

## 目录

1、项目概述.....	1
1.1、项目背景.....	1
1.2、调查目的.....	2
1.3、调查原则.....	2
1.4、工作依据.....	2
1.4.1、国家有关法律.....	2
1.4.2、国家有关技术政策和规章制度.....	2
1.4.3、地方法规、规章及规范性文件.....	3
1.4.4、技术规范.....	3
1.4.5、污染评估标准.....	4
1.5、调查方法.....	4
2、地块概况.....	6
2.1、地块地理位置.....	6
2.2、地块所在区域自然环境概况.....	6
2.2.1、气候气象.....	6
2.2.2、地形地貌.....	6
2.2.3、水文特征.....	6
2.2.4、地层分布及地下水类型.....	7
2.3、地块及相邻地块的历史.....	8
3、资料搜集、人员访谈及现场踏勘.....	11
3.1、资料搜集与分析.....	11
3.2、现场踏勘.....	12
3.3、人员访谈.....	12
4、地块污染识别.....	13
4.1、地块内用地历史情况.....	13
4.2、地块内工业生产时期潜在污染分析.....	13
4.2.1、生产工艺流程分析.....	13

4.2.2、生产过程废物产生情况： .....	14
4.2.3、污染可能来源分析.....	34
4.2.4、重点区域识别.....	35
4.2.5、污染物识别.....	35
4.3、地块污染识别结论.....	36
5、企业隐患排查.....	37
5.1、生产车间隐患排查情况.....	37
5.2、危险废弃物储存区隐患排查情况.....	37
5.3、废水处理隐患排查情况.....	37
5.4、化学品物流运输隐患排查情况.....	37
6、企业自行监测工作方案.....	39
6.1、土壤采样布点原则和方案.....	39
6.1.1、土壤监测点布点原则.....	39
6.1.2、土壤监测点布点方案.....	39
6.2、地下水采样布点方案.....	40
6.2.1、地下水监测点布点原则.....	40
6.2.2、地下水监测点布点方案.....	40
6.2.3、地下水监测井建井深度.....	40
6.3、背景对照点采样布点方案.....	40
6.4、采样信息汇总.....	41
6.5、样品分析测试方法.....	42
6.6、质量控制与质量保证计划.....	43
6.6.1、仪器校准和清洗.....	44
6.6.2、现场质量控制样品.....	44
6.6.3、样品转移和运输.....	44
6.6.4、样品实验室质量控制.....	45
7、现场采样和实验室分析.....	48
7.1、钻探和检测单位.....	48

7.2、作业时间.....	48
7.3、现场采样.....	48
7.3.1 钻孔与土壤采样.....	48
7.3.2 地下水监测井安装和洗井.....	48
7.3.3 地下水采样.....	49
7.3.4、采样点坐标和高程测量.....	50
7.3.5、实际取样点.....	50
8、地块环境调查结果.....	52
8.1、地块水文地质条件.....	52
8.2、监测评估标准.....	53
8.2.1、土壤环境质量标准.....	53
8.2.2、地下水环境质量标准.....	55
8.3、检测结果与分析.....	58
8.3.1、土壤监测结果.....	58
8.3.2、地下水监测结果.....	70
8、结论与建议.....	78
8.1 结论.....	78
8.2 建议.....	78
8.3 不确定性分析.....	79

## 附件目录

- 附件 1：地下水、土壤采样照片
- 附件 2：检测数据
- 附件 3：建井记录
- 附件 4：建井照片
- 附件 5：人员访谈记录
- 附件 6：历史影像图
- 附件 7：样品送检单、地下水土壤原始记录

## 1、项目概述

### 1.1、项目背景

无锡三开高纯化工有限公司位于无锡市国家高新技术产业开发区 B33-A 地块梅育路 116 号，项目东侧隔新庆路为凡润电子，西侧隔新畅路为无锡石播增压器，南侧为三菱树脂及科玛化妆品，北面隔梅育路为盛隆资源再生和宜莱特电子。地块外形近长方形，总占地面积 79354.2m<sup>2</sup>。

根据卫星图显示，项目地块最早影像为 2004 年，此时地块为农田及荒地，一直到 2006 年企业开始建厂。根据企业提供的资料及访谈周边及政府人员得知，厂区 2006 年开工建设至今，土地使用权属于无锡三开高纯化工有限公司，主要从事高纯有机季铵盐、有机季铵碱和无机碱的生产制造。

根据国家、江苏省和无锡市关于在产企业开展隐患排查及自行监测的相关规定，“土壤污染重点监管单位需建立土壤污染隐患排查制度，保证持续有效防止有毒有害物质渗漏、流失、扬散。制定、实施自行监测方案，并将监测数据报生态环境主管部门，对监测数据的真实性和准确性负责（《土壤污染防治法》第二十一条）。土壤污染重点监管单位应当建立土壤和地下水污染隐患排查治理制度，定期对重点区域、重点设施开展隐患排查。重点单位应当按照相关技术规范要求，自行或者委托第三方定期开展土壤和地下水监测，重点监测存在污染隐患的区域和设施周边的土壤、地下水，并按照规定公开相关信息（《工矿用地土壤环境管理办法》第十二条）。重点单位在隐患排查、监测等活动中发现工矿用地土壤和地下水存在污染迹象的，应当排查污染源，查明污染原因，采取措施防止新增污染，并参照污染地块土壤环境管理有关规定及时开展土壤和地下水环境调查与风险评估，根据调查与风险评估结果采取风险管控或者治理与修复等措施（《工矿用地土壤环境管理办法》第十三条）。”土壤重点监管企业需建立土壤污染隐患排查制度，自行或者委托第三方开展土壤及地下水检测工作。

为核实项目地块土壤和地下水环境质量状况，防控企业土壤及地下水污染，受无锡三开高纯化工有限公司所委托，苏州科星环境检测有限公司对该地块进行

土壤及地下水调查工作，以确定项目地块内土壤与地下水的现状，为企业地块内土壤及地下水的环境保护及监督管理提供依据。

## 1.2、调查目的

本次企业土壤和地下水自行监测调查的目的是落实相关法律法规及规范性文件要求，通过对无锡三开高纯化工有限公司地块土壤及地下水环境进行调查，及时发现地块污染隐患，明确了解企业土壤及地下水污染状况。

若存在污染，则采取措施防止新增污染，参照污染地块土壤环境管理有关规定及时开展项目地块土壤和地下水环境的风险管控，并采取治理与修复等措施。

## 1.3、调查原则

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

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

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

## 1.4、工作依据

### 1.4.1、国家有关法律

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015年1月1日；
- (2) 《中华人民共和国土壤污染防治法》，2019年1月1日；
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》，2017年6月27日；
- (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，2020年4月29日修订；
- (5) 《中华人民共和国土地管理法》，2004年8月28日；
- (6) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2016年9月1日。

### 1.4.2、国家有关技术政策和规章制度

- (1) 《工矿用地土壤环境管理办法（试行）》（2018年8月1日起施行）；
- (2) 《污染地块土壤环境管理办法（试行）》（环保部令第42号），2016年12月31日；

- (3) 《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), 2016年5月28日;
- (4) 《全国土壤污染状况评价技术规定》(环发〔2008〕39号), 2008年5月19日;
- (5) 《国务院办公厅关于印发近期土壤环境保护和综合治理修复工作安排的通知》(国办发〔2013〕7#), 2013年1月23日;
- (6) 《全国生态保护“十三五”规划纲要》(环生态〔2016〕151号), 2016年10月27日;
- (7) 《国务院关于印发“十三五”生态环境保护规划的通知》(国发〔2016〕65号), 2016年11月24日;
- (8) 《国家环境保护“十三五”环境与健康工作规划》(环科技〔2017〕30), 2017年2月22日;
- (9) 《关于加强资源环境生态红线管控的指导意见》(发改环资〔2016〕1162号), 2016年5月30日。

#### **1.4.3、地方法规、规章及规范性文件**

- (1) 《省政府关于印发江苏省土壤污染防治工作方案的通知》(苏政发〔2016〕169号), 2017年1月22日;
- (2) 《江苏省土壤污染防治工作方案》(苏政发〔2016〕169号), 2016年12月28日;
- (3) 《中共江苏省委江苏省人民政府关于加快推进生态文明建设的实施意见》(苏发〔2015〕30号), 2015年10月13日;
- (4) 《中共江苏省委江苏省人民政府关于加强生态环境保护和建设的意见》(苏发〔2003〕7#), 2003年4月14日。

#### **1.4.4、技术规范**

- (1) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》(HJ 25.1-2019);
- (2) 《在产企业土壤及地下水自行监测技术指南》(征求意见稿);
- (3) 《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);
- (4) 《建设用地土壤污染风险评估技术导则》(HJ 25.3-2019);

- (5) 《建设用地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2019）；
- (6) 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》，2017年12月15日印发，2018年1月1日实施；
- (7) 《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南（试行）》，2014年11月；
- (8) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004），2004年12月9日发布，2004年12月9日实施；
- (9) 《地下水环境监测技术规范》（HJ/T164-2020），2020年12月2日发布，2021年3月1日实施。

#### 1.4.5、污染评估标准

- (1) 《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（2018年6月）(GB36600-2018)；
- (2) 《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- (3) 《上海市建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控与修复方案编制、风险管控与修复效果评估工作的补充规定（试行）》（上海市生态环境局）（2020年3月）。

#### 1.5、调查方法

在产企业土壤及地下水环境自行监测主要参照《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）和《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）中初步调查流程开展，按照相关规范要求对企业进行隐患排查，主要包括以下工作内容：

- 地块资料收集及分析；
- 现场踏勘；
- 人员访谈；
- 企业隐患排查；
- 地块污染初步判断及下一步工作；
- 制定地块初步采样调查方案，监测主要工作如下：

1、本次自行监测在地块内布设 11 个土壤监测点位,对于每个土壤监测点位,在深度 0.2m 处采集一个表层土壤样品;

2、此次自行监测在地块污染风险较高的区域设置 11 个地下水监测点,地下水监测以第一含水层(潜水)为监测重点,监测井深度为 6.0m,建立地下水永久监测井,每个监测井中采集 1 套地下水样品;

3、本项目地块对照点位于厂区内北侧绿化带处,历史上为农田,现状为草坪。该对照点采集 1 个土壤样品作为土壤对照点样品,以及 1 套地下水样品作为地下水对照点样品进行分析;

4、所有采集的土壤和地下水样品均送往实验室进行分析检测,检测项目包括 pH、重金属污染物(砷、镉、六价铬、铜、汞、镍、铅)、石油烃 C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>、挥发性有机污染物、半挥发性有机污染物、硫酸盐。

- 样品采集与分析检测;
- 监测结果分析与初步评估。

## 2、地块概况

### 2.1、地块地理位置

无锡三开高纯化工有限公司位于无锡市国家高新技术产业开发区 B33-A 地块梅育路 116 号，项目东侧隔新庆路为凡润电子，西侧隔新畅路为无锡石播增压器，南侧为三菱树脂及科玛化妆品，北面隔梅育路为盛隆资源再生和宜莱特电子。地块外形近长方形，总占地面积 79354.2m<sup>2</sup>。

地块地理位置图见下图 2.1 所示。



图 2.1 项目地块地理位置图

### 2.2、地块所在区域自然环境概况

#### 2.2.1、气候气象

该区域属北亚带季风候区，气候温和，四季分明，降水丰富。日照充足，霜期短，春季阴湿多雨，冷暖交替，间有寒潮；夏季梅雨明显，酷热期短；秋季受台风影响，秋时旱或连日阴雨相间出现；冬季严寒期短，雨日较少。

近五年来，主导风向为东南风，冬季多西北风，年平均风速 2.6m/s。年平均气温 15.4℃，最高气温 38.9℃，最低气温-12.5℃，年平均气压 1016.5mBar，年平均降雨量 1107mm，相对湿度 79%，无霜期 225 天，日照时数 2092.6 小时，历史上最高年降雨量 1630.7mm（1991 年），最少年降雨量 552.9mm（1978 年）。

#### 2.2.2、地形地貌

建设项目所在地位于无锡新吴区，该区地势低平，平均海拔在 3-5 米之间，

坡度在 3% 以下，地貌属于长江三角洲平原的陆屿部分，有断续起伏的低丘陵围绕。该区域在大地构造上，属南京边缘凹陷印支运动时期大部分地区断块下陷，形成白垩纪构造盆地，尔后继续下降，堆积着深厚的新生界沉积物。本地区的地震基本烈度为 6 度。

### 2.2.3、水文特征

无锡南濒太湖，北枕长江，京航运河穿越而过，地表水丰富，外来水源补给充足，属长江下游太湖水网区。全市共有大小河道 3100 多条，总长 2480 公里。市区河道总长 150 公里，平水期水体容积 800 万立方米。太湖为江南水网中心，面积 2338.1 平方公里，东西宽 56 公里，南北长 68 公里，总蓄水量为 28 亿立方米，年平均吞吐量约 52 亿立方米；京杭运河，全长 1794 公里，其中老运河 12.4 公里，河床宽 30—90 米。因此，无锡地表水较丰富，外来水源补给充足。地下水资源据不完全资料测算，市区储量为 6349 万立方米，年补给量为 6453 万立方米。

无锡地区总体水质污染较为严重。除宜兴横山水库、长江江阴段处于 II—III 类水，其余水体均劣 III 类水。全年有 1.9% 的监测断面（点）符合 II 类水标准，4.7% 的监测断面（点）为 III 类水，9.0% 的监测断面（点）为 IV 类水，15.3% 的监测断面（点）为 V 类水，69.1% 的监测断面（点）劣于 V 类水。

本项目属苏南水网地区，地势坦荡，河网密布，纵横交汇，形成一大水乡特色。具体而言，新吴区外围较大河流有京杭大运河、古运河和伯渎港。区内原有许多小河浜，随着新吴区建设的发展，代之而形成目前的以地块为格局的排水管网系统，雨水和清水则通过雨水管网与京杭大运河等相通，污水管网则经提升泵站与新城水处理厂相接。新区属武澄锡虞水系，附近主要河流为伯渎港、望虞河、京杭运河等，最终纳污水体为京杭运河。

### 2.2.4、地层分布及地下水类型

地质资料《无锡三开高纯化工有限公司二期项目岩土工程勘察报告》（2015 年 7 月）相关内容。

场地土层自上而下共分九个层次，各土层的特征描述与工程特性评价如下：

①-1 层素填土：杂色，含植物根茎，土质不均匀。土层厚度 0.2—2.0 米。

①-2 层淤泥质土：灰色，含植物根茎及大量有机物，仅在本场地暗塘有所分布。土层厚度 0.2-2.4 米。

②-2 层黏土：灰黄色，硬塑状，局部可塑，局部为粉质黏土，含铁锰质结核，有光泽，干强度高，韧性高。暗塘部分局部变薄，土层厚度 1.4—4.2 米。该土层中压缩性，工程地质特性较好。

③层粉土夹粉质黏土：灰黄—灰色，粉土呈稍密状，粉质黏土呈软塑—可塑状，干强度低，韧性低，摇晃反应迅速。全场分布，土层厚度 0.9-2.7 米。该土层中压缩性，工程地质特性一般。

④-1 层粉砂：灰色，呈稍密—中密状，含云母碎屑，干强度低，韧性低，摇晃反应迅速。全场分布，土层厚度 4.5-6.7 米。该土层中压缩性，工程地质特性一般。

④-2 层粉砂：灰色，呈中密—密实状，含云母碎屑，干强度低，韧性低，摇晃反应迅速。全场分布，土层厚度 2.6-5.2 米。该土层中压缩性，工程地质特性一般。

⑤层黏土：灰—灰黄色，硬塑状，局部可塑，局部为粉质黏土，含铁锰质结核，有光泽，干强度高，韧性高。局部揭示，土层厚度 9.6-9.6 米。该土层中压缩性，工程地质特性较好。

