一 产品简介

§1.1 引 言

欢迎您购买新一代性能更优异、功能更强大、采用专利技术制造的超声波流量计/热量表。新一代超声波流量计/热量表是集多年专业生产制造超声波流量计/热量表的技术与经验，采用 TI 的 MSP430FG4618 低功耗单片机，最新开发的一种高性能、低价格、高可靠性、功能强大的超声波流量计/热量表。选用了国际上著名的半导体元器件厂商生产的最新、最先进的集成电路及微处理器等，例如 TI、Maxim、Philips、Winbond、Xilinx 等。硬件设计简单、软件功能强大。采用低电压多脉冲平衡发射接收的专利技术，使其更能适应工业环境中的变频干扰，达到稳定、正确的工作。

新一代超声波流量计/热量表可选购下列新增功能：

遥控操作键盘、内置数据存储器 32M、外置数据存储器 2G、HART 协议。

§1.2 超声波流量计/热量表的特点

测量线性度优于 0.5%，重复性精度优于 0.2%，高达 40 皮秒的时差测量分辨率，使测量精度达到±1%。

每个测量周期中 128 次数据采集辅助以最新研发的流量计时差分析软件，性能优异，显示数据更稳定、准确、线形度更好。

隔离型 RS485 接口，流量计与二次表之间可通过 RS485 总线通讯，传输距离千米以上。

带有 3 路精度 0.1%的模拟输入接口，可连接温度、压力、液位等信号。

1 路 4-20 毫安模拟输出可作为流量/热量变送器。

2 路 3 线制 PT100 电阻信号输入可作为热量表。

3 路 4-20 毫安模拟输入，可以作为数据采集器, 模拟输入接口也可以作为数字输入接口使用。

带有双路隔离型可编程 OCT 输出，用于输出累计脉冲、工作状态

等。

污水管道测量效果好，可以对绝大多数污水管道进行稳定可靠测量。

超声波传感器可以选择外夹式，插入式，管段式，还可以支持任意角度安装的水表传感器，包括平行插入传感器。

具有一个双向串行外设通用接口，可以直接通过串联的形式连接多个诸如 4-20 毫安模拟输出板、频率信号输出板、热敏打印机、数据记录仪等外部设备。

流量计工作用参数可以固化到机内的 FLASH 存储器中，不会发生参数丢失的问题。固化的工作参数可以选择上电时自动调出。

硬件模块化设计。有主板模块、4-20 毫安输出模块、脉冲输出模块、打印机模块、并口键盘显示模块、串口键盘显示模块等组成，用户可根据需要选择。

MODBUS 协议、MBUS 协议、FUJI 扩展协议、简易水表协议等不同的软件通信协议供用户选用。推荐的协议是 MODBUS-RTU 或 MODBUS-ASCII 协议。

日累计可记录前 64 天，月累积前 32 个月（2 年），并且增加了年月日记录内容。年月日累积数据都可以通过 MODBUS 协议读出。

16 次上断电时间流量计记录。数据都可以通过 MODBUS 协议读出。

定时打印、数据输出功能，自动显示下次打印输出的时间，22 项可编程定时打印内容。定时打印功能能够实现数据的自动定时输出或者是自动记录。

OCT1 累计脉冲输出的脉冲宽度可以在 6 毫秒-1 秒之间设定。出厂默认值是 200 毫秒。

带有键盘显示器并行接口，连接显示组件可组成简易流量计。

串口键盘显示组件可直接连接在串口上，参数设置完成后即可带电拔插。

具有依靠流体声速判断流体种类的功能，可以对流体类型做出识别。

具有一个可编程内置的定量控制器。可使用外部输入信号或者是 MODBUS 指令启动。

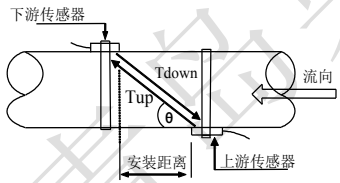
单一 24V 直流电源工作，工作电流小于 50 毫安。（在不连接显示器，蜂鸣器不鸣响的条件下）。

§1.3 超声波流量计/热量表测量原理

当超声波束在液体中传播时，液体的流动将使传播时间产生微小变化，其传播时间的变化正比于液体的流速。零流量时，两个传感器发射和接收声波所需的时间完全相同（唯一可实际测量零流量的技术），液体流动时，逆流方向的声波传输时间大于顺流方向的声波传输时间。

其关系符合下面表达式：

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



其中：

θ 为声束与液体流动方向的夹角

M,为声束在液体的直线传播次数

D 为管道内径

Tup 为声束在正方向上的传播时间

Tdown 为声束在逆方向上的传播时间

Δ T=Tup –Tdown

§1.4 应用领域

1. 给水和排水
2. 石油、化工
3. 冶金、矿山
4. 供暖、发电
5. 水利和水资源
6. 节能监测、节水管理
7. 造纸、船体制造行业
8. 食品和医药
9. 流量巡检、流量跟踪和采集
10. 热量测量、热量平衡

二 产品分类

§2.1 主机类型

类型名称		图 片	特 点
分体式	壁挂式		用于挂墙安装 体 积：170×180×56mm 供电方式： AC220V 或 DC24V（可选）
	盘装式		用于仪表盘安装 开孔尺寸：152×76mm 供电方式： AC220V 或 DC24V（可选）
	防爆式		用于防爆场合 体 积：298×298×110mm 供电方式： AC220V 或 DC24V（可选） 防爆等级：DIIBT4
一体式	基本型		体 积：106×48×34mm 供电方式：DC24V 防护等级：IP68 可浸入水下 2 米

青岛奥博仪表

	功能型		体　　积：96×96×129mm 供电方式：DC24V 防护等级：IP68 可浸入水下 2 米
超声波流量/热量模块			体　　积：120×80×30mm 供电方式：DC8－36V
超声波水表			体　　积：96×96×129mm 供电方式：单节 3.6V 锂电池可工作 6 年

§2.2 传感器类型

传感器	图片	型 号	测量范围	流体温度
外夹式		TS-2（小型）	DN15-100mm	-30-90℃
		TM-1（中型）	DN50-700mm	
		TL-1（大型）	DN300-6000mm	
高温外夹式		HTS-1（　小型）	DN15-100mm	-30-160℃
		HTM-1（　中型）	DN50-700mm	
插入式		TC-1（标准插入）	DN80-6000mm	-40-160℃
		TLC-2（加长插入）		
		TP-1（平行插入）	DN200-6000mm	

管段式		标准管段式	DN15-1000mm	-40-160℃

§2.3 专用二次表

超声波流量计/热量表专用二次表通过 RS485 与一体式超声波流量计/热量表以及超声波水表通讯，传输距离可达 1000 米以上。二次表主要用于远传显示及参数设定。

●壁挂型：用于挂墙安装 ● 尺寸:178× 165× 55mm	●盘装型：用于仪表盘安装 ● 开孔尺寸:152× 76mm	●防爆型：防爆等级 DIIBT4 ● 尺寸:298× 298× 110mm

三 安装调试

超声波流量计/热量表安装简单方便，只要选择一个合适的安装点，把安装点处的管道参数输入到流量计/热量表中，然后把传感器安装在管道上即可。安装调试流程如下：

检查配件→选择安装点→输入测量参数→传感器的安装与调试→

检查安装是否正确→主机的安装→结束

§3.1 检查配件

超声波流量计/热量表是由主机和传感器组成的，配接 PT100 或 PT1000 铂电阻实现热量测量功能，安装前请按照装箱单检查配件是否齐全。请参照第 5 页传感器类型表检查配件是否符合测量要

求。

插入式传感器可实现带水带压安装。

附：插入式传感器选型

配备部件名称	类　型	实　例
标准插入式传感器	可焊接管材	钢管、不锈钢管
标准插入式传感器加配管箍	不可焊接管材	PVC、铸铁、玻璃钢、铝、铜管
加长插入式传感器加配管箍	水泥管	
平行插入式传感器	管径大于 2 米的管道或安装位置不足	

§3.2 选择安装点

选择安装点是能否正确测量的关键，选择安装点必须考虑下列因素的影响：满管、稳流、结垢、温度、压力、干扰。

§3.2.1　满管

为保证测量精度和稳定性，测量点的流体必须充满管段（否则测量值会偏大或者不能测量）。所以应满足下列条件：

两个传感器应该安装在管道轴面的水平方向上，在如图 2 所示范围内安装，以防止上部有不满管、气泡或下部有沉淀等现象影响传感器正常测量。

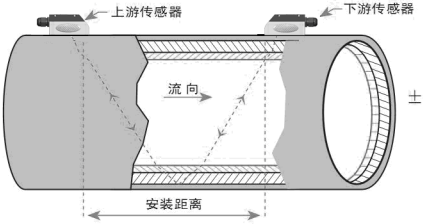


图1 – 顶视图

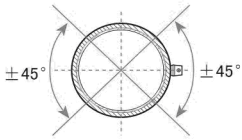


图2 – 侧视图

满　管	有可能不满管
选择流体垂直向上流动的安装点	流体垂直向下流动的管道
选择流体斜向上流动的安装点	流体斜向下流动的管道
选择管道系统中的最低点安装	管道系统的最高点
	流体为自然流
	管道无压力的流体

§3.2.2　稳流

稳定流动的流体有助于保证测量精度，而流动状态混乱的流体会使测量精度难以得到保证。

满足稳流条件的标准要求：

1. 管道远离泵出口、半开阀门，上游 10D，下游 5D（D 为外管径）；

2．距离泵出口、半开阀门 30D。

达不到稳流条件的标准要求，下列情况也可以尝试测量：

1．泵出口、半开阀门和安装点之间有弯头或者缓冲装置；

2．泵的入口、阀门的上游；

3．流体的流速为中、低流速。

（低流速：流速<1m/s；中流速：流速为 1-2m/s；高流速：流速＞2m/s）

下列情况很难保证稳流，安装时需慎重。

1．距离泵出口、半开阀门直管段不能保证 10D，且没有弯头等缓冲装置；

2．距离泵出口、半开阀门直管段不能保证 10D，流速较高；

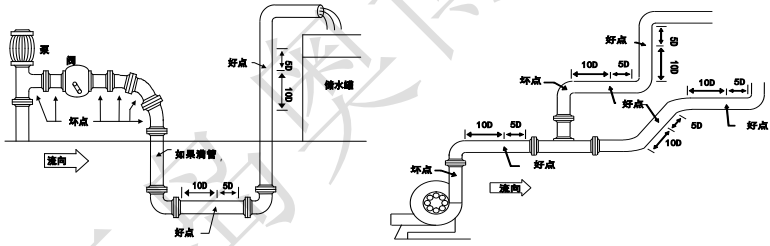
3．垂直向下流动，斜向下流动；

4．下游距离管道敞开出口处小于 10D。

注：判断稳流如有困难，可用便携式超声波流量计进行实际测量，观察

信号情况。

传感器安装点示例：



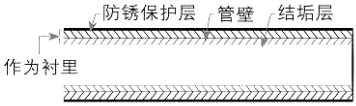
§3.2.3　结垢

管内壁结垢会衰减超声波信号的传输，并且会使管道内径变小。所以管内壁结垢的管道会使流量计不能正常测量或影响测量精度。因此，要尽量避免选择管道内壁结垢的地方作为安装点。如果无法避开结垢的安装点，可采取下列措施消除或减小管道内壁结垢的测量的影响。

