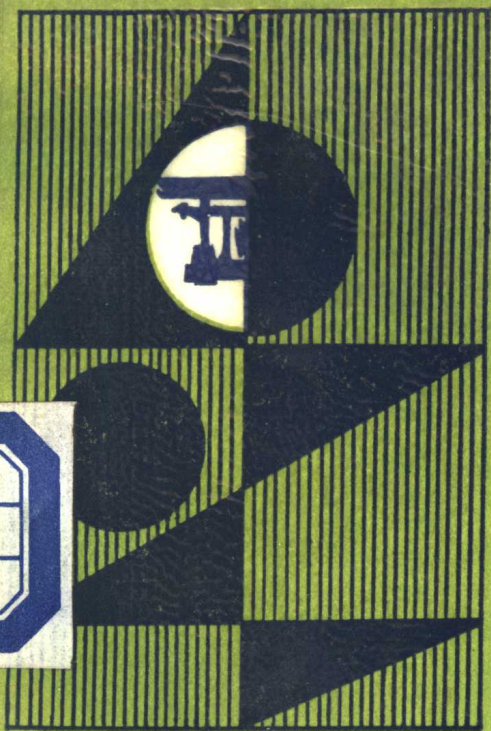


# 秤的修理

杨茂俊 编著

计量器具修理丛书



中国计量出版社



计量器具修理丛书

# 秤 的 修 理

主

副主

潘景沅  
程志 马维伦 王殿林

杨茂德 编著

藏书章

中国计量出版社

新登(京)字024号

## 内 容 提 要

本书重点对杆秤、案秤、台秤、地秤等常用秤的基础知识、结构原理、修理必备工具、修理的步骤、方法和常见故障排除及正确使用维护保养等方面作了较系统详细的阐述。

本书可供从事衡器计量专业人员、管理人员和维修人员、司秤员、计量监督人员使用参考。

## 计量器具修理丛书 秤 的 修 理

杨茂俊 编著

—

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

中国计量出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

—

开本787×1092/32 印张5 字数111千字

1991年12月第1版 1991年12月第1次印刷

印数1—6300

ISBN 7-5026-0479-0/TB·373

定价3.50元

## 出版前言

为满足广大基层计量工作者的实际需要，我社组编了以传授修理经验为特点的《计量器具修理丛书》。

本丛书主要针对使用面宽的各种工作计量器具（包括强制检定与非强制检定的工作计量器具）的修理技术，介绍该计量器具修理用的必备工具、检修步骤和方法、故障排除等。能为基层的计量检定修理人员、工矿企业计量人员提供指导。

哈尔滨市计量检定测试所对这套丛书给予了热忱支持，主动承担了一部分计量器具修理书的撰稿任务，他们组织所内技术骨干及有丰富实践经验的同志在总结经验基础上进行编写。他们这种实事求是的风格和为后人传授知识、经验的精神，值得人们称道。

我社欢迎广大基层计量工作者对本丛书提出建议与意见，更欢迎把您们多年来的经验总结后也能撰写成稿，传授给广大计量工作者。

本社编辑部

## ~~~~~ 编 者 的 话 ~~~~~

秤是强制检定计量器具。在国民经济、生产建设，人民生活中被广泛使用，在贸易结算、公平交易和保护消费者权益等方面具有重要意义。

本书对常用的杆秤、案秤、台秤、地秤等的基础知识、结构原理、修理必备工具、修理步骤、常见故障排除和正确使用、维护保养诸方面作了较系统详细的叙述，并对其修理技术、技巧做了重点介绍。

