

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2015.05.17

基于温度校准的数字压力校验仪的设计和实现

王卫华¹, 刘春艳¹, 肖雷²

(1. 中国人民解放军 91663 部队, 山东 青岛 266071; 2. 中国人民解放军 91181 部队, 山东 青岛 266000)

摘 要: 针对现场测试需求, 将标准温度作为压力补偿模型的影响量来源, 设计了基于温度校准的数字压力校验仪。校验仪利用上位机程序获得标准温度和内置温度传感器输出值对应列表, 建立温度修正模型, 确保参与压力显示的温度引入量准确, 能有效降低温度传感器漂移带来的影响。

关键词: 上位机; 温度; 校准; 压力; 校验仪; 漂移

中图分类号: TB935; TB942

文献标识码: A

文章编号: 1674-5795(2015)05-0071-03

Design and Implementation of a Digital Pressure Calibrator Based on Temperature Calibration

WANG Weihua¹, LIU Chunyan¹, XIAO Lei²

(1. Unit 91663 of PLA, Qingdao 266071, China; 2. Unit 91181 of PLA, Qingdao 266000, China)

Abstract: For on-site test requirements, we design a digital pressure calibrator based on temperature calibration verification, viewing the standard temperature as the source of influence quantities on a pressure compensation model. The digital pressure calibrator makes use of PC programs to get a list of the standard temperature and the corresponding output values of temperature sensors. A temperature correction model is built to ensure accurate temperature values for pressure display. In this way, we can effectively reduce the impact of the built-in temperature sensor drift.

Key words: PC; temperature; calibration; pressure; calibrator; drift

0 引言

压力表是利用感压元件测量密闭空间压力并通过读数装置显示的仪表。它广泛应用于食品、医药、能源和国防等领域, 能够有效保证装备和人身安全。

当前压力表合格判定多以实验室检定为主, 存在周期长、运输和拆卸易造成装备及仪表故障、检定数据不适用于实际工作环境等不足^[1]。因此, 越来越多的客户出现现场测试需求, 这促进了压力表检定装置朝着小型化、便携化方向发展, 其中 HX601B 智能数字压力校验仪和 CST273 智能数字压力校验仪应用较广。在这类校验仪中, 普遍内置了温度传感器对显示压力进行温度补偿, 拓宽了指定精度的温度适用范围, 为开展现场测试提供了条件。然而随着时间的推移, 温度传感器会逐步产生漂移, 并且经过固定的温度补偿模型转换会使非实验室环境条件下校验仪的压力显示产生误差。当温度传感器漂移较大时, 甚至会出现与实际情况相反的测试结果。

为此, 本文结合某型准确度等级为 0.05 级、量程为 0~10 MPa、适用范围为 0~40℃ 的货架产品设计了基于温度校准的数字压力校验仪。

1 校验仪原理

该型数字压力校验仪的工作原理: 在压力范围内选取若干典型压力值点, 在不同温度下分别测出对应的压力 AD 转换值; 绘制标准压力-温度-压力 AD 转换值曲线, 建立温度-压力补偿模型; 在现场测试时, 温度传感器获得现场温度信号、压力传感器获得压力 AD 转换值, 利用补偿模型计算获得压力显示值。在该过程中, 建立的温度-压力补偿模型为固定模型, 其使用的温度值是恒温箱设定值下温度传感器的输出值。只有温度传感器稳定性非常好时, 才不会为压力显示带来引入误差。

本文基于温度校准研制的校验仪的原理为: 将压力校验仪和标准温度计同时放入恒温箱, 建立标准温度-压力补偿模型; 选取若干温度点, 获得标准温度计显示温度和温度传感器输出值对应表, 建立温度修正模型; 每次溯源时, 对标准温度和温度传感器输出值对应表进行调整。在现场测试时, 温度传感器获得

