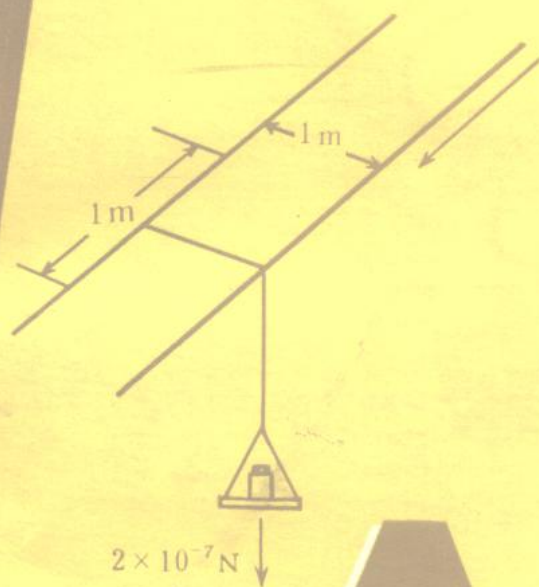


高等学校教学参考书

物理量与单位

杜荷聪 王启尧 袁楠 编著



中国计量出版社

53.0577

259

高等学校教学参考书

物理量与单位

杜荷聪 王启尧 袁楠 编著

杜庆华 陈明绍 审订



中国计量出版社

1986·北京

8610679

内 容 提 要

本书详细介绍了作为《中华人民共和国法定计量单位》制定基础的国际单位制(SI)的构成原则、内容、使用方法及其在各学科的应用,给出了新旧单位的换算关系。另外,还简要阐述了有关单位及单位制的演变过程。

DT18/09

高等学校教学参考书

物 理 量 与 单 位

杜荷晓 王启尧 袁楠 编著

杜庆华 陈明绍 审订

责任编辑 王秉义

中国计量出版社出版

(北京和平里11区7号)

中国计量出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

开本 850×1168 1/32

印张 7 1/4

字数 233千字

印数 1—15 000

1986年6月第一版

1986年6月第一次印刷

统一书号 15210·528

定价 1.65 元

前 言

1984年2月27日国务院发布的《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》中所规定的《中华人民共和国法定计量单位》，是以国际单位制单位为基础的。这是为适应与国际的经济、科技和文化交流和现代化建设而采取的重大措施。

国际单位制由于具有结构简单、科学性强、使用方便等优点，现在已为国际上大多数国家、地区和组织所采用，基本上已成为世界上通用的计量单位语言。

在国内外的一些先进教科书中，已普遍地使用了国际单位制，但目前国内尚缺有关物理量与其单位的系统教材。因此，我们结合近几年宣讲单位的体会，搜集了各学科应用单位的资料，编写了这本教学参考书。

本书着重介绍量与单位基本概念，国际单位制内容和使用方法，各学科的应用及单位之间的换算等。本书除适用于高等学校教学参考外，亦可作为中等学校、科学研究、工程技术等方面的参考用书。

本书在编写过程中，曾得到16个高等学校有关教师的指导、协助，并由全国量和单位标准化技术委员会正副主任委员、清华大学杜庆华教授和北京工业大学陈明绍副校长对全书作了审订，特此一并致谢。

因水平与经验有限，书中不足之处，欢迎读者批评指教。

编 者

1985年2月于北京

目 录

前 言	
第 一 章 基本概念	(1)
第 二 章 单位制的演变过程	(21)
第 三 章 法定计量单位	(38)
第 四 章 空间和时间的量和单位	(52)
第 五 章 周期及其有关现象的量和单位	(67)
第 六 章 力学的量和单位	(73)
第 七 章 热学的量和单位	(104)
第 八 章 电学和磁学的量和单位	(123)
第 九 章 光及有关电磁辐射的量和单位	(141)
第 十 章 声学的量和单位	(151)
第十一章 物理化学和分子物理学的量和单位	(161)
第十二章 原子物理学和核物理学的量和单位	(169)
第十三章 核反应和电离辐射的量和单位	(181)
第十四章 无量纲参数	(191)
第十五章 固体物理学的量和单位	(204)
附录	(212)
附录 1 国务院关于在我国统一实行法定计量单位的命令	(212)
附录 2 物理常数和数值常数	(217)
附录 3 常用单位换算系数	(218)

第一章 基 本 概 念

1.1 量 (Quantity)

