

中华人民共和国国家标准

GB 3102.3—93

力学的量和单位

代替 GB 3102.3—86

Quantities and units—Mechanics

引言

本标准等效采用国际标准 ISO 31-3:1992《量和单位 第三部分:力学》。

本标准是目前已经制定的有关量和单位的一系列国家标准之一,这一系列国家标准是:

GB 3100 国际单位制及其应用;

GB 3101 有关量、单位和符号的一般原则;

GB 3102.1 空间和时间的量和单位;

GB 3102.2 周期及其有关现象的量和单位;

GB 3102.3 力学的量和单位;

GB 3102.4 热学的量和单位;

GB 3102.5 电学和磁学的量和单位;

GB 3102.6 光及有关电磁辐射的量和单位;

GB 3102.7 声学的量和单位;

GB 3102.8 物理化学和分子物理学的量和单位;

GB 3102.9 原子物理学和核物理学的量和单位;

GB 3102.10 核反应和电离辐射的量和单位;

GB 3102.11 物理科学和技术中使用的数学符号;

GB 3102.12 特征数;

GB 3102.13 固体物理学的量和单位。

上述国家标准贯彻了《中华人民共和国计量法》、《中华人民共和国标准化法》、国务院于 1984 年 2 月 27 日公布的《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》和《中华人民共和国法定计量单位》。

本标准的主要内容以表格的形式列出。表格中有关量的各栏列于左面各页,而将其单位列于对应的右面各页并对齐。两条实线间的全部单位都是左面各页相应实线间的量的单位。

量的表格列出了本标准领域中最重要量及其符号,并在大多数情况下给出了量的定义,但这些定义只用于识别,并非都是完全的。

某些量的矢量特性,特别是当定义需要时,已予指明,但并不企图使其完整或一致。

在大多数情况下,每个量只给出一个名称和一个符号。当一个量给出两个或两个以上的名称或符号,而未加以区别时,则它们处于同等的地位。当有两种斜体字母(例如: ∂ 、 θ 、 φ 、 ϕ 、 g 、 g)存在时,只给出其中之一,但这并不意味着另一个不同等适用。一般这种异体字不应给予不同的意义。在括号中的符号为“备用符号”,供在特定情况下主符号以不同意义使用时使用。

量的相应单位连同其国际符号和定义一起列出。

单位按下述方式编排:

一般只给出 SI 单位。应使用 SI 单位及其用 SI 词头构成的十进倍数和分数单位。十进倍数和分数

单位未明确地给出。

可与 SI 的单位并用的和属于国家法定计量单位的非 SI 的单位列于 SI 单位之下,并用虚线与相应的 SI 单位隔开。专门领域中使用的非国家法定计量单位列于“换算因数和备注”栏。一些非国家法定计量单位列于附录(参考件)中,这些参考件不是标准的组成部分。

关于量纲一的量的单位说明:

任何量纲一的量的一贯单位都是数字一(1)。在表示这种量的值时,单位 1 一般并不明确写出。词头不应加在数字 1 上构成此单位的十进倍数或分数单位。词头可用 10 的乘方代替。

例:

$$\text{折射率 } n = 1.53 \times 1 = 1.53$$

$$\text{雷诺数 } Re = 1.32 \times 10^3$$

考虑到一般是将平面角表示为两长度之比,将立体角表示为面积与长度的平方之比,国际计量委员会(CIPM)在 1980 年规定,在国际单位制中弧度和球面度为无量纲的导出单位;这就意味着将平面角和立体角作为无量纲的导出量。为了便于识别量纲相同而性质不同的量,在导出单位的表示式中使用单位弧度和球面度。

数值表示:

“定义”栏中的所有数值都是准确的。

在“换算因数和备注”栏中的数值如果是准确的,则在数值后用括号加注“准确值”字样。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了力学的量和单位的名称与符号;在适当时,给出了换算因数。

