

物理学單位

[苏联]Л.А.賽納著

科学技術出版社

物理学单位

[苏联] Л. А. 賽納著

嵇儲鳳 卞文鈞譯

科学出版社

內 容 提 要

本書对于力学、声学、热学、电磁学、光学、辐射学及原子物理学等所用的各种單位加以系統化的解釋,并論及各單位的量綱与各种單位制的建立

本書对象为大专学生及中、大学教师。

物 理 学 單 位

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ
ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

原 著 者 (苏联) Л. А. Сена

原出版者 Государственное издательство технико-теоретической литературы 1951年版

譯 者 嵇 儲 鳳 卞 文 鈞

*

科 学 技 術 出 版 社 出 版

(上海建國西路336弄1号)

上海市書刊出版業營業許可証出〇七九号

上海啓智印刷厂印刷 新華書店上海发行所总經售

*

統一書号: 13119·70

开本 787×1092 耗 1/27 · 印張 7 1/27 · 插頁 2 · 字數 129,000

1957年1月第1版

1957年1月第1次印刷 印數 1—16,000

定价 ~~2.40~~ 1.00 元

譯者序言

這本書是根据苏联国立技术理論出版社出版的，列宁格勒工业大学 Л. А. 賽納教授所著 *Единицы измерения физических величин* (物理量的量度單位) 一書 1951 年第三版譯出的。書中對各物理量的單位及其量綱作了非常明晰而有系統的分析，這裡，為了簡單明確起見，並征得出版者的同意，將書名改譯為“物理學單位”。

在物理學的各個部門中，單位及單位制非常繁復，例如，在電磁學方面就存在着好多種單位制，物理學家常常使用高斯制，在工程方面卻又常用 *MKSA* 制（米、千克、秒、安培制）。由於各制所取基本單位不同，某些物理量的概念也隨着不同，因而物理方程和常數等也各有差異，這就造成了學習上和工作上的種種困難；而且，由於歷史的原因或實用方面的理由，各種不同的單位制直到現在，甚至在一个相當長的時期內也很難完全統一起來。因此，為了首先解決目前存在着的學習上和工作上的困難起見，就十分需要對各單位具有一個清晰而有系統的了解，原書在這一方面能給予我們很大的幫助。

本書第一章曾由中國科學院孟憲振同志在 1953 年第一期物理通報上介紹過，物理通報編者認為這本書對於物理教師有相當的參考價值，希望有一個全譯本，但以後却未見全譯本出版，所以我們才把這書全部譯出了。

原書在論述到如何建立單位制這一問題時，始終貫徹着一個論點，就是認為基本單位的數目是可以任意選擇決定的。這一論

1465286

点是否正确,是一个值得研究的问题,例如有人认为,由于介质的物理性质,决不能仅用长度、质量、时间这三个基本单位来建立电磁学的单位制;又如物理通报编者认为,“……只是为了解决一个特定问题而应用量纲分析时,……基本量纲的数目是可以依照处理问题的便利来决定的。但是倘使要为全部物理学或其中某一部分,例如电磁学,制定一个完整的量纲系统,使每一个物理量由基本量纲表示时,只有一个唯一无歧的表式,则基本量纲的数目,从简单的逻辑来说,在现有知识的范围以内,就是固定的而不是任意的。……”。译者学识浅陋,不能道出“自成一家”的见解来,但原则上却赞同原著者赛纳的意见,而且认为本书第九章的论述是正确的。关于选择基本单位的数目这一问题,是值得引起物理学家们注意的,希望通过“百家争鸣”而得出一个结论来。

本书各物理名词,除了极个别的以外,完全依照学术名词统一工作委员会所颁布的“物理学名词”译出。

原著者赛纳教授在本书的翻译过程中提供了不少宝贵的意见,并为译本作了序言,译者谨在此表示谢意。

“物理学單位”中譯本序

从本書初版問世以来，已过去了將近二十年了，在这期間，本書曾以俄文再版了数次，并以捷克文出版过一次，而現在，則这一版又將增加出中文的譯本了。对于我來講，也正如对于每一个作者一样，当他的著作被再版了和譯成为其他文字时，感觉到的是莫大的喜悅；因为这表明了我的平凡的著作是有用的，它帮助了讀者們的学习和工作。

