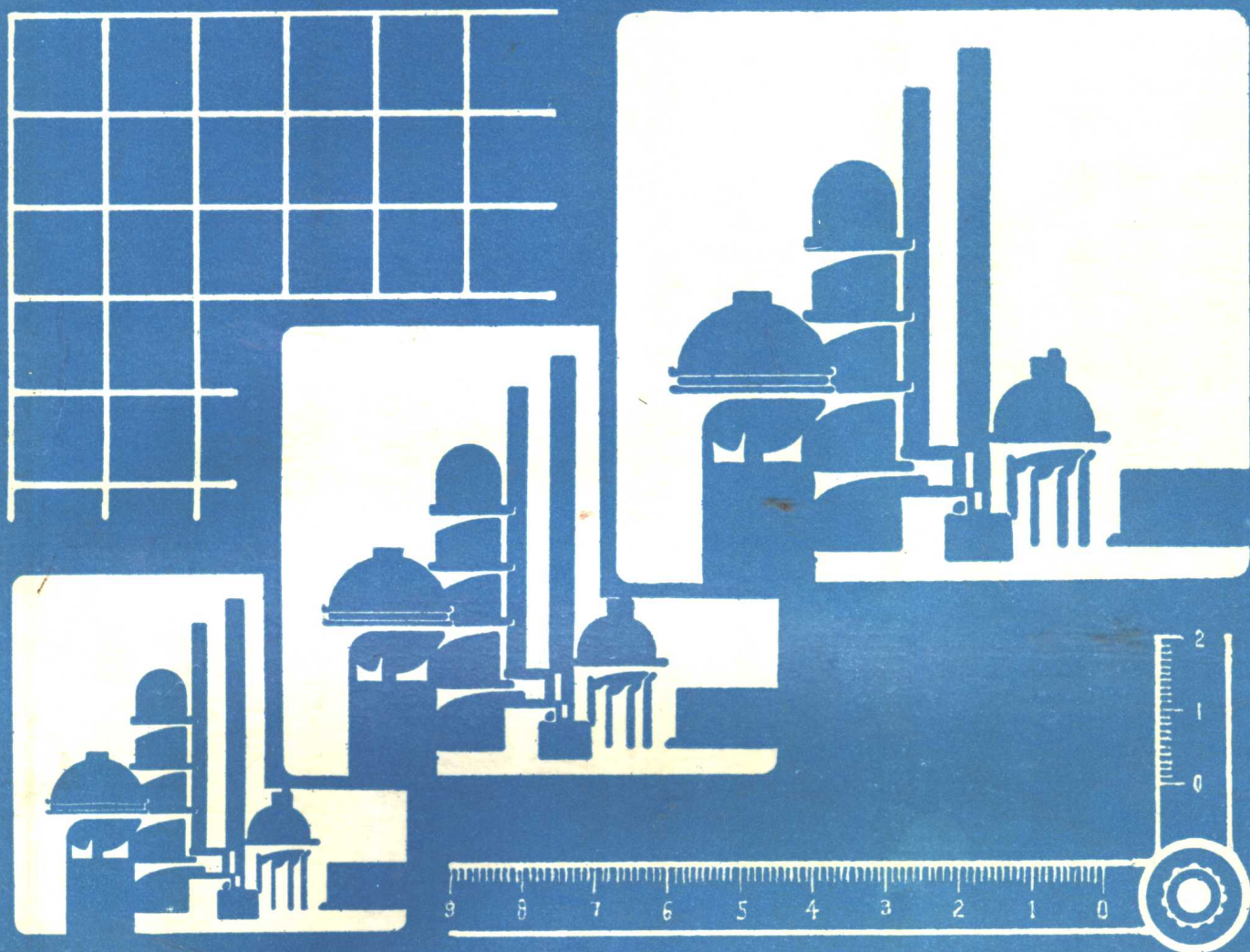


化工工厂的设计和经济学

第三版

〔美〕玛克斯·皮特斯 克洛斯·蒂默豪斯 著



化学工业出版社

化工工厂的设计和经济学

第三版

玛克斯·皮特斯
〔美〕 克洛斯·蒂默豪斯 著
中国化工咨询服务公司 译
陈演汉 校

化学工业出版社

内 容 提 要

本书是美国两位著名学者为美国学习化学工程的高年级大学生和研究生以及从事化学工业实际工作的工程技术人员写的参考书。著者把化工厂的设计与实用经济学结合起来,为读者提供提高化工厂经济效益所必需的知识。本书介绍了化工工艺从设想开始发展而成工程项目的各个阶段应当考虑的各项重要因素和必须采取的工作方法,阐述了化工厂的投资估算、生产成本估算、投资效益评价、最优经济设计方法等经济问题的基本原理,并涉及美国在税收、保险、折旧、专利权、环境保护、安全操作等方面的有关规章制度。此外还列出了许多费用数据和费用计算公式,以供投资估算之需。对所介绍的原理和方法,都利用例题以说明如何应用于实际。各章之末均附有大量习题,以便读者用以检查自己对本书所述内容的理解程度;还列出许多近期发表的参考文献的目录,以便读者进一步掌握有关知识和查找所需数据资料。本书可供我国学习化学工程的高年级大学生和研究生以及化学工业中从事工厂设计、生产管理、研究开发、工程项目评价和规划咨询等工作的技术人员参考。

