

# 温湿度计自动化检定装置的设计和应用

杨菊<sup>1</sup> 郑胜青<sup>2</sup> 卓华<sup>3</sup> 李占元<sup>1</sup> 任长青<sup>1</sup>

(1.中国计量科学研究院,北京市北三环东路18号100029;2江苏省计量科学研究院,南京市栖霞区文澜路95号210023;3.新疆维吾尔自治区计量测试研究院,乌鲁木齐市河北东路188号830011;)

**摘要:** 温湿度计是一种常见的检测环境温湿度的仪表,也是各计量检测部门客户送检量最大的仪表类型之一。由于其型号杂,数量多,导致温湿度表的检定、校准工作繁琐、耗时、易出错。温湿度计自动化检定装置是采用视觉识别技术结合自动化检测程序、设备通讯技术和数据库管理软件等设计开发的一款自动化检定、校准装置。用机器视觉识别代替人眼识别,自动获取被检仪表示值,通过软件自动处理数据生成证书,实现了温湿度计检定校准的自动化。

**关键词:** 温湿度计;视觉识别;自动化检定装置;数据库;

**中图分类号:** G312

**文献标识码:** A

## Design and application of automatic verification device for thermo-hygrometers

YANG Ju<sup>1</sup>, ZEHNG Shengqing<sup>2</sup>, ZHUO Hua<sup>3</sup>, LI Zhangyuan<sup>1</sup>, REN Changqing<sup>1</sup>

(1.National Institute of metrology, China,18 Beisanhuan East Road, Beijing 100029;2. Jiangsu Institute of Metrology, No. 95, Wenlan Road, Qixia District, Nanjing City210023;3. Thermal Metrology Testing Institute, Xinjiang Uygur Autonomous Region Research Institute of Measurement & Testing, Hebei Street, No.258, Urumqi, China, 830011)

**Abstract:** Thermo-hygrometer is a common instrument for detecting ambient temperature and humidity, and it is also one of the largest instrument types sent by customers in each measurement and testing department. Due to its various models and large quantity, the verification and calibration of temperature and humidity meters are tedious, time-consuming and error-prone. The automatic verification device of hygrograph is a kind of automatic verification and calibration device which is designed and developed by using visual recognition technology combined with automatic detection program, equipment communication technology and database management software. Machine vision recognition is used instead of human eye recognition to automatically obtain the value of the instrument being inspected, and the software automatically processes the data to generate the certificate, which realizes the automatic verification and calibration of the hygrograph.

**Keywords:** Thermo-hygrometer; Visual recognition; Automatic verification device; Database;

**CLC number:** G312

**Document identification code:** A

温湿度计是最常见的一种检测环境温湿度的仪表,一直以来都是各计量检测部门检测的仪表中送检量最大的仪表类型之一。在实验室的检定校准过程中需要大量的劳动力,此

外，由于在工作中需要大量人工抄录信息，人眼读数，数据处理和计算等，导致检定、校准，耗时、费力、易出错。温湿度计自动化检定装置的建立，即代替人眼读数，全程自动化检定、校准，并自动处理数据生成原始记录和证书，避免人为误差，节约劳动力，可以客观、准确、及时、高效地完成工作任务，解决了温湿度计在人工操作中存在的问题。

## 1. 温湿度计自动化检定装置的整体设计

本装置是利用视觉检测技术，基于数据库和视觉算法，使用 c++编程语言开发研制的自动化检定系统。

### 1.1 视觉识别

机器视觉技术在农业、林业、军事、工业和医学等方面得到了广泛的应用，人们使用视觉图像和计算机系统处理、理解和感知视觉信息，利用计算机效仿人脑与人眼的感知能力协助人们解决问题<sup>[1]</sup>。机器视觉主要用计算机来模拟人的视觉功能，但并不仅仅是人眼的简单延伸，更重要的是具有人脑的一部分功能——从客观事物的图像中提取信息，进行处理并加以理解，最终用于实际检测、测量和控制<sup>[1]</sup>。

