

双面弹簧度盘秤 检定与调修

赵清华 编著

中国计量出版社

双面弹簧度盘秤 检定与调修

赵清华 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国计量出版社

(京) 新登字 024 号

图书在版编目 (CIP) 数据

双面弹簧度盘秤检定与调修/赵清华编著. - 北京: 中国计量出版社, 1996.9

ISBN 7-5026-0858-3/TB·487

I. 双… II. 赵… III. 重量计量仪器-称重仪, 双面弹簧度盘秤-基本知识 IV. TH715.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 01958 号

中国计量出版社出版

北京和平门内大街 2 号

邮政编码 100013

北京怀柔文印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

787×1092 毫米 32 开本 印张 3.75 字数 80 千字

1996 年 9 月第 1 版 1996 年 9 月第 1 次印刷

*

印数 1-5000

定价: 6.00 元

前 言

为了尽快减少不法商贩利用杆秤作弊，维护国家和消费者的利益，国家技术监督局联合国家工商行政管理局下发了技监局发〔1994〕16号文《关于在公众贸易中限制使用杆秤的通知》。根据这一文件精神，预计二三年内，在全国的城乡商店、集贸市场的固定摊位，推广使用双面弹簧度盘秤将进行完毕。

弹簧度盘秤是根据英国著名科学家虎克的弹簧秤量原理制成的一种指针度盘式案秤，亦称弹簧式案秤。它具有结构合理、构造简单、体积小、价格便宜和不易作弊等优点，深受广大消费者的欢迎和青睐。

目前，双面弹簧度盘秤在全国城镇和农村的商店、集贸市场已经大量投入使用。检定、修理及使用人员急需有关双面弹簧度盘秤知识方面的科技书籍。为了推广双面弹簧度盘秤的使用和检修人员的需求，我编著了这本书，其内容是按理论联系实践的原则，系统地介绍了ATZ型双斜面弹簧度盘秤和ATZ型双直面弹簧度盘秤的原理、结构、拆卸、装配、调试、修理、检定、使用和维护保养等方面的技术知识。本书可供检定、修理、装配和使用人员学习与参考，也可作为计量行业工作人员短训班的培训教材。

在编著过程中，杨兴家、于言杰、王怀玉、杨玉国、陆明、赵雪松等同志给了我积极的帮助和大力支持，在此一并表示衷心感谢。

由于弹簧度盘秤在我国制造和使用时间较短，编著者积累的经验不足，水平有限，加之编著的时间仓促，本书难免有错漏之处，敬请读者批评指教。

编著者

1995年9月于北京

目 录

第一章 力学基础知识	(1)
第一节 力学基本概念	(1)
第二节 力的合成与分解	(5)
第三节 力矩、力偶与重心	(12)
第四节 质量、重量与重力	(14)
第五节 质量、力与重力单位	(18)
第六节 重力加速度	(21)
第二章 误差基础知识	(25)
第一节 误差的概念	(25)
第二节 误差的来源与分类	(27)
第三节 衡器误差概念	(34)
第四节 误差分析中的数字修约	(34)
第三章 衡器的计量性能与准确度等级	(37)
第一节 衡器的计量性能	(37)
第二节 准确度等级	(41)
第四章 砝码概述	(45)
第一节 砝码材料、名词术语及量值传递	(45)
第二节 砝码分等及其用途	(51)
第三节 砝码的组合	(52)
第四节 砝码使用与维护保养	(53)
第五章 弹簧秤原理	(55)
第一节 弹性体的变形与外力的关系——虎克定律	(55)
第二节 螺旋卷弹簧的变形与外力的关系	(56)
第三节 平卷弹簧的变形与外力的关系	(58)

第四节	螺旋卷弹簧的灵敏度与稳定度	(59)
第五节	弹簧元件的振动周期	(62)
第六节	弹簧度盘秤误差分析	(62)
第六章	ATZ 型弹簧度盘秤	(65)
第一节	ATZ 型弹簧度盘秤原理	(65)
第二节	ATZ 型弹簧度盘秤分类及优缺点	(66)
第三节	ATZ 型弹簧度盘秤型号、规格与技术参数	(67)
第四节	ATZ 型弹簧度盘秤的使用与维护保养	(69)
第七章	ATZ 型双斜面弹簧度盘秤	(71)
第一节	零件名称与结构	(71)
第二节	拆卸与装配	(74)
第三节	调试与调修	(77)
第八章	ATZ 型双直面弹簧度盘秤	(86)
第一节	零件名称与结构	(86)
第二节	拆卸与装配	(90)
第三节	调试与调修	(93)
第九章	ATZ 型弹簧度盘秤的检定	(99)
第一节	检定条件	(99)
第二节	检定项目和检定方法	(100)
附 录		
附录 1	弹簧度盘秤试行检定规程	(103)
附录 2	ATZ 型双面弹簧度盘秤检定记录表	(108)
参考文献		(110)

