

工业节能技术手册

〔美〕 艾尼斯 P. 节夫脱帕罗斯主编

朱亚杰 总校译

化学工业出版社

内 容 简 介

《工业节能技术手册》是美国麻省理工学院所开发的继续工程教育计划中,关于工业节能的部分内容。《手册》共有17分册,第1~5分册的基本内容涉及到基础理论和节能技术中带有共性的问题,第6~12分册介绍锅炉效率、节约燃料、废热回收、热电联产等有关问题;第13~17分册介绍一些具体行业中实际应用的节能技术和经验。

《手册》总结和反应了美国在节能领域中的先进技术和经验,能够指导我们学会如何通过改进能源管理、改造设备和应用行之有效的技术和方法,来有效地达到提高能源利用率的目的。

“手册”可供从事工业节能工作的工程技术人员及管理干部参考,也可供大专院校有关专业的师生参考。

Elias P. Gyftopoulos, editor-in-chief

Industrial Energy-Conservation Manuals

MIT Press 1982

工业节能技术手册

朱亚杰 总校译

责任编辑:张红兵

封面设计:许立

*

化学工业出版社出版发行

(北京和平门七区十六号楼)

通县马驹桥 印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

开本787×1092 1/16,印张50 1/4,插页1 字数1,282千字

1990年11月第1版 1990年11月北京第1次印刷

印数 1—2000

ISBN 7-5025-0775-2/TQ·441

定 价 35.40 元

27/137

译 校 人 员

朱亚杰总校

第1分册	化学过程的热力效率	J. D. 西德	郭天民译
第2分册	节能控制系统	F. G. 欣斯基	方崇智译
第3分册	换热器的综合网络	G. 斯特凡诺普洛斯	陈丙珍译
第4分册	吸附、气体吸收及液-液萃取——选择过程和节约能量	G. E. 凯勒二世	赵永丰译
第5分册	精馏过程中的节能	T. W. 米克斯, J. S. 德韦克	郭天民译
第6分册	锅炉效率的测试与改进	D. 戴尔, G. 梅普尔斯, J. D. 小马克斯韦尔	董树屏译
第7分册	节约炉用燃料	E. S. 小门罗	黄祖琪译
第8分册	废热回收	W. F. 肯尼	戴 衡译
第9分册	照明效率	M. 安德森, R. 李	黄咸先译
第10分册	热绝缘	M. R. 哈里森	任 瑛译
第11分册	热电联产	J. 贝尔丁	杨延昕译
第12分册	蒸汽的有效配置	C. H. 卓	杨延昕译
第13分册	制冷系统中的节能	W. F. 弗格森	钱家麟译
第14分册	空调中的节能	L. D. 孔塔	辜传海译
第15分册	小型工厂的节能机会	H. 埃克林, A. 博耶	黄宗鑫译
第16分册	化学工业中的节能机会	S. A. 弗布什	徐亦方译
第17分册	具体情况分析和研究	艾尼斯 P. 节夫脱帕罗斯	王贤清译

译 序

工业节能手册的编写在节夫脱帕罗斯主编前言中已对七十年代全世界的能源形势作了概括叙述。当前的能源格局与七十年代有所不同,例如石油供求关系自1985年以后油价疲软,大有供过于求的趋向,这主要是由于世界经济形势不太景气和发达国家在油价暴涨后的七十年代末期到八十年代初期大力提倡节约能源采取多种有效措施,从而减缓了石油的紧张状态,不管将来石油及天然气的储量和产量在今后40~50年内会有一定程度的波动,但总的趋势仍是储量的增长率不会超越产量的增长率,这是因为石油及天然气在全球的总储量是有限的,而对它的需求将随工业的发展和人们生活水平的提高而继续增长。

煤炭的情况与石油和天然气就储量而言,其前景远较后两者乐观,然而大量煤炭的使用对环境造成的危害,也是众所周知的事实。世界形势既如上述,中国的形势则更为严峻,概括简言之仍是资源、资金和环境保护三大问题,这里不拟发挥论证。必须强调的是能源管理的加强和节能技术的采用及开发,两者同等重要。