本标准适用于所有科学技术领域。

2 名称和符号

量:3-1~3-5

项 号	量的 名称	符 号	定 义	备 注
3-1	质量 mass	m		质量是基本量之一。 参阅 3-9.2 的备注
3-2	体积质量 volumic mass, [质量]密度 mass density, density	ρ	质量除以体积	
3-3	相对体积质量 relative volumic mass, 相对[质量]密度 relative mass density, relative density	d	物质的密度与参考物质的密度 在对两种物质所规定的条件下的 比	
3-4	质量体积 massic volume, 比体积 specific volume	v	体积除以质量	
3-5	线质量 lineic mass, 线密度 linear density	ρ_l	质量除以长度	

单位:3-1.a~3-5.b

项 号	单 位 名 称	符 号	定 义	换算因数和备注
3-1. a	千克(公斤) kilogram	kg	千克为质量单位,它 等于国际千克原器的质 量	质量单位的十进倍数单位和分 数单位是由在“克”字前加词头构 成(CIPM,1967)。 $1\text{ g}=10^{-3}\text{ kg}$
3-1. b	吨 tonne	t	$1\text{ t}=1\,000\text{ kg}$	英语中也称为米制吨(metric ton)
3-2. a	千克每立方米 kilogram per cubic metre	kg/m^3		
3-2. b	吨每立方米 tonne per cubic metre	t/m^3		$1\text{ t}/\text{m}^3=10^3\text{ kg}/\text{m}^3=1\text{ g}/\text{cm}^3$
3-2. c	千克每升 kilogram per litre	kg/L		$1\text{ kg}/\text{L}=10^3\text{ kg}/\text{m}^3=1\text{ g}/\text{cm}^3$
3-3. a	一 one	1		参阅引言
3-4. a	立方米每千克 cubic metre per kilogram	m^3/kg		
3-5. a	千克每米 kilogram per metre	kg/m		
3-5. b	特[克斯] tex	tex		用于纤维纺织业。 $1\text{ tex}=10^{-6}\text{ kg}/\text{m}=1\text{ g}/\text{km}$

量:3-6~3-9.2

项 号	量的名称	符 号	定 义	备 注
3-6	面质量 areic mass, 面密度 surface density	$\rho_A, (\rho_S)$	质量除以面积	
3-7	转动惯量,(惯性矩) moment of inertia	$J, (I)$	物体对于一个轴的转动惯量,是它的各质量元与它们到该轴的距离的二次方之积的总和(积分)	此量不同于 3-20.1 和 3-20.2 的量
3-8	动量 momentum	p	质量与速度之积	
3-9.1	力 force	F	作用于物体上的合力等于物体动量的变化率	
3-9.2	重量 weight	$W, (P, G)$	物体在特定参考系中的重量为使该物体在此参考系中获得其加速度等于当地自由落体加速度时的力	<p>当此参考系为地球时,此量常称为物体所在地的重力。值得注意的是,重量不仅与物体所在地的引力的合力有关,而且与由于地球自转引起的当地离心力有关。由于浮力的作用被排除,因此,所定义的重量是真空中重量。(参看 1901 年第三届国际计量大会会报第 70 页)。</p> <p>“重量”一词按照习惯仍可用于表示质量;但是,不赞成这种习惯</p>

单位:3-6.a~3-9.a

项 号	单 位 名 称	符 号	定 义	换算因数和备注
3-6.a	千克每平方米 kilogram per square metre	kg/m^2		
3-7.a	千克二次方米 kilogram metre squared	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$		
3-8.a	千克米每秒 kilogram metre per second	$\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}$		
3-9.a	牛[顿] newton	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$	加在质量为 1 kg 的物体上使之产生 $1 \text{ m}/\text{s}^2$ 加速度的力为 1 N

