

量和单位丛书

1

杜荷聪 陈维新 编

国际单位制及其应用



计 量 出 版 社

量和单位丛书(1)

国际单位制及其应用

杜荷聪 陈维新 编

计 量 出 版 社

1983·北京

ZW70/15

量和单位丛书 (1)
国际单位制及其应用

杜荷聪 陈维新 编

—*—
计量出版社出版

(北京和平里11区7号)

北京计量印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

—*—
开本 787 × 1092 1/32

印张 2 1/2

字数 54 千字

印数 1—310 000

1983年 5 月第一版

1983年 5 月第一次印刷

统一书号 15210·272

定价 0.36元

说 明

为了贯彻1981年7月14日经国务院批准的、由中国国际单位制推行委员会颁布的《中华人民共和国计量单位名称与符号方案(试行)》，“全国量和单位标准化技术委员会”提出了有关量和单位的15项国家标准(即GB3100、GB3101及GB3102.1—13)，并已于1982年5月至7月先后经国家标准局批准发布(1983年7月1日起实施)。我们现在组织上述国家标准的起草人员编写了这套《量和单位丛书》，供各有关科学研究、文化教育、新闻出版、国防建设、国内外贸易、工农业生产、经济管理及政府机关人员使用参考。

对本丛书的意见，请寄北京市邮政2112信箱SI办公室。

中国国际单位制推行委员会办公室

1982年11月

目 录

一、国家标准 GB3100—82 的制定与适用范围	(1)
二、国际单位制的形成及发展	(2)
三、国际单位制的基本内容	(6)
四、国际单位制的优越性及其推行情况	(9)
五、国家标准 GB3100—82 与国际国内有关计量单位 规定的关系	(17)
六、我国采用米制和推行国际单位制概况	(20)
七、使用国际单位制应注意的问题	(29)
附 录	(40)
附录 1 国际单位制的发展简况	(40)
附录 2 米制公约成员国	(44)
附录 3 世界上一些国家和地区的米制化情况	(44)
附录 4 国际单位制基本单位和辅助单位的定义	(47)
附录 5 以科学家姓氏命名的具有专门名称的 SI 导出单位	(49)
附录 6 SI 词头	(59)
附录 7 国际计量局《国际单位制》(第 4 版)的主要内容 介绍	(60)
7—1 SI 基本单位	(60)
7—2 用 SI 基本单位表示的 SI 导出单位示例	(60)
7—3 具有专门名称的 SI 导出单位	(61)
7—3 (续) 由于人类健康安全防护上的需要而确定的具有专门名称 的 SI 导出单位	(61)
7—4 用专门名称表示的 SI 导出单位示例	(62)
7—5 SI 辅助单位	(62)
7—6 用 SI 辅助单位表示的 SI 导出单位示例	(62)

7-7 SI 词头	(63)
7-8 由于使用十分广泛而重要, 可与 SI 并用的单位	(63)
7-9 SI 单位表示的值需由实验得出的与国际单位制并用的单位	(64)
7-10 暂时与国际单位制并用的单位	(64)
7-11 具有专门名称的厘米克秒制 (CGS) 单位	(65)
7-12 建议一般不用的其它单位	(66)
附录 8 目前世界各国和地区宣布采用国际单位制时间一览表	(67)
附录 9 采用 SI 的国际性科技组织一览表	(68)
附录 10 《国际单位制》(第 4 版)、国际标准 ISO1000、 《中华人民共和国计量单位名称与符号方案 (试行)》与国家 标准 GB3100—82《国际单位制及其应用》的比较	(70)
附录 11 我国古数词系列	(71)
附录 12 SI 词头中文名称方案 (列出四种)	(73)

一、国家标准 GB3100—82 的 制定与适用范围

国家标准 GB 3100—82《国际单位制及其应用》，是由全国量和单位标准化技术委员会提出的。

此标准依据1981年7月14日经国务院批准由中国国际单位制推行委员会颁布的《中华人民共和国计量单位名称与符号方案（试行）》，并参考了国际计量局出版的《国际单位制（SI）》（1981年第4版）和国际标准 ISO 1000—1981《SI单位及其倍数单位和某些其它单位的应用建议》制定的。

国际单位制（SI）是1960年第11届国际计量大会所通过的（国际计量大会即米制公约大会，我国是米制公约成员国），国际计量局根据历届国际计量大会关于国际单位制的修改决议，先后编辑出版《国际单位制》4次版本（1967年第一版；1973年第二版；1977年第三版，1981年第四版），对《国际单位制》不断作了完善和补充（见附录1）。

