

建筑材料检测中几种硬度测试的特点及方法

陈朝晖

安徽建工检测科技集团有限公司 安徽合肥 230000

【摘要】硬度检测是建筑工程材料检测中常见的一项质量控制检测，也是各种工具和机械零件必须具备的力学性能指标。文章对硬度检测的分类、特点及发展趋势作出了讨论。硬度检测分为压入法和刻画法两大类，在建筑工程材料检测中，压入法更常见。硬度检测这一试验方法具有多项优点，如今的发展更趋向于自动测量，且硬度检测仪器也要求更便捷更精准。同时文章介绍了几种建筑材料检测上常用的硬度测试方法，以便进行日常建筑工程材料检测与技术交流。

【关键词】建筑材料；硬度；检查

1 概述

硬度测试是建筑工程材料检测中常见的项质量控制检测。金属材料表面抵抗变形或破裂的能力称为硬度。试验时对样品施加外部荷载，通过测量试验时产生的形变从而确定硬度。硬度到目前为止还没有统一的检测和表示方式，有的学者认为硬度是材料抵抗破坏和残余变形的能力，也有的学者认为硬度是材料抵抗弹性变形和塑性变形的能力。

2 硬度试验的分类及其特点

2.1 硬度试验的分类

材料的硬度不仅与其弹性极限、屈服极限、脆性等性能有关，且与材料的一些微观性能有关，例如分子结构、粒子间作用力和结晶状态等。硬度值的获取也与测试的条件和测试的方法有很大关系。随着当代检测技术的不断发展，硬度的测试方法已有很多种，大体上可分为压入法和刻画法两大类。而在建筑工程材料检测中，压入法更为常见。通常来说，压入法的硬度检测主要是测试试样抵抗较硬的、具有一定形状和大小的压头压入其表面的能力。若按施加试验力的方式不同又可将压入法分为静载压入法和动载试验法。像我们工程材料检测中常用到的布氏硬度、维氏硬度、洛氏硬度都属于静载压入法，而像肖氏硬度和里氏硬度均属于动载压入法。

2.2 硬度试验的特点

(1) 硬度试验是非破坏性试验，对试样的损伤微小，一般不影响后续使用；

(2) 硬度检测的试验方法简单便捷，尺寸不同的试样

都可以进行检测，新型的便携式硬度计更可以携带到现场或者在试件上直接进行测量；

(3) 对于一些不方便切割的试件，如螺母、钢垫片锚具、夹片、扳手等一些工具和刀具，在对这些试件做质量检测时，硬度试验是唯一可行的试验方法；

(4) 硬度试验的操作较为简单，因此效率高，掌握熟练后，每分钟可进行多次。因此对重要零部件的检验可以达到100%；

(5) 硬度值与其他机械性能，如强度极限等有近似的换算关系，有了硬度值就可以间接地了解其他机械性能，又因硬度试验简单、快速，可以大幅度提高工作效率，且可对其他机械性能做预判；

(6) 硬度试验属于理化分析的一种，是常见的材料科学研究的重要手段之一。

总之，硬度试验是材料机械性能试验中最为简单、高效且易于实施的方法，也是确定材料合理的加工工艺、检验产品质量的重要方法之一。

3 硬度检测的发展趋势

随着现代工业的发展、生产生活的需要和科学技术的不断进步，对硬度试验的要求越来越广泛，对硬度值测定的准确度要求也越来越高，这样就促进了功能先进、操作方便、精度更高的硬度计的产生。随着工业生产自动化、规模化的不断扩大，加上越来越严格的质量控制要求，在工业生产过程中连续的自动测量检测系统愈发重要，这样就可以做到在线检测和实时的质量监控。硬度检测若能做到在生产过程中进行自动测量，那对产品性能的提高和工艺流程

的优化有很大帮助。因此,关注硬度检测的发展趋势,不断提高硬度检测仪器的先进性,开展硬度的理论研究,保证硬度测试不断发展是硬度检测目前发展的主要趋势。

4 硬度试验试样的要求

(1) 进行硬度试验的试样表面应光滑平整,不应有污物和氧化表层,更不应有油脂,这样才能保证试样表面能进行精确地压痕测量。

(2) 试样在制备过程中,应尽可能避免过热或过冷的加工条件对试样硬度的影响。

(3) 进行试验的试样厚度至少应为压痕深度的10倍。

5 几种常见的硬度测试

若在工程材料检测上没有使用正确的硬度类型,容易引起试验数值上的误差。而在材料检测判定时,如果对不同硬度测试方法的原理和表示方法不清楚,也容易出现表达错误。下文对我站建筑材料上常用的几种硬度测试的原理、表示方法进行了介绍,以方便读者更好地进行日常建筑工程材料检测与技术交流。

5.1 洛氏硬度

洛氏硬度是通过试验的压痕深度来确定硬度值的,是如今使用频率比较高的几种压痕硬度试验之一。大多数压痕硬度试验是测量当实验中的试样被一种特殊硬度的试验压头施压时的变形^[5]。对于很多老式的洛氏硬度仪来说,试验员必须自行操作所有试验步骤和程序。而现在很多新型洛氏硬度仪能自动地执行整个洛氏硬度试验。

5.1.1 测试原理

洛氏硬度是以顶角为 120° 的金刚石圆锥体或者直径为 1.588mm 的淬火钢球作为压头,以标准规定的试验力使其压入试件表面。试验时,先加初试验力,然后加主试验力。加入试件表面后,卸除主试验力,在保留初试验力的情况下,根据试件表面压痕的深度确定被测样品的洛氏硬度值。洛氏硬度值由压痕的深度大小来确定,压入的深度越大,硬度值越低;反之,硬度值越高。但一般人们习惯上认为试验数值越大则硬度值越高。因此试验计算时用一个常数减去压痕深度来表示硬度值,且规定压痕深度增加 0.002mm ,则增加一个硬度单位。由此获得的硬度值为洛氏硬度值,用符号HR表示。试验时洛氏硬度值一般可以从仪器上直接读出。

