

東吳經濟商學學報 第六十二期  
(民國九十七年九月)：69-96.

## 物流中心供應商進貨配送排程問題求解模式 與方法之實證研究

林益州\* 蘇雄義\*\*

(收稿日期：96年7月12日；第一次修正：96年11月1日；接受刊登日期：97年5月20日)

### 摘 要

本文旨在探討個案物流公司物流中心供應商進貨配送排程問題之模式特性與求解方法，以供個案公司實務應用之需。透過建構個案公司物流中心供應商進貨配送排程最佳化整數規劃模式(ISSD-IP)，採用最佳化演算法及啟發式演算法進行演算分析，探討符合供應商配送需求及物流中心作業限制的最佳月台數量、供應商月台分派、及配送排程表。經分析發現 ISSD-IP 為作業研究中典型的一維裝箱條碼問題(one dimensional bin packing problem)，本文採取歷年研究結果表現較佳之啟發演算法 FFD 及 BFD，以之作為求解方法，並將運算結果與最佳化求解結果及運算時間比較分析，BFD 可以得到最快速及最佳的啟發解。實證研究取用個案物流公司北部常溫物流中心 2006 實際供應商配送資料，進行分析模式建構與分析，分析結果顯示個案公司在物流中心規劃資源、月台數目、供應商等候時間等相關資源之最佳使用將可產生三百一十萬元的節省效果，並可大幅增進與供應商之進貨排程協作效益。分析模式啟發演算法的敏感度分析

\* 醒吾技術學院國際貿易學系講師。

\*\* 東吳大學企業管理學系教授兼供應鏈與物流管理研究室召集人。

結果顯示求解品質 BFD 均優於 FFD，但是運算速度則 BFD 略遜於 FFD，但是運算速度均在個案企業可以接受的範圍內。

**關鍵詞：**供應商進貨配送排程、最佳化、啟發求解、裝箱問題、月台

## 壹、緒論

### 一、研究動機

隨著工商業之發達，支撐連鎖零售業有效發展的物流配送業已成為現代物流的主要象徵。然而，白熱化的競爭環境，促使物流配送業者間激烈之價格競爭，造成利潤愈趨微薄的現象。加上九十四年七月勞退新制實施後，物流配送業人力資源成本更加提高，使得營運環境愈形艱困，迫使業者紛紛採取委外、時薪、計件等人資策略，以因應高成本增加的壓力。

為維持甚至增加利潤水準，各家業者乃競相尋求自有資源利用率最佳化的各種途徑，以提升資源運用之生產力與報酬率。

物流中心為物流配送業的主要營運設施，一年營運時間幾乎全年無休，而且每日進貨供應商家數不僅多，而且貨量也非常大。在繁忙時期，進貨月台經常非常壅塞，造成月台不足、人力與搬運機具調派不當、廠商延誤交貨、冗長等候時間、以及影響出貨月台作業等等服務品質及成本增加的問題，對物流配送業及其供應商帶來非常大的有形及無形成本。

因此，如何依據每日進貨廠商家數與進貨數量進行最佳之供應商進貨配送排程(inbound scheduling of supplier delivery, ISSD)，進而規劃適當的月台數量、理貨作業人力並有效指派供應商卸貨月台，乃成為物流配送業提高資源利用率、降低作業成本，甚至改善與供應商關係的一個重要物流規劃課題。

本研究旨在探討個案物流公司供應商進貨配送排程最佳化之相關問題，透過建構供應商進貨配送排程最佳化整數規劃模式(ISSD-IP)及進一步的啟發式演算法求解分析，探討供應商配送排程表、供應商進貨月台分派、及進貨月台數量的改善方案。經分析發現 ISSD-IP 為作業研究典型一維裝箱條碼問題(one dimensional bin packing problem)，本研究參考歷年研究結果表現較佳之啟發式演算法 FFD 及 BFD 進行求解，並與最佳化結果比較分析。研究

蒐集個案公司北部常溫物流中心四月份一週的實際供應商進貨資料，進行ISSD-IP建模與求解分析，以檢測最佳化分析所得結果在實務應用上資源節省之效果及對供應商帶來的協作效益。研究並選取其他三季各一週的實際供應商進貨資料，以進行敏感度分析，期能了解不同需求的各週間的解答是否有很大的差異，藉以驗證啟發式演算法是否會因為樣本差異而有不同的表現。

## 二、研究目的

本研究乃在探討個案物流公司物流中心供應商進貨配送排程之改善，透過最佳化分析尋求降低進貨月台數量及合理化供應商進貨配送排程。研究重點說明於下：

(一)深入了解個案物流公司供應商進貨配送排程之作業現況。

(二)建構個案物流公司供應商進貨配送排程最佳化模式及求解方法，尋求供應商進貨配送排程之解答，包含最適月台數量、供應商月台分派及供應商進貨配送排程。

## 貳、文獻探討

本文供應商進貨排程問題的研究方法，最主要參考排程及裝箱問題的文獻，並從中選擇出合宜的分析方法。

### 一、排程

排程(scheduling)乃是將各項工件、訂單、製造、生產、設備、設施等資源作整體規劃，使資源能充分運用達到最佳使用的目的。排程研究在製造業生產規劃上應用非常廣泛，近年來也陸續有研究應用在港口裝卸貨櫃、醫院手術房、車輛派遣的規劃。在學術及產業領域的研究已有上百種排程方法被提出(Graves, 1981)，定義排程是「在一段時間內，為達成設立工作的目標，有效分配可使用的資源來處理一群工件。」一個好的排程規劃系統可以提高企業資源的利用率、增加產出率。

Baker (1984)提出平行機器排程問題，歸類有總時程最小化、總流程時間最小化及總延遲時間最小化，都是屬於 NP-Hard 的問題。平行機器依機

器、工件及加工時間的相同及不同又可區分為 **Identical Parallel Machine**、**Uniform Parallel Machine**、**Unrelated Parallel Machine** 等三種(Allahverdi 及 Mittenthal, 1994)。Hariri 及 Potts (1991)以啟發式演算法，探討不相關平行機器上求解最大完工時間最小化。Piersma 及 Van Dijk (1996)以塔布搜尋法、模擬退火法，及基因演算法，求解總時程最小化。

