

## 工作原理

在流体中设置非流线型旋涡发生体（阻流体），则从旋涡发生体两侧交替地产生两列有规则的旋涡，这种旋涡称为卡曼涡街，如图1所示。

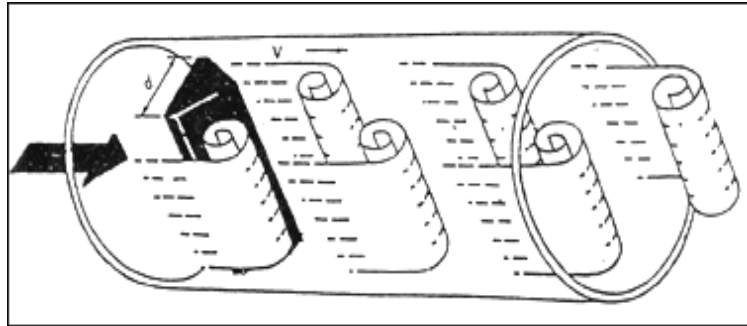


图 1

旋涡列在旋涡发生体下游非对称地排列。设旋涡的发生频率为 $f$ ，被测介质来流的平均速度为 $V$ ，旋涡发生体迎流面宽度为 $d$ ，表体通径为 $D$ ，根据卡曼涡街原理，有如下关系式：

$$f = StV/d \quad \text{公式(1)}$$

式中：

$f$ —发生体一侧产生的卡门旋涡频率

$St$ —斯特罗哈尔数（无量纲数）

$V$ —流体的平均流速

$d$ —旋涡发生体的宽度

由此可见，通过测量卡门涡街分离频率便可算出瞬时流量。其中，斯特罗哈尔数（ $St$ ）是无因次未知数，图2表示斯特罗哈尔数（ $St$ ）与雷诺数（ $Re$ ）的关系。

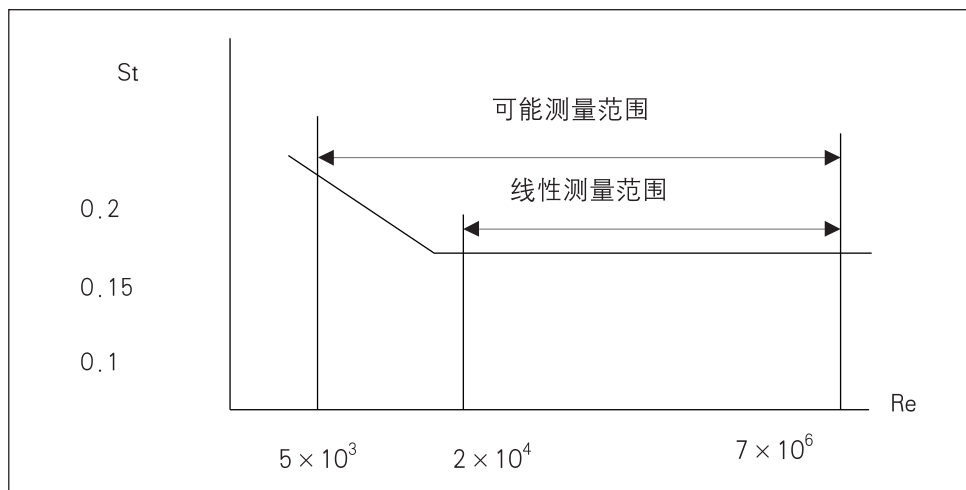


图 2

# LUGB/E型涡街流量计

在曲线表中  $St = 0.17$  的平直部分，漩涡的释放频率与流速成正比，即为涡街流量传感器测量范围度。只要检测出频率  $f$  就可以求得管内流体的流速，由流速  $V$  求出体积流量。所测得的脉冲数与体积量之比，称为仪表常数 ( $K$ )，见式 (2)

$$K = N/Q \quad (1/m^3) \quad \text{公式 (2)}$$

式中： $K$  = 仪表常数 ( $1/m^3$ )

$N$  = 脉冲个数

$Q$  = 体积流量 ( $m^3$ )

