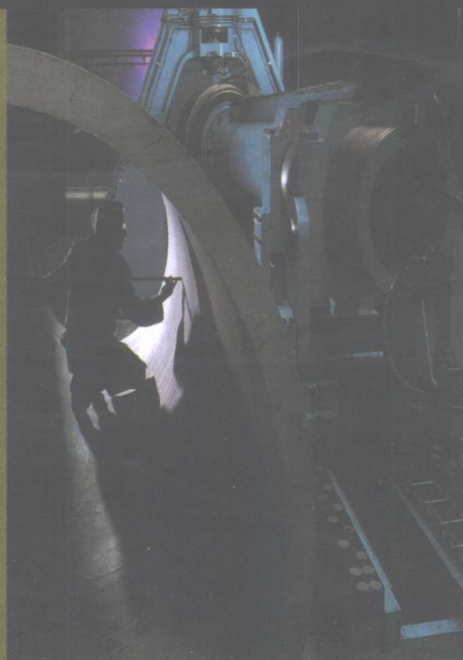


WUTP

普通高等学校机械设计制造  
及其自动化专业新编系列教材

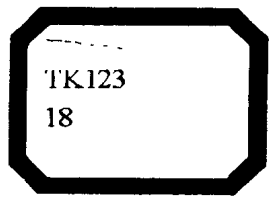


主 编 陶文铨 李永堂

# 工 程 热 力 学

*Gongcheng Reili Xue*

武汉理工大学出版社



普通高等学校机械设计制造及其自动化专业新编系列教材

# 工程热力学

主 编 陶文铨 李永堂  
参 编 何雅玲 雷步芳

武汉理工大学出版社

## 【 内 容 提 要 】

本书是作者在长期教学与教改实践的基础上,结合教育部世行贷款《21 世纪初高等教育教学改革项目》及陕西省《面向 21 世纪热工课程教学内容和课程体系改革项目》的研究成果而编写的。编写中特别注意到 21 世纪初科学技术与高等教育的发展趋势、课程改革的方向,少而精、理论联系实际和学以致用等原则,并吸收了当今热工科技的一些新成果。

全书共 6 章,包括基本概念、热力学基本定律、工质的热力性质、工质的热力过程、热力循环与典型热工设备,并对节能原理及技术作了介绍,以开阔学生的视野。在体系的编排上,每章均附有提要和小结,以便于读者对基本知识点、重点和难点的掌握。

本书是一本既注意继承又有一定新意的教材,可作为机械类、化工制药类、环境与安全类、交通运输类等非能源动力类专业的教材和教学参考书,亦可供有关工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

工程热力学/陶文铨,李永堂主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2001.7  
ISBN 7-5629-1726-4

I. 工… I. ①陶… ②李… III. 工程热力学 N. TK123

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 01175 号

出版者:武汉理工大学出版社(武汉市:武昌珞狮路 122 号 邮编:430070)

印刷者:武汉理工大学出版社印刷厂

发行者:各地新华书店

开 本:880×1230 1/16

印 张:10.25

插 页:1

字 数:350 千字

版 次:2001 年 7 月第 1 版 2001 年 7 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-5629-1726-4/TH·48

印 数:1~5000 册

定 价:17.50 元

(本书如有印装质量问题,请向承印厂调换)

普通高等学校  
机械设计制造及其自动化专业新编系列教材  
编审委员会

顾问:陈心昭 王益群 蔡 兰 束鹏程 孙宗禹  
洪迈生

名誉主任:杨叔子

主任:张福润 高鸣涵

副主任:杨海成 李永堂 周彦伟 杨明忠

委员:(按姓氏笔画顺序排列)

王建中	王贵成	王益群	司徒忠	刘玉明
吕 明	许明恒	孙宗禹	孙树栋	朱喜林
陈心昭	李永堂	李 言	李杞仪	陈作柄
杨叔子	杨明忠	陈奎生	陈统坚	严拱标
杨海成	张福润	束鹏程	罗迎社	周彦伟
洪迈生	钟志华	赵 韩	钟毓宁	陶文铨
夏 季	高鸣涵	殷国富	董怀武	曾志新
韩荣德	傅祥志	谭援强	蔡 兰	魏生民

