

免砝码校准方法的探讨

马钢股份公司检测中心 李欣国 张海平

马鞍山计市量测试研究所 范晓峰 唐岩 朱报平

【摘要】 本文主要介绍我们对衡器免砝码校准工作的认知和实践。

【关键词】 模拟传感器 数字称重系统 免砝码校准

0. 引言

承载器呈非常规形状衡器的校准，一直是困扰计量技术机构的一大难题。特别是在冶金行业中反映更为明显强烈，有很多难以用砝码校准的衡器。例如在十几米到几十米高的平台上的料罐秤，不仅砝码难以运送到位，料斗、料罐型承载器上也无法放置砝码，到了无法实施的地步，于是产生了免砝码校准衡器的问题。

上世纪九十年代末，我们由进行热工仪表温度测量系统的校准工作中得到启发，模仿其校准方式，对高位料仓下的料斗秤做免砝码校准。以解燃眉之急，满足了生产急需。

近年来，以数字传感器为核心的数字称重系统，使得免砝码校准方法，操作简便，准确度较以前有所提高。但遗憾的是，还难以得到用户（非计量检定人员）的普遍认可。为此，写出我们对免砝码校准方法的认知和实践，作为引玉之砖，期望引起同行们探讨和赐教，促进免砝码校准方法的开展，发挥其应有的作用。

1. 免砝码校准的可行性分析

计量检定工作人员都明白，测温仪表的测量信号流程，是温度传感器将温场中的热量变换成电信号（mV 级），送至测温仪表显示输出温度值（见图 1）。衡器的称重信号流程，是称重传感器将物料的重力变换成电信号（mV 级 or 脉冲数列），送至称重仪表显示输出称重量值（参见图 2）。

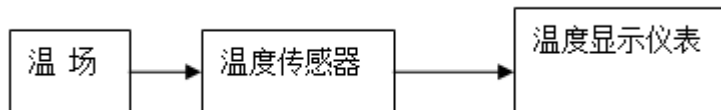


图 1 测温信号流程

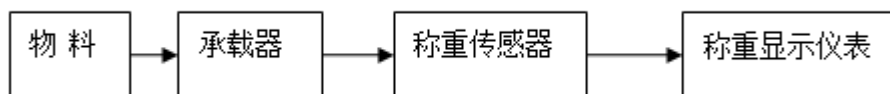


图 2 称重信号流程

热工测温系统的校准方法，通常是采用将温度传感器离线，送到实验室里进行测试检定，且附

检测数据的正式证书（报告）。对于测温显示仪表，到生产现场，依据所配置的经测试检定的温度传感器数据，用电位差计（UJ36或UJ31）输入与温度对应的电信号给测温仪表，完成测温系统的校准。

称重和测温主要是采用两种不同的传感器，将两种不同的物理量（重量、热量）变换成电量后，进行一系列的处理，显示输出对应重量、热量的数值。比较称重和测温的信号流程，两者基本相同，没有什么本质性的区别。都是非电量变换成电量后，进行电量测量。

称重传感器也是经过相应等级的标准压力机，检测合格后出厂的。所以对于无法用砝码校准的衡器，模仿测温系统的校准方法，进行免砝码校准是可行的。

2. 免砝码校准的必要条件

我们所提出的免砝码校准衡器的方法，主要是针对钢铁生产过程中使用的非贸易衡器，如钢包秤、料斗秤、料罐秤等难以或无法用砝码校准的衡器。但必须满足以下条件：

①免砝码校准，是衡器难以或无法用砝码校准，但又必须校准情况下的“无奈之举”。一般由用户主动提出要求之后实施。事前还需告知供、需双方，有关免砝码校准存在的利弊。在得到供、需双方，尤其是需方认可后，才进行为妥。这样可以规避检测单位自身的风险。

②由于免砝码校准，主要是依据称重传感器的工厂校准数据进行的。所以要求衡器所配置的称重传感器（称重模块），不仅必须有足够高的准确度（分度数必须大于等于衡器的分度数，即 $n_{LC} \geq n$ ）而且必须具有很好的稳定性和可靠性。尤其还要附有技术参数齐全的正式校准检测报告。

③因为免砝码校准，忽略了用砝码直接加载校准情况下所包含的机械传力结构系统的误差。所以要求衡器的传力结构简单，采用规范的连结组件，装物料的承载器直接安装在称重模块上，保证物料重量完全准确地传递给称重传感器。

