



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

热工基础

第三版

张学学 主 编

张学学 李桂馥 史 琳 编

高等教育出版社



“十二五”普通

规划教材

热工基础

R E G O N G J I C H U

第三版

张学学 主 编

张学学 李桂馥 史 琳 编

高等教育出版社·北京

内容简介

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,是在第二版(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)的基础上,总结近几年教学改革经验修订而成的。

本书是综合性热工技术理论基础教材,分为工程热力学与传热学两篇。工程热力学篇主要介绍工程热力学的基本概念和基本定律、常用工质的热物理性质、基本热力过程与典型热力循环分析及提高循环效率的途径;传热学篇主要介绍导热、对流换热、辐射换热的基本规律、求解方法以及控制(强化或削弱)热量传递过程的技术措施,换热器的热计算方法。

热工基础知识是工科各类专业人才工程素质的重要组成部分。本书对工程热力学和传热学的内容进行了精选,力求做到传统的经典内容与现代科学技术的发展相结合,并选编了适量的密切联系工程实际的例题、思考题及习题,有利于培养学生的工程意识,提高学生理论联系实际、分析解决问题的能力。为了满足多媒体教学的需求,本书还配套了多媒体课件。

本书可作为普通高等学校非能源动力类专业48~64学时热工基础、热工学、工程热力学与传热学课程教材或教学参考书,也可供有关工程技术人員参考。

图书在版编目(CIP)数据

热工基础 / 张学学主编; 张学学, 李桂馥, 史琳编.
— 3版. — 北京: 高等教育出版社, 2015. 4
ISBN 978-7-04-042297-9

I. ①热… II. ①张… ②李… ③史… III. ①热工学—高等学校—教材 IV. ①TK122

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第040659号

策划编辑 宋晓 责任编辑 宋晓 封面设计 张楠 版式设计 王艳红
插图绘制 尹文军 责任校对 刘莉 责任印制 刘思涵

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印刷 唐山市润丰印务有限公司
开本 787 mm×960 mm 1/16
印张 26
字数 480千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2000年9月第1版
2015年4月第3版
印 次 2015年4月第1次印刷
定 价 47.50元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 42297-00



面向21世纪课程教材



“十二五”普通高等教育
本科国家级规划教材

清华大学名优教材立项资助

第三版前言

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,是在第一版(教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”中“热工课程教学内容和课程体系的改革与实践”项目的研究成果)和第二版(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)的基础上,总结清华大学近年来热工课程教学经验修订而成的,编写过程中参考了国内已有的热工基础、热工学、工程热力学及传热学教材和国内外有关文献^[1-48]。

本书在结构上仍然保持了传统的热工基础教材的内容体系,分为工程热力学篇与传热学篇,但根据现代工程与科学技术发展对人才培养的需要,在第二版的基础上适当拓宽了传热学篇,增加了导热的数值解法基础、热管的工作原理、太阳辐射等内容,使传热学篇和工程热力学篇在篇幅上大体相同。

构成热工基础理论的工程热力学与传热学是伴随着第一次工业革命中热能的利用、热机的发明逐渐形成和发展起来的,所以热工基础的基本内容,尤其是工程热力学篇的基本概念、基本定律的论述都是以热能利用、热机工作原理为背景展开的。但随着现代工业与科学技术的发展,热科学已深入到热能力之外的机械、冶金、化工、环境、交通运输、电子、信息工程、航空航天及生物医学工程等领域,为解决这些领域中与热现象有关的技术难题发挥着重要作用。热现象的有关知识是现代工程技术人才必备的技术基础知识,是 21 世纪工科各类专业人才工程素质的重要组成部分。因此,为使本书适应 21 世纪人才培养的需要,一方面,对工程热力学和传热学的内容加以精选,力求做到传统的经典内容与现代科学技术的最新成果相结合,对基本概念、基本定律的阐述力求严谨、精练、准确,并突出工程热力学、传热学的宏观研究方法与工程应用;另一方面,为了拓宽本书的专业面和适用性,加强了热工基础理论的一般性、普适性的论述,在精心选择例题进行示范性分析的同时选编了适量的密切联系工程实际的思考题和习题,用以培养学生的工程意识,培养和提高学生理论联系实际、分析问题、解决问题的能力,并且适当地扩大了例题、思考题及习题的专业范围,力求使本书在内容的深度和广度上适应不同专业人才培养的需要。

