

附件 3

合成氨工业污染防治技术政策

编制说明

（征求意见稿）

《合成氨工业污染防治技术政策》编制组

2013 年 3 月

项目名称:合成氨工业污染防治技术政策

项目统一编号: 1691. 4

承担单位: 中国环境科学研究院

参编单位: 中国氮肥工业协会

编制组主要成员: 周羽化、武雪芳、曹占高、宫玥、卢延娜、雷晶、

张荣、石金田、申晨

项目管理负责单位及负责人: 何连生

技术处项目负责人: 耿子威

目 录

1	项目背景.....	13
1.1	任务来源.....	13
1.2	工作过程.....	13
2	合成氨行业概况.....	13
2.1	我国发展概况.....	13
2.2	其他国家和地区发展概况.....	14
3	技术政策制订的必要性.....	14
3.1	环境保护及行业发展的要求.....	14
3.2	主要环境问题.....	15
3.3	行业清洁生产工艺和污染防治技术的最新进展.....	15
4	行业主要生产工艺及产排污情况.....	15
4.1	合成氨.....	15
4.2	尿素.....	16
4.3	硝酸铵.....	16
5	主要技术内容说明.....	16
5.1	总则.....	16
5.2	清洁生产.....	18
5.3	水污染防治.....	21
5.4	大气污染防治.....	22
5.5	固体废物处置和综合利用.....	23
5.6	鼓励研发的新技术.....	24

《合成氨工业污染防治技术政策》编制说明（征求意见稿）

1 项目背景

1.1 任务来源

为进一步加强合成氨工业的污染防治，促进合成氨工业技术进步和可持续发展，完善国家环境技术管理体系，原国家环境保护总局下达了《关于开展 2008 年度国家环境保护标准制修订项目工作的通知》（环办函[2008]44 号），其中《合成氨工业污染防治技术政策》的编制工作由中国环境科学研究院承担，具体实施单位为环境标准研究所，协作单位为中国氮肥工业协会，项目统一编号为：1691.4。

1.2 工作过程

任务下达后，编制组收集整理了国内外相关法规标准及技术资料，通过资料调研掌握了合成氨工业在我国的发展情况及污染防治现状。同时，编制组对河南、山东的部分合成氨企业进行了调查，掌握了国内先进企业污染防治技术及发展趋势。在此基础上，编制组编制了技术政策草案及开题报告，2010 年 12 月，环保部科技司技术处主持召开了技术政策编制开题论证会。

在充分采纳开题论证专家意见的基础上，编制组根据最新环境管理要求，结合合成氨工业产业结构调整需求，对技术政策文本及编制说明进行了修改完善，形成征求意见稿。

2 合成氨行业概况

2.1 我国发展概况

合成氨工业是直接为三农服务的重要工业部门之一。通过近 30 年的发展，我国合成氨工业获得了长足的发展，已经形成具有一定规模生产能力，生产配置相对完善的重要化工行业。目前，我国合成氨工业发展的主要特点有：

（1）我国合成氨产量居世界第一，但国内产能过剩情况较为突出。

2011 年全国合成氨产量超过 5300 万吨，氮肥产量超过 4100 万吨（折纯氮），均约占世界总产量的三分之一。据统计，近年来我国氮肥产能一直保持 10%以上的年均增速，合成氨产量平均增速为 4.43%。

伴随着我国氮肥产能的迅速扩张，国内氮肥需求的增长速度略显迟缓。从 1998 年开始，我国尿素市场已由供不应求转变为供需基本平衡，继而又转变为供过于求。^①2011 年，我国农业消费尿素 4050 万吨，工业消费尿素 1050 万吨，尿素总消费量 5100 万吨，产能过剩 1500

^① 中国农业信息网，http://www.agri.gov.cn/fxycpd/qt/t20080520_1043548.htm

万吨左右。

(2) 我国合成氨企业以中小型煤头企业为主，但产能产量主要集中在大中型企业中。

2011 年，我国合成氨生产企业共有 394 家，其中煤头企业 300 余家，合成氨产量约占总产量的 75%；气头企业 70 余家，合成氨产量约占总产量的 24%；油头企业 2 家，合成氨产量约占总产量的 1%。

从企业规模来看，在我国现有合成氨生产企业中，单厂产量大于 18 万吨的企业数量约为 24%，产量占全国总产量的 65%；小于 18 万吨的企业数量约为 76%，产量占全国总产量的 35%。可见我国的合成氨工业仍以中小型企业为主，但产能产量主要集中在大型企业中。

我国以煤为原料的合成氨生产企业主要集中在河南、河北、山东、江苏、安徽等地，以天然气为原料的企业主要集中在四川、重庆、新疆等地。

2.2 其他国家和地区发展概况

世界上，合成氨的主要生产国集中在俄罗斯、中东等油气资源丰富的地区，中国、印度尼西亚等煤资源丰富地区及委内瑞拉、墨西哥湾等中南美地区。目前世界上 80%的合成氨生产都采用天然气作为原料，且使用较为先进的蒸汽转化法。

