

氬氣鎢極電銲能力本位訓練教材 認識不銹鋼材料

編號：PFG-PFW0102

編著者：古錦松

審稿者：田振榮、陳燦錫

主辦單位：行政院勞工委員會職業訓練局

研製單位：中華民國職業訓練研究發展中心

印製日期：九十年十二月

單元 PFG-PFW0102 學習指引

當你學習本單元前，你必須知道下列常識：鋼鐵材料的價格便宜、機械性質良好，且產量多，可以說在金屬材料中，運用到工程上是最多的，但其最大的缺點就是容易生鏽。爲了工程上所需要的條件，於是藉合金設計，在鋼中添加鉻可改良耐蝕性，就變成本單元所要介紹的不銹鋼材料。假如你能認識上列之知識，請翻至第 2 頁開始學習本單元，假如自認無法瞭解，則請接下列之指示進行學習：

- (1)你全部無法勝任上列之知識，請將本教材放回原位，並取出編號 **PFG-PFW0101** 教材學習，或請教您的老師。
- (2)閱讀金屬材料(79 年增訂版) 呂璞石、黃振賢著 文京圖書有限公司出版 P.266。

引言

現代人生活與金屬材料有相關，即使日常生活之用品又與不銹鋼密不可分，不銹鋼具有良好的耐銹性、耐蝕性、耐酸性及耐熱性等，但在種類及特性繁多的不銹鋼裏，材料的選用適不適當決定成敗的主要關鍵，因為沒有選用合適的材料，再好的設計亦無法使產品或工程省工、省時及省料。材料的認識，不但對降低生產成本大有助益，而且提高精密與品質，更增加其使用年限，可說是材料為一切工業產品的本體，而各種工業幾乎也與銲接密不可分，因此從事銲接工作的人員，更加須要充份瞭解金屬材料的各種性質和用途，尤其使用頻繁的不銹鋼材料。

定義

硬化能：是鋼在受某種硬化處理後，所能被硬化的程度。硬化能愈大，硬化深度愈深。

析出硬化：將一合金先製成過飽和固溶體，然後使其將所含過飽和的元素析出，產生晶格變化而達強化效果。

晶界：材料內每一個晶體稱為晶粒，晶粒與相鄰之晶粒間的界面處就稱為晶界。

抗拉強度：材料抵抗拉力所承受的強度，常指拉伸試驗中材料斷裂前之最大應力。

降伏強度：使材料呈現永久變形所需之最小應力。

應力：材料受外力作用後內部所感應到的力，以單位面積所受到的力之大小表示。常見的單位有每平方公厘的公升力數(kgf/mm²)或每平方米的牛頓數(N/m² 簡寫為 Pa)。Psi 指每平方吋受力之磅數，1kgf/mm² = 1422psi=9.806Mpa。

學習目標

- 一、你能夠在不使用參考書籍下，正確地列舉出不銹鋼材料的種類。
- 二、你能夠在不使用參考書籍下，正確地區別不銹鋼材料之性質及用途。
- 三、你能夠在不使用參考書籍下，正確地列舉出不銹鋼材料的熱處理方式。
- 四、你能夠在不使用參考書籍下，正確地列舉出銲接常用之不銹鋼材料編號。

假如你認為能夠勝任學習目標一.的能力，請翻至 11 頁做學習評量。
假如你認為能夠勝任學習目標二.的能力，請翻至第 21 頁做學習評量。
假如你認為能夠勝任學習目標三.的能力，請翻至第 27 頁做學習評量。
假如你認為能夠勝任學習目標四.的能力，請翻至第 43 頁做學習評量。
假如你需要更多學習的話，請翻至下一頁。

學習活動

本單元之學習活動為認識金屬材料中之不銹鋼材料部份，而我們學習與不銹鋼材料有關之知識，你可以由下列三條途徑中選擇其一途徑去學習。

- 一、閱讀本教材之第 5 頁至第 46 頁。
- 二、閱讀不銹鋼與金屬腐蝕 王繼敏編著 科技圖書出版 P.1-26。
- 三、閱讀熱處理 李正國等著 高立圖書出版 p.390-408。

