



高等学校教材

化工技术经济

苏健民 主编

.737

化学工业出版社

经济》、《现代化工》、《化工进展》等刊物使编者获益不少。国内各化工院系同行长期教学实践的经验，也给编者很大启发。除已注明出处者外，未能一一备载，在此一并致谢。

参加本书编写的还有谭毅同志，主要参加了第九、第十、第十一章编写工作。北京化工学院胡铁林副教授和华南理工大学华贲高级工程师对本书编写给予了很大支持和帮助。本书最后由化工部科学技术研究总院副院长兼总工程师成思危教授审阅，提出了许多很好的修改意见。在此向他们表示衷心感谢。由于编者水平有限，难免仍有许多不足和错误之处，恳切希望读者和任课老师不吝批评指正。

编者 1990.1

前 言

改革开放以来,我国的社会主义建设事业正在走上一条以提高经济效益为中心的稳定发展道路。决策的科学化、民主化与经济发展的快慢、成败的重要关系,也逐渐为人们所认识。系统地学习和掌握技术经济分析的理论和方法,并能应用于化工和石油化工的实际,已经成为现代化学工程师必须具备的素质和能力。为了适应时代的需要,化工(其中包括石油化工)技术经济学作为一门新学科和新课程,已在各化工院系普遍开设,经历了近十年初创、探索和提高的过程。《化工技术经济》一书,就是化工院系广大教师长期教学实践的结晶,是为化工和石油化工战线广大工程技术人员和管理干部,特别是他们的后备军——化工院校学生提供一本比较系统、科学和实用的教科书。

本书的编写原则有

第一,在满足基本教学要求的基础上兼顾不同读者的需要。

迄今为止,化工技术经济学科和课程的范围、内容和深度,尚无统一的规定或共识。已经发过几个教学大纲讨论稿,仍然停留在讨论阶段。由于各院系具体情况和要求不同,将来恐怕也难于强求统一。企事业单位读者层次和要求的差别,就更不用说。为此,本书以过去教学大纲讨论中比较集中的意见作为基本教学要求,重点加以阐述。同时又适当拓宽和加深一些内容,供不同院系教师视需要适当加以取舍。在编写中注意了这些章节、段落叙述的独立性和完整性,略去这些部分不会影响对基本教学内容的理解。讲授学时一般可按48小时左右分配。根据教学指导委员会大连会议上的意见,考虑到这方面合适的参考书较少,本书字数适当放宽,以便同学自学阅读之用。故本书有的章节应该重点讲授;有的可以少讲甚至不讲,但指定学生课外阅读并加以考核;有的章节可以完全不作要求,仅供学生自由选读。

第二,在保证学科系统性和科学性的基础上注重实际应用。

我们认为,作为教科书,应为读者提供完整的、系统的、科学的而又实用的理论知识,使读者能掌握原理,举一反三。这是教科书区别于一般实用性、规范性、手册性书籍的主要之点。特别是我国目前正处在改革进程,现有的规章、规范仍会不断变化,只有知其所以然,具有宽广扎实的基础,才能更好地理解、运用和改进,并能预见、适应乃至促进其变革。同时,我们又注意结合国情,联系实际,凡有必要和可能时把各种方法、准则的讨论最后落实到有关部门现行规定上去。这样,就使读者避免了众说纷纭、无所适从的困惑,学了就能用,并能满足实际工作的要求。

第三,在技术经济共同原理的基础上,突出化工的特点。

化学工业(包括石油化学工业)由于其生产过程技术上的特点,由这种特点所决定的化学过程和化学工业的经济规律,虽然与其他工业具有共性,却在其表现形式、特征、发展途径和方法上有自己的特点。结合化学工业和化工过程的特点,是化工技术经济学区别于一般工业技术经济的地方。因此,本书除了系统介绍技术经济的一般原理,特别注意由化工技术特征所决定的那些方面。书中的例题、习题都尽可能结合化工特点。

本书在编写过程中,参阅了大量文献资料。除一部分国外专著、教材外,还参考了国内同行的许多论文、资料、教材、讲义。特别应该指出的是《化工技术经济》、《石油化工技术

目 录

前 言	1
第一章 绪论	3
第一节 技术进步与经济发展的关系	3
第二节 化工技术经济学的产生和发展	4
第三节 化学工业的特点	5
第四节 中国的化学工业	8
第五节 世界化学工业	12
第六节 化工技术经济学的对象和任务	17
第七节 学习化工技术经济的重要意义	17
习题	19
参考资料	19
第二章 经济效益分析基础	21
第一节 经济效益	21
第二节 投资	23
第三节 成本	27
第四节 销售收入、税金和利润	32
习题	34
参考资料	35
第三章 资金的时间价值和等效值计算	36
第一节 利息及其计算	36
第二节 资金的时间价值	39
第三节 资金的等效值计算	40
第四节 通货膨胀	44
第五节 利率的确定	47
第六节 几种特殊的等效值计算	47
第七节 连续复利的等效值计算	50
习题	53
参考资料	54
第四章 投资项目的财务评价	55
第一节 静态评价方法	55
第二节 动态投资回收期法	62
第三节 净现值法	67
第四节 内部收益率法	70
第五节 外部收益率法	77
第六节 年值法	78

