

氮肥、甲醇工业 节能减排先进技术

中国氮肥工业协会组织编写

曹占高 主编

顾宗勤 主审



化学工业出版社

氮肥、甲醇工业 节能减排先进技术

中国氮肥工业协会组织编写

曹占高 主编

顾宗勤 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书总结了近年来氮肥行业内成功应用的节能减排先进技术，并对部分技术的选用提出建议，介绍了 51 项技术的技术描述、适用性、技术特性、技术经济性指标、工程实例、推广应用情况及推广前景预测等，重点介绍了每项技术的技术原理、运行参数要求以及运行中的注意事项、原辅材料能源动力消耗、污染物产排、节能绩效、环境绩效、节能减排管理实践等。

本书可供化肥、甲醇行业工程技术、管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

氮肥、甲醇工业节能减排先进技术/曹占高主编；中国氮肥工业协会组织编写. —北京：化学工业出版社，2017.7

ISBN 978-7-122-29983-3

I. ①氮… II. ①曹… ②中… III. ①氮肥-肥料工业-节能减排-中国 ②甲醇-化学工业-节能减排-中国 IV. ①F426.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 138055 号

责任编辑：李玉晖 杨 菁
责任校对：王素芹

装帧设计：韩 飞

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）
印 装：三河市延风印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 20³/₄ 字数 347 千字 2017 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：88.00 元

版权所有 违者必究

京化广临字 2017—5

《氮肥、甲醇工业节能减排先进技术》

编审人员

主 编：曹占高

副 主 编：刘金成 李旭初 王立庆

主 审：顾宗勤

编写人员：曹占高 刘金成 李旭初 王立庆 刘志臣

姚 烨 朱玉营 李晓东 杨本华 李玉顺

陈 林 韩喜民 杨晓勤 贯晓一 王 辉

序

我国既是人口大国，又是农业大国。保障农业生产、保证人们吃饭和穿衣，无论是过去、现在，还是将来，无论是对国家，还是对每一个公民，都是十分重要的。化肥是粮食的“粮食”，是实现国家粮食安全的重要物质基础。过去几十年来，随着我国化肥工业的快速发展，我国从化肥严重短缺到自给有余，我国农业也从粮食严重不足到基本自给，取得了举世瞩目的巨大成绩。我们在解决温饱问题之后，吃得越来越好，吃得越来越丰富。应该说，这其中化肥做出了重要的贡献。化肥工业不仅对保障粮食安全和农业发展起着举足轻重的作用，而且对我国 2020 年全面建成小康社会起到不可替代的作用。

我国氮肥生产和消费均居世界第一，分别占世界近三分之一。2016 年，我国合成氨产量 6071 万吨，尿素实物产量 6192 万吨，尿素出口量 887.1 万吨，2016 年中国氮肥表观消费量约 3600 万吨。

然而，我国虽然是氮肥生产大国和消费大国，但不是生产强国。当前我国氮肥行业存在很多问题。例如，从行业整体来看，生产技术水平参差不齐，行业两极分化严重。近几年新上的采用先进煤气化技术的生产装置，技术水平较高，但一些中小企业生产技术水平落后，消耗高、能耗高，仍停留在 20 世纪 80~90 年代水平。氮肥、甲醇行业环保压力大。尤其是近两年各地环保标准的提高，令氮肥生产企业一时难以适应。产品单质肥较多，不能完全满足农业平衡施肥、测土配方施肥、机械化施肥、水肥一体化施肥等多样化需求等。上述问题归根到底是创新问题，创新是行业发展的根本症结所在。

2015 年年初，农业部提出《化肥使用量零增长行动方案》，方案要求力争到 2020 年，化肥利用率达到 40% 以上，实现农作物化肥使用量零增长。化肥使用零增长方案的目的实质，是减少施肥，提高效率，降低排放，改善大气和水体质量，并且要求减少农民的支出，减轻农民负担。化肥使用零增长方案意义重大。