发达国家单个合成氨厂的生产规模一般在 1000-2000 吨/天（约 30-60 万吨/年），新建企业的设计规模一般都达到了 2200 吨/天（约 66 万吨/年）。在欧盟，2001 年合成氨工业的产量达到了 1100 万吨，企业数量仅 50 家，企业的平均产量为 22 万吨/年。

从以上的资料可以看出，中国合成氨产量虽然已跃居世界第一位，但在生产规模和生产工艺上都与发达国家存在一定差距。

3 技术政策制订的必要性

3.1 环境保护及行业发展的要求

2011 年，国务院发布了《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》，提出主要污染物 COD 排放总量减少 8%，氨氮排放总量减少 10%的约束性指标。《国家环境保护“十二五”规划》中提出，推进造纸、印染和化工等行业化学需氧量和氨氮排放总量控制，削减比例较 2010 年不低于 10%；严格控制长三角、珠三角等区域的造纸、印染、制革、农药、氮肥等行业新建单纯扩大产能项目；禁止在重点流域江河源头新建有色、造纸、印染、化工、制革等项目。

《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（国家发改委令第 9 号）中也对合成氨工业有所规定，提出：限制新建以石油（高硫石油焦除外）、天然气为原料的氮肥，采用固定层间歇气化技术合成氨，磷铵生产装置，铜洗法氨合成原料气净化工艺；淘汰半水煤气氨水液相脱硫、天然气常压间歇转化工艺制合成氨、一氧化碳常压变化及全中温变换（高温变换）工艺、没有配套硫磺回收装置的湿法脱硫工艺，没有配套建设吹风气余热回收、造气炉渣综合利用装置的固定层间歇式煤气化装置。

根据最新的《氮肥行业产业结构调整指导意见》（征求意见稿），我国将在氮肥企业数量、企业规模上进一步朝集约化、大型化方向发展，规划到 2015 年，氮肥企业数量减少 30%，

建成 20 个具有核心竞争力的大型氮肥企业集团。在环保方面，60% 以上的企业实现生产污水零排放和循环水超低排放，废水排放量减少 20%，氨氮减少 22%，COD 减少 16%。

从上述国家和行业的发展规划可以看出，合成氨工业在原料改进、产业规模提升以及产品结构调整等方面都面临着机遇与挑战，同时行业的发展规划也对其节能减排及环保治理提出了更高的要求。

3.2 主要环境问题

与世界其他国家不同，我国合成氨生产以煤为主要原料，其生产工艺技术和设备制造基本立足国产化，大大缩短了与世界先进水平的差距。但与此同时，我国以煤为主要原料的合成氨工业的能耗和排污量也较其他国家以天然气为原料的企业高。

据统计，2010 年我国合成氨工业的氨氮排放量约占全国工业行业总排放量的 26%，COD 排放量约占全国工业总排放量 4%，废水排放量约占全国工业总排放量的 7%。从主要行业排放情况来看，2010 年合成氨生产所属的化学原料及化学制品制造业的氨氮排放量位居第 1 位，COD 排放量也位居第 3 位，废水排放量为第 2 位。由此可见，合成氨工业是我国污染防治重点行业之一，其废水中氨氮的污染问题尤为突出。

3.3 行业清洁生产工艺和污染防治技术的最新进展

近年来，为满足国家环境管理的需求，切实降低行业发展所带来的环境影响，我国合成氨工业在清洁生产工艺和污染防治技术方面都得到了长足的发展。

在清洁生产方面，合成氨生产工艺冷却水闭路循环技术、非氨法脱硫技术、醇烃化技术等近年来得到了积极的推广和使用，通过资源的综合利用，减少了污染物排放的总量。在废水治理技术方面，生化法处理造气废水、尿素工艺冷凝液解吸深度水解技术、稀氨水蒸馏提浓技术，以及两级厌氧/好氧的污水终端处理技术等的应用，有效的消减了合成氨废水中的污染物。

另外，我国部分合成氨企业还根据自身的工艺特点，开发了先进的污染防治综合技术。2009 年 12 月，环境保护部下发了《关于发布 2010 年度〈国家先进污染防治示范技术名录〉和〈国家鼓励发展的环境保护技术目录〉的公告》（环境保护部公告 2010 年第 103 号），其中“高氨氮废水处理技术”、“氮肥生产企业清洁生产技术”、“尿素工艺冷凝液低压水解技术”等技术均作为国家鼓励发展的环境保护技术进行鼓励推广。

由此可见，为促进我国合成氨行业的可持续发展，引导合成氨行业污染防治技术的开发和应用，《合成氨工业污染防治技术政策》制定是十分必要的，同时也具备一定的技术基础和条件。

