

# 国际单位制

姜友陆

(中国计量科学研究院)

计量单位是一切测量所依据的量值标准,是人类社会进行生产和科学实验以及贸易往来不可缺少的工具。统一计量单位,实现计量单位标准化,即历史上所说的统一度量衡,是发展经济与文化交流的重要措施之一。

在我国历史上,于公元前 221 年秦始皇就认识到单位标准化的意义,以诏书形式发布了命令,颁发了度量衡标准器,统一了当时中国的度量衡。这是世界上最早的统一计量单位的措施。

世界性统一计量单位的历史开始于十八世纪末叶之后。当时,法国政府为统一国内的度量衡,曾委托其科学院创立了米制。由于它是以稳定可靠的铂铱米和千克原器为依据,而且又采取了十进制原则,便于实用,所以渐渐受到世界科学技术界的普遍重视。到十九世纪中叶,新型工业和科学技术开始蓬勃发展,国与国之间的经济文化交流日盛,对计量单位的国际统一有了客观需要。结果于 1875 年在巴黎召开了有二十个国家的代表参加的米制外交会议。接着有十七个国家签署了米制公约,并设立了国际计量局(以前常译为国际权度局),由计量大会及其常设机构计量委员会领导和监督它的工作。因为计量大会是由与会国的政府代表参加,所以它是统一全世界计量制度的最有权威的组织。该组织及其机构的任务就是在全世界推行并改进米制。近十几年来,很多国家都在宣传和推广的国际单位制就是经过改进的现代形式的米制。国际单位制的优越性已使它成为全世界唯一公认的“一切测量的共同语言”。各国采用国际单位制也已经是大势所趋。

我国的基本计量制度是米制(旧称“公制”),所以,采用国际单位制只是改革旧米制的问题,而不是根本变更原存的计量制度。这样做不仅有利于加强同世界各国人民的经济文化交流,而且可以使我国的计量制度进一步统一。

## 一、国际单位制的历史概况

最初的米制虽然有优点,但是它毕竟只涉及商业贸易、日常生活和生产中一些常用量的单位,对于物理学和技术学科的研究工作是不够用的,因为在科学研

究工作中,还涉及到与时间有关的一些物理量。所以,高斯于 1832 年在米制基础上提出了以毫米、毫克和秒为基本单位的绝对单位制,以便构成整个物理学的物理量单位。国际电工学协会于 1881 年通过了厘米克秒制。米制在工程技术领域的实际应用中,发展成为米千克秒制、米吨秒制和米千克力秒重力制。同时在电磁学理论与技术中派生出更多的单位制,诸如厘米克秒静电制、厘米克秒电磁制、高斯对称制、实用电磁制和米千克秒安培制等。这些以长度单位米或它的十进倍数或分数单位为基本单位的单位制都是米制。这就使得很多量在各种米制单位制中具有不同的单位和量纲。再加上很多类似的英制单位和其它制外单位也广泛使用,以致单位制和计量单位十分混乱,使生产、科学技术研究、教学和经济交流不得不纠缠于各种计量单位的反复换算,造成很多麻烦甚至发生事故,人力、物力和时间也大量浪费。因此,建立标准化的单位制和单位一直受到全世界科学技术工作者和有关国际组织的普遍关心。

首先,法国政府在 1948 年第九届国际计量大会上提出统一国际计量单位制的建议,主张“取消以力或重量单位为基本单位的单位制(即前述的米千克力秒重力制)”。当时,法国提出一份草案,建议在国际上采用以米、千克、秒和安培为基本单位的实用制。会后国际计量委员会向全世界征求意见。接着,1954 年的第十届计量大会决定采用米、千克、秒、安培、开氏度和坎德拉(新烛光)为基本单位的单位制。并由国际计量委员会专门成立了单位制委员会。该委员会在 1954 年到 1956 年间整理了各国的意见,有二十一个国家对统一计量单位制的草案都非常赞成。1956 年,国际计量委员会建议将这种单位制定名为“国际单位制”。该建议于 1960 年第十一届国际计量大会正式通过。当时通过了六个基本单位,两个辅助单位,十三个具有专门名称的导出单位和十二个相应的单位词冠,并通过以“SI”为国际单位制的国际符号。后来,1964 年的第十二届国际计量大会决定增添两个更小的单位词冠毫微微(femto, 非[姆托])和微微微(atto, 阿[托])。1967 年第十三届计量大会决定将基本单位开氏度改为开尔文。1971 年第十四届国际计量大会决定增加物质的量单位摩尔为基本单位,并将压力单位“牛顿每平方米”

