

## 機械材料重點整理

1 機械材料依照它在機械內所擔負的任務或作用來分，則可以分為構造材料和補助材料：

- 1.1 構造材料的主要任務，是要構成機械的結構或形狀，而能長期間保持可以信賴的強度和形狀。目前機械內所用的構造材料之 90% 以上是金屬材料。
- 1.2 機械內也使用各種具有補助作用的材料。這些材料叫做補助材料。例如為了使機械能圓滑作用，須要潤滑劑，又活塞等須要一面保持壓力，一面運動的部分，則要採用襯墊(packing)材料

2 機械工程人員之所以須要學習機械材料的主要理由，有下列四項：

- 2.1 機械的設計，設計機械時，為了能使機械發揮所定的強度和功能，要能選擇最適當的材料。
- 2.2 機械的製作、材料的加工，材料的加工，以及機械的製作過程中，要能瞭解對象材料的加工性。
- 2.3 機械的材質評估和信賴性的保證，採用某種機械或零件時，要能正確地評估材質的良否，以便確保機械或零件的信賴性、安全性。
- 2.4 材料的製造和開發，以機械工程人員的立場參與材料的製造或開發新材料時，要具備有關機械材料的各種基本知識。

3. 為何金屬材料能成為工程上的基本材料？

因為金屬材料的特性，例如強度、耐久性、安全性等比其他的材料優良，所以使用較少量的金屬材料可以作成強度大而且耐用的物品。金屬的產量又多，其加工性也良好，因此可以大量生產各種形狀的儀器和機械。

4. 金屬因種類不同，具有各種各樣的性質，但是基本上有下列的共同特性：

- (1) 固體狀態時，通常構成結晶體。
- (2) 富於展性和延性。
- (3) 電和熱的良導體。
- (4) 具有特殊的金屬光澤。

5. 金屬和合金：合金是指「一種金屬和另一種或者一種以上的金屬或非金屬互相融合，而具有金屬的各種性質的物質」而言。

## 6. 工業上所用的金屬和合金分別列舉如下：

### (1) 純金屬

- ① 普通金屬：Fe、Cu、Al、Zn、Sn、Pb、Ni、Mg、Hg 等。
- ② 合金用金屬：Mn、Cr、W、Co、Mo、Sb、Cb、Bi、V、Ti、Ba、Be、Zr 等。
- ③ 貴金屬：Au、Ag、Rh、Ir、Os、Pd 等。

### (2) 合 金

- ① 鐵和鋼：碳鋼、鑄鐵、合金鋼，其他。
- ② 銅合金：黃銅、青銅，其他。
- ③ 鋁合金和鎂合金：輕合金，其他。
- ④ 鎳合金：白銅，其他。
- ⑤ 鋅、鉛、錫合金：白合金、鉛字合金，其他。
- ⑥ 鈦合金。

## 7. 金屬材料的組織：

7.1 金屬是由原子構成，而原子本身的構造可支配金屬的各種性質，把金屬材料折斷時，在斷口處用眼睛可以看到很多微細的粒子。這種粒子叫做金屬的晶粒(crystal grain)。大多數的金屬材料是由這種微細的晶粒集合而成。

7.2 因為金屬材料是由許多晶粒所構成，所以研究金屬材料的組織時，必須先瞭解晶粒。金屬的晶粒大小大約為 0.01~0.1mm，它的形狀多半為不規則的多角形。

7.3 因為金屬材料是由許多晶粒所構成，所以研究金屬材料的組織時，必須先瞭解晶粒。金屬的晶粒大小大約為 0.01~0.1mm，它的形狀多半為不規則的多角形。

## 8 物質的狀態：

物質是由分子或原子所構成。然而從日常所見的水之三種狀態—水蒸汽、水、冰—得知分子或原子的集合狀態有三種形式，就是有氣態、液態和固態。這些物質的狀態可由外界的條件，例如溫度和壓力的變化而改變。就水而言，在 1 氣壓，100°C 以上時成為水蒸汽，在 0°C 以下時就會變為冰。在 2 氣壓，水的沸點昇到 120°C，在 3 氣壓會昇到 130°C。

