

由實務面探討影響航空公司貨運營收之因素

The Effects of Practical Factors on Freight Revenue in Airlines

趙清成 (Ching-Cheg Chao)^①、李勝雄 (Sheng-Hsiung Lee)^②、
蕭文斌 (Martin Shiau)^③

摘要

由於國際貿易自由化與全球供應鏈快速發展，使得航空貨運需求與日俱增。影響貨運班機營收因素眾多，航空公司在接受貨主訂位及規劃裝載作業時，均需精算貨物體積及重量，將艙位使用率達到最大化以增加營收。本研究探討不同貨型組合、艙位配置、差別費率及盤櫃最適裝載方式，以提升業者之營運績效及獲利能力。最後，以臺灣某航空公司實際營運與作業資料，進行實例驗證。研究結果顯示，利用重貨與拋貨組合可增加航班計費重；另小貨之費率高於大貨，當班機承載之小貨比率愈高營收愈大；由班機可承載重量及最大艙容可計算貨物最適密度，當承載貨物之平均密度愈接近最適密度時，班機裝載效率愈大。上述結果可供航空公司營運參考。

關鍵字：航空貨運、營收管理、艙位配置、差別費率

Abstract

Owing to liberalization of international trade and rapid development of the global supply chain, demand for air freight has been increasing, but there are many factors that influence freight revenue. In order to fully utilize cargo space and maximize revenue, the volume and weight of freight have to be accurately

① 國立高雄海洋科技大學航運管理系助理教授 (E-mail: chaocc@mail.nkmu.edu.tw)。

② 國立高雄海洋科技大學航運管理所碩士 (E-mail: patrick695@yahoo.com.tw)。

③ 長榮航空股份有限公司課長 (E-mail: martinshiau@evaair.com)。

calculated upon receipt of reservations from shippers and throughout load planning. This research applies revenue management to air freight and explores how different combinations of cargo types, space allocation, price discrimination, and optimal load planning of containers and pallets affect operating performance and profitability of airlines. The application is then validated with actual operations data from an international airline in Taiwan. Results show that chargeable weight can be increased by combining high- and low-density cargoes on the same flight. Moreover, under price discrimination, rates charged for smaller volumes are higher than those for larger ones. Hence, the higher the ratio of small volumes on the flight, the greater the freight revenue. In addition, optimum density of cargoes can be determined according to the payload and maximum load capacity; thus, the closer the average cargo density is to the optimum, the more efficient the load. These findings provide useful suggestions to airlines for load planning to maximize revenue.

Keywords: Air cargo, Revenue management, Space allocation, Price discrimination

壹、前言

隨著全球貿易發展日益成熟，航空業發展也持續成長。根據圖 1 波音公司 (Boeing, 2010) 對全球航空貨運之預測顯示，雖然航空貨運在 2008 年至 2009 年因金融海嘯而下降。但隨著經濟逐漸復甦，航空貨運量在 2009 年 11 月開始轉為正成長，未來二十年全球航空貨運將以每年 5.9% 成長。臺灣為海島型國家，國際貿易必須倚賴海運或空運，而空運具有即時性，貨物運送時間較短，可使損失或損壞降低，減少貨物延遲成本等優勢，使航空貨運量每年呈穩定成長。

在航空貨物運輸作業中以航空公司為營運主體，負責出發至目的機場間之運送服務 (airport to airport service)。目前臺灣航空貨運業者以組合型航空業者為主 (如華航及長榮等)，經營業務包含客運及貨運。其部分貨運作業項目則委由相關業者負責，如透過貨運承攬業者進行收、送貨物，從機場到收貨人係透過航空貨運承攬業者或報關行代為處理，中間運送流程還需透過航空貨運集散站及航空地勤業。因國際航空貨運作業過程牽涉眾多單位，其涉及之管理決策問題亦相當複雜。

航空貨運艙位不像客運座位是固定且已知，航空貨運艙位配置及需求不確定

WORLD AIR CARGO TRAFFIC WILL TRIPLE OVER THE NEXT 20 YEARS

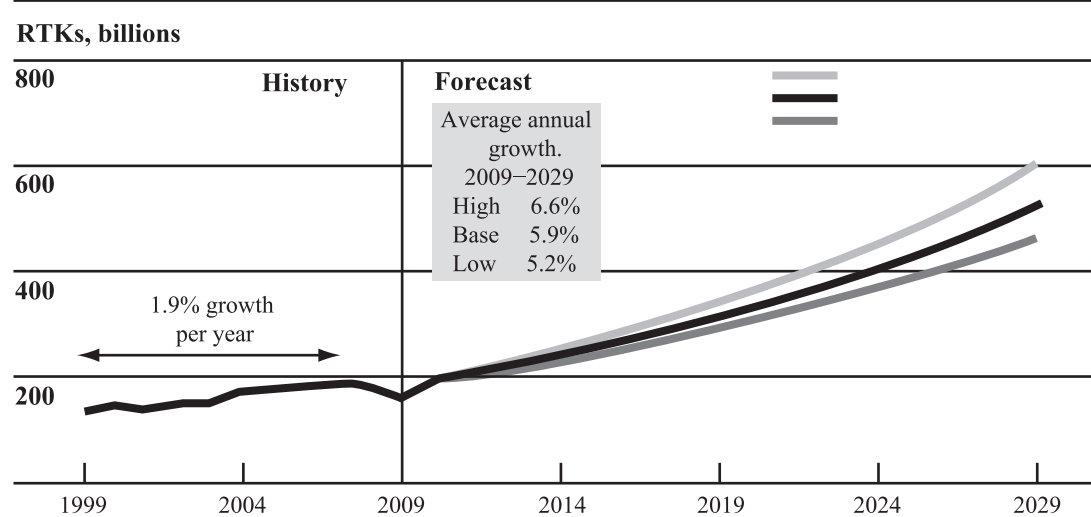


圖 1 全球航空貨運成長趨勢

性比客運高。如何讓飛機在符合安全標準下滿載起飛，是航空公司追求獲利重要目標。航空貨運計費機制相當複雜，需同時考量託運貨物之重量及體積，且費率有顯著之數量折扣。但造成班機不能滿載，導致航空公司營收減少因素眾多，除不可抗力因素，如天氣、機件維修、機場設施、溫度等影響飛機酬載外。還有其他人為因素，如貨物訂位、進倉儲存、報關作業及海關驗放等，甚至於貨物重量、體積與貨型、盤櫃裝載計畫及載重平衡等，都會影響班機貨物承載量，進而影響航空公司營收。

本研究考慮航空貨運之特性與背景，依航空貨運艙位獨特性與複雜性，檢視航空公司貨運作業流程，探討影響航空貨運班機裝載效益及營收之因素，供航空公司營運管理之參考。本文第二節分析航空貨

運作業現況並回顧相關文獻，第三節將探討影響航空公司貨運營收之因素，第四節以臺灣某航空公司實際營運資料進行實例分析，驗證各項因素對航空貨運營收之影響情形。最後，提出本研究之結論與建議。

貳、航空貨運作業現況與文獻回顧

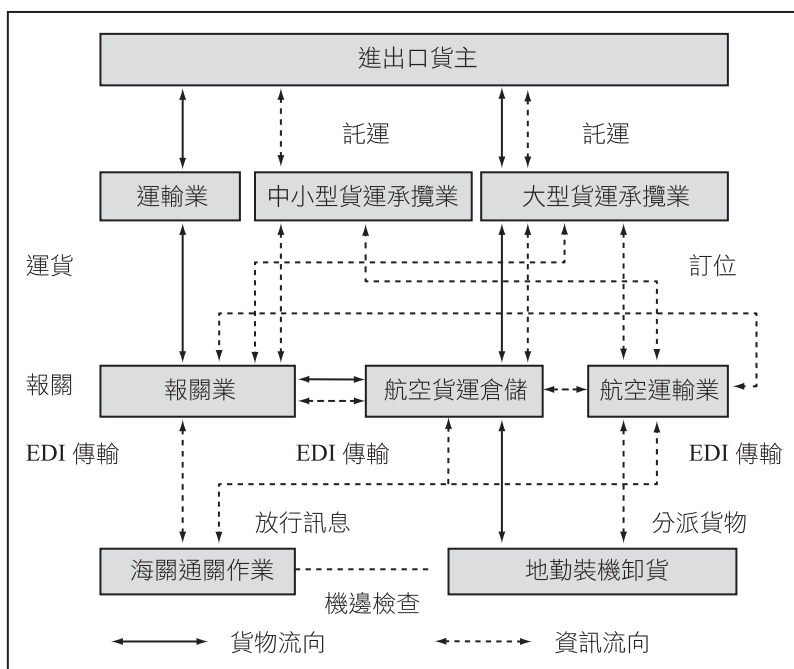
2.1 航空貨運作業現況

航空公司依服務對象可分為航空客運業及貨運業。Wells (1999) 及 Forster et al. (2001) 將航空貨運公司分為全貨機航空公司、組合型航空公司及整合型航空公司三大類型，各類分類如下：

1. 全貨機航空公司經營多元化之貨物運送服務，提供貨主與航空貨物承攬業者從機場到機場之貨物運送服務，全貨機航空公司如 Cargolux Airline 及 Singapore Airline Cargo。
2. 組合型航空公司同時經營航空貨運與客運，其所承載之貨物大都仰賴空運承攬業者進行貨物收受。客機部分只能利用機腹 (belly cargo) 載運貨物，由於客機班次密集且準點率高，故緊急或高單價之貨物適合以客機機腹運送。但其最大缺點為可裝載之貨量隨旅客行李重量而改變，具不確定性。組合型航空公司如國泰航空、馬來西亞航空及國內中華航空與長榮航空等。