第七节 资金化费用法	79
第八节 各种评价方法小结	80
习题	81
参考资料	82
第五章 化工计划与市场	83
第一节 供求关系与市场调节	83
第二节 计划与预测	91
第三节 产品需求预测	92
第四节 化工产品定价和价格预测	101
第五节 投入产出分析	103
习题	111
参考资料	112
第六章 化工建设项目可行性研究 (上)	113
第一节 基本建设的任务和程序	113
第二节 可行性研究概述	114
第三节 产品方案和生产规模	118
第四节 原料路线的选择	121
第五节 工艺过程的选择	124
第六节 厂址选择	126
习题	134
参考资料	135
第七章 化工建设项目可行性研究 (下)	136
第一节 投资估算	136
第二节 资金筹措和资金规划	141
第三节 企业财务评价	146
第四节 国民经济评价	151
习题	160
参考资料	161
第八章 风险和不确定性分析	162
第一节 风险和不确定性	162
第二节 敏感性分析	165
第三节 概率分析	169
第四节 风险和不确定情况下的决策过程	172
习题	180
参考资料	181
第九章 设备更新的经济分析	182
第一节 设备的磨损和寿命	182
第二节 折旧	185
第三节 设备更新决策	190
第四节 新设备的经济寿命	192

第五节 设备大修和现代化改装.....	195
习题.....	197
参考资料.....	198
第十章 化工生产中的技术经济分析与优化问题.....	199
第一节 资源的最优配置.....	199
第二节 生产的本量利分析.....	204
第三节 生产调优操作.....	209
第四节 价值分析.....	215
习题.....	219
参考资料.....	221
习题.....	238
参考资料.....	238
第十一章 化工研究与开发.....	222
第一节 研究与开发概述.....	222
第二节 研究开发与技术预测.....	223
第三节 研究开发项目的评价.....	229
第四节 技术商品的转让.....	235
习题.....	238
参考资料.....	238
第十二章 经济优化设计.....	239
第一节 一般设计、一般优化设计与经济优化设计.....	239
第二节 连续目标函数的优化.....	243
第三节 间断目标函数的优化.....	248
习题.....	250
参考资料.....	251
符号说明.....	252
单位换算表.....	252

前 言

改革开放以来,我国的社会主义建设事业正在走上一条以提高经济效益为中心的稳定发展道路。决策的科学化、民主化与经济发展的快慢、成败的重要关系,也逐渐为人们所认识。系统地学习和掌握技术经济分析的理论和方法,并能应用于化工和石油化工的实际,已经成为现代化学工程师必须具备的素质和能力。为了适应时代的需要,化工(其中包括石油化工)技术经济学作为一门新学科和新课程,已在各化工院系普遍开设,经历了近十年初创、探索和提高的过程。《化工技术经济》一书,就是化工院系广大教师长期教学实践的结晶,是为化工和石油化工战线广大工程技术人员和管理干部,特别是他们的后备军——化工院校学生提供一本比较系统、科学和实用的教科书。

本书的编写原则有

第一,在满足基本教学要求的基础上兼顾不同读者的需要。

迄今为止,化工技术经济学科和课程的范围、内容和深度,尚无统一的规定或共识。已经发过几个教学大纲讨论稿,仍然停留在讨论阶段。由于各院系具体情况和要求不同,将来恐怕也难于强求统一。企事业单位读者层次和要求的差别,就更不用说。为此,本书以过去教学大纲讨论中比较集中的意见作为基本教学要求,重点加以阐述。同时又适当拓宽和加深一些内容,供不同院系教师视需要适当加以取舍。在编写中注意了这些章节、段落叙述的独立性和完整性,略去这些部分不会影响对基本教学内容的理解。讲授学时一般可按48小时左右分配。根据教学指导委员会大连会议上的意见,考虑到这方面合适的参考书较少,本书字数适当放宽,以便同学自学阅读之用。故本书有的章节应该重点讲授;有的可以少讲甚至不讲,但指定学生课外阅读并加以考核;有的章节可以完全不作要求,仅供学生自由选读。

第二,在保证学科系统性和科学性的基础上注重实际应用。

我们认为,作为教科书,应为读者提供完整的、系统的、科学的而又实用的理论知识,使读者能掌握原理,举一反三。这是教科书区别于一般实用性、规范性、手册性书籍的主要之点。特别是我国目前正处在改革进程,现有的规章、规范仍会不断变化,只有知其所以然,具有宽广扎实的基础,才能更好地理解、运用和改进,并能预见、适应乃至促进其变革。同时,我们又注意结合国情,联系实际,凡有必要和可能时把各种方法、准则的讨论最后落实到有关部门现行规定上去。这样,就使读者避免了众说纷纭、无所适从的困惑,学了就能用,并能满足实际工作的要求。

第三,在技术经济共同原理的基础上,突出化工的特点。

化学工业(包括石油化学工业)由于其生产过程技术上的特点,由这种特点所决定的化学过程和化学工业的经济规律,虽然与其他工业具有共性,却在其表现形式、特征、发展途径和方法上有自己的特点。结合化学工业和化工过程的特点,是化工技术经济学区别于一般工业技术经济的地方。因此,本书除了系统介绍技术经济的一般原理,特别注意由化工技术特征所决定的那些方面。书中的例题、习题都尽可能结合化工特点。

