

SI

计量单位 及其换算

杜荷聪 陈维新 张振威 编
李 慎 安 审定

计 量 出 版 社

计量单位及其换算

杜荷聪 陈维新 张振威 编

李慎安 审定

计量出版社

1982

内 容 提 要

本书较系统地介绍了国际单位制的构成,以SI为核心编制的各计量单位,常用物理量的符号、量纲及其单位,重点是解决计量单位的正确使用和换算问题,对与计量单位关系密切和重要的资料也编入了此书。

可供科学技术研究设计,工农业生产,工程建设,国际贸易,文化教育,计量标准,出版等方面有关人员参考使用。更是科技图书的编、译、审、校人员和科技情报工作应备的工具书。

计量单位及其换算

杜荷聪 陈维新 张振威 编

李慎安 审定

责任编辑 徐 鹤

—*—

计量出版社出版

(北京和平里11区7号)

北京印刷一厂印刷

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 9 7/8

字数 259 千字 印数 1—35,000(精)

1982年12月第一版 1982年12月第一次印刷

统一书号 15210·213

定价 1.80 元

科技新书目: 37—190

前 言

1981年8月《中华人民共和国计量单位名称与符号方案(试行)》公布后,国民经济各部门,特别是需要率先贯彻该方案的标准部门、统计部门、文化宣传部门、科研部门、教育部门、文献资料部门和出版部门,都希望有一本以SI为核心的计量单位手册。在1981年12月于福州举行的全国国际单位制技术讲座会上,与会者更集中反映了国内各界尤其是出版界、著译界和科技情报界要求尽快见到这样一本手册的殷切期望。为此,国家出版事业管理局和中国国际单位制推行委员会委托杜荷聪、陈维新、张振威三同志编写这本《计量单位及其换算》书,并由李慎安同志审校定稿。

本书的编辑提纲是1982年元月在首都召开的三次座谈会上讨论拟订的。

鉴于本书的手册性质和篇幅的限制,对内容没有过多地叙述和解释,法文与俄文的对照及一些换算表也未编入。本书的重点是解决计量单位的正确使用和换算问题,对与计量单位关系密切和重要的资料也编入了此书。

本书是在各方面鼓励与支持下的一次尝试,难免存有错误与不妥之处,敬希读者不吝指出,以便再版时更正。

编 者

1982年3月

目 录

1 国际单位制	(1)
1.1 国际单位制的构成	(1)
1.2 SI 基本单位	(2)
1.3 SI 辅助单位	(2)
1.4 SI 导出单位	(3)
1.5 SI 中来源于人名的单位	(6)
1.6 用具有专门名称的 SI 导出单位表示的 SI 导出单位示例	(8)
1.7 SI 词头	(8)
1.8 国际单位制外的单位	(11)
2 有关法令、标准和规定	(15)
2.1 《中华人民共和国计量单位名称与符号方案(试行)》	(15)
2.2 国家出版事业管理局、中国国际单位制推行委员会“关于贯彻《中华人民共和国计量单位名称与符号方案(试行)》的联合通知”	(30)
2.3 教育部《关于教材采用国际单位制的通知》	(32)
2.4 中国文字改革委员会和国家标准计量局《关于部分计量单位名称统一用字的通知》	(33)
2.5 国务院关于统一计量制度的命令	(35)
2.6 1977 年国务院颁发《中华人民共和国计量管理条例(试行)》的通知(摘录)	(38)
2.7 有关的国家标准(GB)	(39)
2.8 有关的国际标准(ISO)	(39)
2.9 部分国家有关 SI 的标准	(40)
2.10 关于米制公约组织机构的历史资料	(42)
3 单位换算系数	(50)
3.1 长度	(50)
3.2 面积	(55)