Max S. Peters, Klaus D. Timmerhaus
**PLANT DESIGN AND ECONOMICS
FOR CHEMICAL ENGINEERS**

third edition

McGraw-Hill Book Company,
New York, 1980.

化工厂的设计和经济学

第 三 版

中国化工咨询服务公司 译
陈演汉 校

责任编辑:徐蔓 王永美

封面设计:任 辉

化学工业出版社出版发行

(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经销

开本787×1092¹/₁₆印张42.34字数1,206千字

1988年9月第1版, 1988年9月北京第1次印刷

印 数 1—3,400

ISBN 7-5025-0079-0/TQ·41

定 价 9.70 元

化工厂常用的美国传统量度单位换算为SI单位时的换算系数

不采用的美国传统单位	采用的SI单位 及换算系数
ångström (Å)	0.1 nm ^①
大气压 (标准)	101.325 kPa
Btu ^②	1.055056 kJ
Btu/(lb _m ·°F) (热容)	4.1868 kJ/(kg·K) ^①
Btu/h	0.2939711 W
Btu/ft ²	11.35653 kJ/m ²
Btu/(ft ² ·h·°F) (传统系数)	5.678263 J/(m ² ·s·K)
Btu/(ft ² ·h) (热通量)	3.154591 J/(m ² ·s)
Btu/(ft·h·°F) (导热率)	1.730735 J/(m·s·K)
Cal (卡) ^②	4.1868 J ^①
Cal/(g·°C) (热容) (卡/克·°C)	4.1868 kJ/(kg·K) ^①
centipoise (厘泊) (绝对粘度)	1.0 mPa·s ^①
centistoke (厘斯) (运动粘度)	1.0 × 10 ⁻⁶ m ² /s ^①
t(°F)	(t + 459.67)/(1.8) K
t(°R)	t/(1.8) K ^①
dyne (达因)	10 ⁻⁶ N ^①
erg (尔格)	100 pJ ^①
ft(英尺) ^③	0.3048 m ^①
ft ²	9.290304 × 10 ⁻² m ² ^①
ft ³	2.831685 × 10 ⁻² m ³
gallon (加仑) (美国液体体积单位)	3.785412 × 10 ⁻³ m ³
马力 (550 ft·lb _f /s)	745.6999 W
in (英寸)	2.54 × 10 ⁻² m ^①
inHg(60°F) (英寸汞柱)	3.37685 kPa
inH ₂ O(60°F) (英寸水柱)	0.24884 kPa
kg _f (千克力)	9.80665 N ^①
mile (英里)	1609.344 m ^①
mmHg (0°C) (毫米汞柱)	0.133322 kPa
Poise (泊) (绝对粘度)	0.1 Pa·s ^①
lb _f (磅力)	4.448222 N
lb _m (磅质量—常衡)	0.4535924 kg
psi (磅/平方英寸)	6.894757 kPa
stoke (斯) (运动粘度)	1.0 × 10 ⁻⁴ m ² /s ^①
码	0.9144 m ^①

① 恰巧相等。

② 本表中的Btu (英热单位) 和cal (卡) 均按照国际数据表 (International Table) 1956年采用的数值列出。Btu (国际数据表) 换算为kJ的精确换算系数为1.05505585262。Btu (化工热力学) 等于1.054350 kJ, 卡(化工热力学) 恰巧等于4.184 J (见附录A表6后的脚注)。

③ 英尺按国际数据表的数值列出, 本表中表示长度的各种情况下均采用同一数值。

译 序

党中央告诫我们，在生产和建设领域中必须讲求经济效益。这是总结历史经验的科学论断。只有这样，才能不断地积累资金，扩大再生产，满足社会日益增长的需要。从事工程技术工作或工业管理工作的人们，都应当学习和研究工业建设中的经济原理，才能把工作做得更好。我们在化学工业规划工作和咨询服务工作中，对此深有体会。我们组织翻译这本书的目的，就是为我国化学工业部门中的工作人员特别是工程技术人员提供一本工程设计与有关经济原理相结合的参考书，以利于化工生产建设中提高经济效益。

