



超声波流量计 说明书

LRF-3000S

壁挂式超声波流量计

版本：1.0.0

更新日期：2018年10月

注意

感谢您选购我司的时差式超声波流量计

请在使用前仔细阅读本说明书以确保产品的正常使用，避免不当使用造成的产品损坏。



警告

如果不遵守有关要求、不采取相应措施，可能存在造成人身伤害或损坏流量计的潜在危险。

本说明书中的一些内容可能与你购买的流量计不同，取决于选购时的配置要求；另一方面由于产品的设计更改和升级需要，在说明书中没有注明，请留意版本号以及增加的附页说明。

目录

1. 产品概述.....	4
1.1. 产品介绍.....	4
1.2. 产品特点.....	4
1.3. 测量原理.....	4
1.4. 产品参数.....	6
2. 变送器.....	7
2.1. 变送器接线.....	7
2.1.1. 电源.....	7
2.1.2. 变送器接线.....	7
2.2. 通电.....	8
2.3. 键盘.....	9
2.4. 键盘操作方法.....	9
3. 快速启动.....	10
3.1. 基本设置.....	10
3.2. 现场流量测量点选择.....	12
4. 传感器.....	14
4.1. 传感器安装.....	14
4.1.1. 传感器间距.....	14
4.1.2. 传感器安装方法.....	14
4.1.3. V 型安装方法.....	14
4.1.4. Z 型安装方法.....	15
4.2. 传感器安装检查.....	16
4.2.1. 信号强度.....	16
4.2.2. 信号品质 (Q 值).....	16
4.2.3. 总传输时间与时差.....	16
4.2.4. 传输时间比.....	16
4.2.5. 安装注意事项.....	17
5. 操作说明.....	18
5.1. 工作状态判断.....	18
5.2. 低流速切除.....	18
5.3. 零点设置.....	18

5.4.	仪表系数.....	18
5.5.	系统保护.....	19
5.6.	4 ~ 20mA 电流环输出.....	19
5.7.	频率输出.....	19
5.8.	累积脉冲输出.....	20
5.9.	报警.....	20
5.10.	4-20mA 输出校准.....	20
5.11.	SD Card 操作说明.....	21
5.1.1.	规格参数.....	21
5.1.2.	产品序列号.....	22
6.	操作菜单解释.....	23
6.1.	菜单对应缩写代码.....	23
6.2.	菜单解释.....	24
7.	常见故障问题分析.....	43
7.1.	产生的原因及对策.....	43
8.	串行接口网络使用和通信协议.....	44
8.1.	总述.....	44
8.2.	串口定义.....	44
8.3.	RS232 连接 PC 端.....	45
8.4.	通讯协议及使用.....	45
8.4.1.	HL 协议.....	45
8.4.2.	MODBUS-I Communication Protocol.....	47
9.	测量相关数据库.....	53
9.1.	常用管材声速.....	53
9.2.	在不同温度情况下水的声速.....	54

更新信息:

1. 产品概述

1.1. 产品介绍

LRF-3000S 是一款固定壁挂式超声波流量计，采用的是自主研发的 TGA 时差式的测量技术。TGA 测量技术是我司研究超声波时间测量算法并参考现有各种 TDC 算法，最终成功研发实现的一种高速、高精度测量过程时间的算法。

LRF-3000S 可以搭配外夹式和插入式两款传感器满足客户在现场的不同需求，可广泛的应用于各种水处理行业。并可以结合 RTD 和温度传感器，扩充为冷（热）量表使用。

1.2. 产品特点

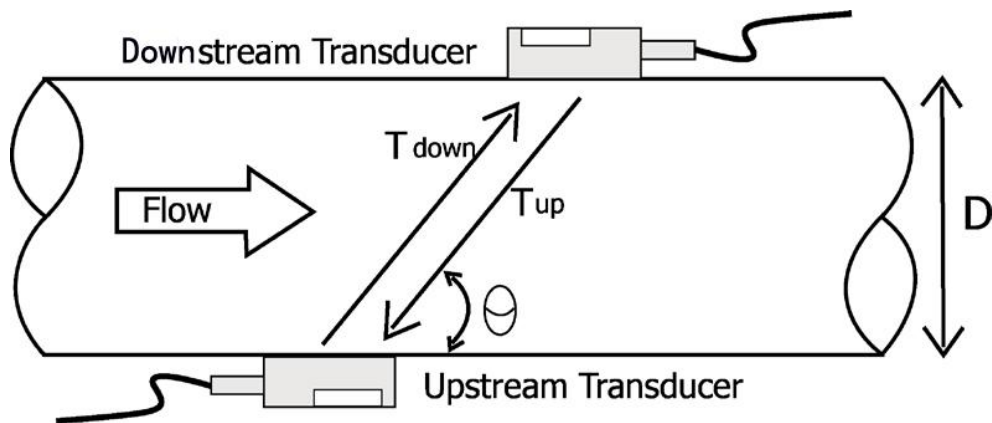
相对于其他常规流量计，LRF-3000S 超声波流量计除了具有现场安装灵活性高，高响应速度以及在低流速情况下更优秀的测量能力外，还有以下特点：

1. 使用独立的 40 万门阵列的高性能 FPGA 芯片。测量速率每秒可以大于 300 次，对比其他品牌在对测量管径内的气泡耐受率上有很大的提升。最高可以耐受连续 5 秒的连续气泡。
2. 信号强度增加，对各种水垢，管内生锈以及管内内衬有更大的穿透力。
3. 4 行显示屏，中/英文双语菜单，方便操作。
4. 传感器采用我们特有生产工艺及配对技术，零点范围可以控制在 0.03m/s 内。每一对传感器静态之间的时差 <2 纳秒，从而有效保证测量时差的真实性。

1.3. 测量原理

流量计采用时差方式的测量原理。它利用传感器发出的超声波在流动着的流体中的传播，顺流方向声波传播速度会增大，逆流方向则减小，在同一传播距离就有不同的传输时间，根据传输时间之差与被测流体流速之间的关系测出流体的流速。

流体的流速在管内的不同位置是不同的，其管中央的流速要比靠近管壁的流速快。流体在管道中的流速分布可以用流速截面分布图表示。通过对流量计的设置，并考虑流速的截面分布影响，从而可以计算出平均流速，再根据管道的截面积得出流体的体积流量。



$$V = \frac{MD}{\sin 2\theta} \times \frac{\Delta T}{T_{up} \cdot T_{down}}$$

注释:

V 测量流体速度

M 超声波反射次数

D 管径

θ 超声波信号和流体之间的夹角

T_{up} 下游传感器发射信号到上游的时间

T_{down} 上游传感器发射信号到下游的时间

$\Delta T = T_{up} - T_{down}$

1.4. 产品参数

性能指标	
流速范围	0 m/s ~ ± 12 m/s (0 ft/s ~ ± 40 ft/s)
精度	测量值的 ± 1.0%
重复性	0.2%.
测量管径	DN25 mm ~ DN 1200 mm (一副传感器)
功能指标	
输出	模拟输出: 0/4~20mA, 最大负载 750 Ω 脉冲输出: 0~9999Hz, OCT 输出 (最大和最小频率可调) 继电器输出: 最高频率 1Hz (1A@125VAC 或 2A@30VDC)
通讯协议	RS232 & RS485.
SD 卡 (选配)	最大存储: 8G, 512 天 存储间隔时间: 1 ~ 99999 秒 (可设定)
电源	10 ~ 36 VDC 或者 AC90~245V.
键盘	16 位按键
显示	240*128 , 4 行 LCD 显示
温度	变送器: - 40℃ ~ 60℃ (-40°F ~ 140 °F) 外夹式传感器: - 40 °C ~ 80 °C, 标配 插入式传感器: - 40 °C ~ 130 °C, 标配
湿度	Up to 0 ~ 99% RH, non - condensing.
物理指数	
变送器	PC/ABS, IP65.
传感器	密封设计 IP68 标准电缆长度: 9m(30ft), 最长可延长至 305m (1000ft)
包装	20*22*23.5cm, 3.0kg

2. 变送器

2.1. 变送器接线

2.1.1. 电源


请在安装前特别注意电源的部分！

LRF-3000S 标配两种电源：直流电 10~36VDC 或者 AC 90~245V，可根据现场工况自行选择。

2.1.2. 变送器接线

一旦流量计已经按照要求安装在指定位置，便可以开始接线。

打开机箱，你可以看到电源板上的接线端子，从左往右，具体如下：

标记	解释
L	交流电源 AC90~245V
N	
	接地线
DC+	直流电源 DC10~36V 正
DC-	直流电源 DC10~36V 负
RL OUT+	继电器输出
RL OUT-	
GND	上游传感器地线（黑色）
UP+	上游传感器正（棕色）
UP-	上游传感器负（蓝色）
GND	下游传感器地线（黑色）
DN+	下游传感器正（棕色）
DN-	下游传感器负（蓝色）
OCT OUT+	脉冲输出
OCT OUT-	
I OUT+	4~20mA 输出
I OUT-	
AI1	4-20mA 模拟信号输入（仅冷热量表适用）
AI2	
GND	

TX	RS232 输出
RX	
GND	
A	RS485 输出
B	
IN1+	温度传感器正 进水口
IN1-	温度传感器负 进水口
GND	温度传感器地线 进水口
IN2+	温度传感器正 出水口
IN2-	温度传感器负 出水口
GND	温度传感器接地线 出水口



Warning

请在确定流量计是在断电的情况下完成接线，在安装使用前确保流量计已经进行了可靠接地。

2.2. 通电

流量计首次接电的时候，会依据上次输入的参数自动进行工作（仪表在出厂前都经过标定）。流量计安装完毕通电后，可以从 M04 菜单查看流量计的状态，如果显示"*R" 则表示流量计进入正常工作状态。

如果是在一个新的测量环境下使用流量计，则需要输入新的安装环境的相关参数。使用者所输入的任何参数，将永久记忆，直到使用者再次修改。如果需要调整安装位置，或传感器位置，都需要重新输入并设置流量计相关参数后方可确保正常使用。



