



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

工程热力学

第五版

沈维道 童钧耕 主编

高等教育出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

工程热力学

Gongcheng Relixue

第五版

沈维道 童钧耕 主 编
王雨伟 参 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,是在第四版的基础上,总结近年教学研究和教学改革成果并吸收国内一些高校师生的意见修订而成的,满足教育部制订的《高等学校工科本科工程热力学课程(多学时)教学基本要求》。本书第四版是普通高等教育“十一五”国家级规划教材、国家级精品教材。

本书保持了第四版的体系,全书共13章,以能量传递、转移过程中数量守恒和质量蜕变为主线阐述了工程热力学的基本概念、基本定律,气体及蒸汽的热力性质,各种热力过程和循环的分析计算及热力学在化学过程中的应用等内容。本书在加强基础理论的同时注意吸收当今热工科技成熟的新成果,注重联系工程实践和学生创新能力的培养。本书所附光盘包含的工程热力学导论录像、多媒体课件、各章习题提示及参考答案、气体热力性质查询软件及工程热力学名词和术语查询软件等为读者自主、深入学习工程热力学构筑了新的平台。

本书既继承了前几版便于自学的特点,又进一步拓展了内容的广度和深度,可作为高等学校能源动力类、化工与制药类、航空航天类、机械类、交通运输类、核工程类及土木类等专业的教材,也可供有关科技工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程热力学/沈维道,童钧耕主编.--5版.--北京:高等教育出版社,2016.3(2017.7重印)

ISBN 978-7-04-044632-6

I. ①工… II. ①沈… ②童… III. ①工程热力学-高等学校-教材 IV. ①TK123

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 006342 号

策划编辑 宋 晓

责任编辑 宋 晓

封面设计 张志奇

版式设计 杜微言

插图绘制 杜晓丹

责任校对 窦丽娜

责任印制 毛斯璐

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 高教社(天津)印务有限公司
开 本 787mm×960mm 1/16
印 张 31.75
字 数 590千字
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 1965年12月第1版
2016年3月第5版
印 次 2017年7月第4次印刷
定 价 54.00元

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 44632-00

第五版前言

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,是在第四版的基础上,总结近年教学研究和教学改革成果并吸收一些高校师生的意见修订而成的,满足教育部制订的《高等学校工科本科工程热力学课程(多学时)教学基本要求》。

本书第一版、第二版和第三版得到广大师生的认可,第四版在保持原教材体系的框架下做了一定的变动,增加了与工程实践紧密联系的内容,配置了光盘。第四版在与科技发展及国家建设紧密结合、编排更符合教学规律以及教材立体化等方面有不少的改进,出版以来多次重印,2009年获得国家级精品教材的荣誉。与第四版相比,第五版没有在教材体系的框架上做重大的变动,而是基于教学经验对各章节做了适当的改写。例如,第五章在熵方程、孤立系统熵增原理方面进行了重新编排——从系统熵变的原因引出熵流和熵产,进而导出闭口系和稳流开系的熵方程、孤立系统的熵增原理及熵产与系统作功能力损失的关系;充实每章归纳,使之更好地归纳本章主要内容及其内在逻辑;例题后设置了讨论,点出答案后面的原理和注意点。对光盘内的多媒体课件进行了重点加工,每章开头增设了本章学习目标,并且通过导入身边发生的或大家关注的相关事例引起对即将学习内容的关注,为学习新概念做铺垫、设置悬念,激发学习兴趣。希望这些工作能使第五版在广大师生和读者中受到更大的欢迎。

本书由童钧耕负责修订,王丽伟参加了本版的修订工作,她的参与为第五版带来新的气息和理念。

上海海事大学吴孟余教授仔细审阅了本书,肯定了第五版延续以前各版阐述严谨、便于自学,并在与工程实践的结合上进一步深化的特点,并提出了中肯的意见和建议,在此深表感谢。本书在编写过程中得到了上海交通大学机械与动力工程学院同仁吴慧英教授、刘振华教授、胡国新教授、石玉美教授、叶强副教授、于娟副教授以及教学技术中心的黄健高级工程师、刘秀工程师等的鼎力相助,在此一并表示感谢。

