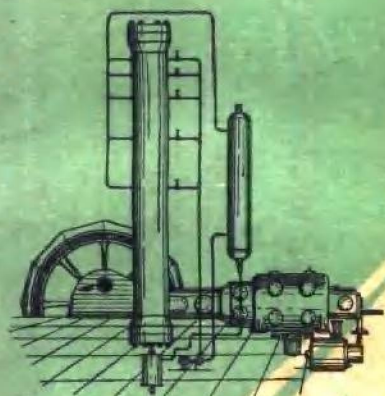




化学工业知识丛书

氮肥工业

潘灼南 赵增泰编著

中国工业出版社



中国工业出版社

现代工业

—— 中国工业出版社 ——

中国工业出版社

化学工业知识丛书

氮肥工业

潘灼南 赵增泰 编著

中国工业出版社

根据化学工业部高揚部长的指示，为适应化学工业的迅速发展，为从事化学工业的各級领导干部和一般工作人員提供必要的化学工业生产技术知識，特組織有关单位（或个人）編写了这套“化学工业知識丛书”。

在这套丛书中，除編写了綜合介紹化学工业的“化学工业概論”外，还按化学工业各重点行业或某些重要品种組織編写了若干专业分册以及化工机械等方面的基本知識书，计划在1964~1965年陸續編輯出版。

本书是这套丛书中的一本。书中共分两个部分：第一部分介紹了常用的氮肥品种——硫酸銨、硝酸銨、尿素、氯化銨、磷酸銨、石灰氮、液氮和氨水的生产基本原理、生产方法以及各种有关生产方法的技术經濟資料等；第二部分介紹了与氮肥生产密切有关的合成氨的基本概念、生产过程以及各种不同生产方法的优缺点比較等。对于氮肥品种和合成氨原料路綫的选择，在书中也作了簡要的論述。

本书第一部分由赵增泰同志提供資料，第二部分由潘灼南同志執筆編写，最后由潘灼南同志統一整理。书中插图由許乃新同志繪制。在本书編写和定稿过程中，高揚部长給了很多指示，并亲自进行了书稿审查，北京化工設計院从事氮肥設計工作的一些同志也提出了不少有益的意見。

本书主要供从事化学工业的一般工作人員和领导干部閱讀，也可供化工厂工人及化工专科学校师生参考。

化学工业知識丛书

氮 肥 工 业

潘灼南 赵增泰 編著

*

化学工业部图书編輯室編輯（北京安定門外和平北路四号楼）

中国工业出版社出版（北京佟麟閣路丙10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张 $10^{3/4}$ ·插頁2·字数216,000

1964年3月北京第一版·1964年3月北京第一次印刷

印数0001—3510·定价(科四) 1.10 元

*

統一书号：15165·3148(化工-275)

序

目前化学工业部門有些工作人員和领导干部由于缺乏必要的化工生产技术知識，而感到工作困难。“化学工业知識丛书”就是为帮助这些同志取得化工专业基本知識而編写的。

化学工业部图书編輯室着手編輯这部丛书已經有一年多的時間了。編輯室的同志們在拟制編輯方案、邀請专家編写和联系出版方面，做了不少的工作。中国工业出版社在印制出版工作中給了很大的支持。丛书作者在工作余暇，为搜集参考資料和执笔写作，付出了辛勤的劳动。这样，才使丛书有可能按計劃陸續出版。在这里，我謹以編写本丛书的倡議人和本丛书最早讀者的身份向各位作者和参与編輯出版工作的同志們表示热誠的感謝。

我学习化工生产技术常識，“如渴思飲”，但是过去没有找到适当的書籍，化学工业部門許多同志当与我有同感。本丛书內容的繁簡和深浅对有些同志也許算是适当的；但是有些同志可能还看不懂。我希望目前还看不懂这部丛书的同志，先下功夫，从化学常識学起，并且参加生产实践，爭取短期內在別人的帮助下能看懂其中的两三冊。对参加化工生产較久，又注意学习的同志來說，讀讀

