

基于零功耗磁敏传感器的电子水表基表的研制

顾敏芬¹, 朱 云²

(1 南京师范大学 分析测试中心, 江苏 南京 210097;

2 南京宁兴公司, 江苏 南京 210013)

[摘要] 基于韦根特效应制成的零功耗磁敏传感器是一种新颖的器件, 它在一定磁场的作用下无需外加电源, 就可以输出幅度和宽度都恒定的电脉冲信号, 并且脉冲的幅度在 1 V 以上. 这种特性为电子水表、电子热能表等的开发提供了不少有利的条件. 在介绍这种传感器的原理、结构、性能和特点的基础上, 介绍了基于此传感器的电子水表基表的研制过程. 通过对水表基表产生的脉冲信号进行处理和编写相关的程序软件就可构成完整意义上的电子水表. 对其进行实际测量和使用表明: 该水表具有零功耗、零响应频率、结构简单、可靠性好等优点.

[关键词] 韦根特效应, 零功耗磁敏传感器, 水表基表

[中图分类号] TH853.3.1, [文献标识码] B, [文章编号] 1672-1292(2005)02-0024-03

Development of Electronic Essential-water-meter based on Zero Power Dissipated Magnetic-sensitive Sensor

GU Minfen¹, ZHU Yun²

(1 The Center of Analysis and Measure Nanjing Normal University, Jiangsu Nanjing 210097, China

2 Nanjing Ningxing Corporation, Jiangsu Nanjing 210013, China)

Abstract As a new type of apparatus, zero power dissipation magnetic-sensitive sensor which is developed based on Wiegand effect, can bring about electric pulses of invariable amplitude and width, and the amplitude of the pulses exceeds 1 Volt without needing extra electric power in the effect of certain magnetic field. This special feature provides many advantages for the development of electronic water meter or the calorimeter. The principle, structure and characters of this zero powered magnetic-sensitive sensor are introduced in this paper. Based on this sensor, an electronic essential-water meter is developed. Having dealt with the pulse signals generated of the meter and compiled the relevant program software, we can construct a water-meter in a complete sense. The results of practical measure and applications indicate that this water meter has the characteristics of zero power dissipation, zero responding frequency, simple structure and high reliability.

Key words Wiegand effect, zero powered magnetic-sensitive sensor, electronic essential-water meter

目前市场上比较先进的智能电子水表的工作原理是: 当水从水表进口进入表腔并推动叶轮做旋转运动时, 由于叶轮旋转的速度与水的流速成正比关系, 所以利用感应线圈将叶轮的磁钢生成的旋转磁场检出后转换成原始的流量信号, 随后进行放大、滤波、整形和其他的信号处理和显示的. 这些电子水表中所用的流量传感器仍以干簧管和霍尔传感器为主^[1]. 干簧管由于它本身的机械特点而存在着许多应用问题, 霍尔传感器也有其固有的缺点, 一是功耗问题, 二是低或高的流速的频率响应

问题. 韦根特 (Wiegand) 效应指的是当韦根特丝 (一种新颖的合金功能材料) 经过变化的磁场时, 绕在其上或放置在旁边的线圈中将产生电脉冲的现象. 它在一定磁场的作用下无需外加电源, 就可以输出一个恒定幅度和宽度的电脉冲, 脉冲的幅度在 1 V 以上. 利用韦根特效应制成的零功耗磁敏传感器 (WG 传感器) 有着零功耗、零响应频率的突出优点, 由于它采用材料学的原理制造, 所以同时具备了干簧管的零功耗和霍尔传感器抗振动、稳定性好的优点, 同时与无磁传感器相比, 它有零功耗、体

收稿日期: 2004-11-05

基金项目: 南京师范大学青年科学基金资助项目 (2001LH ZQN BQ 12).

作者简介: 顾敏芬 (1974-), 女, 讲师, 主要从事物理电子学与光电子学方面的教学与研究. E-mail: guminfer@njnu.edu.cn

积小、安装灵活、价格低等优点。WG传感器和传统的机械水表简单配合, 就可构成一种新型的电子水表基表。采用WG传感器作为水表的换能器件, 直接把叶轮的转速用电脉冲的个数表示, 大大减少了系统的前级预处理过程, 而且此传感器为无源器件, 也降低了系统的总功耗。本文应用中所使用的是南京宁兴公司生产的WG传感器。

1 原理及特点

1.1 韦根特效应

韦根特丝是用一种坡莫合金或维卡合金制成的新型功能合金丝^[2~4], 直径0.3mm, 由外壳和内芯组成, 如图1所示。经特殊加工后, 外壳和内芯具有不同的矫顽力, 外壳需要加比内芯高很多的磁场才能使其改变极性。

