



1. 国际单位制及其应用

国家标准 GB3100—86《国际单位制及其应用》，是1982年版的修订版。

此标准是依据1984年2月27日发布的《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》，并参考国际计量局出版的《国际单位制(SI)》(1985年第5版)进行修订的。

国际单位制(SI)是1960年第11届国际计量大会(CGPM)通过的。国际计量局(BIPM)根据历届CGPM关于国际单位制的修改决议，先后编辑出版了《国际单位制(SI)》5次版本(1967年第1版，1973年第2版，1977年第3版，1981年第4版，1985年第5版)，对国际单位制不断作了完善和补充。

国际标准化组织(ISO)所属量、单位、符号、换算系数和换算表技术委员会(ISO/TC12)负责制定的国际标准ISO 1000《SI单位及其倍数单位和一些其他单位的应用建议》也先后出版了3次版本(R 1000—1969; ISO 1000—1973, ISO 1000—1981)。国际标准化组织规定，从1970年起在所有国际标准中一律采用国际单位制。此后，国际标准化组织所公布的标准，都使用了国际单位制单位。

1977年国务院颁布的《中华人民共和国计量管理条例(试行)》规定逐步采用国际单位制。1978年国务院批准成立了中国国际单位制推行委员会。经国务院批准，该委员会于1981年公布的《中华人民共和国计量单位名称与符号方案(试行)》就是以国际单位制为基础，结合我国实际情况制定的。这个文件在我国前一阶段推行SI中起了很大的作用。

为了适应我国实行对外开放对内搞活的方针，加速社会主义现代化建设，国务院于1984年2月27日发布了《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》，公布了以SI为基础的《中华人民共和国法定计量单位》，在我国强制推行SI。1986年7月1日起生效的《中华人民共和国计量法》以法律的形式确认了《命令》，明确规定国家采用国际单位制；国际单位制单位和国家选定的其他计量单位(15个)为国家法定计量单位；非法定计量单位应当废除。

§ 1.1. 国际单位制的形成及其发展

国际单位制的国际简称是SI。SI的制订及其在全世界范围内的广泛应用，促进了各国工农业、科学技术、文化教育和国际贸易的迅速发展。

计量制度和计量仪器的精确度，是科学文化发展水平的重要标志。在历史上，随着物质生产和科学技术的发展，计量制度和计量方法也不断地得到了提高与改进。

在18世纪，全世界有多种形式的单位制。那时，不仅各国之间计量单位不同，各地区之间的计量单位也不同。为了使国际上有一个统一的单位制，法国在1790年建议制订米制法[原来法国的计量单位是“吐阿兹(toise)”和法国磅制，米制原名米突制，是取希腊文“测量”而来]，提出新的10进位的单位制和把单位建立在自然基准上的设想，并于1792年开始基础测量工作(在法国天文学家德朗布尔和密申的领导下，对敦克尔克至西班牙巴塞罗那之间的地球子午线长度进行了精密测量，以后又延长到地中海的弗尔门特拉岛，于1799年6月完成)。

1793年制定了最初的标准原器,并公布米制法。到19世纪,欧洲一些国家才开始采用米制。法国是1840年规定使用米制的。1871年巴黎公社成立后,十分重视计量制度,立即改革了计量机构。1875年17个国家在巴黎签署了“米制公约”,成立了国际计量委员会(CIPM),设立了国际计量局(坐落在巴黎近郊布雷多依宫的领地内)。截止1985年10月,公约成员国已有47个。我国于1977年加入米制公约组织。

米制诞生以后,全世界单位制逐渐趋于统一。20世纪,全世界使用较普遍的有两大类计量单位体系,即所谓米制和英制。米制是一种比英制更先进的10进制。目前大约有170个国家使用米制或处于改革米制的过程中,约占世界人口的90%以上。

米制初创时是为长度、面积和质量的计量而设的,即曾想使长度、容量和重量(常说的度量衡)的单位都以一个自然基准为依据,也就是根据地球的子午线制定的“米”为依据。米定义为地球通过巴黎子午线四分之一圆周的 $1/10^7$ 的长度,即通过巴黎地球圆周的四千万分之一的长度(随后检验发现有误测,但未改动米的长度去保持 10^{-7} 的比率,而把米重新定义为一根尺子上两个标记的距离)。后来,随着科学的发展,其他物理量也需要设立单位,于是这种米制就成了制定各种单位制的基础。因而,出现了多种单位制和单位并用的状态。例如,在物理学中以米的分数单位“厘米”为长度基本单位,制定了厘米克秒单位制(CGS制)、电磁单位制(CGSM制)、静电单位制(CGSE制)和米吨秒单位制(MTS制)等。在电磁学中,以米为基础制定了米千克秒安培单位制(MKSA制)。从米制派生出来的单位制虽然都属于米制,但它们之间缺乏科学的联系,形成许多物理量有很多彼此独立的单位,但在这些单位制之间又存在着矛盾的现象。例如,在米千克秒制中,质量单位千克是基本单位,而在米千克力秒单位制中,质量单位却从力的单位千克力导出,实际使用中很不方便。由此可见,同属米制的各种单位制的并存和互相换算,已给科学技术和生产带来很多的烦恼,况且还有英制中使用的码、英尺、磅等大量非10进制计量单位,以及各国使用的度量衡单位,象我国的市制单位。世界上这种计量单位的混乱状况,已严重妨碍着生产、科学技术和经济文化交流的发展。

1945年第二次世界大战后,国际计量活动活跃起来,各国科学技术工作者和有关国际组织提出了进一步统一单位制的要求。1948年在第9届CGPM上,根据理论物理和应用物理协会与法国政府的要求及建议,责成CIPM,创立一种简单而科学的使所有米制公约签字国均能采用的实用单位制(具体建议废除以力或重力单位为基础的单位制,采用1901年意大利科学家乔吉提出的以四量制为基础的实用单位制)。大会对单位符号的一般原则作了规定,并通过了制订单位名称表的决议。会后,CIPM向各国学术、工业及教育界征集了意见。采用的实用单位以米、千克(公斤)、秒、安培为基本单位。这种想法是选定在数量上足够而在量纲上又彼此独立的一组物理量,给这组物理量中的每一个量确定一个“基本”单位,而其他任何物理量中的单位,则由这些“基本”单位“一贯”地导出。例如,在这组物理量中,如果量纲独立的量选的是长度和时间,而不是选的速度,而且长度和时间的单位分别选为米(m)和秒(s),则导出速度的单位是米每秒(m/s)。1954年第10届CGPM决定采用米、千克、秒、安培为基本单位。CIPM成立了专门单位制委员会,该委员会在1954年到1956年整理了国际上各方面的意见。1956年CIPM决定将这种单位制命名为“国际单位制”,提交CGPM讨论,在1960年第11届CGPM上正式通过。按照决议,这种实用单位制,定名为国际单位制,国际简称为SI,并规定了SI词头、导出单位及辅助单位,从而制定了一整套单位制。经过1971年第14届CGPM的修改而更加完善。国际单位制是长度以米,质量以千克,时间以秒,电流以安培,

热力学温度以开尔文,发光强度以坎德拉,物质的量以摩尔为基本单位的单位制。现在,国际单位制是由 SI 单位 (SI 基本单位、SI 辅助单位、SI 导出单位)、SI 词头和 SI 单位的 10 进倍数与分数单位三部分组成的。

