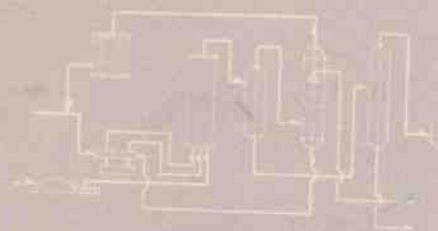




化肥工业知识



燃料化学工业出版社

化 肥 工 业 知 识

上海化工研究院 编写

燃料化学工业出版社

内 容 提 要

本书是化肥工业的普及知识书，全书分为氮肥、磷肥、钾肥三大部分。氮肥部分重点介绍了合成氨的生产，包括原料气制造、净化、压缩和合成。并介绍了常用的氮肥品种的生产知识；磷肥部分介绍了各种磷肥的性质、生产过程；钾肥部分重点介绍了利用不同的含钾资源生产钾肥的过程。

本书主要供从事化肥工业生产的领导干部和青年工人阅读参考。

化肥工业知识

上海化工研究院 编写

燃料化学工业出版社 出版

(北京天安门外和平北路16号)

燃料化学工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本787×1092¹/₃₂ 印张 6

字数129千字 印数1,001—71,050

1973年1月第1版 1973年5月第2次印刷

书号15053·2022(化-116) 定价 0.39元

出版者的话

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国燃料化学工业战线广大革命职工，高举“鞍钢宪法”的光辉旗帜，深入开展了“工业学大庆”和技术革新的群众运动，掀起了“抓革命，促生产，促工作，促战备”的新的跃进高潮。石油化学工业、三大合成材料以及化肥、农药、酸、碱等工业得到了迅速的发展。为适应革命和生产战线上的大好形势，满足广大革命干部和新工人学习化学工业基础知识的要求，我们组织有关单位编写了《基本有机原料知识》、《塑料工业知识》、《合成橡胶工业知识》、《合成纤维工业知识》、《农药工业知识》、《化肥工业知识》、《硫酸工业知识》、《硝酸工业知识》、《纯碱工业知识》、《氯碱工业知识》、《无机盐工业知识》等一套化学工业基础知识丛书。将由我社陆续出版。

这套丛书从最简单的化学原理谈起，联系我国化学工业发展情况，以通俗的语言，简明扼要地介绍了化工产品的性能和用途、原料路线、生产工艺过程等方面的基础知识。可供刚刚从事化学工业的领导干部、管理人员和新进厂的青年工人学习，也可供有关知识青年阅读及有关学校师生参考。

在本丛书的编写过程中，各编写单位领导非常重视，坚持无产阶级政治挂帅，积极组织三结合写作小组，充分发挥工人和技术人员的积极作用，大力支持出版工作。在这里，我们谨表示衷心的感谢。

由于我们水平有限，缺点错误在所难免，切望读者批评指正。

目 录

绪论

氮 肥 部 分

第一章 合成氨生产概述	8
第二章 原料气的制造	10
第一节 用固体原料制造原料气	10
一、固定层间歇气化法	10
二、沸腾层气化法	15
三、粉煤气化法	17
四、加压气化法	19
第二节 用气体原料制造原料气	20
一、水蒸汽转化法	22
二、部分氧化法	26
三、深度冷冻法	27
四、综合法	28
第三节 用液体原料制取原料气	29
一、水蒸汽转化法	29
二、部分氧化法	30
第三章 原料气的净化	33
第一节 原料气的脱硫	33
一、干法脱硫	33
二、湿法脱硫	36
第二节 一氧化碳变换	42
第三节 清除原料气中的二氧化碳	46
一、加压水洗法	46
二、热碱法	48