1．更换一段测量点的管道。

2．用锤子用力敲击测量点的管道直到测量点的信号明显增大。

3．选用 Z 法测量，并把结垢设置为衬里以取得更好的测量精度。



§3.2.4　温度

超出传感器的使用温度范围很容易造成传感器的损坏或者大幅缩短传感器的寿命。因此，安装点的流体温度必须在传感器的安装使用范围内。且尽量选择温度更低的安装点。所以，同一管线尽量避免锅炉水出口、换热器出口的地方，尽可能安在回水管道上（条件允许下，最好使用红外线测温仪测量安装点的温度）。

§3.2.5　压力

插入式和管段式传感器可承受的最大压力理论值为：1.6MPa。安装时应了解或观察安装点的压力，超过此压力进行安装，会给安装人员造成危险。即使安装成功，长期使用传感器漏水的可能性也会增大。

§3.2.6　干扰

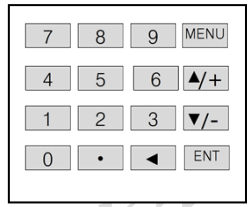
超声波流量计的主机、传感器以及电缆很容易受到变频器、电台、电视台、微波通讯站、手机基站、高压线等干扰源的干扰。所以选择传感器和主机安装点时，尽量远离这些干扰源；主机机壳、传感器、超声波电缆的屏蔽层都要接地（插入式传感器已经将接地线做成了接线柱）；不要和变频器采用同一路电源，应采用隔离的电源，给主机供电。

§3.3 输入测量参数

在测量开始前需要进行初始设置，完成 10~29 号菜单的设置。以便获得传感器的安装距离。

§3.3.1 键盘

一、16 键键盘（右图）



0 — 9 和 . 键用于输入数字或菜单号；

◄ 键用于左退格或删除左面字符；

▲/+ 和 ▼/- 用于进入上一菜单或下一菜单，

在输入数字时，相当于正、负号键；

MENU 键（简称为 M 键）用于访问菜单，先键入此键后再键入两位数字键，即可进入数字对应的菜单窗口；

ENT 键, 为回车键，也可称为确认键，用于“确认”已输入数字或所选择内容。另一个功能是在输入参数前按此键用于进入“修改”状态。

超声波流量计/热量表采用了窗口化软件设计，访问窗口的快捷方法是在任何状态下，键入 MENU 键，再接着键入两位数的窗口地址码。例如欲输入或查看管道外径参数，窗口地址为 11，键入 MENU 1 1 即可。

访问窗口的另一种方法是移动访问，使用按键 ▲/+ 和 ▼/- 及 ENT 键，例如当前窗口为 66，键入 ▲/+ 即进入窗口 65，再键入 ▲/+ 进入窗口 64；键入 ▼/- 后，又回到窗口 65，再键入 ▼/- 又进入窗口 66。

一般情形下，如果想进行“修改”操作，必须先键入 ENT 键（数字型窗口可以省掉），如果出现键入 ENT 键后，不能进入修改状态的情况，是仪器已加上了密码保护。用户必须在 47 号窗口中选择“开锁”项，并输入原密码后，方能进行修改操作。

如果按键后机器没有反应，说明键盘已经“锁定”。解除键盘锁定的唯一途径是键入锁定操作输入的密码，此时显示器并不显示输入的密码，若输入的密码正确，再按键就有反应。

二、4 键键盘

超声波流量计/热量模块键盘采用了 4 按键的方式，如下图所示。

MENU：菜单键，用来进入菜单

▲ ：上移键，上移菜单或者选择 0～9、+、—、.

υ ：下移键，下移菜单或者移动光标到下一位

ENT：回车键，用来结束菜单输入，或者进入子菜单

举例说明：例如要进入菜单 11

方法一：键入 MENU 键，键入 ▲ 一次，选择菜单首位数“1”，再键入 υ 键一次，将光标移至菜单的第二位数，键入 ▲ 一次，选择菜单的第二位数“1”，再键入 ENT 键，确认。

方法二：键入 MENU 键，键入 ▲ 一次，选择菜单首位数“1”，这时菜单的第二位数默认为“0”， 再键入 ENT 键，进入菜单 10，再键入 υ 键，移至菜单 11。

快捷操作：

1．流量计测量参数的初始设置

MENU + ▲ + ENT 键：进入 M10，设置管道外周长；

（继续按 υ 键即可完成菜单 11～ 25 的初始设置）。

2．测量是否正确的诊断菜单

MENU + ENT + ▲ 键：进入 90 窗口，显示信号强度和信号质量

（继续按 υ 键即可显示诊断菜单及所有附件窗口）。

3．测量结果显示

MENU + ENT 键：进入 M00，显示瞬时流量/净累积量；

（继续按 υ 键即可显示菜单 01～09 所有流量/累积显示）。

4．流量单位设置

MENU＋ ▲ 3 次+ ENT 键：进入 M30，设定选择公英单位制（继续按 υ 键即可完成菜单 31～36 所有流量单位设置）

5．选择菜单设置

MENU＋ ▲ 4 次+ ENT 键：进入 M40，输入阻尼系数（继续按 υ 键即可完成菜单 41～49 所有选择设置）

§3.3.2 快速完成初始设置

超声波流量计/热量表在测量前需要输入下列参数：

1. 管道外径单位毫米
2. 管壁厚度单位毫米
3. 管材类型
4. 衬材参数 （如有的话，可包括衬里厚度和衬材声速）
5. 液体类型
6. 传感器类型 （因为主机可支持多种不同传感器）
7. 传感器安装方式

上述参数条件的输入步骤一般遵循下列设置步骤：

1. 键入 MENU 1 1 进入 11 号窗口输入管壁厚度后键入 ENT 键；
2. 键入 ▼/-进入 12 号窗口输入管壁厚度后键入 ENT 键；
3. 键入 ▼/-进入 14 号窗口 ENT ，▲/+ 或 ▼/- 选择管材后键入 ENT 键；
4. 键入 ▼/-进入 16 号窗口 ENT ，▲/+ 或 ▼/- 选择衬材后键入 ENT 键；
5. 键入 ▼/-进入 20 号窗口 ENT ，▲/+ 或 ▼/- 选择流体类型后键入 ENT 键；
6. 键入 ▼/- 进入 23 号窗口 ENT ， ▲/+ 或 ▼/- 选择传感器类型后键入 ENT 键；
7. 键入 ▼/- 进入 24 号窗口 ENT ， ▲/+ 或 ▼/- 选择安装方

式后键入 ENT 键；

8. 键入 ▼/- 进入 25 号窗口，按所显示的安装距离及上步所选择的安装方式安装好传感器；

9. 键入 MENU 2 6 进入 26 号窗口固化参数，断电后数据不丢失；

10.键入 MENU 9 0 进入 90 号窗口看上游下游信号和 Q 值，都大于 60 可以工作，越大越好；

11.键入 MENU 9 1 进入 91 号窗口安装正确的情况下传输比 100±3%，表才能正常工作。

§3.4 传感器的安装与调试

超声波流量计/热量表系列超声波流量计有三种传感器：外夹式、插入式、管段式，下面分别介绍。

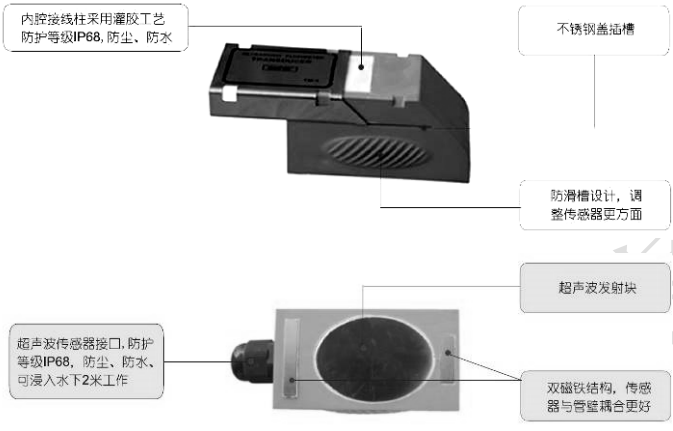
§3.4.1 外夹式传感器的安装

安装外夹式传感器的步骤为：

外夹式传感器介绍→主机与传感器的接线→外夹式传感器的安装→

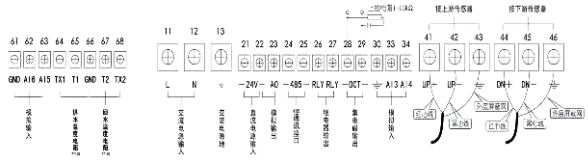
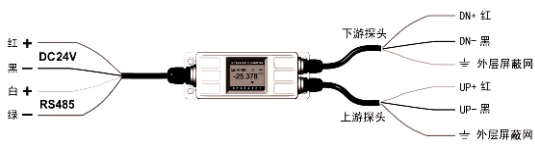
外夹式传感器的调试→检查安装是否正确→结束

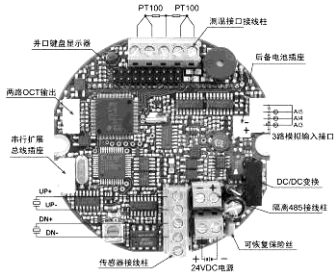
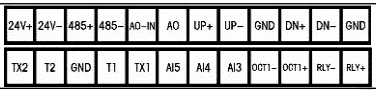
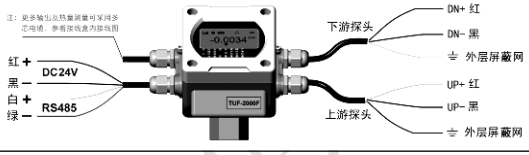
一、外夹式传感器的介绍



二、主机与传感器的接线

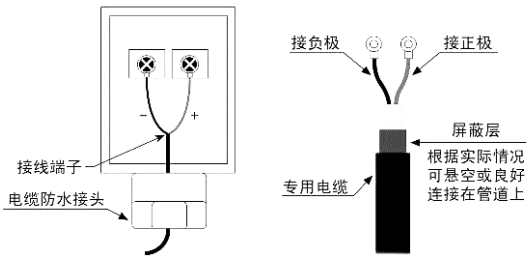
1.主机的接线

类型名称	接线图
壁挂/防爆式（15 版）	
盘装式（18 版）	
基本型（15 版）	

<table>
<tr><td>功能型
（12 版）</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>模块
（18、28 版）</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>水 表 （ 16 版）、功能型（12 版）外部接线图</td><td> 
</td></tr>
</table>

