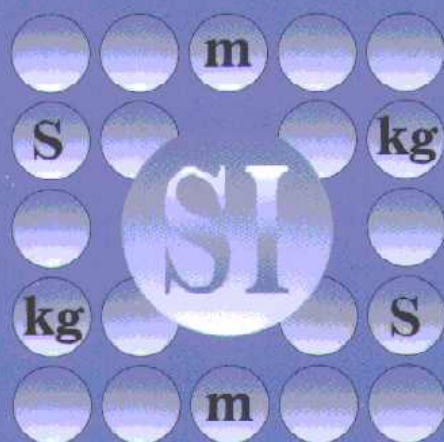


国际计量局(BIPM)编

国际单位制

(SI)

(原第七版)



91
8

 科学出版社
SCIENCE PRESS

512

国际单位制 (SI) (原第七版)

国际计量局(BIPM)编

李慎安 译
赵 燕

科学出版社

2000

图字：01 - 1999 - 2588号

内 容 简 介

本书译自国际计量局(BIPM)编辑(1998年出版)的《国际单位制(SI)》(第七版)。全书共5章,主要介绍SI单位的发展历史、立法、词头;SI单位及其导出单位;SI单位的十进倍数和十进分数单位;SI单位并用的制外单位;SI单位名称和符号的书写规则等。书的末尾还附有两个附录和索引,主要叙述国际计量大会(CGPM)和国际计量委员会(CIPM)的若干决定及一些主要单位的复现等。

本书是各行各业的科技人员、大专院校及职业技术学校等师生必备的案头工具书。

图书在版编目(CIP)数据

国际单位制(SI)(原第七版)/国际计量局(BIPM)编;李慎安,赵燕译.—北京:科学出版社,2000

书名原文:The International System of Units (SI)

ISBN 7-03-008145-5

I. 国… II. ①国… ②李… ③赵… III. 国际单位制
IV. TB91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 72840 号

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号
邮政编码:100717

科 地 亚 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2000年7月第 一 版 开本:850×1168 1/32
2000年7月第 一 次印刷 印张:2 3/4
印数:1—5 000 字数:60 000

定价:10.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(新欣))

第一章 绪 论

§ 1.1 历 史

1948 年第九届 CGPM(决议 6, CR^①, 64)责成 CIPM 做好以下工作:

- 研究制订一整套计量单位规则;
- 为此,开始正式征询所有国家中科学、技术和教育界的意见;
- 对建立一种所有《米制公约》签字国都能接受的实用计量单位制(a practical system of units of measurements)提出建议.

同届大会还根据其决议 7(CR, 70),规定了单位符号书写的一般规则,并列出了一个具有专门名称的单位表.

1954 年第十届 CGPM(决议 6, CR, 80)和 1971 年第十四届 CGPM(决议 3, CR, 78),决定采用以下 7 个量:长度、质量、时间、电流、热力学温度、物质的量和发光强度的单位为“实用单位制”的基本单位.

1960 年第十一届 CGPM(决议 12, CR, 87).把这种实用计量单位制的名称定为国际单位制[*Système International d'Unités*(*International System of Units*)],国际缩写为 SI,并制定了词头、导出单位和辅助单位的原理以及其他一些规定.由此建立了一整套计量单位规则.随后的历届 CGPM 和 CIPM,考虑到科学的发展和使用的需要,对国际单位制进行了不断的修订和完善.

按历史发展,CGPM 重要决定可概括如下:

- 从法国大革命时期产生的米制(十进制)和继后 1799 年 6

① CR 为国际计量大会会报的缩写.

月 22 日在巴黎 Archives de la République 制造的米和千克两个铂标准原器,可以看作是国际单位制发展进程中迈出的第一步。

- 1832 年,物理学家高斯(Gauss),积极推动这种米制和天文学中定义的秒的应用,并把它视为物理学中的一贯单位制。高斯是第一位基于 3 个物理量长度、质量和时间的十进制力学单位毫米、克和秒、用绝对方法来测量地球磁场的人。在以后几年里,高斯与韦伯合作,进一步测量了某些其它电学现象。