4 行业主要生产工艺及产排污情况

4.1 合成氨

合成氨的生产工序主要包括造气、脱硫、CO 变换、脱碳、精制、压缩与合成。目前，我国采用的合成氨生产工艺主要有：无烟煤固定床间歇气化制氨、水煤浆加压气化制氨、天然气蒸汽转化制氨、天然气常压间歇制氨等。

从合成氨的生产工艺分析，其生产过程中产生的废水主要有：

- ① 造气工序：含酚、氰、硫化物、氨、COD 等的造气、脱硫洗涤冷却水，其中悬浮物 300~400mg/L、氰化物 20~25 mg/L、氨 2~16 mg/L，硫化物 1~3 mg/L、酚类 0.5~1 mg/L；
- ② 脱硫工序：脱硫液再生排放的硫泡沫废液，含油废水；
- ③ 变换、脱碳、精制、压缩工序：设备冷却水、过滤器排水等含氨废水。含氨浓度视工艺而定，如采用氨法脱硫、碳铵转化或铜洗工艺等，其废水中氨氮浓度高达 3000~30000mg/L；
- ④ 合成工序：油分离器排污的含油、氨废水。

从大气污染物排放来讲，合成氨主要的大气排放来自造气工序的放空气，其中含有粉尘、多环芳烃等污染物；脱硫工序的放空气，其中主要含有氨气、氢气和微量的硫化氢；精炼工序的放空气，主要为铜液驰放收集槽的间歇排气；压缩工序的废气主要包括油分离器或油处理设施的泄露气体，安全阀排空以及盘管式冷却器泄露的气体。

从固废产生来看，合成氨的固废产生主要有造气炉渣、锅炉炉渣、除尘器分离出的粉尘、污水处理过程中产生的污泥，再生塔分离出的硫磺、铜泥、废催化剂等。

4.2 尿素

尿素生产分为合成、未反应物的分解与回收、浓缩与造粒、工艺废液回收几个工序。在我国，尿素的生产工艺主要有水溶液全循环法、二氧化碳汽提法、氨汽提法，少数企业采用双汽提法或 ACES 法。

尿素生产中的废水主要为含尿素、氨的工艺废液，大多数中小型企业采用解吸方式回收其中的氨，回收后废液中含约 0.07%（700mg/L）的氨和约 2%（20000mg/L）的尿素，经末端处理后排放。部分企业采用深度水解解吸方式回收其中氨氮，回收后废液用于锅炉或循环水系统补水，排放废水中的氨和尿素浓度能分别达到 10mg/L 和 5mg/L。

尿素生产的废气主要有锅炉烟道气，其中含有颗粒物和二氧化硫等污染物。另外，产生的尿素粉尘也是主要废气来源。

4.3 硝酸铵

我国有硝酸铵生产企业 50 多家，生产能力达 500 万吨。硝酸铵生产的主要原料是氨和硝酸，常压中和法、管式反应器法、加压中和法生产硝酸铵是我国硝酸铵生产主要采用的生产工艺。硝酸铵生产废水为生产过程中产生的工艺废液，大部分回用于硝酸生产，少量排放。

5 主要技术内容说明

5.1 总则

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国国民经济和社会发展的第十二个五年规划纲要》、《产业结构调整指导目录》（2011 年本）、《氮肥行业结构调整指导意见》（征求意见稿）、《2010 年度国家先进污染防治示范技术名录》、《2010 年度国家鼓励发展的环境保护技术目录》等政策文件制定本技术政策总则。

本技术政策的内容适用于合成氨生产和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过程（或生产装置）的污染防治、环境监督与管理。

总则中的技术内容主要针对以下几个方面进行规定：

（1）产业结构调整

总则中提出：“合成氨工业应加大产业结构调整力度，进一步提高规模化水平，加快淘汰低水平落后产能，减少合成氨企业数量，提高产业集中度。”

近年来合成氨工业的结构调整取得积极进展，但目前在行业发展中仍存在产能过剩、企业规模较小的问题，导致环境污染治理成本增加。目前，多项国家政策文件中都对氮肥（合成氨）工业的结构调整做出了要求。例如在《国民经济和社会发展的第十二个五年规划纲要》中指出“严格控制长三角、珠三角等区域的造纸、印染、制革、农药、氮肥等行业新建单纯扩大产能项目。”另外，根据最新的《氮肥行业产业结构调整指导意见》（征求意见稿），我国将在氮肥企业数量、企业规模上进一步朝集约化、大型化方向发展，规划到 2015 年，氮肥企业数量减少 30%，建成 20 个具有核心竞争力的大型氮肥企业集团。由此可见，调整产业结构，提高规模化水平，淘汰落后产能是我国氮肥（合成氨）行业下一步可持续发展的必然之举。

