘土	1.0				√		
					SS08-2.0		2.0				√		
					SS08-4.0	粉土	4.0				√		
SS09		混燃炉北侧	37.542455	115.560348	SS09-0.5	填土	0.5				√		
					SS09-1.0	粉粘土	1.0				√		
					SS09-2.0		2.0				√		
					SS09-4.0	粉土	4.0				√		
SS10		混燃炉北侧	37.542459	115.560560	SS10-1.5	粉粘土	1.5				√		
					SS10-2.0		2.0				√		

					SS10-3.0		3.0				√		并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、 苯并[k]荧蒽、蒽、二苯 并[a,h]蒽、茚并 [1,2,3-cd]芘、萘
					SS10-5.0	粉粘土	5.0				√		
					SS10-7.0		7.0				√		
SS 11	该区域初步调查点位 S10、S61、S70 存在 TPH、氨氮及 Cu 超标, 为进一步确定污染范 围,进行加密布点。	混燃炉	37.542361	115.559846	SS11-0.5	填土	0.5	√	√		√		
					SS11-1.0	粉粘土	1.0	√	√		√		
					SS11-2.0		2.0	√	√		√		
					SS11-4.0	粉土	4.0	√	√		√		
					SS11-6.0	粉粘土	6.0	√	√		√		
SS 12	该区域初步调查点位 S10、S61、S70 存在 TPH、氨氮及 Cu 超标, 为进一步确定污染范 围,进行加密布点。	混燃炉 西侧	37.542329	115.560106	SS12-0.5	填土	0.5	√	√		√		
					SS12-1.0	粉粘土	1.0	√	√		√		
					SS12-2.0		2.0	√	√		√		
					SS12-4.0	粉土	4.0	√	√		√		
					SS12-6.0	粉粘土	6.0	√	√		√		
SS 13	该区域初步调查点位 S10、S61、S70 存在 TPH、氨氮及 Cu 超标, 为进一步确定污染范 围,进行加密布点。	混燃炉 内	37.542306	115.560345	SS13-0.5	填土	0.5	√	√		√		
					SS13-1.0	粉粘土	1.0	√	√		√		
					SS13-2.0		2.0	√	√		√		
					SS13-4.0	粉土	4.0	√	√		√		
					SS13-6.0	粉粘土	6.0	√	√		√		
SS 14	该区域初步调查点位 S10、S61、S70 存在 TPH、氨氮及 Cu 超标, 为进一步确定污染范 围,进行加密布点。	混燃炉 东侧	37.542268	115.560562	SS14-0.5	填土	0.5	√	√		√		
					SS14-1.0	粉粘土	1.0	√	√		√		
					SS14-2.0		2.0	√	√		√		
					SS14-4.0	粉土	4.0	√	√		√		
					SS14-6.0	粉粘土	6.0	√	√		√		
SS	该区域初步调查点位	180 压	37.542218	115.559751	SS15-0.5	填土	0.5	√	√		√		

15	S61 及 S70 存在 TPH、氨氮及 Cu 超标,为进一步确定污染范围,进行加密布点。	缩机北侧			SS15-1.0	粉粘土	1.0	√	√		√	甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘	
					SS15-2.0		2.0	√	√		√		
					SS15-4.0		粉土	4.0	√	√			√
					SS15-6.0		粉粘土	6.0	√	√			√
		SS 16	甲醇生产设备北侧	37.542143	115.560434	SS16-0.5	粉粘土	0.5	√	√			√
						SS16-1.0		1.0	√	√			√
						SS16-2.0		2.0	√	√			√
						SS16-4.0		粉土	4.0	√	√		
		SS 17	180 压缩机南侧	37.541929	115.559764	SS16-6.0	粉粘土	6.0	√	√			√
						SS17-0.5	粉粘土	0.5	√	√			√
						SS17-1.0		1.0	√	√			√
						SS17-2.0		2.0	√	√			√
		SS17-4.0	粉土	4.0	√	√			√				
		SS 18	甲醇生产设备南侧	37.541984	115.560130	SS17-6.0	粉粘土	6.0	√	√			√
						SS18-0.5	粘土	0.5	√	√			√
						SS18-1.0		1.0	√	√			√
						SS18-2.0		2.0	√	√			√
		SS18-4.0	粉粘土	4.0	√	√			√				
		SS 19	甲醇生产设备南侧	37.541965	115.560456	SS18-6.0	粉粘土	6.0	√	√			√
						SS19-0.5	粉粘土	0.5	√	√			√
SS19-1.0	1.0					√		√		√			
SS19-2.0	2.0					√		√		√			
SS19-4.0	粉土	4.0	√	√		√							
				SS19-6.0	粉粘土	6.0	√	√		√			

	SS 20		甲醇生 产设备 东侧	37.541913	115.560644	SS20-0.5	填土	0.5	√	√		√	甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘	
						SS20-1.0	粉粘土	1.0	√	√		√		
						SS20-2.0		2.0	√	√		√		
						SS20-4.0	粉土	4.0	√	√		√		
						SS20-6.0	粉粘土	6.0	√	√		√		
	SS 21		180 压 缩机车 间内	37.541753	115.559809	SS21-0.5	填土	0.5	√					
						SS21-1.0	粉粘土	1.0	√					
						SS21-2.0		2.0	√					
						SS21-4.0	粉土	4.0	√					
						SS21-6.0	粉粘土	6.0	√					
	SS 22	该区域初步调查点位 S59 存在氨氮超标,为 进一步确定污染范围, 进行加密布点。	3.5KV 变电站 内	37.541739	115.560024	SS22-0.5	填土	0.5	√					镉、铬（六价）、铅、汞、镍、铈、铍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2 二氯乙烯、反-1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-
						SS22-1.0	粉粘土	1.0	√					
						SS22-2.0		2.0	√					
						SS22-4.0	粉土	4.0	√					
						SS22-6.0	粉粘土	6.0	√					
	SS 23		甲醇中 控室南 侧	37.541694	115.560402	SS23-0.5	填土	0.5	√					
						SS23-1.0	粉粘土	1.0	√					
						SS23-2.0		2.0	√					
						SS23-4.0	粉土	4.0	√					
						SS23-6.0	粉粘土	6.0	√					
甲 醇 生 产	SS 24	北压 缩 车 间 西 侧	37.541531	115.559765	SS24-0.5	填土	0.5	√						
					SS24-1.0	粉粘土	1.0	√						
					SS24-2.0		2.0	√						
					SS24-4.0	粉土	4.0	√						

区	SS 25		北压缩 车间北 侧	37.541479	115.560179	SS24-6.0	粉粘土	6.0	√					二氯苯、乙苯、苯乙烯、 甲苯、间二甲苯+对二 甲苯、邻二甲苯、硝基 苯、苯胺、2-氯酚、苯 并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、 苯并[k]荧蒽、蒈、二苯 并[a,h]蒽、茚并 [1,2,3-cd]芘、萘	
						SS25-0.5	填土	0.5	√						
						SS25-1.0	粉粘土	1.0	√						
						SS25-2.0		2.0	√						
						SS25-4.0	粉土	4.0	√						
						SS25-6.0	粉粘土	6.0	√						
						SS25-8.0	粘土	8.0	√						
	SS 26			空压站 西北侧	37.541684	115.558967	SS26-0.5	填土	0.5			√	√		镉、铬（六价）、铅、 汞、镍、铈、铍、四氯 化碳、氯仿、氯甲烷、 1,1-二氯乙烷、1,2-二氯 乙烷、1,1-二氯乙烯、 顺-1,2 二氯乙烯、反-1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、 1,2-二氯丙烷、1,1,1,2- 四氯乙烷、1,1,2,2-四氯 乙烷、四氯乙烯、1,1,1- 三氯乙烷、1,1,2-三氯乙 烷、三氯乙烯、1,2,3- 三氯丙烷、氯乙烯、苯、 氯苯、1,2-二氯苯、1,4- 二氯苯、乙苯、苯乙烯、 甲苯、间二甲苯+对二
							SS26-1.0	粉粘土	1.0			√	√		
							SS26-2.0		2.0			√	√		
							SS26-4.0	粉土	4.0			√	√		
							SS26-6.0	粉粘土	6.0			√	√		
	SS 27	该区域初步调查点位 S77 存在 As 和 TPH 超 标,为进一步确定污染 范围,进行加密布点。		空压站 北侧	37.541667	115.559271	SS27-0.5	填土	0.5			√	√		
							SS27-1.0	粉粘土	1.0			√	√		
							SS27-2.0		2.0			√	√		
							SS27-4.0	粉土	4.0			√	√		
							SS27-6.0	粉粘土	6.0			√	√		
	SS 28			空压站 北侧	37.541684	115.559545	SS28-0.5	填土	0.5			√	√		
							SS28-1.0	粉粘土	1.0			√	√		
							SS28-2.0		2.0			√	√		
							SS28-4.0	粉土	4.0			√	√		
							SS28-6.0	粉粘土	6.0			√	√		
							SS28-8.0	粘土	8.0			√	√		

SS 29	油池西 侧	37.541503	115.558933	SS28-10.0	粘土	10.0			√	√		甲苯、邻二甲苯、硝基 苯、苯胺、2-氯酚、苯 并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、 苯并[k]荧蒽、蒽、二苯 并[a,h]蒽、茚并 [1,2,3-cd]芘、萘
				SS29-0.5	填土	0.5			√	√		
				SS29-1.0	粉粘土	1.0			√	√		
				SS29-2.0		2.0			√	√		
				SS29-4.0	粉土	4.0			√	√		
SS29-6.0	粉粘土	6.0			√	√						
SS 30	甲醇合 成车间 内	37.541466	115.559349	SS30-0.5	填土	0.5			√	√		镉、铬（六价）、铅、 汞、镍、铈、铍、四氯 化碳、氯仿、氯甲烷、 1,1-二氯乙烷、1,2-二氯 乙烷、1,1-二氯乙烯、 顺-1,2 二氯乙烯、反-1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、 1,2-二氯丙烷、1,1,1,2- 四氯乙烷、1,1,2,2-四氯 乙烷、四氯乙烯、1,1,1- 三氯乙烷、1,1,2-三氯乙 烷、三氯乙烯、1,2,3- 三氯丙烷、氯乙烯、苯、 氯苯、1,2-二氯苯、1,4- 二氯苯、乙苯、苯乙烯、 甲苯、间二甲苯+对二 甲苯、邻二甲苯、硝基 苯、苯胺、2-氯酚、苯
				SS30-1.0	粉粘土	1.0			√	√		
				SS30-2.0		2.0			√	√		
				SS30-4.0	粉土	4.0			√	√		
				SS30-6.0	粉粘土	6.0			√	√		
				SS30-8.0	粘土	8.0			√	√		
				SS30-10.0	粘土	10.0			√	√		
SS 31	电仪室 南侧	37.541328	115.558916	SS31-0.5	填土	0.5			√	√		
				SS31-1.0	粉粘土	1.0			√	√		
				SS31-2.0		2.0			√	√		
				SS31-4.0	粉土	4.0			√	√		
				SS31-6.0	粉粘土	6.0			√	√		
SS 32	电仪室 南侧	37.541311	115.559135	SS32-0.5	填土	0.5			√	√		
				SS32-1.0	粉粘土	1.0			√	√		
				SS32-2.0		2.0			√	√		
				SS32-4.0	粉土	4.0			√	√		
				SS32-6.0	粉粘土	6.0			√	√		
SS	甲醇合	37.541278	115.559362	SS33-0.5	填土	0.5			√	√		



	33		成车间内			SS33-1.0	粉粘土	1.0			√	√	并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘	
						SS33-2.0		2.0			√	√		
						SS33-4.0		粉土	4.0			√		√
						SS33-6.0	粉粘土	6.0			√	√		
	SS34			35KV变电站	37.541076	115.559366	SS34-0.5	填土	0.5				√	镉、铬（六价）、铅、汞、镍、铈、铍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2 二氯乙烯、反-1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、
							SS34-1.0	粉粘土	1.0				√	
							SS34-2.0	粉粘土	2.0				√	
							SS34-4.0	粉土	4.0				√	
	SS35			污水终端北侧	37.540907	115.558889	SS35-0.5	填土	0.5				√	
							SS35-1.0	粉粘土	1.0				√	
							SS35-2.0		2.0				√	
							SS35-4.0	粉土	4.0				√	
SS36			合成氨车间北侧	37.540822	115.559389	SS36-0.5	填土	0.5				√		
						SS36-1.0	粉粘土	1.0				√		
						SS36-2.0		2.0				√		
						SS36-4.0	粉土	4.0				√		
SS37			污水终端	37.540567	115.558993	SS37-0.5	填土	0.5				√		
						SS37-1.0	粉粘土	1.0				√		
						SS37-2.0		2.0				√		
						SS37-4.0	粉土	4.0				√		
碳酸氢铵														

生产区	SS 38	合成氨车间内	37.540623	115.559265	SS37-6.0	粉粘土	6.0				√		苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘
					SS38-0.5	填土	0.5				√		
					SS38-1.0	粉粘土	1.0				√		
					SS38-2.0		2.0				√		
					SS38-4.0	粉土	4.0				√		
					SS38-6.0	粉粘土	6.0				√		
	SS 39	南变压吸附北侧	37.540337	115.559587	SS39-0.5	填土	0.5					√	镉、铬（六价）、铅、汞、镍、铈、铍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2 二氯乙烯、反-1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯
					SS39-1.0	粉粘土	1.0					√	
					SS39-2.0		2.0				√		
					SS39-4.0	粉土	4.0				√		
					SS39-6.0	粉粘土	6.0				√		
	SS 40	北变压吸附冷冻车间	37.540300	115.560085	SS40-0.5	填土	0.5					√	
					SS40-1.0	粉粘土	1.0					√	
					SS40-2.0		2.0				√		
					SS40-4.0	粉土	4.0				√		
					SS40-6.0	粉粘土	6.0				√		
	SS 41	南变压吸附	37.540115	115.559577	SS41-0.5	填土	0.5					√	
					SS41-1.0	粉粘土	1.0					√	
					SS41-2.0		2.0				√		
					SS41-4.0	粉土	4.0				√		
					SS41-6.0	粉粘土	6.0				√		
SS 42	南变压吸附东侧	37.540103	115.560033	SS42-0.5	填土	0.5					√		
				SS42-1.0	粉粘土	1.0					√		
				SS42-2.0		2.0				√			

	SS 43		南变压吸附	37.539893	115.559551	SS42-4.0	粉土	4.0				√	并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘	
						SS42-6.0	粉粘土	6.0				√		
						SS43-0.5	填土	0.5				√		
						SS43-1.0	粉粘土	1.0				√		
						SS43-2.0		2.0				√		
						SS43-4.0	粉土	4.0				√		
	SS43-6.0		粉粘土	6.0				√						
	SS 44		南变压吸附	37.539911	115.559772	SS44-0.5	填土	0.5					√	镉、铬（六价）、铅、汞、镍、铈、铍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基
						SS44-1.0	粉粘土	1.0					√	
						SS44-2.0		2.0				√		
						SS44-4.0	粉土	4.0				√		
	SS 45		南变压吸附东侧	37.539917	115.559985	SS45-0.5	填土	0.5					√	
						SS45-1.0	粉粘土	1.0					√	
						SS45-2.0		2.0				√		
						SS45-4.0	粉土	4.0				√		
SS45-6.0		粉粘土				6.0				√				
甲醇生产区	SS 46	该区域初步调查点位 S79 存在 TPH 超标,为进一步确定污染范围,进行加密布点。	北压缩车间内	37.541300	115.559917	SS46-0.5	填土	0.5				√		
						SS46-1.0	粉粘土	1.0					√	
						SS46-2.0		2.0				√		
						SS46-4.0	粉土	4.0				√		
	SS 47		北压缩车间内	37.541247	115.560384	SS47-0.5	填土	0.5					√	
						SS47-1.0	粉粘土	1.0					√	

SS 48		烃化车间北侧	37.541106	115.559723	SS47-2.0		2.0				√		苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘
					SS47-4.0	粉土	4.0				√		
					SS47-6.0	粉粘土	6.0				√		
					SS48-0.5	填土	0.5				√		
					SS48-1.0	粉粘土	1.0				√		
					SS48-2.0		2.0				√		
					SS48-4.0	粉土	4.0				√		
SS 49		北压缩车间南侧	37.541050	115.560293	SS49-0.5	填土	0.5				√		镉、铬（六价）、铅、汞、镍、铈、铍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2 二氯乙烯、反-1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二
					SS49-1.0	粉粘土	1.0				√		
					SS49-2.0		2.0				√		
					SS49-4.0	粉土	4.0				√		
					SS49-6.0	粉粘土	6.0				√		
SS 50	该区域初步调查点位 S56、S79 存在 TPH 及氨氮超标,为进一步确定污染范围,进行加密布点。	烃化车间内	37.540825	115.559724	SS50-0.5	填土	0.5	√			√		
					SS50-1.0	粉粘土	1.0	√			√		
					SS50-2.0		2.0	√			√		
					SS50-4.0	粉土	4.0	√			√		
					SS50-6.0	粉粘土	6.0	√			√		
SS 51		烃化车间东侧	37.540917	115.560087	SS51-0.5	填土	0.5	√			√		
					SS51-1.0	粉粘土	1.0	√			√		
					SS51-2.0		2.0	√			√		
					SS51-4.0	粉土	4.0	√			√		
					SS51-6.0	粉粘土	6.0	√			√		
SS	该区域初步调查点位	污水管	37.540683	115.559910	SS52-0.5	填土	0.5	√			√		

碳酸氢铵生产区	52	S56 存在 TPH 及氨氮超标,为进一步确定污染范围,进行加密布点。	线			SS52-1.0	粉粘土	1.0	√		√	甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘
	SS52-2.0					2.0		√	√			
	SS52-4.0					4.0		√	√			
	SS52-6.0					6.0		√	√			
	SS 53		变换脱硫车间	37.540613	115.560450	SS53-0.5	粉粘土	0.5	√	√	镉、铬（六价）、铅、汞、镍、铈、铍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2 二氯乙烯、反-1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、	
						SS53-1.0		1.0	√	√		
						SS53-2.0		2.0	√	√		
						SS53-4.0		4.0	√	√		
	SS 54		北变压吸附罐区	37.540517	115.559908	SS54-0.5	粉粘土	0.5	√	√		
						SS54-1.0		1.0	√	√		
						SS54-2.0		2.0	√	√		
						SS54-4.0		4.0	√	√		
	SS 55		北变压吸附冷冻区	37.540480	115.560146	SS55-0.5	粉粘土	0.5	√	√		
						SS55-1.0		1.0	√	√		
						SS55-2.0		2.0	√	√		
						SS55-4.0		4.0	√	√		
	SS 56		北变压吸附冷冻区东侧	37.540446	115.560402	SS56-0.5	粉粘土	0.5	√	√		
						SS56-1.0		1.0	√	√		
						SS56-2.0		2.0	√	√		
						SS56-4.0		4.0	√	√		
				SS56-6.0	粉粘土	6.0	√	√				

尿素生产区	SS57	二氧化硫压缩车间内	37.540407	115.560750	SS57-0.5	填土	0.5	√			√		甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘	
					SS57-1.0	粉粘土	1.0	√			√			
					SS57-2.0		2.0	√			√			
					SS57-4.0	粉土	4.0	√			√			
					SS57-6.0	粉粘土	6.0	√			√			
					SS57-8.0	粘土	8.0	√			√			
	SS58	南压缩车间内	37.540255	115.560362	SS58-0.5	填土	0.5	√			√			
					SS58-1.0	粉粘土	1.0	√			√			
					SS58-2.0		2.0	√			√			
					SS58-4.0	粉土	4.0	√			√			
					SS58-6.0	粉粘土	6.0	√			√			
					SS58-8.0	粘土	8.0	√			√			
	SS59	南压缩车间北侧	37.540205	115.560757	SS59-0.5	填土	0.5	√			√			镉、铬（六价）、铅、汞、镍、铈、铍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-
					SS59-1.0	粉粘土	1.0	√			√			
					SS59-2.0		2.0	√			√			
					SS59-4.0	粉土	4.0	√			√			
					SS59-6.0	粉粘土	6.0	√			√			
					SS59-8.0	粘土	8.0	√			√			
	SS60	该区域初步调查点位S26、S29及S30存在氨氮超标,为进一步确定污染范围,进行加密布点。	化肥场地	37.541076	115.561441	SS60-0.5	填土	0.5	√					
						SS60-1.0	粉粘土	1.0	√					
						SS60-2.0		2.0	√					
SS60-4.0						粉土	4.0	√						
SS60-6.0						粉粘土	6.0	√						
SS60-8.0						粘土	8.0	√						

SS	61		化肥场地	37.541017	115.561800	SS61-0.5	填土	0.5	√				三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘	
						SS61-1.0	粉粘土	1.0	√					
						SS61-2.0		2.0	√					
						SS61-4.0	粉土	4.0	√					
						SS61-6.0	粉粘土	6.0	√					
						SS61-8.0	粘土	8.0	√					
	62		化肥场地	37.540886	115.561368	SS62-0.5	填土	0.5	√					
						SS62-1.0	粉粘土	1.0	√					
						SS62-2.0		2.0	√					
						SS62-4.0	粉土	4.0	√					
						SS62-6.0	粉粘土	6.0	√					
						SS62-8.0	粘土	8.0	√					
	63		化肥场地	37.540853	115.561755	SS63-0.5	填土	0.5	√					镉、铬（六价）、铅、汞、镍、铈、铍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-
						SS63-1.0	粉粘土	1.0	√					
						SS63-2.0		2.0	√					
						SS63-4.0	粉土	4.0	√					
						SS63-6.0	粉粘土	6.0	√					
						SS63-8.0	粘土	8.0	√					
64	造粒区南侧	37.540620	115.561316	SS64-0.5	填土	0.5	√							
				SS64-1.0	粉粘土	1.0	√							
				SS64-2.0		2.0	√							
				SS64-4.0	粉土	4.0	√							
				SS64-6.0	粉粘土	6.0	√							
				SS64-8.0	粘土	8.0	√							



SS 65	包装主 厂房	37.540580	115.561709	SS65-0.5	填土	0.5	√					三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘
				SS65-1.0	粉粘土	1.0	√					
				SS65-2.0		2.0	√					
				SS65-4.0	粉土	4.0	√					
				SS65-6.0	粉粘土	6.0	√					
				SS65-8.0	粘土	8.0	√					
SS 66	造粒区 南侧	37.540433	115.561260	SS66-0.5	填土	0.5	√					
				SS66-1.0	粉粘土	1.0	√					
				SS66-2.0		2.0	√					
				SS66-4.0	粉土	4.0	√					
				SS66-6.0	粉粘土	6.0	√					
				SS66-8.0	粘土	8.0	√					
				SS66-10.0		10.0	√					
				SS66-12.0		12.0	√					
SS 67	包装主 厂房罐 区南侧	37.540422	115.561490	SS67-0.5	填土	0.5	√					镉、铬（六价）、铅、汞、镍、铈、铍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烯、1,1,1-
				SS67-1.0	粉粘土	1.0	√					
				SS67-2.0		2.0	√					
				SS67-4.0	粉土	4.0	√					
				SS67-6.0	粉粘土	6.0	√					
				SS67-8.0	粘土	8.0	√					
				SS67-10.0		10.0	√					
				SS67-12.0		12.0	√					
SS 68	包装主 厂房罐	37.540429	115.561702	SS68-0.5	填土	0.5	√					
				SS68-1.0	粘土	1.0	√					

SS 69	区南侧			SS68-2.0		2.0	√				三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘	
				SS68-4.0	粉土	4.0	√					
				SS68-6.0	粉粘土	6.0	√					
				SS68-8.0	粘土	8.0	√					
				SS68-11.0		10.0	√					
				SS68-14.0		12.0	√					
	南压缩 车间东 侧	37.540309	115.560977	SS69-0.5	填土	0.5	√					
				SS69-1.0	粉粘土	1.0	√					
				SS69-2.0		2.0	√					
				SS69-4.0	粉土	4.0	√					
				SS69-6.0	粉粘土	6.0	√					
				SS69-8.0	粘土	8.0	√					
	SS 70	尿素主 厂房	37.540296	115.561247	SS70-0.5	填土	0.5	√				
					SS70-1.0	粉粘土	1.0	√				
					SS70-2.0		2.0	√				
					SS70-4.0	粉土	4.0	√				
					SS70-6.0	粉粘土	6.0	√				
					SS70-8.0	粘土	8.0	√				
SS 71	尿素主 厂房北 侧	37.540304	115.561572	SS71-0.5	填土	0.5	√					
				SS71-1.0	粉粘土	1.0	√					
				SS71-2.0		2.0	√					
				SS71-4.0	粉土	4.0	√					
				SS71-6.0	粉粘土	6.0	√					
				SS71-8.0	粘土	8.0	√					



	SS 76		南成品 库	37.539995	115.561252	SS75-6.0	粉粘土	6.0	√					乙烷、1,1-二氯乙烯、 顺-1,2 二氯乙烯、反-1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、 1,2-二氯丙烷、1,1,1,2- 四氯乙烷、1,1,2,2-四氯 乙烷、四氯乙烯、1,1,1- 三氯乙烷、1,1,2-三氯乙 烷、三氯乙烯、1,2,3- 三氯丙烷、氯乙烯、苯、 氯苯、1,2-二氯苯、1,4- 二氯苯、乙苯、苯乙烯、 甲苯、间二甲苯+对二 甲苯、邻二甲苯、硝基 苯、苯胺、2-氯酚、苯 并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、 苯并[k]荧蒽、蒈、二苯 并[a,h]蒽、茚并 [1,2,3-cd]芘、萘	
						SS75-8.0	粘土	8.0	√						
						SS76-0.5	填土	0.5	√						
						SS76-1.0	粉粘土	1.0	√						
						SS76-2.0		2.0	√						
						SS76-4.0	粉土	4.0	√						
						SS76-6.0	粉粘土	6.0	√						
						SS76-8.0	粘土	8.0	√						
	SS 77		南成品 库北侧	37.539953	115.561592	SS77-0.5	填土	0.5	√						
						SS77-1.0	粉粘土	1.0	√						
						SS77-2.0		2.0	√						
						SS77-4.0	粉土	4.0	√						
						SS77-6.0	粉粘土	6.0	√						
						SS77-8.0	粘土	8.0	√						
	SS 78		南成品 库北侧	37.539945	115.561821	SS78-0.5	填土	0.5	√						
						SS78-1.0	粉粘土	1.0	√						
						SS78-2.0		2.0	√						
						SS78-4.0	粉土	4.0	√						
						SS78-6.0	粉粘土	6.0	√						
	碳 酸 氢 铵 生	SS 79	该区域为白煤堆放场 地外	空地	37.544006	115.559997	SS79-0.6	粉粘土	0.6	√	√	√	√		镉、铬（六价）、铅、 汞、镍、铋、铍、四氯 化碳、氯仿、氯甲烷、 1,1-二氯乙烯、1,2-二氯 乙烷、1,1-二氯乙烯、
		SS 80	该区域为白煤堆放场 地外	原料堆 放区	37.543900	115.561042	SS79-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√		
SS		该区域为翻砂车间外	空地	37.543608	115.562181	SS80-0.5	粉粘土	0.5	√	√	√	√			
						SS80-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√			
						SS81-0.4	粉粘土	0.4	√	√	√	√			

产 区	81					SS81-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	顺-1,2 二氯乙烯、反-1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘
	SS 82	该区域为白煤堆放场地外	空地	37.543583	115.559800	SS82-0.5	粉粘土	0.5	√	√	√	√	
						SS82-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	
	SS 83	该区域为白煤堆放场地内	原料堆放区	37.543511	115.560456	SS83-0.5	粉粘土	0.5	√	√	√	√	
						SS83-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	
	SS 84	该区域为白煤堆放场地内	原料堆放区	37.543408	115.560936	SS84-0.5	粉粘土	0.5	√	√	√	√	
						SS84-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	
	SS 85	该区域为白煤堆放场地外	空地	37.543458	115.560914	SS85-0.4	粉粘土	0.4	√	√	√	√	
						SS85-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	
SS 86	该区域为翻砂车间内	原料堆放区	37.543358	115.561478	SS86-0.5	粉粘土	0.5	√	√	√	√		
					SS86-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√		
SS 87	该区域为翻砂车间外	空地	37.543258	115.561883	SS87-0.5	粉粘土	0.5	√	√	√	√		
					SS87-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√		
办 公 生 活 区	SS 88	该区域为综合服务楼与宿舍楼之间	办公生活区	37.542661	115.561989	SS88-0.4	粉粘土	0.4	√	√	√	√	
						SS88-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	
	SS 89	该区域为餐厅外	办公生活区	37.542500	115.562142	SS89-0.7	填土	0.7	√	√	√	√	
						SS89-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	
	SS 90	该区域为餐厅外	办公生活区	37.542275	115.562614	SS90-0.4	粉粘土	0.4	√	√	√	√	
						SS90-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	
	SS 92	该区域为办公楼外	办公生活区	37.542072	115.561953	SS92-0.5	粉粘土	0.5	√	√	√	√	
SS92-2.0						粉粘土	2.0	√	√	√	√		
SS 93	该区域为办公楼外	办公生活区	37.542083	115.562364	SS93-0.5	粉粘土	0.5	√	√	√	√		
					SS93-4.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√		
SS 94	该区域为绿化区	办公生活区	37.541814	115.561783	SS94-0.5	粉粘土	0.5	√	√	√	√	镉、铬（六价）、铅、汞、镍、铈、铍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、	

	94		活区			SS94-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	顺-1,2 二氯乙烯、反-1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒎、苯并[b]荧蒎、苯并[k]荧蒎、蒎、二苯并[a,h]蒎、茚并[1,2,3-cd]芘、萘
	SS 95	该区域为仓库内	办公生活区	37.541753	115.562728	SS95-0.5	粉粘土	0.5	√	√	√	√	
						SS95-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	
	SS 96	该区域为车棚外	办公生活区	37.541531	115.563178	SS96-0.5	粉粘土	0.5	√	√	√	√	
						SS96-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	
	SS 98	该区域为绿化区	办公生活区	37.541619	115.561639	SS98-0.5	粉粘土	0.5	√	√	√	√	
						SS98-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	
	SS 99	该区域为绿化区	办公生活区	37.541497	115.561936	SS99-0.5	填土	0.5	√	√	√	√	
						SS99-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	
	SS 100	该区域为车棚外	办公生活区	37.541283	115.563117	SS100-0.5	粉粘土	0.5	√	√	√	√	
SS100-2.0						粉粘土	2.0	√	√	√	√		
碳酸氢铵生产区	SS 97	验证布点	180 压缩机南侧	37.542011	115.559525	SS97-0.5	粉粘土	0.5	√	√	√	√	
						SS97-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	

尿素生产区	SS101	验证布点	化肥场地	37.541150	115.562036	SS101-0.5	填土	0.5	√	√	√	√	镉、铬（六价）、铅、汞、镍、铈、铍、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2 二氯乙烯、反-1,2 二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘
						SS101-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	
	SS102	补充布点	冷却塔内	37.540644	115.561742	SS102-0.5	粉粘土	0.5	√	√	√	√	
						SS102-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	
	SS103	补充布点	厂区内空地	37.540039	115.562014	SS103-0.5	填土	0.5	√	√	√	√	
						SS103-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	
	SS104	补充布点	厂区内空地	37.539461	115.559542	SS104-0.5	粉粘土	0.5	√	√	√	√	
						SS104-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	
	SS105	补充布点	厂区内空地	37.539539	115.557242	SS105-0.5	粉粘土	0.5	√	√	√	√	
						SS105-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	
	SS106	补充布点	厂区内空地	37.539697	115.561478	SS106-0.5	粉粘土	0.5	√	√	√	√	
						SS106-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	
氰尿酸、复合肥生产区	SS107	验证布点	固废仓库内	37.538375	115.558814	SS107-0.5	粉粘土	0.5	√	√	√	√	
						SS107-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	
	SS108	验证布点	停车场内	37.538308	115.559836	SS108-0.5	粉粘土	0.5	√	√	√	√	
						SS108-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	
	SS109	验证布点	空地	37.538228	115.560342	SS109-0.5	粉粘土	0.5	√	√	√	√	
						SS109-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	
	SS110	补充布点	天然气燃烧炉巷道	37.537506	115.559294	SS110-0.5	粉粘土	0.5	√	√	√	√	
						SS110-2.0	粉粘土	2.0	√	√	√	√	



## 6.3 地下水调查采样方案

### 6.3.1 关于地下水调查结果说明

本项目地下水初步调查结果在厂区的白煤堆放场地、三废硫化混燃炉、烃化车间东南侧、尿素主厂房下游、氰尿酸生产车间检测出 1,2-二氯乙烷超标，而详细调查阶段 24 口地下水监测井均无 1,2-二氯乙烷检出，故判断初步调查 1,2-二氯乙烷超标存在问题。通过多次分析，发现周边无相关的 1,2-二氯乙烷的污染来源，厂区内也无该因子来源，通过对建井信息核查、二次建井、采用两家检测公司互相验证等，发现初步调查地下水中 1,2-二氯乙烷超标原因如下：W1、W3、W6、W7、W8 号井均为石家庄保红地质勘察技术服务队建设，未检出井为中土大地国际建筑设计有限公司建设，石家庄保红地质勘察技术服务队建设井 1,2-二氯乙烷因子全部超标，反复核实和询问建井队伍，发现其在地下水井管口连接处使用粘结剂，经查该粘结剂中含有该种因子。

为验证上述原因，我单位于 2019 年 12 月 25 日、26 日重新建设监测井，并分别于 2019 年 12 月 27 日和 2020 年 2 月 21 日采集两次样品分别送河北实朴检测技术服务有限公司和河北德普环境监测有限公司两家检测公司进行了检测，对上述因子进行验证，检测结果为：河北实朴检测技术服务有限公司的检测指标为 VOCs，各项指标均未检出；河北德普环境监测有限公司的检测指标为 VOCs 和 SVOCs，各项指标均未检出。

由此证明 W1、W3、W6、W7、W8 号井 1,2-二氯乙烷因子超标为建井造成二次污染。因此对初步调查地下水的检测结果进行更正。

表 6.3-1 地下水监测井 1,2-二氯乙烷检出结果对照表

项目	W1	W3	W6	W7	W8
初步调查结果 (mg/L)	84.6	133	65.2	84.6	80.5
河北实朴结果 (ug/L)	<1.4	<1.4	<1.4	<1.4	<1.4
河北德普环境监测有限公司结果	ND	ND	ND	ND	ND

注：“ND”表示未检出。

### 6.3.2 布点方案

本项目在晋煤银海化肥有限责任公司场地详细调查时，结合初步调查结果，在地下水污染区域进行加密布点，确定地下水污染边界。根据在初步调查设置的 8 口地下水监测井查明的污染区域，在详细调查时设置 24 口地下水监测井，编号为 SW01-SW24。定位布设基本符合《建设用地土壤环境调查评估技术指南》中不大于 80m×80m 网格布设采样点要求。晋煤银海化肥有限责任公司场地详细调查监测井分布如下表所示。

表 6.3-2 场地调查采样密度一览表

面积 (m <sup>2</sup> )	初步采样布点数量 (个)	详细采样布点数量 (个)	整体布点数量 (个)	采样密度 (m <sup>2</sup> / 个)
196765	8	24	32	6148.91

表 6.3-3 地下水采样检测信息表

点位编号	布点依据	点位位置	点位坐标		监测井深度	样品数	检测指标
			经度 (N)	纬度 (E)			
W1	二次建井、验证布点采样	白煤堆放场地(碳酸氢铵生产区上游)	37.543724	115.560486	9	1	VOCs、SVOCs
W3	二次建井、验证布点采样	三废硫化混燃炉	37.542240	115.560369		1	
W6	二次建井、验证布点采样	甲醇生产区烃化车间东南侧	37.541060	115.559559		1	
W7	二次建井、验证布点采样	尿素主厂房的下游	37.540064	115.561160		1	
W8	二次建井、验证布点采样	氰尿酸生产车间	37.537560	115.558931		1	
SW01	位于场地西北外侧，地下水流向的上游，作为场外对照。	场地西北外侧（对照）	37.543925	115.557944	12	1	pH、氟化物、汞、砷、镉、铅、铜、镍、六价铬、VOCs、SVOCs、总石油烃、氰化物、氨氮
SW02	初步调查超标点位集中的区域之一，进一步确定场地地下水污染情况。	水土同孔，与土孔SS18一致，甲醇生产设备西侧	37.541984	115.560130		1	
SW03	初步调查超标点位集中的区域之一，进一步确定场地地下水污染情况。	水土同孔，与土孔S77一致，油池东北侧	37.539953	115.561592		1	
SW04	初步调查超标点位集中的区域之一，进一步确定场地地下水污染情况。	水土同孔，与土孔S22一致，污水管线沿线	37.541739	115.560024		1	
SW05	初步调查超标点位集中的区域之一，进一步确定场地地下水污染情况。	水土同孔，与土孔SS52一致，污水管线沿线	37.540683	115.559910		1	

SW06	初步调查超标点位集中的区域之一，进一步确定场地地下水污染情况。	水土同孔，与土孔 S34 一致，南变压吸附罐区	37.541076	115.559366	1
SW07	初步调查超标点位集中的区域之一，进一步确定场地地下水污染情况。	水土同孔，与土孔 SS68 一致，包装主厂房储罐区南侧	37.540429	115.561702	1
SW08	位于场地西北外侧，地下水流向的下游，作为场外对照。	场地东南外侧（对照）	37.538786	115.562983	1
SW09	位于白煤堆放场地内	水土同孔，与土孔 SS83 一致，白煤堆放场地	37.539794	115.559711	1
SW10	位于白煤堆放场地外	水土同孔，与土孔 SS85 一致，白煤堆放场地东侧	37.543272	115.560925	1
SW11	该区域为翻砂车间外	水土同孔，与土孔 SS87 一致，翻砂车间东侧	37.543322	115.561978	1
SW12	该区域为 20T 锅炉房	水土同孔，与土孔 S49 一致，煤制气及净化区	37.543047	115.561056	1
SW13	该区域为鼓风机外	水土同孔，与土孔 S47 一致，煤制气及净化区	37.542694	115.560875	1
SW14	该区域为餐厅外	水土同孔，与土孔 SS89 一致，办公生	37.542464	115.562200	1

