



LQUA 型预付费 气体超声流量计

使用说明书

Operation Instructions



宁波力擎超声科技有限公司

NINGBO LIQING ULTRASONIC TECHNOLOGY CO., LTD.



LQUA型预付费气体超声流量计

使用说明书

一. 产品特点	2
1.1 流量计部分	
1.2 控制阀部分	
1.3 通讯模块部分	
二. 工作原理	4
2.1 气体超声流量计基本工作原理	
2.2 多声道气体超声流量计	
2.3 体积修正工作原理	
三. 主要技术参数与功能	6
3.1 流量计规格、基本参数和性能指标	
3.2 测量准确等级	
3.3 电气性能指标	
3.4 典型特征曲线	
3.5 本安端口输出参数	
四. 外观尺寸与安装	10
4.1 外形尺寸	
4.2 安装要求	
4.3 流量计安装示意图	
五. 流量计的使用.....	13
5.1 使用环境	
5.2 介质条件	
5.3 内置电源的使用	
5.4 流量计的读数	
5.5 使用注意事项	
六. 清洁与维护.....	14
6.1 流量计的清洁	
6.2 流量计的维护	
6.3 维修和故障排除	
七. 包装, 运输和贮存	15
八. 开箱与检查	15
九. 订货须知	16

产品概述

LQUA型预付费气体超声流量计是集气体超声流量计、IC卡控制阀于一体的智能计量仪表，其将气体流量计量与IC卡预付费相结合，实现了对气体计量“先购气，后用气”的新型贸易结算管理方式，实现预付费管理模式。

它综合了计算机软件、网络通信、智能卡应用、密钥安全等多个技术领域，是城市燃气理想的预付费计量产品。

一、产品特点



1.1 流量计部分

- 气体超声流量计为计量基表，具有高精度、宽量程、免维护等诸多优点。
- 多声道测量，涡流和不对称流检测，电场、磁场叠层屏蔽，高抗噪性、零漂自动校正，精度不受环境影响。
- 测量准确等级：1.0级/1.5级符合国际标准ISO17089，符合美国标准AGA ReportNo. 9，符合中国标准GB/T18604-2014。
- 冗余声道备份，提高系统可靠性。
- 超宽测量范围：1:700，超低‘零’始动流量，高精度温度、压力补偿，体积修正，工况、标况智能切换。
- 双备份锂电池供电，大容量存储，可保存一年数据。
- 智能故障检测，故障报警。

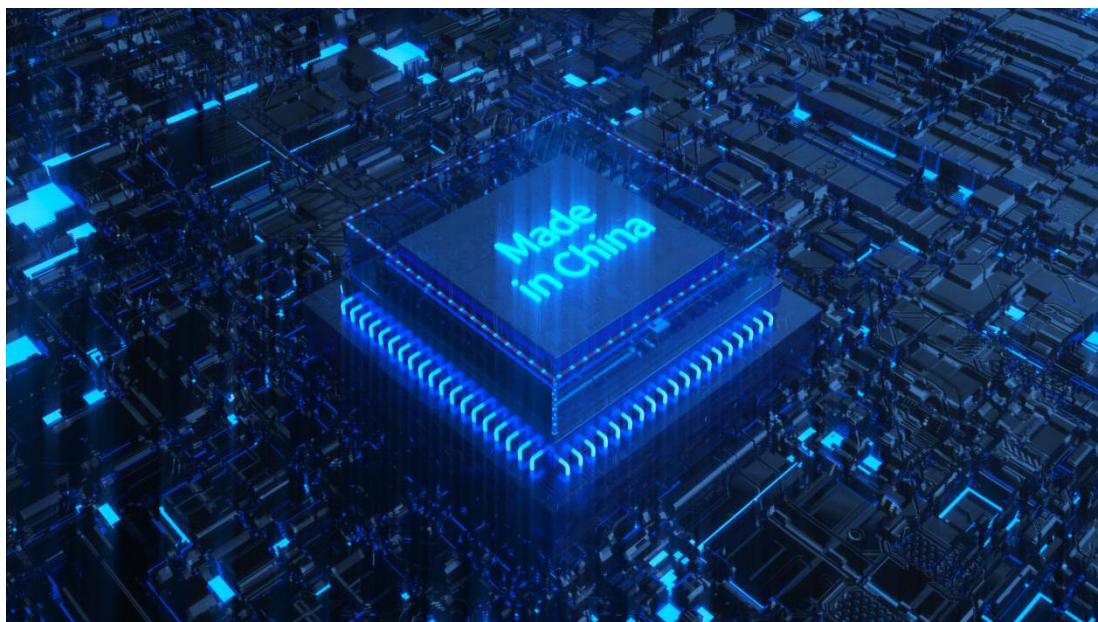
- 免维护、免清洗、长寿命。
- 内置通讯模块，通过上位监控软件可对整个计量过程实现全方位的数据采集、诊断分析、远程充值和状态控制，实现网络化、数字化管理。
- 计量与IC卡控制集成，无数据误差；支持金额充值（元）和气量充值（ m^3 ），可使用价格调整卡便捷调整气价。
- 可远程调价，满足阶梯气价的快速调价模式，省去抄表收费结算的繁杂手续。
- 采用逻辑加密和动态数据加密双重加密，确保卡数据的安全，确保用户利益。