第一章 力学基础知识

力学是物理学中一个领域相当广泛的学科。自从进入人类社会以来，人们就开始运用力学的原理从事生产劳动。经过无数科学家努力，到了18世纪的牛顿时代，力学已经形成一门比较完整和系统的学科。在力学这门学科中，有三个重要物理量即力、质量和加速度，这是根据牛顿第二定律 $F = ma$ 得出的。在国际单位制中，力和加速度的单位属于导出单位，质量的单位是基本单位，在力学计量中，凡与上述三个单位有关的量都属于力学计量的范围。

第一节 力学基本概念

一、力的概念

古往今来，人们在日常生产劳动和生活中，经常需要提、拉、推、掷等活动，由于人体肌肉的紧张收缩，感觉到对物体施加了力，使物体的运动状态发生变化。后来人们进一步观察到物体与物体之间也有这样的相互作用。通过长期的生产实践和科学实验，人们建立了力的概念：力是物体间的相互机械作用，这种作用使物体的运动状态发生改变（包括变形）。例如人推车的力使车子改变它的运动状态（由静到动、由慢到快等）；锻锤对锻件的冲击力使锻件改变形状；地球对月球的引力使月球不断改变运动方向而绕着地球运转等。

力使物体运动状态发生改变的效应称为力的外效应，而力使物体产生变形的效应称为力的内效应。

实践表明，力对物体的效应决定于三个要素：(1) 力的大小；(2) 力的方向；(3) 力的作用点。

力的作用点就是力对物体作用的位置。力的作用位置，一般说来不一定是一个点，有时往往是物体的某一部分面积或体积。例如两物体接触时，它们的相互压力分布在接触表面上，重力分布在物体的整个体积上，这时我们可以把分布力简化为作用于一个点上的集中力。当分布力作用不大时，也可以把该面积抽象为一个点，认为力作用在这一点上。又如在研究对物体的外效应时，可把重力简化为集中作用于物体的重心。

力是一个矢量，它不仅要有大小、有作用点，而且有方向，可用向线段(矢线)把力的三要素表示出来，如图 1-1 所示。

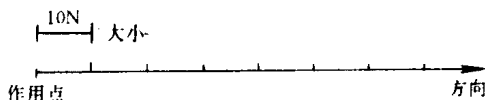


图 1-1

矢线的始端表示力的作用点，沿着力矢顺着箭头的指向表示力的方向，力矢的长度按比例尺代表力的大小，通过力的作用点沿力的方向的直线称为力的作用线。

一个物体所受的力往往有好几个，同时作用在同一个物体上的许多力称为力系。作用于物体上的力系如果可以用另一个适当的力系来代替而效应相同，那么这两个力系互称等效力系。

由于一个物体对另一个物体的作用方式不同，所以，力分为重力、弹力、摩擦力、电力和磁力等，下面简单介绍前

三种力。

(1) 重力：重力是物体受到地球的吸引而产生的力。物体的重力是随地球表面纬度的变化和距离地面高度的变化而变化，重力的方向总是垂直向下的。

(2) 弹性力：弹性力是弹性体在弹性限度内发生变形，物体内部所产生恢复原来形状的力。弹性体只有发生变形时才产生弹性力，变形消除、弹性力随之消失。

(3) 摩擦力：摩擦力是两个物体相互接触，并相对运动时产生的阻碍运动的力。摩擦力的方向与物体运动的方向相反。摩擦力分滚动摩擦力和滑动摩擦力。

二、平衡的概念

在工程上物体相对于地球处于静止或作匀速直线运动的状态称为平衡。平衡只是物体机械运动的特殊形式。必须注意，运动是绝对的，而平衡、静止则是相对的。所谓相对就是暂时的，有条件的。例如人乘坐在行驶的汽车上，人与汽车是相对静止的，他们两者相对大地却是运动的。如果作用于物体上的力系满足一定条件，物体可以处于平衡状态，但是一旦物体所受的力发生变化，平衡的条件就会被破坏，物体就会由平衡状态转化为不平衡状态。

