

材料冶金类科技论文中常用物理量的规范表达

龙怀中, 彭超群, 何学锋, 李艳红, 王海东

(中南大学《中国有色金属学报》编辑部, 长沙 410083)

摘要:介绍了材料冶金类科技论文中常用的物理量,如金属材料力学性能指标——强度、塑性和硬度,溶液组成的量名称——浓度、分数和比,分离科学中的液固比、相比和粒度等,分析其物理意义;依据国家标准和规范,给出各物理量的规范表达形式。

关键词:科技论文;物理量;规范表达

在材料冶金类科技论文的写作和编辑过程中,经常遇到金属材料力学性能指标、溶液组成的量名称以及湿法冶金中常用物理量的符号或概念的表达方式不统一的情况。由于科技论文的写作和出版必须遵守有关国家标准和规范,因此本文作者从探讨符号或概念的物理意义出发,依据国家标准和规范,给出各物理量的规范表达形式。

1 金属材料力学性能指标的规范表达

强度、塑性和硬度是金属材料的重要力学性能。关于金属材料力学性能的物理量的最新国家标准是 GB/T 228—2002。GB/T 2002 是在合并修订国家标准 GB/T 228—1987、GB/T 3076—1982 和 GB/T 6396—1986 的基础上形成的,等效于国际标准 ISO6892—1998。GB/T 228—2002 包括的技术内容和要求与原有 3 个标准有较大区别,尤其是在性能名称和符号、抗拉强度定义、试验速率、性能结果数值的修约方面进行了变动。

1.1 金属材料强度与塑性的规范表达

金属材料常用的强度判据是屈服强度和抗拉强度,常用的塑性判据是断后伸长率和断面收缩率。通常采用拉伸试验测定金属材料的强度与塑性^[1]。试验

必须按照现行国家标准 GB/T 228—2002 进行。与 GB/T 228—1987 相比,新标准中屈服强度与抗拉强度的意义区别较大,而其他性能的定义无实质性差异^[2]。

1) 屈服强度和抗拉强度

屈服强度是指当金属材料呈现屈服现象时,在试验期间达到塑性变形而不增加力时的应力点。当金属材料没有明显的屈服现象时,规定试样产生一定的残留变形时材料所承受的应力作为它的屈服强度。在 GB/T 228—2002 中,没有规定屈服强度的量符号,屈服强度泛指上、下屈服强度性能,应区分上屈服强度(R_{eH})和下屈服强度(R_{eL})。而在 GB/T 228—1987 中,屈服强度既泛指屈服点和上屈服点(σ_{sU})、下屈服点(σ_{sL})性能,也特指单一屈服状态的屈服点性能(σ_s)。旧标准中的上屈服点和下屈服点的量符号 σ_{sU} 和 σ_{sL} 分别以新标准的上屈服点强度和下屈服点强度的量符号 R_{eH} 和 R_{eL} 代替。根据不同测量方法,将屈服强度分为如下 3 种情况:规定非比例延伸强度、规定残余延伸强度和规定总延伸强度,量符号分别为 R_p 、 R_t 和 R_t 。在旧标准中, $\sigma_{0.2}$ 表示没有明显屈服现象的金属材料的屈服强度,下标 0.2 表示试样的残留变形量为试样标距长度的 0.2%。这种表示方法没有标明残留变形量的测量方法,不能反映 GB/T 228—2002 中规定的 3 种情况,应当予以废除,而应分别以 $R_{p,0.2}$ 、 $R_{t,0.2}$ 或 $R_{t,0.2}$ 取代,下标 p、r 和 t 分别表示 3 种不同的测量方法,下标 0.2 表示试样标距部分的伸长率等于引伸标距的 0.2%^[2]。

新标准中,抗拉强度定义为相应最大力的应力,而最大力是指试样在屈服阶段之后所能抵抗的最大力。对于无明显屈服(连续屈服)的金属材料,为试验期间的最大力。在 GB/T 228—1987 中,抗拉强度的量符号为 σ_b ,而在 GB/T 228—2002 中,抗拉强度的量名称不变,但量符号改为 R_m 。

2) 断后伸长率和断面收缩率

断后伸长率是试样拉断后标距的伸长与原始标距

基金项目: 中国科协精品科技期刊 B 类资助项目

收稿日期: 2009-03-05; 修订日期: 2009-06-20

通讯作者: 龙怀中, 高级工程师, 博士研究生; 电话: 0731-88876765; E-mail: ysxblong@mail.csu.edu.cn

的百分比; 断面收缩率是试样拉断后, 缩颈处横截面积的最大缩减量与原始横截面积的百分比。

在新的国家标准 GB/T 228—2002 中, 断后伸长率与断面收缩率的量名称没有改变, 但断后伸长率的量符号由 δ 改为 A , 断面收缩率的量符号由 ψ 改为 Z 。