1.2 控制阀部分

- 球阀结构，慢开快关。无需动力1s快速关阀，通路结构零压损。
- 控制器常规工作压力最大为0.4MPa，最大口径为200mm；定制类最高压力可达4.0MPa。
- 采用省力结构的开阀机构，确保阀门的可靠开启。
- 断电自动关阀，阀门内置锂电池使用寿命最高可达6年。
- 断线自动关阀，流量计与控制阀的连接线断开，阀门自动关闭。
- 可采用开阀卡控制大流量用户频繁开关阀门，保证大流量用户用气安全。

1.3 通讯模块部分（选配）

- 低功耗设计，可使用内置锂电池供电（每天抄表1-4次，上线时间可设定）。
- 电池供电时亦可实时远程充值等操作：上位机充值后，通知用户在表端按压一次启动按钮，通讯模块强制启动，接收下发数据，充值完成。
- 可使用外供电，满足实时抄表需求；外供电请使用稳压电源DC12V-DC24V。
- 外供电断开，模块进入低功耗模式。
- 手机端或电脑端均可查看数据，及时掌握仪表使用状态。
- 监控软件功能齐全、界面简洁、易于操作。



二、工作原理

2.1 气体超声流量计基本工作原理

气体超声流量计以测量声波在流动介质中传播的时间与流量的关系为原理。通常认为声波在流体中的实际传播速度是由介质静止状态下声波的传播速度 (C_f) 和流体轴向平均流速 (V_m) 在声波传播方向上的分量组成。

按图1所示，顺流和逆流传播时间与各量之间的关系是：

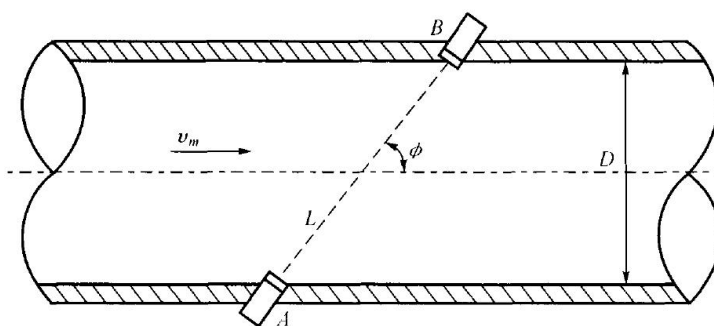


图1 通用示意图

$$t_{\text{down}} = t_{AB} = \frac{L}{(C_f + V_m \cos \theta)} \quad t_{\text{up}} = t_{BA} = \frac{L}{(C_f - V_m \cos \theta)}$$

(1) 式中： t_{up} 一声波在流体中逆流传播的时间；

t_{down} 一声波在流体中顺流传播的时间；

C_f 一声波在流体中传播的速度；

V_m 一流体的轴向平均流速；

θ 一声道角；

利用公式①可以得出流体流速的表达式②： $V_m = \frac{L}{2 \cos \theta} \left(\frac{1}{t_{\text{down}}} - \frac{1}{t_{\text{up}}} \right)$

(2) 将测得的多个声道的流体流速 V_i ($i = 1, 2, \dots, k$)，利用数学的函数关系联合起来，

可得到管道平均流速的估计值 $\bar{V}$ ，乘以过流面积 A ，即可得到体积流量 q_v ，

如式③： $q_v = A \bar{V}$ (3) 其中： $\bar{V} = f(V_1, \dots, V_k)$ (4) 式中： k -----声道数

2.2 多声道气体超声流量计

采用多声道设计的气体超声波流量计，具有高抗噪性、能够对涡流和不对称流进行检测、消除传感器和处理电路的不确定固有延时、测量精确、对管道内分层流场检测等特点。同时，多声道可以作为冗余备份，四组声道能够独立检测，即使个别传感器损坏，LQUA气体超声波流量计仍能正常工作，极大提高了检测的可靠性。

