

相關知識

物料的特性及測試

1. 物料的特性

在應用任何一種物料前，我們都必須認識其獨特的性質，才可以充分發揮它的效用。因此我們應關注材料的物理特性及其機械特性。

性，這些特性不會因外力而改變。例如：不論用任何熱能將冰熔化，它的熔點皆保持在 0°C 。物料的常見物理特性包括密度、熔點、沸點、線脹系數、導熱率、電阻率等。下表列出一些物理特性的意義和例子。

1. 物理特性

物料作為物質而具有的特性稱為物理特

物理特性	定義	例子
密度	每單位體積的質量。	鐵的密度約 7.9 g/cm^3 鋁的密度約 2.7 g/cm^3 水的密度是 1 g/cm^3 油的密度約 0.8 g/cm^3 木的密度約 0.6 g/cm^3
熔點	由固態轉變為液態時的溫度。	紅銅的熔點是 1083°C 鋁的熔點是 660°C 錫的熔點是 180°C
沸點	由液態轉變為氣態時的溫度。	鋁的沸點是 2467°C 水的沸點是 100°C 95%酒精的沸點是 78°C
導熱性	傳導熱能的能力。	銀是導熱性最良好的金屬 塑膠是常用的不良導熱材料
導電性	傳導電流的能力。	銀是導電性最良好的金屬 塑膠是常用的不良導電材料
線脹系數	溫度上升 1°C 時，每單位物質的長度增加比率。	鋁的線脹系數是 $23 \times 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 鐵的線脹系數是 $12 \times 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 玻璃的線脹系數約 $0.5 \times 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 至 $8 \times 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

