

某些形式的機械加工和熱處理常會用在所有不鏽鋼合金上，以獲得不同的物理屬性。材料發生塑性變形(冷加工)時，往往會變硬。但溫度上升時(熱成形時)，加工硬化率就會降低。材料在高溫環境下塑性變形時，會產生兩個相對的效果，其一是塑性變形導致的硬化，其二是再結晶化導致的軟化。

只要晶格結構發生扭曲，不論是因為塑性變形、熱處理或合金化處理，材料的強度和硬度都會上升。降伏強度的增速會比拉伸強度更快，所以當塑性變形量增加時，降伏強度和拉伸強度之間的差距就減少。退火作業會加大拉伸強度和降伏強度之間的比例，但會減少殘留應力。

美國材料與試驗協會ASTM的A193和F593標準有各自的合金與處理作業辨識方式，這兩個都是英規標準。A193標準是為用於高溫環境的合金鋼與不鏽鋼栓合材料所建立的標準；F593標準是為不鏽鋼螺栓、六角帶帽螺絲與螺柱的普及使用以及一般的抗腐蝕性所建立的標準。

F738M曾是六角頭不鏽鋼產品的公制標準，為利於參照ISO 3506，在2014年被撤銷了。但其他還有凹頭帶帽螺絲、凹頭止付螺絲、方頭和帶槽無頭止付螺絲適用的公制英制不鏽鋼產品標準。

F2281標準在2004年公告為耐熱且用於高溫環境之不鏽鋼鎳合金螺栓、六角帶帽螺絲與螺柱的標準規格。此規格的對象是直徑 $\frac{1}{4}$ "以上、用於溫度達攝氏1800度(華氏982度)且會在特定用途中平衡合金耐腐蝕性的扣件。

注意應該要參考幾項鋼材標準，例如ASTM A276和A479。這兩種標準有類似的鋼材化學性質，但也有些不同處。A479特指鋼材用於鍋爐和壓力容器。當初將SA276材料規格提交用於ASME規範第II卷的審核和認可時，它是用來規範棒材和型鋼，使用範圍侷限在非壓力邊界的用途。

應變硬化是加工硬化的一種。透過應變硬化，材料能對變形產生更多抗力。應變硬化會增加桿部的降伏強度，而冷加工會增加螺紋的強度。這一點很重要，因為在張力測試中，非鐵質材料可以而且會於桿部發生降伏現象。

大多數不鏽鋼材料規格都會提到有經過碳化物固溶化處理與應變硬化處理，這兩個條件。這些條件會改變物理性質，而不會影響抗腐蝕性。這種改變應該要在計算扭力值的時候納入考量，因為某些合金和處理條件面對不同的直徑會產生降伏強度的劇烈變化。某些合金條件面對 $1\frac{1}{2}$ "直徑會有多達4種不同的降伏變化。

F2281標準沒有提到應變硬化，但倒有提到經過退火或固溶退火處理的產品，它們在特定熱度範圍下又重新退火，以衍生出不同類別和強度等級。此標準的特殊之處，是每個強度等級的所有直徑長度，其拉伸強度和降伏強度都是一致的，只有410、416和431合金除外。



第二部分

不鏽鋼 高溫栓合作業

文 / Guy Avellon

材料規格有三種。第一種適用於連續使用的抗熱合金；第二種適用於連續和間歇使用的抗熱合金；第三種適用於連續和間歇使用的高溫合金。合金的等級也有三種。等級A是抗熱奧氏體；等級B是抗熱馬氏體；等級C是抗熱鐵質材。

舉例來說，指定使用奧氏體時，所有產品都會有「F1A」到「F1M」的印記。奧氏體合金是屬第一種。等級A包括304、304L、316、316L。在所有奧氏體不鏽鋼材中，304和304L合金最可能發生應力腐蝕龜裂。後綴字母L代表低碳，例如304L鋼含碳0.03%，304鋼含碳0.08%。由於它們含鎳，所以暴露到鹵化物、氯化物和高溫會導致應力腐蝕龜裂，這也是為何適當的固溶退火

和重新退火非常重要，這兩個退火作業都是慢速冷卻，以預防碳化物析出。

316L面對晶間應力腐蝕有較佳的抗性，但攝氏427~816度(華氏800~1500度)的連續操作溫度會在晶界導致含鉻碳化物析出，弱化扣件。

奧氏體鋼材和碳量相對較低，所以無法透過熱處理來硬化。馬氏體鋼材和鐵素鋼材可以硬化，因為它們含碳量較高且缺乏鎳。馬氏體鋼材是一種體心正方的晶體，鐵素鋼材是一個體心立方的晶體結構，兩者都具有鐵磁性且可以硬化。鐵素鋼更能抗應力腐蝕龜裂，但也更容易發生點蝕和隙間腐蝕。

410、416和431馬氏體合金鋼都屬於第一類且強度等級為B；430和430F屬於第一類且強度等級為C。

第二類、強度等級為A且連續或斷續使用的奧氏體合金鋼包括309、310、321、330和347。第二類的等級都會標示F2，後面再接後綴字母A到I，即F2A~F2I。

第三類、強度等級為A且連續或斷續使用的高溫鎳合金鋼包括合金600和601。第三類的等級都會標示F3，後面再接後綴字母A到G，即F3A~F3G。第三類的等級B是高溫且經過析出硬化的660合金(F3D-F3F)。第三類的等級C是高溫且析出硬化的718合金(F3G)。

要注意這些高溫合金鋼即使拉伸強度很高，一旦作業溫度高過攝氏594度(華氏1100度)，降伏強度就會開始大幅降低。例如第三類等級B的合金鋼(660)在攝氏427度(華氏800度)的拉伸強度為138 ksi (952 MPa)，但在攝氏760度(華氏1400度)的拉伸強度降到64 ksi (441 MPa)。等級C的718合金鋼會在稍微高檔的強度和溫度下保持強度特性。

使用扭力數值時，一定要檢查規格和直徑要求，以因應任何降伏強度的變動。某些規格和直徑的拉伸強度可能相同，但降伏強度可能已經改變了，致使接合的效能明顯受影響。接著要檢查操作溫度來選擇妥當的合金和作業條件。