3. 整合型航空公司又稱快遞運送業者，其整合航空運輸業、貨運承攬業、內陸運輸業、航空貨運集散站及報關業，提供從發貨到收貨之全球性「戶到戶」(door to door) 全程服務。整合型航空公司如 FedEx、UPS 及 DHL 等。

目前臺灣航空貨運產業主要由國際航空運輸業、航空貨運倉儲業、航空地勤業、航空貨運承攬業及空運報關業組成。航空貨運可分為進口、出口及轉口三大類。出口方面由貨運承攬業向貨主攬貨，貨物進倉後進行報關手續，待海關完成通關作業後，再將貨物打盤裝櫃，並裝機，詳如圖 2 所示。



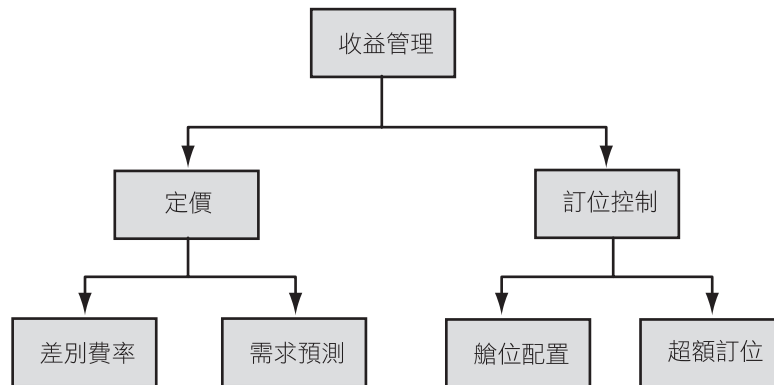
資料來源：張淑青 (1995) 及莊信祥 (2006)。

圖 2 航空貨物進出口作業流程

2.2 營收管理之定義及相關文獻

Weatherford and Bodily (1992) 定義營收管理 (Revenue Management) 係藉由產能重新分配、超額預定控制及定價決策得到最佳營收。營收管理結合顧客關係管理、差異化定價策略及預測產能規劃等管理需求，以達成營收最大化。過去文獻對營收管理有不同定義，如 Orkin (1989) 將營收管理定義為「控制平均收益及承載率使收益達到最大」；美國航空公司 (American Airlines) 對營收管理定義為「在適當的時

間，以適當的價格，將適當的座位銷售給適當的顧客，使航空公司收益最大化」(Smith et al., 1992)；張有恆 (2007) 指出航空公司收益管理係針對公司資源 (如機隊、艙位及貨艙等)，依市場特性與趨勢及競爭情況，結合經營與行銷策略，做最有效之調整，以達成公司整體收益最大之目標。航空公司收益管理主要內涵包含「定價」與「訂位控制」兩部分，其中定價包括差別費率及需求預測，而訂位控制包含艙位配置與超額訂位，詳如圖 3 所示。



資料來源：張有恆 (2007)。

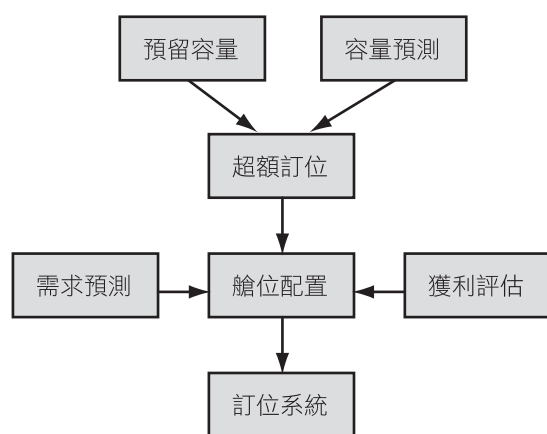
圖 3 收益管理架構圖

航空公司透過「定價」與「訂位控制」來創造營收，在開放市場中，航空公司票價會受競爭對手營運策略影響，短期內要自由調整並不容易。但「艙位配置」航空公司能完全掌控，如何有效規劃艙位提升營收為航空公司重要議題。超額訂位是航空公司為了避免旅客在班機起飛前，臨時取消訂位或未出現，造成航空公司空

位起飛，產生閒置成本而採取之措施。Smith et al. (1992) 研究指出，座位完全出售之航班，在起飛時仍有大約 15% 之空位。顯示未實施超額訂位之航空公司，相較於實施超額訂位之航空公司，會因旅客搭乘數目減少而導致營收損失。超額訂位比例高低將影響航空公司營收，因此航空公司必須審慎評估並訂定適當超額訂位比

例，使營收達到最大化。美國航空公司自 1960 年開始進行營收管理之研究，並在 1988 年至 1990 年節省約 14 億美元，且預期未來每年可使公司額外增加五億美元收入，是應用營收管理成功案例 (Smith et al., 1992)。

在航空貨運收益管理方面，Kasilingam (1996) 以航空公司使用客貨兩用機為例，提出如圖 4 之航空貨運收益管理模式。由於航空貨運具有特殊存貨方式、訂位與交易行為及容量不確定性，因此可利用供給量出現機率評估其適當超額訂位比例。



資料來源：Kasilingam (1996)。

圖 4 Kasilingam 航空貨運收益管理模式

過去有關航空營收管理之研究多偏重客運方面。然而航空客運與貨運之特性及複雜度有諸多不同處，故不能直接將航空客運模式全部應用在貨運中。Kasilingam (1996) 分析航空客運營收管理與航空貨運收益管理主要差異如下：

1. 酬載容量不確定

航空客運營收管理是在固定且已知座位數下進行。但貨物裝載會因其幾何形狀、重量及擺放方向等改變，使得盤櫃完成裝載後實際容量並不確定。當使用客機機腹載貨時，由於班機是以乘客行李為優先，但每次乘客行李需等旅客完成報到才明確知道重量，因此在班機起飛前才能確定可裝載貨量。

2. 空間使用

航空客運旅客座位數固定，因此較容易掌控。相較於客運，貨運艙容使用受限於貨物重量、體積、ULD (Unit Loading Device) 位置及數量影響。舉例來說，當訂位貨物多為密度較小之拋貨，造成班機可承載重量尚未到達，但艙位空間卻使用完畢而無法再裝載，使酬載未達最大效益。有時候體積與重量皆合乎承載限制，卻可能因為貨物形狀因素而產生 ULD 空間浪費，此結果被稱為堆疊損失(stack loss)。

3. 航線控制

航空旅客傾向搭乘事先規劃之班機，其時間、航線及行程較為固定。而航空貨運方面，只要在約定時間內將貨物送達目的地即可，因此貨物從出發地到目的地機場有較多航線可以選擇，有利於班機艙位調度。

4. 艙位分配

航空貨運承攬業者通常會在飛機起飛前幾個月，就與航空公司簽下艙位分配協

議。若貨運承攬業者在班機起飛前，未提供協議所訂貨物量，航空公司亦無法要求賠償。所以在旺季時，貨運承攬業者通常會簽訂大於可供給之貨運量，造成需求不確定性。

綜合上述得知，航空貨運收益管理比客運更為複雜，因此客運之收益管理方法不適宜直接套用於航空貨運。

近年來，國內外其他有關航空公司貨運方面之研究，主要著重於航線班次規劃，如許巧鶯及李俊勳 (2005)、Yan et al. (2006)、楊大輝及李綺容 (2007) 及 Tang et al. (2008) 等。另 Chang et al. (2007) 結合政府、學術界及運送人之意見，探討各項策略之重要性與可行性，供航空貨運業發展之應用。Huang and Chang (2010) 同時考慮貨物材積與重量提出動態規劃模式，以近似方式發展啟發式解法，提供航空貨運艙位控管之應用，由數值測試發現不需太多樣本數即可達到理想求解品質，可供航空公司有效利用艙位並提高營收。Wang et al. (2008) 發展一模糊知識系統，在不確定環境下決定超額訂位水準，利用數據範例解釋此模糊知識系統，以解決航空公司超額訂位問題。Yan et al. (2008) 在最小化總營運成本下，發展一貨櫃裝載計畫模式，並利用某國際航空快遞公司實際數據進行個案研究，結果顯示此模式有助於航空快遞公司之營運。Han et al. (2010) 探討航空公司接受或拒絕訂位之選擇，假設班機每個

艙位需求之重量及體積為隨機分配，利用馬可夫模型來計算並決定是否接受訂位，提供航空公司班機運能分配之參考。Chan et al. (2006) 在滿足貨物裝載限制下，發展一航空貨物盤櫃裝載決策系統，提供特定盤櫃之裝載計劃，以減少人工裝載時間，增進航空貨運裝載作業效率。

參、影響航空公司貨運營收因素分析

國際航空貨運出口作業流程中，參與之相關作業單位甚多，其牽涉之管理決策問題亦相當繁雜。本研究將出口作業流程分為艙位銷售與訂位、貨物進倉與驗放、貨物打盤與裝櫃及貨物裝載與限制。在各作業流程中，影響航空公司貨運營收之因素分析如下：