物料的物理特性

2. 機械特性

物料的機械特性是指它作為固體受力時的特性。常見的機械特性包括拉力強度、壓縮強度、延性、展性、韌性、硬度、剛強度等。

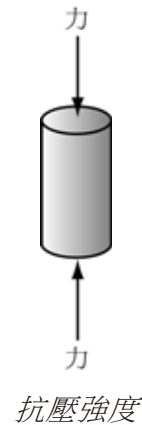
(a) 拉力強度

拉力強度表示材料承受拉力時抵抗變形的能力。例如：起重機用鋼纜的材料必須有良好的拉力強度。



(b) 壓縮強度

壓縮強度表示材料承受壓縮力時抵抗變形的能力。例如：汽車外殼常用鋼鐵作為材料，因為它必須能抵抗意外撞擊時所產生的壓縮力。



相關知識

(c) 延性及展性

延性是指物料在形狀被改變時能保持強度和不出現裂紋的能力。例如：銅和錫均

是延性良好的材料，可以拉長成銅線和錫線。



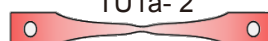
延性良好的材料：錫線



展性良好的材料：鋁罐

另外，其實有些物料也有展性的特性。展性是指物料受錘或擠壓以致形狀改變時能保持強度和不出現裂紋的能力。例如：金

和鋁均是展性良好的材料，可以被壓製成非常薄的金箔和衝壓成鋁罐。



(d) 韌性

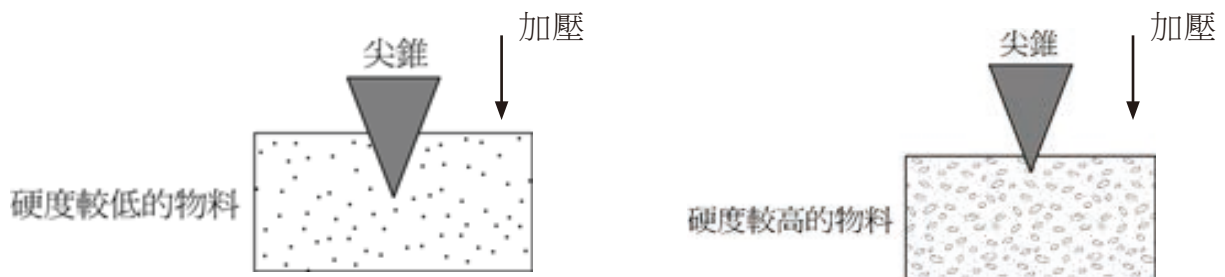
韌性是物料受錘打或被扭曲時對抗破裂的能力。例如：鋼是韌性良好的金屬，鋼板

可以承受猛力撞擊。

(e) 硬度

硬度是指材料抵抗被外力切削、壓入、磨損的能力。例如：鑽石是最硬的物質，它可以用來切削其他的物料。如果物料的硬

度愈高，它的脆性通常也較高，即較容易碎裂。

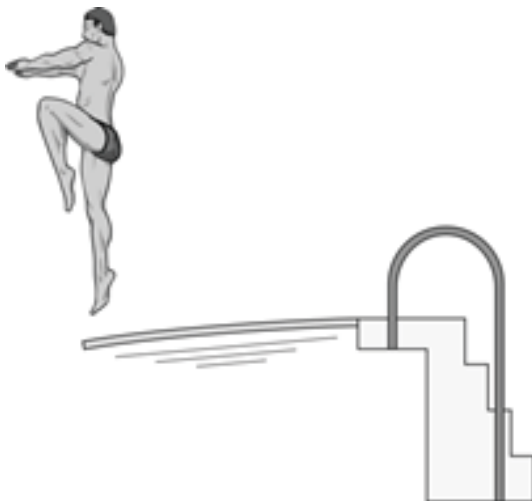


利用相同的尖錐來測驗物料的硬度

(f) 剛強度

剛強度是物料抵抗力矩而不彎曲的能力。例如：跳水板容易彎曲，所以剛強度較

低；相反，體操平衡木必須不易彎曲，所以剛強度較高。



跳水板的剛強度較低



平衡木的剛強度較高

II 物料測試

若要合適地運用一種物料，必須了解它的各種特性。物料測試便是利用客觀的方法來找出物料特性的過程。物料測試包括硬

度測試、拉力測試、剛強度測試、韌性測試等。本節介紹一些可以在學校內進行的簡單物料測試方法。

1. 導電性測試

導電性是物料被電流通過的能力。簡單的導電性測試，可用萬用錶測試物料的電阻數值。

- 高導電性物料的電阻值較低，如銅、金…等。
- 低導電性物料的電阻值較高，是良好的絕緣體，如塑膠及木材

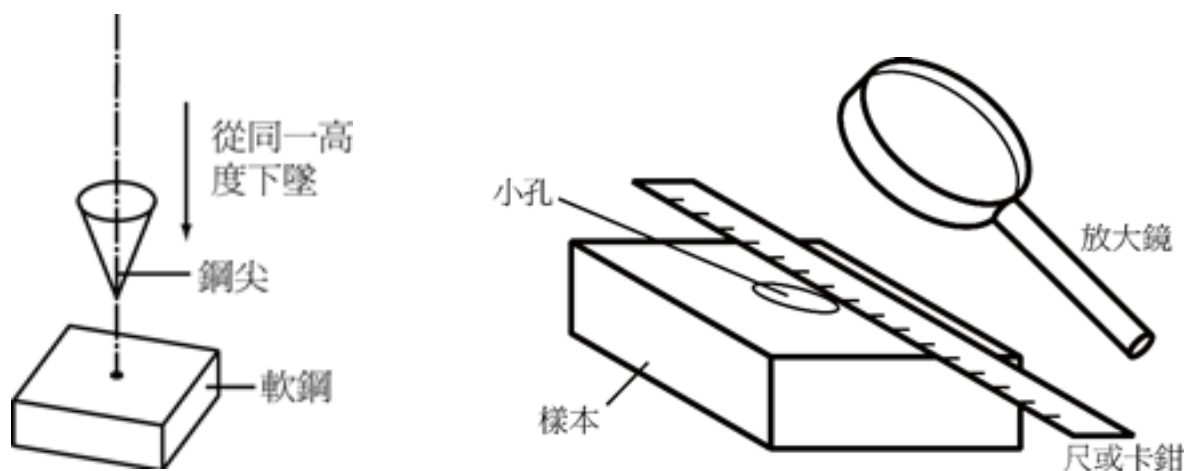


萬用電表

2. 硬度測試

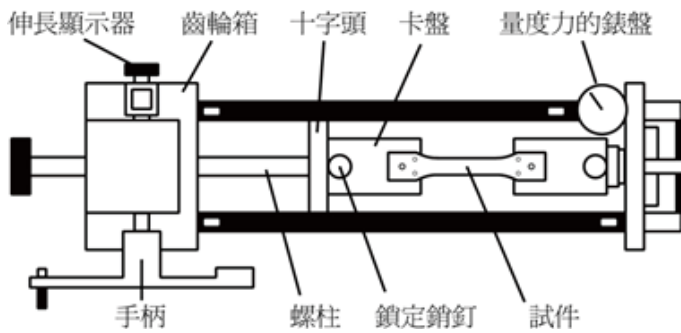
物料的硬度可以用特定重量的鋼尖錐來測試。將鋼尖錐放在特定高度，然後讓它垂直地自由下墜，撞擊在物料的表面上。鋼