总责任编辑:刘永坚 田道全

秘 书 长:蔡德明

## 出版说明

高等学校的教材建设向来是学科建设和教学改革的重要内容,其对教学过程和教学效果的重要影响是教育界所公认的。但教材建设与教学需要之间的矛盾永远存在也是一个客观的事实。正因为如此,教材建设才具有永恒的意义。特别是在这世纪交替的时期,中国的高等教育所面临的两个重大变革——高等学校本科专业目录调整和高等学校管理体制及布局结构调整,都对高校的教材建设提出了更高的要求。随着专业的合并,新专业的专业面拓宽,原有老专业的教材明显不能适应新专业的教学要求;调整后高校规模扩大,招生人数增加,对教材的需求也随之激增。在新的专业目录中,机械设计制造及其自动化专业与原有专业目录有了较大的变化,涵盖了原有的9个专业。相应的专业业务培养目标、教学要求、课程设置、学时数要求、主要实践性教学环节等都有了不同程度的变化。为适应新专业的培养目标和教学要求,武汉理工大学出版社在经过全面、细致和深入调研的基础上,组织编写了这套面向全国普通高等学校的新的系列教材。

本套教材面向全国普通高等学校,在保证内容要反映国内外机械学科最新发展的基础上,以满足一般院校的本科专业教学要求,实现专业的业务培养目标为基本原则。遵照全国高校机械工程类专业教学指导委员会制订的专业培养方案和教学计划设置课程体系,突出“系列”的特色,首批编写、出版的21种教材可基本满足一般院校本科教学需要。编写中强调各门课程之间的联系和衔接,强调教材整体风格的统一和协调,力求在加强基础、协调内容、适当降低难度、努力拓宽知识面向、适应科技发展、更新内容并大力引入多媒体教学手段等方面取得进展,以形成特色,更好地满足不同学校的教学需求。

本套教材集中了全国30多所著名大学的专家、教授和中青年教学骨干,分别担任系列教材的主编、主审和参编,组成了一个阵容强大、结构合理的编审委员会。特别是第二届全国高校机械工程类专业教学指导委员会主任委员杨叔子院士欣然出任编审委员会名誉主任,更增加了编审委员会的权威性。正是由于编委会成员务实、高效的工作,全体编审人员高度的责任心和严谨的治学精神,本套教材才能在这样短的时间内完成编写、出版的任务。杨叔子院士亲自为系列教材作序,更使全套教材光彩倍增!但我们深知,院士为一套教材作序,在国内是十分少见的,这充分体现了杨院士对教学改革及教材建设的热切关注和积极支持。这既是杨院士对编委会此前工作的鼓励和肯定,同时也是对编委会今后工作的指导和鞭策。我们一定不会辜负杨院士以及全国众多院校师生的期望。本套教材首期21种出齐后,一方面我们将在使用教材的广大师生提出意见和建议的基础上不断修订和完善,同时还将根据学校教学改革和课程设置的需要及时增补新的教材,使这套教材真正成为既能满足学校当前教学需要,又能起到推动专业教学内容和课程体系改革作用的一套精品教材。

武汉理工大学出版社

2001.6

## 序

20世纪,人类文明达到了前所未有的高度。由于相对论、量子论、基因论、信息论等科学技术成就的取得,现在人类在物质领域已深入到基本粒子世界,在生命科学领域已深入到分子水平,在思维科学领域则主要是数学和脑科学的巨大进步。科学技术的迅猛发展,促使科学技术综合化、整体化以及人文和科技相互渗透、相互融合的趋势加速。

近20年来,我们在经济战线上坚持市场取向的改革,实行以公有制为主体、多种所有制经济共同发展的基本经济制度,进行经济结构的战略性调整,推动两个根本性转变以及全方位、多层次、宽领域的对外开放,致使我国的经济体制也发生了巨大的变革。随着社会主义市场经济体制的建立和不断完善,社会对人才需求的多样性、适应性要求不断增强。

在人类即将跨入21世纪的时候,我国高等教育战线在教育要“面向现代化,面向世界,面向未来”的思想指引下,开展了起点高、立意新、系统性强、有组织、有计划、有步骤的教学改革工程。伴随着教学改革的不断深入,素质教育的观念、大工程的观念、终身教育以及回归工程的观念日益深入人心,人们对拓宽本科教育口径、加强和扩展本科教育共同基础的要求日益强烈。

