

物理量的量度單位

阿·盖·契尔托夫著

王 行 知 譯

人 民 教 育 出 版 社



物理量的量度單位

阿·蓋·契尔托夫著

王 行 知 譯

人民教育出版社

本书是根据苏联“苏维埃科学”出版社(Государственное издательство “Советская наука”)出版的阿·盖·契尔托夫(А. Г. Чертов)所著“物理量的量度单位”(Единицы измерения Физических величин)一书1958年版译出的。原书曾经苏联高等教育部审定为高等学校的教学参考书。

本书共分六章,系统地介绍了力学、电学、声学、分子物理学、电磁辐射中的物理量的量度单位,可供高等学校的学生及中等学校的教师参考。

物理量的量度单位

阿·盖·契尔托夫著

北京市书刊出版业营业许可证书字第2号

人民教育出版社出版(北京景山东街)

中央民族印刷厂印装

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

统一书号19010·926 开本767×1092 1/32 印张4

字数85,000 印数0001—6,000 定价(8)¥0.44

1961年11月第1版 1961年11月北京第1次印刷

譯者的話

这本小册子的原书著者在他的序言中，对本书的特点以及編写本书的目的，都作了比較詳細的介紹，这里就不再贅述。譯者相信，这本书在譯成中文以后，同样地也会对我国广大的讀者，在掌握物理学单位方面有所帮助。

原书中有个別物理量的名詞，前后不尽相同。为了使讀者閱讀方便起見，在翻譯过程中曾作了某种程度上的統一（主要在第五章）。此外，原书有某些排印錯誤的地方，在这里也已作了修正。

书中絕大多數的譯名，都是遵照中国科学院編譯出版委员会名詞室編訂的各科名詞（“俄汉物理学詞汇”、“物理学名詞”、“声学术語”、“俄汉化学化工詞汇”、“天文学名詞”等），并且遵照了科学技术委员会制定的“統一公制計量单位中文名称方案”（見人民日报 1959 年 7 月 2 日第二版）。只有一部分尚未見有統一譯名的名詞，是參照一般的物理学书籍譯出的。

由于譯者的俄文修养和物理学知識都很有限，虽然譯稿完成后，曾經反复校閱，尽了自己最大的努力，但缺点和錯誤仍然难免，希望讀者能多提出批評意見。

最后，本书书末的“名詞索引”，承張桂芳同志于百忙中抽出時間协助編排，特此志謝。

原書序言

这本教学参考书是为了帮助高等工业学校的同学们，掌握有关物理量的量度单位和单位制的问题。对量度单位没有巩固的知识，就不可能掌握物理学这门课程，更不可能应用物理学的知识去解题，以及解决其他的实际问题。

在物理学教学参考书中，都研究了关于物理量的量度单位的问题。但是，所有的教学参考书对于这一问题的阐述方式，并不能使人获得有关单位制的巩固的知识。

因此，就需要有关于这个问题的专门的参考书。在过去已出版有适用于高等学校的这类书籍。Л. А. 赛纳 (Сена) 所著的“物理量的量度单位”一书^①，自 1938 年以来已出三版。А. В. 别克里米什夫 (Беклемишев) 的“物理量的度量和单位”一书，亦于 1954 年问世。

高等工业学校中的物理学教学实践证明：学生们迫切需要有专门论述单位制的参考书。然而，Л. А. 赛纳以及 А. В. 别克里米什夫所著的那两本书，学生们由于两种原因而无法利用：第一，这些书写得过于详细，比较适合于教师而不适合于学生；第二，这两本书发行的份数太有限。这种情况就迫使我们编写了现在的这本教学参考书。这本书并不企图在这个问题的阐述方面，达到完备无缺。

^① 此书已由嵇储凤与卞文鈞译成中文。中译本于 1957 年由科学技术出版社出版，书名改译成“物理学单位”。——译者注

在这一本教学参考书中,写得比上述的那些书简明扼要,沒有詳細地去叙述单位制建立的理論,也省略了許多关于測量的度量和单位是如何产生的历史問題。我們认为,在为高等工业学校学生所編写的参考书中,这一类的細节似乎是多余的。

著者力求对物理量的量度单位問題,作出有系統的簡明闡述,把分散在高等工业学校的物理学教科書和教学参考书中关于这一問題的零星知識,作一个概括与补充。

书中内容与苏联量度单位的国家标准并不完全相符。其所以沒有能够做到这一点,是因为在科学方面的或教学方面的物理学文献中,都可以发现一些未被 ГОСТ^① 所承认的单位与单位制在广泛地流行着。摒弃和不考虑这类单位与单位制,就意味着給那些根据現有的教学参考书来学习物理学的讀者們,造成严重的困难。