尖錐會在樣本上留下孔穴。然後，量度孔穴的直徑，直徑越小，表示鋼尖錐越難壓入物料內，即它的硬度越高。

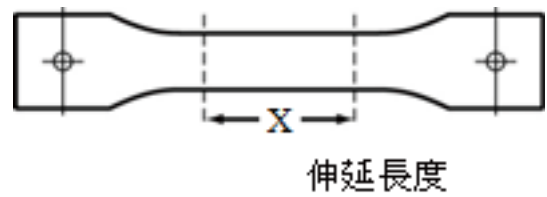


鋼尖錐來測試物料的硬度

3. 拉力測試



拉力機來測試物料的拉力



試件

物料的拉力強度可以用拉力機來測試。將物料(例如鋁)製成的試件形狀，量度它的橫切面積和原來長度，然後將樣本夾在拉力機內。轉動拉力機的手柄，將樣本拉

長。從拉力機上的伸長顯示器可以知道樣本的伸延，錶盤則顯示拉力的大小。不斷轉動手柄，並定時記錄拉力和樣本伸延的數據。

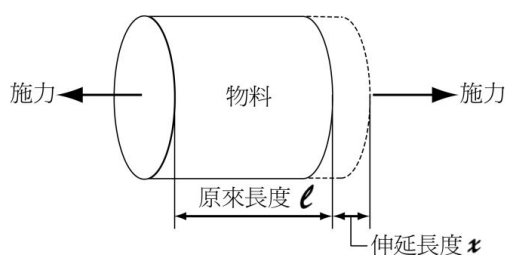
物料的拉力特性可以用它的應力—應變圖來顯示。應力是物料樣本每單位面積的受力，可以表示為

$$\text{應力} = \frac{\text{受力}}{\text{切面面積}}$$

應變是材料樣本被拉時的伸延與原來長度的比率，可以表示為

$$\text{應變} = \frac{\text{伸延}}{\text{原來長度}}$$

下圖顯示物料被拉長時的情形。



物料被拉長

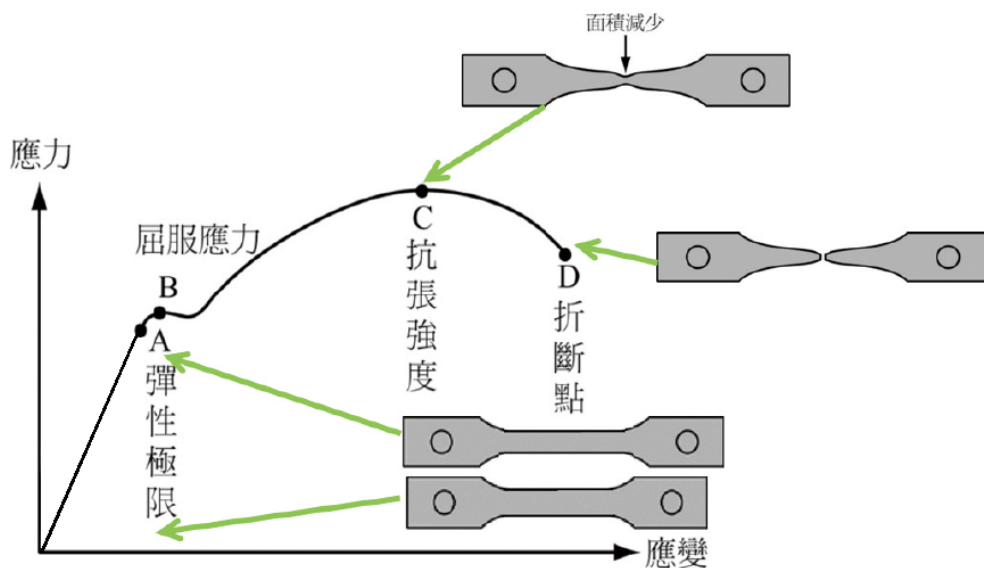


假設吊環運動員的體重為 75kg，而兩條吊索的總切面面積為 5cm²，則吊索承受的應力是

$$\begin{aligned} \text{應力} &= \frac{\text{受力}}{\text{切面面積}} \\ &= \frac{75\text{kgf}}{5\text{cm}^2} \end{aligned}$$

