航　運　季　刊
第二十二卷　第四期
民國 102 年 12 月
頁 93～頁 122

Maritime Quarterly
Vol. 22 No. 4
December 2013
pp. 93–122

汽車貨櫃貨運業於綠色投資決策分析 — 以 A 公司為個案研究[1]

A Case Study on the Investment Decision of Taiwan's Inland Container Carrier When the Environmental Costs are Included

周明道 (*Ming-Tao Chou*)[2]、徐文華 (*Wen-Hwa Shyu*)[3]、黃自賢 (*Zih-Sian Huang*)[4]*

摘要

在 1990 年到 2007 年間，國內碳排放量年均成長率超過 8% 以上，運輸產業為全國產業第三大的碳排來源，而運輸產業的碳排來源當中，屬汽油與柴油影響最鉅，汽車貨櫃貨運業者使用曳引車進行運輸服務，面對未來可能發生二氧化碳的費用成本，勢必針對此影響有所因應措施。本研究以 A 公司交通關係企業為例，使用投資決策分析以及整理實習與專訪資料的方法，研究發現 A 公司所採用中繼式貨櫃場運輸的運輸模式之營運成本、二氧化碳排放量與未來碳稅課徵的二氧化碳費用皆較傳統貨櫃場運輸業者為低。在三種 Scania、Fuso、DAF 曳引車之中，DAF 曳引車，溫室氣體排放量最低，而 Fuso 曳引車成本為最低。

關鍵字：汽車貨櫃貨運業、綠色投資決策、溫室氣體排放量

Abstract

The growth rate of carbon dioxide (CO_2) emissions in Taiwan was 8% per

[1] 本研究感謝振展交通關係企業提供相關實習、研究資料以及陳春益教授為文指正，作者在此對長榮大學之研究經費補助一併致謝。

[2] 長榮大學航運管理學系副教授；聯絡地址：711 臺南市歸仁區長大路 1 號；E-mail: mtchou@mail.cjcu.edu.tw。

[3] 長榮大學航運管理學系副教授；聯絡地址：711 臺南市歸仁區長大路 1 號；E-mail: mtchou@mail.cjcu.edu.tw。

[4]* 通訊作者，長榮大學航運管理學系碩士；聯絡地址：711 臺南市歸仁區長大路 1 號；E-mail: ab15178320@gmail.com。

year on average. Transportation is the third largest industry of CO_2 emissions source and among it, gasoline and diesel affect the most. To reduce the amount of CO_2 emissions has increasingly become an important issue for the inland container freight transportation industry. A new type of relay container yard (CY) transportation was implemented in Company A to encounter the challenges from green environment and future cost of CO_2 trade. As compared with traditional CY transport mode, the operating cost, CO_2 emissions, and future carbon tax are all lower. Among three types of towing trolleys: Scania, Fuso and DAF, DAF towing trolley emits the least CO_2 and Fuso towing trolley operates at the least cost.

Keywords: Inland container carrier, Green investment decision, Greenhouse gas emission

壹、前言

根據經濟部能源局 (2011) 之統計資料，我國碳 (Carbon Dioxide, CO_2) 排放量從 1190 年的 110,830 千公噸增加至 2007 年的 262,811 千公噸，年成長率超過 8% 以上，且 2007 年之碳排放量達到最高峰。隨著聯合國氣候變化綱要公約 (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) 的京都議定書於 2005 年生效後，世界先進國家及發展中國家之環保意識逐漸興起，我國於此同時跟進環保意識，經政府單位自願性加入並積極推出節能減碳之政策，使得二氧化碳之排放量自 2007 年後漸減。據我國工研院 (2007) 之研究統計，在運輸類中，以柴油與車用汽油為最大宗，目前占所有運輸類之碳排放比率為 13.6%，為我國第三大二氧化碳之排放來源。我國汽車貨櫃貨運業者，謂以貨櫃曳引車進行運輸而收受報酬之行業，目前我國汽車貨櫃貨運業者之貨櫃曳引車主要用油為柴油 (diesel fuel)，柴油經過燃燒產生動力會轉變成溫室氣體[5]，其據為汽車貨櫃貨運業者曳引車進行運輸服務同時之副產品。鑒於我國碳排放量居高不下，我國節能減碳之相關政策及計畫亦開始規劃與實行。近年國內學術領域亦漸對節能減碳議題越趨重視，其中臺灣汽車貨櫃貨運業者碳排放顯著影響國內碳排放成長 (Liao et al., 2011)，又國內運

[5] 京都議定書所定義之溫室氣體 (Green House Gas, GHG)：二氧化碳 (Carbon Dioxide, CO_2)、甲烷 (Methane, CH_4)、氧化亞氮 (Nitrous Oxide, N_2O)、氫氟碳化物 (Hydrofluorocarbons, HFCs)、全氟化碳 (Perfluorocarbons, PFCs)、六氟化硫 (Sulphur hexafluoride, SF_6)，本研究僅討論曳引車所排放之二氧化碳 (CO_2)。

輸業碳排放占比超過一半 (交通部運輸研究所，2012)，表示運輸業者碳排放量問題影響我國碳排放之比例不容小覷，據 Liao et al. (2011) 之研究對於我國碳排放的改善，強調改善方法必須政府和業者共同努力，才能有效解決高碳排放量的問題。

二氧化碳排放影響深遠，世界已開發與開發中國家也逐漸重視，而我國為了跟上國際環保觀念的腳步，因此行政院賦改會召開賦稅改革工作會議，並於第八次會議中 (行政院賦改會，2009) ，提到綠色稅制的概念，政府欲對影響國內二氧化碳排放相關的營利事業做稅制上的改變，藉以抑制我國二氧化碳之碳排放成長並做到減量之效，倘若稅制實行，對於未來汽車貨櫃貨運業者勢必成為新一項額外的成本支出。本研究之個案 A 公司係國內一大型汽車貨櫃貨運公司，透過與個案公司人員進行專訪，可知汽車貨櫃貨運業者資產中主要設備與成本支出分別為：曳引車、場站與人事成本。其中曳引車與場站成本為固定成本，此兩種固定營運成本占汽車貨櫃貨運業者資金比例最高，當固定營運成本占營運總成本比例愈大時，收益就愈低 (Brealey et al., 2003)，也就是汽車貨櫃貨運業者的固定成本高，當政府徵稅時，固定成本有增無減的機率偏高，對於業者來說就是一個風險。因此，高資本壓力的業者就必須設法降低該影響。而投資決策唯一的工作就是把風險降低，綜觀以上所述，企業若能將二氧化碳費用影響的比例壓低，相較其他沒有注意該風險存在之同行業者，有注意該風險之業者投資報酬率勢必會有較好的結果 (Brealey et al., 2003)。

一般而言，汽車貨櫃貨運業之運費不固定，使汽車貨櫃貨運業運價浮動不定，且容易削價競爭，因此市場競爭相當激烈。目前國內汽車貨櫃貨運業者對於二氧化碳排放相關成本並不重視，其原因在於二氧化碳費用等措施沒有實施，倘若當稅收施行，汽車貨櫃貨運業者就必須要改善其碳排放量。由於貨櫃曳引車在各路段或場站的行駛及停車怠速等一切活動是二氧化碳排放之主要來源，若要有效降低碳排放勢必要從改變設備開始，亦即透過投入資金來對貨櫃曳引車進行汰舊換新。當企業要投入資金時，就必須做投資決策，由於汽車貨櫃貨運業具有高固定成本之設備特色，在面臨高固定成本之壓力下，汽車貨櫃貨運業在投資策略上須更小心謹慎，也必須更重視財務管理。

我國國際商港貨櫃裝卸量在大陸貨櫃港口相繼崛起下，港口貨櫃裝卸量從 2007 年的 13,726 千 TEU 降至 2009 年的 11,710 千 TEU (行政院主計處，2013)，間接影響國內汽車貨櫃貨運業者營運。在業者艱難的營運環境下，我國政府為順應世界節能減碳趨勢，從 2008 年能源稅草案概念提出到現在 (梁啟源，2008)，政府不斷考慮國外碳排放相關之費用制度，不斷追求碳稅制完善，而使其遲未實行，對於業者而言存在無形的壓力。因此，業者在

高資本及節能減碳之壓力下，需對財務進行正確的投資策略，順應世界趨勢並肩行走，以達永續發展之目標。

在高成本壓力的營運情況，汽車貨櫃貨運業者必須面對如何決定財務上的投資策略，以面對未來政府因應節能減碳趨勢，以及隨之產生的稅收或費用之成本，而此碳稅政策對於投資策略之影響程度有或無、多或少，即為本研究之主要目的，為明確區別本研究目的，分述如下兩點：

1. 探討傳統整櫃 (又稱 CY) 運輸模式與中繼式 CY 運輸模式營運概況，據以知悉模式差異及特性。
2. 探討傳統 CY 運輸模式與中繼式 CY 運輸模式，在考量二氧化碳費用支出時，對選擇新曳引車時是否有影響。

本研究以 A 公司交通關係企業 (以下簡稱 A 公司) 為個案研究，欲先行探討傳統汽車貨櫃貨運業者 CY 整櫃運輸模式與 A 公司交通關係企業中繼式 CY 整櫃運輸模式異同。在此界定兩種營運模式的成本項目並分述如下：

1. 傳統汽車貨櫃貨運業者固定成本方面分別為貨櫃曳引車、資訊設備及板台等設備；變動成本為燃油、人事成本及水電費等雜支。
2. 相較於傳統 CY 運輸模式，A 公司中繼式 CY 運輸模式的固定成本傳統 CY 成本外，尚包括場站租金、吊櫃機與堆高機等；相對的，變動成本為燃油及人事成本等。受限於研究資料的取得，本研究之模式並不考慮水電費及其他無列出之雜支。

投資在傳統汽車貨櫃貨運業者中，重點在於設備改善，而設備方面主要分別為貨櫃曳引車及板台等貨櫃運具；於 A 公司中繼式運輸模式中，因其中繼站具有轉運以及暫存功能，設備較於傳統 CY 業者多出堆高機與吊櫃機等貨櫃裝卸機具等成本，使其成本考量與投資標的物也與傳統業者迥異。而本研究所討論的投資標的則僅限於貨櫃曳引車之汰舊換新。除設備費用外，本研究在進行投資決策評估時亦將二氧化碳費作為主要額外成本考量因素，二氧化碳費主要參考國內現有排氣檢測站之排氣標準罰鍰規則以及歐盟碳交易市場之碳交易價格實。

貳、文獻回顧

2.1 汽車貨櫃貨運業相關文獻

行政院主計處 (2011) 將汽車貨運業定義為：「從事以載貨汽車或聯結車運送貨物或貨櫃貨物之行業」。在交通部汽車運輸業管理規則 (2012) 中，對於主計處的汽車貨運業則有不同之定義，在規則第一章總則下之第二條將汽車運輸業做分類：「公路汽車客運業、市區汽車客運業、遊覽車客運業、計程車客運業、小客車租賃