国际单位制还将随科学技术和工农业的发展而不断修改和完善。例如 1983 年第 17 届 CGPM 又对长度的基本单位作出了新的定义。1979 年第 16 届 CGPM 对发光强度的基本单位作出了新的定义。就整个世界单位制发展的趋势来说,今后将以自然现象来定义基本单位,因其不随时间、地点、运动状态及环境条件而改变,这样的基本单位更为理想。为此,1969 年成立了精密测量与基本物理常数的国际研究协会。

§ 1.2. 国际单位制的基本内容

国际单位制 (Le Système International d'Unités) 的国际简称为 SI (汉语读音为爱斯埃)。

国际单位制是由 SI 单位 (SI 基本单位、SI 辅助单位和 SI 导出单位), SI 词头和 SI 单位的 10 进倍数与分数单位三部分组成的。

SI 单位是国际单位制中构成一贯制(一贯体系)的那些单位,均不带 SI 词头(质量单位千克例外,其中千是 SI 词头),所以 SI 单位是国际单位制中有特定含义的名称。而国际单位制单位不仅包括 SI 单位,还包括其 SI 单位的 10 进倍数与分数单位(即由 SI 词头与 SI 单位构成的新单位)。

国际单位制虽然简称为 SI,但是 SI 单位却不能表示成国际单位制单位,因为它未包括国际单位制的全部单位,只是国际单位制单位的一部分。这是由于国际单位制本身既包括了一贯性的 SI 单位,又包括了 SI 单位的 10 进倍数和分数单位。而倍数和分数单位不是一贯性单位,但它属于国际单位制的单位。同时,由于我国汉语语法的特点(如无词尾变化),在汉语中无法将国际单位制 (SI) 与 SI 单位明显地加以区分。在 1979 年以前,新翻译的国际单位制的 SI 单位,曾命名为“国际制单位”。为防止国际制单位与国际单位制相混淆,1980 年 12 月在北京举行的《中华人民共和国计量单位名称与符号方案(试行)》的全国审定会上,按国际上的统一办法,把“国际制单位”改为 SI 单位。

国际单位制还承认一些由于使用十分广泛或专门领域需要的重要单位作为可与国际单位制并用或暂时并用的单位。

建立单位制首先要选择基本量。所选择的基本量应该是相互独立的最重要的物理量,并给出严格的科学定义。国际单位制选择了长度 (l)、质量 (m)、时间 (t)、电流 (I)、热力学温度 (T)、物质的量 (n)、发光强度 (I) 7 个量作为基本量。当基本量选定后,就要确定基本量的基本单位。这些基本单位的大小,最好要具有普遍实用的价值。国际单位制以米 (m)、千克 (kg)、秒 (s)、安培 (A)、开尔文 (K)、摩尔 (mol)、坎德拉 (cd) 7 个单位作为基本单位。它们的大小是比较恰当的。国际单位制选定的基本量按一定的分组,可以定义下列不同学科的分支(见表 1.2.1)

SI 基本单位的定义,反映了当前科学技术发展的水平。它的定义是从科学实验中总结出来的,能够满足科学技术和生产的需要,具有较高的精度,且易于复现。在 7 个基本单位中,已有 6 个实现了自然基准,只有质量单位千克是实物基准。SI 基本单位的定义还将随着科学技

表 1.2.1 SI 的基本量与基础学科的分支

| 物理量 | 学科的分支 |
|--------------------|-------|
| l | 几何学 |
| l, t | 运动学 |
| l, t, m | 力学 |
| l, t, m, I | 电学和磁学 |
| l, t, m, I, T | 热力学 |
| l, t, m, I, T, n | 物理化学 |

术的发展而不断完善和改进。如长度单位米的定义,在 1983 年召开的第 17 届 CGPM 上给予了新的定义。根据新定义,米(m)是光在真空中于 $(1/299\,792\,458)$ s 时间间隔内所经路径的长度。

这些单位定义的改变,不但不影响国际单位制构成的原则,而且可促进其发展。

平面角(θ)和立体角(Q)到底作为基本量还是导出量,在国际上的意见并不一致,从而两个量的单位弧度(rad)和球面度(sr)到底作为 SI 基本单位还是 SI 导出单位,也就没有决定。因此,在 1960 年 CGPM 决议中将这两个单位作为一类 SI 辅助单位。当时决定,在实际应用时可以将它们作为基本单位,也可以将它们作为导出单位。ISO 的国际标准和我国的国家标准都一直是将它们作为导出单位来处理的。在 1980 年 CIPM 上,正式决定把这类辅助单位作为一类无量纲的导出单位。对这类导出单位,CGPM 允许在 SI 导出单位的表示式中使用或不使用它们。

具有专门名称的 SI 导出单位或用专门名称表示的 SI 导出单位,都是组合单位。为了读、写方便和符合习惯,对这些组合单位给予了专门名称。在 19 个具有专门名称的 SI 导出单位中,有 17 个是以科学家的名字命名的,如牛顿(newton)、帕斯卡(pascal)等。这是为了纪念这些科学家在本学科领域中作出的杰出贡献。

SI 词头过去也称为词冠、前缀、词首、接头语等名称。它是用来构成 10 进倍数和分数单位名称的构词成分。为了方便地表示同类量的各种量的大小,可以用词头来表示增大和减少的 10 进倍数。词头分别代表 10 的不同指数的大小(10 的幂),属于倍数单位名称不可分离的一部分。词头不是数也不是词。在 16 个 SI 词头中,有 4 个是 10 进位的,即 10^3 , 10^6 , 10^{-3} , 10^{-6} , 另外 12 个词头是千进位的。

SI 词头的名称,其词源选取于希腊、拉丁、西班牙、丹麦等语中的偏僻的名词,有的原文并无精确的含义。

16 个 SI 词头所代表的因数,是由 CGPM 通过的硬性规定。

我国法定计量单位中的非国际单位制单位,是考虑到尚在广泛使用和专门领域的需要而选定的。有的国家还把公亩(a)、公顷(ha)、升(L, l)、吨(t)这 4 个单位作为 SI 单位的倍数单位或分数单位的专门名称。后两个单位属于我国法定计量单位。

在 BIPM《国际单位制(SI)》中的暂时与国际单位制并用的单位,如果不是我国的法定计量单位,一般应该避免使用。

§ 1.3. 国际单位制的优越性及推行情况

国际单位制是在米制基础上发展起来的,是米制的现代化形式,是国际上公认的最先进的

单位制,是国际计量领域内的共同语言。经过近 30 年的实践证明,它对科学技术和经济发展有明显的促进作用。目前已有 80 多个国家和地区采用或向国际单位制过渡。几乎所有国际性的学术、经济、政治组织都宣布采用国际单位制。现在国际单位制已经在全世界通用。

1. 国际单位制的优越性

国际单位制在 1960 年第 11 届 CGPM 被正式通过后,便成为全世界范围内通用的单位制。国际单位制的优越性主要有 7 点。

(1) 统一性

国际单位制中 7 个基本量的基本单位,都有严格的定义。导出量的单位是通过系数为 1 的单位定义方程式用基本单位来表示的,从而使量的单位之间具有直接内在的联系,能够很方便地构成任何科学领域的所有单位(包括力学、热学、电磁学、光学、声学、物理化学、核物理学等所有理论科学和技术科学领域),可使各行业所用的计量单位(科学技术、国民经济、国内外贸易和日常生活等方面)都统一在一个单位制之中,实现全世界范围内的计量单位的统一。国际单位制能实现此种统一的原因,不仅是由于其本身的科学结构,还由于单位制本身到各个单位的名称和使用规则都是标准化的,实现了每个量只有一个 SI 单位。