探討不相關平行機器上求解最大延遲石間最小化有 **GAP-EDD** 演算法 (Suresh 及 Chaudhuri, 1994)。求解總時程最小化有塔布搜尋法、模擬退火法，及基因演算法 (Piersma 及 Van Dijk, 1996)。求解最大延遲時間最小化有以基因演算法與局部搜尋法之混合演算法(**Memetic Algorithms**) (Cheng 及 Gen, 1997)。探討相同平行機器，求解總延遲時間最小化有以基因演算法 (Funda 及 Ulusoy, 1999)。探討不相關平行機器上求解總加權延遲時間最小化有啟發式演算法與分枝界限法 (林暘桂, 民 90)。另有研究以基因演算法 (李勝隆, 民 92) 探討不相關平行機器上求解總延遲時間最小化。

傳統生產排程問題可依工件及作業特性區分為靜態排程(**static scheduling**)與動態排程(**dynamic scheduling**)。靜態排程是工件數量及作業內容在加工前就已知且固定不變；動態排程是工件數量及作業內容在加工前及加工中會隨時間而變動。若工件的加工時間是固定，則稱為確定性(**deterministic**)的排程；加工時間不固定，為某種機率分配時，稱為隨機性(**stochastic**)的排程(林我聰, 民 83)。排程的品質衡量區分為最小成本及最佳績效。常用的成本衡量有固定成本、變動成本、存貨成本、延遲成本與缺貨成本。最佳績效有閒置時間最短、產出數量最大、彈性的中途插工單等二十七項排程績效評估 (Mellor, 1966)。

排程問題的解決方法 (葉財榮, 民 93) 主要區分為兩種：數學規劃法及啟發演算法。數學規劃法求解需要較長時間求取最佳解，且隨機器或使用資源數量增多時，其求解時間以乘冪倍數遞增。分枝界限法(**branch and bound**)及動態規劃法(**dynamic programming**) 為常見之最佳化求解方法。巨集啟發演算法(**meta-heuristics**)是針對不同問題特性發展出來的混合式啟發演算法，往往只能求得近似最佳解，但求解只需較短的時間，因此廣為運用在排程問題的研究。常見之啟發式演算法有深度搜尋法(**depth first search**)、廣度搜尋法(**breadth first search**)、塔布搜尋法(**tabu search**)、模擬退火法(**simulated**

annealing)、基因演算法(genetic algorithm)、類神經網路法(neural network)等。

## 二、裝箱問題

近年關於裝箱問題求解方法的研究仍然集中在啟發演算法 (Zhang、Cai、及 Wong, 2000)。有結合塔布搜尋法及分枝界限法 (Scholl、Klein 及 Jurgens, 1997) 提出 BISON (bin packing solution procedure) 演算法, 求解效果佳, 但演算複雜, 求解時間長。MBS (minimun-bin-slack) 演算法 (Gupta 及 Ho, 1999) 求解效果比 FFD 及 BFD 佳, 比 BISON 差, 但求解時間較 BISON 短。Fleszar (Fleszar and Hindi, 2002) 提出修改自 MBS 的五種演算法, 有 MBS 演算法、Relaxed MBS 演算法、Perturbation MBS 演算法、Sampling MBS 演算法及 Variable Neighborhood Search(VNS) MBS 演算法, 以避免區域最佳解, 求解效果較 MBS 佳, 但較 BISON 差。最近有與傳統求解目的相反, 找出箱子使用數最大化, 及可裝箱品項數最小化而提出 Maximum Resource Bin Packing Problem 的研究 (Boyar、Epstein、Favrholdt、Kohrt、Larsen、Pedersen and Wohik, 2005)。

裝箱問題(bin packing problem)為一種組合最佳化問題, 可依品項數量、品項大小、箱子容量、及箱子數量的不同設定, 區分為四種不同問題類型 (邱柏憲, 民 91)。基本裝箱問題為「在品項數量、品項大小及箱子容量已知, 且品項裝填不可超過箱子容量之限制下, 求出可將所有品項裝完的最少箱子數目。」

裝箱問題可以建構為一個 (0,1) 數學整數規劃模式, 並採用最佳化方法求解, 但實務上卻很少採用最佳化方法, 因為求解時間往往隨問題增大而以乘冪倍數遞增。

裝箱問題的啟發演算法早在 1980 年代初就被提出, 主要有首配遞減法 (first-fit-decreasing, FFD) 及優配遞減法 (best-fit-decreasing, BFD) 兩種, 以下簡述這兩種演算法之演算步驟。

### (一) FFD (Gupta 及 Ho, 1999)

步驟 1: 將所有品項依大小由大至小排列。

步驟 2: 從最大品項開始選取, 一次放置一個品項到箱子中。

步驟 3: 列出已使用的箱子, 從剩餘空間容量大於被選取品項大小的箱子中, 挑選出「剩餘空間最小」的箱子, 將該品項放入選出的箱子中。

步驟 4：若無符合步驟 3 的箱子，則再多加一個空箱子，將被選取的品項放入該空箱子中。

步驟 5：重複步驟 2、3、4，直到所有的品項都被放入箱子中。

步驟 6：計算總共使用幾個箱子。

### (二) BFD (Gupta 及 Ho, 1999)

將 FFD 演算法步驟 3 中「剩餘空間最小」，改為「剩餘空間最大」，其餘步驟皆相同。

以上兩種演算法十分相似，僅步驟 3 不同，其運算速度都很快，求解效果經證明 (Gupta 及 Ho, 1999) 解答值將介於  $(11/9) * n \leq \text{FFD (BFD)} \leq (11/9) * n + 4$  之間， $n$  是最佳解箱子數量。

## 三、綜合討論

本文在撰寫時查閱過知名國際期刊，如 *Interfaces*, *Management Science*, *European Journal of Operational Research* 等，均無找到關於物流中心進貨配送排程問題之相關研究論文，國內碩博士論文更是沒有任何先例可供參考。經分析排程文獻並無可以運用之處，但進貨碼頭開放時間與供應商進貨數量大小可比擬裝箱問題中箱子大小與品項大小，所以研究團隊乃採用裝箱問題來探討物流中心進貨配送排程問題。但因目前尚無一種多項式演算法能求出裝箱問題的最佳解，本研究採取文獻中表現較佳的 FFD 及 BFD 演算法進行較為深入的求解分析。

## 參、建構物流中心供應商進貨配送排程問題 最佳化模式與求解設計

### 一、背景說明

連鎖便利商店已成為台灣家喻戶曉的行業，而且也是多數人每日必經採購之處。目前主要連鎖便利商店包含統一超商(7-11)、全家、萊爾富、OK、福客多等五大超商，市場規模已超過千億規模，為台灣現代零售業之代表性產業。

