
User's Manual

Model DM8 振动式液体密度计

IM 12T03A01-02C-C

vigilantplant.[™]

◆ 序言

■ 本手册结构

本手册介绍了DM8振动式液体密度计的规格、安装、操作、维护和故障处理。为了确保正确使用本仪表，请通读本手册。

■ 关于手册

- 本手册应交于最终用户使用。
- 使用该仪表前请通读本手册。
- 本手册说明了产品包含的功能，但不能保证该产品能满足用户的特殊要求。
- 未经横河电机株式会社许可，严禁转载或复制本手册的全部或部分内容。
- 本手册的内容如有改变，恕不预先通知。
- 我们将尽力确保手册的准确性。但是，如发现任何错误或遗漏，请就近与最近的横河电机代理商或销售网点联系。

■ 标志

在本手册中，使用下列标志。



该标志指示操作者必须遵循本手册的使用方法，以防止发生可能引起人身伤害或人员伤亡的危险(例如触电)。



该标志指示操作者必须遵循本手册的使用方法，以防止发生硬件或软件损坏，或避免系统故障发生。



该标志提示需要注意理解的操作和功能要点。



补充信息



相关项或相关页面

◆ 售后保修

- 请勿改造本产品。
- 保修期间，保修的产品可送至当地销售商或售后网点进行维修。横河电机将在更换或维修受损部件后，将产品返还给您。
- 返还保修的产品时，需提供型号名称和序列号，以及问题描述。同时欢迎任何图表或数据形式的问题描述。
- 如果更换了产品，我们将不另行提供维修报告。
- 横河电机保证履行产品出售前对保修期内产品的承诺。横河电机也将基于此标准提供售后服务。当客户不在服务区域时，将会向客户收取派遣维护工程师的费用。
- 下述情况下，无论是否在保修期内，客户都需支付维修费用。
 - 出现本手册中保修范围之外的元件故障时。
 - 由于使用非横河电机提供的软件、硬件或任何设备而出现故障时。
 - 由于用户使用不当或维护不足出现故障时。
 - 由于进行未经横河电机允许的误操作、误使用或维修出现故障时。
 - 由于电源(电压、频率)异常出现故障时。
 - 由于任何超范围使用出现故障时。
 - 任何由火灾、地震、暴风、洪水、闪电、动乱、暴乱、战争、辐射及其他自然灾害造成损坏时。
- 横河电机不能保证满足用户的特定应用需求。由于特定应用引起的损坏，横河电机不承担任何直接/间接责任。
- 当用户将产品配置到系统中或二次出售该产品时，横河电机不承担任何责任。
- 产品停产后的连续五年内都可提供维护服务和维修部件。维修产品时，请就近与本手册中的销售网点联系。

目录

◆	序言	1
◆	售后保修	2
1.	概述	1-1
1.1	标准规格	1-1
1.1.1	一般规格	1-1
1.1.2	检测器	1-1
1.1.3	DM8C转换器	1-2
1.1.4	DM8W专用电缆	1-4
1.1.5	标准附件	1-4
1.2	型号和后缀代码	1-5
1.2.1	普通型检测器	1-5
1.2.2	隔爆型检测器	1-5
1.2.3	卫生型检测器	1-5
1.2.4	转换器	1-5
1.2.5	专用电缆	1-5
1.3	外部尺寸	1-6
1.3.1	检测器	1-6
1.3.2	转换器DM8C	1-8
1.3.3	专用电缆DM8W	1-8
1.4	使用防爆仪表的注意事项	1-9
1.4.1	防爆仪表概述	1-9
1.4.2	防爆规格标记	1-9
1.4.3	安装区域和环境条件	1-9
1.4.4	外部配线工作	1-10
1.4.5	维护程序	1-10
1.4.6	维修	1-10
2.	工作原理	2-1
2.1	测量原理	2-1
2.1.1	密度计检测器	2-1
2.1.2	密度计转换器	2-2
2.2	主要元件	2-3
2.2.1	密度计检测器	2-3
2.2.2	密度计转换器	2-4
3.	安装、敷设管道和配线	3-1
3.1	密度计检测器的安装	3-1
3.2	密度计转换器的安装	3-6
3.3	敷设管道	3-10
3.4	配线	3-13

4. 运行	4-1
4.1 元件名称和功能	4-1
4.1.1 密度计检测器	4-1
4.1.2 密度计转换器	4-2
4.2 运行	4-3
4.2.1 运行模式	4-3
4.3 测量前的准备	4-6
4.3.1 检查管道	4-6
4.3.2 检查配线	4-6
4.3.3 测量液体流量	4-6
4.3.4 打开电源	4-7
4.3.5 数据输入	4-7
4.3.6 压力补偿	4-8
4.4 校正	4-9
4.4.1 标准溶液的校正	4-9
4.4.2 样液的校正	4-10
4.4.3 校正错误	4-10
4.5 操作	4-11
4.5.1 操作流程	4-11
4.5.2 密度检查测量值	4-11
4.5.3 停车	4-11
5. 维护	5-1
5.1 常规检查/维护	5-1
5.1.1 清洗检测器中振子	5-1
5.1.2 更换检测器中干燥剂	5-1
5.2 故障诊断	5-2
5.2.1 检查振子	5-2
5.2.2 检查RTD	5-2
5.2.3 检查振荡放大器	5-2
用户维修部件清单	CMPL 12T3E1-01C-C
用户维修部件清单	CMPL 12T3E1-01C-C
版本记录	1

1. 概述

工业过程中，确定液体样液的性质或组成时，密度是所需的基本物理量之一。特别是在电气、化工、炼油和食品等相关应用中，测量液体样液的密度是必不可少的。

DM8振动式液体密度计是可靠性更高的仪表，它具有多项操作和维护功能。该仪表由一个检测器和一个转换器构成。检测器包括一个振子和一个RTD(电阻温度检测器)，并将被检测密度信号(频率)和温度信号(电压)输出到转换器。转换器装有一个微处理器，它将检测器的频率信号转换为密度值，并显示出来。它也可以根据这些信号计算出参比温度下的密度，并以数字形式显示出来。此外，除模拟量传送信号外，转换器还可输出数字量传送信号，并进一步提供更多功能(如一键校正、自诊断)。

1.1 标准规格

1.1.1 一般规格

测量对象:	液体密度
测量原理:	振动密度测量
测量范围:	
密度:	0.5~2.0g/cm ³
温度:	-10~100°C
检测器和转换器间距离:	最远2km
电源:	90~132V AC或180~264V AC, 50/60Hz
功耗:	20VA

性能

(连接检测器和转换器后的整体性能)	
重复性:	5×10 ⁻⁴ g/cm ³ (用于数字量输出) 量程的1%(用于模拟量输出)
线性度:	量程的±0.5% (当量程为0.2g/cm ³ 或更小时) 量程的±1%(当量程大于0.2g/cm ³ 时)
温度特性:	量程的±0.5%/±10°C(在测量液体温度和检测器温度时对变化的补偿误差)
流量特性:	0~5 l/min范围内为量程的±0.1%
压力特性:	±0.0005g/cm ³ /±98kPa变化
粘度误差:	0~1500cP范围内为量程的±0.1%

1.1.2 检测器

(1)VD6D普通型检测器

检测器结构:	非防爆, 防雨结构
外壳材料:	铸铝合金
外壳涂层:	环氧树脂, 烤漆
外壳颜色:	浅绿(与Munsell 7.5BG4/1.5相当)
接液件材料:	
母材:	SUS316
振子:	SUS316或Ni(Au钎焊: BAu-4)
测量液体温度:	-10~100°C
测量液体压力:	2MPa G或更低
最大压力:	4.9MPa G
蒸汽伴热:	可用

1. 概述

工艺连接:	Rc1/4
电气连接:	G3/4
安装:	50mm直径管道安装
环境温度:	-10~50°C
重量:	约12kg

(2)VD6DF隔爆型(防爆)检测器

检测器结构:	TIIS d2G3或NEC Class I, Division 1, Groups C和D, 隔爆结构
工艺连接:	Rc1/4或1/4NPT内螺纹(仅用于VD6DF-□□*B/FM)
电气连接:	G3/4或3/4NPSM内螺纹(仅用于VD6DF-□□*B/FM)
除上述结构外, 规格与(1)普通型检测器相同。	

(3)VD6DS卫生型检测器

工艺连接:	连接JIS 6A(直径6mm)管道(内垫圈)的专用接头
接液件材料:	标准型号上增加
垫圈:	特氟隆
O形圈:	氟橡胶
蒸汽伴热:	不可用

除上述两项外, 规格与(1)普通型检测器相同。

温度检测器的保护套管是可拆卸的。

说明: 这些检测器不能用于高腐蚀性液体和易于堵塞传感器的溶液中。如果需要用于含有污泥或淤泥的溶液中, 请咨询横河电机。测量NaOH溶液时, 使用带镍振子的传感器。

1.1.3 DM8C转换器

显示:	数字显示, 五位数字LED
显示内容:	转换到参比温度(中心温度)后的密度(g/cm ³) 测量温度下的密度(g/cm ³) 测量液体温度(°C) 为校正液体(g/cm ³)设定密度值(调用时显示) 校正液体的温度系数设定值($\times 10^{-5}$ g/cm ³ /°C) (调用时显示) 输出信号设定值(%)(调用时显示) 输出量程下限的设定(g/cm ³) (调用时显示) 输出量程上限的设定(g/cm ³) (调用时显示) 参比温度(中心温度)设定值(°C) (调用时显示) 测量液体的温度系数设定值($\times 10^{-5}$ g/cm ³ /°C) (调用时显示) 错误内容显示

输出信号:

模拟量输出:

4~20mA DC (负载阻抗550Ω或以下), 0~1V DC
(负载阻抗250kΩ或以上), 隔离输出。
转换到参比温度后的密度(g/cm³)

数字量输出: RS-232C

(1)通讯规格

- 异步系统
 - 起始位.....1
 - 停止位.....2
 - 奇偶校验.....无
- 数据传送
 - 1200bit/s
- 传输系统
 - ASCII
 - 字符长度: 8bit
- 配线系统
 - 两线系统(输出)

(2)输出信号

- 传输内容
 - 被测数据[转换到参比温度后的密度(g/cm³), 测量温度下的密度(g/cm³),
被测液体温度(°C)]
 - 校正状态(校正开始, 错误代码, 校正结束)
 - 故障报警(故障代码)
- 信号电压
 - 输出电压: ON; 9±3V, OFF; -9±3V
 - 输出阻抗: 300Ω
- 输出格式
 - 测量数据

* . * * * * * . * . * * * * * . * * * * * C_RL_F

↑ ↑

空格 空格

(说明) 按照密度(数据转换到参比温度下)、密度(测量液体温度下)和测量液体温度依次输出数据。在校正或维护模式下, 输出保持数据(进入模式前的即时数据)。但是, 在校正或维护模式结束后立即解除保持。

校正状态

CALIBRATION _ START C_RL_F

↑

空格

(说明)校正期间不输出任何数据, 但当出现参数错误时, 输出如下。

ERROR - * C_RL_{F0}(*: 5或 6)

CALIBRATION _ END C_RL_F

↑

空格

故障报警

ERROR - * _ ERROR - * * * * * C_RL_F

↑

空格

(说明)出现多个故障时, 输出每个故障的故障代码。

示例: # ERROR - 1 _ ERROR - 3 C_RL_F

↑

空格

输出信号范围: 可设为0.05~0.5g/cm³

参比温度设定范围: 0~100°C(以1°C为单位递增或递减)

故障下的接点输出：单点。故障或电源故障下关闭接点。正常工作时打开接点。

容许电压：220V DC, 250V AC

容许电流：2A(阻性负载)

容许接点功率：60W

故障检测内容：检测器故障和转换器故障

失效输出：

模拟量信号：降至约输出信号范围的-10%

数字量信号：错误信息输出

输出信号保持：在CAL.或维护模式下保持。

温度系数设定范围：0~0.002g/cm³/°C

校正程序：通过强制校正液体密度进行一键校正(单点校正)

环境温度：-10~55°C

电源：90~132V AC或180~264V AC, 50/60Hz

外壳结构：防尘防雨结构

外壳颜色：

门：Munsell 2.8GY6.4/0.9

外壳：Munsell 2.0GY3.1/0.5

涂层：环氧树脂烤漆

安装：盘装，壁装或JIS 50A管装

空气吹扫连接件：可任选Rc1/8, Rc1/4或1/4NPT内螺纹。

电气连接：五孔，直径27mm

附四个符合JIS A15标准的塑料防水插头，和一个符合JIS A20标准的塑料防水插头。

重量：约7.5kg

1.1.4 DM8W专用电缆

类型：6芯双屏蔽电缆

绝缘层：聚乙烯

护套层：聚氯乙烯

绝缘阻抗：1000MΩ/km

导线电阻：15.31Ω/km

成品外径：15.8mm

1.1.5 标准附件

注射器 (用于注射标准溶液或溶剂)	1个
刷(用于清洗检测器)	1个
用于接线盒的通用扳手	1个
用于锁盖的通用扳手	1个
O形圈	1袋
硅胶	2包
转换器用熔断器(3A)	1个

1.2 型号和后缀代码

1.2.1 普通型检测器

型号	后缀代码	选配件代码	说明
VD6D	-----	-----	普通型检测器
振子	-S3	-----	SUS316
材料	-N1	-----	Ni
-----	*B	-----	B型

1.2.2 隔爆型检测器

型号	后缀代码	选配件代码	说明
VD6DF	-----	-----	隔爆检测器
振子	-S3	-----	SUS316
材料	-N1	-----	Ni
-----	*B	-----	B型
(选配件)		/FM	NEC Class I, Division 1, Group C和D, 防爆

1.2.3 卫生型检测器

型号	后缀代码	选配件代码	说明
VD6DS	-----	-----	卫生型检测器
振子	-S3	-----	SUS316
材料			
-----	*B	-----	B型

1.2.4 转换器

型号	后缀代码	选配件代码	说明
DM8C	-----	-----	转换器
电缆	-A1	-----	90~132V AC, 50/60Hz
长度	-A2	-----	180~264V AC, 50/60Hz
-----	*B	-----	B型
(选配件)		/AP1	Rc1/4
空气吹扫连接件		/AP2	1/4NPT内螺纹

1.2.5 专用电缆

型号	后缀代码	选配件代码	说明
DM8W	-----	-----	专用电缆
电缆长度	-L□□□□	-----	长度(单位: m)
-----	*A	-----	A型

