



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 18660—2002  
idt ISO 6817:1992

---

## 封闭管道中导电液体流量的测量 电磁流量计的使用方法

Measurement of conductive liquid flow in closed conduits—  
Method using electromagnetic flowmeters

2002-02-22 发布

2002-08-01 实施

中华人民共和国  
国家质量监督检验检疫总局 发布

## 目 次

前言 .....	Ⅲ
ISO 前言 .....	Ⅳ
1 范围 .....	1
2 引用标准 .....	1
3 定义 .....	1
4 符号和单位 .....	2
5 基本理论 .....	3
6 结构和工作原理 .....	4
7 安装的设计和试验 .....	7
8 装置标志 .....	11
9 校准和试验条件 .....	12
10 不确定度分析 .....	13
附录 A(提示的附录) 一次装置的结构材料 .....	16
附录 B(提示的附录) 参考文献 .....	17

## 前 言

本标准是根据国际标准化组织颁布的标准 ISO 6817:1992(第一版)“Measurement of conductive liquid flow in closed conduits—Method using electromagnetic flowmeters”制定的,在技术内容和编排方式上与国际标准等同。

在“引用标准”和其他条文中提到的有关国际标准,凡已被我国采用而制定了国家标准者,均列出国际的代号和名称;凡尚未制定国家标准者,一律用原 ISO 标准代号。

在 ISO 6817 中,“6.4 系统输出”规定:“a) 模拟直流电流,按照 IEC 60381-1;b) 模拟直流电压,按照 IEC 60381-2”。由于在 IEC 60381 中规定电流和电压信号有多种标准,根据我国国家标准 GB/T 3369—1989 和 GB/T 3370—1989,本标准直接明确:电流(d.c.)为 4 mA~20 mA 或 0 mA~10 mA;电压(d.c.)为 1 V~5 V 或 0 V~5 V。

本标准的附录 A 和附录 B 都是提示的附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国工业过程测量和控制标准化技术委员会归口。

本标准由上海光华仪表厂负责起草。参加起草单位:上海光华·爱而美特仪器有限公司、上海工业自动化仪表研究所、开封仪表厂、开封流量计厂、天津仪表集团有限公司、上海横河电机有限公司、上海章华仪表厂。

本标准主要起草人:官本诚、谢裕德、沈海津、瞿国芳、倪荣福、王立敏。

## ISO 前言

ISO(国际标准化组织)是各国标准团体(ISO 成员团体)的世界性联合会。国际标准的制定工作通常是由 ISO 各技术委员会进行的。对已建立了技术委员会的研究主题感兴趣的每一个成员团体都有权派代表参加该委员会。与 ISO 有联系的政府性和非政府性的国际组织也可参与这项工作。ISO 与国际电工委员会(IEC)在所有关于电工技术标准化工作方面紧密合作。

各技术委员会所采纳的国际标准草案都分发给各成员团体进行表决。作为一项国际标准的出版需要至少 75% 的成员团体投票赞成。

国际标准 ISO 6817 是由 ISO/TC30“封闭管道中流体流量测量技术委员会“SC5”电磁流量计分技术委员会”所制定的。

第一版撤消并替代了 ISO/TR 6817:1980,它形成了一个技术性的修订本。

本国际标准的附录 A 和附录 B 仅仅是提供一些信息。

# 中华人民共和国国家标准

## 封闭管道中导电液体流量的测量 电磁流量计的使用方法

GB/T 18660—2002  
idt ISO 6817:1992

Measurement of conductive liquid flow in closed conduits—  
Method using electromagnetic flowmeters

### 1 范围

本标准描述了用于测量充满封闭管道中导电液体流量的工业电磁流量计的原理和主要设计特点,并涉及它们的安装、运行、特性以及校准。

本标准不规定流量计在危险环境中应用的安全防护要求。它不适用于导磁性浆液及液态金属的测量,也不适用于有卫生要求的场合。

本标准包括交流励磁型和脉冲直流励磁型两种流量计。

### 2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 3369—1989 工业自动化仪表用模拟直流电流信号(neq IEC 60381-2:1978)

GB/T 3370—1989 工业自动化仪表用模拟直流电压信号(neq IEC 60381-1:1978)

GB/T 6592—1996 电工和电子测量设备性能表示(idt IEC 60359:1987)

GB/T 17611—1998 封闭管道中流体流量的测量 术语和符号(idt ISO 4006:1991)

GB/T 18659—2002 封闭管道中导电液体流量的测量 电磁流量计的性能评定方法  
(idt ISO 9104:1991)

ISO/TR 5168:1998 流体流量的测量 不确定度的估计

ISO/TR 7066-1:1997 流量测量装置的校准和使用方面不确定度的估计 第1部分:线性校准关系

ISO 7066-2:1988 流量测量装置的校准和使用方面不确定度的估计 第2部分:非线性校准关系

### 3 定义

本标准采用 GB/T 17611 中的定义和下列定义。

#### 3.1 电磁流量计 electromagnetic flowmeter

产生一个与流动方向相垂直的磁场,可从导电液体在磁场中运动所产生的感应电动势推导出流量的流量计。电磁流量计由一次装置和一个或多个二次装置组成。

##### 3.1.1 一次装置:(传感器) primary device

一次装置包括下列单元:

——一段流过被测导电液体的电绝缘测量管;

——一对或多对径向对置的电极,通过电极测量由导电液体流动所产生的信号;

——在测量管中产生磁场的一个电磁体。

一次装置产生一个与流量成比例的信号,有时还产生一个参比信号。

注:在现今的国际标准(以及我国标准)中,对于电磁流量计而言,使用比较准确的术语“液体(liquid)”来代替在 GB/T 17611 中所给出的一般术语“流体(fluid)”(包含液体和气体),这种说法也同 GB/T 18659 中的规定一致。

