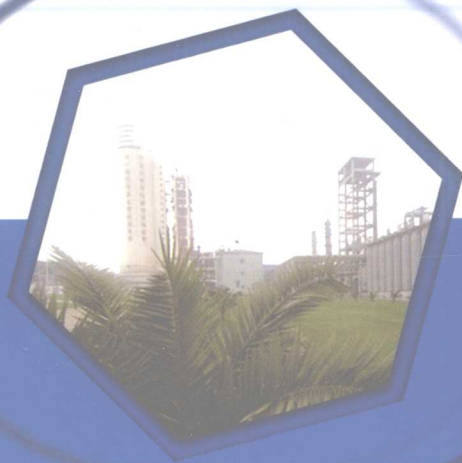


氮肥企业员工 安全培训读本

平海军 张 健 金华勇 主编



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

氮肥企业员工安全培训读本

平海军 张健 金华勇 主编

副主编：王德全 (CIP) 目次

主编：王德全 (CIP) 目次
ISBN 978-7-80529-978-8
中国石化出版社 2009

I. 氮... II. 平... III. 张... IV. 王...
I. 氮... II. 平... III. 张... IV. 王...

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第082788号

未经许可，不得转载，本书社不承担法律责任，未经许可，不得转载，未经许可，不得转载。

中国石化出版社出版
地址：北京市东城区安民门大街28号
邮编：100011 电话：(010)84531820
传真：(010)84532974
http://www.sinopec-press.com
E-mail: press@sinopec.com.cn
北京科信印刷厂印刷
全国各地新华书店经销
2009年11月第1版 2009年11月第1次印刷
定价：12.00元

内 容 提 要

本书从氮肥行业员工应知应会入手,阐述了氮肥的生产工艺、生产特点及其危险性,对员工安全培训教育、重大危险源管理、应急与事故处理、工业卫生管理、安全检查以及氮肥行业典型事故案例等进行了分析与讲解。为方便员工学习和掌握以上知识,针对氮肥生产中的危险化学品本书特意编写了简练的“应知应会”和“顺口溜”。

本书不仅可以作为氮肥企业员工的安全培训教材,还可以作为氮肥行业各级管理人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

氮肥企业员工安全培训读本 / 平海军, 张健, 金华勇
主编. —北京: 中国石化出版社, 2009
ISBN 978 - 7 - 80229 - 978 - 8

I. 氮… II. ①平… ②张… ③金… III. TQ325.1
IV. TQ325.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 098578 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、
抄袭, 或者以任何形式或任何方式传播。版权所
有, 侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010) 84271850

读者服务部电话: (010) 84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com

北京科信印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

850 × 1168 毫米 32 开本 3.5 印张 91 千字

2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷

定价: 12.00 元

《氮肥企业员工安全培训读本》

编 委 会

主 编：平海军 张 健 金华勇

副主编：张志杰 周宝树 于 伟 赵 刚

刘 健 王 毅 郭小刚

编 委：毕晓红 王 强 马金铎 许石玉

秦 岭 赵 伟 游 翔 郑 昕

卞伟桂 谭延双

《本新新部 前言 言 业企限发》

氮肥行业是我国农业生产的支柱性产业。随着国民经济的发展，我国的氮肥工业也取得了长足的进步，各类氮肥产品门类齐全，高产能、大型化的生产装置相继投入使用。

氮肥生产整个过程都处在高温、高压、易燃、易爆、易中毒的环境下，可谓是“五毒”俱全。如果操作不当，很容易引起各类伤害事故的发生。从目前我国伤害事故的统计比例来看，因操作人员失误导致的各类事故占到了事故伤害总量的70%左右，因此，氮肥企业员工的安全培训尤为重要。

本书就是作者针对氮肥企业员工的安全培训需要编写而成。本书从氮肥行业员工应知应会入手，阐述了氮肥生产过程的危险性和复杂性，并对员工安全培训教育、重大危险源管理、应急与事故处理以及安全检查等进行了分析与讲解。

在编写过程中，本书力求深入浅出，所列案例贴合实际，分析简明扼要、准确到位，目的是使一线操作人员感受到安全知识和技能“能学会、可操作”。

由于编者水平有限，经验不足，书中难免有不妥之处，恳请广大同行和读者批评指正。

(75)		策要本基由查制全交	节一章
(78)		左组由查制全交	节二第
(80)		委查制全交	节三第
(82)		制代同案站事	章六第
(86)		编文手等	