工作时总是同时完成所有的任务，不论在哪一个显示窗口上，包括测量、输出等任务是照常进行的。

2.3. 键盘





数字“0~9”和“.” 用来输入数字或者是菜单号。

“” 键用于左退格或删除左面字符；

“ ”用于进入上一菜单或下一菜单，在输入数字时，此按键为正负号。

“Menu” 用于菜单选择，按下此键再输入菜单编码可以进入相应的菜单。

2.4. 键盘操作方法

流量计菜单依据功能和现场需求分为了 6 大模块。可以直接通过输入所需菜单相应的菜单号进入菜单，也可以通过“”和“” 键进行切换。

如果需要修改流量计参数，请先切换到相应菜单后，找到需要修改的参数按“Enter”键确认需要修改，输入更新后的数据再按“Enter”键确认修改完毕。



注意

一般情况下按“Enter”键则可以修改更新流量计参数，如果按“Enter”键后依旧无法修改流量计的相关参数。则有可能流量计为了避免误触碰开启了系统保护功能。请进入 M54 菜单，输入设置的密码（如果没有设置就是出厂密码）开启修改权限。

3. 快速启动

3.1. 基本设置


本次设置我们以 PVC 管作为案例进行设置。测量现场的相关参数：外径 108mm，壁厚 4mm 管材为 PVC。
 测量现场的相关参数：DN200，管材为 PVC，管壁厚 4mm，无内衬，测量介质为常温水。

1. 管径设置

输入 Menu+10，以下会直接用 M10 代替。
 进入 M10 菜单
 按确定键设置。

M10	管段设置		*R
尺寸	材质		
外径	108.0	mm	
厚度	4.0	mm	

Step2. 管材

向下 “” 键切换选择管材
 按确认键设置。

M10	管段设置		*R
尺寸	材质		
选项	0.PVC		
其它	3200	m/s	

Step 3. 水温选择

找到 M12 菜单，设置常规水温，水温范围在
 0-80 deg. C.
 按确认键设置。
 提示:默认常温是 25 deg.C

M12	流体设置		*R
水温	20	(° C)	

Step4. 传感器类型


找到 M13 菜单，选择传感器类型。

选择 1. 标准外夹式-TT01

按确认键设置。

M13	传感器设置		*R
类型	方式	模式	
选项	1.标准外夹 TT01		

Step 5. 传感器安装类型

选择向下 “” 键切换传感器安装类型，

选择 0. V type

按确认键设置。

M13	传感器设置		*R
类型	方式	模式	
选项	0.V		

Step 6. 传感器安装间距

设置完毕后，M14 菜单将会依据设置显示的传感器安装间距。

请依据显示间距与之前设置的传感器安装方式正确安装传感器。

M14	安装间距		*R
值	69.0		mm

Step 7. 流量显示

正确安装通电后，M01 菜单会显示实际流量。

M01	瞬时流量		*R
100.2			m ³ /h
123.4			E+0 m ³

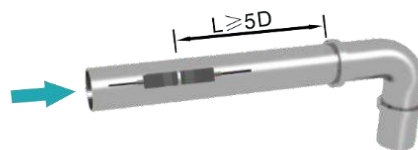
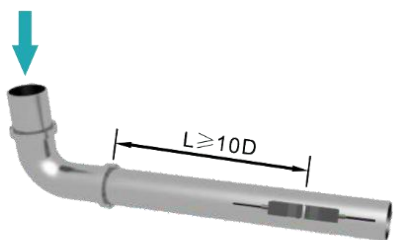
3.2. 现场流量测量点选择

超声波流量计的安装相对于其他传统流量计的安装相对是最简单的，只需要选择合适的测量点，再将传感器安装到管道上即可开始测量。

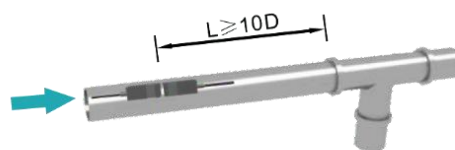
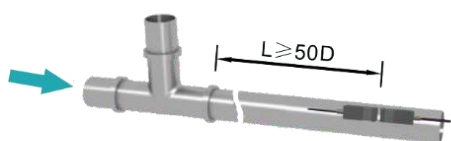
然而测量点的选择对任何一款流量计都是至关重要的，测量的点的选择合适与否会直接影响流量计的稳定性与准确性。因此在选择合适的测量点时要求选择流体流场分布均匀的管段部分，并遵循以下的原则：

- 选择的流量计测量点必须保证该测量点的管路是满管，向上流动的垂直管段或者是确定满管的水平管路。注意：向下流动的垂直管路部分是非常不推荐的。
- 测量点要选择距上游 10 倍直径（10D）、下游 5 倍直径（5D）以内的均匀直管段，该范围内没有任何阀门、弯头、变径等干扰流场的装置。具体可以参考下图的直管段推荐值。
- 在水平管路上，传感器的安装应该在 3 点或 9 点钟方向。6 点和 12 点钟方向安装传感器是非常不推荐的。因为 6 点钟方向容易有泥沙或其他杂质沉积，12 点钟方向则容易有气泡。
- 请确定您所选购的传感器的温度与测量现场温度是匹配的。
- 在测量点可以选择情况，请尽量选择一个管内壁相对较新无结垢或者结垢相对较少的管段。
- 超声波流量计的测量的管材必须是致密的管材，并且在安装传感器的时候一定要避免焊缝或是其他缝隙。

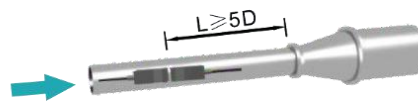
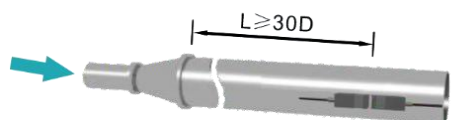
90°弯曲



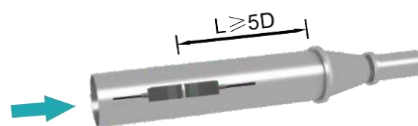
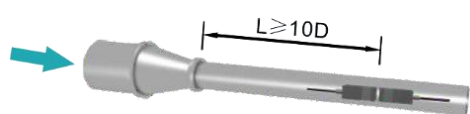
三通



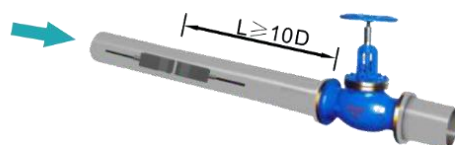
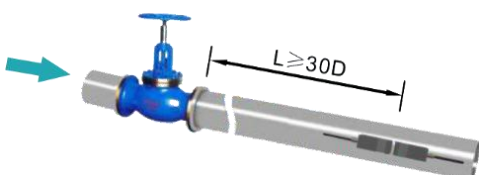
变径 (小变大)



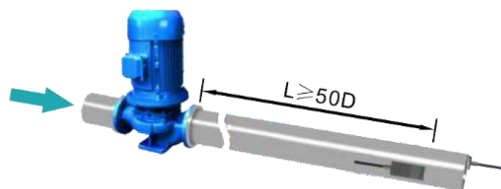
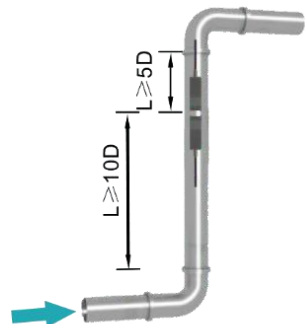
变径 (大变小)



阀门



垂直方向



4. 传感器

4.1. 传感器安装

请先清理确定好的安装位置的管段外部，包括铁锈，油漆以及灰尘等。在传感器的前半部分跟管段上涂上足够的耦合剂，，将耦合剂进行挤压，保证传感器和管壁之间无气泡存在。

注意：

1. 在安装时请确保两个传感器是在同一水平位置安装。
2. 再一次强调在水平管路上，传感器的安装应该在 3 点或 9 点钟方向。6 点和 12 点钟方向安装传感器是非常不推荐的。因为 6 点钟方向容易有泥沙或其他杂质沉积，12 点钟方向则容易有气泡。
3. 请确保安装的管段部分是满管。
4. 请确保耦合剂涂抹在信号发生位置。

4.1.1. 传感器间距

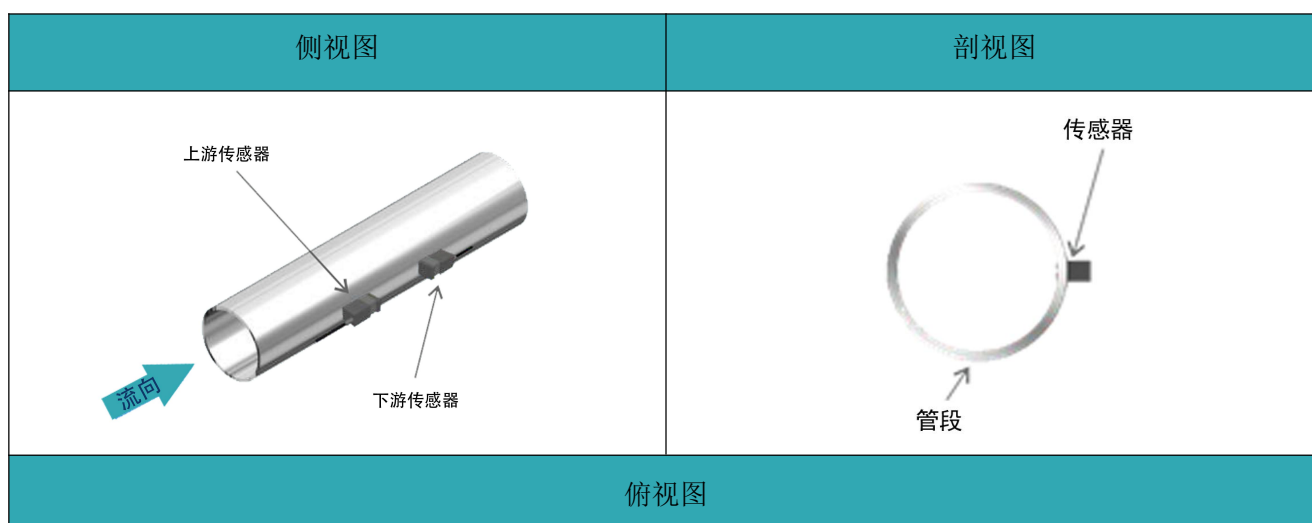
外夹式传感器的传感器间距是两个传感器之间端面的间距，插入式传感器的传感器间距是中心距。再输入完测量点的相关参数后，变送器会自动计算传感器间距，请进入 M14 号菜单进行查看。