業、小貨車租賃業、汽車貨運業、汽車路線貨運業與汽車貨櫃貨運業」。在該分類中之汽車貨櫃貨運業被定義為：「在核定區域內，以聯結車運送貨櫃貨物為營業者」。在本研究中所討論之主體為我國國內貨櫃貨運業者，其營運模式主要以聯結車為載運貨櫃之運輸工具，故本研究使用交通部汽車運輸業管理規則中之定義名詞：「汽車貨櫃貨運業」於 A 公司交通關係企業之個案研究。

自 1960 年代海上運輸貨櫃化開始後，透過軸輻式網路 (hub and spoke) 模式四通八達跨越國際，使得各港口貨櫃交流漸趨頻繁，港口彼此間的競爭愈演激烈 (Mattfeld and Kopfer, 2003)，為回應大量貨櫃需求儲存及轉運功能，國內之內陸貨櫃貨運業者逐漸興起。而目前我國汽車貨櫃貨運業者業務可分為：(1) 整櫃運輸又稱 CY 運輸、(2) 船邊運輸及 (3) 轉運運輸。在此三種運輸模式中，船邊運輸以及轉運運輸最為單純，而 CY 運輸，因為貨主多零散複雜，使用該運輸模式必須由汽車貨櫃貨運業者專業經營管理 (Zhang et al., 2003; Vis and Harika, 2004)，以下分別就此三種模式進行說明：

1. **CY 運輸**：如圖 1 所示，指貨櫃曳引車往來於碼頭 (貨櫃場) 與貨主廠區之間的進出口貨櫃直接運送作業，同時也包含貨主之間往碼頭 (貨櫃場) 的貨櫃運送。
2. **船邊運輸**：屬碼頭作業一環，分別為進口與出口作業，進口作業方面，由貨櫃曳引車駛至船邊橋式起重機 (Gantry Crane, GC) 下方，由 GC 從船舶吊一只貨櫃放置在曳引車拖架上，由曳引車拖拉至碼頭儲區，再經門式機吊櫃至儲區中做儲放；出口作業方面，曳引車駛至碼頭儲區，由門式機吊儲區中欲出口之貨櫃，將其放置曳引車拖架上，由曳引

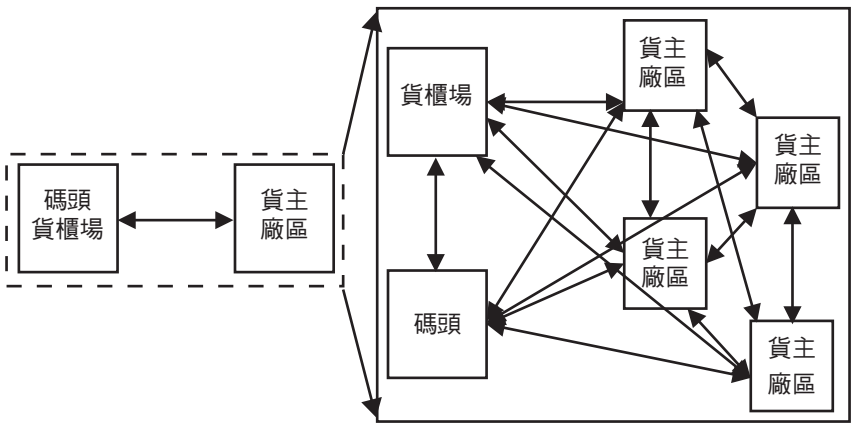


圖 1 CY 運輸模式

車運至船邊之 GC 下，由 GC 吊上至船舶。

3. **轉運運輸**：轉運運輸在我國主要運作方式可分為南櫃北運以及北櫃南運，以南櫃北運為例：當貨櫃抵達高雄港時，貨主欲在桃園領櫃，此時船公司必須尋求汽車貨櫃貨運業者，將貨櫃從高雄港運至北部貨主廠區進行交櫃。

經由以上文獻探討國內汽車貨櫃貨運業者之運作模式後，本研究個案公司之運輸模式將於第三節另做詳盡介紹。

2.2 財務、碳排與費用相關文獻

財務管理意旨個人或企業從事現金收入或支出的各式理財活動 (Gitman, 2006)，詳細論述可區分為：投資決策及融資決策 (Brealey et al.,1995)。投資決策主要目的：欲投資哪些實質資產，並且決定要投資多少，就稱為投資決策；融資決策則是，公司如何籌措投資所需要的資金，其籌措方式就是融資決策。企業欲進行此兩種決策前，必須有人或是單位負責，而這些人或單位，可以是一個人，也可以是一個團隊，根據公司規模而有所不同 (Brealey et al., 1995)，這類型角色為一個團隊時可以稱為財務部，僅一個人時可稱為財務經理人，而他們所面對的事情，就是考量公司或個人之投資及理財等財務事宜，這些財務事宜最重要的因素就是成本及利潤，公司最終目的就是使利潤最大化，更直接的講法就是使企業的價值最大化 (Ross et al., 2001)。綜觀上述，財務管理為使企業在市場價值之最大化，企業為求價值最大化，須將投資決策與融資決策做一整合，達到成本最小化及利潤最大化之管理行為。汽車貨櫃貨運業者為使企業利潤最大化，能夠降低曳引車之成本實為汽車貨櫃貨運業者所希望，而除了營運模式的影響成本之外，倘若改變燃油效率較差的曳引車系列，並使用燃油效率較好之曳引車，對於成本的下降應有所影響。而本研究因研究範圍限制，只討論企業決定投資策略時，使用兩種不同投資評估方法，彌足方法之間的缺點，故針對狹義的財務管理，作為本研究整述如下：財務管理意旨企業之投資決策擬定，並做好資本預算決策之管理行為。

企業在做一決策評估方法時，時常將優點與缺點可互補之方法混合使用，從許多評估投資的方法中，揀選該方法於評估時，考量不符財務管理之貨幣時間價值及投資後的回收報酬。本研究選擇淨現值 (Net Present Value, NPV) 與內部報酬法 (Internal Rate of Return, IRR) 來討論投資策略上的差異及影響。NPV 與 IRR 在學術及實務上已廣泛被使用，其原因為此兩種評估方法考慮的財務投資條件包含：投資策略所重視的現金流量以及時間價值 (Ross et al., 2001)。現今也有學者將淨現值結合

實質選擇權，將沒有彈性的淨現值投資評估，變為可針對需要彈性的投資策略做評估 (Rese et al., 2009)，但 A 公司投資曳引車並無其他可替代設備提供選擇，雖具有彈性，但不符企業實際狀況，在設備購買時，攤提的過程中都處於負債的狀態，而淨現值與內部報酬可以用於檢視負債 (Osborne et al., 2010)，同時，NPV 能夠直接判斷投資方案的可行性，配合 IRR 可以瞭解投資方案的長期效益 (陳博亮等人，2008)，看出投資該設備負債期間與回本之期限。綜觀以上學者研究，A 公司能夠使用淨現值與內部報酬法，評估本研究所假設之企業投資方案，因為該汽車貨櫃貨運業之投資具備未來不可預測以及高成本壓力，在投資的彈性需求大，又曳引車攤提前皆處於負債，透過 NPV 與 IRR 更能瞭解自身的財務狀況，並且面對未來二氧化碳費用加入使得成本增加的應變能力也能夠提升。

當汽車貨櫃貨運業欲減少二氧化碳排放，可以藉由改善曳引車設備，或由政府改變道路收費制度 (Liao et al., 2011)，而汽車貨櫃貨運業者能夠涉及的部分，僅只於改善曳引車設備，倘若政府政策能夠同時改變，對於減量二氧化碳排量勢能有所貢獻。交通部運輸研究所 (2012) 研提我國運輸業碳排放之盤查與效益估算方式，對汽車貨櫃貨運業者而言，減少碳排放在於限制貨櫃曳引車之排放，而能源耗損在於減少燃料燃燒。而評估碳排放量時，關於碳排放與燃料燃燒之減少，皆須考量碳排放對於汽車貨櫃貨運業者的影響。目前我國主要由各市政府之環境保護局組織，據其所設立之柴油車排煙檢測站執行排煙檢查，由於我國在碳排放規範尚未成立，於此現況環境保護局之柴油車排煙檢測站，對汽車貨櫃貨運業者訂立排放標準，主要以汙染度為主的廢氣排放為依據，而罰鍰則以排放粒狀汙染物比例多寡做罰鍰。對於 A 公司來說，目前以遵行高雄市環境保護局之柴油車排煙檢測站標準為主要環保措施。我國在 2008 年由中研院進行之我國能源稅、碳稅及碳權交易制之整合分析，在文中提及我國對於京都議定書的響應辦法，欲將世界碳排放量回歸至 2000 年的碳排放程度。現在國外有響應碳排放之國家，其碳排放標準方面皆以京都議定書為核心，而世界碳交易市場有許多體系，在這些體系中最具規模者，為歐盟排放交易體系 (European Union Greenhouse Gas Emission Trading Scheme, EU ETS)。在此交易體系下，每個國家所購買之二氧化碳費用不盡相同，排放標準方面無統一，我國若欲效仿推行，需再三評估。從表 1 可以清楚瞭解，近年的二氧化碳費用價格下降許多，除了各國積極改推動節能減碳之硬體改善外，還有經濟景氣影響，使二氧化碳費用下降，儘管下降，換算成以新臺幣為單位後，二氧化碳費最高達每公斤 1 元的碳交易金額。

表 1　歐盟年碳交易金額及匯率

單位 / 年份	噸 CO_2/ 歐元	匯率	公斤 CO_2/ 歐元	公斤 CO_2/ 新臺幣	新臺幣 / $KgCO_2$
2006	18.44	40.91	0.0184	0.75	1.33
2007	19.87	45.07	0.0199	0.90	1.11
2008	23.71	46.32	0.0237	1.10	0.91
2009	14.17	46.07	0.0142	0.65	1.54
2010	14.00	41.87	0.0140	0.59	1.69
2011	14.13	41.08	0.0141	0.58	1.72
2012	8.06	40.29	0.0081	0.32	3.13
2013[6]	5.38	39.19	0.0054	0.21	4.76
平均	14.72	42.60	0.0147	0.64	1.56