- 1860 年,通过英国科学促进会(British Association for the Advancement of Science, BAAS)在麦克斯韦和托马斯的领导下,这些单位的应用在电学和磁学领域中得到了进一步的发展。一贯单位制(coherent system of units)的基本单位和导出单位可以用公式表示。1874 年英国科学促进会(BAAS)引入了厘米克秒制(CGS),这种三量纲的一贯单位制,是在 3 个力学单位(厘米、克和秒)的基础上,使用词头从微(micro)到兆(mega)构成十进倍数和分数单位的。作为一门实验科学物理学的发展在这一单位制的基础上步入正轨。

- 由于 CGS 制在电学和磁学领域里,其一贯导出单位的大小在使用中不够方便,因此 1880 年英国科学促进会(BAAS)国际电工大会(International Electrical Congress)和国际电工委员会(IEC)的前辈们,给出了与一贯单位制有关的一套实用单位。其中电阻是欧姆,电动势是伏特,电流是安培。

- 1875 年 5 月 20 日,在米制公约建立后,CIPM 制造了长度和质量的新的米和千克原器。1889 年,第一届 CGPM 正式批准米、千克作为国际原器,同时把天文学秒作为时间单位。这 3 个基本单位构成了与 CGS 制类似的三量纲力学,米千克秒制(MKS)。

- 1901 年,Giorgi 指出实用电学单位与米千克秒制结合,形成了四量纲一贯单位制,即在 3 个基本单位后增加第四个电学的基本单位,如安培或欧姆。在电磁学中表述的方程采用所谓理化形式。Giorgi 的建议开创了基本单位数新发展的道路。

- 1921 年,第六届 CGPM 对《米制公约》中关于 BIPM 对物理学以外领域的责任和范围进行了修订后,1927 年,第七届 CGPM 紧

接着创建了 CCE, IEC, IUPAP 和其他国际组织, 对 Giorgi 的建议进行了充分讨论. 1939 年, 在 CCE 建议下, 采用基本单位米、千克、秒和安培为四量纲单位制, 即 MKSA 制. 1946 年, CIPM 通过了此项建议.

- 1948 年开始, BIPM 进行调查, 1954 年第十届 CGPM 通过决议, 采用安培、开尔文和坎德拉分别作为电流、热力学温度和发光强度的基本单位. 1960 年第十一届 CGPM 建立了国际单位制(SI). 1971 年第十四届 CGPM 进一步完善了 SI, 增加了物质的量的基本单位——摩尔. 至此基本单位数成为 7 个.

§ 1.2 两类 SI^①单位

国际单位制中, SI 单位分为如下两类(units, SI, the two classes of):

- 基本单位;
- 导出单位.

依照科学的观点, 把 SI 单位分为两类是有一定程度的任意性, 因为从物理学的角度来说, 并不要求这种分法. 然而, CGPM 考虑到应在国际关系、教学和科学工作中使用一种具有统一性、实用性和世界性优点的实用单位制, 决定选取 7 个具有严格定义的, 在量纲上彼此独立的单位作为国际单位制的基础, 这 7 个单位是: 米、千克、秒、安培、开尔文、摩尔与坎德拉. 这 7 个 SI 单位称为基本单位.

SI 单位的第二类是导出单位, 即可以按照选定的代数式由基本单位组合起来构成的单位. 由基本单位构成的这些单位, 有一些可用专门名称和符号代替, 这些专门名称和符号本身又可以构成

① 第十一届 CGPM(1960, 决议 12; CR, 87), 承认平面角和立体角及相应单位弧度和球面度是 SI 中独立类单位, 称 SI 辅助单位. 第二十届 CGPM(1995, 决议 8, CR, 223 和《计量学》1996)保留了辅助单位在 SI 中的独立性, 把他们放在包括弧度和球面度在内的导出单位里.