注：每种主机采用的主板版本号可能会升级，每个主板上都标有接线图，请以实物接线图为准。

2.外夹式传感器的接线



注：传感器接线调试完成后可采用随机附带的硅胶灌封防水，也可采用此硅胶粘接传感器与管道。

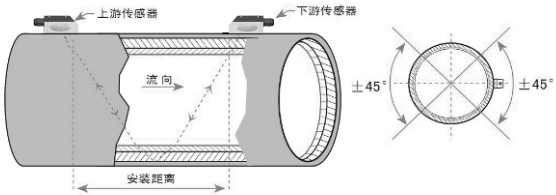
三、外夹式传感器的安装

1.安装方法的选择

外夹式传感器的安装方式有 V 法和 Z 法。

V 法

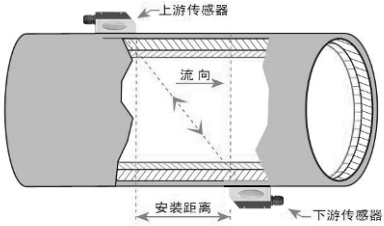
DN15mm-200mm 的管道优先选用 V 法，安装时两传感器水平对齐，其中心线与管道轴线平行即可，并注意发射方向一定相对（两个传感器方向朝里）。V 法具有使用方便，测量准确的特点。对于口径小于 DN50mm 的管道安装精度较高，请注意信号强度、信号质量、传输时间比这几个参数（详见 27 页 §3.5 检查安装是否正确）。



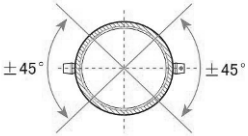
V法－顶视图　　V法－截面图

Z 法

DN200mm-6000mm 的管道优先选用 Z 法，在 V 法测不到信号或信号质量差时也可选用 Z 法。安装时让两个传感器之间沿管轴方向的垂直距离等于安装距离，并且保证两个传感器在同一轴面上即可，并注意发射方向一定相对（两个传感器方向朝里）。由于 Z 法是超声波在介质传播中直接收发，信号没有反射，因而信号强度衰减最小。所以，Z 法具有信号强度高，运行可靠的特点。



Z法－顶视图



Z法－截面图

2. 输入测量参数，得到安装距离

在开始测量前需要对流量计进行初始设置，通常是 10—26 号菜单逐项进行设置（M39 菜单备有多种语言可供选择），设置完成后在 M25 可以得到传感器安装距离，这个距离是指两传感器的最内边缘距离(参见上图)，并按此数据安装传感器。

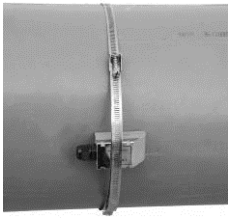
3.处理安装点

外夹式传感器的安装点有两个，分为上游传感器和下游传感器。在处理这两个安装点时，一个安装点的处理面积和探头大小差不多即可，另一个安装点的处理面积应该是探头大小的 2、3 倍（以安装点为中心），以便于调试信号。首先将管外欲安装传感器的区域清理干净，除掉锈迹和油漆。如有防锈层也应去掉，最好用打磨机打磨出金属光泽，再用干净抹布擦去油污和灰尘。

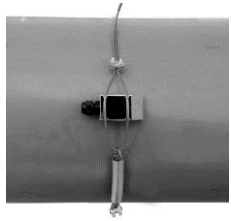
四、外夹式传感器的调试

1.固定传感器

在处理面积较小的安装点的中心位置涂抹 2-3mm 厚的随机附带的耦合剂，然后把传感器紧贴在管壁上粘好，注意传感器的发射方向要正确，传感器和管壁之间不能有空气及沙砾。粘完后用钢带或钢丝绳紧固（如下图所示）。



钢带固定
DN500mm 以下管道使用



钢丝绳固定
DN500mm 以上管道使用

2.调试传感器

在处理面积较大的安装点的中心位置涂抹 4-5mm 厚的随机附带的耦合剂，然后把传感器紧贴在管壁上粘好，注意传感器的发射方向要正确，传感器和管壁之间不能有空气及沙砾。以中心点为基准首先在水平方向轻微移动传感器找到信号强度和 Q 值的最大值，然后在垂直方向轻微移动传感器找到信号强度和 Q 值的最大值。然后轻微调整传感器的发射角度找到信号强度和 Q 值的最大值。这时就可以将外夹式传感器定位。

注：

1. 调试时间最好不要超过 5 分钟以防耦合剂变干后传感器与管道耦合效果不好。如果耦合剂已经变干请将传感器和管道表面的耦合剂清理干净后，重新涂抹足量的耦合剂在进行调试。

2．管道表面处理的越干净可能会使信号强度和 Q 值越高。

3. 为了保证外夹式传感器长期工作必须使用本公司提供的专用耦合剂来粘接传感器和管道。

五、检查安装是否正确

检查传感器是否正确安装，参见第 27 页 § 3.5 检查安装是否正确，如果达到安装要求就可以将这只传感器紧固（见上图）。

六、结束

参见第 30 页 § 3.7 结束。

注意事项

1．安装时必须把安装传感器的管道区域清理干净，使之露出金属的原有光泽；

2．超声波信号电缆的屏蔽线可悬空不接，不要与正、负极（红、蓝线）短路；

3．传感器接好后必须用密封胶（耦合剂）注满，以防进水；

4．传感器注满密封胶盖好盖后，必须将传感器屏蔽线揽进线孔拧好锁紧，以防进水；

5．传感器与管道的接触部分四周要涂耦合剂，以防空气、沙尘或锈迹进入，影响超声波信号传输。

§ 3.4.2 插入式传感器的安装

安装插入式传感器的步骤为：

插入式传感器介绍→主机与传感器的接线→插入式传感器的安装→

插入式传感器的调试→检查安装是否正确→结束

一、插入传感器介绍

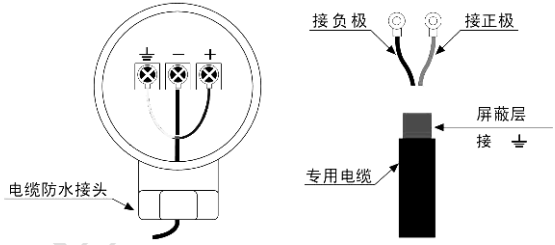
青岛奥博仪表

二、主机与传感器的接线

1.主机的接线

参见第 14 页主机接线。

2.插入式传感器的接线



注：传感器接线调试完成后可采用随机附带的硅胶灌封防水。

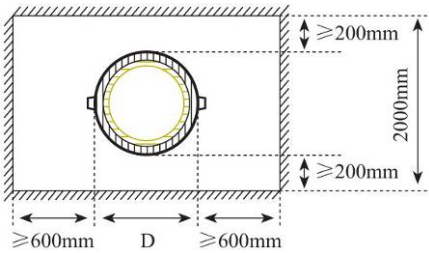
三、插入式传感器的安装

1.安装方法的选择

插入式传感器适用于 DN80mm 以上的管道，通常情况下采用 Z 法安装。

只有当安装空间不够时（见下图），小于 DN200mm 的管道可以选

用 V 法安装，大于 DN200mm 的管道可以选用平行插入传感器。



2. 输入测量参数，得到安装距离

在开始测量前需要对流量计进行初始设置，通常是 10—26 号菜单逐项进行设置（M39 菜单备有多种语言可供选择），设置完成后在 M25 可以得到传感器安装距离。

对于平行插入传感器，探头选项为 PI 水表探头；探头管道夹角为 0°；静止状态流体长度为 0mm；探头间直线距离在 200mm—300mm 之间任选，最终以实际安装结果来确定；单只声契延迟时间为 0μs。

对于标准插入式传感器采用 Z 法时，安装距离=内径-10mm。

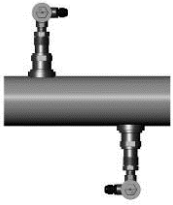
3.安装点定位

（1）Z 法的定位

Z 法的定位要保证以下两点：

●安装距离=两个传感器之间沿管轴方向的垂直距离。

●保证两个传感器在同一轴面上（两个传感器的连线通过轴线）。

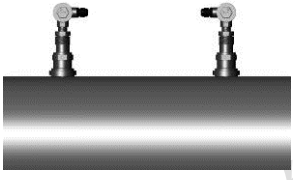


（2）V 法的定位

V 法的定位要保证以下两点：

●安装距离=两个传感器之间沿管轴方向的垂直距离。

●保证两个传感器在同一水平线上。

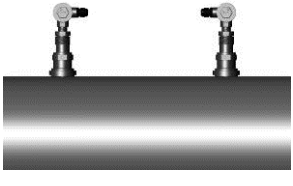


（3）平行插入传感器的定位

平行插入传感器的定位要保证以下两点：

●安装距离=两个传感器之间沿管轴方向的垂直距离。

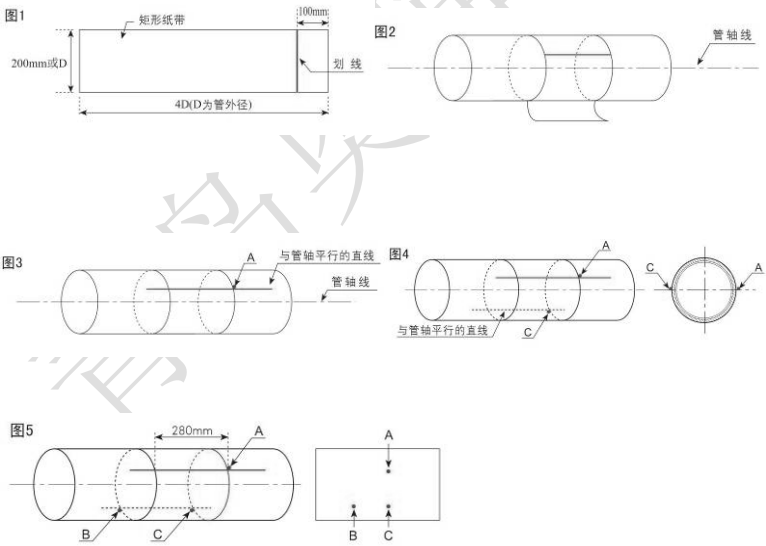
●保证两个传感器在同一水平线上，插入深度为管内径的 1/3 处。



插入式传感器的定位方法可以有很多，推荐下列方法：

制作定位纸：取一条长 4D（D 为管径），宽 200mm（或 D）的矩

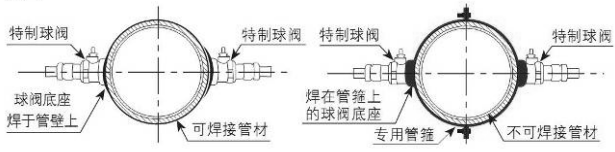
形纸带（根据现场情况，可以用防湿、防腐蚀的材料代替纸带），在距边缘约 100mm 处划一条线（如图 1）。将定位纸缠绕在表面已清理干净的管道上，注意必须把纸两边互相重合对齐，才能使所划的线与管轴相平行（如图 2）。延长定位纸上的直线在管道上划一直线，所划直线与定位纸一边缘相交点为 A（如图 3）。从 A 点开始，沿着定位纸边缘量出管道 1/2 周长，该平行交叉点为 C，在 C 点划一条与管轴平行的直线（也就是与定位纸上的直线平行，如图 4）。去掉定位纸，从点 C 开始，在所划直线上量出安装距离 L，从而决定出 B 点。这样 A、B 两点为安装位置；例如 L=280mm (如图 5)，将球阀底座分别焊接在 A 和 B 两点上，注意球阀座中心点一定要分别与 A 和 B 两点重合。