### 3.1.2 二次装置;(转换器) secondary device

包含从电极信号中取出流量信号并把它转换成与流量成正比的标准化输出信号的电路装置。该装置也可以安装在一次装置上。

### 3.2 测量管 meter tube

一次装置中被测量液体流过的管段,其内表面通常是电绝缘的。

### 3.3 测量电极 meter electrodes

用来检测感应电压的一对或几对触头,或电容极板。

### 3.4 磁场 magnetic field

由一次装置中的电磁体所产生的磁通量,它穿过测量管和液体。

### 3.5 电极信号 electrode signal

两个电极之间总的电位差,包括流量信号以及与流量无关的信号,如同相、正交、共模电压信号。

#### 3.5.1 流量信号 flow signal

电极信号中与流量和磁感应强度成正比并与测量管和电极的几何结构有关的部分。

#### 3.5.2 同相电压 in-phase voltage

电极信号中与流量信号同相但它不随流量而变化的部分。

注:本定义只适用于以交流励磁的一次装置。

#### 3.5.3 正交电压 quadrature voltage

电极信号中与流量信号相位差  $90^\circ$  且不随流量而变化的部分。

#### 3.5.4 共模电压 common mode voltage

等同地存在于每个电极与参比电位之间的电压。

### 3.6 参比信号 reference signal

与一次装置产生的磁通量成正比并在二次装置中与流量信号进行比较的信号。

### 3.7 输出信号 output signal

与流量成函数关系的二次装置输出。

### 3.8 一次装置的校准系数 calibration factor of the primary device

在规定的参比条件下,对于一个给定的参比信号值,实现流量信号同体积流量(或平均流速)相关联的一个数。

### 3.9 满标度流量 full-scale flowrate

对应于最大输出信号的流量。

### 3.10 阴极保护 cathodic protection

防止管道电介质腐蚀的电化学方法。

### 3.11 参比条件 reference conditions

同本标准第 9 章相一致的流量计校准条件。

## 4 符号和单位

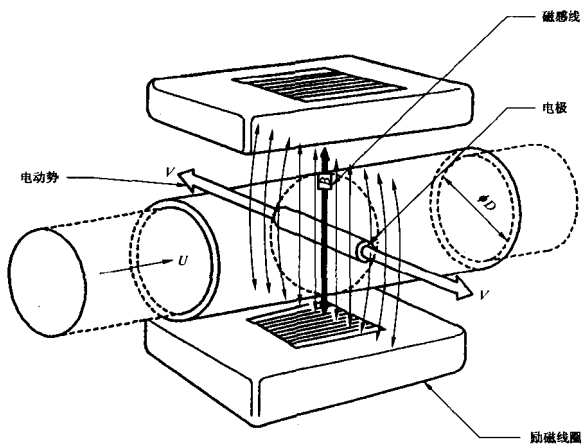
本标准使用下列符号

符 号	参 数	单 位
$B$	磁通密度	T
$D$	测量管内径	m
$K$	校准系数	m
$L_e$	测量电极之间距离	m
$U$	液体平均轴向流速	m/s
$V$	流量信号(电动势)	V
$k$	常数	(无量纲)
$q_v$	液体的体积流量	m <sup>3</sup> /s

## 5 基本理论

### 5.1 概述

当液体在磁场中运动时,根据法拉第定律产生感应电动势(见图1)。如果磁场垂直于流动液体的绝缘管道,而液体的电导率又不太低,则装在管壁上的两个电极之间可测量到一个电压,这电压同磁通量密度、液体的平均流速以及两个电极之间的距离成正比。这样,就可以测得液体的流速,进而测得液体的流量。



图中: $B$ —磁通密度; $D$ —测量管内径; $V$ —流量信号(电动势); $U$ —液体平均轴向流速

图1 电磁流量计原理图

### 5.2 基本方程

根据法拉第电磁感应定律,感应电压强度可用下面的简式表达:

$$V = kBL_e U \quad \dots\dots\dots (1)$$

在圆形管道中,体积流量是:

$$q_v = \frac{\pi D^2}{4} U \quad \dots\dots\dots (2)$$

把方程(1)、(2)合并得：

$$q_v = \frac{\pi D^2}{4kL_e} \left( \frac{V}{B} \right) \quad \dots\dots\dots(3)$$

或者

$$q_v = K \left( \frac{V}{B} \right) \quad \dots\dots\dots(4)$$

方程式(4)可以解释为用各种方法产生一个校准系数,如本标准第9章和GB/T 18659中所述,该系数实际上通常是靠湿式校准来得到。

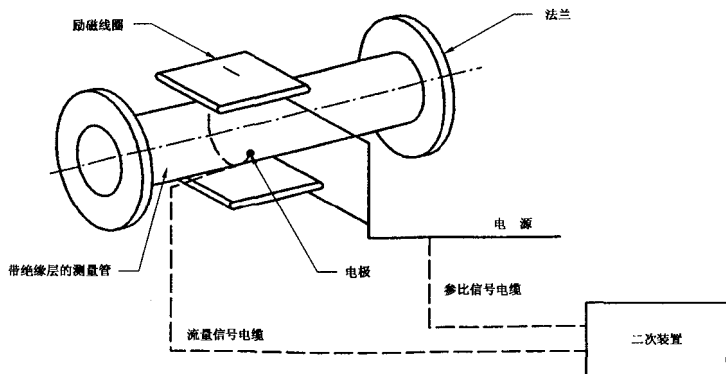


图2 工业电磁流量计的构成

## 6 结构和工作原理

### 6.1 概述

如图1和图2所示,测量管置于磁场中,使导电液体的流动方向同磁场相垂直。根据法拉第定律,液体在磁场中流动,在与其流向和磁场相垂直的方向上产生一感应电动势。由安装在绝缘衬里上的两个电极,或者通过测量管上在与磁场垂直的径向平面上的一对电容耦合型绝缘电极,产生一个正比于流速的电位差,此电压信号可通过一个二次装置加以处理。基于这一原理的流量计可以测量从任何方向流经测量管的流量。