目 录

第一章 概述	(1)
第二章 氮肥生产工艺	(3)
第一节 氮肥生产方法	(3)
第二节 氮肥生产流程	(5)
第三章 氮肥生产的特点及其危害因素	(10)
第一节 氮肥生产的特点	(10)
第二节 主要危险化学品危险性简介	(12)
第三节 主要事故类别	(43)
第四章 安全培训教育	(46)
第一节 安全管理人员培训教育	(46)
第二节 新员工“三级”安全教育	(46)
第三节 特种作业人员培训教育	(48)
第四节 日常安全培训教育	(49)
第五章 应急与事故管理	(51)
第一节 应急救援概述	(51)
第二节 应急救援过程	(55)
第三节 应急预案编制	(60)
第四节 事故报告与处理	(61)
第六章 重大危险源管理	(64)
第一节 重大危险源辨识	(64)
第二节 重大危险源监管	(65)
第七章 工业卫生管理	(69)
第一节 职业危害因素的种类	(69)
第二节 职业危害因素的防护	(71)
第八章 安全检查	(75)

第一节 安全检查的基本要求	(75)
第二节 安全检查的形式	(78)
第三节 安全检查表	(80)
第九章 事故案例分析	(95)
参考文献	(106)

(1)	机械 第一章
(3)	化工 第二章
(5)	化工 第二章
(7)	化工 第二章
(10)	化工 第三章
(10)	化工 第二章
(13)	化工 第二章
(13)	化工 第二章
(14)	化工 第四章
(16)	化工 第四章
(16)	化工 第四章
(18)	化工 第四章
(19)	化工 第四章
(21)	化工 第五章
(21)	化工 第五章
(22)	化工 第二章
(26)	化工 第二章
(26)	化工 第四章
(29)	化工 第六章
(29)	化工 第六章
(32)	化工 第六章
(33)	化工 第七章
(33)	化工 第七章
(37)	化工 第八章

第一章 概 述

化肥是农业的主要肥料，而其中的氮肥又是农业上应用最为广泛的一种化学肥料，其生产规模、技术装备水平、产品数量，都居于化肥工业之首，在国民经济中占极其重要的地位。

氮肥工业较其他工业的发展起步较晚，但发展速度较快。20 世纪初期，氮肥的主要来源是依靠天然资源，如鸟粪化石、智利硝石和炼焦工业副产品硫酸铵。直到 1913 年合成氨法研究成功之后，才使氮肥工业开始得到迅速发展。

各种氮肥生产是以合成氨为主要原料的，因此，合成氨工业的发展标志着氮肥工业的水平。20 世纪 50 年代，世界上合成氨的日生产能力仅为 200 ~ 300t，60 年代以后，由于出现了离心式合成气压缩机，合成氨厂便开始大型化，生产能力达到日产 600t、1000t 乃至 1500t，这是氮肥工业发展史上的一次重大革新。

解放前，我国的合成氨工业，只有南京永利宁厂和大连化工厂两家生产厂，生产规模都很小，而且又都是以硫酸铵为主要产品。1942 年是我国解放前氮肥产量最高的一年，合成氨产量也仅为 4.8 万吨。中华人民共和国成立后，合成氨工业得到了迅速发展，不仅在产量上达到了上千万吨，为解放前最高产量的 2000 多倍；而且品种大为增加，现在有硫酸铵、硝酸铵、尿素、碳酸氢铵、石灰氮及各种复合肥等十几种产品。不仅如此，我国现在自己有能够生产合成氨的成套设备装置以及各种自动化仪表和电气设备；能够生产各种合成氨需用的催化剂。目前我国合成氨工业在科研、设计、设备制造、基建安装、生产控制等方面已经形成了一只强大的专业队伍，合成氨已经达到了国际先进水平。

我国氮肥工业的发展是以 50 年代建设的几个中型厂为基础，

60年代以后建设了一大批小型厂，70年代又引进了一批技术先进的大型厂，形成了大中小结合的氮肥工业结构。随着国民经济的发展和市场经济的需要，小型厂和中型厂不断扩大自己的生产能力，同时通过各种途径壮大企业的规模，目前我国的合成氨企业多为几十万吨甚至上百万吨的生产企业，使我国的合成氨产量跃居世界前列。

氮肥工业在国民经济中占有十分重要的地位。合成氨工业是氮肥工业的基础。合成氨不仅是氮肥生产的主要原料，而且也是一种重要的化工产品，用途十分广泛。它除了对农业增产起着重要作用外，在工业、国防工业上也起着举足轻重的作用，所以为世界各国所重视。

