

# 浅谈预应力锚具洛氏硬度（HRA）试验检测的影响因素

陈朝晖

安徽建工检测科技集团有限公司 安徽合肥 230000

**【摘要】**硬度测试是建筑工程材料检测中常见的一项质量控制检测。随着建筑工程材料检测技术的不断发展，硬度的检测和表示方法已有很多，大体上可分为压入法和刻画法两大类，压入法是建筑工程材料检测中使用更为频繁的方法，本文讨论的洛氏硬度（HRA）即为压入法。硬度值的获取与测试的条件和测试的方法有很大关系。本文结合试验数据、相关文献以及多年硬度检测工作经验浅谈预应力锚具洛氏硬度（HRA）试验检测的影响因素，并对预应力锚具洛氏硬度（HRA）不同试验条件下的结果进行了分析。讨论了不同因素对预应力锚具洛氏硬度（HRA）试验检测结果的影响，在保证其他试验条件不变的情况下，分别改变了初试验力的大小、总试验力的大小、初试验力保持的时间的长短、总试验力保持的时间的长短以及温度的高低对锚具洛氏硬度（HRA）试验结果的影响。

**【关键词】**锚具；洛氏硬度；检测

## 1 金属材料洛氏硬度试验原理

金属材料洛氏硬度试验原理是将特定尺寸、特定形状、不同材质的压头按照GB/T 230.1-2018《金属材料洛氏硬度试验第1部分试验方法》标准中的规定的力值分两级压入试样表面，施加第一级试验力后，测量第一次压痕深度。再施加第二级试验力，卸除第二级试验力后保持第一次试验力时测量最终压痕深度，洛氏硬度根据最终压痕深度和第一次压痕深度的差值h及常数N和S通过下式计算得出：

$$\text{洛氏硬度} = N - \frac{h}{S}$$

洛氏硬度由于使用的标尺和压头类型不同，因此有不同的表示方式，例如70 HR 30T W中，70表示洛氏硬度值，HR表示罗氏硬度符号，30T表示洛氏标尺符号，W表示使用球形压头的类型。

洛氏硬度涉及到十几个标尺，数个材质、直径不同的压头，本篇文章以HRA洛氏硬度为研究对象，讨论不同因素对预应力锚具洛氏硬度（HRA）试验检测结果的影响。

## 2 不同因素对锚具洛氏硬度（HRA）试验结果的影响

### 2.1 初试验力的大小对试验结果的影响

保证总试验力、初试验力保持的时间、总试验力保持的时间、样品温度与GB/T 230.1-2018《金属材料洛氏硬度试验第1部分试验方法》要求一致，调整初试验力大小，对同一厂家、同一批次的锚具进行试验，结果如下：（见表1）

由试验结果可以看出初试验力越小，实测HRA硬度值也越小，反之初试验力越大，实测HRA硬度值也越大。由上表可以看出在总试验力不变的情况下，初试验力越小，两次试验力之差越大，导致两次压痕深度之差变大，因此实测HRA硬度值变小；反之，在总试验力不变的情况下，初试验

表1

试验组	1	2	3	4	5	6	7
样品温度（℃）	25	25	25	25	25	25	25
初试验力（N）	91.00	93.00	95.00	97.07	99.00	101.00	103.00
总试验力（N）	588.4	588.4	588.4	588.4	588.4	588.4	588.4
初试验力保持的时间（s）	4	4	4	4	4	4	4
总试验力保持的时间（s）	5	5	5	5	5	5	5
HRA硬度值	24.0	24.8	25.6	26.8	27.5	28.3	29.1

力越大，两次试验力之差越小，导致两次压痕深度之差变小，因此实测HRA硬度值变大。

### 2.2 总试验力的大小对试验结果的影响

保证初试验力、初试验力保持的时间、总试验力保持的时间、样品温度与GB/T 230.1-2018《金属材料洛氏硬度试验第1部分试验方法》要求一致，调整总试验力大小，对同一厂家、同一批次的锚具进行试验，结果如下：（见表2）

由试验结果可以看出总试验力越小，实测HRA硬度值越大，反之初试验力越大，实测HRA硬度值越小。由上表可以看出在初试验力不变的情况下，总试验力越小，两次试验力之差越小，导致两次压痕深度之差变小，因此实测HRA硬度值变大；反之，在初试验力不变的情况下，总试验力越大，两次试验力之差越大，导致两次压痕深度之差变大，因此实测HRA硬度值变小。通过与2.1试验对比发现，总试验力变化对结果的影响较初试验力变化的影响更为明显。

### 2.3 初试验力保持的时间对试验结果的影响

保证初试验力、总试验力、总试验力保持的时间、样品

温度与GB/T 230.1-2018《金属材料洛氏硬度试验第1部分试验方法》要求一致，调整初试验力保持的时间长短，对同一厂家、同一批次的锚具进行试验，结果如下：（见表3）

由试验结果可以看出初试验力保持的时间越短，实测HRA硬度值越小，反之初试验力保持的时间越长，实测HRA硬度值越大。说明随着初试验力保持时间的增加，实测HRA硬度值升高，当初试验力保持的时间持续增加后，实测HRA硬度值变化趋势变缓。