能源浪费现象严重的根源,一是管理不善,二是技术落后。强调管理,不能仅停留在指示文件和行政命令上,必须有具体的技术和计算方法,检查制度和严肃的法律规范,此外还要彻底消除有令不行,有禁不止的状态。节能还要争取得到社会上的通力合作,进行大量有关节能的宣传工作,辅之以节能技术展览,使大众不仅在理性上有所了解,还要在感性上认识节能的重要,因此有效节能工作的开展,必须做实事,单纯依靠行政工作,是难以奏效的。

翻译本书的目的就是针对我国当前的形势出发的,国内市面尚无较系统的节能技术方面的手册出售。工业节能手册的主要内容虽然根据美国七十年代的工业情况编写,对我国能源节约仍具有实际的参考价值,该书写的比较通俗易懂,适宜于中等专科以上的工程技术人员及高校、科研单位有关技术、管理人员阅读参考。

由艾尼斯·P. 节夫脱帕罗斯 (Elias P. Gyftopoulos) 主编的工业节能手册 (*Industrial Energy Conservation Manuals*) 一书经化工出版社推荐,认为此书对开展以节能为中心的技术改造工作有参考价值,并已将此书列入出版计划。由本人负责组织安排有关专业同志参加翻译工作并负责全书的校订。

该手册共有十七册,经与出版社商议,由清华大学和石油大学的有关专业的十五位教授翻译,全书篇幅大,涉及范围广,在校订工作上,拖延一些时间,在此一并向读者和译者致以歉意。

本书在翻译,校订中如有不当或错误之处,尚请读者指出,不吝指教是幸。

朱亚杰*

1988.8.14

* 现任中国能源研究会理事长,中国科学院学部委员,石油大学教授,顾问。

前 言

关于手册 这17本手册构成一套完整的丛书，它提供了一些在生产厂中有经济效益的节能建议与实例。它是由一批有丰富生产经验的专家针对职业工程师和工厂经理们编写的。

能源价格的上涨助长了通货膨胀和经济不景气。这个趋势可能还要继续下去，这是由于我们有限的燃料资源（特别是液体与气体燃料）正在被很快地消耗掉，再则是由于所有的代用能源都非常昂贵，最后也是由于把大量新能源投入市场所需的周期很长的原故。除非出现奇迹，否则我们就不大可能回到那廉价能源的时代了。从现在开始，我们的收入中需要拿出来支付能源的部分将愈来愈大，因而我们的生活水平将要每况愈下。我们能把这个趋势遏制在某一新的水平上吗？没有人能够做出简单而有把握的回答，因为还没有找到这样的回答。但是有一件事是肯定的：我们必须下决心既要增加能源的生产，也要提高能源的生产率。要限制能源价格螺旋上涨，一个明显的对策自然是开发更多的能源，但是还有一个对策，一个不那么明显、然而却是奏效更快并且得利更大的对策，那就是提高能源的生产率。

在通货膨胀难以控制的情况下，所有的物价都在上涨，但是与劳动力、原材料和主要商品相比，能源价格却上涨得更快。这就提出这样一个问题：“有没有可能对能源的利用进行优化，以便用同样的或更低的总费用满足社会需要，而消耗掉的能源却是较少的呢？”换一个提法就是“有没有可能找到有经济效益的节能方法或提高能源生产率的方法呢？”对此，这些手册将给予肯定的回答。它们通过对能源管理的探讨，通过某些设备改造的实例，证明利用现有的经过考验的技术可以既省燃料又省钱。

每本手册都自成一体，典型的情况是包括以下内容，诸如定义和概念、技术经济资料以及节能技术和方法的评估。最后还附有习题与答案，可用以检查读者的学习进展情况。

第1分册是从热力学的角度探讨化工过程的效率。综合考虑能量平衡与熵平衡——即兼用热力学第一定律与第二定律——就能得到一个过程的熵流。本分册为燃料的利用是否已达最大限度提出了一个几乎是绝对的衡量标准。它确切指出过程中的哪些环节是最浪费或不可逆的，并将能源的质量与数量交待清楚。

在第2分册中，通过供汽、制冷和精馏等过程举例说明自动控制能起什么作用。自动控制也是一种有效的、花费不多的办法，可用以降低燃料消耗，改善产品质量，提高产量。

锅炉几乎是每个生产厂都用得到的，因此第3分册提供了节省燃料的巨大机会。关于它们的运行特性、控制、试验、维护、故障查找、给水处理以及废热回收等方面的知识非常有助于建立高效率的运行方式。