如何适应新的形势要求，引导行业健康发展，是摆在我们行业面前的一项艰巨任务，任重道远。氮肥行业必须进一步加快供给侧改革，在保持总量供应的前提下，优化产品结构和原料结构，提高产业集中度，提高技术水平和节能环保水平，提高农化服务水平。产品方面，增值尿素、尿素硝铵溶液等新型肥料将快速发展；原料方面，推进以非无烟煤代替无烟煤原料；技术方面，大力促进先进煤气化技术、净化技术和大型高效合成技术的应用；企业规模方面，建成一批世界先进水平的大型氮肥生产

企业。

氮肥行业是一个高度技术密集和资金密集型的行业，对技术创新有着悠久的历史光荣传统。但随着内外部环境的变化和激烈的市场竞争，要求我们行业必须加快创新工作，发展技术高端产业，培育一批行业新的经济增长点。行业发展离不开先进技术，只有以先进技术为先导，才是行业发展的正确道路。本着这一精神，中国氮肥工业协会组织氮肥行业企业的专业技术人员，编写了《氮肥、甲醇工业节能减排先进技术》，目的在于给行业发展提供一定的指导作用。该汇编汇聚了近年来行业发展的最新成熟技术，凝聚了多位行业顶尖技术专家的多年经验，他们无私地奉献给读者。在这里向他们表示致敬！

顾宗勤

中国氮肥工业协会理事长

2017年5月

前言

FOREWORD

由于原料供给的多样性以及技术来源的因素，我国氮肥、甲醇产品的生产成为世界上采用工艺技术路线最多的国家。一项技术，即便在某些方面达到世界领先水平，也因其对原料、资源、环境、工艺条件、管理与操作人员的技术水平技能水平等的要求，其应用受到限制、效果受到影响。准确把握每一项技术的特点、先进性与适用性，无论是对于新建项目，还是对于现有装置的技术改造，都十分必要。中国氮肥工业协会技术委员会筛选出一批氮肥、甲醇生产系统以及供水、供气、供热、三废治理等辅助、附属生产系统中，达到国际、国内先进或领先水平的新技术、新装备、新材料，在全行业宣传、推广，并总结了这些技术的应用经验，提出了选用这些技术的条件建议。

为方便广大工程技术人员、管理人员全面、客观地掌握和了解这些技术，中国氮肥工业协会技术委员会特组织编写本书，供相关人员参考。由于多种原因，仍有部分先进技术尚未列入，有待于进一步完善。本书突出实用性，全书共分两个部分。第一部分“氮肥、甲醇生产节能与污染防治先进技术经验总结与应用建议”，总结了近年来行业内成功应用、行之有效的先进技术应用经验，并对部分技术的选用提出了建议；第二部分“氮肥、甲醇生产节能与污染防治先进技术简介”，共收录了 51 项技术，以技术简介的形式从技术拥有单位、专利情况、技术描述、技术适用性、技术特性、技术经济性指标、工程实例、推广应用情况及推广前景预测等方面进行全面介绍，其中技术描述内容包括了技术原理，运行参数要求以及运行中的注意事项，原辅材料、能源、动力消耗情况，使用该技术的污染物产排情况，节能绩效，环境绩效，节能减排管理实践等。希望通过本书能够推动这些技术的推广，推进行业的技术进步，实现行业的科学发展、清洁发展、绿色发展。

中国氮肥工业协会技术委员会部分技术委员、行业专家参加了本书的编写，编写过程得到了重点生产企业、相关技术与设备配套单位的大力支持，在此谨呈谢意。

由于时间仓促及编者的水平有限，内容难免有疏漏和不妥之处，恳请行业同仁和广大读者不吝指正。

编者

2017 年 5 月

第一部分

氮肥、甲醇生产节能与污染防治先进技术
经验总结与应用建议

第二部分

氮肥、甲醇生产节能与污染防治先进技术简介

第一章 原料气制备技术

21

- 1 航天粉煤加压气化技术 21
- 2 多喷嘴对置式水煤浆气化技术 27
- 3 晋华炉煤气化技术 38
- 4 改进型固定层间歇煤气化技术 44
- 5 固定床造气炉增氧间歇气化技术 55

