

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.04.016

## 手持张力测量仪自动校准技术

吕美海, 曾汉平

(安徽省长江计量所, 合肥 230088)

**摘要:** 为提高手持张力测量仪校准结果可靠性, 针对滑轮预紧式手持线缆张力仪, 自主研发了一套张力仪校准系统。校准系统由机械装调系统和张力控制与测量系统 2 部分组成。在满足环境条件和加力条件的情况下, 对型号 DTM500 手持张力仪进行校准。实验结果表明: 该校准系统能提高效率, 提高校准结果的准确性和可靠性。

**关键词:** 张力仪; 校准; 技术

**中图分类号:** TP273; TP393 **文献标志码:** A

## Technology of Automatic Calibration for Handhold Tension Measuring Meter

Lu Meihai, Zeng Hanping

(Anhui Changjiang Institute of Metrology, Hefei 230088, China)

**Abstract:** To improve the reliability of calibration results for handhold tension measuring meter, an automatic calibration system was developed. The system is composed of two parts: a mechanical system and the tension control and measurement system. Under the requirement of environmental conditions and test-force circumstance, the system is used to calibrate DTM500 handhold tension measuring meter. The results show that the calibrated system can improve the efficiency, and the veracity and reliability of calibration result.

**Keywords:** tension measuring meter; calibration; technology

### 0 引言

手持张力测量仪广泛用于电线电缆、纺织化纤、金属线、碳纤维、塑料薄膜、纸张、印刷产品、胶片、铝箔等行业。手持张力测量仪的量值的准确性直接影响被测产品的质量。目前, 国家还没有颁布关于手持张力测量仪的特定规程或规范, 市场也无相应校准装置, 只能参考《JJG911-1996 钢丝测力仪检定规程》、《JJG(机械)101-1992 界面张力仪检定规程》、《JJG805-1993 滑轮预加张力检具检定规程》等相关规程, 利用标准测力仪、砝码等标准对手持式的张力测量仪进行校准。由于校准时状态与工作所处状态不一样等因素的影响, 校准结果可靠性较差。笔者研究滑轮预紧式手持线缆张力仪的校准技术, 自主研发了一套校准系统。

### 1 测量原理

校准系统测量技术原理框图如图 1。将丝线水平固定在工作台上, 一端连接高精度拉力传感器, 一端连接步进电动机。中间的张力测量仪测量的是丝线张力大小, 理论上分析应该等于拉力传感器所测量的拉力示值, 以拉力传感器的测量值作为标准, 与张力测量仪所测量值进行比较。拉力传感器的电信号通过信号放大器输入单片机, 单片机控制步进

电动机拉紧丝线张力大小。

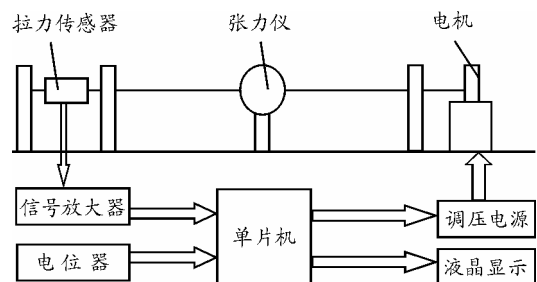


图 1 测量系统原理框图

### 2 校准系统设计

张力仪校准系统由机械装调系统和张力控制与测量系统组成。

#### 2.1 装调系统

机械装调系统相对简单, 主要由工作台和若干夹具组成。

#### 2.2 控制与测量系统

##### 1) 硬件设计

张力控制与测量系统硬件部分主要由电机、张力丝(线)、拉力传感器、电位器、调压电源、单片机和显示器(打印机)组成。

张力控制与测量子系统结构框图如图 2, 这种结构的设计, 张力稳定性好, 但电路和程序比较复杂

收稿日期: 2010-11-23; 修回日期: 2010-01-04

基金项目: 国防军工计量区域校准实验室计量标准装置运行与管理研究(J052002D002)