本书适用于广大衡器计量工作人员和衡器修理、管理人员，特别是对新从事秤修理人员均有使用参考价值。

本书在哈尔滨市技术监督局王源灿局长的支持、关怀、领导下，经副局长王铁华高级工程师审阅指导，由潘承沆高级工程师任主编，程云志、马维伦、于殿林三位工程师任副主编。

由于经验不足，时间仓促，书中错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

1990年1月

# 目 录

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| <b>第一章 概述</b> .....     | ( 1 )  |
| 第一节 力的基本概念.....         | ( 1 )  |
| 第二节 秤的衡量原理.....         | ( 7 )  |
| 第三节 秤的计量性能.....         | ( 10 ) |
| 第四节 误差的基本知识.....        | ( 14 ) |
| 第五节 秤的准确度级和合理选用.....    | ( 17 ) |
| <b>第二章 杆秤</b> .....     | ( 19 ) |
| 第一节 杆秤的构造.....          | ( 19 ) |
| 第二节 杆秤的原理.....          | ( 21 ) |
| 第三节 杆秤的修理准备工作和组装.....   | ( 25 ) |
| 第四节 杆秤的修理.....          | ( 31 ) |
| 第五节 杆秤的使用与保养.....       | ( 40 ) |
| <b>第三章 案秤</b> .....     | ( 42 ) |
| 第一节 案秤的型号和结构.....       | ( 42 ) |
| 第二节 案秤的原理.....          | ( 46 ) |
| 第三节 案秤修理准备工作.....       | ( 53 ) |
| 第四节 案秤产生故障的主要原因和现象..... | ( 54 ) |
| 第五节 案秤的修理方法.....        | ( 57 ) |
| 第六节 案秤的正确使用和保养.....     | ( 63 ) |
| <b>第四章 台秤</b> .....     | ( 66 ) |
| 第一节 台秤的型号和结构.....       | ( 66 ) |
| 第二节 台秤的原理.....          | ( 70 ) |

|              |                 |         |
|--------------|-----------------|---------|
| 第三节          | 台秤修理的准备工作.....  | ( 78 )  |
| 第四节          | 台秤故障分析.....     | ( 88 )  |
| 第五节          | 台秤的修理.....      | ( 94 )  |
| 第六节          | 台秤的正确使用和保养..... | ( 103 ) |
| <b>第五章</b>   | <b>地秤</b> ..... | ( 108 ) |
| 第一节          | 地秤的型号和结构.....   | ( 109 ) |
| 第二节          | 地秤的工作原理.....    | ( 117 ) |
| 第三节          | 地秤的修理.....      | ( 124 ) |
| 第四节          | 地秤的正确使用和保养..... | ( 133 ) |
| 第五节          | 地秤的安装.....      | ( 136 ) |
| <b>●参考文献</b> | .....           | ( 153 ) |

# 第一章 概 述

## 第一节 力的基本概念

秤主要根据力学有关原理制成。这里重点就杠杆秤原理所涉及的几个主要基本概念做一简单介绍。

### 一 力

力是物体间或粒子间的相互作用，作用的结果可以改变物体或粒子的机械运动状态，改变原有的动量，还可以使物体产生变形。因而，凡是能使物体或粒子动量发生改变而获得加速度或者使物体发生变形的作用就称为力。

力是一个矢量，我们把力的大小、方向和作用点称为力的三要素。

### 二 力 矩

力矩是力对物体作用时所产生的转动效应的物理量。力使物体转动的效果不仅跟力的大小有关，而且还跟力的作用线至转轴的距离有关。力矩等

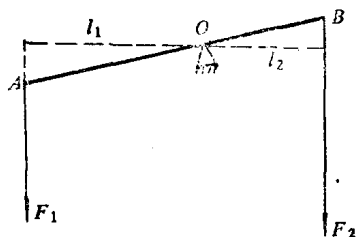


图 1-1 力矩示意图



于力与力的作用线至转轴的距离乘积。如图 1-1 所示。

$$M_1 = F_1 \cdot l_1 \text{ 或 } M_2 = F_2 \cdot l_2$$

一般规定，重物绕转动轴点顺时针方向转动的力矩称为正力矩，逆时针转动的力矩为负力矩。

### 三 质 量

每一个物体含有一定的物质，有的物体所含物质多，有的物体所含物质少，过去把一个物体中所含物质的多少叫做这个物体的质量。

现在，物体所含物质的多少，已经用“物质的量”单位“摩尔”来表示了。关于质量的定义：质量是物体的一种固有属性，它是物体惯性大小的量度，并为引力场所作用能力的量度。

根据牛顿第二定律 ( $F = ma$ )，在惯性系统中任一物体受力后所得到的加速度  $a$ ，其大小与所受力  $F$  的大小成正比，而与该物体的质量  $m$  成反比，其方向与所受力的方向相同。即：

$$a = \frac{F}{m} \quad (1-1)$$

由公式 (1-1) 可见，用同一大小的力，作用在任何两个不同质量的物体上，质量小的物体获得的加速度大，即速度的变化率大，也可以说该物体保持原来运动速度的能力小；反之，质量大的物体获得的加速度小，即速度的变化率小。物体受力时保持原来运动速度的能力叫做物体的惯性。因此，这种由牛顿第二定律引出来的质量是物体的惯性量度。

