

不銹鋼 材料特性簡介

材料特性簡介

SUS：第一個S代表 Steel，U代表 Special Use，最後的S代表 Stainless。

不銹鋼是以在表面形成強固的氧化鉻薄膜來防止材料本身進一步的氧化。但是Cr的含量若不足12%則效果不明顯，原因是無法形成緻密的保護膜。此外當C含量越高時越容易生銹，因為C易與Cr結合形成碳化鉻析出，導致Cr的貧乏而使耐蝕性劣化，所以不銹鋼的碳含量通常都限制在0.1%以下，甚至控制在0.03%以下。

不銹鋼在使用上可依耐蝕、耐高溫強度或耐低溫韌性等用途來選用。

若以成份及組織來看，常見不銹鋼可分成以下三類：

13Cr 系不銹鋼，麻田散鐵系，代表性的鋼種為 SUS410、SUS420

18Cr 系不銹鋼，肥粒鐵系，代表性的鋼種為 SUS430

18-8 系不銹鋼，奧斯田鐵系，代表性的鋼種為 SUS304

若以耐氧化性來探討，奧斯田鐵系 > 肥粒鐵系 > 麻田散鐵系

若以強度來探討，麻田散鐵系 > 肥粒鐵系 > 奧斯田鐵系

種類	淬火性	耐氧化性	高溫強度	低溫韌性	銲接性	磁性
奧斯田鐵系	無	優	優	優	優	無
肥粒鐵系	無	優	較差	較差	較差	有
麻田散鐵系	有	較差	好	較差	較差	有

18-8是不銹鋼的主力，其耐蝕性佳主要原因如下：

- 因為Ni元素的存在，Ni原子間隔與母材的鐵原子間隔非常相近，兩者可以互相置換（原子間隔差異越大，兩者的附著性就會越差），而且可使Cr的氧化膜更緊密的附著在母材上。
- 當Ni含量達到8%時，金相會變成不易生銹的奧斯田鐵組織，原因是奧斯田鐵為單一相態之多角型晶粒結構，因此晶界沒有被入侵空間，相對不易生銹。
- 奧斯田鐵組織通常需加熱到變態點以上的高溫才會形成，但Ni元素的添加可使金相在室溫時仍維持面心立方的奧斯田鐵組織。

銲接性與金相組織的關係

麻田散鐵系不銹鋼

- SUS410或SUS420等麻田散鐵系不銹鋼，約含有Cr11~13.5%；與低碳鋼相同，具感磁性，銲接時有偏弧的顧慮；電阻較一般碳鋼高、熱傳導係數低，快速冷卻下會形成脆化組織。
- 為避免HAZ熱影響區產生硬脆組織，容易受收縮應力及氫的滲入而產生龜裂，故需銲前預熱及銲道間溫度的控管，並根據母材的碳含量，同時亦需以銲件大小、拘束程度及銲材化學成份為考量。
- 一般銲件需施以200~400℃預熱及保持銲道間溫度，並施以700~800℃後熱使其緩慢冷卻（預熱目的在緩和冷速，使銲接金屬及HAZ冷卻均勻，減少收縮應力及使氫原子有足夠時間逸出。），以得到較佳延性的銲接金屬。

肥粒鐵系不銹鋼

- SUS 430肥粒鐵不銹鋼，約含有Cr15~18%，含量多高於麻田散鐵系，且C含量多限制在0.12%以下，若C含量高達0.20%時，則成為AISI 431的麻田散鐵不銹鋼。
- 鋼質軟、延性良好、具有良好之加工性與耐蝕性且不會因加工或銲接而硬化；與碳鋼及麻田散鐵系不銹鋼類似，亦稍有感磁性，銲接時也有偏弧的顧慮。
- 銲接熱影響區當受熱到熔點附近，會造成晶粒粗大而脆化。銲前需施以150℃的預熱。銲接過程需避免475℃的脆化溫度，銲件不得過熱。
- 肥粒鐵系不銹鋼因金相不會變態，不可能做晶粒細微化處理。當受熱至930℃以上時，肥粒鐵晶粒會粗大，且因散失延性及韌性而脆化。
- 肥粒鐵系不銹鋼可對應的標準銲材不多，通常多依耐腐蝕特性及線膨脹係數選用309、310及312等奧斯田鐵系不銹鋼銲接。

