

附件17

《氮肥工业废水治理工程技术规范 (征求意见稿)》

编制说明

《氮肥工业废水治理工程技术规范》编制组

二〇二二年一月

项目名称：氮肥工业废水治理工程技术规范

项目统一编号：2011-16

承担单位：中国科学院过程工程研究所

中国氮肥工业协会

清华大学

编制组主要成员：曹宏斌、李玉平、熊梅、盛宇星、李海波、曹占高、

高志永

标准所技术管理负责人：姚芝茂

科技与财务司投资处项目管理人：张钦、吕奔

目 录

1 任务来源.....	1
2 标准制订必要性、法律与技术依据、编制原则.....	1
2.1 标准制订必要性.....	1
2.2 制定依据.....	1
2.3 制定原则.....	2
3 主要工作过程.....	3
4 国内外相关标准研究.....	3
4.1 环境工程建设标准.....	3
4.1 氮肥工业环境相关标准建设.....	4
5 同类工程现状调研.....	5
5.1 行业背景.....	5
5.2 行业水污染情况.....	7
5.3 废水处理工程现状.....	15
5.4 同类工程实例.....	17
6 主要技术内容及说明.....	24
6.1 适用范围.....	24
6.2 规范性引用文件.....	25
6.3 术语和定义.....	25
6.4 污染物与污染负荷.....	25
6.5 总体要求.....	25
6.5.1 一般规定.....	25
6.5.2 建设规模.....	26
6.5.3 工程项目构成.....	26
6.5.4 厂址选择和总平面布置.....	26
6.6 废水处理工艺设计.....	27
6.6.1 氮肥工业废水治理技术路线.....	27
6.6.2 以煤为原料制合成氨企业废水处理工艺路线.....	28

6.6.3 以天然气（焦炉气）为原料制合成氨企业废水处理工艺路线.....	29
6.6.4 尿素生产废水处理工艺.....	30
6.6.5 硝酸铵冷凝液处理工艺.....	30
6.6.7 循环冷却水场排污水/中水回用处理工艺.....	31
6.6.8 浓盐水回用处理.....	31
6.6.7 工艺设计要求.....	32
6.7 主要工艺设备和材料.....	34
6.8 主要辅助工程.....	34
6.9 劳动安全与职业卫生.....	34
6.10 施工与验收.....	35
6.11 运行与维护.....	35
7 标准实施的环境效益与经济技术分析.....	35
8 标准实施建议.....	36
8.1 与现行法律法规及其他相关标准的关系.....	36
8.2 实施本标准的管理措施及建议.....	36

1 任务来源

2011年，国家环境保护部下达了《关于开展2011年度国家环境技术管理项目工作的通知》（环办函〔2011〕565号），其中确定了制定《氮肥工业废水治理工程技术规范》（项目编号2011-16号）行业标准的任务。中国科学院过程工程研究所承担该标准的编制工作，参编单位有中国氮肥工业协会和清华大学。

2 标准制订必要性、法律与技术依据、编制原则

2.1 标准制订必要性

氮肥工业是关系到我国农业和国民经济发展的重要行业，作为化学工业中重要的大宗化学品生产行业，产品主要有合成氨、尿素、硝酸铵、碳铵、硫铵和氯化铵等。氮肥工业除了为农业提供氮肥物质保障外，也为树脂、纤维、医药、军工等行业提供基础原料。

氮肥工业水污染主要来自合成氨、尿素和硝酸铵生产中。不同工艺与装置产生的污染结构差别较大，同时原料结构影响也很大，污染治理技术不尽相同。总的说来，氨氮是行业特征污染物，产生量大，难治理，给环境造成了极大的污染。

我国氮肥工业污染防治技术种类繁多，但是技术水平却参差不齐，目前尚无统一的标准来指导。先进的废水处理技术和方法得不到应用，其原因是多方面的，而缺乏有效、客观、公正的工程技术规范是先进技术得不到有效应用的主要原因。因此，针对氮肥工业废水的特点及排放要求，制订氮肥工业废水处理工程技术规范显得尤为必要。为此，特制定本规范，以深入贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国水污染防治法》，规范氮肥工业废水处理工程的建设与运行，防治环境污染，保护环境和人体健康。

2.2 制定依据

本标准编制的依据包括：

（1）国家对工程建设环境保护的有关法律、法规，如《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》和《中华人民共和国清洁生产促进法》等；

（2）国家环保总局关于标准制修订工作的相关规定，如：《国家环境保护标准“十二五”发展规划》（环发〔2013〕22号）、《国家环境保护标准制修订工作管理办法》（国家环境保

护总局公告 2006 年第 41 号)、《加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见》(国家环境保护总局公告 2007 年第 17 号)和《关于开展 2013 年度国家环境技术管理项目计划工作的通知》(环办函〔2013〕51 号)等;

(3) 相关标准、规范和管理办法,如《合成氨工业水污染物排放标准》(GB 13458)、《排污许可证申请与核发技术规范化肥工业—氮肥》(HJ/864.1)《建设项目(工程)竣工验收办法》(计建设〔1990〕1215 号)、《建设项目竣工环境保护验收管理办法》(2002 年国家环境保护总局)、《室外排水设计规范》(GB 50014)、《给水排水管道工程施工及验收规范》(GB 50268)和《环境工程技术规范制订技术导则》(HJ 526)等。

2.3 制定原则

根据《国家环境保护标准制修订工作管理办法》,《氮肥工业废水处理工程技术规范》编制需要遵循以下原则:

(1) 实践性原则

立足我国实际现状,与国际接轨。充分借鉴发达国家氮肥废水处理的成功经验,并结合我国氮肥工业污染处理技术资料 and 工程实践,编制适合我国国情的氮肥工业废水处理工程技术规范。

(2) 科学性原则

通过对氮肥企业的现场调研,摸清其废水污染防治技术工艺和设备水平、资源能源利用水平、污染物产生指标,废物回收利用指标和环境管理水平,明确技术适用的对象、适用条件及其排放水平,使规范具有较强的科学性、指导性和可操作性。

(3) 完整性原则

根据环境工程技术规范应服务于环境管理、运行管理以及工程设计与验收的要求,规范的内容应涵盖工艺设计、工程建设、劳动安全、运行管理和工程验收等各个环节。

(4) 最佳实用技术与前瞻性原则

选择的技术既需要代表当前行业内的先进水平,突出治理技术要求的针对性和科学合理性,便于应用,又要充分考虑技术的前瞻性,以满足国家对该行业污染防治的新要求。

(5) 以国家相关技术政策为依据

在清洁生产、污染物末端治理、发展循环经济和实施节能减排过程中,国家制订了一系列技术政策,这些技术政策也是制订本工程技术规范的依据,并要加强本规范与国家相关法

规、产业政策和其他相关标准、规范的衔接。

3 主要工作过程

根据原环境保护部下达的年度标准制修订项目计划任务，主编单位于 2011 年 11 月成立了标准编制组，编制组以上述国家相关法律法规、规章、政策和规定，以及原环境保护部的标准制修订计划为依据，开展本标准的编制工作。编制组经过前期充分的资料调研后，开展了现场调研。先后调研了数十家典型企业，摸清了典型企业废水污染防治技术工艺和设备水平、资源能源利用水平、污染物产生指标，废物回收利用指标和环境管理水平等。

2012 年 3 月 30 日，编制组在中国科学院过程工程研究所过程大厦组织召开了《氮肥工业废水处理工程技术规范研讨会》。研讨会上编制组征询专家意见，进一步探讨确定了标准的适用范围和废水处理路线与相关技术。

2012 年 5 月 18 日，原环境保护部科技标准司在该部主持召开了《氮肥工业废水处理工程技术规范开题报告》（以下简称《报告》）论证会。论证会上专家提出了三点主要意见：（1）根据原料、工艺和产品的差异性，进一步界定标准适用范围和深度，突出重点；（2）进一步加强本标准与国家相关法规、产业政策和其他相关标准、规范的衔接；（3）技术路线的选择应充分考虑技术的前瞻性，以满足国家对该行业污染防治的新要求。会后，编制组成员根据《报告》论证会精神，进一步调整编制大纲，继续开展资料调研和现场调研，形成初稿。

2018 年依据开题论证会意见，编制组通过进一步的现场调研、内部专家讨论，在《氮肥工业废水治理工程技术规范（初稿）》的基础上，进行了补充、完善和调整。编制组对各方面意见和建议进行汇集与整理，并对标准文本及编制说明进行了修改与完善，最终形成征求意见稿和编制说明。

4 国内外相关标准研究

4.1 环境工程建设标准

环境工程技术规范或建设标准的制订工作在国外已经开展多年，国际标准化组织和美国、法国、德国、日本等发达国家已经发布了数百项环境工程技术规范，各国与环境工程服务相关的技术标准是面向产品或服务的自愿性标准，其技术标准类型主要包括：基础标准、环境质量和污染物监测分析方法标准、产品与设施性能分析测试标准、环境工程服务技术标准以

及环保产品标准等。

例如美国环保局为支撑 NPDES 许可证制度的实施,针对水污染物控制的一些基础设施和单元技术制定发布《技术情况说明书》(Technology Fact Sheets),其主要内容包括技术描述、设计、建设、仪器设备配置、安全、检测、运行等方面的技术要求。当目前国外环境工程服务类标准中,以环境监测分析方法标准和产品标准较多,特定的工程建设和运行管理标准较少。美国国家标准中工程建设和运行管理标准占环境工程服务技术标准的 20%左右。

近年来,我国环境工程服务业发展迅猛,生态环境部陆续发布了几十项环境工程技术规范。发布的环境工程技术规范大体分为四类,通用技术规范、污染治理工艺技术规范、重点污染源治理工程技术规范和污染治理设施运行技术规范。

通用技术规范包括通用工程技术规范和通用基础规范,如《大气污染防治工程技术导则》《水污染治理工程技术导则》等。污染治理工艺技术规范指以相同工艺技术原理或方法为基础,适合于不同行业的同一污染要素治理的技术规范,如《氧化沟活性污泥法污水处理工程技术规范》《生物接触氧化法污水处理工程技术规范》等。重点污染源治理工程技术规范指以某一重点污染源治理为对象,适合于该类污染源所有污染物或特定污染物治理工程的技术规范,如《纺织染整工业废水治理工程技术规范》《酿造工业废水治理工程技术规范》等。污染治理设施运行技术规范指以提高污染治理设施运行、维护和管理水平,保证其连续、稳定达到污染物排放标准为目的而制订的技术规范,如《污水生物处理设施运行管理技术规范》《危险废物集中焚烧处置设施运行监督管理技术规范》等。

4.1 氮肥工业环境相关标准建设

目前我国针对氮肥行业,发布了合成氨工业水污染控制排放标准,尚未发布氮肥工业大气污染物排放标准。2013 年发布的《合成氨工业水污染物排放标准》(GB13458),规定了合成氨工业排污单生产过程中水污染物排放限值、监测要求。

2017 年,按照国家排污许可制度顶层设计总体要求和《排污许可证申请与核发技术规范总则》,结合氮肥工业产排污特点、排放标准、环境管理、监测等要求,形成《排污许可证申请与核发技术规范化肥工业-氮肥》(HJ864.1-2017)。

5 同类工程现状调研

5.1 行业背景

我国能源结构以煤为主，天然气产量不足，由此决定了我国合成氨/氮肥行业的原料结构以煤为主，特别是众多的中小型企业工艺和技术较为落后，能耗高，对环境压力较大。

根据中国氮肥工业协会统计，2018年合成氨产量5613万吨，同比下降0.3%；氮肥产量3809万吨，同比下降2.3%；尿素产量（折纯N）2411万吨，同比下降2.4%；碳铵（折纯N）86万吨，同比下降28.3%；氯化铵（折纯N）289万吨，同比下降6.2%；硝铵（折纯N）169万吨，同比增加12.7%，见表5-1。

表 5-1 2018年中国氮肥工业主要产品产量

产品	单位	2018年	2017年	同比(%)
合成氨	万吨	5613	5630	-0.3
氮肥(折纯N)	万吨	3809	3898	-2.3
尿素(折纯N)	万吨	2411	2471	-2.4
尿素(实物量)	万吨	5207	5337	-2.4
碳铵(折纯N)	万吨	86	120	-28.3
氯化铵(折纯N)	万吨	289	308	-6.2
硝铵(折纯N)	万吨	169	150	12.7