⑤T 层粉土：灰黄色，稍密状，干强度低，韧性低，摇晃反应迅速。局部揭示，土层厚度 1.5-2.0 米。该土层中压缩性，工程地质特性较差。

⑥ 层黏土：灰黄—灰色，可塑—硬塑状，稍有光泽，干强度中等，韧性中等。全场分布。该土层中压缩性，工程地质特性一般。本次勘察未揭穿。

### 2.3、地块及相邻地块的历史

根据地块区域历史卫星图判断地块以及周边区域历史概况，从而了解到该地块及周边区域的历史变迁。历史航拍照片资料（来源：Google Earth）见图 2.2。



2004年9月



2005年12月



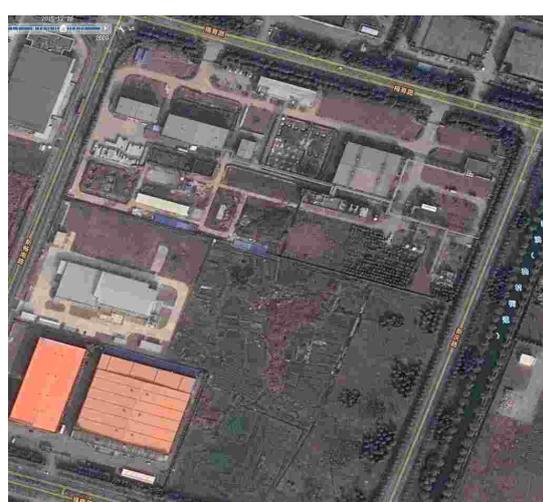
2009年3月



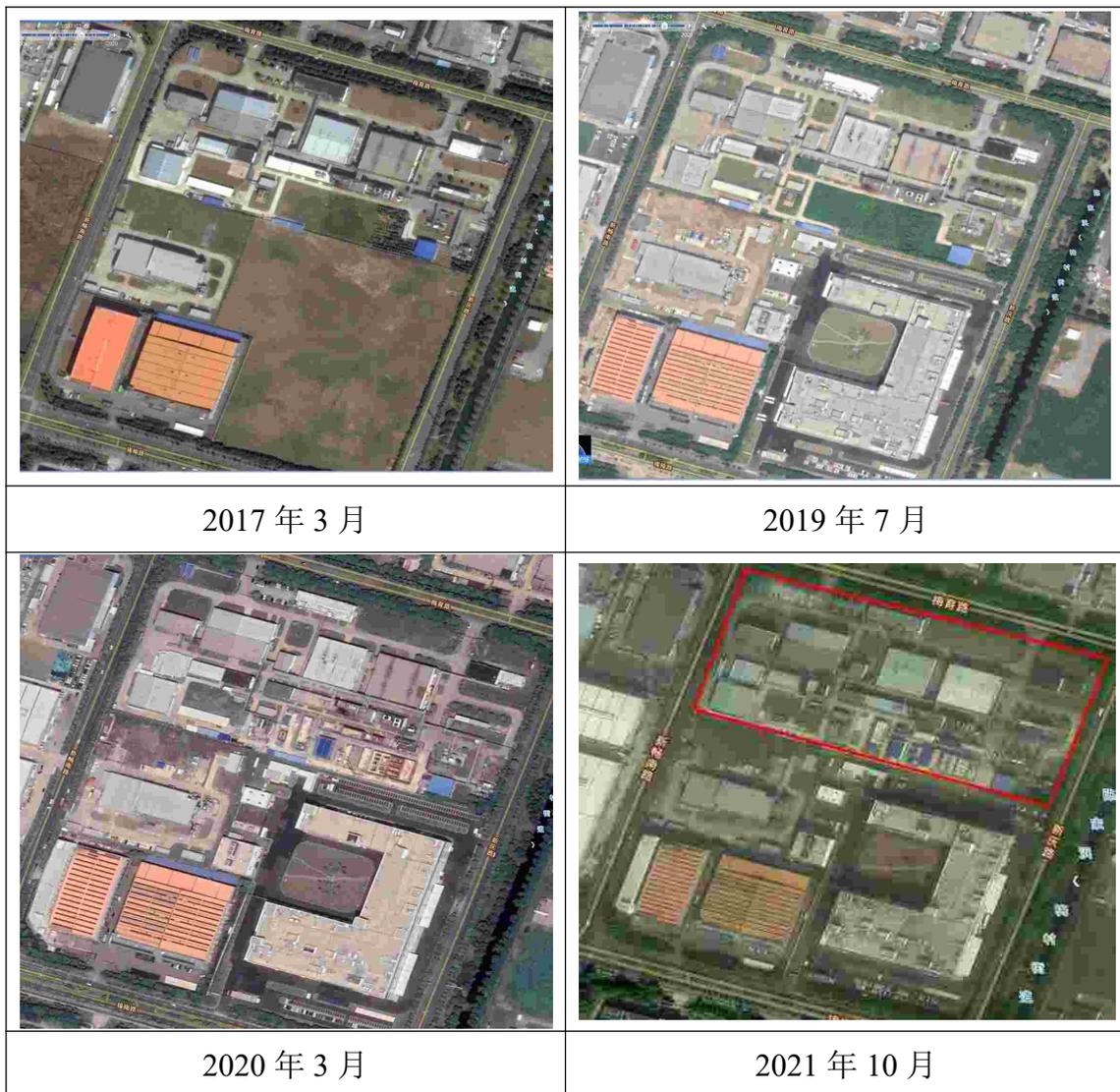
2012年4月



2013年12月



2015年12月



结合历史航拍图，可以得出如下结论：

- (1) 2004年~2005年，项目地块为农田及荒地；
- (2) 2006年~2009年，项目地块建设厂房，项目南侧为空地；
- (3) 2012年4月，项目地块无变化，项目南侧新建厂房；
- (4) 2017年3月项目地块新建2#成品仓库、2#生产车间、2#公用车间
- (5) 2020年3月，项目地块内南侧新建废水处理站；
- (5) 2020年3月至今，项目地块及周边基本无变化。

### 3、资料搜集、人员访谈及现场踏勘

我司在项目前期开展了资料搜集、人员访谈及现场踏勘工作。以下为主要工作内容介绍：

#### 3.1、资料搜集与分析

我司在项目前期从业主和企业方收集到如下项目资料：

表 3.1 资料搜集清单

编号	文件名称	资料来源
1	《年产 1 万吨四甲基氢氧化铵和年产 3 千吨三甲基缩水甘油基氯化铵项目》	无锡三开高纯化工有限公司
2	《年产 1 万吨四甲基氢氧化铵和年产 3 千吨三甲基缩水甘油基氯化铵项目安全评价验收报告》	
3	《年产 1 万吨四甲基氢氧化铵和年产 3 千吨三甲基缩水甘油基氯化铵项目竣工环保验收意见》	
4	《无锡三开高纯化工有限公司二期项目》	
5	《无锡三开高纯化工有限公司二期项目竣工环境保护验收监测报告》	
6	《无锡三开高纯化工有限公司年处理 98500 立方米废水项目》	
7	《无锡三开高纯化工有限公司年处理 98500 立方米废水项目竣工环境保护验收监测报告表》	
8	《无锡三开高纯化工有限公司二期项目岩土工程勘察报告》（2015 年 7 月）	
9	无锡三开高纯化工有限公司雨污管网图	
10	谷歌卫星图	

### 3.2、现场踏勘

我司项目组成员于 2021 年 10 月 20 日对项目地块进行踏勘，踏勘时，地块内主要建筑物正常使用，包括办公楼、生产车间、成品仓库、原料库、各类储罐、废水处理站、危废仓库等，目前均在使用中，现场踏勘过程中未发现地块内各区域有渗漏痕迹，生产车间、仓库、危废仓库、储罐等重点区域均有防渗硬化处理。

### 3.3、人员访谈

现场踏勘过程中，我司工程师对企业工作人员进行了访谈，结果显示，项目地块在 2006 年以前为农田和荒地，2006 年生产厂房建设完成。土地使用权属于无锡三开高纯化工有限公司，主要从事高纯有机季铵盐、有机季铵碱和无机碱的生产，延续至今。地块内自建成生产以来，未发生过环境污染事故。人员访谈表见附件 1。

## 4、 地块污染识别

### 4.1、 地块内用地历史情况

根据搜集到的地块相关资料及人员访谈的内容,对本地块利用历史进行了归纳梳理。地块在 2003 年以前为农田和空地,2006 年生产厂房建设完成。土地使用权属于无锡三开高纯化工有限公司,主要从事高纯有机季铵盐、有机季铵碱和无机碱的生产,延续至今,地块周边区域内的地下水没有进行过开发和利用。

### 4.2、 地块内工业生产时期潜在污染分析

2006 年后,无锡三开高纯化工有限公司在该地块进行生产活动,主要从事主要生产高纯有机季铵盐、有机季铵碱和无机碱。根据无锡三开高纯化工有限公司各年环评及验收报告统计,无锡三开高纯化工有限公司主要原辅料及其年用量见表 4.1。

表 4.1 原辅材料使用情况

序号	原辅材料名称	规格	来源	储运方式	年总用量 (t/a)	备注
1	三甲胺	99%	国内采购	槽车	2825.89	一期项目
2	氯甲烷	99%	国内采购	槽车	1622.65	
3	氢氧化钠	50%	国内采购	槽车	124.02	
4	ECH (环氧氯丙烷)	99%	国内采购	槽车	1665.14	
5	DCP (1,3-二氯-2-丙醇)	99%	国内采购	槽车	16.91	
6	纯水	/	/	/	81859.91	二期项目
7	氯甲烷	99%	国内采购	槽车	119.9	
8	氯乙烷	99%	国内采购	槽车	1161.8	
9	溴丙烷	99%	国内采购	槽车	825.3	
10	溴丁烷	99%	国内采购	槽车	145.6	
11	三甲胺	99%	国内采购	槽车	1090.14	
12	三乙胺	99%	国内采购	槽车	1721.5	

13	三丙胺	99%	国内采购	槽车	940.5		
14	三丁胺	99%	国内采购	槽车	192.9		
15	乙腈	99%	国内采购	槽车	186.371		
16	盐酸金刚烷胺	99%	国内采购	槽车	440.5		
17	氢氧化钠	50%	国内采购	槽车	2560		
18	甲醛	99%	国内采购	槽车	380.3		
19	甲酸	99%	国内采购	槽车	312		
20	环氧氯丙烷	99%	国内采购	槽车	809.6		
21	硫酸（盐酸）	pH 药剂， 浓度以 供应商 实际供 货为准	国内采购	槽车	49.25（折 纯98%计）		年处理 98500 立 方米废水 项目
22	液碱	pH 药剂	国内采购	槽车	197		
23	碳酸氢钠	生化药 剂	国内采购	槽车	59.1		
24	絮凝剂	生化药 剂	国内采购	槽车	98.5		
25	双氧水	AOP 氧 化剂，浓 度 27%	国内采购	槽车	98.5		

#### 4.2.1、 生产工艺流程分析

##### (1) 四甲基氢氧化铵生产工艺流程及产污环节

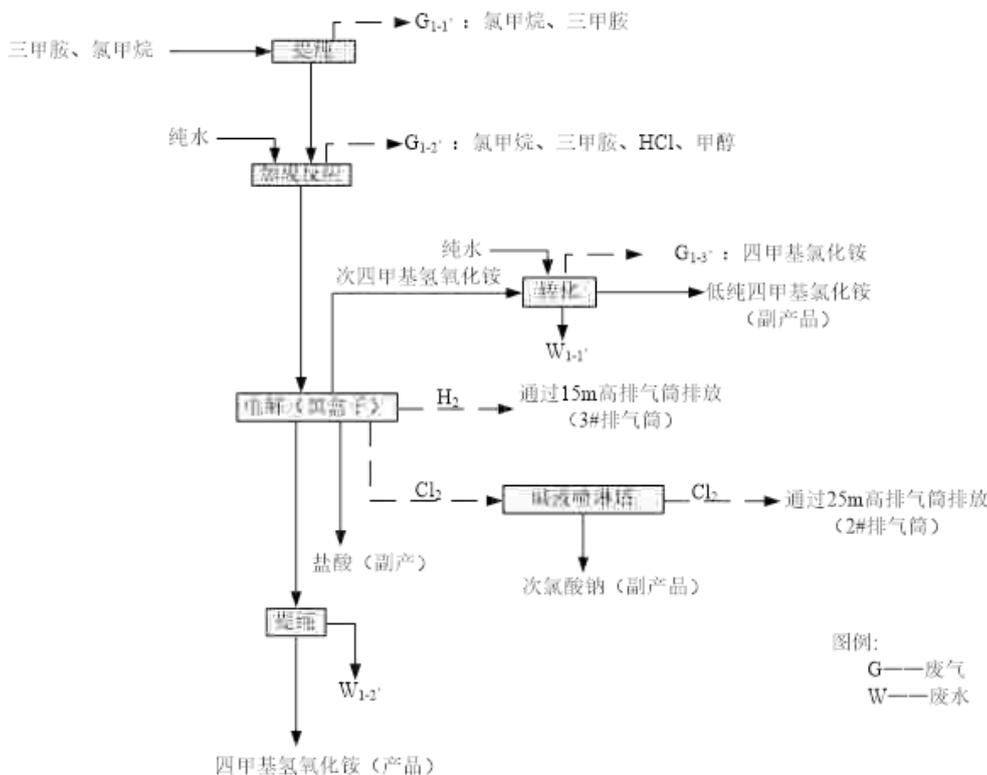


图 4-1 四甲基氢氧化铵生产工艺流程图

流程简述：将反应釜抽真空，泵加三甲胺后缓慢滴加氯甲烷密闭泵入反应釜，同时加入纯水，发生加成放热反应，通过反应釜夹套冷却水控制温度生成高纯四甲基氢氧化铵，然后在黑盒子电解槽中电解生成四甲基氢氧化铵，然后通过蒸发提纯去除其中的水分，达到 25% 的水溶液即为产品。电解过程中会产生次四甲基氢氧化铵，经过转化后生成低纯度四甲基氯化铵作为副产品外售，电解产生的氢气经收集后通过 15m 高排气筒排放，产生的 Cl<sub>2</sub> 通过碱液喷淋塔处理后通过 25m 高 2# 排气筒排放，处理过程中产生副产品次氯酸钠。

(2) 三甲基缩水甘油基氯化铵生产工艺流程及产污环节

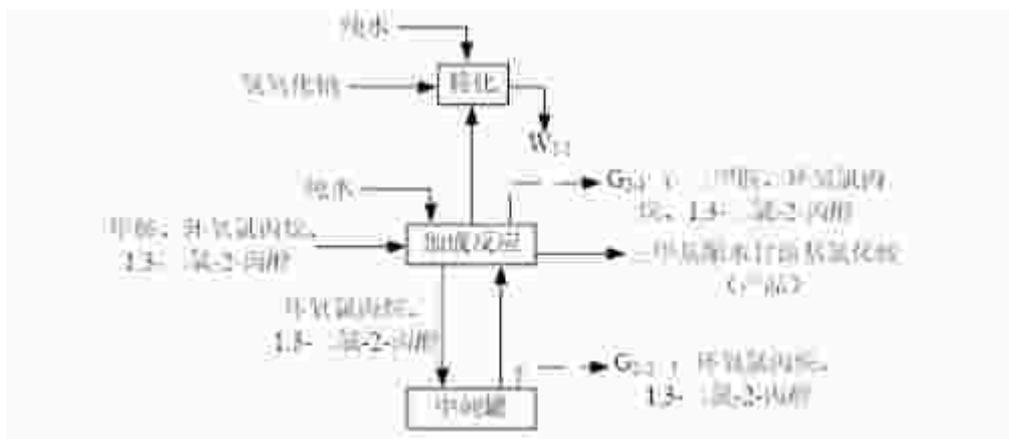


图 4-2 三甲基缩水甘油基氯化铵生产工艺流程图

流程简述：原料为三甲胺、环氧氯丙烷、1,3-二氯-2-丙醇和纯水，原料以间歇形式加入。在常压、22~55℃条件下搅拌混合，进行反应，待反应和搅拌停止后，反应釜内的物料将分成 2 层，先把下面的环氧氯丙烷和 1,3-二氯-2-丙醇层放至中间贮罐供下一批循环使用，然后上面的含水的产品层将继续停留在反应釜内并加热，将其中的环氧氯丙烷、1,3-二氯-2-丙醇脱除至 ppm 的水平，最后泵送至一个 15℃ 的低温贮罐内贮存，整个反应时间约为 12~24 小时，最大处理批次为 1 批/天，反应釜容积为 20m<sup>3</sup>。本工序产生三甲胺、环氧氯丙烷及 1, 3-二氯-2-丙醇废气。

转化装置利用 NaOH 将反应剩余的环氧氯丙烷、1,3-二氯-2-丙醇转化为甘油，含有少量环氧氯丙烷、1,3-二氯-2-丙醇的水溶液将被泵送至该工序，操作条件为 40~50℃，常压，完全反应后，排至废水处理站，本工序会产生废水。

(3) 四丙基溴化铵生产工艺流程及产污环节

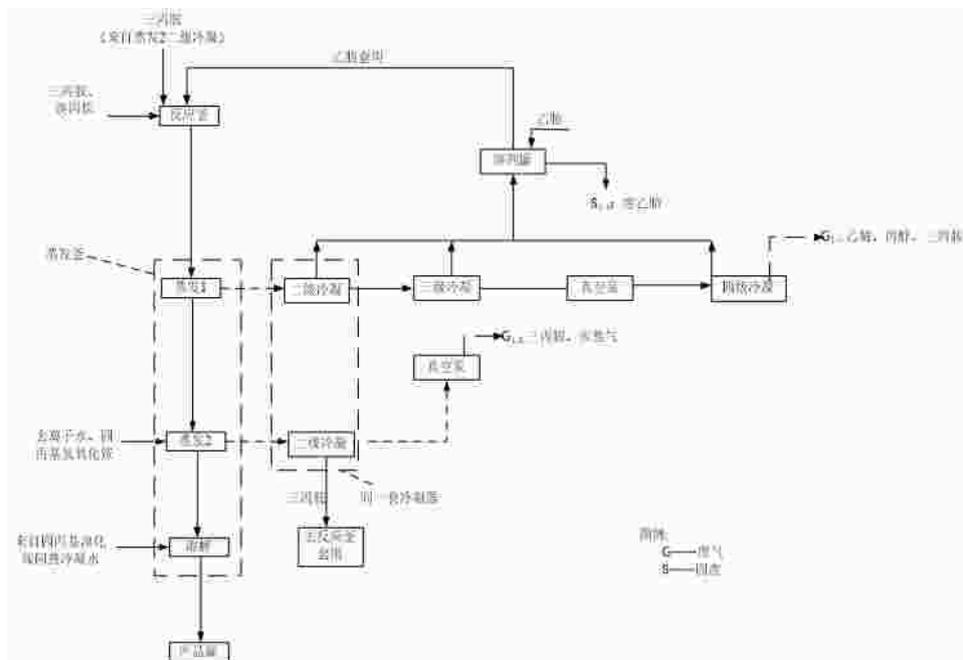


图 4-3 四丙基溴化铵生产工艺流程图

①化合反应：反应釜抽真空至绝压后，停止抽真空。用泵将溶剂罐内的乙腈按照计量的数量一次性打入反应釜，接着用泵将三丙胺按照计量的数量一次性打入反应釜，最后用泵一次性加入溴丙烷，反应生成四丙基溴化铵、丙醇及三丙胺溴酸盐。此化合反应为升温反应，反应压力为 5kg，反应釜完全密闭，反应结束后温度为 105℃，压力 3kg。整个反应需要 18 个小时，反应过程中使用夹套循环水控制温度。此步操作需要 36 小时。此步骤物料投放方式如下：本产品使用的原料三丙胺、溴丙烷、乙腈均为桶装原料，常压常温下储存，用泵打入各物料计量罐。投料过程为密闭。此反应需要在密闭条件下进行，因此反应过程中无废气排放。

