

几种常用温度传感器的原理及发展

The Principle of Some Temperature Transducer in Common Use and Development

山东莱芜钢铁集团有限公司(山东莱芜 271104) 马净 李晓光 宁伟

[摘要] 本文介绍了几种常用温度传感器的原理,论述了智能温度传感器的现状及发展趋势。

[关键词] 传感器 敏感元件 智能化

Abstract: This paper introduces the principle of some temperature transducer. Discuss the actuality and development of the intelligentize temperature transducer.

Key words: Transducer Sensor Intelligentize

1 前言

温度传感器,使用范围广,数量多,居各种传感器之首。温度传感器的发展大致经历了以下3个阶段:

(1) 传统的分立式温度传感器(含敏感元件),主要是能够进行非电量和电量之间转换。

(2) 模拟集成温度传感器/控制器。

(3) 智能温度传感器。目前,国际上新型温度传感器正从模拟式向数字式、集成化向智能化及网络化的方向发展。

2 温度传感器的分类

温度传感器按传感器与被测介质的接触方式可分为两大类:一类是接触式温度传感器,一类是非接触式温度传感器。

接触式温度传感器的测温元件与被测对象要有良好的热接触,通过热传导及对流原理达到热平衡,这时的示值即为被测对象的温度。这种测温方法精度比较高,并可测量物体内部的温度分布。但对于运动的、热容量比较小的及对感温元件有腐蚀作用的对象,这

种方法将会产生很大的误差。

非接触测温的测温元件与被测对象互不接触。常用的是辐射热交换原理。此种测温方法的主要特点是可测量运动状态的小目标及热容量小或变化迅速的对象,也可测温度场的温度分布,但受环境的影响比较大。

3 温度传感器的发展

3.1 传统的分立式温度传感器——热电偶传感器

热电偶传感器是工业测量中应用最广泛的一种温度传感器,它与被测对象直接接触,不受中间介质的影响,具有较高的精确度;测量范围广,可从 $-50\sim 1600^{\circ}\text{C}$ 进行连续测量,特殊的热电偶如金铁—镍铬,最低可测到 -269°C ,钨—铼最高可达 2800°C 。

3.2 集成(IC)温度传感器

3.2.1 模拟集成温度传感器

集成传感器是采用硅半导体集成工艺制成的,因此亦称硅传感器或单片集成温度传感器。模拟集成温度传感器是在20世纪80年代问世的,它将温度传感器集成在一个芯片上、可完成温度测量及模拟信号输出等功能。

模拟集成温度传感器的主要特点是功能单一（仅测量温度）、测温误差小、价格低、响应速度快、传输距离远、体积小、微功耗等，适合远距离测温，不需要进行非线性校准，外围电路简单。

3.2.2 智能温度传感器

智能温度传感器（亦称数字温度传感器）是在 20 世纪 90 年代中期间世的。它是微电子技术、计算机技术和自动测试技术（ATE）的结晶。目前，国际上已开发出多种智能温度传感器系列产品。智能温度传感器内部包含温度传感器、A/D 转换器、信号处理器、存储器（或寄存器）和接口电路。有的产品还带多路选择器、中央控制器（CPU）、随机存取存储器（RAM）和只读存储器（ROM）。

智能温度传感器能输出温度数据及相关的温度控制量，适配各种微控制器（MCU），并且可通过软件来实现测试功能，其智能化取决于软件的开发水平。

3.3 智能温度传感器发展的新趋势

3.3.1 提高测温精度和分辨力

智能温度传感器，采用的是 8 位 A/D 转换器，其测温精度较低，分辨力只能达到 1℃。目前，国外已相继推出多种高速度、高分辨力的智能温度传感器，所用的是 9~12 位 A/D 转换器，分辨力一般可达 0.5~0.0625℃。由美国 DALLAS 半导体公司新研制的 DS1624 型高分辨力智能温度传感器，能输出 13 位二进制数据，其分辨力高达 0.03125℃，测温精度为 ±0.2℃。为了提高多通道智能温度传感器的转换速率，也有的芯片采用高速逐次逼近式 A/D 转换器。以 AD7817 型 5 通道智能温度传感器为例，它对本地传感器、每一路远程传感器的转换时间仅为 27μs、9μs。

3.3.2 增加测试功能

温度传感器的测试功能也在不断增强。例如，DS1629 型单线智能温度传感器增加了实时日历时钟（RTC），使其功能更加完善。DS1624 还增加了存储功能，利用芯片内部 256 字节的 E²PROM 存储器，可存储用户的短信息。另外，智能温度传感器正从单通道向多通道的方向发展，这为研制和开发多路温度测控系统创造了良好条件。

传感器都具有多种工作模式可供选择，主要包括

单次转换模式、连续转换模式、待机模式，有的还增加了低温极限扩展模式，操作非常简便。对某些智能温度传感器而言，主机（外部微处理器或单片机）还可通过相应的寄存器来设定其 A/D 转换速率（典型产品为 MAX6654），分辨力及最大转换时间（典型产品为 DS1624）。

3.3.3 总线技术的标准化与规范化

智能温度传感器的总线技术也实现了标准化、规范化，所采用总线主要有单线（1-Wire）总线、I²C 总线、SMBus 总线和 SPI 总线。温度传感器作为从机可通过专用总线接口与主机进行通信。

