

NENGYUANSHIYONG

ZHESHUJUSHOUCE

能源 工作 手册



江苏科学技术出版社

内 容 提 要

本书载有能源工作者常用的基本数据及其衍生的相关数据,包括最新投入使用和使用多年的实用数据,其中许多内容在其他书中难以找到。

本书包括公制化与国际单位制、物理数据、流动、燃料、燃烧、锅炉、仪表、传热、蒸气和电能利用、致冷、原动机、通用数据等部分。采用简明的图表和公式的形式,使用方便。

从事能源工作的科技和管理人员,运用本书的资料数据,可以便利地进行用能技术经济分析,有效地采取节能措施。本书具有广泛的实用范围,也可供大专院校师生参考。

本书译自英国《Energy Users' Databook》一书(1981),作者H.B.Locke

序

未来的能源供应，同政府的内外政策、环境问题、联合经营方式以及地质学、工程学和后勤学有关，还同运输、储存和分配（它们又受前述若干因素的影响）有关。能源价格和供应的可靠性，取决于上述诸因素的综合作用。

能源是工业的基础，它在社会和家庭生活中所起的作用，比制订法律的政治家、政府官员、营利性行业以及研究社会今后需求的社团都大一些。其作用，等同于消费者购买商品或工业设备、各阶层人员为之谋生而从事工业劳动所起的作用。毫无疑问，社会决不追求一种完全稳定的状态；然而，工业仍需保持一定的稳定性，以便更好地服务于社会。

因此，工业企业的总工程师和能源管理者在一次能源供应、能源利用方式、抵制供能破产和价格变化等方面，将不得不采取越来越灵活的对策。这里指的是煤、石油、天然气和电（还可包括应急能源生产或现场专用气体生产）之间的适用性。诸如太阳能、风能、波能和有机物发生气这类用之不竭的能源，主要是专家感兴趣的事。而改进工艺、减少损耗以节约能源，则是大家都能做到的。现行的许多生产工艺和设备，在一二十年前可说是很新的，但今天可由更为崭新的方法和效率更高的设备来代替。设计和操作原理也有很大改变，十年前经济可靠的能源，现已不再适用。

因此，宜于消除如下的浪费源：未充分隔热的建筑物、炉子或管道，泄漏的接头和疏水器，冷凝水不返回锅炉而排泄掉，蒸气或热空气的热量未经热交换器回收并用于建筑物或

生产过程而排入大气。严重浪费的例子还有：在高于要求的温度下进行生产操作，建筑物超过规定的照明、采暖和通风（特别当其不用时），水或压缩空气白白排掉等。解决上述问题，只要有良好的生产操作就可以，无需采用什么新的工艺技术。象热交换器、检测仪器、热泵、控制器这类装置，市场均有出售；螺栓、螺帽、密封垫等也可买到。

本书二三十年来为能源工程师提供了广泛实用的数据。有关设备虽仍在使用但已不再新建了，因此，有些数据在别处已很难（或不可能）找到。另一方面，本书的内容每年有所更新，以不断满足在职人员的需要。本书不是商品目录或教科书的翻版，其目的是为现场工作和会议提供论据，图表以及应用简便的公式。欢迎读者对本书提出意见，在修订中将尽可能考虑进去。

目 录

序.....	I
公制化和国际单位制.....	1
物理数据.....	7
流动.....	46
燃料.....	54
燃烧.....	99
锅炉与炉窑.....	114
器具仪表.....	129
传热.....	138
蒸气利用.....	149
电能利用.....	154
致冷.....	159
原动机.....	160
通用数据.....	168
SI 制的换算.....	173

公制化和国际单位制

拟于1970—1975年期间普及公制单位。英国标准协会负责规划工程界的单位转换。英国标准 B.S.3763 : 1964 叙述和定义了现用的衡制和度量标准——称作“国际单位制”。几个协会出版了介绍单位转换的小册子,其中最好的两种,是由英国标准协会格拉斯博士和英国煤炭利用研究协会德赖登博士编写的,分别由气体协会和英国煤炭利用研究协会出版。商用设备贸易协会的简表也非常有用。