4、焊接球阀底座（如图 6）

安装管道材质为碳钢时可直接焊接安装，对于不可直接焊接管材（如铸铁、水泥管等），需采用定制的专用管箍（带密封胶垫），球阀底座已事先焊在管箍上，将管箍直接紧固到被测管道上。焊前必须将焊点附近的管道表面处理干净，焊接时注意一定不要夹杂气孔，以防漏水，甚至断裂。

图 6



注：

●焊接前请将底座内的密封垫圈取出。

●焊接前必须将焊点附近的管道表面处理干净，除去锈迹油漆以防底座与管道焊接不实。

●焊接时必须保证球阀底座中心点和所选择传感器安装点重合。

●焊接完毕后将球阀用力扭进底座内，注意压紧密封垫圈.保证开孔后不会漏水。

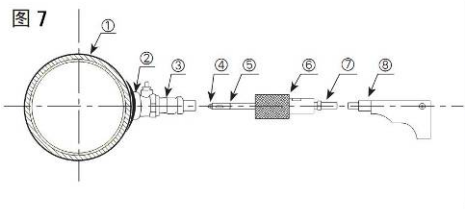
●在焊接底座的时注意不要让焊渣落在在底座的内螺纹上.建议用纸或废弃织物沾水后放在底座中间进行封堵对底座内螺纹进行保护，以免底座螺纹焊接过程中受损球阀不能扭入底座。

5、管道带压开孔（如图 7）

将密封垫圈放入已焊接好的底座中，再将特制球阀拧入，注意压紧密封垫圈，防止漏水。将开孔器密封护套与球阀外螺纹连接。拧紧后，打开球阀，推动钻杆直至与管道外壁接触，将手电钻与钻杆接好锁紧，接通电源，开始钻孔。在钻孔过程中电钻保持低速，

转速不要过快、以免卡钻，甚至钻头折断。钻透后，拔出钻杆直到开孔器钻头的最前端退至球阀芯后，关上球阀，卸下开孔器。

图 7



注：

●开空前首先确定管道内压力，当管道压力超过 1.0MPa 时，安装需慎重; 当管道压力超过 1.6MPa 时，切勿安装，请与厂家联系，以免发生危险。

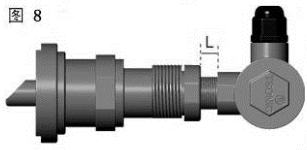
●电钻在工作时必须保证钻机与管道垂直，以钻孔出现偏差，在钻孔过程中电钻保持低速转速不要过快，以免卡钻，甚至钻头折断。

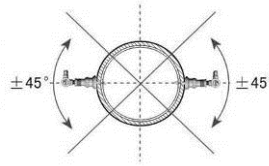
6．传感器探头杆安装（如图 8）

（1）插入深度的计算

插入式传感器为不锈钢模具精铸，传感器的长度出厂时已固定。所以，传感器探头杆插入深度只和管壁厚度有关。标准插入型传感器探头杆留在管道外侧的长度 L=25mm-壁厚，加长插入型传感器探头杆留在管道外侧的长度 L=90mm-壁厚。

图 8





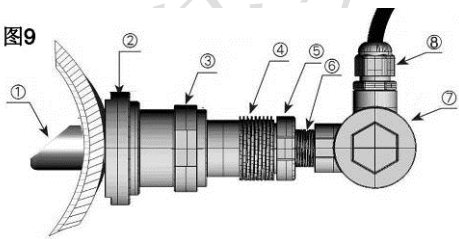
（2）探头杆的安装

将传感器探头杆旋入特制球阀，当旋至球阀芯时，轻拧锁紧螺母防止漏水，打开球阀，继续旋入传感器，直至传感器插入深度为 L=25mm-壁厚（见图 8）为止。

四、插入式传感器的调试

当两个传感器的防水接头是相对向内时，传感器的发射角度是正确的。然后以计算的插入深度为基准正时针或逆时针轻微旋转探头找到信号强度和信号质量的最大值。紧固好锁紧螺母，以防止探头杆转动和漏水。

图9



①传感器发射面：陶瓷材料，安装时插入深度为发射面的下沿与管内壁持平（计算方法为 L=25mm-壁厚），注意两个传感器的发射方向是发射面相对。

②球阀底座：焊接于管外壁或特制管箍，用来固定特制球阀。注

意安装时其中心点和安装点重合。

③特制球阀：用来实现带水带压安装、更换、维修传感器。

④开孔器紧固螺纹：用来密封、固定开孔器，实现带水带压安装。

⑤锁紧螺母：用开孔器开孔时密封防水，安装完成时密封定位传感器探头杆。

⑥探头杆：用来旋入调节传感器发射面的插入深度和发射角度。

⑦接线盒：用来连接插入传感器和主机，调试完毕后可灌胶防水。

⑧防水接头：调试完毕后应紧固防水接头，以免接线盒进水。防水接头的方向代表了插入式传感器的发射方向。

五．检查安装是否正确

检查传感器是否正确安装，参见第 27 页 § 检查安装是否正确，如果达到安装要求就可以用硅胶灌封接线盒，然后拧紧接线盒密封盖和电缆防水接头，以防止漏水。

六、结束

参见第 30 页 § 3.7 结束

注意事项

1. 球阀底座的焊接过程中一定避免夹渣、砂眼、渗水等现象；

2. 两个球阀底座的焊接必须保证在同一轴面上，以防超声波信号接收不理想；

3. 开好孔后必须将球阀内铁屑等杂质清理干净，以防传感器探杆放入时出现螺纹粘连、犟死等现象；

4. 必须保证两个传感器前端的超声波信号发射面相对（即两个传感器的进线孔同时向上或向下）；

5. 传感器安装完后一定将锁紧螺母拧紧，以防传感器松动；

6. 接好线后一定将接线盒灌胶，拧紧密封盖，以防进水；

7. 充足作业空间，管外壁距离墙或井壁水平距离至少 700mm；
8. 要确定管道的压力，1.6MP 以下才可以开孔；
9. 开孔的时候注意电钻的电源插头远离地面，以免水喷到插座发生危险；
10.孔结束后，用扳手打开阀门放水，把里面的铁屑冲出来，防止损伤探杆；
11.开孔供热管道的时候，有条件的话先降低锅炉的温度，然后再开孔防止烫伤。

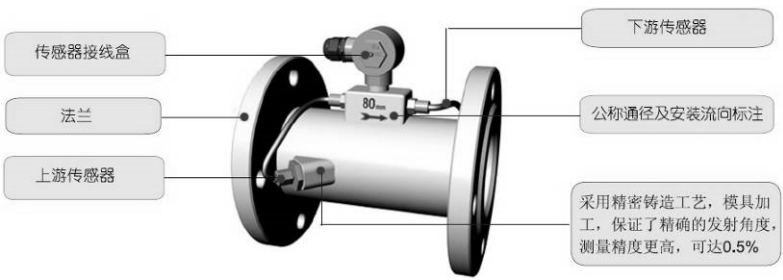
§3.4.3 管段式传感器的安装

安装管段式传感器的步骤为：

管段式传感器介绍→主机与传感器的接线→管段式传感器的安装→

检查安装是否正确→结束

管段式传感器介绍



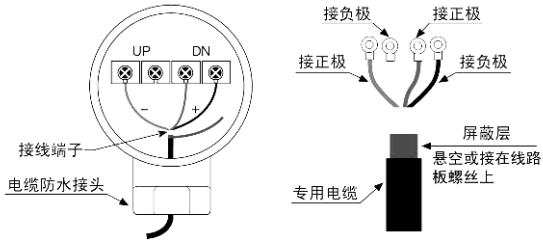
注：管段式传感器规格表详见附录一

二、主机与传感器的接线

1.主机的接线图

参见第 14 页主机接线图

2.传感器的接线图



三、管段式传感器的安装

超声波流量计/热量表的标准管段式传感器具有测量精度高、安装简单等特点。根据管道规格出厂前参数已设置好，现场无需输入参数，只需要选好安装点，采用法兰连接即可。

四、检查安装是否正确

检查传感器是否正确安装，参见§3.5 检查安装是否正确，如果达到安装要求就可以用硅胶灌封接线盒，然后拧紧接线盒密封盖和电缆防水接头，以防止漏水。

五、结束

参见第 30 页§3.7 结束

§3.5 检查安装是否正确

信号强度、信号质量还有实测与理论传输时间比是用来检查安装

是否正确的 3 个重要参数。

§3.5.1 检查信号强度和信号质量

M90 窗口用于显示流量计所检测到的上下游的信号强度和信号质量 Q 值。

信号强度用 00.0～99.9 的数字表示。00.0 指示没有收到信号，999 表示最大信号。正常工作情况下，信号强度应≥60.0。

信号质量 Q 值用 00～99 的数字表示，00 表示最差，99 表示最好。一般正常工作条件是信号质量 Q 值>60。

安装时，请注意使信号强度和质量越大越好，信号强度大和 Q 值高，能够保证流量计长期稳定运行，使测量结果更准确。

信号强度、Q 值	安装结果判断
60 以下	无法工作
60—75	差
75—80	良
80 以上	优

§3.5.2 检查传输时间比

M91 窗口用于显示传输时间比，传输时间比是按流量计设置的参数计算得到的传输时间与实际测量得到的时间的百分比值。这个值如果超过 97%——103%，说明参数设定有误或安装距离有误，请分别检查。

§3.6 主机的安装

●主机应远离干扰源，比如：变压器、高压线等。

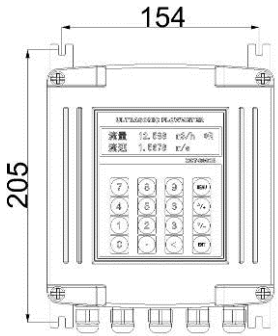
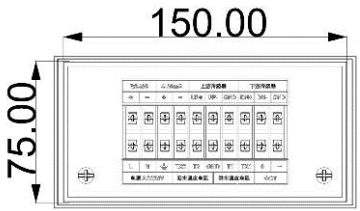
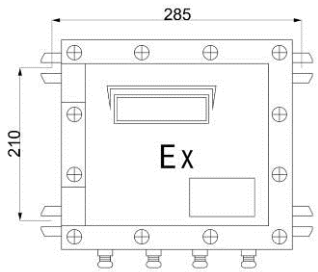
●主机处的电源应与变频器隔离。