近年来，我国氮肥工业生产实现长足发展，企业技术水平不断进步，装置规模不断扩大，已形成大、中、小企业并存，以大中型企业为主，产业集中度不断提高的产业格局。截止2018年底，合成氨生产规模大于等于50万吨/年企业的合成氨产量占总产量的43%；规模大于等于30万吨/年小于50万吨/年企业的合成氨产量占总产量的32%，规模小于30万吨/年企业的合成氨产量占总产量的25%。见表5-2。

表 5-2 2018年中国氮肥企业合成氨规模

规模(万吨)	单位	占比(%)
规模 \geq 50	2423	43
30 \leq 规模 $<$ 50	1780	32
规模 $<$ 30	1410	25

合计	5613	100
----	------	-----

从区域分布看，我国氮肥企业主要分布在粮棉主产区和原料资源地，主要集中在河南、山东、山西、内蒙古、江苏、湖北等地。其中，以煤为原料的企业主要集中在农业主产区和无烟煤产地，河南产量最大，其次是山东和山西；以天然气为原料的企业靠近气源地，四川产量最大。见表 5-3。

表 5-3 2018 年中国合成氨产量区域分布表

省份	合成氨	占全国	省份	合成氨	占全国
	(万吨)	%		(万吨)	%
河南	685	12.2	海南	77	1.4
山东	684	12.2	黑龙江	72	1.3
山西	599	10.7	浙江	68	1.2
内蒙	471	8.4	宁夏	65	1.2
江苏	350	6.2	福建	57	1.0
湖北	346	6.2	湖南	56	1.0
四川	304	5.4	青海	51	0.9
安徽	290	5.2	辽宁	47	0.8
河北	289	5.2	广西	46	0.8
新疆	281	5.0	吉林	46	0.8
云南	205	3.7	甘肃	40	0.7
陕西	183	3.3	天津	22	0.4
重庆	153	2.7			
贵州	128	2.3	合计	5613	100

2018 年以煤为原料合成氨产量占合成氨总产量的 79.6%，其中 37.2% 以无烟块煤(型煤)为原料采用固定层间歇气化工工艺，以烟煤、褐煤为原料采用连续煤气化工艺生产合成氨的比重逐年增大，占合成氨总产量的 42.4%；以天然气为原料的合成氨产量占总产量的 17.3%。见表 5-4。

表 5-4 2018 年中国合成氨、尿素原料结构表

原料	合成氨		尿素	
	产量(万吨)	占全国(%)	产量(万吨)	占全国(%)
煤	4468	79.6	3929	75.5
其中：无烟块煤	2086	37.2	1623	31.2

烟煤、褐煤	2382	42.4	2306	44.3
天然气	973	17.3	1146	22.0
焦炉气	98	1.7	82	1.6
油	27	0.5	/	/
其他*	48	0.9	50	1.6
合计	5613	100	5207	100

*其他，指非氮肥行业的企业通过综合利用等过程回收氨

5.2 行业水污染情况

我国主要以煤和天然气为原料进行合成氨的生产，进而生产氮肥产品。2010年我国以煤和天然气为原料的合成氨产量比例达到98%以上。氮肥工业产品虽种类众多，但其水污染主要来自合成氨、尿素和硝酸铵生产。碳酸氢铵生产实质上是合成氨生产的一个气体净化过程，即脱碳工段，合成氨的产排污量已包括了碳酸氢铵产品生产的产排污量；硫铵生产工艺中主要的污染物为硫铵蒸发结晶产生的粉尘。下面按照合成氨（煤头和气头）、尿素、硝酸铵分别给出水污染情况。

我国合成氨的生产过程一般包括以下三个步骤：原料气的制取（制备含有氢气、一氧化碳、氮气的粗原料气，一般由造气/转化、空分工序组成）、原料气的净化（除去粗原料气中氢气、氮气以外的杂质，一般由原料气的脱硫、一氧化碳的变换、二氧化碳的脱除、原料气的精制工序组成）和原料气的压缩与合成（将符合要求的氢氮混合气压缩至一定的压力后，在高温、高压和有催化剂的条件下，合成氨）。生产合成氨的基本流程如下图5-1所示：

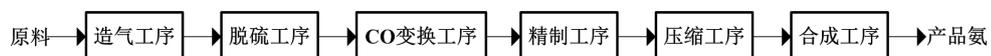


图 5-1 合成氨生产工艺流程图

合成氨原料来源包括煤、焦炭、天然气、焦炉气和渣油等，目前我国以渣油为原料的合成氨企业仅此一家，其生产技术及污染现状可以参考以煤、焦炭为原料的工艺。

（1）以煤为原料的合成氨生产工艺及污染现状

根据原料煤及气化工艺的不同，现阶段我国以煤为原料的合成氨生产采用的工艺技术主要有：固定床气化工工艺制固定层间歇式无烟块煤（型煤）常压气化工工艺制氨、碎煤固定层加压气化工工艺制氨（这两种工艺属于固定床气化工工艺制氨）、水煤浆加压气化工工艺制氨、粉煤

加压气化工工艺制氨（这两种工艺属于气流床气化工工艺制氨）、恩德炉粉煤常压气化工工艺制氨（属于流化床气化工工艺制氨）等。无论是采用哪种工艺，合成氨生产工艺可按功能将整个流程分为三个基本部分：原料气的制取、原料气的净化（包括 CO 的变换，硫化物及 CO₂ 的脱除，微量 CO、CO₂ 的净化）和原料气的压缩与氨的合成。以煤为原料的合成氨工艺流程和产污环节见图 5-2 和图 5-3 所示。

