



流量

流量计量与控制

T716金属管浮子流量计

用于已知密度的气体或液体流量计量与控制

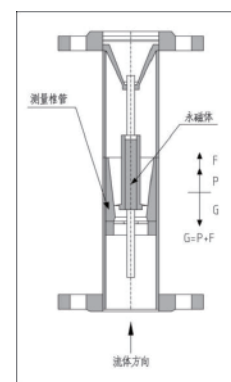
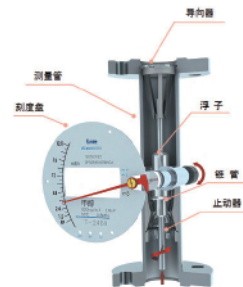
一、概述

T716系列金属管浮子流量计(也叫:金属管转子流量计)是工业自动化过程控制中常用的一种变面积流量测量仪表。该产品可以测量液体、气体以及蒸汽的流量,特别适宜低流速、小流量的测量;具有体积小,测量范围宽,使用方便等特点。多年来,金属管浮子流量计以其优良的长期稳定性,以及较好的性价比优势在石化、钢铁、电力、冶金、轻工、食品、制药、水处理等行业得到了广泛的应用。

二、工作原理

金属管浮子流量计主要由传感器和指示器两部分组成。传感器主要由连接法兰、测量锥管、浮子和上下导向器组成;指示器主要由壳体、磁传动系统、刻度盘和电远传系统组成。在垂直的锥形测量管内,有一可上下移动的测量部件—浮子(如图),当流体自下而上通过锥形管时,浮子受到流体的作用力,沿锥形管向上移动。当流体的流量增大时,浮子的位移量增大;反之,流体的流量减少时,浮子的位移量变小。也就是说,流体流量的大小,决定了浮子在测量管中的位置,从而决定了浮子和锥形管之间环形面积的大小。当流体的流量保持在一个恒定的流量Q时,浮子也处于一动平衡状态,停留在锥形管中的一位置h,此时,浮子和锥形管之间的环形面积保持恒定。

浮子受到三个力的作用:浮子的重力G,浮子受到的浮力F,浮子受到流体的作用力P,这三个力达到平衡。根据流体动力学的柏努力方程、力平衡原理和流体连续性定律,可以计算出此时通过环形面积的瞬时流体流量,所以,金属管浮子流量计是采用可变面积测量流量的原理。在浮子的内部,镶嵌一高性能永久磁体,当浮子处于平衡位置时在锥形管的外面,安装磁传感器,这样,就能将测量管内浮子的直线位移通过非接触形式传递到指示器中,通过检测和处理后,最终显示在指示器刻度盘上或输出相应的标准4 ~ 20mA电流信号。



三、产品特点

- ◆ 适用于小口径和低流速介质流量测量;
- ◆ 对于直管段要求不高;
- ◆ 显示器按键操作,简单方便;
- ◆ 非接触式磁耦合传动技术;
- ◆ 直流、交流供电或电池供电可选;
- ◆ 智能低功耗液晶显示屏:瞬时流量/累计流量/流量单位/百分比/输出电信号等。
- ◆ 稳定可靠、维护量小、寿命长;
- ◆ 较宽的量程比10:1(标准),20:1(典型);
- ◆ 全金属结构,适用于高温高压和强腐蚀性介质;
- ◆ 防爆认证,可用于易燃易爆场合;
- ◆ 带数据恢复、数据备份及掉电保护功能;

四、通用参数

测量介质	液体、气体、蒸汽		
仪表口径及连接方式	DN15~DN200		法兰、卡盘、螺纹连接
流量范围	液体: 1.0~250000L/h		气体、蒸汽: 0.05~3000m ³ /h
量程比	标准: 1: 10(小口径 1: 6),典型: 1: 20		
综合精度	± 1.5%R、± 1% (需定制)		
耐压等级	DN15~DN50: 4.0MPa		DN80:1.6MPa~10MPa
	DN100: 1.6MPa~6.4MPa		DN150: 1.6MPa~4.0MPa
	高压型需定制		
介质温度	标准: -30℃~120℃,高温: 120℃~350℃		
供电电源	24VDC 锂电池供电 220VAC 无源供电		
输出信号	4~20mADC(二线制),可附加 HART 协议		
输出负载	500Ω (24V 供电时)		
环境温度	就地型: -40℃~120℃ 远传型: -30℃~60℃		
存储条件	温度: ~40℃~85℃ 湿度: ≤85%		
防护/防爆等级	防护等级	IP65	防爆等级 ExdIICT6
介质粘度	DN15: η <5mPa.s DN25: η <250mPa.s		DN50~DN200: η <300mPa.s
接液材质	R1:304 1Cr18Ni9		RO:304 0Cr18Ni12Mo2Ti
	RL:316L 00Cr17Ni14Mo2Ti		Ti:钛合金 RP: 聚四氟乙烯