虽然第三版出版后不久先师沈维道教授即仙逝,但本版仍然包含了沈先生的一些理念,相信第五版的问世也是对沈先生的纪念。也相信,曾为本书付出辛勤劳动、现定居于澳洲的蒋智敏教授会为第五版的出版感到

欣慰。

书中的不妥之处,望能不吝指正。

上海交通大学机械与动力工程学院 童钧耕

2015 年 10 月

E-mail:jgtong@sjtu.edu.cn

主要符号

A	面积, m^2	M_r	相对分子质量
c_f	流速, m/s	M_{eq}	平均摩尔质量(折合摩尔质量), kg/mol
c	比热容(质量热容), $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$; 浓度, mol/m^3	n	多变指数; 物质的量, mol
c_p	比定压热容, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	p	绝对压力, Pa
c_v	比定容热容, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	p_0	大气环境压力, Pa
C_m	摩尔热容, $\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$	p_b	大气环境压力, 背压力, Pa
$C_{p,m}$	摩尔定压热容, $\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$	p_e	表压力 Pa
$C_{v,m}$	摩尔定容热容, $\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$	p_i	分压力, Pa
d	含湿量, $\text{kg}(\text{水蒸气})/\text{kg}(\text{干空气})$; 耗汽率, kg/J	p_s	饱和压力, Pa
E	总能(储存能), J	p_v	真空度, 湿空气中水蒸气的分压力, Pa
E_x	焔, J	Q	热量, J
$E_{x,Q}$	热量焔, J	q_m	质量流量, kg/s
$E_{x,U}$	热力学能焔, J	q_v	体积流量, m^3/s
$E_{x,H}$	焔焔, J	Q_p	定压热效应, J
E_k	宏观动能, J	Q_v	定容热效应, J
E_p	宏观位能, J	R	摩尔气体常数, $\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$
F	力, N ; 亥姆霍兹函数, J	R_g	气体常数, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
G	吉布斯函数, J	$R_{g,\text{eq}}$	平均气体常数, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
H	焓, J	S	熵, J/K
H_m	摩尔焓, J/mol	S_g	熵产, J/K
ΔH_c^0	标准燃烧焓, J/mol	S_f	(热)熵流, J/K
ΔH_f^0	标准生成焓, J/mol	S_m	摩尔熵, $\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$
I	作功能力损失(焔损失), J	S_m^0	标准摩尔绝对熵, $\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$
K_c	以浓度表示的化学平衡常数	T	热力学温度, K
K_p	以分压力表示的化学平衡常数	T_i	转回温度, K
M	摩尔质量, kg/mol	t	摄氏温度, $^{\circ}\text{C}$
Ma	马赫数	t_s	饱和温度, $^{\circ}\text{C}$

t_w	湿球温度, $^{\circ}\text{C}$	κ_T	等温压缩率, Pa^{-1}
U	热力学能, J	λ	升压比
U_m	摩尔热力学能, J/mol	μ	化学势
V	体积, m^3	μ_J	焦耳-汤姆逊系数(节流微分效应)
V_m	摩尔体积, m^3/mol	π	压力比(增压比)
W	膨胀功, J	ν	化学计量系数
W_{net}	循环净功, J	ν_{cr}	临界压力比
W_i	内部功, J	ρ	密度, kg/m^3 ; 预胀比
W_s	轴功, J	σ	回热度
W_t	技术功, J	φ	相对湿度; 喷管速度系数
W_u	有用功, J	φ_i	体积分数
w_i	质量分数	下脚标	
x	干度	a	湿空气中干空气的参数
x_i	摩尔分数	c	卡诺循环; 冷库参数
z	压缩因子	C	压气机
α	抽汽量, kg; 离解度	CM	控制质量
α_v	体[膨胀]系数, K^{-1} 或 $^{\circ}\text{C}^{-1}$	cr	临界点参数; 临界流动状况参数
γ	比热容比; 汽化潜热, J/kg	CV	控制体积
ε	制冷系数; 压缩比	in	进口参数
ε'	供暖系数	iso	孤立系统
η_c	卡诺循环热效率	m	每摩尔物质的物理量
$\eta_{C,s}$	压气机绝热效率	s	饱和参数; 相平衡参数
η_{e_x}	炯效率	out	出口参数
η_T	蒸汽轮机、燃气轮机的相对内效率	v	湿空气中水蒸气的物理量
η_t	循环热效率	0	环境的参数; 滞止参数
κ	等熵指数		

