

压缩机设计参考资料

压缩机

常用气体物性数据图表

全國压缩机行业技术情报网

一九七七年

v	比 容
X	压缩性函数
x	分子百分数或容积百分数
Y	压缩性函数
y	液相中分子百分数
Z	压缩性系数
Z_p	压缩性系数对 p 的偏导数
Z_T	压缩性系数对 T 的偏导数
z	分子百分数
φ	相对湿度
λ	导热系数
λ°	低压下导热系数
λ_p	高压下导热系数
μ	动力粘度
ν	运动粘度
ω	偏心因子
ρ	密度

符号说明

A	功的热当量
A, B, C, D	理想气体定压比热公式中系数
C_p°	理想气体定压比热
C_p	实际气体定压比热
$\overline{C_p^\circ}$	理想气体定压摩尔比热
$\overline{C_p}$	实际气体定压摩尔比热
C_v°	理想气体定容比热
C_v	实际气体定容比热
$\overline{C_v^\circ}$	理想气体定容摩尔比热
$\overline{C_v}$	实际气体定容摩尔比热
f	逸度
g	重量百分数
H°	理想气体热焓
H	实际气体热焓
K	汽液两相平衡常数
k°	理想气体绝热指数
k	实际气体绝热指数
k_T	实际气体温度绝热指数
k_v	实际气体容积绝热指数
M	分子量
m	温度多变指数
n	容积多变指数
p	压力
R	气体常数
\overline{R}	通用气体常数 ($\overline{R} = AMR$)
S°	理想气体熵
S	实际气体熵
T	绝对温度
V	摩尔比容

目 录

一、临界常数	(1)
1—1 临界常数	(1)
1—2 混合气体假临界常数的计算	(1)
1—3 对应状态关系式	(2)
1—4 偏心因子	(2)
二、压缩性系数	(5)
2—1 理想气体状态方程式	(5)
2—2 实际气体状态方程式	(5)
2—3 压缩性系数的通用关系式	(5)
三、比 热	(20)
3—1 比热随温度和压力的变化	(20)
3—2 实际气体定压比热的压力校正	(20)
3—3 实际气体定容比热的计算	(21)
3—4 混合气体比热	(23)
四、绝热指数	(50)
4—1 理想气体绝热指数的计算	(50)
4—2 混合气体绝热指数的计算	(50)
4—3 实际气体的温度绝热指数和容积绝热指数	(51)
五、部分热力学参数图和压缩过程终态的计算	(68)
六、导热系数	(81)
6—1 常用气体导热系数图表	(81)
6—2 导热系数的计算	(81)
6—3 气体在不同温度和压力下的导热系数	(82)
6—4 高压下气体的导热系数	(82)
6—5 混合气体的导热系数	(83)
七、粘 度	(102)
7—1 气体粘度	(102)
7—2 低压下混合气体的粘度	(102)
7—3 高压下气体粘度	(103)
八、冷却器中混合气体的冷凝	(125)
8—1 水蒸汽冷凝	(125)
8—2 混合气体的冷凝	(125)

九、润滑油粘度、导热系数和比热.....	(133)
9—1 润滑油粘度.....	(133)
9—2 润滑油的导热系数.....	(133)
9—3 润滑油的比热.....	(134)
9—4 润滑油粘度和压力的关系.....	(134)
附录.....	(137)
压缩性系数偏导数 Z_P 、 Z_T 的计算表格	
参考书目.....	(141)

一、临界常数

1—1 临界常数

单组分的气体加压液化时，液化的温度与压力有关。但对每一种气体都有一特定的温度，高于此温度，不论加多大压力也不能使气体液化。此温度称为该气体的临界温度 (T_c)。在临界温度下，使气体液化所需的最小压力称为临界压力 (p_c)。在临界温度和临界压力条件下的比容称为临界比容 (v_c)。在临界条件下的压缩性系数称为临界压缩性系数 (Z_c)。

$$Z_c = p_c v_c / RT_c$$

1—2 混合气体假临界常数的计算

设混合气体为假想的纯物质，其临界常数通常称为假临界常数。

假临界常数最简单而应用又比较广泛的计算方法如下：

假临界温度与压力为各组分临界性质的分子百分数平均值。

$$T_{cm} = \sum x_i T_{ci}$$

$$p_{cm} = \sum x_i p_{ci}$$

同样，
式中：

$$Z_{cm} = \sum x_i Z_{ci}$$

T_{cm} ——混合气体的假临界温度 K；

p_{cm} ——混合气体的假临界压力 物理大气压；

Z_{cm} ——混合气体的假临界压缩性系数；

x_i —— i 组分的分子百分数；

T_{ci} —— i 组分的临界温度 K；

p_{ci} —— i 组分的临界压力 物理大气压；

Z_{ci} —— i 组分的临界压缩性系数。

上述方法适用于各组分的临界温度之差不超过 2 倍，各组分的临界压力相接近的情况下。如果各组分的临界温度满足上述要求，而组分的临界压力之差超过 20% 时，可用下述方法：

