

機械材料講義

第二回

501091-2



社團
法人
考友社

考友社

出版
發行

第四講

金屬材料之物理性質及機械性質

◎ 命 題 重 點 ◎

前言

要使用金屬材料，對其各種性質必須要有充分的瞭解。金屬材料的性質可分為物理性質、機械性質和化學性質三種，對機械工業而言，最重要的是機械性質，其次是物理性質。

一、金屬材料之物理性質

(一) 比重 (specific gravity)

比重為物體的重量與同體積 4°C 水之重量比。除鋰、鈉、鉀外，金屬比重大於 1；通常比重大於 4 者稱為重金屬，如鐵、銅、鎳等，比重小於 4 者稱為輕金屬，如鋁、鎂、鈹等。同一金屬一般受過塑性加工者比重最大，鑄造狀態者次之，粉末冶金製造者最小。

(二) 比熱 (specific heat)

比熱係 1 克的物質升溫 1°C 所需熱量，以卡 (calorie) 表示之值。一般金屬的比熱較小，且隨溫度上昇而增加。

(三) 膨脹係數 (coefficient of expansion)

物體受熱時會膨脹，冷卻時會收縮。材料的溫度上昇 1°C 時，其長度的增加率稱為線膨脹係數 (coefficient of linear expansion)，其體積的增加率稱為體膨脹係數 (coefficient of bulk expansion)。金屬中 Zn 的線膨脹係數最大，而 W、Mo 的線膨脹係數最小。一般金屬之熔點愈低，其膨脹係數愈大，且加工後之比重增加時，膨脹係數也會增加。

(四) 導熱度 (thermal conductivity)

於相距 1 cm 之兩平面間，若有 1°C 的溫度差，在每 1 cm^2 之截

面積 1 秒內由高溫面傳至低溫面的熱量，以卡表示，叫做導熱度。

金屬的導熱度以 Ag 最好，Cu、Al 次之。導熱度小的金屬，加熱時易產生熱應力，發生龜裂。

五、比電阻 (specific resistance)

金屬的電阻 R (歐姆, ohm, Ω) 為

$$R = \rho \frac{\ell}{A}$$

其中 ρ 為比電阻，係截面積 1 cm^2 ，長 1 cm 的材料之電阻，以歐姆來表示。 ℓ 為長度，A 為截面積。

金屬的純度愈高，導電度愈佳。金屬的電阻隨溫度上昇而增大，其關係如下：

$$R_t = R_0 (1 + \alpha t)$$

式中 R_0 、 R_t 為在 0°C 及 $t^\circ\text{C}$ 之電阻， α 為電阻的溫度係數 (temperature coefficient of resistance)。

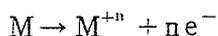
六、磁性 (magnetic property)

將金屬接近磁石時，如產生與磁石相反之極性而相互吸引者，稱為強磁性材料或鐵磁性材料 (ferromagnetic material)，如 Fe、Co、Ni 等；若產生與磁石相反之極性，但其磁化強度微弱無法相互吸引者，稱為常磁性材料或順磁性材料 (paramagnetic material)，如 Al、Pt、Cr、Mn 等；如產生與磁石相同之極性，但其磁化強度微弱無法相互排斥者，稱為反磁性材料或逆磁性材料 (diamagnetic material)，如 Bi、Sb、Au、Ag、Cu 等。

二、金屬材料之化學性質

(一) 金屬之離子化 (ionization)

金屬易失去電子而形成陽離子，這種現象稱為氧化 (oxidation)，若以 M 代表金屬，則其氧化可用下式表示：



金屬失去電子的趨勢代表其離子化傾向 (ionization tendency) 及化學活性的程度，此種趨勢常以電位 E° 表示， E° 值稱為標準氧化電位。依離子化傾向的大小 (即 E°) 排列出來的次序叫做金屬的離子化序列 (或游離元素序, ionization series), 如表 4-1 所示。離子化傾向大的金屬易成為陽極，而被侵蝕。

表 4-1 若干金屬之氧化電位

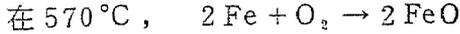
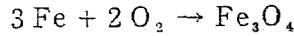
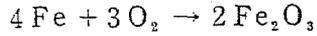
	金屬	氧化電位 (V)
陽極	$Li \rightarrow Li^{+} + e^{-}$	-3.05
	$Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^{-}$	-2.37
	$Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^{-}$	-1.66
	$Ti \rightarrow Ti^{2+} + 2e^{-}$	-1.63
	$Mn \rightarrow Mn^{2+} + 2e^{-}$	-1.63
	$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$	-0.76
	$Cr \rightarrow Cr^{3+} + 3e^{-}$	-0.74
	$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^{-}$	-0.44
	$Ni \rightarrow Ni^{2+} + 2e^{-}$	-0.25
	$Sn \rightarrow Sn^{2+} + 2e^{-}$	-0.14
	$Pb \rightarrow Pb^{2+} + 2e^{-}$	-0.13
	$H_2 \rightarrow 2H^{+} + 2e^{-}$	0.00
	$Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^{-}$	+0.34
	$4(OH)^{-} \rightarrow O_2 + 2H_2O + 4e^{-}$	+0.40
	$Ag \rightarrow Ag^{+} + e^{-}$	+0.80
	$Pt \rightarrow Pt^{2+} + 2e^{-}$	+1.20
	$2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^{+} + 4e^{-}$	+1.23
陰極	$Au \rightarrow Au^{3+} + 3e^{-}$	+1.5