电磁流量计是由检测流过液体流速的一次装置,和把一次装置产生的低电平信号转换成工业仪表可以接受的标准化信号的二次装置所组成。系统产生一个同体积流量(或者平均流速)成正比的输出信号。它仅仅限于用来测量导电的且非磁性的液体。

一次装置和二次装置可以组合成一个整体。

### 6.2 一次装置

电磁流量计的一次装置包括线圈、铁磁性材料的磁轭、流通液体的测量管以及电极。一次装置还可能包含导出参比信号的电子线路。

图3所示为工业电磁流量计一次装置的展开图。线圈和磁轭装配产生一磁场,测量管是一种非磁性材料,例如塑料、陶瓷、铝、黄铜,或者非磁性不锈钢。金属测量管内衬有一个绝缘衬里,防止金属管把电极信号短路。衬里可以是玻璃、合成橡胶、塑料和陶瓷等(见附录A)。衬里和电极材料的选择,要使之适合于被测液体。

也可能采取其他专门设计,例如,用一个铸钢外壳,把线圈绝缘固定在此外壳内,然后再把衬里安装在此装配体内。法兰通常用来把一次装置同工艺管路连结起来,对于较小口径规格,也可以作成无法兰式流量计。



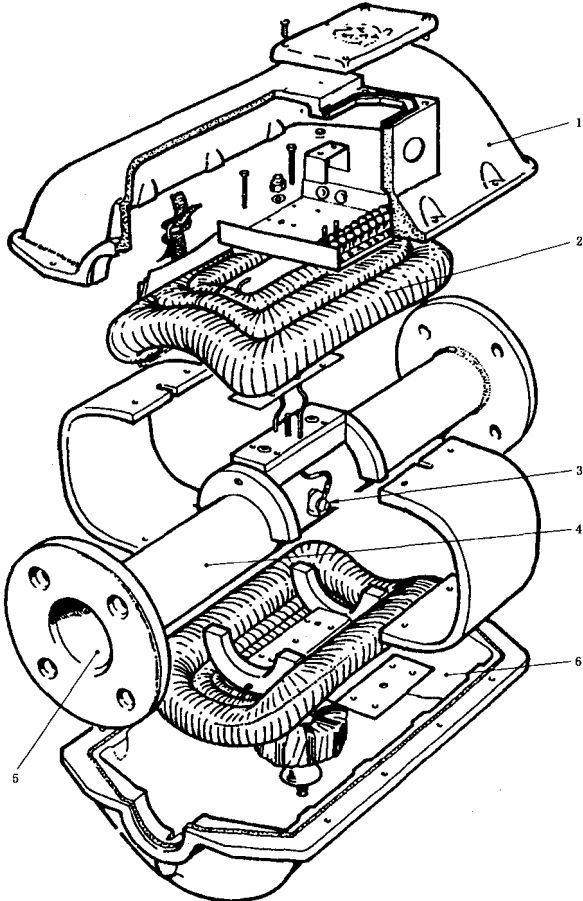
产生磁场的线圈可以靠正常的单相供电或者其他方式供电。线圈部件可以安装在外面,或者灌封在测量管里。在后面一种情况下,测量管可以用磁性材料制作。

在工业电磁流量计中,一次装置的线圈可采用:

- 交流励磁,或
- 脉冲直流励磁。

脉冲直流励磁型的一次装置的磁场线圈是由产生脉冲电流的电源供电的。流量计在零磁场处采集信号,并且调整零点,但不能区分所有其他杂散信号。

一次装置各个方面的通用导则列于 7.1 中,而其物理特性则在附录 A 中加以阐述。



图中:1—上壳体;2—线圈;3—电极;4—测量管;5—衬里;6—下壳体

图 3 电磁流量计一次装置展开图

### 6.3 二次装置

二次装置实现如下的作用：

- a) 放大并处理电极信号和参比信号，以获得与流量成正比的信号；
- b) 尽可能消除杂散电动势，这其中包含着共模信号和正交信号；
- c) 若需要，可补偿电源电压和频率的变化；
- d) 可补偿或减小一次装置中磁感应强度的变化。这一点是很重要的，因为它直接影响来自测量电极的电压信号的重复性。

补偿可以通过以下方法来获得：

- a) 一个增益补偿放大器，其增益与电源频率成正比，而与电源电压成反比；
- b) 一个其输出与流量信号和参比信号(由励磁电流导出)的比值成正比的系统，在一个给定的流量值上，上述两个信号可能随电源电压和频率而变化，但它们之间的比值将保持常数；
- c) 一个稳定的励磁电流系统。

对线圈电流未作调整的交流(a. c.)励磁系统，二次装置测量的是  $V/B$  的比值(见第 5 章)。由电极引线会检测到除流量信号( $V$ )以外的电压，这些电压可能是同电极引线、电极和介质所组成的环路相交的磁通量的变化而产生的(变压器效应)。这一电压近似地与流量信号相位差  $90^\circ$ ，把这一呈  $90^\circ$  相位差的部分称之为“正交”电压。剩余部分则称作“同相”电压。最初安装时应在没有流量的情况下把“同相”电压调整到零，除非流量计中有一装置可自动提供这种功能。

如果线圈电流已作调整，磁场被认为是恒定的，它只须测量电极信号就行了。如果线圈电流未经校准，那么，为了补偿磁场变化，二次装置可以利用一个取自一次装置的参比信号。该参比信号可以从供电电压、供电电流、金属材料中的或者空气隙中的磁通密度来确定。

在一个脉冲直流系统中，在理想或者参比条件下，电极信号的峰—峰值( $V_p+V_n$ )与管线中的流速成正比，且  $V_p$  与  $V_n$  相等(见图 4a))，其中  $V_p$  为正电压， $V_n$  为负电压。

在实际情况下，如果零点或者“零流量”信号在正方向上产生一个  $V_e$  的偏移量，那么正向信号便是( $V_p+V_e$ )，负向信号是( $V_n-V_e$ )，(见图 4b))。因此电极信号的总值是( $V_p+V_n$ )，零点偏移被消除。如果偏移在负方向，也同样适用。

