

电子天平基本原理和维修

谭伟新

(广州市计量测试所,广州 510030)

摘要 本文主要介绍电子天平的基本工作原理和常见故障的维修方法,并介绍了一些维修实例。

关键词 电子天平 电磁感应 光电传感器 四角误差

电子天平设计复杂,制造厂家多,型号规格各有不同,一旦出现故障,往往令人束手无策。现以常见的电磁感应式电子天平为例,介绍其工作原理及常见故障的维修。

一、电子天平的基本原理

电磁感应式电子天平与电子秤不同,电子秤是使用电阻应变式传感器作为感应输出的,电磁感应式电子天平是利用电磁力平衡的原理进行设计的,根据电磁力公式:

$$F = BLI \sin$$

其中, F 为电磁力; B 为磁感应强度; L 为受力导线的长度; I 为流过导线的电流强度; θ 为通电导体与磁场的夹角。

由以上公式可知, F 的大小与 B 、 L 、 I 及 $\sin \theta$ 均成正比,由于传感器设计好后,其感应线圈的规格尺寸已固定,所以其 B 、 L 均不再改变,而 θ 为 90° ,故 $\sin \theta = 1$,因此, F 的大小与 I 成对应关系。

电子天平主要组成部分有:电源、电磁传感器、光电传感器、键盘和显示器、控制电路。

电源主要是由内置多路输出交流变压器组成,220V 的交流电压经变压器转换成几组不同的交流电压,经过整流、滤波成直流电压,再经三端稳压集成,转变成稳定的直流电压,供不同的电路使用。另外,由于微处理器电路受电源干扰时会出现失控现象,使系统无法工作,因此在微处理器供电电路上一般会设置一个电源监视电路,常用的有 7705 芯片。

电磁传感器由磁缸、感应线圈、支承杠杆组成,磁缸一般是一个圆柱形缸体(进口的天平其磁缸形状会有不同),中间有一块圆柱形磁铁,感应线圈在磁缸的内部,是电磁转换的部件,感应线圈与支承杠杆相连,支承杠杆上有多片支承弹簧片,弹簧片的中间部分非常薄,极易损坏,因此在使用和维修时均需十分小心。

光电传感器由红外发光二极管(旧式电子天平也有使用可见光二极管)和光敏三极管组成,当秤盘位置变化时,光敏三极管接收的光线强度发生变化,其输出电流也相应改变。

显示器和键盘属于终端设施,常见的显示器有荧光显示屏、液晶显示屏和 LED 发光管三种。荧光显示屏工作原理类似于显像管,其优点是显示数字清晰,不受外界光线影响。但成本较高,且供电电压高,功耗大,易碎。液晶显示屏的优点是显示的图像多,特别适用于多功能电子天平,但驱动电路较复杂。LED 发光管的优点是价格便宜,而且显示的数字可以很大,但在光线较强的地方会看不清楚。键盘一般是使用塑料薄膜制造的轻触式按键。

控制电路由微处理器,放大电路,积分电路, A/D 转换电路等组成。微处理器一般使用单片机,常用型号有 8031, 8051, 8749, 8751, 89C51 等,其中 8749, 8751, 8951 自身带有存储器,因此不需要外接存储器。另外也有使用 MC68HC05 等其他系列的微处理器。

天平的基本工作原理是:天平空载时,电磁传感器处于平衡状态,加载后,感应线圈的位置发生改变,光电传感器中的光敏三极管所接收的光线强度改变,其输出电流也改变,该变化量经微处理器处理后,控制电磁线圈的电流大小,使电磁传感器重新处于平衡状态,同时,微处理器将电磁线圈的电流变化量转变为数字信号,在显示屏上显示出来。

二、常见故障的维修

在电子天平的常见故障中,以电磁传感器,控制电路,电源等部位较多。

1. 电磁传感器的故障表现

- (1) 开机自检出现“CH2”,或出现“- E”或“L”;
- (2) 零位不断跳动;
- (3) 开机自检后无显示,或出现一条横杠;
- (4) 四角误差大。

出现(1)的情况,首选可能是秤盘没放好,造成感应线圈不在平衡位置。如果秤盘已放好仍然出现上述问题,则可用手轻轻按压秤盘,此时感应线圈应有一回复力,使秤盘重新回到原来的平衡位置,否则可能是感应线圈无电源,或者控制电路不正常,也有可能是支承杠杆上的弹簧片断裂,排除弹簧片断裂的可能后,应重点追查感应线圈的控制电路。

