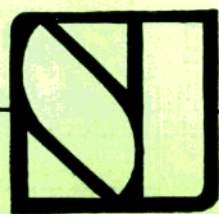


赠 阅



国际单位制

专辑之四

国际单位制推行委员会办公室编

1981

目 录

米制在我国的使用.....	(1)
力、压力和功的单位简述.....	石 风 (3)
SI 与基本物理常数	李慎安 译 (8)
以科学家姓氏命名的导出单位.....	杜荷聪 (13)
电信传输单位决定统一使用分贝.....	(18)
全国量和单位标准化技术委员会成立并开展工作.....	(20)
常用量词典	任平 何方 编译 (21)
〔附〕 国际单位制专辑 1 — 4 期总目录	(55)

米制在我国的使用

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。米制是 1793 年产生的，1875 年在巴黎签署“米制公约”。现有 135 个国家使用米制或处于改革米制的过程。在米制基础上发展起来的国际单位制 (SI)，自 1960 年国际计量大会通过后，已有 66 个国家采用，八十年代将在全世界通用。米制与国际单位制是紧密相连的，国际单位制是米制的现代形式。

米制正式传入我国是在 1858 年，清咸丰八年。

清末 (十九世纪中叶)，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的中法“天津条约” (1858 年) 以后，于海关度量衡方面发生了“海关权度制”的规定，在各国所附通商章程，都有专款规定以该国度量衡制度折合 (换算) 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度主要有五种：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是很不统一的，也是很很不合理的。实际上所谓“海关权度制”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，例如使用米制 (米突制) 有一定范围。

当时 1 海关尺 = 0.355 8 米 = ~~1 英尺~~

1 关平斤 = 604.53 克 = ~~1 2 1 1~~

清末光绪二十九年 (1903 年) 提出关于度量衡的改革，重订度量衡统一的办法，拟采用万国米制，农工商部和度支部会奏中有“平各因近当新制之器，以为部厂仿造之地” (迈当、米达都是米突的译名)。1908 年 (光绪三十四年) 由农工商部派人到法、德等国考察，并商请巴黎国际权度局 (国际计量局) 制造铂铱合金原器和镍钢合金付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) 原器和副原器由国际计量局制成，校准，发给证书，送到我国。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 厘米，库平两一两等于 37.301 克重。在农工商部设立了度量衡局，原想以十年推至省、府、州、县、市、镇、乡、村。由于清政腐败，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 (而送交国会审查时一直未有决议)，也计划在十年内推行全国，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。于 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，工商部就进行制定米制的单位名称。在那时对订定的米制单位中文名称就有两种主张：一种是音译，主张用原音，可不重译，便于国际交易。另一种是意译，认为应合于习惯。可是审查结果却认为音译不如意译，意译不如沿用我国旧名尺、升、

斤名称（这样给以后几十年造成了名称相当的混乱）。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月北洋政府公布权度法，其中规定：

〈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。

〈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做轻重的标准，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月设立权度制造所和权度检验所。并先选定北京作为试办区域，规定自1917年1月1日实行。北洋政府拟议采用的米制提案未经国会通过，当然就根本无法实行，就连企图统一的营造尺库平制的度量衡工作也未能实现。

国民党政府对统一度量衡工作，从1927年到1948年二十一年间，米制不但未能实行，市制也没有能做到真正统一。1926年上海米业轻舨问题引起纠纷，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18日公布“权度标准方案”，1929年公布“度量衡法（21条）”，规定实行两制，拟从1930年1月1日施行：

〈一〉 标准制：定万国公制（米突制）为标准制。

〈二〉 市用制：以与标准制有最简单之比率，而与习惯相近者。长度以标准尺（米）三分之一为市尺，容量以标准升为升，重量以标准斤（公斤）二分之一为市斤（即五百克），一市斤为十六两。

而后，十多年颁布的度量衡法规，虽达30多种（都属度量衡法附属法规），制订了划一程序和六年实施计划，1930年设立全国度量衡局（1947年改为中央标准局），改组了度量衡制造所，设立度量衡检定人员养成所。但是，直到1949年全国解放止，国民党政府始终也没有把全国度量衡真正统一起来，不仅在实质上没有推行米制（它叫标准制），就是把市制作为暂时的，实际上推行的却是市制）也只在少数城市中使用。米制仅在邮电、交通、教育等一些部门使用。

伪满时期于1934年1月公布度量衡法，也是两制并用，一是米突法（米制），一是尺斤法（即关内市制），在重量方面将一市斤改为十两。在实业部下设权度局。米制事实上亦未能实行。

对于米制单位的中文名称，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我国原有的度量衡名称，即如：丈、尺、寸、分、斤、两、钱等，仅在这些名称上面各加上一公字，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，而又公布了一套按米制原来名称近似音译的命名方法，如：米（metre米突）、克（gramme克拉姆），再在这些主单位名称前面统一地冠以表示十进倍数（十、百、千）和十退分数（分、厘、毫）的字，作为大、小辅助单位的名称。两者相矛盾，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，致长期形成产业、市场一套，教育、科技一套，不伦不类的所谓米制单位的名称。

米制在全国的广泛推行使用，是在1949年全国解放成立中华人民共和国以后，随着民

主改革、经济发展和工业建设而不断扩大、普及。由于党和政府的重视,1950年在中央技术管理局设度量衡处(1951年划归工商行政管理局),1955年1月成立了国家计量局。1959年6月25日国务院发布《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,进一步统一了我国的计量制度,促进米制在全国范围的推广使用。随着米制的发展,1960年产生的国际单位制,引起了我国的十分重视,1977年5月27日国务院颁布《中华人民共和国计量管理条例(试行)》明确规定我国的基本计量制度是米制(即“公制”),逐步采用国际单位制。1978年11月23日国务院又批准我国成立“国际单位制推行委员会”,负责组织全国性的推行工作。现代米制——国际单位制不久将在全国得以迅速推广使用。

(禾丛 整理)

力、压力和功的单位简述

石 凤

力、压力和功都是经常用到的物理量,三者之间有一定的联系,而且都与质量密切相关。它们的单位之间存在一些复杂情况,单位的种类很多。在推行SI中,这三个量都有大量的单位要废除,成为推行SI中比较麻烦的一个方面。本文分别对它们加以简单的分析,提出与SI单位换算中的一些问题。

1. 力的单位

物理量力的定义是质量与其加速度之积。根据这一定义,力的单位的定义因而也就是单位质量与单位加速度之积。也就是说,一个单位的力等于一单位质量乘以单位加速度。这一定义适用于以长度、质量和时间为基本量的各种单位制。对SI来说,力的单位等于 1 kg 质量乘以 1 m/s^2 加速度,即 $1\text{ kg}\cdot\text{m/s}^2$ 。SI给予这一导出单位的专门名称是“牛顿”,符号为 N 。

