

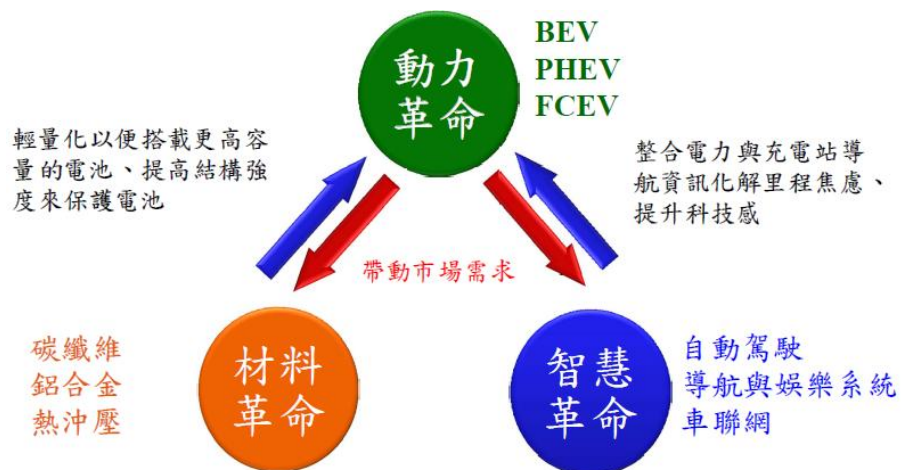
產業觀察

汽車革命新勢力-輕量化

一、政策為推動材料革命的主要動力

已有百年發展歷史的汽車工業，在進入 21 世紀以後，突然迎來了三項重大的變革，這三項變革分別為：動力革命、智慧革命、材料革命。動力革命包括純電動車（BEV）、插電式混合動力汽車（PHEV）、燃料電池汽車（FCEV）等新能源車的發展；智慧革命主要是透過先進駕駛輔助系統（ADAS）、導航與娛樂系統、車聯網等電子系統來提升對駕駛與乘客的安全保護和舒適性；至於材料革命則是透過熱沖壓、鋁合金、複合材料等新材料科技，來達成輕量化的目標。汽車產業三大革命彼此間呈現相輔相成的關係，例如材料革命達成的輕量化可以讓電動車搭載更高容量的電池、同時提高結構強度來提供電池更好的保護；智慧革命可整合電力與充電站導航資訊化解里程焦慮、並且以科技感提高電動車的市場吸引力；而當電動車的市場興起後，則會回頭帶動對汽車輕量化與智能化的需求。

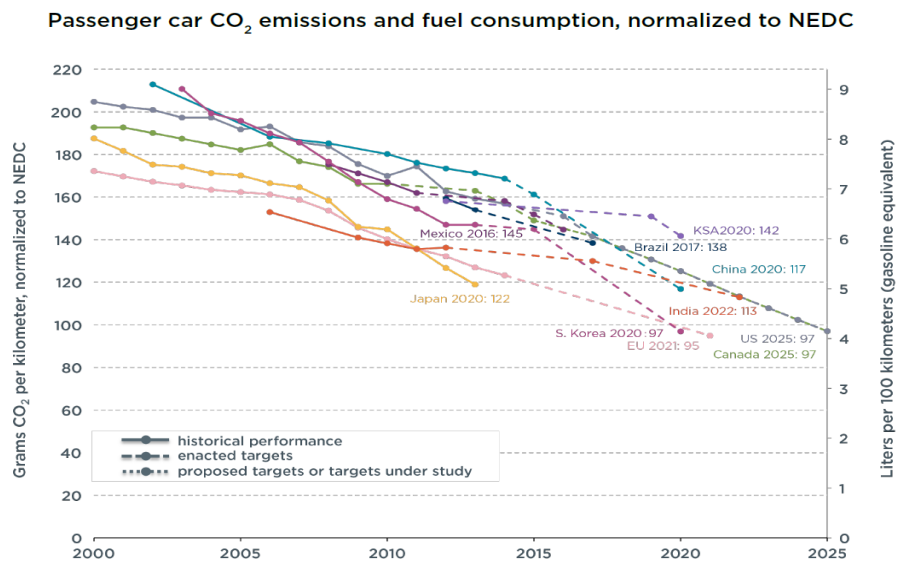
圖一：21 世紀三大汽車革命



資料來源：永豐投顧，Mar. 2016

材料革命與動力革命最大的推動力量，同樣都是來自於各國政府對於汽車廢氣排放的標準日益嚴格。以美國為例，目前新出廠的汽車，每行駛 100 公里平均可排放約 170 公克的二氧化碳，而到了 2025 年，新車每行駛 100 公里平均只能排放 97 公克。車廠要減少如此多的二氧化碳排放量，除了加速發展電動車，以及改善傳統汽油和柴油引擎的燃燒效率以外，減輕車身重量以減少燃料消耗，便成為降低傳統汽、柴油車廢氣排放量最直接的手段。