(2) 简明性

国际单位制取消了大量其他单位制单位和各种各样的单位,明显地简化了物理规律的表达形式和计算手续,省略了许多单位制之间的单位的换算问题。例如,力学和热力学公式采用国际单位制,就可省去热功当量、功热当量、千克力等单位 and 换算系数。这样,就不必编制很多计算图表,避免了繁杂的计算手续和因测量与设计上可能引起的错误,从而可大量节省人力、物力和时间,提高了工作质量和工作效率。

(3) 实用性

国际单位制的基本单位和大多数导出单位的大小都很实用,其中绝大部分已经得到广泛的应用,如安培、伏特、欧姆,等等。国际单位制对大量常用的量并没有增添十分不习惯的新单位。为了适应实际需要,国际单位制还包括数值范围很广的词头,以便构成 10 进倍数和分数单位。如压力单位帕斯卡,过去习惯使用工程大气压(at)即千克力每平方厘米(kgf/cm^2),等于 $0.980\ 665 \times 10^5 \text{ Pa}$,在大约 2% 的误差内等于 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$,即 0.1 MPa。因此,在工程技术上,使用时一般可用 100 kPa 或 0.1 MPa 代替 $1 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ 使用。同样,力值单位千克力(kgf)等于 9.806 65 N,近似等于 10 N,用 10 N 代替 1 kgf 在大部分场合也是许可的。

(4) 合理性

国际单位制坚持了一个量只有一个 SI 单位的原则,避免了多种单位制和单位的并用,消除了很多不合理现象。例如,压力的单位,只用一个 SI 单位帕斯卡(Pa)即 N/m^2 就可以代替“千克力每平方厘米(kgf/cm^2 , 工程大气压)”、“克力每平方厘米(gf/cm^2)”、“千克力每平方米(kgf/m^2)”、“标准大气压(atm)”、“毫米汞柱(mmHg)”、“毫米水柱(mmH_2O)”、“巴(bar)”、“达因每平方厘米(dyn/cm^2)”等所有压力单位。又如,在力学、热学、电学中的功、能、热量等,虽然测量方法不同,但它们在本质上是相同的量。在过去多种单位并用时,常用的单位有千克力米($\text{kgf} \cdot \text{m}$)、克力米($\text{gf} \cdot \text{m}$)、尔格(erg)、千卡(kcal)、卡(cal)、电子伏特(eV)、瓦特小时($\text{W} \cdot \text{h}$)、千瓦小时($\text{kW} \cdot \text{h}$)等很多米制单位。此外,还有磅力英尺($\text{lbf} \cdot \text{ft}$)、马力小时($\text{hp} \cdot \text{h}$)和英热单位(Btu)等多种英制和其他制单位。在国际单位制中,只用 1 个 SI 单位焦耳就能代表所有的那些常用单位,这不仅反映了几个量之间的物理联系,

且可省略了许多计算,并一般避免了同类量具有不同量纲和不同量具有相同量纲的许多矛盾。

(5) 科学性

明确和澄清了许多量和单位的概念。国际单位制的单位都是根据科学试验而严格定义的,并且经过周密考虑与协商,废弃了一些旧的不科学的习惯概念、名称、符号和用法。例如,长期以来,千克(kg)既是质量单位又是重力单位,而实际上,质量和重力是两个不同性质的量。质量单位是千克,重力单位是牛顿(米制是千克力)。而重量在科学技术中只是指重力,在日常生活上,质量与重量往往混为一谈。此外,关于摩尔的定义,明确了物质的量与质量是不同的概念。

(6) 精确性

7个基本单位都能以最高精度复现和保存,除质量单位千克以外,其他6个基本单位均实现了自然基准。随着科学技术的发展,复现精度还将不断得到提高。如米的新定义,是开阔性的定义,用几种方法来复现,都可达到其高精度要求。

目前7个基本单位复现准确度大体上可分别达到:

米(m)为 10^{-9} ;

千克(kg)为 10^{-8} ;

秒(s)为 10^{-11} ;

安培(A)为 10^{-6} ;

开尔文(K)为 10^{-6} ;

摩尔(mol)为 10^{-6} ;

坎德拉(cd)为 10^{-4} 。

(7) 继承性

国际单位制继承了米制的合理部分,并发展了米制。10进制比非10进制计算方便,也符合习惯。国际单位制中的倍数和分数单位是用10进位词头加在SI单位之前构成的,其命名方法也具有简明的系统性。

在国际单位制中,根据一贯性原则,各导出单位的定义方程式的系数 k 都取为1。例如,通过[速度]= k [距离]/[时间]的方程式,以国际单位制基本单位米和秒为距离与时间的单位,令系数等于1(保证一贯性原则),便可得到速度单位米每秒(m/s)。只有用一贯性单位,才能使表明科学规律的量的方程式与数值方程式一致。只要掌握了量的方程式,就可方便地写出单位定义式及其SI单位,可以使各SI单位相互合理地联系起来。

2. 国外推行国际单位制的概况

由于国际单位制是米制的更完善的形式,又是唯一能取代所有其他单位制的国际计量领域的共同语言。经过二十几年的实践,证明了国际单位制的优越性及其对科学技术和经济发展是有明显的促进作用的。

(1) 世界上工业较发达的国家,都已由政府部门通过法令或条例宣布采用或准备逐步采用国际单位制。据世界各国不完全统计,以不同形式宣布向国际单位制过渡的已有82个国家和地区。其中,以正式法令公布推行国际单位制的国家已有48个,由政府发布命令宣称准备拟定国际单位制计量法令的国家也有29个,还有一些国家由政府部门以不同形式声明废止英制而采用米制(实际上,英制国家所说的米制化活动就是向国际单位制过渡)。在80年代,国际单位制在国际上广泛通用已是大势所趋。

全世界的主要工业国家将在三五年内全部采用国际单位制。英国是英制创始国,英制影响很深,长期使用磅制和华氏温度。但自英国政府 1965 年声明向米制(国际单位制)过渡以来,成立了米制化委员会,公布了以国际单位制为基础的两千多个新技术标准,对不少工业产品重新进行设计或修改了设计。目前,钢铁、医药、纸张、建材、塑料等材料部门已过渡完毕。机械工业、农业、园艺方面的转换也已处于完成阶段。教学、邮电、船舶、海关、卫生检查已正式使用国际单位制。燃料与食品工业过渡缓慢,主要表现在鱼、肉、水果、蔬菜、汽油等生活必需品方面。1980 年 90% 的零售食品包装已按 SI 规定出售,只有称量和限制汽车速度的路标无甚进展。此外,还规定废除链、浪、打兰、磅、节、英吨力等英制单位。

日本在 1966 年公布采用国际单位制。日本工业规格(国家标准 JIS)分三个阶段引进国际单位制。第一阶段在标准中用括号列入国际单位制的量值;第二阶段将国际单位制表示的量值提到括号外,旧单位的量值转入括号内;第三阶段取消旧单位的量值,有计划地促进工业界采用 SI。

法国于 1966 年公布采用国际单位制的法令,取代了 1961 年的米制命令。在 1977 年底停止使用了一部分不属于国际单位制的单位。在 1980 年以前已把计量基准器和标准器全部更换为 SI 单位。

苏联在 1961 年发表以国际单位制为基础的标准草案(1970 年改成最终草案),规定从 1975 年起废止一些不合理的旧米制单位,如千克力等,到 1980 年已完成过渡。

