

# 國際航空發動機市場與發展趨勢

2009.07\*

## 一、前言

全球經濟發展環境深刻影響航太產業之飛機與發動機的需求，三者之間也息息相關，亦即航空商旅與貨物運輸會帶動全球經濟的成長，同理經濟風暴也會連帶惡化飛機與發動機的需求。過去數年亞洲經濟的持續成長順利推動整體航太產業方面的發展，但面臨去年下半年開始的金融信貸風暴吹襲，航太產業再度面臨發展的隱憂，其實整個產業一直都具有週期性消長的特性，興盛與衰退的幅度往往取決於世界經濟的脈動。為能瞭解航太產業的發展狀況，以下內容的分析將探討發動機市場成長背後的動力來源。本報告將以國際航空發動機市場與廠商為主要分析對象撰文敘述，並依發動機的類型將市場結構區分為渦扇、渦槳以及渦軸三種。

## 二、發展趨勢

整體而言，目前發動機產業的發展趨勢是減少開發新型發動機，而將更多資源投入產品應用的研發，其中最重要的發展趨勢是超輕型噴射機 (VLJ, Very Light Jet) 與個人噴射機的系列產品已對渦槳飛機市場的佔有率造成了威脅。為對抗此一趨勢、渦槳飛機製造商不斷更新產品的性能，以便與新的渦扇 VLJ 一爭短長。例如，Hawker Beechcraft 更新雙渦槳商務飛機 King Air 系列，將其三款機型式的兩種配備更強有力的發動機。

發動機產業另有兩項主要的發展趨勢，即：高效率發動機之製造以及替代性燃油之發掘。目前 P&W 公司測試中的 PW1000G 發動機，其前端裝置了一具由低壓渦輪驅動的「行星齒輪箱」。這種設計允許當風扇以低速運轉時，低壓壓縮機也能同時自行維持適當的速度轉動。該項設計的潛在缺點在於重量的增加以及齒輪箱的可靠性尚待確認，P&W 公司表示它已透過減少壓縮機與渦輪級數的方式來解決此項問題。Mitsubishi MRJ 區間噴射客機

刪除: <sp>經濟部工業局98年 .	... [1]
格式設定: 字型:粗體	
格式設定: 字型:粗體	
格式設定: 字型:粗體	
格式設定: 字型:粗體	
刪除: CASID98N027 .	... [2]
刪除: 目錄 .	... [3]
格式設定: 字型:非粗體	
格式設定: 字型:非粗體	
格式設定: 右	
刪除: .	
格式設定: 縮排: 第一行: 2 字元	

計畫以及 Bombardier Cseries 窄體客機計畫都已選用 PW1000G 發動機。

2008 年的高油價使得航空公司或私人的渦輪推進飛機都因燃料成本增加而受到影響，為能開發更有效率的發動機科技，美國軍方的航空應用技術局(AATD) 2008 年 5 月授予「先進渦輪發動機公司」Advanced Turbine Engine Company (ATEC)發展新型渦軸發動機的合約，該公司是 Honeywell 與 P&W 的合資企業。全名為 Advanced Affordable Turbine Engine (AATE) 的先進付得起渦輪發動機計畫將會用於翻新 UH-60 Black Hawk 與 AH-64 Apache 這兩種直昇機隊的 GE 公司 T700 型發動機。

此一計畫之展示機子計畫是設計用來改善「軸馬力/重量」比率，以達到軍規標準 65%以上，以及改善下一代 3,000 軸馬力渦輪軸發動機的燃料消耗 25%。2009 年 1 月，ATEC 成功完成計畫的初步設計審查。下一個階段是細節設計與開始進行確認測試。該測試將從 2009 年開始進行，持續到 2011 年整個發動機測試完成為止。

### 三、市場展望與重要大廠分析

#### 渦扇發動機 (Turbofan)

民用新發動機有 B787 使用之 GEnx、RR Trent 1000；A380 使用之 Trent900、GP7200；A350XWB 使用之 Trent XWB；ARJ 使用之 CF34-10A；Superjet 100 使用之 SaM146；MRJ 以及 CSeries 使用之 PW1000G。

因區間客機市場的蓬勃發展，GE 公司的 CF34 與 CFM56 系列的引擎銷售良好，俄羅斯、日本與中國的區間運輸市場在未來幾年將漸漸有新機加入。2007 年 11 月，中國航空工業第一集團公司 (AVIC) 首次展示安裝新款 GE CF34-10A 發動機的 ARJ21 區間噴射客機。接下來的五月，Sukhoi 的 Superjet 100 噴射客機展開首次飛行，所使用的發動機是 NPO Saturn 與 Snecma 這兩家公司共同合作製造的 SaM146。

2007 年配備渦扇發動機的空中巴士和波音飛機都取得良好的銷售業

刪除；

格式設定: 空格之前: 0 pt

績，並且一直延續到 2008 年。這兩家公司在 2008 年英國法茵堡航展上拿下超過 500 架的訂單。其中大部分是窄體噴射客機，而 CFM 和 IAE 公司將為其提供發動機。

2008 年 3 月日本 Mitsubishi 推出新款區域噴射機 MRJ (Mitsubishi Regional Jet)，該型飛機採用 P&W 公司的齒輪渦輪風扇發動機 (Geared Turbofan Engine)，此一型發動機之後重新命名為 PW1000G。加拿大 Bombardier CSeries 噴射客機也於 2008 年英國法茵堡航空展正式推出，其採用之 PW1000G 發動機也安裝在測試飛機上，並於 2008 年 7 月展開測試飛行計畫，並持續到年底。

