

国家计量技术法规统一宣贯教材

通用计量术语及定义解释

国家质量技术监督局计量司 组编

JJF 1001-1998

JJF 1001-1998

JJF 1001-1998

中国计量出版社

国家计量技术法规统一宣贯教材

通用计量术语及定义解释

国家质量技术监督局计量司 组编

中国计量出版社

图书在版编目(CIP)数据

通用计量术语及定义解释/国家质量技术监督局计量司组编. —北京:中国计量出版社, 2000

ISBN 7-5026-1377-3

I. 通… II. 国… III. 计量学-术语-解释 IV. TB9-61

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 49310 号

内 容 提 要

近年来,随着我国采用国际标准化组织 ISO 9000 族国际标准和国际法制计量组织(OIML)国际建议、开展实验室认证等工作的深入开展,计量方面的新术语、新概念不断出现。为使我国通用的计量术语适应计量工作改革与发展的需要,便于国际交流,国家质量技术监督局发布了“中华人民共和国国家计量技术规范 JJF 1001—1998《通用计量术语及定义》”。本书的主要内容是由规范起草人员对该规范中的术语所作的详细解释,编写本书的目的是促进对通用计量术语的共同理解和使用。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话 (010)64275360

北京迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787 mm × 1092 mm 16 开本 印张 10 字数 236 千字

2001 年 2 月第 1 版 2001 年 2 月第 1 次印刷

*

印数:1—5 000 册 定价:24.00 元

前 言

自中华人民共和国国家计量技术规范 JJF 1001—1991《通用计量名词及定义》发布实施以来,国内外的相关工作有了很大的发展。BIPM、ISO 等 7 个国际组织于 1993 年出版了《International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology》(以下简称《VIM》)新版本,较之 1984 年由 4 个国际组织制定的版本有许多变动;OIML 亦于 1995 年提出了《Vocabulary of Legal Metrology》(以下简称《VML》)新草案,较其 1978 年版本变动更大,以及由于近年来我国采用 ISO 9000 族国际标准和 OIML 国际建议,开展实验室认证等工作的深入发展,计量方面的新概念、新术语不断出现,使得有必要修订上述计量术语规范。这次修订工作的目的和指导原则确定为:尽可能采用《VIM》和部分采用《VML》,适当兼顾习用术语,使修订后的术语规范基本上“与国际接轨”,并为今后与《VIM》和《VML》同步修订打下基础。

修订后出版的新规范 JJF 1001—1998《通用计量术语及定义》共收集术语 158 个,其中 119 个来自《VIM》,27 个选自《VML》,另有 11 个选自《GUM》和 ISO/IEC Guide 25,只有“计量”一条是重新定义的我国习用术语。因此,新规范的推广使用有利于促进我国计量工作的国际交流与合作。

修订工作中遇到的主要困难,是几个重点条目的处理问题:

——计量和测量。计量界对“测量”一词的用法与社会各界(如教育界、科技界、工业界等)相同,均相当于《VIM》中的“measurement”,不存在问题。但对“计量”一词的用法则存在尖锐的分歧,造成了严重的混乱。由于不同用法存在时间已久,各为一批专家所习用,很难在短期内达成共识。后经请示国家质量技术监督局领导,将“计量”的定义作了新的表述。

——计量器具和测量仪器。计量界使用的“计量器具”与社会各界使用的“测量仪器”,指称的是同一对象,均相当于《VIM》中的“measuring instrument”,故作同义词处理。

——标准物质和参考物质。所指称的也是同一对象,故亦作同义词处理。

——基准和标准。这个问题最难解决。《VIM》和《VML》对测量标准(或译为基准)的分类,与我国现行的分类差异甚大,很难立即采用,故采取了过渡性的做法:视“测量标准”与“计量基准、标准”为同义词;一般情况下优先称“标准”,不称“基准”,但“国际标准”和“国家标准”可称“国际基准”和“国家基准”;“原级标准”可称“基准”,“次级标准”在特定条件下可称“副基准”。

计量术语是随着计量学和实际的计量工作一起发展的,到适当的时候术语规范就要修订,对术语的解释也会有新的修改和补充。本《解释》的目的,只是促进对现有术语所反映的概念的共同理解和使用。我们并不认为这里的解释就是最准确的,甚至有些解释可能并不正确,望读者不吝指正。本《解释》执笔人的分工如下:第 1,2,3 章,罗振之;第 4 章,施昌彦和罗振之;第 5 章,施昌彦;第 6,7 章,金华彰;第 8 章,马彦冰;第 9 章,戴润生和马彦冰。

