

化肥手册

化学工业部科学技术情报研究所译

一九八一年四月

翻 译 说 明

《化肥手册 (Fertilizer Manual)》是联合国工业发展组织技术资料库提供的《技术发展和转让丛书 (Development and Transfer of Technology Series)》的第十三分册，于一九八〇年七月出版。其内容包括化肥工业的发展历史和展望，合成氨、氮、磷、钾、复合肥料、磷矿、硫酸、磷酸和中量元素、微量元素、控制释放肥料等产品的生产及贮运技术，化肥的物化性能及其测定方法，以及化肥工业的规划、污染控制、化肥生产的经济性分析、技术发展趋势等，是一本比较全面系统地反映当代世界化肥工业技术水平的最新资料。本手册适合于从事化肥科研、设计、生产和情报的技术人员、管理干部、大专院校师生等阅读，也可供化肥使用部门的科技人员参考。

参加本手册翻译的依次有：李金林、张德培、郑名登、刘惠康、刘炳恒、吴玉敏、郑友竹、李健民、徐秉玖、祁庆生、向多英、齐松山、黄景梁、徐维正、陈永忠、宋绍俊、孙会群、范可正、杨维榕、余素梅、岳淑霞、曹珍元、胡承曦、熊执中、王俊岭、袁世梁、李碧梧、何德怀、刘增慧、陈安栋、张淑敏、沈汉生、王远明、李全、陈九磅、孟敏、陈丽珍等37人。由汪廷炯、潘裕缦、孙会群、黄景梁、熊执中、范可正、曹珍元校对，最后由潘裕缦编辑。由于时间仓促，错误可能不少，请读者批评指正。

在这篇研究报告和资料的安排中，国家和地区的划分和分类完全不意味联合国工业发展组织 (UNIDO) 秘书处对任何有关国家、地区、城市和区域的合法地位的承认或有关当局的意见，或UNIDO秘书处对国境或边界的承认，或对有关经济体制或发展程度的评论。

资料中所涉及到的厂商名称或商业产品决不意味着联合国工业发展组织 (UNIDO) 的认可。

工业技术资料库 (INTIB) 在1977年~1978年间进行了试验性工作，从1980年起就成为UNIDO的一个事务部门。该组织为发展中国家提供情报资料服务，具体说也就是帮助他们选择工艺技术。INTIB接受对发展中国家具有特别重要意义的20多个工业部门的委托，它肩负双重职能：出版具有选用价值的技术梗概 (profiles) 和处理、分析情报，以便回答特殊 (individual) 询问。

INTIB的服务对象包括工业部门、计划和工业开发研究单位、综合性技术研究机构、有关技术转让机构，尤其是工业企、事业单位，总而言之，是负责选择技术的顾问或决策人。

关于INTIB的详细资料和与之有关的活动可写信向奥地利，维也纳A-1400，邮政信箱300，联合国工业发展组织，工业资料处负责人 (the Chief, Industrial Information Section, UNIDO, P. O. Box 300, A-1400 Vienna, Austria) 函索。

前 言

这个《技术发展和转让丛书》的增加部份是联合国工业发展组织 (UNIDO) 工业技术资料库 (INTIB) 提供的, 想要取代1967年问世的同名出版物。其中论述肥料的其它各册是《磷肥加工技术》(No.8) 和《氮肥加工技术》(No.9)。

这本新的《化肥手册》是由国际肥料发展中心 (IFDC) 编制的, UNIDO秘书处也作了大量工作。除前言外, 这里所复制的正文与由IFDC单独出版的都是相同的, 因此在UNIDO范围内的正文就不予校对了。

本手册的目的是用简练的语言来叙述所有主要化肥的加工、所需要的设备和优缺点, 并举出大量经济评价的例证。这本手册包括五部份:

第一部份: 化肥发展的历史, 世界展望, 化肥在农业中的作用, 原料、有关化肥术语的词汇表;