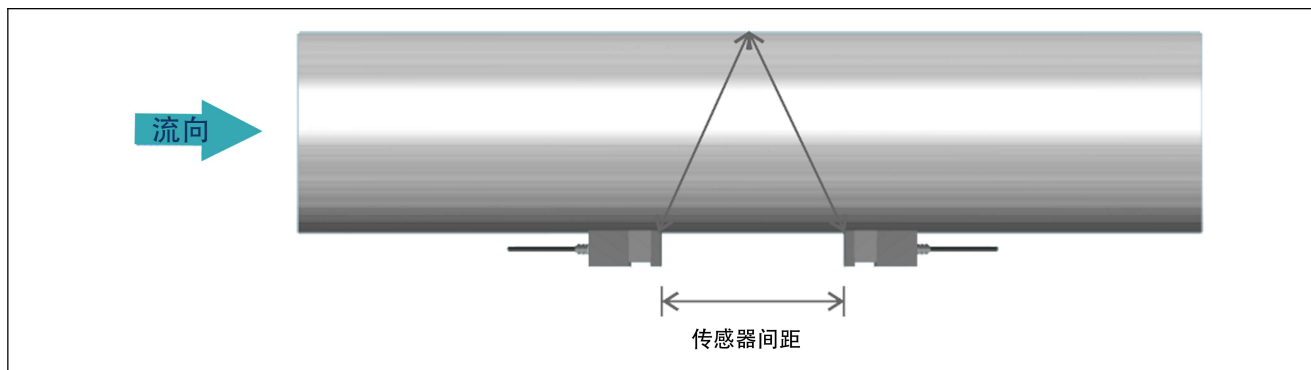
1.1.2 传感器安装方法

客户可以依据现场测量现场选择传感器的安装方法，一般情况下我们有 V 型和 Z 型两种安装方法供选择。

4.1.3. V 型安装方法

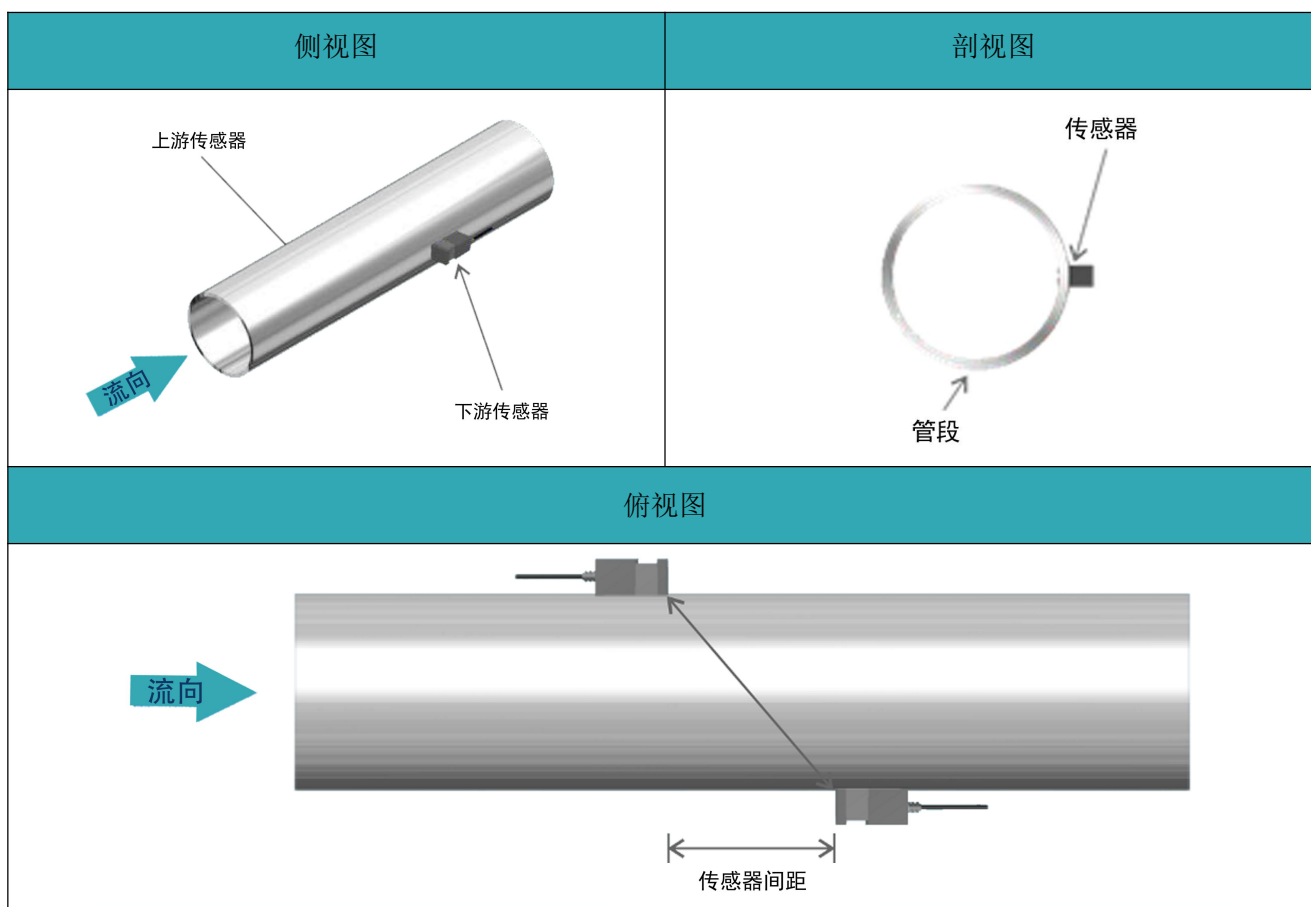
V 型安装方法，两只传感器安装在同一侧，形成一个在管壁上反射得名。这种安装方法在定位的时候比较简单，可以说是最简单的流量计安装方法。安装传感器时，注意两传感器水平对齐，其中心线与管道轴线水平一致即可。但由于需要在管壁上进行反射，故信号强度较 Z 型安装方法会相对较弱，多用于现场工况较好的情况下。





4.1.4. Z 型安装方法

相对于 V 型安装方法，Z 型安装方法在信号强度方面的表现会更加优秀。原因是：使用 Z 法时，超声波在管道中直接传输，没有反射（称为单声程），信号衰减小。所以在测量环境较为复杂的现场工况情况下，或者是 V 型安装方法没有办法稳定使用的情况下，请使用 Z 型安装方法。



4.2. 传感器安装检查

传感器安装检查是指检查传感器安装是否合适、是否能够接收到正确的、足够强的、可以使机器正常工作的超声波信号，以确保仪器长时间可靠地运行。通过检查接收信号强度、信号质量、总传输时间、时差以及传输时间比值，可确定安装是否最佳。

安装的好坏直接关系到测量值的准确性和流量计的稳定性。虽然大多数情形下，把传感器涂上耦合剂贴到管壁外，就能得到测量结果，这时还是要进行下列的检查，以确保得到高的测量精度和稳定性。

4.2.1. 信号强度

传感器的信号强度可以在 M04 菜单中查看。是指上下游两个方向上接收信号的强度。流量计使用 00.0~99.9 的数字表示相对的信号强度。00.0 表示收不到信号；99.9 表示最大的信号强度。

一般情况下显示数字越大则表示信号强度越大，信号强度越大理论上测量会更稳定。

流量计正常工作要求的上下游传感器信号强度均 >75 。如果传感器信号强度过低，应重新检查传感器是否有正确安装，例如是否正确涂抹耦合剂，上下游传感器是否安装在同一水平线上又或是安装间距是否符合 M14 所示值。如果使用 V 型安装信号强度过低，建议更换到 Z 型安装方法。

4.2.2. 信号品质 (Q 值)

Q 值是我们习惯对信号品质的简称，在 M04 菜单中会有显示。是指接收信号的好坏程度。流量计使用 00~99 的数字表示信号质量。00 表示信号质量最差；99 表示信号质量最好。

4.2.3. 总传输时间与时差

总传输时间与时差也是在 M04 菜单中显示，因为流量计内部的测量运算是基于这两个参数的，所以当“时差”示数波动太大时，所显示的流量及流速也将跳变厉害，出现这种情况说明信号质量太差，可能是管路条件差，传感器安装不合适或参数输入有误。

在通常情况下，时差的波动应小于 $\pm 20\%$ 。但当管径太小或流速很低时，时差的波动可能稍大些。

4.2.4. 传输时间比

M04 菜单同时还显示传输时间比，传输时间比是用于确认传感器间安装距离是否正确。在安装正确的情况下传输比应为 $100 \pm 3\%$ 。

注意



当传输时间比超过 $100 \pm 3\%$ 时请务必检查以下内容但不限于以下内容：

- (1) 确认测量现场的相关参数是否输入正确（管径大小，壁厚，内衬，介质等等。）
 - (2) 安装间距是否与 M14 菜单所示值一致。
 - (3) 传感器的安装位置是否正确。
 - (4) 安装点的管段是否存在结垢，变形，焊缝等情况。
-

