

# 基于数据融合算法大量程质量比较仪设计

□江苏省计量科学研究院 王海涛

**【摘要】**为了解决大砝码现场检定调试困难、误差偏大的问题，本文设计一种基于数据融合算法的大量程质量比较仪。比较仪采用四角应变式传感器结构，具有辅助调节水平装置，避免了现场人员复杂的调试工作。通过数据融合算法和故障识别算法，使其具有良好的稳定性、重复性和偏载性，能够满足M等级及以下大砝码的现场检定校准要求。

**【关键词】**大量程质量比较仪；数据融合；故障识别；现场检定

文献标识码：B 文章编号：1003-1870（2024）01-0027-03

## 引言

质量比较仪主要应用于质量计量中，是一种特殊的电子天平，主要用于标准砝码和被检砝码的质量比较，是一种非常重要的量值传递工具。目前，质量比较仪主要分为电磁力传感器和应变式传感器两类。电磁力传感器精度很高，主要用于小质量、高精度（E和F等级）砝码的量值传递，对环境要求也非常高，一旦安装调试完成便不可移动。而应变传感器的质量比较仪主要用于大质量（1t以上）、精度低（M等级）工作用砝码的量值传递。其对使用环境的要求相对较低，移动后通过调整水平即可使用，称其为大量程质量比较仪，其在衡器制造、交通安全等方面发挥着重要的作用。

目前使用的大质量比较仪，多采用3只或4只传感器的型式，将所有传感器信号并联后，通过信号放大、滤波等处理后变换为质量值。存在的问题主要有：

（1）大量程质量比较仪的偏载误差和非线性误差难以解决。大质量比较仪所有传感器通过接线盒并联成一路信号后进行AD转换，由于每个传感器的灵敏度等参数不同，因此每个传感器信号并联之前需调节接线盒上的电位器，使其灵敏度尽量一致，

使砝码放在不同的位置显示的质量值一致，以解决偏载误差问题，但是实际调节操作非常困难，手动调节电位器费时费力。同时，由于秤体变形、应内力等问题产生的非线性误差目前无法解决，影响大质量比较仪的精度。

（2）大量程质量比较仪的传感器一旦发生故障，无法及时发现和处理。由于其传感器是通过接线盒并联在一起的，如果其中一只传感器出现问题难以及时发现，将严重影响检定校准的准确性。由于上述存在的缺陷，很多大量程质量比较仪在实际应用的过程中使用效果并不理想，为了解决此问题，本文设计了一种基于数据融合算法的大量程质量比较仪，解决了砝码现场检定仪器调试困难、效率低下的问题。

## 1 大量程质量比较仪设计

基于数据融合算法的大质量比较仪主要由称重秤体、数字接线盒和仪表组成，如图1所示。

其中，秤体由四只称重传感器组成。数字接线盒是具有四路AD转换功能的称重变送器，通过串口将称重传感器数据发送至仪表，仪表进行数据的处理并显示。仪表主要由以下模块组成：