## 9. 純金屬的熔解、凝固現象及平衡的意義：

純金屬會在一定的溫度熔解或凝固。由實際上的經驗得知，例如把固體純金屬 Ni 的溫度昇到熔點  $1455^{\circ}\text{C}$  時，假如剛到熔點，Ni 是不會立即熔解的。在  $1455^{\circ}\text{C}$  時還要繼續加熱量才會使它熔解。假如所加熱量少，熔解的 Ni 量就少。熱量加多，熔解的 Ni 量就多。所以 Ni 在熔點  $1455^{\circ}\text{C}$  時，雖然會在這溫度開始熔解，並會在同一溫度完成熔解，但是剛加熱到熔點時還是保持固體。假如繼續加熱就會產生少量液體，隨所加的熱量增加液體的量也會增加，而固體的量就會減少。相反地在同一溫度使它冷卻取出熱量時，液體會減少，而固體會增加。

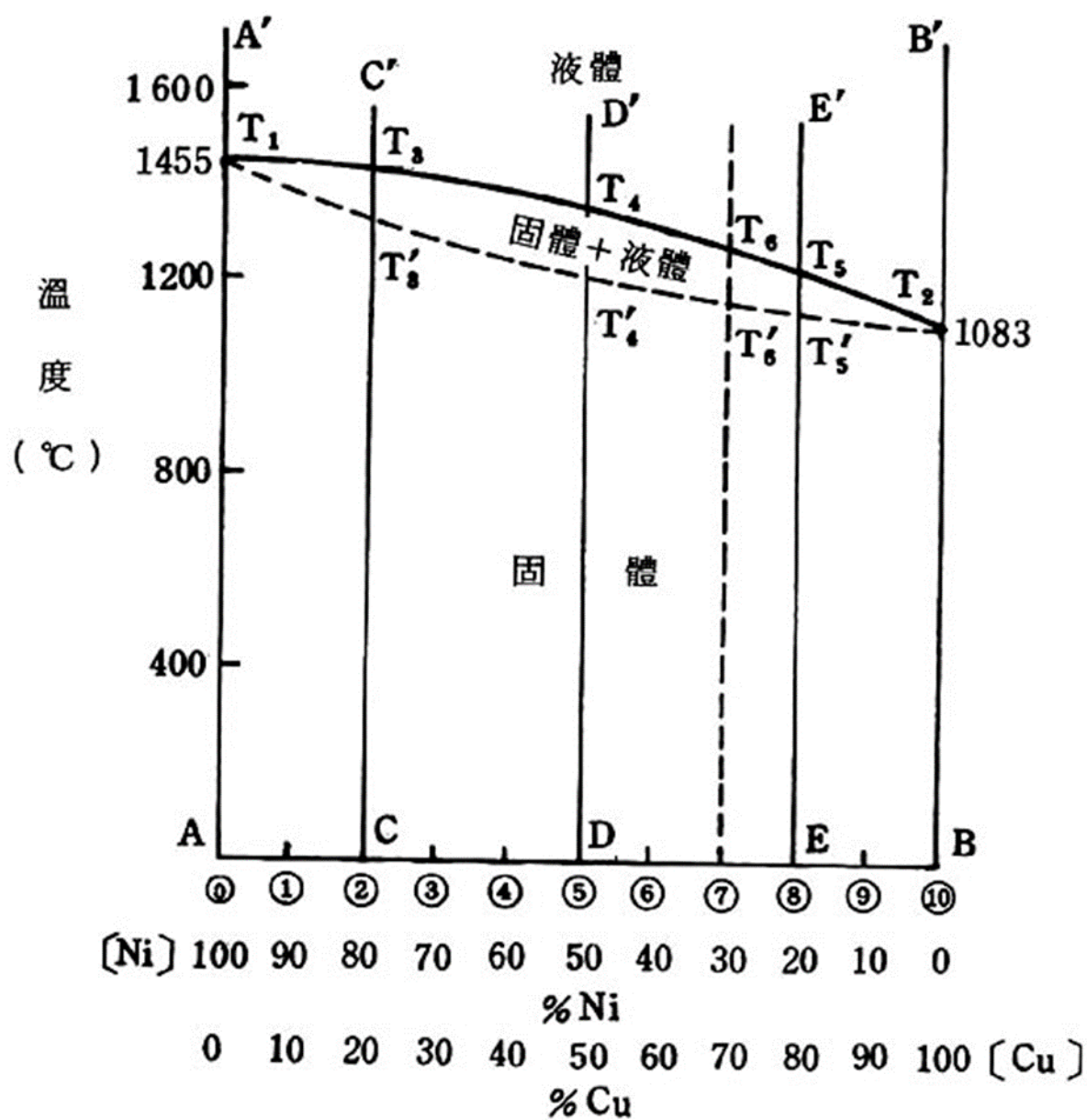
## 10. 合金的平衡圖

首先來觀察液態 Ni-Cu 合金之凝固溫度。今把 20 % 的 Cu 加入 Ni 中時，這種 Ni 80%-Cu 20% 合金會在  $T_3$  溫度處開始凝固，而  $T_3$  低於  $T_1$ 。假如 Cu 量增加，就會在更低的溫度發生凝固。例如 Ni 50%-Cu 50% 及 Ni 20%-Cu 80% 合金分別在  $T_4$  和  $T_5$  溫度處開始凝固。把這些凝固溫度  $T_3$ 、 $T_4$ 、 $T_5$  分別記在  $CC'$ 、 $DD'$ 、 $EE'$  上而連結  $T_1$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ 、 $T_5$ 、 $T_2$  各點時可得一曲線。這表示假如把各種配合比的 Ni-Cu 合金融液加以冷卻時，各合金會分別在  $T_1T_3T_4T_5T_2$  曲線所表示的溫度處發生凝固。