国际标准化组织（ISO）所属量、单位、符号、换算系数和换算表技术委员会（ISO/TC12）负责制定的国际标准 ISO1000《SI单位及其倍数单位和一些其它单位的应用建议》也先后出版了3次版本（R1000—1969；ISO1000—1973；ISO1000—1981）。国际标准化组织并规定从1970年起，所有国际标准必须采用国际单位制。此后，国际标准化组织所公布的国际标准，都一律使用了国际单位制单位。

1977年国务院颁布的《中华人民共和国计量管理条例（试行）》规定逐步采用国际单位制。1978年国务院批准成

立了中国国际单位制推行委员会。经国务院批准，该委员会于1981年公布的《中华人民共和国计量单位名称与符号方案（试行）》就是以国际单位制为基础，结合我国实际情况制定的。目前已在我国广泛使用。

国家标准 GB1.1—81《标准化工作导则编写标准的一般规定》中规定，所有标准使用的计量单位要根据国家规定向国际单位制过渡，采用国家规定的计量单位名称、符号。

国家标准《国际单位制及其应用》所作出的规定是所有国标、部标、企标都要使用的。

《国际单位及其应用》等效采用了国际标准 ISO1000。它贯彻了国际标准的基本原则、内容和几乎所有规定。国家标准主要就量和单位的中文名称给予定名。其中单位名称大部分是按照国际标准原文（英文）对应中文名称翻译的，也有一部分是根据我国汉语特点和习惯定名的。

本标准适用于所有科学研究、工程技术、工农业生产、文化教育、国内外贸易、国防建设、经济管理等领域。

二、国际单位制的形成及发展

国际单位制的国际简称为 SI，这是1960年第 11 届国际计量大会正式通过的。国际单位制的制订及其在全世界范围内成为法定计量单位制，促进了各国工农业经济、科学技术和国际贸易迅速发展。

计量制度和计量仪器的精密度，是科学文化发展水平的重要标志。在历史上，随着物质生产和科学技术的发展，计量制度和计量方法也不断地得到了提高与改进。

在 18 世纪，全世界有许多形式的计量单位制。那时，不仅各国之间计量单位不同，各地区之间的计量单位也不

同。为了使国际上有一个统一的单位制，法国在1790年建议制定米制法（原来法国的计量单位是吐阿兹和法国磅制，米制原名米突制是取希腊文义“测量”而来），提出新的10进位计量单位制和把单位建立在自然基准上的设想，并于1792年开始基础测量工作（在法国天文学家健梁布尔和密申的领导下，对敦尔克至西班牙巴赛伦那之间的地球子午线长度进行了精密测量，以后又延长到地中海的弗尔门特拉岛，于1799年6月完成）。1793年制定了最初的标准原器并公布米制法。到19世纪，欧洲一些国家才开始采用米制。法国是1840年规定使用米制的。1871年巴黎公社成立后，十分重视计量制度，立即改革了计量机构。1875年17个国家在巴黎签署了“米制公约”，成立了国际计量委员会，设立了国际计量局（座落在巴黎近郊布雷多依宫的领地内）。截止1977年，公约成员国已有45个（见附录2）。我国于1977年加入米制公约国组织。

米制诞生以后，全世界计量单位制逐渐趋于统一。20世纪全世界使用较普遍的有两大类计量单位体系，就是所谓米制和英制。米制是一种比英制更先进的10进制。目前有170个国家使用米制或处于改革米制的过程，约占世界人口的百分之九十以上（见附录3）。

米制初创时是为长度、面积和质量的计量而设的，即曾想使长度、容量和重量（常说的度量衡）的单位都以一个自然基准为依据，也就是根据地球的子午线制定的“米”为依据。米定义为地球通过巴黎子午线四分之一圆周的 $1/10^7$ 的长度，即通过巴黎地球圆周的四千万分之一的长度（随后检验发现有误测，但未改动米的长度去保持 10^{-7} 的比率，而把米重新定义为一根尺子上两个标记的距离）。后来，随着科学的发展，其它物理量也需要设立单位，于是这种米制就

