



第二版

国际计量局

科学出版社

内 容 简 介

本书是国际计量局编辑出版的《国际单位制(SI)》一书1977年第三版的全译本。书中系统而简明地阐述了国际单位制的历史、构成原则、SI单位以及SI单位的倍数单位和分数单位的理论定义和实际应用规则,介绍了关于使用国际单位制以外的单位制和单位的一些建议。附录中摘录了有关国际组织关于计量单位的一些重要历史决议、建议以及主要单位的实现方法。

本书可供工农业生产、科学技术、文化教育、贸易经济、出版和计量等部门的工作人员了解和使用国际单位制及其它计量单位时参考。

Bureau International des Poids et Mesures

LE SYSTÈME INTERNATIONAL D'UNITÉS (SI)

3^eÉdition, Durand, 1977

国 际 计 量 局 国 际 单 位 制 (SI)

第 二 版

王 菲 译

*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1979年3月第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1981年7月第 二 版 印张: 1 7/8

1981年7月第三次印刷 字数: 39,000

印数: 30,801—42,920

统一书号: 13031·1658

本社书号: 2276·13—3

定 价: 0.32 元

中 译 本 前 言

国际单位制 (SI) 是当前比较先进的一种计量单位制,它的优点是构成原则比较科学,大部分单位都是实用单位,并且涉及所有的专业领域. 采用国际单位制,可以代替几乎所有其它的单位制和单位,所以目前绝大多数工业较发达国家,都在积极推行这种先进的单位制.

推行国际单位制的目的,在于统一全世界一般使用的计量单位,包括单位的量度、名称和符号,以有利于国际间的交往. 本书是国际计量局为此目的而编辑出版的关于国际单位制的完整资料,阐述了国际单位制的历史概况、构成原则和使用规则. 附录部分收集了有关的国际计量会议的建议和决议,对我们了解国际单位制的历史和发展以及使用,有很好的参考价值.

我国近几年来也已开始推行国际单位制,这必将有利于在工农业、科学技术、文化教育和国内外贸易方面采用统一的单位制,消除过去多种单位制和多种单位并存使用造成的混乱,从而有利于促进国民经济和国际间交往的发展.

本书根据 1977 年国际计量局出版的法文第三版译出,并在一些地方加上了一些译注,补充 1977 年以后的最新材料,以供参考. 各种单位的译名都没有注明简称,建议按照习惯,取这些单位的第一个字作为简称,例如“库仑”简称为“库”,“伏特”简称“伏”等,其余类推.

本书译文承国际单位制推行委员会办公室刘兴隆、杜荷聪同志协助审阅,谨致谢意. 译文不当之处,欢迎批评指正.

附 表
部分国际单位制词冠的各国译名对照

国际单位制 词冠的法文 原文及因数	国 际 符 号	《国际单 位制及使 用方法》 采纳的音 译中文名 称	中国古数 词式名 称, 括弧 内的数是 它们常见 的古意	目前常 见的重 叠数词 式名称	英文音 译名称	德文音 译名称	日文音 译名称	俄文音 译名称
exa, 10^{18}	E	艾[可萨]	穰(10^{10})	兆兆兆	exa	Exa	えくさ	экса
peta, 10^{15}	P	拍[它]	秭(10^9)	千兆兆	peta	Peta	ぺた	пета
téra, 10^{12}	T	太[拉]	垓(10^8)	兆兆	tera	Tera	てら	тера
giga, 10^9	G	吉[咖]	京(10^7)	千兆	giga	Giga	ぎが	гига
nano, 10^{-9}	n	纳[诺]	纤(10^{-7})	毫微	nano	Nano	なの	нано
pico, 10^{-12}	P	皮[可]	沙(10^{-8})	微微	pico	Piko	ぴこ	пико
femto, 10^{-15}	f	飞[母托]	尘(10^{-9})	毫微微	femto	Femto	ふえむと	фемто
atto, 10^{-18}	a	阿[托]	渺(10^{-11})	微微微	atto	Atto	あと	атто

