

# 大砝码自动校准系统改造

□广东中南钢铁股份有限公司 郑建忠 陈翔 旋石婵

【摘要】介绍使用质量比较仪对机械天平大砝码校准系统的改造方案，利用移动液压砝码小车自动加载大砝码，克服质量比较仪加砝码过程冲击力大、自动加卸载砝码困难的问题，实现对M级砝码校准数据自动采集、自动循环校准及结果输出。

【关键词】大砝码；质量比较仪；循环校准；数据采集

文献标识码：B 文章编号：1003-1870（2023）01-0017-04

## 引言

F2等级大砝码校准系统，由500~2000kg F2等级标准砝码、5g至2t①6等级机械天平及其他配套装置组成。该校准系统可校准M1及以下等级500~2000kg大砝码。机械天平型号TY2000-A，生产厂家鞍山市计量仪器实验工厂。该天平采用《GB/T 7898-1987 杠杆式吨位天平》产品标准<sup>[1]</sup>，目前市面上已很少见。运用大吨位机械天平对砝码进行校准，难以实现校准数据的自动采集和自动校准<sup>[2]</sup>。因此，拟对原校准系统进行升级改造，以实现大砝码

自动校准功能。

## 1 改造基本思路

原砝码校准实验室配置有机械天平、F2标准砝码，还有两台砝码小车、砝码承载板、小车轨道、单梁悬挂起重机（简称单梁吊）等。被校准砝码、标准砝码通过单梁吊将砝码放置到砝码小车上的砝码承载板，推动砝码小车沿小车轨道行进至天平横梁两臂吊挂系统的下方，升起天平横梁吊臂，吊挂爪抓取砝码，完成天平加砝码过程。具体布置见图1示意。

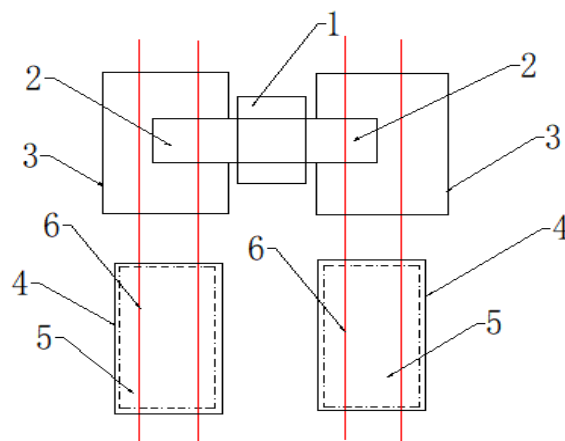


图1 F2等级大砝码校准系统

1.天平 2.横梁吊臂 3.吊挂爪 4.砝码承载板 5.砝码小车 6.轨道

质量比较仪一般配置有通信接口，容易实现自动校准系统的数据采集。因此，大砝码自动校准系统难点在于按校准规范要求完成加减砝码的过程。常见的砝码自动校准系统利用机械手完成砝码的取放过程，对于大砝码校准这种方法实现难度大，存在冲击力控制困难，设备庞大的问题<sup>[3]</sup>。

改造方案，拟升级砝码小车，利用实验室原有单梁吊，小车轨道及其他配套设施等，新增质量比较仪，以实现大砝码的自动校准。

## 2 系统构成

### 2.1 自动化校准系统构成

大砝码校准系统，由校准控制系统、轨道驱动小车（1#~4#）平台、标准砝码、承载中间标准砝码、被检砝码、质量比较仪等组成。质量比较仪两侧布置两组双轨道，轮式水平驱动小车平台，可在轨道上水平移动，1#~4# 驱动小车上安装有1#~4# 电液油缸，平面基本布置见图2，侧面视图见图3。

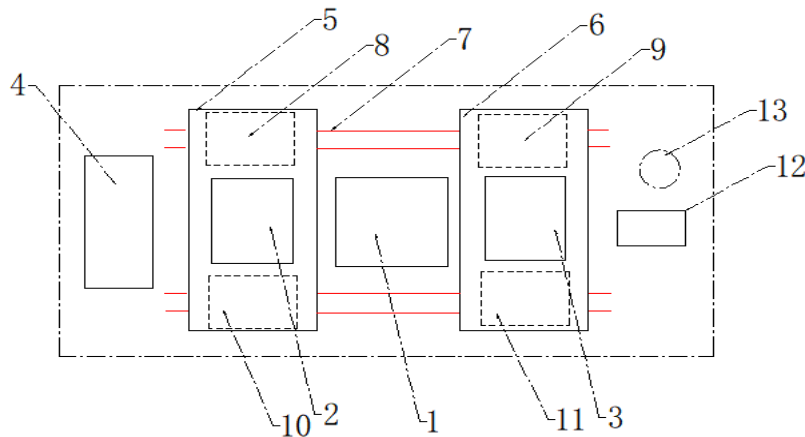


图2 自动校准系统平面布置图

1. 质量比较仪 2. 标准砝码 3. 被校砝码 4. 校准控制系统 5.1# 承载中间标准砝码 6.2# 承载中间标准砝码  
7. 双轨道 8.1# 电液油缸顶板 9.2# 电液油缸顶板 10.3# 电液油缸顶板 11.4# 电液油缸顶板 12. 喷码机 13. 摄像头