②蒸发 1：化合反应完成后，将物料用泵打入蒸发器，在真空绝压条件下，夹套热水加热至温度 101℃，将溶剂乙腈蒸发回收套用。从蒸发器挥发出来的气体通过四级冷凝器冷凝，一级冷凝器为常温二级冷凝器冷凝温度为 5℃，三级、四级冷凝器冷凝温度为-5℃。一级冷凝器采用常温水冷，二、三、四级冷凝器采用乙二醇作为冷媒深冷。冷凝下来的乙腈溶剂通过缓冲罐集中到乙腈溶剂罐，然后套用于化合反应。各级冷凝器的冷凝效率均为 90%。

溶剂经四级冷凝后会有少量不凝气（G1-1）排放，废气主要成分为乙腈、丙醇及三丙胺；此部分真空泵为罗茨螺杆真空泵，因此无废水产生；乙腈循环一定次数后含量达不到要求需要更换，一般 40 个批次更换一次，更换掉的废乙腈（S1-1）作为危废处理。

③蒸发 2：产品中会有少量三丙胺溴酸盐，为产品中不需要的杂质，为了除去这个杂质，继续向蒸发器中加入定量的去离子水与 40%四丙级氢氧化铵，加套

水冷却至 37℃，使副反应生成的杂质转化为产品与原料。反应完成后，抽真空至绝压，热水间接加热至温度 93℃ 的条件下将反应生成的三丙胺蒸发后套用，蒸发时间控制在 5-6h，目的是将反应生成的三丙胺完全蒸出。此时启动一级、二级冷凝器，三级四级冷凝器关闭冷媒，但保持畅通的气路。蒸发结束后，加入定量的去离子水调节至 40% 的水溶液。冷凝器的冷凝效率与蒸发 1 相同。此步骤会有少量不凝气（G1-2）产生，主要成分三丙胺及水蒸气。

④溶解：为使产品的浓度达到 40% 的浓度要求，需要加入定量的水。为节省用水，此处加入四丙基氢氧化铵产品中的闪蒸的冷凝水。

⑤产品罐：二次蒸发完毕后将产品打入产品调节罐。

#### （4）六甲基-2-羟基丙烷-1,3-二氯化铵生产工艺流程及产污环节

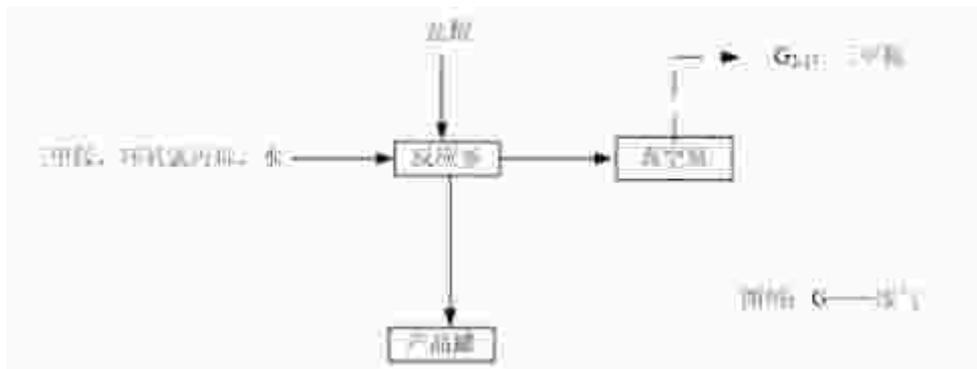


图 4-4 六甲基-2-羟基丙烷-1,3-二氯化铵工艺流程图

此产品生产工艺较简单，为一步化合反应后溶解成 50% 水溶液即可。具体过程如下：

首先开启罗茨螺杆真空泵将反应釜抽真空至 -0.075MPa 以上真空，使用泵按照先加纯水再加三甲胺最后缓慢滴加环氧氯丙烷的顺序一次性加入定量的物料，最后滴加 36% 盐酸控制反应速度及物料的反应率，反应完成后加入定量的纯水调节浓度至 50%。此过程盐酸加入过量，以此控制物料 PH 在 3-6 之间并使反应中的环氧氯丙烷完全反应。由于反应为放热反应，为控制反应温度 < 30℃ 左右，需要采用夹套循环水冷却。本产品使用的原料三甲胺、环氧氯丙烷均以储罐形式存储，储罐及装置采用合适的材料制造。原料储存装置动作由 DCS 系统自动控制，装卸时现场作业人员进行监控，设置紧急切断阀。投料过程无废气产生。反应结

束后取样分析，控制物料中的三丙胺的含量小于 100ppm，含量大于 100ppm 则需要开启真空泵将多余的三甲胺去除，因此会产生少量废气（G2-1），主要污染物为三甲胺，由于三甲胺与 HCl 极易发生反应，因此废气中无 HCl。

(5) 四丙基氢氧化铵生产工艺流程及产污环节

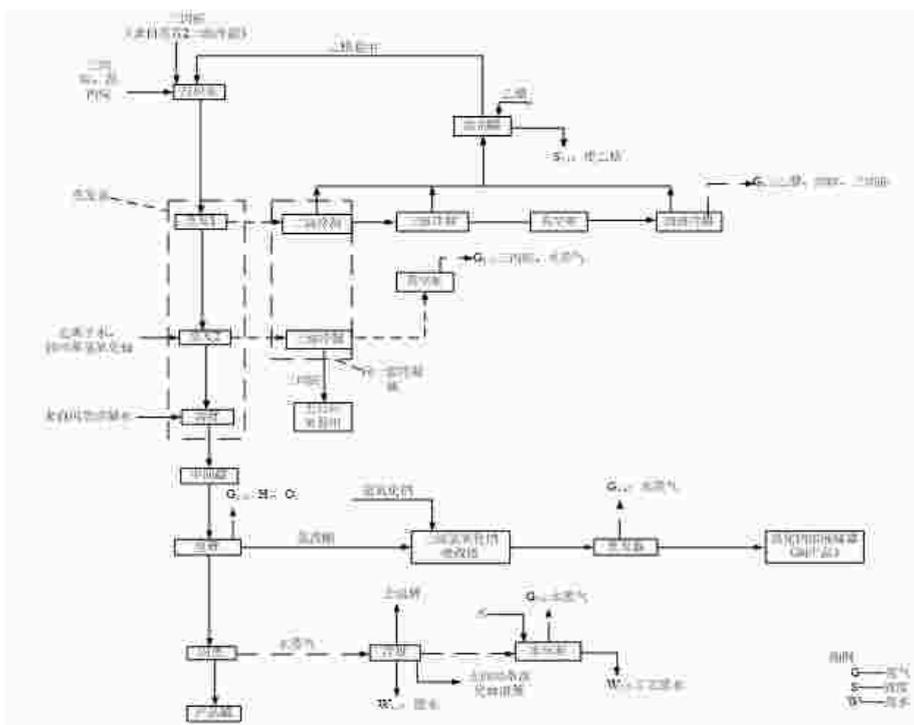


图 4-5 四丙基氢氧化铵工艺流程图

①化合反应：反应釜抽真空至绝压后，停止抽真空。用泵将溶剂罐内的乙腈按照计量的数量一次性打入反应釜，接着用泵将三丙胺按照计量的数量一次性打入反应釜，最后用泵一次性加入溴丙烷，反应生成四丙基溴化铵、丙醇及三丙胺溴酸盐。此化合反应为升温反应，反应压力为 5kg，反应釜完全密闭，反应结束后温度为 105℃，压力 3kg 压力。整个反应需要 18 个小时，反应过程中使用夹套循环水控制温度。此步操作需要 20 小时。此步骤物料投放方式如下：本产品使用的原料三丙胺、溴丙烷、乙腈均为桶装原料，常压常温下储存，用泵打入各物料计量罐。投料过程为密闭。此反应需要在密闭条件下进行，因此反应过程中无废气排放。

②蒸发 1：化合反应完成后，将物料用泵打入蒸发器，在真空绝压条件下，夹套热水加热至温度 101℃，将溶剂乙腈蒸发回收套用。从蒸发器挥发出来的气体通过四级冷凝器冷凝，一级冷凝器为常温二级冷凝器冷凝温度为 5℃，三级、四级冷凝器冷凝温度为-5℃。一级冷凝器采用常温水冷，二、三、四级冷凝器采用乙二醇作为冷媒深冷。冷凝下来的乙腈溶剂通过缓冲罐集中到乙腈溶剂罐，然后套用于化合反应。各级冷凝器的冷凝效率均为 90%。溶剂经四级冷凝后会有少量不凝气（G3-1）排放，废气主要成分为乙腈、丙醇及三丙胺；此部分真空泵为罗茨螺杆真空泵，因此无废水产生；乙腈循环一定次数后含量达不到要求需要更换，一般 40 个批次更换一次，更换掉的废乙腈（S3-1）作为危废处理。

③蒸发 2：产品中会有少量三丙胺溴酸盐，为产品中不需要的杂质，为了除去这个杂质，继续向蒸发器中加入定量的去离子水与 40%四丙级氢氧化铵，加套水冷却至 37℃，使副反应生成的杂质转化为四丙基溴化铵与三丙胺。反应完成后，抽真空至绝压，热水间接加热至温度 93℃的条件下将反应生成的三丙胺蒸发后套用，蒸发时间控制在 5-6h，目的是将反应生成的三丙胺完全蒸出。此时启动一级、二级冷凝器，三级四级冷凝器关闭冷媒，但保持畅通的气路。冷凝器的冷凝效率与蒸发 1 相同。此步骤会有少量不凝气（G3-2）产生，主要成分三丙胺及水蒸气。

④溶解：中间产品四丙基溴化铵需要调节至浓度为 65%水溶液方能进入电解槽黑匣子进行电解，为使中间产品的浓度达到要求，需要加入定量的水。为节省用水，此处加入四丙基氢氧化铵产品中的闪蒸的冷凝水。

⑤电解：65%的四丙基溴化铵通过泵打入黑匣子电解槽进行电解，同时向黑匣子电解槽加入定量的纯水。电解生成产品四丙基氢氧化铵及 HBr，同时水被电解生成氢气和氧气。电解分为四个电解槽：分别为产品槽、原料槽、氢溴酸槽及 NaOH 槽。H<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>（G3-3）在产品槽中生成并释放出来，氢溴酸从氢溴酸电解槽中释放出来，释放出来的氢溴酸使用 50%氢氧化钠中和生成 9.5%溴化钠，然后在 50 度的条件下蒸发至浓度为 17%的溴化钠溶液作为副产出售。不凝气（G3-4）水蒸气通过水环泵排入大气。

⑥闪蒸：产品四丙基氢氧化铵从产品槽中释放出来，此时的产品浓度为 16.8%不能满足要求，需要进入闪蒸釜在绝压-90kpa，热水夹套加热至 65℃的条件下持续将产品中多余的水分蒸发出来，绝压蒸发采用水环泵抽真空。蒸发出来

的水采用常温水冷凝，冷凝下来的水部分回用于本产品溶解工序，部分回用于四丙基溴化铵溶解步骤，多余的水作为废水（W3-1）处理，不凝气（G3-5）水蒸气通过水环泵排入大气。水环泵水封罐持续排放水封水，流量为 20kg/h，此股废水（W3-2）排入废水处理站。闪蒸完成的产品作为成品进入产品罐。

(6) 四乙基氢氧化铵生产工艺流程及产污环节

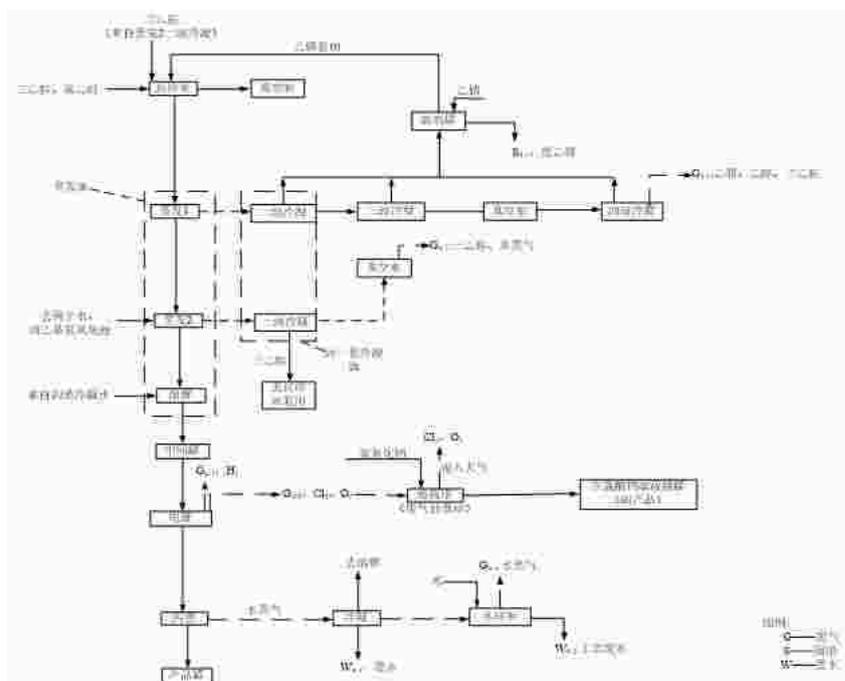


图 4-6 四乙基氢氧化铵工艺流程图

①化合反应：反应釜抽真空至绝压后，停止抽真空。用泵将溶剂罐内的乙腈按照计量的数量一次性打入反应釜，接着用泵将三乙胺按照计量的数量一次性打入反应釜，最后用泵逐步滴加氯乙烷，反应生成四乙基氯化铵、丙醇和三乙胺盐酸盐。此化合反应为升温反应，反应压力为 5kg，反应釜完全密闭，反应结束后温度为 105℃，压力 3kg 压力。整个反应需要 18 个小时，反应过程中使用夹套循环水控制温度。此步操作需要 35 小时。此步骤的物料投放方式如下：本产品使用的原料三乙胺、氯乙烷以储罐形式存储。原料储存装置动作由 DCS 系统自动控制，装卸时现场作业人员进行监控，设置紧急切断阀。乙腈为桶装原料，常压常温下储存，用泵打入计量罐。此反应需要在密闭条件下进行，因此反应过程中无废气排放。

②蒸发 1: 化合反应完成后, 将物料用泵打入蒸发器, 在真空绝压条件下, 夹套热水加热至温度 101℃, 将溶剂乙腈蒸发回收套用。从蒸发器挥发出来的气体通过四级冷凝器冷凝, 一级冷凝器为常温二级冷凝器冷凝温度为 5℃, 三级、四级冷凝器冷凝温度为-5℃。一级冷凝器采用常温水冷, 二、三、四级冷凝器采用乙二醇作为冷媒深冷。冷凝下来的乙腈溶剂通过缓冲罐集中到乙腈溶剂罐, 然后套用于化合反应。各级冷凝器的冷凝效率均为 90%。溶剂经四级冷凝后会有少量废气 (G4-1) 排放, 废气主要成分为乙腈、乙醇及三乙胺; 此部分真空泵为罗茨螺杆真空泵, 因此无废水产生; 乙腈循环一定次数后含量达不到要求需要更换, 一般 40 个批次更换一次, 更换掉的废乙腈 (S4-1) 作为危废处理。

③蒸发 2: 产品中会有少量三乙胺盐酸盐, 为产品中不需要的杂质, 为了除去这个杂质, 继续向蒸发器中加入定量的去离子水与产品四乙级氢氧化铵, 加套水冷却至 37℃, 使副反应生成的杂质转化为四乙基氯化铵与三乙胺。反应完成后, 抽真空至绝压, 热水间接加热至温度 93℃的条件下将反应生成的三乙胺蒸发后套用, 蒸发时间控制在 5-6h, 目的是将反应生成的三乙胺完全蒸出。此时启动一级、二级冷凝器, 三级四级冷凝器关闭冷媒, 但保持畅通的气路。冷凝器的冷凝效率与蒸发 1 相同。此步骤会有少量废气 (G3-2) 产生, 主要成分三乙胺及水蒸气。

④溶解: 中间产品四乙基氯化铵需要调节至浓度为 50%水溶液方能进入电解槽黑匣子进行电解, 为使中间产品的浓度达到要求, 需要加入定量的水。为节省用水, 此处加入四乙基氢氧化铵产品中的闪蒸的冷凝水。

⑤电解: 50%的四乙基氢氧化铵通过泵打入黑匣子电解槽进行电解, 同时向黑匣子电解槽加入定量的纯水。在产品槽中生成并释放出来, Cl<sub>2</sub>、O<sub>2</sub> (G4-4) 从原料槽中释放出来, 释放出来的 Cl<sub>2</sub> 进入废气处理系统的两级氢氧化钠中和罐吸收生成的次氯酸钠作为副产品出售, 未被吸收的少量 Cl<sub>2</sub> 进入大气。

⑥闪蒸: 产品四乙基氢氧化铵从产品槽中释放出来, 此时的产品浓度为 15% 不能满足要求, 需要进入闪蒸釜在绝压-90kpa, 热水夹套加热至 65℃的条件下持续将产品中多余的水分蒸发出来, 绝压蒸发采用水环泵抽真空。蒸发出来的水采用常温水冷冷凝, 冷凝下来的水部分回用于本产品溶解工序, 多余的水作为废水 (W4-1) 采用离子交换树脂处理后回用于一期产生的生产, 不凝气 (G4-5) 水蒸气通过水环泵排入大气。水环泵水封罐持续排放水封水, 流量为 20kg/h, 此股