表 1 顯示主要連鎖便利商店之經營數資料，五家企業營業額已經高達

1,800 億之規模，除萊爾富外，均引進國外知名連鎖店之商標與經營技術。這幾家連鎖商店都有專業物流公司提供物流服務，進行全省各項商品配送或回收的作業。連鎖便利商店產業非常集中，幾家主要企業之間的競爭十分激烈，因此商流活動經常推陳出新，使物流支援工作的挑戰性加大。而物流是否可以支援商流上的要求，甚至透過更有效能的方法達成商流目標，已成為這幾家主要企業所共同關注的策略性課題。

表 1 連鎖便利商店代表企業經營資料

	統一超商	全家	萊爾富	OK (來來)	福客多
資本額 <sup>1</sup>	96 億	24 億	18.56 億	8 億	7.6 億
店舖數 <sup>2</sup>	4400 店	2010 店	1100 店	850 店	324 店
營業額 <sup>3</sup>	1199 億	278 億	165 億	110 億	48 億
範圍	全台及外島	全台	台灣西部	台灣西部	北部為主
上市櫃	上市	上櫃	無	無	無
母公司	統一企業	日本伊藤忠	光泉企業	豐群企業	泰山企業
合作公司	美國 7-Eleven	日本 Family Mart	自有企業	美國 CIRCLE	日本 NIKO MART
物流	大智通、捷盟、統昶	全台、日翊	萊爾富	來來	喜威士、日翊、大榮
備註				已結束與美國關係	北縣市 250

註：1. 資本額取自經濟部商業司。

2. 店舖數來源取自公司網站及商業報導。

3. 2005 年度營業額取自天下雜誌網站。

連鎖便利商店的每日營業額一般均以每日來客數量及顧客平均購買單價為評量基準，大部份店舖座落在人口密集的都會區，以坪效為績效評量單位，賣場約二十五坪，後場管理約十坪。以目前連鎖便利商店採取高加盟比率的策略，加盟主對店舖內的庫存數量及庫存金額控制非常嚴謹，因其直接影響該店舖的獲利率，而銷售數量又具有高度週期循環，一年之中除特定節慶日期外，其銷售量以一星期七天為週期循環。

連鎖便利商店的銷售數量及存貨數量影響上游物流中心的出貨數量，一般國內物流中心考量整體營運成本，除保存期限短的商品如低溫的鮮奶

及鮮食便當外，對便利商店之一般常溫商品，都定在星期一至星期六由物流中心每日配送到店。現今連鎖便利商店競爭劇烈，保存期限短的商品為提高品質及同業差異化，在物流中心僅止於轉運作業(cross docking)，以鮮度為訴求，期增強對消費者吸引力。物流中心對國內製造生產及交通環境等外在因素難以掌控，因此，對一般常溫商品皆有庫存管控作業，採購單位為確保體系供應鏈的有效循環，對供應商均要求配合採購需求一週六天進貨。

個案物流公司提供表 1 五家企業之一的全溫層專業物流服務，屬封閉型物流中心型態，其採購作業具經濟規模，因此與其供應商間通常有合約關係，一般皆訂定採購前置期及基本單位訂購量等條款。在採購前置期的規範上，民生消費用品之保存期限通常六個月至十二個月，而為配合物流中心的儲存空間，進貨前置期皆定在二天至七天之間，所以物流中心的月平均存貨週轉率在四至五次之間。

採購進貨流程與其他業種最大不同在於每次採購訂單成立時，供應商將嚴格管控缺貨發生，如無法供應該次訂單商品的全部數量，該訂單將會以缺貨方式處理，不會有分批進貨的情形。採購人員將再重新採購，若仍然無法供貨時，便利商店連鎖業通常會將缺貨商品下架，不再保留販售架位的排面給該商品，以提高整體販售商機。

基於缺貨之嚴重性，供應商均會配合個案物流公司所服務的便利商店業者指定的配送日，將產品配送到物流中心。但是因為物流中心進貨並未做很好的排程，供應商貨車抵達物流中心後，往往必須排隊等候很長的時間才能夠被指派到卸貨月台。而物流中心在月台及進貨人員安排上也沒有做好規劃，所以往往在進貨當日發覺貨車“太多”時，馬上開放所有月台，隨意指派給排在最前面的貨車，造成月台使用沒有效率的情況。但是在貨車“太少”時，開放的月台卻也超過實際需求，還是造成月台使用無效的情況。另一方面，進貨人員安排也往往無法符合實際作業之需，安排太少時，必須緊急加派人手，甚至延長進貨時程；安排太多時，進貨的人力生產力又太低。

因此個案公司希望探討是否可以透過科學化方法解決物流中心供應商進貨配送排程的問題，希望解決物流公司與供應商的困擾，同時提升雙方配送與進貨的作業效能。

## 二、問題描述

個案物流公司管理數座供應大型連鎖便利商店商品需求的專屬物流中心。因為每日進貨供應商家數非常多，進貨月台經常非常壅塞，造成月台不足、人力與搬運機具調派不當、廠商延誤交貨、冗長等候時間、以及影響出貨月台作業等等服務品質及成本增加的問題，對個案公司及其供應商帶來非常大的有形及無形成本。

如何依據每日進貨廠商家數與進貨數量進行最佳之供應商進貨配送排程(ISSD)，進而規劃適當的月台數量及理貨作業人力，乃成為個案物流公司提高資源利用率、降低作業成本，甚至改善與供應商關係的一個重要途徑。

供應商進貨配送排程的規劃結果將會影響供應商貨車配送安排、物流中心月台使用頻率、驗收人員人力安排、堆高機設備使用效率，也會影響理貨動線之規劃。進貨排程過於寬鬆，雖月台及人員彈性較大，但也會導致月台的閒置時間，降低人員的作業效率及進貨設備的使用率。進貨排程過於緊湊，雖月台及人員設備的產能較大，但供應商貨車等待時間將會拉長，降低滿意度。因此如何有效運用月台及進貨設備資源、提高月台使用率、提高進貨生產力，進而降低成本、增加利潤，乃成為個案公司所欲達成的物流管理目標。

在物流中心採購流程方面，商品採購基本單位訂購量以整棧板為依據，供貨廠商於交易前需提供商品尺寸規格給物流中心，物流中心依棧板大小及儲位空間來制定商品進貨時的堆疊規則，也就是每一層放幾箱（底數），並限制層數高度的疊放（層數）。如此採購人員在採購時依據安全存量與進貨前置期換算採購數量，再依合約的基本單位訂購，才決定以棧板為單位之採購數量。

在物流中心進貨流程方面，供應商必需等待倉儲驗收人員驗貨，確認貨品包裝、規格及條碼，才能進一步卸貨入倉，送進揀貨區及保管區。而商品分類通常分為整箱、零散、高單價及需要溫度控管幾類商品。