本书是原作者根据美国的经验和情况写成的。虽然我国的情况与美国有很大差别，但是美国和其他资本主义国家的一切科学技术成果，其中包括工业生产中的经济原理，都应当为我所用。我们必须根据我国自己的条件，汲取外国经验中的有用部分，达到我国自己的目的。我们对本书的内容，显然也应当采取同样态度。当然，一些不合我国情况的东西，应当予以改造或抛弃。因此，对本书所述的原理和方法，应当经过一番鉴别、选择和加工。但是这一工作显然不是我们几个人在短时间内所能完成的，只好留给从事理论和实际工作的读者了。我们在翻译过程中只对某些部分加了少量的译注，以助理解，没有作任何取舍或分析。

本书把化工厂设计和应用经济学结合起来，介绍化工厂设计中有关经济原理的一些基本概念，讨论化工厂设计工作中一些必须注意的问题和常用方法，并为化工厂设计提供了大量的费用估算数据，同时还反映了美国政府在工业建设中的一些管理体制情况和有关规定。正如作者在序言中指出的，本书的读者对象是美国学习化学工程的大学高年级学生和研究生以及参与化工厂设计工作和从事化工生产、行政管理、销售、研究和开发等等有关工作的化学工程人员。我们认为，阅读本书对我国上述有关人员的工作和学习也是有一定帮助的；尤其是对从事规划工作和咨询服务工作的同志，肯定会有所裨益。此外，我国和外国交往日益频繁，通过这本书，了解外国化工厂设计、施工和生产方面的一般情况，也是有好处的。

本书所述内容，有的在国内还是接触不多或尚未深入研究的事物，许多术语还没有统一的译名或甚至还没有译名。译文中对一些比较陌生的译名尽量附注原文，以免引起误解。我们采用的译名，有的可能还不够贴切。我们希望，这些译名在使用中能够逐渐得到改进。

本书的特点之一是重视实用，利用许多例题来阐述一些基本原理和方法的应用。这些例题能够帮助读者对所述的原理和方法有更透彻的理解。但我们发现，有些例题中的数字计算结果不甚精确，是其缺点。由于时间仓促，没有全部加以校正。这一点务请读者注意。

参加本书翻译工作有几位同志：第六章由张勤汉同志翻译，第十章由区灿棋同志翻译，第一、九章由陈演汉同志翻译，第十三章由孟宪申、滕伟丽同志翻译，第二、十二、十六章由王景贤同志翻译，第三、四、十四章由周艾芬同志翻译，第五、十五章和附录由章开敏同志翻译，第七、八章由张开炎同志翻译，第十一章由董浩同志翻译，全部译文由陈演汉同志

审校。限于文字和业务水平，译文中出现错误和不妥之处在所难免，请有关专家和读者批评指正。

本书第十三章承化学工业部魏立藩同志审阅，第十六章承中国科学院应用数学研究所陈兆国同志审阅，特此致谢。

译者

一九八五年

原 序

由于化学工程原理的深入研究取得进展,同时有一些新工具和新方法可资利用,化学工业操作的设计中所用知识的复杂程度现已达到了一个新水平。本书第三版利用了范围广泛的与化学工程知识有关的大量资料,其中包括获利性评价、最优设计方法、连续复利、统计分析、费用估算、解题方法(包括利用计算机)等。突出的重点是与化工厂和化工设备的设计有关的经济和工程原理。一个有为的化学工程师必须首先掌握这些原理。不论他们是直接参与设计工作还是从事生产、行政管理、销售、研究和开发等工作,都是如此。

工厂设计一词,包含着工业应用的意义。因此在工厂设计的过程中,必须时刻不忘收入和支出。各种理论问题和实际问题当然都是很重要的。但是,“这个企业能够取得利润吗?”在工厂设计的最后分析中,一部设计的真正价值如何,几乎总是由这个问题的答案来决定的。由此可见,化学工程师应当把工厂设计与应用经济学看作一个结合在一起的课题。

本书的意图,是介绍化学工程工艺和操作中所用的经济和设计原理。本书并不打算把读者培养成一个熟练的经济学家;而且显然也不可能把与各种工厂设计有关的一切可能发生的细节都加以讨论。本书的目的只不过是为一一些重要原理和通用方法提出明晰的概念。题材内容和介绍方式,都是为使本书对学习化学工程的高年级学生、研究生和从事实际工作的工程师有使用价值,并对各工艺工业部门(process industries)的行政管理人员、生产操作监督人员和研究开发工作者有所帮助。

本书头一部分,对与工艺设计有关的各项主要因素作一全面分析,重点是介绍工艺工业和设计工作中的经济原理,并定性和定量地分析了工艺工业过程中的各种生产费用,投资和投资收益,费用估算,成本会计,最优经济设计方法以及其它经济问题。本书的其余部分,讨论工厂和设备的设计中所用的方法和重要因素。关于废料处理、土建设计和设备制造等普遍性问题,在叙述各种工艺设备的设计方法时一并加以讨论。此外还列出了许多费用数据和费用计算公式,以供费用估算之需。