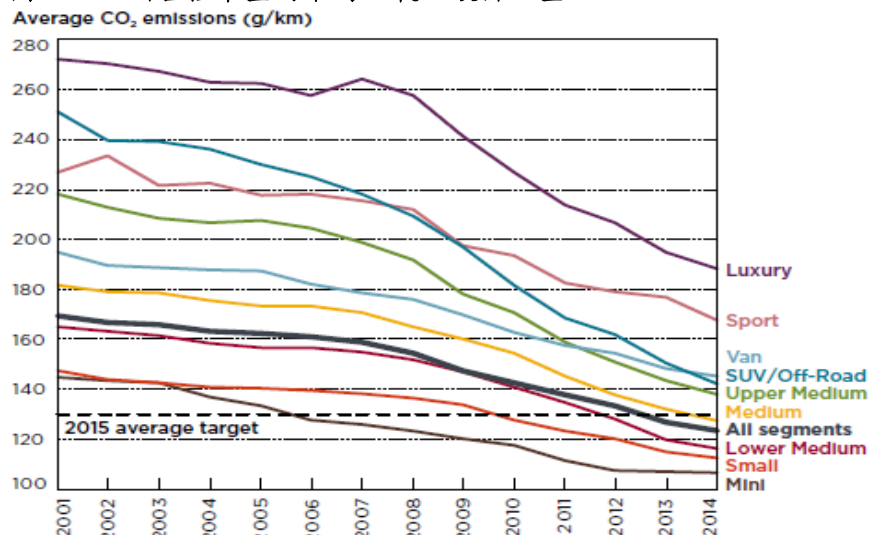
圖二：全球主要國家對新車降低二氧化碳排放的要求



資料來源：ICCT；永豐投顧整理，Mar. 2016

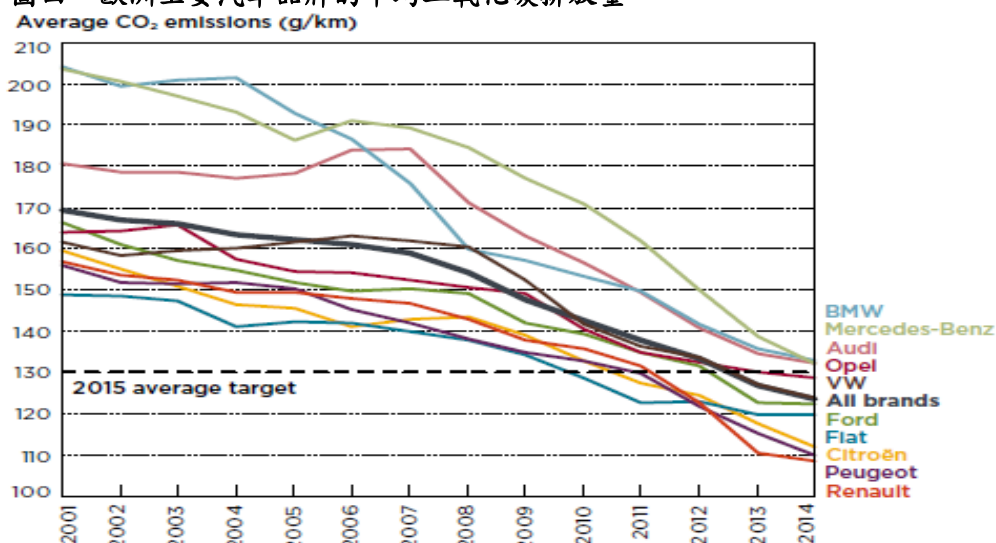
在傳統的汽、柴油車中，根據 ICCT 的估計，豪華車由於體積或馬力較大，導致其平均的二氧化碳排放量，比起乘用車整體的平均水準要高出 50~60%（詳見圖三）。比較歐洲各大主要車廠的排放量，BMW、Benz、Audi 等豪華品牌平均每輛車所排放的二氧化碳，遠高於一般的平民品牌（詳見圖四）。由此可見，豪華車品牌所需面對的降低排放量的壓力，遠高於其它車廠，這情況相當有利於在輕量化發展位居領先的零組件的供應商，因為豪華車品牌通常較有能力和意願以較高的價格採購輕量化的零組件。