新标准定义了 12 种可测拉伸性能, 其中 10 种性能的名称与修订前原标准的名称有差异。表 1 列出了金属材料常用力学性能的量名称和量符号的新旧标准对照^[3]。

表 1 金属材料常用力学性能的量名称与量符号的新旧标准对照^[3]

GB/T 228—2002		GB/T 228—1987	
性能名称	符号	性能名称	符号
—	—	屈服点	σ_s
上屈服强度	R_{eH}	上屈服点	σ_{sU}
下屈服强度	R_{eL}	下屈服点	σ_{sL}
规定非比例延伸强度	R_p	规定非比例伸长应力	σ_p
规定残余延伸强度	R_r	规定残余伸长应力	σ_r
规定总延伸强度	R_t	规定总伸长应力	σ_t
抗拉强度	R_m	抗拉强度	σ_b
屈服点延伸率	A_e	屈服点伸长率	δ_s
断后伸长率	$A, A_{11.3}$	断后伸长率	δ_5, δ_{10}
断面收缩率	Z	断面收缩率	ψ
最大力总伸长率	A_{gt}	最大力下的总伸长率	δ_{gt}
最大力非比例伸长率	A_g	最大力下的非比例伸长率	δ_g
断裂总伸长率	A_t	—	—

由表 1 可知, 对于强度性能的主符号, 新标准用英文字母 R 代替旧标准中的 σ ; 对于塑性性能的主符号, 新标准中用字母 A 代替旧标准中的 δ , 用字母 Z 代替旧标准中的 ψ 。新标准中没有定义旧标准中的屈服点 σ_s 这一性能, 因此没有相应的性能名称和符号。

符号 A (不标注下标)是指比例系数 $k=5.65$ 的比例标距时测定的断后伸长率; 而用其他比例系数的比例标距或非比例标距测定的断后伸长率时, 符号 A 应分别标注下标以说明所使用的比例系数值和非比例标距的长度, 如 $A_{11.3}$ 和 $A_{100\text{mm}}$ 。国标中采用了延伸和伸长这两个近义词, 可以理解为拉伸试验时在引伸计标距上的伸长为延伸, 在试样标距上的伸长为伸长。

1.2 材料硬度的规范表达

硬度本身不是一个单纯的物理量, 它是表征材料的弹性、塑性、形变强化、强度和韧性等一系列不同物理量组合的一种综合性能指标。一般认为, 硬度是在材料表面上不大体积内抵抗变形或断裂的能力^[4]。随试验方法的不同材料硬度的物理意义也不同。材料硬度的试验方法主要如下: 1) 注入法, 用于测量布氏、洛氏和维氏硬度等; 2) 刻划法, 用于测量莫氏硬度; 3) 回跳法, 用于测量肖氏硬度等。在机械制造业中, 主要采用压入法测量材料硬度^[5]。因此, 金属材料力学性能中常常提到的硬度用布氏、洛氏和维氏硬度表示。

GB/T 230—91 规定布氏硬度的符号为 HB, GB 4340—84 规定维氏硬度的符号为 HV, GB 231—84 规定洛氏硬度的符号为 HR。GB 3101—93 规定“量的符号通常是单个拉丁或希腊字母, 有时带有下标或其他的说明性标记。无论正文的其他字体如何, 量的符号必须是斜体。”但由于硬度不是一个单纯的物理量, 不应套用这个概念。而且国际科技书刊领域已广泛使用 HB、HV 和 HR 作为硬度的符号。因此, 建议硬度符号还是应该由 2 个或 3 个(第 3 个字母表示试验条件)正体字母组成, 即洛氏硬度的符号为 HR(HRA、HRB 和 HRC, 字母 A、B 和 C 为标尺), 维氏硬度的符号为 HV, 布氏硬度的符号为 HB(HBS 和 HBW, S 和 W 分别表示压头为钢球或硬质合金)。布氏硬度和维氏硬度的单位为 MPa, 洛氏硬度是量纲为 1 的量。

国标规定, 硬度值应放在符号的前面, 符号后面是实验条件。提及材料硬度时, 应具体指明布氏硬度、维氏硬度或洛氏硬度。当硬度值与量符号及试验条件同时标注时, 可以不标注单位, 规范化标注分别如 2 000 HBS、5 000 HBW、100 HV 和 38 HRC 等。但在函数图表中标注时, 还是应该采用量与单位之间用“/”隔开的形式, 以示自明性, 即规范化标注形式应为“HB/MPa”、“HV/MPa”和“HR”。