在计量学领域中,我们将现象、物体或物质可定性区别并能定量测量的属性称为量。量实际上是物理量在不致引起混淆情况下的简称。在计量学范畴中所说的量,一般都是物理量。它可以表征现象、物体或物质某一方面的特性,而且必须能够定量地测量。因此,“可测”是量的必备条件。例如,长度、质量、时间等可以表征物质属性或物体的状态,而且都可以以某种手段测得。

量可以是标量、矢量或张量。所谓标量,是指那些只有大小而无方向的量,如质量、温度等。所谓矢量,是指那些既有大小又有方向的量,如,力、速度等。在计算上,矢量与标量是有区别的。例如,矢量相加,应按平行四边形法则进行。

量的符号,在《有关量、单位和符号的一般原则》(GB3101-82)中规定,通常是单个的拉丁字母或希腊字母,有时还带有下标或其它说明性标记。在任何情况下,量的符号都必须是斜体,且符号后不加圆点。

例如,用 l 表示长度,用 V 表示体积,用 ω 表示角速度等。

在一般情况下,一个量的符号只由一个字母构成,但有时用两个字母构成的符号表示量的无量纲组合。例如在无量纲参数中,雷诺数用 Re 表示,马赫数用 Ma 表示。

国际电工委员会(IEC)和国际纯粹和应用物理学协会(IUPAP)建议用黑斜体字母表示矢量,如有困难,可在符号上加箭头。例如,用 $\mathbf{F}$ (或 $\vec{F}$)表示力,用 $\mathbf{E}$ (或 $\vec{E}$)表示电场强度。

在进行数学运算时,一般可以采用下面几种形式:

两量相加和相减

$$a+b$$

$$a-b$$

两量相乘可采用下列方式之一

$$ab$$

$$a \cdot b$$

$$a \times b$$

一量除以另一量，可用下列方式之一

$$\frac{a}{b}$$

$$a/b$$

$$a \cdot b^{-1}$$

1.2 量值、数值和单位

如前所述，量可以通过测量来获得，而量的大小由数值和测量单位之乘积来表示。单位则是同一类量（如长度、距离、直径即为同一类量）中特别选定的、公认的参考量。严格地说，把习惯上承认数值为1的一个量的值称为单位。一个量的单位是固定的，只有这样才能使同类量的不同值间可以进行定量比较。

例如，我们要测量不同的长度 $l_1, l_2, \dots$ ，可选择一特定的长度（即单位） l^* 。然后将 l_1, l_2 与 l^* 相比较，即可得到比值 $l_1/l^*, l_2/l^*$ ，其比值实际上是一个纯数，它说明 l_1, l_2 是 l^* 的多少倍或几分之几。

综上所述，我们可以知道，量与单位之间存在着一定的关系，而任何一个量的大小，又都是由量值来表示的。

$$\text{量} = \text{数值} \times \text{单位}$$

$$\text{量}/\text{单位} = \text{数值}$$

如果用 A 代表某一个量，用 $[A]$ 代表量 A 的单位，用 $\{A\}$ 代表以单位 $[A]$ 来表示量 A 时的数值，上面两式可写成

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

或
$$A/[A] = \{A\}$$

任何一个量都是客观存在的，并不取决于我们是否知道它。量的大小与单位的选择无关。也就是说，一个量不论用什么单位来度量都是可以的，而且其大小不会改变。例如，某物体长为2 m，是以米作为长度单位的。若用毫米为长度单位，则这个物体长度为2000 mm。尽管我们选取的单位不同，但这个物体的长

度没有改变。从这个例子中，我们还可以发现，由于选取的单位不同，数值发生了变化。

例如，钠的一条谱线的波长为

$$\lambda = 5.896 \times 10^{-7} \text{ m}$$

在这个例子中，波长是以米为单位的，此时的数值是 5.896×10^{-7} 。若把波长的单位改用纳米 (nm)，这个单位是原单位的 10^{-9} 倍，从而导致其数值增大为原数值的 10^9 倍。即 $\lambda = 5.896 \times 10^{-7} \times 10^9 \text{ nm}$ ，此时的数值为 $5.896 \times 10^{-7} \times 10^9$ 。

