

石家庄中天化工有限公司原厂区

污染地块风险评估报告

（备案稿）

编制单位：河北靓源环保工程有限公司

委托单位：石家庄中天化工有限公司

编制日期：二〇二〇年十月

目 录

1 总论	1
1.1 项目背景	1
1.2 调查目的和任务	2
1.3 编制原则	2
1.4 编制依据	3
1.4.1 法律法规和政策文件	3
1.4.2 相关标准和技术导则	4
1.4.3 相关技术资料	4
1.5 评价范围及任务	5
1.5.1 评价范围	5
1.5.2 工作任务	6
1.6 工作内容与技术路线	7
2 地块概况	9
2.1 地理位置及周边敏感环境保护目标	9
2.1.1 地理位置	9
2.1.2 地块周边敏感目标	9
2.2 自然环境概况	12
2.2.1 地形地貌特征	12
2.2.2 气候气象	12
2.2.3 地表水系	12
2.2.4 水文地质	13
2.2.5 工程地质条件	15
2.3 地块利用历史	19
2.4 地块利用现状	25
2.5 地块用地规划	26

2.6 地块周边企业.....	28
3 污染识别.....	30
3.1 现场调查.....	30
3.1.1 现场调查的工作方法.....	30
3.1.2 现场调查的工作过程.....	30
3.1.3 地块现场踏勘.....	30
3.2 原企业原辅材料使用及设备情况.....	34
3.3 主要生产工艺概述.....	36
3.3.1 甲醛生产工艺流程.....	36
3.3.2 多聚甲醛生产工艺流程.....	38
3.3.3 乌洛托品生产工艺流程.....	39
3.4 公用工程使用状况分析.....	41
3.4.1 给排水.....	41
3.4.2 供电.....	41
3.4.3 供热.....	41
3.4.4 事故水池、消防池及循环水池.....	42
3.5 主要生产设施分布.....	43
3.5.1 主要建（构）筑物及生产设备.....	43
3.5.2 槽罐及污水管线分布.....	44
3.5.3 防渗措施.....	46
3.6 原项目“三废”处理及排放情况.....	46
3.7 历史突发环境事件调查.....	46
3.8 地块周边企业潜在污染识别.....	46
3.8.1 距项目地块较近的企业.....	47
3.8.2 周边大型涉污企业.....	50
3.8.3 距项目地块较远企业.....	57

3.9 潜在污染区域及污染物识别结论.....	57
4 初步勘探采样与检测分析.....	61
4.1 初步勘探采样分析工作量.....	61
4.2 土壤风险筛选值.....	63
4.3 实验室检测结果统计.....	63
4.3.1 重金属、六价铬检测结果统计分析.....	63
4.3.2 VOCs 检测结果统计分析.....	64
4.3.3 SVOCs 检测结果统计分析.....	64
4.3.4 特征因子检测结果统计分析.....	64
4.4 初步采样分析阶段土壤污染状况分析结论.....	72
5 详细调查勘探采样与检测分析.....	74
5.1 详细采样分析工作量.....	74
5.1.1 土壤样品采集工作量.....	74
5.1.2 地下水样品采集工作量.....	76
5.2 土壤、地下水风险筛选值.....	78
5.2.1 土壤风险筛选值.....	78
5.2.2 地下水评价标准.....	78
5.3 土壤检测结果分析与评价.....	78
5.3.1 甲醛检测结果统计分析与评价.....	78
5.3.2 氨氮检测结果统计分析与评价.....	80
5.4 地下水检测结果分析与评价.....	81
5.5 污染物超筛选值范围.....	82
5.5.1 土层概化.....	82
5.5.2 土壤超筛选值范围.....	83
5.6 地块地层物理参数.....	89
5.7 地块详细调查分析结论.....	91

6 污染地块风险评估	92
6.1 地块风险评估内容	92
6.2 地块风险评估步骤	93
6.3 土壤污染物风险计算方法	94
6.4 土层概化	99
6.5 关注污染物	99
6.5.1 土壤甲醛污染状况	102
6.5.2 土壤氨氮污染状况	103
6.6 暴露评估	103
6.6.1 暴露情景分析	103
6.6.2 暴露途径确定	103
6.7 风险评估参数确定	104
6.7.1 暴露模型参数	104
6.7.2 理化毒理参数	107
6.7.3 人体可接受风险水平	109
6.8 风险评估结果	109
6.9 地块风险评估结论	111
6.10 修复目标建议值	111
6.10.1 计算步骤与方法	111
6.10.2 目标风险水平确定	112
6.10.3 土壤风险控制值计算所需参数	112
6.10.4 土壤风险控制值计算结果	112
6.11 不确定性分析	113
6.11.1 地块环境调查与计划工作内容的偏差	113
6.11.2 暴露风险贡献率分析	113
6.11.3 模型参数敏感性分析	114

7 修复范围	117
7.1 修复范围确定原则	117
7.2 土壤甲醛污染修复范围	117
7.3 污染土壤修复工程量	120
8 结论与建议	121
8.1 项目概况	121
8.2 地块风险评估结论	121
8.3 修复工程量	122
8.4 建议	122

摘 要

河北靓源环保工程有限公司受石家庄中天化工有限公司委托,对石家庄中天化工有限公司原厂区污染地块开展风险评估工作,编制《石家庄中天化工有限公司原厂区污染地块风险评估报告》。

石家庄中天化工有限公司原厂区位于石家庄市正定县教场庄村,地块总占地面积 16213.8m² (约合 24.3 亩)。该地块早期为荒地和农田;1992 年,一家国企在此建立外贸仓库,从事纺织品的存储;2002 年,石家庄中天化工有限公司租赁该地块建设甲醛生产线,设计规模为年产甲醛一万吨,同时建设职工宿舍、食堂、杂物间、备件库及办公楼等辅助建筑;2008 年,年产一万吨多聚甲醛项目及年产一千吨乌洛托品项目投产;2018 年企业全面停产。目前地块内除办公楼、门卫室外各建(构)筑物、设备已全部拆除。该地块当前用地性质为工业用地,未来规划用地性质为商业及居住用地。

2019 年 4 月,石家庄中天化工有限公司委托河北靓源环保工程有限公司承担该地块的土壤污染状况调查工作。经前期污染识别,该地块特征污染物主要为属、甲醇、甲醛、氨氮、游离氨、银、多环芳烃、VOCs 等。

初步采样分析阶段我单位在地块内布设了 21 个土壤采样点位,采集 78 个土壤样品。初步采样分析阶段结果表明,本项目地块内有检出的污染物为:镍、铜、镉、铅、汞、砷、银、甲醛、氨氮、游离氨、甲醇。其中镍、铜、镉、铅、汞、砷的最大检出浓度均未超过本次土壤污染状况调查初步采样分析阶段所选用的筛选值,满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 36600-2018)中第一类用地(居住用地)相关标准要求;银、甲醇的最大检出浓度均未超过本次土壤污染状况调查初步采样分析阶段根据 HJ 25.3-2019 所推导的筛选值;甲醛、氨氮的最大检出浓度超出过本次土壤污染状况调查初步采样分析阶段根据 HJ 25.3-2019 所推导的筛选值。检测结果表明本项目地块内土壤已受到甲醛、氨氮的污染,地块属于污染地块,需启动详细采样分析工作,进一步明确甲醛、氨氮的污染深度及范围。

详细采样分析阶段我单位针对初步采样分析阶段超筛选值点位进行横向加密和纵向加深采样，共布设 12 个土壤采样点位，采集 51 组土壤样品，同时设置 4 口地下水监测井进行地下水水质监测，检测结果表明地块内土壤中超筛选值因子为甲醛、氨氮，其中甲醛超筛选值位置分别位于多聚甲醛生产车间深度 1.2-6.0m 处，超筛选值范围为 393.93m²，原甲醛罐区深度 6.0-11.0m 处，超筛选值范围为 420.11m²，氨氮超筛选值位置位于乌洛托品生产车间深度 6.0-7.0m 处，超筛选值范围为 75.26m²。地块地下水主要污染物均满足《地下水环境质量标准》（GB/T14848-2017）中Ⅲ类标准值要求。

2020 年 7 月 16 日，我单位编制的《石家庄中天化工有限公司原厂区土壤污染状况调查报告》通过了土壤污染状况调查专家评审会，会后我单位根据修改完善的《石家庄中天化工有限公司原厂区土壤污染状况调查报告》以及专家意见（见附件）开展了该地块的风险评估工作，根据地块未来规划用途进行风险表征计算，结果表明，在一类用地方式下，地块土壤中甲醛超过风险可接受水平。经评估土壤风险不可接受，需要采取风险管控或修复措施。风险表征计算得知，地块内甲醛修复目标值为 44.6mg/kg，甲醛污染土壤修复土方量为 3299m³。

1 总论

1.1 项目背景

石家庄中天化工有限公司原厂区位于石家庄市正定县教场庄村，地块总占地面积 16213.8m²（约合 24.3 亩）。该地块早期为荒地和农田；1992 年，一家国企在此建立外贸仓库，从事纺织品的存储；2002 年，石家庄中天化工有限公司租赁该地块建设甲醛生产线，设计规模为年产甲醛一万吨，同时建设职工宿舍、食堂、杂物间、备件库及办公楼等辅助建筑；2008 年，年产一万吨多聚甲醛项目及年产一千吨乌洛托品项目投产；2018 年企业全面停产。目前地块内除办公楼、门卫室外各建（构）筑物、设备已全部拆除。

该地块未来规划为商业及居住用地，按照《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发〔2011〕35 号）提出的“被污染场地再次进行开发利用的，应进行环境评估和无害化治理”；根据《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 2012 年 11 月 26 日），关停并转、破产或搬迁企业原场地采取出让方式重新供地时，应当在土地出让前完成场地环境调查和风险评估工作；关停并转、破产或搬迁工业企业原有场地被收回用地后，采取划拨方式重新供地的，应当在项目批准或核准前完成场地环境调查和风险评估工作。经场地环境调查和风险评估属于被污染场地的，应当明确治理修复责任主体并编制治理修复方案。未进行场地环境调查及风险评估的，未明确治理修复责任主体的，禁止进行土地流转。

受业主委托，河北靓源环保工程有限公司承担了该地块土壤污染状况调查工作，我单位接受委托后派专业技术人员对该地块进行了现场踏勘、收集了相关资料，并对资料进行了深入分析，形成了该地块土壤污染状况调查方案，经入场采样、实验室分析，并取得检测数据后，我单位根据检测数据，按照国家导则要求编制完成了《石家庄中天化工有限公司原厂区土壤污染状况调查报告》并于 2020 年 7 月 16 日通过了土壤污染状况调查专家评审会，会后我单位根据修改完善的《石家庄中天化工有限公司原厂区土壤污染状况调查报告》以及专家意见（见附

件)开展了该地块的风险评估工作,并编制完成了《石家庄中天化工有限公司原厂区风险评估报告》。

2020年9月29日,受河北省生态环境厅和河北省自然资源厅委托,河北省生态环境科学研究院在石家庄组织召开了《石家庄中天化工有限公司原厂区污染地块风险评估报告》专家评审会,专家组一致同意该报告通过评审。报告修改完善并经专家确认后可作为该地块后续环境管理的工作依据。会后我单位根据专家已经对报告进行修改完善并经专家确认,最终编制完成了《石家庄中天化工有限公司原厂区污染地块风险评估报告》(备案稿)。

1.2 调查目的和任务

(1) 识别和确认地块的潜在污染源,根据地块现状及未来利用要求,进行土壤污染状况调查,为政府部门提供地块环境状况,使政府部门能够系统的管理、科学地修复、为未来地块利用方向的决策等提供科学依据,避免污染地块中遗留污染物造成环境污染和经济损失,保障人体的身体健康;

(2) 有助于降低企业在环境方面的投资风险,主要包括识别及确认所选地块的潜在环境污染,了解环境背景值,降低投资风险;

(3) 对于已经明确污染的地块,通过土壤污染状况调查和风险评估可以确定地块修复的目标值和建议地块修复的有效方法;

(4) 可增加污染地块土壤治理与防治工作的透明度,实现土壤的可持续发展。

1.3 编制原则

按照国家环保部发布的《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ25.1-2019)、《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》(HJ 25.2-2019)、《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ 25.3-2019)的要求进行场地调查与分析工作。

1.4 编制依据

1.4.1 法律法规和政策文件

(1) 《中华人民共和国环境保护法》（主席令[2015]9号，2015年1月1日起实施）；

(2) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（主席令[2018]8号，2019年1月1日起实施）；

(3) 《中华人民共和国固体废物污染防治法》（主席令[2004]31号，2005年4月1日起实施，2015年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议第三次修订）；

(4) 《关于加强土壤污染防治工作的意见》（环发[2008]48号，2008年6月6日起实施）；

(5) 《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日起实施）；

(6) 《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日起实施）；

(7) 《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日起实施）；

(8) 《土壤污染防治行动计划》（国发[2016]31号，2016年5月28日起实施）；

(9) 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环境保护部令第42号，2017年7月1日实施）；

(10) 《河北省固体废物污染环境防治条例》（河北省第十二届人民代表大会常务委员会第十四次会议通过，2015年6月1日起施行）；

(11) 《河北省人民政府关于公布平原区地下水超采区、禁采区和限采区范围的通知》（冀政函〔2014〕61号）；

(12) 《河北省人民政府关于印发河北省“净土行动”土壤污染防治工作方案的通知》（冀政发〔2017〕3号，2017年2月26日起施行）；

(13) 《河北省污染地块土壤环境联动监管程序》（冀环土函[2018]238号）；

(14) 《关于印发石家庄市“净土行动”土壤污染防治实施方案的通知》（石政函〔2017〕129号）；

(15) 《正定县人民政府办公室关于印发正定县工业企业退城改造实施意见的通知》（正政办[2018]110号）。

1.4.2 相关标准和技术导则

(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》（HJ 25.2-2019）；

(3) 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）；

(4) 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）；

(5) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）；

(6) 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》（环保部，2014年11月30日）；

(7) 《地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则》（HJ 1019-2019）；

(8) 《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）；

(9) 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（2018年1月1日起施行）；

(10) 《重点行业企业用地调查质量保证与质量控制技术规定（试行）》

(11) 《土壤质量 城市及工业场地土壤污染调查方法指南》（GB/T 36200-2018）；

(12) 《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009年版）；

(13) 《土的分类标准》（GBJ 145-90）。

1.4.3 相关技术资料

(1) 《河北省正定县城乡总体规划（2014-2030年）》；

(2) 《石家庄中天化工有限公司原厂区土壤污染状况调查报告》（河北靓源环保工程有限公司，2019 年 7 月）；

(2) 《石家庄中天化工有限公司年产 2 万吨甲醛项目环境影响报告书》及批复（石家庄市环境保护研究所，2004 年 3 月）；

(3) 《石家庄中天化工有限公司年产 1000 吨多聚甲醛技改生产项目环境影响报告表》及批复（华北制药集团规划设计院有限公司，2008 年 12 月）；

(4) 《石家庄中天化工有限公司平面布局图》。

1.5 评价范围及任务

1.5.1 评价范围

本项目调查范围为石家庄中天化工有限公司原厂区所占地块，该地块南北长约 165m，东西宽约为 88m，总占地面积 16213.8m²（约合 24.3 亩）。调查范围各拐点坐标见表 1.5-1，调查范围示意图见图 1.5-1。

表 1.5-1 地块坐标拐点一览表（大地 2000）

拐 点	X (m)	Y (m)
A1	4227155.529	38550331.574
A2	4227150.872	38550425.802
A3	4226989.130	38550398.814
A4	4226993.116	38550345.482
A5	4226982.002	38550343.360
A6	4226984.947	38550320.948



图 1.5-1 地块边界拐点坐标及卫星图

1.5.2 工作任务

石家庄中天化工有限公司原厂区污染地块人体健康风险评估模型拟采用《建设用土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）中的方法进行地块风险评估，主要的工作任务如下：

- （1）危害识别：识别关注污染物及其浓度分布，分析敏感受体；
- （2）暴露评估：确认潜在敏感受体、暴露途径、暴露模型、暴露量；

(3) 毒性评估：确定关注污染物毒性参数，即浓度水平与受体健康的反应关系；

(4) 风险表征：计算土壤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，并进行不确定性分析；

(5) 土壤风险控制值的计算：判断计算得到的风险值是否超过可接受风险水平。如污染地块风险评估结果超过可接受水平，则计算土壤中关注污染物的风险控制值；依据计算的风险控制值，结合现有标准确定土壤修复目标值，圈定污染范围、污染方量。

1.6 工作内容与技术路线

地块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。地块风险评估程序见图 1.6-1。

(1) 危害识别

收集土壤污染状况调查阶段获得的相关资料和数据，掌握地块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，分析地块内关注污染物迁移和危害敏感受体的可能性，确定地块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。

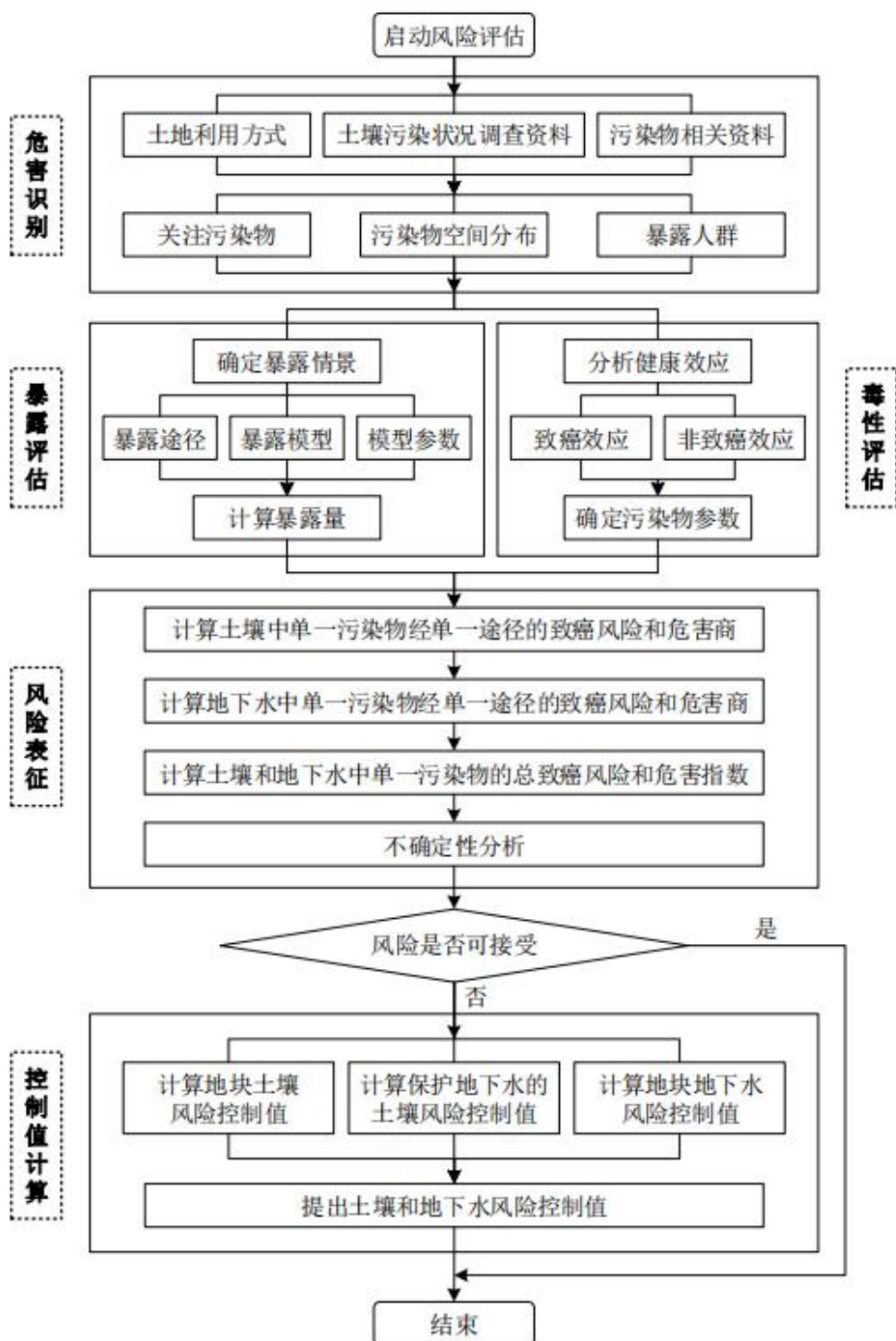


图 1.6-1 地块风险评估程序与内容

2 地块概况

2.1 地理位置及周边敏感环境保护目标

2.1.1 地理位置

项目所在区域正定县位于河北省西南部，华北平原中部的冀中平原，隶属于石家庄市，北距首都北京 258km，距天津新港 350km，东距黄骅港 300km，西距太原 160km，南与省会石家庄市市区相接。

石家庄中天化工有限公司原厂区位于正定县教场庄村，公司厂区占地面积 16213.8m²（约合 24.3 亩），地块中心地理坐标为：38.17499°N，114.57488°E。

项目地理位置示意图见图 2.1-1。



图 2.1-1 地块地理位置示意图

2.1.2 地块周边敏感目标

石家庄中天化工有限公司原厂区位于正定县教场庄村，厂区周边敏感环境保护目标主要为学校、居住人群，所在区域附近无疗养院、自然保护区、风景名胜

区、饮用水源保护地及其它敏感环境保护目标。

石家庄中天化工有限公司原厂区地块周边的敏感目标见表 2.1-1，具体分布位置见图 2.1-2。

表 2.1-1 项目地块周边 1km 范围内主要敏感目标

敏感目标名称	保护目标	相对地块方位	相对地块距离（m）
正定职业学校技术	学生	N	320
弘文中学东校区	学生	N	460
河北省地矿局水文工程地质勘察院	办公人员	NE	120
树林新村	居民	NE	340
五里庭院	居民	SE	480
嘉冠尚城	居民	SW	230
天逸城	居民	W	400
天逸城2期	居民	NW	380



2.2 自然环境概况

2.2.1 地形地貌特征

正定县地处太行山东麓，山前冲洪积扇的中上部，为山前倾斜平原。总的趋势是西北高，东南低，由西北向东南倾斜。海拔高度在 105m（陈家疃一带）至 65m（蟠桃一带）之间，自然坡度千分之 1.3。正定县城海拔高度为 70.0m。

2.2.2 气候气象

正定县位于北温带半干旱、半湿润季风气候区。其特点是大陆季风气候明显，春秋短，冬夏长，四季分明。气温：日平均气温 13.1℃，最高气温 42.8℃（2004 年 7 月 15 日），最低气温 -26.5℃（1951 年 1 月 8 日）。湿度：平均相对湿度 62%。风向：年平均风速 1.4m/s，7 级以上大风天数 9 天，每年 9 月至翌年 2 月盛行偏北风，3 月至 8 月则以东南风、南风为主导风向。降水：平均年降水量 534mm。1954 年降水量最多达 1105mm，1957 年降水量少，仅 265mm。霜雪：初霜日平均为 10 月 17 日，终霜日平均为 4 月 4 日，无霜期年平均 198 天。降雪：初雪日平均为 12 月 1 日，终雪日平均为 3 月 9 日。土壤开始冻结日平均 11 月 12 日，终冻日平均在 3 月 13 日，年最大冻土层深度为 54cm（1984 年）。日照：平均日照时数 2527 小时，日照率 58%，太阳辐射总量平均 127Kcal/cm²。水蒸发：年平均水面蒸发量 1800mm，年平均蒸发量是降水量的 3.5 倍。

2.2.3 地表水系

滹沱河是流经正定县的最大河流，位于县城南部，距南城门不足 1km，入西北--出东南流向，境内长 34.6km，河床宽 3~5km，安全泄洪流量 3600m³/s。

木刀沟位于正定县境北部，自陈家疃入正定县界，东经西平乐乡出境，境内长 10km，安全泄洪流量 800m³/s。

周汉河，紧靠滹沱河东行，绕县城西、南、东三面，由固营村出境入藁城市，河长 27km。安全流量 40m³/s。

磁河于正定县西北陈家疃村、西宿村一带入境，西北--东南向，至咬村、东

杨庄一带出境入藁城，境内长 23.5km，宽 5km，河道总面积 6.15 万亩，久无水，也不行洪，为干枯河道沙质河滩，俗称“老磁河”。

2.2.4 水文地质

(1) 含水组划分

本区位于滹沱河冲洪积扇水文地质区，根据含水层的成因类型、地层时代等因素，将第四系地层划分为 4 个含水层岩组，其主要特征如下：

第 I + II 含水组：称为浅层地下水含水组，相当于 Q_4+Q_3 ，为潜水，大部分地段第 I 含水组已疏干。滹沱河冲洪积扇顶部地带，含水层主要岩性为粗砂、中砂，厚度一般 4~25m，因受地下水长年开采影响，正定朱河-西兆通-世纪公园-贾村一线以西第 II 含水组也已疏干。在扇中部，底界埋深 40~90m，含水层厚度 20~50m，主要岩性为砂卵砾石、含砾粗砂、中砂；导水性、富水性较好，渗透系数 100~200m/d；单位涌水量一般在 30~80m³/h·m，为农业用水的主要开采层。

第 III 含水组：称为深层地下水含水组，相当于 Q_2 。在三里屯-西兆通-留村一线以西为潜水，与上覆第 I + II 含水组间没有稳定隔水层，可视为统一含水层，水文地质特征相似，也正是这种特征导致了因深层地下水的开采引起浅层水的疏干。该线以东为承压水，底界埋深 55~260m，含水层厚度 30~144m，主要岩性为砂砾卵石、含砾粗砂，下部含水层有不同程度的风化。导水性、富水性较好，渗透系数 30~130m/d，单位涌水量一般为 40~110m³/h·m。

第 IV 含水组：称为深层地下水含水组，相当于 Q_1 ，底界埋深 80~480m，为承压水。含水层厚度 15~80m，单层厚度 3~17m，一般 3~5 层。主要岩性为粗砂、中细砂等，有风化现象，导水性、富水性较差，渗透系数小于 20m/d，单位涌水量一般 5~30m³/h·m。该组由于埋藏较深，开采较少。

(2) 地下水的补给

区内地下水补给来源主要有大气降水入渗补给、西部地下水侧向径流补给，其次为滹沱河渗入补给与田间回灌水及渠道渗入补给。

本区多年平均降水量约 534mm，包气带岩性主要为粗砂、中砂或细砂，夹薄层粉土或粉质粘土。包气带岩性颗粒较粗，加之地势平坦，为降水入渗提供了良好条件，大气降水及地表水入渗是浅层地下水的主要补给来源，另外接受西部基岩区地下水侧向径流补给。

(3) 水位埋深和动态特征

据 2011 年 6 月及 11 月地下水位统测资料，受地下水长年开采影响，工作区西部第四系浅层地下水已疏干，疏干范围在正定朱河—西兆通—世纪公园—贾村一线以西，丰水期北部地区略有西移，但总体变化不大。

6 月份地下水位及其总体变化趋势为：西南部方村一带及北部正定朱河一带水位最高，在 20m 以上；中心地带受人工开采影响，出现高新区季节性漏斗，漏斗中心在南席一带，地下水位在 13~20m 左右，自外围向漏斗中心递减；东部地区地下水位在 13~20m 左右，自北向南逐渐降低。

埋深及其总体变化趋势为：中部及东部部分地段为城市分布区，受人工开采影响，地下水位埋深较大，西南部方村一带略小于 40m，其余地段为 40~50m，并且由周边地区向漏斗中心地带逐渐增大；东部地区大部分地段埋深在 35~40m。

(4) 调查地块水文地质情况

调查地块地下水主要赋存于第四系松散岩类孔隙中，主要由大气降水及河渠渗漏进行补给。2020 年 6 月 20 日我单位对地块内新建的 4 口浅层地下水井进行了水位埋深及地面高程测量，并根据测量结果绘制了地块内地下水等水位线图。

表 2.2-1 地下水监测井埋深、高程测量

监测井	水位埋深 (m)	地面高程 (m)	水位高程 (m)
W1	38.730	57.706	18.976
W2	38.473	57.387	18.914
W3	38.150	57.078	18.928
W4	37.990	56.871	18.881

根据测量结果，本项目地块内地下水埋深约 38m，地下水流向自西北向东南。

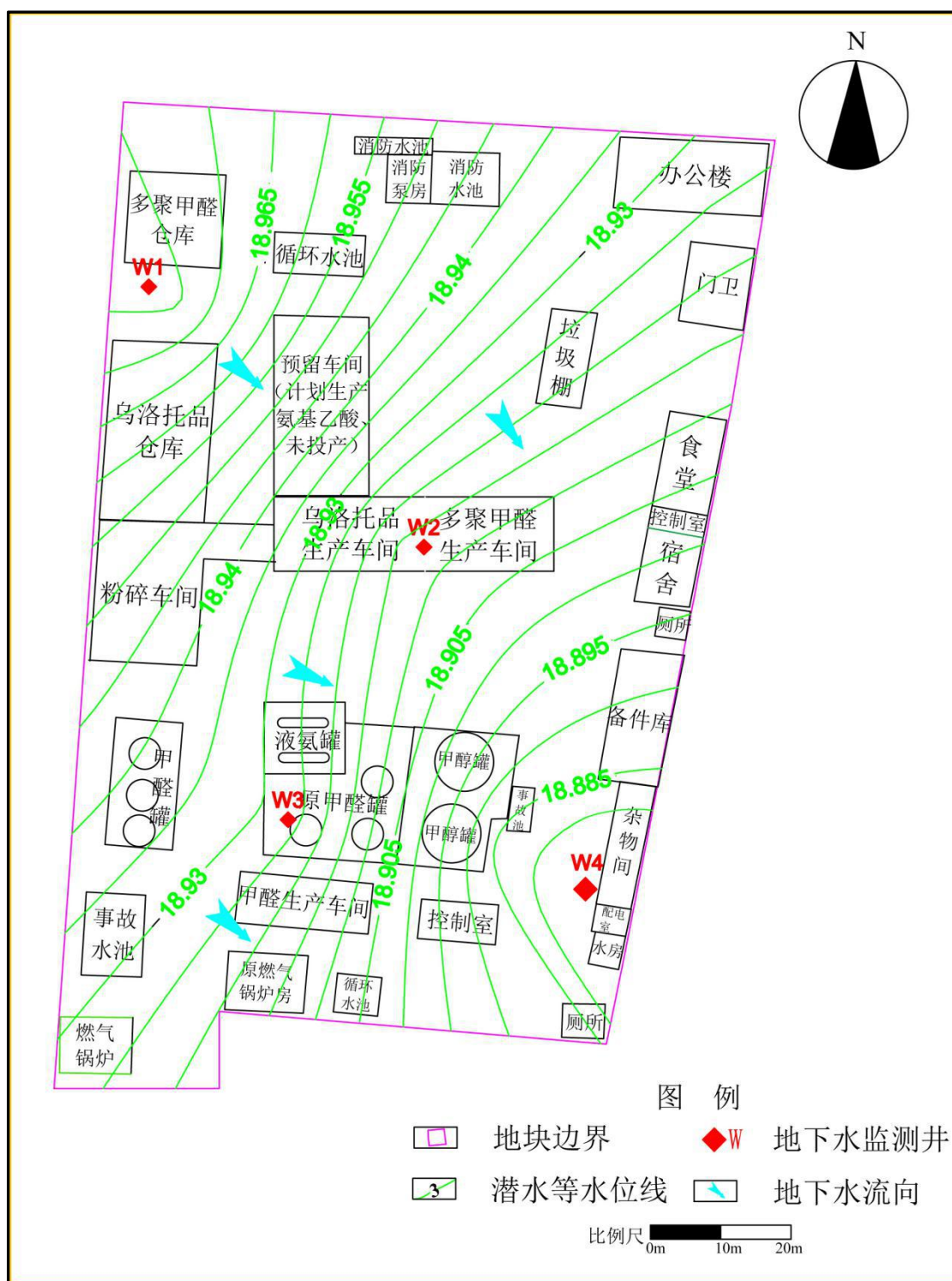


图 2.2-1 地块内地下水等水位线图

2.2.5 工程地质条件

(1) 调查区域工程地质条件

本地块土壤污染状况调查勘探最大深度 29.0m 范围内, 主要地层自上而下分

布为素填土、细砂、粉质粘土、细砂、粉质粘土、细砂、粉质粘土，依据其工程地质特征，现自上而下详述如下表 2.2-1，本地块现场定位钻探钻孔柱状图见图 2.2-2，地块内地质剖面图见图 2.3-3。