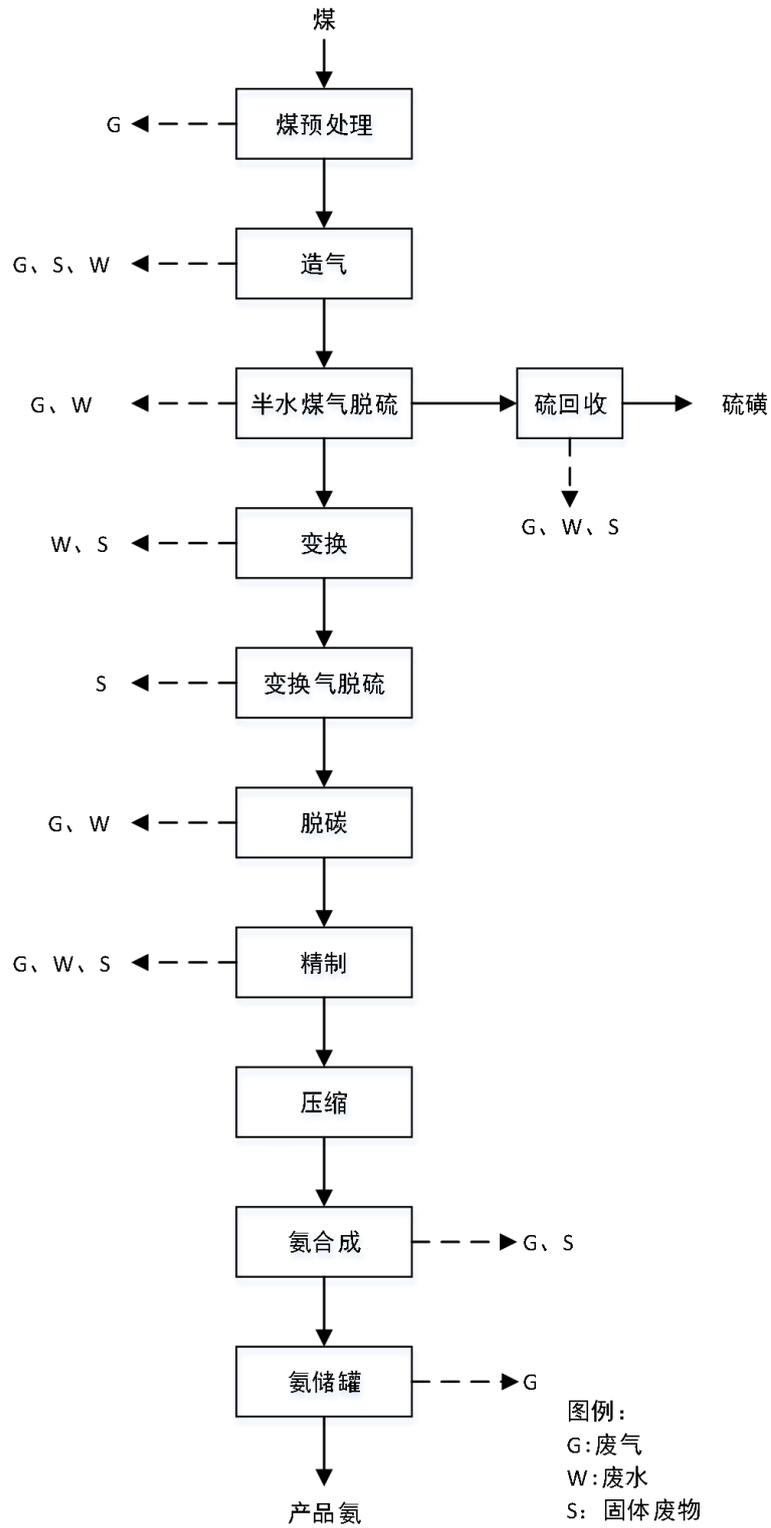


图 5-2 无烟煤（型煤）固定床间歇气化制氨工艺流程与产污节点图

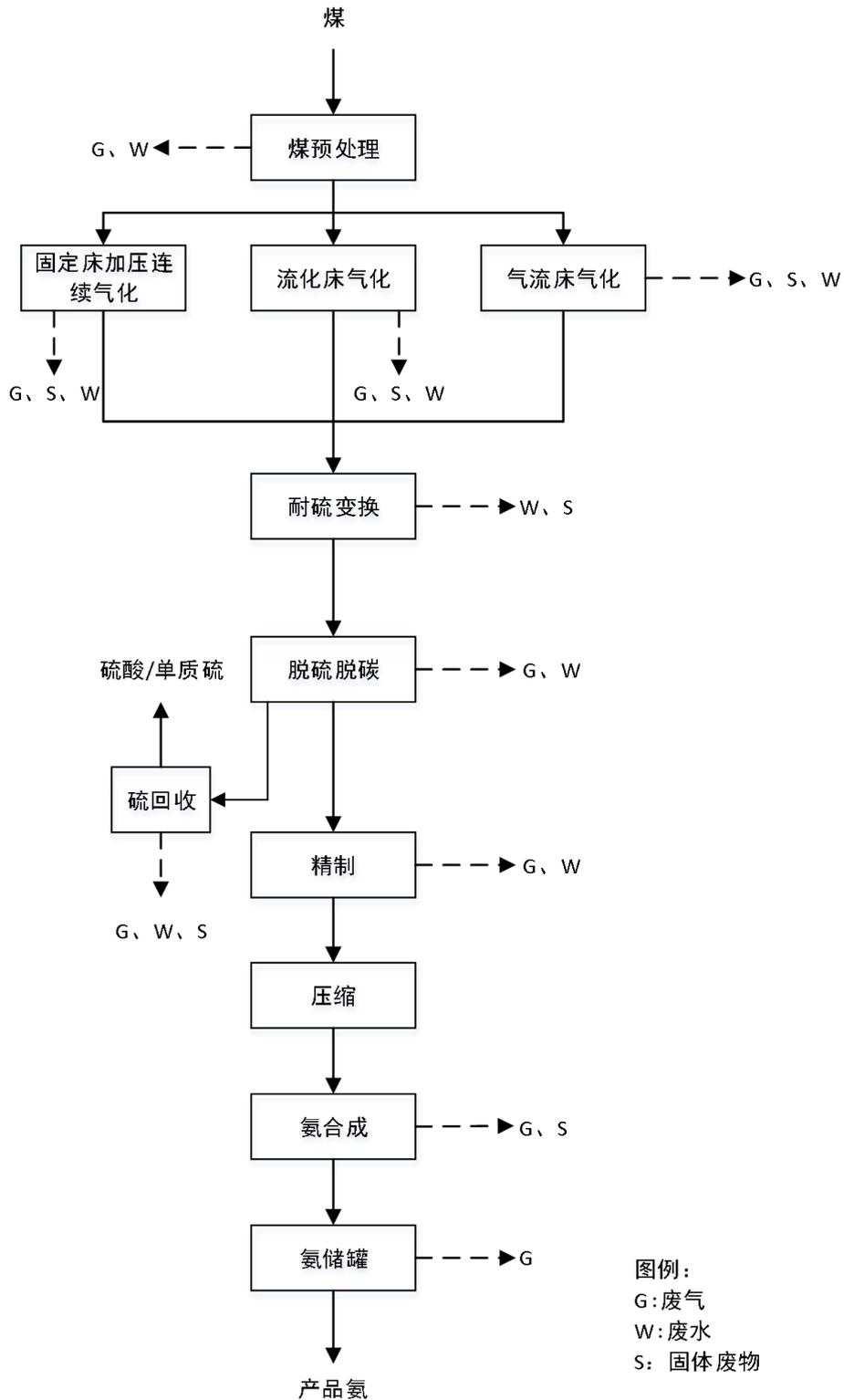


图 5-3 以煤为原料的连续气化合成氨生产工艺流程与产污节点图

以煤为原料的废水主要包括气化废水、脱硫洗涤废水、变换冷凝液、稀氨水、含油废水等。主要废水污染源及污染因子见表 5-5。

表 5-5 以煤为原料的合成氨生产工艺废水污染源和污染特征

废水污染源			主要污染因子	备注	
种类	工艺/ 工段	产生节点			
气 化 废 水	固 定 床 气 化 工 艺	以褐煤为原料的固定床气化工艺产生的煤气洗涤水（酚氨回收前）	COD _{Cr} 、氨氮、氰化物、挥发酚、硫化物、悬浮物	COD _{Cr} : 10000~45000 mg/L	氨氮: 2000~10000mg/L 总酚: 3000~15000 mg/L
		以贫瘦煤为原料的固定床气化工艺产生的煤气洗涤水	COD _{Cr} 、氨氮、总酚、硫化物	COD _{Cr} : 600~1500 mg/L	氨氮: 50~200mg/L 总酚: 40~100 mg/L
		以无烟块煤、型煤、焦炭为原料的固定床间歇气化工艺产生的煤气洗涤水	COD _{Cr} 、氨氮、悬浮物、硫化物、氰化物	COD _{Cr} : 200~600 mg/L	氨氮: 200~400mg/L
	水煤浆加压气化生产工艺	激冷水、煤气洗涤水、渣水分离水	COD _{Cr} 、氨氮、总酚	COD _{Cr} : 200~1000 mg/L	氨氮: 100~500mg/L
	粉煤气化生产工艺	气化炉激冷室和煤气洗涤产生的灰水	氨氮、COD _{Cr} 、氰化物、挥发酚、硫化物、悬浮物	COD _{Cr} : 200~800 mg/L	氨氮: 30~400mg/L
湿 法 脱 硫 洗 涤 废 水	碱液吸收	脱硫废水	硫化物、氰化物、COD _{Cr}	氰化物: 10~30mg/L	
	液相催化氧化法	脱硫废水	硫氰酸根、硫代硫酸根、COD _{Cr} 、ADA 等催化剂	硫氰酸根: 30000~50000mg/L	
变 换 工 艺	变换工段气水分离器排水		氨、悬浮物、COD _{Cr} 、等	粉煤气化工艺	氨: 5000~10000mg/L

冷凝液				水煤浆气化工 艺	氨： 30000~60000mg/L
净化废水	醇 烃 化、醇烷化 工艺	甲醇精馏回收废 水	甲醇		甲醇：5000~15000mg/L
	低温甲 醇洗	甲醇水分离塔底 排水	COD _{Cr} 、甲醇		COD：400~2000mg/L 甲醇：150~500 mg/L
含 油废水	压缩	压缩机油水分离 器排水	COD _{Cr} 、石油类		石油类：30~300mg/l

(2) 以天然气为原料的合成氨生产工艺及污染现状

以含天然气、焦炉气为原料的合成氨工艺，合成氨的生产过程一般包括以下三个步骤：
原料气的制取和转化、原料气的净化以及原料气压缩与合成。见图 5-4。

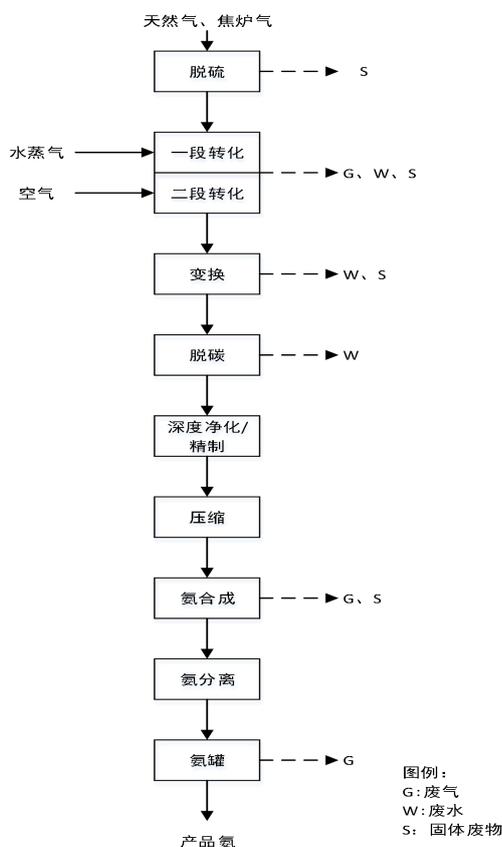


图 5-4 以天然气、焦炉气为原料合成氨生产流程及主要产污环节

生产过程中产生的废水主要包括变化工段冷凝液、脱碳废水、合成工段放空气/驰放气吸收氨水、含油废水等。主要废水污染源及污染因子见表 5-6。

表 5-6 以天然气（或焦炉气）为原料的合成氨生产工艺废水污染源和污染特征

废水污染源			主要污染因子	污染物浓度
种类	工艺	产生节点		
变换冷凝液	变换工段	气水分离器	氨	500~1000mg/L
脱碳废水	脱碳工段	传统MDEA法/传统苯菲尔法 脱碳再生系统排水	氨	1500~2500 mg/L
含油废水	压缩机	压缩机油水分离器排水	石油类	30~300mg/L

(3) 联醇生产工艺及污染现状

氮肥企业中联醇生产工艺中联产甲醇工艺流程及主要产污环节见图 5-5。

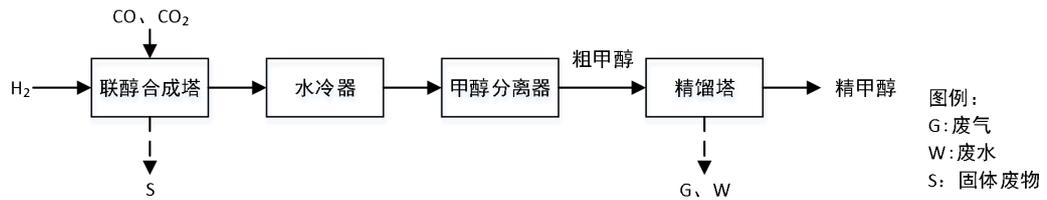


图 5-5 联醇生产流程及主要产污环节

联醇生产工艺流程中甲醇生产主要大气污染物为精馏塔排放的不凝气。废气主要污染成分为 CH₃OH 等。

甲醇生产主要废水为甲醇精馏塔塔底残液、杂醇油，主要污染物为甲醇、乙醇、异醇类等。甲醇含量约为 8000~20000mg/L。

(4) 尿素生产工艺及产污环节

尿素生产工艺主要分为水溶液全循环法、二氧化碳汽提法和氨汽提法。尿素生产工艺及产污环节见图 5-6。

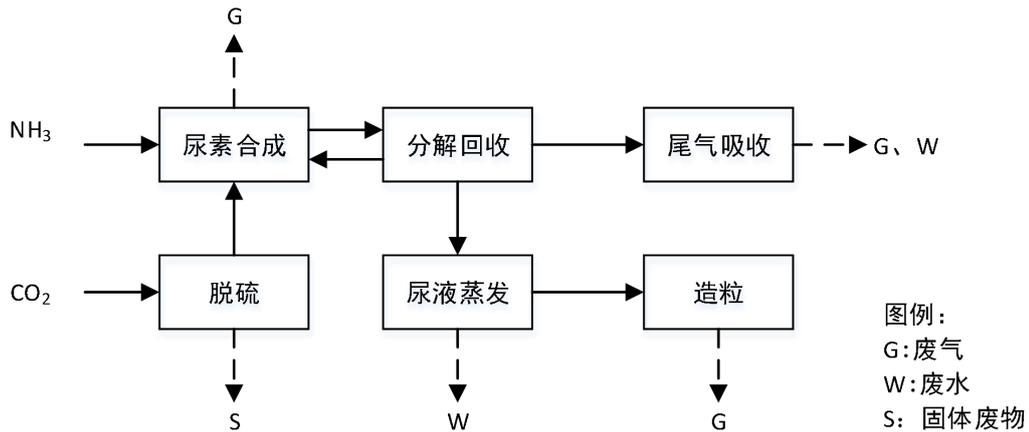


图 5-6 尿素生产工艺及产污环节

尿素装置主要产生的废水为工艺冷凝液，包括尾气吸收塔回收的碳铵液和尿液蒸发系统回收的蒸发冷凝液，主要污染成分为氨和尿素。一般通过水解解吸技术处理回用。

(5) 硝酸铵生产工艺及产污环节

硝酸铵的生产方法是利用氨与稀硝酸作原料，生产过程包括硝酸与氨中和反应、溶液蒸发浓缩、结晶或造粒等工艺步骤。

硝酸铵生产工艺及产污环节见图 5-7。

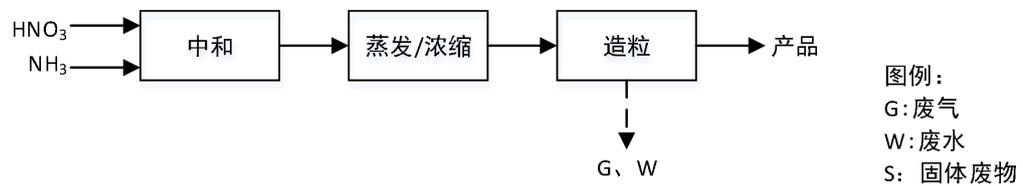


图 5-7 硝酸铵生产工艺流程及产污环节

硝酸铵生产过程中向大气排放的废气主要为造粒塔废气和干燥废气，废气中含氨和粉尘。硝酸铵生产过程中主要为工艺冷凝液、少量造粒和干燥洗涤器排水，废水中主要污染成分为硝酸铵和氨。

(6) 碳酸氢铵生产工艺及产污环节

碳酸氢铵是由二氧化碳和氨碳化反应得到的。利用合成氨生产过程中变换气体的二氧化碳与合成出来的氨反应制得碳酸氢铵。合成碳氨后变换气中剩余氢气，返回系统合成氨。碳酸氢铵生产工艺及产污环节见图 5-8。

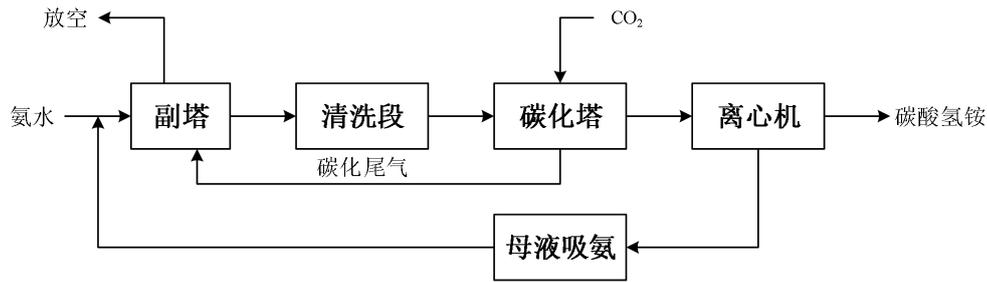


图 5-8 碳酸氢铵生产工艺流程及产污节点

碳酸氢铵生产过程中主要废水为回收清洗塔产生的稀氨水，生产过程中可通过氨水增浓循环槽增浓后回用。

5.3 废水处理工程现状

氮肥工业废水的特点是氨氮含量高，COD 相对较低，这类高氨氮低碳源废水的治理，常规的废水处理手段都有不足，因此许多企业为控制污染物排放，都采用综合治理手段，一方面加强环境管理，减少生产中的“跑冒滴漏”，采用减排技术，从源头减少污染物种类和数量；另一方面采用多种组合工艺和合适的生物脱氮技术，以求污染物排放达标。

