

浅析天平弹簧秤和电子称对重物测 量的误差

一、天平弹簧秤和电子秤对重物测量的原理及主要误差来源。

(一)、天平的测量原理及误差来源

天平测量原理：天平是实验室中常用的仪器。天平是一种衡器，是衡量物体质量的仪器。它依据杠杆原理制成，在杠杆的两端各有一小盘，一端放砝码，另一端放要称的物体，杠杆中央装有指针，两端平衡时，两端的质量（重量）相等。



这些道 天平原理示意图

理对学过物理学的人来说已经是老生常谈了。现代的天平，越来越精密，越来越灵敏，种类也越来越多。我们都知道，有普通天平、分析天平，有常量分析天平、微量分析天平、半微量分析天平，等等。

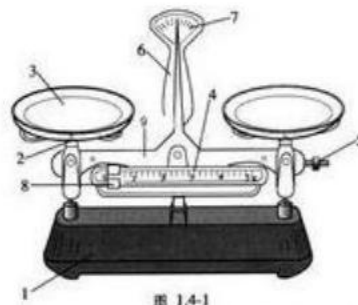


图 1.4-1

1.底座 2.托盘架 3.托盘 4.标尺 5.平衡螺母 6.指针
7.分度盘 8.游码 9.横梁

测量时主要误差来源： 托盘天平示意图

- 1 砝码精度
2. 天平灵敏度。可看偏转 10 格时两边质量差，然后计算出。
3. 平衡判断视差，也就是对指中线的判断误差。结合天平灵敏度可知误差大小。
4. 读数视差，也就是读取游码的读数视差。

(二)、弹簧秤的测量原理和误差来源

弹簧秤的测量原理：利用弹簧在被测物重力作用下的变形来测定该物质量的衡器。弹簧具有受力后产生与外力相应的变形的特性。根据胡克定律，弹簧在弹性极限内的变形量与所受力的大小成正比。称重时，弹簧变形所产生的弹性力与被测物的重量（重力）相平衡，故从变形量的大小即可测得被测物的重量，进而确定其质量。弹簧秤的称量可从 1 毫克到数十吨。其中，载荷在 2mg 以下的，采用石英丝弹簧；载荷在 5g 以下的，采用平卷弹簧；载荷量更大的，采用螺旋弹簧

和盘形弹簧。常见的弹簧秤是使用螺旋弹簧制成的弹簧案秤。从图 2 中可看出，在被测物放入秤盘后，螺旋弹簧在被测物重力作用下被拉伸，拉伸时通过杠杆装

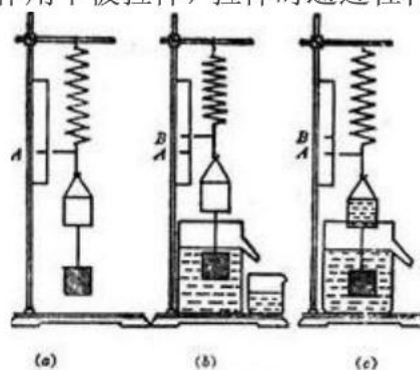


图 11-1

置使齿条作直线运动而带动齿轮指针轴旋转。当弹簧被拉伸产生的弹性力与被测物重力平衡时，指针就在刻度盘上指示被测物的重量值。

弹簧秤

当



弹簧秤测量误差的主要来源：弹簧秤具有结构简单、读数直观的优点。但因弹簧具有弹性滞后的特性，且易受温度等外界条件变化的影响，故其准确度、灵敏度较低。此外，其称重结果还因重力加速度的不同而有所差异。

(三)、电子称的测量原理和主要误差来源



电子称的测量原理：电子称，属于衡器的一种，是利用胡克定律或力的杠杆平衡原理测定物体质量的工具。电子称主要由承重系统（如秤盘、秤体）、传力转换系统（如杠杆传力系统、传感器）和示值系统（如刻度盘、电子显示仪表）3 部分组成。按结构原理可分为机械秤、电子秤、机电结合秤三大类。