物流中心每次採購都會單獨構成一張採購訂單，但供應商會將不同訂單但須在相同指定日期送達的商品整合在一起配送至物流中心。物流中心的倉儲資訊系統(warehouse management system)在進貨日前一會產生進貨供

應商明細表供驗收主管決定需多少人力，並決定開放多少月台進貨。各供應商在進貨指定日期，通常都依個別喜好或以前經驗，自己決定配送車到達物流中心的時間，如此依隨機方式到達倉庫，通常驗收人員會採先到先驗的方式決定供應商驗收順序。

基於人力資源與月台資源之限制，欠缺整合性之排程計畫，除了配送卡車會有較長的等候時間外，往往會有兩種問題發生。第一種是進貨月台閒置時間發生，進貨廠商所需的驗收進貨總時間並沒有用掉每天全部月台可作業的總時間，如此將造成月台閒置及進貨人力資源浪費。第二種是月台作業時間不足，即安排的所有廠商驗收進貨作業的總時間超過每天月台配置的總作業時間，因而需要加派臨時作業人員或是延長工作時間，增加更多的成本。

綜合以上說明，個案物流公司的供應商進貨配送排程問題可描述成以下之一般性問題與一維裝箱問題：

#### (一) ISSD 一般性問題描述

每一日進貨供應商均載運不同棧板數量貨品進到物流中心，每個棧板在月台卸貨均有一標準作業時間，亦即每家供應商進貨之月台卸貨時間均可以估算獲得。每個月台每一天的進貨時段一般固定於上午 08:00-12:00，亦即 240 分。物流中心則視進貨繁忙程度，於進貨時段開放“足夠”數量的月台供進貨使用（註：目前業者均憑經驗決定“足夠”數量，通常開放後，隨意安排供應商進貨月台，常常造成月台進貨工作量不平均，而且往往會超過正常開放時間）。

#### (二) ISSD 一維裝箱問題描述

物流業者可將上述供應商進貨配送排程問題視為一維裝箱問題，亦即每家供應商當日進貨相當於一個品項，每家供應商之月台進貨驗收時間等於品項大小，每個月台之容許進貨驗收總時間為箱子容量，而欲求取最少月台數。因為在分派月台的同時，將需要決定供應商進貨順序，同時可以排定供應商到達月台及離開月台的時間，進而得以完成供應商的月台分派及配送排程計畫。

### 三、ISSD 數學模式建構與資料需求

個案公司之供應商進貨配送排程問題可以建構為一維裝箱問題之整數規劃模式。以下首先界定數學模式、演算法及資料處理所採用的參數與變數，而後分幾個小節說明相關模式與求解設計：

$i$ ：進貨商編號。 $i \in \{1, 2, \dots, I\}$

$I$ ：現有供應商家數。

$k$ ：進貨驗收月台編號。 $k \in \{1, 2, \dots, K\}$

$K$ ：現有月台數目。

$n_i$ ： $i$  工廠應傷的進貨箱數。（使用於 DSS 之參數）

$P_i$ ： $i$  工廠應商的進貨棧板數。（請參見三（三）1. 之說明）

$t_i$ ： $i$  供應商的進貨驗收所需時間。（請參見三（三）2. 之說明）

$ft_i$ ：進貨廠商  $i$  進貨驗收固定時間，即上述（步驟 1 至步驟 4）的時間。

$vt_i$ ：進貨廠商  $i$  進貨驗收變動時間，即上述步驟 5 的時間。

$x_{ik}$ ：(0,1) 變數。如  $i$  供應傷被指定在  $k$  月台進行進貨驗收作業， $x_{ik} = 1$ 。

$s_{ik}$ ：進貨廠商  $i$  被指派到第  $k$  個月台進行進貨驗收的時間點。（使用於 DSS 之參數）

$y_k$ ：(0,1) 變數。如  $k$  月台被用到， $y_k = 1$ ；如  $k$  月台沒被用到， $y_k = 0$ 。

$r_k$ ： $k$  月台剩餘可容許進貨驗收的時間。

$T$ ：月台可容許進貨驗收的總作業間，在此假設每月台均一樣。

$Z$ ：最小月台數量，也就是目標函數  $\sum_{k=1}^K y_k$ 。

#### (一) 進貨棧板數目估計

1. 依物流中心採購的進貨指定日及訂單內容，可以統計指定日各供應商配送商品種類與數量。再根據物流中心規定各類商品的棧板堆疊規則（層數與底數），可將每一供應商指定日配送商品換算成進貨棧板數目（簡稱板數）。
2. 依商品外箱規格體積及商品資料庫中規定的底數 \* 層數，換算供應商配送板數的計算公式如下（目前流通業使用的棧板標準規格為 100cm\*100cm，棧板重量架高度 200cm，疊放高度最高 180cm）：

$$\text{板數} = \text{供應商進貨箱數} / (\text{底數} * \text{層數}) \quad (1)$$

## (二) 進貨驗收時間估計

物流中心進貨驗收流程如圖 1 所示，一般需進行下列 5 項工作步驟：

步驟 1：供應商貨車到月台前需將車輛暫停，打開卸貨門，再將車輛停靠至月台。

步驟 2：驗收人員以 PDA 刷取商品條碼，檢查與 PDA 顯示的規格是否相同。

步驟 3：司機與進貨人員將棧板卸至月台。

步驟 4：驗收人員將數量輸入 PDA，並列印進貨驗收單據供雙方簽收。

步驟 5：驗收人員以堆高機將商品及棧板從月台移至重量架商品暫存區。

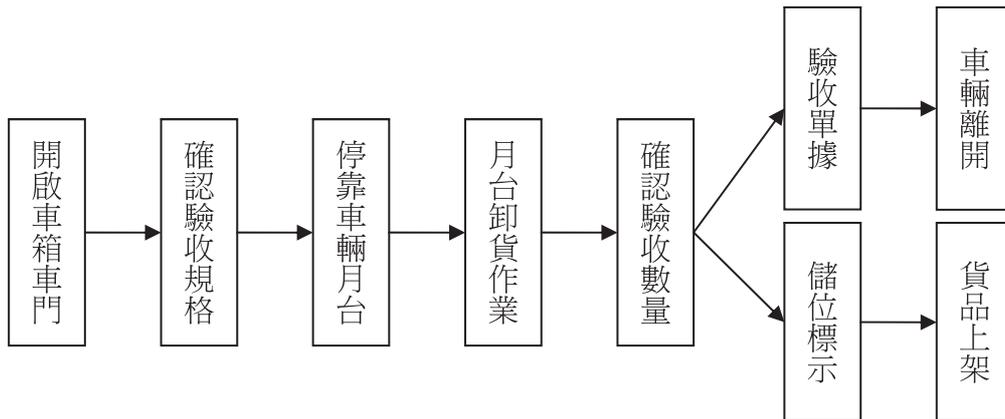


圖 1 進貨驗收流程图

步驟 1 至步驟 4 作業時間一般均很固定。如果供應商未於出車前即將商品根據物流中心要求規範堆疊棧板，則須在物流中心月台卸貨時進行，將會使步驟 3 時間增長很多。因此絕大部分供應商為節省卸貨時間，均會依據物流中心要求於出貨前預先堆疊棧板。個案物流中心是大型連鎖便利商店專屬封閉型物流中心，每日商品進出量很大，達到經濟規模，百分之九十五以上供應商均已將商品疊好棧板才送至該物流中心，直接進行棧板