废水（W4-2）排入废水处理站。闪蒸完成的产品作为成品进入产品罐。

(7) 四丁基氢氧化铵生产工艺流程及产污环节

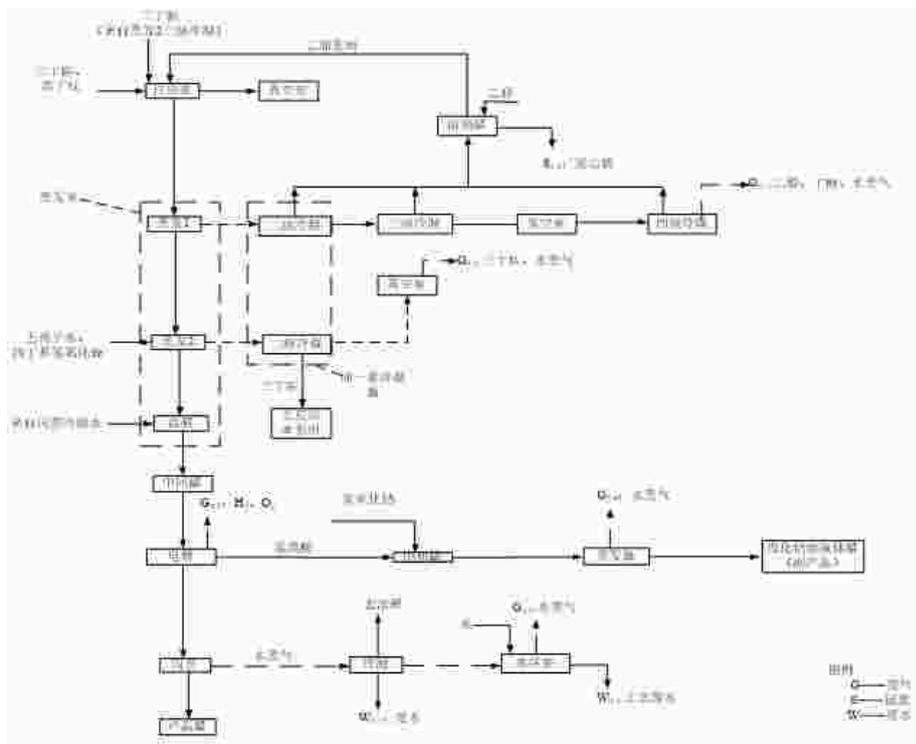


图 4-7 四丁基氢氧化铵工艺流程图

①化合反应：反应釜抽真空至绝压后，停止抽真空。用泵将溶剂罐内的乙腈按照计量的数量一次性打入反应釜，接着用泵将三丁胺按照计量的数量一次性打入反应釜，最后用泵一次性加入溴丁烷，反应生成四丁基溴化铵、丁醇及三丁胺溴酸盐。此化合反应为升温反应，反应压力为 5kg，反应釜完全密闭，反应结束后温度为 105℃，压力 3kg 压力。整个反应需要 10 个小时，反应过程中使用夹套循环水控制温度。此步操作需要 12 小时。

投料方式如下：本产品使用的原料三丁胺、溴丁烷和溶剂乙腈均采用桶装储存，储存条件为：常压、温度小于 30℃。使用时用泵打入各物料计量罐。此反应需要在密闭条件下进行，因此反应过程中废气排放。

②蒸发 1：化合反应完成后，将物料用泵打入蒸发器，在真空绝压条件下，夹套热水加热至温度 101℃，将溶剂乙腈蒸发回收套用。从蒸发器挥发出来的气体通过四级冷凝器冷凝，一级冷凝器为常温，二级冷凝器冷凝温度为 5℃，三级、四级冷凝器冷凝温度为-5℃。一级冷凝器采用常温水冷，二、三、四级冷凝器采

用乙二醇作为冷媒深冷。冷凝下来的乙腈溶剂通过缓冲罐集中到乙腈溶剂罐，然后套用于化合反应。各级冷凝器的冷凝效率均为 90%。

溶剂经四级冷凝后会有少量不凝气（G5-1）排放，废气主要成分为乙腈、丁醇；此部分真空泵为罗茨螺杆真空泵，因此无废水产生；乙腈循环一定次数后含量达不到要求需要更换，一般 40 个批次更换一次，更换掉的废乙腈（S5-1）作为危废处理。

③蒸发 2：产品中会有少量三丁胺溴酸盐，为产品中不需要的杂质，为了除去这个杂质，继续向蒸发器中加入定量的去离子水与 55%四丁级氢氧化铵，加套水冷却至 37℃，使副反应生成的杂质转化为四丁基溴化铵与三丁胺。反应完成后，抽真空至绝压，热水间接加热至温度 93℃的条件下将反应生成的三丁胺蒸发后套用，蒸发时间控制在 5-6h，目的是将反应生成的三丁胺完全蒸出。此时启动一级、二级冷凝器，三级四级冷凝器关闭冷媒，但保持畅通的气路。冷凝器的冷凝效率与蒸发 1 相同。

此步骤会有少量不凝气（G5-2）产生，主要成分三丁胺及水蒸气。

④溶解：中间产品四丁基溴化铵需要调节至浓度为 66%水溶液方能进入电解槽黑匣子进行电解，为使中间产品的浓度达到要求，需要加入定量的水。为节省用水，此处加入四丁基氢氧化铵产品中的闪蒸的冷凝水。

⑤电解：66%的四丁基溴化铵通过泵打入黑匣子电解槽进行电解，同时向黑匣子电解槽加入定量的纯水。电解生成产品四丁基氢氧化铵及 HBr，同时水被电解生成氢气和氧气。电解方程式如下：

电解分为四个电解槽：分别为产品槽、原料槽、氢溴酸槽及 NaOH 槽。H<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>（G5-3）在产品槽中生成并释放出来，氢溴酸从氢溴酸电解槽中释放出来，释放出来的 8.1%的氢溴酸使用 50%氢氧化钠中和生成 9.5%溴化钠，然后在 50 度的条件下蒸发至浓度为 17%的溴化钠溶液作为副产出售。

⑥闪蒸：产品四丙基氢氧化铵从产品槽中释放出来，此时的产品浓度为 16.8%不能满足要求，需要进入闪蒸釜在绝压-90kpa，热水夹套加热至 65℃的条件下持续将产品中多余的水分蒸发出来，绝压蒸发采用水环泵抽真空。蒸发出来的水采用常温水冷冷凝，冷凝下来的水部分回用于本产品溶解工序，多余的水作为废水（W5-1）处理，不凝气（G5-5）水蒸气通过水环泵排入大气。水环泵水封罐持续排放水封水，流量为 20kg/h，此股废水（W5-2）排入废水处理站。闪

蒸完成的产品作为成品进入产品罐。

#### (8) 乙基三甲基氢氧化铵生产工艺流程及产污环节

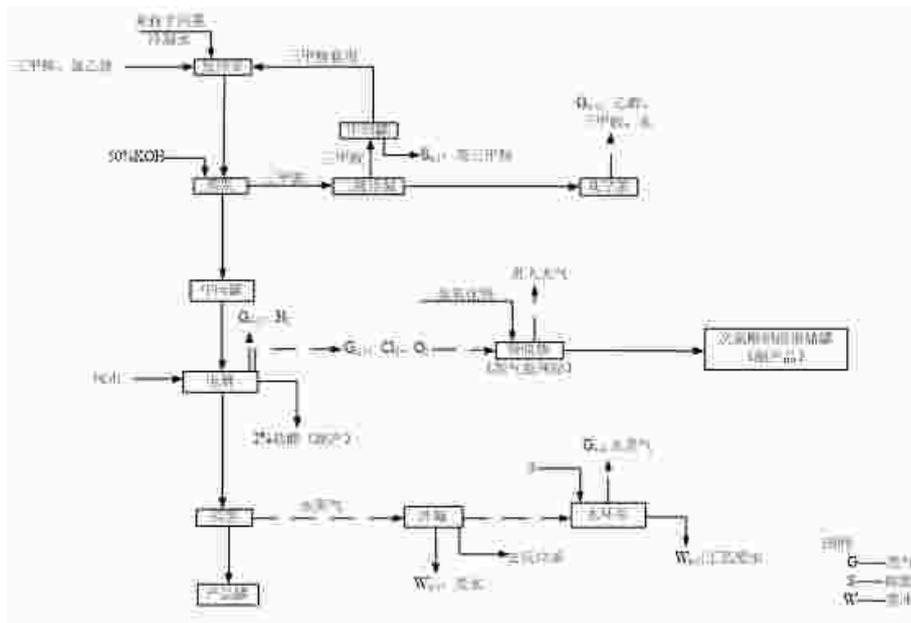


图 4-8 乙基三甲基氢氧化铵工艺流程图

①化合反应：反应釜抽真空至绝压后，停止抽真空。用泵将三甲胺按照计量的数量一次性打入反应釜，然后用泵逐步滴加氯乙烷，最后加入定量的纯水，反应生成乙基三甲基氯化铵、乙醇及三甲胺盐酸盐。此化合反应为升温反应，反应压力为 5kg，反应釜完全密闭，反应结束后温度为 105℃，压力 3kg 压力。整个反应需要 10 个小时，反应过程中使用夹套循环水控制温度。此步操作需要 11 小时。

物料投加方式如下：本产品使用的原料三甲胺、氯乙烷均以储罐形式存储。原料储存装置动作由 DCS 系统自动控制，装卸时现场作业人员进行监控，设置紧急切断阀。

此反应需要在密闭条件下进行，因此反应过程中无废气排放。为了节省用水，此处的纯水使用此产品的闪蒸冷凝水。

②蒸发：产品中会有少量三甲胺盐酸盐，为产品中不需要的杂质，为了除去这个杂质，继续向蒸发器中加入定量的去离子水与 50%的 KOH，加套水冷却至 37℃，使副反应生成的杂质转化为三甲胺。反应完成后，抽真空至绝压，热水间接加热至温度 93℃的条件下将反应生成的三甲胺蒸发后套用，蒸发时间控制在 5-6h，目的是将反应生成的三甲胺完全蒸出。此处使用二级冷凝，一级冷凝器为

常温，二级冷凝器冷凝温度为 5℃，二冷凝器采用乙二醇作为冷媒深冷，冷凝下来的三甲胺溶剂通过缓冲罐集中到中间罐，然后套用于化合反应。各级冷凝器的冷凝效率均为 90%。

蒸发出来的三甲胺经二级冷凝后会有少量不凝气（G6-1）排放，废气主要成分为三甲胺、乙醇，通过与冷凝器连接的真空泵排放；此部分真空泵为罗茨螺杆真空泵，因此无废水产生；三甲胺循环一定次数后含量达不到要求需要更换，更换掉的三甲胺（S6-1）作为四甲基氯化铵生产的基础原料使用。

③电解：蒸发完的中间产品通过泵打入黑匣子电解槽进行电解，同时向黑匣子电解槽加入定量的纯水。

电解分为四个电解槽：分别为产品槽、原料槽、硝酸槽、盐酸槽。H<sub>2</sub>（G6-2）在产品槽中生成并释放出来，Cl<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>（G6-4）从原料槽中释放出来，释放出来少量的 Cl<sub>2</sub> 进入废气处理系统的第二级氢氧化钠中和罐吸收生成的次氯酸钠作为副产品出售，未被吸收的少量 Cl<sub>2</sub> 进入大气。同时从盐酸电解槽释放出 2%的盐酸作为副产出售。

④闪蒸：产品乙基三甲基氢氧化铵从产品槽中释放出来，此时的产品浓度为 16.8%不能满足要求，需要进入闪蒸釜在绝压-90kpa，热水夹套加热至 65℃的条件下持续将产品中多余的水分蒸发出来，绝压蒸发采用水环泵抽真空。蒸发出来的水采用常温水冷冷凝，冷凝下来的水部分回用于本产品化合反应工序，多余的水作为废水（W6-1）处理，不凝气（G6-5）水蒸气通过水环泵排入大气。水环泵水封罐持续排放水封水，流量为 20kg/h，此股废水（W6-2）排入废水处理站。闪蒸完成的产品作为成品进入产品罐。

#### （9）三甲基金刚烷基氢氧化铵生产工艺流程及产污环节

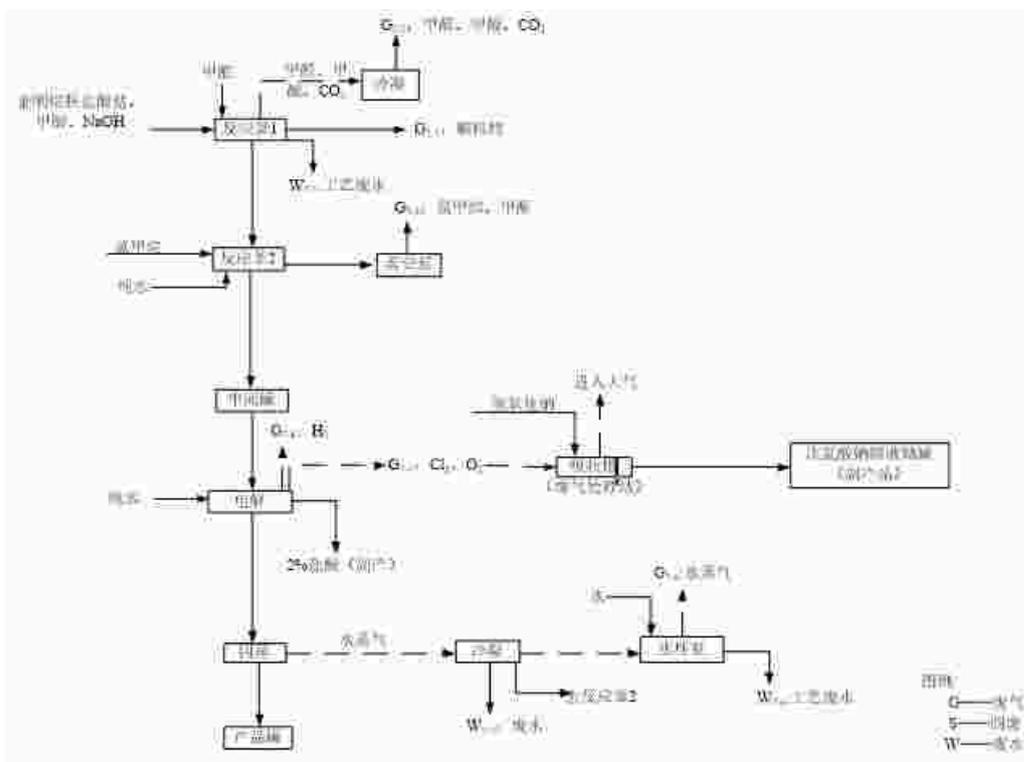


图 4-9 三甲基金刚烷基氢氧化铵工流程图

①化合反应 1:

将固体状态的金刚烷胺盐酸盐人工一次性的加入反应釜，然后用泵依次将 85%甲酸、50%NaOH 泵入到反应釜，然后使用热水升温至 75 度，在常压下用泵及计量装置滴加 37%的甲醛，使反应生成二甲基金刚烷胺，此反应 NaOH 过量促使其他物质反应完全。此反应热水来自蒸汽换热，为夹套间接加热。反应在正压下进行，反应釜排气孔安装常温水冷冷凝器，反应釜挥发出来的甲酸、甲醛等污染物大部分冷凝后回流至反应釜继续反应，少量不凝气通过与冷凝器连接的真空泵排放（G7-2）。原料金刚烷胺盐酸盐为粉末状晶体，因此在装料过程中会产生少量颗粒物（G7-1）。此步骤需要 30h 完成。

反应生成的二甲基金刚烷胺为不溶于水的物质，在反应釜中会分层而浮于上层，为了保证中间产物的纯度，将中间混合层及下层水层放出作为废水处理（W7-1）。

②化合反应 2: 反应生成的物料通过泵打入到反应釜 2，在常压下用泵将氯甲烷加入到反应釜 2 反应生成三甲基金刚烷基氯化铵。反应为升温反应，使用循

环水间接冷凝，控制温度在  $70^{\circ}\text{C}$ ，此反应氯甲烷过量。为去除多余的氯甲烷加入过量的产品 25% 的三甲基金刚烷基氢氧化钠，使氯甲烷反应生成三甲基金刚烷基氯化铵。整个反应需要 20h。反应方程式如下：

由于反应在正压下进行，整个反应过程为密闭的，反应生成的甲醇及少量物料氯甲烷待反应结束后通过真空泵抽出（G7-3）。

③电解：蒸发完的中间产品通过泵打入黑匣子电解槽进行电解，同时向黑匣子电解槽加入定量的纯水。电解方程式如下：

电解分为四个电解槽：分别为产品槽、原料槽、硝酸槽、盐酸槽。H<sub>2</sub>（G7-4）在产品槽中生成并释放出来，Cl<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>（G7-5）从原料槽中释放出来，释放出来少量的 Cl<sub>2</sub> 进入废气处理系统的第二级氢氧化钠中和罐吸收生成的次氯酸钠作为副产品出售，未被吸收的少量 Cl<sub>2</sub> 进入大气。同时从盐酸电解槽释放出 2% 的盐酸作为副产出售。

④闪蒸：产品乙基三甲基氢氧化铵从产品槽中释放出来，此时的产品浓度为 16.8% 不能满足要求，需要进入闪蒸釜在绝压 -90kpa，热水夹套加热至  $65^{\circ}\text{C}$  的条件下持续将产品中多余的水分蒸发出来，绝压蒸发采用水环泵抽真空。蒸发出来的水采用常温水冷冷凝，冷凝下来的水部分回用于本产品化合反应工序，多余的水作为废水（W7-2）处理，不凝气（G7-6）水蒸气通过水环泵排入大气。水环泵水封罐持续排放水封水，流量为 20kg/h，此股废水（W7-3）排入废水处理站。

闪蒸完成的产品作为成品进入产品罐。

#### （10）高纯氢氧化钠生产工艺流程及产污环节

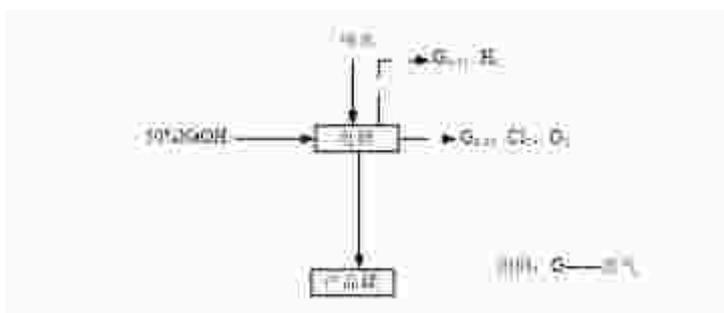


图 4-10 高纯氢氧化钠 32% 水溶液工艺流程图

工艺流程说明：将购买来的 50%NaOH 溶液加入电解槽，在一定的直流电条件下将溶液中微量的氯离子电解去除，提高产品的纯度。电解过程中会产生 H<sub>2</sub>