第二部份: 氮和所有主要氮肥的生产和运输。

第三部份: 磷矿石的特性, 硫酸和磷酸、所有重要磷肥 (包括硝酸磷肥和磷酸铵) 的生产。

第四部份: 钾肥, 复合肥料; 中量营养元素和微量营养元素肥料; 控制释放肥料; 化肥的物化性能及其测定。

第五部份: 化肥工业的规划、污染控制, 化肥生产的经济性, 世界化肥工业面临的问题。

特别强调了化肥生产的经济性。因为发展中国家情况差别很大, 所以基本费用 (成本) 的数据是根据欧洲和美国工业区的生产管理作出的。然而, 也有这样的例子和讨论, 各种工艺过程的经济指标如何受一些发展中国家情况的影响。估计成本是在援助的详细清单中给定的, 他们希望使其估计适合他们自己的国情。

与以前的手册⁽¹⁾比较, 这本手册大大地增加了磷肥和复合肥料的论述, 增加了控制释放肥料及其物化性能的新章节。氮肥的叙述范围大致和以前的手册相同, 这次增加了氨的输送和贮存及影响氮肥选择因素的二个章节。总之, 这本新手册只有20%的篇幅是由老手册修改的, 其余80%全是新编写的。

本手册的编写工作是在IFDC的特别顾问特拉维斯·普·希拉尼特 (Travis P. Hignett) 的指导下进行的。他除了担任该手册的主要评论和校对外, 还撰写了下述章节以外的其余各章: 第三章由IFDC的赫·尔·特格达 (H. R. Tejeda) 编写, 第十章由田纳西流域管理局 (TVA) 的费·普·阿乔恩 (F. P. Achorn) 编写, 第十八章由阿默克斯公司 (AMAX) 的尔·克·斯米思 (R. C. Smith) 编写, 第二十二章由TVA的乔奇·霍夫迈斯特 (George Hoffmeister, Jr.) 编写, 第二十三章和第二十六章由UNIDO秘书处编写 (其中组合件、工作平台、驳船部份由世界银行的克·吉·普拉特 (C. J. Pratt) 提供)。第五章的主要部份取自UNIDO在1976年编写的《世界化肥工业研究》一文。

化肥供需方面的大量统计资料是由联合国粮农组织 (FAO) 提供的。

注: (1) Fertilizer Manual (ST/CID/15)(United Nations Publication, Sales No. 67.II. B. 1)

全部章节的评论和注释均由UNIDO秘书处的职员草拟。此外，所有章节还由选自世界各地生产厂、协会和大学以及TVA、FAO、世界银行和IFDC本身的审阅者审阅过。然而，所表达的观点仅是这些作者的，决非一定反映IFDC或UNIDO的观点。

编写过程中的某些资料到印刷时就将要过时，这也是难免的。读者应注意，当作者使用“最近”或“现在”一词时，除另有说明外，指的是1978年。

组织机构的缩写

ADIFAL	拉美化肥工业发展协会 (*Latin American Association for Development of the Fertilizer Industry)
AID	国际开发公署 (Agency for Internatinal Development)
ANDA	(Associaç ão Nacional Para Difusao de Adubos)
AOAC	农业化学家协会 (Association of Official Agricultural Chemists)
APEA	欧洲氮素生产者协会 (Association des Producteurs Européens d'Azote)
ASEAN	南非国家联盟 (Alliance of Southeast Asian Nations)
ASTM	美国材料试验学会 (Americal Society for Testing Materials)
BASF	巴登苯胺烧碱公司 (Badische Anilin-und Soda-Fabrik)
CASF	农业科技委员会 (Council for Agricultural Science and Technology)
DSM	荷兰国家矿业公司 (Dutch State Mines)
EEC	欧洲经济共同体 (European Economic Community)
ESCAP	亚洲和太平洋地区经济和社会福利委员会 (Economic and Social Commission for Asia and the Pacific)
FAI	印度化肥协会 (Fertiliser Association of India)
FAO	联合国粮食与农业组织 (Food and Agricuture Organization of the United Nations)
FCI	印度化肥公司 (Fertilizer Corporation of India)
FCIA	外国信用保险公司