美国向国际单位制过渡的步伐较缓慢,但美国政府却十分重视世界范围推广国际单位制的动向,关心它的经济贸易的得失。1968 年曾责令商业部研究普遍采用国际单位制对美国经济的影响。1971 年商业部提出建议,在 10 年内基本过渡到国际单位制。事实上,他们在很多科学技术方面已经采用了国际单位制。如美国计量机关——美国标准局——早在 1964 年就公布采用国际单位制了,但到 1975 年底国会才正式批准法案,开始向国际单位制过渡。目前,在汽车、大型活动设备、电器、电子等工业中的转换都取得了进展。国防部规定在工作中一律采用 SI 单位。气象也已开始用 SI 单位预报。

香港地区已在 1978 年成立度量衡 10 进制委员会,并提出五年过渡计划。现在高等学校的教学中都使用 SI 单位,气象预报也只用摄氏温度单位发布。

(2) 国际单位制不仅在各个国家内部接连采用,在各种国际组织间也形成了浪潮。在很多国际科学技术组织中,国际单位制越来越普遍地得到赞同、推荐和采纳。许多组织已根据国际单位制制订了有关单位草案,积极进行宣传推广。国际标准化组织自 1970 年起已在它的所有国际标准中统一使用了国际单位制。1979 年召开的第 11 届国际标准化会议上专门交流了推行国际单位制的经验。

据不完全统计,采用国际单位制的国际性科学技术组织已有 35 个。

(3) 国际间一些政治经济组织也先后开展了推行国际单位制的活动。如联合国的教科文组织,号召成员国采用国际单位制,影响很大。

1971 年由联合国和日本政府发起,在日本召开了亚洲发展中国家的计量学讨论会,建议亚洲尚未采用国际单位制的国家应尽早采用。

欧洲经济共同体于 1971 年召开会议,建议其成员国修改本国的计量法律,在五年之内使国际单位制合法化,并在 1976 年发出指令,要求其成员国以法令形式规定,截止到 1985 年的期限内放弃非米制单位,到 1989 年的期限内放弃一切非国际单位制单位。各成员国都已规定

了本国采用国际单位制的具体步骤和措施。西德进展最快,1978年基本完成过渡,对计量基、标准器都进行了改制。

经互会1970年召开计量学家会议,通过了关于采用国际单位制的建议和具体事宜,决定在1971年底把国际单位制纳入各国标准中,并要求其各成员国在立法中引入国际单位制。1980年各成员国都已基本完成过渡。

到目前为止,国际上推行国际单位制的情况,概括起来有三个特点:

第一,推行国际单位制的问题,受到了国际政治组织和政府部门的很大重视,已经不单是国际学术界和科技组织所关心的问题,其主要原因是国际单位制的科学实践在国际经济和贸易中产生了明显效果。在一个国家之内统一采用国际单位制,可以节省大量的人力物力和经济开支,促进科学技术和生产的发展。在国际贸易和科学技术交往中,它是一种国际计量语言和交流工具。例如,欧洲自由贸易协会试图把两亿六千五百万人口的市场合并起来,发现要实现此目的必须使用同一种计量语言——国际单位制——才能打破疆界交换商品,使不同国家制造的产品和零件相互配套。据统计,在国际贸易中,一些计量器具或与计量有关的商品,例如各种仪器仪表、真空表、真空泵、计算机等具有重要地位,在很多商业国中,这些商品进出口所获得的利润占了很大的份额。譬如,美国在1969年出口这类产品价值约有140亿美元,进口了大约60亿美元这类产品,差额为80亿美元,而这一年美国的贸易顺差才只有13亿美元。可见与计量关系密切的产品的进出口量是决定这些国家外贸顺差或逆差的关键。所以统一单位制和工业标准的协议,对于其他国家的出口贸易来说也是一种限制。美国承认自己在世界市场中的地盘正在缩小,其原因之一是西欧各国在努力采取统一的单位制SI,而美国没有采用。英国米制化协会也强调使用同一种单位制只是为了利润。

第二,推行国际单位制来势迅猛,比以往推行米制的速度快得多,成效也大得多。米制公约自1875年签署到1960年国际单位制建立,经历近90年的时间。虽然不少国家在法律上承认了它,但实际上并未推广,英制在世界范围仍广泛使用。而推行国际单位制的情况却大不相同。在1960年创立后短短的二十几年中,不仅大部分工业发达国家宣布采用,且都积极付诸实施,并已经取得显著成果。许多国家和国际组织都设法在尽量短的期间基本完成向国际单位制过渡。在保守的英国宣布向国际单位制过渡后,几乎所有英制国家都先后宣布放弃英制。各国争先向国际单位制过渡的重要原因也是为了经济利益。美国标准局曾称“迟疑越久,保持经济竞争能力越成问题”。英国米制委员会1974年发表了第五个报告,强调米制过渡的延迟以及继续使用两种单位制将产生破坏性的经济和社会后果。指出“延迟将损害英国在国际贸易中的竞争地位;延迟会给消费者增加很多麻烦;如果延长过渡时间就会增加混乱,因而会引起消费者对过渡的怀疑;延迟也会增加不必要的教育经费和增加公共管理方面的负担,所以会增加国会的开支。”很多国家和国际组织把过渡到国际单位制的期限规定在10年左右,有的还宣布了完成过渡的具体年限。象欧洲经济共同体宣布在1979年底完成过渡;经互会已在1980年完成过渡。西德、澳大利亚都宣布要在1980年完成。

第三,统一单位制的全面性和彻底性。由于国际单位制本身是适应于工业、商业、科学技术和文化教育的通用单位制,它将成为世界一切科学技术、贸易和文化中的唯一单位制。与旧米制不同,它除了允许极少数其他单位制和制外单位在个别领域使用外,几乎废除了一切其他单位制,并且在限定期间内废除那些已经习惯但不合理的旧米制单位。例如力值单位千克力(kgf),压力单位千克力每平方厘米(kgf/cm²)和卡(cal)等。

§ 1.4. 国标 GB3100—86 与国内外有关计量单位的规定的关系

1960年第11届CGPM正式通过的国际单位制,不仅所有米制公约成员国要遵照使用,而且也具有广泛的世界意义,是全世界计量单位使用方面的共同语言。国际计量大会的常设机构——国际计量局(过去曾译为国际权度局,BIPM)根据大会所通过的国际单位制和历届大会进行修改的决议原则,编写出版了《国际单位制(SI)》一书。《国际单位制(SI)》第5版将主要内容列出了12个表格,即SI基本单位(7个),用SI基本单位表示的SI导出单位示例(11个),具有专门名称的SI导出单位(16个),为了保护人身安全而采用的具有专门名称的SI导出单位(3个),用专门名称表示的SI导出单位示例(18个),SI辅助单位(2个),用辅助单位表示的SI导出单位示例(4个),SI词头(16个),与国际单位制并用的单位(8个),SI单位表示的值须由实验得出的与国际单位制并用的单位(2个),暂时与国际单位制并用的单位(12个),建议一般不用的单位(11个)。

ISO 1000—1981《SI单位及其倍数单位和一些其他单位的应用建议》是ISO/TC12按照CGPM通过的国际单位制的原则制订的,所以,其内容与国际单位制基本相同。它列入SI基本单位7个;SI辅助单位2个;具有专门名称的SI导出单位19个(将具有专门名称的SI导出单位16个和由于人类健康安全防护上的需要而确定的具有专门名称的SI导出单位3个合并);SI词头16个;与国际单位制并用的单位13个[将国际单位制中与国际单位制并用的单位以及用SI单位表示的值须由实验得出的与国际单位制并用的单位合并在一起,保留了天文单位与秒差距,另外把流体压力单位巴(bar)也列入与国际单位制并用的单位];在附件中,分学科列入了SI单位的10进倍数与分数单位和可以使用的某些其他单位的示例117个。

