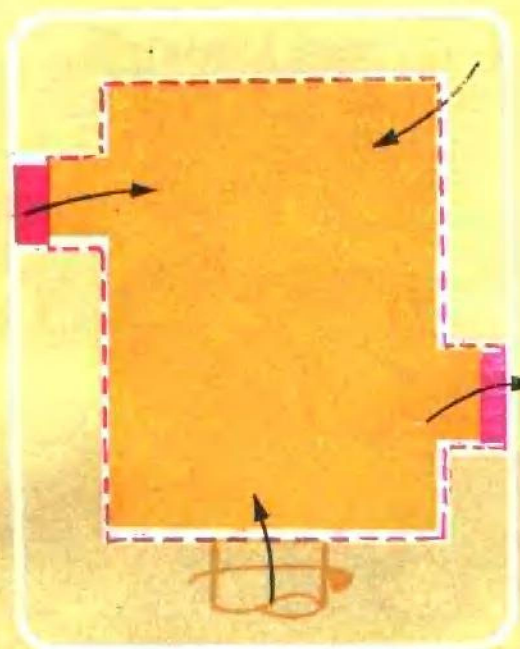




工程热力学

下 册

[美]W. C. 雷诺兹 H. C. 珀金斯 著
华中工学院 罗干辉 黄文迪 金六一 译

高等教育出版社

内 容 提 要

本书根据美国麦克劳-希尔图书公司 (McGraw-Hill Book Company) 出版、W. C. 雷诺兹(斯坦福大学)和 H. C. 珀金斯(亚利桑那大学)合著的《工程热力学》第二版(1977)译出。

全书共十四章。第一至五章分别介绍热力学基本概念、热力学第一定律及其应用、简单物质的热力性质;第六、七章讨论热力学第二定律及其推论和应用;第八至十章分别介绍热力学一般关系式、各种工程热力系统、工质的热力性质、混合物及湿空气;第十一章介绍有化学反应的混合物;第十二章讲述平衡理论;第十三章介绍可压缩流的热力学分析;第十四章介绍基本的传热理论。书末还附有比较详细的图表资料。

本书分上、下两册,下册包括十至十四章及图表资料、部分习题答案等。

本书取材广泛新颖,说理透彻、深入浅出。全书既注重基本理论的阐述,又注重培养学生分析和解决实际问题的能力。

本书可作为高等学校热能动力、工程热物理等专业教学参考用书,也可供有关工程技术人员参考。

工程热力学

下 册

[美]W. C. 雷诺兹 H. C. 珀金斯 著

华中工学院

罗干辉 黄文迪 金六一 译

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

河北省香河县印刷厂印装

开本 850×1168 1/32 印张10.875 字数261 000

1988年7月第1版 1988年7月第1次印刷

印数00 001—2 000

ISBN 7-04-000766-5/TE·111

定价 3.70元

译者的话

本书根据美国麦克劳-希尔图书公司 (McGraw-Hill Book Company) 出版、斯坦福大学机械工程系 W. C. 雷诺兹和亚利桑那大学机械工程系 H. C. 珀金斯合著的《工程热力学》第二版 (1977) 译出。

正如作者在序言中所指出, 作为一门工程课程的教材, 原书既保持了宏观热力学的特点, 也注意运用微观理论对一些基本概念进行解释, 以加深读者对它们的理解。此外, 原书强调运用热力学问题系统分析方法, 并注意培养运用热力学知识解决工程实际问题的能力。原书内容丰富, 涉及的知识面广, 叙述深入浅出, 说理透彻, 在深度上一般都能为本科学学生所接受。作为教学用书, 这样的一些特点对于教和学都是很有好处的。原书在取材、内容编排, 以至在一些具体观点上与目前国内使用的教材有些不同。显然, 教材和教学参考书在内容和风格上的多样化, 对于进一步提高教学质量是有帮助的。为此把原书译出, 以期在教学上能起些作用。

原书中的排印错误, 我们都已作了必要的改正。对于作者有关自然科学的个别观点, 有无不妥之处, 请读者留意鉴别。

本书部分章节曾作为工程热力学课程外文教材在华中工学院动力系有关专业教学中使用过, 并受到好评。

本书由罗干辉主译, 并对全稿作了校核。书中第 1~8 章和附录 B 由黄文迪翻译; 序言、第 9 章、第 11~14 章、附录 A 和 C 由罗干辉翻译; 第 10 章由金六一翻译。本书在翻译过程中还曾得到过章霞飞、徐瑞鑫、陈旭、汪北平、李良茂、杨昌俊、陈义龙、吴胜春、陈

