

大皮重小称量双传感器电子平台秤的设计

贾恒信 段鹏 余康

中航电测仪器股份有限公司，西安 710119

摘 要：本文通过对大皮重小称量电子平台秤的基本要求分析，提出了采用双杠杆平衡大皮重、双数字式传感器测量物料的方法，达到平衡或减少大皮重，提高平台秤称量分辨率和准确度的目的，有效的解决了大皮重小称量电子平台秤的精度问题，从而保证了大皮重小称量物料的计量。

关键词：大皮重；小称量；双杠杆平衡；电子平台秤

引 言

去年，我们公司接到国内某核料企业生产线需物料称量的项目，其料罐重约 300Kg，而所计量的物料仅 15Kg，要求准确度 0.05%FS，静态测量，这是典型的大皮重小称量案例；依据核料企业生产线现场的实际需求，我们决定采用电子平台秤结构形式完成此项目；目前国内外平衡皮重的有杠杆平衡法、调整差分放大器反相端电压平衡法、改变电阻应变式传感器桥臂电阻平衡法三种方法，其中的调整差分放大器反相端电压平衡法和改变电阻应变式传感器桥臂电阻平衡法可以简单的平衡去除皮重，而这两种方法平衡的电子秤仍需选用大量程称重传感器完成测量，唯有杠杆平衡法的电子秤可选用小量程传感器，但杠杆平衡法比另外两种平衡法结构复杂，并且杠杆本身也会引入误差，从而影响了电子秤的准确度，同时这三种平衡法多用于配料和包装等行业的工业生产线上的电子秤，而用于电子平台秤结构形式的却很少；既要保证平衡去除皮重，又要保证电子平台秤的精度要求，为此，经研究分析，采用双杠杆平衡法和选用数字式小量程双传感器测量物料的方法，达到平衡或减少大皮重，提高电子平台秤称量分辨率和准确度的目的；本文通过对该电子平台秤的秤体结构原理、主要部件的设计特点以及数字式小量程传感器和数字仪表的选择的介绍，供同仁们参考和探讨。

1 电子平台秤的秤体结构原理

1.1 秤体结构原理

用于该电子平台秤中杠杆平衡法是把料罐（被称物）置于秤体的上台面上，通过四个球头支柱分别置于杠杆的一端，在杠杆的另一端放置一配重物，从而使传感器受力适量减小。如图 1 所示，设两杠杆的拉式称重传感器受力分别为 W_{C1} 、 W_{C2} ，配重物的重量为 W_P ，料罐和被称物的重量为 W_Z ，被称物重量为 M ，假设被称物对每一杠杆一端施力分别为 m_1 、 m_2 ，配重物对每一杠杆另一端施力分别为 p_1 、 p_2 ，根据杠杆和力平衡原理，则有：

$$m_1 + m_2 = W_Z \quad (1)$$

$$p_1 + p_2 = W_P \quad (2)$$

$$W_Z = W_P + W_{C1} + W_{C2} \quad (3)$$

$$m_1 \cdot L_1 = W_{C1} \cdot L_{C1} + p_1 \cdot L_{P1} \quad (4)$$

$$m_2 \cdot L_2 = W_{C2} \cdot L_{C2} + p_2 \cdot L_{P2} \quad (5)$$

在秤体设计时，

$$L_1 = L_2 = L = 130\text{mm} , \quad L_{C1} = L_{C2} = L_C = 130\text{mm} ,$$

$$L_{P1} = L_{P2} = L_P = 776\text{mm} , \quad W_{C1} + W_{C2} = M \text{ 则有 (4)、(5) 式为:}$$

$$m_1 \cdot L = W_{C1} \cdot L_C + p_1 \cdot L_P \quad (6)$$

$$m_2 \cdot L = W_{C2} \cdot L_C + p_2 \cdot L_P \quad (7)$$

(6)、(7)式相加得：

$$(m_1 + m_2) \cdot L = (W_{C1} + W_{C2}) \cdot L_C + (p_1 + p_2) \cdot L_P \text{ 则有:}$$

$$W_Z \cdot L = M \cdot L_C + W_P \cdot L_P ,$$

因此，配重物选择为：

$$W_P = [W_Z \cdot L - M \cdot L_C] / L_P \quad (8)$$

$$W_P = [W_Z - M] \cdot 130 / 776 = 0.167 [W_Z - M]$$

可见，适当选取配重物，称重传感器受力就与称量物品重量成正比，而选择适当的杠杆比例，可以很容易的平衡掉适量的皮重，从而克服了大皮重占去大部分传感器信号的 A / D 转换有效位数而降低电子秤分辨率的弊病。