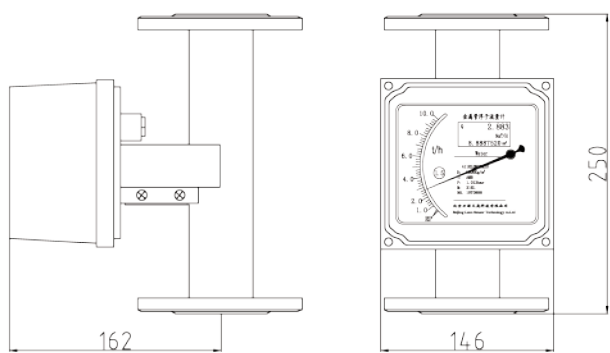
五、流量计类型及外形尺寸

T716系列金属管浮子流量计由测量管（传感器）和指示器（电子转换器）组成，选择不同形式的测量管和指示器，可装配成多种形式的整机，以适应现场的需求。各种类型的流量计外形及尺寸、连接法兰标准、磁过滤器的安装尺寸见下述。

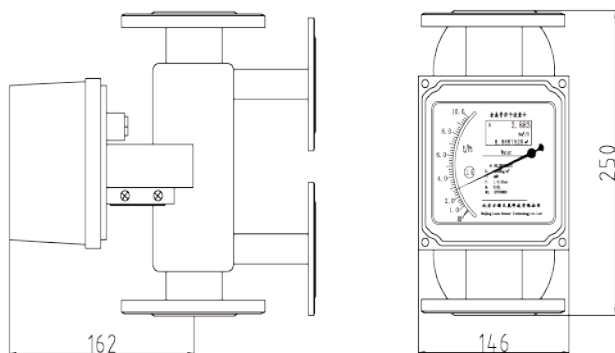
5.1 产品分类

T716系列金属管浮子流量计按指示器结构可分为5种，而每种指示器结构又可分为标准型、高温型、夹套型等。下面分别说明。

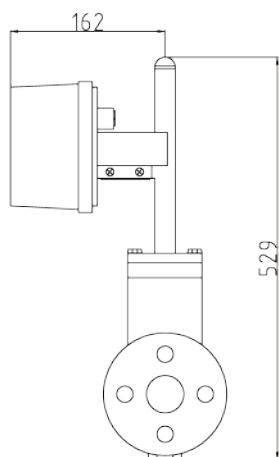
◆ M1型指示器



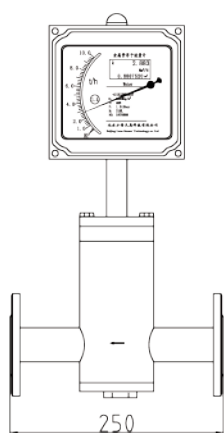
M1 垂直型



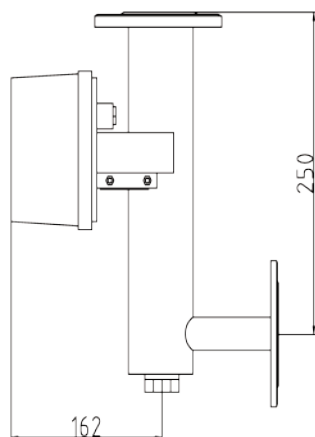
M1 保温夹套型



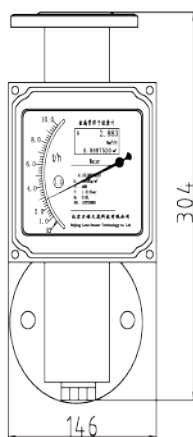
M1 T型水平型



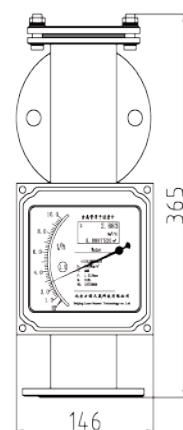
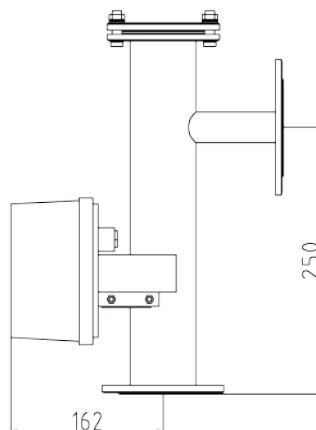
M1 侧进侧出型

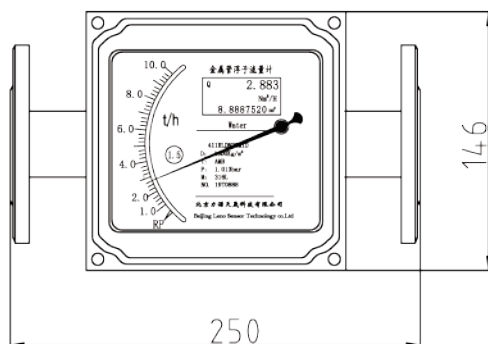
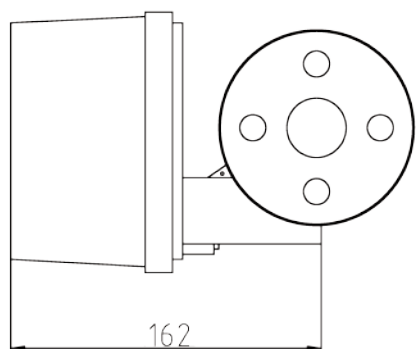


