

质量计量丛书

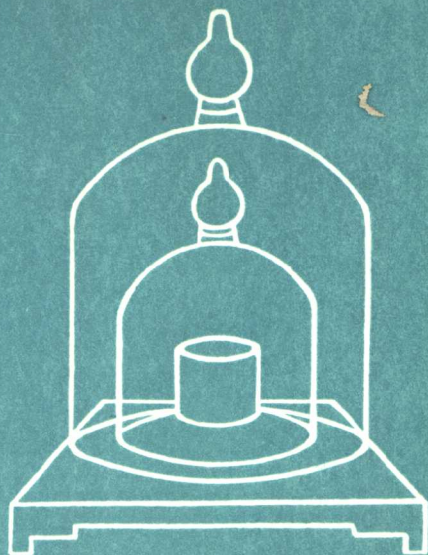
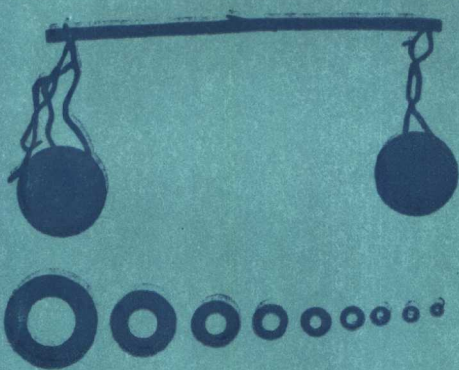
质量计量概论

裴玉吉

质量计量丛书编委会

编著

审定



中国计量出版社

质量计量丛书

质量计量概论

裴玉吉 编著

质量计量丛书编委会审定

中国计量出版社

内 容 提 要

本书是质量计量丛书的一个分册,概括介绍质量计量基本概念,基础理论,误差初步知识,衡量原理、衡量方法、质量量值传递系统,质量计量发展史等知识。

该书可供各行各业从事质量计量的检定人员、质量器具的制造者,使用者和修理者以及市场管理人员使用,也可作为专业人员培训教材。

质量计量丛书

质量计量概论

裴玉吉 编著

质量计量丛书编委会审定

责任编辑 陈艳春

—♦—

中国计量出版社出版

北京和平门内大街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 3.5 字数 72 千字

1991年8月第1版

1991年8月第1次印刷

印数 1—5000

ISBN 7-5026-0431-6/TB·345

定价2.00元

质量计量丛书编委会

主任委员： 汤永厚

副主任委员： 李洪岭 刘 鑑

编 委：（以姓氏笔划为序）

刘 鑑 汤永厚 张士相

李洪岭 陈艳春 季瑞玉

阎宝珠 裴玉吉

秘 书： 陈艳春 阎宝珠

编委会前言

《质量计量丛书》是中国计量出版社关于专业学科建设的系列选题之一。在国家技术监督局和国家计量检定规程有关归口单位的高度重视和直接参与下，特设编审委员会，负责制定大纲、遴选作者、组织编写和审定。

根据质量计量的特性，本套丛书的内容以计量检定为主线，突出实用技术和监督管理。以一定数量的分册和篇幅，概述质量计量基本概念、基础理论、衡量原理和衡量方法等；以更多的分册和篇幅，详论质量计量器具的计量要求、技术要求和管理要求；准确阐释国家计量检定规程、管理规章和国际建议；介绍先进的技术和经验；尽量充分提供（或附录）实际工作中所必需的文件资料。主要目的是帮助在第一线的质量计量工作者提高业务水平，准确一致地理解和贯彻质量计量检定系统和检定规程，正确而有效地进行监督管理。

鉴于质量计量量值的国际统一性和国家统一性极强，其计量检定规程属于强制执行的技术法规，不准任意解释。因此，本丛书的作者基本是规程主要起草人，审订者主要是原国家检定规程审定委员会或所属质量专业委员会负责人。

本丛书的每一个分册论述一个专题，各具相对独立性和完整性，因而不编排分册的序列，只按成书的早晚陆续出版。正因如此，读者也可针对自己从事的具体专业选择置备相应的分册学用。

本丛书的读者对象是质量计量人员，特别是直接从事检定和监督管理的实际工作者。也可作为专业培训教材，质量计量器具的制造者、经销者、使用者和修理者，以及市场管理人员和各行各业的质量检测人员，均可学用。

在本丛书着手筹划之时，就得到原国家计量局和国家计量检定规程审订委员会的完全肯定和大力支持；之后国家技术监督局不仅高度重视而且实际参与领导。全国许多省市地县的技术监督局（标准、计量、质量局）、中国计量科学研究所和铁道部、轻工业部等单位给予了很大支持和帮助，特别是作为我国非自动衡器归口单位的青岛市标准计量局，更为本套丛书的建设作出了重大贡献。谨此一并致谢。