圖三：歐洲各種車型的平均二氧化碳排放量



資料來源：ICCT；永豐投顧整理，Mar. 2016

圖四：歐洲主要汽車品牌的平均二氧化碳排放量



資料來源：ICCT；永豐投顧整理，Mar. 2016

在電動車方面，由於承擔沉重的電池重量，對於減輕車身其他零件重量的需求，更是比傳統動力車輛更為迫切。一般的汽油轎車，引擎佔車重的比例約為 15%；相較之下，純電動轎車的電池組，佔車重的比例通常高達 25~30%。以 Tesla Model S 為例，其電池芯總重約 0.35 噸，電池組重約 0.6 噸，佔整車重量約 27%。

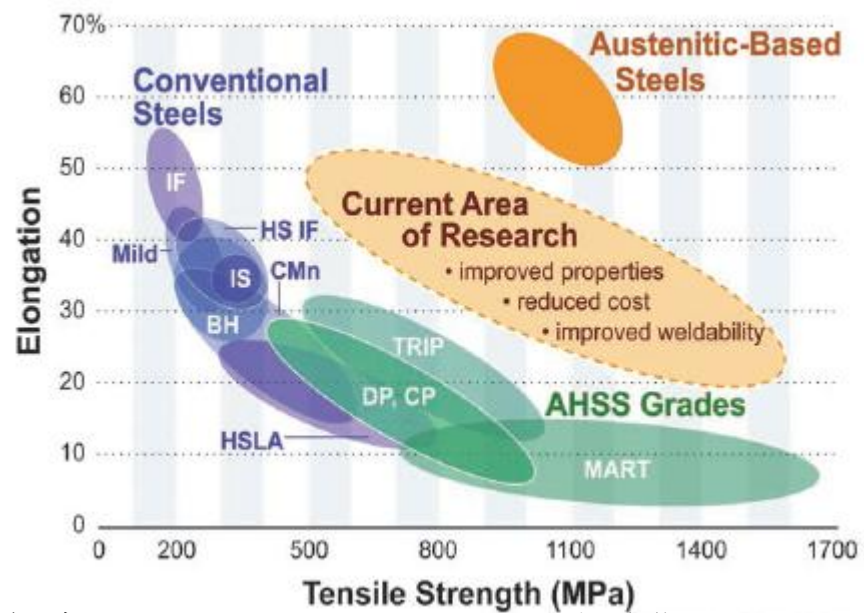
舉目前歐美國家較成功的電動車為例，Tesla Model S 採用大量鋁合金，BMW 的 i 系列則使用碳纖維車身，都是藉著使用輕量化的材料，來達到遙遙領先其他對手的性能表現。

二、熱沖壓：鋼材大進化

回顧過去數十年間車用鋼材的發展，20 世紀 80 年代車廠考量汽車用鋼成本、成形性能和耐腐蝕性能，鋼材主要以無間隙原子鋼 (IF) 和鍍鋅鋼板為主。到了 90 年代，車廠開始意識到碰撞安全性能，當時鋼廠因應需求所開發之鋼材主要有 HSLA 鋼、C-Mn 鋼和 BH 鋼。

邁入 21 世紀之後，車廠更加重視結構安全與輕量化，陸續導入 DP、TRIP 與熱成型鋼等先進高強度鋼材 (AHSS, Advanced High Strength Steel)。簡而言之，車用鋼材持續往高強度的方向演進。

圖五：車用鋼材的種類與演進

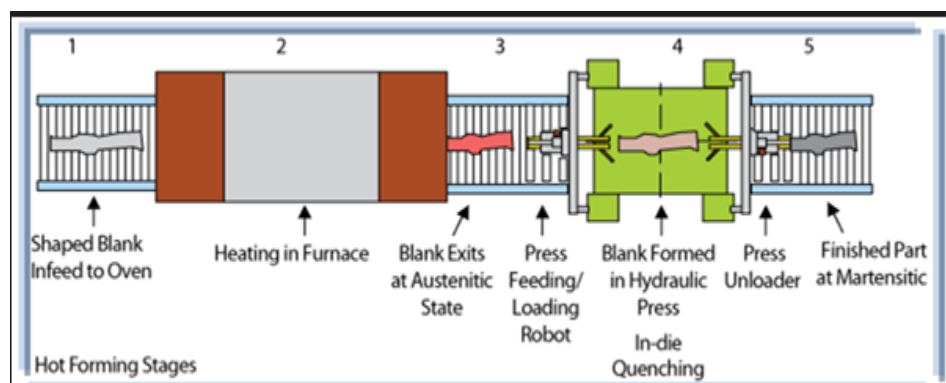


資料來源：Steel Market Development Institute；永豐投顧整理，Mar. 2016

AHSS 的抗拉強度在 500MPa 以上，近年來在北美汽車產業的使用量快速提昇，根據市調機構 Ducker 的預估，AHSS 的滲透率在 2012 年約為 15%，而到了 2020 年，北美新車上接近 29% 的金屬材質將使用 AHSS。