原书第三版序

国际计量局为满足大量需要出版了本书⁽¹⁾。书中首先系统地收集了国际计量大会和国际计量委员会关于国际单位制的决议和建议的内容，并附加了说明，还从国际标准化组织(ISO)所通过的一般用国际标准中摘录了实际应用规则。

国际计量委员会所属单位咨询委员会负责本书的编写工作。最后文本是由它审定的。

附录 I 按年代顺序收录了国际计量大会和国际计量委员会自 1889 年以来所通过的关于计量单位和国际单位制的决定(决议、建议和文告等)。

为了指明如何实现本书所述的理论定义，以便检定精密基准，附录 II 中概述了一些可供各计量研究所根据一些主要单位的定义条文进行物理测量的方法。

本书第三版，是由第二版(1973)根据第十五届国际计量大会(1975)的决定，单位咨询委员会第四次与第五次会议(1974 和 1976)以及国际计量委员会 1976 年 9 月会议所提出的修改意见重新修订出版的。

国际计量局局长 J. 泰里昂

单位咨询委员会主席 J. 德·鲍尔

1977 年 1 月

(1) 本书(或是它的前两版)的全译本或节译本已用好几种文字出版，计有德文版、英文版、保加利亚文版、西班牙文版、日文版、葡萄牙文版和捷文版。很多国家还出版了关于使用国际单位制的指南。

目 录

1. 绪论	1
1.1. 沿革	1
1.2. 三类 SI 单位	2
2. SI 单位	4
2.1. SI 基本单位	4
2.1.1. 定义	4
2.1.2. 符号	8
2.2. SI 导出单位	9
2.2.1. 表示法	9
2.2.2. 建议	14
2.3. SI 辅助单位	15
3. SI 单位的十进倍数单位与分数单位	17
3.1. SI 词冠	17
3.2. 建议	18
3.3. 千克	18
4. 国际单位制外的单位	19
4.1. 与国际单位制并用的单位	19
4.2. 暂时允许使用的单位	20
4.3. 厘米克秒制单位	21
4.4. 其它单位	22
附录 I 国际计量大会和国际计量委员会的决定	24
附录 II 一些主要单位定义的实际实现	46
附录 III 关于米制公约组织机构的历史资料	52

1. 绪 论

1.1. 沿革

1948 年第九届国际计量大会 (C G P M) 根据其决议 6, 责成国际计量委员会 (C I P M) “研究制订一整套计量单位规则”; “为此, 开始正式征询所有国家科学技术与教育界的意见”, 并 “对建立一种所有米制公约签字国都能接受的实用计量单位制提出建议”。

同届大会还通过了关于制订单位符号一般原则的决议 7 (见 § 2.1, 2), 这个决议列出了一个单位专门名称表。

第十届国际计量大会 (1954) 根据其决议 6 和第十四届国际计量大会 (1971) 根据其决议 3, 决定采用以下七个量: 长度、质量、时间、电流、热力学温度、物质的量和光强度的单位为“实用单位制”的基本单位 (见 § 2.1)。

第十一届国际计量大会 (1960) 按照其决议 12, 把这种实用计量单位制的名称定名为国际单位制, 国际符号为 SI⁽¹⁾, 并制定了词冠 (见 § 3.1)、导出单位和辅助单位 (见 § 2.2 和 § 2.3) 的规则以及其它规定, 从而制定了一整套计量单位规则。

根据国际计量委员会的建议书 1 (1969), 本书采用了“SI 单位”、“SI 词冠”和“辅助单位”等名称。

(1) “SI” 是大会通过的国际代号, 它是法文 *Système International* 的缩写, 因此, 应该允许用 SI 代替 “国际单位制”, SI 一般按英文读成 “爱司埃” (凡用小罗马字标明的注文, 均为译者注, 以下同)。

1.2. 三类 SI 单位

在国际单位制中, SI 单位分为三类:

- 1) 基本单位;
- 2) 导出单位;
- 3) 辅助单位.

