

数字化温湿度传感器 LTM8901

随着时代的发展,科研、农业、暖通、纺织、机房、航空航天、电力等工业部门,越来越需要采用湿度传感器,对产品质量的要求越来越高,对环境温、湿度的控制以及对工业材料水份值的监测与分析都已成为比较普遍的技术条件之一。湿度传感器产品及湿度测量属于 90 年代兴起的行业。如何使用好湿度传感器,如何判断湿度传感器的性能,这对一般用户来讲,仍是一件较为复杂的技术问题。

一、湿度的相关概念

湿度概念

在计量法中规定,湿度定义为“物象状态的量”。日常生活中所指的湿度为相对湿度, %rh 表示。总言之,即气体中(通常为空气中)所含水蒸气量(水蒸气压)与其空气相同情况下饱和水蒸气量(饱和水蒸气压)的百分比。

湿度测量的历史

湿度和温度很久以前就与生活存在着密切的关系,但用数量来进行表示较为困难。湿度计测的历史可以追溯到中国的天秤型(公元前 179 年)为最早的湿度计测。(温度计测可追溯到记载的希腊时代的温度计。)

绝对湿度 (Absolute humidity)

单位体积 (1m³) 的气体中含有水蒸气的质量 (g)。

表示: $D=g/m^3$

但是,即使水蒸气量相同,由于温度和压力的变化气体体积也要发生变化,即绝对湿度 D 发生变化。D 为容积基准。

相对湿度 (Relative humidity)

气体中的水蒸气压 (e) 与其气体的饱和水蒸气压 (e_s) 的比,用百分比表示。

表示: $rh=e/e_s \times 100\%$

但是,温度和压力的变化导致饱和水蒸气压的变化, rh 也将随之而变化。

通常在工作和生活中我们使用的湿度即为相对湿度。

饱和水蒸气压 (Saturation Vapor Pressure)

气体中所含水蒸气的量是有限度的,达到限度的状态即可称之为饱和,此时的水蒸气压即称为饱和水蒸气压。此物理量亦随着温度,压力的变化而变化,并且,0°C 以下即使同一湿度,与水共存的饱和水蒸气压 (e_{sw}) 和与冰共存的饱和水蒸气压 (e_{si}) 的值不同,通常所采用的是与水共存的饱和水蒸气压 (e_{sw})。各温度对应的饱和水蒸气压表 JIS-Z-8806 在卷末记载。

露点 (Dew Point)

温度较高的气体其所含水蒸气也较多,将此气冷却后,其所含水蒸气的量即使不发生变化,相对湿度增加,当达到一定温度时相对 rh 达到 100% 饱和,此时,继续进行冷却的话,其中一部分的水蒸气将凝聚成露。此时的温度即为露点温度 (Dew Point Temperature)。露点在 0°C 以下结冰时即为霜点 (Frost Point)。

二、 湿度传感器的分类及特点

1、 湿度传感器的分类

湿度传感器分为电阻式和电容式两种，产品的基本形式都是在基片涂覆感湿材料形成感湿膜。空气中的水蒸汽吸附于感湿材料后，元件的阻抗、介质常数发生很大的变化，从而制成湿敏元件。

2、 湿度传感器的特性：

国内外各厂家的湿度传感器产品水平不一，质量价格都相差较大，用户如何选择性能价格比最优的理想产品确有一定难度，需要在这方面作深入的了解。湿度传感器具有如下特点：

(1) 精度和长期稳定性

湿度传感器的精度应达到 $\pm 2\% \sim \pm 5\% \text{RH}$ ，达不到这个水平很难作为计量器具使用，湿度传感器要达到 $\pm 2\% \sim \pm 3\% \text{RH}$ 的精度是比较困难的，通常产品资料中给出的特性是在常温（ $20^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ ）和洁净的气体中测量的。在实际使用中，由于尘土、油污及有害气体的影响，使用时间一长，会产生老化，精度下降，湿度传感器的精度水平要结合其长期稳定性去判断，一般说来，长期稳定性和使用寿命是影响湿度传感器质量的头等问题，年漂移量控制在 $1\% \text{RH}$ 水平的产品很少，一般都在 $\pm 2\%$ 左右，甚至更高。