其他导出单位的表示式和符号。

按照通常一贯性的含义,这两类 SI 单位构成了一个一贯单位体系。就是说,按照乘除规则相互联系的没有任何数字系数的单位制。按照 CIPM 的建议书^①(1969, PV, 37, 30 ~ 31 和《计量学》1970, 6, 66), 这种一贯单位体系中的单位称为 SI 单位。

应该强调指出,每个物理量只有一个 SI 单位,这是极为重要的,尽管这个单位可以有不同的表示形式。然而反过来讲,相同的 SI 单位也可以用来表示某些不同的量。

§ 1.3 SI 词头(prefixes, SI)

CGPM 采纳了一组词头(prefixes), 构成了 SI 单位的十进倍数和十进分数单位。按照 CIPM(1969)建议,这些词头称之为 SI 词头。

SI 单位是指 SI 基本单位和导出单位,他们形成了一个一贯单位系列。SI 单位的倍数和分数(SI units, multiples and submultiples)单位是由 SI 单位与 SI 词头组合形成的,称为 SI 单位的十进倍数和分数单位。这些 SI 单位的十进倍数和分数单位与 SI 单位并非一贯性的。

作为例外,千克的倍数和分数单位是在单位名称“克”前加词头构成的,即词头符号“k”与单位符号“g”组成。

§ 1.4 量 制

本书没有论述 SI 单位所采用的量制(system of quantities), 它属于国际标准化组织(ISO)第十二技术委员会(ISO/TC 12)的工作范围。自 1955 年以来,ISO 公布了一系列有关量和单位的国际标准,并积极建议采用国际单位制^②。

① CIPM 的建议记录在国际计量委员会会议记录中。这里用字母 PV 表示。

② 有关 SI 单位中量制应用的详细解释,请查阅 ISO31《量和单位》(ISO 标准手册,第 3 版,日内瓦,1993)。

在这些国际标准中,ISO 采用了根据 7 个基本量:长度、质量、时间、电流、热力学温度、物质的量和发光强度建立的物理量制,其余的量,即导出量,则根据这 7 个基本量给予定义.导出量与基本量之间的关系用方程组表达.这种量制与方程组适于与 SI 一起使用.

§ 1.5 广义相对论框架中的 SI 单位

SI 基本单位的定义适用于所考虑到的相对论效应.很明显,定义只适用于所考虑的效应的较小空间范围来复现.因此,这些单位是一种本征单位(proper units)^①.它们可以通过地域实验室的实验来复现.实验中应考虑相对论,但只是狭义相对论.所有引用的物理常量,都是地域性的量,而其值则用于定义这种本征单位.

采用不同标准来实现一个单位,通常是在固定地域内进行比较.然而,对于频率标准则可能借助电磁信号在一定距离进行比较.按广义相对论所预言的,其中就有在地球表面高差每米两标准之间的频移将会有约 10^{-16} .这样大小的效应与基于频率的周期信号来复现的米或秒的不确定度大小比较起来,并非可以忽视(见附录 2).

§ 1.6 关于单位的立法

(units, legislation on; legislation on units)

有些国家以立法形式制定了在全国范围内或在某些特殊领域(如商业、卫生、公共安全和教育等方面)使用单位的规则,越来越多的国家颁布了采用国际单位制的法令.

1955 年成立的国际法制计量组织(OIML)从事这些立法的国际协调工作.

① 本征单位(proper units)的问题,在国际天文组织大会(IAU)1991 年决议 4 中作了说明.决议 4 的报告引自 CCDS 工作组《关于计量的一般应用》(1997).

第二章 SI 单位

§ 2.1 SI 基本单位

所有 SI 基本单位(units, SI base)的正式定义是由 CGPM 通过的.从 1889 年通过了第一个这样的定义,直到最近的 1983 年.这些定义,随着时代和计量技术的发展而不断完善,其基本单位的复现愈趋准确.

2.1.1 定义

基本单位的现行定义,引自 CGPM 的 CR(Comptes Rendus),采用黑铅字缩排.描述这些定义的有关决议,没放在定义部分,引自 CGPM 的 CR 或 CIPM 的 PV,也用一般铅字缩排,连接正文的小字体,则是提供有关历史注解和说明,没有放在正文中.

(1)长度(length)单位[米(metre)] 第十一届 CGPM(1960)将 1889 年公布生效的国际铂铱原器的米定义改为 ^{86}Rn 的辐射波长来定义.为了提高米的复现准确度,第十七届 CGPM(1983)将 ^{86}Kr 辐射波长改为下列定义:

(决议 1; CR 97, *Metrologia*, 1984, 20, 25)

米等于光在真空中于 $(1/299\,792\,458)$ 秒时间间隔内所经路径的长度.

这个定义的实质是确认光速等于 $299\,792\,458\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.原来的国际米原器仍由 BIPM 按 1889 年第一届 CGPM 所确定的条件保存.