M1 侧进上出型



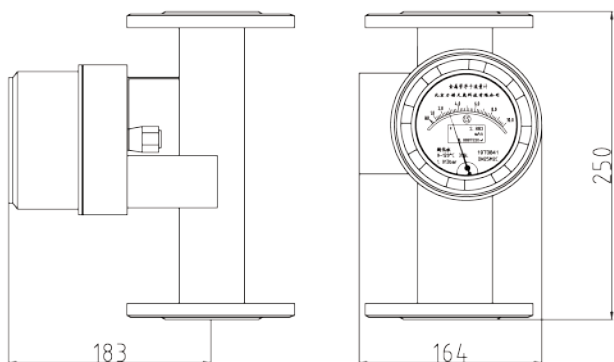
M1 底进侧出型



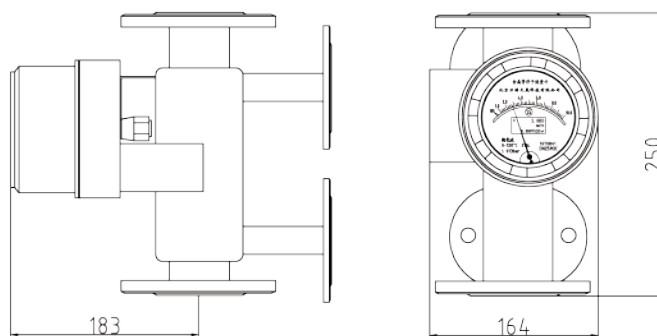


M1水平弹簧型

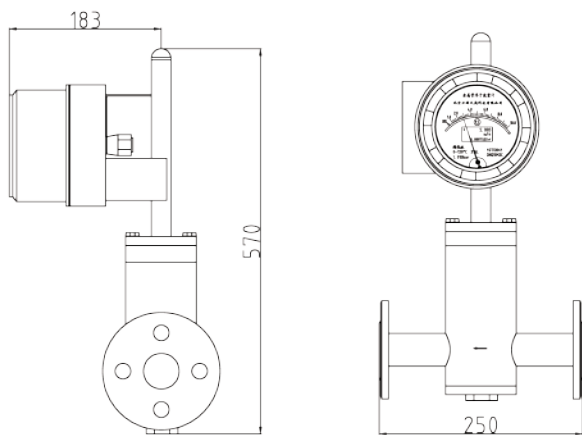
◆M2型指示器（M5型相同）



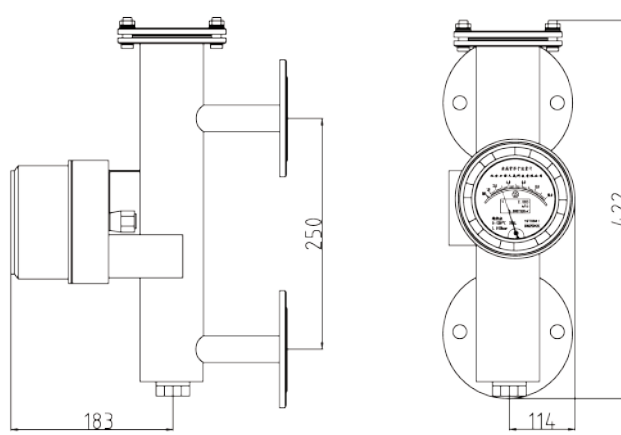
M2 垂直型



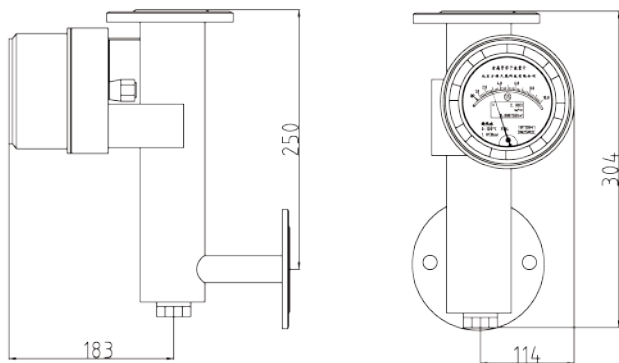
M2 保温夹套型



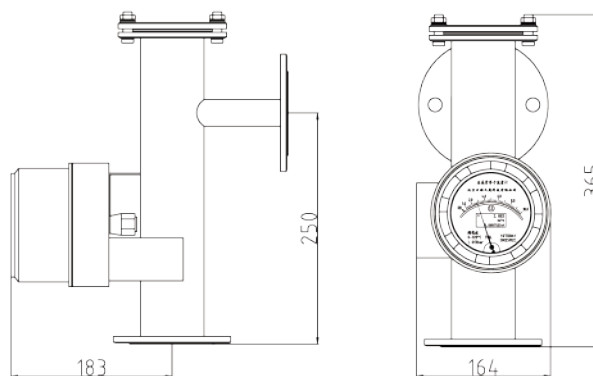
M2 T型水平型



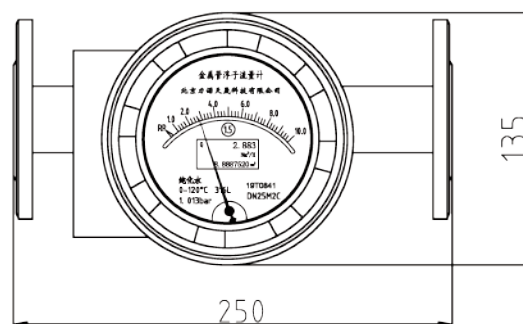
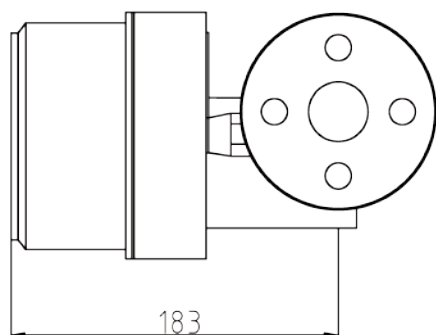
M2 侧进侧出型