本书在编写过程中,参阅了大量文献资料。除一部分国外专著、教材外,还参考了国内同行的许多论文、资料、教材、讲义。特别应该指出的是《化工技术经济》、《石油化工技术

经济》、《现代化工》、《化工进展》等刊物使编者获益不少。国内各化工院系同行长期教学实践的经验，也给编者很大启发。除已注明出处者外，未能一一备载，在此一并致谢。

参加本书编写的还有谭毅同志，主要参加了第九、第十、第十一章编写工作。北京化工学院胡铁林副教授和华南理工大学华贲高级工程师对本书编写给予了很大支持和帮助。本书最后由化工部科学技术研究总院副院长兼总工程师成思危教授审阅，提出了许多很好的修改意见。在此向他们表示衷心感谢。由于编者水平有限，难免仍有许多不足和错误之处，恳切希望读者和任课老师不吝批评指正。

编者 1990.1

第一章 绪 论

随着我国社会主义建设的发展,工业生产和基本建设中的经济效益问题日益引起人们广泛的重视。经验告诉我们,发展社会生产力,一要靠科学技术的进步,二要注重提高经济效益,两者是保证国民经济以较高速度持续发展的决定性因素。这就对化学工程师提出了新的更高的要求,要求我们处理问题时,不仅要求技术上先进、合理,还要从资源、市场、经济等方面综合考虑,要求我们把振兴经济作为自己的首要任务,努力成为既懂技术、又懂经济,既有科学思维、又有经济头脑的新型工程师。《化工技术经济学》就是适应这种要求编写的。

技术经济是一门跨技术科学和经济科学的交叉学科,为了讨论什么是化工技术经济学,它的研究对象和任务,先要了解技术和经济的关系。

第一节 技术进步与经济发展的关系

人类发展的历史表明,经济的需要是科学技术发展的动力和方向,反过来,社会经济的发展,又是科学技术的进步及其在生产中运用的结果。技术进步不断为人类提供新的,效率更高的劳动手段(如机器设备),开辟新的、广阔的劳动对象(如原料、材料和自然资源),提高劳动者的劳动能力(如技能、知识、专有技术),从而促进了生产力的发展,促进了经济和社会的发展。

一部化工发展史,可为我们提供诸多例证。例如,18世纪中叶,欧洲玻璃、造纸、肥皂工业的发展,天然碱的供应已不能满足经济发展的需要,加之英、法爆发七年战争,西班牙植物碱来源断绝,法国科学院于1775年悬赏征求可供实用的制碱方法,遂有路布兰制纯碱法的诞生。这是经济需要推动技术进步的典型例子。

技术进步推动经济发展的例子,更是俯拾皆是,比较浅显的莫过于石油的利用。石油是一种蕴藏于地底的黑色粘稠液体,燃之冒浓烟,因无法利用,多少世纪来被弃置不顾。直到19世纪末,由于内燃机和炼油技术的发明,石油才一跃而成重要能源,在石油化工技术进步以后,石油又成为重要化工原料。据统计,1977年美国使用50亿美元油、气原料,生产出670亿美元石油化工中间产品,经过深度加工制成最终产品,总值达5300亿美元,相当于当年美国国民生产总值(18,872亿美元)的28%,其对经济影响和贡献之大,可见一斑。若非石油利用技术进步之赐,何能至此。

但是,技术的进步和应用也受经济的制约。工程技术工作实际上存在于物理环境和经济环境两种性质不同的环境之中,如图1-1所示。也就是说,工程技术的任务是利用经济环境的各种资源(包括原料资源、能源和人力),在物理环境中进行加工,然后又回到经济环境产生新的效用即使用价值,以满足社会的物质需要。

在物理环境里,工程技术要服从自然规律的约束,而在经济环境里,则要受经济规律的约束,往往有这种情形,某些技术从本身看都是先进的、可行的,但在一定的经济环境里,由于自然条件、资源情况、市场需求、相关工业的发展等的影响,某种技术可能最经济,某种可能不那么经济,某种可能最不经济。以氢气制备为例,制氢方法很多,原料各异。要论

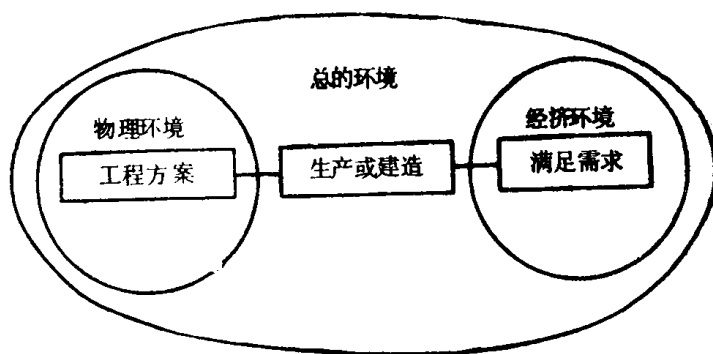


图 1-1 物理环境和经济环境

原料之易得，过程之单纯，操作之简易，莫过于电解水制氢。然而除在小规模制备上应用外，电解水制氢迄未成为制氢工业方法的主流，原因就在于耗能多而成本高。因此，一项成功的研究或设计成果，不只是正确确定一系列的技术参数和对设备的要求，即不仅是工程技术上的可行性和先进性，更重要的还在于经济上的合理性和获利性。正如工程经济学家菲什所说：“每项工程的建设，几乎毫无例外，总是首先根据经济上的需要而提出的；每项工程的设计，除极个别外，最终都要用经济观点来评价”。