在本书的编写过程中,得到叶德培同志和马纯良同志的具体指导和帮助,谨在此深表谢意。

编者

2000 年 8 月

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(2)
3 量和单位	(3)
4 测量	(16)
5 测量结果	(24)
6 测量仪器	(41)
7 测量仪器的特性	(55)
8 测量标准	(71)
9 法制计量和计量管理	(80)
索引(按汉语拼音排序)	(102)
附录一 International Vocabulary of Basic and general Terms in Metrology	(105)
附录二 International Vocabulary of Terms in legal Metrology (VIML)	(140)

1 范 围

本规范供制定、修订计量技术法规使用,在计量工作的其他方面及相关科技领域亦可参考使用。

[解释]

制定国家计量技术规范 JJF 1001—1998《通用计量术语及定义》的主要目的,是要促进我国法规性计量技术文件中术语的规范化和计量领域的国际交流与合作。因此,该规范对制定、修订我国计量技术法规的工作是有一定的约束力的,而对在计量工作的其他方面和相关科技领域中的使用则是推荐性的。

2 引用文献

- [1] International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology, 1993
- [2] Vocabulary of Legal Metrology, 3rd committee draft, 1997
- [3] Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, 1993
- [4] ISO/IEC Guide 25

[解释]

文献[1]是由国际计量局(BIPM)、国际电工委员会(IEC)、国际标准化组织(ISO)、国际法制计量组织(OIML)、国际临床化学联合会(IFCC)、国际理论和应用化学联合会(IUPAC)和国际理论和应用物理联合会(IUPAP)共同制定的,在国际上具有权威性,理应作为制定我国通用计量术语的主要基础。因此,该文献中的 120 个术语条目,除第 4.29 条(原注说明只用于法文本)未采用外,其余 119 条均已收入本规范中。

文献[2]是 OIML 在文献[1]发表后对其 1978 年版本进行修订的一个草案稿。本规范从中选用了 27 个通用性较强的术语条目。

文献[3]也是由制定文献[1]的 7 个国际组织联合制定的,是测量不确定度评估与表示方面的权威性文献。除文献[1]原已采用的一条外,本规范还选用了另外 6 条。

文献[4]是实验室认可方面的重要文献,本规范也从中选用了几个较基本的术语。

3 量和单位

3.1 [可测量的]量 [measurable] quantity

现象、物体或物质可定性区别和定量确定的属性。

注：

1. 术语“量”可指一般意义的量或特定量。一般意义的量如长度、时间、质量、温度、电阻、物质的量浓度；特定量如某根棒的长度，某根导线的电阻，某份酒样中乙醇的浓度。
2. 可相互比较并按大小排序的量称为同种量。若干同种量合在一起可称之为同类量，如功、热、能；厚度、周长、波长。
3. 量的符号参照 GB 3100 ~ 3102。

[解释]

这是从计量学的角度对“量”所作的一个界定。这里所说的物体和物质，可以是天然的，也可以是经过加工的；而现象则是指自然现象，包括在人工控制条件下发生的自然现象，但不包括非自然现象。可定性区别是指“量”在性质上的异同是可识别的，例如，同一物体的体积和质量是性质不同的两个量，而两个物体的温度尽管高低不同，却是性质相同的一个量。可定量确定则是指“量”的可比较性，例如，不同物体的体积（或质量，或温度）是可以相互比较和按大小（或轻重，或高低）排序的。

术语“量”作为一个概念，像其他概念一样有“一般”和“具体”之分。实验操作中处理的量都是具体的，如某根棒的长度，某根导线的电阻等，这些量称为“特定量”。而从无数特定同种量中抽象出来的量，如长度、电阻、质量、温度等，则是一般的量，通常简称量。可按彼此相对大小排序的量称为同种量(quantities of the same kind)，如砝码组中各砝码的质量。某些在定义和应用上有些特点的同种量，如功、热、能，可组合成为“同类量(categories of quantities)”；同理，厚度、周长、波长、距离、高度、宽度、程长、半径、直径等，也可称为同类量。同类量在计量学上意味着可用同一个单位表示其量值，但可用同一单位表示其量值的量不一定是同类量。例如，力矩和功虽然都可以用牛·米作单位，但并非同类量；压力和应力都可用帕[斯卡]作单位，也不是同类量；各学科中有大批无量纲的量，它们的单位都是“一”，但并不是同类量。

