

SHIYOU JILIANG QIJI JIANDING

娄方 编著

石油计量器具检定



中國石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

石油计量器具检定

娄方 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国石化出版社

内 容 提 要

本书主要介绍石油产品数量测量、质量检验、科学研究中所应用的油料计量器具或检测设备的型号规格、结构原理及检定校准方法。这些计量器具包括温度计、密度计、黏度计、天平、砝码、秒表、油料测量用钢卷尺、测深尺、套管尺、流量计、加油机等。本书重点在于计量器具最新检定规程的介绍,即检定这些器具必须执行的国家最新检定规程。它包括适用范围、计量器具的特性、检定项目、检定条件、检定方法步骤、检定周期以及检定结果的处理等内容。

本书收集了大量资料和最新出版的检定规程,内容力求新颖、翔实,可作为油品计量专业的教材,亦可作为从事油品计量工作人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

石油计量器具检定/娄方编著. —北京:中国石化出版社,2008

ISBN 978 - 7 - 80229 - 648 - 0

I. 石… II. 娄… III. 石油 - 计量仪器 - 检定
IV. TE863.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 099460 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京密云红光制版公司排版

北京科信印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 毫米 16 开本 12 印张 302 千字

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

定价:28.00 元

目 录

第一篇 石油计量基础知识	(1)
第一章 计量概述	(2)
第二章 计量法规	(6)
第三章 计量单位与单位制	(9)
第四章 计量误差	(19)
第二篇 石油计量器具的检定	(31)
第一章 长度计量器具的检定	(32)
第二章 温度计量器具的检定	(41)
第三章 流量计量器具的检定	(58)
第一节 流量计概述	(58)
第二节 流量计的工作原理及特性	(60)
第三节 流量计的附加装置	(67)
第四节 流量计的选型、安装、使用和维护	(70)
第五节 流量计计量的计算方法	(73)
第六节 流量计的检定方法	(75)
第四章 容量计量器具的检定	(88)
第五章 密度计量器具的检定	(111)
第六章 黏度计量器具的检定	(126)
第七章 质量计量器具的检定	(141)
第八章 时间频率计量器具的检定	(171)
附录一 教学用表	(179)
附录二 计量器具检定周期	(187)
参考文献	(188)

第一篇 石油计量基础知识

计量学是有关测量的科学，包括测量理论和实践的所有方面。自然界的一切事物都有大小、多少或距离。事物的大小、多少或距离，只有通过“量”才能表示。如油田的储存量、煤的年产量、宇宙中不同星球的大小与相互间的距离等。因此“量”是表示现象、物体或物质可定性区别和定量确定的属性。计量就是通过统一的测量单位、测量方法、测量手段、测量标准等措施，使无论何时、何地、何人只要在相同条件下，测量同一物体、物质或现象，都能得到相同的结果。

人类在认识自然、利用自然、改造自然的过程中，都需要运用计量。从古代的度量衡到现代计量，经历了几千年的发展历史，人类在广泛应用计量的实践活动中，不断深化认识计量、利用计量、发展计量，积累了丰富的计量专业知识。每一个国家，无论其社会制度如何，都离不开计量。在军事、经济、科学技术、人民生活、国际贸易等不同领域，都要运用计量，从满足人类生活、商贸、生产需要，到促进社会进步、科技进步、生产力提高等，使计量的形式和内容，计量的“量”和“质”都发生了根本性的变革，使计量逐渐形成专门研究测量理论与实践的学科。

第一章 计 量 概 述

一、计量和计量学

计量就是用计量标准确定被测量对象的量值的一组操作。这种操作可能是简单的,如用尺、秤等;也可能是复杂的,需用专门的计量工具,采用物理实验方法,如精密时间的确定要用原子钟,要用专门的定时型卫星接收机接收标准时间信息等。为了和“测量”概念区分,将计量定义为实现单位统一和量值准确可靠的活动。计量的被测对象主要是测量仪器和测量标准。

根据这个定义,计量学(metrology)就是有关测量的科学。计量学涵盖有关测量理论与实践的各个方面,而不论测量的不确定度如何,也不论测量是在科学技术的哪个领域中进行的。在不引起误解的情况下,计量学可简称为“计量”,此时“计量”是指测量的理论和实践,而不仅仅是“一组操作”。计量学曾称为度量衡学和权度学。

计量的本质特征是测量,测量是以确定量值的大小为目的的一组操作。而计量是利用科技、法制和管理手段,实现单位统一、量值准确可靠的测量,是一种特殊形式的活动,是为使用被测量的单位量值在允许误差范围内或给定的测量不确定度内溯源到基本单位的测量。计量也是利用科学技术和监督管理手段实现测量准确和可靠的一项工作,计量不同于一般的测量,在整个测量领域起着指导、监督、保证和仲裁作用。

