

[日] 高桥照二 著
张革 邵会孟 译

(上)

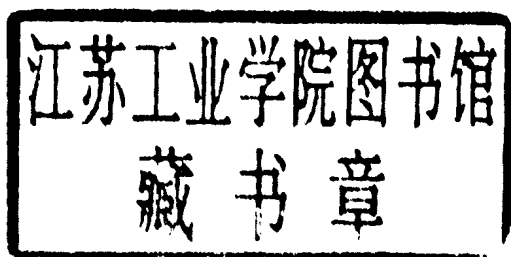
重量

轻工业出版社

重量 (上)

〔日〕高桥照二 著

张革 邵会孟 译



轻工业出版社

内 容 简 介

本书系统地阐述了有关称重的概念和机械秤——案秤、台秤和天平等结构原理、基础理论、主要参数计算、精密及微量测定方法。可供衡器研究设计、计量管理、生产和使用单位的技术人员和技术工人阅读。

重量 (上)

高桥照二 著

コロナ 社

重量 (上)

(日) 高桥照二 著

张革 邵会孟 译

*

轻工业出版社出版
(北京阜成路3号)

天津新华印刷二厂印刷
新华书店天津发行所发行
各地新华书店经售

*

787×1092毫米1/32 印张: 6²⁸/₃₂ 字数: 145千字

1986年2月 第一版第一次印刷

印数: 1-2,500 定价: 1.50元

统一书号: 15042·1994

译 者 的 话

衡器在工农业生产、国防建设、科学研究、交通运输、商业、对外贸易、环境保护、医药卫生等方面广泛的应用，是生产、流通、交易和人民生活中不可缺少的重要计量设备，是计量法制的器具。随着现代化工业和科学技术的发展，计量工作越来越重要。

在加速国民经济建设的进程中，各部门都在加强计量管理、节约能源的同时，从事计量管理和衡器设计、生产及使用单位的技术人员和技术工人，迫切需要计量管理方面的衡器书籍，为了满足这方面的需要，我们翻译了日文版《重量》（1959年11月初版发行，到了1977年7月第13版发行）一书，分为上下两册。书中对有关衡器的基础理论、结构原理、主要参数计算、精密及微量测定等都作了比较详细的介绍，并把现场技术作为重点，由浅入深、浅显易懂的论述。已在日本作了13版发行，是有名的论著。

本书在编译过程中，由于我们水平所限，错误难免，请读者批评指正。

出版者的话

众所周知，近来对计量管理的关注正在迅速增强，在工厂企事业单位中计器装备或操作也正在走向自动化，并对产业的合理化给予了很大的推进。尤其在生产现场中计量管理思想的崛起和计量管理技术的普及是非常明显的。

但是科学技术的急速发展，一方面带来了对以往的各种量的测量技术乃至计器本身的很大进步，另一方面也导致需对精度、色彩、粘度、光洁度、光泽等进行测量管理，尤其是原子物理学的发展，扩大了应用放射性同位素进行测量的领域。

因此，必须应用这些新技术或计器的经营者和技术人员，首先要掌握有关选择与其经营规模和操作内容相适应的计器、适当的装备、保养管理或与之有关法令的制约及规范等方面，也必须掌握充分的知识和技术。

可是，已熟知的有关计量的专门书，特别是浅显易懂论述的书都很少，至于有关前所未有的新技术方面的实用参考书就更没有了。在这种状况下，迫切希望协会来出版的呼声愈来愈高。

这种计量管理丛书是本着满足上述的迫切希望的意图而计划发行的。也就是象以往那样，为了避免在一书中多收录又受篇幅限制的矛盾，而把现场技术作为重点进行浅显易懂的论述。除了把国产的机器作为重点外，还特别从各产业的生产管理的角度出发着重进行解说，并不仅仅局限于计器的管理。执笔者全都是具有丰富现场经验的有识之士，或者是生

产第一线的技术人员。

本书遵循以上的目的，是希望它能成为工厂、事业单位的所有经营者，技术人员乃至学生们的参考书，并得到有效的应用。

一九五八年十一月

计量管理协会

序

秤从数千年前发明以来，为维持社会生活的经济秩序起了很大的作用。而近年来在工厂等的研究室和生产过程中引入了多不胜数的各种秤，用来称量重量。这不仅只是维持了经济秩序，还在提高产品的质量，经营的合理化等经济效益上占有很重要的地位。这样，称量就成为我们日常生活中不可分割的要事了。