本單元的第一個學習目標是：

你能夠在不使用參考書籍下，正確地列舉出不銹鋼材料的種類。

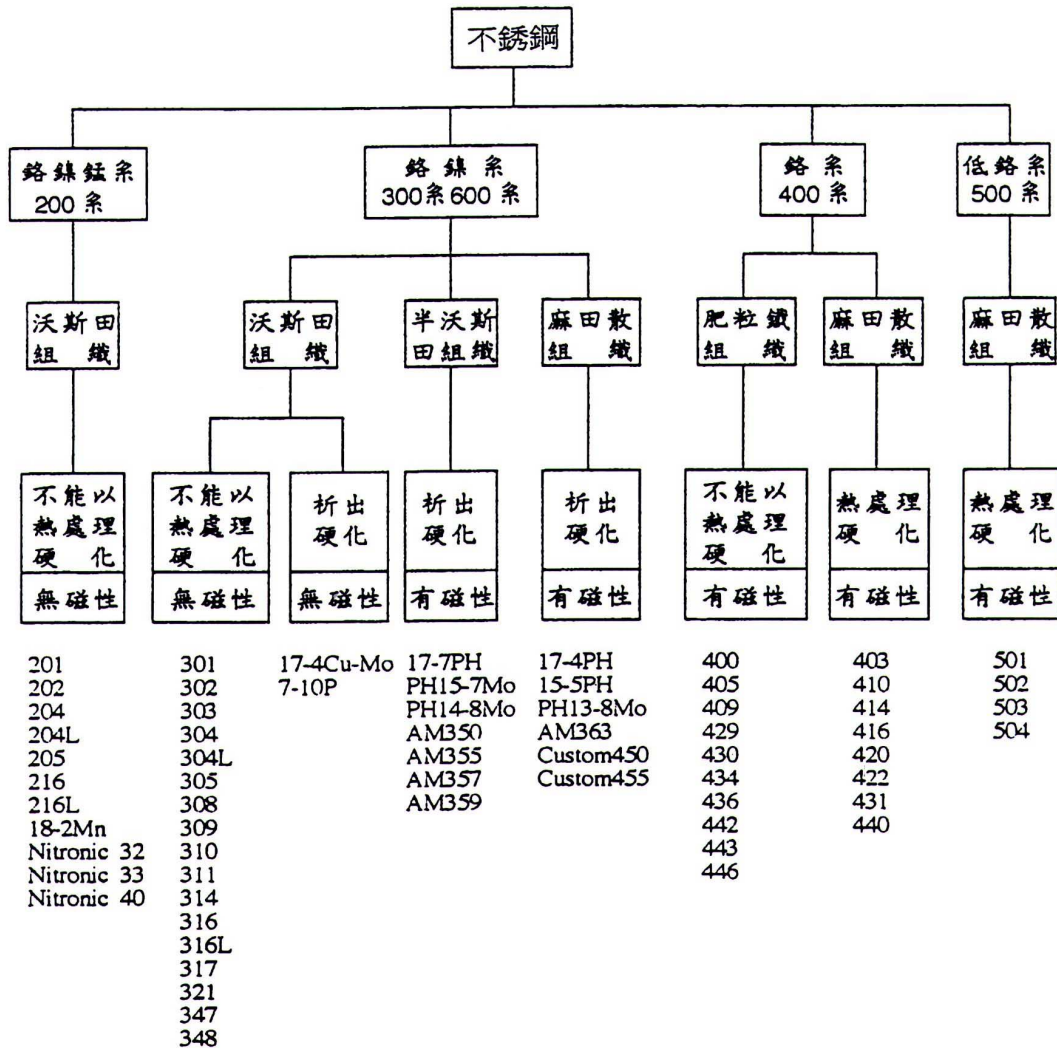
一、不銹鋼材料的認識

不銹鋼是由英文 *Stainless steel* 直接翻譯而來，它含有不污鋼及潔白鋼的意義，其實它真正的名稱應該叫做耐蝕鋼 (*corrosion resistance steel*)。鋼鐵材料具有價格便宜及機械性質良好的特色而且產量多，是最有用的金屬材料，不過有一個很大的缺點就是容易生銹或腐蝕。為什麼鋼鐵表面容易生銹呢？原因在於鐵易被空氣中的氧氣氧化，生成銹層，我們稱它為氧化鐵，此屬於多孔性質，以致周遭的水汽與空氣繼續腐蝕穿透銹層，甚至完全破壞。為了克服這項缺點，在鋼中添加鉻來改良耐蝕性，就成了所謂的不銹鋼。不銹鋼的種類非常繁多，以目前來說大約有 180 多種，新的品種仍在繼續開發，而它的抗腐蝕性、機械性及製造能各有不同，用途廣泛，如化學工業、飛機零件、醫療器具、餐具及刀具等都隨時可見，尤其台灣位處鹽份高、濕氣重的環境，更助長不銹鋼材料的大量使用。

不銹鋼是鐵、鉻、鎳的合金不銹鋼，或另外添加其他合金元素的金屬材料，但含鉻成份至少 12% 以上才能稱為不銹鋼，低於 12% 者稱為耐蝕鋼。表面因與空氣接觸生成一層很薄的氧化層，一般稱為氧化鉻，緻密、不透氣、可防止腐蝕性氣體或液體流向內滲透，以達到抗腐蝕的效果。

二、不銹鋼的種類

不銹鋼依其添加其他合金元素可分成沃斯田鐵、肥粒鐵、麻田散鐵、析出硬化及雙相不銹鋼等五種型式，但依添加鉻和鎳含量的多少及有無，又可分成鉻系不銹鋼和鉻鎳系不銹鋼等兩大類，若依其組織來分則有沃斯田鐵系、肥粒鐵系及麻田散鐵系等，如圖一所示，是以不銹鋼的化學組成及金相組織劃分其類別，來繪製成不銹鋼族系圖，讓你對不銹鋼的認識更容易清晰明瞭。



圖一 不銹鋼之族系 (以化學組成及金相組織來劃分)

目前最普通實用的不銹鋼有鉻系不銹鋼及鉻鎳系不銹鋼兩種，如表 1 所示，以下就這兩大類做簡略分述，介紹不銹鋼時其鋼種記號是使用 AISI (美國鋼鐵學會)所公佈的資料，以 3 位數來表示。

表 1 不銹鋼之分類及基本特性

成分分類	組織分類	耐蝕性	銲接性	加工性	淬火性	強度	價格
鉻系不銹鋼 (AISI 400 族系)	肥粒鐵型	良	稍可	良	無	低	較廉
	麻田散鐵型	可	不可	可	有	高	較廉
鎳鉻系不銹鋼 (AISI 200 及 300 族系)	沃斯田鐵型	優	優	優	無	低	較上二者 高 50%
	析出硬化型	良-優	可	良-優	無	高	介前二者 之間

就上述不銹鋼的種類簡述如下，

(一) 鉻系不銹鋼：鉻系不銹鋼是因含鉻和碳的不同，可分為低碳的肥粒鐵型和中碳的麻田散鐵型兩種。

1. 肥粒鐵型不銹鋼：

此型不銹鋼碳含量低於 0.12%，鉻含量高達 12-32%，它的特色在於鋼中的碳會與鉻形成碳化物，其 1% 碳可消耗掉 17% 鉻，所以會以低碳高鉻的形態出現。其組織成份為肥粒鐵，因無法進行淬火硬化處理，所以具有質軟易加工、耐蝕性優良、易銲接、價錢便宜、機械性質不強的特色。

2. 麻田散鐵型不銹鋼：

此型不銹鋼碳含量為 0.1-0.4%，鉻含量為 12-18%，在高溫淬火時會變成麻田散鐵組織，由於合金含量很多，因此硬化能相對的提升。麻田散鐵型不銹鋼最大的優點是機械性質好，主要取決於回火的溫度，但韌性差且不適合銲接，它的價格最低、耐蝕力最弱。

(二) 鉻鎳系不銹鋼 (或稱為沃斯田鐵型不銹鋼)

前述的鉻系不銹鋼對硫酸及鹽酸的耐蝕性不佳，所以添加一些鎳來增強其耐蝕性。鉻鎳系不銹鋼通常含碳量在 0.2% 以下，鉻含量 17-20%，鎳 7-10%，其標準成份為 18% 鉻、8% 鎳，所通常叫 18-8 不銹鋼。其組織在常溫下為沃斯田鐵，無法藉淬火、回火來改良機械性質，但質軟富韌性，加工性良好且無磁性反應。18-8 不銹鋼的缺點是在當其為晶界狀態時容易析出碳化物，尤其是加熱在 500-900°C 之間，容易使晶界附近的鉻缺乏而造成晶界腐蝕。在沃斯田鐵型中最具代表性的為 304，其碳含量小於 0.08%，而 304L 為碳含量小於 0.03%，後者與前者的差別在於後者的碳並不會形成碳化物固溶於沃斯田鐵內，所以也就沒有晶界腐蝕的現象。通常 304L 可以用來做鐸條，”L”意為低碳成份。沃斯田鐵型不銹鋼的用途很廣，例如熱交換器、核子工業、化工工業及須耐熱耐蝕的產品都可用得到，因其無脆性轉換溫度，所以具有極高的低溫衝擊值，可應用在低溫容器的製造，例如液態氮桶及泵浦。較為可惜的一點是合金中若添加太多昂貴的鎳鉻，價格上比肥粒鐵型及麻田散鐵型不銹鋼高出 50%，如表 1 所示。

析出硬化型不銹鋼可說是 18-8 不銹鋼的改良型，只在鉻鎳不銹鋼中多添一些鋁、鈮或鉭。其在 1020-1100°C 間行沃斯田鐵固溶處理後急冷，然後加工讓它成形，再於低溫時做時效處理，使其析出硬化。其性質為加工強化、析出強化、麻田強化，即使碳的含量很少，也可得到很高的機械性質，主要用於飛機的零組件、飛彈外殼、高級工具或模具等。