1. 艙位銷售與訂位：差別定價、艙位配置、超額訂位及貨型組合。
2. 貨物進倉與驗放：進倉時間、海關放行及最適盤櫃裝載計畫。
3. 貨物打盤與裝櫃：貨物移倉、ULD 空間利用及轉口貨物之拆盤。
4. 貨物裝載與限制：裝載順序、酬載及載重平衡。

有關各作業流程中影響航空公司貨運營收之因素，彙整如圖 5 所示。

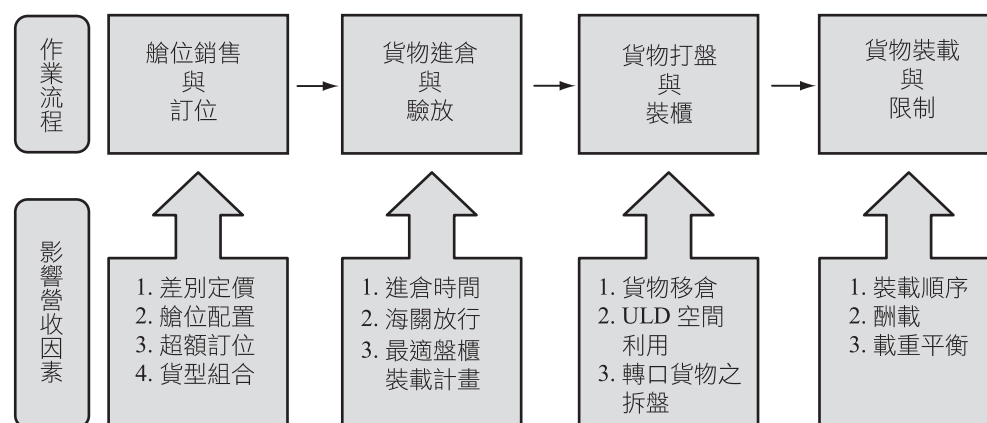


圖 5 航空公司貨運出口作業流程及各階段影響營收之因素

3.1 艙位銷售與訂位

1. 差別定價

一般而言，航空客運之費率艙等 (fare class) 可分為頭等艙、商務艙及經濟艙三種，有些航空公司根據此費率艙等，針對不同航線及不同區域市場需求將其細分至十餘種之訂位艙等 (booking class code)，以便更能精確掌控營收。由於目前貨運並無「費率艙等」之區分，因此在接受貨物訂位時通常只考量貨物重量、體積及重要性，如 Yeoman et al. (2000) 考慮貨物之重要性，將其分為以下三種艙等：

- (1) 高價位艙等：一定要運送。
- (2) 中價位艙等：應該要運送。
- (3) 低價位艙等：有艙位時才運送 (即高價位及中價位艙等貨物裝機後，仍有剩餘艙位才運送)。

航空公司為了增加獲利，希望多收取高價位艙等貨物，而對於提供貨源之貨運承攬業者而言，則希望運費愈低愈好。運

價愈高保障相對愈高，當艙位不足時低價位艙等之貨物則無法運送。航空貨運之費率種類，可分為最低運價、普通貨物標準運價、重量分界點運價、指定商品運價、附加等級運價、減免等級運價及集裝貨物基礎運價等七種，各類費率適用之貨物情況如表 1 所示。

航空貨運隨著託運貨物計費重增加，航空公司會給予費率優惠 (如表 2)。由於航空貨運費率並非採分段累計方式，承攬業者可將同一航線所承攬之貨物合併，以較大之託運量向航空公司取得較低費率。依表 2 所示，當計費重累計到 94 公斤時，就可以 100 公斤來計算獲取較低運費，故計費重介於 94~100 公斤間之貨物，其運費均為 28,500 元。當航班所載運之小型貨物比愈大，則整體營收愈大。若航班所載運之貨物多為大型貨物，或是經由承攬業者將不同貨主之貨物合併，則航班營收將會減少。

表 1 費率種類及適用之貨物情況

費率種類	定義	貨物種類或情況
M	最低運價	通常在不同市場會有其最低收費水準。
N	普通貨物標準運價	為所有市場及貨品之一般或基本價格。適用於 45 公斤以下貨物，在沒有 45 公斤以下費率之地區，則適用 100 公斤以下。
Q	重量分界點運價	價格以貨物之計費重計價，託運貨物計費重愈大，每單位費率愈低，且費率以階梯式遞減。
C	指定商品運價	針對特殊貨物所訂費率，通常僅針對特定市場之特種貨物所訂，且只適用單一方向。
S	附加等級運價	屬特殊貨物費率的一種，適用於指定區域內之少數貨品，通常以一般費率增加某個百分比來表示，如活生動物。
R	減免等級運價	屬特殊貨物費率的一種，適用於指定區域內之少數貨品，通常以一般費率減少某個百分比來表示，如報章雜誌或書籍等。
U	集裝貨物基礎運價	貨物出廠後，集裝於貨主或承攬業者準備之 ULD，以 ULD 為計算基礎之特殊費率。

資料來源：本研究整理自 International Air Transport Association, IATA (2009)。

表 2 TPE-DFW 之費率種類及計費級距表

計費重 (公斤)	M (最低計費重)	(M + 1)~44	45~99	100~299	300~499	500~999	1000~
費率 (元/公斤)	2200 (最低總運費)	398	306	285	225	197	171
重量級距 (公斤)	6	35	94	237	438	869	...

資料來源：本研究整理自 International Air Transport Association, IATA (2009)。

2. 艙位配置

根據 Lee and Hersh (1993) 之研究顯示，在高需求之航空客運航班中，收益管理系統之需求預測能力增加 10%，將改善 3%~5% 之期望收益。航空公司會根據年度預期貨運營收計算運能，通常以航線、機型、艙容量及航次等資訊精算，再將艙位依航班及航點，交由配合之貨物承攬業者進行攬貨。一般而言，中低價位艙等貨物之訂位需求，往往會比高價位艙等之貨物更早出現。由表 3 顯示，情境 1 未實施艙位配置，故低價位艙等貨物太早訂滿，導致中高價位艙等貨物訂不到艙位而降低營收。由此可知，裝載率高者營收不一定

大，須視貨物費率而定。情境 2 配置 60% 艙位給高價位貨物，實際僅售出 20%，使中低價位艙等貨物訂不到艙位，造成艙位閒置。情境 3 高單價艙位雖然未售完，但其單價較 B、C 高，即使高價位艙等未全部售完，營收依然高於未做艙位配置之情境 1。情境 4 則有良好之艙位配置，營收相對較高。綜合上述情境分析，可知艙位配置對營收之影響，航空公司應控制艙位銷售分配，以創造較佳之營收。

3. 超額訂位

超額訂位係有計畫地接受比艙位容量更多之訂位，以彌補已訂位貨物臨時取消訂位或無故缺席，及其他因素所造成之

表 3 艙位配置與營收之關係

情境	A 高價位艙等		B 中價位艙等		C 低價位艙等		裝載率 (%)	營收 (%)
	艙位配置	實際售出	艙位配置	實際售出	艙位配置	實際售出		
1	—	0%	—	0%	—	100%	100%	40%
2	60%	20%	20%	20%	20%	20%	60%	42%
3	40%	20%	30%	30%	30%	30%	80%	53%
4	20%	20%	30%	30%	50%	50%	100%	61%

註：艙等費率 A = 1、B = 0.7、C = 0.4；所有艙位均以高價位艙等售出為營收 100%。

資料來源：本研究整理。

空位起飛損失。航空貨運艙位並非如客運班機座位數量固定，在航空貨運中，貨艙艙位容量受體積及重量限制，有時貨物體積可裝載但重量卻超過限制而無法完全承載。有時貨物不重但體積過大，造成貨艙空間不足而影響貨物裝載。此外，客機機腹實際可載貨容量有更多不確定性，要等到旅客行李裝載後，才能得知貨物之酬載量。

實務上，有些貨運承攬業者雖握有航空公司之艙位配額，但會有臨時取消訂位或發生訂貨物未出現之情況，造成航空公司艙位浪費。有時貨主太晚將貨物送至貨運集散站，而無法在班機起飛前完成打盤裝櫃作業。此外，海關未放行之貨物，航空公司亦不得運送，上述情形均會造成航空公司艙位浪費。航空貨運具有獨特之艙位不確定性，藉由實施超額訂位策略，才能降低貨物因臨時取消訂位或無故缺席所造成之營收損失。

4. 貨型組合

重貨為重量大但不佔空間，運費依毛重 (Gross Weight, GW) 計算 (如表 4 貨

種 a)；而拋貨佔空間但重量較輕，運費依體積重 (Volume Weight, VW) 計算 (如表 4 貨種 b)，通常體積重為貨物體積 (立方公分) 除以 6,000。航空貨運運費計算方式同時考慮重量及體積，其計費重 (Chargeable Weight, CW) 為毛重與體積重兩者取其大者計算之。在航空實務上係以貨物之實際重量 (公斤) 除以實際材積 (立方英尺) 作為名目密度 (Nominal Density)，以此密度值評估貨物之重拋性。一般而言，貨物名目密度接近 5 時為中性貨物。航空貨運承攬業者在攬貨時會以貨物偏重或偏拋，向航空公司爭取貨物之優惠運價。而航空公司則依所有貨物之平均密度，計算艙位整體裝載率是否達到最大化。例如，當班機已訂位之貨物平均密度偏低時，則應接受貨物密度較高之貨物訂位，以達到最大酬載之目標。

