

# Development and Trend of Humidity Sensor

Lining Pei

Beijing Institute of Metrology, Beijing, 100029, China

## Abstract

With the continuous development of science and technology, a variety of sensors are gradually applied in the field of industrial and agricultural control, which has greatly improved the productivity of industry and agriculture. Humidity sensors can effectively measure the humidity of the environment and control and optimize the humidity of the environment. It has very important application value in the fields of meteorology, industrial and agricultural production, and aerospace research. This paper focuses on the development and development trend of humidity sensors.

## Keywords

temperature sensor; development trend; development direction

## 湿度传感器发展与趋势

裴立宁

北京市计量检测科学研究院, 中国·北京 100029

## 摘要

随着科学技术的不断发展, 各种各样的传感器逐渐应用于工业与农业控制领域, 极大地提升了工业和农业的生产效率。湿度传感器可以有效测量环境的湿度, 对环境的湿度进行控制与优化, 在气象、工农业生产、航天科研领域有着十分重要的应用价值。本文主要针对湿度传感器的发展以及发展趋势进行探究。

## 关键词

湿度传感器; 发展趋势; 发展方向

## 1 引言

湿度作为环境参数中最难准确测量和控制的一个参数, 对湿度传感器的功能有着极高的要求。传统的毛发湿度计以及干湿球湿度计已经无法满足当前科技发展对湿度测量的需要。因此, 必须要加强对湿度传感器的分析与研究, 明确湿度传感器在进行湿度测量中的应用原理及应用方法, 从而能够更好的提高湿度测量技术。

## 2 湿度传感器概述

### 2.1 湿度传感器的分类

湿度测量方法包括绝对湿度法、混合法、比湿法、相对湿度和露点法等多种方法。目前, 日常生活中常用的湿度测量的方法为相对湿度法, 通过气体饱和水蒸汽压与机体中的水蒸汽压之间的百分比, 可以显示水蒸汽的饱和度, 从而能够体现周围大气环境中的湿度参数。目前常见的几种湿度传感器主要包括伸缩式湿度传感器, 漏点式湿度传感器、蒸发

式湿度传感器、电子式湿度传感器以及光电式湿度传感器这五种<sup>[1]</sup>。

伸缩式湿度传感器相对来说应用时间较久, 主要是通过不同湿度环境下材料伸缩性的不同进行湿度的定性测量。常用的伸缩式传感器传感材料为尼龙线与毛发, 但是由于材料的伸缩存在一定的迟滞现象, 难以保证测量的精度以及测量的准确性。

露点式湿度传感器测量原理在于当固体冷却到能够使周围的水蒸汽凝固时, 会在固体表面开始结露, 此时对物体表面的温度进行测量便能够得到露点温度, 结合气压与温度的公式可以换算出大气环境的湿度。露点式湿度传感器相对来说体积较大, 采取经典的感湿原理进行测量, 并不能够应用电子控制设备, 难以满足现代科技发展的要求<sup>[2]</sup>。

蒸发式湿度传感器又被称之为干湿球温度计, 通过水分蒸发向外界吸收的热能的换算进行湿度的表征。蒸发式湿度传感器是将两个相同的温度传感器分别放置于饱和湿度场和

被测湿度场中,一旦相对湿度发生变化时,会使得这两个湿度传感器存在一定的差值,从而可以对相对湿度进行表征。蒸发式传感器体积比较大,有较高的精度,而且没有误差补偿。但是该湿度传感器由于自身体积的限制,使其难以用于微型化的领域<sup>[1]</sup>。

计算机技术的不断发展和光线网络技术的持续进步使得电子式的湿度传感器逐渐开发并应用起来。目前常见的电子式湿度传感器主要包括电阻式和电容式这两种类型。湿度的表征依赖于材料电性能受外界湿度变化的影响而改变来实现。电容式湿度传感器与电阻式湿度传感器相比,能耗相对较小,灵敏度较高,主要是利用感湿材料的吸水性能与介电常数变化的关系进行测量。电阻式湿度传感器受到原有温度系数的影响,有一定的应用范围,难以使其在很宽的温度范围内使用<sup>[4]</sup>。