交換作業。

步驟 5 則因為考量因素較多，往往需要與出貨作業間協調月台之使用，所以相對來講，時間較不固定，但是卻與棧板的數量間呈一正向關係。

設  $i$  供應商進貨驗收所需總時間為  $t_i$ ，依前述作業流程分析，又可將其區分為步驟 1 至步驟 4 的固定時段，設定為  $ft_i$ ，以及步驟 5 的變動時段，設定為  $vt_i$ 。三者間之數學關係如下公式：

$$t_i = ft_i + vt_i \quad (2)$$

依實務經驗及作業數據顯示，步驟 5 之變動時間與進貨板數間呈現正相關，亦即進貨板數愈多，變動時間愈長。步驟 5 之時間將可以時間與板數間的迴歸方程式預估，如以下公式。

$$vt_i = a + b * p_i, \quad a \text{ 爲截距 } \quad b \text{ 爲斜率 } \quad p_i \text{ 爲棧板數} \quad (3)$$

結合(2)與(3)可以獲得以下估算進貨驗收時間的公式，並將用於未來進貨驗收時間之估算。

$$t_i = (ft_i + a) + b * p_i \quad (4)$$

### (三) ISSD (0,1) 整數規劃模式建構

物流中心供應商進貨配送排程問題可以 ISSD-IP 之 (0,1) 整數規劃模式表達，其數學模式目標函數及限制條件說明如下。

#### ISSD-IP (0,1) 整數規劃模式

目標函數：

$$Z = \min \sum_{k=1}^K y_k \quad (5)$$

限制條件：

$$\sum_{i=1}^I x_{ik} = 1, i = 1, 2, \dots, I \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^I t_i * x_{ik} \leq T * y_k, k = 1, 2, \dots, K \quad (7)$$

$$x_{ik} \in (0, 1), i = 1, 2, \dots, I \ \& \ k = 1, 2, \dots, K \quad (8)$$

$$y_k \in (0, 1), k = 1, 2, \dots, K \quad (9)$$

ISSD-IP 第(5)式為目標函數，尋求進貨月台數量之最小化。第(6)式為月台分派限制式，一個供應商配送貨車只能安排在一個進貨月台卸貨。第(7)式為月台進貨容量限制式，一個月台可供供應商貨車進貨驗收的總時間不可大於該月台可供開放進貨作業總時間。 $x_{ik}$  為(0,1)決策變數，如為1，則表示分派  $i$  供應商由  $k$  月台進貨；如為0，則不做分派。 $y_k$  為(0,1)決策變數，如為1，則表示  $k$  月台被用於進貨使用；如為0，則未被使用。

#### 四、求解設計

為求實務性應用，本研究開發出植基於 BFD 及 FFD 兩個知名啟發演算法之電腦決策支援系統，計算 ISSD-IP 之近似解，並與 LINDO 最佳解進行比較分析。決策支援系統並可於近似解求得後，立刻完成供應商之月台分派及配送排程。

ISSD-IP 可以最佳化演算法求解並得到最佳解，本文最佳解之計算採用套裝軟體 LINDO 工具求解。（註：LINDO 內建最佳化求解法應該為植基於 LP 之分枝界限法）

接著，針對 BFD 及 FFD 啟發演算法之步驟及電腦決策支援系統之流程圖進行說明。

(-) BFD 排程演算法步驟，說明如下：

步驟 1：For  $i = 1, 2 \dots I$ , sort  $t_i$  in decreasing order, that is,  $t_i \geq t_{i+1}$

步驟 2：Select the largest  $t_i$  not yet scheduled to a dock

步驟 3：For  $k = 1, 2 \dots K$ , calculate  $r_k = T * y_k - \sum_{i=1}^I t_i * x_{ik}$ , sort  $r_k$  in descending order

步驟 4：if  $t_i \leq r_k$ , let  $x_{ik} = 1$  and go to step 6; otherwise, go to step 5.

步驟 5：set  $k = k + 1$ , go to step 4.

步驟 6 : if  $i < I$ , go to step 2; otherwise, output the value of  $K$ .

(二) FFD 排程演算法步驟，說明如下：

步驟 1 : For  $i = 1, 2 \cdots I$ , sort  $t_i$  in decreasing order, that is,  $t_i \geq t_{i+1}$

步驟 2 : Select the largest  $t_i$  not yet scheduled to a dock

步驟 3 : For  $k = 1, 2 \cdots K$ , calculate  $r_k = T * y_k - \sum_{i=1}^I t_i * x_{ik}$ , sort in ascending order

步驟 4 : If  $t_i \leq r_k$ , let  $x_{ik} = 1$  and go to step 6; otherwise, go to step 5.

步驟 5 : Set  $k = k + 1$ , go to step 4.

步驟 6 : If  $i < I$ , go to step 2; otherwise, output the value of  $K$ .