T_{cm} 、 Z_{cm} 及混合气体的平均分子量 M_m 仍按分子百分数平均值计算

$$T_{cm} = \sum x_i T_{ci}$$

$$Z_{cm} = \sum x_i Z_{ci}$$

$$M_m = \sum x_i M_i$$

p_{cm} 则按下式

$$p_{cm} = \frac{Z_{cm} R_m T_{cm}}{v_{cm}}$$

将 $v_{cm} = \frac{\sum x_i M_i v_{ci}}{\sum x_i M_i}$ 代入

$$p_{cm} = \frac{\sum x_i M_i R_m Z_{cm} T_{cm}}{\sum x_i M_i v_{ci}}$$

$$= \frac{M_m R_m Z_{cm} T_{cm}}{\sum x_i M_i v_{ci}}$$

$$= \frac{0.08205 Z_{cm} T_{cm}}{\sum x_i M_i v_{ci}}$$

此处 $M_m R_m =$ 通用气体常数
 $= 0.08205 \text{ 米}^3 \cdot \text{物理大气压/公斤分子} \cdot K$

T_{cm} 单位为 K , v_c 单位为 $\text{米}^3/\text{公斤}$

所得 p_{cm} 单位为物理大气压。

当各组分的临界温度和临界压力之间的关系超出上述范围时, 则需用更复杂的规则。可查有关物性计算的书籍。如[3]兰州化学工业公司设计院编的《有机化工原料物理性质》, [14]等。

1—3 对应状态关系式

对比温度 (T_r) 是指气体实际温度和临界温度的比值。即:

$$T_r = \frac{T}{T_c}$$

对比压力 (p_r) 是指气体实际压力和临界压力的比值。即:

$$p_r = \frac{p}{p_c}$$

由对比温度和对比压力, 可得出对应状态关系。从实际气体范德华状态方程式:

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT$$

经推导和演算可得:

$$\left(p_r + \frac{3}{v_r^2}\right)(3v_r - 1) = 8T_r$$

因为上式中不含有适用个别物质的常数, 故可通用于任何物质。即不同气体处在相同对比温度和对比压力下, 气体的其它各种对比性质均相同。所以用对比温度和对比压力计算物性可通用于任何气体。由于范德华方程式的近似性, 对应状态定理也是不严格的。因此在用对比温度和对比压力计算物性时, 常需作必要的校正。

1—4 偏心因子

偏心因子 (ω) 是衡量对于球形分子简单流体的偏差的一个参数。它可用来校正非简单流体的物性。偏心因子的数值可按式计算:

$$\omega = -\log p_r^* - 1,000$$

式中： p_r^* 为 $T_r=0.7$ 时的对比蒸汽压。

对混合气体，

$$\omega_m = \sum x_i \omega_i$$

偏心因子 (ω) 和临界压缩性系数 (Z_c) 一样，用在对应状态关系式中，可得较精确的结果。

气体的热力性质常可表达为以下关系式：

$$G = G^0 + \omega G^1$$

式中：

G ——在温度 T 压力 P 时特定的性质；

G^0 ——简单流体性质 = $f(T_r, p_r)$ ；

G^1 ——非简单流体性质校正值 = $f(T_r, P_r)$ 。

偏心因子的值不同来源稍有出入，表 1-1 所列数值为来自 [12] 和 [14]。

表 (一) 常用气体临界常数 [14]

序号	名称	分子式	分子量	T_c K	P_c 物理大气压	V_c 米 ³ /公斤分子	Z_c	ω
1	氦	He	4.003	5.3	2.26	57.8	0.300	0
2	氩	Ar	39.94	151	48.0	75.2	0.290	0
3	氮	N ₂	28.02	126.2	33.5	90.1	0.291	0.040
4	氧	O ₂	32.00	154.8	50.1	74.4	0.292	0.021
5	氢	H ₂	2.016	33.3	12.8	65.0	0.304	0
6	空气		29.2	132.5	37.17	90.52		
7	氯	Cl ₂	70.91	417	76.1	124	0.276	0.074
8	水	H ₂ O	18.02	647	218.3	56	0.230	0.348
9	氨	NH ₃	17.03	405.6	112.5	72.5	0.242	0.250
10	氯气氢	HCl	36.49	324.6	82.1	87.6	0.266	0.133
11	一氧化碳	CO	28.01	133	34.5	93.1	0.294	0.041
12	二氧化碳	CO ₂	44.01	304.2	72.9	94.0	0.274	0.231