随着科学技术的不断发展和信息时代的全面到来,光电式技术以及光纤技术获得了迅猛的发展。光电式湿度传感器逐渐研发并应用起来,光电式湿度传感器主要是利用在空气相对湿度下光学材料的性能发生变化之后,改变了材料媒介层的理化性质,从而会造成各种光学参数例如反射系数、波导系数以及波长等的变化,能够反馈周围环境的湿度效果。光学湿度传感器抗电磁干扰性能较强,体积较小,响应速度快,灵敏度好,成本低,在当前湿度测量领域有着十分重要的应用价值,尤其在极端天气下能够很好的发挥测量优势。但是光电技术在实际应用的过程中存在长期稳定性和测量精度方面的问题,有待进一步的改进<sup>[5]</sup>。

## 2.2 湿敏元件的特性

### 2.2.1 湿敏电阻

湿敏元件是湿度传感器的关键组成部分,也可以将湿敏元件看成一种简单的湿度传感器。市面上常见的湿敏元件主要包括电容式湿敏元件以及电阻式湿敏元件这两类。电阻式的湿敏元件可以依赖于感湿材料薄膜的电阻特性以及化学特性进行湿度的表征与测量。湿敏电阻中的感湿材料吸收水分之后,会改变自身的电阻率以及电阻值,从而可以反馈周围环境湿度的变化情况。目前常用的湿敏电阻主要包括金属氧化特性湿敏电阻以及陶瓷湿敏电阻几种类型,相对来说测量精度比较高,灵敏度较好<sup>[6]</sup>。

### 2.2.2 湿敏电容

湿敏电容需要用高分子薄膜电容制造而成,包括醋酸纤

维、聚酰亚胺以及聚苯乙烯等高分子材料。湿敏电容在周围环境湿度发生改变时会改变自身的介电常数以及电容量,相对湿度与湿敏电容的电容变化量成正比。湿敏电容产品互换性好、响应速度快、灵敏度高,容易集成化和小型化发展,但是精度相对比较低。在具体选用湿敏元件的过程中,需要结合测量的环境的特征以及工艺要求,选择针对性的技术进行制造和改进,保证湿度传感器的测量效果。

## 3 集成湿度传感器的发展特点

集成湿度传感器是当前湿度传感器发展的一个重要方向,可以集成各类传感器的优势,将微电子机械系统与微电子技术有机结合起来,从而可以使得湿度传感器更加的微型化和多样化,提高湿度传感器的应用价值,完善湿度传感器的功能。常见的集成湿度传感器包括线性频率输出式湿度传感器、线性电压输出式湿度传感器、频率和温度输出式湿度传感器以及单片智能化温度和湿度传感器这四大类型。

线性频率输出式集成输出传感器在相对湿度从小变大时会逐渐减少自身的输出频率,采用模块式的结构进行搭建。线性频率输出式集成传感器具有良好的线性特点,制作成本较低,抗干扰的性能较强。恒压供电是线性电压输出式集成传感器的一个显著特点,会内置放大电路,能够输出电信号。线性电压输出式集成传感器电信号与周围的相对湿度呈现一定的比例关系,灵敏度较好,重复性好,使用寿命和使用频率较高。温度输出式集成传感器可以利用负温度系数热敏电阻对温度的变化情况进行科学系统的反馈,在传感器的内部增设了温度信号的输出端,从而可以将温度系数与电阻值有机结合起来,对周围温度进行系统精确的测量。单片智能化湿度温度传感器是一体化的测量工具,可以将湿度温度传感器的相关信号通过一体化的结构准确表征出来,并将各种元器件封装到一起。在出厂之前需要对单片智能式温湿度传感器进行精密的校准,并在存储器中存入对应的校准参数。相对来说精度较高,测量范围很大,价格相对比较低廉,体积小,在当前工业领域有着十分重要的应用价值和应用潜力。