第4分册论述化工厂中如何用换热器把废热和废冷配合起来加以利用，以便通过降低供热与制冷的需求量达到减少燃料消耗的目的。这中间所涉及的理论问题、实际问题和经济效益是很难加以分析的。然而本分册指出，可以用一些有启发性的准则使分析得以简化并获各良好的设计。

即使在小型工业工厂也存在更有效地利用能源的机会。这些厂应如何分析节能的可能性评估其效果，第5分册为此收集了一些建议和做法，包括制订节能计划的途径。

得并册种炉子可以通过锅炉整体适当的设计、选用，运行等环节改进燃料的利用，第6分

提出了一些实用技术。

所有厂房都需要有空调。第7分册探讨采暖和制冷系统方面的节能措施,包括技术问题与经济效益的评估。

大多数工厂都有多种废能资源。这些能源可以很经济地加以回收,可以用它预热空气和物料,也可用它产生过程蒸汽(如果这种回收不妨碍工厂正常运行的话)。第8分册探讨这些问题。

工业生产中广泛采用分离过程,其目的可以是为了从混合物中取得某种特定产品,或是从废弃物中回收有价值的组分,或是为了净化可致污染的排放物。这些分离过程通常要消耗大量能源。正如第9和第13分册所指出的那样,针对不同的目的选择正确的分离方法,并进行优化设计,就可以在提高产品数量与质量的同时达到节能的目的。

照明一般耗能甚少,然而它用的是昂贵的电力,并且影响工作场所的环境。第10分册探讨照明标准、光源问题和照明的心理因素,并举了许多实例说明把照明加以改进也是很合算的。

一切设备从很低温度到很高温度都需要保温。选择适当保温材料和其用量以减少热损失,这通常是一笔很好的投资。第11分册就是讨论这个问题。

第12分册论述制冷系统,包括其热力学循环、制冷设备、节能技术以及良好的维护措施等。

化工部门一向对能源问题十分敏感,这是由于在化工生产过程中,能耗总是一项很重要的费用因素的缘故。第14分册综述了多年来为这门工业开发出来的各种节能技术和设计。

第15分册的主题是热电联产(*cogeneration*),它是指利用动力设备排出的废热产生工艺过程用热,或者利用已用于工艺过程中的余热来产生动力。对于那些既需要用动力又要用工艺蒸汽的工厂,采用热电联产的办法比分别满足两项需要(例如一方面从电力公司购进电力,一方面又在现场生产工艺蒸汽)的效率要高些。

在公用蒸汽的生产和分配的过程中何处有节约燃料的机会,第16分册将提供线索。

最后,第17分册报道了十四个节能项目的规划。在每个实例研究中都是先提出问题,然后探讨可能的解决方案,最后给出实际采用的方案。这些报道都是在对有关工程师采访的基础上编写出来的。

关于“PROCEED”系统。这些手册是麻省理工学院所开发的PROCEED计划(Program for Continuing Engineering Education,即继续工程教育计划)中关于工业节能方面的全部资料的部分内容。该系统的其它组成部分是数据库和自选参考系统(一个对话式的计算机索引,它可以帮助读者根据他的兴趣和问题查询到其它的资料)。作为工程教育、信息科学和技术交流方面的独特进展,PROCEED正处于进一步开发阶段。它的宗旨是帮助工程师们处理工作中的实际问题,它既是教材又是参考书。PROCEED的总部设在麻省理工学院高等工程教育中心(Center for Advanced Engineering Study, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts 02139)。

致谢 这些手册是在来自美国全国的几百名工程师和教育工作者的协助下完成的,他们以不同身分参加了工作:作者、实例提供人、编辑、综述人、和现场实验人员。功劳应归于他们全体。谨向理事会表示特殊的谢意与赞赏: Fred Landis (主席), Harold Abramson, Harvey J. Brudner, Stuart W. Churchill, William K. Linvill, Robert B. McBride James, F. O'Donnell, 和 Moses Passer。总编辑 Elias P. Gyftopoulos 以及在整个开发阶段担任