表 2.2-1 地层岩性特征及土层分布规律表



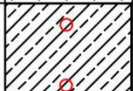
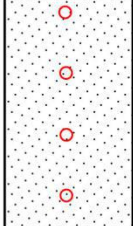


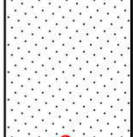

层号	土质名称	分布厚度 (m)	岩性特征及分布规律
①	素填土	0-1.6m	素填土，灰褐色，稍密，粉粘土为主，厂区整体分布
②	细砂	4.3-5.2m	灰白色，砂质较纯，成分以石英长石为主，厂区整体分布
③	粉质粘土	4.0-4.8m	黄褐色，土质较均，含铁质氧化物，含砂石颗粒，局部粘土夹层，厂区整体分布
④	细砂	4.3-5.5m	灰白色，砂质较纯，成分以石英长石为主，厂区整体分布
⑤	粉质粘土	4.8-5.5m	黄褐色，土质较均，含铁质氧化物，含砂石颗粒，局部含有粘土层，厂区整体分布
⑥	细砂	3.9-6.2m	灰白色，砂质较纯，含粘土颗粒，成分以石英长石为主，局部含粉质粘土，厂区整体分布
⑦	粉质粘土	4.2-5.8m	黄褐色，土质较均，含铁质氧化物，含砂石颗粒，局部含有粘土层，厂区整体分布

(2) 土层渗透性能

土壤的理化性质和特征参数，对污染物的迁移转化有一定影响，是分析判断污染物在土壤中迁移转化及可能分布情况的重要依据。本次调查，地质勘查阶段在地块内采集 6 个点位的不同土层原状土工样 44 个，分析样品的含水率、密度、干密度、比重、孔隙比、塑性指数、液性指数、饱和度、颗粒分析、渗透系数、有机质含量等指标。土工试验结果见附件。由土工试验结果可知，地块地层杂填土下层主要为粉质粘土，垂直渗透系数为 $3.49 \times 10^{-7} \sim 7.16 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，第一层粉土层最厚区域约 4.5m，根据《水利水电工程地质勘察规范》（GB 50487-2008）岩土渗透性分级，该区域粉质粘层防污能力中等。

钻孔柱状图

第1页 共1页

工程名称				河北中天化工有限公司场地环境初步调查项目											
日期				2019. 4. 13				钻孔编号		S14事故水池					
孔口高程 (m)				坐标		114°34'27.80"		开工日期		2019. 4. 13		稳定水位深度		/	
孔口直径 (mm)		110				38°10'27.98"		竣工日期		2019. 4. 13		测量水位日期		/	
地层编号	地层时代	层底标高 (m)	层底深度 (m)	分层厚度 (m)	柱状图 1:100	岩土名称及其特性				取 样		初见 水位 (m)			
1	Q ₄ ^{ml}		1.2	1.2		杂填土，以粉土为主：黄褐色，稍有异味				0.2		未见地下水			
2	Q ₄ ^{al}		5.8	4.6		细砂：灰白色、稍有异味。				2.5					
										4.5					
3	Q ₄ ^{al}		10.0	4.2		粉土含粉粘：黄褐色、稍有异味。				6.5					
										8.5					
4	Q ₄ ^{al}		19.0	9.0		细砂：灰白色、稍有异味。				10.5					
										12.5					
										14.5					
										16.5					
5	Q ₄ ^{al}		21.0	2.0		细砂：杂色，稍有异味				18.5					
5	Q ₄ ^{al}		21.0	2.0		粉质粘土：黄褐色，稍有异味				20.5					
6	Q ₄ ^{al}		26.4	5.4		细砂：杂色，稍有异味				26.5					
										28.5					
7	Q ₄ ^{al}		29.0	2.6		粉质粘土：黄褐色，无味				28.5					
			终孔												
工程编号		校对		审核		负责人		图号		日期					

未见地下水

图 2.2-2 现场钻探点位钻孔柱状图

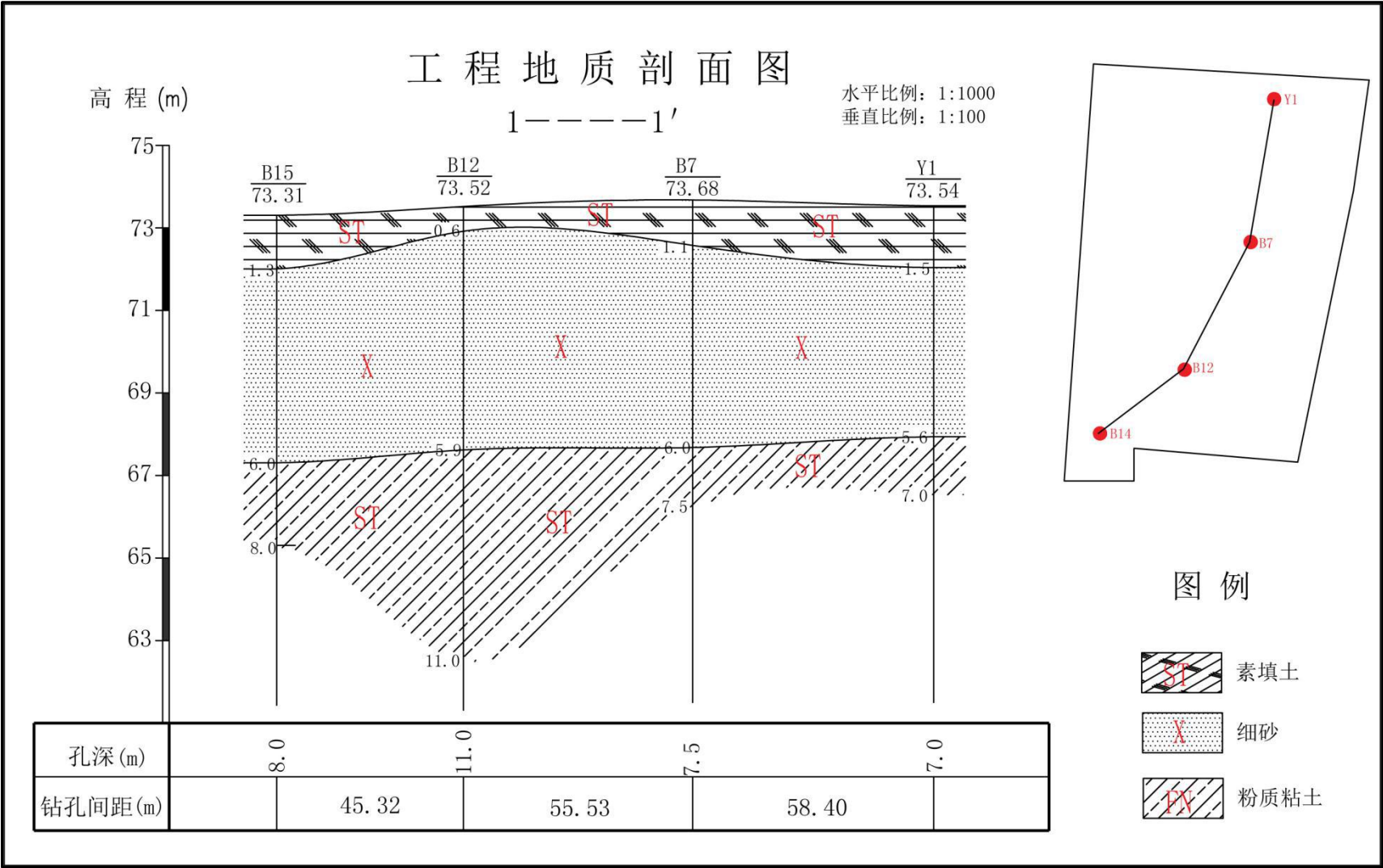


图 2.2-3 地块地质剖面图

2.3 地块利用历史

项目地块厂区历史沿革具体如表 2.3-1。

表 2.3-1 厂区历史沿革表

编号	时间	地块用途	基本情况
1	1992 以前	荒地及农田	进行小麦、玉米等农作物的种植，未进行其他工业生产等活动
2	1992-2002	国企仓库	存储纺织品
3	2002 年	石家庄中天化工有限公司生产厂区	地块内初次建厂，从事甲醛生产活动，同时建设职工宿舍、食堂、杂物间及办公楼等辅助建筑
4	2008 年		新建多聚甲醛生产车间，新建乌洛托品生产车间，消防水池及消防泵房，新建办公楼，原预留车间拟作为氨基乙酸生产车间，车间北侧配套建设相应的冷却塔等设施，由于市场原因一直未投产；年产一万吨多聚甲醛和年产一千吨乌洛托品产品当年投产。
5	2012 年		厂区进行改扩建，厂区西侧新建多聚甲醛和乌洛托品的成品综合库房、粉碎车间、燃气锅炉房、甲醛罐区，原甲醛罐区、燃气锅炉房废弃
7	2015 年		厂区内新建多聚甲醛成品仓库，原成品综合仓库只作为乌洛托品成品仓库使用，厂区西北角新建事故水池
8	2018 年至今	闲置	石家庄中天化工有限公司已停产，厂区内除办公楼、门卫室外各建（构）筑物、设备全部拆除

地块厂区平面图 2.3-1 至 2.3-3，不同时期卫星记录图片见图 2.3-4。

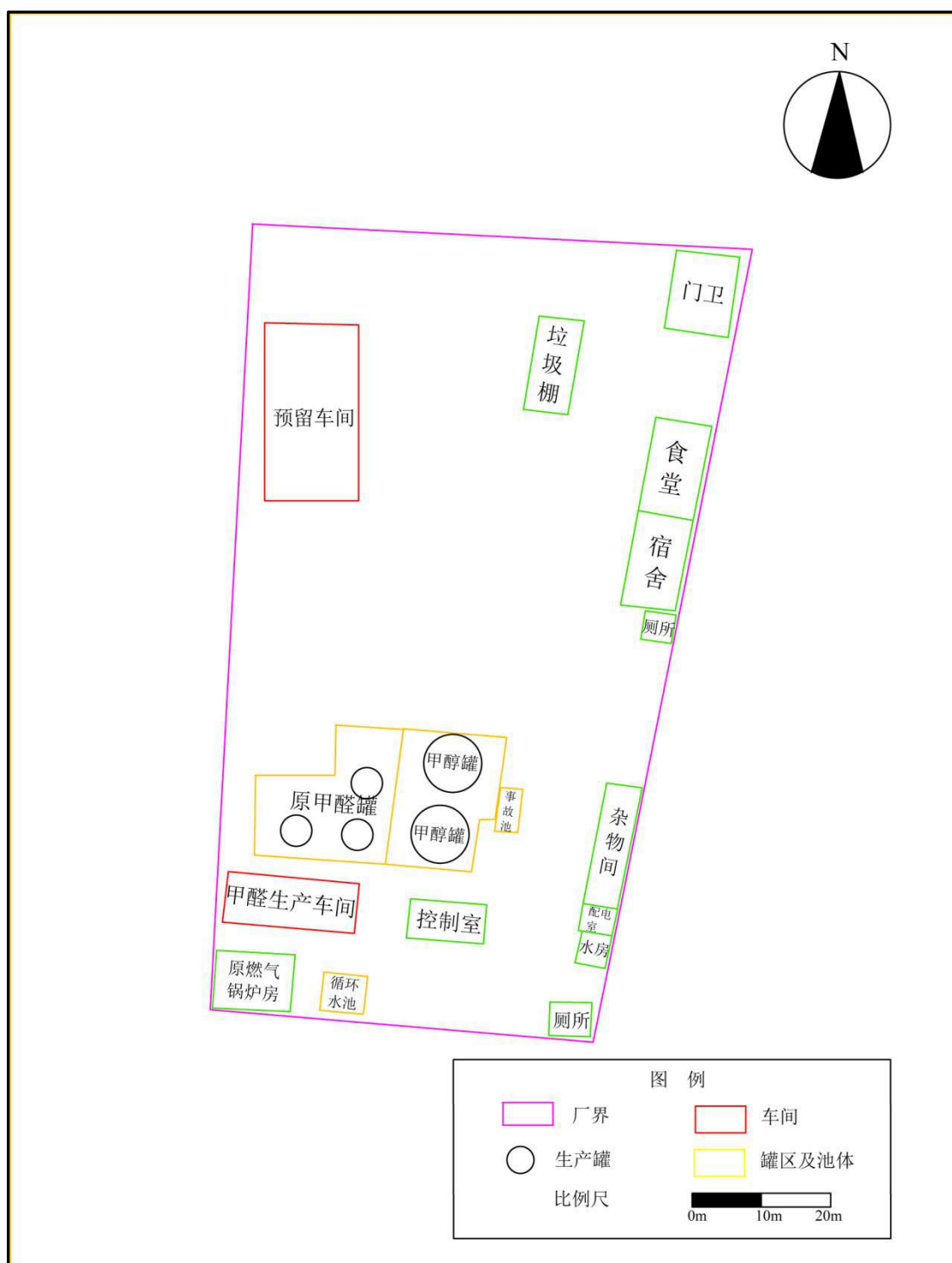


图 2.3-1 2002-2007 石家庄中天化工有限公司厂区平面布置图

2002 年，石家庄中天化工有限公司于地块内初次建厂，从事甲醛生产活动，同时建设职工宿舍、食堂、杂物间、甲醇罐区、甲醛生产车间、燃气锅炉房及办公楼等建筑。



图 2.3-2 2008-2012 石家庄中天化工有限公司厂区平面布置图

2008 年，新建多聚甲醛生产车间，新建乌洛托品生产车间，消防水池及消防泵房，新建办公楼，原预留车间拟作为氨基乙酸生产车间，车间北侧配套建设相应的冷却塔等设施，由于市场原因一直未投产；年产一万吨多聚甲醛和年产一千吨乌洛托品产品当年投产。



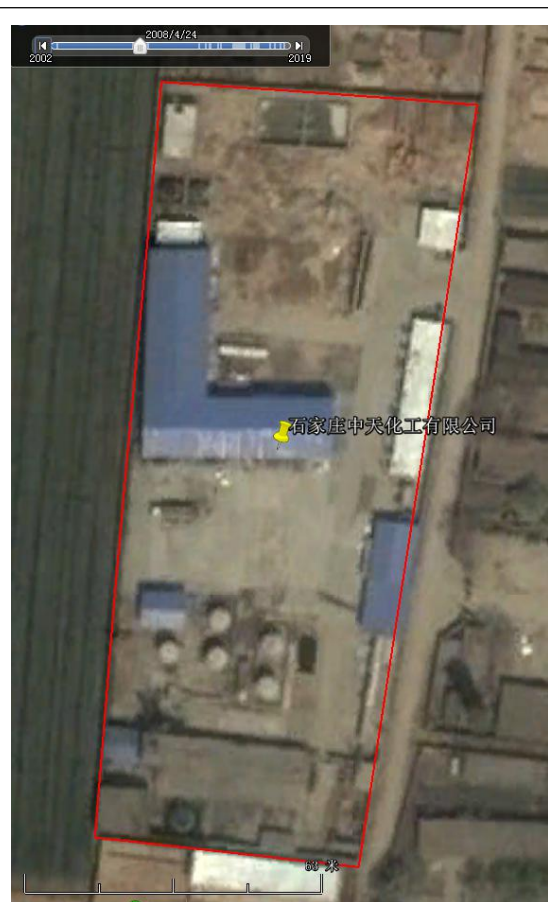
图 2.3-3 2012-2015 石家庄中天化工有限公司厂区平面布置图

2012 年，厂区进行改扩建，厂区西侧新建多聚甲醛和乌洛托品的成品综合库房、粉碎车间、燃气锅炉房、甲醛罐区，原甲醛罐区、燃气锅炉房废弃。



图 2.3-4 2015-2018 石家庄中天化工有限公司厂区平面布置图

2015 年，厂区内新建多聚甲醛成品仓库，原成品综合仓库只作为乌洛托品成品仓库使用，厂区西北角新建事故水池。



2008 年地块卫星图片

新建多聚甲醛生产车间，新建乌洛托品生产车间，消防水池及消防泵房，新建办公楼、原办公楼作为门卫室使用，原预留车间拟作为氨基乙酸生产车间，车间北侧配套建设相应的冷却塔等设施，由于市场原因一直未投产；年产一万吨多聚甲醛和年产一千吨乌洛托品产品当年投产。



2012 年地块卫星图片

厂区进行改扩建，厂区西侧新建多聚甲醛和乌洛托品的成品综合库房、粉碎车间、燃气锅炉房、甲醛罐区，原甲醛罐区、燃气锅炉房废弃。

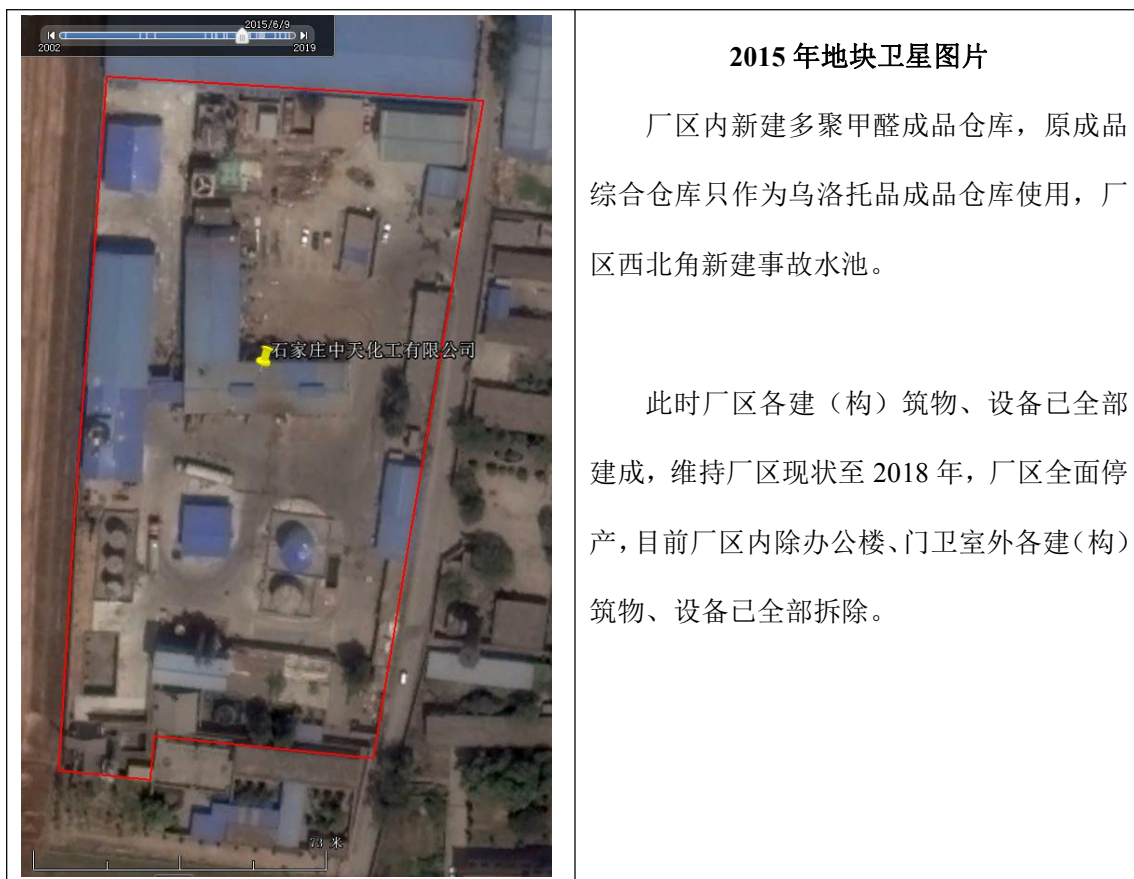


图 2.3-4 石家庄中天化工有限公司各历史时期卫星图片

2.4 地块利用现状

为了进一步了解地块的污染状况，2019 年 3 月，我单位对调查地块进行了详细的现场踏勘工作，现场生产区、存储区等设施均保持原样，自 2018 年停产至现场踏勘阶段地块处于闲置状态，经现场踏勘，现场未发现明确污染痕迹。2019 年 8 月，我单位工作人员对石家庄中天化工有限公司进行二次现场踏勘，经现场踏勘，目前本项目地块内除办公楼、门卫室外各建（构）筑物、设备已全部拆除。地块现状照片见图 2.4-1。



图 2.4-1 地块现状照片

2.5 地块用地规划

本项目地块位于正定县城区内，参考《河北省正定县城乡总体规划》（2014-2030 年），调查地块所在区域规划用地性质为商业及居住用地。根据《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）的要求，该地块土壤污染状况评价应按照居住用地要求进行，未来受地块污染影响的人群主要是居住人群，正定县城乡总体规划图见图 2.5-1。

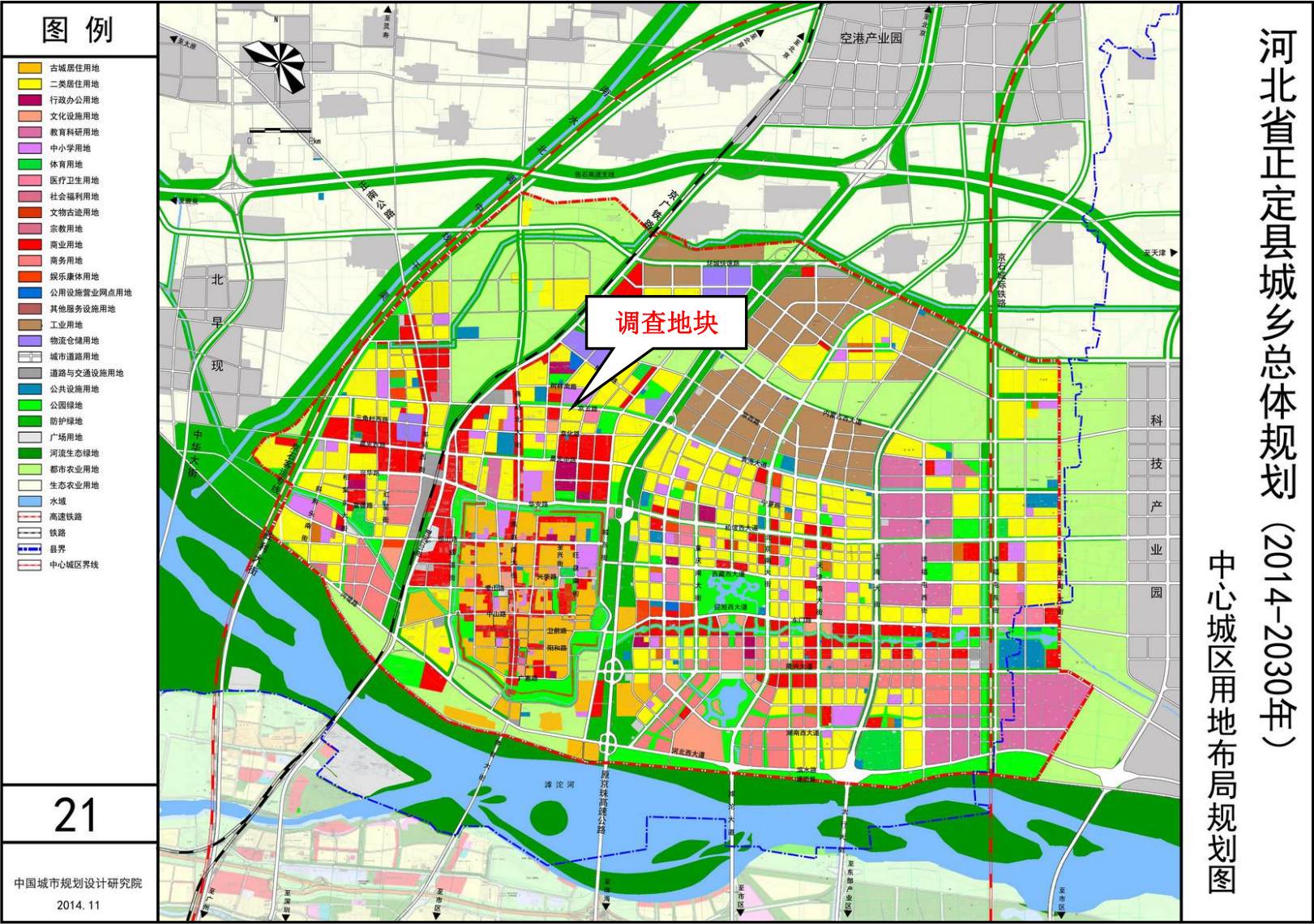


图 2.5-1 正定县城乡总体规划图

2.6 地块周边企业

根据人员访谈和资料收集结果，地块周边 1km 范围内主要分布有生活垃圾转运站、河北鑫晟德农业机械制造有限公司、石家庄美旺昌包装材料有限公司、石家庄冀恩塑业有限公司、外租家具厂、石家庄美旺昌包装材料有限公司、教场庄村纪念堂、石家庄川木木门有限公司、河北金源化工股份有限公司化肥板块等 17 家企业分布，周边企业分布情况见表 2.6-1 及图 2.6-1。

表 2.6-1 地块周边 1km 范围内主要企业分布情况

序号	企业名称	相对方位	相对距离 (m)
1	生活垃圾转运站	北	215
2	河北鑫晟德农业机械制造有限公司	北	紧邻
3	石家庄美旺昌包装材料有限公司	东北	紧邻
4	石家庄冀恩塑业有限公司	东北	280
5	外租家具厂	东	紧邻
6	正定县殡仪馆	东南	紧邻
7	石家庄川木木门有限公司	东	540
8	河北金源化工股份有限公司化肥板块 1#地块	南	390
9	河北金源化工股份有限公司化肥板块 2#地块	东南、西南	590、610
10	河北龙源塑业有限公司	南	680
11	河北诚冠门业有限公司	南	720
12	石家庄市名居家具厂	东南	500
13	石家庄冠艺装饰材料有限公司	东南	790
14	河北金源化工股份有限公司磷肥板块	东南	850
15	石家庄市正定金石化有限公司	东南	950
16	河北丝维特金属纤维有限公司	西南	635
17	石家庄占华机械有限公司	西北	510

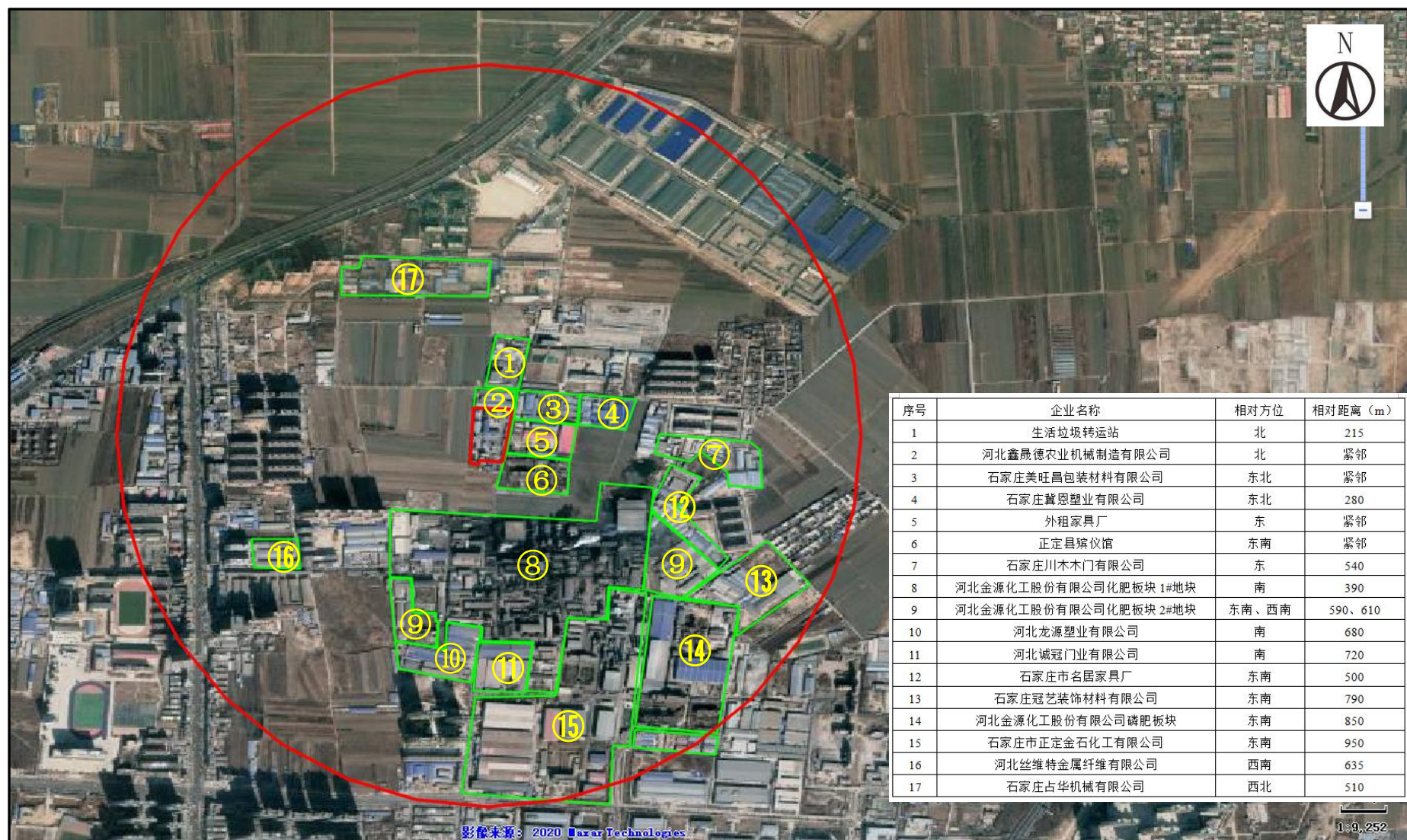


图 2.6-1 项目周边 1km 范围内主要企业分布情况

3 污染识别

按照《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）中要求：“第一阶段土壤污染状况调查是以资料收集、现场踏勘和人员访谈为主的污染识别阶段。”通过资料收集、文件分析、现场踏勘及对相关人员进行访谈等方式，了解石家庄中天化工有限公司的生产情况、功能区布局以及地块周边的环境等，识别存在潜在污染的区域以及与周边环境的相互影响，并初步分析该地块可能存在的污染物，为土壤污染状况调查的采样布点和确定分析检测项目提供依据。