量:3-10~3-15.3

项 号	量的名称	符 号	定 义	备 注
3-10	冲量 impulse	I	$I = \int F \, dt$	在 $[t_1, t_2]$ 时间内, $I = p(t_2) - p(t_1)$ 式中 p 为动量
3-11	动量矩 moment of momentum, 角动量 angular momentum	L	质点对一点的动量矩,等于从该点到质点的矢径与该点的动量的矢量积 $L = r \times p$	
3-12.1	力矩 moment of force	M	力对一点之矩,等于从该点到力作用线上任一点的径矢与该力的矢量积 $M = r \times F$	在弹性力学中, M 用于表示弯矩, T 用于表示扭矩或转矩
3-12.2	力偶矩 moment of a couple	M	两个大小相等,方向相反,且不在同一直线上的力,其力矩之和	
3-12.3	转矩 torque	M, T	力偶矩的推广	
3-13	角冲量 angular impulse	H	$H = \int M \, dt$	在 $[t_1, t_2]$ 时间内, $H = L(t_2) - L(t_1)$ 式中 L 为角动量
3-14	引力常量 gravitational constant	$G, (f)$	两个质点之间的引力是 $F = Gm_1m_2/r^2$ 式中 r 为两质点间的距离, m_1, m_2 为两质点的质量	$G = (6.672\,59 \pm 0.000\,85) \times 10^{-11} \, \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ [CODATA Bulletin 63(1986)]
3-15.1	压力,压强 pressure	p	力除以面积	符号 p_e 用于表压,其定义为 $p - p_{\text{amb}}$,表压的正或负取决于 p 大于或小于环境压力 (ambient pressure) p_{amb}
3-15.2	正应力 normal stress	σ		
3-15.3	切应力 shear stress	τ		

单位:3-10.a~3-15.a

项 号	单 位 名 称	符 号	定 义	换算因数和备注
3-10.a	牛[顿]秒 newton second	$N \cdot s$		
3-11.a	千克二次方米每 秒 kilogram metre squared per second	$kg \cdot m^2/s$		
3-12.a	牛[顿]米 newton metre	$N \cdot m$		该单位的符号书写时不应与毫 牛顿的符号 mN 相混淆
3-13.a	牛[顿]米秒 newton metre second	$N \cdot m \cdot s$		
3-14.a	牛[顿]二次方米 每二次方千克 newton metre squared per kilogram squared	$N \cdot m^2/kg^2$		
3-15.a	帕[斯卡] pascal	Pa	$1 Pa = 1 N/m^2$	巴(bar), $1 bar = 100 kPa$ (准确值)

量:3-16.1~3-18.3

项 号	量的名称	符 号	定 义	备 注
3-16.1	线应变,(相对变形) linear strain, (relative elongation)	ϵ, e	$\epsilon = \Delta l / l_0$ 式中 l_0 是指定参考状态下的长度, Δl 是长度增量	
3-16.2	切应变 shear strain	γ	$\gamma = \Delta x / d$ 式中 Δx 是厚度为 d 的薄层上表面对下表面的平行位移	
3-16.3	体应变 volume strain, (bulk strain)	θ	$\theta = \Delta V / V_0$ 式中 V_0 是指定参考状态下的体积, ΔV 是体积增量	
3-17	泊松比 Poisson ratio, 泊松数 Poisson number	μ, ν	横向收缩量除以伸长量	由泊松所定义的量曾是其倒数: $m = 1/\mu$
3-18.1	弹性模量 modulus of elasticity	E	$E = \sigma / \epsilon$	E 也称为杨氏模量 (Young modulus)
3-18.2	切变模量 shear modulus, 刚量模量 modulus of rigidity	G	$G = \tau / \gamma$	G 也称为库仑模量 (Coulomb modulus)
3-18.3	体积模量 bulk modulus, 压缩模量 modulus of compression	K	$K = -p / \theta$	定义中的应变 ϵ, γ 和 θ 是与附加应力 σ, τ 和附加压力 p 相对应的

单位:3-16.a~3-18.a

项 号	单 位 名 称	符 号	定 义	换算因数和备注
3-16.a	一 one	1		参阅引言
3-17.a	一 one	1		参阅引言
3-18.a	帕[斯卡] pascal	Pa	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$	