基本的国际制单位有:米、公斤、秒、开尔文、安培、摩尔* 和坎德拉(光强度单位),以及弧度和球面度(平面角和立体角)。其它各种单位均可由上述单位导出。单位的数值特别大或特别小时,常需采用下列词头—— $T(10^{12})$ 、 $G(10^9)$ 、 $M(10^6)$ 、 $K(10^3)$ 、 $m(10^{-3})$ 、 $\mu(10^{-6})$ 、 $n(10^{-9})$ 、 $p(10^{-12})$ 。此外,必要时还可采用 $h(10^2)$ 、 $da(10)$ 、 $d(10^{-1})$ 和 $C(10^{-2})$ 等词头。

今后通用的“新”术语

N—1牛顿 $\equiv$ 1公斤·米/秒²——力的单位。

J—1焦耳 $\equiv$ 1牛顿·米——能(功、热)的单位。

W—1瓦特 $\equiv$ 1焦耳/秒——功率单位。

K—开尔文 $\equiv$ 绝对摄氏度——温度单位。

Hz—1赫兹 $\equiv$ 1周/秒。

C—1库仑 $\equiv$ 1安培·秒。

*原文漏掉了物质的量的单位摩尔。——编者

如同相应单位的无量纲数均能成立一样，比重和比热的值不变。

常用数字

千克分子气体体积	$22.41 \text{米}^3/\text{千摩尔}$
斯蒂芬—玻耳兹曼常数	$5.670 \times 10^{-8} \text{瓦特} \cdot \text{米}^{-2} \text{开尔文}^{-4}$
气体常数(R)	$8.314 \times 10^3 \text{焦耳} \cdot \text{开尔文}^{-1} / \text{千摩尔}$
阿伏伽德罗数(N)	$6.023 \times 10^{26} \text{分子} / \text{千摩尔}$
重力常数(原等于32英尺/秒 ²)	$9.807 \text{米} \cdot \text{秒}^{-2}$

补充规则

1大气压	大致等于 $1 \text{公斤} \cdot \text{厘米}^{-2}$
1英热单位	大致等于1000焦耳
1千卡/英吨	大致等于 $107 \times 10^6 \text{焦耳} \cdot \text{吨}^{-1}$
62.4磅/英尺 ³	大致等于 $1 \text{吨} \cdot \text{米}^{-3}$
1英热单位/磅·华氏度	大致等于 $4.2 \text{焦耳} \cdot \text{公斤}^{-1} \cdot \text{开尔文}^{-1}$
1英厘/英尺 ³	大致等于 $2\frac{1}{4} \text{克} \cdot \text{米}^{-3}$
1英厘/加仑	大致等于 $1/70 \text{公斤} \cdot \text{米}^{-3}$
焦炭热值(12900英热单位/磅)	大致等于 $30 \times 10^6 \text{焦耳} \cdot \text{公斤}^{-1}$
油热值(17600英热单位/磅)	大致等于 $42 \times 10^6 \text{焦耳} \cdot \text{公斤}^{-1}$
蒸气潜热(970.6英热单位/磅)	大致等于 $2.3 \times 10^6 \text{焦耳} \cdot \text{公斤}^{-1}$