3.3 体积、容积(量纲为 L^3 的量)	(59)
3.4 截面模量、面积一次矩	(69)
3.5 面积二次矩	(69)
3.6 平面角	(70)
3.7 立体角	(70)
3.8 时间	(72)
3.9 速度	(72)
3.10 角速度	(74)
3.11 频率	(79)
3.12 加速度	(79)
3.13 质量、重量	(81)
3.14 线密度、纤度	(87)
3.15 面积密度, 每单位面积的质量	(90)
3.16 比面积, 每单位质量的面积	(90)
3.17 单位体积的面积	(95)
3.18 密度	(95)
3.19 质量浓度	(99)
3.20 比体积, 比容积	(99)
3.21 质量流率	(104)
3.22 体积流率	(104)
3.23 耗油量	(110)
3.24 油行程	(110)
3.25 运载量和运载油耗量	(111)
3.26 转动惯量	(111)
3.27 动量	(113)
3.28 角动量	(113)
3.29 力	(113)
3.30 力矩	(114)
3.31 压力(压强), 应力	(118)
3.32 动力粘度	(126)
3.33 运动粘度, 热扩散率	(129)
3.34 能、功、热	(132)
3.35 功率	(138)

3.36	温度、温度差和温度间隔	(143)
3.37	比能	(144)
3.38	单位体积燃料的发热量或能量	(147)
3.39	比热容、比熵	(150)
3.40	体积热容	(153)
3.41	热流密度	(153)
3.42	传热系数	(156)
3.43	热导率	(158)
3.44	热阻率	(160)
3.45	释热率	(161)
3.46	电磁量单位换算系数	(162)
3.47	光亮度单位换算系数表	(165)
3.48	光照度单位换算系数表	(167)
3.49	电离辐射	(167)
3.50	其它物理量单位的换算系数	(168)
4	常用物理量的符号、量纲及其单位	(169)
4.1	空间和时间的量和单位	(170)
4.2	周期及有关现象的量和单位	(172)
4.3	力学的量和单位	(176)
4.4	热学的量和单位	(184)
4.5	电学和磁学的量和单位	(190)
4.6	光及有关电磁辐射的量和单位	(198)
4.7	声学的量和单位	(206)
4.8	物理化学和分子物理学的量和单位	(214)
4.9	原子物理学和核物理学的量和单位	(226)
4.10	核反应和电离辐射的量和单位	(236)
4.11	固体物理学的量和单位	(250)
5	量和单位符号的有关规则	(262)
5.1	量的符号	(262)
5.2	单位的符号	(264)
5.3	SI 词头符号	(267)
5.4	数值	(268)
5.5	下角标	(269)

5.6 建议避免使用的单位符号(典型举例)	(279)
附 录	(282)
A. 米制公约成员国签字年份	(282)
B. 米制公约成员国组织系统图	(284)
C. 有限字体系统中 SI 单位、词头及某些其它单位的表示	(285)
D. 在几种现行单位制中(不包括英制)常用物理量单位间的关系 表	(288)
E. 用 SI 单位表示的物理常数	(304)

1 国际单位制

1960 年第 11 届国际计量大会 (Conférence Générale des Poids et Mesures(CGPM)) 所通过的国际单位制 (Le Système International d'Unités), 其国际符号为 SI(俄文用 СИ). 它是在米制基础上发展起来的比较完善、科学、实用的单位制。它可应用于各个科学技术领域及各行业, 从而代替历史上遗留下来的几乎所有的单位制和单位。目前, 世界上绝大多数国家和一些国际性的科学技术组织, 都已宣布采用, 其中包括传统的英制国家。

我国于 1980 年 7 月经国务院批准由中国国际单位制推行委员会颁布试行的《中华人民共和国计量单位名称与符号方案》(以下简称《方案》), 即以 SI 为基础, 结合我国实际情况制定的。

1.1 国际单位制的构成

SI 的构成体系如下表

国际单位制 (SI)	SI 单位	SI 基本单位(7 个)
		SI 辅助单位(2 个)
		SI 导出单位(其中 19 个具有专门名称)
	SI 词头(自 10^{-18} — 10^{18} 共 16 个)	
	SI 单位的十进倍数和分数单位	

