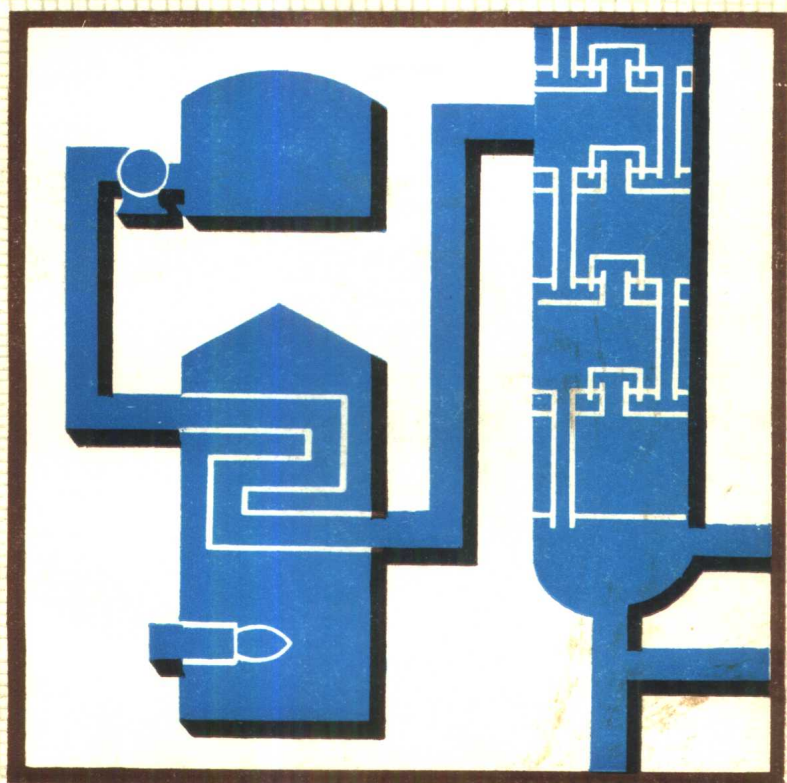


职业 技术 教育 用 教科 书

化学 工 艺 学 基 础

〔联邦德国〕 V.霍普 著



化 学 工 业 出 版 社

职业技术教育用教科书

化 学 工 艺 学 基 础

〔联邦德国〕 V.霍普 著

丁廷桢 谈克雄

译

王光润 钟约先

化 学 工 业 出 版 社

内 容 简 介

本书是化学职业教育用优秀教科书。原书由联邦德国 V. 霍普教授主编,曾多次以德文、法文和西班牙文出版。本书根据1984年德文第二版译出。译者系清华大学从事化学、化工、机械及电力研究的四位教师。

全书共分六章。第一、第二章叙述化学及物理基础。第三章介绍化学基本产品的生产方法。第四章阐述化工机械和仪表的基础知识。第五章讨论生产中的测量、控制与调节。第六章强调安全生产及其措施。在本版中增添的生物工程、废水处理、自动化和计算机控制等新内容,反映了现代化工技术的进展。各章末附有自学测验题和参考文献。书末有测验题解答。

可供具有中等文化程度的化学工人、实验员以及技术员、工程师和大学有关专业的师生阅读,也可供化工企业领导干部、经济管理人员参考。

Vollrath Hopp

Grundlagen der Chemischen Technologie

für die betriebliche Ausbildung

1984

verlag chemie

化学工艺学基础

丁廷桢 谈克雄 译

王光润 钟约先

责任编辑:施承微

封面设计:季玉芳

*

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十八号楼)

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850×1168¹/₃₂印张19¹/₂插页2字数537千字印数1—6,170

1987年7月北京第1版1987年7月北京第1次印刷

统一书号15063·3940定价4.80元

译 序

1985年盛夏,我们由化学工业出版社社长龚镇先生处获悉,联邦德国化学出版社及V.霍普教授乐意将其所著《化学工艺学基础(职业教育教科书)》译成中文以飨我国读者。霍普教授寄来精装本样书并同意提供书中插图和照片的底版。遵照原书著者之意,我们组织了最近从联邦德国进修归来,主要从事化学、化工、物理和机械方面工作的四位本校教师,利用暑期完成本书的翻译工作。

联邦德国历来十分重视职业技术教育。整个职工队伍业务素质较高,新技术、新工艺及时得到应用。该书为化学企业技术教育编写,是近年来西欧广为采用的优秀教科书之一,曾多次以德文、法文和西班牙文出版发行。本书译自经修改、增订后的德文第二版(1984年)。

