

DL06/05

Handbook for Ordinary Water and
Steam Parameters With Exergy

具有焓参数的
水和水蒸汽性质参数手册

南京工学院 钟史明 汪孟乐 范仲元 编著
清华大学 赵兆颐 审

水利电力出版社

目 录

严济慈教授题词

钱钟韩教授代序

王补宣教授荐言

前 言

第一章 绪论	I
一、概论	1
二、本书应用的性质参数	2
表 1-1 水和水蒸汽性质参数的名称、符号和单位	
三、热力学关系式	4
四、气体常数和单位换算	4
(一) 气体常数	4
(二) 单位换算	4
1. 热量单位换算	4
表 1-2 热量单位换算表	
2. 基本参数单位换算	4
表 1-3 国际蒸汽表卡与焦耳换算表	
表 1-4 热化学卡与焦耳换算表	
表 1-5 基本参数单位换算表	
3. 能量单位换算	11
表 1-6 能量单位换算表	
第二章 水和水蒸汽的热力学性质基本参数	13
一、水和水蒸汽的热力学性质基本参数的国际骨架表	13
表 2-1 1985年IAPS饱和水和饱和蒸汽的比容和焓国际骨架表	
表 2-2 1985年IAPS水和过热蒸汽的比容国际骨架表	
表 2-3 1985年IAPS水和过热蒸汽的焓国际骨架表	
二、比容、焓、熵的国际计算公式	13
图2-1 在温-熵图上的子区域	
图2-2 在压力-温度图上的子区域	
(一) 定义常数	29
(二) 无因次对比态及其热力学关系式	30
1. 无因次对比态	30
2. 热力学关系式	30

(三) 子区域说明	31
1. 子区域的划分	31
2. 子区域之间的边界方程	31
3. 与子区域边界有关的常数	31
(四) 子公式	31
(五) K-函数(饱和线)与对比态饱和压力	33
(六) 正则函数	33
1. A-函数与对比态自由焓(吉布斯函数)	33
2. B-函数与对比态自由焓(吉布斯函数)	33
3. C-函数与对比态自由能(亥姆霍兹函数)	34
4. D-函数与对比态自由能(亥姆霍兹函数)	34
5. 有关正则函数的常数	34
(七) 常数的数值	34
1. 基本常数的数字值	34
2. 导出常数数值的表达式	36
(八) 导出常数	36
1. 导出常数的数字值	36
2. L-函数的导出式及与其有关的常数值	37
(九) 导出函数	37
(十) 注意事项	39
1. 子区域之间边界的不连续性	39
2. 数字计算中应注意的事项	40
三、焓的计算公式	40
第三章 水和水蒸汽的热力学基本参数表	43
一、水和水蒸汽的热力学基本参数表	43
表 3-1 饱和水和饱和蒸汽的热力学基本参数(按温度排列)	
表 3-2 饱和水和饱和蒸汽的热力学基本参数(按压力排列)	
表 3-3 水和过热蒸汽的热力学基本参数	
表 3-4 在临界范围附近水和过热蒸汽的热力学基本参数(温度每间隔1K)	
二、水和水蒸汽的热力学基本参数图	43
图 3-1 温-熵图	
图 3-2 焓-熵图	
图 3-3 焓-熵图	
图 3-4 焓-焓图	
第四章 水和水蒸汽的其它性质参数	219
一、粘度	219
(一) 粘度的国际骨架表	219
表 4-1 1985年IAPS水和过热蒸汽的粘度(η)国际骨架表	
(二) 粘度的国际计算公式	219
表 4-2 $\eta_1(\bar{T}, \bar{\rho})$ 的 H_{1j} 系数表	

(三) 粘度的实用表	224
表 4-3 饱和水和饱和蒸汽的粘度表	
表 4-4 水和过热蒸汽的粘度表	
(四) 粘度的实用图	226
1. 粘度 η 与温度 t 的函数关系 (图4-1)	
2. 粘度 η 与温度 t 、压力 P 的函数关系 (图4-2)	
二、 导热系数	228
(一) 导热系数的国际骨架表	228
1. 1985年IAPS饱和状态下的水和蒸汽的导热系数 λ 国际骨架表 (表4-5)	
2. 1985年IAPS水和过热蒸汽的导热系数 λ 国际骨架表 (表4-6)	
(二) 导热系数的国际计算公式	229
表 4-7 南山导热系数方程中的系数值	
(三) 导热系数实用表	234
1. 饱和水和饱和蒸汽的导热系数 (表4-8)	
2. 水和过热蒸汽的导热系数 (表4-9)	
(四) 导热系数的实用图	238
1. 导热系数与温度的函数关系 (图4-3)	
2. 导热系数与温度、压力的函数关系 (图4-4)	
三、 比热与定熵指数	240
(一) 比热与定熵指数的计算公式	240
1. 定压比热	
2. 定容比热	
3. 定熵指数	
(二) 定压比热实用表	240
1. 饱和水和饱和蒸汽的定压比热 (表4-10)	
2. 水和过热蒸汽的定压比热 (表4-11)	
(三) 定压比热与定熵指数的实用图	241
1. 定压比热与压力、温度的函数关系 (图4-5)	
2. 定熵指数 (图4-6)	
四、 普朗特数	251
(一) 普朗特数的实用表	251
1. 饱和状态下的水和蒸汽的普朗特数 (表4-12)	
2. 水和过热蒸汽的普朗特数 (表4-13)	
(二) 普朗特数的实用图	254
1. 普朗特数与温度的函数关系 (图4-7)	
2. 普朗特数与温度、压力的函数关系 (图4-8)	
五、 表面张力和拉普拉斯系数	256
(一) 表面张力国际骨架表	256
表 4-14 表面张力国际骨架表	
(二) 表面张力与拉普拉斯系数的国际计算公式	257

1. 表面张力的国际计算公式	
2. 拉普拉斯系数的国际计算公式	
(三) 拉普拉斯系数的实用表	258
表 4-15 水的拉普拉斯系数	
(四) 表面张力和拉普拉斯系数的实用图	258
图 4-9 σ 、 α - t 图	
六、相对静介电常数(相对静电容率)	259
(一) 相对静介电常数的计算公式	259
图 4-10 相对静介电常数的相对误差	
(二) 相对静介电常数的实用表	259
表 4-16 水和过热蒸汽的相对静介电常数	
七、折射率及其国际计算公式	261
表 4-17 普通水折射率国际公式的常数表	
八、 SiO_2 的溶解度及其国际计算公式	262
九、离子积	262
(一) 离子积的计算公式	262
(二) 离子积的实用表	263
表 4-19 水的离子积 $\log_{10}K_w$	
附录: 1984年IAPS科研用和通用普通水公式	265
附图 1 在各区域内的相对密度误差值	
附图 2 附图 1 部分区域中的相对密度(压力)误差值	
附图 3 在各区域内的相对焓误差值	