作者简介: 吕美海(1951—), 男, 安徽人, 高级工程师, 从事计量技术管理与研究。

杂。

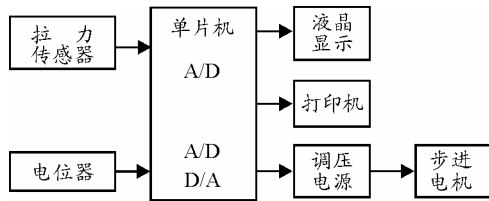


图 2 张力自动控制与测量结构图

在拉力传感器和单片机之间使用放大器，其电路设计如图 3。

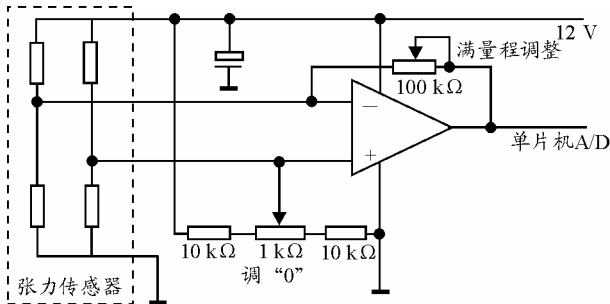


图 3 放大器电路图

调“0”就是放大器的零点调整，即当拉力传感器不受力时，输出电压值应为 0，调整此电位器可以实现放大器的输出电压值为 0。

满量程调整是调整放大器的放大倍数，当传感器受力最大（额度受力）时，输出电压应是最大值，若单片机管脚 3.3 V 为高电平，可将其调到最大额定电压（3 V），它的大小决定了传感器的测量准确度。

220 μF 电容起到滤波作用，让张力传感器和单片机不互相干扰。

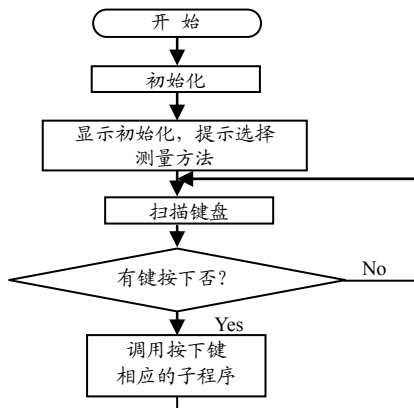


图 4 主程序框图

拉力传感器采用了箔式应变片，具有精度高（非线性为±0.05%FS、滞后误差为±0.05%FS、重复性误差为±0.03%FS）、稳定性好（零点温度系数为±0.3(%FS)/10℃）、负荷过载大（允许过载负荷为150%FS），并且长期运行安全可靠等特点。可选择

内置式变送器，标准信号 0~10 mA、4~20 mA 或 0~5 V 输出。

### 2) 软件设计

软件系统，1 个主程序，2 个子程序。由于所校准的张力仪型号多样，应针对不同型号通过主程序设置初始化条件；选择方法，自动调用控制子程序或者测量子程序，完成指令；主程序框图如图 4，控制子程序框图如图 5，测量子程序框图如图 6。

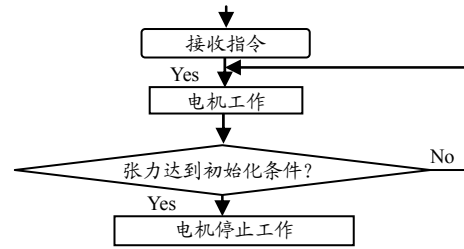


图 5 控制子程序框图

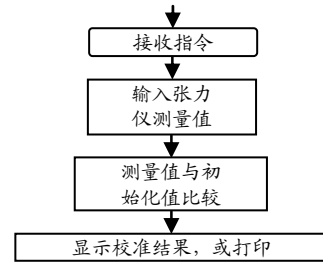


图 6 测量子程序框图

## 3 校准方法

### 3.1 校准条件

#### 1) 环境条件

校准时周围应无影响校准结果的震动、电磁场、或其他干扰源。环境温度在-5~40℃之间，相对湿度不大于 80%。

#### 2) 加力条件

受力的 3 个 V 型轴承应灵活可靠。校准时使用的传力丝线在满足传力条件下应足够柔韧。当张力为 0 时，传力丝线引起的张力仪零点变化不大于其允许重复性的 1/2。

### 3.2 相对分辨率 a 确定

$$a=r/f_0 \times 100\%$$

式中，r 为校准点示值分辨率；f<sub>0</sub> 为测量上限示值。

### 3.3 校准步骤

校准时，选取 5 个校准点，分别为上限的 20%、40%、60%、80%、100%；首先，按正方向逐渐递增标准力值到各校准点，保持稳定后记录相应的测量值；其次，至测量上限后，逐渐递减卸载标准力

