

# 单个弹簧测力计的倒挂校零

孙桂华

(南京师范大学附属中学树人学校 江苏 南京 210000)

(收稿日期:2017-10-19)

**摘要:**弹簧测力计的使用是初中学生必须掌握的基本操作技能,但是对弹簧测力计进行准确校零却长期被一线教师忽略,从剖析弹簧测力计的结构入手,在教学过程中注重校零前概念的建立,并提出了具有针对性的新问题.

**关键词:**弹簧测力计 互拉式校零 倒挂式校零

弹簧测力计是以胡克定律为基础、利用弹簧弹性形变和外力的关系设计制作出来的一种常用测力计,它不仅可以用来测量重力,还可以测量拉力、摩擦力……在苏科版《物理》教材八年级下册第八章第一节介绍了弹簧测力计的原理、结构以及使用方法,其中教材信息快递中关于弹簧测力计校零问题是这样提出的:测量前,应检查指针是否指在“0”刻度线上,若不在,应校正“0”点.如何校正,教材中并没有明确给出方法,学生也仅仅是根据自己的前概念来理解校零.然而校零的正确性在一定程度上关系到测量结果的准确性,因此校零问题必须引起师生重视.那么,在不同条件下测不同的力该如何校零呢?

(1) 测水平方向拉力时,直接采用水平校零法

水平放置弹簧测力计,固定拉环,沿轴线方向多次拉动秤钩再撤销拉力,让弹簧处于自然伸展状态,再调刻度盘,使指针指向零刻度线处即可.此时,弹簧测力计自身所受重力对示数没有影响.教材中需要弹簧测力计水平校零的实验有:探究影响滑动摩擦力大小的因素,用弹簧测力计匀速拉动木块使其做匀速直线运动,然后通过测拉力间接得出滑动摩擦力大小,估测大气压数值等.

(2) 测竖直向上的拉力时,可以采用直接校零法

使弹簧测力计竖直放置,此时弹簧自身的重力

与待测拉力的方向相反,只要通过上下微调刻度盘使指针重新指在零刻度线处,以此规避弹簧自身重力带来的影响.测物体所受重力、探究动滑轮工作时动滑轮的拉力等实验中是采用直接校零法的.

(3) 在测竖直向下的拉力时,因为弹簧自身重力与待测拉力同方向,则需要采用“互拉法”校零

取两个弹簧测力计,先对甲弹簧测力计直接校零,再将两弹簧测力计秤钩互挂,如图1所示,读出甲弹簧测力计示数,调节乙弹簧测力计的刻度盘使其示数与甲的示数相等,用倒挂调节好的乙弹簧测力计即可测量竖直向下的拉力.教材中探究杠杆平衡条件、探究定滑轮工作时的特点这两个部分都涉及对弹簧测力计倒挂校零问题.

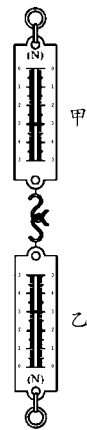


图1 互拉法校零

前两种校零方式学生易于理解且操作简便,是学生必须掌握的基本操作技能.而第三种“互拉式”校零相对来说原理复杂,学生不易真正理解其中的原理.笔者发现教师在引导学生探究杠杆平衡条件实验时,一般都会用钩码代替弹簧测力计(图2).这样的确可以避免用弹簧测力计测竖直向下的拉力时的校零问题,但接下来学习“探究定滑轮工作时的特点”时,学生可能面对校零问题不知所措,可见“互

拉式”校零法必须透彻理解并且熟练掌握。

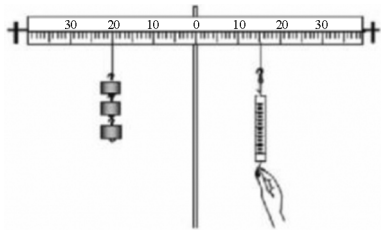


图2 探究杠杆平衡条件示意图

那么“互拉式”校零法的基本原理是什么呢?

笔者将通过一个具体的实验来说明:将弹簧测力计倒挂于杠杆上,并使其处于静止状态,此时杠杆对弹簧测力计秤钩的作用力与弹簧测力计自身所受的重力大小相等、方向相反.如果此时手对拉环再施加一个拉力,且整个装置保持静止,那么杠杆对弹簧测力计秤钩拉力的大小应该等于手对拉环的拉力与弹簧测力计的自重之和.通过“互拉法”校零,其实质就是用甲弹簧测力计直接测出乙弹簧测力计的自重,这样将乙弹簧测力计的零刻度线调至该自重数值,相当于减去了弹簧测力计的自重,使得手对拉环的拉力直接等于杠杆对弹簧测力计秤钩的拉力,而这个力的大小恰恰可以由此时弹簧测力计的示数读出.但是采用这样的校零方式需要两个弹簧测力计,这对学生的思维能力是一个巨大的考验,这主要是因为学生的前概念中都是只使用一个弹簧测力计就可以完成校零和测量工作,那么能否实现一个弹簧测力计倒挂校零呢?

首先,我们要了解一下弹簧测力计的结构:弹簧、秤钩、指针和刻度盘(外壳),当倒挂在杠杆上时,弹簧测力计的自重包括弹簧、秤钩、指针和外壳的重量,要想使手对拉环的拉力等于杠杆对秤钩的拉力,校零的第一步就是要将弹簧测力计所有自重测量出来,所以校零问题就是,“如何用一个弹簧测力计测自重?”笔者认为可以将弹簧测力计拆开来分析,弹簧水平放置时处于自然伸展状态,如图3所示,当它竖起来放置,手提拉环时,如图4所示,秤钩和弹簧的自重使得弹簧伸长产生弹力,弹力 $F_1$ 大小就等于弹簧重和秤钩重;当它竖起来倒置,手提秤钩,如图5所示,弹簧外壳和弹簧自重使得弹簧伸长,弹力 $F_2$ 的大小就等于弹簧重和弹簧测力计外壳重,然后

将两次弹力示数相加, $F_{\text{示数}} = F_1 + F_2 = G_{\text{弹簧}} + G_{\text{秤钩}} + G_{\text{弹簧}} + G_{\text{外壳}}$ ,在这过程中发现弹簧自重测量了两次,如果按这个示数校零,会导致测量结果偏小.

