

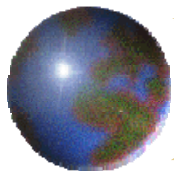
工程材料實驗

洛氏硬度試驗



授課老師：連振昌



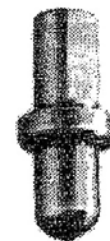
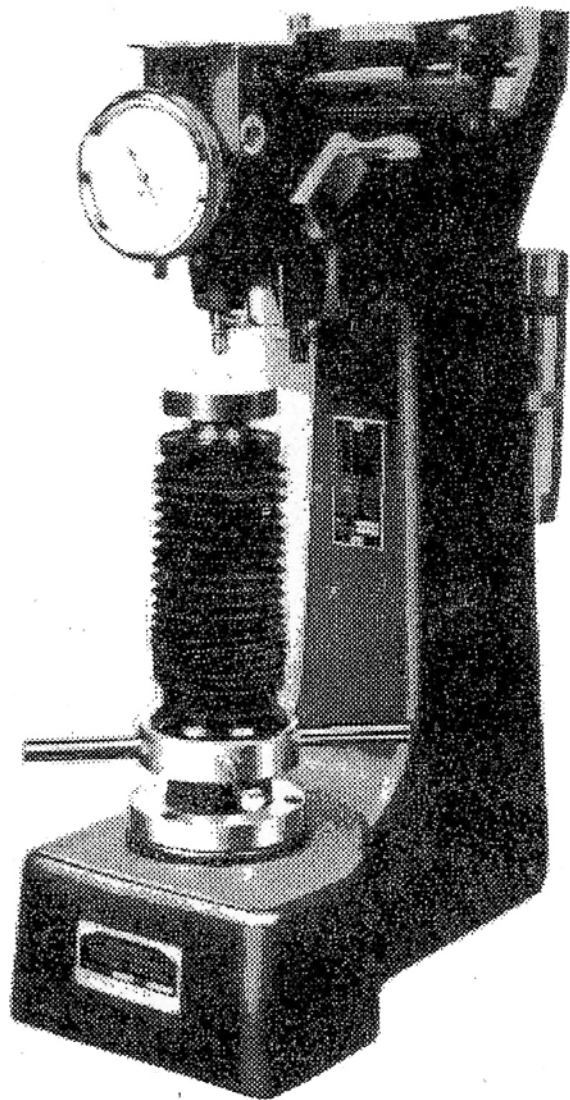


實驗目的

利用洛氏硬度試驗機
測定金屬材料之洛氏
硬度值。

實驗設備

洛氏硬度試驗機：洛氏
硬度試驗法由美國
S.P.Rockwell於1919年
所發表，試驗機則由
C.H.Wilson首先實用
化。目前常用的有搖柄
氏（圖8-1）及電動式
（圖8-2）。

