

国际单位制 (SI)

(附其他单位制简介
及英美制-米制单位换算表)

1442

郑州机械科学研究所

1974年10月

国际单位制 (SI)

目 录

国际单位制 (SI)	1
〔表 1〕 SI制的基本量度及基本单位	2
〔表 2〕 SI制的导出单位	3
〔表 3〕 SI制单位的十进制倍乘因数及其符号	15
〔表 4〕 SI制中废除的旧米制单位	16
〔表 5〕 SI与CGS制单位换算表	20
〔表 6〕 SI制中的基本物理常数	23
〔表 7〕 英制-SI制单位换算表	26
〔附录 1〕 其他单位制简介	34
米制	34
MKS 制	34
MKSA 制	34
CGS 制	34
物理单位制	35
工程技术单位制	35
实用物理工程技术单位制	37
电工单位制	38
电磁单位	38
静电单位	38

MKS 电工单位制	39
绝对单位制	39
英制	39
重力单位制	40
TMS 单位制	41
OASM单位制	41
斯特劳得单位制	41
亥维赛-洛伦兹单位制	41
卢多维希单位制	42
原子单位制	42
〔附录 2〕 米制与英、美制单位换算表	43
〔附表 1〕 长度单位	43
〔附表 2〕 面积单位	46
〔附表 3〕 体积单位	48
〔附表 4〕 质量单位	52
〔附表 5〕 力的单位	55
〔附表 6〕 压力单位	56
〔附表 7〕 功、能、热量单位	
〔附表 8〕 功率单位	
〔附表 9〕 温度单位	59
〔附表 10〕 机械应力 (强度) 单位	61
〔附表 11〕 冲击 (吸收) 能单位	61
〔附表 12〕 冲击强度 (a_k) 单位	61
〔参考资料〕	64

国际单位制 (SI)

国际单位制 (Système International d'unités) 是“米·千克 (公斤)·秒”单位制 (MKS System) 经过多年修改的产物, 最后于1960年在第11届世界量度大会 (the 11th Conférence Générale des Poids et Mesures) 上通过。至1970年已有三十个国家宣布采用作为世界科学、技术、贸易的统一法定单位制, 并规定世界各国虽有不同的语言文字, 均一律把“国际单位制”称呼为“SI”。

SI 有六个基本单位 (basic unit): “米、千克 (公斤)、秒、安培、开耳芬和烛光”(见〔表 1〕)。各种导出单位 (derived units) (见〔表 2〕) 及各种单位的各种 倍乘因数 (见〔表 3〕)。

旧的米制 (metric system) 中的有些单位的定义和名称在SI中作了修改, 有些被废除(见〔表 4〕)。

SI 有不少的优点, 最重要的优点是简化和统一。例如“功和能”的单位, 不论是机械功、位能、热能、电能, 都一律采用“焦耳”(Joule), 而在旧的米制中则有“格尔(erg)、公斤(力)米(kgm)、牛顿米(Nm)、瓦秒(Ws)、瓩小时(kwh)、卡路里(cal)、马力小时(hph)”及英制中的“呎-磅(ftlb)、Btu”等单位名称。过去的米制中还有“物理单位制”(system of physical units) 和“工程技术单位制”(system of technical units) 之分; 在电学方面又有“静电单位”(electrostatic units) 和“电磁单位”(electromagnetic units) 及“m, k, s, % 单位制”之分。它们的概念的区分和互相

换算往往造成许多紊乱。SI把这些单位制都统一了起来，不再需要换算。然而一个新制度的全面实行，需要一段熟习的时间，自从SI于1960年通过以来，有许多的国家已开始采用，目前西欧英美各国的科技文献使用SI单位的也日见增多，西德首先宣布截至1977年12月31日止将全部实行SI制。

