

中等专业学校交流讲义

工业化学

上册

上海市化学工业学校等编



中国工业出版社

81
115
1.1

中等专业学校交流讲义



工 业 化 学

上 册

上海市化学工业学校等編



中国工业出版社

本书系根据各校自编教材及有关书籍选编而成，作为中等专业学校的试用教材。参加选编工作的有：上海市化工学校、合肥化工学校、烏溪江化工学院、蘭州化工学校等四个学校。

本书分上下两册出版。上册包括：緒論、工业用水、石油加工、煤及其加工、电石、农药、硫酸、合成氨、硝酸、肥料、纯碱、电解食鹽水、基本有机合成、橡胶、塑料、合成纖維、中间体与染料等17章。下册篇幅较小，是为化工中等专业学校分析专业编写的。在下册中以化工机械为主，并适当地介绍了流体力学、传热、传质过程，使讀者对化工原理基本知识有一个概括的了解，对主要仪表构造与应用也做了简单介绍。

本书适用于三年制的化工中等专业学校，做为工业化学課程的教材。

工 业 化 学

上 册

上海市化学工业学校等編

中国工业出版社出版（北京东黄根路丙40号）

（北京市书刊出版事业管理局出字第1192号）

铁道出版社印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行，各地新华书店經售

·开本 $350 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $13^{9/16}$ ·字数335,000

1961年8月北京第一版，1961年8月北京第一次印刷

印数0001—9033·定价（9—4）1.50元

統一书号：16165·978（化工—77）

工业化学上册目录

第一章 緒論	11
第一节 工业化学的范围	11
一、工业化学的意义	11
二、工业化学研究的范围	11
三、工业化学的学习目的	12
第二节 化学工业在国民經济中的重要性	12
第三节 化学工业的发展簡史	13
一、世界化学工业的发展簡史	13
二、我国化学工业发展簡史	14
第四节 实验室的过程与工业生产	16
第五节 工业化学的基本概念	18
一、原料、成品、半成品、副产品和废物	18
二、生产能力和生产强度	19
三、产率、转化率和劳动生产率	19
四、再生	20
五、間接过程与連續过程	20
六、順流、逆流与錯流	21
七、劳动保护与安全生产	22
第二章 工业用水	24
第一节 天然水和工业用水的特性	24
一、用水的来源	24
二、水中的杂质	24
第二节 水的处理	25
一、水淨化的目的及其重要性	25
二、硬水	26
三、水的处理方法	28
第三节 污水处理	35
第三章 石油加工	38
第一节 燃料概述	38
一、燃料的意义和分类	38

二、燃料的加工及其分类	39
第二节 石油	41
一、石油工业发展简史和在国民经济中的重要性	41
二、我国石油工业的发展概况	42
三、石油的成因和组成	42
四、石油的性质	45
五、石油的开采	46
第三节 石油的加工	46
一、原油的蒸馏	46
二、石油产品的裂化	55
三、石油产品的精制	62
第四章 煤及其加工	65
第一节 概述	65
一、煤炭工业在国民经济中的重要性及我国煤炭工业的发展概况	65
二、煤的形成和组成	66
三、煤的分类	69
第二节 煤的干馏	70
一、干馏的一般概念	70
二、煤的低温干馏简述	74
三、煤的高温干馏——炼焦	76
第三节 炼焦化学产品的回收与加工	83
一、炼焦化学产品的回收	83
二、炼焦油的加工	92
三、炼焦废水的浮化和酚的提取	97
四、炼焦化学产品的用途	99
第四节 煤的液化与油母页岩的干馏	100
一、煤的液化概述	101
二、油母页岩的干馏简述	104
第五章 电石	106
第一节 概述	106
一、电热工业的特点	106
二、电石工业的重要性和发展概况	109
第二节 电石的制造	108
一、原料及其配料	108
二、生产原理	109