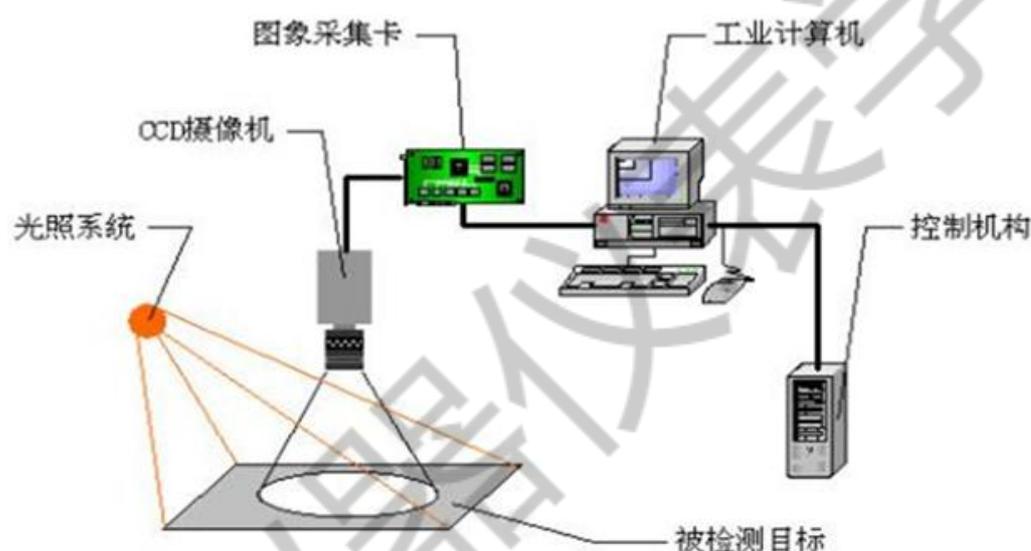


图 1 视觉识别简易图

本装置的视觉识别部分主要由光源、工业相机、图像采集卡、视觉处理器、相机支架、滑轨、步进电机、仪器台、控制器等硬件组成。

由于被检仪表的样式繁多，为提高识别率，我们采用了视觉基础算法与深度学习算法相结合，通过大量的视觉训练来保证较大的兼容性和较高的识别率。采集到的原始图片均保存在数据库中，在保证量值准确可靠的同时也使每一次的识别结果有据可查。识别的过程中，用工业相机采集被检目标图像，由于采集的图像是有明暗和色彩的真彩图像，在图像采集过程中会受到其它因素影响，使图像带有噪声和干扰项，所以要先将图像进行灰度化、平滑和锐化等预处理，为图像识别做准备<sup>[2]</sup>。首先对设置好的识别区域进行识别和分类，识别出当前温湿度表的类型，再对数显式或指针式温湿度表进行特征化识别。

数显式温湿度表的识别过程：采集图像，图像预处理，对数显液晶显示屏进行图像分割，然后对屏幕进行水平方向校准，对校准后的图像进行单位识别，即%和°C，然后识别单位符号同一个水平区域的数据，提取字符，利用 ocr 字符识别分离出有用的数据，并识别出温度和湿度值<sup>[3]</sup>。



图 2 数显温湿度表视觉识别界面

指针式温湿度表的识别过程：采集图像，图像预处理，然后提取框定好的图像，并在此图像中，分割出表盘、指针和刻度，利用长刻度和短刻线的像素关系，计算分度值。识别指针的位置和指针两侧的数字，计算并分析出相应的刻度值。

