

航空運輸業棧板材質決策之關鍵因素-以 AHP 方法評估

The Evaluation of Key Successful Factors in the Decision-Making of Types of Pallet for Air Cargo Industry: Using AHP Approach

張國洋 Kou-Yang Chang¹

李智明 Chih-Ming Lee²

摘要

棧板材質對航空運輸的燃油成本影響較大，再加上近年來航空運輸各項成本逐漸增加，又受燃油和承載限制等因素影響，使得航空運輸業增加獲利相當困難。本研究主要目的是研究航空運輸業者，選擇不同材質的棧板時所考慮的因素為何？藉由文獻的探討和整理，建構棧板材質選擇關鍵因素的層級架構，再以問卷對航運輸業者和託運貨主進行調查並使用層級分析法，將這些因素之重要性加以排序。研究結果顯示，最重要構面為外在影響構面，並對航空運輸業者提出具體的建議，以幫助航空運輸業者選擇出適當材質的棧板。

關鍵字：棧板、關鍵成功因素、層級分析法

Abstract

The selection of appropriate types of pallet impacts the cost of air cargo fuel significantly. The research is to find the key successful factors in the selection of appropriate types of pallet for the air cargo industry. We construct an analytical hierarchical structure of the key successful factors of pallet selection. Then, we design questionnaires for the experts in the air carriers and cargo owners. The results of questionnaires are analyzed by using AHP approach. We merge the two groups of experts into one group. Results show that the most important dimension is external environmental influence.

Keywords: Pallets, AHP, Key Successful Factors.

壹、前言

一、研究背景

棧板(pallet)是貨物運輸和裝卸貨物過程中，不可或缺的輔助工具，也是儲存和處理貨物時使用的負載平台。棧板常用於貨物搬運、堆放、儲存、運輸，材質一般分成木製、塑

¹東吳大學企業管理學系研究生。

²東吳大學企業管理學系教授(聯絡地址：100 台北市貴陽街一段 56 號，聯絡電話：02-23111531 轉 3414，E-mail: cmlee@scu.edu.tw)。

膠和金屬。McCurdy and Phelps.(1995)研究發現，超過 90%的企業使用實木棧板。近年來環保問題成為關注焦點，影響範圍從地方逐漸擴大到全球(Banerjee,2001)。廢棄棧板的處置方面，在全球 CO2 減量的需求下，燃燒廢棄木棧板會產生 CO2 並造成環境污染。木材易受潮而腐蝕、龜裂，故須塗上防腐劑，但防腐劑具有毒性，會對人類及環境造成傷害。木棧板可能隨著運輸過程夾帶動植物病蟲害傳播到世界各地，故各國對木棧板使用訂出相關的法律規範。塑膠廢棄物在自然界難以分解，加上為了使塑膠棧板能夠防火，會在原料中加入阻燃劑，阻燃劑在商品預冷過程中，易釋放對人體產生傷害的致癌物質。廢棄金屬棧板無法透過掩埋的方式進行處理，也無法對損壞的地方進行維修，只能藉由回收進行處置。

二、研究動機與目的

由於棧板使用量的大幅增加，對環境的污染和影響也逐漸增加。棧板對環境的影響取決於材料、製造、處理流程和最終處置。依材質來看，廢棄木製棧板燃燒後，會產生二氧化碳和有毒的刺激性化學成分，廢棄塑膠製棧板在自然界難以分解，廢棄金屬製棧板回收處理方面的難度較高。各種材質棧板之廢棄處理，都可能成為環境污染來源，只是影響方式和程度不同。本研究對象以航空業為主，棧板重量對航空運輸的燃油成本影響較大，縱使木棧板能夠重複使用，在全球都講究低污染的要求下，如何選擇適當材質的棧板，是運輸業者必須面臨的重大課題。若能將木製棧板逐漸汰換為質地輕、可回收再製作、價格低、但承受重量相當的瓦楞紙製棧板，不僅在倉儲和搬運上來得有效率，也較不容易污染環境，同時可以降低很多單程乘載重量和飛行的油耗。本研究目的主要是研究航空運輸業者，選擇不同材質的棧板時，所考慮的因素，並使用層級分析法，將這些因素之重要性加以排序。以幫助航空運輸業者選擇出適當材質的棧板。

貳、文獻回顧

一、棧板種類

(一)木製棧板

木棧板可分為重複使用和一次性的棧板。重複使用的棧板主要由軟木或硬木製成(Bush and Araman, 2009)。而一次性棧板一般都以木質更輕、更便宜的低級軟木製成(McKeever et al., 1982)。重複使用的木棧板造價便宜且容易修復，遺留下來的廢棄木材可以用作建築材料和製作家具木材(National Wooden Pallet Container Association, 2008)。