(二) 金屬之腐蝕 (corrosion)

金屬表面受化學或電化學作用，在表面生成非金屬化合物而被侵蝕漸漸消耗的現象，叫做腐蝕。金屬的腐蝕有二種，一為沒有水分狀態下發生的化學腐蝕或稱乾性腐蝕，如常溫或高溫的金屬氧化、硫化 (sulfidization) 等。另一為有水分狀態下發生的電化學腐蝕或稱濕性腐蝕，如金屬和周圍的水或電解質相作用變為非金屬氧化物。

1. 化學腐蝕

在沒有水分存在或在高溫下，金屬直接與氧化性氣體反應，形成氧化物或銹皮 (scale)。以鐵在高溫氧化為例：



溫度愈高，金屬的氧化進行愈迅速，金屬氧化物之特性也影響氧化速率。

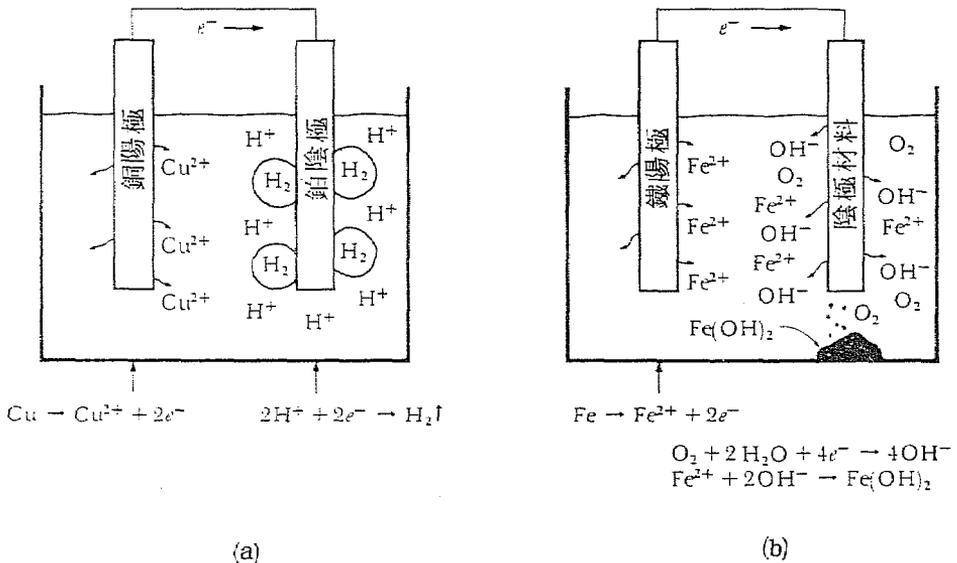


圖 4-1 電化學腐蝕中陽極與陰極之反應
(a) 氫電極, (b) 氧電極, (c) 水電極

2. 電化學腐蝕

金屬的表面由於加工時畸變、加工度不同、不純物的偏析等，易形成不均勻狀態。在接觸到水分時，即產生電位差，形成局部電池，構成一種電氣回路，使陽極部位的金屬會受侵蝕。腐蝕生成物的性質會影響腐蝕的進行狀態。

應。

三、金屬材料之機械性質

機械性質含義甚廣，一般指金屬材料受力作用時所表現之各種性質，茲將一些重要之機械性質定義如下：

1. 強度 (strength) : 強度為材料承受各種外加負載時，在不破

精選試題

1. 試說明金屬材料之物理性質。

答：請參考命題重點一。

2. 金屬之腐蝕有那幾類？試說明之。

答：請參考命題重點二、(二)。

3. 試說明金屬材料之機械性質。

答：請參考命題重點三。

4. 試述材料試驗之目的。

答：請參考命題重點四、(一)。

5. 拉伸試驗之目的為何？從拉伸試驗可得到那些機械性質？

答：請參考命題重點四、(一)。

6. 硬度試驗有那幾種？試簡述之。

答：請參考命題重點四、(二)。

7. 衝擊試驗有那幾種？衝擊值如何測得？

答：請參考命題重點四、(三)。

8. 試說明鐵類及非鐵類金屬材料 S-N 曲線之相異點。

答：請參考命題重點四、(四)。

9. 試繪出潛變曲線，說明各階段潛變之特性。

答：請參考命題重點四、(五)。

10. 何謂非破壞檢驗法？試舉出常用的非破壞檢驗法並簡述其原理。

答：請參考命題重點四、(五)。

11. 試簡述金相顯微鏡之原理及試驗之步驟。

答：請參考命題重點四、(四)。

12. 試簡述電子顯微鏡之原理。

答：請參考命題重點四、(三)。