商務噴射機市場在過去兩年呈現一片榮景，極輕型噴射機 VLJ 的銷售也創下佳績，因而商務噴射機的發動機領域也隨之活躍起來，其中 P&WC 公司以每天量產四具 PW600 發動機為目標。而 Rolls-Royce 公司也於 2007 年末啟動 RB282 發展計畫以因應市場需求。

美國軍方的計畫正繼續為第五代戰鬥機研發新型發動機，P&W 的 F135 發動機已安裝在 Lockheed Martin F-35 閃電式戰機上完成試飛。同款發動機將裝置於 STOVL(短起飛與垂直降落)版本的飛機上，目前正在測試當中。

依據 Forecast International 之 Aviation Gas Turbine Forecast 資料指出，未來 10 年(2008~2017)間，全球渦輪風扇發動機共有 75,215 具的市場需求，總值美金 2504 億 506 萬，主要製造商和機種如下表：

公司	型號
Aviadvigatel	PS-90A
CFM	CFM56
Engine Alliance	GP7200
Eurojet	EJ200
GE	CF34, CF6, F110, F136, F404, F414, GE90, GEnx
GE/ Rolls-Royce	F136
HAL	GTX-35VS
Rolls-Royce	BR700、AE3007、RB211、Tay、Trent
RR/Turbomeca	Adour、F405
Honeywell	HTF7000、TFE731

刪除: (Geared Turbofan Engine)

刪除:

格式設定: 空格之前: 0 pt

刪除: ,

刪除: ,

International Aero Engines	V2500
Motor Sich	D-18T、D-436、D-436T
Klimov	RD-33、RD-35、RD-93
PowerJet	SaM146
P&W	F100、F117、F119、F135、PW4000、PW6000
P&WC	JT15D、PW300、PW500、PW600
Saturn	AL-31F、AL-31FN、AL-55F/I
Snecma	M53、M88
Volvo/GE	RM12
Williams Rolls	FJ33、FJ44

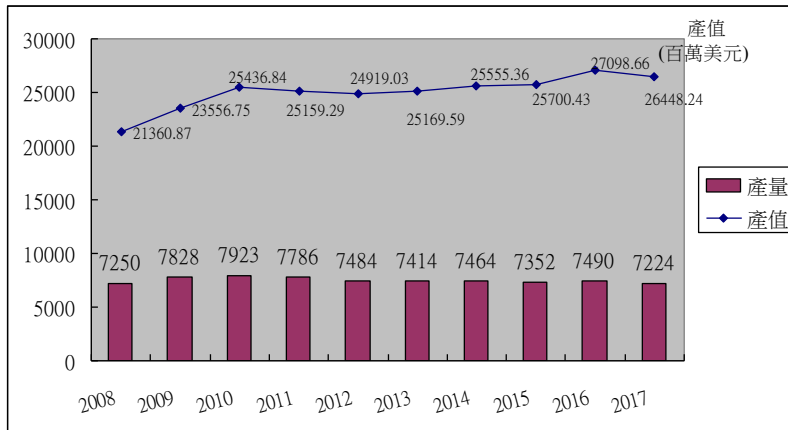


圖 1、未來 10 年渦輪風扇發動機市場需求

以下將依飛機種類與其使用渦扇發動機的等級加以說明市場趨勢：

### 渦扇發動機等級

#### – 商務飛機

Dassault公司的新款獵鷹式(Falcon)超級中型商務飛機將使用Rolls-Royce公司的新型RB282發動機，RB282是一具推力達1萬磅等級的雙壓縮段渦扇發動機，能運用於各種商務客機或區間客機。P&WC的PW810是PW800系列的首具發動機，推力降為8,800磅，將配備於Cessna公司的Citation Columbus

刪除:

刪除: +

新機上。而Rolls-Royce宣稱新的BR725發動機將裝置在Gulfstream的G650商務噴射飛機上，其推力為1萬6100磅。P&W Canada PW600 型發動機應用於Cessna 與Eclipse的極輕型噴射商務飛機已進入量產一年，並且開始增加機隊數量。使用該型發動機的第三款飛機是即將獲得認證的Embraer Phenom 100極輕型噴射商務飛機。

#### - 區間客機

AVIC ARJ21 區間噴射客機採用 GE 公司的新 CF 34 -10A 發動機。該區間噴射客機已於 2007 年 12 月首次露面。另外，使用 SaM146 發動機的 Superjet100 於 2008 年 5 月展開首次飛行。Bombardier 選擇用 P&W 公司的發動機做為 CSeries 窄體噴射客機的動力來源，並已開始為德航的 30 架訂購單進入生產作業。Qatar 航空公司與國際租賃財務公司(ILFC)皆表示對 CSeries 深感興趣。

#### - 商用客機

Boeing 787 計畫的延遲，讓 GE 公司與 Rolls-Royce 公司有機會強化發動機的价值。2008 年 3 月底，GE 公司的 GENx-1B 發動機獲得 FAA 頒發的適航性認證。Rolls-Royce 公司 Trent1000 將是首具裝置在 B787 上飛行的發動機，該款發動機在 2007 年 8 月接獲 FAA 與 EASA 的認證。

