

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2015.04.10

无线压力采集仪校准装置研究

周四清, 吴双双, 曾麟, 宋扬
(湖南省计量检测研究院, 湖南 长沙 410014)

摘 要: 无线压力采集仪使用环境温度与常规测量仪表存在较大差异。为解决无线压力采集仪在不同温度下的压力校准需求, 设计了无线压力采集仪校准装置。该装置采用了三段控温的干式恒温炉以及自动压力调节, 实现了各温度下的压力自动校准。试验结果表明: 该装置功能及测量不确定度满足现有无线压力采集仪的校准对装置的要求, 可应用于无线压力采集仪的校准。

关键词: 压力采集仪; 校准装置; 无线
中图分类号: TB935 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5795(2015)04-0037-04

Design of a Calibration Device for Wireless Pressure Acquisition Instruments
ZHOU Siqing, WU Shuangshuang, ZENG Lin, SONG Yang
(Hunan Institute of Metrology and Test, Changsha 410014, China)

Abstract: Wireless pressure acquisition instruments are widely used for calibrating pressure sterilization and other pressure vessel. The application temperature of wireless pressure acquisition instruments is different from other pressure instruments. A kind of calibration device was designed for wireless pressure acquisition instruments. The device adopts three-section temperature control and automatic pressure regulation, and can be used for automatic calibration of wireless pressure acquisition instruments. The experimental results show that the uncertainty of the device can meet the requirement of the wireless pressure acquisition calibration.

Key words: pressure acquisition; calibration device; wireless

0 引言

压力灭菌器、高压试验机等压力设备都安装有压力监测仪表^[1-2]。由于密封性要求以及数字化的结构, 将压力仪表拆卸后进行实验室校准较为不便, 且影响压力容器密封性^[3]。随着无线传感技术的发展, 无线压力数据采集仪应用于密闭容器的压力校准^[4]。无线压力数据采集仪的使用环境不同于常规压力测量仪器, 不具备常规压力接口, 使用最高温度通常超过 100℃^[5]。目前, 无线压力数据采集仪的校准主要在常温下进行, 将采集仪置入密闭容器, 给容器施加压力, 通过比较法校准^[6]。当前校准方法的缺陷主要在于校准环境与采集仪的实际使用环境温度存在较大差异, 温度对采集仪测量结果的影响不可忽略。研制一种温度可调的无线压力采集仪校准装置, 是实现不同温度下

无线压力采集仪校准的关键。

1 系统设计

系统工作原理图如图 1 所示, 系统由压力测试罐、恒温器、加压装置、控制器等组成^[7]。压力测试罐为采集仪的校准提供一个压力气氛容器; 加压装置提供气体压力源给压力罐加压; 恒温器为压力测试罐提供恒温环境, 使校准时温度稳定和温场均匀; 控制器用于控制加压系统、恒温器、采集压力测试罐传感器数据、控制检测流程、与上位机通信等。

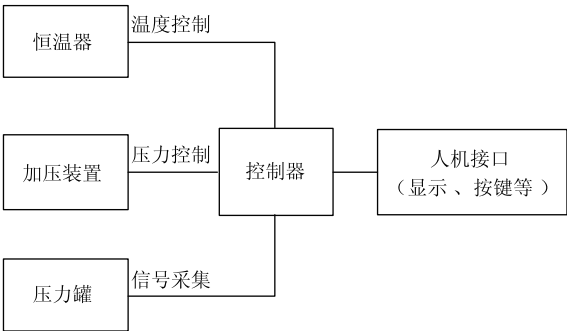


图 1 校准装置系统结构图

收稿日期: 2015-05-21
基金项目: 湖南省质量技术监督局科技计划项目(2014KYJH25)
作者简介: 周四清(1979-), 女, 湖南衡阳人, 高级工程师, 硕士, 主要从事热工计量方向研究。

2 装置结构设计

校准装置的结构设计主要包括恒温器结构设计、压力测试罐结构设计和加压装置设计。

2.1 恒温器

恒温器采用干式恒温方式，其结构如图 2 所示。恒温器内腔采用导热系数很高的刚玉管以提高恒温腔内部的温度均匀性。恒温腔的刚玉管上分三段绕制镍铬合金材质的加热丝，可通过调节不同段加热丝的加热功率输出进行加热恒温。在恒温腔与外壳之间填充氧化铝保温棉，来减少热量的耗散。