（2）厂址选择

总则中提出“新建、改扩建合成氨生产项目应符合国家产业政策及有关政策规定，在综合考虑经济成本及环境影响的基础上，合理进行产业布局。在生态环境敏感地区和严重缺水地区，不宜新建、改扩建合成氨生产装置。”

我国合成氨生产以煤炭为主要原料。在煤头企业中，90%以上以无烟块煤或型煤为原料，对优质无烟煤的依赖，使得我国合成氨企业原料资源竞争较为激烈。同时，我国仍有一部分合成氨企业以天然气为生产原料，天然气供应紧张是这些企业长期以来生产和发展中的突出矛盾，《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（国家发改委令第 9 号）中提出限制新建以天然气为原料的氮肥，随着国家天然气定价机制改革的推进，合成氨工业在原料结构调整方面的压力也很大。因此，通过企业合理布局，调整合成氨生产原料结构、提高能源利用效率、合理配置资源，可以有效地缓解能源紧缺对行业发展造成的压力。同时，合成氨生产耗水量较大，污染较为严重，通过对企业布局的科学引导，可以有效地减少行业发展对区域环境+带来的环境影响。

（3）主要污染物控制

总则中提出：“重点控制合成氨工业废水中氨氮及化学需氧量的排放，降低单位产品废水排放量。减少废气排放，提高固体废物综合利用水平，加强环境风险防范。”

目前，我国合成氨工业最为突出的环境问题是废水排放，废水水量较大，其中含有较高

浓度的氨氮、COD 等，2010 年行业废水排放量占工业废水排放总量的 7%，氨氮、COD 排放量分别占工业排放总量的 26%和 4%，因此行业污染控制重点是废水水量的控制，以及其中氨氮、COD 的控制。另外，也需做好废气、固废等排放控制。

（4）污染防治技术路线

总则中提出“合成氨工业污染防治应遵循清洁生产与末端治理相结合、综合利用与无害化处置相结合的原则；注重源头控污，加强精细化管理，提倡分类收集、分质处理，采用先进、成熟的污染防治技术。”

从合成氨工业的生产工艺与产排污分析可以看出，末端污染物的排放水平与其采用的清洁生产工艺密切相关，以废水为例，若不采用清洁生产工艺，有的工序将排放高达几万毫克每升浓度的含氨废水，仅靠末端治理是较为困难的。因此，清洁生产与末端治理的结合是合成氨行业污染防治的关键。同时，注重资源的综合利用及无害化处置，分类收集、分质处理等也将有力的提高企业的污染防治水平。

（5）鼓励新技术研发

为进一步鼓励行业新的清洁生产及末端污染治理技术的研发与推广，总则中提出“积极开发应用节约能源、资源的新技术，鼓励污染物末端处理新技术的开发和推广。”

5.2 清洁生产

技术政策第二章“清洁生产”部分按照合成氨生产的各工艺环节，以及尿素生产、硝酸铵生产提出了清洁生产技术方案。

（1）煤制氨原料气制备。新建煤为原料合成氨生产项目应采用连续加压气化工艺。鼓励现有固定层间歇式煤气化合成氨生产企业进行连续加压气化技术改造。

对于以煤为原料制氨的企业，连续加压煤气化工艺在造气阶段不产生工艺废气，因此不会有含 CO、SO₂ 等工艺废气排放，原料煤中的硫化物绝大部分进入合成气并在气体净化过程中被分离，以单质硫或硫酸的形式回收。此外，《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（国家发改委会令第 9 号）中提出限制新建采用固定层间歇气化工技术合成氨。因此，比较而言，连续加压煤气化工艺生产合成氨在“三废”产生及排放较传统的常压固定层间歇气化要少，是新建企业工艺选择以及现有企业技术改造的发展方向。

（2）天然气制氨原料气制备。淘汰常压间歇催化转化制气生产工艺。

以天然气、水蒸汽和空气为原料，采用常压间歇催化转化工艺制取合成氨在上个世纪为我国特别是四川、重庆的小合成氨工业发展起了重要作用。由于该工艺既不需要制氧设备，也无需耐高温和压力的高铬镍合金钢材、设备加工难度小、工艺简单、操作控制容易、投资省，因而曾广泛被以天然气为原料的小合成氨厂采用。尽管间歇催化转化工艺存在不少优点，但存在物料和热量利用不充分、能耗高的弱点，而且由于是在常压下生产，设备生产强度低，只适应较小规模的工厂采用，因此随着我国合成氨工业的技术进步和节能减排的要求，须逐步被连续加压催化转化工艺取代。《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（国家发改委会令第

9 号) 中明确提出淘汰天然气常压间歇转化工艺制合成氨。

(3) 半水煤气脱硫。淘汰半水煤气氨水液相脱硫工艺，鼓励采用碱液法半水煤气脱硫工艺技术。半水煤气脱硫应配套硫磺回收装置。

以煤、天然气或重油为原料制取合成氨原料气中都含有一定量的硫化物，硫化物的存在不仅能腐蚀设备和管道，而且能使合成氨生产所用的催化剂中毒。此外，硫是一种重要的化工原料，应予以回收利用。

