

中华人民共和国国家标准

GB 3102.12—93

特 征 数

代替 GB 3102.12—86

Characteristic numbers

引言

本标准等效采用国际标准 ISO 31-12:1992《量和单位 第十二部分:特征数》。

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字符号;
- 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》。

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 、 θ 、 φ 、 ϕ 、 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。

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:

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

国家技术监督局1993-12-27批准

1994-07-01实施

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可以使用单位弧度和球面度。

本标准的特殊说明:

本标准中每一特征数的名称和符号均由两个字母组成。当这些符号在乘积中作为相乘的因数时,建议将它们与其他符号之间空一个间隔,或用乘号或括号隔开。

所有特征数的单位均为一(1)。在本标准的表格中,单位1未明确指出。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了各科学技术领域中用来描述传递现象的一些常用特征数的名称和符号。

本标准适用于所有科学技术领域。

2 名称和符号

2.1 特征数:动量传递

| 项号 | 符号 | 名称 | 定义 | 备注 |
|------|------|---------------------------|--|---|
| 12-1 | Re | 雷诺数 Reynolds number | $Re = \frac{\rho v l}{\eta} = \frac{v l}{\nu}$ | |
| 12-2 | Eu | 欧拉数 Euler number | $Eu = \frac{\Delta p}{\rho v^2}$ | |
| 12-3 | Fr | 弗劳德数 Froude number | $Fr = \frac{v}{\sqrt{lg}}$ | 有时称为瑞屈(Reech)数 |
| 12-4 | Gr | 格拉晓夫数 Grashof number | $Gr = \frac{l^3 g \alpha \Delta T}{\nu^2}$ | $-\frac{\Delta \rho}{\rho} = \alpha \Delta T$ |
| 12-5 | We | 韦伯数 Weber number | $We = \frac{\rho v^2 l}{\sigma}$ | |
| 12-6 | Ma | 马赫数 Mach number | $Ma = \frac{v}{c}$ | |
| 12-7 | Kn | 克努森数 Knudsen number | $Kn = \frac{\lambda}{l}$ | |
| 12-8 | Sr | 斯特劳哈尔数 strouhal number | $Sr = \frac{lf}{v}$ | |

在 2.1 定义中所用的符号

| 符号 | 量的名称 | 参考国家标准中的有关条目 |
|------------|--------------------------------------|---------------------|
| l | 特征长度 | GB 3102.1-93,1-3.1 |
| v | 特征速度 | GB 3102.1-93,1-10 |
| ΔT | 特征温度差 | GB 3102.4-93,4-1 |
| Δp | 压力差 | GB 3102.3-93,3-15.1 |
| ρ | 体积质量 | GB 3102.3-93,3-2 |
| η | [动力]粘度 | GB 3102.3-93,3-23 |
| ν | 运动粘度: η/ρ | GB 3102.3-93,3-24 |
| σ | 表面张力 | GB 3102.3-93,3-25 |
| g | 自由落体加速度 | GB 3102.1-93,1-11.2 |
| α | 体[膨]胀系数: $\frac{1}{V} \frac{dV}{dT}$ | GB 3102.4-93,4-3.2 |
| λ | 平均自由程 | GB 3102.8-93,8-38 |
| f | 特征频率 | GB 3102.2-93,2-3.1 |
| c | 声速 | GB 3102.7-93,7-14.1 |