## 五、發展進貨驗收時間估算迴歸方程式

為發展進貨驗收時間估算迴歸方程式，研究團隊選取個案公司北部物流中心有庫存的常溫商品供應商進貨配送排程為實證範圍，搜集 2006 年 4 月某週六個連續作業日訂單資料，首先，從公司資料庫取得該週所有訂單資料，根據 3.3.2 節公式(1)計算出不同天的每家供應商進貨板數。接著透過現場實際紀錄所有供應商配送車之進貨驗收時間，取得該週每天每家供應商的進貨驗收時間資料。最後以供應商進貨驗收時間( $t$ )為依變數，配送板數( $p$ )為自變數，計算出每天的迴歸分析方程式及相關係數，如表 2 所示。

表 2 進貨驗收時間( $t$ )與配送板數( $p$ )之迴歸分析結果

	I (供應商家數)	$ft + a$ (截距)	b (斜率)	r (相關係數)
星期一	91	0.65	4.24	0.91
星期二	44	3.61	4.26	0.92
星期三	77	1.03	4.85	0.93
星期四	63	5.64	4.09	0.94
星期五	69	1.98	4.57	0.89
星期六	26	5.32	4.25	0.91
平均值	62	3.04	4.38	0.92

因每天迴歸方程式之相關係數值均甚高，且平均值亦達 0.92，表示供應商進貨驗收時間與配送板數確實呈現很高的正相關性。因此以參數平均

值設定為估算進貨驗收時間回歸方程式之參數值，得到以下式(10)進貨驗收時間估算公式。下節實證分析將引用本小節所得回歸方程式來計算進貨驗收時間。

$$\hat{i} = 3.04 + 4.38p \quad (10)$$

## 肆、實證研究

### 一、個案簡介

個案物流公司提供表 1 五家企業之一的全溫層專業物流服務，屬封閉型物流中心型態。處理商品種類約 2500 品項，分為常溫、低溫、冷凍、煙酒、巧克力、鮮食、麵包、雞蛋等八大類。進銷存庫存管理商品的保存期限較長，其它因鮮度問題均為經由(by pass)商品，不做庫存管理控制。以下說明商品進貨與店面配送的作業要點：

- (一)庫存商品：有常溫、冷凍、煙酒、巧克力四類商品。依 ABC 分類，並與供應商約定訂購前置期進貨，除非特殊情形，一般均先進貨入倉，庫內再依先進先出作業管理。
- (二)經由商品：有低溫、鮮食、麵包、甜點四大類。通常當日進貨當日出貨，店舖總公司匯集各店舖訂購資料，將各商品訂購總數量提供給相關供應商，同時將各區店舖訂購明細資料提供給各物流中心，物流中心每日依各供應商商品總數量驗收進貨，隨即分貨配送到各店舖。
- (三)配送方面：有一般車、冷凍車、溫控車，及多溫層車。一般車配送常溫及煙酒類商品，冷凍車配送冷凍商品，其餘需溫控車配送。通常市區店舖不共配，遠距離的郊區店舖會將巧克力與經由商品共配。

個案公司物流中心之設計以綜合物流中心建設營運，將鮮食、麵包工廠與常溫物流中心整合在緊鄰區域，以縮短配送時間及增加配送車輛的裝載率。全省目前有四個物流中心，北部有兩個物流中心各配送約 600 店，範圍為苗栗以北、宜蘭、花蓮。北二 DC 主要配送桃園、新竹、苗栗，及大漢溪以東、新店溪以南之台北縣鄉鎮，其它由北一 DC 配送。中部物流中心配送約 400 店，範圍為台中至雲林；南部物流中心配送約 400 店，範圍

為嘉義至屏東。車趟數約 380，其中 300 趟委外配送。

庫存商品品項數約 2000 種，由供應商約 400 家供應，進貨為週一至週六，有每日、兩天、三天、一週、兩週進貨周期，採購前置期 2~7 天，約百分之八十是 2~3 天。供應商通常自己送貨至物流中心，只有約百分之十以貨運寄送。送貨至物流中心特性是當日一次送達，縱使是數量很大時，亦需在同一天需進貨完成，不能分批跨日送貨。供應商於進貨指定日如有數量短缺，均在當日截止計算，不足數量需重新採購，此亦為物流中心特性之一。供應商進貨流程是到物流中心先驗收進貨，再到退貨倉庫收退貨商品。庫存商品可依出貨至店舖的單位分為兩類，即整箱（約 600 品項）及零散（約 1400 品項）。此亦決定物流中心對供應商的採購是以棧板或箱為單位。

本文選取個案公司作業量最大的北部常溫物流中心為研究對象，該物流中心在供應商家數、貨量供應穩定度、庫內空間彈性、進貨月台數量均有一定規模，具有物流業界的代表性。研究以選擇物流中心整箱進貨常溫商品為實證研究範圍，探討最佳化分析及相關結果應用的效益所在。

## 二、資料蒐集與實證分析

本研究以擇定物流中心有庫存管理的常溫商品供應商進貨配送排程為實證分析範圍，搜集 2006 年 4 月某週六個連續作業日訂單資料及實際使用月台數，根據公式(1)計算每日每家供應商配送板數，再根據公式(10)計算相對應進貨驗收時間，最後進行最佳化之實證分析。

個案物流中心目前月台總數目為 20 個，對供應商配送只開放上午 8 點至 12 點期間，每個月台總作業時間共 240 分鐘。實證分析透過電腦程式計算 BFD 法及 FFD 法之月台數及排程表。程式所需資料必需先從物流公司資訊系統中將擇定日期-例如週二-的採購訂單訂購量及換算所得板數輸出到一個獨立資料檔案，再由分析人員叫出運算程式並選取資料檔案後即可進行運算，輸出完整排程及月台分配表。研究同時以 LINDO 最佳化分析軟體求解個案之 ISSD-IP(0,1) 整數規劃模式，所得結果及相關比較列示於表 3 中。BFD 及 FFD 電腦排程所需時間較 LINDO 最佳化軟體排程時間一般快 50 倍左右。

於表 3 中，如月台數量差異數為正數，即表示當日月台數目過多，作業會產生閒置時間，人力及月台運用效率不彰；如為負數，則表示當日月台數量不足，須延長至下午時段才能將當日所有供應商配送商品全部驗收進貨完成，將造成進貨人員加班及出貨月台空間減少的問題。由表 3 中可以發現，綜合 BFD 及 FFD 運算所得，BFD 月台數解答與 ISSD-IP 最佳解相同，且均較原月台數節省，數目節省比例從 0% 到 50% 不等。

表 3 原使用月台數、BFD 及 FFD 電腦排程月台數、與最佳解之比較

日期	供應商家數	進貨板數估算	原使用月台數	BFD 法			FFD 法			ISSD-IP (LINDO)		
				月台數	差異數	計算秒數	月台數	差異數	計算秒數	月台數	差異數	計算秒數
星期一	91	350	13	7	6	9	7	6	8	7	6	600
星期二	44	163	6	4	2	5	5	1	5	4	2	180
星期三	77	764	16	16	0	9	19	-3	8	16	0	480
星期四	63	449	11	9	2	7	9	2	6	9	2	300
星期五	69	411	11	9	2	7	10	1	6	9	2	330
星期六	26	78	4	2	2	4	2	2	3	2	2	90
總計	370	2215	61	47	14	41	52	9	36	47	14	1980

