第 24 卷　第 2 期　　地　震　学　报　　Vol. 24, No. 2
2002 年 3 月　(217～220)　　ACTA SEISMOLOGICA SINICA　　Mar., 2002

文章编号：0253-3782(2002)02-0217-04

研究简报

地震量和单位的规范化*

冯义钧

（中国北京 100081 中国地震局地球物理研究所）

关键词　地震量　地震计量单位　规范化

中图分类号：P315.09　　**文献标识码**：A

在地震领域，有关地震量和单位的规范化问题一直没有引起足够的重视. 地震量和单位依不同的国家、不同的地震机构和不同的学术期刊有着不同的使用规则和表达方式. 例如：使用国际计量大会(CGPM)不认可或国际标准规定不能与 SI 单位并用的单位：dyn，erg 等；量的符号采用全正体或全斜体字母表示：M_S，M_L 或 V_{SH}，V_{SV}；使用废弃的计量单位符号：sec，yr，ppm 等；图表中量和单位的表示方式各种各样："量[单位]"、"量(单位)"、"量，单位"等；经、纬度使用：°N，°E 等；量值范围不按代数规则使用：450～550 km、450 到 550 km 等. 综上，这些不规范的表示方法与国际标准 ISO 31-1992《量和单位》推荐使用的表示方法是不一致的. 如果在某一国家、某一机构或某一学术期刊范围内采用某种方式统一使用，其影响不大. 但是，如果地震量和单位在全球范围内流通和使用，将会造成国际间学术交流与信息交换方面的负面影响. 在我国，自 1984 年施行法定计量单位以来，地震量和单位基本按强制性国家标准《量和单位》的要求使用. 基本上消除了非法定计量单位，在各种表示方法上也逐渐趋于一致. 但是，由于地震量和单位没有形成统一的表示法和必要的约束，加之受到国际上地震量和单位多样化表示方法的影响和对国家标准中有关规定在理解上的差异，导致我国地震界在使用地震量和单位中依然存在着一些有待于规范的问题. 本文以地震参数使用的量和单位为例分析研究：①地震专用量名称的规范化；②地震专用量符号的规范化；③地震地震计量单位使用中的问题.

1　地震专用量名称的规范化

"量"定义为："现象、物体和物质的可以定性区别和定量测量的一种属性". 量的广义含义是指现象、物体和物质的定性区别. 确定为量的基本特征是：①量是可以测量的；②量由数值和计量单位组合表示；③量可作数学运算. 地震专用量是地震科学技术领域专门使用的量，用于定量描述地震孕育、发生的物理现象和与之相关的地震前兆物理现象. 表 1 给出了地震参数使用的量的名称、符号，单位的名称、符号.

1.1　确定地震专用量名称的物理意义

使用基本量的量纲描述最重要的地震现象是定性、定量地开展各种研究工作的基础. 而确立这一基础的基础是地震量需要考察其明确的物理意义，研究对地震现象的描述是否具备量的特征. 例如，地震震级、地震烈度是否具备物理量的特征. 目前，地震专家普遍认为："地震震级"是量，按照 3 个基本特征衡量，震级是可测量的，也可作数学运算，但没有计量单位. 就这一点而言，地震震级作为量又比较勉强. 如何给一种合理的解释，有待于深入研究. 地震烈度就不同了，地震烈度的确定不是定量给出的，而

* 中国地震局地球物理研究所论著 02AC1013.
2001-09-12 收到初稿，2001-10-16 收到修改稿并决定采用.

http://www.dizhenxb.org.cn

是通过地震现场宏观调查和加速度参数综合分析确定的，因此，它不是量. 然而，到目前为止，还没有对这类量进行专门的研究或给出定论，在实际应用中存在着不同的理解和表示方法.

表 1 地震参数使用的量和单位

量名称	量的英文名称	符号	单位名称	符号	备注
地震震级	earthquake magnitude	M			
地方震级	local magnitude	M_L			
体波震级	body wave magnitude	m_b，M_b M_B，m_B			
面波震级	surface wave magnitude	M_S			
矩震级	moment magnitude	M_W			
持续时间震级	duration magnitude	M_D			
地震能量	earthquake energy	E	焦[耳]	J	
地震矩	seismic moment	M_0	牛[顿]米	N·m	1 dyn·cm= 10^{-7} N·m
震源距	hypocentral distance	R	米	m	
震源尺度	focal dimension	L	米	m	
震源体积	focal volume	V	立方米	m^3	
震中距	epicentral distance	Δ	度 千米	° km	远震单位为“度” 近震单位为“km”
[地震]应力降	seismic stress drop	$\Delta\sigma$	兆帕[斯卡]	MPa	1 MPa=10^6 Pa
震源经度	focal longitude	λ	度	°	单位“度”的符号
震源纬度	focal letitude	φ	度	°	在组合单位中
地震断层走向	earthquake fault strike	φ_S	度	°	使用“(°)”
地震断层倾角	earthquake fault dip angle	δ	度	°	在单独使用时
地震断层滑动角	earthquake fault slip angle	λ	度	°	为“°”
震源半径	focal radius	r	千米	km	
震源深度	focal depth	h	千米	km	
震源面积	focal area	A	二次方千米	km^2	
地震位错	seismic dislocation	D	厘米	cm	
纵波速度	compressional velocity	v_P	千米每秒	km/s	
横波速度	transverse wave velocity	v_S	千米每秒	km/s	
地震周期	seismic period	T	秒	s	
地震走时	seismic travel time	t	秒	s	