1. 表面张力的国际计算公式	
2. 拉普拉斯系数的国际计算公式	
(三) 拉普拉斯系数的实用表	258
表 4-15 水的拉普拉斯系数	
(四) 表面张力和拉普拉斯系数的实用图	258
图 4-9 σ 、 α - t 图	
六、相对静介电常数(相对静电容率)	259
(一) 相对静介电常数的计算公式	259
图 4-10 相对静介电常数的相对误差	
(二) 相对静介电常数的实用表	259
表 4-16 水和过热蒸汽的相对静介电常数	
七、折射率及其国际计算公式	261
表 4-17 普通水折射率国际公式的常数表	
八、 SiO_2 的溶解度及其国际计算公式	262
九、离子积	262
(一) 离子积的计算公式	262
(二) 离子积的实用表	263
表 4-19 水的离子积 $\log_{10}K_w$	
附录: 1984年IAPS科研用和通用普通水公式	265
附图 1 在各区域内的相对密度误差值	
附图 2 附图 1 部分区域中的相对密度(压力)误差值	
附图 3 在各区域内的相对焓误差值	

第一章 绪 论

一、概 论

随着蒸汽机的发明、产业革命的爆发,从十九世纪初期起,世界各国就开始重视水和水蒸汽性质的实验和研究。起初,由于各国的测量方法不同,使用的单位也不一样,使得各国的水蒸汽数据很不统一。为了获得可信赖的国际水蒸汽表,于1929年7月英国伦敦召开了第一届国际水蒸汽表会议(International Steam Table Conference),会上制定了第一张国际水蒸汽热力性质骨架表。该表给出了 $0\sim 350^{\circ}\text{C}$ 下,8种温度的饱和压力和饱和水及水蒸汽的比容和焓值;也给出了 550°C 以下, 24.52MPa 以内, 7×9 个状态过热蒸汽的比容和焓值;表中还附有测试热力性质固有的有限精度所造成的允差。随后的第二届、第三届国际蒸汽表会议以及第二次世界大战后召开的各届国际水蒸汽性质会议 ICPS (International Conference on The Properties of Steam)上,又将骨架表的压力和温度范围加以拓宽,单位也逐步统一为国际单位制(SI),参数的量也由单纯的热力性质(比容和焓)增加到输运性质(粘度和导热系数)以及其它性质(如表面张力等)。

骨架表的允差数值是这样选定的:使所有被认为是可靠的实验结果都在允差范围之内。因此骨架表中的允差也就是实验数据存疑程度的指标。这些允差不可被更精确地定义(如它们不能利用误差的统计学理论来定义),因为在一些很大的区域范围内仅分布有少数的实验数据点。所以也有这样的可能,即有少数几个点上“真实”值会超过允差范围。世界各国编制的各水蒸汽表中的数值可能有差别,但它们与骨架表数值的差值基本上还都在允差范围之内。

骨架表中所有热物性参数的单位均采用我国1984年2月27日颁布的法定单位^[15]。

随着电算技术的发展,电子计算机在电厂设计、技术经济最优化以及“热经济学(Thermoeconomics)”等新的学科领域中的应用日益增长,十分有必要推导一批水和水蒸汽性质计算机用的公式。为此,在1963年,于纽约举行的第六届国际水蒸汽性质会议上,成立了国际公式化委员会(IFC)。若干年后,该委员会提出了国际公认的“工业用1967年IFC公式”及“通用和科研用1968年IFC公式”。二十一年后在1984年于莫斯科举行的第十届国际水蒸汽性质会议上又废除了“通用和科研用1968年IFC公式”。因此,本书,第三章表3-1~表3-4给出的比容、焓和比熵等热物性参数,均是依据当前仍被国际公认的“工业用1967年IFC公式”算出的。为了便于使用内插法,它们在数字位数上都保留了超过实验准确度及允差范围所规定的位数,温度的间隔,一般为 10K 。在临界状态附近的一个狭窄区域内,间隔缩小为 1K ,为的是便于进行内插,因为在此处温度变化非常敏感(第三章表3-4)。关于《工业用1967年IFC公式》的说明见本书第二章第二节。本书第二章第三节介绍了焓的计算公式,编著者利用该公式计算出了当前国内外公开文献上尚未

见到的焓参数的详细数值，并将其列于表3-1~表3-4中，同时绘制了焓-熵图（图3-3）和焓-焓图（图3-4），这样就充实了水蒸汽图表的内容，这对进行能的数量及质量的综合评价和节能工作中的计算是极为方便的。

第一张国际输运性质骨架表是1964年制定的，限于当时的科技水平，误差偏大。1974年法国第八届国际水蒸汽性质会议宣布1964年骨架表作废，并指定一个委员会对其修定。1975年和1977年IAPS先后公布了经过鉴定的粘度和导热系数的测试数据表，这些数据表曾分送参加第八届国际水蒸汽会议的各国代表审阅，得到了他们的赞同，被认为是当时的国际骨架表。而后，在1984年第十届IAPS会议上又重新进行了修订，并于1985年公布了输运性质的最新骨架表。本书第四章给出的有关图表是附合当前国际会议的有关规定的，它们大多引自当前国际上公布的最新文献。其中表4-1和表4-5均引自在最新的第十届莫斯科国际水蒸汽性质会议上修定，于1985年IAPS公布的粘度和导热系数国际骨架表；1983年公布的水的表面张力国际骨架表列于表4-14中。

本书后附有1984年IAPS科学用和通用的公式，并附有彩色的焓-熵图、温-熵图、焓-焓图和焓-焓图。其中焓-焓图是由编著者在微型电子计算机上绘制的，焓-熵图是手工绘制的。

二、本书应用的性质参数

本书图表中各种性质参数的单位均采用国务院1984年2月27日公布的《中华人民共和国法定计量单位》^[15]，参数的名称和符号则依据国家标准 GB3102.4-82^[16]和GB4270-84^[17]，这些标准的制订是以国际单位制（The Systeme International d' Unités，缩写SI）为基础的，并参照了国际标准ISO31/0~13。

本书图表中应用的性质参数的名称、符号和单位列于表1-1。

表 1-1 水和水蒸汽性质参数的名称、符号和单位

性质参数名称	符 号	单 位 符 号	备 注
热力学温度	T	K	
摄氏温度	t	$^{\circ}\text{C}$	
压 力	p	Pa(MPa)	$t = T - T_0$
比 容	V	m^3/kg	$(T_0 = 273.15\text{K})$
密 度	ρ	kg/m^3	
焓	h	kJ/kg	

续表

性质参数名称	符 号	单 位 符 号	备 注
汽化潜热	r	kJ/kg	
焓	e	kJ/kg	
熵	s	kJ/(kg·K)	
定容比热	C_v	kJ/(kg·K)	
定压比热	C_p	kJ/(kg·K)	
粘 度	η	Pa·s	
导热系数	λ	$\bar{W}/(m \cdot K)$	
普朗特数	$Pr = \eta C_p / \lambda$	—	
表面张力	σ	N/m	
拉普拉斯系数	a	m	
定熵指数	$k = -\frac{V}{p} \left(\frac{\delta p}{\delta V} \right)_s$	—	
离 子 积	K_w	(mol/kg) ²	
相对静介电常数	ϵ	A·s/(V·m)	
折 射 率	n		
溶 解 度	m	mol/kg水	