## 技术指标

表 1

公称通径(mm)	25, 40, 50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, (300~1000 插入式)
公称压力(MPa)	DN25—DN200 4.0(>4.0协议供货), DN250—DN300 1.6(>1.6协议供货)
介质温度(°C)	压电式: -40~260, -40~320; 电容式: -40~300, -40~400, -40~450 (协议订货)
本体材料	1Cr18Ni9Ti, (其它材料协议供货)
允许振动加速度	压电式: 0.2g      电容式: 1.0~2.0g
精确度	$\pm 1\%R$ , $\pm 1.5\%R$ , $\pm 1FS$ ; 插入式: $\pm 2.5\%R$ , $\pm 2.5\%FS$
范围度	1; 6~1; 30
供电电压	传感器: +12V DC, +24V DC; 变送器: +12V DC, +24V DC; 电池供电型: 3.6V 电池
输出信号	方波脉冲(不包括电池供电型): 高电平 $\geq 5V$ , 低电平 $\leq 1V$ ; 电流: 4~20mA
压力损失系数	符合 JB/T9249 标准 $Cd \leq 2.4$
防爆标志	本安型: Exd II ia CT2—T5 隔爆型: Exd II CT2—T5
防护等级	普通型 IP65      潜水型 IP68
环境条件	温度 $-20^\circ C \sim 55^\circ C$ , 相对湿度 5%~90%, 大气压力 86KPa~106KPa
适用介质	气体、液体、蒸汽
传输距离	三线制脉冲输出型: $\leq 300m$ , 两线制标准电流输出型 (4~20mA): 负载电阻 $\leq 750\Omega$

## 种类和适用范围

1. LUGB系列满管型压电式涡街流量仪表
2. LUGB系列插入型压电式涡街流量仪表
3. LUGE系列满管型电容式涡街流量仪表
4. LUGE系列插入型电容式涡街流量仪表
5. LUGB/E系列电池供电型涡街流量仪表
6. 潜水型/分体型涡街流量仪表 (协议订货)

LUGB/E型涡街流量仪表广泛适用于石油、化工、冶金、热力、纺织、造纸等行业对过热蒸汽、饱和蒸汽、压缩空气和一般气体(氧气、氮气、氢气、天然气、煤气等)、水和液体(如:水、汽油、酒精、苯类等)的计量和控制。

## 外形尺寸

### ◆ 满管型涡街流量计外形尺寸

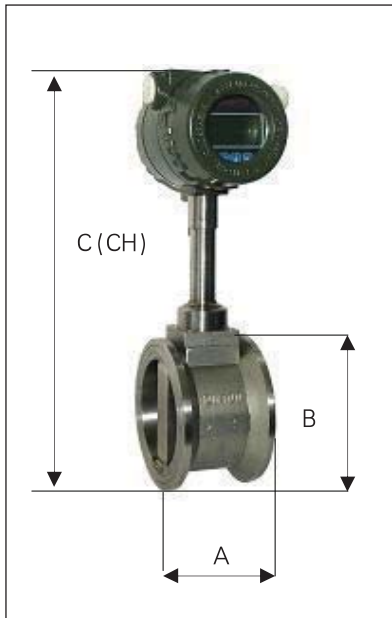


图 3

表 2

口径 (mm)	A	B	C	C <sub>H</sub>
15~25	70	55	390	455
40	85	80	385	440
50	85	90	390	450
65	85	105	400	470
80	90	120	420	480
100	85	140	440	500
125	95	168	465	530
150	100	194	490	560
200	102	248	545	610
250	115	300	600	660
300	130	350	650	710

### ◆ 插入型涡街流量计外形尺寸

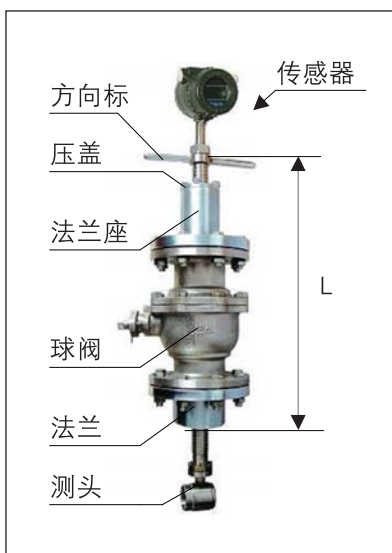


图 4

表 3 球阀插入式涡街仪表安装定位尺寸

口径 (mm)	DN250	DN300	DN400	DN500	DN600	DN800 - 2000
L	60.5	58	65.5	60.5	55.5	45.5

## 选 型

仪表选型是仪表应用中非常重用的工作，仪表选型的正确与否将直接影响到仪表是否能够正常运行。因此用户和设计单位在选用本公司产品时，请仔细阅读本节资料，认真核对流体的工艺参数并随时可与我的公司的销售或技术支持部门联系，以确保选型正确。