半水煤气氨水液相脱硫工艺是用含有少量对苯二酚的稀氨水溶液脱除原料气中的 H_2S 。由于使用稀氨水，脱硫废水中氨氮含量较高，1 万吨/年的合成氨企业每小时排放氨氮浓度 4000~5000mg/L 的废水约 10 吨，不利于氨氮污染控制。因此，为有效降低氨氮的总排放量，脱硫工艺应改进为非氨碱源的碱液法工艺脱硫，如碳酸钠碱液法等。

此外，硫磺回收将有效降低污染物排放，促进资源合理利用。合成氨企业常用的硫磺回收有克劳斯法、斯科特法等。

(4) 一氧化碳变换。应采用低温变换工艺，新建项目变换工段应与脱碳工段等压力条件。淘汰一氧化碳常压变换及中温变换工艺。

一氧化碳变换是将原料气中的一氧化碳与水蒸汽反应，生成氢气和二氧化碳，减少一氧化碳对氨合成的影响，在经济合理的条件下，变换后一氧化碳含量越低越好。一氧化碳变换反应是放热反应，随着温度的降低，变换气中 CO 的含量逐渐减少，但受温度范围的限制，气体经中温变换后仍然会含有 3% 左右的一氧化碳。若采用中低低或全低温变换工艺，一氧化碳含量可降至 1% 或更低。因此合成氨生产淘汰中温变换工艺，采用低温变换工艺能提高合成氨的生产效率。

合成氨生产中，变换与脱碳等压的工艺较为合理，可以减少 CO_2 气在变换至脱碳过程中的压缩功耗。但由于较高压力下变换设备的腐蚀问题和物理性溶液脱碳对压力的要求，上个世纪建设的中小型合成氨厂，尤其是采用固定层间歇式煤气化的企业并未采取上述工艺。目前较高压力下变换工艺的防腐技术已较为成熟，采用脱碳与变换等压，生产每吨合成氨约可节电 30 度左右。因此，新建项目采用变换工段与脱碳工段等压力条件是较为适用的。

《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（国家发改委令 9 号）中指出淘汰一氧化碳常压变化工艺。在一定温度下，同一催化剂条件下，随着压力的升高，反应速度加快，可以提高生产效率。同时，从能量消耗上看，加压后先压缩原料气再进行变换的能耗，比常压变换再压缩变换气的能耗低。因此，无论采用什么原料、什么制气工艺，加压变换都优于常压变换，淘汰常压变换工艺是技术发展方向。

(5) 脱碳及深度净化。企业应根据生产工艺特点和企业实际条件选择原料气脱碳技术和深度净化技术。

采用加压煤气化技术的企业，应采用低温甲醇洗脱硫脱碳技术和液氮洗气体深度净化技术。

采用常压煤气化技术的企业，鼓励采用变压吸附法（PSA 法）脱碳技术；有低温余冷条件的企业可采用聚乙二醇二甲醚法（NHD 法）脱碳技术；有低压蒸汽或其它工艺余热热源的企业可采用甲基二乙醇胺法（MDEA 法）脱碳技术；适宜压力条件下可采用碳酸丙烯

酯法（PC 法）脱碳技术；鼓励采用醇烃化、醇烷化原料气深度净化清洁生产工艺，逐步淘汰铜洗法氨合成原料气深度净化工艺。

天然气制氨企业宜采用甲基二乙醇胺法（MDEA 法）脱碳技术和甲烷化原料气深度净化技术。

合成氨企业根据自身生产工艺特点，选择合理的脱碳和深度净化技术，将促进资源的综合利用，节能减排。

采用加压煤气化技术的企业，变换气中硫化物含量较高，选择在脱碳塔内同时脱除变换气中的 CO_2 和 H_2S 、 CS_2 等硫化物的低温甲醇洗工艺，具有脱硫脱碳效率高、合成氨生产流程缩短的优点；采用冷法的液氮洗气体深度净化工艺脱除微量的 CO 和 CO_2 ，比采用热法的甲烷化工艺具有节能的优点。

采用常压固定层间歇式煤气化技术的企业，适宜采用变压吸附法（PSA 法）脱碳技术。PSA 法脱碳技术具有不消耗溶剂，电耗较低的优点，是较好的清洁生产工艺。对于有低压蒸汽或其他工艺余热的企业可采用 MDEA 脱碳技术，有余冷可综合利用的企业可采用 NHD 脱碳技术，资源可得到有效利用。在适宜压力（如 2.7MPa 压力条件）的企业，采用 PC 法脱碳具有能耗较低， CO_2 脱除效果较好的优点。