成了制定各种单位制的基础。而后，出现了自行制定的多种单位制和单位并用的状态。例如，在物理学中以米的分数单位“厘米”为长度基本单位，制定了厘米、克、秒单位制（C.G.S制）和电磁单位制（CGSM制）与静电单位制（CGSE制）等。在工程技术界以米为长度基本单位，创立了米、千克、秒单位制（MKS制），米、千克力、秒单位制（MkgfS制）和米、吨、秒单位制（MTS制）等。在电磁学中，以米为基础制定了米、千克、秒、安培单位制（MKSA制）。从米制派生出来的单位制虽然都属于米制，但它们之间缺乏科学的联系，形成许多物理量有很多彼此独立的单位，在这些单位制之间又存在着矛盾现象。例如在米·千克·秒制中，质量单位千克是基本单位，而在米·千克力·秒单位制中，质量单位却从力的单位千克力导出，在实际上使用起来很不方便。由此可见，同属米制的各种单位制的并存和互相换算，已给科学技术和生产带来不少烦恼。况且还有英制中使用的码、英尺、磅等大量非10进制计量单位，以及各国本国的度量衡单位象我国的市制等仍在有限制的使用，世界上这种计量单位的混乱状况已严重妨碍着生产、科学技术和经济文化交流的发展。

1945年第二次世界大战后，国际计量活动活跃起来，各国科学技术工作者和有关国际组织，提出了进一步统一单位制的要求。1948年在第9届国际计量大会上，根据理论物理和应用物理协会与法国政府的要求及建议，责成国际计量委员会创立一种简单而科学的使所有米制公约签字国均能采用的实用单位制（具体建议废除以力或重力单位为基础的单位制，采用1901年意大利科学家乔吉提出的以四量纲制为基础的实用单位制）。大会对单位符号的一般原则作了规定，并通过了制订单位名称表的决议。会后，国际计量委员会向各

国学术、工业及教育界征集了意见。采用的实用单位是以米、千克（公斤）、秒、安培为基本单位的。此想法是选定在数量上足够而在量纲上又彼此独立的一组物理量，给这组物理量中的每一个量确定一个“基本”单位，而其他任何物理量的单位，则由这些“基本”单位“一贯地”导出。例如，在这组物理量中，量纲独立的量选的是长度和时间，而不是选的速度，而且长度和时间的单位分别选为米和秒，则导出速度的单位是米每秒（m/s）。1954年第10届国际计量大会决定采用米、千克、秒、安培为基本单位。国际计量委员会成立了专门单位制委员会，该委员会在1954年到1956年整理了国际上各方面的意见。1956年国际计量委员会决定将这种单位制命名为“国际单位制”提交国际计量大会讨论，在1960年第11届国际计量大会上正式通过。按照决议把这种实用计量单位制定名为国际单位制，国际简称为SI。并规定了SI词头、导出单位及辅助单位，从而制定了一整套计量单位制。经过1971年第14届国际计量大会的修改而更加完善。国际单位制是长度以米、质量以千克、时间以秒、电流以安培、热力学温度以开尔文、发光强度以坎德拉、物质的量以摩尔为基本单位的单位制，现在国际单位制是由SI单位（SI基本单位、SI辅助单位、SI导出单位）、SI词头和SI单位的10进倍数单位与分数单位三部分组成的。

国际单位制还将随科学技术和工农业的发展而不断修改和完善。例如光度学的基本单位发光强度单位坎德拉，在1979年第16届国际计量大会上作出了新的定义。就整个世界计量单位制发展的趋势来说，今后将以自然现象来定义基本单位，因其是不随时间、地点、运动状态及环境条件而改变的恒定数值。这样的基本单位更为理想。为此，1969年成立了精密测量与基本物理常数的国际研究协会。

三、国际单位制的基本内容

国际单位制 (Le Système International d'Unités) 其国际简称为 SI (汉语读音为爱斯埃)。

国际单位制是由 SI 单位 (SI 基本单位, SI 辅助单位和 SI 导出单位)、SI 词头和 SI 单位 10 进倍数与分数单位三部分组成的。

SI 单位是国际单位制中构成一贯制 (一贯体系) 的那些单位, 均不带 SI 词头 (质量单位千克例外, 其中千是 SI 词头)。所以 SI 单位是国际单位制中有特定含义的名称。而国际单位制单位不仅包括 SI 单位, 还包括其 10 进倍数单位与分数单位 (即由 SI 词头与 SI 单位构成的新单位)。

国际单位制简称为 SI, 但 SI 单位不能表示国际单位制单位, 因它未全部包括国际单位制单位, 只是国际单位制单位的一部分。这是由于国际单位制本身既包括了一贯性单位 (SI 单位), 又包括了倍数和分数单位。而倍数和分数单位显而易见地不是一贯性单位, 但它属于国际单位制的范围。同时, 由于我国汉语语法的特点 (如无词尾变化), 在汉语中无法将国际单位制 (SI) 与 SI 单位明显地加以区分。在 1979 年以前, 新翻译的国际单位制的 SI 单位, 曾命名为“国际制单位”。为防止国际制单位与国际单位制相混淆, 1980 年 12 月全国审定会后, 按国际上的统一办法, 把国际制单位改为 SI 单位。