所以，如果将某一量用另外的单位表示，这个单位小于原来单位 K 倍，则新的数值将增大 K 倍。 K 被称为换算系数，如用符号表示，

$$K = [A]_b / [A]_a$$

式中， $[A]_a$ ， $[A]_b$ 分别是两个不同的计量单位。例如，在厘米克秒制中，长度单位是厘米 (cm)，而国际单位制中的长度单位是米 (m)，它们之间的换算系数为 $K = \text{m/cm} = 100$ 。

数一般应用正体字书写和印刷，在横排的报刊中，推荐使用阿拉伯数字。

例：1984年；5月；15日。

1325 m；3.6 cm；60%；30℃；4:1。

当用阿拉伯数字表示数值时，为了清楚和便于读出，根据CGPM的建议，数字以小数点为界按每3位数字间隔开，在这些间隔内不加圆点和逗号。这些规定实际上是指超过4位时（不包括4位），每3字留半字空。

例：4398 m，不能写成4 398 m，亦不可写成4,398 m。

$$c = 299\,792\,458 \text{ m/s.}$$

当数值小于1时，小数点前应有一个“0”。

例：0.78 米，不能写成.78 米。

小数点采用圆点，齐线书写，不能使用逗号（苏联、法国采用逗号）。

例： $2.989\,07 \times 10^3 \text{ Pa}$ ，不应写成 $2,989\,07 \times 10^3 \text{ Pa}$ ，亦不能

写成 $2.989\ 07 \times 10^5 \text{ Pa}$ (居中圆点作乘号使用)。

在两数值相乘时,一般应采用“ $\times$ ”作为乘号,而不用居中圆点,以防与小数点相混。

例: $4.186 \times 10^3 \text{ J}$, 不宜写成 $4.186 \cdot 10^3 \text{ J}$ 。

量值的书写与印刷,应在数值与单位之间留一小间隔,特别是使用单位的国际符号时,更应注意这一点。

例: 1.8 米, 1.8 m;

0.318 cd/m²。

单位的名称或符号,不应放在数值中间,而应放在整个数值之后。

例: 1.76 m, 不应写成 1 m76 或 1 米 76 厘米。

非 10 进制单位,可以有多于 1 个以上的单位,并处于数值中间。

例: 1 小时 45 分;

10 度 35 分 15 秒。

在 GB3100—82 中给出了单位的符号,这些符号多为国际通用的符号。在技术性较强的文章中,推荐使用国际符号来代替中文符号。

单位的国际符号一律用正体,后面不得附加圆点。一般单位符号用小写字母,只有来源于人名的单位符号,其第一个字母要用大写字母。

例: 一般单位符号

kg (千克);

m (米)。

来源于人名的单位符号

N (牛顿);

Hz (赫兹)。

1.3 量 制

包括科学一切领域或其中某一领域的基本量和相应导出量的

特定组合，称为量制。简言之，即基本量和导出量的总体。

事实上，可以选取不同的量作为基本量。根据所选定的基本量的不同，而有不同的量制。

例：力学领域在历史上曾经有过的量制是：

长度、质量、时间；

长度、力、时间；

长度、功、时间；

长度、引力常数、时间。

1.4 基本量与导出量

量制中选定的彼此独立且可以导出该量制中能用公式表示的导出量的那些量，称基本量。

在制定单位制或引入量纲的概念时，通常首先确定一定数目彼此独立的量作为单位制的基础。每一种单位制中基本量的数目不宜过多。例如，厘米克秒制选取长度、质量和时间三个基本量。在国际单位制中的全部物理量，都是以长度、质量、时间、电流、热力学温度、物质的量和发光强度等7个量为基础的。

我们说，基本量在单位制中是彼此独立的，也就是说，其中任何一个量都不可能通过物理方程由其它量导出来。

在量制中由基本量的函数定义的量，称为导出量。导出量是通过数学运算（或物理关系式）由基本量派生出来的。例如，面积是由长度这个基本量导出的；速度是由距离、时间这两个基本量导出的。

1.5 基本单位与导出单位

基本量的计量单位，称为基本单位。

在各种单位制中，对每一个基本量都安排了一个相应的基本单位。事实上，基本单位就是在该单位制采用的量制所选定的基本量中，为每一个基本量所认定的一个参考量，其量值予以固定，拿它来与同类量比较，以表示其它同类量的大小。在量值 =