表 4 中 a 及 b 兩種貨物總計費重為 200 公斤，而體積及毛重均與 a、b 兩貨合計相同之中性貨 c，其計費重卻只有 155 公斤。因此，當班機所載運之重貨與拋貨比例愈高，則計費重愈大。以表 4 為例，

表 4 不同貨型之計費方式及組合後計費重

貨種	體積 (立方公分，仟)	毛重 (公斤)	體積重 (公斤)	計費重 (公斤)	材積 (立方英尺)	名目密度	貨型
a	300	95	50	95	10.59	8.97	重貨
b	630	60	105	105	22.25	2.70	拋貨
c	930	155	155	155	32.84	4.72	中性貨
A	69,384	55,000	11,564	55,000	2,450	22.45	重貨
B	198,240	55,000	33,040	55,000	7,000	7.86	偏重貨
C	329,928	55,000	54,988	55,000	11,650	4.72	中性貨
D	387,984	55,000	64,664	64,664	13,700	4.01	偏拋貨
E	523,920	55,000	87,320	87,320	18,500	2.97	拋貨
A + B	267,624	110,000	44,604	110,000	9,450	11.64	重貨
A + C	399,312	110,000	66,552	110,000	14,100	7.80	偏重貨
A + D	457,368	110,000	76,228	119,664	16,150	6.81	偏重貨
A + E	593,304	110,000	98,884	142,320	20,950	5.25	中性貨
B + D	586,224	110,000	97,704	119,664	20,700	5.31	中性貨
B + C	528,168	110,000	88,028	110,000	18,650	5.89	偏重貨

註：名目密度 = 毛重 (公斤) / 材積 (立方英尺)。

資料來源：本研究整理。

貨物 A、B、C、D、E 各代表重貨、偏重貨、中性貨、偏拋貨及拋貨五類不同型態貨物。當同時具互補型態之重貨與拋貨物時，可獲得較大之計費重。若 747~400F 全貨機最大酬載為 110,000 公斤，最大艙容為 21,000 立方英尺，假設每類貨物各為 55,000 公斤，當兩類貨物組合後，在符合最大酬載及最大艙容限制條件下，由結果顯示 A 型及 E 型貨物組合後計費重 142,320 公斤為最大，較偏重貨型組合計費重高 29.38%。

3.2 貨物進倉與驗放

1. 進倉時間與海關放行

根據臺灣桃園國際機場航空貨運處理

服務標準，裝載於客機之出口一般貨物，截止收受時間為班機起飛前 3 小時；機放/快遞貨為班機起飛前 2 小時。裝載於貨機之出口一般貨物，截止收受時間為班機起飛前 5 小時；機放/快遞貨為班機起飛前 3 小時。表 5 為貨物進倉及海關驗放完畢時間，亦即該貨物為航空公司可運送狀態。而進口貨物於班機抵達後可供辦理通關提領之處理時間，裝載於客機之進口一般貨物為 5 小時，機放/快遞貨為 3 小時；裝載於貨機之進口一般貨物為 9 小時，機放/快遞貨為 3 小時。

航空公司在貨物裝載前需要一些前置作業，包括貨重預估、盤櫃裝載規劃及酬載計算。因此，超過截止收受時間之

表 5 進出口貨物於班機抵達後或起飛前之收受時間

進出口類別	班機種類	一般貨	機放/快遞貨
出口貨物於班機起飛前截止收受時間	客機	3 小時	2 小時
	貨機	5 小時	3 小時
進口貨物於班機抵達後可供辦理通關提領之處理時間	客機	5 小時	3 小時
	貨機	9 小時	3 小時

資料來源：臺灣桃園國際機場 (2009)。

貨物，無法配合航空公司裝載計畫，而將該貨物處理順序往後遞延。以桃園機場為例，出口貨物空運承攬業者通常依與倉棧之合約分別進華儲、榮儲、永儲及遠雄四個倉棧，各倉棧進貨比例也有差異。出口貨物分散進倉對航空公司增加不少變數，若可以將全數出口貨物進在同一倉棧，將有利於航空公司整體裝載規劃亦可節省作業時間。

2. 最適盤櫃裝載計畫

航空公司貨運人員會根據訂位資料及貨物類別，參考該機型盤櫃組合以決定各種貨盤貨櫃之使用數量。一般而言，若該班機之小型貨物或紙箱較多會考慮使用較多貨櫃，若該班機之大型貨物或重貨較多則會考慮使用較多貨盤。附錄 A 為 747-400F 全貨機最常見之盤櫃裝載配置圖。其中上貨艙 (main deck) 固定為 32 高盤，下貨艙 (lower deck) 則有不同組合 (如表 6)。下貨艙常見之盤櫃組合 5P + 14C、7P + 8C 及 9P + 2C 等。通常若班機貨物型態多屬拋貨或小型紙箱貨時，可選擇 5P + 14C 之盤櫃組合。若班機貨型多為大型貨物，則需要較多盤底，因此會選擇 9P + 2C

之盤櫃組合較易裝填。盤櫃裝載計畫對於整體班機作業十分重要，錯誤之判斷及規劃都會造成裝載效益損失。航空公司貨運人員若未依據貨物型態及種類規劃盤櫃組合，會使重量及體積都在艙位可裝載範圍內之貨物，因不當規劃而無法全部裝載。

3.3 貨物打盤與裝櫃

1. 貨物移倉及轉口貨物之拆盤

由於同一班機之貨物分散在不同倉棧中，而各倉棧部分貨量可能無法裝滿一個 ULD。因此，航空公司需將某幾個倉棧之部分貨物移至同一倉棧合併打盤裝櫃，避免艙位浪費以提高 ULD 之裝載率，但將貨物移倉整併將造成航空公司額外作業時間及成本。

2. ULD 空間利用

由於飛機構造限制，裝於機艙內之貨盤或貨櫃，隨著機型變化會有不同型式。此外，盤櫃外形會隨著機艙內部構造而有不同形狀、高度及重量限制 (如表 7 所示)。因此，要將各種不同尺寸、重量及密度貨物裝入適當之 ULD 中，才能將空間利用達到最大。由於貨物形狀及尺寸

表 6 B747-400F 全貨機之盤櫃組合型態

組合	前下貨艙	後下貨艙	上貨艙	總艙位含散艙 (立方公尺)
1	16A	16A	1A1 + 1A2 + 2PEB + 2Q3 + 5Q6 + 21Q7	599.12
2	2P + 10A	16A	1A1 + 1A2 + 2PEB + 2Q3 + 5Q6 + 21Q7	592.87
3	3P + 6A	16A	1A1 + 1A2 + 2PEB + 2Q3 + 5Q6 + 21Q7	588.56
4	2P + 10A	2P + 10A	1A1 + 1A2 + 2PEB + 2Q3 + 5Q6 + 21Q7	590.51
5	4P + 2A + 1ALF	16A	1A1 + 1A2 + 2PEB + 2Q3 + 5Q6 + 21Q7	590.51
6	5P	16A	1A1 + 1A2 + 2PEB + 2Q3 + 5Q6 + 21Q7	586.20
7	3P + 6A	2P + 10A	1A1 + 1A2 + 2PEB + 2Q3 + 5Q6 + 21Q7	586.20
8	4P + 2A + 1ALF	2P + 10A	1A1 + 1A2 + 2PEB + 2Q3 + 5Q6 + 21Q7	588.16
9	5P	2P + 10A	1A1 + 1A2 + 2PEB + 2Q3 + 5Q6 + 21Q7	583.85
10	3P + 6A	4P + 4A	1A1 + 1A2 + 2PEB + 2Q3 + 5Q6 + 21Q7	583.85
11	4P + 2A + 1ALF	4P + 4A	1A1 + 1A2 + 2PEB + 2Q3 + 5Q6 + 21Q7	585.80
12	5P	4P + 4A	1A1 + 1A2 + 2PEB + 2Q3 + 5Q6 + 21Q7	581.49

資料來源：Boeing (2010)。

表 7 不同盤櫃之規格及其適用機型與貨物密度

盤櫃	型碼	內部體積 (立方公尺)	內部尺寸 (公分)	最大載重 (公斤)	空重 (公斤)	適用機型	最適 貨物密度
貨櫃	AMD	20.1	229 × 305 × 290	6,803	341	74Y Main Deck	9.67
	AMA	17	229 × 305 × 229	6,803	300	74Y Main Deck	11.43
	AMJ	16.5	229 × 305 × 229	6,803	260	74E/74Y/MD11F Main Deck	11.78
	AAP	10.3	208 × 302 × 152	6,032	200	74E/74Y/MD11F Main Deck 763/744/ 74E/74y/MD11F/A330 Lower Deck	16.73
	AWS	6.4	139 × 302 × 152	3,175	204	744/A300/MD11F Lower Deck	14.17
貨盤	PMC	N/A	228 × 301	6,803	114	74E/74Y/MD11F Main Deck 763/744/ 74e/74y/MD11F Lower Deck	9.36 (高盤) 17.55 (矮盤)
	PAG	N/A	207 × 301	6,032	107	74E/74Y/MD11F Main Deck 763/744/ 74e/74y/MD11F/A330 Lower Deck	9.14 (高盤) 17.14 (矮盤)
	PGA	N/A	228 × 590	11,339	483	74E/74Y/MD11F Main Deck	9.78 (高盤)
	PLB	N/A	139 × 302	3,175	75	744/A300/MD11F Lower Deck	7.14 (矮盤)
	PEB	N/A	119 × 208	1,133	59	74Y Main Deck	4.32 (高盤)