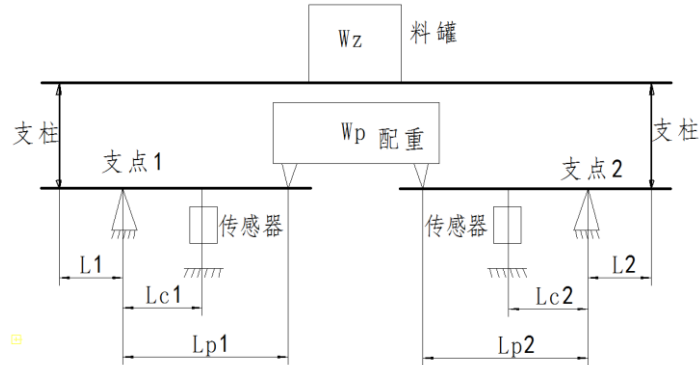


图1 平台秤秤体结构原理示意图

该电子平台秤秤体采用双杠杆结构和双传感器测量形式，一方面是为了保证秤体总体结构对称和平衡，另一方面又对电子平台秤秤台四角误差的调修更加容易，即通过传感器先调修平台秤的偏载误差，然后调修相应边的角差；为保证电子秤的准确度，杠杆的结构合理性也须认真考虑。

1.2 主要部件的结构

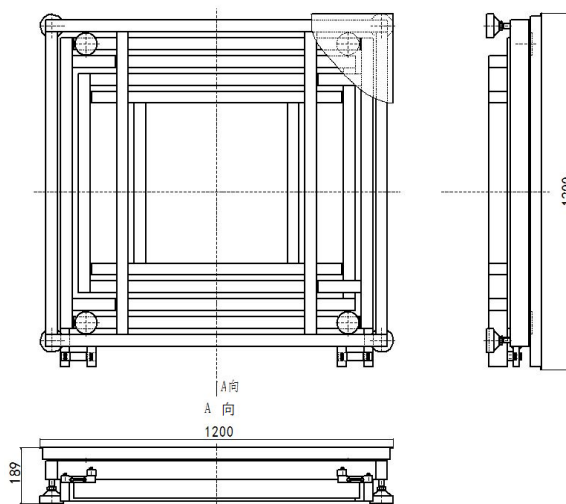


图2 电子平台秤秤体结构图

电子平台秤秤体结构见图2，秤体外形尺寸为长为1200mm，宽为1200mm，高为189mm，其由上台面、支撑台面（即下台面）、两套杠杆、配重块、两只称重传感器、两块数字模块、接线盒和数字仪表等组成，上台面下由四个浮动支柱浮动支撑，四个浮动支柱分别压在两套杠杆的一端，而两只传感器和配重块连接挂压在两套杠杆的另一端，为了便

于传感器的安装、维修和平台秤调试，两只传感器和接线盒安装在支撑台面（即下台面）的外侧，两块数字模块安装在接线盒内，接线盒和数字仪表相连接，该电子平台秤系统组成见图 3。

该平台秤结构中，将传感器和数字接线盒安装于平台秤支撑台面（即下台面）的外侧，除保证传感器、接线盒的方便安装和调校外，最主要的是保证了该平台秤的维修性。

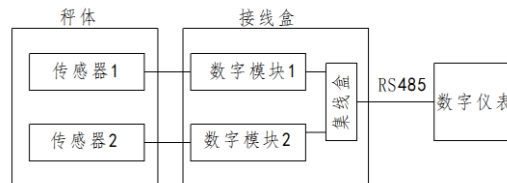


图 3 电子平台秤系统组成图

1.2.1 双杠杆的结构

该电子平台秤秤体双杠杆结构示意图见图 2，从图中可以看出，每一杠杆的支点（见图 1 中的支点 1 和支点 2）根据平台秤秤体结构和稳定的需要一分二，即每一杠杆采用双臂梁结构；在垂直杠杆臂方向上悬挂于平台秤秤体支撑台面（即下台面）四字形结构的其中一中梁上，两杠杆分别从相对杠杆的支点中梁下通过，相互交错，保证配重杆臂尽可能的长，使得配重尽可能的轻；四个浮动支柱分别压在两杠杆短臂的连接悬吊梁上（悬吊点与支点的结构形式同），配重梁则悬吊在两杠杆的长臂上，这种结构保证了配重和料罐横向力对杠杆和平台秤准确度影响较小。

1.2.2 浮动支柱的结构

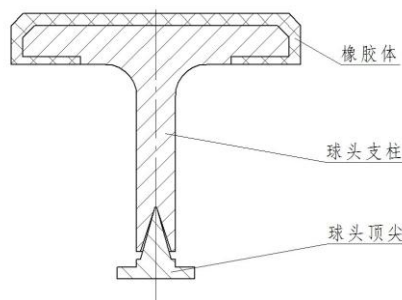


图 4 浮动支柱结构组成图

浮动支柱的结构组成见图 4，由橡胶体、球头支柱和球头顶尖组成，球头顶尖分别固定安装于两杠杆短臂端的连接悬吊梁上，球头支柱装于球头顶尖上，橡胶体与球头支柱为一体；一台平台秤需要四套浮动支撑，四个橡胶体分别支撑于平台秤的上台面的下部的四个平底窝中，因此，平台秤的上台面通过四套浮动支撑与两杠杆为浮动连接，这