第二节 化工技术经济学的产生和发展

技术和经济的关系虽然如此紧密，但在过去，经济在工程技术中的重要性却没有受到应有的重视。工程师们主要关心的是技术上的可能性，是工程的设计、建造以及操作等的技术方面，而对其经济方面的关心和考虑却很少。被公认为最早研究技术经济或工程经济的学者是美国工程师韦林顿。他发现，正当美国大规模修建铁路的时期，许多工程师在选线决策时由于很少注意投资效益，造成选线错误，给经济带来损失。1887年，他出版了《铁路选线的经济理论》。此后，研究投资效益的经济理论的学者和文献逐渐增多。迄今为止我们所知最早一本化工技术经济书籍——1926年出版的查普林·泰勒（Chaplin Tyler）所著《化学工程经济学》（Chemical Engineering Economics）。便是在这种背景下产生的。

技术经济和工程经济虽然在含义上多少有一些差异，或在内容上有所侧重，实际上没有很大区别。在这里，“工程”的含义要作广义的理解，不论是一个工程项目，还是一个企业的生产经营活动，都属于工程技术范畴。《化学工程经济学》第3版章节内容说明了这一点。例如，该书第二章研究了化工新产品和新过程开发的原则，第九章研究了化工厂的操作和控制。第十一章研究了化工产品的市场开发，第十五章研究了化工专利的问题……，显然都超出了通常意义的“工程”范畴。在这里，化学工程经济和化工技术经济已无从彼此相区别。

查普林·泰勒的书鲜明地突出了化学工业的特点，从而标志着化工技术经济学作为一门分支学科，已经产生。不过在当时，由于美国化学工业还没有进入大发展时期，泰勒的书没有引起应有的重视。在化学工业界和化学工程师看来，“化学工程经济学”还只是一门神秘的、只是个别人研究的学问。

40年代中期，上述情况有了改变，由于第二次世界大战的需要，以催化裂化、丁烷脱氢制丁二烯、合成橡胶等的生产为代表的美国化学工业有了迅速的发展，必须运用工程经济即技术经济的原理去评价和选择方案，《化学工程经济学》第3版便是在这种形势下出版的。书中各章分别由专家撰写，表明了学科队伍已经发展壮大。

50年代,以美国为代表的资本主义发达国家和以苏联为代表的社会主义各国都开展了战后大规模建设,化学工业首当其冲。化工技术经济学的研究由于实际需要而空前活跃。在1948年以前,从《化学文摘》的主题索引几乎检索不到“经济学”(Economics)主题,1948年以后,这方面的文献与日俱增。斯威尔的《过程经济学》(1955),阿斯本和卡默尔的《金钱和化学工程师》(1958),胡尔的《实用化学过程经济学》(1956),哈伯尔的《化学过程经济学》(1958),契尔顿的《过程工业成本工程》(1960)等化工技术经济论著如雨后春笋,苏联学者涅克拉索夫的《化学工业经济学》(1959)也是同一时期的产物。

几十年来,化工技术经济的研究发展十分迅速。这方面的成果,集中表现在一些学者的论著中,例如彼特斯和梯默豪斯的《化工厂设计与经济》,雷斯尼克的《化工过程分析与设计》,荷兰德的《过程经济导论》和系列讲座,雅各布逊的《化学工业经济》,韦潜光的《化学加工工业的结构》,哈伯尔的《化学过程经济学》,法国石油研究院的《化学过程的经济分析:炼油及石油化工过程的可行性分析》,以及Valle-Riestra的《化学加工工业中的项目评价》等。

在中国,化工技术经济的研究经历了起伏曲折的过程。50年代初,学习苏联经验,许多企业和设计研究单位开展了技术经济工作。到“大跃进”时,在所谓“打破框框”、“反右倾”的口号下,技术经济工作遭到破坏。60年代初,人们认识到不按经济规律办事、搞“唯意志论”的错误,在经济调整中重视了技术经济工作,预算、概算和经济分析逐步开展,可惜好景不常,十年浩劫中,技术经济工作又被取消。只是在党的十一届三中全会以后,中央强调经济建设要以提高经济效益为中心,做好技术经济论证和可行性研究,技术经济工作才获得应有的地位。1979年以后,化工技术经济研究中心和化工技术经济和管理现代化学会先后成立,化工技术经济工作由点到面,由普及向提高迅速发展。