本书广泛利用说明性的例题和有代表性的习题,以阐明各项原理如何应用于实际。各章之后几乎都有习题,可供读者用以检查自己对本书所述内容的理解程度。一些较复杂的设计习题和实习设计习题列于附录C。

各章之末几乎都附有补充参考文献目录,便于读者获得更多的资料数据。应当看到,这些参考文献的大部分出自化学工程书刊,这只应当看作是我们建议的参考文献,而不是无所不包的文献一览表。一般说来,各章之末所列文献都是1967年和嗣后发表的。本书第一版和第二版所列则是较早期的文献。

大量的费用数据以表格和图线的形式列出。从本书目录中可以查到比较集中地以图线形式表示的费用数据;关于各种特定设备或操作的费用数据,可在书末的索引中查到。为使这些费用数据便于使用,其数值都已经利用Marshall和Swift各个工业部门费用指数561(这是1979年1月1日的指数值)加以校正。因为准确的价格只能由制造厂商的直接报价得知,所以除非在进行近似的费用估算时,这些数据必须谨慎使用。

本书可用作学习化学工程的高年级学生或研究生的一学期或两学期课程的教学参考书。

我们假定读者已经具有化工计算、热力学、化学工程原理等学科的基础，这些基础学科的教学都是列于正常的初步教学计划的。各项设计公式和方法的成立，都有详细的解释。由于本书以大量的定量叙述做好了设计和经济知识的准备，所以本书可以作为进一步学习的基础，以求更好地掌握工艺工程设计中的一般对策方法。

本书提供了许多列线图、简化公式和快速计算方法，并且已经尽了很大的努力指出这些计算手段的理论依据和假定前提。对化学工程师来说，工厂设计和经济学的真正价值不仅在于能够据以把数字代入公式从而求得最终答案，而更重要的是借以理解为什么一种给定的计算方法能够得到满意的计算结果。这种理解，可以使工程师在遇到没有预定解法的新问题时具有必要的信心和解题的能力。因此，在工厂设计和经济学的学习过程中，工程师应当时刻不忘去领会各种计算方法中有关的假设前提和理论根据，决不可养成像机器人一样只求得出数字的那种习惯。

由于应用经济学和工厂设计是与化学工程原理的实际应用有关的，所以研究这些课题是把化学工程学的整个领域连成整体的理想途径。工厂设计的最终结果可能是以“美元”和“美分”的数值显示出来的。但为得出这个结果，必须通过各种理论原理和工业实际知识的运用。本书同时强调了理论和实际，并涉及化学工程的所有各个方面。

许多公司和个人曾为本书本版内容提供了资料和意见，著者深为感激。各方人士以本书以前各版为依据，为本版的编写提供了建设性的批评和有益的建议，著者也谨向他们表示感谢。

Max S. Peters

Klaus D. Himmerhaus

关于采用国际单位制 (SI单位) 的说明

美国正在逐步推行国际单位制(International System of Units, 即所谓SI单位), 所以设计工程师既能使用美国传统单位, 又能使用SI单位, 是十分必要的。从国际上看, 美国是采用SI单位最落后的一个大国; 美国的设计工程师完全改变习惯都只采用SI单位还要经过许多年, 因为设计工程师是必须与广大的公众打交道的。由于这个原因, 本书中同时采用了SI单位和美国传统单位。

不熟悉SI单位有关规定和换算方法的读者, 可参阅本书附录A的介绍。这个附录叙述 SI 单位的有关情况和依据, 介绍SI单位的详细使用规则, 还以各种方式列出对设计工程师特别有用的换算系数。