06966

本丛书的“化学工业概論”和与自己业务相近的几个专册，无疑也会增加一些知識。因此，我希望化学工业部門沒有化工技术知識或者知識还不丰富的同志們，把本丛书中的两三册或者三五册当做必讀的书籍。

本丛书編审工作稍嫌仓促，內容不妥之处，在所难免，切望丛书讀者和有机会翻閱本丛书的专家同志們批評指正。

高 揚 一九六四年二月廿一日

編者的話

由于氮肥的品种很多，所涉及到的范围也很广，要求在一本书中对所有氮肥品种以及每一品种的各种生产方法和生产过程詳細地加以叙述是有困难的；同时，考虑到讀者的精力和时间有限，不应使讀者为了个别的理論性問題及次要的生产过程多費精力而造成学习上的困难。因此，在編写本书时对一些非根本性的、且在目前实际应用上无甚重要意义的部分只作最簡單的叙述，甚至予以删除，以免“因小失大”。如果讀者有兴趣的話，有关这方面的专业书籍很多，讀者可以作深入的探討。

本书的內容仅包括下列氮肥品种：硫酸銨、硝酸銨、尿素、氯化銨、碳酸氢銨、石灰氮以及液氨、氨水、氨絡物等液体肥料。与上述氮肥品种密切有关的合成氨及稀硝酸的生产也作了專門的叙述。氮磷、氮鉀及氮磷鉀等含氮的混合或复合肥料沒有叙述，这些肥料品种似应在“磷肥工业”或“鉀肥工业”中分別加以介紹。

遺憾的是編者本人对氮肥工业的生产知識很肤浅，經驗也有限，掌握的資料不全面，加以編写的时间仓促，必然在資料处理、章节安排、技术內容、文字叙述等方面存在許多缺点，甚至会有若干錯誤之处。編者热忱地希望讀者在学习中随时給以批評、指正和建議，以便再版时修訂补充。

潘灼南 1963年12月

目 录

序

編者的話

緒論 1

第一部分 氮 肥

第一章 硫酸銨 11

第一节 硫酸銨的一般性质 11

第二节 中和法制造硫酸銨 13

第三节 干法制造硫酸銨 16

第四节 用硫酸吸收焦炉煤气中的氨制造硫酸銨 19

第五节 由石膏制造硫酸銨 21

第六节 由芒硝制造硫酸銨 25

第二章 硝酸銨 25

第一节 硝酸銨的一般性质 25

第二节 稀硝酸的生产 28

第三节 硝酸銨的生产 40

第四节 以硝酸銨为主体的一些肥料 51

一、石灰硝酸銨 51

二、硫硝酸銨 52

三、鉀硝酸銨 54

第三章 尿素 54

第一节 尿素的性质及其工业发展经过 54

第二节 尿素的用途 56

第三节 尿素的制造方法 59

第四节 原料氨与二氧化碳的净化 62

第五节 氨与二氧化碳合成尿素·····	64
第六节 未反应成尿素物质的回收利用·····	69
一、不循环法·····	70
二、全循环法·····	71
热气全循环法(71) 矿物油全循环法(73) 气体分离循环法	
(75) 溶液全循环法(78)	
三、部分循环法·····	81
循环利用过量氨的部分循环法(82) 溶液部分循环法(83)	
联合部分循环法(84)	
第七节 尿素溶液的加工·····	86
一、结晶尿素的加工流程·····	87
二、粒状尿素的加工流程·····	87
第四章 氯化铵·····	90
第一节 氯化铵的一般性质·····	90
第二节 氯化铵的制造方法·····	91
第三节 自氨碱法制纯碱过程中制取氯化铵·····	93
第五章 碳酸氢铵·····	100
第一节 碳酸氢铵的一般性质·····	100
第二节 碳酸氢铵的生产过程·····	101
第六章 石灰氮·····	103
第一节 石灰氮的性质及用途·····	103
第二节 生产石灰氮用的主要原料·····	105
第三节 石灰氮的生产过程·····	108
一、电石的生产过程·····	108
二、石灰氮的生产过程·····	110
第七章 液体氮肥·····	114
第一节 液氨·····	115
第二节 氨水·····	115