資料來源：Ballantine (2004)。

大小繁多，且某些貨物需符合擺放方向性或裝載要求。例如，此面向上、勿重壓及易碎品等，這些限制很容易造成空間堆疊損失。目前裝載計畫多以人工作業為主，盤櫃裝載規劃不當很難提高裝載率，若未考慮堆疊之安全條件，則會增加貨物損壞

率。

3.4 貨物裝載與限制

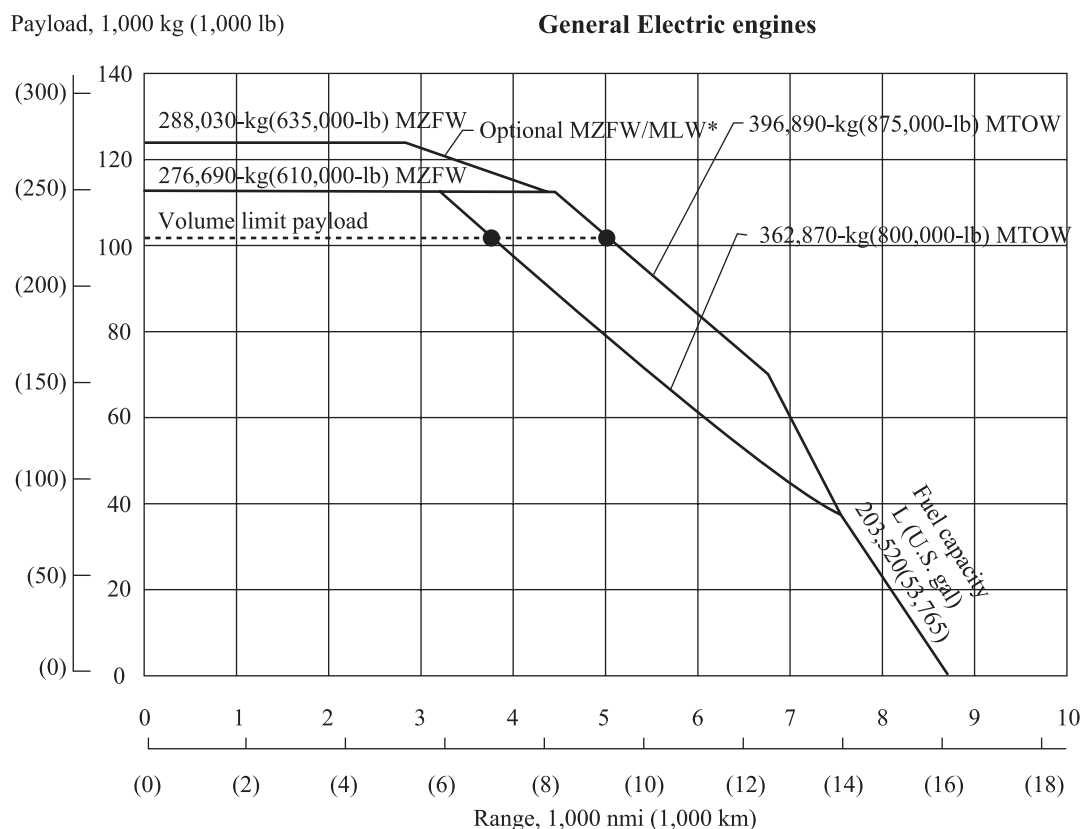
1. 裝載順序與酬載

航機在出廠時，製造商針對各種航機機型及其特性，製訂各項運航手冊及操作

數據規範，尤其是航班之裝載重量。航空公司考量原廠之裝載數據並兼顧飛航安全下，裝載重量限制又較飛機製造商之規範高，意即航空公司自行規範之航班裝載數額 (loading capacity) 會低於原廠操作數據規範。另航空公司在實務運作時，會將航班裝載數額減至更安全控制範圍。

貨物裝載順序除考量運價外，同時也考量其重要性。飛機滯地所需緊急維修機件優先裝載，之後依序為旅客行李、航空郵件、易腐貨物、遺體、快遞及一般貨物

等。飛機酬載依飛行距離增加而遞減 (如圖 6)，最大酬載航程是在最大起飛重量及最大降落重量限制下，將貨物重量裝載至最大酬載後，其所加油量所能飛行之航程。最大航程酬載則是在最大起飛重量及最大降落重量限制下，將油料加滿後，飛機所能裝載之最大重量。由於飛機貨艙空間固定，因短程航班允許之酬載較高，故適合接受高密度貨物；而長程航班因酬載較低，宜收取低密度貨物。航空公司在接受訂位時，可參考歷史酬載資料，而決定



註：海哩 (nautical mile, nmi) 為航海和航空之距離單位，1 海哩等於 1,852 公尺。
資料來源：Boeing (2010)。

圖 6 B747-400F 全貨機酬載範圍

不同密度貨物之收受比例，以增加航班整體營收。

2. 載重平衡

由於飛機結構因素，機艙內每個位置都有其結構重量及區域重量限制。附錄 B 為 B747-400F 全貨機上、下貨艙裝載限重示意圖，該圖顯示，A1、A2 及 B1 可各裝 1 個高盤，其重量限制各為 3,168 公斤及 3,356 公斤，CL 及其相對應位置 CR 可各裝 1 個高盤，且兩者重量總和不可超過 9,716 公斤，以此類推到位置 T 共可裝 32 個貨盤。其中，位置 T 在機尾，由於該位置重量影響載重平衡甚鉅，故限重在 2,041 公斤以內。貨物裝載作業及飛機載重平衡計算為出口作業最後流程，對航空公司而言也是最重要階段。若打盤裝櫃計畫未將重量均分配到貨盤及貨櫃上，可能使該航班重心不穩。其他如貨物未放行，打盤作業不確實造成倒盤、貨物過重及 ULD 裝備變形皆會影響載重平衡。為了飛航安全，航空公司必須將上述因素排除後，飛機方能放行起飛。

3.5 綜合評析

貨物進倉時間與航空公司後續打盤裝櫃規劃息息相關，航空公司會根據初步訂位資料來做盤櫃架打計畫，並參考已訂位貨物之貨型資料，規劃所需使用之 ULD 裝備，如果貨物太晚進倉將影響貨物架打進度。此外，為貨物實際進倉尺寸或重量

與原先訂位資料相差過大，航空公司亦會被迫更改原先所規劃之 ULD。故愈早掌握貨物實際資料，才能規劃出最佳盤櫃組合，使盤櫃空間達到充分利用。但現行作業由承攬業者或貨主選擇貨運站進倉，造成同一班機貨物分散在不同貨運站，對航空公司盤櫃裝載規劃造成很大影響。若某貨運站貨物不足而無法單獨使用一個 ULD，航空公司為提高 ULD 裝載率，需將不同貨運站之貨物合併打盤裝櫃，增加航空公司額外作業時間及成本。

由於航空貨運計費方式同時考慮重量及體積，在艙位銷售時需同時兼顧重量與體積之關係。若收取過多重貨，將導致班機載重在艙位空間尚未充分利用前即達到最大限制，形成艙位空間閒置。反之，若收取過多拋貨，則班機艙位空間用畢時，貨物重量將遠大於班機最大載重，造成艙位重量浪費。因此，同時收取相對數量之重貨與拋貨，才能獲取較大計費重，而增加航空公司營收。航空貨運隨著託運重量增加，航空公司會給予費率優惠，當航班所載運之小型貨物比例愈大，則整體營收愈大。若航班所載運之貨物多為大型貨物，則航班營收將會減少。

因貨物進艙時間受貨主影響，而海關對貨物放行與否需依相關規定辦理。另貨物移艙及轉口貨物拆盤為航空貨物集散站作業範圍，均屬於航空公司無法掌控因素。而班機貨物裝載需考慮載重平衡、飛行油量、跑道長短及天候等因素，為符合

飛航安全航空公司應遵守其規範。因此，本研究將針對航空公司能掌控之營收影響因素，如差別定價、艙位配置、貨型組合及 ULD 空間利用等方面進行實例驗證，以探討各因素對航空貨運營收實際影響狀況。

肆、實例驗證

由於客機只能利用機腹載運貨物，客機之貨艙酬載容量不確定性高。例如因季節天氣因素、航程長短及旅客行李數量等，均會影響裝載量。另航空公司之政策，例如考量燃油成本或燃油之清潔度，而同時加足去程及回程所需用油，亦會影響航班機腹之貨物酬載量。因此，航空公司常將客機載貨視為「副產品」，而以旅客營收為主要考量因素。因客機班次密集且準點率較貨機高，故主要以高運價之生鮮貨物及要求時效之電子產品為主。為瞭解航空貨運作業全貌，本研究以臺灣地區 A 航空公司，波音 747-400F 全貨機由臺

北到達拉斯 (TPE-DFW) 航線之實際營運資料為實例，分別探討差別定價、艙位配置、貨型組合及 ULD 空間利用對航空公司貨運營收之影響。

4.1 差別定價

隨著貨物總重量增加，航空公司會有不同費率標準，貨物重量愈大則費率愈低，如表 2 TPE-DFW 之費率種類及收費級距所顯示。本研究以計費重為 110,000 公斤之班機為例，探討貨物大小 (即高費率之小型貨多寡) 對航空公司營收之影響。由表 8 結果顯示，情境 1 高費率之小型貨比例最高，總營收最大。情境 2 到情境 4 小型貨比例遞減而大型貨比例遞增，故總營收逐漸降低。隨著航班收受大型低費率之大型貨增加，其總營收持續減少。當航班均收受大型低費率之大型貨，其營收僅為全部收受高費率小型貨航班之 29.3%。航空公司於淡季時為增加承載率，通常是大小型貨之訂位均接受。但在旺季，尤其是市場需求大於供給時，多接受小型貨物將可使航班營收增加。