除了表1-1所列参数外，本书还用到其他一些物理量，他们是：

临界点参数 v_c, p_c, T_c

饱和水参数 h_f, s_f, v_f

饱和蒸汽参数 h_g, s_g, v_g

饱和压力 p_s

三相点参数 $f_{tr}, s_{tr}, p_{tr}, T_{tr}$

水蒸汽的气体常数 R

饱和温度 T_s

国际标准化组织 (ISO/R31) 提出了以SI单位表达出的其他单位的计算公式。

国际计量大会 (CGPM) 和国际标准化组织 (ISO) 给出了如下的规定：

$$T_{tr} = 273.16 \text{ K (精确值)}$$

而摄氏温度精确地等于 $T - T_0$ ，其中

$$T_0 = 273.15 \text{ K (精确值)}$$

本书中，符号 T 始终表示热力学温度。国际实用温标（1968年）所定义的热力学温度和摄氏温度的数值被认为是目前最好的近似值。当把国际实用温标与热力学温标看作相等时，第二章第二节第（七）部分所列出的常数是适用的。

三、热力学关系式

根据热力学各定律，在状态参数 T 、 p 、 v 、 h 、 e 和 s 之间存在着微分关系。利用常说的热力学位能，即亥姆霍兹（Helmholtz）函数或自由能（Specific free energy） f ，以及吉布斯（Gibbs）函数或自由焓（Specific free enthalpy） $g=f+pv$ ，这些微分关系可写成：

$$\left. \begin{aligned} s &= -(\partial g/\partial T)_p = -(\partial f/\partial T)_v \\ v &= +(\partial g/\partial p)_T \\ p &= -(\partial f/\partial v)_T \\ h &= g + T_s = f + pv + T_s \\ e &= h - T_s, s = g + (T - T_s)s \end{aligned} \right\} \quad (1-1)$$

式中 T_s 为三相点温度（参见上节），焓 e 计算公式的推导参见第二章第三节。

四、气体常数和单位换算

（一）气体常数

摩尔气体常数的当今最佳数据为：

$$R = (8.3144) \pm 0.00026 \text{ kJ}/(\text{kmol} \cdot \text{K}) \quad (1-2)$$

以同位素碳12（ ^{12}C ）的原子量等于12为基准，水蒸汽（ H_2O ）的摩尔量的当今最佳数据为：

$$m_m = 18.0153 \text{ kg}/\text{kmol} \quad (1-3)$$

假如水蒸汽为理想气体，并利用上述两个数据，则水蒸汽的气体常数为：

$$R = R/m_m = 0.461519 \text{ kmol}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \quad (1-4)$$

（二）单位换算^[18]

1. 热量单位换算

我国法定计量单位中规定热量单位为焦耳（J），废除现行热量单位卡（cal）。卡与焦耳间的换算，按下式进行：

$$\left. \begin{aligned} 1 \text{ } 20^\circ\text{C卡 (cal)} &= 4.1868 \text{ 焦耳 (J)} \\ 1 \text{ 国际蒸汽表卡 (cal)} &= 4.1868 \text{ 焦耳 (J)} \\ 1 \text{ 热化学卡 (cal)} &= 4.1840 \text{ 焦耳 (J)} \end{aligned} \right\} \quad (1-5)$$

具体换算可见表1-2~表1-4。

2. 基本参数单位换算

基本参数间不同单位的换算关系如表1-5所示。

表 1-2

20°C 卡 与 焦 耳 换 算 表

(换 算 率: $1 \text{ cal}_{20} = 4.1816 \text{ J}$)

J cal ₂₀	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.0000	4.1816	8.3632	12.545	16.726	20.908	25.090	29.271	33.453	37.634
10	41.816	45.998	50.179	54.361	58.542	62.724	66.906	71.087	75.269	79.450
20	83.632	87.814	91.995	96.177	100.36	104.54	108.72	112.90	117.08	121.27
30	125.45	129.63	133.81	137.99	142.17	146.36	150.54	154.72	158.90	163.08
40	167.26	171.45	175.63	179.81	183.99	188.17	192.35	196.54	200.72	204.90
50	209.08	213.26	217.44	221.62	225.81	229.99	234.17	238.35	242.53	246.71
60	250.90	255.08	259.26	263.44	267.62	271.80	275.99	280.17	284.35	288.53
70	292.71	296.89	301.08	305.26	309.44	313.62	317.80	321.98	326.16	330.35
80	334.53	338.71	342.89	347.07	351.25	355.44	359.62	363.80	367.98	372.16
90	376.34	380.53	384.71	388.89	393.07	397.25	401.43	405.62	409.80	413.98
100	418.16	422.34	426.52	430.70	434.89	439.07	443.25	447.43	451.61	455.79
110	459.98	464.16	468.34	472.52	476.70	480.88	485.07	489.25	493.43	497.61
120	501.79	505.97	510.16	514.34	518.52	522.70	526.88	531.06	535.24	539.43
130	543.61	547.79	551.97	556.15	560.33	564.52	568.70	572.88	577.06	581.24
140	585.42	589.61	593.79	597.97	602.15	606.33	610.51	614.70	618.88	623.06
150	627.24	631.42	635.60	639.78	643.97	648.15	652.33	656.51	660.69	664.87
160	669.06	673.24	677.42	681.60	685.78	689.96	694.15	698.33	702.51	706.69
170	710.87	715.05	719.24	723.42	727.60	731.78	735.96	740.14	744.32	748.51
180	752.69	756.87	761.05	765.23	769.41	773.60	777.78	781.96	786.14	790.32
190	794.50	798.69	802.87	807.05	811.23	815.41	819.59	823.78	827.96	832.14
200	836.32	840.50	844.68	848.86	853.05	857.23	861.41	865.59	869.77	873.95
210	878.14	882.32	886.50	890.68	894.86	899.04	903.23	907.41	911.59	915.77
220	919.95	924.13	928.32	932.50	936.68	940.86	945.04	949.22	953.40	957.59
230	961.77	965.95	970.13	974.31	978.49	982.68	986.86	991.04	995.22	999.40
240	1003.60	1007.80	1011.90	1016.10	1020.30	1024.50	1028.70	1032.90	1037.00	1041.20
250	1045.40	1049.60	1053.80	1057.90	1062.10	1066.30	1070.50	1074.70	1078.90	1083.00
260	1087.20	1091.40	1095.60	1099.80	1103.90	1108.10	1112.30	1116.50	1120.70	1124.90
270	1129.00	1133.20	1137.40	1141.60	1145.80	1149.90	1154.10	1158.30	1162.50	1166.70
280	1170.80	1175.00	1179.20	1183.40	1187.60	1191.80	1195.90	1200.10	1204.30	1208.50
290	1212.70	1216.80	1221.00	1225.20	1229.40	1233.60	1237.80	1241.90	1246.10	1250.30
300	1254.50	1258.70	1262.80	1267.00	1271.20	1275.40	1279.60	1283.80	1287.90	1292.10
310	1296.30	1300.50	1304.70	1308.80	1313.00	1317.20	1321.40	1325.60	1329.70	1333.90
320	1338.10	1342.30	1346.50	1350.70	1354.80	1359.00	1363.20	1367.40	1371.60	1375.70
330	1379.90	1384.10	1388.30	1392.50	1396.70	1400.80	1405.00	1409.20	1413.40	1417.60
340	1421.70	1425.90	1430.10	1434.30	1438.50	1442.70	1446.80	1451.00	1455.20	1459.40
350	1463.60	1467.70	1471.90	1476.10	1480.30	1484.50	1488.60	1492.80	1497.00	1501.20
360	1505.40	1509.60	1513.70	1517.90	1522.10	1526.30	1530.50	1534.60	1538.80	1543.00
370	1547.20	1551.40	1555.60	1559.70	1563.90	1568.10	1572.30	1576.50	1580.60	1584.80
380	1589.00	1593.20	1597.40	1601.60	1605.70	1609.90	1614.10	1618.30	1622.50	1626.60
390	1630.80	1635.00	1639.20	1643.40	1647.60	1651.70	1655.90	1660.10	1664.30	1668.50
400	1672.60	1676.80	1681.00	1685.20	1689.40	1693.50	1697.70	1701.90	1706.10	1710.30
410	1714.50	1718.60	1722.80	1727.00	1731.20	1735.40	1739.50	1743.70	1747.90	1752.10
420	1756.30	1760.50	1764.60	1768.80	1773.00	1777.20	1781.40	1785.50	1789.70	1793.90
430	1798.10	1802.30	1806.50	1810.60	1814.80	1819.00	1823.20	1827.40	1831.50	1835.70
440	1839.90	1844.10	1848.30	1852.40	1856.60	1860.80	1865.00	1869.20	1873.40	1877.50
450	1881.70	1885.90	1890.10	1894.30	1898.40	1902.60	1906.80	1911.00	1915.20	1919.40
460	1923.50	1927.70	1931.90	1936.10	1940.30	1944.40	1948.60	1952.80	1957.00	1961.20
470	1965.40	1969.50	1973.70	1977.90	1982.10	1986.30	1990.40	1994.60	1998.80	2003.00
480	2007.20	2011.30	2015.50	2019.70	2023.90	2028.10	2032.30	2036.40	2040.60	2044.80
490	2049.00	2053.20	2057.30	2061.50	2065.70	2069.90	2074.10	2078.30	2082.40	2086.60

