

化工企业安全卫生培训教材



小氮肥安全技术

● 梁家骏 主编

化学工业出版社

化工企业安全卫生培训教材

小氮肥安全技术

梁家骏 主编

化学工业出版社

·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

小氮肥安全技术/梁家骏主编. —北京:化学工业出版社, 1997. 8
化工企业安全卫生培训教材
ISBN 7-5025-1970-X

I. 小… I. 梁… II. 氮肥-生产-安全技术-技术培训-教材 N. TQ441

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 12874 号

化工企业安全卫生培训教材

小氮肥安全技术

梁家骏 主编

责任编辑:郭乃铎

责任校对:洪雅姝 孙俊瑛

封面设计:于 兵

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

新华书店北京发行所经销

北京市燕山联营印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

*

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 16 $\frac{3}{4}$ 字数 382 千字

1997 年 8 月第 1 版 1997 年 8 月北京第 1 次印刷

印 数:1—8000

ISBN 7-5025-1970-X/Z · 99

定 价:29.80 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

強化職業安全衛生教育
保障企業安全文明生產

張家輝

一九八七年
四月廿八日

目 录

第一章 概述	1
第一节 小氮肥工业发展过程及其在国民经济中的地位	1
第二节 小氮肥工艺流程简述	5
第三节 小氮肥生产的特点及其危险因素	8
一、小氮肥生产的特点	8
二、小氮肥生产中的主要危险因素	9
第二章 小氮肥安全技术	15
第一节 原料加工工段	15
一、任务及生产特点	15
二、安全操作要点	17
三、常见事故及预防	21
第二节 锅炉及水处理工段	29
I. 锅炉	29
一、任务及生产特点	29
二、安全操作要点	33
三、常见事故及预防	38
II. 水处理	53
一、任务及生产特点	53
二、安全操作要点	56
三、常见事故及预防	57
第三节 造气工段	61
一、任务及生产特点	61
二、安全操作要点	64
三、常见事故及预防	76

第四节 脱硫工段	100
一、任务及生产特点	100
二、安全操作要点	102
三、常见事故及预防	106
第五节 变换工段	119
一、任务及生产特点	119
二、安全操作要点	120
三、常见事故及预防	128
第六节 碳化与脱碳工段	144
1. 碳化工段	144
一、任务及生产特点	144
二、安全操作要点	147
三、常见事故及预防	154
I. 脱碳工段	175
一、碳酸丙烯脂法脱碳的任务及生产特点	175
二、碳酸丙烯脂法脱碳安全操作要点	178
三、碳酸丙烯脂法脱碳常见事故及预防	180
四、N-甲基二乙醇胺法脱碳的任务及生产特点	183
五、N-甲基二乙醇胺法脱碳安全操作要点	184
六、N-甲基二乙醇胺法脱碳常见事故及预防	186
第七节 压缩工段	190
一、任务及生产特点	190
二、安全操作要点	194
三、主要工艺控制指标(参考指标)	197
四、常见事故及预防	198
第八节 精炼工段	220
一、任务及生产特点	220
二、安全操作要点	224
三、常见事故及预防	232
第九节 合成与冷冻工段	252

一、任务及生产特点	252
二、安全操作要点	259
三、常见事故及预防	273
第十节 联醇工段	303
一、任务及生产特点	303
二、安全操作要点	307
三、常见事故及预防	311
第十一节 联碱工段	314
一、任务及生产特点	314
二、安全操作要点	317
三、常见事故及预防	323
第十二节 小尿素	330
一、任务及生产特点	330
二、安全操作要点	335
三、常见事故及预防	344
第三章 防火防爆安全技术	365
第一节 小氮肥防火防爆及火灾爆炸特点	365
一、燃烧机理和生产防火	365
二、爆炸的分类和防爆	375
三、小氮肥火灾爆炸的特点	382
第二节 小氮肥火灾爆炸常见事故及预防	384
一、小氮肥生产中常见的火灾爆炸事故	384
二、火灾爆炸事故的预防	388
第三节 小氮肥火灾、爆炸危险场所级别划分	398
一、火灾爆炸危险场所级别划分原则	398
二、小氮肥生产火灾、爆炸危险场所等级	399
第四章 压力容器与高压管道	401
第一节 压力容器	401
一、小氮肥压力容器的特点	401
二、小氮肥压力容器安全管理要点	406

