



插入式密度计

第一部分 介绍

1. 密度计介绍

密度计插入式密度计采用插入式安装，广泛适用于管路，开阔的罐体容器和封闭的罐体容器中的介质密度检测。

流体密度直接取决于传感器插入介质中音叉收到的振动频率。传感器内置温度传感器为其提供温度补偿。



2. 适用范围

密度计插入式密度计可实时在线的进行密度检测。它可以运用于以密度为基本参数产品的过程控制或者以固体百分比或浓度百分比为参照质量控制中。

典型行业包括，石油化工行业，酿酒业，食品行业，制药行业和矿物加工（如粘土，碳酸盐、硅酸盐等），具体应用于以上行业中的多产品管道中的界面检测，搅拌混合物的密度检测，反应釜终点监测，离心机界面检测。

3. 工作原理

传感器基于元器件振动原理工作，元器件部分为浸入被测液体中的音叉部分。音叉部分通过内在的固定于叉体底部一端的压电设备感应振动。震荡频率由固定于叉体另一端的二次压电设备来检测，然后通过顶部的电路放大信号。

液体密度和被测液体流动时的震动频率密切相关，当被测液体密度变化时，液体流动时的振动频率也随之改变。通过以下方程，被测液体的密度可以被精确的计算出来。

$$D= K0+K1T+K2T^2$$

D=未校准的被测介质密度 (kg/m³)

T=振动频率 (μs).

K0、K1、K2=常量

在密度检测过程中，密度计插入式密度计可以自动补偿温度对被测介质密度 (D) 的影响，压力对密度没有显著的影响。

4. 特点

密度计插入式密度计内含微处理器，故传感器可进行完整的信号调节、计算和诊断功能，无需远程电子装置进行处理。

5. 技术参数

密度测量范围	0.5 - 2.5 g /cc (500 - 2500 kg/m ³)
标定范围	0.8 - 1.2 g /cc (800 - 1200 kg/m ³)
测量精度	± 0.002 g /cc (± 2 kg/m ³)
重复性	± 0.0002 g /cc (± 0.2 kg/m ³)
温度输出范围	-10℃ ~ +120℃
最大工作压力	4MPa 特殊 20MPa
流体粘度范围	0 - 20000 cP
温度系数	小于 0.1 kg/m ³ /℃ (校正后)
压力影响	可忽略不计
内置温度传感器	PT100
接液材质	316L 不锈钢 哈氏合金
叉体涂层	标准型, PTFE
供电电源	24VDC, ≥500mA
模拟信号输出	4 -20 mA, 0-1000Hz, RS485 Modbus RTU
输出精度(20℃)	读数的± 0.1%或± 0.05% FS
输出重复性(-40 ~ +85℃)	± 0.05% FS
过程连接	ANSI 150 ~ 1500 RF DIN 50 PN16 DIN 50 PN40 IDF 和 RJT 卫生型
防护等级	IP65
外壳	铝合金

第二部分 机械安装

1. 概述

不同于管道密度传感器，密度计插入式密度计的叉体部分不是全封闭的。管壁或容器壁会对流体产生的边界效应加上测量介质本身的黏度效应，这些效应会对传感器的测量校准产生一定的影响。为了克服这些，针对不同的环境，我们事先总结设定了安装方式和管径，方便在相同条件下的选型。

安装标准	T 型侧开 插入式安装
说明	叉体部分直接进入主流体
流速	通过叉体的流速为 0-1m/s
粘度范围	最大 20000Cp
温度	-10-120℃
主管道尺寸	≥水平管道 100mm(4")； ≥垂直管道 150mm (6")；
优点	安装方便，测量精度高

2. 流速的计算

$$V = Q / (1/4 * \pi * d^2)$$

例：流量 20m³/h 管道直径 100mm

$$V = 20 / 3600 / (1/4 * 3.14 * 0.1 * 0.1) = 0.7 \text{ 米/秒}$$

3. 安装定位

3.1 概述

对 T 型管侧开插入式或者 T 型管侧开缩进式安装来讲，密度计插入式密度计需要音叉的中间间隙需要和传感器垂直。这种方式通常不用考虑管路安装，可以避免被测流体中的气泡和沉淀物对仪器的影响。