要想正确地称量，必须正确地使用秤。因此对于究竟有哪些秤，又如何使用它都必须熟知。

从这样观点出发，本书首先叙述有关秤的基础理论，构造和各种秤中进行精密及微量测定用的那些部件。在内容上力求能浅显简单易懂，并面对生产实际。然而仍为有可能存在缺欠和不适当之处而感到不安，但只要对读者们稍有参考价值便是万幸了。而对于内容不完备和不适当之处，希望今后能予以指正。

对于一般和工厂用秤，特殊用衡器或在现场中进行重量管理所必须的基础知识等请参阅岡田、高橋合著的下册。

最后对多年来曾给予许多指教的通产省计量教习所岡田所长致以衷心的感谢。

一九五九年十月

高橋照二

目 录

第一章 概论	(1)
一、秤在工业中的地位与作用.....	(1)
二、质量与重量.....	(2)
(一) 质量与重量的关系.....	(2)
(二) 质量的单位.....	(3)
(三) 力及其作为重量(力)的单位.....	(5)
三、秤.....	(6)
(一) 称量的定义.....	(6)
(二) 秤.....	(6)
(三) 秤的性能表示法.....	(7)
第二章 力	(9)
一、力及其表示方法.....	(9)
二、合力与分力.....	(10)
三、力的平衡作用、反作用.....	(11)
四、力矩.....	(11)
五、平行力的合力.....	(12)
六、力偶.....	(13)
七、重心.....	(14)
八、物体的平衡.....	(15)
(一) 对于整体移动的平衡.....	(15)
(二) 对于旋转运动的平衡.....	(15)
(三) 平衡的稳定与不稳定.....	(16)
第三章 秤的要素——杠杆	(19)
一、杠杆及其作用.....	(19)

二、杠杆的分类.....	(20)
(一) 从用法上分.....	(20)
(二) 从结构上分.....	(20)
(三) 从性能上分.....	(21)
三、单一杠杆的各种性质.....	(22)
(一) 水平杠杆.....	(23)
(二) 倾斜杠杆.....	(34)
四、杠杆的组合.....	(37)
(一) 合体杠杆.....	(40)
(二) 连接杠杆.....	(44)
(三) 倾斜杠杆的组合.....	(51)
第四章 秤的一般机构与误差	(53)
一、秤的名称.....	(53)
(一) 一般的名称.....	(53)
(二) 计量法上的名称.....	(53)
二、平衡机构.....	(59)
(一) 杆和刻度杆.....	(59)
(二) 倾斜杠杆.....	(64)
(三) 摆锤凸轮.....	(68)
(四) 凸轮.....	(78)
(五) 弹簧.....	(80)
(六) 浮子.....	(98)
(七) 压力.....	(102)
三、荷重的支撑机构.....	(103)
(一) 盘秤.....	(104)
(二) 台秤.....	(114)
四、杠杆的绞结点和旋转轴.....	(117)

(一) 滑动摩擦·····	(118)
(二) 滚动摩擦·····	(118)
(三) 轴和轴承·····	(120)
(四) 刀和刀承·····	(121)
(五) 其他旋转轴·····	(132)
五、非垂直荷重的影响·····	(132)
(一) 杠杆比·····	(133)
(二) 感量·····	(134)
六、弯曲的影响·····	(135)
(一) 杠杆的弯曲·····	(135)
(二) 秤台和台侧的弯曲·····	(139)
七、倾斜的影响·····	(140)
(一) 单一杠杆的秤·····	(141)
(二) 纵列连接的秤·····	(143)
(三) 并列杠杆的秤·····	(145)
(四) 各种指示秤·····	(145)
八、零部件和附件·····	(146)
(一) 调整砣·····	(146)
(二) 阻尼器(制动装置)·····	(146)
(三) 齿条和齿轮·····	(149)
(四) 定量砣和定量增重砣·····	(150)
第五章 精密及微量测定用的秤 ·····	(153)
一、天平(手动天平)·····	(153)
(一) 沿革·····	(153)
(二) 一般结构(图5-3所示)·····	(155)
(三) 感量·····	(156)
(四) 秤的材质和形状·····	(157)

(五) 刀和刀承·····	(157)
(六) 臂长之比·····	(159)
(七) 静止点的变化·····	(160)
(八) 四角误差·····	(161)
(九) 游码和游码杆·····	(163)
(十) 天平的操作方法·····	(166)
(十一) 用天平测定质量·····	(167)
(十二) 各种天平·····	(179)
(十三) 直示天平·····	(182)
(十四) 检查方法·····	(187)
(十五) 使用时注意与保养·····	(190)
二、其他的微量测定用秤·····	(191)
(一) 扭力天平 (弹簧式手动秤) ·····	(191)
(二) 扇形天平·····	(193)
三、砝码·····	(194)
(一) 砝码的种类和用途·····	(194)
(二) 材质·····	(195)
(三) 结构及其他·····	(196)
(四) 检查和调整·····	(197)
(五) 器具误差的确定法·····	(200)