三、小氮肥压力容器的破坏形式及预防	412
第二节 贮槽与气瓶	419
一、液氮充装与储运	419
二、气瓶管理	422
第三节 高压管道	425
一、高压管道安装的安全要点	425
二、高压管道使用、管理安全要点	427
三、典型案例分析	427
第五章 电气安全	429
第一节 小氮肥厂供配电特点	429
一、小氮肥厂的供配电系统	429
二、小氮肥厂供配电系统的特点	430
第二节 小氮肥厂常见电气事故与预防	431
一、小氮肥厂常见电气事故	431
二、触电事故的预防	432
三、电气火灾的预防	436
四、安全检查常用电气规范	438
第三节 电气防爆	440
一、防爆电气设备类型	440
二、爆炸性物质的分类、分级、分组	442
三、爆炸危险场所电气设备选型	442
第四节 防雷与防静电	445
一、防雷保护	445
二、防静电	450
第六章 设备检修	455
第一节 小氮肥厂检修的目的及特点	455
一、设备检修的目的	455
二、小氮肥设备检修的特点	456
第二节 小氮肥检修安全技术要点	457
一、检修前的安全要点	457

二、检修中的安全要点	464
三、检修后的安全要点	466
第三节 特殊作业	470
一、动火作业	470
二、进塔入罐作业	476
三、高处作业	478
四、动土作业	481
五、起重、吊运作业	482
第四节 事故统计分析	486
一、事故统计	486
二、典型案例分析	492
第七章 尘毒噪声的危害及其防治	496
第一节 小氮肥厂尘毒危害的特点	496
一、尘毒物质的种类多、分布广、存在于生产全过程	496
二、化学毒物浓度较高, 职业性危害较重	499
三、化学毒物通过水和蒸汽系统串入生活设施	500
第二节 常见尘毒物质危害及防治	500
一、粉尘的危害及防治	500
二、常见有毒物质的危害及防治	503
第三节 噪声的危害与防治	517
一、噪声的概念	517
二、噪声对人体的危害	519
三、噪声的治理与防护	520
主要参考文献	522

第一章 概 述

小氮肥是根据我国国情，在特定的历史条件下发展起来的化肥工业。它的主要特点是采用碳化法合成氨流程制取碳酸氢铵工艺。由于碳化合成氨法具有工艺流程短、设备易制造、建厂周期短、投资少、见效快等特点，因而自1958年我国第一套年产800吨合成氨的小型氮肥装置问世以来，小氮肥工业得到了飞速发展。30多年来，小氮肥工业坚持技术进步，加快技术改造，工艺流程逐步完善，生产水平得到不断提高。现在全国有小氮肥厂856个，固定资产达数百亿元；1995年生产氮肥5205万吨（标肥），占全国氮肥总产量的59%。小氮肥已成为我国化肥工业的一支重要力量，为我国化肥工业的发展，为支援农业生产和国民经济建设做出了重要贡献。

30多年来，小氮肥工业从无到有，从小到大，依靠科技兴化，不断采用新技术、新工艺、新设备、新材料，节能降耗，不间断地推动技术进步和技术改造，走出了一条主要依靠内涵求发展、投资少、见效快的有中国特色的成功之路，开创了我国化肥工业发展的新阶段。

本章主要介绍我国小氮肥工业的发展概况和在国民经济中的地位、生产工艺流程、生产特点及主要危险因素等内容。

第一节 小氮肥工业发展过程及其 在国民经济中的地位

我国第一套小氮肥试验装置是由上海化工研究院于1958

年正式建成并生产出第一批合格的碳酸氢铵产品，从而使在制取碳酸氢铵过程中不但净化原料气，而且使副产品 CO_2 得到充分利用这一碳化法流程工艺设想成为现实。

1960 年 4 月在江苏六合建成了第一套年产 2000 吨合成氨生产装置，同年 10 月江苏丹阳化肥厂建成并在该厂进行打通碳化流程的实验。1962 年丹阳化肥厂通过技术关，达到设计水平，为小氮肥装置工业化和进一步发展打下基础。

1963 年，化工部在北京召开全国小氮肥会议，明确小氮肥装置定型为年产合成氨 3000~5000 吨，流程基本相同，版本略有差异。以后全国投产的小氮肥装置以上海五版（年产 3000 吨合成氨）、武汉四版（年产 5000 吨合成氨）、江苏三版（年产 5000 吨合成氨）居多。