3.1 现场调查

3.1.1 现场调查的工作方法

现场调查为基础资料收集阶段，通过与石家庄中天化工有限公司职工的座谈和现场踏勘，了解地块土地利用历史和现状情况、平面布置、各建（构）筑物的功能、生产设施布置、原料堆存方式、地下管线形式、走向以及污染物排放形式等，对于资料缺失无法获得的信息主要通过地块现状踏勘，并将企业提供的资料与历史卫星图片进行对比来获得。

3.1.2 现场调查的工作过程

2019年3月4日，我单位技术人员与石家庄中天化工有限公司的领导及厂区生产负责人进行了座谈，了解地块利用历史及现状情况、平面布置、各建（构）筑物的功能、生产设施布置、原料存放方式、管线形式、走向以及污染物排放形式等，对于资料缺失无法获得的信息主要通过地块现状踏勘，并将企业提供的资料与历史卫星图片进行对比来获得。

3.1.3 地块现场踏勘

2019年3月，我单位对调查地块进行了详细的现场踏勘工作，现场生产区、存储区等设施均保持原样，自2018年厂区全面停产至2019年3月第一次现场踏勘阶段，厂区处于停产闲置状态，经现场踏勘，未发现明确污染痕迹。2019年8

月,我单位工作人员对石家庄中天化工有限公司进行二次现场踏勘,经现场踏勘,厂区内除办公楼及门卫室外各建(构)筑物、设备已全部拆除。

厂区内除办公楼及门卫室外各建(构)筑物、设备已全部拆除。

	
<p>多聚甲醛生产车间外部 地面硬化完整,未发现明显污染痕迹</p>	<p>多聚甲醛生产车间内部 地面硬化完整,未发现明显污染痕迹</p>
	
<p>多聚甲醛生产车间内部 地面硬化完整,未发现明显污染痕迹</p>	<p>多聚甲醛仓库 地面硬化完整,未发现明显污染痕迹</p>
	
<p>液氨储罐 底部设置有围堰,未发现污染痕迹</p>	<p>甲醛罐区 底部设置有围堰,未发现污染痕迹</p>

	
<p>多聚甲醛仓库 地面硬化完整，未发现明显污染痕迹</p>	<p>办公区 未发现污染痕迹</p>
	
<p>甲醛车间控制室外部 未发现污染痕迹</p>	<p>控制室 未发现污染痕迹</p>
	
<p>控制室 未发现污染痕迹</p>	<p>甲醛生产车间外部 未发现污染痕迹</p>



厂区西南处事故水池
池底防渗完整，无破损



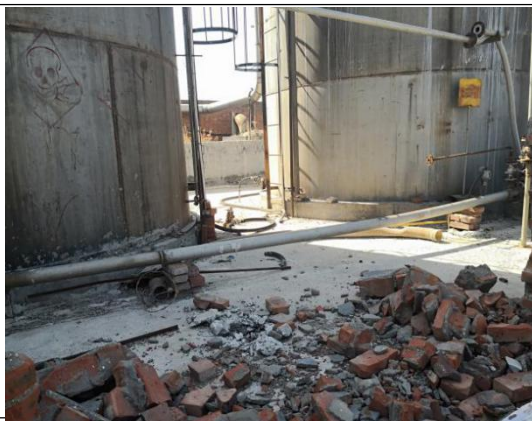
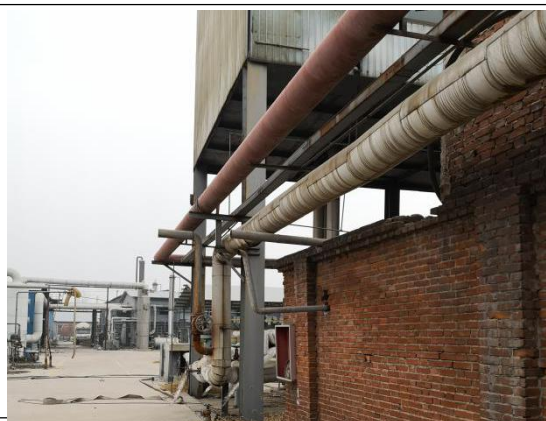
厂区西南处雨水池



甲醛罐区



燃气锅炉房



物料输送管道全部为地上管道



物料输送管道全部为地上管道

图 3.1-2 踏勘现场情况（厂区全面停产，厂区内罐槽均已清空）

3.2 原企业原辅材料使用及设备情况

本项目地块内企业为石家庄中天化工有限公司，该公司主要生产产品及原辅料详见下表 3.2-1。

表 3.2-1 企业原辅材料使用情况

序号	装置名称	类别	名称	最大储存量 (t)	年产(用)量 (t)	储存形式	储存地点
1	甲醛生产装置	原料	甲醇	228	30000	罐装/液态	甲醇罐区
2		辅料	催化剂 (Ag)	--	0.5	--	--
3		产品	甲醛	111.7	50000	罐装/液态	甲醛罐区
1	多聚甲醛生产装置	原料	甲醛溶液	111.7	28000	罐装/液态	甲醛罐区
2		辅料	氢氧化钠	1.0	10	袋装/固态	多聚甲醛仓库
3		产品	多聚甲醛	200	10000	袋装/固态	多聚甲醛仓库
1	乌洛托品生产装置	原料	甲醛	111.7	1300	罐装/液态	甲醛罐区
2			液氨	7.14	550	罐装/液态	液氨罐区
3		产品	乌洛托品	100.0	1000	袋装/固态	乌洛托品仓库

甲醇：甲醇（Methanol, dried, CH_3OH ）系结构最为简单的饱和一元醇，CAS 号有 67-56-1、170082-17-4，分子量 32.04，沸点 64.7°C 。又称“木醇”或“木精”。是无色有酒精气味易挥发的液体。甲醇用途广泛，是基础的有机化工原料和优质燃料。主要应用于精细化工，塑料等领域，用来制造甲醛、醋酸、氯甲烷、甲氨、硫二甲酯等多种有机产品，也是农药、医药的重要原料之一。甲醇在深加工后可作为一种新型清洁燃料，也加入汽油掺烧。人口服中毒最低剂量约为 100mg/kg

体重，经口摄入 0.3~1g/kg 可致死。用于制造甲醛和农药等，并用作有机物的萃取剂和酒精的变性剂等。甲醇对人体有强烈毒性，因为甲醇在人体新陈代谢中会氧化成比甲醇毒性更强的甲醛和甲酸（蚁酸），因此饮用含有甲醇的酒可引致失明、肝病、甚至死亡。误饮 4 毫升以上就会出现中毒症状，超过 10 毫升即可因对视神经的永久破坏而导致失明，30 毫升已能导致死亡。

甲醛：化学式 HCHO 或 CH_2O ，式量 30.03，又称蚁醛。无色气体，刺激性气味，对人眼、鼻等有刺激作用。气体相对密度 1.067（空气=1），液体密度 0.815g/cm^3 （ -20°C ）。熔点 -92°C ，沸点 -19.5°C 。易溶于水和乙醇。水溶液的浓度最高可达 55%，通常是 40%，称做甲醛水，俗称福尔马林（formalin），是有刺激气味的无色液体。甲醛的主要危害表现为对皮肤粘膜的刺激作用，甲醛在室内达到一定浓度时，人就有不适感。大于 0.08m^3 的甲醛浓度可引起眼红、眼痒、咽喉不适或疼痛、声音嘶哑、喷嚏、胸闷、气喘、皮炎等。新装修的房间甲醛含量较高，是众多疾病的主要诱因。甲醛浓度过高会引起急性中毒，表现为咽喉烧灼痛、呼吸困难、肺水肿、过敏性紫癜、过敏性皮炎、肝转氨酶升高、黄疸等。在 2006 年确定为 1 类致癌物。

催化剂（Ag）：本项目催化剂银主要用于甲醇制甲醛阶段。银是一种化学元素，化学符号 Ag（来自拉丁语 *Argentum*），原子序数 47，是一种银白色的过渡金属。银在自然界中很少量以游离态单质存在，主要以含银化合物矿石存在。银的化学性质稳定，活跃性低，价格贵，导热、导电性能很好，不易受化学药品腐蚀，质软，富延展性。其反光率极高，可达 99% 以上。

液氨：液氨，又称为无水氨，呈无色液体状，有强烈刺激性气味。氨作为一种重要的化工原料，为运输及储存便利，通常将气态的氨气通过加压或冷却得到液态氨。氨易溶于水，溶于水后形成铵根离子 NH_4^+ 、氢氧根离子 OH^- ，呈碱性的碱性溶液。液氨多储于耐压钢瓶或钢槽中，且不能与乙醛、丙烯醛、硼等物质共存。液氨在工业上应用广泛，具有腐蚀性且容易挥发，所以其化学事故发生率很高。吸入是氨与人体接触的主要途径。氨的刺激性是可靠的有害浓度报警信号。

但由于嗅觉疲劳，长期接触后对低浓度的氨会难以察觉。吸入氨气有以下症状：

(1) 轻度吸入氨中毒表现有鼻炎、咽炎、气管炎、支气管炎。患者有咽灼痛、咳嗽、咳痰或咯血、胸闷和胸骨后疼痛等。(2) 急性吸入氨中毒的发生多由意外事故如管道破裂、阀门爆裂等造成。急性氨中毒主要表现为呼吸道粘膜刺激和灼伤。其症状根据氨的浓度、吸入时间以及个人感受性等而轻重不同。(3) 严重吸入中毒可出现喉头水肿、声门狭窄以及呼吸道粘膜脱落，可造成气管阻塞，引起窒息。吸入高浓度可直接影响肺毛细血管通透性而引起肺水肿。

多聚甲醛：白色无定形粉末。有甲醛气味。系甲醛的线形聚合物。无固定熔点，加热则分解。熔点 120~170℃。易溶于热水并放出甲醛，缓溶于冷水，能溶于苛性碱及碱金属碳酸盐溶液，不溶于醇和醚，其高度聚合物不溶于水。可发生类似甲醛的反应，如氯甲基化，与醇形成缩醛等。用于合成树脂、粘合剂、医药、杀菌剂、杀虫剂、消毒剂等。对呼吸道有强烈刺激性，引起鼻炎、咽喉炎、肺炎和肺水肿。对呼吸道有致敏作用。眼直接接触可致灼伤。对皮肤有刺激性，引起皮肤红肿。口服强烈刺激皮肤，长期反复接触引起干燥、皸裂、脱屑。

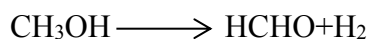
乌洛托品：白色吸湿性结晶粉末或无色有光泽的菱形结晶体，可燃。熔点 263℃，如超过此熔点即升华并分解，但不熔融。溶于水、乙醇、氯仿，不溶于四氯化碳、1,2-二氯乙烷、乙醚、石油醚、芳烃。有害物成分六亚甲基四胺 CAS No.100-97-0。生产条件下，主要引起皮炎和湿疹。皮疹多为多形性，奇痒，初起局限于接触部位，以后可蔓延，甚至遍及全身。

3.3 主要生产工艺概述

石家庄中天化工有限公司主要进行甲醛、多聚甲醛及乌洛托品的生产，各产品生产工艺流程如下：

3.3.1 甲醛生产工艺流程

(1) 装置工艺流程图

$$\text{CH}_3\text{OH} + 1/2\text{O}_2 \longrightarrow \text{HCHO} + \text{H}_2\text{O} + 156.557\text{kJ/mol}$$


甲醛生产工艺流程主要包括甲醇蒸发、过热、氧化、吸收、尾气处理五个部分。

甲醇经由甲醇泵泵入甲醇过滤器内，经过滤后进入蒸发器。蒸发器的热量在开车时，由 1#吸收塔热甲醛提供。当系统运行稳定后，蒸发器所需热量由吸收塔循环系统中的热甲醛提供。通过调节热甲醛的流量控制蒸发器的温度在 42~60℃，控制蒸发器液位维持在 1.5m；甲醇吸收热量气化形成甲醇蒸气，甲醇蒸气与空气的混合气体进入过热器。

②过热

为了调节氧化炉的温度，在甲醇蒸汽和空气混合物中同入一定量的水蒸汽。

水蒸汽是由尾气锅炉供给的。经汽包的水蒸汽再经分气缸进入过热器，与甲醇蒸气、空气混合。混合后的气体经过热器被加热到 110-120℃，再经阻火过滤器进一步过滤细微机械杂质，进入氧化器进行氧化反应。

③氧化

进入氧化器的混合气体由触媒（电解银）催化，在 620~690℃下进行反应，大部分甲醇转化为甲醛，然后进入 1#、2#吸收塔进行吸收。

④吸收

来自氧化器产生的甲醛气体经过 1#吸收塔与 2#吸收塔吸收后，1#吸收塔的吸收液经循环泵一路向甲醛周转罐进料，另一路进入 1#吸收塔继续吸收。其中 1#吸收塔吸收液由 2#吸收塔补充。2#塔补充软化水作为吸收液。自 2#吸收塔顶排放的尾气经水封槽进入尾气炉。

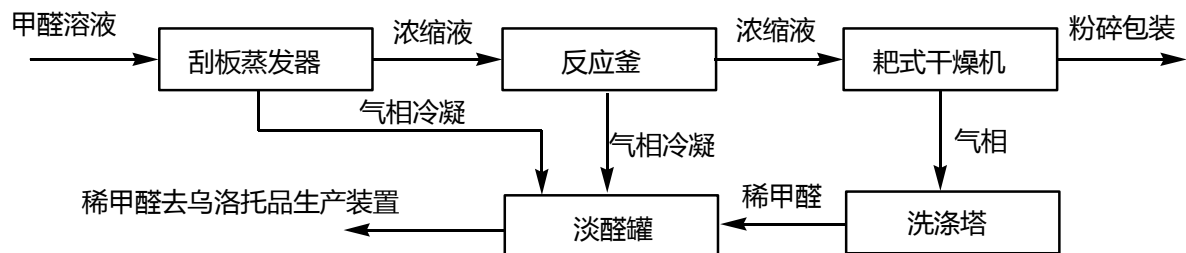
⑤尾气处理

由 2#吸收塔顶排出的尾气（单位体积尾气中氢气的含量为 18.0%~21.0%、一氧化碳的含量为 0.2%~0.3%、甲烷的含量为 0.1%~0.3%、二氧化碳的含量为 3.2%~3.6%）一路进入尾气炉燃烧产生蒸汽为生产供汽；另一路根据生产需要经尾气过滤器过滤后，进入反应系统，生产高浓度甲醛溶液。

经上述甲醛生产工艺概述，本地块内甲醛生产过程中涉及的污染物主要有原材料甲醇，生产过程中的甲醇、甲醛蒸汽，催化剂 Ag，产品甲醛，概括污染物特征因子为甲醇、甲醛、Ag。潜在污染途径为跑冒滴漏及大气沉降。

3.3.2 多聚甲醛生产工艺流程

（1）装置工艺流程框图



(2) 反应方程式



(3) 工艺流程简述

①50%甲醛溶液经计量后被抽入刮板蒸发器，进料速度控制在 1000kg/h 左右，蒸发器夹套通入压力 0.2MPa、温度 120℃的蒸汽，控制真空度为 0.09MPa，温度为 65℃，甲醛溶液蒸发浓缩到 60%后自流进入反应釜内，浓缩时间约为 6h。

②反应釜盘管通入压力 0.2MPa、温度 120℃的蒸汽，控制真空度为 0.09MPa，温度为 65℃，甲醛溶液继续被加热蒸发脱水，取样化验，当甲醛溶液浓度达到 70%后打入耙式干燥器，并加入 0.1%的氢氧化钠，作为加速反应的催化物质。

③耙式干燥器夹套通入压力 0.2MPa、温度 120℃的蒸汽，控制真空度为 0.09MPa，温度为 65℃，料液在干燥器内脱水、聚合，最终得多聚甲醛产品。产品从耙式干燥器出料口卸料，破碎后装袋入成品库。

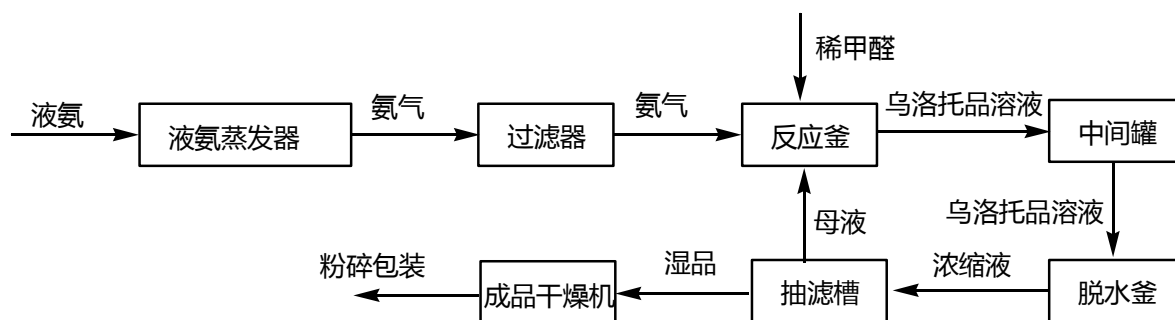
④刮板蒸发器、反应釜蒸出的含甲醛蒸气的气体由真空泵抽出，通过冷凝器冷凝，冷凝液为稀甲醛溶液，一部分定期排入淡醛罐，作为生产乌洛托品的原料液，另一部分作为甲醛吸收液补充到吸收塔内，冷凝器排出的不凝气排入水洗箱。

⑤耙式干燥器排出的尾气含有水蒸气和甲醛蒸气，由真空泵抽出，首先经吸收塔吸收，再经冷凝器冷凝，冷凝的稀甲醛溶液和吸收塔产生的稀甲醛溶液送淡醛罐，作为生产乌洛托品的原料液。冷凝器排出的不凝气排入水洗罐。

经上述多聚甲醛生产工艺概述，本地块内多聚甲醛生产过程中涉及的污染物主要有原材料甲醛，生产过程中的甲醛蒸汽，概括污染物特征因子为甲醛。潜在污染途径为跑冒滴漏及大气沉降。

3.3.3 乌洛托品生产工艺流程

(1) 装置工艺流程框图



(2) 反应方程式



(3) 工艺流程简述

①乌洛托品生产的原料稀甲醛来自多聚甲醛生产装置，浓度约为 20%，将稀甲醛由淡醛罐打入反应釜，至釜内液位高度为罐的 $\frac{2}{3}$ ，约 3.5m^3 。

②开启液氨上料阀门，使液氨经液氨蒸发器气化后进入过滤器，此过程通过液氨过滤器出口的压力控制液氨蒸发器进口液氨管调节阀的开度，保持压力在 0.15MPa 左右。

③反应釜氨气的进料量通过流量计控制反应釜进口氨气管调节阀，控制氨气的进料速度为 $20\text{m}^3/\text{h}$ 。反应过程中，控制反应温度不超过 85°C ，pH 值达到 9.3-9.7 时反应结束，关闭氨气阀门，停止循环泵。反应时间约 2h。

④切换循环泵阀门，将反应好的乌洛托品溶液打入中转罐。

⑤乌洛托品溶液通过真空抽入脱水釜，脱水釜内的乌洛托品溶液在真空状态下由蒸汽盘管加热脱水，脱水过程釜内压力为 -0.09MPa ，温度为 65°C 左右。检测料液浓度，当反应液中乌托浓度达到 85% 时，停止蒸馏，放料至抽滤槽。

⑥开启抽滤槽真空阀门，真空抽滤。母液泵入反应釜循环套用。

⑦抽滤所得湿品送入烘干机烘干，干燥后得到乌洛托品成品装袋入库。

经上述乌洛托品生产工艺概述，本地块内乌洛托品生产过程中涉及的污染物主要有原材料液氨、甲醛，生产过程中的氨气，概括污染物特征因子为氨氮、甲醛。潜在污染途径为跑冒滴漏及大气沉降。

3.4 公用工程使用状况分析

3.4.1 给排水

石家庄中天化工有限公司厂区内用水由厂区内自备水井提供。

本项目地块内整个生产过程中仅甲醛生产工序有少量循环冷却水及乌洛托品生产工序少量母液产生。所有车间内及车间之间的物料输送均通过架空管道进行，地块内无地下掩埋管线及废水处理设施，各车间具体情况如下：

①甲醛生产车间

甲醛生产车间内甲醛生产过程中无生产废水产生，生产过程中需用到间接循环冷却水，循环冷却水通过架空管道排入甲醛生产车间南侧的循环水池。

②多聚甲醛生产车间

石家庄中天化工有限公司采用多聚甲醛、乌洛托品联产的方式进行生产，多聚甲醛生产车间产生的稀甲醛溶液通过架空管道排入乌洛托品生产车间内作为原料使用，整个生产过程无废水产生。

③乌洛托品生产车间

乌洛托品生产车间内生产过程中水溶液在乌洛托品溶液浓缩（真空蒸发）阶段以水蒸气的方式排放，乌洛托品生产过程中经浓缩抽滤产生的母液经多次循环后性状发黄、含杂质较多，不再进行循环使用。此部分母液经收集后排入氨基乙酸北侧的循环水池内自然蒸发，生产过程中无其他废水排放。

3.4.2 供电

本项目厂区内配电室位于甲醛生产区东侧，配电室建设于建厂初期，2002年2018年期间一直处于使用中。早期变压器及电容器中用到多氯联苯（PCBs），国内多氯联苯电力电容器在1980年已停止生产，本项目地块内建厂较晚，采用的是新型变压器，不涉及该类污染物。

3.4.3 供热

石家庄中天化工有限公司于2002年开始在本项目地块内开始进行生产活

动。

2002-2012 年：厂区生产、生活供热由燃气锅炉房供应，燃气锅炉房燃料主要来自于甲醛生产工序产生尾气。银催化氧化法生产甲醛是一个放热反应过程，副产品较多，其副产物有甲烷、氢气、一氧化碳、二氧化碳等。本项目甲醛生产工序产生的尾气中甲烷、氢气等可燃性气体燃烧供热能够满足日常生产阶段的需要。此外系统开车时需要进行引火，引火所需燃气利用管道从厂区南侧河北金源化工股份有限公司煤造气工段引入，系统正常运转后以甲醛生产工序产生的尾气为燃料。

2012-2018 年：因与厂区东侧企业之间安全防护距离问题，2012 年石家庄中天化工有限公司厂区进行扩建，于厂区西南角新建燃气锅炉房并配套液化气设施，原燃气锅炉房停止使用。此时系统开车时利用液化气引火，系统正常运转后以甲醛生产工序产生的尾气为燃料。

本地块内供热设施对地块潜在污染主要考虑尾气中可能夹杂的少量甲醇、甲醛气体的尾气泄露，潜在污染因子为甲醇、甲醛，潜在污染途径为尾气泄露沉降。

3.4.4 事故水池、消防池及循环水池

事故水池位于厂区的西南侧，甲醇罐区旁，始建于 2015 年，一直沿用至 2018 年，水池池壁为砖混结构，水泥浇筑，水池面积约为 181.5m²，池深约 5m，主要为用途为暂存事故废水，经调查企业未曾发生过事故，事故池未启用。

消防水池位于厂区北侧，办公室旁，始建于 2008 年，一直沿用至 2017 年，水池池壁为砖混结构，水泥浇筑，水池体积约为 180m³，池深约 2m，主要为贮存消防用水。

循环水池有两个，一个位于厂区南侧软水房旁，水池池壁为砖混结构，水泥抹面，水池面积约为 55.25m²，池深约 2m，主要用于储存甲醛生产过程中的循环冷却水。另一个位于氨基乙酸生产车间北侧，水池池壁为砖混结构，水泥抹面，水池面积约为 70m²，池深约 2m，乌洛托品生产过程中经浓缩抽滤产生的母液排入此循环水池内自然蒸发。

水池区域主要考虑存放乌洛托品生产过程中产生母液的循环水池发生泄漏可能导致的污染，潜在污染因子概括为氨氮、甲醛。

3.5 主要生产设施分布

本项目地块内主要有石家庄中天化工有限公司进行过生产活动。

3.5.1 主要建（构）筑物及生产设备

根据企业提供的相关资料，本地块内主要建（构）筑物建成年代及主要生产设备见表 3.5-1。

表 3.5-1 主要建（构）筑物及生产设备一览表

建（构） 筑物	建成 年份	主要设施描述	设施 现状
甲醇罐区	2002	甲醇储罐，底部设置有围堰	已拆除
原甲醛罐区	2002	甲醛储罐，底部设置有围堰	已拆除
液氨罐区	2008	液氨储罐，底部设置有围堰	已拆除
甲醛罐区	2010	甲醛储罐，底部设置有围堰	已拆除
甲醛生产车间	2002	甲醇储罐、甲醇泵、甲醛周转罐、甲醛储罐、塔板式换热器、吸收塔、尾气过滤器等	已拆除
多聚甲醛生产车间	2008	刮板蒸发器、反应釜、吸收液储罐、吸收塔、淡醛罐、耙式干燥机等	已拆除
乌洛托品生产车间	2008	液氨蒸发器、反应釜、脱水釜、废水罐、母液罐等	已拆除
粉碎车间	2012	成品干燥机、旋风除尘器等	已拆除
乌洛托品（多聚甲醛）仓库	2012	存放产品	已拆除
多聚甲醛仓库	2015	存放产品	已拆除
配电室	2002	新式变压器	已拆除
燃气锅炉房	2012	燃气锅炉、烟囱	已拆除
办公楼、宿舍	2002	办公、住宿	办公楼未拆除



图 3.5-1 地块内主要建（构）筑物及生产设备布置图

3.5.2 槽罐及污水管线分布

(1) 槽罐布设情况

根据企业提供的相关资料及现场踏勘情况本项目地块内储罐主要为甲醇、甲

醛、液氨罐区的储罐及各车间物料储罐等。各区域槽罐分布情况见下表 3.5-2。

表 3.5-2 地块内槽罐分布情况一览表

序号	区域	储罐类型及防渗情况	污染物	污染因子	污染途径
①	甲醛生产车间	甲醇储罐、甲醛储罐、甲醛周转罐、吸收塔补水罐等，罐体下方均为水泥防渗	甲醇、甲醛	甲醇、甲醛	跑冒滴漏
②	多聚甲醛生产车间	吸收液储罐（甲醛溶液）、淡醛罐等，罐体下方均为水泥防渗	甲醛	甲醛	跑冒滴漏
③	乌洛托品生产车间	氨气与甲醛的反应釜及中间罐等，罐体下方均为水泥防渗	氨气、甲醛	氨氮、甲醛	跑冒滴漏
④	液氨罐区	液氨储罐，底部设置有围堰	液氨	氨氮	跑冒滴漏
⑤	甲醇罐区	甲醇储罐，底部设置有围堰	甲醇	甲醇	跑冒滴漏
⑥	原甲醛罐区	甲醛储罐，底部设置有围堰	甲醛	甲醛	跑冒滴漏
⑦	甲醛罐区	甲醛储罐，底部设置有围堰	甲醛	甲醛	跑冒滴漏

（2）排污管线情况

①甲醛生产车间

甲醛生产车间内甲醛生产过程中无生产废水产生，生产过程中需用到循环冷却水，循环冷却水通过架空管道排入甲醛生产车间南侧的循环水池。

②多聚甲醛生产车间

石家庄中天化工有限公司采用多聚甲醛、乌洛托品联产的方式进行生产，多聚甲醛生产车间产生的稀甲醛溶液通过架空管道排入乌洛托品生产车间内作为原料使用。

③乌洛托品生产车间

乌洛托品生产车间内生产过程中水溶液在乌洛托品溶液浓缩（真空蒸发）阶段以水蒸气的方式排放，乌洛托品生产过程中经浓缩抽滤产生的母液经多次循环后性状发黄、含杂质较多，不再进行循环使用。此部分母液经收集后排入氨基乙酸北侧的循环水池内自然蒸发，生产过程中无其他废水排放。

本项目地块内整个生产过程中仅甲醛生产工序有少量循环冷却水及乌洛托

品生产工序少量母液产生，其中甲醛生产车间循环冷却水通过架空管道排入甲醛生产车间南侧的循环水池，乌洛托品生产车间产生母液收集后排入氨基乙酸车间北侧循环水池。所有车间内及车间之间的物料输送均通过架空管道进行，地块内无地下掩埋管线及废水处理设施。

3.5.3 防渗措施

跟据现场踏勘和现场钻探情况，厂区生产车间区域为水泥硬化路面，罐区均为地上储罐，围堰内下方为 20cm 厚水泥防渗，外部全部设置有围堰，围堰为砖混灰泥抹面结构，具有一定的防渗效果；雨水池、事故水池、循环水池及消防水池均为砖混水泥抹面的防渗设施，防渗效果较差。

3.6 原项目“三废”处理及排放情况

石家庄中天化工有限公司污染源及污染物排放情况见表 3.6-1。

3.6-1 石家庄中天化工有限公司污染源及污染物排放情况一览表

类别	污染源	主要污染物	措施及去向
废气	燃气锅炉烟气	烟尘、SO ₂ 、NO _x	15m 高烟囱 1 根，排大气
	车间无组织排放	甲醇、甲醛	车间无组织排放
废水	生活污水	COD、BOD ₅ 、SS、氨氮	化粪池净化后排放
	循环冷却水	COD	循环使用
	乌洛托品生产阶段产生母液	甲醇、氨氮	排污氨基乙酸生产车间北侧循环水池自然蒸发
固废	职工办公、生活	生活垃圾	定期由环卫部门接收处置
	生产甲醛用催化剂	银	由销售单位回收