续前表

序号	名称	分子式	分子量	T_c K	P_c 物理大气压	V_c 米 ³ / 公斤分子	Z_c	ω
13	硫化氢	H ₂ S	34.08	373.6	88.9	95.0	0.268	0.100
14	二氧化硫	SO ₂	64.06	430.7	77.7	122	0.268	0.273
15	甲烷	CH ₄	16.04	190.7	45.8	99.5	0.290	0.013
16	乙烷	C ₂ H ₆	30.07	305.4	48.2	148	0.285	0.105
17	丙烷	C ₃ H ₈	44.09	369.9	42.0	200	0.277	0.152
18	正丁烷	n-C ₄ H ₁₀	58.12	425.2	37.5	255	0.274	0.201
19	异丁烷	i-C ₄ H ₁₀	58.12	408.1	36.0	263	0.283	0.192
20	正戊烷	n-C ₅ H ₁₂	72.15	469.5	33.3	311	0.269	0.252
21	异戊烷	i-C ₅ H ₁₂	72.15	460.4	32.9	308	0.268	0.206
22	新戊烷	C ₅ H ₁₂	72.15	433.8	31.6	303	0.269	0.195
23	正己烷	C ₆ H ₁₄	86.17	507.3	29.9	368	0.264	0.290
24	正庚烷	C ₇ H ₁₆	100.20	540.3	27.0	426	0.259	0.352
25	正辛烷	C ₈ H ₁₈	114.22	568.6	24.6	486	0.256	0.408
26	环戊烷	C ₅ H ₁₀	70.13	511.8	44.6	260	0.276	0.193
27	环己烷	C ₆ H ₁₂	84.16	553.2	40	308	0.271	0.186
28	乙烯	C ₂ H ₄	28.05	283.1	50.5	124	0.270	0.073
29	丙烯	C ₃ H ₆	42.08	365.1	45.4	181	0.274	0.143
30	丁烯-1	C ₄ H ₈	56.10	419.6	39.7	240	0.277	0.203
31	顺丁烯-2	C ₄ H ₈	56.10	434.6	40.5	236	0.268	0.273
32	反丁烯-2	C ₄ H ₈	56.10	428.6	41.5	240	0.283	0.234
33	戊烯-1	C ₅ H ₁₀	70.13	464.8	39.9	295	0.266	0.238
34	己烯-1	C ₆ H ₁₂	84.16	504.0	31.1	350	0.261	0.308
35	庚烯-1	C ₇ H ₁₄	98.19	533.3	28	440	0.281	0.346
36	辛烯-1	C ₈ H ₁₆	112.21	578	25.5	460	0.254	0.399
37	丙二烯	C ₃ H ₄	40.06	393.3	43.6	146	0.281	0.086
38	丁二烯-1,2	C ₄ H ₆	54.09	(443)	(44.4)	(219)	0.268	0.248
39	丁二烯-1,3	C ₄ H ₆	54.09	425	42.7	221	0.271	0.179
40	乙炔	C ₂ H ₂	26.04	309.5	61.6	113	0.274	0.186
41	苯	C ₆ H ₆	78.11	562.1	48.6	260	0.274	0.215
42	甲苯	C ₇ H ₈	92.13	592.0	41.6	316	0.271	0.279
43	乙苯	C ₈ H ₁₀	106.16	617.1	36.9	374	0.272	0.322

序号38括号 () 内的数值为估算值。

序号35和38摘自(12)。

序号12 (CO₂)的偏心因子摘自(12)。

二、压缩性系数

2—1 理想气体状态方程式

对 1 公斤理想气体

$$pv = RT$$

式中:

p ——压力 公斤/米²;

v ——比容 米³/公斤;

T ——温度 K ;

R ——气体常数

$$R = \frac{848}{M} \quad \text{公斤} \cdot \text{米} / \text{公斤} \cdot K;$$

M ——气体分子量。

848 公斤·米/公斤分子· K 为通用气体常数, 除以气体分子量, 即得个别气体常数。其值还可为

1.986 仟卡/公斤分子· K (本图表内以 \bar{R} 表示)