从科学观点把 SI 单位分为这三类, 有一定程度的任意性, 因为从物理学来说, 并不唯一地要求这种分法.

然而, 大会考虑到采用一种唯一的实用单位制具有能在全世界国际关系、教学和科学工作中使用的优点, 决定选取七个严格定义的单位作为国际单位制的基础. 这七个单位是: 米、千克 (公斤)⁽ⁱ⁾、秒、安培、开尔文、摩尔和坎德拉 (见 § 2.1). 它们在量纲上是彼此独立的, 这七个 SI 单位称为基本单位.

SI 单位的第二类是导出单位, 亦即是可由基本单位根据选定的联系相应量的代数式组合起来构成的单位. 由基本单位构成的这些代数式, 有一些可以用专门名称和符号代替, 这些专门名称和符号本身又可以用来构成其它导出单位 (见 § 2.2).

虽然认为, SI 单位只能是基本单位或导出单位, 但是, 第十一届国际计量大会 (1960) 还采纳了称为辅助单位的第三类 SI 单位, 而不规定它们是属于基本单位还是导出单位 (见

(i) 这个单位的法文和英文分别是 kilogramme 和 kilogram, 按照原文字面, 有“克的一千倍”的意思, 中文译为“千克”, 恰和原文在字面上吻合, 这是多年来科学技术界习惯的译法. 这种译法从字面上明确了它与倍数单位和分数单位 (如百克、毫克等) 的关系. 如果译为“公斤”, 不仅在字面上失去这些优点, 不利于将市制过渡为国际单位制, 而且也使本书 § 3.3 不易理解. 国家标准计量局 1978 年原印发的《国际单位制及使用方法》采用了“千克”的名称, 故本书也采用“千克”这一译法.

§ 2.3).

按照通常“一贯单位制”⁽ⁱ⁾的意义,这三类 SI 单位构成一个一贯体系。

由 SI 词冠构成的 SI 单位的十进倍数单位与分数单位,如欲与 SI 单位的一贯体系区分开,应该指明它们的全称 SI 单位的倍数单位与分数单位。

(i) 通过系数为 1 的公式用基本单位表示的单位称为一贯单位;而由基本单位与一贯导出单位组成的单位制,称为一贯单位制(“一贯”以前常译为“协和”,也有人译为“相参”。

2. SI 单 位

2.1. SI 基本单位

2.1.1. 定义

a) 长度单位(米)——第十一届国际计量大会(1960)将1889年公布生效并于1927年严格规定的国际铂铱原器的米定义改成下列定义:

“米等于氪-86原子的 $2p_{10}$ 和 $5d_5$ 能级之间跃迁所对应的辐射在真空中的1 650 763.73个波长的长度。”

(第十一届国际计量大会, 1960, 决议6)

1889年第一届国际计量大会批准的旧国际米原器, 仍按1889年规定的条件保存在国际计量局。

b) 质量单位(千克)——第一届国际计量大会(1889年)批准了国际千克原器, 并宣布今后以这个原器为质量单位。

为了避免“重量”一词在通常使用中意义上发生含混, 第三届国际计量大会(1901)在一项声明中规定:

千克是质量的单位, 它等于国际千克原器的质量(见本书26页声明1)。

这个铂铱国际原器按照1889年第一届国际计量大会规定的条件, 保存在国际计量局。

c) 时间单位(秒)——最初, 时间单位“秒”被定义为平太阳日的 $1/86\,400$ 。“平太阳日”的精确定义留给天文学家制定。但是他们的测量表明, 由于地球自转不规则, 平太阳日不能保证必要的准确度。为了比较精确地定义时间单位, 第十