### 一、适用流量范围和仪表口径的确定

仪表口径的选择，根据流量范围来确定。不同口径涡街流量仪表的测量范围是不一样的。即使同一口径流量表，用于不同介质时，它的测量范围也是不一样的。实际可测的流量范围需要通过计算确定。

(一)参比条件下空气及水的流量范围，见表4，参比条件如下：

1. 气体：常温常压空气， $t=20^{\circ}\text{C}$ ， $P=0.1\text{MPa}$ (绝压)， $\rho=1.205\text{kg}/\text{m}^3$ ， $\nu=15\times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ 。
2. 液体：常温水， $t=20^{\circ}\text{C}$ ， $\rho=998.2\text{kg}/\text{m}^3$ ， $\nu=1.006\times 10^{-6}\text{m}^2/\text{s}$ 。

### (二)确定流量范围和仪表口径的基本步骤：

1. 明确以下工作参数。

- (1) 被测介质的名称、组份
- (2) 工作状态的最小、常用、最大流量
- (3) 介质的最低、常用、最高压力和温度
- (4) 工作状态下介质的粘度

2. 涡街流量仪表测量的是介质的工作状态体积流量，因此应先根据工艺参数求出介质的工作状态体积流量，相关公式如下：

(1) 已知气体标准状态体积流量，可通过以下公式求出工况体积流量

$$Q_v = Q_o \times \frac{0.131025}{0.101325+P} \times \frac{273.15+t}{293.15} \quad \text{公式 (3)}$$

(2) 已知气体标准状态密度  $\rho$ ，可通过以下公式求出工况密度

$$\rho = \rho_o \times \frac{0.101325+P}{0.101325} \times \frac{293.15}{273.15+t} \quad \text{公式 (4)}$$

(3) 已知质量流量  $Q_m$  换算为体积流量  $Q_v$

$$Q_v = Q_m \times 10^3 / \rho \quad \text{公式 (5)}$$

式中：

$Q_v$ ：介质在工况状态下的体积流量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )  
( $Q_v=3600f/K$  K:仪表系数)

$Q_o$ ：介质在标准状态下的体积流量 ( $\text{Nm}^3/\text{h}$ )

$Q_m$ ：质量流量 ( $\text{t}/\text{h}$ )

$\rho$ ：介质在工况状态下的密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$\rho_o$ ：介质在标准状态下的密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )，常用气体介质的标准状态密度，见表5

$P$ ：工况状态表压 (MPa)

$t$ ：工况状态温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )

3. 仪表下限流量的确定。涡街流量仪表的上限适用流量一般可不计算，涡街流量仪表口径的选择主要是对流量下限的计算。下限流量的计算应该满足两个条件：最小雷诺数不应低于界限雷诺数 ( $Re=2\times 10^4$ )；对于应力式涡街流量仪表在下限流量时产生的旋涡强度应大于传感器旋涡强度的允许值（旋涡强度与升力  $\rho v^2$  成比例关系）。这些条件可表示如下：

由密度决定的工况可测下限流量：

$$Q_p = Q_o \times \sqrt{\rho_o / \rho} \quad \text{公式 (6)}$$

由运动粘度决定的线性下限流量：

$$Q_v = Q_o \times \nu / \nu_o \quad \text{公式 (7)}$$

式中：

$Q_p$ ：满足旋涡强度要求的最小体积流量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

$\rho_o$ ：参比条件下介质的密度

$Q_v$ ：满足最小雷诺数要求的最小线性体积流量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

$\rho$ ：被测介质工况密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$Q_o$ ：参比条件下仪表的最小体积流量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

$\nu$ ：工作状态下介质的运动粘度 ( $\text{m}^2/\text{s}$ )

$\nu_o$ ：参比条件下介质的运动粘度 ( $\text{m}^2/\text{s}$ )

通过公式 (6)、(7) 计算出  $Q_p$  和  $Q_v$ 。比较  $Q_p$  和  $Q_v$ ，确定流量仪表可测下限流量和线性下限流量：

$Q_v \geq Q_p$ ：可测流量范围为  $Q_p \sim Q_{\text{max}}$ ，线性流量范围为  $Q_o \sim Q_{\text{max}}$

$Q_v < Q_p$ ：可测流量范围和线性流量范围为  $Q_p \sim Q_{\text{max}}$

$Q_{\text{max}}$ ：涡街流量仪表的上限体积流量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

4. 仪表上限流量以表4中的上限流量为准。气体的上限流速应该小于  $70\text{m}/\text{s}$ ，液体的上限流速应该小于  $7\text{m}/\text{s}$ 。