合成氨经加工可以制成各种氮肥，如硫酸铵、硝酸铵、尿素、碳酸氢铵等，用作农业肥料也可以提高农作物的单位产量。

氨也是重要的工业原料，广泛用于制药、炼油、纯碱、合成纤维、合成树脂、含氮无机盐等工业部门。将氨氧化可以制造硝酸铵，而硝酸铵又是生产炸药、燃料等产品的重要原料。现代国防工业和尖端技术也都与合成氨工业有着密切的联系，如生产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，也促进了许多科学技术部门的发展，如高压技术、低温技术、催化技术、特殊金属材料、固体燃料气化、烃类燃料的合理利用等。所以合成氨工业在国民经济中具有十分重要的地位，合成氨工业已经成为现代化学工业的一个重要组成部分。

第二章 氮肥生产工艺

第一节 氮肥生产方法

各种氮肥(除石灰氮外)都是由氨与其他物质加工而制成的。

氨是由氢气和氮气在高温、高压和催化剂的作用下直接合成的,所以称为“合成氨”。

化学反应方程式为



氨分子是由一个氮原子和三个氢原子组成。其中氮元素来自取之不尽用之不竭的空气,氢元素则来自于水或含有氢元素的化合物。

制取合成氨原料气所采用的生产方法取决于原料的种类。制造合成氨的原料很多,按照原料品种的物理状态可分为固体原料、液体原料和气体原料三种。固体原料主要有煤、焦炭、半焦等;液体原料主要有原油、重油、轻油、抽余油、石脑油等;气体原料主要有天然气、油田气、焦炉气、石油加工尾气、有机合成废气、电解食盐副产氢气以及高炉、电石炉、黄磷炉副产气体等。根据使用的原料品种的不同,其生产方法有固体燃料气化法、液体燃料气化法和气体燃料转化法三种。

1. 固体燃料气化法

固体燃料中的有效成分碳,在高温下与氧或含氧化合物如水蒸气发生反应生成可燃气体的过程,称之为固体燃料气化。通入的气体如空气、水蒸气,称为气化剂。气化后所得到的气体称为煤气。用于生产合成氨的原料气,通常以空气和水蒸气为气化剂制取含有氢气、一氧化碳和氮气的半水煤气,其组成见表 2-1。

表 2-1 半水煤气组成

%(体)

H ₂	CO	CO ₂	N ₂	CH ₄	O ₂	H ₂ S
40.0	31.7	8.0	19.6	0.5	0.2	少许

用固体燃料制取合成氨原料气的方法有三种：

(1) 固定层煤气炉气化法 此法又分为间歇气化法和连续气化法两种。在操作压力上有常压气化和加压气化之分。我国广泛采用的是常压间歇气化法。

(2) 沸腾层煤气炉气化法 此法是以粉煤在炉内成沸腾状态的连续气化，其生产能力大。

(3) 粉煤气流式气化法 此法又称科柏斯-托切克粉煤气化法。它的特点是所使用的原料范围广泛，但由于设备复杂，技术要求高等特点，使这种方法从工业化推广上还存在一定的问题。

2. 液体燃料气化法

原油、重油和其他种类的油，在高温下以蒸汽和氧气为气化剂，使油气化制水煤气。操作压力有常压法和加压法两种。

3. 气体燃料转化法

此法适用于以甲烷为主要成分的气体原料。甲烷在高温下采取不同的方法将其转化为一氧化碳和氢气，其生产方法大体有以下四种方法：

(1) 热裂法 即在高温下将甲烷裂解制成氢气，同时得到炭黑。

(2) 转化法 用蒸汽在 700 ~ 900℃ 并有镍触媒存在的情况下，使甲烷进行两级转化反应，得到氢和一氧化碳气体。

(3) 部分氧化法 用氧气在 950℃ 并有镍触媒存在的情况下，使甲烷进行不完全的氧化反应，得到氢和一氧化碳气体。

(4) 深度冷冻法 其生产原理是利用各种气体沸点的不同，借助部分冷凝的方法，将焦炉气或石油加工尾气中除氢以外的其他气体分离掉，以制取氢气，然后再配以氮气，制成合成氨原料气。