当面向着我的新讀者——中国的大学生、教师和工程師們——的时候，我恳切地希望着：願他們也能从这一本篇幅不多的書中，找到一些于他們自己以及于他們工作有所裨益的地方。如果能够这样，那么就是我的願望實現了，于是我將愉快地感到，在我們亲密的朋友——偉大的中国人民——所进行着的巨大的建設工作中，也含有着我著作这一个微小的点滴。

我非常誠懇地感激譯者——可敬的嵇儲鳳和卞文鈞两位同志，他們为着將本書內容介紹給他的同胞們而担負起了相当困难的工作。



(簽名)

(列夫·阿洛諾維奇·賽納)

列宁格勒，1956年4月23日。

第三版序

自本書第二版出版以來，我收到了大量的信件，在信中，讀者們除了對本書提出一般的批評與個別的一些問題外，同時還指出了他們所發現的誤刊和差錯。這些錯誤一部分已在 1949 年末本書第二版的增訂本出版時加以考慮修正，其餘的則在這一版中作了修訂。

我很滿意地指出，絕大多數的讀者，其中包括高等學校以及中等學校的教師，都完全贊同着作為本書論述基礎的建立單位制的基本原則。

在準備這一版時，我重新仔細地校閱了本書全文，以求消除可能有的錯誤。

請讀者們將自己對本書的意見，特別是將所有發現出的缺點告知我。來信請寄下列地址：列寧格勒、聶夫斯基大街 28 號，國立技術理論出版社列寧格勒分社。

第二版序摘要

從初版發行以後的十年中，我曾好多次的得有機會與本書的許多讀者進行談話，並且，除了聽到讀者們對本書的贊同的意見外，還听到了許多批評和期望，這裡特別應提到已故的列翁尼特·瓦西里維奇·柴羅茨基教授，他對本書作了異常仔細的審閱工作，我將永遠懷着感激和尊敬之情來記憶起他的名字。

在着手准备第二版时，我以十分的重視来对待各方所作的批評，因此本書作了彻底的根柢改写，在电学和磁学單位方面的修改則涉及尤多，在这方面，詳細地研究了 *MKS* 單位制以及靜电学和电磁学中方程的覈理制表示形式，在其他各章內也作了許多修改和补充；同时，我竭力做到尽量少地增加本書的篇幅，因为我深信，像这一类的参考書是应当尽可能簡洁扼要的，所以在这里我就不得不放弃实现某些同志的期望了，这些同志是希望在本書中看到适合他們的关于單位的普适参考資料的。至于本書的目的，——作为大学一年級学生的参考資料，——則仍在这一版中保留了下来。

由于一系列涉及本書的基本原則方面的意見，就是对于任意選擇單位制方面的意見，尤其是对于任意擇定基本單位个数的意見，我認为將原来的 §38 改写成独立的一章（第九章）是比較适宜的，在这章內对这些問題作了更为詳細的研究，当然，这一章主要是供教师們用的，它已超出了本書的教学材料的范围之外了。

最后，我要向所有提供意見帮助我修訂本書的同志們致謝，我特別感激 И. Л. 卡朗泰洛夫教授和 М. Ф. 馬林科夫教授，他們提出了許多重要的意見和供給了极有价值的資料。

第一版序

在高等学校內教授物理学的人都深切体会到，关于对某一物理量以何种單位来度量的問題是給学生們造成了多少麻煩，在許多問題上，从質量和力單位起直至电磁制和靜电制單位止，在学生們头脑中的糾纏不清的观念不能消除掉，有时，甚至在学习普通物理学的整个过程中都一直混淆不清。現存的物理教科書并不能在足够的程度上帮助学生，因为度量物理量的單位在教科書中通常是不十分受到注意的；此外，这些知識被分散在各个不同的部分中，并且也沒有加以系統化。

