



扣件專用鋼材的加工

文/Guy Avellon

在8月號雜誌(第48期五金、零組件、螺絲雜誌)的投稿中我們討論過鋼材的成分、鋼製扣件使用的合金,以及添加的某些合金元素會如何強化成品的性能特性。本文將會探討如何做出鋼材的成品。

將未處理過的鋼線盤裝到平板卡車上送抵扣件製造商的工廠時,線盤一般會被置放在工廠外頭,暴露在各種氣候狀況下。然而鋼線經過熱處理產生的表面銹皮是會預防表面再累積出一層厚厚的銹。每一個線盤都會被貼上熱處理批號的標籤以方便追蹤。

球化作業

球化是一種退火的形式,這是帶帽螺絲的材料會經過的第一道熱處理程序。此作業會「球化」鋼的碳化物顯微結構。在螺紋成行作業中,鋼的端部會在變形的過程中厚度加厚,使其變成一種拉長的型態。

球化會增加鋼的柔韌性,讓鋼更容易被冷成形以產製出一致可靠的產品。這種退火過程會在密封爐中進行,密封爐會先被以氮氣淨化,以防止產生銹片,並在退火的階段時排除掉滲碳或脫碳的可能。然而鋼在最終的熱處理作業中仍很容易會脫碳。滲碳或脫碳是一種表面碳元素的增減現象,恐會因為增加表面的脆性而使螺紋表面變硬,或軟化表面,因此降低了最終的承載力與功能性,尤其是在與某些建築產品一起組裝的時候。

熱處理

滾壓出螺紋後,會經過特殊處理,因為此時成形的扣件相對很軟,螺紋容易遭受損傷。因此,理想上應把大直徑扣件處理的次數和翻滾次數降到最低。熱處理承包商可能會使用分批裝載機或連續式火爐的滾帶車。許多螺紋製造商會使用連續式火爐。

批量熱處理有兩種方式,一是料筐式或推送式,二是用滾帶車。料筐式是把扣件放入大型的汰製或不鏽鋼製的料筐。扣件會平躺在料筐內,料筐會被緩慢推入幾個火爐區。這數個火爐區是用來容納其他陸續進來的料筐,形成連續的產品線。料筐內的扣件在整個熱處理過程中都會靜止不動。

另一個方式是採用連續式火爐的滾帶車。此方式會把扣件從搬運箱倒入送料斗,扣件會滾到移動的運送袋上。扣件會隨著運送袋走過幾個熱處理區,然後被浸淬火,然後再經過回火爐。

螺絲製造商把扣件送來給熱處理承包商時,扣件會進行特殊處理。這是因為這些件被稱為熱軋扣件,相對較軟,螺紋很產生刻紋的損傷。因此處理和移動的次數要最小化,以避免螺紋出現刻痕。在許多情況下,批量熱處理的方式會將大型扣件的搬運次數最小化。

可用時,第一步就是執行一道稱為「酸洗」的清潔作業。把鋼浸入硫酸溶劑中清洗,去除掉期表面的銹與其他表面污染物。浸入硫酸溶劑的時間長度會受到控制,以避免鋼吸入氫元素而導致高強度扣件脆化。酸洗過後,就會把鋼線中和化並沖洗乾淨以去除掉任何殘留的酸性物質,接著會把鋼線塗佈上一層石灰水或磷酸鹽溶液等等潤滑劑。這一層塗料會中和掉任何殘留的酸性物質,它也有助於預防未立即使用到的鋼發生侵蝕的現象,且讓潤滑液更容易附著到將被送進螺絲成形的鋼上。

在密封爐中,鐵基的合金會被持續加熱一到兩天直到接近華氏1600度(攝氏870度)左右的臨界溫度,在這過程中它會慢慢降溫,使碳化鐵形成一種鐵氧體Fe與碳化物C構成的珠光體結構,並形成一個顯微球狀形體。某些等級的扣件可能會用到所謂的製程退火。退火之後,會測試鋼線的顯微結構是否妥當,然後再把鋼線重新洗淨並塗佈上石灰水。此時鋼線已準備好送入螺絲成形機。

