



金属材料常用力学性能的规范表达

黄晓艳, 翁 柠, 陈 锋

(镇江船艇学院 江苏 镇江 212003)

摘要: 金属材料的常用力学性能指标主要有强度、塑性、硬度和韧性等,其表达方法国家标准有明确规定。而最近出版的很多教材、发表的诸多论文中,常用力学性能的表达仍沿用旧标准。为此,本文根据最新的国家标准对常用力学性能的规范表达进行了介绍,并与旧标准进行分析比较,以便相关人员能更好地宣传和贯彻新标准。

关键词: 金属材料; 力学性能; 国家标准; 规范表达

中图分类号: TG115.5 文献标志码: A 文章编号: 0254-6051(2013)08-0140-04

Normal expression of metallic materials common mechanical properties

Huang Xiaoyan, Weng Ning, Chen Feng

(Zhenjiang Watercraft College, Zhenjiang Jiangsu 212003, China)

Abstract: Metallic materials common mechanical property indexes have strength, plasticity, hardness and toughness. The expression methods were defined by national standard. But the old standard expression of common mechanical properties still appears in the recently published teaching materials and papers. According to the latest national standard, the normal expression of common mechanical properties was introduced and compared with that of the old national standards.

Key words: metallic materials; mechanical properties; national standard; normal expression

金属材料的力学性能是指材料在力作用下显示的与弹性和非弹性反应相关或包含应力-应变关系的性能。常用的力学性能指标主要有强度、塑性、硬度和韧性等,这些力学性能指标可通过国家标准试验来测定,其表达方法国家标准也有明确规定。然而,最近出版的很多教材、发表的诸多论文中,常用力学性能的表达仍沿用旧标准,甚至是 20 多年前的旧标准。为此,本文根据最新的国家标准对常用力学性能的规范表达进行介绍,并与旧标准进行分析比较,以便相关人员能更好地宣传和贯彻新标准。

1 强度与塑性

强度和塑性通过金属材料室温拉伸性能试验来测定。现行的国家标准是 2011 年 12 月 1 日实施的 GB/T 228.1—2010《金属材料 拉伸试验 第 1 部分: 室温试验方法》。该版标准修改采用国际标准 ISO 6892-1: 2009《金属材料 拉伸试验 第 1 部分: 室温试验方法》。该标准第 1 版本于 1963 年发布,经历了 1976、1987、2002 和 2010 年 4 次修订。

1.1 常见不规范表达

金属材料常用的强度指标是屈服强度和抗拉强

度,常用的塑性指标是断后伸长率和断面收缩率。教材、论文及技术文件中常见的不规范表达有: ①屈服强度 符号: σ_s 、 $\sigma_{0.2}$ 、 σ_{sU} 或 σ_{sL} ; 名称: 屈服极限、屈服点,条件屈服强度等。②抗拉强度 符号: σ_b ; 名称: 强度极限等。③断后伸长率 符号: δ 、 δ_5 、 δ_{10} ; 名称: 延伸率,伸长率,断后延伸率等。④断面收缩率符号: ψ ; 名称: 收缩率。

对于这些不规范的表达,主要是作者没有实时关注相关标准的变化及其实施应用情况,没有及时将最新的国家标准纳入教学、科研中。一般来说,新标准的颁布实施,即意味着旧标准的废止。这些名称、符号大部分是 20 多年前的标准(即 GB/T 228—1987)。

1.2 规范化表达

表 1 为常用力学性能名称和符号新旧标准的对照。由表 1 可见,常用力学性能的名称和符号最新的 GB/T 228.1—2010 与 2002 年的标准相比,只是“规定非比例延伸强度”的名称变为“规定塑性延伸强度”,其他基本没有变化。但与 1987 年版的标准相比有较大差异。为与国标接轨,2002 版开始,力学性能的名称及符号均按照国际标准的规定。如将屈服点名称改为屈服强度,取消屈服强度的测定,只测定上屈服强度和下屈服强度。强度指标的符号发生了较大的变化,由原来的 σ 加下角标改为 R 加下角标。断后伸长率、断面收缩率名称不变而符号完全不同。

收稿日期: 2013-01-17

作者简介: 黄晓艳(1974—),女,江西樟树人,副教授,主要从事工程材料与机械制造基础方面的研究与教学。联系电话: 0511-85339174, 13951281529, E-mail: hxyld@163.com

表 1 常用力学性能名称和符号新旧标准对照

Table 1 Comparison of name and symbol of common mechanical properties in new standard and old standard