圖 2 為蒐集星期二進貨廠商到達物流中心等待進貨驗收時間資料所繪製的曲線圖，供應商總計等候時間為 525 分鐘。如能於進貨日前將預先排定進貨時間提供于供應商，將可協助供應廠商更正確決定到達物流中心的時間，如此可節省供應商許多寶貴時間與成本的浪費。

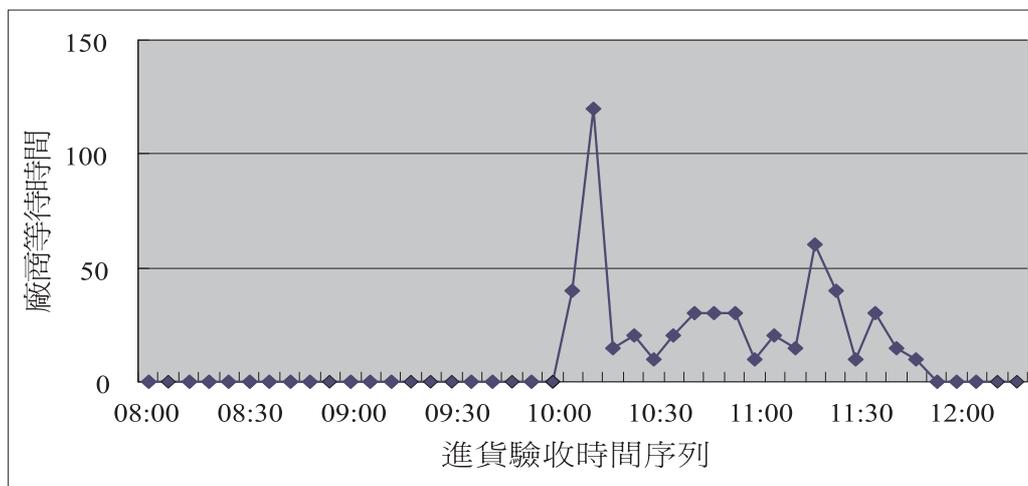


圖 2 星期二進貨廠商等待時間折線圖

表 4 例舉星期二電腦排程 BFD 解的產出報表，可提供給供應商及物流中心現場主管有效安排供應商配送與進貨作業之排程。表 4 每三欄為一個月台的排程資料，第一欄第一列為使用月台之編號（例如：Dock1），第一欄第二列開始往下為供應商編號（例如：8505）。第二欄第一列前項註明第二欄第二列開始往下為各家供應商應該抵達月台的排定時間（例如：8:00AM 為 8505 供應商應抵達的時間）。第二欄第一列後項註明第三欄第一項為月台在供應商進貨排程結束後尚剩餘的時間（例如：Dock1 為 0、Dock2 為 5）。第三欄第二列開始往下為每家相對應供應商的進貨所使用的時間（例如：8505 供應商需要 120 分）。

表 4 星期二供應商配送電腦排程表

Dock1	Time\ Remain	0	Dock2	Time\ Remain	5	Dock3	Time\ Remain	5	Dock4	Time\ Remain	95
8505	8:00 AM	120	7041	8:00 AM	90	3036	8:00 AM	25	6020	8:00 AM	10
5481	10:00 AM	120	5451	9:30 AM	65	5726	8:25 AM	20	3056	8:10 AM	10
			5276	10:35 AM	50	6236	8:45 AM	20	5769	8:20 AM	10
			6001	11:25 AM	30	3051	9:05 AM	20	3371	8:30 AM	10
						3531	9:25 AM	20	5242	8:40 AM	10
						5811	9:45 AM	15	5976	8:50 AM	10
						4001	10:00 AM	15	96	9:00 AM	10
						8546	10:15 AM	15	8955	9:10 AM	5
						9061	10:30 AM	15	4146	9:15 AM	5
						421	10:45 AM	10	6971	9:20 AM	5
						5376	10:55 AM	10	5383	9:25 AM	5
						461	11:05 AM	10	3961	9:30 AM	5
						6201	11:15 AM	10	5414	9:35 AM	5
						5973	11:25 AM	10	311	9:40 AM	5
						5296	11:35 AM	10	86	9:45 AM	5
						5833	11:45 AM	10	4361	9:50 AM	5
									3991	9:55 AM	5
									8534	10:00 AM	5
									5261	10:05 AM	5
									5021	10:10 AM	5
									5156	10:15 AM	5
									3951	10:20 AM	5

### 三、敏感度分析

前節求解ISSD-IP最佳解之運算速度為啟發法的30倍，在實務上無法接受，故本節敏感度分析僅使用兩個啟發式演算法進行。前節分析結果顯示BFD可以得到較FFD更佳的求解結果，兩個啟發式演算法運算速度則非常接近。為更確切了解BFD及FFD的實用價值，本文又選取了其他三季各一週的資料進行敏感度分析。第一季明顯為一年中的最旺盛期間，進貨板數達3120板；第二季為前節之資料；第三及第四季則均為較為正常的需求

期間，敏感度分析所得結果列示於表 5 中。由表 5 中可知，每個期間 BFD 求得的月台數均較少於 FFD，但計算秒數則較高於 FFD，但差距都在 10 秒以內。

供應商進貨配送排程問題分析模式啟發式演算法的敏感度分析結果顯示求解品質 BFD 均優於 FFD，但是運算速度則 BFD 略遜於 FFD，但是運算速度均在個案企業可以接受的範圍內。

表 5 四季四週 BFD 及 FFD 演算法之敏感度分析結果

期 間	總 供 應 商 家 數	總 估 算 進 貨 板 數	總 使 用 月 台 數	BFD 法			FFD 法		
				月 台 數	月 台 差 異 數	計 算 秒 數	月 台 數	月 台 差 異 數	計 算 秒 數
01/231/28	512	3120	82	63	19	59	67	15	55
04/104/15	370	2215	61	47	14	41	52	9	36
07/318/05	531	2404	79	52	27	53	52	27	48
11/131/18	556	2145	78	64	14	57	67	11	49
總計	1969	9884	302	226	74	210	238	62	188

#### 四、最佳化分析結果與推估效益綜合討論

由 4.2 節之分析顯示出最佳化分析結果可以減少實證分析週 14 月台日次。個案公司企畫部門估算每月台日次將可節省 1 個作業人天（2 個作業人員各 4 小時作業時數）及 1 輛搬運機具 4 個作業時數，每作業人天平均成本為 1,376 元，每輛搬運機具每小時租賃費用為 375 元，則每月台日次直接成本為 2,876 元。如以每週節省 14 月台日次全年 52 週計算，預估全年可以節省約兩百一十萬元。

