

智 能 传 感 器

赵志诚

沈阳仪器仪表工艺研究所 沈阳市 110043

【摘要】智能传感器是传感器技术的一个重要发展方向，在国民经济各个领域中具有十分广泛用途。文中论述了智能传感器的基本功能、一般的组成形式、新型通用接口芯片和接口标准化技术的研究发展情况。

关键词:智能传感器 功能 组成 接口芯片 标准化

Intelligent Transducer

Zhao Zhichen

Shenyang Institute of Instrumentation Technology ,Shenyang 110043

Abstract :The intelligent transducer is an important developing direction of transducer technology . It can be used widely in the fields of national economy .This paper expounds the basic functions of the intelligent transducer ,the General Composition ,new type general interface chips and the developing direction of the interface standardization technique .

Key Words Intelligent Transducer ,Function ,Composition ,Interface Chip ,Standardization

1 引言

传感器智能化是当前传感器技术的主要发展方向之一。传感器智能化所产生的技术水平飞跃和经济效益提高,已经得到广泛的认识。传感技术和智能技术结合之后,使传感器由单一功能、单一检测对象向多功能和多变量检测发展,也使传感器由被动进行信号转换向主动控制传感器特性和主动进行信息处理发展,使传感器由孤立的元器件向系统化、网络化发展。当前,随着测控系统自动化程度和复杂性的增加,需要获取的信息也越来越多,不仅对于各种传感器的精度、可靠性和响应速度的要求越来越高,而且要求传感器有标准输出形式,以便和系统挂接。测控系统功能的多样性更多地体现在传感器方面。智能传感器因其在功能、精度、可靠性上较普通传感器有很大提高,已经成为传感器研究开发的热点。近年来,随着传感器技术和微电子技术的发展,智能传感器技术也发展很快。发展高性能的以硅材料为主的各种智能传感器已成为必然。

2 智能传感器基本功能

智能传感器一般是指以专用微处理器进行控制的具有双向通信功能的先进传感器系统,微处理器能够按照给定的程序对传感器实现软件控制,把传感器从单功能变成多功能。智能传感器一般具有如下基本功能。

2.1 数据处理功能

智能传感器不仅能对各个被测量参数进行测量,而且能够根据已知被测参数求出未知参数,并能自动调零、自动平衡、自动补偿、自动量程变换等。例如,在带有温度补偿和静压补偿的智能差压传感器中,当被测量的介质温度和静压发生变化时,智能传感器中的温度和静压补偿软件能自动依照一定的补偿算法进行补偿,以提高测量精度。

2.2 自动诊断功能

自动诊断功能是智能传感器的重要功能,智能传感器通过其故障诊断软件和自检软件,自动对传感器和系统工作状态进行定期和不定期的检验、测试,及时发现故障,协助诊断发生故障的原因、位置,并给予操作提示。

2.3 软件组态功能

智能传感器由于采用微处理器,所以它不仅由必要的硬件组成,例如检测、放大、A/D、D/A、通讯接口等等,而且还有软件资料用于控制和处理数据。在智能传感器中,设置有多种模块化的硬件和软件,用户可以通过微处理器颁布指令,改变智能传感器的硬件模块和软件模块的组合状态,以达到不同的应用目的,完成不同的功能,增加了传感器的灵活性和可靠性。

2.4 接口功能

智能传感器采用标准化接口,统一接口标准,容易

收稿日期:1999-05-14

通过 RS-232, RS-485, HART 等总线和上位机进行通信。这样,可以由远距离中央控制计算机来控制整个系统工作,对测量系统进行遥控,也可以将测量数据传送到远方用户。

2.5 人机对话功能

将微型机、智能传感器、仪表组合在一起,配备各种显示装置和输入键盘,使系统具有灵活的人机对话功能进行人机对话,配合操作人员指导工作,减少操作失误和读数错误,及时进行修改。

2.6 信息存储和记忆功能

智能传感器具有信息存储,记忆功能。能把测量参数、状态参数通过 RAM 和 EEPROM 进行存储。为了防止数据在掉电时自动消失,智能传感器中具有备用电源,当系统掉电时,能够把后备电源接入 RAM,保护数据不丢失。

3 智能传感器的一般形式

智能传感器以微处理器为控制核心。由于微处理器系统本身是以数字方式进行工作的,所以今后的智能传感器必然向全数字化发展。典型的智能传感器的原理框图如图 1 所示:

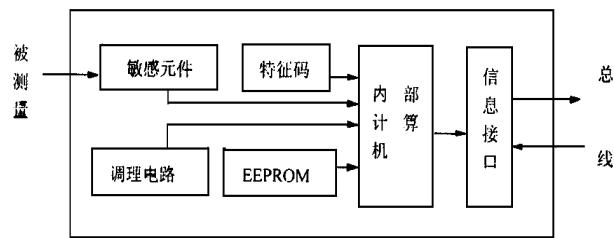


图 1 原理框图

敏感元件是感受被测量的基本元件,可以感受力、压力、温度、加速度、流量等物理量和湿度 pH 值、气体浓度等化学量;可以是谐振式、压阻式、电容式、光电式和场效应化学式;可以是模拟式,也可以是数字式。但是今后的智能传感器必然走向全数字化,发展数字式的敏感元件已经十分重要,因为全数字化智能传感器能够消除许多与模拟电路有关的误差源,明显提高测量精度。

微处理器是智能传感器的数据处理核心,其性能对于智能传感器的调理电路和接口技术都有很大影响,因此选用微处理器是设计智能传感器的关键。微处理器技术的发展带动了智能传感器的发展。传统的传感器的测量变量都是电气、机械、化学等变量函数。例如热电阻的电阻变化是温度变量的函数,在智能温度传感器中,通过微处理器的算法处理,可以把测量的电压数据转换成直观的工程数据。对于有些传感器,影响主要变化量的因素不只一个,这就使得转化的算法过程变得比较复杂。例如,对于智能差压传感器来

说,其压阻的变化不仅与差压有关,而且与环境温度、系统静压有关。为了得到真正的差压数据,消除环境温度、静压的影响,利用智能传感器的特点,通过标定和有效的线性化处理、标度变换、温度补偿、差压补偿算法,使传感器测量差压时不受温度和静压的影响。

智能传感器一般采用外总线。目前,通常分为并行和串行两种。并行总线以 IEEE-488 为代表,串行以 RS-232 为代表。通过标准总线,智能传感器就可以与设备仪器相连,从而组成各种测试系统。

特征码是传感器产品的基本信息数据表,注明了传感器的名称、型号、量程、精度、生产编号等,一般把传感器的这个基本信息表称为 EDS (Electronic Data Sheet),并且可以把 EDS 传递到网络系统。EDS 对于传感器本身没有作用,但当智能传感器连接到现场总线 (Fieldbus),总线系统可以很方便地了解传感器的基本数据。对于一个具有 EDS 的压力传感器来说,可以把校正数据,如非线性误差修正表、温度误差表、上电影响等这些初始校正数据存储到传感器中,在使用中如出现异常情况,维护系统就可以启动初始化数据重新校正传感器,而不用更换产品。也可以利用这些数据来提高传感器的性能指标,例如提高线性度、消除温度漂移的影响等。

4 智能传感器的接口芯片

目前的智能传感器,在结构上大多由敏感元件和外接的信号调理电路、微处理器组成,还不能将它们集成在一个芯片上。随着集成电路技术的发展和对于智能传感器研究的不断深入,已经研制出专用集成电路芯片,用来对敏感元件的信号进行放大、滤波、A/D 转换和数据处理。利用这些接口芯片和敏感元件,可以组成具有一定功能的智能传感器。

4.1 通用传感器接口芯片 USIC

在欧洲尤里卡计划中 JAMIE (Joint Language Microsystems Initiative of Europe-EU 574) 工程研制了通用传感器接口芯片 USIC, 目的是为了应用于 JAMIE 工程中的各种智能传感器。该芯片具有智能传感器所需要的各种信号处理能力,并具有通用性。该芯片由两个多路开关、两个运算放大器、两路带有 $\Sigma-\Delta$ 调制器和 FIR 数字滤波器的 A/D 转换器、两个 24 位计数器、RISC 处理器、两个 D/A 转换器、一个并行接口、一个串行接口组成。USIC 提供了传感器数据处理的多种功能,在 USIC 中每一部分的输入、输出均有管脚引出,用户可以根据需要自由组合。

4.2 信号调理芯片 SCA 2095

该电路由 ISS (Integrated Sensor Solution) 公司开发。主要应用于利用压阻效应,组成全桥电路的压力

传感器、应变式传感器、加速度传感器。内存的 EEPROM 可以储存非线性校正、温度补偿、故障诊断等功能。SCA 2095 还能够调节增益和传感器全桥信号的偏移,能够修正灵敏度误差。芯片的外部数字接口有串行时钟 SCLK、数据输出 DO、数据输入 DI。芯片内部设置有温度寄存器、增益温度补偿寄存器、零点温度补偿寄存器、零点偏移寄存器、输出基准寄存器。通过 CPU 操作,这些寄存器的数值可以设定,并通过 D/A 转换器变成模拟量叠加在调理电路中,用于改善传感器的特性。