過去汽車產業所使用的鋼板大多以冷沖壓製程來成型，然而當使用的鋼板強度越高，不僅需要越大的壓力來成形，且回彈的問題越嚴重，使得成形的精度降低，同時也會加速模具磨損。當鋼板強度增加到 1,000MPa 以上時，形狀比較複雜的零件便難以靠傳統的沖壓方法成形，這時就必需使用新的熱沖壓技術，其原理是先將鋼板加熱至 900°C 以上使其奧氏體化，在高溫下以模具成型的同時，利用高流量的水進行冷卻，將沖壓出的零件快速轉變為馬氏體。熱沖壓由於是在高溫下成型，幾乎沒有回彈，可精準控制尺寸，而快速淬火使其能兼具高強度。

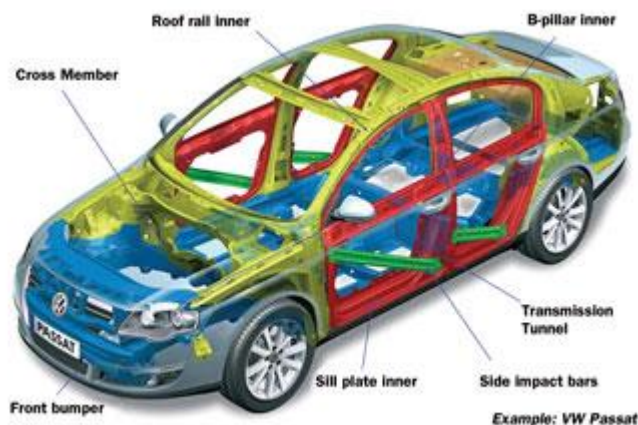
圖六：熱沖壓產線簡略示意圖



資料來源：網路；永豐投顧整理，Mar. 2016

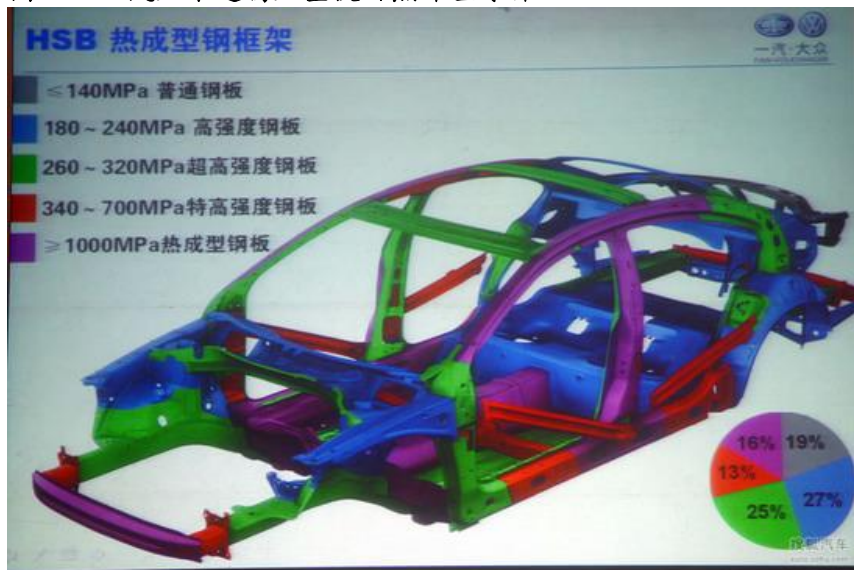
由於熱沖壓可在維持相同安全性的條件下達到輕薄的要求，符合車身朝輕量化發展的趨勢，因此近年來全球主要鋼廠與車廠都紛紛投入熱沖壓技術的研發。目前熱沖壓件的市場仍以歐美為主，在歐洲車廠的滲透率約為4~15%，2012年Audi A3車型甚至已有21.7%的車身結構採用熱沖壓部件。而在中國市場，歐系品牌也對導入熱沖壓件最為積極，中國第一輛使用大量熱沖壓部件的B級車即為一汽大眾的邁騰，熱沖壓件佔整體鋼骨結構的比重高達16%（詳見圖八）。

