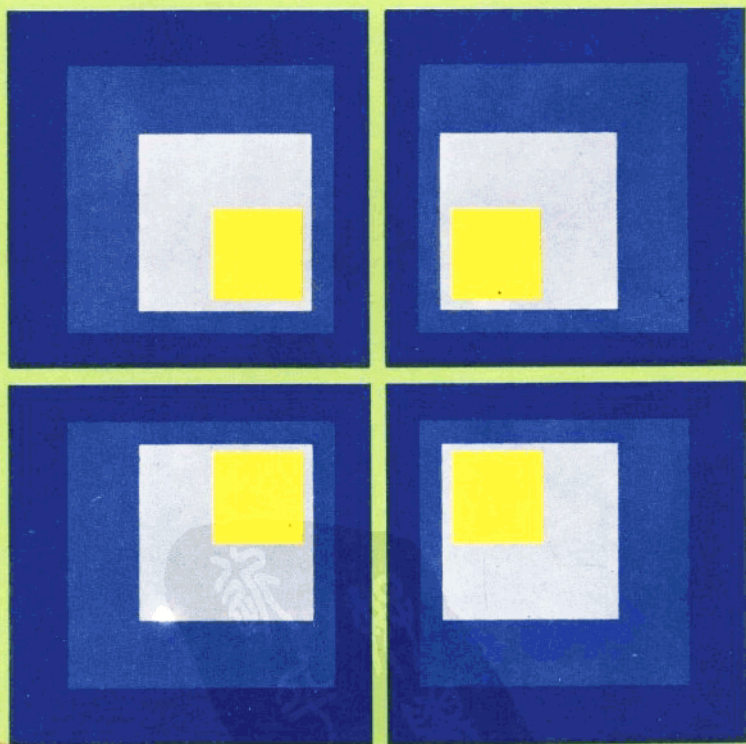


# 汽車材料學

王 遐 著



# 汽車材料學 目次

## 第一章 概 說

## 第二章 金屬材料

- 2-1 金屬材料之通性及其機械性質..... 3
- 2-2 金屬材料之試驗..... 7
- 2-3 鐵、鋼及其他合金.....23
- 2-4 鋼之表面硬化及合金鋼之熱處理.....40
- 2-5 非鐵金屬材料.....57

## 第三章 汽車主要機件使用之材料及特性

- 3-1 汽車引擎材料.....75
- 3-2 汽車底盤材料.....99
- 3-3 汽車電器材料..... 113
- 3-4 車身金屬材料..... 121

## 第四章 非金屬材料

- 4-1 橡膠及其製品..... 123
- 4-2 合成樹脂及其製品..... 127
- 4-3 塗 料..... 129
- 4-4 玻璃與瓷器及其製品..... 131
- 4-5 石棉、皮革及其製品..... 132
- 4-6 塑膠及其製品..... 132

## 第五章 油 料

5-1 石油之成份	139
5-2 石油之種類	139
5-3 石油之精煉	139
5-4 燃料油之成份、品級及其重要性	145
5-5 汽 油	146
5-6 柴 油	150
5-7 引擎機油	151
5-8 齒輪油	153
5-9 剎車油	155
5-10 滑脂	156

## 第六章 各式墊床材料

### 主要參考書目

## 第一章 概 說

汽車工業爲一極重要之工業。蓋汽車之製造及運轉，需賴鋼鐵、非鐵金屬、橡膠、玻璃、塑膠、油類等各種材料以及技術之支援。而此等材料工業之開發，難以數計之工作機會將由此而創生。故若西方國家，一旦汽車停駛（如因石油禁運等原因），不但汽車製造廠將全部停工，其有關工業亦將大量減產或甚至停產。此將導致億萬人之失業。尤有甚者，億萬人將因無車可乘而無法上班，國家勢必整體癱瘓，由此可見汽車工業之重要。

或謂汽車工業爲大量生產之工業，國土不大之國家不宜建立。若以資源及財力方面而言之，則此說有其真實性；若就技術之立場而觀之，則亦未必盡然。蓋汽車爲一國際性消耗商品，能獲致鉅額外匯；國內汽車工業之建立將創造無數工作機會。故小的國家若欲立國於永恆，更應有長期計劃籌措財源，高度發展其技術以抵消其資源之欠缺，發展其汽車工業。