資料來源：本研究整理。

反觀我國目前施行與碳排放相關之標準，乃由行政院環境保護署，修訂之「空氣汙染防制法」內容，其在交通工具空氣汙染物排放標準規定：若超出排放標準，罰鍰從一千五百元以上至六萬元以下 (行政院環保署，2011)。再依「交通工具排放空氣汙染物罰鍰標準」: 大型車每次罰鍰可從新臺幣五千元以上至兩萬元以下 (行政院環保署，2009)，而以 EU ETS 為二氧化碳費用討論主體，其碳排放的交易市場，採階段性的交易計畫，該體系分有兩階段：第一階段 (2005~2007) 只單純討論二氧化碳的費用，目前進行之第二階段 (2008~2012) 將新增六種其他溫室氣體的費用。現在所有歐盟之碳交易市場中，只有能源、鐵系金屬生產與加工、礦產工業及其他工業，並沒有公路運輸產業的碳交易市場消息，但其碳交易之價格並未因不同行業而有所變化，是為單一交易價格 (蕭代基等人，2009)，故本研究依舊使用該價格，作為二氧化碳費用之參考。

2.3　小結

綜觀上述，面臨世界節能減碳之趨勢，間接影響國內汽車貨櫃貨運業者，隨著未來二氧化碳排放相關法規的擬定及規範，可能影響業者營運。國內汽車貨櫃貨運業者透過財務管理能夠將資產做更有效的投資決策，就算未來面對二氧化碳費用之徵收，除了汰舊換新及減少成本等，也應考慮具永續發展可能之高成本曳引車，透過 NPV 與 IRR 之財務投資決策方法，面對此挑戰勢必能有所作用以防止成本高漲及利潤下降等巨幅變化，從而使汽車貨櫃貨運業之價值最大化，達到企業永續發展之目標。

[6] 2013 年碳交易價格整理至 2013 年 6 月 14 日。

參、個案介紹

3.1 個案說明

由於傳統 CY 運輸模式，是從碼頭或是貨櫃場出發至貨主廠區，是一種經由貨櫃曳引車載運一只重櫃與一只空櫃來回的直接運輸模式，但是 A 公司運用軸輻式網路概念，將中繼站加入 CY 運輸模式產生變革，因此，本章節將說明中繼站之定義，並述其貨櫃作業方式及實務上的效益。

1. 中繼站定義

中繼站其實早已有許多學者將其定義。Lin and Chen (2004) 認為中繼站是一處可進行併貨作業的場站。將併貨作業概念應用於貨櫃曳引車之中繼站，業者將貨櫃併運可減少貨櫃曳引車之空車里程 (Akyilmaz, 1994)。又中繼站可同時服務許多貨主，促使貨櫃轉運彈性變大，也讓汽車貨櫃貨運業者之貨櫃週轉率獲得改善 (Groothedde et al., 2005)。而 A 公司利用中繼站確實達到了軸輻式網路的效益，簡言之，中繼站乃一處「提供運輸、併貨、倉儲功能之場所」。

本研究透過文獻及企業實際訪談，將汽車貨櫃貨運業者之中繼站定義如下：汽車貨櫃貨運業者之中繼站，為一設置鄰近於港區碼頭或貨櫃場周邊，或者為設置鄰近於貨主廠區周邊，空曠之場站，提供業者將進口重櫃或進口空櫃及出口空櫃或出口重櫃暫存於此，作為貨櫃移轉及併運進出貨主廠區及碼頭或貨櫃場之緩衝區域。

2. 中繼站設置對象及效益

中繼站主要設置對象為貨櫃貨量達一定規模之單一客戶，或客戶群集中之區域，才會設置中繼站提供服務，而中繼站的設置必須要有港口中繼站才能設置貨主中繼站，原因在於碼頭 (貨櫃場) 到貨主廠區必須併運運送，才有中繼站效益。

中繼站設立目的是為解決實務上進行 CY 運輸模式之運輸作業時所面臨之下列三點問題：

(1) 出口重櫃結關日尚未到期，卻已裝好櫃等待出口，貨主廠區無空櫃放置；進口空櫃免費儲放期限尚未到期，貨主廠區已卸完貨櫃，卻無空間放置。

(2) 廠區沒貨料可裝出口空櫃，先將出口空櫃暫存於此。

(3) 碼頭 (貨櫃場) 沒符合貨主需求之出口空櫃，此乃因為貨主要求外觀完整不凹損、毫無鏽斑、櫃內地板毫無破洞之空櫃；但一般使用過之貨櫃，凹損皆會發生，鏽斑隨時間在海上航行累計產生，故貨主要求強硬時，則容易有不符需求情況產生，故業者可調度中繼站現有之出口空櫃。

3. 中繼式 CY 運輸模式

中繼式 CY 運輸模式係指將傳統 CY 運輸模式加入中繼站，如圖 2 示意，與圖 1 相較之下，藉由中繼站做轉運或暫存的動作，而作業方式與效益，本研究接續詳述如下。

中繼式 CY 運輸模式，如圖 3 所示，在該公司的營運模式中，可分為兩種方向，分別稱為貨方作業以及港方作業。

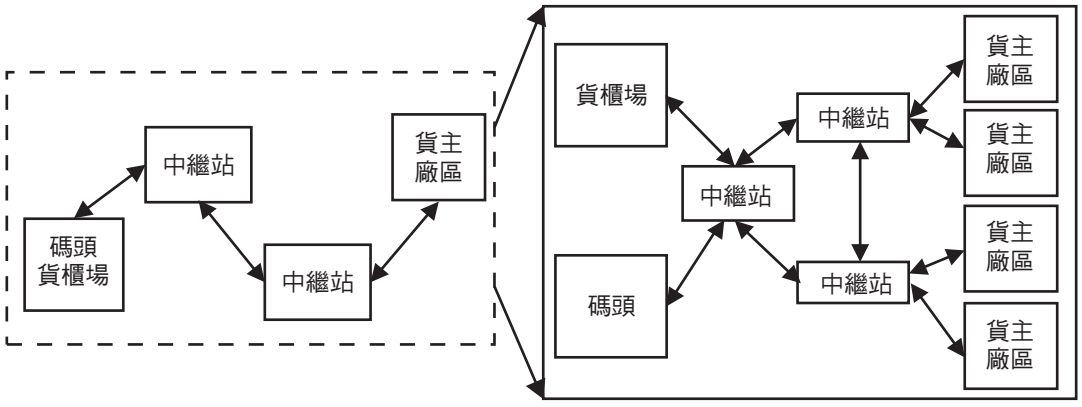
貨方作業：進口重櫃含出口空櫃之貨主方向作業，也就是以碼頭 (貨櫃場) 為出發點，向貨主廠區進行出口空櫃運輸作業及進口重櫃運輸作業。

港方作業：進口空櫃含出口重櫃之港口方向作業簡稱港方，也就是以貨主廠區為出發點，向碼頭 (貨櫃場) 進行出口重櫃運輸作業及進口空櫃運輸作業。

而貨方作業與港方作業，又可詳細區分成四種運輸作業，分別詳述如下：

(1) 進口重櫃運輸作業

汽車貨櫃貨運業者收受貨主通知領櫃資料後，指派曳引車至碼頭 (貨櫃場)，領取進口重櫃後，依目的不同，由短途曳引車 ❼ 送至港口中繼站，或由長途曳引車 ❽ 送至貨主中繼站，此過程稱為貨方 1。當長途曳引車從碼頭 (貨櫃場) 載進口重櫃出發至港口中繼站時，進行併運作業 ❾ 時，再載運一只出口空櫃至貨主中繼站時，稱為貨方 2。暫置於港口中繼站或貨主中繼站之進口重櫃，將由長途曳引車從港口



資料來源：振強交通 (2012)。

圖 2　中繼式 CY 運輸模式示意圖

❼ 指負責碼頭 (貨櫃場) 至港口中繼站，或貨主廠區至貨主中繼站等短距離運送之曳引車司機人員。
❽ 不進行往來貨主廠區與貨主中繼站，或碼頭 (貨櫃場) 與港口中繼站等長距離之曳引車司機人員。
❾ 利用中繼站暫存功能，載一只重櫃，附載一只空櫃，只要重量不超過整體總重限制，即能提升貨櫃的流動性。

中繼站，或由短途曳引車從貨主中繼站，轉送至貨主廠區進行卸櫃作業，稱為貨方 3。總言之，進口重櫃運輸作業之概念，為碼頭 (貨櫃場) 經由貨方 1 或貨方 2 到港口中繼站或貨主中繼站，再配合貨方 3 到達交櫃之貨主廠區。而進口重櫃運輸作業中，會發生長途曳引車直接由碼頭 (貨櫃場) 運至貨主廠區且不經過中繼站的情況，也就是傳統 CY 運輸模式的直接運送作業，則稱為貨方 4，如圖 3 示意。

(2) 進口空櫃運輸作業

經由進口重櫃運輸作業完成後，等待貨主廠區卸完重櫃，產生進口空櫃於貨主廠區，等待歸還碼頭 (貨櫃場) 之運送作業。在實務上有轉櫃作業，但在學術研究考慮時間成本因素，轉櫃作業於此尚不討論。進口空櫃必須由短途曳引車運出至貨主中繼站，或由長途曳引車運至港口中繼站，此過程稱為港方 1。當長途曳引車，從貨主廠區載進口空櫃出發至貨主中繼站時，開始進行併運作業，再載運一只出口重櫃或進口空櫃至港口中繼站時，稱為港方 2。暫置於港口中繼站或貨主中繼站之進口空櫃，由短途曳引車從港口中繼站，或長途曳引車從貨主中繼站，轉送至碼頭 (貨櫃場) 進行還櫃作業，稱為港方 3。而進口空櫃運輸作業中，會發生長途曳引車直接由貨主廠區運至碼頭 (貨櫃場) 且不經過中繼站的情況，也就是傳統 CY 運輸模式的直接運送作業，則稱為港方 4。總言之，進口空櫃運輸作業之概念，為貨主廠區經由港方 1 或港方 2 到貨主中繼站