M2 侧进上出型



M2 底进侧出型

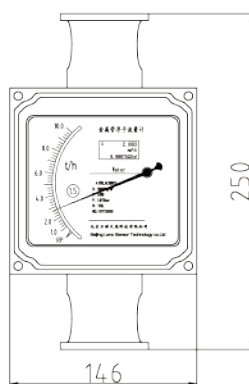
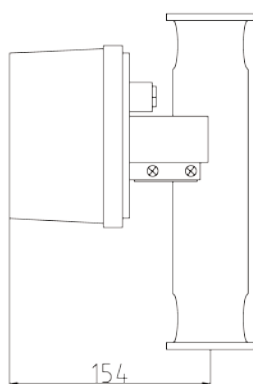


M2 水平弹簧型

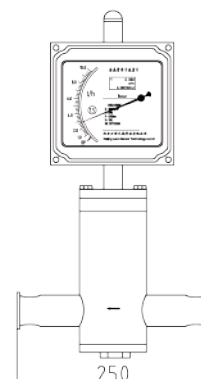
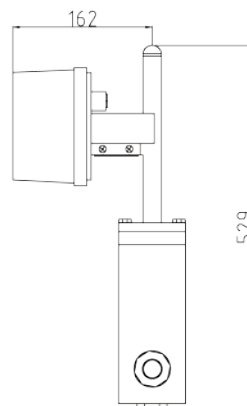
整机质量

口径	DN15	DN25	DN50	DN80	DN100	DN150	DN200
垂直型 Kg	5.0	6.5	10	16	17	35	50
夹套型 Kg	7.5	9.5	13	19	20	40	55
T 型水平 Kg	6.0	10	20				
水平弹簧 Kg				16	17	35	50
底进侧出 Kg	6	7	14	24	28	52	60
侧进测出 Kg	5.5	6.5	13	22	26	50	57
侧进上出 Kg	5.5	6.5	10.5	16	17	36	52

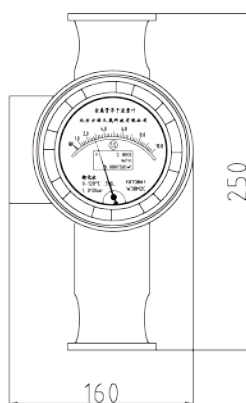
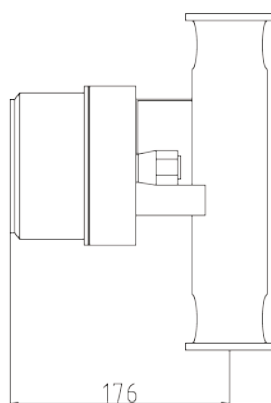
卫生型



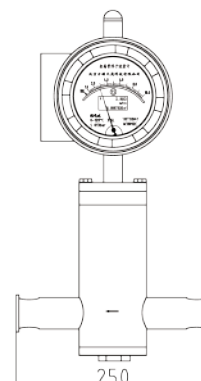
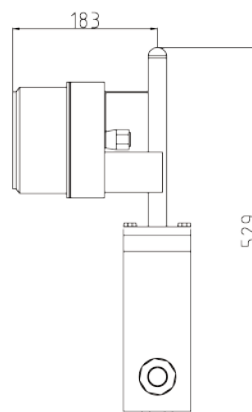
M1 垂直卫生型