一届国际计量大会(1960)批准了国际天文学协会规定的以回归年为根据的定义。同时实验研究指出,能够实现以原子或分子的两个能级之间跃迁为基础的时间间隔的原子基准,而且能以更高的精度复现。第十三届国际计量大会(1967)考虑到,为满足高等计量学的要求,需要一个非常精确的 SI 时间单位“秒”的定义,决定将秒的定义改成下列定义:

“秒是铯-133 原子基态的两个超精细能级之间跃迁所对应的辐射的 9 192 631 770 个周期的持续时间。”

(第十三届国际计量大会,1967,决议 1)

d) 电流单位(安培)——电流和电阻的所谓“国际”电学单位,是 1893 年在芝加哥召开的国际电学大会引用的,“国际”安培和“国际”欧姆的定义,则是 1908 年伦敦国际代表会议批准的。

虽然在第八届国际计量大会(1933)期间,已十分明显地一致要求采用所谓“绝对”单位来代替这些“国际”单位,但是直到第九届国际计量大会(1948)才正式决定废除这些“国际”单位,而采用下列电流强度单位——安培:

“安培是一恒定电流,若保持在处于真空中相距 1 米的两无限长而圆截面可忽略的平行直导线内,则此两导线之间产生的力在每米长度上等于 2×10^{-7} 牛顿。”

(1946 年国际计量委员会,决议 2,
1948 年第九届国际计量大会批准)。

这里已将原条文中“米千克秒(M K S)制力的单位”改成了第九届国际计量大会所通过的“牛顿”(1948,决议 7)。

e) 热力学温度单位(开尔文)——热力学温度单位的定义实际上是第十届国际计量大会(1954,决议 3)规定的,它

选取水的三相点为基本定点,并定义其温度为 273.16 K. 第十三届国际计量大会通过以开尔文的名称(符号 K)代替“开氏度”(符号 °K)(1967, 决议3),在其决议 4 中,热力学温度单位的定义叙述如下:

热力学温度单位开尔文是水的三相点热力学温度的 $1/273.16$.

第十三届国际计量大会(1967, 决议 3)也决定用单位开尔文及其符号 K 表示温度间隔或温差.

注 除以开尔文表示的热力学温度(符号 T)外,也使用由式

$$t = T - T_0$$

定义的摄氏温度(符号 t),按定义,式中 $T_0 = 273.15\text{K}^{(i)}$. “摄氏度”这个单位与单位“开尔文”相等,而“摄氏度”是一个专门名称,用来代替“开尔文”表示摄氏温度. 摄氏温度间隔或温差,既可以用摄氏度表示,也可以用开尔文表示.

f) 物质的量单位(摩尔)——自从发现一些化学基本定律以后,就已用物质的量单位(例如“克原子”和“克分子”)来表明各种化学元素或化合物的量了. 这些单位和“原子量”以及“分子量”(实际上是相对质量)有直接联系. 最初,“原子量”是以化学元素氧的原子量(规定为 16)为标准. 但是,物理学家利用质谱仪分离出了各种同位素,并且只把氧的一种同位素的数值定为 16 后,化学家却把同位素 16、17、18 的混合物,即天然氧元素的数值定为 16 (实际上稍有差异). 1959—1960 年,国际理论与应用物理协会(IUPAP)和国际理论与应用化学协会(IUPAC)取得一致协议后,结束了这种不一致局面⁽ⁱⁱ⁾. 此后,物理学家和化学家都同意将碳同位素 12 的值定

(i) T_0 可以近似地认为是水的冰点的热力学温度,它与水三相点的热力学温度相差 0.01 开尔文.

(ii) 长期以来,物理学和化学界采用了两种原子量标准,从而有两套原子量并存,即物理原子量和化学原子量. 一些依赖原子量的基本物理常数(如阿伏加德罗数等)也因采取不同的原子量标准而具有不同的数值.

为 12, 由这样统一的标度给出“相对原子质量”的数值.

