

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2017.05.10

低气压试验设备现场多通道校准装置的研制

胡湘宁, 张林军, 张琦, 杨水旺

(北京振兴计量测试研究所, 北京 100074)

摘要: 对低气压试验设备的现场计量需求进行简要描述, 开展了低气压试验设备的现场多通道校准装置的研制。介绍了该校准装置的硬件和软件组成及功能。该校准装置具有小型化、便携式、多通道、功能可扩充等特点, 可方便地在现场对多台低气压试验设备进行校准, 有效地提高了校准的效率。

关键词: 低气压; 试验设备; 多通道; 校准装置; 研制

中图分类号: TB93

文献标识码: A

文章编号: 1674-5795(2017)05-0044-04

Research of a Spot Multichannel Calibration Device for Low-Air-Pressure Testing Equipment

HU Xiangning, ZHANG Linjun, ZHANG Qi, YANG Shuiwang

(Beijing Zhenxing Institute of Metrology and Measurement, Beijing 100074, China)

Abstract: This paper first briefly introduces the needs of spot measurement and the work in the research of spot multichannel calibration device for low-air-pressure testing equipment. This paper introduces the constitution and function of the hardware and software. The calibration device is miniaturized, portable, multichannel, function open-ended and other characteristics. Thus, it can conveniently measure low-air-pressure testing equipment and raise the efficiency of measurement.

Key words: low-air-pressure; testing equipment; multichannel; calibration device; research

0 引言

低气压试验设备广泛应用于工业、军用以及航空航天领域的产品和武器装备试验之中。其用途一是为了确定工业产品和军用装备能否耐受低气压环境以及耐受空气压力快速变化的能力;二是用来确定元件和材料在低气压下密封元件耐受气压差不被破坏的能力,确定低气压对元件工作特性的影响。因此,为了保证产品和装备进行低气压试验的准确和可靠性,需要对低气压试验设备进行定期校准。低气压试验设备多为大型试验设备,不便于搬运,所以需要开展现场校准。鉴于有些单位的低气压试验设备较多的情况,很多试验设备放置在同一厂房,为满足同时进行多台低气压试验设备的并行校准要求,开展低气压试验设备的现场多通道校准装置的研制显得尤为必要,可大大提高校准和测试的效率,从而更好为产品试验和装备研制生产、量值传递提供技术保障。

收稿日期: 2017-05-29

作者简介: 胡湘宁(1976-),女,高级工程师,主要从事压力和质量参数计量测试和技术研究工作。

1 低气压试验设备的现场多通道校准装置软、硬件研制

1.1 硬件研制部分

1.1.1 硬件组成和工作原理

低气压试验设备的现场多通道校准装置(以下简称校准装置)主要由标准压力传感器、多通道数据采集/处理系统、直流电源、显示单元等部分组成,其原理框图如图1所示。校准时,先将标准压力传感器与一台或多台低气压试验设备进行气路连通,传感器感受压力变化,数据采集和处理电路通过单片机进行处理,利用相应的测量软件得出压力值,并将测量数据送显示器进行显示。

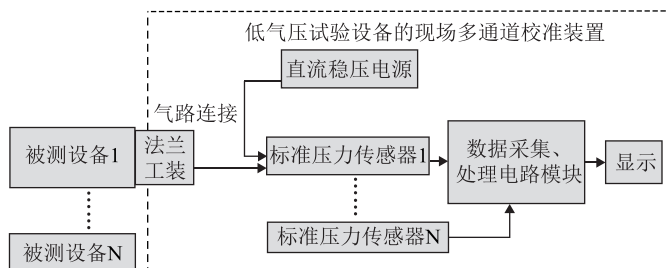


图1 低气压试验设备的现场多通道校准装置原理框图

1.1.2 各功能模块

1)标准压力传感器的性能研究与选型

本校准装置的标准压力传感器用于测量低气压试验设备在压力变化条件下的压力值。其作用是感受被测低气压试验设备的输出压力。为达到多通道的校准要求，本校准装置选用了8支标准压力传感器，可同时最多对8台低气压试验设备进行测量，后续根据任务需求可继续进行扩充。