(二)塑膠棧板

市場上大部分的塑膠棧板，主要都是由聚乙烯製成的。塑膠棧板的用途極為廣泛，有 20%使用在肉類產業、17%在食品工業和 12%在建築業 (McCurdy and Phelps,1995)。

(三)瓦楞紙棧板

瓦楞紙棧板主要由紙漿製成，在使用的程度上，有 0.5% 的食品雜貨配銷商，在航運乾貨運輸中使用瓦楞紙棧板 (Engle et.al., 1994)；在健康/醫藥行業中有 24% 的企業使用、在建築行業佔 6%，而在食品工業中佔 4% (McCurdy and Phelps, 1995)。雖然使用程度上並未很普遍，但其主要優勢在於較輕的重量、具環保、可以降低處置成本和簡化回收程序。

(四) 金屬棧板

金屬棧板主要由鐵、鋼或鋁等不同金屬製成，製造成本較高、棧板的重量較重，卻因材質具有極高的重複使用次數；使金屬棧板與其他不同材質的棧板，在同樣的情況下相比，雖購置成本高，卻不易損壞和汰換。

二、棧板成本分類

(一) 棧板購買單位價格與運輸成本

表 1 北美 1016*1219mm 棧板報價與重量資料

棧板種類	木棧板	瓦楞紙棧板 (輕型)	瓦楞紙棧板 (重型)	塑膠棧板 (輕型)	塑膠棧板 (重型)
單價(US\$元)	16.92	8	15	20	44.75
重量(Lbs)	80	5	19	18.6	20

資料來源：節錄綠色供應鏈之經濟利益-以棧板為例(汪斌, 2006)

在運輸時，較重的棧板需要較多的燃料，故企業在使用棧板時，可以選擇質量較輕的棧板並搭配強化管理措施，可減少資源和運輸燃油之耗用。棧板在運輸的另一個主要問題是交貨後棧板之回收，航空公司須專程或下一趟航班把棧板回收至起始地。

(二) 棧板維修成本

棧板會隨使用次數的增加而損壞，可透過回收進行維修，故產生維修成本。Bush and Araman (1996)指出，環保意識的提高，木棧板修復再利用的經濟效益提升和產品處理成本的降低。Eichler (1976)提到：「棧板的維修和回收業務，現已成為棧板行業的一個重要組成」，各國處置的方法取決於當地法令規定，棧板回收後用在其他用途的數量，從 1995 年的 340 萬個，上升到 2006 年的 2300 萬個(Bejune et al., 2002b; Bush & Araman, 2008, 2009)。

(三) 倉儲成本

由於航空運輸業對於棧板的使用需求極大，業者在棧板倉儲管理方面付出相當龐大的成本。棧板倉儲可分為兩種管理方式：一種為自行管理，此方式業者可能要付出搬運人力、搬運機具和貯存空間的成本來自行管理；另一種為第三方管理，航空業者直接將棧板委外給第三方業者統一管理棧板，再由航空業者支付租金給第三方業者。

三、棧板效益

表 2 各式棧板殘值與使用次數

棧板種類	木棧板	瓦楞紙棧板 (輕型)	瓦楞紙棧板 (重型)	塑膠棧板 (輕型)	塑膠棧板 (重型)
回收殘值	\$5.00	\$0.19	\$0.71	\$3.72	\$4.00
使用次數	25	4	10	30	75

資料來源：節錄綠色供應鏈之經濟利益-以棧板為例(汪斌, 2006)

(一)棧板殘值

棧板殘值依拆解後是否繼續使用或有其他用途而定。瓦楞紙棧板製造成本較低，故殘值最低；塑膠棧板損壞時，通常無法修復且回收的塑膠棧板會與其他回收塑料混在一起作出其他塑料製品，故殘值比瓦楞紙高；木棧板因拆解後還能拿去修理其他棧板，或作其他用途，所以殘值相對比較高；金屬棧板因材質較貴且不容易損壞，回收時具有最高的殘值。

(二)棧板安全性

木棧板在運輸過程中，可能因棧板損壞造成意外。因木棧板釘子鬆脫或木板斷裂造成的意外可分為兩類：一類為員工在搬運木棧板時，可能被斷裂的木材、凸起或斷裂的釘子造成傷害；另一類是因棧板損壞，使棧板上物品在運送過程中受損。企業不僅要承擔原本木棧板購買成本的損失，還必須承擔員工受傷的醫療費用及商品受損的賠償成本。而其他類型棧板雖較不具危險性，但仍有可能造成傷害。