1981年7月14日经国务院批准,由中国国际单位制推行委员会颁布的《中华人民共和国计量单位名称与符号方案(试行)》,于1984年2月27日以前在全国贯彻实施。它具有法令性质。《方案》是以国际单位制为基础,结合我国具体情况制订的。其内容符合CGPM所通过的国际单位制的基本原则。我国实施《方案》,对推行法定计量单位打下了良好的基础,起到了积极的作用。

《方案》列有:SI基本单位7个;SI辅助单位2个;用SI基本单位表示的SI导出单位示例11个;具有专门名称的SI导出单位19个(将具有专门名称的SI导出单位16个和由于人类健康安全防护上的需要而确定的具有专门名称的SI导出单位3个合并在一起,与ISO1000相同);用专门名称表示的SI导出单位示例16个(而当时对应《方案》的《国际单位制(SI)》第4版为18个,其中2个单位,由于在我国不常使用而未列入。它们是X射线和 γ 射线的照射量单位库仑每千克以及吸收剂量率单位戈瑞每秒,而ISO1000没有专门列出用专门名称表示的SI导出单位示例);用SI辅助单位表示的SI导出单位示例4个;SI词头16个;与国际单位制并用的单位16个(《国际单位制(SI)》第4版中两类与国际单位制并用的单位共10个,《方案》中增加了长度单位天文单位、秒差距、无功功率单位乏、视在功率单位伏安、声压级单位分贝、响度级单位方等6个,而ISO1000中有长度单位天文单位和秒差距,还有流体压力单位巴,《方案》中未列入流体压力单位巴);暂时与国际单位制并用单位40个,是将国际单位制第4版中暂时与国际单位制并用的单位和具有专用名称的厘米克秒制单位以及建议一般

不用的其他单位都合并一起得到的。《方案》没有列入《国际单位制(SI)》第4版中的暂时与国际单位制并用的单位雷姆和具有专门名称的厘米克秒制单位尔格、熙提、辐透以及建议一般不用的其他单位 micron (μ)、X单位、stère(st)、伽马(γ)、 λ ，而增加了千克力每平方厘米(工程大气压)、毫米水柱、千克力每平方毫米、千克力米、瓦特小时、米制马力、卡、卡每克摄氏度、千卡每千克摄氏度、卡每厘米秒摄氏度、伦琴每秒等11个单位。因为这些单位当时我国还需使用,但在 ISO 1000 中没有列出这些单位。当时《方案》还列出了市制单位13个,也属于当时与国际单位制暂时并用的单位。从国务院1984年2月27日发布《命令》时起,《方案》已为《中华人民共和国法定计量单位》所代替。

在《中华人民共和国法定计量单位》中给出了5个表。在表1中给出了国际单位制的SI基本单位7个,在表2中给出了SI辅助单位两个,在表3中给出了具有专用名称的SI导出单位19个,在表4中给出了国家选定的非国际单位制单位15个,在表5中给出了用于构成10进倍数和分数单位的词头16个。GB3100—86 完全贯彻了《命令》的规定,与法定计量单位是完全一致的。

§ 1.5. 我国采用米制和推行国际单位制概况

1. 采用米制的情况

米原来名称是米突 (metre), 米制原名为米突制, 也有称作“国际公制”、“公制”、“万国权度通制”的。

米制正式传入我国是在1858年(清咸丰8年)。

清末(19世纪中叶), 由于外国的传教、通商和经济入侵, 各国度量衡制度纷纷传进中国, 使我国原有度量衡制度发生了变化。尤其是在订立不平等中法“天津条约”(1858年)以后, 由于海关度量衡方面出现了“海关权度制”的规定, 各国在所属通商章程中, 都有专款规定以该国度量衡制折合(折算)为中国制的标准。海关所使用的此种权度器具叫关平、关尺。当时使用的外国度量衡制主要有5种: 米制、德制、英制、俄制、日制。它们的互相换算系数与我国海关权度换算系数很不统一, 也很不合理。所谓“海关权度制”实际上不能认为是我国独立的一种度量衡制度。外国度量衡制度的传入, 对我国度量衡制度发生过某些历史作用, 例如在一定范围内使用了米制。当时,

$$1 \text{ 海关尺} = 0.3558 \text{ m} = 14.1 \text{ in}$$

$$1 \text{ 关平斤} = 604.78 \text{ g} = 1 \frac{1}{3} \text{ lb}$$

1903年(清光绪29年)清政府提出了关于度量衡的改革, 重订度量衡统一办法, 拟采用万国米制。农工商部和度支部会奏中有“采各国迈当新制之器, 以为部厂仿造之地(迈当, 米达都是米突的译名)”。1908年(光绪34年)由农工商部派人到法、德等国考察, 并商请巴黎国际计量局制造铂铱合金原器和镍钢合金副原器以及精密检校仪器, 决定用米制来确定营造尺和库平两的量值。1909年(宣统元年)原器和副原器由瑞士SIP厂制成, 国际计量局校准, 送到我国并发给了证书。当时的原器是营造尺和库平两二个, 按照米制单位规定它们的长度和质量。营造尺长度同米长度比较, 恰好是32 cm, 库平一两等于37.301 g。在农工商都设立了度量衡局, 原想以10年推行至省、府、州、县、市、乡、村。由于清政府腐败, 未及实行便被推翻。

北洋政府时期,也曾拟议采用米制。1912年(民国元年),工商部建议“为适应世界各国统一的趋势,采用米突制是便利可行的”,后经国务会议采纳(而送交国会审查后一直未有决议),也计划在10年内推行全国,按官商、区域分别先后办理。工商部还参照各国计量法,制订出采用米突制的法规。1913年派人到欧洲作了详细考察,并参加了国际计量会议。在确定采用米突制后,工商部便进行制订米制的单位名称。那时对制订米制单位中文名称有两种主张。一种是音译,主张用原音,便于国际交易;另一种是意译,认为应合于习惯。审查结果认为音译不如意译,意译不如沿用我国旧名尺、升、斤名称。这样,给以后几十年在单位名称上造成了相当大的混乱。农商部成立后,又拟订权度条例草案,决定采取所谓两制并行的办法,把米制定为乙制,把营造尺库平制定为甲制,甲制作为过渡时期用的辅制,以米制定为比较标准。1915年1月北洋政府公布了权度法,其中规定:

第一,权度以万国权度公会(国际计量局)所制定的铂铱公尺、公斤原器为标准。

第二,权度分为两种:甲:营造尺库平制(营造尺原是建筑、木工尺。库平原是指用金属立方寸的重量作轻重的标准,是清部库征收租税出纳银两所用)。长度营造尺等于公尺(米)的32%,库平两等于公斤(千克)的百万分之三七三〇一。乙:万国权度通制(米制)。

1915年3月设立了权度制造所和权度检验所,并首先选定北京作为试办区域,规定自1917年1月1日实行。但由于北洋政府拟采用的米制提案未经国会通过,当然根本无法实行,就连企图统一营造尺库平制的度量衡工作也未能实现。

国民党政府时期,统一度量衡工作也无所进展。从1927年到1948年21年间,米制不但未能实行,市制也没能做到真正统一。1926年上海米业轻斛问题引起纠纷,工商部提出“划一权度标准审查方案”。中国工程学会组织了度量衡标准委员会从事研究工作。1928年7月公布了《权度标准方案》,1929年公布了《度量衡法(21条)》,拟从1930年1月1日起实行两制:

第一,标准制。定万国公制(米突制)为标准制。

第二,市用制。取与标准制有最简单之比率,而与习惯相近者为市用制。长度以标准尺(米)的三分之一为市尺;容量以标准升为升;重量以标准斤(公斤、千克)的二分之一为市斤(即500g),1市斤为16两。