工作流程说明：当物体放在秤盘上时，压力施给传感器，该传感器发生形变，从而使阻抗发生变化，同时使用激励电压发生变化，输出一个变化的模拟信号。该信号经放大电路放大输出到模数转换器。转换成便于处理的数字信号输出到CPU运算控制。CPU根据键盘命令以及程序将这种结果输出到显示器。直至显示这种结果。电子秤采用现代传感器技术、电子技术和计算机技术一体化的电子称量装置，才能满足并解决现实生活中提出的“快速、准确、连续、自动”称量要求，同时有效地消除人为误差，使之更符合法制计量管理和工业生产过程控制的应用要求。电子秤是国家强制检定的计量器具，他的合格产品是有检定分度值 e 和细分值 D 的标准，是受国家计量法保护的产品。

电子秤测量的主要误差来源：

(1) 称量误差：传感器称量的线性变化、零点漂移和称重台擦靠都是造成称量误差的直接原因。传感器称量线性变化。由于温差、冲击力、浮尘等的影响，传感器承受载荷与其相应输出电压之间并非成直线关系，使电子秤传感器的称量线性发生较大的变化。有时部分称量点的误差较大，进行称量的线性校准，即分段校准电子秤的称量，称量的相对误差将大大减小。零点漂移。电子秤在使用过程中受到大小不同且多次往复冲击载荷的影响，传感器的受力情况非常复杂，最终导致传感器的触点发生改变，使检定时原始状态产生了变化，造成零点漂移，产生误差。擦靠。擦靠影响力的传递，这样加载时的重量不能完全作用到称重传感器上，称重传感器的输出信号自然偏小，此类情况，往往小称量基本正常，加大负荷后，显示值明显减小。

(2) 四角偏载误差：偏载测试要求电子秤在加载以后，被测重物在秤台上位置的变化不应引起称重测量结果的变化。因此，四角偏载误差来源于称重传感器的灵敏度。由于电子秤称重传感器的弹性体和电阻应变计等关键材料的差异，以及制造工艺方面还不完善，每个称重传感器的绝对灵敏度就有所不同，造成相同的激励电压，而各称重传感器的信号输出不一样，产生四角偏载误差。为了减小四角偏载误差，电子秤在每个传感器的支路连接有电位器，可以通过调整阻值，利用不同电阻的分压不同，平衡各支路的信号输出。

(3) 重复性误差：重复性误差在相同负荷和相同环境条件下，连续数次进程试验所得的称重传感器输出读数之间的差值。它是由一些比较固定的因素影响而产生的，除了称重测量时的温度、湿度、风力、重力场等环境条件变化所引起的重复性误差外，主要有电子秤传感器侧向力和传感器条件不满足时引起的重复性误差。电子秤传感器侧向力引起的重复性误差由于受现场环境的限制，容易造成负载接受器上下移位，致使称重台对称重传感器作用力不垂直。传感器所受侧向力是由秤体传力机构的设计和制造误差引起，具体体现在各传感器上下安装基面本身及其之间的水平度、秤体的整体刚度及相关的局部刚度等方面产生的重复性误差。传感器条件不满足时引起的重复性误差电子秤称重时，对秤体的机械传力机构的传力特性、传感器参数的一致性、传感器的激励电压等，都要满足

一定的条件，秤体的传力机构应保证传感器所受载荷与被测重量成正比，才能保证称重测量结果的准确性。角差引起的重复性误差电子秤称重时传感器的信号是通过接线盒传输给称重显示仪表，如果传感器的某些参数不一致或接线盒中电位器调整不平衡都会引起电子秤的角差，此时重物在称重台的不同位置就会产生重复性误差。

(4) 鉴别力误差：鉴别力反映电子秤对载荷微小变化的反应能力，鉴别力测试的目的是检验秤体结构的连接和摩擦，因此机械连接中的摩擦和应力是鉴别力误差的主要来源。此外，因为鉴别力针对的是微小变化，所以称重传感器和称重仪表的分辨力对鉴别力误差也影响