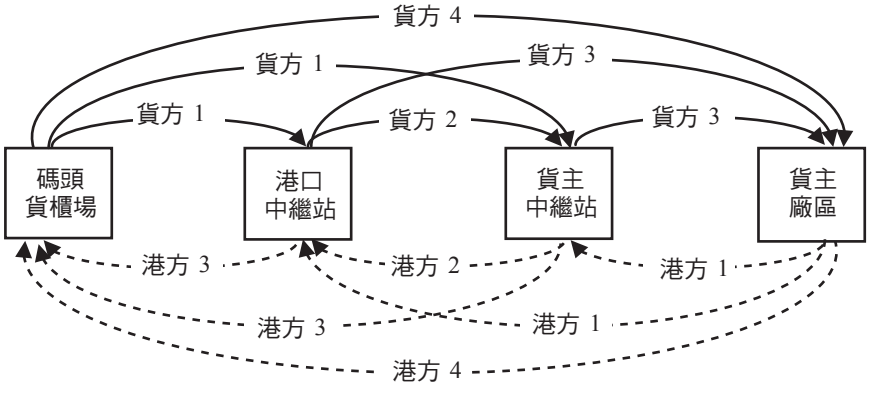


圖 3 中繼式 CY 運輸模式之貨櫃移動作業

或港口中繼站，再配合港方 3 到達還櫃之碼頭(貨櫃場)，如圖 3 所示。

(3) 出口空櫃運輸作業

汽車貨櫃貨運業者收受貨主通知領櫃資料後，指派曳引車至碼頭(貨櫃場)，領取出口空櫃後，依目的不同，由短途曳引車送至港口中繼站，或由長途曳引車送至貨主中繼站，此過程稱為貨方 1。當長途曳引車從碼頭(貨櫃場)載出口空櫃出發至港口中繼站時，進行併運作業，再載運一只出口空櫃或進口重櫃至貨主中繼站時，稱為貨方 2。暫置於港口中繼站或貨主中繼站之出口空櫃，將由長途曳引車從港口中繼站，或由短途曳引車從貨主中繼站，轉送至貨主廠區進行裝櫃作業，稱為貨方 3。出口空櫃運輸作業之概念，其實與進口重櫃運輸作業相同，為碼頭(貨櫃場)經由貨方 1 或貨方 2 到港口中繼站或貨主中繼站，再配合貨方 3 到達交櫃之貨主廠區。而出口空櫃運輸作業中，亦會發生長途曳引車直接由碼頭(貨櫃場)運至貨主廠區且不經過中繼站的情況，也就是傳統 CY 運輸模式的直接運送作業，則稱為貨方 4。如圖 3 示意。出口空櫃與進口重櫃運輸作業，唯一不同在於，進口重櫃從碼頭(貨櫃場)出來時，只能在港口中繼站併一只出口空櫃，而出口空櫃選擇較多，可以併一只出口空櫃或一只進口重櫃。

(4) 出口重櫃運輸作業

為經由出口空櫃運輸作業完成後，等待貨主廠區裝完空櫃，產生出口重櫃於貨主廠區，等待送交碼頭(貨櫃場)之運送作業。出口重櫃必須由短途曳引車從貨主廠區運出至貨主中繼站，或由長途曳引車從貨主廠區運至港口中繼站，此過程稱為港方 1。當長途曳引車，從貨主廠區載出口重櫃出發至貨主中繼站時，進行併運作業，再載運一只進口空櫃至港口中繼站時，稱為港方 2。暫置於港口中繼站或貨主中繼站之進口空櫃，由短途曳引車從港口中繼站，或長途曳引車從貨主中繼站，轉送至碼頭(貨櫃場)進行還櫃作業，稱為港方 3。而出口重櫃運輸作業中，會發生長途曳引車直接由貨主廠區，運至碼頭(貨櫃場)且不經過中繼站的情況，也就是傳統 CY 運輸模式的直接運送作業，稱為港方 4。總言之，出口重櫃運輸作業之概念，從貨主廠區經由港方 1 或港方 2 到貨主中繼站或港口中繼站，再配合港方 3 到達還櫃之碼頭(貨櫃場)，如圖 3 所示。出口重櫃與進口空櫃運輸作業，唯一不同在於，出口重櫃從貨主廠區出來

時，只能在貨主中繼站併一只進口空櫃，而進口空櫃選擇較多，可以併一只出口重櫃或一只進口空櫃。

4. 中繼式 CY 運輸模式相較於傳統 CY 運輸模式之效益

A 公司藉由設置中繼站，進而增加其 CY 運輸的彈性，並且獲得具體效益，根據陳春益、陳慧雯 (2013) 之研究結果，中繼式 CY 運輸模式除為 A 公司帶來成本降低及服務品質提升等好處外，亦帶來 20 呎貨櫃併運、運送趟數增加、營運時間拉長、運輸成本減少及碳排量減少等效益。

(1) 20 呎貨櫃併運：改變一櫃綁一台曳引車運送之傳統 CY 運輸模式，說明如下：假設 A 公司需要 100 個貨櫃，已知其中 70% 是 TEU，30% 是 FEU。在傳統 CY 運輸模式運送時，受限於一車一櫃的運送方式，往來於碼頭 (貨櫃場) 至貨主廠區，所以必須來回運送 100 趟，但是在設置中繼站後的中繼式 CY 運輸模式，因中繼站的功能，增加運送彈性，能夠將一個空 TEU 與一個重 TEU 以併運方式運送，可將 100 趟減少至 65 趟，節省了 35 趟，同時也減少運送 35 趟所需要的車輛數。

(2) 運送趟數增加：由於傳統 CY 運輸模式，為配合貨主下班時間及碼頭作業時間，以來回貨主與碼頭距離共 50 公里，運送時間三小時一趟的情況下，沒有中繼站的儲存功能，必須在貨主廠區停等貨主作業，此情況下，A 公司只能運送 3.5 趟。中繼式 CY 運輸模式，在上述情況，藉由設置中繼站發揮儲存功能調解貨櫃流量，延續碼頭中夜班作業時間，因為不像傳統受限貨主下班時間，多了中夜班的趟數，整體可以增加 0.5 趟。換句話說，增加了移動貨櫃的運輸作業時間，提高曳引車使用頻率 (振強交通，2012)。

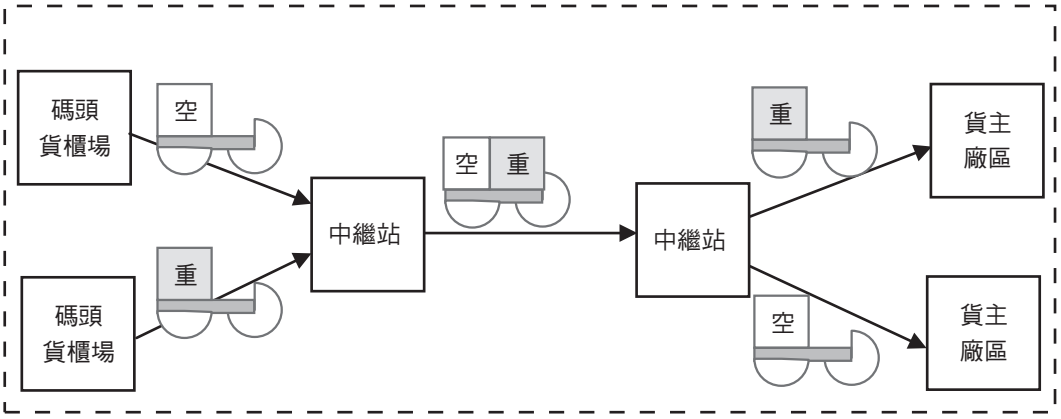
(3) 營運時間拉長：傳統 CY 運輸模式進行運送時，必須考量貨主廠區關閉時間及港口關閉及午休時間，因此營運時間經由中繼站可將貨櫃從貨主廠區或碼頭 (貨櫃場) 運至最近之中繼站儲放。如此一來，儘管面對貨主廠區關閉時間，貨櫃依舊能繼續運送於靠近運輸模式兩端點之碼頭或貨主廠區之中繼站。

(4) 運輸成本減少：傳統 CY 運輸模式計算成本時，乃以一車一櫃的長途計算方式。藉由中繼式 CY 運輸模式將一車一櫃的運輸方式分段，以圖 3 為示意圖。港口中繼站從貨主中繼站為一段，而貨主廠區至貨主中繼站又為一段，藉中繼站設置能夠使曳引車能夠在不停等之最高使用頻率下，提高營運時間並減少運輸空櫃產生的多餘趟數，使整體運輸模式下的曳引車平均油耗降低，

同時也減少使用的車輛數，降低固定成本。

(5) 二氧化碳排量下降：中繼式 CY 運輸模式的油耗比傳統 CY 運輸模式為低，其原因也在於業者使用中繼式 CY 運輸模式能負擔傳統 CY 運輸模式的貨櫃量，車輛數減少，也就達到二氧化碳排量的下降，在沒有中繼站的帶來併運效益之下，汽車貨櫃貨運業者之二氧化碳排量居高不下，對於未來必要的二氧化碳費用成本支出，若規模為中小型業者，中繼式 CY 運輸模式，除了以上所述，增加運送貨櫃的運輸作業時間以外，更在於將長途長時間運輸的車輛數降低，以一車兩櫃的長途運輸方式取代一車一櫃的長途運輸方式，是貨櫃併運的主要效益，也是軸輻式網路的重要概念 (Lin and Chen, 2008)。舉例說明：傳統汽車貨櫃貨運業者，從碼頭 (貨櫃場) 出發，單程貨櫃曳引車拖架上，僅能載單一進口重櫃運至貨主廠區卸櫃，在貨主卸櫃時，該車輛無法另作他用只能等待卸櫃結束，才能再載運該空櫃返回碼頭 (貨櫃場) 進行還櫃。若設置中繼站，利用暫存以及轉運的特性，可從港口中繼站再負載另一只空櫃後，前往鄰近貨主廠區之貨主中繼站，卸下一空櫃，再進入貨主廠區進行重櫃卸櫃。並將空櫃交由短途曳引車運送至貨主廠區裝櫃，也就是單一只貨櫃的趟數減少，提高貨櫃移動的效率，如圖 4 示意。

關於汽車貨櫃貨運業者之整櫃運輸模式文獻，因為其實務性質高，國內文獻較為缺少，故本研究藉由企業實習及主管專



資料來源：本研究整理。

圖 4　併運效益示意圖

訪之資訊，將於第五節進行個案分析，以計算 A 公司在不同貨櫃曳引車投資方案，其不同營運模式下之成本。

3.2 小結

A 公司在未來發展，若欲藉由設備汰舊換新，在斤斤計較成本的同時，能夠考量到未來二氧化碳費用發生的可能性。而 A 公司為南臺灣具相當規模之汽車貨櫃貨運業者，在經濟環境的改變及同業的競爭，促其發展出中繼式 CY 運輸模式，透過設置中繼站使運輸模式獲得成本下降及服務品質提升等好處，可以瞭解到中繼站的設置，對於 A 公司來說，是相當良好的決策，尤其能根據其規模設置相對應數量的中繼站，為其他業者可效仿的，但是設置中繼站之限制條件，根據陳春益、陳慧雯 (2013) 的文獻指出，設置成本的問題將困擾著中小型汽車貨櫃貨運業者，尤其因為設置貨主中繼站之前一定要先有港區中繼站才可運行中繼式 CY 運輸模式，又港區中繼站必須設在港區周圍，而港區周圍場地租金昂貴，使國內汽車貨櫃貨運業者為了設置中繼站，必須具有一定規模之貨櫃量，一般中小型業者無法負擔，使得運行中繼式 CY 運輸模式的門檻提高，倘若國內汽車貨櫃貨運業者能夠與我國臺灣港務股份有限公司協調建立公共港區中繼站，並由第三方管理者來建立資訊平台共享資訊，將能使我國汽車貨櫃貨運業服務品質及港群的競爭力獲得提升。