第二节 氮肥生产流程

氮肥生产包括氨的合成和氨的加工两个部分。不论采用什么原料路线和生产方法，都必须经过以下五个工艺过程而得到最终的产品，工艺流程包括：

- (1) 原料气的制造；
- (2) 原料气净化处理，包括脱硫、一氧化碳变换、脱二氧化碳和精炼（即除去微量一氧化碳、二氧化碳、硫化氢和氧）；
- (3) 原料气压缩；
- (4) 氨的合成；
- (5) 氨的加工（制取碳铵、硝酸铵和尿素等）。

目前我国氮肥生产，由于采用的原料品种不同，生产方法和工艺流程各异，主要是原料气的制造和净化方法有所不同。

本书以烃类蒸汽转化制气工艺为例，介绍合成氨及尿素生产流程。

一、脱硫单元

含少量硫化物的原料（天然气、轻油等）经原料压缩机（泵）升压到4MPa（表压），与少量从合成气压缩机来的合成气混合，经加热，进入加氢反应器，将有机硫化物转化为硫化氢。然后进入氧化锌脱硫槽吸附硫化氢，使原料气中的硫含量降到 $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。脱硫后的气体送去转化。

烯烃、硫化物加氢反应为



硫吸收反应为

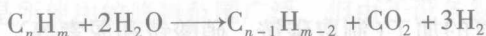


二、转化单元

脱硫后的气体与水蒸气混合进入一段转化炉炉管内，在镍催化剂的作用下，进行烃类蒸汽转化反应，出口温度达 800℃ 左右，出口气体中甲烷含量达到 8% 左右。工艺气再进入二段转化炉，与适量空气混合燃烧，在镍催化剂作用下，继续进行甲烷转化反应，使出口气体中甲烷含量降低至 0.3%。高温转化气再进入废热锅炉，回收热量，产生高压蒸汽。

一段转化炉炉膛内设有顶(或侧)壁烧嘴，由燃料气(油)燃烧，提供转化反应需要的热量。

烃类与蒸汽转化反应为



三、变换单元

从转化来的气体温度约 360℃，先进入高温变换炉，反应后出口气体中一氧化碳达 3% 左右。气体经换热后，温度降到 220℃，再进入低温变换炉，出口气体中一氧化碳降低到 0.4% 左右，然后进入脱碳系统。

一氧化碳与水蒸气反应为

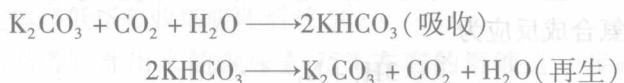


四、脱碳单元

变换来的气体含二氧化碳约 20%，进入二氧化碳吸附塔底部，与热碳酸钾溶液进行逆流接触吸附。吸收塔出口工艺气中二氧化碳降低到 0.1% 以下，经分离后进入甲烷化系统。

碳酸钾溶液在再生塔内通过减压、加热再生。再生后的溶液回到吸收塔，循环使用。再生出来的二氧化碳气体，降温后送往尿素装置。

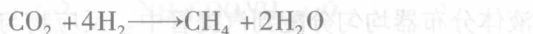
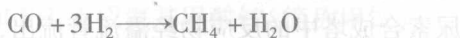
为提高吸收、再生效率，一般采用两段吸收、两段再生。
碳酸钾溶液吸收(再生)二氧化碳反应为



五、甲烷化单元

脱碳后的气体经换热后进入甲烷化炉，在镍触媒作用下，一氧化碳和二氧化碳与氢气反应生成甲烷和水，出口气体中一氧化碳加二氧化碳含量达到 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，再送往压缩机入口。

甲烷化反应为



六、压缩单元

甲烷化来的工艺气体，压力为 2.5MPa (表)，工艺气经合成气压缩机加压后送到氨合成系统。一般合成气压缩机采用二段或三段压缩，用蒸汽透平驱动。其出口压力视氨合成系统而定，一般为 $20 \sim 25\text{MPa}$ (表)。

合成气压缩机高压缸还设有一个循环段，新鲜气与循环气混合后，经循环段升压后回到氨合成系统。

七、合成单元

合成气压缩机循环段出口气体，经换热后进入氨合成塔，在高温、高压及催化剂的作用下生成氨。合成塔出口气体中含氨 18% 左右，温度 $320 \sim 350^\circ\text{C}$ ，经给水加热器、热交换器、水冷却器、氨冷器，降温到 0°C 左右，进入氨分离器，分离出液氨。分离后的气体经冷交换器、热交换器提高温度后，去合成气压缩机循环段，升压后继续进行循环。分离出来的液氨经减压，解吸出溶于液氨的气体后，送到氨罐。