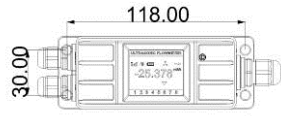
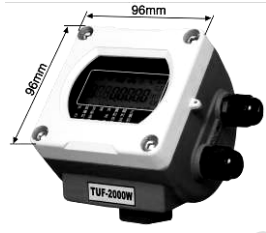
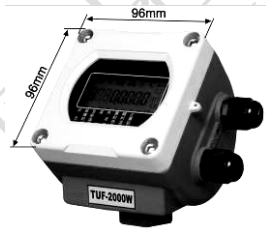
●主机的工作环境应符合技术指标和防护等级的要求。

●主机离传感器距离越短越好，最长最好不要超过 200 米。

●壁挂主机应尽量避免阳光直射，以防显示看不清，液晶寿命缩短。

●将设定的参数固化，以防参数丢失

类型名称		安装图（单位：mm）	备　注
分体式	壁挂式		用于挂墙安装，用 4 个膨胀螺栓定位紧固即可。
	盘装式		用于仪表盘安装开孔尺寸：152×76
	防爆式		用于防爆场合 防爆等级：DIIBT4

一体式	基本型		安装方法：1.墙挂式安装 2.用夹具固定在管道上 3.固定在管段式传感器上
	功能型		安装方法：1.用夹具固定在管道上 2.固定在管道式传感器上
超声波流量/热量模块			导轨安装
超声波水表			安装方法：1.用夹具固定在管道上 2.固定在管道式传感器上

§3.7 结束

常用参数的设定

显示窗口置于 M02；选择合适的流量单位 M30—M33；选择阻尼系数 5—15 秒 M40；校准日期时间 M60；固化参数 M26。

为了减少干扰，主机和传感器之间的距离要尽可能的短，最好不要超过 200m，布线应在线槽或线管内，尽量保证美观，规范。布线时信号线不能跟动力及高压电缆并行。

主机的工作环境应该在技术指标范围内，避免显示器受到阳光直射。安装高度为 1.5 米至 1.8 米之间，以便于观察。

安装完毕后将现场清扫完毕

四 菜单一览表

§4.1 菜单简介

超声波流量计/热量表系列超声波流量计/热量表采用了窗口化软件设计，所有输入参数、仪器设置和显示测量结果统一细分为 100 多个不同的显示窗口（有时也称为菜单），这些显示窗口标记为 M00，M01……M+9。

进入某个显示窗口的快捷方法是键入 MENU 键，然后键入两位数字表示的窗口号码。

例如欲进入 35 号窗口，则键入 MENU 3 5 键

在相邻窗口（例如 M39 和 M41 是 M40 的相邻窗口）之间移动，使用 ▲/+ 或 ▼/- 键。

窗口按下列规律安排：

- 00～09 号窗口是显示窗口；
- 10～29 号窗口是初始参数操作窗口；
- 30～38 号窗口是流量单位设置窗口；
- 40～49 号窗口是选择设置窗口；
- 50～83 号窗口是输入输出设置窗口；
- 84～89 号窗口是热量测量设置窗口；
- 90～94 号窗口是流量诊断窗口；
- +0～+9 号窗口是附加的一些次常用功能窗口。

§4.2 菜单一览表

流量/累积显示	00	显示瞬时流量/净累积量		单位设置	30	选择公英单位制
	01	显示瞬时流量/瞬时流速			31	选择瞬时流量单位
	02	显示瞬时流量/正累积量			32	选择累积流量单位
	03	显示瞬时流量/负累积量			33	选择累积器倍乘因子
	04	显示日期时间/瞬时流量			34	净累积器开关
	05	显示热流量/总热量			35	正累积器开关
	06	显示温度输入T1，T2			36	负累积器开关
	07	显示模拟输入AI3,AI4			37	恢复出厂参数设置、累积器清零
	08	显示系统错误代码			38	手动(按键控制启停的)累积器
	09	显示今日净累积流量			39	操作界面语言选择
初始设置	10	输入管道外周长			3.	设置本地LCD显示方式
	11	输入管道外径		选择设置	40	输入阻尼系数
	12	输入管壁厚度			41	输入低流速切除值
	13	输入管内径			42	设置静态零点

	14	选择管道材质类型			43	清除零点设置，恢复原值
	15	输入管材声速			44	手工设置零点偏移值
	16	选择衬材类型			45	仪表系数，标尺因子
	17	输入衬材声速			46	输入网络标识地址码
	18	输入衬里厚度			47	密码保护操作
	19	输入内壁绝对粗糙度			48	线性度折线修正数据输入
	20	选择流体种类			49	网络联机通信测试器
	21	输入流体声速		定时输出	50	数据定时输出选项设置
	22	输入流体粘度			51	定时输出时间设置
	23	选择传感器类型			52	打印数据流向控制
	24	选择传感器安装方式		AI5设置	53	显示模拟输入 AI5
	25	显示传感器安装间距			54	OCT 脉冲宽度设定 （6－1000）
	26	参数固化及设置		输入输出设置	55	电流环输出模式选择
	27	安装点安装参数存取			56	电流环 4 mA 或 0 mA 输出时对应值
	28	设置信号变差时保持上次数据			57	电流环 20mA 输出时对应值

青岛图博仪表

	29	设置空管时的信号强度			58	电流环输出检验
输入输出设置	59	电流环当前输出值		输入输出设置	78	设置集电级开路(OCT)输出选项
	60	日期时间及设置			79	设置继电器（或者OCT2）输出选项
	61	软件版本号及电子序列号			80	选择定量(批量)控制器控制信号
	62	设置串行口参数			81	流量定量(批量)控制器
	63	通信协议选择（包括兼容协议选择）			82	日月年累积器
	64	模拟输入 AI3 对应量值范围			83	自动补加断电流量开关
	65	模拟输入 AI4 对应量值范围		热量测量	84	选择热量单位
	66	模拟输入 AI5 对应量值范围			85	选择温度信号来源
	67	设置频率输出信号频率范围			86	热容量
	68	设置频率信号输出下限流量			87	热量累积器开关
	69	设置频率信号输出上限流量			88	热量累积乘积因子
	70	显示器背光控制			89	显示当前温差及设置温差灵敏度

青岛博众

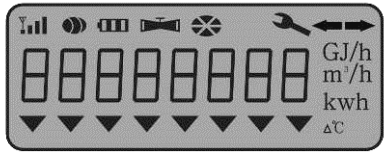
	71	显示器对比度控制		诊断	90	显示信号强度和信号质量
	72	工作计时器（可以清零）			91	显示信号传输时间比
	73	设置 #1 报警器下限流量			92	显示计算的流体声速
	74	设置 #1 报警器上限流量			93	显示总传输时间/时差
	75	设置 #2 报警器下限流量			94	显示雷诺数及其管道系数
	76	设置 #2 报警器上限流量			95	显示正负热量累积并启动循环显示功能
	77	蜂鸣器设置选项				

五 本地显示与操作

§5.1 本地段式 LCD 显示及操作

对于采用 96 段 LCD 显示器的超声波流量计/热量表，其中最经常使用的 8 个窗口安排在最前面，并且具有三角形指示器指向面膜上的说明字符，便于用户辨认。并具有自动循环显示功能，循环间隔为固定 8 秒时间。

本地段式 LCD 显示器只能用于显示目的，仪表参数的设置需要使用并口键盘显示器，或者使用 RS485 接口的串行键盘显示器才能进行。



显示样式如上图示

88888888用于显示数值量；

符号表示超声波信号强度；

符号表示超声波信号质量（Q值）；

符号转动表示流量不为零；

符号表示存在需要修理的故障；

←→符号表示流体流动方向；

符号表示流量为零或未达到额定灵敏度；

符号表示电池电量；

m3/h 符号表示瞬时流量(立方米/每小时)；

GJ/h 符号表示瞬时热量(吉焦耳/每小时)；

kwh ,符号表示累积热量(千瓦时)；

Δ℃ 符号表示供、回水温度差；

流量计/热量表本地显示器有一套磁性按键，下移键位于本地 LCD 显示器的右面或右下角，而上移键则位于显示器的左面或者左上角，不需要打开机壳使用专用磁性棒即可进行翻页操作。

本地 LCD 显示总共能够显示 40 个不同的窗口内容，分别称为窗口 00 至窗口 39。具体内容请见下一节本地显示内容一览表。

本地 LCD 显示能够设置成两种显示方式，一种是固定显示方式，另一种是自动循环显示方式。在 M3.窗口中输入 2~39 的数字表示设置成自动循环显示方式。输入 0，1 表示固定显示方式。

上电时主机总是进入本地显示 00 窗口。使用上移键或者下移键可以移动至其他本地显示窗。

在本地窗口循环显示状态下，当停止操作 60 秒之后，本地 LCD 显示会以 8 秒间隔自动从显示窗口 00 循环至 M3.所定义的窗口。如此设计是为了当用户无法操作按键时，只要等待足够长的时间，照样能够读出多个窗口的内容。

用户第一次按键，显示会进入上次用户按键所移动的窗口，再次按键则会进入该窗口的上一个或下一个窗口。例如用户使用上移或下移键移动到窗口 L5 后，停止按键超过了 60 秒，则自动循环显示状态启动，循环显示窗口 00 至 M3.所定义的窗口数目的内容。这时，再次按键，显示就会再次回到窗口 L5。

本地 LCD 显示器在循环显示状态下，按住下移键超过 3 秒钟时间，显示会直接进入窗口 00。

§5.2 本地显示内容一览表

窗　口号码	显示样式	显示内容	说　明
00	006789.45 m3	显示正累积量	小数点位置由 M33 菜单设定，单位固定为 m3
01	8.3215 m/s	显示当前瞬时流量	单位固定为 m/s
02	007658.34 GJ	显示正累积热量	小数点位置由 M88 菜单设定，单位由 M84 菜单设定
03	2.3214 KW	显示瞬时热流量	单位由 M84 菜单设定
04	91.4　65.3 ℃	显示供水回水温度	
05	34.2345△ ℃	显示当前温差	