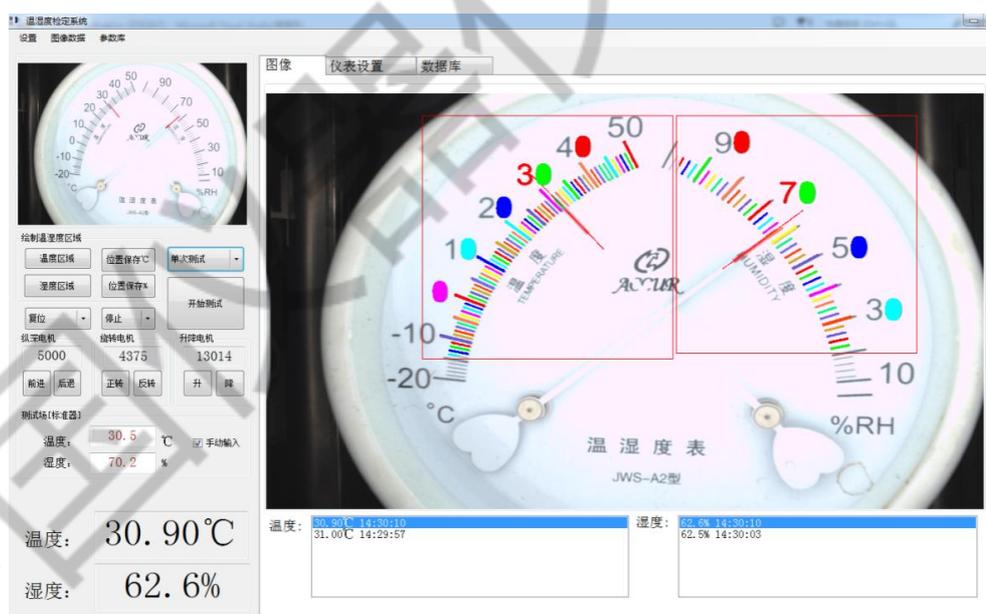


图 3 指针式温湿度表视觉识别界面

## 1.2 图像自动采集装置设计

采用步进电机，位置传感器、精密滑轨等部件组成，工作时仪器台转动，相机从动轨道自上而下运行，对仪表台上安装的被检仪表进行拍摄，完成图像自动采集工作。

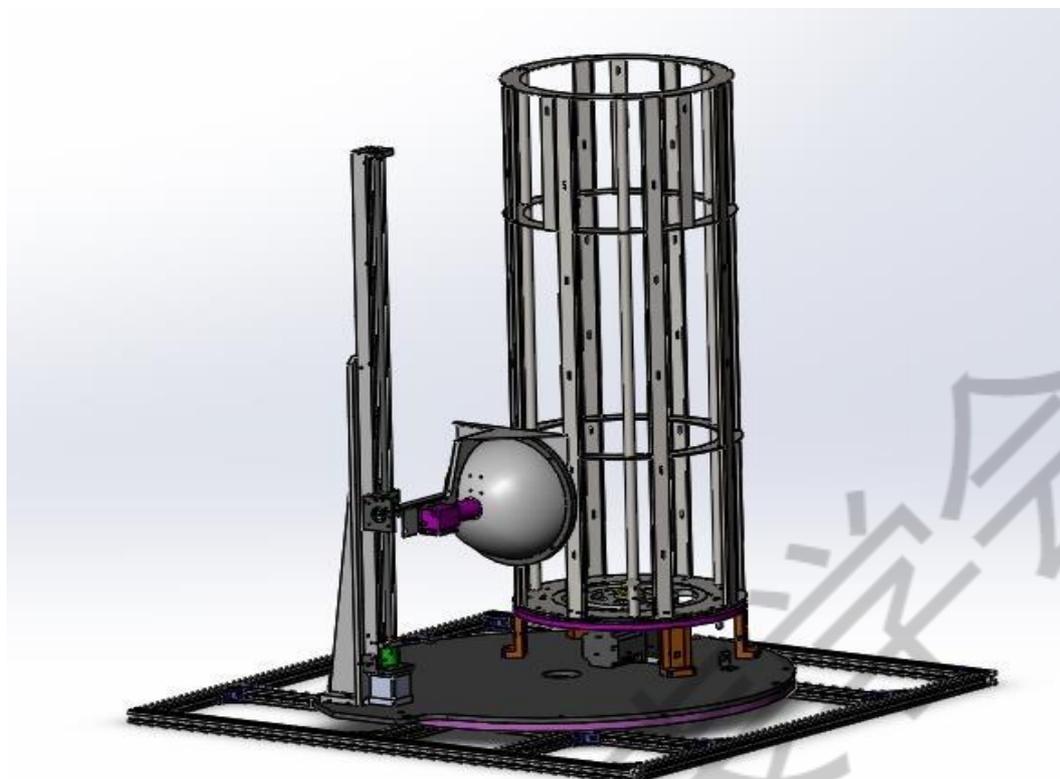


图 4 图像自动采集装置设计图