对于读者将要给予的指正和建议，谨预表欢迎和感谢。来信请寄北京和平里西街甲2号邮政编码100013中国计量出版社转：质量计量丛书编委会。

1990年1月

目 录

第一章 质量计量	(1)
第一节 质量和重量的基本概念	(1)
一、质量的基本概念	(1)
二、重量的基本概念	(2)
三、质量与重量的相同点	(2)
四、质量与重量的区别	(3)
第二节 质量单位	(3)
一、质量的主单位	(3)
二、质量的分数和倍数单位	(4)
三、质量的分数和倍数具体换算关系	(5)
四、各种单位制中的质量的主单位之间的相 互换算关系	(6)
五、港制单位制中的质量单位	(7)
第三节 质量计量及其在国民经济中的作用	(7)
一、质量计量	(7)
二、质量和质量计量在国民经济中的作用	(8)
第二章 误差初步知识	(9)
第一节 概率论基本知识	(9)
一、事件的概率	(9)
二、随机变量及分布函数	(10)
三、随机变量的数学期望、方差和协方差	(11)
四、极限定理	(12)
五、正态分布	(14)

六、小概率原理 (概率实际判断原理).....	(16)
第二节 质量计量误差来源	(16)
第三节 质量计量中的系统误差及其消除方 法	(18)
一、误差按其影响性质分类	(18)
二、系统误差的简单分类	(19)
三、系统误差的简易发现方法	(19)
四、系统误差的一般消除方法	(20)
五、在测定中能发现系统误差是好事而不是坏事	(25)
第四节 质量计量中的偶然误差.....	(26)
一、质量计量中的偶然误差服从什么分布	(26)
二、算术平均值原理	(27)
三、最小二乘法原理	(30)
四、测量结果的几种误差表示方法	(30)
第五节 质量计量中的疏失误差.....	(32)
第六节 质量计量中质量测定的总误差	(36)
第七节 有效数字运算问题	(36)
一、数据修约规则	(36)
二、运算中的凑整	(36)
三、天平、秤和砝码的具体数据处理原则	(37)
第三章 质量计量史概况.....	(38)
第一节 国外的质量计量	(38)
第二节 中华人民共和国成立前的质量计量	(46)
第三节 中华人民共和国成立后的质量计量	(63)
第四章 质量量值传递系统	(66)
第一节 为什么要设计质量计量传递系统	(66)
一、各国为什么都要设计自己的质量量值传递系统	(66)
二、我国为什么要设计自己的质量量值传递系统	(67)
第二节 质量计量器具检定系统.....	(68)

一、计量基准器具	(68)
二、计量标准器具	(71)
三、工作计量器具	(76)
四、质量计量器具检定系统框图	(78)
第五章 衡量的基础知识	(79)
第一节 衡量和衡量方法	(79)
第二节 比例衡量法(直接衡量法)	(79)
第三节 一般替代衡量法	(80)
第四节 门捷列夫衡量法	(82)
第五节 交换衡量法	(83)
第六节 各种衡量法中常用公式的符号选择	(85)
一、平衡位置计算项前的正负号取法	(85)
二、小砝码 u 或 W 项前的正负号取法	(86)
第七节 砝码的直接比较和组合比较	(86)
第八节 关于影响衡量结果的若干因素	(86)

第一章 质 量 计 量

第一节 质量和重量的基本概念

一、质量的基本概念

质量，是一切物体所具有的物理属性，它是物体相互吸引能力和物体惯性大小的度量。

实际上，在宇宙间所存在的一切物体，都具有下面两种极其重要的物理属性。

一种属性是：物体都是引力场的源泉，都能产生引力场，也都受引力场的作用。物体的这一属性是通过牛顿万有引力定律表现出来的。该定律可以这样叙述，任何两质量之间都存在一种相互的吸引力，该力的方向沿着两个质量联线的方向，该力的大小与两质点的引力质量的乘积成正比，而与它们之间的距离的平方成反比。

万有引力定律的标量数学表达式：

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

式中：F——质点间万有引力大小；

G——万有引力常数；

r——两质点间的距离；

m_1, m_2 ——质点 1 和质点 2 的引力质量。

物体的另一种属性是物体的惯性，也就是物体抵抗外力改变其原有的机械运动的本领。物体的这一属性是通过牛顿

第二定律表现出来的。该定律可以这样叙述，当物体的运动速度远远小于光速时，物体加速度的大小与作用在物体上的合外力成正比，与该物体的惯性质量成反比，加速度的方向与所受的合外力方向相同。