3.7 历史突发环境事件调查

通过向石家庄中天化工有限公司现有工作人员及当地环保部门了解情况，本项目地块各个生产时期及停产后未发生过突发环境事件。

3.8 地块周边企业潜在污染识别

根据人员访谈和资料收集结果，地块周边 1km 范围内主要分布有生活垃圾转运站、河北鑫晟德农业机械制造有限公司、石家庄美旺昌包装材料有限公司、

石家庄冀恩塑业有限公司、外租家具厂、石家庄美旺昌包装材料有限公司、教场庄村纪念堂、石家庄川木木门有限公司、河北金源化工股份有限公司化肥板块等 17 家企业分布，各企业生产运行情况如下：

3.8.1 距项目地块较近的企业

3.8.1.1 生活垃圾转运站

生活垃圾转运站主要负责收集、暂存、转运周边人群居住生活过程中产生的生活垃圾，不涉及垃圾的填埋、焚烧的工艺。生活垃圾转运站距本项目地块中心距离 215m，其运行过程中基本不会对项目地块土壤环境质量造成影响。

3.8.1.2 河北鑫晟德农业机械制造有限公司

河北鑫晟德农业机械制造有限公司 2002 年成立，公司采用先进的数控板料加工、数控切割、数控机械加工、电器制造、数控热处理等大型机械加工设备，生产种子精选机、清选机、种子提升机、种子包衣机等农业机械。现已停产。其生产工艺主要是对钢板、轴等原材料进行剪裁、车铣、焊接、切轴、除锈、喷漆、组装等工序生产农用机械。具体生产工艺如下：

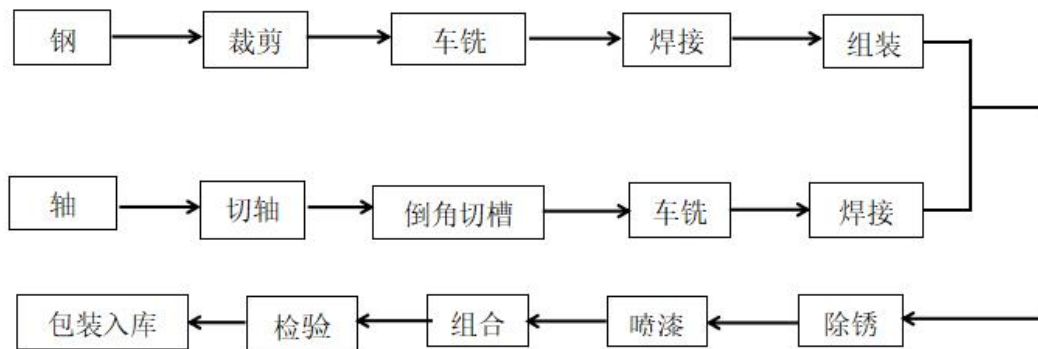


图 3.8-1 河北鑫晟德农业机械制造有限公司生产工艺流程图

综合判断，河北鑫晟德农业机械制造有限公司生产过程中产生的焊接烟尘及喷漆废气通过大气沉降可能会对周边土壤环境质量造成影响，其潜在污染因子为重金属（铜、镉、镍等）、多环芳烃、苯、甲苯、二甲苯。河北鑫晟德农业机械制造有限公司与本项目地块紧邻，其生产活动可能对本项目地块土壤环境质量造成影响。

3.8.1.3 石家庄美旺昌包装材料有限公司

石家庄美旺昌包装材料有限公司 2003 年成立，公司主要经营泡沫包装材料的生产、销售。主要生产工艺主要是对原料珠粒（聚苯乙烯）进行发泡、熟化、成型、烘干等工序生产包装材料。具体生产工艺如下：

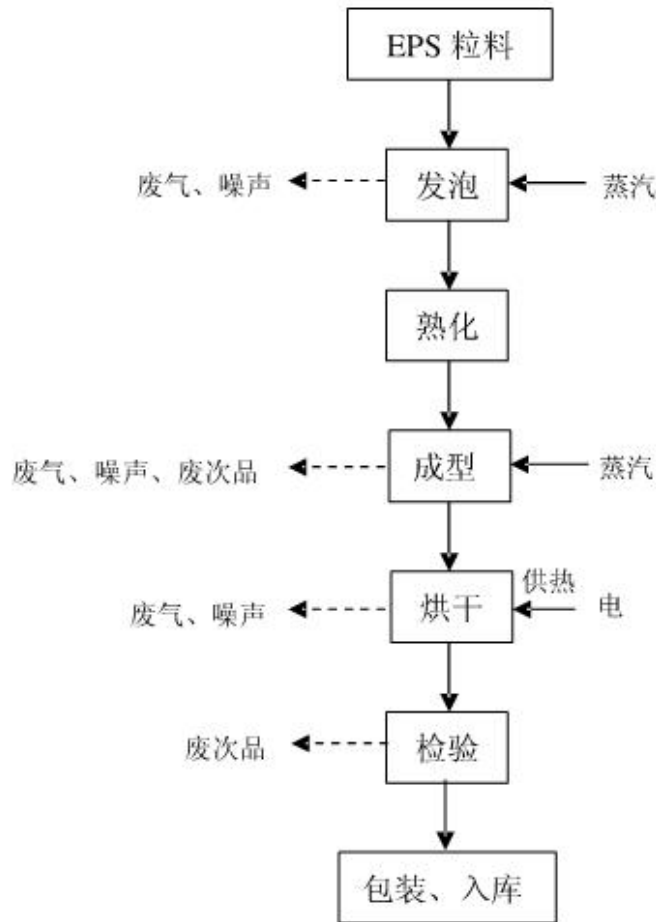


图 3.8-2 石家庄美旺昌包装材料有限公司生产工艺流程图

综合判断，石家庄美旺昌包装材料有限公司生产过程中产生的有机废气可能通过大气沉降对周边土壤环境质量造成影响，潜在污染因子为苯乙烯。石家庄美旺昌包装材料有限公司与本项目地块紧邻，其生产活动可能对本项目地块土壤环境质量造成影响。

3.8.1.4 石家庄冀恩塑业有限公司

石家庄冀恩塑业有限公司主要生产编织袋，具体生产工艺如下：

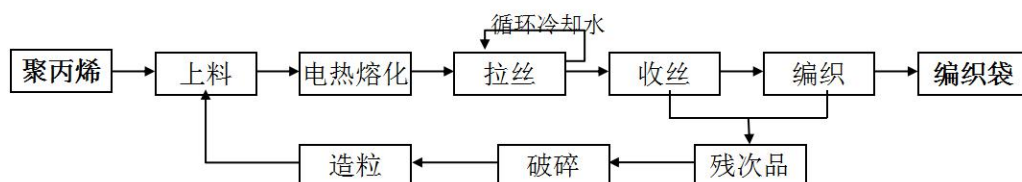


图 3.8-3 家庄冀恩塑业有限公司生产工艺流程图

综合判断，石家庄冀恩塑业有限公司生产过程中产生的有机废气可能通过大气沉降对周边土壤环境质量造成影响，潜在污染因子为氯代脂肪烃。石家庄冀恩塑业有限公司距本项目地块中心距离 280m，位于地块东北角，处于常年主导风向侧风向，其生产过程对项目地块土壤环境质量状况造成影响的可能性较小。

3.8.1.5 外租家具厂

家具制造企业于 2009 年租赁国企仓库做为厂区进行家具生产，现已停产，其主要生产工艺介绍如下：

首先将检验合格的实木颗粒板在板式家具加工中心按设计要求开料打孔，之后在封边机上利用白乳胶对已开孔的实木颗粒板进行封边，然后利用数控侧孔机再进行打孔，最后将各实木板进行组装、入库。

白乳胶是一种水溶性胶粘剂，是由醋酸乙烯单体在引发剂作用下经聚合反应而制得的一种热塑性粘合剂。通常称为白乳胶或简称 PVAC 乳液，化学名称聚醋酸乙烯胶粘剂，是由醋酸与乙烯合成醋酸乙烯，添加钛白粉（低档的就加轻钙，滑石粉等粉料），再经乳液聚合而成的乳白色稠厚液体。它是以水为分散介质进行乳液聚合而得，是一种水性环保胶。该家具制造企业生产过程中，不会对周边土壤环境造成影响。

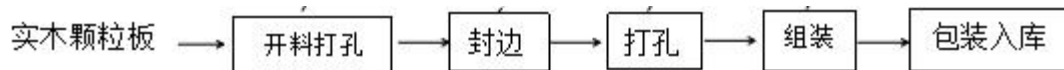


图 3.8-4 家具制造企业生产工艺流程图

3.8.1.6 正定县殡仪馆

正定县殡仪馆主要采用平板炉进行火化，其主要过程如下：

首先将遗体接入殡仪馆内，对需要进行遗体清洁的进行沐浴、化妆和更衣，对于无法立即进行火化的遗体冷藏于冷藏柜中，温度为-5℃，最长不超过 3 天，遗体由推车推入火花机进行火化，火花机采用轻柴油为燃料，将尸体等在燃烧室

里充分燃烧氧化分解。尸体燃烧完成后，剩余的骨灰收集到骨灰盒中，由逝者亲属领走或寄存。

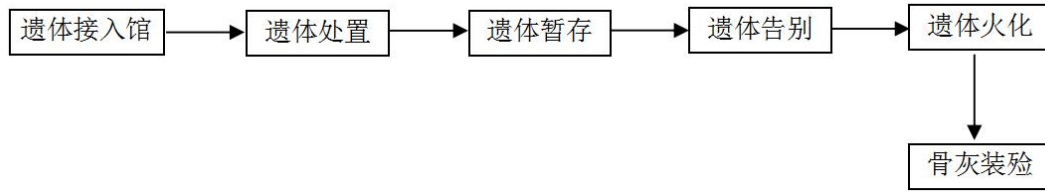


图 3.8-5 殡仪馆实施流程

正定县殡仪馆遗体火化时产生的废气主要成分为颗粒物、二氧化硫、氮氧化物等，基本不会对土壤环境质量状况造成影响。

3.8.2 周边大型涉污企业

3.8.2.1 河北金源化工股份有限公司化肥板块 1#地块

河北金源化工股份有限公司 1995 年在原石家庄市正定厂基础上组建的规范化股份制企业，公司始建于 1970 年 8 月，是一家年产合成氨 26 万吨、碳酸氢铵 26 万吨、复合肥 10 万吨、甲醇 12 万吨、二氧化碳 5 万吨的产品多元化综合性化肥化工企业。公司主要设有 3 条合成氨生产线，主要生产工艺为联碳法生产碳酸铵及联醇法生产甲醇。

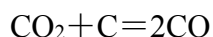
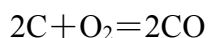
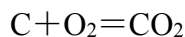
河北金源化工股份有限公司以无烟煤为原料（1996 年之前采用烟煤，1996 年之后全部改成无烟煤），先制取半水煤气，经脱除硫化氢后，进入加压变换反应系统，得到的氮、氢、一氧化碳和二氧化碳混合气进入碳化塔，在此二氧化碳与浓氨水反应，生成碳酸氢铵结晶，经离心机分离即得碳酸氢铵产品，一氧化碳和二氧化碳混合气经铜洗去除后，氮气、氢气则净化后用于合成氨。

其主要生产工艺描述如下：

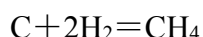
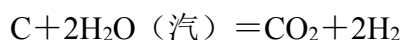
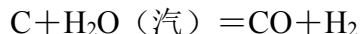
1、半水煤气制备

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

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。

来自煤气柜的半水煤气通过电捕焦油器去除其中的焦油后，经罗茨鼓风机加压后送至脱硫塔底部，与塔顶上喷淋下来的氨水溶液逆流接触，在塔内填料层中完成吸收硫化氢的反应，脱除硫化氢的半水煤气由塔顶出来，经清洗塔洗涤，半水煤气中的 H_2S 含量 $< 0.07\text{g/m}^3$ ，送往氢氮气压输机加压进行后一工序处理。

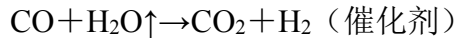
脱硫后的富液由塔底出来，进入富液槽，然后由富液泵加压送到喷射再生槽的喷射器，在喷射器内自吸空气并在喉管及扩散管内进行反应，然后液气一起进入再生槽，由底部经筛板上翻，进行溶液的氧化再生和硫泡沫的浮选，再生后的贫液流入贫液槽，再由脱硫泵送入脱硫塔循环使用。

再生槽浮选出来的流泡沫自动溢流到硫磺泡沫槽，提炼出固体硫磺，溶液回收系统。

3、变换

来自氢氮气压输机的半水煤气变换塔，与低压蒸汽逆流接触，然后依次进入

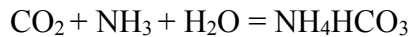
中温变换炉和低温变换炉进行变换反应，将半水煤气中的 CO 与水蒸气变换成 CO₂ 和 H₂。变换反应过程中分别采用蒸汽或冷凝液进行增湿及降温，变换后的煤气中的 CO 含量降至 1.0%~1.5%，然后经换热后，进入氢氮气压输机三段。



4、碳化

采用浓氨水吸收变换混合气中的 CO₂，碳化主塔生成的碳酸氢铵结晶，以悬浮液从塔下部取出流入离心机分离，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气氨进行反应，制成浓氨水，形成循环。



5、精炼

脱碳后原料气中含有少量的 CO、CO₂，CO 含量在 1.0%~1.5%，CO₂ 含量在 0.2%~0.5%，使 CO+CO₂ 的含量低于 25PPM，同时气体中残留的 O₂ 和 H₂S 也要进一步清除。

企业 1#合成氨精炼工段采用醋酸铜氨液洗涤法，工艺条件采用在压力为 12.0MPa~15.0MPa、温度为 10℃~15℃的工况下进行，吸收变换气中的 CO₂、CO、O₂ 和 H₂S。吸收后的铜氨溶液是在减压和加温的条件下，铜氨液所吸收的 CO、CO₂、O₂ 和 H₂S 等气体，从溶液中解吸并逸出，恢复其吸收能力。

根据已通过专家评审的《河北金源化工股份有限公司化肥板块土壤污染状况调查报告》，地块土壤中氨氮超出《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中居住用地标准的限值；场地地下水已受氨氮污染。

河北金源化工股份有限公司化肥厂板块距本项目地块中心 390m，位于地块南侧，处于常年主导风向上风向，且其排污量较大，其生产过程对项目地块土壤环境质量状况造成影响，重点关注氨氮，因其排污量较大且距本项目地块较近，

其生产过程中涉及的污染因子重金属、甲醇、VOCs、多环芳烃也纳入关注范围内。

3.8.2.2 河北金源化工股份有限公司化肥板块 2#地块

河北金源化工股份有限公司化肥板块 2#地块为金源化工扩建部分，于 1994 年在地块上开始进行生产活动，主要为生活、办公区，同时包括扩建的有机化工生产线、复合肥生产线。

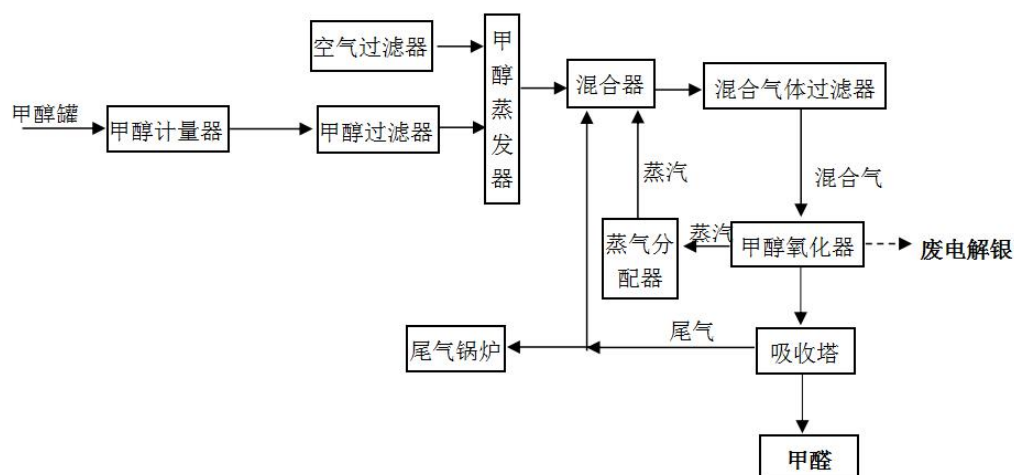


图 3.8-6 甲醛生产工艺流程图

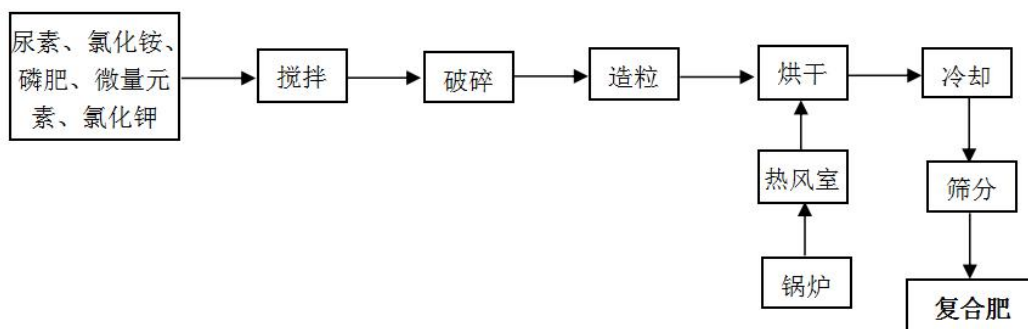


图 3.8-7 复合肥生产工艺流程图

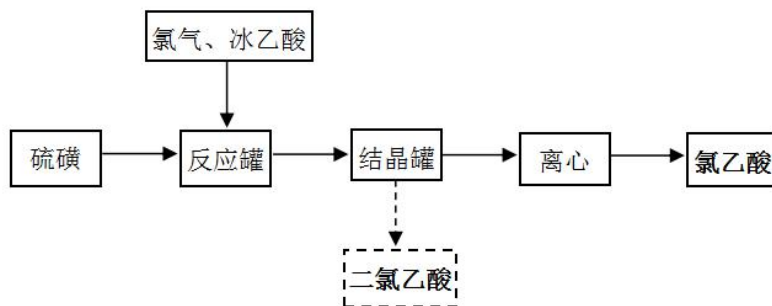


图 3.8-8 氯乙酸生产工艺流程图

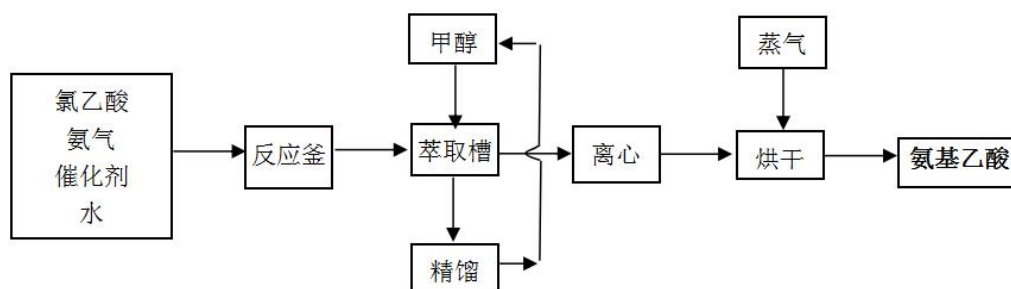


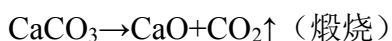
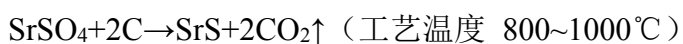
图 3.8-9 氨基乙酸生产工艺流程图

根据已通过专家评审的《河北金源化工股份有限公司化肥板块场地环境初步调查报告》，河北金源化工股份有限公司化肥板块 2#地块土壤满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中居住用地标准的限值，地下水满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III 类标准要求。其生产活动对周边企业土壤环境质量状况造成影响的可能性较小。

3.8.2.3 石家庄市正定金石化工有限公司

石家庄市正定金石化工有限公司主要进行碳酸锶的生产。碳酸锶生产以天青石、白煤、石灰石等为原料，首先采用白煤还原天青石中的硫酸锶，然后用水浸取其中的硫化锶，采用煅烧窑及石灰窑尾气二氧化碳碳化后，过滤烘干获得碳酸锶，母液套用于粗锶浸取不外排，尾气 H_2S 去硫磺工段，经克劳斯反应炉焚烧后变换，副产硫磺。

碳酸锶工艺方程式如下：



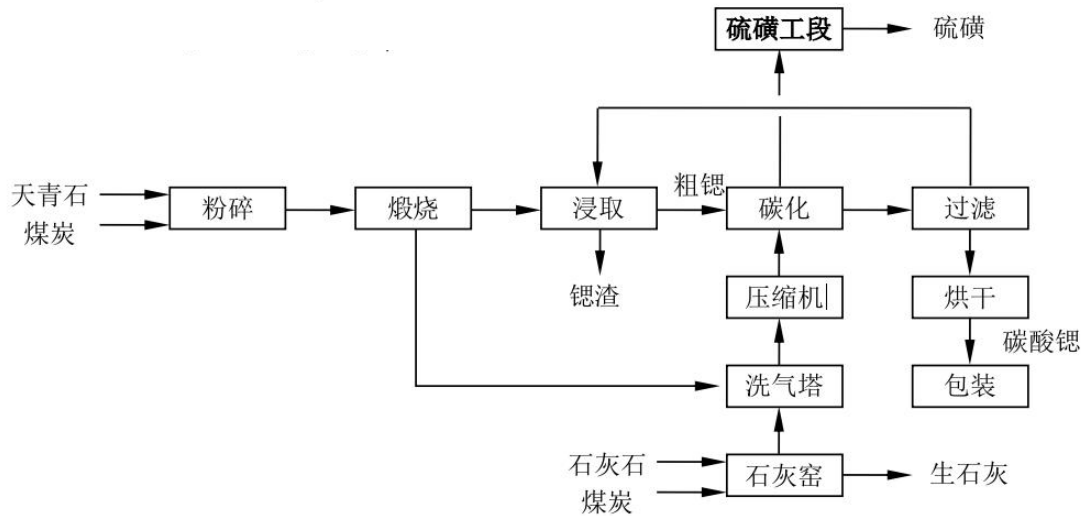
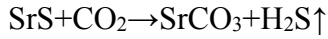


图 3.8-10 碳酸锶生产工艺

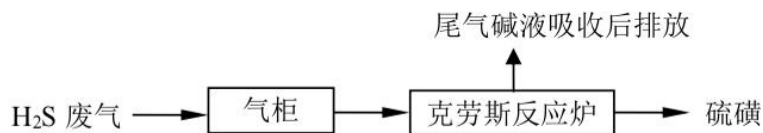


图 3.8-11 硫磺回收生产工艺

根据已通过专家评审的《石家庄市正定金石化工有限公司场地风险评估报告》，地块土壤中镍、铅、砷超出《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中居住用地标准的限值，最大超标深度均处于3m左右，土壤污染物迁移能力有限；场地地下水未受到污染。目前该场地正在进行治理修复工作。

石家庄市正定金石化工有限公司距本项目地块中心950m，位于地块东南角，处于常年主导风向上风向，其生产过程中产生的含重金属粉尘可能通过大气沉降进入项目地块，对地块造成重金属污染，重点关注石家庄市正定金石化工有限公司内土壤超标污因子镍、铅、砷。

3.3.2.4 河北金源化工股份有限公司磷肥板块

磷肥厂从 1992 年开始进行生产活动，是一家以硫酸分解磷矿石制取普通过磷酸钙的湿法磷肥生产企业，配套设有一套硫铁矿制酸生产线。2002 年，淘汰矿石制酸生产工艺及设备，建成一条硫磺制酸生产线，将磷肥生产线搬至生产区

东部，同时将磷肥原生产车间改造为设备备品备件库房。自 2004 年起，磷肥、硫酸生产线全部停产，主要生产工艺介绍如下。

联碳法生产碳铵

将硫铁矿石和煤破碎后在沸腾炉中混合焙烧，形成 SO_2 炉气，经旋风和静电除尘后进入洗涤塔用稀硫酸循环洗涤净化，净化气经多级转化吸收塔用稀硫酸逐步吸收后形成硫酸。

湿法磷肥又称为酸法磷肥，用硫酸分解磷矿是磷肥的主要生产方法。本项目生产磷肥采用浓酸矿浆法，用较浓的硫酸与磷矿矿浆混合反应，再经熟化制得磷肥。

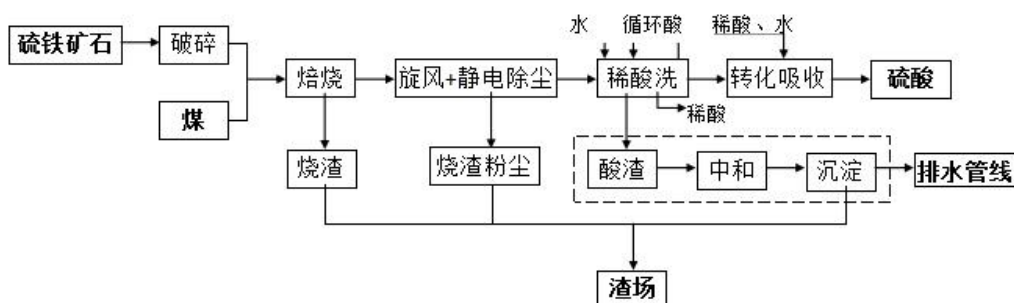


图 3.8-12 硫铁矿制酸生产工

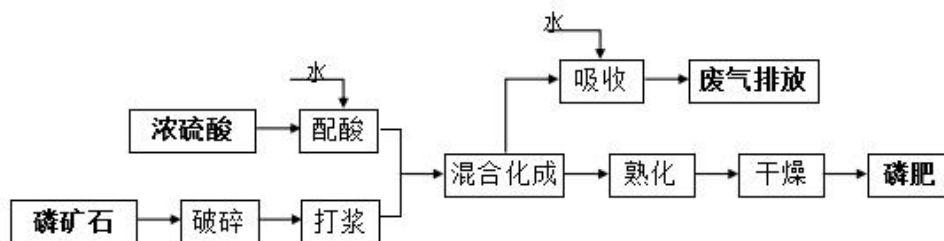


图 3.8-13 湿法磷肥生产工艺

硫磺制酸

采用蒸汽快速熔硫、机械雾化焚烧工艺，并采用中压锅炉回收焚硫炉产生的热量，形成中压过热蒸汽，用于熔硫。其炉气无需净化，经适当降温后便可进入转化工段，转化后经吸收即可成酸。该流程无废渣、污水排出，流程简单，成本低。



图 3.8-14 硫磺制酸生产工艺

制包装袋

主要采用聚丙烯为原料，经挤出、拉伸成扁丝，再经织造、编织形成编织袋，该工艺热熔化拉丝工序采用循环冷却水降温，设有冷却水池和高效冷却塔。

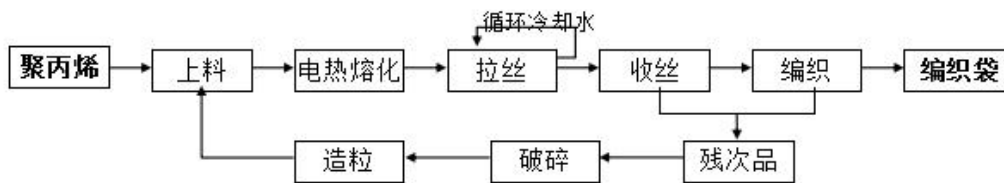


图 3.8-15 包装袋生产工艺

根据已通过专家评审的《河北金源化工股份有限公司磷肥板块场地风险评估报告》，场地土壤中砷超出《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中居住用地标准的限值，土壤污染物迁移能力有限；场地地下水未受到污染。目前该场地已经完成治理修复工作。

河北金源化工股份有限公司磷肥板块距本项目地块中心 850m，位于地块东南角，处于常年主导风向上风向，其生产过程中产生的含重金属粉尘可能通过大气沉降进入项目地块，对地块造成重金属污染，重点关注河北金源化工股份有限公司磷肥板块距内土壤超标因子砷。

3.8.3 距项目地块较远企业

石家庄川木木门有限公司、河北龙源塑业有限公司、河北诚冠门业有限公司、石家庄市名居家具厂、石家庄冠艺装饰材料有限公司、河北丝维特金属纤维有限公司、石家庄占华机械有限公司等 7 家企业距本项目地块距离较远（500-790m）且无大型涉污、涉水企业，不再进行重点关注。

3.9 潜在污染区域及污染物识别结论

通过现场踏勘、调查访问，收集地块现状和历史资料及相关文献，分析石家庄中天化工有限公司的平面布置、生产工艺、原辅料、污染物排放和污染痕迹的

可能性，初步认为可能导致土壤污染的主要途径为本地块内各生产车间的生产过程中生产设施、甲醇、甲醛、液氨储罐的跑冒滴漏等，以及周边企业生产过程中排放污染物的大气沉降，涉及的潜在污染因子包括重金属、甲醇、甲醛、氨氮、游离氨、银、多环芳烃、VOCs 等。本地块内各区域土壤中潜在的特征污染物识别汇总见表 3.9-1。

表 3.9-1 调查地块污染识别结果汇总

序号	功能区	潜在污染区域	生产工序	污染物及污染途径		关注污染物
				潜在污染源	污染途径	
1	生产区	甲醇罐区	储存甲醇	甲醇储罐	储罐泄露	甲醇
2		原甲醛罐区	储存甲醛	甲醛储罐	储罐泄露	甲醛
3		甲醛罐区	储存甲醛	甲醛储罐	储罐泄露	甲醛
4		液氨罐区	储存液氨	液氨储罐	储罐泄露	氨氮
5		甲醛生产车间	生产甲醛	原料甲醇、产品甲醛、催化剂 Ag	生产装置、槽罐跑冒滴漏	甲醇、甲醛、银
6		多聚甲醛生产车间	生产多聚甲醛	原料甲醛	生产装置、槽罐跑冒滴漏	甲醛
7		乌洛托品生产车间	生产乌洛托品	甲醛、氨氮	生产装置、槽罐跑冒滴漏	甲醛、氨氮
8		运输路线(运输拆除设备、建筑物等)	运输	设备中可能残留的物料	遗撒	甲醇、甲醛、氨氮
9		拆除堆存区	设备拆解	设备中可能残留的物料	遗撒	甲醇、甲醛、氨氮
10		事故水池	厂区内雨水冲刷地面后汇入事故水池内	甲醇、甲醛、氨氮	水池泄露	甲醇、甲醛、氨氮
11		燃气锅炉房	燃烧车间尾气	甲醇、甲醛、氨氮	尾气泄露	甲醇、甲醛、氨氮
12	地块周边	河北鑫晟德农业机械制造有限公司	机加工	重金属(铜、镉、镍等)、苯、甲苯、二甲苯	大气沉降	重金属(铜、镉、镍等)、苯、甲苯、二甲苯
13		石家庄美旺昌包装材料有限公司	发泡、熟化、烘干	苯乙烯	大气沉降	苯乙烯