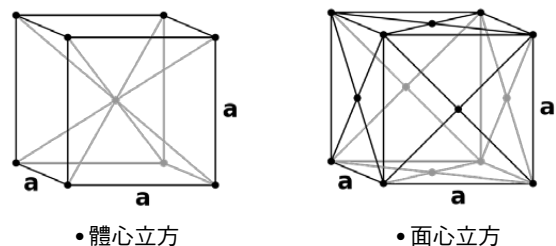
「應力消除退火」往往會被和「正常化」搞混,這兩個詞是有相當差異的。應力消除退火,或稱為臨界點下退火,透過加熱材料到下臨界線以下的華氏1000到1200度(攝氏538到650度),會使扭曲的冷加工晶格結構變成一種不受應變力影響、可風冷的結構。正常化作業會在高於上臨界線的華氏100度(攝氏38度)中執行,且會精煉並均勻化鋼的晶粒。

鋼的熱處理是一門藝術,也是一種精密科學。它是一個需要精心處理的程序,會在一瞬間改變產品的性能,卻未顯現任何外在跡象。換句話說,它或許可讓產品通過硬度和拉伸強度測試,但在使用狀態下可能無法通過安全荷載測試。

鋼是少數能存在於超過一種晶格結構的元素,這又稱為多態性(polymorphism)。如果該結構的改變為不可逆,則稱之為同素異形變化。

當鐵元素在華氏2800度(攝氏1538度)的溫度下結晶時,它的晶格結構就是一個體心立方(body-centered cubic),又稱為 δ -Fe(δ 鐵)。當鐵元素降溫到華氏2554度(攝氏1401度),其結構會變成一個面心立方(face-centered cubic)晶格,又稱為 γ -Fe(伽瑪鐵),在華氏1670度(攝氏912度)的溫度下會恢復成一個體心立方,此時稱為 α -Fe(阿爾法鐵)。