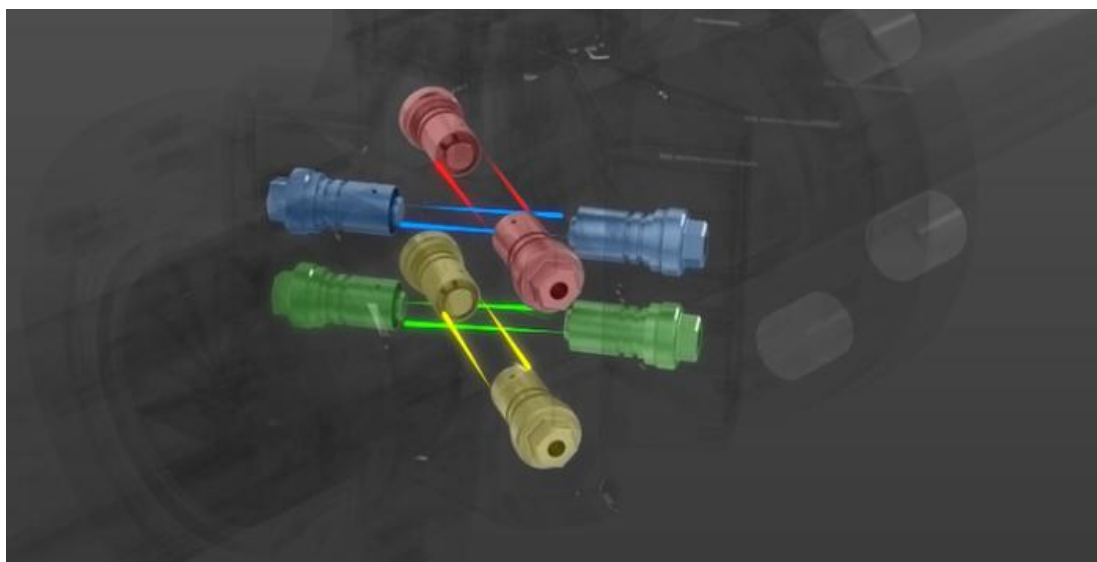


图2 - 多声道示意图

2.3 体积修正工作原理

体积修正由温度、压力、流量传感器送来的多路信号，由微处理器按照气态方程代入公式运算，实现实时显示和信号远传。

气态方程为：
$$V_o = V \times \frac{P}{P_0} \times \frac{T_0}{T} \times \frac{Z_n}{Z_g}$$

式中：

V_o — 基准条件下的体积量 (m^3)

V — 测量条件下的体积量 (kpa)

P — 流量计压力检测点的绝对压力

P_0 — 基准条件大气压 (101.325kpa)

T_0 — 基准条件下的气体绝对温度 (293.15K)

T — 测量条件下的气体绝对温 ($273.15+t$) k

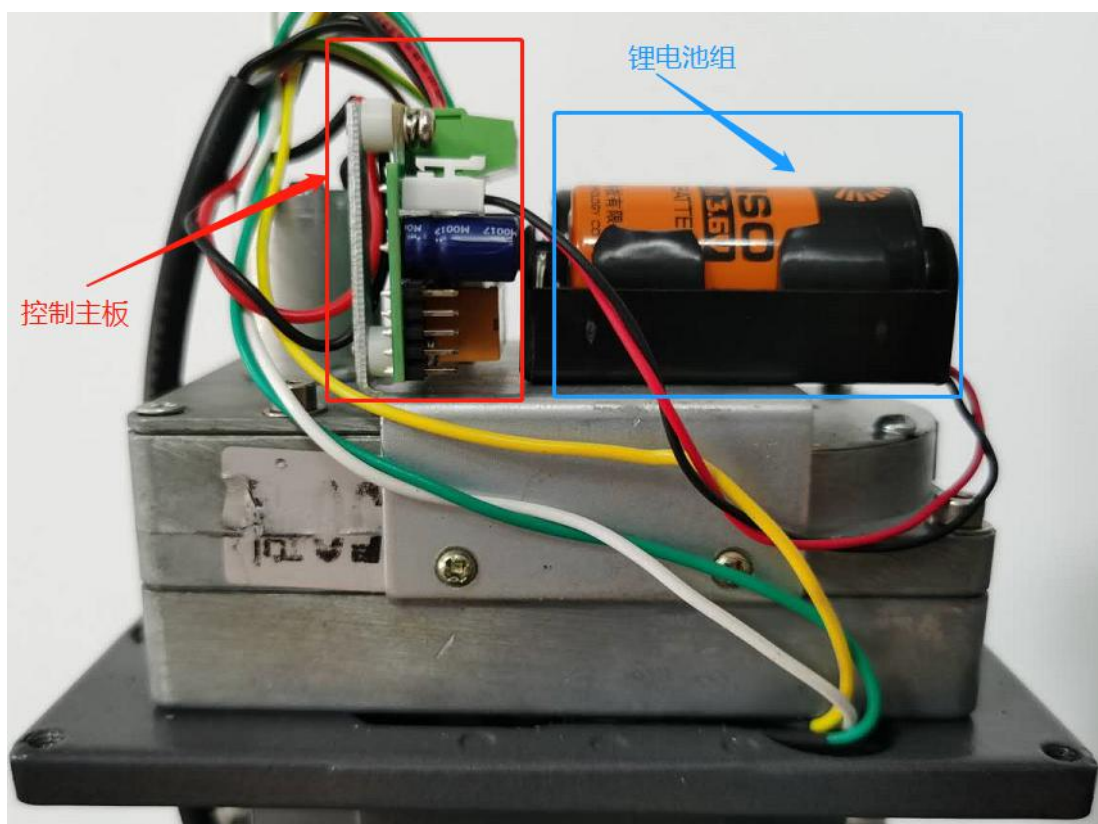
$F_z = \sqrt{\frac{Z_n}{Z_g}}$ — 气体压缩因子 (按GB/T 21446-2008或AGA报告计算)

z_n — 基准条件下的真实气体压缩因子

Z_g — 测量状态下的真实气体压缩因子

2.4 控制阀门工作原理

控制阀门由电动球阀、控制主板以及锂电池组组成，当控制主板接收到流量计IC卡模块的开关阀指令后，控制主板通过锂电池驱动阀门的开关，待机状态微功耗设计，静态功耗50 μ A，动态功耗（DN50, 压力0.4MPa）120mA。锂电池使用寿命三年以上。