注：量名称和量符号参考全国自然科学名词审定委员会(1988)出版的《地球物理学名词》以及孙群和黄杰藩(1994)地学常用基础量和单位. 量符号采用我国地震期刊普遍使用并具有一定共识的符号，计量单位名称和符号采用我国法定计量单位.

1.2 反映地震专用量名称的属性特征

表 1 中，对走向、方位、倾角、滑动角、位错量和走时等量的名称给出了规范的例子，增加了量的属性特征. 例如，走向、倾角、滑动角和走时前都加上了“地震”；“位错量”改为“地震位错”. 这样，不仅更确切地表达了量名称物理特性和属性，而且更直接地反映了地震专用量与通用量的区别.

1.3 消除地震专用量名称的多样性

同一地震专用物理量派生多个名称和多个称谓的现象普遍存在. 例如表 1 中，量名称“地震位错”可派生出“震源位错量、同震位错量”，又可称为“断层错动量、错动位移量”. 前者，派生出的名称应与“地震位错”一致，改为“震源位错、同震位错”；后者，是属于同一物理量的另外两个称谓，应统一称为“地震位错”. 对这类物理量的规范化工作主要是确定不同名称的概念是否有区别. 如果概念上没有区别，应统一到一个准确的名称；如果概念上有区别，应给出不同的名称和定义. 这样就可避免在应用上产生歧义或不同的理解.

http://www.dizhenxb.org.cn

1.4　采用我国法定的量名称

地震专用量名称的确定除了要符合国际地震学界形成共识的称谓外，还要符合我国国家标准对量名称的有关规定. 经过慎重考虑同时兼顾国际标准中的某些新的规定，我国国家标准放弃了一些量的不科学的习惯概念和用法. 例如，重量和质量虽然名称不同，但使用的单位相同，这就很容易在实际运用中产生概念不清，因此，国家标准中规定把重量改为质量或重力. 又例如，量的名称“应力”改为“正应力”和“切应力”. 因此如“地震序列的环境应力 τ_0 值”应改为“地震序列的环境切应力 τ_0 值”. 在地震专用量名称规范化工作中，要充分考虑以上旧量名称的变化，重新审定涉及上述变化的地震量.

2　地震专用量符号的规范化

2.1　采用国家标准规定的和国际上推荐使用的量符号

地震专用量应首先使用我国国家标准中规定的量符号，如：“震源体直径 D”就是直接采用了国家标准对“直径”规定的符号“D”. 对国家标准中已确定有下角标的量符号要优先采用. 例如，力学量中线密度(ρ_l)中的下角标“l”是标准中规定的，地震科学研究中在引用该量时就无需再给出其它的下角标. 类似于这种国家标准已规定的下角标量符号在 11 个学科中有 120 多个.

国际纯粹与应用物理联合会(IUPAP)和国际标准化组织(ISO)推荐使用的量符号和量符号角标为规范地震专用量和符号提供了依据. 量符号的下角标应符合国际上的惯用表示法. 采用国际上推荐的下角标可直观地理解量符号所涉及的种类、学科、含义等方面的信息，便于正确理解和国际地震科技合作与交流. 国际上推荐使用的量符号下角标分为八大类，主要包括：表示科学技术领域、波形、分量、信号、关系、几何状态等.

2.2　采用角标区别地震专用量符号的不同含义

当同一地震专用量符号为了表示不同的方向、位置、状态、条件、性质等，经常采用角标的形式加以区别. 例如，表 1 中震级的符号用斜体字母 M 表示，不同的震级采用了震级量英文名称的头一个正体字母为下角标予以区分，这实际上就是对震级量符号使用下角标的一种约定. 按照这种约定表示的不同震级，其含义明确并易于理解. 因此，对同一地震震级符号表示不同震级时，就有了规范化的依据.

2.3　明确同一量符号在不同地震学科中的含义

同一量符号在不同的地震学科可代表不同的量. 例如，在地震力学中“ρ”代表密度，而在地电磁学中则代表电荷密度. 在地震力学中“μ”代表泊松比，而在地磁学中则代表磁导率. 因此，地震量符号的确定要依据地震学科的划分，明确量符号在某一地震学科所表示的含义，从而避免地震量符号在一个学科中交叉使用或代表多个物理量的现象.