SI 单位并不是国际单位制单位的简写。它只是 SI 中构成一贯性的那些单位。作为国际单位制单位来说, 除 SI 单位外, 还包括其倍数与分数单位。这类单位, 在有的国家也称为 SI 单位。

一贯性单位是指一贯性导出单位。凡是按物理定义方程所得到的导出量, 当其单位是基本单位而系数又是 1 时, 这个导出单位对基本单位来说称为一贯性单位。

例: 速度=距离/时间

距离的基本单位为米,

时间的基本单位为秒。

则速度的一贯性单位为米/秒写成国际符号即 m/s 。

而不是 km/s 或是 $\text{cm/s}\cdots$

更不是 km/h 或是 km/min 。

在 SI 中，一切 SI 单位，都是在量的量纲式中，按下列替换得到的

长度 $L \longrightarrow \text{m}$

质量 $M \longrightarrow \text{kg}$

时间 $T \longrightarrow \text{s}$

电流 $I \longrightarrow \text{A}$

热力学温度 $\Theta \longrightarrow \text{K}$

物质的量 $N \longrightarrow \text{mol}$

发光强度 $J \longrightarrow \text{cd}$ 。

例如：力的量纲为 LMT^{-2} ，其 SI 单位即 $\text{m}\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-2}$ 。有完全相同的形式。但为了方便，其中有一部分给了专门名称。如力这个量的单位，称为牛顿，专门符号为 N 。

在 SI 中，一切 SI 单位，都不带有词头，只有质量千克(kg)例外，它本身带有词头，但为 SI 单位。

因此，“SI 单位”是一个具有特定含义的词组。如毫米，它是国际单位制的单位，但它不是 SI 单位，长度的 SI 单位是米，而毫米只是这个 SI 单位的分数单位。它由于有了词头，不再能与其它 SI 单位构成一贯性。

1.2 SI 基本单位

SI 单位中的一部分，它是构成整个 SI 的基础，其名称、符号和定义见“SI 基本单位”表。

1.3 SI 辅助单位

这是 SI 中特殊的一类单位。国际计量大会既未把它归入基本单位，又未归入导出单位。这两个单位均是几何学的单位。按其定义，它们是无量纲的。在使用上，根据方便和概念的确切，既可把它们当作基本单位，也可作为导出单位使用，有时，甚至

SI 基 本 单 位

量	单 位 名 称	单 位 符 号
长 度	米	m
质 量	千克, (公斤)	kg
时 间	秒	s
电 流	安 培	A
热力学温度	开 尔 文	K
物 质 的 量	摩 尔	mol
发 光 强 度	坎 德 拉	cd

写成 1, 而不出现于单位符号之中, 但应避免混淆与误解。

这两个单位的名称、符号和定义, 见下表。

SI 辅 助 单 位

量	单 位 名 称	单 位 符 号
平 面 角	弧 度	rad
立 体 角	球 面 度	sr

1.4 SI 导出单位

用 SI 基本单位表示的导出单位示例见“用 SI 基本单位表示的 SI 导出单位示例”表。它们都没有专门名称。

用 SI 辅助单位表示的导出单位示例见“用 SI 辅助单位表示的 SI 导出单位示例”表, 它们也都没有专门名称。

用 SI 基本单位表示的 SI 导出单位示例

量	SI 单 位	
	名 称	符 号
面 积	平方米	m^2
体 积	立方米	m^3
速 度	米每秒	m/s
加 速 度	米每二次方秒	m/s^2
波 数	每 米	m^{-1}
密 度	千克每立方米	kg/m^3
电 流 密 度	安培每平方米	A/m^2
磁 场 强 度	安培每米	A/m
[物质的量]浓度 ^①	摩尔每立方米	mol/m^3
比 体 积	立方米每千克	m^3/kg
[光] 亮 度	坎德拉每平方米	cd/m^2

① 在不致产生误解时，量的名称中方括号内的字可以省略。下同。

用 SI 辅助单位表示的 SI 导出单位示例

量	SI 单 位	
	名 称	符 号
角 速 度	弧度每秒	rad/s
角 加 速 度	弧度每二次方秒	rad/s^2
辐[射]强度	瓦特每球面度	W/sr
辐[射]亮度	瓦特每平方米球面度	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{sr})$