3.2 典型安装方式示意图

3.2.1T 型侧开式 插入式安装

适用环境：



流速：0-1m/s（经过传感器）

粘度范围：≤20000cP

温度范围：-10-120℃

需要注意的是：法兰的传热可能会引起变送器温度变化，从而影响响应时间。

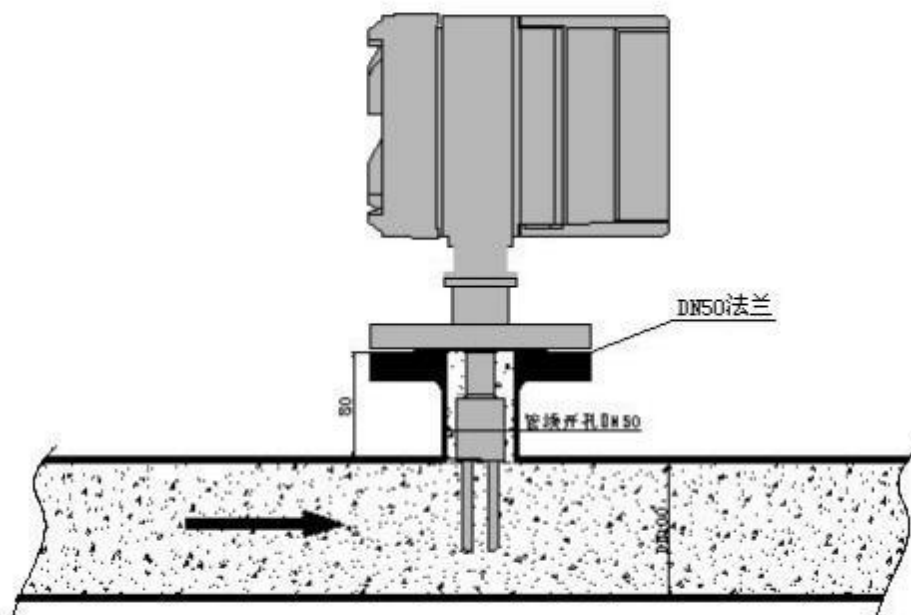


图 DN100 管道仪表安装尺寸和方向图

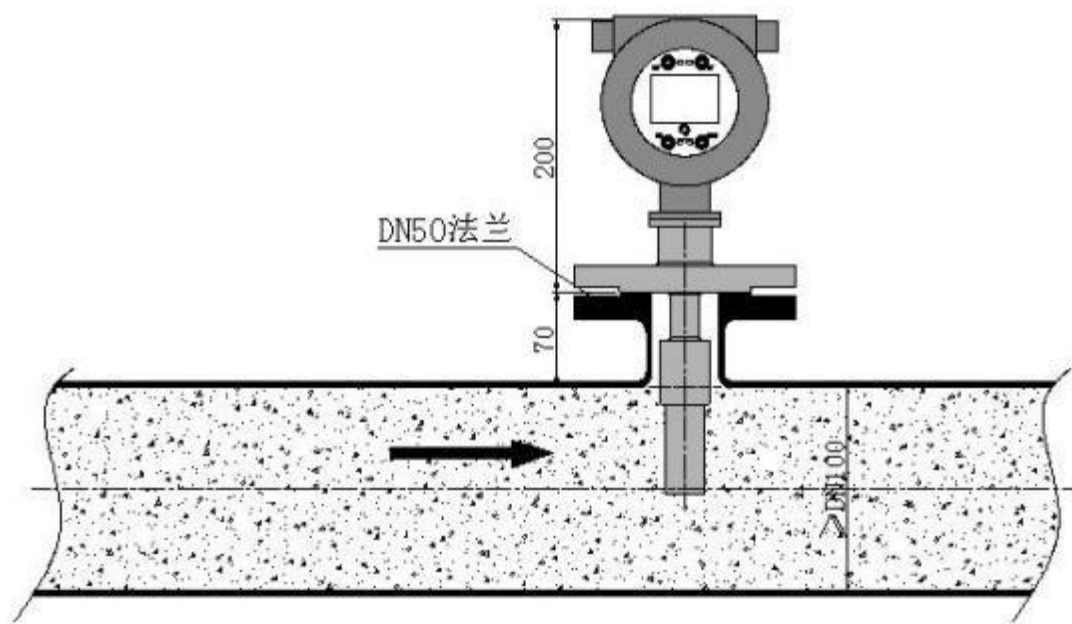


图 大于 DN100 管道仪表安装尺寸和方向图

如果安装在垂直管道，流体方向必须低进高出，以保证流体充满管道。