另外介紹一種不銹鋼，兼具沃斯田鐵及肥粒鐵型的雙相不銹鋼，其性質比較如表 2 所示。

表 2 雙相不銹鋼與各種鋼材之物理性質比較

項 目	肥粒鐵不銹鋼 (AISI 430)	雙相不銹鋼 (SAF 2205)	沃斯田鐵不銹鋼 (AISI 304)	普通碳鋼
熱膨脹係數	10.4×10^{-6}	13.9×10^{-6}	17.3×10^{-6}	13.5×10^{-6}
熱傳導係數	0.062	0.050	0.040	0.016
磁 性	強磁性	強磁性	非磁性	強磁性

雙相不銹鋼為一種新開發材料，基本上其金相組織具有相同含量之沃斯田鐵相及肥粒鐵相(50%：50%)，但較嚴格限定的定義為其第二相比例不得低於 30%。雙相不銹鋼之沃斯田鐵相具有易加工、易鐸高韌等性能，而另一相之肥粒鐵則有良好之抗腐蝕性能。目前被廣泛採用的雙相不銹鋼，為瑞典 Sandvik 公司生產的 SAF2205 之雙相不銹鋼。雙相不銹鋼由於合金成份上含有較高的鉻和鋁含量，所以其抗應力腐蝕及孔蝕之能力都比 304 型及 316 型不銹鋼還要好，甚至其抵抗氯離子腐蝕之能力較一般沃斯田鐵系不銹鋼強兩倍。雙相不銹鋼被開發出來，因其綜合沃斯田鐵及肥粒鐵系之各項長處，性質也介於兩者之間，如表 2 所示。在膨脹係數越小鐸後變形量會越小，所以它比沃斯田鐵系好；在熱傳導係數越小其鐸深越深，所以它比肥粒鐵系好。由於雙相不銹鋼具有高強度和耐蝕性之優點，其應用場合漸漸擴大，如圖 2 所示，再加上可鐸性優良，在沃斯田鐵系不銹鋼無法滿足安全使用時，雙相不銹鋼就可以取而代之。

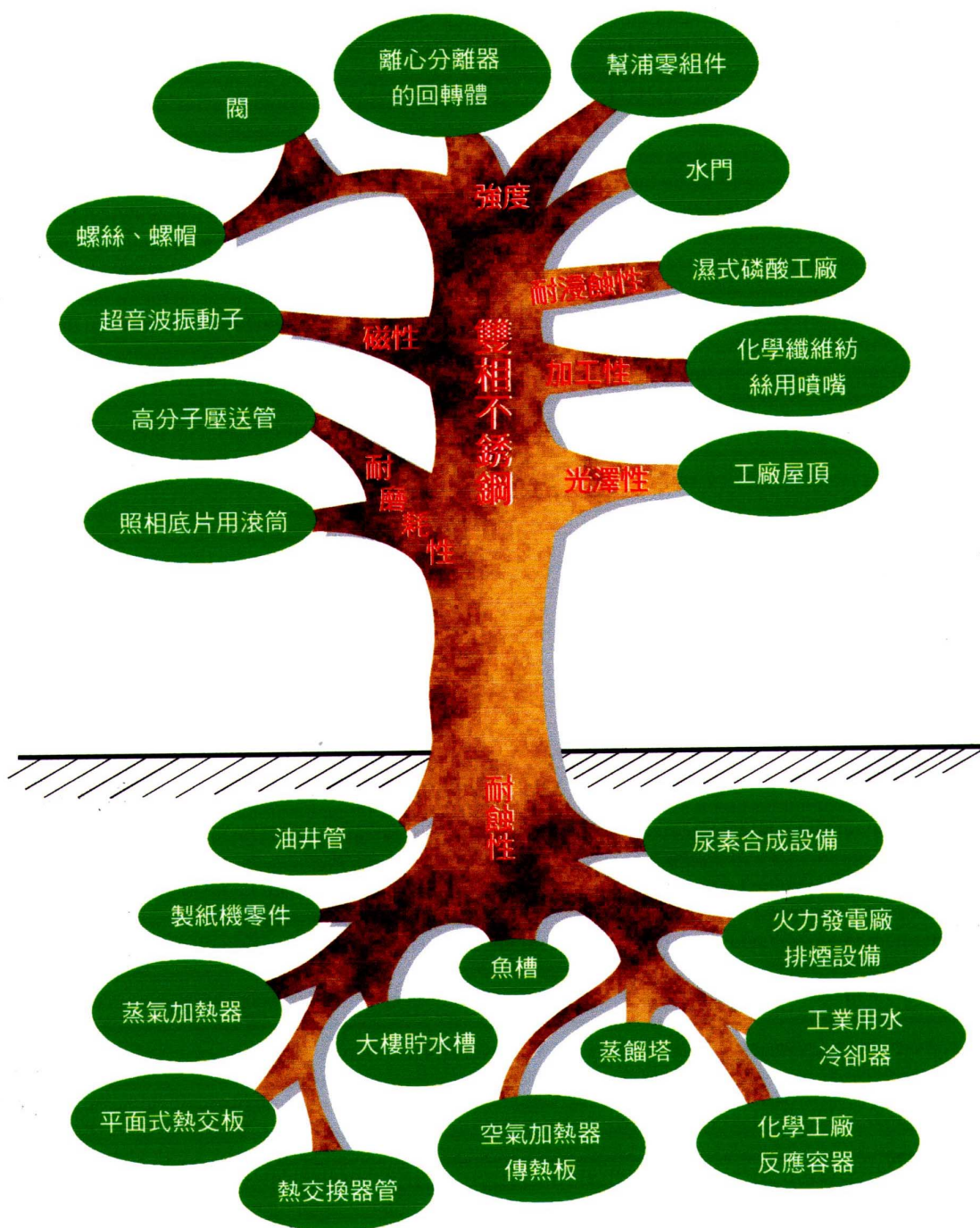


圖 2 雙相不銹鋼應用之實例

學習評量一：

一、你能在不翻閱參考資料或書籍的情況下，正確地列舉不銹鋼材料分那五種型式。

二、你能在不翻閱參考資料或書籍的情況下，正確地列舉出鉻系不銹鋼主要分那兩種。

答案：

- 一、肥粒鐵不銹鋼、沃斯田鐵不銹鋼、麻田散鐵不銹鋼、析出硬化型不銹鋼、雙相不銹鋼等五種型式。
- 二、鉻系不銹鋼：
 - (一) 肥粒鐵不銹鋼。
 - (二) 麻田散鐵不銹鋼。

