

试谈科技论文的标准化与规范化 Ⅱ. 量和单位及其符号的使用规则^[20]

宋粤华

(中国科学院盐湖研究所, 西宁, 810008)

摘要 \简单介绍了国家 GB3100~3102 对量和单位及其符号的使用规定, 并列出了科技论文中常见的有关量和单位及其符号的不规范用法。

关键词 科技论文 量 单位 标准化

分类号 H152.3

计量单位涉及工农业生产、国防建设、科学研究、文化教育、国内外贸易等各个方面。我国十分重视量、单位及其国家标准的制定工作, 1985年9月6日, 全国人大常委会通过了《中华人民共和国计量法》, 把国家推行国际单位制提高到了法律的高度。我国的法定计量单位是1984年2月27日发布的, 其具体应用形式就是《量和单位》系列国家标准 GB3100~3102, 这是我国各行业都必须执行的强制性、基础性标准。

科技论文——尤其是公开发表的科技论文, 借助于书、期刊、文集、光盘等载体, 流传于社会并产生一定的影响。计量单位的统一, 正确使用法定的量和单位, 是科技论文做到标准化、规范化的一个极其重要的方面。总结近几年投到本刊的科技论文在量和单位使用方面的情况, 大部分作者认真地执行了法定计量单位, 但也有一些作者由于种种原因, 如未见到有关标准, 或受传统习惯影响较深, 在执行法定计量单位上还存在不少问题。因此, 特撰此文对有关量和单位及其符号的使用规则作一简单介绍。

1 我国量、单位与国家标准的制定工作

1981年7月14日, 国务院批准了中国国际单位制推行委员会制订的《中华人民共和国计量单位名称与符号方案(试行)》(以下简称《方案》), 该《方案》是以国际单位制为基础的。1982年发布的有关量和单位的一系列国家标准共15个(GB3100~3102-82), 这些标准的制订参照采用了国际标准 ISO 31/0~13。该标准的主要内容以表格的形式列出; 量的表格列出了该标准所涉及的科学技术中最主要的量及其符号, 大多数情况下给出了定义, 但这些定义并不全是完整的, 只是为了便于识别; 量的相应单位连同其国际符号和定义一起列出, 《量和单位》从此按学科范围单独以国标(GB)的形式出现; 还将“序号”、改为“项号”, 原来的“量的名称”和“量的符号”修订、补充为“量的名称”及“符号”、“单位名称”及“符号”。该标准被1986年发布的有

[20] 收稿日期: 1999-03-10

关量和单位的系列国家标准“GB3100~3102-86”所代替。1993 年又发布了有关量和单位的系列国家标准“GB3100~3102-93”代替“GB3100~3102-86”。

1993 年发布的“GB3100~3102-93”中,有关量和单位的系列标准共 15 个,是我国目前执行的最新标准(以下简称新标准)。新标准等效采用国际标准 ISO 1000:1992《SI 单位及其倍数单位和一些其他单位的应用推荐》,参照采用国际计量局《国际单位制(SI)》(1991 年第 6 版)。这一系列标准:

GB3100-93	国际单位制及其应用;
GB3101-93	有关量、单位和符号的一般原则;
GB3102.1-93	空间和时间的量和单位;
GB3102.2-93	周期及其有关现象的量和单位;
GB3102.3-93	力学的量和单位;
GB3102.4-93	热学的量和单位;
GB3102.5-93	电学和磁学的量和单位;
GB3102.6-93	光及有关电磁辐射的量和单位;
GB3102.7-93	声学的量和单位;
GB3102.8-93	物理化学和分子物理学的量和单位;
GB3102.9-93	原子物理学和核物理学的量和单位;
GB3102.10-93	核反应和电离辐射的量和单位;
GB3102.11-93	物理科学和技术中使用的数学符号;
GB3102.12-93	特征数;
GB3102.13-93	固体物理学的量和单位。