序号	功能区	潜在污染区域	生产工序	污染物及污染途径		关注污染物
				潜在污染源	污染途径	
14		河北金源化工股份有限公司化肥板块1#地块	煤造气等	重金属、甲醇、氨氮、VOCs、多环芳烃	大气沉降	重金属、甲醇、氨氮、VOCs、多环芳烃
15		石家庄市正定金石化工有限公司	煅烧等	镍、铅、砷	大气沉降	镍、铅、砷
16		河北金源化工股份有限公司磷肥板块	焙烧等	砷	大气沉降	砷

4 初步勘探采样与检测分析

4.1 初步勘探采样分析工作量

本项目土壤污染状况调查初步采样分析阶段，现场共布设 21 个土壤采样点位，采集 78 组土壤样品及 10 组土壤现场平行样品，单个土壤采样点位代表面积 772m^2 （地块总占地面积 16213.8m^2 ），满足《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）中采样单元面积不大于 1600m^2 的要求。初步采样分析阶段土壤采样布点图见图 4.1-1。

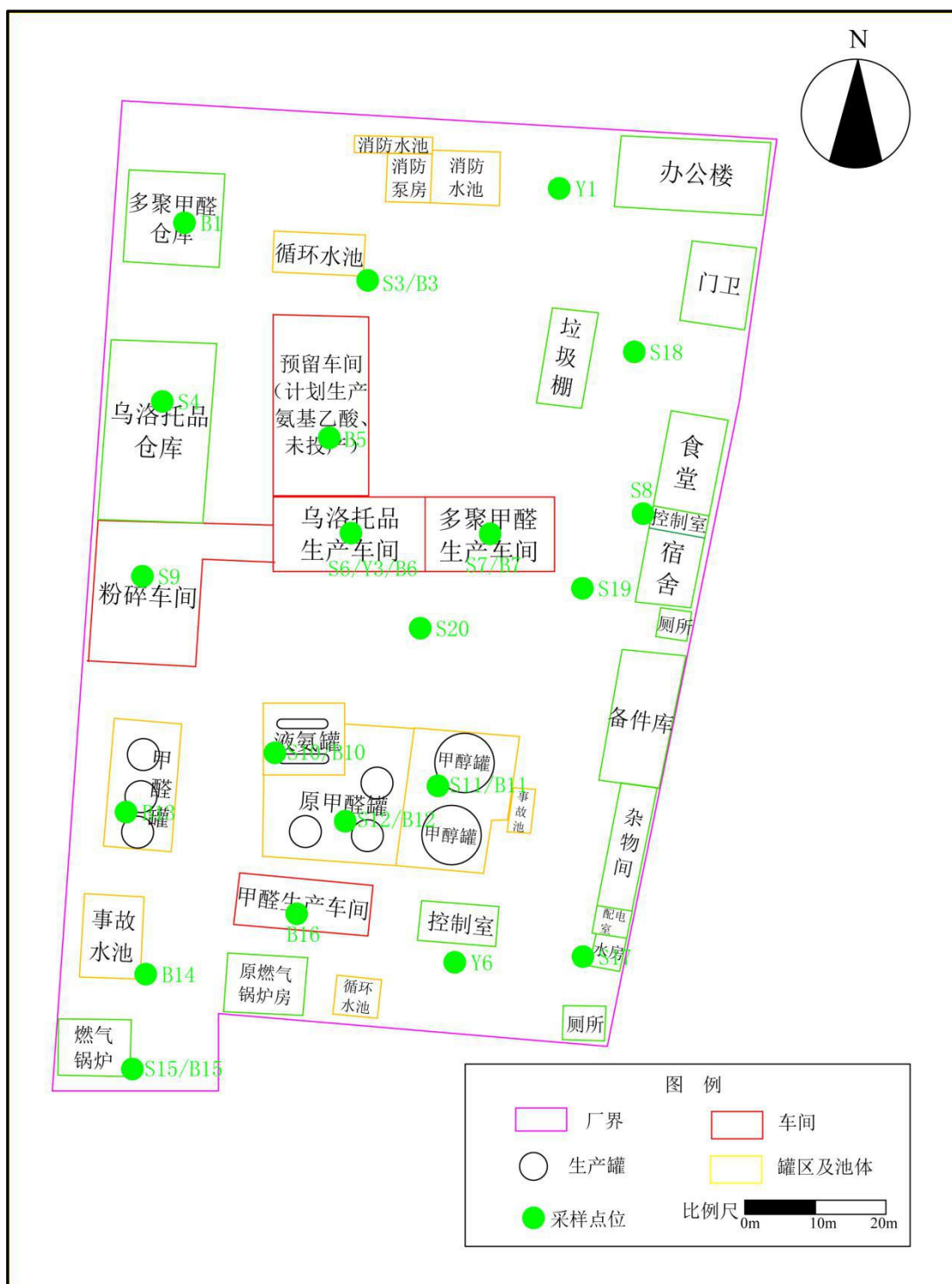


图 4.1-1 初步采样分析阶段现场采样点位布置图

4.2 土壤风险筛选值

土壤检测结果评价首先选用《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），对于该标准中未给出筛选值但有检出的污染物则依据 HJ 25.3 等标准及相关技术要求开展风险评估，推导特定污染物的土壤污染风险筛选值。

将地块土壤的分析检测结果与上述标准进行对比，通过对比分析了解地块中各种污染物浓度的大小程度。项目土壤中有检出的污染因子选用的筛选值见表 4.2-1。

表 4.2-1 项目土壤中有检出的污染因子选用的筛选值

污染因子	CAS 编号	本项目选用筛选值	单位	参考标准来源
镍	7440-02-0	150	mg/kg	《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）中第一类用地
铜	7440-50-8	2000	mg/kg	
镉	7440-43-9	20	mg/kg	
铅	7439-92-1	400	mg/kg	
汞	7439-97-6	8	mg/kg	
砷	7440-38-2	20	mg/kg	
甲醇	67-56-1	43200	mg/kg	推导值 （推导过程见附件一）
甲醛	50-00-0	54.1	mg/kg	
氨氮	—	1617	mg/kg	
银	7440-22-4	250	mg/kg	

4.3 实验室检测结果统计

本地块土壤污染状况调查初步采样分析阶段共设置 21 个土壤采样点位，共检测分析 78 组土壤样品及 10 组土壤平行样品。本章节主要对本地块土壤污染状况调查初步采样分析阶段所有检测土壤样品的检测结果按重金属、VOCs、SVOCs、其他特征因子四大类进行统计分析。

4.3.1 重金属、六价铬检测结果统计分析

本地块土壤污染状况调查初步采样分析阶段设置的 21 个采样点位中共 78 个土壤样品检测了重金属（镍、铜、镉、铅、汞、砷、六价铬），所有检测土壤

样品中重金属因子均有检出,但各检出因子的最大浓度均未超过本次土壤污染状况调查所选用的筛选值。所有土壤样品测定的六价铬全部未检出。

表 4.3-1 初步采样分析阶段土壤样品中重金属浓度数据统计结果

检测因子	筛选值 (mg/kg)	检测个数	检出个数	检出率 (%)	最高值 (mg/kg)	平均值 (mg/kg)	超筛选值 率 (%)
镍	150	78	78	100	65	39.37	0
铜	2000	78	78	100	48	18.72	0
镉	20	78	78	100	0.57	0.24	0
铅	400	78	78	100	38.6	14.91	0
汞	8	78	38	48.72	0.685	0.115	0
砷	20	78	78	100	17.6	4.13	0

4.3.2 VOCs 检测结果统计分析

本地块土壤污染状况调查初步采样分析阶段设置的 21 个采样点位中共 78 个土壤样品检测了 VOCs,所有检测土壤样品中 VOCs 均未检出。

4.3.3 SVOCs 检测结果统计分析

本地块土壤污染状况调查初步采样分析阶段设置的 21 个采样点位中共 78 个土壤样品检测了 SVOCs,所有检测土壤样品中 SVOCs 均未检出。

4.3.4 特征因子检测结果统计分析

4.3.4.1 甲醛检测结果统计分析

本地块土壤污染状况调查初步采样分析阶段,现场布设的 11 个采样点位中 42 个土壤样品检测了甲醛,其中 36 个土壤样品中甲醛有检出,5 个样品检测结果超出了筛选值,甲醛检测结果超筛选值率 11.9%。地块内土壤样品中甲醛检测结果统计情况见表 4.3-2。

表 4.3-2 地块内土壤甲醛检测结果统计

点位	深度 (m)	筛选值 mg/kg	检测值 mg/kg	超筛选值情况	超筛选值倍数
循环水池旁	0.2	54.1	6.8	未超筛选值	—
	1.6	54.1	3.6	未超筛选值	—

点位	深度 (m)	筛选值 mg/kg	检测值 mg/kg	超筛选值情况	超筛选值倍数
	3.2	54.1	2.5	未超筛选值	—
	5.2	54.1	3.8	未超筛选值	—
	6.2	54.1	3.7	未超筛选值	—
乌洛托品生产车间	0.2	54.1	0.9	未超筛选值	—
	1.8	54.1	0.6	未超筛选值	—
	3.2	54.1	0.7	未超筛选值	—
	6.1	54.1	2.9	未超筛选值	—
多聚甲醛生产车间	0.2	54.1	8.4	未超筛选值	—
	1.8	54.1	773	超出筛选值	14.28
	4.0	54.1	122	超出筛选值	2.25
	6.1	54.1	27.8	未超筛选值	—
	7.2	54.1	16.7	未超筛选值	—
原甲醛罐区	0.2	54.1	4.8	未超筛选值	—
	1.8	54.1	4.1	未超筛选值	—
	4.0	54.1	2.4	未超筛选值	—
	6.0	54.1	316	超出筛选值	5.84
	8.5	54.1	489	超出筛选值	9.04
	9.8	54.1	240	超出筛选值	4.44
甲醛罐区	0.5	54.1	7.4	未超筛选值	—
	2.0	54.1	<0.5	未超筛选值	—
	5.0	54.1	<0.5	未超筛选值	—
	6.3	54.1	<0.5	未超筛选值	—
事故水池东南角	0.6	54.1	6.5	未超筛选值	—
	2.6	54.1	6.8	未超筛选值	—
	4.7	54.1	7.0	未超筛选值	—
	6.4	54.1	34.4	未超筛选值	—
	8.0	54.1	33.1	未超筛选值	—
燃气锅炉	0.5	54.1	24.2	未超筛选值	—
	2.2	54.1	7.1	未超筛选值	—
	4.2	54.1	6.2	未超筛选值	—
	5.8	54.1	6.4	未超筛选值	—
	6.4	54.1	22.5	未超筛选值	—
	8.5	54.1	22.4	未超筛选值	—
甲醛生产车间	0.3	54.1	7.2	未超筛选值	—
	1.8	54.1	<0.5	未超筛选值	—

点位	深度 (m)	筛选值 mg/kg	检测值 mg/kg	超筛选值情况	超筛选值倍数
	4.5	54.1	<0.5	未超筛选值	—
	6.5	54.1	<0.5	未超筛选值	—
运输路线 1	0.4	54.1	9.6	未超筛选值	—
运输路线 2	0.3	54.1	8.5	未超筛选值	—
拆除堆存区	0.3	54.1	7.9	未超筛选值	—

根据本项目地块内各点位甲醛检出结果统计情况，本项目地块内，点位 B7（多聚甲醛生产车间）有 2 个土壤样品检出结果超过本项目所选用筛选值，点位 B12（原甲醛罐区）有 3 个土壤样品检出结果超过本项目所选用筛选值，其余点位土壤样品检出结果未超过本项目所选用筛选值。甲醛最大检出浓度位于点位 B7（多聚甲醛生产车间）深度 1.8m 处，检出值为 773mg/kg，超筛选值（54.1mg/kg）倍数 14.28 倍。甲醛检出情况与前期污染识别内容相一致，其中点位 B7（多聚甲醛车间）甲醛超筛选值最大深度为 4.0m，下层深度 6.1m 处甲醛检出结果未超筛选值，该点位已揭露甲醛超筛选值最大深度；点位 B12（原甲醛罐区）甲醛最大检测深度为 9.8m 且检出结果已超筛选值，该点位未揭露甲醛超筛选值最大深度。甲醛检出结果超筛选值可能由于多聚甲醛生产过程中生产设施、中间罐、物料输送管道、原甲醛储罐发生跑冒滴漏或泄漏导致。

点位 B7（多聚甲醛生产车间）甲醛超筛选值深度位于砂土层（1.8m、4.0m），点位 B12（原甲醛罐区）甲醛超筛选值深度位于砂土层下方的粉质粘土层（6.0m、8.5m、9.8m）。经前期调查，多聚甲醛生产车间于 2008 年至 2018 年生产多聚甲醛，原甲醛罐区于 2002 年至 2012 年储存甲醛。经分析判断，多聚甲醛生产车间超筛选值深度位于砂土层，原甲醛罐区超筛选值深度于砂土层下方的粉质粘土层，原因可能为原甲醛罐区利用时期较多聚甲醛生产车间早，甲醛纵向迁移时间较长，导致原甲醛罐区污染深度较多聚甲醛车间更深，同时多聚甲醛生产车间位置砂土层含土量较高，对污染物具有一定的阻隔能力，原甲醛罐区位置砂土层含土量较少，对污染物基本无阻隔能力，导致多聚甲醛生产车间超筛选值位置位于砂土层，原甲醛罐区超筛选值位置位于粉质粘土层。

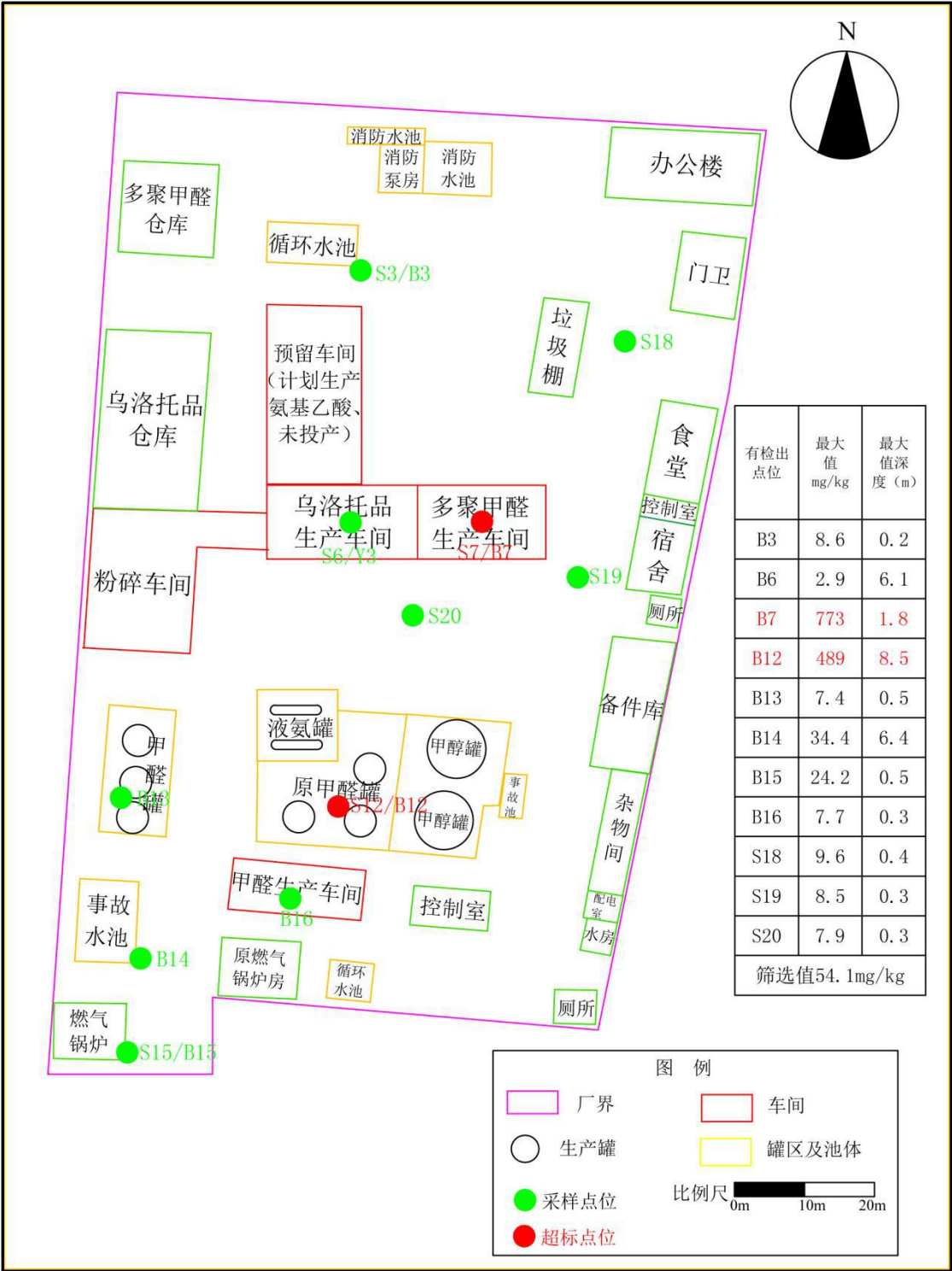


图 4.3-1 检测甲醛点位（含超筛选值点位）厂区分布图

4.3.4.2 氨氮检测结果分析统计

本地块土壤污染状况调查初步采样分析阶段，现场布设的 10 个采样点位中 35 个土壤样品检测了氨氮，所有土壤样品中氨氮均有检出，1 个样品检测结果超筛选值，氨氮检测结果超筛选值率 2.8%。地块内土壤样品中氨氮检测结果统计情况见表 4.3-3。

表 4.3-3 地块内土壤氨氮检测结果统计

点位	深度 (m)	筛选 mg/kg	检测值 mg/kg	超筛选值情况	超筛选值倍数
循环水池旁	0.2	1617	967	未超筛选值	—
	1.6	1617	462	未超筛选值	—
	3.2	1617	213	未超筛选值	—
	5.2	1617	200	未超筛选值	—
	6.2	1617	188	未超筛选值	—
预留车间	0.2	1617	29.2	未超筛选值	—
	1.9	1617	11.9	未超筛选值	—
	4.0	1617	13.5	未超筛选值	—
	6.2	1617	12.7	未超筛选值	—
乌洛托品生产车间	0.2	1617	20.3	未超筛选值	—
	1.8	1617	74.7	未超筛选值	—
	3.2	1617	290	未超筛选值	—
	6.1	1617	2010	超筛选值	1.25
液氨储罐	0.2	1617	146	未超筛选值	—
	1.8	1617	105	未超筛选值	—
	4.0	1617	90.5	未超筛选值	—
	6.0	1617	27.7	未超筛选值	—
事故水池东南角	0.6	1617	18.1	未超筛选值	—
	2.6	1617	123	未超筛选值	—
	4.7	1617	137	未超筛选值	—
	6.4	1617	980	未超筛选值	—
	8.0	1617	1060	未超筛选值	—
燃气锅炉	0.5	1617	116	未超筛选值	—
	2.2	1617	164	未超筛选值	—
	4.0	1617	149	未超筛选值	—
	5.8	1617	133	未超筛选值	—
	6.4	1617	1140	未超筛选值	—
	8.5	1617	729	未超筛选值	—

点位	深度 (m)	筛选 mg/kg	检测值 mg/kg	超筛选值情况	超筛选值倍数
运输路线 1	0.4	1617	21.2	未超筛选值	—
运输路线 2	0.3	1617	27.7	未超筛选值	—
拆除堆存区	0.3	1617	25.3	未超筛选值	—
大气沉降点 位 2	0.2	1617	12.1	未超筛选值	—
	1.8	1617	6.48	未超筛选值	—
	4.5	1617	5.33	未超筛选值	—
	6.2	1617	4.72	未超筛选值	—

根据本项目地块内各点位氨氮检出结果统计情况,项目地块内氨氮普遍有检出,其中点位 B6 (S6/Y3/B6 乌洛托品生产车间) 中有 1 个土壤样品检出结果超过本项目所选用筛选值,检出结果位于深度 6.1m 处,检出值为 2010mg/kg,超筛选值(1617mg/kg)倍数 1.25 倍。其余点位土壤样品检出结果未超过本项目所选用筛选值。氨氮检出情况与前期污染识别内容相一致,点位 B6 (S6/Y3/B6 乌洛托品生产车间) 氨氮最大检测深度为 6.1m 且检出结果已超筛选值,该点位未揭露氨氮超筛选值最大深度。氨氮检出结果超筛选值可能是因为乌洛托品生产过程中生产设施、中间罐或物料输送管道发生跑冒滴漏或泄露导致。

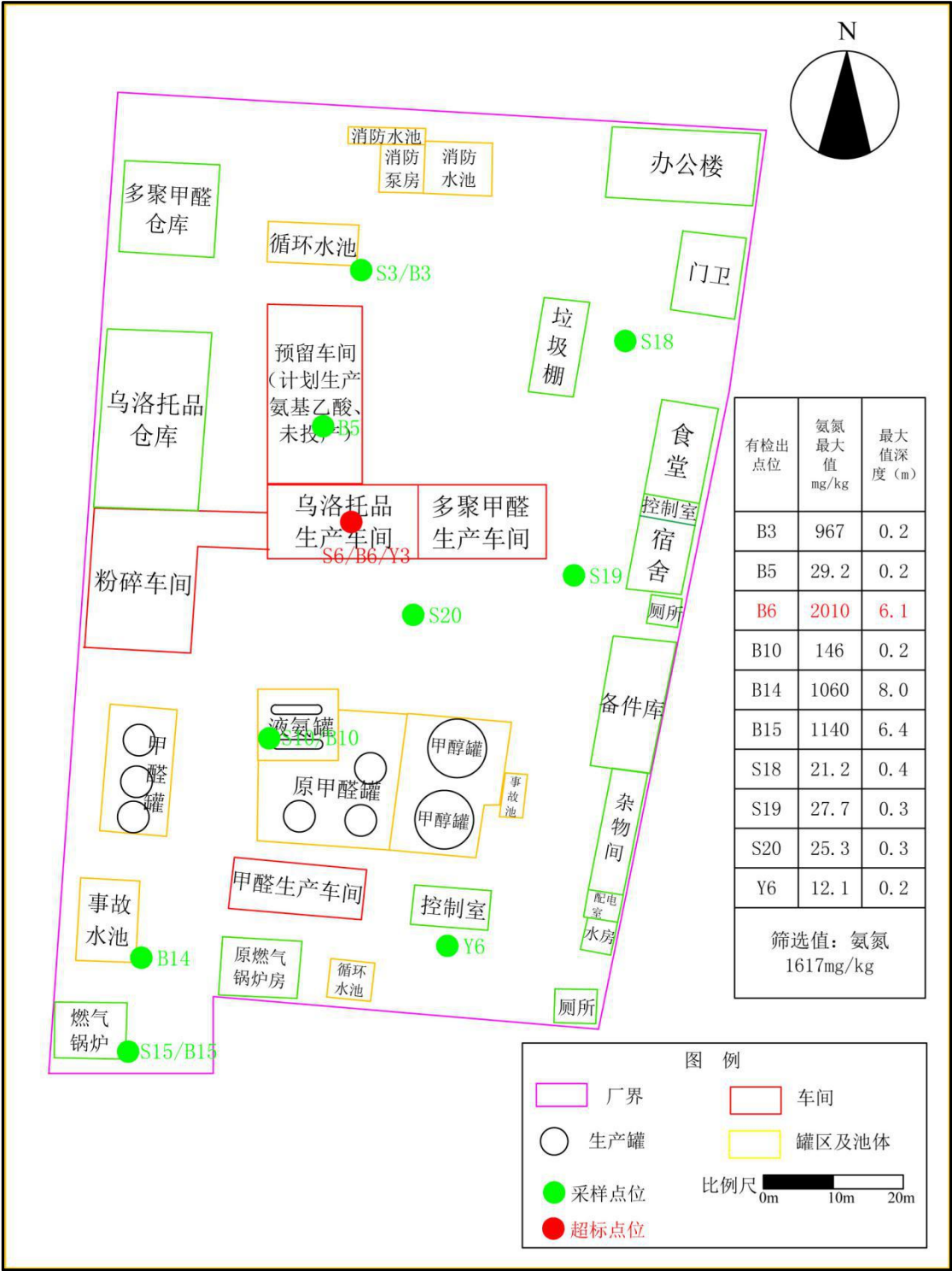


图 4.3-2 检测氨氮点位（含超筛选值点位）厂区分布图

4.3.4.3 甲醇检测结果分析统计

本地块土壤污染状况调查初步采样分析阶段，现场布设的 9 个采样点位中 32 个土壤样品检测了甲醇，其中 15 个土壤样品中甲醇有检出。地块内土壤样品中甲醇检测结果统计情况见表 4.3-4。

表 4.3-4 地块内土壤甲醇检测结果统计

点位	深度 (m)	筛选值 mg/kg	检测值 mg/kg	超筛选值情况	超筛选值倍数
循环水池旁	0.2	43200	<10	未超筛选值	—
	1.6	43200	<10	未超筛选值	—
	3.2	43200	<10	未超筛选值	—
	5.2	43200	14	未超筛选值	—
	6.2	43200	53	未超筛选值	—
甲醇罐区	0.2	43200	<10	未超筛选值	—
	1.8	43200	<10	未超筛选值	—
	4.0	43200	<10	未超筛选值	—
	6.1	43200	<10	未超筛选值	—
	7.8	43200	10	未超筛选值	—
事故水池 东南角	0.6	43200	<10	未超筛选值	—
	2.6	43200	21	未超筛选值	—
	4.7	43200	20	未超筛选值	—
	6.4	43200	<10	未超筛选值	—
	8.0	43200	22	未超筛选值	—
燃气锅炉	0.5	43200	24	未超筛选值	—
	2.2	43200	<10	未超筛选值	—
	4.0	43200	12	未超筛选值	—
	5.8	43200	<10	未超筛选值	—
	6.4	43200	18	未超筛选值	—
	8.5	43200	44	未超筛选值	—
甲醛生产车 间	0.3	43200	<10	未超筛选值	—
	1.8	43200	14	未超筛选值	—
	4.5	43200	<10	未超筛选值	—
	6.5	43200	29	未超筛选值	—
运输路线 1	0.4	43200	26	未超筛选值	—
运输路线 2	0.3	43200	18	未超筛选值	—
拆除堆存区	0.3	43200	23	未超筛选值	—

点位	深度 (m)	筛选值 mg/kg	检测值 mg/kg	超筛选值情况	超筛选值倍数
大气沉降点 位 2	0.2	43200	<10	未超筛选值	—
	1.8	43200	<10	未超筛选值	—
	4.5	43200	<10	未超筛选值	—
	6.2	43200	<10	未超筛选值	—

根据本项目地块内各点位甲醇检出结果统计情况,本项目地块内甲醇最大检出结果位于点位 B15 (燃气锅炉房) 深度 8.5m 处, 检出结果为 44mg/kg, 未超出本项目所选用筛选值 43200mg/kg。

4.3.4.4 银检测结果分析统计

本地块土壤污染状况调查初步采样分析阶段, 仅点位 B16 (甲醛生产车间) 4 个土壤样品检测了银。4 个土壤样品中银均有检出, 最大检出浓度为 0.53mg/kg, 未超出本项目所选用筛选值 250mg/kg。

4.4 初步采样分析阶段土壤污染状况分析结论

根据检测报告统计分析结果, 本项目地块内有检出的污染物为: 镍、铜、镉、铅、汞、砷、银、甲醛、氨氮、游离氨、甲醇。其中镍、铜、镉、铅、汞、砷的最大检出浓度均未超过本次土壤污染状况调查初步采样分析阶段所选用的筛选值, 满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准 (试行)》(GB 36600-2018) 中第一类用地 (居住用地) 相关标准要求; 银、甲醇的最大检出浓度均未超过本次土壤污染状况调查初步采样分析阶段根据 HJ 25.3-2019 所推导的筛选值; 甲醛、氨氮的最大检出浓度超出过本次土壤污染状况调查初步采样分析阶段根据 HJ 25.3-2019 所推导的筛选值。检测结果表明本项目地块内土壤已受到甲醛、氨氮的污染, 地块属于污染地块, 需启动详细采样分析工作, 进一步明确甲醛、氨氮的污染深度及范围。考虑地块土壤污染状况调查初步采样分析阶段、甲醛、氨氮筛选值点位未揭露超筛选值最大深度, 详细采样分析阶段同步开展地下水环境质量检测, 明确地块内地下水是否受到污染。

下一步详细采样分析阶段工作内容:

(1) 根据本地块内各点位甲醛检出情况，本地块内共有两个甲醛超标点位，分别为 B7（多聚甲醛生产车间）、B12（原甲醛罐区），其中 B7（多聚甲醛生产车间）甲醛检测点位最大超筛选值深度为 4.0m，下层深度 6.1m 处甲醛检出结果未超筛选值，该点位已揭露甲醛超筛选值最大深度；B12（原甲醛罐区）甲醛最大检测深度为 9.8m 且检出结果已超筛选值，该点位未揭露甲醛超筛选值最大深度。下一步采样分析阶段需进一步明确 B7（多聚甲醛生产车间）甲醛超筛选范围及 B12（原甲醛罐区）甲醛超筛选值范围及超筛选值最大深度。

(2) 根据本地块内各点位氨氮检出情况，本地块内共有一个氨氮超标点位，位于 B6（S6/Y3/B6 乌洛托品生产车间），氨氮最大检测深度为 6.1m 且检出结果已超筛选值，该点位未揭露氨氮超筛选值最大深度。下一步采样分析阶段需进一步明确 B6（乌洛托品生产车间）氨氮超筛选值范围及超筛选值最大深度。

(3) 详细调查阶段同步开展地下水环境质量监测，明确地块内地下水环境质量状况是否受到地块内企业生产活动影响。

5 详细调查勘探采样与检测分析

5.1 详细采样分析工作量

5.1.1 土壤样品采集工作量

详细采样分析阶段,根据地块初步采样分析调查结果,在多聚甲醛生产车间、原甲醛罐区对甲醛超筛选值点位进行加密布点,查明地块内甲醛超筛选值深度及范围;在乌洛托品生产车间对氨氮超筛选值点位进行加密布点,查明地块内氨氮超筛选值深度及范围。本次详细采样分析阶段现场采样于 2020 年 4 月 8-9 日进行,现场共布设 12 个土壤采样点位,现场共采集 51 组土壤样品及 6 组土壤现场平行样品,布点情况详见表 5.1-1,详细调查采样布点图见图 5.1-1。