(三)棧板耐用性

若不考慮塑膠棧板，從木棧板與瓦楞棧板(輕型、重型)來相比，雖然木棧板具有較高的使用次數，但因單價較高且重量比瓦楞棧板高出許多，耗用的運輸燃料成本較高。

四、棧板的法律規範

(一)國際公約

「國際植物保護公約」(International Plant Protection Communities;IPPC)於 2002 年 3 月 15 日，由聯合國會員國成員共同簽署，約定共同遵守防止木製棧板生態污染和木製棧板使用的安全規範；IPPC 於 2009 年建立「國際植物檢疫措施標準(International standard of phytosanitary measures；ISPMs 15)」，並適用於所有木質包裝材料的引進和傳播。

(二)環保法規

美國於 2013 年針對化學阻燃劑立法；中國於 2004 年全面管制木棧板進出口；澳洲和紐西蘭在 2004 年開始要求進出口商需提供棧板的病蟲害防治證書及貨櫃病蟲防治證書，貨櫃才可以進出口；歐盟於 2004 年開始實施防治木製棧板生態污染的規章；美國國家木製棧板工會(National Wooden Pallet and Container Association; NWPCA)建議聯合國制定共

同防治木棧板生態汙染條款，同時規範木製棧板防治、通報、禁運等功能；台灣於 2006 年規定，木棧板進出口前需進行木質熱處理或煙燻處理，並符合 IPPC 規定之木頭棧板處理。

(三)徵稅

美國在 2002 年起對運輸貨物的木製棧板進行課稅，每片木製棧板徵收 10 美元的廢物處理費；歐盟於 2001 年對使用木製棧板之業者，課徵貨物總值 3% 的反垃圾堆置關稅。

五、棧板外在影響

(一)環境危害

木棧板在運輸時可能夾帶病蟲入境，在貨物出境前必須對木棧板使用甲基溴進行消毒，防止外來物種的引進和傳播，故須負擔額外消毒成本。而其他種類棧板，較不易夾帶病蟲害，故不需進行消毒程序。在木棧板消毒過程中，常會使用甲基溴，最終約有 80-95 % 會進入大氣層，並對臭氧層造成危害（美國環保局，2010）。

(二)人體危害

燃燒以甲基溴消毒的廢棄棧板會釋放有毒和刺激性的化學物質(Cheremisinoff, 1999)。美國環保局（2010 年）揭露：人們暴露於高濃度的甲基溴，可能導致中樞神經和呼吸系統受損，甚至導致死亡；為了避免塑膠易燃，很多製造商會在棧板的成分中添加阻燃劑以提高燃點、降低燃燒率，使塑膠棧板能夠等同或優於標準木棧板，當蔬果放置在有添加溴化物的塑膠棧板上，在預冷過程中可能產生致癌物(Brindley, 2009)。

六、棧板和商品特性

(一)重量

棧板種類的選擇可能因商品的重量而改變，當商品為較重之機械器具，因棧板單位面積必須承受較重重量，使用金屬棧板較適當。當商品重量較輕，棧板單位面積不用承受較重之重量，故塑膠製及木製棧板皆能使用。

表 3 不同棧板材質價格與承載力

項目	木棧板	紙棧板	塑膠棧板	金屬棧板
動態容量(T/M2)	500-1500 噸	300-1500 噸	300 噸	200-5000 噸
靜態容量(T/M2)	1000-5000 噸	500-3000 噸	300-500 噸	500-10000 噸

註： T/M2 為每平方公尺能承受的幾噸的重量

資料來源：節錄瓦楞棧板廠投資之評估-Unipal 瓦楞棧板個案研究(羅玉瑩, 2007)

(二)易腐性商品

商品的易腐性指：有限的儲存時間、需求時間和較短生命週期的商品(Fries, 1975; Stern, 1962)。易腐性商品可分為新鮮的蔬果花卉、麵包或乳製品及具有有效期限的藥品、化妝品與保健食品等，上述產品都具有有限的生命週期（Karaesmen et al., 2011; Fries, 1975）。

七、AHP 相關文獻

本文接著回顧各領域應用 AHP 的相關文獻。

表 4 AHP 相關文獻彙整表

年份	作者	研究主題
2006	So et al.	針對韓國四家提供第三方物流服務的公司，運用層級分析法進行實證案例研究，找出第三方物流服務品質最重要的因素
2010	Ankit Vijayvargiya and. Dey	以印度CAPARO公司為例，利用層級分析法找出在考慮最合適的物流供應商時，可能考慮的關鍵因素
2011	劉亞寧	以資源基礎理論為基礎，透過層級分析法找出定期航運業者進入四方物流市場需具備的核心資源與關鍵能力
2011	涂智偉	利用層級分析法，探討國內第三方物流企業綠色物流評選之考量因素
2011	陳婷婷	透過層級分析法與多準則決策，計算出貨櫃船舶在排艙時，欲提升總裝卸效率指標的排序，並建立貨櫃船舶排艙時總裝卸效率指標

