

# 從低碳鋼到高合金鋼 台灣扣件材料轉型之路

文 / 金屬中心產業分析師 紀翔瀛

台灣螺絲螺帽產業發展逾30年，早期以內銷起家，從日本進口低碳鋼線材，以手工或日本進口機械進行加工，生產一般木螺絲或機械螺絲等；直至台灣十大建設時期，中鋼成立，供應台灣碳鋼原料，部分不足由進口彌補。爾後，台灣業者逐漸從日本引進不鏽鋼鋼胚，燁興、華新麗華分別與德國、美國購買設備，華新麗華更與美國卡本特在台南合資成立華新卡本特特殊鋼公司，藉由引進國外技術資金入股，成功地轉型為台灣第一家從煉鋼到軋鋼的不鏽鋼線材一貫廠。目前全球主要先進國家都在疾呼工業救國，有工業的地方就有螺絲螺帽，有螺絲螺帽的地方就不離材料；常見扣件材質包括鋼鐵、銅、鋁、塑料。本文暫不探討非鐵材料，專文敘述台灣扣件材料如何因應產品升級，從低碳鋼發展至高合金鋼一路以來的演變。

## 螺絲螺帽鋼鐵材料種類說明

螺絲的生產製造離不開鋼鐵材料，也就是俗稱的盤元，由於螺絲的材質不同，螺絲的機械性能與強度等級就不同；螺絲機械性能不同，生產過程中所需加工技術如熱處理等就不同；螺絲的強度等級不同，選擇生產最終產品就不同。主要扣件鋼鐵材料類型可分兩種：碳鋼與不鏽鋼。其中，碳鋼分為低碳鋼、中碳鋼、高碳鋼及合金鋼；不鏽鋼則可粗分兩大類為麻田散體(Martensitic Stainless Steel)以及沃斯田體(Austenitic Stainless Steel)。選擇材料大致上有三個前提，一為環境問題，考量材質在環境裡的適應程度，例如抗腐蝕性、高低溫下的物理性質等；二為功能問題，考量扣件用途及結構，例如強度、脆性、扭力等；三為成本考量，同時若有多種材質皆適用，通常會選擇製程較單純且來源穩定的材料，以節省製造成本及採購成本。圖一為台灣扣件用鋼鐵材料主要來源及相關線材廠示意圖。

碳鋼以碳的含量區分，有低碳鋼、中碳鋼、高碳鋼，以及合金鋼。低碳鋼通常用於4.8級螺絲及4級螺母、小螺絲等無硬度要求的產品。中碳鋼主要用於8級螺母、8.8級螺絲及8.8級內六角產品。高碳鋼含碳量太高，鍛造性很差，目前扣件市場無使用。合金鋼則指在碳鋼中加入合金元素，增加鋼材的特殊性能，常見合金元素有C、Si、Mn、P、S、Cr、Mo。目前台灣碳鋼盤元標竿廠商為中鋼，除穩定供應低碳鋼與中碳鋼外，近年積極發展A-286鎳基超合金盤元。A-286屬高強度超合金，在700°C下具有高強度及抗腐蝕性質，常應用於航太噴射引擎及汽車引擎扣件。現下台灣A-286盤元線材都是由國外進口，成本高且交期會被延長。目前中鋼已交給少數汽車扣件生產廠商測試量產，未來台灣扣件廠商有望將可以更合理的價格取得此關鍵材料，降低材料成本及提升扣件生產競爭力，表一為碳鋼材料比較表。

不鏽鋼主要分沃斯田體，又稱奧氏體，鉻與鎳的含量較高，所以耐熱性佳，耐腐蝕性高，可焊性好。相較麻田散體，又稱馬氏體，鉻與鎳的含量較低，耐腐蝕性較差，但強

度高，耐磨性好。目前市場上除華新麗華供應以外，進口主要是日本，主要常見SUS302、SUS304、SUS316，數字越大品級越高。表二為SUS302、SUS304、SUS316使用比較表。