下圖顯示軟鋼的應力—應變圖，其中A點稱為彈性極限，也即是不會導致永久變形的最大應力。在彈性極限前，若移走負荷，該物料會回復原來的長度，所以這階段稱為彈性階段。在彈性階段後，伸延形成永久變形，所以這個階段稱為塑性階段。在塑性階段內，如果把負荷移走，雖

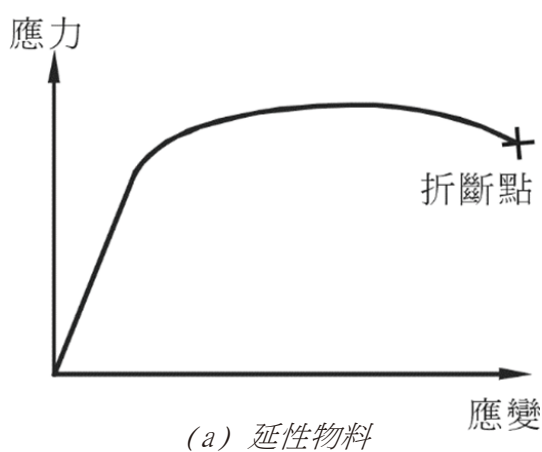
然伸延減少，但軟鋼不能回復原來的長度，這表示軟鋼的內部結構已經被改變了。B段顯示屈服應力。在這位置時，無須增加負荷，樣本的伸延也會增加。並非所有的物料均有彈性屈服點，不過軟鋼有這特性。



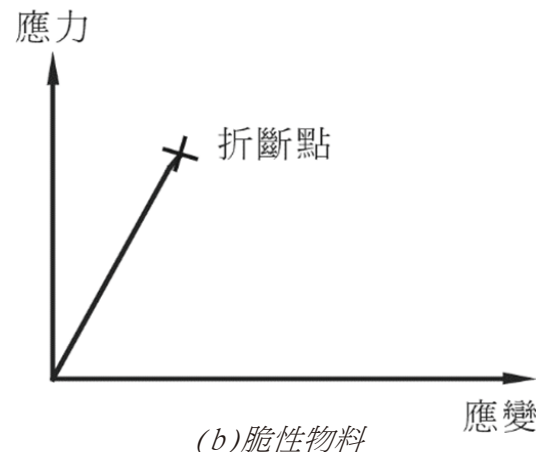
軟鋼的應力—應變圖

此外，C點代表最大應力，亦稱為抗張強度。在C點時，樣本中央的橫切面積會大大減少，形成較窄的部份。在C點後，增加伸延所需要的負荷減少。在D點時，樣

本會在橫切面較窄的部份折斷。不同的物料有不同的拉力特性。延性物料在斷開前會有相當大程度的塑性變形，脆性物料則沒有明顯的塑性變形。

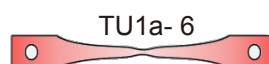


(a) 延性物料



(b) 脆性物料

應力—應變關係圖

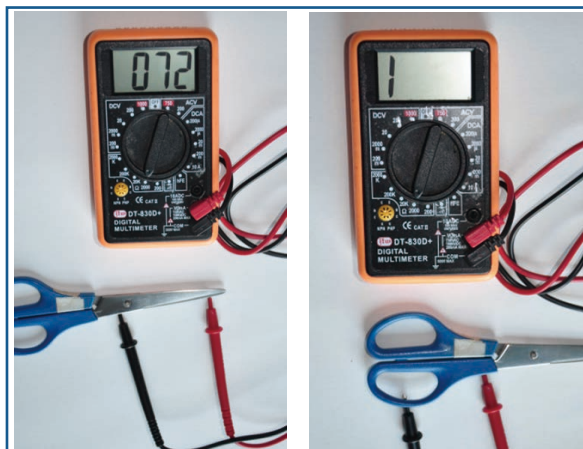


課堂活動

1. 導電性測試



指針式萬用錶



數字式萬用錶

步驟：

1. 選擇萬用錶(指針式或數字式皆可)
2. 選擇合適之物料
3. 把兩支測驗棒放在距離約5厘米進行量度
4. 撥至合適之電阻倍數檔(盡量讓指針停在刻度的中間位置/數字式不是0)
5. 記錄(最後的兩種材料由老師指定或學生選擇，例如紙張、石或不同粗幼的結他絃線等)
6. 把物料按導電性由高至低排列