目 录

主要符号

绪论	1
0-1 热能及其利用	1
0-2 热力学发展简史	2
0-3 工程热力学的主要内容及研究方法	4
第一章 基本概念及定义	7
1-1 热能和机械能相互转换的过程	7
1-2 热力系统	10
1-3 工质的热力学状态及其基本状态参数	12
1-4 平衡状态、状态方程式、坐标图	17
1-5 工质的状态变化过程	19
1-6 过程功和热量	23
1-7 热力循环	29
本章归纳	32
思考题	33
习题	35
第二章 热力学第一定律	39
2-1 热力学第一定律的实质	39
2-2 热力学能和焓	40
2-3 热力学第一定律的基本能量方程式	43
2-4 开口系统能量方程式	46
2-5 能量方程式的应用	49
* 2-6 人体的能量平衡	55
本章归纳	59
思考题	59
习题	61
第三章 气体和蒸汽的性质	65
3-1 理想气体的概念	65
3-2 理想气体的比热容	69
3-3 理想气体的热力学能、焓和熵	77
3-4 水蒸汽的饱和状态和相图	82

3-5 水的汽化过程和临界点	84
3-6 水和水蒸气的状态参数及热力性质图表	87
3-7 水及水蒸气热力性质程序简介	95
本章归纳	96
思考题	98
习题	99
第四章 气体和蒸汽的基本热力过程	104
4-1 理想气体的可逆多变过程	104
4-2 定容过程、定压过程和定温过程	107
4-3 绝热过程	115
4-4 理想气体热力过程综合分析	122
4-5 水蒸气的基本过程	129
*4-6 非稳态流动过程	132
本章归纳	136
思考题	137
习题	138
第五章 热力学第二定律	145
5-1 热力学第二定律概述	145
5-2 卡诺循环和多热源可逆循环分析	148
5-3 卡诺定理	152
5-4 熵、热力学第二定律的数学表达式	155
5-5 熵方程	163
5-6 孤立系统熵增原理	167
5-7 焓	173
5-8 能量贬值原理	179
5-9 焓平衡方程	184
*5-10 热力学温标	190
本章归纳	192
思考题	193
习题	195
第六章 实际气体的性质及热力学一般关系式	202
6-1 理想气体状态方程用于实际气体的偏差	202
6-2 范德瓦尔方程和 R-K 方程	204
6-3 对应态原理与通用压缩因子图	208
6-4 维里方程	213
6-5 麦克斯韦关系和热系数	214
6-6 热力学能、焓和熵的一般关系式	221

6-7 比热容的一般关系式	225
* 6-8 通用焓图与通用熵图	227
* 6-9 克拉贝隆方程和饱和蒸汽压方程	230
* 6-10 单元系相平衡条件	234
本章归纳	237
思考题	238
习题	238
第七章 气体与蒸汽的流动	242
7-1 稳定流动的基本方程式	242
7-2 促使流速改变的条件	246
7-3 喷管的计算	249
* 7-4 背压变化时喷管内流动过程简析	256
7-5 有摩阻的绝热流动	257
7-6 绝热节流	260
本章归纳	264
思考题	266
习题	267
第八章 压气机的热力过程	271
8-1 单级活塞式压气机的工作原理和理论耗功量	271
8-2 余隙容积的影响	273
8-3 多级压缩和级间冷却	277
8-4 叶轮式压气机的工作原理	280
* 8-5 引射式压缩机简述	284
本章归纳	285
思考题	285
习题	286
第九章 气体动力循环	289
9-1 分析动力循环的一般方法	289
9-2 活塞式内燃机实际循环的简化	291
9-3 活塞式内燃机的理想循环	293
9-4 活塞式内燃机各种理想循环的热力学比较	300
* 9-5 活塞式热气发动机及其循环	302
9-6 燃气轮机装置循环	304
9-7 提高燃气轮机装置循环热效率的措施	310
* 9-8 喷气式发动机简介	314
本章归纳	315
思考题	316