參、研究方法

本研究使用層級分析法(Analytic Hierarchy Process；AHP)，研究假設每個影響因素各自皆為獨立，且彼此間不會互相影響，故使用 AHP 法透過專家問卷調查分析，將各種因素權重加以排序，幫助航空業運輸選擇棧板材質。

肆、研究結果

一、將前測結果修訂層級架構

本研究藉由文獻探討建立 5 項評估構面和 14 項關鍵因素。邀請 2 位航空業貨物運送相關人員、1 位副機師、1 位棧板供應商之業務經理和 1 位科技業者之業務專員；學歷分別為 2 位大專和 3 位碩士；平均年齡為 38 歲；資歷部分平均為 7 年，進行 AHP 意見調查，再進行深度訪談。由於航空貨物運輸多由貨主自行決定棧板材質並進行打版，再委託航空公司運送；航空業則針對未打版之貨物，來決定棧板材質，故本研究將樣本分為航空業與

貨主兩群進行比較。結果顯示航空業和貨主均認為「稅法規範」此因素可以刪除。雖然本研究把稅法規範列入關鍵因素，但許多國家未有此項規範，故專家大多建議把此因素刪除。

二、表格最終問卷專家背景分析

為了解航空業選用棧板材質之關鍵因素，針對航空業與貨主進行最終問卷調查。航空業方面取得問卷 10 份，無效問卷 1 份，學歷分別為大專學歷 7 位、碩士學歷 3 位；平均年齡為 38 歲；資歷方面則平均為 12 年。貨主方面取得問卷 10 份，無效問卷 0 份，學歷分別為大專以下 1 位、大專 8 位和碩士 1 位；年齡平均為 48.5 歲；平均資歷為 21.5 年。

三、評估構面與關鍵因素之權重計算

本研究依據問卷計算航空業選用棧板材質之關鍵因素的整體權重，如表 5 與表 6 所示。

表 5 航空業選用棧板材質之關鍵因素之整體權重(航空業者)

構面	構面權重	構面排序	關鍵因素	因素局部權重	因素整體權重	因素排序
成本	0.0831	5	單位價格	0.0524	0.0044	13
			回收運輸	0.1407	0.0117	12
			倉儲	0.2514	0.0209	10
			維修	0.5555	0.0462	7
效益	0.1190	4	殘值	0.7106	0.0846	6
			安全性	0.1042	0.0124	11
			耐用性	0.1852	0.0220	9
法律規範	0.2163	2	國際公約	0.4370	0.0945	5
			環保法規	0.5630	0.1218	4
外在影響	0.4163	1	環境危害	0.5673	0.2361	1
			人體危害	0.4327	0.1801	2
商品特性	0.1652	3	重量	0.2052	0.0339	8
			易腐性	0.7948	0.1313	3

表 6 航空業選用棧板材質之關鍵因素之整體權重(託運貨主)

構面	構面權重	構面排序	關鍵因素	因素局部權重	因素整體權重	因素排序
成本	0.0838	5	單位價格	0.0658	0.0055	13
			回收運輸	0.1406	0.0118	12
			倉儲	0.2282	0.0191	9
			維修	0.5654	0.0474	8
效益	0.1227	4	殘值	0.7587	0.0931	5
			安全性	0.1259	0.0154	10
			耐用性	0.1153	0.0141	11
法律規範	0.2052	3	國際公約	0.6438	0.1321	2
			環保法規	0.3562	0.0731	7
外在影響	0.3722	1	環境危害	0.7878	0.2932	1
			人體危害	0.2122	0.0790	6
商品特性	0.2162	2	重量	0.5611	0.1213	3
			易腐性	0.4389	0.0949	4

表 7 航空業者與託運貨主構面和關鍵因素排序比較表

構面	航空業者排序	託運貨主排序	關鍵因素	航空業者排序	託運貨主排序
成本	5	5	單位價格	13	13
			回收運輸	12	12
			倉儲	10	9
			維修	7	8
效益	4	4	殘值	6	5
			安全性	11	10
			耐用性	9	11
法律規範	2	3	國際公約	5	2
			環保法規	4	7
外在影響	1	1	環境危害	1	1
			人體危害	2	6
商品特性	3	2	重量	8	3
			易腐性	3	4

此外，本研究關鍵因素層級之 C.R.值，航空業者為 0.0236，託運貨主為 0.049；構面層級之 C.R.值航空業者分別為 0.0933、0.0419、0、0、0；託運貨主分別為 0.0633、0.0004、0、0、0，CR 值皆小於 0.1，故專家意見具有一致性。