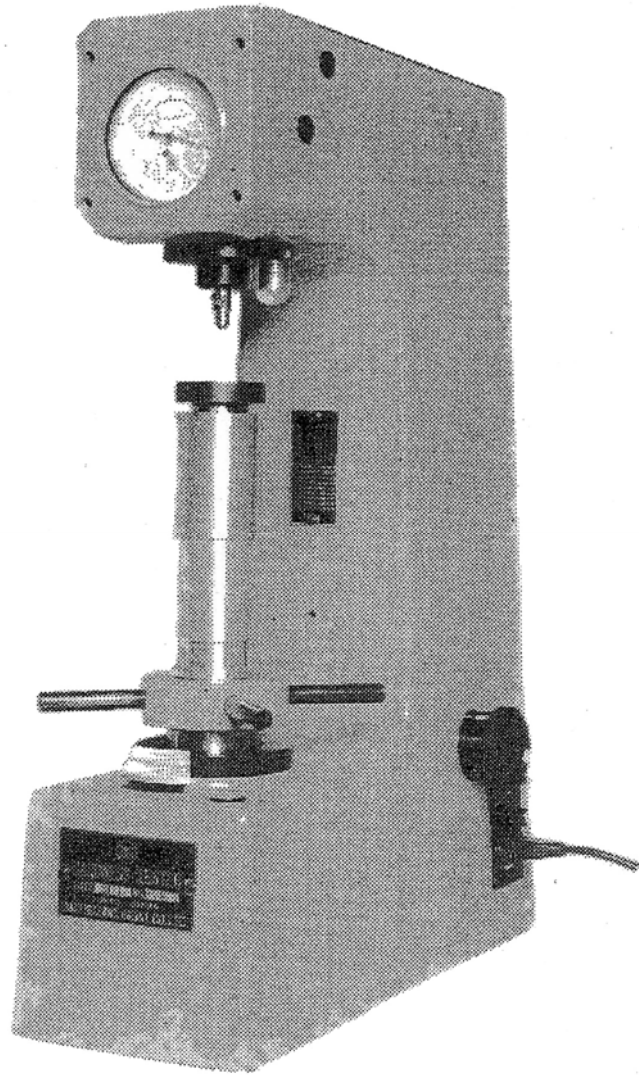
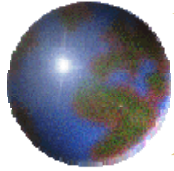