数值 $\times$ 单位的公式中，如果数值是 1，该量的量值就是单位。

在选择基本单位时，一般不考虑它的矢量特性、张量特性及其正负号或方向性，单位永远只是一个标量。

在国际单位制中，7 个基本量对应应有 7 个基本单位。

导出量的计量单位，称为导出单位。例如，有了长度单位——米，就可导出面积单位——平方米，体积单位——立方米；如对时间单位定为秒，则又可导出速度单位——米每秒，加速度单位——米每二次方秒；如质量单位规定为千克，则力的单位就可根据 $f = ma$ 导出。

1.6 量 纲

当描述某一特定体系时，经常要用到量纲这一概念。量纲是一个用以确定某一特定体系的特点或本质的物理变量。某一个量的量纲，指的是量的性质（而不是指量的大小）。因此，量纲只用于定性地描述物理量，特别是定性地给出导出量与基本量之间存在的关系。

用量制中基本量的幂的乘积表示，其数值系数等于 1 的一个量的表达式，称为量纲（或量纲式）。或者说，在不考虑数字因数时，表示一个量是由那些基本量导出的及如何导出的式子，称为此量的量纲。

在国际单位制中，约定 7 个基本量，规定它们各自具有独立的量纲，且这 7 个量的量纲就是其自身。由于导出量的量纲形式表示为其它量纲之积，所以也称为量纲积。

$$\dim Q = A^{\alpha} B^{\beta} C^{\gamma} \dots$$

式中， $A, B, C, \dots$ ，表示基本量 $A, B, C, \dots$ 的量纲，而 $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ ，则称之为量纲指数，也称纲指数。

长度、宽度、高度、半径、直径、弧长等，定性地看，它们都是长度，因此都具有长度的量纲。

在国际单位制中，7 个基本量：长度、质量、时间、电流、热力学温度、物质的量和发光强度的量纲分别用 $L, M, T, I,$

Θ, N, J 表示。对于量 Q 的量纲的一般形式为

$$\dim Q = L^{\alpha} M^{\beta} T^{\gamma} I^{\delta} \Theta^{\epsilon} N^{\zeta} J^{\eta}$$

例如，在力学领域中，若以 L, M, T 分别表示长度、质量、时间的量纲，功这个量的量纲则表示为： $\dim W = L^2 M T^{-2}$ ；速度的量纲则表示为： $\dim v = L T^{-1}$ （其它量的量纲指数均为零，因而略去）。

量纲符号均用正体大写字母表示。量纲指数可正可负，也可为零。

所有量纲指数都等于零的量，称为无量纲量，其量纲积或量纲为 $A^0 B^0 C^0 \dots = 1$ 。在《法制计量学基本名词》一书中，称为无量纲，且定义为“和给定量制任何基本量无关的量”。

例如，平面角、立体角、相对密度等，它们都是相同量之比，其量纲分别为 L^{-1} ， L^2 ， $L^3 M^{-1}$ ，量纲指数都是零。也就是说，无量纲量是由两个具有相同量纲的量的比值组成的。从数学角度看，任何数的零次幂都等于 1。量纲积等于 1 的这些导出量，无疑是有量纲的，与无量纲纯数是不一样的。对这种特殊的量纲积，究竟如何称谓，尚无比较合适的统一的称呼。

所选的基本量不同，同一量的量纲也不同。如在米千克秒 (MKS) 制中，功的量纲为 $\dim W = L^2 M T^{-2}$ ；而在米千克力 (MkgfS) 制中，功的量纲则为 $\dim W = L F$ 。

所选的定义方程式不同，量纲也不一样。如按牛顿第二定律 $F = kma$ 定义力，且选取比例常数 k 为无量纲的纯数 1，则力的量纲为 $\dim F = L M T^{-2}$ 。若以万有引力定律定义力，并选定引力常数为 1 时，力的量纲则为 $\dim F = L^{-2} M^2$ 。所以，量纲并不是物理量的固有特性，它不仅与量本身无关，且还取决于所选的基本量和定义方程式。