	(Foreign Credit Insurance Association)
FIAC	化肥工业谘询委员会 (Fertilizer Industry Advisory Committee)
GUANOMEX	墨西哥鸟粪和肥料公司 (Guanos y Fertilizantes de Mexico)
ICI	帝国化学工业公司 (Imperial Chemical Industres)
ICIS	工业研究国际中心 (Internatinal Centre for Industrial Studies)
IDA	国际发展协会 (Internatinal Development Association)
IDCAS	阿拉伯国家发展中心 (Industrial Development Centre for Arab States)
IFDC	国际肥料发展中心 (Internatinal Fertilizer Development Centre)
ILO	国际劳工组织 (Internatinal Labor Organization)
IMI	以色列采矿工业公司 (Israel Mining Industries)
IRRI	国际水稻研究所 (Internatinal Rice Research Institute)
ISMA	原“国际过磷酸盐制造商协会” Originally“Internatinal Superphos-phate Manufacturers Association)
NFDC	国家肥料发展中心 (TVA) (Natinal Fertilizer Development Centre) (TVA)
OECD	经济协作和开发组织 (Organization for Economic Cooperation. and Development)
OMVS	*塞内加尔河发展组织 (*Senegal River Development Organization)
OPEC	石油输出国组织 (Organization of Petroleum Exporting Countries)
PEC	钾和化肥肥料公司 (Société Potasse et Engrais Chimiques)
SAI	苏格兰农业工业公司 (Scottish Agricultural Industries)
SBA	比利时氮素公司 (Société Belge d'Azote)
SELA	*拉美经济组织

* 译名

	(*Latin American Economic System)
TVA	田纳西流域管理局 (Tennessee Valley Authority)
UKF	塑料工厂主协会 (Unie van Kunstmestfabrieken br)
UN	联合国 (United Nations)
UNCTAD	联合国贸易开发会议 (United Nations Conference on Trade and Development)
UNIDO	联合国工业发展组织 (United Nations Industrial Development Organization)

国 家 缩 写

FRG	德意志联邦共和国 (Federal Republic of Germany)
GDR	德意志民主共和国 (German Democratic Republic)
PRC	中华人民共和国 (People's Republic of China)
U.K	大不列颠和北爱尔兰联合王国 (United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland)
U. S.	美利坚合众国 (United States of America)
U. S. S. R	苏维埃社会主义共和国联盟 (Union of Soviet Socialist Republics)

国家的分类

出于统计的需要，联合国使用了发达国家和发展中国家这样的分类：

发达国家

包括北美（加拿大和美国）、西欧、东欧（包括苏联）、日本、以色列、南非、澳大利业和新西兰。

发展中国家

包括拉丁美洲（除“北美”以外的所有美洲国家）、亚洲（除日本、以色列）、非洲（除南非）和大洋洲（除澳大利亚和新西兰）。土耳其虽然有部份位于欧洲，但它仍属于亚洲。

区域性国家集团

注：当一些国家的边界发生争论时，这些与特定位置有关的国名的使用决不意味着IFDC 对其任何国家的边界的裁决。

这里所列出的国家集团（如“中东”）取自参考资料来源。采用这样的集团名称既不等于IFDC承认其合法地位，也决不等于同意这些集团的名称。

本手册中常用的数学符号、缩写和换算^(a)

货 币 单 位

\$	美元（除有其他说明外）
¢	美分=0.01美元
mill	0.001美元
Rs	卢比

长 度 单 位

m	米=3.28英尺(ft)=39.37英寸(in)
cm	厘米=0.01米=0.3937英寸(in)
mm	毫米=0.001米
μm	微米=1/1,000,000米
Km	千米=0.62英里(mi)

面 积 单 位

m ²	平方米=10.76平方英尺(ft ²)
cm ²	平方厘米=0.155平方英寸(in ²)
km ²	平方公里=0.386平方英里(mi ²)
ha	公顷=10,000平方米(m ²)=2.471英亩(A)