		活区				
SW15	该区域为 180 压缩机外	水土同孔，与土孔 SS97 一致，180 压缩机南侧	37.541992	115.559583	1	
SW16	该区域为压缩机外	水土同孔，与土孔 S17 一致，甲醇合成及净化区	37.541744	115.560653	1	
SW17	该区域为绿化区	水土同孔，与土孔 SS98 一致，办公生活区	37.541500	115.561778	1	
SW18	该区域为化肥场地内	水土同孔，与土孔 SS101 一致，化肥场地内	37.541200	115.562356	1	
SW19	该区域为二氧化碳压缩区	水土同孔，与土孔 S84 一致，氨合成区	37.540219	115.560717	1	
SW20	该区域为甲醇罐区（拆）外	水土同孔，与土孔 S35 一致，储罐区	37.539436	115.559278	1	
SW21	该区域为厂区内空地	水土同孔，与土孔 SS105 一致，南厂区内南侧空地	37.539222	115.560200	1	
SW22	该区域为厂区内空地	水土同孔，与土孔 SS106 一致，南厂区内东南侧空地	37.542167	115.561439	1	
SW23	该区域为固废仓库区内	水土同孔，与土孔 S37 一致，固废仓库	37.538314	115.559081	1	

		区				
SW24	该区域为车间内	水土同孔，与土孔 S88 一致，氰尿酸生 产区	37.539794	115.559653		1





图 6.3-1 详调地下水布点图



### 6.3.3 采样方法

(1) 监测井的井管材料应有一定强度，耐腐蚀，对地下水无污染。监测井顶角斜度每百米井深不得超过 2 度。监测井的深度应尽可能超过已知地下水埋深的 2m 以下。监测井目的层与其他含水层之间要有良好止水性。设置监测井时，尽量避免采用外来的水和钻井流体，同时在地面井口处采取防渗措施。

(2) 本项目地下水使用贝勒管进行采样。采样器能在监测井中准确定位，并能取得足够量的代表性水样。

(3) 在监测井中采集水样必须在充分抽汲后进行，抽汲水量尽可能不少于井内水体积的 3 倍，一般情况下采样深度应在监测井水面下 0.5m 以下。

(4) 在监测井建设完成后必须进行洗井。所有的污染物或钻井产生的岩层破坏以及来自天然岩层的细小颗粒都必须去除，以保证出流的地下水中没有颗粒。常见的方法包括超量抽水、反冲、涌水塞、汲取及气洗等。如需测定地下水中的重金属时，可用过滤的方式去除样品中的杂质及颗粒物。

(5) 地下水的采样方法、样品的保存与流转，应按照 HJ/T 164-2004 中规定执行。

地下水取样用地质钻进行钻井，建简易井管。采样前需进行两次洗井：第一次是建井后的洗井，目的是洗清井内由于钻探扰动地层和置入滤料等产生的泥浆，洗清的标准是直观判断基本上达到水清砂净。第二次是取样前的洗井，取样前的洗井目的在于洗清积聚在过滤管周围积聚的细小颗粒物，这些物质若不清除，进入井内将造成水样混浊，不利于水质分析，洗净的标准是测量地下水的各项指标，通过测量值判断是否具备取样的条件。洗井要求洗出的水量至少要达到井中贮水的体积的 3~5 倍。洗井后需要对地下水的各项状态参数进行测试，主要包括浊度、pH 值、电导率、氧化还原电位、溶解氧等等，测试的结果达到稳定后即可取水。洗井操作方法的选择要根据地层情况、监测井深度和现场作业条件等综合确定，一般常使用的洗井设备有掏桶、贝勒管、空压机、小型水泵等。

取水使用一次性的贝勒管，要求一井一管，并做到一井一根提水用的尼龙绳。取水的位置建议为井中贮水的中部，如果在监测井中遇见重油（DNAPL）或轻油（LNAPL）时，对 DNAPLs 采样应设置在含水层底部和不透水层的顶部，对 LNAPLs 采样应设置在油层的顶板处，以保证水样能代表地下水水质。如条件许



可,也可采用电动潜水泵进行采样。用于测定 VOC 的水样用带塑料螺纹盖的 40ml 小玻璃瓶 (VOAval) 取样,加 HCl 至 pH<2 使其稳定。在测试 VOC 水样的取样小瓶中不允许存在顶空或者是大于 6mm 的气泡。溶解氧、五日生化需氧量和半挥发性有机污染物项目采样时,水样也必须注满容器,上部不留空隙。用于测定可溶解的金属物质的水样在野外取样后需先过滤再将其装入 200ml 的聚乙烯容器内,加 HNO<sub>3</sub> 至 pH<2 使其稳定。用于测定总金属含量的水样不需要过滤,也不用加稳定剂。用于测定总烃、杀虫剂及苯并[a]芘的水样用带塑料螺纹盖的棕色玻璃瓶保存。用于测定氰化物的水样应存放于 250ml 的聚乙烯容器中,加 NaOH 至 pH>12 使其稳定。

表 6.3-4 地下水监测井详细信息表

时期	编号	含水层	监测井深度	筛管位置	区域
初步调查	W1	6.1-7.2	9	4.0-8.5	白煤堆放场地(碳酸氢铵生产区上游)
	W2	6.1-7.3	9	4.0-8.5	气柜的西北侧
	W3	6.2-7.1	9	4.0-8.5	三废硫化混燃炉
	W4	6.2-7.4	9	4.0-8.5	造气楼 4
	W5	6.1-7.0	9	4.0-8.5	绿化区(地下水流向侧向)
	W6	6.3-7.4	9	4.0-8.5	甲醇生产区烃化车间东南侧
	W7	6.4-7.3	9	4.0-8.5	尿素主厂房的下游
	W8	6.2-7.5	9	4.0-8.5	氰尿酸生产车间
详细调查	SW01	6.5-7.0	12	4.0-9.0	场地外西北侧-对照点
	SW02	6.4-7.2	12	4.0-9.0	180 压缩机(碳酸氢铵生产区)
	SW03	6.3-7.3	12	4.0-9.0	甲醇循环机(甲醇生产区)
	SW04	6.3-7.2	12	4.0-9.0	污水终端(碳酸氢铵生产区)
	SW05	6.4-7.4	12	4.0-9.0	污水管线沿线
	SW06	6.5-6.9	12	4.0-9.0	南变压吸附罐区(碳酸氢铵生产区)
	SW07	6.9-7.4	12	4.0-9.0	包装主厂房(尿素生产区)
	SW08	6.7-7.2	12	4.0-9.0	场地外东南侧-对照点
	SW09	6.3-7.1	12	4.0-9.0	白煤堆放场地(碳酸氢铵生产区)
	SW10	6.3-7.1	12	4.0-9.0	白煤堆放场地东南(碳酸氢铵生产区)
	SW11	6.5-7.2	12	4.0-9.0	办公生活区
	SW12	6.7-7.5	12	4.0-9.0	锅炉房(碳酸氢铵生产区)
SW13	6.6-7.5	12	4.0-9.0	造气楼(碳酸氢铵生产区)	
SW14	6.6-7.4	12	4.0-9.0	餐厅西北侧(办公生活区)	
SW15	6.5-7.4	12	4.0-9.0	180 压缩机(碳酸氢铵生产区)	
SW16	6.4-7.2	12	4.0-9.0	污水管线沿线	
SW17	6.7-7.1	12	4.0-9.0	绿化区(办公生活区)	
SW18	6.4-7.1	12	4.0-9.0	化肥场地(尿素生产区)	
SW19	6.3-7.1	12	4.0-9.0	二氧化碳压缩(碳酸氢铵生产区)	
SW20	6.5-7.1	12	4.0-9.0	甲醇罐区	

	SW21	6.5-7.2	12	4.0-9.0	空地（碳酸氢铵生产区）
	SW22	6.7-7.5	12	4.0-9.0	空地（尿素生产区）
	SW23	6.6-7.3	12	4.0-9.0	固废仓库（氰尿酸、复混肥生产区）
	SW24	6.8-7.4	12	4.0-9.0	车间（氰尿酸、复混肥生产区）

## 6.4 现场工作与工作方法

### 6.4.1 土壤样品采集与保存

本次土壤样品采集分三次完成，分别于 2019 年 5 月 20 日至 2019 年 5 月 25 日、2019 年 6 月 17 日至 2019 年 6 月 19 日、2019 年 9 月 4 日至 2019 年 9 月 8 日完成，共完成土壤采样点 110 个，送检样品 529 个（含 46 个平行样）。钻孔及样品采集、分析情况如下：

表 6.4-1 样品采集及送检时间一览表

事记	采样时间	收样时间	检测时间范围
土壤	2019.5.20-2019.5.25	2019.5.21-2019.5.26	2019.5.22-2019.6.3
土壤	2019.6.17-2019.6.19	2019.6.19-2019.6.21	2019.6.19-2019.6.21
土壤	2019.9.4-2019.9.8	2019.9.5-2019.9.9	2019.9.5-2019.10.15
地下水	2019.9.15-2019.9.16	2019.9.16	2019.9.16-2019.9.26

钻探前，采用 GPS 按各采样点坐标进行现场放线定点。

在钻探施工过程中，首先要了解勘探场区的地形地物、交通条件、钻孔实际位置及现场的电源、水源等情况。严格注意地下管线安全，核实场区内有无地下设施以及相应的分布和走向，如地下电缆、地下管线和人防通道等。如遇地下构筑物无法钻进时，须立即停止并通知现场工程负责人，未进行管线探测的钻孔，均要求使用洛阳铲钻至老土地层，再使用钻机钻探。

安装钻机时，应避开地下管道、电缆及通道等，并注意高空有无障碍物或电缆。在狭窄场地安装及拆卸钻机时，应特别注意加强安全防护措施。安装钻探架的距离，要根据倒架、倒杆或在最不利的可能操作下，大于钻架或钻杆的最远点离开高压线的最小距离。当孔位设置地点与最小安全距离相矛盾时，以保证安全距离为准。

钻机就位后，应严格按照现场工程师的要求进行，不得随意移动钻孔位置。如发现异常情况应立即向现场工程师汇报并经同意批准后方可继续作业。为保证

钻孔质量，开孔时，须扶正导向管，保持钻孔垂直，落距不宜过高，如发现歪孔影响质量时，要立即纠正。

钻探时，深度达到地面下 2m，须立即跟进套管，钻探深度和套管深度要求保持一致，防止上面的土壤脱落造成交叉污染。每台钻机配备钻头及取土器各 2 个，并配有取砂器一个。在钻探过程中，如果遇见污染严重的土壤（气味重、颜色深或含有焦油等物质），须立即更换钻头或取土器，然后将卸下的钻头或取土器拿去清洗干净，以备后用。整个钻探过程中不允许向钻孔添加水、油等液体。特别是取土器及套管接口应用钢刷清洁，不允许添加机油润滑。

对于深度大于弱透水层底板埋深的钻孔，在钻探结束后，要求使用膨润土回填，回填的深度要求覆盖整个弱透水层，并超过弱透水层顶底板上下 30cm。回填膨润土时，每回填 10cm 须用水润湿。

根据场地污染物的特征和现场实际情况，此次现场调查采用汽车钻、30 钻机、人工洛阳铲采样相结合的方式对场地进行采样。

钻探过程中对地层扰动小，同时避免了旋转钻在钻探过程中摩擦发热和加水扰动的缺点，使有机污染物不易分散和逸散，可保证采集到的土壤样品能够真实反应地层中污染情况，达到现场采样过程的质量控制要求。

此次冲击钻钻探方式的具体操作步骤为：

（1）采用挖掘设备或人工清理出钻探工作面。场地部分位置由于拆除、挖掘等作业导致大量建筑垃圾、弃土等堆放在地表上，现场钻探时要先将该部分土壤或建筑垃圾进行清理，然后进行钻探。

（2）在本项目专业人员的现场指导下，钻探单位用合适设备在指定位置进行钻探作业，钻探过程中所采用到的所有钻头、连接杆、套管等的材质均为不锈钢，保证钻探过程过程无外来污染。

（3）本项目在钻探过程中，一边钻探一边下套管，以防止塌孔或上层污染土壤掉落，造成底层土壤污染。

（4）在本次钻探过程中，出现地下水时，在相应记录本上记录地下水水位，估算水层厚度。

（5）本次项目依据初步调查的情况，钻探深度为距地表 6-14 m。

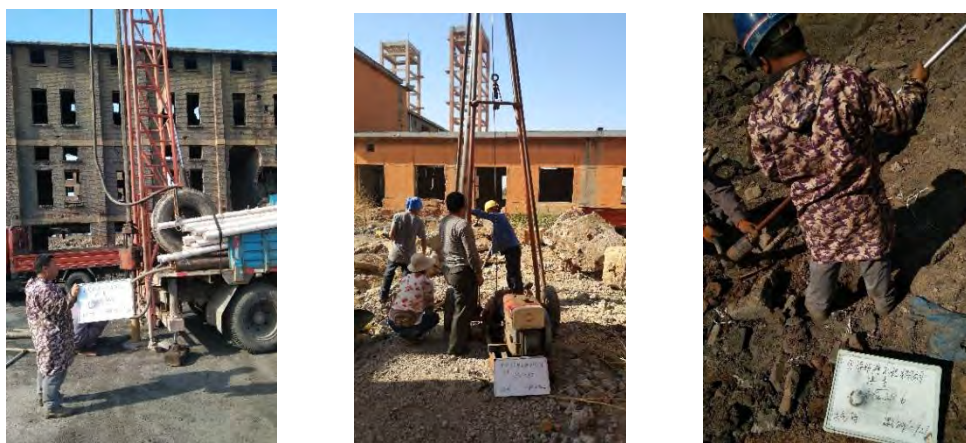


图 6.4-1 本场地所用钻探设备

土壤样品采集参照国家环境保护部《场地环境监测技术导则》(HJ25.2-2014)的相关要求,在现场钻探后,在每个钻孔处利用 RTK 测量钻孔的平面坐标和海拔高程。在每次取样前先观察土壤的组成类型、密实程度、湿度和颜色、石块含量等,并绘制现场示意图,观测和观察的结果详见附件。

土壤样品的采样及筛选步骤如下:

(1) 土壤取样时采样人员均配戴一次性的 PE 手套,每个土样取样前均更换新的手套,防止样品之间的交叉污染。

(2) 现场快速筛选。采样点垂直方向的采样深度由项目组成员根据推测的污染源的位置、迁移和地层结构、水文地质以及现场快速检测设备辅助判断确定,并在计划的土层深度处采集土壤样品。

现场快速检测:现场采样过程中对每个采样步骤应用光离子化检测仪(PID)等对判断的位置土壤进行快速的检测,并详细记录在土壤钻孔记录中,如图 7.1-2 所示。

①光离子化检测仪(PID)。PID 用于土壤中 VOCs 快速检测, PID 利用紫外光灯的能量离子化有机气体,再加以探测的仪器。其工作原理是利用每一种化合物都具有特定的游离能和游离效率,探测化合物游离后所长生的电流大小来进行半定量分析。



图 6.4-2 PID 快速检测

(3) 非挥发性 (Non-VOCs) 样品采集。Non-VOCs 是指非挥发性的物质，如重金属、SVOCs、TPH 等污染物。为确保样品质量和代表性，本项目 Non-VOCs 样品的取样过程与 VOCs 取样大致相同，但 Non-VOCs 土壤样品取出后，采用专用 250 mL 广口采样瓶装满（不留顶空），密封如图 5.2-3 所示。



图 6.4-3 Non-VOCs 污染土壤样品采集

(4) 本项目不同类型土壤样品的采集与装瓶均在短时间内完成，以减少空气暴露时间，达到质量控制目的。样品在装瓶密封后放入现场的低温保存箱中。然后分批次将保温箱中的样品转移到现场冷藏冰箱中保存。送样前，再将冰箱内



的每份样品分别取出装入低温保存箱内，并放入适量蓝冰，填入泡沫等柔性填充物以防止运输过程中样品瓶破裂。

#### 6.4.2 地下水样品采集与保存

本次项目严格按照国家环境保护部《场地环境监测技术导则》(HJ25.2-2014)的要求，开展地下水样品的采集工作，主要包括建井、洗井和样品采集三个步骤。

建井过程包括钻探、下管、填砂、坑壁防护、井台构建等。具体的工作步骤为：

(1) 选择汽车钻作为钻井设备进行钻探。

(2) 监测井管自上而下包括井壁管、筛管、底盖 3 部分，不同部位之间用胶水进行连接。选择 PVC 管材作为井管材料，筛管制作时在含水层位置通过随机打孔的方法设置导流孔，同时外围包裹砂布防止土壤颗粒进入井管内。监测井底部应加底盖，防止底层土壤进入井管，影响洗井和采样过程。

(3) 钻探完成后，将井管直接放入钻探套管中，下管过程缓慢稳定进行，防止下管过快破坏钻孔稳定性。

(4) 井管下降至底部时，在井管与套管之间填入白色石英砂，石英砂层厚度达到筛管层以上 0.5m。

(5) 在石英砂层之上填入膨润土形成良好的隔水层或防护层，期间用导水管向钻孔与井管之间加入少量干净水，产生防护效果。

(6) 井管高出地面 0.3-0.5m，防止雨水和其他因素对监测井造成影响。

(7) 建井结束后应做好监测井标识，标明编号。之后测量并记录监测井坐标、高程信息。





图 6.4-4 场地钻机建井现场

采样前需进行两次洗井：第一次是建井后的洗井，目的是洗清井内由于钻探扰动地层和置入滤料等产生的泥浆，洗清的标准是直观判断基本上达到水清砂净。第二次是取样前的洗井，取样前的洗井目的在于洗清积聚在过滤管周围积聚的细小颗粒物，这些物质若不清除，进入井内将造成水样混浊，不利于水质分析，洗净的标准是测量地下水的各项指标，通过测量值判断是否具备取样的条件。洗井要求洗出的水量至少要达到井中贮水的体积的 3~5 倍。洗井后需要对地下水的各项状态参数进行测试，主要包括浊度、pH 值、电导率、氧化还原电位、溶解氧等等，测试的结果达到稳定后即可取水。洗井操作方法的选择要根据地层情况、监测井深度和现场作业条件等综合确定，一般常使用的洗井设备有掏桶、贝勒管、空压机、小型水泵等。

取水使用一次性的贝勒管，要求一井一管，并做到一井一根提水用的尼龙绳。取水的位置建议为井中贮水的中部，如果在监测井中遇见重油（DNAPL）或轻油（LNAPL）时，对 DNAPLs 采样应设置在含水层底部和不透水层的顶部，对 LNAPLs 采样应设置在油层的顶板处，以保证水样能代表地下水水质。如条件许可，也可采用电动潜水泵进行采样。用于测定 VOC 的水样用带塑料螺纹盖的 40ml 小玻璃瓶（VOA<sub>avail</sub>）取样，加 HCl 至 pH<2 使其稳定。在测试 VOC 水样的取样小瓶中不允许存在顶空或者是大于 6mm 的气泡。溶解氧、五日生化需氧量和半挥发性有机污染物项目采样时，水样也必须注满容器，上部不留空隙。用于测定可溶解的金属物质的水样在野外取样后需先过滤再将其装入 200ml 的聚乙烯容器内，加 HNO<sub>3</sub> 至 pH<2 使其稳定。用于测定总金属含量的水样不需要过滤，也不用加稳定剂。用于测定总烃、杀虫剂及苯并[a]芘的水样用带塑料螺纹盖的棕



色玻璃瓶保存。用于测定氰化物的水样应存放于 250ml 的聚乙烯容器中，加 NaOH 至 pH>12 使其稳定。

(3) 采样原则。当抽出水各项现场水质监测参数（pH、电导率、溶解氧、水温、氧化还原电位、浊度）到达稳定后进行水样采集。判定标准是连续至少 3 组检测读数满足如下表要求。样品采集后，及时放于装有冰冻蓝冰的低温保温箱中。

表 6.4-2 地下水水质稳定的判断原则

序号	参数指标	单位	变化幅度
1	水位	m	≤ 0.1 m(1)
2	pH	--	≤ ±0.1 单位
3	电导率	s/m	≤ ±3%
4	温度	oC	≤ ±3%
5	溶解氧	mg/L	≤ ±10%
6	浊度	NTU	≤ ±10%(2)
7	氧化还原电位	mV	≤ ±10 mV

(1)低补给井不必满足水位降要求；

(2)一般要求水质稳定浊度应<5 NTU

(4) 地下水采集。

①在采样前，首先检查监测井和井盖是否有损坏，若遇损坏，则说明地下水样可能已经受到污染。

②在打开井盖前，检查监测井周围情况，看井口周围是否有积水，若有积水，则先将积水清除后再进行采样，以免积水污染地下水。

③在打开井盖后，先用 PID 在井口进行检测，若 PID 读数超过危险值，则需要做好人员防护或当污染物充分散去再行采样，并避免井口周围有明火出现。

④由于本次项目存在多个监测井，所以采样要从水质较好、污染较轻的监测井开始采集，最后采集水质较差、污染较重的监测井。本次项目的第一次采样，依据场地历史资料并结合上下游与污染源的距離来对监测井水质进行了大概的判断，对推断出的污染比较严重的监测井进行第一次采样。

⑤所有监测井在采样前都统一做好了水位测定，所有场区的监测井水位测定都在 3 小时内完成，实际操作根据现场情况而定。

## 6.5 实验室分析

采集的土壤及地下水样品，按照既定检测指标，委托具有资质的第三方检测机构进行样品的检测分析。本项目的样品检测委托河北实朴检测技术服务有限公司和谱尼测试集团股份有限公司进行，河北实朴检测技术服务有限公司和谱尼测试集团股份有限公司具有中国合格评定国家认可委员会（CMA）资质（资质证书见附录 C 中附件 3）。同时河北实朴检测技术服务有限公司和谱尼测试集团股份有限公司建立了完善的检测数据保存管理体系，并将按照和《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（环境保护部，2017 年 12 月 14 日）等有关文件要求对本项目所有样品检测的原始数据（包括电子数据）以备检查。

## 6.6 质量保证和质量控制

本项目的质量控制和质量管理分样品采样、样品流转和实验室分析的质量控制和质量管理的三个部分。

### 6.6.1 现场采样质量控制

#### （1）现场记录与样品质量要求

现场采样时详细填写现场观察的记录单，如采样时间与采样人员、样品名称和编号、采样时间、采样位置、采样深度、样品质地、样品颜色和气味、现场检测结果、采样人员、土壤分层情况、土壤质地等，地下水水位、颜色、气象条件等，以便为场地水文地质，污染现状等分析工作提供依据。

采样过程中采样员佩戴一次性 PE 手套，每次取样后进行更换，采样器具及时清洗，避免交叉污染。

样品采集完成后，在样品瓶上标明编号等采样信息，并做好现场记录。所有样品采集后放入装有蓝冰的低温保温箱中，并及时送至实验室进行分析。在样品运送过程中，要确保保温箱能满足样品对低温的要求。

土壤样品保存可参照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）要求进行。本场地存在特征污染物氨氮，样品保存除参照《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）执行外，根据《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）中要求，样品采集后于 4℃ 下运输和保存，并在 3 日内分析完毕。否则，样品应于 -20℃（深度冷冻）下保存，样品中氨氮可以保存数周。当测定深度冷冻的氨氮时含量时，应控制解冻的温度和时间。室温环境下解冻时，需在 4h 内完成样品解冻、匀质化和提取；如果在 4℃ 下解冻，解冻时间不应超过 48 h。

地下水样品保存可参照《地下水环境监测技术规范》（HJ/T 164-2004）要求进行。监测单位应与检测公司沟通最终确定样品保存方法及保存时限要求。特别注意各检测项目对于保护剂的要求，应在实验室内完成保护剂添加并记录加入量。

## （2）质量控制样品要求

为确保采集、运输、贮存过程中的样品质量，本项目在现场采样过程中设定现场质量控制样品，包括现场平行样、相应数量的采样工具清洗空白、运输空白样等。在采样过程中，参照国内外相关技术规范采集相应的土壤样品。

### 6.6.2 样品保存、流转方法

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

采集完样品后指定专人将样品从现场送往临时实验室，到达临时实验室后，送样者和接样者双方同时清点样品，即将样品逐件与样品登记表、样品标签和采样记录单核对，并在样品交接单上签字确认，样品交接单由双方各存一份备查。核对无误后，将样品分类、整理和包装后放于冷藏柜中，于当天发往检测单位。样品运输过程中均采用保温箱保存，以保证样品对低温的要求，且严防样品的损失、混淆和污染，直至最后到达检测单位分析实验室，完成样品交接。

### 6.6.3 采集代表性样品的质控措施

为保证采集的样品具有代表性，采样过程中严格执行如下措施：

（1）采样需要根据土层性质的变化，对每一大类性质的土层取样，同时还要根据不同深度土壤的颜色，以及现场光离子化检测仪（PID）等快速检测设备的检测结果最终确定取样深度，以辅助筛选采集具有代表性的土壤样品；

(2) 设计采样深度处于回填建筑垃圾层，无法获取具有代表性的样品时，及时调整采样深度，确保采集样品的良好代表性。

(3) 由于 VOCs 样品的敏感性，取样时要严格按照取样规范进行操作，否则采集的样品可能失去代表性。

(4) 地下水样应采集含水层中具有代表性的样品，而不是井内的停滞水，因此取样前应先通过洗井将井内滞水抽出，本项目拟采用美国环保署推荐的慢速洗井技术进行采样前洗井和采样工作为使采集的水样具有代表性。

(5) 采样过程中采样员佩戴一次性 PE 手套，每次取样后进行更换，采样器具及时清洗，具体操作如下：①先用不含磷的清洗剂清洗；②用刷子刷洗；③自来水冲洗干净；④蒸馏水润洗 2 次；⑤清洗后用滤纸擦干

(6) 所有钻孔、安装、取样设备和材料在每次使用前和每个钻孔之间都进行了清洗，以防止交叉污染，确保样品代表性。

#### 6.6.4 检测环节质量控制

要求实验室除了按照规定定期进行仪器校正外，在进行样品分析时应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，在项目测定过程中做加标回收率，每个测定项目计算结果均需进行了复核，确保分析数据的可靠性和准确性。设置一个质量保护样（双样，任选一个样品进行同样的编号，进行同样的测定），同时设置实验室间质量保证样、空白样。

质量控制依据《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）执行，每批样品每个项目分析时均需做 20% 平行样品，平行双样的检测结果的误差在允许误差范围之内者为合格。允许误差范围见表 5.4-2。对未列出允许误差的方法，当样品均匀性和稳定性较好时，参照表 5.4-3 的规定。当平行双样合格率低于 95% 时，除对当批样品进行重新测定，再增加样品数 10%~20% 的平行样，直至平行双样测定合格率大于 95%。

土壤中挥发性有机物质量控制参照《土壤和沉积物挥发性有机物的测定顶空气相色谱-质谱法》（HJ642-2013 中）的相关规定；地下水中挥发性有机物依照《水质挥发性有机物的测定吹扫捕集/气相色谱-质谱法》（HJ639-2012）中相关规定，半挥发性有机物依照气相色谱-质谱法《水和废水监测分析方法》（第四版增补版）国家环保总局（2002 年）中相关规定要求。

例行分析中，每批要带测质控平行双样，在测定的精密度合格的前提下，质控样测定值必须落在质控样保证值（在 95%的置信水平）范围之内，否则本批结果无效，需重新分析测定。

当选测的项目无标准物质或质控样品时，可用加标回收实验来检查测定准确度。加标率：在一批试样中，随机抽取 10%~20%试样进行加标回收测定。样品数不足 10 个时，适当增加加标比率。每批同类型试样中，加标试样不应小于 1 个。加标量：加标量视被测组分含量而定，含量高的加入被测组分含量的 0.5~1.0 倍，含量低的加 2~3 倍，但加标后被测组分的总量不得超出方法的测定上限。加标浓度宜高，体积应小，不应超过原试样体积的 1%，否则需进行体积校正。合格要求：加标回收率应在加标回收率允许范围之内。加标回收率允许范围见表 13-2。当加标回收合格率小于 70%时，对不合格者重新进行回收率的测定，并另增加 10%~20%的试样作加标回收率测定，直至总合格率大于或等于 70%以上。

土壤标准样品是直接用地壤样品或模拟土壤样品制得的一种固体物质。土壤标准样品具有良好的均匀性、稳定性和长期的可保存性。土壤标准物质可用于分析方法的验证和标准化，校正并标定分析测定仪器，评价测定方法的准确度和测试人员的技术水平，进行质量保证工作，实现各实验室内及实验室间，行业之间，国家之间数据可比性和一致性。使用土壤标准样品时，选择合适的标样，使标样的背景结构、组分、含量水平应尽可能与待测样品一致或近似。如果与标样在化学性质和基本组成差异很大，由于基体干扰，用土壤标样作为标定或校正仪器的标准，有可能产生一定的系统误差。

表 6.6-1 土壤监测平行双样测定值的精密度和准确度允许误差

监测项目	样品含量范围 (mg/kg)	精密度		准确度			适用的分析方法
		室内相对标准偏差 (%)	室间相对标准偏差 (%)	加标回收率 (%)	室内相对误差 (%)	室间相对误差 (%)	
镉	<0.1	±35	±40	75~110	±35	±40	原子吸收光谱法
	0.1~0.4	±30	±35	85~110	±30	±35	
	>0.4	±25	±30	90~105	±25	±30	
汞	<0.1	±35	±40	75~110	±35	±40	冷原子吸收法原子荧光法
	0.1~0.4	±30	±35	85~110	±30	±35	
	>0.4	±25	±30	90~105	±25	±30	
砷	<10	±20	±30	85~105	±20	±30	原子荧光法分光光度法
	10~20	±15	±25	90~105	±15	±25	
	>20	±15	±20	90~105	±15	±20	
铜	<20	±20	±30	85~105	±20	±30	原子吸收光谱法
	20~30	±15	±25	90~105	±15	±25	
	>30	±15	±20	90~105	±15	±20	
铅	<20	±30	±35	80~110	±30	±35	原子吸收光谱法
	20~40	±25	±30	85~110	±25	±30	
	>40	±20	±25	90~105	±20	±25	
铬	<50	±25	±30	85~110	±25	±30	原子吸收光谱法
	50~90	±20	±30	85~110	±20	±30	
	>90	±15	±25	90~105	±15	±25	
锌	<50	±25	±30	85~110	±25	±30	原子吸收光谱法
	>50	±20	±30	85~110	±20	±30	

监测项目	样品含量范围 (mg/kg)	精密度		准确度			适用的分析方法
		室内相对标准偏差 (%)	室间相对标准偏差 (%)	加标回收率 (%)	室内相对误差 (%)	室间相对误差 (%)	
		±15	±25	90~105	±15	±25	
镍	<20 20~40 >40	±30	±35	80~110	±30	±35	原子吸收光谱法
		±25	±30	85~110	±25	±30	
		±20	±25	90~105	±20	±25	



表 6.6-2 土壤监测平行双样最大允许相对偏差

含量范围 (mg/ kg)	最大允许相对偏差 (%)
>100	±5
10~100	±10
1.0~10	±20
0.1~1.0	±25
<0.1	±30

此次环境详细调查的土壤样品共计 529 个，水样共计 26 个，分别进行了现场空白、运输空白、现场平行样、实验室平行样、加标回收率、标准样品等工作对整个检测过程进行了质量控制。具体质控信息见附件。

表 6.6-3 土壤质控结果统计表

项目	样品数 (个)	平行样						加标回收率						有证物质	
		现场平行			实验室平行			空白加标			样品加标				
		平行样 (个)	计算值%	控制 值%	平行样 (个)	计算 值%	控制 值%	加标样 (个)	回收 率 (范 围)%	指标 控制%	加标样 (个)	回收 率(范 围)%	指标 控制%	检测值 (mg/kg)	标准值 (mg/kg)
氨氮	297	32	0.35-5.17	0-10	20	0.2-1.8	0-20	0			18	86-95	80-120		
As	132	3	3.08-14.16	0-20	7	0-1	0-20				7	93-103	80-120	11.1-12.2	11.8
Cu	113	5	0-3.55	0-15	5	0-1	0-15				7	87-104	80-120	31.32-33	32
TPH	174	5	—	0-30	6	1-16	0-30	3	71-97	70-130	6	78-97	70-130		
BaP	10	1	—	0-35	1	—	—	1	94	60-119	1	78	60-119		

表 6.6-4 地下水水质控结果统计表

项目	样品数 (个)	平行样						加标回收率						有证物质	
		现场平行			实验室平行			空白加标			样品加标				
		平行样 (个)	计算 值%	控制 值%	平行样 (个)	计算 值%	控制 值%	加标样 (个)	回收 率	指标	加标样 (个)	回收 率%	指标	检测值 (mg/kg)	标准值 (mg/kg)
									%	控制%			控制%		
氨氮	9	1	0.86	0-20	1	0.7	0-20	0	-	-	1	-	-	-	-
As	9	1	17.30	-	1	-	-	1	99	80-120	-	-	-	24	25
Pb	9	1	7.61	0-20	1	1.0	0-20	1	100	80-120	1	100	80-120	-	-
Co	9	1	0.02	0-20	1	2	0-20	1	106	80-120	1	99	80-120	-	-
Ni	9	1	0.71	0-20	1	3	0-20	1	106	80-120	1	101	80-120	-	-
1,2-二 氯乙 烷	9	1	—	-	1	-	-	1	104	80-120	-	-	-	-	-
氰化 物	9	1	3.37	-	1	0	-	-	-	-	1	88	80-120	-	-

## 6.7 两期调查结果分析与评价

本次评价标准选用初步调查结果分析中土壤和地下水评价标准。

### 6.7.1 土壤检测结果分析

场地详细调查共检测 110 个土壤点位，采集土壤样品 529 个（包括 46 个平行样），检测因子重金属（铅、镉、镍、汞、砷、铜、六价铬）、氨氮、C10-C40、挥发性有机物、半挥发性有机物。检测结果表明，该场地详细调查中存在重金属（砷、镉、铜、铅、汞、镍）、氨氮、C10-C40、苯并（a）芘检出。

为分析场地土壤污染物整体状况，本节将整合场地两期土壤采样（初步采样和详细采样）结果进行统计分析。两期共布设 200 个点位，采集分析土壤样品 941 个。检测指标依据已调查结果进行设计，包括重金属、挥发性有机物、半挥发性有机物、石油烃 C10-C40、氨氮、游离氨、氰化物、多氯联苯、甲醇或其中几种。

污染物检测结果见下表，第三方检测技术服务有限公司对本项目出具了检测报告，根据检测结果可知：

表 6.7-1 两期调查采样检出物质一览表

	类别	超标因子	检出未超标
土壤	重金属	铜、砷	镍、铅、镉、汞、锌、钼、钴、钒、六价铬
	VOCs	--	苯、甲苯、乙苯、间&对二甲苯、邻二甲苯、1,2-二氯丙烷、四氯化碳、1,2-二氯乙烷
	SVOCs	苯并(a)芘	萘、苯并(a)蒽、蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a, h)蒽
	石油烃	C10-C40	--
	游离氨	游离氨	--
	氨氮	氨氮	--
	氰化物	--	未检出
	多氯联苯	--	未检出
甲醇	--	--	

#### 6.7.1.1 重金属检测结果分析

本次场地环境调查中，该区域土壤共检测六价铬、砷、镍、铜、汞、铅、

镉、锌、钒、钼、钴 11 项重金属，除六价铬外，其余重金属均有检出。其中，重金属铜的超标率为 1.60%，最大值点位为 SS18，位于甲醇生产设备南侧，最大超标倍数为 7.15 倍；砷的超标率为 4.15%，最大值点位为 SS03，位于一网络的西侧，气柜的北侧，最大超标倍数为 0.95 倍。

表 6.7-2 重金属检测结果统计表

检测项目	筛选值 (mg/kg)	含量范围 (mg/kg)	检出个数	检出率 (%)	超标率 (%)	最高含量样品	最大超标倍数 (%)
铜	2000	8-16300	313	100	1.60	SS18-1.0	7.15
砷	20	3.64-39	337	100	4.15	SS03-0.5	0.95
镍	150	12-68	260	100	0.00	S22-1.0	0.00
铅	400	7.9-132	260	100	0.00	S86-0.5	0.00
镉	20	0.03-1.1	260	100	0.00	S14-1.0	0.00
汞	8	0.006-1.58	260	100	0.00	S73-1.0	0.00
锌	6000	48.8-132	39	100	0.00	S86-0.5	0.00
钒	165	50-119	17	100	0.00	S60-1.0	0.00
钼	100	未检出-4.7	34	87.18	0.00	S1-1.0	0.00
钴	20	6.23-19.2	39	100	0.00	S10-6.0	0.00

### 6.7.1.2 挥发性有机物检测结果分析

挥发性有机物 (VOCs) 中有 8 项指标检出，检出因子为苯、甲苯、乙苯、间&对二甲苯、邻二甲苯、1,2-二氯乙烷、四氯化碳、1,2-二氯丙烷，均未超过风险筛选值，对人体健康的风险在可接受范围内。

