

Dream High夢想起飛 - 由終端客戶角度看航太扣件發展

文 / 金屬中心產業分析師 紀翔瀛



全球航空製造體系主

要分為：(1)大型飛機及系統製造商；(2)次系統(機體、引擎、航空電子)；(3)航太零組件供應商(零組件、扣件)。波音公司表示一架B747大概由600萬個零組件組成，其中超過一半的零組件是扣件。2008年波音公司就曾因為全球鈦和鋁扣件短缺及供應商面臨缺工危機造成延遲交機，商譽大大受損。而自2010年起全球經濟復甦，航空扣件全球市場預計在2018年將達到68億美元。本文將由飛機製造商的角度解讀對扣件的布局與需求。

航空扣件堪稱扣件精品 要求完美 價格高

航太扣件種類大概為以下幾種：螺栓、螺母、鉚釘、墊圈和襯墊，詳見表二，大多數航太扣件材料仍是鋁、鈦，或不銹鋼。受近年原料價格居高不下影響，扣件的原料成本從佔總成本約三成，成長到佔總成本的四成。

航太扣件產品一般應用在航空電子系統、引擎、結構體等，訂單涵蓋新種機型及後續維修市場，布局可以很全面。在飛機製造和維修的世界裡，扣件的目的是在主結構區域及二級結構當中，連接所有不同的部位在

兩大飛機製造商業績起飛 扣件是如期交機關鍵

英國汎保羅國際航空展(Farnborough International Airshow)今年7月底甫落幕，與法國巴黎航空展(Paris Air Show)及德國柏林航空展(ILA Berlin Air Show)並稱為全球三大航空展。在汎保羅國際航空展上，全球兩大飛機製造商-來自西雅圖的波音公司以及近年以美國為製造基地的空中巴士公司競爭激烈，如表一所示，以訂單數字來看，空中巴士自2013年至2014年上半年一直略居上風；但以實際交貨數，波音公司則穩紮穩打交出漂亮成績單，逐漸走出2007年-2012年連續五年延遲交機的陰霾，今年7月底並獲日本全日空40架客機訂單，上半年共累積823架淨訂單，淨訂單同期比超前了死對頭空中巴士公司17%，波音及空中巴士皆預期至2035年新客機總產值將逼近5兆美元。

表一 兩大飛機製造商2012-2014上半年訂單數與交貨量




(單位:架)	波音	空中巴士	附註
2012年全年訂單	1,203	900	波音公司銷售主要動力來自於737 MAX 新機型，預計2016年投入市場營運
2013年全年訂單	1,531	1,619	
2013年淨訂單	1,355	1,503	空中巴士A320neo熱銷
2013年交貨量	648	625	
2014年1-7月訂單	837	980	
2014年1-7月淨訂單	823	705	A320neo 即將在9月處女航，客戶取消舊款44架A320 訂單
2014年1-7月交貨量	342	352	
2014年預估全年交貨量	725	626	

資料來源：波音公司新聞稿、空中巴士公司新聞稿/金屬中心MII整理，2014年8月

一起，透過加壓和不加壓的應用程序，進行飛機的生產和維修。當工程師設計飛機時，很多事情都要考慮，比如說連結功能為主的扣件在其剪切面及張力應用會有要求，在正常的飛行操作或有陣風需加壓的情形下，甚至考慮到發動機操作，著陸等不同情況，扣件原始材料結構是否可支撐扣件維持良好運作。除了扣件數量和直徑之外，還包括重量，檢查能力，模具要求，氣動光滑程度，腐蝕防護，其中當然也包含成本考量。

由於航太產品生命週期很長，製造過程精細且繁瑣，尤其要求引擎及相關扣件必須具有最高安全品級，因此需經過極嚴格的認證檢驗，才能打入國際航太製造商供應鏈，進入航太供應鏈的扣件製造商必須掌握技術與品質以外，還需妥善掌控從接獲訂單起算生產到交貨的時程。正因為扣件生產商必須具有一定的實力才能打進航太供應鏈，航太扣件的毛利率高於一般扣件產品許多，一般五金螺栓單價每公斤約20元新台幣，汽車維修用扣件單價每公斤約120元新台幣，航空用扣件單價則可達每公斤900元新台幣以上。又因進入門檻高，相對地競爭家數不多，以台灣來說，一般五金扣件商約600間，汽車扣件供應商約400間，航空扣件供應商目前不到10間。