三、电爐的構造及其操作条件	110
四、生产流程	111
第三节 成品规格和安全生产	112
一、成品规格	112
二、安全生产	113
第六章 农药	115
第一节 概述	115
一、农药对农作物的作用及我国农药生产的发展情况	115
二、农药的分类	115
第二节 六六六的生产	116
一、主要性质、用途及产品规格	116
二、生产原理	117
三、生产流程	118
四、六六六的加工方法	120
第三节 滴滴涕的生产	121
一、主要性质、用途及产品规格	121
二、生产原理	121
三、生产流程	123
四、滴滴涕的加工方法	126
第四节 2,4-滴的生产	127
一、主要性质、用途及产品规格	127
二、生产原理	127
三、生产流程	129
第五节 α -萘乙酸的生產	131
一、主要性质、用途及产品规格	131
二、生产原理	131
三、生产流程	132
第七章 硫酸	135
第一节 概述	135
一、硫酸工业在国民经济中的重要意义	135
二、硫酸工业的发展概况	135
三、硫酸的主要性质	136
四、硫酸制法的概述	139
五、工业硫酸的规格	140
第二节 生产硫酸的原料	140

一、天然硫	140
二、硫酸矿	140
三、硫酸盐	141
四、含硫工业废物与副产品	141
第三节 硫酸的制造	142
一、二氧化硫气体的制备	142
二、二氧化硫气体的除膜	154
三、硝化法制硫酸	159
四、接触法制硫酸	166
第四节 硫酸生产中的安全技术和防火规则	184
第五节 硫酸的贮藏与运输	185
第八章 合成氨	187
第一节 概述	187
一、合成氨的重要性及其发展简史	187
二、氨的性质及其生产概述	188
三、自半水煤气合成氨的概述	189
第二节 煤气的制造	190
一、煤气制造的反应原理	190
二、煤气发生炉设备	195
第三节 煤气的脱硫	196
一、砷碱法	197
二、碱液法	198
第四节 一氧化碳的变换	198
一、一氧化碳变换的理论	198
二、变换催化剂	201
三、主要变换设备	202
四、一氧化碳变换生产流程	204
第五节 气体的压缩与洗涤	205
一、气体的压缩原理	205
二、气体的水洗	206
三、气体的碱洗	207
四、气体的醇洗	208
五、变换气的压缩与洗涤的生产流程	209
第六节 氨的合成	211
一、概述	211

二、氨合成的生产原理	212
三、合成氨催化剂	215
四、合成塔设备	215
五、合成氨的生产流程	216
六、氨的储存和安全技术	217
第九章 硝酸	220
第一节 概述	220
第二节 氨氧化法制稀硝酸	221
一、氨氧化的理论	221
二、一氧化氮的氧化	225
三、用水吸收二氧化氮	226
四、常压法合成稀硝酸的生产流程及设备	227
五、稀硝酸的浓缩	230
第三节 直接合成浓硝酸	232
一、直接合成浓硝酸的成酸反应理论	232
二、直接合成浓硝酸的生产流程	234
第十章 无机肥料	237
第一节 概述	237
一、肥料的意义及我国肥料工业发展概况	237
二、肥料的分类	238
三、肥料对植物的作用	238
第二节 肥料的生产	239
一、氮肥	239
二、磷肥	249
三、钾肥	253
四、微量元素肥料	255
五、颗粒肥料	257
第十一章 纯碱	259
第一节 概述	259
一、纯碱工业在国民经济中的重要性	259
二、纯碱工业发展简史	259
三、我国纯碱工业概况	260
第二节 氨碱法	261
一、生产原理	261
二、制造过程	262