如果物体在力系作用下处于平衡状态，这种力系称为平衡力系。力系平衡所满足的条件称为平衡条件。

作用于刚体（在受力情况下保持形状大小不变的物体称为刚体）上的平衡力系中各力的外效应彼此抵消，所以对于受力的刚体可以加上或去掉一个平衡力系，而不改变原来力系对刚体的外效应。

三、二力平衡条件

一个平衡力系最简单的是由两个力组成。例如一根木棍（图 1-2a）分别受 F_1 和 F_2 的力，要想使之平衡，经验告

诉我们，这两个力必须大小相等、方向相反、且作用在一条直线上。再如用钢丝绳提升重物（图 1-2b），重物受到钢丝绳拉力 F 和重力 W 的作用，这两个力方向相反、作用在一条直线上。实验得知，重物加速上升时 $F > W$ ；重物加速下降时， $F < W$ 。要让重物匀速上升、下降或静止，即重物处于平衡状态，此时必须 $F = W$ 。人们在大量的实践中得出这样的结论：受两个力作用的刚体处于平衡状态的充分必要条件是，这两个力大小相等、方向相反、作用在一条直线上（简称等值、反向、共线），这就是二力平衡条件。

四、作用和反作用定律

两个物体相互作用产生的力遵从着一条重要的规律，这就是牛顿第三定律：作用力和反作用力作用在同一直线上，大小相等且方向相反。

例如人用手提秤称量物品，如图 1-3 所示，当手提秤处在平衡状态时，物体的重力 W 作用在人的手上，使手受到一个反作用力 F ，通过弹簧施加在物体上，这时 W 和 F 总是等值、反向、共线。

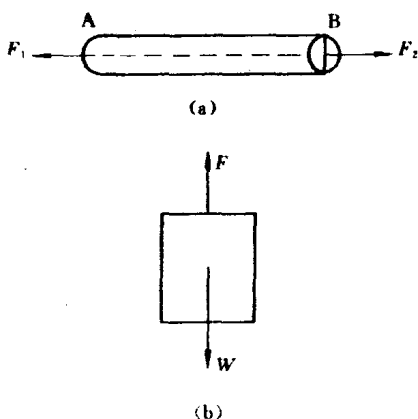


图 1-2



图 1-3

值得注意的是，作用力和反作用力不是作用在同一物体上，而是分别作用在相互作用的两个物体上。因此对于每一个物体来说，不能把作用力和反作用力说成是一对平衡力。

作用力和反作用力是力学中普遍存在的一对矛盾，它们相互对立，相互依存，同时出现，同时消失，这是矛盾同一性的体现。

第二节 力的合成与分解

一、力的合成

物体不仅有受力方式不同，而且有受力多少的区别。当物体受到几个力的作用时，可以求出一个力，这个力的作用是和原来几个力的作用效果是等同的，我们就称这个力为那几个力的合力。把求已知几个力的合力称为力的合成，求合力的方法下面分别予以介绍。

1. 作用在同一直线上的两个力的合成

如果两个力 F_1 、 F_2 作用在同一物体上，在同一直线上，方向相同，如图 1-4 (a)、(b) 所示，则合力为

$$F = F_1 + F_2 \quad (1-1)$$

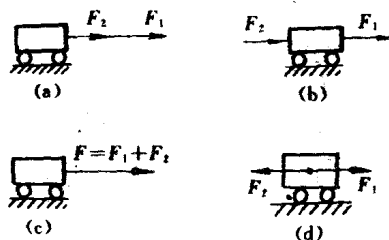


图 1-4

如果两个力方向相反，如图 1-4 (d) 所示，则

$$F = F_1 - F_2 \quad (1-2)$$

若计算结果为正值,说明合力的方向与 F_1 方向相同,若计算结果为负值说明合力的方向与 F_2 方向相同。

如果物体受到的力作用在同一直线上,是有许多力同时作用在这一物体上 (F_1 、 F_2 、 F_3 ……),求这些力的合成,应是首先规定一个方向的力为正向力 (F 取正号),另一方向的力为负向力 (F 取负号),之后再求代数和方法,用下式表示