(说明)在“-L□□□□ in m.”中输入电缆长度。

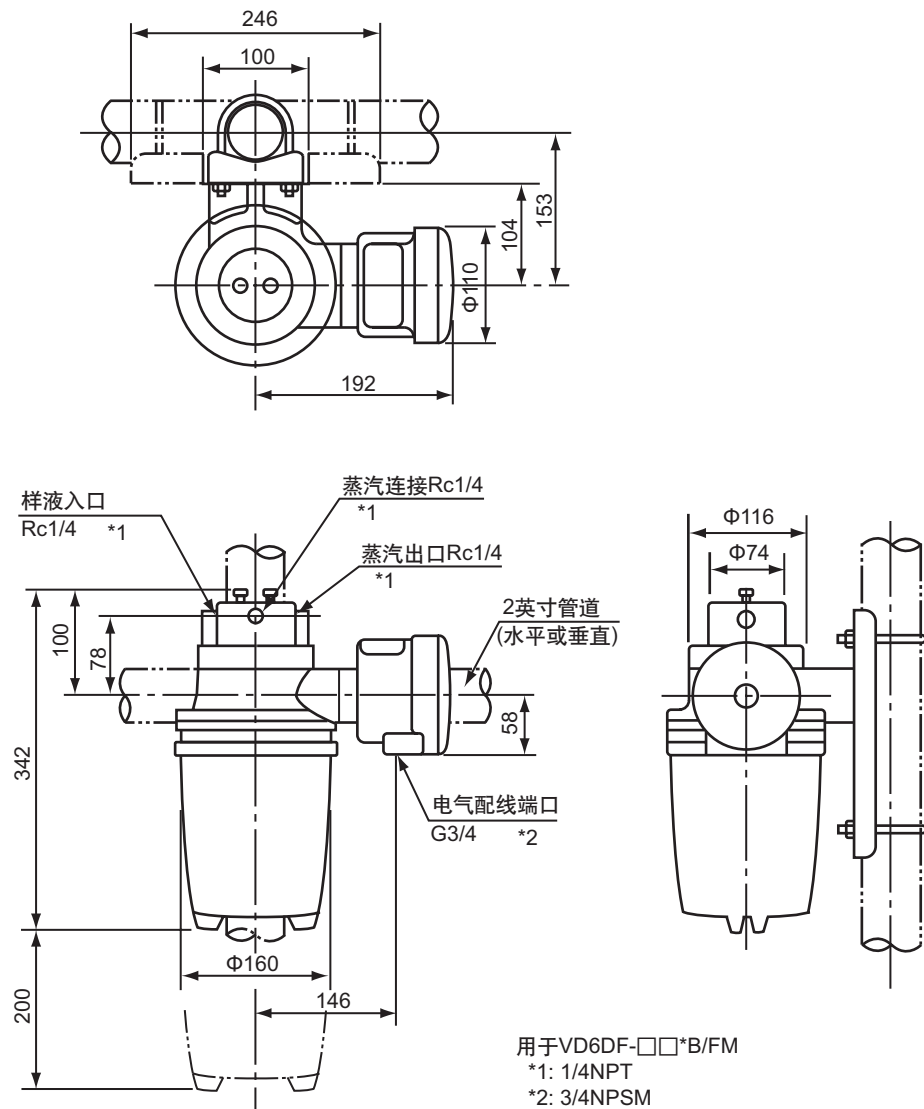
[示例] L0050用于50m
L0100用于100m
L2000用于2km

1.3 外部尺寸

1.3.1 检测器

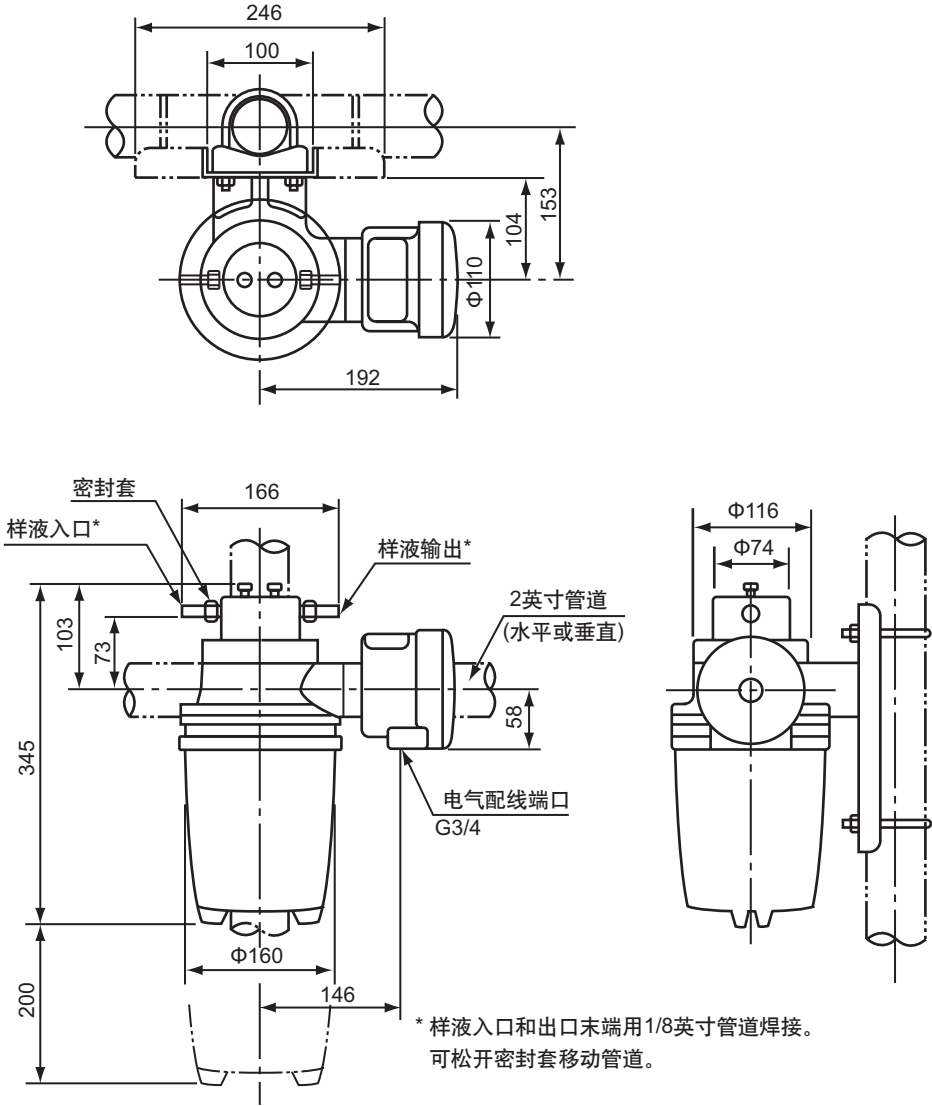
普通型和隔爆型检测器VD6D和VD6DF

单位: mm



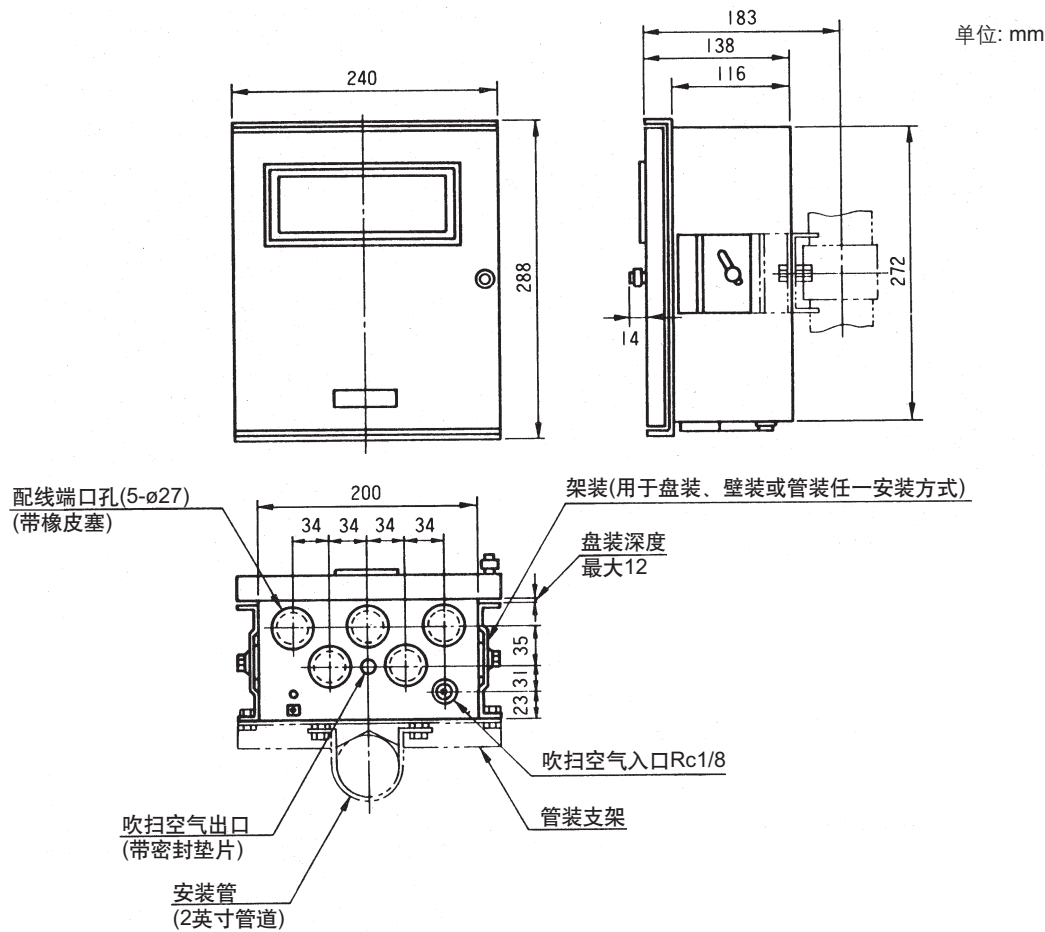
卫生型检测器VD6DS

单位: mm

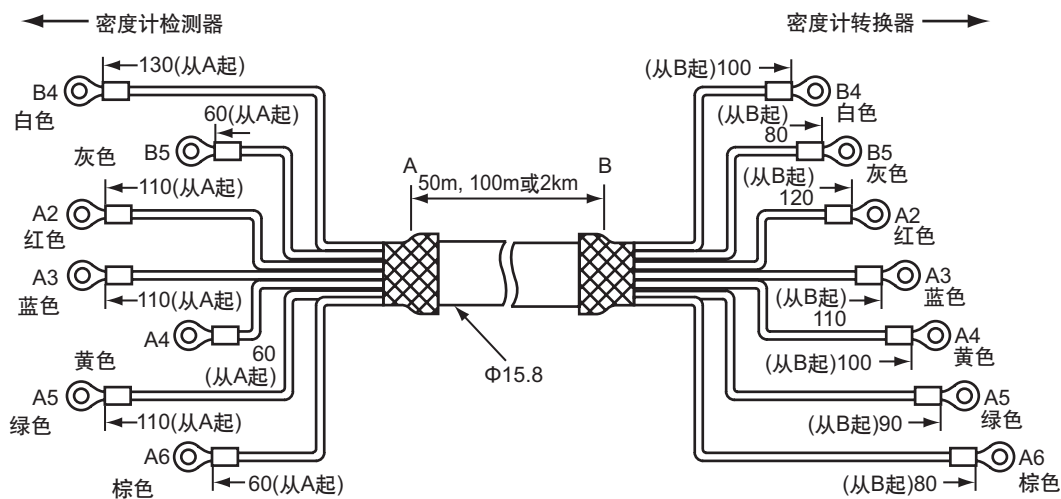


1. 概述

1.3.2 转换器DM8C



1.3.3 专用电缆DM8W



1.4 使用防爆仪表的注意事项

1.4.1 防爆仪表概述

“防爆仪表”规格与相关公共组织的规格一致。

DM8振动式液体密度计由密度检测器和密度转换器构成。VD6DF密度检测器(防爆型仪表)可安装在可能产生易爆气体的危险区域。

需要注意的是，安装方法、环境条件和这些仪表的使用必须符合相关公共组织的规格。在危险区域使用VD6DF时，应严格遵守适用防爆规格和分析仪上标注的注意事项。

(说明) VD6D和VD6DS密度检测器非“防爆仪表”，不能安装在危险区域。

VD6DF密度检测器为JIS或FM防爆规格的隔爆型。TIIS型通过了由公共权威机构根据实验室安全与健康法(日本)进行的测试，日本国内的防爆电气设备由此法规管制。FM型已经通过美国FM(Factory Mutual Research Corporation)测试组织的认证，其防爆结构符合NEC(国家电气法规)的要求。此外，它还符合OSHA(美国职业安全与健康管理局)的要求。

1.4.2~1.4.6中包括了使用VD6DF密度检测器时的常规注意事项。有关进一步详情，请参阅下列资料：

- 有关JIS防爆要求
工业安全研究机构(劳动部)公布的易爆气体环境下电气设备的“RECOMMENDED PRACTICE”。
- 有关FM隔爆要求
国家电气法规，第5章，专述。

1.4.2 防爆规格标记

防爆结构中的TIIS防爆型

VD6DF密度检测器铭牌上标记有防爆结构类型、批准号、类型符号和工作环境温度范围。

表4.1 TIIS隔爆型防爆结构

型号和类型名	类型批准号	类型符号 (包括防爆等级和引燃组)
VD6DF-S3 振动式密度检测器	No. 2127	d2G3

T0101.EPS

FM防爆规格

符合FM防爆规格的VD6DF密度检测器铭牌上标记有批准标识、危险区域分类、工作环境温度范围和处理注意事项。

1.4.3 安装区域和环境条件

VD6DF密度检测器可安装在存在特殊气体的危险区域。

但是，请不要在会持续出现易爆气体的区域安装检测器，另外也不要安装在气体浓度连续或长期等于或大于最低气体爆炸极限的区域。

安装处的环境条件对检测器十分重要。安装检测器前，检查安装处的温度、湿度和高度。这些条件不应超出指定的范围。铭牌上给出了温度范围(-10~50℃)，高度应为海拔1000米或以下，相对湿度范围为45~85%。

1.4.4 外部配线工作

应根据隔爆金属导管配线完成隔爆型检测器的外部配线。在TIIS防爆规格中，隔爆接线箱用于连接外部电缆。

1.4.5 维护程序

除非关闭电源，否则不要在危险区域打开检测器盖。但是，如果无法避免带电维护检测器，首先应使用气体检测器检查，以确认安装区域是否存在危险气体。

1.4.6 维修

维修期间需要注意以下事项。

检测器必须恢复至其初始条件，从电气和机械方面保持它们的隔爆性能。

空隙、路径长度和外壳的机械强度是具备隔爆性能的重要因素。因此，服务人员应十分小心，不要损坏点表面或撞击附件。

2. 工作原理

2.1 测量原理

2.1.1 密度计检测器

VD6D密度计检测器是振动式密度计。其测量原理是：管道的横向自由振动是关于管道中液体密度的函数。

如图2.1所示，假设管道中充满液体，管道的横向自由振动如方程所示：

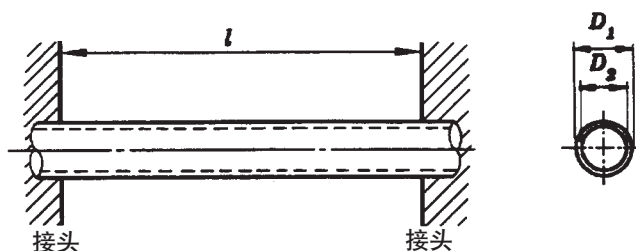


图2.1 充满液体的管道

$$f_x = \frac{C}{4l^2} \sqrt{\frac{E}{\rho_1}} \sqrt{\frac{D_1^2 + D_2^2}{1 + \frac{\rho_1}{\rho_x} \times \frac{D_2^2}{D_1^2 - D_2^2}}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

f_x : ρ_x 下横向自由振动频率[Hz]

C : 由振动模态决定的常数

l : 振动管长度[m]

E : 管道弹性模数[kg/m²]

ρ_1 : 管道密度[kg/cm³]

ρ_x : 被测液体密度[kg/cm³]

D_1 : 管道外径[m]

D_2 : 管道内径[m]