(G8-1) 及微量的 Cl<sub>2</sub> 和氧气 (G8-2)。

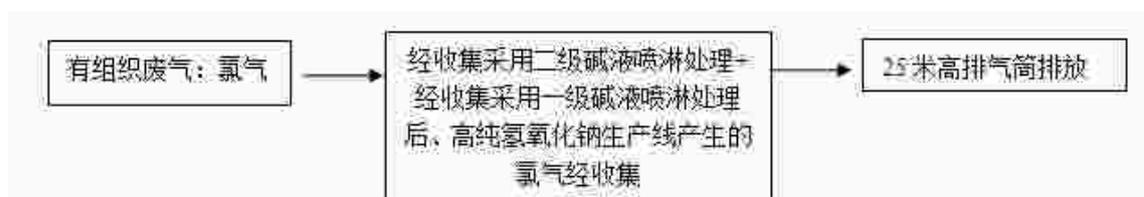
#### 4.2.2、生产过程废物产生情况：

##### 4.2.2.1 废气

(1) 企业生产过程中产生的颗粒物、甲醇、甲醛、三甲胺、VOCs 经收集采用酸洗+水洗+活性炭吸附+低温等离子处理后由一根 15 米高 1#排气筒排放。



(2) 四乙基氢氧化铵生产线电解槽产生的氯气经收集采用二级碱液喷淋处理后、乙基三甲胺氢氧化铵生产线和三甲基金刚烷基氢氧化铵生产线产生的氯气经收集采用一级碱液喷淋处理后、高纯氢氧化钠生产线产生的氯气经收集后，一并经 25 米高 2#排气筒排放。



(3) 废水处理站，其中包括各种污水池、污泥干化设备、三效蒸发装置产生的有机挥发物、原发性恶臭气体，本项目废水收集及生化单元所有池体均密闭加盖（现浇池顶封闭和集气罩结合使用），收集废气经管道接入一套酸喷淋+碱喷淋+收雾器+二级活性炭吸附装置处理后尾气经一根 15 米高 4#排气筒排放。



##### 4.2.2.2 废水

项目生活污水经化粪池预处理后接管梅村水处理厂，生产过程中产生的工艺废水、废气吸收废水、产品蒸发冷凝水、水环泵废水、地面、设备冲洗废水及储罐喷淋水等经厂内污水处理站采用“ABR 厌氧+LBQ 氧化+反硝化+BAF 脱氮+AOP 催化氧化”的生化组合工艺处理，最终 RO 出水部分回用于废水站膜冲洗用水和废气处理用水，剩余部分达接管要求后接管排入梅村水处理厂。

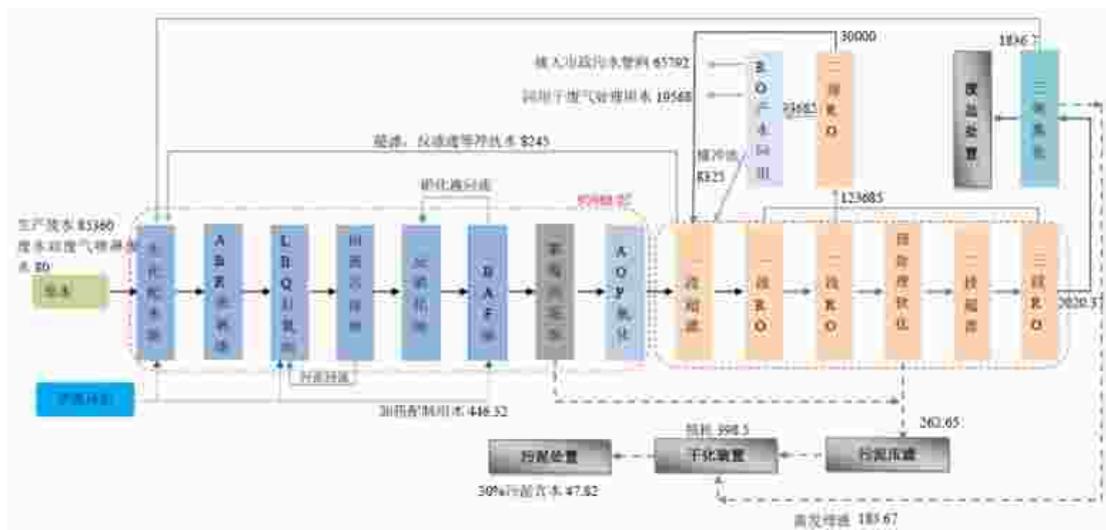


图 4.11 废水处理工艺流程图

废水处理工艺为：

**LABRADOR 厌氧工艺：**LBQ-ABR 是将微生物筛选技术与厌氧反应器工程技术结合起来的一项新型厌氧技术，LBQ-ABR 厌氧反应器是针对高浓度含盐有机化工废水处理研制的高效生物反应器装置，反应器内添加了高效复合微生物和扩孔改性的颗粒活性炭及火山岩。通过优化菌种和载体及传质方式，使该反应器可以适用低温、高硫酸盐和高毒性等多种恶劣环境，能够在较高的容积负荷情况下取得满意的去除效率。其采用的折流板厌氧（Amacrobic Baffed Reactor）是一种新型的厌氧污泥层生物处理工艺，可以处理各种适用厌氧反应器处理的废水。

**LBQ-好氧：**LBQ-好氧生物处理技术是在传统好氧生化基础上对填料结构以及菌种上的升级优化，采用具有丰富孔系的多孔性载体填料做为流化床填料，采用专业生化填料绳做为固定床填料，流化床填料主要为载体型粉末活性炭（40-100 目）。利用载体型活性炭丰富的孔系以及巨大的比表面积，固载生化好氧池中的微生物（复合菌群），使整个好氧生化系统生物载有量远超常规好氧生化填料的附载能力。在通过固定床生物绳的作用下固载流化床填料，从而可以大大提高整个好氧系统的处理能力。在改进填料结构的同时，对好氧生物菌也进行升级换代，采用目前根据化工行业废水高浓度、高毒性、高盐分、种类多波动大等一系列特点，开发出具有能承受高负荷、耐冲击、高耐盐、抗毒性强，适

应性强的具有针对性的优势生物菌群--LBQ 好氧生物菌。通过不同种类优势菌群的联合作用来达到对化工废水的彻底降解。在好氧池中投加蓝必清高效复合好氧菌和载体，（LBQ-好氧：40-100 目）。二者结合使活性炭的吸附作用及蓝必清复合菌的降解作用进行有机结合，有效去除废水中的有机物，降低了废水中的污染物的含量，达到净化废水的目的。

LBQ-好氧池出水通过沉淀实现泥水分离，菌种全部回流进入好氧系统，从而维持整个好氧系统生物菌的稳定。

**曝气生物滤池：**曝气生物滤池中装填一定量规整生物填料，滤料表面生长着高活性的生物膜，滤池内部曝气。污水流经时利用滤料的高比表面积带来的高浓度生物膜的氧化降解能力对污水进行快速净化。同时，污水流经时，滤料呈压实状态，利用滤料多孔性的特点及生物膜的生物絮凝作用，截留污水中的悬浮物。

**AOP 催化氧化技术：**AOP 催化氧化技术是蓝必盛公司从国外引进的又一项高级氧化技术，该技术通过对核心反应器进行独特的结构设计，使得反应用氧化剂是 O<sub>3</sub> 和 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 在整个氧化体系进行充分快速反应，激发出大量的羟基自由基，充分利用产生的羟基自由基对水体内残存的生物难降解有机污染因子进行快速破解，从而达到出水达标排放的目标。AOP 催化氧化系统并不是全天 24 小时开启，开启条件为生化出水 COD 高于 250。系统开机之前需要对进出口阀门、管道、流量计等做一系列检查，系统臭氧发生器正常运行后，每 2H 巡检一次，需要注意的是 AOP 车间开启时，必须先将四周的轴流风机开启，防止由于制氧机开启的缘故导致车间内氧气浓度低于正常值。轴流风机开启时，必须将门窗打开，阻止车间内形成低压状态。

**超滤系统：**超滤系统包括超滤装置、反洗装置、压缩空气储罐和反洗泵等设备。超滤膜分离技术具有占地面积小、出水水质好、自动化程度高等特点，本方案中预处理系统的主要处理装置为超滤装置，超滤膜采用材质为 PVDF 的中空纤维，其表面活化层致密，支撑层为海绵状网络结构，故耐压、抗污染、使用寿命长，且能长期保证产水水质，对胶体、悬浮颗粒、色度、浊度、细菌、大分子有机物具有良好的分离能力。超滤膜需更换时由生产厂家负责更换与回收。

**反渗透系统：**反渗透（RO）是一种借助于选择透过（半透过）性膜的功能，

以压力差为推动力的膜分离技术，当系统中所加的压力大于溶液渗透压时，水分子不断地透过膜，经过产水流道流入中心管，然后在出水端流出，进水中的杂质，如：离子、有机物、细菌、病毒等被截留在膜的进水侧，然后在浓水出水端流出，从而达到分离净化目的。反渗透膜需更换时由生产厂家负责更换与回收。

**三效蒸发系统：**真空度状态下，开启原料液进料泵，使物料经预热器通过液位自动控制系统进入第 I 效分离器，第 I 效分离室内物料液位在循环泵的作用下升高；第 I 效分离室内物料液位升高的同时，第 I 效分离室内部分物料在转料泵的作用下通过液位自动控制系统进入第 II 效循环管，第 II 效分离室内物料液位在转料泵的作用下升高；第 II 效分离室内部分物料在循环泵的作用下通过液位自动控制系统进入第 III 效循环管，第 III 效分离室内物料液位在循环泵的作用下升高；I、II、III 效分离室结晶室内物料在液位自动控制系统的作用下，各效分离室结晶室内的物料液位被设定在适当的参数范围内，并达到设计液位。当第 III 效结晶室内物料达到用户所需的浓度时，控制系统自动开启出料泵进行出料，带有大量结晶的浓缩液从结晶分离器底部排料至离心机进行分离。离心后的结晶打包，离心后的母液进入母液罐，与原料一起预热后返回系统继续进行蒸发浓缩，部分高沸、高 COD 母液排出系统。

**废水处理各工艺段开启条件**

处理单元	508 生化出水指标（单位：mg/L）			
	COD<50 T-N<15 氨氮<5 总磷<0.5	0<COD<250 15<T-N<100 5<氨氮<100 总磷>0.5	COD>250 T-N<15 氨氮<5 总磷<0.5	COD>250 15<T-N<100 5<氨氮<100 总磷>0.5
506AOP 氧化处理	×	×	√	√
507 膜单元处理	×	√	×	√
502 三效蒸发处理	×	√	×	√

备注	“√”：需要开启，“×”不需开启。
----	-------------------

#### 4.2.2.3 固废

公司一期、二期项目固废产生及利用处置方式情况

污染物名称	危废 编号	危废代码	实际产生量 (t/a)	处理处置 方式	堆场要求及设 计能力
废三甲胺	HW11	900-013-11	4.8155	回用于生产	129m <sup>2</sup>
20%四乙基氯化铵	HW49	900-046-49	0.85		
废树脂	HW13	900-015-13	0.22	委托泰州市惠 明固废处置有 限公司	
废气处理废活性炭	HW49	900-039-49	1.88		
废水处理活性炭	HW49	900-039-49	0.62		
检修过程的清釜残液	HW06	900-404-06	0		
废乙腈	HW06	900-404-06	0		
含有化学品的废工作 服、手套等劳保用品	HW49	900-041-49	1.5		
废机油	HW08	900-249-08	0.0374		
吸附化学品的废滤芯	HW49	900-041-49	0.4533		
化学品包装桶 或包装袋	HW49	900-041-49	1.6729		
包装桶			130		
生活垃圾	/	/	3.3	环卫清运	若干带盖垃圾 桶

公司废水技改项目固废产生及利用处置方式情况

序号	固体废物名称	属性	废物代码 (2021)	实际产生量 (t/a)	利用处置方 式	暂存场所 面积
1	结晶盐	危险固 废	HW49 772-006-49	35	与盐城淇岸 环境科技有 限公司签订	129m <sup>2</sup>
2	污泥		HW49	20		

			772-006-49		处置协议	
3	废过滤膜		HW49 900-041-49	0		
4	废活性炭（颗粒、纤维）		HW49 900-039-49	1.35	与泰州市惠明固废处置有限公司签订回收处置协议	
5	生活垃圾（全厂）	一般城市固废	/	13.45	与无锡市保泰保安服务有限公司签订服务合同	若干带盖垃圾桶

公司产生的危险废物分区分类存放于危废仓库内，危废仓库面积 129 平方米，采取防雨、防渗措施。危废由相应处置单位运出，运输过程注意采取防止跑冒滴漏措施。

#### 4.2.3、污染可能来源分析

##### （1）生产过程发生跑冒滴漏

无锡三开高纯化工有限公司使用的原辅材料涉及大量化学品，在生产过程中因为生产设备部件老化、操作错误等原因造成跑冒滴漏，造成车间内土壤和地下水污染。

##### （2）三废处理和运输过程可能发生泄漏

无锡三开高纯化工有限公司产生废气、废水和危险废物，若废气吸收没有完全，可能存在废气通过多种途径最终进入地块内土壤和地下水中，危害地下环境质量。一旦危险废物及废水在储存及运输过程中发生泄漏，可能通过地表下渗或者雨水冲刷等方式污染地块内土壤及地下水。

##### （3）周边企业污染迁移

地块位于无锡国家高新技术产业开发区，地块东侧隔新庆路为凡润电子，西侧隔新畅路为无锡石播增压器，南侧为三菱树脂及科玛化妆品，北面隔梅育路为

盛隆资源再生和宜莱特电子。周边企业在生产经营活动中可能造成地下环境污染，并经地下水迁移造成地块内土壤和地下水污染。

#### 4.2.4、重点区域识别

根据对上述污染成因的分析，可知本地块内生产车间、危废存储区、储罐、成品仓库等都涉及有毒有害化学品的仓储及使用，一旦仓储或者生产过程发生跑冒滴漏，发生污染的可能性较高。具体分布见图 4.8。

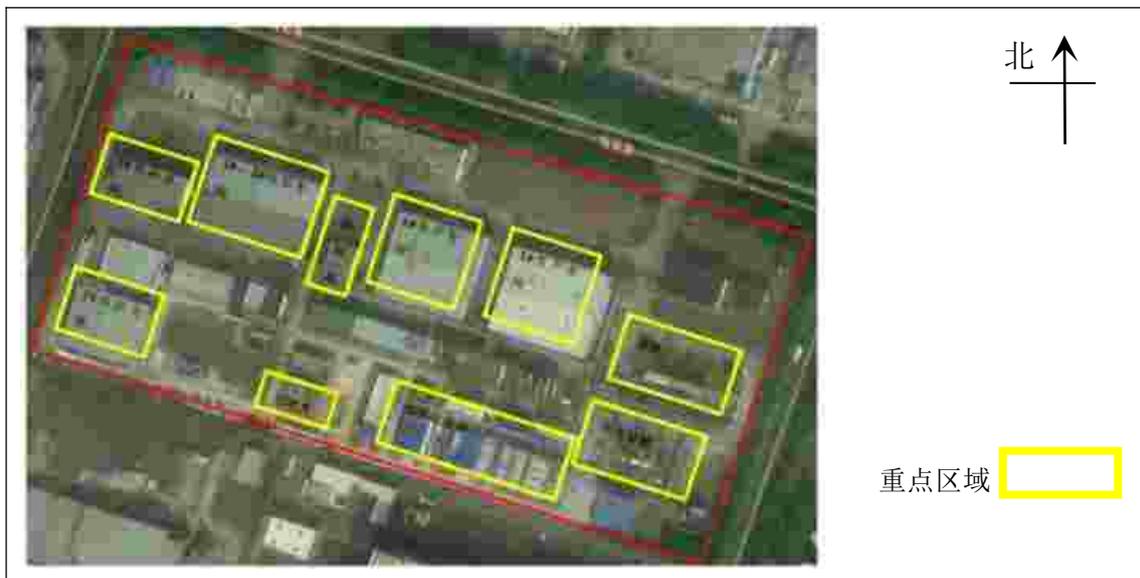


图 4.8 厂区平面布置图

#### 4.2.5、污染物识别

根据资料分析、现场踏勘和人员访谈阶段分析地块土壤和地下水潜在污染物情况，结合《在产企业土壤及地下水自行监测技术指南》（征求意见稿）中监测项目的要求，同时结合《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）中土壤必测项目 45 项，最终确定分析检测项目见表 4.3。

表 4.3 无锡三开高纯化工有限公司地块分析检测项目

样品	分析指标
土壤样品	pH、重金属（7 项）、VOCs、SVOCs、TPH、硫酸盐
地下水样品	pH、重金属（7 项）、VOCs、SVOCs、TPH、硫酸盐

注：1.重金属包括：砷、镉、六价铬、铜、汞、镍、铅。

2.VOCs 具体包括：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+对二甲苯和邻二甲苯、三甲苯、三氯苯。

3. SVOCs 具体包括：苯酚、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并（a）蒽、苯并（a）芘、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、二氯酚。