维汉等同志的协助和鼓励，至此谨向他们表示衷心的感谢。限于译者水平，译文中错误和不妥之处，在所难免，望读者批评指正。

译 者

1982.10

主 要 符 号

A	面积 亥姆霍兹函数, $U-TS$
a	加速度 单位质量的亥姆霍兹函数, $u-Ts$
$\bar{a}$	每摩尔的亥姆霍兹函数, $\bar{a}-Ts$
$B, \mathbf{B}$	磁感
C	常数, 随使用场合而定义 物质的居里常数 热容量
CM	控制质量
CV	控制容积
cop	性能系数 (对制冷装置称作制冷系数, 对热泵称作供暖系数)
c	光速 声速
c_p	定压比热
$\hat{c}_p$	摩尔定压比热
c_v	定容比热
$\hat{c}_v$	摩尔定容比热
c	对不可压缩物质 $c = c_p = c_v$
c_H	定外加磁场比热
c_M	定磁化强度比热
$D, \mathbf{D}$	电位移
ϕ	静电电位

e	一个电子的电荷
E	能量
	辐射力
e	单位质量的能量
E, E	电场强度
F	形状因数
$\mathcal{F}$	灰体辐射因数
F, F	力
$f(x)$	x 的函数
f	百分率
g_c	牛顿定律中的常数, $F = (1/g_c) Ma$
g	当地重力加速度
	单位质量的吉布斯函数, $h - Ts$
g	每摩尔的吉布斯函数, $h - Ts$
G	吉布斯函数, $U + PV - TS$
	质量速度, ρV
ΔG_r	一完全的单位反应吉布斯函数的变化
G, G	引力场强度
g	单位质量的磁吉布斯函数, $h - Ts$
h	单位质量的焓, $u + Pv$
$\hat{h}$	每摩尔的焓, $\hat{u} + P\hat{v}$
h	磁焓, $u + \mu_0 v \mathbf{H} \cdot \mathbf{M}$
h	普朗克常数
	对流放热系数(或对流传热系数)
H, H	磁场强度
Δh_f°	在标准参考状态下由其各组成元素形成的 1 mol 化合物的生成焓

ΔH_r	一完全的单位反应的焓变化
i	电流
I	惯性矩
	冲量函数
k	比热比(绝热指数), c_p/c_v
k	玻耳兹曼常数
k_N	牛顿定律中的常数, $k_N = 1/g_c$
k_C	库仑定律中的常数, $k_C = 1/(4\pi\epsilon_0)$
k_B	毕奥-沙伐定律中的常数, $k_B = 1/(4\pi)$
k_G	万有引力定律中的常数
K	理想气体反应中的平衡常数
KE	动能
$\mathcal{K}$	伴随热的熵传递量
$\mathcal{K}$	伴随热的熵传递率
L	长度
M	质量
m	分子量(无因次)
	肋片参量, $m^2 = hp/kA$
$\hat{M}$	摩尔质量
m	粒子质量
$\dot{M}$	质量流量
$M, \mathbf{M}$	单位容积的磁偶极矩
	动量
M	马赫数
n, N	粒子数
$\mathcal{N}$	摩尔数
N_0	阿伏伽德罗数

NTU	传递单位数
Nu	努谢尔特数, hL/k
Pr	普朗特数, $\mu c_p/k$
PE	位能
P	压力
P, P	单位容积的电偶极矩
Φ_E, Φ_S, Φ_M	能量产量, 熵产(量), 动量产量
$\dot{\Phi}_E, \dot{\Phi}_S, \dot{\Phi}_M$	能量产率, 熵产率, 动量产率
p	几率
	肋片的周长
p	质点的动量
p_r	对比压力
P^*	压力比
	在一个纯相中的压力
Q	以热的方式传递的能量
$\dot{Q}$	以热的方式的能量传递率
$\mathcal{Q}$	电荷
q''	比热源
$\mathbf{q}''$	比热流矢量
R	热阻
Re	雷诺数, $VL\rho/\mu$
R	特定气体的气体常数
$\mathcal{R}$	通用气体常数
r	半径
S	熵
s	单位质量的熵(比熵)
$\bar{s}$	每摩尔的熵

s°	在标准参考状态下, 每摩尔物质的绝对熵
ΔS_r	一完全的单位反应的熵变化
s	热源强度
St	斯坦顿数, $h/(v\rho c_p)$
T	绝对温度
T^*	温度比
t	时间
U	内能
u	单位容积的内能
u	单位质量的内能(比内能)
$\hat{u}$	每摩尔的内能
U	总传热系数
V	容积
$V, \mathbf{v}$	速度
V_m	平均速度
v	单位质量的容积(比容)
$\bar{v}$	摩尔容积
W	以功的方式传递的能量
$\dot{W}$	能量以功的方式的传递率
x	湿蒸气的干度
X	方向坐标
x_i	广义强度参数(比容, 磁化强度等等)
X_i	固有的强度参数的梯度
Z	压缩因子, $Z = Pv/RT$
x, y, z	坐标
α	定熵压缩系数
	吸收率