化学设计工程师必须充分熟悉SI单位及其有关规定。与SI单位接触还不多的读者应当阅读附录A。

目 录

译序

原序

关于采用国际单位制(SI单位)的说明

第一章 导言..... 1

化工厂设计..... 1

工艺设计的开展..... 2

关于整套设计的全局性问题..... 3

费用估算..... 3

影响投资获利性的各种因素..... 3

最佳设计..... 4

 最佳经济设计..... 5

 最佳操作设计..... 5

设计中的实际问题..... 6

设计方法..... 7

第二章 工艺设计的开展..... 8

设计项目的程序..... 8

 设计的类型..... 8

 可行性研究..... 8

 工艺开发..... 9

 设计..... 9

 施工和运转..... 11

从文献中搜集设计资料..... 11

流程图..... 12

初步设计..... 14

 问题说明..... 14

 文献查阅..... 15

 物料和能量衡算..... 16

 设备设计和选择..... 17

烷基化单元设备的设计和选择..... 17

 反应器容量..... 17

 经济问题..... 21

 本节概要..... 22

不同工艺过程的对比..... 22

 分批操作与连续操作的对比..... 24

设备的设计和规格..... 24

 设计中的放大..... 26

 安全系数..... 26

 规格..... 26

 制造材料..... 28

 计算机辅助的设计..... 29

 本章补充参考文献..... 31

 习题..... 40

第三章 设计中的全面性因素..... 43

工厂的地理位置..... 43

 厂址选择..... 45

工厂布置图..... 45

 工厂布置图的绘制..... 46

工厂的操作和控制..... 46

 检测仪表..... 47

 维修..... 47

公用工程..... 48

土建设计..... 48

贮存..... 49

物料的输送..... 50

废物处理..... 50

联邦环境保护条例..... 51

 环境保护条例..... 51

 拟定污染控制系统..... 52

空气污染物的清除..... 54

 除尘..... 54

 有害气体的清除..... 55

水污染物的清除..... 56

 物理处理..... 57

 化学处理..... 57

 生物处理..... 58

固体废物处理..... 59

 回收利用和化学转化..... 59

 焚烧..... 59

 高温分解..... 59

 土埋..... 60

热污染控制..... 60

卫生和安全..... 60

 安全条例..... 60

 化学品事故..... 61

 火灾和爆炸事故..... 61

 人身安全..... 62

消除噪声.....	62	其他指数和分析.....	128
专利权.....	63	投资的费用因素.....	129
可得专利权的发明.....	63	设备购置.....	130
专利权的申请.....	63	比例法估算设备费用.....	130
外国专利权.....	64	购置设备的安装.....	132
抵触.....	64	保温保冷费用.....	133
侵权.....	64	测试仪表和控制装置.....	133
专利权的转让.....	64	配管.....	133
本章补充参考文献.....	65	电气安装.....	134
习题.....	106	包括公用设施的建筑物.....	134
第四章 成本与资产会计	108	厂址开拓.....	134
会计程序概要.....	108	辅助设施.....	135
会计学中的一些基本关系.....	109	土地.....	136
资产负债表.....	109	工程设计和监督.....	136
损益表.....	111	施工费用.....	136
记帐.....	112	包工费.....	137
借方和贷方.....	112	未可预见费.....	137
日记帐.....	113	开工费.....	137
总帐.....	113	投资估算的方法.....	137
成本会计的方法.....	113	用划分法估算投资时的几种方法.....	145
积累帐户、清册帐户和销售成本		总生产成本的估算.....	147
帐户.....	114	制造成本.....	147
原料费用.....	115	一般费用.....	149
本章补充参考文献.....	116	直接生产成本.....	149
习题.....	117	原料.....	149
第五章 费用估算	118	操作工.....	150
工业生产中的现金流.....	118	直接监督和办事人员.....	151
累计现金位值.....	119	公用工程.....	151
影响投资和生产成本的因素.....	120	维护和检修.....	153
设备来源.....	120	操作消耗品.....	153
价格波动.....	121	试验费.....	153
公司政策.....	121	专利费和专利使用费.....	154
操作时间和负荷率.....	121	催化剂和溶剂.....	155
政府政策.....	121	固定费用.....	155
投资.....	122	折旧费.....	155
固定资产投资.....	122	地方税.....	155
流动资金.....	123	保险金.....	155
投资估算.....	123	租金.....	155
投资估算的类别.....	124	工厂管理费.....	155
费用指数.....	126	行政费用.....	156
Marshall和Swift设备费用指数.....	127	分销和销售费用.....	156
工程新闻记录建设费用指数.....	128	研究和开发费用.....	156
Nelson炼厂建设费用指数.....	128	资金筹措.....	157
化学工程工厂费用指数.....	128	利息.....	157

毛利费用	157	附加税	209
未可预见费	158	资金增益税	209
摘要	158	收入股息的税金减免	210
本章所用符号及其含义	159	捐款	210
本章补充参考文献	160	亏损的前移和后推	210
习题	172	投资税额扣除	210
第六章 利息和投资费用	175	税收与折旧	210
利息的种类	175	超额利润税	211
单利	175	税务申报	211
常规单利和精确单利	175	其他税金	211
复利	175	保险	211
名义利率和实际利率	176	法律责任	212
连续复利	179	保险的种类	213
连续复利的基本公式	179	自力保险	213
现值和贴现	182	本章补充参考文献	214
年金	183	习题	214
常规年金总额和周期性支付金额		第八章 折旧	216
的关系	183	价值的意义	216
连续现金流和复利	184	把折旧费看作一种费用的目的	216
年金的现值	184	折旧的种类	217
特殊形式的年金	186	资源折耗	217
永久年金和资金化费用	186	维护与检修费用	217
与连续现金流和连续复利有关的在获利		服务寿命	217
性分析中有重要作用的一些关系式	187	残值	220
利息和现金流因子表	193	现在值	221
投资的利息费用	193	帐面价值或未摊还费用	221
借贷资金和自有资金	195	市场价值	221
利息对小型企业的影响	195	更新价值	221
利息对大型企业的影响	195	计算折旧费的方法	221
资金来源	198	直线法	221
所得税的影响	198	递减法(或固定百分数法)	222
经济分析中资金费用的计算	201	年数之和法	224
在工程设计中利息和投资费用的		偿债基金法	225
计算	201	第一年的额外折旧费	226
本章所用符号及其含义	202	单项折旧和分组折旧	226
本章补充参考文献	202	折旧计算的调整	227
习题	205	对各种折旧计算方法的评价	227
第七章 纳税和保险	207	本章所用符号及其含义	227
纳税的种类	207	本章补充参考文献	228
资产税	207	习题	228
货物税	207	第九章 获利性、投资方案和设备更新	230
所得税	207	获利性标准	230
联邦所得税	207	资金费用	230
正常所得税	209	工程项目获利性评价中的各种基准	231