下图为安装好被检仪表的图像自动采集工作台。

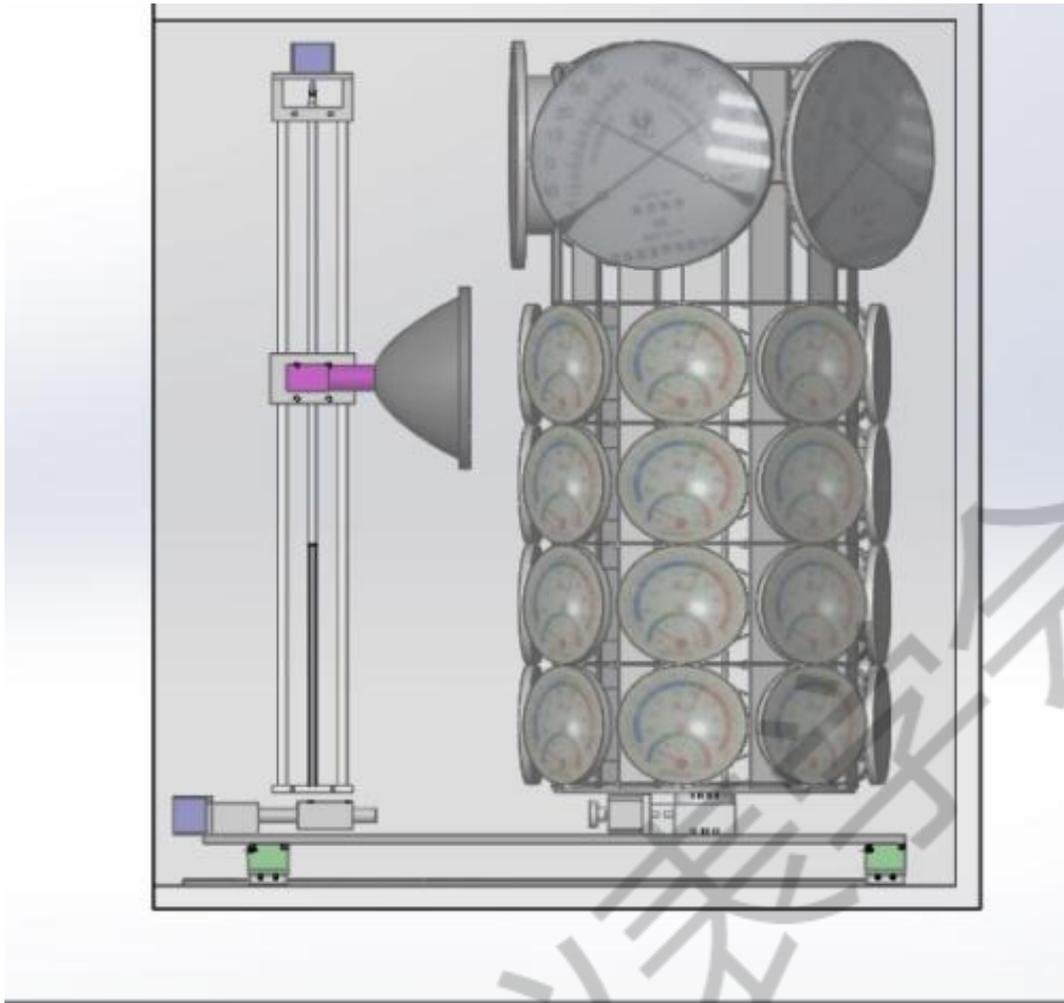


图 5 图像自动采集工作台

### 1.3 检测程序

通过对标准器通讯协议进行开发，使检测软件与计量标准器（温湿度标准箱、精密露点仪）建立通讯连接，用于读取标准值，设置检定点或校准点及平衡时间。可根据温湿度的检定、校准流程进行编辑，程序运行时可按照不同的温、湿度点及温湿度恒定时间对被检温湿度表依次逐点进行自动检测。以下为控制流程图。