国际单位制还承认一些由于使用十分广泛或专门领域需要的重要单位作为可与国际单位制并用或暂时与国际单位制并用的单位。

建立计量单位制首先要选择基本量。所选择的基本量应

该是相互独立的最重要的物理量，且给出严格的科学定义。国际单位制选择了长度、质量、时间、电流、热力学温度、物质的量、发光强度等 7 个量作基本量，也称为基础量。当基本量选定后，就要确定基本量的基本单位，这些基本单位的单位值之大小，最好要具有普遍实用价值。国际单位制的 SI 基本单位以米、千克、秒、安培、开尔文、摩尔、坎德拉等 7 个单位作为基本单位（又称为基础单位），它们的大小是比较恰当的。国际单位制选定的基本量的基本单位，能够包括当前各行各业、各学科所用的单位。

例如：

用米、千克、秒构成运动学、力学、声学单位。

用米、千克、秒、安培构成电学、磁学单位。

用米、千克、秒、开尔文构成热力学单位。

用米、千克、秒、坎德拉构成光学单位。

用米、千克、秒、开尔文、摩尔构成化学、物理化学单位。

SI 基本单位的确定，体现了当前科学技术发展的水平。它的定义是从科学实验中总结出来的，能够满足科学技术和生产的需要，具有较高的精度，且易于复现。在 7 个基本单位中，已有 6 个实现了自然基准，只有质量单位千克是实物基准。SI 基本单位的定义还将随着科学技术的发展而不断完善和改进。如长度单位米的定义，将可能在 1983 年召开的第 17 届国际计量大会上给予新的定义。米的新定义将定为：1 m 等于光在真空中 $1/299\,792\,458$ s 的时间间隔内所行进路程的长度。

这些单位定义的改变，不但不影响国际单位制构成的原则，而且可促进其发展。

SI 基本单位定义见附录 4。

SI 辅助单位弧度和球面度（2个），既可作基本单位，又可作为导出单位对待。它们本来是长度单位与长度单位之比和面积单位与面积单位之比，是属于无量纲量的单位。但是，在一些专门领域如光度学中为了使用方便起见，给出了弧度和球面度的名称。

具有专门名称的 SI 导出单位或用专门名称表示的 SI 导出单位，都是组合单位，为了读、写方便和符合习惯，对这些组合单位给予了专门名称。在 19 个具有专门名称的 SI 导出单位中，有 17 个是以科学家的人名命名的。如牛顿、帕斯卡等，是为了纪念其在本学科专业领域中作出的成就而命名的（见附录 5）。

SI 词头，过去也称为词冠、前缀、词首、接头语等名称。它是用来构成 10 进倍数和 10 进分数单位名称的构词成分。为了方便地表示同类量的各种量的大小，可以用词头来表示增大和减少的 10 进倍数。词头分别代表 10 的不同指数的大小（10 的幂），它属于倍数单位名称不可分离的一部分。词头不是数也不是词。在 SI 词头的 16 个词头中，有 4 个是 10 进位的，即 10^2 ， 10^1 ， 10^{-1} ， 10^{-2} ，另外 12 个词头是千进位的。

SI 词头的名称，其词源选取于希腊、拉丁、西班牙、丹麦等语中的偏僻名词，有的原文并无精确的含义（见附录 6）。

16 个 SI 词头所代表的因数，是由国际计量大会通过而硬性规定的。

与国际单位制并用的单位以及具有专门名称的厘米克秒制单位，确切地说都不是国际单位制的单位。但由于还在广泛使用和专门领域的需要，允许与国际单位制并用。从这个意义上看，它们也属于国际单位制的范畴。有的国家还把公

亩(a)、公顷(ha)、升(l,L)、吨(t)这4个单位,作为国际单位制的倍数单位的专门名称。

暂时与国际单位制并用的单位,同样不是国际单位制的单位,并且意味着要逐步取消,一般应该避免使用。

建议一般不用的其它单位,就是要取消的单位。目前世界上也多已不用,我国也应该尽量不用。

关于国际单位制(第4版)的主要内容见附录7。

四、国际单位制的优越性及其推行情况

国际单位制是在米制基础上发展起来的,是米制的现代化形式,是国际上公认的较先进的单位制,是国际计量领域内的共同语言。经过22年的实践证明,它对科学技术和经济发展有明显的促进作用。目前已有80多个国家和地区采用或向国际单位制过渡。几乎所有国际性的学术、经济、政治组织都宣布采用国际单位制。可以预计80年代国际单位制将在全世界得到通用。