2)数据采集/处理系统研制

本校准装置的数据采集/处理系统主要负责与操作人员进行人机信息交换，最多可把8支标准压力传感器输出的信号经过数据采集和处理电路的处理，送示数部分进行显示。

3)直流电源

本校准装置采用国产的一体化线性电源模块，为标准压力传感器、数据采集元器件等提供稳定的精密直流电源。

4)显示器单元

本校准装置中显示单元用于显示被测低气压压力值。液晶显示器采用智能型彩色液晶显示器 VK 系列，180°视角范围内均可清楚看到显示器数值。显示器内部固化了文字和多种图形的算法，自带二级字库、驱动电路、逆变电路、背光灯、液晶屏，可通过串口或总线口方便地与单片机、PLC 等连接通讯，实时处理，实时显示现场参数。

5)模块集成

本校准装置在研制中将数据采集/处理系统、直流电源和显示单元研制集成在一个便携式机箱中，自行研发低气压测量仪，外形尺寸为 30 × 20 × 15 cm，结构小巧，便于携带到试验现场，如图 2，3 所示。



图2 低气压测量仪前面板图



图3 低气压测量仪后面板图

6)多通道研制

为了提高计量测试的效率，本项目研发的气压测量仪优化了电路设计，将数据采集、处理等功能都集成在一块电路板中，如图 4 所示，减少 PCB 尺寸，设计有 8 个数据端口。后面板与传感器连接配有 8 个端口，如图 3 所示，最多可同时进行八个试验设备的测

试，极大地提高了现场校准和测试的效率。

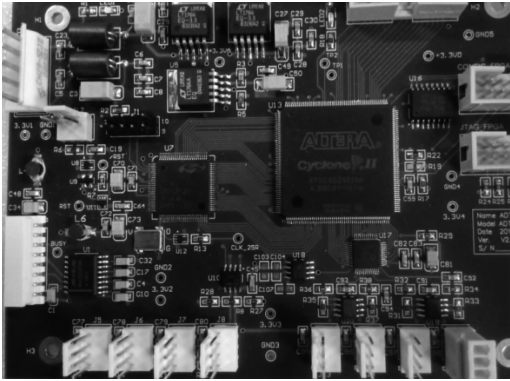


图4 研制多通道电路板实物图

7)气路及信号接口的连接

①标准压力传感器外置

如果被校低气压试验设备有压力输出口，在现场校准时通过管路、接头等将标准压力传感器与被测设备组成一个完整的气路回路；如果被校低气压试验设备没有压力输出口，由于被校设备为密封结构，不能将标准压力传感器直接与被校低气压设备组成一个完整的气路回路，而是要制作专用气压连接法兰安装在被校低气压试验设备上，将传感器通过法兰上的压力转接头与被校低气压试验设备进行气路连通。其连接示意图如图 5 所示。

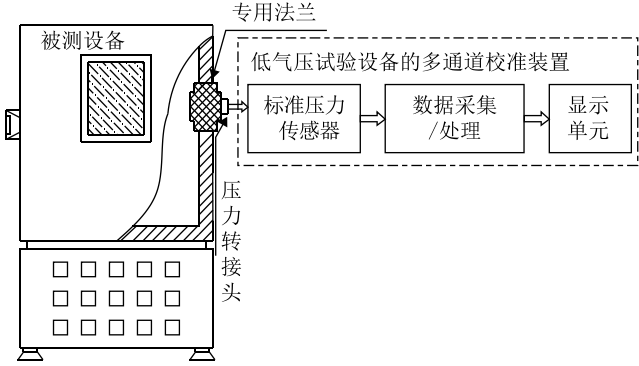


图5 标准压力传感器外置连接示意图

②标准压力传感器内置

如果被校低气压试验设备没有压力输出口，在箱体无法安装法兰进行标准压力传感器与被校低气压试验设备进行气路连通的情况下，则将标准压力传感器放在被校低气压试验设备内，输出信号线连接在被校低气压试验设备内部的信号插座上，同时通过被校低气压试验设备外部的信号插座将标准压力传感器的信号引线接出，其连接示意图如图 6 所示。