收稿日期: 2015-07-17

作者简介: 王卫华 (1976-), 男, 河北永清人, 高级工程师, 硕士, 从事计量管理和压力计量等方面研究。

现场温度信号, 校验仪通过温度修正程序将该信号校准为标准温度值, 结合压力传感器获得的压力 AD 转换值计算得到压力显示值。

2 校验仪的设计和实现

2.1 温度校准功能

温度校准主要作用是将温度传感器输出值校准为标准值, 并显示在 LED 屏幕上。与原产品相比, 增加的主要工作: 编制上位机程序读取温度传感器输出值, 将对应的标准值和输出值发送至校验仪(流程见图 1); 利用线性修正原理, 在校验仪原程序中增加温度修正程序, 将输出值校准为标准值。

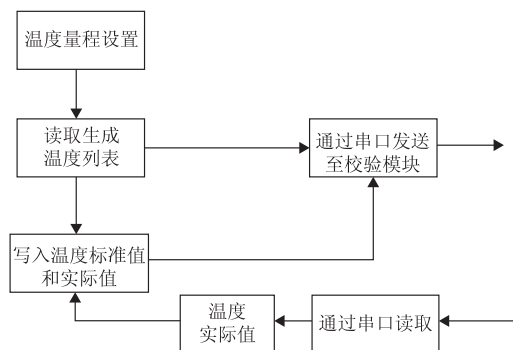


图1 软件流程图

准备工作: 把标准温度计、研制的数字压力校验仪放入恒温箱, 安装有上位机程序的计算机放在恒温箱外部, 通过 RS232 线缆将校验仪与计算机相连接。

温度量程和校准点设置: 启动上位机程序(见图 2), 设置温度范围上限为 40℃、下限为 0℃、校准点数为 5; 单击“发送”, 将当前信息框中的数据发送到校验仪; 单击“分配”, 计算机根据上限、下限及校准点数自动计算并在计算机上生成温度列表, 其标准温度值分别为 0, 10, 20, 30, 40℃(参见图 3)。

图2 温度量程和校准点设置

温度点	温度标准值	温度实际值
1	0	
2	10	
3	20	
4	30	
5	40	

图3 温度列表的生成和发送

单击“刷新”可以读取当前端口下温度的量程上下限及校准点数。

温度列表的生成和发送: 在生成的温度列表选中第一行, 设定恒温箱温度为 0℃, 待温度稳定后, 读取标准温度计的显示值并将其记入标准值 y_1 ; 单击“读取温度值”, 计算机自动读取温度传感器输出值 x_1 ; 单击“发送”, 将当前选中温度点的标准值和输出值输送至校验仪, 温度列表中的温度标准值和输出值自动更新。依次选中第二至五行, 重复上述动作, 获得并发送四组标准值和输出值对应数组。

如出现工作中断, 单击图 2“刷新”按钮, 读取当前端口下温度的量程上下限及校准点数; 单击“分配”按钮, 进入温度列表生成和发送界面; 单击图 3“刷新”按钮, 读取已存在的温度数据, 继续工作。

温度校准: 在现场测试时, 校验仪内置温度传感器获得温度输出值 x 。温度修正程序判断并得出 $x_i < x < x_{i+1}$, 通过公式(1)获得标准值 y 。

$$y = y_i + \left(\frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} \right) (x - x_i) \quad (0 \leq i \leq 4) \quad (1)$$

当 $x < x_i$ 或 $x > x_{i+1}$ 时, 环境温度超过校验仪工作范围, 校验仪报警, 检定人员停止工作。

2.2 压力校准功能

压力校准主要作用是将现场测试时获得的标准温度值引入建立的标准温度-压力补偿模型, 获得校准后的压力值, 并将其显示在 LED 屏幕上。与原产品相比, 主要的不同之处在于补偿模型采用的是标准温度。

准备工作: 把标准温度计、研制的数字压力校验仪放入恒温箱, 检定装置和安装有上位机程序的计算机放在恒温箱外部, 通过软管和 RS232 线缆将校验仪分别与检定装置和计算机相连接。

调解实验室温度位于 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 范围内^[2]。

标准压力、标准温度、压力传感器输出值对应列表的生成和发送: 设置恒温箱温度为 5℃, 读取标准温度计读数, 利用检定装置分别产生 0, 1, 2, 3, 4, 5,

