



化工技工学校试用教材

工业化学

陕西兴平化工技工学校

李光华 编

化学工业出版社

内 容 提 要

本书为化工技工学校分析专业试用教材。全书共分十六章，包括工业化学基础知识、化工生产常用机械与设备、工业用水、硫酸与磷肥、合成氨工艺、氨加工工艺、纯碱、电解食盐溶液、石油加工、基本有机合成、橡胶、塑料、合成纤维、染料中间体与染料、农药等。

该书全面介绍化学工业生产概貌，除分析专业外，亦可供化工机械、化工仪表、化工电气自动化等专业学生学习化工工艺知识使用，以及广大管理干部和工人自学化工工艺参考。

化工技工学校试用教材

工 业 化 学

陕西兴平化工技工学校

李光华 编

责任编辑：潘小平

封面设计：许立

*

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

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787×1092¹/₃₂印张15¹/₄字数334千字

1988年6月第1版 1988年6月北京第1次印刷

印 数 1—23,500

ISBN 7-5025-0031-6/G·32(课)

定 价 2.20元

前 言

本书系根据1983年10月成都会议修订的化工技工学校分析专业《工业化学》教学大纲编写而成，主要供给分析专业使用，但亦可供化工机械、化工仪表、化工电气自动化等专业学生学习化工工艺知识使用，以及广大管理干部和工人自学化工工艺参考。

全书共分十六章，内容有工业化学基础知识、化工机械初步知识、工业用水、硫酸与磷肥、合成氨工艺、氨加工工艺、纯碱、电解食盐溶液、石油加工、基本有机合成、橡胶、塑料、合成纤维、染料中间体与染料、农药等。

全书由陕西兴平化工技工学校李光华同志编写，江西省化工技工学校贺鼎立同志主审第一、二、三、四章，云南省化工技工学校阮建发同志主审第五、六、七、八、九章，吉林市石油化工职工中专周金川同志主审第十、十一、十二、十三、十四、十五、十六章。全书插图由陕西省兴平化肥厂蒋云芝同志描制。

在编写过程中，四川化工总厂技工学校晏云飞同志也参加了审阅、讨论和修改等工作，并曾得到许多单位和同志的热情支持与大力帮助，在此一并表示衷心感谢。

全书编写的内容力求做到突出重点、层次分明、通俗易懂，尽力满足非工艺专业学生学习化工工艺知识的需要。在采用本教材时，根据各使用学校具体情况以及实际需要，可选择适当内容讲授，不强求全部授完。教学时数可满足80~100

学时。由于编者水平有限，编写时间仓促，书中难免存在不少缺点和错误，热忱希望广大教师和读者在使用中批评指正。

编者

一九八六年八月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 工业化学的内容与任务	1
一、工业化学的含义	1
二、工业化学研究的范围	1
三、工业化学的学习目的	2
第二节 我国的化学工业	3
一、化学工业在国民经济中的重要地位和作用	3
二、我国化学工业概况	5
复习题	6
第二章 工业化学基础知识	7
第一节 工业化学的基本概念	7
一、成品、半成品、副产品	7
二、生产能力和生产强度	7
三、产率、转化率和劳动生产率	8
第二节 常用单位制	8
一、单位制	8
二、绝对单位制	8
三、工程单位制	8
四、国际单位制	9
五、法定计量单位	13
六、工程单位制换算为国际单位制 (SI)	14
第三节 化工常用量	15
第四节 催化剂	21
第五节 化工原料	22
一、无机原料	23
二、有机原料	23

第六节	化工单元过程与操作	24
一、	化工单元过程	24
二、	化工单元操作	26
复习题		27
第三章	化工生产常用机械与设备	29
第一节	化工机械与设备的分类	29
第二节	化工机械与设备的特点和要求	31
第三节	管道设备	31
一、	管子	32
二、	管件	35
三、	管子的联接	37
四、	阀门	41
第四节	物料输送机械	46
一、	固体输送机械	46
二、	液体输送机械	51
三、	气体输送机械	54
第五节	化学反应设备	59
一、	搅拌式反应锅	60
二、	管式炉	61
第六节	分离设备	62
第七节	传热设备	68
一、	传热方式	68
二、	换热器	74
复习题		81
第四章	工业用水	83
第一节	水的来源与水中杂质	83
一、	水	83
二、	工业用水来源	84
三、	水中的杂质	84
第二节	水的用途、净化目的及其重要性	86
一、	水的用途	86