第三节 氨络物	117
第八章 关于国内氮肥品种发展路线的几点 意见	118

第二部分 合 成 氨

第九章 合成氨生产的总概念	122
第十章 原料气的制造	125
第一节 用固体燃料气化法制造合成氨原料气	126
一、固定层间歇气化法	126
二、沸腾层气化法	139
三、加压气化法	144
四、粉煤气化法	147
第二节 用气体原料制造合成氨原料气	152
一、以焦炉气为原料制合成氨原料气	154
二、以天然气为原料制合成氨原料气	161
热解法(162)蒸汽转化法(164)部分氧化法(171)综合法(176)	
第三节 用液体原料制造合成氨原料气	183
一、电解水法制氢气	183
二、重油(或原油)气化法制合成氨原料气	186
第十一章 原料气的净化	198
第一节 原料气的除尘	201
一、泡沫除尘器	202
二、机械洗滌机	203
三、电气除尘器	205
第二节 原料气的脱硫	207
一、干法脱硫	209
氢氧化铁法脱硫(209)活性炭法脱硫(211)	
二、湿法脱硫	214

砷碱法脱硫(215)氨水催化法脱硫(218)含砷热钾碱法脱硫(222)	
碱液法脱硫(227)乙醇胺法脱硫(229)	
第三节 原料气中一氧化碳的变换·····	232
第四节 清除原料气中的二氧化碳·····	244
一、水洗法·····	245
二、乙醇胺法·····	249
三、热钾碱法·····	253
四、含砷热钾碱法·····	259
五、甲醇法·····	260
第五节 清除原料气中的残余一氧化碳·····	265
一、接触法·····	265
二、液氮洗涤法·····	266
三、铜氨液洗涤法·····	270
第六节 清除原料气中的残余二氧化碳·····	277
第十二章 气体的压缩·····	280
第一节 往复式压缩机的工作原理·····	281
第二节 原料气压缩机的构造和作用·····	286
第三节 循环气压缩机的构造和作用·····	293
第四节 氨压缩机的构造和作用·····	295
第十三章 氨的合成·····	296
第一节 氨合成过程的基本概念·····	297
第二节 氨合成的工艺流程·····	300
一、第一种流程·····	302
二、第二种流程·····	304
三、第三种流程·····	306
第三节 氨合成的主要设备——合成塔·····	310
第十四章 合成氨生产过程的总流程·····	317
第一节 以块状焦炭或无烟煤为原料制合成氨的总	

流程·····	317
一、第一种流程·····	317
二、第二种流程·····	319
第二节 以褐煤为原料制合成氨的总流程·····	321
第三节 以电解水为原料制合成氨的总流程·····	323
第四节 以焦炉气为原料制合成氨的总流程·····	324
一、第一种流程·····	324
二、第二种流程·····	324
第五节 以天然气为原料制合成氨的总流程·····	327
一、第一种流程·····	327
二、第二种流程·····	329
第六节 以油为原料制合成氨的总流程·····	331

緒 論

党的八届十中全会公报指出，我国人民当前的迫切任务是：贯彻执行毛泽东同志提出的以农业为基础、以工业为主导的发展国民经济的总方针，把发展农业放在首要地位。要动员和集中全党全国的力量，在物质方面、技术方面、财政方面、组织领导方面、人材方面，积极地、尽可能地支援农业，支援人民公社集体经济，分批分期地、因地制宜地实现农业的技术改革。