重 量 单 位

g	克=0.032金衡盎司(OZ)=0.035常衡盎司(OZ)
mg	毫克=0.001克(g)
μg	微克=0.000001克(g)
kg	千克=1,000克(g)=2.205磅(lb)
t	吨(公吨)=1,000公斤=2,205磅=1.102短吨(st)

（本手册中所用的“吨”都是公吨制，除非另有规定）

g-mole 克分子=以克分子为单位的化合物的分子量

体 积 单 位

m ³	米 ³ =35.34立方英尺(ft ³)=1000升(l)
cm ³	厘米 ³ =0.061立方英寸(in ³)
l	升=0.264美制加仑(gal)=1.057夸脱(qt)

注：(a)将公制换算成英制或国际单位制或者反向换算。

bbl	石油的桶=42加仑 (gal)=159升 (l)
ml	毫升=约1立方厘米 (cm ³)
Nm ³	“常温” “常压” 下 (0℃和1大气压) 1立方气体的体积
Tcm	10 ¹² 米 ³ (美)

收获量或施肥量

Kg/ha	公斤/公顷=0.892磅/英亩 (lb/A)
t/ha	吨/公顷=14.87蒲式耳/英亩 (bu/A) (小麦)=15.93bu/A (玉米)

(蒲式耳是体积单位 (35.24升), 但它通常由所称重的谷物来决定, 并用每蒲式耳具体谷物的标准重量加以区分。)

单位体积的重量 (密度)

SP gr	比重=一种物质的重量与4℃时的等体积的水重量之比, 无因次, 在数值上等于以克/厘米 ³ 表示的密度值。
g/cm ³	克/厘米 ³ =62.43磅/英尺 ³ (lb/ft ³)
Kg/m ³	公斤/厘米 ³ =0.0624磅/英尺 ³
t/m ³	吨/米 ³ =克/厘米 ³

浓 度

g/l	克/升
mg/m ³	毫克/米 ³
μg/m ³	微克/米 ³

功 能 热

cal	卡 (calorie卡路里)=4.184焦耳 (J)
Kcal	千卡=1,000卡=3.968英热单位 (Btu)
KJ	千焦耳=0.239卡
GJ	10亿焦耳 (兆焦耳)=10 ⁹ 焦耳=0.948×10 ⁶ Btu=0.239×10 ⁶ 卡

功 率

W	瓦=1焦耳/秒 (J/S)
KW	千瓦=1,000瓦 (W)=1.34马力 (hp)
KWh	千瓦-小时=3,413Btu

每单位体积或重量的热量 (也即生成热)

cal/g	卡/克=千卡/公斤 (Kcal/kg)=1.8Btu/lb=4.187J/g
Kcal/m ³	千卡/米 ³ =0.1123Btu/ft ³

(常指燃气的热量; 应指明温度和压力, 在科研中通常为0℃和1个大气压。天然气工业使用60°F和14.7 lb/in²的“标准条件”这个术语。)

注: 真密度、视密度、松密度或比重的定义参阅第二十二章。

压 强

kg/cm ²	公斤/厘米 ² =14.7磅/英寸 ² (lb/in ²)
atm	大气压=14.7磅/英寸 ² =1公斤/厘米 ² (近似)
mmHg	毫米汞柱=133.3帕=0.0013大气压
psia	磅/英寸 ² (绝对压力)
psig	磅/英寸 ² (表压)

温 度

°C	摄氏度数; $^{\circ}\text{C} \times 1.8 + 32 = ^{\circ}\text{F}$
°F	华氏度数 $(^{\circ}\text{F} - 32) \frac{5}{9} = ^{\circ}\text{C}$

生产能力或生产率

tpa	吨/天
tph	吨/小时
tpy	吨/年

其 它 缩 写

f. o. b	离岸价格=包括装船或其它运输工具在内的工厂或港口费用。
pH	以克/升表示的氢离子浓度的相应对数值 ($\text{pH} = \log 1/\text{H}^+ \text{ g/l}$)。pH为7的溶液呈中性; pH低于7的呈酸性, pH高于7的呈碱性。
dia	直径
CRH	临界相对湿度
LPG	液化石油气
LNG	液化天然气
SNG	代用 (或合成) 天然气
HTS	高温变换 (催化剂)
LTS	低温变换 (催化剂)
LHV	低热值 (气体)
CEC	阳离子交换能力