0.08205 米³·物理大气压/公斤分子· K 。

此处热量单位仟卡为国际仟卡。1 国际卡 = 4.1868 焦耳。

2—2 实际气体状态方程式

对于实际气体, 工程上常用的方法是在理想气体状态方程式中引入压缩性系数 (Z) (亦有用希腊字母 ξ 表示) 来进行校正。

对于 1 公斤实际气体

$$pv = ZRT$$

不同压力和温度时气体的压缩性系数可查附表 2—1 至 2—6。亦可查“活塞式压缩机设计”附录 4 第 665—668 页图 1 至图 12。

2—3 压缩性系数的通用关系式

在无特定气体的压缩性系数图表时, 可由通用关系式, 自对比温度和对比压力等来查取。

根据若干种不同气体的实验数据, 绘制曲线或制成表格, 可得出 $Z = f(T_r, p_r)$ 的两

参数关系式。

“活塞式压缩机设计”一书的第39—42页，图2—4 a、b、c、d等为常用的压缩性系数通用图。

由于气体分子结构的不同，应用两参数关系查取压缩性系数的误差较大，所以可再引入第三种参数进行校正，如

$$Z = f(T_r, p_r, Z_c) \text{ 或 } f(T_r, p_r, \omega)$$

(1) 临界压缩性系数 Z_c 法

不同气体可依 Z_c 的值分类。即：

Z_c	代 表 性 物 质
0.232	水
0.24~0.26	丙酮, 氨, 酯, 醇
0.26~0.28	占化合物总数的60%, 主要是烃类气体。
0.28~0.30	O ₂ , N ₂ , CO, H ₂ S, CH ₄ , C ₂ H ₆ , Ar, Ne

以 T_r, P_r, Z_c 为参数的压缩性系数表格可查[14]587页。

(2) 偏心因子 ω 法,

压缩性系数 Z 可简便地表示为

$$Z = Z^0 + \omega Z^1$$

式中： Z^0 ——简单流体的压缩性系数，由图2—1查得；

Z^1 ——非简单流体的压缩性系数校正值，由图2—2查得。

〔例〕求氨和甲烷在对比压力 $p_r=2.0$ ，对比温度 $T_r=1.0$ 时的 Z 值，其 ω 值分别为2.5和0.013。以 $p_r=2.0, T_r=2.0$ 作为比较，列表如下：

对 比 压 力	2.0		2.0	
对 比 温 度	1.0		2.0	
Z^0	0.330		0.958	
Z^1	-0.123		+0.155	
ω	CH ₄	NH ₃	CH ₄	NH ₃
	0.013	0.25	0.013	0.25
ωZ^1	-0.0016	-0.0308	+0.0020	+0.0388
$Z = Z^0 + \omega Z^1$	0.328	0.299	0.960	0.997

由此可见，在相同的对比条件下，不同物质的压缩性系数是不同的。在要求计算结果较为精确时，应用三参数关系式较好。

表2—1

压 力 换 算

	达因/厘米 ²	巴	物理大气压	公斤/厘米 ²	毫米汞柱 0℃	磅/吋 ²
达因/厘米 ²	1	10 ⁻⁶	0.98692×10 ⁻⁶	1.0197×10 ⁻⁶	7.5006×10 ⁻⁴	1.4504×10 ⁻⁵
巴	10 ⁶	1	0.98692	1.0197	750.06	14.504
物理大气压	1.0132×10 ⁶	1.0132	1	1.0332	760	14.696
公斤/厘米 ²	980.665	0.98067	0.96784	1	735.56	14.223
毫米汞柱 0℃	1333.2	1.3332×10 ⁻³	1.31579×10 ⁻³	1.3595×10 ⁻³	1	0.019337
磅/吋 ²	68.947	0.068947	0.068046	0.070307	51.715	1

1 托 (torr) = 1 毫米汞柱

在 米公斤秒 MKS 制中 压力单位为帕斯卡 (Pascal, Pa) 1 帕 = 1 牛顿/米² = 10 达因/厘米²

表2—2

氢 压 缩 性 系 数 [24]

P 公斤/厘米 ²	t °C									
	400	300	200	150	100	50	0	-50	-100	-150
0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1	1.000	1.000	1.001	1.001	1.0005	1.0006	1.0006	1.0006	1.0006	1.0005
10	1.003	1.003	1.004	1.004	1.0050	1.0057	1.0062	1.0062	1.0068	1.0036
20	1.006	1.007	1.008	1.009	1.0100	1.0113	1.0124	1.0134	1.0137	1.0076
40	1.011	1.014	1.016	1.018	1.0201	1.0227	1.0251	1.0274	1.0279	1.0191
60	1.017	1.021	1.024	1.027	1.0303	1.0341	1.0381	1.0419	1.0437	1.0337
80	1.023	1.028	1.032	1.037	1.0407	1.0456	1.0513	1.0568	1.0606	1.0519
100	1.029	1.035	1.040	1.046	1.0511	1.0571	1.0644	1.0722	1.0787	1.0739
200	1.058	1.068	1.084	1.092	1.104	1.116	1.134	1.152		
400	1.122	1.136	1.167	1.186	1.209	1.238	1.277	1.326		
600		1.204	1.250	1.279	1.315	1.359	1.423	1.473		
800		1.271	1.331	1.371	1.419	1.479	1.568	1.685		
1000		1.337	1.412	1.461	1.522	1.601	1.710	1.859		
1200				1.549	1.623	1.719	1.845			
1400				1.636	1.722	1.834	1.985			
1600				1.721	1.819	1.945	2.118			
1800				1.805	1.913	2.055	2.248			
2000				1.887	2.006	2.163	2.376			
2200				1.968	2.093	2.268	2.500			
2400				2.048	2.188	2.372	2.624			
2600				2.126	2.276	2.475	2.746			
2800				2.204	2.364	2.575	2.865			
3000				2.280	2.449	2.674	2.982			