5. 当用户测量的介质为蒸汽时, 常采用的计量单位是质量流量, 即: t/h 或 Kg/h。由于蒸汽 (过热蒸汽和饱和蒸汽) 在不同温度和压力下的密度是不同的, 因此蒸汽流量范围的确定可由公式 (8) 进行计算得出

$$Q_{\text{蒸汽}} = 1.5Q_{\text{空气}} \times \rho \times 10^3 \times \sqrt{\rho_0 / \rho} \quad \text{公式 (8)}$$

式中:

$\rho$ : 蒸汽的密度 (kg/m<sup>3</sup>)

$\rho_0$ : 1.205kg/m<sup>3</sup>

$Q_{\text{蒸汽}}$ : 蒸汽质量流量 (t/h)

6. 计算压力损失, 检测压力损失对工艺管线是否有影响, 公式 (单位: Pa):

$$\Delta p = C_d \rho V^2 / 2 \quad \text{公式 (9)}$$

式中:

$\Delta p$ : 压力损失 (Pa)  $C_d$ : 压力损失系数

$\rho$ : 工况介质密度 (kg/m<sup>3</sup>)  $V$ : 平均流速 (m/s)

7. 被测介质为液体时, 为防止气化和气蚀, 应使管道压力符合以下要求:

$$p \geq 2.7 \Delta p + 1.3 p_0 \quad \text{公式 (10)}$$

式中:

$\Delta p$ : 压力损失 (Pa)

$p_0$ : 工作温度下液体的饱和蒸汽压 (Pa 绝压)

$P_0$ : 流体的蒸汽压力 (Pa 绝压)

8. 涡街流量计不适合测量高粘度液体。当计算出的可测流量下限不满足设计工艺要求时, 应该考虑选用其它类型流量计。

9. 通过计算如果有两种口径都可满足要求, 为了提高测量效果、降低造价, 应选用口径较小的表。应该注意的是, 尽可能使常用量处在流量范围上限的 1/2~2/3

表 4 参比条件下涡街流量传感器工况流量范围表

仪表口径 (mm)	液体		气体 (蒸汽)	
	测量范围 (m <sup>3</sup> /h)	小信号切除 频率值	测量范围 (m <sup>3</sup> /h)	小信号切除 频率值
15	0.3-6	10	2.8-12	60
20	0.6-12	10	5-42	60
25	1.2-16	10	8.8-55	50
32	1.6-30	5	18-130	45
40	2-40	5	27-205	40
50	3-60	4	35-380	30
65	5-100	3	60-700	25
80	6.5-130	2	86-1100	20
100	15-220	2	133-1700	15
125	20-340	1	240-2800	13
150	30-450	1	347-4000	10
200	45-800	1	560-8000	5
250	65-1250	1	890-11000	5
300	95-2000	1	1360-18000	5
(300)	100-1500	2	1560-15600	45
(350)	140-2300	2	2100-21000	45
(400)	180-3000	2	2750-27000	45
(450)	240-3800	2	3000-30000	45
(500)	300-4500	2	4300-43000	45
(600)	450-6500	2	6100-61000	45
(800)	750-10000	2	11000-110000	45
(1000)	1200-17000	2	17000-170000	45
> (1000)	协议		协议	

注: 表中 (300) - (1000) 口径为插入式, 选表时应注意单位, 工况流量单位为 m<sup>3</sup>/h, kg/h, t/h, 标况单位 Nm<sup>3</sup>/h。

表 5 常用气体介质的标准状态密度 (0°C, 绝压P=0.1MPa)

气体名称	密度(kg/m <sup>3</sup> )	气体名称	密度(kg/m <sup>3</sup> )
空气(干)	1.2928	乙炔	1.1717
氮气	1.2506	乙烯	1.2604
氧气	1.4289	丙烯	1.9140
氩气	1.7840	甲烷	0.7167
氟气	0.9000	乙烷	1.3567
氨气	0.7710	丙烷	2.0050
氢气	0.08988	丁烷	2.7030
一氧化碳	1.97704	天然气	0.8280
二氧化碳	1.3401	煤制气	0.8020

### (三) 选型举例:

例一: 已知气体压力和温度及标况下的流量时

某压缩空气, 标况流量范围为

$Q_N=1200-12000\text{Nm}^3/\text{h}$ , 压力 $P=0.7\text{Mpa}$ (表压),

温度 $t=30^\circ\text{C}$ 。试确定流量计口径。

步骤一: 计算压缩空气的工况体积流量

由公式(3):