奧斯田鐵系不銹鋼

- 奧斯田鐵系不銹鋼多具有良好的耐蝕性、加工性、銲接性，用途廣泛。主要為300系列（少部份為200系列）不銹鋼（約含Cr 15~32%、Ni 8~37%），幾乎佔不銹鋼用途的90%以上。SUS304（18Cr-8Ni鋼）為最常見的鋼種之一。
- 奧斯田鐵系不銹鋼不論低溫或高溫均能保持足夠的強度和耐蝕性，銲件多在銲後原態下使用。
- 奧斯田鐵系不銹鋼不感磁，銲接時沒有偏弧的顧慮。310、320及330鋼材全為奧斯田鐵，完全不感磁；312鋼材銲接金屬中含有約25%肥粒鐵而有相當明顯的感磁性，304（L）、309（L）及347等因含少量的肥粒鐵而具微感磁性；合金成份較低的完全退火狀態下的奧斯田鐵系不銹鋼，例如304鋼材，可能會因冷作加工而具微磁性。
- 與一般碳鋼、低合金鋼或400系列不銹鋼相較，奧斯田鐵系不銹鋼熔點較低、電阻較高以及熱傳導係數低（約為一般碳鋼的1/3，容易造成銲接區熱量的集中），但熱膨脹係數卻高出約50%（容易受銲接熱而變形），必須以低入熱銲接。
- 因沒有淬火硬化的問題，銲接性最佳。但是若在550~800℃的溫域停留，會因碳化鉻的析出而劣化，使銲件失去抗氧化能力。銲接時選用低碳含量的銲材且採用低入熱量銲接，可大為降低碳化鉻析出的現象。

除了上述三大類還有析出硬化型不銹鋼及雙相不銹鋼

- 析出硬化型：主要成份為鉻及鎳元素（Cr約含17%；Ni約含4%），為600系列不銹鋼（例如SUS 630）。
- 雙相不銹鋼：主要成份為鉻、鎳及鉬元素（Cr約含22%；Ni約含9%；Mo約含3%），金相中同時含有肥粒鐵及奧斯田鐵組織，故稱雙相不銹鋼（例如 Alloy 2205）。

母材與適用鐸材選用表

母材	規格成份%	電鐸條	MIG / TIG	包藥鐸線	潛弧鐸線
304	18Cr-8Ni	G308, G308M	GM308 GT308	GMX308L, GMX308L-O	GS308 GS308L
304L	18Cr-8Ni- 低碳	G308L, NT308L	GM308L GT308L	GMX308L, GMX308L-O	GS308L
309S	23Cr-12Ni	G309, G309L,	GM309 GT309	GMX309L, GMX309L-O	GS309 GS309L
310S	25Cr-20Ni	G310	GM310 GT310		
312	30Cr-9.5Ni	G312	GM312 GT312		
316	18Cr-8Ni- 2.5Mo	G316	GM/GT316	GMX316L, GMX316L-O	GS316 GS316L
316L	18Cr-8Ni- 2.5Mo-低碳	G316L	GM316L GT316L	GMX316L, GMX316L-O	GS316L
317	18Cr-13Ni- 3.5Mo	G317	GM317 GT317		
347	18Cr-8Ni- Nb	G347	GM347 GT347		
321	18Cr-8Ni-Ti	G347	GM347 GT347		
410	13Cr	G410	GM410 GT410		
430	18Cr	G430	GM430 GT430		

註：目錄中電鐸條產品的G307及G307M用途以錳鋼與碳鋼鑄件或鍛件之間的鐸接為主，不使用在不銹鋼的鐸接。

異質母材適用鐸材選用表

母材 ASTM, AISI UNS編號	201 202	304 304L	309 309S	310 310S	317 316	317L 316L 316Ti	321 347	409 430 446	410 420	碳鋼 及低合 金鋼
201 202	347 308L	347 308L	347 309MoL	347 310 309MoL	318 347	308L 316L 347	347	347 309MoL	309MoL 309L	309MoL
304 304L		347 308L	347 309MoL 308L 309L	347 310 308L	347 318 308L	347 318 308L	347 308L	309MoL 309L	309MoL	309MoL 309L
309 309S			309MoL 309L	309MoL 309L 310	309MoL 318 316 309L	309L 316L 318	347 309MoL	309MoL 309L	309MoL 309L	309MoL 309L
310 310S				310	316L 318 310	316L 318 310	347 310	309MoL 309L 316L	309MoL 309L 310	309MoL 309L 310
317 316					318 316L	316L 318	347 316L	309MoL 309L	309MoL 309L	309MoL 309L
317L 316L 316Ti						316L 318	347 316L	309MoL 309L	309MoL 309L	309MoL 309L
321 347							347	309MoL 309L	309MoL 309L	309MoL 309L
409 430 446								309L 309MoL	309MoL 309L	309MoL 309L
410 420									410 309MoL 309L	309MoL 309

不銹鋼

異質母材適用鐸材選用表