此外，常压固定层间歇煤气化工艺的变换气中 CO 含量一般在 1%-3%，脱碳后原料气中 CO_2 含量一般在 0.1%-0.2%，采用醇烃化或醇烷化原料气深度净化技术，综合利用原料气中需脱除的微量 CO 和 CO_2 ，变废为宝，副产甲醇，具有可观的经济效益。“铜洗”是铜氨液洗涤的简称，也是原料气深度净化工艺之一。但是，在铜洗再生过程中，产生解吸废气，需用软水吸收产生稀氨水，利用价值低并污染环境，因此不宜推广使用，现有企业也应逐步进行技术改造。

对于天然气制氨企业，脱碳采用 MDEA 工艺，可综合利用工艺余热，具有节能与脱碳效果好的优点。原料气深度净化工艺中，甲烷化工艺是强放热反应，若原料气中的 CO 和 CO_2 含量高，易造成催化剂超温，同时使进入合成系统的甲烷含量增加，因此一般要求甲烷化原料气中的 CO 和 CO_2 的体积分数小于 0.7%。天然气制氨企业前端采用有效的变换工艺，同时采用 MDDA 脱碳后，原料气中含有较低的 CO 和 CO_2 ，因此，适宜于采用甲烷化原料气深度净化工艺。

（6）尿素生产。鼓励采用汽提法进行尿素生产，鼓励采用节能型水溶液全循环法技术对现有水溶液全循环法尿素装置进行改造。

目前，尿素的生产工艺主要有水溶液全循环法、双汽提法、氨气提法、二氧化碳气提法 ACES 法等。虽然我国目前尿素生产仍以水溶液全循环法为主，但汽提法无论在节能降耗，操作安全性能，污染物处理方面都具有优势，因而成为国际上尿素生产的主流工艺，因此在新建尿素生产装置时应鼓励采用汽提法。对于现有企业已有的水溶液全循环法尿素生产工艺，目前我国已成功开发出 Q-1100、GXZH、JX 等节能型水溶液全循环尿素生产工艺，尿素产量迅速提高，各项消耗指标明显降低，并在生产实际中得以验证，因此鼓励推广使用。

（7）硝酸铵生产。鼓励采用加压中和工艺，淘汰常压中和工艺（尾气综合利用除外）。

硝酸铵的生产有常压中和法、加压中和法、管式反应器法等多种工艺，其中常压中和法

和加压中和法应用较为普遍。由于加压工艺有利于氨的吸收和转化，随着双加压工艺在国内的普及，目前我国新建硝酸铵生产装置几乎全部选择了加压中和工艺，常压中和法逐步淘汰。但对于综合利用三聚氰胺尾气联产硝酸铵的企业，由于尾气压力较低，仍将采用常压中和工艺。

（8）鼓励采用循环冷却水超低排放技术，减少废水排放。

合成氨企业的“循环冷却水超低排放技术”是近年来行业内较为推广的清洁生产技术。该技术是将反渗透脱盐水作为循环水系统的补充水，在保证循环冷水水质的前提下，大大提高循环水的浓缩倍数，使循环冷却水做到基本不排放，吨氨循环冷却水排放量可由 $10\sim 50\text{m}^3$ 减至 2m^3 以下。该技术与清洁生产工艺改造、闭路循环改造、末端治理回用和在线监测管理相结合，可实现合成氨企业的生产废水全部回用和废水的低排放。每生产 1 吨氨可减排氨氮 3.4kg、COD 7kg、氰化物 0.05kg、SS 10kg、石油类 0.5kg、挥发酚 0.01kg、硫化物 0.05kg，节约用水 10~50 吨。

合成氨企业的“废水超低排放技术”是近年来行业内较为推广的清洁生产技术。该技术的主要内容包括：

5.3 水污染防治

技术政策第三章“水污染防治”主要提出了合成氨工业水污染治理的基本原则，以及各类废水处理的技术路线。主要技术内容有：

（1）废水宜分类收集、分质处理。企业向地表水体、工业园区的公共污水处理厂或城镇排水系统排放废水，应进行处理，并按法律规定达到国家或地方规定的排放标准。

企业废水的分类收集、分质处理是水污染防治的基本措施之一。此外，企业向地表水或公共污水处理系统排放废水应按照《环境保护法》、《水污染防治法》的有关要求达到国家或地方规定的排放标准，这也是企业环境管理的基本要求。

（2）合成氨生产过程应采用逐级提浓方式回收氨水，实现合成氨生产过程稀氨水零排放。

合成氨-碳酸氢铵生产中，传统的方法是多点加入软水，这样排放点多，排放的稀氨水浓度低，不宜回收利用。“一点加入、逐级提浓”技术是将传统的多点加入软水改为一点集中加入，即在碳化塔一处加入软水，从该塔段分流出不同浓度的稀氨水，分别供精炼再生气等回收点作为吸收剂进行第二次增浓，随后供气相氨含量最高的合成氨放空气、氨贮槽弛放气等回收点作为吸收剂进行再增浓，最后的氨水（浓度可达到 10%）可以全部返回，生产过程中不再有过剩氨水排放，有效降低水环境污染。

