



# 車輛用輕量化材料 與產品製程技術

Lightweight Materials and Manufacturing Technologies of Products  
for Vehicle Applications

**王順輝**

工研院南分院  
綠態中心  
輕質合金部

**陳超明**

工研院南分院  
綠態中心  
輕質合金部

**蔡怡迦**

工研院南分院  
綠態中心  
輕質合金部

**楊智超**

工研院南分院  
綠態中心  
特別助理

## 關鍵詞(Keywords)

- 輕量化材料      Lightweight Materials
- 金屬基複合材料      Metal Matrix Composite
- 半固態成形      Semi-Solid Forming

## 摘要(Abstract)

環保、節能是當今全球車輛產業關注的焦點議題，而車輛輕量化技術是達成此一目標之重要途徑，其中輕量化材料與製程技術開發更是目前研發重點。本文將針對奈米晶鋁合金、金屬基複合材料、耐高溫鋁合金等材料；以及半固態成形、擠壓鑄造等製程技術作簡介，包含了目前發展現況及工研院研發之成果，提供國內各界進行相關

研究的參考。

Environmental concern and saving energy are attractive topics across the vehicle industries. Technology for reducing weight of vehicles is an important solution to the target, in particular lightweight materials and manufacturing technologies. This article introduces lightweight materials such as nanocrystalline Al alloy, metal composite materials and manufacturing technologies such as semi-solid forming, squeeze forming and so on, including the development nowadays and the research results of ITRI.

## 1. 前言

隨著地球暖化以及傳統石化燃料存量有限，



能源節省的議題持續受到重視，又以車輛應用之範疇最受到重視，目前歐美市場均推行迫使汽車製造商降低油耗或碳排放的政策，美國目前擬定的車輛平均油耗標準(Corporate Average Fuel Economy Standards, CAFE)規定至 2025 年，於美國販售的乘用車或輕型卡車，其燃油損耗都需達到 54.5 mpg 之平均標準(約為 23.1 km/l)；歐盟也要求在 2020 年歐盟範圍內所銷售的 95 %新車碳排放量平均水準須減至 95 公克/公里的目標(換算約等於 27.8 km/l)，同時通過徵收較重的燃油稅來鼓勵消費者購買省油汽車。

此外近年來全球關於電動車輛與氫能源車輛的研發不遺餘力，但仍有如充電站設施、電池信賴性與耐久性等問題疑慮待克服，短期內要大量普及的機率仍低。目前降低汽車燃料消耗的主要做法有：減少行駛阻力改善引擎運轉效率、提高傳動與變速機構效率及減輕車輛重量等，而根據世界鋁業之研究報告[1]，車重每減少 100 kg，油耗可降低 0.4~0.7 L/100 km，油耗與車重呈現正相關，因此降低車輛油耗以減輕車輛重量最為直接。目前汽車產業減輕汽車重量的做法主要朝改變車體結構、增加整車輕量零組件使用比例的方向，然而車輛輕量化非一蹴可幾，需要設計、材料、製程同時到位，同時考量環保及安全性，並符合生產成本方能落實，以下將分別針對車輛用輕量化材料與產品製程技術做介紹。

## 2. 車輛用輕量化材料

世界汽車材料技術主要發展方向仍然是輕量

化和環保。雖然鋼鐵材料仍保持主導地位，但鋁合金、鎂合金輕量化材料由於比重輕，卻仍具有優異之機械性質，且加工性佳又具可回收性，近年來用量正持續大幅增加中，以下針對鋁、鎂相關金屬材料之目前發展現況做簡介：

### 2.1 奈米晶鋁合金

傳統鋁合金的強化機構分為以下數種：固溶強化(solid solution)、析出強化(precipitation)、晶粒細化(grain size refinement)、散佈強化(dispersion)、加工強化(work hardening)以及複合強化(fiber reinforcement)等[2]。利用上述幾種強化機構所得到之鋁合金，其最大強度約為 600~700 MPa，為傳統鋁合金的強度極限。為了進一步提昇鋁合金的強度，特殊的非晶質(amorphous)微結構構想被提出來。基於此想法，自 1960 年代開始，利用快速凝固技術所製作的非晶質金屬箔帶(ribbon)不勝枚舉，其機械強度也相當高，但由於箔帶的最大厚度無法超過 100  $\mu\text{m}$ ，嚴重限制其應用範圍。各種高強度鋁合金之微結構與其強度之示意圖如圖 1 所示 6 種組合，其中含有非晶質相，其強度通常可以超過 1000 MPa 以上；但此具非晶質相之鋁合金皆屬快速凝固箔帶，難以實際應用。但在 fcc 鋁+奈米介金屬化合物，以及無晶界鋁基+奈米介晶相這兩種奈米結構組合方面，目前已開發出塊狀型態的材料[3-5]，前者一般稱為「塊狀奈米晶鋁合金」(bulk nanocrystalline Al-based alloy)，而後者稱為「塊狀奈米介晶鋁合金」(bulk nanoquasicrystalline Al-based alloy)，兩者奈米結構鋁合金強度均可達 500~1000 MPa。

塊狀奈米結構鋁合金的發展，不但突破傳統

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】385期・104年4月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：[www.automan.tw](http://www.automan.tw)