对于磅、英尺、秒单位制来说,力单位等于 1 lb 的质量乘以 1 ft/s^2 加速度,即 $1\text{ lb}\cdot\text{ft/s}^2$,也有一个专门名称磅达, (poundal), 符号为 pdl 。

对于厘米、克、秒单位制,力单位等于 1 g 乘以 1 cm/s^2 ,即 $1\text{ g}\cdot\text{cm/s}^2$,专门名称为达因(dyne), 符号为 dyn 。

米、吨、秒单位制中,力单位为 $1\text{ t}\cdot\text{m/s}^2$,专门名称为斯钦(ssthène), 符号 sn 。

但在Mie所提出的四元单位制中,是以长度、时间、电压和电流为基本量的,基本单位为厘米、秒、国际伏特、国际安培。力的定义为电量乘以电场强度,由此得到的力单位等于 1 C 电量乘 1 V/cm 的电场强度,专门名称为sthen,也等于 1 J/cm 。自1948年起,国际电学单位过渡到绝对电学单位,由于这一过渡使得sthen成为 $10^7\text{ erg/cm} = 10^2\text{ N}$,因而sthen一词有人称为百牛顿。由于这一关系,这一单位存在的意义就不大了,因为它可以用SI单位来表示。

以上这些力的单位有些倍数单位有专门名称,如在德国用Großdyn(大达因)表示 10^5 dyn ,实际上等于 1 N 。由于牛顿一词的国际化,Großdyn已逐渐不用。在英国,特别是印度,用Lakdyne表示 10^5 dyn 。Lak这一前缀在印度文中含义为 10^5 。

另有一大类力的单位来自质量所受到的重力,其中最主要的是工程单位制中基本量,力的

单位千克力, 符号为 kgf; 磅力, 符号为 lbf。即质量在标准重力加速度下所受的地球引力, 与此类似的力的单位在不同领域很多。来自米制的有: 克力, 符号为 gf, 又称为 pond, (千克力又称为 kilopond); 吨力 (tonneforce), 符号为 tf, 又称 Megapond; 来自英制的有 英吨力 (ton-force), 短吨力 (short ton-force); 盎司力 (ounce-force), 符号为 ozf, 千磅力 (kilopound-force), 又称为 kip (来自 kilo imperial pounds); 格令力 (grain-force) 符号为 Gr, 在美国习惯用“重”一词表示“重力”而把一些力的单位称为重, 例如: 英吨重 (ton-weight) 磅重 (pound-weight); 格令重 (grain-weight) 等。

常用的一些力单位与 SI 单位间的换算关系如下:

1 dyn = 0.000 01 N	1 N = 100 000 dyn
1 pdl = 0.138 254 95 N	1 N = 7.233 013 9 pdl
1 sn = 1000 N	1 N = 0.001 sn
1 gf = 0.009 806 65 N	1 N = 101.971 621 gf
1 kgf = 9.806 65 N	1 N = 0.101 971 621 kgf
1 tonne-force = 9 806.65 N	1 N = 0.000 101 971 62 tonne-force
1 lbf = 4.448 221 6 N	1 N = 0.224 808 94 lbf
1 ton-force = 9 964.015 N	1 N = 0.000 100 361 tonf
1 short ton-force = 8 896.443 N	1 N = 0.000 112 404 47 short ton-force
1 kip = 4 448.221 6 N	1 N = 0.000 224 808 kip
1 Gr = 6.354 601 μ N	1 μ N = 0.157 366 292 Gr

2. 压力的单位

物理量压力的定义是力与面积之比, 即单位面积上的力。压力单位的定义因而为单位力与单位面积之比, 也就是一单位的力均匀作用于单位面积时的压力。工程上对这一导出量长期以来习惯称为压力, 例如压力表, 而在物理学上常称之为压强, 压力有另外的含义, 表示一种力, 单位为牛顿。这一问题有待统一。

SI 的压力单位定义为 1 N 作用于 1 m², 即 1 N/m², 其专门名称为帕斯卡, 符号为 Pa。其它单位制的以及制外的压力单位甚多, 可分为三大类: 来源于各种力单位与面积之比的如: Barye, Pièze, kgf/cm², lbf/in²等; 来源于大气压力的如标准大气压, 符号 atm, 工程大气压符号 at, 托 (Torr) 等; 来源于液体柱高的如: 毫米水柱, 符号 mmH₂O, 毫米汞柱符号 mmHg, 英寸水柱符号 inH₂O 等。

标准大气压又称物理大气压, 在 1927 年第 7 届国际计量大会所通过的定义为: 在标准重力加速度 $g_n = 9.806 65 \text{ m/s}^2$ 下, 水银密度为 13.595 1 g/cm³ 时, 760 mm 水银柱高所产生的压力, 即:

$$1 \text{ atm} = 1.013 250 14 \times 10^6 \text{ dyn/cm}^2$$

后来在 1948 年第 9 届国际计量大会上又重新定义为:

$$1 \text{ atm} = 1.013 250 \times 10^6 \text{ dyn/cm}^2$$

1 atm 的 1/760 即为 1 mmHg 压力, 专门名称为托 (Torr), 符号为 Torr, 因此,

$$1 \text{ Torr} = 1/760 \text{ atm} = 101 325/760 \text{ Pa}$$

工程大气压定义为 1 kgf 均匀作用于 1 cm² 面积上的压力, 即

$$1 \text{ at} = 1 \text{ kgf/cm}^2 = 98 066.5 \text{ Pa}$$

英国大气压, 符号为 Br.atm

$$1 \text{ Br.atm} = 30 \text{ inHg} = 1.002\,632 \text{ atm} = 762.00 \text{ Torr} = 1.015\,917 \text{ bar} = 101\,591.7 \text{ Pa}$$

使用力单位与面积单位之比作为压力单位的数量甚多, 其中有两个有专门名称。在法国把 1 dyn/cm^2 称为 Barye, 实际上等于 $1 \mu\text{bar}$, 即 0.1 Pa 。另一个是米、吨、秒制中的压力单位, 称为 Pièze, 符号 pz, 定义为 1 thène 力作用于 1 m^2 面积上的压力。即

$$1 \text{ pz} = 1 \text{ sn/m}^2 = 10^3 \text{ Pa} = 10^{-2} \text{ bar} = 101.971\,6 \text{ kgf/m}^2 = 7.500\,62 \text{ Torr}$$

至于米水柱, 符号 mH_2O , 其定义过去曾是: 在 1 atm 下, 水最大密度时, 1 m 水柱高的压力。

这样得 $1 \text{ mH}_2\text{O} = 0.099\,997\,2 \text{ kgf/cm}^2$ 而现在的定义为:

$$1 \text{ mH}_2\text{O} = 0.1 \text{ at} = 980.65 \text{ Pa}$$

在英国、美国所用的水银柱、水柱表示压力时, 温度上要求不同。英寸水银柱定义在 32°F 时的压力, 为:

$$1 \text{ inHg} = 25.4 \text{ Torr} = 3\,386.39 \text{ Pa}$$

而英寸水柱定义在 39.2°F 时的压力, 为:

$$1 \text{ in H}_2\text{O} = 25.4 \text{ mmH}_2\text{O} = 249.08 \text{ Pa}$$

常用的压力单位与 SI 单位间的换算关系如下:

$1 \text{ dyn} = 0.1 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 10 \text{ dyn}$
$1 \text{ kgf/m}^2 = 9.806\,65 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 0.101\,971\,62 \text{ kgf/m}^2$
$1 \text{ lbf/ft}^2 = 47.880\,258\,98 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 0.020\,885\,434 \text{ lbf/ft}^2$
$1 \text{ gf/cm}^2 = 98.066\,5 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 0.010\,197\,162 \text{ gf/cm}^2$
$1 \text{ mbar} = 100 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 0.01 \text{ mbar}$
$1 \text{ mmHg}(0^\circ\text{C}) = 133.322\,19 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 0.007\,500\,627 \text{ mmHg}$
$1 \text{ inH}_2\text{O}(3.98^\circ\text{C}) = 249.081\,9 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 0.004\,014\,743 \text{ inH}_2\text{O}$
$1 \text{ ftH}_2\text{O}(3.98^\circ\text{C}) = 2\,988.983 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 0.000\,334\,561\,9 \text{ ftH}_2\text{O}$
$1 \text{ inHg}(0^\circ\text{C}) = 3\,386.384 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 0.000\,295\,300\,3 \text{ inHg}$
$1 \text{ lbf/in}^2 = 6\,894.757\,3 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 0.000\,145\,037\,74 \text{ lbf/in}^2$
$1 \text{ tf/m}^2 = 980.65 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 0.000\,101\,971\,62 \text{ tf/m}^2$
$1 \text{ sh ton.f/ft}^2 = 95\,760.518 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 0.000\,010\,442\,717 \text{ sh tonf/ft}^2$
$1 \text{ kgf/cm}^2 = 98\,066.5 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 0.000\,010\,197\,162 \text{ kgf/cm}^2$
$1 \text{ atm} = 101\,325 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 0.000\,009\,869\,232\,7 \text{ atm}$
$1 \text{ pdl/ft}^2 = 1.488\,164 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 0.671\,968\,949 \text{ pdl/ft}^2$
$1 \text{ ozf/ft}^2 = 2.992\,516 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 0.334\,166\,968 \text{ ozf/ft}^2$
$1 \text{ pdl/in}^2 = 214.295\,6 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 0.004\,666\,451 \text{ pdl/in}^2$
$1 \text{ ozf/in}^2 = 430.922\,3 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 0.002\,320\,603 \text{ ozf/in}^2$
$1 \text{ psi} (\text{lbf/in}^2) = 6\,894.757 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 0.000\,145\,037 \text{ psi}$
$1 \text{ kip/ft}^2 = 47\,880.26 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 0.000\,020\,885 \text{ kip/ft}^2$
$1 \text{ tonf/ft}^2 = 107\,251.8 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 0.000\,093\,23 \text{ tonf/ft}^2$
$1 \text{ kip/in}^2 = 6.894\,757 \times 10^6 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 0.145\,037\,743 \times 10^{-6} \text{ kip/in}^2$
$1 \text{ sh tonf/in}^2 = 1.378\,951 \times 10^7 \text{ Pa}$	$1 \text{ Pa} = 0.725\,188\,929 \times 10^{-7} \text{ sh tonf/in}^2$

$$1 \text{ tonf/in}^2 = 1.544\,426 \times 10^7 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ Pa} = 0.647\,489\,747 \times 10^{-7} \text{ tonf/in}^2$$

3. 功(能、热量)的单位

各种形式的能,其SI单位均为焦耳,符号为J。为导出单位牛顿米的专门名称。由于能的形式有多种,产生能的途径不一样。焦耳与SI的其它单位存在不同的表示关系。如:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ Nm (力乘力作用线上的距离)} = 1 \text{ Ws (功率与时间的乘积)} = 1 \text{ Pam}^3 \text{ (压力与体积的乘积)等。}$$

焦耳这一单位早于SI。过去曾有过绝对焦耳与国际焦耳的名称,作为功率单位的瓦特亦如此。早在1889年巴黎所举行的第二届国际电学大会上纯粹从电工学定义

$$\text{功率} = \text{电压} \times \text{电流}$$

1瓦特的功率是在1Ω电阻上,1A电流发生1V电压降的功率。即 $1 \text{ W} = 1 \text{ VA}$ 。单位伏特与安培的确定要符合下列关系式

$$1 \text{ W} = 10^7 \text{ erg/s} = 10^7 \text{ cm}^2 \text{ g/s}^2$$

自1908年以来,制定了一组国际单位,如 V_{int} , A_{int} , Ω_{int} , W_{int} 以及 J_{int} 。由于测量技术的提高,原来定义的关系式

$$1 \text{ W}_{\text{int}} = 1 \text{ V}_{\text{int}} \text{ A}_{\text{int}} = 10^7 \text{ erg/s}$$

不再能严格满足,因而在1935年国际电工委员会通过决议自1948年起,国际上把功率的单位用力学予以定义为:

$$\text{功率} = \text{功/时间}$$

1绝对瓦特的功率为在1秒时间内能作1焦耳功的功率。即

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ Nm/s} = 1 \text{ m}^2 \text{ kg/s}^2 = 10^7 \text{ erg/s}$$

因此,自1948年起,国际焦耳亦已废除,它近似地等于1.000 19J。

由于SI从历史上说是由CGS制发展起来的,CGS制的功单位尔格(erg)和焦耳是十进关系

$$1 \text{ erg} = 1 \text{ dyn} \cdot \text{cm} = 1 \times 10^{-5} \text{ N} \times 0.01 \text{ m} = 10^{-7} \text{ Nm} = 10^{-7} \text{ J}$$

常用的电能单位有kWh。1 kWh = 3.6 MJ。由于功与功率的密切关系。在功率的常用单位马路上乘以时间单位亦常作为功的单位,如马力小时。马力原以英制定义为

$$1 \text{ 马力} = 550 \text{ ft lbf/s}$$

传统的米制国家把马力定义为75 kg质量在标准重力加速度下以1 m/s速度上升的功率,即 $75 \text{ g}_n \text{ m kg/s} = 75 \text{ m kgf/s} = 735.498\,75 \text{ W}$,为了区别,称为米制马力。我国工程上使用的为米制马力。另外国际上还使用电工马力(electrical horse-power),简写为:electr. h. p.它定义为746W。等于76.070 83 m kgf/s。因此,在使用马力小时作为功单位时,应予明确,在换算为焦耳时亦应注意。

英制中通用的功单位为英尺磅达;英尺磅力。

热量是功的一种形式。SI单位为焦耳。但非SI单位则均来源于热的概念。通过单位质量的水在温度升高时所需的热来定义。但其中的一些现已抛弃了原定义而有了用焦耳表示的严格定义。