（3）含油废水应分类收集，油水分离，废油回收，废水宜综合利用。

合成氨生产过程中，各工段基本都会有含油废水的排放，主要来自气/水分离器的排水以及润滑/密封油的泄漏等。各工段的含油废水应进行单独收集，并进行油水分离，分离后的油和水分别送入油回收装置和造气循环水或废水处理装置处理。

(4) 新建、改扩建尿素生产装置应采用水解解吸工艺处理尿素工艺冷凝液，鼓励现有尿素生产企业进行水解解吸替代解吸的技术改造，水解解吸废水宜综合利用。

尿素生产中的废水主要为尿素装置工艺冷凝液，主要含有氨、尿素。采用解吸水解法对尿素工艺冷凝液的含氨废水进行处理，处理后的废水含氨和尿素均小于 5mg/L，远远小于普通解吸技术，应大力推广。同时，该技术也是欧盟尿素生产工艺废水处理 BAT 技术。经水解解吸处理后的废水可作为脱盐水综合循环利用。

(5) 硝酸铵企业废水处理鼓励采用电渗析、A/B 床吸附等处理回用技术。

硝酸铵生产过程中中和、蒸发、结晶等过程中会产生二次蒸汽，二次蒸汽冷凝形成的工艺冷凝液中含有硝酸铵和氨，成为硝酸铵生产的主要污水源。通过电渗析技术 (ED)，废水中的 NH_4^+ 和 NO_3^- 在直流电场作用下进行离子迁移，从而对废水起到淡化及浓缩作用，从而实现硝酸铵冷凝液中氨氮离子的分离和回收处理。电渗析技术具有装置设计灵活、能源消耗低、无二次污染等特点，目前已有多家硝酸铵生产企业采用了此工艺，取得了较好的处理效果。

A/B 床吸附提浓全回收处理工艺是采用经催化处理的吸附填料，将废水通过 A 型催化吸附交换器 (简称 A 床) 和 B 型催化吸附交换器 (简称 B 床)。经过交换吸附反应，将硝酸铵废水中的 NH_4^+ 和 NO_3^- 离子除掉，从而制得脱盐水，失效床再用 HNO_3 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 进行再生，同时回收浓度高于进水 30-50 倍 NH_4NO_3 浓溶液，废水中 NH_4NO_3 回收率 > 98%，几乎无废水外排，使“污水”变成原水或浅脱盐水可用于生产，实现治污增效，清洁生产的效果。该工艺再生原料全部回收使用，处理成本 < 1 元/ m^3 水。

(6) 合成氨企业应建立污水全回用或成熟的生化末端处理系统，严密监控氨氮、化学需氧量等重点污染物的排放。

合成氨工业排放废水的主要控制污染物是氨氮和 COD，目前主要采用的工艺有：CASS 工艺、两级厌氧/好氧工艺、厌氧/好氧+深度处理+超滤+反渗透工艺、两段厌氧/好氧+曝气生物滤池+混凝反应过滤+臭氧消毒+活性炭过滤组合工艺等，企业可根据自身情况进行选择应用。

5.4 大气污染防治

技术政策第四章“大气污染防治”主要针对各类废气的治理提出了技术路线，主要技术内容有：

(1) 造气吹风气应进行余热回收利用，不应直接排放。

回收生产过程中的余热，并有效利用废气的显热和潜热，是环境保护综合治理技术之一。在合成氨生产过程中，采用大型吹风气余热集中回收、三废流化混燃等技术回收造气吹风气的余热，可副产 3.8MPa 及以上压力等级蒸汽。蒸汽可用于发电，并可供其他生产使用，实现能量的梯级利用，提高资源利用效率。

(2) 加压煤气化激冷洗涤循环水系统产生的含酸性气体的闪蒸气应送火炬等处理，不

应直接排放。

加压煤气化煤气激冷、洗涤的废水中溶解有少量氢气、二氧化碳、一氧化碳、微量氨、硫化氢等，经减压后这些成分得以解吸，形成气体直接排放，将对周边环境造成影响。因此，这部分解吸出来的酸性其他应送入锅炉或火炬燃烧处理，不应直接排放。

(3) 脱硫脱碳再生过程产生的含 H_2S 酸性气应回收综合利用，酸性气体不应直接排放。

低温甲醇洗法脱碳为纯物理吸收过程，根据 CO_2 、 H_2S 、 COS 等气体在甲醇中有较大的溶解度，而 H_2 、 N_2 、 CO 等气体在其中溶解度很小的特性，在加压和低温条件下，在脱碳塔内同时脱除变换气中的 CO_2 和 H_2S 、 COS 、 CS_2 等硫化物，吸收后的富液在减压和加热的条件下再生，再生后的甲醇溶液循环使用。富液再生过程中，产生含 H_2S 浓度最大可达 30% 的酸性气体，直接排放将会对大气环境造成影响，因此含 H_2S 的酸性气体应进行回收利用，一般可以固体单质硫磺的形式回收，不直接排放。