本书内容广博,取材较新。从物质及能量转换的角度,全面系统地介绍了重要化工产品的生产方法及其仪器设备。书中有不少有关联邦德国和世界的新近经济统计数据。阅读全书,不仅可以获得化工生产必需的技术基础知识,而且可以了解联邦德国化工企业的现况并可与世界发展水平相比较。这些,对于有志于和关心发展我国化学工业的各类读者来说,无疑是有益的。

本书的理化基础可与我国中学水平相适应。纵观全书内容,理论联系实际、由浅入深,着重实践应用,并有相当深度。比如,结合材料力学性质引入强度概念,结合过程控制介绍数字连接元件和逻辑线路,等等。因此,理论起点低,应用终点高,这不失为本书的一个特点。

本书具有时代特色,注意结合当今人们所关心的诸如能源、环境保护和生物工程等方面问题,介绍有关的化学与化工知识和技术成就。读者可从中看出其发展的趋势。

凡到联邦德国化学实验室及工厂参观过的人,都会对那里的安

全与文明生产留下极深刻的印象。安全生产知识教育是职工技术培训的重要内容，采用先进的科学技术，必须要有严格的安全措施。对此，本书有专章详细说明。由于其标准规范，规章制度都是针对德国制定的，与我国实情不尽相同，可供参考，却不可照抄。

各章均附有大量习题，便于读者自学测验，书后有解答。各章末还附有参考文献。书中人名一般不译作中文。译本中省去了原书所附详细索引。

本书第三章由王光润，第四章由钟约先，第五、六章由谈克雄，其余两章由本人翻译。各章译稿经相互校对后，全书由我负责汇总校订。

限于译者水平，时间又很仓促，译文中的错误在所难免，恳切希望读者指正。

本书可供化学与化工部门的工人、技术员、工程师、中等专业学校、技工学校和大学有关专业师生，以及化工企业的经济管理和领导干部参考。

我们希望本书的翻译出版，有助于促进我国职业技术教育的发展。

丁廷桢

1986年寒假，于清华园

代 序

化学工艺学往往被理解为化学与机械制造之间的连接环节，然而就不可以将其看作是自然科学与工程科学的交响乐中的一种乐器吗？

正如一首乐曲听起来要悦耳，其前提是各种乐器的节拍要一致，音调要协调一样，在化学生产工艺流程中，只有生产设备和化学反应过程协调一致，才能够将一种化学产品重复地制造出来。为此，必须不断更新和应用广泛的化学、物理和工程技术方面的知识。

化学工艺学是多种科学协同配合的一个极好例子，它的应用同样也是以乐意合作的同事之间的相互协作为条件。他们不仅要掌握有关的科学知识，而且准备进行交流和传播。职业教育应当为所有想获得知识的人打好基础。对此，摆在面前的这本书应当是一有用的工具，如同自然科学的各种学科相互配合形成化学工艺学一样，可以希望这本书成为教与学的合奏中的一种乐器。

教授、自然科学博士、自然科学名誉博士
克劳斯·魏塞默尔

序

在染料化学领域，德国有历史传统。这类合成产品要求化学家具有很高的制备技巧，当今一些世界有名的公司，它们早期的名称常与染料有关，这些公司还研究成功其它若干重要产品，如药品、塑料、纺织纤维、植物保护剂等。

近10年来，化学在生物技术、遗传技术、信息技术、工业陶瓷等方面取得了很大进展，伴随着这些发展，将引起一场革命性的技术更新和生产方法的变革。对这场技术革命的结果，现在还只能预测。

如果查看一下那些世界有名的欧洲化学公司的位置，可以发现，它们多数集中在莱茵河两岸或它的流域地区。莱茵河从巴登湖畔到北海的入口，长达1000公里，流经地区分布着众多的化工企业。著名的化学公司如瑞士的汽巴·嘉吉公司（Ciba-Geigy）、霍夫曼·拉赫公司（Hoffmann-La Roche）、山道士公司（Sandoz）和德国的巴斯夫公司（BASF）、赫司特公司（Hoechst AG）、抵高沙公司（Degussa AG）、默克公司（Merck AG）、吕特格公司（Rütgers-Werke AG）、金属公司（Metallgesellschaft AG）、贝灵公司（Boehringer Ingelheim）和拜耳公司（Bayer AG）等。

整个莱茵河流域从事化学工业的人员有50多万。联邦德国化学工业职工总数1984年为52.4万人，销售额1410亿马克，其中50.74%出口，1983年全世界化学工业销售额为17900亿马克。