习题	318
第十章 蒸汽动力装置循环	322
10-1 简单蒸汽动力装置循环——朗肯循环	322
10-2 再热循环	332
10-3 回热循环	334
* 10-4 热电合供循环	340
* 10-5 蒸汽-燃气联合循环	342
* 10-6 蒸汽动力装置循环的焓分析	344
本章归纳	350
思考题	350
习题	352
第十一章 制冷循环	356
11-1 概述	356
11-2 压缩空气制冷循环	357
11-3 压缩蒸气制冷循环	361
11-4 制冷剂的性质	366
* 11-5 其他制冷循环	367
11-6 热泵循环	371
本章归纳	372
思考题	372
习题	373
第十二章 理想气体混合物及湿空气	376
12-1 理想气体混合物	376
12-2 理想气体混合物的比热容、热力学能、焓和熵	381
12-3 湿空气	385
12-4 湿空气的状态参数	387
12-5 湿球温度和绝热饱和温度	392
12-6 湿空气的焓-湿图	394
12-7 湿空气过程及其应用	399
本章归纳	404
思考题	404
习题	406
第十三章 化学热力学基础	410
13-1 概述	410
13-2 热力学第一定律解析式	413
13-3 赫斯定律和基尔霍夫定律	415
13-4 绝热理论燃烧温度	419

13-5 化学平衡和平衡常数	422
13-6 平衡移动原理	426
13-7 化学反应方向判据及平衡条件	429
13-8 反应自由焓和等温等压反应的平衡常数	436
* 13-9 热力学第三定律, 熵的绝对值	440
本章归纳	443
思考题	444
习题	445
附录	448
附表 1 一些常用气体的摩尔质量和临界参数	448
附表 2 一些常用气体 25℃、100 kPa 时的比热容	449
附表 3 低压时一些常用气体的比热容	450
附表 4 一些气体在理想气体状态的比定压热容	451
附表 5 理想气体的平均比定压热容	452
附表 6 气体的平均比热容的直线关系式	453
附表 7 空气的热力性质	454
附表 8 气体的热力性质	456
附表 9 氨(NH ₃)饱和液和饱和蒸气的热力性质	458
附表 10 过热氨(NH ₃)蒸气的热力性质	459
附表 11 氟利昂 134a 的饱和性质(温度基准)	461
附表 12 氟利昂 134a 的饱和性质(压力基准)	463
附表 13 过热氟利昂 134a 蒸气的热力性质	465
附表 14 0.1 MPa 时饱和空气的状态参数	467
附表 15 一些物质在 25℃时的燃烧焓 ΔH_c^0	469
附表 16 一些物质的标准生成焓、标准吉布斯函数和 25℃、100 kPa 时的绝对熵	470
附表 17 一些反应的平衡常数 K_p 的对数(lg)值	471
部分习题参考答案	472
索引	485
主要参考文献	493

0-1 热能及其利用

能源是人类社会不可缺少的物质基础之一,人类社会的发展史与人类开发利用能源的广度和深度紧密相连。

所谓能源,是指提供各种有效能量的物质资源。自然界中可被人们利用的能量主要有煤、石油、天然气等矿物燃料的化学能以及风能、水力能、太阳能、地热能、原子能、生物质能等。其中风能和水利能是自然界以机械能形式提供的能量,其他则主要以热能的形式或者转换为热能的形式供人们利用。可见,能量的利用过程实质上是能量的传递和转换过程(图 0-1)。据统计,世界上经过热能形式而被利用的能量平均超过 85%,我国则占 90%以上。因此,热能的开发利用对人类社会的发展有着重要意义。