为控制循环气中惰性气体的浓度，循环气体中排出一部分气

体，吹出气经氨回收，氨回收后，用作燃料。循环系统中，氨冷却器的冷量，由一套氨压缩机组成的冷冻系统提供。

氨合成反应为



八、尿素单元

原料液氨经高压液氨泵加压后，并经预热器加热后，进入高压喷射器，与来自高压洗涤器中的甲铵液一起，由顶部进入高压甲铵冷凝器。原料二氧化碳加入空气后，经二氧化碳压缩机升压后，进入高压气提塔底部。

尿素合成塔中的反应物经溢流管流出，进入汽提塔顶部，经液体分布器均匀分配到汽提管中。反应物与二氧化碳在汽提塔中逆流接触，使甲铵分解，所需热量由汽提管管外的蒸汽提供。甲铵分解后产生的二氧化碳、氨与过剩氨及汽提用的二氧化碳一道从汽提塔顶部排出，进入高压甲铵冷凝器顶部。汽提塔底部含甲铵、尿素的溶液去精馏塔。

在高压甲铵冷凝器中，由汽提塔排出的气体与高压喷射器来的液氨及回收的甲铵液在管内反应、冷凝生产甲铵。冷凝产生的热量，由壳侧水蒸发，产生低压蒸气进行回收。反应生成物从高压冷凝器底部排出，进入合成塔。

甲铵在尿素合成塔内转化为尿素，生成的尿素与未转化的甲铵一起进入汽提塔顶部。塔内未反应的气体由顶部排出，进入高压洗涤器。

在高压洗涤器中，二氧化碳、氨被低压循环系统来的甲铵液部分吸收、冷凝。吸收、冷凝液经高压喷射器进入高压甲铵冷凝器。高压洗涤器产生的热量由高压调温水带走。未冷凝的二氧化碳、氨及惰性气体由顶部排出，减压后进入中压吸收塔，在中压吸收塔内用氨水进一步吸收，惰性气体从顶部放空。

离开汽提塔底部的尿素-甲铵溶液，减压后进入精馏塔。在精馏塔中通过减压、加热使甲铵分解，分解出来的气体和水解来

的甲铵液一起送到低压甲铵冷凝器。在此，氨、二氧化碳冷凝生成甲铵，经高压甲铵泵升压后，返回高压洗涤器内加以回收。未冷凝的气体经低压吸收塔吸收后放空。

从精馏塔底部出来的含尿素 75% 左右的溶液进一步减压，经闪蒸后，进入真空蒸发系统。

尿素溶液在一、二段真空蒸发器内，分别用蒸汽进行加热蒸发。尿素浓度达到 99.7% 的尿液经熔融液尿输送泵进入造粒塔顶部的旋转喷头中，均匀喷撒下，经自然通风冷却成粒状尿素成品。

尿素的合成分为二步：

第一步：由 CO_2 和 NH_3 生成氨基甲酸铵（简称甲铵）



第二步：由氨基甲酸铵脱水生成尿素



第三章 氮肥生产的特点 及其危害因素

第一节 氮肥生产的特点

一、生产过程高度连续

氮肥生产中，合成氨的整个生产过程大多是在气态状况下进行的。同等质量气体的体积要比液体或固体大千百倍，因此，工艺气体在生产过程中，不可能大量储存，上一个工序生产出来的气体物质，必须源源不断地通过管道送往下一个工序进行加工处理，如果气体在设备或管道中受阻，则会引起憋压，使压力升高，而造成放空、泄漏甚至爆炸。合成氨装置各工序之间，合成氨与氨加工之间，生产装置与辅助作业之间，互相紧密联系，具有高度的连续性。如果其中一个工序或者一台设备发生故障，甚至一个操作上的失误，都会造成局部或者全部停车。就是说，生产过程中的每一台设备，每一个工作岗位或工序的生产状况好坏，对于全厂都起着至关重要的作用。

二、工艺流程复杂

氮肥生产的全过程很复杂。包括：原料的储运和加工，原料气的制造、净化、压缩、精练、氨合成和氨加工等十几道工序。生产系统工艺流程长。除此之外，还设有供气系统，工业水、循环水、脱盐水、脱氧水和化学软水的供水系统，为全厂提供各种动力的电力系统，以及自动仪表系统、调度指挥系统等辅助生产部门，从而构成了一个庞大复杂的生产机构，这些系统虽各自独立，却密切相关，互相制约。