获利性评价的数学方法·····	231	使单位产品成本最低的最优生产率·····	277
以最小利润额作为费用来计算的		使单位时间内总利润最大的最优生	
收益率·····	233	产率·····	277
贴现现金流·····	234	周期性操作的最优条件·····	278
以贴现现金流为依据的收益率·····	234	半连续周期性操作·····	279
净现值·····	236	蒸发操作中的结垢·····	279
现值和净现值的计算表·····	236	结果的精确性和敏感性·····	283
资金化费用·····	238	流体力学(最优经济管径)·····	283
包括经营费用在内的资金化费用获		泵送或鼓风费用·····	284
利性评价法·····	239	管道系统的固定费用·····	285
返本期·····	239	最优经济管径·····	285
连续复利计算法的应用·····	240	考虑税收影响和资金费用的分析·····	287
确定可接受收益率·····	244	结果的敏感度·····	288
投资方案·····	244	传热(冷凝器中冷却水的最优流速)·····	288
必须进行投资时的方案比较·····	245	传质(最优回流比)·····	290
小投资增量分析法·····	247	最优化分析用的线性化策略·····	294
方案比较中所用各种获利性指标		用以达到最优条件的线性规划·····	295
的优缺点·····	249	线性规划方法的例子·····	295
与所得税有关的问题·····	250	解决线性规划问题的推理方法·····	295
投资方案No. 2与投资方案No. 1的		线性规划策略的普遍化·····	297
比较·····	253	联立方程式·····	299
投资方案No. 3与投资方案No. 2的		用联立方程求解的两个例子·····	300
比较·····	253	线性规划方法的算法解的普遍化·····	301
设备更新·····	255	单纯形算法·····	303
关于更新的获利性评价方法·····	255	用单纯形算法来解图10-10的例题·····	304
更新原则的典型实例·····	256	最优分析的动态规划策略·····	307
帐面价值与未摊提价值·····	256	动态规划的一个简化了的例题·····	308
设备更新方案比较中作为依据的投		第1分段的子过程·····	311
资额·····	257	第1分段——第2分段的子过程·····	312
可变卖净值·····	257	其余的子过程和最终解·····	313
对设备更新研究中常有错误的分析·····	257	确定最优条件的其他数学方法和策略·····	314
在投资方案研究和设备更新研究中的一些		拉格朗日乘数的应用·····	314
实际因素·····	258	最陡上升或下降法·····	314
本章所用符号及其含义·····	259	用群实验来研究响应表面·····	315
本章补充参考文献·····	259	几何规划·····	317
习题·····	267	生产、规划、日程安排和控制的	
第十章 最优设计和设计策略·····	270	最优条件·····	317
增量费用·····	270	在设计估算中关于通货膨胀计算的策略·····	318
各种未定因素和实际因素·····	271	将来每年收入恒定的情形·····	318
求取最优条件的一般程序·····	271	将来每年产量恒定的情况·····	319
包括一个变量的程序·····	271	本章所用符号及其含义·····	321
图解法和解析法的比较·····	275	本章补充参考文献·····	324
用于生产日程安排的盈亏平衡图及其在		习题·····	333
最优分析中的意义·····	275	第十一章 材料与制造方法的选择·····	336
工厂操作中的最优生产率·····	276		