表 6.7-3 挥发性有机物检测结果统计表

检测项目	筛选值 ( $\mu$ g/kg)	含量范围 ( $\mu$ g/kg)	检出个数	检出率 (%)	超标率 (%)	最高含量样品	最大超标倍数
苯	1000	45.9-829	22	4.52	0.00	S28-0.5	0.00
甲苯	1200000	2.1-3770	17	3.49	0.00	S28-0.5	0.00
乙苯	7200	29-604	5	1.03	0.00	S56-0.5	0.00
间&对-二甲苯	163000	27.3-3570	11	2.26	0.00	S28-0.5	0.00
邻-二甲苯	222000	16.4-953	7	1.44	0.00	S56-0.5	0.00
1,2-二氯乙烷	520	44.3	1	0.21	0.00	S86-0.5	0.00
四氯化	900	190	1	0.21	0.00	S86-0.5	0.00

检测项目	筛选值 ( $\mu$ g/kg)	含量范围 ( $\mu$ g/kg)	检出个数	检出率 (%)	超标率 (%)	最高含量样品	最大超标倍数
碳							
1,2-二氯丙烷	1000	39.6	1	0.21	0.00	S86-0.5	0.00

### 6.7.1.3 半挥发性有机物检测结果分析

挥发性有机物（VOCs）中有 8 项指标检出，检出因子为萘、苯并（a）蒽、蒽、苯并（b）荧蒽、苯并（K）荧蒽、苯并（a）芘、茚并（1,2,3-cd）芘、二苯并（a, h）蒽，除苯并（a）芘外均未超过风险筛选值，对人体健康的风险在可接受范围内。

苯并（a）芘的超标率为 1.15%，最大值点位为 S34，位于南变压吸附罐区内，最大超标倍数为 3.54 倍。

表 6.7-4 半挥发性有机物检测结果统计表

检测项目	筛选值 (mg/kg)	含量范围 (mg/kg)	检出个数	检出率 (%)	超标率 (%)	最高含量样品	最大超标倍数
萘	25	0.09-0.81	8	1.64	0.00	S28-0.5	0.00
苯并（a）蒽	5.5	0.1-0.5	5	1.03	0.00	S28-0.5	0.00
蒽	490	0.1-1.8	11	2.26	0.00	S56-0.5	0.00
苯并（b）荧蒽	5.5	0.2-1.8	5	1.03	0.00	S28-0.5	0.00
苯并（K）荧蒽	5.5	0.3-0.4	2	0.41	0.00	S56-0.5	0.00
苯并（a）芘	0.55	0.4-1.5	6	1.15	0.20	S34-0.5	3.54
茚并（1,2,3-cd）芘	5.5	0.5-0.5	2	0.41	0.00	S86-0.5	0.00
二苯并（a, h）蒽	0.55	0.3-0.35	2	0.41	0.00	S86-0.5	0.00

### 6.7.1.4 石油烃检测结果分析

本次场地调查，石油烃分析数量为 413 个，有 321 个样品有检出，检出含

量范围为 12-38400mg/kg，超标率为 6.85%，最大值点位为 SS18，位于甲醇生产设备南侧，最大超标倍数为 45.49 倍。

表 6.7-5 石油烃检测结果统计表

检测项目	筛选值 (mg/kg)	含量范围 (mg/kg)	检出个数	检出率 (%)	超标率 (%)	最高含量点位	最大超标倍数
C10-C40	826	12-38400	321	77.72	6.85	SS18-1.0	45.49

#### 6.7.1.5 氨氮检测结果分析

本次场地调查，氨氮分析数量为 522 个，检出率为 100%，检出含量范围为 0.65-3950mg/kg，超标率为 6.32%，最大值点位为 SS66，位于尿素主厂房的北侧，包装主厂房的南侧，最大超标倍数为 1.31 倍。

表 6.7-6 氨氮检测结果统计表

检测项目	筛选值 (mg/kg)	含量范围 (mg/kg)	检出个数	检出率 (%)	超标率 (%)	最高含量点位	最大超标倍数
氨氮	1710	0.65-3950	522	100	6.32	SS66-6.0	1.31

#### 6.7.1.6 氰化物检测结果分析

本次场地调查，氰化物分析数量为 118 个，均未检出，对人体健康的风险在可接受范围内。

#### 6.7.1.7 多氯联苯检测结果分析

本次场地调查，多氯联苯分析数量为 55 个，均未检出，对人体健康的风险在可接受范围内。

#### 6.7.1.8 小结

将初步调查、详细调查点位综合分析，超筛选值点位总计 44 个（初步调查 13 个、详细调查 31 个），超筛选值指标包括砷、铜、苯并(a)芘、石油烃(C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>)、氨氮 5 项，分布于碳酸氢铵生产区、甲醇生产区、尿素生产区。各污染区域的基本情况如表 4.2-3 所示。

表 6.7-7 第二阶段场地调查污染片区情况一览表

功能区	污染区块	污染点数量	点位编号	污染深度	超筛选值指标
碳酸氢铵生产区	一网络西	4 个	SS02、SS03、	0-0.8m	砷



功能区	污染区块	污染点数量	点位编号	污染深度	超筛选值指标
	侧	(初调 1 个、详调 3 个)	S63		
			SS01、SS02	0.8-3.0m	砷
	气柜	2 个 (详调 2 个)	SS04、SS05	0.8-3.0m	砷
			SS08	0-3.0m	石油烃
			SS09	0.8-3.0m	石油烃
	二氧化硫压缩	1 个 (初调 1 个)	S25	0-0.8m	氨氮
				4.9-7.6m	
	北变压吸附罐区	3 个 (初调 1 个、详调 2 个)	S56、SS52	0.8-3.0m	氨氮
			SS54	0-0.8m	石油烃
	南变压吸附罐区	2 个 (初调 1 个、详调 1 个)	S34、SS41	0-0.8m	苯并(a)芘
	180 压缩机	4 个 (初调 2 个、详调 2 个)	S61、S59	0.8-3.0m	氨氮
			S61	3.0-4.9m	
			SS15	0-3.0m	石油烃
			SS17	0.8-3.0m	石油烃
三废硫化混燃炉	2 个 (初调 1 个、详调 1 个)	S10、SS14	0.8-3.0m	石油烃	
污水终端	1 个 (初调 1 个)	S22	0.8-3.0m	石油烃	
			3.0-4.9m	石油烃	
变换脱硫	1 个 (初调 1 个)	S56	0-0.8m	石油烃	
甲醇生产设备	3 个 (初调 1 个、详调 2 个)	S70	0-0.8m	铜、石油烃	
		SS18	0.8-3.0m	铜、石油烃	
		SS19	0.8-3.0m	铜	
甲醇生产区	压缩车间	1 个 (详调 1 个)	SS25	4.9-7.6m	氨氮
	油池	1 个 (初调 1 个)	S77	0-0.8m	砷
				3.0-4.9m	石油烃
	烃化车间	1 个 (初调 1 个)	S79	0.8-3.0m	石油烃
	甲醇循环机	1 个 (详调 1 个)	SS33	0-0.8m	石油烃
	污水管线	3 个 (详调 3 个)	SS30	0.8-3.0m	砷
SS26、SS28、SS30			4.9-7.6m		砷
SS28			7.6-10.0	砷	
尿素生产区	尿素主厂房	8 个 (初调 3 个、详调 5 个)	S26、S30	3.0-4.9m	氨氮
			SS66、SS67、SS68、	4.9-7.6m	氨氮
				7.6-10.0m	氨氮

功能区	污染区块	污染点数量	点位编号	污染深度	超筛选值指标
			SS71	7.6-10.0m	氨氮
			SS78	0.8-3.0m	氨氮
			S29	3.0-4.9m	氨氮
	包装主厂房	1个 (初调1个)	S29	3.0-4.9m	氨氮
	造粒塔	1个 (详调1个)	SS64	0-0.8m	氨氮
				0.8-3.0m	氨氮
				4.9-7.6m	氨氮
	化肥场地	3个 (详调3个)	SS61、SS62	0.8-3.0m	氨氮
			SS63	0-0.8m	氨氮
	成品库	2个 (详调2个)	SS77	0.8-3.0m	氨氮
			SS76	3.0-4.9m	氨氮
			SS76	4.9-7.6m	氨氮

点位	超标因子
SS01, SS02, SS03, SS04, SS05, SS26, SS28, SS30, S63	砷
SS19	铜
S34, SS41	苯并(a)花
SS08, SS09, SS14, SS15, SS17, SS33, SS54, S79, S22, S10	石油烃
S25, S26, S29, S30, S58, S61, SS25, SS52, SS61, SS62, SS63, SS64, SS66, SS67, SS68, SS71, SS76, SS77, SS78	氨氮
S56	氨氮、石油烃
S77	砷、氨氮、石油烃
S70, SS18	铜、石油烃

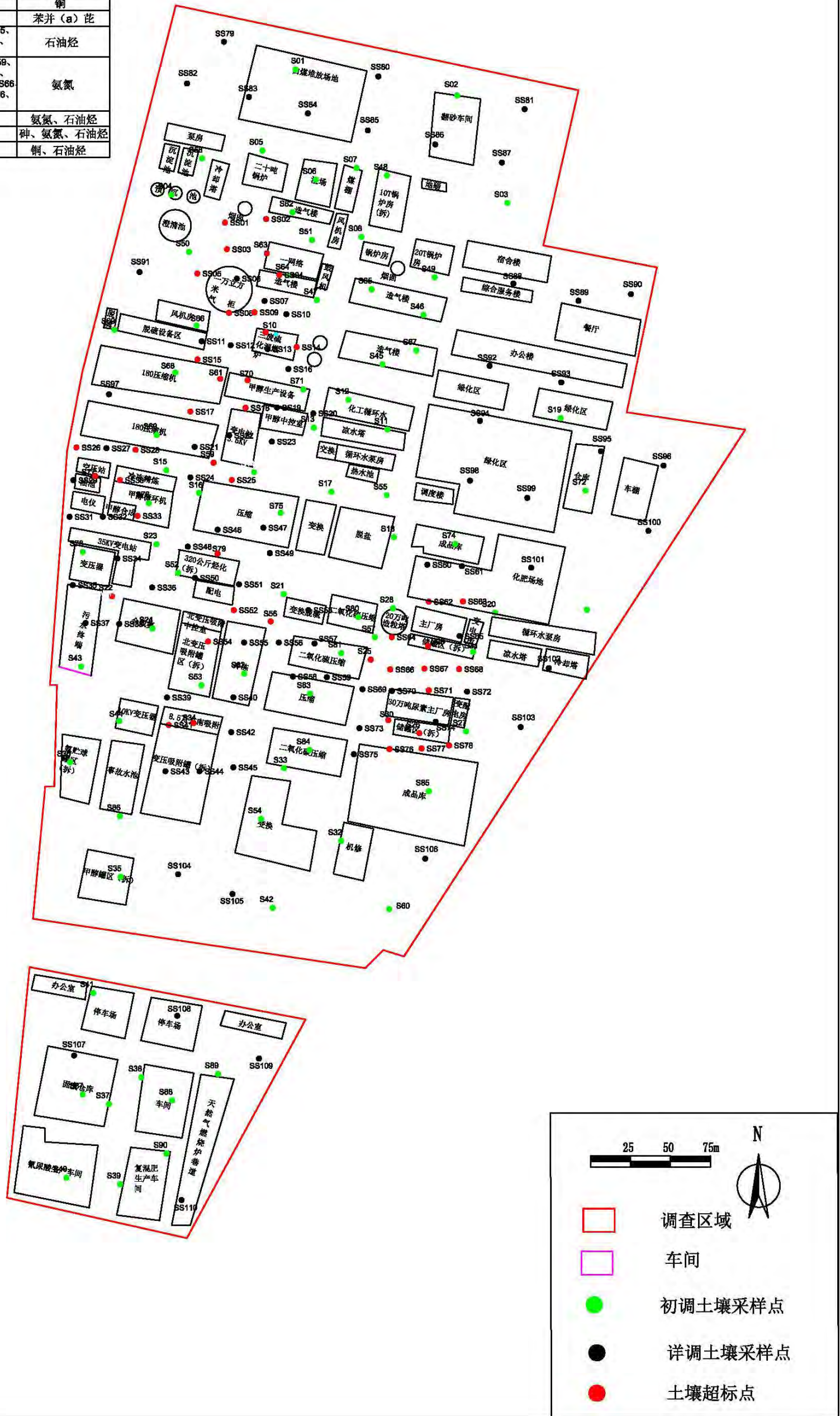


图 6.7-1 两期调查超标点位图

## 6.7.2 土壤污染物数据和污染成因分析

### 6.7.2.1 砷

依据两期土壤样品的调查结果，场地内共检测砷样品 319 个，超标点位 9 个，超标样品 13 个，超标率 4.08%，检出范围 6.5-39mg/kg，检出浓度最高点为 SS03-0.5，位于一网络东侧。

超标点位为 S63、S77、SS01、SS02、SS03、SS04、SS05、SS26、SS28、SS30。点位 S77 位于油池的东北侧，在油水分离过程中，废油的泄漏、下渗导致土壤砷超标。点位 SS01、SS02 于 1976 年至 1998 年为临时渣场，主要用于存放炉渣，在炉渣存放过程中炉渣中的砷通过淋滤下渗导致土壤砷超标；于 1998 年至 2016 年为锅炉房，在使用过程中粉尘的干湿沉降导致土壤砷超标。SS03、SS04、S63 于 1976 年至 1998 年为造气车间，主要用于生产半水煤气，在生产过程中废气的泄漏通过大气干湿沉降导致土壤砷超标。SS05 于 1976 年至 1998 年为空地，在生产过程中废气的干湿沉降导致土壤砷超标。SS26、SS28、SS30 位于污水管线沿线，污废水的跑、冒、滴、漏，废气的干湿沉降导致土壤砷超标。

砷主要超标区域为第一层填土层和第二层粉质黏土层顶板，说明粉质黏土对砷迁移有一定阻碍；其中污水管线处，超标主要位于第四层粉质黏土层和粉土层，由于污水管线底板埋深位于第二层（粉质黏土层）相对阻隔层下部，因此污染至本场地第二个相对阻隔层，即第四层粉质黏土层和粉土层。

根据《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018），砷最大值高于风险筛选值（20mg/kg），低于风险管控值（120mg/kg），后期需要展开风险评估。

表 6.7-8 土壤中砷超标点位一览表

点位位置描述	样品编号	砷浓度 (mg/kg)	点位位置描述	样品编号	砷浓度 (mg/kg)
筛选值		20.0	筛选值		20.0
S63	S63-0.5	21.8	SS05	SS05-0.5	16.3
	S63-1.0	17.1		SS05-2.0	18.5
	S63-2.0	/		SS05-3.0	20.7
	S63-4.0	/		SS05-5.0	12.2

S77	S77-0.5	<b>21.1</b>	SS26	SS26-0.5	10.1	
	S77-1.0	9.31		SS26-1.0	<b>20.5</b>	
	S77-2.0	/		SS26-2.0	12.4	
	S77-4.0	/		SS26-4.0	7.4	
	S77-6.0	/		SS26-6.0	13.4	
SS01	SS01-0.5	18.1	SS28	SS28-0.5	7.3	
	SS01-1.0	18.2		SS28-1.0	13.0	
	SS01-2.0	<b>32.1</b>		SS28-2.0	15.0	
	SS01-4.0	6.0		SS28-4.0	7.8	
SS02	SS02-0.5	<b>25.8</b>		SS28-6.0	<b>23.7</b>	
	SS02-1.0	<b>26.6</b>		SS28-8.0	<b>23.8</b>	
	SS02-2.0	19.3		SS28-10.0	5.84	
	SS02-4.0	10.6		SS30	SS30-0.5	19.4
SS03	SS03-0.5	<b>39.0</b>			SS30-1.0	19.2
	SS03-1.0	19.6			SS30-2.0	<b>21.7</b>
	SS03-2.0	16.7	SS30-4.0		7.8	
	SS03-4.0	8.8	SS30-6.0		<b>26.4</b>	
SS04	SS04-0.5	18.1	SS30-8.0		16.3	
	SS04-1.0	<b>32.5</b>	SS30-10.0	11.5		
	SS04-2.0	19.9				
	SS04-4.0	8.9				

注：（1）字体加粗格式数据为超标浓度；

（2）“ND”为未检出；

（3）“/”为未检出。



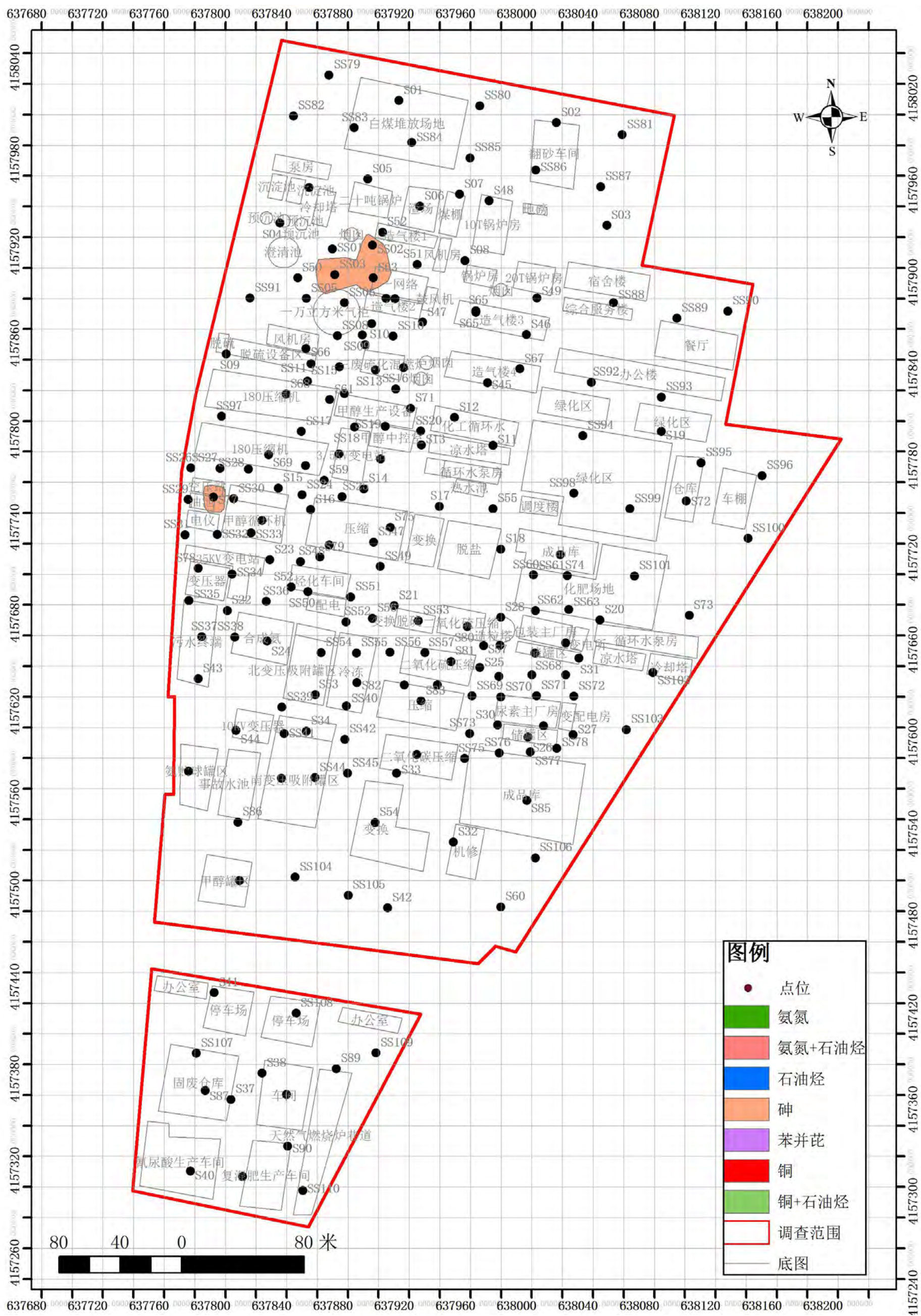


图 6.7-2 砷 0-0.8m 污染范围图



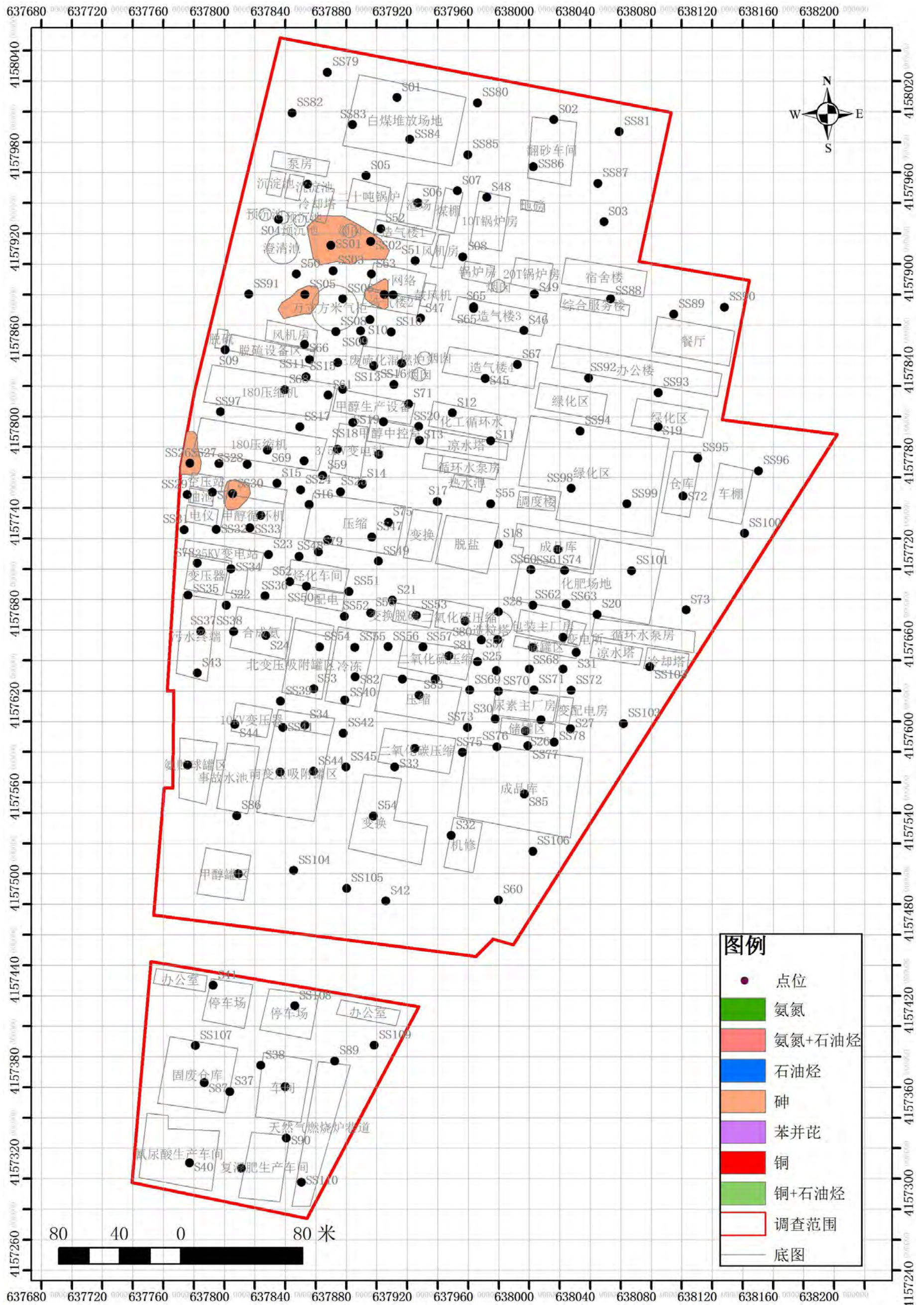


图 6.7-3 砷 0.8-3.0m 污染范围图



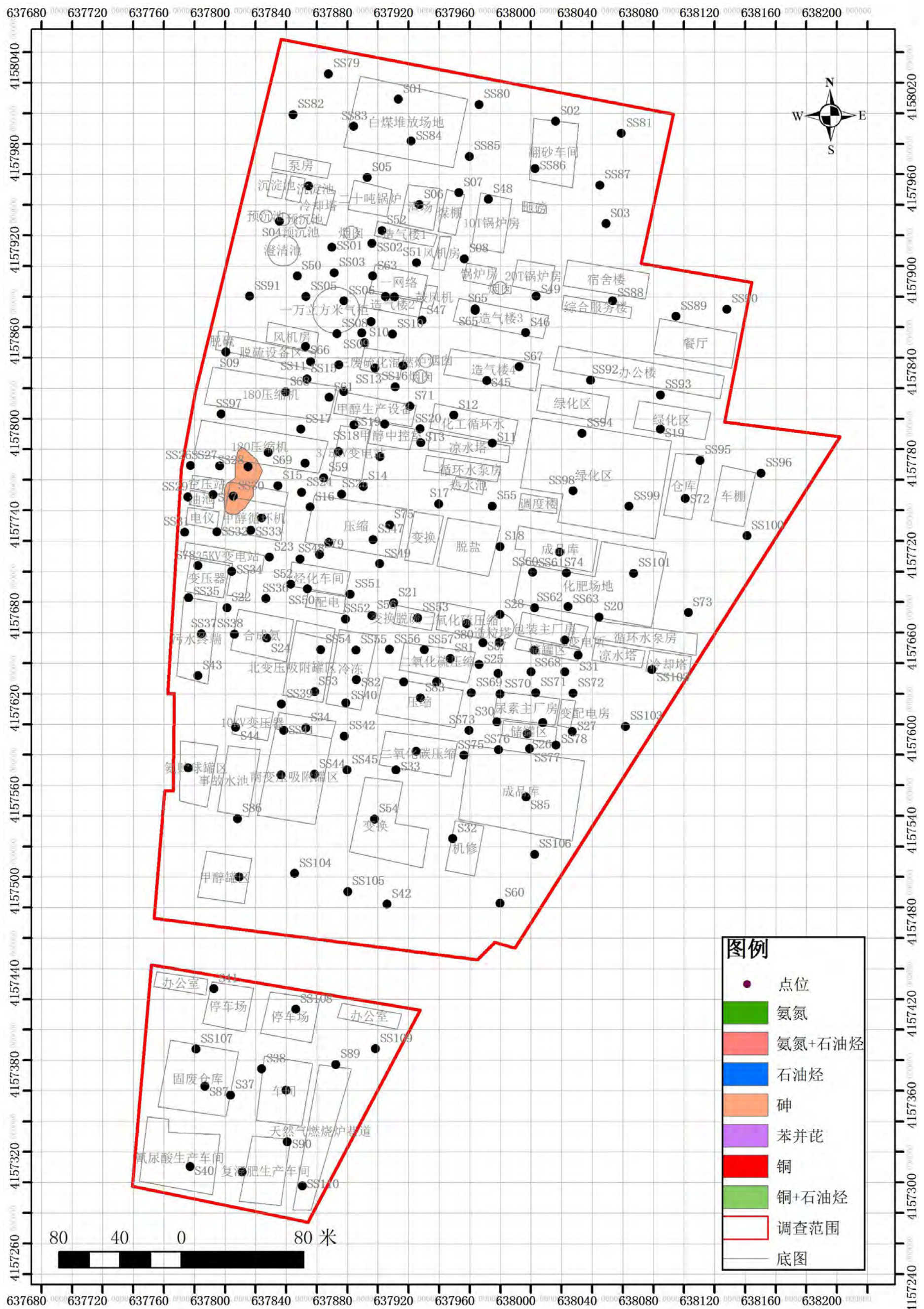


图 6.7-4 砷 4.9-7.6m 污染范围图



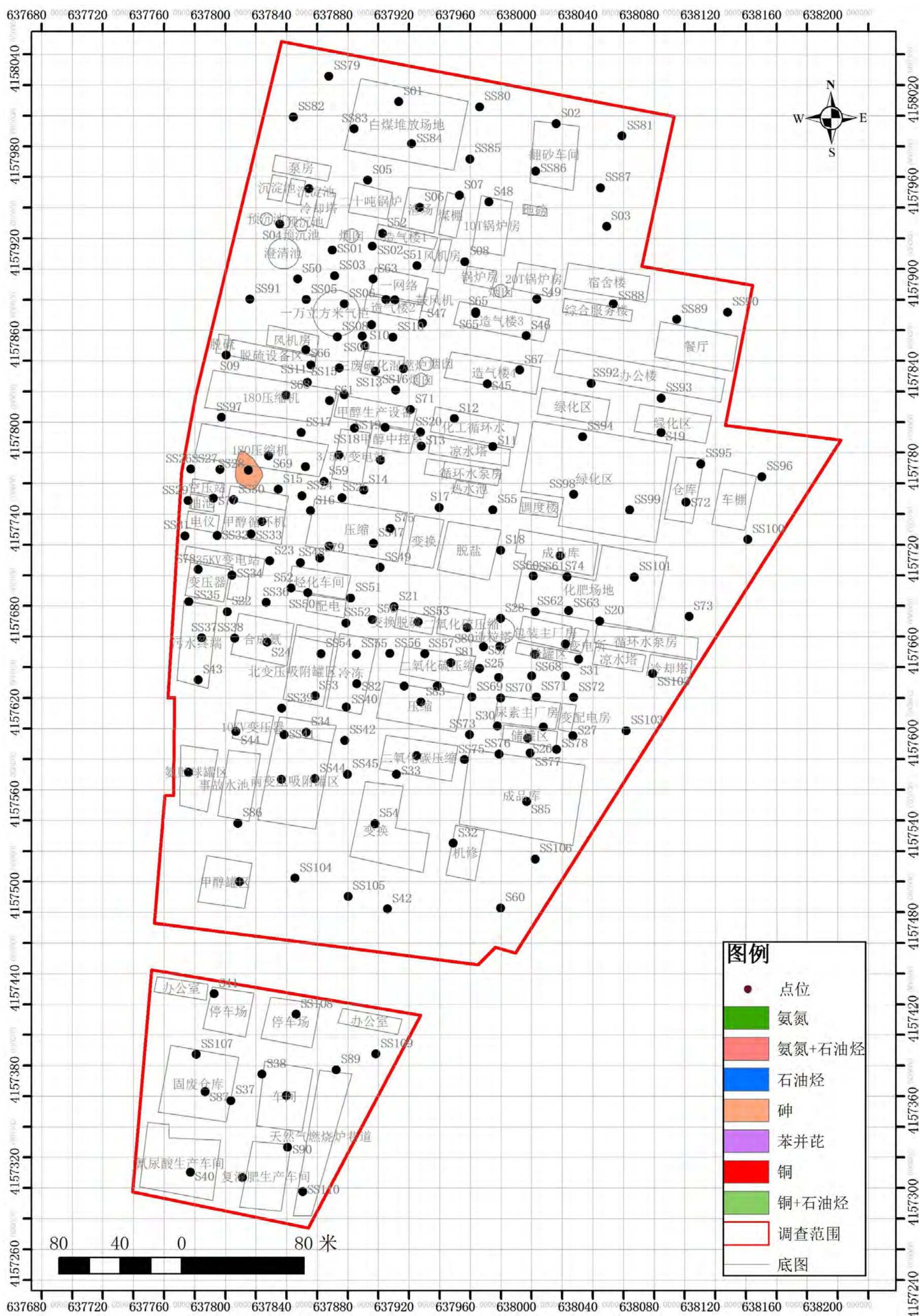


图 6.7-5 砷 7.6-10.0m 污染范围图

### 6.7.2.2 铜

依据两期土壤样品的调查结果，场地内共检测铜样品 297 个，超标点位 3 个，超标样品 5 个，超标率 1.68%，检出范围未检出-16300mg/kg，最大超标倍数为 8.05 倍，检出浓度最高点为 SS18-1.0，位于甲醇生产设备车间南侧。

超标点位为 S70、SS18、SS19，均位于甲醇生产设备车间，超标原因是在甲醇生产过程中，催化剂的泄漏、遗撒通过淋溶下渗造成土壤铜污染。

主要超标区域为第一层填土层和第二层粉质黏土层顶板，说明粉质黏土对铜迁移有一定阻碍。

根据《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018），砷最大值高于风险筛选值（2000mg/kg），低于风险管控值（8000mg/kg），后期需要展开风险评估。

表 6.7-9 土壤中铜超标点位一览表

点位位置描述	样品编号	铜浓度 (mg/kg)	点位位置描述	样品编号	铜浓度 (mg/kg)
筛选值		2000	筛选值		2000
S70	S70-0.5	<b>4570</b>	SS19	SS19-0.5	1370
	S70-1.0	47		SS19-1.0	<b>2290</b>
	S70-2.0	/		SS19-2.0	<b>4320</b>
	S70-4.0	/		SS19-4.0	72
SS18	SS18-0.5	169		SS19-6.0	-
	SS18-1.0	<b>16300</b>			
	SS18-2.0	<b>2080</b>			
	SS18-4.0	22			
	SS18-6.0	61			

注：（1）字体加粗格式数据为超标浓度；  
 （2）“ND”为未检出；  
 （3）“/”为未检出。



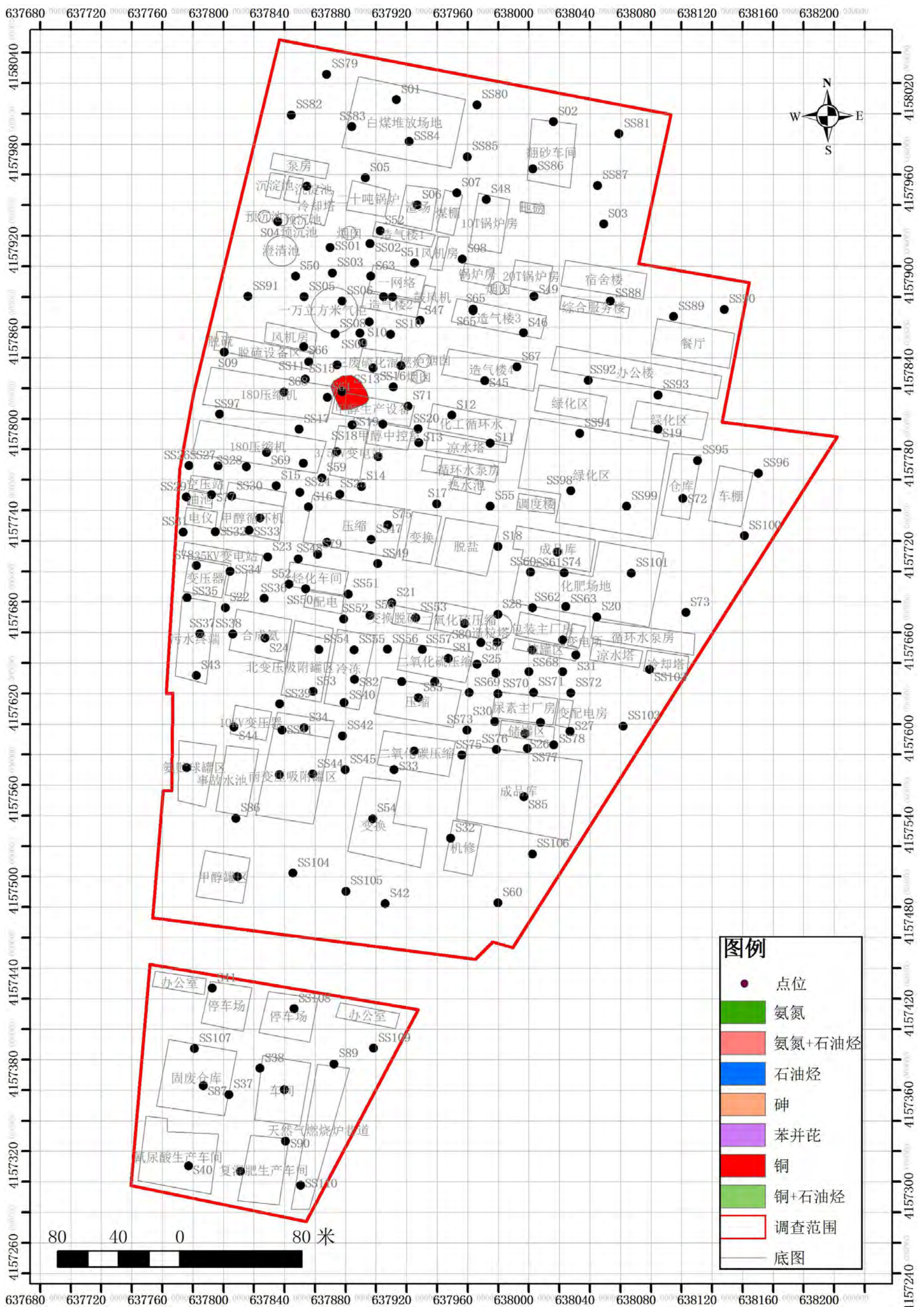


图 6.7-6 铜 0-0.8m 污染范围图



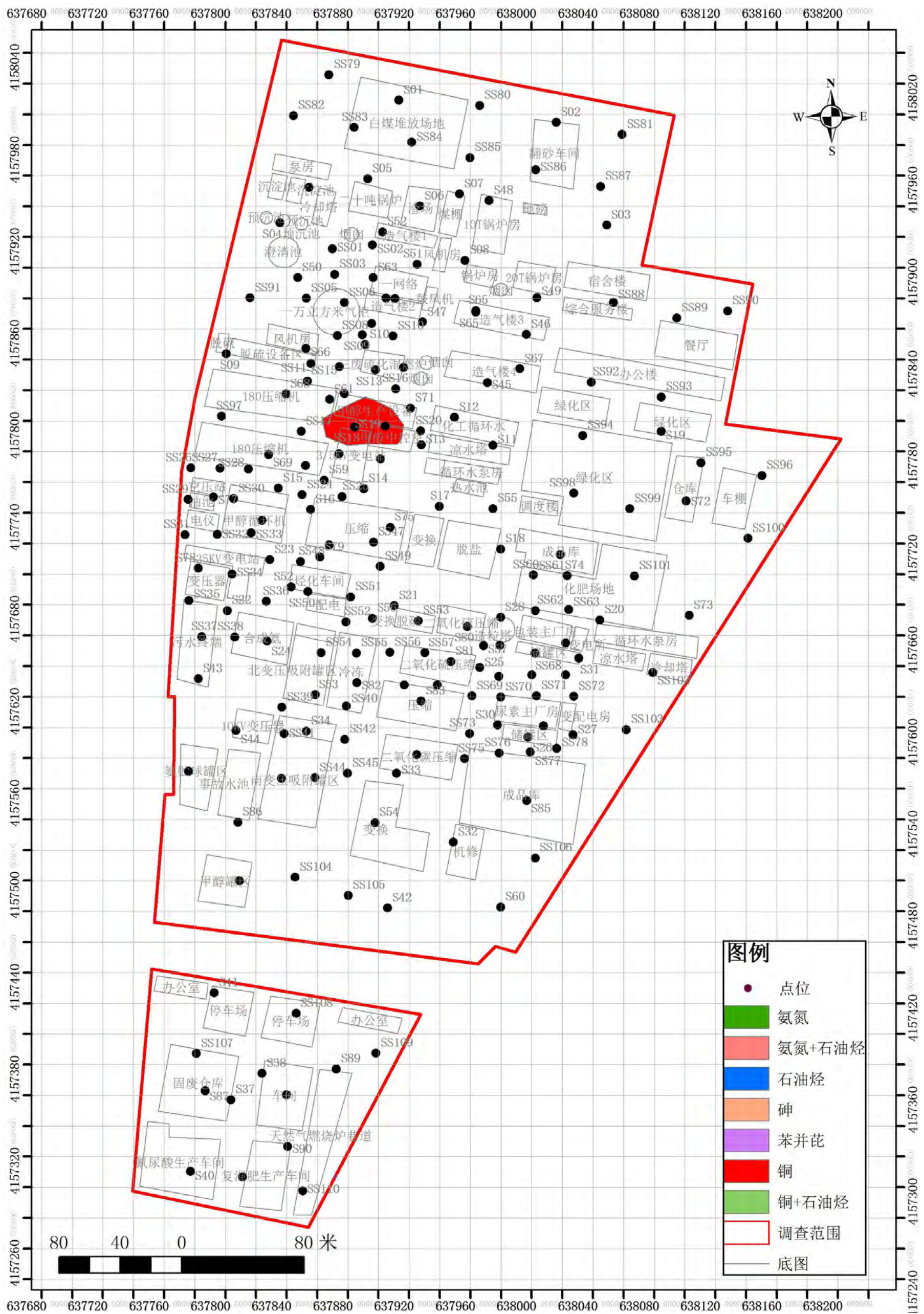


图 6.7-7 铜 0.8-3.0m 污染范围图

### 6.7.2.3 苯并（a）芘

依据两期土壤样品的调查结果，场地内共检测苯并（a）芘样品 36 个，超标点位 2 个，超标样品 2 个，超标率 5.56%，检出范围未检出-2.5mg/kg，最大超标倍数为 3.55 倍，检出浓度最高点为 SS41-0.5。超标点位为 S34、SS41-0.5，均位于南变压吸附罐区，超标原因是在合成氨生产过程中，原料气的泄漏通过大气干湿沉降造成土壤苯并（a）芘污染。

