

棒線鋼材於汽車零件應用簡介

文/白光

壹、前言

由於汽車市場的蓬勃發展，在相關汽車零組件不斷進步與先進製造技術持續發展下，國際間，對汽車產業持續創新的要求已刻不容緩。其中製造技術主要朝汽車輕量化、高性能、省能源之趨勢發展，因此進一步了解不同鋼材於汽車零件之應用，實為時勢所趨。

整體而言，不同用途之汽車用鋼材，主要包括熱軋、冷軋、鍍鋅鋼片(GA)及棒線產品，各部分汽車零組件與所使用鋼材對照，如圖1所示。限於篇幅，本文僅就與棒線鋼材有關之汽車零件用途加以介紹。

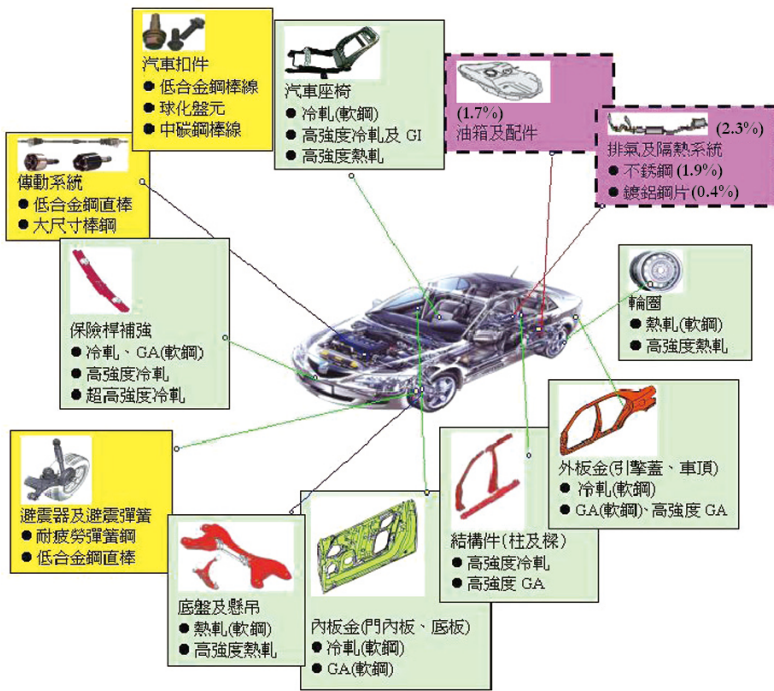


圖1 各種鋼材於汽車零件應用示意圖

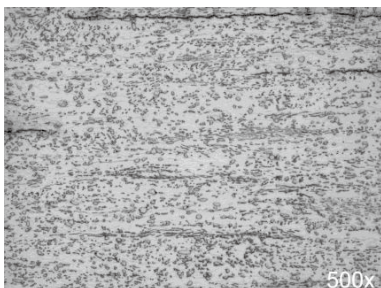


圖2 冷加工鋼材組織

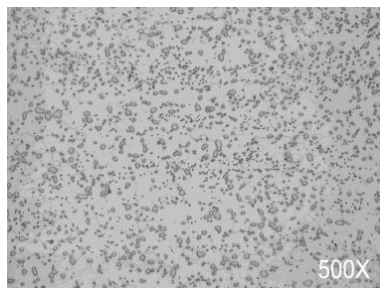


圖3 球化退火後的良好組織

貳、汽車零件用途與棒線鋼種

1. 棒線鋼材於汽車零件應用的種類繁多，依鋼材用途大致可區分成汽車扣件(螺絲螺帽)、傳動系統(傳動軸總成)及變速箱齒輪(引擎零件)、軸承(軸承鋼)、避震器及避震彈簧(懸吊彈簧及扭力桿)等。因功能差異大，故隸屬不同的製造業。由於大部分為高單價的保安零件，因此凡是屬於汽車零件用途的鋼材品質要求就極為嚴格。
2. 國內汽車零件用途方面，以螺絲螺帽市場揮灑空間最大，彈簧亦深具發展潛力。
3. 一般而言，汽車的引擎及變速箱大都由技術母廠提供成品或半成品，經國內業者加工而成。此外，由於產品依循汽車廠規格，因此鋼材用料在國內較無自創鋼種。
4. 傳動系統及引擎零件之用料方面，主要為大尺寸直棒鋼材，品質要求較高，若是國外進口，則料源成本高，使國內汽車產業發展受限。
5. 綜合上述，整理相關的汽車零件用途與棒線鋼種對照，如表1。
6. 上述汽車螺絲螺帽用料，主要為碳鋼、低合金鋼及硼鋼，品質要求嚴格，必須具有穩定的鋼料成分，與優異的內、外品質及良好的球化組織。圖2顯示，冷加工鋼材(球化退火前)組織；圖3顯示，冷加工鋼材經球化退火後的良好組織。
7. 另外汽車彈簧及平衡系統，主要為9254鋼種所製造的高級彈簧，除了棒線鋼材的內、外品質要求嚴格外，業者的設備及製程改善亦必須更精進，以利擴張市場，共創雙贏。