具有专门名称的 SI 导出单位见下页表，一共为 19 个。

具有专门名称的SI导出单位

量	SI 单 位				用SI基本单位表示的表示式
	名 称	符 号	用其它SI单位表示的表示式	位	
频率	赫兹	Hz	•	s^{-1}	
力	牛顿	N		$m \cdot kg \cdot s^{-2}$	
压力, 压强, 应力	帕斯卡	Pa		$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$	
能, 功, 热量	焦耳	J		$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$	
功率, 辐[射]通量	瓦特	W		$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$	
电量, 电荷	库仑	C		s·A	
电位, 电压, 电动势	伏特	V		$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$	
电容	法拉	F		$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$	
电阻	欧姆	Ω		$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$	
电导	西门子	S		$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$	
磁通[量]	韦伯	Wb		$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$	
磁感应[强度]	特斯拉	T		$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$	
电感	亨利	H		$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$	
摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}C$		K	
光通[量]	流明	lm		$cd \cdot sr$	
[光]照度	勒克斯	lx		$m^{-2} \cdot cd \cdot sr$	
[放射性]活度, (放射性强度)	贝可勒尔	Bq		s^{-1}	
吸收剂量	戈瑞	Gy		$m^2 \cdot s^{-2}$	
剂量当量	希沃特	Sv		$m^2 \cdot s^{-2}$	

1.5 SI 中来源于人名的单位

单 位		量	用以纪念的科学家人名
名 称	符 号		
安 培	A	电 流	André Marie Ampère (1775—1836), 法国数学家和物理学家
贝可勒尔	Bq	放射性活度	Antoine Henri Becquerel (1852—1908), 法国物理学家
库 仑	C	电 荷	Charles-Augustin de Coulomb (1736—1806), 法国物理学家
摄氏度	°C	摄氏温度	Anders Celsius (1701—1744), 瑞典天文学家
法 拉	F	电 容	Michael Faraday (1791—1867), 英国物理学家和化学家
戈 瑞	Gy	吸收剂量	Louis Harold Gray (1905—1965) 英国物理学家
赫 兹	Hz	频 率	Heinrich Rudolf Hertz (1857—1894), 德国物理学家
亨 利	H	电 感	Joseph Henry (1797—1878), 美国物理学家
焦 耳	J	能 量	James Prescott Joule (1818—1889), 英国自然科学家
开尔文	K	热力学温度	Sir William Thomson, 1892 Lord Kelvin of Largs (1824—1907) 英国物理学家
牛 顿	N	力	Sir Isaac Newton (1643—1727) 英国物理学家、数学家和天文学家
欧 姆	Ω	电 阻	Georg Simon Ohm (1787—1854) 德国物理学家
帕斯卡	Pa	压 强	Blaise Pascal (1623—1662), 法国数学家和哲学家
西门子	S	电 导	William Siemens (1823—1883), 德国电工学家
希沃特	Sv	剂量当量	Rolf M Sievert (1896—1966), 瑞典物理学家
特斯拉	T	磁通密度磁感应强度	Nicola Tesla (1856—1943), 美籍南斯拉夫人物理学家
伏 特	V	电位、电压、电动势	Conte Alessandro Volta (1745—1827), 意大利物理学家
瓦 特	W	功 率	James Watt (1736—1819), 英国工程师和发明家
韦 伯	Wb	磁通量	Wilhem Eduard Weber (1804—1891), 德国物理学家