5.1.2 表示方法

为了让洛氏硬度的测量范围较大,能应用到软硬不同的材料上,洛氏硬度试验有三种试验力和三种压头,这样就分出9种组合,对应于洛氏硬度的9个标尺:HRA、HRB、HRC、HRD、HRE、HRF、HRG、HRH和HRK。这9个标尺可以测定大部分常用的金属材料,其中HRC这个标尺应用最为广泛。洛氏硬度表示时按硬度值、符号(HR)、标尺的顺序书写。例如:28HRC表示用洛氏硬度C标尺测定的硬度值为28。

5.2 布氏硬度

布氏硬度 Brinell Hardness (HB)是由瑞典工程师布纳瑞(J. A. Brinell)提出,并用他的名字来命名的,故称布氏硬度。布氏硬度试验是所有硬度试验中压痕最大的一种试验方法,它不受试件某此微观性能和成分不均匀的影响,因此能一定程度上反映出所测材料的综合性能,也是一种精度较高的硬度测试方法。在一些工业领域,如锻造、铸造、冶金和有色金属行业有广泛使用,同时在校实验室和科研单位也经常使用。布氏硬度尤其适用于一些晶粒大的金属材料的硬度测定。

5.2.1 测试原理

布氏硬度试验使用的压头是具有直径的硬质合金球(在《金属布氏硬度试验第1步:试验方法》(GB/T231.1-2018)的标准中取消了钢球压头),试验时用标准规定的试验力压入试样表面,经标准规定的保持时间后卸除试验力,测量试样表面压痕直径,布氏硬度值暨试验力除以压痕面积的商。

5.2.2 表示方法

日常书写中,在布氏硬度符号(HBW)前面注明硬度值,符号后面写清试验条件,即压球直径、试验力和保持时间,采用规定的保持时间($10\sim 15\text{s}$)则不用标注。例如:215HBW15/800/20,表示用直径 15mm 的硬质合金球,在 800kgf (7845N)试验力的作用下,保持 20s 时的布氏硬度值为215,一般简写为215HBW。又如:215HBW15/800,表示用直径 15mm 的硬质合金球,在 800kgf (7845N)试验力的作用下,保持 $10\sim 15\text{s}$ 时的布氏硬度值为215, $10\sim 15\text{s}$ 为标准时间,不用标注,一般简写为215HBW。这是工程材料检测中常见的表示方法。

5.3 维氏硬度

维氏硬度 (Vickers-hardness) 也是表示材料硬度的一种方法, 是由英国科学家维克斯首先提出, 因此用他的名字命名。比起其他硬度试验其优点有: ①硬度值与压头大小、负荷值无关; ②无须根据材料软硬变换压头; ③试验时测量的正方形压痕轮廓边缘清晰, 便于测量。维氏硬度几乎被应用于所有金属材料, 且是如今应用最广泛的硬度方法之一。维氏硬度试验时, 可以用低压力和小压痕得到可靠的试验值, 因此能减少材料的破坏。这种特点使维氏硬度可以用于较薄材料的硬度检测中, 这一点上维氏硬度要优于布氏硬度。而在硬度不高的同一均匀材料上, 维氏硬度和布氏硬度试验得出的数值较为相近。

5.3.1 测试原理

维氏硬度 (HV) 以120kg以内的载荷和顶角为 136° 的金刚石方形锥压入材料表面, 用载荷值除以材料压痕凹坑的表面积, 即为维氏硬度值。

5.3.2 表示方法

日常书写中, 在维氏硬度符号 (HV) 前面注明硬度值, 符号后面写清试验力和保持时间, 采用规定的保持时间(10~15s)则不用标注。例如: 750HV20/30表示用20kgf(196N)试验力, 保持30s测定的维氏硬度值为750, 一般简写为750HV。又如 750HV20表示用20kgf(196N)试验力, 保持10~15s测定的维氏硬度值为750, 10~15s为标准时间, 不用标注, 一般简写为750HV。这是工程材料检测中常见的表示方法。

6 结语

随着科学技术的不断发展, 硬度测试的方法已有很多种。纵观硬度检测方法相较于其他质量检测, 操作都较为简单、高效, 且所测试件不破坏。硬度测量日后的发展重点主要在实现在线化和智能化; 其次要加强显微硬度测量技术研究, 探索微观尺度下硬度的测量方法, 开发相关仪器设备, 这样所测出的硬度更接近其结构本身, 且更为精确。随着建筑工程材料检测的要求越来越严格, 对硬度测量技术进一步研究具有十分重要的意义, 作为检测单位, 也会提供自己的力量。

参考文献:

[1] Stone A, Herring D H. Practical Considerations for Successful Hardness Testing[J]. INDUSTRIAL HEATING-PITTSBURGH THEN TROY-, 2006, 73(4): 83.

[2] 付强, 李世波. 金属材料几种常见硬度的区别与联系[J]. 山东化工, 2016(6): 70-72.

[3] 张程. 常用硬度试验的应用选择[J]. 研究园地, 2019(16): 264-265

[4] 赵杰. 金属硬度检测方法的选择[J]. 品牌与标准化, 2009(8): 62.

[5] GB/T230.1-2018, 金属材料洛氏硬度试验第1部分: 试验方法[S]

[6] GB/T231.1-2018, 金属布氏硬度试验方法第1部分: 试验方法[S]

[7] GB/T4340.1-2009, 金属材料维氏硬度试验第1部分: 试验方法[S]