和电导单位“安培每伏特”分别命名为帕斯卡和西门子。1975年第十五届计量大会决定将活度(放射性强度)单位“1每秒”和吸收剂量单位“焦耳每千克”分别命名为贝克勒尔(becquerel)和戈瑞(gray),并增加两个更大的单位词冠拍它(peta,  $10^{15}$ )和艾克萨(exa,  $10^{18}$ )。至此,国际单位制变成目前的完整形式。

## 二、国际单位制在全世界普及的概况

自1960年国际单位制正式公布到现在的十几年中,世界上相当多的国家都以不同形式的政府法令、命令或标准等宣布向国际单位制过渡。原来一直沿用英制的国家尤为突出。首先,英制的发源地英国于1965年声明废除英制,计划到1975年过渡到国际单位制。虽然这个计划只按期完成了一大部分,其余可能推迟到1978到1980年,但在它的影响下,绝大部分英制国家如加拿大、澳大利亚和非洲各国都纷纷决定放弃英制,采用米制。考虑时间最长的美国也在去年通过了“米制法案”,正式决定改英制为米制。1974年美国商业部建议在十年内预计到1983年实现米制化。顺便指出,现在很多人所说的米制,实际上是指国际单位制。

此外,国际单位制得到诸如国际法制计量学组织、国际计量大会、国际标准化组织、国际电工委员会和国际气体协会等很多国际科学技术组织的采纳与推荐。这些组织大多根据国际单位制编拟了有关资料或规定了国际单位制的各种标准。

同时,国际上一些政治经济组织也先后做出决定,推荐和采纳国际单位制:联合国教科文组织在1971年至1972年通过决议,号召联合国成员国采纳国际单位制。欧洲经济共同体于1971年10月召开会议,建议其成员国修改本国的计量法,使国际单位制在五年内合法化并要求到1977年完成向国际单位制的过渡。

苏修控制的经互会于1970年召开了计量学家会议,通过了关于采用国际单位制的建议,并规定其成员国应在1971年12月以前将该建议纳入本国的国家标准中。

1969年6月,世界主要工业国家的500名代表在布鲁塞尔召开了在工业技术中采用国际单位制的国际会议。会议原则上承认工业技术应该统一采用国际单位制。从此以后,国际标准化组织就作出决定,自1971年1月1日起,在它的标准中全面采用国际单位制。

目前,国际单位制在世界各主要工业国家中,已进入全面普及的阶段。

## 三、国际单位制的构成

### 1. 一贯单位制

国际单位制的结构原理是,在旧米制的基础上

选择适当的基本单位,并采用一贯性原则构成导出单位<sup>1)</sup>,以避免多种单位制和单位并存。

一贯性原则就是用来确定导出单位的定义方程式中取为1的比例系数,由基本单位相乘或相除求得导出单位。这样的导出单位称为一贯导出单位,而由基本单位和一贯导出单位构成的单位制称为一贯单位制。“一贯”的含义是指在基本单位已确定的某一学科范围内,其它单位首尾一贯地由基本单位或一贯导出单位求出,而不附加任何异于1的系数。

例如,通过定义方程式

$$v = k \frac{s}{t} \quad (1)$$

来确定速度( $v$ )的单位。应首先令系数 $k=1$ ,以保证一贯性,并以国际单位制的基本单位米(m)和秒(s)为距离( $s$ )和时间( $t$ )的单位,便可得速度单位是

$$[v] = \frac{m}{s} \text{ (米/秒)}.$$

若再通过定义方程式

$$a = k \frac{v}{t} \quad (2)$$

确定加速度( $a$ )的单位,则时间单位仍然应该用秒(s),而速度的单位则应该用一贯导出单位 m/s(米/秒)为单位,并且仍应该令 $k=1$ ,而得到加速度的国际单位制一贯单位:

$$[a] = \frac{m/s}{s} = \frac{m}{s^2} \text{ (米/秒}^2\text{)}.$$

应该指出,利用米的分数厘米求出的速度和加速度单位厘米/秒(cm/s)和厘米/秒<sup>2</sup>(cm/s<sup>2</sup>),则不是国际单位制的一贯单位。因为以这样的速度和加速度单位代入定义方程式中所得出的比例系数不是1,而是0.01。但是,对于以厘米、克、秒为基本单位的CGS单位制,它们则是一贯导出单位。此外,它们同力的单位达因(克·厘米·秒<sup>-2</sup>)、能量单位尔格(达因·厘米)等构成了CGS力学单位的一贯制。实际上,很多米制的单位制都是一贯制,只是一种单位制中的单位对于另一种单位制来说可能不是一贯的。例如,CGS电磁制单位对力学和电磁学来说构成一贯制。但绝对实用电学单位对于CGS或MKS制力学单位来说都不是一贯制。

米千克秒安培制可以保证力学单位制的能量单位与电磁单位制的能量单位相等,即它的力学单位和电磁学单位是一贯的,从而,成了国际单位制的基础。但是,由于它并不适用于热学与光学等其它专业,因此又增加热力学温度单位开尔文和发光强度单位坎德拉(新烛光)与物质的量单位摩尔为基本单位(见表1)。

1) “一贯性”一词的原文是 Coherency, 也有译成“协和”或“相参”的。

此外,由于有些量往往要用到几何学的平面角和主体角单位,因此又增添了弧度和球面度作为辅助单位(见表2)。这样,几乎任何单位都可以由这九个单位按一贯性原则导出来,使国际单位制成了适用于所有科学技术领域的一贯单位制。正是由于这种一贯性,才能使国际单位制中每一个量只有一个单位。这是国际单位制区别于旧米制的主要优点。

表1 国际制(SI)基本单位

量	名称	符号
长度	米	m
质量	千克(公斤)	kg
时间	秒	s
电流强度	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

表2 国际制(SI)辅助单位

量	国际制(SI)单位	
	名称	符号
平面角	弧度	rad
立体角	球面度	sr

## 2. 国际制(SI)单位、国际制(SI)词冠和国际制(SI)单位的十进倍数与分数单位

按一贯性原则构成的国际单位制的导出单位,有少数不太实用。例如,压力单位帕斯卡太小,而电容单位法拉又太大。为使一些实际应用的量值便于表示,国际计量大会又采用了16个十进单位词冠(见表3),用以加在国际制单位之前,构成任意大小的单位。这些单位显然不是一贯单位。为此,计量委员会的单位咨询委员会曾经建议,只把前述七个基本单位和两个辅助单位和它们所导出的一贯导出单位称为国际单位制,而把那些单位名称由词冠与一贯体系的单位构成的倍数与分数单位叫做“国际单位制的扩充”。但这个名称未被通过。最后采取的方案是,把国际单位制中形成一个一贯体系的基本单位、辅助单位和导出单位称为国际制单位(SI单位)。而把表3中的16个词冠称为国际制(SI)词冠。由国际制(SI)词冠构成的大小单位,如果要和国际制(SI)单位的一贯体系加以区别,必须指出它们的全称“国际制(SI)单位的倍数单位与分数单位”。并且国际计量委员会“建议使用国际制(SI)单位以及其名称由国际制(SI)词冠构成的国际制(SI)单位的十进倍数单位与分数单位”。

可见,国际单位制是由国际制(SI)单位、国际制

表3 国际制(SI)词冠

因数	词冠	英文词冠	符号
$10^{18}$	艾克[萨]	exa	E
$10^{15}$	拍[它]	peta	P
$10^{12}$	兆兆*(太[拉])	tera	T
$10^9$	千兆*(吉[咖])	giga	G
$10^6$	兆	mega	M
$10^3$	千	kilo	k
$10^2$	百	hecto	h
10	十	deca	da
$10^{-1}$	分	deci	d
$10^{-2}$	厘	centi	c
$10^{-3}$	毫	milli	m
$10^{-6}$	微	micro	$\mu$
$10^{-9}$	毫微*(纳[诺])	nano	n
$10^{-12}$	微微*(皮[可])	pico	p
$10^{-15}$	毫微微*(非[姆托])	femto	f
$10^{-18}$	微微微*(阿[托])	atto	a