该系统能在任何时候自动地消除零点误差，因此无论是启动/试运行，还是在随后工作的任何时间里，通常无须作零点调整。

二次装置的功能和安装要求，在 7.2 中加以描述。

### 6.4 系统输出

系统输出可以是下列一种或几种：

- a) 模拟直流电流：4 mA~20 mA 或 0 mA~10 mA；
- b) 模拟直流电压：1 V~5 V 或 0 V~10 V；
- c) 以一个定标过的或未定标过的脉冲形式的频率输出；
- d) 数字式。

### 6.5 液体电导率的影响

如果液体的电导率在流量计的测量区域内是一致的，则电场分布与液体电导率无关，因而流量计输出一般与液体电导率无关。工作的最低电导率要求，应由制造厂给出。

一次装置的内阻抗明显地取决于液体的电导率，该阻抗的变化非常大时，可能使输出信号产生误差。如果通过流量计的液体的电导率不一致，误差也可能产生。由均匀分布在介质中小颗粒所组成的多相液体，可以看作是一种均质液体。在衬里内表面上导电的薄层沉淀物，也可能引起误差。

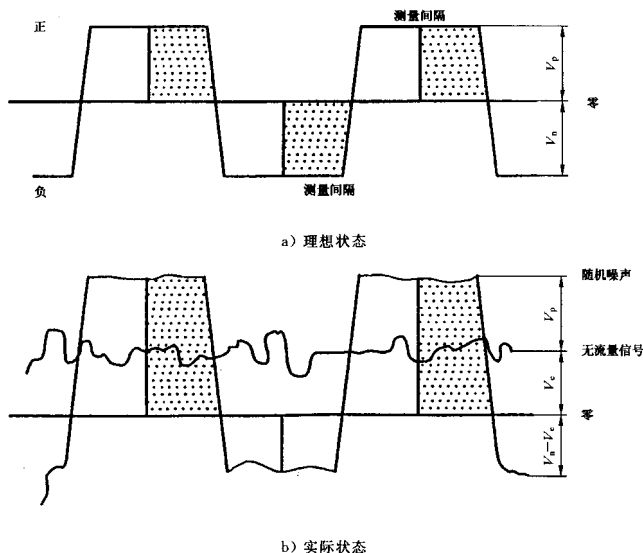


图4 脉冲直流(双向)系统原理

## 6.6 雷诺数影响

在工业电磁流量计中,雷诺数的影响通常很小,实际使用时可以忽略。

## 6.7 流速分布影响

配置在流量计上游或下游的管道连接件(弯头、阀门或渐缩管等)可能引起速度分布畸变,这种流动状态可能对流量计的性能产生影响。

通常,用户必须遵循制造厂为了把这些影响减至最小而推荐的安装要求。

流动状态影响的说明见 7.1.2.1。

## 7 安装的设计和和实践

### 7.1 一次装置

#### 7.1.1 尺寸

通常一次装置测量管的内径同毗连的工艺管道内径是一致的。如果在这种情况下,最大流量时的平均轴向流速小于制造厂所推荐的数值,那么应该选用一个较小口径的一次装置。也可能由于其他原因,例如为了减少成本或者更加合理化,而选用口径比毗连工艺管道小的一次装置。工艺管道与测量管内径匹配的允差见 GB/T 18659。

#### 7.1.2 安置

一次装置安装位置理论上没有限制,只要在所有时间里测量管内部都充满介质即可。应避免安装在可能对流量测量信号产生干扰的电气设备附近;也应避免安装在可能在一次装置中产生感应电流的场合。

##### 7.1.2.1 管件配置对流速分布的影响

理想情况下,不管流动状态如何,磁场配置应使电磁流量计的校准系数始终一致。这对于采用电极专门配置的流量计,有可能做到;但如果采用很小的电极则无法实现。实际上,当电极平面处的流速分布

同初校时有较大差别时,电磁流量计在校准中就可能出现偏移。一次装置上游管道连接件的配置,是引起特殊的流速分布的因素之一。

流动干扰影响的精确数据未必能得到,但对于多数电磁流量计,如果性能变化不超过1%,则推荐对任何流动干扰源(例如一个弯头),应处于电极平面上游至少10倍管径的地方。当不可避免地小于这一距离时,应听取制造厂的意见。

旋涡流也会改变校准系数,虽然垂直于管道轴线的流动分量不会影响流量,但它们可能对信号产生影响。此外,源于上游管道不同形态(例如在不同平面上有几个弯头)而产生的旋涡数量和分布,也难于从工艺管道的布局进行预测。因此,当怀疑有旋涡流时,最好在一次装置的上游装入一个旋涡消除器,旋涡消除器的一些形式在ISO 7194中有说明。

当一次装置用锥形管连接到管路中时,不规则流动状态对校准系数的影响将随不规则流动的类型(旋涡、不对称等)和锥形管的设计(收敛,扩张,锥角大小等),或者减少或者增大。

#### 7.1.2.2 满管要求

一次装置应安装在这样的位置上:被测液体必须完全充满其中。否则,测量就达不到制造厂规定的精确度。如有必要时,还可安装报警装置以保持正常地进行测量。用于局部充满一次装置的测量,例如污水流量测量,这方面的问题已超出本标准范围,将作专门的考虑。

#### 7.1.2.3 电极位置

由于任何气泡都会上升并集中在管道的顶部,而沉淀物则会沉积在管道的底部,因此一次装置必须这样安装:使电极均不在上述位置上(也可参见7.1.3.1)。

#### 7.1.2.4 零点检查(措施)

为了检查流量计的零点,必须保证通过一次装置的流量为零,使之充满静止的液体。

然而对带有自动调零的采用同步脉冲直流励磁的流量计,这种措施可能就没有必要。

#### 7.1.2.5 通过一次装置的多相流

##### 7.1.2.5.1 夹带固体颗粒

为了测量含有磨损性物质的液体,推荐垂直安装以确保使衬里的磨损均匀分布。对于可能沉积固体颗粒的一次装置必须垂直安装,或者采取必须进行冲洗措施。

有时在电磁流量计前沿加装一个保护环,该环应设计成保证液体呈流线型流动。

##### 7.1.2.5.2 夹带气体

电磁流量计测量的是总体积流量。在夹带气体的情况下,由此引起的测量不准确性与气体对液体的体积百分比直接相关,预防的方法是,依靠增加液体压力来减小这种影响,例如将一次装置安装在节流件如控制阀的高压一侧,或者是排除夹带气体。

