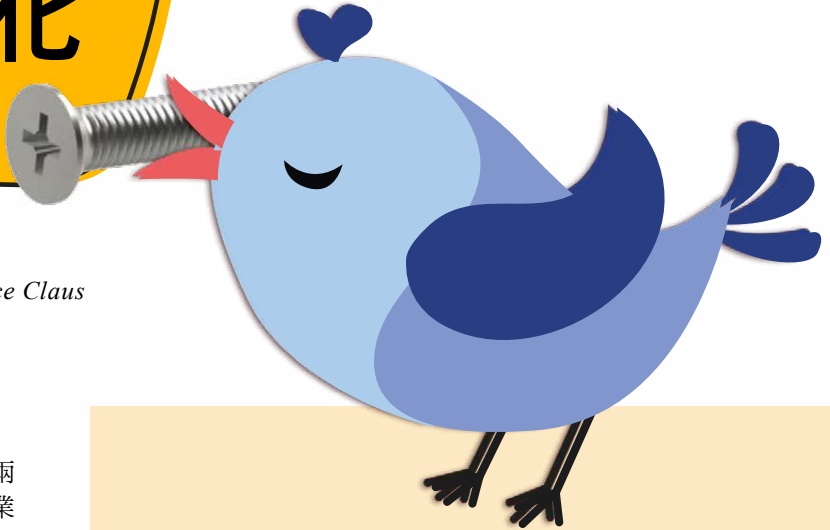


# 使用扣件 進行輕量化

文/ Laurence Claus



關於汽車是否要採用內燃機、電池或兩者並用的問題，過去十年來已經對汽車產業造成不少需要大幅改善一個汽油缸的油或一組充飽的電池才能讓一台車跑多遠的壓力。雖然許多解決這問題的競爭技術一一出現，最受歡迎的方式之一仍是試著減輕汽車的重量。輕量化在汽車代工廠中大受歡迎的原因之一是它在省油部分創造出最棒的成果，同時能讓單顆電池能跑的里程數更多。

過去十年許多車廠大肆誇耀其已經能夠為車輛省下的重量公斤數。其中一個顯著的例子就是福特公司2015年打算把熱銷的F-150皮卡車款賭一把變成全鋁車體和支架。事實上，他們也成功省下約350公斤。自那時起，其他代工廠商也專注努力推出自有嶄新和改良過的「瘦身」車體平台。大部分來說，他們都成功了。

為了達到此里程碑，他們必須擁抱新科技和轉而使用更輕量的材料。因為隨著許多技術的進步，這只會在當其他新的或改良技術出現來幫助主要新技術成功時才會常成功。對扣件來說，這意味三種不同的潛在策略：

1. 直接輕量化
2. 改良緊固技術
3. 致能技術

## 直接輕量化：

直接輕量化是最容易懂的概念。這是扣件本身可以變成比傳統扣件更輕的地方。有許多可以達成這目的的方式，雖然最盛行的是用較輕質的材料來取代傳統鋼製扣件。

### 鋁：

鋁比鋼輕了將近2/3。想當然爾使它成為選擇較輕扣件材質時的主要選項。不巧的是，**雖然鋁提供非常優異的減重效果，但強度上拿來直接跟鋼鐵，甚至是軟鋼相比，根本無法相比。**例如，最高的強度且使用於扣件上的航太級鋁材是7075-T6。其最小拉力強度是83ksi。相較之下，中強度等級5的鋼鐵扣件的最小拉力強度是120ksi，強度多出將近30%。當然，粗暴地在強度上硬加比較無法看出故事全貌。很多為了輕量化設計的設計師和工程師都關心指定強度或相對於材料密度的強度。透過鏡頭觀看的話，鋁開始看起來更加吸引人，縱使它絕對不會成為需要使用超高強度扣件時的可行方法。

設計師漸漸開始評估非關鍵或需要顯著強度的應用，並考慮在這使用鋁料。這些方案的案例包括用於已經有攻孔的鋁機械螺絲和用於塑膠螺紋成形的鋁攻牙螺絲。自然來說，把一個或兩個小螺絲轉換成鋁製並不會產生「顯著效果」，但在一些很多類似或相同螺絲被使用的應用中，這個方式可能真的可以看出一些成果。