表二 航太扣件種類一覽表

扣件樣式	描述	圖片
高鎖件	高鎖件是主要應用以填補孔洞為首要目的和需要張力/剪力特性的主要和次要結構的永久性扣件。	
銷	銷使用於門件和其他單一銷的剪接合處。	
螺帽	螺帽主要用於栓鎖上，被設計成可重複移除。	
軸承環	軸承環主要使用於高鎖件的永久應用上。軸承環上的螺帽可確保適當的預載負荷在安裝時被施加在接合處上。軸承環無法被重複使用。	
墊圈	墊圈可保護螺栓從頭部至螺身的範圍，提供抵抗扭力的表面，確保螺帽安裝時不會脫牙至螺栓螺身上。	
拉釘	拉釘是主要使用於可接受較低拉釘剪力強度的永久性剪力應用上的輕量扣件。	
襯墊	襯套典型上與扣件一起使用，以避免同時夾住U型鉤兩柄或是產生彎曲應力或是提供將內部線路固定在結構體上的可及範圍。	

資料來源：波音公司

緊張的供應鏈生態緊扣著飛機製造商的交貨成敗

圖一所示為波音787生產計劃各供應商，扣件供應商散落全球各地，家數超過500間。波音的B787生產計劃受到近來由於原物料上漲及人力昂貴因素影響，為了降低成本，已陸續將零組件等採購訂單移往亞洲地區，亞洲挾帶出口法規完善，勞動力相較廉價，生產原材料等優勢，估計至2018年亞洲地區航太扣件市場年複合成長率將逾9%。

對航太扣件商來說，其主要客戶就是飛機製造商或其Tier 1供應商，目前波音Tier 1供應商有六間，分別為Alenia Aeronautica、FHI、KHI、MHI、Spirit AeroSystems、和Vought。若和波音公司自身所消費扣件加總後，這一加六的組合所消費扣件佔整個波音飛機扣件生產消費94%。以波音公司為例，其主要扣件商有三間，分別是Alcoa Fastening System (AFS)、Precision Castparts Corp. (PCC)、及Lisi Aerospace，這三間公司共計供應波音公司自身製造所需80%以上的扣件。如圖二所示，波音公司飛機扣件生產消費比例隨著機型更新，在787生產計劃中，其Tier 1供應商所消費扣件比例高達80%，波音本身僅佔20%，這代表航太扣件商的主力客戶已從飛機製造商轉換為其Tier 1供應商。

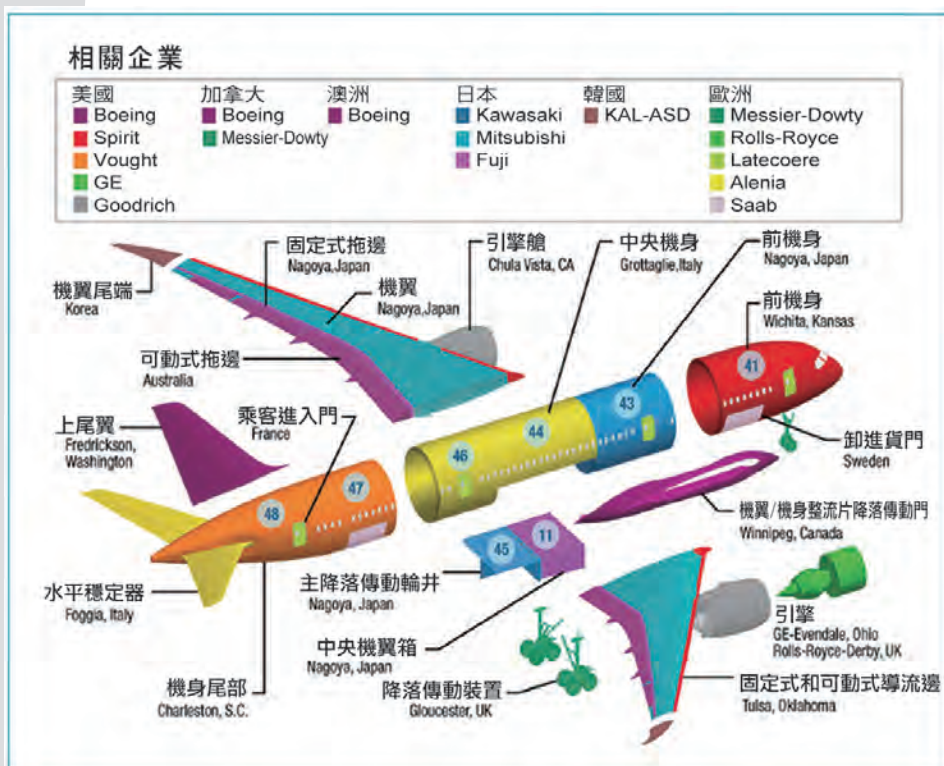
圖三則為波音公司針對扣件斷鏈危機處理所提出與Tier 1供應商共同下單策略。90年代後期波音公司為改進飛機零組件供應鏈，提出一個稱為最小/最大 (Min/Max) 消費基礎訂貨 (Consumption Based Ordering, CBO)