承载中间标准砝码为矩形F2 等级砝码，承载中间砝码起托举标准砝码和被检砝码的作用，1# 与2# 承载中间标准砝码质量相等。驱动小车平台由步进电机驱动，驱动小车平台设置电液升降油缸。1# 和3# 电液油缸控制1# 承载中间砝码升降，2# 和4# 电液

油缸控制2# 承载中间标准砝码升降，1#、2# 承载中间砝码质量相同。在质量比较仪中，轴线两侧双轨道中间位置及两侧适当位置安装霍尔开关，在驱动小车对应中间位置安装磁钢。

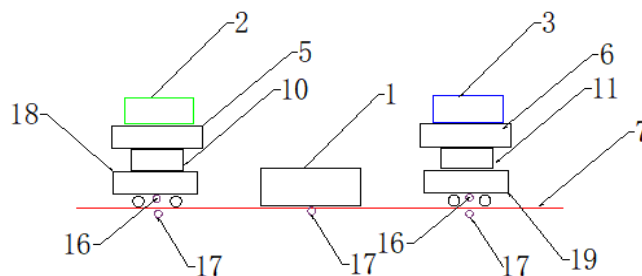


图3 校准系统侧面视图

1. 质量比较仪 2. 标准砝码 3. 被校砝码 5.1# 承载中间标准砝码 6.2# 承载中间标准砝码 7. 双轨道  
10.3# 电液油缸顶板 11.4# 电液油缸顶板 16. 磁钢 17. 霍尔开关 18.3# 驱动小车 19.4# 驱动小车

## 2.2 校准控制系统构成

校准控制系统，由校准模块、数据采集模块、

图像识别及处理模块、驱动小车控制模块、电液油缸控制模块等组成，校准控制系统原理见图4。

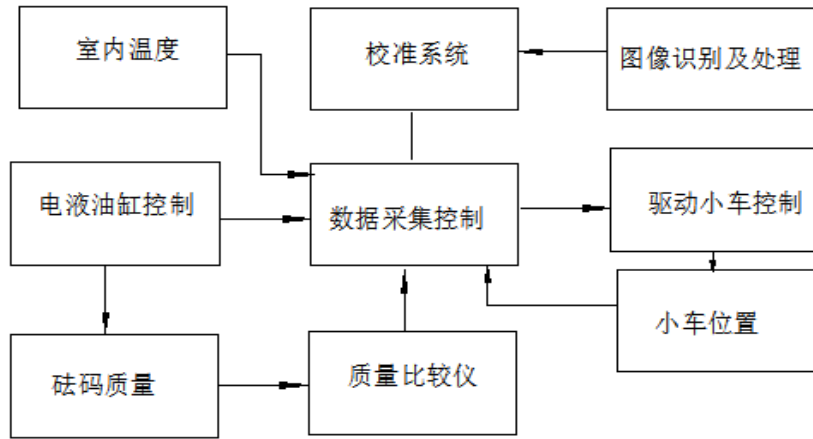


图4 校准控制系统原理图

图像识别模块读取被校砝码二维码信息传送校准系统，校准系统根据预设的校准流程发出校准控制信号，控制驱动小车移动和电液油缸动作。数据采集控制模块读取质量比较仪数据后传输给校准系统，校准系统对校准数据进行分析计算，输出校准结果，实现大砝码自动校准功能。

### 3 自动校准过程

校准系统准备状态：1# 驱动小车18 和3# 驱动小车停留在质量比较仪1 左侧磁钢17 位置，1# 电液油缸和3# 电液油缸处于下降到位状态，1# 电液油缸顶板8 和3# 电液油缸顶板10 共同托举1# 承载中间标准砝码和标准砝码。2# 驱动小车和4# 驱动小车19 停留在质量比较仪1 右侧磁钢17 位置，1# 电液油缸和3# 电液油缸处于上升到位状态，2# 电液油缸顶板9 和4# 电液油缸顶板11 共同托举2# 承载中间标准砝码。

启动校准流程：

(1) 当摄像头检测到2# 承载中间标准砝码有被检砝码时，校准系统根据校准计划核对被检砝码二维码信息，如被检砝码没有二维码，则喷印机将被检砝码的二维码信息喷印到砝码侧面。