量:3-19~3-23

项 号	量的名称	符 号	定 义	备 注
3-19	[体积]压缩率 compressibility, bulk compressibility	κ	$\kappa = \frac{1}{V} \cdot \frac{dV}{dp}$	参阅 GB 3102.4 中的 4-5.1
3-20.1	截面二次矩 second moment of area, 截面二次轴矩, (惯性矩) second axial moment of area	$I_a, (I)$	一截面对在该平面内一轴的二次矩是其面积元与它们到该轴距离的二次方之积的总和(积分)	此量常被称为“惯性矩”,应与 3-7 的量相区别
3-20.2	截面二次极矩, (极惯性矩) second polar moment of area	I_p	一截面对在该平面内一点的二次极矩是其面积元与它们到该点距离的二次方之积的总和(积分)	
3-21	截面系数 section modulus	W, Z	一截面对在该平面内一轴的截面系数是其截面的二次矩除该截面距轴最远点的距离	
3-22.1	动摩擦因数 dynamic friction factor	$\mu, (f)$	滑动物体的摩擦力与法向力之比	该量也称为摩擦系数 (coefficient of friction)
3-22.2	静摩擦因数 static friction factor	$\mu_s, (f_s)$	静止物体的摩擦力与法向力的最大比值	
3-23	[动力]粘度 viscosity, dynamic viscosity	$\eta, (\mu)$	$\tau_{xz} = \eta \frac{dv}{dz}$ 式中 τ_{xz} 是以垂直于切变平面的速度梯度 dv/dz 移动的液体中的切应力	本定义适用于 $v_z = 0$ 的层流

单位:3-19.a~3-23.a

项 号	单 位 名 称	符 号	定 义	换算因数和备注
3-19.a	每帕[斯卡] reciprocal pascal, 负一次方帕[斯卡] pascal to the power minus one	Pa^{-1}	$1 \text{ Pa}^{-1} = 1 \text{ m}^2/\text{N}$	
3-20.a	四次方米 metre to the fourth power	m^4		
3-21.a	三次方米 metre cubed	m^3		
3-22.a	一 one	1		参阅引言
3-23.a	帕[斯卡]秒 pascal second	$\text{Pa} \cdot \text{s}$		

量:3-24~3-30

项 号	量的名称	符 号	定 义	备 注
3-24	运动粘度 kinematic viscosity	ν	$\nu = \eta / \rho$ 式中 ρ 为密度	
3-25	表面张力 surface tension	γ, σ	与表面内一个线单元垂直的力 除以该线单元的长度	
3-26.1	能[量] energy	E	所有各种形式的能	
3-26.2	功 work	$W, (A)$	$W = \int \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r}$	
3-26.3	势能, 位能 potential energy	$E_p, (V)$	$E_p = - \int \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r}$ 式中 \mathbf{F} 为保守力	
3-26.4	动能 kinetic energy	$E_k, (T)$	$E_k = \frac{1}{2}mv^2$	
3-27	功率 power	P	能的输送速率	
3-28	效率 efficiency	η	输出功率与输入功率之比	
3-29	质量流量 mass flow rate	q_m	质量穿过一个面的速率	
3-30	体积流量 volume flow rate	q_v	体积穿过一个面的速率	

单位:3-24.a~3-30.a

项 号	单 位 名 称	符 号	定 义	换算因数和备注
3-24.a	二次方米每秒 metre squared per second	m^2/s		
3-25.a	牛[顿]每米 newton per metre	N/m		$1 \text{ N}/\text{m} = 1 \text{ J}/\text{m}^2$
3-26.a	焦[耳] joule	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ W} \cdot \text{s}$	1 J 是 1 N 的力在沿着力 的方向上移过 1 m 距离所做的功
3-27.a	瓦[特] watt	W	$1 \text{ W} = 1 \text{ J}/\text{s}$	
3-28.a	一 one	1		参阅引言
3-29.a	千克每秒 kilogram per second	kg/s		
3-30.a	立方米每秒 cubic metre per second	m^3/s		