\*我国常习惯用这种重迭数词作为国际制词冠的译名,但是违背国际单位制的有关使用规则。按国际惯例,这类词冠应给予音译名称。因此,建议用括号内的名称。

(SI)词冠和国际制(SI)单位的十进倍数单位与分数单位三部分组成。

## 3. 国际制(SI)基本单位

国际制(SI)基本单位的定义如下:

### (1) 长度单位——米(m)

“米的长度,等于氦-86原子的 $2p_{10}$ 和 $5d$ 能级之间跃迁的辐射在真空中波长的 $1\ 650\ 763.73$ 倍。”

(第11届国际计量大会,1960,决议6)

### (2) 质量单位——千克(公斤)(kg)

“千克(公斤)是质量单位,等于国际千克(公斤)原器的质量。”

(第1和第3届国际计量大会,1889,1901)

### (3) 时间单位——秒(s)

“秒是铯-133原子的基态二超精细能级之间跃迁辐射周期的 $9\ 192\ 631\ 770$ 倍的持续时间。”

(第13届国际计量大会,1967,决议1)

### (4) 电流强度单位——安培(A)

“安培是一恒定电流强度,若保持在处于真空中相距1米的二无限长而圆截面极小的平行直导线内,则此二导线之间每米长度上产生的力等于 $2 \times 10^{-7}$ 牛顿。”

(国际计量委员会,1946,决议2;1948年第9届国际计量大会批准。)

### (5) 热力学温度单位——开尔文 (K)

“热力学温度单位开尔文是水三相点热力学温度的  $1/273.16$ 。”

(第 13 届国际计量大会, 1967, 决议 4)

### (6) 物质的量单位——摩尔 (mol)

“①摩尔是一物系的物质的量, 该物系中所包含的结构粒子数与 0.012 千克(公斤) 碳-12 的原子数目相等。”

②在使用摩尔时, 结构粒子应予指明, 而且可以是原子、分子、离子、电子及其它粒子, 或是这些粒子的特定组合体。”

(国际计量委员会 1969 年提出, 1971 年第 14 届国际计量大会通过, 决议 3)

### (7) 发光强度单位——坎德拉 (cd)

“坎德拉是在 101 325 牛顿每平方米压力下, 处于铂凝固温度的黑体的  $1/600\ 000$  平方米表面垂直方向上的发光强度。”

(第 13 届国际计量大会, 1967, 决议 5)

上列七个基本单位的定义是经各届计量大会通过的, 目前仍有效, 其中有些单位的定义正在酝酿更改。据计量委员会的有关咨询委员会的建议和 1975 年第 15 届国际计量大会的决议, 长度基本单位将要用锁定在吸收谱线上的气体激光产生的辐射重新定义。在此之前, 米定义咨询委员会曾于 1973 年 6 月开会审议了用碘和甲烷吸收线稳定的激光辐射, 并推荐甲烷( $\text{CH}_4$ ) 和碘 ( $^{127}\text{I}_2$ ) 吸收线稳定的氦氖激光的辐射在真空中的波长分别为:

$$3\ 392\ 231.40 \times 10^{-12} \text{ 米};$$

$$632\ 991.399 \times 10^{-12} \text{ 米}.$$

这就是说, 这两个辐射可以做为波长的副基准。此外, 光度学基本单位坎德拉也可能改用光通量单位流明代替。虽然如此, 只要不失新旧单位的连续性, 并从量纲角度保证个别基本单位的独立性, 对国际单位制本身的结构和使用并不会产生很大影响。

以上定义的内容说明: 凡基本单位定义中用到的单位也一律应为国际制 (SI) 单位, 而不应为它们的倍数或分数单位。例如, 坎德拉定义中的  $1/600\ 000$  平方米不应为  $1/60$  平方厘米。

应该指出, 虽然国际单位制只给出了热力学温度 ( $T$ ) 单位开尔文, 但这个单位只在理论研究和低温研究中使用方便, 而在实际温度测量中不一定要统一为热力学温度单位开尔文。因此国际计量委员会也允许使用由式  $t = T - 273.15\text{K}$  所定义的摄氏温度, 式中  $t$  是摄氏温度的符号, 摄氏温度的单位是摄氏度, 国际符号是  $^{\circ}\text{C}$ 。这两种温度之间只是计算温度的起点不