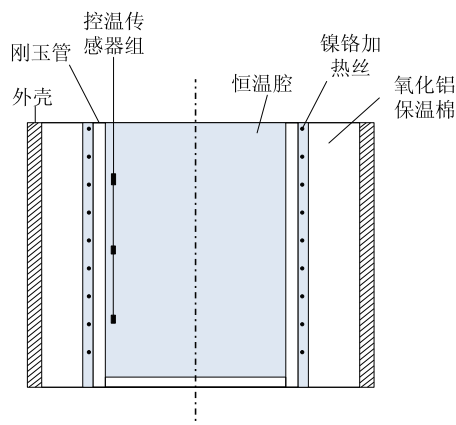


图 2 恒温器结构示意图

2.2 压力测试罐

压力测试罐如图 3 所示，由罐体、数字压力计、进气阀、排气阀、恒温槽和温度传感器组成。使用装置时将无线压力数据采集仪置入测试罐，将测试罐盖拧紧保证密封后，外部压力气源经进气阀给压力测试罐加压。数字压力计作为标准器指示压力测试罐的压力。

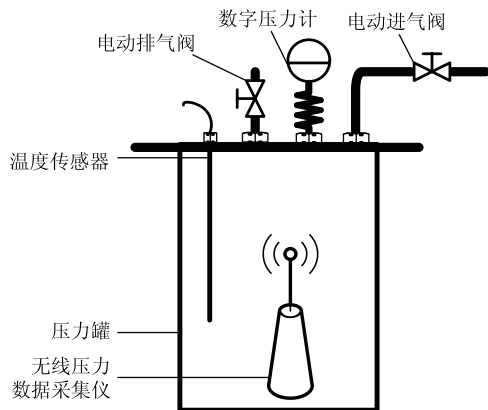


图 3 压力测试罐结构示意图

力实际值，采用螺旋管与罐体连接，利用螺旋管与环境换热作用来使螺旋管内气体的温度与环境温度相近，满足标准器的测量环境要求；恒温器为压力测试罐提供一个温度可调节的恒温环境；温度传感器用来监测恒温腔内温度。

2.3 加压装置

加压装置结构如图 4 所示，由气泵、电动气阀、缓冲罐以及压力变送器组成。气泵提供气体压力源，电动阀门用于控制气路的通断，变送器用来监测缓冲罐内压力。气泵启动后给压力缓冲罐加压至一定压力值，关闭进气阀门；然后打开放气阀门将压力气体输送给测试罐，缓冲罐内气压达到预定值时，关闭放气阀。采用缓冲罐的结构减少气泵加压时气压波动的影响，可以更好地实现压力平稳控制。

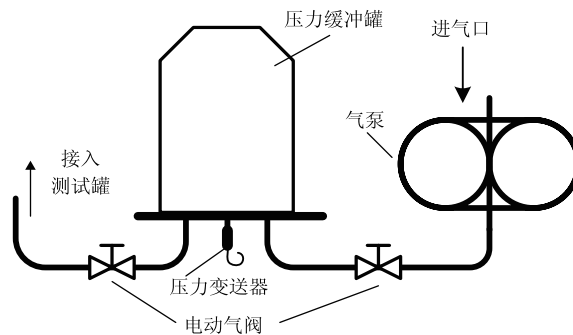


图 4 加压装置结构示意图

3 控制策略与方法

3.1 温度控制

恒温器采用干式恒温器，为保证温度均匀性，采用三段式控温。三段式控温是将整个控温区域分为上控温区(A段)、恒温区(B段)、下控温区(C段)来控制。三段式控温可以根据不同温度下热流来调整控制，通过控制上下控温区的温度来保证恒温区的温度均匀性。

温度控制采用目标值逐步逼近的 PID 控制方式，以减小温度控制超调。恒温区最终控制目标为设定温度值，上下控温区跟随恒温的温度进行随动控制，以提高恒温区的温度均匀性和稳定性。图 5 为温度控制子程序图。

3.2 压力控制

压力控制通过空压泵对缓冲罐输入一定压力的气

体, 然后根据测试罐中的需要打开阀门, 释放压力气体进入测试管, 使测试罐的压力达到设定目标值。设测试管的压力为 p_0 、体积为 V_0 、温度为 T_0 , 测试管压力目标值为 p_0' ; 缓冲罐的压力为 p_1 、体积为 V_1 、温度为 T_1 , 加压过程缓冲罐的压力变化值为 Δp_1 。缓冲罐向测试罐加压的过程可以根据理想气体状态方程按照式(1)控制缓冲罐的压力, 实现控制目标值。