本书在章节安排上与第二版基本相同,仅对部分内容进行了修改,加强了论

述的科学性、严谨性。此外,为了满足多媒体教学的需求,本书配套了多媒体课件。该课件摘录了本书的重点内容,并按章节、教学顺序进行了编辑,目的是为使用本教材进行教学的教师提供一个制作多媒体教学课件的平台,他们可以在此基础上按照自己的教学思路进一步编排教学内容,可以节约大量文字、公式的录入时间,同时也为学生提供一个学习的辅导材料。

本书采用我国法定计量单位。

本书可作为高等学校非能源动力类各专业48~64学时热工基础、热工学课程教材或教学参考书,也可供有关工程技术人员参考。由于本书在结构上分为相对独立的工程热力学篇和传热学篇,所以也可作为低学时(如32学时)工程热力学或传热学课程的教材或参考书。本书是为满足64学时热工基础课程教学需要编写的,对于低学时热工基础课程,打*号的内容可根据教学要求自行选择。

本书第一版由清华大学张学学、李桂馥合编。第二版的修订工作及多媒体课件的制作由张学学、史琳承担。第三版的修订工作由张学学完成。张学学担任全书的主编。

本书第一、二版由哈尔滨工业大学杨玉顺教授和天津大学赵镇南教授审阅,第三版由北京科技大学冯俊小教授审阅,他们提出了许多宝贵的意见和建议,使本书的质量得到保证。在书稿的编写过程中得到了清华大学及兄弟院校热工界许多老师的关心和帮助。本书获得清华大学名优教材立项资助。在此一并表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2014年10月于清华大学

主要符号

拉丁字母

a	热扩散率, m^2/s	l	长度, m ; 特征长度, m
A	面积, m^2	m	质量, kg
b	宽度, m	M	摩尔质量, kg/mol
c	比热容(质量热容), $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$; 声速、光速, m/s	n	物质的量, mol ; 多变指数; 折射率
c_f	流速, m/s ; 范宁摩擦系数	p	绝对压力, Pa
c_p	比定压热容, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	p_b	大气压力, Pa
c_v	比定容热容, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	p_e	表压力, Pa
C_m	摩尔热容, $\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$	p_i	混合物组元 i 的分压力, Pa
d	含湿量, kg/kg (干空气); 直径, m	p_v	真空度, Pa ; 水蒸气分压力, Pa
e	比总能量, J/kg	p_s	饱和压力, Pa
E	总能量, J ; 辐射力, W/m^2	P	功率, W
E_k	宏观动能, J	q	比热量, J/kg ; 热流密度, W/m^2
E_p	宏观位能, J	q_m	质量流量; kg/s
e_x	比焓, J/kg	Q	热量, J
E_x	焓, J	r	汽化潜热, J/kg ; 半径, m
$e_{x,H}$	比焓焓, J/kg	R	摩尔气体常数, $\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$; 热阻, K/W
$E_{x,H}$	焓焓, J	R_g	气体常数, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
$e_{x,Q}$	比热量焓, J/kg	s	比熵, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$; 管间距, m
$E_{x,Q}$	热量焓, J	S	熵, J/K ; 形状因子
f	阻力系数; 频率, Hz	t	摄氏温度, $^{\circ}\text{C}$
F	作用力, N	t_d	露点温度, $^{\circ}\text{C}$
g	重力加速度, m/s^2	t_w	湿球温度, $^{\circ}\text{C}$
h	比焓, J/kg ; 高度, m ; 表面传热系数, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	t_s	饱和温度, $^{\circ}\text{C}$
H	焓, J ; 高度, m	T	热力学温度, K ; 周期, s
I	作功能力损失, J	u	比热力学能, J/kg ; 速度, m/s
J	有效辐射, W/m^2	U	热力学能, J
k	传热系数, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	v	比体积, m^3/kg ; 速度, m/s
		V	体积, m^3
		V_m	摩尔体积, m^3/mol