4. TPH 具体指石油烃 C10-C40。

### 4.3、地块污染识别结论

通过对地块用地历史及周边企业生产经营状况分析，总结出地块内土壤地下水潜在污染分析如下：

（1）主要潜在污染源及污染物：地块内污染主要来源为无锡三开在生产过程中原辅料的储存、三废的产生及生产过程中产生的污染物。结合《在产企业土壤及地下水自行监测技术指南》（征求意见稿）中监测项目的要求及《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）中土壤必测项目 45 项，确定本地块中的污染物可能包括 pH、重金属 7 项（砷、镉、六价铬、铜、汞、镍、铅）、石油烃 C10-C40、挥发性有机污染物、半挥发性有机污染物、硫酸盐，详见表 4.3。

（2）主要污染途径包括：地块内生产、储存和运输过程产生的污染物质，最终可能进入地块内土壤以及地下水中，从而成为本地块潜在污染源，进而随着这些物质在地块土壤以及地下水中扩散对地块内其他区域土壤与地下水形成潜在污染。

（3）主要污染介质：主要为表层土壤，但由于污染物在土壤中的垂向迁移作用，长此以往，表层土壤中的污染物会逐渐进入下层土壤和地下水中，导致深层土壤和地下水的污染。

（4）根据污染识别结果，地块内工业生产活动对整个地块内土壤与地下水环境可能存在着潜在的污染风险，需要对地块内土壤与地下水进行布点监测，以科学准确调查地块内环境质量状况。

## 5、企业隐患排查

我司调查人员于 2021 年 10 月 20 日前往该地块进行了现场踏勘，识别出了下面重点区域及设施：生产车间、储罐、甲类储罐、包装车间、原料库、废水站、危废储存区等，并对各重点设施和重点区域存在隐患进行了排查，隐患排查现场照片详见附件 2，隐患排查表见附件 3。

根据现场隐患排查后发现该地块内各重点区域及设施防护措施具备地面硬化完好及防渗措施，无开裂渗漏现象，危废仓库设施设备基础机构完好，设立了应急设施，具备监测、维修及防护计划。建议厂区相关负责人完善相关区域及设施的运行、维护管理，组织有经验的员工定期开展设施设备的运行情况检查，保存记录结果。

### 5.1、生产车间隐患排查情况

根据现场踏勘及环保资料，无锡三开高纯化工有限公司生产车间内存在原辅料暂存区，化学品根据需要提取使用，现场发现生产车间内地面硬化完好，无开裂及渗漏现象，原辅料及化学品储存设施完善，区域地面无开裂及渗漏。

### 5.2、危险废弃物储存区隐患排查情况

地块内存在危险废物存储区、生活垃圾储存区，现场发现所有区域均满足防风、防雨、防渗措施，不存在露天存放现象，地面硬化完好，无开裂及渗漏现象。其中危险废物储存区设置了防漏沟，周边设置了应急池。现地块面未发现遗留危险废物。

### 5.3、废水处理隐患排查情况

项目生活污水经化粪池预处理后接管梅村水处理厂，生产过程中产生的工艺废水、废气吸收废水、产品蒸发冷凝水、水环泵废水、地面、设备冲洗废水及储罐喷淋水等经厂内污水处理站采用“ABR 厌氧+LBQ 氧化+反硝化+BAF 脱氮+AOP 催化氧化”的生化组合工艺处理，最终 RO 出水部分回用于废水站膜冲洗用水和废气处理用水，剩余部分达《化学工业水污染物排放标准》（DB32/939-2020）表 1 中有机化学原料制造行业特别限值标准后接管排入梅村水处理厂。

#### 5.4、化学品物流运输隐患排查情况

无锡三开高纯化工有限公司厂区内化学品运输主要依据槽车运输，运输路线均提前规划，运输车辆货车经过密闭防渗处置，运输的所有化学品均放置于密闭容器内。

## 6、企业自行监测工作方案

### 6.1、土壤采样布点原则和方案

#### 6.1.1、土壤监测点布点原则

根据国家《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》（HJ25.2-2019）、《中华人民共和国土壤污染防治法》、《工矿用地土壤环境管理办法》（试行）和《在产企业土壤及地下水自行监测技术指南》（征求意见稿）等法规的技术要求，按照土地使用功能和构筑物单元，在识别出的重点区域或重点设施布设监测点位。每个重点设施周边布设 1-2 个土壤监测点，每个重点区域布设 2-3 个土壤监测点，具体数量可根据设施大小或区域内设施数量等实际情况进行适当调整。在现场采样期间如果工程师发现土壤有明显污染迹象或残留固废，则适当调整点位或增加布点。

根据国家相关技术导则的要求，结合地块内可能存在的污染物性质、迁移途径、迁移特性等，对于每个监测点位采集 1 个表层土壤样品。

#### 6.1.2、土壤监测点布点方案

自 2006 年至今，项目地块一直作为工业用地使用，可能对地块环境质量形成潜在的污染风险。本次调查按照专业判断法在地块内进行土壤监测点位布设，总计在地块内布设 11 个土壤监测点，具体位置见图 6.1。

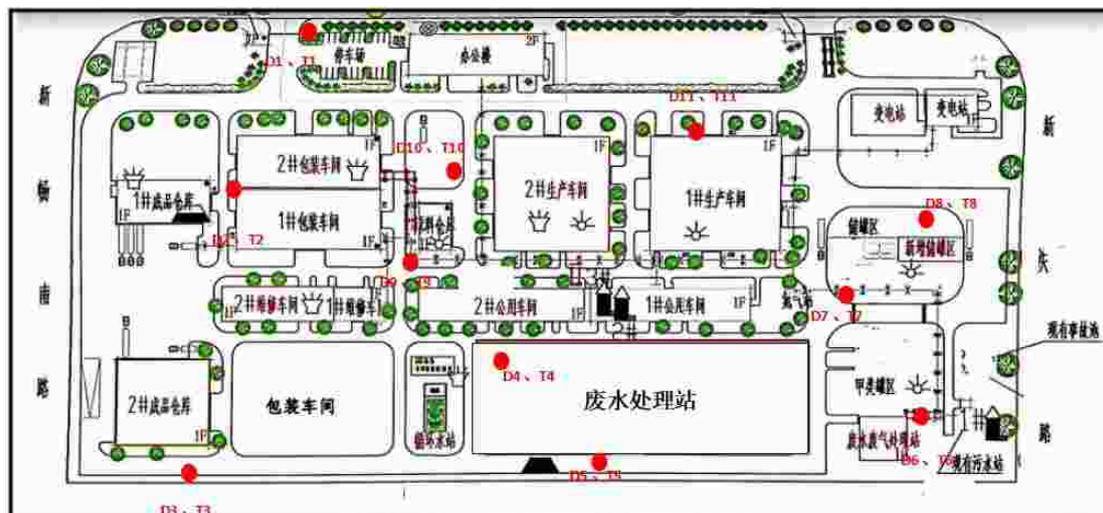


图 6.1 土壤及地下水监测点位示意图

## 6.2、地下水采样布点方案

### 6.2.1、地下水监测点布点原则

根据国家《建设用土壤污染状况调查技术导则》（HJ 25.1-2019）、《建设用土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）、《中华人民共和国土壤污染防治法》、《工矿用地土壤环境管理办法》（试行）和《在产企业土壤及地下水自行监测技术指南》（征求意见稿）等法规的技术要求，地下水采样点位应根据地块疑似污染情况及地块地下水的流向，在地下水流向的下游进行布点。为确定地块污染的来源及污染边界，地下水采集还需要在地块地下水的上游边界和下游边界进行布点。如果地块地下水流向未知，需结合相关污染信息间隔一定距离按三角形或四边形至少布置 3-4 个点位监测判断地下水流向。

### 6.2.2、地下水监测点布点方案

本次自行监测在地块重点区域周边共设置 11 个地下水采样点，这 4 个采样点呈三角形分布在地块内部。点位位置见图 6.1。

### 6.2.3、地下水监测井建井深度

根据临近区域的地勘资料，本项目地块地下水为孔隙潜水。在初步调查阶段，地下水以浅层地下水为监测重点，且监测井深度一般低于稳定水位以下 3.0m。根据地勘资料，项目地块稳定水位埋深在 0.40-0.75m，同时，为采集足量的地下水，钻探至地面以下 6.0m 并安装地下水监测井。

## 6.3、背景对照点采样布点方案

由于项目地点所在区域开发程度较高，且主要以工业企业为主，人为活动较为频繁，在背景对照点选取时，将首先选择历史开发利用强度低，无工业生产活动的区域作为本项目的背景对照区域。

根据以上原则，我司在地块内北侧空地处布设一个背景对照点，该点位历史上为空地，现状为草坪，在该背景点位采集土壤样品和地下水样品。现场施工中判断道无锡三开高纯化工有限公司地块的初见水位在 1.0-1.5m 范围内，且对照点历史上无工业生产活动，所以将采集表层土壤样品；地下水监测井深度为 6.0m，具体对照点位置见图 6.1。

## 6.4、采样信息汇总

根据无锡三开高纯化工有限公司地块历史及现状，确定每个土壤监测位点在深度为 0.2m 采集一个表层土壤样品，11 个土壤监测点位全部钻探至地面以下 6.0m，安装地下水监测井。按照以上原则，共在地块内布设 10 个土壤监测点，10 个地下水监测点，本次调查共采集土壤样品 11 个，地下水样品 11 个；在地块北侧绿化带设置 1 个背景点采样点，采集 1 个表层土壤样品和 1 个地下水样品。地块内土壤/地下水采样点位信息汇总见表 6.1 和表 6.2。

表 6.1 土壤采样点情况一览表

点位编号	钻探深度 (m)	送检样品数量	检测参数
T1	表层	1	pH、重金属 (7 项)、 VOCs、SVOCs、TPH、 硫酸盐
T2	表层	1	
T3	表层	1	
T4	表层	1	
T5	表层	1	
T6	表层	1	
T7	表层	1	
T8	表层	1	
T9	表层	1	
T10	表层	1	
T11	表层	1	
土壤平行样		1	
总计		12	

表 6.1 地下水采样点情况一览表

点位编号	钻探深度 (m)	送检样品数量	检测参数
D1	6	1	pH、重金属 (7 项)、 VOCs、SVOCs、TPH、 硫酸盐
D2	6	1	
D3	6	1	

D4	6	1	
D5	6	1	
D6	6	1	
D7	6	1	
D8	6	1	
D9	6	1	
D10	6	1	
D11	6	1	
地下水平行样		1	
总计		12	

## 6.5、样品分析测试方法

根据《在产企业土壤及地下水自行监测技术指南》（征求意见稿）要求，同时参照 GB36600-2018《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》土壤监测因子确定本项目的检测方案。

本次自行监测全部点位的土壤样品检测 pH、重金属（砷、镉、六价铬、铜、汞、镍、铅）、VOCs、SVOCs、TPH、硫酸盐。

本次自行监测全部点位的地下水样品检测 pH、重金属（砷、镉、六价铬、铜、汞、镍、铅）、VOCs、SVOCs、TPH、硫酸盐。

样品测定方法采用国家标准方法、行业标准方法、美国环保局（EPA）和美国公共卫生协会（APHA）方法。项目的具体分析指标、分析方法见下表 6.3,6.4。

表 6.3 土壤分析测定方法

样品类别	检测项目	检测标准
土壤	pH	土壤 pH 值的测定 电位法 HJ 962-2018
	铜	土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法 HJ 491-2019
	镍	
	铅	
	镉	土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法

样品类别	检测项目	检测标准
		GB/T 17141-1997
	砷	土壤和沉积物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解 原子荧光法 HJ 680-2013
	汞	
	六价铬	土壤和沉积物 六价铬的测定 碱溶液提取-火焰原子 吸收分光光度法 HJ 1082-2019
	硫酸根	土壤硫酸根离子含量的测定 EDTA 滴定法 NY/T 1121.18-2006
	挥发性有机物	土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相 色谱-质谱法 HJ 605-2011
	半挥发性有机物	土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质 谱法 HJ 834-2017

表 6.4 地下水分析测定方法

样品类别	检测项目	检测标准
地下水	pH 值	水质 pH 值的测定 电极法 HJ 1147-2020
	铜	水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法 HJ 700-2014
	铅	
	镉	
	镍	
	汞	水质汞、砷、硒、铋、锑的测定 原子荧光法 HJ 694-2014
	砷	
	六价铬	水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法 GB/T 7467-1987
	硫酸根	水质 无机阴离子 (F <sup>-</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、NO <sup>2-</sup> 、Br <sup>-</sup> 、NO <sup>3-</sup> 、PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 、SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) 的测定 离子色谱法 HJ 84-2016
	挥发性有 机物	水质 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法 HJ 639-2012
半挥发性	硝基苯	《水和废水监测分析方法》(第四版 增补版) 国

有机物	苯胺	家环境保护总局 2002 年 4.3.2,气相色谱—质谱法 (GC-MS)
	2-氯苯酚	
	萘	水质 多环芳烃的测定 液液萃取和固相萃取高效 液相色谱法 HJ 478-2009
	蒽	
	苯并[a]蒽	
	苯并[b]荧蒽	
	苯并[k]荧蒽	
	苯并[a]芘	
	二苯并[a,h]蒽	
	茚并[1,2,3-c,d]芘	

## 6.6、质量控制与质量保证计划

### 6.6.1、仪器校准和清洗

现场使用的所有仪器在使用前都进行校准, 钻井和取样设备在使用前和两次使用间都进行清洗, 防止交叉污染。采用一次性手套进行土壤样品和地下水样品的采集, 每次采样时, 均更换新手套。使用一次性贝勒管进行地下水洗井和地下水采集, 每次采样时, 均更换新的贝勒管。

### 6.6.2、现场质量控制样品

在土壤和地下水分析方案中包含质量保证方案, 该方案包括:

- (1) 采集 2 个土壤平行样, 分析指标与土壤原样一致;
- (2) 采集 2 套地下水平行样, 分析指标与地下水原样一致;
- (3) 1 个实验室制备的水样运输空白样 (TB), 分析参数为挥发性有机物。

### 6.6.3、样品转移和运输

土壤和地下水样品一经采集做好标记后, 立刻转移到装有冰块的保温箱中现场暂存, 所有样品当天完成采集后由专人负责立即送往实验室。采用送检单追踪每个样品从采集到实验室分析的全过程, 送检单中记录了样品的分析参数。本项目的样品送检单详见附件 4。

#### 6.6.4、 样品实验室质量控制

##### (1) 实验室资质保证

自行监测选择江苏微谱检测技术有限公司作为样品检测实验室，江苏微谱检测技术有限公司是一家通过中国计量认证（CMA）认可的实验室，具备出具第三方检测报告的资质。

##### (2) 实验室质量控制

现场采样时会采集 10%的平行样品（Duplicate）：每 10 个样品提供一套平行样品的结果，如果单次送样不足 10 个样品、也要提供一套平行样品结果；要求土壤中无机和金属检测的平行样结果的相对偏差小于 30%，VOCs 检测的平行样结果的相对偏差小于 25%，SVOCs 检测的平行样结果的相对偏差小于 40%；地下水中无机和金属检测的平行样结果的相对偏差小于 30%，VOCs、SVOCs 检测的平行样结果的相对偏差小于 20%。

土壤样品分析实验室质量控制要做到：

精密度控制方面，每批样品每个项目分析时均须做 10%平行样品；当 10 个样品以下时，平行样不少于 1 个，以保证测定率；采取由分析者自行编入的明码平行样；合格要求平行双样测定结果的误差在允许误差范围之内者为合格。当平行双样测定合格率低于 95%时，除对当批样品重新测定外再增加样品数 10%~20%的平行样，直至平行双样测定合格率大于 95%。

②准确度控制方面，使用标准物质或质控样品，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，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，加标回收率应在加标回收率允许范围之内，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。

③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。

④检测过程中受到干扰时，按有关处理制度执行。一般要求如下：停水、停电、停气等，凡影响到检测质量时，全部样品重新测定。仪器发生故障时，可用相同等级并能满足检测要求的备用仪器重新测定。无备用仪器时，将仪器修复，重新检定合格后重测。地下水样品分析要按规定程序进行：

(1) 对送入实验室的水样应首先核对采样单、样品编号、包装情况、保存条件和有效期等。符合要求的样品方可开展分析。

(2) 每批水样分析时，应同时测定现场空白和实验室空白样品，当空白值明显偏高，或两者差异较大时，应仔细检查原因，以消除空白值偏高的因素。

### (3) 校准曲线控制

①用校准曲线定量时，必须检查校准曲线的相关系数、斜率和截距是否正常，必要时进行校准曲线斜率、截距的统计检验和校准曲线的精密度检验。

②校准曲线斜率比较稳定的监测项目，在实验条件没有改变、样品分析与校准曲线制作不同时进行的情况下，应在样品分析的同时测定校准曲线上 1~2 个点 (0.3 倍和 0.8 倍测定上限)，其测定结果与原校准曲线相应浓度点的相对偏差绝对值不得大于 5%~10%，否则需重新制作校准曲线。

③原子吸收分光光度法、气相色谱法、离子色谱法、冷原子吸收（荧光）测汞法等仪器分析方法校准曲线的制作必须与样品测定同时进行。

### (4) 精密度控制

凡样品均匀能做平行双样的分析项目，每批水样分析时均须做 10% 的平行双样，样品数较小时，每批样品应至少做一份样品的平行双样。平行双样可采用密码或明码两种方式。若测定的平行双样允许偏差符规定值，则最终结果以双样测试结果的平均值报出；若平行双样测试结果超出规定允许偏差时，在样品允许保存期内，再加测一次，取相对偏差符合规定的两个测试结果的平均值报出。

### (5) 准确度控制.

地下水水质监测中，采用标准物质和样品同步测试的方法作为准确度控制手段，每批样品带一个已知浓度的标准物质或质控样品。如果实验室自行配制质控样，要注意与国家标准物质比对，并且不得使用与绘制校准曲线相同的标准溶液配制，必须另行配制。常规监测项目标准物质测试结果的允许误差按规范附录进

行。

当标准物质或质控样测试结果超出了附录规定的允许误差范围,表明分析过程存在系统误差,本批分析结果准确度失控,应找出失控原因并加以排除后才能再行分析并报出结果。对于受污染的或样品性质复杂的地下水,也可采用测定加标回收率作为准确度控制手段。

