

## 中华人民共和国国家标准

弹性合金领域内的物理特性  
和物理量术语与定义

GB/T 15014—94

代替 GBn 280—88

Physical characters and physical values  
terms definitions for elastical alloys

本标准适用于弹性合金领域内基础理论和技术方面基本的、常用的物理特性与物理量术语及定义。

## 1 一般术语

## 1.1 理想弹性

ideal elasticity

在外力作用下,同时具有下述四个特征者为理想弹性。

- a. 瞬时即出现应力与应变间的对应关系;
- b. 应力值与应变值间是一一对应的;
- c. 当应力为零时,应变也为零;
- d. 应力与应变间呈正比例关系。

## 1.2 高次弹性

high-th elasticity

具有理想弹性的前三个特征,但当应力较大时,应变与应力的关系偏离线性。

## 1.3 非弹性

noelasticity

在加、卸载过程中,应变响应有不同的行程。应力与应变间既不是一一对应的,也不是成比例的,但仍具有理想弹性的第三个特征。

注:静滞后可视为非弹性的特殊情况。

## 1.4 塑性

plasticity

应力超过屈服点时,能产生显著的残余变形而不立即断裂的性质。

塑性体的应力-应变行为完全不具有理想弹性体的四个特征。

## 1.5 粘弹性

viscoelasticity

应变大小除与应力大小有关外,尚与变形速度有关的非弹性现象。

## 1.6 静滞后

static hysteresis

应变大小与变形速度无关,只与应力大小有关的非弹性现象。

注:具有静滞后特性的物体,即使施加的应力低于弹性极限,卸载后仍有永久变形产生,仅当反向加载时才会回复到零应变。

## 1.7 滞弹性

国家技术监督局 1994-04-04 批准

1994-05-01 实施

## GB/T 15014—94

## anelasticity

应变可分为与时间无关(瞬时)和与时间有关两部分的粘弹性现象。

滞弹性体应变  $\epsilon$  的表达式:

$$\epsilon = \epsilon_1 + \epsilon_2$$

式中:  $\epsilon$ ——应变,无量纲;

$\epsilon_1$ ——瞬时应变,无量纲;

$\epsilon_2$ ——与时间有关的应变,无量纲。

## 1.8 粘性

## viscosity

在施加和去除应力的过程中,应变与时间成指数关系,且瞬时应变为零的粘弹性现象。

粘性体应变  $\epsilon$  的表达式:

$$\epsilon = \epsilon_2 = \epsilon_{\infty} (1 - e^{-t/\tau})$$

式中:  $\epsilon$ ——应变,无量纲;

$\epsilon_2$ ——与时间有关的应变,无量纲;

$\tau$ ——过程的弛豫时间,s;

$t$ ——时间,s;

$\epsilon_{\infty}$ ——时间  $t$  趋于无穷长时的应变,无量纲。

## 1.9 弹性

## elasticity

物体在外力作用下改变其形状和大小,外力卸除后又可回复原始形状和大小的特性。

## 1.10 恒弹性

## constant elastic

在一定温度范围内,弹性模量几乎不随温度变化的特性。

## 1.11 内耗

## internal friction

机械振动体由于内部原因所发生的振动能量的损耗。

## 1.12 艾林瓦效应

## Elinvar effect

在一定温度范围内,弹性模量几乎不随温度变化的现象。

1.13  $\Delta E$  效应 $\Delta E$  effect

铁磁性材料的杨氏模量随磁化状态的变化而变化的现象。

注:反铁磁性材料在奈耳(Neel)点附近也有模量反常现象。

## 1.14 弛豫谱

## spectrum of relaxation

表征内耗与频率或温度关系的曲线。依自变量的不同,分“频率谱”和“温度谱”。

## 2 力学性能

2.1 弹性极限  $\sigma_e$ elastic limit  $\sigma_e$ 

去掉外力后,不引致残余变形的最大应力。

注:① 依变形方式的不同,而有拉伸、弯曲、扭转弹性极限。

② 在实际测量中,常以规定非比例伸长应力  $\sigma_{0.05}$  代替  $\sigma_e$ 。

## GB/T 15014—94

单位名称为帕〔斯卡〕或牛〔顿〕每平方米,单位符号为 Pa 或 N/m<sup>2</sup>。

2.2 规定非比例伸长应力  $\sigma_e(\sigma_p)$ 

def-nonproportional expand-stress  $\sigma_e(\sigma_p)$

试样标距部分的非比例伸长达规定的原始标距百分比时的应力。

注:常用的规定非比例伸长应力  $\sigma_{0.01}$ 、 $\sigma_{0.05}$ 、 $\sigma_{0.2}$  分别表示规定非比例伸长为 0.01%、0.05%、0.2% 时的应力。