参见国际制单位转换表后的两个图表。

基 本 单 位

	惯 用 单 位	单 位 转 换	国 际 制 单 位
长 度	3.94×10^{-5} 英寸	英寸 $\rightarrow$ 1 $\leftarrow$ 微米	2.54×10^4 微米
	3.28 英尺	英尺 $\rightarrow$ 1 $\leftarrow$ 米	0.305 米 (30.5 厘米)
	3.94×10^{-2} 英寸	英寸 $\rightarrow$ 1 $\leftarrow$ 毫米	25.4 毫米 (2.54 厘米)
	1.09 码 (3.27 英尺)	码 $\rightarrow$ 1 $\leftarrow$ 米	0.914 米 (91.4 厘米)
	6.22×10^{-4} 英里	英里 $\rightarrow$ 1 $\leftarrow$ 米	1609 米 (1.609 公里)
质 量	2.205 磅	磅 $\rightarrow$ 1 $\leftarrow$ 公斤	0.454 公斤 (454 克)
	3.53×10^{-2} 盎司	盎司 $\rightarrow$ 1 $\leftarrow$ 克	28.3 克 (0.0283 公斤)
	0.984 长吨 (2205 磅)	长吨 $\rightarrow$ 1 $\leftarrow$ 吨	1.016 吨 (1016 公斤)
	1.102 短吨 (2205 磅)	短吨 $\rightarrow$ 1 $\leftarrow$ 吨	0.907 吨 (907 公斤)
时 间	实用中不改变, 1 年包含 31556925.9747 秒		
温 度	-273.15°C (或 -459.8°F)	绝对零度	0K (开氏度)
	1 摄氏度	1 度	1 开氏度
	$(X - 273.15)^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C} \rightarrow X^{\circ} \leftarrow$ 开氏度	$(X + 273.15)\text{K}$

现已开始采用安培、坎德拉、弧度和球面度等单位。

注 以下各表内相应的地方, 乘以10的因数。

变 换 和 导 出 单 位

	惯 用 单 位	单 位 转 换	国 际 制 单 位
面积 <i>A</i>	0.155平方英尺	平方英尺→1←平方厘米	6.45厘米 ²
	10.76平方英尺	平方英尺→1←平方米	0.0929米 ²
体积 <i>V</i>	35.3立方英尺	立方英尺→1←立方米	0.0283米 ³
	220加仑	英国标准加仑→1←立方米	0.00455米 ³
	264美国加仑	美国加仑→1←立方米	0.00379米 ³
	6.29桶	桶→1←立方米	0.159米 ³
力 <i>f</i>	0.225磅力	磅→1←牛顿	4.45牛顿(公斤米·秒 ⁻²)
	0.102公斤力	公斤→1←牛顿	9.81牛顿
密度 <i>ρ</i>	0.0624磅/英尺 ³	磅/英尺 ³ →1←公斤/米 ³	16.02公斤·米 ⁻³
	0.01002磅/加仑	磅/英国标准加仑←1←公斤/米 ³	99.8公斤·米 ⁻³
	0.437格令/英尺 ³	格令/英尺 ³ →1←克/米 ³	2.288克·米 ⁻³
压 力	0.000145磅力/英寸 ²	磅/英寸 ² →1←牛顿/米 ²	6895牛顿·米 ⁻²
	0.00401	英寸水→1←牛顿/米 ²	249.1牛顿·米 ⁻²
	0.000295英寸汞柱	英寸汞柱→1←牛顿/米 ²	3386牛顿·米 ⁻²
	0.0075毫米	毛→1←牛顿/米 ²	133.3牛顿·米 ⁻²

续表 1

	0°C, 760毫米汞柱	←标准温度和压力→	273.15K, 1.013×10 ⁵ 牛顿/米 ²
能 量	0.948英热单位	英热单位→1←千焦耳	1.055千焦耳(千牛顿·米)
	0.738英尺·磅	英尺·磅→1←焦耳	1.36焦耳(牛顿·米 或公斤米 ² ·秒 ⁻²)
	0.00948千卡	千卡→1←兆焦耳	105.5兆焦耳
	0.3725马力·时	马力/时→1←兆焦耳	2.684兆焦耳
	0.278千瓦·时	千瓦·时→1←兆焦耳	3.60兆焦耳
功 率	3.412英热单位/时	英热单位/时→1←瓦	0.293焦耳·秒 ⁻¹ (或瓦)
	0.00134马力	马力→1←焦耳/秒	748焦耳·秒 ⁻¹ (或瓦)
	0.328吨(3412英热 单位/时)	致冷的吨位→1←千瓦	3.517千瓦(等于1200英热 单位/时)
流 速	2.24英里/时	英里/小时→1←米/秒	0.447米·秒 ⁻¹
	3.28英尺/秒	英尺/秒→1←米/秒	0.305米·秒 ⁻¹
流 量	2.205磅/小时	磅/小时→1←公斤/时	0.454公斤·时 ⁻¹
	0.792英国标准加仑/时	加仑(英国)/时→1←厘米 ³ /秒	1.263厘米 ³ ·秒 ⁻¹
	0.955美国加仑/时	加仑(美国)/时→1←厘米 ³ /秒	1.052厘米 ³ ·秒 ⁻¹
	35.3英尺 ³ /秒	英尺 ³ /秒→1←米 ³ /秒	0.0283厘米 ³ ·秒 ⁻¹