[表1]SI制的基本量度及基本单位

基 本 量 度		基 本 单 位		定 义
名 称	符号	名 称	符号	
长 度 (length)	<i>l</i>	米(公尺) (metre)	m	1 米是同位素氪原子 ^{86}Kr 从 $5d_5$ 跃迁到 $2p_{10}$ 在真空中辐射波长的 1 650 763.73 倍。 ^{*(1)}
质 量 (mass)	<i>m</i>	千克(公斤) (kilogram)	kg	1 千克是“国际千克原器”(International prototype kilogramme)的质量。 ^{*(2)}
时 间 (time)	<i>t</i>	秒 (second)	s	1 秒是同位素铯原子 ^{133}Cs 基本状态的两个超精细结构能级(hyperfine levels)辐射转变周期长度的 9 192 631 770 倍。 ^{*(3)}
电 流 (electric current)	<i>I</i>	安培 (ampere)	A	1 安培是通过两条截面积可忽略不计、相距 1 米、互相平行的无限长直线导线中的恒定电流，它在这两条导线之间每 1 米长度内产生 $2 \times 10^{-7} \text{ N}$ (牛顿)的作用力。 ^{*(4)}
温 度 (temperature)	<i>T</i>	开(耳芬) (kelvin)	K	1 开(耳芬)(K)是纯水三态点 ^{*(5)} (triple point) 的热力学温度 (thermodynamic temperature) 的 $1/273.16$ 。

基本量度		基本单位		定 义
名 称	符 号	名 称	符 号	
光 度 (luminous intensity) (发光强度)	I	烛光 (candela)	cd	1 烛光是一表面面积为 1/600 000 平方米 的黑色 物体 (black body) 在铂 (plati- num) 的凝固温度 (2042K) 和 压力为 101325 N/m^2 (牛顿/米 ²) 之下在垂直方向所发出的光度。
物 质 量 (amount of substance)		克分子 ^{*(6)} (mole)	mol	1 克分子是某一物质系统所 含基本单元 (elementary units) 相当于 12×10^{-3} 千克的 同位素碳原子 ¹² C 之量。基本 单元系指原子、分子、离子 (atom, molecule, ion) 等。

- * (1) 旧米制中1米的定义是“国际米尺模型”(International Meter-prototype) 在冰与空气饱和的 纯水平衡温度点和 1 个标准大气压的压力下两个中间刻度之间的距离。
- * (2) SI制中 1 千克的定义与旧米制中 1 千克的定义相同, 因为 物质的质量一般是不随外界条件(压力、温度及地理位置)而改变的, 只有当物体以光速而运动时其质量才会增大。
- * (3) 按旧米制规定: 1 秒为 1 个平均太 阳日 (mean solar day) 的 1/86400。
- * (4) 按旧米制规定: 1 安培是通过硝酸银(silver nitrate)水溶液的电流强度, 能每秒钟沉淀出 0.001118000 克的银。
- * (5) 三态点——即气态、液态和固态共同存在的温度点。水的三态点为 0.0100°C 。注意 K 应大写, 并在其左上角不再加“O”。
- * (6) 克分子——目前尚未正式成为 SI 制中的基本单位, 但已有此提议, 等待国际协商通过。

〔表2〕SI 制的导出单位

“导出单位”是从“基本单位”演导出来的各种单位, 例如面积单位的“米²”(m²)是从基本长度单位“米”(m)演导出来的; 速度单位, “米/秒”是从长度和时间基本单位演导出来的。基本单位的各种倍乘单位例如千米(km), 毫米(mm), 微秒(μs)、克(g)、吨(tonne, $t=1000\text{kg}$)则非导出单位。