工程材料.....	336	报告的编写.....	369
金属.....	336	提出成果.....	369
普通铸铁和碳钢.....	336	小标题及段落.....	369
不锈钢.....	338	表格.....	369
哈斯特合金.....	339	曲线图.....	370
铜和铜合金.....	339	插图.....	370
镍和镍合金.....	339	参考文献.....	370
铝.....	342	计算实例.....	371
铅.....	342	一些惯例.....	371
钽.....	342	校对和检查.....	371
银.....	343	术语符号表.....	372
不同金属间的腐蚀电池作用.....	343	缩写.....	372
非金属.....	343	修辞.....	372
玻璃和搪玻璃钢材.....	343	人称代词.....	372
碳和石墨.....	343	时态.....	372
陶器和瓷器.....	343	措词.....	382
砖和胶结材料.....	343	单数和复数.....	382
橡胶和合成橡胶.....	343	垂悬分词修饰语(Dangling	
塑料.....	344	modifiers).....	382
木材.....	345	复合形容词.....	382
低温和高温材料.....	345	分裂不定式(Split infinitive).....	383
垫片材料.....	346	代词That和Which.....	383
选择工程材料用的数据表.....	351	关于一些常见错误的说明.....	383
材料的选择.....	351	最终报告用的校核项目表.....	383
选择材料方面的经济性.....	351	本章补充参考文献.....	384
设备制造.....	352	习题.....	384
放样.....	353	第十三章 物料输送、存贮和处理用的设备	
切割.....	353	——设计与费用.....	386
成型.....	353	泵和管道.....	386
接合.....	353	需要的动力.....	386
检验.....	354	摩擦.....	387
热处理.....	354	功率的设计计算.....	391
修整.....	354	管道标准.....	396
本章补充参考文献.....	354	管子强度.....	396
习题.....	362	通称管径.....	397
第十二章 设计报告	364	传热用管.....	397
报告的形式.....	365	管件及其他管道配件.....	397
报告的组成.....	366	管道系统的设计.....	397
设计报告的内容组成.....	366	管子尺寸.....	399
发送函.....	368	管道和管道系统附件的费用.....	400
标题页和目录表.....	368	泵.....	402
概要.....	368	往复泵.....	402
报告的正文.....	368	旋转排液泵.....	418
附录.....	369	旋转离心泵.....	419

空气排代系统	421	失效表面	516
气体压缩机	422	水在热交换器中的使用	517
泵送机械的费用	433	水蒸汽在热交换器中的使用	517
流速测量设备	433	热交换器的规格	517
贮罐、压力容器和贮存设备	434	传热设备的费用	518
贮罐、压力容器和贮存设备的费用	436	相对费用	523
过滤机	440	热交换器的最佳化设计	527
设计公式	440	概述	528
间歇过滤机	441	主要独立变量的选择	529
连续过滤机	444	最佳化的步骤	530
旋转真空过滤机中的空气抽吸率	446	一般情况下最佳化设计的步骤综述	534
过滤机的费用	448	最佳化设计可以简化的场合	539
其他工艺设备的费用	450	当壳侧或管侧的动力费用无关紧	
物料处理设备的费用	461	要时	539
本章所用符号及其含义	465	当传热介质流体的流速已经确定时	539
本章补充参考文献	468	当一种流体有物相变化时(流体	
习题	490	的温度保持不变)	540
第十四章 传热设备——设计和费用	493	当一种流体的流速已经确定时	
传热的基本理论	494	(h_i 或 h_o 已经确定)	540
传导	494	热交换器工艺设计的通用方法	540
对流	494	本章所用符号及其含义	541
辐射	495	本章补充参考文献	544
总传热系数	497	习题	554
污垢因数	498	第十五章 传质设备和反应器设备——设	
传热的平均面积	499	计和费用	556
平均温度差推动力	499	分段和连续接触器	556
非稳定状态的传热	500	分段接触器	557
传热系数的计算	502	泡罩塔板、筛板塔板和阀塔板装置	558
管道或管段内的流体的膜系		蒸汽的最大允许速度	560
数(无物相变化)	502	塔板和塔的效率	564
非圆形截面—当量直径	504	塔板效率的类型	564
流体在管道或管段外侧流动的膜系		影响塔板效率和塔效率的因素	564
数(无物相变化)	504	计算塔板效率用的关系式	565
各种不同情况下的膜系数和总系数	507	分段接触器的压力降	568
热交换器的压力降	507	分段接触器的其他设计因素	578
管侧压力降	507	泡罩和升气管	578
壳侧压力降	508	筛板	579
选择传热设备时应考虑的因素	512	阀板	579
管子尺寸和间距	513	壳体和塔板	579
壳体尺寸	514	液体的流动	580
热应变	514	雾沫夹带	580
清理和维修	515	塔板间距	581
挡板	515	降液管和堰	581
流体速率以及流体的定位	516	塔板稳定性	582