硬鋼球壓痕器



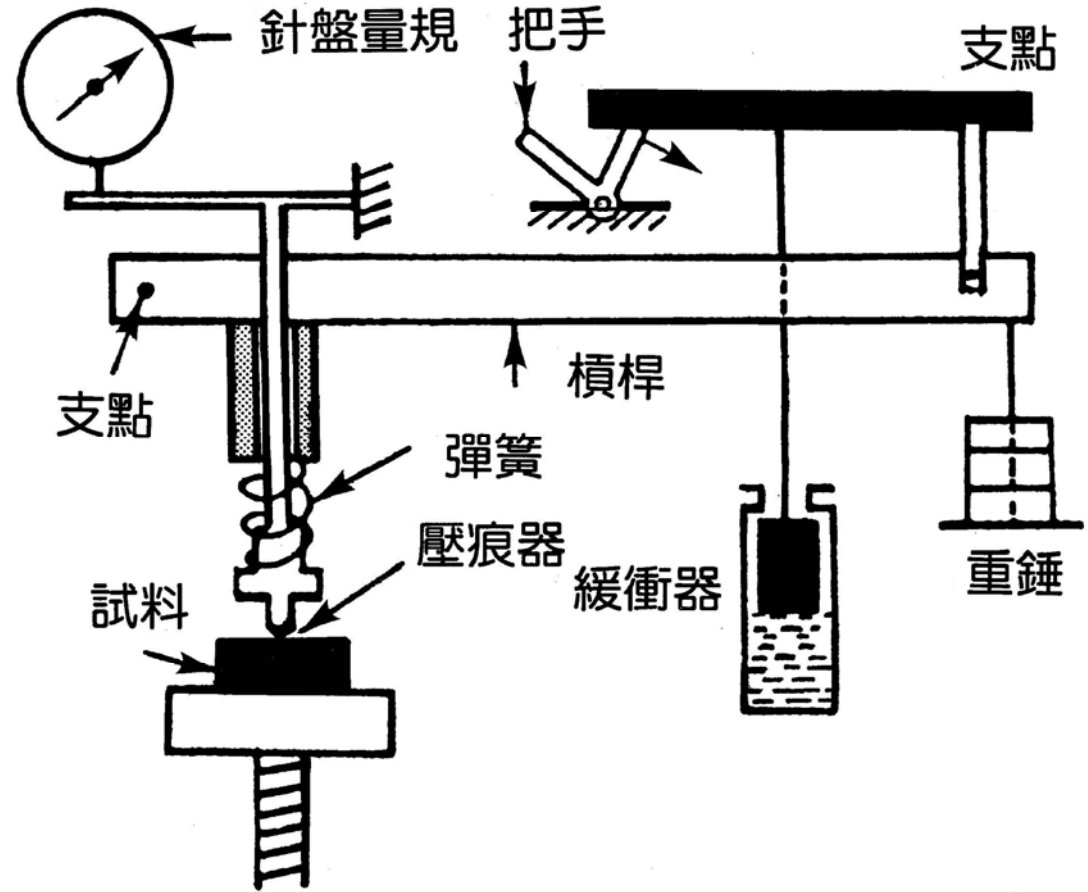
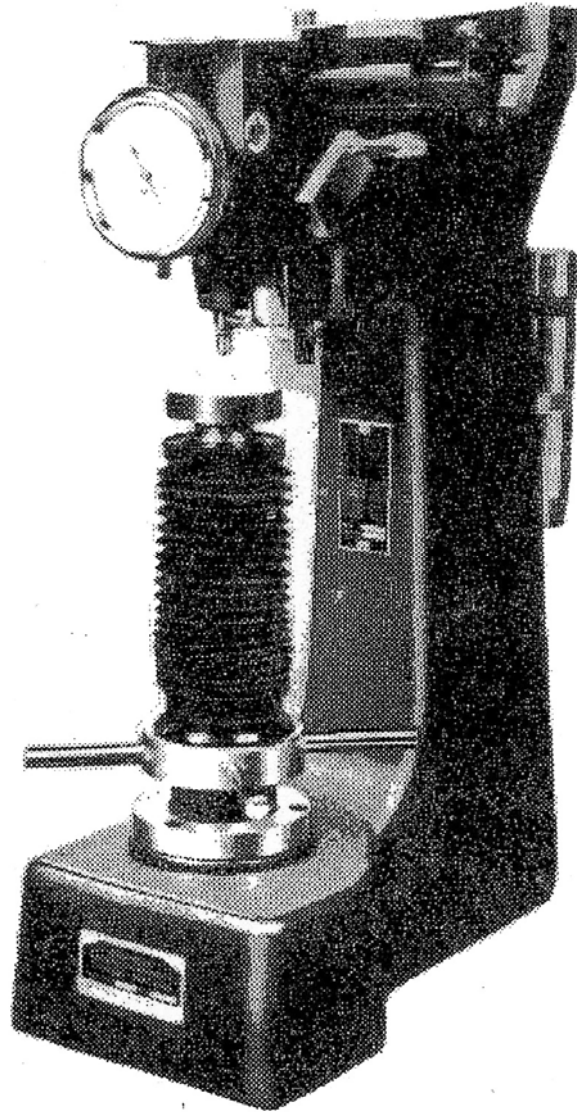
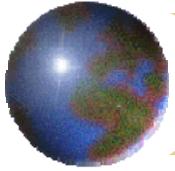
金鑽石壓痕器

搖柄氏洛氏硬度試驗機及壓痕器



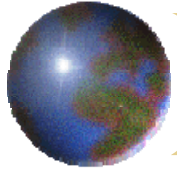
- 洛氏硬度試驗法與勃氏硬度試驗法，原理相似，皆是利用壓痕器壓入材料表面產生凹痕。但勃氏硬度試驗法，試件須有適當的大小及厚度，壓痕也大，且硬度值須用顯微鏡量測及查表，較為繁複，而洛氏硬度試驗法，試片可以較薄小，壓痕也小，硬度值可以直接由儀表讀出，且適用於極硬至極軟的材料，使用方便，固目前為工業界使用最廣的試驗機。

電動式洛氏硬度試驗機



(a)