“量”还有标量、矢量和张量之分。计量学处理的是标量，对于矢量和张量则处理它们的分量的模，因为这些模也是标量。

量的符号通常是单个斜体拉丁字母或希腊字母，有时带有下列或其他说明性标记，详见国家标准 GB 3100 ~ 3102—93《量和单位》。

最后来讨论一下“可测量的量”与另一常用术语“物理量”的关系问题。比较一下各种文献中使用术语“物理量”的情况，可以发现“物理量”有广义和狭义之分。广义的“物理量”与“可测

量的量”没有什么区别。狭义的“物理量”则仅指在物理学等学科中得到充分阐明的、包含在物理方程式(描述自然规律的方程式或定义方程式)中的量。对于狭义的物理量,同种量之间可以相加或相减,得到的仍是一个同种量。同种或不同种的物理量均可相乘或相除,从而组合成另一个物理量。如果采纳物理量的狭义含义,则计量学实践中所处理的许多量,如“硬度”、“表面粗糙度”等,就不是物理量,但仍是“可测量的量”。这类量的定义中包含着许多约定条件(如特定的测量方法和仪器等)。因此,对它们一般不能作代数运算,也无法将它们纳入须具普遍性的物理方程式中。它们只可能出现在一些经验公式里面。

可测量的量、物理量、一般的量和特定量,以及同种量和同类量,在不引起误解的情况下通常都简称为量。

3.2 量制 system of quantities

彼此间存在确定关系的一组量。

[解释]

这里说的量是指一般的量,不是指“特定量”。“彼此间存在确定关系”,是说这些量不是孤立的,而是通过一系列的物理方程式联系在一起的,其中任何两个量之间都直接或间接地存在着函数关系。

量制亦称量系,即量的体系或系统。物理学各分支学科在形成其理论体系的同时,也就形成了自己的量的体系,即量制。化学等学科和一些工程技术学科,情况也类似。因此,有力学量、热学量、电磁学量、声学量、光学量、化学量等称谓,指的就是一些不完全相同的量制或量系。

3.3 基本量 base quantity

在给定量制中约定地认为在函数关系上彼此独立的量。

例:在国际单位制(参见 3.12)所考虑的量制中,长度、质量、时间、热力学温度、电流、物质的量和发光强度为基本量。

[解释]

给定的量制,也就是给定学科的量的体系。各学科为了便于阐述自己的理论体系,一般都采用这样的做法:在所涉及的全部的量中,约定地认为某几个量是彼此之间不存在函数关系的完全独立的量,并称之为该学科或该量制的基本量。例如,在力学量制中约定认为长度、质量和时间是基本量;在电学量制中约定地认为长度、质量、时间和电流是基本量;而在与国际单位制一起使用的、各学科通用的量制中,约定地认为长度、质量、时间、电流、热力学温度、物质的量和发光强度是基本量。

值得注意的是,按照基本量的定义,每个基本量都是不能或不需要定义的。当然这和在给定量制中选哪几个量作为基本量一样,也是相对的、“约定地认为”的。事实上,力学量制也曾选取过长度、力和时间作为基本量;电学量制不选用电流,改用电阻或电压作为基本量也不是不可以。用什么量作为基本量,只是一种选择,主要依据是便于应用和被广泛接受。基本量的用途,只是用来定义或导出量制中的其他量。

3.4 导出量 derived quantity

在给定量制中由基本量的函数所定义的量。

例:在国际单位制所考虑的量制中,速度是导出量,定义为长度除以时间。

[解释]

在给定的量制中,基本量是明确指定的少数几个量,其余的量都是利用它们与基本量的函数关系先后逐个地推导出来的,并称之为该量制中的导出量。依据的函数关系可以是该量的定义方程式,也可以是描述自然规律的方程式。例如,在力学量制中,可以用速度的定义方程式 $v = dl/dt$,从基本量长度和时间推导出速度;利用牛顿第二定律的方程式 $f = m(dl/dt^2)$ 从质量、长度和时间推导出力。还可以利用已定义的导出量结合基本量来导出另一个导出量。例如,根据定义方程式 $p = mv$,从质量和速度导出动量;根据 $\rho = m/V$,从质量和体积导出密度,等等。量制中还有一批无量纲量,它们是用同种量之比来定义的,如摩擦因数、折射率等。总之,在一个量制中,基本量是可以全部列举出来的,而导出量则不胜枚举,通常只能列举出最常用的,其余的则只能在用到时再加以定义。全部的基本量,加上所有有意义的导出量,就构成一个特定的量制。