### 重要大廠分析

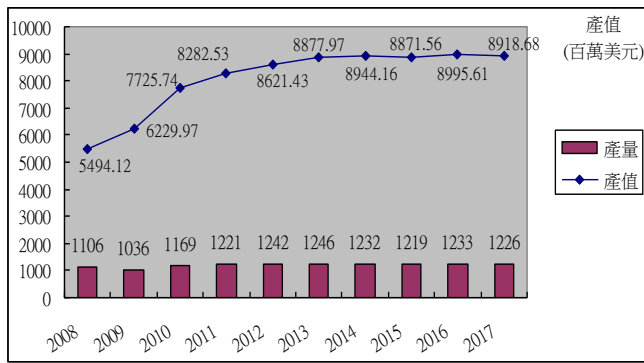
#### ➤ GE

GENx 渦扇有 65%的發動機訂單來自 B787，而它也是 B 747-8 專用的發動機。GENx 發動機原本安裝 A350 上，但是該款飛機重新設計並改為 A350XWB，讓動力條件有所更動，現在雙方正進行交涉。

GE公司為了F-15與F-16的輸出而持續量產F110發動機。GE F414發動機將維持原有的生產以供美國海軍取代F/A-18 機隊所使用的發動機，而且增加裝配在EA-18G電戰機上。

刪除: 自  
刪除:  
刪除: 在

刪除: ... [4]

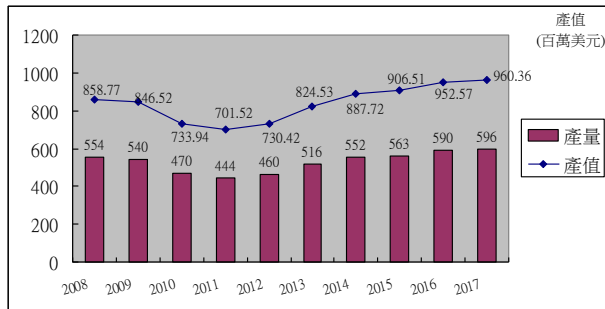


未來 10 年渦扇發動機市場需求

格式設定: 字型:(預設值) 標楷體, (中文) 標楷體

### ➤ Honeywell

Honeywell 的 TFE731 發動機是商務噴射機市場的主要支柱。該款發動機最近獲得 Hawker Beechcraft 選用於 Hawker750 與 900XP 等兩款商務噴射機上。HTF7000 發動機繼續裝設在 Challenger 300 商務噴射機上，並為 Honeywell 的下一代計畫提供推力 10,000 磅的 HTF10000 發動機。

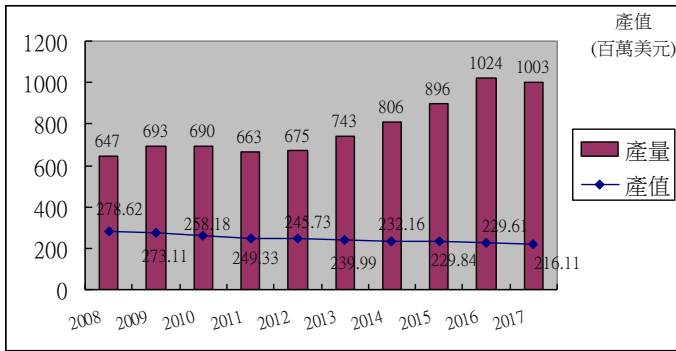


未來 10 年渦扇發動機市場需求

### ➤ Rolls-Royce

目前有三項發動機計畫正在開發中，分別為：RB282、BR725 以及 Trent XWB。前述兩具發動機是裝置在 Dassault Falcon 與 Gulfstream 商務噴射機上，第三具則是使用於空中巴士新廣體雙發動機的 A350XWB。Trent 1000

發動機將安裝於 B787 進行首航，並在整個測試計畫中維持運作。該發動機目前擁有 45% 的 B787 訂單。為配合 Airbus 的計畫， Trent9000 發動機將增產供應 A380 使用。

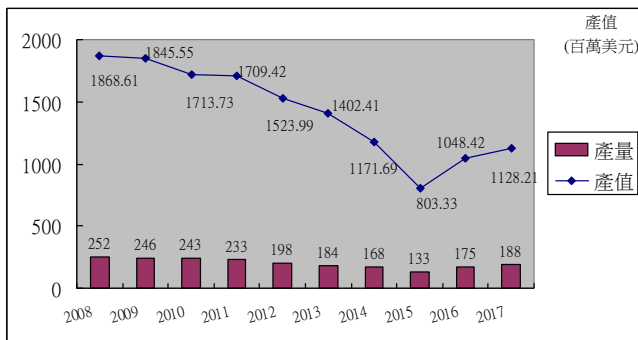


未來 10 年渦扇發動機市場需求

➤ P&W

P&W 與 IAE(International Aero Engines)以及 Engine Alliance 的合資，說明不僅可藉由生產上受益，而且還能協助上述公司打入市場而獲利。F119 發動機將繼續為 F-22 Raptor 量產。據說美國空軍有興趣購買更多 F-22，如果技術轉移問題能解決，該型戰機在國際間的銷售將會增加。