1964 年，国家计委决定在第三个五年计划中建设 150 个年产 5000 吨合成氨厂，自此，小氮肥厂走上了大规模发展的道路。

1966 年以后，由于农业需要大量化肥，各地办厂积极性高涨，小氮肥工业发展迅猛。到 70 年代末，小氮肥建厂已达最高峰。1979 年全国已建成小氮肥厂 1539 个，当年生产合成氨 658 万吨，占全国合成氨总产量的 55.6%。

70 年代以来，小氮肥工业得到的迅猛发展，是与不断坚持技术改造、推动技术进步分不开的。回顾历史，不难看出，30 多年来小氮肥的技术改造大体经历了以下四个阶段。

1. “扩大生产能力改造”阶段

从 1973 年开始，对 380 个厂进行了填平补齐以扩大化肥生产能力为重点的技术改造，将年产 3000 吨合成氨改造为年产 5000 吨厂，将年产 5000 吨合成氨厂改造为年产 10000 吨厂。通过本阶段改造，全国小合成氨生产能力净增 140 多万吨，相当于全国合成氨生产能力的 11.2%，缓解了农业对化肥的需求。

在这一阶段中，攻克了原料关，解决了用无烟粉煤成型代替无烟块煤生产合成氨的原料问题。

2. “节能降耗改造”阶段

从1978年开始，我国陆续引进了年产30万吨合成氨大化肥装置。这既给小氮肥企业带来了市场竞争中的巨大压力，又在技术上带来了新的启示。这一阶段，小氮肥企业以节能降耗为中心，进行技术改造，重点推广余热回收、余热综合利用等10项节能技术措施，小氮肥生产能耗有所下降，初步改变了小氮肥行业的落后面貌。

3. “以节能为中心的设备定型化改造”阶段

从1981年开始，在市场经济的激烈竞争中，小氮肥行业迅速改变装备水平，500多家厂进行了以节能为中心，以设备更新、定型为重点的“双重”内容技术改造，使企业的装备水平、管理水平和企业素质有了进一步提高，合成氨生产能耗进一步降低，更新后的设备、合成工序均为32MPa序列，解决了合成系统的超压问题。

4. “技术上台阶改造”阶段

从1991年开始，小氮肥行业大力推广合成氨蒸汽自给技术、两水闭路循环技术。特别是碳酸氢铵改产尿素成功后，全国有145个碳铵厂改产尿素，建成了153套小尿素装置，不仅使小氮肥企业的技术水平上了新台阶，而且显著地改变了我国小氮肥的品种结构。经济效益和社会效益都有了显著提高，在市场竞争中站稳了脚跟。1995年全国小氮肥企业生产尿素312万吨，占全国尿素总产量的18%，小尿素厂的各项经济技术指标达到和超过了设计能力。

目前，我国小氮肥企业正普遍采用高效节能新型设备，取代原来的“老、小、杂”设备，进一步推广和使用蒸汽自给、两

水闭路循环、低热值沸腾炉、微机控制、氨合成塔新型内件、新型催化剂等多种新技术，使小氮肥厂合成氨系统完全实现蒸汽自给、两煤变一煤，使小氮肥生产技术水平再上一个新台阶，同时对建成的小尿素装置进一步实施技术改造，争取规模效益。实践表明，我国的小氮肥不仅在原料、生产、技术上过了关，而且在经济上也过了关。现在，我国小氮肥企业正根据化工部提出的“九五”期间我国小氮肥发展将从规模、品种、技术、产业四个方面进行结构调整的总的要求，在继续为农业服务的同时，总结经验，深化改革，积极探索，走出一条具有中国特色的化肥工业发展道路，为国民经济建设做出新的贡献。

合成氨工业是国民经济的基础产业之一，在国民经济中占有极为重要的位置。众所周知，农业是国民经济的基础，粮食又是农业的基础，粮食产量的增长和农业的发展离不开化肥，在化学肥料中以氮肥的需要量为最大，合成氨工业又是氮肥工业的基础，因此，发展合成氨生产对支援农业，巩固农业在国民经济中的基础地位，解决我国 12 亿人口的吃饭问题，具有特别重要的意义。