二、	水净化的目的及其重要性	87
第三节	水的硬度	87
一、	水的硬度	87
二、	硬度的表示方法	88
第四节	水处理的方法	89
一、	物理法	89
二、	化学法	91
第五节	循环水处理	100
第六节	污水处理	100
一、	污水来源	100
二、	水污染的危害	101
三、	工业污水处理的基本方法	102
复习题		108
第五章	硫酸与磷肥	109
第一节	概述	109
一、	硫酸工业在国民经济中的重要意义	109
二、	硫酸的主要性质	109
第二节	生产硫酸的原料	112
一、	硫铁矿	112
二、	硫酸盐	113
三、	含硫工业废物与副产品	113
第三节	接触法硫酸的生产	113
一、	二氧化硫炉气的制备	113
二、	二氧化硫炉气的净化与干燥	119
三、	二氧化硫的催化氧化	129
四、	三氧化硫的吸收	139
五、	尾气的回收与综合利用	142
六、	接触法制造硫酸的总工艺流程	143
第四节	磷肥	143
一、	概述	143
二、	过磷酸钙	145

复习题	149
第六章 合成氨	151
第一节 概述	151
一、合成氨在国民经济中的重要作用	151
二、合成氨生产过程简述	152
第二节 固体燃料气化制合成氨原料气	153
一、概述	153
二、用固体燃料制取合成氨原料气的方法	155
三、煤气的制造	157
第三节 气态烃转化制取合成氨原料气	164
一、概述	164
二、甲烷蒸汽转化反应的基本原理	166
三、烃类蒸汽转化催化剂	168
四、气态烃蒸汽转化工艺流程	171
第四节 原料气的脱硫	173
一、概述	173
二、氨水中和法	174
三、氨水液相催化法	176
四、蒽醌二磺酸钠法	178
五、氧化锌法	183
第五节 一氧化碳的变换	183
一、概述	183
二、变换反应	184
三、影响变换反应化学平衡的因素	185
四、变换率	187
五、一氧化碳的变换工艺流程	188
第六节 原料气中二氧化碳的脱除	189
一、概述	189
二、加压水洗脱除二氧化碳	191
三、有机胺催化热钾碱法脱除二氧化碳	193
第七节 原料气中少量一氧化碳和二氧化碳的清除	199

一、	概述	199
二、	醋酸铜氨液洗涤微量CO和CO ₂	200
三、	甲烷化法清除微量CO和CO ₂	207
四、	氢氧化钠法脱除原料气中少量CO ₂	209
第八节	气体的压缩	210
第九节	氨的合成	212
一、	概述	212
二、	氨合成过程理论	213
三、	氨合成工艺流程与主要设备	216
	复习题	230
第七章	氨加工工艺	232
第一节	稀硝酸生产	232
一、	概述	232
二、	氨氧化法制硝酸	234
第二节	硝酸铵生产	243
一、	硝酸铵的性质和用途	243
二、	氨与硝酸中和制硝酸铵	244
三、	硝酸铵生产工艺流程和主要设备	246
第三节	尿素	250
一、	概述	250
二、	氨与二氧化碳合成尿素	255
三、	尿素生产工艺流程	264
	复习题	267
第八章	纯碱	268
第一节	概述	268
一、	纯碱工业在国民经济中的重要性	268
二、	纯碱的生产方法	268
三、	我国纯碱工业概况	269
第二节	氨碱法(索尔未法)制纯碱	270
一、	生产原理	270
二、	制造过程	272

三、	氨碱法制纯碱总工艺流程	278
四、	主要设备	281
第三节	联合制碱法	282
一、	概述	282
二、	生产原理	282
三、	生产过程	283
	复习题	284
第九章	食盐溶液电解	285
第一节	概述	285
第二节	理论基础	285
一、	电解过程的基本理论	285
二、	电解食盐溶液的理论基础	293
第三节	电解槽	294
一、	隔膜式电解槽	295
二、	汞阴极式电解槽	299
三、	隔膜式与汞阴极式电解槽的优缺点	301
第四节	食盐电解的生产	303
一、	食盐溶液的制备与精制	303
二、	食盐溶液的电解与氯气的干燥	304
三、	烧碱的浓缩及食盐的分离回收	304
四、	食盐水溶液电解的生产流程	305
第五节	电解产品的加工	306
一、	固体烧碱的生产	306
二、	合成盐酸	309
	复习题	313
第十章	石油加工工业	314
第一节	概述	314
一、	石油及其加工工业在国民经济中的地位	314
二、	石油加工有关名词简解	314
第二节	石油的化学组成	317
一、	石油的成因	317