式(1)中，除 f_x 和 ρ_x 外，其他值由管道材料和结构决定。因此，可通过测量横向自由振动的频率 f_x 得到液体密度 ρ_x 。

2.1.2 密度计转换器

密度计转换器使用振动频率信号和温度电压计算液体密度。

式(1)中的 I , E , ρ_1 , D_1 , D_2 或 ρ_x 随液体温度变化, 因此 f_x 也是温度的函数。为了得到正确密度, 应根据温度预先补偿与温度有关的系数 $A(t)$ 和 $B(t)$, 如下所示。

$$f_x = \frac{A(t)}{\sqrt{1 + \rho_x B(t)}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{其中, } A(t) = A_1 (1.0060 - 1.9814 \times 10^{-4} \cdot T - 9.7683 \times 10^{-8} \cdot T^2)$$

$$B(t) = B_1 \{ 1 + 4.5 \times 10^{-5} (T - 30) \}$$

$$A(t) = (A + 131072) / 100$$

$$B_1 = B / 300$$

$$T: \text{液体温度}(^{\circ}\text{C})$$

(说明) A 和 B 都是带有固有值的检测器常数。

由式(2)和(3), 可得密度 ρ_x 。

$$\rho_x = \frac{\left\{ \frac{A(t)}{f_x} \right\}^2 - 1}{B(t)} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式(3)中 ρ_x 表示测量温度下的液体密度。可使用下面的式(4)得出参比温度下的密度 ρ_{TB}

$$\rho_{TB} = \rho_x + a (T_x - T_B) \quad \dots\dots\dots (4)$$

a : 测量液体的密度温度系数(g/cm³/°C)

T_x : 测量密度时的液体温度(°C)

T_B : 参比温度(°C)

2.2 主要元件

2.2.1 密度计检测器

2.2是密度计检测器的原理图。

如图所示，密度计检测器主要由一个振子组件、一个电容拾音电极和一个放大器组成。

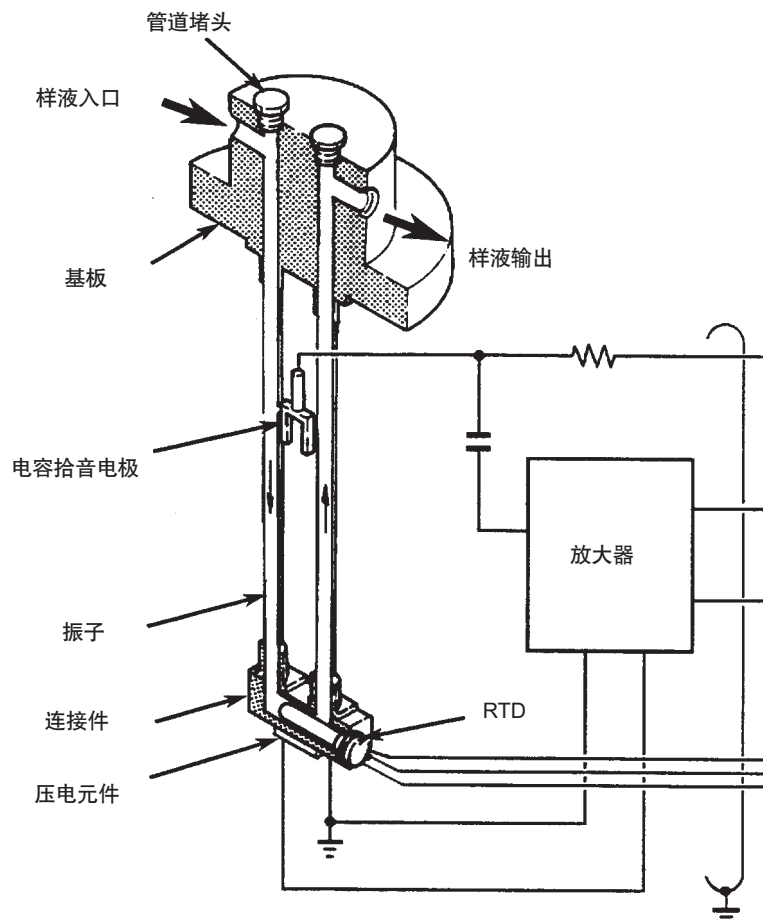


图2.2 密度计检测器原理图

振子组件由一个样液路径组成，它通过连接两个薄管形振子的末端构成，其上部末端连接到基板。连接件与RTD一起测量样液温度。振子组件也包括一个压电单元，以维持与样液密度相对应的振动。

电容拾音电极安装在两个振动管道间，它用来检测振子的横向振动频率。

放大器将电容拾音电极的输出转换成AC电压，并将其放大。该频率信号和来自RTD的温度信号一起传送到转换器。一部分频率信号反馈回压电元件，以维持振子振动。

2.2.2 密度计转换器

2.3是密度计转换器的框图。

如图所示，密度计转换器接收来自密度计检测器的密度信号(频率) F_p 和温度信号(电压) V_T ，最后输出一个与转换到参比温度下的液体密度相对应的4~20mA模拟量信号和0~1V DC信号。同时也输出测量温度和参比温度下的密度数字量信号，测量温度并输出测量温度值。转换器电路由三个印刷电路板组成。通过按键或转换前面板上的开关更改显示项或设定常数。

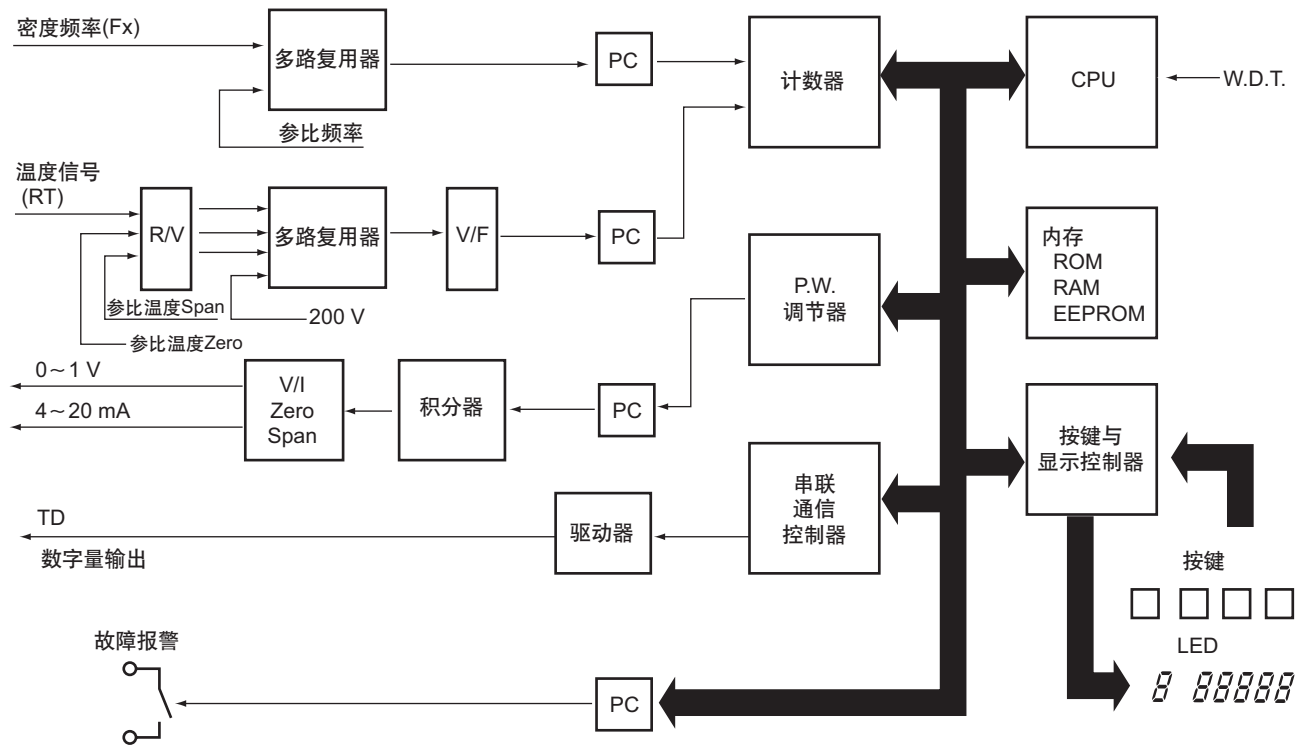


图2.3 密度计转换器框图

3. 安装、敷设管道和配线

DM8振动式密度计由一个密度计检测器和一个密度计转换器组成。密度计检测器通常安装在现场，采样管道用于测量液体。密度计转换器通常安装在密度计检测器附近，不能安装在危险区域。它也可安装在控制室中，这样即使它离检测器很远，仍可接收数字量信号。

3.1 密度计检测器的安装

如果已经指定，密度计检测器可以带采样单元一起发货。对于没有采样单元的检测器，用户应安装适用于测量系统的采样设备。

3.1.1 密度计检测器的安装

检测器(无采样单元)应垂直安装(说明)。管道安装支架可用于垂直或水平管道(JIS 50A)，如图3.1和图3.2所示。

(说明)检测器应垂直安装，以保持振子管道垂直。

(1)管道安装

管道安装支架附在检测器上，使其安装在垂直管道上。在水平管道上安装时，从检测器移去安装支架，将其旋转90度，并再次固定至检测器上。图3.1所示为在垂直管道上安装，图3.2所示为在水平管道上安装。

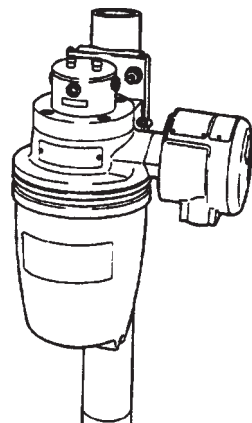


图3.1 在垂直管道上安装

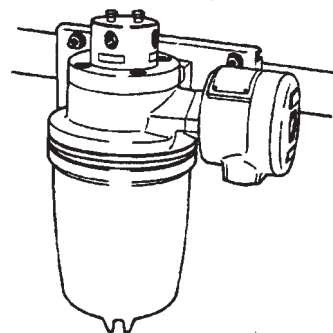


图3.2 在水平管道上安装

(2)架装

该支架并非管道安装支架。松开四个螺栓(带弹簧垫圈), 以从检测器卸下管道安装支架。使用四个螺栓和弹簧垫圈, 如图3.4所示在支架上固定检测器。图3.3所示为支架上钻孔的位置。

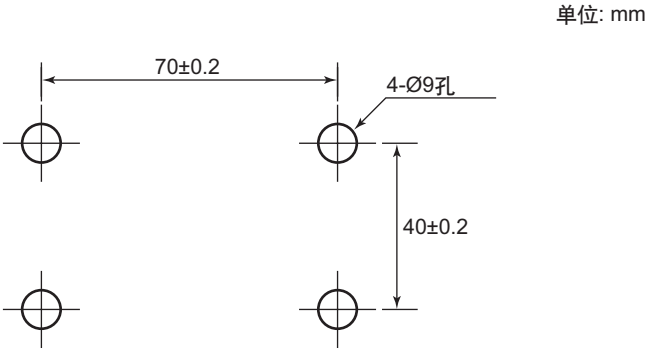


图3.3 支架上孔的位置

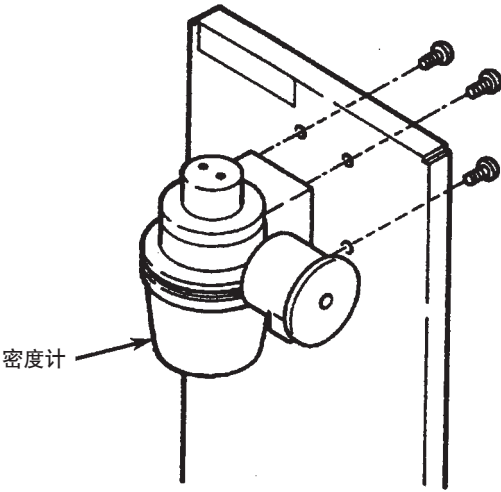


图3.4 在支架上安装

3.1.2 振动式密度计的采样单元

这里介绍的是用户为密度计提供的采样装置。

该采样设备由若干阀门、一个温度计、一个流量计等组成, 它位于工艺管道和密度检测器附近。

该采样设备不仅为测量液体密度提供了良好条件, 还提供了易于监视测量和维护的条件, 如校正和清洗振子。

如下所示安装采样设备。有关从过程工艺到设备的管道敷设详情, 请参阅3.3。

(1)流程图

图3.5所示是典型采样设备的流程图。横河电机的VD6SM采样单元也是根据此图进行设计的。

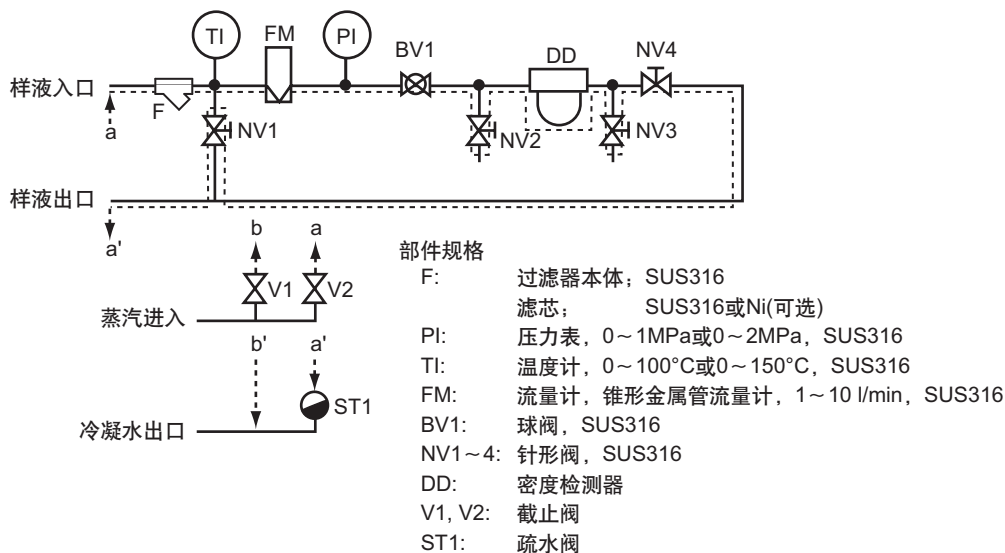


图3.5 流程图

在图3.5中，图示为采样单元，其中的F（过滤器）一般为80目，以防止固体进入样液管道。监视测量液体时需要TI(温度计)、FM(流量计)和PI(压力计)。控制样液流速时需要NV1(针形阀)。当使用标准溶液清洗或校正检测器时，BV1(球阀)和NV4(针形阀)用于关断测量液体。(针形阀也用于调整流速。)NV2(针形阀)和NV3(针形阀)用于使检测器排尽液体或提取样液进行手动分析。

当测量液体的粘性降低时，例如，测量液体的倾点高时，应分别对密度计检测器和样液管线保温。蒸汽管道可连接到密度检测器，也可对样液管线进行蒸汽伴热保温。V1(“截止”阀)用于向密度检测器提供蒸汽，V2(“截止”阀)向追踪管道提供蒸汽。ST1(疏水阀)用于排出冷凝水。

- (说明1) 根据使用目的不同，采样单元中选择使用的阀门种类不同。本手册给出了用于特定目的的设备详细名称(例如球阀)，当没有设备类型限制时，在“”中显示常见名称。(例如“截止”阀)。
- (说明2) VD6D(普通型)和VD6DF(隔爆型)密度检测器具有蒸汽管道接口，但是，VD6DS(卫生型)无此连接。
- (说明3) 横河电机的产品VD6SM采样单元用于VD6D型(普通型)或VD6DF(隔爆型)。在食品行业V6DS(卫生型)不推荐使用。