表2-3

丁 烷 压 缩 性 系 数 (24)

t °C P 大气压	37.78	71.11	104.44	137.78	171.11	204.44	237.78
0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
10	0.041	0.041	0.844	0.886	0.915	0.935	0.950
20	0.082	0.070	—	0.745	0.821	0.867	0.897
30	0.122	0.118	0.120	—	0.708	0.792	0.844
40	0.161	0.157	0.157	0.172	0.558	0.709	0.787
50	0.200	0.195	0.195	0.208	—	0.619	0.728
60	0.240	0.232	0.232	0.243	0.302	0.528	0.675
70	0.280	0.269	0.268	0.278	0.319	0.464	0.624
80	0.318	0.307	0.304	0.314	0.345	0.441	0.588
90	0.357	0.344	0.340	0.348	0.374	0.444	0.565
100	0.395	0.380	0.375	0.381	0.404	0.459	0.556
110	0.433	0.417	0.409	0.414	0.435	0.479	0.558
120	0.472	0.454	0.444	0.446	0.465	0.504	0.570
130	0.510	0.490	0.479	0.479	0.495	0.529	0.586
140	0.549	0.528	0.514	0.514	0.525	0.553	0.602
160	0.622	0.596	0.578	0.578	0.578	0.612	0.648
180	0.696	0.665	0.645	0.639	0.645	0.660	0.694
200	0.770	0.734	0.710	0.700	0.702	0.714	0.740
220	0.844	0.802	0.776	0.763	0.758	0.768	0.788
240	0.919	0.872	0.841	0.824	0.814	0.822	0.836
260	0.992	0.942	0.905	0.884	0.870	0.876	0.885
280	1.066	1.008	0.971	0.943	0.926	0.930	0.934
300	1.140	1.078	1.036	1.001	0.982	0.980	0.982
320	1.210	1.144	1.058	1.060	1.039	1.030	1.026
340	1.280	1.212	1.160	1.121	1.092	1.080	1.076
360	1.350	1.250	1.218	1.177	1.146	1.132	1.124
380	1.418	1.343	1.278	1.236	1.200	1.182	1.172
400	1.488	1.406	1.340	1.295	1.254	1.232	1.216
420	1.562	1.472	1.400	1.350	1.307	1.284	1.269
440	1.632	1.536	1.458	1.406	1.360	1.332	1.314
460	1.703	1.600	1.518	1.462	1.412	1.381	1.361
480	1.774	1.664	1.578	1.516	1.465	1.430	1.408
500	1.841	1.728	1.638	1.572	1.516	1.480	1.452
520	1.909	1.791	1.696	1.628	1.568	1.528	1.498
540	1.976	1.852	1.756	1.682	1.620	1.576	1.544
560	2.044	1.916	1.814	1.736	1.674	1.624	1.588
580	2.110	1.978	1.874	1.790	1.726	1.672	1.632
600	2.178	2.040	1.934	1.845	1.777	1.721	1.678
620	2.248	2.110	1.992	1.900	1.826	1.770	1.724
640	2.316	2.166	2.032	1.952	1.880	1.817	1.769
660	2.380	2.228	2.108	2.006	1.923	1.864	1.814
680	2.430	2.290	2.162	2.060	1.976	1.910	1.858

注：表内大气压均为物理大气压。

表2-4

丙烯压缩性系数 (24)