主要超标区域为第一层杂填土层，说明粉质黏土对苯并（a）芘迁移有一定阻碍。

根据《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018），苯并（a）芘最大值高于风险筛选值（0.55mg/kg），低于风险管控值（5.5mg/kg），后期需要展开风险评估。

表 6.7-10 土壤中苯并[a]芘超标点位一览表

点位位置描述	样品编号	苯并[a]芘浓度（mg/kg）
筛选值		<b>0.55</b>
S34	S34-0.5	<b>1.5</b>
	S34-1.0	ND
	S34-2.0	ND
	S34-4.0	ND
SS41	SS41-0.5	<b>2.5</b>
	SS41-1.0	ND
	SS41-2.0	ND
	SS41-4.0	ND
	SS41-6.0	ND

注：（1）字体加粗格式数据为超标浓度；  
（2）“ND”为未检出，  
（3）“S(S)xx-xx”表示采样“采样点位-采样深度”。



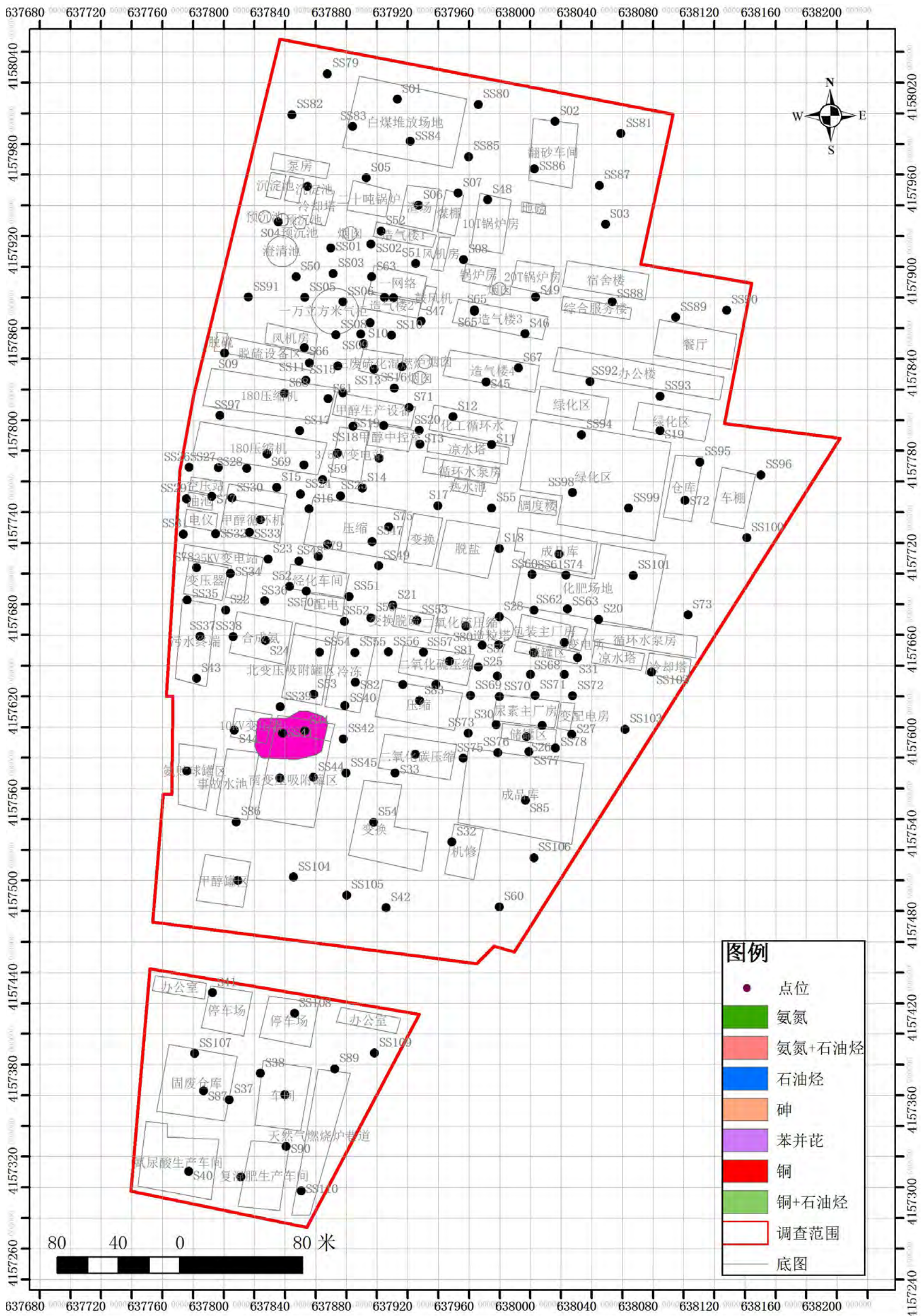


图 6.7-8 苯并(a)芘 0-0.8m 污染范围图

#### 6.7.2.4 石油烃

依据两期土壤样品的调查结果，场地内共检测石油烃样品 311 个，超标点位 14 个，超标样品 22 个，超标率 7.07%，检出范围未检出-38400mg/kg，最大超标倍数为 45.49 倍，检出浓度最高点为 SS18-1.0，位于甲醇生产设备南侧。

超标点位为 S10、S22、S56、S70、S77、S79、SS08、SS09、SS14、SS15、SS17、SS18、SS33、SS54。点位 S10、SS08、SS09、SS14，于 1976 年至 2007 年为低压厂房，主要进行半水煤气的脱碳，在生产过程中原料气的泄漏及排放通过大气干湿沉降对土壤造成石油烃污染；于 2007 年至 2016 年，为三废硫化混燃炉，在使用过程中，粉尘、废气通过大气干湿沉降对土壤造成石油烃污染。点位均 S22 位于污水终端东侧，污水管线沿线，污废水的跑、冒、滴、漏通过下渗导致土壤石油烃污染。点位 S56 位于变换脱硫车间附件，污水管线沿线区域，在生产过程中，原料气的泄漏通过大气干湿沉降、污废水的跑、冒、滴、漏通过下渗导致土壤石油烃污染。点位 S70、SS18，于 1976 年至 2007 年为联合车间，在合成氨的生产过程中，原料气的泄漏，通过大气干湿沉降导致土壤石油烃超标。点位 S77 位于油池，在油水分离过程中，废油的泄漏、下渗导致土壤石油烃污染。点位 S79 位于甲醇烃化车间附近，在甲醇生产过程中，原料气的泄漏通过大气干湿沉降导致土壤石油烃污染。点位 SS33 位于甲醇循环机车间，在甲醇生产过程中，原料气的泄漏通过大气干湿沉降导致土壤石油烃污染。点位 SS54 位于北变压吸附罐区，在原料气吸附脱碳过程中，原料气的泄漏通过大气干湿沉降导致土壤石油烃污染。

石油烃主要超标区域为第二层（粉质黏土层）和第三层（粉土层），说明粉质黏土对石油烃迁移有一定阻碍，部分区域填土层未超标但是检测浓度高于其他区域，从第二层开始超标，可能由于填土层石油烃挥发造成，也可能是变迁过程厂房重新建设杂填土换填造成。

根据《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018），石油烃最大值高于风险筛选值（826mg/kg），低于风险管控值（5000mg/kg），后期需要展开风险评估。



表 6.7-11 土壤中总石油烃超标点位一览表

点位位置描述	样品编号	TPH 浓度 (mg/kg)	点位位置描述	样品编号	TPH 浓度 (mg/kg)	
筛选值		<b>826.0</b>	筛选值		<b>826.0</b>	
S10	S10-0.5	97	SS09	SS09-0.5	303	
	S10-1.0	128		SS09-1.0	<b>1680</b>	
	S10-2.0	<b>5660</b>		SS09-2.0	ND	
	S10-4.0	231		SS09-4.0	ND	
	S10-6.0	155		SS09-6.0	ND	
S22	S22-0.5	198	SS14	SS14-0.5	519	
	S22-1.0	<b>2260</b>		SS14-1.0	<b>1720</b>	
	S22-2.0	<b>7950</b>		SS14-2.0	28	
	S22-4.0	<b>1320</b>		SS14-4.0	ND	
	S22-6.0	ND		SS14-6.0	ND	
S56	S56-0.5	<b>9110</b>	SS15	SS15-0.5	<b>4600</b>	
	S56-1.0	41		SS15-1.0	<b>2390</b>	
	S56-2.0	ND		SS15-2.0	<b>1170</b>	
	S56-4.0	ND		SS15-4.0	ND	
	S56-6.0	64		SS15-6.0	ND	
S70	S70-0.5	<b>16300</b>	SS17	SS17-0.5	449	
	S70-1.0	78		SS17-1.0	<b>1080</b>	
	S70-2.0	ND		SS17-2.0	<b>8060</b>	
	S70-4.0	ND		SS17-4.0	40	
				SS17-6.0	34	
S77	S77-0.5	ND	SS18	SS18-0.5	297	
	S77-1.0	ND		SS18-1.0	<b>38400</b>	
	S77-2.0	ND		SS18-2.0	<b>3980</b>	
	S77-4.0	<b>958</b>		SS18-4.0	395	
	S77-6.0	ND		SS18-6.0	85	
S79	S79-1.0	<b>2020</b>	SS33	SS33-0.5	<b>4190</b>	
	S79-1.5	<b>2330</b>		SS33-1.0	285	
	S79-2.5	ND		SS33-2.0	39	
	S79-4.5	ND		SS33-4.0	ND	
	S79-6.5	ND		SS54	SS54-0.5	<b>4470</b>
	S79-8.5	ND			SS54-1.0	ND
SS08	SS08-0.5	<b>6700</b>				

	SS08-1.0	<b>1210</b>		SS54-2.0	ND
	SS08-2.0	38		SS54-4.0	ND
	SS08-4.0	39		SS54-6.0	ND
	SS08-6.0	30			

- 注：（1）字体加粗格式数据为超标浓度；  
（2）“ND”为未检出，  
（3）“S(S)xx-xx”表示采样“采样点位-采样深度”。

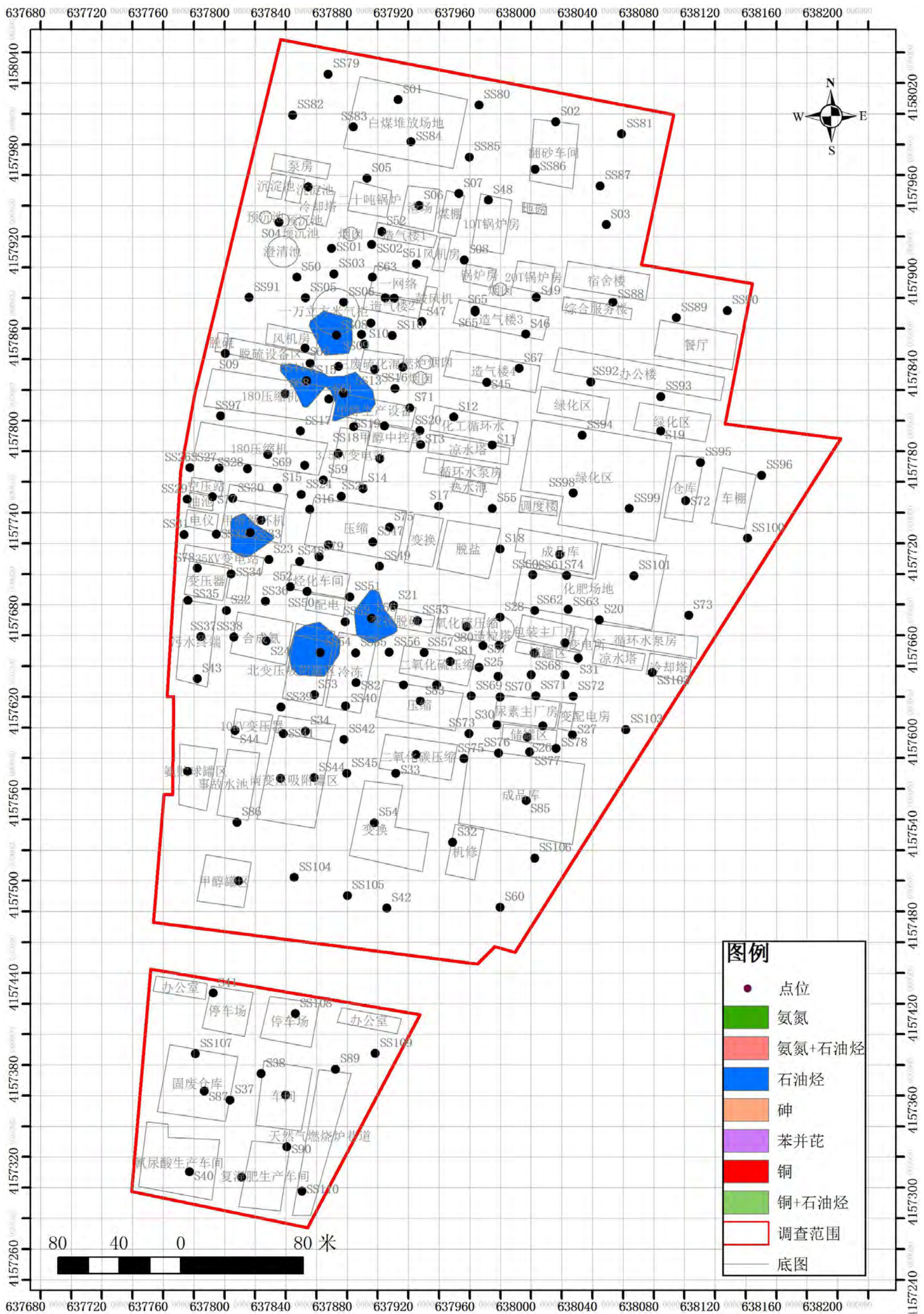


图 6.7-9 石油烃 0-0.8m 污染范围图



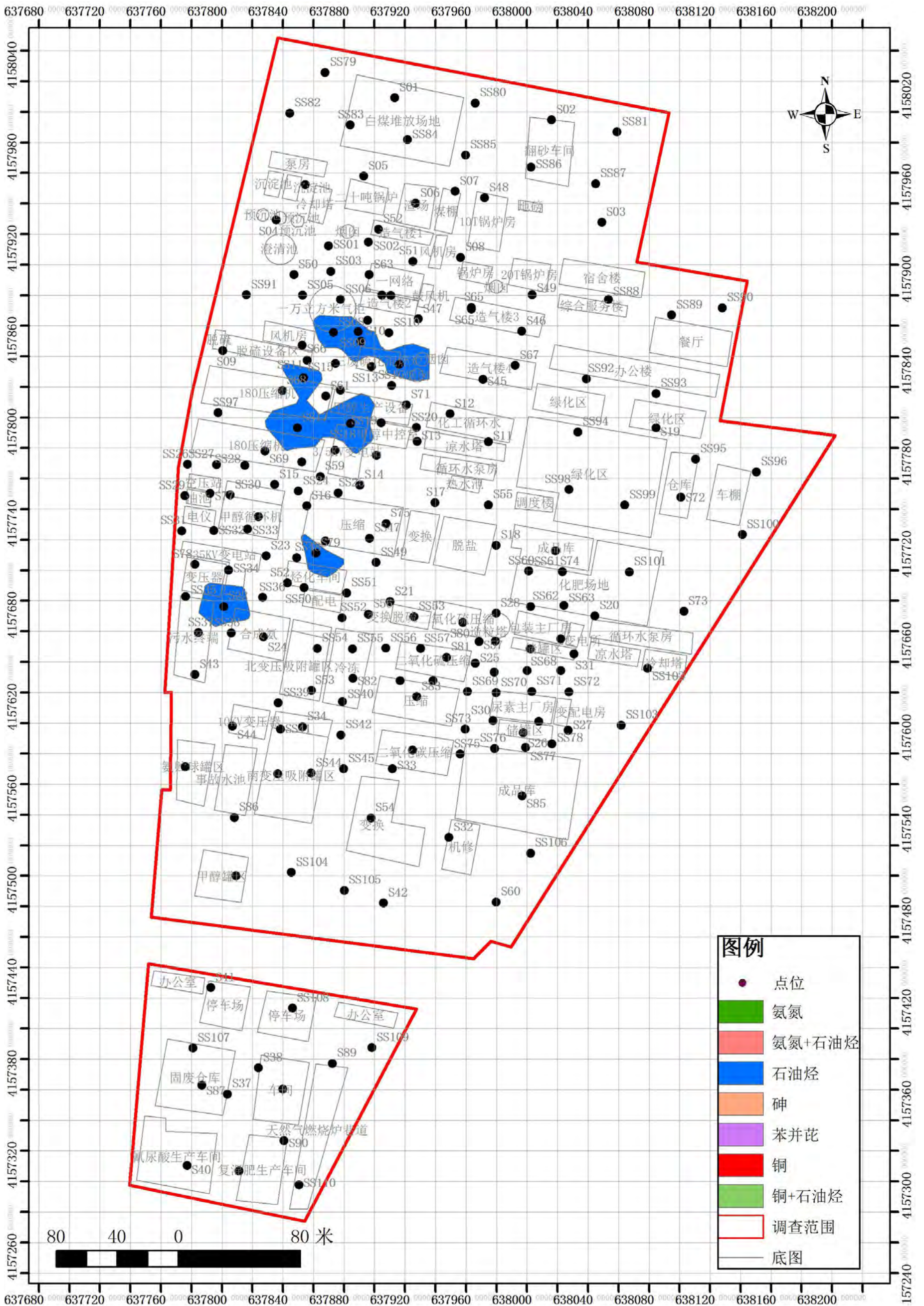


图 6.7-10 石油烃 0.8-3.0m 污染范围图



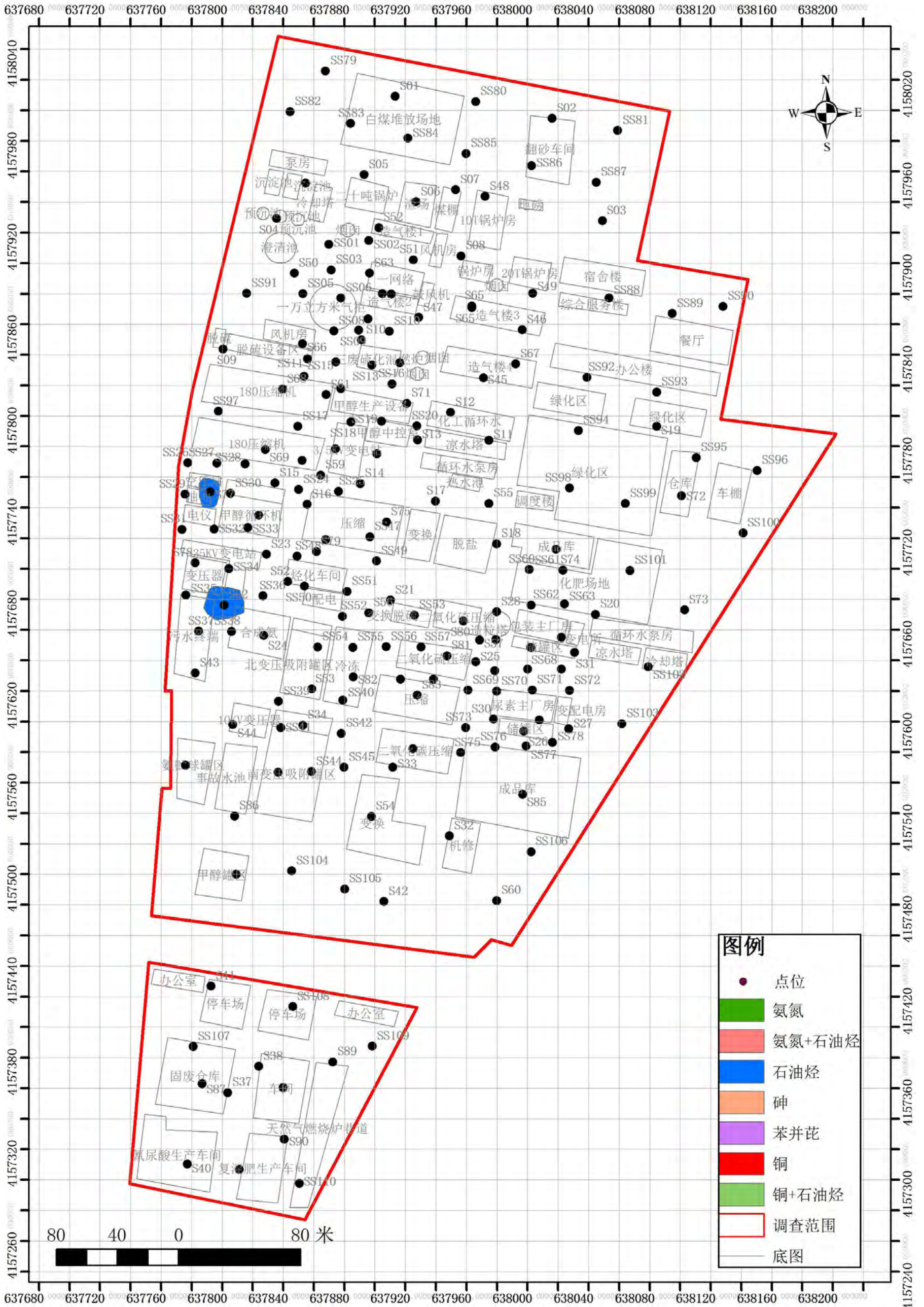


图 6.7-11 石油烃 3.0-4.9m 污染范围图

### 6.7.2.5 氨氮

依据两期土壤样品的调查结果，场地内共检测氨氮样品 478 个，超标点位 19 个，超标样品 33 个，超标率 6.90%，检出范围 0.65-3950mg/kg，最大超标倍数为 1.31 倍，检出浓度最高点为 SS66-6.0，位于脱硫设备区北侧的风机房。

超标点位为 S25、S26、S29、S30、S56、S59、S61、SS25、SS52、SS61、SS62、SS63、SS64、SS66、SS67、SS68、SS71、SS76、SS77、SS78。

点位 S25，位于尿素主厂房的下风向，污水管线沿线，尿素主厂房尾气排放通过大气干湿沉降、污水管线跑、冒、滴、漏通过下渗造成土壤氨氮污染。

点位 S26、S30、SS77、SS78 位于尿素主厂房储罐区内及附近，储罐的泄漏、遗撒通过地表下渗造成土壤氨氮污染。

点位 S29，位于包装主厂房储罐区，在液尿的存储过程中，液尿的泄漏、遗撒通过地表下渗造成土壤氨氮污染。

点位 S56、SS52，位于北变压吸附罐区北侧，污水管线沿线，在原料气变压吸附过程中，原料气中的氨泄漏、污废水中的液氨泄漏，通过地表下渗造成土壤氨氮污染。

点位 S59、S61，于 1976 年至 2007 年为联合车间，在液氨的合成过程中，产生的废气通过大气干湿沉降、废水通过地表下渗造成土壤氨氮污染；于 2007 年至 2016 年为 180 压缩机，在原料气的脱碳过程中，原料气的泄漏通过大气干湿沉降造成土壤氨氮污染。

点位 SS25，位于北压缩车间北侧，污水管线沿线，在污废水的输送过程中，废水通过地表下渗造成土壤氨氮污染。

点位 SS61、SS62、SS63，位于化肥场区域，主要用于存放成品尿素，在尿素存放过程中，尿素颗粒的遗撒通过地表裂缝下渗、迁移，造成土壤氨氮污染。

点位 SS71、SS64、SS66、SS67、SS68，位于造粒塔及尿素主厂房中间空地，在生产过程中，产生的废气通过大气干湿沉降、废水通过地表下渗造成土壤氨氮污染。

点位 SS76，位于南成品库，主要用于存放成品尿素，在尿素存放过程中，尿素颗粒的遗撒通过地表裂缝下渗、迁移，造成土壤氨氮污染。

由于氨氮是极易挥发污染物，因此除部分厂房具有较厚水泥层区域，第一层填土层超标外，其余区域均通过迁移下渗富集于第三层粉土层和第四层粉质黏土层和粉土层区域，靠近地表氨氮浓度值较高，但是由于挥发性，所以不超筛选值。

根据《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018），氨氮最大值高于风险筛选值（1710mg/kg），后期需要展开风险评估。

表 6.7-12 土壤中氨氮超标点位一览表

点位位置描述	样品编号	氨氮浓度 (mg/kg)	点位位置描述	样品编号	氨氮浓度 (mg/kg)
筛选值		1710.0	筛选值		1710.0
S25	S25-0.5	2130	SS64	SS64-0.5	2060
	S25-1.0	1530		SS64-1.0	2390
	S25-2.0	1420		SS64-2.0	2390
	S25-4.0	815		SS64-4.0	1510
	S25-6.0	2360		SS64-6.0	3400
	S25-8.0	4.11			
	S25-10.0	3.89			
S26	S26-0.5	7.53	SS66	SS64-8.0	26
	S26-1.0	17.7		SS66-0.5	76.4
	S26-2.0	20.7		SS66-1.0	100
	S26-4.0	1740		SS66-2.0	1510
	S26-6.0	20.6		SS66-4.0	1510
S29	S29-0.5	17.7	SS67	SS66-6.0	3880
	S29-1.0	18.4		SS66-8.0	1750
				SS66-10.0	2.7
				SS66-12.0	2.91
	S29-2.0	16.6		SS67-0.5	62.3
	S29-4.0	2100		SS67-1.0	988
S29-6.0	10	SS67-2.0	788		
S30	S30-0.5	10.2	SS67-4.0	1100	
	S30-1.0	6.32			SS67-6.0



	S30-2.0	8.37		SS67-8.0	<b>1760</b>	
				SS67-10.0	2.88	
				SS67-12.0	2.91	
	S30-4.0	<b>2150</b>	SS68	SS68-0.5	378	
	S30-6.0	9.7		SS68-1.0	554	
S56	S56-0.5	<b>2110</b>		SS68-2.0	942	
	S56-1.0	644		SS68-4.0	1550	
	S56-2.0	<b>2030</b>		SS68-6.0	<b>1720</b>	
	S56-4.0	1460		SS68-8.0	<b>2700</b>	
				SS68-11.0	1330	
S56-6.0	18.1	SS68-14.0		23.7		
S61	S61-0.5	8.71		SS71	SS71-0.5	4.50
	S61-1.0	1510			SS71-1.0	4.32
	S61-2.0	<b>2030</b>	SS71-2.0		97.8	
	S61-4.0	<b>1870</b>	SS71-4.0		832	
	S61-6.0	6.55	SS71-6.0		1450	
SS25	SS25-0.5	22.7	SS71-8.0		<b>2170</b>	
	SS25-1.0	575	SS71-10.0		2.73	
	SS25-2.0	221	SS71-12.0		2.75	
	SS25-4.0	711	SS76		SS76-0.5	135
	SS25-6.0	<b>2010</b>			SS76-1.0	804
	SS25-6.0	4.11		SS76-2.0	408	
	SS25-6.0	3.89		SS76-4.0	<b>1840</b>	
SS52	SS52-0.5	1240	SS76-6.0	<b>1930</b>		
	SS52-1.0	<b>2090</b>	SS76-8.0	649		
	SS52-2.0	<b>3380</b>	SS77	SS77-0.5	888	
	SS52-4.0	1180		SS77-1.0	<b>1860</b>	
	SS52-6.0	910		SS77-2.0	<b>1930</b>	
SS61	SS61-0.5	494		SS77-4.0	1420	

	SS61-1.0	<b>3070</b>		SS77-6.0	606
	SS61-2.0	25.3		SS77-8.0	515
	SS61-4.0	6.48			
	SS61-6.0	6.55			
	SS61-8.0	4.74			
SS62	SS62-0.5	1320	SS78	SS78-0.5	600
	SS62-1.0	1640		SS78-1.0	950
	SS62-2.0	<b>1830</b>		SS78-2.0	<b>1850</b>
	SS62-4.0	720		SS78-4.0	1660
	SS62-6.0	157		SS78-6.0	9.57
	SS62-8.0	8.65		SS78-8.0	9.81
SS63	SS63-0.5	<b>2130</b>	S59	S59-0.5	6.49
	SS63-1.0	402		S59-1.0	17.3
	SS63-2.0	452		S59-2.0	<b>2120</b>
	SS63-4.0	136		S59-4.0	12.9
	SS63-6.0	14.5			