第一章 概 论

一、秤在工业中的地位与作用

在社会生活中，物体重量应加以称量的必要性，在人类文明的初期已为人们所知，而作为称量的器具在距今公元前4000年左右已被发明出来了。然而，当时并没有达到工业上应用的程度，只是在商业中作为重量的计器。最初又并非以商品为对象，而且是用来称量以含银为代偿物的重量。随着文明的进展，商品的重量必须加以称重，才进一步发展到以计量商品为目的。但中世纪以来，由于科学技术的进步，它在工业方面也表现出了重要性，到近世不仅是商业中，就是在各种工业的生产工序中也成为不可缺少的计量设备之一。

本来，物质质量的称量虽可用长度、重量、容积等种种方法加以度量，但重量的称量却是各种测量的基本要素之一。特别是在生产厂等地方，天天都有大量的原料和制品等的量需予以称量，它们的重量不论是直接称量还是间接地用其他量（长度、容积等）称出都是最实用的确切方法。同时由于重量的测定比其他测定法的测量准确度更高，因此在容积、流量等各种计量中得到广泛地应用。

那么，秤在物品的生产中都有哪些作用呢？其主要作用简述如下：

- ①可给出制品成本的计算基础；
- ②在生产工序中进行各种调节、控制；
- ③作为最终工序的成品检验。

在制造制品时，要使用几种原料，还必需人或机械方面的劳力。因此对于制品的价格而言，原料的价值就要占很大的比例。这样，正确地计量这些原料便成为确定制品成本的必要手段了。在从原料变成制品的过程中，必须经历物理的、化学的或机械的多种工序。在这些工序中，操作或方法稍有不正确之处时，便可导致制品的质量下降，并致使大批量产品的质量、规格等缺乏均一性。因此在生产工序中对于原料的正确调合，流量的调节等进行确切地计量，都会起到提高产品质量均一性的作用。

制造出来的制品最终是要到消费者的手中的，因此制品在出厂之前，还必须再经过一次称量（还必须由秤来帮忙）。即便是经过充分调节、控制工艺而制作出来的制品，还往往会因为种种原因（例如计器的精度不足产生的误差及偶然事故等）造成产品质量不高，均一性欠佳，这样的产品在消费者使用时，就要导致他们的怀疑，从而失去对生产厂的信赖。因此制品在到消费者手中之前，工厂本身就有责任设法再进行一次检验。

这样，秤在工商业中就应是不可缺少的并占有绝对地位的器具。

二、质量与重量

（一）质量与重量的关系

我们都知道当手中持有某种物体时，就会有重的感觉，当松手时又会落到地上。这是由于物体受到存在于地球和物体间的称之为引力或重力作用的结果。而这个力的方向是指向地球中心的。

一般来说：两个物体之间都存在相互的吸引力，也就是引力的作用：其大小与二者的质量成正比，而与它们彼此重心间距成反比。重力就是作用在物体和地球间的引力。因为地球的质量和地球与物体重心间距可大致看作是一定的，因此重力的大小大体上就与物体的质量成正比。作用在各个物体上的重力的大小，将因其物体质量不同而异，所以才把重力称为重量。设质量为 M 、物体的重量若为 W ，则它们之间存在如下关系：

$$W = Mg$$

式中 g 是一个比例常数，也就是所说的地球重力加速度。 g 值根据地球的质量、地球与物体的重心间距、万有引力常数，大致定为 9.8m/s^2 ，实际 g 值随地球的形状，地表面的地形、地球上各个不同的地方而稍有差异。按照实际测量，这个值在纬度最低的两极处为最大，而在纬度最高的赤道处为最小，在同纬度的地方，离地面愈高愈小。例如，九州比北海道约小 $1/1000$ ，富士山的顶上约比平地小 $1/1000$ 。因此在平地上重量为 1000 克重的东西，而在富士山的顶上就变为 999 克重。

这就证明：物质的质量却不会因场所不同而有量的变化，也就是说质量是物体固有的量，它的大小与其所处的场所完全无关。这意味着在商业交易上和学术上虽然研究的是质量问题，而在试验机等机械上却把重量作为主要研究对象。