第三节 化学工业的特点

一、化学工业的范围

化学工业是公认的世界最难定义的一种工业。它的定义和范围,各国之间,甚至同一国家不同单位和个人之间均有不同。大体上有广义的、狭义的和一般的几种理解。

广义的化学工业指凡生产过程主要表现为化学反应过程,或生产过程中化学过程占优势的工业,都属于化学加工工业(Chemical processing industries,简称CPI),或称过程工业(process industries),或化学工业(Chemical industry)。这就把诸如炼钢、造纸、酿酒、制革等一些虽然具有化学加工性质,但早已形成独立的工业部门也列入化学工业的范畴。按照这种逻辑,所谓加工工业,实际上只有两大部门,一个是机械加工工业,一个是化学加工工业。这样定义化学工业虽嫌太宽一些,但从化学工程师的角度来说,这种定义还是很有意义的。因为上述部门的加工过程都主要表现为化学过程,它们有着共同的生产技术特征,以及由这些特征所决定的共同的技术经济规律。在这个意义上,它们都是化学工程师的研究对象和服务对象。本书所讨论的化工技术经济规律和问题,对于广义的化学加工工业也都是适用的。

至于狭义的化学工业,在我国和苏联,一种工业往往被狭义地理解为某个工业行政管理部门所管辖的那部分行业或企业的总体。化学工业有时狭义地指“化学工业部”所属行业和企业的总体。随着行政管理体制和机构的变更,化学工业部所辖范围时大时小。显然,这种按行政隶属关系划分化学工业范围的做法是不科学、不合理的。另外,同一化工产品,例如合成氨、乙烯既可以煤为原料,也可以石油为原料,严格区分化学工业和石油化学工业等也是

不科学的。

事实上，一般认为，所谓化学工业应介于上述两种过广或过狭的定义之间。例如，美国一般认为化学工业的范围主要涉及美国标准工业分类法（SIC）的第28类、第29类，它包括生产基本化学品的企业和产品加工以化学过程为主的企业，及与石油炼制有关的企业。它们包括：

SIC

- 28 化学品及有关产品
- 281 工业无机化学品
- 282 塑料和树脂，合成橡胶，合成纤维和人造纤维（玻璃纤维除外）
- 283 药品
- 284 肥皂、洗涤剂、清净剂、香料、化妆品及其它卫生制剂
- 285 涂料、清漆、喷漆、磁漆及有关产品
- 286 工业有机化学品
- 287 农用化学品
- 289 其他化学品
- 29 石油炼制和有关产品
- 291 石油炼制
- 295 铺路和屋面材料
- 299 其他石油和煤产品
- 30 橡胶制品
- 32 玻璃和陶瓷

在苏联，虽然分别成立了化学工业部和石油化学工业部，但在工业部门和产品分类中，定义化学工业和石油化学工业是主要采用化学方法加工劳动对象，并生产化工产品的企业或生产的统一体。并把化工产品归并为7大类（52小类），外加工业橡胶制品和工业石棉制品共8大类：

无机化学产品和化学矿原料	521 种
聚合物 合成橡胶、塑料和化学纤维	756 种
油漆颜料材料和产品	162 种
合成染料和有机中间体	427 种
有机合成产品（石油产品、炼焦产品和木材化学产品）	682 种
化学试剂和高纯物质	258 种
药品和化学制品	1352种
工业橡胶制品和工业石棉制品	722 种
总 计	4880种

在我国，化学工业一般理解为包括石油化学工业在内的化学肥料、无机盐、酸碱、基本有机原料、合成橡胶、塑料、合成纤维单体、农药、染料、涂料和颜料、感光材料、橡胶制品、新型材料、试剂等的生产，即所谓“大化工”。

二、化学工业的特点

化学工业具有许多特点，这些特点首先是由化工过程生产技术上的特殊性所决定的。同时也是它在社会再生产中的作用所决定的，它对部门经济和技术经济有着重要的影响。

1. 化学工业在国民经济中的重要地位

化学工业与国民经济各部门都有密切的联系,对满足人民食、衣、住、行、用有重要贡献,化工过程是创造新物质的过程。只有化学工业才有能力从少数几种天然资源如煤、石油、空气和水合成出数以万计的化工产品。化工产品不但补充了天然原材料的不足,而且许多是原来自然界所没有的。特别是当前世界面临人口膨胀、资源匮乏、环境污染日益严重的三大挑战,为了给不断增长的人口提供足够的食物、衣着和其他物质,为了开辟新的能源和材料,为了治理环境和提供医药和保健物品,所有这一切均仰赖化学工业的发展。正是由于化学工业的这种重要作用,使它成为国民经济的支柱产业之一,各主要工业国化学工业的发展速度一般均高于整个工业平均发展速度(见表1-1),化学工业的增长率是国民生产总值增长率的两倍多。

在我国,建国以来发展最快的是石油工业,其次便是化学工业(机械工业第三、电力工业第四,冶金工业第五)。我国化学工业总产值的增长速度一直高于整个工业,如表1-2。这与世界化学工业的增长是一致的。

表 1-1 化学工业发展速度 (年平均增长率%)