新标准中列出了 614 个量的名称,也列出了一些暂时可以与 SI 的单位并用的非 SI 单位。

GB3100~3102 系列国家标准是强制性、基础性的国家标准,适用于国民经济、科学技术、文化、教育等一切领域,是我国科学技术方面的重要的基础文件,也是理、工、农、医等各学科的共同语言基础。

2 量

物理量,简称量,是现象、物体或物质的可以定性区别和定量确定的一种属性。它有两个特点:(1) 存在于某一量制中,一切量都可以与其它量建立数学关系,进行数学运算;(2) 可测,一切量都可以定量地表达和测出;(3) 量所表达的是物理性质,物理量都有确切的物理定义(它不同于计数量)。

2.1 量名称

量都有各自的名称。新标准共列出了 614 个量的名称,这些量名称反映了学科的最新发展,是标准化的名称。新标准在继承 1986 年版本的基础上,对其中约 200 个量的名称进行了修改或补充,有的还明确废弃了旧名称。

关于量的名称,在使用中要注意的是:

(1) 有的量具有 2 个以上的名称,如压力与压强,电势差、电位差与电压等。但同一个量名称不应有多种写法,尤其应注意以科学家命字命名的量名称的写法。

(2) 一般应使用标准规定的量名称,不要使用自造的或已废弃的名称。表 1 列出了一些常

见的尚在使用的已废弃的量名称和标准化名称的对照。

(3) 应优先采用标准化的新名称。新标准在等效采用国际标准、给出了标准的新名称的同时,还在备注栏内列出了一些暂许使用的旧名称,注明“该量也称…”,但国家标准鼓励科技论文优先采用新名称。表 2 列出了一些常用的标准名称与暂时允许并存的旧名称的对照。

2.2 量符号

在新标准中,对每个量都给出了 1 个或 2 个以上符号,这些符号就是标准化的符号。有着量符号的一般规则是:

表 1 常见标准化量名称与废弃名称的对照

标准化量名称	量符号	废弃的名称	说 明
质量	M	重量	
密度	ρ	比重	当其单位为 kg/m^3 时,应称为密度;当其单位为 1,表示在相同条件下,某一物质的密度与另一参考物质的密度之比时,应称为相对密度。
相对密度	d		
摩擦系数	$\mu(f)$	摩擦系数	
比热容	c	比热	定义为热容 C 除以质量 m,单位为 $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
比定压热容	c_p	定压比热容,恒压比热	
热力学能	U	内能	不再使用符号 E,其单位为 J
电流	I	电流强度	单位为 A
相对原子质量	A_r	原子量	单位为 1
相对分子质量	M_r	分子量	单位为 1
分子质量	m	分子量	单位为 kg 常用 u
物质的量	$n, (v)$	摩尔数,克原子数,克分子数,克离子数,百分浓度	单位为摩尔
B 的质量分数	w_B	重量百分数,重量的百分浓度	单位为 1, 是 B 的质量与混合物的质量之比
B 的体积分数	Φ	体积百分浓度	单位为 1, 是 B 的体积与混合物的体积之比
B 的浓度, B 的物质的量浓度	c_B	体积克分子浓度,摩尔浓度,当量浓度	单位为 mol/m^3 , 是 B 的物质的量除以混合物的体积
[放射性]活度	A	放射性强度,放射性	单位为 Bq

(1) 量符号一般为单个拉丁字母或希腊字母,有时带有下标或其它说明性记号。但有 25 个用来描述传递现象的特征数由 2 个字母构成,且当首字母要采用大写体(由于它来源于人名)。

(2) 应采用新标准中规定的量符号,尤其要注意量符号的大小写字母是不能随意互换的,表 3 中列出了一些量符号常见的错误用法。

表 2 常用标准化量名称与暂许使用的旧名称对照

标准量名称	量符号	暂许用旧名称	单位
角频率	ω	圆频率	$\text{rad/s}, \text{s}^{-1}$
摩擦系数	$\mu(f)$	摩擦系数	1
热力学能	U	内能	J
电通〔量〕密度	D	电位移	C/m^2
摩尔热力学能	U_m	摩尔内能	J/mol
B 的活度因子	U	质量内能	J/kg
	γ_B	B 的活度系数	1