根据万有引力定律：

$$F = G \cdot \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (1-2)$$

式中： $m_1$ 、 $m_2$ ——分别为两个物体的引力质量；

$r$ ——两物体之间的距离；

$F$ ——两物体之间相互作用的吸引力；

$G$ ——万有引力常数。

可见，任何两物体之间的引力均与这两物体各自的质量成正比，与它们之间的距离平方成反比。因此，质量又可表征物体产生引力场和受力场作用的能力。

## 四 重 量

重量是物体所受重力的大小。它是地球引力与地球自转而作用在物体的惯性离心力的合力。因此，重量是一个矢量，在不同的地点、不同的高度，重量随重力加速度不同而变化。

根据万有引力定律：

$$P = mg \quad (1-3)$$

式中： $P$ ——物体的重量；

$m$ ——物体的质量；

$g$ ——重力加速度。

可见，物体的重量随海拔高度的增加而减少，由计算得知，在地面附近，每升高 1 km，1 kg 重的物体的重量减轻 0.3 g 重。

## 五 质量与重量

质量与重量是两个不同的物理量，由于历史和习惯所造成的原因，人们在日常生活和生产中，容易把质量与重量概念混淆起来。因此，应该把质量和重量的概念及其相互之间

的关系简述一下。

质量和重量的主要区别：

(1) 质量是物体所具有的一种物理属性。它可以度量物体惯性的大小和引力场相互作用的能力。而重量则是表示重力的大小，在数值上等于该物体质量与物体所在地点的重力加速度的乘积，即  $P = mg$ 。

(2) 物体在运动速度远远小于光速时，物体的质量是个恒量，不受地理位置变化的影响，只有大小，没有方向。而重量则随地理纬度和海拔高度变化而变化。

## 六 杠 杆

杠杆是在外力作用下，能够围绕固定点转动的硬质棒体物。

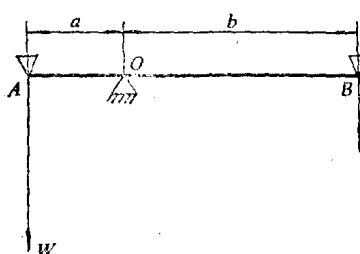


图 1-2 杠杆示意图

如图 1-2 所示，杠杆上有支点  $O$ ，重点  $A$  和力点  $B$ 。杠杆绕着它转动的固定点  $O$  叫做支点；承受阻力的作用点  $A$  叫做重点；承受作用力的作用点  $B$  叫做力点。使杠杆产生转动的力  $P$  叫做作用力；阻碍杠杆转动的力  $W$  叫做阻力。重点

$A$  到支点  $O$  的距离， $AO = a$ ，叫做重臂，也叫重支矩；力点  $B$  到支点  $O$  的距离，即  $BO = b$ ，叫做力臂，也叫力支矩，一般把重臂和力臂统称为力臂。

杠杆是一种简单的机械。利用杠杆的目的，一是省力，二是改变力的方向，做工方便。因此，在各种杠杆秤和机械中，杠杆原理得到广泛的应用。

## 七 杠 杆 原 理

从图 1-2 看出, 在重力  $W$  和作用力  $P$  的作用下, 这两个力对于支点  $O$  各产生一个力矩, 而且它们的方向是正负相反的, 当它们的大小相等时, 对于支点的合力矩就为零, 杠杆就处于平衡状态。所以, 杠杆的平衡条件是: 作用在杠杆上的力对于支点的力矩的代数和为零。这就是杠杆的平衡原理, 也叫做杠杆原理。它们的定律是: 力  $\times$  力臂 = 重  $\times$  重臂。

## 八 杠 杆 的 臂 比 和 总 臂 比

杠杆的重臂和力臂之比或力臂和重臂之比叫做杠杆的臂比, 在杠杆秤中所讲的杠杆臂长, 可以测量出进行计算, 也可以用作用力和阻力的大小进行计算杠杆的臂比, 即:

$$\text{杠杆臂比} = \frac{\text{重臂长度}}{\text{力臂长度}} = \frac{\text{作用力}}{\text{阻力}} \quad (1-4)$$

由两个以上的杠杆组成的传力杠杆系统, 叫做杠杆系, 各个杠杆臂比的乘积叫总臂比。

## 九 杠 杆 的 种 类

根据杠杆上支点、重点和力点之间不同的位置, 通常把杠杆分为三种:

(一) 第一种杠杆: 支点位于重点和力点之间。第一种杠杆又分为等臂杠杆和不等臂杠杆两种。

1. 等臂杠杆: 如图 1-3 所示,  $a = b$ , 杠杆的臂比 =

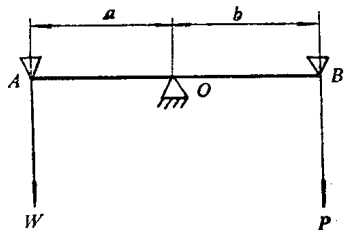


图 1-3 等臂杠杆

$\frac{a}{b} = 1$ ，不省力也不费力。天平的横梁就是等臂杠杆。

2. 不等臂杠杆：又分为力臂大于重臂和重臂大于力臂两种。

(1) 如图 1-4 所示，力臂大于重臂 ( $b > a$ ) 时，是省力杠杆。省力的大小，决定于支点的位置，越靠近重点，省力越大；支点越靠近力点，省力越小。杆秤、案秤和台秤上的计量杠杆和钳子、剪刀、担物体的扁担等都是这种杠杆。

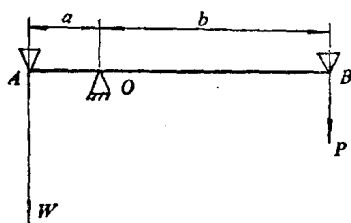


图 1-4 力臂大于重臂杠杆

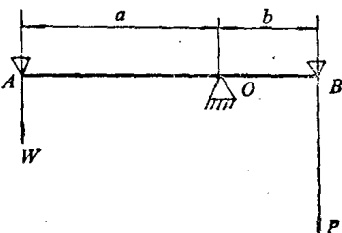


图 1-5 力臂小于重臂杠杆

(2) 如图 1-5 所示，力臂小于重臂 ( $b < a$ )，是费力杠杆。费力的大小，决定于支点的位置，越靠近力点，费力就越大。这种杠杆因为是费力杠杆，所以在杠杆秤中一般很少用。

(二) 第二种杠杆：重点位于支点和力点之间。如图 1-6 所示，它是不等臂杠杆，而且这种杠杆力臂总是大于重臂 ( $b > a$ )。因此，它是省力杠杆。省力的大小，决定于重点的位置，若重点越靠近支点，省力越大，若重点越靠近力点，省力越小。台秤上的长短杠杆和地秤的承重杠杆、铡刀，两人抬物体的扁担，都是采用这种杠杆。

(三) 第三种杠杆：力点位于支点和重点之间。如图 1-7

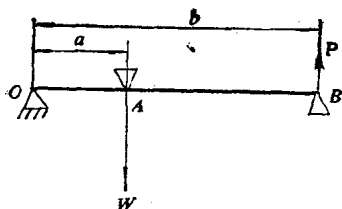


图 1-6 第二种杠杆

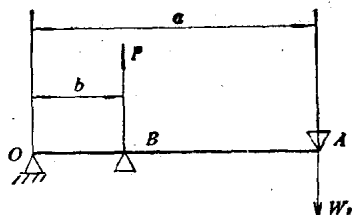


图 1-7 第三种杠杆

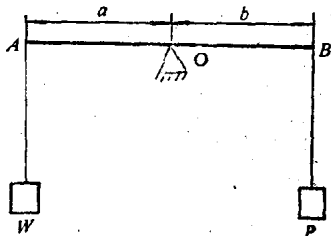
所示，这种杠杆重臂总是大于力臂 ( $a > b$ )。因此，它是费力杠杆。费力的大小决定于力点的位置，力点越靠近支点越费力。这种杠杆在秤上不用。应用这种杠杆的目的不在于省力，而是为了工作方便，如镊子和食品夹子就是这种杠杆原理。

## 第二节 秤的衡量原理

目前，对物体的质量或重量在秤上进行衡量的原理，主要应用的是杠杆平衡原理、弹性元件变形原理、液压原理和电磁原理等。现把这几种秤的衡量原理简述如下：

### 一 杠杆秤的衡量原理

杠杆秤是利用已知砝码（或增砣）的重量在杠杆上与被测物体的重量相平衡来确定被测物体的质量。如图1-8所示，砝码和被测物体的重量分别为  $W$  和  $P$ ，当杠杆平衡时，两力对于支点所形成的力矩相等，即

$$\text{力} \times \text{力臂} = \text{重} \times \text{重臂}$$


天平 and 杠杆秤都是用这种 图 1-8 杠杆秤的衡量图

原理制成的。因为重量等于质量乘重力加速度，质量分别为  $m_W$  和  $m_P$ ，重力加速度为  $g$ ， $a$  为重臂， $b$  为力臂，当杠杆平衡时，平衡方程式为：

$$W \cdot a = P \cdot b \quad (1-5)$$

$$P = \frac{a}{b} \cdot W \quad (1-6)$$

因为  $W = m_W \cdot g$ ， $P = m_P \cdot g$ ，所以  $m_W \cdot g \cdot a = m_P \cdot g \cdot b$  因为  $W$  和  $P$  两边处在同一地点，重力加速度  $g$  相同，可以约掉，所以得出：