续表

J cal.,	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
500	2090.80	2095.00	2099.20	2103.30	2107.50	2111.70	2115.90	2120.10	2124.30	2128.40
510	2182.60	2186.80	2191.00	2195.20	2199.30	2203.50	2207.70	2211.90	2216.10	2220.30
520	2174.40	2178.60	2182.80	2187.00	2191.20	2195.30	2199.50	2203.70	2207.90	2212.10
530	2216.20	2220.40	2224.60	2228.80	2233.00	2237.20	2241.30	2245.50	2249.70	2253.90
540	2258.10	2262.20	2266.40	2270.60	2274.80	2279.00	2283.20	2287.30	2291.50	2295.70
550	2299.90	2304.10	2308.20	2312.40	2316.60	2320.80	2325.00	2329.20	2333.30	2337.50
560	2341.70	2345.90	2350.10	2354.20	2358.40	2362.60	2366.80	2371.00	2375.10	2379.30
570	2383.50	2387.70	2391.90	2396.10	2400.20	2404.40	2408.60	2412.80	2417.00	2421.10
580	2425.30	2429.50	2433.70	2437.90	2442.10	2446.20	2450.40	2454.60	2458.80	2463.00
590	2467.10	2471.30	2475.50	2479.70	2483.90	2488.10	2492.20	2496.40	2500.60	2504.80
600	2509.00	2513.10	2517.30	2521.50	2525.70	2529.90	2534.00	2538.20	2542.40	2546.60
610	2550.80	2555.00	2559.10	2563.30	2567.50	2571.70	2575.90	2580.00	2584.20	2588.40
620	2592.60	2596.80	2601.00	2605.10	2609.30	2613.50	2617.70	2621.90	2626.00	2630.20
630	2634.40	2638.60	2642.80	2647.00	2651.10	2655.30	2659.50	2663.70	2667.90	2672.00
640	2676.20	2680.40	2684.60	2688.80	2693.00	2697.10	2701.30	2705.50	2709.70	2713.90
650	2718.00	2722.20	2726.40	2730.60	2734.80	2738.90	2743.10	2747.30	2751.50	2755.70
660	2759.90	2764.00	2768.20	2772.40	2776.60	2780.80	2784.90	2789.10	2793.30	2797.50
670	2801.70	2805.90	2810.00	2814.20	2818.40	2822.60	2826.80	2830.90	2835.10	2839.30
680	2843.50	2847.70	2851.90	2856.00	2860.20	2864.40	2868.60	2872.80	2876.90	2881.10
690	2885.30	2889.50	2893.70	2897.80	2902.00	2906.20	2910.40	2914.60	2918.80	2922.90
700	2927.10	2931.30	2935.50	2939.70	2943.80	2948.00	2952.20	2956.40	2960.60	2964.80
710	2968.90	2973.10	2977.30	2981.50	2985.70	2989.80	2994.00	2998.20	3002.40	3006.60
720	3010.80	3014.90	3019.10	3023.30	3027.50	3031.70	3035.80	3040.00	3044.20	3048.40
730	3052.60	3056.70	3060.90	3065.10	3069.30	3073.50	3077.70	3081.80	3086.00	3090.20
740	3094.40	3098.60	3102.70	3106.90	3111.10	3115.30	3119.50	3123.70	3127.80	3132.00
750	3136.20	3140.40	3144.60	3148.70	3152.90	3157.10	3161.30	3165.50	3169.70	3173.80
760	3178.00	3182.20	3186.40	3190.60	3194.70	3198.90	3203.10	3207.30	3211.50	3215.70
770	3219.80	3224.00	3228.20	3232.40	3236.60	3240.70	3244.90	3249.10	3253.30	3257.50
780	3261.60	3265.80	3270.00	3274.20	3278.40	3282.60	3286.70	3290.90	3295.10	3299.30
790	3303.50	3307.60	3311.80	3316.00	3320.20	3324.40	3328.60	3332.70	3336.90	3341.10
800	3345.30	3349.50	3353.60	3357.80	3362.00	3366.20	3370.40	3374.60	3378.70	3382.90
810	3387.10	3391.30	3395.50	3399.60	3403.80	3408.00	3412.20	3416.40	3420.50	3424.70
820	3428.90	3433.10	3437.30	3441.50	3445.60	3449.80	3454.00	3458.20	3462.40	3466.50
830	3470.70	3474.90	3479.10	3483.30	3487.50	3491.60	3495.80	3500.00	3504.20	3508.40
840	3512.50	3516.70	3520.90	3525.10	3529.30	3533.50	3537.60	3541.80	3546.00	3550.20
850	3554.40	3558.50	3562.70	3566.90	3571.10	3575.30	3579.40	3583.60	3587.80	3592.00
860	3596.20	3600.40	3604.50	3608.70	3612.90	3617.10	3621.30	3625.40	3629.60	3633.80
870	3638.00	3642.20	3646.40	3650.50	3654.70	3658.90	3663.10	3667.30	3671.40	3675.60
880	3679.80	3684.00	3688.20	3692.40	3696.50	3700.70	3704.90	3709.10	3713.30	3717.40
890	3721.60	3725.80	3730.00	3734.20	3738.40	3742.50	3746.70	3750.90	3755.10	3759.30
900	3763.40	3767.60	3771.80	3776.00	3780.20	3784.30	3788.50	3792.70	3796.90	3801.10
910	3805.30	3809.40	3813.60	3817.80	3822.00	3826.20	3830.30	3834.50	3838.70	3842.90
920	3847.10	3851.30	3855.40	3859.60	3863.80	3868.00	3872.20	3876.30	3880.50	3884.70
930	3888.90	3893.10	3897.30	3901.40	3905.60	3909.80	3914.00	3918.20	3922.30	3926.50
940	3930.70	3934.90	3939.10	3943.20	3947.40	3951.60	3955.80	3960.00	3964.20	3968.30
950	3972.50	3976.70	3980.90	3985.10	3989.20	3993.40	3997.60	4001.80	4006.00	4010.20
960	4014.30	4018.50	4022.70	4026.90	4031.10	4035.20	4039.40	4043.60	4047.80	4052.00
970	4056.20	4060.30	4064.50	4068.70	4072.90	4077.10	4081.20	4085.40	4089.60	4093.80
980	4098.00	4102.10	4106.30	4110.50	4114.70	4118.90	4123.10	4127.20	4131.40	4135.60
990	4139.80	4144.00	4148.10	4152.30	4156.50	4160.70	4164.90	4169.10	4173.20	4177.40
1000	4181.60									