值得注意的是,基本量和导出量的区别是相对的,是各学科为了便于构建自己的理论体系而作的一种选择,不一定说明一个基本量比一个导出量在自然属性上更“基本”。例如,能量在常见的量制中都只是一个导出量,并不说明它的自然属性不够“基本”。

3.5 量纲 dimension of a quantity

以给定量制中基本量的幂的乘积表示某量的表达式。

例:若国际单位制中 7 个基本量的量纲分别用 L, M, T, I, Θ, N 和 J 表示,则某量 A 的量纲的表达式为 $\dim A = L^\alpha M^\beta T^\gamma I^\delta \Theta^\epsilon N^\zeta J^\eta$ 。如力的量纲 $\dim F = LMT^{-2}$,电阻的量纲 $\dim R = L^2MT^{-3}I^{-2}$ 。

[解释]

量纲是用来定性描述给定量制中每一个量与各基本量的关系的一个概念,在一定程度上可用来识别两个量在性质上的异同。在与国际单位制一起使用的量制中,某量 Q 的量纲的一般表达式为:

$$\dim Q = L^\alpha M^\beta T^\gamma I^\delta \Theta^\epsilon N^\zeta J^\eta$$

上式中的等号只表示等式两边的量的量纲相同,即量的性质相同,不表示两边量的大小相等。等号右边即为量 Q 的量纲(或称量纲积、量纲式), L, M, T, I, Θ, N 和 J 分别为基本量长度、质量、时间、电流、热力学温度、物质的量和发光强度的量纲符号, $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ 分别称为量 Q 的长度量纲指数、质量量纲指数、时间量纲指数、……。例如,力 f 的量纲为

$$\begin{aligned}\dim f &= L^1 M^1 T^{-2} I^0 \Theta^0 N^0 J^0 \\ &= LMT^{-2}\end{aligned}$$

功 W 的量纲为

$$\begin{aligned}\dim W &= L^2 M^1 T^{-2} I^0 \Theta^0 N^0 J^0 \\ &= L^2 MT^{-2}\end{aligned}$$

一个量的量纲在不同量制中往往是不相同的。例如,功的量纲,在与“米·千克力·秒单位制”一起使用的量制中变成:

$$\begin{aligned}\dim W &= L^1 F^1 T^0 \\ &= LF\end{aligned}$$

所以,只能在明确给定的量制中谈一个量的量纲。一般说来,量纲不同的量性质也不同,不会是同类量;反之,量纲相同的量性质不一定相同,即不一定是同类量。例如,功和力矩,量纲相同但不是同类量。各种无量纲量的量纲都相同,都是1,但他们并不是同类量。

量纲式的两个常见用途,一是作为检查物理方程式正确性的必要条件;二是求取一贯单位制中导出单位用基本单位表示的表达式。

3.6 量纲一的量 quantity of dimension one

无量纲量 dimensionless quantity

在量纲表达式中,其基本量量纲的全部指数均为零的量。

例:线应变、摩擦因数、马赫数、折射率、摩尔分数(物质的量分数)、质量分数。

注:在国际单位制中,任何量纲一的量其一贯单位(参见3.10)都是一,符号是1。

[解释]

量纲一的量也就是“量纲为一的量”,这里按照国家标准 GB 3101—93《有关量、单位和符号的一般原则》,称之为“量纲一的量”,它与习用名称“无量纲量”含义完全相同,指的都是定义中说的那种量。其所以有起用新名称“量纲一的量”取代旧名称“无量纲量”的趋向,是基于以下两个理由:

一是按照上述定义,以与 SI 一起使用的量制为例,某个这类量 Q 的量纲应为:

$$\begin{aligned}\dim Q &= L^0 M^0 T^0 I^0 \Theta^0 N^0 J^0 \\ &= 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 1\end{aligned}$$