量		度	SI 单 位		非 SI 单位, 但允 许同时使用的单位		定 义 及 (换 算)
名 称	符 号	名 称	符 号	名 称	符 号		
面 积 (area)	A, a	平方米(米 ²) (square metre)	m ²			$a = l^2$	
体 积 (volume)	V, v	立方米(米 ³) (cubic metre)	m ³	升 (liter)	l	$V = l^3$ (l 是长度的符号) (1升(l) = $\frac{1}{1000}$ m ³ = 1dm ³ , dm ³ = 立方分米)	
质 量	m			吨 (tonne)	t	(1 t = 1000kg) (非导出单位, 系 kg 的倍乘单位)	
平 面 角 (plane angle)	$\alpha, \beta,$ θ	弧度 (radian)	rad	度 (degree) 分 (minute) 秒 (second) 杠 (Gon)	° ' " gon	1 弧度是半径为 1 米, 圆周弧长也为 1 米 所对应的圆中心平面角的角度。 $\left(1^\circ = 1' = \frac{\pi}{180} \text{ rad} \right.$ $1 \text{ 分} = 1' = \frac{\pi}{10800} \text{ rad}$ $1 \text{ 秒} = 1'' = \frac{\pi}{64800} \text{ rad}$ $1 \text{ 杠} = 1 \text{ gon} = \frac{\pi}{200} \text{ rad} \left. \right)$	

立体角 (solid angle)	Ω, ω	球面度 (steradian)	sr			1 sr = 球面积等于 (半径) ² 所对应的 球心三维空间的角度。
时 间	t			分 (minute) 小时 (hour) 天 (day)	min h d	(1 min = 60 s) (1 h = 60 min = 3600 s) 1 d = 24 h = 86400 s
频 率 (frequency)	f	赫兹 (Hertz)	Hz			S ⁻¹ 或 周/秒 (cycle per second)
速 度 (velocity)	v, u	米/秒	m/s			$v = dl/dt$
加 速 度 (acceleration)	a	米/秒 ²	m/s ²			$a = d^2l/dt^2$
角 速 度 (angular velocity)	ω	弧度/秒	rad/s			$\omega = d\theta/dt$
角加速度 (angular acceleration)	α	弧度/秒 ²	rad/s ²			$\alpha = d^2\theta/dt^2$

续表 2

量 名	度 符 号	SI 单 位		非 SI 单位, 但允许同时使用的单位		定 义 及 (换 算)
		名 称	符 号	名 称	符 号	
密 度 (density)	ρ	公斤/米 ³	kg/m ³			$\rho = m/V$
质量流速 (mass rate of flow)	$\dot{m}, \dot{M}$	公斤/秒	kg/s			$\dot{m} = dm/dt$
体积流速 (volume rate of flow)	$\dot{V}$	立方米/秒	m ³ /s			$\dot{V} = dV/dt$
转动惯量 (moment of inertia)	I	公斤·米 ²	kg m ²			$I = MK^2$ ($M = \Sigma m$ = 物体的总质量, K = 相对于某-特定轴心的廻转半径 (radius of gyration))
动 量 (momentum)	P	公斤米/秒	kg m/s			$P = mv$
角 动 量 (angular momentum)	$I\omega$	公斤米 ² /秒	kg m ² /s			$I\omega$ (I = 围绕重心 G 的转动惯量, ω = 角速度)。

力 (force)	F	牛顿 (Newton)	N			$F = ma$ 1 牛顿 = 作用于 1 公斤质量之力, 使之 产生 1 米/秒 ² 的加速度。(1 N = 1 kgm/s ²)
力 矩 (torque or mo- ment of force)	$T, (M)$	牛顿米	Nm			$T = Fl$
压 力 (pressure)	P	帕斯卡尔 (帕) (pascal) 或 牛顿/米 ²	Pa 或 N/m ²	巴 (Bar)	bar	$P = F/A$ (通常指流体压力) (1 Pa = 1 N/m ²) (1 bar = 10 ⁵ N/m ²)
机械应力 (强度) (mechanical stress, strength)	σ, f	帕斯卡尔 (帕) (pascal) 或 牛顿/毫米 ²	Pa N/mm ²			$\sigma = F/A$ (1 Pa = 1 N/m ²) (1 N/mm ² = 0.102 kg f/mm ² = 0.102 公斤力/毫米 ²)
功, (能、热) work, (energy, heat)	$W, (E)$	焦耳 (joule)	J			$W = \int F dl$ (1 J = 1 Nm = 1 kgm ² /s ²) (Nm = 牛顿米)