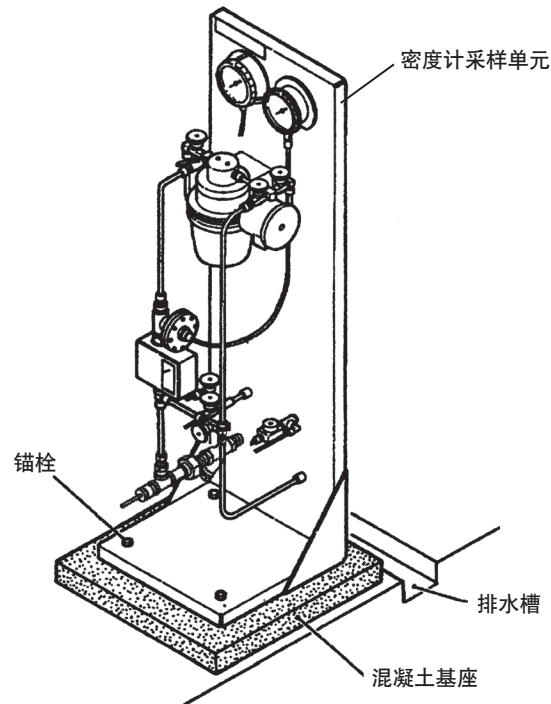


图3.6 采样单元的安装示例(VD6SM)

(2)设计密度计采样单元时的注意事项

- 使液体管道长度最小，以加速响应。
- 所设计的管道不允许有气泡，因为气泡会带来误差。
- 管道不应有剧烈弯曲，以防积存固体
- 应易于维护(如清洗)
- 选择最适合测量液体的部件的材质。特别是进行食品测量时，必须严格选择。

(3)密度计采样单元的安装

对于用户提供的采样单元或带原装采样单元的密度检测器，安装位置必须

- 在主管道的取样口附近。
- 无振动
- 符合危险区域下规定的环境条件(当检测器是VD6DF隔爆型时)。

此外，采样单元应固定在排水良好的混凝土基座上。

(4)拆掉密度检测器的运输包装

振子固定在放大器箱上，以避免运输中的损坏。拆掉固定用胶板。胶板插在箱与振子的连接件间。按照如下步骤拆掉胶板。有关元件名称，请参阅4.1.1。

- (a) 用带柄六角扳手打开锁。逆时针旋转盖并打开，将其取下以免碰到内部组件。
- (b) 拆掉振子的盖(带干燥剂)
- (c) 松开振子的锁定螺丝，用扁平刀螺丝刀逆时针旋转螺丝。使其充分旋转，如果旋转不足，在测量期间振子会碰到螺丝，产生误差。此外，因其由薄壁管制成，注意不要弄弯或损坏振子。
- (d) 拆掉胶板以免对振子施力。(见图3.7)

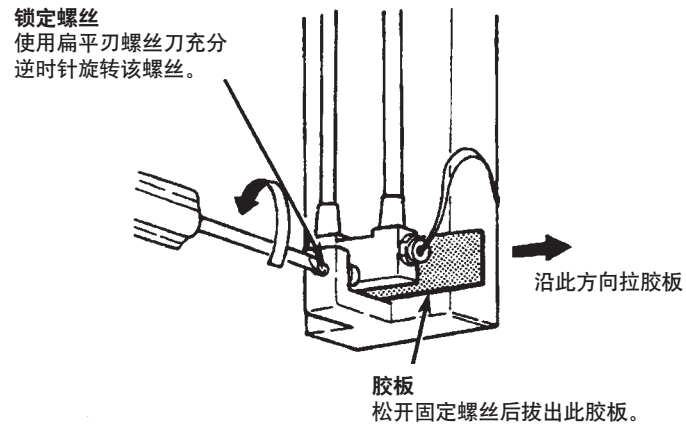


图3.7 如何拆除胶板

(e)重新安装在(b)中拆掉的盖。同时重新安装(a)中的箱盖，并锁好。
现在已经拆掉胶板。保留密度转换器运输中需要的胶板。

3.2 密度计转换器的安装

3.2.1 安装区域

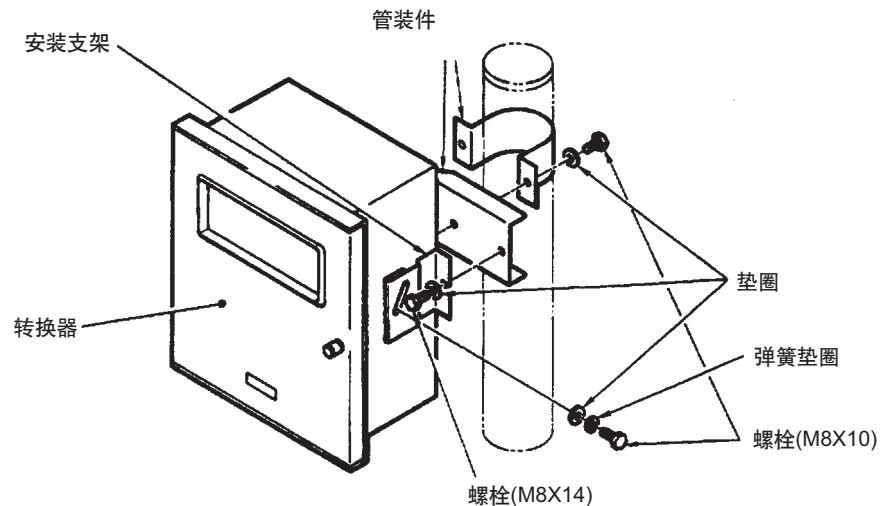
密度计转换器应安装在下述区域：

- (1) 易于维护和校正的采样单元附近。密度计转换器具有防尘和防雨结构，因此可安装在室外。但是，当它与VD6DF隔爆型检测器一起使用时，不能安装在危险区域，而必须安装在非危险区域。此外，当接收器采用数字量输出信号时，转换器和接收器间的电缆长度应不大于10m。
- (2) 无振动。
振动会引起电路间的接触不良。
- (3) 避免日光直射。
该仪表可用于-10~55℃的环境温度下。但是，夏季的日光直射有可能使仪表温度超过此范围。
- (4) 避免腐蚀性气体和灰尘。
该转换器具有防尘和防雨结构。但是，为了维护(打开转换器的前门)方便，推荐选择更加合适的安装环境。基于同样的理由，下面的(5)和(6)是选择安装区域的条件。
- (5) 避免湿度过大。
- (6) 避免温差过大。

3.2.2 密度计转换器的安装

密度计转换器可盘装、壁装或管装(JIS 50A)。管道应垂直，以便在管道上固定安装支架(见图3.8)。

(说明)安装高度不影响转换器的性能。应按下述步骤进行安装。



(1)盘装

盘装前，应从转换器中拆去管装支架。

面板剪切尺寸如图3.9所示。

在面板前端插入转换器前，拆去转换器箱两侧的夹紧支架。将箱体插入面板后，以同样步骤重新安装夹紧支架，使转换器装在面板上。

图3.10所示为盘装转换器。

单位: mm

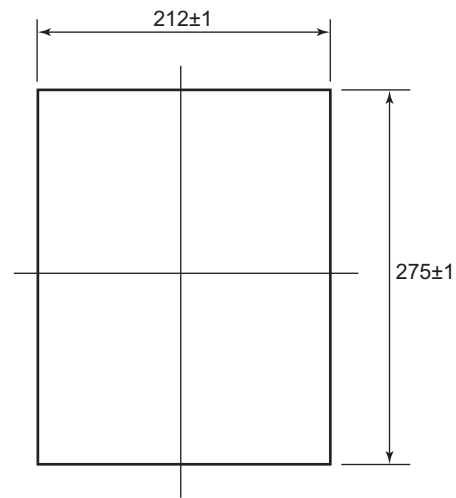


图3.9 面板剪切尺寸

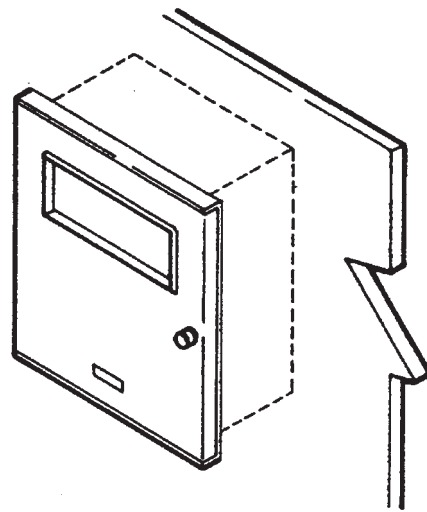


图3.10 盘装

(2)壁装

壁装前拆去转换器的管装支架。如图3.11所示，在墙壁上为8mm螺丝钻两个孔。

单位: mm

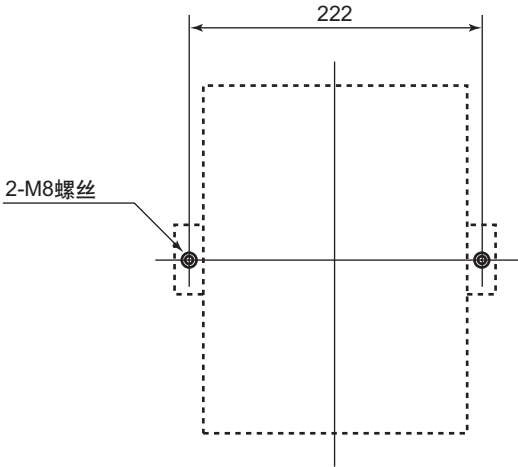


图3.11 壁装用孔

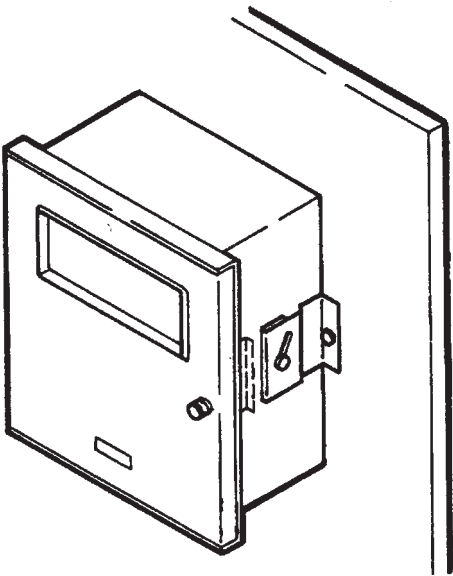


图3.12 壁装

使用两个安装支架，在墙上安装转换器(见图3.12)。

(3)管装

安装支架用于标称尺寸为50A(直径60.5mm)的管道。如图3.13所示，在垂直管道上安装转换器(倾斜也不会出现问题)。

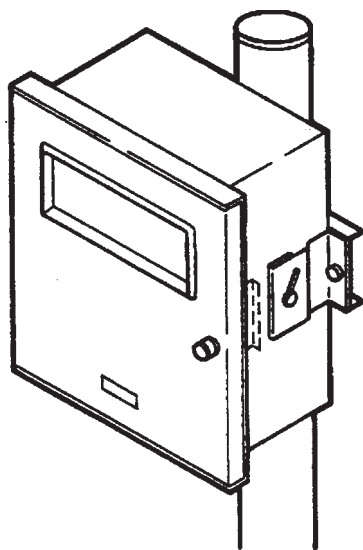


图3.13 管装

3.3 敷设管道

振动式密度计需要敷设下述管道：

- (1) 样液导管
- (2) 维护用空气管道
- (3) 蒸汽管道
- (4) 空气吹扫管道

样液导管是将测量液体传送到密度计检测器的管道。维护用空气管道使用空气吹走维护时振子中的液体(使用标准溶液进行振子清洗、校正)。根据要求安装蒸汽管道，并使用蒸汽加热样液导管。当转换器安装在灰尘多的环境中时，需要空气吹扫管道。

这里所说的样液导管是指主工艺管道和采样单元管道。关于采样单元内部的管道，请参考3.1.2。

3.3.1 样液导管

该管道将测量液体引入采样单元中。主工艺管道应有两个取样口(样液进入和样液返回)，如图3.14所示。样液入口的样液导管连接到采样单元的“样液入口”位置，样液其他导管返回到采样单元的“样液出口”位置。

管道敷设程序如下所示：

- (1) 选择样液入口和样液返回处的取样口的位置，使二者间压差至少为100kPa。
- (2) 样液入口和采样单元样液进入点间的管道长度不能超过10m。使用标称直径为15mm或Sch 40~80的不锈钢管道。
- (3) 在采样单元附近安装截止阀和排水阀。

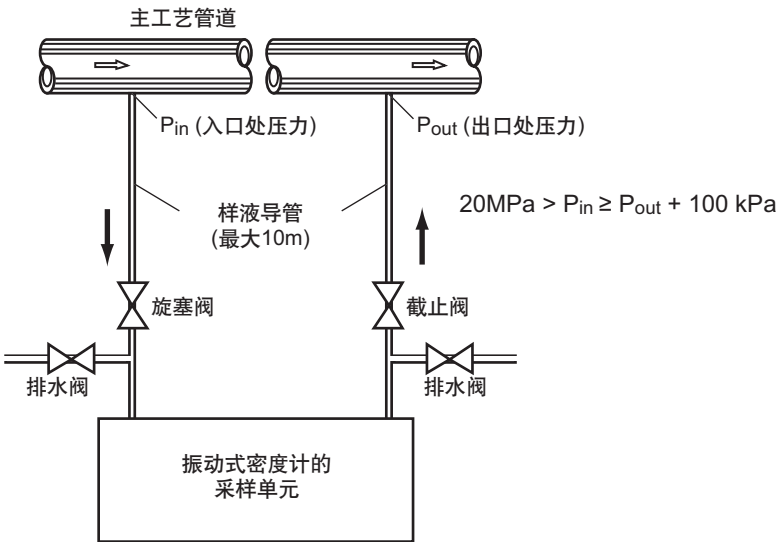


图3.14 样液导管

- (4) 避免管道剧烈弯曲，以防淤积。

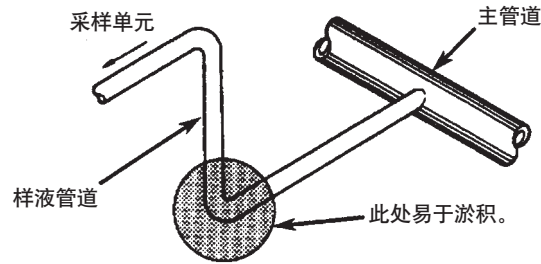


图3.15 错误敷设管道示例

3.3.2 维护用空气管道

当清洗振子或用标准溶液校正仪表时，通过空气压力吹走振子中的液体。其中空气应是0.3~0.5MPa G的清洁和干燥的气体。

在管道的空气入口处安装一个‘截止’阀和一个‘压力调节器’，并安装一个带外径为10mm铜管的软管以连接检测器。仅在清洗振子或用标准溶液校正时连接空气管道和采样单元。