即这时 Q 的量纲为“1”,不为“0”,因此不宜说是“无”量纲。二是这些量是由两个同量纲量(通常也是同类量)之比或该比的函数(如对数函数、三角函数、指数函数等)所定义的一个新的、有其物理意义的量,毕竟不是抽象的纯数。例如,折射率是用速度之比定义的,声功率级是用功率之比的对数定义的,都有自己的物理意义,也都是“量纲一的量”。

3.7 [测量]单位 unit [of measurement]

[计量]单位

为定量表示同种量的大小而约定地定义和采用的特定量。

注:

1. 测量单位具有约定地赋予的名称和符号。
2. 同量纲量(不一定是同种量)的单位可有相同的名称和符号。

[解释]

为定量地表示事物,根本的方法是计数。然而对一个物体的长度、体积、质量……等物理量,无法直接用计数的方法来定量表示。但是,如果约定采用和定义一个特定量作为参考量,

就可用它来表示其他同种量的大小。实际上,对任何一个物理量均有:

$$Q = \frac{Q}{U} \times U$$

式中, Q 为需要定量表示的量, U 为与 Q 同种类的、被称为单位的特定量,而比值(Q/U)则是一个数。这样,我们原则上就可以用一个数乘一个单位的办法定量地表示任何一个物理量,使无法计数的量变成可以计数,只是在计数时别忘了带着单位,因为毕竟不能只用一个纯数去表示一个有具体物理意义的量。

至于采用哪一个特定量作为给定物理量的单位,理论上可以任意选择。古今中外存在过数量庞大的不同的度量衡单位,也从事实上作了印证。这就是为什么单位的“定义和采用”必须人为地加以约定或规定的原因。而且为了口头和书面表达的需要,还要对每一个单位的名称和符号也加以约定或规定。量纲相同的量,尽管不是同种量也可能有相同的单位名称和符号。例如,压力和弹性模量并非同种量,但其 SI 单位都是帕[斯卡],单位符号都是 Pa。单位的名称和符号应按照国家标准 GB 3100~3102—93《量和单位》使用。

3.8 [测量]单位符号 symbol of a unit [of measurement] [计量]单位符号

表示测量单位的约定符号。

例:a) m 是米的符号;

b) A 是安培的符号。

[解释]

对每一个单位用一个约定的符号表示,可使书面表达变得简单、方便,特别是可使其在不同文字的表达式中具有相同形式,不用翻译即可互相理解。例如,“8 m”“10 A”“20℃”,各国、各民族的人都很容易了解,是 8 米、10 安[培]、20 摄氏度的意思。约定单位的符号时,真正的关键是能否被广泛接受。因此,这些工作是由国际米制公约组织、国际标准化组织等权威国际组织来做的。在我国,在国家标准 GB 3100~3102《量和单位》中有详细的规定。

3.9 [测量]单位制 system of units [of measurement] [计量]单位制

为给定量制按给定规则确定的一组基本单位和导出单位。

例:a) 国际单位制;

b) CGS 单位制。

[解释]

给定的单位制是配合给定的量制一起使用的,单位制中的基本单位就是该量制中基本量的单位,导出单位就是该量制中导出量的单位,所以,不同的量制一定伴随着不同的单位制。但是,与同一量制配合使用的单位制却可以多种多样。在以长度、质量和时间为基本量的力学量制中,由于约定地定义和采用的基本单位不同,产生过“MKS 制”和“CGS 制”等不同单位制。在以长度、质量和时间为基本量,包括力学量和电磁学量在内的量制中,由于推导出

单位的次序和采用的定义方程式的不同(如用电的库仑定律公式先导出电荷单位,或是用磁的库仑定律公式先导出磁荷单位),也产生过“CGSE制”和“CGSM制”两种不同的单位制。单位制定义中“按给定规则确定”这句话,主要指的就是给定每个基本单位和导出单位的定义。当然,还有大小单位之间的进位制度以及单位名称和符号,也应当按给定规则确定。总之,只有给定了量制,规定了每个基本单位和导出单位的定义、名称和符号以及进位制度的单位制,才是一个完全确定的单位制。在单位制中,不但每个基本单位是确定的,而且所有导出单位与基本单位之间的关系,以及各导出单位之间的关系也都是有规则可循的,不是杂乱无章的。

单位制的概念最初是由高斯(K·F·Gauss)于1832年提出的。他为了根据力的单位进行地磁测量(代替用磁针进行的测量),引入了一种以毫米、毫克和秒为基础的“绝对电学单位制。”1873年英国科学进展协会(BAAS)建立了适用于力学和电学的一贯单位制——“CGS制”。1902年乔吉(G·Giorgi)提出以米、千克、秒再加一个实用电学单位作为基本单位的实用单位制,后于1935年产生了“MKSA制”,并进一步发展为现今广泛使用的国际单位制(SI)。