2.5 通讯模块工作原理

通讯模块由通讯主板、锂电池、天线和按钮组成。通讯主板根据预设的时间定时将数据读取以后上报服务器，通过WEB页面或者APP端以及微信小程序可查看保存到服务器的数据，通讯模块的供电由单独的电池组供电，通讯电池组低电压时不影响仪表的计量。

出厂时默认每天通讯1次（上午8:00），如有特殊要求在订货时可说明，或仪表上线后做调整。

三、 主要技术参数与功能

3.1 流量计规格、基本参数和性能指标

公 称 通径 (mm)	型号规格	始动流量 (m³/h)	流量范围 (m³/h)	开阀 时间 (秒)	关阀 时间 (秒)	阀门最大工作 压力 (MPa)	壳体 材料
25	LQUA-25A-IC	0.1	1~40	<30	<1	0.8	铝 合 金
32	LQUA-32A-IC	0.1	1~65	<30	<1		
40	LQUA-40A-IC	0.2	2~100	<30	<1		
50	LQUA-50A-IC	0.3	3~160	<120	<1		
80	LQUA-80A-IC	0.6	6~400	<180	<1		
100	LQUA-100A-IC	1.0	10~650	<240	<2	0.4	
150	LQUA-150A-IC	2.0	22~1400	<300	<2		
200	LQUA-200A-IC	3.0	32~2000	<400	<2		

3.2 测量准确等级

LQUA气体超声流量计符合国际标准ISO17089、美国标准A. G. A. ReportNo. 9
和中国标准GB/T 18604-2014。

被测气体流速范围:0.05m/s~30m/s

- 在量程范围内测量准确度等级为：1.0级

$0.1Q_{\max}$ - $Q_{\max}$ 最大允许误差 $\pm 1.0\%$,重复性： $\pm 0.2\%$

$Q_{\min}$ - $0.1Q_{\max}$ 最大允许误差 $\pm 2.0\%$,重复性： $\pm 0.4\%$

- 在量程范围内测量准确度等级为：1.5级

$0.1Q_{\max}$ - $Q_{\max}$ 最大允许误差 $\pm 1.5\%$,重复性： $\pm 0.3\%$

$Q_{\min}$ - $0.1Q_{\max}$ 最大允许误差 $\pm 3.0\%$,重复性： $\pm 0.6\%$



3.3 电气性能指标

3.3.1 防爆等级

- 本安型防爆，防爆等级:Ex ib II B T4 Gb；防护等级：IP65

3.3.2 工作电源

- 内电源：一组3.6V 35AH锂电池，实时显示电池容量。
- 可选外电源：12VDC, 纹波 $\leq 50\text{mV}$, 系统自动切换外电源供电,
- 外电源采用DC-DC管理模式。(使用本安功能时需加装安全栅)

3.3.3 整机功耗

- 内电源：平均功耗1.5mW, 一组锂电池可连续使用4年以上。
- 可选外电源：平均功耗1W

3.3.4 输入信号

- 流量信号：200KHz, $V_{PP} \geq 15\text{mV}$
- 温度信号：数字温度传感器。

安装方式：表体内安装，量程范围： $-20^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$, 精度： $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$

- 压力信号：数字压力传感器。

安装方式：表体内安装，量程范围：0~10bar, 精度： $\pm 0.25\%$

3.3.5 输出信号

- 工况脉冲信号输出（三线制）FOUT：脉冲信号输出高电平 $\geq (V_{\text{外}} - 2\text{V})$, 低电平 $\leq 0.5\text{V}$, 驱动电流20mA, 传输距离 $\leq 50\text{m}$, 由外电源供电。
- IC卡脉冲信号输出（二线制）IC_OUT:CMOS电平, 以脉冲信号串方式输出, 常态为低电平。脉冲输出格式可选择, 1个脉冲代表的体积流量由输出的



脉冲当量设定，分别为 0.1m^3 、 1.0m^3 、 10m^3 ；电平宽度由输出脉冲宽度设定，分别为50ms、500ms, 用于与IC卡控制器配套使用。传输距离 $\leq 5\text{m}$, 由内电源供电。

●报警信号输出：输出方式CMOS电平输出，常态时输出为低电平，报警时输出为高电平。

1. 电池欠压报警输出：当电池电压低于3.4V时，BAT_AL1端口输出报警信号；

2. 当电池电压低于3.0V时，BAT_AL2端口输出报警信号。

3. 超流量范围报警输出HL：流量范围超过上限时，HL输出报警信号。

●4~20mA标准模拟信号输出：4~20mA模拟信号对应于标准体积流量，量程范围由工况流量上下限设定，下限值对应4mA, 上限值对应20mA。传输距离 $\leq 200\text{m}$, 接线方式为二线制，供电电压为24VDC。

●RS-485接口信号输出：采用MODBUS协议RTU模式，半双工方式，波特率为9600，详见MODBUS通讯协议说明。RS-485通讯可实现以下功能：

- 1、直接与上位机联网，可远传被测介质的温度、压力、标准体积流量及总量、工况体积总量，仪表有关参数、故障代码、运行状态及实时数据等。
- 2、与专用信号采集仪配套使用，可通过GPRS/CDMA, Internet及电话网络组成远程数据采集及监控系统。通过网络进行数据传输，对网络中的任何一台流量计的历史数据、故障状态进行读取，并能远程设置各种流量计的相关参数。
- 3、与PLC、RTU配套可组成SCADA系统和DCS系统。