表 1-3

国际蒸汽表卡与焦耳换算表

(换算率: $1\text{cal}_{IT}=4.1868\text{J}$)

$\begin{matrix} \text{J} \\ \text{cal}_{IT} \end{matrix}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.0000	4.1868	8.3736	12.5604	16.7472	20.9340	25.1208	29.3076	33.4944	37.6812
10	41.868	46.055	50.242	54.428	58.615	62.802	66.989	71.176	75.362	79.549
20	83.736	87.923	92.110	96.296	100.48	104.67	108.86	113.04	117.23	121.42
30	125.60	129.79	133.98	138.16	142.35	146.54	150.72	154.91	159.10	163.29
40	167.47	171.66	175.85	180.03	184.22	188.41	192.59	196.78	200.97	205.15
50	209.34	213.53	217.71	221.90	226.09	230.27	234.46	238.65	242.83	247.02
60	251.21	255.39	259.58	263.77	267.96	272.14	276.33	280.52	284.70	288.89
70	293.08	297.26	301.45	305.64	309.82	314.01	318.20	322.38	326.57	330.76
80	334.94	339.13	343.32	347.50	351.69	355.88	360.06	364.25	368.44	372.63
90	376.81	381.00	385.19	389.37	393.56	397.75	401.93	406.12	410.31	414.49
100	418.68	422.87	427.05	431.24	435.43	439.61	443.80	447.99	452.17	456.36
110	460.55	464.73	468.92	473.11	477.30	481.48	485.67	489.86	494.04	498.23
120	502.42	506.60	510.79	514.98	519.16	523.35	527.54	531.72	535.91	540.10
130	544.28	548.47	552.66	556.84	561.03	565.22	569.40	573.59	577.78	581.97
140	586.15	590.34	594.53	598.71	602.90	607.09	611.27	615.46	619.65	623.83
150	628.02	632.21	636.39	640.58	644.77	648.95	653.14	657.33	661.51	665.70
160	669.89	674.07	678.26	682.45	686.64	690.82	695.01	699.20	703.38	707.57
170	711.76	715.94	720.13	724.32	728.50	732.69	736.88	741.06	745.25	749.44
180	753.62	757.81	762.00	766.18	770.37	774.56	778.74	782.93	787.12	791.31
190	795.49	799.68	803.87	808.05	812.24	816.43	820.61	824.80	828.99	833.17
200	837.36	841.55	845.73	849.92	854.11	858.29	862.48	866.67	870.85	875.04
210	879.23	883.41	887.60	891.79	895.98	900.16	904.35	908.54	912.72	916.91
220	921.10	925.28	929.47	933.66	937.84	942.03	946.22	950.40	954.59	958.78
230	962.96	967.15	971.34	975.52	979.71	983.90	988.08	992.27	996.46	1000.65
240	1004.80	1009.00	1013.20	1017.40	1021.60	1025.80	1030.00	1034.10	1038.30	1042.50
250	1046.70	1050.90	1055.10	1059.30	1063.40	1067.60	1071.80	1076.00	1080.20	1084.40
260	1088.60	1092.80	1096.90	1101.10	1105.30	1109.50	1113.70	1117.90	1122.10	1126.20
270	1130.40	1134.60	1138.80	1143.00	1147.20	1151.40	1155.60	1159.70	1163.90	1168.10
280	1172.30	1176.50	1180.70	1184.90	1189.10	1193.20	1197.40	1201.60	1205.80	1210.00
290	1214.20	1218.40	1222.50	1226.70	1230.90	1235.10	1239.30	1243.50	1247.70	1251.90
300	1256.00	1260.20	1264.40	1268.60	1272.80	1277.00	1281.20	1285.30	1289.50	1293.70
310	1297.90	1302.10	1306.30	1310.50	1314.70	1318.80	1323.00	1327.20	1331.40	1335.60
320	1339.80	1344.00	1348.10	1352.30	1356.50	1360.70	1364.90	1369.10	1373.30	1377.50
330	1381.60	1385.80	1390.00	1394.20	1398.40	1402.60	1406.80	1411.00	1415.10	1419.30
340	1423.50	1427.70	1431.90	1436.10	1440.30	1444.40	1448.60	1452.80	1457.00	1461.20
350	1465.40	1469.60	1473.80	1477.90	1482.10	1486.30	1490.50	1494.70	1498.90	1503.10
360	1507.20	1511.40	1515.60	1519.80	1524.00	1528.20	1532.40	1536.60	1540.70	1544.90
370	1549.10	1553.30	1557.50	1561.70	1565.90	1570.10	1574.20	1578.40	1582.60	1586.80
380	1591.00	1595.20	1599.40	1603.50	1607.70	1611.90	1616.10	1620.30	1624.50	1628.70
390	1632.90	1637.00	1641.20	1645.40	1649.60	1653.80	1658.00	1662.20	1666.30	1670.50
400	1674.70	1678.90	1683.10	1687.30	1691.50	1695.70	1699.80	1704.00	1708.20	1712.40
410	1716.60	1720.80	1725.00	1729.10	1733.30	1737.50	1741.70	1745.90	1750.10	1754.30
420	1758.50	1762.60	1766.80	1771.00	1775.20	1779.40	1783.60	1787.80	1792.00	1796.10
430	1800.30	1804.50	1808.70	1812.90	1817.10	1821.30	1825.40	1829.60	1833.80	1838.00
440	1842.20	1846.40	1850.60	1854.80	1858.90	1863.10	1867.30	1871.50	1875.70	1879.90
450	1884.10	1888.20	1892.40	1896.60	1900.80	1905.00	1909.20	1913.40	1917.60	1921.70
460	1925.90	1930.10	1934.30	1938.50	1942.70	1946.90	1951.00	1955.20	1959.40	1963.60
470	1967.80	1972.00	1976.20	1980.40	1984.50	1988.70	1992.90	1997.10	2001.30	2005.50
480	2009.70	2013.90	2018.00	2022.20	2026.40	2030.60	2034.80	2039.00	2043.20	2047.30
490	2051.50	2055.70	2059.90	2064.10	2068.30	2072.50	2076.70	2080.80	2085.00	2089.20