GB/T 228.1—2010		GB/T 228—2002		GB/T 228—1987	
性能名称	符 号	性能名称	符 号	性能名称	符 号
—	—	—	—	屈服点	σ_s
上屈服强度	R_{eH}	上屈服强度	R_{eH}	上屈服点	σ_{sU}
下屈服强度	R_{eL}	下屈服强度	R_{eL}	下屈服点	σ_{sL}
规定残余延伸强度	R_r	规定残余延伸强度	R_r	规定残余伸长应力	σ_r
规定塑性延伸强度	R_p	规定非比例延伸强度	R_p	规定非比例伸长应力	σ_p
抗拉强度	R_m	抗拉强度	R_m	抗拉强度	σ_b
断后伸长率	$A, A_{11.3}, A_{x\text{mm}}$	断后伸长率	$A, A_{11.3}, A_{x\text{mm}}$	断后伸长率	$\delta_5, \delta_{10}, \delta_{x\text{mm}}$
断面收缩率	Z	断面收缩率	Z	断面收缩率	ψ

从 2002 版标准开始,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发生而力不增加的应力点,应区分上屈服强度(R_{eH})和下屈服强度(R_{eL}),分别取代 1987 年版中的上屈服点(σ_{sU})和下屈服点(σ_{sL})。上屈服强度 R_{eH} 是指试样发生屈服而力首次下降前的最大应力,见图 1 (a)。下屈服强度 R_{eL} 是指在屈服期间,不计初始瞬时效应时的最小应力,见图 1 (a)。当金属材料在拉伸试验过程中没有明显屈服现象发生时,应测定规定塑性延伸强度(R_p)或规定残余延伸强度(R_r)。 $\sigma_{0.2}$ 在不规范表达中用来表示没有明显屈服现象金属材料的屈服强度,下标 0.2 表示试样标距部分残余伸长率达到规定数值 0.2%。这种表示方法没有标明残留变形量的测量方法,应废除。而应用 $R_{p0.2}$ 或 $R_{r0.2}$ 代替。 $R_{p0.2}$ 表示规定塑性延伸率为 0.2% 时的应力,见图 1 (b)。其中的 0.2 表示试验中任一给定时刻引伸标距的塑性延伸等于引伸计标距的 0.2%。 $R_{r0.2}$ 表示规定残余延伸率为 0.2% 时的应力,如图 1 (c)。其中的 0.2 表示试样施加并卸除应力后引伸计标距的延伸等于引伸计标距的 0.2%。

抗拉强度 R_m 是指相应最大力对应的应力,如图 1

(a)。现行标准中最大力是指:对于显示不连续屈服的材料,如果没有加工硬化作用,标准就不定义。对于无明显屈服(不连续屈服)的金属材料,为试验期间的最大力。对于有不连续屈服的金属材料,在加工硬化开始之后,试样所承受的最大力。新旧标准中抗拉强度的名称不变,符号由 σ_b 变为 R_m 。

断后伸长率 A 是断后标距的残余伸长 ($L_u - L_0$) 与原始标距 (L_0) 之比的百分率。对于比例试样,即拉伸试样的原始标距与原始横截面积的平方根的比值 k 为常数 $k = 5.65$ 的试样称为短比例试样,其断后伸长率用符号 A 表示(对应 87 版的符号 δ_5); $k = 11.3$ 的试样称为长比例试样,其断后伸长率为 $A_{11.3}$ (对应 87 版的符号 δ_{10}); 试验时,一般优先选用短比例试样,但要保证原始标距不小于 15 mm,否则,建议选用长比例试样或其他类型试样。对于非比例试样,符号 A 应附以下标注说明所使用的原始标距,以毫米 (mm) 表示,例如 $A_{50\text{mm}}$ 表示原始标距为 50 mm 的断后伸长率。

断面收缩率 Z 是指,断裂后试样横截面积的最大缩减量 ($S_0 - S_u$) 与原始横截面积 (S_0) 之比的百分率。2002 版开始断面收缩率符号由 ψ 更改为 Z 。