●实时数据库，流量计具有实时数据存储功能，包括：

- 1、最近1000次流量启停时间和对应标准累积流量值；
- 2、最近5000次的状态数据（包括：时间、温度、压力、瞬时流量、工况累积流量、标准累积流量等），记录时间间隔可设，范围为（1min~60min）；
- 3、最近16次的参数修改记录；

3.4 典型特征曲线

流量计典型特征曲线如图3所示，Y坐标代表仪表的基本误差，X坐标代表最大流量Q_{max}的百分数

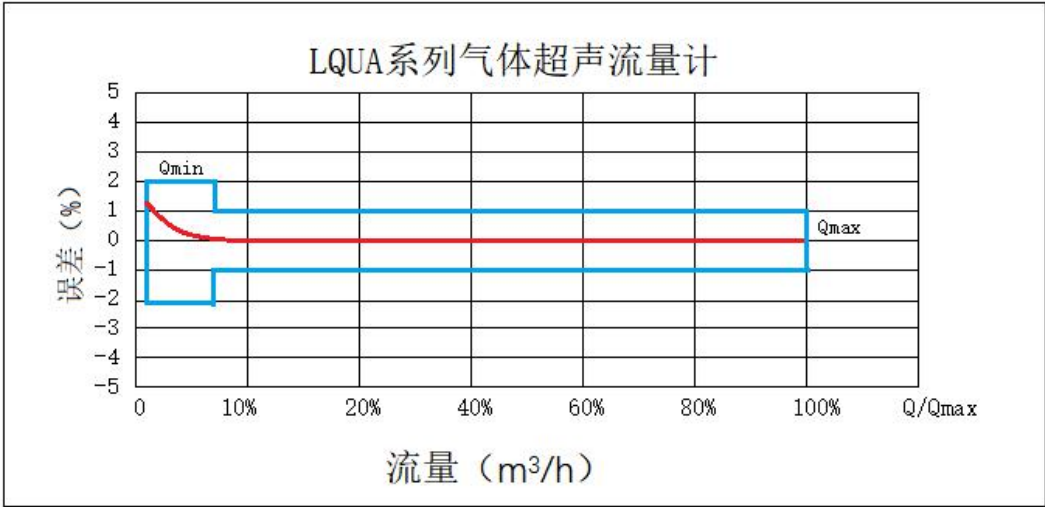


图3 典型特征曲线

3.5 防爆性能指标

3.5.1 本安端口输入参数

端子标识	最大输入电压 U _i (V)	最大输入电流 I _i (mA)	最大输入 功率P _i (W)	最大内部等效参数	
				C _i (uf)	L _i (mH)
5V-24V DC(+)	14	300	1.06	0	0.22
4-20mA+, 4-20mA(-)	28	50	0.35	0.05	0
485A, 458B	5	50	0.063	163	0
FOUT-GND	14	40	0.142	0	0
BAT_AL1,BAT_AL2, HL,IC,OUT_GND	5	50	0.063	163	0

3.5.2 本安端口输出参数

端子标识	最大输入电压 U ₀ (V)	最大输入电流 I _o (mA)	最大输入 功率P _o (W)	最大内部等效参数	
				C _o (nF)	L _o (mH)
4-20mA+, 4-20mA(-)	28	50	0.35	0.6	0.1
485A,485B	5	6	0.124	337	0.005
FOUT-GND	14	8	0.027	4.6	0.2
BAT1,BAT2, HL,IC-GND	5	26	0.032	337	0.005