年 份	1950~1960		1960~1970		1970~1980		1980~1985	
	整个工业	化学工业	整个工业	化学工业	整个工业	化学工业	整个工业	化学工业
美 国	3.9	7.9	5.0	7.9	3.1	5.6	2.6	3.6
苏 联	11.8	14.8	8.6	12.4	5.8	8.0	3.7	3.9
日 本	16.5	17.9	13.5	14.6	4.6	5.2	4.3	4.2
西 德	9.5	12.0	5.7	10.4	2.0	3.5	0.4	2.1

表 1-2 我国工业 (总产值) 平均年增长率, %

时 期	一五	二 五	三五	四五	五五	六五	1953~1978	1979~1985
整个工业	18.0	3.8	11.7	9.1	9.2	10.8	11.3	10.1
其中:								
冶金工业	29.2	7.4	8.8	5.3	8.3	7.0	12.8	7.3
电力工业	20.4	20.7	11.6	10.8	8.6	7.6	14.7	7.7
石油工业	32.7	22.2	18.5	14.6	7.0	5.1	20.9	4.8
化学工业	31.2	14.4	17.3	10.4	11.3	10.4	18.1	10.1
机械工业	29.7	7.6	15.9	13.6	7.4	14.8	16.1	11.9
食品工业	13.2	-1.7	2.4	8.4	8.0	9.2	6.3	9.4
纺织工业	8.6	-3.1	8.0	4.2	13.2	11.9	6.9	13.6

2. 化工产品品种繁多, 原料广泛, 工艺多样

没有任何其他工业有化学工业这么多的产品品种,品种的多样导致化工生产工艺的多样,也就导致技术经济分析的复杂性。加上化工生产技术的另一特点是同一原料可以生产多种产品,同一产品又可利用多种原料来生产,同一原料生产同一产品可有多重工艺。因此,在化工中运用技术经济原理进行资源的合理配置,重视原料路线的选择,工艺技术的适当选择和组合,产业结构和产品结构的优化,是提高化学工业乃至整个社会经济效益的重要途径。

3. 化学加工工业是装置型工业，具有规模经济性

化学工业的第三个特点，是其生产过程通常在管道连接的一整套装置中进行，是高度连续的、密闭的。这些装置的主要设备大多是塔、罐、槽、器，如蒸馏塔、反应器、贮罐等，它们的生产能力与其容积成正比，即是与其线性尺寸的三次方成正比。而另一方面，设备的制造费用却与包围该容积的容器表面积成正比，即与其线性尺寸的二次方成正比。因此，装置的投资费用是与生产能力的 $2/3$ 次方成正比，也就是所谓的“0.6次方法则”。加上操作人员几乎与生产能力无关，故装置的规模越大，单位生产能力的投资越省，成本越低。这就是化工装置的规模经济性。当然装置的大型化应有合理的限度。当生产能力增加到某个程度时，不利因素开始发生作用。例如随着生产能力的扩大，生产过度集中，市场销售和原料供应的半径势必延伸，成品和原料运输成本增加。另外，随着生产能力的提高，对其操作的可靠性的要求也提高。因此保证装置连续操作的费用，以及局部故障停车造成的损失增加。总之，不同产品的最优经济规模取决于产品的市场供求状况。原料的供应能力，以及科技和管理发展水平。

4. 化学工业是资金密集、资源和能源密集和知识密集的工业部门

与装置大型化和工艺复杂性相联系的一个特点是资金密集。例如一个300kt/年的乙烯工厂，投资多达60~80亿元。值得指出的是，化学工业的资金密集的另一含义是每年投入的资金多。比如矿山，一次性投资也很多，但一旦建成便可运转数十年，而化学工厂由于技术进步更新速度很快，一般寿命期不超过15年，故相对而言每年投入资金多。因此，节约投资，提高资金利用效率 and 经济效益，是化工技术经济的研究重点。化工生产中原材料费用约占产品成本的60~70%。能源在化工中不仅是燃料，还是原料，故化工和石油化工是耗能大户，我国化学工业产值只占工业总产值的10.8%（1980~1985），而能源消耗却占工业耗能的20%。因此，能源供应将长期约束化学工业的发展，降低能源和原料的消耗，具有重要的意义。

化学工业的品种、原料和工艺技术的多样性和复杂性，要求高度的知识和技术密集。精细化工的发展对技术和知识提出了更高的要求。

5. 化学工业是不可取代的、不断发展的工业部门

没有任何其他工业能够取代化学工业的作用。因为只有化工才能为国民经济各部门提供许多自然界原来没有的化学物质——原料和材料。世界面临的许多问题，如：人口、粮食、能源、资源、污染、保健等，都等待化学工业和化学工程师去解决。

化学工业以极强的生命力发展和进步。高技术的发展，要有强大的化学工业作基础，以提供新型材料和专用化学品，同时也将对化学工业提出更高的要求，推动化学工业的技术进步。

第四节 中国的化学工业

一、蓬勃发展的我国化学工业

旧中国的化学工业基础十分薄弱。从1876年天津机械局一个2t/d铅室法硫酸厂开始，只在沿海、沿江几个城市有些化工企业。除少数工厂如南京永利铔厂、天津碱厂等少数工厂生产基本化学品外，大多只生产油漆、染料、橡胶制品、医药制剂等加工产品。1949年全化工部化工产品品种仅100个左右，主要产品产量为：化肥6千吨，硫酸40千吨，纯碱88千吨，烧碱15千吨，全国化工总产值仅1.77亿元，占全国工业总产值的1.6%。