本省汽車工業之發展，其歷史非短，然至今仍乏稱道之處。反觀韓國，起步較晚，然已有汽車進入國際市場，成爲後來居上。國內汽車工業發展落後之事實，揆其原因，不外有關機關缺乏強有力之督導與支援，民間資金缺乏興趣以及技術水準之落後。故欲發展本省汽車工業，端賴各方面之努力配合。故本書“汽車材料學”之出版，望對汽車工業技術之發展，稍有助益於萬一。



## 第二章 金屬材料

宇宙間一切物質均由元素所組成。吾人已知之元素約有一百零三種以上。其中如氧、碳等為非金屬，而鐵、黃金及鈾等則為金屬。在一百零三種元素中，屬於金屬者，不下四十多種，但吾人生活中常見者僅數種，如鐵、銅、鋁等。

### 2-1 金屬材料之通性及其機械性質

#### 金屬材料之通性

組成物質之基本單元為原子：某些物質中原子之排列有一定之規則，另一些物質中原子之排列則無一定之規則。前者謂之結晶體，後者則為非結晶體。金屬在固態之狀況下均為結晶體。此種結晶體之體積極小，多非肉眼所能覺察。無數之結晶體聚合而成金屬。例如依據美國材料實驗學會 (ASTM) 規定，一平方英寸之金屬，約有第七號結晶粒子六十四萬個。

根據近代物質結合理論 (Bonding theory)，結晶體為陽離子與電子雲 (Electron Cloud) 組合而成。陽離子為金屬元素失去其外層某些電子而形成，此種陽離子於空間有一定之位置，而原子外層失去電子則於組成金屬之陽離子間川流運動不停，形成為電子雲。由於金屬此種特殊之結合性質，故金屬一般與為電與熱之良導體；以同樣之截面而言，金屬之強度，遠較其他物質為大。金屬之強度需大，但亦可抽成細線，滾軋成極薄之片，綜上所述，金屬有下列一般通性：

- (1) 結晶性。
- (2) 良好之導電傳熱性。

(3) 較其他物質有極高之強度。

(4) 良好之延展性。

除此之外，金屬尚有其他通性

(5) 一般均有光澤。

(6) 耐久性。木材塑膠等，長久於大氣中，均易變質。金屬置於大氣中，雖多數將氧化而表層繼續脫落，但一般之耐久性均較其他物質長。

(7) 除水銀外，金屬多為固體，且一般之熔點均較其他物質為高。

### 金屬材料之機械性質

金屬材料之主要用途為製造機械。將金屬材料製造機械，所需之知識及技術，其本質上為將金屬變成有用形狀之一門學問。將金屬變成有用之形狀所應用之技術主要有四，即切削加工、塑性加工（冷作與熱作）、鑄造與熔接。金屬材料之是否適宜切削加工、塑性加工、鑄造或熔接，取決於金屬之物理及化學性質。

機械製造完成後，各種機械有各自不同之使用目的。例如開山機需強度及耐磨性，飛機需質輕；其內部某些機件又需耐熱耐腐蝕性，電器機械需適當之傳熱及電磁性，化工工業之機械需耐熱耐壓及抗腐蝕性。製造各種機械是否能完滿達成其設計之目的，亦全以金屬材料之物理及化學性質而定。

以純科學之範圍而言，金屬材料之性質只有物理及化學性。但在應用科學方面，於機械工程之範圍內，將金屬之某些性質納入機械工程之範圍內而稱之為機械性質。此種機械性質主要屬於金屬之物理性；在某些情況之下亦包括化學性質。由於應用科學進展快速，金屬之機械性質之內容及項目日益增廣，新創之機械性質定義將不時出現，而此種趨勢將不會終止。下文所述為目前已經應用且屬重要之金屬機械性能。

(1) 切削性 (Machinability) 金屬之切削性表示金屬之切削難易之程度。金屬之切削性尙未有一般性之定義，而爲不同條件下之一種比較之性質。通常稱金屬之切削性優良者，意指下述四種情形之一存在，即 (a) 刀具之壽命增長，(b) 刀具與切屑之接觸面磨擦力降低，(c) 被切削材料之表面光度增加或 (d) 切削所消耗之動力降低。

(註一)