4.2.5. 安装注意事项

- (1) 请确保测量点相关参数输入与设置的准确性。测量点参数的是否正确直接影响到流量计能否正常工作。
- (2) 请确认安装间距是否与 M14 菜单所示一致。
- (3) 安装外夹式传感器时要使用足够的耦合剂使其粘贴在管道壁上，边察看流量计显示的信号强度和 Q 值，边在安装点附近慢慢移动传感器直到收到最强的信号和最大的 Q 值。
- (4) 测量点的选择请严格参照选点要求，Q 值如果一直为 0.00 说明流量计没有接收到超声波信号，应排查可能引起这个现象的相关因素，比如与管道有关的参数是否输入正确，管道是否太过陈旧、其衬里是否太厚，管道内是否没有流体，安装是否离阀门弯头太近，流体中气泡或杂质是否过多等。
- (5) 流量仪表的使用是应该尽量避免具有强大干扰源的环境，并且在使用过程中做好接地，防雷，防静电等措施。
- (6) 安装结束时，要将流量计重新上电，检查参数及显示结果是否正确。

5. 操作说明

5.1. 工作状态判断

如果窗口显示“*R”表示流量计工作正常。

如果窗口显示“D”表示字样表示仪器正在进行测量前的自动增益调整，一般是正常的。只有当长时间总处于此状态，才说明机器不正常。

如果窗口显示“E”表示接收不到超声波信号，检查传感器连线是否连接正确，传感器是否牢靠等。

更多的信息，请参考“错误信息”。

5.2. 低流速切除

M21 菜单为我们的低流速切除菜单。

系统把流速绝对值低于此值的流量视为“0”对待。

这样可设置此参数，避免真实流量为“0”时，流量计产生的测量误差进行虚假的累积。一般情况下，设置此参数为 0.03m/s。

当流速大于低流速切除值后，低流速切除值和测量结果无关，不影响测量结果。

5.3. 零点设置

对于任何流量计而言都有一个相对零点。即在你现场判断流量测量值为零但流量计显示值却不为零，该值就称为零点。当然对任何流量仪器仪表而言，零点是客观存在的但是零点的大小确实可控的。如果零点不为“0”，就会产生测量误差。并且所测量的物理量越小，零点引起的误差越大。只有当零点同被测物理量相比小到一定程度时，才能忽略零点引起的误差。对超声波流量计来讲，当流量较小时，零点引起的误差就不能忽略。需要进行零点设置，以提高小流量测量精度。这个时候就需要我们在现场进行零点切除。

零点切除步骤

M22 菜单-切除-1.是，成功切除后会显示成功字样，流量计显示会返回到 M01 菜单界面。

重置零点步骤

M22 菜单--复位-1.是

5.4. 仪表系数

仪表系数是指测量点的真实流量与流量计测量示值的比值。举个例子，测量点的实际流速为 3，流量计测量示值为 2.99，则此台流量计的仪表系数为 $3/2.99$ 。在完美的测量状态下，最佳的流量仪表系数为“1”，但是由于仪表在批量生产过程中较难达到完全统一及现场测量环境的千变万化，流量仪表系数恒定唯“1”可能性几乎不存在。

因此每台流量仪表在出厂前都会做相应的标定校准，得出该流量仪表的仪表系数，我们统称为 K 系数。

在使用的过程中还可以通过 M26 菜单，对流量计进行现场校准。

5.5. 系统保护

系统保护功能主要是为了避免在安装和使用过程中由于无触碰导致流量仪表无法正常使用。系统保护开启时，流量计可以正常的查看但无法进行修改操作。

系统保护的开启与关闭在 M54 菜单中选择，系统保护的开始与修改都需要输入密码才能完成操作。故请牢记密码，以免忘记密码流量计无法操作。

5.6. 4~20mA 电流环输出

流量计的电流环输出精度为 0.1%，可以实现编程，并可在 M23 菜单中设置为 4~20mA 和 0~20mA 等多种输出模式。

M32 菜单中分别设置 4mA 与 20mA 为最低与最高限制值。比如，如某管道流量范围为 0~1000m³/h 在 M32 菜单中分别输入 0 和 1000 即可。如果流量范围是 -1000~0~2000m³/h，在不考虑流量方向的情况下使用 20~4~20mA 输出，在 M32 菜单设置 1000 和 2000 分别为最低和最高限制值。但当你考虑流量方向的情况下使用 0~4~20mA 输出，则分为流量方向为正负两种情况。当流量方向为负的时候，输出电流为 0~4mA 范围内，当流量方向为正时，输出电流在 4~20mA 范围内。

M32 菜单中的“检查”选项是用于验证电流环本身是否已经“校准”。具体的操作步骤是：

使用“↑”“↓”键进行切换。“检查 4mA”，“检查 8mA”，“检查 16mA”，“检查 20mA”的读数。同时使用精密电流表测量电流环的输出电流，计算两者之间的误差，看是否在容许的误差之内。4-20mA 校准在 M62 菜单。

5.7. 频率输出

流量计具有频率信号输出功能，通过频率的高低表示瞬时流量的大小。用户可以根据其实际需要自行重新设置频率信号的频率范围及所表示的瞬时流量的范围。

例如：某管道流量范围为 0~5000m³/h，要求输出对应频率信号 100~1000Hz，可进行以下设置：

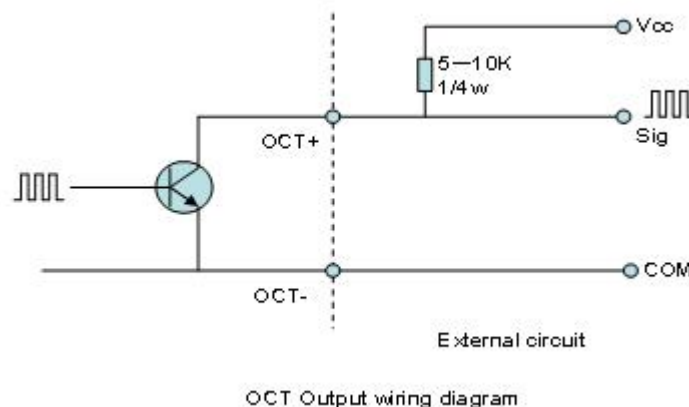
M33-范围-下限 (下限频率信号流量值)，输入 0；

M33-范围-上限 (上限频率信号流量值)，输入 5000；

M33-模式-频率，输入 100、1000；

M33-模式-选项，选择“a.流量”；

OCT 常用接线图：



5.8. 累积脉冲输出

流量计每流过一个单位流量，可以产生一个累积脉冲输出到外部计数设备。累积脉冲只能通过硬件 OCT 或继电器输出。因此还必须对硬件 OCT 或继电器实行相应的设置（菜单 M33、M34），例如欲使用继电器输出正向累积脉冲，每一脉冲代表 10 m³ 的流量，可进行下列设置：

菜单 M41-单位，选择累积流量单位 "m³";

菜单 M41-MULT, 选择被乘因子 "e.x10";

菜单 M34-选项，选择 "g. POS Total "（正累累累积脉冲输出）



注意

累积脉冲大小要选择合适的，如果过大，输出周期太长；如果过小，继电器动作会太频繁，影响其使用寿命，并且太快时，会产生丢失脉冲的错误。建议使用 1~3 脉冲输出/秒。

5.9. 报警

开关输出报警信号是通过 OCT 或继电器的开闭输出到外部电路产生的报警信号。能在以下情况下产生开关输出报警信号：

1. 传感器接收不到超声波信号；
2. 传感器接收超声波信号太差；
3. 流量计没有进入正常测量状态；
4. 流量反向；
5. 模拟输出超量程 100%；
6. 频率信号超量程 120%；
7. 瞬时流量超出设定范围（使用软件报警器设定流量范围。软件报警器有两个，分别称为报警器#1 和报警器#2T。

设置操作步骤举例 1: 要求在瞬时流量超出 300~1000m³/h 时继电器输出报警信号，设置如下：

- (1) Menu 35 菜单，报警 1#，下限 300；
- (2) Menu 35 菜单，报警 1#，上限 1000；
- (3) Menu 34 菜单，继电器设置-选项-报警器 1#。



5.10. 4-20mA 输出校准



注意

每一台流量计在出厂前都经过严格的校准步骤，没有确定情况下请尽量避免使用此功能。在确定流量计所示值与实际输出电流值不符的情况下方可使用进行 4-20mA 输出校准功能。请先使用 M32 菜单进行检查。

对模拟输入进行校准前必须先展开硬件调试菜单，以下是相关的操作步骤：

- a) 请先输入密码进入 Menu 62 菜单，4-20mA 校准功能。
- b) 使用“”“”键进行切换，校准电流回路 4mA 输出。使用电流表测量电流环的输出电流，同时调整显示的数字。观察电流表，直到读数为 4.00。

c) 使用同样的方法校准 20mA 输出。

校准结果会自动储存在机内的 EEPROM 中，断电不会导致校准数据丢失。

5.11.SD Card 操作说明



SD 存储卡记忆功能为选配。（请先确定您购买的流量计是否具有此功能）

5.1.1. 规格参数

数据的采集频率可以依据需求设置为 1 到 99999 秒/次。

采集的数据有：时间日期， 瞬时流量，流速，累积流量，正累积量与负累积量。

数据存储格式：

a=2017-11-16,16:21:12

b=+2.652471E+00 m3/h

c=+9.380460E-02 m/s

d=+3.520580E+02 m3

e=+3.520580E+02 m3

f=+0.000000E+00 m3

g=+0.000000E+00 GJ/h

h=+0.000000E+00 GJ

i=+0.000000E+00 GJ

j=+0.000000E+00`C

k=+0.000000E+00`CFile

文件系统格式: FAT16.

文件类型: 文本文件(.TXT).

文件数量: 最大 512pcs.