由于水的比热随其温度而不同,出现了一系列不同的卡路里,符号cal;英国热量单位,符号为Btu, BTU, B.Th.U.或B.th.u;百分度热量单位,符号为chu或CHU。在实际工作中当精度要求较高时,还必需加以区别。

卡路里有三种,即国际蒸汽表卡路里,简称国际表卡,符号 cal_{IT} , 热化学卡路里,符号 cal_{H} , 15°C 卡路里,符号 cal_{15} . cal_{IT} 为 1956 年伦敦第 5 届国际蒸汽会议上所定义:

$1 \text{ cal}_{\text{IT}} = 4.1868 \text{ J}$, 它主要用于蒸汽热力学中. 而 cal_{H} 主要美国是习惯使用. 1949 年美国标准局定义为 $1 \text{ cal}_{\text{H}} = 4.1840 \text{ J}$. 至于 cal_{15} 定义为 1g 不含有空气的水从 14.5°C 升到 15.5°C , 在 1 atm 大气压下所需的热量. 从实验得到的最准确值为 $1 \text{ cal}_{15} = 4.1855 \text{ J}$. 为 1950 年国际计量大会所认定. 以上三种卡路里换算为焦耳时数字间差约为 1% . 卡路里过去曾称为克卡路里(grammcalorie), 也称为小卡. 其千倍过去称为千克卡路里(kilogrammcalorie)或称为大卡, 符号写为 cal , 均已不再使用.

与 cal_{15} 相联系的有兆卡(thermie)符号为 th , 主要用于法国, 有时也写为吨卡路里(tonne cal), 还有弗里戈里(frigorie)用于致冷工业中.

$$1 \text{ thermie} = 10^6 \text{ cal}_{15} = 4.1855 \text{ MJ}$$

$$1 \text{ frigorie} = -10^3 \text{ cal}_{15} = -4.1855 \text{ kJ}$$

一般在 cal 不带角标时表示国际表卡.

1948 年第 9 届国际计量大会把热量的单位定为焦耳, 并要求尽可能用焦耳来表示量热实验的结果.

属于英制的英国热量单位定义为 1 lb 水在 1 atm 大气压下, 温度增加 1°F 所需的热. 由于所用温度间隔不同而有:

$\text{Btu } 39^{\circ}$, 即水最大密度下的温度 (39.2°F) 时的热单位, 测得结果为:

$$1 \text{ Btu } 39 = 0.25314 \text{ kcal}$$

$\text{Btu } 60^{\circ}$ 指自 60°F 到 61°F 所需热量, 测得结果为:

$$1 \text{ Btu } 60^{\circ} = 0.25195 \text{ kcal}$$

Btu_{mean} , 为平均热单位, 指由 32°F 至 212°F 所需热量的 $1/180$, 实验测出结果为:

$$1 \text{ Btu}_{\text{mean}} = 0.25224 \text{ kcal}$$

英国国家标准规定, 不带下角标的 Btu 表示蒸汽表英国热量单位. 通过下列关系式予以定义:

$$1.8 \text{ Btu/lb} = 1 \text{ cal}_{\text{IT}}/\text{g}$$

由此得:

$$1 \text{ Btu} = 251.998 \text{ cal}_{\text{IT}} = 1055.056 \text{ J}$$

以上四种英制的热单位中 Btu_{60} 在英国已废止不用. 英国煤气工业使用的热单位与 cal_{15} 相联系, 它等于:

$$2.326 \times 453.59237 \text{ J} \times \frac{4.1855}{4.1868} = 1054.73 \text{ J}$$

与 Btu 相联系的有 therm, 煤气业用作为能的一种单位.

$$1 \text{ therm} = 100000 \text{ Btu} = 105.5 \text{ MJ}$$

原定义为: 1000 lb 的水, 温度升高 100°F 所需的热量

$$1 \text{ therm} = 10^5 \text{ Btu} = 105.506 \text{ MJ}$$

百分度热单位(Centigrade Heat Unit)实际上是英国所用的一种以摄氏度(过去曾称为百分度)来计算温度差, 按 1 lb 水从 0°C 至 100°C 在 1 atm 时所需加的热量的百分之一. 在必要时, 可以用符号 CHU_{mean} 来表示平均 CHU .

另外, 还有一种称为 Centigrade Thermal Unit, 简写为 CTU , 也为英国所用, 其定义为 1 lb 水在 1 atm 下, 自 14.5°C 升温至 15.5°C 所需热量. $1 \text{ CTU} = 0.4535923 \text{ cal}_{15}$. 必要

时可写为 CTU_{15} 。

一般单位与 SI 单位间的换算系数如下:

$1 \text{ erg} = 0.000\,000\,1 \text{ J}$	$1 \text{ J} = 10\,000\,000 \text{ erg}$
$1 \text{ gfc} = 0.000\,098\,066\,5 \text{ J}$	$1 \text{ J} = 10\,197.162 \text{ gfc}$
$1 \text{ ftpdl} = 0.042\,144\,110 \text{ J}$	$1 \text{ J} = 23.728\,108 \text{ ftpdl}$
$1 \text{ ftlbf} = 1.355\,817\,948 \text{ J}$	$1 \text{ J} = 0.737\,562\,15 \text{ ftlbf}$
$1 \text{ kgfm} = 9.806\,65 \text{ J}$	$1 \text{ J} = 0.101\,971\,62 \text{ kgfm}$
$1 \text{ Wh} = 3\,600 \text{ J}$	$1 \text{ J} = 0.000\,277\,777\,778 \text{ Wh}$
$1 \text{ 米制马力小时} = 2\,647\,795.5 \text{ J}$	$1 \text{ J} = 3.776\,726\,7 \times 10^{-7} \text{ 米制马力小时}$
$1 \text{ Hph} = 2\,684\,519.5 \text{ J}$	$1 \text{ J} = 3.725\,061\,4 \times 10^{-7} \text{ Hph}$
$1 \text{ electr. h. p. h} = 2\,685\,600 \text{ J}$	$1 \text{ J} = 3.723\,562\,7 \times 10^{-7} \text{ electr. h. p. h}$
$1 \text{ kWh} = 3\,600\,000 \text{ J}$	$1 \text{ J} = 2.777\,777\,78 \times 10^{-7} \text{ kWh}$
$1 \text{ eV} = 1.602\,189 \times 10^{-19} \text{ J}$	$1 \text{ J} = 0.624\,146\,09 \times 10^{19} \text{ eV}$
$1 \text{ cm}^3 \text{ atm} = 0.101\,325 \text{ J}$	$1 \text{ J} = 9.869\,232\,667 \text{ cm}^3 \text{ atm}$
$1 \text{ Latm} = 101.325 \text{ J}$	$1 \text{ J} = 0.000\,009\,869\,232\,7 \text{ Latm}$
$1 \text{ ft}^3 \text{ atm} = 2\,869.204 \text{ J}$	$1 \text{ J} = 0.000\,348\,528 \text{ ft}^3 \text{ atm}$