第二章 气体净化技术

59

- 6 888 法脱硫技术 59
- 7 对冲式管道反应器 62
- 8 新型 QYD 加压原料气脱硫塔复合高效传质内件 ... 67
- 9 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 制 LL-1 氧化铁脱硫技术 71
- 10 CO 等温变换技术 73
- 11 高 CO、高 $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}$ 条件下大型等温变换技术 78
- 12 可控移热变换技术 85

13	节能型一步法低温甲醇洗方法	90
14	新型无动力两段法变压吸附脱碳制氢技术	96
15	合成气醇烃化精制技术	102
16	全自热非等压醇烷化净化合成氨原料气	108

第三章 氨合成技术

115

17	ⅢJD 超大型节能低压氨合成系统	115
18	JR 超大型氨合成节能技术	120
19	GC 型大型低压氨合成集成技术	128
20	DC 型低压节能氨合成反应器及工艺系统	135

第四章 甲醇合成与甲醇精馏技术

143

21	合成气深度净化技术	143
22	JJD 低压等温甲醇合成技术	148
23	GC 型甲醇合成技术	154
24	双向流低阻力甲醇合成塔内件	158
25	束管式水床低压甲醇合成反应器及工艺技术	162
26	RK-05 型高性能低压甲醇合成催化剂	167
27	垂直筛板型甲醇三塔精馏技术	173

第五章 尿素生产技术

180

28	氨气提超级杯形塔盘	180
29	JX 节能型尿素生产技术	186
30	冷料循环尿素大颗粒造粒技术	193
31	尾气双温粉尘洗涤清洁技术及设备	201

- 32 硝酸“四合一”透平机组系统技术 206
- 33 68%（质量）硝酸双加压生产工艺技术 212
- 34 双加压硝酸加压循环气提硝铵节能清洁生产技术 ... 220
- 35 Eco-Cat 高钼合金套网技术 227
- 36 应用于硝酸、硝铵生产的高效自洁式超滤
除雾技术 231
- 37 冷冻法硝酸磷肥生产工艺技术 234

- 38 6 万等级空分装置 242
- 39 6 万等级及以上大型空分装置用压缩机技术 249
- 40 磁悬浮离心式鼓风机 256
- 41 氧化还原树脂除氧器技术 264
- 42 环保型吹风气放空废气燃烧回收装置 268
- 43 节能型废弃物燃烧余热回收系统 274
- 44 合成氨尾气综合回收副产 LNG 技术 277

- 45 ECOSA-H₂S 制酸硫回收技术 283
- 46 水煤浆气化及高温熔融协同处置废物关键技术 ... 289
- 47 高浓度有机废水粉煤气化掺烧无害化、
资源化技术 293
- 48 高硬度、高浊度污水的电化学一体化处理技术 ... 296
- 49 工业冷却系统节水及废水近零排放成套技术 302
- 50 锅炉烟气超声波脱硫除尘一体化超低排放技术 ... 307
- 51 高效节能氨法脱硫脱硝除尘深度净化技术 312

第一部分

氮肥、甲醇生产节能与污染防治先进技术 经验总结与应用建议

我国是世界第一的氮肥、甲醇生产大国。中国氮肥工业协会技术委员会针对国内生产的实际情况，筛选了一批在能源资源节约、污染物减排方面行之有效的创新成果和成熟的先进技术，对这些创新成果和先进技术的应用经验进行总结，并结合国家产业政策，提出了“氮肥、甲醇生产节能与污染防治先进技术经验总结与应用建议”，向全行业推广推荐，以推动“十三五”期间氮肥、甲醇工业的科学发展、绿色发展。

一、合成氨生产节能减排先进技术及应用经验

（一）原料气的制备

原料气制备工序技术的选择应体现因原料制宜的原则，即技术的选择和技术的管理要以企业可获得原料为基础，充分体现节能减排和原料本地化的思想。不同的原料适用于不同的原料气制备工艺；不同的原料气制备工艺也要求与其相适应的原料。根据原料供应情况，选择适宜的原料气制备技术。烟煤原料适宜于采用水煤浆、干煤粉加压连续气化；无烟块煤（型煤）原料适宜于采用固定层间歇或连续气化；天然气是生产合成氨的优质原料，同时又是汽油和柴油的理想替代品，国家政策鼓励优先用于城市燃气、工业燃料，限制已建成合成氨厂的扩建和新建；气源产地可适度发展天然气合成氨；鼓励综合利用焦炉气生产合成氨。