每次储存的文件大小为 120 bytes ，如果流量计设置为每五秒存储一次数据则 24 小时存储的文件大小为 $120 \times 3600 / 5 \times 24 = 2073600 \text{ byte} \approx 2.1 \text{ Mbyte}$ ，因此，1Gbyte SD 卡可以存储的数据天数为 $1024 / 2.1 = 487.6 \approx 487$ 天。当 SD 卡容量不足时，新的数据会自动覆盖最早日期的文件。



注意:

SD 卡的插拔请在流量计断电的时候进行。请勿在数据处理时插拔 SD 卡。应该将数据保存并存储在 PC 端上的单独位置，然后处理该文件位置的表单。如果从 PC 上的 SD 卡文件位置直接处理数据，如果 SD 卡在处理过程中被删除，则可能导致数据丢失或销毁。

5.1.2. 产品序列号

每个流量计都有一个产品序列号，并且此序列号是唯一的。序列号是厂家跟使用者用于追溯产品信息及管理的唯一标记。请于 M50 菜单查看您购买的流量计的序列号。



注意

其他菜单的操作请参考“菜单详解”。

6. 操作菜单解释

6.1. 菜单对应缩写代码

	一级菜单	A class of the menu
M0X	流量显示 *R- 系统正常运行 *E – 信号未知 *D- 调整增益	M00 累积流量
		M01 流速
		M02 热量
		M03 冷量
		M04 测量状态
M1X	安装设置	M10 管段设置
		M11 内衬设置
		M12 流体设置
		M13 传感器设置
		M14 安装间距
M2X	校准设置	M20 阻尼
		M21 始动流速
		M22 零点设置
		M23 累积器
		M24 RTD 设置
		M25 断电补偿
		M26 K 系数
		M27 校准
		M28 统计分析
M3X	输入和输出设置	M30 串口设置
		M31 AI 设置
		M32 电流设置
		M33 脉冲设置

		M34 继电器设置
M3X	输入和输出设置	M35 报警设置
		M37 存储卡设置 (选配)
M4X	流量单位选择	M40 公英制单位
		M41 流量单位
		M42 冷（热）量表单位
		M43 温度单位
M5X	系统设置	M50 序列号
		M51 时间日期
		M52 按键音
		M53 语言
		M54 安全锁
		M55 系统复位
M6X	其他	M60 历史数据
		M61 运行时间
		M62 电流校准
		M63 RTD 校准
		M64 AI 校准

注意：菜单功能的最终解释权归厂家所有。



注意

菜单中与稳定，冷量，热量以及能量有关的选项，只有当仪表具有冷（热）量表功能时才会显示。

6.2. 菜单解释

M00

累积流量

显示流量净值累积量

显示流量正值累积量

显示流量负值累积量

按上下键进行切换

M00	累积流量		*R
净	正	负	
123.4			E+0 m ³

M01

流量

显示瞬时流量和瞬时流速

净累积量、流速 —— 自动切换显示(6s)

按下 Enter 则停止切换,并持续更新显示当前显示项;再按一下 Enter 恢复切换显示。

M01	瞬时流量	*R
100.2		m ³ /h
123.4		E+0 m ³

M01	瞬时流量	*R
2.1		m/s
123.4		E+0 m ³

M02

热量

显示热量值

瞬时热量、温度 —— 自动切换显示(6s)

只显示入口温度、温差

按下 Enter 则停止切换,并持续更新显示当前显示项;再按一下 Enter 恢复切换显示

M02	热量	*R
100.2		KW
234.5		E+0 GJ

注意:

此功能为冷（热）量表功能。

x 0.001 (E-3)	x 0.01(E-2)
x 0.1(E-1)	x 1(E+0)
x 10(E+1)	x 100(E+2)
x 1000(E+3)	x 10000(E+4)

M03

冷量

显示热量值

瞬时冷量、温度 —— 自动切换显示(6s)

只显示入口温度、温差

按下 Enter 则停止切换,并持续更新显示当前显示项;再按一下 Enter 恢复切换显示

注意:

此功能为冷（热）量表功能。

M02	热量	*R
30.0	2.0	(° C)
234.5		E+0 GJ

M03	冷量	*R
100.2		KW
201.6		E+0 GJ

M03	冷量	*R
9.0	-2.0	(° C)
201.6		E+0 GJ

M04

测量状态

显示上下游信号强度和信号品质。

流量计使用 00.0~99.9 的数字表示相对的信号强度。00.0 表示收不到信号;99.9 表示最大的信号强度。

一般情况下显示数字越大则表示信号强度越大,信号强度越大理论上测量会更稳定。

流量计正常工作要求的上下游传感器信号

M04	测量状态	*R
信号	声速	时间
Up	Dn	Q
80.0	80.1	85

强度均>75。

显示声速，显示流量仪表测到的实际声速。正常情况下应该与 M12 菜单中声速值相近似。如果相差太大，则需要检查安装设置和安装方式是否正确。

M04	测量状态		*R
信号	声速	时间	
Vel.	1482	E+0	
Ratio	100%	m ³	

传输时间

显示机器检测到的超声波平均传输时间(单位 us)及上下游传输时间差(单位 ns)。该两读数是流量计计算流速的主要依据，特别是传输时间差最能反应机器是否稳定工作。一般正常工作情况下传输时间差的波动率应小于 20%，如大于此值，说明系统工作不稳定，应检查传感器安装点是否合适，设置参数是否正确。

M04	测量状态		*R
信号	声速	时间	
Total	185.0	us	
Delta	30.5	ns	

M10

管段设置

管径

输入管外径和壁厚。

注意：本款机型的测量管径范围是 25mm 到 1200mm。

M10	管段设置		*R
尺寸	材质		
外径	108.0	mm	
厚度	4.0	mm	

选择管材，菜单中有以下管材可供选择：

- | | |
|--------------|--------------|
| 0. PVC | 1. CS 碳钢 |
| 2. SSP 不锈钢管 | 3. CIP 铸铁管 |
| 4. DIP 球墨铸铁管 | 5. Copper 铜 |
| 6. Alu 铝管 | 7. ACP 石棉水泥管 |
| 8. FPG 玻璃纤维管 | 9. Other 其它 |

如选择 9.其他则需要输入材料声速。

M10	管段设置		*R
尺寸	材质		
选项	0. PVC		
其它	3200	m/s	

M11

内衬

输入内衬厚度，并且选择内衬材质。

菜单中有以下内衬材质可以选择：

- | | |
|---------------|------------|
| 0. 无衬里 | 1. 环氧沥青 |
| 2. 橡胶 | 3. 灰浆 |
| 4. 聚丙烯 | 5. 聚苯乙烯 |
| 6. 聚苯乙烯 | 7. 聚脂 |
| 8. 聚乙烯 | 9. 硬质橡胶，胶木 |
| 10. 聚四氟乙烯，铁氟龙 | |
| 11. 其他 | |

如选择 11.其他 则需要输入材料声速。

M11	内衬设置		*R
尺寸	材质		
厚度	3.0	mm	

M12

流体设置

选择应用环境下的水温，水温范围在

0-80 摄氏度之间。

按 “Enter” 键确认

提示：一般常温默认是 20 摄氏度。

M12	流体设置		*R
水温	20	(° C)	

M13

传感器设置

选择传感器类型：

菜单中有以下传感器类型可供选择：

- 标准外夹 TT02
- 标准外夹 TT01
- 标准外夹 TT03
- 插入式 TT05

M13	传感器设置		*R
类型	方式	模式	
选项	1.标准外夹 TT01		

4. 插入式-In X

提示：本型号流量仪表标配传感器为

1.标准外夹 TT01

3.插入式 TT05

选择传感器的安装方式，以下方式可供选择：

0. V

1. Z

2. N

M13 传感器设置 *R		
类型	方式	模式
选项	0.V	

M14

安装间距

依据设置的管段参数，流量仪表计算出来的传感安装间距值。

M14 安装间距 *R		
值	20.0	mm

M20

阻尼

阻尼系数的范围为 0~999 秒。

0：表示无阻尼；999：表示最大阻尼。

阻尼起平滑显示数据的作用。

通常在应用中输入 3~10 之间的

一个数值。

M20 阻尼设置 *R		
值	6	

M21

始动流速

即为流速下将小于该流速值的流速视为“0”。
用来避免无效的累积。

M21 始动流速 *R		
值	0.03	m/s

可以理解为低流速切除值。

M22

零点设置

在流体相对静态的环境下，我们将流量仪表的显示值视为零点。当仪表的“零点”不为零时，该零点值叠加在流量实际测量值上，会使流量计的测量出现偏差。所以我们需要安装现在进行零点设置。