编辑的C. Michael Mohr (技术编辑), John Belding, David Himmelblau, F. Greg Shinskey和George Stephenopoulos做出了巨大的贡献。研究组成员Geoffrey Bock Alton Frabetti, Martin Horowitz, C. Michael Mohr与John C. Klensin对于本计划的开发极为关键。最后还要感谢高级研究员Lawrence B. Evans和Myron Tribus, 他们以其远见卓识酝酿出这个计划, 以及董事Karen C. Cohen。

衷心感谢国家科学基金会 (National Science Foundation)、美国能源部 (U.S. Department of Energy)、和控制数据公司 (Control Data Corporation) 所提供的财力支持。

目 录

第 1 分册 化学过程的热力学效率

第 1 章 过程的划分和能量传递	2
1.1 过程	2
1.2 系统和外围	4
1.3 功和热	5
1.4 做功装置	6
1.5 蓄热体	6
测验	6
第 2 章 热力学壁	8
2.1 基于化学元素的状态性质	8
2.2 焓	12
2.3 不可逆性和损失功	13
测验	14
第 3 章 热力学效率	18
3.1 能量守恒	18
3.2 熵守恒	19
3.3 综合的能量和熵守恒	19
3.4 热力学效率	23
测验	24
第 4 章 应用于工艺过程	29
4.1 一个致冷循环	29
4.2 用精馏法分离丙烯-丙烷混合物	32
4.3 将苯转化为环己烷的过程	33
测验	36
符号表	39
词汇表	39
参考文献	40
作者简介	41

第 2 分册 节能控制系统

第 1 章 热力学与能量守恒	43
1.1 热力学第一定律	43
1.2 热力学第二定律	44
第 2 章 通过不可逆性进行控制	44
引言	44
2.1 节流	45
2.2 混合	47

2.3 传热	48
测验	49
第 3 章 发电厂控制系统	51
引言	51
3.1 汽轮机	51
3.2 蒸汽母管	52
测验	53
第 4 章 制冷	54
引言	54
4.1 热泵	54
4.2 换热器	55
4.3 压缩机	56
4.4 激冷水系统	57
测验	58
第 5 章 精馏	59
引言	59
5.1 浮动压力控制	59
5.2 多效塔	61
5.3 采用热泵的精馏塔	63
测验	64
总测验	64
词汇表	67
参考文献	68
作者简介	68

第 3 分册 换热器的综合网络

第 1 章 化工过程中的能量管理	70
1.1 经济考虑	70
1.2 能量回收	70
1.3 所需加热量和冷却量的估算	75
1.4 化工过程中的公用设施	75
第 2 章 换热器网络的各种方案	75
2.1 网络的综合	75
2.2 过程物流的加热负荷和冷却负荷	78
2.3 加热负荷和冷却负荷的利用	79
2.4 Pho-Lapidus 矩阵法	82
2.5 调优策略	85
2.6 Rathore-Powers 分枝法	87

测验	81
第3章 换热器的设计及其费用估算	95
3.1 管壳式换热器的设计	96
3.2 总传热数的计算	96
3.3 换热器的造价	99
3.4 运行费用	100
第4章 最优换热器网络	101
4.1 网络最优综合方法的分类	101
4.2 探试法	101
4.3 Ponton-Donaldson法	111
4.4 Pho-Lapidus 分枝法	114
4.5 调优综合法	116
4.6 Rathore-Powers分枝界限法	120
测验	123
第5章 原油精馏装置的换热器网络	124
5.1 过程简述	124
5.2 加热负荷和冷却负荷	125
5.3 可回收能量的上线	125
5.4 应用探试法	126
5.5 年度费用	127
5.6 网络的简化	128
5.7 应用Ponton-Donaldson法	128
测验	131
第6章 经济分析和设计考虑	131
6.1 综合方法的严格评议	131
6.2 换热网络的经济分析	133
6.3 工程实践考虑	133
参考文献	135
词汇表	137

第4分册 吸附、气体吸收及 液-液萃取——选择过程和节约能量

第1章 精馏过程和与其相竞争的其他 过程中能耗的考虑	139
1.1 分离过程的最小功与实际能耗	139
1.2 能耗与成本实例	142
1.3 高能耗分离过程	143
1.4 精馏过程与其他过程之间的选择	144
测验	145
第2章 吸附过程	146
2.1 吸附过程的类型	146
2.2 吸附剂的类型	148
2.3 气-固过程	149
2.4 液-固过程	154