表 8 不同費率之貨量比例對營收之影響

情境	(M+1)~44 398 (元/kg)	45~99 306 (元/kg)	100~299 285 (元/kg)	300~499 225 (元/kg)	500~999 197 (元/kg)	1000~ 171 (元/kg)	總營收 (萬元)	營收變化 (%)
1	40%	20%	20%	10%	5%	5%	3,503	—
2	30%	15%	15%	15%	10%	15%	3,160	-9.8%
3	20%	10%	10%	20%	15%	25%	2,817	-19.6%
4	10%	5%	5%	25%	20%	35%	2,475	-29.3%

資料來源：本研究整理。

4.2 艙位配置

本研究在飛航相同航線之基礎下，以相同之機型實際裝載內容，包括提單筆數、件數、貨重、材積及所收受之高、低單價貨量比例等，藉以比較每架次貨載內容，瞭解何種貨物組合方式才能有效達成較高營收目標。表 9 為臺灣地區 A 航空公司，以波音 747-400F 全貨機由臺北到美國達拉斯航線，每日各班機實際載貨情況。

從表 9 資料得知，美國航線 10 月份為傳統旺季，班機平均貨重 105,549 公斤，而計費重 110,058 公斤，整體貨物名

目密度為 5.36，高單價貨物比例佔整體貨重 16.38%。由該月 8 日及 14 日兩班機之高單價貨物比率分別為 6.82% 及 6.44%，低於平均值甚多，表示未做好艙位配置管理，導致高單價貨物比例偏低，造成整體營收受損。而該月 17 日及 19 日兩班機因艙位並未裝滿，導致計費重偏低。另該月 30 日班機所承載貨物重 114,025 公斤，而計費重高達 118,588 公斤，而該班機貨物平均密度為 5.59，可看出屬偏重之貨型居多，重量裝載率高達 103.66%，艙位空間裝載率也高達 97.21%，顯示該航班裝載效

表 9 A 航空公司臺北到達拉斯 747-400F 機型 10 月份載貨一覽表

		航線：臺北－達拉斯		機型：747-400F		月份：10月		季節：旺季		
日期	提單筆數	件數	貨重(kg)	體積(cbm)	計費重(kg)	名目密度	貨重承載率	體積承載率	高單價貨重(kg)	高單價貨重比率
1	46	3,085	100,636	568.91	104,326	5.05	91.49%	94.82%	20,213	20.09%
2	58	3,264	107,256	567.58	110,830	5.40	97.51%	94.60%	18,936	17.65%
4	48	6,435	106,859	544.91	110,829	5.60	97.14%	90.82%	13,102	12.26%
7	49	3,780	106,906	563.50	109,114	5.42	97.19%	93.92%	24,703	23.11%
8	48	2,230	97,586	568.91	102,261	4.90	88.71%	94.82%	6,652	6.82%
10	39	3,121	106,152	558.50	110,876	5.43	96.50%	93.08%	23,027	21.69%
11	51	3,161	106,150	568.48	108,920	5.34	96.50%	94.75%	12,787	12.05%
14	48	2,690	113,137	565.40	115,753	5.72	102.85%	94.23%	7,281	6.44%
15	51	3,106	95,071	573.34	99,726	4.74	86.43%	95.56%	18,585	19.55%
16	50	6,161	103,402	598.18	105,226	4.94	94.00%	99.70%	15,183	14.68%
17	54	4,803	91,974	542.29	102,365	4.85	83.61%	90.38%	11,742	12.77%
18	47	3,212	107,940	541.48	114,426	5.70	98.13%	90.25%	11,570	10.72%
19	34	5,190	99,176	528.06	102,076	5.37	90.16%	88.01%	20,879	21.05%
21	40	5,219	112,202	576.40	114,747	5.56	102.00%	96.07%	18,593	16.57%
24	53	3,398	106,772	546.75	111,132	5.58	97.07%	91.13%	23,352	21.87%
25	55	6,463	112,072	549.52	116,444	5.83	101.88%	91.59%	19,076	17.02%
27	35	12,423	107,555	586.79	117,702	5.24	97.78%	97.80%	12,318	11.45%
28	48	3,613	108,961	556.28	112,832	5.60	99.06%	92.71%	17,473	16.04%
29	50	4,575	107,151	561.89	112,979	5.45	97.41%	93.65%	23,092	21.55%
30	60	5,272	114,025	583.27	118,588	5.59	103.66%	97.21%	27,672	24.27%
合計	964	91,201	2,110,983	11,250.4	2,201,152					
平均	48	4,560	105,549	562.52	110,058	5.36	95.95%	93.75%	17,312	16.38%

資料來源：本研究整理。

率較高。該月 16 日班機所承載之貨物總體積達 598.18 立方公尺，艙位空間裝載用率高達 99.70%，貨物重量 103,402 公斤，重量裝載率為 94% 未完全使用，表示貨物密度較低 (4.94) 而造成重量浪費，故計費重量只有 105,226 公斤。但 28 日之班機重量裝載率已滿 (99.06%)，但空間裝載率不足 (92.71%)，表示貨物密度較高 (5.6) 而造成空間浪費。

綜合上述，擁有最大重量裝載率或最大空間裝載率之航班，未必是計費重最高之航班。因此，當航班之計費重愈高，表示該班機所承載之貨物重量及艙位空間都

已充分利用。本航線酬載設為 110 噸，係航空公司自行規範之標準裝載重量，低於 B747-400F 全貨機允許之最大酬載。當盤櫃可裝載重量充分利用時，裝載貨量會稍微超過 110 噸 (仍符合安全規範)，故有四個航班次之承載率超過 100%。

4.3 貨型組合

本研究以 10 月 11 日 A 航空公司臺北到達拉斯班機為例，經統計該班機密度前 10% 之重貨、密度後 10% 之拋貨及前 20% 中性貨物之毛重、體積重及計費重 (如表 10)。該班機前 10% 之重貨與拋貨，

表 10 重貨、拋貨及中性貨之計費重比較

	提單代號	件數	毛重 (公斤)	體積重 (公斤)	名目密度	計費重 (公斤)
前 10% 之重貨	a	63	1,412	578	11.53	1,412
	b	1	203	12	81.69	203
	c	36	678	57	55.67	678
	d	5	324	119	12.86	324
	e	116	1,219	578	9.95	1,219
	f	5	3,130	1,487	9.94	3,130
	g	80	670	378	8.37	670
	h	214	2,228	880	11.95	2,228
	i	3	747	496	7.11	747
	小計	523	10,611	4,585		10,611
前 10% 之拋貨	j	3	115	212	2.55	212
	k	2	45	67	3.15	67
	l	141	4,646	5,617	3.90	5,617
	m	2	8	28	1.34	28
	n	23	2,392	3,469	3.25	3,469
	o	37	815	1,669	2.31	1,669
	p	2	2,190	3,321	3.11	3,321
	小計	210	10,211	14,383		14,383
重貨及拋貨合計		733	20,822	18,968		24,994
前 20% 之中性貨物	q	29	4,608	4,606	4.72	4,608
	r	214	4,554	4,295	5.00	4,554
	s	110	1,044	991	4.97	1,044
	t	35	10,113	9,747	4.90	10,113
	小計	388	20,319	19,639		20,319

資料來源：本研究整理自 A 航空公司 10 月 11 日臺北到達拉斯班機。

兩者合計之毛重與體積重與中性貨相當，計費重卻比中性貨多 4,675 公斤，增加約 23%。由此可知，當航空公司在同一班機同時收受重貨及拋貨，可增加總營收。

為探討不同貨型組合對班機計費重之影響，本研究蒐集 A 航空公司實際裝載之 45 種貨物。若將同一班機中重貨 (大於平均值者) 密度除以拋貨 (小於平均值者) 密度之值稱為重拋比，當班機所載貨物之重拋比愈大，表示重貨與拋貨兩者之密度差異愈大。反之，當重拋比愈小則表示航班所載貨物多為密度相近之中性貨物。本研究以機型 B747-400F 最大酬載 110,000 公斤、最大容積 21,000 立方英尺為例，在體積及重量使用率皆近 100% 之狀況下，將

上述 45 種貨物模擬成不同重拋比之情境 1 至情境 17，計算各情境之計費重 (如表 11)，並畫出其關係圖 (如圖 7)。由結果顯示，隨著班機承載貨物之重拋比愈大，計費重呈現上升之趨勢，此乃因重貨係以毛重計費而拋貨以體積重計費，且兩者在體積及重量兩方面有互補作用。由此可知，在體積與重量皆完全使用下，重拋比愈大者計費重愈大。且由情境 15 到情境 17 顯示，當重拋比上升至一定程度，貨物計費重增加幅度愈趨平緩。計費重成長比率若以情境 1 為基數，至情境 17 時成長率為 36%，由此顯示航空公司可藉由多收取重貨及拋貨以提升計費重，進而增加營收。