静态零点设置必须在安装好传感器并且管道内流量完全静止以后进行。通过静态零点的设置可消除由于管道安装位置、参数不同而引起的“零点”，提高低流量测量的精度。

选择“是”，可重设零点。清除之前设置的零点值。

在清除原零点数值后，依据需要根据现场的测量环境进行静态零点设置。

M22	零点设置	*R
切零	复位	偏移
选项	0.否	

M22	零点设置	*R
切零	复位	偏移
选项	0.否	

设置零点偏移值

输入一个叠加在测量值之上的偏移量，以求得到实际测量值。

不建议客户自行使用或者当做标准的校准方法使用。

M22	零点设置		*R
切零	复位	偏移	
值	0.0	m ³ /h	

M23

累积器

选择流量累积类型：

- 0. 正量 正累积量
- 1. 负量 负累积量
- 2. 净累 净累积量

选择冷（热） 量

- 0. 热量
- 1. 冷量

选择你需要清零的累积量：

- 0. 清零正累积量
- 1. 清零负累积量
- 2. 清零净累积量
- 3 清零所有

选择你需要清零的冷热量：

- 0. 热量
- 1. 冷量
- 2. 所有

M24

RTD 设置

温度输入来源选择

- 0. RTD
- 1. AI

AI 为 4-20mA 输入。

（此菜单功能仅适用冷热量表）

M23	累积器	*R
开关	清零	
流量	0.正量	0.开
能量	0.热量	1.关

M23	累积器	*R
开关	清零	
流量	0.正累积量	
能量	0.热量	

M24	RTD设置	*R
热源	灵敏度	比热容
选项	0.RTD	

温度灵敏度设置

当温差小于设置的灵敏度时，能量不累积，
 设置的可调范围为 0~20 摄氏度。

出厂默认设置为 0.2 度。

M24	RTD设置		*R
热源	灵敏度	比热容	
值	0.20	° C	

比热容设置：

0. CJ128 SHC （国标比热容）

1. 其他

M24	RTD设置		*R
热源	灵敏度	比热容	
选项	0.CJ128		
其它	4.2	KJ/m ³ ° C	

M25

断电补偿

断电补偿功能是基于断电前的平均流量值计算出上一次断电和重新上电间流量值，从而对累积流量进行补偿的一项功能。

可自行选择是否打开改功能。

M25	断电补偿		*R
选项	0.开/关		

M26

K 系数

每台流量仪表在出厂前都会做相应的标定校准，得出该流量仪表的仪表系数，我们统称为 K 系数。在使用的过程中还可以通过该菜单，对流量计进行现场校准。

M26	K系数		*R
值	1.000		

M27

校准

线性校准功能。

可自行选择是否打开改功能。

出厂设置默认该功能打开。

延迟校准

工程师菜单，客户请默认使用出厂设置，勿随意修改该菜单参数。

M27	校准		*R
线性	延时	功率	
选项	0.开/1.关		
值	*****		

M27	校准		*R
线性	延时	功率	
值	0.0	us	

信号功率控制

工程师菜单，客户请默认使用出厂设置，勿随意修改该菜单参数。

M27	校准		*R
线性	延时	功率	
选项	0.自动		

M28

统计分析

工程师菜单，客户请默认使用出厂设置，勿随意修改该菜单参数。

M28	统计分析		*R
开关	空管		
选项	0.开/1.关		
值	4.500		

M30

串口设置

RS485/RS232 选项:

- . 2400 None
- . 4800 None
- . 9600 None
- . 19200 None
- . 38400 None
- . 56000 None

M30	串口设置		*R
选项	0.2400 None		
地址	55		

M31

AI 设置

AI1 输入的上下限值。

M31	AI 设置		*R
AI1	AI2	值	
下限	0.0		
上限	1000.0		

AI2 输入的上下限值。

M31	AI 设置		*R
AI1	AI2	值	
下限	0.0		
上限	1000.0		

M32

电流设置

模式选择

M32	电流设置	*R
模式	对应	检验
选项	a.4-20mA	

设置电流输出对应的上下限关系流量值。

以 4-20mA 为例

分别设置对应的 4mA 流量下限值

20mA 所对应的流量上限值。

M32	电流设置		*R
模式	对应	检验	
下限	0.0	m^3/h	
上限	1000.0	m^3/h	

电流设置检验选项：

- Check 4mA
- Check 8mA
- Check 12mA
- Check 20mA

M32	电流设置	*R
模式	对应	检验
选项	a.Check 4mA	

M33

脉冲输出设置

以下输出可供选择:

- a. 流量
- b. 正累积量
- c. 负累积量
- d. 净累积量
- e. 能量
- f. 热量累积
- g. 冷量累积
- h. Uart CTRL

设置脉冲输出对应关系，即流量上下限值。

M33	脉冲设置	*R
模式	对应	检验
选项	a.Flow Rate	
范围	0-5000 Hz	

M33	脉冲设置		*R
模式	对应	检验	
下限	0.0	m ³ /h	
上限	1000.0	m ³ /h	

OCT 检验选项:

- a. Check 500
- b. Check 1000
- c. Check 3000
- d. Check 5000

M33	脉冲设置	*R
模式	对应	检验
选项	a.Check 500	

M34

继电器设置

继电器设置有以下选择:

- a. No Signal 无信号
- b. *E
- c. Reverse 反向
- d. Alarm1 报警 1
- e. Alarm2 报警 2
- f. Ration 定量
- g. POS Total 正累积
- h. NEG Total 负累积
- i. NET Total 净累积
- j. Not Using 未使用

M34	继电器设置		*R
选项	a.No Signal	l.无	

M35

报警设置

本流量仪表有两路报警功能，请分别设置流量报警的上下限值。

当流量高于流量上限或者低于流量下限的时，仪表会报警。

M35	报警设置		*R
Alarm1	Alarm2		
下限	0.0	m^3/h	
上限	1000.0	m^3/h	

M35	报警设置		*R
Alarm1	Alarm2		
下限	0.0	m^3/h	
上限	1000.0	m^3/h	

M37

存储卡设置 (选配)

存储卡选项

- a. 流量数据
- b. 所有

存储卡数据采集的间隔时间可设置。时间单位为秒，存储时间周期可以设置范围是1 ~ 99999 秒。

M37	存储卡	*R
选项	a.流量数据	
周期	60s	

M40

公英制

以下是公英制选项：

- a. 公制
- b. 英制

M40	公英制	*R
选项	a.公制/英制	

M41

流量单位

以下流量单位可供选择：

- 0. Cubic Meters (m³)
- 1. Liters (l)
- 2. USA Gallons (GAL)
- 3. Imperial Gallons (Imp gal)
- 4. Million Gallons (mg)
- 5. Cubic Feet (cf)
- 6. USA Barrels (US bbl)
- 7. Imperial Barrels (Imp bbl)
- 8. Oil Barrels (Oil bbl)

以下时间单位可供选择：

/Day /Hour
 /Min /Sec

出厂设置是 m³ /h。

M41	流量单位	*R
单位	乘数	
瞬时	m3/h	
累计	m3	

M41 流量单位		*R
单位	乘数	
选项	d. *1	

流量累积倍乘因子

a. x 0.001 (E-3)	b. x 0.01(E-2)
c. x 0.1(E-1)	d. x 1(E+0)
e. x 10(E+1)	f. x 100(E+2)
g. x 1000(E+3)	h. x 10000(E+4)

M42

能量单位

以下能量单位可供选择:

0. Giga Joule (GJ)	1. Kilocaloric (Kc)
2. MBtu	3. KJ
4. Btu	5. KWh
6. MWh	7. TH

M42 能量单位		*R
单位	乘数	
瞬时	GJ/h	
累计	GJ	

M42 能量单位		*R
单位	乘数	
选项	d. *1	

能量累积倍乘因子

a. x 0.001 (E-3)	b. x 0.01(E-2)
c. x 0.1(E-1)	d. x 1(E+0)
e. x 10(E+1)	f. x 100(E+2)
g. x 1000(E+3)	h. x 10000(E+4)

M43

温度单位

以下温度单位可供选择：

- a. °C
- b. °F

M43	温度单位	*R
选项	a. °C	

M50

序列号

序列号是流量仪表在厂家的唯一编码。是厂家跟使用者用于追溯产品信息及管理的唯一标记。

SVN 是软件版本号。

M50	序列号	*R
S/N	FT888888	
SVN	V1.07	

M51

时间日期

时间和日期在此菜单中修改。

M51	时间日期	*R
时间	8:10:20	
日期	2017/8/16	

M52

按键音

在此菜单中客户可以设置是否开启按键音。

M52	按键音	*R
选项	0.ON	

M53

语言

在此菜单中可以选择流量计操作界面的语言：

0.英文

1.中文

M53	语言	*R
选项	0.英文	

M54

系统锁

设置仪表操作权限。系统锁定后仅可查阅，但不能进行任何修改参数的操作。只有输入正确的密码才可解锁。密码为 6 位数，密码丢失或遗忘，烦请联系厂家。

M54	安全锁	*R
选项	a.锁定	
密码	*****	

M55

系统复位

恢复出厂设置，用户可以使用此菜将流量计的设置复位，恢复为出厂时的设置。

M55	系统复位	*R
选项	1. 关	
菜单	M00	

M60

历史数据

可以查看：日累积量，月累积量和年累积量。

在此窗口，可以查阅历史数据，31 天内的任何一天或过去 12 个月中的任何一个月，或过去六年的任何一年。

M60	历史数据	*R
日	月	年
值	8/1	E+0
	100.0	m3

M61

运行时间

在这个菜单中可以查看流量计运行的总时长。

M61	运行时间	*R
值	500	h

M62

电流校准

此菜单为电流校准功能，4-20mA 校准。

注意：流量计在出厂前都进行校准过，不建议客户自行校准。

M62	电流校准	*R
4mA	Enter to go	
20mA	Enter to go	

M63

RTD 校准

此菜单为 RTD 校准功能。

注意：流量计在出厂前都进行校准过，不建议客户自行校准。

M63	RTD校准	*R
0 ° C	Enter to go	
180 ° C	Enter to go	

M64

AI 校准

此菜单为 AI 校准功能。

注意：流量计在出厂前都进行校准过，不建议客户自行校准。

M64	AI校准	*R
AI1	AI2	
4mA	Enter to go	
20mA	Enter to go	

7. 常见故障问题分析

每台流量计在出厂前都经过的严格的出厂测试与检验。但不排除由于操作使用方法不熟练、设置有误或机器工作条件特别恶劣，可能工作时会出现一些问题的情况。先对在使用过程中常见的故障问题作出分析和提供以下解决方法。

如果依旧无法解决故障问题，请联系工厂或当地服务商。

7.1. 产生的原因及对策

代码	流量仪表对应显示	原因	解决方法
*R	系统正常运行	* 系统正常	
*E	信号未知	*无法接受到信号 * 传感器之间安装间距不正确，或者没有在同一水平面上。 *耦合剂涂抹方式不正确，或者传感器与管壁之间有气泡。 * 管壁内侧结垢过厚。 * 新的管内衬。	* 检查传感器安装是否正确，检查设置的安装参数，微调传感器看是否可以接受到信号。 * 确保耦合剂涂抹正确，传感器与管壁之间没有空气。 * 管壁上的油漆与锈渍需要打磨 *清除结垢或置换结垢管段，更换测量环境较优的测量点进行测量。 *等待衬里固化饱和以后再测。
*D	增益调整	* 机器正在做正常增益调整，为正常测量做准备	