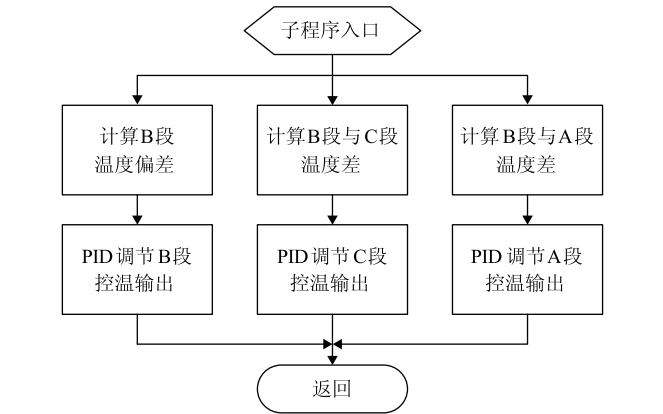


图5 温度控制子程序

$$\frac{p_0' V_0}{T_0} - \frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{\Delta p_1 V_1}{T_1}$$

(1)

为了提高加压准确度, 可以采用步进方式进行加压, 逐步提高到目标值, 根据实际偏差对每一步进行适度调整^[8]。

4 测量软件流程

装置主流程如图6所示, 首先初始化传感器、压力罐、温度测量控制等, 测试系统工作是否正常。设置校准温度点和压力值后, 开始控制温度; 当温度达到目标值时, 给压力罐加压至目标压力; 等待压力罐内温度平衡、压力稳定后开始比较法测量, 测量完成即可开始下一个校准点的压力测量。

5 试验结果

采用本文研制的校准装置对三支某进口厂家标称引用误差为0.4%的无线压力采集仪进行校准。

测量标准选用0.02级的数字压力计, 分别在室温、50℃, 110℃下进行测量, 测量结果见表1。通过对测量结果进行不确定度评定, 可得其扩展不确定度为0.06%。由试验结果和不确定度可以看出, 试验结果符合校准要求。