2 溶液组成的规范表达

由 GB 3102.8—1993《物理化学和分子物理学的量和单位》^[6]可知, 表示溶液组成标度的量可以分为 3 类, 即浓度、分数和比。正确使用 GB 3102.8—1993 规定的量的名称、符号及其单位是规范表达溶液组成的基础和前提。

2.1 浓度

表示溶液浓度有4个法定量名称,以物质B为例,有B的浓度、溶质B的质量摩尔浓度、B的质量浓度和B的分子浓度。

1) B的浓度,又称B的物质的量浓度,量符号为 c_B 。 c_B 是B的物质的量除以溶液的体积,SI单位为 mol/m^3 。在实际应用中, c_B 常用单位为 mol/L ,当体积要求精确度高时用 mol/dm^3 [7]表示。

在化学反应中,B的浓度也可表示为[B]。它表示化学反应处于平衡状态下B的浓度,与 c_B 表示的通常状态下B的浓度有所区别。

摩尔浓度 M 、克离子浓度 M 、当量浓度 N 、克分子浓度、体积克分子浓度等这一类量名称及其符号均应废止。

2) 浓质B的质量摩尔浓度,又称B的质量摩尔浓度,符号为 b_B 和 m_B 。 b_B 和 m_B 的定义为溶质B的物质的量 n_B 除以溶剂A的质量 m_A ,即 $b_B, m_B = n_B/m_A$ 。 b_B 和 m_B 的法定单位为 mol/kg 。 b_B 和 m_B 这两个符号均可使用。非法定量名称重量克分子浓度、重量摩尔浓度均应废止。

3) B的质量浓度的符号为 ρ_B ,定义为B的质量 m_B 与混合物的体积 V 之比,SI单位为 kg/m^3 ,常用单位为 kg/L 。重量浓度、浓度、含量为非法定量名称,均应废止。

4) B的分子浓度的符号为 C_B ,定义为B的分子数除以混合物的体积,单位为 m^{-3} ,化学中常用 L^{-1} 。而以往常用的分子比应废止。

在GB 3102.8—1993中,只有物质的量浓度与浓度是同一个量名称的两种称谓,使用中可以替换,其他的量名称都不得统称为浓度,必须指明具体的量名称。

2.2 分数

分数主要有3个法定量,即质量分数、摩尔分数和体积分数。以物质B为例,其分类如下。

1) B的质量分数。B的质量分数定义为B的物质的量 n_B 与溶液的质量之比,符号为 w_B 。以前使用的重量百分数、质量百分比浓度、重量百分比浓度、浓度等量名称[4],均应称为质量分数,这些旧的量名称均应废止。

2) B的摩尔分数。B的摩尔分数定义为溶质B的物质的量 n_B 与溶液中所有物质的量的总和($\sum_B n_B$)之比,符号为 x_B 和 y_B 。标准规定应优先使用量符号 x_B 。以往使用的克分子数(又称摩尔数)、克原子数、克当

量数(又称当量数)、克离子数等,以及与此相应的克分子百分数、摩尔百分数、克原子百分数、克离子百分数等名称均应废止,而以指明物质B的基本单元的B的摩尔分数取代。

3) B的体积分数。B的体积分数的符号为 φ_B ,其定义如下: $x_B V_{m,B}^* / \sum_A x_A V_{m,A}^*$ 。式中: x_B 和 x_A 分别为物质B和A的摩尔分数, $V_{m,B}^*$ 和 $V_{m,A}^*$ 分别为纯物质B和A在相同温度和压力下的摩尔体积, Σ 表示在全部物质范围求和。以往使用的体积百分比浓度、体积百分数、体积百分含量、浓度等名称均应废止。

2.3 比

表示溶液组成的比主要指溶质B的摩尔比。溶质B的摩尔比的符号为 r_B ,其定义为溶质B的物质的量 n_B 与溶剂的物质的量 n_A 之比,其SI单位为1。溶质B的摩尔比的替换名称为B物质的量比,以往使用的克分子比的这一名称应废止。

参照文献[7],对表示溶液组成的标准和非标准的量和单位进行对比,结果列于表2。

3 分离科学中几个物理量的规范表达

3.1 液固比

液固比是指液体(多数情况下指的是浸出剂)的用量与固体(多数情况下指的是矿石、物料等)的用量之比。实验中,液体和固体的用量可用质量表示,也可用体积表示,因此,液固比既可以理解为“二者的质量之比”、“二者的体积之比”,也可以理解为“液体的体积与固体的质量之比”,如不指明,则很容易引起误解。