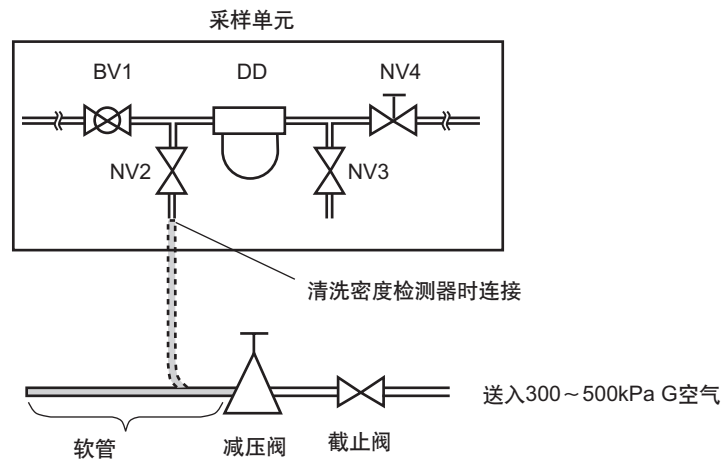


图3.16 维护用空气管道

3.3.3 蒸汽管道

蒸汽管道用于加热倾点高的测量液体，并降低其粘性。带蒸汽伴热管的采样单元适用于此类应用的要求。从蒸汽源到采样单元“蒸汽入口”用管线连接起来。样液导管也应采用蒸汽伴热管。最好采用压力为0.3~0.5MPa，温度为140~160℃的蒸汽。

蒸汽伴热管道安装后必须试压试漏。

使用伴热管时的注意事项如下：

- (1) 应安装样液导管的伴热管，使整个导管都可加热。管道还应用隔热材料覆盖(如图3.17所示)。

(2) 疏水阀流出口应与大气相通(如图3.18所示)。

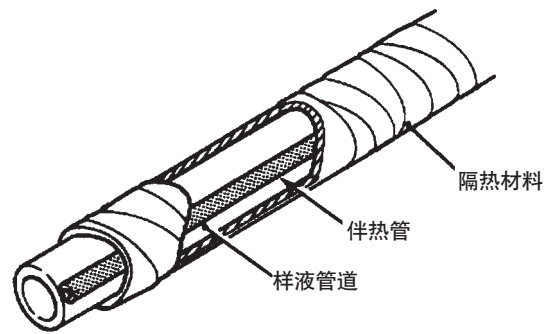


图3.17 蒸汽伴热管

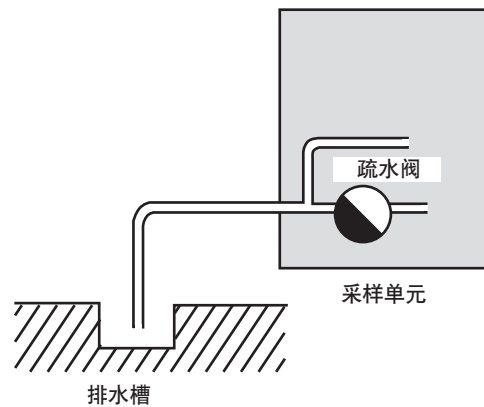


图3.18 疏水阀流出口处的管道

3.3.4 空气吹扫管道

如果在灰尘多的环境下安装密度转换器，推荐进行空气吹扫。应使用50kPa G清洁干燥空气连续进行空气吹扫。尺寸为 $\varnothing 6 \times \varnothing 4$ mm铜管或不锈钢管道用于连接空气源和转换器的吹扫空气入口。

空气入口为Rc1/8内螺纹连接。如果指定，也提供Rc1/4内螺纹或1/4NPT内螺纹用连接件。

3.4 配线

振动式密度计需要下列配线：

- (1) 模拟量输出信号间配线
- (2) 模拟量输出信号配线
- (3) 数字量输出信号配线(建议长度不大于10m)。
- (4) 故障状态下接点输出配线
- (5) 电源配线
- (6) 接地配线

图3.19为这些配线图。

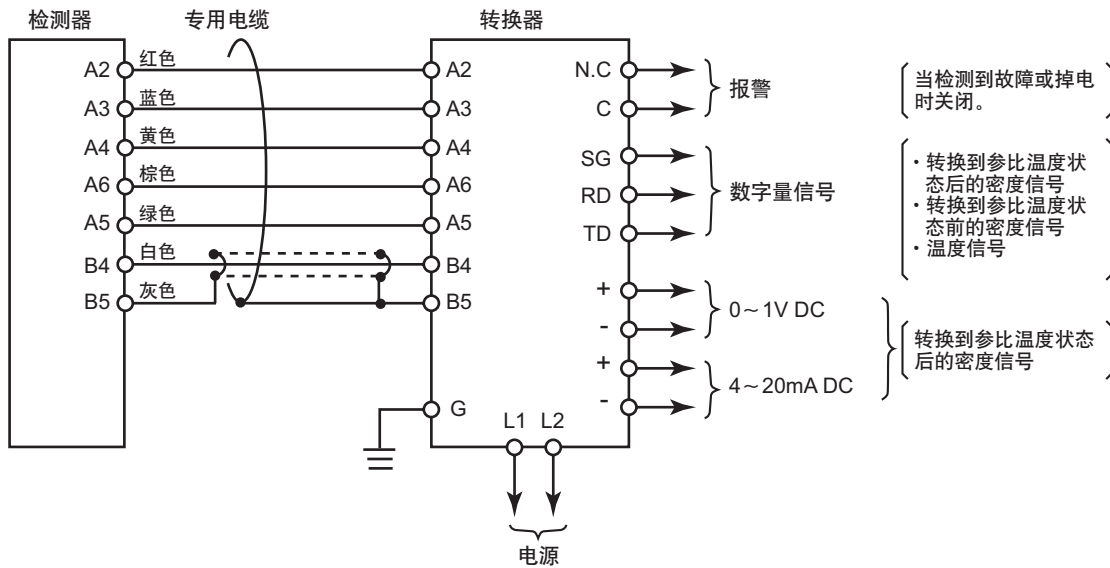


图3.19 配线图

密度计检测器的电缆入口位于接线盒底部。密度计转换器有五个电缆入口，尺寸为27mm。电缆可通过任一入口连接(一条电缆对应一个入口)。图3.20为入口分配示例。

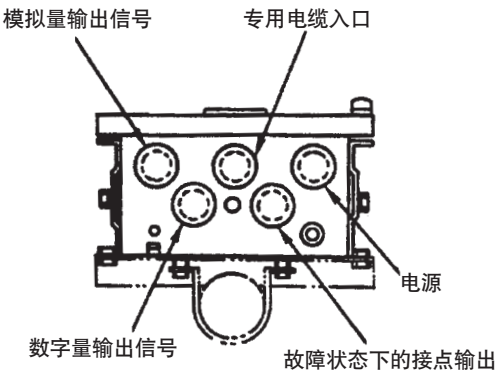


图3.20 密度计转换器的电缆入口

图3.21 为密度计检测器的端子分布

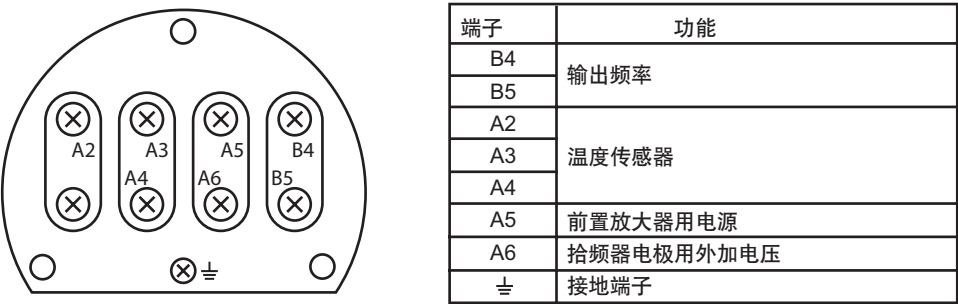


图3.21 密度计检测器的端子分布

3.4.1 检测器和转换器间的配线

该配线应采用指定长度的专用电缆。电缆终端如图3.22所示。注意不要污染或弄湿端子。

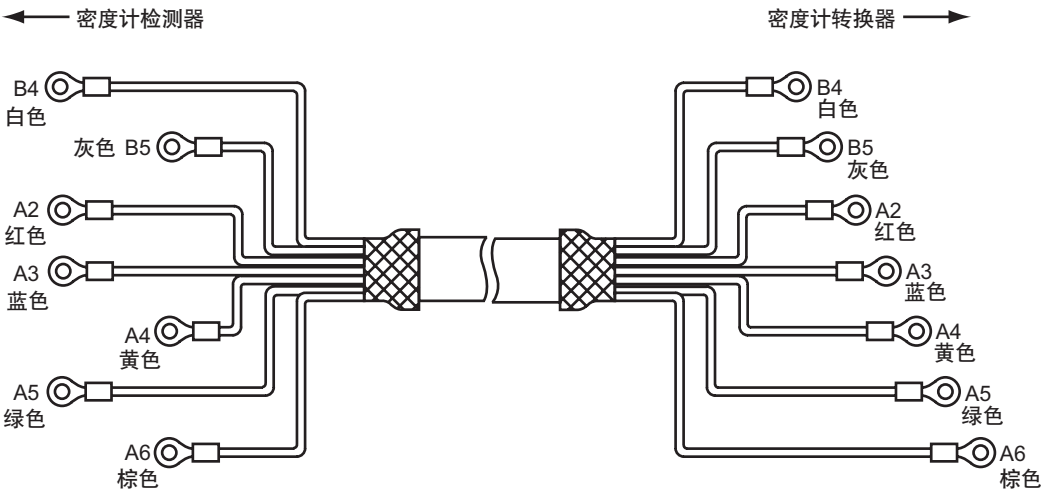


图3.22 专用电缆

(连接到密度计检测器)

使用附件中的扳手拆去接线盒盖，将专用电缆插入电缆入口。连接各导线接口至对应的端子。

密度计检测器的入口使用可变形接头(说明)，从检测器出来的电缆装配金属导管。用于VD6DF防爆检测器时，必须符合相应规范进行配线。

配线中使用的防爆型应用于检测器的电缆入口处(G3/4内螺纹)。

(说明)可变形接头不是必需的。常规检查或维护检测器不移动时无需软管。

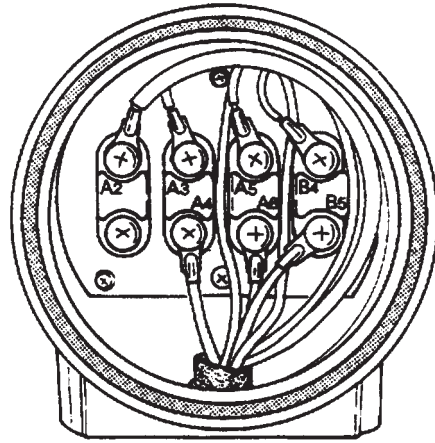


图3.23 密度计检测器端子的配线

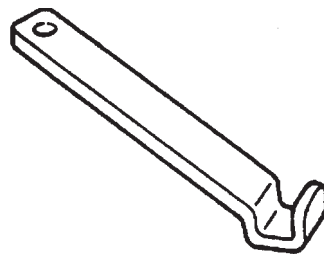


图3.24 开/关接线盒盖用扳手

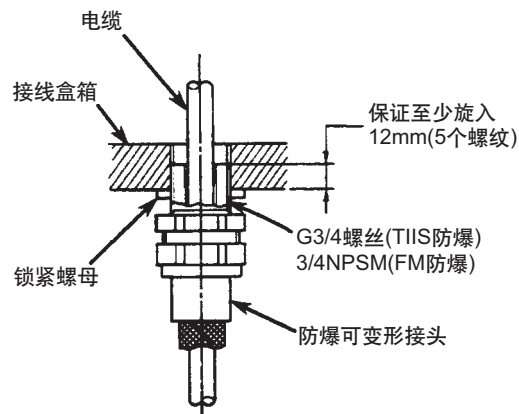


图3.25 防爆可变形接头

(连接到密度计转换器)

密度计转换器安装在现场或室内(控制室)。穿孔电缆的连接件应密封,以保证空气吹扫。应使用如图3.26所示带密封圈的连接件,或在金属导管的入口充满密封硅胶。应为电缆提供保护套或保护性管道,以防电缆受损。

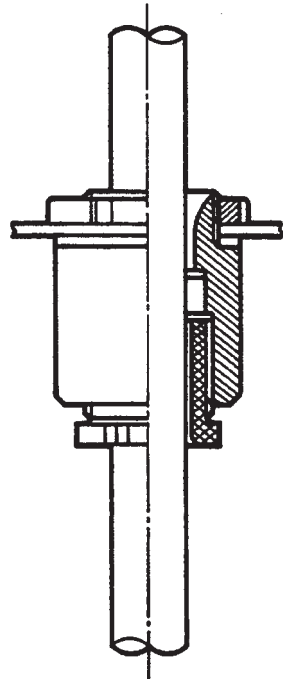


图3.26 通过电缆用的密封接头型连接件(戈兰)

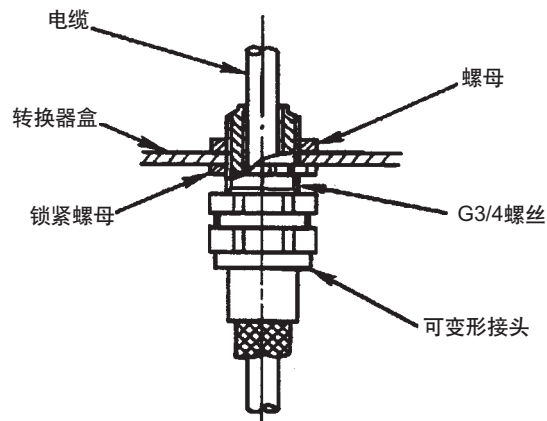


图3.27 金属导管用电缆入口

从最左边的入口开始将专用电缆插入转换器，并且连接到各自的端子上。

3.4.2 模拟量输出信号配线

这里输出信号为4~20mA DC(负载阻抗550Ω或更小)和0~1V DC(负载阻抗250kΩ或更大)。根据需要采用一个或两个配线。

屏蔽2芯(用于一个信号)或4芯(用于两个信号)电缆用于配线。连接电缆和转换器时，从距末端约50mm处起拆去导线外皮漏出芯线，并为M4螺丝安装一个无焊接带孔的接线片。电缆的屏蔽线端子应在接收单元处接地。

配线方法(金属导管及其他)与3.4.1相同。

3.4.3 数字量输出信号配线

除模拟量信号外，DM8C密度计转换器通过RS-232C接口输出数字量信号(有关数字量信号详情，请参阅第1章“标准规格”)。

使用该信号时，采用屏蔽3芯电缆进行配线。从转换器到接收单元的电缆长度应不大于10m。

电缆接线端子处理方法与3.4.2中相同，但从距末端80mm处起拆去导线外皮。

配线方法也与3.4.1中相同。

3.4.4 故障状态接点输出配线

在密度测量系统出现异常发生故障时(见表4.2)，输出接点信号。

接点输出配线使用2芯电缆。当将电缆连接到转换器时，从距末端80mm处起拆去导线外皮，做一个大小为M4螺丝孔的无焊接端子。

配线方法与3.4.1中相同。

3.4.5 电源配线

该配线为转换器提供电能。

使用屏蔽2芯电缆进行配线。电缆末端处理方法和配线方法与3.4.2中的模拟量输出信号相同。

3.4.6 接地配线

通常，密度计检测器和密度计转换器的外壳应接地。检测器的接地端子位于安装支架的基座上，转换器的位于外壳底部。使用标称横截面积为 2mm^2 的电线进行配线，使接地阻抗不大于 100Ω (JIS Class D)。