总之,从定义上讲计量是一种特殊的测量,是一门科学——计量学。

二、计量学的研究内容

计量学作为一门科学,研究的具体内容包括:

(1) 研究计量标准的建立、复现、维护、保存和使用。为了定义、实现、保存或复现量的单位或者一个或多个量值,用作参考的实物量具、测量仪器、参考物质或测量系统,称为计量标准或测量标准(measurement standard)。如1kg质量标准、铯频率标准、标准氢电极等。计量基准(primary standard)指具有最高计量特性的标准。

(2) 研究计量器具和计量方法(如计量器具的计量特性、检定规程的编制、技术更新等)。所谓计量器具(measuring instrument)就是单独地或连同辅助设备一起用以进行测量的器具,如量油尺、温度计、加油机、流量计等。计量器具必须符合法定要求,定期送检。

(3) 研究量值传递与量值溯源的方法。量值传递是指通过对测量器具的检定或校准,将测量标准所复现的单位量值,通过一条具有不确定度的不间断的比较链,逐级向下进行比较,直至工作测量器具、检测设备或校准设备的过程。量值溯源是指通过一条具有不确定度的不间断的比较链,使测量结果或测量标准的值能与规定的参考标准相联系、相比较的过程。应有专门的溯源等级图。

(4) 研究测量理论和测量结果。如研究测量的完整表述,包括测量不确定度等。

(5) 研究计量管理和法制计量。计量工作的性质和特点决定了计量管理的任务。现行计量管理方法大致可归纳为:法制管理方法、行政管理方法和技术管理方法。长期以来,我国主要以行政管理方法为主,《计量法》公布之后,加大了法制管理力度。

法制计量(legal metrology)是计量的一部分,是与法定计量机构所执行工作有关的部分,涉及对计量单位、测量方法、测量设备和测量实验室的法定要求等。

(6) 研究计量人员进行专业培养与考核的方法。培训是各计量管理部门的一个重要内容和环节。培训可以帮助计量人员充分发挥潜能,提高工作质量、工作效率和经济效益,更好地为计量服务。考核是对计量人员进行工作成绩、工作能力、工作态度和工作质量的测试和考评。根据相关规定,从事计量检定、校准人员,必须经相关管理机构或其授权机构考核合格后,才能持证上岗。

(7) 研究计量学的发展史。还研究标准物质、常数测定等内容,总之,研究测量有关的一切理论、方法和实际应用问题。随着生产的发展,科学技术的进步,计量学研究的内容将不断丰富,目前已突破传统的物理量的范畴,扩展到化学量和工程量,乃至生理量和心理量。

三、计量学分类

计量学从学科发展看,是物理学的一部分,随着科学技术的发展,研究内容不断扩充,专业范围也在不断拓宽,形成了一门研究测量理论与实践的综合性学科。由于计量学应用范围广泛,涉及的研究领域也很广泛,计量学的分类没有定论,目前有三种划分方法:一是按计量专业划分,二是按计量任务划分,三是按计量的应用领域划分。

1. 按计量学专业划分

从学科的角度,结合国内计量专业划分的习惯,参考国家标准关于量的划分,并按被测量的对象不同,将计量专业划为十大类,即:

- (1) 几何量计量(含长度、角度和工程量等);
- (2) 热学计量(含温度和湿度等);
- (3) 力学计量(含真空、扭矩、容量和压力、质量、力值、流量、硬度、转速等);
- (4) 电磁学计量(含电阻、电容、电感、静电和磁学等);
- (5) 无线电电子学计量(含无线电和微电子、电磁兼容等);
- (6) 时间频率计量(含频率、时间和相位噪声等);
- (7) 电离辐射计量(含活度、剂量、中子和核化学等);
- (8) 光学计量(含光度、色度、辐射度和光电子等);
- (9) 声学计量(含水声、空气声和超声等);
- (10) 化学计量(含黏度、酸度、粒度和标准物质、火炸药、防化等)。

2. 按计量学任务划分

国际上趋于分为三类,即科学计量、工程计量和法制计量。

科学计量是指基础性、探索性、先行性的计量科学研究。通常用最新的科技成果来精确定义与实现计量单位,并为最新的科技发展提供可靠的计量基础,如纳米技术等。

工程计量,也称工业计量,是指各种工程、工业、企业中的实用计量。如:有关能源或材料的消耗、工艺流程的监控,以及产品、质量与性能的测试等。

法制计量是与法定计量机构工作有关的计量,通常由政府或政府授权机构根据法制、技术和行政的需要进行制定并强制管理、执行,法制计量涉及计量单位、计量器具、测量方法及测量实验室等各方面的法定要求。