8. 串行接口网络使用和通信协议

8.1. 总述

本流量仪表有自带的串口协议，也可使用 RS-485 Modbus 总线协议协议进行操作。

组网时可选择两种基本结构构成，即只采用流量计的模拟电流输出法或直接采用流量计的串行口通讯法。前者适于替代老测控网中的陈旧仪器，后者用于新上测控网络系统，具有硬件投资低廉，系统运行可靠等优点。

直接使用串行口通讯的方法实现测控网络系统时，使用流量计的地址标识码作为网络地址码，使用带[W]的扩充命令集作为通讯协议。

RS-232 (0 ~ 15m) or RS-485 (0 ~ 1000m)，用户可以依据传输距离的自行选择使用。



注意

流量计在使用通讯协议功能时，RS232 和 RS485 通讯串口不可同时使用。

8.2. 串口定义

流量计 - RS232:

TXD 发送

RXD 接收

GND 接地

PC:

PIN 5 接地

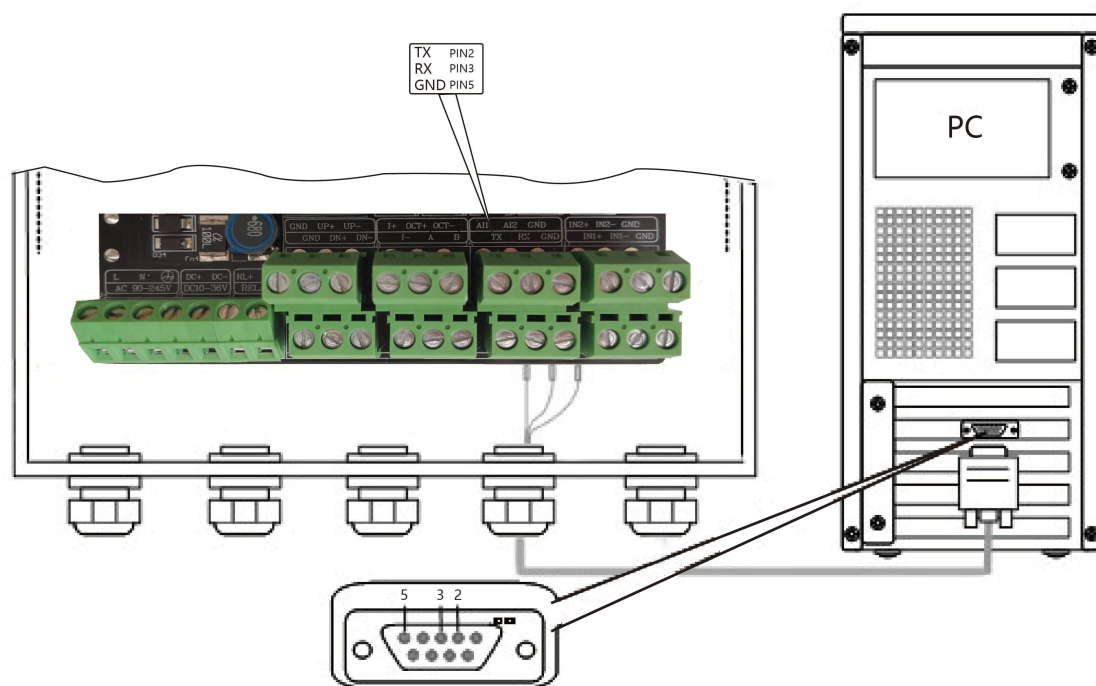
PIN 2 RXD 接收

PIN 3 TXD 发送

注意：流量计的 RXD、TXD 和 PC 的 RXD、TXD 必须交叉连接。

8.3. RS232 连接PC端

详见流量计的串口定义



8.4. 通讯协议及使用

本流量仪表支持 HL 协议和 MODBUS 协议。

8.4.1. HL 协议

本流量仪表使用的通信协议是 HL 通信协议。主机设备通过发送一个“命令”请求流量计来应答。异步通信的波特率(主站:计算机系统;次站:超声流量计)一般为 9600BPS。

单个字节数据格式(10 位):一个开始位,一个停止位和 8 个数据位。校验位:没有。

一个数据字符串用于表示基本命令,而一个回车(ENTER)用于表示命令的结束。该指令适用于 RS232 和 RS485。常用的命令如下:

常用通讯命令

命令	描述	数据格式
RFR(cr)(lf)	返回瞬时流量	$\pm d. d d d d d d E \pm d d (c r)$ 注 1
RVV(cr)(lf)	返回瞬时流速	$\pm d. d d d d d d E \pm d d (c r)$
RT+(cr)(lf)	返回正累积量	$\pm d d d d d d d. d E \pm d (c r)$ 注 2
RT-(cr)(lf)	返回负累积量	$\pm d d d d d d d. d \pm d (c r)$

RTN(cr)(lf)	返回净累积量	±ddddddd.d±d(cr)
RTH(cr)(lf)	返回累计量(热)	±ddddddd.d±d(cr)
RT-(cr)(lf)	返回累计能量(冷)	±ddddddd.d±d(cr)
RER(cr)(lf)	返回能量瞬时量	±d.dddddddE±dd(cr)
RA1(cr)(lf)	返回模拟输入 AI1 的值(温度、压力等)	±d.dddddddE±dd(cr)
RA2(cr)(lf)	返回模拟输入 AI2 的值(温度、压力等)	±d.dddddddE±dd(cr)
RID(cr)(lf)	返回仪器地址码	dddddd(cr) 5 位长度
RSS(cr)(lf)	返回信号状态	UP:dd.d, DN:dd.d, Q=dd(cr)
REC(cr)(lf)	返回当前错误代码	*R/*D/*E 注 3
RRS(cr)(lf)	返回继电器状态	ON/OFF(cr)
RDT(cr)(lf)	当前日期和时间	yy-mm-dd, hh:mm:ss(cr)
RSN(cr)(lf)	返回序列号	dddddddt(cr) 注 4
OCTdddd.d(cr)(lf)	OCT 设置	dddd.d(cr) 设置成功返回“OK”
SRS(cr)(lf)	开始定量控制	OK(cr)
P	带校验回传命令前缀	注 5
W	数字串地址组网命令前缀	注 6

注释:

- (cr) 表示回车, 其 ASCII 码值为 0DH。(lf) 表示换行, 其 ASCII 码值为 0AH。
- “d” 表示 0~9 数字, 0 值表示为 +0.000000E+00。
- “d” 表示 0~9 数字, “E” 前面整数部分其中无小数点。
- ddddddd 八位表示机器的电子序列号码。
- 字符 P 可以加在每一个基本命令前, 表示回传的数据带有 CRC 校验。校验和的求法是二进制加法得到的, 是累计和二进制, 取最低 8 位二进制数据。
 例如: 返回信息 RT(cr)(lf) 是: +1234567E+0m3(cr)(lf) (相应二进制数据为 2BH, 31H, 32H, 33H, 34H, 35H, 36H, 37H, 45H, 2BH, 30H, 6DH, 33H, 20H, 0DH, 0AH) 返回数据总和=2BH+31H+32H+33H+34H+35H+36H+37H+45H+2BH+30H+6DH+33H+20H=2F7, 最低 8 位二进制是 F7。
 因此, 指令 PRT(cr)(lf) 的数据被称为 +1234567E+0m3!F7(cr)(lf), “!” 对于分隔符, 前面是求和的字符, 后面是一个 1 字节的检查码。
- W 前缀的用法: W+数字串地址码+基本命令, 数字串取值范围 0~255, 除去 13 (0DH 回车), 10 (0AH 换行)。如访问第 123 号流量计的瞬时流速, 可发命令 W123DV (cr) (lf), 对应二进制码为 57H, 31H, 32H, 33H, 44H, 56H, 0DH, 0AH, 只有相同网络地址和命令的仪表才会有数据返回。
- W 和 P 命令可以结合使用, 例如 W123PRT+, 这意味着读取的网络地址是 123 号流量计的累计值, 其返

回数据有累计和校验。

8.4.2. MODBUS-I Communication Protocol

MODBUS-I 协议使用 RTU 传输模式，它的校验码采用 CRC-16-IBM（多项式为 $X^{16}+X^{15}+X^2+1$ ，屏蔽字为 0xA001）循环冗余算法得到。

MODBUS-I RTU 模式使用十六进制传输数据。

1. MODBUS-I 协议功能码与格式

功能码	表示的功能数据
0x03	读取寄存器
0x06	写单一寄存器

2. MODBUS 协议功能码 0x03 使用

主机发出读取寄存器信息帧格式：

从机地址	操作功能码	寄存器首地址	寄存器数量	校验码
1 字节	1 字节	2 字节	2 字节	2 字节
0x01 ~ 0xF7	0x03	0x0000 ~ 0xFFFF	0x0000 ~ 0x7D	CRC 校验码

从机返回数据帧格式：

从机地址	读操作功能码	数据的字节数	数据	校验码
1 字节	1 字节	1 字节	N*x2 字节	2 字节
0x01 ~ 0xF7	0x03	2xN*	N*x2 数据	CRC 校验码

N* = 数据的寄存器数量。

3. MODBUS 协议功能码 0x06 使用

主机发出写入单一寄存器的信息帧格式（功能码 0x06）：

从机地址	操作功能码	寄存器地址	寄存器数据	校验码
1 字节	1 字节	2 字节	2 字节	2 字节
0x01 ~ 0xF7	0x06	0x0000 ~ 0xFFFF	0x0000 ~ 0xFFFF	CRC 校验码

从机返回数据帧格式（功能码 0x06）：

从机地址	操作功能码	寄存器地址	寄存器数据	校验码
1 字节	1 字节	2 字节	2 字节	2 字节
0x01 ~ 0xF7	0x06	0x0000 ~ 0xFFFF	0x0000 ~ 0xFFFF	CRC 校验码

流量计的地址取值范围为 1~247（十六进制：0x01~0xF7）之间，地址可以在 Menu 30 中可以查看，如 Menu 30 中显示的十进制数为 11，那么此仪表在 MODBUS 协议中的地址为：0x0B。