圖七：熱沖壓在輕型車上的常見應用



資料來源：VW；永豐投顧整理，Mar. 2016

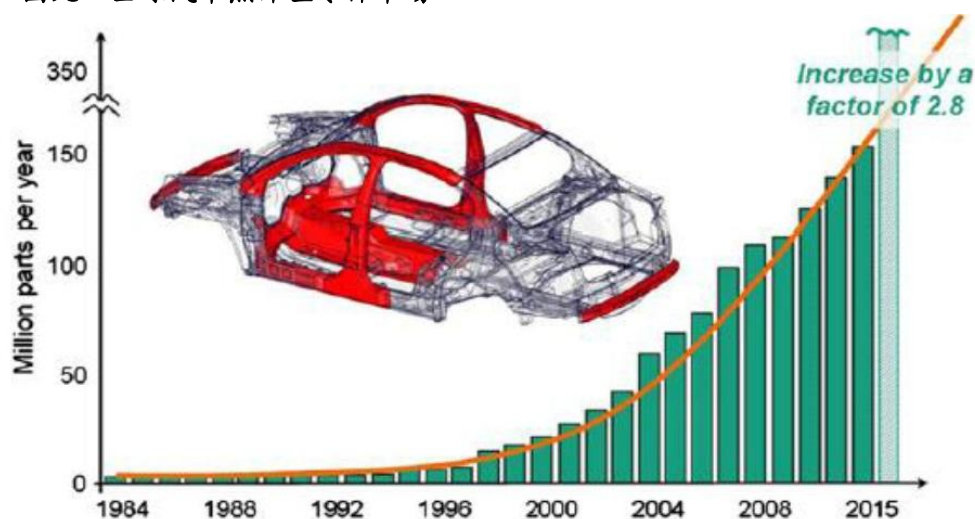
圖八：一汽大眾邁騰大量使用熱沖壓零件



資料來源：一汽大眾；永豐投顧整理，Mar. 2016

若假設未來每輛車平均使用10件熱沖壓件，以中國目前乘用車市場的規模約在每年1,500萬輛來看，一年需要1.5億件，假設一條熱沖壓產線的平均產能為一年150萬件，則中國的汽車產業需要約100條熱沖壓線，中國目前已漸成約30條，代表未來尚有約70條的需求未被滿足，未來的發展空間非常巨大。

圖九：全球汽車熱沖壓零件市場

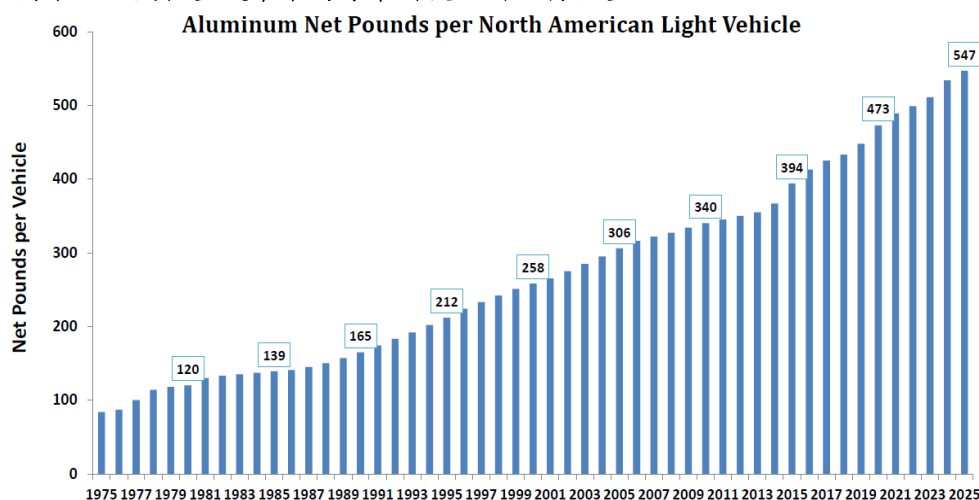


資料來源：Neugebauer et al；永豐投顧整理，Mar. 2016

三、鋁合金：Tesla 引領風騷

鐵的比重是 7.8，而鋁合金為 2.7，因此鋁合金重量是同體積鐵的 30~40%，不過價格是鐵的 3 倍以上。從北美市場的情況來看，過去 40 年來，鋁材在汽車業的使用量呈現穩健增長趨勢。根據 Ducker 的統計，目前北美平均每輛新車使用約 394 磅的鋁材，預計到 2025 年每輛車的平均使用量將增長至 547 磅。（詳見圖十）而根據中鋼鋁的估計，中國汽車業的鋁材用量，也正在以 CAGR 10~12% 的速度增長。