以下是體心立方與面心立方晶格結構的繪圖。

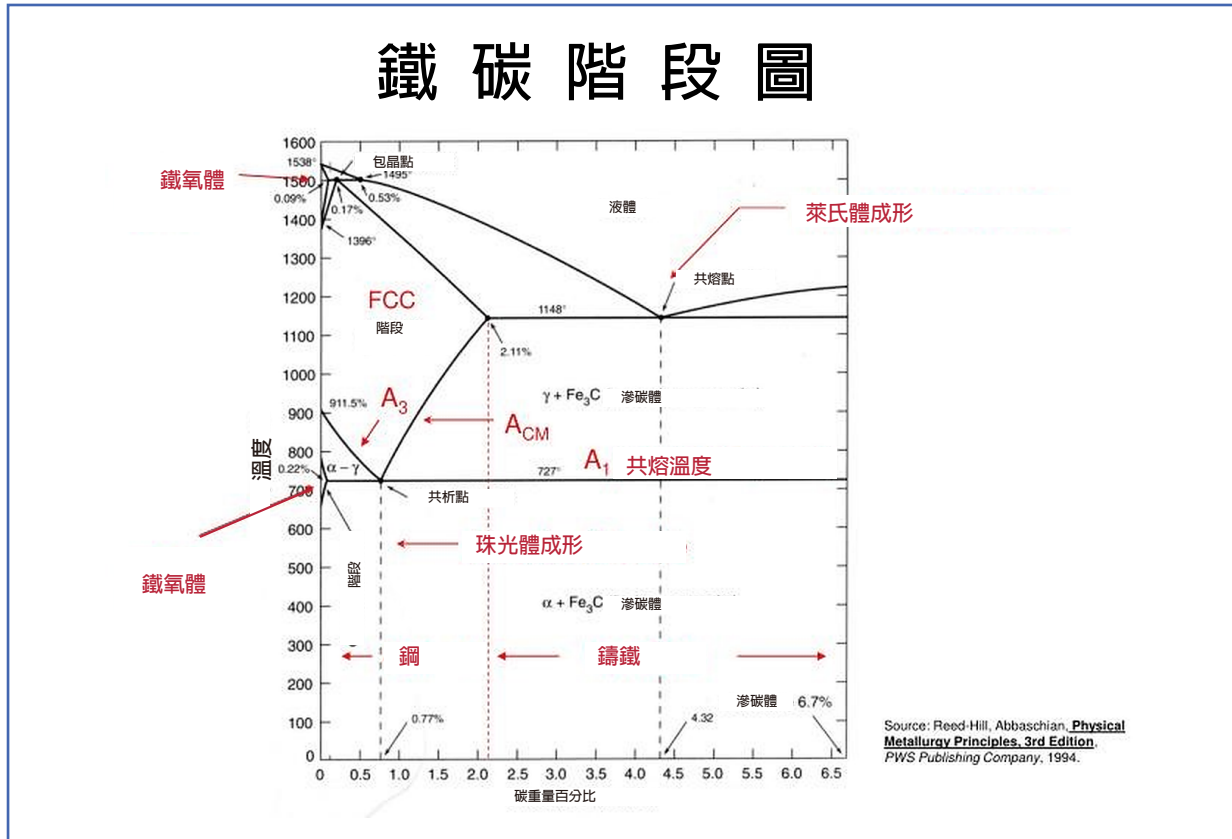




中碳鋼屬於亞共晶體。鐵-碳化鐵平衡相圖會顯示出不同階段中溫度與碳元素的關係對鐵的溶度的影響：這些階段包括從鐵氧體、珠光體變成鐵氧體、奧氏體再變成完整的奧氏體結構。此外，隨著溫度升高，鐵的晶格會從面心立方變成體心立方。冷加工的材料熱

處理速度應要比不受應力影響的材料熱處理速度更慢，以避免扭曲變形。

以下的鐵碳階段圖描繪的是不同的結構性變形會發生的地方。



在熱處理過程中，帶帽螺絲在燃氣烤爐中會被加溫到一個受控制的熾熱溫度，也就是華氏1666度（攝氏908度）。通常此溫度會高於上臨界線，以成形出奧氏體。時間和受控制的溫度會產製出非常高硬度的鋼，某些鋼種硬度會達到55HRC。這種鋼以成品來說並不理想，因為它很脆，必須進一步加工。

燃氣烤爐中的特殊監測器會控制天然氣和氧氣的混合程度，以控制游離碳氣體，避免不想要的滲碳和脫碳。由於摻入了來自天然氣當中的碳元素，所以滲碳現象會產生多餘的表面硬度，而脫碳會去掉掉牙頂的碳，奪走螺紋的強度。

精準溫度、時間和冷卻率的重要性及其關鍵，這也是為何這些「門檻」會被稱為上與下臨界溫度。當鋼被加熱到臨界溫度，它的晶體結構會變成奧氏體。比起其他形式的鐵，奧氏體的結構可以容納更

多碳。將鋼製零件從火爐中取出後，這些零件會開始快速冷卻。唯有在鋼的溫度達到華氏1333度（攝氏732度）時才有必要控制冷卻率。此溫度就是「下變形臨界線」，又稱為共析溫度所有的鋼鐵也都是如此。如果允許奧氏體自然冷卻，它就會轉變成阿爾法鐵（體心立方）與滲碳體（鐵碳）。

把鋼硬化的目的是要產生出精煉的晶粒，也就是馬氏體顯微結構，因為它比奧氏體更硬。馬氏體是在冷卻時成形的。可避免相變的任何軟質產物成形的最低冷卻率（每秒的華氏或攝氏度樹）稱為臨界冷卻率。

下一個階段就是受控制的鋼淬火。