表 5.1-1 详细采样分析阶段现场点位布设情况

点位	布设原因	方位	距离 (m)	检测因子	点位情况
B6	最大检测深度氨氮检测结果超筛选值,需进行加深采样	——	——	氨氮	原点位加深
X1	B6 点位加密	B6 西南	14.5	氨氮	新增点位
X2	B6、B7 点位加密	B6 东北	11.9	氨氮	新增点位
		B7 西北	11.5	甲醛	
X3	B6、B7 点位加密	B6 东南	11.9	氨氮	新增点位
		B7 西南	11.7	甲醛	
X4	B7 点位加密	B7 东北	12.3	甲醛	新增点位
X5	B7 点位加密	B7 东南	12.5	甲醛	新增点位
B12	最大检测深度甲醛检测结果超筛选值,需进行加深采样	——	——	甲醛	原点位加深
X6	B12 点位加密	B12 北	15.2	甲醛	新增点位
X7	B12 点位加密	B12 西	15.3	甲醛	新增点位
X8	B12 点位加密	B12 南	15.6	甲醛	新增点位
X9	B12 点位加密	B12 东	14.8	甲醛	新增点位

注:点位 B6 西北方向 14.5m 处存在土壤污染状况调查初步采样分析阶段布设点位 B5,该点位检测因子(氨氮)、方位以及与点位 B6 距离均满足 B6 加密点位要求。点位 B6 西北方向不再重新布设加密点位,直接引用点位 B5 氨氮检测数据。

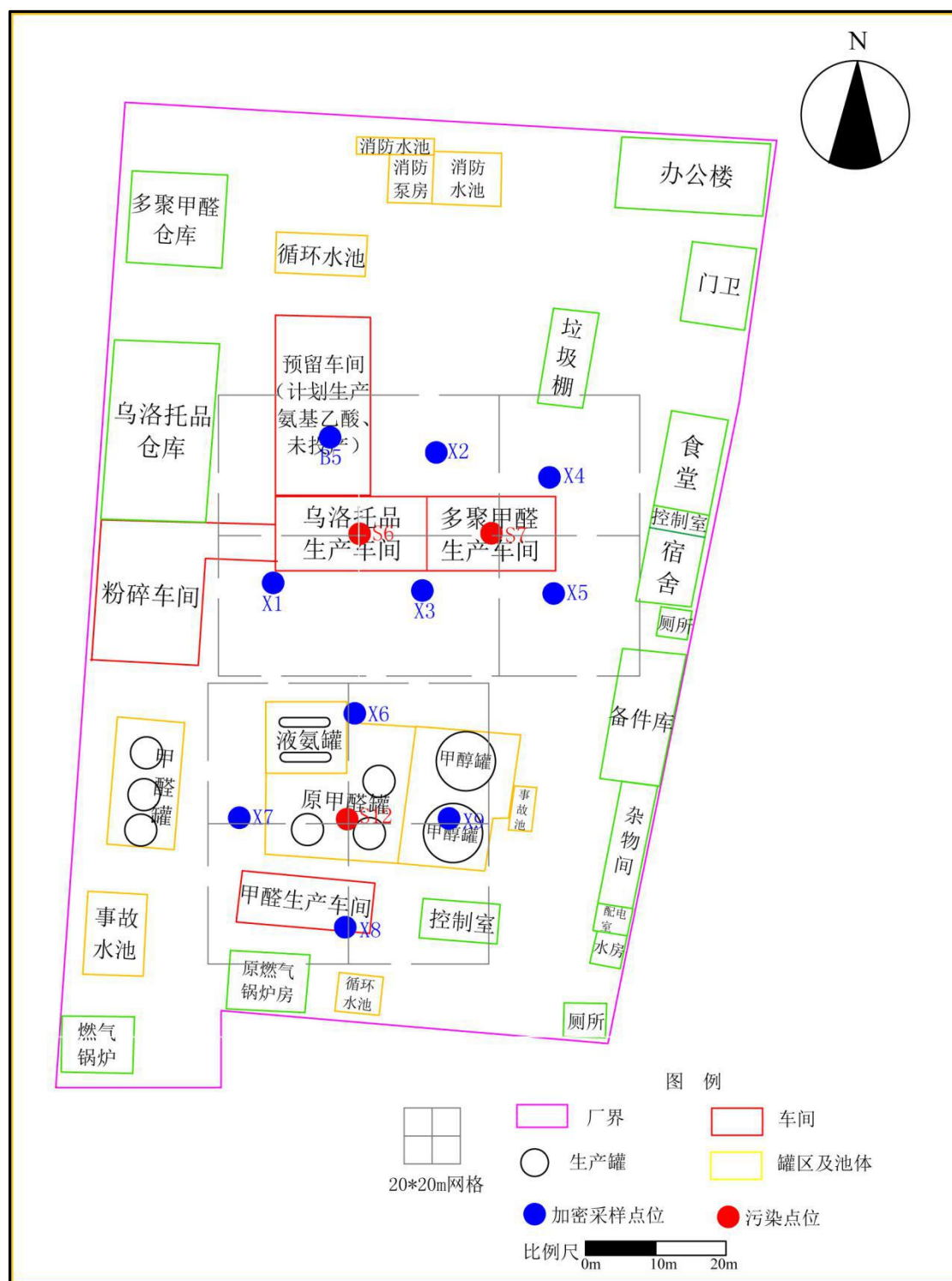


图 5.1-1 详细采样分析阶段采样点位布置图

5.1.2 地下水样品采集工作量

根据地块内初步采样分析结论，地块内土壤已受到甲醛、氨氮污染，为查明地块内地下水是否已受污染，详细采样分析阶段于地块内布设地下水监测井，检测地块内地下水环境质量。本地块内共布设 4 口地下水监测井，分别位于污染区上游、污染区、污染下游。

根据前期调查结果，地块内地下水流向为西北向东南，地下水监测井布点及检测原则如下：

①本地块按照 60m×60m 网格进行地下水监测井布设，考虑重点污染区域要有监测井，地块边界要有控制井，同时考虑全场地监测井布设尽量达到均衡。

②地块内地下水流向上游布设 1 口地下水监测井（W1）、污染区布设 2 口地下水监测井（W2、W3）、地下水流向下游布设 1 口地下水监测井（W4）。

③地块内地下水检测因子考虑 pH、总硬度、耗氧量、氯化物、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、重金属等常规因子以及甲醛、甲醇、氨氮、多环芳烃、VOCs 等特征污染因子。

详细调查阶段地下水监测井布点情况见表 5.1-2，监测井位置见图 5.1-2。

表 5.1-2 地下水监测井布点情况

序号	位置	坐标	检测因子	备注
W1	多聚甲醛仓库南侧	4227124.896 38550333.919	pH 值、溶解性总固体、氨氮、	地下水流向上游
W2	乌洛托品生产车间及多聚甲醛生产车间交界处	4227078.907 38550376.314	硝酸盐、亚硝酸盐、耗氧量、挥发性酚类、氟化物、总硬度、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜、锌、	污染区，位于污染点位 B6、B7 中间
W3	原甲醛罐区	4227029.44 38550355.2	硫化物、氰化物、砷、镉、六价铬、铅、汞、甲醛、甲醇、氨氮、	污染区，位于污染点位 B12 西 3.5m
W4	杂物间西侧	4227022.301 38550397.355	多环芳烃、VOCs	地下水流向下游



图 5.1-2 地下水监测井布设图

5.2 土壤、地下水风险筛选值

5.2.1 土壤风险筛选值

本项目地块详细采样分析阶段检测因子甲醛、氨氮筛选值选用初步采样分析阶段依据 25.3 推导出的土壤风险筛选值。

表 5.2-1 土壤风险筛选值

污染因子	CAS 编号	本项目选用筛选值	单位
甲醛	50-00-0	54.1	mg/kg
氨氮	—	1617	mg/kg

5.2.2 地下水评价标准

本项目地下水污染物的筛选评价标准选取《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中Ⅲ类标准对地下水状况评价。

表 5.2-2 项目地下水样品检出因子选用评价依据

污染因子	单位	本项目选用筛选值	参考标准来源
pH	无量纲	6.5<pH<8.5	《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）的Ⅲ类标准
总硬度	mg/L	450	
溶解性总固体	mg/L	1000	
硫酸盐	mg/L	250	
氯化物	mg/L	250	
耗氧量	mg/L	3	
氨氮	mg/L	0.5	
硝酸盐	mg/L	20	
亚硝酸盐	mg/L	1	
氟化物	mg/L	1	
铁	mg/L	0.3	
锰	mg/L	0.1	
铜	mg/L	1	

5.3 土壤检测结果分析与评价

5.3.1 甲醛检测结果统计分析与评价

本地块详细采样分析阶段，现场布设的 9 个采样点位中 45 个土壤样品检测了甲醛，所有检测的土壤样品中甲醛均有检出，地块内土壤样品中甲醛检测结果

统计情况见表 5.3-1。

表 5.3-1 地块内土壤甲醛检测结果统计

点位	深度 (m)	筛选值 mg/kg	检测值 mg/kg	超筛选值情况	超筛选值倍数
X2	0.3	54.1	11.4	未超筛选值	—
	1.8	54.1	4.38	未超筛选值	—
	3.6	54.1	5.00	未超筛选值	—
	5.3	54.1	1.26	未超筛选值	—
	6.3	54.1	1.04	未超筛选值	—
X3	0.5	54.1	2.33	未超筛选值	—
	1.8	54.1	0.86	未超筛选值	—
	3.5	54.1	15.6	未超筛选值	—
	5.3	54.1	10.3	未超筛选值	—
	6.5	54.1	3.25	未超筛选值	—
X4	0.3	54.1	0.91	未超筛选值	—
	1.8	54.1	1.70	未超筛选值	—
	3.5	54.1	0.59	未超筛选值	—
	5.2	54.1	1.51	未超筛选值	—
	6.2	54.1	0.91	未超筛选值	—
X5	0.5	54.1	3.15	未超筛选值	—
	1.8	54.1	1.28	未超筛选值	—
	3.5	54.1	1.2	未超筛选值	—
	5.3	54.1	1.14	未超筛选值	—
	6.3	54.1	0.54	未超筛选值	—
B12	11.0	54.1	25.4	未超筛选值	—
X6	0.5	54.1	5.54	未超筛选值	—
	1.6	54.1	1.08	未超筛选值	—
	3.5	54.1	8.38	未超筛选值	—
	5.5	54.1	3.08	未超筛选值	—
	7.1	54.1	13.2	未超筛选值	—
	10.0	54.1	6.26	未超筛选值	—
X7	0.3	54.1	1.14	未超筛选值	—
	1.8	54.1	9.29	未超筛选值	—
	3.5	54.1	0.89	未超筛选值	—
	5.3	54.1	0.49	未超筛选值	—
	7.1	54.1	1.59	未超筛选值	—
	9.9	54.1	1.35	未超筛选值	—
X8	0.5	54.1	3.28	未超筛选值	—
	1.8	54.1	4.75	未超筛选值	—
	3.7	54.1	3.09	未超筛选值	—

点位	深度 (m)	筛选值 mg/kg	检测值 mg/kg	超筛选值情况	超筛选值倍数
	5.5	54.1	3.26	未超筛选值	—
	7.2	54.1	3.42	未超筛选值	—
	9.9	54.1	6.78	未超筛选值	—
X9	0.5	54.1	4.95	未超筛选值	—
	1.8	54.1	1.14	未超筛选值	—
	3.5	54.1	4.10	未超筛选值	—
	5.2	54.1	5.39	未超筛选值	—
	7.1	54.1	0.80	未超筛选值	—
	10.0	54.1	1.94	未超筛选值	—

根据表 5.3-1 地块内土壤甲醛检测结果统计情况，可以得出以下结论：

①初步采样分析阶段点位 B7（多聚甲醛生产车间）处甲醛检测结果超筛选值但已揭露超筛选值最大深度，本次详细采样分析阶段对点位 B7 进行加密布点采样，加密点位采集土壤样品中甲醛检测结果均未超过筛选值。

②初步采样分析阶段点位 B12（原甲醛罐区）处甲醛检测结果超筛选值且未揭露超筛选值最大深度，本次详细采样分析阶段针对点位 B12 进行纵向加深采样及周边加密布点采样，纵向加深采集土壤样品中甲醛检测结果未超筛选值，加密点位采集土壤样品中甲醛检测结果均未超过筛选值。

5.3.2 氨氮检测结果统计分析与评价

本地块详细采样分析阶段，现场布设的 4 个采样点位中 16 个土壤样品检测了氨氮，所有检测的土壤样品中氨氮均有检出。

地块内土壤样品中甲醛检测结果统计情况见 5.3-2。

表 5.3-2 地块内土壤氨氮检测结果统计

点位	深度 (m)	筛选 mg/kg	检测值 mg/kg	超筛选值情况	超筛选值倍数
B6	7.0	1617	994	未超筛选值	—
B5	0.2	1617	29.2	未超筛选值	—
	1.9	1617	11.9	未超筛选值	—
	4.0	1617	13.5	未超筛选值	—
	6.2	1617	12.7	未超筛选值	—
X1	0.3	1617	361	未超筛选值	—
	1.8	1617	140	未超筛选值	—
	3.5	1617	202	未超筛选值	—

	5.3	1617	277	未超筛选值	—
	6.5	1617	96.9	未超筛选值	—
X2	0.3	1617	293	未超筛选值	—
	1.8	1617	196	未超筛选值	—
	3.6	1617	159	未超筛选值	—
	5.3	1617	216	未超筛选值	—
	6.3	1617	3.11	未超筛选值	—
X3	0.5	1617	388	未超筛选值	—
	1.8	1617	340	未超筛选值	—
	3.5	1617	290	未超筛选值	—
	5.3	1617	243	未超筛选值	—
	6.5	1617	392	未超筛选值	—

根据表 5.3-2 地块内土壤氨氮检测结果统计情况，可以得出以下结论：

初步采样分析阶段点位 B6（乌洛托品生产车间）处氨氮检测结果超筛选值且该点位未揭露超筛选值最大深度，本次详细采样分析阶段针对点位 B6 进行纵向加深采样及周边加密布点采样，纵向加深采集土壤样品中氨氮检测结果未超筛选值，加密点位采集土壤样品中氨氮检测结果均未超过筛选值。

5.4 地下水检测结果分析与评价

本次详细采样分析阶段所有地下水检测数据，对照本项目所采用的筛选值（GB/T14848-2017 III 类标准）进行筛选。具体见表 5.4-1。

根据检测结果分析，地块内 4 口地下水监测井采集的地下水样品中有检出因子为 pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、耗氧量、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氟化物、铁、锰、铜等 13 种因子，但各因子最大检出浓度均未超过本项目所选用的评价标准。

表 5.4-1 地下水检测结果

检测因子	单位	筛选值	检测结果			
			W1	W2	W3	W4
pH	无量纲	6.5<pH<8.5	7.97	7.98	8.09	7.93
总硬度	mg/L	450	414	360	330	405
溶解性总固体	mg/L	1000	496	550	540	505
硫酸盐	mg/L	250	146	112	106	99
氯化物	mg/L	250	58.2	65.6	64.1	48.5
耗氧量	mg/L	3	1.58	1.88	1.83	1.66

氨氮	mg/L	0.5	0.23	0.22	0.2	0.21
硝酸盐	mg/L	20	5.9	5.8	5.4	6.1
亚硝酸盐	mg/L	1	0.066	0.07	0.059	0.062
氟化物	mg/L	1	0.3	0.4	0.2	0.2
铁	μg/L	300	ND	18	34.2	5.85
锰	μg/L	100	24.7	24	24.2	25.3
铜	μg/L	1000	0.53	2.97	3.3	2.35

5.5 污染物超筛选值范围

5.5.1 土层概化

根据地块内初步采样分析阶段及详细采样分析阶段各点位现场钻探情况对地块内土层进行概化，地块内土层概化为三层：①杂填土（0-1.2m）、②细砂（1.2-6.0m）、③粉质粘土（6.0-11.0m）。土层详细概化情况见下表 5.5-1。

表 5.5-1 地块土层概化（单位 m）

点位	杂填土	细砂	粉质粘土	备注
S1	1.1	6.0	7.0	粉粘土层深度 为各点位钻探 粉质粘土层深度 （未穿透）
S2	1.0	5.6	7.0	
S3	1.6	6.0	9.0	
S4	1.0	6.0	7.0	
S5	2.0	5.5	6.5	
S6	0.8	6.0	9.0	
B7	1.0	5.8	9.0	
S8	0.6	5.5	7.0	
S9	1.5	5.8	7.0	
S10	1.3	5.8	7.0	
S11	0.7	6.0	8.5	
S12	0.8	5.8	9.5	
S13	1.0	6.1	7.0	
S14	1.2	5.8	10.0	
S15	1.7	6.3	10.0	
S16	1.6	6.0	7.0	
S17	1.0	5.7	9.0	
B1	1.6	6.1	7.0	
B3	1.8	6.1	7.0	
B5	0.8	5.8	7.0	
B6	0.7	6.1	7.0	

点位	杂填土	细砂	粉质粘土	备注
B7	1.1	6.0	7.5	
B10	0.7	5.9	7.0	
B11	0.8	6.0	8.0	
B12	0.6	5.9	11.0	
B13	0.8	6.3	7.2	
B14	1.3	6.0	8.0	
B15	2.3	6.2	8.5	
B16	0.5	6.4	7.0	
X1	1.6	5.8	7.0	
X2	1.4	5.9	6.6	
X3	1.4	5.8	7.0	
X4	0.6	5.8	6.5	
X5	1.6	5.7	7.0	
X6	1.5	6.1	10.0	
X7	1.3	6.3	10.0	
X8	1.3	5.9	10.0	
X9	1.8	6.6	10.0	
平均深度	1.2	6.0	11.0	粉质粘土层 选用最大深度

5.5.2 土壤超筛选值范围

5.5.2.1 甲醛超筛选值范围

根据项目地块初步采样分析阶段及详细采样分析阶段调查结果,地块内甲醛超筛选值点位为 B7、B12,详细采样分析阶段针对 B7、B12 的加密点位检测结果均未超出筛选值,利用 surfer 绘制地块内甲醛超筛选值范围。

表 5.5-2 甲醛超标点位及加密点位检测结果 (深度 m、检测结果 mg/kg)

土层概化	B7		X2 (B7 加密点)		X3 (B7 加密点)		X4 (B7 加密点)		X5 (B7 加密点)	
	深度	检测结果	深度	检测结果	深度	检测结果	深度	检测结果	深度	检测结果
杂填土 (1-1.2m)	0.2	8.4	0.3	11.4	0.5	2.33	0.3	0.91	0.5	3.15
细砂 (1.2-6.0m)	1.8	773	1.8	4.38	1.8	0.86	1.8	1.7	1.8	1.28
	4.0	122	3.6	5.00	3.5	15.6	3.5	0.59	3.5	1.2
	—	—	5.3	1.26	5.3	10.3	5.2	1.51	5.3	1.14
粉质粘土 (6.0-11.0m)	6.1	27.8	6.3	1.04	6.5	3.25	6.2	0.91	6.3	0.54
	7.2	16.7	—	—	—	—	—	—	—	—

土层概化	B12		X6 (B12 加密点)		X7 (B12 加密点)		X8 (B12 加密点)		X9 (B12 加密点)	
	深度	检测结果	深度	检测结果	深度	检测结果	深度	检测结果	深度	检测结果
杂填土 (1-1.2m)	0.2	4.8	0.5	5.54	0.3	1.14	0.5	3.28	0.5	4.95
细砂 (1.2-6.0m)	1.8	4.1	1.6	1.08	1.8	9.29	1.8	4.75	1.8	1.14
	4.0	2.4	3.5	8.38	3.5	0.89	3.7	3.09	3.5	4.1
	—	—	5.5	3.08	5.3	0.49	5.5	3.26	5.2	5.39
粉质粘土 (6.0-11.0m)	6.0	316	7.1	13.2	7.1	1.59	7.2	3.42	7.1	0.8
	8.5	489	10.0	6.26	9.9	1.35	9.9	6.78	10.0	1.94
	9.8	240	—	—	—	—	—	—	—	—
	11.0	25.4	—	—	—	—	—	—	—	—

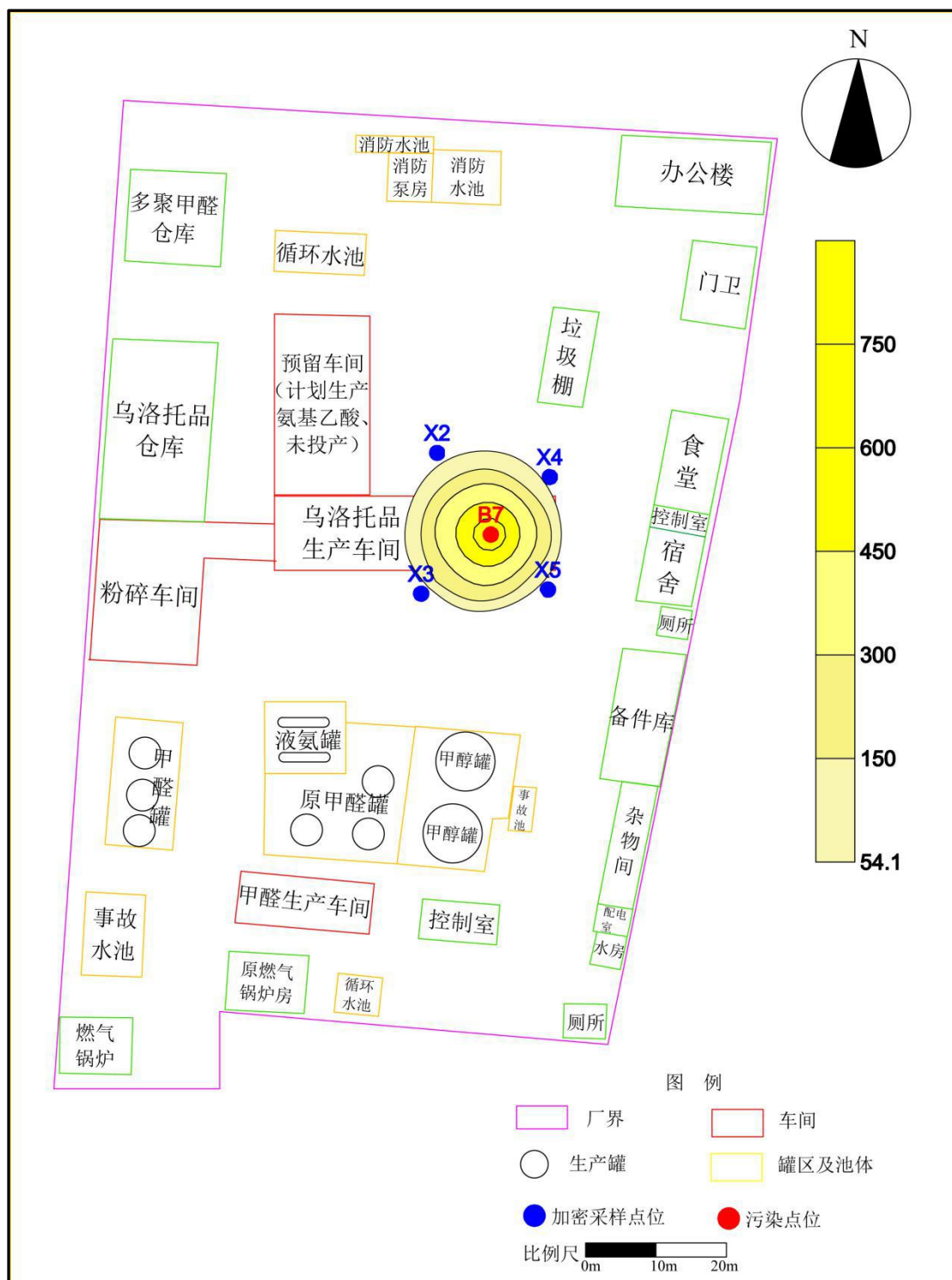


图 5.5-1 1.2-6.0m 甲醛超筛选值区域

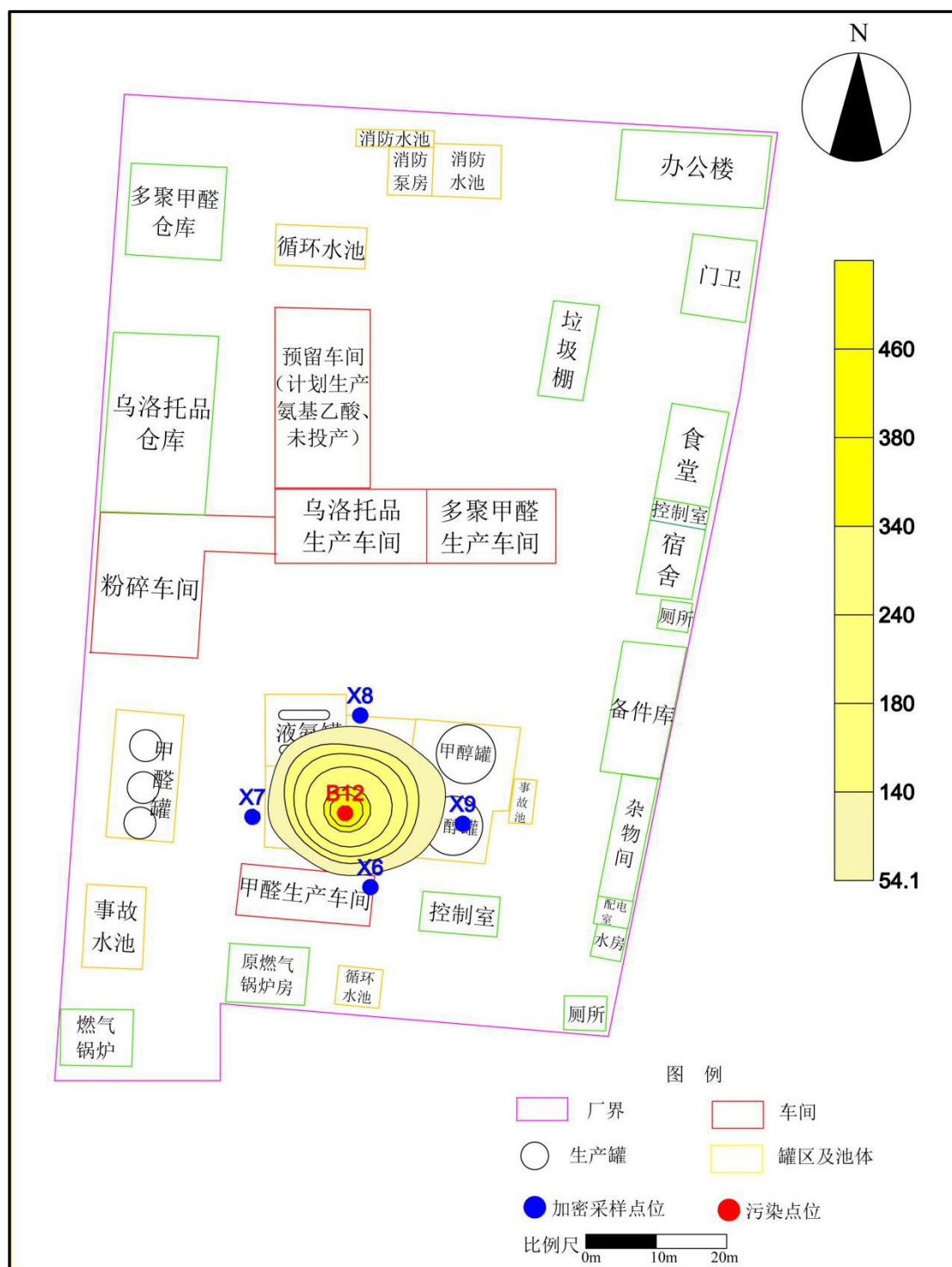


图 5.5-2 6.0-11.0m 甲醛超筛选值范围

利用 surfer 绘制计算得到地块内甲醛超筛选值情况见表 5.5-3。

表 5.5-3 地块内甲醛超筛选值范围

因子	超筛选值深度 (m)	超筛选值范围 (m ²)	超筛选值土方量 (m ³)
甲醛	1.2-6.0	393.9	1891.01
	6.0-11.0	420.1	2100.55

5.5.2.2 氨氮超筛选值范围

根据项目地块初步采样分析阶段及详细采样分析阶段调查结果，地块内氨氮超筛选值点位为 B6，详细采样分析阶段针对 B6 的加密点位检测结果均未超出筛选值，利用 surfer 绘制计算得出地块内氨氮超筛选值范围。

表 5.5-4 氨氮超标点位及加密点位检测结果（深度 m、检测结果 mg/kg）

土层概化	B6		B5 (B6 加密点)		X1 (B6 加密点)		X2 (B6 加密点)		X3 (B6 加密点)	
	深度	检测结果	深度	检测结果	深度	检测结果	深度	检测结果	深度	检测结果
杂填土 (1-1.2m)	0.2	20.3	0.2	29.2	0.3	361	0.3	293	0.5	388
细砂 (1.2-6.0m)	1.8	74.7	1.9	11.9	1.8	140	1.8	196	1.8	340
	—	—	—	—	3.5	202	3.6	159	3.5	290
	3.2	290	4.0	13.5	5.3	277	5.3	216	5.3	243
粉质粘土 (6.0-11.0m)	6.1	2010	6.2	12.7	6.5	96.9	6.3	3.11	6.5	392
	7.0	994	—	—	—	—	—	—	—	—



图 5.5-3 6.0-7.0m 氨氮超筛选值范围

利用 surfer 绘制计算得到地块内氨氮超筛选值情况见表 5.5-5。

表 5.5-5 地块内氨氮超筛选值范围

因子	超筛选值深度 (m)	超筛选值范围 (m ²)	超筛选值土方量 (m ³)
氨氮	6.0-7.0	75.26	75.26

5.6 地块地层物理参数

为获取场地土样的物理参数，为后续的风险评价提供依据，本次调查对土壤样品进行了主要包括含水量、天然密度、饱和度、孔隙比、孔隙率、塑限、塑性指数、液性指数、实验室垂直渗透系数和粒径分布等物理参数的测试，测试样本数和测试结果详见表 5.6-1 和图 5.6-1。

表 5.6-1 土工样品测试信息

项目	件数	项目	件数
含水率	12	液性指数	12
天然密度	12	塑性指数	12
土粒比重	12	干密度	12
饱和度	12	渗透系数	12
孔隙比	12	颗粒分析	12
液限	12	岩土分类	12
塑限	12		