注：（1）字体加粗格式数据为超标浓度；  
（2）“ND”为未检出，  
（3）“S(S)xx-xx”表示采样“采样点位-采样深度”。

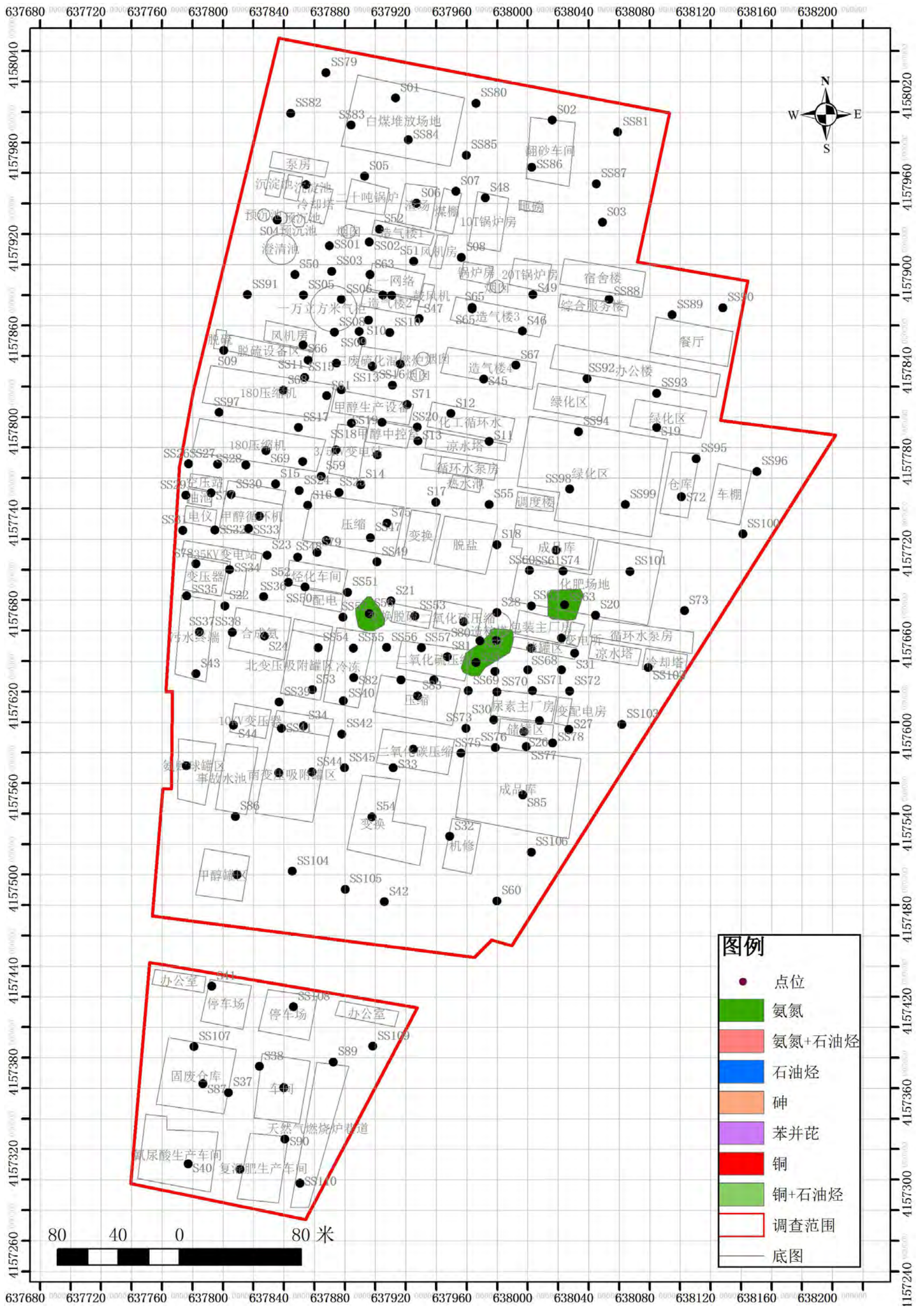


图 6.7-12 氨氮 0-0.8m 污染范围图



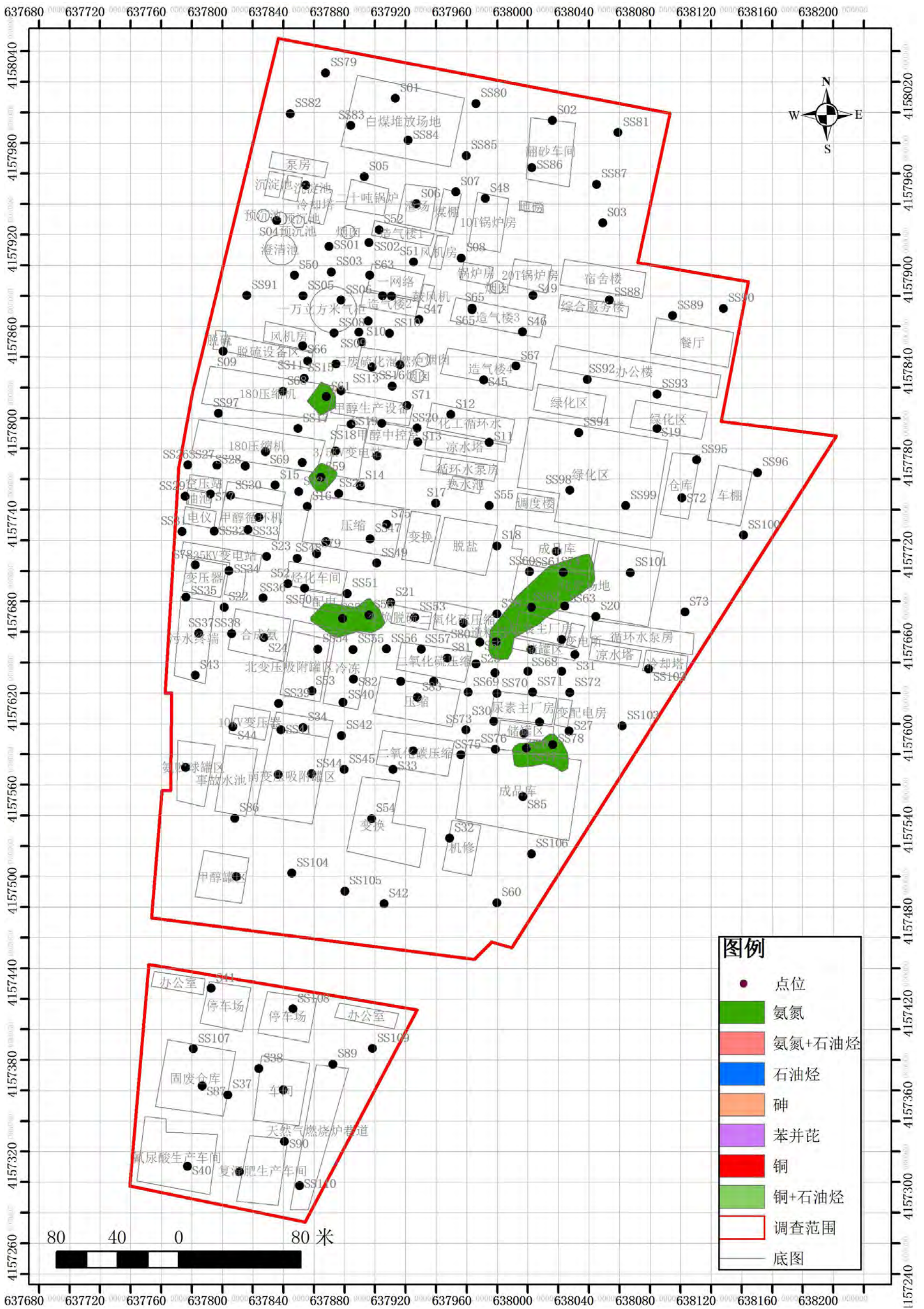


图 6.7-13 氨氮 0.8-3.0m 污染范围图



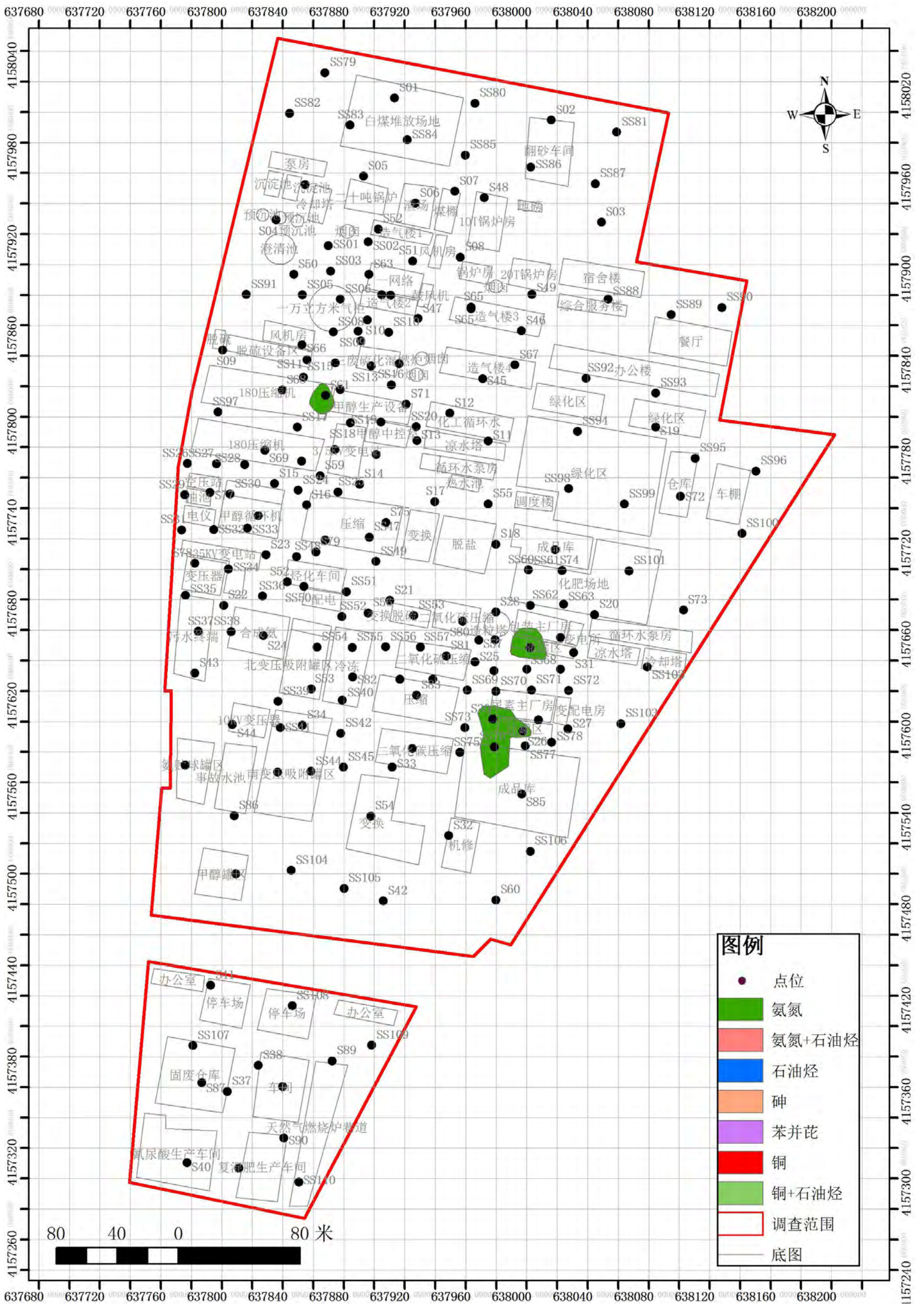


图 6.7-14 氨氮 3.0-4.9m 污染范围图



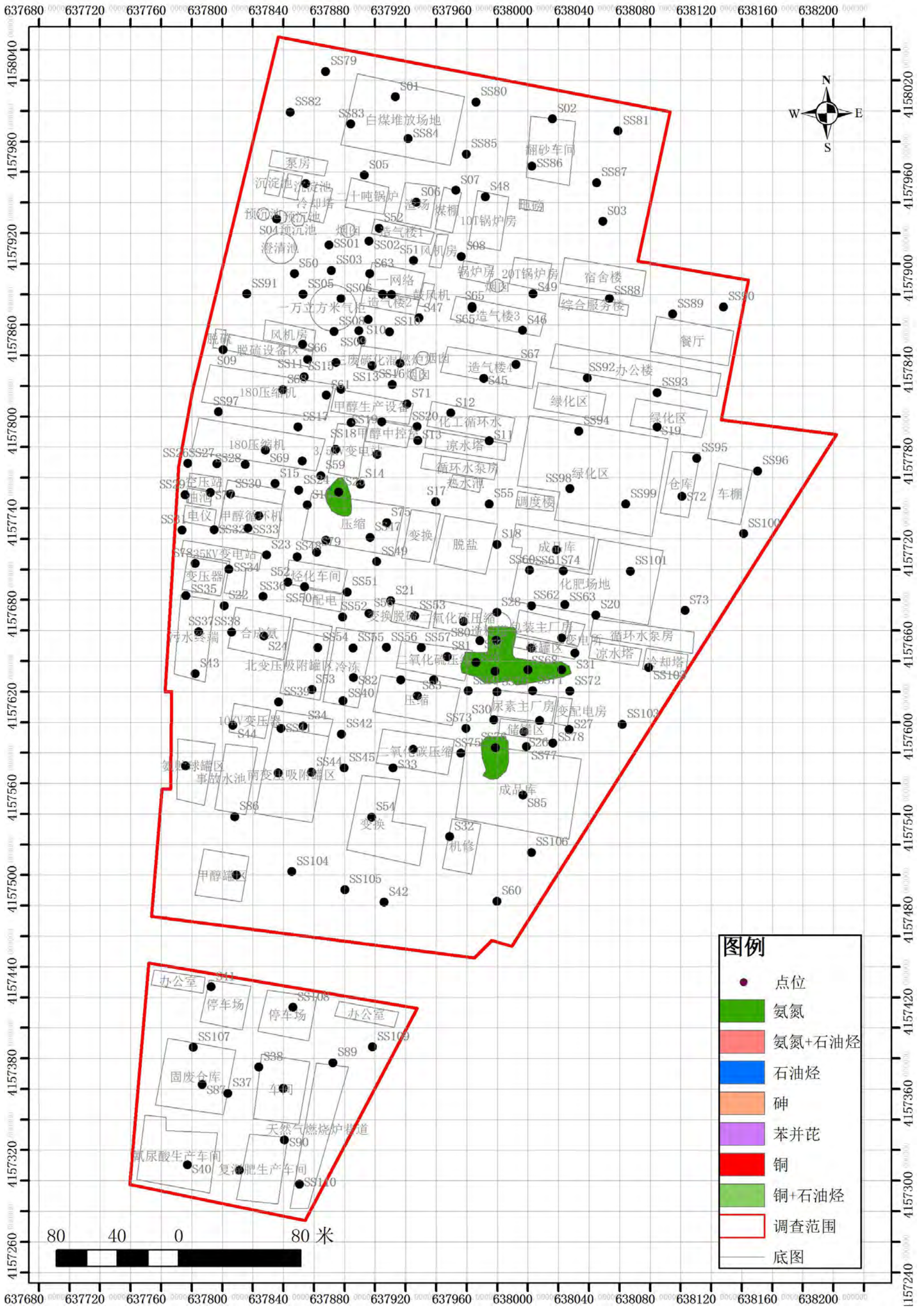


图 6.7-15 氨氮 4.9-7.6m 污染范围图



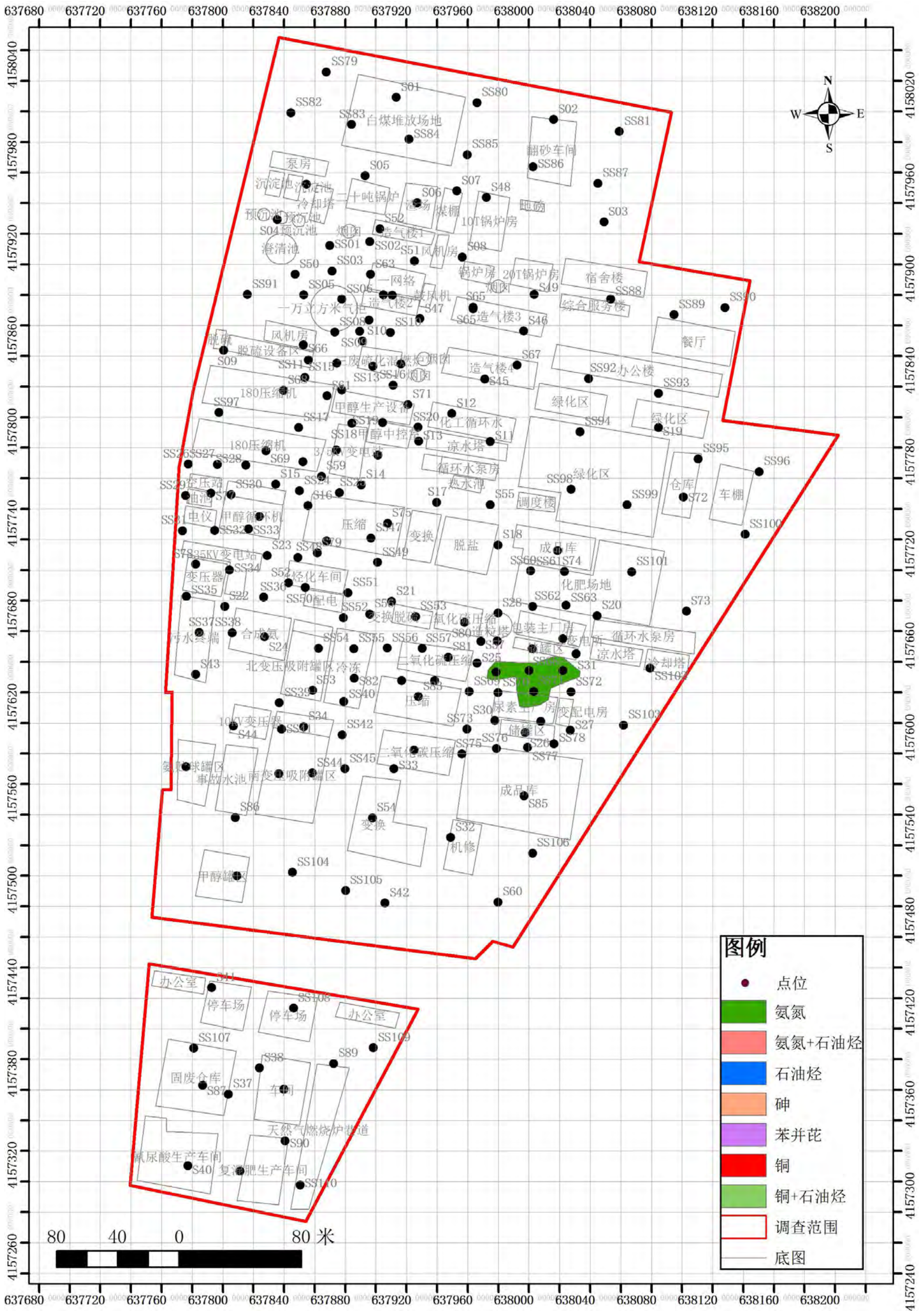


图 6.7-16 氨氮 7.6-10.0m 污染范围图

### 6.7.3 地下水检测结果分析

详细调查在初步调查设置的 8 个地下水监测井的基础上，在详细调查区域增加 24 个监测井，使详细调查区域的地下水监测井密度不低于“1 个监测井/6400m<sup>2</sup>”，采集包括初步调查 8 个监测井在内的 35 个地下水样品，检测指标具体为 pH、氨氮、氰化物、重金属、挥发性有机物、半挥发性有机物，主要为初步调查阶段超过筛选值的指标。

污染物检测结果见下表，第三方检测技术有限公司对本项目出具了检测报告，根据检测结果可知：

表 6.7-13 两期调查采样检出物质一览表

类别		超标因子	检出未超标	未检出
地下水	重金属	砷、镍、铅	镉、锌、钼、钴、钒	六价铬、汞
	VOCs	--	苯、氯乙烯	其余未检出
	SVOCs	--	萘、蒽、荧蒽	其余未检出
	石油类	--	石油类	--
	氨氮	氨氮	--	--
	氰化物	氰化物	--	--
	多氯联苯	--	--	多氯联苯

表 6.7-14 本场地超标情况一览表

分析物分类	氰化物 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	镍 (μg/L)	铅 (μg/L)	砷 (μg/L)
检出样品数	33	30	21	20	21
样品检出率	94.29%	85.71%	60.00%	57.14%	60.00%
超标样品数	5	20	9	4	7
样品超标率	15.15%	57.14%	25.71%	11.43%	20.00%
样品数	35	35	35	35	35
最大值	0.13	2640	248	58.68	53.13
筛选值	0.05	0.5	20	10	10
最大超标倍数	1.6	5279	11.4	4.868	4.313
超标点位	W2、W3、W4、W5、W6	W2、W3、W4、W5、W6、W7、W8、SW01、SW02、SW03、SW04、SW05、SW06、SW07、SW08、SW19、SW20、SW24	W2、W3、W4、W5、SW07、SW09、SW13、SW14、SW24	W3、SW07、SW14	W2、SW03、SW05、SW07、SW19

## 6.7.4 地下水污染成因分析

### 6.7.4.1 氨氮

氨氮在 18 个监测井、20 个样品超标，约占总数 57.14%，超标井比较均匀分布于北厂区，南厂区的西侧。氨氮最大浓度值为 2640mg/L，最大超标倍数为 5279 倍，位于尿素生产区内污水管线处。

超标点位为 W2、W3、W4、W5、W6、W7、W8、SW01、SW02、SW03、SW04、SW05、SW06、SW07、SW08、SW19、SW20、SW24。其中，SW01、SW08 为场地外对照点，其他点位均位于场地内，超标原因为在碳酸氢铵及尿素生产过程中，废水、固体废物的泄漏、遗撒、淋滤下渗和地下水的横向迁移，导致地下水氨氮超标，后期需要展开风险评估。



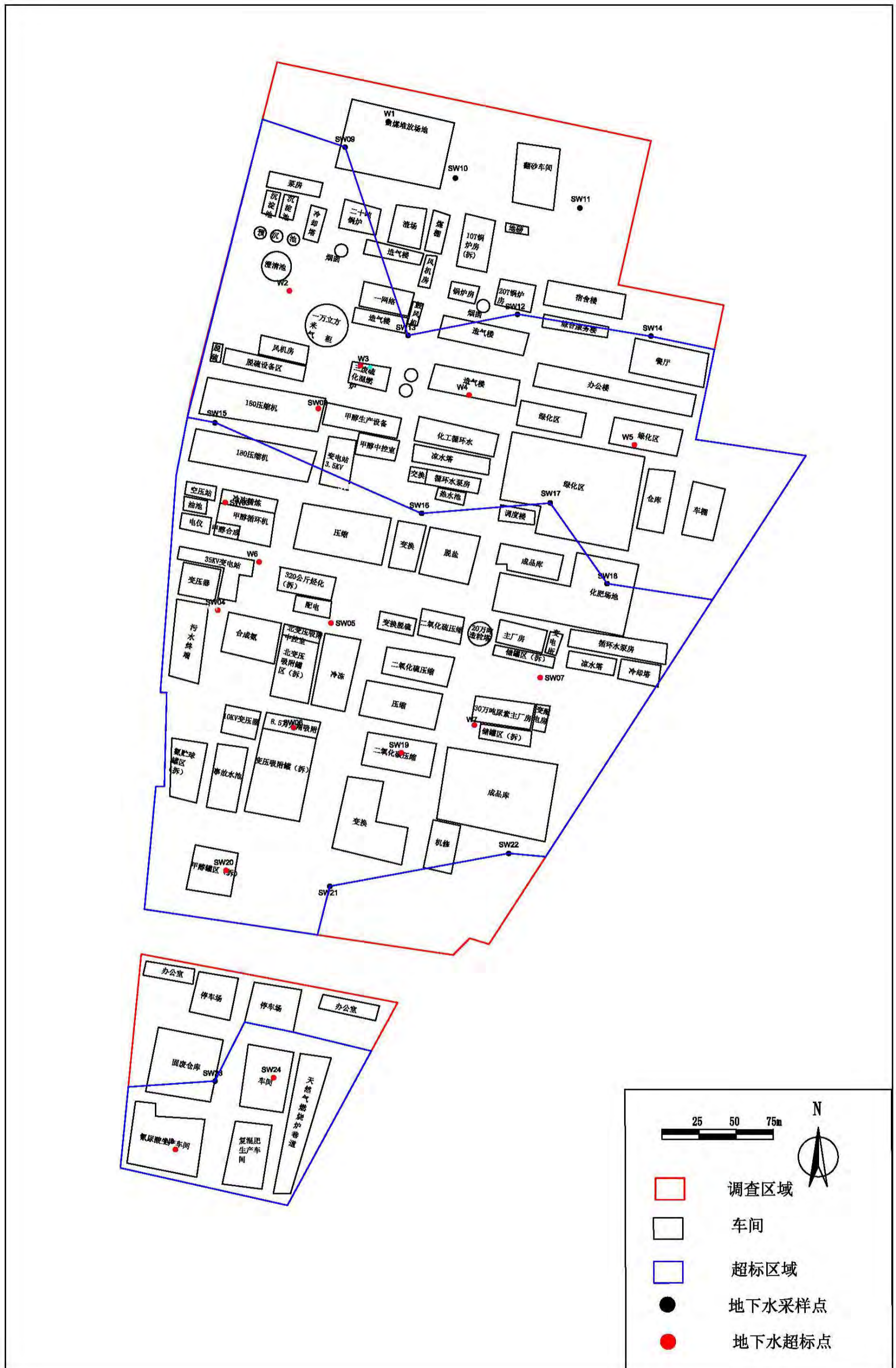


图 6.7-17 地下水氨氮污染范围图

#### 6.7.4.2 氰化物

氰化物在 5 个监测井超标，约占总数 15.63%，超标的监测井大部分分布于北厂区的中北部，最大浓度值为 0.13mg/L，最大超标倍数为 1.6 倍；南厂区地下水氰化物均达标。

超标点位为 W2、W3、W4、W5、W6。W2、W3、W4 位于碳酸氢铵生产区内，超标原因为在碳酸氢铵生产过程中，在原料气的转换过程中会产生氰化物，通过废水、固体废物的淋滤下渗造成地下水氰化物超标；W5 位于办公区内，氰化物浓度低于 W2、W3、W4，超标原因为在长期生产过程中，地下水污染羽的扩散，造成该区域地下水氰化物超标；W6 位于甲醇生产区内污水管线附近，超标原因为污废水的泄漏、下渗，造成地下水氰化物超标。后期需要展开风险评估。



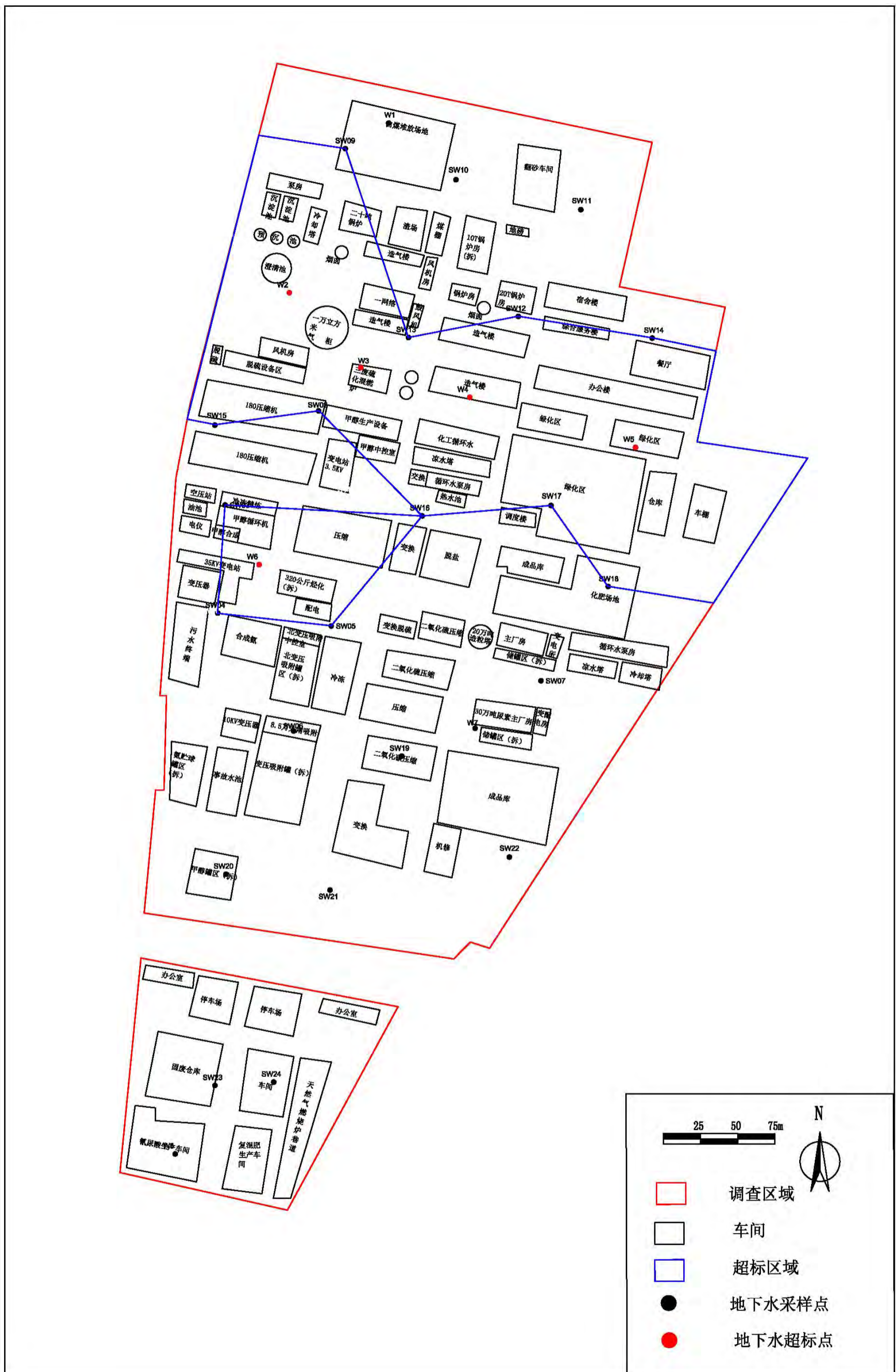


图 6.7-18 地下水氰化物污染范围图

#### 6.7.4.3 镍

镍在 9 个监测井、10 个样品超标，占总数 28.57%，超标的监测井大多分布于北厂区中部，最大浓度值为 248ug/L，最大超标倍数为 11.4 倍。

超标点位为 W2、W3、W4、W5、SW07、SW09、SW13、SW14、SW24。超标原因为在合成氨生产过程中，镍系催化剂在使用过程中可能存在遗撒、泄漏，淋滤下渗造成地下水镍超标，后期需要展开风险评估。



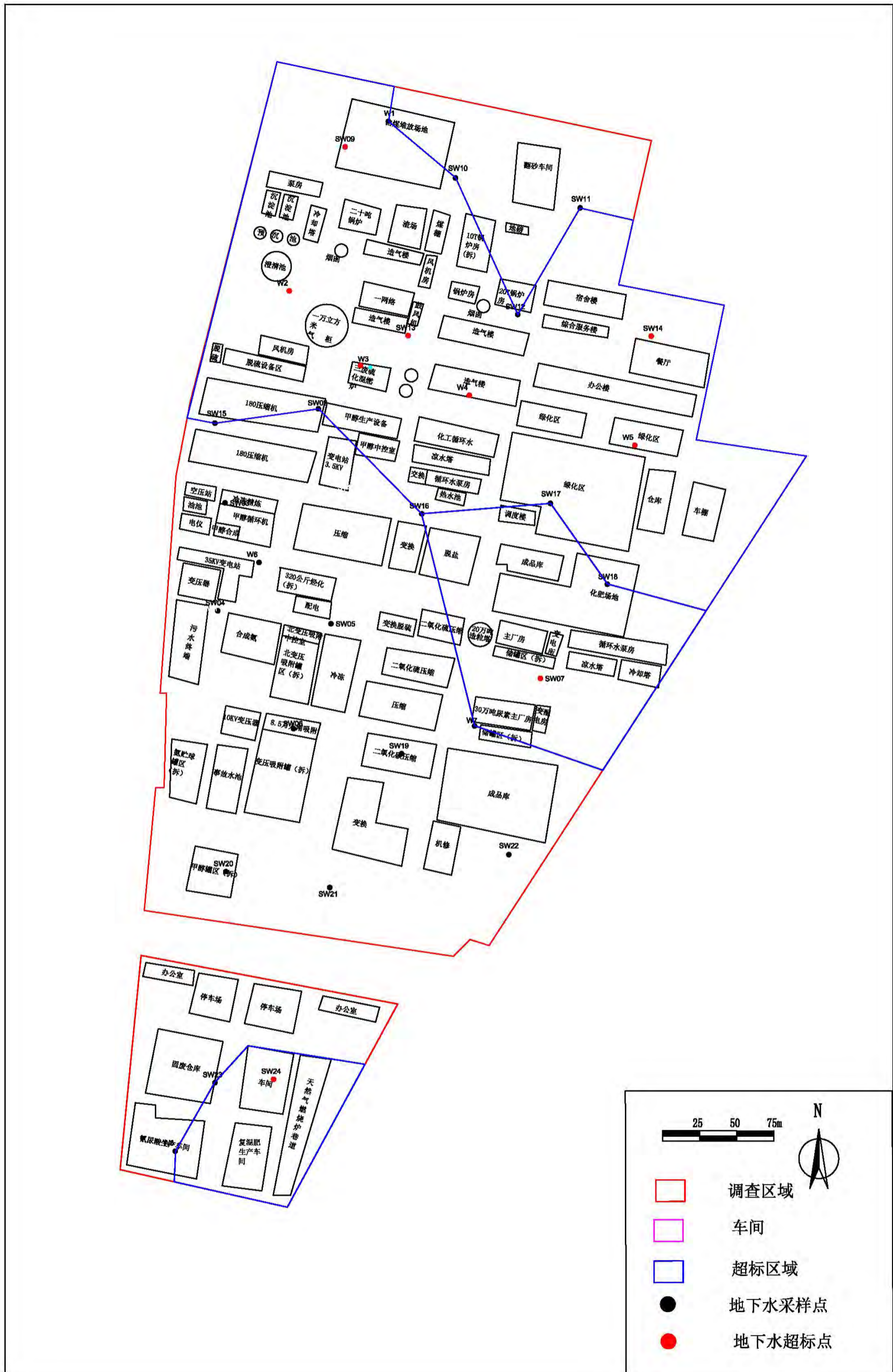


图 6.7-19 地下水镍污染范围图

#### 6.7.4.4 铅

铅在 3 个监测井、4 个样品超标，占总数 11.43%，最大浓度值为 58.68ug/L，最大超标倍数为 4.868 倍。

监测井 W3 位于三废硫化混燃炉，SW07 位于尿素主厂房的北侧，SW14 位于办公生活区内的餐厅。超标原因为在长期的原料气生产过程中，煤尘、废水通过淋滤下渗造成地下水铅超标，后期需要展开风险评估。



图 6.7-20 地下水铅污染范围图

#### 6.7.4.5 砷

砷在 7 个监测井、7 个样品超标，约占总数 20.00%，超标的监测井主要分布于北厂区的中南部，最大浓度值为 53.13ug/L，最大超标倍数为 4.313 倍。

超标点位为 W2、SW03、SW05、SW07、SW19，超标原因为在长期的原料气生产过程中，煤尘、废水通过淋滤下渗和地下水的横向迁移，导致地下水砷超标，后期需要展开风险评估。



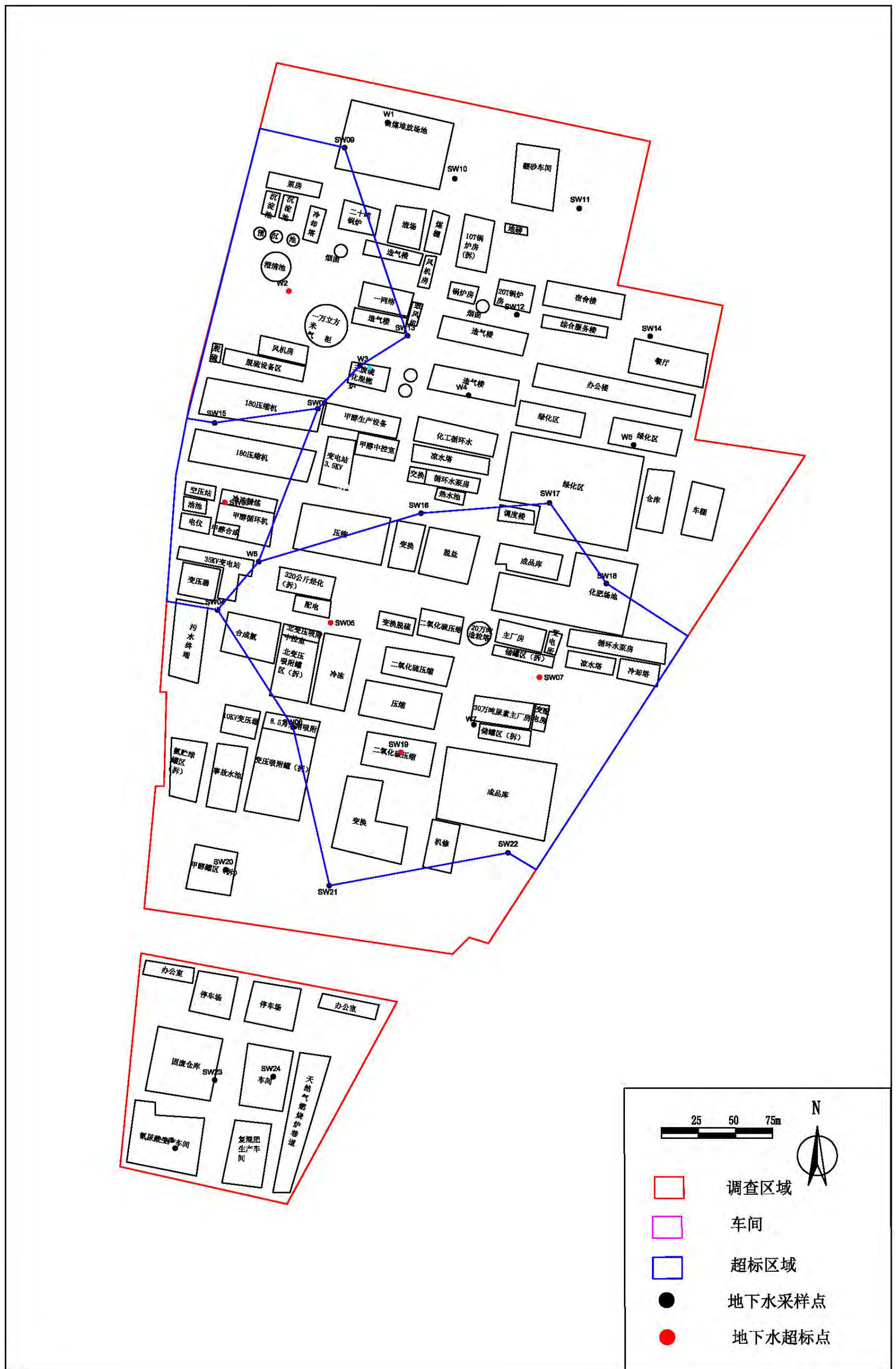


图 6.7-21 地下水神污染范围图



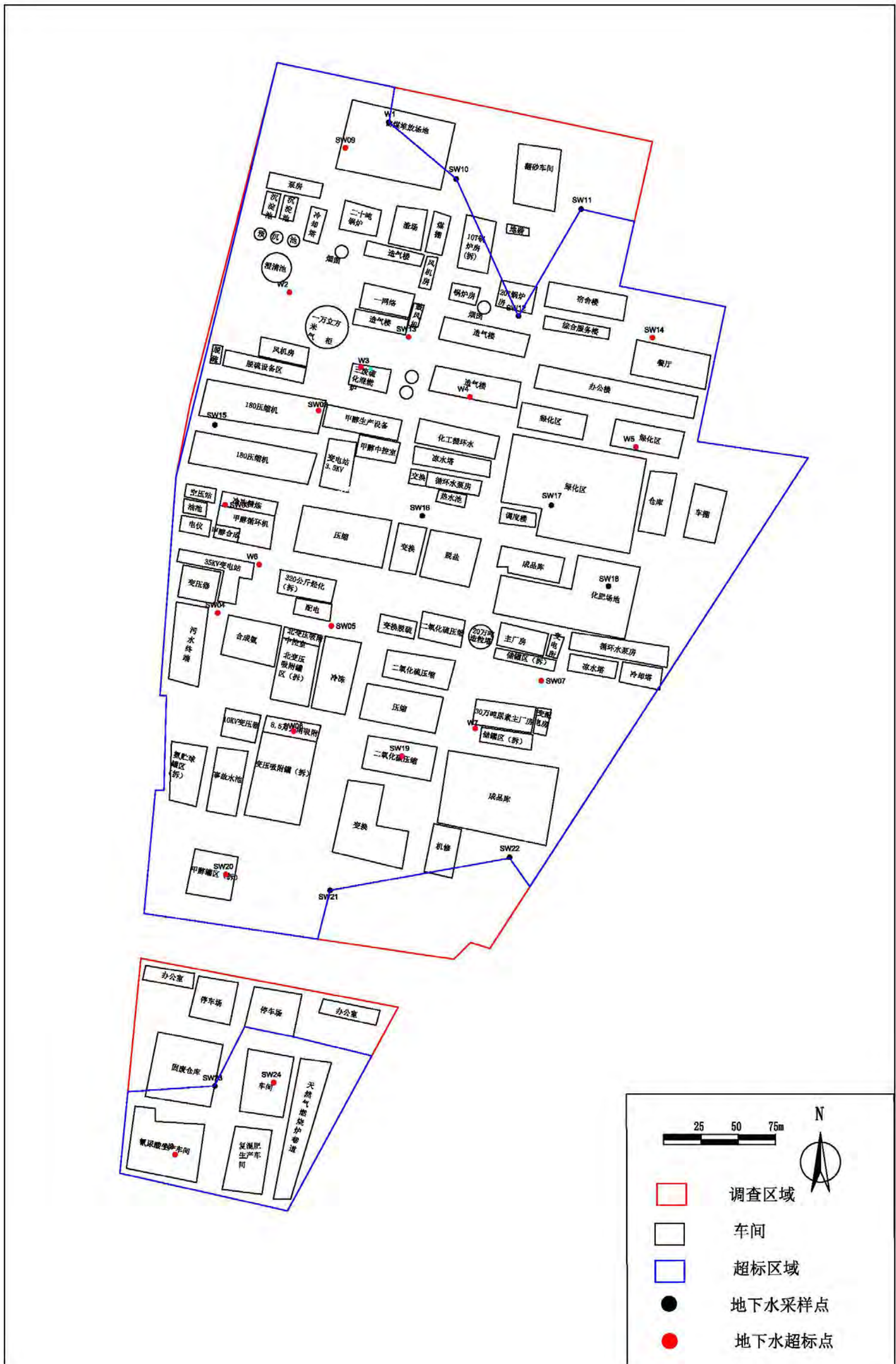


图 6.7-22 地下水总污染范围图

## 6.8 两期调查结论

### 6.8.1 土壤调查结论

对晋煤银海化肥有限责任公司场地进行了两期调查，两期共布设 200 个点，采集分析土壤样品 941 个。检测指标包括重金属、挥发性有机物、半挥发性有机物、石油烃 C10-C40、氨氮、游离氨、氰化物、多氯联苯、甲醇。通过分析检测结果得出以下结论：