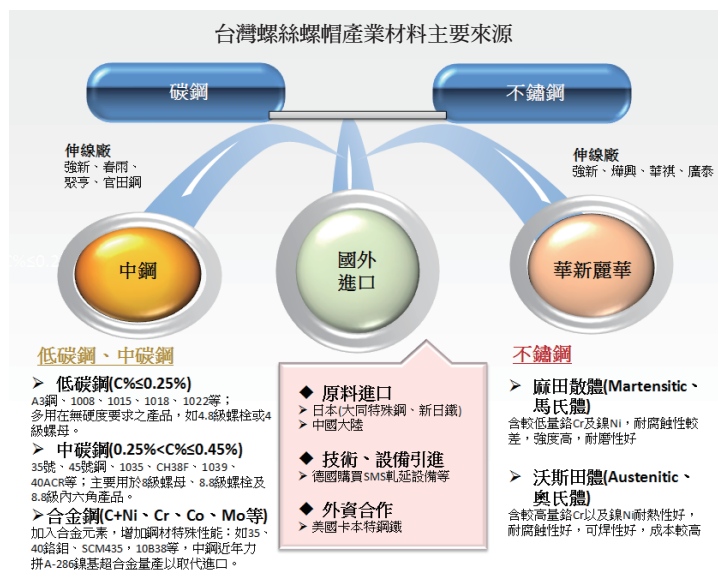
304M、304HC、316三種材質是目前300系列沃斯田體不鏽鋼使用最廣的材質。冷加工後材質磁性為316<304HC<304M。316材質抗化學品腐蝕，抗腐蝕性及抗海水耐蝕性能相對於304M及304HC更為優良。整體來說，不鏽鋼的強度及硬度在正常情況下相當於碳鋼6.8級，故不能和使用碳鋼產品一樣隨便施力撞擊敲打；相對因不鏽鋼延展性好，使用時產生鋼屑容易沾粘在螺帽牙，增加摩擦力，易導致鎖死，而使用碳鋼的話，即使長期使用後出現鐵屑也會掉落，相對於不鏽鋼而言，不易有鎖死的情況發生。

## 扣件材料轉型之路

### 扭轉低單價局面

台灣螺絲螺帽產業近五年外銷比例約9成，2014年全球市佔率約19%，屬於外銷出口型態。面對全球市場競爭激烈，上游原料

圖一 台灣螺絲螺帽產業鋼鐵材料來源示意圖



資料來源：金屬中心整理(2015/01)

表一 碳鋼含碳量及強度說明

鋼種	含碳量(%)	強度(Kgf/mm <sup>2</sup> )	扣件使用
低碳鋼	< 0.25	30-45	✓
中碳鋼	0.25-0.45	45-62	✓
高碳鋼	>0.45	62-72	✗ (多用在螺模、軸承等)

資料來源：金屬中心(2015/01)

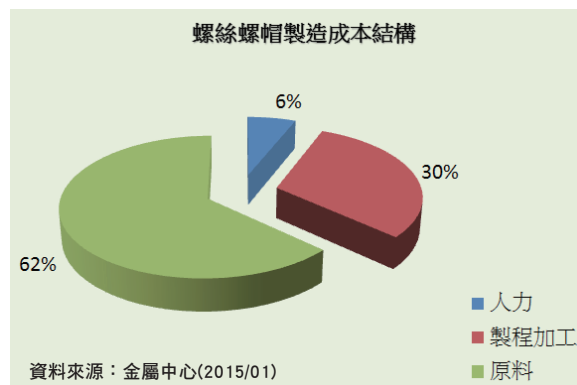
表二 不鏽鋼鉻鎳含量及特色用途說明

不鏽鋼種類	鉻鎳含量	耐蝕性	其他特色	常見用途
SUS302	鉻>12%+鎳>7%	佳	含碳量較高，強度優於SUS304	家具、建築、汽車零件、醫材、食品工業、化工業、農具
SUS304	18%鉻+8%鎳	佳	耐熱、具低溫強度、加工硬化性好、非磁性	家具、建築、汽車零件、醫材、食品工業、化工業、農具
SUS316	17%鉻+12%鎳+2.5%鉬	優良	極耐酸蝕、加工硬化性好、無磁性	化工設備、海水環境使用設備

資料來源：金屬中心(2015/01)

供應的成本與品質將直接影響台灣螺絲螺帽產業的競爭能力。目前國內碳鋼一般來說，原料佔螺絲螺帽製造成本中逾6成，可見材料的選擇是此產業中的利基，若為客製產品或特殊件需使用到高合金或特殊工序，則成本更高，但相對地售價也能提高。圖二為螺絲螺帽製造成本結構。

圖二 螺絲螺帽製造成本結構圖



台灣2014年螺絲螺帽平均出口單價約每公斤2.66美元，相較其他主要螺絲螺帽出口國家，單價價差高達4-7倍。台灣螺絲螺帽走量產路線，以標準件居多，設計研發能力中等，但技術與供貨品質上可達到汽車扣件等級，目前產業轉型，欲跨入醫療器材、航太、能源等高值產業，全力發展高價值化產品。所謂高價值化定義，目前認知有三：其一為高品質、高品級、高品類；其二為高附加價值率，也就是拉高銷售值扣除製造成本後佔營業收入的比例；其三為材料佔總成本比例使其小於50%。

最有效提升單價與附加價值率的方法，並非一味地降低成本。如最近因鎳金屬出現供應缺口，使鎳價看多，造就不鏽鋼價格隨之上漲，因成本墊高，售價出現向上調漲的空間，對華祺、路竹新益、世鏗等不鏽鋼扣件廠反而是利多。而慶達科技、全球安聯積極擴展人工牙根等醫材市場，目前雖屬客製化小眾市場，但自原本扣件產業轉型為醫療產業，使用的扣件產品因精緻化及特殊醫療需求而使用合金材料，產品價格不再以重量計，而是以件數計，雖材料費用亦增加，但附加價值率可望在市佔率逐漸擴大後隨之增加。同樣的情形亦發生在其他積極轉型的扣件廠，如春雨、路竹新益、朝友、恆耀國際等，發展高合金扣件使用於核電廠、高鐵、海水淡化設備、離岸風力機、太陽能設備等對環境或對功能有特殊要求的場所，旨在增加附加價值，開拓企業新格局。