$$m_P = \frac{a}{b} \cdot m_W \quad (1-7)$$

如果力臂等于重臂，即  $a = b$ ，得  $m_P = m_W$ 。

由此可见，在杠杆秤如案秤、台秤、天平上称量出结果，不是物体的重量，而是物体的质量。

## 二 弹簧秤衡量原理

在重力的作用下，按照弹簧变形大小，可以衡量物体重量的大小。根据虎克定律，物体在弹性限度内，物体的变形与所受的外力成正比。如图 1-9 所示，弹簧秤挂的物体的重量  $W$ ，使弹簧伸长量为  $L$ ，其关系式如下：

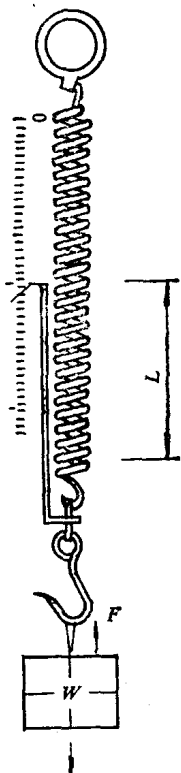


图 1-9 弹簧秤图

$$L = KF \quad (1-8)$$

式中:  $L$ ——弹簧变形的长度;

$K$ ——比例常数;

$F$ ——产生变形的外力。

在衡量物体时, 产生变形的外力就是物体的重量  $W$ 。

即

$$L = KW \quad (1-9)$$

假若  $K = 1$ , 因为  $W = m \cdot g$ 。所以

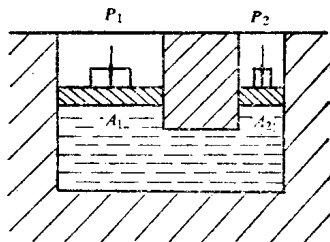
$$L = m \cdot g \quad (1-10)$$

由此可见, 弹簧秤上称量结果是物体的重量。

### 三 液压秤的衡量原理

液压秤是根据一个液面受到的压力可以与另一液面上的压力所平衡的原理制造的。

如图 1-10 液压秤示意图所示, 在一个连通器里有两个活塞, 其面积分别为  $A_1$  和  $A_2$ , 活塞上面分别放置重物 and 砝码为  $P_1$  和  $P_2$ , 在液压平衡时



$$\text{则: } \frac{P_1}{A_1} = \frac{P_2}{A_2}, \quad (1-11)$$

图 1-10 液压秤示意图

$$\text{即: } P_2 = \frac{A_1}{A_2} \cdot P_1 \quad (1-12)$$

式中,  $\frac{A_1}{A_2}$  是两个活塞面积之比, 因为  $P_1 = m_1 \cdot g$ ,  $P_2 =$

$m_2 \cdot g$ , 重力加速度  $g$  相同, 约掉, 所以  $m_2 = \frac{A_1}{A_2} \cdot m_1$ 。由此



可见，液压秤称量的结果是物体的质量。

#### 四 电子秤衡量原理

电子秤是一种把非电量转换成电量进行测量的仪器。它由传感器和二次仪表两部分组成。传感器有应变式、压电式和压阻式等多种。在电子秤上衡量物体时，将物体通过秤的承重装置放在传感器上。传感器是由贴在弹性元件上的应变电阻片组成的，当弹性元件受到外力的作用产生变形，使应变片的阻值发生变化，使原来处于平衡的电桥失去了平衡，就输出一个相应的微小的电压信号，输入二次仪表，通过二次仪表放大、指示，以数字显示出被测量物体的重量。

### 第三节 秤的计量性能

秤的计量性能有稳定性、灵敏性、正确性和示值不变性。称为秤的四大性能。

#### 一 稳定性

秤的稳定性是指已经平衡的指示部分（如计量杠杆、摆锤、指针等）受到外力扰动后，离开平衡位置，经过几次摆动能自动恢复到原来位置的能力。

已经平衡的杠杆在外力的作用下，离开原来的平衡位置后，有三种状态：即稳定平衡、不稳定平衡和随遇平衡。如图 1-11 所示， $F$  为杠杆的支点， $C$  为重心， $G$  为重力， $R$  为反作用力。

1. 稳定平衡：杠杆的重心处在支点的下方，当杠杆的平衡位置被扰动后，在两个方向相反、大小相等的力所形成的力偶作用下，总是回到原来的平衡位置。如图 1-11(1)。