

湿度传感器单片机应用指南

检测电路原理及说明（第二版）

一、湿度传感器检测需要注意的问题

1、交流供电的问题：

高分子湿度传感器 CHR01、CHR02 系列为新一代复合型电阻型湿度敏感部件，其复阻抗与空气相对湿度成指数关系，直流阻抗（普通数字万用表测量）几乎为无穷大，等效电容相对来说比较大，与传统意义上的电阻有明显的区别，可以等效为电阻与电容的串联体。

由于湿度敏感元件本身需要空气中水分子参与膜中的离子导电，水分子为极性分子，如果直流电流一直存在的情况下，水分子会电离，并分解为 H₂ 与 O₂，从而影响导电与元件的寿命，所以通过传感器的电流必须为双向电流，即为交流电流。

2、检测频率

对湿度传感器而言，频率与阻抗之间存在一定的关系，数据表中的检测数据，是通过 LCR 电桥所测试出来的，（1KHz 正弦波），对于测量 20%--90%RH 范围内，频率的变化（300 Hz—10K Hz）对传感器影响并不明显。

3、湿度传感器查表法及温度补偿说明

相对湿度是指在某一温度下，水蒸气的分压 P 与此温度下饱和水蒸气压 P₀ 之比，由于不同温度下，饱和水蒸气压是不同的，因此相对湿度是与温度存在必然的联系。

湿度传感器阻抗变化与温度的关系见规格书中的数据表（Z/RH/T），在实际应用中必须先检测实际的温度，然后通过 A/D 或频率算出此时湿度传感器的阻抗值，再对照数据表，按查表法求出此时的相对湿度。

如果湿度精度要求不是特别严格的情况，（从数据处理简易的法则来说），可以推算湿度传感器温度系数为-0.4%RH/°C，公式为：

$$H(t) = H(25^{\circ}\text{C}) - 0.4 * (t - 25)$$

例如，以实测阻抗按 25°C 的数据表读数，例如在 35°C 时读到的阻抗为 30K，按 25°C 表格，相对湿度为 60%RH，此时按公式计算的湿度应为 56%RH。

4、实测校正及软件修正的问题

在通过单片机对湿度传感器进行实际采样应用时，需要通过实测修正数据，首先将传感器置于湿度发生装置中（例如恒温恒湿箱），进行实测 AD 值或频率值，通过软件对显示值进行修正，此项修正基本上可以弥补频率变化以及数据取值等等所产生的误差。

最后的问题是在生产过程中，由于湿度传感器的原因或其他原因，总会遇到实际值与测量值之间存在误差的情况，在单片机功能允许的情况下，建议通过软件做最后的修正，主要采用跳线（JUMP）的方法对示值进行修正，安排一个 I/O，做加/减运算符定义，其余 2-4 个 I/O，用于定义加/减的值，例如 1，2，3，可以修正正负 6%RH 的示值偏差。

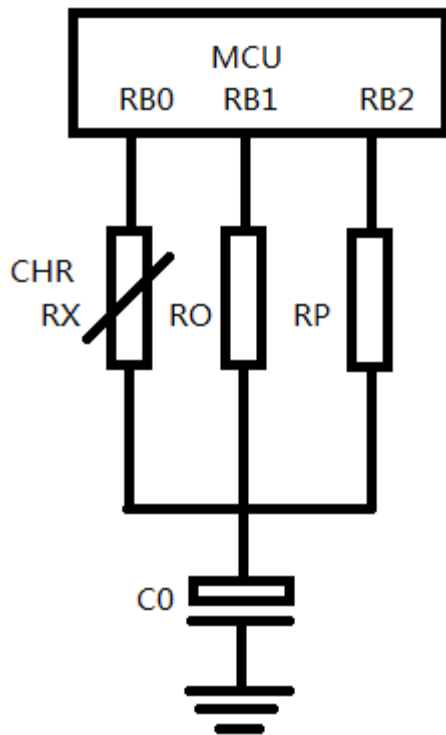
二、检测电路

单片机采集湿度传感器的方式可以采用 RC 阻容充放电法，动态 A/D 法，或通过模拟电路将湿度信号转换为电压信号后，再通过 A/D 法进行采集。以下着重讲一下第一，二种方法的原理参数设计