SI 与基本物理常数

(本文为英国国家物理所所长 Dr. D. 迪安在 1980 年 9 月 5 日在北京所作的报告, 重点讨论了物理常数与 SI 的关系)

李慎安 译

SI 建立至今已过了廿年, 已成为世界范围所使用的单位制而用于各种测量, 包括科学界和贸易界。但世界上目前还有不少地方采用其它的单位制。可以理解, 人们从一个熟悉的单位改变为新的单位常常不是那么容易的。即令象 SI 这样的单位, 它的好处也不可能很快为使用者所明了。然而, 毫无疑问, SI 正在向前发展, 逐渐更为广泛地适用, 而且, 很清楚, 无论是商业界还是工业界都不可能忽视这一趋势。

SI 作为一种实用的单位制而建立。在哲理后面没有深奥的原则。这个单位制是自很少的几个单位上形成的, 即所谓七个基本单位。而其它的单位 (只有两个次要的例外) 则是以简单的关系来自这些基本单位。任何“导出”单位均可用基本单位乘除的形式表达而不必附加任何数字系数。这样的单位制由于它们在定义其导出单位时, 没有使人们感到不便的系数而被称为一贯性单位制。

两个例外即平面角单位 (弧度) 与立体角单位 (球面度)。目前, 既可以把它们作为基本单位, 也可以作为导出单位。但是, 它们的地位仍然在由国际计量大会委员会讨论之中。

SI 基本单位的选定根据是方便, 并不是因为这些单位在某种意义上说, 比这一单位制

中的导出单位更为基本一些。这就是我所说的哲理后面没有深奥的原则。SI并不关心那一些单位比另一些单位更为基本一些的问题，它只考虑在整个单位制中选择最为有限的单位而可以构成整个单位制。

SI是发展中的单位制。由于有新的需要，就要求增加新单位。基本单位的定义也可能随着时间而改变。例如，技术上的进步，新定义有较高的精度时。

在近五年或十年内，SI的一个变化，可能就是长度单位定义。目前长度单位的定义是氪原子跃迁关系。这一定义使米能实现稍优于 1×10^{-8} 的精度。然而，当前使用稳频的激光，最精确的试验所可能达到的准确度比这一定义所能达到的大一千倍。这一事实，即氪本身已不够恰当，导致要考虑长度单位新定义。这一新的考虑认为新的定义应基于建立光速的固定值的概念。这样，在有了时间单位秒的的同时，就把光速这一常数定了下来，从原理上说，长度单位也就确定了。这样一种定义长度单位的思想，从原理上说是说得通的。然而，一直到最近，从实践上来说才有可能，因为这样的定义要求要能测出在可见电磁谱线范围内的跃迁频率。即是说要在可见光范围内来定义时间单位秒的跃迁，其频率是很高的，大约为9 GHz，对这样的频率必需能高精度地测量才行。如此高的频率测量，现在已是可能的了，因而也就有可能简化和改进长度单位定义。另一个定义长度单位的方法是，确实也有某些优越性，就是选择适当的激光跃迁而把米与之相联系。国际计量委员会至今尚未对如何定义米的方式作出决定。然而，似乎已出现一种苗头，把定义基于光速常数较为有利一些。用这一方式来定义，米将得到改进，采用任何激光的跃迁数只要求其频率已知即可。另一个优点就是：天文学家迫切希望光速应用定义予以确定，这是他们早就希望的。

因此，我们应看到SI是一个正在发展的单位制。在其最关键的地方都将间或地改变。很明显，过于频繁地改变将是不明智的。这样的变化将严重影响单位的使用，特别是与这种变化有关的那些人。对于广大的人们来说，SI看来已是一个稳定的单位制了。单位的大小确实没有变化。然而，对我们这些人，例如科学家，在精度的极限值的问题上作研究的科学家，就需要同样地间或有某些改变。如果长度单位在下个十年（正如我上面所讲到的那样）作了更改，那么，物理学者，特别是与从事高精度长度测量有关的物理学者，将会感到新定义所起的作用。然而，商业上的贸易来往，将不会查觉定义的改变（除非一个十分特别的人）。在实用目的上讲，单位的大小并没有变化，只是比以前，单位有可能达到更高的精度。

尽管SI已作为实用单位制予以建立，然而存在一些测量单位和基本物理常数间的相互关系问题。我们已明白了光速可以用在长度单位的新定义中。我已讲到在新的定义中，光速可以用定义予以确定（允许我再次强调一下，这一决定尚未作出）。这并不是一个易于理解的概念。对于某些人说来，这似乎只是引进了一个全新的深奥的概念于SI之中，把基本物理常数在值上予以“固定”的思想。但这一概念并不是新的。为理解这一点，有必要对测量单位制以及单位制中密切联系的基本物理常数的情况深入地加以研究。这一研究有助于加深对单位制本质的理解，更为重要的是在当前理解将可能更改的长度单位定义。

下面，讨论某些基本物理方程以研究这个问题。现从经典的引力方程说起：

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2} \quad (1)$$

式中， F 为力，存在于两个相距为 r 的质点 m_1 与 m_2 之间。 G 为引力常数。从原理上讲，可

以通过测量两个特定的质量间的力来确定 G 的值, 这个 G 值通过实验测出的, 我们称之为“可测”常数。

下面, 再研究一下方程:

$$f = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} \quad (2)$$

这一方程是两根相距为 d 的直的相互平行导线, 其中的电流分别为 I_1 与 I_2 时, 在真空中这两导线间, 在单位长度上所产生的力的方程。常数 μ_0 为真空的磁导率, 并定义其值为 $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$ 。尽管从表面上看方程 (2) 很象方程 (1), 但是, 我们不能通过如同在方程

(1) 中求 G 的实验方法来测出 μ_0 的值。这就是因为方程 (2) 本身就是电流单位安培的定义方程, 而且, 作为定义方程的组成部分 μ_0 , 必需先予确定。因此, μ_0 与 G 是在本质上不同的常数, 我们称之为“定值”常数, 也就是说, 它的值是由定义所确定。从原理上来说, 如果电流单位是通过某种其它含义来定义的, μ_0 也可以是一个通过实验测出的常数, 方程 (2) 也可以用来确定 μ_0 之值, 就象在方程 (1) 中可用以确定 G 值那样。然而, SI 的构成中, 使 μ_0 作为一个固定了的值 (译注: 测出的值, 随着测量技术及科学的发展而改变, 不能称为固定了的值) 而存在, 因而它和常数 G 不同, 起着不同的作用。