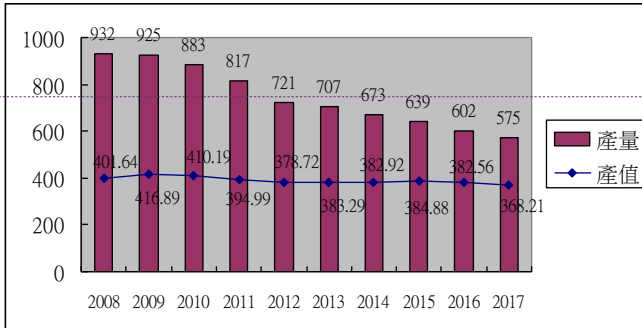
刪除: [5]



未來 10 年渦扇發動機市場需求

➤ Williams International

FJ44 發動機使用在 Cessna Citation 的 CJ 系列上，且新款的 CJ4 將維持原有傳統不變。同樣的發動機也可在 Grob Aerospace 的 SPn、Hawker Beechcraft 的 Premier 1A 以及 Sino-Swearingen SJ30-2 等飛機上見到。



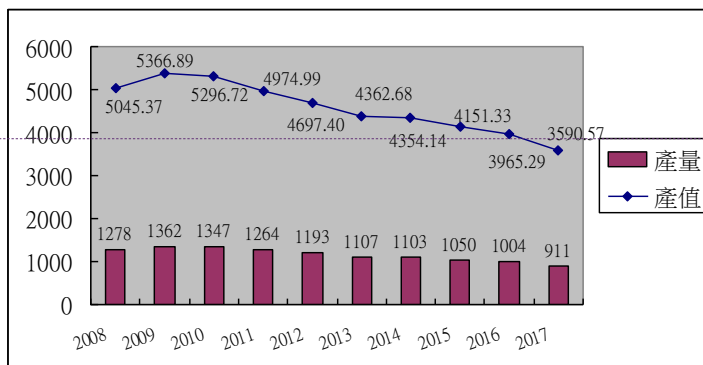
刪除: <此圖請重新查證, 因為與 Honeywell 公司的圖相同 >

未來 10 年渦扇發動機市場需求

➤ CFM International

該公司的 CFM56 發動機是 Boeing 737 家族專有的發動機，並和 IAE 公司共享 A320 發動機市場。窄體客機最近三年的銷售量大增，使得波音與空中巴士累積了數千架之多訂單，創下 CFM56 的銷售冠軍紀錄。CFMI 為下一代窄體客機而進行的 LEAP-X 發動機研發計畫將合併 LEAP56 科技，以減少燃料消耗與廢棄物的排放為目的，新發動機預定之認證時間在 2016 年。

刪除: .  
格式設定: 齊行



刪除: .

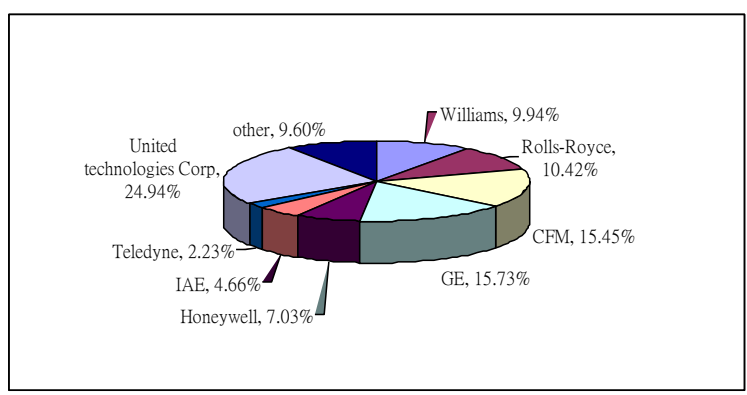
未來 10 年渦扇發動機市場需求

刪除: 未來 10 年渦扇發動機市場需求



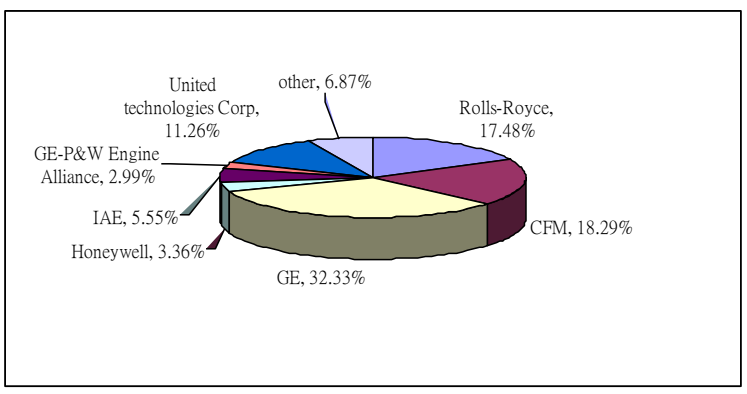
整體而言，未來 10 年（2008 至 2017 年間）擁有 P&W 公司的 United Technologies Corp. 預計將是產量最多的渦輪發動機製造商，約有 18,758 具（占全部的 24.94%）。在產值方面，產值最高的製造商將是 GE，預估將有美金 809 億 6178 萬的收入，幾近整體產值市場的 32.33%。