例如 Ni 30%-Cu 70% 合金在  $T_6$  溫度處發生凝固。在這曲線以上的溫度，Ni-Cu 合金是液體。這種可表示合金開始凝固的溫度之曲線叫做液相線 (liquidus line)。

把液態的純金屬，例如 Ni 加以冷卻時，會在  $1455^{\circ}\text{C}$  ( $T_1$ ) 開始凝固，而在同一溫度完成凝固。但是 Ni-Cu 合金開始凝固後，還要冷卻到較低的溫度才會完成凝固。所以 Ni-Cu 合金的凝固開始溫度和完了溫度是不相同。今把這些凝固完了溫度  $T'_3$ 、 $T'_4$ 、 $T'_5$ ……和  $T_1$ 、 $T_2$  相連結時可得  $T_1T'_3T'_4T'_5T_2$  曲線。

在這曲線以下的溫度，合金都變為固體。這種可表示合金的凝固完成溫度的曲線叫做固相線 (solidus line)。曲線  $T_1T_3T_4T_5T_2$  和曲線  $T_1T'_3T'_4T'_5T_2$  之間是表示凝固開始到凝固完成的範圍，所以這範圍內合金是液體和固體的混合物。例如 Ni 50%-Cu 50% 合金在  $T_4 \sim T'_4$  之間液體和固體同時存在， $T'_4$  以下完全變為固體。上面的說明得知，利用第 2.18 圖可以了解，何種配合比的 Ni-Cu 合金會在何種溫度開始凝固和完成凝固，以及在何種溫度會呈何種狀態，也就是可以看出 Ni-Cu 合金在各種溫度處的狀態。



第 2.18 圖 Ni-Cu 合金的平衡圖 (合金的組成及其凝固溫度)