

# 基于数显标准测力仪的力值检校方法研究

李晓敏 韩宝林 赵春辉 王 雨

(63850 部队 吉林 白城 137001)

摘要: 文章对基于传感器式标准测力仪的力值检校方法进行研究,介绍了测量标准的组成及工作原理,重点介绍系统检定软件的编制和操作方法,并对测量标准进行不确定度评定,该方法可有效提高材料试验机等力值检定校准的自动化程度。

关键词: 标准测力仪; 材料试验机; 检定; 不确定度

中图分类号: TB931

文献标识码: A

国家标准学科分类代码: 410.55

## A Research on Force Calibration Method Based on Digital Standard Dynamometer

Li Xiaomin Han Baolin Zhao Chunhui Wang Yu

### 1 引言

标准测力仪有传统的测力环式和数显标准测力仪(包括力传感器及二次仪表)。目前,数显标准测力仪以其操作简单、携带方便、准确度高等优点,已逐步取代测力环式标准测力仪,被更多的基层计量检测机构作为力值传递标准,广泛用于各类试验机的力值检定或校准。标准测力仪的二次仪表除了为力传感器提供激励电源和处理、显示输出信号外,还可通过 RS-232 接口连接到计算机,通过接口传输命令,从而为实现力值自动检校提供了可能。

### 2 测量标准组成及原理

标准测力仪标准装置由标准测力仪(包括力传感器及测量显示控制器)、通讯线缆、计算机和打印机等组成,并与系统检定软件相结合。测量标准采用标准比对法,工作原理如图 1 所示。在材料试验机力值检定过程中,计算机(含系统检定软件)通过通讯接口采集测量显示控制器的数据,并对采集的数据进行处理、存储、打印检定记录和检定证书。该测量标准集计算机技术、电子技术、自动测试技术于一体,可实现力值的自动化检测,同时具备测力传感器的管理功能。

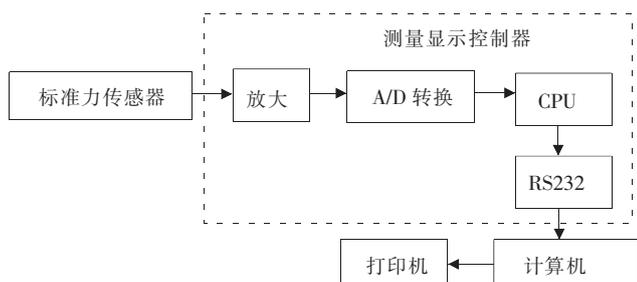


图1 测量标准的工作原理框图

### 3 系统检定软件设计规划

#### 3.1 检定软件结构及流程设计

检定软件结构和流程图如图 2 所示。

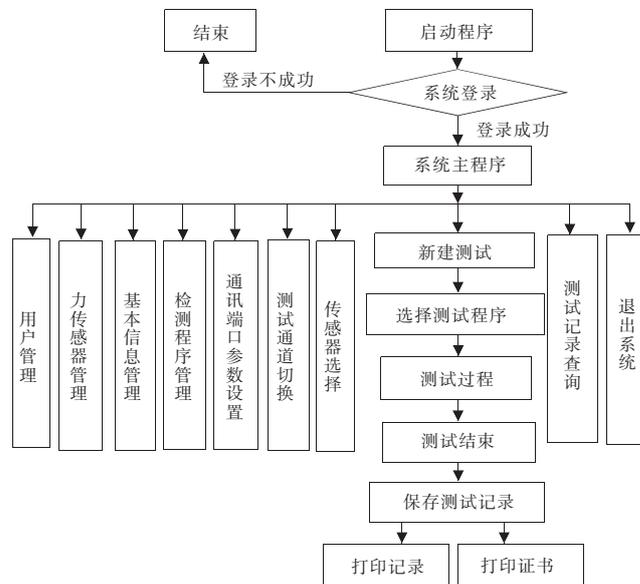


图2 检定软件结构和流程图

#### 3.2 检定软件程序设计规划

系统检定软件采用 Delphi 编程环境编写。软件的程序设计主要包括用户管理、力传感器管理、标准计量器具管理、检定单位信息管理、检定记录、检定数据处理等。由于篇幅所限,具体程序设计规划不再逐一介绍。检定记录程序、检定数据处理程序设计规划分别见表 1、表 2。

### 4 系统检定软件操作

#### 4.1 标准力传感器的标定

启动检定系统后,点击菜单中【系统维护】→【传感器管理】后,进入力传感器管理程序。如需增加新的标

准力传感器,点击【增加】按钮,会出现如图 3 界面:



图 3

新添加的标准力传感器(以下简称传感器)须经标定后才能使用。标定前,先将传感器连接到测量显示器其中的一个端口上,然后用 USB 转 RS232 连接线缆将测量显示控制器连接至电脑,开启测量显示控制器的电源,仪器工作正常后,点击【重新标定】按钮,选择所要标定的传感器连接的通道号(1~12),标定点数(1~7)点,在物理值中录入要标定的力值,由力标准机对待标定传感器施加相应的标准力,在主窗口中会显示出相应的内码值,按右侧 按钮,自动录入内码值,也可手工录入。依次录入所有内码值后,按【结束标定】按钮即完成标定。系统会自动按物理值由小到大排序。