粘 度	10泊(10^3 厘泊)	泊 $\rightarrow 1 \leftarrow$ 牛顿·秒/米 ²	0.100牛顿·秒·米 ⁻²
	0.671磅/英尺·秒	磅/英尺·秒 $\rightarrow 1 \leftarrow$ 牛顿·秒/米 ²	1.49牛顿·秒·米 ⁻²
	0.00242磅/(英尺·时)	磅/(英尺·时) $\rightarrow 1 \leftarrow$ 牛顿·秒/米 ²	0.413牛顿·秒·米 ⁻²
	1 沱	沱 $\rightarrow 1 \leftarrow$ 厘米 ² /秒	1.00厘米 ² ·秒 ⁻¹ (100^{-4} 米 ² ·秒 ⁻¹)
热 容 量	3.88英尺 ² /时	英尺 ² /时 $\rightarrow 1 \leftarrow$ 厘米 ² /秒	0.258厘米 ² ·秒 ⁻¹
	0.429英热单位/磅	英热单位/磅 $\rightarrow 1 \leftarrow$ 千焦耳/公斤	2.33×10^3 焦耳·公斤 ⁻¹
	31.0英热单位/英尺 ³	英热单位/英尺 ³ $\rightarrow 1 \leftarrow$ 焦耳/厘米 ³	0.0323焦耳·厘米 ⁻³
	0.000239英热单位·磅 ⁻¹ ·°F ⁻¹	英热单位/磅·°F $\rightarrow 1 \leftarrow$ 焦耳/公斤·K	4187焦耳·公斤 ⁻¹ ·K ⁻¹
热 流 量	0.176英热单位·英尺 ⁻² ·时 ⁻¹	英热单位/(英尺 ² ·时·°F) $\rightarrow 1 \leftarrow$ 焦耳/(米 ² ·秒·K)	5.68焦耳·米 ⁻² ·秒 ⁻¹ ·K ⁻¹
	6.94英热单位·英寸·英尺 ⁻² ·时 ⁻¹ ·°F ⁻¹	英热单位·英寸/(英尺 ² ·时·°F) $\rightarrow 1 \leftarrow$ 焦耳/(米·秒·K)	0.144焦耳·米 ⁻¹ ·秒 ⁻¹ ·K ⁻¹
	0.317英热单位·英尺 ⁻² ·时 ⁻¹	英热单位/(英尺 ² ·时) $\rightarrow 1 \leftarrow$ 焦耳/(米 ² ·秒)	3.15焦耳·米 ⁻² 秒 ⁻¹
	0.0966英热单位·英尺 ⁻³ ·时 ⁻¹	英热单位/(英尺 ³ ·时) $\rightarrow 1 \leftarrow$ 焦耳/(秒·米 ³)	10.35焦耳·秒 ⁻¹ ·米 ⁻³ (或瓦/米 ³)

物 理 数 据

温 度 转 换

表 1 中黑体字表示的温度差值 ($^{\circ}\text{F}$ 或 $^{\circ}\text{C}$) 往左读 或 往右读即可转换成 $^{\circ}\text{C}$ 或 $^{\circ}\text{F}$ 。

表 1		具 体 度 数			
$^{\circ}\text{C}$		$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$		$^{\circ}\text{F}$
0.56	1	1.8	3.33	6	10.8
1.11	2	3.6	3.89	7	12.6
1.67	3	5.4	4.44	8	14.4
2.22	4	7.2	5.00	9	16.2
2.78	5	9.0	5.56	10	18.0