值，至各校准点保持稳定后记录相应的回程示值；最后，将该校准过程连续进行 3 次；应该注意的是每次校准结束后，卸载标准力值，相隔 30 s 后再记录回零示值。

### 3.4 校准结果

1) 回零误差

$$Z_r'(\%FS) = (X_0 - X_0') / F_n \times 100\%$$

$$Z_r(\%FS) = (X_0 - X_0') / F_r \times 100\%$$

2) 进程示值

$$X_i = 1/3 \sum_{j=1}^3 (X_{ij} - X_{0j}), i = 1, 2, \dots, n$$

3) 回程示值

$$X_i' = 1/3 \sum_{j=1}^3 (X_{ij}' - X_{0j}'), i = 1, 2, \dots, n - 1$$

4) 示值误差

$$\delta'(\%FS) = (X_i - F_i) / F_n \times 100\%$$

$$\delta(\%) = (X_i - F_i) / F_i \times 100\%$$

5) 重复性

$$R'(\%FS) = (X_{imax} - X_{imin}) / X_n \times 100\%$$

$$R(\%) = (X_{imax} - X_{imin}) / X_i \times 100\%$$

6) 滞后

$$H'(\%FS) = (X_i' - X_i) / X_n \times 100\%$$

$$H(\%) = (X_i' - X_i) / X_i \times 100\%$$

7) 长期稳定度

$$Sb'(\%FS) = (X_{i1} - X_i) / X_n \times 100\%$$

$$Sb(\%) = (X_{i1} - X_i) / X_i \times 100\%$$

式中： $X_0, X_0'$ 为首次校准前及卸除标准力值后的张力仪零点示值； $F_n, F_r$ 为分别为张力仪上、下限值； $X_{ij}, X_{ij}'$ 为在标准力  $F_i$  作用下张力仪第  $i$  点、第  $j$  次测量的进程和回程示值； $X_{0j}, X_{0j}'$ 为第  $j$  次测量时，进程和回程零负荷下零点示值； $X_i, X_i'$ 为在标准力  $F_i$  作用下张力仪第  $i$  点的进程和回程示值； $F_i, X_n$ 为分别为校准第  $i$  点的标准力和对应张力仪测量上限的进程示值； $X_{imax}, X_{imin}$ 为在标准力  $F_i$  作用下 3 次重复测量的最大与最小示值； $X_{i1}$ 为上次证书给出的第  $i$  点进程示值。

## 4 实验结果

表 1 实验结果

张力 $F/N$	100	200	300	400	500
$Z_r'(\%FS)$	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
$\delta'(\%FS)$	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5
$R'(\%FS)$	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3

说明： $Z_r'$ 为回零误差； $\delta'$ 为示值误差； $R'$ 为重复性。

用自主研发的手持张力测量仪校准系统对型号 DTM500 手持张力仪进行校准，实验结果如表 1。

## 5 结论

实验结果表明，该系统不仅使用方便、测量效率高，而且测量结果的准确可靠，有一定的市场推广价值。

### 参考文献：

[1] 何立民. 单片机应用系统设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1995: 66-76.  
 [2] 倪云峰. 单片机原理与应用[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2009: 32-48.  
 [3] 庞振基, 黄其圣. 精密机械设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000: 58-89.  
 [4] 费业泰. 误差理论与数据处理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000: 44-52.  
 [5] 李增国. 传感器与检测技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2009: 68-87.

\*\*\*\*\*

(上接第 41 页)

### 1.5 误区 5: 忽略网站安全问题

许多网站设计者忽视网站的安全问题，导致网站经常数据丢失，网页被攻击篡改，给企业带来更大的损失。

因此，必须事先制定一套全面的网站服务安全策略，包括网站源代码的安全、程序设计的安全，数据库的安全，WEB服务器的安全以及IIS的安全等方面，从而抵抗黑客非法入侵，避免企业信息泄露与丢失给企业带来的损失。

## 2 结语

为了建设优秀的企业网站，必须要结合企业的具体情况，明确网站的具体作用，并从浏览者的角度考虑，完成网站的总体方案设计，使企业网站在企业宣传营销的过程中起到最大的作用，充分表现企业的特色，提高企业的宣传力度。

### 参考文献：

[1] 魏善沛. 企业网站开发与管理[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2009: 72-74.  
 [2] 冯俊伟, 唐云海, 李云飞, 等. 涉密网络中信息输入输出控制和管理[J]. 四川兵工学报, 2010, 31(6): 132-135.  
 [3] 覃征. 虚拟企业网站的设计与实践[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2001: 35-37.  
 [4] 杨方燕, 杨帆. 基于AJAX构建新型Web应用[J]. 兵工自动化, 2010, 29(3): 88-90.