牛顿第二定律的标量数学表达式：

$$F = k M a \quad (1-2)$$

式中： F ——作用在物体上的合外力，

k ——比例系数，如果选择厘米克秒单位制或国际单位制时， k 等于 1，

M ——物体的惯性质量，

a ——物体的运动加速度。

实验指出：物体的引力质量与该物体的惯性质量成正比，如果选取厘米克秒单位制或国际单位制，则其比例系数 k 为 1，因而引力质量在数值上等于惯性质量。基于这一情况，人们通常不再详细区分物体的引力质量或惯性质量，而统称为“质量”。

二、重量的基本概念

物体的重量是在地球的重力场中所受的重力的大小，是地球对物体的万有引力与因地球自转而引起的作用在物体上的惯性离心力的合力的值。换言之，物体的重量等于物体的质量与其所在处的重力加速度值的乘积。

重量的数学表达式为：

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

式中： W ——物体的重量，

m ——物体的质量，

g ——重力加速度值。

三、质量与重量的相同点

1. 都是物理量；

2. 都是标量，即都只有大小而无方向，而且都是正值。

四、质量与重量的区别

1. 定义不同

质量是物体所具有的重要物理属性，在某种情况下，它可以用来度量物体间的相互吸引的能力大小；在某种情况下，它可以用来度量物体惯性的大小。

而重量则表示重力的大小，是地球对物体的万有引力与因地球自转而引起的作用在物体上的惯性离心力的合力的值。换言之，物体的重量等于该物体的质量与重力加速度值的乘积。

2. 量的变化规律不同

当物体的运动速度远远小于光速时，物体的质量永远是个恒量，不随时间、地点和环境条件而变。

而物体的重量，却随地球的地理纬度和海拔高度而变。严格说来，它是地球的重力场的位置和时间的函数。

3. 在同一单位制中，若一个是基本单位，则另一个必定是导出单位。

例如：在米·公斤·秒或国际单位制中，质量是基本量，其基本单位定义为“公斤”，而重量却是导出量，其导出单位定义为“牛顿”。又如：在重力单位制中，重量是基本量，其基本单位定义为“公斤重”或“公斤力”而质量却是导出量，其导出单位定义为“工程质量单位”。

第二节 质 量 单 位

一、质量的主单位

质量在不同的单位制中，单位是不同的。

在米·公斤·秒制单位制中，和在国际单位制中，质量的

主单位都是“公斤”，它是用“国际公斤原器”所具有的质量值来表示的。千克(公斤)是我国质量的法定计量单位。

在厘米·克·秒制单位制中，质量的主单位是“克”，在数值上等于“国际公斤原器”的质量值的千分之一。

在英美制单位制中，质量的主单位是“磅”，在数值上等于“国际公斤原器”的质量值的0.453 592 338倍(指英磅)或0.453 592 37倍(指美磅)。

在我国的市制单位制中，质量的主单位是“斤”，在数值上等于“国际公斤原器”的质量值的1/2(该质量单位只可使用到1990年)。

二、质量的分数和倍数单位

以上介绍的是几种主要单位制中的主单位。在各种单位制中，除了主单位外，还有主单位的分数单位和倍数单位，它们是以主单位为基础，以固定的比例关系定义的单位。定义这些分数单位和倍数单位主要是为了使用方便。

我国法定计量单位，质量的主单位为千克(公斤)，其分数单位为克、毫克、微克。

在米·公斤·秒制中，质量的分数单位有百克、十克、克、分克、厘克、毫克、微克；质量的倍数单位按照1959年国务院发布的关于统一计量制度的命令有公担、公吨(或简称为吨)*。

在厘米·克·秒制单位制中，质量的分数单位有分克、厘克、毫克、微克；质量的倍数单位有十克、百克、千克、兆克。

* 根据我国法定计量单位，规定“公担”“公吨”是具有专门名称的倍数单位，不宜再继续使用，质量单位的倍数单位应在克前加词头构成。这是国际单位制中的一个例外。——编者注。

在我国市制单位制中，质量的分数单位有两、钱、分、厘、毫、丝；质量的倍数单位有担。

在英美制单位中，质量的分量单位是盎司、打兰；质量的倍量单位，英制的有英石、夸特、英担、长吨，美制的有短担、短吨。

三、质量的分数和倍数具体换算关系

1. 米·公斤·秒制

微克	十亿分之一公斤
毫克	百万分之一公斤
厘克	十万分之一公斤
分克	万分之一公斤
克	千分之一公斤
十克	百分之一公斤
百克	十分之一公斤
公斤	主单位
公担	公斤的一百倍
吨（或称公吨）	公斤的一千倍