同, 温度间隔是一样的。同时, 为了保证一贯性, 国际计量大会废弃了过去用开氏度 ( $^{\circ}\text{K}$ ) 表示热力学温度, 而用“度”字表示温度间隔或温度差的规定。重新规定开尔文 (K) 和摄氏度 ( $^{\circ}\text{C}$ ), 既可表示温度也可以表示温度间隔或温度差。所以, 很多牵涉到温度差或温度间隔的量, 可以直接用摄氏度代替开尔文, 或用开尔文代摄氏度, 而无需换算。

另一个值得说明的是摩尔。物质的量单位摩尔是由过去的克分子的概念发展而来的, 摩尔的定义实际上也严格明确了以摩尔为单位的量的性质, 也就是明确了物质的量和质量是完全不同的两个量。过去, 虽然也有时把克分子和克原子等当作物质的量的单位, 但大多数情形是把克分子看作是质量或重量的单位。在国际单位制中, 摩尔的定义表明, 只要构成一个物质系统的结构粒子数与 0.012 千克碳-12 的原子数相等的物质的量就是 1 摩尔。所以, 摩尔不仅可以量度分子, 也可以量度原子、离子、电子及其它物质粒子构成的物质系统, 从而也不能再把摩尔狭隘地理解成就是克分子, 当然也不能用“克分子”这个名称代替摩尔。由于把摩尔定为国际单位制的基本单位, 使得化学和分子物理学中的大部分单位也包括在国际单位制中了。

## 4. 国际制 (SI) 辅助单位

表 2 所列国际制 (SI) 辅助单位的定义如下:

### 1. 平面角单位——弧度 (rad)

“弧度是一个圆内两条半径间的平面角, 这两条半径在圆周上截取的弧长与半径相等。”

### 2. 立体角单位——球面度 (sr)

“球面度是一个立体角, 其顶点位于球心, 而它在球面上所截取的面积, 等于以球半径为边长的正方形的面积。”

(国际标准化组织建议书 R31, 第 I 部分, 1965 年 12 月第二版)

国际计量大会虽然把这两个几何单位列为辅助单位, 但是认为可以随意把它们当做基本单位或导出单位。

## 5. 国际制 (SI) 导出单位

国际单位制中导出单位的名称一般是按照它们的符号或单位表示式的顺序直接读出。例如, 密度的国际制 (SI) 单位符号是  $\text{kg}/\text{m}^3$ , 应读成千克每立方米或千克每米立方, 而不应读成每立方米千克。按照这种定名法, 有些单位的名称太长, 例如力的单位为千克米每秒平方, 这显然不实用。因此在国际单位制中对一些比较常用的这类单位给予了专门名称, 这类单位目

前共有 17 个,见表 4。这些具有专门名称的导出单位也可以用来构成其它导出单位。

表 4 具有专门名称的国际制 (SI) 导出单位

量	国际制 (SI) 单位		
	名称	符号	用其它单位表示的关系式
频率	赫兹	Hz	
力	牛顿	N	
压力、应力	帕斯卡	Pa	N/m <sup>2</sup>
能、功、热量	焦耳	J	N·m
功率、辐射通量	瓦特	W	J/s
电量、电荷	库仑	C	
电位、电压、电动势	伏特	V	W/A
电容	法拉	F	C/A
电阻	欧姆	Ω	V/A
电导	西门子	S	A/V
磁通量	韦伯	W <sub>b</sub>	V·s
磁感应强度	特斯拉	T	W <sub>b</sub> /m <sup>2</sup>
电感	亨利	H	W <sub>b</sub> /A
光通量	流明	lm	
光照度	勒克斯	lx	lm/m <sup>2</sup>
活度(放射性强度)	贝克勒尔	Bq	1/s
吸收剂量	戈瑞	Gy	J/kg