3.3.4 可靠性及安全性设计

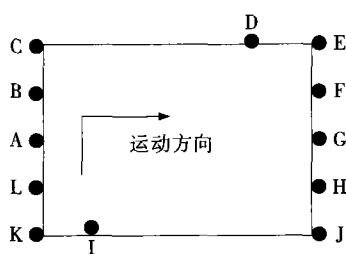
A/D 转换器大多采用积分式或逐次比较式转换技术，其噪声容限低，抑制混叠噪声及量化噪声的能力比较差。新型智能温度传感器（例如 TMP03/204、LM74、LM83）普遍采用了高性能的 Σ-Δ 式 A/D 转换器不仅能滤除量化噪声，而且对外围元件的精度要求低；由于采用数字反馈方式，因此比较器的失调电压及零点漂移都不会影响温度的转换精度。这种智能温度传感器兼有抑制串模干扰能力强、分辨力高、线性度好、成本低等优点。

为防止因人体静电放电（ESD）而损坏芯片。一些智能温度传感器还增加了 ESD 保护电路，一般可承受 1000~4000V 的静电放电电压。通常是将人体等效于由 100pF 电容 1.2kΩ 电阻串联而成的电路模型，当人体放电时，TCN75 型智能温度传感器的串行接口端、中断/比较器信号输出端和地址输入端均可承受 1000V 的静电放电电压。

最新开发的智能温度传感器还增加了传感器故障检测功能，能自动检测外部晶体管温度传感器（亦称远程传感器）的开路或短路故障。MAX6654 还具有选择“寄生阻抗抵消”（Parasitic Resistance Cancellation，缩写为 PRC）模式，能抵消远程传感器引线阻抗所引起的测温误差，即使引线阻抗达到 100Ω，也不会影响测量精度。远程传感器引线可采用普通双绞线或者带屏蔽层的双绞线。

3.3.5 虚拟温度传感器和网络温度传感器

（下转第 46 页）



A: 托钢位置; B: 缓慢上升位; C: 上升位置; D: 缓慢前进位置;
E: 前进位置; F: 缓慢放钢位; G: 放钢位; H: 缓慢下降位;
I: 下降位; J: 缓慢后退位; K: 后退位; L: 起始位置

图2

行步距和设定步距。

3 日常维护中常见故障

(1) 调试阶段故障

新位置传感器的故障问题比较复杂,其特征是设计、制造、安装以及管理等质量问题交织一起。常见的故障有安装松动、位置难以调整稳定,也有属于当初设计欠妥,部件选择不当,动作不平稳,定位精度达不到要求。对待这类故障应该耐心细致,慎重处理,逐一排除。

(上接第2页)

虚拟传感器是基于传感器硬件和计算机平台并通过软件开发而成的。利用软件可完成传感器的标定及校准,以实现最佳性能指标。最近, B&K 公司已开发出一种基于软件设置的 TEDS 型虚拟传感器。

其主要特点是每只传感器都有唯一的产品序列号并且附带一张软盘,软盘上存储着对该传感器进行标定的有关数据。使用时,传感器通过数据采集器接至计算机,首先从计算机输入该传感器的产品序列号,再从软盘上读出有关数据,然后自动完成对传感器的检查、传感器参数的读取、传感器设置和记录工作。

4 总结

随着工业生产效率的不断提高,自动化水平与范围的不断扩大,对温度传感器的要求也越来越高,主要有以下几个方面:

(1) 扩展测温范围:随着工业的发展,对超高温、超低温的测量要求越来越迫切。

(2) 运行初期和中期故障

调试后进入正常生产阶段的故障特征是:插头松动或接触不良,造成信号时有时无,管壁内进入杂质、脏物,导致某些元件工作不稳定,线性关系被破坏,表现为位置忽大忽小,极不稳定。一般到运行中期,系统元件/组件处于最佳运行工作状态,故障率较低。

(3) 运行后期故障

位置传感器运行一段时间后,各类元件/组件因为工作频率和负载条件的差异,易损件先后磨损超差,这个阶段的故障特征是位置反馈接触不良、定位精度差、稳定性下降、效率显著降低、故障率逐渐增加。这时应注意全面检查,更换有关失效部件,应科学、严格的下决心投资,予以全面修复,否则可能给运行人员带来很多的麻烦,甚至严重影响位置的正常调节和控制。

(4) 改善位置传感器的工作环境和条件

位置传感器的可靠性和寿命与使用情况、所处的环境条件、人员知识等因素有着直接的关系。在维护与管理上应改善其工作环境与使用条件,使之延长寿命。

(2) 提高测量精度:随着电子技术的发展,信号处理仪表的精度有了很大的提高。

(3) 扩大测温对象:随着工业和人们日常生活要求的提高,现在已由点测量发展到线、面测量。

(4) 发展新产品,满足特殊需要:在温度测量中,除了进一步扩展与完善管缆热电偶、热电阻,以及晶体管测温元件、快速高灵敏度的普通热电偶外,根据被测对象的环境,还提出了许多特殊的要求,如防硫、防爆、耐磨的热电偶,钢水连续测温,火焰温度测量等。

(5) 显示数字化:温度仪表不但具有读数直观、无误差、分辨率高、测量误差小的特点,而且给温度仪表的智能化带来很大方便。

(6) 检定自动化:由于温度校验装置将直接影响温度仪表质量的提高,我国已研制出用微型机控制的热电偶校验装置。

参考文献

1 潘新民. 微型计算机与传感器技术.
2 The Worldfip protocol. <http://www.Worldfip.org>.