系統以解決訂貨與存貨問題，Min/Max系統透過網路連線，每天提供庫存水位，每月平均使用量，以及最少/最多庫存量等數據給供應商，方便供應商自行估算生產效能，除了訂單可有效消化外，亦不用擔心沒有存貨。此一系統的改良不僅幫助波音當年降低B737將近300萬美元的庫存，且改善供應商交貨情形，由於藉由網路系統建立盤點資料，行政人事費用上亦幫波音公司省下9億美元。

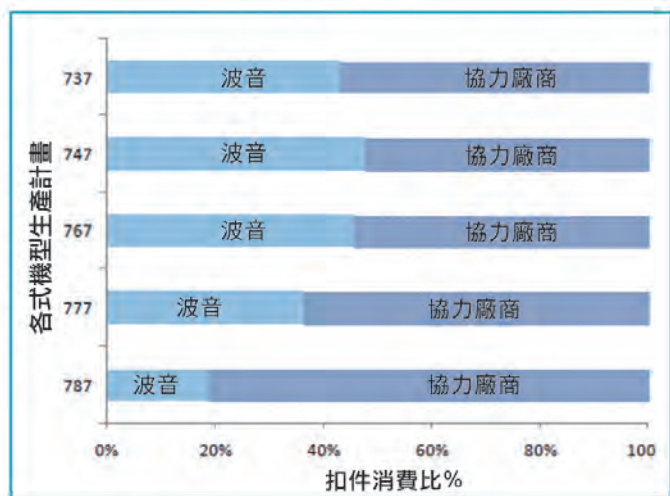
來的扣件供應鏈開始不敷使用，由於B787採用大量複合材料，其扣件需要不同的表面處理以及鈦金屬材料，為了這些新型扣件，飛機零組件製造商的風險增加，轉向波音公司要求提供這些新型扣件，好使用在新飛機零件的生產組裝上。波音一開始從自己的扣件庫存中撥出給供應商使用，但隨著越來越多的零組件供應商要求，波