本單元的第二個學習目標是：

你能夠在不使用參考書籍下，正確地區別不銹鋼材料的性質及用途。

一、不銹鋼性能之比較

我們都知道不銹鋼材料裏，可分為沃斯田鐵、肥粒鐵及麻田散鐵等三類，而這個單元就是介紹常用不銹鋼材料裏其性質及用途，如表 3 所示。

表 3 三種常用不銹鋼性能之比較

性 能	麻田散不銹鋼	肥粒不銹鋼	沃斯田不銹鋼
物理性			
密度，磅/吋 ³	0.28	0.28	0.29
電阻	5 倍於軟鋼	5 倍於軟鋼	6 於軟鋼
熱傳導	約為軟鋼的 3/8	約為軟鋼的 1/3	約為軟鋼的 1/4
熱膨脹	比軟鋼稍小	比軟鋼稍小	約為軟鋼的 1.5 倍
磁性	有	有	無
化學性			
耐蝕性	在大氣中，蒸氣中比軟鋼稍高。	對氧化性酸類有抗蝕能力。	耐蝕性最好。
耐熱性	650°C 防銹能力及強度均比軟鋼高。	可用於 650~1150°C 的高溫。	在 900~1000°C 高溫，其防銹能力及強度均勝過其他不銹鋼。
機械性能			
鍛造性	速鍛後需保溫，防制氣冷變硬脆裂。	速鍛，不能過熱，482°C 時晶粒長大脆化。	速鍛，需要較大的鍛造力。
冷作性	低碳者，與軟鋼相似，性質良好，高碳者不易施工。	與麻田散鐵不銹鋼比較，情況稍好。	性質良好，施工要快，延展性能較軟鋼好，施工需要之力較大。
切削性	416 為碳鋼的 85%； 低碳者，為碳鋼的 70~50%。	430F 為碳鋼的 85% 430 為碳鋼的 70%， 446 為碳鋼的 60%。	303 為碳鋼的 75%，其他為碳鋼的 55%。
銲接性	比較困難，銲接時常遭遇的問題是冷裂。	稍好，銲接時常遭遇的問題是熱脆。	最好，銲接時常遭遇的問題是熱裂。

由表 3 中可知不銹鋼的物理性質與軟鋼有相當大的差異，就熱膨脹係數而言，麻田散鐵系和肥粒鐵系與軟鋼相差不多，但沃斯田鐵系卻為軟鋼的 1.5 倍，因此在上述的材料裏，以經過銲接時，沃斯田鐵系較容易產生變形，原因為熱膨脹係數越小，銲後變形量會越小。三種常用不銹鋼的電阻都較軟鋼大非常多(約 5-6 倍)，所以在手銲條裏，若以大電流通過來銲接時，因電阻大銲條容易燒紅，以致於附著的銲藥脫落。至於熱傳導率為係數越小其銲後的深度越深，是故在不銹鋼的銲接性方面，沃斯田鐵系最優，肥粒鐵系其次，麻田散鐵系最難銲接。

二、不銹鋼的性質及用途

以下表 4 至表 8 為常不銹鋼其主要性質及用途，提供你參考。至於不銹鋼材料與常用金屬材料的相對價格比為：

碳鋼：1

合金鋼：2

不銹鋼：5-25

鈦合金：20-40

鎳基合金：25-60

鈷基合金：45-150

表 4 肥粒鐵系不銹鋼主要性質及用途

鋼種 (AISI)	組成	性質及用途
405	13Cr-0.2Al-0.06C	從高溫冷卻下來時，不會發生明顯的硬化。 輪機材料、護面材、淬火用零件。
429	16Cr	為 430 型銲接性之改良鋼種。
430	18Cr-0.1C	耐腐蝕性良好的一般用鋼種。 家用器具、家電零件、建築內裝用。
434	18Cr-1Mo	為 430 型的改良鋼種之一，對鹽分的抵抗大於 430。 汽車外裝用。
436L	18Cr-1Mo-Ti,Nb,Zr- 極低(C, N)	降低 434 之 C 與 N，並單獨加入或混合添加 Ti、Nb 或 Zr，以改良加工性、銲接性。 車輛零件、廚房用具、建築內外裝。
444	18Cr-2Mo-Ti,Nb,Zr- 極低(C, N)	比 436L 加更多 Mo，以提高耐蝕性。 熱交換器、食品機器、貯水槽。

表 5 沃斯田鐵系不銹鋼主要性質及用途

鋼種 (AISI)	組成	性質及用途
201	17Cr-4.5Ni-6Mn-N	節省 Ni 含量的鋼種，301 的代用鋼，冷溫加工時具有磁性。 鐵路車輛。
202	18Cr-5Ni-8Mn-N	節省 Ni 含量的鋼種，302 的代用鋼。 料理器具。
301	17Cr-7Ni	冷溫加工時可得高強度。 螺栓、螺帽、彈簧、皮帶輸送機。
302	18Cr-8Ni-0.1C	冷溫加工時可得高強度，其伸長率比 301 稍差。 建築物外裝材料。
303	18Cr-8Ni-0.15S	改善並提高被削性及燒著性。 自動車床用、螺栓。
304	18Cr-8Ni-0.08C	最被普遍使用的不銹鋼。 食品設備、一般化學設備、核能用設備。
304L	18Cr-8Ni-0.03C	304 型之極低碳鋼，耐粒界腐蝕。 銲接後不能熱處理的零件類。
305	18Cr-13Ni-0.1C	加工硬化性低於 304。 旋壓成形、冷溫壓造用、特殊冷拉。
316	18Cr-12Ni-2.5Mo-0.08C	對海水及其他各種媒質，其耐蝕性遠比 304 型好。 耐孔蝕材料。
316L	18Cr-12Ni-2.5Mo-0.03C	316 型之極低碳鋼。 有 316 的特性以外，再具有耐粒界腐蝕性。

表 6 麻田散鐵系不銹鋼主要性質及用途

鋼種 (AISI)	組成	性質及用途
403	13Cr-0.15C-0.5Si	做為輪機葉片及高應力零件用之不銹鋼、耐熱鋼。
410	13Cr-0.15C-1.0Si	具有良好耐蝕性、機械加工性。 一般用途用、刀具用。
416	13Cr-0.15C-1.0Si	不銹鋼中被削性最好的鋼種。 自動車床用。
420J ₁	13Cr-0.2C	淬火狀態的硬度高，比 13Cr 有好的耐蝕性。 輪機葉片。
420J ₂	13Cr-0.3C	淬火後比 420J ₁ 的硬度大。 刀具、噴嘴、閥、直尺等。
431	16Cr-2Ni	含 Ni 的 Cr 鋼，可熱處理使其具有高機械性質。 比 410、430 有更好的耐蝕性。
440A	18Cr-0.7C	淬火硬化優良，硬度大，韌性比 440B、440C 大。 刀具、軸承、量規。
440B	18Cr-0.8C	比 440A 硬，比 440C 有更大的韌性。 刀具、閥座。
440C	18Cr-1.0C	所有不銹鋼、耐熱鋼中具有最高的硬度。 噴嘴、軸承。

表 7 析出硬化不銹鋼主要性質及用途

鋼種 (AISI)	組成	性質及用途
630 (17-4PH)	17Cr-4Ni-4Cu	若添加 Cu，使其具有析出硬化性。 軸類及輪機零件。
631 (17-7PH)	17Cr-7Ni-1Al	若添加 Al，使其具有析出硬化性。 墊圈、彈簧及儀器零件。