书中第三章与 ГОСТ 8849-58 “声学单位”有所出入,这是因为这一部分 ГОСТ,是在本书排版业已完成时才出版的。

在編写本书时,假定讀者已具备了中等学校的物理学課程範圍內有关单位制的初步知識。

对于本书缺点的批評意見,請寄至:莫斯科莫罗卓夫街五号“苏联科学”出版社(Москва, пер. П. Морозова, 5. Издательство «Советская наука»)。

著 者

① ГОСТ 系 Государственный общесоюзный стандарт 之縮写,意即“苏联国家标准”。——譯者注

原书出版者的說明

由于技术上的原因,本书中量度单位的俄文縮写符号,并没有按照慣例排成斜体字,而排成了普通字体。

目 录

譯者的話	1
原书序言	2
第一章 单位的选择与单位制的建立的一般問題	1
引言	1
§1. 量度单位的选择·定义方程式·单位制·基本量与导出量以及单位制	4
§2. 导出量的因次·量度单位的因次	8
§3. 物理学公式中的比例系数	10
§4. 科学和技术中所采用的单位制	16
第二章 力学量的量度单位制	17
引言	17
§1. 米·公斤·秒(实用)制 MKC	18
§2. 厘米·克·秒(物理)制 CGC	21
§3. 米·公斤(力)·秒(工程)制 MKFCC	24
§4. 米·吨·秒制 MTC	27
§5. 力学量的制外单位	27
§6. 不同单位制的同一类力学单位間的相互关系	30
§7. 解物理学习題的計算規則	32
第三章 声学的量度单位	39
第四章 分子物理学各量的量度单位	43
第五章 电磁学量的量度单位制	55
引言	55
§1. 绝对静电单位制 CGCG	57
§2. 绝对电磁单位制 CGCM	60
§3. 厘米·克·秒制(高斯制)CGC	63
§4. 米·公斤·秒·安制(实用制)MKCA	66
§5. 核理制 MKCA _p	70
§6. 各种制的电磁学单位間的关系	73

第六章 电磁辐射諸量的量度单位	84
引言	84
§ 1. 有关电磁場能量的各量的量度单位	85
§ 2. 热輻射諸量的量度单位	89
§ 3. 光度学諸量的量度单位	91
§ 4. 倫琴射綫諸物理量的量度单位	94
§ 5. 放射性輻射諸量的量度单位	96
附录	99
名詞索引	115

第一章 單位的選擇與單位制 的建立的一般問題

引 言

研究物理現象及其規律性，以及在工程技術中運用這些規律性，是和量度物理量相聯系着的。

量度某一個量，就意味着把它與另一個被取為單位的同類量來進行比較。為了量度某一給定的物理量，經常是這樣來選擇其單位，使得用它能很方便地來量度在實踐中最常遇到的那種大小的量。例如：選擇米來量度長度。

用米可以很方便地量度住宅、廠房以及不太大的土地地段的尺寸，橋梁的長度，樹木的高度等等。米是長度的主單位。

但是在許多其他的測量中，米就變得不方便了。例如：在量度城市之間的距離或者是到天體的距離時，它就顯得太小；而在量度原子和原子核內的基本粒子的尺寸或光波波長時，則又過大。為了這些目的，就從米出發，制定長度的倍單位或者分單位。

由主單位乘以整數所得的各單位，稱為倍單位。例如：1千米(公里) $=1000$ 米，即為長度的倍單位。

由主單位除以整數所得的各單位，稱為分單位。長度的分單位是：

$$1 \text{ 厘米} = \frac{1}{100} \text{ 米} = 0.01 \text{ 米},$$

$$1 \text{ 毫米} = 0.001 \text{ 米},$$

$$1 \text{ 微米} = 10^{-6} \text{ 米},$$

$$1 \text{ 毫微米} = 10^{-9} \text{ 米}, \text{ 等等}.$$

选择其他量的主单位,也和选择长度的主单位(米)一样,所依据的原则,是要求它们适宜于量度各该量在实践中最常遇见的那种大小。这样,就选定了如下的主单位:公斤作为质量的主单位,日作为时间的主单位,安培作为电流强度的主单位,等等。又从所有这些单位出发,正如从米出发一样,构成了大量的倍单位和分单位。

在制定倍单位和分单位时,在该物理量的主单位的名称前面加上一些字头。例如:毫升(10^{-3} 升),微微法拉(10^{-12} 法拉),兆欧姆(10^6 欧姆),等等。

下面引用一些在制定倍单位和分单位时所使用的字头:

倍单位的字头	与主单位 的比	符 号		分单位的字头	与主单位 的比	符 号	
		俄文 符号	国际 符号			俄文 符号	国际 符号
万亿(Тера)	10^{12}	Т	T	分(Деци)	10^{-1}	д	d
十亿(Гига)	10^9	Г	G	厘(Сант)	10^{-2}	с	c
兆(Мега)	10^6	М	M	毫(Милли)	10^{-3}	м	m
千(Кило)	10^3	К	k	微(Микро)	10^{-6}	мк	μ
百(Гекто)	10^2	г	h	毫微(Нано)	10^{-9}	н	n
十(Дека)	10	дк	dc	微微(Пико)	10^{-12}	п	p

在选择任何一种物理量的主单位时,都考虑到它在遇有损坏时尚有复制的可能。例如,第一次选定米是相当于经过巴黎的地球子午圈的四千万分之一;公斤是相当于在 4°C 的

情况下一立方分米的純水的质量。为了保存这些量度单位，人們制造了原器，存在巴黎国际度量衡局。根据这些原器，又制成了复制品，保存在各国的度量衡檢定局里。而通常使用的量度单位，就根据这些复制品来进行校准。

由于绝对准确的复制是不可能的，因此現今已經商定：被认作量度单位的，不是在原始时充作量度单位标准的那种量，而是那种根据它所制成的原器。这样，作为米的，就不是子午圈的四千万分之一，而是那个按照量度該段子午綫的結果所制成的原器的长度（米作为一个量度单位的准确的定义，将在以后給出）。

前面所說的长度、质量、時間和电流强度的单位，都是任意选择的。如前所述，选择它們时所遵循的一条原則，是要使得这些单位在实用时方便。从以后的闡述中可以知道，有許多其他物理量的单位，并不是任意选定的，而是以存在于諸物理量之間的某些規律性的联系为出发点。这就使得在某些情况下，这样所得出的单位，其大小不切合于实际上的需要。然而，为了使这种基于物理学的規律性而得出的一組单位具有严整性，这些单位便仍然被保存下来。这样的一組单位，就叫做单位制。

单个的单位也好，单位制也好，它們都是根据科学与技术的发展而逐漸地在改变。为了在解物理学习题时以及在解决許多实际問題时，能善于运用各量度单位，就必须通曉現有的各种各样的单位，必須回答出下列問題：各种不同的单位是怎样选定的，它們之間有着怎样的关系，怎样用其他的单位来表示某一单位，等等。

§1. 量度单位的选择·定义方程式·单位制·

基本量与导出量以及单位制

首先我们来研究关于选择单位的问题。假定我们选定了厘米作为长度的单位。尽管这样选定了长度的单位，我们仍可任意选取时间的单位和质量的单位，因为长度、时间和质量三者之间并无任何的关系在联系着。我们就选秒作为时间的单位，选克作为质量的单位。然而，假如我们在对长度和时间的单位，作了上述的选择以后，又任意地选定了速度的单位，那末就将使得运动速度公式不必要地复杂化，而在应用这个公式时，就会有某种不方便了。

速度 v 、所经过的路程 l 以及时间 t 之间，是由一个已知的关系式联系着的：

$$v = k \frac{l}{t} \quad (1-1)$$

式中 k 为比例系数。

在公式(1-1)中，可以使 $k=1$ 。于是公式就简化成为这样的形式：

$$v = \frac{l}{t} \quad (1-2)$$

但是这也就规定了速度的单位——1厘米/秒，因为我们已经选取了1厘米作为路程的单位，1秒作为时间的单位。

可是如果是任意选择了速度的单位，例如1千米/小时，那末系数 k 将不再等于1，它的数值将由下式来确定：

$$\frac{\text{千米}}{\text{小时}} = k \frac{\text{厘米}}{\text{秒}}$$

由此得：

$$k = \frac{\text{千米/小时}}{\text{厘米/秒}} = \frac{\text{千米} \cdot \text{秒}}{\text{小时} \cdot \text{厘米}} = \frac{100,000 \text{ 厘米} \cdot \text{秒}}{3600 \text{ 秒} \cdot \text{厘米}} = \frac{1000}{36} = \frac{250}{9}.$$

所以,假如路程以厘米为单位来表示,时间以秒为单位,而速度以千米/小时为单位,则比例系数的数值将是 $\frac{250}{9}$,而速度的公式就变成:

$$v = \frac{250}{9} \frac{l}{t} \quad (1-3)$$

比较公式(1-2)与(1-3)可以看出:任意选择速度单位,就使得速度的公式大为复杂化。

由此得出结论:任意选择速度的量度单位是不合适的。选取这种单位应该借助于速度公式,令其中的比例系数 $k=1$ 。

所有其他物理量,如加速度、力、能量等等,其单位的选择也是这样的。对于一切的物理量,选择其量度单位最好都按照上述方式,也就是借助于那些表达物理学规律的公式。

用来规定任何一个物理量的量度单位的物理学公式及方程式,都叫做定义方程式。

方程式 $v = \frac{l}{t}$ 就是速度单位的定义方程式。相同地,方程式 $F = m \cdot a$ 是力的单位定义方程式; $A = F \cdot l$ 是功的单位定义方程式; $N = \frac{A}{t}$ 是功率的单位定义方程式;等等。