在农业化学技术措施方面，增加肥源和合理施肥是农业获得增产的有效办法之一。我们应该一方面在大力增加农家肥料的同时，更积极地发展化学肥料的生产，为农业提供大量的品质优良的化学肥料；另一方面，还要向农村的干部和群众，广泛地宣传肥料的经济合理的使用方法，以达到应有的施肥效果。在有关部门的通力协作下，和其它农业增产措施结合起来，为争取在20—25年的时间內完成农业的技术改革这一伟大的任务而奋斗。

农作物也和人类一样，从播种到收获整个生长发育过程中，需要不断地从外界吸收养料，才能发育良好，生长壮健。它所需要的营养元素可以通过化学分析来了解。很多的化学分析说明，一般植物体内含量最多的成分是碳、氢、氧三种元素，共占总重量的95%以上；含量較多的元

素还有氮、磷、鉀、鈣、鎂、硅、硫等。像这些农作物需要較多的元素称为大量元素。此外，还有农作物需要量很微的元素像錳、鋁、硼、碘等，称为微量元素。既然农作物是由这些不同的元素所組成，也就說明了农作物在生长过程中必需吸收含有这些元素的营养物质。

农作物需要的营养元素的种类虽然很多，但是在一般大田作物栽培中，仅仅靠作物从自然界供給这些元素是远远不足的，所有的各种营养元素都需要經常人工补充。像作物需要数量很大的碳、氢、氧，可以吸收空气中的二氧化碳和土壤中的水分来滿足，除天气干旱时需要灌水外，一般來說是不会感到缺乏的；又如作物需要的鈣、鎂、鉄、硫和微量元素，在一般情况下土壤的供应量也不会感到缺少。农作物需要量較大，而一般土壤中供应量常不能滿足作物生长需要的营养元素主要是氮、磷、鉀三种元素，需要人工地施加肥料来加以补充才能提高作物的收获量。所以，氮、磷、鉀三种元素被称为肥料三要素，就是从这一概念而来的。

依靠人工补加給作物所需要的肥料一般分为两大类，即农家肥料和化学肥料。

农家肥料，即人粪、廐肥、綠肥等等，它所含的养分，主要是复杂的有机物质，故又称有机肥料。这种有机物质一定要在土壤中經過分解后，才能被作物吸收。这种分解主要依靠土壤中微生物的作用，其分解过程很长，从漚制肥料开始到肥料用到土壤中以后，有机物质一直在进行分解。有机肥料是一种很好的肥料，它除了可以供給农作物以必需的营养元素以外，还有改良土壤結構，使土壤

团粒化^①，起保蓄水分、肥沃土壤的作用。但是在使用有机肥料时存在以下一些缺点：

- (1) 有效的营养成分含量低，故需要量较大；
- (2) 来源有一定的限制；
- (3) 人粪未经沤熟使用，容易使某些疾病（如寄生虫病等）传染散播；
- (4) 除人粪和部分绿肥外，一般来说其肥效较慢，在作物生长期缺肥时，不易短时见效。

化学肥料，它是采用自然物质，例如煤炭、天然气、石油等矿物和空气、水等，在现代化工厂里采用化学加工方法制造的含有作物生长所需要的营养元素的一种肥料。它所含的养分，主要呈无机化合物状态，故又叫无机肥料，与农家肥料相比，化学肥料具有以下几个特点：