2.5 新方法的可能性	156
测验	158
第3章 气体吸收过程	159
3.1 气体吸收过程的类型	159
3.2 溶剂的选择	160
3.3 气体吸收过程中的节能	162
3.4 新方法的可能性	168
测验	168
第4章 液-液萃取过程	169
4.1 液-液萃取过程的类型	170
4.2 溶剂的选择	170
4.3 液-液萃取过程中的节能	173
4.4 新方法的可能性	175
测验	176
最后测验	176
附录 “无褶边” 方程式 (“No-Frills” Equation) 的推导	180
词汇表	182
参考文献	183
作者简介	184

第5分册 精馏过程中的节能

第1章 精馏中节能的潜力	186
1.1 作一能量普查	186
1.2 低效率的历史原因	188
第2章 现有精馏操作的分析	189
2.1 实验分析	189
2.2 理论分析的简捷技术	194
测验	200
第3章 选择节能方案的要领	202
3.1 无需修改过程的技术	202
3.2 需要修改过程的技术	202
3.3 评价方案的准则	203
测验	203
第4章 无需修改过程的方案	204
4.1 控制方案的改造	204
4.2 塔板的改造	207
4.3 换热器的改造	209
4.4 进料与产品间的换热	210
4.5 生产动力或水蒸汽	211
4.6 保温	212
测验	212
第5章 需要修改过程的方案	214
5.1 多塔顺序的重新排列	214

5.2 增加塔侧线以删除一个塔.....217

5.3 萃取精馏.....219

5.4 恒沸精馏.....223

5.5 热泵送.....225

5.6 中间换热.....227

5.7 热级联.....229

附录A 热组合分析231

附录B 通过萃取精馏实现节能
的要求233

参考文献237

作者简介238

附录239

第6分册 锅炉效率的测试与改进

第1章 燃料242

1.1 组成.....243

1.2 性质.....243

1.3 性质表.....244

1.4 提要.....244

例题244

测验247

第2章 热力学分析247

2.1 物流.....248

2.2 能流.....250

2.3 效率.....251

2.4 辅助量.....252

2.5 用于燃烧效率的数据表.....255

2.6 提要.....258

例题259

测验261

第3章 影响锅炉运转性能的参数261

3.1 经济考虑.....262

3.2 燃用空气.....262

3.3 给水温度.....264

3.4 烟气温度.....265

3.5 燃料组成.....265

3.6 换热器表面结垢.....266

测验266

第4章 锅炉控制系统267

4.1 概述.....267

4.2 控制系统的选择.....270

4.3 提要.....273

测验273

第5章 锅炉给水的处理273

5.1 水质专用名词.....273

5.2 给水处理.....274

5.3 水质分析.....275

5.4 处理方法的应用.....275

测验275

第6章 锅炉废热的回收276

6.1 从排气中回收能量.....276

6.2 换热器.....277

6.3 利用蒸汽剩余压力.....280

6.4 利用排污的能量.....280

6.5 提要.....281

测验282

第7章 通过试验确定锅炉的运行特性282

7.1 用直接法测定锅炉效率.....282

7.2 用间接法确定燃烧效率.....285

测验288

第8章 锅炉故障检查289

8.1 故障检查及改正.....289

8.2 分析的应用.....290

测验292

第9章 锅炉操作与维护292

9.1 总的要求.....292

9.2 每日要求.....293

9.3 每周要求.....293

9.4 每月要求.....294

9.5 每年要求.....294

测验295

第10章 分析锅炉效率的程序296

参考文献296

推荐阅读材料297

第7分册 节约炉用燃料

第1章 定义与符号299

第2章 通过设计提高效率301

2.1 燃烧器.....301

2.2 炉子.....304

2.3 燃料.....304

2.4 结构.....305

2.5 控制.....307

2.6 通风.....309

测验309

第3章 效率310

3.1 热效率.....310

3.2 燃烧效率311

3.3 炉墙损失	312
3.4 预备步骤的损失	312
3.5 漩流数与停留时间的关系	313
3.6 带出损失	313
测验	313
第4章 传热对效率的影响	315
4.1 漩流和克雷雅-柯塔特数	315
4.2 单区域炉温度的计算	315
4.3 多区域炉的计算	317
4.4 炉子热传递的实际观测	318
4.5 对流管排热传递	318
4.6 省煤器(省油器)和空气 预热器	319
测验	319
第5章 有效操作的建议	321
5.1 油气混烧的炉子	321
5.2 纯烧油的炉子	321
测验	321
总测验	322
参考文献	324
作者简介	324