针对氮肥工业污染物来源，用水应该遵循清浊分流、分质处理和循环利用的原则，主要的减排措施包括：两水闭路循环、循环水脱盐、增加循环用水率，提高浓缩倍数减少废水排放量；稀氨水提浓，减少氨氮废水排放；设置隔油池等油水控制系统，减少含油废水的外排。合成氨生产中采用废水减排技术，应该以实现水平衡为目标，尤其是中小型企业应该实现氰化物、悬浮物和油类的零排放。

进入企业废水处理设施的主要污染物有氨氮、COD、SS、油类等，并且氨氮浓度高、COD 浓度相对较低，对这类废水的处理主要是生物脱氮技术。此外化学处理技术通常作为预处理或者深度处理工艺，部分企业使用多种生物脱氮工艺的组合，出水达到循环使用要求。主要的末端生物脱氮工艺有 A/O 法、两级 A/O 法、SBR 法、CASS 法以及其的改进工艺等。

(1) A/O 法

A/O 工艺是一种改进的活性污泥法，具有较好的脱氮功能。常规的生物脱氮流程，好氧硝化段在前，后面的厌氧反硝化段需要额外投加碳源，以保证反硝化菌正常的代谢。基于合成氨废水氨氮浓度高碳源少的特点，A/O 工艺把反硝化段放在硝化段之前，利用进水中的有机物作为电子供体满足反硝化菌正常代谢，减少外加碳源，同时减轻后面好氧段负荷，反硝化段产生的碱度也可以补偿硝化段需求；硝化段的硝化液回流 A 池，提供硝酸根供反硝化

菌代谢使用。A/O 工艺根据硝化段和反硝化段微生物代谢特点，合理利用氨氮废水物质，能够较好的去除废水中的 COD 和氨氮等污染物。河南某中型氮肥厂以 A/O 法加前置吹脱作为末端处理技术，进水氨氮浓度 641mg/L~868mg/L、COD 浓度 719mg/L~1596 mg/L，处理效果出水氨氮浓度控制在 1.0 mg/L、COD 控制在 50 mg/L 以下。

A/O 法能有效利用废水中的有机物，但是好氧硝化段放在厌氧段之后，工程实践中可能造成出水脱氮效果较差的问题出现。针对上述问题，出现了 A/O 工艺的改进，在 O 池之后增设生物处理段，以有效的控制氨氮浓度。A/O 改进工艺主要有两级 A/O、A2/O，以及 A/O 法加其他生物脱氮技术作为深度处理等。山东某氮肥厂以 A/O 法作为末端处理主体，并且在调节池后增设混凝池，在二沉池之后增设接触氧化池对 O 池出水中的氨氮作深度处理，对进水 COD 为 300mg/L~800mg/L，氨氮为 100mg/L~300mg/L，经过末端处理后出水氨氮控制在 1.0 mg/L 以内，COD 控制在 10mg/L~20 mg/L。山西某化肥厂采用气浮、A/O 法以及曝气生物滤池深度处理作为终端处理工艺，进水 COD240mg/L~430 mg/L，氨氮 80mg/L~150 mg/L，经过末端处理后，出水 COD 浓度在 25 mg/L 以下，氨氮浓度在 1.0 mg/L 以下。山西阳城某化肥厂采用 A/O 法加生物膜法（MBR）作为末端处理工艺，进水 COD 和氨氮浓度分别为 500 mg/L 和 300mg/L 时，出水 COD 和氨氮浓度控制在 60mg/L 和 30mg/L 以下。此外利用固定化细菌技术，出现了 A/O 加 HSBEMBM 工艺等。

（2）两级 A/O 法

两级 A/O 工艺针对 A/O 法出水仍有部分硝酸根和亚硝酸根的缺点，在 O 池后增设 A2 进行反硝化，O2 降解 A2 池中投加的过量碳源，能够实现对总氮的有效去除。

传统 A/O 工艺虽然对 COD，氨氮具有较好的处理效果，两者出水浓度都较低，但是由于 O 池反硝化出水中含有一定量的硝酸根和亚硝酸根，这些物质直接外排对环境有较大危害，特别是亚硝酸根，被认为具有致癌性。2008 年环保部发布的《合成氨工业水污染物排放标准》中，对总氮给出了排放限值，不能大于 30mg/L 出水。两级 A/O 法在 O 池后增加反硝化过程，去除 O1 出水中的硝酸根和亚硝酸根，能够有效的控制总氮排放。我国已经有部分企业采用两级 A/O 法作为末端处理工艺，其中山东某化工集团公司两级 A/O 末端处理设施，进水 COD 浓度 335 mg/L，氨氮 196mg/L，经处理后出水 COD 浓度 23mg/L，氨氮小于 4mg/L。

（3）SBR 法

序批式活性污泥法（SBR）是由美国 Irvine 在 20 世纪 70 年代开发的，此后又相继出现

ICEAS、CASS、UNITANK 等不同工艺。SBR 法采用时间分割的方法代替传统的空间分割操作方式，其 SBR 池具有调节池、曝气池、二沉池的功能，具有沉淀性能好，设施简单，能够有效抑制丝状菌膨胀，可以脱氮除磷等效果，在生活和工业水处理中应用广泛。SBR 法对高浓度氨氮废水处理效果较好，且设施建设成本低，但是不能实现连续进水、出水，且处理负荷较小，适合处理水量小的企业。针对传统 SBR 法上述缺点的改进工艺如 CASS 等，在我国应用广泛。

(4) CASS 法

循环式活性污泥法（CASS）由 Goronszy 教授在 ICEAS 基础上开发的一种改进型 SBR 工艺，具有 SBR 法结构特征，并且能够连续进水。CASS 反应池前部为预反应区，能够防止污泥膨胀，促进絮状菌生长；主反应区后部安装可升降的滗水装置，可以实现连续进水间歇排水的周期循环要求，该区废水以推流方式进行，有机物去除效率高；CASS 工艺是一个好氧/缺氧/厌氧交替进行的过程，脱氮效果较好。重庆某化肥厂采用 CASS 工艺处理合成氨工业废水，采用 CASS 工艺处理合成氨工业废水，在进水质量浓度分别为： $\text{NH}_3\text{-N}$ 小于 200 mg/L、COD 小于 200 mg/L 时，通过生物脱氮处理，出水质量浓度分别为： $\text{NH}_3\text{-N}$ 小于 50mg/L、COD 小于 40mg/L，平均去除率分别达到 $\text{NH}_3\text{-N}$ 79.65%，COD 80.82%。

(5) 生物脱氮新技术

除上述几种常用末端处理技术以外，合成氨企业往往需要根据自身生产废水特点，选择合适的处理工艺，其中生物膜法、曝气生物滤池等对氨氮废水处理效果也较好。合成氨工业废水氨氮浓度高碳源少的特点，决定其处理工艺不同于常规生物方法。随着对合成氨工业废水总氮、总磷要求，应该在现有处理技术的基础上，发展新工艺和新技术。

5.4 同类工程实例

(1) A/O 工艺处理氨氮废水工程实例

河南某化工有限公司以煤为原料，拥有年产 20 万吨合成氨，配套 15 万吨尿素，以及 7 万吨甲醇、2 万吨液体二氧化碳等的综合性化工生产企业。公司废水污染源主要包括造气污水、含油废水、尿素工艺冷凝液、锅炉冲灰水。公司采用 A/O 生物脱氮处理工艺，工程于 2007 年投入使用，废水处理规模为 150m³/h，废水处理后可实现达标排放。

工艺流程及运行参数

该公司废水来源于合成氨工段、脱硫工段、碳化工段和厂区循环水等，其特点是氨氮含

量高，来水水温高，同时废水内含有一定有毒有害物质。为使出水 COD 和 NH₃-N 达到排放标准，确定了如下处理工艺流程，见图 5-9。

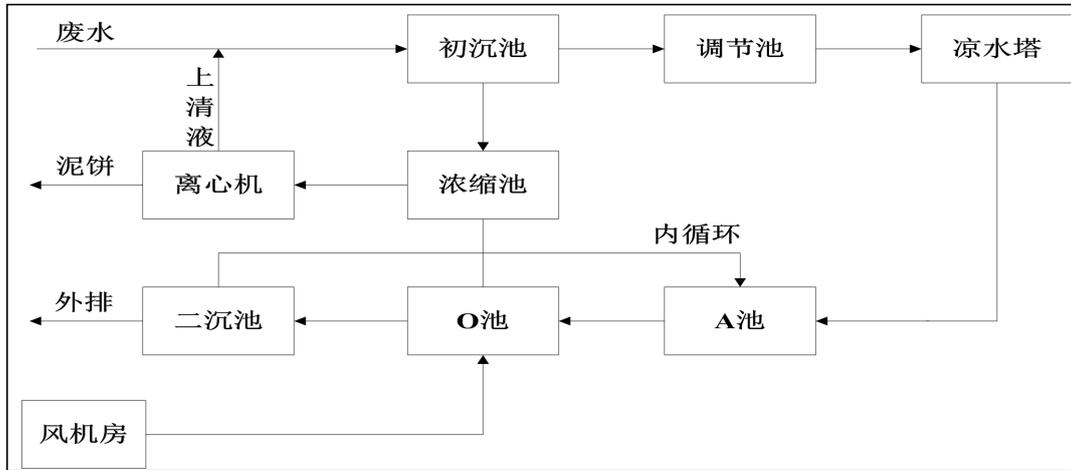


图 5-9 A/O 处理工艺流程图

废水流入初沉池、调节池，然后泵提升至凉水塔，依次流入 A/O 池、二沉池。二沉池出水达标排由于原水的 COD/NH₃-N 比值较低，因此在调节池设置碳源添加设施，其中碳源可采用粗甲醇或甲醇精馏残液(公司生产有甲醇，其甲醇精馏残液用来补充碳源不足)。

工艺参数：

1) 隔油初沉池，设计水力停留时间 4h，外形尺寸：8m×30m×4m，处理系统产生的干污泥量为 1440 kg/d，每天产生含水率为 99%的污泥 142t。内设污泥提升泵 3 台 Q=12m³/h，H=20，N=7.5 kw；

2) 调节池，水力停留时间按 8 小时设计，外形尺寸：10m×30m×4 m。设提升泵 2 台 Q=150 m³/h，H=12，N=11 kw；

3) 凉水塔，由于来水水温高,约 40℃以上，超过污泥最佳适应范围。通过凉水塔降温，可以保证进入生化池内水温控制在 35℃以下，有利于污泥的驯化；

4) A/O 生化池，缺氧池的尺寸为 13m×30m×6m，水力停留时间 15 小时，内设低速潜水推流器 2 台 N=7.5 kw。好氧池的尺寸为 26m×30m×6m，水力停留时间 30 小时。好氧池内设曝气软管 1660m，配套罗茨风机 4 台；

5) 二次沉淀池，采用平流式沉淀池,设计水力停留时间为 4h，外形尺寸为 10×30m×2.5m，有效水深 2m。内设刮泥机、回流泵；

6) 污泥处理池，处理系统产生湿污泥为 169 吨/日，污泥先进浓缩池(外形尺寸：5m×5m×4.5m，2 座)。由浓缩池浓缩后泵入卧螺离心机进行脱水，而后污泥外运。

运行效果：进出水水质见下表 5-10:

表 5-10 进出水水质

主污染物	pH	SS mg/L	COD mg/L	NH ₃ -N mg/L	硫化物 mg/L	氰化物 mg/L
进水水质	7~9	500	400	380	3	10
出水指标	6~9	75	50	15	0.5	0.8

工程评价：采用 A/O 工艺处理高氨氮废水，处理效果良好，系统运行稳定，出水各项指标均达到国家规定的行业排放标准。在较长的连续稳定运行时间内，出水氨氮都在 5 mg/L 以下，达到《合成氨工业水污染物最高允许排放限值》(GB13458-2001)的要求。

(2) A/O+BAF 生物滤池工艺处理氨氮废水工程实例

辽宁某化工（集团）公司以天然气为原料，年产 30 万吨合成氨，52 万吨尿素，6 万吨精甲醇，1 万吨碳酸二甲酯/丙二醇。全厂综合废水处理工艺采用 A/O 法加 BAF 生物滤池，处理量为 250m³/h。