随着化学工业的迅速发展，对熟练技术工人，优秀技术人员的需要也不断增加。1945年第二次世界大战结束后，联邦德国化学工业界出现了各种形式的职业培训，范围有企业生产技术工人，维修技术工人，化学、生物、物理方面的化验人员、技师，直到化工、生物技术、工艺技术、计量控制等方面的工程师。各种人员都具备各自专业的专门知识，这样才能很好的合作，技术上配合。各种人

员需要自然科学和技术方面的基本知识，以保证在化工企业中或兴建化工装置时，工人、技师、工程师、化学家组成一个整体发挥作用。这样的基本知识常常通过技术培训获得。编写《化学工艺学基础》正是为此目的。本书是汇集了赫司特公司企业培训经验而编写的，作者是公司的技术培训中心负责人。

化学是研究能量、物质和信息的转换及给予物质以特性的科学，化工工艺技术则通过利用自然规律和工程科学规律使这些化学方法达到工业化应用水平，因而工艺技术是保证人类物质生活基础的一个重要前提。世界人口在不断增长，化工生产提供人们需要的能量、食物、衣服、医药和信息。

化学工艺技术的任务就是检验新物质在应用中的技术特点，在费用经济合理的条件下实现工业化生产，化学工艺技术还为各种生产过程创造条件，以适合环境要求。完成这些工业化学方面的任务需要各方面的技术力量。

本教科书可供从事化工生产和装置建设的技术工人、技术员、化验员学习，必要的专业知识和与化工技术相关的其它专业基础知识也在书中予以介绍。现在化工工艺过程中，连续式过程都采用全过程自动化，间歇式过程采用程序控制，这一近乎革命性的发展在“测量-控制-调节”一章中作了介绍。

化工生产的安全性如何与制造装置设备所用的材料及设计的可靠性程度有关，也与接触化学品和操作维护生产装置的专业人员的负责精神有关，为此，专门安排了“生产安全基本知识”一章内容，其中有若干插图和表示许可或禁止规定的表格。

本书第三部分的内容是“化学与环境”和“生物技术”。从能量角度阐述基本和初级化工产品的制造方法。其中着重介绍了煤作为化工原料重新受到重视的前景。

在介绍化工机械技术时加上了机械学基本知识的内容，对生物反应装置的作用原理和热泵、制冷机的工作原理也作了介绍。

书中每一部分后面附有测验题，供读者自我测验。

本书不仅适合于化工生产和设备制备方面进行技术人员培训使

用,而且也可供高等工业院校低年级学生阅读。对于非化工专业的工程师,工业产品经销人员也可以阅读本书,较快地熟悉化工技术。总的来讲,本书采取的编写方式可以使那些兴趣并非在于理论,而是工业实践的读者能概括地了解化工技术。

本书编写过程中赫司特公司的施贝格博士(Dr. M. Schönberg)在反应热焓的计算方面给予了可贵帮助。工程师沙因科尼先生(Dipling. G. Scheinkönig)耐心负责校对,克内登先生(J. Knödgen)负责制图,在此,我对他们表示衷心感谢。

本书各位作者对担任繁重书写工作的斯托小姐(S. Stoye)和康拉特夫人(C. Conrad)深表感谢。

北京的化工出版社将本书译成中文出版,这使我深感荣幸。化工部科技情报研究所的宋绍俊先生为本书翻译出版做了推荐联系工作,对他表示感谢。化工出版社和本书译者们为了中国化学工业的需要,付出了辛勤劳动,使本书的中文译本得以出版,在此我谨表诚挚的敬意。

福尔拉特·霍普教授 博士
1986年,于法兰克福-赫司特
赫司特公司

第二版前言

化学是研究能量、物质和信息转换及描述物质性质的一门科学。

工艺学将应用自然科学和工程科学规律的方法转变为工业性生产。因此工艺学成为确保人类物质生活基础的重要条件，并为日益增长的世界人口提供能量、食物、保健品、服装和信息。

化学工程技术的任务是，检验新材料的应用技术性能，并将合适产品在成本适宜的条件下，发展为成熟的工业生产。化学工艺学也要为适应环境保护的生产方法创造条件。

工业化学的这些任务，要求所有工作部门都应有受过良好教育的专业人员。

这本在第二版时书名略有修改的教科书《化学工艺学基础（职业技术教育用）》，为技工、技师、实验员和技术员提供了获得化学生产和设备制造所必需的有关专业知识的可能性。

许多相互联系的近邻学科的基础知识在化学工程技术中起着作用。从这个意义上说，将进一步贯彻本书第一版所要达到的目标，即指出生产过程及其有关的机器、设备和仪表与化学和物理基本定律之间的关系。