工况使用下限体积流量为:

$$\begin{aligned} Q_{v\min} &= Q_N \times 0.101325 \times (273.15+t) / 293.15 / (P+0.1) \\ &= 1200 \times 0.101325 \times (273.15+30) / 293.15 / (0.7+0.1) \\ &= 157(\text{m}^3/\text{h}) \end{aligned}$$

工况使用流量上限为:  $Q_{v\max}=1570(\text{m}^3/\text{h})$

步骤二: 根据使用工况流量范围 $157-1570\text{m}^3/\text{h}$ , 查表4, 满足下限流量条件的流量计为DN80、DN100和DN125, 考虑到上限流量 $1270\text{m}^3/\text{h}$ 及使用效果和经济成本, 初选DN100, DN100流量计的工况流量范围是 $100-1700\text{m}^3/\text{h}$ , 接近使用流量范围, 初选DN100流量计, 但应具体核算DN100流量计在该工况条件下的可测下限流量。核算DN100流量计在该工况条件下的可测下限流量:

由公式(4)及公式(6):

$$\begin{aligned} Q_p &= Q_0 \times \sqrt{\rho_0 / \rho} \\ &= 100 \times \sqrt{\frac{0.101325 \times (273.15+30)}{(0.101325+0.7) \times 293.15}} \\ &= 37.46(\text{m}^3/\text{h}) \end{aligned}$$

即, 流量计在该工况条件下的可测下限流量是 $37.46\text{m}^3/\text{h}$ , 远小于要求的工况下限流量 $157\text{m}^3/\text{h}$ , 确定选用DN100流量计。

例二: 已知蒸汽压力和温度及工况流量时

测量介质为过热蒸汽, 蒸汽温度为 $320^\circ\text{C}$ , 压力为 $1.5\text{MPa}$ (绝压), 流量范围为 $3\text{t}/\text{h} \sim 25\text{t}/\text{h}$ , 试确定流量计口径。

步骤一: 计算蒸汽的等效空气参比条件下的体积流量范围, 经查附表二, 该状态下蒸汽的密度为

$5.665\text{Kg}/\text{m}^3$ , 由公式(8):

$$Q_{\text{空气}} = Q_{\text{蒸汽}} \times 10^3 / 1.5 \sqrt{\rho_0 \rho}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{空气}\min} &= 3000 / 1.5 \times \sqrt{5.665 \times 1.205} \\ &= 765(\text{m}^3/\text{h}) \end{aligned}$$

$$Q_{\text{空气}\max} = 6379(\text{m}^3/\text{h})$$

步骤二: 根据等效参比流量范围 $765-6379\text{m}^3/\text{h}$ , 查表4, 比较适合该流量范围为DN200口径。

## 选型表

涡街流量仪表选型表 (符合 JB/T9294-1999 标准)

表 6 传感器选型表

型 谱				说 明			
LU					涡街流量仪表		
G					传感器		
检测方式	B					压电式传感器	
	E					电容式传感器	
连接方式	1	仅对满管型			法兰连接型		
	2	仅对满管型			法兰卡装型		
	3	仅对插入型			简易插入型		
	4	仅对插入型			球阀插入型		
测量介质	2					液体	
	3					气体	
	4					蒸汽	
公称 口径	02 ... 30				DN25 ... DN300 单位: mm		
使用环境	—		P	普通型			
	—		B	防爆型			
输出信号	1					脉冲输出	
	2					4~20mA电流输出, 液晶显示	
	3					RS-485通讯	
	4					电池供电, 不带温度、压力补偿	
	5					温压补偿一体, 4~20mA电流输出型	
	6					温压补偿一体, 电池供电型	
选型说明	例如: LUGE2405-P2 满管型电容式涡街流量仪表, 法兰卡装型连接, 介质为蒸汽仪表口径为 DN50, 普通4~20mA电流信号输出						

表 7 传感器的公称口径编号对照表

公称口径DN mm	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250
标记号	02	03	04	05	06	08	10	12	15	20	25
公称口径DN mm	300	350	400	450	500	600	700	800	1000	1200	1500
标记号	30	35	40	45	50	60	70	80	A0	A2	A5