圖一 波音787生產計劃夥伴

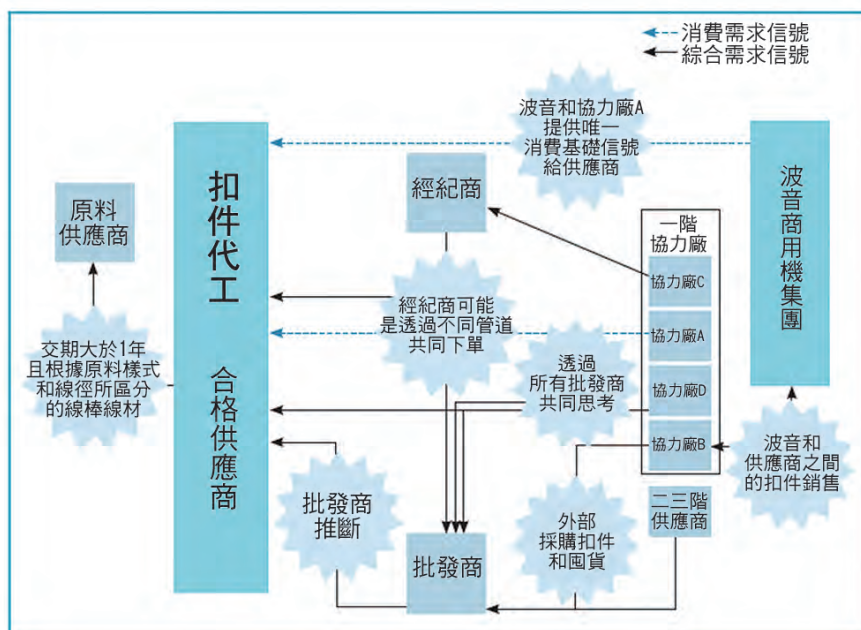
資料來源：波音公司



圖二 波音各機型扣件生產消費比例



圖三 波音公司與Tier 1供應商下單策略



隨著航空技術演進，原本已經藉由Min/Max系統穩定下

近期採購方式	
協力廠A	最小/最大和飛機監測單元(AMU)數據提供需求信號給製造商； 不同地點不同最小/最大系統； 單點可能從製造商下單，其他點可能使用批發商管道
協力廠B	外部採購扣件並下單給第三方批發商
協力廠C	透過中間經紀商下單避免物流管理和匯差風險； 每年以市場價下1-2次大訂單
協力廠D	使用批發商和製造商；使用批發商和製造商

資料來源：波音公司

參考資料

1. William Davidson Institute, "Boeing: The Fight For Fasteners."
2. American Fastener Journal, "US Industrial Fastener Demand To \$14.8bn In 2017."
3. Aviation Week, "OEM Production Spike Spurs Supply Chain Innovation."
4. Boeing Aircraft Company 官方新聞稿; Airbus 官方新聞稿。
5. 萬寶網科·周鉅堯, "航太產業爆發 誰將起飛?" 2014年7月。

音無法全部回覆，於是一切回復到市場機制，造成有的零組件供應商必須花費近兩倍以上的成本取得特殊新型扣件。

波音很明顯地遭遇扣件危機，急迫解決的問題有二，一為如何設計出更好的需求信號，二則是如何彙總波音與其他六家Tier1供應商的扣件需求；FPM信號(the Fastener Procurement Model)就是因應這兩個難題而產生的。FPM基於買入/轉售的概念，使用中央採購實體來管理採購訂單和庫存。這樣的庫存管理需要使用一個中央倉庫以接收和分發扣件。扣件價格則由波音公司的團隊與扣件供應商進行談判，這亦有效減輕了合作夥伴的責任與風險。波音直接與扣件製造商下達採購訂單，確保有利的定價，而且還可以選擇選擇製造商，以減少交貨時間。

FPM同樣採用了基於消費訂貨(Consumption Based Ordering, CBO)的方法，波音及其6間Tier1供應商每天上傳其扣件庫存量到中央系統，此中央系統被稱為合作夥伴網絡(Boeing Partners Network, BPN)，位於波音公司內部。由BPN聚集波音與其供應商夥伴的需求，其最佳結果則是對需求更多的了解，藉而提高庫存周轉率，並穩定生產供應鏈。根據CBO的方法，當波音公司的倉庫庫存水位跌破指定的最低水位，扣件製造商將負責補充庫存到最低限度，但同時也不得超過規定的最高水位。

為確保FPM運行，在波音公司內部需要監測合作夥伴遵守規則。比如在售後維修市場只允許只在波音飛機使用的扣件，此外，僅能購買所需數量的扣件，杜絕存貨情況。為確保遵守合作夥伴遵守規則，FPM要求每個供應商(包含買賣雙方：扣件製造商與波音Tier1零組件供應商)簽署協議，整個FPM設計的想法使飛機製造商供應鏈兩方皆受益，生產計劃更易如期如質落實。

航太扣件的未來發展

以公司規模來說，航太扣件商一般不若飛機製造商規模大，在FPM系統出爐後，由於供應商形成聯盟，對扣件商來說，價格上不若在自由交易市場一般有利，在飛機製造生產鏈中僅為協力廠商的角色。但換個角度思考，FPM系統亦保障訂單消化，不會有過多的剩餘生產，有助於扣件商的生產計劃進行。

此外，航空環境特別，所需扣件規格特殊，以技術創新角度思考，航太扣件也不見得完全是買方市場，複合材料扣件將會是產品趨勢，且品質驗證要求高，通常進入門檻不低，且近年航空榮景重現，僧少粥多情況下對於專門發展航空扣件業者是一大利多。