(2) 研磨性 (Grindability). 研磨性爲表示金屬材料研磨難易之程度。金屬材料之此種機械性質亦未有一般性之定義。研磨比 (Grinding ratio) 爲表示金屬材料研磨性定義之一。其意爲當研磨某種金屬時，金屬失去重量或體積與磨輪失去重量或體積之比，此比數大，則金屬易於研磨；若比數小，則金屬不易研磨。

(3) 成形性 (Formability). 汽車曲軸可由鍛造而成形，汽車之車身 (Car body) 可由板金 (Sheet Metals) 經抽製而成。就金屬之物理性質而言，有更佳之材料適合用於汽車之曲軸及車身，但此種材料遠比目前所用於汽車曲軸及車身材料難於成形。由此可見金屬成形性之重要。金屬成形性表示之方法衆多，如可拉性 (Drawability)、鍛粗性 (upsetting) 以及熱扭性 (Hot Twist Test) (註二) 等，各種成形方法各有其金屬成形性之表示方法或定義。

(4) 硬度. 硬度爲金屬重要機械性質之一，但在理論上，金屬之硬度未有明確一致之定義。一般言之金屬之硬度爲金屬受局部壓力時，對於塑性變形之抵抗能力。有時金屬對於局部擦傷之抵抗能力亦表示金屬之硬度。

(5) 強度. 機械於使用中，受力之情形各隨其環境而異，絕非完全一致。故金屬之強度可分爲多種，即抗拉強度、抗壓強度、扭力強度、彎曲強度、衝擊強度、疲勞強度、潛變性以及耐磨性等。

抗拉強度乃金屬材料受單向拉力至斷裂時，金屬單位面積所能容



許之最大拉力。機械於使用中，受拉力之機會最多，故拉力強度為金屬材料最重要機械性質之一。

金屬之抗壓強度與抗拉強度在理論上完全相同。但金屬受拉力時，其斷面縮小；受壓力時，其斷面增加，而一般工程應力 (Engineering Stress) 為拉力或壓力除以原來金屬試棒之斷面，故金屬之抗拉強度應變曲線與抗壓強度應變曲線，在彈性限度內，可視為完全一樣。

扭力強度為金屬遭受扭矩時，抵抗扭轉之性能。材料之扭轉性能在某些機械設計時，甚為重要。

彎曲強度為金屬材料承擔彎曲力量之大小以及抵抗變形之機械性能。此種性能應用於某些機件如橋樑之設計。硬而碎之材料，其彈性係數不易由抗拉試驗而求得，多由彎曲試驗求取其彈性係數。金屬表面熔接處之強度，亦多借助彎曲試驗而獲得。

機械所受之外力，並非全係一定不變之大小。有時機械所受之外力，由大變小或由拉力變為壓力。此種力量之變化，在機械運轉過程中為週期性之循環變動，縱然機械由外力所引起之應力雖遠小於金屬抗拉強度，但機械受此循環變化之外力作用，經長時間後，機械亦引起斷裂。在某一規定之受力週期數內，金屬不致斷裂所能承擔之最大應力，謂之疲勞強度。

某些金屬強度很高，但受外力而至破裂時所吸收之能量並不太大。某些金屬之強度並不太高，但受外力至破裂時所吸收之總能量却不低。此種金屬受外力而至破裂時所吸收之能量，謂之金屬之韌性。金屬破裂所吸收之能量雖可由抗拉試驗所獲得之應力與應變曲線之面積求得，但金屬機械受外力時，應力之分佈，多非單一方向之抗拉應力，而為三方向立體之應力分佈，而金屬機件受外力至破裂時所能吸收能量之大小，與應力分佈之狀況有關。故表示機械之韌性，一般以

衝擊試驗方法求之。衝擊試驗所獲得之能量謂之衝擊強度。此種材料之機械性能，並非表示金屬對施力速度之反應，實則衝擊試驗所測得之能量表示金屬之韌性。蓋衝擊試驗由於所使用之試棒形狀特殊，在衝擊之下，材料所引起之內力為三方向之立體應力。

金屬材料受外力時，如溫度在室溫以上，外力雖小，所產生之應力雖低於金屬之降伏強度，但金屬亦將慢慢增長，直至斷裂。此種性質，謂之金屬之潛變性。某些延性特優之金屬如鉛及白金，即令在常溫之下亦起潛變。用於化學工業及蒸汽之管路以及飛機渦輪機之材料，由於在高溫工作，故金屬之潛變，更需特加考慮。