##### 7.1.2.5.3 相移

在夹带固体颗粒和(或)气体的情况下,各相的相对平均移动会影响流量计性能。这种情况特别可能发生在管道垂直安装的场合,此时用户必须向制造厂咨询。

#### 7.1.3 管道工程连接

##### 7.1.3.1 设计

设计管道系统时,应留出安装和拆卸一次装置的备用空间以及考虑到电的连接,还应提供调整和对准毗连管道的方法。考虑管道工程结构时,应特别注意防止一次装置安装时及安装后的过度应力。

应努力减小管道负载和一次装置连接法兰的应力,对不能用作承受管道负载的塑料壳体流量计更应特别注意,其容许值应符合制造厂的规定。

##### 7.1.3.2 管道工程调整

应该有调整安装流量计用两管道法兰之间距离的方法和对准毗连管道的方法。

将一次装置用螺栓紧固在管道上时,正确地对准管道的轴线是极其重要的。需特别注意垫片的形式。

为避免损坏衬里,应均匀地、适度地拧紧法兰螺栓。制造厂应规定最大容许扭矩。

一次装置装卸时应加注意,应使用一次装置上的吊环或起重吊耳。对任何会损坏衬里的方法(例如,钩住测量管内壁)都不应采用。

### 7.1.3.3 连接管接头

为减少在安装口径比管道小的流量计的情况下的压力损失和流量扰动,用小角度圆锥形管接头(推荐最大圆锥角  $15^\circ$ ,见图 5)将一次装置连接在管道上的方法是可行的。在此情况下,出入口直管部分的口径应与流量计保持同样的尺寸(见 7.1.2)。

当管线是水平时,为防止形成气阱,应采用偏心锥管。

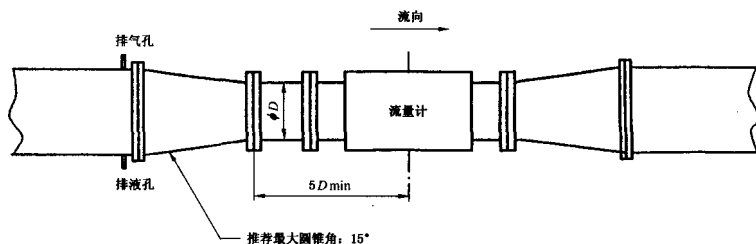


图 5 小角度锥形入口渐缩管和出口渐扩管

## 7.1.4 电安装

### 7.1.4.1 一般要求

被测液体和一次装置本体应处于同电位,最好是接地。如果埋设的管道是用阴极防护的,这种预防措施是很重要的(见 7.1.4.3)。

被测液体与一次装置本体间的电连接可通过一次装置与毗连管道相连来实现;另外,在使用绝缘的或非导电管道的场合,可用导电(接地)环或电极来实现。等电位导电连接件(通常是铜带)应跨接在两个法兰的接头上(见图 6)。

一次装置与二次装置间的互联应谨慎地遵守制造厂的使用说明书。电源应尽可能从电压稳定的插座上取得。关于流量计系统电接地的说明应严格遵守。

### 7.1.4.2 功率因数(仅指交流系统)

由于一次装置有一个提供磁场的线圈,所以它是一个电感性装置,使励磁电流滞后于供电电压约  $90^\circ$  的相位差,从而给出了一个低的功率因数。典型值在 0.1 至 0.4 范围内,取决于一次装置的尺寸。为了改善功率因数,可将补偿的电容器并联在电源上,由制造厂装在一次装置外壳的外部或内部。

### 7.1.4.3 采用阴极保护应遵循的防护措施

电磁流量计一次装置安装在有阴极保护的管线上时,需要特殊的防护措施以保证阴极电流的直流分量不影响流量计系统的精确度及稳定性。在这种情况下,流量计制造厂应对安装提供意见。

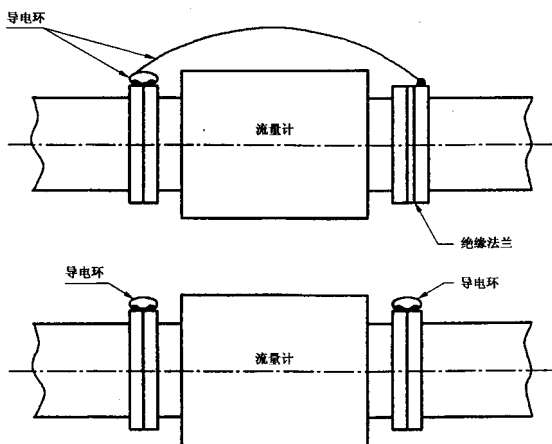


图 6 阴极保护管线:跨接法兰接头的导电连接件

所需的防护措施取决于一次装置相对阴极保护系统组件的位置。

首先要求一次装置本体和被测液体处于等电位,这可以方便地在一次装置本体和毗连管道之间用合适的电气连接来实现;或者,在使用绝缘或者不导电管道的地方,可借助于导电的“接地”环或“接地”电极来实现。不能靠二次装置来抑制串模电压。

在阴极保护用电连接的情况下,电源的地不应与一次装置本体相连接,否则保护电流会旁路至电源的地。

在长管线上采用阴极保护系统时,阴极电流常常来自几个不同的源。它们可能相距甚远,且由于沿管线长度的地电阻变化而处于不同的电位,这就可能引起大的电流在管线中流动,如果允许其流过一次装置本体,就可能引起测量不准确。如采用一个绝缘法兰和几个导电连接件,如图6(上图)所示,可避免这种影响。