$$F = F_1 + F_2 + F_3 \cdots + F_{n-1} + F_n = \sum_{i=1}^n F_i \quad (1-3)$$

2. 交与一点、互成一定角度的两个力的合成

已知作用在同一物体上 A 点的两个力 F_1 和 F_2 ,如图 1-5 所示。

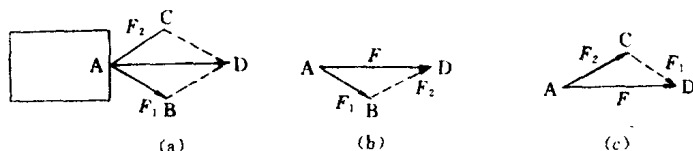


图 1-5

为了求出合力 F 的大小和方向可以用几何方法作图,或利用几何关系计算。用几何方法作图时,可选取恰当的比例尺作成平行四边形,然后直接从图上量取对角线的长度,按比例算出合力 F 的大小,对角线与分力间的夹角表示力的方向,可用量角器量出。利用几何关系计算时,如已知 F_1 、 F_2 和它们的夹角 α ,则由余弦定理可得

$$\begin{aligned} F^2 &= F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2\cos(180^\circ - \alpha) \\ &= F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha \end{aligned}$$

所以合力 F 的大小为

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha} \quad (1-4)$$

为了求合力 F 与 F_1 、 F_2 之间的夹角 φ_1 、 φ_2 ，可对 $\triangle ABD$ 应用正弦定理

$$\frac{F_1}{\sin\varphi_2} = \frac{F_2}{\sin\varphi_1} = \frac{F}{\sin(180^\circ - \alpha)}$$

所以

$$\sin\varphi_1 = \frac{F_2\sin\alpha}{F}, \quad \sin\varphi_2 = \frac{F_1\sin\alpha}{F} \quad (1-5)$$

由图 1-5 可见，在求合力 F 时，实际不必作出整个平行四边形，只要以力 F_1 的末端 B 作为力 F_2 的始端画出 F_2 （即两分力首尾相接），那么矢量 $\overrightarrow{AD}$ 就代表合力 F 。分力 F_1 、 F_2 和合力 F 所构成的 $\triangle ABD$ 称为力三角形，这一合成方法称为力的三角形法则。如果先画 F_2 ，后画 F_1 （图 1-5c），也能得到相同的合力 F 。可见画分力的先后次序不同，并不影响合力 F 的大小和方向。

3. 平面汇交力系的合成

解算平面汇交力系问题的几何法虽然比较简易，但是要求作图细心准确，否则将会引起较大的误差。在力学中用的较多的还是解析法。这种方法是力在坐标轴上的投影作为基础来进行计算的，为此先介绍力在坐标轴上的投影。

(1) 设力 F 作用于物体的 A 点如图 1-6a 所示，在力 F 作用线所在的平面内取直角坐标系 oxy ，从力 F 的两端 A 和 B 分别向 x 轴作垂线，得到垂足 a 和 b 线段 ab 是力 F 在 x 轴上的投影，用 X 表示。力在轴上的投影是个代数量，其正负号规定如下：若由 a 到 b 的方向与 x 轴的正方向一致时，力的投影取正值，反之取负值。同样，从 A 点和 B 点

分别向 y 轴作垂线，求得力 F 在 y 轴上的投影 Y ，即线段 $a'b'$ 。则

$$\begin{cases} X = F_1 \cos \alpha \\ Y = F_1 \cos \beta = F \sin \alpha \end{cases} \quad (1-6)$$

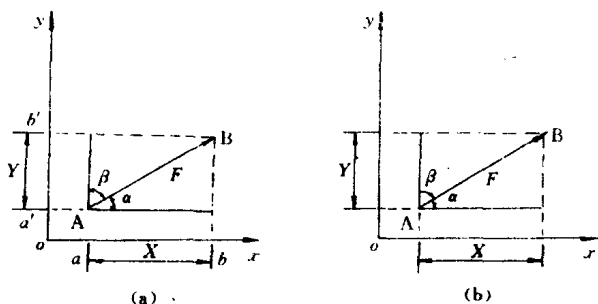


图 1-6

式中 α 、 β 分别是力 F 与 x 、 y 轴的夹角，如果把力 F 沿 x 、 y 轴分解，得到两个正交分力 F_x 、 F_y ，如图 1-6b 所示。显而易见，投影 X 的绝对值等于分力 F_x 的大小，投影 X 的正负号指明力 F_x 是沿 x 轴的正向还是负向。可见利用力在轴上的投影，可以同时表明力沿直角坐标轴分解时分力的大小和方向。