安装过程中可能需要短颈焊接或松套法兰，法兰选择上需根据法兰压力等级。如果使用高压法兰，只有松套法兰能有必要的许可。

3.2.2 T 形侧开 缩进式安装

这种安装方式对安装精度要求较高，一般不推荐使用这种安装方式。如果流速过高，可采用扩径的方式降低流速，仪表前后需有一定的直管段，保证流体在流过叉体时处于层流状态。

适用条件：

流速：3-5m/s（主管路流速）

粘度范围：≤100cP（部分情况≤250cP）

温度范围：-10-120℃

法兰的热质量可能影响变送器温度，可能因此对响应时间有一定影响。

主管道流速，介质粘滞性必须符合使用条件，T 型管区介质必须保证不断流动。在粘度变化时，这种安装方式没有直流式安装响应迅速。

3.3 试用转

1. 一旦管路安装准备好，在密度计安装前，需封上法兰或冲压螺母，并且对管路进行高压冲水。

2. 连接管路，打开法兰口或冲压螺母

3. 安装密度计插入式密度计

4. 对系统缓慢加压检测渗漏现象，尤其是工作温度为高温，或者在冷却状态下安装。如果渗漏，必须拧紧。

5. 一旦系统安装且无渗漏现象，需检查绝缘物质，包括每个法兰。

4. 密度计及法兰详细尺寸图

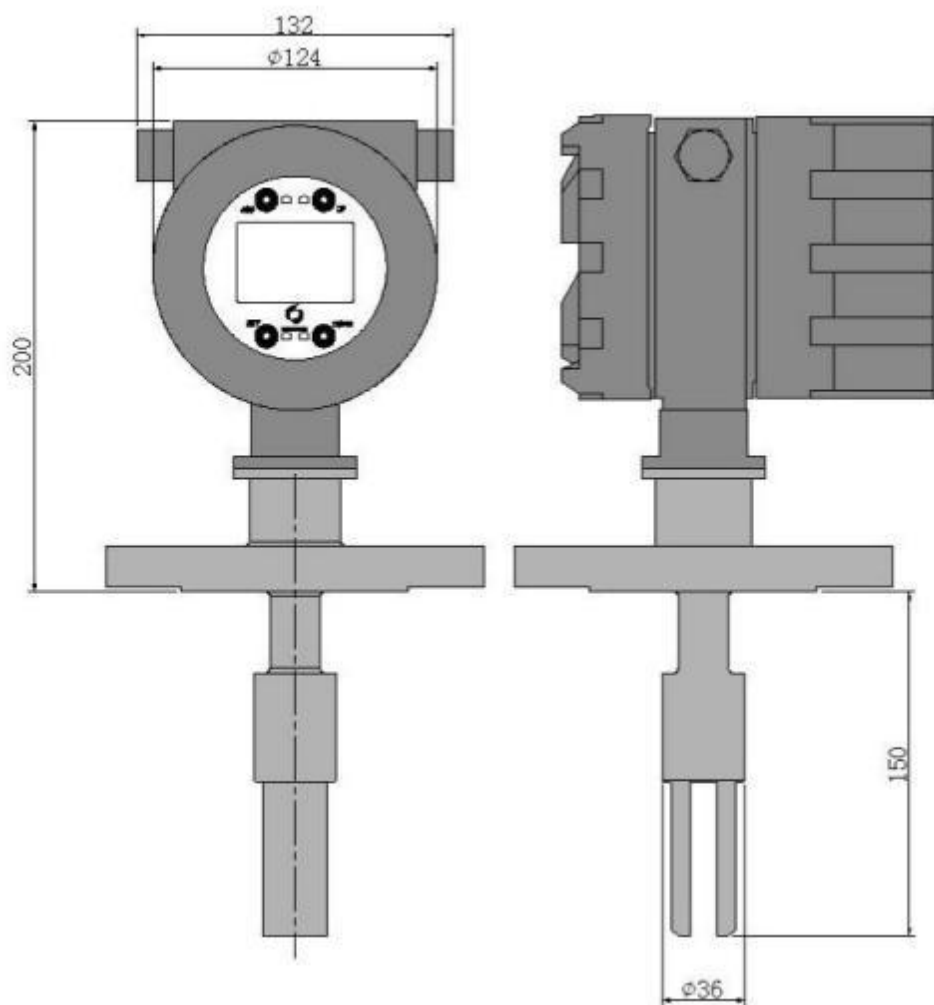
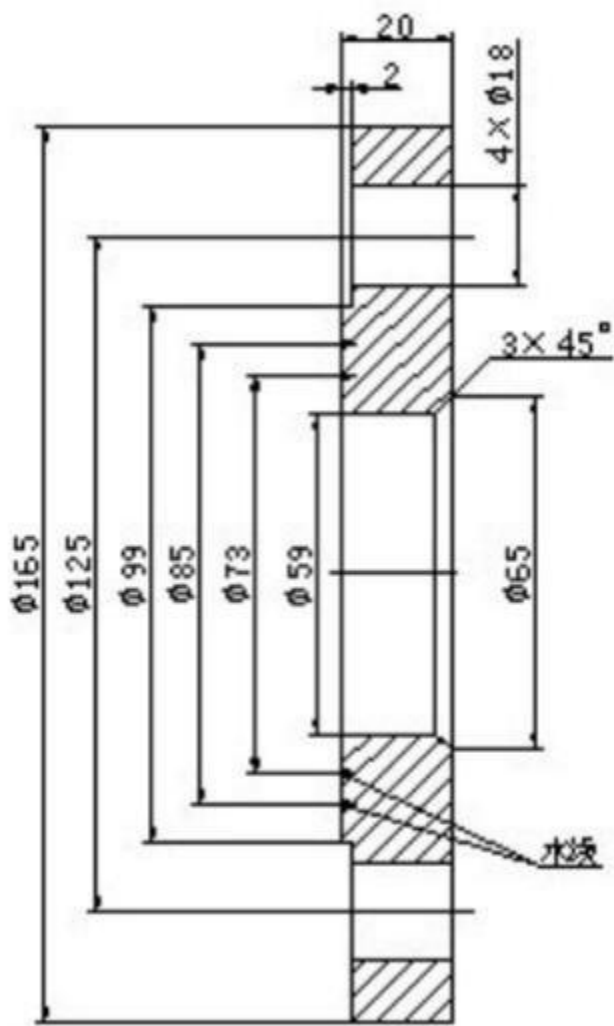