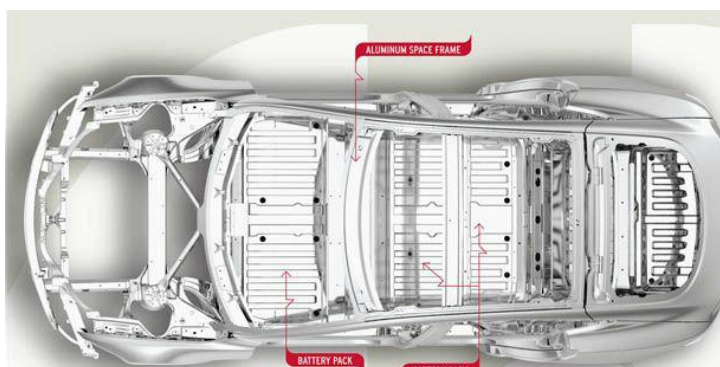
圖十：北美輕型汽車平均每車所使用的鋁材重量



資料來源：Ducker；永豐投顧整理，Mar. 2016

目前所有在北美設廠的車廠中，以 Tesla 的車身使用鋁合金的比重最高，其次為 Benz 和 BMW；本土的傳統車廠則以 Ford 使用比重最高，但主要是使用在輕卡產品。

圖十一：Tesla 框架大量使用鋁合金



資料來源：Tesla；永豐投顧整理，Mar. 2016

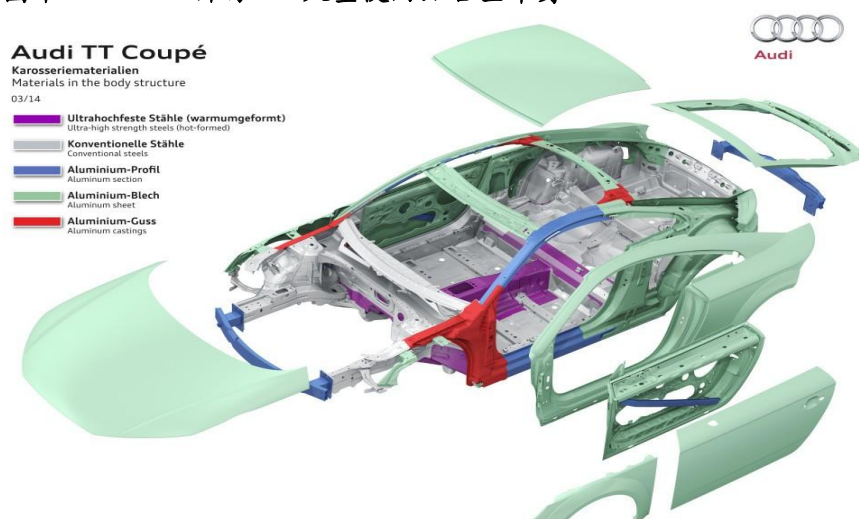
圖十二：Tesla 的鋁合金側板零件可用兩根手指舉起



資料來源：Tesla；永豐投顧整理，Mar. 2016

鋁合金車身較常用在可潰區框架、車門板、引擎蓋、車頂、尾門等強度要求並非最高（乘客區底盤適合 AHSS）、以及位置較高的零件（可降低重心）。以 Audi 新的 TT 2.0TFSI 為例，由於車身大量使用鋁合金（詳見圖十三），車重下降至 1,230kg，較前代 TT 2.0 2.0TFSI 車重 1280kg，足足減輕 50kg，且由於車子的重心壓低，導致其駕駛性能得到相當明顯的改善。