三、含砷热碱法	49
四、无毒催化法	50
五、乙醇胺法	51
六、环丁砜法	52
七、甲醇法	52
第四节 清除原料气中残余的一氧化碳和二氧化碳	54
一、铜氨液洗涤法清除原料气中残余的一氧化碳	55
二、碱液洗涤法清除原料气中残余的二氧化碳	56
三、甲烷化法清除原料气中残余的一氧化碳和二氧化碳	57
四、液氮洗涤法清除原料气中的一氧化碳	57
第四章 气体的压缩与氨的合成	59
第一节 氨的合成	59
第二节 气体的压缩	64
一、活塞式压缩机	64
二、离心式压缩机	69
第五章 合成氨生产总流程	71
第一节 以块状焦或无烟煤制合成氨的总流程	71
第二节 以重油或原油为原料制合成氨的总流程	73
第三节 以天然气为原料制合成氨的总流程	74
第六章 氮肥品种	76
第一节 硝酸铵	76
一、稀硝酸的生产	76
二、硝酸铵的生产	79
第二节 尿素	80
第三节 碳酸氢铵	84
第四节 液体氮肥	86
第五节 硫酸铵	88
第六节 氯化铵	90
第七节 石灰氮	92

磷 肥 部 分

第七章	磷肥概况	94
第一节	磷肥的原料	94
第二节	磷肥的品种	95
第八章	磷矿的酸法加工	98
第一节	过磷酸钙	98
第二节	湿法磷酸	100
第三节	重过磷酸钙和富过磷酸钙	105
第四节	磷酸铵	108
第五节	硝酸磷肥	111
第六节	沉淀磷酸钙	114
第九章	磷矿的热法加工	115
第一节	元素磷和热法磷酸	115
第二节	钙镁磷肥	121
第三节	钢渣磷肥	125
第四节	脱氟磷肥	128
第五节	偏磷酸盐	130
第十章	磷肥生产过程中的综合利用	132
第一节	含氟气体	132
第二节	磷石膏	135
第三节	稀有元素	136
第四节	镍磷铁	137

钾 肥 部 分

第十一章	概说	139
第一节	钾肥的肥效	139
一、	钾肥对农作物的作用	139
二、	钾肥与氮、磷肥的相互关系	139
第二节	钾肥的品种	140
一、	氯化钾	140
二、	硫酸钾	141

第三节 钾肥的资源	141
一、固态钾盐矿物	141
二、液态含钾资源	142
第十二章 生产钾肥的主要资源	145
第一节 钾石盐	145
一、概述	145
二、溶解结晶法	146
三、浮选法	149
四、重力选法	151
五、静电分选法	152
第二节 光卤石	152
一、概述	152
二、冷分解法	153
三、热分解法	155
四、复分解法	157
五、光卤石的综合利用	158
第三节 富钾盐湖	159
一、概述	159
二、沉淀法提钾	160
三、盐湖资源的综合利用	163
第四节 苦卤	163
一、海盐苦卤	164
二、井盐苦卤	168
第五节 明矾石	172
一、明矾石的综合利用	172
二、明矾石的加工流程	172
第六节 钾长石	178
一、概述	178
二、由钾长石制取钾盐	179
第七节 水泥窑灰	182

绪 论

在毛主席的革命路线指引下，全国各条战线认真贯彻了“以农业为基础、工业为主导”的发展国民经济的总方针，取得了很大成绩。广大农村干部和社员遵照毛主席“以粮为纲，全面发展”的指示，全面落实农业“八字宪法”，大搞科学种田，农业连年获得丰收。

农业战线上的大好形势，和工业战线各行各业的积极支援是分不开的。化学肥料，对提高农作物单位面积产量起着重要的作用。大力增产化学肥料，是实现农业现代化的有效措施之一。

为了适应化肥工业战线上的大好形势，满足广大革命干部和新工人学习化肥工业知识的要求，将有关化学肥料方面的基础知识在本书作简要的介绍。

一、从农家肥料到化学肥料

种田要施肥，这是劳动人民几千年来在农业生产实践中体会最深的一条经验。

我国早在商周时代，农民就普遍使用牲畜粪尿作为肥料。到一百多年前，肥料的种类已包括人畜粪尿、草肥、厩肥、各种饼肥、骨粉、草木灰等农家能自给的肥料。但那时人们只是凭经验施用肥料。以后，随着农业生产发展的需要，有人开始研究肥料和作物生长的关系，才逐步地弄清了肥料中所含的各种营养元素在作物生长过程中所起的作用。