也可以问是否可在方程 (1) 中, 把 G 予以固定, 以便于可以象方程 (2) 那样通过方程 (1) 来定义质量单位呢? 的确, 这是可以的。然而, 存在着实际上的困难。因为 G 只能以大约万分之五的精度测出。而我们不能指望通过实验用方程 (1) 来导出比这个精度要高的精度。因此, 如果我们固定下来 G 的值, 并用方程 (1) 来定义质量单位, 我们所可能得到的单位的精度不会优于万分之五。很明显, 这种方法用于取得千克没有实际意义。尽管当前质量单位是以保存在 Sevres 的国际原器来定义也有某些问题, 然而当前千克实际上可以保证优于 1×10^{-8} 的精度。因此, 这就是很好的一个理由, 为什么不能用方程 (1) 来定义质量单位, 并且实际上也是因为这个缘故 (因为, 从原理上说, 这个方程是可以用的)。这就是为什么我一开头就说, SI 是一种实用的单位制。

常数 μ_0 十分独特, 与大多数的基本物理常数, 如 G 那样的可测常数不同。我们再进一步探讨一下单位制, 研究一般的定义。

在所有的单位制中, 作为物理量速度, 其定义通常是:

$$v = \frac{dl}{dt} \quad (3)$$

这是大家所熟悉的而且十分简单。但它实际上是下述方程的特殊形式

$$v = k_1 \frac{dl}{dt} \quad (4)$$

而只不过是方便了, 令 $k_1 = 1$ 而已。

我们也可以把速度作为一个基本量。例如把光速作为一个基本量, 它是我们所了解的物理学领域中的一个重要的量。因而, 我们可以说, 从原理上讲, 速度的概念如此重要而应把它的单位作为基本单位。(当然, 这只能是在这里讨论单位制基本原理, 而不是考虑其实际应用才这样说的。) 速度的单位, 作为基本单位, 可以通过方程 (4) 并对 k_1 取任一固定值来予以定义。我们也可以用其它方式来定义速度单位, 例如, 可以用光速的某个分数值 (或者, 就算是光速), 也可以定义为在某种条件下自某个天体表面的某特定点的逃逸速

度,在这样一些情况下,速度单位的物理学定义(并假定长度与时间都是独立地定义的),常数 k_1 就起着一种新的作用,它就是可测的基本物理常数了。

很明显,用函数方程(4)所联系起来的三个相互独立的单位必需有一个可测的联系常数自由的机动性。

自然,我们采用的实用单位制(SI)中,对这样绕圈子并不感兴趣。我们令 $k_1 = 1$ 来定义速度,并且,实际上我们几乎觉察不出来已采取了这一步,甚至也觉察不出 k_1 是可以取另外的值的,至于凭经验地来决定,就更不必说了。

在原理上承认 k_1 可以取任意值这一点是十分重要的,在速度的定义方程中,有一个固定的基本常数,其值为 1。

以上速度单位问题的讨论说明了一点,即如果我们按照物理定义引进一个新的基本单位,其后果必然是要再引进一个可测的基本常数(在物理学的定义中,我们定义物理现象而不是给出包含其它物理量的数学关系)。

当然,我们也可以用其它的物理量,就象用速度这样来说明这一切。加速度的一般方程是

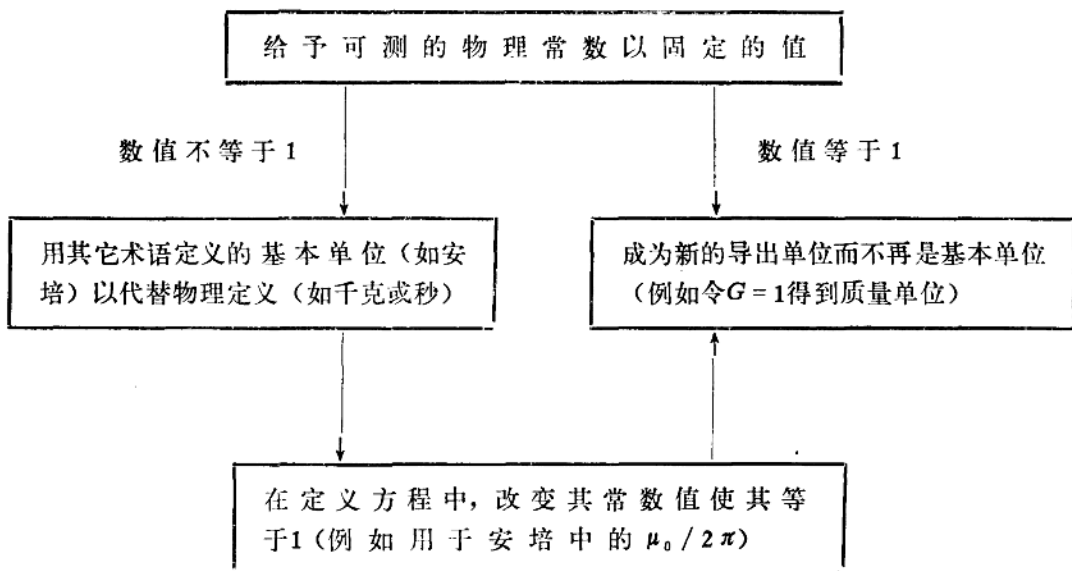
$$a = k_2 \frac{dv}{dt} \quad (5)$$

式中 v 与前面相同表示速度,而 t 表示时间。常数 k_2 按常规应为单一值。但是并不如此,在原理上, k_2 可以有任意值。如在某一单位制中,加速度的单位已经定义了,在物理学的定义中(例如,在某一条件下,地球表面某一定点的重力加速度),独立地定义了速度与时间的单位之后, k_2 就成为一个应通过实验测出的常数了。在这一情况下,我们的单位制可以面向 k_2 ,更准确地说,和当前一样,面向可测的基本物理常数,正如我们单位制中所采取的那样。我的观点是: k_2 的本质(和前面例中的 k_1 一样)决定于我们如何来定义单位。在 SI 中, k_2 等于 1,而且加速度的单位是一个导出单位。如果 k_2 定为不等于 1 的其它值(由于某种历史上的原因),那么,加速度就应成为一个基本的而非导出的单位,否则,这一单位制的一贯性就违背了。如果加速度的单位不是用数学式(5)来定义而是用独立的物理意义,则 k_2 全然不会有固定的值而变为一个可测的量了。

有关速度和加速度的这些例子,都是十分简单明了的,在我们现在和过去使用的单位制中也是平凡和固定的,常数 k_1 与 k_2 都等于 1,甚至我们都不大觉察到其存在。虽然如此,这些例子用来说明单位制与物理常数作用间的关系是很有用的,以了解各个单位定义的实质以及物理常数的作用。我们可以用下图把这几种论点简明扼要地表示出来。

我们的出发点是(下图的上方)要考虑一个可测的物理常数,例如在 SI 中引力常数 G (或者在某一假想的单位制中,如果这些量是可测的,如 k_1 与 k_2),并考虑,如果单位制要予以改变,那么,其后果是可测常数要成为固定值常数。如果确定的值不等于 1,其后果必然要新定义一个基本单位。例如在方程(1)中,如果 G 值给予一不等于 1 的固定值,则方程(1)就会成为质量单位的定义方程(这也就使当前根据保存在 Sevres 的国际千克原器的定义成为多余)。