3　地震计量单位使用中的问题

3.1　关于计量单位符号“°”的正确表示

地震参数使用的量，如，震源经度、纬度；地震断层走向、倾角；震源力轴方位等都是以“°”作为计量单位符号，使用的频度很高. 但是各种期刊、地震目录、技术报告等在实际使用中几乎都采用符号“(°)”来表示(如，北纬/(°)). 按照 GB 3100-93 中的 7.1 规定：“平面角单位度、分、秒的符号，在组合单位中应采用(°)(′)(″)的形式”. 也就是说，只有在组合单位情况下才能使用“(°)”. 在单独使用时不应加“括号”. 上例中正确的表示方法应为“φ_N/°”. 造成这种现象的原因来自于 GB 3100-86 和 GB 3100-93 的区别. 前者度、分、秒的符号规定为“(°)、(′)、(″)”；后者规定为“°”、“′”、“″”. 这一变化要求我们在使用时应特别注意.

3.2　关于图表中使用“量/单位”的正确表示

GB 3101-1993，2.1 中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的量的数值，可采用下列两种形式之一：a) 用量和单位的比值，例如：λ/nm＝589.6；b) 把量的符号加上花括号，并用单位的符号作为下标. 例如：$\{\lambda\}_{nm}$＝589.6. 但是第一种

方式较好”. 根据这一说明，在图表中采用“a)”的方式表示数值是一种明确而简洁的表达方法，但是应采用量的符号和单位符号，而不应采用中文量名称和单位符号进行混合表达. 目前地震期刊和图书中大量采用混合表达方法. 例如：破裂起始深度/km、主破裂/MPa、规格/cm、上仓剖面/m 等等.

我们应充分认识到在图表中采用“量/单位”的方式是为了表示图表中量的数值. 因此，采用这种表达方式的前提是：① 从名称上可以认定是一个物理量；② 有相应的量符号与之对应；③ 计量单位表达的含义与量名称一致. 上例中：① “破裂起始深度”是一个物理量，有对应的量符号“h”正确的表达方式应为“h/km”；② “主破裂”不是物理量名称，根据单位符号可以确定该量的名称应为“主破裂正应力 σ”或“主破裂剪应力 τ”，正确的表达方式应为“σ/MPa”或“τ/MPa”；③ “规格”和“上仓剖面”不是量的名称，也没有相应的量符号与之对应，可认定为“参数”. 因此，不适宜采用“量/单位”的表达方式. 下面给出了推荐的表达方式：

破裂起始深度	主破裂正应力	规格	上仓剖面
h/km	σ/MPa	cm	m

3.3 关于“量值范围”的正确表示

目前量值范围大多采用不加括号的表示方法. 例如：40～300 km. 虽然这种表示方法在编辑部门是认可的，但是在 GB 3100～3102-1993《量和单位》系列标准的规定中找不到充分的依据. 而在 GB/T1.1-2000《标准化工作导则，第 1 单元：标准的结构和编写规则》中有必须加括号的规定. 因此，例子中的正确表示应该是：40 km～300 km 或(40～300) km. 下面给出了不同表达方式的例子：“40 到 300 km”应表示为“40 km 到 300 km”；“20±2℃”应表示为：“20℃±2℃”或“(20±2)℃”；“10×20 mm”应表示为“10 mm×20 mm”；“220 V±5%”应表示为“220×(1±5%) V”或“220 V，具有±5%的相对误差”.

4 讨论及建议

地震量和单位是地震科学技术发展、国内外信息交流和制定地震标准的基础. 为了保证这一基础的科学性、可靠性和稳定性，现提出如下建议：①加强地震量和单位的考察和研究工作. 对现行地震量和单位的名称、符号和定义进行综合调查，在分析研究国内外使用地震量和单位现状的基础上，提出规范地震量和单位的内容、原则与方法；②制定地震行业标准. 对地震专用量名称、符号及其使用规则进行标准化. 在广泛征求意见形成共识的基础上，以地震行业标准的形式发布实施(冯义均等，1993)；③编制地震量和单位使用手册，系统地给出地震量和单位的名称、符号、常数和特征数索引表，以供地震科学技术人员查询和使用.

参 考 文 献

冯义钧，李学良，肖承邺. 1993. 地震期刊使用国家法定计量单位的几个问题[J]. 地震学报，**15**(增刊)：647～652

全国自然科学名词审定委员会. 1988. 地球物理学名词[M]. 北京：科学出版社，1～12

孙群，黄杰藩. 1994. 地学常用基础量和单位[J]. 地震地质，**16**(4)：441～450

GB 3101-1993. 量和单位[S]. 北京：中国标准出版社，39～50

GB/T 1.1-2000. 标准化工作导则(第 1 部分)：标准的结构和编写规则[S]. 北京：中国标准出版社，20～22

NORMALIZATION OF SEISMIC QUANTITIES AND UNITS

Feng Yijun

(*Institute of Geophysics*, *China Seismological Bureau*, *Beijing* 100081, *China*)

http://www.dizhenxb.org.cn