### 2.4 总试验力保持的时间对试验结果的影响

保证初试验力、总试验力、初试验力保持的时间、样品温度与GB/T 230.1-2018《金属材料洛氏硬度试验第1部分试验方法》要求一致，调整总试验力保持的时间长短，对同一厂家、同一批次的锚具进行试验，结果如下：（见表4）

由试验结果可以看出总试验力保持的时间越短，实测HRA硬度值越大，反之初试验力保持的时间越长，实测HRA硬度值越小。说明随着总试验力保持时间的增加，实测HRA硬度值降低。

表2

试验组	1	2	3	4	5	6	7
样品温度(°C)	25	25	25	25	25	25	25
初试验力(N)	97.07	97.07	97.07	97.07	97.07	97.07	97.07
总试验力(N)	582.0	584.0	586.0	588.4	600.0	602.0	604.0
初试验力保持的时间(s)	4	4	4	4	4	4	4
总试验力保持的时间(s)	5	5	5	5	5	5	5
HRA硬度值	30.2	29.0	27.7	26.8	25.1	23.9	22.6

表3

试验组	1	2	3	4	5	6	7
样品温度(°C)	25	25	25	25	25	25	25
初试验力(N)	97.07	97.07	97.07	97.07	97.07	97.07	97.07
总试验力(N)	588.4	588.4	588.4	588.4	588.4	588.4	588.4
初试验力保持的时间(s)	1	2	3	4	5	6	7
总试验力保持的时间(s)	5	5	5	5	5	5	5
HRA硬度值	25.2	25.9	26.3	26.8	27.5	27.9	28.1

表4

试验组	1	2	3	4	5	6	7
样品温度 (°C)	25	25	25	25	25	25	25
初试验力 (N)	97.07	97.07	97.07	97.07	97.07	97.07	97.07
总试验力 (N)	588.4	588.4	588.4	588.4	588.4	588.4	588.4
初试验力保持的时间 (s)	4	4	4	4	4	4	4
总试验力保持的时间 (s)	2	3	4	5	6	7	8
HRA硬度值	28.9	28.2	27.5	26.8	26.2	25.4	24.6

表5

试验组	1	2	3	4	5	6	7
样品温度 (°C)	16	19	22	25	28	31	34
初试验力 (N)	97.07	97.07	97.07	97.07	97.07	97.07	97.07
总试验力 (N)	588.4	588.4	588.4	588.4	588.4	588.4	588.4
初试验力保持的时间 (s)	4	4	4	4	4	4	4
总试验力保持的时间 (s)	5	5	5	5	5	5	5
HRA硬度值	30.1	29.0	27.9	26.8	25.7	24.6	23.8

### 2.5 样品温度对试验结果的影响

保证初试验力、总试验力、初试验力保持的时间、总试验力保持的时间与GB/T 230.1-2018《金属材料洛氏硬度试验第1部分试验方法》要求一致,调整样品温度的高低,对同一厂家、同一批次的锚具进行试验,结果如下:(见表5)

由试验结果可以看出样品温度越低,实测HRA硬度值越大,反之样品温度越高,实测HRA硬度值越小。说明随着样品温度的增加,实测HRA硬度值下降。

硬度本质上是表征材料局部抵抗外界物体侵入表面的能力。当外部有尖锐物体侵入材料表面,会将原子向两侧挤压,这时材料表面总的能量会上升,由于材料趋向于能量最低的状态,因此会抵抗外部物体的入侵。原子间作用力越强,上升的能量越多,抵抗外部物体侵入的能力越强,体现为硬度越高。而原子间的作用力不仅与原子种类(材料的种类)相关,还与原子之间的距离相关。温度上升,原子热运动加剧,原子间平均距离增加,而平均距离的增加导致相互作用强度的降低,因此硬度会呈现下降趋势。

### 3 结论

硬度试验结果始终存在测量误差,保证试验条件与标准要求一致是确保结果准确的重要前提。了解不同因素对锚具洛氏硬度(HRA)试验检测结果的影响,可以更好的在洛氏硬度检测工作中减小误差,从而提高金属洛氏硬度试验的客观性和准确性。

#### 参考文献:

- [1] 刘振明,肖金城,林滔. 维氏硬度检测的误差影响因素分析,中国检验检测,2020,1
- [2] 万敏,王晋涛,李宝秀,杨秀霞. 轧辊硬度检测误差影响因素的分析与对策,设备工具与应用,2022,3
- [3] 胡凌云. 浅谈金属布氏硬度、洛氏硬度检测适用范围,机械管理开发,2012
- [4] 李智博. 表面洛氏硬度检测值偏低的原因分析,北京金属学会冶金年会,2015.5.22
- [5] 张超,王楠. 洛氏硬度检测不确定度对检验结果符合性评价的影响,品牌与标准化,2015,5
- [6] 周志超,乐金涛,杨艳龙. 金属材料洛氏硬度试验新标准解析,材料与测试,2019,3