4. 运行

4.1 元件名称和功能

4.1.1 密度计检测器

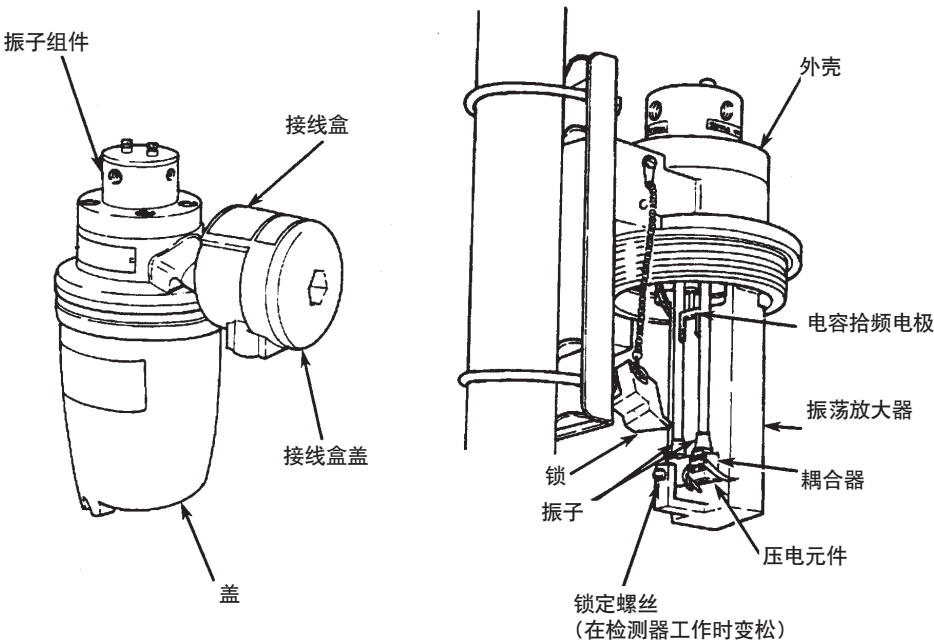


图4.1 密度计检测器

4.1.2 密度计转换器

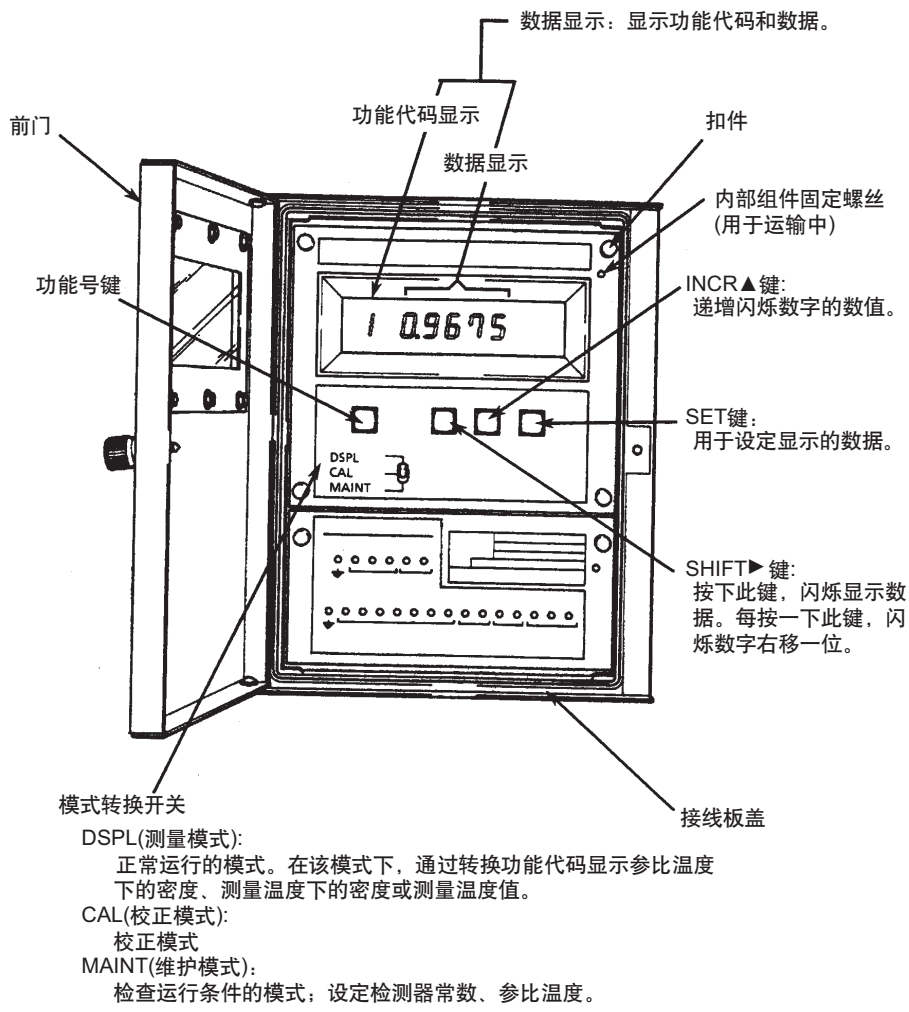


图4.2 密度计转换器各部分名称

4.2 运行

4.2.1 运行模式

DM8振动式密度计运行模式分类如表4.1所示。通过模式转换开关进行测量模式(DSPL)、校正模式(CAL)和维护模式(MAINT)间的转换。

表4.1 运行模式及功能代码

模式	功能代码	内容	显示
测量模式 (DSPL)	无显示	显示密度(参比温度下)	g/cm ³
	1	显示密度(测量值)	g/cm ³
	2	显示测量液体温度	°C
校正模式 (CAL)	3	设定校正溶液1的密度	□.□□□□g/cm ³
	4	设定校正溶液1的温度	□□□.□°C
	5	设定校正溶液1的温度系数	-□□□×10 ⁻⁵ g/cm ³ /°C
	6	开始校正1 (按SET键)	CAL-1 (显示校正后密度)
	7	设定校正溶液2的密度	□.□□□□g/cm ³
	8	设定校正溶液2的温度	□□□.□°C
	9	设定校正溶液2的温度系数	-□□□×10 ⁻⁵ g/cm ³ /°C
	A	开始校正2 (按SET键)	CAL-2 (显示校正后密度)
维护模式 (MAINT)	1.	取消保护(输入77)	7 7
	2.	显示频率(密度)	Hz
	3.	显示频率(温度)	Hz
	4.	检查输出信号	□□□%
	5.	检查LED (按SET键)	-LED-(闪烁5次)
	6.	设定输出范围下限	□.□□□□g/cm ³
	7.	设定输出范围上限	□.□□□□g/cm ³
	8.	设定测量液体的参比温度	□□□.□°C
	9.	设定测量液体的温度系数	-□□□×10 ⁻⁵ g/cm ³ /°C
	A.	设定检测器常数A	□□□□□
	B.	设定检测器常数B	□□□□□
	C.	显示检测器校正系数C (范围)	
	D.	显示检测器校正系数D (零)	

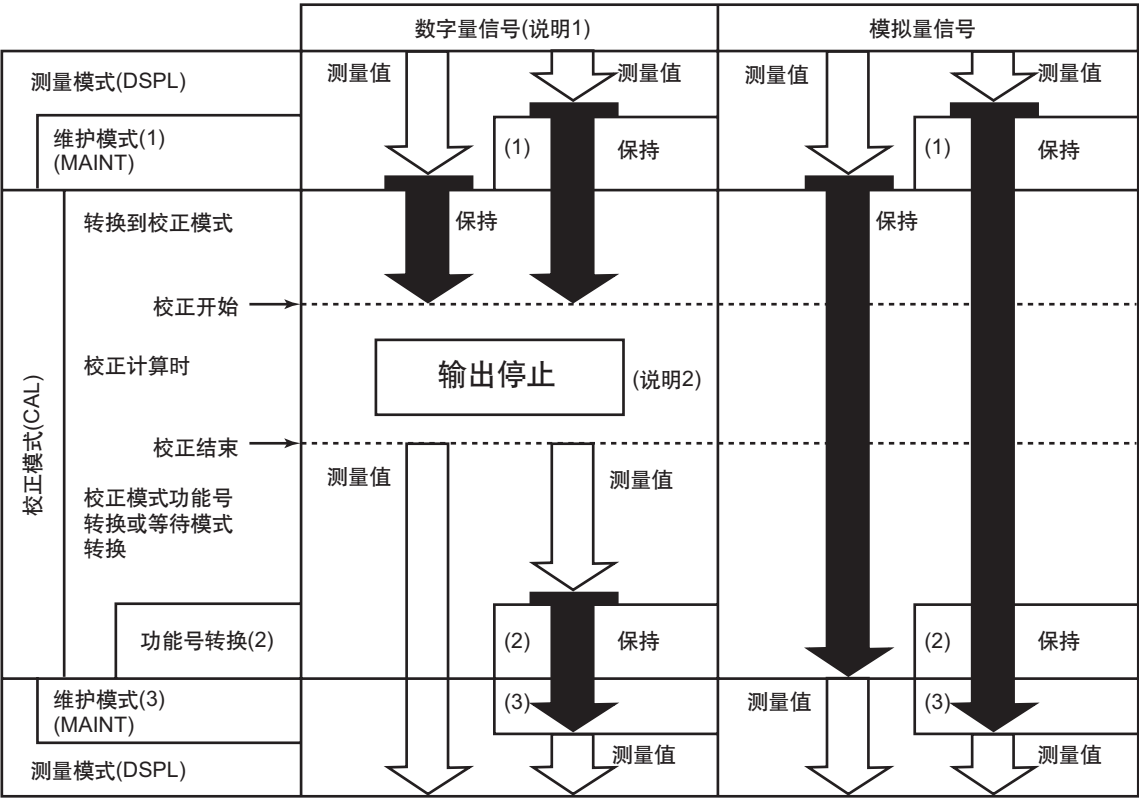
T0401.EPS

(1)测量模式(DSPL): 正常运行模式

该模式下输出的模拟量是参比温度下的密度值。此外，测量液体温度下的密度值和测量液体的温度是数字式输出。可通过选择功能号显示参比温度下的密度值(无功能号显示)、测量液体温度的密度值(1号)或测量液体温度(2号)。使用功能键选择功能号。

(2)校正模式(CAL): 用于校正的模式。设定或指定校正时需要的数据。

该模式下保持模拟量和数字量输出(保持前的值)。但是，在校正功能号‘6’或‘A’期间停止数字量数据输出。当校正计算结束时，解除保持，并再次输出测量数据，直到功能号‘6’或‘A’变为其他号时。



说明1：温度转换后的密度值、测量温度下的密度值和测量液体温度都转换到数字量形式。（只有温度转换后的密度值转换到模拟量形式。）
说明2：密度转换器显示CAL-1或CAL-2。

图4.3 数字量和模拟量信号输出状态

- 校正模式下提供从‘3’到‘A’共八个功能号(见表4.1)。其中，‘6’和‘A’用来指定校正计算，其他值用来校正所需的输入数据。
- ‘3’: 输入用于一点校正或两点校正的第一点校正的校正溶液密度值(g/cm³)。输入密度是参比温度下的数据。
(说明) 如果温度和密度间关系已知，可设定某个温度下的密度。但是，推荐使用参比温度下的密度数据实现精确校正。
 - ‘4’: 输入校正溶液1的温度‘3’设定其参比温度下的密度。
 - ‘5’: 输入值为校正溶液1的温度系数(g/cm³/°C)的-1000000倍的数值。
(说明) 温度系数-0.00086 g/cm³/°C变为086。
 - ‘6’: 按“SET”键进行校正计算，或者执行两点校正的第一点校正。
(说明) 有关校正流程，请参阅4.4。
 - ‘7’: 可输入两点校正中第二点校正(校正溶液2)密度数据(g/cm³)。通常，输入密度是和‘4’中相同参比温度下的数据。
(说明) 如果温度和密度间关系已知，可输入某个温度下的密度。但是，推荐使用和‘4’中参比温度下相同的密度数据实现精确校正。
 - ‘8’: 输入校正溶液2的温度，在‘7’时设定其参比温度下的密度。
 - ‘9’: 输入值为校正溶液2温度系数(g/cm³/°C)的-1000000倍。
 - ‘A’: 按“SET”键进行两点校正的第二点校正计算。

(3)维护模式(MAINT): 调整并检查运行条件的模式。

该模式期间, 保持模拟量和数字量输出(保持前的值)。

维护模式下的功能代码为‘1.’到‘D.’。(见表4.1)。

- ‘1.’: 避免因不慎错改数据的功能。显示“0”时, 不能输入功能代码。为解除保护, 显示“77”并按“SET”键。再次保护时, 显示“77”以外任意数字(例如78)并按“SET”键。除非是在解除保护进行改变数据操作(例如, 设定功能代码‘2’), 否则该操作无效。
- ‘2.’: 检查转换器的运行。显示与测量密度相对应的频率。当转换器正常时, 频率范围为600至700Hz~1000或1500Hz。
(说明) 显示的频率随测量密度、液体温度和检测器常数而变化。如果密度为 $0.5 \sim 2.0 \text{g/cm}^3$, 温度为 25°C , 检测器常数(A)为17074且检测器常数(B)为36384, 正常运行时频率为640~1400Hz。
- ‘3.’: 检查转换器的运行。显示从液体温度电压转换到的频率信号。如果温度为 25°C , 正常运行时频率约为25000~35000Hz。
- ‘4.’: 检查模拟量输出信号的零点和范围。
(说明) 出厂时的数据写在转换器的数据表上。
- ‘5.’: 检查LED数据显示的功能。按“SET”键时, 如果正常, 所有显示闪烁五次。
- ‘6.’: 设定模拟量输出范围的下限密度值(g/cm^3)
- ‘7.’: 设定模拟量输出范围的上限密度值(g/cm^3)
(说明) 上下限值之差至少应为 0.05g/cm^3 。如果设定不合适, 功能号返回到‘6.’。‘6.’和‘7.’的操作是相关的; 在‘6.’时设定后, 在‘7.’时也应设定。
- ‘8.’: 设定测量溶液的参比温度($^\circ\text{C}$)。
- ‘9.’: 设定值是测量溶液温度系数的 $-1 \times 10^5 (= -100000)$ 倍, 以使其转换成正整数。
(说明) 纯水除外; 在约 4°C 时密度最大。通常, 任何液体的温度系数都是负数。
- ‘A.’: 设定检测器常数A。由于检测器常数A是检测器的固有特性, 因此为每个检测器分别指定。
(说明) 每次校正中改变检测器常数A。
- ‘B.’: 设定检测器常数B。由于检测器常数B也是检测器的固有特性, 因此为每个检测器分别指定。
- ‘C.’: 表示已经进行了一点或两点校正。其中, 1表示一点校正, 校正系数(范围)表示两点校正。
- ‘D.’: 表示已经进行了一点或两点校正。其中, 显示0表示一点校正, 显示除0以外的校正系数(零点)表示两点校正。

4.3 测量前的准备

4.3.1 检查管道

检查下述点：

- (1) 取样口间的压差为100kPa或更高？
- (2) 样液管道的直径是否合适？入口管道是否过长？
(说明) 采样入口管道通常为JIS 15A或Sch 40~80不锈钢管道。取样口和检测器间的管道长度最大为10m。
- (3) 样液管道中的阀门和仪表(压力计、温度计)是否可用于正常运行和维护？
- (4) 是否提供清洁检测器用的空气？
(说明) 清洁检测器时需要干燥的0.3~0.5MPa G空气。
- (5) 运行期间是否可以关闭密度计检测器的加热蒸汽？

4.3.2 检查配线

检查测量系统的所有配线已经完成，包括接收单元(例如，记录仪)。

检测器是防爆型时，检查后将接线盒盖恢复原样。

4.3.3 测量液体流量

这里解释一下引入样液的操作流程，假设已经安装了第3.1.2 章节中图3.5中的管道。当管道布置与图3.5不符时，执行这里叙述的操作。关键是保证管道中无残留气泡。

如果使用标准溶液进行校正，校正后导通测量液体，以省去清洗振子环节。但是，如果进行压力补偿(见4.3.6)，事先导通测量液体以得到补偿值。

- (1) 首先，如下所示在采样单元中分别设置一个阀门。

球阀“BV1”：	全关
针形阀“NV1”：	全关
针形阀“NV2”：	全关
针形阀“NV3”：	全关
针形阀“NV4”：	全关
* ‘截止’ 阀“V1”：	全关
* ‘截止’ 阀“V2”：	全关

