



山东交通学院

金属的机械性能——硬度

主讲教师：孔秀华

轮机
工程材料



硬度 (hardness) :

硬度是金属表面抵抗局部塑性变形的能力，是衡量金属材料软硬程度的指标。

☑ 静载压入法硬度

静载压入法硬度测定的基本原理

- 采用一定形状的压头在一定压力的作用下压入金属表面，测定压痕面积或深度，通过计算获得硬度。

静载压入法硬度

布氏硬度

洛氏硬度

维氏硬度

显微硬度

最常用的硬度指标有布氏硬度和洛氏硬度。

☑ 布氏硬度 (Brinell hardness)

- 是用一定直径的球体（钢球或硬质合金球），以相应的试验力压入试样表面，经规定的保持时间后卸除试验力，用测量表面压痕直径来计算硬度的一种压痕硬度试验。

P/D^2 的比值为30、10、2.5三种

布氏硬度试验机



- 试验后压痕直径应在 $0.25D < d < 0.6D$ ，否则试验结果无效。应考虑用其他载荷重做试验。

☑ 布氏硬度 (Brinell hardness)

$$HB = \frac{P}{F} \quad (\text{MPa})$$

P 为外力, N; F 为压痕面积, mm^2 。

布氏硬度表达方式: HBS、HBW

HBS——选用淬火钢球压头, 适用范围: 小于450

HBW——选用硬质合金压头, 适用范围: 450~650

- 120HBS10/1000/30 表示直径为10mm的钢球在1000kgf (9.807kN) 载荷作用下保持30s测得的布氏硬度值为120。

布氏硬度表示法:

数字在前、字母在后。如 200HBS, 150HBS~175HBS; 标注时不要写成HBS=200, 或HBS=150~175, 或500HBW; 数值差不要超过30。

☑ 布氏硬度 (Brinell hardness)

根据布氏硬度近似地估算出材料的强度：

- | | |
|---------|-----------------------------|
| □ 低碳钢 | $\sigma_b \approx 0.36HB;$ |
| □ 合金调质钢 | $\sigma_b \approx 0.325HB;$ |
| □ 高碳钢 | $\sigma_b \approx 0.34HB;$ |
| □ 灰铸铁 | $\sigma_b \approx 0.1HB。$ |



☑ 布氏硬度 (Brinell hardness)

特点:

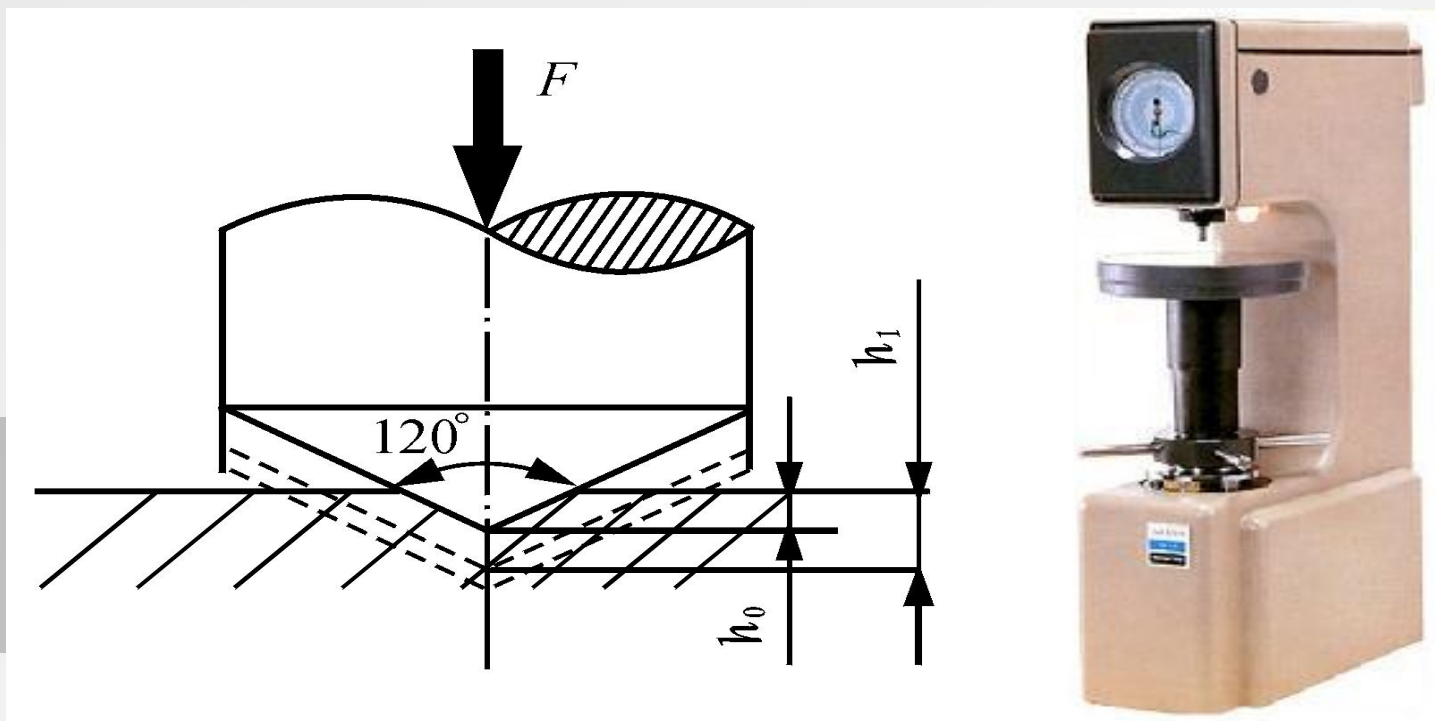
- 优点: 测量误差小, 数据稳定, 重复性强。
- 缺点: 压痕较大, 操作慢, 不适用成品件和薄形件。