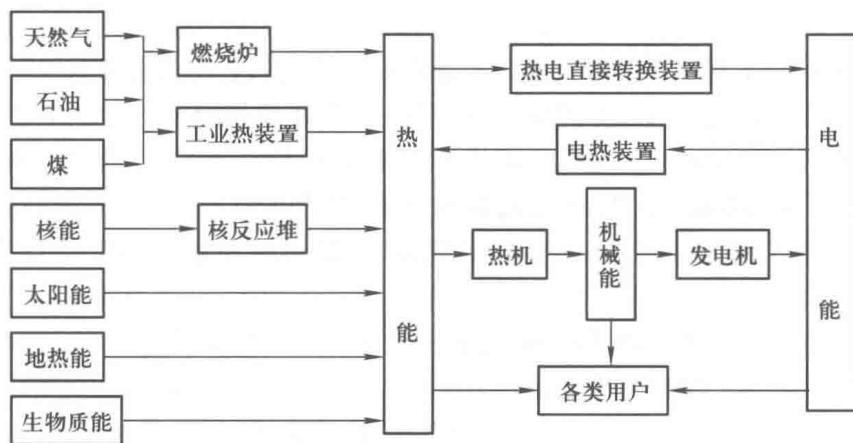


图 0-1 热能及其工程应用

热能的利用通常有两种基本形式:一种是热利用,如在冶金、化工、食品等工业和生活上应用;另一种是热能的动力利用,即把热能转化成机械能或电能,为人类社会的各方面提供动力等。18 世纪中叶以后,蒸汽机的发明实现了热能大规模、经济地转换成机械能,使工业生产、科学技术和人们的生活有了突飞猛进的变化。

在当今科技条件下,利用得最多的能源是燃料的化学能。通过燃烧,燃料的化学能转换成热能,再将热能转换成机械能或电能供人们使用。20 世纪 60 年代以来,人们已开始把原子能内部蕴藏的巨大能量通过裂变反应释放出来,加以和平利用。目前,世界上已有包括中国在内的数十个国家的数百座核电厂正在源源不断地输出电力。此外,人们也在努力地把太阳能、地热能等转化为动力,供人们利用。热能通过热能动力装置转换为机械能的效率较低,即使是当代最先进的大型燃气-蒸汽联合发电装置的热效率也只有 57%。因此,人们一直在寻求使热能或燃料化学能直接转换为电能的方法,如磁流体发电、太阳能电池、燃料电池等。

自然界所发生的一切运动,都伴随着能量的变化,生命过程也不例外。例如,肌肉收缩时高能磷酸键的化学能转变为机械能而做功,光合作用中光能转变为化学能,视觉过程中光能转变为电能而产生视觉等,都是能量的转化和利用。生物系统主要由四种元素构成:氢、氧、碳和氮。人体质量的 72% 是水;人体原子的 63% 为氢,25.5% 是氧,9.5% 为碳,1.4% 是氮,其余的 0.6% 是生命必需的其他 20 种元素。生物系统可以小到一个细胞,也可以是平均直径为 0.01 mm 的 100 万亿细胞构成的人体。在生命的运动中广泛地包含着复杂的热运动,生物系统的能量转换和传递错综复杂,但是热力学的基本原理在生命运动中也是适用的。

能源的开发利用一方面为人类社会的发展提供了必需的能量,另一方面也造成了对自然环境的破坏和污染。与能源开发利用密切相关的温室效应、酸雨、核废料辐射等对地球的生态系统造成了严重威胁,因此人们正以极大的热情关注节能、可再生能源的开发、发展低碳经济等,努力在满足人类社会对能量需求的同时不破坏或少破坏自然环境,实现可持续发展,为后代留下良好的生存空间。

热力学是一门研究物质的能量、能量传递和转换以及能量与物质性质之间普遍关系的科学。工程热力学是热力学的工程分支,是在阐述热力学普遍原理的基础上,研究这些原理的技术应用的学科,它着重研究的是热能与其他形式能量(主要是机械能)之间的转换规律及其工程应用。掌握工程热力学的基本原理,必将为在能源、动力、机械、航空航天、化工、生物工程及环境工程等领域内的深入研究打下坚实的基础。