(说明) 带*标记的V1和V2仅用于蒸汽伴热管道。

- (2) 在带蒸汽伴热管道的样液导管中，打开蒸汽主阀门，以加热样液导管。
保持‘停止’ 阀“V1” 关闭，如果没有明显降温，请勿加热检测器。
- (3) 在样液管道中的‘排水’ 阀下准备一个样液容器(液体盘)。首先，全开‘排水’ 阀，然后逐渐打开‘取样口’ 阀。当样液开始流出排水阀时，关闭‘取样口’ 阀。
- (4) 在采样返回口侧导管中，进行与(3)中相同的操作。在‘排水’ 阀下准备一个样液容器(液体盘)。首先，全开‘排水’ 阀，然后逐渐打开‘截止’ 阀。当样液体开始流出‘排水’ 阀时，关闭‘截止’ 阀。
- (5) 在采样单元中，全开“BV1” 和“NV4”，同时半开“NV1”。关闭(3)中打开的‘排水’ 阀。逐渐打开位于样液入口管道的‘取样口’ 阀。当样液开始从采样返回口侧导管的‘排水’ 阀中流出时，如果在液体中未发现残留气体，全开‘停止’ 阀，并全关‘排水’ 阀。
- (6) 打开“NV2” 以排尽管道中残留的空气。当没有空气的样液从‘排水’ 端流出时，全关“NV2”。

(7) 调整NV1的开度，使检测器中样液流速约为5l/min。横河电机VD6SM采样单元中FM显示的流速随样液粘度变化。如果样液粘度变大，流速指示也会比实际流速高(见图4.4)。

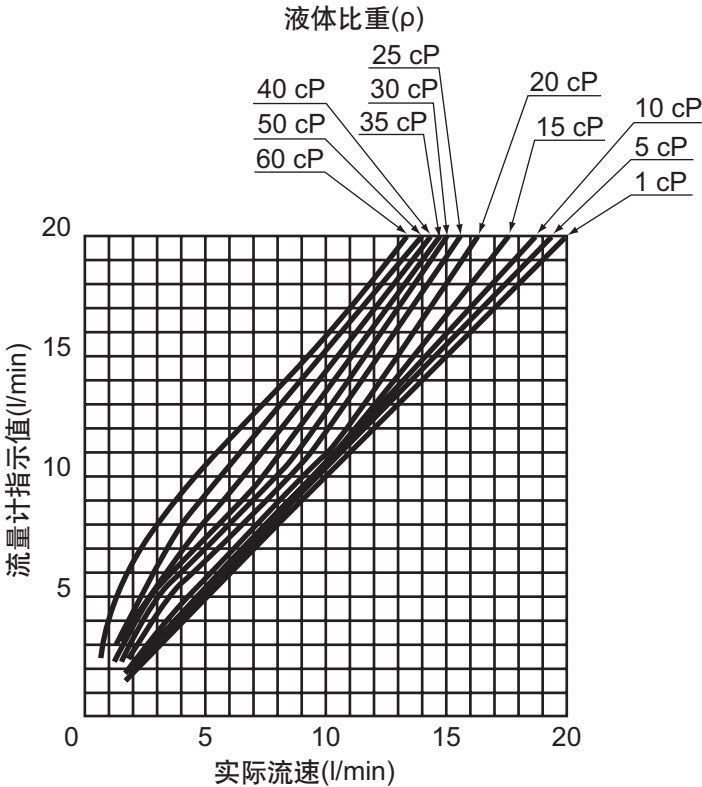


图4.4不同粘度样液下的流速特性

- (8) 确保样液温度T和压力P在指定范围内。
- (9) 目视检查连接处无样液泄漏。

4.3.4 打开电源

给转换器和接收单元（记录仪、计算机等）提供指定电压和频率的电源。接收单元应已经准备接收数据，同时控制器已经调节好进行精确控制。

4.3.5 数据输入

将模式转换开关设定为“MAINT”（维护模式），并在功能号‘6.’，‘7.’，‘8.’，‘9.’，‘A.’和‘B.’下输入数据。有关输入数据详情，请参阅4.2。使用“SHIFT”，“INCR”和“SET”键输入数据。有关这些键的操作详情，请参阅4.1.2。

当输入到功能号‘9.’的测量液体温度系数未知时，请参阅‘4.4.2 样液的校正(2)’。

4.3.6 压力补偿

压力补偿是指补偿工作压力下测量所引起的漂移。根据需要，仅在大气压下校正时进行补偿。

当出现100kPa压力变化时，测量值受影响最大为 $+0.00005\text{g/cm}^3$ 。

因此，对近似处于大气压下的液体，可使用大气压下的校正值。为使高工作压力产生的影响最小，需要进行压力补偿。

通过引入样液得到补偿数据。当液体密度稳定时，按照下述流程测量数据。根据4.3.3，该流程假设已经引入样液。

- (1) 全开针形阀“NV4”，并从压力计中读出P。同时，得到密度计转换器显示的参比温度下的密度。
- (2) 全关球阀“BV1”，打开针形阀“NV3”，使检测器中的样液压力等于大气压。得到密度计转换器显示的参比温度下的密度。
- (3) 使用(1)和(2)中得到的密度计算补偿数据。
补偿数据(g/cm^3) = 工作压力下的密度 - 大气压力下的密度
校正时需要从标准溶液的密度值中减去补偿数据。

4.4 校正

应根据不同场合的要求校正振动式密度计，以达到指定精度。

有两种校正方法：一点校正和两点校正，每种方法都使用样液或标准溶液进行。用样液校正时无需停止运行，压力补偿会实现精确测量。而用标准溶液校正时，一旦溶液密度确定为固定值，不用在实验室中重复样液的密度测量。

一点校正与除去第二点校正的两点校正相同，这里，使用标准溶液和样液的两点校正如下所述。由于下面的介绍中假设密度计转换器安装在密度计检测器附近，对于离检测器远的连接件，请编制作业指导书，并依此进行校正。

4.4.1 标准溶液的校正

这里提供两种在参比温度下密度已知的标准溶液(*1)。一个密度(标准溶液1)应在测量范围的下限附近，另一个(标准溶液2)应在上限附近。事先已知这些标准溶液的温度系数(g/cm³/°C)

(*1) 测量标准溶液的密度时，使用最小刻度为0.0005kg/cm³的密度计。

校正流程如下所示。校正期间，只打开密度计检测器和密度计转换器，同时仍然使接收转换器输出信号的单元停止。

- (1) 设定转换器为“CAL”模式，根据功能号3、4、5、7、8和9输入数据。压力补偿时，从标准溶液的密度中减去4.3.6中得到的补偿值，并将它们设定到功能代码表中3和7的数据。
(说明) 当补偿值为负数时，设定值将比标准溶液密度变大。
- (2) 如下所述使用空气吹扫振子内部。采样单元中的球阀“BV1”和针形阀“NV4”全关。针形阀“NV2”和“NV3”全开，将空气管道连接至针形阀“NV3”的出口端，并用空气吹一或两分钟，压力应为0.2~0.3MPa(*2)。
(*2) 当振子中仍有样液时，开始时使用0.05MPa的空气吹扫，然后将压力增至0.2~0.3MPa吹干振子内部。
- (3) 向振子中注入18~20ml标准液1，以避免气泡进入，方法如下：
首先，拆去检测器基座上的标准溶液(两处)所用注入端的管道堵头。接下来使用注射器(附件)向注入端口中注入标准溶液，使溶液沿振子管道的内壁流入。推荐使用样液入口附近的注入端。如果注射器被污染，使用酒精清洗。
- (4) 在参比温度下读取测量密度值。模式选择器开关3设定为“DSPL”时显示，但不显示功能代码。
- (5) 由于进行了两次标准溶液1的校正，吹走振子中已使用的标准溶液。吹扫前，插入注入端(两处)，并根据(2)吹入空气。
- (6) 进行(3)和(4)的操作，确认得到和(4)相同的结果。
(说明) 如果结果与(4)不同，重复操作(3)和(4)。
- (7) 对于校正1计算，在功能代码‘6’时按“SET”键。计算期间‘CAL-1’闪烁，计算完成后显示参比温度下的密度(说明1)。检查该值是否为标准溶液1的正确密度(说明2)。
(说明1) 校正计算的时间随校正前后的密度值之差而变化。差越大，时间越长。
(说明2) 即使在同一温度下比较，校正后的密度值也不总是与标准溶液1的密度致。特别是当校正期间的溶液温度与参比温度差别很大，会出现误差。
但是，误差通常在允许范围内，如果误差过大，逐个检查设定值。
- (8) 通过(7)完成第一次校正后，使用标准溶液2进行第二次校正，其过程与第一次校正相同。重复(1)到(7)的操作。校正计算中，设定功能代码为‘A’。(CAL-2闪烁显示七次)。

完成第二次校正时，吹扫振子中的标准溶液，并将管道堵头旋入注入端，全关针形阀“NV2”和“NV3”，并拆去所连接的空气管道。

4.4.2 样液的校正

应按照下列流程进行样液的校正。

- (1) 对由密度计测量的测量液体进行采样。应在液体密度稳定时进行采样。
(说明) 在对液体进行采样和完成第一次校正期间，样液的密度不应改变。
- (2) 使用密度计测量样液的密度和温度。如果未知，检测计算温度系数。使用高温(参比温度+约5°C)和低温(参比温度-约5°C)下的密度，如下所示计算温度系数。
$$\text{温度系数(g/cm}^3\text{/}^\circ\text{C)} = \frac{\text{高温下的密度} - \text{低温下的密度}}{\text{高温} - \text{低温}}$$

(说明1) 密度值应该尽可能与参比温度下的值相差大些。
- (3) 将转换器的模式转换开关设定为“CAL”，并输入与功能代码3、4和5对应的数据。
- (4) 指定第一次校正计算时，选择功能代码‘6’并按“SET”键。计算期间‘CAL-1’闪烁显示，计算后显示参比温度下的密度。
确认密度值和(2)中的测量值基本相同。
- (5) 进行第二次校正前，在采样单元改变测量溶液的密度。进行(1)到(4)的操作。在(3)对应的操作中，输入功能代码7、8和9对应的数据。在(4)对应的操作中，使用功能代码‘A’指定校正计算。

4.4.3 校正错误

如果校正计算完成后显示错误指示(第一次校正输入功能号7、8和9对应的数据为E005，第二次校正为E006)，检查功能代码3、4、5、7、8或9的输入数据，并使用错误数据重复计算。

4.5 操作

4.5.1 操作流程

启动密度测量系统，并监视一段时间的操作条件，以确认没有异常。操作中无需调节密度测量系统，但是，最好每天检查液体流速和压力。当在采样单元中安装伴热蒸汽管道时，检测器不伴热。

如果显示故障代码，立即采取对策。表4.2为错误列表。

表4.2 故障代码列表

显示	内容	故障解除及推荐的解决方法
E001	检测密度故障信号	故障解除时
E002	检测器温度检测故障信号	故障解除时
E003	转换器异常	
E004	超出测量温度范围	
E005	第一次校正异常	
E006	第二次校正异常	检查并重置校正所需数据。
E007	EEPROM的非法数据	检查并重置负载常数

T0402.EPS

在维护和计算模式下按功能号键可临时取消E001，002，003，004和007，但是在测量模式下，会再次显示错误指示。这些错误仅在测量模式下检测。

E005和006仅出现在校正模式，当校正计算结束时显示一秒后就清除。之后，显示之前校正数据得出的参比温度下的密度值。

4.5.2 密度检查测量值

建议每隔几周检查一次密度的测量值，以确定校正和清洗周期。

- (1)使用密度计测量密度值，并与振动式密度计的密度指示值(参比温度下)比较。当液体采样时，确认采样的压力和温度与正常测量状态时相差不大。
- (2)正确测量参比温度下以及液体采样温度下的密度值。
- (3)液体采样时，比较(2)中测量的密度和显示值。如果二者之差超过允许的误差范围，清洗振子。有关清洗流程，参见5.1.1。

4.5.3 停车

停车时，振动式密度计停止工作，此时必须排尽检测器中的样液。

5. 维护

5.1 常规检查/维护

5.1.1 清洗检测器中振子

污垢微粒会积存在振子管道的内壁上，这与工艺液体的性质有关。为避免由此产生的测量误差。应采用下列方式定期清洗管道。

- (1) 关闭阀门BV1和NV4，并打开NV2和NV3。
- (2) 连接空气管道与针形阀NV2的出口。在针形阀NV3的排水端通过吹入0.05MPa G空气吹扫振子中的样液。
- (3) 拆去标准溶液注入端(两处)管道堵头，并向振子中注入约200ml的清洗液体。
- (4) 过一会儿，装上并拧紧堵头，依（2）的方法和步骤将清洗液体吹入振子中。然后，如图5.1所示，用刷子(附件)清洗振子管道的内侧。

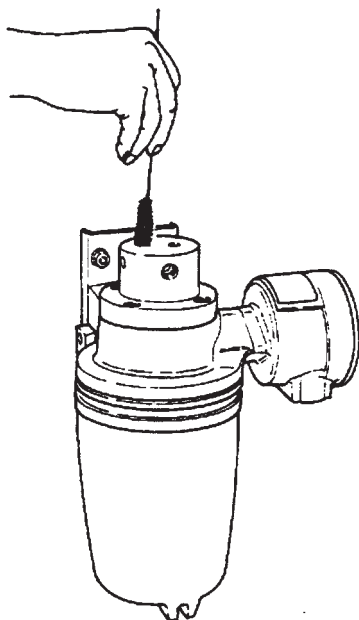


图5.1 清洗振子

- (5) 再次拆去标准溶液注入端的管道堵头，并注入约200ml的清洗液体。过一会儿，装上堵头并吹入0.05MPa G空气吹扫样液。吹除液体后，将空气压力增加到0.2~0.3MPa G，持续吹入空气2~3分钟，使振子内部干燥。

5.1.2 更换检测器中干燥剂

干燥剂用于保护检测器中的振荡放大器，防止受潮。每年检查一或两次检测器接线盒，一旦发现变潮，更换干燥剂。附件中提供两个干燥剂。对于防爆型检测器，在拆去接线盒盖前需要使用气体检测器确认没有爆炸性气体。

5.2 故障诊断

修理振动式密度计需要有经验的技术人员。如果更换部件，可能需进行适当调整。一旦出现故障，通常应由横河电机进行修理。此时，如能提供异常现象时的详细信息，会有利于尽快修复。

下面介绍故障检查方法。对于防爆型检测器，在拆去接线盒盖前需要使用气体检测器确认没有易爆气体。

5.2.1 检查振子

拆去检测器盖目视检查振子。仔细检查两个管形振子的整个表面。如果它们有凹痕、划痕、洞或有样液泄漏痕迹，应该更换振子。(说明)

确认已从振子组件上拆开锁定螺丝。

(说明) 振子管道壁十分薄，因此必须仔细处理。由于安装振子管道需要专门的技巧，应由横河电机更换振子。

5.2.2 检查RTD

测量端子A2和A3间的电阻。当RTD正常时，阻值依照下表显示相应值。

表5.1 RTD在不同温度下的阻值(Pt 1000 Ω)