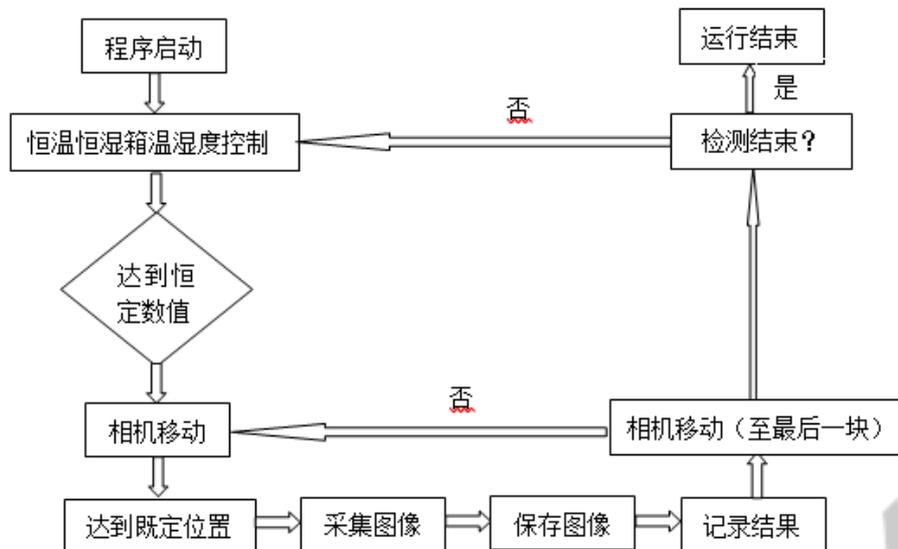


图 6 检测程序控制流程图

## 2. 数据库

2.1. 基于 MySQL 数据库通讯指令，建立数据库的链接，并实现添加，更新，删除等数据库操作指令。数据库管理软件通过配置好的参数和服务服务器通讯，并执行设计好的操作。送检仪器信息的录入方式有三种：1、与本院仪器服务平台对接，按照内部仪器唯一性编码直接获取送检仪器信息；2、利用扫描仪把送检单的相关信息通过扫描进行采集；3、在数据库主界面直接录入，具有历史数据存储功能，相同信息只需首次录入。以下为扫描录入程序展示：