图 密度计尺寸图



4MPa D1150平焊法兰
未标注倒角均为 $1 \times 45^\circ$

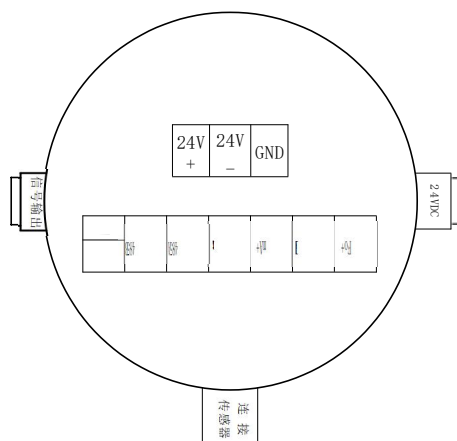
图 法兰尺寸

第三部分 电气安装


1. 介绍

密度计采用四线制电路设计，输出一路 4-20mA，一路 0-1000Hz 脉冲，并有标准 MODBUS RTU 通讯接口。其中电流和频率输出为有源输出，软件可选对应测量密度，温度，质量百分

比或体积百分比。具体接线图如下：



2. 接线说明：

24V + \ -	24VDC 电源(电流不小于 500mA)
Fo + \ -	频率输出 0-1000 Hz (温度、密度、百分比含量可选)
mA + \ -	电流输出 4-20 mA (温度、密度、百分比含量可选)
485A \485B	RS-485 通讯 (波特率：“9600”，本机地址：设定为“1”)
GND	信号屏蔽地
	仪表外壳地

如果几个密度计安装在同一地点，可以共用一个电源。如果密度计安装在宽阔区，电缆消费过大，可以使用小型本地电源。

没有必要对传感器进行单独的直接接地，接地一般通过安装的金属管路。

第四部分 注意事项

禁止 直接摔放仪器

禁止 测量强腐蚀性液体，如有需要必须在订货时说明仪表材质

禁止 仪器在额定压力以上工作

禁止 压力测试超过指定测试压力

须知 仪器适用于防爆场合

须知 安装完毕后仪器可承受测试最大工作压力 1.2 倍

须知 储存运输仪器使用原装箱包

须知 订货时务必告之现场的实际安装方式，否则可能造成现场的使用误差

第五部分密度计操作说明

- 变送器按钮为红外光感按钮，无需开盖，可用反光性好的物体，离面板一厘米左右的高度遮挡来操作。
- 具体操作内容如下：
 1. 遮挡“UP”、“DOWN”键,实现两个功能界面切换;
 2. 遮挡“SET”键,进入输入密码界面,通过调节“UP”“DOWN”键,使输入内容变为“20”,遮挡“SET”键,进入用户设置主菜单,在用户设置主菜单中遮挡“ESC”返回功能界面;否则根据需要选择要操作的主题,遮挡“SET”键进入相应的下一级菜单:
 - 1) 进入“查看记录”菜单,可以查看仪表型号以及仪表编号;遮挡“ESC”键返回用户设置主菜单;
 - 2) 进入“修改设置”菜单,通过遮挡“UP”、“DOWN”键可选择要修改的设置,然后遮挡“SET”键使该项进入设置状态,遮挡“UP”、“DOWN”键,选择要输入的内容,遮挡“SET”键进行确认,同时存储设置(掉电不丢失),否则遮挡“ESC”键退出设置状态,具体如下:
 - a) 密度单位选择: 在这里可以选择功能界面的密度单位(密度单位有: lb/gal、g/cc、kg/m³、lb/ft³);
 - b) 温度单位选择: 可以选择主界面显示温度的单位(温度单位有: °C、F);
 - c) 输出频率选择: 可以选择输出频率对应的功能(1. 密度: 频率输出随着所测液体的密度变化而变化; 2. 温度: 频率输出随着所测液体的温度变化而变化; 3. V/V: 频率输出随着所测溶液中体积组分比例的变化而变化; 4. m/m: 频率输出随着所测溶液中体积组分比例的变化而变化;);
 - d) 输出电流选择: 可以选择输出电流对应的功能(1. 密度: 电流输出随着所测液体的密度变化而变化; 2. 温度: 电流输出随着所测液体的温度变化而变化; 3. V/V: 电流输出随着所测溶液中体积组分比例的变化而变化; 4. m/m: 电流输出随着所测溶液中体积组分比例的变化而变化;);
 - e) 显示相应时间: 可以设置功能界面时屏幕数据的刷新速度;
 - f) 背光亮? : 可以设置屏幕的背光灯打开和关闭;
 - g) 组分 A 的密度: 进行组分比测量时第一种液体的密度;
 - h) 组分 B 的密度: 进行组分比测量时第二种液体的密度;
 - i) 组分显示选择: 可以设置功能界面组分比的形式(1. V/V 体积组分比;