三、氨碱法制碱总流程	270
四、氨碱法的缺点	271
第三节 联合制碱法	272
一、生产原理	272
二、特点	272
三、生产流程	272
第四节 纯碱的包装、储运及安全技术	273
一、包装和储运	273
二、安全技术	273
第五节 纯碱的加工	274
一、碳酸氢钠	274
二、烧碱	275
第十二章 食盐溶液的电解	277
第一节 概述	277
第二节 理论基础	277
一、电解工业的基本概念	277
二、电解食盐溶液的理论基础	279
第三节 电解槽	280
一、隔膜式电解槽	281
二、汞阴极式电解槽	283
三、隔膜式与汞阴极式电解槽的优缺点	284
第四节 食盐电解的生产	285
一、食盐溶液的精制	285
二、食盐溶液的电解与氯气的干燥	286
三、烧碱的浓缩及食盐的分离回收	286
四、食盐水溶液电解的生产流程	287
五、电解部分的操作规则及安全技术	287
第五节 电解产品的加工	288
一、固体烧碱的生产	288
二、液氯的生产	289
三、合成盐酸	290
四、漂白粉	293
第十三章 基本有机合成工业	296
第一节 概述	296
一、基本有机合成工业的范围	296

二、基本有机合成工业在国民经济中的地位	296
三、我国基本有机合成工业概况	297
四、基本有机合成工业的原料	297
第二节 基本有机合成主要产品的生产	307
一、以 CO 与 H_2 为基础的基本有机合成工业	307
二、以乙炔为基础的合成	313
三、以乙烯为基础的合成	322
四、丁二烯的生产	329
五、糠醛的生产	335
第十四章 橡胶	338
第一节 概述	338
一、高分子化合物的一般概念	338
二、橡胶工业在国民经济中的重要意义	341
三、我国橡胶工业的发展概况	341
第二节 天然橡胶	342
一、天然橡胶的来源及乳胶的加工	342
二、天然橡胶的组成和性质	345
第三节 合成橡胶	346
一、合成橡胶的主要品种、组成、性能和用途	346
二、合成橡胶生产示例	350
第四节 橡胶制品的加工	358
一、橡胶制品的原料(配合剂)	358
二、橡胶制品的加工过程	361
三、再生胶	365
第十五章 塑料	367
第一节 概述	367
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	367
二、树脂、塑料的含义及其组成	368
三、塑料的特性	369
四、塑料的分类	370
五、常用塑料的特性与用途	371
第二节 主要塑料的生产	373
一、酚醛塑料	373
二、聚氯乙烯塑料	380
三、硝化纤维及其塑料	383

四、醋酸纖維	384
第三节 塑料制品成型	386
一、压塑法	386
二、注塑法	387
三、挤塑法	387
四、层压材料	388
第十六章 合成纖維	389
第一节 概述	389
一、合成纖維的定义	389
二、合成纖維的种类	389
三、合成纖維的特性及其用途	389
第二节 聚酰胺纖維的生产	390
一、卡普隆的生产	390
二、尼龙 66 的生产	395
三、制絲与拉伸	398
第十七章 染料中間体及染料	401
第一节 概述	401
一、染料、顏料与染料中間体	401
二、染料及染料中間体工业在现代工业系統中的意义	401
三、我国染料工业的发展	402
第二节 中間体的生产	403
一、中間体合成方法	403
二、硝化	403
三、还原	413
四、磺化	417
五、碱熔	421
六、氯化	424
第三节 染料的生产	426
一、基本理論及染料前分类	426
二、偶氮染料的制备	429

第一章 緒 論

第一节 工业化学的范围

一、工业化学的意义

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，就能够制造出更有用的新物质，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、生产方法和过程的学科。

通过本门课程的学习，以达到了解化学工业主要部门的生产概貌。

二、工业化学研究的范围

(一)无机物化学工业

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生产)。
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、乙炔等的加工制人造石油和有机工业的基本原料等)。

2. 燃料化学加工工业(石油、煤、油母页岩、天然气的化学加工以及木材的干馏等)。

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. 食品工业生产(糖、油脂、蛋白质、酒、醋酸、生物化学的工业产品)。

7. 有机轻工业(橡胶制品、造纸、制革、动植物加工等)。

8. 涂料工业(油漆、喷漆等的生产)。

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的科学知识,联系原料、能量和化学生产器械的特殊性来说明实际生产过程,从而达到了解化学工业主要部门的生产面貌。