(2)质量(mass)单位[千克(kilogram)] 第一届 CGPM(1889)(CR, 34—88)批准了铂铱国际千克原器,按大会规定的条件,保存在 BIPM,并宣布:今后以这个原器为质量单位.

为了避免“重量”(weight)一词在通常使用中意义上发生含混,第三届 CGPM(1901)在一项声明中作如下规定:

千克是质量的单位,等于国际千克原器的“质量”(见附 1.2.2 节质量中第三届 CGPM 的声明)

(3) 时间(time)单位[秒(second)] 最初,时间单位“秒”被定义为平太阳日的 $1/86\,400$ 。“平太阳日”的定义基于天文学理论,但是他们的测量表明,由于地球自转不规则,平太阳日不能保证理想的准确度.为了更精确地定义时间单位,第十一届 CGPM(1960)批准了国际天文学联合会规定的以回归年为根据的定义.同时,实验研究指出,能够实现以原子或分子的两个能级之间跃迁为基础的时间间隔的原子基准,而且能以更高的精度复现.第十三届 CGPM.(1967~1968)考虑到,为满足高等计量学的要求,需要一个非常精确的 SI 时间单位“秒”的定义,决定将秒的定义改成下列定义:

秒是与 Cs-133 原子基态的两个超精细能级间跃迁相对应的辐射的 $9\,192\,631\,770$ 个周期的持续时间.

1997 年, CIPM 会议确定:

这一定义中所要求的铯原子基态指在 0 K 温度.

(4) 电流单位[安培(ampere)] 电流和电阻的所谓“国际”电学单位,是 1893 年在芝加哥召开的国际电学大会引用的.“国际”安培和“国际”欧姆的定义,则是 1908 年伦敦国际代表会议批准的.

虽然在第八届 CGPM(1933)期间,一致要求采用所谓的“绝对”单位来代替这些“国际”单位已十分明显,但是直到第九届 CGPM(1948)才正式决定废除这些“国际”单位,而采用下列电流单位——安培的定义.这一定义为 CIPM 所批准(1946,决议 2; PV 20, 129~137).

安培是电流单位,在真空中,截面积可忽略的两根相距 1 米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 2×10^{-7} 牛顿,则每根导线中的电流为 1 安培.

这里,已将 1946 年原文中“米千克秒(MKS)制力的单位”改成了第九届 CGPM 所通过的“牛顿”(1948,决议 7,CR,70).定义的实质是把真空磁导率严格地给定为 $4\pi \times 10^{-7} \text{ H}\cdot\text{m}^{-1}$.

(5) 热力学温度(temperature, thermodynamic)单位[开尔文(kelvin)] 热力学温度单位的定义实际上是第十届 CGPM(1954,决议 3)规定的.它选取水的三相点为基本定点,并定义其温度为 273.16 K.第十三届 CGPM 通过以开尔文的名称(符号 K)代替“开氏度”(符号 $^{\circ}\text{K}$)(1967~1968,决议 3).热力学温度单位的定义如下(1968,决议 4):

开尔文是热力学温度单位,等于水的三相点热力学温度的 $1/273.16$.

由于温标的习惯定义,实践中常用热力学温度表示,符号为 T ,在冰点时两者的关系: $T_0 = 273.15 \text{ K}$,与这一温度之差称为摄氏温度,符号 t ,量方程的定义是

$$t = T - T_0.$$

摄氏温度的单位是摄氏度,符号 $^{\circ}\text{C}$.按定义,“摄氏度”这个单位的大小与单位“开尔文”的大小是相等的.温度间隔或温差,既可用摄氏度表示,也可用开尔文表示.摄氏温度的数值用摄氏度表示为

$$(t/^{\circ}\text{C}) = (T/\text{K}) - 273.15.$$

开尔文和摄氏度也是 1990 国际温标(IIS-90)的单位.引自 1989 CIPM 建议 5.