从另一方面说,如果所讨论的常数固定其值为 1,我们即可以通过出现这一常数的方程定义一个导出单位(例如,方程(1)允许把质量单位定义为导出单位, G 的值 1 保证了单位制的一贯性)。



在单位制中改变物理常数的作用及其值的后果示意图

如果我们的出发点是上图中左侧的方框，换句话说，以出现于定义方程中一个不等于1的定值常数来定义一个基本单位（如安培），然后，我们把该值改成1，那么，基本单位本身（如安培）也可以成为导出单位的地位。正如过去那样，电流单位并未被选为基本单位，因为电流被认为比其它单位更为基本的量，但作这样的选择是由于实用的原因。从当前的定义方程， $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ ，为了保证单位制的一贯性，就必需选择它为基本单位。没有人试图建议对安培这一单位作戏剧性的改变。如果令 $\mu_0/2\pi$ 等于1，安培就可以成为导出单位只是为了便于说明，有助于理解。在我们的实用单位制中，都是令 k_1 与 k_2 等于1，而速度和加速度的单位都是导出单位。

因此，上图概略地说明了我的这个报告中所想表达的内容，而我的扼要的想法就是：在所采用的单位制与基本物理量之间存在一种密切的而且是重要的关系。

在结束这一报告前，再简单地讲两个问题。第一个问题是回到长度单位与光速。

光速可表示为

$$C = \lambda \nu \quad (6)$$

即以波长(λ)和频率(ν)来表示。

可以假定，就象早先那样， C 在数值上是固定的（这个值可以是当前所认为的光速最佳值）。这样， C 的固定值并不等于1，从上图可知和从方程(6)中可知，其后果就是应有一个基本单位（在这一情况下即长度单位）用其它的单位（在这一情况下为时间单位）来定义，而不是采用一个独立的物理学定义（例如基于氪跃迁）。当然，从原理上讲，没有什么阻碍着 C 不能等于1，但是从实用上来说，这将是十分糟糕的事。这样，长度将成为导出单位（这可从图中看出），而且这个单位的值将发生戏剧性的改变。当然，没有人会一本正经地提出这一建议。

当前的这一单位制是方便的，实用的，而且在全世界得到采用。最新鲜的是有人想改变单位的值。然而，如果实现了的话，这就是我所要讲的第二个问题，从实用的目的（例如说

理论物理), 人们就要在单位制的全部大小范围内工作。这样的单位制并不象实用制便于正常使用。作为一个极端的例子, 令

$$C = h = G = k = 1$$

(以上, C 为光速, G 为引力常数, h 为普朗克常数, k 为波茨曼常数) 这样得出的一种单位制将导致长度单位为 5×10^{-35} 米, 时间单位为 10^{-43} 秒, 质量单位为 5×10^{-8} 千克而温度的单位为 3×10^{32} 开尔文。这种单位的大小是不实用的!

以科学家姓氏命名的导出单位

杜 荷 聪

在国际单位制(SI)的导出单位中, 有19个具有专门(特殊)名称的导出单位, 这些给予专门名称的单位, 大多是根据该学科领域有成就的科学家的人名命名的。定单位的专门名称, 是因用基本单位、辅助单位导出的有些单位, 原来组合的名称复杂不易读记, 为方便起见特规定以专门名称。按照国际计量委员会的意见, 将尽量限制增加具有专门名称导出单位的数量。

现将具有专门名称导出单位的定义和有关 16 个科学家*的简况以及命名经过, 介绍于下:

赫兹 (Hz)——物理量频率 (γ , f) 的单位名称。定义为: 在 1 秒时间内, 周期性变化的重现数 (即: 每秒振动 (振荡) 1 次为 1 赫)。国际符号: Hz, 1 赫兹 = 1 秒⁻¹ (1 Hz = 1 s⁻¹)。

赫兹 (Heinrich Rudolf Hertz) 1857—1894 德国人。1887 年首先发表电磁波的发生和接收的实验论文。为无线电通讯创造了条件。并从电磁波的传播规律, 确定电磁波和光波一样, 具有反射、折射和偏振等性质, 验证了麦克斯韦尔关于光是一种电磁波的理论。同年, 他还首先发现了光电效应现象。

赫兹此单位是 1933 年 10 月, 国际电工技术委员会采纳为频率单位。1960 年第十一届国际计量大会通过采用。

牛顿 (N)——力 (F , f) 的单位名称。定义为: 使质量 1 千克的物体产生 1 米每秒平方 (m/s^2) 的加速度的力 (即: 使 1 公斤质量得到每秒平方 1 米的加速度所需要的力)。国际符号: N, 1 牛顿 = 1 千克·米/秒² (1 N = 1 kg·m/s² = m·kg·s⁻²)。

牛顿 (Issac Newton) 1642—1727 英国物理学家, 建立起经典力学基础的牛顿运动定律, 发现万有引力定律。在光学方面, 致力于色的现象和光的本性研究, 1866 年用三棱镜分析日光, 发现白光是由不同颜色 (不同波长) 构成, 成为光谱分析的基础, 并制作了牛顿色盘。1675 年观察到牛顿环。他主张光的微粒说本性。在热学方面, 确定了冷却定律。在天文学方面, 1671 年创制了反射望远镜, 考察了行星运动规律, 预言地球不是正球体。在数学方面, 提出“流数法”, 和莱布尼茨一道并称为微积分的创始人, 还建立了二项式定理。

* 在 19 个具有专门名称的导出单位中, 有 3 个不是以人名命名的, 即: 摄氏度 (°C)、流明 (lm)、勒克斯 (lx)。摄氏度并不是以安德斯·摄尔修斯 (他提出的温标系以水沸点为零度, 冰熔点为 100 度。在 1743 年克里森才把它颠倒过来, 原称百分温标, 后改称摄氏温标) 名字命名的。

牛顿此单位，早在1900年就提出来了（1牛顿 = 10^5 达因 ≈ 100 克重），1938年国际电工技术委员会（IEC）批准使用。

帕斯卡 (Pa)——压强、压力(P)的单位名称。定义为：1 牛顿(N)的力均匀分布在1平方米面积上所形成的压力（即：在1平方米的面积上，均匀垂直作用着1牛顿的力量，定为一个压力单位，称为帕斯卡）。国际符号：Pa。1 帕 = 1 牛顿/米² ($1 \text{ Pa} = \text{N}/\text{m}^2 = \text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$)。

帕斯卡 (Blaise Pascal) 1623—1662 法国科学家，早年提出圆锥曲线内接六边形其三对边的交点为共线的定理（帕斯卡定理），研究了代数二项式展开的系数规律（帕斯卡三角形）和概率论，有一定贡献。设计一种加速器，还提出密闭流体能传递压强的定律（帕斯卡定律）。是第一个用气压计测量高度的人。

