



## 温湿度试验设备自动检定/校准系统的研制

福建省计量科学技术研究所 林军

温湿度试验设备的校准是近十几年来迅速发展起来的一项重要的计量校准项目，是不少计量院所热工或理化专业收入的重要来源。由于工作量大、数据处理繁杂，我们于1997年开始研制温湿度试验设备自动检定/校准系统，经过多年对温湿度试验设备自动检定/校准系统硬件、软件的不断升级，逐渐积累了一些经验和体会，在此与大家共同分享，希望能对类似自动检定系统的开发有所帮助。

### 一、系统的组成

自动检定/校准系统主要由数据采集器、温度传感器、湿度传感器、笔记本电脑（或掌上电脑PDA或智能手机）组成。

自动检定系统可以通过RS-232或USB端口与笔记本电脑连接，也可以使用无线蓝牙（Bluetooth）或其他通讯方式和智能手机（或掌上电脑）连接，系统组成方便灵活。特别是随着智能手机的普及，使用智能手机作为数据显示、记录、处理将变得越来越方便、流行。数据采集器可以根据用户要求堆栈式叠加在一起，满足几十通道的测量要求。

### 二、软硬件系统解决的问题及方案

#### 1) 直观反映被校准设备的性能

为直观反映被校准设备的初步性能，我们采用实时描绘曲线的方式，这样可以直观的反映被校准设备的温度、湿度波动情况，根据曲线的离散程度，可以直观的反映被校准设备的均匀度，可以通过曲线直观判断被校设备是否达到平衡，是否可以开始记录数据等等。为区分每个通道对应的曲线，我们采用不同颜色进行标记，并且可以随时更改每个通道曲线的颜色。系统设计了多达20条曲线，以满足多通道温度、湿度曲线的记录要求。（如图2）

#### 2) 传感器及数据采集器的修正问题

在自动检测系统中我们通常选用A级的Pt100或Pt1000铂电阻作为感温元件，但即使是A级的铂电阻在100℃时的误差也允许达到±0.35℃（Pt100铂电阻允许误差列表如下），因此在自动检测系统中对传感器及仪表进行修正是必要的。

工业铂热电阻级别	测量范围	0℃的标准电阻值	温度允许误差（℃）
A级	-200℃~850℃	100Ω	±(0.15+0.002 t )
B级	-200℃~850℃	100Ω	±(0.30+0.005 t )

在送检自动检定系统时，我们通常采用传感器加仪表整体校准的方式进行校准。在系统软件中我们设计了“系统自动校准模块”对系统进行自动校准，校准时将传感器放置在水槽或油槽中，温度平衡后系统自动读取所有传感器数值，输入标准器实际值，通过对不同温度点进行

校准，系统即可自动产生不同温度下的修正值保存在数据库中。在检测过程中，自动检定系统将根据传感器的编号自动调用、计算当前温度下的修正值，从而保证了自动检定结果的准确可靠。

### 3) 原始记录及证书自动生成的问题

自动检定系统可以自动生成满足实验室认可要求的原始记录及证书，但由于每个单位的证书格式、信息内容有所差别，为了使每个单位都可以根据自己的习惯对原始记录及证书格式进行调整，我们采用数据库方式，将原始记录信息所对应的excel表的位置保存在数据库中，只要改变数据库中所保存的excel表的位置，即可将对应的信息填入到新的位置里，实现用户可以根据需要调整原始记录及证书格式的目的。

### 4) 相对湿度准确测量的问题

温度测量技术相对成熟，但在相对湿度测量领域却经常存在这样或那样的问题。早期，我们采用干湿球法测量相对湿度，通过对风速、气压等参数的修正得到相对湿度值。但使用干湿球法有一定的局限性，①由于没有条件保证风速能达到2.5m/s，测量准确度收到一定限制；②现场使用需要包湿球纱布、需要考虑供水等问题，比较繁琐，工作效率低；③在相对湿度比较低的环境下，干湿球法无法准确测量。因此通过多年的选择，我们最终选用国外进口的温湿度传感器（相对湿度测量准确度达到 $\pm 1.0\%$ ），通过采集其提供的数字信号，保证传感器的测量准确度，避免了A/D转换的误差。