综合废水处理工艺采用 A/O 法加 BAF 生物滤池，处理量为 250m³/h。基本工艺流程图如图 5-10 所示。



图 5-10 A/O 串 BAF 工艺流程图

A/O 生物处理工艺是由厌氧和好氧两部分反应组成的污水生物处理系统。污水进入厌氧池后，与回流污泥混合。在缺氧段异养菌将污水中的淀粉、纤维、碳水化合物等悬浮污染物和可溶性有机物水解为有机酸，使大分子有机物分解为小分子有机物，不溶性的有机物转化成可溶性有机物，当这些经缺氧水解的产物进入好氧池进行好氧处理时，提高污水的可生化性，提高氧的效率；在缺氧段异养菌将蛋白质、脂肪等污染物进行氨化（有机链上的 N 或氨基酸中的氨基）游离出氨（NH₃、NH₄⁺），在充足供氧条件下，自养菌的硝化作用将 NH₃-N（NH₄⁺）氧化为 NO₃⁻，通过回流控制返回至 A 池，在缺氧条件下，异氧菌的反硝化作用将 NO₃⁻还原为分子态氮（N₂）完成 C、N、O 在生态中的循环，实现污水无害化处理。

工艺主要构筑物及尺寸如下：

集水池（数量 1）： 12m×14.4m×6m

调节池（数量 1）： 2770.2m³

A 池（数量 1）： 20m×33.6m×5.5m

O 池（数量 1）： 48m×33.6m×5.5m

二沉池（数量 2）： Φ20m，池深约 5.2m

BAF 池（共 10 格）：（6m×8m×6m）×10

砂滤池（两座，每座两格）：（6m×8m×6m）×10

主要运行参数如下：

消化池回流率：200%

A 池停留时间：6h~8h

O 池停留时间：16h

处理成本：2 元/吨

运行效果：进出水水质见下表 5-11：

表 5-11 进出水水质

主要污染物	pH	COD mg/L	NH ₃ -N (mg/ L)	总氮 mg/ L
进水水质	6~10	100~150	20~50	30~50
出水水质	7~9	≤50	≤15	≤30

（3）两级 A/O 工艺处理氨氮废水工程实例

山东某化工集团有限公司，年产合成氨 30 万吨、尿素 50 万吨、甲醇 4 万吨。

污水处理系统包括已有装置的污水和拟建装置污水，污水处理及回用水的规模为 12000m³/d。

工艺流程及运行参数

采用 A/O 生化处理流程，同时考虑脱碳和脱氮处理，其中 A/O 系统为前置反硝化工艺，目的是充分利用进水中的有机物满足反硝化所需的碳源，避免碳源浪费，产生碱度中和 O 段硝化反应的部分酸度。各段的作用描述如下：A/O 工艺分为 A1 段、O1 段、A2 段、O2 段四个阶段，污水经消毒处理达到回用水标准后加压送至生产装置区各回用水点，处理流程见图 5-11。

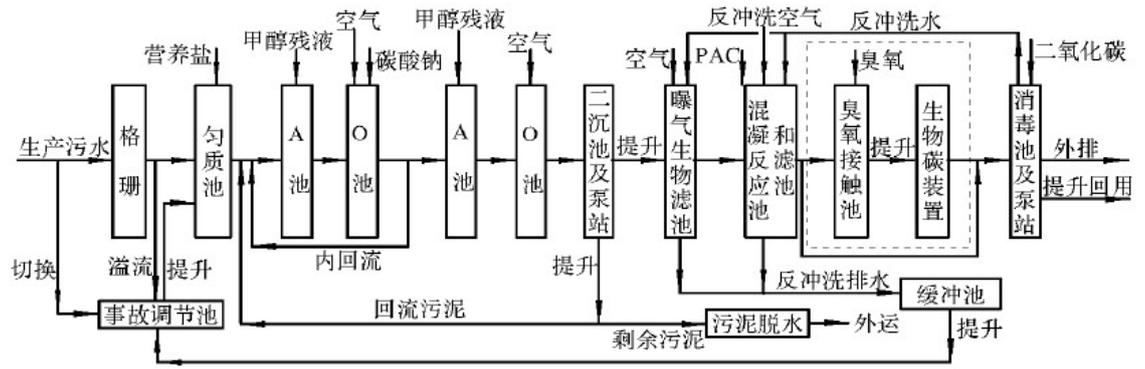


图 5-11 两级 A/O 法污水处理工艺流程

主要参数：

进水水质如下表 5-12：

表5-12 进出水水质表

水质指标	设计进水	现运行中实际进水
pH	6~9	6~9
COD _{Cr}	≤160	≤500
BOD ₅ / COD _{Cr}	>0.35	>0.35
SS	≤120	≤400
NH ₃ -N	≤150	≤230
溶解性总固体	≤1000	≤1000
Cl ⁻	≤200	≤200

处理效果：污水实现全面达标排放。进水平均 pH 值为 8、COD 为 335mg/L、NH₃-N 为 196mg/L,进水量平均 220m³/h。处理后出水平均 pH 值为 7.9、NH₃-N 为 22mg/L、COD 为 15mg/L。COD 去除率为 96%，氨氮去除率为 99%。达到《山东省南水北调沿线水污染物综合排放标准》DB37/599-2006 中的一般保护区域标准：pH 值为 6~9，COD_{Cr} ≤60mg/L，NH₃-N ≤15mg/L。

(4) SBR+BAF 生物滤池工艺处理氨氮废水工程实例

河南某化工有限公司年产复合肥 40 万吨，尿素 15 万吨。于 2007 年 10 月底投运了一套利用 SBR 技术设计处理能力为 2400t/d 的污水处理设施，采取连续进水、间歇排水的方法，以处理生产中产生的污水及公司生活污水。

工艺流程及运行参数

生产区的排污水经管道输送至终端处理的滤油池再至均质池。均质池设有潜水搅拌器，使之混合均匀，油沫及大无机颗粒物在此得到去除和沉淀分离，再由提升泵将混合均匀的污水打入一级生化池即 SBR 池(设有曝气推流装置的缺氧、好氧池)，曝气推流同时加碱，加甲醇残液开始硝化反应。静沉后，通过位差由滗水器将水排至缓冲池，再由提升泵将缓冲池内的水打入 BAF 池(二级生化池)，微量 NH₃-N、COD 及悬浮物被进一步脱除，进入终水池部分达标排放，部分回用。污水处理工艺流程见图 5-12。

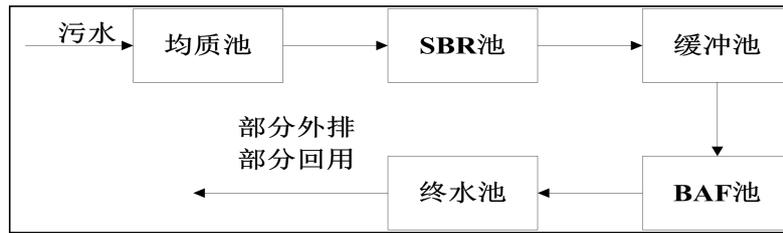


图 5-12 污水处理工艺流程

运行效果：进出水水质见下表 5-13：

表 5-13 进出水水质

主要污染物	pH	COD (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)
进水水质	5.5~10	220~260	180~220
出水水质	6~9	≤50	≤20

工程评价：工程反应池明显小于连续式的体积，整个工艺流程简单，构造物少，占地省，造价低，设备投资少。运行管理费用低，操作简便，易于管理。静止沉淀，分离效果好，出水水质高。运行方式灵活，有多种工艺路线，同一反应池仅通过改变运行工艺参数就可以处理不同性质的污水。

(5) CASS 工艺处理氨氮废水工程实例

河南某化肥有限公司是以煤为原料，年产 35 万吨合成氨、60 万吨尿素和 30 万吨复合肥等的大型化工企业。全厂造气废水处理采用微涡流澄清器处理，处理规模为 1000m³/h。全厂综合废水采用初沉池—CASS 反应池做为终端处理设施，处理量为 50m³/h，把生产系统清污分流出来的综合排放废水配以精醇残液作营养源进行终端生化把关处理。

1) 造气废水工艺流程及运行参数

造气废水处理工艺流程见下图 5-13。造气污水经平流式沉淀池，沉淀后的热水由泵送入澄清器，在泵进口定量连续加入絮凝剂，使细小悬浮物在澄清器内颗粒增大，并迅速沉降。

澄清后的水利用位差流入冷却塔，冷却后循环使用。沉淀池内灰渣由吸泥机抽到浓缩池自然晾干，澄清器底部泥渣靠位差压入浓缩池，沉淀后清水流入平流池进口，煤灰送渣场自然晾干。

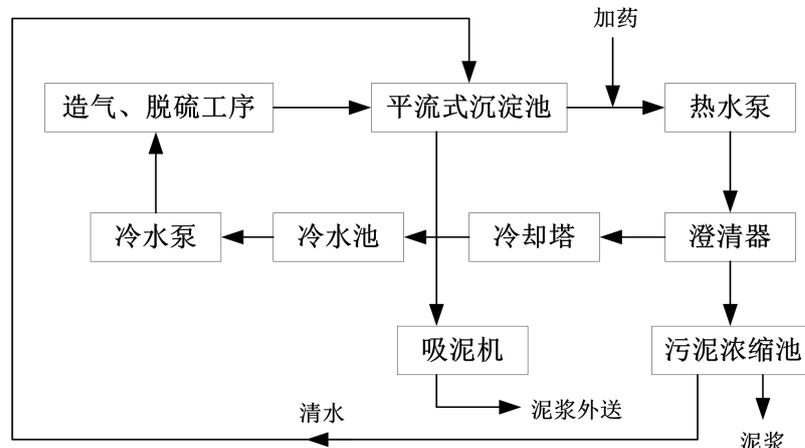


图 5-13 造气废水治理工艺流程

主要设备

- (1) 微涡流澄清器：24000mm×12000mm×8000mm，由徐州水处理研究所设计、安装；
- (2) 冷却塔：钢砼结构，设计温差≥15 度，处理水量 1000m³/h，共两台风机，每台 N=30kW；
- (3) 冷水泵：型号为 14SH-19，H=26m，Q=1000 m³/h，N=132kW，2 台；(4) 热水泵：型号为 14SH-28A，Q=1000 m³/h，N=55kW，2 台；
- (5) 其余均为旧设备利用。

运行效果：该工程于 2004 年开车成功，各项指标全部达标，悬浮物质量浓度在 50mg/L 以下，实现了完全闭路循环。

2) 初沉池—CASS 工艺流程及运行参数

全厂综合废水采用初沉池—CASS 工艺进行处理，CASS 工艺流程见图 5-14。CASS 法是在间歇式活性污泥法的基础上演变而来的，它是在 CASS 反应池前部设置了生物选择区，后部设置了可升降的自动滗水装置。其工作过程可分为曝气、沉淀和排水三个阶段，周期循环进行。污水连续进入预反应区，经过隔墙底部进入主反应区，在保证供氧的条件下，使有机物被池中的微生物降解。根据进水水质可对运行参数进行调整。

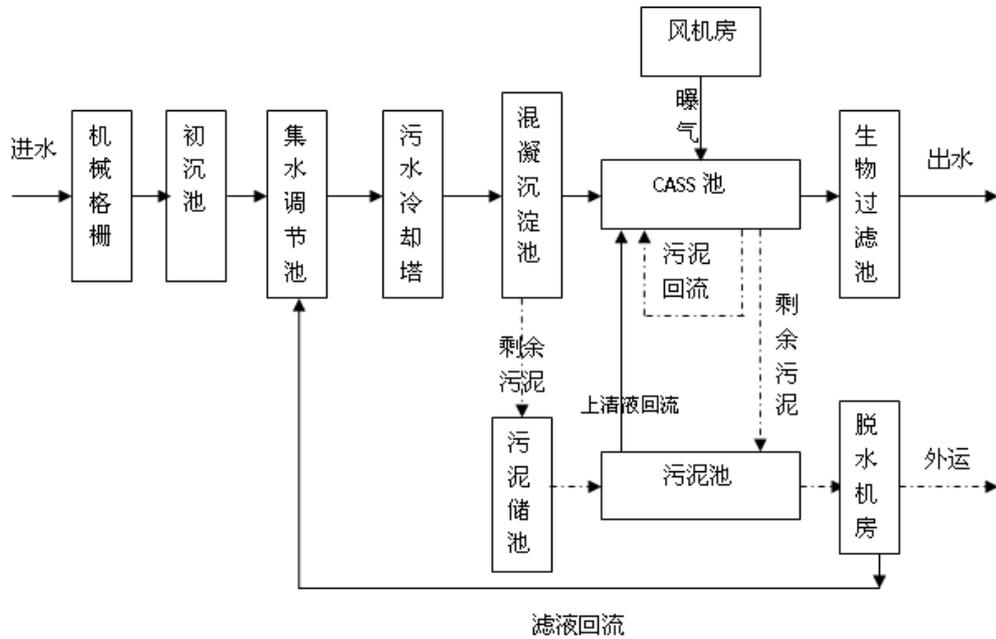


图 5-14 CASS 工艺流程

CASS 工艺分预反应区和主反应区。在预反应区内，微生物能通过酶的快速转移机理迅速吸附污水中大部分可溶性有机物，经历一个高负荷的基质快速积累过程，这对进水水质、水量、pH 和有毒有害物质起到较好的缓冲作用，同时对丝状菌的生长起到抑制作用，可有效防止污泥膨胀；随后在主反应区经历一个较低负荷的基质降解过程。