余下的问题是通过确定碳 12 的相应质量以定义物质的量的单位;根据国际协议,这个质量已定为 0.012 千克,而“物质的量”⁽ⁱ⁾这个量的单位取名为摩尔 (mole, 符号 mol).

国际计量委员会根据国际理论与应用物理协会、国际理论与应用化学协会及国际标准化组织的建议,于 1967 年制定并于 1969 年批准了摩尔的定义,最后由第十四届国际计量大会通过 (1971, 决议 3):

“(1) 摩尔是一系统的物质的量,该系统中所包含的基本单元数与 0.012 千克碳-12 的原子数目相等.

(2) 在使用摩尔时应指明基本单元,它可以是原子、分子、离子、电子及其它粒子,或是这些粒子的特定组合.”

摩尔的这个定义同时严格明确了以摩尔为单位的量的性质.

g) 光强度单位 (坎德拉)——各国所用的以火焰或白炽灯丝基准为根据的光强度单位,于 1948 年改为“新烛光”. 这一决定是国际照明委员会(CIE)和国际计量委员会在 1937 年以前作出的,国际计量委员会根据 1933 年第八届国际计量大会授予的权力,在 1946 年的会议上予以颁布. 1948 年第九届国际计量大会批准了国际计量委员会的这一决定,并同意给这个光强度单位一个新的国际名称“坎德拉”(candela, 符号

(i) IUPAP、IUPAC 和 ISO 通过的这个量的名称,法文是“quantité de matière”英文是“amount of substance”(德文与俄文为“stoffmenge”和“количество вещества”). 这个法文名称使人想起“quantitas materialiae”,这个名称过去是指现在称为质量的量. 应该抛弃这个旧含义,因为质量和物质的量是完全不同的两个量.

cd)⁽ⁱ⁾。1967 年修订的坎德拉的定义如下:

坎德拉是在 101 325 牛顿每平方米压力下, 处于铂凝固温度的黑体的 1/600 000 平方米表面在垂直方向上的光强度⁽ⁱⁱ⁾

(1967 年第十三届国际计量大会决议 5)。

2.1.2. 符号

SI 基本单位及其名称和符号列于表 1 (第十届国际计量大会, 1954, 决议 6; 第十一届国际计量大会, 1960, 决议 12; 第十三届国际计量大会, 1967, 决议 3; 第十四届国际计量大会, 1971, 决议 3)。

表 1 SI 基本单位⁽ⁱⁱⁱ⁾

量	名 称	符 号	
		国 际	中 文
长度	米	m	米
质量	千克(公斤)	kg	千克(公斤)
时间	秒	s	秒
电流	安培	A	安
热力学温度	开尔文	K	开
物质的量	摩尔	mol	摩
光强度	坎德拉	cd	坎

关于书写单位符号的一般原则已由第九届国际计量大会

(i) 这个单位的旧英文名称是 candle, 中文名称是“烛光”。新旧单位虽然相差很小, 但 candela 不应译为“烛光”, 故本书中一律改译为“坎德拉”。

(ii) 该定义中的压力单位“牛顿每平方米”, 按第十四届国际计量大会的决议(见本书附录 I) 应为“帕斯卡”。1979 年 10 月第十六届国际计量大会, 考虑到实现这一定义的困难以及辐射测量技术的迅速发展, 已正式作出决议废除坎德拉这个定义, 并提出了下列的新定义: “坎德拉是频率为 540×10^{12} 赫兹的单色辐射源在给定方向上的光强度, 该方向上的辐射强度为 1/683 瓦特每球面度。”