二、	石油的成分	318
第三节	石油加工的产品及用途	321
第四节	原油加工工业	323
一、	原油的预处理	323
二、	常减压蒸馏	325
三、	热裂化	328
四、	催化裂化	333
复习题		339
第十一章	基本有机合成工业	340
第一节	概述	340
一、	基本有机合成工业的范围	340
二、	基本有机合成工业在国民经济中的地位	341
三、	基本有机合成工业的发展概况	342
四、	基本有机化工的原料	344
第二节	基本有机合成部分产品的生产	348
一、	甲醇生产甲醛	348
二、	乙炔水化法制取乙醛	352
三、	乙炔合成氯乙烯	354
四、	乙烯和苯合成苯乙烯	357
五、	丁二烯的生产	361
复习题		369
第十二章	橡胶	371
第一节	概述	371
一、	天然橡胶简述	371
二、	高分子化合物的一般概念	372
三、	橡胶工业在国民经济中的重要意义	376
第二节	丁苯橡胶的生产	376
一、	概述	376
二、	生产原理及方法	377
三、	生产流程	381
第三节	橡胶制品的加工	383

一、	橡胶制品的原料（配合剂）	383
二、	橡胶制品的加工过程	386
三、	再生胶	392
复习题		392
第十三章	塑料	394
第一节	概述	394
一、	塑料工业在国民经济中的重要意义及我国塑料工 业概况	394
二、	树脂、塑料的含义及其组成	395
三、	塑料的特性	396
第二节	几种主要树脂与塑料生产	397
一、	酚醛塑料	397
二、	聚氯乙烯树脂	404
三、	硝化纤维及其塑料	407
四、	醋酸纤维	409
五、	脲醛树脂	411
六、	聚乙烯塑料	412
七、	聚丙烯酸塑料	412
第三节	塑料制品成型	413
一、	压塑法	414
二、	注塑法	414
三、	挤塑法	414
四、	层压材料	415
复习题		416
第十四章	合成纤维	417
第一节	概述	417
一、	人造纤维与合成纤维	417
二、	合成纤维的分类	418
三、	合成纤维的特性及其用途	420
第二节	涤纶纤维	420
一、	概述	420

二、	反应原理	422
三、	生产工艺流程	422
第三节	聚酰胺纤维生产	424
一、	卡普隆的生产	424
二、	尼龙66的生产	428
三、	制丝和拉伸	432
第四节	氯纶纤维	434
复习题		435
第十五章	染料中间体与染料	436
第一节	中间体的生产	436
一、	中间体生产的基本有机原料	436
二、	中间体合成方法	436
第二节	染料的生产	449
一、	基本理论及染料的分类	449
二、	偶氮染料的制备	453
复习题		457
第十六章	农药	459
第一节	概述	459
一、	农药在国民经济中的地位及其作用	459
第二节	农药的分类	460
第三节	敌百虫的生产	466
一、	主要性质、用途及产品规格	466
二、	生产工艺	468
第四节	敌克松生产	471
一、	生产原理	471
二、	生产工艺流程	473
复习题		473

第一章 绪 论

第一节 工业化学的内容与任务

一、工业化学的含义

当人们研究自然界中的物质，并掌握了它们的化学变化规律之后，就能够制造出许多有用的新物质，如合成氨、硫酸、硝酸、合成纤维、塑料、合成橡胶以及高能燃料等等。

工业化学就是一门研究由各种原料，如植物、矿物、水及空气等天然资源，经过化学和物理处理，加工成各种生产资料和生活资料的基本原理、生产方法或过程的学科。

学习本门课程，可以达到了了解主要化学工业生产概貌的目的。

二、工业化学研究的范围

(一) 无机化学工业

1. 基本无机化学工业（酸、碱、盐及无机肥料的生产）
2. 冶金工艺（黑色金属、有色金属、贵金属和稀有金属的生产工艺）
3. 硅酸盐工业（玻璃、陶瓷、胶凝材料、耐火材料的生产）
4. 电化学工业（电解工业——氯、氢、烧碱，水的电解，熔融盐的电解；电热工业——电石、氰氨化钙、磷等的

