

# 基于恒磁励磁传感技术的水流量测量干扰的分析

姚 灵

(宁波水表股份有限公司, 浙江 宁波 315032)

**摘要:** 文章描述了采用恒磁励磁传感技术的水流量测量传感器在电子水表或流量计应用中存在的极化干扰电势影响等问题, 分析了产生干扰的原因和机理, 提出了解决极化干扰电势的几种主要方法和技术。文章的结论是恒磁励磁传感技术在水流量计量仪表方面的应用会随着技术进步而逐步扩大, 其性能会逐步改善。

**关键词:** 恒磁励磁; 流量传感器; 极化电势; 电磁流量计; 射流流量计; 涡街流量计

**中图分类号:** TH814

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006 - 2394 (2009) 08 - 0001 - 02

## The Polarization Disturbance Analysis on Water Flow Measurement Based on Permanent Magnetic Field Encourage Transducer Technology

YAO Ling

(Ningbo Water Meter Co., Ltd, Ningbo 315032, China)

**Abstract:** The polarization disturbance voltage influence problems existed in the application of water flow measurement transducer using permanent magnetic field encourage transducer technology in electronic water meter or flowmeter are described. The reason of producing disturbance is analyzed. The several methods and technique for eliminating polarization disturbance voltage influence are provided.

**Key words:** permanent magnetic field encourage; flow-rate transducer; polarization voltage; electromagnetic flowmeter; fluidic flowmeter; vortex-shedding flowmeter

### 0 引言

恒磁励磁流量传感技术由于它结构简单可靠、励磁不用电源、磁感应强度高、对管道振动不敏感等特点, 因此可广泛应用于涡街流量计、射流流量计等以频率量为被测量的流量测量仪器, 也可用于以电压量为被测量的电磁流量计等产品。其基本工作原理是: 当导电液体介质 (如饮用水) 流过非导磁体测量管或计量腔切割由恒定磁场产生的磁力线时, 根据电磁感应定律导电液体介质就会产生感应电动势, 通过放置在与磁力线和测量管相互垂直的一对电极可将感应电动势引出; 由于感应电动势  $E$  与恒定磁场  $B$  的强度、介质的平均流速  $v$  成正比, 因此可从感应电动势的强弱来测定被测介质的流速, 见下式:

$$E = kBDv \quad (1)$$

式中:  $E$  为感应电动势;  $k$  为调整系数;  $B$  为磁感应强度;  $D$  为测量管内径;  $v$  为测量管内导电液体介质平均流速。

而流量传感器输出的体积流量则为:

$$q_v = (D/4k) \cdot (E/B) \quad (2)$$

其工作原理见图 1。基于恒磁励磁的涡街流量检测方法是根据被测流体在测量管内受到阻流体作用后, 形成周期性旋涡切割磁力线而产生有一定频率的感应电动势这一原理工作的。由于被测流速与旋涡频率成比例, 因此可以通过一组电极检测出有一定幅值  $E$  的频率量  $f$  作为被测量; 射流流量电磁检测法与涡街流量检测法在原理上是基本相同的, 即被测流体在射流 (计量) 腔中由于附壁效应产生反馈振荡而切割磁力线, 在其电极上输出一定幅值的频率量。两种传感方式都可以做成单端信号输出形式或差动信号输出形式。

由于恒磁励磁传感器无需电源励磁, 因此非常适合用于电池供电的微功耗流量计和电子水表。而阻碍恒磁励磁传感技术推广应用的极化干扰电势以及其他不利影响, 目前已可采用某些新的设计方法和技术对其作出处理, 削弱其影响, 达到实际应用之目的。

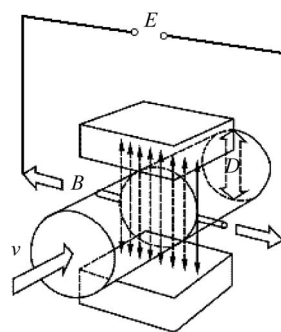


图 1

收稿日期: 2009 - 04

作者简介: 姚灵 (1953—), 男, 教授级高级工程师, 研究方向为几何量精密测量及水流量测量技术。

本文对该传感技术应用于导电液体介质的流量(或总量)测量时由于传感原理而造成的各种干扰和误差作出简要分析和探讨。

## 1 由传感原理产生的噪声及干扰

### 1.1 极化电势引入的干扰

水是一种由有极分子组成的导电液体电介质,在电场力的作用下(假设由恒磁励磁传感器的两电极产生),介质分子中的正负电荷中心发生相对位移,在其边界与外电场垂直的两表面上就会出现极化电荷,形成极化电势。极化电势的大小与外电场的大小成比例,但极化电势反过来又会影响外电场。由于极化电势是流量和温度等变量的函数,因此在电极上就会形成变化规律很复杂的极化干扰电势,也较难从被测流量信号中分离出去;同时,直流电动势的存在会导致介质中的正负离子向不同极性的电极移动,使电极间的内阻增大,也会影响传感器的正常工作。