表 8 雙相不銹鋼主要性質及用途

鋼種	組成	性質及用途
2205 (SAF)	22Cr-5.5Ni-3Mo	具有沃斯田鐵系及肥粒鐵系的組織，有良好的耐腐蝕性、耐孔蝕性及具有高強度。
329J ₁ (AISI)	22Cr-4.5Ni-2Mo	具有沃斯田鐵系及肥粒鐵系的組織，有良好的耐腐蝕性、耐孔蝕性及具有高強度。

學習評量二：

你能在不翻閱參考資料或書籍的情況下，正確地說明不銹鋼材料其物理性能中，熱傳導及熱膨脹與銲接之關係為何。

答案：

1. 熱傳導：其係數越小，銲後的深度越深。
2. 熱膨脹：其係數越小，銲後變形量會越小。

假如你的答案與上述之重點相符，請翻至第 23 頁，假如你的答案不與上述之重點相符，則請閱讀第 4 頁所列之參考書籍，或請翻至第 15 頁重新閱讀以便發現你的錯誤之處，並將第 21 頁上的錯誤改正，然後翻至下一頁。

本單元的第三個學習目標是：

你能夠在不使用參考書籍下，正確地列舉出不銹鋼材料的熱處理方式。

一、不銹鋼的熱處理

(一) 肥粒鐵系不銹鋼：

肥粒鐵不銹鋼的熱處理只有退火，主要作用是消除因銲接或加工所產生的硬化，使材質得到均勻而軟的組織。退火溫度保持約 800°C 後空冷或徐冷。其保持時間是以肥粒鐵不銹鋼材料厚度或直徑每 25mm 需 1 至 2 小時。

(二) 麻田散鐵系不銹鋼：

麻田散鐵不銹鋼像碳鋼一樣，需要用熱處理方式來獲得所需求之性能。而麻田散鐵不銹鋼的熱處理，首先須退火軟化組織，再做淬火回火。麻田散鐵不銹鋼之淬火加熱溫度在 950 至 1050°C 間，其溫度保持時間，也是厚度每 25mm 需 1 小時以上再油冷。然而淬火後容易生成殘留沃斯田鐵，有殘留應力，故淬火後須立即回火。回火溫度通常可分 100°C 至 350°C 的低溫回火，及 550°C-700°C 的高溫回火，低溫回火主要不會太降低硬度、強度及不失耐蝕性，也可去除應力，而高溫回火適合用在碳含量低且須獲得強韌性者。

(三) 沃斯田鐵系不銹鋼：

固溶處理為沃斯田鐵不銹鋼的基本熱處理，可除去銲接或加工時所生成的內部應力。固溶處理的加熱溫度範圍最好在 1050°C 至 1150°C，若加熱溫度太低，不容易獲得良好的延展性、韌性及耐蝕性。加熱溫度太高，會產生較厚的氧化物，增加清除困難，且會引起晶粒粗大化。加熱溫度保持時間也是厚度或直徑每 25mm 用 1 小時為標準。急速冷卻，但小而薄的用空冷，大而厚的用水冷，若不易水冷時須用送風或噴水來冷卻。

(四) 析出硬化型不銹鋼：

析出硬化型的不銹鋼可說是改良型，其複雜形成的組織，對熱處理而言它的處理方法與碳鋼不同，但與非金屬熱處理方法類似，在此固溶處理是加熱到 1020°C-1050°C，用油淬火至常溫，使金相組織轉換成麻田散鐵。另一種為時效處理其升溫到 500°C，保持溫度 1 小時，然後空冷，這種熱處理方式可得析出硬化及兼有回火的作用。

(五) 雙相不銹鋼（沃斯田鐵·肥粒鐵系）

固溶處理是雙相不銹鋼的基本熱處理，其加熱至 1000°C-1050°C 時，急速冷卻。

總之，隨著工業的發達，使用不銹鋼的構造物漸漸增加，而其種類之多，無法一一介紹因熱處理而取得或改進為更好的性能，如需更詳細資料，請參閱本教材學習活動中所列的熱處理之專門書籍。最後把上述所介紹的不銹鋼材料基本熱處理做一表格化，希望有助於你更瞭解此一單元的內容。表格中的淬火溫度因鋼種而稍異，但可從所需目的來決定之，如表 1 所示。

表 1 不銹鋼之熱處理

鋼 種	熱 處 理
肥粒鐵系	退火，約 800°C，空冷或徐冷
沃斯田鐵系	固溶處理，1050°C-1150°C，急冷
沃斯田鐵·肥粒鐵系	固溶處理，1000°C-1050°C，急冷
麻田散鐵系	<ol style="list-style-type: none"> 1. 退火，約 800°C，空冷或徐冷 2. 淬火回火，(1) 淬火，950°C-1050°C，油冷 (2) 回火，高溫回火或低溫回火，空冷
析出硬化型	<ol style="list-style-type: none"> 1. 固溶處理，1020°C-1050°C，急冷 2. 時效處理，約 500°C，空冷

註：一般熱處理常用的冷卻劑有空氣、水、油（礦油）及鹽浴（硝酸鹽及亞硝酸鹽的混合鹽）。

學習評量三：

你能夠在不使用參考書籍下，正確地說明肥粒鐵系不銹鋼的熱處理方式。

答案：

肥粒鐵系的熱處理只有退火，約在 800°C，後再空冷或徐冷。

本單元的第四個學習目標是：

你能夠在不使用參考書籍下，正確地列舉出銲接常用之不銹鋼材料編號。

以下銲接常用之不銹鋼材料，資料全部節錄自經濟部中央標準局之中國國標準 CNS。其介紹如熱軋不銹鋼鋼片及鋼板，冷軋不銹鋼鋼片及鋼板，配管用不銹鋼鋼管，鍋爐及交換器用不銹鋼鋼管。

一、熱軋不銹鋼鋼片及鋼板

本資料適用於熱軋不銹鋼鋼片及鋼板，提供給你的參考資料為表 1 不銹鋼種類符號及類別，表 2 沃斯田鐵系之機械性質，表 3 肥粒鐵系之機械性質，表 4 麻田散鐵系之機械性質，表 5 析出硬化系之機械性質，表 6 雙相不銹鋼之機械性質。

表 1 種類符號及類別 (1)

種類符號	類 別	種類符號	類 別
201	沃斯田鐵系	405	肥粒鐵系
202		410L	
301		429	
301L		430	
301J1		430LX	
302		430J1L	
302B		434	
304		436L	
304L		436J1L	
304N1		444	
304N2		447J1	
304LN		XM27	
304J1		403	麻田散鐵系
304J2		410	
305		410S	
309S		420J1	
310S		420J2	
316		429J1	
316L		440A	
316N		630	析出硬化系
316LN		631	
316Ti		329J1	沃斯田鐵- 肥粒鐵系
316J1		329J3L	
316J1L		329J4L	
317			
317L			
317LN			
317J1			
317J2			
317J3L			
317J4L			
317J5L			
321			
347			
XM15J1			