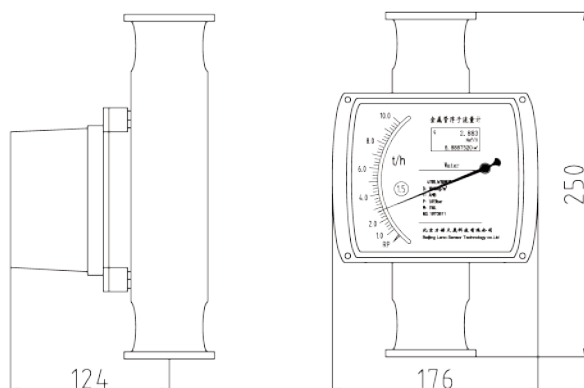
M1 水平卫生型



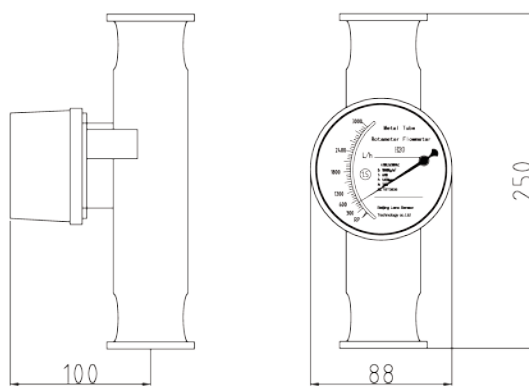
M2、M5 垂直卫生型



M2、M5 水平卫生型



M3 垂直卫生型



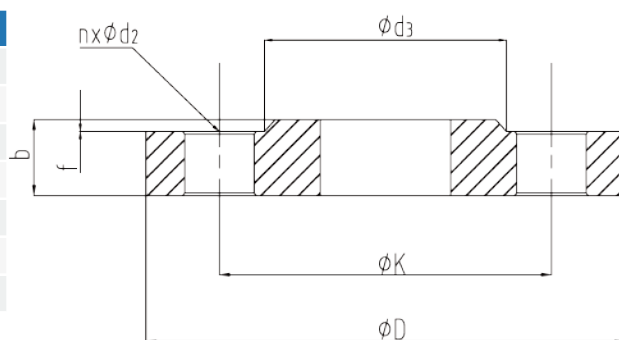
M4 垂直卫生型

5.2 法兰尺寸

T716系列金属管浮子流量计采用GB/T9119-2000法兰标准，其他法兰标准可根据用户提供的要求制作。

DN/PN	D	K	d3	b	F	N	D2
1.5/4.0	95	65	46	14	2	4	14
25/4.0	115	85	65	16	2	4	14
50/4.0	165	125	99	20	2	4	18
80/1.6	200	160	132	20	2	8	18
100/1.6	220	180	156	22	2	8	18
125/1.6	250	210	184	22	2	8	18
150/1.6	285	240	211	24	2	8	22

中国国家标准法兰（GB/T9119-2000）



DN	D	K	d3	b	F	N	D2
1/2"	88.9	60.5	35.1	11.2	1.6	4	15.7
1"	108.0	79.2	50.8	14.2	1.6	4	15.7
2"	152.4	120.7	91.9	19.1	1.6	4	19.1
3"	190.5	152.4	127.0	23.9	1.6	4	19.1
4"	228.6	190.5	157.2	23.9	1.6	8	19.1
5"	254.0	215.9	185.7	23.9	1.6	8	22.4
6"	279.4	241.3	215.9	25.4	1.6	8	22.4

美国国家标准法兰盘（ANSI B 16.5 150lb）

DN/PN	D	K	d3	b	F	N	D2
1.5/4.0	95	65	46	16	2	4	14
25/4.0	115	85	68	18	2	4	14
50/4.0	165	125	102	20	3	4	18
80/1.6	200	106	138	20	3	8	18
100/1.6	220	180	162	20	3	8	18
125/1.6	250	210	188	22	3	8	18
150/1.6	285	240	218	22	3	8	22

德国国家标准法兰盘（DIN2501）

标准号	标准名称	压力等级 PN MPa					标准号	标准名称	压力等级 PN MPa
HG20527-1992	钢制管法兰	0.6	1.0	1.6	2.5	4.0	DIN2527-1992	法兰盘	0.25-10.0
HG20592-1992	钢制管法兰	0.6	1.0	1.6	2.5	4.0	DIN2566-1975	螺纹法兰	1.0-1.6
HG20592-1997	钢制管法兰	0.6	1.0	1.6	2.5	4.0	DIN2573-1975	板式平焊法兰	0.6-1.0
HGJ44-76-1991	钢制管法兰	0.6	1.0	1.6	2.5	4.0	DIN2655-1975	平焊环板活套法兰	0.25-4.0
GB112-9123-200	钢制管法兰	0.6	1.0	1.6	2.5	4.0	DIN2673-1962	对焊环板活套法兰	1.0