表 3 常见的量符号错误用法

量名称	质量	力	速度	时间	压力	电流	电荷	电压	电阻	摄氏温度	热力学温度	热力学能
正确量符号	m	F	v	t	p	I	Q	U	R	t	T	U
错误量符号	W, Q	N, P	V	T	P	i	q	u	r	T	t	(在新标准中已废弃)

(3) 不能把量符号当作纯数来使用。按新标准规定,对于任何一个量 A ,量和单位的正规表达式可以写成

$$A = \{A\} \cdot [A]$$

其中: A 为某一物理量的符号; $[A]$ 为量 A 的单位; $\{A\}$ 为物理量 A 在使用单位 A 时的数值。

根据这个公式,每个量符号又确实存在着某个未指明的单位。如 l 是长度的量符号,1 中必定包含着 $\text{km}, \text{m}, \text{cm}, \text{mm}$ 等单位中的某个单位,因此不能将量符号当作纯数来使用。表 4 列出了一些常见量符号当作纯数使用的情况。

表 4 常见将量符号当作纯数使用例表

错误表示	正确表示
长度为 $l\text{cm}$	长度为 l , 单位为 cm
时间为 $t\text{s}$	时间为 t , 单位为 s
物质的量为 $n\text{mol}$	物质的量为 n , 单位为 mol
压强的对数 $\lg p(\text{kPa})$	压强的对数 $\lg(p/\text{kPa})$
$(t-10)^{\circ}\text{C}$	$t-10^{\circ}\text{C}$

(4) 不能把化学元素符号作为量符号使用。例如,典型的既不规范、又含意不清楚的表达式 $\text{H}_2 : \text{O}_2 = 2 : 1$ (或 $\text{H}_2/\text{O}_2 = 2/1$),其规范化的表示应为:

- 如指质量比,为 $m(\text{H}_2) : m(\text{O}_2) = 2 : 1$ (或 $m(\text{H}_2)/m(\text{O}_2) = 2/1$);
- 如指体积比,为 $V(\text{H}_2) : V(\text{O}_2) = 2 : 1$ (或 $V(\text{H}_2)/V(\text{O}_2) = 2/1$);
- 如指质量的量比,为 $n(\text{H}_2) : n(\text{O}_2) = 2 : 1$ (或 $n(\text{H}_2)/n(\text{O}_2) = 2/1$);

还有一些常见的习惯使用的不规范符号如 $Wt\%$ 、 $Vot\%$ 、 $mol\%$ 、 $at\%$ 等, 它们的规范符号分别应为质量分数 w_B 、体积分数 ϕ 、摩尔分数 x 或 y 、原子数分数 x 或 y 。

(5) 量符合的组合规则

相乘时, 对于 2 个字母组成的量符号, 为避免误解为 2 个量的相乘, 当其出现在公式中时, 相乘的量之间一定要加中圆点“ $\cdot$ ”。对于矢量相乘, 不加乘号与加“ $\cdot$ ”和“ $\times$ ”的意义是各不相同的, 不能互换。

相除时, 若采用“/”作相除号, 则同一行中的“/”不能多于 1 条(加括号时例外)。当分子或分母为多项式时, 如采用“/”, 必须使用括号。

也不能把元素或分子式等符号后加“%”当作量符号使用, 如常见的错误表示 $MnO_2\% = 58.4\%$ 中“ $MnO_2\%$ ”指的应是 MnO_2 的质量分数, 其规范的表示为 $w(MnO_2) = 58.4\%$ 。”