可按表 2 进行温度 (如温度计的读数) 转换。基本规则是

1. 不论转换方向如何, 均加40。
2. $^{\circ}\text{C} \rightarrow ^{\circ}\text{F}$ 时, 乘以9/5; $^{\circ}\text{F} \rightarrow ^{\circ}\text{C}$ 时, 除以9/5。
3. 减40。

注意 -40°C 等于 -40°F 。温度为负值时, 记住负号。
 $16^{\circ}\text{C} \approx 61^{\circ}\text{F}$, $28^{\circ}\text{C} \approx 82^{\circ}\text{F}$ 。

表 2

实 用 温 度

°C			°F		
-273.3	-460		-36.7	-34	-29.2
-273.2	-459.8		-35.6	-32	-25.6
-267.8	-450		-34.4	-30	-22.0
-240.0	-400		-33.3	-28	-18.4
-212.2	-350		-32.2	-26	-14.8
-184.4	-300		-31.1	-24	-11.2
	-273.2	-459.8	-30.0	-22	-7.6
-156.7	-250	-418	-28.9	-20	-4.0
-128.9	-200	-328	-27.8	-18	-0.4
-101.1	-150	-238	-26.7	-16	3.2
-73.3	-100	-148	-25.6	-14	6.8
-67.7	-90	-130	-24.4	-12	10.4
-62.2	-80	-112	-23.3	-10	14.0
-56.7	-70	-94	-22.2	-8	17.6
-51.1	-60	-76	-21.1	-6	21.2
-45.0	-50	-58.0	-20.0	-4	24.8
-44.4	-48	-54.4	-18.9	-2	28.4
-43.3	-46	-50.8	-17.8	0	32.0
-42.2	-44	-47.2	-16.7	2	35.6
-41.1	-42	-43.6	-15.6	4	39.2
-40.0	-40	-40.0	-14.4	6	42.8
-38.9	-38	-36.4	-13.3	8	46.4
-37.8	-36	-32.8	-12.2	10	50.0

续表 1

°C		°F	°C		°F
-11.1	12	53.6	36.7	98	208.4
-10.0	14	57.2	37.8	100	212.0
-8.9	16	60.8	65.4	150	302.0
-7.8	18	64.4	93.3	200	392.0
-6.7	20	68.0	121	250	482
-5.6	22	71.6	149	300	572
-4.4	24	75.2	177	350	662
-3.3	26	78.8	204	400	752
-2.2	28	82.4	232	450	842
-1.1	30	86.0	260	500	932
0	32	89.6	288	500	1022
1.1	34	93.2	316	600	1112
2.2	36	96.8	343	650	1202
3.3	38	100.4	371	700	1292
4.4	40	104.0	399	750	1382
5.6	42	107.6	427	800	1472
6.7	44	111.2	454	850	1562
7.8	46	114.8	482	900	1652
8.9	48	118.4	510	950	1742
10.0	50	122.0	538	1000	1832
11.1	53	125.6	593	1100	2012
12.2	54	129.2	649	1200	2196
13.3	56	132.8	704	1300	2372
14.4	58	136.4	760	1400	2552
15.6	60	140.0	816	1500	2732

续表 2

°C			°F	°C			°F
16.7	62	143.6		871	1600	2912	
17.8	64	147.2		927	1700	3092	
18.9	66	150.8		982	1800	3272	
20.0	68	154.4		1038	1900	3452	
21.1	70	158.0		1093	2000	3632	
22.2	72	161.6		1149	2100	3812	
23.2	74	165.2		1204	2200	3992	
24.4	76	168.8		1260	2300	4172	
25.6	78	172.4		1316	2400	4352	
26.7	80	176.0		1371	2500	4532	
27.8	82	179.2		1649	3000	5432	
28.9	84	183.2		2204	4000	7232	
30.0	86	186.8		2760	5000	9032	
31.1	88	190.4		3316	6000	10832	
32.2	90	194.0		3871	7000	12632	
33.3	92	197.6		4427	8000	14432	
34.4	94	201.2		4982	9000	16232	
35.6	96	204.8		5538	10000	18032	