3. 按应用领域划分

按应用领域分为商业计量、海洋计量、天文计量、工业计量、医疗计量及油料计量等。在现代社会中，每个领域都有其特定的计量。

四、计量特性

计量是通过技术和法制的手段，来实现单位的统一和量值准确、可靠，因此，计量的特性应包括以下几个方面：

1. 一致性

计量的一致性或统一性是其最根本的特性，计量失去统一性，也就失去了存在的意义。一致性是指无论任何时间、地点，利用任何器具、方法，以及任何人进行计量，只要符合有关计量要求的条件，计量结果就应在一定允许范围内一致。

计量单位的统一或对同一被测量的测量结果的一致，对现代化大生产的分工、国内外贸易、科研成果的评价、技术交流、高科技武器系统研制、人民生活等等都是非常重要的。

随着全球化经济的发展，计量的统一性不仅限于一个国家、一个地区，而且遍及国际。我国实行以国际单位制为基础的法定计量单位制，就是保证计量更好地体现和发挥一致性的作用。各行业、各部门、各地区、各单位都必须认真做好推广和使用法定计量单位，同时要保证所使用的测量仪器设备的量值通过计量标准溯源到国家标准，实现测量结果或计量标准的值具有可追溯性。

2. 准确性

计量的准确性是计量一致性的基础。量值的准确可靠，是计量的目标和归宿，“准”是计量工作的核心，一切计量科学技术研究的目的，最终是要达到所预期的某种准确度。随着科学技术的发展，社会需求的提高，要求的准确程度愈来愈高，特别是高科技领域，对计量的准确性要求不断提高。为了保证计量的准确性，首先要建立准确可靠的计量标准，通过检定或校准，把量值传递到所使用的每台测量设备。

3. 法制性

计量的法制性是计量一致性和准确性的保证。为了实现全国范围内单位的统一、量值的准确，国家必须对统一使用的计量单位、复现单位量值的国家计量标准，以及进行量值传递的手段、方法等，用法律做出规定，作为各行各业共同遵守的准则。在我国通过政府制定计量的法律、法令来规范和约束计量活动和计量行为，各计量主管部门也根据自身特点和实际情况，制定相应的条例、办法等，与国家法律、法令配套形成自己的法规体系，保证本行业、本部门内计量的一致性和准确性的有效实现。计量的法制性一方面体现在计量依法监督管理，即计量的法制管理，另一方面也体现在法定的计量机构出具的证书、报告，给出的测量结果，具有法律效力。计量作为一门科学，与法律、法规和行政管理紧密结合的程度，在其他学科中是少有的。

4. 社会性

计量的社会性是因现代计量学涉及社会众多专业领域这一广泛性所决定的。计量与国民经济各部门、人民生活的各方面、商贸活动各领域、科学技术研究、陆海空各兵种等都有着密切的联系。任何社会活动中，都存在着计量。计量对维护社会经济秩序具有重要作用。计量的质量是各方面产品、活动质量的基础和保障条件。

五、油料计量

油料计量(也可称为石油计量),是指油料部门对用于油料数量测量、质量检验、科学研究的油料装备和检测设备进行的计量检定、校准,以及对油料数量的测量计算及监督管理工作。

油料计量工作内容有下列两部分:

(1) 计量器具的检定与调修。为保证计量器具的准确性、可靠性而进行的技术保障工作。主要是建立相应的计量标准,通过有关计量部门的认可,对石油系统或行业的计量器具进行计量检定和调修。

(2) 油料数量统计。为检测油料数量,由油料计量员进行的具体计量测试工作。主要是流量、油高、油温和密度的测量及油料数量的计算统计等。

计量器具的检定,必须执行国家颁布的最新检定规程。所谓计量检定规程是为评定计量器具的计量特性,由国务院计量行政部门组织、制定并批准颁布,在全国范围内施行,作为确定计量器具法定地位的技术文件。包括适用范围、计量器具的计量特性、检定项目、检定条件、检定方法步骤、检定周期以及检定结果的处理等内容。

计量器具应当经计量检定合格,颁发《检定证书》后,在规定的有效期内使用;不合格的计量器具应当停止使用,限期改正。

油料化验分析用温度计、密度计、黏度计、天平、砝码、秒表等及油料测量用钢卷尺、测深尺、套管尺等计量器具经检定后,粘贴不同颜色标识。一般情况下,绿色为“合格”,黄色为“限用”,红色为“停用”。

对涉及油料数量计量用的流量计、加油机等,经检定合格后,实行计量检定挂牌制度。对检定合格的计量器具在醒目位置上粘贴“合格”标牌并铅封,签发《检定证书》;对检定不合格的计量器具,在醒目位置上粘贴“不合格”标牌,并签发《检定结果通知书》。

按工作目的油料计量可分为交接计量、中间计量和盘点计量。为确定接收入库和发出库油料的数量或在发生超溢耗需要提赔前进行复核而做的计量称为交接计量,交接计量又分为外贸交接和国内交接两种。为盘点非转动油罐的存量或盘点以流量计发货后油罐存量而做的计量称为盘点计量。