单位名称为帕〔斯卡〕或牛〔顿〕每平方米,单位符号为 Pa 或 N/m<sup>2</sup>。

2.3 屈服点  $\sigma_s$ 

yield point  $\sigma_s$

应力不增加时,应变也增加的最低应力。

单位名称为帕〔斯卡〕或牛〔顿〕每平方米,单位符号为 Pa 或 N/m<sup>2</sup>。

2.4 屈服强度  $\sigma_{0.2}$ 

yield strength  $\sigma_{0.2}$

试样拉伸变形中,标距的残余伸长达原始标距长度 0.2% 时的应力。

单位名称为帕〔斯卡〕或牛〔顿〕每平方米,单位符号为 Pa 或 N/m<sup>2</sup>。

2.5 抗拉强度  $\sigma_b$ 

tensile strength  $\sigma_b$

试样拉断过程中,与最大拉力所对应的应力。

单位名称为帕〔斯卡〕或牛〔顿〕每平方米,单位符号为 Pa 或 N/m<sup>2</sup>。

## 2.6 弹性比

elastic ratio

弹性极限与抗拉强度之比。

此值无量纲。

## 3 弹性性能

## 3.1 刚度

rigidity

作用在变形弹性体上的力与它所引起的位移之比。

在拉(压)状态下,刚度  $P'$  的表达式:

$$P' = dP/dl$$

在扭转状态下,刚度  $T'$  的表达式:

$$T' = dT/d\varphi$$

式中:  $P'$  —— 拉(压)刚度, N/mm;

$T'$  —— 扭转刚度, N·m/rad;

$P$  —— 拉(压)力, N;

$l$  —— 长度, m;

$T$  —— 扭矩, N·m;

$\varphi$  —— 扭转角, rad。

注: ① 构件的刚度取决于构件的尺寸,形状和材料的模量。

② 依受力状态的不同,材料的刚度分别为杨氏模量或切变模量。

单位名称为牛〔顿〕每毫米或牛〔顿〕·米每弧度,单位符号为 N/mm 或 N·m/rad。

3.2 杨氏模量  $E$ 

Young's modulus  $E$

弹性变形范围内,正应力与相应正应变之比。

## GB/T 15014—94

杨氏模量  $E$  的表达式:

$$E = \sigma_p / \epsilon_p$$

式中:  $E$ ——杨氏模量, Pa;

$\sigma_p$ ——正应力, Pa;

$\epsilon_p$ ——正应变, 无量纲。

注: 在弹性变形范围内, 许多材料的应力-应变关系不是线性关系, 此时有下述术语和定义:

起始正切模量——起始点处应力-应变曲线的斜率;

正切模量——在任何规定的应力或应变处, 应力-应变曲线的斜率;

正割模量——应力-应变曲线上, 从起始点到任一规定点画出的引线的斜率;

弦模量——应力-应变曲线上, 任两个规定点之间画出的弦的斜率。

单位名称为帕[斯卡]或牛[顿]每平方米, 单位符号为 Pa 或 N/m<sup>2</sup>。

### 3.3 切变模量 $G$

shear modulus  $G$

弹性变形范围内, 切应力与相应的切应变之比。

切变模量  $G$  的表达式:

$$G = \sigma_{ij} / \epsilon_{ij}$$

式中:  $G$ ——切变模量, Pa;

$\sigma_{ij}$ ——法向为  $i$  的面上,  $j$  方向上的应力 ( $i, j$  分别代表  $x, y$  或  $z$ ), Pa;

$\epsilon_{ij}$ ——法向为  $i$  的面上,  $j$  方向上的应变 ( $i, j$  分别代表  $x, y$  或  $z$ ), 无量纲。

单位名称为帕[斯卡]或牛[顿]每平方米, 单位符号为 Pa 或 N/m<sup>2</sup>。

### 3.4 体积模量 $K$

bulk modulus  $K$

弹性变形范围内, 体应力与相应的体应变之比。

体积模量  $K$  的表达式:

$$K = -P / (\Delta V / V)$$

式中:  $K$ ——体积模量, Pa;