肆、研究方法

4.1 財務投資決策評估方法

財務管理中的資本預算 (Capital Budgeting)，乃從分析投資方案至決定投資方案的整體過程。本節建構投資決策評估方法，以計算現金流量為主的淨現值法與投資每一期回收報酬率為主的內部報酬法，利用淨現值與內部報酬法評估本研究假設投資方案之可行性，並在第五節資料分析時，將其加入二氧化碳費用的計算，說明二氧化碳費用的發生與否，對於投資方案決定後的影響。

1. 淨現值法

(1) 淨現值 (Net Present Value, NPV) 意義：計算企業投資方案之現金流量，以當時的貨幣價值，評估投資決策究竟是營利還是虧損，也就是利用現金流量的現值減去投資額，來判斷盈虧 (陳博亮等人，2008; Ross et al., 2001; Brealey et al., 2003; Rese et al., 2009)。

(2) 淨現值特性：考慮貨幣時間價值、單純估計未來現金流量及資金成本、易於計算。

(3) 計算方式與評估準則：以現金支出為負值，現金收入為正值，第零

期投資為支出，第一期開始回收現金，直到回收期限結束，用以評估其最終的價值，NPV 使用於本研究的曳引車投資分析中，並用於投資決策參考，其方程式如式 (1) 表示。

$$NPV = -C_0 + \sum_{i=1}^{n} \frac{C_n}{(1+k)^n} \qquad (1)$$

C_0：投資方案時，現金支出額

C_n：方案在第 n 期產生的現金流量

k：企業資金成本，折現率

n：投資方案回收期現

當 A 公司選擇各個曳引車型採購方案是屬於獨立的情況 (表示各方案可同時接受)，則當淨現值 (NPV) 大於或等於零時，則接受符合準則之該方案；反之，淨現值小於零，拒絕該投資方案。當方案在互斥的情況 (表示各方案只能選擇接受一個) 下，淨現值大於等於零，接受符合準則之方案；反之，淨現值小於零，拒絕該投資方案。

2. 內部報酬法

(1) 內部報酬法 (Internal Rate of Return, IRR) 意義：使現金流入的回收值與淨投資支出相等的折現率，也就是投資支出的淨現值要為零 (陳博亮等人，2008; Ross et al., 2001; Brealey et al., 2003; Rese et al., 2009)。

(2) 內部報酬法特性：與 NPV 相同考慮到貨幣時間價值、投資案每一期的收益及可比較不同投資案的報酬率。

(3) 計算方式與評估準則：以現金支出為負值，現金收入為正值，第零期投資為支出，第一期開始回收現金，直到回收期限結束，必須讓淨現值為 0，用以評估其最終的價值，NPV 使用於本研究的曳引車投資分析中，並用於投資決策參考，其方程式如式 (2) 所示。

$$NPV = -C_0 + \sum_{i=1}^{n} \frac{C_n}{(1+k)^n} = 0 \qquad (2)$$

C_0：投資方案時，現金支出額

C_n：方案在第 n 期產生的現金流量

k：企業資金成本，折現率

n：投資方案回收期現

其中為 NPV 為 0 時的折現率即為 IRR，當 A 公司選擇各個曳引車型採購方案皆獨立的情況下，當內部報酬率 (IRR) 大於計畫所要求之必要報酬率或資金成本，即淨現值大於零，則接受每個符合準則之方案；反之，內部報酬率小於零，拒絕該投資方案。當方案在互斥的情況下，內部報酬率大於等於零，接受符合準則之方案；反之，內部報酬率小於零，拒絕該投資方案。

4.2　碳排放量評估

溫蓓章等人 (2012) 彙整國外與目前我國能耗與排放推估模式比較，結論顯示我國隨著國外腳步同步更新我國推估模式，其研究結果強調對於能耗及排放推估應考

慮旅行時間、行駛距離以及行駛狀態與道路類型整併參考。IPCC[10] 6.0 對於柴油車有其計算方式，而本研究參考交通部運輸研究所 (2012) 溫室氣體盤查公式第三級 (Tier 3)[11] 及 IPCC 整理出的溫室氣體盤查估算公式如下：

$$\text{排放量} = \sum_{ijkl}(\text{行駛距離}_{ijkl} \times \text{排放係數}_{ijkl}) + \sum_{ijkl}(\text{運具啟動排放量}_{ijkl}) \quad (3)$$

行駛距離表示使用不同運具 i、不同燃料 j、何種排放技術 k、各種道路狀況 l 的行駛距離。排放係數表示不同運具 i、不同燃料 j 的排放係數。運具啟動排放量為不同運具 i、不同燃料 j、何種排放技術 k、各種道路狀況 l 的排放量，在係數方面，主要參考行政院環保署國家溫室氣體登錄平台 (2013) 之中，其「溫室氣體排放係數管理表[12] 6.0」，取該表之柴油碳排建議係數：2.6060KgCO_2/L，作為二氧化碳排放之基本運算數據。

4.3 二氧化碳排放費用

當燃油費用增加之後，用路人行為會因此受到影響，而用路人包含汽車貨櫃貨運業者，表示汽車貨櫃貨運業者也受影響，但收取額外費用，除了造成業者額外成本，也確實達到碳排量減少的目的 (Fu and Kelly, 2012)。欲達成減少汽車貨櫃貨運之碳排量相當不容易，尤其先進國家，像是英國政府也受到國內遊說公司之阻擋，但依舊建立法律，將二氧化碳排量減少規定為義務的一種，才真正實施了碳排量減少的政策 (Marsden and Rye, 2010)。澳洲政府打算以每公噸二氧化碳 2.3 美元 (約 69 元新臺幣) 碳稅計算；中國政府則以每公噸二氧化碳 10 人民幣 (約 40 元新臺幣) 作為碳稅。歐盟在 27 個國家，以同一碳交易市場機制建立碳費，各行業可以購買及販賣其碳排放量 (Carbon Emission)，跨產業間的交易價格由碳交易市場決定，各政府機構與組織之碳稅及費用如表 2 示意。由表 2 可以發現差異頗鉅，自由交易之歐盟碳交易市場價格遠高於澳洲與中國大陸，其官方價格差異甚大，究其原因以 GDP 角度而言，可瞭解對於中國目前為發展中國家來說，隨著國家經濟背景與其徵收的碳稅有所關係。而本研究以歐盟的碳交易市場價格作為二氧化碳排放費用之參考依據，原因在於中國與澳洲的碳稅施行不明確，而歐盟碳交易市場已實際運作當中。

[10] 政府間氣候變遷專家小組 (Intergovernmental Panel Climate Change, IPCC)。

[11] 從「國際地方政府溫室氣體排放分析議定書 (IEAP) 各國地方政府盤查之指導手冊」，還針對各國地方政府溫室氣體盤查推估依據方法複雜程度，分有第一級、第二級以及第三級。第一級，主要依各燃料之排放係數建議值，再乘上運具的消耗量。第二級，針對車輛種類及機具設備等項目，使用地方特定燃料排放係數進行推估。第三級，本研究使用此方法，因為該方法利用車輛活動數據 (內含運具種類及道路形式) 乘上排放係數。

[12] 我國環保署國家溫室氣體登錄平台根據 IPCC 標準更新之管理係數。

表 2　澳洲、中國與歐盟之碳稅與費用之比較

國家	元新臺幣 / 一噸二氧化碳
澳洲	69
中國	40
歐盟	635

資料來源：本研究自行整理。

自我國 2006 年能源稅草案提出，至今仍審議中，瞭解我國考量諸多利益團體拉鋸 (梁啟源，2008)。故本研究不參考其費用標準，而將使用已實施碳交易之歐盟市場價格並應用於本研究數學模型之評估。

4.4　投資決策評估模式

由於本研究之曳引車使用運輸模式有二：(1) 傳統 CY 運輸模式及 (2) 中繼式 CY 運輸模式。在傳統 CY 運輸模式方面，其成本有司機薪資 (已含勞健保)、回數票、燃油費、車輛成本 (拖架、車險) 等；在中繼式 CY 運輸模式方面，其成本與傳統 CY 運輸模式相同，只額外增加中繼站設置成本 (包含場站租金、場站營運設備及其駕駛員與保險)。在此兩者運輸模式之中，本研究也納入距離因素，因為對於業者們來說，成本及收益是會隨著運送距離而有所改變，本研究根據以上敘述之曳引車相關成本建立模式如下：

$$TT_{tn} = T_{tn} + IDC_{td} + DC_{td} + EC_t \qquad (4)$$

t：車型

d：距離

n：年

TT_{tn} (Total Fee)：曳引車第 n 年之全部費用

T_{tn} (Truck Fee)：曳引車第 n 年直接攤提之費用

IDC_{td} (Indirect Cost)：中繼式 CY 運輸成本燃料 = Fuel (Ftd) + 回數票 Pass Fee (PFd) + 司機薪資 Salary (Sd) + 中繼站成本 Hub (Hd)

DC_{td} (Direct Cost)：傳統 CY 運輸成本燃料 = Fuel (Ftd) + 回數票 Pass Fee (PFd) + 司機薪資 Salary (Sd)

EC_t (Emission Cost) 曳引車二氧化碳排放費用：(新臺幣 / 公里)

曳引車相關全部費用等於曳引車直接攤提費用、傳統 CY 運輸模式成本、中繼式 CY 運輸模式成本、曳引車之二氧化碳費用的和，在此公式當中，傳統 CY 運輸模式與中繼式 CY 運輸模式不會同時存在，因為本研究只討論能夠發揮併運效益之 20 呎貨櫃營運為主，所以傳統 CY 運輸模式成本與中繼式 CY 運輸模式成本不會同時被計算於該結果。經過上述模式可以計算出汽車貨櫃貨運業者對於曳引車的投資評估會使用到的成本，而本研究為考慮未來二氧化碳費用之影響，建立本研究投資決策分析欲使用之二氧化碳費用模式，如模式 (5) 所示：

$$EC_t = \frac{CE}{FE_t} * EF \qquad (5)$$

EC_t (Emission Cost) 曳引車二氧化碳排放費用：(新臺幣 / 公里)

CE (Carbon Emission) 碳排放係數：($KgCO_2$/ 公升)

FE_t (Fuel Efficient) 燃油效率：(公里 / 公升)

EF (Emission Fee) 二氧化碳費用：(新臺幣 /$KgCO_2$)

各車型曳引車之二氧化碳費用計算如式 (5)，是以碳排放係數除以燃油效率再乘以每公斤二氧化碳多少新臺幣，即可得出各曳引車之碳排放費用，倘若有傳統 CY 運輸模式或中繼式 CY 運輸模式之平均曳引車油耗數據，可以得出此兩種模式之二氧化碳費用。本研究欲進行敏感度分析來瞭解二氧化碳費用與距離改變時，對各曳引車本身成本影響變化，瞭解各曳引車在哪些距離，徵收二氧化碳費用會影響曳引車的成本計算。