油料收发交接通常应当按下列方式计量:

- (1) 油轮、油驳收发交接,以油罐计量数为准;
- (2) 铁路罐车收发交接,以铁路罐车计量数为准;
- (3) 用流量计向用户发油,以流量仪表读数为准;
- (4) 收发桶装油料,以磅秤计量为准;
- (5) 管线输油交接,以收发油罐计量或流量计计量为准。

油料收发计量结果的准确度应当符合一定的要求。如某部门对计量准确度规定如下:

- (1) 加油机计量应当不超过 $\pm 0.3\%$;
- (2) 铁路罐车计量应当不超过 $\pm 0.7\%$;
- (3) 立式储油罐计量应当不超过 $\pm 0.35\%$;
- (4) 卧式油罐计量应当不超过 $\pm 0.7\%$ 。

油库发油现场应当设置揭示牌,标明当日气温及所发油料密度。

油料计量技术资料必须按规定填写,不得任意涂改。计量检定的原始记录、检定证书、检定结果通知书至少应保存3个检定周期;计量认可有关资料应当长期保存。

第二章 计 量 法 规

一、计量法规体系

国家管理计量工作的基本法律就是计量法，它只对计量工作中的一些重大原则问题作规定，计量法的实施还需制定更具体的法规和规章，以便将计量法和各项原则规定具体化，形成一个以计量法为基础法的计量法群，即计量法规体系。我国计量法规体系结构见图 1-2-1。

计量法规体系包括计量管理法规体系和计量技术法规体系两大部分。

1. 计量管理法规体系(见图 1-2-1)

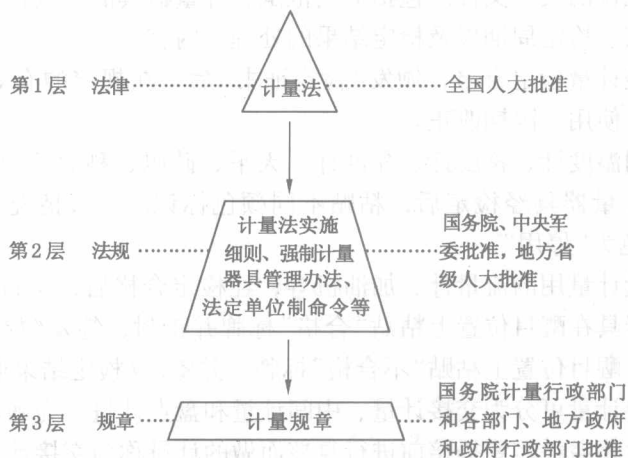


图 1-2-1 我国计量法规体系结构示意图

(1) 计量法律。即《中华人民共和国计量法》。

(2) 计量法规。国家、省、自治区(含自治州、自治县)、直辖市等人大为实施计量法制定或批准施行的各种条例、规定或办法。如国务院批准实施的《中华人民共和国计量法实施细则》、《中华人民共和国强制检定的工作计量器具检定管理办法》和国务院《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》等。

(3) 计量规章。即行政规章,包括国务院计量行政部门制定的各种全国性的单项管理办法、地方人民政府及其所属计量行政部门制定的地方性计量管理办法、规定等。

在上述计量管理法规体系中,计量法规和规章是计量法的“子法”,都从属于计量法。计量法实施细则是在全国范围内施行的计量法规,地方计量法规不能与其发生抵触。自治州、自治县制定的计量法规要报省或自治区人大常委会批准后生效,并报全国人大常委会备案。所有法规和规章都不能与国家法律相抵触。

总之,健全计量法规体系是计量法制建设的前提和基础。各级政府计量行政部门应根据计量法规定的原则,从本地实际情况出发,制定相应的计量法规或规章,不断完善计量管理法规体系。

2. 计量技术法规体系

计量技术法规包括计量检定系统表、计量检定规程、计量技术规范三部分。

(1) 计量检定系统表。计量检定系统表亦称计量检定系统，是国家法定技术文件。它用图表结合文字的形式，规定了国家基准、各级标准，直至工作计量器具的检定程序。其内容包括：对基准、标准、工作计量器具的名称、测量范围、准确度和检定方法等的规定。一般是建立一种基准器，就有一个相应的计量检定系统。

计量检定系统的作用在于保证测量结果的溯源性。所谓溯源性，是指通过连续的比较链，将测量结果与相应的计量基准器（通常是国际基准器或国家基准器）的量值联系起来。除了考虑溯源性外，还要考虑各等级之间自上而下检定的科学性和可能性。可能性是对科学性而言的，即虽理论上先进、合理，但实现不了，也是不可行的。