## 附 录

附表一 饱和水蒸气密度及铂电阻-温度对照表

分度号: Pt100

R0=100.00Ω

压力为绝对压力

温度 °C	压力 bar	密度 kg/m <sup>3</sup>	铂电阻 Ω	温度 °C	压力 bar	密度 kg/m <sup>3</sup>	铂电阻 Ω	温度 °C	压力 bar	密度 kg/m <sup>3</sup>	铂电阻 Ω
100	1.1033	0.5997	138.50	138	3.414	1.864	152.83	176	9.137	4.723	166.98
101	1.0500	0.6108	138.88	139	3.513	1.915	153.20	177	9.353	4.829	167.35
102	1.0878	0.6388	139.26	140	3.614	1.967	153.58	178	9.574	4.937	167.72
103	1.1267	0.6601	139.64	141	3.717	2.019	153.95	179	9.798	5.048	168.09
104	1.1668	0.6321	140.02	142	3.823	2.073	154.32	180	10.027	5.160	168.46
105	1.2080	0.7046	140.39	143	3.931	2.129	154.70	181	10.259	5.274	168.83
106	1.2504	0.7277	140.77	144	4.042	2.185	155.07	182	10.496	5.391	169.20
107	1.2941	0.7515	141.15	145	4.155	2.242	155.45	183	10.738	5.509	169.57
108	1.3390	0.7758	141.53	146	4.271	2.301	155.82	184	10.983	5.629	169.94
109	1.3852	0.8008	141.91	147	4.398	2.361	156.19	185	11.233	5.752	170.31
110	1.4327	0.8265	142.29	148	4.510	2.422	156.57	186	11.488	5.877	170.68
111	1.4815	0.8528	142.66	149	4.634	2.484	156.94	187	11.747	6.003	171.05
112	1.5316	0.8798	143.04	150	4.760	2.584	157.31	188	12.010	6.132	171.42
113	1.5832	0.9075	143.42	151	4.889	2.613	157.69	189	12.278	6.264	171.79
114	1.6362	0.9359	143.80	152	5.021	2.679	158.06	190	12.551	6.397	172.16
115	1.6906	0.9650	144.17	153	5.155	2.747	158.43	191	12.829	6.533	172.53
116	1.7465	0.9948	144.55	154	5.293	2.816	158.81	192	13.111	6.671	172.90
117	1.8039	1.025	144.93	155	5.433	2.886	159.18	193	13.398	6.812	173.26
118	1.8628	1.057	145.31	156	5.577	2.958	159.55	194	13.690	6.955	173.63
119	1.9233	1.089	145.68	157	5.732	3.032	159.93	195	13.987	7.100	174.00
120	1.9854	1.122	146.06	158	5.872	3.106	160.30	196	14.298	7.248	174.37
121	2.0492	1.155	146.44	159	6.025	3.182	160.67	197	14.596	7.398	174.74
122	2.1145	1.190	146.81	160	6.181	3.260	161.04	198	14.909	7.551	175.10
123	2.1816	1.225	147.19	161	6.339	3.339	161.42	199	15.226	7.706	175.47
124	2.2504	1.261	147.57	162	6.502	3.420	161.79	200	15.549	7.864	175.84
125	2.3210	1.298	147.94	163	6.667	3.502	162.16	201	15.877	8.025	176.21
126	2.3933	1.336	148.32	164	6.836	3.586	162.53	202	16.210	8.188	176.57
127	2.4675	1.375	148.70	165	7.008	3.671	162.90	203	16.549	8.354	176.94
128	2.5435	1.415	149.07	166	7.183	3.758	163.27	204	16.893	8.522	177.31
129	2.6215	1.455	149.45	167	7.362	3.847	163.65	205	17.243	8.694	177.68
130	2.7013	1.497	149.82	168	7.545	3.937	164.02	206	17.598	8.868	178.04
131	2.7831	1.539	150.20	169	7.731	4.029	164.39	207	17.959	9.045	178.41
132	2.8670	1.583	150.57	170	7.920	4.123	164.76	208	18.326	9.225	178.78
133	2.9528	1.627	150.95	171	8.114	4.218	165.13	209	18.699	9.408	179.14
134	3.0410	1.672	151.33	172	8.311	4.316	165.50	210	19.077	9.593	179.51
135	3.1310	1.719	151.70	173	8.511	4.415	165.87	211	19.462	9.782	179.88
136	3.2230	1.766	152.08	174	8.716	4.515	166.24	212	19.852	9.974	180.24
137	3.3170	1.815	152.45	175	8.924	4.618	166.61	213	20.249	10.17	180.61