1. 国际单位制的优越性

国际单位制在1960年第11届国际计量大会正式通过后,便成为全世界范围内的法定计量单位制。国际单位制的优越性主要有7点。

① 统一性

国际单位制中7个基本量的单位,都有严格的定义。导出量的单位是通过系数为1的单位定义的方程式用基本单位来表示的,从而使量的单位之间具有直接内在的联系,能够很方便地构成任何学科领域的所有单位(包括力学、热学、电磁学、光学、声学、物理化学、核物理学、数学等所有理论科学和技术科学领域),可使各行业所用的计量单位(科

学技术、国民经济、国内外贸易和日常生活等方面) 统一在一个单位制之中, 实现全世界范围内的计量单位统一。国际单位制能实现此种统一的原因, 不仅是由于其本身的科学结构, 还由于单位制本身到各个单位的名称和使用规则, 都是标准化的,¹⁸ 实现了每个单位只有一个名称和一个国际符号。

② 简明性

国际单位制取消了大量其它单位制单位和各种各样的单位, 明显地简化了物理规律的表示形式和计算手续, 省略了许多单位制之间的单位的换算问题。例如力学和热力学公式采用国际单位制, 就可省去热功当量、功热当量、千克力等单位 and 换算系数。这样就不必编制很多计算图表, 避免了繁杂的计算手续, 以及测量与设计上可能引起的错误, 从而可大量节省人力、物力和时间。

③ 实用性

国际单位制的基本单位和大多数导出单位的大小都很实用, 其中绝大部分已得到广泛应用。如安培、伏特、欧姆, 等等。国际单位制对大量常用的量并没有增添十分不习惯的新单位。为了适应实际需要, 国际单位制还包括数值范围很广的词头, 以便构成 10 进倍数单位和分数单位。如压力单位帕斯卡, 过去习惯使用工程大气压 (at) 即千克力每平方厘米 (kgf/cm^2), 等于 $0.980665 \times 10^5 \text{ Pa}$, 在大约 2% 的误差内等于 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$, 即 0.1 MPa, 因此, 在工程技术上, 使用时一般可用 0.1 MPa 代替 $1 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ 使用。同样力值单位千克力 (kgf) 等于 9.806 65 N, 近似等于 10 N, 用 10 N 代替 1 kgf 在大部分场合也是许可的。

④ 合理性

国际单位制坚持了一个量一个 SI 单位的原则, 避免多种单位制和单位的并用, 消除了很多不合理现象。例如, 用

一个压力单位帕斯卡即 N/m^2 就可以代替千克力每平方厘米 (kgf/cm^2 工程大气压)、克力每平方厘米 (gf/cm^2)、千克力每平方米 (kgf/m^2)、标准大气压 (atm)、毫米汞柱 (mmHg)、毫米水柱 (mmH_2O)、巴 (bar)、达因每平方厘米 (dyn/cm^2) 等所有压力单位。又如,在力学、热学、电学中的功、能、热量等,虽然测量方法不同,但它们在本质上是相同的量。在过去多种单位并用时,常用的单位有千克力米 ($\text{kgf}\cdot\text{m}$)、克力米 ($\text{gf}\cdot\text{m}$)、尔格 (erg)、千卡 (kcal)、卡 (cal)、电子伏特 (eV)、瓦特小时 ($\text{W}\cdot\text{h}$)、千瓦小时 ($\text{kW}\cdot\text{h}$) 等很多米制单位,此外还有磅力英尺 ($1\text{bf}\cdot\text{ft}$)、马力小时 ($\text{hp}\cdot\text{h}$) 和英热单位 (Btu) 等多种英制和其它制单位。在国际单位制中,只用 1 个焦耳单位就能代表所有那些常用单位,这不仅反映了几个量之间的物理联系,且可省略了许多计算,并避免了同类量具有不同量纲和不同量具有相同量纲的矛盾。

⑤ 科学性

明确和澄清了许多量和单位的概念。国际单位制的单位都是根据科学试验而严格定义的,并且经过周密考虑与协商,废弃了一些旧的不科学的习惯概念、名称、符号和用法。例如,长期以来,千克 (kg) 既是质量单位又是重力单位,而实际上,质量和重力是两个不同性质的量。质量单位是千克,重力单位是牛顿 (米制是千克力)。而重量在科学技术中只是指重力,在日常生活上,质量与重量往往混为一谈。此外,关于摩尔的定义,明确了物质的量和质量不同的概念。

⑥ 精确性

7 个基本单位都能以最高精度复现和保存。除质量单位千克以外,其它 6 个基本单位均实现了自然基准。随着科学