4.3 MAX14 系列传感器接口芯片

Maxim 公司推出的 MAX14 系列传感器接口芯片提供精密的传感器补偿和温度校正。该系列有 MAX1450、MAX1457、MAX1458 三个产品。所有这些电路都提供一条信号通道,包括灵活的传感器激励电路,可编程增益放大器(PGA)及模拟输出。低档器件 MAX1450 只提供这些功能;中档器件 MAX1458 增加了 4 个 12 位 DAC,用来对其增益、失调及参数的温度漂移进行校正;一个 3 位 DAC 用于粗调,一个内部 EEPROM 用来保存 DAC 校正数据;高档器件 MAX1457 是一个高精度、混合信号、线性化器件,采用两种补偿方式:第一种是模拟方式,采用两个 DAC 补偿一阶温度误差,用一个失调温度补偿 DAC 调节失调,另一个满度输出温度补偿 DAC 调节激励电流来改变激励电压。第二种是数字补偿,由指示温度的桥路激励电压驱动 ADC 产生 EEPROM 地址,EEPROM 输出 120 段逼近的残余高价误差,进行线性化,并将数据保存于 EEPROM,经过这种线性化处理后输出精度可以达到传感器重复误差的 0.1% 以内。新产品 MAX1460 也将近期推出。

5 智能传感器的接口标准

智能传感器的广泛应用需要接入分布式测控系统,这种测控系统可以是专用网、局域网、也可以是互联网。利用现行的网络化技术,发展将智能传感器接入网络的标准化连接方法是解决这一问题的关键。这种标准化连接,不需要或很少需要不同的模数转换方法和不同的微处理器,也不用限定特定的网络协议和收发讯机。将实现这种标准连接的通用接口模块,接入智能传感器,按照网络所规定的网络协议,就可以和网络连通。智能传感器可以上网即插即用,维护、改进、扩点简单方便。

为了使智能传感器进入网络,使智能传感器成为网络的一个节点,支持各种各样现场总线的通讯协议,1993 年,IEEE/TC9 会议决定由 IEEE/TC9 和 NIST(美国国家标准局)联合制定“智能传感器接口标准”,

1996 年 IEEE 和 NIST 提出标准方案。该标准分为两部分,即“可网络应用处理器(NCAP)及接口”和“智能传感器接口模块(STIM)及接口”,它们分别命名为 IEEE/P1451.1 和 IEEE/P1451.2。IEEE/P1451.2 已经批准定稿。IEEE/P1451.1 也将在近期定下来。

在 P1451.2 中规定 16 位的两字节数据连接 STIM 和 NCAP。其中前 8 位为功能地址,后 8 位为共 255 个讯址通道,可以用于输入、输出,零通道讯址对全系统。各讯址可以按应用需要接入各种传感器、执行器。TEDS——传感器电子数据表,供传感器生产者规定传感器的规范、读写相应讯道数据以及相应的数据校正等。P1451.1 还未审定,但其原理和体系已经定下来。NCAP(可网络化应用处理器)在系统中连接 STIM(智能化传感器接口模块)并由此连接智能传感器,通过网络接口接入网络。

P1451.1 和 P1451.2 构成网络化智能传感器结点,具有应用上的高度适应性,可按照连接网络协议上网,无论接入模块的传感器和执行器的类别,只要按标准规定的数码格式,均可上网应用。结点功能强,具有交互操作性和组态性功能。由于采用数字技术,一个小小的模块,其信息容量很大,可接网点用户多达 255 处。软硬件标准化以后,可以进行批量生产,HP 公司和 Electronic Development 公司已预定在年内提供 STI 模块的成套元件,供组装实验系统。

6 结束语

随着科学技术的发展,国民经济各个领域对于智能传感器的需求越来越多,国外许多公司不断推出智能传感器产品。例如,美国 Honeywell 公司固态电子中心(SSEC)开发的 PPT-1、PPT-2 和 PPT-R 型精密智能压力传感器具有数字补偿、组态、控制、通讯的功能,综合精度达到±0.05%。具有 RS232 数字输出,可直接与计算机的串行口相连联网,用户可以通过计算机设定量程、零点和满度输出、压力单位、报警输出、量程压缩等。国内许多单位也开始开发智能化传感器。智能传感器的发展方向是加速发展以半导体为中心的集成化技术,将传感器和微处理器全部集成到同一硅片上,使敏感功能、逻辑功能和存储功能在一个芯片上同时实现。我们相信,作为传感器技术的一个重要发展方向的智能传感器,必将随着传感器技术和微电子技术的发展而得到迅速发展。

参 考 文 献

- 1 王劲松.组成智能传感器的接口芯片.传感器技术,1999,(2).
- 2 IEEE Std 1451.2—1997 Smart Transducer for Sensors and Actuators—Transducer to Microprocessor communication protocols and TEDS formats.
- 3 MAXIM 公司产品手册.