

## 淺談不鏽鋼之種類、磁特性及應用

大同大學材料工程學系 許正勳教授

### 一、什麼是不鏽鋼：

所謂不鏽鋼，是以鐵為基本材質，並添加合金元素冶煉而成的高合金鋼，其化學成分是以鐵、碳、鉻為主，再添加其他合金元素，如鎳、鉬、銅、鈦、鋯等。鉻是第一主要的合金元素，鉻含量至少要重量達11.5%，才能稱為不鏽鋼，而鎳是第二主要合金元素。

一般鋼鐵表面很容易生鏽的原因，就是鐵被空氣中的氧氣所氧化，生成多孔質的氧化鐵鏽層，由於大氣中的空氣與水氣，仍能藉由孔隙再滲透此鏽層進入內部，導致腐蝕現象持續發生。然而，不鏽鋼含有鉻元素，因鉻比鐵更具活性，在其表面會生成一層附著性良好、緻密且不透氣的氧化鉻薄膜，此薄膜可阻止腐蝕性氣體或液體向內部滲透，所以不會再繼續產生腐蝕生鏽情形，因而得名。特別一提的是，這層保護性薄膜即便受到打凹、刮傷或磨損而破壞，只要有空氣(含氧)存在，即可再形成，因此達到不易腐蝕生鏽的作用。

### 二、不鏽鋼分類：

不鏽鋼種類繁多，一般而言可依其金相組織分為四大類：（一）肥粒體不鏽鋼(Ferritic Stainless Steels)、（二）麻田散體不鏽鋼

(Martensitic Stainless Steels)、(三)沃斯田體不鏽鋼(Austenitic Stainless Steels)及(四)析出硬化型不鏽鋼(Precipitation-hardening Stainless Steels)。以美國鋼鐵協會(American Iron and Steel Institute, AISI)及美國材料與試驗協會(American Society for Testing and Materials, ASTM)之規範為例，其將鍛造不鏽鋼(Wrought Stainless Steels)分類用「三位數」字來標示各種標準等級的不鏽鋼系列，各系列有不同的金相組織、磁特性及用途，分別簡述如下：

#### (一) 肥粒體不鏽鋼(Ferritic Stainless Steels)

此為AISI編號400系列之鉻系不鏽鋼，例如405、430、446等。此系列的鉻含量較高（約11.5-27%鉻），無鎳、低碳含量（ $\leq 0.2\%$ 碳），常用基本型是430（16-18%鉻、 $\leq 0.12\%$ 碳）。因在各種溫度均保持為肥粒體組織，所以不能以熱處理方法使其硬化，一般只能利用冷作加工來增加硬度。在物性方面，如同鐵( $\alpha$ -Fe，體心立方結構)的本質，具有強順磁性；主要用途有建築及汽車裝飾品等。

#### (二) 麻田散體不鏽鋼(Martensitic Stainless Steels)

AISI編號亦為400系列之鉻系不鏽鋼，例如403、410、420等。此系列的鉻含量較肥粒體不鏽鋼低（約11.5-18%鉻）、且有較高之碳含量（0.08-1.2%碳），基本型是410（11.5-13.5%鉻、

0.15%碳)。因溫度變化會發生麻田散體相變態，故能藉由熱處理方法來增加其硬度與強度。麻田散體組織結構是體心立方或體心正方晶體，故在物性方面亦有磁性；主要用途有刀具、手術用具及耐高溫高壓之工程組件。另外，雖有500系列亦屬於麻田散體不鏽鋼，惟其鉻含量只有4-6%，故被歸類為含鉻量特低的分支系列，由於耐蝕性差，一般僅被當作耐熱合金鋼使用。

### (三) 沃斯田體不鏽鋼(Austenitic Stainless Steels)

在AISI編號有300及200系列兩種不鏽鋼。300系列為鉻鎳系不鏽鋼，例如有302、304、316等，常用型為304，其標準化學成分含有18%鉻與8%鎳，即為一般所稱的18-8不鏽鋼。因在各種溫度均保持為沃斯田體組織，所以不能以熱處理方式使其硬化，一般亦只能利用冷作加工來硬化材質。此系列不鏽鋼耐蝕性最佳，其中304用途最廣，例如餐具、飯盒、醫療衛生器具、食品加工設備、建築及裝飾品等。由於沃斯田體組織結構是面心立方晶體，故無磁性；然而，若經冷加工作用(如輥軋、拉伸、拋光等)後，表面可能會因受應力影響而誘發少量麻田散體變態，使其具有弱磁性。此外，鑄造級不鏽鋼(Cast Stainless Steels)與鍛造級不鏽鋼之磁特性亦有所差異，例如AISI 304鍛造級不鏽鋼所對應的鑄造級不鏽鋼ACI(Alloy Casting Institute)代號為

CF-8，由於鑄件為了增加流動性需要添加較多量的矽(2%)，然而矽是肥粒體的穩定元素，會促使沃斯田體基地中生成少量的島狀肥粒體，所以亦具有弱磁性。綜觀上述而言，若僅以是否具有磁性來判定304不鏽鋼材質，可能會有疑慮。

另200系列是300系列的分支，例如201、202等，其化學成分是把部分鎳元素採用較廉價的錳取代，成為鉻鎳錳系不鏽鋼，此乃錳和鎳都是沃斯田體化的穩定元素，通常錳取代量需約2倍的鎳( $Mn/Ni \cong 2$ )，是屬於較廉價的沃斯田體不鏽鋼，與300系列相同也是無磁性，一般被應用於汽車輪轂蓋、廚房設備等。

#### (四) 析出硬化型不鏽鋼(Precipitation-hardening Stainless Steels)

AISI編號為600系列不鏽鋼，此類不鏽鋼是在第二次世界大戰期間，因應航空工業的需求發展而成，主要是利用調配不同鉻、鎳含量之鐵合金為主，再添加銅、鋁等合金元素。此系列不鏽鋼依金相組織不同，又可分成三種：(a)麻田散體析出硬化型不鏽鋼，有磁性，如630(商標名稱17-4 PH)、(b)半沃斯田體析出硬化型不鏽鋼，有磁性，如631(商標名稱17-7 PH)、(c)沃斯田體析出硬化型不鏽鋼，無磁性，如660(商標名稱A286)；此類不鏽鋼，雖硬度及強度皆高，但一般用於航空及火箭工業，工程界似乎使用不多，習慣上大多仍採用商標名稱為主。

## 參考文獻

1. J.G. Parr, A. Hanson: Stainless Steel, ASM, Metals Park, Ohio, 1993.
2. W.F. Smith: Structure and Properties of Engineering Alloys, McGraw-Hill Inc., New York, 1993.
3. D. Peckner, I.M. Bernstein: Handbook of Stainless Steel, McGraw-Hill Inc., New York, 1977.
4. 王繼敏:不鏽鋼與金屬腐蝕, 科技圖書有限公司, 1980.
5. 邱江明, ”不鏽鋼的種類與特性”, 工業材料, 第97期, pp.78-98, 1995.