四、航空業者與託運貨主對關鍵因素不同看法之比較

表 5 航空業者五構面以「外在影響」之權重最高，表示在五個評估構面中，航空業者最在意「外在影響」構面。表 6 託運貨主五構面以「外在影響」之權重最高，表示託運貨主最在意「外在影響」構面。外在影響之所以成為航空業者與託運貨主共同最在意的構面，原因在目前環保意識日漸抬頭，航空業與貨主使用棧板時，對環境危害、人體產生危害的

問題日趨重視，且航空業和貨主可能會因對環境和人體造成危害而增加額外的賠償損失。

此外，在五個構面的排序中，法律規範構面在業者排第二名，主要是因為航空業將貨物送往各地時，首要面對各地不同的法律規範，若不符合會使航空業者因違反法規而被罰款；第三名的商品特性比法律規範較不重要，但運送貨品時，仍需依貨品特性考慮使用不同的材質。託運貨主方面，商品特性排第二係因貨主不只需考慮空運貨物的重量，還需依貨物特性選擇適用的材質；排名第三的法律規範，是因為問卷對象皆是從事國際貿易的託運貨主。在託運貨物時，必須遵守不同地區相關的法律規範。此外，成本、效益和外在影響構面排序在航空業和貨主之間是相同的。

構面內關鍵因素之比較

(一)成本構面

表 5 航空業者整體權重以「維修」的權重為最高，顯示在此構面下，航空業者最重視的因素為「維修」。表 6 託運貨主之整體權重同樣是「維修」的權重為最高。顯示在此構面下，航空業者與託運貨主之所以最重視「維修」因素，是因為業者可針對棧板損壞部分進行維修，比購置新棧板節省更多成本，而回收運輸與倉儲因不同材質棧板體積相差不多，故而節省的成本相對於維修棧板較少。

(二)效益構面

表 5 航空業者整體權重以「殘值」的權重為最高，顯示在此構面下，航空業者最重視的因素為「殘值」。表 6 託運貨主之整體權重同樣是「殘值」的權重為最高。在此構面下，航空業者與託運貨主皆最重視「殘值」因素。殘值之所以被最重視，是因為現今的棧板都具有良好耐用性與相當的安全性，在報廢回收時，殘值高可增加其回收後所得到的收入。

(三)法律規範構面

表 5 航空業者整體權重以「環保法規」的權重為最高，顯示在此構面下，航空業者最重視的因素為「環保法規」，因為若航空業者沒有遵守環保法規，可能遭受罰款。表 6 託運貨主之整體權重以「國際公約」的權重為最高，託運貨主在託運貨物時，只需符合海關規定並將貨物交由航空業者運送，較不需考慮因託運違反環保法規造成的外部成本。由於貨物要在世界各地銷售，故國際公約相較於環保法規較受託運貨主重視。

(四)外在影響構面

表 5 航空業者整體權重以「環境危害」的權重為最高，顯示在此構面下，航空業者最重視的因素為「環境危害」。表 6 託運貨主之整體權重以「環境危害」的權重為最高。顯示在此構面下，航空業者與託運貨主皆最重視「環境危害」因素。可能原因是除了木棧板的消毒可能對人體造成危害以外，其他可能對人體造成傷害的因素較少；反觀環境危害，棧板回收過程做得不確實，與木棧板過度使用而增加砍伐的樹林，皆有可能對環境造成更

多的危害，故環境危害因素在外在影響構面中相對重要。

(五)商品特性構面

表 5 航空業者整體權重以「易腐性」的權重為最高，因為航空貨物多為重量輕、需快速送達的商品。而商品時效性與商品特性息息相關，商品可能因其特性(日用品或食品)腐敗情況不同，故航空業者最重視的因素為「易腐性」。表 6 託運貨主之權重以「重量」的權重為最高，主要是不同的貨物有不同的重量，貨主在進行貨物託運時，都須依貨物重量來選擇足夠承受重量的棧板，故在此構面下，託運貨主最重視「重量」因素。

根據表 5 整體權重的排序得知，航空業者以「環境危害」整體權重最高，顯示航空業者最在意「環境危害」；表 6 託運貨主方面同樣以「環境危害」整體權重最高，表示託運貨主最在意「環境危害」。除此之外，航空業者之整體權重排序第二與第三分別為「人體危害」和「易腐性」；託運貨主之整體權重排序第二與第三分別為「國際公約」和「重量」。

航空業者與託運貨主排序前三名受到重視之因素

(一)環境危害

航空業者方面，環境危害佔的外在影響局部權重為 0.5673、整體權重為 0.2361，而在託運貨主方面，環境危害佔外在影響局部權重高達 0.7878、整體權重為 0.2932。環保問題顯然已成為大家關注的焦點，環保問題影響範圍已經從地方和區域逐漸擴大到全球 (Banerjee, 2001)。由於棧板對環境的污染和影響隨國際貿易量逐漸增加，在整個供應鏈中，棧板對環境的影響取決於棧板的材料、製造、處理流程和最終處置，各種材質棧板之廢棄處理，都可能成為環境污染來源，只是影響方式和程度不同。