新建以煤为原料合成氨生产项目应采用连续加压气化工工艺。鼓励现有固定层间歇煤气化合成氨生产企业采用连续加压煤气化技术实施原料结构调整改造。

1. 水煤浆加压连续气化技术

水煤浆经高压煤浆泵加压计量后与氧气按一定比例经喷嘴送入气化炉，在 2.0~8.5MPa 压力、1350℃ 左右温度的条件下，进行部分氧化反应。水煤浆气化技术要求原料煤质稳定、化学活性好、可磨性好。理想的原料要求灰熔点 1300℃ 以下；灰分 < 13%；内水 < 8%；发热量 25MJ/kg，越高越好。吨氨耗原料煤（折标准煤）1100~1200kg，吨氨耗氧（标准状态）780~900m³，碳转化率 96%~99%。提高水煤浆浓度有利于节能，水煤浆浓度每提高 1%，耗氧量降低约 0.26%，有效气含量增加 0.7%~0.8%，有效合成气增加约 0.53%。具有电耗低、装置简洁、操作容易、可处理高 COD 废水等特点。

采用水冷壁结构的水煤浆气化装置，可不需要设置备炉，降低了项目投资费用。可以气化高灰分、高灰熔点、低挥发分、高碱渣煤，扩展了水煤浆气化炉的原料来源。

2. 干煤粉加压连续气化技术

干煤粉由高压氮气（或 CO_2 ）密相输送与氧气按一定比例经喷嘴送入气化炉，在 2.5~4.0MPa 压力、1350~1700℃ 左右温度的条件下，进行部分氧化反应。干煤粉加压连续气化技术要求原料煤质稳定、化学活性好。理想的原料要求水分（收到基） $<15\%$ ，灰分（干燥基） $<25\%$ ，灰熔点流动温度 $\text{FT}<1350^\circ\text{C}$ 并具有较好的黏温特性。吨氨耗原料煤（折标准煤）1080~1150kg，吨氨耗氧（标准状态）680~800 m^3 ，碳转化率 96%~99%。

水煤浆气化、干煤粉气化应优化渣水热量回收流程。高压闪蒸+低压闪蒸+真空闪蒸三级闪蒸水处理流程比高压闪蒸+真空闪蒸两级闪蒸水处理流程回收更多的热量，同时循环冷却水用量减少。300kt/a 合成氨的工厂每小时可多回收 19t/h 的 0.02MPa 低压蒸汽，节约 1180t/h 循环冷却水。煤气化装置出气化室的高温粗合成气采用辐射式蒸汽发生器（辐射废锅）回收热量产生高压饱和蒸汽，提高了系统热效率。标准状态下每千立方米有效气体（ $\text{CO}+\text{H}_2$ ）可副产 3.0~10.0MPa 饱和蒸汽 650~1100kg。

3. 固定层间歇煤气化技术

固定层无烟块煤（型煤）间歇式常压气化工生产过程的节能减排重点是提高蒸汽转化率和煤气洗涤水的循环利用率，减少工艺冷凝水量和循环水排水量；提高碳的转化率，减少废固的产生量；提高吹风气和造气炉渣的综合利用率，减少废气、废固排放。固定层间歇煤气化技术适用于以无烟块煤（型煤）为原料的合成氨生产。吨氨耗原料煤（折标准煤）1020~1250kg、耗电 50~120kW·h。吹风气经燃烧后烟气含 $\text{CO}\leq 1.0\%$ ，炉渣经燃烧后残碳 $<3\%$ ，先进企业实现了煤气洗涤水的零排放。

改进型的固定层间歇煤气化技术包括自动加煤、自动下灰、蒸汽递减、耐压水夹套、上吹加氮、旋风除尘器细灰气力输送等技术。高压夹套可以减少造气炉冷壁效应，降低炉渣中残碳含量；蒸汽递减技术可以提高蒸汽分解率减少造气汽耗，在造气各阶段实现蒸汽合理配给。