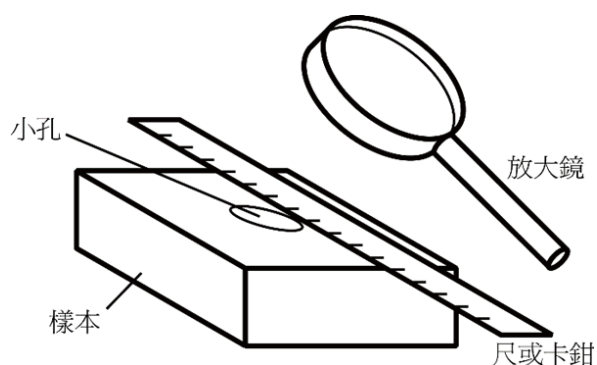
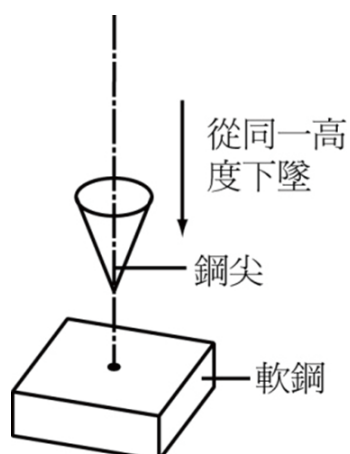
利用萬用錶測試物料的導電性：

物料	人的手指	剪刀的刀刃	剪刀的手柄		
電阻倍數檔					
數值					
電阻值 =數值x倍數					

把物料按導電性由高至低排列(電阻值由低至高)，並建議它的一個用途：

物料	建議用途

2. 硬度測試



步驟：

1. 選取鋼尖/或以中心衝代替上圖的鋼尖
2. 選擇合適之物料
3. 從同一高度下墜/或以大小相約的力度錘打中心衝1次
4. 量度小孔的大小
5. 記錄(最後的兩種材料由老師指定或學生選擇)
6. 把物料硬度由高至低排列

利用鋼尖/或中心衝測試物料的硬度：

物料	鋁片	鐵片	木板		
小孔直徑					

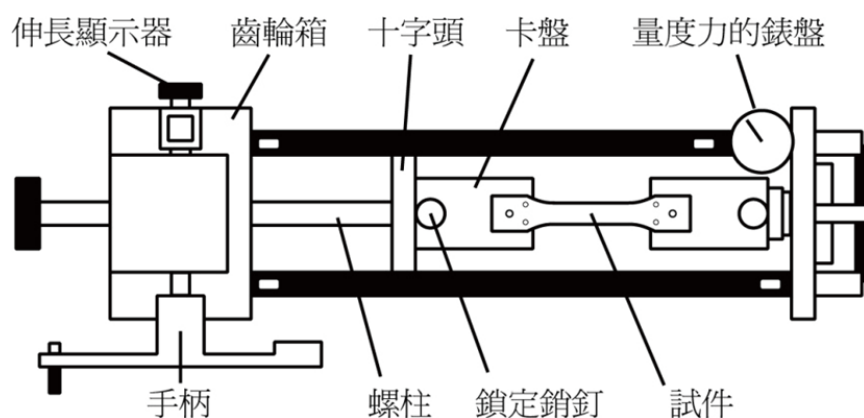
把物料按硬度由高至低排列(小孔直徑由低至高)，並建議它的一個用途：

物料	建議用途



3. 拉伸強度測試

a. 使用儀器測試



步驟：

1. 選用拉力機
2. 選擇合適之物料為試件
3. 把試件夾在拉力機上
4. 旋動手柄
5. 記錄(下表的最後兩種材料由老師指定或學生選擇，例如亞加力、橫紋木片、直紋木片等。)
6. 把物料拉伸強度由高至低排列