DIN2501法兰标准基本等同于以下标准，可以配合使用

5.3 磁过滤器

如果介质中含有铁磁性颗粒，应在流量计入口前安装磁过滤器。DN100(含)以下的高度为100mm，DN100以上的高度为150mm。



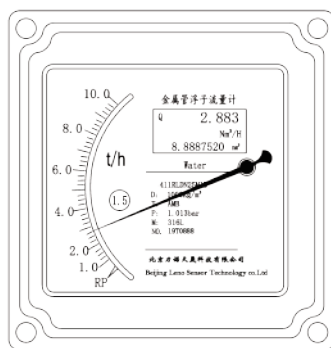
六、指示器及限位报警装置

T716系列金属管浮子流量计的指示器是流量计的显示和转换部分，限位报警装置可实现流量超限报警，完成流量开关的作用。

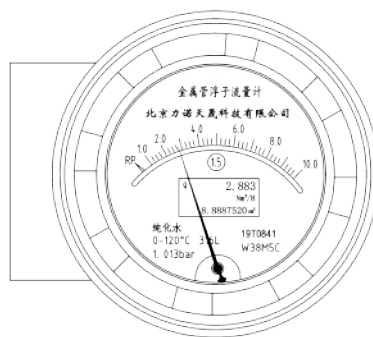
6.1 指示器选择

用户可根据现场实际需求，选择就地显示型、远传型、隔爆型、HART协议型或RS485通讯型，各种指示器的详细功能说明见下表。

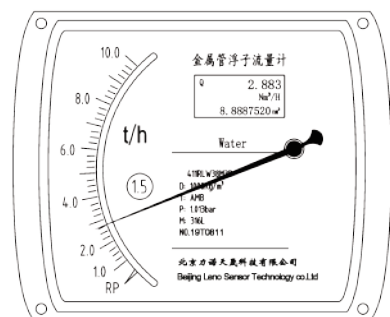
指示器类型	指示器功能说明
M1 型	方形壳体，可作为就地显示型和远传型使用； 就地型：指针指示瞬时流量，无电源，无 4-20mA 远传； 远传型：二线制 4-20mA 信号输出，同时，还可选 HART 协议和 RS485 通讯功能，数字显示瞬时流量和累积流量，面板设计 4 个按键，可查看和修改内部参数。
M2 型	圆形壳体，可作为就地显示型和远传型使用； 就地型：指针指示瞬时流量，无电源，无 4-20mA 远传； 远传型：二线制 4-20mA 信号输出，同时，还可选 HART 协议和 RS485 通讯功能，隔爆功能可选；数字显示瞬时流量和累积流量，面板设计 4 个按键，可查看和修改内部参数。
M3 型	矩形壳体，仅卫生型金属管浮子流量计可选，可作为就地显示型和远传型使用； 就地型：指针指示瞬时流量，无电源，无 4-20mA 远传； 远传型：二线制 4-20mA 信号输出，同时，还可选 HART 协议和 RS485 通讯功能，数字显示瞬时流量和累积流量。
M4 型	小巧型不锈钢壳体，专门为安装位置狭小设计，可作为就地指针显示型和远传型使用； 就地型：指针指示瞬时流量，无电源，无 4-20mA 远传； 远传型：就地指针显示瞬时流量，二线制 4-20mA 信号输出，无液晶显示瞬时流量和累积流量。
M5 型	不锈钢圆形壳体，可作为就地显示型和远传型使用； 就地型：指针指示瞬时流量，无电源，无 4-20mA 远传； 远传型：二线制 4-20mA 信号输出，同时，还可选 HART 协议和 RS485 通讯功能，隔爆功能可选；数字显示瞬时流量和累积流量，面板设计 4 个按键，可查看和修改内部参数。



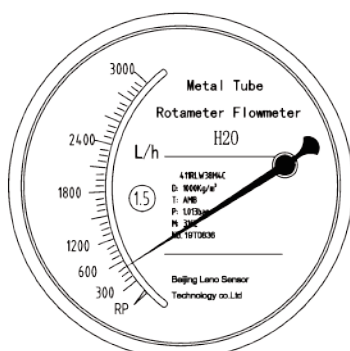
M1型指示器



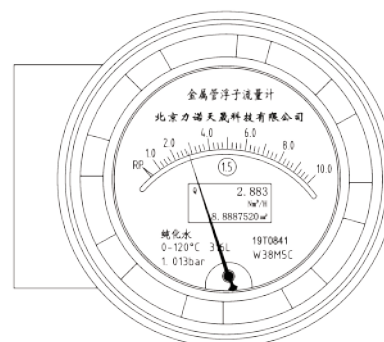
M2型指示器



M3型指示器



M4型指示器



M5型指示器



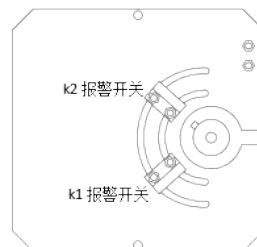
6.2 报警装置选择

K1、K2报警开关可安装在M1、M2、M5型就地指示器，可作为上下限报警，报警点可任意设定。K1、K2报警开关安装在指示器中，和轴系上安装的随动磁性装置共同组成了就地报警系统。可在整个流量范围内任意设定报警点，并通过定位指针指示在刻度盘上。

K1、K2报警开关使用的使干式舌簧管开关，是一种有触点的无源电子开关元件，具有结构简单，体积小便于控制等优点。当有磁性物质靠近开关时，在磁场磁力线的作用下，使开关结点所接的电路连通。外磁力消失后，线路也就断开了。因此，作为一种利用磁场信号来控制的线路开关器件，常用于计数，限位等等。在实际运用中，通常用永久磁铁控制开关的接通与否，所以又被称为“磁控管”。

报警开关技术参数选择

触点方式	A (SPST-NO)	最大绝缘电阻	100mΩ
触电负载	10W	动作时间	0.5mS
最大开关电压	100VDC/VAC	弹跳时间	0.2mS
最大开关电流	0.5A	释放时间	0.3mS
工作温度	-25℃ ~ 60℃	最高工作频率	100Hz



七、口径计算及流量表

本手册中列出的流量表是以水和空气为标准介质计算的，故现场的被测介质流量都必须先换算成水或空气的体积流量，再到流量表中查对口径。本章用于设计选型时对流量计口径的选择。

7.1 液体体积流量的计算

被测液体体积流量 Q_t

根据液体的密度及最大流量，代入公式（1），计算出水的流量，然后到流量表查找相应的口径和浮子号，将浮子号对应的水的流量值，再次代入公式（1），计算出被测液体的流量值，对此流量值进行规整，得到被测液体的刻度范围。

$$Q_s = \sqrt{\frac{(\rho_f - \rho_s)\rho_t}{(\rho_f - \rho_t)\rho_s}} \times Q_t \quad \text{公式（1）} \quad \text{式中:}$$

被测液体体积流量 Q_s

计算方法同上，计算公式依据（2）式

$$Q_s = \sqrt{\frac{\rho_f - \rho_s}{(\rho_f - \rho_t)\rho_t\rho_s}} \times Q_m \quad \text{公式（2）}$$

Q_t : 被测液体的最大体积流量
 Q_m : 被测液体的最大质量流量
 Q_s : 标校介质水的流量
 ρ_f : 浮子的密度
 ρ_t : 被测介质的密度
 ρ_s : 标校介质水的密度