## 2-2 金屬材料之試驗

金屬材料之應用於機械，金屬本身之機械性能必須合乎一定之標準，使機械之功能達成設計時所期望之要求。故金屬材料必須作試驗，以求其性質是否合乎一定之標準。機件之功能隨機械之結構、使用目的及環境而異，故對機件要求之特性衆多。本書不擬對所有之材料性能試驗一一詳述，僅對基本重要者書列於後。

### (1) 抗拉試驗

抗拉試驗為材料試驗中最基本之一種，其目的在求材料之彈性係數、比例限、伸長率、降伏點及極限強度等機械性能。其法係將具有一定尺寸之試棒二端固定於特定之抗拉試驗機夾頭內，夾頭在油壓或機械力量作用下，沿試棒軸線方向施以拉力，則試棒漸被拉長直至斷裂。

試棒之形狀有二種，如圖 2-1 所示為圓形或板狀。其中央部份尺寸特別精確，謂之標距 (gauge length)。抗拉試驗所求取之各種數據，均由標距尺寸內試棒尺寸之變化而求得。試棒有一定之尺寸，各國有其標準。中國國家標準有關強度之試驗，請參閱中國國家標準 G2013-3, 1974

單位：公厘

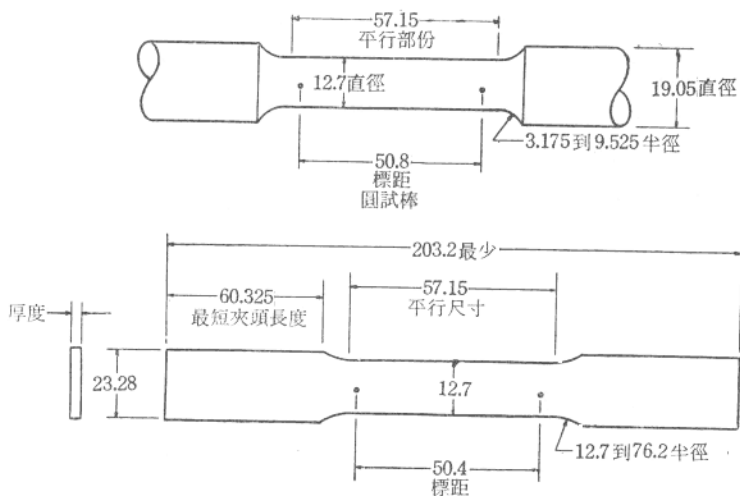


圖 2-1 抗拉試驗所用之試棒（註：此為英國試棒，將英制尺寸改為公制而得）

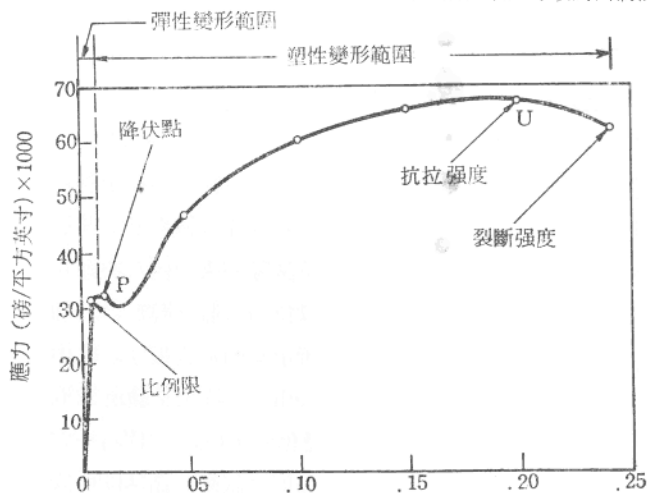


圖 2-2 抗拉試驗應力應變曲線

材料抗拉試驗時，通常以  $F/A_0=S$  作縱坐標， $(L-L_0)/L_0=e$  作橫坐標，繪出應力與應變之曲線。式中  $F$  為拉力， $A_0$  為試棒未受拉力前之橫截面， $S$  為應力， $L_0$  為試棒之標距長度， $L$  為拉力作用下之標距之長度， $e$  為應變。圖 2-2 所示即為抗拉試驗所繪出之應力與應變曲線圖。