t °C	30	50	75	100	125	150	175	200	225	250
P 大气压										
5	0.9252	0.9399	0.9525	0.9641	0.9704	0.9760	0.9806	0.9840	0.9866	0.9889
10	0.8437	0.8760	0.9025	0.9255	0.9399	0.9516	0.9608	0.9680	0.9732	0.9775
15		0.8036	0.8520	0.8850	0.9089	0.9267	0.9410	0.9517	0.9599	0.9662
20		0.7098	0.7943	0.8404	0.8762	0.9014	0.9207	0.9367	0.9463	0.9547
25			0.7246	0.7945	0.8430	0.8753	0.9003	0.9200	0.9332	0.9449
30			0.6360	0.7464	0.8072	0.8487	0.8794	0.9031	0.9201	0.9330
35				0.6895	0.7694	0.8215	0.8582	0.8858	0.9070	0.9223
40				0.6230	0.7305	0.7934	0.8372	0.8690	0.8938	0.9127
45				0.5420	0.6894	0.7650	0.8160	0.8526	0.8809	0.9025
50				0.4130	0.6437	0.7355	0.7950	0.8365	0.8682	0.8923
52				0.3350						
54				0.2794						
55				0.2685	0.5949	0.7056	0.7739	0.8204	0.8558	0.8825
56				0.2621						
58				0.2576						
60				0.2580	0.5429	0.6752	0.7525	0.8046	0.8434	0.8728
65				0.2626	0.4900	0.6443	0.7312	0.7891	0.8315	0.8634
70				0.2711	0.4415	0.6143	0.7103	0.7742	0.8196	0.8541
75				0.2818	0.4094	0.5860	0.6903	0.7591	0.8081	0.8453
80				0.2944	0.3910	0.5596	0.6711	0.7442	0.7971	0.8365
85				0.3074	0.3850	0.5370	0.6532	0.7307	0.7868	0.8283
90				0.3203	0.3856	0.5185	0.6370	0.7179	0.7769	0.8205
95				0.3331	0.3890	0.5053	0.6227	0.7063	0.7679	0.8131
100				0.3460	0.3940	0.4971	0.6100	0.6955	0.7595	0.8061
105				0.3589	0.4022	0.4928	0.5999	0.6864	0.7517	0.8004
110				0.3715	0.4119	0.4911	0.5917	0.6780	0.7446	0.7948
115				0.3840	0.4215	0.4918	0.5862	0.6707	0.7381	0.7900
120				0.3969	0.4315	0.4948	0.5823	0.6645	0.7328	0.7855
125				0.4099	0.4416	0.5002	0.5805	0.6599	0.7282	0.7816
130				0.4229	0.4522	0.5062	0.5808	0.6569	0.7247	0.7780
135				0.4359	0.4633	0.5130	0.5820	0.6554	0.7219	0.7749
140				0.4492	0.4743	0.5205	0.5851	0.6550	0.7199	0.7727
145				0.4625	0.4860	0.5285	0.5889	0.6555	0.7188	0.7711
150				0.4754	0.4976	0.5369	0.5931	0.6569	0.7182	0.7702
155				0.4882	0.5091	0.5460	0.5985	0.6587	0.7188	0.7700
160				0.5013	0.5209	0.5552	0.6042	0.6613	0.7197	0.7702
165				0.5140	0.5325	0.5645	0.6108	0.6649	0.7213	0.7708
170				0.5270	0.5441	0.5740	0.6177	0.6689	0.7234	0.7718
175				0.5394	0.5557	0.5838	0.6249	0.6740	0.7257	0.7733
180				0.5523	0.5672	0.5936	0.6327	0.6791	0.7286	0.7754
185				0.5652	0.5790	0.6038	0.6405	0.6849	0.7324	0.7780
190				0.5783	0.5904	0.6141	0.6485	0.6909	0.7365	0.7805
195				0.5913	0.6022	0.6242	0.6569	0.6972	0.7412	0.7839
200				0.6045	0.6140	0.6345	0.6652	0.7035	0.7463	0.7878
205				0.6174	0.6259	0.6450	0.6741	0.7099	0.7516	0.7919
210				0.6300	0.6376	0.6556	0.6831	0.7165	0.7570	0.7962
215				0.6429	0.6491	0.6664	0.6929	0.7233	0.7626	0.8007

表2-5 甲 烷 压 缩 系 数 (24)