現存的專門从事于度量物理量單位的書籍或者是帶有手冊性質的，或者是已十分陈旧了。

同时，这是完全必要的，即不但要教导未来的工程师們懂得各种物理現象，而且还需使他們学会从数量上来表示这些現象与进行一些必要的測量和計算；抱着这一目的，根据列宁格勒工业大学物理教研室的建議，这一本書由我編写，最初，这書是在列宁格勒工业大学出版社的印刷所印行的，至于目前的这一版，則本書已作了补充和很多的修改。

如上所述，本書仅为教学上的目的而編写，它既不自命为度量衡單位的普适手冊，也不起着关于量綱分析問題的理論研究作用，書中所有的参考資料和理論資料都属于上述基本目的。

虽然如此，但我仍認為，本書对于中学和大学教师以及青年工程师們还可能是有所裨益的。

在編写本書的过程中，我始終要在二个相反的极端間进行抉

擇：即一方面要在書中尽可能地包括更多的單位，而另一方面則又要限制在學年一年級課程的狹小範圍以內。至于在這二個極端間應選擇何種程度的比例，以及材料應擇取多少方為合理，則希望讀者們能指示我。

關於本書的基本原則，還需約略地談一下：自始至終，我都努力想使學生們能更清楚地了解到選擇單位制方面以及選擇量綱方面的任意性，我以為這是特別重要的，因為甚至連有些教師都還對這問題缺乏全面的理解。

在符號方面，我努力做到尽可能的符合標準，僅在極少的情況下才敢於放棄某些標準符號，以避免由於單位不同但符號相同而引起誤解。

趁此機會，我要向 Б. П. 亞歷山大洛夫、И. К. 凱郭因、Л. С. 弗萊曼、Е. А. 世特拉烏夫、П. В. 沙拉夫斯基和 А. И. 凱泰依郭洛特斯基等同志表示深切的謝意，他們給了我許多寶貴的意見和指示。

對於 В. С. 沙吉林所給我的許多技術上的幫助，我特別表示感激。

目 录

譯者序言	I
中譯本序	III
第三版序	IV
第二版序摘要	IV
第一版序	VI
第一章 物理量測量單位的一般概念	1
§1. 導言	§4. 关于同一物理量的單位
§2. 基本單位与导出單位	的不同量綱問題
§3. 量綱(因次)的概念	§5. 基本單位的選擇
第二章 几何学与力学單位	22
§6. 導言	§10. 各种不同制系的單位間
§7. 几何学單位	的关系
§8. 运动学單位	§11. 无制系的單位
§9. 靜力学及动力学單位	§12. 單位換算表的編制
第三章 声学單位	50
§13. 一些最重要的声学單位	
第四章 热学單位	54
§14. 溫度	国际溫标的概念
§15. 关于絕對热力学溫标和	§16. 其它的热單位
第五章 电学和电磁学單位	62
§17. 絕對靜电單位制	§19. 絕對电磁單位制
§18. 电磁相互作用	§20. 电磁量在靜电制內的單位

§21. 高斯單位制	(合理化形式)
§22. 靜電制單位和電磁制單位間的关系	§24. 實用單位
§23. 電學方程的覈理化形式	§25. 國際單位
	§26. 絕對實用單位制
第六章 輻射單位	102
§27. 電磁波的尺度	§30. 儀器的光學特性
§28. 輻射的能量特性	§31. 倫琴射綫(X射綫)單位
§29. 工程光學單位	§32. 放射單位
第七章 物性學量度單位	116
§33. 引言	§36. 熱性
§34. 物質的分子特性和力學特性	§37. 物質的電性和磁性
§35. 聲性	§38. 物質的光性
第八章 一些常数、物理量和相互关系	133
§39. 常数	§41. 原子物理學的能量單位
§40. 元質點性質	
第九章 建立單位制的一般問題	142
§42. 論基本單位的个数	§44. 選擇單位制的准則
§43. 量綱与无量綱	
附表	148
參考資料	162
索引	163