(2) 校准计划信息核对完成后，1# 电液油缸和

3# 电液油缸顶起1# 承载中间标准砝码和标准砝码，1# 和3# 驱动小车行走走到质量比较仪中轴线磁钢17 位置，霍尔开关16 发出到位信号，1# 和3# 驱动小车停止运行。随后1# 电液油缸和3# 电液油缸开始下降，1# 承载中间标准砝码和标准砝码缓慢下降到全部重量压到质量比较仪上面，1# 电液油缸顶板8 和3# 电液油缸顶板10 不再托举1# 承载中间标准砝码，校准系统获取到1# 承载中间标准砝码和标准砝码折算质量后，1# 电液油缸和3# 电液油缸开始上升，1# 电液油缸顶板8 和3# 电液油缸顶板10 顶起1# 承载中间标准砝码到位后，1# 和3# 驱动小车启动，返回质量比较仪1 左侧磁钢17 位置，霍尔开关16 发出到位信号，1# 和3# 驱动小车停止运行。

(3) 随后2# 驱动小车和4# 驱动小车19 开始行走走到质量比较仪中轴线磁钢17 位置，霍尔开关16 发出到位信号，2# 驱动小车和4# 驱动小车停止运行，随后2# 电液油缸和4# 电液油缸开始下降，2# 承载中间标准砝码和被校砝码缓慢下降到全部重量压到质量比较仪上面，校准系统获取到2# 承载中间标准砝码和被校砝码折算质量。

(4) 随后2# 电液油缸和4# 电液油缸开始上升，

2# 电液油缸顶板9 和4# 电液油缸顶板11 顶起2# 承载中间标准砝码到位后, 2# 电液油缸和4# 电液油缸又再次下降, 2# 承载中间标准砝码和被校砝码再次缓慢下降到全部重量压到质量比较仪上面, 校准系统再次获取到2# 承载中间标准砝码和被校砝码折算质量。

(5) 随后2# 电液油缸和4# 电液油缸再次上升, 上升到位后2# 和4# 驱动小车启动, 返回质量比较仪1 右侧磁钢17 位置, 霍尔开关16 发出到位信号, 2# 和4# 驱动小车停止运行。随后1# 和3# 驱动小车启动, 再次行走到质量比较仪中轴线磁钢17 位置, 霍尔开关16 发出到位信号, 1# 和3# 驱动小车停止运行。

(6) 随后1# 电液油缸和3# 电液油缸开始下降, 1# 承载中间标准砝码和标准砝码再次缓慢下降到全部重量压到质量比较仪上面, 1# 电液油缸顶板8 和3# 电液油缸顶板10 不再托举1# 承载中间标准砝码, 校准系统再次获取到1# 承载中间标准砝码和标准砝码折算质量。

(7) 随后1# 电液油缸和3# 电液油缸开始上升, 1# 电液油缸顶板8 和3# 电液油缸顶板10 顶起1# 承载中间标准砝码到位后, 1# 和3# 驱动小车再次启动, 返回质量比较仪1 左侧磁钢17 位置, 霍尔开关16 发出到位信号, 1# 和3# 驱动小车停止运行, 完成标准砝码、被校砝码的循环校准测量, 校准系统根据循环测量数据给出校准结果。

#### 4 改造效果分析

(1) 方案可根据预设流程实现大砝码ABBA 或者ABA 测量循环校准<sup>[4]</sup>, 加一次标准砝码和被校砝码即可自动完成校准过程, 输出校准结果。

(2) 采用驱动小车承载中间标准砝码的方法, 可以比较好地解决质量比较仪加砝码过程大砝码抓取冲击力大, 自动加砝码实现困难的问题。

(3) 校准过程自动数据采集、自动循环校准及结果输出, 可提高校准效率, 节约人力。

(4) 利用原有实验室的空间和单梁吊等设备, 土建投入比较少, 改造费用主要在移动液压砝码小车及中间校准砝码的更新。

(5) 移动砝码小车轨道, 如果中心线能够与原轨道重合, 保留实现原砝码小车功能, 机械天平校准系统还可使用。

#### 5 注意事项

(1) 校准系统结构的特点。被校砝码需要满足水平放置时不会因驱动小车的移动产生滚动的条件。

(2) 1#~4# 电液油缸的起始行程位置要求在同一水平面, 同一组砝码小车电液油缸行程和升降速度保持一致, 以保证承载中间标准砝码在移动过程中保持水平状态。

(3) 自动校准方案仅针对M 级砝码折算质量的校准, 其他校准项目根据校准要求可人工校准, 使校准系统具备较好的性价比。

#### 参考文献

[1] GB/T 7898-1987 《杠杆式吨位天平》[S].

[2] 韩轩. 砝码自动检定系统的设计与应用[D]. 镇江: 江苏大学.2015.

[3] 柯淑婷, 陈露, 韩玉华, 柯钢, 龙翔. 《质量比较仪自动校准装置的研究》[J]. 中国计量.2020.1:84-85,130.

[4] JJG99-2006 《砝码检定规程》[S].2006,09.

**作者简介:** 郑建忠, 男, 1967 年出生, 福建晋江, 工程硕士, 高级工程师, 从事计量仪表检测方向工作。