本研究之投資決策評估模式，主要分有兩個模式：淨現值與內部報酬率之投資評估。淨現值之投資決策評估模式是由全部費用式 (4)、碳排放式 (5) 及 NPV 式 (1) 所構建而成，如式 (6) 所示。內部報酬率之投資決策評估模式是由 IRR 式 (2)、全部費用式 (4) 及碳排放式 (5) 所建構而成，如式 (7) 所示。

$$NPV = TT_{tn} + \sum_{i=1}^{n} \frac{R_n}{(1+TC_n)^n} \qquad (6)$$

TC_n (Truck Charge)：曳引車攤提 n 年之折現率

R_n (Revenue)：曳引車 n 年帶來之收入

$$TT_{tn} = \sum_{i=1}^{n} \frac{R_n}{(1+IRR)^n} \qquad (7)$$

淨現值的初期投資額，是投資曳引車每期之全部費用加上每一期曳引車所賺取的利潤。經由該式可根據固定投資期數、固定投資利率、固定投資費用與賺取固定利潤計算各型曳引車投資的淨現值。而本研究所考量的二氧化碳費用方面從式 (5) 可以明顯看到已考慮到二氧化碳費用，本研究再由敏感度分析來瞭解二氧化碳費用變化在各距離對各曳引車型投資方案的變化。

內部報酬率，每期全部曳引車之費用必須等於曳引車每一期所賺取的利潤。經由式 (7) 可根據固定投資期數、固定投資費用與賺取固定利潤計算各型曳引車投資的內部報酬率。

伍、資料分析

5.1 投資決策分析

本研究第三節講述到 A 公司使用中繼站後所產生之效益，本節將收益及成本以數據呈現如下表 3，表中同時呈現傳統 CY 運輸模式營運數據做一差異比較。

表 3　兩種運輸模式於各距離貨主之成本及收益

貨主所在地	仁武		官田		新港	
CY 運輸模式	傳統	中繼式	傳統	中繼式	傳統	中繼式
併運節省里程占原里程	0.00	0.36	0.00	0.44	0.00	0.46
至港區距離 (公升 / 趟)	50.00	32.00	180.00	99.90	250.00	135.00
燃油成本 (元 / 趟)	600.00	384.00	2076.92	1152.69	2777.78	1500.00
司機薪資 (元 / 趟)	446.00	356.80	712.00	498.40	944.00	613.60
回數票 (元 / 趟)	0.00	0.00	300.00	300.00	400.00	400.00
運輸成本 (元 / 趟)	1046.00	740.80	3088.92	1951.09	4121.78	2513.60
模式油耗 (公升)	20.00	12.80	69.23	38.42	92.59	50.00
每日每車總公里數 (公里)	148.00	196.15	534.00	706.00	741.00	981.00
每車平均油耗 (公里 / 公升)	2.50	2.50	2.60	2.60	2.70	2.70
1 只貨櫃收入 (元)	2500.00	2500.00	5600.00	5600.00	6300.00	6300.00
業務櫃量 (個 / 日)	190.00	190.00	15.00	15.00	50.00	50.00
中繼設置成本 (元 / 月)	0.00	12000.00	0.00	7700.00	0.00	7200.00
工作時間 (小時)	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
1 趟來回時間 (小時)	3.43	3.00	4.80	4.00	6.00	4.80
車輛週轉率 (趟數 / 日)	3.50	4.00	2.50	3.00	2.00	2.50

資料來源：本研究整理。

由表 3 的各項目分別解釋，同時根據陳春益、陳慧雯 (2013) 的研究結果輔助說明如下：傳統 CY 運輸模式沒有節省里程，故節省里程占原里程為 0%，但使用中繼站後，隨著併運 20 呎貨櫃後，從來回 50 公里的仁武貨主的節省里程占 36%，到來回 250 公里的新港貨主的節省里程占 46%，離港區愈遠的貨主中繼站之節省的里程占比就愈多。本研究之港區距離為來回一趟之公里數，從傳統 CY 運輸模式的角度看，是從高雄港港區至各貨主廠區，而從中繼式 CY 運輸模式的角度看，是從港區中繼站至各貨主中繼站。單一車輛在傳統 CY 運輸模式及中繼式 CY 運輸模式之一日行車公里數計算，建立在已知中繼式 CY 運輸模式的單輛曳引車之公里數相較傳統 CY 運輸模式的單輛曳引車之里程數為多，原因在於中繼式 CY 運輸模式之車輛數較少，其單輛曳引車所運送貨櫃數量較傳統 CY 運輸模式為多。運輸成本之計算，其包含：回數票、司機薪資及燃油費用。在計程收費[B]方面，其

[B] 目前高速公路局有三種方案：1. 無免費里程，單一費率 0.9 元 / 公里。2. 每日每車免費里程 15 公里，標準費率 1.2 元 / 公里 (行駛里程 < 200 公里)，長途費率 0.9 元 / 公里 (行駛里程≧ 200 公里)。3. 每日每車免費里程 20 公里，標準費率 1.3 元 / 公里 (行駛里程 < 200 公里)，長途費率 1.0 元 / 公里 (行駛里程≧ 200 公里) (高速公路局，2013)。

中在仁武方面，因為沒有經過收費站的關係，所以費用為 0，並不因模式而有改變，但在官田以及新港，皆經過收費站，所以有成本存在。而本研究考慮我國欲施行之里程收費計算，在此順帶提及現行之回數票計算，因 A 公司使用 ETC 有九折回數票優惠，官田之回數票，經過兩個收費站為 144 元 / 趟，新港之回數票，經過三個收費站為 216 元 / 趟，因考慮未來計程收費方面，已為 A 公司之營運里程挑選最佳方案，最佳方案為方案二，因為 A 公司之運輸距離超過皆超過 200 公里每日，所以有 15 公里的減免，且費率為 0.9 元 / 公里作計算，但是回數票為計次收費，在營運成本上，依舊會比計程收費為低。在司機薪資方面，依長短途之不同運輸模式而分開計算。在使用中繼站以前，傳統 CY 運輸模式必須以一曳引車運送單一貨櫃來回，在中繼式運輸模式實行以後，一曳引車一次兩只貨櫃來回，燃油費用隨著油耗公升數的減少也隨之降低，又運輸成本主要以燃料費用占大多數。在設置成本當中，其中已包含資訊設備、設置中繼站會用到的堆高機及吊櫃機等成本，另外在此中繼站設置時，我們已知必要設置的港區中繼站其成本為 30,000 元整每個月。燃油成本則以油價 30 元 / 每公升為燃油成本運算基準，且每一曳引車所載運的 20 呎貨櫃獲利與櫃量為固定數量，其中消耗公升數為來回之車趟數除以每車平均油耗。車趟數之計算，以一天工作時數除以一趟來回碼頭 (貨櫃場) 與貨主廠區之時間計算。假設中繼式 CY 運輸模式來回 50 公里一趟需花三小時，工時 12 小時為主，就得出車趟數為四趟，180 公里一趟需花四小時，工時 12 小時為主，得出車趟數為三趟，250 公里一趟需花五小時，工時 12 小時為主，得出車趟數為 2.5 趟，而一趟來回時間是由一日工時除以每日之趟數量所計算出。於上一小節瞭解中繼式 CY 運輸模式與傳統 CY 運輸模式差異後，本研究已透過 A 公司實習及專訪蒐集 A 公司車輛相關數據，得知目前 A 公司使用有三種車型，分別為：Fuso、Scania 及 DAF，其中 Fuso 為成本最低，卻也是燃油效率最差之車型；Scania 成本僅高於 Fuso，其燃油效率也較 Fuso 為佳；成本最高之 DAF 車型，以高燃油效率為主。在二氧化碳方面經過各曳引車之燃油效率配合碳排放建議係數換算得出，相對於燃油效率成反比，燃油效率越好二氧化碳費用就越低，其數據如表 4。

在表 4 中，經 A 公司高階主管訪談後得知，A 公司各曳引車型之平均價格及平均油耗，Fuso 曳引車價格 350 萬新臺幣，油耗 2.50 公里 / 公升；Scania 曳引車價格 375 萬新臺幣，油耗 2.75 公里 / 公升；Fuso 曳引車價格 400 萬新臺幣，油耗 3 公里 / 公升，價格方面排序由便宜至昂貴為：(1) Fuso、(2) Scania 及 (3) DAF。在燃油效率方面由高至低為：(1) DAF、(2)

表 4　A 公司曳引車價金、燃油效率及二氧化碳排量

車種	價格 (元整)	五年攤提每年 (元整)	年金現值 (元整)	燃油效率 (公里 / 公升)	二氧化碳排放量 ($KgCO_2$/ 公里)
Fuso	3,500,000	70,000	38,500	2.50	1.04
Scania	3,750,000	75,000	41,250	2.75	0.95
DAF	4,000,000	80,000	44,000	3.00	0.87

資料來源：本研究整理。

Scania 及 (3) Fuso。本研究欲進行投資決策分析，在此針對各曳引車投資為主要標的物，沒有探討關於中繼站設置的投資決策問題，且分析建立於 A 公司提供之數據上，將以各距離貨主之獲利以及成本與各車型之成本計算，判斷各車型於各距離的淨現值與報酬率。本研究依據表 3 及表 4，還有 A 公司所提供之數據，建立假設之投資情境，敘述如下：

在不考慮匯率波動效應下之行情分析，模擬距離帶來的效益以及二氧化碳費用之成本影響分析，情境主要分成三種：

(1) 不考慮二氧化碳費用影響時，投資三種曳引車於傳統 CY 運輸模式與中繼式 CY 運輸模式情況之投資分析。

(2) 考慮二氧化碳費用影響時，投資曳引車於傳統 CY 運輸模式與中繼式 CY 運輸模式情況之投資分析。

(3) 當 (2) 的二氧化碳費用增加時，投資曳引車於傳統 CY 運輸模式與中繼式 CY 運輸模式情況之投資分析。

情境假設之提要如下有兩項：

(1) 在營收穩定情況下，A 公司欲購一新曳引車，向國內曳引車代理商，以新臺幣價格購入新曳引車。

(2) 投資考量因素：a. 各車型之價金高低、b. 二氧化碳費用多寡、c. 各車型之燃油效率。

由於使用新臺幣購入曳引車，故不考量國際匯率之影響，且不考慮稅率的條件下，以曳引車價金、模式之運輸成本、距離、燃油效率以及二氧化碳費用，進行三種車型之模擬投資，以三種車型並購入一臺曳引車為三種獨立方案為例，曳引車車型分為 Fuso、Scania 及 DAF。

數據方面：年收入僅以公司某月櫃量及月收入進行推估計算，分別為仁武 190 個 20 呎櫃每日、官田 15 個 20 呎櫃每日及新港 50 個 20 呎櫃每日，總共 255 個 20 呎櫃，仁武每個 20 呎櫃收入 2,500 元整，官田每個 20 呎櫃收入 5,600 元整，新港每個 20 呎櫃收入 6,300 元整。