(2) 湿度传感器的温度系数

湿敏元件除对环境湿度敏感外，对温度亦十分敏感，其温度系数一般在 $0.2 \sim 0.8\% \text{RH}/^\circ\text{C}$ 范围内，而且有的湿敏元件在不同的相对湿度下，其温度系数又有差别。温漂非线性，这需要在电路上加温度补偿式。采用单片机软件补偿，或无温度补偿的湿度传感器是保证不了全温范围的精度的，湿度传感器温漂曲线的线性化直接影响到补偿的效果，非线性的温漂往往补偿不出较好的效果，只有采用硬件温度跟随性补偿才会获得真实的补偿效果。湿度传感器工作的温度范围也是重要参数。多数湿敏元件难以在 40°C 以上正常工作。

(3) 湿度传感器的供电

金属氧化物陶瓷，高分子聚合物和氯化锂等湿敏材料施加直流电压时，会导致性能变化，甚至失效，所以这类湿度传感器不能用直流电压或有直流成份的交流电压。必须是交流电供电。

(4) 互换性

目前，湿度传感器普遍存在着互换性差的现象，同一型号的传感器不能互换，严重影响了使用效果，给维修、调试增加了困难，有些厂家在这方面作出了种种努力，（但互换性仍很差）取得了较好效果。

(5) 湿度校正

校正湿度要比校正温度困难得多。温度标定往往用一根标准温度计作标准即可，而湿度的标定标准较难实现，干湿球温度计和一些常见的指针式湿度计是不能用来作标定的，精度无法保证，因其要求环境条件非常严格，一般情况，（最好在湿度环境适合的条件下）在缺乏完善的检定设备时，通常用简单的饱和盐溶液检定法，并测量其温度。

3、 对湿度传感器性能作初步判断的几种方法

在湿度传感器实际标定困难的情况下，可以通过一些简便的方法进行湿度传感器性能判

断与检查。

- (1) 一致性判定，同一类型，同一厂家的湿度传感器产品最好一次购买两支以上，越多越说明问题，放在一起通电比较检测输出值，在相对稳定的条件下，观察测试的一致性。若进一步检测，可在 24h 内间隔一段时间记录，一天内一般都有高、中、低 3 种湿度和温度情况，可以较全面地观察产品的一致性和稳定性，包括温度补偿特性。
- (2) 用湿毛巾或利用其它加湿手段对传感器加湿，观察其结露状态下的特性、灵敏度、重复性、升湿脱湿性能，以及分辨率，产品的最高量程等。
- (3) 对产品在高温状态和低温状态（根据说明书标准）进行测试，并恢复到正常状态下检测 and 实验前的记录作比较，考查产品的温度适应性，并观察产品的一致性情况。

产品的性能最终要依据质检部门正规完备的检测手段。利用饱和盐溶液作标定，也可使用名牌产品作比对检测，产品还应进行长期使用过程中的长期标定才能较全面地判断湿度传感器的质量。

总之，人们使用湿度传感器的时间越长，认识就会越深入和全面。同时，也对产品提出新的要求，这给产品带来了新的机遇，推动这项技术不断向新的高度发展。我们相信，湿度传感器产品会在应用领域发挥越来越重要的作用。

三、 湿度传感器与湿度变送器的区别

狭义概念的湿度传感器是指湿度的敏感器件,现在泛指各种不能直接在现场使用的湿度传感器或电路板。通常其输出不是标准的 0~5V 或 4~20mA 信号，没有电源保护、滤波等现场必须的外围电路，也没有可直接使用的壁挂或管道式等封装形式。代表性产品有：HoneyWell 公司的 3610 系列产品，Humirel 公司 HS1000 系列产品、盛世瑞恩公司 SHTxx 系列产品、E+E 公司的 EE02 系列产品等。