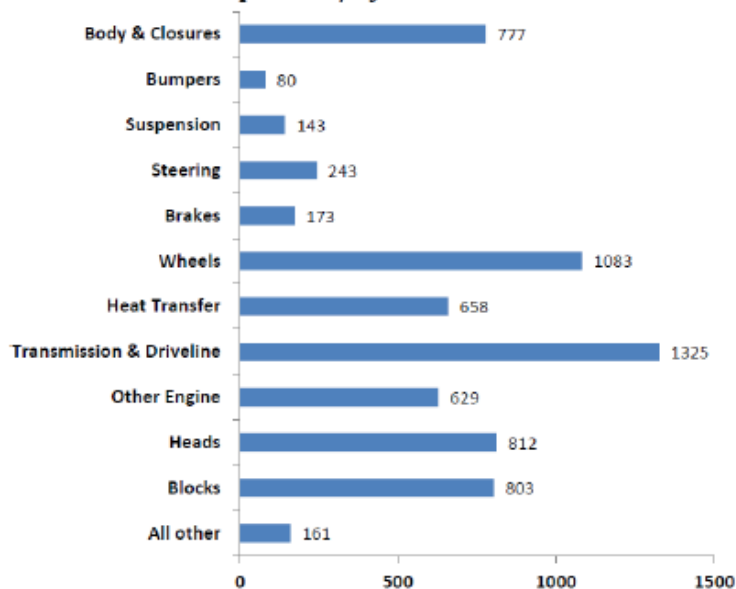
圖十三：Audi 新的 TT 大量使用鋁合金車身



資料來源：Audi；永豐投顧整理，Mar. 2016

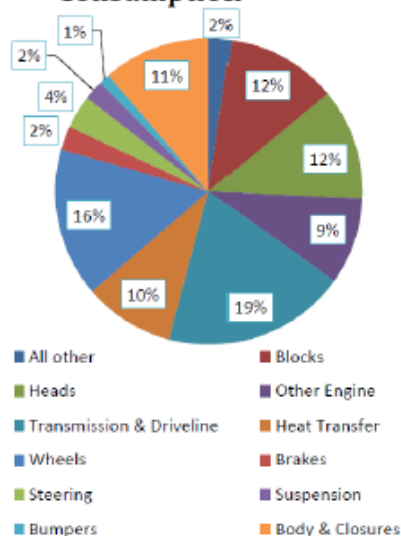
就整輛車上所有的零件而言，目前鋁材在引擎、傳動軸、輪圈的用量最高，其中光是引擎就佔了整車鋁材使用量的33%。

圖十四：鋁合金在各零組件的使用情形
Millions of Net Al Pounds by Component/System



資料來源：Ducker；永豐投顧整理，Mar. 2016

圖十五：鋁合金在各零組件的使用比重速
Component/System Share of Al
Consumption



資料來源：Ducker；永豐投顧整理，Mar. 2016

就全球來看，目前新車使用鐵製輪圈與鋁輪圈的比重各約為50%，而在鋁圈產品中，鍛造鋁圈俱備強度高、重量輕、造型多變的優勢，不過受限於成本較高，目前僅佔鋁圈中的5%，除了歐系豪華車品牌以外，較少有車廠導入，且大多為選配。不過近期除了歐洲豪華品牌外，TESLA的Model X也導入鍛造鋁圈，有機會推升鍛造鋁圈的滲透率成長。

表一：鍛造鋁圈與鑄造鋁圈的比較

	鑄造鋁合金輪圈	鍛造鋁合金輪圈
製造難易度	技術成熟，進入門檻低	技術困難，資本支出高
模具	便宜	昂貴
產品強度	較低	較高
產品重量	較高	較低
售價	便宜	較高
競爭結構	全球有1000家以上的生產商	全球僅Otto Fuchs(德)、巧新、美國鋁業及蘇比克(匈)擁有生產技術

資料來源：永豐投顧整理，Mar. 2016

圖十六：豪華車品牌相使用的鍛造鋁圈



資料來源：網路；永豐投顧整理，Mar. 2016

四、複合材料：玻纖先行，碳纖後至

傳統的車用玻纖材料依製程與材料不同，可分成SMC（Sheet Mould Compound，片狀模塑料）、GMT（Glass Mat Reinforced Thermoplastics，玻璃纖維氈增強熱塑性材料）、LFT（Long Fiber reinforced Thermoplastics，長纖維增強熱塑性材料）等許多種類，應用範圍也相當廣泛，包括護底板、輪罩、前端框架、車門板…等等。（詳見圖十七）

圖十七：玻纖複合材在乘用車的使用部位



資料來源：英利；永豐投顧整理，Mar. 2016

雖然玻璃纖維在汽車工業上的大量應用已有數十年歷史，在復合材料中屬於較成熟的產品，不過其技術仍持續演進，近年來一些改良後的新產品開始逐漸導入到各種汽車零組件上。以 LWRT (Light Weight Reinforced Thermoplastics) 為例，就是從 GMT 發展出來的一種新型材料，具有重量輕與隔音性高的優點，因進入障礙高，屬於高度寡佔市場，目前大多使用在歐系豪華品牌房車的護底板。(詳見圖十八)

圖十八：LWRT 的特性與應用



資料來源：英利；永豐投顧整理，Mar. 2016

碳纖維 (Carbon Fiber) 為一種含碳量高於 90% 的纖維，廣泛使用在航太與運動用品的複合材料，具有重量輕、強度高、彈性模數高、耐高溫、耐腐蝕、導電性強、長期受力不發生潛變和耐疲勞、熱導率高、摩擦係數小等特性，目前幾乎沒有其他材料同時具備這麼多的優異性能。(詳見表二)