与四个传感器的球头压头或“不倒翁”压头支撑一台面的普通平台秤的结构相类似，以确保因平台秤上台面变形以及料罐的冲击等因素不会影响平台秤的精度。

1.2.3 杠杆各支点的结构

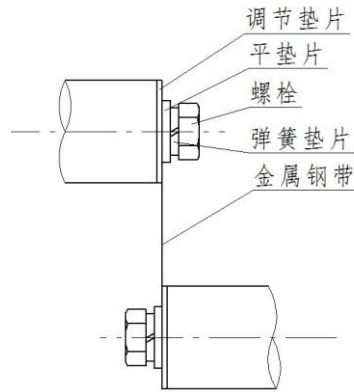


图5 杠杆支点结构组成图

该平台秤除支撑台面（即下台面）四角的四个支脚和上台面下的四个浮动支柱外，其他支点、支撑或者浮动连接点等均采用杠杆支点的结构形式，杠杆支点结构组成见图5所示，其由调节垫片、平垫片、螺栓、弹簧垫片和薄金属钢带等组成，杠杆支点采用悬吊式结构，无通常刀子、刀承组成的支点结构易磨损、摆动、微位移、不易微调杠杆臂比等缺点。这种悬吊式结构可以很好的保证支点的准确定位和稳定，同时也能减小或消除因横向力或者力矩对杠杆和传感器的影响，在调校平台秤偏载时，也可方便的通过调节垫片的厚度，调节杠杆臂长的微长，保证平台秤的偏载误差在标准要求的范围内。

2 传感器与数字仪表的选择

该平台秤作为数字式称重系统与常见的称重系统一样，其数字传感器也是在称重传感器内部或者接线盒内采用高集成化和高智能化的处理单元，将模拟信号进行 A/D 转换、滤波等预处理并进行数字化补偿后，输出数字信号。数字式称重仪表或所用电脑实时采集各传感器输出数据并进行处理后，进行显示；其主要特点是：（1）数字式称重系统，可对该系统内的每一只传感器单独寻址，从而可对每只传感器进行监控、故障辨认，以及可以单独处理每只传感器的称重信息，大大提高了称重系统的控制能力、灵活性和更加智能，该特点为该平台秤内的两传感器进行调整、调校平台秤的偏载创造了条件；（2）秤台标定后，每个传感器的零点值和满载（净输出）值存储在仪表或电脑软件中，对秤台进行再次校正时，可与前次标定的数值进行比较，这个特点使该称重系统中传感器的稳定性监控变的简单；（3）数字称重系统可以直接处理每一只传感器经数字处理单

元处理提供的原始称重数据，使得每只传感器相当于可提供高于 20bit 的分辨力，即相当于 1,000,000 个计数，两只传感器的系统就可提供 $2 \times 1,000,000$ 个计数供分析，就该称重系统而言，这样高的分辨力的传感器再结合对传感器高精度的补偿（如：温度补偿、线性补偿等），完全满足该平台秤的高分辨率要求。

该平台秤选择的是中航电测新研发的数字模块，其非线性高达 0.001%，内部精度为 ± 1050000 (A/D20bit)，使用温度范围为 -10°C 到 $+50^{\circ}\text{C}$ ，采集速度优于 100 次/s；称重传感器选用中航电测生产的两只满量程 15Kg 的平行梁结构的铝质传感器；数字式仪表选择的是可以很方便与中航电测数字模块兼容的耀华研制的 XK3190-DS7 称重仪表，可靠实用，完全可满足该平台秤的要求；

根据军工对称重系统的要求，我们对该仪表、数字模块等元器件逐个进行了温度性能试验和筛选，以保证平台秤的长期稳定性好。

3 结语

随着现代制造业的高速发展，产品自动生产线需求不断增加，作为控制和计量用电子秤将越来越多，类似这种大皮重小称量的平台秤也常会用到；本次该平台秤交付用户，经现场调试和使用，达到了其生产线称重计量的要求与用户满意。

参考文献

- [1] 蒋天炎. 平衡秤微机控制系统的设计,《工程设计学报》, 2000(3):57-59
- [2] 傅忠良. 提高大皮重电子秤分辨率的几种方法. 自动化仪表与装置, 1995, 4.
- [3] 贾恒信. 基于数字式智能飞机称重系统准确测量飞机的轮距, 衡器, 2015.9.

作者简介：

贾恒信 (1964 -), 男, 中航电测仪器股份有限公司 技术专家/研究员级高工。

Tel : 13891619565 E-mail : hxjia@zemic.com.cn。

段鹏 (1982-), 男, 中航电测仪器股份有限公司 工程师。

[Tel:13259253384](tel:13259253384) E-mail : pduan@zemic.com.cn

陕西省西安市雁塔区西部大道 166 号中航电测仪器股份有限公司军品事业部

余康 (1983 -), 男, 中航电测仪器股份有限公司 工程师。

Tel : 13991629855 E-mail : 171185300@qq.com。

陕西省西安市雁塔区西部大道 166 号中航电测仪器股份有限公司军品事业部