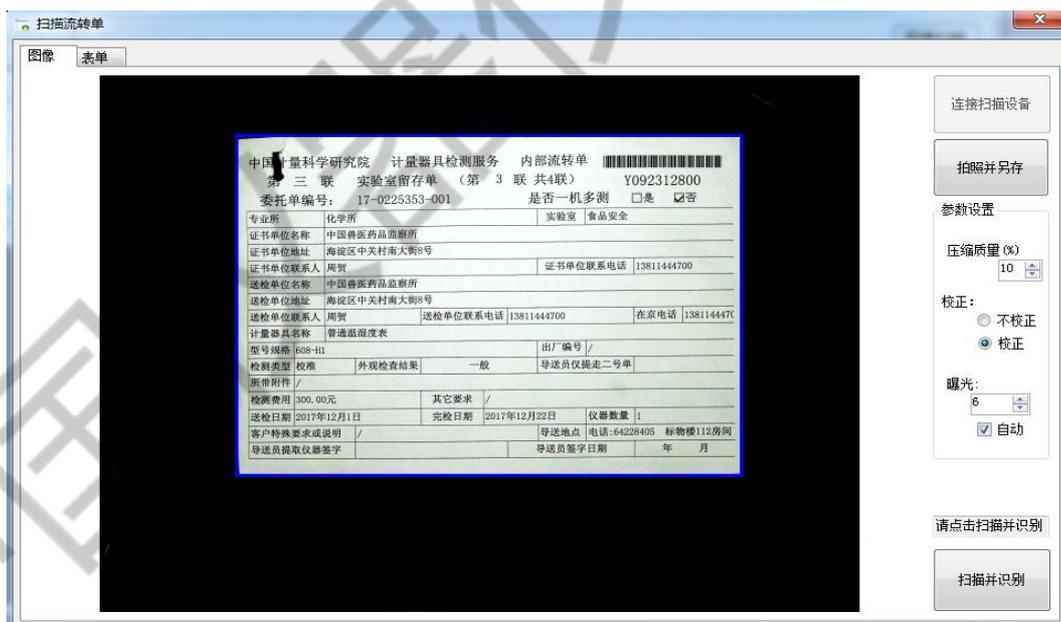


图 7 扫描界面

如图，图像扫描界面，软件自动校正图像，框定有效区域，点击按钮扫描并识别，自动切换电子表单界面，此时可以进行数据修改，编辑信息，并确认。

委托单编号	17-0225353-001	内部流转单号	
流转单基本信息			
专业所	化学所	实验室	食品安全
证书单位名称	中国兽医药品监察所		
证书单位地址	海淀区中关村南大街8号		
证书单位联系人	周贺	证书单位联系电话	13811444700
送检单位名称	中国兽医药品监察所		
送检单位地址	海淀区中关村南大街8号		
送检单位联系人	周贺	送检单位联系电话	13811444700
计量器具名称	普通温湿度表	计量器具制造厂	
型号规格	608-H1	出厂编号	
测试范围		准确度等级	
检测类型		外观检查	
所带附件	/	仪器数量	1
检定费用	300.00	其他要求	
送检日期		完检日期	
客户特殊要求或说明	/	专业所电话	
		寄送地点	电话: 84228405 标本楼112房间

图 8 扫描信息提取界面

数据库管理软件同时和 office 办公软件对接，将存储的数据生成到设计好的模板中，形成电子版的原始记录及证书。选取多条仪器信息，可批量生成证书或原始记录。在这一步骤中大量减少了人工抄录，记算，录入证书等工作环节。也实现原始数据的电子化管理，方便检索和保存。

自编号	委托单号	证书编号	检定时间	仪表类型	检测类型	检测状态	计量器具名称	型号	编号	生产厂
001	18-0249698-001	HXsp2018-2049	2018/8/15	数显	校准	完检	温湿度表	WSB-1-H2	BY12016178	郑州博洋仪
002	18-0250667-004	HXsp2018-2057	2018/8/22	数显	校准	完检	普通温湿度表	HTC-1	ZL-03	逸品博洋
003	18-0250667-004	HXsp2018-2058	2018/8/15	数显	校准	完检	普通温湿度表	HTC-1	ZL-04	逸品博洋
004	18-0250539-001	HXsp2018-2055	2018/8/15	数显	校准	完检	普通温湿度表	AS807	001	SMART SENS
005	18-0250539-001	HXsp2018-2056	2018/8/15	数显	校准	完检	普通温湿度表	AS807	002	SMART SENS
006	180250697001	HXsp2018-2050	2018/8/15	数显	校准	完检	普通温湿度表	608-H1	1845150675	TESTO
007	180250697001	HXsp2018-2051	2018/8/15	数显	校准	完检	普通温湿度表	608-H1	1845150095	TESTO
008	180250697001	HXsp2018-2052	2018/8/15	数显	校准	完检	普通温湿度表	608-H1	1845150672	TESTO
009	180250697001	HXsp2018-2053	2018/8/15	数显	校准	完检	普通温湿度表	608-H1	1845150656	TESTO
010	180250697001	HXsp2018-2054	2018/8/15	数显	校准	完检	普通温湿度表	608-H1	1845150673	TESTO
011	18-0249616	HXsp2018-2113	2018/8/15	指针	校准	完检	温湿度表	JWS-A5	1011211103	北京宝力马
012	18-0249616	HXsp2018-2114	2018/8/15	指针	校准	完检	温湿度表	JWS-A5	1011211299	北京宝力马
013	18-0249698-001	HXsp2018-2048	2018/8/15	数显	校准	完检	温湿度表	WSB-1-H2	BY12017219	郑州博洋仪
014	18-0249698-001	HXsp2018-2049	2018/8/15	数显	校准	完检	温湿度表	WSB-1-H2	BY12016178	郑州博洋仪
015	18-0249407-002	HXsp2018-2046	2018/8/15	温湿度计	校准	完检	温湿度计	/	20149802	Rotronic

