

問：

請問常見的鋼材熱處理方式有哪些？謝謝。

答：

金屬材料在微觀結構下有很多細小的晶體稱為晶粒。晶粒的大小及組成結構為影響金屬機械性質因素之一。

熱處理提供一種有效的方式來控制金屬微觀結構下的擴散速率與冷卻速率，來達到需要的金屬性質。通常熱處理要改變的機械性質不外乎五種：1. 硬度，2. 應力-應變性質，3. 韌性，4. 延性，5. 彈性。

熱處理有兩種重要的機轉可以改變合金的性質：1. 麻田散鐵轉變，用來產生形變 2. 金屬擴散機轉，用來改變同質性（使材料呈現單一特徵的傾向）

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%83%AD%E5%A4%84%E7%90%86>

所謂「熱處理」係指鋼材加熱到臨界溫度（Critical Temperature）範圍，然後再以不同的冷卻速率降至常溫的處理方式是。其中，急冷者可得到較高的硬度及較高的強度，緩冷者則效果相反。常見的熱處理方式有：淬火（Quenching or Hardening）、回火（Tempering）、退火（Annealing）、正常化（Normalizing）、調質（Refining 或 Thermal Refining）。

將鋼材加熱到變態溫度，並保持適當時間後，使它急冷的操作而言，防止波來鐵（Pearlite，質地軟）變態的發生，進而得到硬度較高的麻田散鐵組織（Martensite），稱之為「淬火」（Quenching）。

一般而言，含碳量中等（介於 0.35% ~ 0.6% 之間）的鋼材（包含合金鋼），適用於高周波淬火或火焰淬火的方式加硬。

然而，如果含鋼材的碳量過高，則會在淬火冷卻的過程中，鋼材結構由非磁性的沃斯田鐵組織（Austenite，其結構以面心立方晶體排列），轉換為帶有磁性且堅硬的麻田散鐵組織（Martensite，其結構以體心立方晶體排列）時，碳成分從結晶組織中以堅硬的針狀形態析出；由於急冷之故，常造成麻田散鐵的分佈不均勻，因而產生可觀的內應力集中，甚至有可能由於不同組織間的不連續，而產生材料的龜裂。（請參考：<http://www.taiwan921.lib.ntu.edu.tw/mypdf/mf06.pdf>）

使用同一種淬冷方式，若鋼材含碳量較高，則淬火後的硬度較高。反之，若鋼材含碳量較低時，則淬火後的硬度較低，甚至根本無法將鋼材硬化，如低碳鋼或低碳合金鋼。當鋼材含碳量過低時，無法僅以單純的淬火處理將之硬化，必須要先將碳、碳-

氮、氮等成分滲進或壓擠進鋼材表面附近之結晶格內，之後再加以淬火處理，才能將鋼材的表面硬化。

淬火效果受淬火液的影響也很大，鋼材被淬火液從高溫狀態取走熱量的速度越快，淬火效果越佳；而影響淬火液的淬火能力之因素有，淬火液的：比熱、導熱度、黏性及揮發性。

一般而言，比熱及導熱性大、黏性小又不易揮發者，淬火的效果也大。水是最常用的淬火液。當以冷水淬火後，鋼材在變硬、強度提高的同時，也會隨之變脆、鋼材的內應力集中、且不耐衝擊等不良副作用的發生。由於冷卻速度快，而導致鋼材的龜裂，稱之為「**淬裂**」。

因此要防止淬裂情形的發生，通常可用以下的兩個方法加以改善：

1. 同一種中碳鋼材，若以冷水淬冷會來得較硬，以油來淬冷，由於溫度急遽下降的程度會來得緩和，因此所得的硬度會較冷水淬冷來得軟。因此，以油為淬液的效果雖然較水差，但卻比較不容易發生淬裂。當油溫在 60~100℃ 範圍內時，淬火效果最佳，鋼材不但有硬度且能保有適當的韌性。

2. 將硬化過的鋼材，放回爐中並加熱到  $A_1$  變態點 ( 723℃ ) 以下的適當溫度，如此可以除去鋼材因淬火而產生的內應力，也可以將鋼材的硬度稍微調降從而得到適當的韌性，這種過程叫作「**回火**」 ( Tempering ) 。

另外，

「**退火**」 ( Annealing )：是指將鋼材加熱到適當溫度，並保持一段時間，通常置於爐內或以灰燼加以覆蓋，任其自然緩慢冷卻的處理。主要目的為：降低鋼材的硬度；改良機械切削性或常溫加工性；消除由冷卻或由常溫或高溫加工所產生的應力；得到所需的鋼材機械性質或物理性質；消除鋼材化學成份或調整鋼材結晶、組織的不均勻性。

「**正常化**」 ( Normalizing )：是將鋼材加熱至臨界溫度以上約 10~40℃，之後令其在靜止的空氣中冷卻至室溫；此舉常用於中、低碳鋼或合金鋼，為使鋼材組織的均勻化，也可消除鋼材的內應力，並獲得某種機械性質，如加工性、切削性，的提升。

「**調質**」 ( Refining 或 Thermal Refining )：是為了「**調整**」結構用碳鋼的「**質地**」及性能，使其具有最適當的強度 ( 或加工強度 ) 與韌性之配合而進行的熱處理。

調質是先將工件或材料淬火，然後高溫回火。碳鋼的回火溫度在 550~650℃ 的範圍 ( 高溫回火 )，經充分回火 ( 沃斯田鐵化時間充足 ) 後，其硬化層會變為強韌的顆

粒狀碳化物 ( 碳與鐵或其他合金元素形成的金屬化合物 ) 分布在鐵素體基體上的穩定組織 ( 回火麻田散鐵組織 ) ，這種組織兼有較高的強度和韌性。如此，淬火後實施高溫回火而賦予韌性的處理，一般就稱之為調質。

通常在中碳構造用鋼製造的重要零件，如齒輪、心軸等，一般會經過調質。

當然，在低碳鋼或低碳合金鋼，為提升材料的被加工性或使材料內部 ( 芯部 ) 的也能獲得較理想的組織結構 ( 質地 ) ，在加工前也先會施予調質處理。

為了進一步提高調質零件的耐磨性和疲勞抗力，工件經調質、加工後，還可進行表面滲氮硬化或表面熱處理。

鋼鐵調質後硬度不太高，仍可進行加工切削。調質也可以應用於球墨鑄鐵製作的零件。

所以，**回火**是以防止鋼料淬火過脆易裂，並消除淬火後內應力為主。

而**調質**則是比較傾向於需求為耐磨、且又需要有比較高的強度之範圍。

在低碳合金鋼上，直接淬火熱處理無法使其表面硬化，必須要先滲碳，讓表面的碳份百分比增加，才能以淬火方式將表面硬化。而材料本身在加工前經過調質，則可以改善材料在生產過程中組織結構的不均勻或內應力，並提升材料的可加工性。比起直接滲碳熱處理，如果材料在加工前先經過調質處理，在加工完成後，會有較良好的精度保持性，這在大尺寸的工件上更顯得重要。