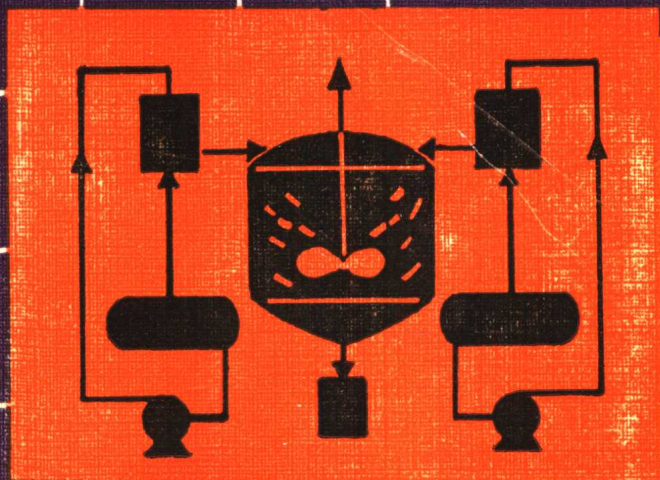


化工生产实用手册

周学良编著



6

化工生产实用手册

周学良 编著

12



浙江科学技术出版社

(浙)新登字第3号

责任编辑: 吕粹芳

封面设计: 周盛发

化工生产实用手册

周学良 编著

*

浙江科学技术出版社出版

浙江富阳印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本 850×1168 1/32 印张 19.25 插页 5 字数 472,000

1991年11月第1版

1991年11月第1次印刷

印数1~5,000

ISBN 7-5341-0393-2/TQ·2

定 价: 9.50 元

出版说明

由国家科委组织的“星火计划”，在我国已实施了5年。作为“星火计划”三大任务之一的“星火人才”培训，其核心是提供技术、扩散技术，将科学技术赋予人。通过提高职工技术素质促进社会、经济发展。

为提高工人、技术人员、管理人员的科学技术水平和管理水平。满足当前化工行业生产的需要，经浙江省科学技术委员会批准，将《化工生产实用手册》列为省星火人才培养教材计划中，由从事30余年化工生产研究的高级工程师周学良同志在广泛调查研究、反复征求多方意见的基础上编著而成。这本手册思路清晰，层次较宽，可读性强，读者覆盖面广，有一定的参考价值。

目前，全国正值开展“质量、品种、效益”年之机，我们诚挚地将这本手册推荐给从事于化工生产的管理者和生产者，希望她的出版对我国化工生产发展有所裨益，为我国化学工业发展添砖加瓦。

浙江省科学技术委员会
星火计划办公室

1991年1月28日

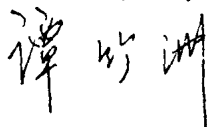
序

在党的十一届三中全会决议指引下，改革开放 10 年来，我国社会主义建设取得了巨大的发展。这些成绩的取得是靠党的政策，靠社会主义制度，靠人们聪明才智，靠职工素质的提高。尤其对于像化学工业这样有其自身特色的多行业、多品种、高效益、技术密集程度高的工业，提高职工的技术素质既是一项迫切的任务，也是一项战略措施。如果在过去，提高劳动生产率主要靠增加劳动时间和劳动强度，而在科学技术高度发达的今天，提高工人、技术人员的科学技术水平以及经营管理人员的科学管理水平则越来越成为首要的条件。

周学良高级工程师编著的《化工生产实用手册》从化工产品的生产出发，对各种产品所需原料、性质、化学反应、化工单元操作、产品质量、包装贮运、生产安全及三废防治等都进行了必要的阐述。这对提高操作工人、管理人

员和技术人员的技术水平有一定帮助。我希望能有更多的人充分应用这本参考书为提高自己的技术水平、为企业的生产发展、为我国整个化学工业的技术进步和发展作出努力。

化学工业部副部长

A handwritten signature in black ink, consisting of three characters: '谭', '行', and '洲'.