(2) 计量检定规程。计量检定规程是指为评定计量器具的计量性能，作为检定依据的具有法定性的技术文件，可分为国家、地方和部门3类。国家计量检定规程由国务院计量行政部门制定，在全国范围内施行；尚未发布国家计量检定规程的，省级人民政府计量行政部门可制定地方计量检定规程，在本行政区域内施行；国务院有关下属各主管部门可制定部门计量检定规程，在本部门内施行。部门和地方计量检定规程须向国务院计量行政部门备案。当正式发布国家计量检定规程后，相应的地方和部门计量检定规程即应废止；因特殊原因需继续施行的，其各项技术规定不得低于国家计量检定规程，不得与国家计量检定规程相抵触。

计量检定规程的主要内容包括引言、概述、技术要求、检定条件、检定项目、检定方法、检定结果的处理、检定周期及附录等。

(3) 计量技术规范。计量技术规范是指依照计量法进行有关鉴定、测试、检验时，在样机资料、计量性能、检查方法、技术条件、结果处理等方面必须遵守的规范性文件，是技术法规的一个重要组成部分。

二、《中华人民共和国计量法》简介

《中华人民共和国计量法》（简称计量法）于1985年9月6日由第六届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议通过，由中华人民共和国主席第28号令正式公布，自1986年7月1日起施行。

计量法的内容有6章共35条，其主要内容如下：

1. 计量法立法的宗旨是加强计量监督管理，保障国家计量单位的统一和量值的准确可靠，促进生产、贸易和科学技术的发展，适应现代化建设的需要，维护国家、人民的利益。

2. 计量法规定采用国际单位制。国际单位制计量单位和国家选定的其他计量单位为国家法定计量单位。

3. 计量基准（国家标准）是统一全国量值的最高依据。计量基准由国家技术监督局负责批准和颁发证书。目前，大部分计量基准建在中国科学研究院，其余（13项）建在其他有关部门和计量技术机构。

4. 国务院有关主管部门根据需要，可以建立本部门使用的特殊计量标准，其各项最高计量标准经同级政府计量行政部门主持考核合格后使用。企业、事业单位根据需要，可以建立本单位使用的计量标准，其最高计量标准经有关的政府计量行政部门主持考核合格后使用。

5. 实行强制检定与非强制检定。强制检定是指计量标准或工作计量器具必须定期定点

地送往法定的或授权的计量技术机构检定。非强制检定的计量器具可由使用单位自行定期检定。计量检定工作应当按照经济合理的原则，就地就近进行。计量法第 20 条执行检定和测试任务的人员必须经考核合格。

强制检定的计量器具范围有：

- (1) 社会公用计量标准；
- (2) 部门和企业、事业单位使用的最高计量标准；
- (3) 用于贸易结算、安全防护、医疗卫生、环境监测方面并列入计量器具强制检定目录的工作计量器具。

社会公用计量标准是在社会上实施计量监督具有公证作用的计量标准。当因量值不一致而发生纠纷时，可以由它进行仲裁，其数据具有权威性和法律效力。

6. 国家计量检定系统表和国家计量检定规程是全国性的计量技术法规。计量检定必须按照计量检定系统表进行，计量检定必须执行计量检定规程，尚无国家计量检定规程的可执行部门和地方计量检定规程。

7. 计量法第三十三条规定中国人民解放军和国防科技工业系统计量工作的监督管理办法由国务院、中央军事委员会依据计量法另行制定。

8. 制造、修理计量器具的企事业单位须取得《制造计量器具许可证》或《修理计量器具许可证》，否则工商行政管理部门不予办理营业执照。进口的计量器具，必须经检定合格后方可销售。

9. 违反计量法应承担的法律责任：

(1) 有如下行为的没收违法所得，可以并处罚款：

未取得《制造计量器具许可证》、《修理计量器具许可证》而擅自制造或者修理计量器具的，责令其停止生产、停止营业。

制造、销售未经考核合格的计量器具新产品的，责令其停止制造、销售该种新产品。

制造、修理、销售、不合格计量器具。

属于强制检定范围的计量器具，未按照规定申请检定或者检定不合格继续使用的，责令其停止使用。

制造、销售、使用以欺骗消费者为目的的计量器具的，没收其计量器具。

(2) 计量监督人员违法失职，情节严重的，要依照《刑法》有关规定追究刑事责任；情节轻微的，给予行政处分。

第三章 计量单位与单位制

一、计量单位与单位制

为了定量表示同类量的值,必须有一个量作为比较的基础,这种约定选取的特定量,通常数值为1,称为计量单位(unit of measurement),它有约定赋予的名称和符号。

计量单位不是唯一的,有的量甚至有若干个单位,如长度的单位就有米、码、英尺、市尺等。对于一个特定的量,其不同单位之间都有一定的换算关系,如1米等于3市尺;1公斤等于2市斤,也等于2.2046磅等等。