Rockwell硬度機之簡圖



實驗原理

1. 洛氏硬度試驗機乃利用槓桿原理，將硬鋼球或 120° 金鋼石圓錐壓痕器，用一定的荷重壓入材料表面，使試片產生壓痕，而由壓痕深度大小經過換算來代表材料的洛氏硬度值。
2. 依材料軟硬不同，所使用的壓痕器、荷重及儀表（圖8-3）數字顏色亦不同，其適用範圍如表1所示。對於軟鋼等較軟的材料，使用 $1/16$ "鋼球壓痕器及100kg荷重，所得的硬度值由儀表上的紅字讀出，稱洛氏B尺硬度，以符號HRB表示之。對於淬火鋼等較硬的材料，使用金鋼石壓痕器及150kg荷重，所得的硬度值由儀表上的黑字讀出，稱為洛氏C尺硬度，以HRC表示之，其他尺度則依此類推，如HRD等。

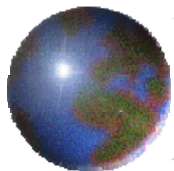


表 1 洛氏硬度試驗之尺度適用表

尺度 記號	壓 痕 器	大荷重 (kg)	刻度	用 途
B	1/16" 鋼 球	100	紅	銅合金、鋁合金、軟鋼、展性鑄鐵等。
C	金鋼石圓錐	150	黑	硬鋼、高硬化鋼、硬鑄鐵、鈦、波來狀之展性鑄鐵或其他大於HRB100之材料。
A	金鋼石圓錐	60	黑	超硬合金（如燒結碳化物）及剃刀片等硬薄片，淺硬化鋼。
D	金鋼石圓錐	100	黑	薄金屬片、表面硬化中度鋼、硬化鋼。
E	1/8" 鋼 球	100	紅	鑄鐵、鋁鎂合金、軸承材料。
F	1/16" 鋼 球	60	紅	退火銅合金、軟的薄金屬片、軸承合金。
G	1/16" 鋼 球	150	紅	展性鑄鐵，Ni-Cu-Zn 合金（不可超過G 92 否則鋼球會被壓扁）。

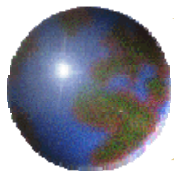
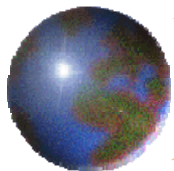


表 1 洛氏硬度試驗之尺度適用表 (續)

H	1/8"	鋼球	60	紅	鋁、鋅、鉛、粉末冶金製品。
K	1/8"	鋼球	150	紅	
L	1/4"	鋼球	60	紅	} 軸承材料及其他極軟或薄材料。 (如樹脂製品等)
M	1/4"	鋼球	100	紅	
P	1/4"	鋼球	150	紅	
R	1/2"	鋼球	60	紅	
S	1/2"	鋼球	100	紅	
V	1/2"	鋼球	150	紅	



3. 洛氏硬度試驗，都要先加10 kg小荷重，以此小荷重壓入的深度為基準，其次在加入上大荷重，把壓痕氣壓入試片表面，然後除去大荷重，祇留下小荷重，而以加大荷重時所產生之永久變形部份深度來比較材料的硬度值（如圖4）所示。加小荷重的目的，乃在消除試片表面不平或雜質等影響。

