

不鏽鋼 結構與組成



文/ Guy Avellon

不鏽鋼或者組成不鏽鋼的合金種類就有數百種，每一種經過研製後呈現各自的獨特特性。不鏽鋼是一種含碳量非常低的鋼材，含有最低量12%的鉻。這種合金遇到氧氣，可以在表面形成一層既薄又堅韌的鈍氧化鉻。這種肉眼看不見的膜可對大氣腐蝕和多數的氧化劑提供抗腐蝕的基礎。

由於鐵元素存在於鋼材的不同晶體結構中，所以決定性的差異在於晶體結構能吸收的碳量。碳量越高，硬度和脆性就越高。因此，不鏽鋼的碳含量通常很低。

結晶會在熔融鋼經過多個溫度範圍的冷卻過程中形成。奧氏體是將鐵氧體加熱到攝氏912度(華氏1,674度)之後的產物，在此溫度下，體心立方結構會轉變成能夠吸收多達2%碳元素的面心立方結構。透過添加鎳和錳，奧氏體會保持(穩定住)自身的結構。

鎳、鎂、銅、錳、鉬、鈮等等元素可以被添加來增強抗腐蝕和抗氧化能力，增加拉伸強度和耐熱性。這些合金元素促成了五大不鏽鋼類別的形成：奧氏體、馬氏體、鐵素體、析出硬化型不鏽鋼和雙相不鏽鋼。

奧氏體不鏽鋼是一種鉻鎳或鉻鎳錳不鏽鋼。這些產品在退火的狀態下，本質上是無磁性的。它們不能被熱加工，但可以被快速冷加工。冷加工可能會產生些微磁性，這與強大的磁吸狀況不同。奧氏體鋼呈現的高溫強度、抗腐蝕性和抑止氧化皮生成的表現最佳，優於馬氏體鋼和鐵素鋼。晶界內碳化物的析出，會使馬氏體不鏽鋼在攝氏425到870度(華氏800到1,600度)之間會受到晶間腐蝕的影響。

典型的奧氏體不鏽鋼是以AISI(美國鋼鐵協會)標準的301、302、309、314、316、317、321、330、347、384型為代表。

二次大戰時期由於鎳短缺，錳的使用取代了鎳，促成了AISI 201和202型的發展。200系列是鉻鎳錳合金的不鏽鋼。其中201型有

17%鉻、4.5%鎳和6.6%錳的公稱成分。過去發現這個結構適合取代301型(17%鉻和7%鎳)。為了可塑性或加工性的需求，發展出了202型，它含有18%鉻、5%鎳和8%錳的公稱成分。錳的添加降低了加工硬化的程度，所以會被用在清洗機槽和結構應用。202型的抗大氣腐蝕性能與301和302型相當，但抗化學腐蝕性稍低了一點。

馬氏體不鏽鋼主要成分是純鉻鋼，含有11.5%到18%的鉻。馬氏體鋼是一種體心正方的晶體結構，是透過淬火快速冷卻奧氏體鋼後生成的。這種快速的冷卻可預防產生易脆性。

馬氏體不鏽鋼具有鐵磁性且可以透過熱處理來硬化。由於碳含量低，所以它們很容易冷加工、機械加工和熱加工。它們對大氣和某些化學成分呈現的剛性和抗腐蝕性很好。在室溫下硬化時能獲得它們最大的抗化學腐蝕性能。

典型的馬氏體不鏽鋼包括403、410、414、416、420、431、440型。最常用的類型為：用於渦輪葉片的1403型、通用用途的410型、彈簧與刀身和回火尺用的414型、自動化螺絲機械零件用的416型、外科器具和滾珠軸承用的420型、高強度零件和幫浦與閥門用的431型、器具和閥門與盤碟用的404型。

鐵質不鏽鋼也是一種體心立方結構，具有磁性，可透過冷加工或熱加工來硬化。它們在退火的狀態下會產生最大的軟質性、延展性和抗腐蝕性。它們的成分是純鉻不鏽鋼，無法透過熱處理來將之硬化。在溫度調升時，鐵質不鏽鋼的強度比馬氏體不鏽鋼還要低，但抗腐和抗氧化皮生成的性能普遍較佳。

典型的鐵質不鏽鋼包括：用來將架子淬火和將盒子退火的405型、汽車排氣和熱交換器用的409型、化學加工設備以及處理硝酸用的429型、汽車內飾和廚房設備用的430型、汽車內飾和扣件用的434型、耐高溫玻璃模具與火爐零件和化學加工設備用的446型。446型是市場上最普遍、抗氧化性能最好的其中一種鋼材。

析出硬化型不鏽鋼是一種透過含有雜質或添加銅、鋁、鈦、鈮與(或)鉬，使之硬化後的鋼型。這種金屬被加熱到很高的溫度，將所有元素和合金熔解成單相溶液，並在快速冷卻的過程中維持此狀態。快速的冷卻會防止元素擴散。加熱到攝氏650到760度時(華氏1,200度到1,400度)，會發生析出沉澱的現象。析出的合金粒子和未熔解的碳化物會擴散到鋼材的晶粒結構中，以填補空洞，並透過防堵任何晶格結構的移動，來強化晶體結構。

析出硬化(意即經久硬化)的合金擁有高出更多的拉伸強度、硬度、絕佳的抗疲勞特性，且能抵抗華氏900度(攝氏482度)的高溫。它缺乏300系列鋼的抗化學腐蝕性能，但仍優於其他可硬化的鉻合金。

典型的析出硬化合金是以英文字「PH」在名稱的尾部做標示，例如15-5 PH、17-4 PH、17-7 PH。其中17-4 PH的成分有17%鉻、4%鎳、4%銅和0.3%鈮。

在下一篇投稿中，我們會探討特定的屬性、可採用的表面處理、規格編號、用途和限制。

記住，這些不鏽鋼材中大多數的強度只比等級2的扣件強而已，但它們擁有非常複雜的冶金成分來產生抗腐蝕性和抗熱性。其中某些不鏽鋼材很貴，但若選擇正確的合金成分，長遠來看會節省成本。