第8分册 废热回收

第1章 废热来源	326
1.1 燃烧的烟气	326
1.2 反应器的冷却	327
1.3 过程冷却器及冷凝器	327
1.4 高压流体	328
1.5 可燃废物	328
测验	329
第2章 回收废热的技术	330
2.1 回收能量的价值	331
2.2 重要回收方法	331
2.3 缩小选择的一般考虑	335
测验	336
第3章 能量来源和汇点的匹配	337
3.1 系统处理	337
3.2 经济准则	341
测验	343
第4章 燃烧所用空气及进料的预热	345
4.1 节能估计	345
4.2 预热器的形式	346
4.3 干燥器或建筑物所用空气的预热	348
4.4 示例及准则	350

第5章 产生蒸汽	353
5.1 节能估计	353
5.2 废热锅炉的形式	354
5.3 经济考虑	356
测验	358
总测验	360
附录	362
词汇表	363

第9分册 照明效率

第1章 照明调查	365
1.1 调查建筑物	365
1.2 分析数据	367
1.3 提出可供选择的方案	368
1.4 经济分析	369
1.5 工作人员的反应	369
测验	369
第2章 光的物理性质	370
2.1 光能的转换	370
2.2 基本关系	371
2.3 照度定律	373
测验	375
第3章 光与视力	376
3.1 亮度对视觉特性的影响	376
3.2 光幕反射	377
测验	380
第4章 照度标准	380
4.1 美国照明工程学会	380
4.2 美国通用服务署	382
测验	384
第5章 白炽灯光源	385
5.1 作用原理	385
5.2 效能	386
5.3 显色性	387
5.4 可供选择的白炽灯类型	388
5.5 应用	388
测验	390
第6章 荧光灯光源	391
6.1 工作原理	391
6.2 应用	394
测验	396
第7章 高强度放电灯光源	396
7.1 汞蒸汽灯	396
7.2 金属卤化物灯	396

7.3 高压钠光灯	397
7.4 应用	397
测验	399
第8章 低压钠光灯	399
8.1 工作原理	399
8.2 显色性	400
8.3 灯的亮度和光的控制	401
8.4 应用	401
测验	402
第9章 照明的心理状况	402
9.1 照明的配置	402
9.2 亮度	402
9.3 总亮度	403
9.4 基准亮度	403
9.5 工作人员的接收程度	404
测验	404
最后测验	404
术语表	405
作者简介	408

第10分册 热绝缘

第1章 传热和热绝缘设计基础	410
1.1 传热的机理	410
1.2 通过热绝缘层的传热	412
1.3 传热学关系式	414
测验	415
第2章 商品热绝缘材料	417
2.1 使用的温度范围	418
2.2 热绝缘材料的性质	421
2.3 热绝缘的选择	422
测验	426
第3章 确定所需要的热绝缘材料总量:	
传热计算	427
3.1 热绝缘设计的目的	427
3.2 运行条件	429
3.3 满足设计目标的计算	430
测验	440
第4章 热绝缘的经济	442
4.1 如何及何处进行热绝缘才 能省钱	443
4.2 热绝缘投资的财务分析	443
4.3 确定经济厚度	446
测验	457

参考文献	466
作者简介	467

第11分册 热电联产

第1章 概述	469
第2章 热力学分析	473
第3章 非技术的和环境的问题	475
第4章 热电联产系统的选择	477
第5章 经济分析	480
第6章 新技术	492
最终测验	493
参考文献	494

第12分册 蒸汽的有效配置

第1章 绪论	496
第2章 蒸汽的生产	498
2.1 影响蒸汽成本的因素	499
2.2 锅炉蒸汽成本的主要变量	500
第3章 蒸汽的分配	502
3.1 透平发电机	503
3.2 透平驱动泵	503
3.3 透平驱动风扇	504
3.4 减压阀装置	505
第4章 凝结水回收	505
4.1 质量监测	506
4.2 成本节约	506
4.3 除氧器	506
第5章 锅炉给水	507
第6章 结语	508
最终测验	508