表 3

蒸气表(压力范围)

压 力 磅/英寸 ² (表压)	饱和蒸气				过热蒸气					
	温度	水的显	蒸气潜	蒸气总	过热温度(°F)时的总热量					
	°F	热 英热单 位/磅	热 英热单 位/磅	热 量 英热单 位/磅	英热单位/磅					
					50	100	150	200	250	300
0	212	180	971	1150	1175	1199	1223	1246	1269	1293
5	227	195	961	1156	1181	1205	1229	1252	1276	1299
10	239	208	953	1161	1185	1210	1234	1257	1281	1304
15	250	218	946	1164	1190	1214	1238	1262	1286	1310
20	259	228	940	1168	1193	1217	1242	1266	1290	1314
25	267	236	934	1170	1196	1221	1245	1269	1293	1317
30	274	243	930	1173	1198	1223	1247	1272	1296	1320
35	281	250	925	1175	1201	1226	1250	1275	1299	1322
40	287	256	920	1176	1203	1228	1253	1277	1301	1326
45	292	262	916	1178	1205	1230	1254	1279	1303	1328
50	298	267	912	1180	1207	1232	1257	1281	1305	1330
60	307	277	905	1182	1209	1235	1260	1285	1309	1334
70	316	286	899	1185	1212	1238	1263	1288	1313	1338
80	324	294	893	1187	1214	1241	1266	1291	1316	1341
90	331	298	890	1188	1216	1243	1269	1294	1319	1344
100	338	309	882	1191	1219	1245	1271	1297	1321	1346
120	350	322	871	1193	1222	1249	1276	1301	1326	1352
140	361	333	863	1196	1225	1253	1279	1305	1331	1356
160	371	344	854	1198	1227	1255	1282	1309	1334	1360
180	380	353	846	1199	1229	1258	1285	1312	1338	1363

续表

200	388	382	838	1200	1231	1260	1287	1313	1341	1367
200	356	370	831	1201	1232	1261	1289	1316	1343	1370
240	403	378	825	1203	1234	1264	1292	1319	1346	1372
260	409	385	818	1203	1235	1265	1294	1321	1348	1374
280	416	392	812	1204	1236	1266	1295	1323	1351	1377
300	422	399	805	1204	1237	1268	1297	1325	1352	1379
400	433	411	794	1205	1238	1270	1300	1323	1356	1383
380	443	417	788	1205	1240	1272	1303	1331	1359	1386
420	453	433	772	1205	1241	1274	1305	1334	1362	1398
450	460	441	765	1206	1242	1275	1306	1336	1364	1392
500	470	453	752	1205	1243	1277	1309	1338	1367	1395
550	480	464	741	1205	1244	1279	1311	1341	1370	1398
600	489	475	729	1204	1245	1280	1312	1343	1372	1401
650	497	485	718	1203	1244	1281	1313	1344	1374	1403
700	505	494	707	1202	1244	1281	1315	1345	1376	1405
800	520	512	687	1199	1244	1282	1317	1349	1380	1409
900	534	529	667	1196	1243	1283	1319	1351	1382	1413
1000	546	545	647	1192	1243	1284	1320	1353	1384	1415
1500	597	613	554	1167	1232	1281	1323	1360	1394	1326
2000	635	672	464	1136	1215	1274	1319	1359	1396	1431
2400	662	718	384	1102	1202	1267	1317	1359	1397	1432
3200	705	869	63	932	1175	1252	1308	1354	1394	1431

注 (1) 为实用起见, 表中数值均化成整数, 因而偶尔有些数值不一致, 但这无关紧要。用表中数值进行计算一般是准确的 (操作中的测定表明, 计算含小数点值的蒸气热含量往往不一定正确)。

(2) 表中允许线性插入增加数值。

(3) 单位转换见1—6面。

(4) 绝热温降的确定, 参见160面表72。

本表参考1939年卡伦德蒸气表 (伦敦爱德华·阿诺德有限公司出版)。