刪除: .  
格式設定: 齊行



未來 10 年渦扇發動機製造商產量市場佔有率

刪除: +  
格式設定: 字型:12 pt



未來 10 年渦扇發動機製造商產值佔有率

刪除: +  
格式設定: 字型:12 pt

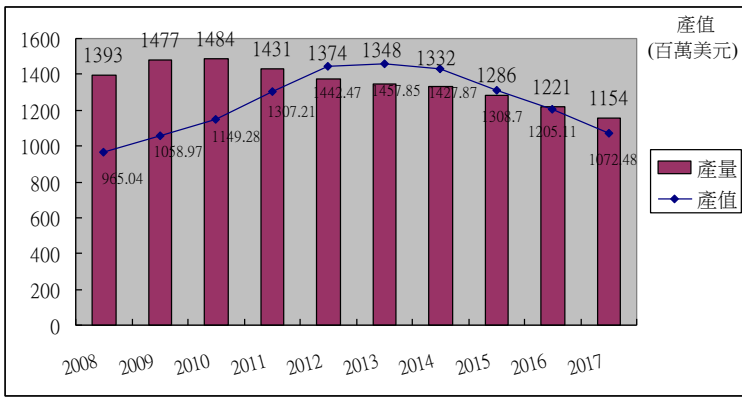
## 渦槳發動機(Turboprop)

在航空公司仍要面對較高的油價的情形下，航空公司重新評估過效能，而考慮在支線航點間恢復使用渦輪螺旋槳機種，同時也讓渦槳發動機的產量持續上揚。

由於油價高昂，使用渦槳發動機的區間渦槳飛機在營運成本、價格、維修保養等方面都有優勢，致使渦槳發動機需求大增。Bombardier Q400 和 ATR 的區間渦槳客機 ATR72 有大量的訂單出現，這反映出區間客機有走向高容量之趨勢。軍方為渦槳飛機的大客戶，這可從 Lockheed Martin 的 C-130J、Alenia 的 C-27J 以及 EAD 的 C-212、C-235、C-295 等發動機持續量產明顯看出。

依據 Forecast International 之 Aviation Gas Turbine Forecast 資料指出，未來 10 年(2008~2017)間，全球渦槳發動機產量共有 13,500 具，市場總值美金 123 億。目前全球渦槳發動機主要製造商和機種如下表：

公司	型號
Europrop International	TP400-D6
General Electric	CT7
Honeywell	TPE331
OMSK	TVD-20
P&WC	PT6A、PW100 series
Rolls-Royce	AE2100、Model 250、T56/501



圖二、未來 10 年渦槳發動機市場需求

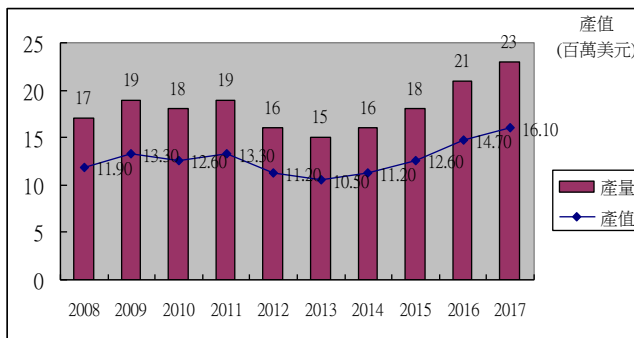
刪除: +

### 重要大廠分析

#### ➤ GE

該公司並不是渦槳發動機市場的要角，該公司唯一的渦槳發動機是裝置在 CASA C-235 運輸機上的 CT7-9。GE 公司正以捷克的 Walter 601 發動機鎖定目標在一般飛機的翻修市場，而且擴大發動機的範圍，以增加對 P&WC 發動機的競爭力。雖然 GE 公司無法動搖 P&WC 公司在該領域的領導地位，但至少說明了 GE 已經開始關注通用航空市場。GE 公司預估將在 2008~2017 年間製造 182 具總價 1 億 2740 萬美元的發動機。

格式設定: 齊行

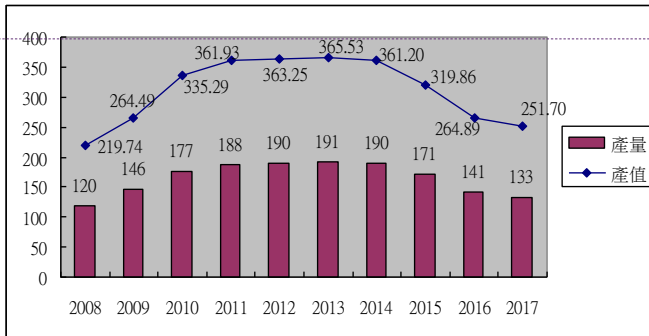


未來 10 年渦槳發動機市場需求

格式設定: 字型: 11 pt

### ➤ Rolls-Royce

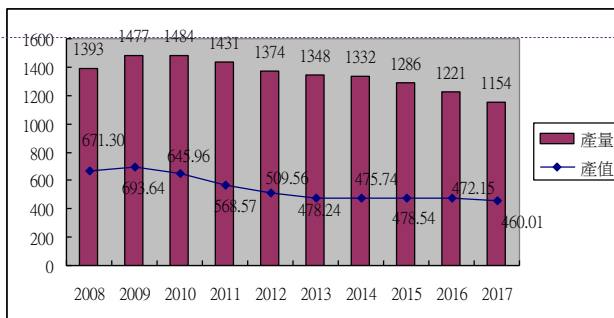
全世界的軍事單位都在使用該公司的渦槳發動機，其 AE2100 發動機裝置在 Lockheed Martin C-130J 與 Alenia C-27J 運輸機上。較舊款的 T-56 發動機則用於美國海軍的新 E-2D Hawkeye 空中預警機。該公司最新開發的 RR500 渦槳發動機是 RR300 渦輪軸發動機增加動力之後的升級版，RR500 渦槳發動機將非常適合通用航空領域，它將填補該公司在 Model250 發動機功率級別以下的空白，並且逐漸提高功率直到與 Model250 部分重疊。RR500 渦槳發動機最大特點是適用多種燃料，並採用先進的數控系統。Rolls-Royce 預估到 2017 年預計量產 1,647 具總值 31 億美元的發動機。