### 5) 热电偶冷端温度准确测量的问题

在箱式电阻炉、工业退火炉等高温炉窑的检测中，我们选择K型或S型热电偶作为传感器。众所周知，在使用热电偶进行检测时冷端温度测量准确与否对整个测量结果的是否准确是至关重要的。因此我们采用了四线制Pt100为传感器，测量准确优于 $\pm 0.05^\circ\text{C}$ ，在温度数据采集器接线端设计了一个密封的恒温区，保证冷端温度相对稳定，由于是密闭空间，受环境温度影响小。采用四线制铂电阻测量可以方便的将冷端温度传感器拉长，减少了补偿导线的使用，且测量准确可靠。

### 6) 传感器如何进行方便、快捷的连接

在温场校准过程中，一项比较繁琐的工作就是传感器的连接。经过多年的选择，我们采用两种连接方式。第一种采用欧式无纸记录仪的标准接插件，用螺丝将传感器固定在数据采集器上，这种方式适合于现场检测任务不大的单位；第二种方式采用12芯快速接插件（如图1），一个接插件可以连接3支四线制铂电阻传感器，这样不但提高现场检测的工作效率，而且当有传感器损坏时，也容易查找、更换。

### 7) 现场传感器难收拾的问题

在温场校准过程中，另一项比较繁琐的工作就是由于传感器引线比较长，检测过程中有时象一团乱麻，难以收拾。我们与生产耐高温导线的厂家联系，定制了三种双色四芯线专用作温场检测用的引线，防止在使用的时候散乱。第一种是四线并排扁平型的，外覆一层薄的耐高温材料；第二种是圆形，四线外覆一层薄的耐高温材料；第三种和双绞电线一样由机器将四线绞在一起。这三种方式的线由于每支传感器的线不散乱，所以比较容易收拾。另外如果采用12芯快速接插件，将3支传感器的一端固定在一个插头上，就更容易收拾了。

### 8) 软硬件系统解决的其他问题

◇ 软件系统采用数据库方式，将历年校准过的设备保存在数据库中，周期检测时不需要

输入样品信息，减少了工作量，节省了宝贵的时间。

✧ 为提高现场检测的工作效率，系统可以同时描绘多台被校设备的曲线外，还可以同时对两台设备进行校准，互不干扰。

✧ 在现场检测过程中，经常遇到温度还没有平衡却要离开就餐的问题。在软件系统中，我们通过延时（定时）自动检测或循环自动检测的方式解决，这样就餐后回来只需要将传感器收拾好即可，提高了工作效率。

✧ 为解决有时现场检测没有电源的问题，我们设计充电电路，采用充电电池供电，在没有外接电源的情况下可以持续工作24小时以上，方便现场检测。

✧ 考虑到现场检测仪器需要具有轻便，易携带，不怕振动等特点，我们为这套系统的数据采集器专门开发了塑料模具，进行合理的结构设计，在方便携带的同时也提高了仪器的可靠性。

### 三、 系统的应用

该自动检定/校准系统设计的目的主要用于恒温恒湿箱(房)、高低温试验箱，干燥箱，培养箱，水泥养护箱，水浴锅，冰箱、冷库，箱式电阻炉，高温定炭炉……等温湿度试验设备的温度、相对湿度参数的检定或校准。由于该系统实际上是一套多路高精度温度、湿度数据采集处理系统，所以还可以应用于一下方面：

- 1) 应用于研究、开发产品过程中对温度、湿度数据的采集、记录、处理。由于系统提供所有通道记录的温湿度数据导出到excel表格的功能，因此，用户可以灵活的对数据进行分析、处理。
- 2) 应用于医药行业GMP认证对试验过程的数据记录、处理等方面。
- 3) 应用于电工电子行业的电器设备、电路板、变压器等的温升实验。计算指定通道之间温差、各通道与环境温度的差值，并描绘出直观的曲线，直观反映温差的变化。

### 四、 结束语

该系统与国内外类似的自动检测系统相比，具有体积小、重量轻、稳定性好等特点，由于软硬件开发人员具有多年的现场检测经验，在软件、硬件开发过程中，始终从方便检测人员使用的角度考虑问题，因此，软件系统具有界面友好，符合现场检测习惯等特点。系统研制、完善的过程中，中国计量科学研究院、深圳市计量质量检测研究院等计量院所相关人员提出了许多宝贵意见，此表示感谢。