图9 数据库主界面

### 温湿度表原始记录

测试时间:	2021年11月25日	证书编号:	HXsp2021-02146	委托单号:	Q120546600									
证书单位:	气象计量站		自编号:	20211124-002										
仪器名称:	温湿度表	证书有效期:	1年	类型:	数显									
仪器厂家:	郑州博洋仪器仪表有限公司		出厂编号:											
证书单位地址:	北京市朝阳区和平街		检测地点:	本院和平里院区化学楼112室										
外观检查:	良好	型号规格:	WSB-5-H1	实验室温度:	20℃									
送检单位联系人:		联系电话:		实验室湿度:	45%									
记录员:	杨菊	校验员:	李占元	接收日期:	2021年11月24日									
<b>标准器信息</b>														
名称	测量范围	不确定度/准确等级	证书编号	证书有效期至										
露点仪检定装置	露点: (-75~+65)℃	露点: MPE: ±0.15℃	国量标计证字第065号	2023/5/8										
校准依据/参照的技术文件(代号, 名称):			JJF1076-2020数字式温湿度计校准规范											
设定点	标准值				被检值	平均值	修正值	不确定度 (k=2) (湿度)						
温度点	湿度点	温度1	温度2	湿度1	湿度2	温度1	温度2	湿度1	湿度2	标准值	被检值	修正值	湿度	
20℃	90%	20.6	20.6			21.1	21.1			20.6	21.1			
20℃	30%			17.8	17.7			15	15	17.8	15	2.8		0.8
20℃	50%			39.6	39.6			20	20	39.6	20	19.6		0.8
20℃	70%			61.3	61.2			48	48	61.3	48	13.3		0.8
20℃	90%			87.9	88.1			80	80	88.0	80	8.0		0.8

图10 生成的原始记录展示

中国计量科学研究院



## 校准证书

证书编号 HXsp2023-02864

客户名称 呼伦贝尔市产品质量计量检测所

器具名称 普通温湿度表

型号/规格 608-H1

出厂编号 02

生产厂商 TESTO

联络信息 呼伦贝尔市海拉尔区正阳街道兴安东路4号

校准日期 2023年09月29日

接收日期 2023年09月25日

批准人: 签名三多刑

二维码多刑

发布日期: year month day

地址: 北京北三环东路18号

邮编: 100029

电话: 010-6452569/74

传真: 010-64271948

网址: <http://www.nim.ac.cn>

电子邮箱: [kehufuwu@nim.ac.cn](mailto:kehufuwu@nim.ac.cn)

2019-jz-R0520

第1页共1页

图 11 证书首页展示

# 中国计量科学研究院

证书编号 HXsp2023-02964



中国计量科学研究院 (NIM) 是国家最高的计量科学研究中心和国家法定计量技术机构。1999 年授权签署了国际计量委员会 (CIPM)《国家计量基(标)准和国家计量溯源度的校准与测量证书互认协议》(CIPMMRA)。

质量管理体系符合 ISO/IEC17025 标准, 通过中国合格评定国家认可委员会 (CNAS) 和亚太计量规划组织 (APMP) 联合评审的校准和测量能力 (CMCs) 在国际计量局 (BIPM) 关键比对数据库中公布。

2020 年, NIM 和 CNAS 就认可领域的技术评价准则签署了谅解备忘录, 承认 NIM 的计量支撑作用和出具的校准/检测结果的溯源效力。

校准结果不确定度的评估和表述均符合 JJF1059 系列标准的要求。

校准所依据参照的技术文件 (代号、名称)