2.3 量符号的下标

为了表示量的特定状态、位置、条件或测量方法等, 常需在量符号上附加其它标志, 如右上标“ $*$ ”(表示纯的)、“ o ”(表示标准)、“ ∞ ”(表示无限稀释)、“ $'$ ”和下标等。当一篇论文中有不同的量使用同一字母作量符号, 或同一个量有不同的使用特点需加以区别时, 常采用附加下角标的形式。

量符号下标的书写和印刷有比较严格的规则。新标准对许多量符号规定了下角标, 其主要依据是现已为各国所采用的、由国际电工委员会(IEC)提出的书写规则。量符号下角标的书写和使用的一般规则为:

(1) 应优先采用新标准规定的下标符号。

(2) 注意区分下标字母的正斜体。量符号和代表变动性数字及坐标轴的字母和下标时用斜体, 其余均用正体。

(3) 注意区分下标字母的大小写。量符号和单位符号作下标时, 其字母大小写同原符号; 来源于人名的缩写作下标时用大写体; 凡不是来源于人名的缩写作下标时, 一般都用小写体; 在某些情况下使用汉语拼音字母作下标时, 也应采用小写体。

(4) 当一个量符号中出现两个以上下角标, 或下角标中代表物质的符号比较复杂时(如分子式或下角标中又带有下角标等), 可把这些下角标符号置于量符号之后的圆括号中。如要表示 $5h$ 放电的一蓄电池在 -35°C 温度下的电能容量, 应写成 $W_{5h, -35^\circ\text{C}}$ 或 $W(5h, -35^\circ\text{C})$ 。

(5) 在化学等学科中, 代表物质的符号表示成右下标, 如 B 物质的浓度 c_B , B 的分压力 p_B 等。具体物质的符号一般应置于与主符号齐线的括号中, 而不写作下标, 如硫酸的浓度表示为 $c(\text{H}_2\text{SO}_4)$ 、二氧化碳的分压力表示为 $p(\text{CO}_2)$, 以及前面提到的 H_2 的质量表示 $m(\text{H}_2)$, 最好不要写成 CH_2SO_4 、 p_{CO_2} 和 m_{H_2} 。

(6) 在国标未规定下标的量附加下标, 可用汉语拼音或汉字量名称的缩写作下标。复合下标间用逗号隔开, 也可留一适当空隙; 在不至于引起混淆时, 也可紧接着写。

3 单位

3.1 单位的名称

单位名称有全称和简称 2 种, 也有一部分单位的全称与简称相同。组合单位的名称与其符号表示的顺序一致, 乘号无名称, 除号的名称为“每”, 且“每”只能出现一次, 如质量热容的单位 $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 的名称为“焦耳每千克开尔文”。乘方形式的单位名称, 其顺序是指数名称在前, 单

位名称在后,指数由数字加次方组成:当长度的 2 次和 3 次幂表示面积和体积时,其相应的指数名称为平方和立方。如,表示体积的量值“5hm³”读作“五立方百米”,而“500m³”读作“五百立方米”。

3.2 单位符号及其使用规则

新标准中规定,科技论文必须一律使用国际符号,即标准化符号。不能使用单位的中文符号。使用单位符号应注意以下几点:

- (1) 单位符号无例外地采用正体。
- (2) 一般单位符号为小写体,只有来源于人名的单位,其符号的首字母用大写体,应注意单位符号的大小写不要混淆(表 5)。只有体积单位升是例外,它的符号大小写皆可,但最好采用“L”,并且统一用“L”升作为表示物质浓度单位中体积的基准单位,而不使用 μL , mL 及 mm^3 等作为浓度单位的分母。

表 5 常见单位符号在小写混淆示例

单位名称	错误符号	标准符号
米	M	m
秒	S	s
吨	T	t
千克	Kg	kg
摩[尔]	Mol	mol
帕[斯卡]	pa	Pa
摄氏度	℃	℃
电子伏	ev, Kev	eV, keV
赫[兹]	HZ, Hz	Hz
法[拉]	f	F
瓦[特]	w, KW	W, kW