土工试验成果表

工程编号:20200417
工程名称:石家庄中天化工有限公司

报告日期:2020年04月13日

序号	钻孔编号	土样编号	取土深度	土的名称 分类标准:GB50007-2011	天然状态土的物理性指标					界限含水率				固结	固结	固结	固结	渗透系数	颗粒组成											
					含水率	密度		土粒比重	孔隙比	饱和度	液限	塑限	塑性指数	液性指数	压缩系数	压缩系数	压缩模量	压缩模量	温度20 oC	砾		砂粒			粉粒	粘粒				
						湿	干								av	av	Es	Es		>20	20~2	2.0~0.5	0.5~0.25	0.25~0.075	0.075~0.005	<0.005				
						ω	ρ _o				ρ _d	G _s	e _o	S _r	W _L	W _p	I _p	IL		0.1~0.2	0.2~0.4	0.1~0.2	0.2~0.4	K _v	mm	mm	mm	mm	mm	mm
						%					g/cm3			%	%	%				MPa-1	MPa-1	MPa	MPa	cm/s	%	%	%	%	%	%
0001	X7-1	X7-1	2.00-2.20	中砂														1.5E-2				74.2	21.7	4.1						
0002	X7-2	X7-2	5.00-5.20	中砂														2.1E-2			20.7	40.0	35.5	3.8						
0003	X7-3	X7-3	7.00-7.20	粉质黏土	17.0	1.97	1.68	2.71	0.609	76	26.1	15.8	10.3	0.12	0.160	0.095	10.06	16.94	1.9E-4											
0004	X8-1	X8-1	2.50-2.70	中砂															9.8E-3				64.0	32.0	4.0					
0005	X8-2	X8-2	5.50-5.70	中砂															2.0E-2			17.3	43.4	35.0	4.3					
0006	X8-3	X8-3	7.50-7.70	粉质黏土	13.8	1.97	1.73	2.71	0.565	66	27.8	17.2	10.6	-0.32	0.205	0.149	7.63	10.50	1.1E-4											
0007	X9-1	X9-1	2.50-2.70	中砂															1.2E-2			18.4	43.7	34.7	3.2					
0008	X9-2	X9-2	5.60-5.80	中砂															0.8E-2			20.8	41.6	34.3	3.3					
0009	X9-3	X9-3	6.50-6.70	粉土	18.4	1.92	1.62	2.70	0.665	75	26.2	16.4	9.8	0.20	0.218	0.135	7.64	12.33	2.0E-4											
0010	X10-1	X10-1	3.00-3.20	中砂															8.5E-3				53.4	42.7	3.9					
0011	X10-2	X10-2	6.00-6.20	中砂															0.5E-2				56.3	39.7	4.0					
0012	X10-3	X10-3	9.00-9.20	粉土	17.7	1.90	1.61	2.70	0.672	71	25.5	15.9	9.6	0.19	0.250	0.166	6.69	10.07	8.8E-5											
中士大地国际建筑设计有限公司				试验汇总人:																										
				试验审核人:																										

图 5.6-1 土工试验报告

5.7 地块详细调查分析结论

(1) 甲醛

根据初步采样分析阶段及详细采样分析阶段采集土壤样品中甲醛检测结果，地块内点位 B7 多聚甲醛生产车间深度 1.8m 及 4.0m 处甲醛浓度超筛选值，点位 S12 原甲醛罐区深度 6.0m、8.5m、9.8m 处甲醛浓度超筛选值。甲醛最大检出浓度为 773mg/kg（B7-1.8m 处），最大超筛选值倍数 14.28 倍。根据 surfer 绘制地块内甲醛超筛选值范围。

表 5.7-1 地块内甲醛超筛选值范围

因子	超筛选值深度（m）	超筛选值范围（m ² ）	超筛选值土方量（m ³ ）
甲醛	1.2-6.0（细砂层）	393.96	1891.01
	6.0-11.0（粉质黏土层）	420.11	2100.55

(2) 氨氮

根据初步采样分析阶段及详细采样分析阶段采集土壤样品中氨氮检测结果，地块内点位 B6 乌洛托品生产车间深度 6.1m 氨氮浓度超筛选值。氨氮最大检出浓度为 2010mg/kg（B6-6.1m 处），最大超筛选值倍数 1.25 倍。根据 surfer 绘制地块内氨氮超筛选值范围。

表 5.7-2 地块内氨氮超筛选值范围

因子	超筛选值深度（m）	超筛选值范围（m ² ）	超筛选值土方量（m ³ ）
氨氮	6.0-7.0（粉质黏土层）	75.26	75.26

据调查，本地块内土壤中甲醛、氨氮检出结果已超出本地块所选用筛选值，表明本地块土壤已受到甲醛、氨氮污染，对未来人群可能存在健康风险，根据国家相关规定，需要对地块开展风险评估工作。

6 污染地块风险评估

据前述该地块土壤调查结果，该地块内土壤甲醛和氨氮检测结果超出筛选值，地块内甲醛检测结果超筛选值范围主要集中在多聚甲醛生产车间及原甲醛罐区，其中多聚甲醛生产车间污染超筛选值深度范围为 1.2-6.0m，原甲醛罐区超筛选值深度范围为 6.0-11.0m；地块内氨氮检测结果超筛选值范围集中在乌洛托品生产车间，超筛选值深度范围为 6.0-7.0m，按照我国地块风险评估的相关规定，需要启动风险评估，结合地块用地性质，计算地块的健康风险。

6.1 地块风险评估内容

污染地块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

收集地块土壤污染状况调查阶段获得的相关资料和数据，掌握地块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，分析地块内关注污染物迁移和危害敏感受体的可能性，确定地块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。如污染地块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；如污染地块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。

6.2 地块风险评估步骤

地块环境污染的风险影响主要取决于地块的环境污染状况和地块的未来用途。风险评估的一般程序如图 6.2-1 所示。

- （1）污染源分析：识别关心的污染物及其释放率；
- （2）暴露分析：确认潜在暴露人口、暴露途径、暴露程度；
- （3）毒性分析：确定污染浓度水平与健康的反应之间的关系；
- （4）风险评估：确定地块的环境及健康风险。

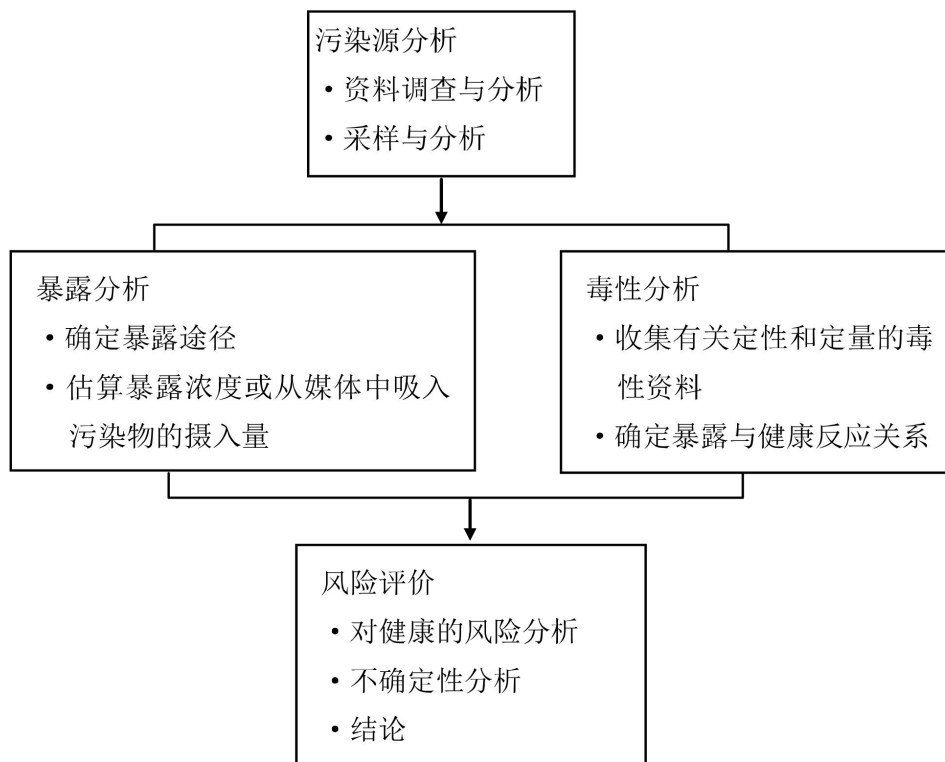


图 6.2-1 地块污染健康风险评估的一般程序

风险评估方法可分定性和定量评估。原则上，地块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地块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，针对地块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。

6.3 土壤污染物风险计算方法

本项目依照我国 2019 年颁布的《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）中规定的风险评估方法，结合地块调查获得相关数据，对本地块进行风险评估及风险控制值计算。导则共中列出了 9 种主要暴露途径和暴露评估模型，其中包括 6 种土壤污染物暴露途径和 3 种地下水污染物暴露途径。

一般摄入土壤中的污染物途径包括以下几种：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、吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物。污染土壤中每一种致癌物质的风险可以通过经口、经皮肤、呼吸吸入等途径的摄入量与其致癌风险斜率因子的乘积相加后得出。对于地块土壤中的非致癌污染物的风险采用危害商进行表述，它是由不同途径摄入量与毒理学参考剂量的比值。当某种污染物的浓度超过这种物质的毒理学参考剂量时，可能对地块上的人群产生非致癌性的伤害。

①经口摄入土壤途径的致癌风险和非致癌风险：

致癌风险： $CR_{ois} = OISER_{ca} \cdot C_{sur} \cdot SF_o$

非致癌风险： $THQ_{ois} = \frac{OISER_{nc} \cdot C_{sur}}{RfD_o \cdot SAF}$

式中，

CR_{ois} —经口摄入土壤途径的致癌风险，无量纲；

C_{sur} —表层土壤中污染物浓度， $mg\ kg^{-1}$ ；

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

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

HQ_{ois} —经口摄入土壤途径的危害商，无量纲；

SAF —暴露于土壤的参考剂量分配系数，无量纲；

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

RfD_o —经口摄入参考剂量（非致癌效应）， $mg\ 污染物 \cdot kg^{-1}\ 体重 \cdot d^{-1}$ ；

②皮肤接触土壤途径的致癌风险和非致癌风险：

致癌风险： $CR_{dcs} = DCSE_{ca} \cdot C_{sur} \cdot SF_d$

非致癌风险： $HQ_{dcs} = \frac{DCSE_{nc} \cdot C_{sur}}{RfD_d \cdot SAF}$

式中，

CR_{dcs} —皮肤接触土壤途径的致癌风险，无量纲。

$DCSER_{ca}$ —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， $(mg \text{ 污染物} \cdot kg^{-1} \text{ 体重} \cdot d^{-1})^{-1}$ ；

HQ_{dcs} —皮肤接触土壤途径的危害商，无量纲；

SAF —暴露于土壤的参考剂量分配系数，无量纲。

$DCSER_{nc}$ —皮肤接触的土壤暴露量（非致癌效应）， $kg \text{ 土壤} \cdot kg^{-1} \text{ 体重} \cdot d^{-1}$ ；

RfD_d —皮肤接触参考剂量（非致癌效应）， $mg \text{ 污染物} \cdot kg^{-1} \text{ 体重} \cdot d^{-1}$ ；

③吸入土壤颗粒物途径的致癌风险和非致癌风险：

致癌风险： $CR_{gis} = PISER_{ca} \cdot C_{sur} \cdot SF_i$

非致癌风险： $HQ_{gis} = \frac{OISER_{nc} \cdot C_{sur}}{RfD_i \cdot SAF}$

式中，

CR_{pis} —吸入土壤颗粒物途径的致癌风险，无量纲；

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

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

HQ_{pis} —吸入土壤颗粒物途径的危害商，无量纲；

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

RfD_i —呼吸吸入参考剂量（非致癌效应）， $mg \text{ 污染物} \cdot kg^{-1} \text{ 体重} \cdot d^{-1}$ ；

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和非致癌风险：

致癌风险： $CR_{ior1} = IOVER_{ca1} \cdot C_{sur} \cdot SF_i$

非致癌风险： $HQ_{ior1} = \frac{OISER_{nc1} \cdot C_{sur}}{RfD_i \cdot SAF}$

式中，

CR_{ior1}—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，无量纲；

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⁻¹ 体重•d⁻¹；

SF_i—呼吸吸入致癌斜率因子，（mg 污染物•kg⁻¹ 体重•d⁻¹）⁻¹；

HQ_{ior1}—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，无量纲；

IOVER_{nc1}—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 土壤•kg⁻¹ 体重•d⁻¹；

RfD_i—呼吸吸入参考剂量（非致癌效应），mg 污染物•kg⁻¹ 体重•d⁻¹。

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和非致癌风险：

致癌风险： $CR_{ior2} = IOVER_{ca2} \cdot C_{sur} \cdot SF_i$

非致癌风险： $HQ_{ior2} = \frac{IOVER_{nc2} \cdot C_{sub}}{RfD_i \cdot SAF}$

式中，

CR_{ior2}—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，无量纲；

C_{sub}—下层土壤中污染物浓度，mg•kg⁻¹；必须根据场地调查获得参数值。

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⁻¹ 体重•d⁻¹；

SF_i—呼吸吸入致癌斜率因子，（mg 污染物•kg⁻¹ 体重•d⁻¹）⁻¹；

HQ_{ior2}—吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物途径的危害商，无量纲；

IOVER_{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），kg 土壤•kg⁻¹ 体重•d⁻¹；

RfDi—呼吸吸入参考剂量（非致癌效应），mg 污染物·kg⁻¹ 体重·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致癌风险和非致癌风险：

致癌风险： $CR_{iir1} = IOVER_{ca1} \cdot C_{sur} \cdot SF_i$

非致癌风险： $HQ_{iir1} = \frac{OISER_{nc1} \cdot C_{sub}}{RfDi \cdot SAF}$

式中，

CR_{iir1}—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；

IOVER_{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），kg 土壤·kg⁻¹ 体重·d⁻¹；

SF_i—呼吸吸入致癌斜率因子，（mg 污染物·kg⁻¹ 体重·d⁻¹）⁻¹；

HQ_{iir1}—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；

OISER_{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），kg 土壤·kg⁻¹ 体重·d⁻¹；

RfDi—呼吸吸入参考剂量（非致癌效应），mg 污染物·kg⁻¹ 体重·d⁻¹。

⑦土壤中单一污染物经所有暴露途径的总致癌风险及非致癌风险：

致癌风险： $CR_n = CR_{ois} + CR_{dcs} + CR_{gis} + CR_{ior1} + CR_{ior2} + CR_{iir1}$

非致癌风险： $HI_n = HQ_{ois} + HQ_{dcs} + HQ_{gis} + HQ_{ior1} + HQ_{ior2} + HQ_{iir1}$

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。

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。

6.4 土层概化

根据《河北省正定县城乡总体规划》（2014-2030 年），该地块规划用地性质为居住用地。结合正定周边房地产开发项目，一般基坑开挖深度为 6m 左右，6m 以上土壤需全部清挖扰动。

地块内多聚甲醛生产车间和原甲醛罐区甲醛超出筛选值，多聚甲醛车间污染深度集中在 1.2-6.0m、原甲醛罐区污染深度集中在 6.0-11.0m；地块内乌洛托品生产车间氨氮超出筛选值，污染深度集中在 6.0-7.0m。

考虑地块未来开发情况及地块内土层分布情况（0-1.2m 杂填土，1.2-6.0m 细砂，6.0-11.0m 粉质粘土），风险评估阶段，为了简化计算将本场地土壤概化为两层，其中第一层表层土壤为 0-6.0m，第二层下层土壤为 6.0-11.0m。

6.5 关注污染物

根据调查结果，土壤中的甲醛和氨氮超出筛选值，因此该场地关注的污染物为甲醛和氨氮。

1、甲醛

甲醛，化学式 HCHO ，式量 30.03，又称蚁醛。无色气体，刺激性气味，对人眼、鼻等有刺激作用。气体相对密度 1.067(空气=1)，液体密度 $0.815\text{g/cm}^3(-20^\circ\text{C})$ 。熔点 -92°C ，沸点 -19.5°C 。

无色水溶液或气体，有刺激性气味。易溶于水和乙醚，水溶液浓度最高可达 55%，能与水、乙醇、丙酮等有机溶剂按任意比例混溶。纯甲醛有强还原作用，特别是在碱溶液中。甲醛自身能缓慢进行缩合反应，特别容易发生聚合反应。

甲醛的主要危害表现为对皮肤粘膜的刺激作用，大于 0.08m^3 的甲醛浓度可引起眼红、眼痒、咽喉不适或疼痛、声音嘶哑、喷嚏、胸闷、气喘、皮炎等。

（1）急性毒性：

LD50：800mg/kg（大鼠经口），2700mg/kg（兔经皮）；LC50：590mg/m³（大鼠吸入）；

人吸入 60~120mg/m³，发生支气管炎、肺部严重损害；人吸入 12~24mg/m³，

鼻、咽黏膜严重灼伤、流泪、咳嗽；人经口 10~20mL，致死。

甲醛浓度过高会引起急性中毒，表现为咽喉烧灼痛、呼吸困难、肺水肿、过敏性紫癜、过敏性皮炎、肝转氨酶升高、黄疸等。

（2）亚急性和慢性毒性：

大鼠吸入 50-70mg/m³，1 小时/天，3 天/周，35 周，发现气管及支气管基底细胞增生及生化改变；

人吸入 20-70mg/m³长时间，食欲丧失、体重减轻、无力、头痛、失眠；人吸入 12mg/m³长期接触，嗜睡、无力、头痛、手指震颤、视力减退。

甲醛有刺激性气味，低浓度即可嗅到，人对甲醛的嗅觉阈通常是 0.06-0.07mg/m³。但有较大的个体差异性，有人可达 2.66mg/m³。长期、低浓度接触甲醛会引起头痛、头晕、乏力、感觉障碍、免疫力降低，并可出现瞌睡、记忆力减退或神经衰弱、精神抑郁；慢性中毒对呼吸系统的危害也是巨大的，长期接触甲醛可引发呼吸功能障碍和肝中毒性病变，表现为肝细胞损伤、肝辐射能异常等。

（3）致突变性：

微生物致突变：鼠伤寒沙门氏菌 4mg/L。哺乳动物体细胞突变：人淋巴细胞 130umol/L。姊妹染色体交换：人淋巴细胞 37pph。

2010 来发现，甲醛能引起哺乳动物细胞核的基因突变、染色体损伤、八断裂。甲醛与其他多环芳烃有联合作用，如与苯并芘的联合作用会使毒性增强。

（4）致癌性：

研究动物发现，大鼠暴露于每立方米 15μg 甲醛的环境中 11 个月，可致鼻癌。美国国家癌症研究所 2009 年 5 月 12 日公布的一项最新研究成果显示，频繁接触甲醛的化工厂工人死于血癌、淋巴癌等癌症的几率比接触甲醛机会较少的工人高很多。研究人员调查了 2.5 万名生产甲醛和甲醛树脂的化工厂工人，结果发现，工人中接触甲醛机会最多者比机会最少者的死亡率高 37%。研究人员分析，长期接触甲醛增大了患上霍奇金淋巴瘤、多发性骨髓瘤、骨髓性白血病等特殊癌症

的几率。IARC 的致癌性评论曾为“动物阳性；人类不明确”，后经过进一步研究，在 2006 年确定为 1 类致癌物（即对人类及动物均致癌——"sufficient evidence of carcinogenicity"）。

（5）生殖毒性：

大鼠经口最低中毒剂量（TDL0）：200mg/kg（1 天，雄性），对精子生存有影响。大鼠吸入最低中毒浓度（TCL0）：12ug/m³，24 小时（孕 1~22 天），引起新生鼠生化和代谢改变。

2、氨

氨（Ammonia, NH₃），无色气体，有强烈的刺激气味，密度 0.7710，相对密度 0.5971(空气=1.00)。易被液化成无色的液体。在常温下加压即可使其液化(临界温度 132.4℃，临界压力 11.2 兆帕，即 112.2 大气压)。沸点-33.5℃。也易被固化成雪状固体。熔点-77.75℃。溶于水、乙醇和乙醚。在高温时会分解成氮气和氢气，有还原作用。有催化剂存在时可被氧化成一氧化氮。用于制液氮、氨水、硝酸、铵盐和胺类等。可由氮和氢直接合成而制得，能灼伤皮肤、眼睛、呼吸器官的粘膜，人吸入过多，能引起肺肿胀，以至死亡。

氨气的危害主要体现在：

（1）吸入的危害表现

氨的刺激性是可靠的有害浓度报警信号。但由于嗅觉疲劳，长期接触后对低浓度的氨会难以察觉。吸入是接触的主要途径，吸入氨气后的中毒表现主要有以下几个方面。

轻度吸入氨中毒表现有鼻炎、咽炎、喉痛、发音嘶哑。氨进入气管、支气管会引起咳嗽、咯痰、痰内有血。严重时咯血及肺水肿，呼吸困难、咯白色或血性泡沫痰，双肺布满大、中水泡音。患者有咽灼痛、咳嗽、咳痰或咯血、胸闷和胸骨后疼痛等。

急性吸入氨中毒的发生多由意外事故如管道破裂、阀门爆裂等造成。急性氨中毒主要表现为呼吸道粘膜刺激和灼伤。其症状根据氨的浓度、吸入时间以及个

人感受性等而轻重不同。

急性轻度中毒：咽干、咽痛、声音嘶哑、咳嗽、咳痰，胸闷及轻度头痛，头晕、乏力，支气管炎和支气管周围炎。

急性中度中毒：上述症状加重，呼吸困难，有时痰中带血丝，轻度发绀，眼结膜充血明显，喉水肿，肺部有干湿性啰音。

急性重度中毒：剧咳，咯大量粉红色泡沫样痰，气急、心悸、呼吸困难，喉水肿进一步加重，明显发绀，或出现急性呼吸窘迫综合症、较重的气胸和纵隔气肿等。

严重吸入中毒：可出现喉头水肿、声门狭窄以及呼吸道粘膜脱落，可造成气管阻塞，引起窒息。吸入高浓度的氨可直接影响肺毛细血管通透性而引起肺水肿，可诱发惊厥、抽搐、嗜睡、昏迷等意识障碍。个别病人吸入极浓的氨气可发生呼吸心跳停止。

(2) 皮肤和眼睛接触的危害表现

低浓度的氨对眼和潮湿的皮肤能迅速产生刺激作用。潮湿的皮肤或眼睛接触高浓度的氨气能引起严重的化学烧伤。急性轻度中毒：流泪、畏光、视物模糊、眼结膜充血。

皮肤接触可引起严重疼痛和烧伤，并能发生咖啡样着色。被腐蚀部位呈胶状并发软，可发生深度组织破坏。

高浓度蒸气对眼睛有强刺激性，可引起疼痛和烧伤，导致明显的炎症并可能发生水肿、上皮组织破坏、角膜混浊和虹膜发炎。轻度病例一般会缓解，严重病例可能会长期持续，并发生持续性水肿、疤痕、永久性混浊、眼睛膨出、白内障、眼睑和眼球粘连及失明等并发症。多次或持续接触氨会导致结膜炎。

6.5.1 土壤甲醛污染状况

甲醛污染物超筛选值范围主要集中在多聚甲醛生产车间及原甲醛罐区，其中多聚甲醛生产车间污染超筛选值深度范围为 1.2-6.0m，最大检出浓度为 773mg/kg；原甲醛罐区超筛选值深度范围为 6.0-11.0m，最大检出浓度为

489mg/kg。

表6.5-1 土壤甲醛污染情况

概化土层	甲醛最大检测浓度 (mg/kg)
表层土壤 (0-6.0m)	773
下层土壤 (6.0-11.0m)	489

6.5.2 土壤氨氮污染状况

氨氮污染物超筛选值范围集中在乌洛托品生产车间，超筛选值深度范围为6.0-7.0m。

表6.5-2 土壤氨氮污染情况

概化土层	氨氮最大检测浓度 (mg/kg)	游离氨最大检测浓度
下层土壤 (6.0-7.0m)	2010	1690

6.6 暴露评估

6.6.1 暴露情景分析

暴露情景是指特定土地利用方式下，地块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。

根据本地块未来规划，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地块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。

6.6.2 暴露途径确定

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》（HJ 25.3-2019）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、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、饮用地下水共九种暴露途径。

依据地块土壤污染状况调查结果，本项目地块内的污染介质为表层污染土壤及深层污染土壤。根据污染物甲醛和游离氨的理化性质特点，以及区域地下水利用规划，暴露途径见下表。

表 6.6-1 地块污染物暴露途径

暴露途径	表层土壤	下层土壤
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	√	√
吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物	√	√
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		
饮用地下水		

6.7 风险评估参数确定

地块风险评估时须用到的参数类别包括地块特征参数（土壤、地下水参数等）、建筑物参数、暴露因子及污染物理化毒理参数等。本次评估所需的地块特征参数基本地块调查、来自我国《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）及其它国内外相关研究。

6.7.1 暴露模型参数

《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）（报批稿）编制

说明》针对地块和土壤相关参数、建筑物相关参数、暴露人群相关参数和暴露途径相关参数，经对比 HJ 25.3、全国最新统计数据以及国外实际执行情况，明确给出了各参数的取值要求，见表 6.7-1。

表 6.7-1 暴露模型参数

类型	参数	单位	数值	来源
建筑物相关参数	地基裂隙中空气体积比	θ_{crack} , 无量纲	0.26	HJ 25.3
	室内地基或墙体厚度	L_{crack} , cm	35	HJ 25.3
	室内空间体积与气态污染物入渗面积比	L_B , cm	220	HJ 25.3
	室内空气交换速率	ER, 次/d	12	HJ 25.3
	地基和墙体裂隙表面积所占比例	η , 无量纲	0.0005	HJ 25.3
	气态污染物入侵持续时间	τ , a	30	HJ 25.3
	室内外气压差	dP , g/cm-s ²	0	HJ 25.3
暴露人群相关参数	成人暴露期	EDa, a	24	HJ 25.3
	儿童暴露期	EDc, a	6	HJ 25.3
	成人暴露频率	EFa, d/a	350	HJ 25.3
	儿童暴露频率	EFc, d/a	350	HJ 25.3
	成人室内暴露频率	EFIa, d/a	262.5	HJ 25.3
	儿童室内暴露频率	EFIc, d/a	262.5	HJ 25.3
	成人室外暴露频率	EFOa, d/a	87.5	HJ 25.3
	儿童室外暴露频率	EFOc, d/a	87.5	HJ 25.3
	成人平均体重	BWa, kg	61.8	HJ 25.3
	儿童平均体重	BWc, kg	19.2	HJ 25.3
	成人平均身高	Ha, cm	161.5	HJ 25.3
	儿童平均身高	Hc, cm	113.15	HJ 25.3
暴露途径相关参数	成人每日摄入土壤量	OSIRa, mg/d	100	HJ 25.3
	儿童每日摄入土壤量	OSIRc, mg/d	200	HJ 25.3
	经口摄入吸收因子	ABSo,	1	HJ 25.3

类型	参数	单位	数值	来源
		无量纲		
	成人每日空气呼吸量	DAIRa, m ³ /d	14.5	HJ 25.3
	儿童每日空气呼吸量	DAIRc, m ³ /d	7.5	HJ 25.3
	空气中可吸入颗粒物含量	PM ₁₀ , mg 土壤·m ⁻³	0.119	HJ 25.3
	室内空气中来自土壤的颗粒物所占比例	fspi, 无量纲	0.8	HJ 25.3
	室外空气中来自土壤的颗粒物所占比例	fspo, 无量纲	0.5	HJ 25.3
	吸入土壤颗粒物在体内滞留比例	PIAF, 无量纲	0.75	HJ 25.3
	成人体表暴露皮肤所占面积比	SERa, 无量纲	0.32	HJ 25.3
	儿童体表暴露皮肤所占面积比	SERc, 无量纲	0.36	HJ 25.3
	成人皮肤表面土壤粘附系数	SSARa, mg/cm ²	0.07	HJ 25.3
	儿童皮肤表面土壤粘附系数	SSARc, mg/cm ²	0.2	HJ 25.3
	每日皮肤接触事件频率	Ev, 次/d	1	HJ 25.3
	致癌效应平均时间	ATca, d	27740	HJ 25.3
	非致癌效应平均时间	ATnc, d	2190	HJ 25.3

基于本地块的土层概化情况和地块污染状况,对本地块特征参数进行了特异性修正,具体见表 6.7-2。

表 6.7-2 地块参数

类型	参数	数值	单位	取值依据
	污染源区宽度	400	cm	标准规定
土壤相关参数	污染土壤厚度	9.8	m	场地调查
	土壤含水率	16.7	%	实测平均
	非饱和土层土壤中总孔隙体积比(孔隙度)	0.38	—	实测平均
	非饱和土层土壤中孔隙空气体积比	0.23	—	实测平均
	非饱和土层土壤中孔隙水体积比	0.19	—	实测平均

类型	参数	数值	单位	取值依据
	土壤颗粒密度	2.71	kg/dm ³	实测平均
	土壤容重	1.66	kg/dm ³	实测平均
	气体渗透速率	1.0E-15	m ²	推荐值

6.7.2 理化毒理参数

主要对土壤中的甲醛和游离氨进行风险评估。毒理学数据参照污染场地风险评估软件 HERA 中默认参数,具体参数已在表 6.7-3 污染物的理化毒理参数表中列出。

表 6.7-3 理化性质参数及毒理参数

编号			1	2
污染物(中文)			甲醛	游离氨
污染物(英文)			Formaldehyde	Ammonia
CAS 编号	N	-	50-00-0	7664-41-7
类型	T	-	有机	无机
分子量	MW	g/mol	3.00E+01	1.70E+01
		参考文献	EPI	EPI
水中溶解度	S	mg/L	4.00E+05	8.99E+05
		参考文献	EPI	R369
蒸汽压	Pv	mm Hg	3.88E+03	7.47E+03
		参考文献	TX12	TX12
亨利常数	H	-	1.38E-05	6.58E-04
		参考文献	EPI	R369
经口摄入致癌斜率因子	SF _o	1/(mg/kg/d)	-	-
		参考文献	-	-
呼吸吸入单位致癌风险	IUR	1/(mg/m ³)	1.30E-02	-
		参考文献	EPA-I	-
经口摄入参考剂量	RfD _o	mg/kg/d	2.00E-01	-
		参考文献	EPA-I	-
呼吸吸入参考浓度	RfC	mg/m ³	9.80E-03	5.00E-01
		参考文献	A	EPA-I
参考剂量分配比例	RAF	-	3.30E-01	3.30E-01
		参考文献	-	-
消化道吸收因子	ABS _{gi}	-	1.00E+00	1.00E+00
		参考文献	TX12	TX12
皮肤吸收效率因子	ABS _d	-	1.00E-01	-