温度 °C	压力 bar	密度 kg/m <sup>3</sup>	铂电阻 Ω	温度 °C	压力 bar	密度 kg/m <sup>3</sup>	铂电阻 Ω	温度 °C	压力 bar	密度 kg/m <sup>3</sup>	铂电阻 Ω
214	20.651	10.37	180.97	252	41.138	20.69	194.80	290	74.46	39.16	208.45
215	21.060	10.57	181.34	253	41.831	21.05	195.16	291	75.55	39.81	208.81
216	21.475	10.77	181.71	254	42.534	21.42	195.52	292	76.65	40.48	209.17
217	21.869	10.98	182.07	255	43.246	21.79	195.88	293	77.77	41.15	209.52
218	22.324	11.19	182.44	256	43.967	22.17	196.24	294	78.90	41.83	209.88
219	22.758	11.41	182.80	257	44.697	22.55	196.60	295	80.04	42.53	210.24
220	23.198	11.62	183.17	258	45.437	22.94	196.96	296	81.19	43.24	210.59
221	23.645	11.84	183.53	259	46.185	23.33	197.33	297	82.36	43.96	210.95
222	24.099	12.07	183.90	260	46.943	23.73	197.69	298	83.53	44.69	211.31
223	24.560	12.30	184.26	261	47.711	24.14	198.05	299	84.72	45.43	211.66
224	25.027	12.53	184.63	262	48.488	24.55	198.41	300	85.93	46.19	212.02
225	25.501	12.76	184.99	263	49.275	24.97	198.77	301	87.12	46.96	212.37
226	25.982	13.00	185.36	264	50.071	25.40	199.13	302	88.37	47.75	212.73
227	26.470	13.24	185.72	265	50.877	25.83	199.49	303	89.62	48.54	213.09
228	26.965	13.49	186.09	266	51.693	26.27	199.85	304	90.87	49.36	213.44
229	27.467	13.74	186.45	267	52.519	26.72	200.21	305	92.14	50.18	213.80
230	27.976	14.00	186.82	268	53.356	27.17	200.57	306	93.43	51.02	214.15
231	28.493	14.25	187.18	269	54.202	27.63	200.93	307	94.73	51.88	214.51
232	29.016	14.52	187.54	270	55.058	28.10	201.29	308	96.04	52.75	214.86
233	29.547	14.78	187.91	271	55.925	28.57	201.65	309	97.36	53.64	215.22
234	30.086	15.05	188.27	272	56.802	29.06	202.01	310	98.70	54.54	215.57
235	30.632	15.33	188.63	273	57.689	29.55	202.36	311	100.01	55.47	215.93
236	31.186	15.61	189.00	274	58.587	30.04	202.72	312	100.14	56.40	216.28
237	31.747	15.89	189.36	275	59.496	30.55	203.08	313	100.28	57.36	216.64
238	32.317	16.18	189.72	276	60.415	31.06	203.44	314	100.42	58.33	216.99
239	32.893	16.47	190.09	277	61.346	31.58	203.80	315	100.56	59.33	217.35
240	33.478	16.76	190.45	278	62.287	32.11	204.16	316	100.70	60.34	217.70
241	34.071	17.06	190.81	279	63.239	32.65	204.52	317	100.85	61.37	218.05
242	34.672	17.37	191.18	280	64.202	33.19	204.88	318	100.99	62.43	218.41
243	35.281	17.68	191.54	281	65.176	33.75	205.23	319	101.14	63.50	218.76
244	35.898	17.99	191.90	282	66.162	34.31	205.59	320	101.29	64.60	219.12
245	36.523	18.31	192.26	283	67.158	34.88	205.95	325	102.06	70.45	220.88
246	37.157	18.64	192.63	284	68.167	35.47	206.31	330	102.86	76.99	222.65
247	37.799	18.97	192.99	285	69.186	36.06	206.67	335	103.71	84.36	224.41
248	38.449	19.30	193.35	286	70.218	36.66	207.02	340	104.61	92.76	226.17
249	39.108	19.64	193.71	287	71.261	37.27	207.38	345	105.55	102.4	227.92
250	39.776	19.99	194.07	288	72.315	37.89	207.74	350	106.54	113.6	229.67
251	40.452	20.36	194.44	289	73.382	38.52	208.10	355	107.58	127.2	231.42