6, 7, 8, 9, 10 MPa 的标准压力, 获得校验仪内部压力传感器输出的 AD 转换值, 生成列表并发送到校验仪。

依次设置恒温箱温度为 15, 25, 35℃, 获得列表并发送到校验仪。

压力校准: 在现场测试时, 校验仪根据获得的标准温度值、压力传感器获得的 AD 转换值, 结合生成的标准压力 - 标准温度 - AD 转换值列表, 通过该型校验仪原有修正程序校准获得压力显示值。

3 校验仪的溯源

3.1 首次检定

校验仪研制完成后, 按照 JJG 875 - 2005《数字压力计检定规程》的要求完成检定。之后, 将其放入恒温箱, 将检定装置放在恒温箱外, 通过软管将校验仪与检定装置连接。分别设置恒温箱温度在 0, 10, 30, 40℃, 依次按照检定规程要求完成示值误差和回程误差的测量, 保证在四个温度点下校验仪满足精度指标要求。

3.2 周期检定

校验仪在周期检定时, 重新设置温度量程和校准点; 单击“发送”将当前信息框中的数据发送到校验仪,

并删除校验仪内已有温度列表数据; 参照 2.1 条获得标准温度与温度传感器输出值对应表, 并将相关信息发送到校验仪。

按照检定规程要求完成校验仪的检定。

4 结束语

本文基于对内部温度传感器的校准设计了一种数字压力校验仪, 通过线性修正算法建立了温度修正模型, 调整原货架产品温度传感器输出值 - 压力补偿模型为标准温度 - 压力补偿模型, 能够有效减少温度传感器漂移引入的压力误差。

在实际研制过程中, 可通过实验确定适用于不同类型温度传感器的修正算法, 还可通过增加温度传感器校准点数, 提高温度传感器的修正精度。同时还可以扩展压力和温度修正的上下限, 以适用于更复杂的环境。

参 考 文 献

- [1] 王卫华. 压力仪表原位检测方法研究[J]. 计测技术, 2007 27(3): 56 - 58.
- [2] 国家质量监督检验检疫总局. JJG 875 - 2005 数字压力计检定规程[S]. 北京: 中国计量出版社, 2006.



福禄克热像仪助力天津爆炸现场检测

工业仪器往往在一些重大安全事件中大显身手。天津港“8·12”特大火灾爆炸事故, 不但造成了大量人员伤亡, 同时对周边的小区住宅也造成了严重损毁。在对受损房屋检测过程中, 观众从电视台的新闻报道里可以看到一款“神器”——福禄克热像仪。



福禄克工程师正在使用福禄克 TiX640 热像仪检测房屋受损情况

作为测量工具的知名生产企业, 福禄克公司的产品一直受到用户的肯定和称赞。那么, 在这次爆炸现场的检

测工作中, 福禄克 TiX640 热像仪发挥了那些独特的作用?

据报道, 天津大爆炸发生后, 距离爆炸区域较近的小区均受到了不同程度的影响。由于都是高层住宅, 为了确保房屋安全性, 避免二次伤害, 福禄克红外热像天津区域的工程师第一时间来到了现场, 勘察了 324 户房屋的受损情况。在勘察过程中, 工程师使用福禄克 TiX640 热像仪, 通过拍摄的红外热图, 对受损房屋的主体结构、顶点水平位移、外墙保温层的破损程度进行了全面检测。目前, 这 324 户居民受损严重的房屋现场检测工作已经完成, 并已进入数据汇总分析报告的阶段。

福禄克公司的专业人士介绍说, 作为现场勘察利器的这款热像仪, 其性能和功能均达到工业级热像仪的一级水平, 在设备维护、科研研发等领域具有显著优势。比如, 其单幅像素高达 2048 × 1536 dpi, 500 m 外可检测直径为 5 厘米的目标, 实现超远距离检测, 可区分极细微的温差, 而且测温范围高达 2000℃, 精度在全量程范围高达 ±1. 5% 或 ±1. 5℃, 比国标标准高出 25%。

(刘倩倩 报道)