#### (6) 原始记录和监测报告的审核

地下水监测原始记录和监测报告执行三级审核制。第一级为采样或分析人员之间的相互校对,第二级为科室(或组)负责人的校核,第三级为技术负责人(或授权签字人)的审核签发。

## 7、土壤和地下水样品采集

### 7.1、钻探和检测单位

现场监测工作按照现场采样与样品分析要求，由润明钻探和微谱检测现场采样人员在科星检测的工程师监督下完成。

### 7.2、作业时间

本项目现场采样和实验室工作时间概述如下：

- 1) 土壤样品采集和地下水监测井安装时间：2021年11月4日~5日；
- 2) 地下水监测井洗井时间：2021年11月9日~10日；
- 3) 地下水采样时间：2021年11月9日、2021.11月10日；
- 4) 送样时间：2021年11月9日、11月10日；
- 5) 监测点坐标及高程测量时间：2021年11月5日；
- 6) 检测报告获取时间：2021年11月26日。

### 7.3、现场采样

#### 7.3.1 钻孔与土壤采样

##### 7.3.1.1 土壤取样

该地块全部区域均采集表层土样品，现场土壤采样过程详见附件5。针对检测VOCs的土壤样品。用非扰动采样器采集不少于5g原状岩芯的土壤样品推入加入10ml甲醇（色谱级或农残级）保护剂的40mL棕色样品瓶内，推入时将样品瓶略微倾斜，防止将保护剂溅出。

#### 7.3.2 地下水监测井安装和洗井

我司采用GP-7822DT钻井设备在地块内钻探4个6.0m土孔，建设地下水监测井。管材选用外径63mm的聚氯乙烯（PVC）管，管子底部是由均匀切割出的带细缝的滤水管段（滤管），滤水管以上到地面是无缝管段（白管）。滤管取样深度设置为1.0-6.0m。监测井井管（包括滤水管）与井壁间的环形空间内装填了分选良好而且洁净的粗砂作为地下水过滤层。过滤层以上至地表填有膨润土用于封堵与上覆表土层及其大气的直接接触，并防止大气降雨和地表物质进

入监测井内。每个地下水监测井成井时，会详细记录监测井信息，详见附件 6 成井记录单。

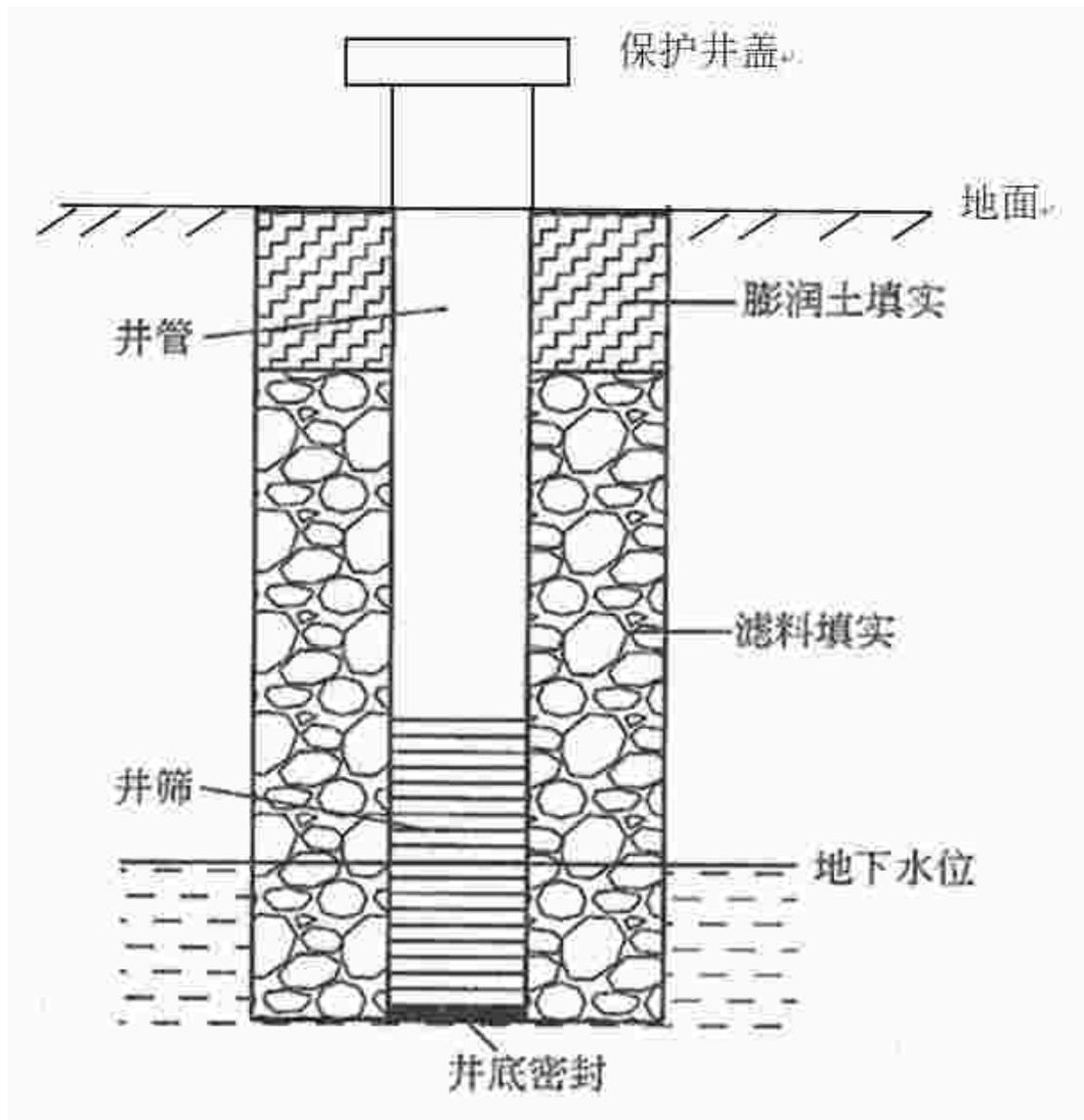


图 7.1 地下水监测井结构示意图

所有新安装的地下水监测井都需要进行成井洗井，其目的在于去除钻探与监测井安装过程中带入地下水中的微小颗粒，增强监测井与含水层之间的地下水联系。洗井通过机械水泵完成，直到出水清澈无细小颗粒物。监测井内清洗出的水量至少是井中水量的 5 倍。

### 7.3.3 地下水采样

在监测井成井后 24h，可以用水位仪测量地下水位面至井口的高度，再采集地下水。采样前的洗井工作使用机械水泵进行。洗出的地下水浊度小于或等于

10NTU 时或者当浊度连续三次测定的变化在±10%以内、电导率连续三次测定的变化在±10%以内、pH 连续三次测定的变化在±0.1 以内；或洗井抽出水量在井内水体积的 3~5 倍时，可结束洗井。现场测量结果如附件 7 地下水采样洗井记录表所示。

洗井结束后，用机械水泵进行地下水样低速采集。水样采集时，应尽量避免管线的晃动对地下水的扰动。

水样采集遵照如下顺序进行：

- i. 挥发性有机物；
- ii. 总石油烃类、半挥发性有机物；
- iii. 其他分析项目。

采样时，所有样品立即转移至实验室提供的样品瓶中，样品瓶中根据需要放置有保存剂。采集用于分析检测 VOCs、SVOCs 的地下水样品时，保证水样充满整个容器，旋紧瓶盖、瓶内无气泡。若观察到瓶内有气泡，则重新取样，直至采集的水样符合要求。所有样品瓶都贴有标签，并立即放入装有蓝冰的保温箱中送实验室进行化学分析。地下水采样过程详见附件 8 现场采样过程照片。

#### 7.3.4、采样点坐标和高程测量

我司完成现场采样工作后，委托测绘单位利用 RTK 对布设的土壤和地下水监测点位进行坐标及高程测量。

表 7.1 监测点位一览表

取样点位	GPS 经纬度坐标		钻孔/监测井深度(m)
	东经	北纬	
T1/D1	E120.4553°	N31.53026°	6
T2/D2	E120.4547°	N31.52977°	6
T3/D3	E120.4542°	N31.52881°	6
T4/D4	E120.4556°	N31.52893°	6
T5/D5	E120.4564°	N31.52828°	6
T6/D6	E120.4574°	N31.52824°	6
T7/D7	E120.4572°	N31.52869°	6

T8/D8	E120.4578°	N31.52886°	6
T9/D9	E120.4557°	N31.52962°	6
T10/D10	E120.4554°	N31.52934°	6
T11/D11	E120.4568°	N31.52948°	6

### 7.3.5、实际取样点

当出现下列情况时，需调整采样计划：

1. 当现场条件受限无法实施采样时，采样点位置可以根据现场情况进行适当调整。

2. 现场状况和预期之间差异较大时，如现场水文地质条件与布点时的预期相差较大，根据现场水文地质勘测结果，调整布点或开展必要的补充采样。实际采样点位分布见图 7.2

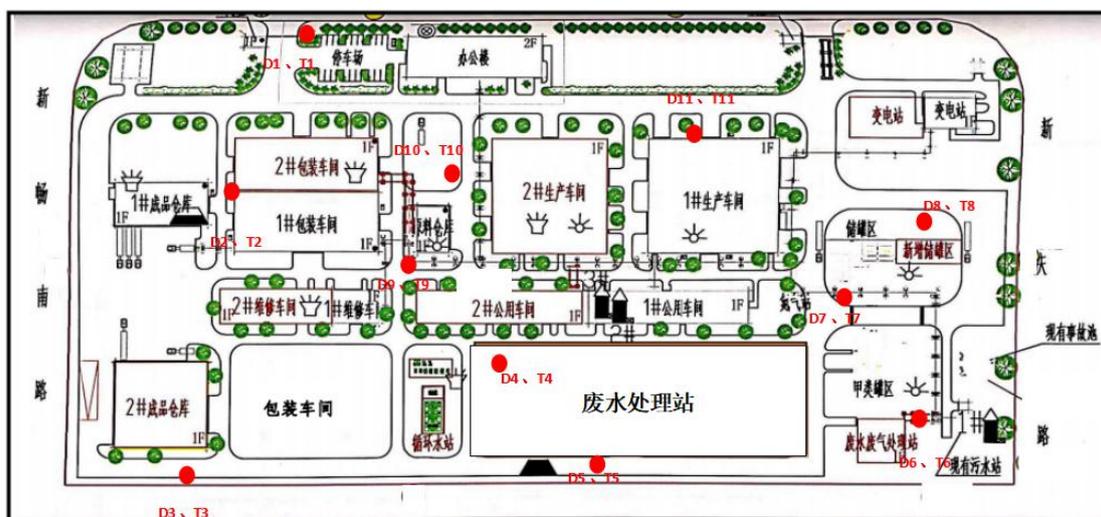


图 7.2 地块内监测点位汇总示意图

## 8、地块环境调查结果

### 8.1、地块水文地质条件

#### (1) 土层分布状况

根据现场监测井及土孔钻探资料，土层总体分布状况如下：

土层 1：杂填土，粘土夹杂少量砖石，黄棕色、干、稍密、不可塑、无异味；

土层 2：粉质粘土，黄棕/棕褐色，潮，密实，软塑，无异味；

土层 3：淤泥质粉粘，灰/黄褐色，湿，密实，软塑，无异味。

#### (2) 地下水位及流向

表 8.1 里记录了在 2021 年 11 月 10 日测量的地下水位数值。根据地下水位标高和水位埋深，采用 Surfer 软件对地下水水位现场测量数据进行插值（克里金（kriging）法）得到本项目地块所在地域浅层潜水的流向，绘制了地下水流向示意图，见图 8.1。项目区域内，地块地下水流向大致为由西南向东北。

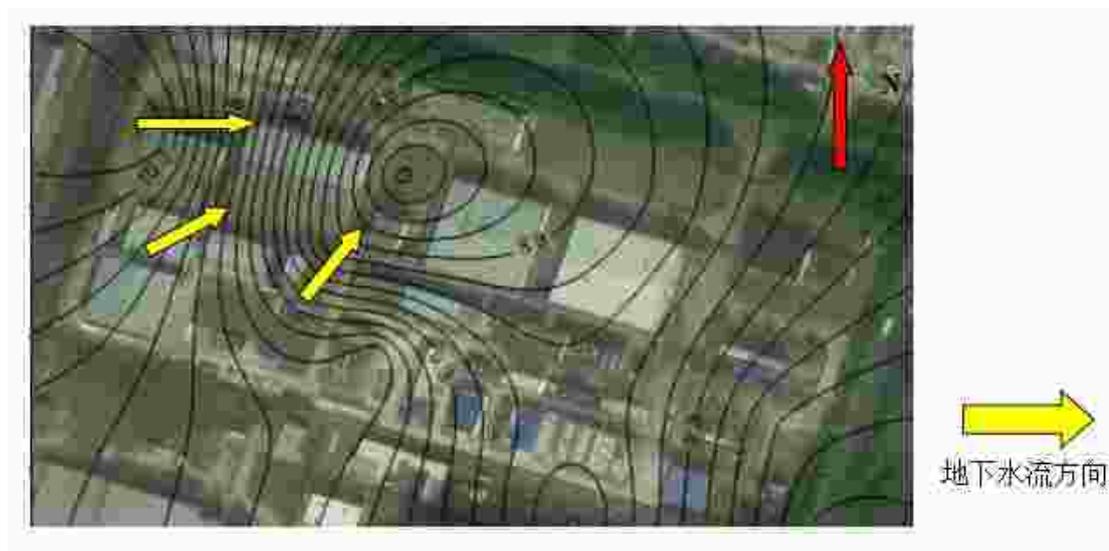


图 8.1 地下水流向示意图

表 8-1 标高记录及水位

井号	管顶高程 (m)	水位埋深 (m)	水位标高 (m)
D1	12.023	2.47	9.553
D2	11.887	1.40	10.487
D3	12.002	2.00	10.002

D4	11.891	2.20	9.691
D5	11.976	3.10	8.876
D6	11.941	2.10	9.841
D7	11.943	2.36	9.583
D8	12.040	2.40	9.64
D9	11.962	3.60	8.362
D10	11.866	3.0	8.866
D1 1	12.145	3.20	8.945

## 8.2、监测评估标准

### 8.2.1、土壤环境质量标准

本次土壤质量评价参照《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)中二类用地筛选值。该筛选值规定了建设用地土壤环境功能分类、污染物项目和健康风险筛选值,适用于潜在污染场地再利用时土壤是否需要开展详细调查和健康风险评估工作的判定依据。

表 8-2 建设用地土壤污染风险筛选值 (单位: mg/kg)

序号	污染物项目		第二类用地筛选值
1	重金属	砷	60
2		镉	65
3		铬(六价)	5.7
4		铜	18000
5		铅	800
6		汞	38
7		镍	900
8	挥发性有机 物	四氯化碳	2.8
9		氯仿	0.9
10		氯甲烷	37
11		1,1-二氯乙烷	9

12		1,2-二氯乙烷	5
13		1,1-二氯乙烯	66
14		顺-1,2-二氯乙烯	596
15		反-1,2-二氯乙烯	54
16		二氯甲烷	616
17		1,2-二氯丙烷	5
18		1,1,1,2-四氯乙烷	10
19		1,1,2,2-四氯乙烷	6.8
20		四氯乙烯	53
21		1,1,1-三氯乙烷	840
22		1,1,2-三氯乙烷	2.8
23		三氯乙烯	2.8
24		1,2,3-三氯丙烷	0.5
25		氯乙烯	0.43
26		苯	4
27		氯苯	270
28		1,2-二氯苯	560
29		1,4-二氯苯	20
30		乙苯	28
31		苯乙烯	1290
32		甲苯	1200
33		间二甲苯+对二甲苯	570
34		邻二甲苯	640
35	半挥发性	硝基苯	76
36	有机物	苯胺	260
37		2-氯酚	2256
38		苯并[a]蒽	15

39		苯并[a]芘	1.5
40		苯并[b]荧蒽	15
41		苯并[k]荧蒽	151
42		蒽	1293
43		二苯并[a, h]蒽	1.5
44		茚并[1,2,3-cd]芘	15
45		萘	70
46	其他	石油烃 C10-C40	4500
47		硫酸根	--

### 8.2.2、地下水环境质量标准

本项目地下水环境质量评价时主要参考《地下水质量标准》(GB14848-2017)的 IV 类标准。《地下水质量标准》(GB14848-2017) 以地下水水质状况、人体健康基准值以及地下水质量保护为目标,参照生活饮用水、工业、农业用水水质要求,将地下水质量划分为 I-V 五类。

I类:地下水化学组分含量低,适用于各种用途。

II类:地下水化学组分含量较低,适用于各种用途。

III类:地下水化学组分含量中等,以 GB5749-2006 为依据,主要适用于集中式生活饮用水水源及工农业用水。

IV类:地下水化学组分含量较高,以农业和工业用水质量要求以及一定水平的人体健康风险为依据,适用于农业和部分工业用水,适当处理后可作为生活饮用水。

V类:地下水化学组分含量高,不宜作为生活饮用水水源,其他用水可根据使用目的选用。

对于国家标准未规定限值的污染因子参照执行《上海市建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控与修复方案编制、风险管控与修复效果评估工作的补充规定(试行)》(上海市生态环境局)(2020年3月)中第二类用地筛选值。