☑ 洛氏硬度(Rockwell hardness)

- 用一定的试验力 P ，将顶角为 120° 金刚石圆锥体或直径为1.588 mm的淬火钢球压入被测金属表面，然后根据零件表面上压痕深度来确定硬度值。

试验原理



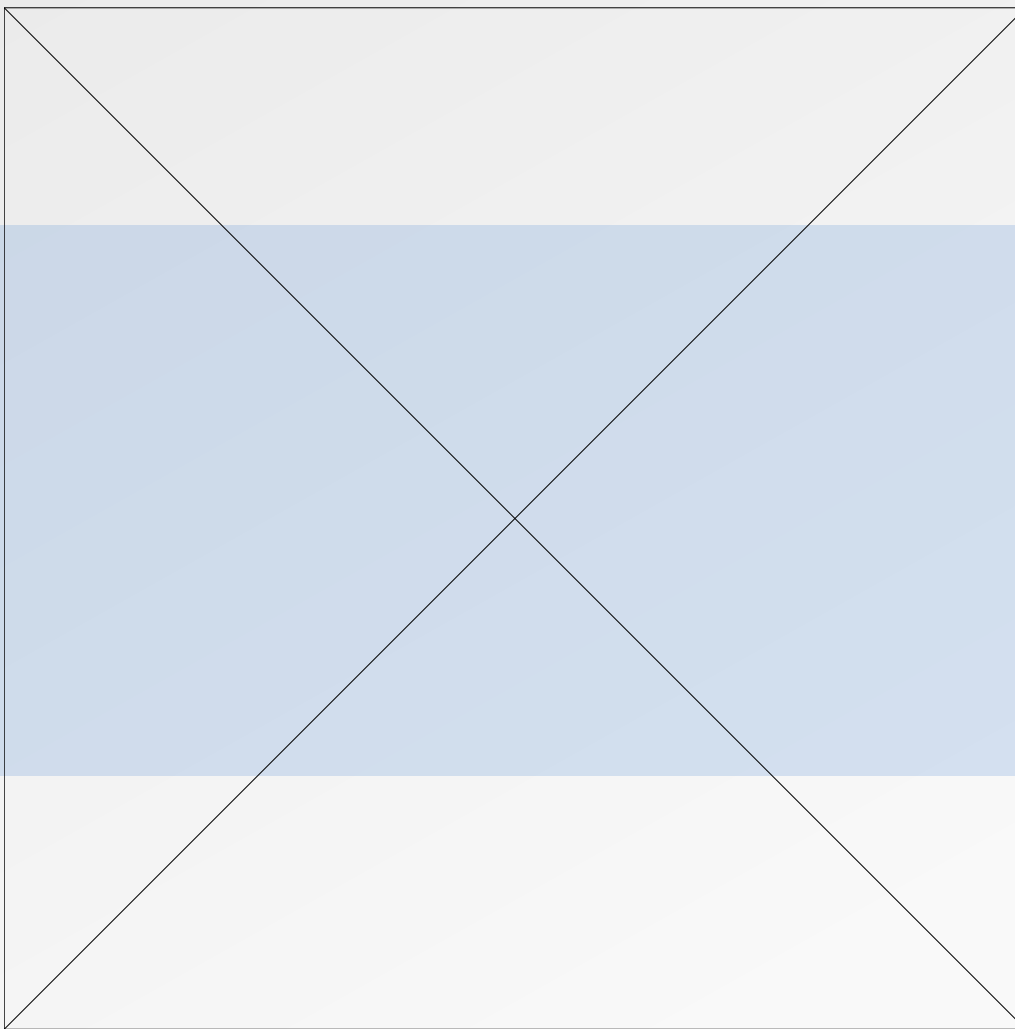
布氏硬度试验机

硬度



山东交通学院

☑ 洛氏硬度(Rockwall hardness)



☑ 洛氏硬度(Rockwall hardness)

钢球压头与金刚石压头



常用洛氏硬度的试验条件和应用范围

硬度符号	压头类型	总试验力 F/N (kgf)	硬度范围	应用举例
HRA	120°金刚石圆锥	588.4(60)	70~85	硬质合金、碳化物、浅层表面硬化钢等
HRB	φ 1.588mm淬火钢球	980.7(100)	20~100	较软材料，如退火、正火钢，铝合金、铜合金、铸铁
HRC	120°金刚石圆锥	1471(150)	20~67	较硬材料，如淬火钢、调质钢、深层表面硬化钢

☑ 洛氏硬度(Rockwall hardness)