第一章 物理量測量單位的一般概念

§1. 導 言

在日常生活各方面，我們每天都必須與各種的量度發生關係，像測量長度、面積、體積、時間、重量、溫度等是處處都可遇到的。在科學和工程研究方面，則需量度的物理量的範圍就更加廣泛了，如電網絡中的電壓，潤滑油的粘滯度、鋼的彈性、氣體壓力、玻璃的折射率、蒸汽機車的功率、燈光強度無線電台電磁波的波長——僅是在無數的物理量中，在科學和工程方面要加以測量的一部分罷了。

量度的方法也非常之多而不同，簡單的直尺和複雜的光學儀器都用作測量長度，電磁儀器和熱儀器都測量網絡中的電壓與電流強度，各式的流体壓力計測量氣壓，有些測量是直接進行的，另一些則是間接的；但不管所採用的測量方法如何，所有對任一物理量的測量，都歸結到將該量來與另一個定作單位的同類量作比較。例如在測量一桌子的長度時，我們將它與定作單位的另一物體的長度相比，在稱一塊麵包時，我們斷定它的重量是比另一物體的重量——被定作單位的砝碼“千克”或“克”重或輕多少倍。

因此，“測量任何一個量”即是找出這個量與相當的量度單位之間的比率，顯然，這一比率也就是我們所要求的量的大小。

因為“大於、小於”的真正概念僅對同一種類的量方才適用，所以也僅有同一種類的量方能相比較。可以將房屋的高度與城市間的距離作比較，可以將彈簧的張力與砝碼的重力作比較，但若提出

火車的速度是否超过鉛筆的長度，或杯子的体积是否超出墨水瓶的重量等問題是毫无意义的，当然，试图用質量單位来測量速度，或用重量單位来測量面积也是同样无意义的。

一般地講，关于如何决定被测的量的單位这一問題，是可以任意解决的，而且实际上，在物質文明的历史上也有着許多不同的單位，特别是在測量長度、面积、体积和重量方面。这种單位的复杂性直到今天还在很大的程度上保存下来，在英国、美国和其他一些非“米制”的国家內，單位的数量特別多。

由于对同一个量采用了几种單位，所以必須要能將一种單位轉化到另一种單位，也就是要能决定一量用某一种單位来量度时的数值，当这一个量在用另一种單位来量度的数值为已知时，假定已知量 A 用單位 a_1 量度时得出数值 A_1 ，则可以写成

$$\frac{A}{a_1} = A_1.$$

如將此同一量用單位 a_2 量度时得出数值 A_2 ，則可相当的写成

$$\frac{A}{a_2} = A_2.$$

比較二个等式，我們得出：

$$A_1 a_1 = A_2 a_2$$

或

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{a_2}{a_1} \quad (1)$$

这一公式表示出为大家所熟知的一条定律，即測量一已知量时所得出的数值与其量度單位成反比例，也就是說，当測量該量的單位大若干倍，則表示此一量的数值便小若干倍。例如用厘米来測量一个人的身長时用数值 175 来表示，因 1 分米等于 10 厘米，所以同样的身長用分米去測量时則用数值 17.5 表示。但当与較為复杂而不习見的量接触时，很多人常常遺忘了这一非常普通的定律。

为了不忘掉这种情形起见，必須熟知，通常在公式中的一些符号并非量的本身，而是一些数值，这些数值是表示这些量用任一單位来量度时的数值。为使一公式具有普遍意义起见，应在表示一已知量的数值旁加上量度这一个量的單位，例如我們写“一人的身長等于 17.5 分米”或“一人的身長等于 175 厘米”。17.5 分米与 175 厘米两种表示法是同一个長度的等价的标记，因此可写成