中华人民共和国成立后，化学工业得到有计划的发展。从第一个五年计划开始，以发展化学肥料和基本化工原料为重点，建成了吉林、兰州、太原三个化工基地，恢复和扩建了南京、大连、天津、锦西几个老化工厂。在50年代后期和60年代初，在各地大量发展中小型化肥厂，有投资少、建造易、发展快之利，缺点是技术装备比较落后，原材料和能源消耗高。70年代以来，随着我国石油工业的迅速发展，先后建设了北京燕山、山东齐鲁、上海金山、南京扬子、东北大庆等一批大型石油化工联合企业，以及安庆、岳阳、广州石化厂等中型石油化工企业。其他中心城市如沈阳、大连、青岛、重庆等的化学工业发展也很快。化学工业的布局已由沿海扩展到内地，初步改变了过去地区分布不合理的状况。内地化工产值占全国化工产值的比重，已由过去的17.3%上升到50.8%，现代化大型企业的比重有了较大的增加，形成了比较完整的门类齐全、品种繁多的化工生产体系。

中国化学工业总产值（包括石油化工在内，但不含台湾省）从1949年的1.77亿元增加到1985年的926.7亿元（按1980年不变价格计算），平均每年递增16.4%，仅低于石油工业（17.3%），而高于同期全国工业总产值平均年增长速度（11%）。这样的化工发展速度，在世界各国中也是较高的（见表1-1）。由于化工发展较快，化学工业总产值在全国工业总产值中所占比重已由1949年的1.6%增加到1981年的12.5%，仅次于机械（23.6%）和纺织工业（16.7%），成为国民经济的重要支柱产业（见表1-3）。

目前，全国化工（县级以上）企业共有18000多个，其中大型企业400多个。化工企业职工人数（不包括乡镇企业）近300万人。产品品种达37000多种。40年来，我国化工生产总产值和主要化工产品产量增长情况分别见表1-3和表1-4。其中一些主要化工产品的产量已居世界前列。由表1-5可见，目前我国合成氨产量仅次于苏联，染料产量仅次于联邦德国，均居世界第二位，化肥、硫酸、纯碱居世界第三位，化学纤维居世界第四位，烧碱居世界第五位。

上述统计数字均未包括台湾省。我国台湾化学工业也发展到相当水平，化工产值占工业总产值的14%左右，主要产品1986年产量为：乙烯868kt，尿素214kt，硫酸604kt，烧碱366kt，纯碱133kt，合成橡胶106kt等。

表 1-3 我国化学工业（含石油化学工业）总产值增长情况

年 份	1952	1957	1965	1975	1981	1985
化学工业总产值 ^① （亿元）	16.6	48.2	179.4	364.5	651.3	926.7
占全国工业总产值比重(%)	4.8	6.8	12.9	11.3	12.5	11.2
产值指数 ^②	100	389	1449	5295	9022	14811

① 1952年按1952年不变价格计算，1957、1965年按1957年不变价格，1975、1981年按1975年不变价格计算，1985年按1980年不变价格计算。

② 按可比价格计算，以1952年为100。

二、差距和问题

我国化学工业虽然有了很大的发展，但因为起点过低，加上我国人口众多，目前按人口平均的化工产值和产品产量与世界平均水平相比是较低的。化学工业现在仍然是国民经济中的薄弱环节，几乎所有化工产品都不能满足各部门发展和人民生活的需要。同世界先进水平

表 1-4 我国主要化工产品产量增长情况

单位: 千吨

产品名称	年 份	1952	1957	1965	1975	1981	1987
合 成 氨		38	153	1484	6077	14833	19392
化肥 (折纯)		39	151	1726	5247	12390	16708
其中: 氮肥		39	129	1037	3709	9857	13422
磷肥		—	22	688	1531	2508	3239
硫 酸		196	632	2340	4847	7807	9830
纯 碱		192	506	882	1243	1652	2334
烧 碱(100%)		79	198	556	1289	1923	2735
乙 烯		—	—	3	65	505	937
合成橡胶		—	—	16	57	125	219
塑 料		2	13	97	330	916	1527
合成纤维 (单体)		—	—	6	39		
染 料		16	34	68	73	77	113
甲 醇		—	0.5	44	137	347	518

表 1-5 1987年主要化工产品产量

产 品	中 国	苏 联	美 国	日 本	联邦德国
合成氨(NH ₃)	19.39	25.41	14.67	1.78	2.31
(N)	13.42	14.99	9.55	0.99	1.12
化 肥 (P ₂ O ₅)	3.24	9.28	8.13	0.31	0.59
(K ₂ O)	0.04	10.23	1.21	—	2.11
硫 酸(100% H ₂ SO ₄)	9.83	28.50	32.99	6.54	3.78
纯 碱(100% Na ₂ CO ₃)	2.33	4.86	7.52	1.09	1.45
烧 碱(100% NaOH)	2.73	3.30	10.46	3.23	3.42
染 料 ^①	0.115	0.089	0.107	0.063	0.152
化学纤维	1.17	1.41	3.20	1.72	0.87