3.10 一贯[导出][测量]单位 coherent [derived] unit [of measurement] 一贯[导出][计量]单位

可由比例因数为1的基本单位幂的乘积表示的导出测量单位。

例:在国际单位制中, $1\text{N} = 1\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$, N(牛顿)就是力的一贯单位。

注:

1. 在国际单位制中,全部导出单位都是一贯单位,但其倍数和分数单位则不是一贯单位。
2. 一贯性是对给定的单位制而言的。一个单位对于某单位制是一贯的,对于另一单位制就可能不是一贯的。

[解释]

“一贯单位”的概念只适用于导出单位,不适用于基本单位,因为基本单位都是独立地定义的,不存在是否“一贯单位”的问题。

在给定单位制中求取某导出量的一贯单位的一般方法,是利用该导出量的量纲式,通过用基本单位符号取代基本量量纲符号并令比例因数为1而得到。例如,在国际单位制中力的量纲式为:

$$\dim f = LMT^{-2}$$

用 m 取代 L、kg 取代 M、s 取代 T,并取比例因数为1,即可得力的 一贯单位牛顿:

$$\begin{aligned} 1\text{N} &= 1\text{m}\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-2} \\ &= 1\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2} \end{aligned}$$

写成后一种形式是为了避免误将 m 认作词头“毫”,进而与词头 k(千)相消,导致 $1\text{N} = 1\text{g}\cdot\text{s}^{-2}$ 的错误结果。

如果不记得所需的量纲式,那就要利用该导出量的定义方程式,先求出其量纲式。例如,求动能的量纲式可利用动能的定义方程式:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{dl}{dt}\right)^2$$

得到动能的量纲式：

$$\dim E_k = ML^2T^{-2} = L^2MT^{-2}$$

顺便指出,通过这个例子可以记住:动能定义方程式中的数字因子“ $\frac{1}{2}$ ”,是反映物理规律的,在计算一个物体的动能与其质量和运动速度的关系时是不可不要的;但在利用该定义方程式求取动能的量纲式时,不但可以不管这个纯数字因子,而且可以不管定义方程式中的微分和积分符号。

在国际单位制中,全部导出单位都是一贯单位,并称之为“SI 单位”;但其倍数和分数单位,如 kN(千牛)、MJ(兆焦)、mm(毫米)等,就都不是一贯单位,因而也不能称为 SI 单位。

一贯单位是对给定的单位制而言的。一个导出单位对某个单位制而言是一贯单位,对另一单位制而言就可能不是一贯单位。例如,力的单位牛[顿]是 SI 的一贯单位,但不是“CGS 制”的一贯单位。“CGS 制”中力的一贯单位是达因(dyn), $1 \text{ dyn} = 10^{-5} \text{ N}$ 。

3.11 一贯[测量]单位制 coherent system of units[of measurement]

一贯[计量]单位制

全部导出单位均为一贯单位的测量单位制。

例:下列单位(用符号表示)为国际单位制中力学一贯单位的一部分:

$$\begin{aligned} & \text{m; kg; s;} \\ & \text{m}^2; \text{m}^3; \text{Hz} = \text{s}^{-1}; \text{m} \cdot \text{s}^{-1}; \text{m} \cdot \text{s}^{-2}; \\ & \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}; \text{N} = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}; \\ & \text{Pa} = \text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}; \text{J} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}; \\ & \text{W} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}. \end{aligned}$$

[解释]

1873 年,英国科学进展协会(BAAS)提出一种以厘米、克、秒为基本单位的单位制,其中力学和电学的导出单位都是按一贯性原则定义的,是最早的一个一贯单位制。在这种单位制中,各个导出量的单位都不能任意选择,而必须通过联系各量的方程组,依次逐个地予以确定。正是从“一贯单位”、“一贯单位制”的意义上,才有所谓“绝对单位”、“绝对单位制”的说法。现今采用的国际单位制也是一种一贯单位制。在国际单位制中,基本单位和一贯导出单位又叫做 SI 单位。SI 单位的倍数和分数单位,如 km、mg 等都不是一贯单位,也不能称为 SI 单位,这一点在使用时必须注意。在根据物理方程式进行数值计算时,如果各已知量均以用 SI 单位表示的数值代入,则所得结果自然是以待求量的 SI 单位表示的数值,既方便又不易出错。若用以倍数或分数单位表示的数值进行计算,就不会有这种方便。