了解化学工业的重要性以及认识化学工业生产方法本身与其他工业之间的密切联系。

工业化学这门课程中将讨论如何把已掌握的基本知识具体的运用到实际生产,同时它又将为学习专业课打下一定基础。

第二节 化学工业在国民经济中的重要性

化学工业在发展农业生产和实现社会主义工业化中,担负着重要的任务。化学工业直接与农业、工业、交通运输业和国防工业有着密切的关系。因此,它在国民经济中占有很重要的地位。例

如：合成氨、化学肥料及硝酸工业与发展农业以及国防等工业休戚相关；炼焦工业、耐火材料工业等直接与冶金工业有关；酸、碱、盐工业应用于其他各个工业部门；硅酸盐工业的水泥、玻璃、陶器、砖瓦，广泛的应用于基本建设和其他工业；石油、原油经加工后制出汽车、飞机、农业机械及各种车辆所不可缺少的汽油、煤油、柴油及润滑油等。橡胶、塑料、纤维、染料等在整个国民经济中和人民的物质生活中都是很重要的。

全国解放以来，化学工业与其他工业一样取得了很大的成就，特别是1958年大跃进以来，在党的建设社会主义总路线和一整套“两条腿走路”的方针指导下，使我国化学工业取得了极其辉煌的成就。

第三节 化学工业的发展简史

一、世界化学工业的发展简史

中国、埃及和希伯来是化学工艺史上最古的国家。

中国在纪元前2000多年以前已有了酿酒、冶铜、漂染、发酵等生产。

埃及在纪元前2000多年前已制造玻璃，在石器时代已有金银饰物，是炼金术的发源地。

希伯来在上古时代已有制革。

在这时期，生产方式非常简陋，人类大都直接采用天然物资或用一些零星粗陋的器具加工，凭经验判断过程的进行，直到十八世纪末期和十九世纪初期，近代化学工业才开始形成。这一时期，主要是发展了无机化学工业，如酸类、碱类、盐类等。

二十世纪以来，特别是近几十年来，化学工业无论在理论上、生产技术水平上、产品品种上、产量及质量上都发展得很快。

十八世纪以来，世界化学工业和科学技术发展的主要情况略述如下：

1791 年 路布兰法制碱成功。

1805 年 俄国铅室法硫酸生产。

1807 年 在比利时第一座用接触法生产硫酸开工。

1864 年 钾肥生产。

1865 年 索尔维氨碱法生产纯碱的工厂建立。

1884 年 俄国用接触法生产发烟硫酸。

1890 年 用电解法制取氯及烧碱成功。

1890~1899 年 按舒霍夫法在加压下进行石油的裂化。

1904 年 生产电石。

1917 年 安德列夫将氮氧化制造硝酸成功。

1927 年 德国生产合成汽油。

1929 年 苏联发明石油裂化法。

1932 年 苏联发明合成橡胶成功。

1944~1948 年 利用氧以加速铜、生铁、二氧化硫及其他产品的生产获得成功。

1950 年 抗菌素——青霉素工业合成。

1957 年 苏联成功的发射了两个人造卫星。

1959 年 苏联发射太阳系的人造行星和环绕月球的火箭。

1961 年 苏联发射了载人的“东方号”卫星式宇宙飞船，并安全返回大陆，使宇宙飞行进入了新的纪元，雄辩地证明了社会主义制度的无比优越性。

二、我国化学工业发展简史

在世界化学发展史上，由于我国劳动人民的劳动和伟大的创造，有着辉煌的成就。

早在公元前 2000 年以前，对于铜合金的制造已经有了相当完善的知识，并且对于陶器、漂染、发酵等方面都有了成就。周朝时已制出精美的涂色漆器。东汉时（约公元 100 年）用树皮、破布造出漂白的纸，约 600 年后，我国的造纸技术才传到阿拉伯，以后又