表 2 沃斯田鐵系固溶處理狀態之機械性質 (1)

種類符號	拉 伸 試 驗			硬 度 試 驗		
	降伏強度 kgf/mm ²	抗拉強度 kgf/mm ²	伸長率 %	勃氏值 HB	洛氏值 HRB	維克氏值 HV
201	25 以上	65 以上	40 以上	241 以下	100 以下	253 以下
202	25 以上	60 以上	40 以上	207 以下	95 以下	218 以下
301	21 以上	53 以上	40 以上	207 以下	95 以下	218 以下
301L	22 以上	56 以上	45 以上	187 以下	90 以下	200 以下
301J1	21 以上	58 以上	45 以上	187 以下	90 以下	200 以下
302	21 以上	53 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
302B	21 以上	53 以上	40 以上	207 以下	95 以下	218 以下
304	21 以上	53 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
304L	18 以上	49 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
304N1	28 以上	56 以上	35 以上	217 以下	95 以下	220 以下
304N2	35 以上	70 以上	35 以上	248 以下	100 以下	260 以下
304LN	25 以上	56 以上	40 以上	217 以下	95 以下	220 以下
304J1	16 以上	46 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
304J2	16 以上	46 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
305	18 以上	49 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
309S	21 以上	53 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
310S	21 以上	53 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
316	21 以上	53 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
316L	18 以上	49 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
316N	28 以上	56 以上	35 以上	217 以下	95 以下	220 以下
316LN	25 以上	56 以上	40 以上	217 以下	95 以下	220 以下
316Ti	21 以上	53 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
316J1	21 以上	53 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
316J1L	18 以上	49 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
317	21 以上	53 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
317L	18 以上	49 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
317LN	25 以上	56 以上	40 以上	217 以下	95 以下	220 以下
317J1	18 以上	49 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
317J2	35 以上	70 以上	40 以上	250 以下	100 以下	260 以下
317J3L	28 以上	65 以上	40 以上	217 以下	96 以下	230 以下
317J4L	21 以上	53 以上	35 以上	217 以下	96 以下	230 以下
317J5L	22 以上	50 以上	35 以上	187 以下	90 以下	200 以下
321	21 以上	53 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
347	21 以上	53 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
XM15J1	21 以上	53 以上	40 以上	207 以下	95 以下	218 以下

表 3 肥粒鐵系退火狀態之機械性質 (1)

種類符號	拉 伸 試 驗			硬 度 試 驗		
	降伏強度 kgf/mm ²	抗拉強度 kgf/mm ²	伸長率 %	勃氏值 HB	洛氏值 HRB	維克氏值 HV
405	18 以上	42 以上	20 以上	183 以下	88 以下	200 以下
410L	20 以上	37 以上	22 以上	183 以下	88 以下	200 以下
429	21 以上	46 以上	22 以上	183 以下	88 以下	200 以下
430	21 以上	46 以上	22 以上	183 以下	88 以下	200 以下
430LX	18 以上	37 以上	22 以上	183 以下	88 以下	200 以下
430J1L	21 以上	40 以上	22 以上	192 以下	90 以下	200 以下
434	21 以上	46 以上	22 以上	183 以下	88 以下	200 以下
436L	25 以上	42 以上	20 以上	217 以下	96 以下	230 以下
436J1L	25 以上	42 以上	20 以上	192 以下	90 以下	200 以下
444	25 以上	42 以上	20 以上	217 以下	96 以下	230 以下
447J1	30 以上	46 以上	22 以上	207 以下	95 以下	220 以下
XM27	25 以上	42 以上	22 以上	192 以下	90 以下	200 以下

表 4 麻田散鐵系之退火狀態機械性質(1)

種類符號	拉 伸 試 驗			硬 度 試 驗		
	降伏強度 kgf/mm ²	抗拉強度 kgf/mm ²	伸長率 %	勃氏值 HB	洛氏值 HRB	維克氏值 HV
403	21 以上	45 以上	20 以上	201 以下	93 以下	210 以下
410	21 以上	45 以上	20 以上	201 以下	93 以下	210 以下
410S	21 以上	42 以上	20 以上	183 以下	88 以下	200 以下
420J1	23 以上	53 以上	18 以上	223 以下	97 以下	234 以下
420J2	23 以上	55 以上	18 以上	235 以下	99 以下	247 以下
429J1	23 以上	53 以上	18 以上	241 以下	100 以下	253 以下
440A	25 以上	60 以上	15 以上	255 以下	HRC 25 以下	269 以下

表 5 析出硬化系之機械性質 (1)

種類 符號	熱處理 符號	拉 伸 試 驗			硬 度 試 驗			
		降伏強度 kgf/mm ²	抗拉強度 kgf/mm ²	伸長率 %	勃氏值 HB	洛氏值 HRC	洛氏值 HRB	維克氏值 HV
630	S	—	—	—	363 以下	38 以下	—	—
	H 900	120 以上	134 以下	5 以上	375 以上	40 以上	—	—
	H 1025	102 以上	109 以上	5 以上	333 以上	35 以上	—	—
	H 1075	88 以上	102 以上	5 以上	302 以上	31 以上	—	—
	H 1150	74 以上	95 以上	8 以上	277 以上	28 以上	—	—
631	S	39 以 my	105 以下	20 以上	192 以下	—	92 以下	200 以下
	TH 1050	98 以上	116 以上	3 以上	—	35 以上	—	345 以上
	RH 950	105 以上	126 以上	4 以上	—	49 以上	—	392 以上

表 6 沃斯田鐵-肥粒鐵系固溶處理狀態之機械性質(1)

種類符號	拉 伸 試 驗			硬 度 試 驗		
	降伏強度 kgf/mm ²	抗拉強度 kgf/mm ²	伸長率 %	勃氏值 HB	洛氏值 HRC	維克氏值 HV
329J1	40 以上	60 以上	18 以上	277 以下	29 以下	292 以下
329J3L	46 以上	63 以上	18 以上	302 以下	32 以下	320 以下
329J4L	46 以上	63 以上	18 以上	302 以下	32 以下	320 以下

二、冷軋不銹鋼鋼片及鋼板

本資料適用冷軋不銹鋼鋼片及鋼板，提供給你的參考資料如下：

表 1 種類符號及類別 (2)

種類符號	類 別	種類符號	類 別
201	沃斯田鐵系	405	肥粒鐵系
202		410L	
301		429	
301L		430	
301J1		430LX	
302		430J1L	
302B		434	
304		436L	
304L		436J1L	
304N1		444	
304N2		447J1	
304LN		XM27	
304J1		403	麻田散鐵系
304J2		410	
305		410S	
309S		420J1	
310S		420J2	
316		429J1	
316L		440A	
316N		630	析出硬化系
316LN		631	
316Ti		329J1	沃斯田鐵- 肥粒鐵系
316J1		329J3L	
316J1L		329J4L	
317			
317L			
317LN			
317J1			
317J2			
317J3L			
317J4L			
317J5L			
321			
347			
XM15J1			