运行效果：进出水水质见下表 5-14：

表 5-14 进出水水质

污染成分	pH	COD (mg/L)	氨氮 (mg/L)
进水水质	6~10	350	40
出水水质	7~9	70	20

6 主要技术内容及说明

6.1 适用范围

本规范中对于氮肥工业的界定与《合成氨工业废水排放标准》(GB-13458-2013)、《排污许可证申请与核发技术规范 化肥工业-氮肥(HJ864.1-2017)》衔接一致，即“生产合成氨以及以合成氨为原料生产尿素、硝酸铵、碳酸氢铵以及醇氨联产的生产企业或生产设施”。

此外，虽然氯化铵、硫酸铵产品属于氮肥，但其生产过程一般不包含在氮肥生产过程中，因此本标准不适用于氯化铵、硫酸铵等副产品的其他工业生产过程（如纯碱、焦化、己内酰胺

胺和氨法烟气脱硫等)。同时以焦炉煤气为原料的合成氨企业由于其焦炉煤气的生产相关污染防治技术内容已经包含在《焦化废水治理工程技术规范 (HJ 2022-2012)》和《炼焦化学工业污染防治可行指南》 (HJ2306—2018), 因此本标准不包括生产焦炉气的炼焦过程及荒煤气的冷却、净化过程。

6.2 规范性引用文件

根据标准技术内容的需要, 本标准引用了部分现行的密切相关的国家标准、行业标准以及相关国家法规作为本标准的延伸技术规定, 引用文件的管理规定和技术要求视为本标准的一部分。引用的现行污染物排放(控制)标准及工业企业环保类标准, 是制定本标准的法律依据, 其中有关条文是本标准的技术基础, 引用此类文件将使本标准更具合法性和权威性。氮肥工业废水治理系统工程中关于工艺、设备、管配件等方面的规定引用了现行的国家及行业标准, 同时, 本标准还引用了有关建设项目涉及的配套工程和工程施工、安装、调试、验收规范等方面的标准。

6.3 术语和定义

本标准在重点参考《合成氨工业水污染物排放标准》(GB 13458—2013)和中《排污许可证申请与核发技术规范 化肥工业-氮肥》(HJ 864.1—2017)相关术语的基础上, 规定了与本标准相关的术语和定义, 便于标准条文的理解。

6.4 污染物与污染负荷

本标准主要规定了氮肥工业废水治理工程设计所需要了解的主要废水来源与分类, 以及废水水量和水质数据的获取途径和方式。

6.5 总体要求

6.5.1 一般规定

(1) 法规政策要求

规定了氮肥生产企业的建设与运营应该遵守国家相关法律法规、产业政策、准入制度以及各级各类标准的规定, 切实做到依法建设、依规运营。

(2) 环境管理要求

规定了氮肥工业废水治理工程的设计、施工、运行各阶段所应遵守的环境影响评价制度、“三同时”制度、污染物排放标准制度、主要污染物总量控制制度以及环境监测制度。此外还规定了氮肥工业废水治理工程本身在运行过程中所产生的各种二次污染问题所应满足的环境管理要求。如：恶臭污染物排放应满足《恶臭污染物排放标准》(GB 14554)；厂界噪声应执行《工业企业厂界噪声标准》(GB12348)；废水处理产生的污泥应按照国家有关规定进行妥善处理和处置。

(3) 废水治理原则

规定了氮肥工业废水收集、处理、回用应采用清污分流、雨污分流、污污分治、分质回用的原则。此外，本部分还对废水处理站构筑物、管道和地坪的防渗提出了基本要求。

6.5.2 建设规模

氮肥工业生产废水处理工程的建设规模，应根据不同氮肥产品、不同生产工艺及产量进行确定。

生产废水处理工程主体、一般建筑物与设备、厂站辅助工程、配套设施应符合 CJJ 31-89 和 GB 50014-2006 的规定和具体的需求。

6.5.3 工程项目构成

氮肥工业生产废水处理工程是相对独立和完整的系统，工程项目主要由废水处理构筑物与设备、辅助工程、配套工程和运行管理服务设施构成。其中废水处理构筑物与设备包括废水处理、污泥处理、恶臭处理、排放与监测、废水回用等单元。辅助工程包括厂区道路、绿地工程、供电工程、给排水工程、专用的控制室、监测室等工程。配套设施包括办公室、休息室、餐厅等生活设施。

6.5.4 厂址选择和总平面布置

本标准从厂址选择、总平面布置、构筑物及设备布置、废水收集系统、管线布置、绿化布置、固废外运门尺寸等方面作了系统的规定，可作为氮肥工业废水处理工程厂址选择和总体布置的依据。

由于综合废水处理站在处理工艺、生产管理等方面与城镇污水处理厂有相似之处，其厂址选择和总平面布置等方面也可参照《室外排水设计规范》(GB50014)中的相关规定。

6.6 废水处理工艺设计

6.6.1 氮肥工业废水治理技术路线

氮肥工业产生的废水，应结合生产实际，根据废水种类和污染物浓度，依照“清浊分流、分质处理、循环利用、末端处理”的原则，选择适宜的处理工艺进行废水的处理，确保废水排放达标。

合成氨生产各个工段设备换热都需要大量的冷却水，冷却废水中含有少量的氨氮、COD和石油类。冷却水用量较大，一般占到工艺流程用水量的90%以上，污染物含量较少，应单独收集，简单处理后过滤循环利用，循环排污水一般处理后达标排放或者回用。

以煤为原料的合成氨，在造气工序产生的半水煤气含有有害的氰、挥发酚等气体，且温度较高并含有粉尘，需经洗涤降温，经洗涤之后会成为半水煤气洗涤废水，脱硫废水为脱硫工段产生的废水，废水量比较小，在实际生产过程中一般宜与半水煤气洗涤废水联合起来进行处理。

以天然气为原料加压蒸汽转化合成氨工艺中，因CO变换及脱碳再生热源的需要，在转化工序按水碳比加入过量蒸汽，部分过量蒸汽经低变废热锅炉和脱碳再沸器换热后冷凝分离出来。由于工艺气主含H₂、N₂及CO、CO₂等气体成分。在高温及一定压力下可生成微量NH₃和CH₃OH并随工艺冷凝液带出系统。以煤为原料的合成氨工艺，急冷水的蒸发使得水煤气被大量水蒸气饱和，在后续工段也会产生工艺冷凝液。工艺冷凝液是氨氮废水的主要来源。氨罐弛放气和合成放空气在通过两气回收后也会产生含氨氮的废水，两气回收废水宜与工艺冷凝液共同收集处理，宜经过高效蒸氨技术或精馏制液氨技术回收氨，然后进入末端废水处理设施。

合成氨生产中反复使用的压缩机和其他设备需要润滑油，从而产生含油废水。含油废水主要污染物为COD和石油类。含油废水宜回收油，然后作为锅炉除尘洗涤水系统补水。

尿素工段中，尿素工艺冷凝液包括来自真空系统的冷凝液以及各排放点排至密闭排污系统的废液，主要含有氨和尿素。尿素废水采用深度解吸技术处理后废水宜回用于锅炉或循环水系统补水。硝酸铵生产工艺中产生的废水主要来自蒸发冷凝液，其中含有氨氮、NO₃-等污染物。硝酸铵废水采用电渗析技术处理后废水宜回用于硝酸铵生产工艺中。其他的工艺废水与生活污水等应进行末端废水集中处理，达标后排放或进一步处理回用。

6.6.2 以煤为原料制合成氨企业废水处理工艺路线

本标准根据气化炉型的不同，针对碎煤固定床加压气化工艺（以鲁奇炉、BGL 炉为代表）、干燥粉或水煤浆气流床气化工艺（以德士古、shell 和航天炉为代表）和固定床常压间歇气化工业（以 UGI 炉为代表），提供了三种工艺路线，如下图 6-1~6-3 所示。