连续操作过程的全自动化和装料过程的存贮程序控制，对现今化学工艺过程中的生产和加工方法起着决定性的作用。这种几乎是革命性的发展，将在经过增订的、具有现实意义的“测量-控制-调节”一章里讨论。

化学操作的安全性取决于制造机器、设备时所用原材料的可靠性和设备的结构，同样也取决于同化学品打交道以及操作、维护生产设备的专业人员的审慎态度。有关这方面的问题将在修订过的“安全生产基本常识”一章中加以阐述。大量的标示牌以及命令或禁令标志的插图，使第六章更为充实。

本版第三章中增加了“化学与环境”和“生物工程”两个题目。

对基本和初级化学品的各种制备方法作了新的编排，并更多地从能量观点加以论述。煤作为未来的化学原料来源，给予了很大的注意。

围绕“混合与配料”这个题目，补充了机械学的基本知识。从热交换和能量转换的观点叙述了“生物流化床反应器”的作用原理，也叙述了热泵和致冷机的作用原理。

本书第二版的第一章至第六章末，新增加了文献目录，以推动未来的专业人员自己独立地使用专业文献资料。

本书每章末仍汇集了提纲性的测验题。这是供读者自我检查用的。

本书不仅适合于正在进行职业培训和进修的化学工业及设备制造方面未来的实际工作人员，而且也适合于在高等专科学校和大学第一学期学习的学生使用。此外，对所受教育和从事的工作与化学工程相去较远的工程师和技术商人来说，本书为他们提供了迅速取得第一手情报资料的可能。总的说来，本书力求找出一种表达方式，以使那些即使对理论兴趣不大的人，也能理解技术上的内在关系。

对赫司特公司的M. Schoenberg博士在计算反应焓方面给予的宝贵帮助，在此再一次表示深切的感谢。对G. Scheinkoenig工程师仔细校阅本书，我也很是感谢。

J. Knoedgen先生特为本书绘制了专业性的图表和流程图，也在这里致谢。

我受全体作者的委托，对S. Stoye小姐和Ch. Harbeck小姐辛勤地誊清文稿，表示衷心的感谢。

福尔拉特·霍普

1984年3月，于法兰克福（美因河畔）

赫司特公司

第一版前言

如果人们到书店浏览一下化学教科书，就会发现供普通学校学生和大学生用的书籍十分丰富。与此相反，为工厂企业职业教育提供的培训用书却没有这样多。

我们愿将这本教科书《化学工艺学基础》奉献给化学工业中的年轻人，使他们通过企业职业教育掌握在化学企业中工作的特别技能。

本书主要是为技工、技师、实验员和技术员编写的，也就是为把研究和发展部门提出的方法转移到生产实践中去的、化学企业中的这些职工编写的。如果没有他们，技术专利和诀窍的发展就不可能。

针对上述目的，选择了合适的材料。全书共分六章：

第一章 化学基础

第二章 物理基础

第三章 制造化学基本产品的生产方法

第四章 化工机械基本知识

第五章 测量-控制-调节

第六章 安全生产基本常识

各章仅限于有意识地介绍一些基本知识，特殊的专门知识则从略。

每章末均附有测验题，以便读者自学时有可能自己检查对有关内容的掌握情况。

此外，本书不仅试图论述物质的化学变化，而且还阐述与此相联系的能量转换，并且一再指出这些问题。

物质变化和能量转换同化学设备技术一起构成了化学生产的特征。这些特征也是选择本书主题的基础。

本书文字的表达方法首先要使有实际工作技能的读者易于理

解。

本书可推荐给专科学校和高等专科院校的学生作为化学工艺学的入门用书，也可推荐给那些在工作中涉及到一点化学工艺学，且又想迅速而不费事地掌握一些基本知识的人员使用。

法兰克福（美因河畔）赫司特公司的 R. Erb 工程师仔细审阅了各章并提出了宝贵意见，谨此致谢。我也特别感谢该公司的 M. Schoenberg 博士，他不辞辛劳对反应焓数据作了核算。