t °C	21.11	37.78	54.45	71.11	87.78	104.45	121.11	137.78	154.45	171.11	187.78	204.45	211.11	237.78
0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
10	0.9816	0.9851	0.9877	0.9901	0.9921	0.9936	0.9950	0.9960	0.9970	0.9979	0.9986	0.9991	0.9997	1.0001
20	0.9631	0.9701	0.9757	0.9805	0.9848	0.9875	0.9902	0.9923	0.9943	0.9954	0.9973	0.9985	0.9995	1.0004
30	0.9453	0.9560	0.9642	0.9710	0.9770	0.9817	0.9857	0.9890	0.9920	0.9944	0.9963	0.9980	0.9996	1.0008
40	0.9280	0.9421	0.9534	0.9623	0.9701	0.9765	0.9816	0.9860	0.9898	0.9930	0.9956	0.9979	0.9998	1.0015
50	0.9110	0.9290	0.9427	0.9543	0.9640	0.9716	0.9780	0.9835	0.9881	0.9919	0.9952	0.9980	1.0003	1.0024
60	0.8940	0.9163	0.9330	0.9467	0.9582	0.9671	0.9749	0.9812	0.9867	0.9912	0.9950	0.9983	1.0010	1.0034
70	0.8793	0.9045	0.9240	0.9398	0.9525	0.9632	0.9718	0.9794	0.9856	0.9907	0.9950	0.9987	1.0020	1.0046
80	0.8652	0.8935	0.9160	0.9335	0.9480	0.9599	0.9695	0.9778	0.9848	0.9905	0.9954	0.9995	1.0032	1.0062
90	0.8520	0.8835	0.9083	0.9277	0.9437	0.9570	0.9677	0.9767	0.9843	0.9905	0.9960	1.0005	1.0044	1.0078
100	0.8410	0.8745	0.9017	0.9225	0.9401	0.9547	0.9660	0.9759	0.9842	0.9909	0.9968	1.0017	1.0059	1.0096
110	0.8314	0.8670	0.8960	0.9185	0.9368	0.9525	0.9648	0.9755	0.9843	0.9917	0.9978	1.0031	1.0077	1.0115
120	0.8215	0.8604	0.8907	0.9149	0.9345	0.9508	0.9640	0.9754	0.9848	0.9928	0.9992	1.0048	1.0096	1.0136
130	0.8150	0.8542	0.8867	0.9123	0.9329	0.9501	0.9637	0.9757	0.9857	0.9941	1.0009	1.0068	1.0116	1.0160
140	0.8155	0.8515	0.8837	0.9102	0.9320	0.9497	0.9636	0.9763	0.9869	0.9956	1.0026	1.0086	1.0139	1.0187
180	0.8067	0.8480	0.8820	0.9105	0.9337	0.9530	0.9690	0.9830	0.9950	1.0040	1.0125	1.0193	1.0255	1.0300
220	0.8285	0.8630	0.8955	0.9225	0.9450	0.9645	0.9815	0.9952	1.0072	1.0180	1.0269	1.0340	1.0399	1.0440
260	0.8645	0.8937	0.9212	0.9447	0.9658	0.9839	0.9990	1.0132	1.0250	1.0350	1.0440	1.0505	1.0569	1.0612
300	0.9110	0.9348	0.9560	0.9750	0.9930	1.0095	1.0232	1.0360	1.0465	1.0551	1.0630	1.0699	1.0752	1.0799
340	0.9645	0.9806	0.9962	1.0115	1.0267	1.0395	1.0510	1.0612	1.0708	1.0782	1.0860	1.0918	1.0962	1.1020
380	1.0210	1.0316	1.0430	1.0518	1.0641	1.0750	1.0832	1.0908	1.0990	1.1060	1.1118	1.1160	1.1202	1.1232
420	1.0785	1.0847	1.0908	1.0972	1.1042	1.1115	1.1175	1.1236	1.1282	1.1340	1.1382	1.1415	1.1460	1.1480
460	1.1390	1.1398	1.1408	1.1422	1.1451	1.1500	1.1540	1.1575	1.1600	1.1642	1.1670	1.1692	1.1718	1.1730
500	1.1988	1.1930	1.1910	1.1890	1.1870	1.1890	1.1900	1.1910	1.1928	1.1948	1.1948	1.1970	1.1980	1.1982
580	1.3160	1.3030	1.2925	1.2825	1.2765	1.2720	1.2680	1.2646	1.2620	1.2600	1.2590	1.2570	1.2555	1.2540
620	1.3790	1.3620	1.3475	1.3345	1.3245	1.3165	1.3102	1.3048	1.3010	1.2962	1.2932	1.2895	1.2870	1.2850
660	1.4415	1.4190	1.4000	1.3840	1.3700	1.3600	1.3515	1.3440	1.3370	1.3315	1.3260	1.3215	2.3175	1.3140

表2-6 氮 压 缩 性 系 数 (24)

t, °C P 公斤 /厘米 ²	-130	-100	-50	0	50	100	150	200	300	400
	0	0.5243	0.6342	0.8173	1.0005	1.1836	1.3667	1.5499	1.7330	2.0993
1	0.5209	0.6320	0.8162	1.0000	1.1836	1.3670	1.5503	1.7336	2.1000	2.4664
10	0.4887	0.6117	0.8062	0.9962	1.1837	1.3697	1.5549	1.7396	2.1081	2.4756
20	0.4495	0.5889	0.7958	0.9926	1.1843	1.3730	1.5602	1.7465	2.1171	2.4858
40	0.3551	0.5433	0.7769	0.9871	1.1868	1.3804	1.5716	1.7608	2.1355	2.5066
60	0.2580	0.5007	0.7610	0.9841	1.1912	1.3892	1.5838	1.7758	2.1541	2.5279
80		0.4665	0.7489	0.9838	1.1960	1.3991	1.5971	1.7913	2.1731	2.5494
100		0.4496	0.7407	0.9853	1.2031	1.4103	1.6112	1.8076	2.1923	2.5712
200			0.782	1.032	1.265	1.484	1.694	1.905	2.305	2.689
400			1.016	1.241	1.468	1.689	1.905	2.130	2.536	2.929
600			1.289	1.499	1.716	1.933	2.146	2.372	2.780	3.174
800			1.558	1.764	1.975	2.187	2.398	2.622	3.029	3.425
1000			1.815	2.024	2.233	2.443	2.653	2.878	3.275	3.680