06	000012.14 /h	显示故障运行时间	单位为小时
07	F- 80 9	显示当前工作状态	分别为错误代码，信号强度，信号质量，错误代码含义请参见通信说明
08	23.15.49	显示机内时钟--时间	
09	07-12-31	显示机内时钟—日期	
10	E0 0.1234	显示当前流体流速	单位总为 m/s
11	E1 99.876	显示当前超声波信号传输比	%
12	E2 1480.3	显示估测流体的声速	单位总为 m/s
13	E3 4.0000	显示当前 4-20 毫安输出值	单位总为 mA
14	E4 130.24	显示 T1 的等效电阻值	单位总为欧姆
15	E5 130.56	显示 T2 的等效电阻值	单位总为欧姆
16	E6 15.00	显示管道外直径	单位总为毫米
17	E7 12.05	显示软件版本号码	
18	12800001	显示机器的电子序列号码	
19	E9 1	显示通讯地址码（仪表地址）	使用 M46 菜单设置
20	002345.23h	显示仪表累积的工作时间	单位为小时
21	071219.08	显示仪表出厂日期时间	分别年月日小时
22	88888888	显示所有字段用于检查 LCD	

23	23 A5 F7 89	显示串口所输入的数据	用于检查串口通讯
24	L4 Pu-1	显示所使用的通讯协议	使用 M63 菜单选择 MODBUS RTU/ASCII
25	L5 1.0000	显示用户仪表系数	
26	23658933 m3	显示今年累积流量	
27	23658933 m3	显示本月累积流量	
28	L8 56.546	显示当前超声波传播总时间	单位为微秒
29	L9 0.0045	显示当前超声波时差	单位为纳秒
30	C0 4503	显示时差电压 1	应该在 3500～5000 之间
31	C1 9034	显示时差电压 2	应该在 7000～9600 之间
32	C2 0.0023	显示频率系数	应该小于 0.1
33	C3 12.435	显示模拟输入 AI3 电流数值	单位为毫安
34	C4 0.0001	显示模拟输入 AI4 电流数值	单位为毫安
35	C5 0.0000	显示模拟输入 AI5 电流数值	单位为毫安
36	0000234.5K Wh	显示负累积热量	单位由 M84 菜单，小数点由 M88 菜单确定

青岛奥博仪表

37	000045.67 m3	显示净累积流量	单位为立方米，小数点位置由 M33 菜单确定
38	000012.34 m3	显示负累积流量	单位为立方米，小数点位置由 M33 菜单确定
39	000012.34 m3	显示今日累积流量	单位为立方米，小数点位置由 M33 菜单确定

§5.3 本地显示状态代码及故障判断

通过查看本地 LCD 显示器第 07 号窗口，可以判断当前的流量计工作状态。

07 号主窗口显示格式样式：FxG SS Q

其中 SS 为 00~99 的数值，表示当前信号强度。正常范围 50~99，越大越好

Q 的数值范围为 0~9，表示当前信号质量，正常工作范围 5~9，越大越好。

G 表示信号调整步骤。正常工作时为空格

X 表示当前系统工作状态代码，含义分别如下:

“-” 表示正常工作，对应“R”状态

“1” 信号太低错误

“2” 信号差错误

“3” 管道空错误

“4” 电路硬件错误

“5” 正在调整电路增益

“6” 频率输出超量程错误

“7” 电流环输出电流过量程错误（一般情形下需要设置

最大量程）

“8” 内部数据寄存器效验错误

“9” 主振频率或者时钟频率存在错误

“A” 参数区存在效验和错误

“b” 程序存储器数据效验和错误

“C” 温度测量电路可能存在错误

“d” 保留待用

“E” 内部计时器溢出错误

“F” 模拟输入电路存在错误

如果工作状态代码同时存在多个，显示将以每秒更换一次的顺序循环显示。

六 常见问题解答

§6.1 怎样判断流量计是否正常工作

键入 MENU 0 8 如果窗口显示“R”表示工作正常。在此窗口显示中，如果有“E”字样表示电流环输出超量程 100%，与 57 号窗口设置有关。通过增大 57 号窗口输入值，“E”字样就不再显示；如果不使用电流环，可置之不理。

如果有“Q”字样表示频率输出超量程 120%，与 69 号窗口设置有关。通过增大 69 号窗口输入值，“Q”字样就不再显示；如果不使用频率输出，可置之不理。

如果有“H”字样表示接收超声波信号差。处理方法见“故障解析”一章。

如果有“G”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。

“I”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。

“J”表示仪器硬件有故障。有些硬件故障可能是暂时的，重新上电试试。

“F”表示硬件有关故障。

§6.2 怎样辨别管道中的流体流向

安装完成后，流量显示数值为正值则说明上下游传感器安装正确，出现负数说明上下游传感器安装反了，需要将上下游传感器对调重新安装。

§6.3 怎样使用零点切除避免无效累积

窗口 41 中的数据称为低流速切除值，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，绝不影响测量结果。

§6.4 怎样设置零点

新使用的传感器或者是管段式传感器会存在一个“零点”，其含义是在流体流速为零时，流量计会显示一个非零的流量数值。这个数值会在任何流速下叠加在流量计示值上，例如假设零点为 1m3/h，当前流体流速为 10m3/h，则流量计的示值就是 11m3/h。因此新使用或者更换的传感器，一般情况下，都必须进行一次调零过程。调零过程会记录下零点值，在以后的计算中，从示值中减去该零点值。

使用 M42 菜单进行调零。

但是使用M42菜单进行调零之后的零点值，只是暂时存放在RAM参数区中。并没有固化到 FLASH 中。如果备份电池失电，或者是选择了上电时以 FLASH 中固化的参数为工作参数。则刚才调零过程产生的零点值就会丢失。

为了永久保留调零零点值，用户在每次调零之后必须使用 M.2 菜单储存零点。

§6.5 怎样修改仪表系数（标尺因子）进行标定校正

仪表系数是指“真值”和“示值”之比，例如当被测物理量为 2.00 时，仪器显示 1.98,则其仪表系数为 2/1.98。可见仪表的系数最好恒为 1。但当仪表成批生产时，难以做到每台仪表的系数都为“1”。其差异或不一致的程度就称为仪表的“一致性”。质量高的产品其一致性必定好。

超声波流量计/热量表出厂时仪表系数全为“1”，因为在设计上，做到了使其仪表系数只决定于晶体振荡器的频率和传感器两个因素，而与其他电路参数无关。所以仪表出厂时系数默认值全为“1”。在窗口 M45 中输入真值/示值之比即可完成修正。

但由于使用时，还会存在管道等方面的因素差异，所以还会产生“仪表系数”，设置此参数用于修正不同管道引起的误差。仪表系数必须根据实际标定结果输入。

§6.6 怎样设置密码保护（加锁与开锁）

仪表加锁后也可以查阅所有菜单，但不能进行任何修改操作，避免无关人员错误操作。加锁时，键入 MENU 4 7 ENT，使用 ▲/+ 或 ▼/- 选择“上锁”，键入 ENT，输入 1～4 位数字密码，键入 ENT 确认。

开锁时，只能输入正确密码才能打开。键入 MENU 4 7 ENT，使用 ▲/+ 或 ▼/- ,选择“开锁”，键入 ENT，输入正确密码，键入 ENT 确认。

请牢记密码，以免忘记密码无法操作流量计。

§6.7 怎样使用 4～20mA 电流环输出

超声波流量计/热量表系列超声波流量计/热量表的电流环输出精度优于 0.1%,完全可编程，并可设置为 4～20mA 和 0～20mA 等多种输出模式，使用窗口 M55 进行选择。

在窗口 M56 中输入 4mA 代表的流量值，在窗口 M57 中输入 20mA 代表的流量值。例如某管道流量范围为 0~1000m3/h，则在 M56 中输入 0，窗口 M57 中输入 1000 即可。如果流量范围为-

1000～0～2000 m3/h，不考虑流量方向，可使用 20～4～20mA 方式（在窗口 M55 中选择），在 M56 中输入 1000，窗口 M57 中输入 2000 即可；如考虑流量方向，可选择使用 0～4～20mA 输出方式，当流量方向为负时，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，输出方式在窗口 M55 中选择，在 M56 中输入“-1000”，窗口 M57 中输入 2000。使用窗口 M58 可以验证电流环本身是否已经“校准”，验证的方法是：

键入 MENU 5 8 ENT 使用 ▲/+ 或 ▼/- 键顺序移出“0mA”、“4mA”、“8mA”、“16mA”、“20mA”字样，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。

窗口 M59 用于查看当前电流环输出电流值，此值随流量的变化而变化。

§6.8 怎样输出累积脉冲

超声波流量计/热量表系列超声波流量计/热量表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上。

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（见窗口 M78、M79），

例如欲使用继电器输出正向累积脉冲，每一脉冲代表 0.1m3 的流量，可进行下列设置：

1．在窗口 M32 中选择累积流量单位：“立方米（m3）”；

2．在窗口 M33 中选择倍乘因子：“2.0×0.1”；

3．在窗口 M79 中选择:“9. 正累积脉冲输出”。

注意：累积脉冲大小要选择合适，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。建议使用速率 1～60 脉冲/分钟。

§6.9 怎样使用 OCT 输出

超声波流量计/热量表的 OCT 输出是电气隔离的集电极开路输出。开闭条件是可编程的，用户可以设定开闭条件为下列之一：系统产生报警信号或有累积脉冲输出等。

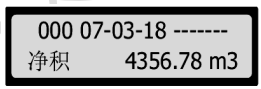
§6.10 怎样使用继电器输出

超声波流量计/热量表的继电器输出是可编程的，用户可以设定开闭条件为下列之一：系统产生报警信号或有累积脉冲输出等，见窗口 M79。

§6.11 怎样查看每日、每月、每年流量

使用窗口 M82 可查阅过去的前 512 天的历史流量数据和机器工作状态。

键入 MENU 8 2 后选择第 0 子项“按天查看”将出现如右面显示字样，左上角“00”“63”表示序号，中间的“00-07-21”表示日期，右上角“--------”字样表示工作状态，如果状态栏只显示“--------”表示机器在工作日中工作完全正常。如果出现其它字符，请参见错误代码说明。下面数值 4356.78 表示该工作日一整天的净累计流量。



查阅月流量，键入 MENU 8 2 后选择第 1 子项“按月查看”选项。

查阅年流量，键入 MENU 8 2 后选择第 1 子项“按年查看”选项。

§6.12 怎样实现断电时间段内流量的自动补加

在窗口 M83 中选择“开(ON)”项，则此后断电时间段内丢失的流量，可在上电时自动补加到流量累积器中。选择“关(OFF)”项，此项功能失效。

此功能的使用本质上受很多条件限制，往往不能可靠工作，不推荐用户使用。用户应该设法保证流量计电源不被间断，以保证测量数据的正确。

§6.13 怎样使用定量（批量）控制器

流量计/热量表内置批量控制器，可对流量进行定量控制。使用键盘或模拟输入信号的上升沿或下降沿作为输入进行控制，输出可使用 OCT 或继电器。使用模拟输入作为控制信号时，在模拟输入端输入大于 2 mA 的电流信号表示“1”状态，0mA 电流表示“0”状态。