當抗拉試驗開始時，拉力增加，試棒之長度亦漸增長。在某一拉力之範圍內，應力之大小與應變成正比，即  $S=Ee$ ，如圖中之 A 點，此點即為材料之比例限， $E$  為材料之彈性係數。拉力由 A 點繼續增加，在某一特定之範圍內，如將拉力除去，則試棒之長度立即恢復原來之長度，此點謂之彈性限。彈性限稍高於比例限而極相靠近，一般抗拉試驗均不易分別測出。外力增加超過彈性限後，如將外力除去，則試棒不能恢復原來之長度，此時材料已進入塑性變形之領域內。在抗拉試驗過程中，應力與應變之曲線上，外力超過彈性限後繼續增加，則有外力不增加或甚至降低，試棒將繼續增長之現象出現，此點即圖 2-2 中之 P 點，謂之降伏點。自此以後如欲試棒增長，則需外力增加，直至圖 2-2 中所示之 U 點，此點謂之材料之抗拉強度，為材料所能承擔之最大強度。超過抗拉強度以後，材料繼續增長直至斷裂。材料斷裂時，試棒標距長度之伸長百分比，稱為伸長百分率，表示材料之延性。材料斷裂時之強度，謂之裂斷強度。

於上文中，吾人曾假定試棒受拉力，其橫截面  $A_0$  為不變。實際試棒之橫截面隨拉力而變。吾人若考慮此變動之面積，而以瞬間拉力除以瞬間面積時，即  $F/A$ ，吾人則得一應力  $\sigma$ ，為與上文所述應力（或稱工程應力）有所區別，則稱  $\sigma$  為真實應力。同樣若以試棒之瞬間增長量除以瞬間長度，吾人可得真實應變  $\epsilon$ 。真實應變與工程應變之關係以及真實應力與工程應力之關係如下（註三）：

$$\epsilon = \ln(e+1)$$

$$\sigma = K\epsilon^m$$

式中K及m為常數。在彈性變形之範圍內K為彈性係數而等於E。於塑性變形之範圍內K之值為另一常數。m之大小表示材料加工硬化之特性，即m之值大時，則材料易於加工硬化。若m之值小，則材料加工硬化效果不強。

## (2) 硬度試驗

材料之硬度表示其受擦、磨及壓力等作用，對所產生壓痕之抵抗能力。硬度試驗之方法不下卅種，但金屬材料硬度試驗所常用者有四，即勃氏硬度 (Brinell Hardness)、洛氏硬度 (Rock-Well Hardness)、維氏硬度 (Vicker's Hardness) 及蕭氏硬度 (Shore Scleroscope)。

勃氏硬度之測定，係使用一經硬化而具有球形端之鋼質壓痕器，在一定力量之作用下作用於金屬之表面。作用一定時間後，移去重量及壓痕器，以低放大倍數顯微鏡測出壓痕之直徑，並將作用力除以壓痕之面積，所算出之數值，即為勃氏硬度。以公式表示之，則為：

$$\text{勃氏硬度 (Bhn)} = \frac{\text{負荷}}{\text{壓痕面積}} = \frac{P}{\frac{\pi D}{2}(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \text{公斤/平方公厘}$$

式中P為負荷，單位公斤。D為壓痕器球端之直徑，單位為公厘。d為壓痕之直徑，單位公厘。勃氏硬度不需計算，硬度可由已準備好之壓痕直徑硬度表查出。

通常使用之壓痕器球端為10公厘，所加之負荷，隨材料之不同而變化：鋼用三仟公斤，銅用一仟公斤，鋁用五百公斤。如使用其他尺寸之壓痕器，則所用之負荷應滿足  $P/D^2$  之比為常數之關係。對於鋼料，常數為30；對於銅料，常數為10；對於鋁料，常數為5。負荷作用之時間為十五秒，試料之厚度不得低於壓痕深度直徑之十倍。如壓痕之邊緣，材料上昇成一圓環，則顯示此材料加工硬化性能低，如壓痕器邊緣材料下降，則顯示材料之加工硬化性能高，此種情形如圖