表 1 检定记录程序设计规划表

名称	数据类型	字节数	变量名
记录序号	字符	20	RecNo
证书编号	字符	20	CerNo
送检单位	字符	80	SJDW
单位地址	字符	80	Adress
联系人	字符	20	LXman
电话	字符	20	Telephone
器具名称	字符	40	Name
制造厂	字符	80	MadeIn
出厂编号	字符	20	No
结论	字符	40	Result
检定日期	日期	8	TestDate
有效期至	日期	8	ValidTo
检定地点	字符	80	TestAddress
检定温度	浮点	8	TestTemp
相对湿度	浮点	8	Humidity
检定规程代号	字符	20	DocuNo
检定规程名称	字符	80	DocuName
计量标准名称	字符	40	QuipName
测量范围	字符	30	QuipTestRange
最大允许误差	字符	20	QuipMaxError
证书号	字符	20	QuipCerNo
有效期至	日期	8	QuipValidTo
不符合项目及原因	备注		Error
检定员	字符	20	Checker
核员	字符	20	Tester
检定数据点数	整形	4	TestNum

表 2 检定数据处理程序设计规划表

名称	数据类型	字节数	变量名
记录序号	字符	20	RecNo
检定点号	整形	4	PointNo
序号	整形	4	XH
加载的试验力	浮点	8	JZL
数据 1	浮点	8	Data1
数据 2	浮点	8	Data2
数据 3	浮点	8	Data3
平均值	浮点	8	PJZ
温修后示值	浮点	8	XZHSZ
回程	浮点	8	HC
示值相对误差	浮点	8	SZError
示值重复性误差	浮点	8	CFXError
示值进程相对误差	浮点	8	SZJError

#### 4.2 材料试验机检定实例

对一台未测试过的材料试验机进行检测时要先完成测试程序设置,点菜单中【测试程序】→【测试程序管理】,在程序信息中输入新设备的基本信息,然后按【新建】按钮添加一条新记录。双击新记录或将蓝色光条移动到新记录上,点击【设置】按钮进入如下测试力设置窗口:

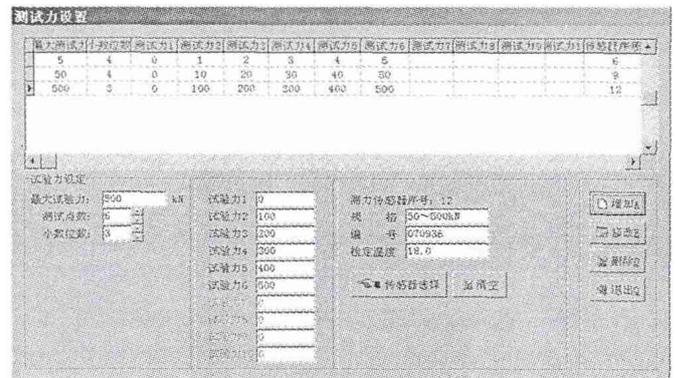


图 4

根据具体的试验机和检定需要可以设置(1~6)个量程,每个量程中可选(1~6)个不同测试力。

试验机检测:在系统主界面点击【新建测试】进入测试程序选择界面;鼠标左键双击要选择的测试程序,打开测试界面;输入设备的详细信息,将测量通道切换到传感器实际所在的通道。在切换菜单中,点击【选传感器】按钮,选择要测试用的传感器;点击【开始测试】进入测试程序,屏幕中会显示出一个操作提示窗口,按操作提示一步步完成整个测试。

- 【空格键】—当显示的力值稳定后,采样当前力值;
- 【P 键】—返回上一测试步骤,可一直返回到第一步;
- 【ESC】—中断测试和工具条中的【中断测试】等效。

检测完成后,点击【保存测试】将测试数据保存入数据库。

(下转第 36 页)

又能通过旋动光杆夹紧量块,操作简便,工作效率高,缺点是这种结构钢性较差,量块夹紧力有限,不适合量程大和带有微动装置的卡尺。

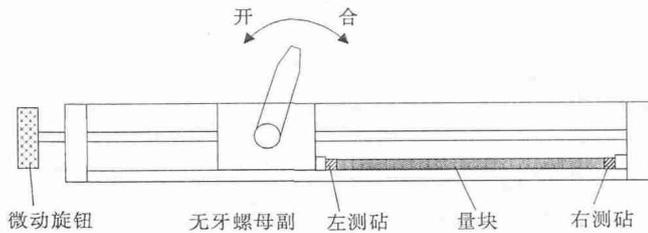


图3 无牙螺母结构的夹具

### 3 直线导轨结构的内测量夹具

直线导轨又称线性滑轨,如图4,它由滑块和导轨组成,适合反复来回直线运动,具有摩擦系数小,刚性好的特点,广泛应用于精密机械导轨中。

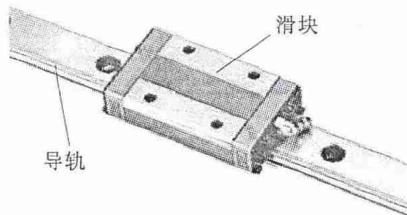


图4 直线导轨

采用直线导轨可满足大量程或带有微动装置卡尺的检定需求。图5为采用这种结构的专用内测量夹具,在滑块上安装一锁紧旋钮,松开锁紧旋钮,滑块便能在导轨上快速滑动,当初步夹好量块后,锁紧滑块,再通过拧动