未來 10 年渦槳發動機市場需求

### ➤ P&WC

經過四十多年從事發動機事業之後，P&WC 仍然是多種渦槳發動機的頂尖製造商。PW100 系列擁有區間渦槳發動機市場，而最大眾化的 PT6A 系列則出現在所有的通用渦槳飛機上。該公司預估在 2008~2017 年間將製造 10,071 具總值 54 億美元的發動機。



未來 10 年渦槳發動機市場需求

格式設定: 齊行

刪除: .

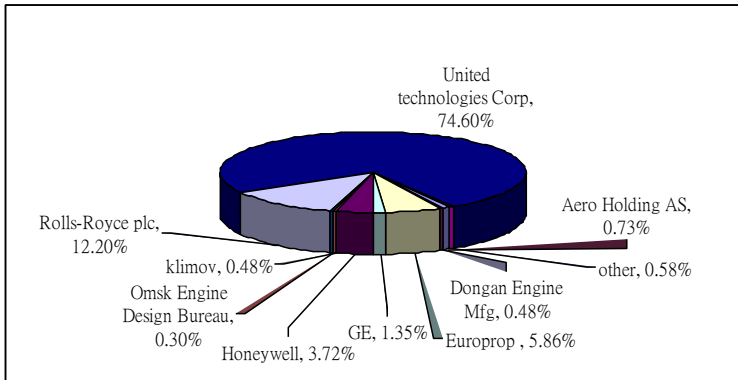
格式設定: 字型: 11 pt

刪除: .

刪除: .

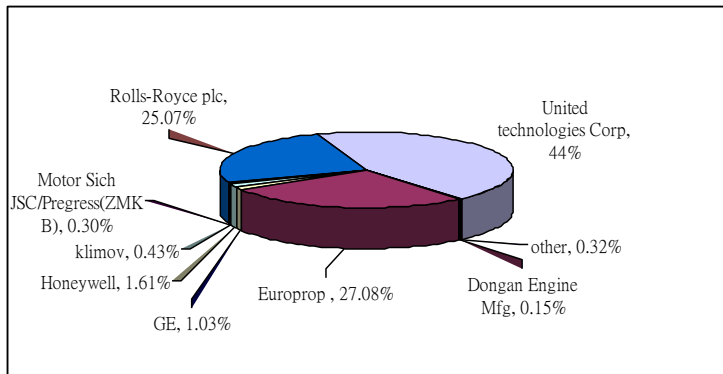
整體而言，未來 10 年（2008 至 2017 年間）擁有 P&WC 公司的 United Technologies Corp. 預計將是產量最多的渦槳發動機製造商，約有 10,071 具（占全部的 74.6%）。在產值方面，產值最高的製造商將是 United Technologies Corp.，預估將有美金 54 億 5370 萬的收入，幾近整體產值市場的 44%。

刪除: ... [6]  
 格式設定: 齊行, 縮排: 第一行: 1.5 字元



未來 10 年渦槳發動機製造商產量市場佔有率

刪除: +  
 格式設定: 字型: 12 pt



未來 10 年渦槳發動機製造商產值佔有率

刪除: +  
 格式設定: 字型: 12 pt

### 渦軸發動機( Turboshaft)

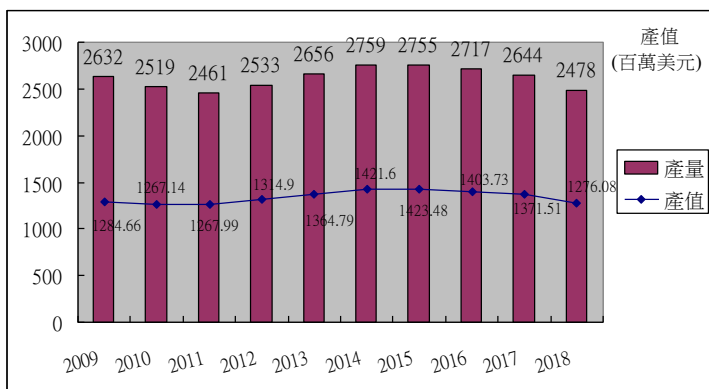
渦軸發動機的產量有略微減少，但這趨勢是短暫的，應該會在 2012 年扭轉情勢。主要的廠商 Turbomeca 公司的發動機雖然應用於民用飛機，但是由於和 Rolls-Royce 的合夥關係以及它本身的 Makila 計畫，它在軍機市場

上也占了重要的比率。

渦輪軸發動機可依推力區分為 750 軸馬力以下、750-1,200、1,200-2,500、2,500 及以上等四類，分述如下：

- 1—750：使用於輕型單發動機及雙發動機直昇機上，如 Arrius 1A/1M、Arrius 2F、Arrius 2B1/2B2 以及 Arrius 2K1/2K2。
- 750—1,200：使用於雙發動機飛機上，如 2S1、2C、2C2、2S2 與 PW210S。
- 1,200—2,500：在這種推力等級之間，有許多推力成長版本正被美軍用來替代它的 Black Hawk/Seahawk 機隊。
- 2,500（含）以上：專用於軍事直昇機，如 GE 的 T700、Rolls-Royce 正為 V-22 Osprey 建造的 AE 1107C 等。