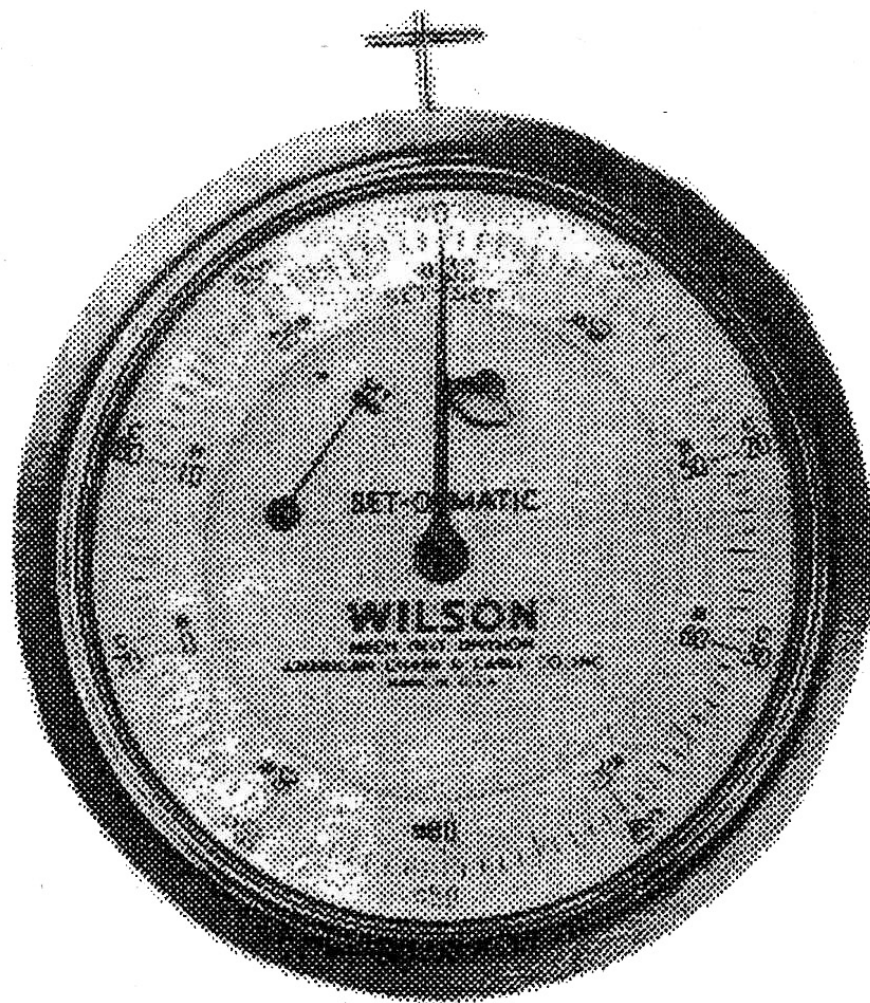
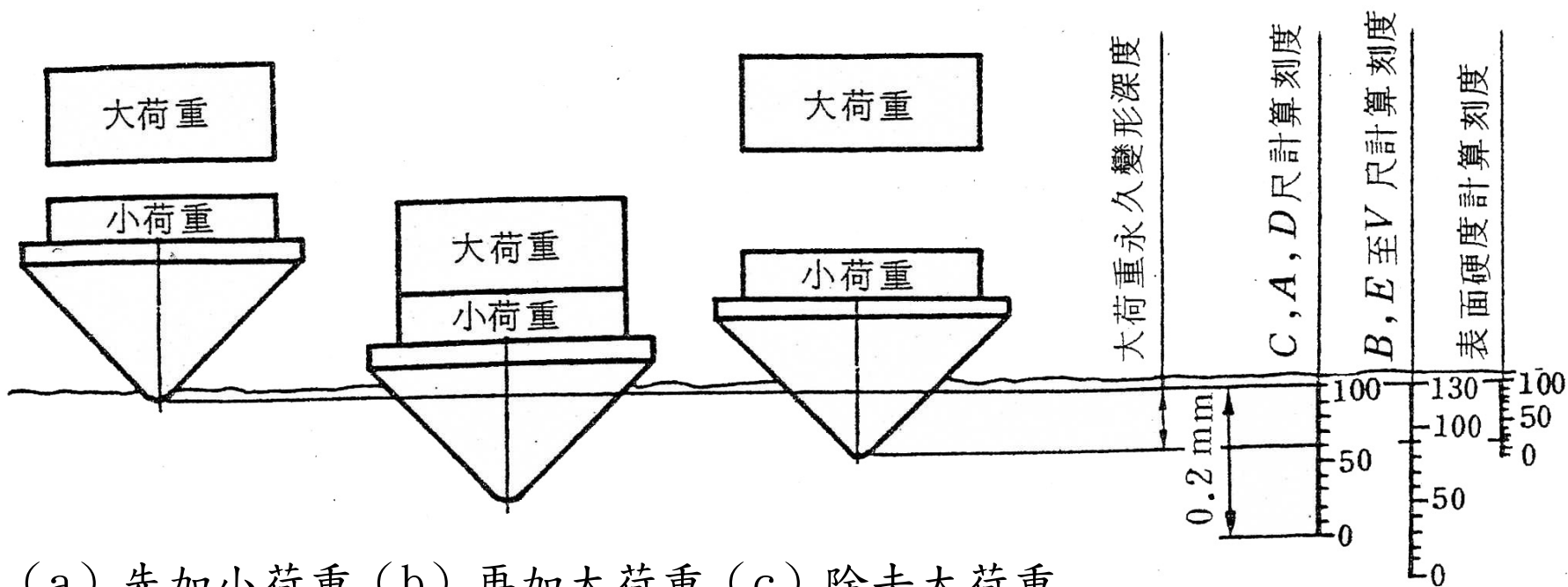
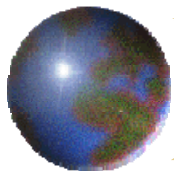
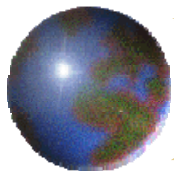