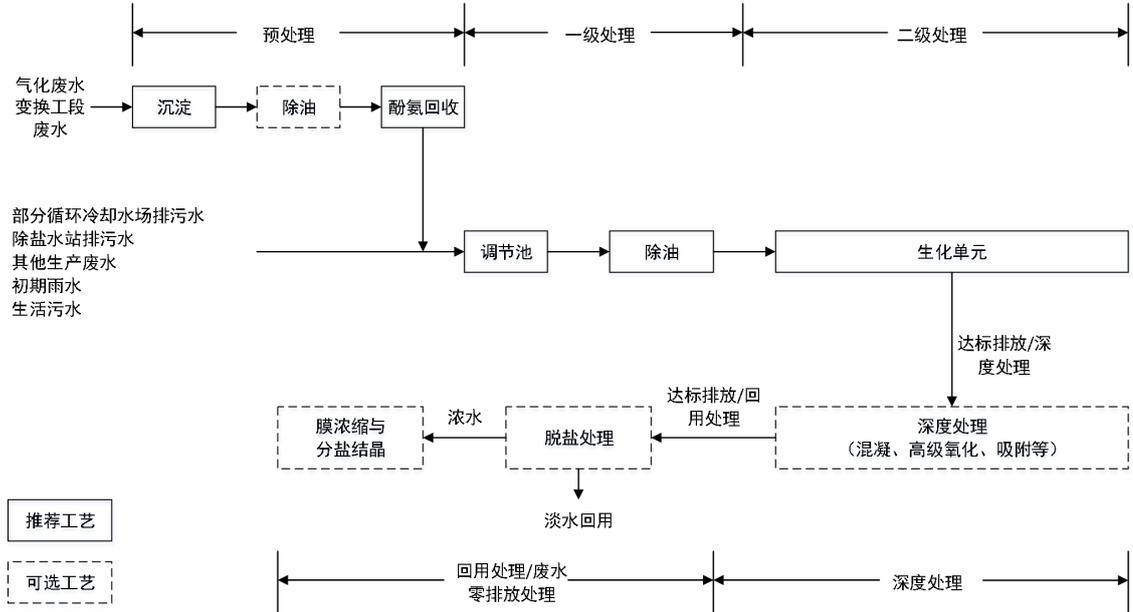


图 6-1 以碎煤固定床加压气化工艺生产合成氨氮肥工业废水处理工艺路线

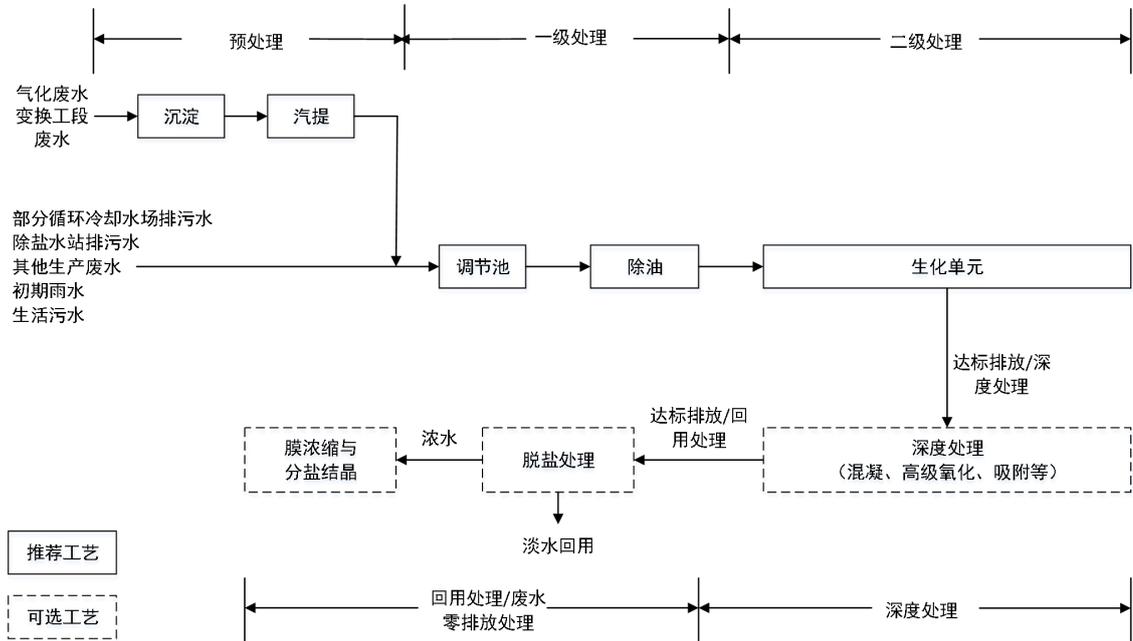


图 6-2 以干燥粉或水煤浆气流床气化工艺生产合成氨氮肥工业废水处理工艺路线

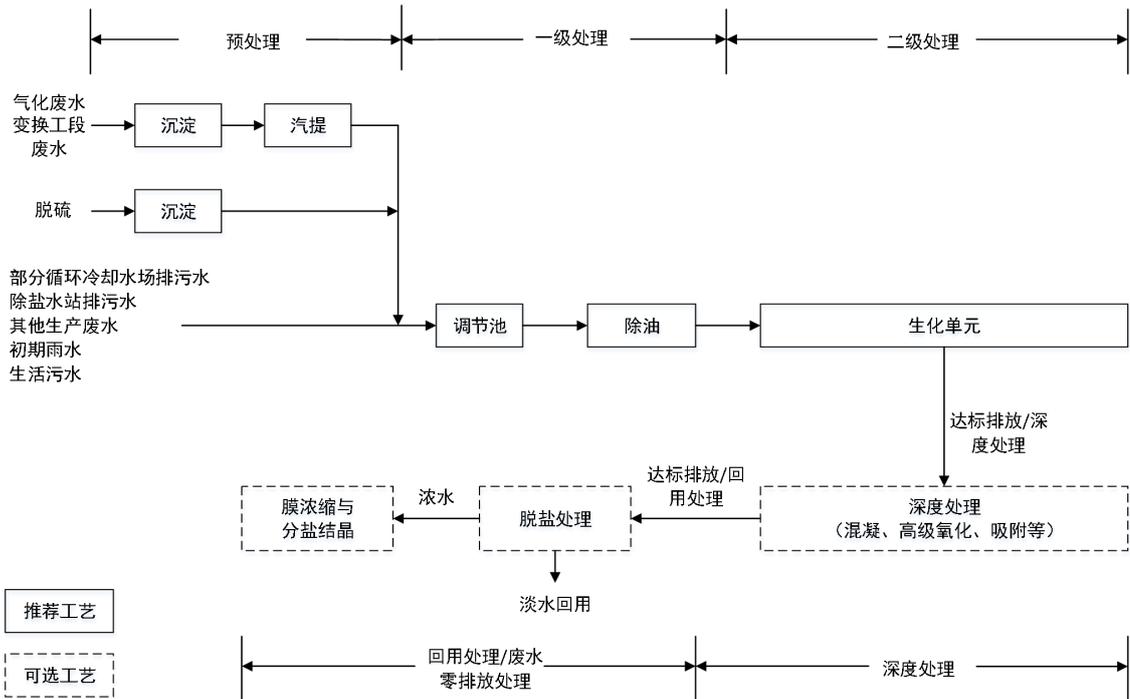


图 6-3 以固定床常压间歇气化工艺生产合成氨氮肥工业废水处理工艺路线

工艺处理路线针对不同地域的环境标准，提出了达标排放、废水回用以及“零排放”的阶段性的路线图。

6.6.3 以天然气（焦炉气）为原料制合成氨企业废水处理工艺路线

本标准提出了以天然气（焦炉气）为原料生产合成氨氮肥工业废水处理工艺路线图。如下图所示。

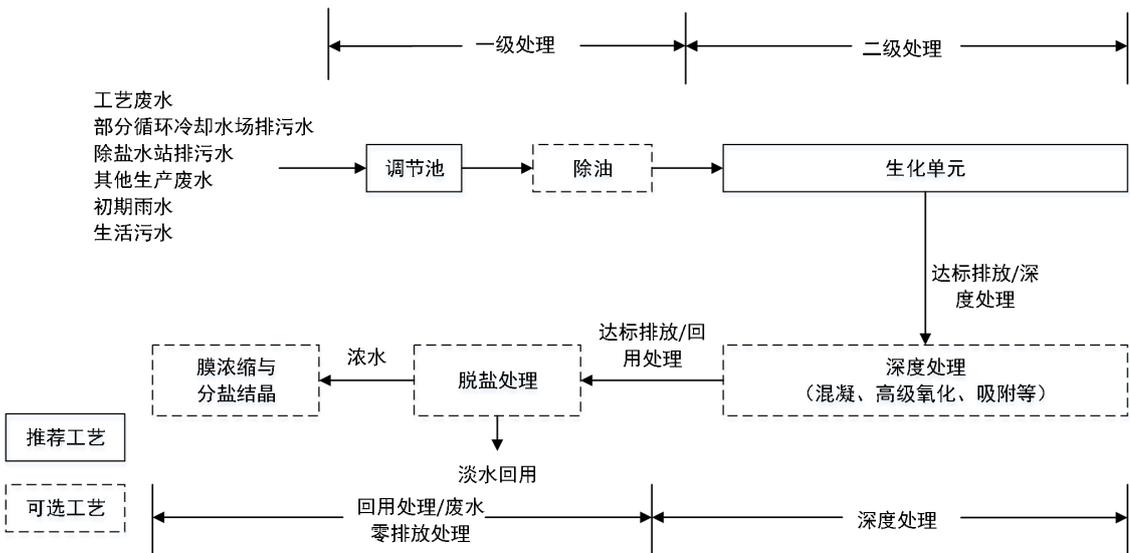


图 6-4 以天然气（焦炉气）为原料生产合成氨氮肥工业废水处理工艺路线

6.6.4 尿素生产废水处理工艺

尿素生产废水宜采用深度水解技术进行处理，处理后的废液宜用于锅炉和循环水系统补水。采用深度水解技术处理尿素蒸发冷凝液时，宜采用图 6-5 所示的基本工艺流程。

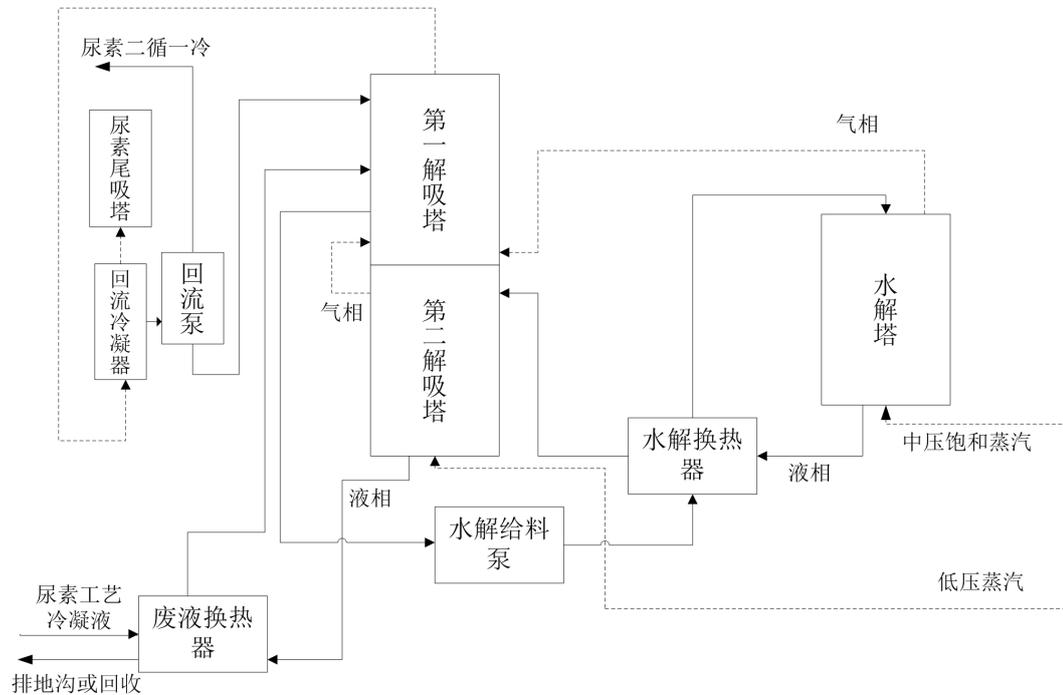


图 6-5 深度水解技术处理尿素蒸发冷凝液基本工艺流程

目前，国内外尿素工艺冷凝液处理工艺主要有 3 种，第一种为水解采用 2.5MPa 蒸汽直接加热，解吸采用 0.5MPa 蒸汽加热，水解、解析后溶液中的氨氮质量浓度 $\leq 5\text{mg/L}$ ，尿素浓度 $\leq 5\text{mg/L}$ ，该设备结构简单，操作容易，投资少。第二种为采用 1.3MPa 的蒸汽和二氧化碳进行加热气提，水解塔和解吸塔合二为一，处理后溶液中氨氮质量浓度 $\leq 3\text{mg/L}$ ，尿素浓度 $\leq 3\text{mg/L}$ ，该工艺采用的蒸汽压力较低，水解塔和解吸塔合二为一，流程简单。第三种为水解采用 3.8MPa 蒸汽直接加热，解吸采用 0.5MPa 蒸汽加热，水解、解析后溶液中的氨氮质量浓度 $\leq 5\text{mg/L}$ ，尿素浓度 $\leq 5\text{mg/L}$ ，该工艺投资高、设备多、水解需高压蒸汽，推广应用受到限制。

6.6.5 硝酸铵冷凝液处理工艺

硝酸铵冷凝废水宜采用电渗析技术处理进行处理，基本工艺流程见图 6-6。

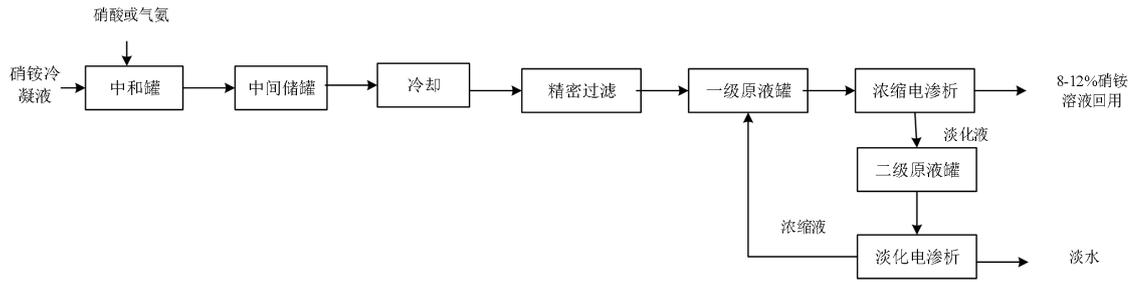


图 6-6 电渗析技术处理硝酸铵冷凝废水基本工艺流程

采用电渗析技术处理硝酸铵冷凝废水时，规范中提出以下技术条件和要求：（1）中和罐 pH 值与停留时间；（2）冷却后温度；（3）电渗析浓缩方式；（4）电渗析后续处理工程建议。