1990年9月3日

前 言

几年前,作者在一些地区办的化工基础培训班上曾根据工厂第一线人员的需要,结合本人30余年来化工实践中的体会,编写了适合工厂生产人员阅读的化工基础培训教材,并在不同类型的培训班上作过讲授,取得了较好的效果。为推进各地培训工作的开展,经浙江省科委批准将该教材列入星火人材培训教材计划,有组织地进行编审、培训、出版等工作。考虑到培训对象是从事于化工生产的职工,因此内容编排上突出了实用性和便于工作时查阅。为此作者在原有基础上作了适当增删改编,现以手册形式出版,以满足各地需要。

本手册的选材思路与目前一般的《化学手册》、《化工手册》或《化工产品手册》等有所不同。它的特点是以化工产品的生产为主线,从化工原料出发到化工产品出厂,概括了化工产品生产过程中各主要环节的基本知识。书中所列化工原料、产品以及各种化工基本知识,均以比较常见和通用的为主。这样,能适应具有中学文化水平或进入化工生产岗位不久的读者学习使用。为查阅方便,手册在编排方式上,将有关的各种知识分类、浓缩、归纳成相应的表格。这样设计既可使知识条理化,查阅起来又可一目了然。对一些大表,如化工产品国、部(专业)标准目录,作者采用了一种新的编排方式:即按产品名称关键词第一汉字笔画数分类顺序排列,并以表格形式列出。使读者查阅时,能较快找到该产品所在页位置,尤其对产品分类情况不太熟悉的读者,使用本表将更为便利。这是作者在编排上的一种新的尝试。由于本书涉及的知识面较广,作者学识有限,书中错误或疏漏处恐在所难免,希望各位专

家、读者指教。作者以抛砖引玉的心情,愿与各位为我国化学工业的发展和进步一起作出贡献。

本书出版时,承蒙化学工业部谭竹洲副部长撰写序言。在书稿改编过程中,得到了浙江省科委干部培训中心吴立尚副主任的支持。脱稿后又经浙江大学化工系谭天恩教授(审第五、七、八章)和化学系王明华副教授(审第一、二、三、四、六章)的审稿,并提出了不少宝贵意见。在此向为编著本书提供过支持、协助的单位和同仁表示衷心感谢。

编著者

1990年12月 于杭州

目 录

第一章 化工原料	1
第一节 化工矿物	1
第二节 无机原料	6
一、常见气体	7
二、水	11
三、酸类	12
四、碱类	15
五、盐类	17
第三节 有机原料	24
一、起始原料	24
二、基本有机原料	30
第二章 单质和无机化合物	41
第一节 查表说明	41
第二节 单质和无机化合物的简明性质	45
第三章 有机化合物	116
第一节 查表说明	116
第二节 有机化合物的简明性质	121
第四章 常见化学反应	258
第一节 化学反应的分类和一般规律	258
一、化学反应的分类	258
二、化学反应的一般规律	258
第二节 常见无机化学反应	286
第三节 常见有机化学反应	290

第五章 常见化工单元操作	307
第一节 物料输送	307
一、流体的输送	308
二、固体物料的粉碎和输送	326
第二节 传热	329
一、传热的基本方式	329
二、常用换热设备	329
三、传热方程式	329
四、提高传热速率的措施	333
五、换热器总传热系数经验值	333
第三节 蒸发	339
一、单效蒸发	339
二、多效蒸发	341
第四节 精馏	355
一、普通精馏	355
二、影响精馏过程的主要因素及调节方法	359
三、特殊蒸馏	359
四、精馏塔	361
第五节 气体吸收	368
一、气体的溶解度	368
二、吸收类型	368
三、吸收工艺流程	368
四、影响吸收的主要操作因素	376
五、吸收设备	382
六、塔填料	382
第六节 液—液萃取	387
一、萃取工艺流程	387
二、常见萃取剂及选择	389