利用拉力機來測試物料的拉伸強度：

物料	鐵	鋁	銅		
拉斷前的受力					
試件橫切面積					
應力(拉伸強度) =受力橫切面積					

把物料按拉伸強度由高至低排列，並建議它的一個用途：

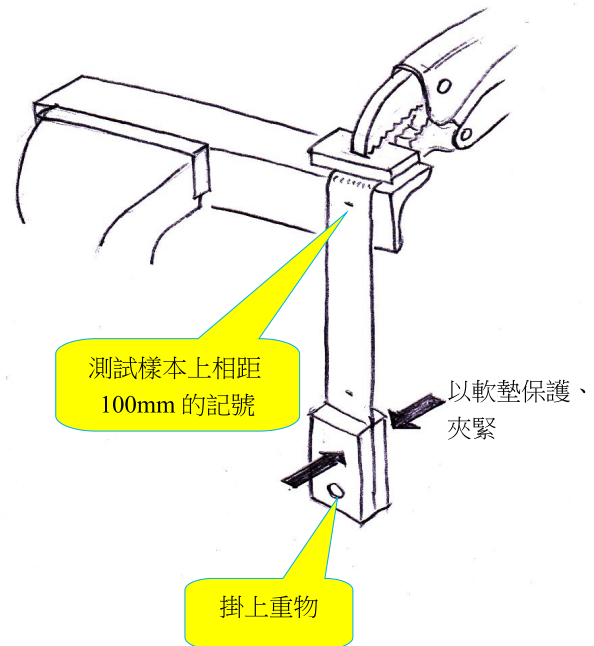
物料	建議用途



b. 使用簡單設備測試

步驟：

1. 把一段角鐵，如圖固定在枱式虎鉗上
2. 選擇合適之物料為試件
3. 把試件裁剪成200mm x 25mm
4. 在試件中間，相距100mm畫上記號
5. 把試件上端，以軟墊保護，夾緊在凸出之角鐵上
6. 試件下端，同樣以軟墊保護，夾緊並掛上重物
7. 不斷加重(可使用砝碼，或以小桶盛載預先秤好的重物)
8. 同時量度相距100mm記號的距離
9. 記錄(下表的最後兩種材料由老師指定或學生選擇，例如像筋圈、橫紋木片、直紋木片等。)



相關知識

利用簡單拉力測試器來測試物料的拉伸強度：

物料	紙	膠袋	不織布		
拉斷前的重物總重量					
拉斷前兩記號的距離					
材料的應力應變關係是下圖A還是圖B					

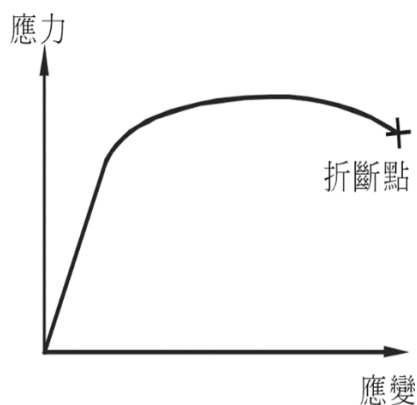


圖 A

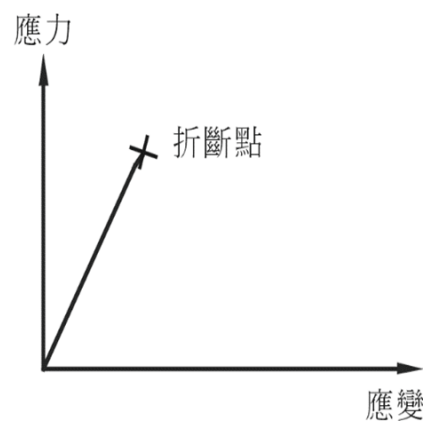


圖 B



III 專用詞彙

物理特性	Physical property	拉力強度	Tensile strength
機械特性	Mechanical property	壓縮強度	Compression strength
密度	Density	延性	Ductility
熔點	Melting point	展性	Malleability
沸點	Boiling point	剛強度	Stiffness
線脹系數	Coefficient of Linear expansion	應力	Stress
導熱性	Thermal conductivity	應變	Strain
導電性	Electrical conductivity	脆	Brittleness

相關知識

IV 相關資訊

	網址	內容簡介
1	http://resources.hkedcity.net/resource_detail.php?rid=1405520825	材料測試
2	http://www.youtube.com/watch?v=D8U4G5kcpcM	拉力試驗機
3	http://www.youtube.com/watch?v=B_GVw47glL0	紙袋拉力測試機