感谢工程师 U. Conrad 夫人参加内容索引的编写工作。

M. Weber 夫人承担了辛苦的稿件抄写和校对工作，我以全体作者的名义表示感谢。

福尔拉特·霍普

1977年12月，于法兰克福（美因河畔）

赫司特公司

目 录

第一章 化学基础	1
第一节 化学定义	4
第二节 水	36
第三节 酸	45
第四节 碱	54
第五节 pH值, 氢离子浓度的一种计量单位	58
第六节 中和反应和盐的生成	61
第七节 有机化合物	68
第八节 碳氢化合物	69
第九节 芳香化合物 (芳香物质)	82
第十节 反应动力学基本概念	108
本章测验题	119
本章参考文献	127
第二章 物理基础	128
第一节 物理学中的测量	130
第二节 固体力学	147
第三节 液体力学	159
第四节 气体力学	168
第五节 运动学要点	176
第六节 热学	180
第七节 电学	198
本章测验题	213
本章参考文献	221
第三章 制造化学基本产品的生产方法	222
第一节 化学工业中物质和能量的转换	225
第二节 由岩盐制备氯和烧碱溶液	273
第三节 甲烷氯化	277

第四节	二次催化法生产硫酸	279
第五节	由磷酸盐矿制备磷酸	284
第六节	铝的制备	293
第七节	由空气氮通过氨制备肥料	298
第八节	尿素合成	309
第九节	合成气化学	312
第十节	基本产品乙烯和丙烯	323
第十一节	生物蛋白的制备	332
第十二节	化学与环境	340
第十三节	石油化学和煤化学	355
	本章测验题	369
	本章参考文献	375
第四章	化工机械基本知识	379
第一节	材料	381
第二节	螺栓连接	388
第三节	管子和管道	390
第四节	关闭装置	397
第五节	其它配件	406
第六节	轴的密封	407
第七节	固体材料的贮藏和运输	409
第八节	液体的贮藏和运输	414
第九节	气态物质的贮藏和运输	422
第十节	配料	426
第十一节	加热和冷却	432
第十二节	热法分离	440
第十三节	固体和液体的机械分离	444
第十四节	干燥	452
第十五节	粉碎	457
第十六节	固体材料的筛分	461
第十七节	混合	463
第十八节	反应设备	475
	本章测验题	484
	本章参考文献	494

第五章 测量-控制-调节	495
第一节 测量转换器	497
第二节 压力测量	499
第三节 液位测量	500
第四节 流量测量	506
第五节 pH值测量	509
第六节 温度测量	510
第七节 隔膜调节阀	514
第八节 调节段	516
第九节 调节器	516
第十节 传导器	531
第十一节 控制	532
本章测验题	540
本章参考文献	545
第六章 安全生产基本常识	547
化学职业协会“实验室守则”(第五章)节录	548
第一节 安全生产——专门的效益	552
第二节 车间中事故危险的确定	553
第三节 人身防护用具	554
第四节 梯子和脚手架	559
第五节 运输	561
第六节 存放和堆垛	562
第七节 运转机器旁的工作	563
第八节 使用腐蚀性物质的工作	565
第九节 对健康有害的灰尘	567
第十节 有毒和有害健康的固体和液体	567
第十一节 气体和蒸气	569
第十二节 燃烧和爆炸危险	576
第十三节 压力引起的危险	585
第十四节 电流引起的危险	590
第十五节 安全标志——根据DIN4844和防止事故规章第1.4节	595
第十六节 结束语	600
本章测验题	601
本章参考文献	604
全书测验题的正确答案	604

第一章 化学基础

第一节 化学定义

1.1 物理变化和化学变化

1.1.1 物理变化

1.1.2 相

1.1.3 分散系

1.1.4 化学变化

1.2 元素和原子的概念

1.2.1 元素

1.2.2 化学符号

1.2.3 原子及其结构

1.2.4 元素的原子

1.2.5 元素周期系

1.3 原子量

1.3.1 绝对原子量

1.3.2 相对原子量

1.3.3 同位素

1.4 分子和分子量

1.4.1 分子

1.4.2 分子量

1.4.3 物质质量和摩尔质量

1.5 化学键和键能

1.6 价的概念

1.7 化学反应

1.7.1 物质转换

1.7.2 能量转换

1.7.2.1 能量平衡

1.7.2.2 反应热(反应焓)

1.7.3 氧参与的氧化反应

1.7.3.1 快氧化反应

1.7.3.2 慢氧化反应

1.8 非金属

1.8.1 原子态的非金属

1.8.2 分子态的非金属

1.9 金属

1.9.1 自然界中的金属

1.9.2 金属的反应性

1.10 半金属

第二节 水

2.1 自然界中的水

2.2 化学和物理性质

2.3 物理基准量

2.4 水源

2.4.1 水的循环

2.4.2 天然水的种类

2.5 按使用目的处理天然水

2.5.1 饮用水

2.5.2 蒸馏水

2.5.3 工业用水

2.5.3.1 软化