II 主要符号

V_c 余隙容积, m^3
 w 比膨胀功, J/kg
 w_i 混合物组元 i 的质量分数
 w_s 比轴功, J/kg
 w_t 比技术功, J/kg
 w_f 比流动功, J/kg
 w_{net} 比循环净功, J/kg
 W 膨胀功, J
 W_s 轴功, J
 W_t 技术功, J
 W_f 流动功, J
 W_{net} 循环净功, J
 x 干度; 笛卡尔坐标
 x_i 混合物组元 i 的摩尔分数
 y, z 笛卡尔坐标

希腊字母

α 抽气量; 体胀系数, K^{-1} ; 吸收比
 β 肋化系数
 γ 比热容比
 δ 厚度, m
 ϵ 压缩比; 制冷系数; 发射率
 ϵ' 供热系数
 η 效率; 动力粘度, $Pa \cdot s$; 量纲一的
 (无量纲)^① 距离
 κ 绝热指数

θ 过剩温度, K 或 $^{\circ}C$; 平面角, rad
 λ 升压比; 波长, m 或 μm ; 热导率, $W/(m \cdot K)$
 π 增压比
 ρ 密度, kg/m^3 ; 预胀比; 反射比
 ν 运动粘度, m^2/s
 φ 相对湿度; 平面角, rad
 φ_i 混合物组元 i 的体积分数
 Φ 热流量, W
 $\dot{\Phi}$ 内热源强度, W/m^3
 Ω 立体角, sr

特征数

$Bi = \frac{hl}{\lambda}$ 毕渥数
 $Fo = \frac{a\tau}{l^2}$ 傅里叶数
 $Gr = \frac{g\alpha\Delta t l^3}{\nu^2}$ 格拉晓夫数
 $Nu = \frac{hl}{\lambda}$ 努塞尔数
 $Pr = \frac{\nu}{a}$ 普朗特数
 $Re = \frac{ul}{\nu}$ 雷诺数
 $St = \frac{Nu}{Re Pr} = \frac{h}{\rho u c_p}$ 斯坦顿数

① 现行国家标准 GB 3100—1993 规定用法为“量纲一”, 习惯上称为无量纲, 下同。

目 录

主要符号

绪论	1
0-1 能量与能源	1
0-2 热工基础的研究内容	4

第一篇 工程热力学

第一章 基本概念	9
1-1 热力系统	9
1-2 平衡状态与状态参数	10
1-3 状态方程与状态参数坐标图	13
1-4 准平衡过程与可逆过程	13
1-5 功量与热量	15
思考题	17
习题	18
第二章 热力学第一定律	20
2-1 热力系统的储存能	20
2-2 热力学第一定律的实质	21
2-3 闭口系统的热力学第一定律表达式	21
2-4 开口系统的稳定流动能量方程式	22
2-5 稳定流动能量方程式的应用	26
思考题	29
习题	29
第三章 理想气体的性质与热力过程	32
3-1 理想气体状态方程式	32
3-2 理想气体的热容、热力学能、焓和熵	35
3-3 理想混合气体	42
3-4 理想气体的热力过程	49
* 3-5 气体压缩	62