续表

J	cal _{IT}									
cal _{IT}	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
500	2093.40	2097.60	2101.80	2106.00	2110.10	2114.30	2118.50	2122.70	2126.90	2131.10
510	2135.30	2139.50	2143.60	2147.80	2152.00	2156.20	2160.40	2164.60	2168.80	2172.90
520	2177.10	2181.30	2185.50	2189.70	2193.90	2198.10	2202.30	2206.40	2210.60	2214.80
530	2219.00	2223.20	2227.40	2231.60	2235.80	2239.90	2244.10	2248.30	2252.50	2256.70
540	2260.90	2265.10	2269.20	2273.40	2277.60	2281.80	2286.00	2290.20	2294.40	2298.60
550	2302.70	2306.90	2311.10	2315.30	2319.50	2323.70	2327.90	2332.00	2336.20	2340.40
560	2344.60	2348.80	2353.00	2357.20	2361.40	2365.50	2369.70	2373.90	2378.10	2382.30
570	2386.50	2390.70	2394.80	2399.00	2403.20	2407.40	2411.60	2415.80	2420.00	2424.20
580	2428.30	2432.50	2436.70	2440.90	2445.10	2449.30	2453.50	2457.70	2461.80	2466.00
590	2470.20	2474.40	2478.60	2482.80	2487.00	2491.10	2495.30	2499.50	2503.70	2507.90
600	2512.10	2516.30	2520.50	2524.00	2528.80	2533.00	2537.20	2541.40	2545.60	2549.80
610	2553.90	2558.10	2562.30	2566.50	2570.70	2574.90	2579.10	2583.30	2587.40	2591.60
620	2595.80	2600.00	2604.20	2608.40	2612.60	2616.80	2620.90	2625.10	2629.30	2633.50
630	2637.70	2641.90	2646.10	2650.20	2654.40	2658.60	2662.80	2667.00	2671.20	2675.40
640	2679.60	2683.70	2687.90	2692.10	2696.30	2700.50	2704.70	2708.90	2713.00	2717.20
650	2721.40	2725.60	2729.80	2734.00	2738.20	2742.40	2746.50	2750.70	2754.90	2759.10
660	2763.30	2767.50	2771.70	2775.80	2780.00	2784.20	2788.40	2792.60	2796.80	2801.00
670	2805.20	2809.30	2813.50	2817.70	2821.90	2826.10	2830.30	2834.50	2838.70	2842.80
680	2847.00	2851.20	2855.40	2859.60	2863.80	2868.00	2872.10	2876.30	2880.50	2884.70
690	2888.90	2893.10	2897.30	2901.50	2905.60	2909.80	2914.00	2918.20	2922.40	2926.60
700	2930.80	2934.90	2939.10	2943.30	2947.50	2951.70	2955.90	2960.10	2964.30	2968.40
710	2972.60	2976.80	2981.00	2985.20	2989.40	2993.60	2997.70	3001.90	3006.10	3010.30
720	3014.50	3018.70	3022.90	3027.10	3031.20	3035.40	3039.60	3043.80	3048.00	3052.20
730	3056.40	3060.60	3064.70	3068.90	3073.10	3077.30	3081.50	3085.70	3089.90	3094.00
740	3098.20	3102.40	3106.60	3110.80	3115.00	3119.20	3123.40	3127.50	3131.70	3135.90
750	3140.10	3144.30	3148.50	3152.70	3156.80	3161.00	3165.20	3169.40	3173.60	3177.80
760	3182.00	3186.20	3190.30	3194.50	3198.70	3202.90	3207.10	3211.30	3215.50	3219.60
770	3223.80	3228.00	3232.20	3236.40	3240.60	3244.80	3249.00	3253.10	3257.30	3261.50
780	3265.70	3269.90	3274.10	3278.30	3282.50	3286.60	3290.80	3295.00	3299.20	3303.40
790	3307.60	3311.80	3315.90	3320.10	3324.30	3328.50	3332.70	3336.90	3341.10	3345.30
800	3349.40	3353.60	3357.80	3362.00	3366.20	3370.40	3374.60	3378.70	3382.90	3387.10
810	3391.30	3395.50	3399.70	3403.90	3408.10	3412.20	3416.40	3420.60	3424.80	3429.00
820	3433.20	3437.40	3441.50	3445.70	3449.90	3454.10	3458.30	3462.50	3466.70	3470.90
830	3475.00	3479.20	3483.40	3487.60	3491.80	3496.00	3500.20	3504.40	3508.50	3512.70
840	3516.90	3521.10	3525.30	3529.50	3533.70	3537.80	3542.00	3546.20	3550.40	3554.60
850	3558.80	3563.00	3567.20	3571.30	3575.50	3579.70	3583.90	3588.10	3592.30	3596.50
860	3600.60	3604.80	3609.00	3613.20	3617.40	3621.60	3625.80	3630.00	3634.10	3638.30
870	3642.50	3646.70	3650.90	3655.10	3659.30	3663.50	3667.60	3671.80	3676.00	3680.20
880	3684.40	3688.60	3692.80	3696.90	3701.10	3705.30	3709.50	3713.70	3717.90	3722.10
890	3726.30	3730.40	3734.60	3738.80	3743.00	3747.20	3751.40	3755.60	3759.70	3763.90
900	3768.10	3772.30	3776.50	3780.70	3784.90	3789.10	3793.20	3797.40	3801.60	3805.80
910	3810.00	3814.20	3818.40	3822.50	3826.70	3830.90	3835.10	3839.30	3843.50	3847.70
920	3851.90	3856.00	3860.20	3864.40	3868.60	3872.80	3877.00	3881.20	3885.40	3889.50
930	3893.70	3897.90	3902.10	3906.30	3910.50	3914.70	3918.80	3923.00	3927.20	3931.40
940	3935.60	3939.80	3944.00	3948.20	3952.30	3956.50	3960.70	3964.90	3969.10	3973.30
950	3977.50	3981.60	3985.80	3990.00	3994.20	3998.40	4002.60	4006.80	4011.00	4015.10
960	4019.30	4023.50	4027.70	4031.90	4036.10	4040.30	4044.40	4048.60	4052.80	4057.00
970	4061.20	4065.40	4069.60	4073.80	4077.90	4082.10	4086.30	4090.50	4094.70	4098.90
980	4103.10	4107.30	4111.40	4115.60	4119.80	4124.00	4128.20	4132.40	4136.60	4141.70
990	4144.90	4149.10	4153.30	4157.50	4161.70	4165.90	4170.10	4174.20	4178.40	4182.60
1000	4186.80									

表 1-4

热化学卡与焦耳换算表

(换算率: $1\text{cal}_{th}=4.1840\text{J}$)