課堂練習

1. 試解釋以下各項物理特性的定義：

- (a) 密度 (b) 熔點 (c) 沸點 (d) 線脹系數

2. (a) 何謂物料的「機械特性」？

(b) 試簡單解釋下列各種有關物料的機械特性。

- (i) 拉力強度 (ii) 延展性 (iii) 硬度

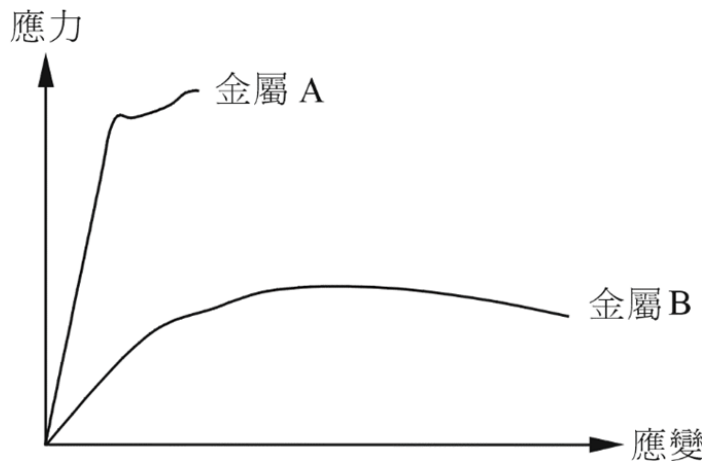
3. (a) 試繪畫軟鋼被拉伸時的應力－應變圖，並在圖上適當位置標註：

- (i) 彈性極限 (ii) 屈服應力 (iii) 抗強強度 (iv) 折斷點

(b) 分別繪畫下列物料的應力－應變圖。

- (i) 脆性物料 (ii) 延性物料

4.



上圖顯示兩種不同金屬A和B的應力－應變圖。

a. 比較兩種金屬的延展性。

b. 選擇其中一種金屬來製造較薄而無接縫的喉管，並簡單解釋原因。



5. 同學們在課堂活動同做了物料的導電性、硬度及拉伸強度的測試，在選擇製造物料時，首要考慮的特性是甚麼？為甚麼？

計劃製造的物件	首要考慮的特性	原因
刀		
拉索		
電纜		
剃鬚刀		
電梯的吊纜		
電制開關的接點		

相關知識



個案研究 - 物料特性(電插頭)

個案研究指引

1. 目的

- 1.分析有關設計及製造一個13A電插頭時的考慮因素
- 2.欣賞設計師所付出的努力
- 3.接納製造者的限制

2. 學生完成專題活動後應能掌握

- 1.對產品進行特定方向的分析；
- 2.運用傳意技巧，表達分析結果；

3. 處境

大部分的電器都會使用插頭來連接到電源，但其實一個設計或製造不良的插頭可以引起例如觸電或火警等意外。它的設計及選用材料一點也不能馬虎

4. 專題活動概要

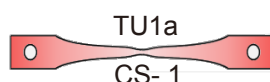
拆開一個香港常用的13A插頭，研究它各部分的用料，設計上怎樣保護使用者，而達到把電器連接到電源的目的。

5. 建議時間

2教節x 40分鐘（共80分鐘）

6. 所需物料

1. 香港常用的13A插頭
2. 一段約20cm長的電線(因安全考慮，不會把插頭接上電線)
3. 十字螺絲起子
4. 13A插座
5. 工作紙




7. 活動內容



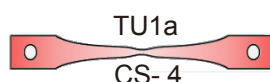
<p>1. 材料特性(一)</p> <p>把插頭升高至離開地面約30cm，放手自由落下，觀察結果。</p>	<p>讓插頭自由落下，後果是插頭_____，它的韌性_____。而它的剛性也_____，沒有變形。</p>
<p>2. 材料特性(二)</p> <p>把一隻插腳拔出，用它來輕劃插頭表面，觀察結果。</p> <p>用十字螺絲起子輕劃插腳及插頭表面，觀察結果。</p>	<p>甲：用插腳輕劃插頭表面，後果是_____</p> <p>插腳的硬度比插頭表面_____</p> <p>乙：用十字螺絲起子輕劃插腳及插頭表面，後果是_____</p> <p>十字螺絲起子的硬度比插腳及的插頭表面_____</p>
<p>3. 材料特性(三)</p> <p>插頭的插腳以銅製造，而外殼以塑膠來製造，為甚麼有這樣的選擇？</p>	<p>因為銅的導電性_____而塑膠的導電性_____，可以良好地接上電源的同时，使用者則不會_____。</p>
<p>4. 材料特性(四)</p> <p>插頭內的保險絲會在過大電流流過時發揮保護的作用，它的特性是甚麼？</p>	<p>保險絲使用_____低的材料製造，而電流流過時會產生_____，過大電流會產生保險絲不能承受的高熱而_____，發揮保護的作用。</p>
<p>5. 材料特性(五)</p> <p>量度電線的長度，用力輕拉後再量度，觀察結果。</p>	<p>兩次量度的結果_____，電線的拉伸強度_____。</p>