此后10多年里颁布的度量衡法规,虽达30多种(都属度量衡法附属法规),制定了划一程序和6年实施计划,1930年设立了全国度量衡局(1947年改为中央标准局),改组了度量衡制造所,设立了度量衡检定人员养成所,但是,直到1949年全国解放为止,国民党政府始终也没有把全国度量衡真正统一起来。米制(当时称标准制)不仅在实质上没有推行,就是市制(原来是把市制作为暂时的,实际上推行的却是市制)也只在少数城市使用。结果米制仅在邮电、交通、教育等部门使用。

在伪满时期,1934年1月公布了度量衡法,也是两制并用。一是米突制(米制),一是尺斤法(即关内市制)。在重量方面将1市斤改为10两。在实业部下设权度局,但实际上米制亦未能实行。

对于米制单位的中文名称,在国民党政府时期一直存在争议。1929年2月公布的度量衡法,单位中文名称的命名方法采用的是在我国原有的度量衡名称诸如丈、尺、寸、分、斤、两、钱等前面加上一个公字,成公尺、公寸、公斤、公两。1934年1月31日,教育部准备在学校和科技工作中使用米制,又公布了一套按米制原名名称近似音译的命名方法,如米(metre,米

突)、克 (gramme, 克拉姆)。在这些主单位名称前面统一地冠以表示 10 进位倍数(十、百、千)和分数(分、厘、毫)的字,作为大小辅助单位的名称。这两种命名法相矛盾,发生一场争论,结果国民党政府采取折中方案,认可两者并行,致使长期形成产业、市场一套,教育、科技一套这种不伦不类的所谓米制单位的名称。

米制在我国的广泛推行使用,是在 1949 年中华人民共和国成立以后,随着民主改革、经济建设的发展而不断扩大、普及。由于党和政府的重视,1950 年在中央技术管理局设立了度量衡处(1951 年划归工商行政管理局)。1955 年 1 月成立了中华人民共和国国家计量局。1959 年 6 月 25 日国务院发布了《关于统一计量制度的命令》,确定米制(公制)为我国的基本计量制度,使计量制度得到统一,促进了米制在全国范围的推广使用。

2. 国际单位制的推行概况

我国自 1959 年发布《关于统一计量制度的命令》,确定米制为我国的基本计量制度以来,全国范围内推广米制,改革市制、限制英制和废除旧杂制的工作取得了很大成绩,为在我国推行国际单位制打下了较好的基础。

国际单位制在 1960 年创建后,就引起了我国有关方面的重视。为了做好推行国际单位制的准备工作,原国家科委计量局于 1963 年开始着手这项工作,并在 1963 年和 1964 年提出了以国际单位制为基础的我国计量单位名称、代号的第一、二稿,并组织了讨论修改。以后由于十年动乱,致使此项工作拖延下来。粉碎“四人帮”以后,1977 年国务院颁布的《中华人民共和国计量管理条例》规定要逐步采用国际单位制。由于科学教育事业发展的要求,国家标准计量局同年在黄山和武昌召开了两次国际单位制讨论会。1978 年编译印发了《国际单位制及使用方法》,供一些急需部门参照使用。1978 年 11 月 23 日国务院又批准成立了“中国国际单位制推行委员会”,负责全国推行国际单位制的工作。1979 年 3 月 9 日推行委员会召开会议,讨论了推行国际单位制的意义,推行步骤和工作部署。同年 4 月 8 日在宁波和屯溪召开国际单位制专业会议,6 月在昆明召开全国性的国际单位制工作会议,对推行国际单位制的工作做了认真讨论。1980 年 12 月在北京召开《中华人民共和国计量单位名称与符号方案(讨论稿)》全国审定会议,审定通过了《方案》。

1981 年 7 月 14 日国务院批准《中华人民共和国计量单位名称与符号方案(试行)》,由中国国际单位制推行委员会颁布,印发全国各地、各部门实施。

国际单位制的单位和米制单位大部分相同,但目前我国还有一些市制单位和非国际单位制单位仍在使用。在已采用的与国际单位制相同的米制单位中,也还存在着名称、符号和使用方法的不统一等问题。这种状况给各方面的工作造成了许多困难和不便,对实现四个现代化有不可忽视的消极影响。譬如,由于计量单位的不统一,使编写的教材、手册、词典很不一致,给教师讲课,学生学习和使用工具书的人带来很大的麻烦,要花费很多时间很大精力去熟悉各种计量单位的关系和记忆一系列的换算系数。工业生产上计量单位混乱,对生产的专业化、产品质量以及标准化、系列化、通用化都是不利的。还有,一些部门和单位的领导对单位制,对 SI 缺乏了解,盲目引进了一些非 SI 的设备,给国家造成了损失。由此可见,在我国推行国际单位制也是势在必行。

不仅如此,就是在我国现行的米制中,虽然大部分单位与国际单位制单位是相同的,但同样仍有少数单位与国际单位制单位不同,如力、压力、电磁等方面的一些单位。这些少数单位涉及的面较广,若要改用国际单位制,一些计量基准器、标准器和计量测试仪器、仪表需要进行

某些改装。因此,需要认真对待。我国已经在这方面进行了一些试点工作。

推行国际单位制必将涉及经济建设、国防建设、科学研究、文教卫生、国内外贸易、技术交流和人民生活各个方面,是一件大事,要十分重视,避免引起混乱,尽量减少经济损失。为此,1979年3月在北京召开的中国国际单位制推行委员会会议确定,我国推行国际单位制要采取积极慎重的方针,有计划、有步骤地进行。

国务院于1984年2月27日发布的《命令》,人大常委会于1985年9月6日通过的计量法,把国家推行国际单位制提到了国家法令和法律的位置。我们应该按照经国务院批准由国家计量局提出的《全面推行我国法定计量单位的意见》的规定,积极推行法定计量单位,推行国际单位制。这个《意见》规定:

(1) 目标

全国于80年代末,基本完成向法定计量单位的过渡,分两个阶段进行:

从1984—1987年年底四年期间,国民经济各主要部门,特别是工业交通、文化教育、宣传出版、科学技术和政府部门,应大体完成其过渡,一般只准使用法定计量单位。

1990年年底以前,全国各行各业应全面完成向法定计量单位的过渡。自1991年1月起,除个别特殊领域外,不允许再使用非法定计量单位。

(2) 要求

为了达到上述目标,对各部门各地区提出以下要求:

① 政府机关、人民团体、军队以及各企业、事业单位的公文、统计报表,从1986年起必须使用国家规定的法定计量单位。

② 教育部门“七五”期间要在所有新编教材中普遍使用法定计量单位,必要时可对非法定计量单位予以介绍。

③ 报纸、刊物、图书、广播、电视,从1986年起均要按规定使用法定计量单位;国际新闻使用非我国法定计量单位者,应以法定计量单位注明发表。

所有再版出版物重新排版时,都要按法定计量单位进行统一修订。古籍、文学书籍不在此列。

④ 科学研究及工程技术部门,应率先使用法定计量单位。从198年起,凡新制订、修订的各级技术标准(包括国家标准、专业标准及企业标准),计量检定规程,新撰写的研究报告,学术论文以及技术情报资料等均应使用法定计量单位。允许在法定计量单位之后,将旧单位放在括号内。