(6) 物质的量(amount of substance)单位[摩尔(mole)] 自从发现一些化学基本定律以后,就已用例如“克原子”和“克分子”来表明各种化学元素或化合物的量了.这些单位和“原子量”以及“分子量”(实际上是相对质量)有直接联系.最初,“原子量”以化学元素氧的原子量(规定为 16)为标准.但是,物理学家利用质谱仪分离出了各种同位素,并且只把氧的一种同位素的数值定为 16 后,化学家却把同位素 16,17,18 的混合物,即天然氧元素的数值定为 16(实际上稍有差异).1959~1960 年间,国际理论与应用物理协会

(IUPAP)和国际理论与应用化学协会(IUPAC)取得一致协议后,结束了这种不一致的局面.此后,物理学家和化学家都同意将碳同位素 12 的值为 12,由这样统一的标度给出“相对原子质量”的值.

余下的问题是通过 ^{12}C 的相应质量以定义物质的量的单位.根据国际协议,这个质量已定为 0.012 千克,而物质的量的单位取名为摩尔(符号 mol).

CIPM 根据 IUPAP、IUPAC 和 ISO 的建议,于 1967 年制定并于 1969 年批准了摩尔的定义,最后由第十四届 CGPM 通过(1971,决议 3).

1. 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 0.012 千克 ^{12}C 的原子数目相等,其符号是“mol”.

2. 使用摩尔时,基本单元应予指明,可以是原子、分子、离子、电子及其它粒子,或是这些粒子的特定组合.

1980 年 CIPM 通过了 CCU(1980)报告中的如下决定:

在摩尔定义中所参照的应是非结合的、静止的、并处于基态的碳-12 原子(注:在引用摩尔定义时,有必要做这条注释).

(7) 发光强度(luminous intensity)单位[坎德拉(candela)]

1948 年前各国采用的依据火焰或白炽灯丝基准建立的发光强度单位首先改为“新烛光(candle, new)”.“新烛光”是根据铂凝固温度下普朗克辐射体(黑体)的亮度建立的.这一决定是由国际照明委员会(CIE)和 CIPM 于 1937 年前作出的,1946 年由 CIPM 予以颁布,然后,第九届 CGPM 于 1948 年批准了这一决定,并给这个单位一个新的国际名称“坎德拉”(符号 cd);1967 年第十三届 CGPM 对 1946 年所下定义又作了形式上的修改(决议 5;CR 和 *Metrologia*, 1968, 4, 43 ~ 44).

鉴于在高温下实现普朗克辐射体存在实验上的困难,以及由于利用辐射测量法,即光辐射的功率测量有了新的可能性,于是,第十六届 CGPM 于 1979 年通过了以下新定义(1979,决议 3;CR, 100 和 *Metrologia*, 1980, 16, 56):

坎德拉是一光源在给定方向上的发光强度,该光源发出频率

为 540×10^{12} 赫兹单色辐射,且在此方向上的辐射强度为 1/683 瓦特每球面度.

2.1.2 基本单位符号(symbols, for base units)

国际单位制的基本单位名称及其符号列于表 2.1(第十届 CGPM(1954),决议 6;第十一届 CGPM(1960),决议 12;第十三届 CGPM(1967/68),决议 3;第十四届 CGPM(1971),决议 3).

表 2.1 SI 基本单位

基本量	SI 基本单位	
	名称	符号
长度	米	m
质量	千克	kg
时间	秒	s
电流	安[培]	A
热力学温度	开[尔文]	K
物质的量	摩[尔]	mol
发光强度	坎[德拉]	cd

§ 2.2 SI 导出单位

导出单位是借助代数式的乘除运算以 SI 基本单位表示的单位.某些导出单位具有专门名称和符号,而这些专门名称和符号本身又可与基本单位组合,用来表示其他导出单位.

2.2.1 用基本单位表示的 SI 导出单位(units, SI derived)

表 2.2 列出了一些直接用基本单位表示的导出单位.这些导出单位是基本单位用乘除形式组合而成的.

表 2.2 用 SI 基本单位表示的 SI 导出单位示例

导出量	SI 导出单位	
	名称	符号
面积	平方米	m^2
体积	立方米	m^3
速度	米每秒	m/s
加速度	米每二次方秒	m/s^2
波数	每米	m^{-1}
密度, 质量密度	千克每立方米	kg/m^3
比体积	立方米每千克	m^3/kg
电流密度	安[培]每平方米	A/m^2
磁场强度	安[培]每米	A/m
(物质的量)浓度	摩[尔]每立方米	mol/m^3
光亮度	坎[德拉]每平方米	cd/m^2
折射率	(数值)1	1 ^(a)
(a)符号“1”一般省略了与数值 1 的组合		

2.2.2 具有专门名称和符号的导出单位, 以及用专门名称和符号组合而成的导出单位

为了方便, 某些具有专门名称和符号的导出单位(symbols, for derived units with special names)列在表 2.3 中. 这些专门名称和符号本身又可用来表示其他导出单位, 见表 2.4 的例子. 这些专门名称和符号是常用单位的缩写.