2.2 特征数: 热量传递

| 项号 | 符号 | 名称 | 定义 | 备注 |
|-------|------|------------------------|--|---|
| 12-9 | Fo | 傅里叶数 Fourier number | $ Fo = \frac{\lambda t}{c_p \rho l^2} = \frac{at}{l^2} $ | |
| 12-10 | Pe | 贝克来数 Péclet number | $ Pe = \frac{\rho c_p v l}{\lambda} = \frac{vl}{a} $ | $ Pe = Re \cdot Pr $ |
| 12-11 | Ra | 瑞利数 Rayleigh number | $ Ra = \frac{l^3 \rho^2 c_p g \alpha \Delta T}{\eta \lambda} = \frac{l^3 g \alpha \Delta T}{\nu a} $ | $ Ra = Gr \cdot Pr $ |
| 12-12 | Nu | 努塞尔数 Nusselt number | $ Nu = \frac{Kl}{\lambda} $ | 当努塞尔数专用于对流传热时, 定义式也可称之为毕渥(Biot)数, 符号 $ Bi $ |
| 12-13 | St | 斯坦顿数 Stanton number | $ St = \frac{K}{\rho v c_p} $ | $ St = Nu/Pe $ 有时称为马尔古利斯(Margoullis)数, 符号 $ Ms $ $ j = St \cdot Pr^{2/3} $ 称为传热因数 |

在 2.2 定义中所用的符号

| 符号 | 量的名称 | 参考国家标准中的有关条目 |
|------------|--------------------------------------|----------------------|
| l | 特征长度 | GB 3102.1-93, 1-3.1 |
| v | 特征速度 | GB 3102.1-93, 1-10 |
| t | 特征时间间隔 | GB 3102.1-93, 1-7 |
| ΔT | 特征温度差 | GB 3102.4-93, 4-1 |
| g | 自由落体加速度 | GB 3102.1-93, 1-11.2 |
| ρ | 体积质量 | GB 3102.3-93, 3-2 |
| η | [动力]粘度 | GB 3102.3-93, 3-23 |
| ν | 运动粘度: η/ρ | GB 3102.3-93, 3-24 |
| c_p | 定压质量热容 | GB 3102.4-93, 4-16.2 |
| α | 体[膨]胀系数: $\frac{1}{V} \frac{dV}{dT}$ | GB 3102.4-93, 4-3.2 |
| λ | 热导率, (导热系数) | GB 3102.4-93, 4-9 |
| a | 热扩散率: $\lambda/\rho c_p$ | GB 3102.4-93, 4-14 |
| K | 传热系数: 热量/(时间×横截面积×温度差) | GB 3102.4-93, 4-10.1 |

2.3 特征数:双组分混合物中的质量传递

| 项号 | 符号 | 名 称 | 定 义 | 备 注 |
|-------|----------|---|---|--|
| 12-14 | $ Fo^* $ | 传质傅里叶数 Fourier number for mass transfer | $ Fo^* = \frac{Dt}{l^2} $ | $ Fo^* = Fo/Le $ 可与 12-9 比较 |
| 12-15 | $ Pe^* $ | 传质贝克来数 Péclet number for mass transfer | $ Pe^* = \frac{vl}{D} $ | $ Pe^* = Re \cdot Sc = Pe \cdot Le $ 可与 12-10 比较 |
| 12-16 | $ Gr^* $ | 传质格拉晓夫数 Grashof number for mass transfer | $ Gr^* = \frac{l^3 g \beta \Delta x}{\nu^2} $ | 可与 12-4 比较。 $ -\frac{\Delta\rho}{\rho} = \alpha\Delta T + \beta\Delta x $ |
| 12-17 | $ Nu^* $ | 传质努塞尔数 Nusselt number for mass transfer | $ Nu^* = \frac{kl}{\rho D} $ | 有时称为舍伍德 (Sherwood) 数, 符号 $ Sh $ 可与 12-12 比较 |
| 12-18 | $ St^* $ | 传质斯坦顿数 Stanton number for mass transfer | $ St^* = \frac{k}{\rho v} $ | $ St^* = Nu^* / Pe^* $ 可与 12-13 比较。 $ j_m = St^* \cdot Sc^{2/3} $ 称为传质因数 |