⑤ 仪器仪表和检测设备的改制

i 新设计制造的仪器设备及其图纸、使用说明书、操作规程、产品铭牌,从1986年起一律使用法定计量单位。

ii 仪器仪表老产品,允许有一个生产过渡时间,但需尽早改为法定计量单位。自1987年起不得再生产非法定计量单位的仪器仪表。

iii 使用中的仪器设备,能通过检修、加以调整或改装的,尽量调整或改装,使其符合法定计量单位的要求;不能调整或改装的,在设备更新时解决。在更新之前,使用该设备进行检测所得的结果,应换算为法定计量单位提供使用。

⑥ 作为计量基准器和计量标准器的仪器设备,是量值传递的依据,在1985年年底以前应全部满足新、旧两种计量单位检定的要求,所需经费要纳入地区和技术改造计划,并认

真落实。

⑦ 市场贸易也必须逐步使用法定计量单位。允许市制单位使用到 1990 年底。

出口商品所用计量单位,可根据合同使用,不受本规定限制。合同中无计量单位者,按法定计量单位使用。

⑧ 农田土地面积单位“亩”的改革,关系到我国土地资源的利用,农业计划的制订,单位面积产量的计算,农作物的征购和科学种田等诸方面,是涉及到几亿农民的大事,应在广泛调查研究的基础上,在适当的时候,进行统一改革。

⑨ 英制单位必须限制使用。

⑩ 个别科学技术领域中,如有特殊需要,可使用某些非法定计量单位,但必须与有关国际组织规定的名称、符号相一致。

⑪ 自 1986 年起新印制的各种票证改用法定计量单位。

(3) 措施

① 在各部门和各省、市、自治区计量机构中应配备专职人员负责本部门、本地区的改制工作。

② 各地区、各部门要制定本地区、本部门推行法定计量单位的实施计划。国家计量局负责督促检查并给予技术上的协助。

③ 广泛举办推行法定计量单位的专业学习班和普及讲座;编辑出版技术资料、教学挂图、换算手册和有关刊物;会同报刊、广播、电视部门,开展宣传活动,普及有关法定计量单位方面的知识。

④ 组织制订计量仪器设备改制的技术方案。

⑤ 一般不准进口非法定计量单位的仪器设备。如果特殊需要,须经省、市、自治区以上政府计量部门批准。

§ 1.6. 使用国际单位制应注意的问题

关于国际单位制的使用方法,在《中华人民共和国法定计量单位使用方法》和 GB3100-86 中都有明确规定,现仅就其几个重点问题,予以简要说明。

1. 量的名称和符号

一般说的量是指现象和物体可定性区别并能定量测量的属性。量有时也称为物理量。在计量学范围内所指的量,都是物理量。这些量只能通过测量才能取得。在有关量和单位的 15 项国家标准中,共列出了最常见的量 600 多个,对这些量的名称定名,遵循了我国已广泛使用的习惯。所以有的量不是一个名称(本来应一个量一个名称、一个符号)而有两个、三个或更多名称。例如,电位、电势;电压、电位差、电动势;通用一个 SI 单位伏特(V)。对于电位,学术界多认为是电势的同义词,而工程技术界多认为是电动势的同义词。本标准是按照电位与电势同义但推荐使用电位来处理的(参阅本书第 7 章)。又如压力与压强也是按现在习惯用的名称并列的(参阅本书第 5 章)。

有些量和量的名称,由于概念不清,已予取缔,以比较科学的名称代替。常见的量有:

密度是质量除以体积(其 SI 单位为 kg/m^3)。这个量过去常常不恰当地称为“比重”,应予改正。“比重”这个名称本来的意义是物质的密度与一定条件下的参考物质的密度之比。现在

在这个意义上的量称为相对密度,废除了“比重”这一名称。

热容 C 是系统增加的微小热量 δQ 除以由此而产生的温度增加 dT 即 $\delta Q/dT$ 。

比热容 c 是热容除以质量。以前将此量称为“比热”,现已废除。

熵 S 是当热力学温度 T 的系统在可逆的情况下吸热量 δQ 时,则系统的熵变 dS 是 $\delta Q/T$ 。

摩尔熵 S_m 是熵除以物质的量。

物质的量浓度 c 是溶液中溶质 B 的物质的量除以混合物的体积。有了这个量,过去的“体积克分子浓度”和“当量浓度”都已废除。

质量摩尔浓度 m 或 b 是溶液中溶质 B 的物质的量除以溶剂的质量。过去的“重量克分子浓度”这个量已废除。

热阻 R 是温度差除以热流量。

热流量 Φ 是单位时间内通过一个面的热量。

换算系数是两个数值之比,现在不再称为换算因子、换算因数、换算当量或换算率等。

标准中在量的名称栏内,凡加圆括号者,其量的名称是它前面量的名称的同义词。如,热导率(导热系数)。

量的名称凡加方括号者,在不致引起误解时,量的名称中方括号内的字可省略。如,磁通[量],可称为磁通。

量的符号一般采用国际通用符号,但也有个别按照我国习惯给予符号的。

2. 单位的名称和符号

(1) 本标准中,一律使用国际单位制单位,而将其他单位,列在虚线以下或在备注中加以注明。本标准强调使用国际单位制单位。附录中补充件,虽是标准组成部分,但它与标准本身不是同等级位。附录中参考件,不属于标准组成部分,仅供对照参考而已。

(2) 凡 SI 单位名称来源于人名者,原则上都给予音译的中文名称。如,帕斯卡、安培。

(3) 组合单位的中文名称与其符号表示的顺序一致。符号中乘号没有对应的名称,除号的对名称为“每”字,无论分母中有几个单位,“每”字都只出现一次。

例如:比热容单位的符号是 $J/(kg \cdot K)$,其单位名称是“焦耳每千克开尔文”,而不是“每千克开尔文焦耳”或“焦耳每千克每开尔文”。

(4) 乘方形式的单位名称,其顺序应是指数名称在前,单位名称在后。相应指数的名称由数字加“次方”二字而成。

例如:截面惯性矩单位 m^4 的名称为“4 次方米”。

(5) 如果长度的 2 次和 3 次幂是面积和体积,则相应的指数名称为“平方”和“立方”,并置于长度单位之前;否则称为 2 次方和 3 次方。

例如:体积单位 m^3 的名称是“立方米”,而截面系数单位 m^3 的名称是“3 次方米”。

(6) 书写单位名称时不加任何表示乘或除的符号或其他符号。

例如:电阻率单位 $\Omega \cdot m$ 的名称为“欧姆米”,而不是“欧姆·米”、“欧姆-米”、[欧姆][米]等。

3. SI 词头的中文名称

过去,我国汉语中只有数词,没有词头。汉字中也仅有部首偏旁之类,如手、水、亻等。它们有特定含义,而不能代替手、水等使用,只能是汉字的附加部分。

按词头定义,它不能单独使用,必须加在单位之前才有意义。使用时,词头和单位名称直

接连接。使用词头符号也同样，直接和单位符号连接。

词头名称偏重于读，可在叙述性语句中使用。词头符号偏重于写，在公式、图表、铭牌等简单明瞭的地方使用。词头的“中文符号”是为了照顾小学、初中教科书和普通书刊中有必要时使用。这些出版物在一般情况下应尽量使用符号。词头中文符号只能是词头中文名称的简称。一个字的词头名称，简称与全称同。

在《中华人民共和国计量单位名称与符号方案(试行)》和 GB 3100—86 中，16 个 SI 词头中有 8 个常用词头的中文名称，是借用数词名称作为词头名称的。其中文名称为十、百、千、兆、分、厘、毫、微(表示因数 $10^1, 10^2, 10^3, 10^6, 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-6}$)。另外 8 个词头 ($10^9, 10^{12}, 10^{15}, 10^{18}, 10^{-9}, 10^{-12}, 10^{-15}, 10^{-18}$) 的中文名称，在《中华人民共和国计量单位名称与符号方案(试行)》中暂未作规定，当时的国家标准也未规定。