在表 2.3 中的最后三项单位名称和符号是采纳第十五届(1975, 建议 8 和 9; CR, 105 和 Metrologia, 1975, **11**, 180)和第十六届 CGPM(1979, 决议 5; CR, 100 和 Metrologia 1980, **16**, 56)决议, 由于人类健康安全防护的需要而特别确定的.

表 2.3 和表 2.4 中最后一栏用 SI 基本单位给出了有关的 SI 单位的表示式. 在这一栏里, 像 m^0 , kg^0 , …都等于 1, 一般不作明确表示.

如 § 1.2 中所指出的, 同一个 SI 单位可以用于几个不同的量. 上述表中所列举的量是不全面的, 仅是几个示例. 如焦耳每开

表 2.3 具有专门名称的 SI 导出单位

导出量	名称	符号	SI 导出单位	
			用其它 SI 单位的表示式	用 SI 基本单位的表示式
平面角	弧度 ^(a) (radian)	rad		$\text{m} \cdot \text{m}^{-1} = 1^{(b)}$
立体角	球面度 ^(a) (steradian)	sr ^(c)		$\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2} = 1^{(b)}$
频率	赫[兹] (hertz)	Hz		s^{-1}
力(force)	牛[顿] (newton)	N		$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
压力、压强、应力	帕[斯卡] (pascal)	Pa	N/m^2	$\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
能[量], 功, 热	焦[耳] (joule)	J	$\text{N} \cdot \text{m}$	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
功[率], [辐]射通量	瓦[特] (watt)	W	J/s	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$
电荷[量]	库[仑] (coulomb)	C		$\text{s} \cdot \text{A}$
电压, 电动势	伏[特] (volt)	V	W/A	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$
电容	法[拉] (farad)	F	C/V	$\text{m}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2$
电阻	欧[姆] (ohm)	Ω	V/A	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-2}$
电导	西[门子] (siemens)	S	A/V	$\text{m}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^3 \cdot \text{A}^2$
磁通[量]	韦[伯] (weber)	Wb	$\text{V} \cdot \text{s}$	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$
磁通[量]密度	特[斯拉] (tesla)	T	Wb/m^2	$\text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$
电感	亨[利] (henry)	H	Wb/A	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2}$
摄氏温度 (temperature, celsius)	摄氏度 (degree celsius) ^(d)	$^{\circ}\text{C}$		K
光通量	流[明] (lumen)	lx	$\text{cd} \cdot \text{sr}^{(c)}$	$\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{cd} = \text{cd}$
[光]照度	勒[克斯] (lux)	lx	lm/m^2	$\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-4} \cdot \text{cd} = \text{m}^{-2} \cdot \text{cd}$
[放射性]活度	贝克[勒尔] (becquerel)	Bq		s^{-1}
吸收剂量 (absorbed dose), 比授				
予能, 比释动能,	戈[瑞] (gray)	Gy	J/kg	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
剂量当量 (dose equivalent), 周围剂量当量, 定向剂量当量, 个人剂量当量	希[沃特] (sievert)	Sv	J/kg	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$