(5) 干扰误差：电子秤的显示值与基本误差之差。[各种环境干扰：温度，湿度，风力，电磁，人为等]

(6) 耐久性误差：电子秤在使用周期内与新产品检定合格时的误差之差[经过使用，秤产生的机械及电子部分的老化引起的误差]

二、天平弹簧秤和电子秤的测量特点和结果讨论。

(一) 天平（天平秤）特点及讨论结果

(1) 使用方法

1. 要放置在水平的地方。游码要归零。
2. 调节平衡螺母(天平两端的螺母)调节零点直至指针对准中央刻度线。
3. 左托盘放称量物，右托盘放砝码（左物右码）。根据称量物的性状应放在玻璃器皿或洁净的纸上，事先应在同一天平上称得玻璃器皿或纸片的质量，然后称量待称物质。
4. 添加砝码从估计称量物的最大值加起，逐步减小。托盘天平只能称准到 0.1 克。加减砝码并移动标尺上的游码，直至指针再次对准中央刻度线。
5. 过冷过热的物体不可放在天平上称量。应先在干燥器内放置至室温后再称（或在特殊器皿中称量）。
6. 物体的质量 = 砝码重量 + 游码所显示的度数
7. 取用砝码必须用镊子轻拿轻放，取下的砝码应放在砝码盒中，称量完毕，应把游码移回零点。
8. 称量干燥的固体药品时，应在两个托盘上各放一张相同质量的纸，然后把药品放在纸上称量。
9. 易潮解的药品，必须放在玻璃器皿上（如：小烧杯、表面皿）里称量。
10. 砝码若生锈，测量结果偏小；砝码若磨损，测量结果偏大。

(2) 使用注意

1. 事先把游码移至零刻度线，并调节平衡螺母，调节平衡螺母时最好用镊子，使天平左右平衡。
2. 右放砝码，左放物体。
3. 砝码不能用手拿，要用镊子夹取。在使用天平时游码也不能用手移动。
4. 过冷过热的物体不可放在天平上称量。应先在干燥器内放置至室温后再称。
5. 加砝码应该从大到小，可以节省时间。
6. 在称量过程中，不可再碰平衡螺母。

因为天平（天平秤）对重物的测量原理非常简单，是人类使用最早的车辆衡器。由于其原理简单和较高的测量精度，是实验室中的常用测量工具。但是天平（天平秤）的使用方法及使用注意比起弹簧秤与电子秤来要繁琐精细的多，因此，

主要应用在实验室中。

（二）弹簧秤特点及讨论结果

弹簧秤具有结构简单、读数直观的优点。但因弹簧具有弹性滞后的特性，且易受温度等外界条件变化的影响，故其准确度、灵敏度较低。此外，其称重结果还因重力加速度的不同而有所差异。由于其结构简单，测量方便多用于对精确度灵敏度要求不高的场合。

（三）电子秤特点及讨论结果

特点

1. 实现远距离操作；
2. 实现自动化控制；
3. 数字显示直观、减小人为误差；
4. 准确度高、分辨率强；
5. 称量范围广；
6. 特有功能：扣重、预扣重、归零、累计、警示等；
7. 维护简单；
8. 体积小；
9. 安装、校正简单；
10. 特种行业，可接打印机或电脑驱动；



11. 智能化电子秤，反应快，效率高； 人体健康秤

由于电子秤所特有的这些优点，被广泛的用于人们的各种日常生活中，是应用最为广泛种类最多样的称量工具。

总结与讨论：弹簧秤，天平和电子秤等重物测量工具因为各自不同的原理，构造而拥有了各自的测量特点和独特的优点，因此应用于不同的领域。同时，也有着相应的误差。通过对这几样测量工具的原理方法和误差的分析和讨论，让我不仅对这几样测量工具有了更多的了解，也让我对测量的概念，方法和所要注意的事项有了更深刻的认识。关于测量工具，随着人们对测量方法、工具的进一步研究、发现，测量水平能更加提高，测量工具更加简便，误差更小。但学会根据不同的测量情况，选择合适的测量工具，尽量地避免误差对测量的影响也是很重要的。