传统意义湿度变送器是指 0~5V、0~10V 或 4~20mA 输出的湿度传感器，现在泛指各种可以在现场直接使用的湿度传感器产品。代表性产品：Vaisala 公司的 HMT 系列产品、E+E 公司的 EE10 系列产品、长英科技 LTM8901 系列等产品。

在实际使用中，两个概念的提法并不是十分明确，经常通称为湿度传感器。但在实际应用上差异还是很大的，湿度传感器只是保证传感探头的精度，如 HoneyWell 3610 系列，Humirel HS1000 系列、SHTxx 系列等产品在实际使用中，最终的综合精度除了与外围电路的原理设计有关，甚至还和外围电路的焊接工艺相关。湿度变送器保证的是最终的综合精度（包括外围电路），给出的是无需修正的测试数据。所以，用户使用湿度变送器是最方便的。

四、 全新的数字化温湿度传感器 LTM8901 介绍

LTM-8901 是全新概念的温湿度传感器，采用了智能线性化技术，使用了全新的生产工艺，发扬长英科技数字化、网络化的特点，实现高精度、高互换性、方便的现场校准/安装，是经济性、方便性和先进性的统一。传感器与传感器之间可联网，也可以单只使用。使得系统更简单，更具兼容性，更易扩展。

LTM-8901 使用数字化技术，使得系统精度不受传输影响；无需 A/D 等繁琐电路，数据由传感器出来直接进入采集器，系统可能发生故障的环节少，便于维护。

LTM-8901 不是简单的湿敏元件，而是传统湿敏元件与湿度变送器的融合体，本身具有很强的抗静电、抗干扰、抗反接等保护能力，而且具有很强的结露恢复能力，并对腐蚀性气体有一定的抵御能力（2003 年曾通过等同于国家粮食储备库熏蒸试验环境的检验）。

LTM-8901 只需 5V 供电，峰值电流为 9mA，极低的工耗符合节电、低热的环保要求，并且极为逼近国家电子产品本安级防爆 5V、5mA 的标准。随着我们技术的进步，LTM-8901 的功耗将在近期内降至 5V、3mA。

1、 LTM8901 的技术特性:

- 可现场数字化校准
- 工作温度范围: $-25^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$
- 湿度测量分辨率: 0.5%RH
- 湿度测量量程: 1%~99%RH
- 湿度测量精度: $\pm 3\%\text{RH}$
- 回差: $\pm 2.0\%\text{RH}$ (典型值)
- 年漂移: $\pm 0.5\%\text{RH}$ (典型值)
- 响应时间: 5S (典型值)
- 工作电压范围: 4.5~5.5V
- 温度测量分辨率: 0.0625°C
- 温度测量精度: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- 温度测量范围: $-25^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$
- 接线方式: 螺旋端子
- 功耗: 5V/9.0mA



2、 LTM-8901 的优势分析:

(1) 极强的联网特性

每只 LTM-8901 可以用长英科技的 LTM-8261 (或采用板上拨码) 编入特定的序列号。可以在一条电缆上挂接多只 LTM-8901, 可以在 100 米范围内与上位机通讯; 如 LTM-8901 采用现场供电方式, 通讯距离理论上可达 500 米以上。

可联网协议及硬件设计, 支持多种传感器及智能现场采集控制单元在同一总线的混合连接, 且系统可以自动识别, 提供几乎是最方便的系统扩展方式, 带来前所未有的系统设计灵活性, 同时又兼顾了现场的安全性与成本经济性。

(2) 方便的 ITU 总线数字化技术

- a) 接口电路简单, 使用单片机中最丰富的资源——I/O口线作为总线 (无需串口), 仅需口线上拉1K电阻。
- b) 使用先进的数字化技术 (无需A/D等繁琐电路) 使得系统精度不受传输影响; c)
- c) 数据由传感器出来直接进入采集器, 系统可能发生故障的环节少, 便于维护。
- d) 使用单片机中最丰富的资源——I/O口线作为总线 (无需串口, 串口资源对于单片机产品设计是很宝贵的, 通常用于对计算机通讯)。
- e) 核心单元出线口多, 方便现场布线