表1 汽車零件用途與棒線鋼種對照

汽車零件用途	棒線鋼種
螺絲螺帽	SCM435、SCM440、35ACR、40ACR、10B21、10B33、SWRCH6A、SWRCH8A、1018及1022
前輪傳動的傳動軸總成	1541、S45C、S53C、10B38
後輪傳動的傳動軸總成	1038、S45CS1、SCM418、SCM420、8620
變速箱齒輪	SCM415、SCM420、SNM415、SNM420
軸承	SUJ2、1070、SCM415
懸吊彈簧及扭力桿	9254、60SiCrV
避震油壓缸	1045、1015
平衡桿	SUP9
輪胎鋼絲及胎耳鋼絲	1080S、1069S

參、汽車用鋼材的品質需求與應用

1. 汽車用鋼材的品質需求，說明如下：
 - 良好的成形性：要避免鋼材夾渣、重面及線/裂縫等缺陷。此外，螺絲螺帽冷打(鍛)鋼材，更要求良好的球化率。
 - 良好的熱處理性：縮窄鋼材成分範圍，有利於淬火性。
 - 抗鬆弛性或耐疲勞性：選購清淨鋼材，具備良好的清淨度。



- 切削性：選購切削性良好的鋼材，有利於業者後續加工。
- 綜合上述，將汽車零件與品質特性要求加以整理，如表2所示。

表2 汽車零件與品質特性要求

汽車扣件（螺絲螺帽）	成形性及熱處理性
傳動軸總成	熱處理性
變速箱齒輪	熱處理性、切削性
軸承	熱處理性、耐疲勞性
懸吊彈簧及扭力桿	耐疲勞性、抗鬆弛性
平衡桿	熱處理性

2. 汽車用棒線鋼材，主要為螺絲螺帽，其次為傳動系統及引擎零件，其他如軸承、插銷、安全氣囊點火器等。值得一提的是懸吊彈簧，主要為9254鋼材所製造的OTW(Oil Tempered Wire)油淬火、回火線，及ITW(Induction heating quenched and Tempered Wire)高週波淬火、回火線。
3. 懸吊及平衡的彈簧系統零件方面，用途與鋼種，主要包括：平衡桿用鋼材SUP9鋼種、及高應力彈簧鋼9254及60SiCrV鋼種。此外，彈簧業者若是建立及改善熱處理製程技術，使其所捲製的彈簧之疲勞強度、鬆弛值皆可達到汽車廠要求之標準並取得汽車廠認證，則擴大進軍國際市場並進入汽車供應鏈體系之商機指日可待。
4. 傳動系統及引擎零件方面，於鋼材中添加硫(S)，例如，SxxC S1易削鋼，使鋼料兼具良好的硬化能及切削性；並且成分設計添加微量Cr，以及縮窄鋼材成分範圍，則可使鋼料的硬化能更穩定。此外，業者若能取得汽車廠合格原料供應商之認證，在汽車廠零組件全球採購政策下，有利於擴大國外市場銷售，提昇國際競爭力。
5. 軸承是汽車迴轉驅動系統極重要的零組件，使用功能上強調耐磨耗和耐疲勞等特性，因此對所用鋼料之品質要求十分嚴苛，例如，SUJ2軸承鋼(bearing steel)不但要求高潔淨度、均勻的化學成分、低含氧量且對球化品質要求更為嚴苛。
6. 綜合上述，汽車鋼料品質必須穩定及價格合理才具競爭力，並且製造廠商也必須獲得歐美、日本汽車廠認可，以利歐美、日本轉向國內採購，擴大汽車供應鏈體系之商機。