(a)弧度和球面度可用来表示导出单位,以便对不同性质所属相同量纲的量加以区别。一些用平面角和立体角表示的 SI 导出单位的示例列于表 2.4 中。

(b)实际使用中,弧度 rad 和球面度 sr,在与数值组合时,其导出单位“1”通常被省略了。

(c)在光学中,名称球面度和符号 sr 通常用单位表示。

(d)这个单位可以与 SI 词头组合使用。例如:毫摄氏度 m°C 。

表 2.4 用专门名称和符号表示的 SI 导出单位示例

SI 导出单位			
导出量	名称	符号	用 SI 基本单位的表示式
[动力]黏度	帕[斯卡]秒	Pa·s	$\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}$
力矩	牛[顿]米	N·m	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
表面张力	牛[顿]每米	N/m	$\text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
角速度	弧度每秒	rad/s	$\text{m} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = \text{s}^{-1}$
角加速度	弧度每二次方秒	rad/s ²	$\text{m} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2} = \text{s}^{-2}$
热流密度,辐[射] 照度	瓦[特]每平方米	W/m ²	$\text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$
热容,嫡	焦[耳]每开[尔文]	J/K	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
比热容,比嫡	焦[耳]每千克开 [尔文]	J/(kg·K)	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
比能	焦[耳]每千克	J/kg	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
热导率	瓦[特]每米开尔文	W/(m·K)	$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$
能[量]密度	焦[耳]每立方米	J/m ³	$\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
电场强度	伏[特]每米	V/m	$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$
电荷密度	库[仑]每立方米	C/m ³	$\text{m}^{-3} \cdot \text{s} \cdot \text{A}$
电位移	库[仑]每平方米	C/m ²	$\text{m}^{-2} \cdot \text{s} \cdot \text{A}$
电溶率	法[拉]每米	F/m	$\text{m}^{-3} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2$
磁导率	亨[利]每米	H/m	$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{A}^{-2}$
摩尔能	焦[耳]每摩[尔]	J/mol	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{mol}^{-1}$
摩尔嫡,摩尔热容	焦[耳]每摩[尔] 开[尔文]	J/(mol·K)	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
(X 和 γ 射线的) 照射量	库[仑]每千克	C/kg	$\text{kg}^{-1} \cdot \text{S} \cdot \text{A}$
吸收剂量率	戈[瑞]每秒	Gy/s	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$
辐[射]强度	瓦[特]每球面度	W/sr	$\text{m}^4 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} = \text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$
辐[射]亮度	瓦[特]每平方米球面 度	W/(m ² ·sr)	$\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} = \text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$

尔文(J/K)既是热容量的 SI 单位,也是嫡的 SI 单位.同样,安培(A)既是基本量电流的 SI 单位,也是导出量磁动势的 SI 单位.因此,单位的名称不足以确定被测量.这条规则不仅适用于科技资料,也适用于测量仪器(例如,一台仪器必须同时指明测量的量和

单位)。

虽然导出单位常常可以用基本单位名称和导出单位的专门名称以几种等效的方式来表示,例如,用牛顿米或平方米千克每二次方秒来表示焦耳,但这种代数上的自由度则取决于物理学方面的考虑.在某些情况下比其它方式能获得更大的帮助。

特别是某些物理量,最好用某些专门的单位名称或某些单位的组合名称,以使相同量纲的量比较易于区分.例如,用赫兹表示频率的 SI 单位而不用每秒;用弧度每秒表示角速度的 SI 单位而不用每秒(此时角速度等于 2π 乘旋转频率),类似的还有用牛顿米表示力矩的 SI 单位而不用焦耳。

在电离辐射领域内,用贝可勒尔表示放射性活度而不用每秒,用戈瑞或希沃特表示而不用焦耳每千克.贝可勒尔、戈瑞和希沃特这些专门名称,是由于人类健康防护而专门引入的,分别代替了易于混淆的每秒和焦耳每千克^①。

2.2.3 无量纲量(dimensionless quantities)、量纲为一的量的单位

有些量可确定为两个同类量之比.可用数字 1 表示量纲.这种量的单位必须与其它 SI 单位成为一贯的导出单位,是两个 SI 十进倍数单位之比,也可用数字 1 表示.因此,所有无量纲量的 SI 单位,其值是 1.例如折射率、相对磁导率和摩擦因数.其它单位为 1 的量,包括“特征数”,像 Prandtl 数 γ_p/λ 和表示统计的数,如统计热力学中的分子数、简并度(能级数)和配分函数.所有这些量都可称为无量纲量或量纲为 1 的量,其 SI 单位是 1.一般情况,其值用数简单表示,而单位 1 并不明确指出.在个别情况下,为避免一些组合单位间的混淆,给出单位的专门名称,如弧度、球面度和奈培。

① CIPM 考虑到实际中涉及人身健康的单位,同意 SI 手册加入这个说明.见 SI 手册第五版建议 1 127 页(CI-1984)引自 CIPM (PV, 1984, 52, 31 和计量学 1985, 21, 90)。