## 迎合未來趨勢

### 輕量化

專家學者20年前便呼籲重視能源危機，提出的節能減碳演變至今剩一個概念，叫做輕量化，因為載體輕量化，如汽車輕量化、建築輕量化、電子產品輕量化等，在能源或是材料的使用上便能減少耗費。金屬中心曾與中鋼推動成立「汽車扣件研發聯盟」，協助發展汽車結構輕量化所需技術；再如機體應用上，因重量及耐腐蝕程度，高強度鈦合金扣件絕對有資格與超強度不鏽鋼材質扣件進行PK。波音777與Airbus 350之前的機型原

本使用超強度不鏽鋼材質扣件，後來波音777與Airbus 350起落架及架樑部分，皆採Ti-10-2-3鈦合金系列扣件，輕量化的趨勢以及高合金扣件技術演進，使未來新型的B787及A380鈦合金扣件所扮演角色分量只會更重。

### 複合螺絲(Bi-Metal)

複合螺絲結合碳鋼與不鏽鋼合金兩種材質，前端利用碳鋼硬度攻牙，鎖緊後扣件外露部分則利用不鏽鋼防鏽優勢，如此可延長使用年限，降低維修成本，目前多應用於高科技、建築業，及能源產業如太陽能板。且Bi-Metal扣件的售價以件數計，Bi-Metal扣件的價格為不鏽鋼螺絲的4倍左右，是碳鋼螺絲的10倍以上。近年由於切入Bi-Metal生產廠商數增加，故Bi-Metal10年來價格呈現跌勢，但以毛利率來說，仍屬高端扣件產品。

## 結論與建議

台灣螺絲上中游產業結構完整，下游應用市場以外銷為主，面臨後進者如中國大陸、韓國、東協國家等競爭，唯一的生路是產品區隔，也就是面臨產業轉型以及產品升級的問題。歐美鋼鐵廠與下游螺絲廠在10年前曾面臨過垂直整合，像美國螺絲廠背後多有鋼鐵集團撐腰。台灣雖有螺絲王國美譽，但實際上內憂外患的煩惱未消停，產業結構有調整轉型的壓力，在台灣螺絲業跟鋼鐵廠垂直整合或許有困難，但上游鋼廠若能提升鋼材品質，或協助下游產業發展，突破有形無形之限制，對台灣螺絲業者亦有幫助。

台灣主要螺絲廠客源雖穩定，但全球工業需求量並非在快速成長期，需求成長空間有限，再加上全球因弱勢經濟當道，紛紛建立貿易壁壘，使得新市場難以開拓，最容易擠壓到中小型扣件廠的生存。中小型螺絲業者另闢蹊徑的方式就是從材料、設計、製程技術上著手，追逐高價值化產品。例如改良原有扣件材料配方，使材料佔總成本比例使其小於50%；或者選擇產品轉型，發展高合金或非鐵金屬扣件，達到高品質、高品級、高品類的水準，吸引國際大廠上門。

此外，研發費用對中小型廠通常是一大負擔，共同研發中心可能是個解決方案。北美Buffalo Manufacturing Works是一家會員制機構，與產業界、學界共同合作成立一座投資3,000萬美元的研發製造中心，2014年底正式啟用。該機構創立目的正是為廠商降低研發成本，例如會員之一的Sherex即利用Buffalo Manufacturing Works的場所、設備及工程師，研發輕量化材料扣件(碳纖維取代鋼鐵)，以個案申請紐約州經費，支付相關研發費用。Buffalo Manufacturing Works本意為育成基地，其角色介於業界與學界之間，許多小型扣件廠商為其會員，原本投入研發意願不高的小扣件廠，因Buffalo Manufacturing Works的設立，有望經由研發提升現有技術。目前Buffalo Manufacturing Works仍屬地域性機構，僅服務紐約州水牛城當地廠商會員，除提供育成、研發設施、工程師以外，還提供產業所需知識的培育，引進北美多所技術型大學資源，為扣件廠注入知識新活水。在扣件材料轉型之路上，除上游鋼鐵廠可從旁協助外，廠商策略聯盟因涉及成果專利，多以失敗告終，不妨參考Buffalo Manufacturing Works的做法，以共同研發中心個案租用的方式進行研發。

### ☆參考資料☆

Buffalo Manufacturing Works官網

歐盟對台灣不鏽鋼螺絲螺帽課徵反傾銷稅案例之研究，柯志強，2001 MoneyDJ理財知識庫

商用車輕量化發展契機座談會，金屬中心，2014

廠商親訪初級資料，金屬中心，2014.05-2015.01