#### 7.1.5 一次装置的清洗和维护

如果导电液体中的绝缘物质有可能沉积到电极上或测量管壁上,可采取机械的、电的或化学的清洗措施清洗,流量计可在与工艺管道连接的工况条件下进行清洗,也可从管道上拆下来清洗(见7.1.5.1)。

采用减少覆盖层的弹头形电极、超声波清洗方法和电容信号检测器可把这种影响减至最小。

目前常用的清洗方法在7.1.5.1至7.1.5.4中描述。

##### 7.1.5.1 拆卸式电极

拆卸式电极采用机械的阀门和密封装置,所以电极可以拆卸下来(通常在管道工作压力下)进行外部检查和清洗。

##### 7.1.5.2 机械刮除器

在这个系统中,每一个电极安装一个旋转式刮除器,刮除器刀口垂直于电极表面。刮除器的轴通过液压密封由外接马达驱动或手动。可以连续运行或间断运行。这种方法在现代电磁流量计中一般较少采用。

##### 7.1.5.3 超声波清洗

用外部振荡器和传感器在各电极轴上感生出高能量超声波。通过选择电极轴的长度和超声波的频

率使电极表面产生波腹,从而在电极上形成的局部气蚀以清除沉积物。这一方法一般用于结晶型覆盖层的清洗。

#### 7.1.5.4 电解法或“烧除”法

本方法是将电源的电压接在两电极之间(在进行这一操作时二次装置自动断开),导致两电极表面上发生电解,迅速放出气体,导致沉淀物去除。本方法一般用于油质型、油污型以及淤渣型覆盖物。

电极的加热也可用来清除从污水中沉积下来的脂肪和油污。

### 7.2 二次装置

#### 7.2.1 位置

二次装置应安装在振动小便于操作的地方,应该注意制造厂关于环境温度和湿度的说明。特别应避免阳光直射。

#### 7.2.2 电气安装

传送电极信号和参比信号的电缆型号应是制造厂规定的。这些电缆线应尽可能的短,不能超过制造厂规定的极限。注意保证信号电缆线路的敷设不靠近强电流电缆线。应特别关注“接地回路”的故障预防,实施良好的接地。

## 8 装置标志

### 8.1 一次装置

#### 8.1.1 必备的数据

下列数据应印制在一次装置上或铭牌上:

- a) 仪表型式和系列编号;
- b) 额定压力和额定温度;
- c) 供电电源:电压,频率和功率(独立电源时)。

#### 8.1.2 任选的数据

可选择性地提供下列数据:

- a) 外壳防护等级;
- b) 公称通径;
- c) 校准系数;
- d) 衬里材料;
- e) 电极材料。

注:如铭牌尺寸允许,如商标、装置重量、制造日期、流动方向箭头等等附加说明亦可包括在内。

### 8.2 二次装置

#### 8.2.1 必备的数据

下列数据应印制在铭牌上:

- a) 仪表型式和系列编号;
- b) 供电电源:电压、频率和功率;
- c) 输出信号;
- d) 极限负载阻抗。

#### 8.2.2 任选的数据

可选择性地提供下列数据:

- a) 外壳防护等级。

注:若铭牌尺寸允许,如商标、制造日期等附加说明亦可包括在内。

## 9 校准和试验条件

### 9.1 湿式校准

校准系数应在参比(公称校准)条件下(见 9.2)在试验装置上用水的湿式校准来确定。进行校准的这一条件应使该测量可追溯到国家基准或国际基准,因而,校准是针对已知的不确定度。例如,GB/T 17612和 ISO 8316 给出了适用的校准方法。GB/T 18659 也给出了用于电磁流量计的评定方法。

当一次装置太大,不能安装在制造厂的试验装置上时,或者试验装置流量不够,则可以使用另一个更大的流量试验装置。如果这样做不可能时,则可利用用户的容器或贮水池进行现场校准,或者用这系统中另一个参比流量计进行比对。总不确定度应按第 10 章中的规定予以确定。