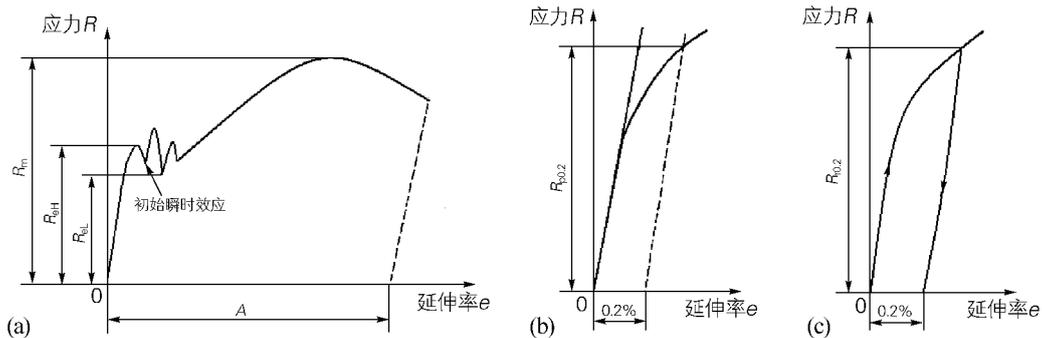


图 1 应力-延伸率曲线图 (a) 及规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ (b) 和规定残余延伸强度 $R_{r0.2}$ (c) 的规定
Fig. 1 Stress-percentage extension curve (a), proof strength $R_{p0.2}$ (b) and permanent set strength $R_{r0.2}$ (c)

2 硬度

硬度是衡量金属材料软硬程度的指标,反映材料抵抗局部塑性变形的能力,是一个综合的物理量。目前生产中,测定硬度最常用的方法是布氏硬度和洛氏硬度。常见的不规范表达如:HBW500、350HBS、HRC50、60HRB等。

2.1 布氏硬度

现行的布氏硬度试验方法是 2010 年 4 月 1 日开始实施的 GB/T 231.1—2009《金属材料 布氏硬度试验 第 1 部分:试验方法》,该标准修改采用国际标准 ISO 6506-1:2005《金属材料 布氏硬度试验 第 1 部分:试验方法》。GB/T 231.1 经历了 1962 年首次发布,1984、2002、2009 年 3 次修订。表 2 为布氏硬度压头和符号新旧标准的对照。由表可见,2002 年以前的标准规定,布氏硬度试验可以采用钢球压头或硬质合金球压头两种。压头为钢球时,用符号 HBS 表示,适用于 450 HBS 以下的材料。压头为硬质合金球时,用符号 HBW 表示,适用于 650 HBW 以下的材料。从 2002 年版本起,布氏硬度试验取消了钢球压头,只允许使用硬质合金球压头。GB/T 231.1—2009 引言中明确指出,本标准只允许使用硬质合金球压头,其布氏硬度符号用 HBW 表示。因此,2002 年标准实施后,硬度计应全部采用硬质合金球压头,技术文件应一律标注符号 HBW。

表 2 布氏硬度压头和符号新旧标准对照
Table 2 Comparison of indenter and symbol of Brinell hardness in new standard and old standard

国标版次	GB/T 231.1—2009	GB/T 231.1—2002	GB/T 231—1984
压头	硬质合金球	硬质合金球	钢球或硬质合金球
硬度符号	HBW	HBW	HBW 或 HBS
表达方法示例	<p>600 HBW 1/ 30/ 20</p> <p>试验力保持时间(20 s),在规定的 时间范围(10—15 s)可以省略</p> <p>施加的试验力对应的kgf值</p> <p>硬质合金球直径,mm</p> <p>硬度符号</p> <p>布氏硬度值</p>		

2.2 洛氏硬度

洛氏硬度试验方法最新的国家标准是 2010 年 4 月 1 日开始实施的 GB/T 230.1—2009《金属材料 洛氏硬度试验 第 1 部分:试验方法(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺)》,该标准修改采用国际标准 ISO 6508-1:2005《金属材料 洛氏硬度试验 第 1 部分:试验方法(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺)》。GB/T 230.1 于 1983 年首次发布,分别于 1991、2004 和 2009 年进行了三次修订。表 3 为洛氏硬度部分内容新旧标准的对照。由表 3 可见,从 2004 版标准起,增加了

15N、30N、45N、15T、30T、45T 等 6 个表面洛氏硬度标尺。2004 年前压头为金刚石圆锥或钢球两种,而 2004 版规定,压头除了这两种以外,还可以使用硬质合金球压头。但在 2009 版中规定,一般只允许使用金刚石圆锥或硬质合金球两种压头,且在“范围”中明确说明:硬质合金球形压头为标准型洛氏硬度压头,如果在产品标准或协议中有规定时,允许使用钢球压头。因此,为了区别洛氏硬度试验所使用的压头类型,从 2004 版标准起对于使用球形压头标尺,在硬度符号后面要追加符号“S”或“W”,见表 3 中表达方法及其示例。如“60 HRB”的表达方法,在 2004 年前是规范表达,但 2004 及 2009 版标准中就是不规范的表达,必须说明球压头代号。