(4) 氨合成放空气、氨罐弛放气应回收氨、氨后用作燃料气，不应直接排放。

氨合成放空气、液氨储罐弛放气主要组成为氢气、氮气、氨、甲烷和氩气，其中氨合成放空气中氨含量约为 7%，氨罐弛放气中氨含量约 30%。氨的直接排放将对周边大气环境造成影响，同时氢气是合成氨的原料，回收氢可以降低生产原料消耗，因此应回收氨和氢气，回收的氨、氢气一般用作燃气，实现不直接排放。

(5) 鼓励采用水洗涤等粉尘回收技术处理尿素造粒塔、硝酸铵造粒塔（机）排气中粉尘，降低污染物排放。

尿素粉尘对周边建筑物有一定的腐蚀作用。造粒塔排放气体的平均含尘浓度依生产规模、操作状况和造粒喷头的优劣的不同有很大变动，大致在 $40\text{--}400\text{mg}/\text{Nm}^3$ 范围内。利用尿素、硝酸铵粉尘易溶于水的特性，在造粒塔顶设置粉尘洗涤回收装置，可以将粉尘含量洗涤至小于 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，降低污染物的排放，满足国家污染物排放标准的要求。

(6) 鼓励合成氨企业采用锅炉烟气氨法脱硫技术，减少烟气中二氧化硫的排放。

氨法锅炉烟气脱硫工艺在减少二氧化硫排放的同时，可以综合利用合成氨生产过程中产生的稀氨水、含氨废水，并副产硫酸铵，这即可以简化合成氨生产企业含氨废水的治理，也可以避免采用石灰法等烟气脱硫技术带来的脱硫石膏存放与环境二次污染问题。

5.5 固体废物处置和综合利用

技术政策第五章“固体废物处置和综合利用”主要针对合成氨生产产生的各类固体废物的处理处置提出了技术路线。主要技术内容有：

(1) 鼓励煤气化炉渣热值回收利用，鼓励炉渣用于建材生产。

合成氨生产中煤气化炉排出的炉渣一般含碳量达 35% 左右，经破碎后作为沸腾锅炉的燃料，生产蒸汽，可节省 20% 的煤，节约费用和能源。同时，煤气化炉渣、锅炉炉渣等可用于砖瓦等建材生产，资源可得到有效利用。

(2) 废吸附剂、废催化剂的处理应按照国家固体废物污染防治相关管理政策执行。

合成氨生产过程产生的废催化剂、废吸附剂主要有天然气蒸汽转化催化剂、变换催化剂、联产甲醇催化剂、烃化催化剂、甲烷化催化剂、氨合成催化剂、焦炭吸附剂、活性炭吸附剂等。其中天然气蒸汽转化催化剂、低温变换催化剂、甲醇催化剂、烃化催化剂、甲烷化催化剂中含有贵金属，可由专门的回收公司回收处理。氨合成催化剂无毒无害，焦炭吸附剂和活性炭吸附剂仅吸附了部分油类物质等均可按一般固体废物掩埋处理，中变催化剂因含铬直接排放将对环境造成一定污染，应由专门公司回收处理。

5.6 鼓励研发的新技术

技术政策第六章根据目前我国合成氨清洁生产及末端污染处理技术水平，鼓励以下三个方面技术的研究、开发和推广：

（1）非磷系循环冷却水水质稳定剂。

循环冷却水的水质直接影响合成氨生产的废水排放。目前，工业循环冷却水的水质稳定剂的配方以磷系为主，约占 52~58%，但磷系稳定剂为对环境带来二次污染，因此开发并推广非磷系循环冷却水水质稳定剂是目前较为急迫的技术需求。

（2）煤气化洗涤废水中挥发酚、氰化物等污染物处理技术。

我国合成氨生产以煤为主要原料，造气脱硫工序中会产生含挥发酚、氰化物的造气、脱硫洗涤冷却水。虽然目前国内部分企业开发了冷却型塔式生物滤池，但在实际运行中仍存在一些问題，因此需开发和推广更为适用的煤气化洗涤废水中挥发酚、氰化物等污染物处理技术。

（3）高浓度氨氮废水末端治理及回用技术。

合成氨工业废水的显著特征既是氨氮浓度高，较难处理。目前，氨氮成为我国排放总量控制主要污染物，进一步加大对高浓度氨氮废水的末端治理及回用技术的研究将进一步促进氨氮排放污染控制，实现合成氨工业的可持续发展。