這個方式的例子中包含許多不同的歐洲汽車代工廠。他們跟在地扣件供應商合作開發專利高強度鋁製扣件來取代表用於許多工程的所有鋼鐵鎖固。這些引擎可能有數百顆扣件安裝其上，且這種減重做法減少引擎重量很多公斤。

鋁也被成功應用在塑膠用的螺紋成形扣件。雖然強度上的限制可能讓其無法適用所有案例，尤其是高填充或強化工程塑膠被使用的時候，對較低強度的塑膠來說，它們可以成為優異的替代標的。再者，當使用於需要使用很多扣件的應用，減輕重量效果就很明顯。

### 鈦：

鈦大約是鋼鐵重量的60%且強度比鋁還高。因此，它的具體強度是圖表中最高。基於這個理由，鈦已經被長期使用於航太和國防載具。除了更輕量和更強之外，鈦也有優異的抗腐蝕力。鈦一個比較不利的缺點是它很難成形，而且粗鈦礦在進行商業使用前必須經過多方面的加工過程，因此鈦扣件可能會非常昂貴。不過，如果想要輕量化和性能兼具，鈦扣件或許是目前可得最佳的選擇之一。

扣件最常用的鈦料種類是ti-6Al-4V或 6-4鈦。這是一種鈦的 $\alpha$ 和 $\beta$ 合金，且提供良好的強度和抗腐蝕組合。它常被使用於航太和生物醫療扣件。

### 塑膠：

塑膠扣件已經存在大家身邊很多年。不過歷史上，這些是相對簡單的設計，像是那些不是預期要用來支撐住那些鎖固零件到定位的「聖誕樹」扣件和塑膠拉釘。不過在許多年前，一個專利螺紋成形螺絲的德國供應商開始提供帶有戳記的塑膠螺紋成形螺絲。在鋁製扣件不能跟每一種塑膠材料共用的相同脈絡下，塑膠螺紋成形扣件的應用範圍相對就被限制在聚丙烯和熱塑性聚烯烴...等軟質塑料。

其他直接減重的方式是去開發能減重的設計。舉例來說，很多帶有內凹坑孔或鑽孔頭部的航太扣件就是。這些被稱之為「減輕孔」且在不會影響扣件整體強度下移除少許材料團塊。再一次，有這些減重特徵的扣件必須被大量使用才能達到看得出來的減重效果。

### 技術改良：

另一個達到重量減輕的方式是使用提供比傳統扣件相同或更好表現改良技術的扣件。有一個例子是有分葉狀的螺紋成形螺絲。不全然是圓形的扣件是要讓安裝時螺紋成形更加容易。不過非全然是圓形的扣件相較於全然是圓形的扣件嚙合度較差。為了要幫助彌補螺紋剝落安全性的減少，它們經常會被做得比較長。現今有很多全然是圓形且表現比這些分葉狀螺絲表現更好的專利螺紋成形螺絲。因為它們使用新技術，它們經常可以用較小或較短的螺絲達到相同或更好的性能表現。這產生了重量更輕的螺絲。

總結來說，使用全新或專利技術經常會提供性能改善成果，讓使用者可以比使用較早期更傳統的緊固技術還要能達到相同或更好的表現。

### 致能技術：

最後，新技術的執行通常需要搭配新技術才能運作。最近汽車車體設計有兩個比較熱門的輕量化趨勢，就是去使用複合材料(像是鋼、鋁和鎂)或混合高/超高強度鋼。後面一項十分受歡迎，因為超高強度鋼透過較薄板金的形式進行輕量化，然後因為高強度的關係同時具備更好的強度性能。不過兩種趨勢常見的問題是傳統的緊固方式(像是焊接、捲曲或拉鉚)已經沒有作用。因此，要成功完成這目的，就必須使用新的緊固技術。

引進讓另一個技術變可行的新緊固技術是讓扣件透過這些新技術達到減重目的上扮演重要角色的絕佳方式。有很多讓這些技術可行的新專利緊固技術，像是自割拉釘、FDS鎖固和摩擦元件焊接。

### 結論：

總結來說，扣件可以也能夠在輕量化上扮演重要角色。扣件本身常常透過使用鋁或鈦的輕量材料或融入減重設計來進行輕量化。有些時候新扣件技術會比傳統技術表現更好，讓接合可以用更輕的扣件來完成。最後，工程師和設計師也總是想出新的點子和技術，有些只有在新技術被開發出來時才有辦法被實現。因此，扣件在輕量化的努力上扮演重要角色。 ■