### 1.2 原电池效应引入的干扰

在导电液体中的两电极,当其电极材料成分有微小变化时,就会产生原电池效应,即在电极回路上会产生微弱电流,并通过信号处理的输入回路产生感应电动势。由于导电液体流动状态的不确定性,因此在电极上也会形成某种随机干扰。

### 1.3 流动噪声引入的干扰

当被测流体在测量管(或计量腔)内流动时,使极化电荷随之移动,流量传感器电极上就会感应出所谓的“流动噪声”,它的量值和变化状态不但与被测流体的介电常数、电导率、运动黏度、流体流动速度等有关,还与励磁方式有关。在相同条件下,恒磁励磁时的流动噪声对测量结果的影响是比较严重的。

### 1.4 直流放大器漂移引入的干扰

恒磁励磁传感方式使某些被测流量信号以直流电势的大小来衡量流量信号的强弱(如恒磁励磁的电磁流量计),因此前级信号处理必须使用直流放大器。但直流放大器的零漂和噪声等误差会直接叠加到流量信号上,影响测量的准确性;特别是在微小流量测量时,其影响程度就更为严重。

### 1.5 电极材料差异引入的干扰

当电极材料的材质或成分有差异,即金属电极的材料标准电位不一致时,两电极间就会形成一固定的电位差。该电位差的存在(可以达到数百毫伏),一方面会加剧极化干扰影响的程度,同时也会使前级放大器产生堵塞,影响测量线性度。

由于上述极化电势等干扰的存在,使得在低电导率流体测量时被测小流量信号会被干扰电势所覆盖,

这也使恒磁励磁传感技术在流量仪表中的应用受到了普遍的质疑和排斥。为此必须寻找适合的方法及途径来解决这一问题,实现新的突破。

## 2 消除噪声和干扰的主要途径及方法

### 2.1 极化与干扰电势的抵偿

方法一:在非采样期内,用中频交变方波电场接通恒磁励磁传感器的两电极,以消除励磁时产生的极化电势的干扰;而在采样期内,由微处理器将两电极自动切换到测量前置放大器的输入端,对流量信号进行检测,见图2。

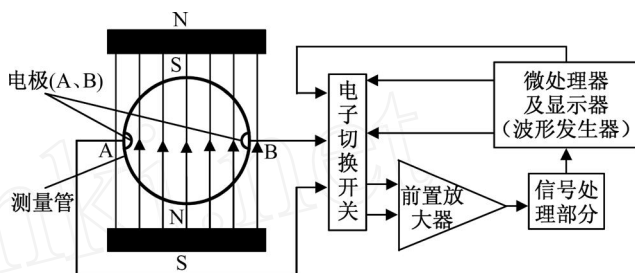


图2

方法二:用开关电路周期性地使传感器两电极接地或采集测量信号,以定期地抵消形成在测量电极上的摩擦电荷与其他杂散电荷。

方法三:所谓的“动态反馈控制法”。其方法是:对两个电极进行周期性地测量时段和控制时段的交替工作方式,并使每个控制时段的电极电势等于负的测量时段的电极电势测量值,以消除电极电势信号中的极化,从而直接由两电极信号的差值求得流体流速值。其工作原理见图3。

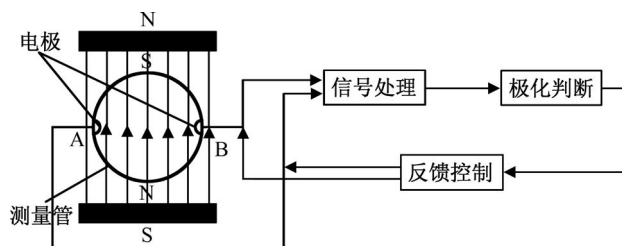


图3

### 2.2 电极电解抛光

通过对传感器两电极的电解抛光处理(施加正的直流电压或交流电压),使其表面形成极其光滑并且有光泽的界面,并在5mm内的深度里具有铬元素密度高于铁元素密度的特性,见图4。抛光处理后的电极在被测流体中浸泡一段时间,就能较大幅度降低“流动噪声”对测量信号的影响。

### 2.3 流场调整

采用流场调整装置对被测流体流动分布状态进行

(下转第5页)