常用化肥物料的缩写

常用化肥物料名称的缩写和有关化肥术语的定义参见第四章。

颗粒粒度——筛孔尺寸

不同系统的筛孔尺寸比较, 参阅第二十二章表2。

注: 除另有说明外, 所有吨的单位均为公制

目 录

第一部分 前言和背景

第一章 化学肥料的历史	(1)
A. 前言	(1)
B. 化学肥料	(2)
1. 磷肥	(2)
2. 氮肥	(3)
3. 钾肥	(4)
4. 其它营养元素	(4)
5. 复合肥料	(5)
6. 更加强化的农业	(5)
7. 1950~76年间化肥产量和消费量增长的统计述评	(6)
第二章 化肥工业展望 (1978—2000)	(12)
A. 前言	(12)
B. 化肥的使用	(13)
C. 化肥生产	(14)
1. 产值	(16)
2. 原料	(16)
3. 有机肥料	(16)
4. 化肥厂厂址	(17)
5. 市场	(17)
6. 投资	(18)
7. 劳动力	(18)
8. 污染控制	(19)
D. 政府和国际机构的政策	(19)
第三章 化肥在农业中的作用	(21)
A. 前言	(21)
1. 化肥对农业增产的作用	(21)
2. 化肥对作物产量的影响	(23)
3. 土壤	(23)
4. 化肥的养份	(30)
5. 作物品种和耕作方法的影响	(32)

6. 水份的供应和化肥的反应	(33)
B. 化肥使用经济学	(35)
1. 生产经济因素	(35)
2. 一些其它问题	(38)
3. 化肥政策方面	(38)
参考文献	(40)
第四章 一般概念和定义	(43)
A. 肥料: 一般定义	(43)
1. 肥料的效力	(43)
2. 肥料条例	(44)
3. 作物营养份的表示法——氧化物和元素形式	(45)
4. 某些化肥术语的定义	(45)
第五章 化肥原料和储量	(49)
A. 对原料需要量的估计	(49)
B. 原料的利用价值与来源	(50)
1. 氮的原料	(51)
2. 磷矿石	(53)
3. 硫	(56)
4. 钾碱	(58)
5. 其它原料	(59)
6. 水	(60)
参考文献	(60)

第二部分 氮 肥

第六章 氨的生产	(69)
A. 合成氨的历史	(69)
B. 蒸汽转化工艺	(71)
1. 热化学数据	(71)
2. 蒸汽转化工艺的原料	(73)
3. 蒸汽转化工艺技术	(78)
C. 采用烃类原料的部份氧化法	(85)
D. 煤制氨工艺	(87)
E. 电解氢制氨	(89)
F. 氨生产的经济性	(91)
1. 需要的投资	(91)
2. 生产费用和出厂销售价格的估计	(94)
3. 小型氨厂的经济性	(101)

参考文献	(102)
第七章 氨的运输和储存	(105)
A. 前言	(105)
B. 氨的储存	(105)
C. 氨的运输	(108)
1. 氨的海运	(108)
2. 氨的驳船运载	(109)
3. 氨的管道运输	(111)
4. 氨的铁路运输	(115)
5. 液氨的卡车运输	(115)
6. 各种运输氨的方法的比较	(118)
参考文献	(119)
第八章 铵盐、硝酸和硝酸盐	(120)
A. 前言	(120)
B. 硫酸铵	(120)
1. 硫酸铵的性质	(120)
2. 生产方法	(121)
3. 结晶技术	(121)
4. 化学和物理的规格	(122)
5. 生产过程评述	(122)
6. 贮存和运输	(127)
C. 氯化铵	(127)
1. 概述	(127)
2. 氯化铵的性质	(128)
3. 生产方法	(129)
D. 硝酸	(132)
1. 发展历史	(132)
2. 硝酸的性质	(132)
3. 氮的氧化物	(133)
4. 在由合成氨生产硝酸过程中的化学和理论考究	(133)
5. 生产考究	(136)
6. 技术经济比较	(145)
7. 结构材料	(146)
E. 硝酸铵	(146)
1. 硝酸铵的性质	(146)
2. 硝酸铵的易爆性	(148)
3. 生产方法	(151)
4. 最终加工	(151)