2-3 所示。

鋼料之抗拉強度與勃氏硬度約成比例。勃氏硬度乘以 0.357 為淬火鋼料之抗拉強度（公斤／平方公厘），乘以 0.326 時，則為淬火而回火鋼材之抗拉強度（註四）。

洛氏硬度試驗所用之壓痕器有二種，即金剛石圓錐與鋼球。金剛石圓錐之夾角為  $120^\circ$ ，用以試驗硬度較高之材料。鋼球之直徑有多種，通常使用者為 1.5875 公厘（1/16"）。試驗時，首先加十公斤之初負

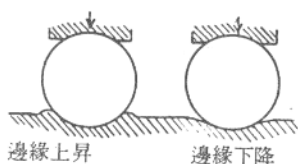


圖 2-3 勃氏硬度試驗壓痕邊緣上昇或下降，顯示材料之硬化性能

表 2-1 洛氏硬度試驗負荷與壓痕器之配合

標尺	主負荷 (公斤)	壓痕器
A	60	金剛石圓錐體
B	100	1/16英寸鋼球
C	150	金剛石圓錐體
D	100	金剛石圓錐體
E	100	1/8英寸鋼球
F	60	1/16英寸鋼球
G	150	1/16英寸鋼球

荷，候洛氏硬度試驗機之指針靜止後，再轉動指針盤，使指針歸零。然後加主負荷，當指針轉而靜止後，移去負荷。由於壓痕彈性變形部份恢復，此時指針回轉，指針靜止後所指之數目，即為材料之洛克硬度。

質軟之材料，如青銅，使用之壓痕器為直徑 1.5875 公厘之鋼球，主負荷為一百公斤。對於硬質之材料，則使用金剛石圓錐壓痕器，主負荷為一百五十公斤。測量極硬材料如碳化鎢等，主負荷宜用六十公斤，以避免金剛石壓痕器之破裂。將不同之全負荷與壓痕器配合使用，可得各種不同標尺之硬度。表 2-1 所示，即為洛氏硬度標尺 A，

B, C, D, F 及 G 之主負荷與壓痕器配合之情形。

表面粗糙不平之材料，質地不均勻之材料以及厚度約小於 0.356 公厘之材料，不宜使用洛氏硬度儀測其硬度。此因洛克氏硬度之壓痕器小，材料之表面粗糙以及質地不均勻，均影響讀數之正確性。

薄片金屬之硬度可用洛氏表面硬度儀 (Superficial Rockwell Hardness Tester) 測定。此種硬度試驗儀所用之負荷小；初負荷為三公斤，主負荷為十五、三十以及四十五公斤。且具有精確靈敏之壓痕深度測量設計。此種儀器常用測定滲碳、滲氮或經其他表面處理之金屬硬度。

洛氏硬度不須查表，硬度之數值可直接由儀器上讀出，應用甚為快速方便。

維氏硬度之壓痕器為金剛石之正方錐，其正方錐兩對面夾角為  $136^\circ$ 。表 2-2 所示為勃氏、洛氏及維克硬度壓痕器之尺寸形狀及材料。維氏硬度之計算與勃氏硬度相同，即壓痕之面積除負荷，如以算式書出則為

$$\text{維氏硬度 (DPN)} = \frac{1.8554p}{d^2}$$

式中為為 P 負荷，單位公斤，其值由五公斤至一百二十公斤，d 為壓痕對角線之長度，單位公厘。維氏硬度亦不需計算，量出 d 後，可由已準備好之表中查出維氏硬度。

表 2-2 勃氏硬度、洛氏硬度及維氏硬度壓痕器尺寸及材料

壓痕器	勃氏硬度	洛氏硬度		維氏
材料	硬化鋼或碳化鎢	金剛石	硬化鋼	金剛石
形狀	球形	圓錐	球形	正方錐
尺寸	10公厘標準直徑	圖	直徑 $\frac{1}{16}$ in. $\frac{1}{8}$ in. $\frac{1}{4}$ in. $\frac{1}{2}$ in.	圖相對面夾角 $=136^\circ$

勃氏硬度之壓痕器為鋼球，故在試驗硬度較高之材料時，鋼球變形，引起誤差而讀數不準。維氏硬度壓痕器為金剛石，在不同之壓力下，不易變形，故用以測試硬度較高之金屬，不致引起誤差。硬度在 300 以下，勃氏硬度與維氏硬度之值相近。勃氏硬度值在 300 以上，其值漸不可靠。