四、外形尺寸与安装

4.1 外形尺寸（见图4、表4）

LQUA型预付费气体超声流量计外形尺寸如图4所示，流量计和控制阀采用法兰连接，法兰尺寸执行GB/T 9112~9113-2010《钢制管法兰标准》。

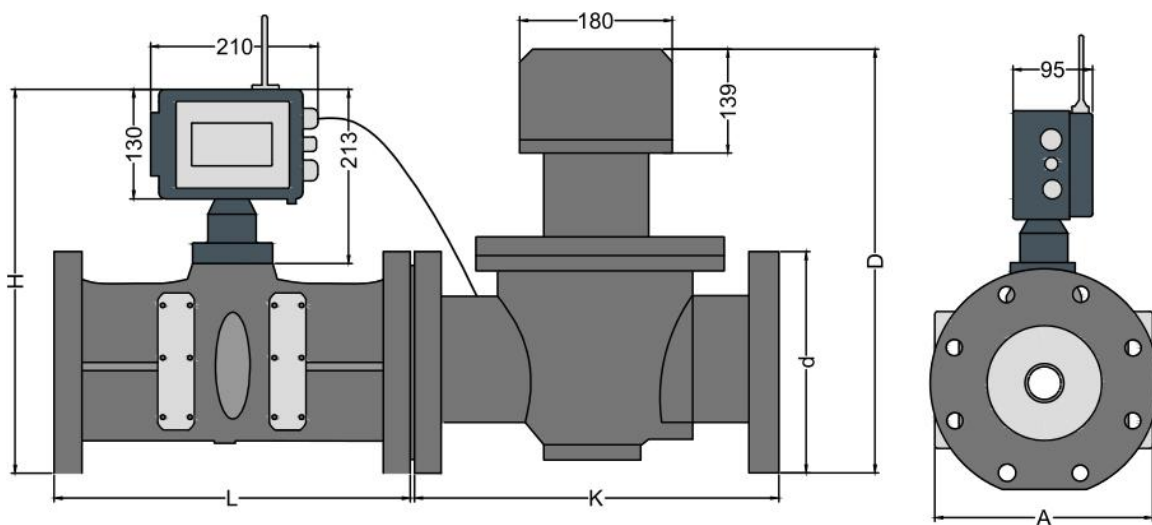


图4 LQUA气体超声流量计（四声道）外形尺寸图

型号规格	公称通径 DN(mm)	1.6MPa					
		L (mm)	H(mm)	A(mm)	K(mm)	D(mm)	d(mm)
LQUA-25A-IC	25(1")	200	310	160	162	115	65
LQUA-32A-IC	32(1¼")	200	320	165	162	125	65
LQUA-40A-IC	32(1½")	200	340	170	162	145	65
LQUA-50A-IC	50(2")	200	350	173	230	165	99
LQUA-80A-IC	80(3")	240	408	203	298	200	132
LQUA-100A-IC	100(4")	300	424	245	365	220	156
LQUA-150A-IC	150(6")	450	480	301	480	285	211
LQUA-200A-IC	200(8")	600	545	349	521	340	266

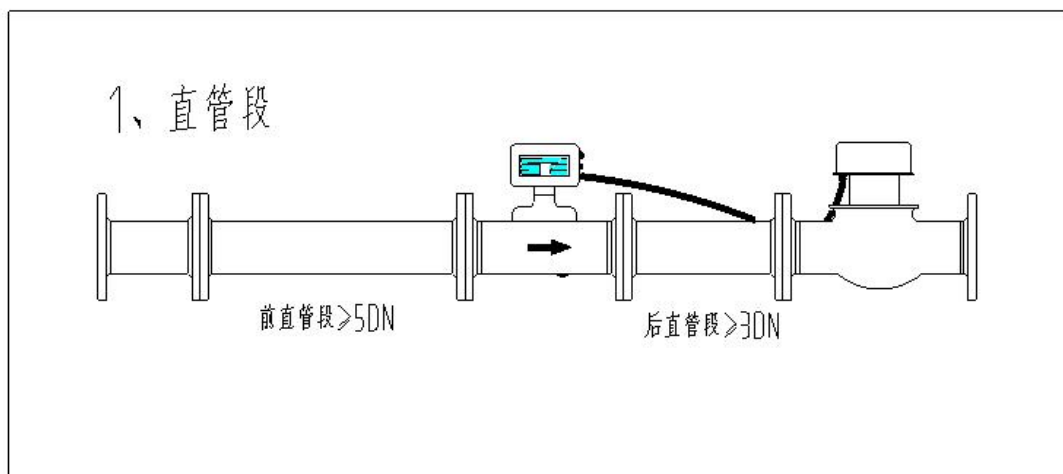
(注：上表中总高度不含天线，胶棒天线高105mm)

表4 LQUA型预付费气体超声波流量计外形尺寸

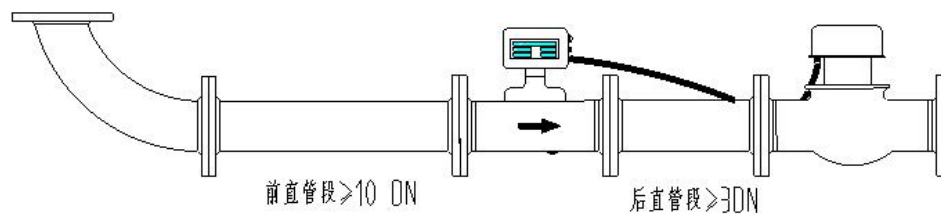
4.2 安装要求

- ▲ 流量计与控制阀均沿流体方向与表体上标注方向一致，表头向上。
- ▲ 流量计需要前后直管段，前直管道长度 $>5DN$ ，后直管道长度 $>3DN$ 。后直管段安装在流量计与控制阀之间。
- ▲ 流量计前后有弯管时，建议前直管道长度 $>10DN$ ，后直管道长度 $>5DN$ 。后直管段安装在流量计与控制阀之间。
- ▲ 流量计可水平或垂直安装，流体流动方向应与壳体上标明的方向一致；垂直安装时，控制阀需要水平安装，同时保证流量计前后直管段。
- ▲ 安装前应根据使用要求审核使用条件。
- ▲ 安装时，严禁在其进出口法兰处直接进行电焊，以免烧坏仪表电子元器件。
- ▲ 对新装或检修后的管道务必进行清扫，建议安装过滤器。
- ▲ 安装在便于维修、无强电磁场干扰、无机械振动以及热辐射影响的场所。
- ▲ 不宜用在有强烈脉动流或压力脉动的场合。
- ▲ 室外安装时，上部应有遮盖物，以防雨水浸入和烈日曝晒影响使用寿命。
- ▲ 在管道施工中，应安装伸缩管或波纹管，以免对仪表造成严重的拉伸或断裂
- ▲ 采用外电源时，必须有可靠的接地，但不得与强电系统共用地线，在管道安装或检修时不得将电焊系统的地线与控制阀搭接
- ▲ 管路安装完毕进行密封性试压时，严禁明火检修。