表 2 沃斯田鐵系固溶處理狀態之機械性質 (2)

種類符號	拉 伸 試 驗			硬 度 試 驗		
	降伏強度 kgf/mm ²	抗拉強度 kgf/mm ²	伸長率 %	勃氏值 HB	洛氏值 HRB	維克氏值 HV
201	25 以上	65 以上	40 以上	241 以下	100 以下	253 以下
202	25 以上	60 以上	40 以上	207 以下	95 以下	218 以下
301	21 以上	53 以上	40 以上	207 以下	95 以下	218 以下
301L	22 以上	56 以上	45 以上	187 以下	90 以下	200 以下
301J1	21 以上	58 以上	45 以上	187 以下	90 以下	200 以下
302	21 以上	53 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
302B	21 以上	53 以上	40 以上	207 以下	95 以下	218 以下
304	21 以上	53 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
304L	18 以上	49 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
304N1	28 以上	56 以上	35 以上	217 以下	95 以下	220 以下
304N2	35 以上	70 以上	35 以上	248 以下	100 以下	260 以下
304LN	25 以上	56 以上	40 以上	217 以下	95 以下	220 以下
304J1	16 以上	46 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
304J2	16 以上	46 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
305	18 以上	49 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
309S	21 以上	53 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
310S	21 以上	53 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
316	21 以上	53 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
316L	18 以上	49 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
316N	28 以上	56 以上	35 以上	217 以下	95 以下	220 以下
316LN	25 以上	56 以上	40 以上	217 以下	95 以下	220 以下
316Ti	21 以上	53 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
316J1	21 以上	53 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
316J1L	18 以上	49 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
317	21 以上	53 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
317L	18 以上	49 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
317LN	25 以上	56 以上	40 以上	217 以下	95 以下	220 以下
317J1	18 以上	49 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
317J2	35 以上	70 以上	40 以上	250 以下	100 以下	260 以下
317J3L	28 以上	65 以上	40 以上	217 以下	96 以下	230 以下
317J4L	21 以上	53 以上	35 以上	217 以下	96 以下	230 以下
317J5L	22 以上	50 以上	35 以上	187 以下	90 以下	200 以下
321	21 以上	53 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
347	21 以上	53 以上	40 以上	187 以下	90 以下	200 以下
XM15J1	21 以上	53 以上	40 以上	207 以下	95 以下	218 以下

表 3 肥粒鐵系退火狀態之機械性質 (2)

種類符號	拉 伸 試 驗			硬 度 試 驗		
	降伏強度 kgf/mm ²	抗拉強度 kgf/mm ²	伸長率 %	勃氏值 HB	洛氏值 HRB	維克氏值 HV
405	18 以上	42 以上	20 以上	183 以下	88 以下	200 以下
410L	20 以上	37 以上	22 以上	183 以下	88 以下	200 以下
429	21 以上	46 以上	22 以上	183 以下	88 以下	200 以下
430	21 以上	46 以上	22 以上	183 以下	88 以下	200 以下
430LX	18 以上	37 以上	22 以上	183 以下	88 以下	200 以下
430J1L	21 以上	40 以上	22 以上	192 以下	90 以下	200 以下
434	21 以上	46 以上	22 以上	183 以下	88 以下	200 以下
436L	25 以上	42 以上	20 以上	217 以下	96 以下	230 以下
436J1L	25 以上	42 以上	20 以上	192 以下	90 以下	200 以下
444	25 以上	42 以上	20 以上	217 以下	96 以下	230 以下
447J1	30 以上	46 以上	22 以上	207 以下	95 以下	220 以下
XM27	25 以上	42 以上	22 以上	192 以下	90 以下	200 以下

表 4 麻田散鐵系之退火狀態機械性質(2)

種類符號	拉 伸 試 驗			硬 度 試 驗		
	降伏強度 kgf/mm ²	抗拉強度 kgf/mm ²	伸長率 %	勃氏值 HB	洛氏值 HRB	維克氏值 HV
403	21 以上	45 以上	20 以上	201 以下	93 以下	210 以下
410	21 以上	45 以上	20 以上	201 以下	93 以下	210 以下
410S	21 以上	42 以上	20 以上	183 以下	88 以下	200 以下
420J1	23 以上	53 以上	18 以上	223 以下	97 以下	234 以下
420J2	23 以上	55 以上	18 以上	235 以下	99 以下	247 以下
429J1	23 以上	53 以上	18 以上	241 以下	100 以下	253 以下
440A	25 以上	60 以上	15 以上	255 以下	HRC 25 以下	269 以下

表 5 析出硬化系之機械性質(2)

種類 符號	熱處理 符號	拉 伸 試 驗			硬 度 試 驗			
		降伏強度 kgf/mm ²	抗拉強度 kgf/mm ²	伸長率 %	勃氏值 HB	洛氏值 HRC	洛氏值 HRB	維克氏值 HV
630	S	—	—	—	363 以下	38 以下	—	—
	H 900	120 以上	134 以下	5 以上	375 以上	40 以上	—	—
	H 1025	102 以上	109 以上	5 以上	333 以上	35 以上	—	—
	H 1075	88 以上	102 以上	5 以上	302 以上	31 以上	—	—
	H 1150	74 以上	95 以上	8 以上	277 以上	28 以上	—	—
631	S	39 以 my	105 以下	20 以上	192 以下	—	92 以下	200 以下
	TH 1050	98 以上	116 以上	3 以上	—	35 以上	—	345 以上
	RH 950	105 以上	126 以上	4 以上	—	49 以上	—	392 以上

表 6 沃斯田鐵-肥粒鐵系固溶處理狀態之機械性質(2)

種類符號	拉 伸 試 驗			硬 度 試 驗		
	降伏強度 kgf/mm ²	抗拉強度 kgf/mm ²	伸長率 %	勃氏值 HB	洛氏值 HRC	維克氏值 HV
329J1	40 以上	60 以上	18 以上	277 以下	29 以下	292 以下
329J3L	46 以上	63 以上	18 以上	302 以下	32 以下	320 以下
329J4L	46 以上	63 以上	18 以上	302 以下	32 以下	320 以下

三、配管用不銹鋼鋼管

本資料適用於耐腐蝕、耐低溫和耐高溫等用途之配管用不銹鋼鋼管。提供給你的參考資料表 1 為種類符號及類別，表 2 為機械性質。

表 1 種類符號及類別 (3)

類別	種類符號
沃 斯 田 鐵 系 鋼 管	304 TP
	304 HTP
	304 LTP
	309 TP
	309 STP
	310 TP
	310 STP
	316 TP
	316 HTP
	316 LTP
	317 TP
	317 LTP
	321 TP
	321 HTP
347 TP	
347 HTP	
沃斯田鐵-肥粒 鐵系鋼管	329 J1 TP 329 J2 LTP
肥粒鐵系鋼管	405 TP

表 2 機械性質 (3)