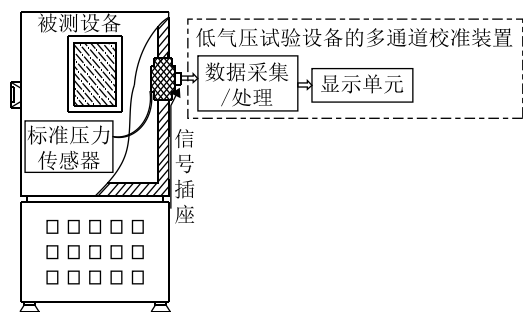


图6 压力传感器内置连接示意图

1.2 软件研制部分

低气压试验设备的现场多通道校准装置的软件分解为初始化模块、键盘扫描及处理模块、显示模块、压力测量模块、系统监控模块及校准模块。主程序将各个模块联系起来组成一套完整的低气压试验设备的现场多通道校准装置软件系统。在设计与硬件接口时,对硬件故障做了检测,并在硬件出现故障时进行显示。使用者看到程序界面就能够基本了解该采取何种操作。

1) 初始化模块

测试前对系统硬件设备进行自检,检查低气压试验设备的现场多通道校准装置是否工作正常,如果不正常,则退出测试。

2) 键盘扫描及处理模块

本模块应完成对键盘有无键按下进行确认,当有键按下时,确定按键值,并根据所得的键值进行相应的处理。

3) 显示模块

主要完成在测量状态时,显示所测得的低气压值。在校准模式时,显示模块主要完成校准压力点等参数的输入的数据值。

4) 压力测量模块

与各个标准压力传感器进行串行通信,获取各个通道标准压力传感器的压力值,最多可进行八个通道的数据采集和处理。

5) 系统监控模块

主要完成系统的启动。完成在采集标准压力传感器的信号的过程中异常情况的判断(标准压力传感器输出是否异常)。监视整个系统的电源电压、单片机系统的程序运行情况等。对出现的异常情况,在液晶显示器上进行异常状态的显示。

6) 校准模块

当低气压试验设备的现场多通道校准装置的技术指标随着时间和环境的变化发生偏移时,可定期地对其进行校准,使其满足技术指标的要求。校准模块主

要完成校准点等参数的输入,标准压力值的测量,数据的采集、测量值与标准压力值的误差计算以及修正值的处理、保存等。

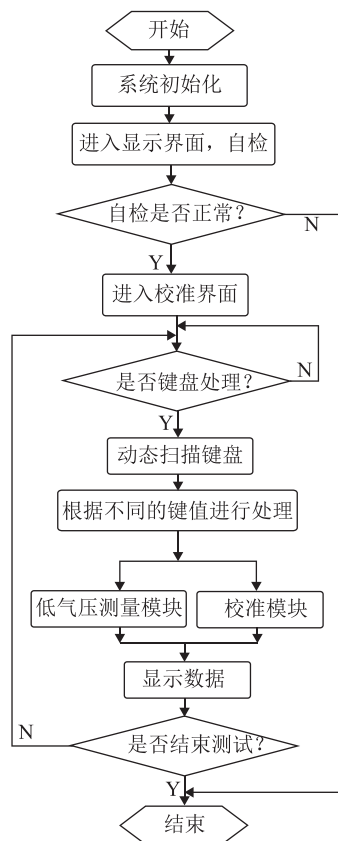


图7 软件流程图

2 研究成果

完成了低气压试验设备的现场多通道校准装置的研制,完成了相关试验与测试。为了能够充分验证本校准装置的性能,完成了标准绝压传感器计量溯源、本校准装置整体性能测试和多次现场对低气压试验设备进行对接试验,测试与试验结果均达到了技术要求。完成后的低气压试验设备的现场实际达到的主要技术指标的测量范围为 0 ~ 105 kPa(绝压),准确度等级为 0.01 级。