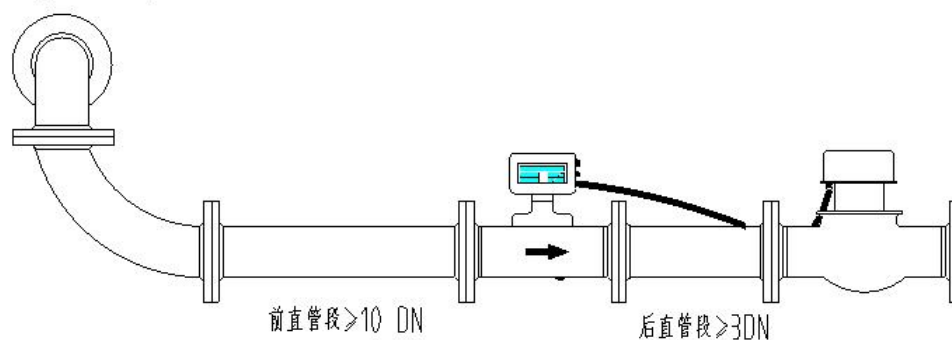
4.3 流量计安装示意图



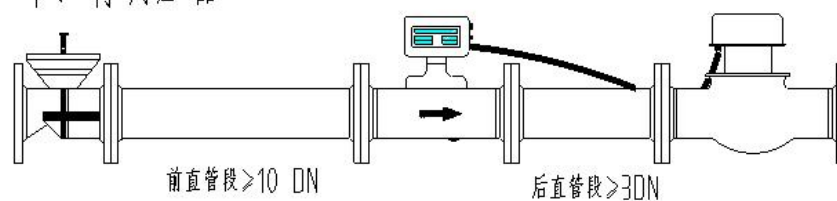
2、单弯管



3、双弯管



4、有调压器



图五、LQUA气体超声流量计推荐安装方式



五、流量计的使用

5.1 使用环境

- 环境温度：-20℃—+60℃
- 相对湿度：5%—95%
- 大气压力：70kPa—106kPa
- 本安型可适用0区危险场所使用。

5.2 介质条件

- 被测介质应为无漩涡的单相气体，且无油污、无凝结水等杂质。
- 被测介质的流量、压力范围应在流量计规定的范围之内。
- 被测介质温度范围：-20℃—+60℃

5.3 内置电池电源的使用

在危险场所使用时要确认安全后才能打开仪表后盖！

更换电池时，打开铅封和后盖，取出旧电池组件，更换同型号电池组件（3.6V 35AH锂电池），电池更换完毕后，等待2分钟，观察液晶面板电池电量显示符号，出现满格后，方可关闭后盖。当电池符号提示缺1格时，建议尽快更换电池；当电池符号缺2格或缺3格时，表头将交替显示正常界面和特殊界面，需要立即更换电池。换电池应在通风良好，无危险环境，无气体泄漏下进行，并使用同型号电池。更换完成后，使用新铅封锁定。

控制阀内置电池电量不足时，2将出现空格，请及时更换控制阀电池（3.6V 2号锂电池×2），更换要求同上。

5.4 流量计的读数

流量计的相关计量参数均在流量计液晶屏上显示，可实现直接读数。

流量计的表头采用的特殊连接结构，当流量计因安装环境限制，影响正常读数时，可对表头进行0~350°的任意角度旋转，以方便读数。

5.5 使用注意事项

当本产品“0”区工作时，向安全栅供电的电源变压器应符合GB3836.4-2010第“8.1”条要求。

不允许更换元器件或结构，以免影响防爆性能。

六、清洁与维护

6.1 流量计的清洁

气体超声流量计长期使用后，内壁和探头会附着污垢和灰尘，影响测量精度。

可以使用压缩空气对流量计内壁和探头进行清洁，或使用含酒精的清洁软布进行擦拭。严禁使用含汽油或含腐蚀性的清洁剂！

6.2 流量计的维护

气体超声流量计内部无任何机械部件，无须进行润滑等维护。所有故障状态都会在液晶面板中显示，用户可根据故障状态进行维修。电气部分采用模块化设计，用户可根据故障状态，更换相应的模块，或通知生产厂家进行维修。

6.3 维修和故障排除

故障代码	可能原因	措施	备注
温度E-X	温度故障	(1) 温度传感器损坏，可用万用表测量传感器电阻； (2) 接插件接触不良 (3) 主板问题	可用正常的温度传感器插入主板，如故障消失，则说明，温度传感器有故障，否则主板故障
压力E-X	压力故障	(1) 压力传感器损坏 (2) 接插件接触不良 (3) 主板问题	可用正常的压力传感器插入主板，如故障消失，则说明，压力传感器有故障，否则主板故障
E-X1 (X表示声道)	声道信号异常	(1) 流量超流，可关闭流量计前后阀门，观察报警是否消除； (2) 接插件接触不良 (3) 测量板故障 (4) 超声波换能器损坏 (5) 超声传感器被堵	关闭阀门，将流量为0，如故障消失说明是超流或探头信号被堵，否则检查是否被堵，如未被堵则为测量版故障或探头故障
E-X2 (X表示声道)	声道信号弱	(1) 流量超流，可关闭流量计前后阀门，观察报警是否消除； (2) 超声换能器表面脏，需要清理 (3) 超声换能器老化	关闭阀门，将流量为0，如故障消失说明是超流或探头信号被堵，否则检查是否被堵，如未被堵则为测量版故障或探头故障
E-X9	检测不到触发版	(1) 触发版故障 (2) 触发版与主板接触不良 (3) 主板故障	更换触发板
无	无标定脉冲	(1) 脉冲输出三极管接错线，损坏 (2) 主板故障	更换接口板或主板