有条件的企业鼓励实施增氧气化技术改造。入炉空气中的氧含量由 21% 增加到 24%~25%，采用富氧空气制气，提高吹风效率，缩短吹风时间，增加制气时间，提高单炉发气量。制气强度提高 15%，蒸汽分解率提高 5%，炉渣残碳

降低 1%~2%，吨氨原料煤消耗下降 20~30kg。

4. 天然气蒸汽催化转化制气技术

为降低燃料天然气消耗，天然气蒸汽催化转化应采用换热式转化反应炉、烟气余热回收及燃料空气预热、增设预转化炉、低水碳比转化催化剂等技术。在保证对流段盘管参数正常、环保达标的前提下，优化烟气氧含量控制指标、降低排烟温度。

（二）一氧化碳的变换

一氧化碳变换应以提高反应热的利用效果和减少外供蒸汽量作为重点目标。一氧化碳变换应采用低温变换工艺，推荐采用等温变换技术。

等温变换技术的核心是开发设计了相变移热等温反应器，及时移走变换反应所产生的反应热并产生中压饱和蒸汽，保证变换反应催化剂床层的温度可控并使催化剂床层温度分布更加合理，解决了干煤粉气化、水煤浆气化等高 CO、高水气比条件下变换温度不易控制的难题。等温变换反应器直接回收反应热，产生高品位蒸汽，提高了反应热回收品质和回收效率；等温变换反应器可设置多个汽包，通过副产不同压力的水蒸气控制循环水的饱和温度，在移走反应热的同时控制变换炉内温度，使催化剂温度分布更接近最佳反应温度曲线。等温反应器为全径向结构，替代传统变换系统中的多台设备，简化了生产流程，减少系统阻力；等温变换系统阻力 $\leq 0.2\text{MPa}$ （传统绝热式变换炉系统阻力 0.2~0.4MPa），系统压降降低 0.1MPa，吨氨节省压缩功耗约 $4\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

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，新建项目变换工段应与脱碳工段等压力设计。鼓励现有压力等级低于脱碳压力的变换装置升级为与脱碳相同压力等级并采用等温变换技术，氢氮气压缩机吨氨电耗降低约 $55\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

（三）原料气的脱硫、脱碳及深度净化

1. 半水煤气脱硫、变换气脱硫

半水煤气脱硫、变换气脱硫节能减排的重点是选用先进的脱硫工艺，以较少的脱硫液将 H_2S 脱至要求的精度，减少或避免含氨氮废水的排放；杜绝含硫泡沫溶液的排放。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。

为确保氢氮气压缩机的高效运行，除在罗茨鼓风机前（半水煤气脱硫前）设置静电除焦油器外，脱硫后的半水煤气也应经干式静电除焦器进行二级除尘，进一步除去煤气中夹带的焦油和脱硫液液滴。

变换气脱硫再生系统应设计闪蒸槽，使吸收在脱硫液中的大部分气体提前闪蒸出来，有效降低因脱硫液在喷射器减压闪蒸出气体而影响吸入的空气（氧气）量，以提高再生效果。

半水煤气脱硫与变换气脱硫应分别配置再生系统，两级脱硫液不混合，保证脱硫液的质量稳定。

2. 原料气精脱硫

为保护后工序甲醇合成催化剂、甲烷化催化剂、氨合成催化剂，延长催化剂使用寿命。固定层间歇煤气化合成氨生产脱碳工序后应设置原料气精脱硫工序。采用特种活性炭脱硫剂、特种氧化铁脱硫剂、转化吸收精脱硫剂等，将气体中的总硫（ $\text{H}_2\text{S} + \text{COS} + \text{CS}_2$ ）脱除至 $<0.1 \times 10^{-6}$ 。