绝对压力 p/MPa	温度 t (°C)										
	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350
0.20	0.834	0.818	0.803	0.788	0.774	0.760	0.747	0.734	0.721	0.709	0.698
0.30	1.256	1.230	1.208	1.185	1.163	1.142	1.122	1.103	1.084	1.066	1.049
0.40	1.680	1.647	1.615	1.585	1.555	1.527	1.500	1.474	1.449	1.424	1.401
0.50	2.108	2.066	2.025	1.986	1.949	1.914	1.879	1.846	1.814	1.784	1.754
0.55	2.323	2.276	2.231	2.188	2.147	2.108	2.070	2.033	1.998	1.964	1.931
0.60	2.539	2.487	2.438	2.391	2.345	2.302	2.260	2.220	2.182	2.145	2.109
0.65	2.755	2.699	2.696	2.594	2.544	2.497	2.452	2.408	2.366	2.326	2.287
0.70	2.973	2.912	2.853	2.797	2.744	2.693	2.643	2.596	2.551	2.507	2.465
0.75	3.191	3.125	3.062	3.001	2.994	2.889	2.836	2.785	2.736	2.689	2.643
0.80	3.411	3.339	3.271	3.206	3.144	3.085	3.028	2.974	2.921	2.871	2.822
0.85	3.631	3.554	3.481	3.412	3.345	3.282	3.221	3.163	3.107	3.053	3.001
0.90	3.852	3.770	3.692	3.618	3.547	3.480	3.415	3.353	3.293	3.236	3.181
1.00	4.296	4.204	4.116	4.032	3.952	3.876	3.804	3.734	3.667	3.603	3.541
1.10	4.745	4.641	4.542	4.449	4.360	4.275	4.194	4.116	4.042	3.971	3.902
1.20	5.198	5.082	4.972	4.869	4.770	4.676	4.587	4.501	4.419	4.340	4.265
1.30	5.654	5.526	5.405	5.291	5.182	5.079	4.981	4.887	4.798	4.711	4.629
1.40	6.114	5.974	5.841	5.716	5.598	5.485	5.378	5.275	5.178	5.084	4.994
1.50	6.579	6.425	6.280	6.144	6.015	5.893	5.776	5.665	5.560	5.458	5.361
1.60	7.049	6.880	6.723	6.575	6.435	6.303	6.177	6.057	5.943	5.834	5.729
1.70	7.522	7.340	7.169	7.009	6.858	6.715	6.580	6.451	6.329	6.211	6.099
1.80	8.001	7.803	7.619	7.446	7.284	7.131	6.985	6.847	6.716	6.590	6.470
1.90	8.484	8.271	8.072	7.886	7.712	7.584	7.393	7.245	7.105	6.971	6.843
2.00	8.973	8.743	8.529	8.330	8.144	7.968	7.802	7.645	7.496	7.353	7.217
2.10	9.466	9.219	8.990	8.777	8.578	8.391	8.214	8.047	7.888	7.737	7.593
2.20	9.965	9.700	9.455	9.228	9.015	8.815	8.628	8.451	8.283	8.123	7.970
2.30	10.47	10.19	9.924	9.682	9.456	9.244	9.045	8.857	8.679	8.510	8.349
2.40	10.98	10.68	10.40	10.14	9.899	9.675	9.464	9.266	9.078	8.899	8.730
2.50	11.50	11.17	10.87	10.60	10.35	10.11	9.886	9.676	9.478	9.290	9.112
2.60	12.02	11.67	11.36	11.07	10.80	10.55	10.31	10.09	9.880	9.683	9.495
2.70	12.55	12.18	11.84	11.53	11.25	10.98	10.74	10.50	10.28	10.08	9.880
2.80	13.08	12.69	12.33	12.01	11.71	11.43	11.17	10.92	10.69	10.47	10.27
2.90	13.62	13.21	12.83	12.48	12.17	11.87	11.60	11.34	11.10	10.87	10.66
3.00	14.17	13.73	13.33	12.97	12.63	12.32	12.03	11.76	11.51	11.27	11.05
3.10	14.73	14.26	13.84	13.45	13.10	12.77	12.47	12.19	11.92	11.67	11.44
3.20	15.30	14.80	14.35	13.94	13.57	13.23	12.91	12.62	12.34	12.08	11.83
3.30	15.87	15.34	14.86	14.44	14.05	13.69	13.36	13.05	12.76	12.48	12.23
3.40	16.45	15.89	15.39	14.94	14.53	14.15	13.80	13.48	13.18	12.89	12.63
3.50	17.04	16.44	15.91	15.44	15.01	14.61	14.25	13.91	13.60	13.30	13.02
4.00	—	19.34	18.65	18.04	17.49	17.00	16.55	16.13	15.74	15.39	15.05