在 2.3 定义中所用的符号

| 符 号 | 量 的 名 称 | 参考国家标准中的有关条目 |
|--------------|---|----------------------|
| $ l $ | 特征长度 | GB 3102.1-93, 1-3.1 |
| $ v $ | 特征速度 | GB 3102.1-93, 1-10 |
| $ t $ | 特征时间间隔 | GB 3102.1-93, 1-1 |
| $ \Delta T $ | 特征温度差 | GB 3102.4-93, 4-1 |
| $ \Delta x $ | 特征摩尔分数差 | GB 3102.8-93, 8-15.1 |
| $ g $ | 自由落体加速度 | GB 3102.1-93, 1-11.2 |
| $ \rho $ | 体积质量 | GB 3102.3-93, 3-2 |
| $ \nu $ | 运动粘度: $ \eta/\rho $ | GB 3102.3-93, 3-24 |
| $ \beta $ | $ \beta = -\frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial x} \right)_{T,p} $ | — |
| $ D $ | 扩散系数 | GB 3102.8-93, 8-39 |
| $ k $ | 传质系数: 质量/(时间×横截面积×摩尔分数差) | — |
| $ \alpha $ | 体[膨]胀系数: $ \frac{1}{V} \frac{dV}{dT} $ | GB 3102.4-93, 4-3.2 |

2.4 特征数:物性常数

| 项号 | 符号 | 名称 | 定义 | 备注 |
|-------|------|------------------------|---|--------------|
| 12-19 | Pr | 普朗特数 Prandtl number | $Pr = \frac{\eta c_p}{\lambda} = \frac{\nu}{a}$ | |
| 12-20 | Sc | 施密特数 Schmidt number | $Sc = \frac{\eta}{\rho D} = \frac{\nu}{D}$ | |
| 12-21 | Le | 路易斯数 Lewis number | $Le = \frac{\lambda}{\rho c_p D} = \frac{a}{D}$ | $Le = Sc/Pr$ |

在 2.4 定义中所用的符号

| 符号 | 量的名称 | 参考国家标准中的有关条目 |
|-----------|--------------------------|---------------------|
| ρ | 体积质量 | GB 3102.3-93,3-2 |
| η | [动力]粘度 | GB 3102.3-93,3-23 |
| ν | 运动粘度: η/ρ | GB 3102.3-93,3-24 |
| D | 扩散系数 | GB 3102.8-93,8-39 |
| c_p | 定压质量热容 | GB 3102.4-93,4-16.2 |
| λ | 热导率,(导热系数) | GB 3102.4-93,4-9 |
| a | 热扩散率: $\lambda/\rho c_p$ | GB 3102.4-93,4-14 |

2.5 特征数:磁流体动力学

| 项号 | 符号 | 名称 | 定义 | 备注 |
|-------|------|----------------------------------|---|--|
| 12-22 | Rm | 磁雷诺数 magnetic Reynolds number | $Rm = \frac{vl}{1/\mu\sigma} = v\mu\sigma l$ | |
| 12-23 | Al | 阿尔芬数 Alfvén number | $Al = \frac{v}{v_A}$ | $v_A = B/(\rho\mu)^{1/2}$ 称为阿尔芬速度 |
| 12-24 | Ha | 哈脱曼数 Hartmann number | $Ha = Bl \left(\frac{\sigma}{\rho\nu} \right)^{1/2}$ | |
| 12-25 | Co | 考林数 Cowling number | $Co = \frac{B^2}{\mu\rho v^2}$ | $Co = (v_A/v)^2 = Al^{-2}$ 通常称为“第二”考林数,符号 Co_2 。 “第一”考林数通常定义为 $Co_1 = Ha^2/Re = \frac{B^2 l \sigma}{\rho\nu}$ $Co \cdot Rm$ |

在 2.5 定义中所用的符号

| 符 号 | 量 的 名 称 | 参考国家标准中的有关条目 |
|----------|-------------------|---------------------|
| ρ | 体积质量 | GB 3102.3—93,3-2 |
| l | 特征长度 | GB 3102.1—93,1-3.1 |
| v | 特征速度 | GB 3102.1—93,1-10 |
| ν | 运动粘度: η/ρ | GB 3102.3—93,3-24 |
| μ | 磁导率 | GB 3102.5—93,5-24.1 |
| B | 磁通[量]密度 | GB 3102.5—93,5-19 |
| σ | 电导率 | GB 3102.5—93,5-36 |

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。

本标准主要起草人陈业勤。