用专门名称表示的 SI 导出单位示例

量	SI 单 位			
	名 称	符 号	号	用 SI 基本单位表示的表示式
[动力]粘度	帕斯卡秒	Pa·s		$\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$
力 矩	牛顿米	N·m		$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
表面张力	牛顿每米	N/m		$\text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
表面热流, 辐[射]照度	瓦特每平方米	W/m ²		$\text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$
热容, 熵	焦耳每开尔文	J/K		$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
比热容, 比焓	焦耳每千克开尔文	J/(kg·K)		$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
比 能	焦耳每千克	J/kg		$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
热导率(导热系数)	瓦特每米开尔文	W/(m·K)		$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$
能[量]密度	焦耳每立方米	J/m ³		$\text{m}^{-1} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
电场强度	伏特每米	V/m		$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$
电荷体密度	库仑每立方米	C/m ³		$\text{m}^{-3} \cdot \text{s} \cdot \text{A}$
电位移	库仑每平方米	C/m ²		$\text{m}^{-2} \cdot \text{s} \cdot \text{A}$
电容率(介电常数)	法拉每米	F/m		$\text{m}^{-3} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^4 \cdot \text{A}^2$
磁导率	亨利每米	H/m		$\text{m} \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2}$
摩尔能[量]	焦耳每摩尔	J/mol		$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{mol}^{-1}$
摩尔焓, 摩尔热容	焦耳每摩尔开尔文	J/(mol·K)		$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
(X射线和γ射线的)照射量	库仑每千克	C/kg		$\text{kg}^{-1} \cdot \text{s} \cdot \text{A}$
吸收剂量率	戈瑞每秒	Gy/s		$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$

1.6 用具有专门名称的 SI 导出单位表示的 SI 导出单位示例

见(7页)表。这样的表示方法不仅可以使单位含意清楚,而且大大简化了单位名称及符号。

1.7 SI 词头

只有 SI 单位,并不能方便地实用于不同大小的量,而必须有其倍数和分数单位。SI 中一切这类的单位只能由 SI 词头加 SI 单位构成而不得另行给于其它名称。

例如:立方米的分数单位立方分米是国际单位制的单位,但等于它的单位“升”则不是;1000 千克(或写作 1 兆克)是国际单位制的单位,但“吨”则不是。

在 10^{-18} 至 10^{18} 范围内,共给出 16 个词头。称之为 SI 词头。这 16 个词头的名称符号及其所代表的因数见下表。

SI 词 头

因 数	词头法文和中文名称(括弧内为汉字读音)		符 号
10^{18}	exa	(艾万萨)	E
10^{15}	peta	(拍 它)	P
10^{12}	téra	(太 拉)	T
10^9	giga	(吉 加)	G
10^6	méga	兆	M
10^3	kilo	千	k
10^2	hecto	百	h
10^1	déca	十	da
10^{-1}	déci	分	d
10^{-2}	centi	厘	c
10^{-3}	milli	毫	m
10^{-6}	micro	微	μ
10^{-9}	nano	(纳 诺)	n
10^{-12}	pico	(皮 可)	p
10^{-15}	femto	(飞姆托)	f
10^{-18}	atto	(阿 托)	a

这些词头的来源及其原含义见下表。

因 数	词 头 名 称 (法文名称)	符 号	词 源		
			名 词	语 种	意 义
10^{18}	exa	E	hexa	希 腊	六
10^{15}	peta	P	pente	希 腊	五
10^{12}	téra	T	teras	希 腊	怪物
10^9	giga	G	gigas	拉 丁	巨人
10^6	méga	M	megas	希 腊	大
10^3	kilo	k	khilioi	希 腊	一千
10^2	hecto	h	hekaton	希 腊	一百
10^1	déca	da	deka	希 腊	十
10^{-1}	déci	d	decem	拉 丁	十
10^{-2}	centi	c	centum	拉 丁	一百
10^{-3}	milli	m	mille	拉 丁	一千
10^{-6}	micro	μ	micron	希 腊	小
10^{-9}	nano	n	nanus	希 腊	侏儒
10^{-12}	pico	p	picus	西班牙	少量
10^{-15}	femto	f	femton	丹 麦	十五
10^{-18}	atto	a	atten	丹 麦	十八

我国对词头译名有不同方案，并都在一定程度上使用。对于 10^9 以上及 10^{-9} 以下的 8 个词头，目前尚未正式规定其中文名称。读者可参阅本书（2.1 表 7）选用。下页表列出常见几种译名的对照。