1998年8月,教育部正式颁布了新的普通高等学校本科专业目录,专业总数由原来的500多种减少至249种。新专业目录的颁布,突破了传统的、狭隘的专业教育观念,拓宽了人才培养工作的视野,为人才培养能较好地适应科学技术和社会进步的需要创造了条件。许多学校也都以专业调整、改造和重组为契机,大力调整人才知识、能力和素质结构,拓宽基础,整合课程,构建新的专业平台,柔性设置专业方向,不断深化人才培养模式的改革。

教材建设是学校的最基本建设之一。教学改革的深入发展必然要求有相适应的教材。为适应新的专业培养目标和教学要求,组织编写出版供“机械设计制造及其自动化”新专业的教学用书,特别是系列教材就显得十分迫切和重要了。武汉理工大学出版社的领导和编辑们为改变目前国内已出版的机械类专业教材普遍存在的内容偏深、知识面偏窄的倾向,决定面向全国普通高等学校机械工程类专业的学生出版一套系列教材,这是一个非常好的决策。他们的这一决定也得到了全国几十所院校机械工程系的领导和众多专家、教授的积极响应和大力支持,并提出了许多建设性的意见,其中一些教授如合肥工业大学校长陈心昭教授、燕山大学校长王益群教授、江苏理工大学校长蔡兰教授、西安交通大学副校长束鹏程教授、西北工业大学常务副校长杨海成教授等还非常乐意地承担了该系列教材的主编、主审及编审委员会工作。

编写教材除了应该具有针对性外,还应努力编出特色。根据武汉理工大学出版社和教材编审委员会的决定,该系列教材将完全按照第二届全国高校机械工程类专业教学指导委员会提出的机械设计制造及其自动化宽口径专业培养方案中所设置的课程来编写,这就保证了该套教材可以具有课程体系新、专业口径宽、改革力度大的特点,并可以满足不同院校办出各自专业特色的需要。

按照教材编审委员会的规划,该套教材首批将推出21种,包括机械工程概论、画法几何及机械制图、画法几何及机械制图习题集、机械原理、机械设计、理论力学、材料力学、工程热力学、工程材料、机械制造技术基础、材料成型基础、工程测试、数控技术、机械工程控制基础、液压与气压传动、机械CAD/CAM、机械工程项目管理、机电系统设计、现代设计方法、精密与特

种加工、机械工程专业英语等,涵盖了机械设计制造及其自动化专业的主要专业基础课和部分专业选修课而形成系列,因而可以较好地满足该专业的教学需要。也正是由于是系列教材,各门课程之间的联系和衔接在教材的策划、组织和编写过程中,都可开展充分的讨论和进行仔细的协调,因此有利于保证整套教材风格统一,内容分配合理,既相互呼应,又避免不必要的重复。

我殷切地希望,这套教材在加强基础、协调内容、适当降低难度、努力拓宽知识面向、适应科技发展、更新内容和大力引入多媒体等现代教育技术手段上取得进展,真正成为能满足普通高等学校本科生需要的优秀教学用书,在众多的机械类专业教材中,争芳斗艳,别具特色。

按照武汉理工大学出版社的计划,这套系列教材首批将在2001年秋季全部出齐。金无足赤,人无完人,书无完书。我相信,在读者的关心与帮助下,随着这套教材的不断发行、应用与改进,必将促进机械设计制造及其自动化专业教学用书质量的进一步提高,推动机械类专业教学内容和课程体系改革的进一步深入。

**只木独秀难成林,千紫万红才是春!**

**面向 21 世纪,希望无限,谨为之序。**

中国科学院院士、华中科技大学教授 **杨叔子**  
全国高校机械工程类专业教学指导委员会主任委员

2000年11月18日

## 前 言

热现象是自然界与科学技术领域中最普遍的物理现象,热能是人类利用自然界能源资源的一种最主要的能量形式。我国能源资源丰富,但是人均占有量远低于世界平均水平,而目前我国的单位产值的能耗却是发达国家的数倍。工程领域的技术工作都离不开用能,并且各种形式的能量最终都是以热能的形式散失到环境与宇宙之中。要使我国国民经济走可持续发展的道路,合理用能与节约能源是当务之急。因此作为介绍热能的有效合理利用及传递与转换规律的热工基础类课程应该成为培养 21 世纪工科类学生的一门公共技术基础课,学习本课程应是培养复合型工程技术人才科学素质的一个不可缺少的环节。以上基本观点是教育部及陕西省面向 21 世纪“热工系列课程教学内容与课程体系改革的研究与实践”两个项目组经过近 5 年的研究论证所得出的一个重要结论。