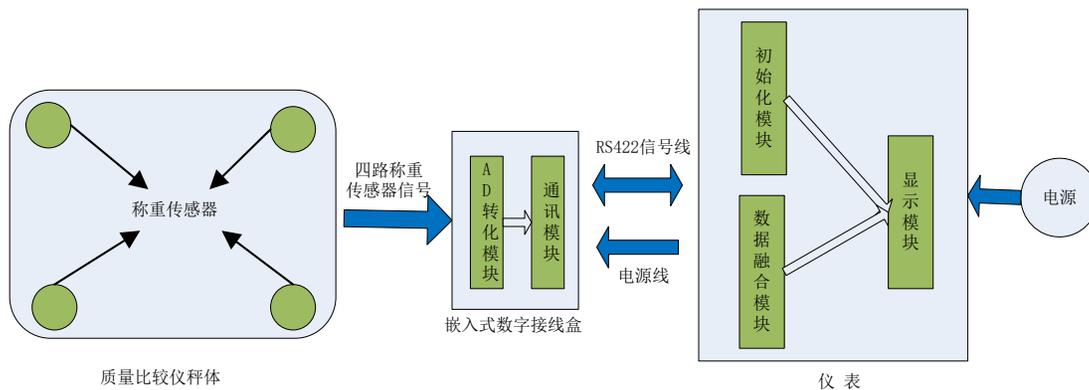


图1 大量程质量比较仪结构

1.1 初始化模块。用于完成数据参数的初始化并辅助调节水平。大量程质量比较仪往往需要在现场使用，普通接线盒调试角差的方法费时费力，现场很难实现。为了更加方便现场使用，本大量程质量比较仪初始化完成后，在秤体空载状态下，将实时获得的称重传感器数据与预先存入的水平状态数据相比较，如果读取的传感器数据偏小则提示传感器所在角位置偏低；如果实时读取的传感器数据偏大，则提示传感器所在的角的位置偏高。以此方法提示使用者水平位置的调试方向，方便快捷。

1.2 数据融合模块。数据融合模块主要是对四只称重传感器的数据进行融合成处理，产生最后的称重结果。其主要有三个功能组成：

(1) 故障识别功能：基于皮尔逊相关系数对四只称重传感器数据进行融合，根据传感器之间的相关性，识别故障传感器；

(2) 自适应滤波功能：基于标准偏差的自适应卡尔曼滤波，通过多个传感器数据的标准偏差来自适应确定卡尔曼滤波的  $R$  值和  $Q$  值；

(3) 基于径向基函数神经网络的数据融合功能：以四路称重传感器信号作为输入，利用径向基函数神经网络多传感器信息融合的误差补偿方法，建立质量比较仪误差补偿模型，补偿后的值为作为输出得到称量结果。

数据融合模块工作原理图如图2所示。

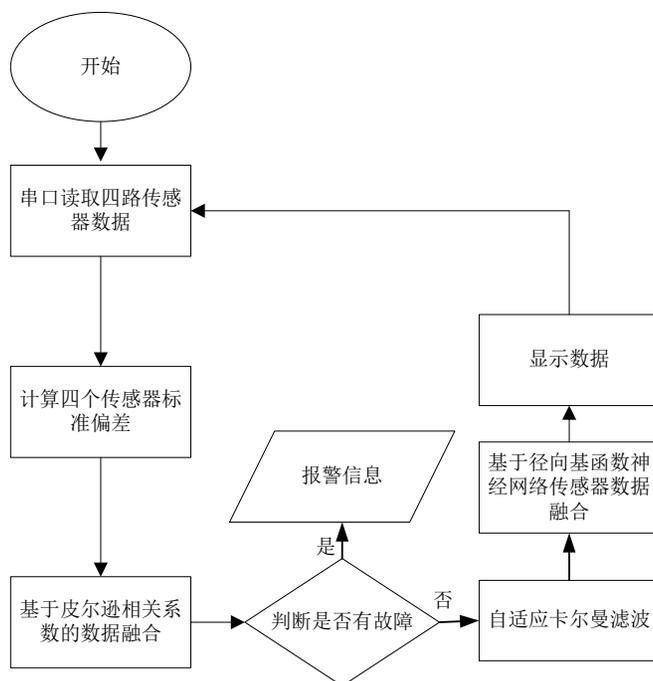


图2 数据融合模块工作流程图

## 2 测试结果

使用2t砝码对本文设计的基于数据融合算法的大量程质量比较仪进行重复性和偏载性能测试，分

度值设为5g，试验样机如图3所示，试验结果如下表所示。



图3 试验样机图

表 基于数据融合算法的大量程质量比较仪测试结果

量程	分度值	典型重复性能	典型偏载性能
2t	5g	10g	30g

其中，典型重复性为用2t砝码在中心位置重复放置5次最大值和最小值的差；典型偏载性能为2t砝码分别放置中心偏四角的位置最大值和最小值的差。通过上表可以看出，其实际测试数据具有良好的重复性和偏载性能，完全能够满足M等级砝码的检定要求。

## 3 结语

本文设计了一种基于数据融合算法的大量程质量比较仪，通过基于皮尔逊相关系数的数据融合算法对传感器进行故障识别，判断传感器是否有异常；

通过基于径向基函数神经网络对四只传感器进行数据融合，以有效解决偏载误差和非线性误差。通过试验测试其完全能够满足M等级及以下砝码现场检定要求，解决了砝码现场检定调试困难、效率低下的问题。

## 作者简介

王海涛，男，汉族，高级工程师，博士研究生，主要从事力学计量技术研究。