$P$ ——压强, Pa;

$\Delta V / V$ ——体积的相对变化, 无量纲。

单位名称为帕[斯卡]或牛[顿]每平方米, 单位符号为 Pa 或 N/m<sup>2</sup>。

### 3.5 压缩率 $\kappa$

compressibility  $\kappa$

弹性变形范围内, 由单位体应力所导致的体应变。

压缩率  $\kappa$  的表达式:

$$\kappa = -(\Delta V / V) / P$$

式中:  $\kappa$ ——压缩率, Pa<sup>-1</sup>;

$P$ ——压强, Pa;

$\Delta V / V$ ——体积的相对变化, 无量纲。

单位名称为每帕[斯卡], 单位符号为 Pa<sup>-1</sup>。

### 3.6 泊松比 $\mu$

Poisson's ratio  $\mu$

在均匀分布的轴向应力作用下, 相应的横向应变与轴向应变之比的绝对值。

泊松比  $\mu$  的表达式:

$$\mu = -\epsilon_{jj} / \epsilon_{ii}$$

## GB/T 15014—94

式中： $\mu$ ——泊松比，无量纲；

$\epsilon_{ii}$ ——轴向应变( $i, j$  分别代表坐标  $x, y$  或  $z$ )，无量纲；

$\epsilon_{jj}$ ——相应的横向应变( $i, j$  分别代表坐标  $x, y$  或  $z$ )，无量纲。

注：泊松比  $\mu$  广泛定义为：

$$\mu = \frac{E}{2G} - 1$$

式中： $\mu$ ——泊松比，无量纲；

$E$ ——杨氏模量，Pa；

$G$ ——切变模量，Pa。

此值无量纲。

### 3.7 劲度常数(弹性常数) $c_{ij}$

stiffness constant (elastic constant)  $c_{ij}$

广义胡克定律中，用应变分量的线性函数来表示应力分量时，关系式中的各个常数。

注：在单晶体等各向异性材料中，以此量来描述物体的弹性行为。

单位名称为帕〔斯卡〕或牛〔顿〕每平方米，单位符号为 Pa 或 N/m<sup>2</sup>。

### 3.8 柔顺常数(柔度常数) $s_{ij}$

compliance constant  $s_{ij}$

广义胡克定律中，用应力分量的线性函数来表示应变分量时，关系式中的各个常数。

注：在单晶体等各向异性材料中，以此量来描述物体的弹性行为。

单位名称为平方米每牛〔顿〕，单位符号为 m<sup>2</sup>/N 或 Pa<sup>-1</sup>。

### 3.9 弹性模量温度系数 $\beta_E$

temperature coefficient of elastic modulus  $\beta_E$

在确定的温度范围内，与温度变化 1℃ 相应的杨氏模量的平均变化率。

弹性模量温度系数  $\beta_E$  的计算公式：

$$\beta_E = \frac{E_2 - E_1}{E_0(t_2 - t_1)}$$

式中： $\beta_E$ ——弹性模量温度系数，℃<sup>-1</sup>；

$E_0$ ——基准温度  $t_0$  下的杨氏模量，Pa；

$E_1$ ——温度  $t_1$  下的杨氏模量，Pa；

$E_2$ ——温度  $t_2$  下的杨氏模量，Pa；

$t_1$ ——温度，℃；

$t_2$ ——温度，℃；

注：同此定义而有“切变模量温度系数  $\beta_G$ ”。

单位名称为每摄氏度，单位符号为 ℃<sup>-1</sup>。

### 3.10 瞬间弹性模量温度系数 $\beta_E$

instantaneous temperature coefficient of elastic modulus  $\beta_E$

在某一温度下，与温度变化 1℃ 相应的弹性模量的变化率。

瞬间弹性模量温度系数  $\beta_E$  的表达式：

$$\beta_E = dE / (E_0 dt)$$

式中： $\beta_E$ ——瞬间弹性模量温度系数，℃<sup>-1</sup>；

$E_0$ ——基准温度  $t_0$  下的模量值，Pa；

$dE/dt$ ——温度  $t$  时  $E(t)$  关系曲线的微商，Pa · ℃<sup>-1</sup>；

单位名称为每摄氏度；单位符号为 ℃<sup>-1</sup>。

### 3.11 频率温度系数 $\beta_f$

## GB/T 15014—94

temperature coefficient of frequency  $\bar{\beta}_f$

在确定的温度范围内,与温度变化 1℃ 相应的物体固有频率的平均变化率。

频率温度系数  $\bar{\beta}_f$  的计算公式:

$$\bar{\beta}_f = (\Delta f)_{\max} / [f_0(t_2 - t_1)]$$

式中:  $\bar{\beta}_f$ ——频率温度系数,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;