计量单位一经选定,所有同类量便可用单位与纯数(纯数应有解释)之积来表示,并称为该量的量值。

每个计量单位都有代表的符号。对此,为了世界上的一致,国际计量大会有统一的规定,通常将其称为国际符号。单位符号的形式有两种,一种是拉丁字母或希腊字母,如长度单位符号为“m”,电阻单位欧姆的符号为“ Ω ”等;另一种是标号,如平面角单位度的符号为“°”等。

单位的中文符号通常由单位的中文名称与所带词头的简称构成。例如,电流单位的中文名称是安培,其符号即“安”;电容单位皮法拉的符号为“皮法”等。

由于量的种类繁多,而且每个量又可能有不同的计量单位,为了便于应用,便约定选取某些独立定义的基本单位作基础,并用它们及一定的比例因数来导出其他相关量的单位。这些基本量的计量单位,称为基本单位,而导出的其他相关量的单位,称为导出单位。

为给定量制按给定规则确定的一组基本单位和导出单位,称为单位制(system of units)。所选取的基本单位不同,单位制也就不同。例如以厘米、克、秒作为基本单位的单位制,称为厘米克秒制(CGS制);以米、千克、秒作为基本单位的单位制,称为米千克秒制(MKS制),等等。

二、国际单位制(international system of units)

由国际计量大会(CGPM)采纳和推荐的一种一贯单位制,称为国际单位制。

单位制的形成和发展,与科学技术的进步和生产的发展密切相关。国际单位制是1960年第十一届国际计量大会通过,并在以后的科技与社会实践中逐步发展和完善的,是目前世界上最先进、最科学和最实用的单位制。

1. 国际单位制的形成

国际单位制的符号为SI。由于国际单位制是在米制的基础上发展起来的,其中许多单位的名称和符号又都沿用了米制的,所以又有“现代米制”之称。

米制是国际上最早公认的单位制。当时,“米”被定义为地球子午线的四分之一长度的一千万分之一。面积和体积的单位分别是平方米和立方米,以及它们的十进倍数与分数单位。质量单位是一立方分米的水在其密度最大的温度(4℃)下的质量。由于这种制度是以“米”为基础的,故而称为“米”制。

随着科技的发展,为适应工业和商业的需要,一些新的计量单位不断出现。于是也就逐

渐形成了适于各种科技领域的单位制。例如厘米、克、秒制；米、千克、秒制；米、千克力、秒制；绝对静电单位制；绝对电磁单位制；国际实用单位制等等。这些单位制虽然皆属米制，都是在米和千克这两个单位的基础上发展起来的，但制式繁多，且往往相互交叉使用，以致出现一个量有多个单位同时应用的混乱局面。

1954年第十届国际计量大会决定以米、千克、秒、安培、开尔文和坎德拉为基本单位，建立一种用于国际关系的国际实用计量单位制。

1956年国际计量委员会(CIPM)建议把以第十届国际计量大会通过的基本单位为基础的单位制，命名为“国际单位制”。

1958年国际计量委员会又通过了关于单位制名称的符号和构成倍数单位与分数单位的词头的建议。

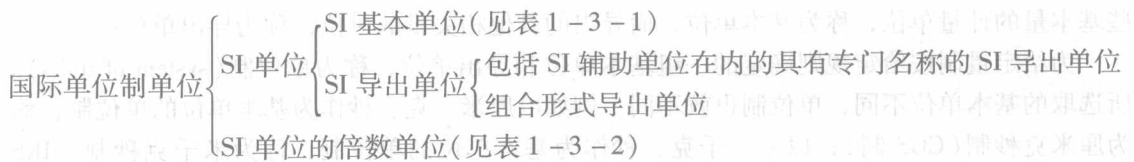
1960年第十一届国际计量大会根据上述建议，正式决定将该实用计量单位制命名为“国际单位制”，其国际符号为“SI”。

由于国际单位制先进、实用、简单、科学，并适用于文化教育、科学技术和经济建设的各个领域，如今已被世界各国以及国际组织所广泛采用。

1959年我国国务院发布的《关于统一计量制度的命令》中已确定米制为中国的的基本计量制度。1977年国务院颁布的《中华人民共和国计量管理条例》中明确指出：我国的基本计量制度是米制，逐步采用国际单位制。1980年经国务院批准由中国国际单位制推行委员会颁布试行的《中华人民共和国计量单位名称与符号方案》以及1984年国务院实行的《中华人民共和国法定计量单位》都是以国际单位制为基础的。