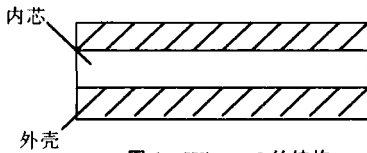


图1 Wiegand 丝结构

为了产生脉冲, 采用两块磁场强度大小相等但极性相反的磁铁, 一块磁铁首先将韦根特丝的外壳和内芯按同一方向进行渗透。再将韦根特丝切换到第二块磁铁, 在这过程中, 首先线芯的极性改变, 然后外壳的极性发生改变。这一作用在检测线圈中产生一个方向的电压脉冲输出。接着, 再将韦根特丝转回第一块磁铁, 首先内芯的极性改变为起始的极性方向, 其次外壳的极性也随之改变为起始的极性, 这一过程产生相反方向的电压脉冲输出。只要磁铁不断旋转, 传感器就能发出正负交替出现的脉冲信号。

1.2 零功耗磁敏传感器结构、性能及特点

如图2所示, WG型磁敏传感器由3部分组成: 一根短的韦根特丝、一个缠绕在韦根特丝上或放置在韦根特丝附近的检测线圈、信号引出线和外壳。

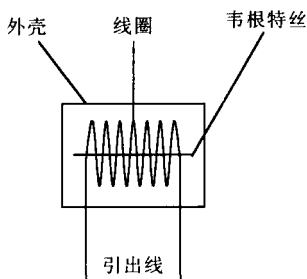


图2 WG型磁敏传感器结构示意图

图3是WG型磁敏传感器的工作曲线。

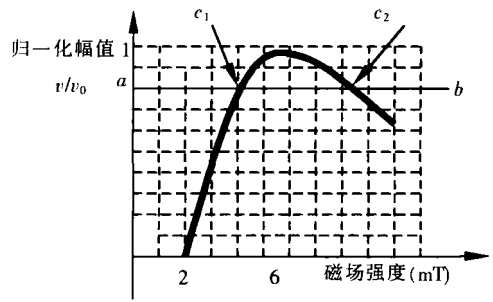


图3 工作曲线

从图上可以看出, 输出电压幅值, 不是磁场强度的线性函数。从2mT开始, 输出幅值随磁场强度的增加而上升。超过6mT后, 随磁场强度的增加而下降。

图4描述了WG型磁敏传感器的电阻负载曲线。由图可知, 传感器的电阻的负载能力不强。随着负载电阻减小, 输出电压会很快下降。图5是WG传感器的电容负载曲线, 同样它的负载能力也不强, 随着负载电容的增加, 输出电压会下降, 但下降的幅度远不如电阻大。

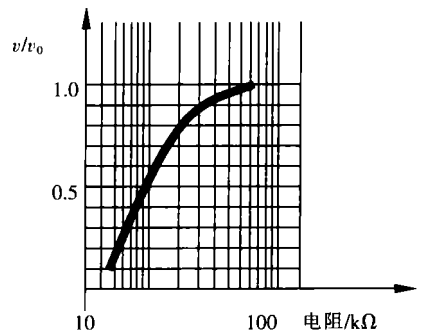


图4 电阻负载曲线

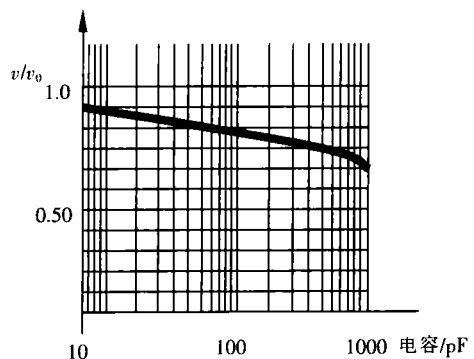


图5 电容负载曲线

WG传感器具有如下特点:

- (1) 工作时无需提供外加电源。在一定的磁感应强度的磁场的作用下, 能输出幅度大于1V的脉冲电压;
- (2) 信号脉冲, 一定是一正一负成对出现;
- (3) 脉宽在30μs左右, 宽度是恒定;
- (4) 对触发信号所用的磁铁的运动速度没有要求。在0~10

kH z 的范围内, 输出电压脉冲的幅度和宽度恒定. 因此, 可实现超低速检测; (5) 具有很宽的工作温度. 在 -196°C 到 $+300^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内; (6) 体积小, 无触点, 无抖动, 耐腐蚀, 工作稳定且寿命长; (7) 利用电话线、同轴线可实现信号的远传.