$f_0$ ——基准温度  $t_0$  下的物体固有频率, Hz;

$(\Delta f)_{\max}$ ——温度  $t_1 \sim t_2$  范围内物体固有频率的最大变化, Hz;

$t_1$ ——温度,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_2$ ——温度,  $^{\circ}\text{C}$ 。

注: ① 因振动模式不同而异, 振动级次不同亦会略有不同。

② 常指弯曲振动或纵向振动的基频频率温度系数。

单位名称为每摄氏度, 单位符号为  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ 。

### 3.12 瞬间频率温度系数 $\beta_f$

instantaneous temperature coefficient of frequency  $\beta_f$

在某一温度下,与温度变化 1℃ 相应的物体固有频率的变化率。

瞬间频率温度系数  $\beta_f$  的表达式:

$$\beta_f = df / (f_0 dt)$$

式中:  $\beta_f$ ——瞬间频率温度系数,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;

$f_0$ ——基准温度  $t_0$  下物体的固有频率, Hz;

$df/dt$ ——温度  $t$  处  $f(t)$  关系曲线的微商,  $\text{Hz} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;

单位名称为每摄氏度; 单位符号为  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ 。

### 3.13 拉伸波波速 $c_D$

velocity of stretch wave  $c_D$

介质横截面的线度比波长小很多时的纵向弹性振动传播的速度。

注: 在机械滤波器制造行业, 常称为“纵波波速”。

单位名称为米每秒, 单位符号为 m/s。

### 3.14 扭转波波速 $c_v$

velocity of torsional wave  $c_v$

杆(管)中扭转弹性振动传播的速度。

单位名称为米每秒, 单位符号为 m/s。

## 4 非弹性性能

### 4.1 应力弛豫 $R_s$

stress relaxation  $R_s$

在弹性变形范围内, 应变保持恒定时, 应力随时间减少的特性。

应力弛豫  $R_s$  的表达式:

$$R_s = (\sigma_0 - \sigma) / \sigma_0$$

式中:  $R_s$ ——应力弛豫, 无量纲;

$\sigma_0$ ——初始时刻 ( $t=0$ ) 的应力, Pa;

$\sigma$ —— $t$  时刻的应力, Pa。

此值无量纲, 常以百分单位表示。

### 4.2 应变弛豫(正弹性后效) $R_t$

strain relaxation (direct elastic after-effect)  $R_t$

## GB/T 15014—94

在弹性变形范围内,恒定应力作用下,应变随时间的延长而增加的特性。

应变弛豫  $R_t$  的表达式:

$$R_t = (\epsilon - \epsilon_0) / \epsilon$$

式中:  $R_t$ ——应变弛豫,无量纲;

$\epsilon_0$ ——初始时刻( $t=0$ )的应变,无量纲;

$\epsilon$ —— $t$ 时刻的应变,无量纲。

此值无量纲,常以百分单位表示。

#### 4.3 弹性滞后 $H_t$

elastic hysteresis  $H_t$

在弹性变形范围内,加(卸)载过程中,应变落后于应力的特性。

弹性滞后  $H_t$  的表达式:

$$H_t = |\epsilon_t - \epsilon_0|$$

式中:  $H_t$ ——弹性滞后,无量纲;

$\epsilon_0$ ——加(卸)载过程中的瞬时应变,无量纲;

$\epsilon_t$ ——经时间  $t$  后的应变,无量纲。

此值无量纲,常以百分单位表示。

#### 4.4 弹性后效(反弹性后效) $A_t$

elastic after-effect (opposite elastic after-effect)  $A_t$

在弹性范围内变形或卸载后,物体的形状需经一段时间的延迟才能趋于稳定的特性。

弹性后效  $A_t$  的表达式:

$$A_t = \frac{|\epsilon_t - \epsilon_0|}{\epsilon_0}$$

式中:  $A_t$ ——弹性后效,无量纲;