我国自 1858 年引进米制以来，单位词头的中文名称一直没有得到很好统一，以致在不同程度上造成了概念和使用上的混乱。在采用国际单位制拟定我国计量单位名称与符号方案时，大家都在努力寻求统一。最后随国务院《命令》的发布，这个问题才比较好地解决了，符合了国际单位制的基本概念和使用原则，照顾到我国已有的习惯。

SI 词头的名称(命名)，过去曾提出过使用重迭数词的名称(词冠并列构成)，如千兆、毫微、微微、微微微的方案。根据国际计量委员会规定 SI 词头不得重迭使用的原则，此方案在国际国内都废除了。

4. 计量单位和词头的符号

(1) 在初中、小学课本和普通书刊中，有必要时，可将单位的中文简称(包括带有中文词头的简称)作为符号使用。这样的符号以下简称为“中文符号”。如，安、开。

(2) 计量单位和词头的符号，不论拉丁字母或希腊字母，一律用正体。如，h, K, M。

(3) 计量单位符号的字母一般用小写体，但若单位名称来源于人名，则其符号的第一个字母用大写。如，时间单位秒的符号是 s；压力(压强)单位帕斯卡的符号是 Pa。

(4) SI 词头符号的字母，当它所表示的因数小于 10^6 时，一律用小写体(k, h, da, d, c, m, μ , n, p, f, a)，其余用大写体(M, G, T, P, E)。

(5) 由两个以上单位相乘构成的组合单位，其符号有下列两种形式。如，动力粘度单位“帕斯卡秒”的符号是 Pa·s 和 Pas。若组合单位符号中某单位符号同时又是词头符号并有可能发生混淆时，则应尽量将它置于右侧。如力矩单位“牛顿米”的符号应写成 Nm，而不宜写成 mN。

(6) 由两个以上单位相乘所构成的组合单位，其“中文符号”只用一种形式，即用居中间点代表乘号，如动力粘度单位“帕斯卡秒”的中文符号是“帕·秒”而不是“帕秒”、“[帕][秒]”、“帕[秒]”、“帕-秒”、“(帕)(秒)”或“(帕·秒)”等。

(7) 由两个以上单位相除所构成的组合单位，其符号可采用以下三种形式。

例如：密度单位“千克每立方米”的符号是 kg/m^3 , $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ 和 kgm^{-3} 。

当可能发生误解时，尽量用圆点或斜线的形式。例如：速度单位“米每秒”的符号用 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 或 m/s 而不宜用 ms^{-1} (因其易与每毫秒的写法相混淆)。

(8) 由两个以上单位相除所构成的组合单位，其“中文符号”可采用以下两种形式。

例如：密度单位“千克每立方米”的“中文符号”是“千克/米³”和“千克·米⁻³”。

(9) 在进行运算时，组合单位中的除号可用水平横线表示。

例如：速度单位可以写成 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ 或 $\frac{\text{米}}{\text{秒}}$ 。

(10) 分子无量纲而分母有量纲的组合单位，即分子为 1 的组合单位符号，一般不用分式而用负数幂的形式。

例如：波数单位的符号是 m^{-1} ，一般不用 $1/\text{m}$ 。

(11) 在用斜线表示除号时，单位符号的分子和分母都与斜线处于同一行内。当分母中包含两个以上单位符号时，整个分母一般应加圆括号；在一个组合单位的符号中，除加括号避免混淆外，斜线不得多于一条。

例如：热导率单位的符号是 $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，而不应是 $\text{W}/\text{m}/\text{K}$ 。

(12) 词头的符号和单位的符号之间不留间隙，也不加表示相乘的其他符号。如 km ， mA 。

(13) 单位和词头的符号一般按其名称或简称读音。

5. 单位和词头的使用规则

(1) 单位和词头的名称，一般只宜在叙述性文字中使用。单位和词头的符号，在公式、数据表、曲线图、刻度盘和产品铭牌等需要简单明瞭的地方使用，也用于叙述性文字中。

推荐使用单位和词头的符号。

例如：某只电表的额定电流是 10 A (10 安)，额定电压是 220 V (220 伏)。

(2) 单位的名称或符号必须作为一个整体使用，不得拆开。

例如：“摄氏温度 20 摄氏度”或“ 20 摄氏度 (20°C)”，不得写成并读成“摄氏 20 度”。

(3) 选用的 SI 单位的倍数单位和分数单位，一般应使量的数值处于 0.1 — 1000 范围内。

例如： $1.2 \times 10^4\text{ N}$ 可写成 12 kN ；

0.00394 m 可写成 3.94 mm ；

11401 Pa 可以写成 11.401 kPa ；

$3.1 \times 10^{-8}\text{ s}$ 可以写成 31 ns 。

某些场合习惯使用的单位可以不受上述限制。

例如：大部分机械制图使用的单位可以用毫米。导线截面积使用的单位可以用平方毫米。

在同一个量的数值表中或叙述同一个量的文章中，为对照方便而需要使用相同的单位时，数值不受上述限制。

词头 h ， da ， d ， c (百、十、分、厘)，一般仅用于某些长度、面积和体积的单位。

(4) 有些国际单位制以外的单位，可以按习惯用词头构成倍数单位或分数单位。

例如： MeV ， mCi 等。

摄氏度，角度单位度、角分、角秒与时间单位分、时、日等不得用 SI 词头构成倍数单位或分数单位。

市制单位不得用 SI 词头构成倍数单位或分数单位。

(5) 不得使用重迭的 SI 词头。

例如：应该用 nm ，不应该用 $\text{m}\mu\text{m}$ ；应该用 am ，不应该用 $\mu\mu\text{m}$ ，也不应该用 nnm 。

(6) 亿 (10^8)、万 (10^4) 等是我国习惯用的数词，仍可作为数词使用，但它们不是词头。万公斤、亿千瓦小时等统计单位，不属于 SI 单位的倍数单位。

(7) 通过相乘构成的组合单位在加词头时,词头通常加在整个组合单位之前。

例如:力矩的单位 $\text{kN}\cdot\text{m}$, 不宜写成 $\text{N}\cdot\text{km}$ 。

(8) 通过相除构成的组合单位,或通过相乘和除构成的组合单位在加词头时,词头一般都应加在整个单位之前,分母中一般不用词头,但质量单位千克在分母中时例外。

例如:摩尔内能单位 kJ/mol 不宜写成 J/mmol , 但比能单位可以是 J/kg 。

(9) 当组合单位分母是长度、面积和体积单位时,分母中可以选用一些词头构成倍数单位或分数单位。

例如:密度的单位可以选用 g/cm^3 。

(10) 一般不在组合单位的分子分母中同时采用词头,但质量单位千克例外。

例如:电场强度单位不宜用 kV/mm , 而用 MV/m ; 但质量摩尔浓度单位可用 mmol/kg 。

(11) 乘方形式的倍数单位或分数单位的指数,属于包括词头在内的整个单位。

例如: $1\text{ cm}^2 = 1(10^{-2}\text{ m})^2 = 1 \times 10^{-4}\text{ m}^2$, 而 $1\text{ cm}^2 \approx 10^{-2}\text{ m}^2$

$1\text{ }\mu\text{s}^{-1} = 1(10^{-6}\text{ s})^{-1} = 10^6\text{ s}^{-1}$, 而 $1\text{ }\mu\text{s}^{-1} \approx 10^{-6}\text{ s}^{-1}$