$$17.5 \text{ 分米} = 175 \text{ 厘米}.$$

§2. 基本單位与导出單位

用数学式所表示的物理定律通常是某一个量与其他一些量之間的关系。

在几何学中，我們有着最簡單的例子，如所周知，正方形的面积与其边的二次方成正比例，因此，如一正方形的边是另一正方形的二倍，則該正方形的面积較另一正方形大四倍。

这一种关系可以写成下式

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{l_1^2}{l_2^2} \quad (2)$$

此处 S_1 及 S_2 为正方形面积， l_1 及 l_2 为正方形边長。

这一关系也可写为

$$S = Kl^2 \quad (2a)$$

此处 K 为某一純数值系数，按照我們所采用的長度單位与面积單位而定。圓的面积也表示出与前面所說的相似的关系，它与直径的二次方成正比，此一关系也可用下式表示：

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{D_1^2}{D_2^2} \quad (3)$$

此处 D_1 及 D_2 为圓的直径，或用下式：

$$S = K'D^2 \quad (3a)$$

此处 K' 同样为一系数，按照所擇的長度与面积單位而定，又如正

方形及圓二者均采用同一長度單位和同一面積單位時， K' 不等于 K 。

取任一已定的長度單位，例如米，并以每邊長 1 米的正方形的面積為面積單位，如所周知，該面積單位稱為“方米” ($\kappa\text{б.м}$)。因為公式對於任何正方形都屬正確，所以對於每邊長 1 米的正方形可寫為

$$1 \text{ 方米} = K(1 \text{ 米})^2$$

從此處可得出 K 的數值等於 1，在此種情形下，由幾何學得出 K' 的數值等於 $\frac{\pi}{4}$ ，而圓面積的公式將為

$$S = \frac{\pi}{4} D^2 \quad (4)$$

但是，當采用米為長度單位時，我們完全不必一定要選擇方米為面積單位，可以采用直徑為 1 米的圓的面積來做面積單位，稱此單位為“圓米” ($\kappa\text{р.м}$)。在此種情形下，我們顯然將得到 $K' = 1$ ，而相當的， $K = \frac{4}{\pi}$ 。此時公式(3a)將采用下式：

$$S = D^2 \quad (5)$$

而公式(2a)則為

$$S = \frac{4}{\pi} l^2 \quad (6)$$

當然，在此處面積 S 由我們所採用的“圓米”來表示，而 D 及 l 則以米表示。

應當指出，測量面積不用“方米”而用“圓米”並非是什麼不自然的，或甚至是不合規律的。而此處所涉及的僅是某種單位的優點罷了。當然，如果“圓米”被定為面積單位，則所有與量度面積有關的幾何學公式都將變為完全不同的形式。例如球體表面積與其直徑的關係將由下式表示：

$$S = 4D^2.$$

上面所分析的例子，其目的在於說明測量一個指定的量時選

擇單位的完全任意性。當然，也可以假定不將面積單位一般地與長度單位連系起來，而將它當作完全獨立的，在這種條件下，我們將另有不同數值的 K 及 K' ，但同時正方形面積與其邊長或圓面積與其直徑之間的關係仍保持不變，這一關係由定理所得出，按照定理：幾何相似形的面積與其直線量的二次方成比例。

廣泛的習用面積的平方單位以及體積的立方單位也就是通常稱一數的二次方為“平方”，三次方為“立方”的原因。

由於這一原因，通常稱矩形的面積等於其邊的乘積，而實際上是說計量矩形面積的數值與計量其邊的數值的乘積相等，並且僅在採取每邊等於單位長度的正方形為面積單位的條件下才屬正確。這一需注意之點具有更普遍的性質：所有習慣上的定義如“速度等於路程與時間之比”^①，“電流強度等於電勢差與電阻之比”，實質上僅說數值之相等，並僅在選擇一定的單位時才正確。所以嚴密的定義是應本身指明數值的相等（“速度在數值上等於路程與時間之比”）或者更好的在普遍式中，指明其比例（“速度與路程成正比，與時間成反比”）。

大多數舊的長度、面積、重量等單位通常是完全互相獨立地建立起來的（在有幾種情形下，長度、面積、體積單位是例外）。

相反的，在單位與單位之間存在着關係是在科學中所採用的現代單位制的基本特點。這些關係是由建立所規定的被測量之間關係的那些定律來確定的。因此，從幾個基本單位可以建立另一些導出單位，在我們所舉的例子中，某些幾何圖形面積與其直線量的關係可引導出從線的單位（米）來建立面積單位（平方米與圓米）。

以上所分析的例子使我們所感興趣者，即顯示出在選擇建立新的導出單位的規律性時的自由，實際上，因二個規律性（正方形

① 此處所涉及的為勻速運動的速度