(二)人體危害

航空業者方面，人體危害佔的外在影響局部權重為 0.4327、整體權重為 0.1801，而在託運貨主方面，環境危害佔外在影響局部權重高達 0.2122、整體權重為 0.079，人體危害在託運貨主的整體因素排序為第二。棧板在處理過程中可能造成人體危害，消毒木棧板的甲基溴，在廢棄棧板燃燒過程中，會釋放一種有毒和刺激性的化學物質 (Cheremisinoff, 1999)。據美國環保局 (2010 年) 揭露：暴露在高濃度的甲基溴環境下，可能對肺、眼睛和皮膚有具體的嚴重傷害，還有可能導致人體中樞神經系統及呼吸系統故障，甚至死亡。Brindley (2009) 提出，塑膠棧板在製造的成分中會添加十溴化物，而十溴化物對人體其實是有毒的，當蔬果放置於添加溴化物的棧板上，在食品儲存預冷過程中，可能產生致癌物。

(三)國際公約

法律規範構面在航空業者排名第二，在託運貨主排名第三。在航空業者方面，國際公約佔法律規範的權重為 0.473、整體權重為 0.0945，差距不像託運貨者相差那麼多。航空業者把貨物跟隨飛機送到不同的國家時，必須依照國際公約的規範選擇適用材質的棧板，

注重規範才能使航空業者符合各種的國際公約。在整體方面，航空業者視國際公約具有相當的重要性。而在託運貨主方面，國際公約佔法律規範的權重為 0.6438、整體權重為 0.1321，遠比環保法規要高出許多，表示託運貨主在託運貨品時，因國際公約為各國共同遵守的約定，當託運貨主把貨物送往目的地時，就需遵守國際公約，所以環保法規對託運貨主也具有相當的重要性。

(四)易腐性

商品特性因素在航空業者權重為 0.1652 排名第三，而在託運貨主方面則是 0.2162 排名第二，易腐性因素在航空業者整體權重為 0.1313 排名第三，而在託運貨主方面則是 0.0949 排名第四。日常生活中，易腐性商品可分為新鮮的蔬果花卉、麵包或乳製品及具有有效期限的藥品、化妝品與保健食品等，上述都具有有限的產品生命週期(Karaesmen et al., 2011; Fries, 1975)。託運貨主和航空業者空運的貨物，大多因貨物具有時效性與易腐性，產品需要在短時間內送達目的地，故易腐性對航空業者與託運貨主皆具有相當的重要性。

(五)重量

重量因素在業者整體權重為 0.0339，而貨主方面是 0.1213 排名第三，貨主在進行打版時，有些商品具有相當重量，在打版選用材質時需考慮棧板能夠承受的重量；某些貨品重量較輕，打版時較不需考慮到棧板的承受程度，故重量對託運貨主來說具有相當的重要性。反觀航空業者，因其可選擇棧板材質之貨物量較少，且多為散裝之貨品，航空業者其承載之貨品重量較輕且有時效性，打版完成即可進行託運，故重量因素相對較不重要。

排序差異較大關鍵因素之分析

本研究將針對表 7 中排序等級差異大於二以上的因素進行原因分析。

(一)國際公約與環保法規

法律規範構面在航空業者和貨託運貨主整體權重之間的差距不大且排序皆為二、三名。由表 5、6 我們可以看到，在航空業者方面國際公約與環保法規的整體權重分別為 0.0945、0.1218，託運貨主方面國際公約與環保法規的權重分別為 0.1321、0.0731。託運貨主視國際公約比較重要，使業者與貨主整體權重運算出現排序上明顯的差距，且貨物都由航空業者運送，航空業者將貨物送往各地時，不僅要遵守國際公約，還要符合環保法規規定，避免觸法受罰；反觀託運貨主，環保法規大多是航空業者必須遵守，託運貨主只需遵守國際公約即可，故國際公約與環保法規對業者和貨主之重要性有明顯的差異。

(二)人體危害

航空業者比較注重綠色環保，在整體權重排序中，「環境危害」第一、「人體危害」第二、「國際公約」第五、「環保法規」第四，此四個因素具有相當的重要性，故整體權重排序較前面；託運貨主方面，棧板材質決策時不僅要考慮綠色環保，還要依商品特性選定適

合的棧板材質，故在棧板材質決策關鍵因素時，環境危害排名第一、國際公約排名第二，而「重量」、「易腐性」兩個因素對貨主較重要，整體權重也較高，使人體危害與環保法規權重與因素的排名略為下降。