上述特点对于客户的老系统, 实现核心硬件无需增加的功能扩展。对于客户的新系统, 实现核心单元标准化设计, 缩短设计周期, 降低设计考虑疏漏的风险。

图一：ITU网络结构图



(3) 可靠的高精度：

采用了智能化修正方式，实现温湿度在全量程的精确测量，LTM8901 采用优质的器件，严格的生产工艺，通过自行研发的自动校准系统（含软件和硬件）实现传感器的精度校准，从根本上消除了人为因素对测量参数的影响。先进的多点自动调试技术，保证产品的精度达到产品资料所示指标。公司多次将产品送国家标准物质检测中心检测，结果良好。

图二：国家标准物质研究中心检测报告

校准证书
CALIBRATION CERTIFICATE

证书编号: 2002-082-138

客户: 北京长英新业数码科技有限公司

校准项目: 温度

校准日期: 2002年05月25日

校准结果: 见校准结果

校准说明
DESCRIPTION OF CALIBRATION

1. 本中心是国家质量技术监督局授权的法定计量检定机构，计量授权证书号：（国）法授证（1996）01002号

2. 本证书所出具的校准数据可溯源至国家基准或国际计量基准

3. 本次校准的技术依据：
Reference documents for calibration:
GB/T 15708-1995 电容式温度元件与湿度传感器总规范

4. 本次校准使用的主要计量器具：
Main standards used for calibration:
S80-3MCI35A08 精密分温湿度发生器
M4-302 精密露点仪

5. 校准结果的扩展不确定度: 1% 包含因子: 2

6. 校准地点、环境条件：
Location: 国家物质中心 温度: 20℃ 相对湿度: 55% 大气压: 101kPa

校准结果
RESULTS OF CALIBRATION

序号	标准值	仪器示值	修正值
1	25.3	25.3	-1.6
2	25.6	25.6	+0.4
3	25.6	25.6	+0.4
4	25.7	25.7	+0.1
5	25.8	25.8	+2.0

备注: 无

(4) LTM8901 的温度系数

LTM-8901 是数字化温湿一体传感器，并非传统热电阻+湿敏探头+通用模拟变送电路的测试方式，温度补偿已在生产检测时校准完成。另外，LTM-8901 曾在邮电电话设备厂老化间（60℃、80%RH）正常工作 2 个月。

(5) LTM8901 的供电

LTM-8901 只需 5V 供电，峰值电流为 9mA，极低的工耗复合节电、低热的环保要求，并且极为逼近国家电子产品本安级防爆 5V 5mA 的标准。随着我们技术的进步，LTM-8901 的功耗将在近期内降至 5V 3mA。

LTM-8901 内置电源滤波、保护电路，对供电电源要求不高，采用最常用的

5V 供电，无需另外设置电源，现场应用极为方便。较好的解决了许多传感器电源精度影响测试精度的问题。

(6) 高度一致性，灵活的现场校准方式，全面实现互换

LTM-8901 采用数字调试技术，不涉及模拟电路现场调整的问题，可以方便的做到不同批次产品的直接互换。将湿度传感器现场安装调试工作从一种复杂的“手艺活儿”，变成一种单纯的“手工活儿”。同时，为了满足客户的特殊要求，可用长英公司 LTM-8261 测试表轻松实现传感器的灵活校准。不过从国家标准物质检测中心检测报告中看到，LTM-8901 精度完全达到指标要求，又没有互换性问题，一般情况无需现场校正。