使用窗口 M80 选择控制输入信号，使用窗口 M78（OCT 输出）或 M79（继电器输出），选择第 8 项“作为定量器输出”，则会在 OCT 或继电器输出上产生输出信号。

定量值在窗口 M81 中输入。输入定量值后，即启动批量控制器。

§6.14 怎样对模拟输出进行校准

一般情况下，除非使用者发现使用窗口 M58 校验电流环所显示的电流值与实际输出的电流值不一样，否则不要进行此项操作。因为每一台流量计出厂前，厂家已进行了严格的校准。

对模拟输入进行校准前必须先展开硬件调试窗口，展开的方法是：键入 MENU ▼/- 0 ENT，输入密码“4213068” 再键入 ENT 展开。展开只在本次通电时间段内有效，断电后自动关闭，密码失效。

键入 MENU ▼/- 1 ENT，进入对电流环输出 4 mA 进行校准状态，使用精密电流表测量电流环的输出电流，同时使用▲/+或▼/-键调节锁显示的数字的大小，观察电流表电流的大小直到显示 4.00 时停止调节，即表示已经 4mA 校准。这时，再键入 ENT 进入对电流环输出 20mA 进行校准状态，方法同 4mA 校准。

校准结果暂时存放在机内带掉电保护的 RAM 中。需要使用 M26 菜单的“1”选项可以储存在内部 FLASH 中，达到永久记忆的目的。如此操作后即使备用电池移去也不会丢失校准结果。

§6.15 怎样输入线性度折线输入数据

超声波流量计/热量表能够实现流量非线性多点线性化修正。出厂

时产品中该功能是关闭的。进入菜单 M48 可以使用该功能，该功能使用密码为：1111。

超声波流量计/热量表可以实现多达 11 段折线修正。

用户可以根据自己的实际情况选择 2 点至 12 点之间的任意点数对仪表进行修正。

为了说明其使用方法，我们假设通过对仪表进行在线标定得到了下面表格中的试验数据：

参照标准装置流量（m3/h）	仪表指示流量（m3/h）	修正系数（标准/示值）
1.02	0.998	1.02
5.11	5.505	0.93
10.34	10.85	0.95
20.45	19.78	1.03
50.56	51.23	0.99

为了对超出流量范围之外的流量也进行修正，而不产生修正系数的突变现象，我们在上面的 5 个修正点的基础上加上两个点（0m3/h，1.0）、（100000m3/h，1.0），其中（0m3/h，1.0）称为“极小”流量修正点，这组数据用来便于对仪表示值流量小于 1.02m3/h 时产生合适的修正系数；而（100000m3/h，1.0）称为“极大”流量修正点，其作用是用来便于处理仪表示值流量大于 50.56m3/h 产生合适的系数。这样我们就得到下列从小到大的排列的数据组。

（0，1.00）
（0.998，1.02）
（5.505，0.93）
（10.85，0.95）

（19.78，1.03）

（51.23，0.99）

（100000，1.00）

共有 7 组数据。进入菜单 M48，依次在其中输入上面的 7 组数据，（一定注意要按照从小到大顺序输入），然后就完成了多线段折线修正功能设置。

如果需要取消折线修正功能，只需在菜单 M48 中输入“0”。

重新启用折线修正功能，再在需在菜单 M48 中输入数据点数（本例中为“7”）。

必须注意的是，在用户对仪表进行标定以前，必须先行关闭折线修正功能！如果在折线修正功能没有关闭的情况下进行标定而产生的修正数据组必须按照原先的修正曲线数据进行反向修正处理以后方可再输入到仪表中。反向修正很繁杂，应该尽量避免。

折线修正功能需要用户自己在标定流量范围以外加上两个极大极小流量修正点数据的好处是，用户可以通过输入不同的极大极小流量修正系数而实现特定的修正功能。例如可以输入下列数据点（0，0）、(0.1, 1)、(100000,1) 使仪表在 0 至 0.1 之间引入“非线性”而实现避免出现超声波类仪表在小流量附近“自跑”现象---实际流量为零，但还仪表还是有指示。（超声波类仪表在“零点”附近的自跑现象，其本质上其实是超声波流量计在零点附近线性保持直线这个优点产生的副作用，大多数仪表都是通过一个低流速切除值“强迫使”仪表示值为零）。为了减小这个副作用，我们就可以通过调整输入不同的极小流量点修正系数，选择仪表合适的修正曲线，从而把这个副作用的缺点尽可能地减小。

§6.16 怎样实现热量测量

超声波流量计/热量表配接三线制 PT100 或两线制 PT1000 即可实现热量测量，接线方法如下：

一、PT100 接线

● 功能型超声波热量表：外部接线可参考接线盒内标识；内部接线供水回路温度传感器的供电端和信号端分别连接在接线端子 TX1、T1 上。回水回路温度传感器的供电端和信号端分别连接在接线端子 TX2、T2 上。两只电阻的地端一起连接到 GND 接线端子上。

● 分体式超声波热量表：供水回路温度传感器的供电端和信号端分别连接在线路板右上角 TX1、T1 上，回水回路温度传感器的供电端和信号端分别连接在接线端子 TX2、T2 上。两只电阻的地端一起连接到接线端子 GND 上。

● 超声波热量模块：供水回路温度传感器的供电端和信号端分别连接在上面的接线端子 TX1、T1 上；回水回路温度传感器的供电端和信号端分别连接在接线端子 TX2、T2 上。两只电阻的地端一起连接到接线端子 GND 上。

二、PT1000 接线

●电池供电型超声波热量表：供水回路温度传感器的供电端和信号端分别连接在线路板右上角 T1、GND 上，回水回路温度传感器的供电端和信号端分别连接在接线端子 T2、GND 上。

注意事项：

1.在延长连接温度传感器时，要尽可能采用线径较粗的导线，并且要保证所有连接温度传感器的三根导线是完全一样的同一种规格的导线。

2.测温电路部分和流量测量电路部分是共地的。

§6.17 怎样利用 RS485 升级流量计系统软件

方法一：购买制造厂家提供的超声波流量计手操器，将升级文件装入 SD 卡，进行升级。

方法二：从制造厂家获得升级文件，利用 WINDOS 操作系统的超

级终端，用 RS232 转 RS485 通信电缆或 USB 转 RS485 通信电缆，进行升级。具体的升级文件及升级方法，可查看制造厂家的网站或与客服联系。

七 通讯接口及协议

超声波流量计/热量表本身带有隔离的 RS485 接口，另外，用户可选购带 HART 接口的 4—20mA 电流环输出模块。可以同时支持多种常用的通讯协议，包括 MODBUS 协议、M-BUS、FUJI 扩展协议及国内其它厂家协议。

MODBUS 协议是常用的工控协议。MODBUS 的两种格式 RTU 和 ASCII 都能支持。

FUJI 扩展协议是在日本 FIJI 超声波流量计协议的基础上扩展实现的，能够兼容 FUJI 超声波流量计协议。

兼容协议可以兼容水表协议以及国内其它厂家协议，为了方便用户把超声波流量计/热量表接入用户按照国际其它厂家通讯协议而开发的数据采集系统中，目前可以支持 8 种兼容通讯协议。使用兼容通讯协议，用户需要在 M63 中，选择“MODBUS ASCII”选项后再选择协议中的任意一种即可。

超声波流量计/热量表还能够起到简易 RTU 设备的作用。可使用电流环及 OCT 输出控制步进式或模拟式电磁阀的开度，OCT 输出可控制其他设备的上下电，其 3 路模拟输入可用来输入压力、液位、温度等信号。

使用 GPRS 通讯模块，通过 RS-485 总线可以读取流量计的数据并发送到互联网上，实现数据的远传。

在网络环境中使用时，除标识地址码的编程需使用串口或并口操作键盘外，其他各个量的操作均可在上位机上进行。

数据的传输采用命令应答方式，即上位机发出命令，流量计做出相应的回答。

流量数据采集可以使用本公司研制开发的通用/专用流量/热量数

据监控系统，该系统基于超声波流量计/热量表的特点，充分利用了流量计特色的软硬件设计，具有投资少、系统简单明快、运行可靠等特点。

广大用户如有联网需求，请与我公司联系或登陆本公司网站下载通讯协议说明书。

八 数据存储及数据分析

§8.1 数据存储

部分版本的流量计/热量表带有内置的 32M 存储器，另外，也可选购外置的 SD 卡存储器，容量可支持 512M～2G。

内置存储器采用 ATMEL 公司的高性能 FLASH 芯片，无需外部硬件，可存储最大 32M 数据。为了使 SD 卡储存器正常工作，必须作如下设置：

1.使用 M50 菜单选择欲储存的内容选项；

2.使用 M51 菜单选择开始储存的时刻，储存时间间隔以及储存的次数。 开始时间填入**:**:** 表示当前时刻开始。在储存次数中填入 9999 表示无限长时间一直进行储存。

3.M52 菜单中必须选择把流量计产生的数据送入“内部数据记录器”上。

外置 SD 卡存储器分为板载读写装置及外置读写装置两种，容量可支持 512M～2G 标准 SD 卡。为了使 SD 卡储存器正常工作，必须作如下设置：

1.使用 M50 菜单选择欲储存的内容选项

2.使用 M51 菜单选择开始储存的时刻，储存时间间隔以及储存的次数。 开始时间填入**:**:** 表示当前时刻开始。在储存次数中填入 9999 表示无限长时间一直进行储存。

3.M52 菜单中必须选择把流量计产生的数据送入“内部串行总线”上。

§8.2 数据分析

分析内部存储器内的数据时，需将流量计连接到电脑并打开附带的数据分析软件。通过 M4_菜单将内部存储器的数据导出到数据分析软件中，即可对数据进行分析，数据分析软件的详细操作方法请见软件的帮助文档。

SD 卡数据存储器进行数据记录后，会在 SD 卡上生成一个 PRINT.TXT 的文件，把 SD 卡通过读卡器连接到电脑然后通过数据分析软件找到并打开 PRINT.TXT 这个文件,即可将数据导入到软件内进行数据分析。

九 故障解析

超声波流量计/热量表设计了完善的自诊断功能。对发现的问题以代码的形式按时间顺序显示在 LCD 显示器的右上角。M08 菜单则可顺序显示所有存在的故障问题。

超声波流量计/热量表对硬件故障一般在每次上电时进行检查，正常工作时能检查到部分硬件故障。所显示的错误分为两类:一类为电路硬件错误信息，可能出现的问题及解决办法见表 1 所示。如果上电自检时发现问题，进入测量状态以后，显示器的左上角将显示“* F”。可重新上电，查看所显示的信息，按下表采取具体措施。如果问题继续存在，可与公司联系。