(三)重量

重量因素在航空業者與託運貨主的排名之所以會有所差距，主要因為託運貨主選擇棧板材質時，會以商品特性且能承受貨品重量的材質為優先考量；而航空業者之託運貨物以重量較輕和具時效性之貨品為主，故重量因素在航空業者所佔的整體權重比託運貨主低。

四、航空業者與託運貨主因素整體權重差異之檢定

本研究針對航空業者與託運貨主兩組專家對 13 項因素整體權重值，進行 Wilcoxon 符號等級檢定 (顏月珠,1982)，來檢定兩組專家的因素整體權重之母體分配是否差異。

表 8 統計表

因素	X	Y	D=X-Y	D	D 排序	加正負號的等級
1	0.0044	0.0055	-0.0011	0.0011	2	-2
2	0.0117	0.0118	-1E-04	1E-04	1	-1
3	0.0209	0.0191	0.0018	0.0018	4	4
4	0.0462	0.0474	-0.0012	0.0012	3	-3
5	0.0846	0.0931	-0.0085	0.0085	7	-7
6	0.0124	0.0154	-0.003	0.003	5	-5
7	0.022	0.0141	0.0079	0.0079	6	6
8	0.0945	0.1321	-0.0376	0.0376	9	-9
9	0.1218	0.0731	0.0487	0.0487	10	10
10	0.2361	0.2932	-0.0571	0.0571	11	-11
11	0.1801	0.079	0.1011	0.1011	13	13
12	0.0339	0.1213	-0.0874	0.0874	12	-12
13	0.1313	0.0949	0.0364	0.0364	8	8
總和(T)						-9

$$E(T) = 0, V(T) = \frac{13(13+1)(26+1)}{6} = 819$$

$$\frac{T-E(T)}{\sqrt{V(T)}} = \frac{-9-0}{\sqrt{819}} = -0.31 \geq -Z_{(1-\frac{\alpha}{2})} = -1.96 (\text{臨界值})$$

故接受假設，航空業者與託運貨主兩組專家資料沒有顯著差異，接著可將航空業者與託運貨主兩部分問卷進行合併，重新計算得表 9。

表 9 航空業選用棧板材質之關鍵因素之整體權重(合併後)

構面	構面權重	構面排序	關鍵因素	因素局部權重	因素整體權重	因素排序
成本	0.0862	5	單位價格	0.0583	0.0050	13
			回收運輸	0.1414	0.0122	12
			倉儲	0.2382	0.0205	9
			維修	0.5621	0.0485	8
效益	0.1226	4	殘值	0.7372	0.0904	6
			安全性	0.1157	0.0142	11
			耐用性	0.1472	0.0180	10
法律規範	0.2132	2	國際公約	0.5422	0.1156	4
			環保法規	0.4578	0.0976	5
外在影響	0.3892	1	環境危害	0.6881	0.2678	1
			人體危害	0.3119	0.1214	2
商品特性	0.1888	3	重量	0.3590	0.0678	7
			易腐性	0.6410	0.1210	3

將兩組資料合併後，本研究關鍵因素層級之 C.R. 值為 0.0317，構面層級之 C.R. 值分別為 0.0843、0.005、0、0、0，皆遠小於 0.1，證明本研究結果具有可信度。合併後各構面權重排序依序為外在影響、法律規範、商品特性、效益以及成本，以外在影響的權重最高。外在影響之所以成為重要構面，是因為環保意識抬頭，業者在使用棧板時，也考慮到棧板對環境及人體產生危害的問題，且業者會因對環境和人體造成危害，產生賠償損失。成本構面下各關鍵因素的局部權重以「維修」的權重為最高；效益構面之關鍵因素局部權重以「殘值」的權重為最高；法律規範構面下局部權重以「國際公約」的權重為最高；外在影響構面下局部權重以「環境危害」的權重為最高；商品特性構面下局部權重以「易腐性」的權重為最高。整體權重排序前三名依序為：環境危害、人體危害、易腐性。

伍、結論與建議

一、研究結論

藉由統計檢定兩組專家資料無明顯差異後，故將兩組專家資料進行合併。以整體專家來說，排序前三重要的構面依序為「外在影響」、「法律規範」、「商品特性」，其中以「外在影響」為最重要。將十三個因素依其所得到的整體權重進行大小排序，棧板材質決策前三重要的因素分別為「環境危害」、「人體危害」、「易腐性」，而在棧板材質決策時，「環境危害」因素被視為所有關鍵因素中最重要。