2. m/m 质量组分比。);

- j) 密度计复位：可以通过设置此选项使密度计复位；
- k) 本机地址：可以设置 RS485 通讯时的设备地址, 默认地址为“1”；
- l) 波特率：可以设置 RS485 通讯时的波特率, 默认波特率为“9600”；
- m) 通讯方式：可以将 RS485 的通讯设置为标准的Modbus RTU 和我公司自定义的带 CRC 校验的通讯方式, 默认通讯方式“Modbus RTU”；

3) 进入“固定输出测试”菜单, 此菜可以测试频率输出和电流输出, 遮挡“SET”键进入设置状态, 然后通过遮挡“UP”键选择测试点 (各测试点对应的测试频率: 0%--0Hz; 25%--250Hz; 50%--500Hz; 75%--750Hz; 100%--1000Hz。各测试点对应的测试电流: 0%--4mA; 25%--8mA; 50%--12mA; 75%--16mA; 100%--20mA), 遮挡“ESC”键退出设置菜单, 同时也退出了测试状态;

4) 进入“现场自动校准”菜单 (此功能将使密度计更好的适应当前的安装环境, 因此对于新安装的密度计, 建议用户执行此操作), 如不进行现场自动校准, 遮挡“ESC”键, 则返回用户设置主菜单; 否则通过遮挡“UP”、“DOWN”键, 输入当前液体的密度, 然后遮挡“SET”键, 密度计开始自动校准, 同时屏幕显示“采样中, 请稍等!”字样, 采样完毕密度计重新回到用户设置主菜单, 同时密度计将当前安装状态下当前液体的密度存储到密度计芯片中 (掉电不丢失, 直至下次执行“现场自动校准”时存贮数据将被新数据取代)。

➤ 用户 Modbus RTU 地址表

序号	保持寄存器	访问地址 (十六进制/十进制)	定义	备注
1	41001	0x03E8 / 1000	密度	
2	41003	0x03EA / 1002	温度	
3	41005	0x03EC / 1004	工作频率	
4	41007	0x03EE / 1006	修正后的工作频率	
5	41009	0x03F0 / 1008	组分 A 的含量	

说明:

1. 仪表中其它地址可能涉及仪表的标校参数, 用户不可对其进行修改, 否则可能造成不可

预知的后果

2. 仪表出厂时默认的通讯参数是

数据位：8

停止位：1

校验位：无 (N)

波特率：9600

站号：1

通讯协议：Modbus RTU

第六部分 仪表选型指南

代码	产品							
CR	密度计插入式密度计							
	代码	材料						
	A	316L 不锈钢 标准表面						
	B	哈氏合金 标准表面						
	E	特制：运用此字母申请特制						
		代码	变送器输出					
		C	4-20mA 0-1000Hz RS485 Modbus RTU					
			代码	变送器外壳				
			B	铝合金				
				代码	过程连接			
				16	50mmGB/T 9123.1-2000 RF DN50/PN1.6			
				40	50mmGB/T 9123.1-2000 RF DN50/PN4.0			
				XX	特制：运用此字母申请特制			
					代码	杆长		
					150	标准长度 150mm		
					XXX	特制：标注需要的长度		
						代码	标定边界	
						A	自由流体 直接插入	
						C	DN50 管线斜插缩进 常规	
						E	DN50 管线斜插缩进 卫生型	
						T	特制：运用此字母申请特制	
							代码	工厂设置
							G	工厂设置选项
CR	A	C	B	40	150	A	G	典型订购信息