II 目 录

* 3-6	气体在喷管中的流动	69
* 3-7	绝热滞止	76
	思考题	77
	习题	78
第四章	热力学第二定律	82
4-1	自发过程的方向性与热力学第二定律的表述	82
4-2	卡诺循环与卡诺定理	83
4-3	熵	88
* 4-4	焓	97
	思考题	100
	习题	101
第五章	水蒸气与湿空气	104
5-1	水蒸气的产生过程	104
5-2	水蒸气的状态参数	107
5-3	水蒸气的基本热力过程	111
5-4	湿空气的性质	114
5-5	湿空气的基本热力过程	122
* 5-6	干湿球温度计	124
	思考题	125
	习题	125
第六章	动力装置循环	128
6-1	蒸汽动力装置循环	128
6-2	活塞式内燃机循环	138
* 6-3	燃气轮机装置的理想循环	147
	思考题	149
	习题	150
第七章	制冷装置循环	152
7-1	空气压缩式制冷循环	152
7-2	蒸气压缩式制冷循环	155
* 7-3	吸收式制冷循环	159
* 7-4	热泵	160
	思考题	161
	习题	162

第二篇 传 热 学

第八章	热量传递的基本方式	165
-----	-----------------	-----

8-1 热传导	165
8-2 热对流	167
8-3 热辐射	168
8-4 传热过程简介	170
思考题	172
习题	173
第九章 导热	174
9-1 导热理论基础	174
9-2 稳态导热	187
9-3 非稳态导热	206
* 9-4 导热问题的数值解法基础	222
思考题	230
习题	231
第十章 对流换热	234
10-1 概述	234
10-2 对流换热的数学描述	238
10-3 外掠等壁温平板层流换热分析解简介	248
10-4 对流换热的实验研究方法	254
10-5 单相流体强迫对流换热特征数关联式	263
10-6 自然对流换热	278
* 10-7 凝结与沸腾换热	288
思考题	299
习题	300
第十一章 辐射换热	302
11-1 热辐射的基本概念	302
11-2 黑体辐射的基本定律	306
11-3 实际物体的辐射特性,基尔霍夫定律	310
11-4 辐射换热的计算方法	316
11-5 遮热板原理	328
* 11-6 太阳辐射	330
思考题	334
习题	334
第十二章 传热过程与换热器	337
12-1 传热过程	337
12-2 换热器	344
12-3 传热的强化与削弱	353
思考题	356

IV 目 录

习题	356
附录	359
附表 1 常用单位换算	359
附表 2 常用气体的平均比定压热容	360
附表 3 常用气体的平均比定容热容	361
附表 4 空气的热力性质	362
附表 5 饱和水与饱和水蒸气的热力性质(按温度排列)	363
附表 6 饱和水与饱和水蒸气的热力性质(按压力排列)	367
附表 7 未饱和水与过热水蒸气的热力性质	371
附表 8 氨(NH ₃)饱和液与饱和蒸气的热力性质	378
附表 9 氟利昂 12(CCl ₂ F ₂)饱和液与饱和蒸气的热力性质	380
附表 10 氟利昂 134a 饱和液与饱和蒸气的热力性质(按温度排列)	381
附表 11 氟利昂 134a 饱和液与饱和蒸气的热力性质(按压力排列)	383
附表 12 氟利昂 134a 过热蒸气的热力性质(按温度排列)	385
附表 13 金属材料的密度、比热容和热导率	389
附表 14 保温、建筑及其他材料的密度和热导率	391
附表 15 几种保温、耐火材料的热导率与温度的关系	392
附表 16 干空气的热物理性质($p=1.013\ 25\times 10^5$ Pa)	393
附表 17 大气压力($p=1.013\ 25\times 10^5$ Pa)下烟气的热物理性质	394
附表 18 饱和水的热物理性质	394
附表 19 干饱和水蒸气的热物理性质	396
附表 20 几种饱和液体的热物理性质	398
附表 21 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	400
附表 22 大气压力($p=1.013\ 25\times 10^5$ Pa)下过热水蒸气的热物理性质	400
附图 湿空气的 $h-d$ 图(压力 $p=0.1$ MPa)	401
参考文献	402