5. 污染控制	(154)
F. 硝酸钠	(154)
1. 概述	(154)
2. 主要用途	(155)
3. 硝酸钠的性质	(155)
4. 生产方法	(155)
5. 储存	(156)
G. 硝酸钾	(157)
H. 硝酸钙	(157)
1. 概述	(157)
2. 硝酸钙的性质	(157)
3. 生产方法	(157)
4. 储存	(158)
参考文献	(158)
第九章 尿素	(161)
A. 前言	(161)
1. 尿素的性质	(162)
B. 生产方法	(163)
1. 操作变量因素	(163)
2. 不循环法和半循环法	(164)
3. 全循环法	(165)
C. 尿素的最终加工	(171)
1. 造粒塔造粒	(171)
2. TVA盘式造粒	(172)
3. 挪威制氢公司盘式造粒	(173)
4. 格德勒球化造粒	(175)
5. 繁生颗粒尿素工艺	(176)
6. 喷流床造粒	(176)
7. 从造粒塔造粒法转为颗粒法	(176)
8. 粉尘和烟雾的回收	(177)
9. 最终加工对缩二脲含量的影响	(177)
10. 颗粒法和造粒塔造粒法的费用比较	(177)
11. 调理	(178)
D. 工艺要求	(179)
参考文献	(179)
第十章 氮溶液的生产、性质和用途以及直接施用液氨的方法	(181)
A. 前言	(181)
B. 液氨的使用	(182)

1. 零售办法	(183)
2. 液氨的使用	(185)
3. 管理氨的安全问题	(188)
C. 无压氮溶液	(190)
1. 尿素—硝酸铵(UAN)溶液的生产	(193)
2. 施肥和用法	(194)
D. 氨水	(196)
E. 有压溶液	(197)
1. 有压溶液的使用	(197)
F. 结论	(199)
参考文献	(199)

第十一章 影响选择氮肥的一些因素 (200)

A. 前言	(200)
B. 农艺方面需要考虑的事项	(200)
C. 物理性质和安全	(202)
D. 生产方面需要考虑的事项	(202)
E. 经济方面需要考虑的事项	(202)
F. 尿素、硝酸铵和硫酸铵的估计成本和出厂价格	(204)
1. 尿素生产的估计成本	(204)
2. 硝酸铵生产的估计成本	(207)
3. 硫酸铵生产的估计成本	(211)

第三部分 磷 肥

第十二章 磷矿石和硫酸 (213)

A. 前言	(213)
B. 磷矿石	(213)
1. 磷灰石型磷酸盐	(214)
2. 含铝磷酸盐	(215)
3. 伴生矿物	(215)
4. 物理性质	(215)
5. 影响经济性的因素	(215)
6. 磷矿直接使用	(216)
7. 测定磷矿活性的方法	(217)
8. 煅烧磷酸铝	(221)
C. 硫酸	(221)
1. 用元素硫制取硫酸	(222)
2. 用硫铁矿或冶炼烟气制硫酸	(226)
3. 用石膏制硫酸	(229)