合成氨经加工可制各种氮肥，如尿素、碳酸氢铵、硝酸铵、硫酸铵等，氮肥还可进一步加工成各种复合肥料，满足农业发展的需要。

合成氨不仅是氮肥和复合肥的重要原料，也是一种重要的化工产品，在许多工业部门和国防工业中都具有举足轻重的作用。基本化学工业中的硝酸、纯碱及各种含氮的无机盐，有机化学工业中的各种中间体，制药工业中的磺酸类药物和高分子工业中的聚酰胺纤维氨基塑料、丁腈橡胶等，都必须以氨、氨的化合物和衍生物为原料，在机械、冶金、石油加工、冷冻工业中都需要使用氨，特别是现代国防工业和尖端技术更与合成

氨工业有着密切关系。如各种含氮的爆炸物（像三硝基甲苯、硝化甘油、硝化纤维等）、导弹火箭的推进剂和氧化剂，都离不开氨。

合成氨工业的迅速发展也促进了相关科学技术部门的发展，如高压技术、低温技术、催化技术、机械设备加工制造技术、特殊金属材料、烃类燃料的综合利用等。因此，合成氨及其加工工业已成为现代化学工业的重要部门，在国民经济的发展中占有十分重要的地位。

第二节 小氮肥工艺流程简述

小氮肥生产工艺的重要特点是用碳化法合成氨流程制取碳酸氢铵，即将气体净化与氨加工相结合，在合成氨净化工艺过程中生产出固体氮肥——碳酸氢铵。

小氮肥的生产过程包括氨合成和氨加工两部分。在氨合成部分不论采用什么原料路线和生产方法，大体上包括三个工艺过程：①原料气的制造；②原料气的净化（包括脱硫，变换脱除一氧化碳，碳化、脱碳脱除二氧化碳，精炼脱除微量一氧化碳、二氧化碳、硫化氢和氧气）；③氨的合成和为了满足气体净化及合成各工序工艺条件提供能量补偿的压缩工序。生产出氨以后再根据需要加工成碳铵、尿素、硝铵等。

目前小氮肥装置的典型生产工艺流程如图 1-1 所示。

本书重点介绍以煤为原料的小合成氨生产过程。

由白煤、水蒸汽和空气在造气炉中制得合成氨原料气即半水煤气。半水煤气经气柜缓冲除去粉尘后，经罗茨鼓风机送脱硫工序除去硫化氢和有机硫化物等杂质。因为这些硫化物在合成氨生产过程中不但能腐蚀设备和管道，还会引起多种催化剂中毒，必须予以脱除。目前小氮肥厂常用氨水对苯二酚液相催

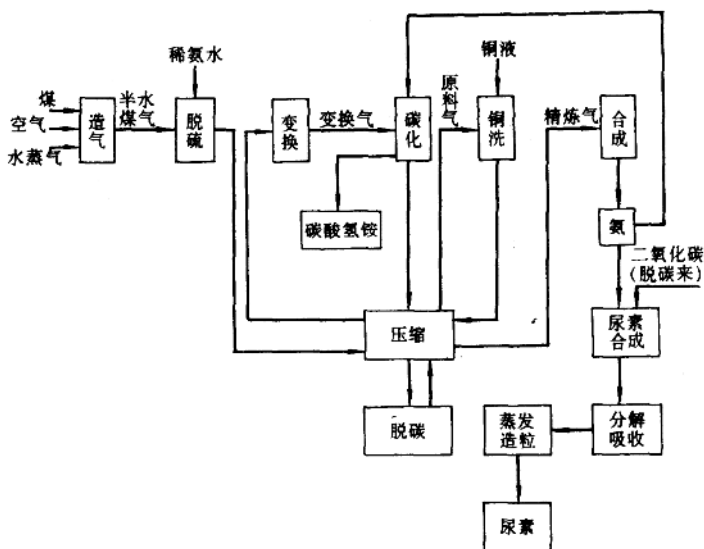


图 1-1 双加压合成氨厂制取碳酸氢铵和尿素流程示意图

化法、MSQ 法、栲胶法以及活性炭法等方法脱硫。

脱硫后的半水煤气经静电除焦器除去焦油杂质后进入压缩机，经压缩机二段压缩到 1.2MPa 送变换饱和和热水塔增湿后，再经热交换器进入中变炉、热交换器低变炉进行一氧化碳变换成为变换气，再经热水塔、水加热器，回收能量后经冷凝塔冷却送碳化。