1、RC 阻容充放电法

通过计算充电或放电时间进行测量。使用电容充放电电路如下图示，将测量湿度传感器等效为电阻 RX 进行充放电，通过测量充放电时间进行反推阻抗，可以测量电阻阻抗，通过读表可以检测相对湿度值。

示意图如下：



首先，置 RB0 为输出状态，RB1 和 RB2 为输入状态，RB0 输出高电平 V_h ($\geq 0.85V_{DD}$)，通过湿敏电阻对 C 进行充电，根据电路理论，电容上的电压按一阶指数规律变化，

$$U_c(t) = V_h[1 - \exp(-t/R_x C)] \quad (1)$$

在渡越时间 T_{mr} 后， $U_c(t)$ 由 0V 上升到 RB2 的输入高电平阈值电压 V_T ($0.45V_{DD}$)，RB2 的输入状态也由低电平变为高电平，此时再将，RB0，RB2 置为低电平，电容 C 上的电压通过 RP，及 RX 和 RB2 快速放电。如此重复，进行充放电。

由式 (1) 知

$$T_{mr} = -\ln(1 - V_T/V_h) * R_x * C \quad (2)$$

由(2)知，只要测量 T_{mr} ， V_T 、 V_h 、C 为已知，可以计算出 R_x ，由于元件参数及温度漂移， V_T 、 V_h 、C 的值很难精确计算，为解决此问题，我们可置 RB1 为高电平， V_h ($\geq 0.85V_{DD}$)，通过固定电阻 R_0 对 C 进行充电，同理可知，电容上的电压 $U_c(t)$ 由 0V 上升到 RB2 的输入高电平阈值电压 V_T 的时间为 T_{cr} ：

$$T_{cr} = -\ln(1 - V_T/V_h) * R_0 * C \quad (3)$$

将 (2)/ (3) 可得:

$$R_x = (T_{mr} / T_{cr}) R_0 \quad (4)$$

由(4)可知, 只要测量 T_{mr} 与 T_{cr} , R_0 为精密固定电阻, 通过运算就可以计算 R_x , 与其他因素无关。在 R_x 测量后就可以查表计算相对湿度值

参数设计:

电阻 R_0 与电容 C 的选择主要取决于需要的分辨率, 与单片机周期等有关。电阻建议选择精密金属膜电阻, 建议为 60K—300K (1%) 之间 (取值与测量范围有关, 取与 R_{xmax} 的 1/2 左右), 电容的选择既要考虑到测量的灵敏度, 又要考虑不使计数时间太长, 具体考虑单片机的时钟频率等因素。

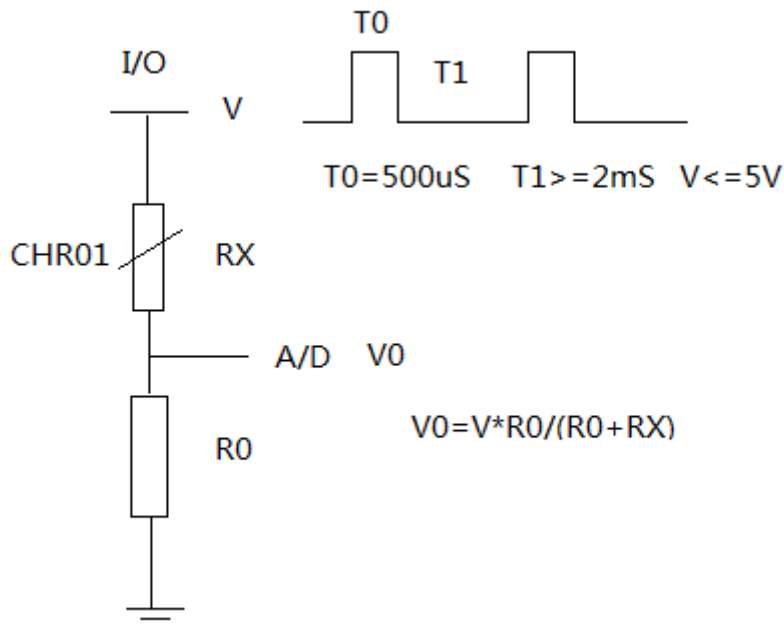
$$C \leq -T / [R_{xmax} \ln(1 - V_T/V_h)] \quad T \text{ 为计数器溢出时间, 与分辨率有关}$$