出现(2)、(3)的情况,首先应检查秤盘是否放好,或碰到异物;天平周围是否有气流影响,是否有振动源,或者电源电压不稳,上述外界影响排除后,则应打开天平上盖,检查支承杠杆是否碰到异物,或者弹簧片已严重变形,即将断裂。最后,也是最主要的原因,是磁缸内有异物,造成感应线圈活动不灵活,这通常是因为使用者不注意,使粉尘或其他微粒掉进缸体内。此时,只能拆卸传感器进行清理。由于传感器精密易损,拆卸要求十分小心,用力不均会使弹簧片断裂,无法修复。首先拆除连接上、下杠杆的主弹簧片,使上、下杠杆分离,然后拆除上杠杆与传感器整体连接的所有螺丝,将上杠杆整个取出,再拆除缸体上盖,用烙铁将感应线圈与电路连接的接线焊断,即可将感应线圈慢慢取出。清理缸体后,将传感线圈重新装进缸体,安装后,要轻按支承杠杆,观察感应线圈是否碰到缸体,否则应调整线圈的位置。传感器拆卸之后,会对天平的四角误差造成影响,因此要重新调整四角误差。

出现(4)的情况,首先应检查传感器上的所有弹簧片是否有严重变形。造成弹簧片变形的原因是天平严重超载或者受到碰撞,此时只有更换弹簧片。排除上述因素后,可调整传感器上的两个调整螺母(或螺丝)。传感器是左右对称的,调整螺母也互相对称,四角误差的调整方法是:首先调整左右误差:两个螺母分别以顺、逆时针方向旋转,调整过程中用满载或规定载荷的砝码不断测量左右两边的误差,直至误差达到要求为止。然后调整前后误差:两个螺母同时以顺时针或逆时针方向旋转,直至误差达到要求为止。前后误差调整完后,应再检查左右误差,通常情况下都要再微调一下。

2. 控制电路故障

控制电路故障比较复杂,维修难度大,且国产、进口的电子天平控制电路差别较大,现以国内使用较普遍的上海天平为例进行分析,常见型号有MP120、MP200、MP500B、MA110、MP2000等。该

系列天平具有开机自检程序,显示为“CH0”~“CH9”,通常出现的故障是显示“CH2”、“CH4”、“CH5”“CH7”。显示“CH2”即为传感器故障。出现“CH5”是天平在校正状态下开机所致,由于天平的按键面板是采用塑料薄膜,在潮湿环境长期使用,会造成校准键短路,出现“CH5”,此时只需将面板塑料片揭起,用酒精清洗干净即可。出现“CH4”,通常是微处理器故障,微处理器中有天平的控制程序,其型号一般是8951,少量是8751,如果微处理器损坏,一是联系厂家更换,二是在正常的同型号天平上取出微处理器,用编程器进行复制。出现“CH7”,通常是天平的记忆集成损坏,一般使用串行E²PROM,型号为9346,该集成也可以用编程器进行复制。

3. 电源故障

电源故障一般表现为开机无显示,该故障比较容易维修,常见原因为(1)保险丝烧断;(2)变压器烧坏;(3)整流集成或整流二极管烧坏;(4)三端稳压集成损坏。在维修中只要逐步排除即可。

三、维修实例

维修实例1. 一台MP200-1型电子天平,显示零位不断跳动,观察其传感器表面较脏,估计是电磁传感器内部有灰尘。按步骤拆卸传感器进行清理后,显示数字不规则跳现象消失,但零位不断向上漂移,估计可能是积分电路电容漏电,但更换电容后无变化,后经检查发现,该天平的光电传感器中的发光二极管是可见光二极管,但其亮度已明显减弱,用一只普通发光二极管代替,故障排除。

维修实例2. 一台MP120型电子天平,开机自检出现CH7,更换9346后,仍然出现“CH7”,怀疑是微处理器8951损坏,更换8951后,还是出现“CH7”,最后再更换一块9346,故障排除。估计是8951内部短路,使更换后的9346损坏,因此在更换8951后再更换9346,天平才恢复正常。

维修实例3. 一台日本的电子天平,开机出现“Lb”,表明是电源出现故障,该天平为外置直流变压器供电,经检查电压正常,拆机检查,内部有三端稳压集成7809,用万用表测量其输入、输出电压基本正常,但控制电路电压不正常,于是更换外置变压器,仍出现“Lb”,最后更换三端稳压集成7809,故障排除,总结原因是7809内部软击穿,造成其负载能力下降,引起电压不正常。