在碳化塔内，变换气中的二氧化碳被氨水吸收生成碳酸氢铵。含碳铵结晶的悬浮液经离心机分离，得产品碳酸氢铵。

出碳化塔的气体经回收清洗塔，回收氨和洗去残余二氧化碳后，进入压缩机三段增压经五段压缩至 12.5MPa 进入铜洗

塔，用铜液吸收进一步除去气体中的微量一氧化碳、二氧化碳、硫化物和氧。

出铜洗塔的气体进入压缩机进一步升压至 31.4MPa，进入合成工序，在合成塔内进行氨的合成反应，经废热锅炉、循环气预热器回收热量后再经冷凝、分离出液氨，送碳化制得浓氨水，在碳化塔内吸收二氧化碳生成碳酸氢铵。

对于碳铵改尿素的小氮肥厂，原采用碳化流程除去变换气中的二氧化碳，并得到碳铵产品。改产尿素后，需增设变换气脱碳装置以净化变换气，同时得到高浓度的二氧化碳气供尿素生产用。目前小尿素厂采用的脱碳方法有碳酸丙烯酯法（俗称丙碳脱碳）和 MDEA 法（N-甲基二乙醇胺）等。原碳化流程中变换气经压缩机二段压缩送碳化工段，除去二氧化碳后进压缩机三段；改产尿素后变换气经三段压缩后送脱碳，脱除二氧化碳后进压缩机四段，以后流程同碳化流程。因此压缩机的配管和有关参数要作相应改变。目前采用丙碳脱碳的有 1.6、2.7 和 4.3MPa 三种压力，采用 MDEA 脱碳的有 0.8、1.8 和 2.6MPa 三种压力，压缩机可相应配套。

我国小尿素装置目前普遍采用的是水溶液全循环法工艺流程。

来自脱碳工段的原料 CO_2 气体，经 CO_2 压缩机二段压缩脱硫净化后，经五段压缩到 20.69MPa（绝）约 125℃，与来自液氨贮槽的原料液氨 [$P \geq 2.06\text{MPa}$ （绝）， $T \leq 30^\circ\text{C}$] 经液氨泵加压到 20.69MPa（绝）再加热至 70℃，以及循环回收工序来的一甲液同时送入尿素合成塔底部，其组成 $\text{NH}_3/\text{CO}_2 \sim 4$ ， $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2 \sim 0.7$ （摩尔比）。在 19.71MPa（绝）、188℃ 条件下合成尿素。反应熔融物经减压到 1.76MPa（绝）进入预蒸馏塔和一分加热器加热分解，再减压到 0.29~0.39MPa（绝）进入二分塔，经

过二段加热分解后再减压至 0.044MPa (绝) 进入闪蒸槽, 闪蒸液体进入一段蒸发加热器, 在 0.033MPa (绝) 下, 被加热至 130℃ 后进入二段蒸发加热器, 在 0.0033MPa (绝) 下, 被加热至 140℃, 其液相熔融尿素经熔融泵送往造粒塔, 喷头旋转喷洒造粒成尿素成品。未反应的气、液态物经一段循环、二段循环重复回收利用。

第三节 小氮肥生产的特点及其危险因素

小氮肥的生产工艺过程较复杂, 流程长, 具有高度的连续性。由于生产过程处于高温高压状态, 所使用的原料、中间产品、成品大多是易燃易爆、有毒有害和具有强腐蚀性的物质, 因此小氮肥的生产过程中存在着许多危险因素。

一、小氮肥生产的特点

1. 生产过程具有高度连续性

在氮肥生产中, 主要由合成氨和氨加工两个大部分组成。合成氨的整个生产过程大多是在气体状态下进行的, 同等质量气体的体积要比固体或液体的体积大很多倍, 因此, 生产过程中的气体不可能大量贮存, 上道工序生产出来的气体产物, 经鼓风机或压缩机加压后源源不断地通过管道送往下一道工序。如果气体在通过设备和管道时受阻, 则会引起压力升高, 造成放空、泄漏、停车或爆炸。合成氨装置各工序之间, 合成氨与氨加工之间, 生产装置与辅助工序之间都相互紧密相连, 具有高度的连续性。如果其中一个工序或一台设备发生故障, 或是操作上的失误, 都会造成局部或全部停车, 甚至会发生意想不到的重大恶性事故。因此, 生产过程中每一台设备、每一个岗位的生产状况, 对整个生产的连续性和安全稳定生产都是至关重要的。

2. 工艺流程长、系统复杂