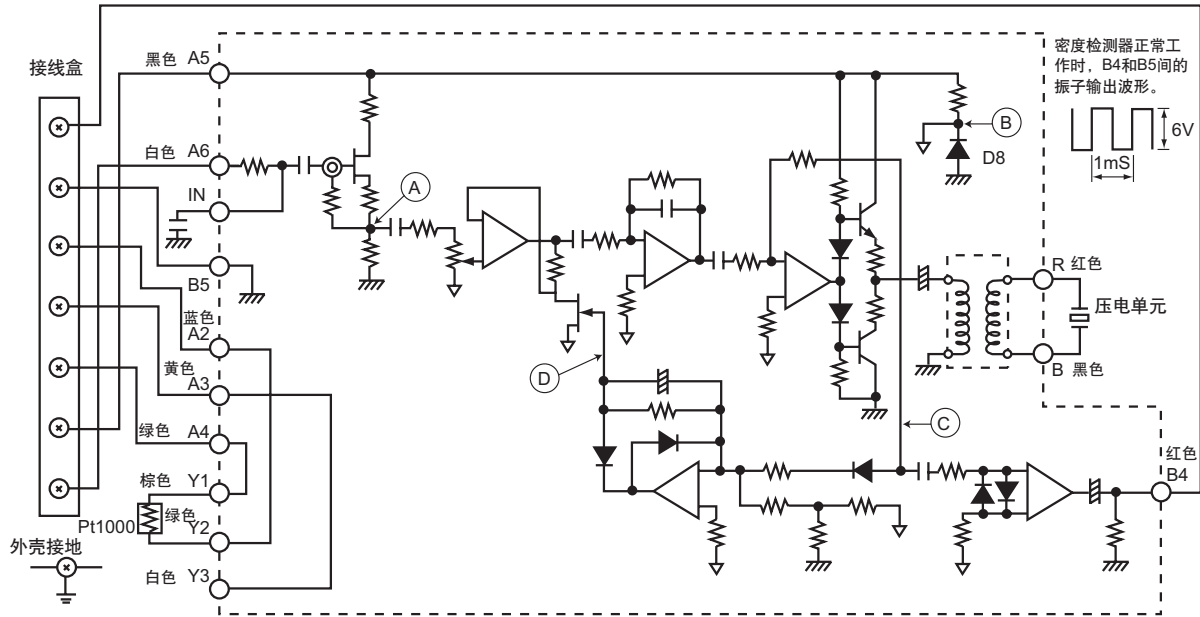
温度(°C)	10	15	20	25	30	35	40	45	50
阻抗(Ω)	1039.0	1058.5	1077.9	1097.3	1116.7	1136.1	1155.4	1174.7	1194.0

T0501.EPS

5.2.3 检查振荡放大器

首先，目视检查拾频器电极。该电极应安装在振子附近，并与振子有一定的间隙(图4.5)。无此间隔时，电极将不能正常工作。如果在电极和振子间存在湿气或污垢，用布擦拭间隙。注意不要损坏振子。

然后，使用直流电压表和其他合适的测量设备检查电子回路。有关仪表类型和检查点，见图5.2。



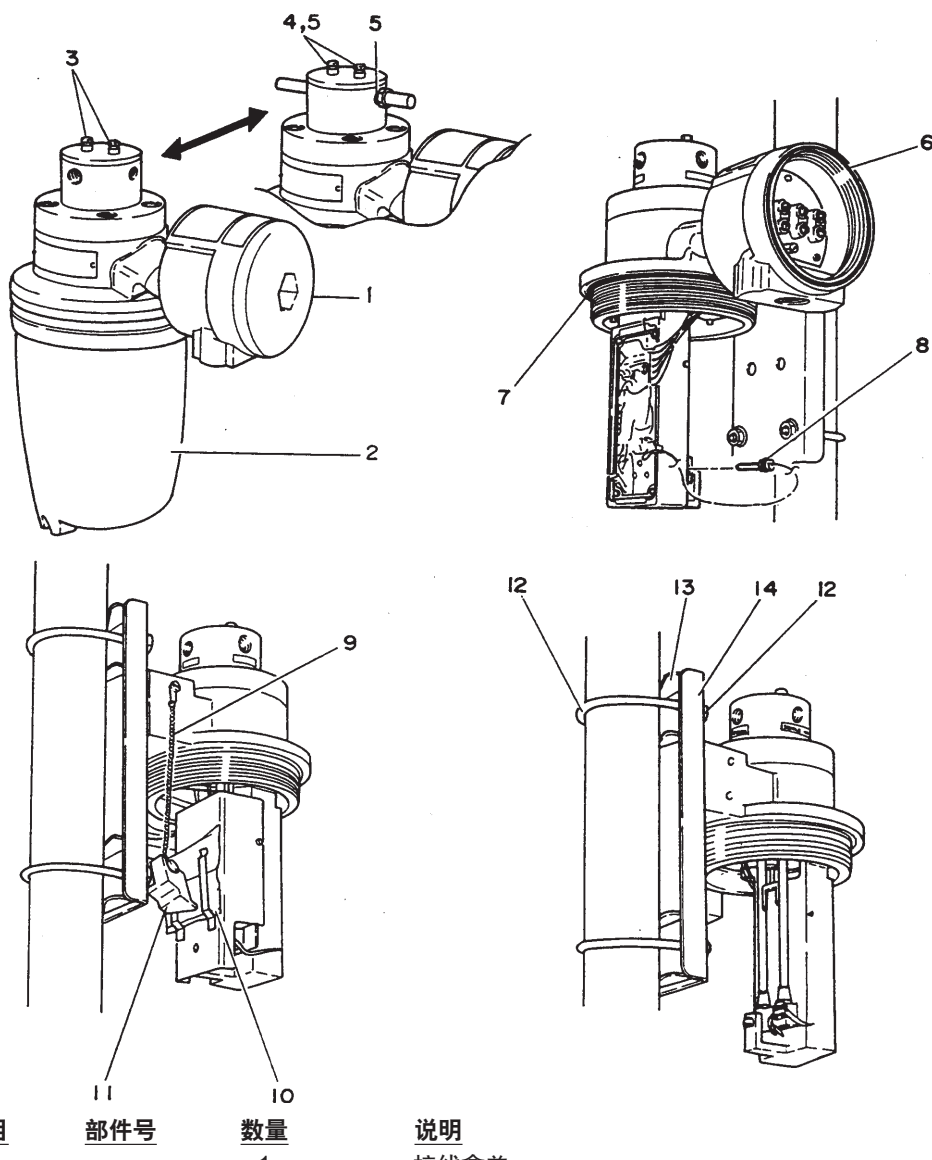
检查点	测量仪表	测量条件	正常值	显示异常值的补救措施
① A5 - B5	直流电压表		12 V±10 %	检查硫转换器INPUT装置。
② A6 - B5	用于测量②, 仪表输入阻		200 V±10 %	
③ B - B5	抗至少为10MΩ		5.8 ~ 6.4 V	
④ IN - 1	万用表		∞(×10kΩ范围)	检查拾频器电极。
⑤ B4 - B5	示波器	断开印刷电路板上端子IN, R和B, 连接一个示波器 (0~2000Hz, 输出5V), 并采用100mVrms输入。	6 ~ 8 V p-p	查找失效电路部件并进行更换。
⑥ R - B5			150 ~ 2000 V p-p	
⑦ A - B5			200 mV p-p	
⑧ C - B5			4 ~ 6 V p-p	
⑨ D - B5	直流电压表	小于100mVrms输入。	-3 ~ 0 V	

F0502_EPS

图5.2 振荡放大器检查点

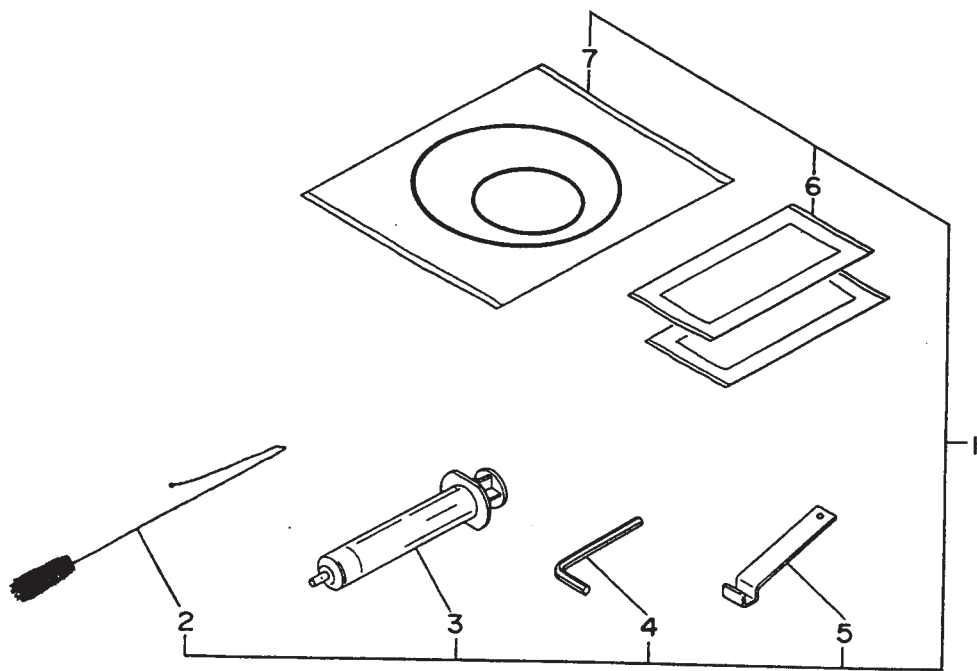
用户维修 部件清单

Model VD6D, VD6DF, VD6DS 密试计检测器



项目	部件号	数量	说明
1	—	1	接线盒盖
2	K9000SK	1	盖
3	K9000CC	2	塞(用于VD6D和VD6DF)
4	K9000DB	2	塞(用于VD6DS)
5	L9818JB	4	密封圈(用于VD6DS)
6	G9303AR	1	O形圈
7	G9303BA	1	O形圈
8	G9303NE	2	O形圈(用于VD6DS)
9	K9000AK	1	链组件(用于VD6DF)
10	K9324PC	1	干燥剂(2包)
11	K9000AC	1	夹具
12	D0117XL-A	2	U形螺栓组件
13	L9826AG	2	支架
14	L9826AC	1	支架

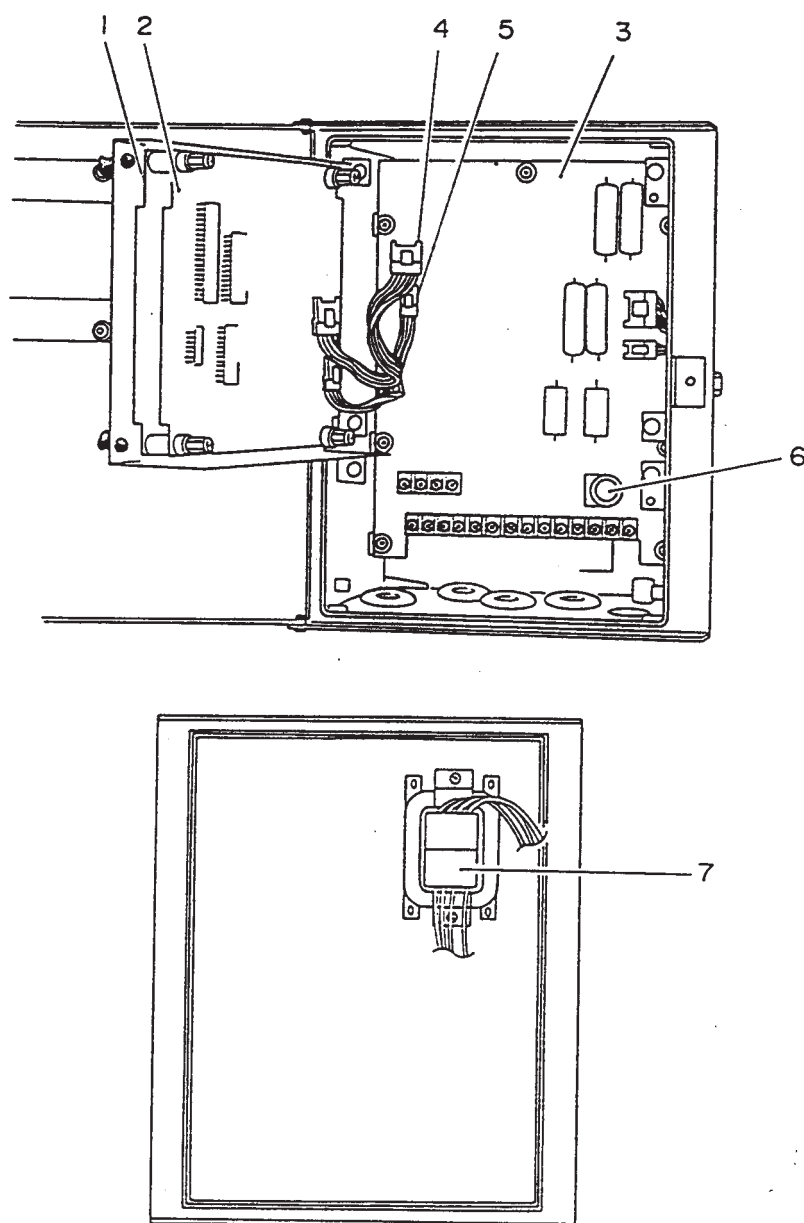
附件组件



项目	部件号	数量	说明
1	K9000PQ	1	组件附件
2	L9827AR	1	刷
3	L9827NA	1	注射器
4	L9827AE	1	扳手
5	E9135GZ	1	扳手
6	K9324PC	1	干燥剂(2包)
7	K9003NG	1	O形密封圈套件组(用于前一表格中的项目6和7)

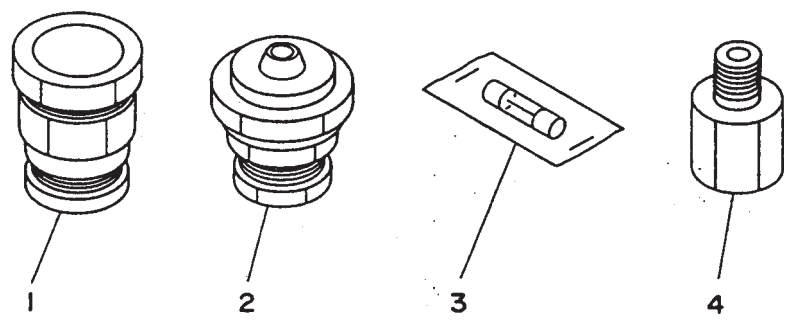
用户维修 部件清单

Model DM8C 密度计转换器



项目	部件号	数量	说明
1	K9000ZW	1	显示板组件
2	K9000YJ	1	CPU板组件
3	K9000YH	1	主板组件
4	K9000YR	1	电缆组件(7针)
5	K9000YQ	1	电缆组件(5针)
6	S9517VK	1	保险丝(250V, 3A)
7	K9000ZE	1	转换器组件

附件组件



项目	部件号	数量	说明
1	B1003JZ	1	电缆密封压盖(戈兰接头)
2	L9811FP	4	电缆密封压盖(戈兰接头)
3	K9141TV	1	保险丝(3.0 A)
4	G9612BC	1	连接件Rc1/4 (用于/AP1)
	G9612BE	1	连接件1/4NPT (用于/AP2)

版本记录

手册名称：DM8振动式液体密度计
手册号：IM 12T03A01-02C-C

版本	日期	注释
第1版	2006年12月	最新版(用于*B型)