表二：各種材料特性的比較

項目 \ 材料	碳纖維 複材 CFRP	玻璃纖維 複材 GFRP	鋼 SS400	高張力 鋼 NiCrMo	不銹鋼 SUS304	鋁 A2024	鈦合金
密度(g/cc)	1.56	2.0	7.8	7.8	8.03	2.77	4.5
引張強度(MPa) (ksi)	2450 (355)	1370 (200)	400 (58)	1470 (215)	980 (142)	422 (61)	1080 (157)
引張模數(GPa) (msi)	138 (20)	39 (6)	206 (30)	206 (30)	197 (29)	74 (11)	114 (17)
比強度(10 ⁶ cm)	16.1	7.0	0.5	1.9	1.25	1.6	2.5
比強度係數	12.9	5.6	0.4	1.5	1	1.3	2.0
比模數(10 ⁸ cm)	9.0	2.0	2.7	2.7	2.5	2.6	2.6
比模數係數	3.6	0.8	1.1	1.1	1	1.1	1.1

資料來源：拓凱；永豐投顧整理，Mar. 2016

在碳纖維方面，雖然早在 1980 年代就進入到車用市場，不過當時是以 F1 賽車為主，後來擴展到內裝裝飾件及改裝零配件市場，但考量到價格以及量產性兩大因素，在結構件除了頂級跑車外，遲未獲得車廠大量採用。到了金融海嘯以後，全球主要車廠為了確保碳纖維供應，以及共同改善量產技術，紛紛與碳纖維供應商合作設立專門供應汽車零組件的工廠，然而到目前為止，僅有 BMW 真正實現碳纖維汽車量產的量產化。

BMW 在開始發展電動車時，便積極尋找輕量化的解決方案。電動車由於搭載大量的電池，車重遠高於同等級的汽油車，若能使用可降低重量且兼具高強度的材質，對於電動車的發展將大有助益，而碳纖維擁有的輕量及強韌的特性，恰好能符合電動車對減重的迫切需求。

BMW 於 07/2013 發表的電動車 i3，最低整備重量僅 1,195 公斤，與同級的電動車相較具明顯優勢；此外由於碳纖維座艙的高強度支持，i3 能省去 B 柱而採用對開式車門結構，使小型車的 i3 能擁有充足的車廂空間。BMW 在之後上市的 i8，以及未來規劃上市的電動車，也都全面採用碳纖維車身。可以說 BMW 透過碳纖維來達成大幅重與獨特的造型設計，才能打造出理想中的電動車。

圖十九： BMW i3 的碳纖維骨架和前後對開車門



資料來源：BMW；永豐投顧整理，Mar. 2016

五、結論

隨著各國法規對於新車節能減排的需求越來越高，除了傳統汽、柴油車需要走向輕量化以外，電動車為了搭載更多電池以擴大續航距離，對輕量化的需求更為迫切。

車廠主要的輕量化方法包括：(1) 改善鋼材性能和加工工藝、(2) 使用鋁材、(3) 使用複合材料。

超高強度鋼材需要透過熱沖壓來成型，主要應用在乘客區保護結構，中鋼（2002）、健和興（3003）、F-英利（2339）合資在兩岸設廠，預計 2016~2017 年開始發酵。

鋁合金在汽車的應用穩健成長，巧新（1563）在鍛造輪圈位居全球第二，盛復（4553）則供應歐美車廠鋁合金鍛造底盤零件。

車用複合材料以玻纖相對成熟，碳纖目前成本與量產技術難度仍高，僅BMW導入量產。在台灣上市櫃公司中，F-英利在中國車用玻纖市場居領先地位，拓凱（4536）計畫打入車用市場，唯產品研發與認證需要較長時間，短期尚無貢獻。

整體而言，預期巧新、F-英利、盛復等三家公司，輕量化可望成為台股汽車產業重要的投資方向。

台北

永豐證券投資顧問股份有限公司
台北市八德路二段 306 號 8 樓
電話：(886 2) 8161-8098

台北

永豐金證券股份有限公司
台北市重慶南路一段 2 號 17 樓
電話：(886 2) 2312-3866

倫敦

永豐金證券（歐洲）有限公司
4th Floor, Mitre House, 12-14 Mitre Street
London EC3A 5BU
UK
電話：(44 20) 7614 9999

香港

永豐金證券（亞洲）有限公司
香港九龍尖沙咀北京道 1 號 21 樓
電話：(852) 2586-8288

上海

永豐金證券（亞洲）有限公司上海代表處
上海市浦東新區世紀大道 1528 號陸家嘴基金大廈 1903A 室
電話：(86-21) 6886-5358

責任聲明：本報告內容僅供參考，客戶應審慎考量本身之需求與投資風險，本公司恕不負任何法律責任，亦不作任何保證。本報告中之內容或有取材於本公司認可之來源，但並不保證其真實性或完整性；報告中所有資訊或預估，變更時本公司將不作預告，若資料內容有未盡完善之處，恕不負責。此外，非經本公司同意，不得將本報告加以複製或轉載。
102 年金管投顧新字第 003 號