还有一些导出单位是特殊的,如折射率、相对电容率等,它们的相应的国际制 (SI) 单位是两个相同国际制 (SI) 单位之比,可以用数值 1 表示。

此外,在工程技术和自然科学中,还有很多量的单位不能简单地通过乘除运算由基本单位或导出单位导出,它们的单位需要通过比乘除复杂的运算由国际制 (SI) 单位得出。例如,通过分数式运算而表示液体密度的特殊量的单位“坡美度”是由下式

$$x = B - \frac{A}{\rho} \quad (4)$$

确定。式中  $x$  是表示密度的假定刻度的坡美度数,  $A$  和  $B$  是常系数,  $\rho$  是密度。

通过均方根运算表示的量,如电流有效值

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt} \quad (5)$$

式中,  $I$ ——电流有效值;  $T$ ——交变电流的周期;  $i$ ——交变电流的瞬时值。

又如,在声学及通讯技术中,通过对数运算表示声强、放大量或衰减量的特殊相对单位分贝,是通过式

$$n = 10 \lg(P/P_0) \quad (6)$$

确定的,式中  $n$ ——分贝数;  $P$ ——功率。

还有一类量的单位与国际制单位之间的运算关系在理论上不明确,例如各种硬度和材料试验中的量等。

国际单位制对上述这些量的单位都没有作出规

定。在使用中,为统一起见,应根据有关国际组织(如国际标准化组织)的有关建议,结合国内具体情况处理。

## 四、国际单位制的使用原则

为了达到计量单位的全面统一,还必须对国际单位制的具体使用方法作出规定。国际计量大会和国际标准化组织曾经先后发表了一些决定和建议,并且得到国际上的广泛采用。

首先,由于国际单位制既包括国际制 (SI) 单位,也包括国际制 (SI) 单位的倍数与分数单位,在使用中如果不加以区分,仍然会造成混乱。因此,国际标准化组织建议,原则上只使用国际制 (SI) 单位。但是在特殊情况下,为了方便,可以选择适当的十进倍数或分数单位,而使数值比较简单,具体的就是使数值处于 0.1—1000 范围内。例如:

12000N (牛[顿])可以写成 12kN (千牛[顿]);

0.00394m (米)可以写成 3.94mm (毫米);

1401Pa (帕[斯卡])可以写成 1.401kPa (千帕[斯卡]);

$3.1 \times 10^{-8}$ s (秒)可以写成 31ns (毫微<sup>1)</sup>秒。

不过在同一个量的数值表中,或在一篇文章中讨论一个量的很多数值时,即使有些数值不在 0.1—1000 的范围内,也最好使用一致的倍数或分数单位。对于有些量,在特殊的使用场合,可以使用同一个习惯的国际制 (SI) 单位的倍数单位或分数单位。例如,在机械制图中可以用 mm (毫米)表示几何尺寸,而在计算过程中,为了避免错误,所有的量都应该使用国际制 (SI) 单位,并且用相应的 10 的乘幂代替词冠。

关于十进国际制 (SI) 词冠的选用,以方便为准,但是有很多量无需在 16 个词冠中任意选择,往往只用其中几个,这样,既可避免一些换算,也有利于单位的统一与交流。所以,国际标准化组织制定了有关标准,对一些常用的量推荐一些常用词冠(见国际标准 ISO-1000, 1973)。例如,对于长度,除使用国际制 (SI) 单位 m (米)之外,只推荐下列五个国际制 (SI) 词冠的倍数与分数单位: km (千米), cm (厘米), mm (毫米),  $\mu$ m (微米), nm (毫微<sup>1)</sup>米)。这一标准对于国际单位制的世界统一有很重要的作用。

另外,国际单位制还采用了一些关于单位表示方法等方面的规定与建议,现叙述如下。

第九届国际计量大会通过了下列单位符号的书写与印刷原则:

单位符号用正体西文表示,一般用小写,例如,时间单位秒的符号是“s”。如果单位符号来自专有名称,

1) 见表 3 及其注解。

2) 见表 3 及其注解。

则用大写正体,例如,电导单位的符号是由人名西门子的西文而来,故为“S”。此外,单位符号之后不加标点,而且不论单数或复数,单位符号不变。

国际标准化组织(ISO)为统一计量单位,特别是国际制(SI)单位的使用方式,提出了下列建议:

(1) 两个以上单位的乘积最好用圆点作为乘号表示,当不致与其它单位符号混淆时,圆点可以省略。例如:  $N \cdot m$  或  $Nm$ , 但不应为  $mN$ 。