成本方面：分為傳統 CY 運輸成本與中繼式 CY 運輸成本，皆包含曳引車司機人事成本、燃油成本及回數票成本等運輸成本，從表 4 已知車型價格為 350 萬、375 萬、400 萬，在工作每月工作 21 天

的情況下，一年工作天數 252 天，採購各車型，必須投資 350 萬、375 萬、400 萬，依據六大指標銀行之借貸利率平均數 5.5%，年金現值欲計算於 NPV 與 IRR 之各回收期間內，作為利息扣除，而二氧化碳費用乃根據該車型之油耗所造成之二氧化碳排放量多寡做運算，由表 4 得知 DAF 與 Scania 相較於 Fuso 曳引車頭之二氧化碳費用成本較為低廉，而表 3 看出傳統 CY 運輸模式之單一曳引車較中繼式 CY 運輸模式之單一曳引車二氧化碳費用的成本低，經由計算列出表 5 作為判斷投資決策之結果。

本研究採用獨立投資決策選擇，表示投資決策互不影響，在資金來源有限的情況下所做的決策，針對三個車型之投資評估比較，在 NPV 與 IRR 皆通過才算接受投資方案的前提下，從中瞭解這三種車型經過投資評估後，使用於傳統 CY 運輸模式時，其淨現值與內部報酬率相對中繼式 CY 運輸模式較差，表示投資曳引車時，能投資於中繼式 CY 運輸模式會更好，同時也說明中繼式 CY 運輸模式之成本較低。

從表 5 中觀察，在傳統 CY 運輸模式的部分，來回距離達 50 公里，僅有 Fuso 曳引車皆通過可投資的門檻，但在中繼式 CY 運輸模式中以三種車型皆可投資，且以 Fuso 曳引車為最佳投資標的，接著是 Scania，最後才是 DAF。簡言之，不考慮二氧化碳費用發生、不論距離遠近時，無論是傳統 CY 運輸模式抑或是中繼式 CY 運輸模式，低成本曳引車就是最佳投資方案，而且以中繼式 CY 運輸模式為最適投資之運輸模式，本研究欲調整二氧化碳費用，以觀察二氧化碳費用為 1.56 元整新臺幣 / 公里、9 元整新臺幣 / 公里發生時，對曳引車的投資順序變化影響，從表 5 中

表 5　不考慮二氧化碳費用，曳引車於距離與運輸模式之投資決策分析

模式 / 距離		傳統 CY 運輸模式		中繼式 CY 運輸模式	
		NPV	IRR	NPV	IRR
50 公里	Fuso	24,071	7%	1,273,834	74%
	Scania	–198,580	–7%	1,051,184	60%
	DAF	–421,230	–23%	828,533	47%
180 公里	Fuso	4,319,622	212%	9,731,274	446%
	Scania	4,096,971	190%	9,508,623	410%
	DAF	3,874,320	171%	9,285,973	377%
250 公里	Fuso	5,620,987	269%	11,812,199	536%
	Scania	5,398,336	243%	11,589,548	493%
	DAF	5,175,685	221%	11,366,897	456%

資料來源：本研究整理。

可直接判斷出三種車型之投資順序，依序就是 Fuso、Scania、DAF。

從表 6 觀察當二氧化碳費用為 1.56 元整時，在傳統 CY 運輸模式下，來回距離 50 公里已無法再投資任何曳引車，必須使用中繼式 CY 運輸模式來降低營運成本，使來回距離 50 公里時，能夠繼續投資曳引車。從觀察來回距離超過 180 公里，發現高燃油效率的 DAF 及 Scania 並沒有任一車型為最佳選擇，本研究探其原因，主要是曳引車本身成本過於高昂，使二氧化碳費用影響投資決策不明顯，所以投資曳引車順序並無改變，從表 6 直接觀察，會發現彼此之間差異很小。

表 6　二氧化碳費用 1.56 元整，曳引車於距離與運輸模式之投資決策分析

模式 / 距離		傳統 CY 運輸模式		中繼式 CY 運輸模式	
		NPV	IRR	NPV	IRR
50 公里	Fuso	–178,101	–7%	1,006,345	61%
	Scania	–382,372	–21%	808,012	48%
	DAF	–589,707	–39%	605,625	37%
180 公里	Fuso	3,591,803	180%	8,768,314	405%
	Scania	3,435,318	163%	8,633,205	374%
	DAF	3,267,805	147%	8,483,505	347%
250 公里	Fuso	4,610,127	225%	10,474,754	478%
	Scania	4,479,372	206%	10,373,689	444%
	DAF	4,333,302	189%	10,252,360	414%

資料來源：本研究整理。

從表 7 中，觀察二氧化碳費用達 9 元整時，發現在傳統 CY 運輸模式與中繼式 CY 運輸模式，在來回距離 50 公里的情況下，已經不適合投資任何車型。從來回距離須超過 180 公里以上，才值得投資。當傳統 CY 運輸模式與中繼式 CY 運輸模式，來回距離達 180 公里時，以淨現值來觀察，投資以 DAF 為最佳，再來 Scania，最後為 Fuso，同時也表示此項投資已經受到二氧化碳費用的影響，改變了投資曳引車之順序，並且高燃油效率的曳引車型，的確成為較佳的投資方案；倘若以內部報酬率來觀察，會發現在傳統 CY 運輸模式與中繼式 CY 運輸模式不同，而且投資順序也不盡相同，原因在於傳統 CY 運輸模式，其每期計算不具備中繼式 CY 運輸所帶來的效益，易直接受到二氧化碳費用的影響，使順序與淨現值相同，而中繼式 CY 運輸模式，因為具有降低成本的效益，使得二氧化碳費用影響程度下降，使得這時的內部報酬率順序變為 Fuso、Scania、DAF，依舊以最低成本的 Fuso 為最佳投資曳引車型。隨著來回貨主中繼站與港口中繼站之距離達 250 公里

表 7　二氧化碳費用 9 元整，曳引車於距離與運輸模式之投資決策分析

模式 / 距離		傳統 CY 運輸模式		中繼式 CY 運輸模式	
		NPV	IRR	NPV	IRR
50 公里	Fuso	–1,140,439		–266,902	–13.7%
	Scania	–1,257,225		–349,486	–18.7%
	DAF	–1,391,656		–455,415	–25.4%
180 公里	Fuso	127,385	13.6%	4,184,622	206.1%
	Scania	285,847	21.9%	4,466,212	205.4%
	DAF	380,789	25.7%	4,663,762	201.5%
250 公里	Fuso	–201,565	–8.6%	3,252,550	165.0%
	Scania	105,107	11.7%	4,586,199	210.3%
	DAF	323,558	22.8%	4,947,161	212.4%

資料來源：本研究整理。

時，DAF 與 Scania 的高燃油效率早已彰顯出來，讓整體成本較 Fuso 為低，促使整體投資順序依舊以最高燃油效率的 DAF 為最先，再來次燃油效率的 Scania，最後低燃油效率的 Fuso，而 Fuso 因燃油效率太差，在沒有中繼式 CY 運輸模式效益的傳統 CY 運輸模式中，從淨現值看已被剔除於可投資的曳引車車型名單之中，從內部報酬率來看，有 1% 的報酬率。

5.2　小結

已知收取二氧化碳費用對汽車貨櫃貨運業者來說，只要收費即為額外成本，對公司來說並無任何好處，除非政府提供良善配套措施，例如：補助補貼或是為業者們提供設備優惠等，否則以財務管理角度出發，收取二氧化碳費用只會增加業者之營運負擔。

在二氧化碳費用敏感度分析中，我們瞭解到二氧化碳費用受到：(1) 里程數、(2) 交通工具之燃油效率及 (3) 主管機關或地方政府所收取的二氧化碳費用所影響。當二氧化碳費用收取的愈高，其影響程度也就愈大，而燃油效率影響，也不容忽視，本研究經敏感度分析瞭解到，二氧化碳費用及燃油效率的關係，是隨著二氧化碳費用愈高，對於整體成本來說是有增無減，而對於愈高的燃油效率，愈能降低二氧化碳費用帶來的影響，所以當使用燃油效率愈好的曳引車，愈能夠降低二氧化碳費用所帶來的衝擊。

最後本研究在尚未加入二氧化碳費用時，分析出投資曳引車之順序在傳統 CY 運輸模式下，為 Fuso、Scania 及 DAF；在中繼式 CY 運輸模式亦同，皆以最低成本的 Fuso 為主要投資標的，不受運輸模式不同而有所影響。隨著二氧化碳費用加入 1.56 元整 / 公里，但是二氧化碳成本

不夠高，不會影響投資曳引車之順序，但是當二氧化碳費用達 9 元整 / 公里時，投資曳引車之順序獲得改變並且以燃油效率最好的 DAF 為優先選擇，依序為 Scania 及 Fuso。但因為其二氧化碳費用帶來之成本過於高昂，在來回距離達 250 公里的情況下，於傳統 CY 運輸模式中被剔除適於投資的曳引車，但在中繼式 CY 運輸模式下，憑藉其效益，使其能夠繼續營運並投資曳引車。

陸、結論與建議

6.1　結論

A 公司其設置中繼站是個相當好的投資決策，降低了運輸模式成本：相對於傳統 CY 運輸成本，中繼式 CY 運輸成本只需要其 60% 左右。減少使用的車輛數：原本 86 輛曳引車服務的貨櫃數量減少至使用 68 輛即可服務相同的貨櫃數量。增加了服務品質：提供貨主緊急需要庫存時的場地。相對於以傳統 CY 運輸模式在經營之業者，A 公司能夠以更少的曳引車做到相同的服務水準，且在較高昂的二氧化碳費用發生時，做到永續發展。

本研究就研究結果分述以下幾點：

1. 比較傳統 CY 運輸模式與中繼式 CY 運輸模式，證實營運成本有其差異，但是運輸模式成本對選擇投資曳引車車型並沒有影響。其原因在於，在沒有二氧化碳費用影響下，依舊是以投資低成本的 Fuso 曳引車為主要投資標的，因為 Scania 與 DAF 成本太高，對於利潤較低且在來回貨主與碼頭 (貨櫃場) 距離 50 公里的汽車貨櫃貨運業者而言，並不是良好的投資車型。

2. 歸納傳統 CY 運輸模式與中繼式 CY 運輸模式之成本，於實證分析中觀察到，中繼式 CY 運輸模式之運輸成本及車趟數等，相對優於傳統 CY 運輸模式；但欲經營中繼式 CY 運輸模式之汽車貨櫃貨運業者，其貨量須有一定規模，否則可能產生無法負擔中繼式 CY 運輸模式除了曳引車以外的中繼站設置費用及設備相關費用等。