传到欧美各国。

在唐代时(约公元 800 年)陶瓷工业已有显著的发展。我国的炼丹术发展得更早些。很早就发现了用硝酸钾(硝石)、硫及木炭的混合物,制成猛烈燃烧的黑色炸药。在唐代,改进了由西域传来的制糖方法,比原来的方法更完美。在宋代和明代时,对合金制造方面,更有不少的改进和发明,最可注意的是炼锌法的发明及其应用。黄铜的制造方法在明代也有较大的改进。

所有这些,都是我国古代的劳动人民辛勤劳动的成果,是世界化学史上辉煌的一页,是值得我们自豪的。但是,由于当时的社会制度,劳动人民的血汗结晶,被封建王朝统治阶级所掠夺,所以生产力发展极慢,使我国化学工业和其他工业一样,长期处于落后状态。直到二十世纪初,才有我国民族工业家在国内创办了永利化学公司、天原电化厂等少量的化学工厂。

旧中国由于封建制度的剥削和压迫,国内反动派的统治和帝国主义势力的侵入,沦为半封建半殖民地的国家,因此工业得不到发展。旧中国的化学工业,一直为帝国主义所控制。没有化工机械制造工厂,所有化工机械装备均须依赖资本主义国家进口。由于帝国主义侵略政策,不但许多成品都由外国大量输入,即是少数的橡胶、塑料、染料、制药等工厂也是靠输入的原料或半成品来进行加工的。由于国民党反动派溃败时的破坏,解放时化学工厂大都遭到了严重的破坏或陷于停顿状态。

由于上述种种情况,我国过去的化学工业基础非常薄弱。但是解放后,在党和政府的正确领导下,短短的十几年中,已取得了辉煌的成就。

解放以来,我国的化学工业与其他工业一样,发展得十分迅速,化工产品的品种和产量都有了显著的增加。以硫酸和纯碱这两种重要的基本化学工业产品为例,1959 年与 1949 年相比较,纯碱产量增加了 10 倍,硫酸产量增加了 25 倍。

从与农业密切相关的化学肥料和农药来看,发展也很迅速;计

增加 40 余倍。化学肥料解放前只有硫酸铵一种,没有磷肥和钾肥。而现在,不但氮、磷、钾肥的品种增加到几十种之多,同时对镁肥、硼肥和其他微量元素化学肥料如锰、锌、铜等也日渐得到重视。

在化学工业行业方面,我们已经有了基本有机合成化学工业、石油加工工业、合成橡胶工业、合成纤维工业、塑料工业、油漆工业、医药工业、试剂工业和农药工业等等。这些工业在解放前,都可以说是没有的。解放前,如油漆工业、医药和试剂工业、塑料工业等虽然有少数品种的生产,但它们的原料、设备等却大都依赖进口,只能进行加工或者规模很小的生产,不能作为一种独立的行业。解放后,在党和政府的正确领导下,各化工行业得到迅速的发展。如此,不仅从原料到生产成品,而且生产中所需用到的成套设备,基本上能够自行设计、自行制造,从根本上改变了化学工业的落后面貌。随着社会主义经济建设的高速度发展,国民经济各部门也不断地对化学工业提出新的要求。化学工业在不断地高速度发展着,新的现代化的化学工业部门在不断地扩大和增加。

由以上简单叙述可见,我国化学工业在党和政府的正确领导下,在全国人民的努力下,取得的成就是巨大的。但是必须指出,由于我国化学工业的基础薄弱,而国民经济各部门对化工产品需要日益增长,尤其在万马奔腾的大跃进的形势下,就需要我们从事化学工业的全体工作者,在党的领导下,发奋图强,百倍努力,为祖国化学工业进一步繁荣作出更大、更多的贡献。

我们的祖国幅员辽阔,资源丰富,这也为化学工业发展提供了优越的条件。

第四节 实验室的过程与工业生产

化学工业的生产是和实验室的试验有密切联系的,试验操作,更便于改进工艺生产方法,从而提高产品品质和增加产量。欲达到改进生产方法、提高产品品质、增加生产产量,必须经过试验的过程。把试验的结果,加以分析综合,便为工业设计的依据。所以