通常称为“干式校准”的基于磁感应强度测量和基于物理尺寸计算一次装置信号的方法不属于本标准范围。

### 9.2 公称校准条件

公称校准条件是校准时应具备的那些条件。这些公称校准条件应由制造厂加以规定。为了比对的目的,流量计应在 GB/T 18659 规定的环境范围和流量条件下试验。

倘若流量计已达到热平衡,当影响量保持在制造厂规定的工作极限之内,通常可设想它们对流量计计量特性的影响可以忽略。

### 9.3 结果的解释

#### 9.3.1 参比精确度包络线

制造厂应提供工作条件的范围,以及它们对性能的影响。欲知评定流量计性能的有关内容的详情应参阅 GB/T 18659。

现行的作法是对指定的流量范围上规定一个参比精确度包络线。典型的参比精确度包络线如图 7 所示。

#### 9.3.2 参比条件下的精确度

在参比条件下流量计的精确度是由流量计信号和体积流量测量中随机的和系统的不确定度之合成确定的。第 10 章给出了不确定度分析的摘要。

每一数据点不确定度的上、下限应在制造厂提供的精确度包络线(图 7)以内。

#### 9.3.3 偏离参比条件

偏离参比试验条件可能影响流量计性能。虽然这些影响通常在二次装置中得到补偿,但制造厂也应为每个影响量规定一个误差极限。

### 9.4 压力试验

根据需要,一次装置或测量管应经受适当的压力规范标准的试验。



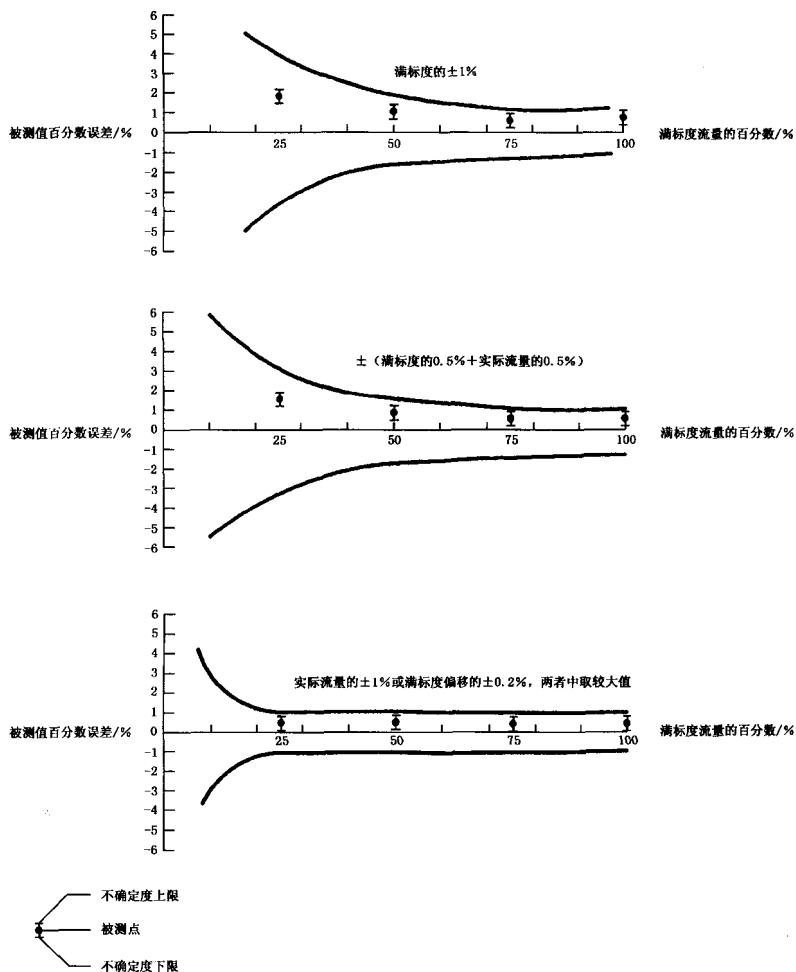


图7 典型的精确度包络线

## 10 不确定度分析

流量测量的不确定度的计算应按有关国家标准或者 ISO/TR 5168 规定进行。然而,重温某些基本原则,并给出这些原则应用于电磁流量计测量的方法是有用的。ISO/TR 7066-1 及 ISO 7066-2 给出了对专用校验装置或来自用户流量测量装置数据的曲线的拟合。

### 10.1 概述

### 10.1.1 误差的定义

一个“量”的测量误差是该量的被测值与真值之差。

没有一个物理量的测量是没有不确定度的，不确定度或来自系统误差或来自测量结果的随机分散。系统误差不能通过重复测量来减小，因为它来自测量器具的特性、安装和流动特性。而随机误差可以通过重复测量得以减小，因为  $n$  次单独测量平均值的随机误差比一次单独测量的随机误差小  $\sqrt{n}$  倍

### 10.1.2 标准偏差的定义

10.1.2.1 如果多次测量一个变量  $X$ ，每次测量均与其他测量无关，则  $n$  次测量  $X_i$  分布的标准偏差  $S_x$  为

$$S_x = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X} - X_i)^2}{n-1} \right]^{1/2}$$

式中： $\bar{X}$ ——变量  $X$  的  $n$  次测量的算术平均值；

$X_i$ ——变量  $X$  第  $i$  次测量所得值；

$n$ ——变量  $X$  的总测量次数。

简言之， $S_x$  通常称为  $X$  的标准偏差。

10.1.2.2 如果变量  $X$  不能重复测量，或者重复测量次数太少，以至于在统计基础上直接计算标准偏差可能是不可靠的，而如果可以估算  $X$  测量值的最大范围，则标准偏差可取为这最大范围的四分之一（即在所采纳的  $X$  值之上或之下的估计不确定度的二分之一）。按同样方法，假定误差的系统分量可用一个标准偏差来描述，它等于该分量正或负的最大期望值范围之半。

### 10.1.3 不确定度的定义

10.1.3.1 就本标准而言，在一种变量的测量中，不确定度可定义为变量的标准偏差的两倍。凡是要求测量符合本标准时，则不确定度应在名义下进行计算和引用。

10.1.3.2 当组合成不确定度的各部分误差相互是独立的，小的而又为数众多的，并具有高斯分布，则真实误差小于不确定度的概率为 0.95。

10.1.3.3 如流量测量  $q_v$  已估计的标准偏差为  $S_{q_v}$ ，则不确定度  $e_{q_v}$  由下式给出：

$$e_{q_v} = \pm 2S_{q_v}$$

相对不确定度  $E_{q_v}$  定义为：

$$E_{q_v} = \frac{e_{q_v}}{q_v} = \pm 2 \frac{S_{q_v}}{q_v}$$

流量测量的结果应用下述形式之一给出：

- 流量 =  $q_v \pm e_{q_v}$  (置信度水平为 95%)；
- 流量 =  $q_v(1 \pm E_{q_v})$  (置信度水平为 95%)；
- 流量 =  $q_v$  在  $\pm 100\% E_{q_v}$  之内 (置信度水平为 95%)。

## 10.2 流量测量中不确定度的计算

### 10.2.1 误差源

在用电磁流量计进行流量测量的情况下，误差可能的来源基本上是：

- 输出信号测量中由所用设备引起的系统误差；
- 输出信号测量中的随机误差。
- 由于流动条件通常与流量计校准时通行的条件不同而引起的误差，包含系统误差和随机误差两种分量；
- 由于流量  $q_v$  与输出信号  $X$  之间的关系  $q_v(X)$  的不确定度产生的误差。这误差包含系统的和随机的分量，它取决于流量计校准的条件，且能在校准曲线的每一个试验点上变化。