延伸部分(老師會因應時間，決定是否進行餘下部分的研究)

<p>6.外型設計(一)</p> <p>甲、把插頭插入插座，會否容易插錯？</p> <p>乙、插入的動作是否容易？(是否需要很大的力？是否需要全身壓下？是否需要旁人協助？)</p>	<p>甲、_____插錯，</p> <p>乙、插入所需要的力_____</p>	
<p>7.外型設計(二)</p> <p>甲、把插頭抽出少許，是否容易用手指接觸到金屬部份？ (插頭的那些設計妨礙了你？為甚麼要這樣設計？)</p> <p>乙、你拿著那一部份來把插頭抽出？那一部份的設計使抽出更容易和著力？</p>		<p>甲：</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>乙：</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>8.外型設計(三)</p> <p>甲、用十字螺絲起子，把插頭正中的螺絲旋開。</p> <p>乙、只有三隻接腳，為甚麼插頭的外型卻近似正方形？</p>	<p>甲、拆開的方法_____，它這樣設計是因為_____</p> <p>乙、_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
<p>9.其他</p> <p>甲、插頭的製造方法？</p> <p>乙、共有六顆螺絲，它們的作用分別是什麼？</p>	<p>甲：插頭的製造方法是_____，</p> <p>乙：螺絲的作用分別是_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	

建議答案

1. 材料特性(一) 把插頭升高至離開地面約30cm，放手自由落下，觀察結果。	讓插頭自由落下，後果是插頭 插頭絲毫無損 ，它的韌性 高 。而它的剛性也 高 ，沒有變形。
2. 材料特性(二) 把一隻插腳拔出，用它來輕劃插頭表面，觀察結果。 用十字螺絲起子輕劃插腳及插頭表面，觀察結果。	甲：用插腳輕劃插頭表面，後果是 插頭表面被劃花 插腳的硬度比插頭表面 高 乙：用十字螺絲起子輕劃插腳及插頭表面，後果是 插腳及頭表面被劃花 十字螺絲起子的硬度比插腳及的插頭表面 高
3. 材料特性(三) 插頭的插腳以銅製造，而外殼以塑膠來製造，為甚麼有這樣的選擇？	因為銅的導電性 高 而塑膠的導電性 低 ，可以良好地接上電源的同時，使用者則不會 被電擊 。
4. 材料特性(四) 插頭內的保險絲會在過大電流流過時發揮保護的作用，它的特性是甚麼？	保險絲使用 熔點 低的材料製造，而電流流過時會產生 熱 ，過大電流會產生保險絲不能承受的高熱而 熔化 ，發揮保護的作用。
5. 材料特性(五) 量度電線的長度，用力輕拉後再量度，觀察結果。	兩次量度的結果 不變 ，電線的拉伸強度 高 。



6. 外型設計(一)	甲、 <u>不容易</u> 插錯，		
甲、把插頭插入插座，會否容易插錯？	乙、插入所需要的力 <u>不需很大，單手就可完成，亦不需旁人協助</u>		
乙、插入的動作是否容易？(是否需要很大的力？是否需要全身壓下？是否需要旁人協助？)			
7. 外型設計(二)		甲：此部分凸出	
甲、把插頭抽出少許，是否容易用手指接觸到金屬部份？		使手指不容易	
(插頭的那些設計妨礙了你？為甚麼要這樣設計？)		接觸到金屬部份	
乙、你拿著那一部份來把插頭抽出？		乙：此部分做成	
那一部份的設計使抽出更容易和著力？		凹位，方便發力	
		抽出插頭	
8. 外型設計(三)	甲、拆開的方法 <u>容易</u> ，它這樣設計是因為 <u>方便維修</u>		
甲、用十字螺絲起子，把插頭正中的螺絲旋開。	乙、 <u>因為插頭內還有保險絲(菲士)</u> <u>而且更配合手形</u>		
乙、只有三隻接腳，為甚麼插頭的外型卻近似正方形？			
9. 其他	甲：插頭的製造方法是 <u>注塑</u> ，		
甲、插頭的製造方法？	乙：螺絲的作用分別 <u>是一顆用來合上頂蓋</u> <u>三顆用來固定三條電線到接腳</u> <u>兩顆用來固定電線在插頭</u>		
乙、共有六顆螺絲，它們的作用分別是甚麼？			