采用全波整流的整流系电压表测量直流电压时,整流系电压表的读数为直流电压的 1.11 倍,不会有零出现。

所以,当整流系电压表测量直流电压时,若电压量限足够时,表头采用半波整流方式,则测量的结果是 0,或是直流电压的 2.22 倍;表头采用全波整流方式,则测量的结果是直流电压的 1.11 倍。

## 2.2 实际测量

在多功能实验台上分别调出直流电压的数值为 30V、25V、20V、15V、10V 5 组数值,每调出一次直流电压数值就用整流系电压表测量,把整流电压表的读数填入表 2 中。

表 2

序号	直流电压的实际值 /V	整流系电压表的量程 /V	整流系电压表的读数 /V
1	30	100	67 或 0
2	25	100	55 或 0
3	20	50	45 或 0
4	15	50	33 或 0
5	10	50	23 或 0

由整流系电压表的读数可知,它的读数近似为被测量的 2.22 倍或为 0,由此也可知该整流系电压表的表头是采用半波整流的。

## 3 结论

从理论分析和实际测量可知,用磁电系电压表测量交流电压时,磁电系电压表的读数为零。用整流系电压表测量直流电压时,整流系电压表的读数要么为零或被测量的 2.22 倍,要么为被测量的 1.11 倍,用整流系电压表无法测出直流电压值。

因此,测量电压时应根据被测量的类型正确选择电压表和量程,否则可能烧毁仪表和得不到准确的测量数据。

## 参考文献:

- [1] 陈立周. 电气测量 [M]. 4 版. 北京:机械工业出版社, 2005.
- [2] 陈慧群. 电工仪表与测量 [M]. 4 版. 北京:中国劳动社会保障出版社, 2007.

(郁菁编发)

(上接第 2 页)

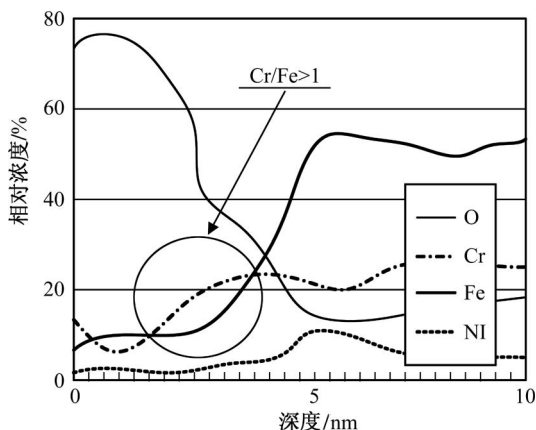


图 4

控制和调整,提高流体雷诺数,使射流水表或涡街水表测量限下移,测量稳定性提高,间接提高了传感器的信噪比,降低了噪声对有用信号的干扰。如射流水表在采用了流场调整装置后,被测流量的雷诺数下限可以降低到  $10^2$  数量级,大大提高了测量小流量的计量特性。

## 2.4 信号差动检测

流量传感器采用差动电极技术和差动放大器检测方法,可以使有用信号幅度增加一倍,明显提高了流量仪表的信噪比;同时也可以抵消由外界温度、振动等因素引起的各种干扰,提高仪表综合性能,特别是小流量测量灵敏度。

## 2.5 电极材料的选配与加工

选择材料成分一致性好、标准电位相同、耐腐蚀的

电极材料制作传感器电极;同时采用抛光等方法提高电极加工后的表面粗糙度(要求  $R_a \leq 0.05 \mu\text{m}$ ),使电极在使用中具有较强的抗腐蚀性能。

## 2.6 对直流被测信号进行特殊处理

采用“调制”技术对被测直流信号进行调制,使直流信号“交流化”,这样可以使用高性能的交流放大器进行信号放大处理,再经解调处理后还原成原有信号;同时还可使用模拟或数字滤波技术,以及采用相关或频谱分析技术对被测信号与干扰信号进行分离,最大限度地提高信噪比。

## 3 结语

随着信号处理技术的不断发展和完善,恒磁励磁流量传感技术所固有的极化干扰电势等影响正在逐步削弱和消除,而其所拥有的各种优势和特点也在同步显现中。因此我们有充分理由相信,应用恒磁励磁传感技术的水流量测量仪表一定会有其更广阔的应用范围,其各项性能指标也将得到进一步的完善和提高。

## 参考文献:

- [1] 高晋占. 微弱信号检测 [M]. 北京:清华大学出版, 2004.
- [2] 傅新. 一种用于电磁流量计的永磁励磁方法: 中国, 200410067171. 2 [P]. 2006 - 11 - 29.
- [3] 安松彰夫. 电磁流量计及其制造方法: 中国, 200510070979. 0 [P]. 2008 - 04 - 23.

(许雪军编发)