帕斯卡 (Pa) 此单位，是1971年第十四届国际计量大会通过，给压力单位牛顿每平方米 (N/m^2) 以专门名称：帕斯卡 (Pa)。

焦耳 (J)——功 (W, A)、能 (E, $\bar{W}$)、热量 (θ) 的单位名称，功、能是对物体运动状态的一种度量，热是一种特殊形式的能。定义为：1 牛顿 (N) 的力，使物体在其力的方向上产生1米的位移，该力所作的功为1焦耳（即：1 牛顿的力施于物体上使之移动1米所做的功等于1焦耳）。国际符号：J。1 焦耳 = 1 牛顿·米 ($1 \text{ J} = \text{N} \cdot \text{m} = \text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$)。

焦耳 (James Prescott Joule) 1818—1889 英国物理学家，测定了热的功当量，为建立能量守恒和转换定律作出了贡献。他和楞次各自独立地发现了电流通过导体时发生热量的定律，称为：焦耳——楞次定律。

焦耳此单位是1888年英国科学进展协会首先提出的，1889年国际电工技术委员会批准。1948年国际计量大会采用。

1 焦耳 = 10^7 尔格 = 1 瓦特·秒

焦耳作为热的单位，规定20℃水的比热为：4181.6焦耳。

瓦特 (W)——功率 (P)、辐[射]通量 (Φ) 的单位名称。定义为：在1秒钟内给出1焦耳能的功率（即：1秒(s)钟作出1焦耳(J)的功为1瓦特。亦即：1秒(s)时间内在电位差为1伏特(V)的两点间，移动1库仑(C)电量的电荷所做的功为1瓦特）。国际符号：W。1 瓦 = 1 焦/秒 ($1 \text{ W} = \text{J}/\text{s} = \text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$)。

瓦特 (James Watt) 1736—1819 英国发明家，苏格兰工程师，对当时已出现的原始蒸汽机作了一系列的重大改进和发明，提高了蒸汽机的热效率和工作可靠性，使蒸汽机成为工业上可用的发动机，并由此得到广泛应用。

瓦特此单位是1882年西门子 (C·W·siemens) 在英国科学进展协会以主席作致辞中提出的。由于法语中使用字母w困难，故到1948年国际瓦特废除不用时，以绝对瓦特所取代。

1 国际瓦特 = 1.000 19 绝对瓦特。

库仑 (C)——电量 (θ) 电荷 (θ) 的单位名称。定义为：1 安培(A)的电流在1秒钟通过的电量（即：1 安培电流在1秒时间内在导线横截面上通过的电量为1库仑）。国际符号：C。1 库仑 = 1 安·秒 ($1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot \text{s} = \text{s} \cdot \text{A}$)。

库仑 (Charles Augustin de Coulomb) 1736—1806 法国物理学家，工程师。他通过实验发现电场、磁场之间的作用力与距离的平方呈反比的关系（又称：库仑定律）。

库仑此单位，是1881年国际电工技术委员会 (IEC) 第一次会议通过的电量单位。1908

年—1948年所用的国际库仑是从国际安培演变而来。自1948年1月1日起,开始以绝对库仑代替国际库仑。1国际库仑=0.99985绝对库仑,两者相差甚微,一般使用时不加区别。1960年第十一届国际计量大会通过国际单位制(SI)时,所包括的十三个具有专门名称的导出单位之一。共13个有专门名称的导出单位是:赫兹(Hz)、牛顿(N)、焦耳(J)、瓦特(W)、库仑(C)、伏特(V)、欧姆(Ω)、法拉(F)、韦伯(Wb)、亨利(H)、特斯拉(T)、流明(lm)、勒克斯(lx)。

伏特(V)——电位(V)、电压(U)、电动势(E)的单位名称。定义为:当导体上通过电流1安培,两点之间消耗的功率为1瓦特时,这两点间的电压为1伏特(即:在导线的两点间有1安培(A)的恒定电流流过,而该电流在此两点之间所产生的功率为1瓦特时,这两点间的电位差为1伏特)。国际符号:V。1伏=1瓦/安($1\text{V}=\text{W}/\text{A}=\text{m}^2\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^3\cdot\text{A}^{-1}$)。

伏特(Alessandro Volta) 1745—1827 意大利物理学家、电化学家、大学教授。发明起电盘、验电器、电容器、热电堆以及伏特电池。首次发现用化学方法产生电流的原理。

伏特此单位,在1861年由布赖特和克拉克(S.C.Bright和Clark)最先提出的,以实用单位与丹聂尔电池的电动势相同的数量级。1873年才慢慢采这个单位,以前多用基本单位或者用丹聂尔或罗甫电池的电动势之比来表示电压。1881年得到国际电工技术委员会的承认。1908年采用国际伏特,1948年用绝对伏特代替了国际伏特,两者实际相差很小,1国际伏特=1.00034绝对伏特,所以只有在精密测量和定标准时,才加以区别。绝对伏特是1960年国际单位制中规定的电压单位。

法拉(F)——电容(C)的单位名称。定义为:当1库仑(C)的电荷使电容器两极板间的电位出现1伏特(V)时,电容器就有1法拉(F)的电容(即:法拉是一电容器的电容,当它充有1库仑的电量时,该电容器两片之间的电位差达1伏特)。国际符号:F。1法=1库/伏($1\text{F}=\text{C}/\text{V}=\text{m}^{-2}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{s}^4\cdot\text{A}^2$)。

法拉第(Michael Faraday) 1791—1867 英国物理学家、化学家、皇家研究院院长。1831年发现电磁感应现象,并确定了其基本定律(是电工学的基础),1833年发现电解定律(法拉弟电解定律)和磁致发光效应(法拉弟磁光效应)以及真空放电现象,实验研究气体扩散和液化,还创制了若干光学玻璃品种。

法拉此单位,是1867年由克拉克提出的,克拉克用的法拉就是现在使用的微法(μF),约等于1/3海里海底电缆的电容。1881年国际电工技术委员会第一次会议规定为电容单位,称作国际法拉。1948年用绝对法拉取代国际法拉,1国际法拉=0.99951绝对法拉。

在实际使用上,法拉的单位显得太大,所以常用的电容单位是微法(μF)或皮法($\text{PF}=10^{-12}\text{F}$)。

欧姆(Ω)——电阻(R)的单位名称。定义为:当1伏特(V)的恒定电位差加在一导体的两点之间,在该导体上产生1安培(A)电流时,导体这两点之间的电阻为1欧姆(即:当导体两点之间有恒定电位差1伏特,在其中能有1安培电流流过而导体又不处于任何电动势之中,这时两点间的电阻为1欧姆)。国际符号: Ω 。

1欧=1伏/安($1\Omega=\text{V}/\text{A}=\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{s}^4\cdot\text{A}^2$)。

欧姆(Georg simon Ohm) 1787—1854 德国物理学家,柏林军事学院和牛律大学教授。发明了著名的欧姆定律。另外,他对声学 and 光学的研究也有所贡献。

欧姆此单位,是1881年国际电工技术委员会规定的,以绝对术语定义了法定欧姆(在这