④衡器的空载零点稳定。在校准前，至少通过三次加载、放空试验的现场检查确认。

3. 免砝码校准方法简介

不管是模拟称重系统，还是数字称重系统。免砝码校准都应在衡器本身和安装质量优良的前提下进行。

①模拟传感器

主要是参照热工仪表采用的校准方法，在现场用数字电压表和电位差计完成秤的校准工作。

对于模拟称重传感器系统，尽量注意选用高精度等级的测量仪表和产生 mV 信号的仪器。

操作步骤如下：

- a. 检查确认的传力机构、限位装置、传感器是否符合要求且处于正常状态。
- b. 检查确认输入秤的基本参数 Max、n、d 等
- c. 检查秤空载零点的稳定性。秤零点确定后，测量记录秤“0”点对应的 mV 信号值。

d. 再根据秤的称重传感器容量、数量、灵敏度（多个传感器的平均值）、供桥电压和秤最大秤量，由下式计算出 Max 对应的 mV 数值。考虑到接线和接线盒电阻网络，所引起的信号损耗衰减，在计算结果上增加万分之三左右。

$$S \times V \times \text{Max} / C \times N$$

式中：

S：灵敏度 V：供桥电压 Max：秤最大秤量

C：传感器容量 N：传感器个数

e. 将 Max 对应的 mV 值与秤“0”点对应的 mV 值之和，输入给仪表进行最大称量值校准。

f. 有条件尽量做一下对比验证试验。

②数字传感器

以数字传感器为核心的数字称重系统，模拟量成为数字量，秤的仪表和传感器之间已不是模拟信号的连接，而是数字通讯。仪表接收的是传感器送出的数字信号（脉冲数列）。每只传感器具有各自的地址，仪表通过 RS-485 通信接口，可以直接获得每只传感器的原始输出信号。数字传感器在制造生产中已经用标准的测力机进行了校准，它的输出与标准值是对应的。数字信号传输基本上没有损耗，读出的值就是实际测量值，相对模拟称重系统简便准确。

数字称重系统的仪表都具有免砝码校准功能，只要进入调试校准状态，按免（砝码）校准功能键（calFREE），进入免砝码校正界面。打开菜单，选中免砝码校准，按 OK 键，仪表会自动从数字传感器读取参数。根据使用说明书操作，就能十分方便地完成免砝码校准工作。当然衡器的机械结构系统要良好，符合上述必要条件，才能达到好效果。

4. 免砝码校准标定存在的问题和建议

多年来，在有条件的情况下，我们尽量争取做免砝码校准标定后的实物（砝码 or 大家公认的重量块）对比验证。结果是：

模拟称重系统，免砝码校准准确度为 0.5% ~ 1.0%；

数字称重系统免砝码校准的校准准确度为 0.4% ~ 0.1%；

最近对比验证二例如下：

例 1 铜陵一台废钢秤

Max = 60t、d = e = 20kg、4 只 SLC820-50t 数字称重传感器、

IND570 称重仪表

免砝码校准后，用已知重量（30t）的废钢锭，进行对比验证测试，其结果是：

序号	空秤	示值 (kg)	加载 (t)	示值 (kg)
1		0	30	29980
2		0	30	29980
3		0	30	29980

因生产不允许做更多次的测试，三次测量的重复性误差为零。

相对误差为： $(30000 - 29980) \div 30000 = 6.6 \times 10^{-4}$ 即约为万分之七，优于千分之一。用户十分满意。

例2 选定马钢 一台到检定周期的汽车衡（Max = 100t、e = d = 50kg、8只 SLC820-50t 数字称重传感器、IND880 称重仪表），做免砝码校准的效果测试验证。在对汽车衡例行维保后，实施了免砝码校准。随后用检衡车和砝码，按照中准确度级秤要求，进行后续检定。其检定结果：偏载、重复性、称量测试误差均小于等于最大允许误差。

以上二例表明，只要自身品质和安装质量良好的数字称重衡器，免砝码校准准确度能达到 0.1% 水平。

然而，我们所做的免砝码校准后的对比验证，仅是局限在能方便放置砝码（固定载荷）的衡器上。但可以放置砝码（固定载荷）的衡器，一般就不会采用免砝码校准。而需要用免砝码校准的衡器，又无法放置砝码（固定载荷）做免砝码校准后的对比验证。所以目前免砝码校准说服力还不够强，其有效性常遭到质疑，难以得到使用人员（非计量检定人员）的普遍认可，是最大的问题。

电子天平普遍使用的内码自动校准功能，类似衡器的免砝码校准。为什么容易得到认可和运用呢？显然是因为电子天平，可以随时方便地用砝码，进行对比验证。

衡器测量的是物料，用实物砝码进行校准，合理合法，天经地义。为了让用户看得见，摸得着，能直观看到免砝码校准的有效性。建议衡器生产厂家提供一台“演示秤”，专供现场免砝码校准后，进行砝码（几吨砝码可从当地借用）对比验证的演示之用。眼见为实，使大家亲眼看到免砝码校准的效果如何，其误差到底是多大！

5. 结束语

多年来工作实践说明，免砝码校准，对于那些无法实施砝码校准的储罐、容器、料斗、料仓等场合所应用的衡器而言，是一种节省校准标定成本、性价比高的校准方法。我们应适时制定免砝码校准作业操作指导书，规范免砝码校准工作过程，保证校准工作的质量。各方共同努力，使其发挥应有的作用。

【参考文献】

[1] METTLER TOLEDOIND880 电子称重仪表技术 / 操作手册

[2] METTLER TOLEDOIND570 用户手册

通讯地址：安徽省马鞍山市湖东南路 4099 号

马鞍山市计量测试研究所

邮政编码：243000

电子信箱：zbp1231@sina.com

电话：15551062010