3. 脱碳及深度净化

脱碳技术的选择应体现因气制宜、因厂制宜的原则，即技术的选择和管理要结合气化工艺及原料气组成、脱碳操作压力、可利用的低温余热、低温冷媒水或可供配套的冷冻机械能力条件，充分体现节能减排的思想。脱碳生产过程节能工作的重点是选择低能耗的脱碳工艺、脱碳闪蒸气中氢气的回收利用、溶剂法脱碳出脱碳塔富液动能应尽量加以回收利用，减排工作的重点是产生废气的综合利用与治理，特别是带气味的废气的治理。

原料气精制生产过程节能工作的重点是通过提高一氧化碳、二氧化碳的综合利用率，减少氢气、氮气的损失来降低合成氨生产的原材料消耗。减排工作的重点是减少废水、废气的产生与排放。

采用加压煤气化技术的企业，鼓励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。低温甲醇洗技术应优化流程及冷量利用，降低动力和再生蒸汽消耗。鼓励采用半贫液循环技术，半贫液工艺的低温甲醇洗装置冷量消耗比传统工艺流程节省 30% 以上，同时甲醇循环液、冷却水、气提氮气、脱盐水、低压蒸汽等公用工程消耗等都有明显降低。液氮洗气体净化技术适用于配套有空分装置，采用纯氧或富氧加压气化的合成氨生产装置。液氮洗或深冷净化，除能脱除 CO 外，还能同时脱除甲烷和氩，使原料气中惰性气体降至 1×10^{-6} 以下。消除了氨合成循环气的放空，降低了氢氮气的损

失，提高氨合成催化剂的生产能力。

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；有足够低压蒸汽或其他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。新建脱碳装置鼓励采用无动力两段法变压吸附脱碳技术，第二段利用杂质含量较低的混合气来再生吸附剂中吸附的二氧化碳，不需真空泵解吸，解吸气返回第一段再生后的吸附塔加以回收，吨氨电耗小于 $6\text{kW} \cdot \text{h}$ 。鼓励采用醇烃化、醇烷化原料气深度净化清洁生产工艺，既能完成少量 CO 和 CO_2 气体深度净化又能生产甲醇，综合效益较好。

优选脱碳先进生产工艺、新型设备、高效活化吸附剂等，提高净化气的回收率和净化度，回收利用再生闪蒸气与解吸气，可最大限度地降低脱碳工序的资源消耗和能源消耗。鼓励碳酸丙烯酯法脱碳增设低压闪蒸及闪蒸气变压吸附工段，将闪蒸气中有效气体回收到压缩机一段进口，以减少有效气体的损失。

为综合利用一氧化碳变换工序低温余热，天然气制氨企业通常采用甲基二乙醇胺法（MDEA 法）脱碳技术或热钾碱法脱碳技术，原料气深度净化采用甲烷化和深冷净化技术。甲烷化气体净化技术要求原料气中 $\text{CO} + \text{CO}_2 \leq 0.7\%$ ，适用于采用深度变换的合成氨生产工艺。

严格控制进脱碳工段的变换气中硫化氢含量，保持脱碳溶剂干净，防止堵塞管道、设备。采用碳酸丙烯酯脱碳的企业，严格控制进脱碳原料气体中的硫化氢含量小于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ （标准状态）；采用 NHD 法脱碳的企业，严格控制进脱碳原料气体中的硫化氢含量小于 $5\text{mg}/\text{m}^3$ （标准状态）。要始终控制进脱碳塔变换气温度低于溶液温度，杜绝变换气中夹带水蒸气在溶剂中冷凝，防止溶剂的稀释。采用碳酸丙烯酯脱碳的企业，控制好洗涤塔中稀液碳丙含量（ $<10\%$ ）和向循环溶剂（浓碳丙）补充的稀液量，严格控制溶剂中水分含量小于 2% ，同时，要考虑整个系统的密闭和洗涤，消除气味影响。

（四）氨合成

氨合成生产过程节能工作的重点是提高氨合成反应热的回收率，即尽可能多的副产蒸汽（或热水）外供其他工序，降低进水冷却器气体温度以减少热量损失，回收分离液氨后循环气体的冷量以减少冷冻负荷。减排工作的重点是提高氨的合成率（即氨净值），减少气体放空量，对放空气体中的氨高