原来，农作物在它的生长过程中要不断的从外界摄取营养。它所需要的营养元素有六、七十种之多。其中有十五种

是目前认为作物不可缺少的营养元素，就是碳、氧、氢、氮、磷、钾、硫、钙、镁、铁、硼、铜、锰、锌、钼。因为农作物对它们的需要量有的很多，有的极少，所以习惯上将前十种称为大量元素，后五种称为微量元素。

十种大量元素中，碳、氧、氢约占作物总重量的95%以上。这三种元素，作物可以从空气中的二氧化碳和土壤里的水中获得。而硫、钙、镁、铁以及其他微量元素，除了部份地区的土壤中缺个别元素外，一般来说，土壤中的给养有余。只有氮、磷、钾三种元素，土壤里的含量有限，而作物的需要量又较大，通常不能满足农业持续增产的需要，往往成为影响收成的主要因素，所以，必须依靠人工施肥加以补充。人们把氮、磷、钾三种元素称为肥料三要素。

氮是组成作物体细胞、蛋白质不可少的成份。在蛋白质中含有16~18%的氮。所以有人说，没有氮就没有蛋白质，也就没有生命。氮还存在于叶绿素中。作物缺氮时，叶绿素形成缓慢，叶呈黄色；施用含氮肥料后，几天叶色可转绿。有了氮素，作物就长得叶茂枝壮。

磷能促进作物生长发育、开花结实、籽实早熟，并提高籽实质量。如果作物在幼苗期间缺磷而不加弥补时，即使后期追施磷肥也难挽回其恶果（不能开花结实）。

钾主要存在于作物的茎秆中。钾能促进碳水化合物和蛋白质的合成。施用钾肥后能使作物茎秆组织坚韧，并能增强作物的抗病能力。钾的作用还突出地表现在提高作物的产品质量上，如提高菸叶的燃烧力和甜菜的含糖量等。

作物需要的微量元素，虽然量极少，但同样不能忽视。在一般情况下，土壤中的微量元素含量是足够的，但有的土壤也会缺少某种元素，因此，也需要根据情况加以补充。作

物缺少微量元素，轻的害病、减产；严重的影响生长，甚至死亡。

上述一些营养元素对作物生长的作用虽然有所不同，但相互之间不是孤立的，而是相辅相成的。这样，就促使人们必须全面地来考虑作物的营养问题。

为了满足农业生产的需要，人们研究并制造了含有氮、磷、钾三种元素和微量元素的肥料，这种肥料是在化工厂内用化学加工方法制造出来的，所以就叫做化学肥料。

化学肥料具有养分含量高、肥效快、运输、贮存、施用方便等优点。有了化肥，人们可以有目的地利用它来调节土壤养分含量和比例。化肥如果和有机肥料（包括农家肥料、城市垃圾肥料等）配合使用，能更好地发挥作用。只有合理地施用化肥才能提高作物的产量和质量。如果化肥施用不当不但会降低肥效，造成浪费，而且也会影响作物的生长。

二、化学肥料的分类和品种

世界上生产的化肥品种很多，其中主要品种如按它们所含的主要养分，可分为以下几类：

- 化学肥料—
 - 氮肥—硝酸铵、尿素、碳酸氢铵、硫酸铵、氯化铵、石灰氮、液体氮肥（氨水、液氨、氨溶液）
 - 磷肥—过磷酸钙、重过磷酸钙、富过磷酸钙、钙镁磷肥、脱氟磷肥、钢渣磷肥、沉淀磷酸钙、偏磷酸钙、磷矿粉
 - 钾肥—氯化钾、硫酸钾、窑灰钾肥
 - 复合（混合）肥—磷酸铵、硫磷铵、尿素磷铵、硝酸磷肥、硝酸钾、偏磷酸铵、偏磷酸钾、钾氮混肥、氮磷钾三元肥料、液体混肥
 - 微量元素—种类很多，包括硼、铜、锰、锌、钼等

表中所列的氮肥、磷肥、钾肥分别只含氮、磷、钾三元素中的一种，而复合（混合）肥料则含有其中的两种或三种。从化肥在农业上的使用效果和工业上生产的合理性来看，复合（混合）肥料均较单一品种肥料要好，所以世界各国都很重视发展。