另一类是关于测量的错误信息，详见表 2。

问题及解决办法由以下两表给出。

表 1 硬件上电自检信息及原因对策

LCD 显示信息	原 因	解 决 办 法
程序 ROM 校验和有误	系统 ROM 非法或有错	同厂家联系
数据储存器读写有误	内存参数数据有误	重新上电/同厂家联系
系统数据存储器错误	系统存储数据区出错	重新上电/同厂家联系

测量电路硬件错误	子 CPU 电路致命错误	重新上电/同厂家联系
主频错误！检查晶振	系统时钟有错	重新上电/同厂家联系
日期时间错误	系统日期时间有错	重新设定日期时间
显示器不显示、或显示混乱、工作不正常等怪现象。	连接面板的电缆线接触不良	检查连接面板的电缆线是否接触好。此状态不影响正常计量
按键无反应	接插件接触不良	同上

表 2 工作时错误代码原因及解决办法

代 码	M08 菜单对应显示	原　　因	解　决　办　法
*R	系统工作正常	* 系统正常	
*J	测量电路硬件错误	* 硬件故障	* 与公司联系
*I	没有检测到接收信号	* 收不到信号	* 传感器靠紧管道,充分的耦合剂
		* 传感器与管道接触不良或耦合剂太少	* 管道表面干净无锈迹,无油漆,无腐蚀眼
		* 传感器安装不合适	* 检查初始参数是否设置正确。
		* 内壁结垢太甚	* 清除结垢或置换测试点
		* 新换衬里	* 等待衬里固化饱和以后再测。
*H	接收信号强度低、质量差	* 信号低 * 信号质量太差	* 解决方法同上栏。
*E	电流环电流大于 20 毫安 （不影响正常测量 如果不使用电流输	* 4-20mA 电流环输出溢出超过 100%. * 电流环输出设置不对。	* 重新检查设置或确认实际流量是否太大。

	出，可置之不理。）		
*Q	频率输出高于设定值（不影响正常测量,如果不使用频率输出，可置之不理。）	* 频率输出溢出 120%, * 频率输出设置不对或实际流量太大。	* 重新检查频率输出（参见 M66- M69 窗口使用说明）设置或确认实际流量是否太大。
*F	见表 1 所示	* 上电自检时发现问题 * 永久性硬件故障	* 试重新上电，并观察显示器所显示的信息，按前表处理。
*G	调整增益正在进行>S1 调整增益正在进行>S2 调整增益正在进行>S3 调整增益正在进行>S4	*如机器停在S1或S2上或只在 S1，S2之间切换，说明收信号太低或波形不佳。	
*K	管道空,M29 菜单设置	管道中没有流体或者是设置错误	如果管道中确实有流体，在 M29 菜单中输入 0 值

十 附录

附录一 性能技术参数

项目	性 能、参 数	
主机	原 理	时差型，采用低电压多脉冲发射电路，双平衡信号差分接收电路

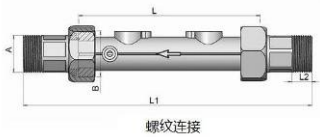
	精　度	流量：优于±1%　热量：优于±2%	重复性：0.2%	测量周期：500ms
	背光液晶可同时显示瞬时流量及累积流量、瞬时热量和累积热量、流速、时间等数据			
	信号输出	电流输出：4~20 mA 或 0 ~20 mA, 阻抗 0~1k，精度 0.1%		
		OCT 输出：正、负、净流量或热量脉冲信号		
		继电器: 可输出近 20 种源信号（如无信号，反向流等）		
		声音报警：蜂鸣器可根据设置发出报警声音（如流量过大、过小）		
	信号输入	可输入三路电流信号（如：温度、压力、液位等信号）		
		可连接三线制 PT-100 铂电阻，实现热量测量		
	自动记忆前 512 日、128 月、前 10 年的流量或热量数据			
	自动记忆前 32 次来电和断电时间和流量，可进行人工或自动补量			
	自动记忆前 512 日流量计的工作状态是否正常			
	数据接口 RS485			
	可编程定量（批量）控制器。			
专用电缆	定制双绞线，一般情况下限于 20 米，特定场合单根可加长至 500 米，不推荐； 选用 RS485 通讯，传输距离可达千米以上			
管道情况	管　材	钢、不锈钢、铸铁、PVC、铜、铝、水泥管等质密的管道，允许有衬里。		
	管内径	15～6000mm		
	直管段	传感器安装点最好满足：上游 10D，下游 5D，距泵出口 30D（D 指管径）		

测量介质	种　类		水、海水、工业污水、酸碱液、酒精、啤酒、各种油类等能传导超声波的单一均匀的液体。
	温　度		标准传感器：温度-30℃～90℃　高温传感器：-30℃～160℃
	浊　度		浊度≤10000 ppm, 且气泡含量小。
	流　速		0～±30m/s
	流　向		正、反向双向计量，并可以计量净流量或热量
工作环境	温　度		主机：-30℃～80℃
			流量传感器：-40℃～160℃　温度传感器：根据客户需求选定
	湿　度		主机：85%RH
			流量传感器：可浸水工作，水深≤3 米
电源	AC220V、3.6V 锂电池、DC8～36V、AC85～264V		
功耗	小　于 1.5W	通信协议	MODBUS 协议、MBUS 协议、FUJI 扩展协议、简易水表协议，兼容其它厂家协议

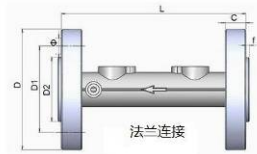
附录二 管段式传感器规格表

一、适用管径 DN10mm—DN40mm　　单位：mm

公称压力：2.5MPa



螺纹连接



法兰连接

公称口径	管段长度（mm）		连接螺纹		螺纹有效长度
	不带接管长度 L	带接管长度 L1	管段螺纹 A	接管螺纹 B	

DN					
15	130	225	R1/2	G3/4B	14
20	130	235	R3/4	G1B	16
25	160	280	R1	G1 1/4B	16
32	180	305	R1 1/4	G1 1/2B	18
40	200	328	R1 1/2	G2	18

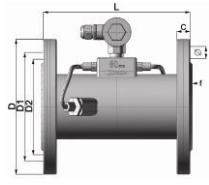
公称口径 DN	管段长度 L	法兰外径 D	螺栓孔中心圆直径 D1	螺栓孔径×数量 φ×n	密封面		法兰厚度 C	法兰厚度 C
					D2	f		
15	130	95	65	14×4	46	2	14	20
20	130	105	75	14×4	56	2	18	20
25	160	115	85	14×4	65	3	18	20
32	180	140	100	18×4	76	3	18	22
40	200	150	110	18×4	84	3	18	52

标准 π 型管段式传感器 （适用管径 DN10mm—DN40mm）

	公称通径 DN（mm）	长度 L（mm）	法兰尺寸（mm）			密封面		法兰厚度 C
			D	D1	D-Φ	D2	1	

	10	300	90	60	4-14	41	2	14
	15	320	95	65	4-14	46	2	14
	20	360	105	75	4-14	56	2	16
	25	390	115	85	4-14	65	3	16
	32	450	140	100	4-18	76	3	18
	40	500	150	110	4-18	84	3	18

二、适用管径 DN50mm-DN1000mm



单位：mm　公称压力：1.6MPa

公称口径 DN	公称压力 MPa	长度 L	法兰外径 D	螺栓孔中心圆直径 D1	螺栓孔径×数量 φ×n	密封面		法兰厚度 C
						D2	f	
50	1.6	280	165	125	18×4	99	3	20
65	1.6	200	185	145	18×4	118	3	20
80	1.6	225	200	160	18×4	132	3	20
100	1.6	250	220	180	18×8	156	3	22
125	1.6	275	250	210	18×8	184	3	22
150	1.6	300	285	240	22×8	211	3	24
200	1.6	350	340	295	22×12	266	3	24
250	1.6	450	405	355	26×12	319	3	26
300	1.6	500	460	410	26×12	370	4	28
350	1.0	550	505	460	22×16	428	4	30
400	1.0	600	565	515	26×16	482	4	30

450	1.0	700	615	565	26×20	532	4	30
500	1.0	800	670	620	26×20	585	4	32
600	1.0	1000	780	725	30×20	685	5	36
700	0.6	1100	860	810	26×24	772	4	40
800	0.6	1200	975	920	30×24	878	4	44
900	0.6	1300	1075	1020	30×24	9781	4	48
1000	0.6	1400	1175	1120	30×28	1078	4	52

注：工业超声波水表，电池供电型超声波热量表管段尺寸同以上规格

附录三 常用参数

1. 常用液体声速和粘度

液 体	声 速 (m/s)	粘 度	液 体	声 速 (m/s)	粘度
水 20℃	1482	1.0	甘油	1923	1180
水 50℃	1543	0.55	汽油	1250	0.80
水 75℃	1554	0.39	66#汽油	1171	
水 100℃	1543	0.29	80#汽油	1139	
水 125℃	1511	0.25	0#柴油	1385	
水 150℃	1466	0.21	苯	1330	

水 175℃	1401	0.18
水 200℃	1333	0.15
水 225℃	1249	0.14
水 250℃	1156	0.12
丙酮	1190	
甲醇	1121	
乙醇	1168	
酒精	1440	1.5
乙酮	1310	
乙醛	1180	
乙二醇	1620	
苯胺	1659	1.762
n-辛烷	1192	
三氯甲烷	1001	0.383
丙三醇	1923	1188.5
乙酸甲酯	1181	0.411
二甲酸	1389	

乙苯	1340	
甲苯	1170	0.69
四氯化碳	938	
煤油	1420	2.3
石油	1290	
松油	1280	
三氯乙烯	1050	0.82
大港航煤	1298	
大庆 0#航煤	1290	
花生油	1472	
蓖麻油	1502	
乙醚	1006	0.336
邻二甲苯	1360	
氯苯	1289	
醋酸	1159	1.162
乙酸乙酯	1164	
重水	1388	1.129

二硫化碳	1158	0.290	三溴甲烷	931	
n-丙醇	1225		n-戊烷	1032	0.366
n-乙烷	1083	0.489	轻油	1324	
变压器油	1425		主轴润滑油	1342	15.7
石油	1295		汽油	1250	0.4-0.5

2. 常用材料声速

声速单位：m/s

管材料	声速(m/s)
钢	3206
铁	3230
铸铁	2460
铅	2170
ABS	2286
铝	3048
黄铜	2270
铸铁	2460
青铜	2270
玻璃钢	3430
玻璃	3276
聚乙烯	1950
丙烯基	2644
PVC	2540
砂浆	2500

衬材料	声速(m/s)
特氟隆	1225
球墨铸铁	3000
不锈钢	3206
氯乙烯	2640
钛	3150
水泥	4190
沥青	2540
搪瓷	2540
玻璃	5970
塑料	2280
聚乙烯	1600
聚四氟乙烯	1450
FRP	2505
橡胶	1600
沥青环氧	2505

其它液体和材料声速请联系公司查询

3. 水中声速表 （1标准大气压下）

单位：t (℃) v (m/s)

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