種類符號	降伏強度 kgf/mm ²	抗拉強度 kgf/mm ²	伸長率 %
304 TP	53 以上	21 以上	22 以上
304 HTP	53 以上	21 以上	22 以上
304 LTP	49 以上	18 以上	22 以上
309 TP	53 以上	21 以上	22 以上
309 STP	53 以上	21 以上	22 以上
310 TP	53 以上	21 以上	22 以上
310 STP	53 以上	21 以上	22 以上
316 TP	53 以上	21 以上	22 以上
316 HTP	53 以上	21 以上	22 以上
316 LTP	49 以上	18 以上	22 以上
317 TP	53 以上	21 以上	22 以上
317 LTP	49 以上	21 以上	22 以上
321 TP	53 以上	21 以上	22 以上
321 HTP	53 以上	21 以上	22 以上
347 TP	53 以上	21 以上	22 以上
347 HTP	53 以上	21 以上	22 以上
329 J1TP	60 以上	40 以上	—
329 J2LTP	63 以上	46 以上	—
405 TP	42 以上	21 以上	—

四、鍋爐及熱交換器用不銹鋼鋼管

本資料適用於鍋爐及熱交換器用不銹鋼，提供你的參考資料表 1 為種類符號及類別，表 2 為機械性質。

表 1 種類符號及類別 (4)

類 別	種類符號	類 別	種類符號
沃 斯 田 鐵 系 鋼 管	304 TB	肥粒鐵系鋼管	405 TB
	304 HTB		409 TB
	304 LTB		410 TB
	309 TB		410 Ti TB
	309 STB		430 TB
	310 TB		444 TB
	310 STB		XM 8 TB
	316 TB		XM 27 TB
	316 HTB		
	316 LTB		
	317 TB	沃 斯 田 鐵 - 肥 粒 鐵 系 鋼 管	329 J1 TB
	317 LTB		329 J2 LTB
	321 TB		
	321 HTB		
	347 TB		
	347 HTB		
	XM15J1 TB		

表2 機械性質(4)

種類符號	降伏強度 kgf/mm ²	抗拉強度 kgf/mm ²	伸長率 %
304 TP	53 以上	21 以上	27 以上
304 HTP	53 以上	21 以上	
304 LTP	49 以上	18 以上	
309 TP	53 以上	21 以上	
309 STP	53 以上	21 以上	
310 TP	53 以上	21 以上	
310 STP	53 以上	21 以上	
316 TP	53 以上	21 以上	
316 HTP	53 以上	21 以上	
316 LTP	49 以上	18 以上	
317 TP	53 以上	21 以上	
317 LTP	49 以上	18 以上	
321 TP	53 以上	21 以上	
321 HTP	53 以上	21 以上	
347 TP	53 以上	21 以上	
347 HTP	53 以上	21 以上	
XM15 J1 TB	53 以上	21 以上	
405 TB	42 以上	21 以上	12 以上
409 TB	42 以上	21 以上	
410 TB	42 以上	21 以上	
410 Ti TB	42 以上	21 以上	
430 TB	42 以上	25 以上	
444 TB	42 以上	25 以上	
XM8 TB	42 以上	21 以上	
XM27 TB	42 以上	25 以上	
329 J1TB	60 以上	40 以上	10 以上
329 J2LTB	63 以上	45 以上	

學習評量四：

你能在不翻閱參考資料或書籍的情況下，正確地列舉出在熱軋不銹鋼中，沃斯田鐵系之種類符號至少五種以上。

答案：

種類符號	類 別
201	沃斯田體系
202	
301	
301L	
301J1	
302	
302B	
304	
304L	
304N1	
304N2	
304LN	
304J1	
304J2	
305	
309S	
310S	
316	
316L	
316N	
316LN	
316Ti	
316J1	
316J1L	
317	
317L	
317LN	
317J1	
317J2	
317J3L	
317J4L	
317J5L	
321	
347	
XM15J1	

假如你的答案與上述之重點相符，請翻至第 46 頁做學後評量，假如你的答案不與上述之重點相符，則請讀第 4 頁所列之參考書籍，或請翻至第 31 頁重新閱讀以便發現你的錯誤之處，並將第 43 頁上錯誤改正，然後翻至第 46 頁，做不銹鋼材料學習後評量。

現在你已認識金屬材料中之不銹鋼材料部份，假如你仍未完全熟悉，請重覆學習本教材第 5 頁到第 44 頁直到熟悉為止，若有困難去請教你的老師，直至完全熟悉到你能勝任學習目標所列之能力為止。

假如你能勝任學習目標所列之能力，請準備參加學後評量。

學後評量

在下列各題之括弧內，寫出正確的答案，請不要參閱資料或書籍。

一、是非題

1. () 抗拉強度是指在拉伸試驗中，材料斷裂前之最大應力。
2. () 降伏強度是使材料呈現永久變形所需之最大應力。
3. () 不銹鋼若依其組織可分沃斯田鐵系、肥粒鐵系及麻田散鐵系。

一、選擇題

1. () 要添加多少鉻合金元素以上才能稱為不銹鋼 (1) 5 (2) 8 (3) 12 (4) 15
2. () 不銹鋼中主要的合金元素 (1) 鐵碳銅 (2) 鐵銅鋅 (3) 鐵鉻鎳 (4) 鐵碳鋅
3. () 在 18-8 不銹鋼中，其“18”係代表為 (1) 鉻 (2) 鎳 (3) 鐵 (4) 錳
4. () 在 18-8 不銹鋼中，其“8”係代表為 (1) 鉻 (2) 鎳 (3) 鐵 (4) 錳
5. () 下列何者為無磁性不銹鋼 (1) 肥粒鐵 (2) 雙相鋼 (3) 沃斯田鐵 (4) 麻田散鐵
6. () 析出硬化型不銹鋼為何種不銹鋼改良型 (1) 肥粒鐵 (2) 18-8 (3) 麻田散鐵 (4) 碳鋼
7. () 一般肥粒鐵不銹鋼其含碳量 (1) 0.12%以下 (2) 0.2-0.4% (3) 1-2% (4) 2%以上
8. () 對雙相不銹鋼的定義中裏其第二相比例不得低於 (1) 10% (2) 20% (3) 30% (4) 40%
9. () 不銹鋼 430 屬於 (1) 肥粒鐵 (2) 沃斯田鐵 (3) 麻田散鐵 (4) 雙相不銹鋼 之代表性鋼種。
10. () 在不銹鋼系列裏，不列何者銲接性比較好 (1) 麻田散鐵 (2) 肥粒鐵 (3) 沃斯田鐵 (4) 析出硬化型

參考文獻

1. 經濟部中央標準局，中國國家標準 CNS8497，G3163，p.1-9。
2. 經濟部中央標準局，中國國家標準 CNS8499，G3164，p.1-9。
3. 經濟部中央標準局，中國國家標準 CNS6331，G3124，p.1-3。
4. 經濟部中央標準局，中國國家標準 CNS7383，G3142，p.1-4。