我们高兴地看到,上述基本观点已日益成为我国工程教育界广大同仁们的共识。以杨叔子院士为首的机械工程类专业教学指导委员会率先将流体力学和工程热力学列入为机械类专业的主干技术基础课程。武汉理工大学出版社为了使我国广大机械制造类的高等学校能尽快适应新专业的培养目标和教学要求,积极组织力量来编写适用于机械设计制造及自动化专业本科生教学之用的系列新教材。这本《工程热力学》就是在这样的情况下着手编写的。

我们在编写本教材时,既注意到 21 世纪初科学技术的发展趋势,适当反映了当今热工科学技术的新成果,同时也考虑到机械类专业与能源动力类专业在课程要求方面的差别,力求贯彻少而精、理论联系实际的原则。在内容的取舍、体系的安排等方面吸收了作者们所参与的两个教学改革项目的成果。例如在每章叙述的方式上作了改革,增加了本章提要与小结,以利于学生掌握重点;大多例题都有启发学生思维的讨论,往往可以收到举一反三、画龙点睛之妙;第 1~5 章的末尾都有思考题及具有一定工程应用背景的习题。希望这样的安排与取舍对广大从事机械制造的工程科技人员掌握与了解能源的合理利用和节能的基本知识有所裨益。

本书各章节的编写分工如下:

何雅玲:绪论,第 1 章,2.2 节,4.3 节,5.2 节,附录;

李永堂:2.1 节,4.2 节,5.1 节,6.4 节及 2.1 节、第 3 章、第 4 章、5.1 节的统稿;

雷步芳:第 3 章,4.1 节;

陶文铨:6.1 节,6.2 节,6.3 节及全书的统稿。

本书由陶文铨、李永堂担任主编,何雅玲教授在协助主编进行全书的统稿过程中做了大量的工作。

为机械专业的学生编写一本工程热力学的教材,我们还是第一次。无论从取材、编排到内容的详略,都有不少可以探讨之处。编者热烈欢迎广大教师和读者提出批评和建议。

编 者

2001 年 4 月



## 主要符号表

$A$	面积
$a$	加速度
$c_t$	流速
$c$	比热容(质量热容);声速
$c_p$	比定压热容
$c_v$	比定容热容
$C_m$	摩尔热容
$C_{p,m}$	摩尔定压热容
$C_{v,m}$	摩尔定容热容
$D$	蒸汽量
$d$	耗汽量(耗汽率);含湿量(比湿度)
$E$	储存能
$e$	比储存能
$E_{x,Q}$	热量有效能(热量焵)
$E_{n,Q}$	热量无效能(热量焵)
$E_k$	宏观动能
$E_p$	宏观位能
$g$	重力加速度
$H$	焓
$h$	高度;比焓;普朗克常数
$H_m$	摩尔焓
$I$	有效能损失(能量损耗)
$i$	比有效能损失(比能量损耗)
$L, l$	长度
$M$	摩尔质量
$Ma$	马赫数
$M_r$	相对分子质量
$M_{eq}$	平均摩尔质量(折合摩尔质量)
$n$	多变指数,物质的量
$P$	功率
$p$	绝对压力
$p_0, p_b$	大气、环境压力
$p_g$	表压力
$p_i$	分压力
$p_s$	饱和压力
$p_v$	真空度;湿空气中水蒸气分压力
$Q$	热量
$q$	比热量
$q_m$	质量流量
$q_v$	体积流量;容量制冷量
$Q_p$	定压热效应

$Q_V$	定容热效应
$R$	摩尔气体常数
$R_g$	气体常数
$R_{g,eq}$	平均气体常数(折合气体常数)
$S$	熵
$s$	比熵
$S_g$	熵产
$S_f$	熵流
$S_{f,Q}$	热熵流
$S_{f,m}$	质熵流
$S_m$	摩尔熵
$S_m^0$	标准摩尔绝对熵
$T$	热力学温度
$t$	摄氏温度
$T_s, t_s$	沸点温度;饱和温度
$T_w$	湿球温度
$U$	热力学能
$u$	比热力学能
$U_m$	摩尔热力学能
$V$	体积
$V_m$	摩尔体积
$v$	比体积(质量体积)
$W$	膨胀功
$w$	比膨胀功
$W_{net}$	净功
$w_{net}$	比净功
$W_t$	技术功
$w_t$	比技术功
$W_s$	轴功
$w_s$	比轴功
$W_f$	流动功
$w_f$	比流动功
$W_u$	有用功
$w_u$	比有用功
$w_i$	质量分数
$x$	干度(专指湿蒸气中干饱和蒸气的质量分数)
$x_i$	摩尔分数
$z$	压缩因子;高度