表 11 不同貨型組合對計費重之影響

情境	重貨毛重(公斤)	重貨體積重 (公斤)	拋貨毛重 (公斤)	拋貨體積重 (公斤)	重拋比	計費重 (公斤)	成長率
1	92,450	80,711	17,550	18,322	1.2	110,772	—
2	86,155	68,153	23,460	30,967	1.7	117,123	6%
3	90,620	69,294	19,163	29,812	2.0	120,432	8%
4	80,640	53,088	29,360	45,948	2.4	126,588	13%
5	72,050	28,021	37,927	70,881	4.8	142,931	25%
6	69,300	22,242	40,152	76,871	6.0	146,599	25%
7	71,740	22,566	38,260	76,520	6.4	148,260	26%
8	70,720	20,536	38,920	78,570	7.0	149,290	26%
9	99,696	48,360	10,075	50,728	10.4	150,424	27%
10	97,625	37,967	12,370	60,628	12.6	158,253	32%
11	94,710	30,397	14,640	68,645	14.6	163,355	33%
12	94,640	27,482	15,334	71,631	16.1	166,271	34%
13	95,680	27,784	14,254	71,330	17.2	167,010	34%
14	97,302	28,105	12,689	70,468	19.2	167,769	34%
15	96,683	25,013	13,080	74,067	21.9	170,750	36%
16	98,881	25,424	11,100	73,474	25.7	172,355	36%
17	100,188	25,760	9,765	73,332	29.2	173,520	36%

資料來源：本研究整理。

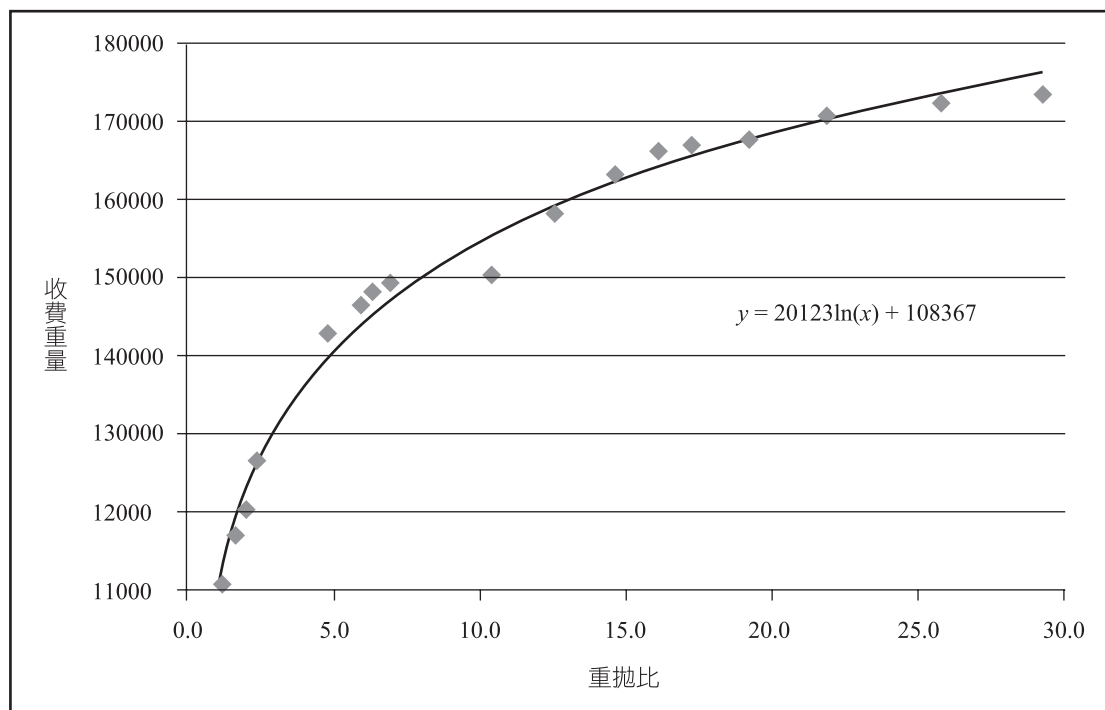


圖 7 重拋比與計費重之關係

4.4 ULD 空間利用

以航空運送之貨物種類眾多，小至 IC 晶片大至機台其貨型不一，隨著貨物包裝方式、貨物高度及重量限制等，因而使用不同型式之 ULD。因此，當裝載特殊貨物時，常要考量貨物之特性進行打盤裝櫃。例如，裝載生鮮貨物及活體動植物時，即要考慮控制艙溫、通風因素及特定艙容量；若超大超長或超重機台裝載時，必須運用 20 呎大盤及加強貨盤強度等方式承載，這些限制容易造成空間堆疊損失。航空公司接受貨主訂位前，需考量航機本身裝載限制及貨物特質決定是否收受，當決定接受此類特殊貨物時，必先通盤規劃貨

物裝載計畫，將堆疊損失降低。

由於貨型、貨重及貨物進倉放行等因素，會影響貨物裝櫃打盤，造成有些 ULD 重量使用率很高但空間使用率卻很低，有些 ULD 則剛好相反。以下就各種狀況以 A 航空公司實際之裝載資料 (如表 12) 加以說明。以貨櫃編號 AMD40441 為例，體積使用率為 89.55%，重量使用率為 66.15%，表示該 ULD 仍有許多空間未利用。另一貨櫃 AKE3218 之空間使用率偏低，而重量使用率為 96.72%，表示該 ULD 仍有許多空間未利用。而 ALF45115 體積使用率為 97.78%，重量使用率為 96.06%，體積及重量均已充分利用。目前有業者開發出

表 12 A 航空公司 ULD 實際使用率

ULD 編號	1 最大體積 (立方公尺)	2 最大限重 (公斤)	3 貨物體積 (立方公尺)	4 貨物毛重 (公斤)	體積使用率 (3)/(1)	重量使用率 (4)/(2)
AMD40441	20.1	6,803	18	4,500	89.55%	66.15%
AKE32118	4.5	1,587	2.2	1,535	48.89%	96.72%
ALF45115	9	3,175	8.8	3,050	97.78%	96.06%

資料來源：本研究整理。

自動裝載規劃軟體 (Chan et al., 2006)，但面臨最大問題為貨物最終進倉尺寸及貨物形狀常與訂位資料不符，造成所規劃之盤櫃裝載計畫無法實施。此外，關鍵貨物進倉放行時間也是重要因素，重型貨需置於盤底，上面再放紙箱貨，如果重型貨未進倉或海關未放行，勢必嚴重影響後續裝載作業。

衡、飛行油量、跑道長短及天候等因素，為符合飛航安全航空公司應遵守其規範。

由於班機最大載貨量同時受到最大重量及體積限制，同一航班若收取過多重貨，將導致班機載重在艙位空間尚未充分利用前即達到最大限制。反之，若收取過多拋貨，則班機艙位空間用畢時，貨物重量仍低於班機最大載重，造成重量浪費。另航空貨運運費計算方式同時考量重量與體積，重貨係以毛重計費而拋貨以體積重計費，因此在艙位銷售時要同時兼顧重量與體積之關係。由實例驗證結果顯示，隨著班機承載貨物之重拋比愈大，計費重呈現上升之趨勢，此乃因重貨與拋貨在體積及重量有互補作用。當班機體積與重量皆已充分利用時，重拋比愈大則計費重愈大，由此顯示航空公司可藉由多收取重貨及拋貨以提升計費重，進而增加營收。

由於中低價位艙等之貨物訂位需求往往會較高價位艙等之貨物提早出現，若未實施艙位配置，導致低價位貨物太早訂滿，而中高價位貨物訂不到艙位，造成航班整體營收降低。在市場需求大於供給時，航空公司應控制艙位銷售分配，以

伍、結論與建議

5.1 結論

本研究從組合型航空公司之貨運作業過程，得知影響貨運營收之因素包括差別定價、艙位配置、超額訂位、貨型組合、進倉時間、海關放行、最適盤櫃裝載計畫、貨物移倉、ULD 空間利用、轉口貨物之拆盤、裝載順序、酬載及載重平衡等方面。因貨物進艙時間受貨主影響，而海關對貨物放行與否需依相關規定辦理，另貨物移艙及轉口貨物之拆盤為航空貨物集散站作業範圍，均屬於航空公司無法直接掌控因素。而班機貨物裝載需考慮載重平

創造較佳之營收。因航空貨運隨著託運重量增加，航空公司會給予費率優惠，當航班所載運之小型貨物比例愈大，則整體營收愈大。若航班所載運之貨物多為大型貨物，則航班營收將會減少。本研究依據臺灣地區某航空公司實際營運與作業資料進行實例分析，結果顯示航空貨運具有眾多艙位不確定性，實施超額訂位能解決因貨主臨時取消訂位，及海關未放行或作業延誤所造成之艙位損失。