能源是提供能量的物质资源,是人类社会赖以生存和发展的源泉。从原始的人力、畜力、水力、柴薪燃料的使用到今天化石燃料(煤、石油、天然气)的大量开采以及核能、太阳能、地热能、生物质能等各种新能源的开发,能源的开发利用极大地促进了人类社会的发展。能源建设是世界各国国民经济建设的基础,能源的开发利用水平是人类社会文明的重要标志之一。

学习热工基础课程的主要目的是认识和掌握能源开发利用的基本规律,为合理、高效地开发利用能源奠定理论基础。

0-1 能量与能源

1. 能量

世界是由物质构成的。一切物质都处于运动状态,能量是物质运动的度量。一切物质都具有能量,如果没有能量,世界就会永远处于静止状态,也就不会有生命存在。

能量是人类生存与社会进步的动力。人类在日常生活和生产过程中需要各种形式的能量。随着人类社会的发展,人们对能量的认识和利用水平不断提高,到目前为止,人类所认识和利用的能量主要有以下几种。

(1) 机械能

机械能主要包括物体的动能和势能,二者统称为宏观机械能,是人类最早认识和利用的能量。从古代水车、风车的使用到现代水力、风力发电都是人类利用机械能的典型范例。

(2) 热能

热能是指物质分子的热运动(包括移动、转动与振动)动能和由于分子间相互作用力而具有的位能,即不涉及化学变化和原子核反应的热力学能,习惯上也称为内热能。温度的高低反映物质分子热运动的强度,因此也是物体具有热能多少的宏观标志之一。热能也是人类较早认识和利用的能量,从钻木取火烧饭、取暖到现代各式各样的热力发动机(蒸汽机、内燃机、航空发动机、火箭发动机

等)的发明,都是人类利用热能为日常生活和社会生产服务。

(3) 电能

电能是与电荷的运动与积蓄有关的能量,也是目前人类利用最普遍的能量之一。工业上和日常生活中所利用的电能通常是由其他形式的能量通过发电设备转换而来。

(4) 化学能

化学能与物质的分子结构有关,是通过物质的化学反应所释放的能量。例如,人类就是通过燃烧反应将储存在燃料(木柴、煤、柴油、汽油、天然气等)中的化学能转换成热能加以利用的。

(5) 核能

核能蕴藏在物质原子核的内部,是通过核反应(核裂变或核聚变)释放的能量。通过核反应堆将核能转换为热能或进一步转换为电能加以利用是人类和平利用核能的主要途径。

(6) 辐射能

按照电磁理论,辐射能是物体以电磁波的形式向外发射的能量。对人类生存和发展具有重大意义的太阳能就是一种辐射能。辐射能通常由其他形式的能量(如热能、核能)转换而来。

2. 能源

能源是指能够直接或间接提供能量的物质资源。地球上存在各种形式的能源,通常人们将能源按照以下几种方式分类。

(1) 根据初始来源

- 1) 地球本身蕴藏的能源 如核能、地热能等。
- 2) 来自地球以外天体的能源 如太阳能以及由太阳能转化而来的风能、水能、海洋波浪能、生物质能以及化石燃料(如煤、石油、天然气)等。
- 3) 地球与其他天体相互作用产生的能源 如潮汐能等。

(2) 按照开发步骤

- 1) 一次能源 即在自然界以自然形态存在可以直接开发利用的能源,如煤、石油、天然气、风能、水能、太阳能、地热能、海洋能等。
- 2) 二次能源 即由一次能源直接或间接转化而来的能源,如电力、煤气、汽油、沼气、氢气、甲醇、酒精等。

(3) 按照开发利用情况及其在社会经济生活中的地位

- 1) 常规能源 指开发时间较长,技术比较成熟,被广泛利用的能源,如煤炭、石油、天然气、水能等。
- 2) 新能源 指开发时间较短,因技术不成熟尚未被大规模开发利用的能