6.6.7 循环冷却水场排污水/中水回用处理工艺

循环冷却水产排污水和中水回用宜采用膜分离技术进行处理，基本工艺流程见图 6-7。

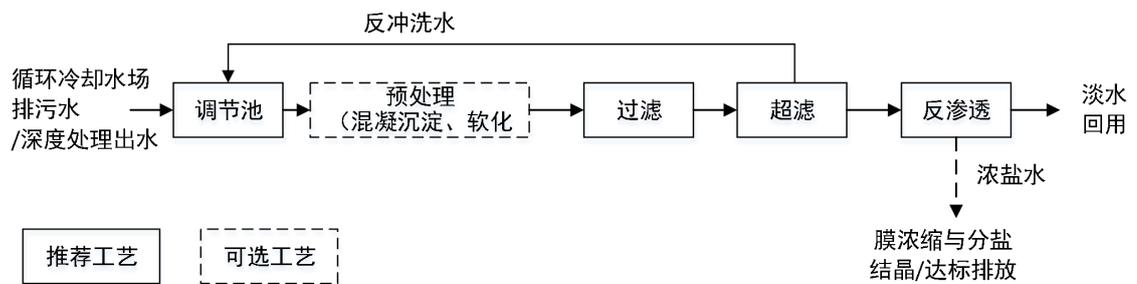


图 6-7 循环冷却水产排污水/中水回用处理工艺流程

其中，补充了部分企业存在将综合废水处理出水与循环冷却水排污水混合后进行中水回用处理的情况。

6.6.8 浓盐水回用处理

对于要求企业废水“零排放”的地区（比如内蒙古自治区等），企业浓盐水处理可采用蒸发浓缩后分盐结晶或纳滤膜分离结合结晶分离进行处理，基本工艺流程见图 6-8 和图 6-9。

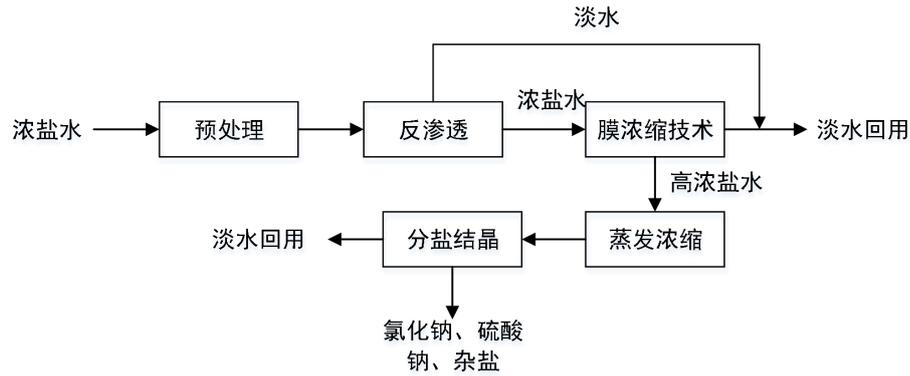


图 6-8 浓盐水“蒸发浓缩-分盐结晶”回用处理工艺流程

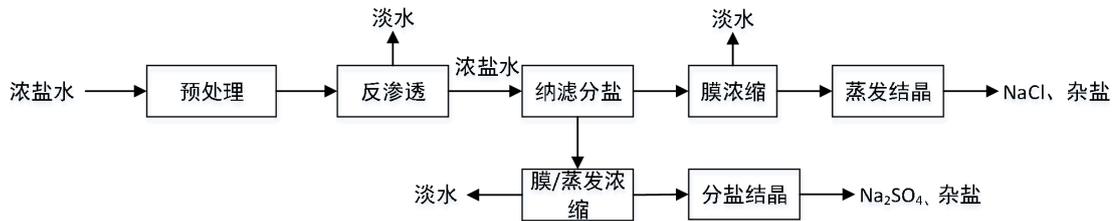


图 6-9 浓盐水“纳滤膜分离-结晶分离”回用处理工艺流程

6.6.7 工艺设计要求

废水处理的主要目标是满足企业达标排放的要求。本标准结合磷肥工业废水治理工程的实践，对废水处理各单元工艺、污泥处理处置、恶臭控制、事故池配置等进行了一般性的设计规定。

(1) 预处理工艺

本标准规定了不同气化废水类型所采取的工艺类型以及主要技术参数。包括沉淀冷却、除油、脱酸脱氨、酚氨回收、脱硫脱氢等工艺的主要技术参数。

(2) 一级处理工艺

氮肥工业废水一级处理为综合废水的预计处理，主要包括调节、除油等工艺。

本标准针对调节池有效容积、水力停留时间、污染防治提出了具体技术要求和工艺参数。

(3) 二级生化处理

二级生化处理应根据进水水质特性和处理要求，选择适宜的生物脱氮工艺。生物脱氮工艺可以采取缺氧好氧(A/O)法、序批式活性污泥法(SBR)、周期循环活性污泥法(CASS)、二级AO、生物曝气滤池和缺氧-膜生物反应器(AO-MBR)等工艺。由于氨氮和总氮为氮肥

行业特征污染物，为提高总氮脱除效率，企业可采用二级 AO 和 AO-MBR。

本标准提出了主流工艺的工艺路线和主要技术参数。

（4）深度处理

当需要进一步提高处理后出水水质时，应进行深度处理。深度处理宜采用物化处理相结合的工艺，如膜处理、混凝沉淀、高级氧化工艺、吸附等。高级氧化工艺一般包括臭氧催化氧化、芬顿等，吸附包括活性炭吸附。

（5）循环冷却水处理

为了防治设备腐蚀结垢，本标准提出循环冷却水中需投加阻垢、缓蚀和杀菌等水质稳定药剂进行水处理，同时在工艺流程中应设计旁路过滤器或电絮凝组合沉淀过滤装置，以防止生产过程中产生的油污和废弃物悬浮于循环水系统中，

（6）循环冷却水场排污水/中水回用处理

综合废水处理出水可与循环冷却水产排污水合并进行脱盐处理，处理完淡水可用于生产回用。排污水处理量可根据蒸发量和浓缩倍数进行计算，处理工艺宜采用“多介质过滤+超滤+反渗透”工艺进行处理。

（7）浓盐水处理

对废水处理有“零排放”要求的地区，应进行高盐废水的妥善处置及减量化处理。本标准提出了浓盐水减量化处理宜采用“预处理-膜浓缩-纳滤分盐-蒸发结晶”或“预处理-膜浓缩-蒸发结晶”工艺流程。

（8）尿素单元工艺冷凝液处理

本标准提出了 2 种不同压力蒸汽进行深度水解解吸主要技术参数。

（9）硝酸铵单元工艺冷凝液处理

本标准提出了硝酸铵单元工艺冷凝液电渗析处理工艺流程以及主要技术参数。

（10）其他含氨废水处理

针对氮肥企业产生的含氨废水（如两气回收产生的含氨废水），提出了精馏技术回收氨的技术参数。

（11）废气处理

对不同废气的处理应采取不同的方法，有效控制恶臭污染源，减少恶臭对周围环境的影响。工艺单元设计时应减少废水收集及处理系统臭气的产生和散发。通过臭气源隔断、防止腐败、设备清洗等措施，进行臭气源头控制，定期清理调节池、污泥池等工艺单元中的浮渣，

采取密闭、局部隔离及负压抽吸等措施，集中收集工艺过程（调节池、污泥池、污泥脱水机等）中产生的臭气；污水泵房、污泥脱水间、加药间等应设置通风或臭气收集设施。

（12）污泥处理与处置

本标准提出了污泥处理处置的目的是减量化、稳定化、无害化以及综合利用，以及相关技术要求。

（13）噪声和振动防治

企业应采取隔声、消声、绿化等降低噪音的措施，厂界噪声应达到 GB 12348 的规定。设备间、鼓风机房等机械设备的噪声和振动控制的设计应符合 GB 50040 和 GBJ 87 的规定。

6.7 主要工艺设备和材料

本标准对主要设备和材料的选型提出了技术要求，设备和材料的选型首先应根据确定的工艺路线和特点，主要设备材料的性能应能满足废水处理的系统要求，在满足系统可靠性和经济性的同时，还应符合国家现行的产品标准。

在本标准中，对氮肥工业废水处理工艺中的机械格栅机、水泵、滗水机、加药装置、机械过滤器、曝气机械和曝气装置、鼓风机、污泥浓缩脱水机械及其他设备、材料在选型和选用中应遵循的标准规范提出了具体要求。

6.8 主要辅助工程

根据氮肥工业工艺要求，标准规定了配套的电气系统、建筑与结构、防腐防爆工程、供水与排水系统、采暖通风工程、厂区道路与绿化等，规定了应该符合的相关标准和规范。

6.9 劳动安全与职业卫生

氮肥工业工程设计应采取有效防治措施，保护人身安全和身体健康。严格贯彻执行国家现行劳动安全、职业卫生等方面相关标准。此外，对工作人员应进行必要的培训，并经考试合格后方准上岗操作。制定火警、易燃、爆炸、自然灾害等意外事件的应急预案。

6.10 施工与验收

本标准规定了工程施工前应通过环境影响评价并获得主管部门批复,工程施工应符合的有关施工程序,建筑、安装工程应遵守的施工技术文件,工程设计、施工单位应具备的资质条件,设备、材料、器件与国家相关标准和产品质量验证文件符合等的有关要求。

工程验收中废水处理设施应与生产工程同时验收,并分工程竣工验收和环境保护验收两阶段进行,验收应按照相关的验收标准、规范和相关的文件进行验收。

6.11 运行与维护

本标准在废水处理设施运行管理、运行管理人员的技能培训、水质监测点、水质检测项目、在线监测的技术管理指标等方面进行了明确的规定,要求运行部门制定操作规程,执行运行、维护记录。运行人员应按照制度履行好自己的职责,确保系统经济稳定运行。标准同时规定了建立突发性事故应急预案和突发事件的解决和上报要求。

7 标准实施的环境效益与经济技术分析

(1) 环境效益

氮肥行业分类较复杂,不同原料、产品的单位产品排水量及单位产品污染负荷区别较大,随着标准的日益严格,迫切需要整理、规范一些技术成熟、经济合理的废水处理技术,

本标准的发布能够指导行业的水污染防治,有利于保证企业外排废水达到相关标准的要求,有利于改善环境效益,保持社会和谐发展。具体体现在以下三个方面:

第一,由于本标准对于氮肥工业废水治理规模的确定、处理工艺的选择、主要设计参数的选取和关键设备的选型等均作出了指导性的规定,因此,标准的实施在合理确定工程投资规模、最大程度发挥投资效益和控制运行成本等方面起到非常重要的作用;

第二,本标准为氮肥工业废水的达标排放提供了坚实的技术支撑,可有效地减轻环境污染;

第三,在具备条件的地方,氮肥工业废水的回用势在必行,法规、政策和标准将促进废水处理技术和回用技术的发展,磷肥废水的达标排放和回用,有利于保护生态环境,节约资源,发展循环经济。

(2) 经济效益

本标准基于目前社会经济水平和科学技术水平,规定了氮肥工业废水治理工艺系统的一些关键内容,符合国家有关产业政策和污染防治工程技术政策等方面的要求。本标准推荐的处理工艺均为成熟技术,有可靠的实践数据、工程案例做为基础,氮肥工业废水随处理工艺和处理程度的不同,其工程投资和运行成本也有较大的差异,氮肥工业废水治理系统的运行成本可根据处理级别、具体工艺流程,按照各单元的污染物去除总量进行核算。

(3) 社会效益

本标准的实施将在淘汰和限制高污染及落后的生产工艺、促进低污染及先进的生产工艺污染治理措施方面发挥重要作用,这对于我国生态环境的保护和人民身体的健康都具有十分重要的社会意义。

8 标准实施建议

8.1 与现行法律法规及其他相关标准的关系

本标准属于环境保护行业标准,是国家近年来颁布的一系列环境保护工程技术规范的重要组成部分。本标准是依据国家环境保护部《国家环境保护标准制修订工作管理办法》和国家环境保护标准《环境工程技术规范制订技术导则》的要求编写的,制定的内容均符合现行国家相关法规、法规和政策的规定要求,将为的氮肥工业环境保护设施的建设、运行以及监督管理提供技术依据。

8.2 实施本标准的管理措施及建议

本标准为首次制订,由于氮肥工业废水的治理技术将随着环保管理要求而不断发展与创新,此外,随着经济的发展和新技术不断使用,本标准中的相关技术、工艺会发生很大的变化,相应的技术要求也应随之进行相应的调整。因此,在实施过程中可采用先试行一段时间,广泛听取和收集各方面的意见与建议,进行进一步的修订完善,使其实用性和可操作性与时俱进,不断满足环境管理和环保设施工程建设需要。