三、影响萃取的主要操作因素	392
四、主要萃取设备	393
第七节 干燥	398
一、物料的去湿和干燥方式	398
二、干燥流程	399
三、影响干燥速度的主要因素	404
四、主要干燥设备	405
五、干燥器的选型	415
第八节 结晶	416
一、结晶方法	416
二、影响结晶的一些操作因素	417
三、主要结晶设备	418
第九节 搅拌	428
一、搅拌作用和方式	428
二、影响搅拌效果的主要因素	429
三、搅拌器	436
四、搅拌器的选型	436
第六章 化工产品及有关知识	438
第一节 化工产品	438
一、化学肥料	438
二、合成材料	452
三、精细化工产品	464
第二节 化工产品质量	485
一、产品的外在指标	486
二、产品的内在质量及指标	486
第三节 产品标准	488
一、主要化工产品国、部(专业)标准号的检索说明	490
二、主要化工产品国、部(专业)标准查找目录	491

第四节 化工产品的包装和贮运知识	527
一、化工产品的包装	527
二、化学品的贮存和装卸搬运原则	532
第七章 化工生产安全知识	539
第一节 火灾与爆炸	539
一、燃烧的三个基本条件	539
二、化工生产及常见物质的火灾危险性	539
三、爆炸的分类和爆炸限	546
第二节 火灾与爆炸的防治	548
一、防火防爆的基本措施	548
二、火灾与爆炸的处理原则	550
三、灭火器具的选用	551
第三节 化工中毒与防治	554
一、化工毒物进入人体的主要途径	554
二、化工中毒的主要类型	554
三、化工中毒的预防原则	555
四、常见化工毒物的中毒症状及急救处理	556
第四节 化学灼伤和防治	560
一、化学灼伤	560
二、化学灼伤的预防原则	561
三、化学灼伤的急救治疗	561
【附】 化工部颁布的安全生产四十一条禁令	563
第八章 化工三废防治	566
第一节 化工污染源及防治原则	567
一、化工污染源	567
二、基本防治原则	568
第二节 化工污染常用治理方式	570
一、大气污染的常用治理方法	570

二、水污染的常用治理方法	572
三、固体废弃物的常用治理方法	574
第三节 工业三废排放标准	577
一、工业废气的排放标准	577
二、大气质量标准和卫生要求	581
三、工业废水中有害物质最高容许排放浓度	587
四、生活饮用水水质标准	588
五、工业废渣的处理标准	589
附录 常用单位换算表	
元素周期表	

第一章 化工原料

化学工业是利用各种化工原料直接或加工成为人们所需物质的产业部门。因此，在从事化工生产前应先掌握一定的化工原料知识。

化工原料就物质种类而言，大致分为化工矿物，无机原料和有机原料。本章只对其中比较重要的部分化工原料作一简要介绍。

第一节 化工矿物

自然界的矿物种类很多，约有 3000 余种，其中大部分以固体形式存在，目前被人们利用的仅 200 余种。矿物又可分为两大类：

- ① 金属矿物，如辉铜矿(Cu_2S)、赤铁矿(Fe_2O_3)、闪锌矿(ZnS)等；
- ② 非金属矿物，如煤，石油，天然硫等。

作为无机产品起始原料的化工矿物在化学工业中处于十分重要的地位，如化学工业中最基本的三酸二碱，是用食盐、黄铁矿、煤、石灰石等化工矿物加工制成；氮肥、磷肥、钾肥是由煤、磷矿石、钾盐、硝石等加工制成；许多有机化工产品，包括用途极广的三大合成材料：工程塑料，合成纤维和合成橡胶也是由石油、天然气、煤等加工制成。由此可见，化工矿物与发展化工产品有着密切的联系。现将主要化工矿物及其特性列于表 1-1（煤、石油、天然气将在本章第三节中介绍，此处从略）。