β	定压膨胀系数
δ	边界层厚度
ϵ	黑度或辐射率
	肋片效率
ϵ_i	系统处于量子态 i 时的能量
e	粒子能量
ϵ_0	真空的介电常数
ϕ	理想气体的一个温度的函数
	相对湿度
	标量势
γ	含湿量(湿比)
κ	定温压缩系数
λ	波长
μ	单位质量的电势
	粘性
$\bar{\mu}$	每摩尔的电势
μ_0	真空的导磁率
Ω	量子态数
ω	角频率
Ψ	容积成分
Φ	质量成分
η	循环的能量转换效率
η_s	定熵效率
σ	斯蒂芬-玻耳兹曼常数
	单位容积的熵产(量)
	表面张力
θ	角

ν	频率
	运动粘度
ν_i	在化学方程式中的化学计量系数
τ	转矩
	穿透率
ρ	密度
	反射率
x	摩尔成分
专用符号	
d	物质参数的无限小增量
$\bar{d}$	通过某种作用而传递的无限小量
Δ	物质参数的有限增量
	$\Delta \equiv \text{终} - \text{初}$
$(\partial y / \partial x)_z$	y 对 x 的偏导数, 根据函数 $y(x, z)$ 得到
$f(x), f(x, y)$	函数关系
$f \cdot (x)$	f 倍 x , 用以避免错读为函数 $f(x)$
$\bar{x}$	x 量的时间平均值
$\mathbf{B}$	向量 $\mathbf{B}$
B	向量 $\mathbf{B}$ 的量值
n	一摩尔的量
$\equiv$	恒等号, 当公式定义等号左边的量时使用
$\underset{=}{d}$	表示“具有……的量纲”
$\sum_i x_i$	$x_1 + x_2 + \cdots + x_n$ 的总和
$\prod_i x_i$	乘积 $x_1 x_2 x_3 \cdots x_n$
$\dot{W}, \dot{Q}, \dot{M}$	传递率或流量; <u>不要理解为对时间的导数</u>

SI

国际制

常用的下标

W_{12}, Q_{12}

相应于从状态 1 到状态 2 的变化以功和热的方式传递的能量

W_1, Q_1

过程 1 中以功和热的方式传递的能量；不要理解为“在状态 1 时的功和热”

h_f, h_g, h_s

饱和液体，饱和蒸气以及饱和固体状态

h_{fg}, s_{fg}

$h_g - h_f, s_g - s_f$ 等等

h_c

临界状态

x_i

“虚构指数”，它可取任何可能的正数

T_0

滞止状况

T_{sat}

饱和状况

T_x

冲波上游

T_y

冲波下游

目 录

译者的话	1
主要符号	3
第十章 无化学反应的混合物热力学	1
10-1 混合物的描述	1
10-2 独立物质混合物	3
10-3 理想气体混合物	7
10-4 湿空气	14
10-5 空气调节	25
10-6 冷却塔	30
参考文献	33
思考题	34
习题	35
第十一章 有化学反应的混合物热力学	43
11-1 一些化学概念和术语	43
11-2 燃料分析和生成物的组成	45
11-3 标准能和标准焓	48
11-4 反应热, 热值	50
11-5 某些例证性的计算	54
11-6 绝对熵和热力学第三定律	62
11-7 第二定律的一个应用	64
参考文献	66
思考题	66
习题	67
第十二章 平衡	72
12-1 一般方法	72
12-2 平衡	73
12-3 电化学势的计算	75
12-4 在理想气体混合物中的电化学势	78

12-5	吉布斯相律	80
12-6	由惰性气体所引起的饱和蒸气压力的改变	85
12-7	混合物化学平衡的普遍条件	87
12-8	反应自由度: 简单反应混合物	90
12-9	反应平衡方程式	91
12-10	理想气体混合物的反应	93
12-11	计算举例	95
12-12	范特霍夫方程式	101
12-13	平衡理论在燃料电池中的应用	102
12-14	燃烧热力学理论的现行研究方法与应用	104
	参考文献	105
	思考题	105
	习题	106
第十三章	可压缩流动导论	111
13-1	动量原理	111
13-2	动量原理的某些应用	116
13-3	可压缩流动中的滞止参数	120
13-4	马赫数, 音速, 可压缩流动中的状况	121
13-5	喷管设计	126
13-6	一维稳定等熵流动	127
13-7	定熵流动中的阻塞	133
13-8	缩放管道中的定熵流动	135
13-9	冲波	138
13-10	具有摩擦和热传递流动的压缩效应	144
13-11	可压缩流动计算例题	146
	参考文献	160
	思考题	160
	习题	161
第十四章	传热学导论	170
14-1	某些基本概念	170
14-2	导热方程式	172
14-3	某些简单的导热问题	175