参考文献	(233)
第十三章 磷酸	(236)
A. 前言	(236)
B. 采用硫酸生产磷酸的湿法流程	(236)
1. 过程的化学	(236)
2. 反应中热量的释放	(237)
3. 流程的类型	(237)
4. 流程叙述	(239)
5. 磷酸生产的经济性	(252)
6. 磷酸的运输	(257)
7. 副产石膏的利用	(259)
8. 氟的利用	(262)
9. 磷酸的净化	(262)
C. 采用非硫酸法湿法生产磷酸	(263)
1. 溶解和机械分离不溶性残渣	(264)
2. 液——液萃取	(264)
3. 酸的浓缩	(265)
4. 从余下的氯化钙卤水中回收溶剂	(265)
5. 结构材料	(265)
6. 盐酸法磷酸的质量	(265)
7. 基建投资	(266)
8. 工艺消耗	(266)
D. 电炉法生产磷酸	(267)
E. 高炉法生产磷酸	(270)
参考文献	(271)
第十四章 由磷酸制取的化肥	(274)
A. 重过磷酸钙(TSP)	(274)
1. 非颗粒状重过磷酸钙的生产	(275)
2. 重过磷酸钙的直接造粒	(277)
B. 磷酸铵	(280)
1. 多磷酸铵	(284)
C. 用磷酸制造的其它化肥	(286)
1. 硫磷铵(硫酸—磷酸铵)	(286)
2. 氯磷铵(盐酸—磷酸铵)	(286)
3. 硝磷铵(硝酸—磷酸铵)(APN)	(287)
4. 尿磷铵(尿素—磷酸铵)(UAP)	(288)
D. 磷酸在造粒过程中的应用	(289)
E. 磷酸在其它肥料中的应用	(289)

F. 重钙、磷酸二铵、磷酸一铵的经济性比较	(290)
参考文献	(293)
第十五章 硝酸磷肥	(296)
A. 硝酸磷肥加工过程的化学反应	(296)
B. 硝酸钙的除去	(296)
1. 用离子交换法除钙	(298)
2. 用添加硫酸盐除钙	(299)
C. 添加磷酸或可溶性磷酸盐	(300)
D. 硝酸磷肥加工过程工艺学	(301)
1. 磷矿的选择	(301)
2. 萃取	(301)
3. 硝酸钙的除去	(301)
4. 氨化	(302)
5. 最终加工工艺	(302)
6. 一些其它的硝酸磷肥流程	(303)
E. 硝酸磷肥工艺的经济评价	(303)
参考文献	(307)
第十六章 其它磷肥	(309)
A. 单一过磷酸钙(SSP普通过磷酸钙)	(309)
1. 磷矿石的适用性	(309)
2. 普钙的化学性质	(310)
3. 生产方法	(310)
B. 富过磷酸钙	(313)
C. 碱性熔渣	(314)
D. 磷酸钾	(314)
E. 骨粉	(314)
F. 熔融钙镁磷肥	(315)
G. 脱氟磷肥	(315)
H. 雷诺尼亚磷酸盐	(316)
I. 偏磷酸钙	(317)
J. 磷酸二钙	(318)
K. 磷酸镁	(318)
参考文献	(318)
第十七章 影响磷肥选择的某些因素	(320)
1. 经济研究实例	(321)

第四部分 钾肥和其它化肥

第十八章 钾肥	(325)
A. 前言	(325)
B. 钾碱在农业和工业上的重要性	(325)
C. 钾矿矿物学	(326)
D. 世界钾碱的储量	(327)
1. 加拿大	(328)
2. 美国	(330)
3. 中美	(331)
4. 南美	(331)
5. 非洲	(331)
6. 中东	(331)
7. 欧洲	(332)
8. 苏联	(333)
9. 亚洲	(333)
E. 开采	(333)
1. 竖井开采	(334)
2. 溶解开采	(334)
3. 卤水回收	(334)
F. 选矿——精制	(334)
1. 钾石盐矿石的选矿	(334)
2. 光卤石矿和卤水的选别	(337)
3. 硫酸盐矿的选别和利用	(338)
4. 用热法生产硫酸钾	(340)
G. 硝酸钾的生产	(342)
1. 西南钾碱公司法	(342)
2. IMI (以色列采矿公司) 法	(344)
3. 其它方法	(344)
H. 废弃物处理	(344)
I. 化工级钾碱	(344)
J. 钾碱粒级	(345)
1. 不同品级的价格差异	(347)
2. 钾盐的造粒	(347)
K. 世界钾碱的生产能力	(350)
L. 价格和生产成本	(350)
M. 世界钾碱的贸易	(353)
N. 世界钾碱消费	(355)
参考文献	(356)