本仪表 CRC 校验码采用 CRC-16-IBM（多项式为 $X^{16}+X^{15}+X^2+1$ ，屏蔽字为 0xA001）循环冗余算法得到，校验码的低字节在前，高字节在后。

例如在 RTU 模式下读取地址为 1（0x01）的仪表以小时为单位的瞬时流量（m³/h），即读取寄存器 40005、40006 两个寄存器的数据，读取命令如下：

0x01 0x03 0x00 0x04 0x00 0x02 0x85 0xCA

流量计地址功能码首地址寄存器寄存器数量 CRC 校验码

流量计返回的数据为（假设当前流量=1.234567m³/h）：

0x01 0x03 0x04 0x06 0x51 0x3F 0x9E 0x3B 0x32

流量计地址功能码数据字节数数据 CRC 校验码

其中 3F 9E 06 51 四个字节即为 1.2345678 的 IEEE754 格式单精度浮点形式。

请注意上面例子中数据存放的顺序。对于使用 C 语言解释数值时，可以使用指针直接把所需的数据放入相应的变量地址中即可，一般常用的存放顺序为低字节在前，例如上面的 1.2345678m/s 例子中，3F 9E 06 51 数据的存放顺序为 51 06 9E 3F。

例如在 RTU 模式下把地址为 1（0x01）的仪表的地址更改为 2（0x02），即把流量计 44100 寄存器的数据写入 0x02，

写入命令如下：

0x01 0x06 0x10 0x03 0x00 0x02 0xFC 0xCB

流量计地址功能码寄存器地址寄存器数量 CRC 校验码

流量计返回的数据为：

0x01 0x06 0x10 0x03 0x00 0x02 0xFC 0xCB

流量计地址功能码寄存器地址寄存器数量 CRC 校验码

4. 错误处理

本仪表只返回一种错误代码 0x02，表示数据首地址错误。

例如在 RTU 模式下只读取地址为 1（0x01）的仪表的 40002 寄存器数据，仪表认为破坏了数据的完整性，发送的命令为：

0x01 0x03 0x00 0x01 0x00 0x01 0xD5 0xCA

流量计地址功能码寄存器地址寄存器数量 CRC 校验码

流量计返回错误代码为：

0x01 0x83 0x02 0xC0 0xF1

流量计地址错误代码错误扩展码 CRC 校验码

5. MODBUS 寄存器地址列表

本仪表的 MODBUS 寄存器包含只读寄存器和单一写入寄存器。

a) 只读寄存器地址列表（用 0x03 功能码读取）

PDU 地址	寄存器	数据读取	数据写入	寄存器数	说明
\$0000	40001	瞬时流量/秒—低字节	32 bits real	2	
\$0001	40002	瞬时流量/秒—高字节			
\$0002	40003	瞬时流量/分钟—低字节	32 bits real	2	
\$0003	40004	瞬时流量/分钟—高字节			
\$0004	40005	瞬时流量/小时—低字节	32 bits real	2	
\$0005	40006	瞬时流量/小时—高字节			
\$0006	40007	流速—低字节	32 bits real	2	
\$0007	40008	流速—高字节			
\$0008	40009	正累积量—低字节	32 bits real.	2	
\$0009	40010	正累积量—高字节			
\$000A	40011	正累积量—指数	16 bits int.	1	
\$000B	40012	负累积量—低字节	32 bits real.	2	
\$000C	40013	负累积量—高字节			
\$000D	40014	负累积量—指数	16 bits int.	1	
\$000E	40015	净累积量—低字节	32 bits real.	2	
\$000F	40016	净累积量—高字节			

\$0010	40017	净累积量—指数	16 bits int.	1	
\$0011	40018	瞬时能量—低字节	32 bits real.	2	
\$0012	40019	瞬时能量—高字节			
\$0013	40020	能量累积量（热）—低字节	32 bits real	2	
\$0014	40021	能量累积量（热）—高字节			
\$0015	40022	能量累积量（热）—指数	16 bits int.	1	
\$0016	40023	能量累积量（冷）—低字节	32 bits real	2	
\$0017	40024	能量累积量（冷）—高字节			
\$0018	40025	能量累积量（冷）—指数	16 bits int.	1	
\$0019	40026	上游信号强度—低字节	32 bits real	2	0 ~ 99.9
\$001A	40027	上游信号强度—高字节			
\$001B	40028	下游信号强度—低字节	32 bits real	2	0 ~ 99.9
\$001C	40029	下游信号强度—高字节			
\$001D	40030	信号质量	16 bits int.	1	0 ~ 99
\$001E	40031	错误代码 — 字符1	String	1	代码的具体意义 请参照“故障分析”章节
\$003B	40060	流速单位—字符1,2	String	2	暂只支持：米/秒
\$003C	40061	流速单位—字符3,4			
\$003D	40062	瞬时流量单位—字符1,2	String	2	注 1
\$003E	40063	瞬时流量单位—字符3,4			
\$003F	40064	累积流量单位—字符1,2	String	1	
\$0040	40065	瞬时能量单位—字符1,2	String	2	注 2

\$0041	40066	瞬时能量单位—字符3,4			
\$0042	40067	累积能量单位—字符1,2	String	1	
\$0043	40068	仪表地址—低字节	32 bits int	2	
\$0044	40069	仪表地址—高字节			
\$0045	40070	仪表序列号—字符 1,2	String	4	
\$0046	40071	仪表序列号—字符 3,4			
\$0047	40072	仪表序列号—字符 5,6	String	4	
\$0048	40073	仪表序列号—字符 7,8			
\$0049	40074	模拟输入AI1值—低字节	32 bits real	2	带RTD时返回温度值
\$004a	40075	模拟输入AI1值—高字节			
\$004b	40076	模拟输入AI2值—低字节	32 bits real	2	
\$004c	40077	模拟输入AI2值—高字节			
\$004d	40078	4~20mA输出电流值—低字节	32 bits real	2	单位: mA
\$004e	40079	4~20mA输出电流值—高字节			

b) 单一写入寄存器地址列表（用 0x06 功能码写入）

PDU 地址	寄存器	数据描述	读/写	数据类型	寄存器数
\$1003	44100	流量计地址(1 - 255)	R/W	16 bits int.	1
\$1004	44101	通信波特率0 = 2400, 1 = 4800, 2 = 9600, 3 = 19200, 4 = 38400, 5 = 56000	R/W	16 bits int.	1

Notes:

- 以下流量单位可供选择:
 - "m3" — 立方米
 - "l" — 升

2. "ga" 一加仑
 3. "ig" 一英制加仑
 4. "mg" 一兆加仑
 5. "cf" 一立方英尺
 6. "ba" 一美制桶
 7. "ib" 一英制桶
 8. "ob" 一油桶
2. 以下冷（热）量单位可供选择：
0. "GJ" 一焦耳
 1. "Kc" 一千卡
 2. "MB" 一兆 Btu
 3. "KJ" 一千焦
 4. "Bt" 一Btu
 5. "Ts" 一公吨
 6. "Tn" 一美吨
 7. "kw" 一千瓦时

16 bits int—表示短整型数，32 bits int—表示长整型数，32 bits real—表示浮点数，String—表示字符串。

9. 测量相关数据库

9.1. 常用管材声速

管材	声速(m/s)
Steel 钢	3206
ABS	2286
铝	3048
黄铜	2270
铸铁	2460
青铜	2270
玻璃钢	3430
玻璃	3276
聚乙烯	1950
PVC	2540

内衬材质	声速 (m/s)
铁氟龙	1225
钛	3150
水泥	4190
沥青	2540
搪瓷	2540
玻璃	5970
塑料	2280
聚乙烯	1600
PTFE	1450
橡胶	1600

9.2. 在不同温度情况下水的声速

温度(℃)	声速(m/s)	温度(℃)	声速(m/s)	温度(℃)	声速(m/s)
0	1402.3	34	1517.7	68	1554.3
1	1407.3	35	1519.7	69	1554.5
2	1412.2	36	1521.7	70	1554.7
3	1416.9	37	1523.5	71	1554.9
4	1421.6	38	1525.3	72	1555.0
5	1426.1	39	1527.1	73	1555.0
6	1430.5	40	1528.8	74	1555.1
7	1434.8	41	1530.4	75	1555.1
8	1439.1	42	1532.0	76	1555.0
9	1443.2	43	1533.5	77	1554.9
10	1447.2	44	1534.9	78	1554.8
11	1451.1	45	1536.3	79	1554.6
12	1454.9	46	1537.7	80	1554.4
13	1458.7	47	1538.9	81	1554.2
14	1462.3	48	1540.2	82	1553.9
15	1465.8	49	1541.3	83	1553.6
16	1469.3	50	1542.5	84	1553.2
17	1472.7	51	1543.5	85	1552.8
18	1476.0	52	1544.6	86	1552.4
19	1479.1	53	1545.5	87	1552.0
20	1482.3	54	1546.4	88	1551.5
21	1485.3	55	1547.3	89	1551.0
22	1488.2	56	1548.1	90	1550.4
23	1491.1	57	1548.9	91	1549.8
24	1493.9	58	1549.6	92	1549.2
25	1496.6	59	1550.3	93	1548.5
26	1499.2	60	1550.9	94	1547.5
27	1501.8	61	1551.5	95	1547.1
28	1504.3	62	1552.0	96	1546.3
29	1506.7	63	1552.5	97	1545.6
30	1509.0	64	1553.0	98	1544.7
31	1511.3	65	1553.4	99	1543.9
32	1513.5	66	1553.7		
33	1515.7	67	1554.0		

如需测量或参考其他流体和材料的声速，请与工厂联系。

山东龙润仪表有限公司

销售热线（免长途费）：400-066-1113

电话：0543-3611555

传真：0543-3615999

邮箱：info@longruncn.com

网址：www.longrunyibiao.com

地址：山东滨州经济技术开发区黄河十二路701号

邮编：256600