由於維氏硬度儀之壓痕器之體積小，故試樣金屬之表面，需以金剛砂紙磨平，壓痕之尺寸始能於顯微鏡之下準確讀出。

尚有一種壓痕器，其形狀與維氏壓痕器相似，同為金剛石，但方形錐之夾角為  $172^{\circ}30'$  及  $130^{\circ}$ ，而非為正方錐。此種壓痕器用於杜康 (Tukon) 硬度試驗儀上，負荷為廿五至五十公斤。所得之硬度稱為克魯布 (Knoop) 硬度。此種硬度試驗之壓痕極小，可測單一晶粒之硬度，故又稱顯微鏡硬度 (Microhardness)。

蕭氏硬度之壓痕器為裝有金剛石尖之小錘，其重量為十二分一英兩。壓痕器置於玻璃管中，其上刻有 140 或 150 之刻度，玻璃管之下端則放置待測硬度之試片。試驗時，壓痕器小錘由 25.4 公分 (10") 之高度鉛直落下，碰擊試片後，第一次反彈之高度即為蕭氏硬度，故所測硬度實為測驗其彈性。

蕭氏硬度儀可隨處攜帶使用適用於體積較大之材料之硬度測定，且所產生之壓痕極小，故不至破壞材料之表面光度。此種硬度儀可用於測定滾筒、模形及齒輪等之硬度。

前文中吾人曾言及硬度至今尙未有明確之定義。一般言之，硬度所表示者為材料抵抗產生永久壓痕之能力。材料於壓痕器之作用下，所產生之應力大小及分佈狀況為決定壓痕大小之主要因素。材料表面產生應力大小及分佈，取決於壓痕器之形狀及壓痕器所採用之材料。由於硬度缺乏理論之依據，故各種硬度儀所採用之壓痕器品質及形狀，各自獨立，互相並無關聯，故對於一定之材料，所顯示之硬度數



表 2-3 各種硬度對照表

維氏硬度	勃氏硬度		洛蕭氏硬度		蕭氏硬度	抗張強度 1000磅每 平方英寸
	壓痕之直徑 (公厘) 負荷3000公 斤壓痕器直 徑10公厘	硬度數目	C標尺 150公斤 120°金鋼石 圓錐體	B標尺 100公斤 1,5875公厘 球鋼		
1220	2.20	780	66	..	96	...
1114	2.25	745	67	..	94	...
1021	2.30	712	65	..	92	354
940	2.35	682	63	..	89	341
867	2.40	653	62	..	86	329
803	2.45	627	60	..	84	317
746	2.50	601	58	..	81	305
694	2.55	578	56	..	78	295
649	2.60	555	55	..	75	284
608	2.65	534	53	..	73	273
587	2.70	514	51	..	71	263
551	2.75	495	50	..	68	253
534	2.80	477	48	..	66	242
502	2.85	461	47	..	64	233
474	2.90	444	46	..	62	221
460	2.95	429	44	..	60	211
435	3.00	415	43	..	58	202
423	3.05	401	42	..	56	193
401	3.10	388	41	..	54	185
390	3.15	375	39	..	52	178
380	3.20	363	38	..	51	171
361	3.25	352	37	..	49	165
344	3.30	341	36	..	48	159
335	3.35	331	35	..	46	154
320	3.40	321	34	..	45	148
312	3.45	311	32	..	43	143
305	3.50	302	31	..	42	139
291	3.55	293	30	..	41	135
285	3.60	285	29	..	40	131
278	3.65	277	28	..	38	127
272	3.70	269	27	..	37	124
261	3.75	262	26	..	36	121
255	3.80	255	25	..	35	117
250	3.85	248	24	100	34	115
240	3.90	241	23	99	33	112
235	3.95	235	22	99	32	109
226	4.00	229	21	98	32	107
221	4.05	223	20	97	31	105
217	4.10	217	18	96	30	103
213	4.15	212	17	95	30	100
209	4.20	207	16	95	29	98
197	4.30	197	14	93	28	95
186	4.40	187	12	91	27	91
177	4.50	179	10	89	25	87
171	4.60	170	8	87	24	84
162	4.70	163	6	85	23	81
154	4.80	156	4	83	23	78
149	4.90	149	2	81	22	76
144	5.00	143	0	79	21	74
136	5.10	137	-3	77	20	71

Courtesy of The International Nickel Company, Inc., New York, N.Y.