- (1) 容易溶解于水，见效快，能被作物很快的吸收利用；
- (2) 有效的营养成分高，一次施用量较少；
- (3) 施用方便，省劳动力，可以提高劳动生产率。

但是，化学肥料没有改良土壤、培养土壤肥力^②的能力，所以，农家肥料与化学肥料两者结合应用，就可以合理地发挥肥料的增产作用。

化学肥料的品种很多，如果按照它所含的营养元素不同，通常可以分为氮肥、磷肥、钾肥和微量元素肥料等四

① 使土壤团粒化，即使土壤成为团粒状结构。团粒状结构的土壤，土团近于圆形，一般呈芝麻到黄豆那么大。团粒结构的土壤，可以贮藏水分，可以通透空气，是一种理想的土壤。

② 土壤肥力又叫土壤的肥沃性，即土壤维持植物生长发育、最后获得产量的能力。

大类。

氮肥，就是含氮的化学肥料。施用氮肥的目的是补充土壤中氮元素供给的不足。氮是组成植物体细胞、原生质和蛋白质必不可少的成分，在蛋白质中约含有16—18%的氮。所以有人说，没有氮就没有蛋白质，没有蛋白质就没有生命。氮素还存在于叶绿素中，作物若缺乏氮素，叶绿素的形成就很缓慢，一般作物缺乏氮时，叶呈黄色，施用氮肥后，几天叶色又转绿，就是这个道理。适量的施用氮肥不仅能促进叶绿素的形成，加强光合作用；又能促进蛋白质的形成。这样，作物的细胞就能生长迅速，叶面积增大，由于加强了光合作用，叶色就能表现正常，茎叶生长茂盛。若作物缺乏氮肥时，就会产生植株变得矮小、瘦弱、叶片发黄等不良现象；就会阻碍作物的生长，甚至使植物枯萎。所以，施加氮肥对作物的生长有着良好的作用。

磷肥，就是含磷的化学肥料，它也是作物生长不可缺少的营养元素。施用磷肥能助长根毛的发育和幼苗发根生长，使作物吸收更多的养分和水分，因此它有促进生长发育的功效。另外，磷肥还能促进作物开花结实、籽实早熟和提高籽实质量，一般作物种子中含磷最多约1%左右。如果作物缺少磷肥，就会影响繁殖器官的形成和籽实的产量。作物在生长过程中严重缺磷时，叶子会发生卷曲和出现紫褐或红色等暗斑。作物早期缺磷而不加弥补时，即使后期弥补也很难挽回其恶果。

钾肥，就是含钾的化学肥料。钾是作物体中含量较多的元素，它与氮、磷元素不同，主要存在于作物的茎叶中，作物生长期间在幼嫩的组织里集中较多。钾能促进碳

水化合物和蛋白质的合成，表现得最明显的是使茎秆組織坚韧，加强其抗倒伏、抗病虫害的能力。另一方面它还能改善品质，使禾谷类作物籽粒飽滿，提高菸叶品质和甜菜的含糖量，并加强抗寒能力等。

微量元素肥料，就是含微量元素的化学肥料。作物除需要氮、磷、鉀三要素外，还需要数量极少的微量元素，如硼、錳、銅、鋅、鋁等。作物对它們需要虽小，但它們却居于同等重要的地位，也不能以一种元素来代替另一种元素。在一般情况下，土壤中微量元素的含量是足够的，不会使作物感到缺少；但有的土壤也缺少微量元素，这就需要通过施肥来补充。作物缺少了所需要的任何一种微量元素就会产生不良的症状。

氮肥是上述四大类化学肥料中施用得最多的一种化学肥料，这是因为任何作物通常从土壤中吸收的氮要比磷、鉀和微量元素多；同时，氮在土壤中是十分活动的，不易长期保存，容易被雨水冲刷或被微生物分解而損失掉。因此，在我国大部分地区对氮肥的需要更为迫切，氮肥所表現的增产效果也特別显著。

根据几年来在各地对氮肥进行試驗的結果，每斤氮（折合成純氮計算）可以增产稻谷約20斤，小麦約15斤，籽棉約10斤，玉米約30斤，对于蔬菜、果树等其它作物也都有显著的增产效果。

另外，氮肥不仅对农业有着重要的意义，而且在工业与国防上也占有重要的地位。很多氮肥品种除了大量使用于农业上作为肥料外，在其它工业部門也有着广泛的用途。例如：