2. 国际单位制的构成

国际单位制的构成体系如下：



(1) SI基本单位。SI基本单位共有7个，各自彼此独立并有严格的定义，它们的名称、符号和定义见表1-3-1。

表1-3-1 SI基本单位

量的名称	单位名称	单位符号	单位的定义
长度	米	m	光在真空中于(1/299792458)s的时间间隔内所经路径的长度
质量	千克(公斤)	kg	千克是质量单位，等于国际千克原器的质量
时间	秒	s	1s是与铯-133原子基态的两个超精细能级间跃迁相对应的辐射的9192631770个周期的持续时间
电流	安[培]	A	在真空中，截面积可忽略的两根相距1m的无限长平行圆直导线内通以等量恒定电流时，若导线间相互作用力在每米长度上为 $2 \times 10^{-7}N$ ，则每根导线中的电流为1A
热力学温度	开[尔文]	K	开尔文是热力学温度单位，等于水的三相点热力学温度的1/273.16

量的名称	单位名称	单位符号	单位的定义
物质的量	摩[尔]	mol	摩尔是一系统的物质的量，该系统中所包含的基本单元数与0.012kg碳-12的原子数目相等。在使用摩尔时应指明基本单元，可以是原子、分子、电子或其他粒子，也可以是这些粒子的特定组合
发光强度	坎[德拉]	cd	坎德拉是发射出频率为 540×10^{12} Hz单色辐射的光源在给定方向上的发光强度，且在此方向上的辐射强度为 $(1/683) \text{W} \cdot \text{sr}^{-1}$

注：(1) 单位名称中圆括号内的字，是其前者的同义词；

(2) 方括号内的字，在不致混淆的情况下，可以省略。

(2) SI 导出单位。由 SI 基本单位以代数幂和积的形式所表示的单位称为 SI 导出单位，如力的单位为 $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$ ，造成有的量的单位名称太长，读写不方便。国际计量大会曾给 19 个常用的导出单位定了专门名称。在国际单位制中，曾有相当长的一段时期，把弧度和球面度称为 SI 辅助单位，1980 年国际计量委员会重新规定它们是具有专门名称的 SI 导出单位中的一部分，因此具有专门名称的 SI 导出单位现共有 21 个。其名称和符号见表 1-3-2。

表 1-3-2 SI 导出单位

序号	量的名称	单位名称	单位符号	量 纲
1	平面角	弧度	rad	m/m
2	立体角	球面度	sr	m^2/m^2
3	频率	赫[兹]	Hz	s^{-1}
4	力	牛[顿]	N	$\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$
5	压力，压强，应力	帕[斯卡]	Pa	N/m^2
6	能[量]，功，热量	焦[耳]	J	$\text{N} \cdot \text{m}$
7	功率，辐射通量	瓦[特]	W	J/s
8	电荷[量]	库[仑]	C	$\text{A} \cdot \text{s}$
9	电位，电压，电动势	伏[特]	V	W/A
10	电 容	法[拉]	F	C/V
11	电 阻	欧[姆]	Ω	V/A
12	电 导	西[门子]	S	A/V
13	磁通[量]	韦[伯]	Wb	V/s
14	磁通[量]密度，磁感应强度	特[斯拉]	T	Wb/m^2
15	电 感	亨[利]	H	Wb/A
16	摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$	
17	光通量	流[明]	lm	$\text{cd} \cdot \text{sr}$
18	[光]照度	勒[克斯]	lx	lm/m^2
19	[放射性]活度	贝可[勒尔]	Bq	s^{-1}
20	吸收剂量	戈[瑞]	Gy	J/kg
21	剂量当量	希[沃特]	Sv	J/kg

(3) SI 词头。上述的 SI 单位，在实际应用中往往会感到有许多不便。比如用千克来表示原子的质量则太大，而用千克来表示地球的质量则又太小。于是便确定了一系列十进位或千进位的词头，从而使单位相应地变大或变小，以满足具体需要。目前采用的 SI 词头共有 20 个，从 10^{-24} ~ 10^{24} ，见表 1-3-3。

表 1-3-3 SI 词头

表示的因数	词头名称	词头符号	表示的因数	词头名称	词头符号
10^{24}	尧[它]	Y	10^{-1}	分	d
10^{21}	泽[它]	Z	10^{-2}	厘	c
10^{18}	艾[可萨]	E	10^{-3}	毫	m
10^{15}	拍[它]	P	10^{-6}	微	μ
10^{12}	太[拉]	T	10^{-9}	纳[诺]	n
10^9	吉[咖]	G	10^{-12}	皮[可]	p
10^6	兆	M	10^{-15}	飞[毋托]	f
10^3	千	k	10^{-18}	阿[托]	a
10^2	百	h	10^{-21}	仄[普托]	z
10^1	十	da	10^{-24}	幺[科托]	y

注：(1) 词头符号一律用正体；

(2) 10^6 及以上的词头符号用大写字体，其余皆用小写字体；

(3) 词头不能单独使用，也不能重复使用，如不能用 10μ 单独表示 $10\mu\text{m}$ ，也不能用毫微秒($\text{m}\mu\text{s}$)表示纳秒(ns)；