#### 希腊字母

$\alpha$	抽汽量;离解度
$\gamma$	比热比(质量热容比)
$\varepsilon$	制冷系数;压缩比;化学反应度;粒子能量
$\varepsilon'$	供热系数

$\eta_c$	卡诺循环热效率
$\eta_{c,s}$	压气机绝热效率
$\eta_N$	喷管效率
$\eta_T$	蒸汽轮机、燃气轮机相对内效率
$\eta_t$	循环热效率
$\kappa$	等熵指数
$\kappa_s$	等熵压缩率
$\phi$	能级系数
$\Phi$	传热量
$\kappa_T$	等温压缩率
$\lambda$	升压比
$\mu_J$	绝热节流系数(焦汤系数,微分节流温度效应)
$\xi$	能量利用系数;热量利用系数
$\pi$	压力比(增压比)
$\nu_{cr}$	临界压力比
$\rho$	密度;预胀比
$\sigma$	表面张力;回热度
$\tau$	时间
$\varphi$	相对湿度;喷管速度系数
$\varphi$	体积分数

#### 下角标符号

a	空气中干空气的参数
ad	绝热系
B	锅炉
C	临界点参数;压缩机
con	冷凝器
cr	临界流动状况的参数
CV	控制体积
f	流体的参数
fg	汽化
g	气体的参数
G	发电机
i	序号
in	进口参数
iso	孤立系统
j	序号
m	物质的量;平均值
o	环境的参数;滞止参数
out	出口参数
opt	最佳值
p	定压过程物理量
P	管道;水泵
re	可逆过程
s	等熵过程物理量

s	饱和状态参数
$T$	等温过程物理量
T	汽轮机;燃气轮机
TP	三相点
u	有用的功量
$V$	定容过程物理量
v	湿空气中蒸汽的物理量
w	水的参数



## 普通高等学校机械设计制造及其自动化专业新编系列教材目录

- |                 |                |
|-----------------|----------------|
| 1. 机械工程概论       | 12. 工程测试       |
| 2. 画法几何及机械制图    | 13. 数控技术       |
| 3. 画法几何及机械制图习题集 | 14. 机械控制工程基础   |
| 4. 机械原理         | 15. 液压与气压传动    |
| 5. 机械设计         | 16. 机械 CAD/CAM |
| 6. 理论力学         | 17. 机械工程项目管理   |
| 7. 材料力学         | 18. 机电系统设计     |
| 8. 工程热力学        | 19. 现代设计方法     |
| 9. 工程材料         | 20. 机械工程专业英语   |
| 10. 机械制造技术基础    | 21. 精密与特种加工    |
| 11. 材料成型基础      |                |