源,如太阳能、风能、地热能、海洋能、生物质能以及核能等。

(4) 按照能否再生

1) 可再生能源 指不会因被开发利用而明显减少,具有自然恢复能力的能源,如太阳能、风能、海洋能、生物质能等。

2) 非再生能源 指储量有限,随被开发利用而日益减少,最终将会枯竭的能源,如煤、石油、天然气等。

(5) 按照开发利用过程中对环境的污染情况

1) 清洁能源 即对环境无污染或污染很小的能源,如太阳能、风能、水能、海洋能等。

2) 非清洁能源 即对环境污染较大的能源,如煤、石油、天然气等。

世界各国经济发展的实践证明,正常情况下,每个国家能源消费总量及增长速度与其国民经济总产值及增长速度成正比,而能源的人均消耗量的多少则反映国民生活水平的高低。因此,能源问题是全世界关注的重大问题,从 20 世纪 70 年代起,能源问题成为世界五大问题(能源、人口、粮食、环境、资源)之一。

能源建设是我国国民经济建设的战略重点之一。我国的能源建设面临的主要问题有:

(1) 人均能源储备量少,远低于世界平均水平。例如,我国是煤炭生产大国,2012 年探明的可开采储量居世界第三,但由于我国拥有近 14 亿人口,所以人均储量远低于世界平均水平。

(2) 能源开发利用设备和技术落后,能源利用率低,浪费严重。我国目前能源终端利用率仅为 33%,比发达国家低 10% 以上。我国每千克标准煤生产的国民经济产值仅为 0.36 美元,而世界平均水平为 1.86 美元,日本平均水平为 5.58 美元,日本的平均水平是我国的 15.5 倍。

(3) 环境污染严重。由于我国能源构成以煤炭为主,约 75% 的能源需求由煤炭提供,绝大多数的工业锅炉以煤为燃料,众多城市人口的生活和取暖还在用煤,加上农村 6 亿多人口的生活用能还以燃烧柴薪、煤为主,烟气的排放使大气受到严重的污染。据世界银行报导,我国城市空气污染对人体健康和生产造成的损失估计每年超过 200 亿美元;酸雨使农作物每年减产损失达 50 亿美元。目前我国的 CO₂ 排放量仅次于美国,居世界第二位,占世界总排放量的 13.6%^[32]。

我国的能源建设要走可持续发展的道路,必须两条腿走路:一是合理利用能源,提高能源利用率,包括从技术上改进现有的能源利用系统和设备,将可用能的损失减少到最低限度,并积极开发高效、低污染的能源利用系统和先进的节能设备;二是大力开发对环境无污染或污染很小的新能源,如太阳能、风能、水能、地热能、海洋能、生物质能以及核能等。

3. 热能利用

能量的利用过程实质上是能量的传递与转换过程。

在上述能源中,风能、水能、海洋能可以通过风车、水轮机直接转换成机械能或者再通过发电机由机械能转换成电能;太阳能可以通过光合作用转换成生物质能,也可以通过太阳能集热器转换成热能,还可以通过光电反应直接转换成电能;氢、酒精等一些二次能源中的化学能可通过燃料电池直接转换成电能。除此之外,其他能源的能量(如煤、石油、天然气中的化学能以及核燃料中的核能等)通常都是通过燃烧或核反应转换成热能直接或间接加以利用。据统计,目前,通过热能形式被利用的能源在我国占总能源利用的90%以上,世界其他国家也平均超过85%。由此可见,在能量转换与利用过程中,热能不仅是最常见的形式,而且具有特殊重要的作用。热能的有效利用对于解决我国的能源问题乃至对人类社会的发展有着重大意义。