表 1-1 主要的化工矿物及其特性

矿物名称	主要成分	主要特性
岩 盐	NaCl	纯品为无色,工业矿因含有其他杂质而呈灰色、粉红色或褐色等。味咸。立方晶体,有时也呈致密块状或疏松集合体。密度 $2.1\sim 2.2$,硬度 2.5 。是制造烧碱、纯碱、氯气等的主要原料
钾 石 盐	KCl 和 NaCl	白色颗粒,具有玻璃光泽,性脆。工业矿往往含其他杂质呈砖红色等。密度 $1.97\sim 1.99$,硬度 $1.5\sim 2.0$ 。易潮解,易溶于水。味苦咸且涩。是生产氯化钾的主要原料
光 卤 石	$\text{KCl}\cdot\text{MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$	纯品无色,含杂质后多呈粉红色。成颗粒状和致密块体。具脂肪光泽,味苦,性脆。密度 1.6 ,硬度 $2\sim 3$ 。在空气中吸收水分易潮解。用于提炼金属镁、氯化钾、氯化镁以及制造肥料和盐酸等
钾盐镁矾	$\text{KCl}\cdot\text{MgSO}_4\cdot 3\text{H}_2\text{O}$	在钾盐矿中自然产出。有白色、灰白色或带粉红色。味苦咸。密度 $2.05\sim 2.19$,硬度 $2.5\sim 3.0$,易溶于水。该品可直接用作肥料,也可用于制钾盐
钾 长 石	$\text{K}_2\text{O}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{SiO}_2$	通常简称长石,晶体,肉红色或浅玫瑰色,有时白色或灰色,常以致密

注 ① 单位体积的物质质量。单位:克/厘米³。

② 表示矿物抵抗某些外来机械作用特别是刻划作用的能力。表中数据以金刚石硬度(最硬)为 10 计算的莫氏硬度。

续表

矿物名称	主要成分	主要特性
		板状形式出现，有玻璃光泽，性脆。密度 2.54~2.57，硬度 6。水化后变成高岭土等粘土矿物。是制造玻璃和陶瓷的原料，也用作磨料等
明矾石	$K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 4Al(OH)_3$	白色、灰色、浅黄或粉红色。成粒状、土状或致密块状集合体。断口不平正，具玻璃光泽或珍珠光泽。透明或半透明，密度 2.58~2.75。硬度 3.5~4.0，难溶于水。用于提取明矾、硫酸铝、硫酸钾和氧化铝等
天然碱	$Na_2CO_3 \cdot NaHCO_3 \cdot 2H_2O$	常为无色、白色或因杂质呈黄色，晶体，有玻璃光泽。密度 2.11~2.14，硬度 2.5~3.0。易溶于水。可用作洗涤剂，也可用作制造纯碱、小苏打和烧碱的原料
黄铁矿	FeS_2	俗称硫铁矿，是含硫量较高的铁矿石（纯矿含 Fe 46.6%，S 53.4%），为草黄色或金黄色晶体，有较强金属光泽。密度 4.95~5.17，硬度 6.0~6.5。风化后变为褐铁矿。主要用于制造硫酸和提炼硫磺
天然硫磺	S	系硫矿物中较为重要的一种品种，为淡黄色固体，性脆。密度 1.9~2.1，硬度 1.5~2.5。不溶于水，稍溶于乙醇和乙醚，溶于二硫化碳、四

续表

矿物名称	主要成分	主要特性
		氯化碳和苯。较易熔化。可用于制造硫酸、硫化物、黑色火药,提炼硫磺等
硼砂	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	为白、浅灰或浅黄色短柱状体,有玻璃光泽,无臭,味咸。密度 1.73, 硬度 2.0~2.5, 稍溶于冷水, 较易溶于热水, 微溶于乙醇。用于制造特种光学玻璃、搪瓷、瓷釉、硼酸及其盐类, 人造宝石等
磷灰石	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 或 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$	主要有氟磷灰石 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 和氯磷灰石 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$ 。两者物理性质相似。有亮绿色、蓝绿色或褐绿色, 也有褐色和紫色的变种。成柱状、板状或块状体。密度 3.15~3.27, 硬度 4.0~5.0。可用于制造磷肥、磷酸、磷酸盐和提炼磷
磷块岩		是多种不同矿物(石英、海绿石、白云石等)和磷酸盐组成的一种磷矿石, 呈黄、白、褐或灰白等色。密度 2.8~3, 硬度 2~4。磨细后可直接施用于某些酸性土壤和吸磷能力强的作物(如豆科等), 也可制造磷肥、磷酸和磷酸盐等
萤石	CaF_2	又称氟石, 常呈灰、黄、绿、紫等色, 多为立方晶体, 也有致密块状集合体。透明, 具有玻璃光泽, 性脆。密度 3.10~3.25, 硬度 4, 烧热时在暗处