计算例题

某液体，操作密度为720Kg/m³，最大流量为1800L/h，计算口径、浮子号和刻度范围。

解答：取浮子密度7850Kg/m³，水的密度1000 Kg/m³，将720（Kg/m³）和1800（L/h）代入公式（1）

$$\text{计算得} \quad Q_s = \sqrt{\frac{(7850-1000)720}{(7850-720)1000}} \times 1800 = 1497.06$$

查流量表得：口径DN25，浮子号：F25.2， $Q_s=1600$ ，将 Q_s 重新代入公式（1），计算得 $Q_t=1923.77$ ，规整后，确定被测液体的刻度范围为：190~1900L/h。

7.2 气体体积流量的计算

由于气体受温度和压力的影响较大，他不同于液体的计算。流量换算时，不但要考虑密度的影响，还要考虑温度和压力的影响，所以在计算气体流量时，一定要准确的提供工况条件下被测气体的温度和压力。

如果用户给出的是标准状态下的气体体积流量则按式（3）计算：

$$Q_s = \sqrt{\frac{\rho_{st}}{\rho_s} \times \frac{P_s}{P_t} \times \frac{T_1}{T_s}} \times Q_n \quad \text{公式（3）}$$

如果用户给出的使操作状态下的气体体积流量则按式（4）计算：

$$Q_s = \sqrt{\frac{\rho_{st}}{\rho_s} \times \frac{P_t}{P_s} \times \frac{T_s}{T_1}} \times Q_t \quad \text{公式（4）}$$



如果用户给出的使气体质量流量则按式（5）计算：

$$Q_s = \sqrt{\frac{1}{\rho_t \times \rho_s}} \times Q_m \quad \text{公式（5）}$$

式中：

Q_N ：	气体在标准状态下的最大质量流量	(Nm ³ /h)
Q_t ：	气体在操作状态下的最大体积流量	(m ³ /h)
Q_m ：	气体最大质量流量	(Kg/h)
Q_s ：	空气在标校状态下的体积流量	(m ³ /h)
ρ_{st} ：	气体在标校状态下的密度	(Kg/m ³)
ρ_s ：	气体在标准状态下的最大体积流量	(Nm ³ /h)
ρ_t ：	气体在操作状态下的密度	(Kg/m ³)
P_s ：	空气在标校状态下的绝对压力	(0.1MPa)
P_t ：	气体在操作状态下的绝对压力	(MPa)
T_s ：	空气在标校状态下的绝对温度	(K)
T_t ：	气体在操作状态下的绝对温度	(K)

计算例题

某气体，二氧化碳平均分子量44，过程压力0.2MPa，过程温度25℃，最大流量48 Nm³/h，求口径、浮子号和刻度范围。

解答：

$$\begin{aligned} \rho_{st} &= 1.803 \text{ Kg/m}^3 & P_t &= 0.2 + 0.1 = 0.3 \text{ MPa} \\ \rho_s &= 1.2041 \text{ Kg/m}^3 & T_s &= 273.15 + 25 = 298.15 \text{ K} \\ P_s &= 0.1 \text{ MPa} & T_t &= 293.15 \text{ K} \end{aligned}$$

得：

$$Q_s = \sqrt{\frac{1.803}{1.204} \times \frac{0.1}{0.3} \times \frac{298.15}{293.15}} \times 48 = 34.2$$

查流量表得：

孔径DN25,浮子号F25.1，规整后 $Q_s=35$ 。将 $Q_s=35$ 重新代入公式（3），得 $Q_N=49.123 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ，规整后被测介质的刻度范围为：1.9-49 Nm³/h。

7.3 各种材料浮子密度表

材 料	CrNi 不锈钢	PTFE 聚四氟乙烯	C4 哈氏合金	Ti 钛合金
密度 (t/m ³)	7.85	3.4	8.3	2.1

注：标准状态：0℃ (273.15K) 0.1MPa

标校状态：20℃ (293.15K) 0.1 MPa

7.4 卫生型流量计卡盘尺寸参考表（卫生卡盘型）一般按美标

DN	管道标准	管道外径	卡盘尺寸
15	1/2"	φ 19	φ 50.5
20	3/4"	φ 22	φ 50.5
25	1"	φ 25.4	φ 50.5
32	1.1/4"	φ 32	φ 50.5
40	1.1/4"	φ 38	φ 50.5
50	2"	φ 51	φ 64.0
65	2.1/2"	φ 63	φ 77.5
80	3"	φ 76	φ 91.0
100	4"	φ 101.6	φ 119.0