肆、產業發展趨勢

有關汽車產業發展趨勢方面，分別就螺絲螺帽、懸吊及平衡的彈簧系統零件、傳動系統、引擎零件及軸承，說明如下：

1. 螺絲螺帽

1. 早期以普通碳鋼直接冷打(鍛)的汽車螺絲螺帽，因市場競爭激烈，故鋼材製造及加工業者必須朝高級汽車螺絲螺帽市場升級方向著手，包括生產零不良率產品、省製程(降低成本)，及縮小強度變異，以及優異的球化率、縮窄鋼材成分範圍、選購Seam Less鋼材、以及提高尺寸精度，才是高級汽車螺絲螺帽鋼料產品的品質需求趨勢。
1. 由於影響螺絲螺帽製品附加價值的關鍵因素，主要為電鍍表面品質、耐蝕能力及零缺點保證。因此，電鍍表面處理，防銹處理技術，以及自動檢測技術與設備，為螺絲螺帽業者必須積極開發的技術領域。

2. 懸吊及平衡的彈簧系統零件

1. 因應汽車輕量化的需求，發展趨勢朝110kg/mm²以上高應力彈簧鋼，例如，9254V、60SiCrV及UHS1900等。
2. 特別是冷間成形之高應力彈簧，應為汽車懸吊彈簧發展趨勢的主流，由於其需求量較汽門彈簧大，因此可列入現階段發展的重點，再進一步朝安全性要求更高的汽門彈簧發展。

3. 傳動系統及引擎零件

1. 汽車傳動軸用鋼料，要朝兼具良好的硬化能及切削性發展，而有些國際知名汽車廠則要求材料供應商須能提供內質保證。因此，鋼材必須以UT檢測才行。
2. 齒輪用鋼則朝淬火變形量少、縮窄鋼材成分範圍，以及避免滲碳晶界氧化的耐轉動疲勞性鋼材發展。
3. 電磁離合器零件鋼料，則有高磁通性且易車削等特性的要求。

4. 軸承

1. SUJ2軸承鋼(bearing steel)，在世界上廣範被採用，佔軸承鋼總產量之80%以上，主要用於軸承的內外環、鋼珠及軸心。
2. 細碳化物、均勻完全的球化退火組織，及淬火、回火後之轉動疲勞性高，因此SUJ2軸承鋼，可說是最高品質條線產品之能力指標，生產難度極高，必須透過煉鋼、軋鋼及球化處理各製程的緊密控制，才能獲得低成本高品質的產品。

伍、汽車棒線鋼材開發方向

1. 汽車棒線鋼材開發步驟

1. 發展汽車螺絲螺帽用鋼料為首要重點，可發展線上軟化鋼材、鋼材尺寸多樣化等，以節省業者二次加工製造的成本費用。業者進一步提升電鍍表面處理，防銹處理技術，以及產品自動檢測技術與設備之開發，以確保螺絲螺帽產品品質，則可創造更高品質等級產品的市場。
2. 其次為高應力彈簧鋼，以冷間成形開發適合的ITW/OTW鋼線，例如，業者建立OTW生產線(OTW沃斯田鐵化時間及回火時間較長，有助於碳化物的完全固溶)，可使添加V的9254V及60SiCrV鋼材的熱處理品質更穩定。
3. 傳動系統及引擎零件方面，可朝淬火變形量少、避免滲碳晶界氧化的耐轉動疲勞性鋼材齒輪用鋼發展，以及開發韌性接近調質鋼，並兼具良好車削性的免調質鋼，例如，添加CaS後的免調質鋼，使MnS成為V化物的結晶核心，細化了晶粒，其韌性較未添加S的鋼材更佳，進而拓展國際市場。
4. 軸承鋼方面，由於高級軸承因注重耐疲勞性，而TiO₂易造成疲勞破裂，因此鋼材中的Ti含量應盡量降低。此外，利用低溫軋延，以改善層狀碳化物，可提升鋼材的球化退火品質。

陸、結論

1. 本文主要介紹與棒線鋼材有關之汽車零件，不同用途與鋼種的搭配，以及汽車用鋼材的品質需求與應用，深入淺出，期使鋼材開發與加工業者，能進一步了解汽車棒線鋼材開發方向，與產業發展趨勢。
2. 國內汽車零件用途方面，以螺絲螺帽市場揮灑空間最大，因此，現階段必須朝高品質等級的汽車螺絲螺帽方向發展，包括：(1)選購Seam Less鋼材，生產零不良率產品；(2)提高鋼材尺寸精度，節省加工製程並降低成本；(3)縮窄鋼材成分範圍，縮小強度變異；(4)良好的球化品質。期使在汽車螺絲螺帽鋼料產品的品質精進下，進而擴大國外市場，提昇國際競爭力，期使鋼材製造及加工業者，共創雙贏。■