这里应着重指出，量纲只用于说明量与量之间的定性关系，而单位则说明定量关系。

过去，曾有一种流行很广的习惯，就是在量的符号上加一个方括号，用以表示该量的量纲，这是一种错误的写法。在 GB3101

中无此规定。这种写法则表示该量的单位，使用时应予以注意。

在 GB3101—82 中列举了一些量的量纲，例如：

量	量 纲
速度	LT^{-1}
角速度	T^{-1}
力	LMT^{-2}
能	L^2MT^{-2}
熵	$L^2MT^{-2}\Theta^{-1}$
电位	$L^2MT^{-2}I^{-1}$
介电常数	$L^{-3}M^{-1}T^4I^2$
磁通量	$L^2MT^{-2}I^{-1}$
照度	$L^{-2}J$
摩尔熵	$L^2MT^{-2}\Theta^{-1}N^{-1}$
法拉第常数	TIN^{-1}
相对密度	1

量纲除了可以表征导出量与基本量之间的关系以外，还常常利用它来进行单位之间的换算，复核计算关系式是否正确等。

如果两种单位制并存，且选取相同的基本量，就可以进行换算。

在厘米克秒制和国际单位制中，基本量都含有长度、质量和时间。在国际单位制中，力的单位是牛顿 (N)，而在厘米克秒制中，力的单位是达因 (dyn)。这两个力的单位之间可以换算。

例如，在国际单位制中力的单位是 N (牛顿)。其量纲为 $\dim F = LMT^{-2}$ ，用 SI 基本单位表示时为 $kg \cdot m \cdot s^{-2}$ 。而在 CGS 制中，力的单位是 dyn，即 $g \cdot cm \cdot s^{-2}$ 。两者之间在数值上的关系为

$$\frac{1 \text{ N}}{1 \text{ dyn}} = \frac{1000 \text{ g} \times 100 \text{ cm} \times s^{-2}}{g \times cm \times s^{-2}} = 10^5$$

即可知

$$1 \text{ N} = 10^5 \text{ dyn.}$$

在生产实践和科学研究中得到的物理规律，一般多用物理公式反映出来。通过对物理公式进行量纲验算，可以断定物理公式是否有误。因为在运算过程中，物理量的性质不应该发生变化，所以任何正确的物理公式，其等号两边的量纲应该一致。否则，公式有误。

例如，检验 $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 公式在单位上是否合理。

上式等号左边是距离，其量纲为 L 。等号右边的量纲为 $LT^{-1}T$ 和 $LT^{-2}T^2$ ，运算后也为 L ，等号左右两边的量纲均为 L ，所以该公式在量纲上是合理的。

等号两边的量纲相等，只是这个公式得以成立的必要条件，而不是充分条件。公式本身是否正确，还要看它是否反映了客观规律。

如质量为 m 、速度为 v 的质点的动能 $E_k = \frac{1}{2} m v^2$ 。但若写成 $E_k = m v^2$ ，从量纲角度看，也并未发生错误，但后者却没有正确反映出动能的客观本质。

1.7 方 程

在科学技术中所使用的表示量与量之间关系的方程式，一般称为量的方程式，也可简称为量方程或量式。在量方程中，物理量符号代表该量的量值，所以说，量方程是用符号表明量的关系的公式。量方程与计量单位无关，因此无须预先确定量的单位。正因为量方程有此优点，在实践中常被优先采用。

例：质点匀速运动时的速度 v 是

$$v = l/t$$

式中 l 是在时间间隔 t 内所移动的距离。

从上面的叙述中知道，量方程在概念上是最清楚的，在应用上也是十分方便的。量方程不包含或暗含某种特定单位，单位对量方程不发生任何影响。

量方程有时也含有数字因数，如质点在匀速运动时所具有的动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 。但是这种数字因数不是由于单位而是由于量的定义被引进公式的。

在科学技术中，除了广泛采用量方程外，还采用数值方程。

用字母符号表示和所用计量单位对应的数值的公式，称为数值方程。在数值方程中只给出数值间的关系而不给出量的关系。因此，在数值方程中，一定要给出所采用的单位，否则就毫无意义。

例：若质点在时间间隔 $t = 2\text{ s}$ 内所走过的距离 $l = 6\text{ m}$ ，则速度 v 等于

$$v = l/t = 6\text{ m}/2\text{ s} = 3\text{ m/s}$$

若用千米每小时、米和秒分别作为速度、距离和时间的单位，则可导出下列数值方程

$$\{v\}_{\text{km/h}} = 3.6\{l\}_{\text{m}}/\{t\}_{\text{s}}.$$

在上述数值方程中出现系数 3.6，则是由于选择千米每小时这一特定的速度单位的结果。若选用其它速度单位（如英制单位），数字系数还会发生另外的变化。

数值方程的结果是一个数，不能带单位。

一个量方程可以得出几种不同的数值方程，而每一个数值方程都与所选择的单位有关。

此外，还有一种单位方程，它是用字母符号表示计量单位的公式。单位方程的目的是在于用基本单位或其它单位来定义某导出量的单位，或者建立某一个量的单位和它的倍数单位或分数单位之间的关系，或者叙述同一单位在不同单位制中的等值关系。