圖 3 洛氏硬度試驗儀表



(a) 先加小荷重 (b) 再加大荷重 (c) 除去大荷重

圖 4 洛氏硬度試驗程序及各種尺度之壓痕深度讀取原理

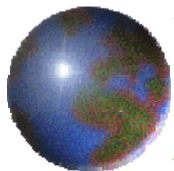


4. 材料愈硬，壓痕的深度愈小，深度小表示對變形的抵抗力愈大，硬度也就愈高，通常硬度值可以由刻度盤直接讀出。刻度盤上有100等分，每一等分相當於0.002mm壓痕深度，故壓痕深度 h 在刻度上是相當於 $h/0.002=500 \cdot h$ 刻度。通常HRB是從基準刻度130減去相相當於 h 深度之刻度來表示，所以：

$$\text{HRB} = 130 - 500 \cdot h \quad (\text{HRE至HRV計算式與HRB相同})$$

$$\text{而 HRC} = 100 - 500 \cdot h \quad (\text{HRA至HRD計算式與HRC相同})$$

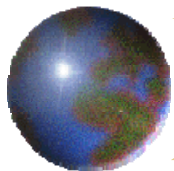
5. 雖然刻度盤上有100等分刻度，但每一種尺度有其自己的使用範圍，例如B尺度為HRB 0~100之間，單C尺度使用範圍在HRC 20~100



實驗方法

洛氏硬度試驗機試驗步驟

- (1) 依材料性質選擇適當的荷重及壓痕器
- (2) 將試片表面磨平並清潔乾淨，然後放在適當的砧座上
- (3) 打開電源，並設定加壓時間及荷重速率。
- (4) 轉動手輪使砧座上升，使試片接觸到壓痕器，然後繼續緩慢施力，直至刻度盤上的小指針指到紅點中心，而大指針在C尺0度（B尺30度）正負5度內。此時已加上10 kg之小荷重。
- (5) 轉動刻度盤使SET點（C尺0度）對正大指針歸零。
- (6) 撥動把手使大荷重慢慢壓入材料表面。
- (7) 時間一到，大荷重自動除去，此時由刻度盤讀取硬度值，並記錄之。
- (8) 轉動手輪使之下降，再取其他的點測試，求取平均值
- (9) 試驗完畢，取下試片。