3. 在二氧化碳費用的影響下，單純考慮曳引車車頭成本與根據其燃油效率計算出的二氧化碳費用核算，在二氧化碳費用 8.4 元整時，來回距離達到 250 公里，以 Scania 為成本最低之車型，DAF 依舊太昂貴；但是當二氧化碳費用變為 22 元整時，來回距離從 250 公里、180 公里，以 DAF 為成本最低之車型，表示二氧化碳費用的改變，影響成本的程度比里程數多寡所帶來影響程度為大，只要二氧化碳費用不高，欲做投資決策時，依舊會使用較低成本之曳引車作為新購入的標的；相對的，當二氧化碳費用變高，欲做投資決策時，會隨著距離

增加而改變使用燃油效率佳的曳引車型。

4. 透過 Fuso、Scania、DAF 三種車型之投資評估訂定，發現投資新款曳引車可分兩個方向做投資考量：(1) 成本考量及 (2) 二氧化碳費用考量。在資料分析時，證實二氧化碳費用會影響曳引車投資評估的選擇，且當二氧化碳費用超過成本較低之曳引車帶來的差額時，投資評估將傾向於較昂貴但燃油效率高的曳引車。若以曳引車本身成本角度選擇考量，無論距離以及運輸模式，皆以 Fuso 為優先選擇方案，因其淨現值與內部報酬率顯示高於其他兩款曳引車；倘若加入二氧化碳費用成本考量，隨著二氧化碳費用的高低程度，會影響選擇曳引車的投資決策，尤其當二氧化碳費用超過 9 元整 / 每公里，一定改變其選擇投資曳引車型之順序，以高燃油效率為最優先選擇，接著次燃油效率之曳引車，最後低燃油效率曳引車會隨著距離而改變為不適於投資之曳引車型。

6.2 建議

最後，本研究以 A 公司為例，以個案研究方式歸納汽車貨櫃貨運業最近職場業者運輸狀況，A 公司為國內南部較具規模之 CY 貨櫃貨運業者，也是業界中較早導入中繼式 CY 運輸模式之業者，而此營運模式對於具有規模營運的 A 公司，確實帶來運輸成本下降、車輛週轉使用率提高等效益。但中繼站的設置成本依舊影響甚鉅，倘若將來能夠與臺灣港務股份有限公司合作，稀釋港口中繼站之成本，甚至能夠與國內所有汽車貨櫃貨運業者合作，設置公共的港口中繼站，提供量化的中繼站服務，對我國國內汽車貨櫃貨運業之運送，勢必有所幫助，也能夠間接提升我國國際貿易之競爭力。

在曳引車投資決策評估時，以成本、二氧化碳影響分述如下：

6.2.1 成本考量

據研究指出，分別以傳統 CY 運輸模式與中繼式 CY 運輸模式闡述：在傳統 CY 運輸模式下，對曳引車而言，因為沒有中繼式 CY 運輸模式所帶來的效益，使燃油效率影響程度大，從研究結果得知，低成本低燃油效率的 Fuso 曳引車為最佳投資曳引車型，而且當距離為來回 50 公里時，Scania 與 DAF 等高燃油效率昂貴之曳引車皆不適合投資，當使用中繼式 CY 運輸模式時，並不影響最佳投資曳引車型結果，在此證實中繼式 CY 運輸模式並不會影響最佳車型的選擇，但會使高燃油效率昂貴曳引車成為投資標的物。

6.2.2 二氧化碳影響考量

當考量二氧化碳費用時，可以從實證分析中觀察到二氧化碳費用的增加幅度倘若不多，其實對於汽車貨櫃貨運業者來說，無論傳統 CY 運輸模式或中繼式 CY

運輸模式，皆不會驅使其選擇高燃油效率的曳引車，因為低成本曳引車的價格，使業者直接判斷，並以其為投資標的。但是當二氧化碳費用增加幅度提高至有感的程度，使業者受不了二氧化碳費用的高成本時，必將使用二氧化碳費用較低的高燃油效率曳引車，儘管其成本較高，依舊會成為最佳的投資標的物，因為整體成本相較投資低燃油效率的低價位曳引車型而言，更低廉，但隨著傳統 CY 運輸模式以及中繼式 CY 運輸模式的差別，會使距離影響曳引車的投資決策，像是來回距離 50 公里，因為所賺取的利潤過低，影響二氧化碳費用為 9 元整新臺幣 / 公里時的投資決策，使其無法投資任何曳引車，但在距離為 250 公里的利潤下，低燃油效率曳引車因為其低燃油效率被放大影響程度，而遭剃除於可投資之曳引車型名單，倘若未來業者能夠據其營運數據整理出營運距離、運輸模式之利潤及成本等更為詳盡的數據，勢必能夠研擬出二氧化碳費用發生時，最佳的曳引車投資方案。

6.3　後續研究建議

本研究所討論之綠色投資決策分析，距離僅以長距離運送之曳引車做計算，其運送頻率較短距離運送之曳引車低，因時間與個人能力不及的關係，無法完成如圖 3 的完整運送距離以及運送頻率的運算，且尚無考慮 40 呎貨櫃的運送趟次、環境成本以及社會成本部分；在成本上也沒有考慮維修費用、水電費等雜支，在運輸成本之高速公路通行費部分，本研究僅以回數票進行計算，隨著計程收費之實行，後續研究可將此新收費方式納入考量；在曳引車選擇方面，沒有詳列出其型號，僅以 A 公司所提供該品牌之車型數據為主，沒有確切車型以及引擎型號，在燃油效率上可能有失準確，在二氧化碳費用之敏感度分析上，僅考量曳引車車頭與其燃油效率計算出之二氧化碳費用，以上能力有所不及之限制，留予後進完成。

參考文獻

工研院，2007，能源產業自願性減量計畫，能源局委辦計畫，新竹市。

交通部，2012，汽車運輸業管理規則，臺北市。

交通部運輸研究所，2012，交通運輸工程碳排放量推估模式建立與效益分析之研究，臺北市。

行政院主計處，2011，中華民國行業標準分類，臺北市。

行政院主計處，2013，國際商港貨櫃裝卸量，http://stat.motc.gov.tw/mocdb/stmain.jsp?sys=100&funid=a4201，2013 年 1 月 28 日。

行政院賦改會，2009，財政部賦稅署，行政院賦改會召開賦稅改革工作會議第 8 次

會　議，http://www.dot.gov.tw/dot/home.jsp?mserno=200912140008&serno=200912140044&menudata=DotMenu&contlink=ap/changenews_view.jsp&dataserno=200912270002，2013 年 1 月 5 日。

行政院環保署，2009，交通工具排放空氣汙染物罰鍰標準，http://ivy5.epa.gov.tw/epalaw/，2013 年 3 月 4 日。

行政院環保署，2011，空氣汙染防制法，http://ivy5.epa.gov.tw/epalaw/，2013 年 3 月 4 日。

行政院環保署國家溫室氣體登錄平台，2013，溫室氣體排放係數管理表 6.0 版，http://ghgregistry.epa.gov.tw/Tool/tools.aspx，2013 年 3 月 12 日。

振強交通，2012，提升製造業進出口儲運服務之運籌模式，高雄市。

高速公路局，2013，計程收費政策說明，http://www.freeway.gov.tw/ETC/Publish.aspx?cnid=1880&p=3863，2013 年 7 月。

梁啟源，2008，能源稅、碳稅及碳權交易制之整合，*石油市場雙週報*，專題分析報導。

陳春益、陳慧雯，2013，汽車貨櫃貨運業中繼站設置問題之研究 —— 以 A 公司為例，*2013 海空運學術論文研討會論文集*，565-581，高雄市。

陳博亮、林志蒼、鄧振鴻、莊培坤、蔡宛螢，2008，運用財務方法改善學生宿舍 BOT 案投資效益及財務可行性之研究 —— 以國立聯合大學學生宿舍為例，*建築學報*，第 65 期，101-124。

溫蓓章、胡以琴、陳柏君，2012，新一代運輸能源消耗與排放推估模式之建構與發展趨勢：美國 MOVES 模式與我國相關研究之比對探討，*運輸學刊*，第 24 卷，第 3 期，277-304。

經濟部能源局，2011，我國燃料燃燒 CO_2 排放統計與分析，臺北市。

蕭代基、溫麗琪、申永順，2009，碳排放交易機制建置之研究，臺北市。

Akyilmaz, M.O., 1994. An algorithmic framework for routing LTL shipments. *Journal of Operational Research*, 45(5), 529-538.

Brealey, R.A., Myers, S., Partington, G. and Robinson, D., 2003. *Principles of Corporate Finance*, Mcgraw-Hill: Sydney, Australia.

Brealey, R.A., Myers, S.C. and Marcus, A.J., 1995. *Fundamentals of Corporate Finance*, McGraw-Hill Companies, Inc: US.

Fu, M. and Kelly, J.A., 2012. Carbon related taxation policies for road transport: efficacy of ownership and usage taxes and the role of public transport and motorist cost perception on policy outcomes. *Transport Policy*, 22, 57-69.

Gitman, L.J., 2006. *Principles of Managerial Finance*, 4th Edition, Pearson Addison Wesley: Taiwan.

Groothedde, B., Ruijgrok, C. and Tavasszy, L., 2005. Towards collaborative, intermodal hub networks: a case study in the fast moving

consumer goods market. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 41(6), 567-583.

Liao, C.H., Lu, C.S. and Tseng, P.H., 2011. Carbon dioxide emissions and inland container transport in Taiwan. *Journal of Transport Geography*, 19(4), 722-728.

Lin, C.C. and Chen, S.H., 2004. The hierarchical network design problem for time-definite express common carriers. *Transportation Research Part B: Methodological*, 38(3), 271-283.

Lin, C.C. and Chen, S.H., 2008. An integral constrained generalized hub-and-spoke network design problem. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 44(6), 986-1003.

Marsden, G. and Rye, T., 2010. The governance of transport and climate change. *Journal of Transport Geography*, 18(6), 669-678.

Mattfeld, D.C. and Kopfer, H., 2003. Terminal operations management in vehicle transshipment. *Transportation Research Part A: PolicYand Practice*, 37(5), 435-452.

Osborne, M.J., 2010. A resolution to the NPV–IRR debate? *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 50(2), 234-239.

Rese, M., Karger, M. and Strotmann, W.C., 2009. The dynamics of Industrial Product Service Systems (IPS2): using the Net Present Value Approach and Real Options Approach to improve life cycle management. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 1(4), 279-286.

Ross, S.A., Westerfield, R.W. and Jordan, B.D., 2001. *Essentials of Corporate Finance,* McGraw-Hill Companies, Inc: New York.

Vis, I.F.A. and Harika, I., 2004. Comparison of vehicle types at an automated container terminal. *OR Spectrum*, 26, 117-143.

Zhang, C., Liu, J., Wan, Y.W., Murty, K.G. and Linn, R.J., 2003. Storage space allocation in container terminals. *Transportation Research Part B: Methodological*, 37(10), 883-903.