J cal _{th}	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.0000	4.1840	8.3680	12.552	16.736	20.920	25.104	29.288	33.472	37.656
10	41.840	46.024	50.208	54.392	58.576	62.760	66.944	71.128	75.312	79.496
20	83.680	87.864	92.048	96.232	100.42	104.60	108.78	112.97	117.15	121.34
30	125.52	129.70	133.89	138.07	142.26	146.44	150.62	154.81	158.99	163.18
40	167.36	171.54	175.73	179.91	184.10	188.28	192.46	196.65	200.83	205.02
50	209.20	213.38	217.57	221.75	225.94	230.12	234.30	238.49	242.67	246.86
60	251.04	255.22	259.41	263.59	267.78	271.96	276.14	280.33	284.51	288.70
70	292.88	297.06	301.25	305.43	309.62	313.80	317.98	322.17	326.35	330.54
80	334.72	338.90	343.09	347.27	351.46	355.64	359.82	364.01	368.19	372.38
90	376.56	380.74	384.93	389.11	393.30	397.48	401.66	405.85	410.03	414.22
100	418.40	422.58	426.77	430.95	435.14	439.32	443.51	447.69	451.88	456.06
110	460.24	464.42	468.61	472.79	476.98	481.16	485.34	489.53	493.71	497.90
120	502.08	506.26	510.45	514.63	518.82	523.00	527.18	531.37	535.55	539.74
130	543.92	548.10	552.29	556.47	560.66	564.84	569.02	573.21	577.39	581.58
140	585.76	589.94	594.13	598.31	602.50	606.68	610.86	615.05	619.23	623.42
150	627.60	631.78	635.97	640.15	644.34	648.52	652.70	656.89	661.07	665.26
160	669.44	673.62	677.81	681.99	686.18	690.36	694.54	698.73	702.91	707.10
170	711.28	715.46	719.65	723.83	728.02	732.20	736.38	740.57	744.75	748.94
180	753.12	757.30	761.49	765.67	769.86	774.04	778.22	782.41	786.59	790.78
190	794.96	799.14	803.33	807.51	811.70	815.88	820.06	824.25	828.43	832.62
200	836.80	840.98	845.17	849.35	853.54	857.72	861.90	866.09	870.27	874.46
210	878.64	882.83	887.01	891.19	895.38	899.56	903.74	907.93	912.11	916.30
220	920.48	924.66	928.85	933.03	937.22	941.40	945.58	949.77	953.95	958.14
230	962.32	966.50	970.69	974.87	979.06	983.24	987.42	991.61	995.79	999.98
240	1004.20	1008.30	1012.50	1016.70	1020.90	1025.10	1029.30	1033.40	1037.60	1041.80
250	1046.00	1050.20	1054.40	1058.60	1062.70	1066.90	1071.10	1075.30	1079.50	1083.70
260	1087.80	1092.00	1096.20	1100.40	1104.60	1108.80	1112.90	1117.10	1121.30	1125.50
270	1129.70	1133.90	1138.00	1142.20	1146.40	1150.60	1154.80	1159.00	1163.20	1167.40
280	1171.50	1175.70	1179.90	1184.10	1188.30	1192.40	1196.60	1200.80	1205.00	1209.20
290	1213.40	1217.50	1221.70	1225.90	1230.10	1234.30	1238.50	1242.60	1246.80	1251.00
300	1255.20	1259.40	1263.60	1267.80	1271.90	1276.10	1280.30	1284.50	1288.70	1292.90
310	1297.00	1301.20	1305.40	1309.60	1313.80	1318.00	1322.10	1326.30	1330.50	1334.70
320	1338.90	1343.10	1347.20	1351.40	1355.60	1359.80	1364.00	1368.20	1372.40	1376.50
330	1380.70	1384.90	1389.10	1393.30	1397.50	1401.60	1405.80	1410.00	1414.20	1418.40
340	1422.60	1426.70	1430.90	1435.10	1439.30	1443.50	1447.70	1451.80	1456.00	1460.20
350	1464.40	1468.60	1472.80	1477.00	1481.10	1485.30	1489.50	1493.70	1497.90	1502.10
360	1506.20	1510.40	1514.60	1518.80	1523.00	1527.20	1531.30	1535.50	1539.70	1543.90
370	1548.10	1552.30	1556.40	1560.60	1564.80	1569.00	1573.20	1577.40	1581.60	1585.70
380	1589.90	1594.10	1598.30	1602.50	1606.70	1610.80	1615.00	1619.20	1623.40	1627.60
390	1631.80	1635.90	1640.10	1644.30	1648.50	1652.70	1656.90	1661.00	1665.20	1669.40
400	1673.60	1677.80	1682.00	1686.20	1690.30	1694.50	1698.70	1702.90	1707.10	1711.30
410	1715.40	1719.60	1723.80	1728.00	1732.20	1736.40	1740.50	1744.70	1748.90	1753.10
420	1757.30	1761.50	1765.60	1769.80	1774.00	1778.20	1782.40	1786.60	1790.80	1794.90
430	1799.10	1803.30	1807.50	1811.70	1815.90	1820.10	1824.20	1828.40	1832.60	1836.80
440	1841.00	1845.10	1849.30	1853.50	1857.70	1861.90	1866.10	1870.20	1874.40	1878.60
450	1882.80	1887.00	1891.20	1895.40	1899.50	1903.70	1907.90	1912.10	1916.30	1920.50
460	1924.60	1928.80	1933.00	1937.20	1941.40	1945.60	1949.70	1953.90	1958.10	1962.30
470	1966.50	1970.70	1974.80	1979.00	1983.20	1987.40	1991.60	1995.80	2000.00	2004.10
480	2008.30	2012.50	2016.70	2020.90	2025.10	2029.20	2033.40	2037.60	2041.80	2046.00
490	2050.20	2054.30	2058.50	2062.70	2066.90	2071.10	2075.30	2079.40	2083.60	2087.80