2 WG 传感器在水表基表中的应用

电子水表中 WG 型磁敏传感器采用对称驱动的方式, 转动轴端装永磁体, 转一圈输出一对脉冲, 幅度在 1V 左右. 在此磁路设计中, 应尽量地让磁力线平行地穿过传感器的中心, 在中心中点处的磁感应强度必须控制在 6mT 左右.

传统的机械水表的叶轮上, 有一个 $\Phi 9.5\text{mm} \times \Phi 6\text{mm} \times 3\text{mm}$ 的小磁环, 它原是用来吸住隔水板上面的另一个小磁环以便将叶轮的旋转圈数用齿轮和指针显示出来. 经过测试小磁环一般是个一对极结构(只能用一对极的!)磁铁, 一半是 N 极, 另一半是 S 极, 表面磁感应强度在 80 mT 左右. 但是如果在电子水表中直接使用上述的小磁环, 则系统的稳定性和准确性将会很差, 因为在自来水中, 由于水管锈蚀(暖水管尤甚), 水中含有大量氧化铁屑. 在小磁环的 NS 极分界线处, 会吸附大量铁锈而使磁力线短路(此外的线速度很小), 并使空间磁场强度分布大幅衰减, 最终造成传感器工作失效. 所以, 从可靠性这方面考虑, 磁铁的选用形状的合理性、时效性、热稳定性(热能表更应注意其热稳定性)都要给予足够的关注. 现用的小磁环被二块分开的磁铁所代替, 改进后的系统在距离磁体正表面上 5.3mm 处磁场强度为 5.5mT.

若在高温情况下使用, 则磁感应强度设计要留有一定的余量, 因为磁钢的磁场强度会随着温度的上升而下降. 另外还需要注意磁屏蔽, 防止周围杂散电磁场的干扰.

图 6 就是我们和某水表厂共同研制开发的基于零功耗磁敏传感器的电子水表基表. 图 7 是此电子水表中由 WG 传感器发出的脉冲信号, 输出幅度都大于 1V.



图 6 电子水表基表外形

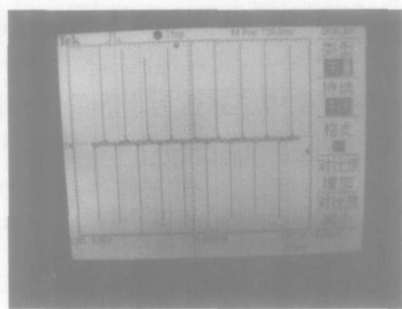


图 7 电子水表基表的输出波形

3 结论

以上是我们研制的电子水表的基表, 完整意义上的智能电子水表还需对水表基表产生的脉冲信号进行放大整形, 并且利用单片机进行数据处理, 然后进行数据的显示或远传, 这些本文就不一一讨论了. 电子水表基表的出现, 为各电子技术公司创造了一个极为有利的智能水表开发平台. 在此基础上, 利用一些基本的硬件知识和丰富的软件构想, 可以开发出各种性能独特的智能表^[5]. WG 传感器采用材料学原理解决了零功耗问题, 其无功耗、无机械触点、无震动影响等多项优点将全面取代干簧管及霍尔传感器. 在解决了水表问题后, 热量表、电传煤气表和各種齿轮仪表的电子化问题将迎刃而解. WG 传感器还可用在各种生产机群(如织布机、纺纱机、注塑机、食品机械及各種多工位生产线)现场测报生产产量、事故频率、事故时间、事故内容等. 在一些难以直接进入、接入电源可能产生火花的地方, 如家用燃气表内、煤矿和油井深处、可燃气体生产车间等, 使用 WG 型传感器无疑是较理想的选择.

[参考文献]

- [1] 刘清波. 智能远程集中抄表系统应关注的问题[J]. 智能建筑资讯, 2002, 12(6): 41-42
- [2] HID Corp. Wiegand 2000 Series Magnetic Sensor Specification[M]. North Haver: HID Corp. 1996
- [3] Diugos David J. Wiegand effect sensors Theory and Applications[J]. Sensors 1998 15(5): 32-34
- [4] 马修水. Wiegand 传感器原理及应用[J]. 仪表技术与传感器, 1999, (9): 6-7.
- [5] 董健. 关于韦根传感器及 C-M-BUS 芯片在热量表中的应用[EB/OL]. <http://www.yynan.cn>, 2003. 9.

[责任编辑: 严海琳]