依據 Forecast International 之 Aviation Gas Turbine Forecast 資料指出，未來 10 年(2008~2017)間，全球渦輪軸發動機共有 26,154 具市場需求，總值美金 133 億。



圖三、未來 10 年渦輪軸發動機市場需求

### 重要大廠分析

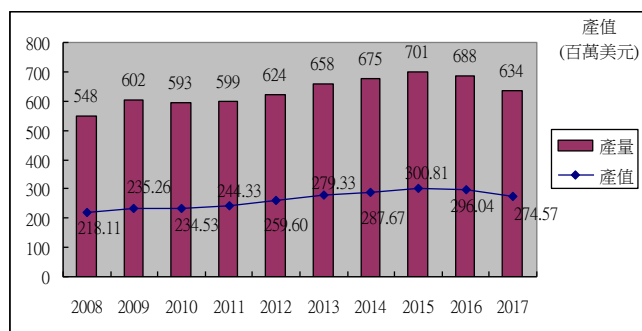
#### ➤ P&WC

該公司主要建造以下六款渦輪軸發動機：PT6B、PT6C、PT6T、PW100TS、PW200 以及 PW210。由於有系統的實施量產規劃，使得 PW200 系列為市場上占多數的發動機，其中 PW206 與 PW207 是輕型直昇機發動機市場的

格式設定: 縮排: 第一行: 1.28 字元

刪除: +

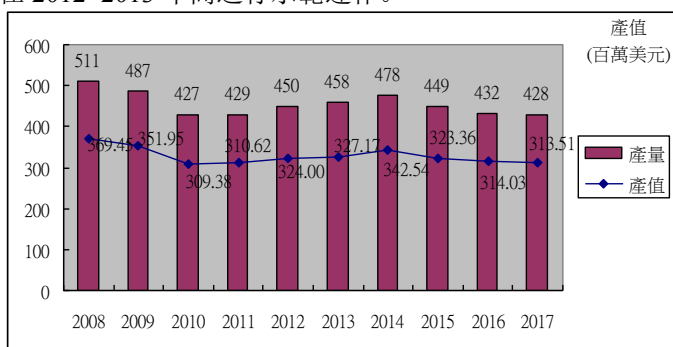
支柱。新的 1,000 軸馬力級 PW210 發動機將在輕型雙發動機直昇機上，與 PT6B 與 PT6C 家族結合在一起。母公司美國 P&W 已與 Honeywell 公司聯合起來為美軍的 AATE 計畫合作研發下一代 3,000 軸馬力的渦輪軸發動機



未來 10 年渦輪軸發動機市場需求

➤ GE

T700 家族的 CT7-8 與 YT706 發動機裝置在 UH-60 Black Hawk 與 Seahawk 機種上。GE38-1B 發動機是為美國海軍陸戰隊的新款 CH-53K 重型直昇機而進行開發，該款新的發動機將具備 7,500 軸馬力以及與 T700 發動機相似的構造。與其前身 T-64 發動機相比，GE38 不但動力較佳，且更省油。該公司正依據美國軍方 AATE 計畫研發新的 3,000 軸馬力級渦輪軸發動機，並預計在 2012~2013 年間進行示範運作。



未來 10 年渦輪軸發動機市場需求

格式設定: 字型: 12 pt

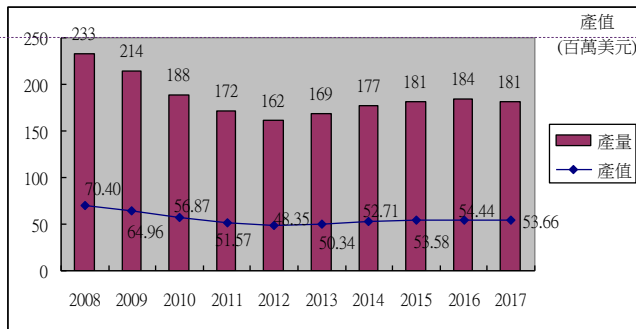
格式設定: 字型: 12 pt

刪除: [ ]

[ ]

### ➤ Rolls-Royce

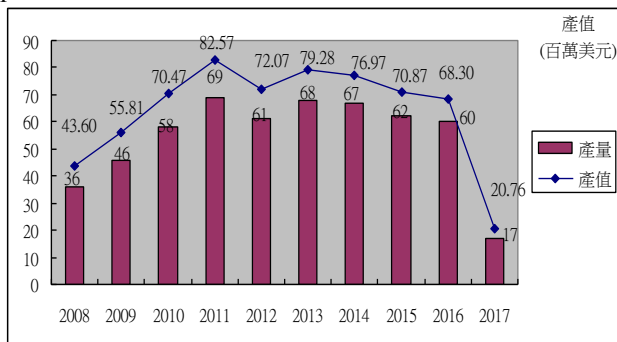
該公司最新開發的是 300 軸馬力級的 RR300 渦輪軸發動機，已於 2008 年初獲得認證，計畫提供給輕型直昇機使用。在相同推力範圍內，RR300 發動機可作為活塞式引擎可行的替代方案。