(2) 当导出单位由一个单位被另一个单位除构成时,可以用斜线(/)、水平线或负数幂表示。例如:

$$m/s, \frac{m}{s} \text{ 或 } m \cdot s^{-1}.$$

(3) 除加括弧外,在同一行内斜线不得超过两条。在复杂的情况,应该用负幂或括弧。

例如:  $\begin{cases} m/s^2 \text{ 或 } m \cdot s^{-2}; \\ m \cdot kg/(s^3 \cdot A) \text{ 或 } m \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}. \end{cases}$

但不应为:

$$\begin{cases} m/s/s; \\ m \cdot kg/s^3/A. \end{cases}$$

国际标准化组织建议,在使用国际制(SI)词冠时要遵守下列规则:

(1) 词冠符号用正体,词冠的代号和单位的代号之间不留间隔。

(2) 如果带词冠的符号上有指数,则表明倍数单位或分数单位按指数自乘。

例如:  $1cm^3 = 10^{-6}m^3$ ;  
 $1cm^{-1} = 10^2m^{-1}$ 。

(3) 不允许用若干国际制词冠并列构成的组合词冠。

例如: 1 毫微米用  $1nm$  表示,但不能用  $1m\mu m$ 。

另外,第九届国际计量大会还通过了关于数字的书写与印刷规则:

在数字中,圆点(英国习惯,我国也习惯用圆点)和逗号(法国习惯)只在分开整数部分和小数部分时用。多位数字中每三位离开一些间隔,而且间隔内永远不加圆点或逗号。例如: 9 813 454.606 51。可见,在小数点前后的部分都应该每三位间隔开,同时从个位开始分组。其实,这种规则已不限于用在测量数字上了。

## 五、国际单位制以外的单位

国际计量委员会对于国际单位制以外的很多单位,规定分别几种情况对待:

### 1. 与国际单位制并用的单位

表 5 中所列的一些广泛使用的重要单位,可以同国际单位制并用,但是,用它们和国际制(SI)单位组

合的单位不允许随便使用。例如千瓦小时最后应予废除。

表 5 与国际单位制并用的单位

名称	符号	相当于国际制(SI)单位的数值
分	min	1分 = 60秒
小时	h	1小时 = 60分 = 3 600秒
日	d	1日 = 24小时 = 86 400秒
度	°	1° = ( $\pi/180$ ) 弧度
分	'	1' = (1/60)° = ( $\pi/10 800$ ) 弧度
秒	"	1" = (1/60)' = ( $\pi/648 000$ ) 弧度
升	l	1升 = 1立方分米 = $10^{-3}$ 立方米
吨	t	1吨 = $10^3$ 千克(公斤)
电子伏特 (统一的)原子 质量单位 天文单位 秒差距	eV u (C) pc	} 根据定义由实验得出

### 2. 暂时允许与国际单位制并用的单位

表 6 中所列的单位可以暂时与国际单位制并用。

表 6 暂时与国际单位制并用的单位

名称	符号	相当于国际制(SI)单位的数值
海里		1海里 = 1 852米
节		1海里每小时 = (1 852/3 600)米/秒
埃	Å	1埃 = 0.1 毫微米 = $10^{-10}$ 米
公顷	a	1公顷 = 1平方十米 = $10^2$ 平方米
公顷	ha	1公顷 = 1平方百米 = $10^4$ 平方米
靶恩	b	1靶恩 = 1平方毫微米 = $10^{-28}$ 平方米
巴	bar	1巴 = 0.1兆帕斯卡 = $10^5$ 帕斯卡
标准大气压	atm	1标准大气压 = 101 325帕斯卡
伽	Gal	1伽 = 1厘米/秒 <sup>2</sup> = $10^{-2}$ 米/秒 <sup>2</sup>
居里	Ci	1居里 = $3.7 \times 10^{10}$ 秒 <sup>-1</sup>
伦琴	R	1伦琴 = $2.58 \times 10^{-4}$ 库仑/千克(公斤)
拉特	rad*	1拉特 = $10^{-2}$ 焦耳/千克(公斤)