表 8-2 地下水污染物筛选值（单位：μg/L）

序号	污染物项目		IV 类水限值/第二类用地筛选值
1	重金属	砷	50
2		镉	10
3		铬（六价）	100
4		铜	1500
5		铅	100
6		汞	2
7		镍	100
8	挥发性有 机物	四氯化碳	50
9		氯仿	300
10		氯甲烷	/
11		1,1-二氯乙烷	1200*
12		1,2-二氯乙烷	40
13		1,1-二氯乙烯	60
14		顺-1,2-二氯乙烯	60
15		反-1,2-二氯乙烯	
16		二氯甲烷	500
17		1,2-二氯丙烷	60
18		1,1,1,2-四氯乙烷	900*
19		1,1,2,2-四氯乙烷	600*
20		四氯乙烯	300
21		1,1,1-三氯乙烷	4000
22		1,1,2-三氯乙烷	60
23		三氯乙烯	210
24		1,2,3-三氯丙烷	600*

25		氯乙烯	90
26		苯	120
27		氯苯	600
28		1,2-二氯苯	2000
29		1,4-二氯苯	600
30		乙苯	600
31		苯乙烯	40
32		甲苯	1400
33		间二甲苯+对二甲苯	1000
34		邻二甲苯	
35		硝基苯	2000*
36		苯胺	7400*
37		2-氯酚	2200*
38		苯并[a]蒽	4.8*
39		苯并[a]芘	0.5
40	半挥发性 有机物	苯并[b]荧蒽	8
41		苯并[k]荧蒽	48*
42		蒽	480*
43		二苯并[a,h]蒽	0.48*
44		茚并[1,2,3-cd]芘	4.8*
45		萘	600
46	其他	石油烃 C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub>	1200*
47		硫酸盐	--
备注	*为该项目国家标准中暂未制定相关筛选值标准，参考执行《上海市建设用地土壤污染状况调查、风险评估、风险管控与修复方案编制、风险管控与修复效果评估工作的补充规定（试行）》（上海市生态环境局）（2020年3月）中第二类用地筛选值。		

### 8.3、检测结果与分析

#### 8.3.1、土壤监测结果

8-3 土壤检测结果 (mg/kg)

检测项目	检测结果 (2021年11月26日)											GB36600-2018 第二类用地筛选值	检出限	单位	评价
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
	0~0.2m														
pH	7.75	7.65	7.70	7.83	7.78	8.14	8.20	8.18	8.34	8.37	8.41	--	---	无量纲	达标
铜	26	32	18	21	25	35	27	26	32	28	31	18000	1	mg/kg	达标
镍	30	32	15	22	29	30	33	26	36	39	38	900	3	mg/kg	达标
铅	24	24	19	25	21	32	28	24	29	27	24	800	10	mg/kg	达标

检测项目	检测结果（2021年11月26日）											GB36600-2018 第二类用地筛选值	检出限	单位	评价
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
	0~0.2m														
镉	0.14	0.08	0.04	0.05	0.07	0.08	0.08	0.05	0.12	0.08	0.06	65	0.01	mg/kg	达标
砷	11.6	10.3	5.67	8.13	7.86	9.56	10.8	9.36	11.8	11.3	13.0	60	0.01	mg/kg	达标
汞	0.225	0.208	0.273	0.260	0.177	0.398	0.185	0.133	0.124	0.145	0.137	38	0.002	mg/kg	达标
六价铬	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.7	0.5	mg/kg	达标
硫酸盐	0.02	0.03	0.04	0.11	0.02	0.02	0.06	0.05	0.02	0.02	0.07	--	--	g/kg	--
四氯化碳	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.8	1.3×10 <sup>-3</sup>	mg/kg	达标

检测项目	检测结果 (2021年11月26日)											GB36600-2018 第二类用地筛选值	检出限	单位	评价
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
	0~0.2m														
氯仿	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.9	$1.1 \times 10^{-3}$	mg/kg	达标
氯甲烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	37	$1.0 \times 10^{-3}$	mg/kg	达标
1,1-二氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	9	$1.2 \times 10^{-3}$	mg/kg	达标
1,2-二氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5	$1.3 \times 10^{-3}$	mg/kg	达标
1,1-二氯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	66	$1.0 \times 10^{-3}$	mg/kg	达标

检测项目	检测结果 (2021年11月26日)											GB36600-2018 第二类用地筛选值	检出限	单位	评价	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11					
	0~0.2m															
乙烯																
顺式-1,2-二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	596	$1.3 \times 10^{-3}$	mg/kg	达标	
反式-1,2-二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	54	$1.4 \times 10^{-3}$	mg/kg	达标	
二氯甲烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	616	$1.5 \times 10^{-3}$	mg/kg	达标	
1,2-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5	$1.1 \times 10^{-3}$	mg/kg	达	

检测项目	检测结果（2021年11月26日）											GB36600-2018 第二类用地筛选值	检出限	单位	评价		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11						
	0~0.2m																
二氯丙烷																	
1,1,1,2-四氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	10	1.2×10 <sup>-3</sup>	mg/kg	达标		
1,1,2,2-四氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	6.8	1.2×10 <sup>-3</sup>	mg/kg	达标		
四氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	53	1.4×10 <sup>-3</sup>	mg/kg	达标		

检测项目	检测结果 (2021 年 11 月 26 日)											GB36600-2018 第二类用地筛选值	检出限	单位	评价
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
	0~0.2m														
1,1,1-三氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	840	$1.3 \times 10^{-3}$	mg/kg	达标
1,1,2-三氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.8	$1.2 \times 10^{-3}$	mg/kg	达标
三氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.8	$1.2 \times 10^{-3}$	mg/kg	达标
1,2,3-三	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.5	$1.2 \times 10^{-3}$	mg/kg	达标

检测项目	检测结果（2021年11月26日）											GB36600-2018 第二类用地筛选值	检出限	单位	评价	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11					
	0~0.2m															
氯丙烷																
氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.43	$1.0 \times 10^{-3}$	mg/kg	达标	
苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4	$1.9 \times 10^{-3}$	mg/kg	达标	
氯苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	270	$1.2 \times 10^{-3}$	mg/kg	达标	
1,2-二氯苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	560	$1.5 \times 10^{-3}$	mg/kg	达标	
1,4-	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	20	$1.5 \times 10^{-3}$	mg/kg	达	

检测项目	检测结果 (2021 年 11 月 26 日)											GB36600-2018 第二类用地筛选值	检出限	单位	评价		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11						
	0~0.2m																
二氯苯																	标
乙苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	28	$1.2 \times 10^{-3}$	mg/kg	达标		
苯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1290	$1.1 \times 10^{-3}$	mg/kg	达标		
甲苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1200	$1.3 \times 10^{-3}$	mg/kg	达标		
间+对-二甲苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	570	$1.2 \times 10^{-3}$	mg/kg	达标		

检测项目	检测结果 (2021 年 11 月 26 日)											GB36600-2018 第二类用地筛选值	检出限	单位	评价
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11				
	0~0.2m														
邻-二甲苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	640	1.2×10 <sup>-3</sup>	mg/kg	达标
硝基苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	76	0.09	mg/kg	达标
苯胺	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	260	0.1	mg/kg	达标
2-氯苯酚	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2256	0.06	mg/kg	达标
苯并[a]蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	15	0.1	mg/kg	达标
苯并	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.5	0.1	mg/kg	达

检测项目	检测结果 (2021 年 11 月 26 日)											GB36600-2018 第二类用地筛选值	检出限	单位	评价		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11						
	0~0.2m																
[a]芘																	标
苯并 [b]荧 蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	15	0.2	mg/kg	达 标		
苯并 [k]荧 蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	151	0.1	mg/kg	达 标		
蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1293	0.1	mg/kg	达 标		
二苯 并 [a,h]	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.5	0.1	mg/kg	达 标		

检测项目	检测结果（2021年11月26日）											GB36600-2018 第二类用地筛选值	检出限	单位	评价	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11					
	0~0.2m															
蒽																
茚并[1,2,3-cd]芘	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	15	0.1	mg/kg	达标	
萘	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	70	0.09	mg/kg	达标	

## 监测结果统计与分析

**重金属和无机物：**本次监测对厂区内所有土壤样品进行了常规重金属和无机物含量分析，包括砷、汞、铅、镉、铜、镍和六价铬共 7 类重金属和无机物元素。监测结果显示，监测结果与二类用地筛选值进行比较，结果表明所有项目浓度均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB36600-2018) 第二类用地筛选值，满足标准要求。

**挥发性有机物（VOC）：**本次监测土壤样品中挥发性有机物（VOC）组分所有 点位均未检出，且各检出因子未超过《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管 控标准（试行）》(GB36600-2018)第二类用地筛选值，满足标准要求。

**半挥发性有机物（SVOC）：**本次监测土壤样品中半挥发性有机物（SVOC）组 分所有点位均未检出，将监测结果与二类用地筛选值进行比较，结果表明所有项 目浓度均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB36600-2018)第二类用地筛选值，满足标准要求。

### 8.3.2、地下水监测结果

本次监测具体结果汇总分析表见表 8-4。

表 8-4 地下水检测结果 (mg/l)

检测项目	检测结果 (2021 年 11 月 26 日)											评价标准 (mg/L)	检出限	单位
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11			
	采样深度: 筛管中部											GB14848-2017 IV 类		
pH 值	7.1	7.7	7.7	7.8	7.4	7.7	7.3	7.1	7.7	7.7	7.7	5.5≤pH <6.5 8.5<pH ≤9.0	---	无量纲
镍	ND	ND	ND	1.14	ND	ND	ND	0.72	0.68	0.08	1.20	≤0.10	0.06	μg/L
铜	ND	2.64	0.55	ND	0.94	0.52	0.57	0.81	1.60	0.19	1.36	≤1.50	0.08	μg/L

检测项目	检测结果（2021年11月26日）											评价标准 (mg/L)	检出限	单位
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11			
	采样深度：筛管中部											GB14848-2017 IV类		
铅	6.64	5.02	19.3	64.1	54.9	20.5	16.5	10.2	72.1	8.26	12.7	≤0.10	0.09	μg/L
镉	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤0.01	0.05	μg/L
砷	0.5	0.9	0.5	10.5	1.0	0.8	6.5	2.1	2.1	0.8	1.0	≤0.05	0.3	μg/L
汞	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤0.002	0.04	μg/L
六价铬	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤0.10	0.004	mg/L
硫酸盐	14.8	48.2	84.6	57.6	85.4	55.4	19.4	90.2	34.5	84.5	31.5	≤350	0.018	mg/L
挥发性有机物														
四氯化碳	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤50.0	1.5	μg/L
氯仿	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤300	1.4	μg/L

检测项目	检测结果（2021年11月26日）											评价标准 (mg/L)	检出限	单位	
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11				
	采样深度：筛管中部											GB14848-2017 IV类			
1,1-二氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	--	1.2	µg/L
1,2-二氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤40.0	1.4	µg/L
1,1-二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤60.0	1.2	µg/L
顺式-1,2-二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤60.0	1.2	µg/L
反式-1,2-二氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND		1.1	µg/L
二氯甲烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤500	1.0	µg/L
1,2-二氯丙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤60.0	1.2	µg/L

检测项目	检测结果（2021年11月26日）											评价标准 (mg/L)	检出限	单位
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11			
	采样深度：筛管中部											GB14848-2017 IV类		
1,1,1,2-四氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	--	1.5	µg/L
1,1,2,2-四氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	--	1.1	µg/L
四氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤300	1.2	µg/L
1,1,1-三氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤4000	1.4	µg/L
1,1,2-三氯乙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤60.0	1.5	µg/L
三氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤210	1.2	µg/L
1,2,3-三氯丙烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	--	1.2	µg/L

检测项目	检测结果（2021年11月26日）											评价标准 (mg/L)	检出限	单位	
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11				
	采样深度：筛管中部											GB14848-2017 IV类			
氯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤90.0	1.5	μg/L
苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤120	1.4	μg/L
氯苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤600	1.0	μg/L
1,2-二氯苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤2000	0.8	μg/L
1,4-二氯苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤600	0.8	μg/L
乙苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤600	0.8	μg/L
苯乙烯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤40.0	0.6	μg/L
甲苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤1400	1.4	μg/L
间、对-二甲苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤1000	2.2	μg/L

检测项目	检测结果（2021年11月26日）											评价标准 (mg/L)	检出限	单位
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11			
	采样深度：筛管中部											GB14848-2017 IV类		
邻-二甲苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND		1.4	μg/L
氯甲烷	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	--	0.13	μg/L
半挥发性有机物														
硝基苯	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	--	1.9	μg/L
苯胺	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	--	1.0	μg/L
2-氯苯酚	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	--	3.3	μg/L
萘	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤600	0.012	μg/L
蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	--	0.005	μg/L
苯并[a]蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	--	0.012	μg/L

检测项目	检测结果（2021年11月26日）											评价标准 (mg/L)	检出限	单位	
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11				
	采样深度：筛管中部											GB14848-2017 IV类			
苯并[b]荧蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤8.0	0.004	μg/L
苯并[k]荧蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	--	0.004	μg/L
苯并[a]芘	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	≤0.50	0.004	μg/L
二苯并[a,h]蒽	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	--	0.003	μg/L
茚并[1,2,3-c,d]芘	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	--	0.005	μg/L

## 监测结果统计与分析

**重金属和无机物：**本次监测对厂区对照点地下水样品进行了常规重金属和硫酸盐含量分析，包括砷、汞、铅、镉、铜、镍和六价铬共 7 类重金属和硫酸盐元素。监测结果显示所有检出因子浓度均低于表 8-4 中所列标准值，满足标准要求。

**挥发性有机物（VOC）：**本次监测地下水样品中挥发性有机物（VOC）组分因子均未检出,均满足相关标准要求。

**半挥发性有机物（SVOC）：**本次监测地下水样品中半挥发性有机物（SVOC）因子均未检出，满足标准要求。

上述监测结果详见检测报告。

故本次监测地块地下水环境质量总体满足IV类水质标准。

## 8、结论与建议

### 8.1 结论

受无锡三开高纯化工有限公司的委托,我单位组织技术人员对无锡三开高纯化工有限公司进行现场踏勘及人员访谈,开展了场地土壤及地下水自行监测。

本次场地土壤及地下水自行监测共布设了11个土壤采样点和11个地下水采样点。土壤检测指标主要包括重金属和无机物(砷、镉、铜、铅、镍、汞、六价铬)、VOCs(挥发性有机物)、SVOCs(半挥发性有机物)、pH值、硫酸盐、总石油烃。地下水检测指标与土壤检测指标一致。根据获取的检测数据,分析评价场地土壤及地下水环境质量现状,得出如下结论:

(1) 监测结果表明,本次监测场地土壤中VOCs、SVOCs、7项重金属(砷、镉、铜、铅、镍、汞、六价铬)浓度均符合《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018)第二类用地筛选值标准要求。

(2) 监测结果表明,本次地下水样品中VOCs、SVOCs、7项重金属和无机物(砷、镉、铜、铅、镍、汞、六价铬)总石油烃、硫酸盐浓度、pH值范围均符合相关标准。故本次监测地块地下水环境质量总体满足IV类水质标准。

### 8.2 建议

(1) 建立隐患排查制度,加强隐患排查,一定时间内对特定生产项目、特定区域或特定材料进专项巡查,如化学品仓库、危废仓库、生产车间、污水处理站等,识别泄露、扬撒和溢漏的潜在风险,如有泄露,及时消除隐患,并做好检查记录,尽可能减少土壤和地下水被污染的风险。

(2) 鉴于场地调查的不确定性,从人群健康角度考虑,生产场地在后续生产经营过程中如发现严重异味等异常情况应立即停止生产并征询主管部门意见。

(3) 按照要求和规范每年对生产场地开展土壤、地下水环境监测,并向社会公开监测结果。

(4) 建议对厂区地下水进行持续跟踪监测。在场地后续使用过程及新改扩建项目中,建议企业规范作业,进一步做好三废管理,避免相关物料泄漏污染场地土壤及地下水环境。

### 8.3、不确定性分析

在本次调查评估过程，苏州科星环境检测有限公司按照国家《建设用地土壤污染状况调查技术导则》、《在产企业土壤及地下水自行监测技术指南》等相关技术标准和规范的要求，采取专业布点法的方法，以现场踏勘的实际情况、人员访谈搜集的信息、企业提供的资料以及检测公司的测试数据为依据，经过专业分析评估形成了本次调查结论。但是由于环境地块调查土壤、地下水等样本采集的有限性，调查评估工作一般会受所搜集信息资料的全面性、样本分析的有限性以及合同约定的工作范围等客观条件制约。

没有一项地块环境调查能够彻底明确一个地块的全部潜在污染。地块表层状况特征和地下环境条件可能在不同时间段以及各个测试点、取样位置或其它未测试点有所不同，地下条件和污染状况可能会在地块内一个有限的空间和时间内发生变化。本报告结果是基于现场调查时间、调查范围、测试点和取样位置得出的，除此之外，不能保证在其他时间或者在现场的其它位置处能够得到完全一致的结果。

此次调查中没有发现的地块污染情况不应被视为现场中该类污染完全不存在的保证，而是在项目设定的工作内容、工作时间、现场及工作条件限制以及调查原则范围内所得出的调查结果。鉴于污染物质在土壤介质中分布的不均匀性，同一监测单元内不同点位之间的地下状况可能存在一定差异。此外，在自然条件下，地下的污染物浓度可能随着时间而产生变化，其中可能的原因包含但不限于：1) 污染物质可能发生或已经出现自然降解状况使其浓度降低；2) 可能由于出现自然降解过程从而使得原污染物质的代谢产物在地下环境中出现或浓度升高；3) 地下污染物质可能随着地下水流迁移，使得污染物浓度在地下的分布产生变化；4) 由于季节性丰枯水期导致的地下水中污染物浓度的周期性变化；5) 不同时间段各个采样点、取样位置或其它未测试点有所不同，地下条件和污染状况可能会在地块内一个有限的空间和时间内会发生变化，导致每个采样点位的监测结果所代表的平面或纵向范围可能小于根据相关导则所选择的设计值。

本报告记录的内容和调查发现仅能体现本次自行监测期间地块的现场情况

及土壤地下水环境的状况，需要强调的是本报告并不能体现本次地块环境自行监测结束后该地块上发生的行为所导致任何现场状况及地块环境状况的改变。