未來 10 年渦輪軸發動機市場

### ➤ Honeywell

HTS900 發動機原先被選擇裝設在美軍 ARH-70A 武裝偵察直昇機上，但這計畫已於 2008 年末期取消。不論是單發動機還是雙發動機的運用，HTS900 發動機有可能運用在 Bell 的新模組化生產線其中之一上面。在發展方面，Honeywell 與 P&W 合組了「先進渦輪發動機公司」(ATEC)，作為與美軍 Advanced Affordable Turbine Engine (AATE)計畫進行接觸的入口。該合資企業將發展一具新的 3,000 軸馬力渦輪軸發動機，以供 UH-60 Black Hawk 與 AH-64 Apache 機隊作為替代品之用。

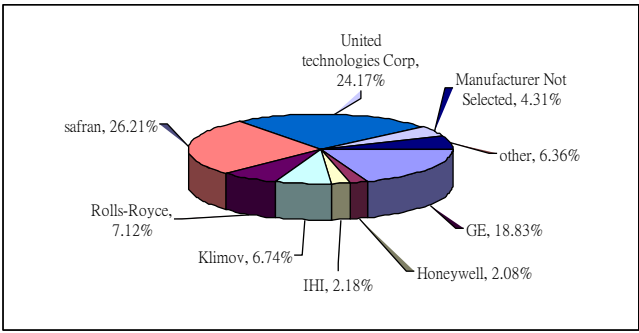


未來 10 年渦輪軸發動機市場需求



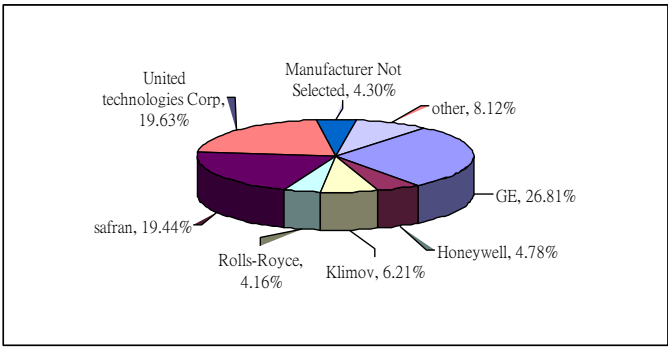
整體而言，未來 10 年（2008 至 2017 年間）法國 Safran 集團預計將是產量最多的渦槳發動機製造商，約有 6,856 具(占全部的 26.21%)。在產值方面，產值最高的製造商將是擁有 P&WC 公司的 United Technologies Corp.，預估將有美金 26 億 3026 萬的收入，幾近整體產值市場的 19.63%。

刪除: ... [9]



未來 10 年渦軸發動機製造商產量市場佔有率

刪除: +  
格式設定: 字型:12 pt



未來 10 年渦軸發動機製造商產值佔有率

刪除: +  
格式設定: 字型:12 pt

#### 四、結論與建議

Forecast International 的十年預測報告顯示渦扇發動機在數量上將有 6.6% 的成長以及 19% 產值的提升。而有鑑於渦槳發動機市場持續成長，於 2008~2017 年間預計數量上將有 8.8% 的增長與產值 12.8% 的增加，超過了去年的十年預測。不過全球油價的下滑與美國次房貸風暴的事件嚴重衝擊到市場的成長，當燃油價格高漲時，航空公司更關注機組組成，迫使他們重新考慮渦槳飛機在短程航線的營運經濟性，目前燃油已經成為航空公司最大一項成本。也因此 Bombardier 和 ATR 公司等渦槳飛機製造商有大量訂貨。不過最近油價已降至去年 7 月最高點的一半以下，並有穩定的趨勢，將來是否帶動渦槳發動機數量的成長仍有待觀察。

由於美國信貸危機，信貸購買飛機失效導致相當數量的交易取消。同時，世界經濟發展緩慢，將嚴重航空工業的資金流動，而萎縮的軍事預算只能使該問題進一步惡化。

渦軸發動機的產量會隨著直昇機週期性的逐漸降低，但不會出現急遽的下跌。Bell 公司和歐洲等直昇機公司正在研發新機型，這有助於保持渦軸發動機市場的穩定。這些正在研製的機型一旦進入機隊服役，產量也將得以維持。



# 經濟部工業局98年 航空工業發展推動計畫 查核點佐證資料

分項計畫名稱：航空產業諮詢與服務

報告名稱：F4 -完成國際航空發動機市場及重要  
大廠現況分析報告1份，供相關單位  
參考運用

執行單位： 中華航太產業發展促進會

中華民國 98 年 04 月 30 日

國內外航空市場發展及與市場  
趨勢分析報告

98年4月30日

---

分節符號(下一頁)

---

# 目錄

前言

發展趨勢

發動機之市場展望與主要廠商分析

1. 渦扇發動機

2. 渦槳發動機

3. 渦軸發動機

結論與建議

第 5 頁: [4] 刪除

Eva

2009/7/21 10:22:00 AM

第 7 頁: [5] 刪除

Kailing

2009/7/14 1:37:00 PM

第 13 頁: [6] 刪除

Kailing

2009/7/14 1:35:00 PM

未來 10 年渦槳發動機市場需求

第 15 頁: [7] 刪除

Kailing

2009/7/14 1:38:00 PM

第 16 頁: [8] 刪除

Kailing

2009/7/14 1:41:00 PM