0-2 热力学发展简史

人类的生产实践和探索未知事物的欲望是科学技术发展的动力。热现

象是人类最早广泛接触到的自然现象之一,但是直到18世纪初,在欧洲,由于煤矿开采、航海、纺织等产业部门的发展,产生了对热机的巨大需求,才促使热学的发展得到积极的推动。1763—1784年间,英国人瓦特(James Watt, 1736—1819)对当时用来带动煤矿水泵的原始蒸汽机做了重大改进,且研制成功了应用高于大气压的蒸汽和配有独立凝汽器的单缸蒸汽机,提高了蒸汽机的热效率。此后,蒸汽机为纺织、冶金、交通等部门广泛采用,使生产力有了很大的提高。

蒸汽机的发明与应用,刺激、推动了热学方面的理论研究,促成了热力学的建立与发展。1824年,法国人卡诺(Sadi Carnot, 1796—1832)提出了卡诺定理与卡诺循环,指出热机必须工作于不同温度的热源之间,并提出了热机最高效率的概念,这在本质上已阐明了热力学第二定律的基本内容。卡诺用当时流行的“热质说”作为其理论的依据,虽然他的结论是正确的,但证明过程却是错误的。在卡诺所做工作的基础上,1850—1851年间克劳修斯(Rudolf Clausius, 1822—1888)和汤姆逊(Willian Thomson, 即开尔文男爵 Lord Kelvin, 1824—1907)先后独自从热量传递和热转变成功的角度提出了热力学第二定律,指明了热过程的方向性。

在热质说流行的年代,一些研究者用实验事实驳斥了其错误,但由于没有找到热功转换的数量关系,他们的工作没有受到重视。早在1798年伦福德伯爵(Count Rumford, 1753—1814)就根据制造枪炮所切下的碎屑温度很高,而且在工作中高温碎屑不断产生出来,证实了热是一种运动的表现形式。一年后,戴维(Humphry Davy, 1778—1829)用两块冰块相互摩擦使之完全融化,再次用实验支持了热是运动的学说。1842年,迈耶(Julius Robert Mayer, 1814—1878)提出了能量守恒原理,认为热是能量的一种形式,可以与机械能相互转换。1847年,亥姆霍兹(Hermann von Helmholtz, 1821—1894)系统地阐述了能量守恒原理,从理论上把力学中的能量守恒原理应用到热力学上,全面阐明了能、功和热量之间的关系。1850年,焦耳(James Prescott Joule, 1818—1889)在他关于大量热功相当实验的总结论文中,以各种精确的实验结果使能量守恒与转换定律,即热力学第一定律得到了充分的证实。1851年,汤姆逊把能量这一概念引入热力学。能量守恒与转换定律是19世纪物理学的最重要发现。

热力学第一定律的建立宣告第一类永动机(即不消耗能量的永动机)是不可能实现的。热力学第二定律则使制造第二类永动机(只从一个热源吸热的永动机)的梦想破灭。这两个定律奠定了热力学的理论基础。

热力学理论促进了热动力机的不断改进与发展,而人类生产实践又不断为

热力学的前进提供新的驱动力。1906年,能斯特(Walter Nernst, 1869—1941)根据低温下化学反应的大量实验事实归纳出了新的规律,并于1912年将之表述为绝对零度不能达到原理,即热力学第三定律。热力学第三定律的建立使经典热力学理论更趋完善。1942年,凯南(Joseph Henry Keenan, 1900—1977)在热力学基础上提出有效能的概念,使人们对能源利用和节能的认识又上了一个台阶。近代能量转换新技术(如等离子发电、燃料电池等)及1974年人们确定了作为常用制冷剂的氯氟烃物质CFC和含氢氯氟烃物质HCFC与南极臭氧层空洞的联系等问题向热力学提出了新的课题。热力学理论将在不断解决新课题中继续发展。

0-3 工程热力学的主要内容及研究方法

工程热力学的研究对象主要是能量转换,特别是热能转化成机械能的规律和方法,以及提高转化效率的途径,以提高能源利用的经济性。它的主要内容包括:

(1) 基本概念与基本定律,如热力系统,状态参数,平衡态,热力学第一定律、第二定律,等等。这些基本概念和基本定律是全部工程热力学的基础。

(2) 能量的转化过程特别是热能转化为机械能,是由工质的吸热、膨胀、排热等状态变化过程实现的,因此过程和循环的分析研究及计算方法是工程热力学的重要内容。

(3) 常用工质的性质。能量的转换借助于工质状态的变化实现,而工质性质对其状态变化过程有着极重要的影响。工程热力学的工质(通常构成系统)主要是气体以及液体,一般工程常见的系统由大量微观粒子组成,例如 1 mm^3 的水中含有 3.35×10^{19} 个水分子,而 1 mol 气体中包含了 6.023×10^{23} 个气体分子,所以工质的性质是指它们的宏观特性,即大量分子运动的统计平均体现的规律性。

(4) 通常的热工设备中涉及燃烧,而且近年来关于燃料电池等新型能量转换技术及有关生物工程和环境问题的研究与化学过程的能量转换和利用有关,所以工程热力学中还包括化学热力学等方面的有关内容。

热力学有两种不同的研究方法:一种是宏观的研究方法;另一种是微观的研究方法。

应用宏观方法研究的热力学称为宏观热力学,也称为经典热力学。宏观研究方法的特点是以热力学第一定律、第二定律等基本定律为基础,针对具体问题

采用抽象、概括、理想化和简化的方法,抽出共性,突出本质,建立分析模型,推导出一系列有用的公式,得到若干重要结论。由于热力学基本定律的可靠性以及它们的普适性,所以应用热力学宏观研究方法可以得到很可靠的结果。但是由于它不考虑物质分子和原子的微观结构,也不考虑微粒的运动规律,所以由之建立的热力学宏观理论并不能说明热现象的本质及其内在原因。工程热力学主要应用宏观研究方法。

应用微观的研究方法的热力学称为微观热力学,也称统计热力学。气体分子运动学说和统计热力学认为大量气体分子的杂乱运动服从统计法则和概率法则,如在标准状况下一个空气分子平均每秒钟与其他分子碰撞约 10^9 次,在容器的壁面上,每 1cm^2 每秒钟经受约 10^{24} 次空气分子的碰撞,从而宏观上呈现出一定的压力,应用统计法则和概率法则的研究方法就是微观的研究方法。由于它是从物质是由大量分子和原子等粒子所组成的事实出发,将宏观性质作为在一定宏观条件下大量分子和原子的相应微观量的统计平均值,利用量子力学和统计方法,来阐明物质的宏观特性,导出热力学基本规律,因而能阐明热现象的本质,解释“涨落”现象。在对分子结构作出模型假设后,利用统计热力学方法还可对这种物质的具体热力学性质作出预测。但统计热力学也有局限性,因为对分子微观结构的假设只能是近似的,因此尽管运用了繁复的数学运算,所求得理论结果往往不够精确。

微观研究方法和宏观研究方法是描述同一物理现象的两种不同方法,因此互相之间有一定的内在联系,工程热力学主要应用热力学的宏观方法,但有时也引用气体分子运动理论和统计热力学的基本观点及研究成果。随着近代计算机技术的发展,计算机愈来愈多地介入工程热力学的研究中,成为一种强有力的工具。

工程热力学研究热能转化为机械能的规律、方法以及怎样提高转化效率和热能利用的经济性。学好工程热力学首先要抓住工程热力学的“纲”——能量在传递转移过程中数量守恒和品质蜕变,其本质也就是热力学第一定律和热力学第二定律。由于能量传递与转换是通过物质在具有不同变化特征的过程中状态变化实现,于是工质的性质和不同热力过程(包括循环)的能量变化特性就是工程热力学的重要研究内容;热能是能量的一种形态,包含热能在内的能量守恒的具体形式以及判断哪些涉及能量的过程可以进行、哪些需要一定的条件才可进行、如何进行判断等问题就成为工程热力学的核心。其次是要重视运用抽象简化的方法从纷繁复杂的各种具体问题中抽出问题的本质,应用热力学基本定理和基本方法进行分析研究能力的训练。第三是必须重视习题、实验以及