编号			1	2
污染物（中文）			甲醛	游离氨
		参考文献	TX12	-
空气中扩散系数	D _{air}	m ² /s	1.67E-05	2.31E-05
		参考文献	WATER9	WATER9
水中扩散系数	D _{wat}	m ² /s	1.74E-09	2.23E-09
		参考文献	WATER9	WATER9
水体最大浓度限值	MCL	mg/L	9.00E-01	5.00E-01
		参考文献	GB5749-2006	GB5749-2006
土壤有机碳-水分配系数	K _{oc}	cm ³ /g	1.00E+00	3.09E+00
		参考文献	EPI	TX12
土壤-水分配系数	K _d	cm ³ /g	8.82E-03	2.73E-02
		参考文献	-	-
辛醇-水分配系数	K _{ow}	-	2.24E+00	1.69E+00
		参考文献	TX12	TX12
传输因子	TF	g/g	5.00E-01	5.00E-01
		参考文献	CLEA	CLEA
EPA 毒性分级		-	B1	NA
		参考文献	EPA-I	-

（一）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（SF_i）和呼吸吸入参考剂量（RfD_i）的计算过程，分别如下：

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

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

式中，

SF_i —呼吸吸入致癌斜率因子，(mg 污染物•kg⁻¹ 体重•d⁻¹)⁻¹；

RfD_i—呼吸吸入参考剂量，mg 污染物•kg⁻¹ 体重•d⁻¹；

IUR —呼吸吸入单位致癌因子，m³•mg⁻¹；

RfC —呼吸吸入参考浓度，mg•m⁻³；

DAIR_a—成人每日空气呼吸量，m³•d⁻¹；

BW_a—成人体重，kg。

（二）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（ SF_d ）和参考剂量(RfD_d)的计算过程，分别如下：

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

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

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

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

RfD_o —经口摄入参考剂量， $\text{mg 污染物} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ 体重} \cdot \text{d}^{-1}$ ；

RfD_d —皮肤接触参考剂量， $\text{mg 污染物} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ 体重} \cdot \text{d}^{-1}$ ；

ABS_{gi} —消化道吸收效率因子，无量纲。

6.7.3 人体可接受风险水平

目前各国或地区一般认为污染物可接受的非致癌风险水平（即危害商）一般为 1；致癌风险可接受水平在 10^{-6} - 10^{-4} 范围之内。根据我国颁布《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）中规定，单一污染物的可接受致癌风险水平为 10^{-6} ，单一污染物的可接受危害商为 1。即当单一污染物致癌风险水平大于 10^{-6} ，非致癌危害商大于 1 时，可能对人体具有危害，需采取进一步的管理措施。

6.8 风险评估结果

本项目的风险评估采用我国污染场地健康与环境风险评估软件 HERA 软件，HERA 软件是基于美国 ASTM RBCA E2081、英国 CLEA 导则和中国《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）编制的土壤与地下水风险评估软件。

图 6.8-1 给出了 HERA 模型的主界面。

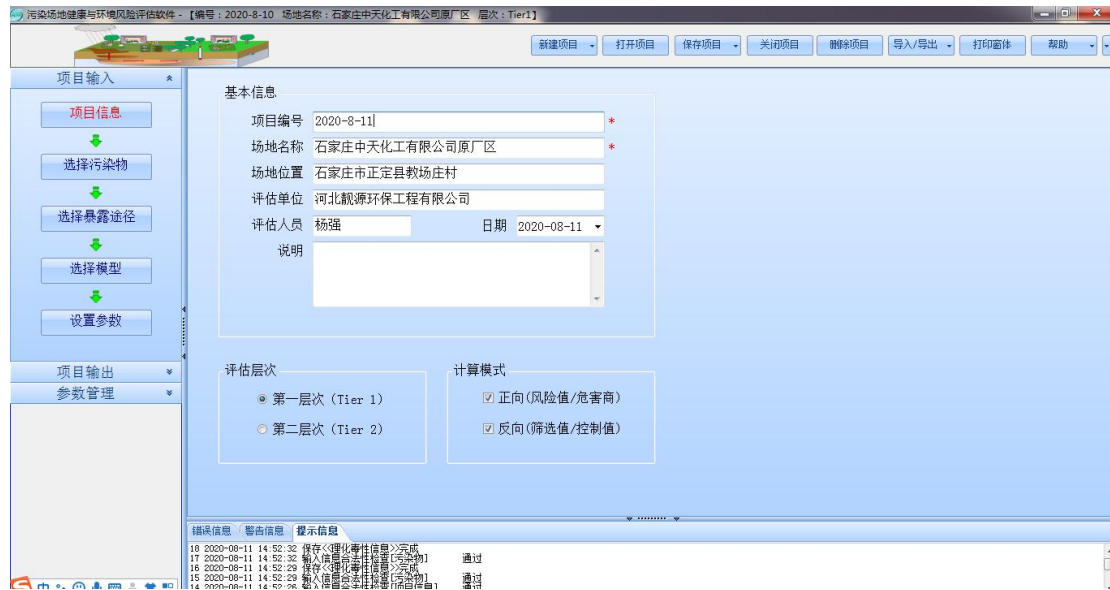


图 6.8-1 HERA 风险评价模型主界面

甲醛属于致癌污染物，其居住情境下的致癌风险和非致癌危害商计算结果如下：

表 6.8-1 居住情景下土壤甲醛的人体健康风险计算结果

健康风险	表层土壤（0-6m）	下层土壤（6-11m）
致癌风险	7.26E-06	8.30E-06
非致癌危害商	6.48E-01	7.35E-01

游离氨属于非致癌污染物，其居住情境下的非致癌危害商计算结果如下：

表 6.8-2 居住情景下土壤游离氨的非致癌危害商

健康风险	下层土壤（6-7m）
非致癌危害商	6.35E-01

从上述计算结果可以看出，在居住情境（敏感用地条件）下：

地块内表层土壤中甲醛的致癌风险为 7.26E-06，大于 10^{-6} ，非致癌危害商为 0.648，小于 1，表层土壤甲醛致癌风险超出人体健康可接受水平；下层土壤中甲醛的致癌风险为 8.30E-06，大于 10^{-6} ，非致癌危害商为 0.735，小于 1，下层土壤甲醛致癌风险超出人体健康可接受水平。

地块内下层土壤中游离氨的非致癌危害商为 0.635，均小于 1，未超出人体健康可接受水平。

6.9 地块风险评估结论

依据以上风险评估的结果，可以得到如下结论：

（1）地块内土壤中有 2 种关注污染物，甲醛和氨氮的浓度超过了相应风险评估的筛选值。

（2）根据地块未来整体规划，以及为保护人体健康为目的的情况下，敏感受体为居住场景下的受体人群。

（3）调查过程中场地内甲醛超标范围主要集中在多聚甲醛车间及原甲醛罐区，氨氮超标范围主要集中在乌洛托品生产车间，且甲醛和氨氮的超标浓度范围均未穿透弱透水层。

（4）针对居住场景下的受体人群，地块内表层土壤中甲醛的致癌风险为 $7.26\text{E-}06$ ，大于 10^{-6} ，非致癌危害商为 0.648，小于 1，表层土壤甲醛致癌风险超出人体健康可接受水平；下层土壤中甲醛的致癌风险为 $8.30\text{E-}06$ ，大于 10^{-6} ，非致癌危害商为 0.735，小于 1，下层土壤甲醛致癌风险超出人体健康可接受水平。地块内下层土壤中游离氨的非致癌危害商为 0.635，均小于 1，未超出人体健康可接受水平。

6.10 修复目标建议值

6.10.1 计算步骤与方法

地块污染物土壤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) 根据地块特征确定地块参数，如土壤参数、地下水参数、建筑物参数等。

本项目污染物风险控制值的计算建议采用《建设用地土壤污染风险评估技术

导则》（HJ 25.3-2019）中风险计算方法。

6.10.2 目标风险水平确定

地块风险评估工作中规定对健康风险大于目标风险的污染物进行修复管理。目标风险是影响修复目标最重要的因素。通常目标风险水平的确定在很大程度上与当地的经济技术水平和政策有关。根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）中规定，单一污染物的可接受致癌风险水平为 10^{-6} ，单一污染物的可接受危害商为 1。

6.10.3 土壤风险控制值计算所需参数

土壤风险控制值计算过程涉及到污染物参数和地块特征参数。污染物参数包括污染物地块特征参数包括土壤参数、暴露参数、建筑物参数、理化参数、毒理学参数等。这些参数的取值同 6.7 小节。

6.10.4 土壤风险控制值计算结果

6.10.4.1 土壤甲醛修复目标值

表 6.10-1 列出了本场地表层土壤中甲醛的风险控制值计算结果。

表 6.10-1 土壤甲醛风险控制值

计算因子	土层	基于保护人体健康风险控制值（非致癌）
甲醛	上层土壤(0-6m)	44.6mg/kg
	下层土壤（6-11m）	52.6mg/kg

场地表层土壤甲醛的土壤风险控制值为 44.6mg/kg，下层土壤甲醛的土壤风险控制值为 52.6mg/kg，保守起见建议以上层土壤甲醛的土壤风险控制值作为地块甲醛的土壤风险控制值。

同时将计算得到的土壤甲醛风险控制值与 EPA、《河北省地方标准 建设用地土壤污染风险筛选值》（DB 13/T5216-2020）、《深圳市地方标准 建设用地土壤污染风险筛选值和管制值》（DB 4403/T67-2020）中甲醛标准进行比对，确定本项目地块中甲醛风险控制值。

表 6.10-2 其他标准中甲醛风险筛选值、控制值

甲醛	EPA	DB 13/T5216-2020	DB 13/T5216-2020
风险筛选值	12000mg/kg	15mg/kg	17mg/kg
管制值	—	——	173mg/kg

根据表 6.10-2 可知，本项目土壤甲醛风险控制值远低于 EPA 中风险筛选值，虽然高于 DB 13/T5216-2020、DB 13/T5216-2020 中甲醛风险筛选值，但低于 DB 13/T5216-2020 中管制值，因此本地块土壤甲醛风险控制值选用计算结果 44.6mg/kg。

本地块内修复目标建议值为 44.6mg/kg，小于选用筛选值 54.1mg/kg。地块初步采样分析阶段与详细采样分析阶段甲醛检测结果未超筛选值最大数据为 34.4mg/kg，小于本地块修复目标建议值。因此选用 44.6mg/kg 作为本地块甲醛修复目标建议值不会对原调查结论产生影响。

6.11 不确定性分析

6.11.1 地块环境调查与计划工作内容的偏差

污染地块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。

6.11.2 暴露风险贡献率分析

由下表 6.11-1，可知土壤中甲醛致癌风险的主要暴露途径为吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物。

表 6.11-1 土壤中污染物暴露途径致癌风险贡献率

污染物	吸入土壤 颗粒物	吸入室内空气中来自下 层土壤的气态污染物	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
甲醛	0.026	7.603	0.908	91.463

由下表 6.11-2，可知土壤中甲醛的非致癌危害商的主要暴露途径为吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物。

表 6.11-2 土壤中污染物暴露途径危害商贡献率

污染物	经口摄 入土壤	皮肤接触 土壤	吸入土壤 颗粒物	吸入室内空气中来自 下层土壤的气态 污染物	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
甲醛	0.162	0.045	0.036	10.716	1.283	87.756

6.11.3 模型参数敏感性分析

6.11.3.1 敏感性分析方法

根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）规定，单一暴露途径风险贡献率超过 20%时，应进行人群和与该途径相关参数的敏感性分析。模型参数的敏感性比例（SR）用敏感性比值来表示，即模型参数值的变化（从 P1 变化到 P2）与致癌风险或危害商（从 X1 变化到 X2）发生变化的比值，敏感性比值（SR）越大，表示该参数对风险的影响也越大，模型参数（P）的敏感性比例计算公式：

$$SR = \frac{\frac{X_2 - X_1}{X_1}}{\frac{P_2 - P_1}{P_1}} \times 100\%$$

P1：为模型参数 P 变化前的数值（即为全部采用导则中推荐值进行结算）；

P2：为模型参数 P 变化后的数值（即变换一项参数值，其余仍采用导则中推荐值进行结算）；

X1：按 P1 计算的致癌风险或危害商；

X2：按 P2 计算的致癌风险或危害商。

6.11.3.2 模型评估参数取值

根据《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ25.3-2019）规定，单一暴露途径风险贡献率超过 20%时，应进行人群和与该途径相关参数的敏感性分析，本项目建筑物相关参数、暴露人群相关参数、暴露途径相关参数均选取 HJ25.3-2019 默认参数不涉及参数取值，仅地块土壤特征参数涉及取值，本项目模型评估参数取值见表 6.11-3：

表 6.11-3 模型评估参数取值

分类	评估参数	含义	导则推荐值	调查地块取值	备注
场地土壤 特征参数	Pws	土壤含水率	$0.2\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$	$0.167\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$	土工试验实际取值
	ps	土壤颗粒密度	$2.65\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$	$2.71\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$	
	pb	土壤容重	$1.5\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$	$1.66\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$	

6.11.3.3 参数敏感性分类

为了使模型参数之间的敏感性具有可比性，将敏感性分为 4 个等级，敏感性比例越高表明该参数的敏感性越高，敏感性分类标准见表 6.11-4：

表 6.11-4 参数敏感性分类

分类等级	敏感性比例	敏感分类
I	$0.00\% \leq \text{SR} < 5.00\%$	不敏感
II	$5.00\% \leq \text{SR} < 20.00\%$	一般敏感
III	$20.00\% \leq \text{SR} < 100.00\%$	敏感
IV	$\text{SR} > 100.00\%$	极敏感

6.11.3.4 敏感性分析结果

表 6.11-5 甲醛的暴露途径致癌风险和危害商贡献

污染物	经口摄入土壤	皮肤接触土壤	吸入土壤颗粒物	吸入室内空气中来自下层土壤的气态污染物	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
甲醛	—	—	0.026	7.603	0.908	91.463
甲醛	0.162	0.045	0.036	10.716	1.283	87.756

通过表 6.11-5，可知甲醛的吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物途径风险贡献率和危害商贡献率均超过 20%，因本次调查地块未来规划用途为居住用地，人群参数和暴露途径参数采用导则中参数值，地块土壤特征参数为调查地块实际参数，故本次只针对地块土壤特征参数的敏感性进行分析。甲醛的模型参数敏感性分析如下：

表 6.11-6 甲醛的致癌风险和危害商模型参数敏感性分析表

土壤特征参数	吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物途径敏感性比例（SR）			
	致癌风险	敏感性	危害商	敏感性
土壤容重（ ρ_b ）	654.42	极敏感	658.86	极敏感
土壤颗粒密度（ ρ_s ）	138.43	极敏感	139.69	极敏感
土壤含水率（Pws）	88.32	敏感	86.08	敏感

通过表 6.11-6 可知，土壤容重（ ρ_b ）和土壤颗粒密度（ ρ_s ）的改变对甲醛的吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物途径表现为极敏感；土壤含水率（Pws）的改变对甲醛的吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物途径表现为极敏感。

6.11.3.5 敏感性分析结论

通过对甲醛敏感性分析结果可知：

土壤中甲醛致癌风险和非致癌风险的主要暴露途径为吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物，主要与地块土壤特征参数有关，甲醛致癌风险和非致癌风险的主要暴露途径中吸入室外空气中来自下层土壤的气态污染物途径敏感性排序为 $\rho_b > \rho_s > Pws$ 。

7 修复范围

7.1 修复范围确定原则

通常情况下，修复范围是根据修复目标值确定的，凡是污染物浓度大于或等于修复目标值的污染土壤都要进行修复。

本项目土壤采用达标点连线法得到修复范围，并且计算需要清理的土壤体积。用计算得出的修复目标值作为需要清理或修复范围的基准，针对可能需要清理或修复的污染物，在污染物分布场内切出大于或等于修复目标值的范围。

7.2 土壤甲醛污染修复范围

本地块超出土壤修复目标值的污染因子为甲醛，其中甲醛污染物超标范围主要集中在多聚甲醛生产车间和原甲醛罐区，其中多聚甲醛生产车间污染超筛选值深度范围为 1.2-6.0m，最大检出浓度为 773mg/kg；原甲醛罐区超筛选值深度范围为 6.0-11.0m，最大检出浓度为 489mg/kg。

本次计算结果是需要清理的总体体积和清理范围。需要特别说明的是，这里的土壤清理体积是以场地原地面或探孔的起始零点作为计算起始地面的，没有包括场地上堆积的建筑物被拆毁后的砖、石、灰和水泥等垃圾。应该将建筑垃圾清理出去后，开始测量和计算土方量。

地块甲醛超修复目标值检测点位检测数据统计见表 7.2-1 及图 7.2-1。

表 7.2-1 地块甲醛超修复目标值检测点位检测数据统计情况

土层概化	B7		B12	
	深度	检测结果	深度	检测结果
杂填土（1-1.2m）	0.2	8.4	0.2	4.8
细砂（1.2-6.0m）	1.8	773	1.8	4.1
	4.0	122	4.0	2.4
粉质粘土 （6.0-11.0m）	6.1	27.8	6.0	316
	7.2	16.7	8.5	489
	—	—	9.8	240
	—	—	11.0	25.4

场地土壤甲醛污染物超标范围主要集中在多聚甲醛生产车间和原甲醛罐区，污染范围集中在 1.2-11.0m 深度范围内（11.0m 处样品全部达标），将超标土层

按细砂、粉质粘土两个土层分别采用连线法计算修复范围和土方量。

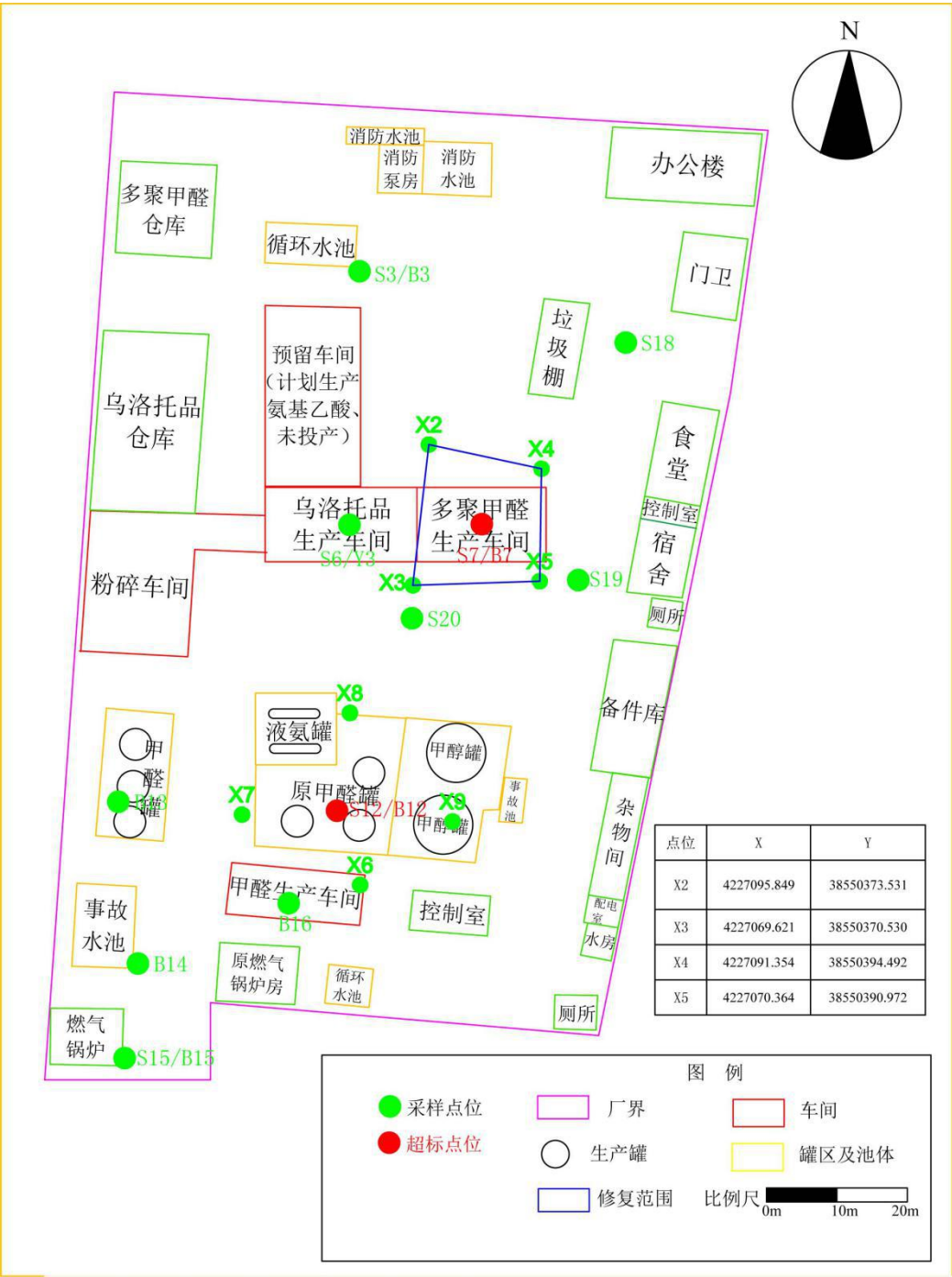


图 7.2-1 地块内细砂层（1.2-6.0m）甲醛修复范围

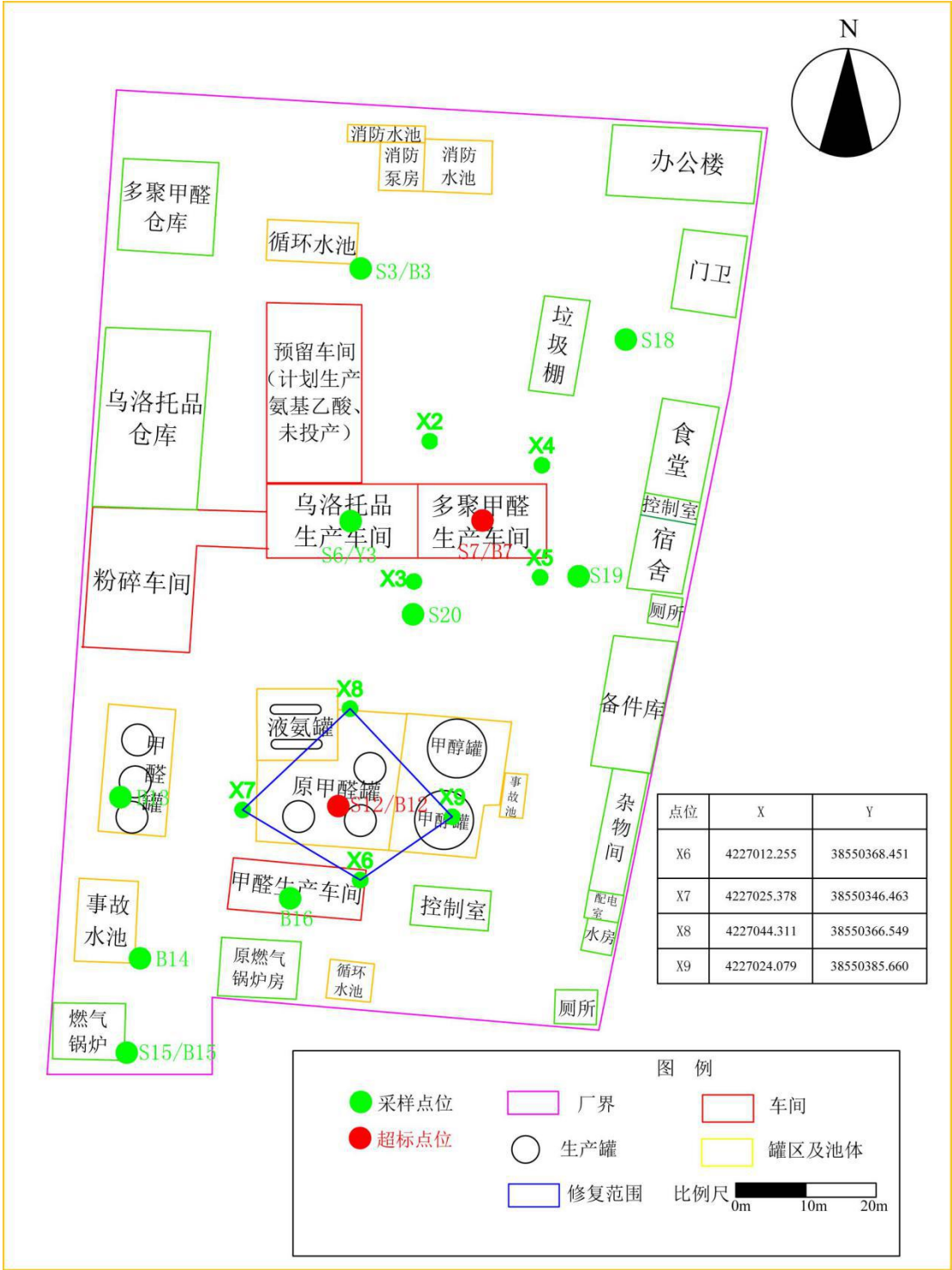


图 7.2-2 地块内粉质黏土层（6.0-11.0m）甲醛修复范围

7.3 污染土壤修复工程量

根据上述结果计算需要清理的总体体积和清理范围。需要特别说明的是，这里的土壤清理体积是以场地原地面或探孔的起始零点作为计算起始地面的，没有包括场地上堆积的建筑物被拆毁后的砖、石、灰和水泥等垃圾。应该将建筑垃圾清理出去后，开始测量和计算土方量。

根据 11.2 章节甲醛污染修复范围可得出甲醛污染土壤修复量，详见表 7.3-1。

表 7.3-1 本地块甲醛污染土壤修复量

土层序号	深度(m)/土质	污染物类型	层厚(m)	面积 (m ²)	修复土方量(m ³)
1	1.2-6.0 细砂	甲醛	4.8	494.8	2375.04
2	6.0-11.0 粉粘土	甲醛	5.0	627.0	3135.00
合计					5510.04

根据地块污染情况和修复目标值，地块内甲醛污染土壤修复土方量为 5510.04m³。

8 结论与建议

8.1 项目概况

石家庄中天化工有限公司原厂区位于石家庄市正定县教场庄村,地块总占地面积 16213.8m² (约合 24.3 亩)。该地块早期为荒地和农田;1992 年,一家国企在此建立外贸仓库,从事纺织品的存储;2002 年,石家庄中天化工有限公司租赁该地块建设甲醛生产线,设计规模为年产甲醛一万吨,同时建设职工宿舍、食堂、杂物间、备件库及办公楼等辅助建筑;2008 年,年产一万吨多聚甲醛项目及年产一千吨乌洛托品项目投产;2018 年企业全面停产。目前地块内除办公楼、门卫室外各建(构)筑物、设备已全部拆除。该地块未来规划为商业及居住用地。

初步调查结果显示,地块内超过筛选值的污染因子为甲醛和氨氮,其中甲醛超筛选值率 11.9%、最大超标倍数 14.28 倍,氨氮超筛选值率 2.8%、最大超标倍数 1.25 倍。

甲醛超过筛选值的点位主要集中多聚甲醛生产车间和原甲醛罐区,甲醛检出结果超筛选值可能由于多聚甲醛生产过程中生产设施、中间罐、物料输送管道、原甲醛储罐发生跑冒滴漏或泄漏导致。氨氮超筛选值点位位于乌洛托品生产车间,氨氮检出结果超筛选值可能是乌洛托品生产过程中生产设施、中间罐或物料输送管道发生跑冒滴漏或泄露导致。

经详细调查,场地土壤甲醛污染物超标范围主要集中在多聚甲醛生产车间和原甲醛罐区,其中多聚甲醛生产车间污染超筛选值深度范围为 1.2-6.0m,原甲醛罐区超筛选值深度范围为 6.0-11.0m。氨氮污染物超筛选值范围集中在乌洛托品生产车间,超筛选值深度范围为 6.0-7.0m。

8.2 地块风险评估结论

针对居住场景下的受体人群,地块内表层土壤中甲醛的致癌风险为 7.26E-06,大于 10⁻⁶,非致癌危害商为 0.648,小于 1,表层土壤甲醛致癌风险超

出人体健康可接受水平；下层土壤中甲醛的致癌风险为 $8.30E-06$ ，大于 10^{-6} ，非致癌危害商为 0.735，小于 1，下层土壤甲醛致癌风险超出人体健康可接受水平。地块内下层土壤中游离氨的非致癌危害商为 0.635，均小于 1，未超出人体健康可接受水平。

8.3 修复工程量

根据地块污染情况和修复目标值，场地内修复土方量为 $5510.04m^3$ ，其中：1.2-6.0m 深度范围甲醛污染土壤修复土方量为 $2375.04m^3$ ，6.0-11.0m 深度范围甲醛污染土壤修复土方量为 $3135.00m^3$ 。

8.4 建议

（1）本地块已受到甲醛污染，企业应严格按照国家相关要求管理，禁止对地块内的土壤随意进行清挖、移动，应尽快对地块开展土壤修复或风险管控工作，防治污染进一步扩散。

（2）本报告甲醛风险控制值是基于 HJ 25.3-2019 推导所得，与即将发布的河北省地方标准《建设用地土壤污染风险筛选值》（DB 13/T 5216-2020，已通过质量河北省市场监督管理局认证，2021 年 1 月 1 日正式实施）中甲醛筛选值有一定出入，本地块后续土壤修复工作应于 DB 13/T 5216-2020 正式实施前完成，否则应重新开展风险评估工作，确保满足后续环境管理的要求。

（3）由于土壤中的氨氮主要以游离氨的形态存在，在温度较高时易挥发，能灼伤皮肤、眼睛、呼吸器官的粘膜，轻度吸入氨中毒表现有鼻炎、咽炎、喉痛、发音嘶哑。氨进入气管、支气管会引起咳嗽、咯痰等；急性轻度中毒表现为咽干、咽痛、声音嘶哑、咳嗽、咳痰，胸闷及轻度头痛，头晕、乏力，支气管炎和支气管周围炎。同时，低浓度的氨对眼和潮湿的皮肤能迅速产生刺激作用，潮湿的皮肤或眼睛接触高浓度的氨气能引起严重的化学烧伤。若该地块内超标点位所在区域必须规划为地下车库或者楼座等需要对该处土方进行开挖，考虑到氨的毒性作用，对于开挖作业的人员要佩戴好防毒呼吸面罩、口罩、手套、防护服等服务用品，必要时在开挖时喷洒气味抑制剂，以防意外的发生。

(4) 修复施工及后续开发过程中，含甲醛或氨氮的土壤开挖过程中应严格控制大气环境污染，注意控制作业面，配备喷雾器，对清挖污染土壤及土壤周边空气喷洒抑制剂等，保证施工场地边界符合《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)等相关标准中无组织排放标准要求。