3 特点及应用前景

本实验室研制的低气压试验设备的现场多通道校准装置外形尺寸为 30 × 20 × 15 cm,具有小型化、便携式、多通道、操作简单、准确可靠等特点。降低设计的复杂程度,使用集成电路,减少元器件使用数量,减少 PCB 尺寸,将以往校准装置的多层电路板设计集成在一块电路板上,设计有 8 个数据端口,可同时

多台低气压试验设备同时进行现场校准，极大地提高了现场校准和测试的效率。其技术含量较高，可方便地携带到试验现场，具有较广的应用前景。

如表 1~4 所示，利用研制的低气压试验设备的现场多通道校准装置对某实验中心厂房内四台低气压试验设备进行校准的实验，将以往连续校准 4 台近一天的时间缩短为 2 个多小时，有效地缩短了测试时间，大大提高了工作效率。最多可同时对多台低气压试验设备同时进行现场校准。

该系统采用功能强大的 SOC 单片机和通俗易懂的 C 语言，安全可靠、模块化、底层化的硬件和软件设计又可方便地根据试验任务和计量任务的需要进行功能扩充和深度开发，避免了重复设计开发，节省了人力、物力和财力。

表 1 低气压试验设备 1 校准实验数据

序号	标准值/kPa	被测低气压设备示值/kPa	误差/kPa
1	3.0	3.0	0.0
2	10.2	10.1	-0.1
3	23.2	23.5	0.3
4	32.8	33.7	0.9
5	45.7	46.5	0.8
6	60.2	60.7	0.5
7	75.5	76.1	0.6
8	85.3	85.2	-0.1
9	90.2	90.1	-0.1
10	99.3	99.1	-0.2

表 2 低气压试验设备 2 校准实验数据

序号	标准值/kPa	被测低气压设备示值/kPa	误差/kPa
1	1.1	1.0	-0.1
2	5.2	5.1	-0.1
3	10.8	10.7	-0.1
4	17.0	17.1	0.1
5	32.2	32.5	0.3
6	41.3	41.5	0.2
7	50.6	50.8	0.2
8	71.1	71.2	0.1
9	80.3	80.4	0.1
10	99.2	99.2	0.0

表 3 低气压试验设备 3 校准实验数据

序号	标准值/kPa	被测低气压设备示值/kPa	误差/kPa
1	0.5	0.5	0.0
2	1.3	1.2	-0.1
3	3.0	2.9	-0.1
4	5.4	5.3	-0.1
5	10.5	10.1	-0.4
6	20.7	20.2	-0.5
7	39.7	39.7	0.0
8	60.2	59.9	-0.3
9	79.4	79.3	-0.1
10	100.2	100.1	-0.1

表 4 低气压试验设备 4 校准实验数据

序号	标准值/kPa	被测低气压设备示值/kPa	误差/kPa
1	1.3	1.3	0.0
2	2.6	2.6	0.0
3	4.5	4.5	0.0
4	9.8	9.9	0.1
5	19.9	20.0	0.1
6	39.6	39.7	0.1
7	59.2	59.4	0.2
8	78.1	78.4	0.3
9	90.2	90.5	0.3
10	99.9	100.1	0.2

4 结 论

本低气压试验设备的现场多通道校准装置的研制，已成功实现多家军工单位和民用单位的低气压试验设备的现场校准，多通道的结构设计可同时校准多台低气压试验设备，大大缩短了校准时间，保证了被测低气压试验设备的量值溯源的准确、可靠，满足了低气压试验设备的高效计量保障的需要。

参 考 文 献

[1] 中国测试技术研究院. JJG 875-2005 数字压力计检定[S]. 北京: 中国计量出版社, 2006.
[2] SMC(中国)有限公司. 现代实用气动技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
[3] 徐炳辉. 气动手册[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2005.