项目负责：武汉理工大学出版社策划部

电 话：(027) 87386275

传 真：(027) 87388543

E-mail: wutp@public.wh.hb.cn

责任编辑：田道全

封面设计：杨 涛

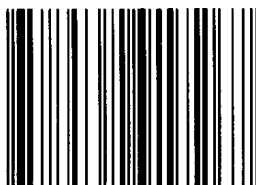
武汉理工大学出版社发行部

电 话：(027) 87394412

传 真：(027) 87651931

邮 编：430070

ISBN 7-5629-1726-4



9 787562 917267 >

ISBN 7-5629-1726-4

TH·48 定价：17.50 元

# 目 录

主要符号表	(1)
<b>0 绪论</b>	(1)
0.1 热能的利用	(1)
0.2 工程热力学的研究对象和研究方法	(1)
<b>1 基本概念</b>	(3)
本章提要	(3)
1.1 热力系、状态和状态参数	(3)
1.1.1 热力系与工质	(3)
1.1.2 平衡状态	(4)
1.1.3 状态参数	(4)
1.1.4 状态方程式	(6)
1.2 热力过程,功量和热量	(8)
1.2.1 热力过程	(8)
1.2.2 功量和热量	(9)
1.3 热力循环	(11)
1.4 工程热力学分析、处理问题的方法	(12)
本章小结	(12)
思考题	(13)
习题	(13)
<b>2 热力学基本定律</b>	(15)
本章提要	(15)
2.1 热力学第一定律	(15)
2.1.1 热力学第一定律的实质	(15)
2.1.2 热力系统的能量——储存能	(15)
2.1.3 功和热量——迁移能	(16)
2.1.4 热力学第一定律的一般表达式	(17)
2.1.5 闭口系统的能量方程	(18)
2.1.6 稳定流动系统的能量方程	(19)
2.1.7 稳定流动系统能量方程的应用	(22)
2.2 热力学第二定律	(26)
2.2.1 热过程的方向性与热力学第二定律的表述	(26)
2.2.2 卡诺循环和卡诺定理	(27)
2.2.3 熵的导出及孤立系熵增原理	(29)
* 2.2.4 熵方程	(34)
* 2.2.5 能量的品质与能量贬值原理	(35)
本章小结	(36)
思考题	(37)
习题	(37)
<b>3 工质的热力性质</b>	(39)
本章提要	(39)

3.1	理想气体的热力性质	(39)
3.1.1	理想气体及其状态方程	(39)
3.1.2	理想气体的比热容	(41)
3.1.3	理想气体的热力学能、焓和熵	(44)
3.2	蒸气的热力性质	(48)
3.2.1	水蒸气定压下的产生过程及其状态参数	(48)
3.2.2	蒸气的热力性质图表	(51)
3.2.3	蒸汽热力性质图表的应用	(54)
3.3	理想气体混合物	(56)
3.3.1	理想气体混合物	(56)
3.3.2	湿空气	(61)
	本章小结	(66)
	思考题	(66)
	习题	(66)
4	工质的热力过程	(68)
	本章提要	(68)
4.1	理想气体的热力过程	(68)
4.1.1	基本热力过程	(69)
4.1.2	多变过程	(76)
4.2	气体和蒸气的压缩	(80)
4.2.1	单级活塞式压气机的工作过程及耗功分析	(81)
4.2.2	多级压缩、中间冷却	(84)
4.2.3	叶轮式压气机的工作过程和耗功分析	(86)
4.3	气体与蒸气的流动	(88)
4.3.1	一元稳定流动的基本方程	(89)
4.3.2	音速和马赫数	(90)
4.3.3	促使流速改变的条件	(90)
4.3.4	喷管的热力计算	(91)
4.3.5	绝热节流过程	(97)
	本章小结	(98)
	思考题	(98)
	习题	(98)
5	热力循环与热工设备简介	(100)
	本章提要	(100)
5.1	内燃机的基本构造及循环	(100)
5.1.1	内燃机的基本构造	(100)
5.1.2	内燃机的工作过程与原理	(101)
5.1.3	内燃机的理想循环	(102)
5.2	制冷装置及循环	(105)
5.2.1	逆卡诺循环	(105)
5.2.2	蒸气压缩式制冷循环	(106)
* 5.2.3	吸收式制冷循环	(110)
* 5.2.4	热泵	(111)
	本章小结	(111)
	思考题	(112)

习题	(112)
<b>6 节能原理与技术简介</b>	(113)
本章提要	(113)
6.1 能源的分类与世界能源的形势	(113)
6.1.1 能源的分类	(113)
6.1.2 能源与环境	(113)
6.1.3 我国和世界能源的形势	(114)
6.1.4 中国能源的可持续发展对策	(114)
6.2 节能原理	(115)
6.2.1 能量的品质及其表示方法	(115)
6.2.2 节能原理	(115)
6.2.3 系统或过程的能量平衡	(116)
6.3 节能的技术与方法	(117)
6.3.1 系统节能技术与方法	(117)
6.3.2 过程节能技术与方法	(118)
6.4 蒸汽锤热效率的分析	(119)
本章小结	(120)
<b>附录</b>	(122)
附表 1 各种单位制常用单位换算表	(122)
附表 2 常用物理常数	(123)
附表 3 一些气体的摩尔质量、气体常数、低压下的比热容和摩尔热容	(123)
附表 4 理想气体的摩尔定压热容公式	(123)
附表 5 气体的平均比定压热容	(124)
附表 6 气体的平均比定容热容	(125)
附表 7 0~1500℃范围内气体的平均比热容(直线关系式)	(125)
附表 8 理想气体的热力性质(热力学能、焓和绝对熵)	(126)
附表 9 饱和水与饱和水蒸气热力性质表(按温度排列)	(127)
附表 10 饱和水与饱和水蒸气热力性质表(按压力排列)	(129)
附表 11 未饱和水与过热水蒸气热力性质表	(131)
附表 12 氟里昂 134a 饱和性质表(温度基准)	(136)
附表 13 氟里昂 134a 饱和性质表(压力基准)	(137)
附表 14 氟里昂 134a 过热蒸气热力性质表	(138)
附图 1 湿空气的焓湿图	(142)
附图 2 氨(NH <sub>3</sub> )的压焓图	(143)
附图 3 氟里昂 134a 压焓图	(144)
附图 4 水蒸气焓熵图	(插页)
<b>参考文献</b>	(145)