(4) 由 SI 单位之前加词头构成倍数单位，如千米(km)、微米(μm)、吉赫(GHz)、兆牛(MN)等等。但质量的单位 kg 前不能再加词头，而应由克(g)加词构成倍数单位，如不能由词头千(k)加在千克(kg)之前成为千千克(kkg)，而应由词头兆(M)加在克(g)的前面成为兆克(Mg)。

三、我国法定计量单位

1984 年国务院颁布的《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》中所规定的《中华人民共和国法定计量单位》是我国新规定采用的法定计量单位，并且第一次明确使用了“法定计量单位”这个名称，它是以国际单位制单位为基础，并结合我国的具体国情，适当地增加了一些其他非国际单位制单位而构成的。

1. 法定计量单位的定义

法定计量单位就是“国家以法令的形式规定强制使用或允许使用的计量单位”。早在 1959 年 6 月 25 日国务院就发布了关于统一计量制度的命令，该命令中涉及的统一公制计量单位的中文名称方案就是我国当时的法定计量单位，而如今采用的法定计量单位是在此基础上的进一步发展。凡属法定计量单位，在一个国家的任何地区、任何部门、任何机构和任何个人，都必须毫无例外地遵照采用。有些国家甚至将它写进宪法，强制实行。

2. 法定计量单位的构成

按照国务院《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》的规定，我国的法定计量单位的构成如下：

我国的法定计量单位 { 国际单位制单位
国家选定的非国际单位制单位(见表 1-3-4)
上述单位构成的组合形式的单位

表 1-3-4 我国选定为法定单位的非 SI 单位

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
时 间	分	min	1 min = 60s
	[小]时	h	1 h = 60min = 3600s
	天(日)	d	1 d = 24h = 86400s
平面角	[角]秒	"	1" = ($\pi/648000$) rad (π 为圆周率)
	[角]分	'	1' = 60" = ($\pi/10800$) rad
	度	°	1° = 60' = ($\pi/180$) rad
旋转速度	转每分	r/min	1 r/min = ($1/60$) s ⁻¹
长 度	海 里	n mile	1 n mile = 1852m(只用于航程)
速 度	节	kn	1 kn = 1 n mile/h = (1852/3600) m/s(只用于航行)
质 量	吨	t	1 t = 10 ³ kg
	原子质量单位	u	1 u ≈ 1.6605655 × 10 ⁻²⁷ kg
体 积	升	L(l)	1 L = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³
能	电子伏	eV	1 eV ≈ 1.6605655 × 10 ⁻²⁷ kg
级 差	分 贝	dB	
线密度	特[克斯]	tex	1 tex = 1 g/km(适用于纺织行业)
面 积	公 顷	hm ²	1 hm ² = 10 ⁴ m ²

3. 法定计量单位的使用方法

为确保法定计量单位的正确使用,必须掌握法定计量单位和词头的使用规则,避免在使用中出错。下面仅介绍一些常用的规则以及涉及石油计量和日常生活方面的一些法定计量单位。

(1) 法定计量单位和词头名称。所谓法定计量单位名称,均指单位的中文名称。它分为全称和简称两种,如力的单位全称是“牛顿”,简称为“牛”;又如温度的导出单位“摄氏度”,由于不带方括号,其简称同全称,也是“摄氏度”。简称可有两个作用:一是简称可在不致混淆的场合下,等效它的全称使用;二是简称被规定作为单位的中文符号。实际使用计量单位时,还大量用到组合形式的单位,它的读写已形成一套原则,主要掌握以下两条:

1) 读写的顺序。原则上是与该单位的国际符号表示的顺序一致,如电阻率单位 $\Omega \cdot \text{m}$,中文名称就是“欧姆米”或“欧米”,但乘方形式的单位名称,要把指数名称读在指数所表示的单位名称之前,如密度单位 kg/m^3 ,中文名称为“千克每立方米”。

2) 单位的国际符号中的数字符号(“·”、“/”、“×”)读写规则如下:

① 乘号(“·”)无对应符号,即不再读写,如电能量 $\text{kW} \cdot \text{h}$,中文名称是“千瓦小时”,而非“千瓦乘以小时”;

② 除号(“/”)对应读写“每”字,分母中有几个单位,“每”字仅出现一次,如比热的单位 $\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$,中文名称是“焦耳每千克摄氏度”;

③ 乘方中的指数的相应名称一般是数字加“次方”两字,但如果是长度单位的二次或三次幂,且用以表示面积或体积量时,则相应的指数名称应读写“平方”或“立方”,当单位的指数全为负指数时,作为分子为 1 的相除形式的组合单位,其中文名称就以“每”开始,如角速度单位 rad/s^2 ,中文名称为“弧度每二次方秒”,而不是“弧度每秒每秒”。