二、未來研究之建議

- (1) 隨著綠色概念日漸受到重視，建議航空業及貨主多使用對環境和人體較無危害材質的棧板。

- (2) 航空業及貨主若使用較環保的材質，不僅能遵守法律規範，還能因注重環保避免人體危害，提升其整體社會形象。
- (3) 環保棧板趨勢走向重量輕、無汙染、好回收，使用環保棧板不僅可以降低對環境的危害，還可以因重量輕而節省燃油成本。
- (4) 建議政府部門能夠以補貼或稅金減免的方式，獎勵業者購買較環保材質的棧板。
- (5) 針對可能危害環境材質的棧板，訂立一些相關懲罰性法規像是課稅或罰鍰等，來促使業者更換棧板。

參考文獻

- 汪斌，綠色供應鏈之經濟利益-以棧板為例，逢甲大學科技管理研究所碩士論文，2006
- 涂智偉，第三方物流企業綠色物流評選之研究，國立雲林科技大學全球運籌管理研究所碩士班碩士論文，2011
- 陳婷婷，應用層級分析法於貨櫃排艙之研究，國立臺灣海洋大學運輸科學系碩士論文，2011
- 劉亞寧，定期航運業者進入第四方物流關鍵能力與營運模式之研究，國立高雄海洋科技大學航運管理系碩士論文，2011
- 羅玉瑩，瓦楞棧板廠投資之評估-Unipal 瓦楞棧板個案研究，國立交通大學管理學院碩士論文，2007
- 顏明珠，應用數理統計學，台北，三民出版社，1982
- Ankit Vijayvargiya and A.K. Dey. (2010). An analytical approach for selection of a logistics provider, *Management Decision*, 48(3), 403-418
- Bush, R.J. and Araman, P.A. (2008). Updated pallet and container industry production and recycling research, Internal White Paper.
- Banerjee, S.B. (2001). Corporate environmental strategies and actions. *Management Decision*, 39(1), 36-44.
- Bejune, J., Bush, R., Araman, P. A., Hansen, B., and Cumbo, D. (2002). Pallet industry relying more on recovered wood material. *Pallet Enterprise*, 22(10), 20-27.
- Bush, R.J., and Araman, P.A. (2008). Updated pallet and container industry production and recycling research. *Pallet Enterprise*.
- Bush, R.J., Reddy, V.S., and Araman, P.A. (1996). Pallets: a growing source of recycled wood. Paper presented at the Use of Recycled Wood and Paper in Building Applications Conference. Madison, WI.
- Bush, R. J., & Araman, P. A. (2009). Material use and production changes in the US wood pallet and container industry: 1992 to 2006.
- Brindley, C. (2009). "How safe is deca bromine? FDA statement raises toxicity concerns for some plastic pallets", *Pallet Enterprise*, July 1, available at: www.palletenterprise.com/articledatabase/view.asp?articleID¼2886 (accessed December 14,

- 2010).
- Cheremisinoff, N.P. (1999). Handbook of industrial toxicology and hazardous materials. CRC Press. New York.
- Engle, C.A., West, C.D., and Bush, R.J. (1994). The use of substitute material pallets by the grocery distribution industry. *Pallet Enterprise* 14(10), 24–26.
- Eichler, J.R. (1976). Wood Pallet Manufacturing Practices. Eichler Associates, Cape Coral, Fla.
- Fries, B.E. (1975). Optimal ordering policy for a perishable commodity with fixed lifetime. *Operations Research*, 23(1), 46-61.
- Karaesmen, I.Z., Scheller-Wolf, A., and Deniz, B. (2011). Managing perishable and aging inventories: Review and future research directions. *Planning Production and Inventories in the Extended Enterprise, International Series in Operations Research & Management Science*, 151, 393-436.
- McKeever, D.B., McCurdy, D.R., Kung, F.H. and Ewers, J.T. (1982). Wood used in pallets manufactured in the United States, U.S. Department of Agriculture and Forest Products Laboratory.
- McCurdy, D.R. and Phelps, J.E. (1995). Characteristics of pallet use in the United States, 1993. Dept. of Forestry, Southern Illinois Univ. at Carbondale.
- MBAO (2010). The US EPA methyl bromide phase out website, available at: <http://mbao.org>(accessed December 5, 2010).
- NWPCA (National Wooden Pallet & Container Association) (2008). *Harnessing Our Power*. Retrieved 07/03, 2009, from <http://www.nwPCA.com/AnnualReport/index.html>
- So, S.H., Kim, J.J., Cheong, K.J., and Cho, G. (2006). “Evaluating The Service Quality of Third-Party Logistics Service Providers Using The Analytic Hierarchy Process” , *Journal of Information Systems and Technology Management* 3(3), 261-270
- Stern, H. (1962). The significance of impulse buying today. *Journal of Marketing*, 26(2), 59-62.
- www.palletrecoery.net