(1) 两期土壤调查共检出超标污染物 5 种，包含重金属（砷、铜）2 种、半挥发性有机物（苯并（a）芘）1 种、石油烃、氨氮；

(2) 砷检出范围 6.5-39mg/kg，超标率 4.08%，超标点位 9 个，超标样品 13 个，最大超标倍数为 0.95 倍，检出浓度最高点为 SS03-0.5，位于一网络东侧。最大污染深度至第四层 7.9-10.0m，砷最大值高于风险筛选值，低于风险管控值，后期需要展开风险评估。

(3) 铜检出范围未检出-16300mg/kg，超标率 1.68%，超标点位 3 个，超标样品 5 个，最大超标倍数为 8.05 倍，检出浓度最高点为 SS18-1.0，位于甲醇生产设备车间南侧。最大污染深度至第二层 0.8-3.0m，砷最大值高于风险筛选值，低于风险管控值，后期需要展开风险评估。

(4) 苯并（a）芘检出范围未检出-2.5mg/kg，超标率 5.56%，超标点位 2 个，超标样品 2 个，最大超标倍数为 3.55 倍，检出浓度最高点为 SS41-0.5，位于南变压吸附罐区。最大污染深度至第一层 0-0.8m，苯并（a）芘最大值高于风险筛选值，低于风险管控值，后期需要展开风险评估。

(5) 石油烃检出范围未检出-38400mg/kg，超标率 7.07%，超标点位 14 个，超标样品 22 个，最大超标倍数为 45.49 倍，检出浓度最高点为 SS18-1.0，位于甲醇生产设备南侧。最大污染深度至第三层 3.0-4.9m，石油烃最大值高于风险筛选值，低于风险管控值，后期需要展开风险评估。

(6) 氨氮检出范围 0.65-3950mg/kg，超标率 6.90%，超标点位 19 个，超标样品 33 个，最大超标倍数为 1.31 倍，检出浓度最高点为 SS66-6.0，位于脱硫设备区北侧的风机房。氨氮最大值高于风险筛选值，后期需要展开风险评估。

## 6.8.2 地下水调查结论

对晋煤银海化肥有限责任公司场地进行了两期调查,两期共布设 32 个点位,采集分析地下水样品 35 个。检测指标包括 pH、氨氮、氰化物、重金属、挥发性有机物、半挥发性有机物。通过分析检测结果得出以下结论:

(1) 两期土壤调查共检出超标污染物 5 种,包含重金属(镍、铅、砷)3 种、氰化物、氨氮;

(2) 氨氮在 18 个监测井、20 个样品超标,约占总数的 57.14%,超标井比较均匀分布于北厂区,南厂区的西侧,最大浓度值为 2640mg/L,最大超标倍数为 5279 倍,后期需要开展风险评估。

(3) 氰化物在 5 个监测井超标,约占总数的 15.63%,超标的监测井大部分分布于北厂区的中北部,最大浓度值为 0.13mg/L,最大超标倍数为 1.6 倍,后期需要开展风险评估。

(4) 镍在 9 个监测井、10 个样品超标,占总数 28.57%,超标的监测井大多分布于北厂区中部,最大浓度值为 248ug/L,最大超标倍数为 11.4 倍,后期需要开展风险评估。

(5) 铅在 3 个监测井、4 个样品超标,占总数 11.43%,最大浓度值为 58.68ug/L,最大超标倍数为 4.868 倍,后期需要开展风险评估。

(6) 砷在 7 个监测井、7 个样品超标,约占总数的 20.00%,超标的监测井主要分布于北厂区的中南部,最大浓度值为 53.13ug/L,最大超标倍数为 4.313 倍,后期需要开展风险评估。

## 7 污染地块风险评估

### 7.1 风险评价工作程序和内容

污染场地风险评估工作内容包括危害识别、暴露评估、毒性评估、风险表征，以及土壤和地下水风险控制值的计算，具体如下：

#### (1) 危害识别

收集场地环境调查阶段获得的相关资料和数据，掌握场地土壤和地下水中关注污染物的浓度分布，明确规划土地利用方式，分析可能的敏感受体，如儿童、成人、地下水体等。

#### (2) 暴露评估

在危害识别的基础上，分析场地内关注污染物迁移和危害敏感受体的可能性，确定场地土壤和地下水污染物的主要暴露途径和暴露评估模型，确定评估模型参数取值，计算敏感人群对土壤和地下水中污染物的暴露量。

#### (3) 毒性评估

在危害识别的基础上，分析关注污染物对人体健康的危害效应，包括致癌效应和非致癌效应，确定与关注污染物相关的参数，包括参考剂量、参考浓度、致癌斜率因子和呼吸吸入单位致癌因子等。

#### (4) 风险表征

在暴露评估和毒性评估的基础上，采用风险评估模型计算土壤和地下水中单一污染物经单一途径的致癌风险和危害商，计算单一污染物的总致癌风险和危害指数，进行不确定分析。

#### (5) 计算土壤和地下水的风险控制值

在风险表征的基础上，判断计算得到的风险值是否超过可接受风险水平。如污染场地风险评估结果未超过可接受风险水平，则结束风险评估工作；如污染场地风险评估结果超过可接受风险水平，则计算土壤、地下水中关注污染物的风险控制值；如调查结果表明，土壤中关注污染物可迁移进入地下水，则计算保护地下水的土壤风险控制值；根据计算结果，提出关注污染物的土壤和地

下水风险控制值。

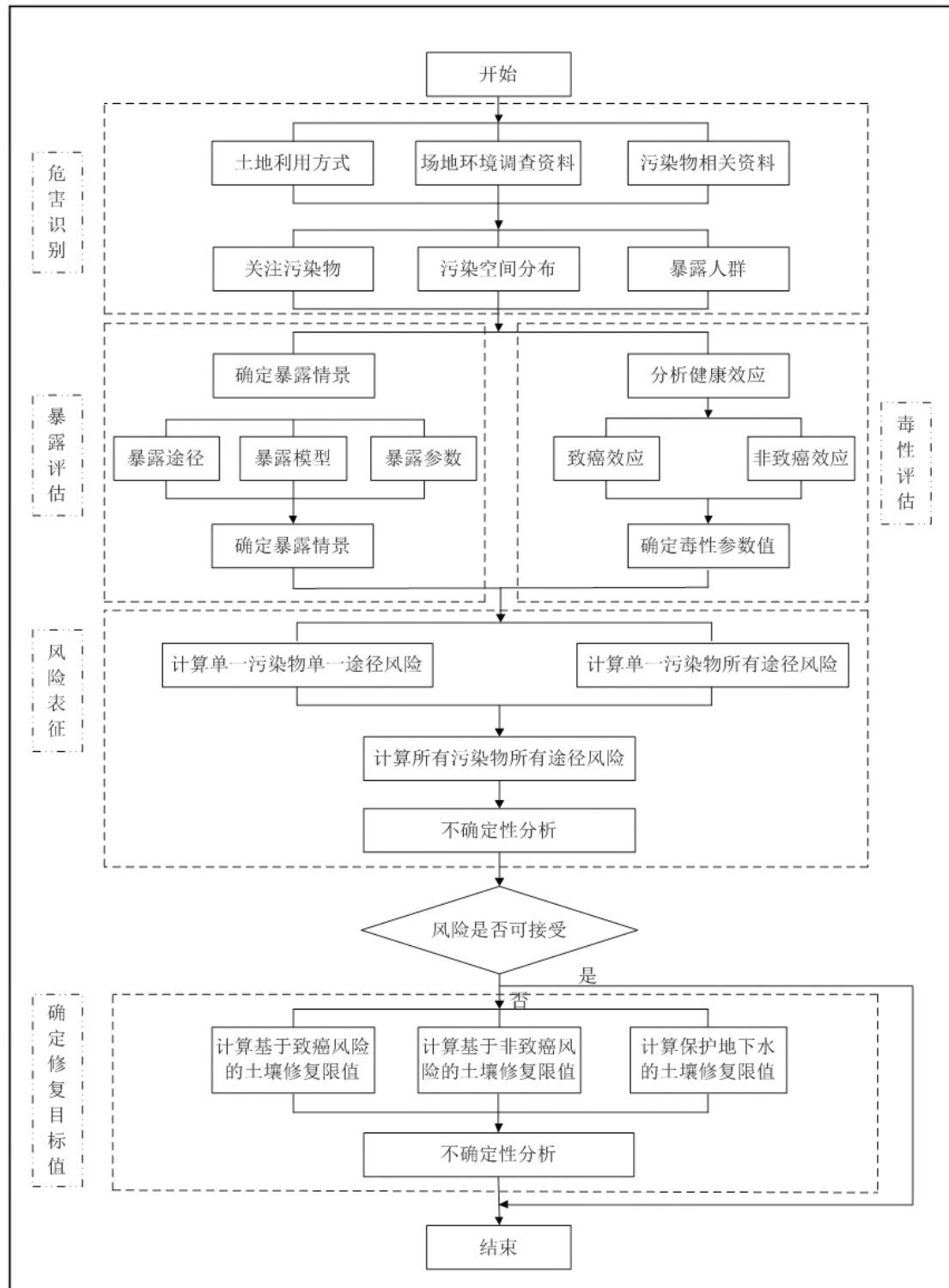


图 7.1-1 场地土壤污染环境健康风险评价的一般程序



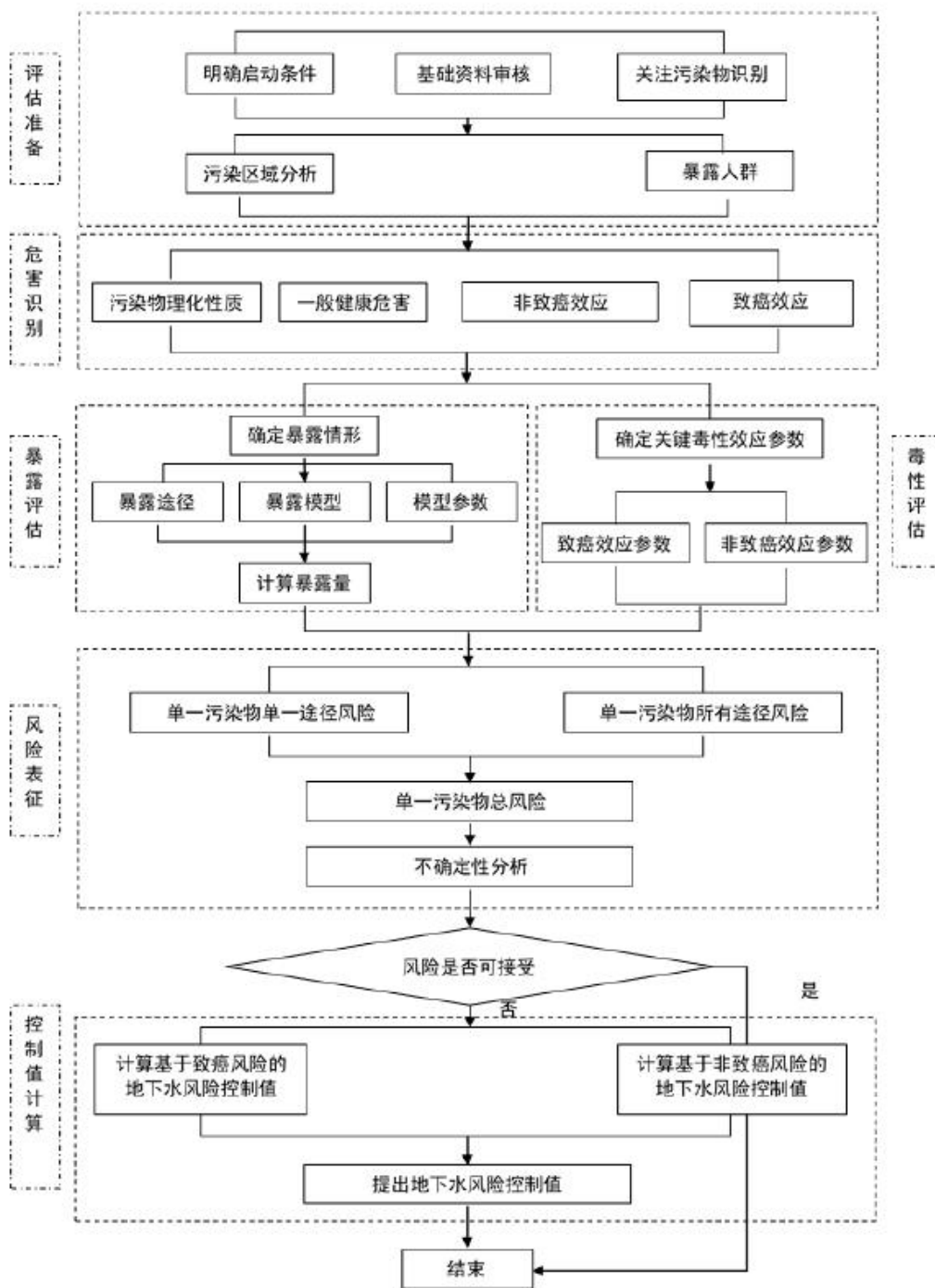


图 7.1-2 地下水环境健康风险评价的一般程序

风险评估方法可分定性和定量评估。原则上，场地环境评估应采用定量风险评估方法，但在下列情况，可考虑只进行定性评估：①场地评估人员认为定性的风险评估足以能够说明问题；②受费用与时间限制；③缺少污染物的毒性资料；④其他原因无法计量的风险。

本次报告采用定量风险评估的方法，针对场地关注污染物的特征信息，结合迁移途径和敏感受体，得到有指导意义的人体健康风险评估值。考虑到对未来居住用地儿童的健康的保护，基于保守考虑，采用不同土层中关注污染物的最大浓度值来计算风险。

## 7.2 场地污染概念模型

### 7.2.1 地块水文地质概况

场地水文地质条件与污染物迁移转化密切相关，同时也是设计土壤采样深度的重要前提条件，对分析污染物分布层位及水平与垂直迁移情况起着至关重要的作用。本次通过土壤钻探及相关资料分析整理，确定调查深度范围内地层分布。

初步调查完成 90 个钻孔（其中 8 个地下水钻孔，水土同孔），详细调查完成 110 个钻孔（其中 24 个地下水钻孔，水土同孔），根据现场钻探结果，对场地岩层岩性进行水文地质条件概化。

#### 7.2.1.1 场地地质条件

##### （1）场地地层岩性

经过现场地质钻探（钻探深度最深 12.5m）分析可知本次勘察范围内第一层主要为杂填土，厂区岩性结构趋势大致相同，按照岩性特征、埋藏分布和工程特性指标等情况共分为 6 个主要工程地质层，按先后顺序分析如下（所见地层的情况描述见下表所示）。

工程地质特征详述如下：

##### ①杂填土

该层广泛分布在厂区内，以杂色为主，松散，稍湿，主要岩性为粉土，含砖块、水泥块等建筑垃圾，最厚处可达 0.8m。

该层包含①<sub>1</sub>素填土亚层，局部区域分布，主要岩性以粉土和粉质粘土为主，黄褐色，稍湿，稍密。

##### ②粉质黏土

该层分布于杂填土层下，在厂区内分布广泛，以黄褐色为主，可塑，土质

较均匀，含铁锰氧化物，偶见姜石，厚度 1.1~2.2m。

③粉土

该层分布于粉质黏土层下，在厂区内分布广泛，褐黄，中密，湿，土质较均匀，含铁锰氧化物及云母片，厚度 1.5~2.6m。

④粉质黏土

该层分布于粉土层下，在厂区内分布广泛，以黄褐色为主，可塑，土质较均匀，含铁锰氧化物，有粉土夹层，厚度 1.6~2.5m。

⑤粉土

该层分布于粉质黏土层下，在厂区内分布广泛，以褐黄色为主，密实，稍湿，土质不均匀，含黏性土块，厚度 0.5~1.2m。

⑥粉质黏土

该层分布于粉土层下，以黄褐色为主，可塑，土质不均匀，含钙质条纹，偶见姜石，厚度 4.5~5.1m。

表 7.2-1 场地土层分布情况

层号	土层岩性	顶层埋深 (m)	层厚度 (m)	地层描述
①	杂填土	0.0	0.2-0.8	杂色；稍密；松散；含砖块、水泥块
① <sub>1</sub>	素填土	0.0	0.0-0.8	黄褐色，稍密，稍湿，粉土、粉粘土为主
②	粉质粘土	0.2-0.8	1.1-2.2	黄褐，可塑；土质较均，含铁锰氧化物，偶见姜石
③	粉土	1.8-3.0	1.5-2.6	褐黄；中密；湿；土质较均匀，含铁锰氧化物及云母片
④	粉质粘土	3.8-4.9	1.6-2.5	黄褐；可塑；土质较均匀，含铁锰氧化物，有粉土夹层
⑤	粉土	6.1-6.9	0.5-1.2	褐黄；密实；稍湿；土质不均匀，含黏性土块
⑥	粉质粘土	6.9-7.6	4.5-5.1	黄褐；可塑；土质不均匀，含钙质条纹，偶见姜石

本次场地调查部分点位工程地质剖面线见图，剖面图见图 7.2-1 (a-b)。

# 工程地质剖面图 I - I'

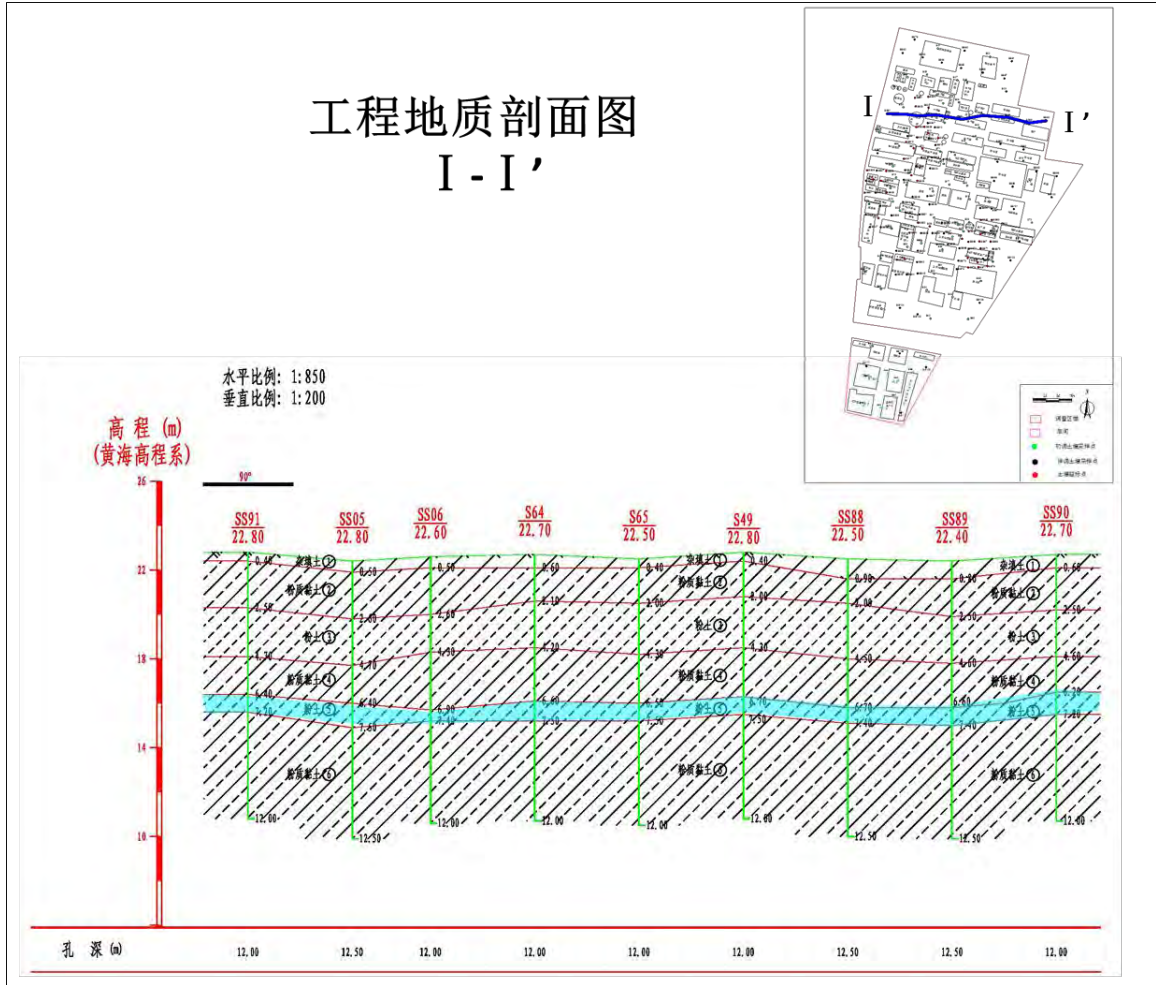
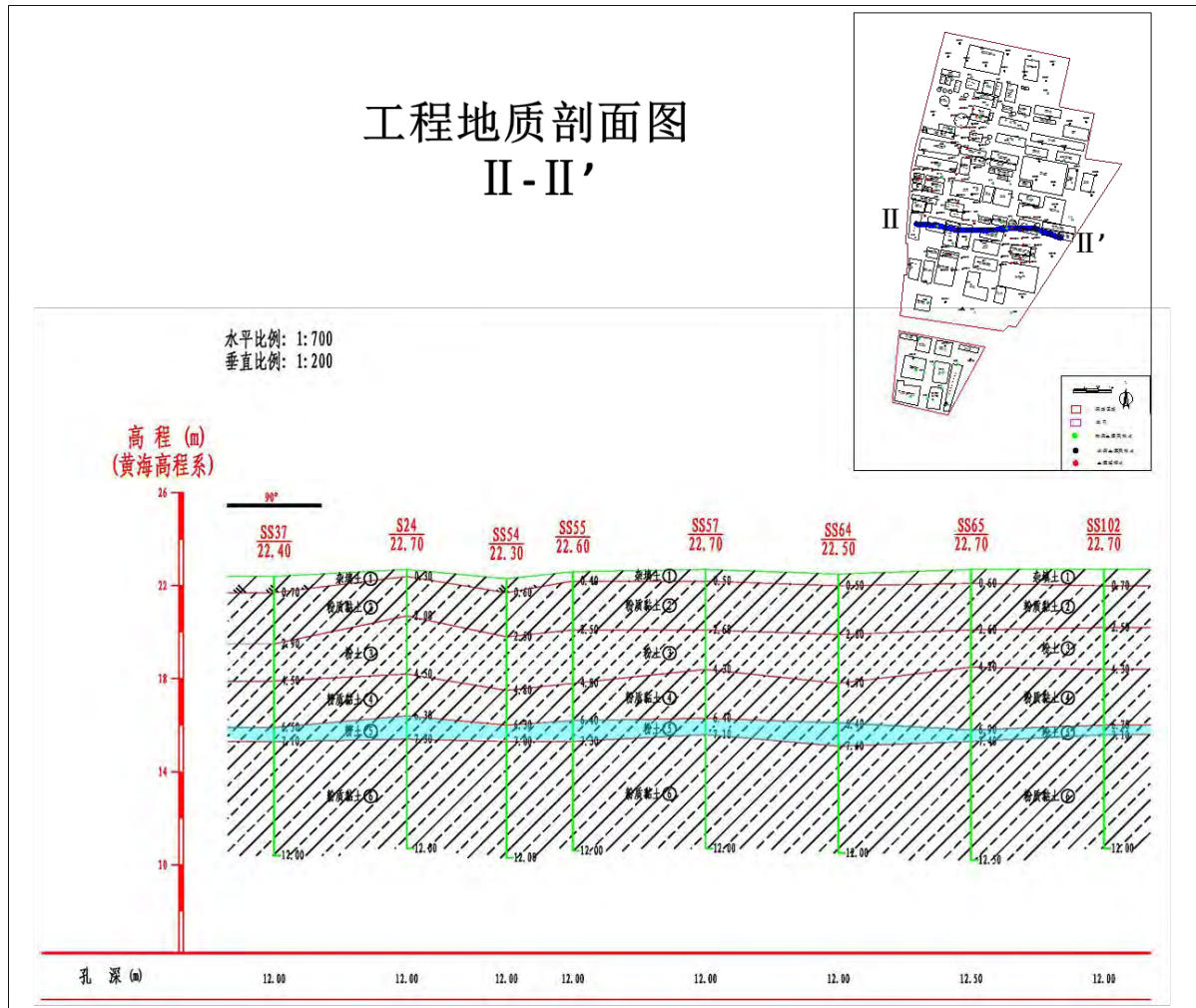


图 7.2-1 (a) 部分点位工程地质剖面图

## 工程地质剖面图 II-II'



(b) 部分点位工程地质剖面图

### 7.2.1.2 地下水环境

根据区域内地勘资料，区域内的地下水稳定水位埋深为 5.00-5.82m 左右，含水层层深埋深为 6.1-6.9m 左右，揭露的是第 I 含水层，主要含水层为粉土层，埋藏性质为潜水。含水层厚度为 0.5-1.2m，地下水流向自东北向西南。区域属于深层严重超采区，根据《河北省地下水管理条例》该区域应当严格控制开采深层地下水，限制取水量；根据地下水化学类型，浅层水属于咸水含水层，不具有工业和农业用水等使用功能。

场地周边主要的地表水体为衡水湖。衡水湖分为东湖和西湖两部分，东湖湖底高程 18m，西湖湖底高程 19m，湖水对周边地下水有补给关系。2003 年~2012 年衡水湖多年平均单位面积渗漏量为 13.1 万  $m^3/km^2 \cdot a$ （张家兴《衡水湖渗漏损失量计算分析》，水科学与工程技术，2014 年第 6 期）。

本场地北部边界距离衡水湖约 1500m，衡水湖和场地地下水存在水力联系。在场地调查期间衡水湖水位高约 20m，场地地下水水位在 17.5~16.8m 之间，衡水湖渗漏湖水对场地地下水有补给关系。

### 7.2.1.3 土层概化

根据建设单位提供的资料，该区域规划用地性质为居住用地，未来需建设整体地下车库和地下室，但尚未确定具体开挖深度。衡水周边房地产开发项目，一般基坑开挖深度为 7m 左右，7m 以上土壤需全部清挖扰动，同时结合场地自然地层，把 7.6m（7.6m 以下为粉质粘土层）以上土层概化为表层土壤；场地内最深污染点位位于 8.0m，因此，把 7.6-10.0m 土层概化为下层土壤。

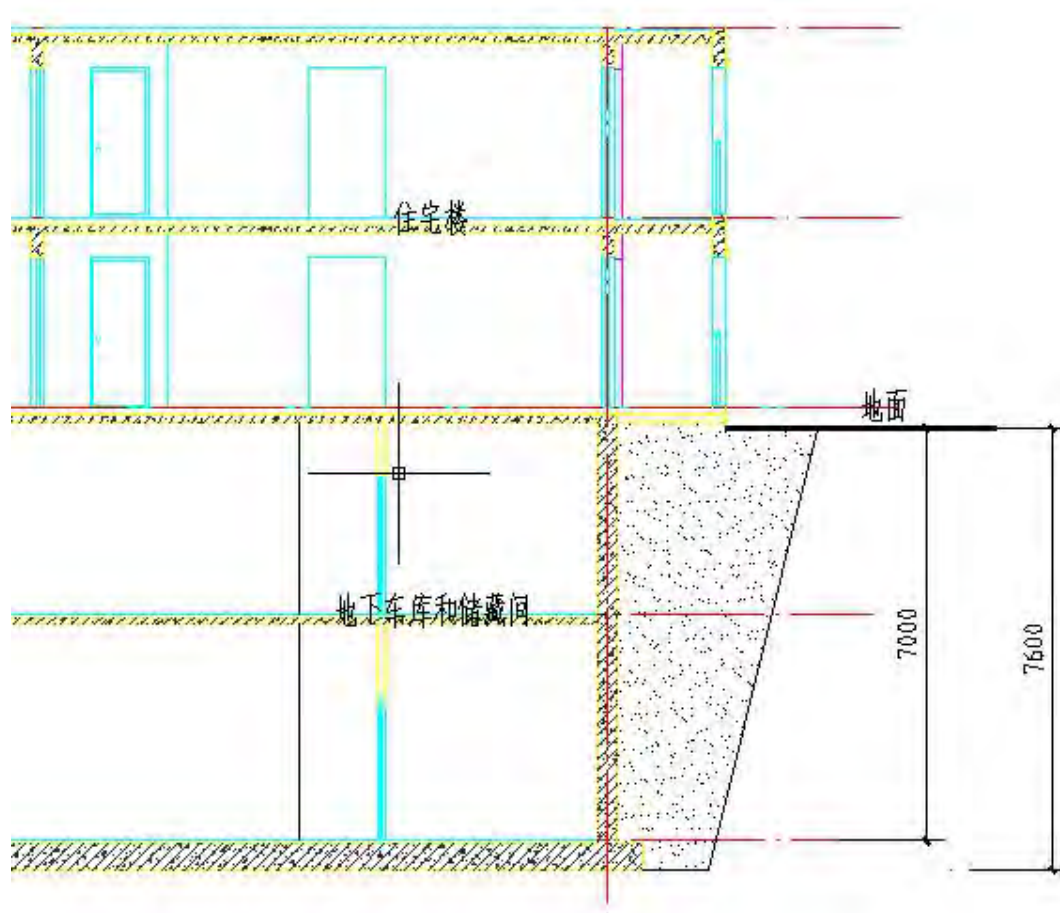


图 7.2-2 土层概化示意图

表 7.2-2 各层土壤的详细信息表

区域	深度 (m)	土质	污染因子
表层	0-7.6	0-0.8m 为填土，0.8-3.0m 为粉质粘土，3.0-4.9m 为粉土，4.9-7.6m 为粉质粘土和粉土	铜、砷、氨氮、石油烃、苯并 (a) 芘



下层	7.6-10.0	粉质粘土	砷、氨氮
----	----------	------	------

## 7.2.2 危害识别

依据场地风险管理的基本思路,当污染调查结果显示场地土壤或地下水中某种污染物的最高检出浓度超过相应的风险筛选值或筛选标准时,通常认为该污染物的潜在健康风险可能超过可接受水平,需结合场地用地规划、污染物空间分布、场地水文地质条件、未来受体的具体暴露特征参数等因素构建场地风险概念模型,并定量评估其健康风险。这类超过筛选值或评估标准、需进一步开展健康风险评估的污染物,通常称之为关注污染物。

土壤中的污染物砷、铜、石油烃、苯并(a)芘、氨氮,地下水中的污染物为砷、镍、铅、氨氮、氰化物。

其中,重金属砷、铅及多环芳烃苯并(a)芘,主要来自于原材料煤。在露天堆存过程中,受到降水与长期风化条件等影响,导致煤中所含重金属砷、铅及多环芳烃苯并(a)芘物质溶解析出,并通过地表裂缝和防渗薄弱区域下渗迁移至土壤和地下水;在制取半水煤气和燃烧过程中,废气中所含重金属砷、铅及多环芳烃苯并(a)芘物质通过大气干湿沉降降落至土壤表层,再通过淋滤下渗迁移至深层土壤和地下水中,炉渣中所含重金属砷、铅及多环芳烃苯并(a)芘物质通过淋滤下渗迁移至土壤和地下水中。

重金属铜,主要来自于合成氨的精炼工段铜系催化剂及甲醇合成工段催化剂的使用,催化剂中所含的重金属铜在使用过程中,难免在生产设备周围出现滴漏、遗撒等现象,对场地造成污染。

重金属镍,主要来自于合成氨技改后精炼工段镍系催化剂的使用,催化剂中所含的重金属镍在使用过程中,难免在生产设备周围出现滴漏、遗撒等现象,通过地表裂缝和防渗薄弱区域下渗迁移至地下水中。

石油烃,主要来自于原料气,在半水煤气、合成氨及甲醇的生产过程中,原料气的泄漏、污废水的跑、冒、滴、漏,造成石油烃类物质的污染。

氨氮,主要来自于液氨和尿素的生产,在生产过程中,废气通过大气干湿沉降,污水管线难免会发生跑冒滴漏现象,通过下渗对土壤和地下水造成污染。

氰化物,主要来自于碳酸氢铵生产过程中原料气的转换过程,在原料气的转换过程中,通过废水、固体废物的淋滤下渗造成地下水污染。

污染形成原因是：

- ①早期生产未考虑环保因素，无环保措施，如合成氨生产区域；
- ②露天堆放、未采取地面防渗措施，如合成氨生产区域；
- ③生产废水直排，导致地下水中污染物超标，通过吸附作用进入土壤；

④场地经过了四个阶段的改扩建工作，随着各生产车间的拆除和建设，场地内土壤在每个阶段均存在不同扰动情况，导致土壤中污染物在在场地不同位置和深度均有超过筛选值。

### 7.2.3 暴露情景分析

暴露情景是指特定土地利用方式下，场地污染物经由不同暴露路径迁移和到达受体人群的情况。根据不同土地利用方式下人群的活动模式，分为住宅用地为代表的敏感用地（简称“敏感用地”）和以工业用地为代表的非敏感用地（简称“非敏感用地”）的暴露情景。

根据本场地未来规划，应按照敏感用地情景，对人群健康风险水平进行评估。该用地方式下，儿童和成人均可能会长时间暴露于场地污染而产生健康危害。对于致癌效应，考虑人群的终生暴露危害，根据儿童期和成人期的暴露来评估污染物的终生致癌风险；对于非致癌效应，因儿童体重较轻、相对暴露量较高，根据儿童暴露来评估污染物的非致癌危害效应。

### 7.2.4 暴露途径

污染物的暴露途径不同，其对人体健康的危害差异较大。《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）中规定了经口摄入土壤、皮肤接触土壤、吸入土壤颗粒物、吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物、吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物、皮肤接触地下水、吸入室外空气中来自地下水的气态污染物、吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物、吸入室内空气中来自地下水的气态污染物、饮用地下水共十种暴露途径。

由于本场地位于衡水市冀州区，距离衡水湖 1.5 公里，该场地地下水由衡水湖补给，属于微咸水，不具有工业和农业用水等使用功能。故判断本场地地下水不存在饮用地下水和皮肤接触地下水这两个暴露途径。本场地地下水中的无机类污染物砷、镍、铅为非挥发性污染物，按国际惯例及《建设用地土壤污染风险评

估技术导则》（HJ25.3-2019）要求，一般性不需要进行风险评价。由此可以认为，本场地地下水中的无机物也无直接饮用或皮肤接触两种风险评价暴露途径，因此，本场地地下水中的无机污染物不存在任何风险暴露途径，不会对场地未来人群产生危害。鉴于此，本场地仅对地下水中的氨氮和氰化物进行风险评估。

调查结果显示，本场地土壤主要污染物包括砷、铜、苯并（a）芘、石油烃、氨氮；地下水中主要污染物包括砷、镍、铅、氨氮、氰化物。因此本场地风险评价的暴露途径主要包括：

- ①经口摄入
- ②皮肤接触土壤
- ③吸入土壤颗粒物
- ④吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物
- ⑤吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物
- ⑥吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物
- ⑦吸入室外空气中来自地下水的气态污染物
- ⑧吸入室内空气中来自地下水的气态污染物

根据以上分析，该场地在不同暴露情景下的风险受体及暴露途径见下表。

表 7.2-3 敏感用地土壤的暴露情景和暴露途径

基质	暴露途径	表层-重金属	表层-有机物/氨氮	下层-重金属	下层-有机物/氨氮
土壤	经口摄入	√	√	×	×
	皮肤接触土壤	√	√	×	×
	吸入（室内、室外）土壤颗粒物	√	√	×	×
	吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物	×	√	×	√
	吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物	×	√	×	√
	吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物	×	√	×	√

表 7.2-4 敏感用地地下水的暴露情景和暴露途径

基质	暴露途径	敏感用地
地下水	吸入室外空气中来自地下水的气态污染物	√
	吸入室内空气中来自地下水的气态污染物	√

## 7.2.5 暴露模型参数

### 7.2.5.1 土壤性质及特征参数

风险估算过程中所需的场地参数如下表所示。

表 7.2-5 污染场地土层划分及土壤特征参数分层

土壤参数	单位	表层 (0-7.6m)	深层 (7.6-10.0m)	数据来源
表层污染土壤层厚度	cm	760	--	场地调查
下层污染土壤层厚度	cm		240	场地调查
含水率	%	23.90	28.27	实测, 平均
土壤颗粒密度	g/cm <sup>3</sup>	2.69	2.69	实测, 平均
土壤容重	g/cm <sup>3</sup>	1.47	1.47	实测, 平均
土壤有机质含量	g/kg	2.657	2.657	查阅资料

### 7.2.5.2 受体暴露参数

本次评价所需的受体暴露参数主要来自我国《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019), 主要受体暴露参数的取值详见下表。

表 7.2-6 受体暴露参数

类型	参数	单位	数值	来源
暴露人群相关参数	成人暴露期	EDa, a	24	HJ25.3-2019
	儿童暴露期	EDc, a	6	HJ25.3-2019
	成人暴露频率	EFa, d/a	350	HJ25.3-2019
	儿童暴露频率	EFc, d/a	350	HJ25.3-2019
	成人室内暴露频率	EF1a, d/a	262.5	HJ25.3-2019
	儿童室内暴露频率	EF1c, d/a	262.5	HJ25.3-2019
	成人室外暴露频率	EFOa, d/a	87.5	HJ25.3-2019
	儿童室外暴露频率	EFOc, d/a	87.5	HJ25.3-2019
	成人平均体重	BWa, kg	61.8	HJ25.3-2019
	儿童平均体重	BWc, kg	19.2	HJ25.3-2019
	成人平均身高	Ha, cm	161.5	HJ25.3-2019
	儿童平均身高	Hc, cm	113.15	HJ25.3-2019
暴露途径相关参数	成人每日摄入土壤量	OSIRa, mg/d	100	HJ25.3-2019
	儿童每日摄入土壤量	OSIRc, mg/d	200	HJ25.3-2019
	经口摄入吸收因子	ABSo, 无量纲	1	HJ25.3-2019
	成人每日空气呼吸量	DAIRa, m <sup>3</sup> /d	14.5	HJ25.3-2019
	儿童每日空气呼吸量	DAIRc, m <sup>3</sup> /d	7.5	HJ25.3-2019
	室内空气中来自土壤	fspi, 无量纲	0.8	HJ25.3-2019