第13分册 制冷过程中的节能

第1章 热力学初步	512
1.1 特性系数	512
1.2 卡诺系数	513
1.3 制冷剂的性质	514
测验	514
第2章 制冷循环	515
2.1 逆兰金循环	516
2.2 热量输入循环	521
2.3 热电制冷	529
2.4 布赖顿(Brayton)循环	529
2.5 提高循环效率	531
测验	532

第3章 制冷循环的应用	534
3.1 热泵	535
3.2 蒸汽-压缩蒸馏	535
3.3 生产过程的热量回收	537
测验	537
第4章 制冷系统的实际事宜	541
4.1 部件的配合	542
4.2 部分负荷时的操作	546
4.3 附属能量需求	550
4.4 换热器	552
4.5 膨胀设备	554
测验	555
第5章 经济因素	560
5.1 设备的相对价格	560
5.2 初次费用	560
5.3 投资回收期	560
5.4 寿命期费用的估算	561
5.5 投资赢利率	562
5.6 现金流	563
测验	563
第6章 设备的应用	565
6.1 特殊要求	565
6.2 实用界限	566
6.3 注意事项	566
6.4 检测试验	567
总测验	569
附录	571
词汇表	573
符号表	574
参考文献	574

第14分册 空调中的节能

第1章 概论	576
第2章 加热与冷却负荷	576
2.1 通过建筑物围护结构的热损失	576
2.2 与通风要求有关的热损失	579
2.3 内部热源	580
2.4 太阳能输入	582
2.5 能量贮存	593
2.6 受控空间内环境条件的选择	594
测验	597
第3章 供暖系统	599
3.1 蒸汽系统	599
3.2 热水系统	600

3.3 传热装置	600
3.4 空气系统	600
3.5 电热供暖	600
3.6 热泵	600
3.7 燃烧	602
测验	604
第4章 冷却系统	604
4.1 基本概念的复习	605
4.2 空调问题	612
4.3 所需的送风状态	612
4.4 空调系统	614
测验	617
第5章 空间空调系统的节能措施	619
5.1 改造	619
5.2 加装与更换	620
5.3 维修	621
5.4 变更运行	621
5.5 改进控制	622
第6章 节能措施的估价	623
6.1 能量核算	623
6.2 辨识节能时机	625
6.3 计算预期的节约与耗资	625
6.4 推荐措施的经济分析	625
6.5 评价与建议	627
测验	627
总测验	629
参考文献	635
作者简介	636

第15分册 小型工厂的节能机会

第1章 结论	639
第2章 成功的节能计划的基本要素	640
2.1 组织能源管理机构	641
2.2 调查能源的用途和损失	641
2.3 励行节能措施	641
2.4 开展教育运动	642
2.5 使节能计划同工业相配合	642
第3章 保持记录	643
第4章 进行能量调查	645
4.1 节能核对清单	646
4.2 节能机会的评价	651
第5章 电能费用计算法	651
5.1 电能如何测定?	651
5.2 千瓦时和千瓦需求量之间的关系	652

5.3	为什么按最大千瓦需求量算帐?	652
5.4	计算你厂的电费	660
5.5	减少需求量	660
5.6	论证安装需求量控制器的合理性	661
第6章	照明	662
第7章	锅炉	665
第8章	蒸汽排凝器	670
8.1	蒸汽排凝器的功能	671
8.2	检查蒸汽排凝器	673
第9章	保温	673
第10章	采暖、通风和空气调节	677
第11章	压缩空气	678
	作者简介	681

第16分册 化学工业中的节能机会

第1章	化工过程节能导言	683
1.1	化学工业	683
1.2	直接加工能耗	684
1.3	理论能耗和总加工能耗	685
	测验	686
第2章	各种重要的节能措施	688
2.1	一般的节能场合	688
2.2	特定节能场合一览表	688
2.3	工艺过程节能的济性	699
第3章	对工艺过程的考查	703
3.1	新设备和新材料	704
3.2	操作参数的改进	708
3.3	其他典型化工过程耗能的地方	713
	测验	715
第4章	装置分析举例	718

4.1	装置现况	718
4.2	促进节能	730
4.3	开发节能的各种想法	732
4.4	想法的评估	738
第5章	构思的形成	745
5.1	前进中的工厂和公司的活动	745
5.2	正规的组织方法	746
第6章	数据收集	747
6.1	一般要求	747
6.2	特殊要求	748
	参考文献	749