## 10.2.2 单独不确定度的传播

流量测量中的不确定度是由 10.2.1 所列的各种来源造成的单独不确定度的合成来估计的。虽然系统误差已经从随机误差中区分出来，每一个系统误差分量的可能值的概率分布基本上是高斯分布。因此，随机和系统误差的合成可以全部按真实随机误差处理，并且按照 ISO 5168，流量测量的相对标准偏差可取为由各种来源产生的相对标准偏差之平方和的平方根。

因此流量测量的结果是：

$$q_v(1 \pm E_{q_v}) = q_v \left\{ 1 \pm 2 \left[ \left( \frac{S_{SX}}{q_v} \frac{\partial q_v}{\partial X} \right)^2 + \left( \frac{S_{RX}}{q_v} \frac{\partial q_v}{\partial X} \right)^2 + \left( \frac{S_I}{q_v} \right)^2 + \left( \frac{S_C}{q_v} \right)^2 \right]^{1/2} \right\}$$

其置信度水平为 95%。

式中： $S_{SX}$ ——输出信号测量中与系统误差有关的标准偏差；

$S_{RX}$ ——输出信号测量中的随机误差的标准偏差；

$S_I$ ——由流动条件所产生的标准偏差；

$S_C$ ——校准关系中的标准偏差。

在校准关系提出  $q_v = K \cdot X$  的简单形式的情况下，上述公式写作：

$$q_v = 1 \pm 2 \left[ \left( \frac{S_{SX}}{X} \right)^2 + \left( \frac{S_{RX}}{X} \right)^2 + \left( \frac{S_I}{q_v} \right)^2 + \left( \frac{S_C}{q_v} \right)^2 \right]^{1/2}$$

**附录 A**  
(提示的附录)  
**一次装置的结构材料**

**A1 引言**

选择适宜于被测量液体的结构材料是极为重要的。主要的是要考虑到可能有各种化学品可能通过测量管,如消毒剂、洗涤剂 and 溶剂。因为用户了解被测液体的性质,所以材料使用的最终决定还是用户。(本附录提供的部分材料和参数仅供参考。)

衬里材料承受的温度应不超出制造厂推荐的范围也是重要的。一次装置最大的允许压力通常是随过程流体温度的提高而降低。

**A2 测量管衬里**

以下是可买得到的衬里材料类型的例子。

**A2.1 橡胶****A2.1.1 硬橡胶**

硬橡胶通常适宜在 0℃~90℃ 温度范围内使用,这种材料具有极好的抗小颗粒磨损性能和良好的化学耐蚀性,特别对萃取剂、酸和某些碱。

**A2.1.2 耐磨橡胶(天然)**

耐磨天然橡胶一般适合在 -20℃~+70℃ 温度范围内使用。它们具有极好的耐磨性和良好的耐蚀性。

**A2.1.3 氯丁橡胶**

氯丁橡胶一般适合在 0℃~100℃ 温度范围内使用。有良好的耐蚀性和耐磨性,特别是在有油和油脂的时候。

注:以橡胶为基材的材料不耐高浓度的游离态卤素、芳香族、卤化烃和高浓度的氧化剂。

**A2.1.4 聚氨酯橡胶**

聚氨酯橡胶一般适合在 -50℃~+50℃ 温度范围内使用。它具有极好的耐磨性和抗冲击性能。

**A2.1.5 其他合成橡胶**

其他合成橡胶一般适宜作为衬里材料,只要使用者和制造者都同意即可以使用。

**A2.2 塑料****A2.2.1 聚四氟乙烯(PTFE)**

PTFE 是做成一个挤压成型的套管,通常并不粘接到测量管上,一般适合在 -50℃~+200℃ 温度范围内使用。它对于小颗粒具有极好的耐磨性,而且具有化学惰性,当它承受负压时,可能会塌陷。

在介质温度超过 120℃ 时,应向制造厂咨询最大可允许的压力。

**A2.2.2 聚酰胺**

聚酰胺一般适合在低于 65℃ 的温度下使用。它具有良好的耐磨性能。

**A2.2.3 氯化聚醚**

氯化聚醚一般适合在低于 120℃ 的温度下使用。对苛性碱、浓度高达 30% 的酸和海水具有极好的化学耐蚀性。

**A2.2.4 玻璃纤维增强的塑料(GRP)**

GRP 可用作衬里材料或测量管本身。一般在 -20℃~+55℃ 温度范围之内使用。特别适合于非常大的一次装置。

### A2.3 陶瓷

这种结构材料不需要衬里,在压力和温度变化时,它呈现高的形态稳定性和测量的稳定性,并具有极好的耐磨性。另外,对酸、碱溶液具有高耐蚀性是高纯度的  $Al_2O_3$  陶瓷的特性。在耐高真空下工作温度范围可从  $-60^\circ C \sim +250^\circ C$ 。

### A2.4 搪瓷

搪瓷一般适用的温度可高达  $150^\circ C$ ,具有极好的耐蚀性和耐磨性,但必须仔细装卸且避免接触氢氟酸。

## A3 电极材料实例

### A3.1 用于非腐蚀性液体

通常采用不锈钢。

### A3.2 用于腐蚀性液体

下列材料可能是适用的,取决于被测液体的化学性质:

- 不锈钢;
- 某些镍基合金;
- 铂;
- 铂/铱;
- 钽;
- 钛。

## A4 测量管和外壳

测量管、法兰和外壳所用的材料通常由制造厂规定。重要的是材料必需与它们在使用时的环境条件相适合。

在 A3 中列出的材料可以用于那些同被测液体接触的测量管的零件,如局部加衬里的管子。

## 附 录 B

(提示的附录)

### 参 考 文 献

GB/T 17612—1998 封闭管道中液体流量的测量 称重法(idt ISO 4185:1980)

ISO 7194:1983 封闭管道中流体流量的测量 在圆形管道内旋涡流或非对称流条件下采用流速计或皮托静压管测量流量的速度—面积法

ISO 8316:1987 封闭管道中液体流量的测量 采用在容积计量容器内收集液体的方法