## 4 湿度传感器的发展趋势

当前湿度传感器有着两个主要的发展方向,首先,湿度传感器在未来必然会朝向网络化、智能化以及集成化的方向发展。其次,湿度传感器制造工艺以及湿敏元件也会获得有

效的提升。科学技术的不断发展,使得各种各样的新工艺、新材料以及新设备逐渐用于传感器的制作以及传感器工业领域。当前湿度传感器采取系统集成技术朝向网络化和智能化的方向发展,并不仅仅局限于简单的湿敏传感器集成,湿敏传感器的研发项目越来越多,可以实现智能测试技术的应用,并定义了通信协议。

新型敏感材料的发展为新型传感器的开发提供了有效的技术支持,作为传感器的基础元器件,敏感元件的开发与研究一直以来都是传感器工业的重要工作,很多国家投入了大量的财力物力及人力进行敏感元件的创新。美国一家公司定义了相关温度传感器的类似总线,对湿度传感器工业进行了规范,并提供了相对应的湿湿度的 ITU 模块和 ITU 总线,可以输出为数字信号,具有体积小、精度高、使用寿命长的优势。该传感器中的各模块仅使用单片机的一条口线与中央控制系统进行通信,有着独立的模块地址,从而可以便于后续智能单元的拓展与开发,组成多种传感器信号采集的多点系统。在温度湿度测控网络化领域有着十分重要的发展潜力。从当前中国湿度传感器的发展特点来看,集成湿度传感器在很多行业已经有了可靠的应用,集成式的湿度传感器的测量范围甚至可以达到 100%,测量精度获得了系统的提升。

在对湿度传感器进行研发的过程中,也需要结合当前湿度传感器存在的问题以及故障进行针对性的探究。作为控制系统的关键部件,湿度传感器的选择原则需要从精度、响应速度、测量范围以及具体应用领域多个方面进行考量。湿度传感器的精度以及长期稳定性问题一直以来都是制约着湿度传感器持续应用的关键问题,湿度传感器通常在一开始使用的时候精度比较高,使用时间长了,由于有害气体和周围环境的影响,会导致湿度传感器出现老化现象,影响湿度传感器的精度。因此,在进行湿度传感器研发与创新的过程中,

需要结合传感器长期稳定性的问题进行针对性的探究。湿度传感器所应用的湿敏元件对周围湿度的变化相对比较敏感,使用温度范围有限,难以在高温的条件下进行工作,而且湿敏元件通常也存在非线性温漂的现象,往往需要对其进行温度补偿,保证全温度范围内的测量精度。针对湿敏元件的温度补偿,一般采取硬件补偿以及单片机软件补偿两种方式进行。单片机软件补偿多应用于温度传感器温漂曲线的线性化补偿,在非线性补偿中难以取得良好的效果。硬件补偿的方法通常需要进行跟随性的补偿以获得真实可靠的补偿效果。

## 5 结语

综上所述,湿度传感器作为工业发展领域和社会经济建设的重要设备,对湿度的控制以及测量起着至关重要的作用。因此,必须要明确湿度传感器的使用标准以及特性分类,结合湿度传感器的工作要求,选择可靠合理的湿度传感器进行研究,明确湿度传感器的发展趋势以及发展特点,促进湿度传感器的稳定持续发展。

## 参考文献

- [1] 王阳,陈军宁,柯导明等.湿度传感器的分类及研究[C].全国第16届计算机科学与技术应用(CACIS):2018,697-701.
- [2] 顾磊,秦明,黄庆安.一种新型的 CMOS 集成湿度传感器[J].微纳电子技术,2018(7):461-464.
- [3] 孙秉军.湿度测量传感器技术[J].现代科学仪器,2019(3):47-48.
- [4] 彭韶华.CMOS 工艺兼容的单片集成湿度传感器研究[D].东南大学,2017.
- [5] 韩悦文,陈海燕,黄春雄.光电技术在湿度传感器中的应用[J].光电技术应用,2018(3):33-36.
- [6] 房怀英,杨建红,孟飞.单总线温度湿度复合传感器的设计[J].传感器技术,2015,24(6):50-54.