$\epsilon_0$ ——初始时刻( $t=0$ )的应变,无量纲;

$\epsilon_t$ —— $t$ 时刻的应变,无量纲。

此值无量纲,常以百分单位表示。

#### 4.5 蠕变回复 $C_t$

creep recovery  $C_t$

在弹性变形范围内,卸除载荷后应变随时间的延长而逐渐回复的特性。

蠕变回复  $C_t$  的表达式:

$$C_t = \epsilon_t / \epsilon_0$$

式中:  $C_t$ ——蠕变回复,无量纲;

$\epsilon_0$ ——卸载初始时刻( $t=0$ )的应变,无量纲;

$\epsilon_t$ —— $t$ 时刻的应变,无量纲。

此值无量纲,常以百分单位表示。

#### 4.6 阻尼能力率 $P$

specific damping capacity  $P$

自由振动体内,振动一周耗散的能量与该次振动初始存储能量之比。

注:常以此量表示内耗的大小。

#### 4.7 机械品质因数 $Q$

mechanical quality factor  $Q$

机械振动系统中,贮存在力抗上的能量与一个振动周期内耗散在力阻上的能量之比。

机械品质因数  $Q$  也以下式表达:

## GB/T 15014—94

$$Q = f_r / (\Delta f)_{-3dB}$$

式中:  $Q$ ——机械品质因数,无量纲;

$f_r$ ——机械振动体的谐振频率,Hz;

$(\Delta f)_{-3dB}$ ——谐振曲线半功率点处频带宽度,Hz。

此值无量纲。

4.8 对数衰减率  $\delta$ 

logarithmic decrement  $\delta$

一个自由振动体相继两次振动中,振幅比值的自然对数。

对数衰减率  $\delta$  的表达式:

$$\delta = \ln\left(\frac{A_n}{A_{n+1}}\right)$$

式中:  $\delta$ ——对数衰减率,无量纲;

$A_n$ ——自由振动体第  $n$  次振动振幅,mm;

$A_{n+1}$ ——自由振动体第  $n+1$  次振动振幅,mm。

此值无量纲。

4.9 阻尼系数  $\beta$ 

coefficient of damping  $\beta$

一个自由振动体,振幅衰至原始值  $1/e$  所需时间的倒数。

阻尼系数  $\beta$  的表达式:

$$\beta = \frac{1}{t} \ln\left(\frac{A_0}{A_t}\right)$$

式中:  $\beta$ ——阻尼系数,Np/s;

$t$ ——时间,s;

$A_0$ ——初始( $t=0$ )振幅,mm;

$A_t$ —— $t$ 时刻的振幅,mm。

单位名称为奈培每秒,单位符号为 Np/s。

4.10 衰减系数(声衰系数)  $\alpha$ 

attenuation coefficient(sound-attenuation coefficient)  $\alpha$

振动传播过程中,单位距离上的振幅自然对数衰减率。

衰减系数  $\alpha$  的表达式:

$$\alpha = \frac{1}{x_2 - x_1} \ln\left(\frac{A_{x_1}}{A_{x_2}}\right)$$

式中:  $\alpha$ ——衰减系数,Np/m;

$x_1$ ——与起始点距离,m;

$x_2$ ——与起始点距离,m;

$A_{x_1}$ ——振动沿  $x$  方向传播时,位置  $x_1$  处的振幅,mm;

$A_{x_2}$ ——振动沿  $x$  方向传播时,位置  $x_2$  处的振幅,mm。

单位名称为奈培每米,单位符号为 Np/m。

4.11 分贝衰减率  $\nu$ 

decibel decrement  $\nu$

振动传播过程中,单位时间内振幅的常用对数衰减率。

分贝衰减率  $\nu$  的表达式:



## GB/T 15014—94

$$\nu = \frac{20}{t} \log_{10} \left( \frac{A_0}{A_t} \right)$$

式中： $\nu$ ——分贝衰减率，dB/s；

$t$ ——时间，s；

$A_0$ ——初始时刻( $t=0$ )的振幅，Hz；

$A_t$ —— $t$ 时刻的振幅，Hz。

单位名称为分贝每秒，单位符号 dB/s。

**附加说明：**

本标准由冶金工业部情报标准研究总所提出。

本标准由首钢冶金研究所、冶金部情报标准研究总所负责起草。

本标准水平等级标记 GB/T 15014—94 I