例： $1\text{ N} = 1\text{ m}\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-2}$;

$$1\text{ eV} = 1.602\,189\,2 \times 10^{-19}\text{ J};$$

$$1\text{ cm} = 0.01\text{ m};$$

$$1\text{ kgf} = 9.806\,65\text{ N}.$$

1.8 一贯单位制

单位是可以任意选择的。有一个量，就需要一个单位与之对应。如果这些单位都独立命名和选取，相互之间毫无联系，则会导致在数值方程中出现一些附加的数字因数，且单位过多又很难记忆，使用也极不方便。

在一种单位制中，只要选取少数几个彼此独立的量的单位（基本单位），就可以利用科学规律导出其它量的单位。如速度单位，在国际单位制中是 m/s ，在其它单位制中，还有 km/h 、节（海里每小时）等。

由基本单位和一贯导出单位所构成的单位制，称为一贯单位制。在一贯单位制中，数值方程和量方程在形式上完全相同，使用十分方便。一贯单位制中的定义方程式，其数字系数只能是 1。国际单位制就属于一贯单位制。

例如，我们选取米作为长度单位，秒作为时间单位，则速度单位 $[v] = K[s]/[t]$ 。若令系数 $K = 1$ ，则上式即可简化为

$$[v] = [s]/[t]$$

速度单位就是 $1 \text{ m}/1 \text{ s} = \text{m/s}$ 。

用基本单位和公式表示，而式中数值系数为 1 的单位，称为一贯单位。“一贯”的概念显然是用于导出单位的。

例如：牛顿是国际单位制中的一贯导出单位

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

而 $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$ ，则不是一贯单位。

在一贯单位制中，根据基本单位导出的单位，其定义方程式不会出现非 1 的数字系数。

过去，有许多单位制也声称自己是一贯单位制，例如工程单位制，厘米克秒制等。但在实际使用中，往往不能将它们贯彻始终，从而破坏了一贯性原则。例如，在工程制中，千克力 (kgf) 是基本单位，质量单位需从力、长度和时间的单位导出，称为“工程质量单位”。可是实际上很少使用它而往往借用米千克秒

制中的千克 (kg) 。kg 与 kgf 混用就破坏了一贯性, 在量方程中出现重力加速度 ($g = 9.80665 \text{ m/s}^2$) 这个系数。

从下列一些实例中, 可以看出一贯导出单位的定义方程式中的数字系数:

量	方 程	量纲	导出单位符号
速度	$v = dl/dt$	LT^{-1}	m/s
力	$F = md^2l/dt^2$	MLT^{-2}	$\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$
动能	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$	ML^2T^{-2}	$\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
势能	$E_p = mgh$	ML^2T^{-2}	$\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
能	$E = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$	MLT^{-2}	$\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$

上例中, 动能的方程中有数字系数 $\frac{1}{2}$, 则是 由物理规律决定的。

1.9 几种常见的单位制

1.9.1 厘米克秒 (CGS) 制

CGS 制又称物理制, 广泛用于物理学领域。CGS 制产生于 19 世纪后半期 (1873 年)。它的基本量是长度、质量和时间, 其它一些量皆由这 3 个基本量导出。这 3 个量所选取的单位分别为厘米、克和秒。

当时选取厘米作为长度单位, 是因为 1 cm^3 水在其最大密度的温度时所具有的质量为 1 g 。

CGS 制的基本量选定之后, 就可根据物理规律推导出物理学中的其它导出量。如面积 $A = l^2$, 力 $F = ma$, 速度 $v = l/t$, 等等。在这些定义方程式中, 都表明了某一导出量与基本量的依赖关系。加速度 $a = v/t$, 虽然没有完全与基本量发生关系, 但加速度 a 与基本量的关系可以间接求得, 即 $a = v/t = l/t \cdot t = l/t^2 = lt^{-2}$ 。也就是说, 加速度 a 与经过的距离是线性依赖关系, 而与时间的平方成反比。