表2-7 天然气压缩系数 (20)

对比压力	对比温度 T_r																				
	1.05	1.10	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	
0.20	0.938	0.948	0.953	0.959	0.964	0.969	0.971	0.973	0.978	0.979	0.984	0.987	0.990	0.991	0.993	0.995	0.998	0.999	1.000	1.001	1.001
0.25	0.922	0.934	0.941	0.949	0.955	0.960	0.964	0.968	0.972	0.974	0.980	0.984	0.988	0.990	0.992	0.995	0.998	0.999	1.000	1.001	1.001
0.30	0.905	0.920	0.928	0.938	0.946	0.951	0.956	0.962	0.965	0.969	0.976	0.981	0.985	0.988	0.990	0.994	0.997	0.999	1.000	1.001	1.001
0.35	0.887	0.905	0.914	0.927	0.937	0.943	0.949	0.956	0.959	0.964	0.972	0.978	0.983	0.986	0.989	0.994	0.997	0.999	1.000	1.001	1.001
0.40	0.868	0.889	0.900	0.916	0.928	0.934	0.942	0.949	0.953	0.959	0.968	0.975	0.980	0.983	0.987	0.992	0.996	0.998	1.000	1.001	1.002
0.45	0.849	0.872	0.887	0.905	0.919	0.926	0.934	0.943	0.948	0.954	0.964	0.972	0.978	0.981	0.985	0.991	0.995	0.998	1.000	1.001	1.002
0.50	0.829	0.855	0.874	0.894	0.909	0.918	0.926	0.937	0.942	0.949	0.960	0.969	0.976	0.979	0.983	0.990	0.994	0.998	1.000	1.001	1.002
0.55	0.810	0.839	0.862	0.883	0.900	0.909	0.919	0.930	0.937	0.944	0.956	0.966	0.974	0.978	0.982	0.989	0.994	0.998	1.000	1.001	1.002
0.60	0.790	0.822	0.849	0.872	0.890	0.900	0.912	0.923	0.931	0.939	0.952	0.963	0.971	0.976	0.981	0.988	0.993	0.997	1.000	1.001	1.003
0.65	0.769	0.804	0.835	0.861	0.881	0.893	0.905	0.917	0.926	0.935	0.949	0.961	0.969	0.974	0.980	0.987	0.993	0.997	1.000	1.001	1.003
0.70	0.747	0.785	0.820	0.850	0.871	0.885	0.898	0.911	0.921	0.930	0.945	0.958	0.967	0.972	0.978	0.986	0.992	0.997	1.001	1.001	1.004
0.75	0.722	0.767	0.806	0.839	0.861	0.878	0.890	0.905	0.916	0.925	0.942	0.955	0.965	0.971	0.977	0.985	0.992	0.997	1.001	1.001	1.004
0.80	0.698	0.748	0.791	0.827	0.851	0.870	0.883	0.899	0.910	0.920	0.938	0.952	0.962	0.969	0.975	0.984	0.991	0.997	1.001	1.001	1.005
0.85	0.672	0.729	0.776	0.815	0.842	0.861	0.876	0.893	0.905	0.916	0.935	0.950	0.960	0.967	0.974	0.983	0.991	0.997	1.001	1.001	1.005
0.90	0.645	0.710	0.761	0.802	0.832	0.852	0.870	0.887	0.899	0.911	0.931	0.947	0.958	0.965	0.972	0.983	0.990	0.996	1.001	1.001	1.006
0.95	0.618	0.690	0.748	0.791	0.823	0.845	0.863	0.881	0.895	0.906	0.927	0.944	0.956	0.963	0.971	0.982	0.990	0.996	1.001	1.001	1.006
1.00	0.590	0.670	0.734	0.780	0.813	0.838	0.856	0.875	0.890	0.901	0.923	0.941	0.953	0.961	0.970	0.981	0.989	0.996	1.001	1.001	1.007
1.05	0.555	0.647	0.719	0.768	0.803	0.829	0.849	0.869	0.885	0.897	0.920	0.939	0.951	0.960	0.969	0.980	0.989	0.996	1.001	1.001	1.007
1.10	0.520	0.624	0.703	0.755	0.793	0.820	0.842	0.862	0.879	0.893	0.917	0.936	0.949	0.958	0.967	0.979	0.988	0.996	1.001	1.001	1.008
1.15	0.482	0.602	0.688	0.743	0.783	0.812	0.836	0.856	0.874	0.889	0.913	0.933	0.947	0.957	0.966	0.979	0.988	0.996	1.001	1.001	1.008