① 美国染料产量为1986年数字。

相比较, 差距就更大。当前化学工业存在的问题, 主要有以下几方面。

1. 产业结构、产品结构和规模结构严重失衡

过去40年中, 考虑到农业在国民经济中的极其重要的作用, 在化学工业发展中一直把化学肥料工业放在首位。1953~1980年期间化学工业建设投资的54%集中用于化肥工业, 使1986年的化肥产量比1949年增加了2400倍, 对保证粮食增产作出了很大贡献。但由于长期将过半数投资集中用于发展化肥, 使得其他化工产品的生产得不到应有的资金投入, 造成化学工业内部重化工、轻化工和精细化工比例失调, 基本化工原料和高附加值产品没有得到应有的发展。即使是重化工内部, 有的如纯碱生产也长期供不应求, 不但未建新厂, 几个老厂也得不到改建和扩建, 甚至厂房设备因年久失修濒于崩溃, 最后被迫进行所谓“恢复性大修”。

在产品品种方面，同样表现出结构失衡。也是一直作为发展重点的化肥，90%的投资用于发展氮肥，忽视了磷肥和钾肥，化肥品种氮：磷：钾的比例停留在1:0.27:0.004，离农业部门要求的1:0.5:0.2相差甚远。加上氮肥中54%是浓度低（含氮17%）而易挥发分解的碳酸氢铵，磷肥中98%是低浓度（含 P_2O_5 12~14%）的普通过磷酸钙及钙镁磷肥，高浓度的氮磷复合肥料和混合肥料仅占总产量的1%强，造成贮存、运输、使用上的巨大浪费，严重影响施肥效果。

在企业规模上，由于化工生产技术上的特点，规模经济性和大型化的趋势比其他工业更为明显。但在我国化学工业发展中，由于历史条件的限制，如为了适应当时资金、资源、装备、技术等因素的限制，以及为了调动地方财政的积极性，在一个相当长的时期内，实际上强调发展小化工，而且是发展生产大宗原材料型产品（这种产品要求必须达到最低经济规模）的小企业，如小化肥、小石油化工，虽然在当时对于增产化工产品有过积极的作用，但由于大多数这类企业没有达到起码的经济规模，技术落后，亏损严重，给后来的生存和发展造成困难。事实证明，不考虑经济规模，不按客观经济规律办事是不行的。不是不要小企业，也不与“大、中、小并举”的方针相矛盾。不同的化工产品，其经济规模是不同的。所谓“大、中、小并举”，应该理解为与产品特性和经济技术水平相适应的合理规模结构。例如大宗原材料型化工产品如乙烯、合成氨、尿素的生产，规模越大（当然也是有限度的）则成本越低，如果小于其经济规模，在工艺技术上既难于实现高度自动化和综合利用，在经济上也缺少竞争力。而对精细化工产品，则应以小型厂为主，取其接近市场灵活多变。

2. 一部分企业技术落后、设备陈旧

我国化工企业除少数近十年中引进的装置具有70年代技术水平外，大多数企业仍然停留在50、60年代的水平。即使是引进装置，由于只重视引进硬件、引进生产力，不重视引进软件（广义的软件指工艺技术诀窍等），不重视消化、吸收并形成自有技术。一个厂引进时是什么水平，以后就基本上停留在什么水平，很快又落在国外先进水平后面。由于技术落后，设备陈旧，技术经济指标差，导致原材料、燃料、动力消耗大，成本高。以氮肥为例，我国合成氨生产的吨氨能耗普遍比国外高40~50%，国外以天然气和轻油为原料的大型氨厂一般为 $7.0\sim 7.5\times 10^6$ 千卡/吨，我国为 10×10^6 千卡/吨；国外以重油为原料的大型氨厂为 10×10^6 千卡/吨，我国为 15×10^6 千卡/吨；国外以煤为原料的能耗为10.5~12.7千卡/吨，我国为 15×10^6 千卡/吨以上。若与国际先进水平吨氨能耗 6.7×10^6 千卡/吨相比，差距就更大。

化工生产技术水平提高不快，特别是自有技术发展的缓慢，与我们对技术进步的忽视，和对化工科研开发投入实力的严重不足是分不开的。1985年我国化工系统地市以上研究机构及491个大中型企业投入研究开发的人力、资金及固定资产原值，分别只为化工系统职工总数、总产值及全部固定资产原值的1.02%，0.58%及1.45%，而国外水平分别应占3.0~9.9%，3.5~5.0%，及3.0~8.5%。我国投入水平只及国外的 $\frac{1}{10}\sim\frac{1}{3}$ 。

3. 近期对化学工业重视不够，投入不足

由于化学工业是为国民经济各部门提供原材料的工业，世界各国化学工业的发展速度多居各工业部门之首，一般均为全部工业增长速度的1.2~1.5倍，称为超前系数。化学工业的超前发展，是当代经济发展中带规律性的普遍现象。我国在头几个五年计划中，化学工业也处于超前发展的地位。但是后来，特别是80年代以来，国家调整产业结构，先是重点发展轻纺等加工工业，继而重视了能源和交通建设，化工却始终未列为重点，加上农业投资下降，