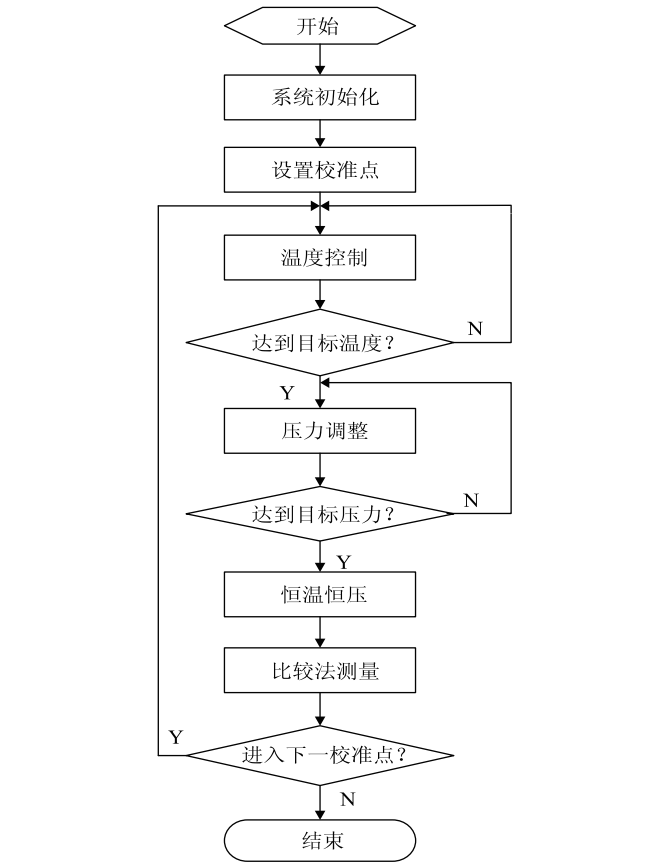


图6 测试流程图

表1 试验结果

温度点	测量点 /kPa	引用误差/%		
		13792	13791	13795
18℃	103.49	0.09	0.09	-0.05
	200.21	0.01	0.01	0.01
	299.43	-0.01	-0.01	-0.01
	400.82	-0.05	-0.05	-0.05
	303.17	-0.07	-0.07	-0.07
	200.52	-0.05	-0.05	-0.05
	99.58	0.04	0.04	-0.09
50℃	103.73	-0.19	0.04	-0.15
	200.42	-0.12	0.11	-0.14
	300.23	-0.12	0.11	-0.18
	401.97	-0.10	0.13	-0.16
	299.22	-0.19	0.03	-0.16
	202.23	-0.17	0.02	-0.13
	97.43	-0.13	0.14	-0.19
110℃	101.27	-0.11	0.26	-0.16
	202.97	-0.17	0.15	-0.13
	302.62	-0.19	0.18	-0.23
	401.92	-0.18	0.14	-0.14
	301.54	-0.25	0.12	-0.29
	205.14	-0.19	0.13	-0.15
	97.62	-0.11	0.16	-0.25

6 结束语

本文为解决非常规环境温度下压力测量用的无线压力采集仪的校准,介绍了采用三段控温的干式恒温炉以及自动压力调节的无线压力采集仪校准装置的设计与制作,实现了不同温度下无线压力采集仪的校准,使校准结果更加符合应用环境。目前市场上的无线压力数据采集仪准确度等级为 0.4 级,试验结果表明,该装置功能及测量不确定度满足无线压力采集仪对校准装置的要求。

参考文献

- [1] 陈嘉,张鹏,包玉敏. 压力灭菌器的工作原理及校准方法[J]. 内蒙古科技与经济, 2014(14): 82-85.
- [2] 马海明. 高压蒸汽灭菌器压力示值误差的测量结果不确定

度评定[J]. 计量与测试技术, 2011(7): 59-61.

- [3] 张鹏,荆斌,陈文霞,等. 压力蒸汽灭菌装备质量控制检测标准与检测装置研发[J]. 中国医学装备, 2013(6): 14-16.
- [4] 田越,崔骊,李向东,等. 医用灭菌设备温度计校准规范实验的验证[J]. 中国医学装备, 2013(11): 13-17.
- [5] 左钢. 热力灭菌设备温度、压力校准应规范化[J]. 计量与测试技术, 2011(1): 3-5.
- [6] 朱炜,张道隽. 高温高压灭菌器校准方法的研究[J]. 工业计量, 2012(5): 30-31.
- [7] 王丽,盛晓岩. 气体压力源控制方法研究[J]. 计测技术, 2012, 32(2): 43-45, 59.
- [8] 王玉芳,盛晓岩,刘颖. 压力控制器气路控制模型研究[J]. 计测技术, 2009, 29(2): 11-13.



中图仪器乔迁新址

2015 年 8 月 8 日,在这骄阳似火的季节里,作为计量测试仪器行业的知名企业,深圳市中图仪器科技有限公司迎来了乔迁之喜。

中图仪器自成立以来,业绩持续稳步增长,近年来更是呈现出高速发展的态势。凭借着强大的研发能力和个性化服务,中图仪器已从最初单一产品的企业发展成为集光、机、电、信息技术于一体的现代化企业。随着公司规模的扩大以及品牌形象的提升,为适应新的发展战略,中图仪器决定迁至深圳市南山区学苑大道 1001 号的南山智园。相信乔迁后的中图仪器,将会以全新的企业面貌,继续为计量测试行业用户提供更高端、更先进的技术产品及服务。

中图仪器推出新品 SJ5100 光栅测长机

测长机作为最基础的长度测量工具,应用非常广泛。目前,国内光栅测长机与国外同类产品相比有一定差距,高端市场基本被国外产品占领,并形成了价格垄断。2014 年末,深圳市中图仪器科技有限公司(以下简称中图仪器)经过不懈的努力,终于完成了高精度光栅测长机的研发工作,为行业用户推出了一款高精度、高性价比的产品: SJ5100 高精度光栅测长机。

中图仪器推出的这款产品的主要规格为 1000 mm。该仪器采用德国进口高精度光栅测量系统、精密研磨导轨系统、高精度温度补偿及阿贝补偿系统,具有全程绝对测量、双向恒测力等特点。仪器分辨力高达 0.01 μm , 示值误差为 $\pm(0.15 + L/1500) \mu\text{m}$ 。

据了解,中图仪器于 2014 年底完成了该产品的研发,并于今年 4 月份通过了深圳市科技创新委员会的项目验收。中图仪器近期还将陆续推出 300 mm、600 mm 等规格的新产品,以满足市场的广泛需求。



中图仪器近期还将陆续推出 300 mm、600 mm 等规格的新产品,以满足市场的广泛需求。

(孙玉蓉 报道)