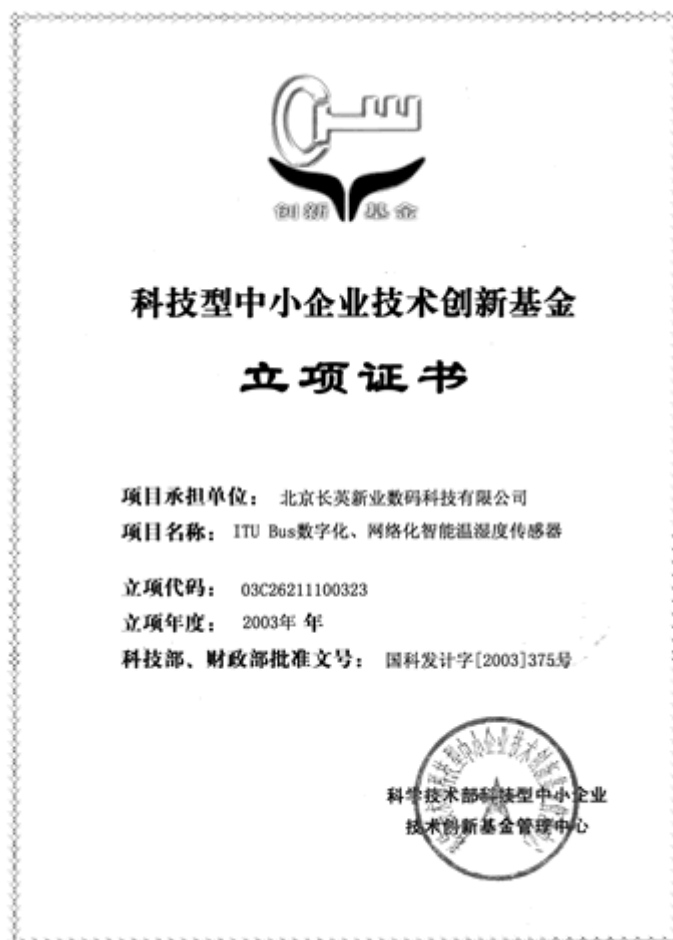
(7) 出色的防护性

LTM-8901 不是简单的湿敏元件，而是传统湿敏元件与湿度变送器的融合体，本身具有很强的抗静电、抗干扰、抗反接等保护能力，而且具有很强的结露恢复能力，并对腐蚀性气体有一定的抵御能力（2003 年曾通过等同于国家粮食储备库熏蒸试验环境的检验）。

(8) 国家创新基金支持项目

经过严格评审，专家论证，LTM8901-ITU 总线温湿度传感器获得“2003 年度国家创新基金”支持。在证明 LTM8901-ITU 总线温湿度传感器技术上的创新性的同时，为进一步提升 LTM8901-ITU 总线温湿度传感器的产业化程度、技术性能指标提供了资金保障。

图三：国家创新基金立项证书



3、 LTM-8901 的应用案例

- LTM-8901 已经广泛应用诸多环境监测系统：
- 中科院高能物理所“电子对撞机”在线监测系统，首期项目于 2000 年上马，连续正常运行至今，二期项目已于 2003 正式开始施工；
- 在国家大型粮库，尤其是中央直属库、国储库中得到广泛应用，在现场强腐蚀的恶劣条件下，
- 香港华润半导体有限公司洁净生产车间监测；
- 宝山钢铁股份有限公司技术中心设备研究所合作，为其设备测试系统的提供监测装置。
- 国家授时中心机房环境监测
- 天津泰达药业 GMP 认证相关改造工程
- 清华同方医院手术室环境监测显示板
- 长春一汽车厢环境试验系统
- 国电同方电力开关柜环境远程检测系统
- 某生物工程公司的洁净厂房
- 河南某野战军事仓库（正在部队系统内推广）
- 航天科技集团一院 200 厂
- 广电总局监测数据处理中心的机房提供环境监测系统
- 华北电管局调度中心
- 鼎天科技的室内环境测试工程
- 清华汽车技术公司的汽车尾气测试系统。
- 广东变电站环境参数测试工程
- 云南某种蚕养殖场