参照 JJF 1076-2020 数字式温度计量校准规范

校准环境条件及地点:

温度:  $23 \pm 3$  °C 地点: 和-17-112

湿度:  $40 \pm 5$  %RH 其它: /

校准使用的计量基(标)准装置 (含标准物质)/主要仪器

名称	测量范围	不确定度/ 准确度等级	证书编号	证书有效期至 (YYYY-MM-DD)
精密熔点仪标准装置	熔点: (-95~+85) °C	MPe: $\pm 0.16$ °C	[1988] 国家标物证字第 065 号	2028-02-23

2019-jz-R0520

第2页共3页

图 12 证书第 2 页展示

## 校准结果

## 1. 校准条件:

由恒温恒湿槽提供稳定的温湿度环境, 由 M4/D-2 精密露点仪给出温度及相对湿度标准值。

## 2. 校准结果:

表 1 温湿度计校准结果

序号	标准器示值		被校仪器示值平均值		修正值	修正值的不确定度 $U(k=2)$
	温度 /°C	湿度 /%RH	温度 /°C	湿度 /%RH		
1	21.3	31.4	20.9	31.4	0.0	0.8
2		49.4		50.9	-1.5	0.8
3		68.1		68.9	-0.8	0.8
4		86.2		88.5	-2.3	0.8

-----以下空白-----

## 说明:

根据校准规范 JJF1076-2020 的规定, 通常情况下 12 个月校准一次。

## 声明:

1. 我院仅对加盖“中国计量科学研究院校准专用章”的校准证书负责。
2. 本证书的校准结果仅对本次所校准的计量器具有效。

校准员: 签名一勿删

核验员: 签名二勿删

2019-jz-E0520

第3页共3页

图 13 证书尾页展示

### 3.应用分析

3.1 用时分析。分别用人工手动和自动检定装置在常温 20°C下, 相对湿度 40%RH、60%RH、80%RH 三个相对湿度点, 对 30 块温湿度计进行检定。每一个设定点所需的平衡时间为 40 分钟, 人工检定预计用时为 7 小时 40 分钟。采用自动化检定装置, 预计用时为 2 小时 30 分钟。

本装置检定温湿度计代替了大量的人工操作, 使检测工作更轻松。

见下表:

表 1 检定所用时长对比

检测过程	人工检定用时 (30 块表)	装置检定用时 (30 块表)
送检仪器信息记录	60min	10min
检定箱稳定时间 (三个检定点)	120min	120min
读数及记录 (三个检定点)	30min	15min
数据处理	120min	0min
数据核查	10min	5min
证书录入	120min	0min
共计用时	7h40min	2h30min

3.2 用视觉识别仪表示值代替人眼读数避免了人为误差，提高了测量结果的准确性。

3.3 实现了原始数据的电子化存档，方便数据管理及查询。

3.4 增加经济效率。本装置自 2017 年研制成功，完善了本实验室温湿度计计量标准 1 项，提升了实验室的检定、校准测量能力。大大提高了检测创收，在日常工作中发挥了重大作用。

## 4 结论

本装置基于视觉识别技术结合智能自动化思维，实现了温湿度计检定、校准的自动化，代替了大量的人工操作，解决了温湿度计在人工检定、校准中存在的问题，实用性强，即节省了成本，又保证了检测的准确性，大大提高了工作效率，增加了行业竞争力。该装置可根据不同实验室的工作需求进行定制，针对于温湿度表检测实验室有很强的推广性，是未来检测实验室发展的新趋势。在本专业的计量检测技术发展中起到了引领作用，为智能化计量技术的研究奠定了坚实的基础。

### 参考文献:

- 1.但凝云. 视觉图像与检测技术研究[J]. 科学与信息化,2018(5):38,40.
- 2.陈英. 机器视觉检测技术在工业检测中的应用 [J]. 电子测试 ,2015(18):79-80.

DOI:10.3969/j.issn.1000-8519.2015.18.035.

3. 李霄霄. 基于 OCR 的字符识别的研究与实现[J]. 科技视界,2017(14):98,119.

中国仪器仪表学会