连续接触器——填料塔	583	多变量的回归	652
填料的形式	583	变量的非线性回归	653
液体分布	586	在工艺过程数据定值中的应用	654
压力降	586	试验设计中的统计方法	654
填料塔压力降的估算	587	因子设计	654
允许的蒸汽速度	590	部分因子设计	656
液泛点速率的一般关系曲线	591	BOX-WILSON设计	656
填料蒸馏塔液泛点速度的简单 估算方法	591	渐进摸索法	657
操作压力对液泛速度的影响	592	其他统计方法	657
填料效率	594	误差传递	657
HTU的经验测算法	595	序列分析	658
HETP的经验测算法	595	质量控制	659
板式塔和填料塔的相对优缺点	597	本章所用符号及其含义	659
传质设备的费用	597	本章补充参考文献	660
板式塔和填料塔	597	习题	662
干燥器	602	附录A 国际单位制 (SI)	666
反应器	605	作为整个SI单位制的基础的SI	
反应器设计数学模型的一个例子	606	基本单位	666
模拟电子计算机求解	609	辅助单位	667
数字电子计算机求解	610	导出单位	667
反应器设计应用的方程式	610	SI单位制的优点和遵循原则	670
间断反应器	612	SI单位的使用规则	671
管式塞流反应器	612	附录B 辅助工程、公用工程和化学品的 费用数据	683
反混反应器	613	辅助工程的费用数据	683
r_1 的表达式	613	表1 美国某些城市的技术工 小时工资	683
设计的机械特征	614	表2 建筑和施工费用	684
反应器设备部件的费用估算	615	表3 场地整理费用	686
反应器容器设计和费用估算的例子	615	表4 电气设备费用	687
本章所用符号及其含义	617	表5 工业用水、电、汽的价格	688
本章补充参考文献	620	表6 一些工业用化学品的价格	689
习题	631	图B-1 空调费用	689
第十六章 设计中的统计分析	633	图B-2 导管费用	690
基本概念	633	图B-3 快装锅炉装置费用	690
平均数	633	图B-4 蒸汽发生器费用	691
数据的偏离	635	图B-5 压缩机装置费用	691
理论的及经验的频率分布	636	图B-6 邻却塔费用	692
统计检验	637	图B-7 工业冷冻费用	692
t-检验	637	图B-8 废水处理装置的费用	693
χ^2 -检验	641	图B-9 小型快装废水处理装置 的费用	693
F-检验	642	图B-10 平板玻璃型液面计 的费用	694
置信区间估算	647		
回归分析	648		
两个变量的回归	649		

图 B-11 液面控制器的费用	694	习题11 催化聚合反应器达到允	
图 B-12 流量指示器的费用	695	许最小转化率的操作时间	717
图 B-13 温度记录器和指示器		习题12 确定联苯回收装置多组	
的费用	695	分蒸馏塔的大小和费用	718
图 B-14 压力指示器的费用	696	习题13 煤转化为无污染燃料油	
附录C 设计习题	697	的反应器设计(附部分题解)	719
大型习题	697	习题13的部分题解	721
习题1 利用溶剂提炼动物原料		习题14 烷基化装置评价所需的	
的装置	697	物料平衡	724
工艺方法概要	697	习题15 用苯二甲酸二甲酯萃取	
习题2 季戊四醇装置	700	蒸馏法脱除石蜡烃	724
习题3 甲醛装置	701	习题16 苯乙烯工业生产的最佳	
小型习题	702	操作范围	726
习题1 二氧化硫反应器的最佳		附录D 物理性质和常数表	728
温度	702	表1 一般工程用的换算系数和	
习题2 热交换器设计	704	常数	728
习题3 二氧化硫吸收塔的设计	705	表2 气体的粘度	730
习题4 用液态甲烷制冷使氮气		图 D-1 气体在1 atm 下的粘度	732
和氧气液化	706	表3 液体粘度	733
习题5 高纯度液氮的生产	706	图 D-2 液体在1 atm 下的粘度	736
实习讨论会习题	707	表4 水的密度、粘度和热导率	737
习题1 用活性炭吸附法回收氯		表5 金属的热导率	737
气的费用	707	表6 非金属固体的热导率	737
习题2 用活性炭使氯气净化的		表7 液体的热导率	738
吸附塔设计	708	表8 气体的热导率	738
习题3 二氧化硫回收系统的回		图 D-3 气体在1 atm 下的热容 C_p	739
转过滤机的设计	708	图 D-4 液体的热容	740
习题4 氯回收系统的投资收益率	709	表9 液体的相对密度	741
习题5 氯回收系统的经济分析	711	表10 固体的相对密度	742
习题6 隔热层的最佳厚度	712	表11 饱和水蒸汽的性质	742
习题7 用异丙醇生产丙酮的装		表12 热交换器和冷凝器的管子	
置的生产能力	712	数据	744
习题8 用异丙醇生产丙酮的设		表13 钢管尺寸	745
备设计	713	图 D-5 设备符号	746
习题9 脱丁烷塔的快速估算设计	714	图 D-6 流程符号	747
习题10 甲醛-季戊四醇厂的经		表14 国际原子量表	748
济分析	716		