其量度单位是独立选定的那些物理量——在我们的情况下,即长度、质量和时间——称为单位制的基本量。基本量的

量度单位，也叫做单位制的基本单位①。

借助于定义方程式而选定其单位的那些物理量，称为导出量；其量度单位，则称为导出单位。这些量之所以被称为导出量，是因为它们本身以及它们的量度单位，都是用基本量和基本单位来表示的，都是从后者诱导出来的。

基本量的单位与全部导出量的单位的总和，就叫做物理量的量度单位制，或者简称为单位制。

多年的实践证明：以三个或四个基本单位为基础而建立起来的单位制，用起来最为方便。

高斯第一次详细地研究了建立单位制的方法。他的单位制是为了量度磁学量用的，其中作为基本单位的有长度单位——毫米，质量单位——毫克，和时间单位——秒。以后，这一单位制又补充了一些量度电学的、热学的、光学的以及其他的量的单位。它的基本单位毫米与毫克，换成了厘米与克。成为这种形式后，这一单位制根据它基本单位的各名称的第一个字母，而被称为CGC②(厘米·克·秒)制。在厘米·克·秒制中，长度、质量和时间被选作为基本量。在另一个被广泛采用的单位制中——以米、公斤、秒为基本单位的MKC③(米·公斤·秒)制中，这些量也是基本量。但是，一般来讲，无论什么量都可以选作为基本量。选择某一单位制时只要看将来在采用它的那一物理或技术的领域内，应用起来是否方便而决定。

① 切勿和量度某一给定物理量的主单位混淆起来。(原文主单位和基本单位均为 основные единицы。——译者注)

② 国际符号为 CGS。

③ 国际符号为 MKS。——校者注。

如果象在厘米·克·秒制和米·公斤·秒制那样，选择了长度 l 、质量 m 和时间 t 作为基本量，那末所有剩下的力学中的量，就都可以借助于定义方程式用基本量来表示。为此，就必须把表示力学规律的诸方程式，排成这样的一个序列，使得每一个后面的方程式中，只含有一个量未曾为它前面的任何方程式所包括。

例如，在上面所选的那些基本量的情况下，这种序列就可以是：

$$S = l^2, \quad F = m \cdot a,$$

$$V = l^3, \quad p = \frac{F}{S}, \quad N = \frac{A}{t},$$

$$v = \frac{l}{t}, \quad A = F \cdot l, \quad I = mr^2 \textcircled{1}, \text{ 等等。}$$

$$a = \frac{v}{t},$$

这些方程式中的每一个方程式，或者直接地表明了某一导出量怎样依赖于基本量，或者提供了确定这种依赖关系的机能。

譬如说，方程式 $I = mr^2$ 就表明：一质点对于某一旋转轴的转动惯量，与质量是线性依赖关系，与质点离开该旋转轴距离的平方成正比。下面一些方程式，也同样确定了导出量对基本量的直接依赖关系：

$$S = l^2; \quad V = l^3; \quad v = \frac{l}{t}.$$

前面列举的其他方程式，没有直接地表明导出量对基本量的

① 原书为 $I = m^2 r$ ，系排印错误。——译者

依赖关系。不过,这种依赖关系是可以求得的。为此,就必须把包含在等式右端的各导出量,用基本量来表示。

例如,若在加速度的方程式中,用路程及时间来表示速度,则得:

$$a = \frac{v}{t} = \frac{l}{t \cdot t} = \frac{l}{t^2} = l \cdot t^{-2}.$$

从所得结果可以看出:加速度与所经过的路程是线性的依赖关系,与时间的平方成反比。

§ 2. 导出量的因次·量度单位的因次

表示导出量对基本量的依赖关系的公式,叫做导出量的因次公式,或者简称为导出量的因次。

当要写下任何一个量的因次时,就把这个量放在方括弧里面。

例如,加速度的因次

$$[a] = \left[\frac{v}{t} \right] = \frac{l \cdot t^{-1}}{t} = l \cdot t^{-2} \textcircled{1}.$$

力的因次

$$[F] = [m][a] = l \cdot m \cdot t^{-2}.$$

与量的因次这个概念相似,又引入了单位的因次这一概念。

如果在某个导出量的因次公式中,不用导出量本身,也不用表示它的那些基本量,而用它们的量度单位代进去,那末我

① 在因次式中,常用大写字母来标志基本量。

例如:

$$[a] = LT^{-2},$$

$$[F] = LMT^{-2}.$$