生产)

5. 化学矿原料工业(硫铁矿、磷矿石、硼矿和其他化工原料等的开采和加工)

6. 无机制剂工业(稀有元素、试剂、药剂、农药的生产)

(二) 有机化学工业

1. 基本有机合成工业(醇、醚、酸、酯的生产, 甲烷、一氧化碳、氢、乙烯、乙炔的生产)

2. 燃料化学加工工业(石油、煤、油母页岩、天然气的化学加工等)

3. 高聚物工业(塑料、合成纤维、合成橡胶、成膜材料的生产)

4. 中间体和染料工业(氯苯、硝基苯、苯磺酸盐等染料中间体与各类染料的生产)

5. 精细的有机合成工业(医药、试剂、有机杀虫剂、除莠剂等的生产)

6. 涂料工业

此外尚有国防化学工业等。

三、工业化学的学习目的

学习工业化学的目的是应用已有的化学和物理学知识, 联系原料、能量和化工生产工艺及化工机械与设备, 来了解一系列化工产品生产过程的化学反应原理、操作技术条件、生产流程、使用主要设备、安全知识及产品的特性和主要用途等。

工业化学是一门辅助性专业工艺课, 其课程主要任务是:

(1) 使学生了解化学工业的重要性和生产概貌, 以及

认识化学工业部门之间的关系。

(2) 使学生初步建立工艺观点, 以便能更好地用所学的专业知识为化工生产服务。

第二节 我国的化学工业

一、化学工业在国民经济中的重要地位和作用

化学工业是我国国民经济的重要基础工业, 与农业、工业、交通运输业和国防工业有着密切的关系。化学工业是多行业、多品种的工业, 目前有二十一个行业, 产品应用范围很广, 对国民经济的发展和人民生活的改善有十分重要作用。

1. 化学工业为农业现代化提供了物质条件

化肥 目前我国化肥总产量仅低于苏联和美国, 居世界第三位, 已经形成了具有我国特色的煤、油、气三种原料并举的, 大中小企业相结合的化肥工业生产体系。

化学农药 据估算, 我国每年用化学农药防治病虫害可减少粮食损失300亿斤, 棉花600万担。

农副产品利用 农副产品是可再生资源, 是取之不尽、用之不竭的。通过对农副产品进行化学加工, 可以生产多种产品。据调查, 全国每年霉烂变质粮食100亿斤, 如将其加工成化工产品, 就会给国家创造出大量财富。

2. 化工原料是工业原料的重要组成部分

目前, 全国每年大约有100多万吨纯碱用于玻璃、搪瓷制品工业和洗衣粉工业生产, 有占总产量70%的烧碱用于造纸、人造纤维、印染行业等。合成材料越来越多地代替钢材、木材、有色金属、天然橡胶、棉、毛、麻、丝、皮革等。一些

新兴工业部门，如电子、计算机、航天等，需要化工部门提供多种有特殊性能的原材料。

3. 化学材料可做为建筑材料

我国人口众多，建筑材料一直较为紧张，近年来，化学材料开始逐渐取代传统建筑材料，诸如建筑塑料、建筑涂料、防水材料、保温材料、嵌缩密封材料、胶粘剂、混凝土外加剂等，这些材料具有质量轻、强度高、耐腐蚀、不霉、不蛀、保温隔音、美观等特点。使用化学建材，可降低建筑物重量，减轻施工劳动强度，提高工效，提高经济效益。

4. 化学工业对国防建设和科学技术现代化有重要意义

过去已经提供了一批供航天、卫星等使用的新型材料，今后还将继续提供，这对于实现我国国防和科技现代化有重要意义。

5. 化学工业能够充分利用资源

化学工业是近代发展最迅速的工业部门之一，现代化学技术能够把原来用处不大的东西变成有用的东西，能更有效地利用我国现有资源。

6. 化学工业能够提供大量的生活用品

人们日常吃、穿、用、住的物品有许多是化学工业提供的。化学工业的发展，可以使人民生活更加丰富多彩。

7. 化学工业为国家增加积累

据统计，截至到1985年化学工业累计实现利税1600亿元以上，相当于国家给化学工业投资的三倍多。

综合上述，充分地说明了化学工业为社会主义建设作出了重大贡献，肯定了它在国民经济建设中所占地位的重要性。