注意事項

1. 試驗尺度選擇應正確，對於硬度較亮但不十分清楚的材料，應依A、D、C兩面部平行之事件等尺度順序測試，以免損壞金鋼石圓錐。
2. 試件測試面及背面皆須為平面，而且平行，平面以外各種形狀試件，宜裝上特殊的安裝具支持之。如圖5所示。
3. 較小且兩面不平行之試件，如湯匙，可以使用接觸面較小地點砧，如圖6所示。
4. 圓柱體試件，可以放置於V字型砧座上測試。

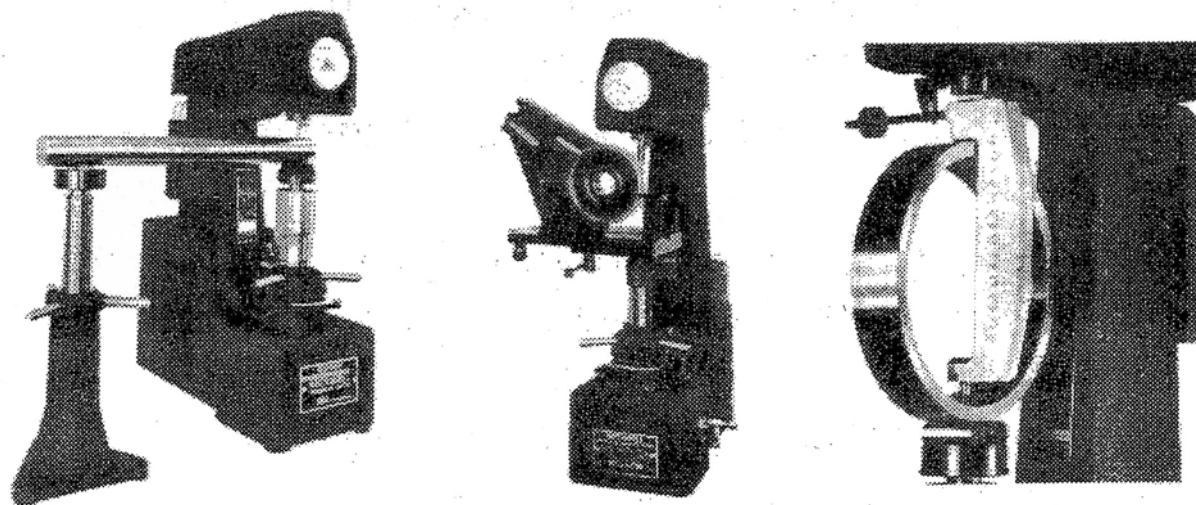
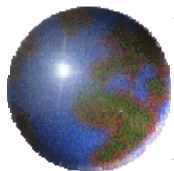
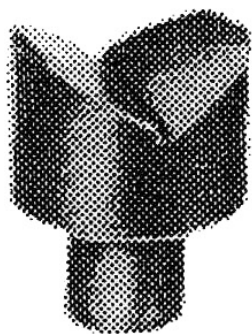
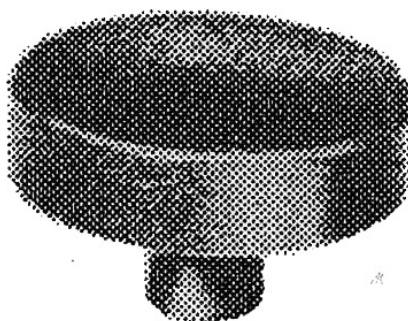