（二）质量的单位

质量的单位是千克。所谓 1 千克质量就是国际千克标准原器所具有的质量。即质量的基准就是指国际千克标准原器而言。此外，如果称量比它大或比它小的物体时，为了方便

起见还采用了千克的1000倍的吨、1/1000的克和1/1000克的毫克作为辅助单位。在某些场合下把吨、千克、克和毫克分别略记为t、kg、g、mg。

〔千克标准原器〕 (图1-1) 是质量的基准。国际千克标准原器被保存在巴黎的国际度量衡局。用白金和铱的合金(含10%铱)制成, 为了使之表面积尽可能小, 作成了如图1-2所示, 直径和高皆为39毫米的圆柱形。



图 1-1 千克原器

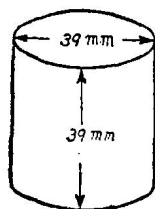


图 1-2 千克原器的外形

依据公制条约是把与国际千克标准原器同形、同材质的No.6原器交付给日本, 作为日本国千克原器保存在工业技术院中央计量检定所。因为质量的基准是国际千克标准原器, 精密原器No.6的质量与之相比有哪些差别呢? 精密测定的结果是:

No.6的质量 = $1\text{ kg} + 0.170\text{ mg}$

No.6在 0°C 时的体积 = 46.4163 mL

No.6在 $t^{\circ}\text{C}$ 时的体膨胀系数

$$=0.000025863+0.00000000562t$$

(三) 力及其作为重量(力)的单位

正如前面所述,重量是用作用到某物体上的地球引力表述的,所以是一种力,因之称量重量时采用了力的单位。

力的单位是采用牛顿和重量千克,前者主要被用于学术上,而后者以实用为主。

〔**牛顿**〕 牛顿是使质量为1千克的物体产生 1m/s^2 加速度的力。它的 $1/100,000$ 叫达因,它的10倍叫兆达因。也就是1达因是能使质量为1克的物体产生 1cm/s^2 加速度的力。牛顿、达因和兆达因可分别略写为N、dyn、Mdyn。

〔**千克重量**〕 千克重量是使质量为1千克的物体产生 9.80665m/s^2 加速度的力。换句话说,相当于质量为1千克的物体,在重力加速度为 9.80665m/s^2 的地方处在真空中的重量。重力加速度等于 9.80665m/s^2 的这个值,是在巴黎国际度量衡局精密测定出来,又在理论上换算成北纬45度海平面上的值。因为东京的重力加速度是 9.79805m/s^2 ,所以质量为1kg的砝码在东京(真空中)的重量是 $1 \times 9.79805 / 9.80665 = 0.999123$ 千克重量。辅助单位是用的质量相同的吨重量、克重量、毫克重量。略写法是在表示质量的略写之后加W(例如克重量为gw)为正式的写法,而在不会与质量混同的场合下也往往不须加W。

这样,力的单位便可由物体的质量和由加于物体上的力所产生的加速度的大小来决定。牛顿是采用 1m/s^2 为加速度单位称为绝对单位,而采用 9.80665m/s^2 的情况下,则称之为重力单位。把重量用重力单位来表示的数值与质量在数字上是非常近似的,从实用角度上看也几乎没有什么差别。因此本应说是质量1kg的地方,但多被说成重量1kg。

三、秤

(一) 称量的定义

我们在日常生活中不在意就用到“秤称份量”或“秤称重量”这样的术语。这种场合下“称量”大体上是什么意思呢？

所谓称量份量乃是为了在数量上知道份量多少的操作。换言之，就是在有份量标准的情况下，求出物品的份量是它的多少倍或者是它的几分之一的操作。也即“称量”是把标准份量与物品份量加以比较的操作。

原来份量或重量这种术语的意思就是重量。但是重量正如前述那样是因场所而变的，因此在商业交易中是无意义的，然而在秤量与场所无关的一定量的质量时却是必需的。也即称量的对象是质量而不是重量。一般常说秤称份量或重量，在那种场合几乎都是称量质量的意思。

总之，所谓“称量”是把质量标准（即千克原器）与物品的质量进行比较的操作。在实用上是用与千克原器进行精密比较，已确知了质量的砝码进行直接比较，或用由那种砝码检定过刻度的秤加以比较来求物品的质量。

(二) 秤

当把物品的质量与标准砝码进行比较时，要使物品与砝码重量平衡，而调整它们平衡的就是秤。现以天平为例看一下，这个天平的臂长为 a ，平衡时的物品质量为 M 、砝码的质量为 m 。物品和砝码的重量按绝对单位分别为 Mg 和 mg ，平衡式是 $Mga = mga$ ，结果 $M = m$ ，即物品的质量与砝码的质量相等。由此例可知，秤不是使物品和砝码的质量平衡，