- 数字在前、字母在后，如45HRC；35HRC~38HRC。
- HRC适用范围数值20~67；小于或大于这个范围均为标注错误！如17HRC；HRC=15~19等。
- 在图纸标注时注意数值差应 ≥ 5 ，否则为标注错误。

注意：

HRA、HRB、HRC分别测得的硬度，不可直接比较大小；例如：

50HRC<70HRA ✗

100HRB>40HRC ✗

（注：布氏硬度值和洛氏硬度值之间的关系大致为 $10\text{HBS}=1\text{HRC}$ ）。

☑ 洛氏硬度(Rockwall hardness)

特点:

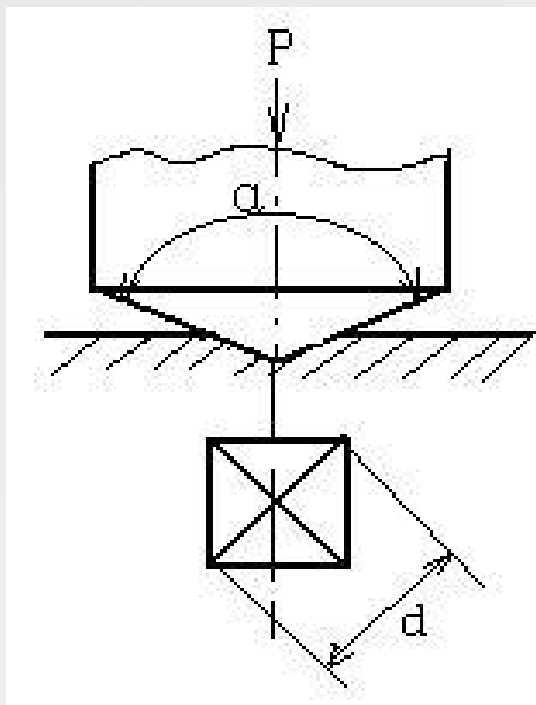
- 优点: 测量迅速、简便、压痕小、测量范围大, 适用范围广;
- 缺点: 由于压痕小, 只表示试样局部的硬度, 当材料组织或成分不均时, 测量结果分散度大。为提高精度通常测定三个不同点取平均值。

☑ 洛氏硬度(Rockwall hardness)

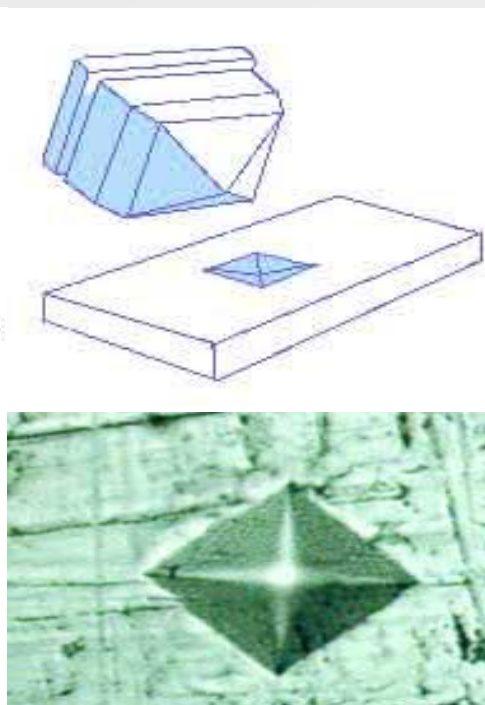
应用范围:

可用于成品和薄件，但不宜测量组织粗大不均匀的材料；适用于测量硬度较高的材料，如淬火钢件、硬质合金等材料。

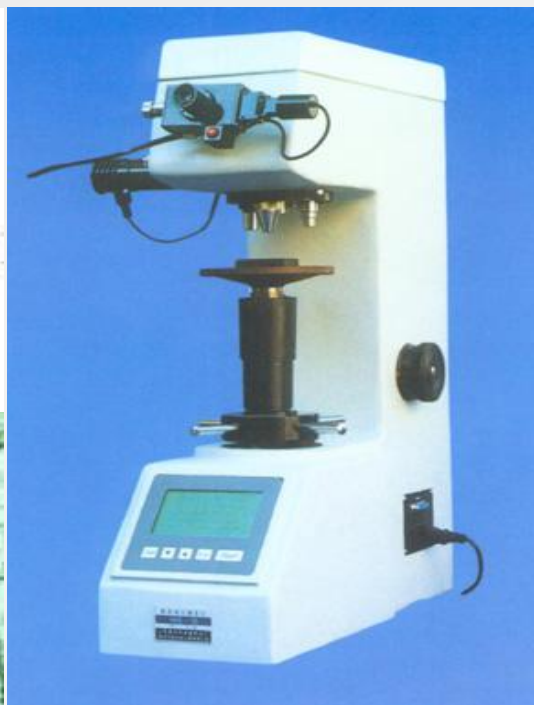
☑ 维氏硬度(Rockwall hardness)



维氏硬度试验原理



维氏硬度压痕



维氏硬度计

维氏硬度测定原理基本上和布氏硬度相同，采用夹角为 136° 的四棱锥体金刚石压头，在 $50\sim 1200\text{N}$ 的载荷作用下压入材料表面，计算出单位压痕面积上的力，即为维氏硬度，用HV表示。

☑ 维氏硬度(Rockwall hardness)

特点:

维氏法测硬度较布氏、洛氏精确，压入深度浅，适用于测定薄件或经处理的表面层硬度，可测定从极软到极硬的各种材料，但操作较麻烦。不宜用于成批生产的常规检验。

☑ 显微硬度(Rockwall hardness)

实质上就是小载荷的维氏硬度试验，单位以克力计算。压痕对角线长度以微米作单位。利用显微硬度计可测定材料内部的组织或相组成物的硬度，显微硬度用HM表示。



考考你



山东交通学院

☑ 1. 关于材料的硬度，下列叙述不正确的是 D。

- A. 洛氏硬度用HRA, HRB, HRC表示
- B. 布氏硬度用HBS和HBW表示
- C. 维氏硬度用HV表示且压痕最小
- D. 布氏、洛氏、维氏硬度计均采用金刚石压头



参考答案：



考考你 ◆



山东交通学院

☑ 2. 下列数值中，硬度最大的是 D。

A. HBS500 B. HBS20 C. HRC17 D. HRC58



参考答案：



考考你



☑ 3. 布氏硬度中的HBS法适用于测定 D 材料。

I . 普通碳钢； II . 淬火钢； III . 铸铁； IV . 工具钢；
V . 有色金属； VI . 渗碳钢。

- A. II + III + V B. I + II + V
C. II + IV + VI D. I + III + V



参考答案：



考考你



☑ 4. 洛氏硬度中的HRC法适用于测定 C 材料。

I. 普通碳钢; II. 淬火钢; III. 铸铁; IV. 硬度合金; V. 有色金属; VI. 工具钢

A. II + III + V B. I + II + V

C. II + IV + VI D. I + III + V



参考答案:



考考你



☑ 5. 布氏硬度中的HBW法适用于测定 C 材料。

I. 普通碳钢; II. 淬火钢; III. 铸铁; IV. 工具钢;
V. 有色金属; VI. 渗碳钢。

A. II + III + V

B. I + II + V

C. II + IV + VI

D. I + III + V



参考答案:



| 山东交通学院

谢 谢 观 看

Thanks for watching!

轮机
工程材料