R_{xmax} 为最大阻抗值, (取 200K—600K 左右取值与测量范围有关)

建议电容 C 的容量在 0.01uF 到 0.1uF 间选择, 电容为瓷介电容 (NPO) 或金属化有机薄膜电容 (CBB)

2、动态 A/D 直接采样法

在单片机对湿度传感器的阻抗进行测量时, 由于传感器必须通过双向电流 (即交流电流) 来实现, 以避免极化及电解的现象发生 (见上面一节的解释), 如采用 A/D 来采样, 采样电路必须采用动态采样的方法。由于考虑到湿度传感器的特性, 尤其是电容的特性, 在充放电的周期上有如下规定, 高电平时间 (充电时间), 为 500uS, 低电平时间 (放电时间) 要求大于 2mS, 以保证湿度传感器上电容所积累的电荷放光, 并且放电后采样电阻上的电平为 GND, 具体电路示意图如下:



参数设计：

R0 采样电阻的阻值通常建议在 30—50KΩ，侧重高湿测量，采样电阻阻值可降低到 20KΩ，低湿阻值可提高到 90KΩ。

在信号的正周期内的中间段进行采样（250uS），直接通过分压法采集，注意采样时间，通过电压采样后得到 V0，计算 RX 的值，公式如下：

$$RX=R0*(V-V0)/V0$$

同时检测当前温度 T，通过查阅湿度传感器 Z/RH/T 数据表，在不同温度下 RX 的值推算出当前的相对湿度 RH%。

不同单片机可能得到的数据会有所不同，尤其是放电后，在不同单片机进行测量时，通过示波器测量，会产生放电周期加长仍不能在采样电阻上得到与 GND 相等的电平（约为-0.3V — -0.7V），在此情况下，建议在湿度传感器上并联 1M-2M 欧姆的电阻，在不影响计算数据的前提下，加快电容放电的速度，保证电平相等。同时建议通过实测后，通过软件进行矫正。

另外，如不采用以上直接接地的方法，而是采用双 I/O 口，通过软件对 I/O 口按一定周期进行振荡，产生方波，再通过 A/D 进行测量的方法，也是可以的，但必须克服 A/D 的地与 I/O 低电平不等值的事实，需要进行补偿，否则，数值会产生较大的误差。

三、有关其他问题

- 1、湿度传感器一致性问题请与供应厂联系，在送样与生产时务必确定具体型号与阻值大小，范围，以及详细的数据表（Z/RH/T），传感器检验时，请用阻抗测试设备（LCR 电桥，测试频率为 1KHz, 1V）。
- 2、温度检测的准确性相当重要，温度传感器与湿度传感器布线位置尽量靠近。
- 3、检测时需在焊接后 1 小时测量为最好，转移环境后，测试前平衡时间为 30 分钟以上。如环境湿度变化较快，不能获得稳定的湿度值，建议用塑料袋包裹后测试，以避免环境的影响。
- 4、如采用模拟电路通过转换为电压进行测量，请与我司联系或从我司网站下载，可提供相关模拟电路。
- 5、传感器在批量生产时，建议用人工（手工）焊接，不可过波峰焊，以防止出现高温损坏的现象发生。焊接时，如无外壳保护，工人需要带指套，防止人体皮肤直接接触传感器膜表面，污染传感器，同时避免焊接时间过长<8S，（判断标准，到达传感器膜表面温度不超过 120℃）

以上文字版权及解释权利归广州西博臣科技有限公司所有，以上建议只针对我司产品有效，如有更多应用问题，请随时与我司技术人员沟通。

（版权所有，未经授权，不得转载及复印，打印，拷贝等行为）

广州西博臣科技有限公司

2010/12/10