为了消除误解,在编辑加工时,当液体用质量、固体也用质量表示时,液固比建议改写成液固质量比,其单位为 g/g 或 kg/kg ;当液体用体积、固体也用体积表示时,液固比建议改写成液固体积比,其单位为 mL/cm^3 或 L/dm^3 。用 L/S 表示液固比是不规范的[7],因为字母L和S分别是液体和固体的英文单词的首字母,建议采用 m_L/m_S 或 V_L/V_S 的规范表达方式。

3.2 相比

胶体及表面物理化学中“相比”(O/A),又称为“有水比”,是指有机相的体积与水相的体积之比。

“相比”中的“相”指的是“有机相”或“水相”,“有水比”中的“有”指的是“有机相”,“水”指的

表2 表示溶液组成的标准与废弃的量和单位对照表^[7]

标准的量和单位			废弃的量和单位	
量名称	符号	单位	量名称	单位
B 的物质的量浓度, B 的浓度	c_B	mol/m ³ , mol/L	摩尔浓度, 体积克分子浓度, 克分子浓度, 克离子浓度, 当量浓度	M, N
B 的质量摩尔浓度	b_B, m_B	mol/kg	重量克分子浓度, 重量摩尔浓度	%(W/M)
B 的质量浓度	ρ_B	kg/m ³ , kg/L	重量浓度, 浓度, 含量	ppm, %(W/V)
B 的分子浓度	C_B	m ⁻³ , L ⁻¹	分子比	
B 的质量分数	w_B	1	重量分数, 重量百分比浓度, 质量百分含量, 质量百分浓度, 浓度	%(W/W), %(m/m), %, ppm, ppb
B 的摩尔分数	x_B, y_B	1	克分子分数, 克分子百分数, 摩尔百分数	
B 的体积分数	φ_B	1	体积百分含量, 体积百分比浓度, 体积百分数, 浓度	%(V/V), %, ppm, ppb
溶质 B 的摩尔比	r_B	1	克分子比	

是“水相”, 都是指物质的名称。在“相比”符号“O/A”中, 符号“O”和“A”分别是“有机相”和“水相”的英文名的首字母, 不能用以表示物理量。因此, 建议将“相比”改写成“有机相与水相的体积比”, 或“有机相的体积/水相的体积”, 符号表示为“ V_O/V_A ”。

3.3 粒度

粒度是表示固体颗粒大小的物理量, 一般情况下, 不会与其他物理量混淆。

在矿物工程研究过程中, 常见这样的表示: $-74\ \mu\text{m}$ 的矿物含量大于 60%, $+74\sim 100\ \mu\text{m}$ 粒级颗粒占 80%等。这种粒度的“+”、“-”并非纯数学意义上的正、负号, 而是指大于或小于某个数值。建议采用文字表达, 如用“大于”和“小于”某一数值、或“ $>$ ”和“ $<$ ”某一数值的表达形式。

GB 3100~3102—1993 中规定的颗粒大小的单位是“m”及“m 与其十进制词头的组合”, 如“mm、 μm 、nm”等, 没有规定用“目”表示。因此, 应将“目”换算成以“mm”或“cm”等表示。但为了增加可读

性, 建议将“目”并列置于相应的粒径值之后, 如将以上表示改为: 粒径小于 $74\ \mu\text{m}$ (<200 目)的矿物含量大于 60%, $74\ \mu\text{m}$ (>200 目)~ $100\ \mu\text{m}$ (<100 目)粒级颗粒的质量分数为 80%。

参考文献

- [1] GB/T 10623—1989. 金属力学性能试验术语[S].
- [2] GB/T 228—2002. 金属拉伸试验方法[S].
- [3] 黄 炜, 安碧丽. 金属材料强度、塑性和冲击韧性的规范化表达[J]. 中国科技期刊研究, 2007, 18(2): 338-339.
- [4] 林 熙. 金属力学性能[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1999: 73-120.
- [5] 郑修麟. 材料的力学性能[M]. 西安: 西北工业大学出版社, 2002.
- [6] GB 3102.8—1993 物理化学和分子物理学的量和单位[S]/GB 3100—3102 量和单位. 北京: 中国标准出版社, 1994: 214-245.
- [7] 陈浩元. 科技书刊标准化 18 讲[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 1998: 153-196.