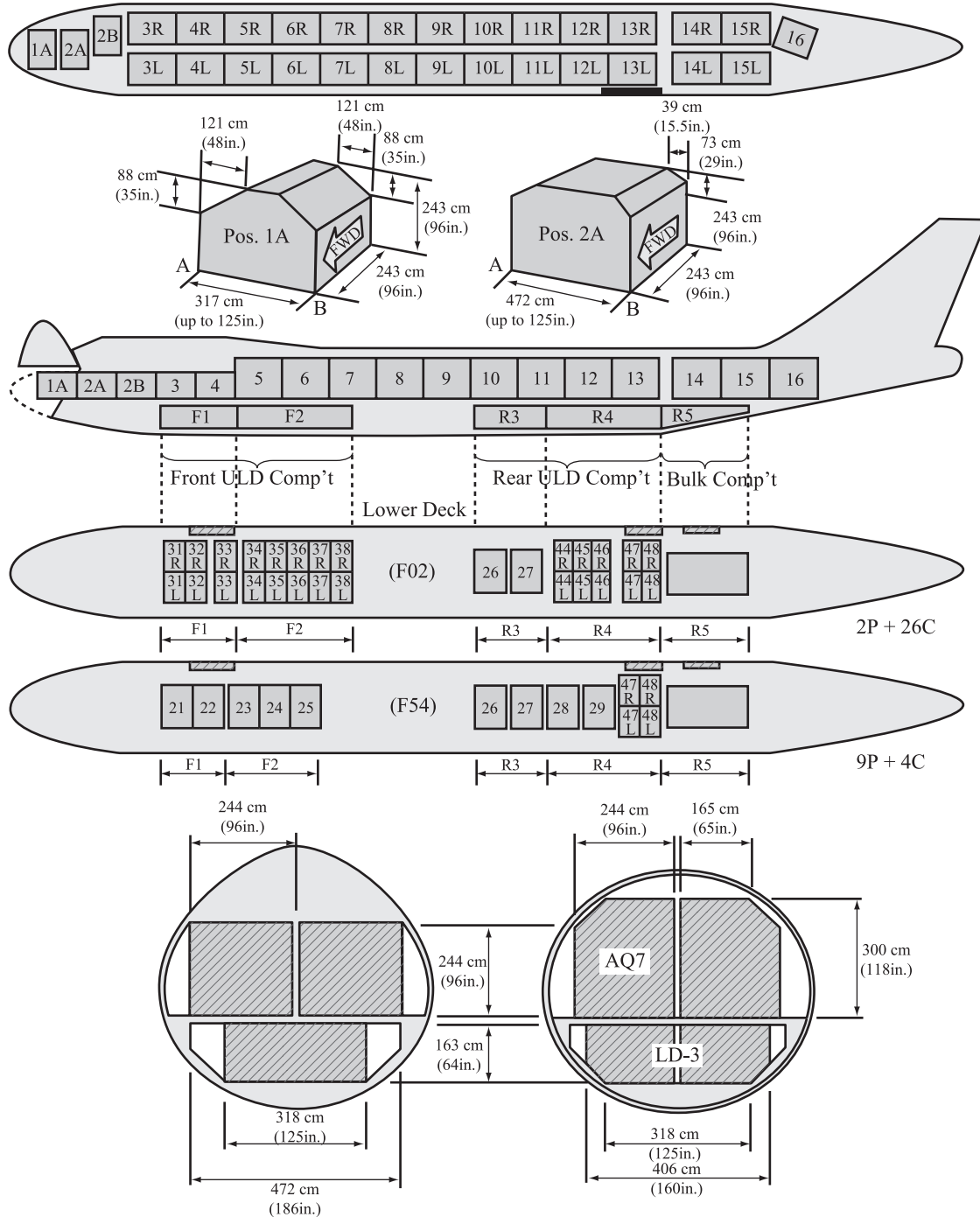
5.2 建議

本研究目的係在探討航空貨運作業流程中，造成航空公司營收減少因素，建議後續相關之研究可進一步討論以下議題：

1. 航空公司對於貨運承攬業者託運之貨物，有關訂位及實際裝載資料應更詳盡蒐集並記錄，以擬定更精確之超額訂位策略。
2. 國內四大航空貨運集散站應整合，以避免過度削價競爭，同時可減少航空公司貨物移倉併櫃之頻率及成本，讓各航空公司貨物能集中進倉，以利打盤裝櫃作業之進行。
3. 本研究以臺灣地區 A 航空公司波音 747-400 全貨機，由臺北到美國貨運航線之實際營運與作業資料，分析其裝載率及計費重來判斷營收多寡。營收是以平均單價方式概估，若能取得該班機之實際營收資料，則更能精確比對各項因素對整體營收之影響情形。後續研究可進一步探討客機載貨在貨運營收管理方面之應用。
4. 國內各航空公司應進行航空貨運超額訂位、艙位配置、自動盤櫃裝載計畫、營收及營運管理等方面之軟體開發或相關研究，以維持競爭優勢並增加營運收入。

附錄 A B747-400F 全貨機盤櫃裝載配置圖

Main Deck



註：M = 高盤、P = 矮盤、C = 貨櫃
資料來源：Boeing (2010)。

附錄B B747-400F 全貨機上、下貨艙裝載限重示意圖

HL + HR	GL + GR	FL + FR	EL + ER	DL + DR	CL + CR	B1	A2	A1
13606	13606	9716 **	9716 **	9716 *	9716 **	3356	3356	3168



T	SL + SR	RL + RR	Q5L + Q5R	PL + PR	ML + MR	LL + LR	KL + KR	JL + JR
2041	9716 **	9716 *	2266	9716 *	9716 **	9716 **	9716 **	13606

B747 - 400F 上貨艙裝載限重 (公斤)

53	52	45L & R	44L & R	43L & R	42L & R	41L & R	33L & R	32L & R	31L & R
1034	3374	3175	3175	3175	3175	3175	3175	3175	3175



42P	41P	32P	31P
4626 (PAG) 5034 (PMC)	4626 (PAG)	4626 (PAG)	4626 (PAG)

B747 - 400F 下貨艙裝載限重 (公斤)

資料來源：本研究整理自 Boeing (2010)。

參考文獻

- 莊信祥，2006，中正機場航空公司貨運服務品質之研究——以華航為例，萬能科技大學經營管理研究所碩士論文，桃園縣。
- 許巧鶯、李俊勳，2005，考慮供需互動之航空貨運網路航線班機頻次規劃，*運輸學刊*，第 17 卷，第 2 期，1-26。
- 張有恆，2007，*航空業經營與管理*，第二版，華泰書局，臺北市。
- 張淑青，1995，中正機場公民營航空貨運站服務品質之研究，國立中興大學企業管理研究所碩士論文，臺中市。
- 楊大輝、李綺容，2007，需求變動下之航空貨運網路規劃，*運輸學刊*，第 19 卷，第 2 期，169-189。
- 臺灣桃園國際機場，2009，<http://www.taoyuan-airport.com/chinese/index.jsp>。
- Ballantine, C., 2004. *Freighters*, Tabmag Publishing Ltd.: UK.
- Boeing, 2010. *Current Market Outlook 2009-2028*, Chicago: Boeing.
- Boeing, 2010. The Boeing Company : <http://www.boeing.com>.
- Chan, F.T.S, Bhagwat, R., Kumar, N., Tiwari, M.K. and Lam, P., 2006. Development of a decision support system for air-cargo pallets loading problem: A case study. *Expert Systems with Applications*, 31(3), 472-485.
- Chang, Y.H., Yeh, C.H. and Wang, S.Y., 2007. A survey and optimization-based evaluation of development strategies for the air cargo industry. *International Journal of Production Economics*, 106(2), 550-562.
- Forster, P.W. and Regan, A.C., 2001. Electronic integration in the air cargo industry: An information processing model of on-time performance. *Transportation Journal*, 40(4), 46-61.
- Han, D.L., Tang, L.C. and Huang, H.C., 2010. A Markov model for single-leg air cargo revenue management under a bid-price policy. *European Journal of Operational Research*, 200(3), 800-811.
- Huang, K. and Chang, K.C., 2010. An approximate algorithm for the two-dimensional air cargo revenue management problem. *Transportation Research Part E*, 46(3), 426-435.
- Kasilingam, R.G., 1996. Air cargo revenue management: Characteristics and complexities. *European Journal of Operational Research*, 96(1), 36-44.
- International Air Transport Association, 2009. *The Air Cargo Tariff Manual*, 77th Edition, IATA: Netherlands.
- Lee, T.C. and Herish, M., 1993. A model for dynamic airline seat inventory control with multiple seat bookings. *Transportation Science*, 27(3), 252-265.

- Orkin, E., 1989. How does yield management maximize profits for the hotel industry? Presented at Yield Management Multi-Industry Conference, Charlotte, N.C.
- Smith, B.C., Leimkuhler, J.F. and Darrow, R.M., 1992. Yield management at American airlines. *Interfaces*, 22(1), 8-31.
- Tang, C.H., Yan, S. and Chen, Y.H., 2008. An integrated model and solution algorithms for passenger, cargo, and combi flight scheduling. *Transportation Research Part E*, 44 (6), 1004-1024.
- Wang, Y.J. and Kao, C.S., 2008. An application of a fuzzy knowledge system for air cargo overbooking under uncertain capacity. *Computers and Mathematics with Applications*, 56(10), 2666-2675.
- Weatherford, L.R. and Bodily, S.E., 1992. A taxonomy and research overview of perishable-asset revenue management: Yield Management, Overbooking, and Pricing. *Operations Research*, 40 (5), 831-844.
- Wells, A.T., 1999. *Air transportation-A Management Perspective*, 4th Edition, Wadsworth, Inc.
- Yan, S., Chen, S.C. and Chen, C.H., 2006. Air cargo fleet routing and timetable setting with multiple on-time demands. *Transportation Research Part E*, 42(5), 409-430.
- Yan, S., Shih, Y.L. and Shiao, F.Y., 2008. Optimal cargo container loading plans under stochastic demands for air express carriers. *Transportation Research Part E*, 44(3), 555-575.
- Yeoman, I., Ingold, A. and McMahon, U., 2000. *Yield Management*, First Edition, Continuum: London.