热能利用有两种基本方式:一种是热利用,即将热能直接用于加热物体,以满足做饭、采暖、烘干、熔炼等需要,这种利用方式已具有几千年的历史;另一种是动力利用,通常是指通过各种热力发动机(如火力发电厂的蒸汽动力装置、燃气轮机、内燃机等)将热能转换成机械能或者再通过发电机转换成电能,为人类的日常生活、工农业生产及交通运输提供动力。自从18世纪中叶发明蒸汽机以来,至今虽然只有200多年的历史,但却开创了热动力利用的新纪元,使人类社会的生产力和科学技术的发展突飞猛进。然而,热能通过各种热机转换为机械能的有效利用程度(热效率)较低,早期蒸汽机的热效率只有1%~2%,现代燃气轮机装置的热效率约为37%~42%,蒸汽电站的热效率也只有40%左右。如何更有效地实现热能和机械能之间的转换,提高热机的热效率,是十分重要的课题。

我国目前的热能利用技术水平与世界发达国家相比还有很大差距,主要是热能利用系统落后、热能利用率低、经济性差。为了更加有效、合理地利用热能,促进国民经济的发展,工程技术人员要熟悉和掌握热能利用的基本规律和提高热能利用率的方法。

0-2 热工基础的研究内容

热工基础(或称为热工理论基础)是由工程热力学和传热学两部分基本内容组成的综合性热工技术理论基础,主要研究热能利用的基本规律、提高热能利用率的方法以及热能利用过程和其他热现象中的热量传递的基本规律。

1. 工程热力学的研究内容与研究方法

工程热力学是热力学的一个分支,是热力学理论在工程上的具体应用。

工程热力学主要研究热能和机械能及其他形式的能量之间相互转换的规律。因为热能和机械能之间的相互转换是通过工质在热工设备中的循环状态变化过程来实现的,所以热能与机械能转换所必须遵循的基本规律——热力学第一定律和热力学第二定律是工程热力学的理论基础;工质的热力性质、热力过程和热力循环、热机与制冷装置的工作原理以及提高能量转换经济性的途径和技术措施,是工程热力学的主要研究内容。随着工业生产和科学技术的发展,工程热力学的研究范围逐步延伸到燃烧化学、溶液、低温超导、高能激光、海水淡化、气象以及生物等各个领域。

工程热力学采用经典热力学的宏观研究方法,它以热力学第一定律、第二定律作为分析和推理的基础,对宏观的热力过程进行研究,不涉及物质的微观结构和物质分子、原子的微观行为,因此分析推理的结果具有可靠性和普遍性。此外,工程热力学还普遍采用抽象、概括、理想化和简化处理方法,突出实际现象的本质和主要矛盾,忽略次要因素,建立合理简化的物理模型,集中反映热力过程的本质。

通过本书工程热力学篇的学习,不仅能使读者掌握工程热力学的基本概念、基本定律、基本热力过程和循环的分析计算方法、常用工质的热物理性质以及常用热力设备(动力装置、制冷装置等)的工作原理,树立节约能源、合理用能的理念,还能使读者了解工程热力学的辩证唯物主义的研究方法,有助于培养、树立辩证唯物主义的世界观和方法论。

2. 传热学的研究内容与研究方法

传热学主要研究热量传递的规律。

热量是指在温差作用下传递的能量。热力学第二定律指出,热量可以自发地由高温热源传给低温热源。这就是说,有温差就会有热量传递(简称传热)。在自然界以及在人们的日常生活和生产实践中,温差几乎无处不在,所以热量传递是普遍存在的物理现象,对人们的生活和生产实践有广泛而深刻的影响。因此,认识传热的规律,掌握控制与优化热量传递的方法和技术措施,对国民经济建设、改善人民生活具有重要的意义。

一切热能利用过程都离不开传热。工程热力学将热机的工作过程概括为:工质从高温热源吸取热量,将其中的一部分转变为机械能,其余部分传给低温热源。这说明,在热机的工作过程中自始至终都伴随着热量的传递。热力学第二定律指出,热量传递是一种不可逆过程,随着热量从高温热源传向低温热源,热