\* 当这个符号可能与弧度的符号混淆时,可以用 rd 作为拉特的符号。

### 3. 厘米克秒制单位

国际计量委员会建议,如表 7 中所列的一类具有专门名称的厘米克秒制单位,一般最好不与国际单位制并用。

### 4. 一般应避免使用的单位

不属于前三类的国际单位制以外的单位,一般都最好不用。表 8 列出了一部分这类单位。该表以及前

表7 具有专门名称的厘米克秒制单位

名称	符号	相当于国际制(SI)单位的数值
尔格*	erg	1尔格 = $10^{-7}$ 焦耳
达因*	dyn	1达因 = $10^{-5}$ 牛顿
泊*	P	1泊 = 1达因·秒/平方厘米 = 0.1帕斯卡·秒
斯托克斯	St	1斯托克斯 = 1平方厘米/秒 = $10^{-4}$ 平方米/秒
高斯**	Gs, G	1高斯相当于 $10^{-4}$ 特斯拉
奥斯特**	Oe	1奥斯特相当于 $(1000/4\pi)$ 安培/米
麦克斯韦**	Mx	1麦克斯韦相当于 $10^{-8}$ 韦伯
熙提*	sb	1熙提 = 1坎德拉/平方厘米 = $10^4$ 坎德拉/平方米
辐透	ph	1辐透 = $10^4$ 勒克斯

\* 该单位及其符号载于第九届国际计量大会(1948)的决议7中。

\*\* 该单位属于三量纲的所谓“电磁”厘米克秒制,严格地讲,不能与相应的国际制单位相比较,国际单位制在只限于电学量时有四个量纲。

面所列各表都是国际计量局根据国际计量大会与国际计量委员会关于国际单位制的决议和建议编制的。未列于该表中的很多这类国际单位制以外的单位自然也不应使用。例如由千克(公斤)力和卡等单位导出的单位,压力单位千克力/厘米<sup>2</sup>、功和能的单位千克(公斤)力米、热容量单位卡/度等也应避免使用。

现在对表8中若干单位作必要的说明:

micron是微小的长度单位,它的译音是“麦喀隆”,符号是希腊字母 $\mu$ (译音为“谬”),它是“微米”的西文专门名称。但中文始终是借用“微米”当作它的译名,而且使用很广。实际上,micron是国际单位制以外的单位,应予取缔;而“微米”是国际单位制的分数单位,

(上接第256页)

总之,要获取优质、高产、颗粒粗的金刚石,必须对超高压高温装置进行严格的调整,精心操作和准确的

表8 一般应避免使用的单位

名称	相当于国际制(SI)单位的数值
费密	1费密 = 1毫微微米 = $10^{-15}$ 米
米制克拉	1米制克拉 = 200毫克 = $2 \times 10^{-4}$ 千克(公斤)
毛	1毛 = $(101325/760)$ 帕斯卡
千克(公斤)力(kgf)	1千克(公斤)力 = 9.80665牛顿
卡(cal)	1卡 = 4.1868焦耳
micron( $\mu$ )	$1\mu = 1$ 微米 = $10^{-6}$ 米
X(爱克斯)单位	
stere(st)	1st = 1立方米
伽马( $\gamma$ )	1伽马 = 1毫微特斯拉 = $10^{-9}$ 特斯拉
$\gamma$	$1\gamma = 1$ 微克 = $10^{-9}$ 千克(公斤)
$\lambda$	$1\lambda = 1$ 微升 = $10^{-6}$ 升

应该提倡。所以,以后凡用 $\mu$ (谬)的场合,应该改用“微米”。

stere(译音为“斯地尔”)是“立方米”用于测量木柴体积时的西语专门名称,和micron的情况一样,也是类似地借用“立方米”当作它的译名,西文取缔stere这个单位,也并不是说中文要取缔立方米。其实stere这个单位在我国很少用。

X单位是用于表示X射线波长的特殊单位,1X单位近似等于  $1.002 \times 10^{-4}$ 毫微米。

伽马( $\gamma$ )是测量地磁场强度的小单位,等于  $10^{-9}$ 高斯,同时也是测量药品等微小质量的单位。

$\lambda$ 是容量单位“微升”的专门名称,英语读音是Lambda,中文发音为“拉姆达”,但我国很少用这个单位。

控制。同时要选择适宜的催溶剂、碳素、传压密封介质。以及合理的工艺。