(2) 平面汇交力系合成的解析法

有一平面汇交力系如图 1-7 所示，在求此力系合力的力多边形 $ABCDE$ 分别作 x 轴和 y 轴的垂线，求得分力 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 和合力 F 在 x 轴上的投影 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 和 F_x ，以及这些力在 y 轴上的投影 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 、 Y_4 和 F_y ，从图 1-7 (a) 上可见。

$$\begin{cases} F_x = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = \Sigma X \\ F_y = Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 = \Sigma y \end{cases} \quad (1-7)$$

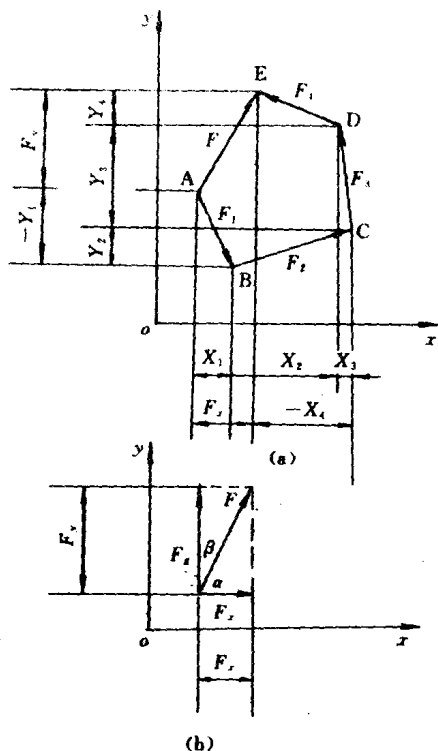


图 1-7

上式说明，合力在任一轴上的投影，等于各分力在同一轴上投影的代数和，这就是合力投影定理。

现在利用合力投影定理来求平面汇交力系 $F_1, F_2 \cdots F_n$ 的合力，各力在直角坐标轴 x, y 上的投影分别为 $X_1, X_2, \cdots X_n$ 及 $Y_1, Y_2, \cdots Y_n$ ，合力 F 在 x, y 轴上的投影分别为 F_x, F_y 。根据合力投影定理有

$$\begin{cases} F_x = X_1 + X_2 + \cdots + X_n = \Sigma X \\ F_y = Y_1 + Y_2 + \cdots + Y_n = \Sigma Y \end{cases} \quad (1-8)$$

上式实际上是矢量式 (1-3) 在 x 、 y 轴上的投影。知道了合力 F 的两个投影 F_x 、 F_y ，就不难求出合力的大小和方向 (图 1-7b)。合力 F 的大小为

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(\sum X)^2 + (\sum Y)^2} \quad (1-9)$$

合力的方向可由方向余弦确定：设 F 与 x 、 y 轴的夹角分别为 α 、 β ，则

$$\begin{cases} \cos\alpha = \frac{F_x}{F} = \frac{\sum X}{F} \\ \cos\beta = \frac{F_y}{F} = \frac{\sum Y}{F} \end{cases} \quad (1-10)$$

实际上用合力 F 与 x 轴所夹锐角的正切来确定合力的方向，常比用方向余弦更为简便

$$\tan\theta = \left| \frac{F_y}{F_x} \right| \quad (1-11)$$

平面汇交力系平衡的充分必要条件是力系的合力等于零，从公式 (1-9) 可知，要合力 $F=0$ ，则

$$\begin{cases} \sum X = 0 \\ \sum Y = 0 \end{cases} \quad (1-12)$$

上式说明，力系中所有各力在两个坐标轴中每一轴上投影的代数和都等于零。这就是平面汇交力系平衡的条件。式 (1-12) 称为平面汇交力系的平衡方程。这是两个独立方程，可以解两个未知数。

4. 平行力的合成

各力作用线在一平面内，并相互平行的力系称为平面平行力系。例如起重机、桥梁等结构上所受的力系，常常可以