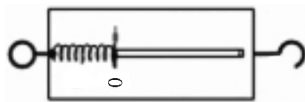


图3 水平放置的弹簧处于自然伸展状态

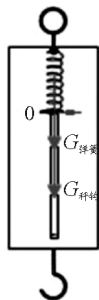


图4 手提拉环将弹簧竖直放置

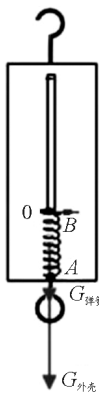


图5 将弹簧竖起倒置

在完成测量外壳自重的实验中,如何避免弹簧自重导致的二次伸长呢?为解决这个问题,首先一定不能将弹簧水平放置并自然伸展,而应该竖直放置并使其自然伸长.我们可以直接将弹簧竖直倒立放置(秤钩在上,拉环在下),用手拿住弹簧测力计的外壳,让秤钩和弹簧自然竖直放置.此时,弹簧上端与秤钩相连,下端与拉环相连,测力计外壳的重力与手提供的支持力相互平衡,所以此时测力计中的弹簧在自身重力作用下自然伸长,此时测力计示数为弹簧的重力.直接移动刻度盘,使指针指在零刻度线上,完成对弹簧自重的校零.再手提秤钩,外壳的自重引起弹簧伸长,此时的示数即为外壳的重力 $G_{\text{外壳}}$ .将前后两次的测量示数相加, $F = F_1 + G_{\text{外壳}} =$

(下转第91页)

大学生物理科技创新大赛,获得了一等奖.

### 参考文献

- 1 黄建岗. 大学物理实验教程. 长沙: 湖南大学出版社, 2007. 125 ~ 129
- 2 王明茜. 在 PASCO 磁悬浮实验装置上实现对非磁性运动导体驱动永磁体转动行为的研究. 见: 第五届全国物理实验教学研究讨论会论文集(下). 上海: 复旦大学出版, 2008. 207 ~ 210
- 3 苟晓凡, 杨勇, 郑晓静. 矩形永磁体磁场分布解析表达式. 应用数学和力学, 2004, 25(3): 271 ~ 278
- 4 王明勇, 郎志坚, 李国军. 方形磁体的空间磁场分布. 磁性材料及器件, 2001, 32(3): 17 ~ 20
- 5 林德华, 蔡从中, 董万春. 方型永磁体表面磁感应强度分布的研究. 工科物理, 1999, 9(2): 5 ~ 9
- 6 杨素行. 模拟电子技术基础简明教程. 北京: 高等教育出版社, 2006. 390 ~ 442
- 7 周瑾, 林吉凯. 轴向磁悬浮轴承支撑特性理论分析和实验. 机械设计与研究, 2010, 26(5): 71 ~ 73

## The Production of an Experimental Device of the Interaction of Permanent Magnets and Moving Non – magnetic Conductors

Tang Yaming Yang Qinglei

(Qingdao University of Science and Technology, College of Mathematics Physical, Qingdao, Shandong 266042)

**Abstract:** Applying the knowledge, I made the demonstration device myself. Through this device can be non – magnetic conductor for sports and explore the interaction between permanent magnet, and demonstrate its interact to produce torque drive permanent magnet turning around its axis of symmetry. The contents of the experiment are rich in connotation and show various physical phenomena. In the classroom teaching, the course design and so on, the various technical phenomena and the technical application of the electromagnetic induction principle are shown in the paper, which has good teaching effect.

**Key words:** electromagnetic induction; interact with each other; demonstration unit

(上接第 87 页)

$G_{\text{弹簧}} + G_{\text{秤钩}} + G_{\text{外壳}}$ , 就测量出了整个弹簧测力计的自重. 最后只需在操作中将弹簧测力计倒挂好, 调节弹簧测力计的刻度盘使其示数等于上面测出来的 3 个重力之和  $F_{\text{示数}}$ , 这样即可直接测量竖直向下的拉力. 利用单个弹簧测力计倒挂校零, 这个难题也就迎刃而解了.

从笔者探索解决单个弹簧测力计倒挂调零问题的过程可见, 正如陈国栋教授所说: 教师所从事的教学是改造社会的输出过程, 要给学生一碗水, 自己要有一桶水, 并且是新鲜的, 要及时更换桶中的水, 这就要求教师不断充实自己知识储备, 不能固守成规. 在平时的教学过程中, 课本会介绍一些仪器的工作原理, 但在使用过程中还会遇到很多细节的问题, 要

解决这些问题一定要认真研读仪器的使用说明, 并结合使用原理进行分析, 否则就可能产生一些错误认识并会伴随着整个教学活动. 南京市鼓楼区在考核教师实验基本操作时就提出了单个弹簧测力计倒挂校零的问题. 如果教师在平时的教学过程中多思考、多总结仪器在不同情况下的使用技巧, 多揣摩在教学实践中遇到的具体问题, 那么就可以最大限度地拓展仪器的使用空间, 达到最佳教学效果.

### 参考文献

- 1 吉临荣. 再谈弹簧测力计使用前的校零. 中学物理, 2017(6): 36
- 2 刘炳昇. 物理教师教学用书(9 年级上册). 南京: 江苏凤凰科学技术出版社, 2013. 6