续表 2

量 名	度 称	符 号	SI 单 位		非 SI 单位, 但允许同时使用的单位		定 义 及 (换 算)
			名 称	符 号	名 称	符 号	
位能, 势能 (potential energy)		V	焦耳 (joule)	J			$V = \int F dl$ (1J = 1Nm)
动 能 (kinetic energy)		$T, (W)$	焦耳	J			$T = \frac{1}{2}mv^2$
冲击吸收能 (absorbed impact energy)		A	焦耳	J			$A = G(h_1 - h_2)$ (G = 锤重, h_1 = 锤落下前重心位置, h_2 = 锤冲击后重心升高位置)
冲击韧性值 (impact strength)		a_K	焦耳/厘米 ²	J/cm ²			$a_K = \frac{A}{a}$, A = 冲击(吸收)能, a = 冲击试样破断面积 cm ² (1J/cm ² = 0.102kgm/cm ²)
热 (焓) heat, (enthalpy)		$Q, (H)$	焦耳	J			$H = U + pV$, 对某一流体而言, U = 内能 (internal energy), p = 压力, V = 体积

功 率 (power)	P	瓦 (watt)	W		$P = dW/dt$ (1W = 1J/s)
表面张力 (surface tension)	$\gamma(\sigma)$	牛·米/米	N/m		$\gamma = F/l$, 表面张力是一种自由表面能 (free surface energy)
动态粘度 (dynamic viscosity)	η, μ	帕·秒 或 $\frac{\text{牛·秒}}{\text{米}^2}$	Pa·s 或 Ns/m ²		1Pa·s 是某一均质层流流体的动态粘度, 在该流体内两个相距 1 米的平面以 1 米/秒 的速度相对流动时, 它们之间产生的剪切 应力达到 1 帕斯卡尔 (Pa)。 (1Pa·s = 1Ns/m ² = 1000 厘泊 (centipoise) cp, 参见[表4])
运动粘度 (kinematic viscosity)	ν	平方米/秒	m ² /s		1m ² /s 是某一均质流体的运动粘度, 该流 体的动态粘度为 1Pa·s, 密度为 1kg/m ³ 即 $\nu = \eta/\rho$ (1m ² /s = 10 ⁶ 厘沲 (centistokes, cst), 参 见第(一)章 第 2 节 [表 5])
电 荷 (electric charge)	Q q	库伦 (coulomb)	C		$F(\text{力}) = (Q_1 Q_2) / (4\pi\epsilon_0 r^2)$ (库伦定律Coulomb's Law) $q = \int i dt$ (1C = 1As 安·秒)

续表 2

量 度		SI 单 位		非 SI 单位, 但允许同时使用的单位		定 义 及 (换 算)
名 称	符 号	名 称	符 号	名 称	符 号	
电场强度 (electric field strength) (electric force)	E	伏/米	V/m			$E = \text{作用于单位电荷上之力}$ ($= 1 \text{ N/C (牛顿/库伦)}$) $E = -dv/dl$
电 势 电 位 差 电 压 (electric potential, potential difference)	V	伏 (volt)	V			$V = \int_{\infty} E dl$ 1 伏是加在一条处于均匀、恒定温度之下的均匀截面丝状导线上两点之间的电压 (或电位差), 使 1 安培电流通过, 并在这两点之间产生 1 瓦的功率。 $V_{ab} = - \int_a^b E dl$
表观电功率 或总电功率 (apparent or total electric power)	S	伏安 (voltamp) 千伏安 (kilovolt-amp)	VA KVA			$S^2 = P^2 + Q^2$ $P = \text{有功电功率}$ $Q = \text{无功电功率}$ (1VA = 1W 总电功率) (1KVA = 1000VA)