3.12 国际单位制(SI) International System of Units (SI)

由国际计量大会(CGPM)采纳和推荐的一种一贯单位制。

注:

1. SI 是国际单位制的国际通用符号。
2. 目前,国际单位制基于下列 7 个基本单位:

量	SI 基本单位	
	名称	符号
长 度	米	m
质 量	千克(公斤)	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

[解释]

1948 年第 9 届国际计量大会通过决议,责成国际计量委员会(CIPM)制定一种所有米制公约签字国都愿意采用的实用单位制。1954 年第 10 届国际计量大会决定,采用以米、千克、秒、安培、开氏度(符号为 $^{\circ}\text{K}$)和坎德拉为上述实用单位制的基本单位。1960 年第 11 届国际计量大会正式命名这种单位制为国际单位制,规定其国际符号为 SI,同时规定了首批 12 个词头(表示的因数从 10^{-12} 至 10^{12})的名称和符号。1967 ~ 1968 年第 13 届国际计量大会决定,将“开氏度”改名为“开[尔文]”(符号为 K)。1971 年第 14 届国际计量大会决定,增加摩[尔]为国际单位制的基本单位。发展至今,国际单位制(SI)的构成如下:

① 7 个 SI 基本单位:米、千克、秒、安[培]、开[尔文]、摩[尔]和坎[德拉];

② 21 个有专门名称的 SI 导出单位:弧度、球面度、赫[兹]、牛[顿]、帕[斯卡]、焦[耳]、瓦[特]、库[仑]、伏[特]、法[拉]、欧[姆]、西[门子]、韦[伯]、特[斯拉]、亨[利]、摄氏度、流[明]、勒[克斯],贝可[勒尔],戈[瑞]、希[沃特];

③ 用上述两类单位组合形成的其他 SI 导出单位;

④ 用 SI 词头(目前共 20 个,表示的因数从 10^{-24} 至 10^{24})和上述三类 SI 单位构成的 SI 单位的十进倍数单位(SI 单位的十进倍数单位理解为包括十进分数单位)。

国际单位制中的全部单位都是我国的法定计量单位。关于国际单位制及其应用的详细规定,可在国家标准 GB 3100—93《国际单位制及其应用》中查到。

3.13 基本[测量]单位 base unit [of measurement]

基本[计量]单位

给定量制中基本量的测量单位。

注:在给定的—贯单位制中,每个基本量只有一个基本单位。

[解释]

例如,国际单位制的基本单位是长度单位米、质量单位千克、时间单位秒、电流单位安培、热力学温度单位开尔文、物质的量单位摩尔和发光强度单位坎德拉;CGS 单位制的基本单位

是长度单位厘米、质量单位克和时间单位秒。要注意的是,不管在哪个单位制中,一个基本量都只有一个基本单位。

在给定量制中,基本量是没有定义或不需要定义的,这是约定地认为它们彼此独立的合乎逻辑的要求。但基本单位也是单位,单位是一个“特定量”,不是“一般意义的量”,逻辑上要求“特定量”必须有明确的定义,否则不成其为“特定量”,不成其为“单位”,也无法在测量和计算中使用。这就使得在计量学实践中,为了追求以最高准确度复现基本单位而不必拘泥于完全独立地定义每一个基本单位。以国际单位制为例,米定义中包含了秒;安培定义中包含了米、千克和秒;坎德拉定义中出现了功率单位瓦特,因而也就包含了米、千克和秒。也就是说,国际单位制的基本单位并不都是完全独立地定义的。但这并不影响可以约定地认为,作为“一般意义的量”的基本量之间是彼此独立的。计量学的永恒使命之一,就是不断地探索提高基本单位复现准确度而又保持单位尺度不变的途径。随着科学技术的发展,还会不断更新基本单位的定义。基本单位复现的准确度,标志着计量科学技术的整体水平。

3.14 导出[测量]单位 derived unit [of measurement]

导出[计量]单位

给定量制中导出量的测量单位。

注:在国际单位制中,有些导出单位具有专门名称和符号,如力的单位名称为牛顿,符号为 N;能量的单位名称为焦耳,符号为 J;压力的单位名称为帕斯卡,符号为 Pa。

[解释]