紧固螺丝,夹紧量块。导轨上开有V形槽,滑块锁紧的螺栓顶针头加工为锥形,这样滑块就会被紧紧的锁住而不会在紧固螺丝的推动下移动。这种夹具结构的优点是刚性好,夹紧力强,但操作相对复杂,且较为笨重。

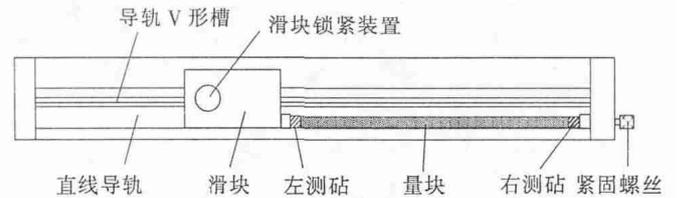


图5 直线导轨结构的夹具

### 4 结束语

两种结构的内测量专用夹具各有各的特点,经过对设计样品的实践验证,无牙螺母结构轻便灵活,操作简便,但刚性弱,夹紧力小,适合小量程且无微动装置的卡尺;直线导轨结构,滑动顺畅,刚性好,夹紧力强,但操作较复杂,适合大量程带或带有微动装置的卡尺。两种设计结构均为纯机械结构,加工成本低,卡尺检定部门可根据自身计量标准的建立情况,选择适合的一种。

#### 参考文献

[1] JJG30-2012 通用卡尺检定规程[S]. 北京:中国质检出版社, 2012.  
 [2] 那贺成. 内斜轮机构(无牙螺母)的结构与制造[J]. 工具技术, 2009, 43(12):105~106.

作者简介:刘震,男,工程师。工作单位:福建省计量科学研究院。通讯地址:350003 福州市屏东路9-3号。

李巧丽 福建省计量科学研究院(福州 350003)。

(上接第34页)

### 5 测量标准的不确定度分析

影响测量标准的不确定度有如下因素:定度或检定/校准时力标准机的不确定度;测力仪本身的重复性;测力仪的回零误差;测力仪的长期稳定度;测量显示控制器的分辨力等。定度时环境温度允许有1℃的变化,因该量对测力仪不确定度贡献很小,故可忽略不计。

根据设备使用说明书及溯源证书相关数据,对标准测力仪的不确定度分析如表3所示。

表3 标准测力仪标准装置的不确定度分析

标准不确定度分量	给定允差限/测量结果	分布规律	包含因子	类别	相对标准不确定度
力标准机 $u_{sm}$	$\pm 3 \times 10^{-5}$	正态	3	B	$0.1 \times 10^{-4}$
重复性 $u_R$	$1 \times 10^{-3}$	—	—	A	$3.4 \times 10^{-4}$
回零误差 $u_{Zr}$	$2 \times 10^{-4}$	均匀	$\sqrt{3}$	B	$1.2 \times 10^{-4}$
长期稳定度 $u_{Ep}$	$1 \times 10^{-4}$	均匀	$\sqrt{3}$	B	$0.6 \times 10^{-4}$
分辨力 $u_r$	$1 \times 10^{-5}$	均匀	$\sqrt{3}$	B	$0.6 \times 10^{-5}$

$u_R$  由重复测量三次得到,利用极差法计算得

$$u_R = 1 \times 10^{-3} / (1.69 \times \sqrt{3})$$

因为各不确定度分量相互独立,因此该标准装置的

合成标准不确定度为:

$$u_{cr} = \sqrt{u_{sm}^2 + u_R^2 + u_{Zr}^2 + u_{Ep}^2 + u_r^2} = 3.5 \times 10^{-4}$$

该标准测力仪标准装置的扩展不确定度为:

$$U = k u_{cr} \approx 1 \times 10^{-3} (k = 2)$$

### 6 结束语

基于数显标准测力仪的力值测量标准不仅适用于材料试验机和专用试验机的力值检定或校准,还可用于力值的自动化测量;测量标准配备的系统检定软件,可减少人为因素误差、节约检定时间,使检定更为准确和快速,从而提高计量工作的质量和效率,具有很好的推广应用价值。

#### 参考文献

[1] 国家技术监督局. 中华人民共和国国家计量检定规程[S]. 拉力和压力和万能试验机 JJG139-1999. 北京:中国计量出版社,1999.  
 [2] 国防科工委科技与质量司. 力学计量[M]. 北京:原子能出版社, 2002.

作者简介:李晓敏,女,工程师。工作单位:63850 部队。通讯地址:137001 吉林省白城市平台镇108 信箱192 分队。

韩宝林,赵春辉,王雨,63850 部队(白城 137001)。