目前，国外化肥品种的发展趋势是浓度高的比浓度低的发展快；复肥（混肥）比单一品种肥料发展快；液体肥料比固体肥料发展快。

其中尿素和磷酸铵发展较快。硝酸磷肥在西欧国家中很受重视。由于混合肥料的养分比例容易调节，更能适应农作物生长的需要，在英国，混合肥料（包括复肥）约占肥料总产量的79%；美国占66%；法国占61%；西德占51%；日本占39%。

生产液体肥料比固体肥料简单，成本低，又便于机械化施肥，所以国外产量上升很快。液体肥料有液体氮肥和液体混肥。液体氮肥有氨水、液氨、氨溶液三种形式。美国的氮肥产量中60%以上是液体氮肥，其中以液氨和氨溶液居多。液体混肥由正磷酸、过磷酸、液氨、尿素、硝铵、氯化钾等成份按需要配制而成。此外，也可掺进微量元素、农药等物质，可具有多种用途。

在新品种方面，近年来国外研究并小量生产一种缓效肥料。如用尿素和醛类制成难溶性的氮化物；采用树脂薄膜或硫磺包裹在肥料表面，如涂硫尿素。这类肥料的特点是氮成份溶解很慢，从而使肥效保持长久。由于土壤中有一种硝化酶菌，能使氮肥分解、流失，使氮的利用率不超过50%。现已研究出在氮肥中添加0.3~2.0%的硝酸化抑制剂，可消除硝化酶菌的作用，从而提高了氮的利用率。这类抑制剂现已

有硫脲、双氰胺、磺胺噻唑等九种，在日本使用较多。

三、化肥工业发展简况

磷肥工业和钾肥工业起始于十九世纪中叶，产品有过磷酸钙、氯化钾等。

氮肥工业发展较迟。就在六十年前，氮肥的来源主要依靠天然资源（鸟粪化石、智利硝石）；其次是炼焦工业副产的少量硫铵。直到本世纪二十年代（1913年），合成氨法研究成功，才使氮肥工业开始立足于世。

国外主要生产化肥的国家有美国、苏联、德意志联邦共和国、法国、加拿大、德意志民主共和国、意大利、日本等国。它们的产量总和占世界化肥总产量三分之二以上。

矿产资源是生产化肥的物质基础。如加拿大在发现了储量极大的可溶性钾盐矿并解决了深矿开采技术后，一举成为世界上钾肥产量最高的国家。美国、苏联拥有较丰富的磷矿资源，因此磷肥产量名列前茅。氮肥过去以褐煤、焦炭等作为生产合成氨的原料。三十年代后，国外逐步采用新技术，用天然气和石油作为生产合成氨的原料，具有投资省、成本低等优点。目前，国外新建氮肥厂都趋向于采用油、气为原料，并将合成氨生产纳入石油化工综合利用范围之内。

我国的化肥工业，在党的一整套两条腿走路的方针指引下，获得飞速的发展。从建国初仅有的两个氮肥厂到现在各种类型的化肥厂已遍布全国各省市、自治区。当前，我国已能生产多种主要化肥，如硝铵、尿素、碳铵、过磷酸钙、钙镁磷肥、氯化钾、硫酸钾等。大型化肥厂，在产量上、技术水平和企业管理上起着骨干作用。近十多年来，又出现了生产氨水、碳铵的小氮肥厂。它投资省、建厂快。在它的发展过程

中，经历了两条路线的激烈斗争。从少到多，由小到大，不断巩固发展，成为支援农业的一支重要力量。当前，很多小氮肥厂又在进行技术改造，使能充分利用当地各种煤资源，做到有啥吃啥，使得小氮肥发展的道路越走越广。

在毛主席“开发矿业”的号召下，在原有的基础上又陆续发现很多磷矿资源，各地就地取材，建设了很多中小型磷肥厂。磷肥品种也向高效和复肥方向发展，如磷酸铵、硝酸磷肥等。我国的含钾资源种类很多，贮量丰富，是多快好省地发展我国钾肥工业的有利条件。

化肥科研战线一派兴旺，几年来，出现了一批新产品、新技术、新工艺、新设备的科研成果。为配合化肥工业的现代化，又加强了对自动化、机械化和联合生产等方面的科学研究工作。