(3) 平面角单位度、分、秒在组合单位中采用(°), (′), (″)的形式,如°/min 是不规范用法,应采用(°)/min。单位符号不能跟中文符号构成组合形式的单位,如速度单位的规范表达式为“km/h”,不得写作“km/时”。

- (4) 当某些单位没有国际符号时,可用汉字与国际符号构成组合单位,如 m²/人, t/月。
- (5) 不能把单位英文名称的非标准缩写甚至全称作为单位符号(表 6)。
- (6) 不能把量符号当作单位符号使用,如“m”为溶质的“质量摩尔浓度”的量符号,其单位名称为“摩[尔]每千克”,相应的单位符号为“mol/kg”,即只能说“某溶质的质量摩尔浓度 m 为 40mol/kg”,而不能写作“4m”。

3.3 关于数值表示法的说明

为了区别量本身和用特定单位表示的量的数值,尤其是在图表中用特定单位表示量的数值,可用下列 2 种方法之一表示(但第一种方法较好):

表 6 常见非标准单位符号

单位名称	非标准符号	标准符号
分	M	min
秒	Sce	s
天	Day	d
[小]时	hr,hs	h
年	y,yr	a
转每分	Rpm	r/min
星期	Wk	星期,周
月	Mo	月

- (1) 用量与单位的比值。如用“波长/nm”取代原来用的“波长 λ_{nm} ”或“波长 λ_{nm}) ”, 用“时间 t/s ”取代原来用的“时间 t,s ”或“时间 $t(s)$ ”, 这里如不写量符号 λ 和 t 也是不规范的。
- (2) 把量的符号加上花括号, 并用单位的符号作为下角示。如波长 $\{\lambda\}_{nm}$ 。

3.4 应停止使用的非法定单位

按新标准规定, 在科技论文中应停止使用的非法定单位大致包括: 所有市制单位; 除公斤、公里、公顷以外的“公”字头单位; 英制单位; 其它非法定单位(表 7) 。

表 7 常见废弃及换算系数

废弃单位名称	废弃符号	与标准单位换算系数
微(米)	μ	$1\mu=10^{-6}m$
千克力	kgf	$1kgf=9.80665N$
吨力	tf	$1tf=9.80665kN$
标准大气压	atm	$1atm=101.325kPa$
工程大气压	at	$1at=9.80665\times10^4Pa$
毫米汞柱	mmHg	$1mmHg=133.322Pa$
毫米水柱	mmH ₂ O	$1mmH_2O=9.80665Pa$
转第分*	rpm	$1rpm=1r/min$
卡	cal	$1cal=4.1868J$
大卡	Kcal	$1Kcal=4.1868KJ$
度(电能)		$1度=1kW$
[马制]马力		$1马力=735.499W$
高斯	Gs	$1Gs\approx10^4T$
体积克分子浓度	M	$1M=1mol/L=1Kmol/m^3$
当量浓度	N	$1N=(1mol/L)\times Z(离子电荷数)$
埃**	?	$1?=10^{-10}m$

* "转每分"仍为法定单位"r/min"的名称。

** 暂时与法定单位可并存,但在科技论文中无特殊情况不得使用。

参 考 文 献

[1]GB3100~3102-93 量和单位.

PRELIMINARY DISCUSSION ON THE STANDARDIZATION AND NORMALIZATION OF SCIENCE PAPERS Ⅱ · REGULARITIES OF QUANTITIES AND UNITS WITH THEIR SYMBOLS

Song Yuehua

(Qinghai Institute of Salt Lakes, Chinese Academy of Sciences, Xining⁸¹⁰⁰⁰⁸)

Abstract

This paper briefly introduces the regularities of using quantities and units with their symbols in science papers that the national standard GB3100~3102 specifies. Common irregular uses have also been listed.

Keywords Science paper, Quantity, Unit, Standardization.