(iii) 建议采用国际符号。中小学课本和普通书刊必要时可用中文简称。下同。

通过(1948, 决议 7)。按此原则,

单位符号用罗马字体表示⁽ⁱ⁾, 一般用小写; 但是, 如果符号来自专有名称, 则用大写罗马字体(第一个字母)。这些符号后面都不加标点。

在复数场合, 单位符号仍不变。

2.2. SI 导出单位

2.2.1. 表示法

导出单位借助乘和除的数学符号通过代数式用基本单位

表 2 用基本单位表示的 SI 导出单位示例

量	SI 单 位		
	名 称	符 号	
		国 际	中 文
面积	平方米	m ²	米 ²
体积	立方米	m ³	米 ³
速度	米每秒	m/s	米/秒
加速度	米每秒平方	m/s ²	米/秒 ²
波数	每米 ⁽ⁱ⁾	m ⁻¹	米 ⁻¹
密度	千克每立方米	kg/m ³	千克/米 ³
电流密度	安培每平方米	A/m ²	安/米 ²
磁场强度 ⁽ⁱⁱ⁾	安培每米	A/m	安/米
(物质的量)浓度	摩尔每立方米	mol/m ³	摩/米 ³
比体积 ⁽ⁱⁱⁱ⁾	立方米每千克	m ³ /kg	米 ³ /千克
光亮度	坎德拉每平方米	cd/m ²	坎/米 ²

(i) “每米”这个波数单位指每米长度有一个波长, 即 1/米。

(ii) 原文是 champ magnetique, 原意为“磁场”, 但法文也表示“磁场强度”。

(iii) 见表 4 注 (ii)。

(i) 罗马字体指西文的正体。根据国际规定, 物理量或表示顺序数字的符号用斜体(即意大利体)表示, 而单位符号用正体(即罗马体)。书刊等印刷也应遵守这项规定。

表 3 具有专门名称的 SI 导出单位^(iv)

量	SI 单 位			
	名 称	符 号		用其他 SI 单位表示的关系式
		国 际	中 文	
频率	赫兹	Hz	赫	s^{-1}
力	牛顿	N	牛	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
压力, (压强)、应力	帕斯卡	Pa	帕	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
能、功、热量	焦耳	J	焦	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
频率、辐[射]通量	瓦特	W	瓦	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
电量、电荷	库仑	C	库	S · A
电势、电压、电动势	伏特	V	伏	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
电容	法拉	F	法	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
电阻	欧姆	Ω	欧	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
电导	西门子	S	西	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$

磁通[量] ⁽ⁱ⁾	韦伯	Wb	韦	V·s	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-1} \cdot A^{-1}$
磁感应(强度) ⁽ⁱⁱ⁾	特斯拉	T	特	Wb/m^2	$kg \cdot s^{-1} \cdot A^{-1}$
电感	亨利	H	亨	Wb/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-1} \cdot A^{-2}$
摄氏温度 ^(a)	摄氏度	°C			K
光通[量]	流明	lm	流		$cd \cdot sr$
光照度	勒克斯	lx	勒	lm/m^2	$m^{-2} \cdot cd \cdot sr$
(电离辐射)活度	贝可勒尔	Bq	贝可		s^{-1}
吸收剂量、比授与能、比释动能、吸收剂量指数 ⁽ⁱⁱⁱ⁾	戈瑞	Gy	戈	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$

(a) 见第 6 页.

(b) 该二式中球面度 (sr) 当作基本单位.

(i) 原文是 flux d'induction magnétique, 可译为“磁感应通量”, 一般习惯译为“磁通量”.

(ii) 原文是 induction magnétique, 直译为“磁感应”, 但一般习惯称这个量为磁感应强度, 它和磁通密度是同一个量.

(iii) 比授与能的原文是 énergie communiquée massique, 另见表 4 注 (ii). 比释动能的原文是 kerma, 也有音译为“科玛”的. 吸收剂量指数的原文是 indice de dose absorbée.

(iv) 1979 年 10 月第十六届国际计量大会, 考虑到放射性防护领域内使用国际单位制的方便和安全问题, 决定采用一个专门名称“西沃特” (sievert, 国际符号 Sv), 为剂量当量的 SI 单位, 西沃特等于焦耳每千克.