当前，国内外形势一派大好。随着我国农业生产的大发展，对化肥工业不断提出新的要求。因此逐年增加化学肥料，这是一件十分重要的事。我们一定要在党的一元化领导下，坚持无产阶级政治挂帅，大搞群众运动，努力发展化肥工业，不断提高产量和质量，为社会主义革命和社会主义建设，以及支援世界革命，作出较大的贡献。

氮 肥 部 分

氮肥是农业上应用最广的化学肥料，主要品种有：硫酸铵、硝酸铵、尿素、碳酸氢铵、氨水、液氨、氯化铵和石灰氮。这些氮肥品种除石灰氮以外，都是以合成氨为原料加工制成的。所以在介绍氮肥品种以前，首先要了解一下合成氨的生产。

合成氨不仅对农业有重要意义，而且在国防上也占重要地位。氨用空气氧化可以制成硝酸，硝酸是制造炸药最基本的原料，用硝酸做硝化剂可以制得三硝基甲苯、三硝基苯酚以及其它各种炸药。氨又是重要化工原料，可以用来制造各种胺和磺胺，胺和磺胺是合成纤维及制药工业的重要原料。由氨加工制成的尿素，不仅是高效氮肥，而且也是制造塑料和合成纤维的原料。并且在很多化工生产中（如制碱工业等）都要用到氨。此外，氨还是常用的冷冻剂。目前，氨及氨加工已成为现代化学工业中的重要部门。

下面分别介绍合成氨及主要氮肥品种的生产过程。

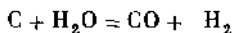
第一章 合成氨生产概述

氨的分子式是 NH_3 ，从分子式可以看出，氨分子是由一个氮原子和三个氢原子组成的。在工业上，氨是由三份氢和一份氮的混合气体，在一定条件下化合而成的，所以称为合成氨。因此生产合成氨，首先要制取含有一份氮和三份氢的原料气。氮气和氢气可以分别制取，然后按1:3的比例混合，也可以直接制成氮氢比为1:3的原料气。

合成氨所需要的氮气均取自空气，空气中的氮气，约占空气总体积的79%，其余是氧气，还有少量水蒸汽、二氧化碳，以及氩、氖等惰性气体。从空气中制取氮，通常有两种方法：一种方法是采用空气分离装置，将空气分离为氮和氧；另一种方法是将空气中的氧与碳作用，生成二氧化碳，除去二氧化碳后，就可得到氮气。

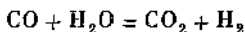
氢来源于水和燃料。

水的分子是 H_2O ，由二个氢原子和一个氧原子组成。可以用电解法将水分解为氢和氧，也可以将水蒸汽通过赤热的煤（或焦）层，使水蒸汽与碳发生化学反应，生成一氧化碳和氢。反应式如下：



碳 水 一氧化碳 氢

一氧化碳还可以再与水蒸汽进行化学反应，生成二氧化碳和合成氨所需要的氢气。



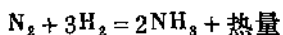
一氧化碳 水 二氧化碳 氢

石油、天然气、焦炉气（炼焦厂所副产的气体）、炼厂

气（石油炼制厂所副产的气体）等燃料中都含有大量的碳氢化合物，这些碳氢化合物在一定条件下可以与氧或水蒸汽进行化学反应，生成一氧化碳和氢。

在制取原料气的方法中，除电解水法可以制得较纯净的氢气外，用其它方法所制取的原料气中都混有不同数量的其它杂质，而合成氨所需要的是非常纯净的氮氢气，所以必须将这些杂质除去。清除杂质的过程，叫做原料气的净化。

有了净化后的氮氢混合气，就可以进行氨的合成。化学反应式如下：



氮与氢很不容易化合成氨，需要在高温高压的条件下，并使用催化剂*来加速反应的进行。

由于氨的合成是在高压下进行的，所以在氨的合成以前，还需要将氮氢混合气用压缩机压缩至高压。

从以上所述可以看出，生产合成氨所用的原料是燃料、空气和水。生产过程包括以下几个步骤：

1. 原料气的制造；2. 气体净化；3. 气体的压缩与氨的合成。

* 催化剂——在化学反应中能改变反应速度而本身的组成和质量在反应后保持不变的物质。