2. 厘米·克·秒制单位制

微克	百万分之一克
毫克	千分之一克
厘克	百分之一克
分克	十分之一克
克	主单位
十克	克的一十倍
百克	克的一百倍
千克	克的一千倍
兆克	克的一万倍

3. 英制单位制

打兰	二百五十六分之一英磅
盎司	十六分之一英磅
英磅	主单位
英石	英磅的十四倍
夸特	英磅的二十八倍
英担	英磅的一百一十二倍
长吨	英磅的二千二百四十倍

4. 美制单位制

打兰	二百五十六分之一美磅
盎司	十六分之一美磅
美磅	主单位
短担	美磅的一百倍
短吨	美磅的二千倍

5. 我国市制单位制

丝	千万分之一斤
毫	十万分之一斤
厘	万分之一斤
分	千分之一斤
钱	百分之一斤
两	十分之一斤
斤	主单位
担	斤的一百倍

四、各种单位制中的质量的主单位之间的相互换算关系

以米·公斤·秒制或国际单位制中主单位“公斤”做为各单位制的质量主单位的换算基础。

厘米·克·秒制单位制“克”是公斤的千分之一。

英制单位制“英磅”是公斤的 0.453 592 338 倍。

美制单位制“美磅”是公斤的 0.453 592 37 倍。

我国市制单位制“市斤”是公斤的0.5倍。

五、港制单位制中的质量单位

目前在香港、澳门等地区还在质量单位方面广泛采用港制单位制。其质量的主单位叫做“司马斤”。司马斤的定义为：一司马斤等于 $4/3$ 英磅。折合为公斤时，一司马斤等于 0.604 789 91 公斤，平常常近似为一司马斤等于 0.6 公斤。司马斤的分数单位是“两”，等于十六分之一司马斤。一司马斤等于 1.209 579 82 市斤，平常常近似为一司马斤等于 1.21 市斤。

第三节 质量计量及其在国民经济中的作用

一、质量计量

质量计量学，是指使测定物体的质量，在规定的精度范围内以确定的比例与国家公斤原器的质量精确地相对应的知识领域。该知识领域不但包括计量的理论知识，而且也包括计量的实践知识。质量计量学通常简称为质量计量。这是广义的质量计量定义。狭义的质量计量通常是指一定目的的质量测量。一般来说，狭义的质量计量就是指借助质量测量仪器（通常称为“衡量仪器”，有时还需添加质量值已知的标准砝码），采用直接测量法或组合测量法等实验方法，为求出被检物体在规定的精度范围内精确地与国际公斤原器所具有的质量的严格对应值而进行的一组操作。

可见，质量计量可归结为三大要素，那就是：衡量仪器（天平或秤）、公斤原器或砝码以及具有规定的衡量方法的一组操作。

因为国际公斤原器是目前世界上复现质量单位唯一的

“实物”，所以，质量计量，在国际计量局是用国际公斤原器检定的，而在各国则是用各国的国家公斤原器（它是国际计量局发给各国的国际公斤原器的复制品，在规定的精度内与国际公斤原器的质量严格相对应）来检定的。因而，对于各个国家来说，其国内的质量计量实际上就是借助质量测量仪器（有时还需添加质量值已知的标准砝码），采用直接测量法或组合测量法等实验方法，为求出被检物体在规定的精度范围内精确地与国家公斤原器所具有的质量的严格对应值而进行的一组操作。对于各国来说，所谓质量计量的精密化问题，就在于如何使被检的物体质量和国家公斤原器的质量更精确地相对应。一个国家只有做到了这一点，才能保证单位制的统一和量值的准确可靠，从而有利于生产、贸易和科学技术的发展，适应社会主义现代化建设的需要。

二、质量和质量计量在国民经济中的作用

质量是世界公认的最基本最主要最常用的一种物理量，它的准确与否，直接影响到测力、硬度、密度、放射、容量、压力、真空、流量、光学、电磁学、基线长度、化学、标准物质等学科和计量标准的测量精度、发展和提高、直接影响到国家的统计、安全防护、医疗卫生、环境监测、国内外贸易、工交、农牧、科技、文教、国防等事业的发展。质量和质量计量已渗透到整个国家的各个部门、单位、家庭乃至个人生活之中，没有谁能脱离质量和质量计量而独立生存。可见，质量和质量计量对整个国民经济、对整个社会的影响和作用巨大的。因而，质量计量的好坏，直接关系到国家、集体、个人三方面的利益，直接关系到党和国家的政策是否能真正贯彻下去，直接关系到整个社会的经济效益、政治效益和四化建设，决不可等闲视之。为了国家，为了中华民族，我们一定要把质量计量搞好。