七、包装、运输及贮存

- 7.1 流量计应装入牢固的木箱内（中、小口径可装泡沫加纸箱），不应在箱内自由窜动，搬运时应小心轻放，不允许野蛮装卸。控制阀与流量计分开包装。
- 7.2 流量计运输贮存条件应按GB/T 25480-2010《仪器仪表运输运输贮存基本环境条件及试验方法》要求。
- 7.3 流量计的贮存应符合以下条件：
- 防雨防潮
 - 不受机械振动或冲击；
 - 温度范围：-20℃~+60℃
 - 相对湿度：不大于95%
 - 环境不含腐蚀气体

八、开箱与检查

- 8.1 开箱时先检查外部包装的完好性，再根据装箱单核对箱内物品及随机文件是否完整。
- 8.2 随机文件及物品
- ▲ 产品合格证
 - ▲ 产品检定证书
 - ▲ 装箱单
 - ▲ 使用说明书

九、订货需知

9.1 用户订购本产品时应根据管道的公称压力、介质最高压力、介质温度、流量范围、环境条件选择合适的规格。

9.2 选型实例

已知某一供气管线实际工作压力为0.4MPa~1.0MPa（表压）介质温度范围为-10℃~+40℃, 供气量为60~700（标况）, 当地大气压为101.3kPa, 要求确定流量计口径。

分析：由于前面表1和表2中给出的流量范围为实际工作状态下的流量范围，因此需先将标况流量换算成工况流量，再选择合适的口径。

计算：当介质压力最低、温度最高时（估算选型可不考虑气体压缩因子的影响），此时当处于供气高峰期时，具有最大体积流量，所以有：

$$Q_{\max} = Q_0 \times \frac{P_0}{P} \times \frac{T}{T_0} = 700 \times \frac{101.325}{101.3 + 400} \times \frac{273.15 + 40}{293.15} = 151 \text{ m}^3 / h$$

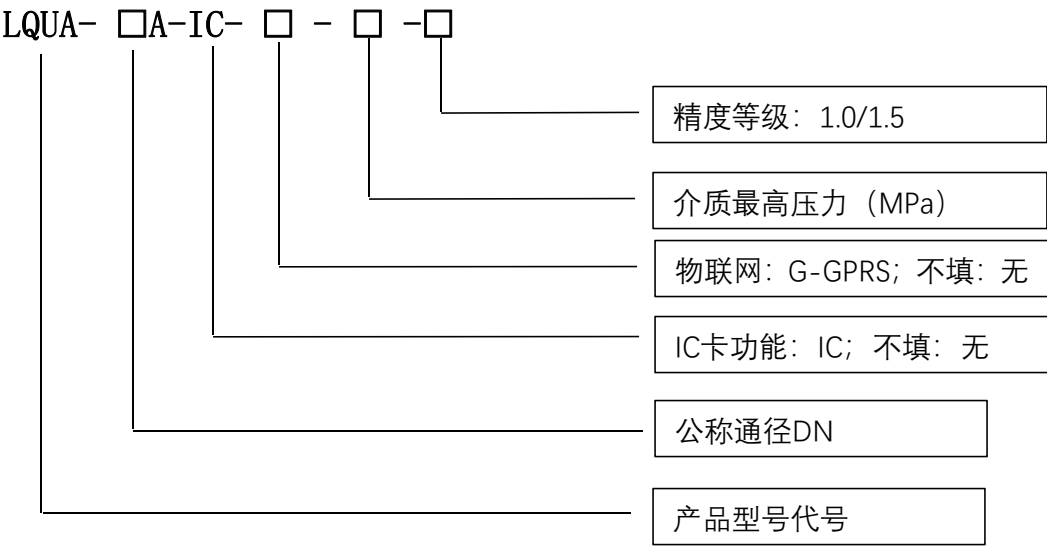
同理，当介质压力最高、温度最低时，此时当处于供气低谷期时，具有最小体积流量， 所以有：

$$Q_{\min} = Q_0 \times \frac{P_0}{P} \times \frac{T}{T_0} = 60 \times \frac{101.325}{101.3 + 1000} \times \frac{273.15 - 10}{293.15} = 4.95 \text{ m}^3 / h$$

即工作状态下介质流量（工况）范围为。由流量范围查得， 需选取DN50型流量计。

同时在选型时需结合使用压力和控制阀的最大使用压力，避免超压运行。

9.3 用户在订货时请按照下列格式正确选择。



填写实例:

如用户需要: ①通径50mm; ②IC卡功能; ③GPRS输出;

④介质最高压力0.5MPa; ⑤精度等级1.0级; 则选型时填写如下:

LQUA-50A-IC-G-0.5-1.0