7.5 垂直安装型式流量表

口径	浮子号	水 L/h		空气 m³/h	压力损失 KPa	
		(0.1013MPa abs 20℃)		(0.1013MPa abs 20℃)	(要求低压损失与厂家协商)	
	浮子材料	不锈钢	PTFE、Ti	不锈钢	不锈钢	PTFE
DN15	F15.0	10	—	—	1.5	—
	F15.1	16	—	0.5	1.5	—
	F15.2	25	—	0.7	1.5	—
	F15.3	40	25	1.2	1.5	1.5
	F15.4	60	40	1.8	1.5	1.5
	F15.5	100	60	2.8	1.5	1.5
	F15.6	160	100	4.5	1.5	1.5
	F15.7	250	160	7.5	3.0	1.5
	F15.8	400	250	12	3.0	3.0
	F15.9	600	400	18	3.5	3.0
DN25	F25.0	1000	600	30	1.5	1.5
	F25.1	1200	800	35	1.5	1.5
	F25.2	1600	1000	45	3.0	1.5
	F25.3	2000	1200	60	3.0	1.5
	F25.4	2500	1600	75	3.5	3.0
	F25.5	3000	2000	90	3.5	3.0
	F25.6	4000	2500	120	8.0	3.5
	F25.7	5000	3000	150	8.0	3.5
	F25.8	8000	—	180	16.0	—
DN50	F50.0	6000	4000	180	3.0	3.0
	F50.1	8000	5000	240	3.0	3.0
	F50.2	10000	6000	300	4.0	3.0
	F50.3	12000	8000	360	4.0	3.0
	F50.4	16000	10000	480	8.0	4.0
	F50.5	30000	12000	600	8.0	4.0
DN80	F80.0	25000	16000	750	14.0	8.0
	F80.1	30000	20000	900	14.0	9.0
	F80.2	40000	25000	1200	20.0	12.0
	F80.3	70000	30000	1500	20.0	15.0
DN100	F100.0	60000	40000	1800	28.0	25.0
	F100.1	80000	50000	2400	28.0	27.0
	F100.2	120000	60000	3000	40.0	38.0
DN125	F125.0	100000	80000	3000	45.0	35.0
	F125.1	150000	100000	—	48.0	40.0
DN150	F150.0	150000	100000	—	48.0	40.0
	F150.1	200000	125000	—	50.0	42.5



7.6 水平安装型式流量表

口径	浮子号	水 L/h		空气 m³/h	压力损失 KPa	
		(0.1013MPa abs 20℃)		(0.1013MPa abs)	(要求低压损失与厂家协	
	浮子材料	不锈钢	PTFE、Ti	不锈钢	不锈钢	PTFE
DN15	F15.5	160	100	4.5	1.5	1.5
	F15.6	200	120	6.0	1.5	1.5
	F15.7	250	160	7.5	2.0	2.0
	F15.8	400	250	12	2.0	2.0
	F15.9	800	400	18	3.5	3.5
DN25	F25.0	1000	600	30	1.5	1.5
	F25.1	1600	1000	45	1.5	3.0
	F25.2	2000	1200	60	3.0	3.0
	F25.3	2500	1600	75	3.0	3.5
	F25.4	3000	2000	90	3.5	3.5
	F25.5	6000	2500	120	8.0	8.0
DN50	F50.0	6000	4000	180	3.0	3.0
	F50.1	8000	5000	240	3.0	3.0
	F50.2	10000	6000	300	4.0	4.0
	F50.3	12000	8000	360	4.0	4.0
	F50.4	25000	10000	480	8.0	8.0
DN80	F80.1	25000	16000	750	14.0	14.0
	F80.2	30000	20000	900	14.0	14.0
	F80.3	60000	25000	1200	20.0	22.0
DN100	F100.0	60000	40000	1800	30.0	30.0
	F100.1	80000	50000	2400	30.0	30.0
	F100.2	100000	60000	3000	45.0	45.0
DN125	F125.1	100000	80000	3000	45.0	45.5
	F125.2	125000	100000	-	46.0	48.0
DN150	F150.1	125000	100000	-	48.0	46.0
	F150.2	150000	125000	-	50.0	42.5

说明：流量表中的数据是仪表的标准参数，如用户有特殊流量范围要求，可协商。



八、选型表

T716	金属管浮子流量计								
	代码	公称直径							
	15	15mm							
	20	20mm							
	25	25mm							
	32	32mm							
	40	40mm							
	50	50mm							
	...	65mm							
	80	80mm							
	200	200mm							
	代码	过程连接							
	FL	法兰连接							
	KP	卡盘连接							
	代码	结构形式							
	G1	下进上出							
	G2	上进下出							
	G3	下进上横出							
	G4	下横进上横出							
	G5	右进左出							
	G6	左进右出							
	代码	测量管材质							
	RI	304 (0Cr18Ni9)							
	RL	316L (00Cr17Ni14Mo2)							
	RP	PTFE (衬四氟)							
	Ti	钛合金							
	R0	0Cr18Ni12mo2T							
	代码	供电及信号类型							
	Z1	无源、就地指针显示							
	Z2	220VAC 50/60HZ 4-20mA 输出							
	Z3	3.6V 锂电池 无信号输出							
	Z4	24VDC 4-20mA 输出 二线制							
	Z5	24VDC 4-20mA+Hart							
	Z6	RS485 通讯, Modbus 协议							
	代码	报警输出							
	无	无报警输出							
	T1	上限报警							
	T3	下限报警							
	T3	上限+下限报警							
	代码	防爆等级							
	N	非防爆							
	E	隔爆型(ExdIIBT6)							
	代码	附加功能							
	T	夹套型							
	Z	阻尼型							
	W	高温型							
	Y	高压型							
T716	80	KP	G1	RL	Z1		N		选型举例

九、安装方式及安装注意事项

用户可根据现场工艺管道布局选择不同规格的流量计，其中垂直安装型是标准形式，其他形式的均为选配，如果现场条件允许，建议优先选择垂直安装型；

各种安装形式的流量计安装方式可参考：表 21 流量计安装示意图。