无功电功率 (reactive or wattless electric power)	Q	伐尔 (var = voltamp reactive 的缩写)	var		1var = 1 W无功电功率
功率因数 (power factor)	p.f.				$p.f. = \frac{\text{有功电功率}}{\text{总电功率}} = \frac{p}{s}$
电阻 (resistance)	R	欧(姆) (ohm)	Ω		$R = V/I$
电导 (conductance)	G	西门子 (siemens)	S	姆欧 (mho)	$G = \frac{1}{R}$ (1S = 1 Ω)
互感 (mutual inductance)	M	亨(利) (henry)	H		$e_1 = M di_1/dt$ (1H = 1Wb/A)
自感 (self inductance)	L	亨(利)	H		$e = L di/dt$

续表 2

量 度		SI 单 位		非 SI 单位, 但允许同时使用的单位		定 义 及 (换 算)
		名 称	符 号	名 称	符 号	
电 容 (capacitance)	C	法(拉) (farad)	F			$C = Q/V$ (1F = 1C/V 库伦/伏)
电 抗 (reactance)	X	欧姆 (ohm)	Ω			$X = \omega L$ 或 $= \frac{1}{\omega C}$ $\omega = 2\pi f$ 弧度/秒
阻 抗 (impedance)	Z	欧姆 (ohm)	Ω			$Z = \sqrt{X^2 + R^2}$
电 纳 (susceptance)	B	西门子 (siemens)	S	姆欧 (mho)	$\mathcal{O}$	$B = \frac{1}{X}$
导 纳 (admittance)	Y	西门子	S	姆欧	$\mathcal{O}$	$Y = \frac{1}{Z}$
电 通 量 (electric flux)	Ψ	库伦	C			$\Psi = Q$
电通密度 (electric flux density)	D	库伦/米 ²	C/m ²			$D = d\Psi/dA$

电 容 率 (permittivity)	ϵ	法拉/米	F/m		$\epsilon = D/E$
相对电容率 (relative permittivity)	ϵ_r	无单位数			$\epsilon_r = \epsilon/\epsilon_0$ ϵ_0 = 真空电容率, 见本表中 ϵ_0 一项。
磁场强度 (magnetic field strength)	H	安匝/米 $\left(\frac{\text{amp} \cdot \text{turn}}{\text{meter}}\right)$		At/m	$dH = idl \sin \theta / 4\pi r^2$ 注意: “匝” (turn) 只是一个数值, 而非单位。
磁 通 量 (magnetic flux)	Φ	韦伯 (weber)	wb		$\Phi = - \int e dt$ (1wb = Vs(伏秒))
磁通密度 (magnetic flux density)	B	特斯拉 (tesla)	T		$B = d\Phi/dA$ (1T = Vs/m ² = wb/m ²)
导 磁 率 (permeability)	μ	亨/米	H/m		$\mu = B/H$
相对导磁率 (relative permeability)	μ_r	无单位数值			$\mu_r = \mu/\mu_0$

续表 2

量 名	度 符 号	SI 单 位		非 SI 单位, 但允许同时使用的单位		定 义 及 (换 算)
		名 称	符 号	名 称	符 号	
真空磁导率 (permeability of vacuum)	μ_0	亨/米	H/m			$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{H/m}$
真空电容率 (permittivity of vacuum)	ϵ_0	法拉/米	F/m			$\epsilon_0 = 1/\mu_0 c^2$ $c = \text{光速}$
光 速 (velocity of light)	c	米/秒	m/s			$c = 2.997925(1) \times 10^8 \text{m/s}$
光 通 量 (luminous flux)	Φ	流明 (lumen)	lm			1lm = cd sr cd = 烛光 sr = 球面度
照(明)度 (Illumination)	E	勒(克司) (lux)	lx			1lx = 1lm/m ²