第17分册 具体情况分析和研究

事例1	液化天然气分馏工厂的计算机控制	754
事例2	炼油厂的蒸汽平衡	759
事例3	磷酸工厂中磷酸矿的湿法磨碎	762
事例4	乙烯工厂生产能力的扩大	764
事例5	蒸发器中水蒸汽的洗涤	768
事例6	裂解制乙烯炉的氧气监测	770
事例7	乙醇工厂的区段操作	772
事例8	聚乙烯工厂的热量回收	775
事例9	大建筑群锅炉排污中的热量回收	777
事例10	化工厂的蒸汽平衡	780
事例11	废液燃烧发生蒸汽	785
事例12	炼糖厂的节能	787
事例13	由尾气燃烧器发生蒸汽	791
事例14	改进胶乳水蒸汽汽提过程	794

第1分册 化学过程的热 力学效率

J.D. 西德

郭天民 译

朱亚杰 校

152833

目的 本分册的目的是对那些在发展、设计、操作或改进中的化学过程提出一种进行热力学分析的基本方法。分析是基于热力学第一和第二定律，并很容易被纳入计算机辅助过程设计和模拟程序。它重点针对那些过程中最浪费能量的操作。采用了几个工业化学过程来说明分析中所包含的步骤和技术。

先修要求 本分册是以已学过热力学和过程设计的工程师为对象。读者应对热力学第一和第二定律以及表示这些定律的方程中所包含的量有基本的了解，并应熟悉用于改变物流（或装料）压力、温度及组成的化学加工设备。

第1章 过程的划分和能量传递

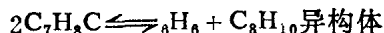
目的 学习如何将一过程划分为系统和它的外围，以便进行热力学分析和考虑系统和外围间能量传递的可行方式。

1.1 过程

过程是一组由于物理和（或）化学操作所造成的变化，将原始物料转变为所需产物。当工业化规模实现时，操作是在操作单元或设备中进行，设备的选择，排列和相互联接或顺序是要保证过程是可操作的，可靠的，安全的，无污染的和经济。

过程和操作的类别

过程中的操作以间歇、连续或循环方式进行，对物流或间歇操作物料按表1.1中所列操作起作用。图1.1中给出一个表明其中几种操作的连续过程。过程涉及由甲苯（ C_7H_8 ）生产苯（ C_6H_6 ）和二甲苯（ C_8H_{10} ）异构体的混合物。过程的中心是一固定床催化反应器， $R-1$ ，其中主化学变化按以下的平衡反应进行



反应是在氢存在下进行，以使由于缩合反应生成的不需要的焦炭减至最小。然而，不需要的副反应如

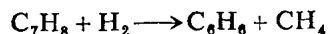


表 1.1

操 作	所用设备的例子
化学品种的变化	反应器
化学品的分离	精馏塔，吸收塔，液-液萃取器
相的分离	沉降器
压力变化	泵，压缩机，阀，透平机，膨胀机
温度或相变化	换热器，冷凝器
混和	有搅拌的容器，T型管
分流	T型管
固体粒度的扩大	压片机
固体粒度的减小	颚式破碎机
固体按粒度分离	筛分

会发生并产出轻烷烃。反应器出料中的化学品相互分离如下：氢通过在换热器 $E-2$ 中部份冷凝来回收用于再循环，其中相的分离则在闪蒸鼓 $D-1$ 中进行，轻质烷烃气体在精馏塔 $C-1$ 中除去，苯在精馏塔 $C-2$ 中回收并精制，而混合二甲苯则被回收和精制，未反应的甲苯则在精馏塔 $C-3$ 中回收并再循环。压缩机 $K-1$ 和 $K-2$ 分别将新鲜氢和循环氢加压至反应器压力。泵 $P-1$ 将新鲜和循环甲苯升压至反应器压力。泵 $P-2$ ， $P-3$ 和 $P-4$ 将回流送入精馏塔。泵 $P-3$ 和 $P-6$ 分别将苯和二甲苯送至贮罐，泵 $P-5$ 则用于循环甲苯。炉 $F-1$ 将反应物在经预热器 $E-1$ 回收反应器出