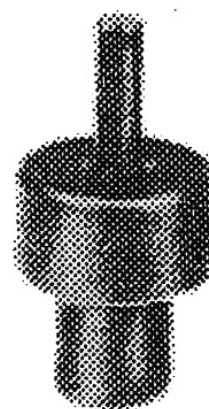
圖 5 各種形狀試件所用之安裝具



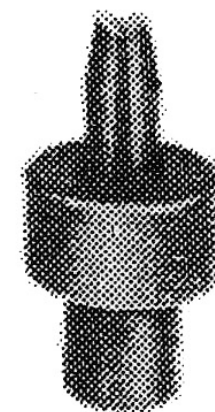
標準 V 型座



平面座

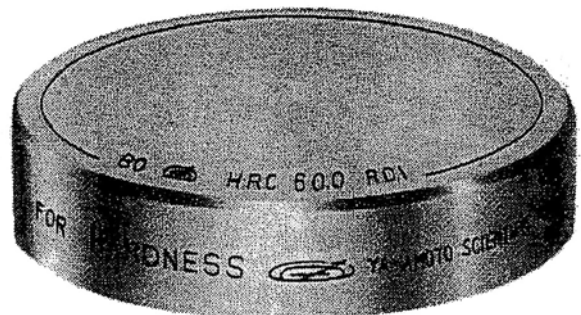
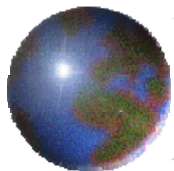


點砧座

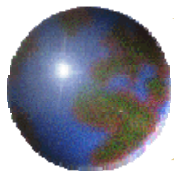


淺 V 型座

圖 6 各種試件所用之鑽座



試驗機是否精確，通常需使用硬度標準塊（圖7）校驗之

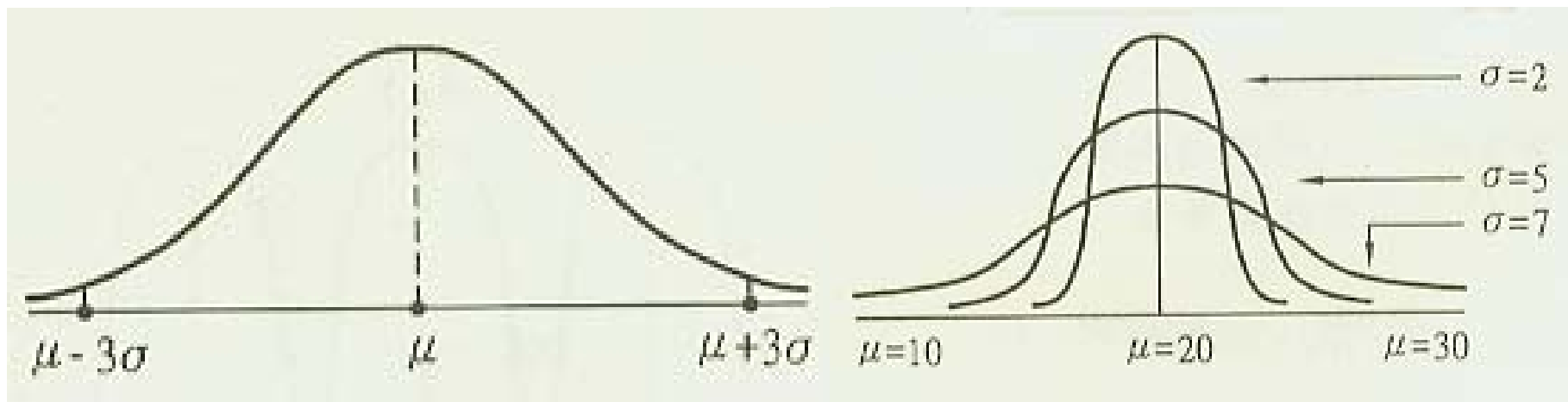


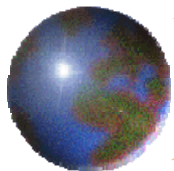
實驗數據處理

集中趨勢與分散性之度量

平均數 $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$

標準偏差 $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}}$





實驗結果

材 料 種 類					
荷 重 (kg)					
壓 痕 器					
洛 氏 尺 度					
次 數	1	2	n
測 試 值					
洛氏硬度平均值					
洛氏硬度標準差					
備 註					