附 录 A
具有专门名称的厘米克秒制单位
(参考件)

量的项号	量的名称	单位项号	单位名称与符号	换算因数和备注
3-9.1	力 force	3-9. A. a	达因 dyne; dyn	1 dyn 是当加在质量为 1 g 物体上, 使之产生 1 cm/s^2 的加速度的力。 $1 \text{ dyn} = 10^{-5} \text{ N}$ (准确值)
3-23	[动力]粘度 dynamic viscosity	3-23. A. a	泊 poise; P	1 P 是流体在 1 dyn/cm^2 切应力下, 在垂直于切变平面的方向上具有 $1 (\text{cm/s})/\text{cm}$ 的速度梯度时的粘度。 $1 \text{ P} = 1 \text{ dyn} \cdot \text{s/cm}^2 =$ $1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} = 0.1 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ (准确 值)
3-24	运动粘度 kinematic viscosity	3-24. A. a	斯[托克斯] stokes; St	1 St 是动力粘度 1 P 而密度为 1 g/cm^3 的流体的运动粘度。 $1 \text{ St} = 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ (准确值)
3-26.1	能[量] energy	3-26. A. a	尔格 erg; erg	1 erg 是当 1 dyn 的力在其作用方 向上移过 1 cm 的距离时所做的功。 $1 \text{ erg} = 1 \text{ dyn} \cdot \text{cm} = 10^{-7} \text{ J}$ (准确 值)

附录 B

以英尺、磅和秒为基础的单位以及一些其他单位

(参考件)

不赞成使用这些单位。

量的项号	量的名称	单位项号	单位名称与符号	换算因数和备注
3-1	质量 mass	3-1. B. a	磅 pound; lb	1 lb = 0.453 592 37 kg(准确值)
		3-1. B. b	格令 grain; gr	$1 \text{ gr} = \frac{1}{7\,000} \text{ lb} = 64.798\,91 \text{ mg}$ (准确值)
		3-1. B. c	盎司 ounce; oz	$1 \text{ oz} = \frac{1}{16} \text{ lb} = 437.5 \text{ gr}$ (准确值) = 28.349 52 g
		3-1. B. d	英担 hundredweight; cwt	1 cwt(英国) = 1 长担(美国) = 112 lb(准确值) = 50.802 35 kg 1 cwt(美国) = 100 lb(准确值) = 45.359 237 kg(准确值)
		3-1. B. e	英吨 ton	1 英吨(英国) = 1 长吨(美国) = 2 240 lb(准确值) = 1 016.047 kg = 1.016 047 t 1 英吨(美国) = 2 000 lb = 907.184 7 kg = 0.907 184 7 t
		3-1. B. f	脱来盎司或金衡盎司 troy ounce or apothecaries ounce	1 脱来盎司 = 480 gr(准确值) = 31.103 476 8 g(准确值)
3-2	体积质量 volumic mass, [质量]密度 mass density, density	3-2. B. a	磅每立方英尺 pound per cubic foot; lb/ft ³	1 lb/ft ³ = 16.018 46 kg/m ³