类型	参数	单位	数值	来源
	的颗粒物所占比例			
	室外空气中来自土壤的颗粒物所占比例	fspo, 无量纲	0.5	HJ25.3-2019
	吸入土壤颗粒物在体内滞留比例	PIAF, 无量纲	0.75	HJ25.3-2019
	成人暴露皮肤所占体表面积比	SERa, 无量纲	0.32	HJ25.3-2019
	儿童暴露皮肤所占体表面积比	SERc, 无量纲	0.36	HJ25.3-2019
	成人皮肤表面土壤粘附系数	SSARa, mg/cm <sup>2</sup>	0.07	HJ25.3-2019
	儿童皮肤表面土壤粘附系数	SSARc, mg/cm <sup>2</sup>	0.2	HJ25.3-2019
	每日皮肤接触事件频率	Ev, 次/d	1	HJ25.3-2019
	致癌效应平均时间	ATca, d	27740	HJ25.3-2019
	非致癌效应平均时间	ATnc, d	2190	HJ25.3-2019

### 7.2.5.3 建筑物参数

场地风险评估中的建筑物一般指地下车库、地下室等建筑附属空间，也包括建筑物的第一层。建筑物参数对污染物吸入途径有较大影响，这些主要包括建筑物长度、宽度及封闭空间地基厚度等。本项目健康风险计算过程中所需的建筑物参数，如建筑物长度、宽度、封闭空间地基厚度等，主要参考我国《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）中参数。

表 7.2-8 建筑物特征参数一览表

参数名称	符号	单位	敏感用地	参数来源
地基裂隙中水体积比	$\theta_{wcrack}$	-	0.12	HJ25.3-2019
地基裂隙中空气体积比	$\theta_{acrack}$	-	0.26	HJ25.3-2019
地基和墙体裂隙表面积所占比例	$\eta$	-	0.0005	HJ25.3-2019
室内空间体积与气态污染物入渗面积之比	$L_B$	m	2.2	HJ25.3-2019
室内空气交换率	ER	次/d	12	HJ25.3-2019
室内室外气压差	dP	$g \cdot cm^{-1} \cdot s^2$	0	HJ25.3-2019
室内地面到地板底部厚度	$Z_{crack}$	m	0.35	HJ25.3-2019
室内地板面积	$A_b$	m <sup>2</sup>	70	HJ25.3-2019
室内地板周长	$X_{crack}$	m	34	HJ25.3-2019
室内地基厚度	$L_{crack}$	m	0.35	HJ25.3-2019

### 7.2.5.4 空气特征参数

表 7.2-9 空气特征参数一览表

参数名称	符号	单位	取值	参数来源
混合区高度	$\delta_{\text{air}}$	m	2	HJ25.3-2019
混合区大气流速风速	$U_{\text{air}}$	m/s	2	HJ25.3-2019
空气中可吸入颗粒物含量	$PM_{10}$	$mg/m^3$	0.112	查阅资料

### 7.2.5.5 理化毒理参数

#### (1) 氨氮

氨氮是指水中以游离氨 ( $NH_3$ ) 和铵离子 ( $NH_4^+$ ) 形式存在的氮。动物性有机物的含氮量一般较植物性有机物为高。同时,人畜粪便中含氮有机物很不稳定,容易分解成氨。因此,水中氨氮含量增高时指以氨或铵离子形式存在的化合氮。水中的氨氮可以在一定条件下转化成亚硝酸盐,如果长期饮用,水中的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。

#### (2) 石油烃

石油烃为一类混合烃类物质,组成极为复杂,不同物质的毒性和物理化学性质也有较大差异。石油烃 (C10-C40) 中芳香类 (C10-C16) 段相对毒性较高,石油烃中 (C17-C140) 段活性很低,因此选用石油烃 (C10-C40) 中毒性较高的芳香类 (C10-C16) 段毒性参数计算石油烃的风险。

表 7.2-10 石油烃 C10-C16 理化性质参数表

化学名称	石油烃 C10-C16		
化学式	C10-C16		
分子量	-		
CAS 号	-		
密度	-	亨利常数 $H'$	1.37E-02
颜色	-	空气扩散系数 $Da$	1.00E-01
气味	-	水中扩散系数 $Dw$	1.00E-05
熔点	-	土壤-有机碳分配系数 $Koc$	7.06E+03
沸点	-	溶解性 $S$	2.8
致癌性	IARC 致癌分级: -		

#### (3) 铜

铜,微红色有光泽具延展性的金属。熔点  $1083.4^{\circ}C$ 。沸点  $2587^{\circ}C$ ,溶于硝酸,热浓硫酸,极缓慢溶于盐酸、氨水、稀硫酸,亦溶于醋酸和其他有机酸,不溶于冷水和热水。露置空气中变暗,在潮湿空气中表面逐渐形成绿色碱式碳酸盐,为高毒物质。



表 7.2-11 铜理化性质参数表

化学名称	铜		
化学式	Cu		
分子量	63.546		
CAS 号	7440-50-8		
密度	8.960g/cm <sup>3</sup> (固态) 8.920g/cm <sup>3</sup> (熔融液态)	亨利常数 H'	-
颜色	紫红色	空气扩散系数 Da (cm <sup>2</sup> /s)	-
气味	-	水中扩散系数 Dw (cm <sup>2</sup> /s)	-
熔点	单质 1357.77K (1083.4℃)	土壤-有机碳分配系数 Koc (cm <sup>3</sup> /g)	-
沸点	单质 2835K (2562℃)	溶解性 S (mg/L)	不溶于水
致癌性	IARC 致癌分级: 未知		

## (4) 砷

砷, 非金属单质, 灰色, 不溶于水, 溶于硝酸, 粉尘可燃; 燃烧产生有毒砷化物烟雾; 接触酸产生有毒烟雾, 为高毒物质。

表 7.2-12 砷理化性质参数表

化学名称	砷		
化学式	Sn		
分子量	74. 9216		
CAS 号	7440-38-2		
密度	1.97 g/cm <sup>3</sup>	亨利常数 H'	-
颜色	-	空气扩散系数 Da (cm <sup>2</sup> /s)	-
气味	-	水中扩散系数 Dw (cm <sup>2</sup> /s)	-
熔点	817℃	土壤-有机碳分配系数 Koc (cm <sup>3</sup> /g)	-
沸点	615℃	溶解性 S (mg/L)	-
致癌性	IARC 致癌分级: 未知		

## (5) 苯并[a]芘

苯并[a]芘, 是一种日常生活或工业生产过程中产生的副产物, 属于多环芳烃中毒性最大的一种强烈致癌物, 不溶于水, 微溶于乙醇、甲醇, 溶于苯、甲苯、二甲苯、氯仿、乙醚、丙酮等, 为高毒物质。

表 7.2-13 苯并[a]芘理化性质参数表

化学名称	苯并{a}芘		
化学式	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>		
分子量	252.32		
CAS 号	50-32-8		
密度	1.4 g/cm <sup>3</sup>	亨利常数 H'	1.87E-05
颜色	-	空气扩散系数 Da (cm <sup>2</sup> /s)	4.76E-02

气味	-	水中扩散系数 Dw (cm <sup>2</sup> /s)	5.56E-06
熔点	179°C	土壤-有机碳分配系数 Koc(cm <sup>3</sup> /g)	5.87E+05
沸点	496°C	溶解性 S (mg/L)	1.62E-03
致癌性	IARC 致癌分级: 未知		

### (6) 氰化物

氰化物具有杏仁油的气味，是一种易挥发的物质，易溶于水，在所有的氰化物中，氰化氢的毒性最大。

表 7.2-14 氰化物理化性质参数表

化学名称	氰化物		
化学式	CN-		
分子量	26.0174		
CAS 号	57-12-5		
密度	-	亨利常数 H'	5.44E-03
颜色	-	空气扩散系数 Da (cm <sup>2</sup> /s)	2.11E-03
气味	-	水中扩散系数 Dw (cm <sup>2</sup> /s)	2.46E-05
熔点	-	土壤-有机碳分配系数 Koc (cm <sup>3</sup> /g)	-
沸点	-	溶解性 S (mg/L)	1.00E+06
致癌性	IARC 致癌分级: 未知		

### (7) 铅

铅是一种有光泽的银色金属，在空气中会失去光泽，并变成暗淡的蓝灰色。溶于硝酸、热浓硫酸，不溶于水，为中毒物质。

表 7.2-15 铅理化性质参数表

化学名称	铅		
化学式	Pb		
分子量	207.02		
CAS 号	7439-92-1		
密度	11.3437 g/cm <sup>3</sup>	亨利常数 H'	-
颜色	蓝灰色金属	空气扩散系数 Da (cm <sup>2</sup> /s)	-
气味	-	水中扩散系数 Dw (cm <sup>2</sup> /s)	-
熔点	327°C	土壤-有机碳分配系数 Koc (cm <sup>3</sup> /g)	-
沸点	1525°C	溶解性 S (mg/L)	-
致癌性	IARC 致癌分级: 未知		

### 7.2.5.6 污染因子毒性参数

#### (1) 呼吸吸入致癌斜率因子和参考剂量外推模型公式

呼吸吸入致癌斜率因子 (SFi) 和呼吸吸入参考剂量 (RfDi)，分别采用以下公式计算：

$$SF_i = \frac{IUR \times BW_a}{DAIR_a}$$

$$RfD_i = \frac{RfC \times DAIR_a}{BW_a}$$

式中：

Sfi：呼吸吸入致癌斜率因子，(mg 污染物·kg (土壤) /kg<sup>-1</sup> (体重) ·d<sup>-1</sup>)<sup>-1</sup>；

RfDi：呼吸吸入参考剂量，mg 污染物·kg (土壤) /kg<sup>-1</sup> (体重) ·d<sup>-1</sup>；

IUR：呼吸吸入单位致癌因子，m<sup>3</sup>·mg<sup>-1</sup>；

RfC：呼吸吸入参考浓度，mg·m<sup>-3</sup>；

其他见上所述

## (2) 皮肤接触致癌斜率因子和参考剂量外推模型公式

皮肤接触致癌斜率系数和参考剂量分别采用以下公式计算：

$$SF_d = \frac{SF_o}{ABS_{gi}}$$

$$RfD_d = RfD_o \times ABS_{gi}$$

式中：

SF<sub>d</sub>：皮肤接触致癌斜率因子，(mg 污染物·kg<sup>-1</sup> 体重·d<sup>-1</sup>)<sup>-1</sup>；

SF<sub>o</sub>：经口摄入致癌斜率因子，(mg 污染物·kg<sup>-1</sup> 体重·d<sup>-1</sup>)<sup>-1</sup>；

RfD<sub>o</sub>：经口摄入参考剂量，mg 污染物·kg<sup>-1</sup> 体重·d<sup>-1</sup>；

RfD<sub>d</sub>：皮肤接触参考剂量，mg 污染物·kg<sup>-1</sup> 体重·d<sup>-1</sup>；

ABS<sub>gi</sub>：消化道吸收效率因子，无量纲。

(3) 吸入土壤颗粒物暴露途径对于单一污染物的致癌效应，考虑人群在成人期暴露的终生危害，吸入土壤颗粒物途径的土壤暴露量采用如下公式计算：

$$PISER_{ca} = \frac{PM_{10} \times DAIR_a \times ED_a \times PIAF \times (f_{spo} \times EFO_a + f_{spi} \times EFl_a)}{BW_a \times AT_{ca}} \times 10^{-6}$$

式中：PISER<sub>ca</sub>—吸入土壤颗粒物的土壤暴露量（致癌效应），kg<sup>-1</sup> 土壤·kg<sup>-1</sup> 体重·d<sup>-1</sup>；

DAIR<sub>a</sub>—成人每日空气呼吸量，mg·m<sup>-3</sup>；

PIAF—吸入土壤颗粒物在体内滞留比例，无量纲；

fspi—室内空气中来自土壤的颗粒物所占比例，无量纲；

EFOa—成人的室外暴露频率，d·a<sup>-1</sup>；

EFla—成人的室内暴露频率，d·a<sup>-1</sup>。

对于单一污染物的非致癌效应，考虑人群在成人期的暴露危害，吸入土壤颗粒物途径的土壤暴露量采用如下公式计算：

$$PISER_{nc} = \frac{PM_{10} \times DAIR_a \times ED_a \times PIAF \times (f_{spo} \times EFO_a + f_{spi} \times EFl_a)}{BW_a \times AT_{nc}} \times 10^{-6}$$

式中：PISER<sub>nc</sub>—吸入土壤颗粒物的土壤暴露量(非致癌效应)，kg<sup>-1</sup>土壤·kg<sup>-1</sup>体重·d<sup>-1</sup>；

(4) 吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物途径对于单一污染物的致癌效应，考虑人群在成人期暴露的终生危害，吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物对应的土壤暴露量采用如下公式计算：

$$IOVER_{ca1} = VF_{suroa} \times \frac{DAIR_a \times EFO_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{ca}}$$

式中：IOVER<sub>ca1</sub>—吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物对应的土壤暴露量(致癌效应)，kg<sup>-1</sup>土壤·kg<sup>-1</sup>体重·d<sup>-1</sup>；

Vf<sub>suroa</sub>—表层土壤中污染物扩散进入室外空气的挥发因子，kg·m<sup>-3</sup>；

对于单一污染物的非致癌效应，考虑人群在成人期的暴露危害，吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物对应的土壤暴露量采用如下公式计算：

$$IOVER_{nc1} = VF_{suroa} \times \frac{DAIR_a \times EFO_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{nc}}$$

式中：IOVER<sub>nc1</sub>—吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物对应的土壤暴露量(非致癌效应)，kg<sup>-1</sup>土壤·kg<sup>-1</sup>体重·d<sup>-1</sup>；

(5) 吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物途径对于单一污染物的致癌效应，考虑人群在成人期暴露的终生危害，吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物对应的土壤暴露量采用如下公式计算：

$$I\text{OVER}_{ca2} = VF_{suboa} \times \frac{DAIR_a \times EFO_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{ca}}$$

式中：I $\text{OVER}_{ca2}$ —吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物对应的土壤暴露量（致癌效应）， $\text{kg}^{-1}$  土壤· $\text{kg}^{-1}$  体重· $\text{d}^{-1}$ ；

$Vf_{suboa}$ —下层土壤中污染物扩散进入室外空气的挥发因子， $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ；

对于单一污染物的非致癌效应，考虑人群在成人期的暴露危害，吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物对应的土壤暴露量采用如下公式计算：

$$I\text{OVER}_{nc2} = VF_{suboa} \times \frac{DAIR_a \times EFO_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{nc}}$$

式中：I $\text{OVER}_{nc2}$ —吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物对应的土壤暴露量（非致癌效应）， $\text{kg}^{-1}$  土壤· $\text{kg}^{-1}$  体重· $\text{d}^{-1}$ ；

（6）吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物途径对于单一污染物的致癌效应，考虑人群在成人期暴露的终生危害，吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物对应的土壤暴露量采用如下公式计算：

$$I\text{IVER}_{ca1} = VF_{subia} \times \frac{DAIR_a \times EFI_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{ca}}$$

式中：I $\text{IVER}_{ca1}$ —吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物对应的土壤暴露量（致癌效应）， $\text{kg}^{-1}$  土壤· $\text{kg}^{-1}$  体重· $\text{d}^{-1}$ ；

$Vf_{subia}$ —下层土壤中污染物扩散进入室内空气的挥发因子， $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ；

对于单一污染物的非致癌效应，考虑人群在成人期的暴露危害，吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物对应的土壤暴露量采用如下公式计算：

$$I\text{IVER}_{nc1} = VF_{subia} \times \frac{DAIR_a \times EFI_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{nc}}$$

式中：I $\text{IVER}_{nc1}$ —吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物对应的土壤暴露量（非致癌效应）， $\text{kg}^{-1}$  土壤· $\text{kg}^{-1}$  体重· $\text{d}^{-1}$ ；

表 7.2-16 场地主要污染物毒性参数

污染物名称	经口摄入致癌斜率因子 Sfo (mg/kg-d) <sup>-1</sup>	呼吸吸入单位致癌风险 IUR (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	经口摄入参考剂量 RfDo mg/kg-d	呼吸吸入参考浓度 RfC mg/m <sup>3</sup>	消化道吸收效率因子 ABSgi 无量纲	皮肤吸收效率因子 ABSd 无量纲	呼吸吸入致癌斜率因子 Sfi (mg/kg-d) <sup>-1</sup>	呼吸吸入参考剂量 RfDi mg/kg-d	皮肤接触致癌斜率因子 SFd (mg/kg-d) <sup>-1</sup>	皮肤接触参考剂量 RfDd mg/kg-d
砷	1.5E+00	4.30E+00	3.0E-04	1.5E-05	1	0.03	1.83E+01	3.52E-06	1.50E+00	3.00E-04
铜	-	-	4.0E-02	-	1	-	-	-	-	4.00E-02
苯并[a]芘	1.0E+00	6.0E-01	3.0E-04	2.0E-06	1	0.13	2.56E+00	4.69E-07	1.00E+00	3.00E-04
石油烃 C10-C40	-	-	4.0E-02	-	1.00E+00	5.0E-01	-	-	-	4.00E-02
氨氮	-	-	-	5.0E-01	1	-	-	1.17 E-01	-	-
氰化物	-	-	6.0E-04	8.0E-04	1	-	-	1.88E-04	-	6.00E-04
镍	-	2.6E-01	2.0E-02	9.0E-05	0.04	-	1.11E+00	2.11E-05	-	8.00E-04
铅	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-

注：“—”表示无该项相关参数



### 7.3 关注污染物

根据地块调查结果显示，土壤中氨氮最大检出浓度出现在样品 SS66-6.0（尿素合成区）；总石油烃最大检出浓度出现在样品 SS18-1.0（甲醇生产区）；铜最大检出浓度出现在样品 SS18-1.0（甲醇生产区）；苯并[a]芘最大检出浓度出现在样品 SS41-0.5（南变压吸附区），且仅为表层土超标；砷最大检出浓度出现在样品 SS03-0.5（一网络造气区）。土壤各关注污染物的污染情况见下表。

表 7.3-1 土壤中各关注污染物污染情况

关注污染物	筛选值 (mg/kg)	最大检测浓度 (mg/kg)	
		表层	下层
氨氮	1710	3950	2700
游离氨	1317	3041.5	2078.9
石油烃 (C10-C40)	826	38400	/
铜	2000	16300	/
苯并[a]芘	0.55	2.5	/
砷	20	39	23.8

据调查，查明地下水已受到砷、镍、铅、氨氮、氰化物污染，超出本地块的风险评价筛选标准，污染情况见下表

表 7.3-2 地下水中各关注污染物污染情况

序号	污染物名称	检出最大值(mg/L)
1	砷	0.0531
2	镍	0.248
3	铅	0.0587
4	氨氮	2640
5	氰化物	0.13

### 7.4 风险表征

风险表征的主要工作内容包括单一污染物的致癌和非致癌风险的计算、所有关注污染物的致癌和非致癌风险计算。

风险表征主要工作内容包括采用风险评价模型，根据剂量—反应关系，计算场地关注污染物致癌风险和危害商，包括土壤中单一污染物单一途径的致癌风

险和危害商、地下水中单一污染物单一途径的致癌风险和危害商。

风险表征得到的场地污染物的致癌风险和危害商，可作为确定场地污染范围的重要依据。计算得到单一污染物的致癌风险值超过  $10^{-6}$  或危害商超过 1 的采样点，其代表的场地区域应划定为风险不可接受的污染区域。

## 7.5 计算地块土壤和地下水污染风险

### 7.5.1 致癌风险

#### 7.5.1.1 土壤单一污染物的致癌风险

(1) 经口摄入土壤途径的致癌风险，采用以下公式计算：

$$CR_{ois} = OISER_{ca} \times C_{sur} \times SF_o$$

式中： $CR_{ois}$ —经口摄入土壤暴露于单一污染物的致癌风险，无量纲；

$C_{sur}$ —表层土壤中污染物浓度， $mg \cdot kg^{-1}$ ；根据场地调查获得参数值；

$OISER_{ca}$ —经口摄入土壤暴露量（致癌效应）， $kg \text{ 土壤} \cdot kg^{-1} \text{ 体重} \cdot d^{-1}$ ；

$SF_o$ —经口摄入致癌斜率因子， $(mg \text{ 污染物} \cdot kg^{-1} \text{ 体重} \cdot d^{-1})^{-1}$ ；

(2) 皮肤接触土壤途径的致癌风险，采用以下公式计算：

$$CR_{dcs} = DCSE_{ca} \times C_{sur} \times SF_d$$

式中： $CR_{dcs}$ —皮肤接触土壤暴露单一污染土壤的致癌风险，无量纲；

$C_{sur}$ —表层土壤中污染物浓度， $mg \cdot kg^{-1}$ ；根据场地调查获得参数值；

$DCSE_{ca}$ —皮肤接触途径的土壤暴露量（致癌效应）， $kg \text{ 土壤} \cdot kg^{-1} \text{ 体重} \cdot d^{-1}$ ；

$SF_d$ —皮肤接触致癌斜率因子， $(mg \text{ 污染物} \cdot kg^{-1} \text{ 体重} \cdot d^{-1})^{-1}$ ；

(3) 吸入土壤颗粒物途径的致癌风险，采用以下公式计算：

$$CR_{pis} = PISER_{ca} \times C_{sur} \times SF_i$$

式中： $CR_{pis}$ —吸入土壤颗粒物暴露于单一污染物致癌风险，无量纲；

$SF_i$ —呼吸吸入致癌斜率因子， $(mg \text{ 污染物} \cdot kg^{-1} \text{ 体重} \cdot d^{-1})^{-1}$ ；

$C_{sur}$ —表层土壤中污染物浓度， $mg \cdot kg^{-1}$ ；根据场地调查获得参数值；

$PISER_{ca}$ —吸入土壤颗粒物的土壤暴露量（致癌效应）， $kg \text{ 土壤} \cdot kg^{-1}$

体重·d<sup>-1</sup>;

(4) 吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物途径的致癌风险, 采用以下公式计算:

$$CR_{iov1} = IOVER_{ca1} \times C_{sur} \times SF_i$$

式中:  $CR_{iov1}$ —吸入室外空气暴露于单一污染物的致癌风险, 无量纲;

$SF_i$ —呼吸吸入致癌斜率因子, (mg 污染物·kg<sup>-1</sup> 体重·d<sup>-1</sup>)<sup>-1</sup>;

$C_{sur}$ —表层土壤中污染物浓度, mg·kg<sup>-1</sup>; 根据场地调查获得参数值;

$IOVER_{ca1}$ —吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物对应的土壤暴露量(致癌效应), kg 土壤·kg<sup>-1</sup> 体重·d<sup>-1</sup>;

(5) 吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物途径的致癌风险, 采用以下公式计算:

$$CR_{iov2} = IOVER_{ca2} \times C_{sub} \times SF_i$$

式中:  $CR_{iov2}$ —吸入室外空气暴露于单一污染物的致癌风险, 无量纲;

$C_{sub}$ —下层土壤中污染物浓度, mg·kg<sup>-1</sup>; 根据场地调查获得参数值;

$SF_i$ —呼吸吸入致癌斜率因子, (mg 污染物·kg<sup>-1</sup> 体重·d<sup>-1</sup>)<sup>-1</sup>;

$IOVER_{ca2}$ —吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物对应的土壤暴露量(致癌效应), kg 土壤·kg<sup>-1</sup> 体重·d<sup>-1</sup>。

(6) 吸入室内空气来自下层土壤的气态污染物途径的致癌风险, 采用以下公式计算:

$$CR_{iiv1} = IOVER_{ca1} \times C_{sub} \times SF_i$$

式中:  $CR_{iiv1}$ —吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物途径的致癌风险, 无量纲;

(7) 土壤中单一污染物所有暴露途径的总致癌风险, 采用以下公式计算:

$$CR_n = CR_{ois} + CR_{dcs} + CR_{pis} + CR_{iov1} + CR_{iov2} + CR_{iiv1}$$

式中:  $CR_n$ —土壤中单一污染物(第 n 种)经所有暴露途径的总致癌风险, 无量纲。

### 7.5.1.2 地下水单一污染物的致癌风险

(1) 经口摄入地下水中单一污染物的致癌风险，采用以下公式计算：

$$CR_{cgw} = CGWER_{ca} \times C_{gw} \times SF_0$$

式中：CR<sub>cgw</sub>—经口摄入地下水暴露单一污染物的致癌风险，无量纲；  
C<sub>gw</sub>—地下水中污染物浓度，mg·L<sup>-1</sup>。

(2) 皮肤接触地下水中单一污染物的致癌风险，采用以下公式计算：

$$CR_{dgw} = DGWER_{ca} \times SF_d$$

式中：CR<sub>dgw</sub>—皮肤接触地下水暴露单一污染物的致癌风险，无量纲。

(3) 吸入室外空气中来自地下水的单一气态污染物的致癌风险，采用以下公式计算：

$$CR_{iov_3} = IOVER_{ca_3} \times C_{gw} \times SF_i$$

式中：CR<sub>iov<sub>3</sub></sub>—吸入室外空气中来自地下水暴露于单一污染物的致癌风险，无量纲。

(4) 吸入室内空气来自地下水的单一气态污染物的致癌风险，采用以下公式计算：

$$CR_{iiv_2} = IIVER_{ca_2} \times C_{gw} \times SF_i$$

式中：CR<sub>iiv<sub>2</sub></sub>—吸入室内空气来自地下水暴露于单一气态污染物的致癌风险，无量纲。

(5) 地下水中单一污染物经所有暴露途径的致癌风险，采用计算公式如下：

$$CR_n = CR_{cgw} + CR_{dgw} + CR_{iov_3} + CR_{iiv_2}$$

式中：CR<sub>n</sub>—经所有暴露途径暴露于单一污染物（第 n 种）的总致癌风险，无量纲。

## 7.5.2 非致癌危害商

### 7.5.2.1 土壤单一污染物是非致癌危害商

(1) 经口摄入土壤途径的危害商，采用以下公式计算：

$$HQ_{ois} = \frac{OISER_{nc} \times C_{sur}}{RfD_o \times SAF}$$

式中：HQ<sub>ois</sub>—经口摄入污染土壤非致癌危害商，无量纲；

OISER<sub>nc</sub>—经口摄入土壤暴露量(非致癌效应), kg 土壤·kg<sup>-1</sup> 体重·d<sup>-1</sup>;

RfD<sub>o</sub>—经口摄入参考剂量, mg/(kg·d);

SAF—暴露于土壤的参考剂量分配系数, 无量纲。

C<sub>sur</sub>—表层土壤中污染物浓度, mg·kg<sup>-1</sup>; 根据场地调查获得参数值;

(2) 皮肤接触土壤途径的危害商, 采用以下公式计算:

$$HQ_{dcs} = \frac{DCSER_{nc} \times C_{sur}}{RfD_d \times SAF}$$

式中: HQ<sub>dcs</sub>—皮肤接触土壤途径的危害商, 无量纲。

DCSER<sub>nc</sub>—皮肤接触的土壤暴露量(非致癌效应), kg 土壤·kg<sup>-1</sup> 体重·d<sup>-1</sup>;

C<sub>sur</sub>—表层土壤中污染物浓度, mg·kg<sup>-1</sup>; 根据场地调查获得参数值;

SAF—暴露于土壤的参考剂量分配系数, 无量纲。

RfD<sub>d</sub>—皮肤接触参考剂量, mg 污染物·kg<sup>-1</sup> 体重·d<sup>-1</sup>;

(3) 吸入土壤颗粒物途径的危害商, 采用以下公式计算:

$$HQ_{pis} = \frac{PISER_{nc} \times C_{sur}}{RfD_i \times SAF}$$

式中: HQ<sub>pis</sub>—吸入土壤颗粒物途径的危害商, 无量纲;

PISER<sub>nc</sub>—吸入土壤颗粒物的土壤暴露量(非致癌效应), kg 土壤·kg<sup>-1</sup> 体重·d<sup>-1</sup>;

C<sub>sur</sub>—表层土壤中污染物浓度, mg·kg<sup>-1</sup>; 根据场地调查获得参数值;

SAF—暴露于土壤的参考剂量分配系数, 无量纲。

RfD<sub>i</sub>—呼吸吸入参考剂量, mg 污染物·kg<sup>-1</sup> 体重·d<sup>-1</sup>。

(4) 吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物途径的危害商, 采用以下公式计算:

$$HQ_{iov1} = \frac{IOVER_{nc1} \times C_{sur}}{RfD_i \times SAF}$$

式中: HQ<sub>iov1</sub>—吸入室外空气暴露于单一污染物非致癌危害商, 无量纲;

RfD<sub>i</sub>—呼吸吸入参考剂量, mg 污染物·kg<sup>-1</sup> 体重·d<sup>-1</sup>。

IOVER<sub>nc1</sub>—吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物对应的土壤

暴露量（非致癌效应）， $\text{kg 土壤}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ 体重}\cdot\text{d}^{-1}$ ；

$C_{\text{sur}}$ —表层土壤中污染物浓度， $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ；根据场地调查获得参数值；

$\text{SAF}$ —暴露于土壤的参考剂量分配系数，无量纲。

(5) 吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物途径的非致癌危害商，采用以下公式计算：

$$HQ_{\text{iov}2} = \frac{IOVER_{\text{nc}2} \times C_{\text{sub}}}{RfD_i \times \text{SAF}}$$

式中： $HQ_{\text{iov}2}$ —吸入室外空气暴露于单一污染物非致癌危害商，无量纲；

$RfD_i$ —呼吸吸入参考剂量， $\text{mg 污染物}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ 体重}\cdot\text{d}^{-1}$ 。

$\text{SAF}$ —暴露于土壤的参考剂量分配系数，无量纲。

$C_{\text{sub}}$ —下层土壤中污染物浓度， $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ；根据场地调查获得参数值；

$IOVER_{\text{nc}2}$ —吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物对应的土壤暴露量（非致癌效应）， $\text{kg 土壤}\cdot\text{kg}^{-1}\text{ 体重}\cdot\text{d}^{-1}$ ；

(6) 吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物途径的非致癌危害商，采用以下公式计算：

$$HQ_{\text{iv}1} = \frac{IIVER_{\text{nc}1} \times C_{\text{sub}}}{RfD_i \times \text{SAF}}$$

式中： $HQ_{\text{iv}1}$ —吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物途径的危害商，无量纲。

(7) 土壤单一污染物经所有暴露途径的非致癌风险，采用计算公式如下：

$$HI_n = HQ_{\text{ois}} + HQ_{\text{dcs}} + HQ_{\text{pis}} + HQ_{\text{iov}1} + HQ_{\text{iov}2} + HQ_{\text{iv}1}$$

式中： $HI_n$ —土壤中单一污染物（第  $n$  种）经所有暴露途径的危害指数，无量纲。

### 7.5.2.2 地下水单一污染物是非致癌危害商

(1) 经口摄入污染地下水中单一污染物的非致癌危害商，采用计算公式如下：

$$HQ_{\text{c}^{\text{GW}}} = \frac{\text{CGWER}_{\text{nc}} \times C_{\text{GW}}}{RfD_0 \times \text{WAF}}$$



式中： $HQ_{c_{gw}}$ —经口摄入地下水暴露于单一污染物的非致癌危害商，无量纲；

(2) 皮肤接触污染的地下水中单一污染物的非致癌危害商，采用计算公式如下：

$$HQ_{d_{gw}} = \frac{DGWER_{nc}}{RfD_d}$$

式中： $HQ_{d_{gw}}$ —皮肤接触地下水暴露单一污染物的非致癌危害商，无量纲。

(3) 吸入室外空气中来自地下水的单一气态污染物的非致癌危害商，采用计算公式如下：

$$HQ_{iov3} = \frac{IOVER_{nc3} \times C_{gw}}{RfD_i \times WAF}$$

式中： $HQ_{iov3}$ —吸入室外空气暴露于单一污染物的非致癌危害商，无量纲；

WAF—暴露于地下水的参考剂量分配比例，无量纲。

(4) 吸入室内空气来自地下水的单一气态污染物的非致癌危害商，采用计算公式如下：

$$HQ_{iiv2} = \frac{IIVER_{nc2} \times C_{gw}}{RfD_i \times WAF}$$

式中： $HQ_{iiv2}$ —吸入室内空气暴露于单一污染物的非致癌危害商，无量纲。

(5) 单一地下水污染物经所有途径的非致癌危害商，采用计算公式如下：

$$HQ_n = HQ_{c_{gw}} + HQ_{d_{gw}} + HQ_{iov3} + HQ_{iiv2}$$

式中： $HQ_n$ —经所有途径暴露于单一污染物（第 n 种）的非致癌危害商，无量纲。

## 7.6 风险评估结果

### 7.6.1 土壤关注污染物的风险表征结果

表层中（0-7.6m）土壤中污染物有砷、铜、氨氮、石油烃（C10-C40）、苯

并[a]芘，用该层污染物最大值进行风险评估，计算得到污染物各相关暴露途径致癌风险和非致癌危害商见下表。

砷的致癌风险为 8.66E-05，超过可接受致癌风险 1.00E-06，关键暴露途径为经口摄入土壤；

铜无致癌风险，危害商为 8.14E+00，超过可接受危害商 1，关键暴露途径为经口摄入土壤；

苯并[a]芘致癌风险为 4.57E-06，超过可接受致癌风险 1.00E-6，关键暴露途径为经口摄入和皮肤接触土壤；

氨氮无致癌风险，其危害商为 1.19，超过可接受危害商 1，关键暴露途径为吸入土壤颗粒物；

石油烃无致癌参数，其危害商为 29.22，超过可接受危害商 1，关键暴露途径为皮肤接触土壤。

表 7.6-1 表层土壤中污染物致癌风险

表层污染物致癌风险值							
污染物	经口摄入	皮肤接触	吸入土壤颗粒物	吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物	吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物	吸入室内空气来自下层土壤的气态污染物	总致癌风险
砷	7.48E-05	7.18E-06	4.65E-06	-	-	-	8.66E-05
苯并[a]芘	2.77E-06	1.02E-06	4.16E-08	7.34E-07	1.02E-08	9.60E-09	4.57E-06

表 7.6-2 表层土壤中污染物非致癌危害商

表层污染物非致癌危害商							
污染物	经口摄入	皮肤接触	吸入颗粒物	吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物	吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物	吸入室内空气来自下层土壤的气态污染物	总非致癌危害商
砷	2.60E-02	0.22E+00	0.54E+00	-	-	-	7.85E-01
铜	8.14E+00	0.00E+00	-	-	-	-	8.14E+00
苯并[a]芘	2.51E-01	9.34E-02	2.58E-01	4.58E-02	1.10E-03	3.20E-03	6.5E-01
氨氮	-	-	9.33E-01	1.6E-01	6.37E-06	2.62E-04	1.19+00
石油烃 C10-C16	1.92	27.3	-	-	-	-	29.22

下层中（7.6-10.0m）污染物有氨氮和砷，下层土壤不开挖。重金属砷无暴露途径，因此，无人体健康不可接受风险；氨氮的危害商为 7.61E-01，在可接受危害商 1 之内，对人体健康没有风险。

用该层污染物最大值进行风险评估，计算得到污染物各相关暴露途径致癌风险和非致癌危害商见下表。

表 7.6-3 下层土壤中污染物非致癌危害商

下层污染物非致癌危害商							
污染物	经口摄入	皮肤接触	室内颗粒物	吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物	吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物	吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物	总非致癌危害商
砷	-	-	-	-	-	-	-
氨氮	-	-	6.49E-01	1.12E-01	0.00E+00	0.00E+00	7.61E-01

## 7.6.2 地下水中关注污染物的风险表征结果

地下水中污染物有砷、镍、铅、氰化物、氨氮，用该层污染物最大值进行风险评估，计算得到污染物各相关暴露途径致癌风险和非致癌危害商见下表。

其中，重金属砷、镍、铅不存在暴露途径，不存在风险。氨氮、氰化物不致癌。

通过计算，可知氨氮、氰化物不存在风险，关键暴露途径为吸入室内气态污染物。

表 7.6-4 地下水中污染物危害商

污染物致危害商					
污染物	经口摄入	皮肤接触	吸入室外气态污染物	吸入室内气态污染物	总非致癌危害商
氰化物	-	-	3.57E-04	1.20E-02	1.24E-02
氨氮	-	-	3.63E-07	5.97E-06	6.33E-06

## 7.7 不确定性分析

### 7.7.1 场地环境调查与计划工作内容的偏差

污染场地风险评估过程中的不确定性假设情景、参数定值、评估模型的偏差等密切相关。不确定性可以定量地采用测定参数变化对评估结果的影响程度来表示。不确定性（缺乏关于准确值的了解，例如特定的暴露估计）分析必须与多样性（不同个体的不同暴露水平）相区别。由于土壤的不均质性、处于地下不可见状态和风险评价环境的复杂性，本风险评价中也存在较大的不确定性因素，这些不确定因素会对评价结果造成较大的影响。

### 7.7.2 模型参数对结论的影响

（1）场地参数的不确定性。本项目尽量采用实测数据（如场地参数）和国内官方认可的参数，但由于我国相关基础研究十分匮乏（如对暴露参数和建筑物参数的估计），因此仍有某些参数采用的是国外数据，难免会造成参数估计不能完全反映我国的实际情况。同时，目前我国还没有完善的污染物毒理学参数，大多采用美国环保局综合风险信息数据库(IRIS, 2009)和美国环保局土壤筛选导则(USEPA, 2002)，其对我国风险评价的适用性值得商榷。

（2）受体参数的针对性。受体参数采用《2006年中国卫生统计年鉴》和美国材料和测试标准化协会(ASTM)推荐值，主要选取的是一个均值，因此要更准确的评价某一场地的风险，还需要实地调研当地暴露人群的有关情况。