续表

J	cal _{1h}	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
500	2092.00	2096.20	2100.40	2104.60	2108.70	2112.90	2117.10	2121.30	2125.50	2129.70	
510	2133.80	2138.00	2142.20	2146.40	2150.60	2154.80	2158.90	2163.10	2167.30	2171.50	
520	2175.70	2179.90	2184.00	2188.20	2192.40	2196.60	2200.80	2205.00	2209.20	2213.30	
530	2217.50	2221.70	2225.90	2230.10	2234.30	2238.40	2242.60	2246.80	2251.00	2255.20	
540	2259.40	2263.50	2267.70	2271.90	2276.10	2280.30	2284.50	2288.60	2292.80	2297.00	
550	2301.20	2305.40	2309.60	2313.80	2317.90	2322.10	2326.30	2330.50	2334.70	2338.90	
560	2343.00	2347.20	2351.40	2355.60	2359.80	2364.00	2368.10	2372.30	2376.50	2380.70	
570	2384.90	2389.10	2393.20	2397.40	2401.60	2405.80	2410.00	2414.20	2418.30	2422.50	
580	2426.70	2430.90	2435.10	2439.30	2443.50	2447.60	2451.80	2456.00	2460.20	2464.40	
590	2468.60	2472.70	2476.90	2481.10	2485.30	2489.50	2493.70	2497.80	2502.00	2506.20	
600	2510.40	2514.60	2518.80	2523.00	2527.10	2531.30	2535.50	2539.70	2543.90	2548.10	
610	2552.20	2556.40	2560.60	2564.80	2569.00	2573.20	2577.30	2581.50	2585.70	2589.90	
620	2594.10	2598.30	2602.40	2606.60	2610.80	2615.00	2619.20	2623.40	2627.60	2631.70	
630	2635.90	2640.10	2644.30	2648.50	2652.70	2656.80	2661.00	2665.20	2669.40	2673.60	
640	2677.80	2681.90	2686.10	2690.30	2694.50	2698.70	2702.90	2707.00	2711.20	2715.40	
650	2719.60	2723.80	2728.00	2732.20	2736.30	2740.50	2744.70	2748.90	2753.10	2757.30	
660	2761.40	2765.60	2769.80	2774.00	2778.20	2782.30	2786.50	2790.70	2794.90	2799.10	
670	2803.30	2807.50	2811.60	2815.80	2820.00	2824.20	2828.40	2832.60	2836.80	2840.90	
680	2845.10	2849.30	2853.50	2857.70	2861.90	2866.00	2870.20	2874.40	2878.60	2882.80	
690	2887.00	2891.10	2895.30	2899.50	2903.70	2907.90	2912.10	2916.20	2920.40	2924.60	
700	2928.80	2933.00	2937.20	2941.40	2945.50	2949.70	2953.90	2958.10	2962.30	2966.50	
710	2970.60	2974.80	2979.00	2983.20	2987.40	2991.60	2995.70	2999.90	3004.10	3008.30	
720	3012.50	3016.70	3020.80	3025.00	3029.20	3033.40	3037.60	3041.80	3046.00	3050.10	
730	3054.30	3058.50	3062.70	3066.90	3071.10	3075.20	3079.40	3083.60	3087.80	3092.00	
740	3096.20	3100.30	3104.50	3108.70	3112.90	3117.10	3121.30	3125.40	3129.60	3133.80	
750	3138.00	3142.20	3146.40	3150.60	3154.70	3158.90	3163.10	3167.30	3171.50	3175.70	
760	3179.80	3184.00	3188.20	3192.40	3196.60	3200.80	3204.90	3209.10	3213.30	3217.50	
770	3221.70	3225.90	3230.00	3234.20	3238.40	3242.60	3246.80	3251.00	3255.20	3259.30	
780	3263.50	3267.70	3271.90	3276.10	3280.30	3284.40	3288.60	3292.80	3297.00	3301.20	
790	3305.40	3309.50	3313.70	3317.90	3322.10	3326.30	3330.50	3334.60	3338.80	3343.00	
800	3347.20	3351.40	3355.60	3359.80	3363.90	3368.10	3372.30	3376.50	3380.70	3384.90	
810	3389.00	3393.20	3397.40	3401.60	3405.80	3410.00	3414.10	3418.30	3422.50	3426.70	
820	3430.90	3435.10	3439.20	3443.40	3447.60	3451.80	3456.00	3460.20	3464.40	3468.50	
830	3472.70	3476.90	3481.10	3485.30	3489.50	3493.60	3497.80	3502.00	3506.20	3510.40	
840	3514.60	3518.80	3522.90	3527.10	3531.30	3535.50	3539.70	3543.80	3548.00	3552.20	
850	3556.40	3560.60	3564.80	3569.00	3573.10	3577.30	3581.50	3585.70	3589.90	3594.10	
860	3598.20	3602.40	3606.60	3610.80	3615.00	3619.20	3623.30	3627.50	3631.70	3635.90	
870	3640.10	3644.30	3648.40	3652.60	3656.80	3661.00	3665.20	3669.40	3673.60	3677.70	
880	3681.90	3686.10	3690.30	3694.50	3698.70	3702.80	3707.00	3711.20	3715.40	3719.60	
890	3723.80	3727.90	3732.10	3736.30	3740.50	3744.70	3748.90	3753.00	3757.20	3761.40	
900	3765.60	3769.80	3774.00	3778.20	3782.30	3786.50	3790.70	3794.90	3799.10	3803.30	
910	3807.40	3811.60	3815.80	3820.00	3824.20	3828.40	3832.50	3836.70	3840.90	3845.10	
920	3849.30	3853.50	3857.60	3861.80	3866.00	3870.20	3874.40	3878.60	3882.80	3886.90	
930	3891.10	3895.30	3899.50	3903.70	3907.90	3912.00	3916.20	3920.40	3924.60	3928.80	
940	3933.00	3937.10	3941.30	3945.50	3949.70	3953.90	3958.10	3962.20	3966.40	3970.60	
950	3974.80	3979.00	3983.20	3987.40	3991.50	3995.70	3999.90	4004.10	4008.30	4012.50	
960	4016.60	4020.80	4025.00	4029.20	4033.40	4037.60	4041.70	4045.90	4050.10	4054.30	
970	4058.50	4062.70	4066.80	4071.00	4075.20	4079.40	4083.60	4087.80	4092.00	4096.10	
980	4100.30	4104.50	4108.70	4112.90	4117.10	4121.20	4125.40	4129.60	4133.80	4138.00	
990	4142.20	4146.30	4150.50	4154.70	4158.90	4163.10	4167.30	4171.40	4175.60	4179.80	
1000	4184.00										

表 1-5

基本参数单位换算表

压 力 p		MPa	kgf/cm ²	bf/in ²
	MPa	1	10.1972	145.038
	1kgf/cm ²	0.0980665	1	14.2233
	1bf/in ²	0.00689476	0.0703070	1
比 容 v		m ³ /kg	ft ³ /b	
	1m ³ /kg	1	16.0185	
	1ft ³ /b	0.0624280	1	
焓 h		kJ/kg	kcal/kg	Btu/b
	1kJ/kg	1	0.238846	0.429923
	1kcal/kg	4.1868	1	1.8
焓 e	1Btu/b	2.326	0.555556	1
熵 s		kJ/(kg·K)	kcal/(kg·K)	Btu/(b·R)
	1kJ/(kg·K)	1	0.238846	0.238846
	1kcal/(kg·K)	4.1868	1	1
	1Btu/(b·R)	4.1868	1	1
比热 c		kJ/(kg·K)	kcal/(kg·°C)	Btu/(b·°F)
	1kJ/(kg·K)	1	0.238846	0.238846
	1kcal/(kg·°C)	4.1868	1	1
	1Btu/(b·°F)	4.1868	1	1
粘 度		Pa·s	kgf·s/m ²	b/(s·ft)
	1Pa·s	1	0.101972	0.671969
	1kgf·s/m ²	9.80665	1	6.58976
	1b/(s·ft)	1.48816	0.151750	1
$1P = 1g/(cm·s) = 1dyn·s/cm^2 = 10^{-1}kg/(m·s)$				
导热系数		W/(m·k)	kcal/(m·h·°C)	Btu/(ft·h·°F)
	1W/(m·k)	1	0.859845	0.577789
	1kcal/(m·h·°C)	1.163	1	0.671969
	1Btu/(ft·h·°F)	1.73073	1.48816	1

3. 能量单位换算

能量间不同单位的换算关系如表1-6所示。