量的项号	量的名称	单位项号	单位名称与符号	换算因数和备注
3-9.1	力 force	3-9. B. a	磅力 pound-force; lbf	$1 \text{ lbf} = 4.448\,222 \text{ N}$ (以标准值 $g_n = 9.806\,65 \text{ m/s}^2$ 为基准) 本单位应与具有 1 lb 质量的物体的本地重量区分开
3-12.1	力矩 moment of force	3-12. B. a	英尺磅力 foot pound-force; ft · lbf	$1 \text{ ft} \cdot \text{lbf} = 1.355\,818 \text{ N} \cdot \text{m}$
3-15.1	压力 pressure	3-15. B. a	磅力每平方英寸 pound-force per square inch; lbf/in ²	$1 \text{ lbf/in}^2 = 6\,894.757 \text{ Pa}$
3-20.1 3-20.2	截面二次矩 second moment of area 截面二次极矩 second polar moment of area	3-20. B. a	四次方英寸 inch to the fourth power; in ⁴	$1 \text{ in}^4 = 41.623\,14 \times 10^{-8} \text{ m}^4$
3-21	截面系数 section modulus	3-21. B. a	三次方英寸 inch cubed; in ³	$1 \text{ in}^3 = 16.387\,064 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ (准确值)
3-24	运动粘度 kinematic viscosity	3-24. B. a	二次方英尺每秒 foot squared per second; ft ² /s	$1 \text{ ft}^2/\text{s} = 0.092\,903\,04 \text{ m}^2/\text{s}$
3-26.1	能[量] energy	3-26. B. a	英尺磅力 foot pound-force; ft · lbf	$1 \text{ ft} \cdot \text{lbf} = 1.355\,818 \text{ J}$
3-27	功率 power	3-27. B. a	英尺磅力每秒 foot pound-force per second; ft · lbf/s	$1 \text{ ft} \cdot \text{lbf/s} = 1.355\,818 \text{ W}$ $1 \text{ 马力 (hp)} = 550 \text{ ft} \cdot \text{lbf/s}$ (准确值) $= 745.699\,9 \text{ W}$

附录 C

供查考的其他单位,特别是关于换算因数

(参考件)

不赞成使用这些单位。

量的项号	量的名称	单位项号	单位名称与符号	换算因数和备注
3-1	质量 mass	3-1. C. a	[米制]克拉 metric carat	1 米制克拉 = 200 mg(准确值)
3-9.1	力 force	3-9. C. a	千克力 kilogram-force; kgf	1 kgf = 9.806 65 N(准确值) 符号 kgf(千克力)和 kp(千磅)都使用。本单位应与具有 1 kg 质量的物体的当地重量区分开。 9.806 65 m/s ² 是标准自由落体加速度(1901 年第 3 届国际计量大会)
3-12.1	力矩 moment of force	3-12. C. a	千克力米 kilogram-force metre; kgf · m	1 kgf · m = 9.806 65 N · m(准确值)
3-15.1	压力,压强 pressure	3-15. C. a	标准大气压 standard atmosphere; atm	1 atm = 101 325 Pa(准确值)
		3-15. C. b	千克力每平方米 kilogram-force per square metre; kgf/m ²	1 kgf/m ² = 9.806 65 Pa(准确值)
		3-15. C. c	托 torr; Torr	$1 \text{ Torr} = \frac{1}{760} \text{ atm}$ (准确值) = 133.322 4 Pa
		3-15. C. d	工程大气压 technical atmosphere;at	1 at = 1 kgf/cm ² = 0.967 841 atm = 98 066.5 Pa(准确值)

量的项号	量的名称	单位项号	单位名称与符号	换算因数和备注
3-15.1	压力,压强 pressure	3-15. C. e	约定毫米水柱 conventional millimetre of water; mmH ₂ O	1 mmH ₂ O = 10 ⁻⁴ at = 9.806 65 Pa (准确值)
		3-15. C. f	约定毫米汞柱 conventional millimetre of mercury; mmHg	1 mmHg = 13.595 1 mmH ₂ O = 133.322 4 Pa
3-26.1	能[量] energy	3-26. C. a	千克力米 kilogram-force metre; kgf · m	1 kgf · m = 9.806 65 J(准确值)
3-27	功率 power	3-27. C. a	千克力米每秒 kilogram-force metre per second; kgf · m/s	1 kgf · m/s = 9.806 65 W(准确值)
		3-27. C. b	[米制]马力 metric horsepower	1 米制马力 = 75 kgf · m/s(准确 值) = 735.498 75 W(准确值)

附加说明:

本标准由全国量和单位标准化技术委员会提出并归口。

本标准由全国量和单位标准化技术委员会第一分委员会负责起草。

本标准主要起草人王家石。