表 3 洛氏硬度新旧标准对照
Table 3 Comparison of Rockwell hardness in new standard and old standard

国标版次	GB/T 230.1—2009、GB/T 230.1—2004	GB/T 230—1991	
压头	金刚石圆锥	硬质合金球或钢球 (2009 版中,产品标准或协议中有规定时,才允许使用钢球压头)	金刚石圆锥或钢球
标尺	A、C、D 表面洛氏硬度:15N、30N、45N	B、E、F、G、H、K 表面洛氏硬度:15T、30T、45T	A、C、D、B、E、F、G、H、K
表达方法	硬度值 + 符号 HR + 使用的标尺	硬度值 + 符号 HR + 使用的标尺 + 球压头代号(钢球为 S,硬质合金球为 W)	硬度值 + 符号 HR + 使用的标尺
表达方法示例	70HR30N:表示用总试验力为 294.2N 的 30N 标尺测得的表面洛氏硬度值为 70	60 HRBW:表示用硬质合金球压头在 B 标尺上测得的洛氏硬度值为 60	50 HRC:表示用 C 标尺测得的洛氏硬度值为 50

3 韧性

强度、塑性、硬度等力学性能指标是在静载荷作用下测定。可是,有些零件在工作中受冲击载荷作用,由于外力瞬时冲击作用引起的变形和应力要比静载荷所引起的应力大得多,因而选用制造这类零件的材料时,必须考虑材料抵抗冲击载荷作用的能力,即冲击韧性。韧性是指金属在断裂前吸收变形能量的能力。夏比冲击试验是一种常用的评定金属材料韧性指标的动态试验方法,现行的国家标准是 GB/T 229—2007《金属材料 夏比摆锤冲击试验方法》,该标准修改采用国际标准 ISO 148-1:2006《金属材料 夏比摆锤冲击试验 第 1 部分:试验方法》。GB/T 229 于 1984 年首次发布,经历了 1994、2007 年两次修订。常见的不规范表达如,

名称: 冲击韧度、冲击吸收功; 符号: a_k 、 a_{kV} 、 a_{ku} 、 A_K 、 A_{KV} 、 A_{KU} 等。

在 1994 年前评定金属材料冲击韧性的指标是冲击韧性值(符号 a_k , 单位为 J/cm^2), 即冲击吸收功除以试样缺口底部处横截面面积所得的商。而在 1994 版标准中规定用冲击吸收功(符号 A_k , 单位 J) 表示材料的冲击韧性, V 型、U 型缺口试样的冲击吸收功分别用 A_{KV} 和 A_{KU} 表示。但在 GB/T 229—2007 标准中用吸收能量(符号 K , 单位为 J) 取代冲击吸收功 A_k , 用字母 V 和 U 表示缺口几何形状, 用下标数字 2 或 8 表示摆锤刀刃半径, 如: KU_8 —U 型缺口试样在 8 mm 摆锤刀刃下的冲击吸收能量。而旧标准(GB/T 229—1994) 中的 A_{KU2} 、 A_{KU5} , 其下标中的数字则表示缺口深度, 如 A_{KU5} —深度 5 mm 的 U 型缺口试样的冲击吸收功。

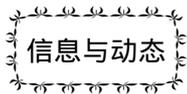
4 结束语

为了使国家标准成为与国际标准一致的国际通用标准, 以避免在国际贸易中的技术壁垒, 我国金属材料常用力学性能的室温拉伸试验、硬度和夏比摆锤冲击试验方法均通过修改采用的方式与国际标准的相关标

准接轨。广大教研工作者, 一定要重视最新国家标准的及时贯彻。作为一名教师, 在教材不能及时更新的情况下, 尽可能地给学生讲授最新国家标准的内容, 及新旧标准的差异, 使学生更快更好地理解掌握, 同时培养学生宣传贯彻新标准的意识。

参考文献:

- [1] GB/T 228.1—2010. 金属材料 拉伸试验 第 1 部分: 室温试验方法 [S].
- [2] GB/T 228—2002. 金属材料 室温拉伸试验方法 [S].
- [3] GB/T 228—1987. 金属拉伸试验方法 [S].
- [4] GB/T 231.1—2009. 金属材料 布氏硬度试验 第 1 部分: 试验方法 [S].
- [5] GB/T 231.1—2002. 金属布氏硬度试验 第 1 部分: 试验方法 [S].
- [6] GB/T 231—1984. 金属布氏硬度试验方法 [S].
- [7] GB/T 230.1—2009. 金属洛氏硬度试验 第 1 部分: 试验方法 (A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺) [S].
- [8] GB/T 230.1—2004. 金属洛氏硬度试验 第 1 部分: 试验方法 (A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺) [S].
- [9] GB/T 230—1991. 金属洛氏硬度试验方法 [S].
- [10] GB/T 229—1994. 金属夏比缺口冲击试验方法 [S].
- [11] GB/T 229—2007. 金属材料夏比摆锤冲击试验方法 [S].
- [12] GB/T 229—1984. 金属夏比(U 型缺口) 冲击试验方法 [S].
- [13] GB/T 10623—2008. 金属材料 力学性能试验术语 [S].



信息与动态

《全国热处理标委会六届三次工作会议暨标准化论坛》会议报道

全国热处理标准化技术委员会六届三次工作会议暨标准化论坛于 2013 年 7 月 25—28 日在内蒙古鄂尔多斯市召开。会议邀请到热处理界元老樊东黎研究员, 现任全国热处理标委会高级顾问王广生研究员、广东工业大学黄拿灿教授等行业耆宿。会议同期举办了《金属热处理》杂志创刊 55 周年纪念活动。

热处理标委会六届三次工作会议由热标委主任徐跃明主持, 热标委秘书长李俏向到会的委员和专家对 2012~2013 年度全国热标委工作从五个方面进行了汇报和总结。2012—2013 年度, 热处理行业共有《金属热处理工艺 术语》等 5 项国家标准发布, 已提交上报了《可控气氛底装料立式多用炉热处理技术要求》等 6 项行业标准报批稿, 向国标委及工信部提交申请 10 项国家和行业标准。标委会及时对重点领域、关键技术标准组织编制, 对《热处理质量控制体系》等 4 项关键技术标准落实了起草单位和起草人, 确定标准框架和技术要求, 并召开专题会议审查标准草案。报告提出了 2012~2013 年度标准工作和目标及未来 10 年的总体目标, 在已经确定的 150 余项热处理标准体系中, 已经完成了 95 项标准的制修订, 还有 1/3 的标准需要在今后 10 年的计划中完成。报告中着重提出加强已制定标准的宣传和推广, 推进国际间标准的交流和合作。本次工作会议对《测定工业淬火油冷却性能的镍合金探头实验方法》、《热处理温度测量》、《燃气热处理炉温度均匀性测试方法》3 项标准进行了审查, 对标准中的技术内容和数据进行了热烈讨论。委员和代表们认为这 3 项标准送审稿符合标准编制原则, 内容正确, 数据可靠, 用语规范, 条理清晰, 编写格式符合 GB/T 1.1 的要求, 已达到国际先进水平, 一致通过送审稿。

全国热处理标准化论坛邀请了中国机械工业联合会标准工作部谭湘宁副主任, 他在论坛上做了“实施标准提升战略 助力机械工业转型升级”的报告。该报告介绍了近年来机械工业标准化重点任务, 提出以专项方式整合优势资源, 持续加大投入, 系统解决产业发展急需的标准问题, 提升标准对转型升级的支撑能力。报告还联系热处理行业标准体系, 分析了重点领域标准应加快制定步伐; 提出热处理行业标准应做好两方面的工作, 一是发挥标准的纽带作用, 二是热处理标准应走向国际化。

鄂尔多斯市主管科技的曹鄂琛副市长在论坛上也做了热情洋溢的发言, 他感谢会议的主办方将会议放到鄂尔多斯市召开, 加大了到会代表对鄂尔多斯市的了解, 使本市能够及时掌握全国热处理的前沿动态, 推进鄂市装备制造与相关产业研究和发展, 并希望借助本次会议的知名度和影响力吸引更多的装备制造企业及相关人才到鄂尔多斯创业。

本次会议还对“十二五”热处理领域标准体系的建设工作进行了讨论, 公布了 2013—2014 年度标准工作规划和目标, 提出今后热标委会的工作一是要加大战略性新兴产业相关标准的制修订力度, 通过先进标准引领行业发展; 二是要加快传统产业转型升级相关标准制修订进度, 通过标准规范行业发展; 三是要加大标准体系顶层设计, 研究解决制约标准化工作的重大问题。参加本次标准论坛的人数达到 90 多人。