14-4	对流	187
14-5	对流计算举例	193
14-6	肋片	202
14-7	换热器	207
14-8	辐射	212
14-9	小结	218
	参考文献	218
	思考题	218
	习题	219
附录 A	单位制及单位换算	230
表 A-1	力学单位系统	234
表 A-2	电磁单位系统	234
表 A-3	部分单位及其换算关系	236
附录 B	物质的热力性质	239
图 B-1	水蒸气(H_2O)的热力性质	239
图 B-2	水蒸气(H_2O)焓熵图	240
图 B-3	水蒸气(H_2O)温熵图	241
图 B-4	氮的热力性质	242
图 B-5	氧的热力性质	243
图 B-6	二氧化碳(CO_2)的热力性质	244
图 B-7	氟里昂-12 的热力性质	245
图 B-8	空气的热力性质	246
图 B-9	高温空气的热力性质	247
图 B-10	水银的热力性质	248
图 B-11	铯的热力性质	249
图 B-12	铁-铵明矾的热力性质	250
图 B-13a	空气湿度图(压力为 1 atm)	251
图 B-13b	空气湿度图(SI 单位)	252
图 B-14a	通用压缩因子图——低压范围	253
图 B-14b	通用压缩因子图——高压范围	254
图 B-14c	通用压缩因子图——低压范围	255
图 B-15	通用焓图	256

图 B-16	通用熵图	257
图 B-17	选定的几种气体的比热	258
表 B-1a	饱和水及饱和蒸汽表(按温度排列, SI 单位)	259
表 B-1b	饱和水及饱和蒸汽表(按压力排列, SI 单位)	262
表 B-2	过热蒸汽表 (SI 单位)	264
表 B-1a	饱和水及饱和蒸汽表(按温度排列, 英制单位)	272
表 B-1b	饱和水及饱和蒸汽表(按压力排列, 英制单位)	274
表 B-2	过热蒸汽表(英制单位)	276
表 B-3	饱和水银的热力性质	284
表 B-4	饱和铯的热力性质	286
表 B-5	饱和氟里昂-12(氟氯烷)的热力性质	288
表 B-6a	低压下一些气体的公称热力参数(英制单位)	290
表 B-6b	低压下一些气体的公称热力参数 (SI 单位)	291
表 B-7	铜在 1 atm 下的参数	292
表 B-8	临界点参数	292
表 B-9	低压下空气的热力性质	293
表 B-10	选定的几种液体的比热	297
表 B-11	选定的几种固体的比热 ($P=1\text{atm}$)	297
表 B-12	九种物质在 77°F (25°C)、1 atm 下处于平衡状态时的标准化焓值及绝对值	298
表 B-13	几种气体在低压下的标准焓及绝对熵	299
表 B-14	化学反应平衡常数 K 以 10 为底的对数	301
表 B-15	元素表	302
表 B-16	理想气体克摩尔比热 ($300\sim 1500\text{K}$)	304
表 B-17	状态方程中的常数	305
表 B-18	适用于具有定值比热 $k=1.4$ 的理想气体一维定熵可压缩流函数	306
表 B-19	适用于具有定值比热 $k=1.4$ 的理想气体一维正冲波函数	307
附录 C	传热分析资料	308
表 C-1	材料的性质	308
表 C-2	材料的导热系数	309

表 C-3	饱和液体的性质 (SI 单位)	311
表 C-3	饱和液体的性质 (英制单位)	313
表 C-4	水、饱和液体的性质 (英制单位)	314
表 C-5a	在中等压力下空气的性质 (英制单位)	315
表 C-5b	空气的性质 (SI 单位)	315
表 C-6a	在中等压力下气体的性质 (英制单位)	316
表 C-6b	在中等压力下气体的性质 (SI 单位)	317
表 C-7	各种表面的正常总黑度	319
表 C-8	对流换热准则关系式	321
表 C-9a	逆流式换热器性能	323
表 C-9b	顺流式换热器性能	324
表 C-9c	两种流体不混合的叉流式换热器	324
部分习题答案		325