# 0 绪 论

## 0.1 热能的利用

自然能源的开发和利用是人类走向繁荣的起点,而能源开发和利用的程度又是社会生产发展的一个重要标志。

所谓能源,是指为人类生产与日常生活提供各种能量和动力的物质资源。迄今为止,自然界中已为人们发现的可被利用的能源主要有:风能、水能、太阳能、地热能、海洋能、核能和燃料的化学能等。在这些能源中,除风能、水能和海洋潮汐能是以机械能的形式提供给人们之外,其余各种能源都往往以热能的形式提供给人们。例如,太阳能是直接的热能;燃料(煤、石油、天然气等)的化学能,常通过燃烧将其化学能释放并转换为热能;核能通过裂变反应或聚变反应释放出高温热能。据统计,经过热能形式而被利用的能量,在我国占90%以上,世界其他国家平均超过85%。因此从某种意义上讲,能源的开发和利用就是热能的利用。各种能源与热能的转换以及热能的利用情况如图0.1所示。

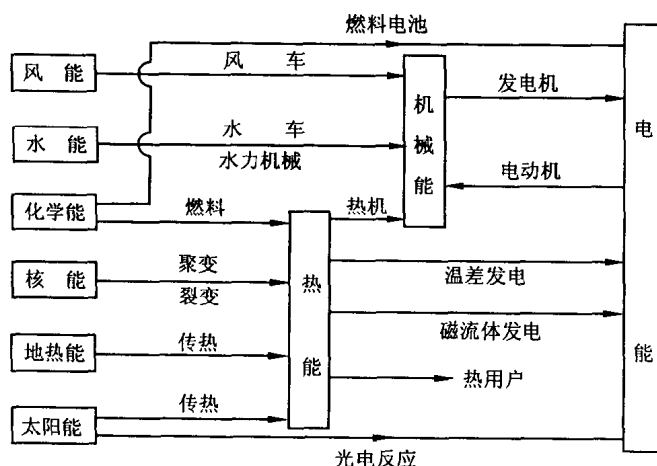


图 0.1 能量利用过程示意图

热能的利用,有以下两种基本方式:一种是直接利用,即将热能直接用于加热物体,如烘干、采暖、熔炼等;另一种是间接利用,通常是指将热能转变为其他形式的能量,如机械能或者电能而加以利用,如蒸汽轮机、内燃机、燃气轮机、喷气发动机等的热机皆属此类。

热能的直接利用固然重要,然而热能的间接利用更为普遍和有意义。目前,各种热能动力装置(即热机)仍然是为人类提供动力的主要形式。在动力需求日益增长的今天,如何开发新的能源,如何有效地实现能量转换,这是摆在能量转换学科及热能工作者面前的一个十分迫切而又重要的课题。与此同时,一种消耗机械功而使热从低温移向高温的制冷装置也在工业生产、医药卫生和人们生活中有了愈来愈多的应用,显示出愈来愈大的重要性。为了使热能与机械能或电能之间的转换更加有效、更加经济,为了研制出优良的热动力装置和制冷装置,并有效地使用它们,这就需要掌握有关热能及其转换规律的知识——即工程热力学的知识。

## 0.2 工程热力学的研究对象和研究方法

如上所述,工程热力学是研究热能与其他形式的能量(尤其是机械能)相互转换规律的一门学科。工程热力学的主要研究内容,归纳起来,包括以下几个方面:

(1) 研究能量转换的宏观规律,即热力学第一定律与第二定律。这是工程热力学的理论基础。其中热力