### 7.7.3 暴露风险贡献率分析

由下表 7.7-1 和表 7.7-2，可知表层土壤中砷、铜、苯并[a]芘的主要暴露途径为经口摄入土壤，石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）的主要暴露途径为皮肤接触，主要与人群参数、暴露途径参数有关。氨氮的主要暴露途径为吸入土壤颗粒物，主要与场地土壤特征参数有关。

表 7.7-1 表层土壤中污染物暴露途径致癌风险贡献率

污染物	经口摄入	皮肤接触	吸入土壤颗粒物	吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物	吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物	吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物
砷	8.64E+01	8.29E+00	5.37E+00	-	-	-
苯并[a]芘	6.07E+01	2.23E+01	9.11E-01	1.61E+01	2.23E-01	2.10E-01

表 7.7-2 表层土壤中污染物暴露途径非致癌风险贡献率

污染物	经口摄入	皮肤接触	吸入颗粒物	吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物	吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物	吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物
铜	100	0	0	0	0	0
氨氮	0	0	85.59	14.25	0.006	0.155
石油烃 C10-C16	6.57	93.43	-	-	-	-

## 7.8 场地风险评估结论

依据以上风险评估的结果，可以得到如下结论：

根据导则规定，总致癌风险超过  $10^{-6}$  或危害指数超过 1 的区域，不在人体可接受风险范围内，需要进行风险管控和场地修复，本场地土壤风险表明，场地表层（0-7.6m）土壤中有 5 种物质存在健康风险，分别为砷、铜、氨氮、石油烃、苯并芘；下层（7.6-10.0m）土壤中物质不存在风险。

地下水在不饮用的途经下，对人体健康的风险可接受，不需要进行风险管控和修复。

## 8 土壤修复目标与修复范围

### 8.1 土壤风险控制值计算

由以上计算可知，关注污染物并非经过所有途径对人体具有致癌风险和危害商，对于不具有致癌效应和危害商的途径，则不进行基于该种途径的土壤和地下水风险控制值。

场地污染物风险控制值的计算步骤如下：

- (1) 选择模型方法计算污染物风险控制值；
- (2) 确定目标风险水平和危害商；
- (3) 根据风险评估结果，确定对人体健康具有潜在危害的污染物种类；
- (4) 整理收集污染物理化参数及毒理学参数；
- (5) 根据土地利用类型和受体特征确定暴露参数；
- (6) 根据场地特征确定场地参数，如土壤参数、地下水参数、建筑物参数等。

本项目修复目标值的推导将依据上述已建立的场地暴露概念模型，参照我国《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）进行计算方法和模型参数的优化后来推导保护人体健康的土壤及地下水风险控制值。

#### 8.1.1 基于致癌效应的土壤风险控制值

①基于经口摄入土壤途径致癌效应的土壤风险控制值的计算：

$$RSCV_{ois} = \frac{ACR}{OISER_{ca} \times SF_o}$$

式中：

RSCV<sub>ois</sub> — 基于经口摄入致癌效应的土壤风险控制值，mg·kg<sup>-1</sup>；

ACR — 可接受致癌风险，无量纲；取值为10<sup>-6</sup>；

其他见如上所述。

②基于皮肤接触土壤途径致癌效应的土壤风险控制值的计算：



$$RSCV_{des} = \frac{ACR}{DCSER_{ca} \times SF_d}$$

式中：

RSCV<sub>des</sub>：基于皮肤接触致癌效应的土壤风险控制值，mg·kg<sup>-1</sup>。

其他见如上所述。

③基于吸入土壤颗粒物途径致癌效应的土壤风险控制值的计算：

$$RSCV_{pis} = \frac{ACR}{PISER_{ca} \times SF_i}$$

式中：

RSCV<sub>pis</sub>：基于吸入土壤颗粒物致癌效应的土壤风险控制值，mg·kg<sup>-1</sup>

其他见如上所述。

④基于吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物途径致癌效应的土壤风险控制值的计算：

$$RSCV_{iov1} = \frac{ACR}{IOVER_{ca1} \times SF_i}$$

式中：

RSCV<sub>iov1</sub>：基于吸入室外气态污染物致癌效应的土壤风险控制值，mg·kg<sup>-1</sup>

其他见如上所述。

⑤基于吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物途径致癌效应的土壤风险控制值的计算：

$$RSCV_{iov2} = \frac{ACR}{IOVER_{ca2} \times SF_i}$$

RSCV<sub>iov2</sub>：基于吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物致癌效应的土壤风险控制值，mg·kg<sup>-1</sup>；

其他见如上所述。

⑥基于所有暴露途径综合致癌效应的土壤风险控制值的计算：

$$RSCV_n = \frac{ACR}{OISER_{ca} \times SF_o + DCSE_{ca} \times SF_d + PISER_{ca} \times SF_i + (IOVER_{ca1} + IOVER_{ca2}) \times SF_i}$$

式中：

RSCV<sub>n</sub>—基于所有暴露途径综合致癌效应的土壤风险控制值，mg·kg<sup>-1</sup>；

其他见如上所述。

### 8.1.2 基于非致癌风险的土壤风险控制值

①基于经口摄入土壤途径非致癌效应的土壤风险控制值的计算：

$$HCVS_{ois} = \frac{RfD_o \times SAF \times AHQ}{OISER_{nc}}$$

HCVS<sub>ois</sub>: 基于经口摄入土壤途径非致癌效应的土壤风险控制值, mg·kg<sup>-1</sup>;

AHQ: 可接受危害商, 无量纲; 取值 1;

其他见如上所述。

②基于皮肤接触土壤途径非致癌效应的土壤风险控制值的计算：

$$HCVS_{dcs} = \frac{RfD_d \times SAF \times AHQ}{DCSER_{nc}}$$

HCVS<sub>dcs</sub>: 基于皮肤接触土壤途径非致癌效应的土壤风险控制值, mg·kg<sup>-1</sup>;

其他见如上所述。

③基于吸入土壤颗粒物途径非致癌效应的土壤风险控制值的计算：

$$HCVS_{pis} = \frac{RfD_i \times SAF \times AHQ}{PISER_{nc}}$$

HCVS<sub>pis</sub>: 基于吸入土壤颗粒途径非致癌效应的土壤风险控制值, mg·kg<sup>-1</sup>;

其他见如上所述。

④基于吸入吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物途径非致癌效应的土壤风险控制值的计算：

$$HCVS_{iov1} = \frac{RfDi \times SAF \times AHQ}{IOVER_{nc1}}$$

HCVS<sub>iov1</sub>: 基于吸入室外空气中来自表层土壤的气态污染物途径非致癌效应的土壤风险控制值, mg·kg<sup>-1</sup>;

其他见如上所述。

⑤基于吸入吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物途径非致癌效应的土壤风险控制值的计算：

$$HCVS_{iov2} = \frac{RfDi \times SAF \times AHQ}{IOVER_{nc2}}$$

HCVS<sub>iov2</sub>: 基于吸入土壤颗粒途径非致癌效应的土壤风险控制值, mg·kg<sup>-1</sup>;  
其他见如上所述。

⑥基于所有暴露途径综合非致癌效应的土壤风险控制值的计算:

$$HCVS_n = \frac{AHQ \times SAF}{\frac{OISER_{nc}}{RfD_o} + \frac{DCSER_{nc}}{RfD_d} + \frac{PISER_{nc} + IOVER_{nc1} + IOVER_{nc2}}{RfD_i}}$$

HCVS<sub>n</sub>: 基于吸入土壤颗粒途径非致癌效应的土壤风险控制值, mg·kg<sup>-1</sup>;  
其他见如上所述。

### 8.1.3 土壤修复目标值的确定

国家导则和技术指南对于修复目标值的相关规定如下:

《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ25.3-2019)的规定,修复目标值确定的依据为:分析比较按照 HJ25.3 计算的土壤风险控制值和场地所在区域土壤中目标污染物的背景含量和国家有关标准中规定的限值,合理提出土壤目标污染物的修复目标值。

《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南(试行)》的规定:初步修复目标值,是根据场地可接受污染水平、场地背景值或本底值、经济技术条件和修复方式(修复和工程控制)、当地社会经济发展水平等因素综合确定的、场地土壤和地下水中的污染物修复后需要达到的限值。我国为发展中国家,经济和土壤、地下水修复技术水平相对欧美国家较落后。因此,在提出场地修复目标时,应综合考虑实际修复技术的可达性及当地经济的承受水平等因素,参考风险控制值及可接受风险水平,合理确定场地建议修复目标值。

污染场地最终修复目标的确定,还应综合考虑修复后土壤的最终去向和使用方式、修复技术的选择、修复时间、修复成本以及法律法规、社会经济等因素。

根据相关规定要求,以下值可作为修复目标值:

(1)按照 HJ25.3 计算的各分层土壤风险控制值,采用污染土壤人体健康风险评估计算得到的土壤污染风险管控值(筛选值)是确定土壤污染修复目标值的依据;

(2)将土壤风险控制值计算结果(理论值)与《土壤环境质量建设用地污

染风险管控标准》（GB36600-2018）等国内外其他标准进行比较，考虑实际修复技术的可达性及当地经济的承受水平等因素，进而选择科学且可行性强的建议修复目标值；

（3）基于人体健康风险评估并结合气味，采用游离氨的筛选值作为氨氮的修复目标值。

表 8.1-1 场地污染物建议修复目标值（mg/kg）

污染因子	土层	筛选值	基于保护人体健康风险控制值	建议修复目标值
砷	表层（0-7.6m）	20	0.45	20
铜	表层（0-7.6m）	2000	2000	2000
苯并[a]芘	表层（0-7.6m）	0.55	0.547	0.55
石油烃	表层（0-7.6m）	826	826	826
氨氮	表层（0-7.6m）	1710	1940	1317

## 8.1.4 不确定分析

本次风险评估计算的不确定性主要来源于以下几点：

（1）本次风险评估基于业主提供的初步开发计划而进行计算的，如今后该方案发生变更，则为计算结果带来极大不确定性，导致需重新计算风险评估结果。

（2）本次评估中污染物的暴露参数和毒理参数均参考《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）以及 RBCA Tool Kit for Chemical Releases 的参考值，但部分参数与场地实情会有所差异，这会造成评价结果与实际情况具有一定的差异性。

根据以上的讨论，虽然在计算中尽可能采取了一些措施来减少不确定性，评估计算的不确定性是不可避免的。

## 8.2 修复范围及修复土方量

### 8.2.1 污染物修复范围确定原则

在本报告中污染场地的修复是指通过物理、化学或生物的转化过程，将场

地中的高浓度污染物消除、降解或移出，使得场地土壤中的污染物浓度符合标准要求或采取控制暴露途径的措施，使环境风险降低到可以接受的水平。

根据环境保护部 2014 年发布的《建设用地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2019）中的规定，结合国家环境保护总局“关于切实做好企业搬迁过程中环境污染防治工作的通知”（环办[2004]47 号）以及《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）等相关文件精神，确定以下场地修复范围划定原则：

本项目场地修复管理后需保证敏感受体安全。因场地目前已完成规划，该地块后期开发为居住用地和文化设施用地，部分区域为公园用地。

**（1）根据不同土壤层次划定修复范围：**分层分污染物划定原则：根据场地水文地质条件和污染物实际分布特征，为便于修复量计算，将场地土壤修复深度分为 5 层，分别为第一层（0-0.8m）（主要为填土层）、第二层（0.8-3.0m）（主要为粘土层）、第三层（3.0-4.9m）（主要为粉土层）、第四层（4.9-7.6m）（主要为粉质粘土层）。分层确定每种污染物的修复范围，然后进行每种污染物的修复范围叠加，得到每层土壤的修复范围。

**（2）插值法原则：**对于超过修复目标的范围采用插值法进行圈定；

**（3）人工修正的原则：**根据插值法得到的修复范围结合厂区平面布置的实际情况时，采用人工修正的方法确定修复范围（对于具有刺激性气味和颜色变化的采样点进行保守修正），并进行裁弯取直以便于后期修复工作的实际操作。

**（4）不同污染物类型分别叠加，给出修复范围：**本项目根据场地不同污染物类型进行同类同土层修复范围叠加，并计算土方量，以便于本场地后期污染修复工作的开展。

**（5）详细划定修复范围拐点：**对修复区域设置拐点坐标，方便进行土壤修复时准确确定修复范围。

## 8.2.2 污染物修复范围

根据上述污染物修复范围确定原则，经污染物浓度差值计算和人工修正，得到本场地土壤中各种污染物、不同土层污染土壤的修复范围。

根据污染修复范围确定原则，进行污染物浓度差值计算，再以差值结果，以功能区污染源范围和污染物迁移性特性，进行适当修正完善，得到本场地土

壤中各种污染物、不同土层污染土壤的修复范围。

图 8.2-1 为场地第一层（0-0.8m）污染物修复范围，图 8.2-2 为场地第二层（0.8-3.0m）污染物修复范围，图 8.2-3 为场地第三层（3.0-4.9m）污染物修复范围，图 8.2-4 为场地第四层（4.9-7.6m）污染物修复范围，修复拐点坐标见附件。

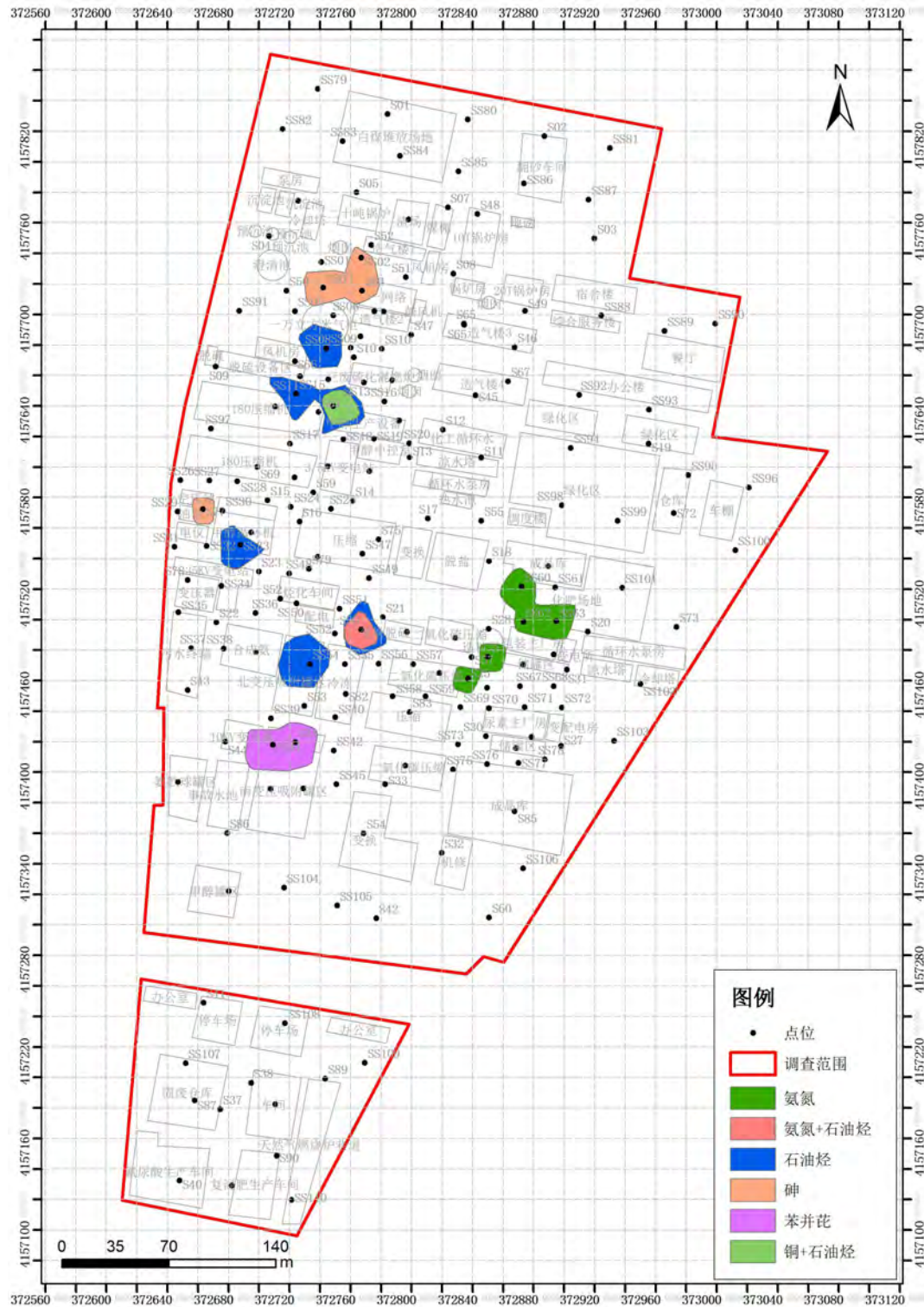




图 8.2-1 土壤第一层 (0-0.8m) 污染范围

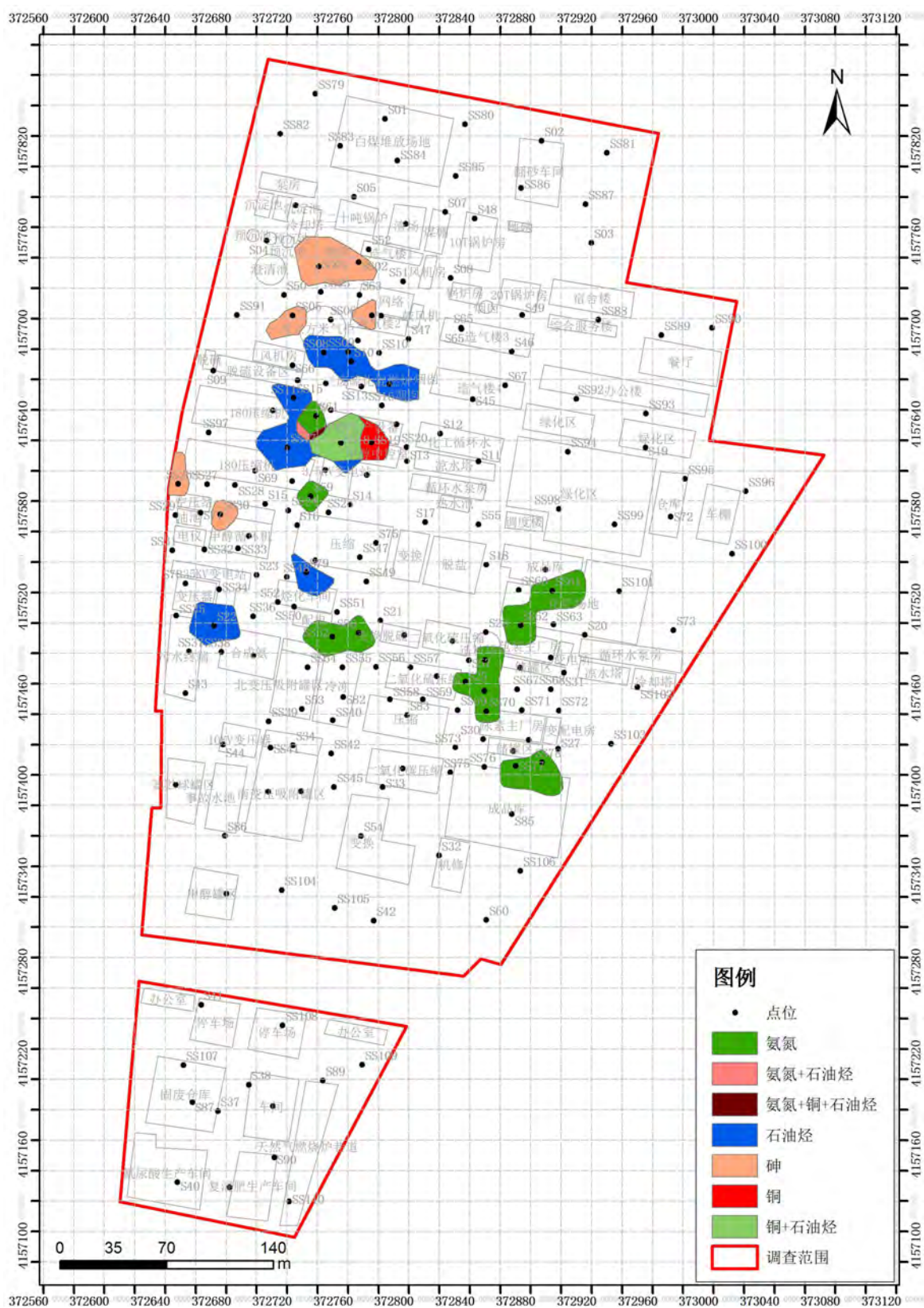


图 8.2-2 土壤第二层 (0.8-3.0m) 污染范围

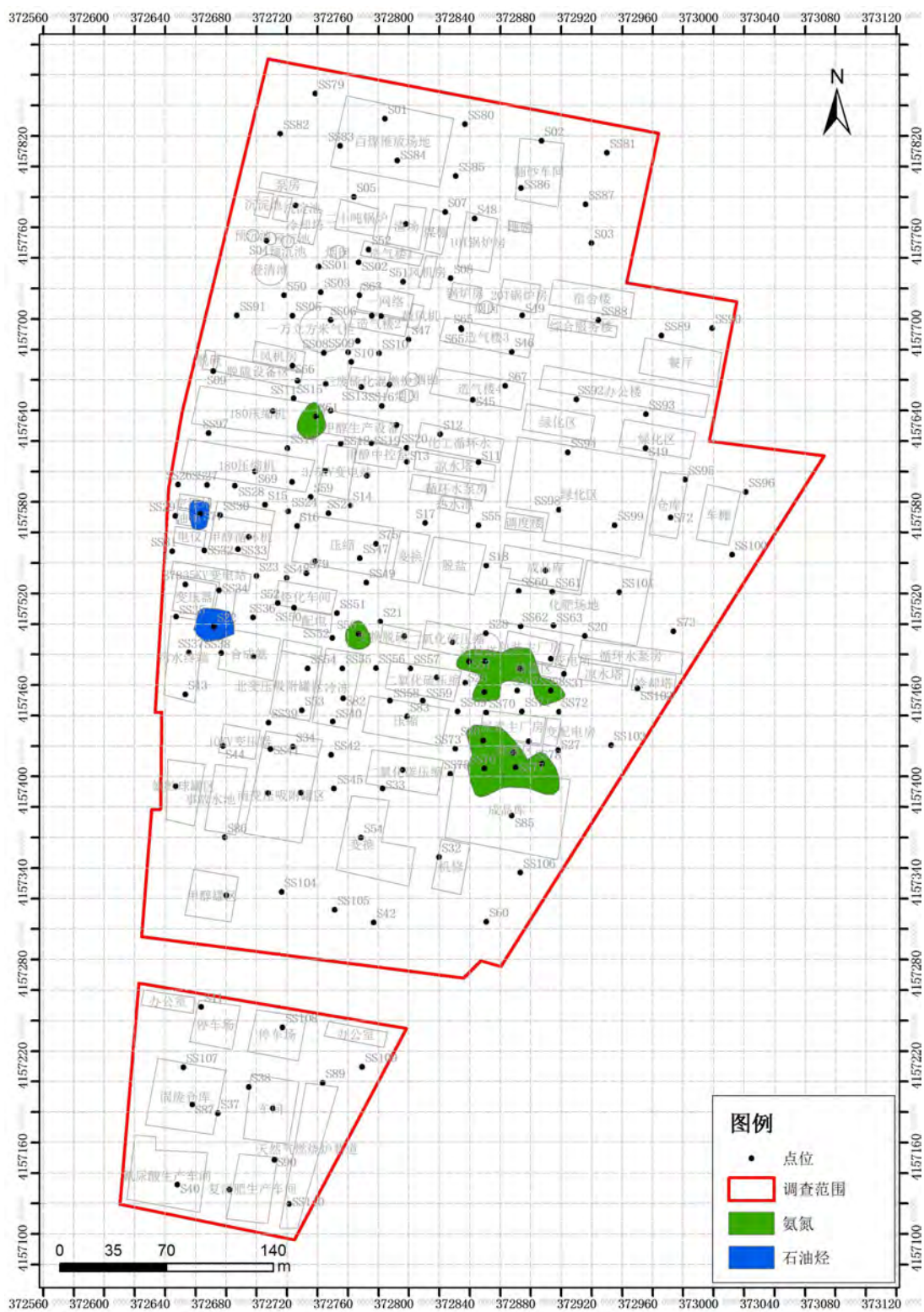


图 8.2-3 土壤第三层 (3.0-4.9m) 污染范围



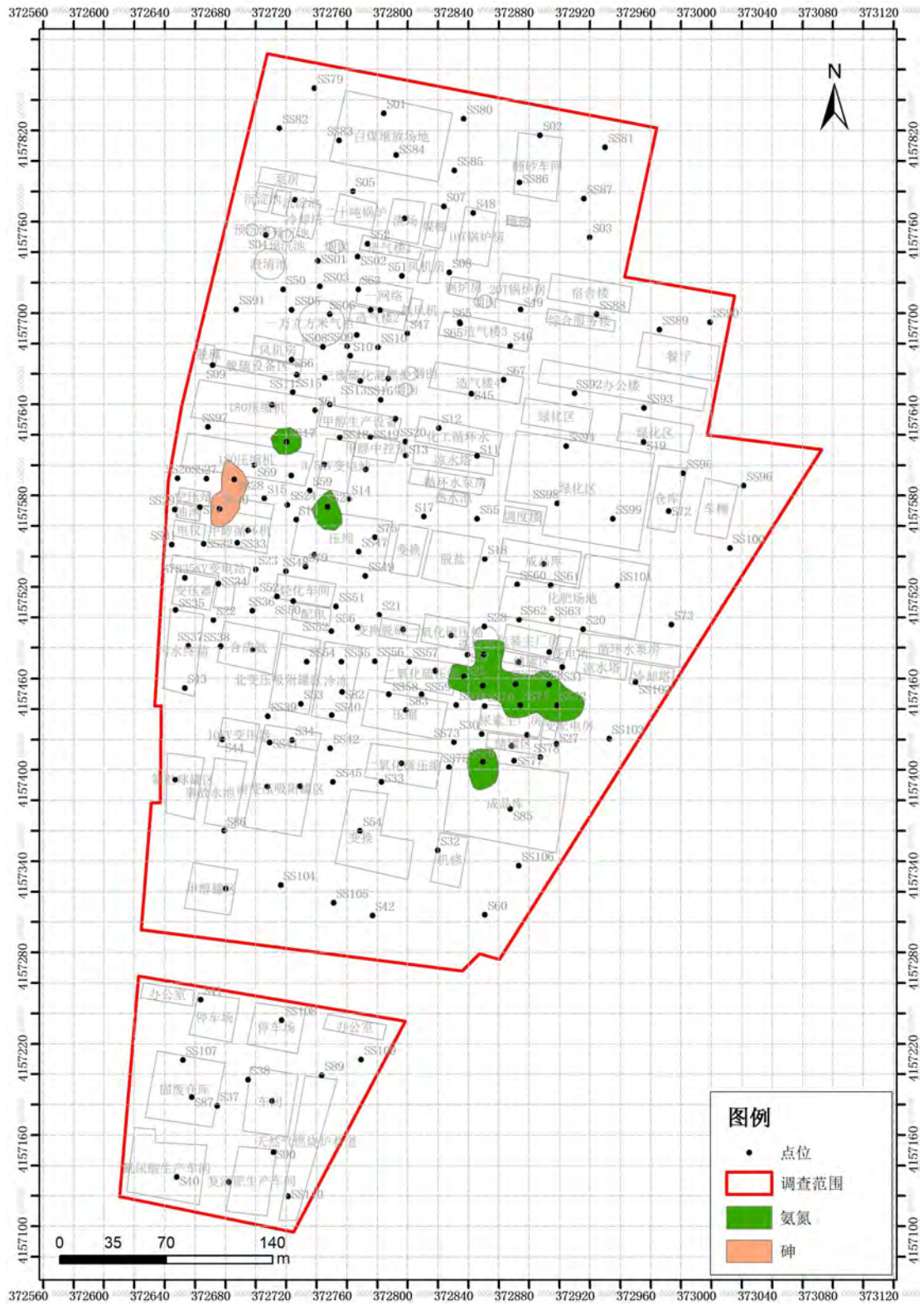


图 8.2-4 土壤第四层 (4.9-7.6m) 污染范围

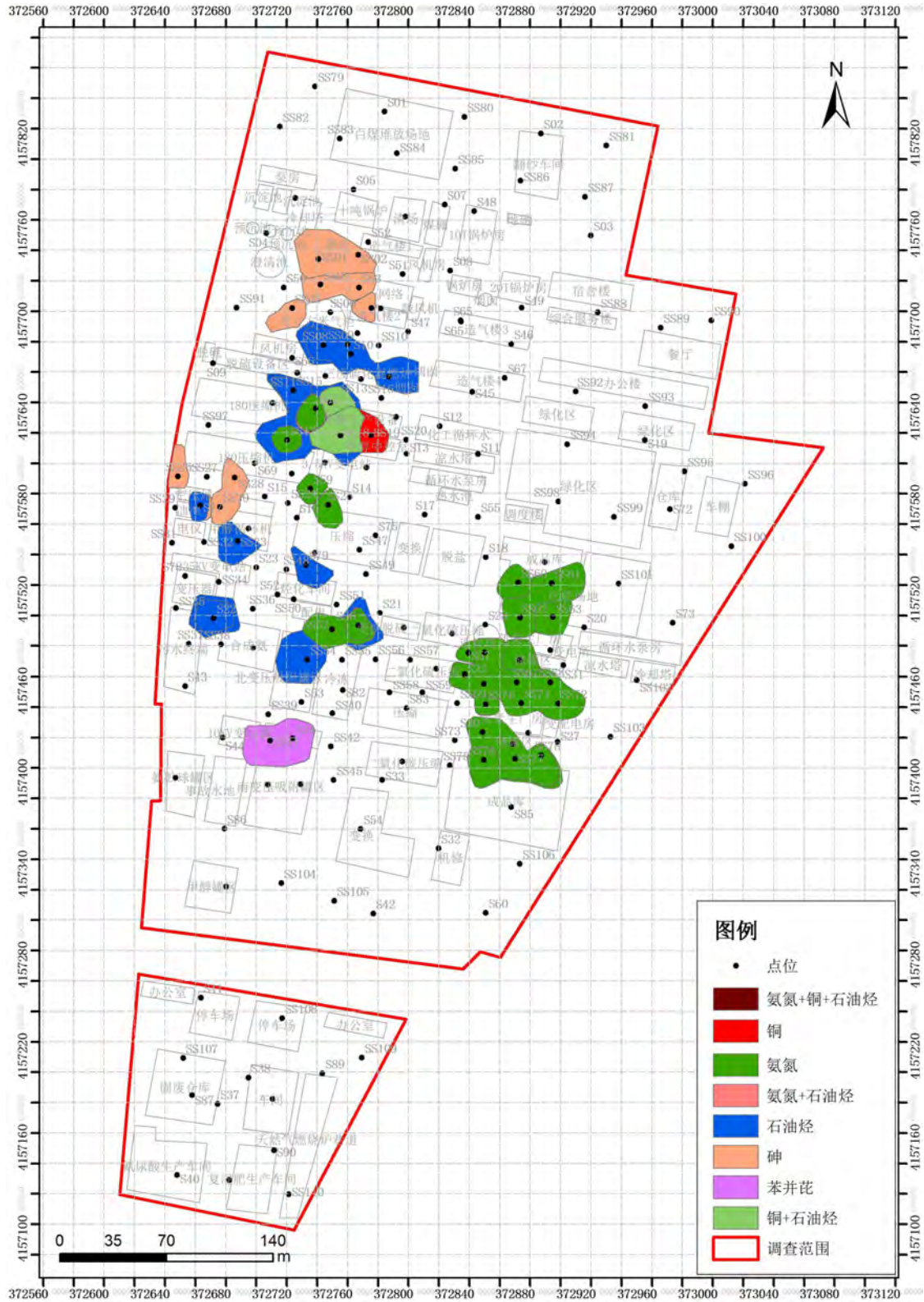


图 8.2-5 土壤总污染范围

### 8.2.3 修复土壤量的确定

经计算修复方量为 52573.58m<sup>3</sup>，详见下表。

表 8.2-1 土壤修复方量

土层	污染类型	面积	方量
第一层 (0-0.8m)	氨氮	1756.80	1405.44
	氨氮+石油烃	373.23	298.59
	苯并[a]芘	1212.05	969.64
	砷	1358.45	1086.76
	石油烃	2996.86	2397.48
	铜+石油烃	402.60	322.08
	小计	8099.99	6479.99
第二层 (0.8-3.0m)	氨氮	4468.21	9830.07
	砷	2374.92	5224.82
	石油烃	3892.90	8564.38
	铜	388.72	855.19
	铜+石油烃	783.09	1722.79
	氨氮+石油烃	57.36	126.18
	氨氮+铜+石油烃	41.64	91.60
	小计	12006.83	26415.03
第三层 (3.0-4.9m)	氨氮	3897.28	7404.83
	石油烃	667.25	1267.78
	小计	4564.53	8672.61
第四层 (4.9-7.6m)	氨氮	3430.43	9262.17
	砷	645.85	1743.78
	小计	4076.28	11005.95
合计		/	52573.58

第一层 (0-0.8m) 污染面积为 8099.99 m<sup>2</sup>，修复方量为 6479.99 m<sup>3</sup>；第二层 (0.8-3.0m) 污染面积为 12006.83 m<sup>2</sup>，修复方量为 26415.03 m<sup>3</sup>；第三层污染面积为 4564.53 m<sup>2</sup>，修复方量为 8672.61 m<sup>3</sup>；第四层污染面积为 4076.28 m<sup>2</sup>，修复方量为 11005.96 m<sup>3</sup>；场地总体修复方量为 52573.58m<sup>3</sup>。

## 9 地下水管控目标与管控标准

由于本场地浅层地下水属于微咸水，不具有工业和农业用水等使用功能，不具有开发使用价值。地下水在不饮用的途经下，对人体健康的风险可接受。基于人体健康的角度，地下水不需要进行风险管控和修复，但基于生态环境的角度，地下水在后期的开发规划中需要做好管控。

### 9.1 地下水的管控目标

由于后期开发规划开挖深度为 7.6m，本场地稳定水位埋深为 5.00-5.82m 左右，含水层深埋深为 6.1-6.9m，因此后期开发建设或施工过程中，产生的基坑水要达到相应管控标准才可排放，如外排要达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的要求，如进行道路降尘，要达到《城市污水杂用水标准》（GB/T 18920-2002）。

### 9.2 地下水的管控标准

本场地浅层地下水不具有工业和农业用水等使用功能，不具有开发使用价值，在后期开发建设或施工过程中，需对产生的基坑降水进行管控，管控标准按照《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中四类标准进行。

表 9.2-1 本场地地下水管控标准一览表

分析物分类	氰化物 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	镍 (μg/L)	铅 (μg/L)	砷 (μg/L)
管控标准	0.1	1.5	100	100	50



## 10 结论和建议

### 10.1 地块调查结论

据调查，查明地块土壤已受到砷、铜、氨氮、TPH、苯并[a]芘污染，地下水已受到砷、镍、铅、氨氮、氰化物污染，超出本地块的风险评价筛选标准，可能存在健康风险，根据国家相关规定，需要对地块开展风险评估工作。

### 10.2 风险评估结论

根据导则规定，总致癌风险超过  $10^{-6}$  或危害指数超过 1 的区域，不在人体可接受风险范围内，需要进行风险管控和场地修复。本场地土壤风险表明，场地表层（0-7.6m）内主要有 5 种物质存在健康风险，分别为砷、铜、氨氮、石油烃、苯并[a]芘，下层（7.6-10.0m）不存在风险。按照国家规定需要进行土壤修复。本场地地下水风险表明，场地内地下水不存在健康风险。

经统计土壤修复区域主要在 1976-1998 年间的临时渣场、迁建后的造气楼周边及压缩、甲醇生产区、废油收集池周边、北变压吸附罐区、造气区、1998-2016 年间迁建后的合成氨生产区域和尿素生产车间及化肥成品地块和污水管线等。总修复方量为  $52573.58\text{m}^3$ 。

### 10.3 建议与要求

建议该场地在开发利用之前，对场地污染土壤进行修复，对地下水进行管控。在污染土壤的修复过程中采取一定的环境保护措施，确保不造成污染扩散。

#### 10.3.1 场地开发前

(1) 通过以上污染物调查以及风险评估，进行了该场地环境评价，并结合该场地的历史资料，根据不同的再开发利用情景分别确定了修复目标和修复范围。建议在场地开发前，相关业主应聘请具有污染土壤修复经验的资质单位，依据场地调查报告和风险评估报告编制修复技术方案并进行污染修复治理，并报相

关部门审批。

(2) 场地修复完成且未移出污染地块前，禁止开工建设任何与风险管控、修复无关的项目。

### 10.3.2 场地施工过程中

(1) 场地开挖过程中，遇到地表遗漏罐体或者地下储罐时，一定要安全处置。

(2) 土壤施工作业过程中要严格按照监理指示进行施工，各区域内的污染土在挖掘完成后要及时进行苫盖，四级以上大风停止土方施工作业，防止二次污染，并在施工中铺设防渗设施以阻隔地下水污染。施工人员必须有相应的防护措施，避免污染物随扬尘对施工人员以及周边人群造成危害。

(3) 本次调查地下水镍、铅、砷、氨氮、氰化物检测数值超出《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类水标准，禁止开发利用。在土壤修复施工过程中产生的废水在排放前需要进行处理，且超标因子处理达到相应标准后方可回用或外排。

(4) 周边区域开发利用前需要进行污染状况调查，防止开发过程中对周边环境产生影响。