导出单位是用基本单位以代数式表示的单位。例如,速度的 SI 单位为米每秒(m/s)。在国际单位制中,有 21 个 SI 导出单位具有专门的名称和符号,如力的单位牛顿(N),能量的单位焦耳(J),电阻的单位欧姆(Ω),平面角的单位弧度(rad)等。使用这些导出单位和基本单位一起来表示其他 SI 导出单位,往往比只用基本单位表示更简便或物理意义更明晰。例如,能量的单位用焦耳(J)表示最简单,用牛顿米($N \cdot m$)表示次之,用千克二次方米每二次方秒($kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$)表示就太麻烦而且物理意义不明朗。

导出单位有一贯导出单位和非一贯导出单位之分。国际单位制的全部导出单位都是一贯导出单位,并称之为 SI 导出单位。但也存在过部分导出单位不是一贯单位的单位制,如以米、千克力和秒为基本单位的“工程单位制”。在这个单位制中,质量的一贯导出单位为“工程质量单位”。但实际上这个单位很少被使用,一般都是借用“MKS 制”中的千克(kg),而千克在“工程单位制”中并非一贯单位。1“工程质量单位”相当于 9.806 65 kg。

3.15 制外[测量]单位 off-system unit [of measurement]

制外[计量]单位

不属于给定量制制的测量单位。

例: a) 电子伏(约 $1.602\ 18 \times 10^{-19} J$)为能的 SI 制外单位;

b) 日、时、分为时间的 SI 制外单位。

[解释]

例如,常用的时间单位日、小时和分,平面角单位度、分和秒,体积单位升,质量单位吨,能量单位电子伏,场量级单位分贝等,都是国际单位制(SI)的制外单位。这些单位之所以未完全被 SI 单位取代,是因其在某些应用场合比相应的 SI 单位更方便和更符合使用者的习惯。在原子物理和核物理研究中,使用电子伏比使用焦耳作能量单位就感觉更方便、更自然。而在日常生活中,使用时间单位日、小时和分,显然比用秒方便得多。因此,必定会有许多制外单位与国际单位制长期共存,甚至比 SI 更长久。

3.16 倍数[测量]单位 multiple of a unit [of measurement]

倍数[计量]单位

按约定的比率,由给定单位构成的更大的测量单位。

例: a) 千米(公里)是米的十进制倍数单位之一。

b) 小时是秒的非十进制倍数单位之一。

[解释]

这是为了使用上的方便而采用的单位。例如,若用 SI 单位米来表示两个城市之间的距离,就会感到不如用千米(km)方便,千米就是米的一个十进倍数单位。又如,若用 SI 单位秒来计算劳动时间,也会感到不如用小时方便,小时就是 SI 单位秒的一个非十进倍数单位。必须注意的是,在国际单位制中,倍数单位不是 SI 基本单位,也不是 SI 导出单位。因此,将用倍数单位表示的量值代入物理公式计算时,得到的结果往往也不是以 SI 单位表示的。例如,长度以千米(km)表示,时间以小时(h)表示,代入公式 $v = \frac{\Delta l}{\Delta t}$ 中计算,则得到速度以千米每小时(km/h)表示的量值,而 km/h 显然不是 SI 单位。

在国际单位制中,倍数单位是用在 SI 单位前面加上 SI 词头构成的(质量单位是唯一的例外,这里且不讨论)。加了词头后形成的倍数单位应看作一个整体。因而当有指数时,应理解为是这个整体所具有的指数。例如: $1 \text{ km}^2 = (10^3 \text{ m})^2 = 10^6 \text{ m}^2$,不能理解成 $1 \text{ km}^2 = 10^3 \text{ m}^2$ 。词头在任何情况下不应单独使用。例如,不能用词头 k 代替 km 或 kΩ,或 10^3 。

3.17 分数[测量]单位 submultiple of a unit [of measurement]

分数[计量]单位

按约定的比率,由给定单位构成的更小的测量单位。

例:毫米是米的十进制分数单位之一。

注:分数单位是约定比率小于 1 的倍数单位。

[解释]

和倍数单位一样,也是为使用上的方便而采用的单位。例如,用毫米(mm)表示小型金属工件和仪器元件的尺寸,显然比用米(m)表示来得方便。

分数单位也不是 SI 单位。