電腦排程導入後將可增加規劃效能，預計節省管理人員規劃時間每日 2 小時並使規劃正確性提高，電腦進貨排程表與供應商分享，可以增加供應商進貨配送排程規劃效益，而且降低配送車等候時間。個案公司估算規劃人員每小時薪資 271 元，每月以 22 天工作日計算，預估每年規劃人員薪資可以節省六十二萬元。

如以實證資料星期二的總等候時間推估，所有配送車的等候時間平均一日可以節省 50% 時間（約 4 小時），則每月以 22 天工作日計算，預估每年配送車等候時間將可節省 1056 小時。個案公司估算配送車等候時間每小時對供應商將產生 375 元費用，所有配送車等候時間節省一年可以降低供應商約四十萬元。

基於規劃準確性增加，個案公司預估在現有作業量下將可以節省 2 個月台，每個月台固定成本估算為 210,000 元，將可降低一次性成本四十二萬元。

彙總以上成本節省金額，個案公司北部常溫物流中心導入最佳化分析結果預估每年可以節省約三百一十萬元。如果再加上其他四個物流中心採用本文最佳化分析結果，個案公司預估每年將可節省超過一千五百萬元。

除了上述直接成本之節省外，物流中心及供應商所節省下的人員時間與配送車等候時間，將可用於其他具有生產力的相關工作，為雙方增加更多的經濟效益。個案公司建構的供應商協作平台預期將可以使雙方供需作業溝通效果大幅改善，降低許多原有不必要的溝通及所衍生的衝突及事後成本。

台灣便利商店業特別發達，在 2007 年 10 月已超過九千家之多，不管規模與密度均遠大於許多國家，國外文獻並沒有供應商進貨排程問題實證研究的相關資料。但對居台灣連鎖便利商店業供應鏈樞紐的物流中心而言，欲在作業績效與成本管控上領先競爭對手、提高供應商的服務水準、減少運輸對週邊交通影響，以形成良性進貨物流循環，則供應商進貨排程問題的有效解決將可能成為一個有效的競爭利器。

## 伍、結論與建議

### 一、結論

物流中心之供應商配送與進貨作業，傳統上經由人工經驗排程法直覺判斷，往往無法有效率且精準的安排供應商進貨時間與合理的月台開放數量，造成供需雙方許多不必要的成本與時間浪費。本研究深入探討了個案物流公司物流中心供應商進貨配送排程現況，採用最佳化分析方法進行深

入的分析，研究取代原有採購訂單先產生先進貨的無效率供應商進貨配送排程方式。

研究首先進行個案公司物流中心供應商配送作業現況之深入了解，進而建構供應商進貨配送排程問題(0,1)整數規劃模式，發覺此模式為作業研究典型一維裝箱問題。同時開發植基於FFD及BFD的電腦運算程式，選取2006年四月份一週，蒐集詳細的作業資訊進行運算分析，並將結果與LINDO最佳解比較。結果顯示BFD可以得到較佳的求解結果，運算速度兩個啟發式演算法則非常接近。為更確切了解BFD及FFD的實用價值，又選取了其他三季各一週的資料進行敏感度運算分析，所得結果顯示BFD的解答還是優於FFD，雖然在運算速度上稍微慢一些，但是因為差距均在10秒以內，所以影響不是很大。

四月份一週進貨配送資料最佳化實證研究分析結果顯示，最佳月台數量較原使用月台數量節省達23%（47 vs 61月台日次），在進貨尖峰日的使用月台節省數量甚至接近50%。最佳化分析所得排程表不僅能提供物流中心現場主管準確安排人力與提升月台運用效率，亦將縮短供應廠商配送車等待時間，提高供應鏈協作的效益與滿意度。

就實證個案研究比較，若以傳統人工方式進行供應商進貨配送排程，需要非常長的排程作業時間安排供應商進貨順序，無法即時排程。植基於啟發演算法的最佳化分析模式電腦程式可以在數秒鐘內就完成近百家供應商之進貨排程，而且排程品質良好，使物流中心及供應商主管可以充分管控當日人力需求、月台數量及配送車排程時間，提高物流中心整體供應商進貨配送排程的作業效能。僅就研究之物流中心導入最佳化分析結果，每年將可節省三百一十萬元；如果將分析結果全盤導入全省五個物流中心預期每年節省金額將達一千五百萬元。

## 二、建議

目前甚少有關於物流中心供應商進貨配送排程問題的研究，更欠缺產業個案實證研究文獻。本研所得結果在理論與實務價值上均非常正面，但是還有許多值得未來進一步研究之課題。以下為研究團隊對於物流中心供應商進貨配送排程問題未來研究的幾個方向性建議：

(一)開發供應商協作平台，整合本研究供應商進貨配送排程最佳化分析結果，將預估進貨驗收時點、月台作業時間與預定完成時間的訊息透過協作平台即時提供給供應商，提高個案物流企業供應鏈管理之營運績效。

(二)真實環境中不確定與不可控因素可能會影響供應商未安排程時間進貨或是進貨期間可能會有所變化等等現象。考量這些不確定性因素後，可建構供應商進貨配送排程之隨機數學規劃模式或是就原模式進行主要參數的敏感度分析，探討更深入相關於理論與實務課題。

(三)從組合最佳化演算實驗理論層面，深入探討供應商進貨配送排程問題之特性。

(四)將現在的大月台及小月台區分，與供應商大小配送車輛作區隔及整合，提升排程規劃更高的效益。

(五)延伸供應商進貨配送排程最佳化模式研究範圍，探討與採購訂單交貨時間(delivery lead time)整合的機會，提升分析模式之決策支援能力。

(六)選擇更多不同型態之物流中心業者進行供應商進貨配送排程之實證研究，了解供應商進貨配送排程的不同變形模式之特性，例如總作業時間的差異、配送作業量的差異、遲交罰款額度差異等。

## 參考文獻

1. 李勝隆 (民 92), 基因演算法於印刷電路板鑽孔排程之應用, 元智大學工業工程與管理學系碩士論文。
2. 林我聰 (民 83), 現場排程專家系統-應用個體導向技術建立之研究, 資訊與電腦公司出版。
3. 林暘桂 (民 90), 不相關平行機器總加權延遲時間最小化之排程問題, 朝陽科技大學工業工程與管理學系碩士論文。
4. 邱柏憲 (民 91), 多元服務物流轉運中心模糊車輛派遣之研究, 雲林科技大學工業工程與管理學系碩士論文。
5. 葉財榮 (民 93), 多目標平行機台之動態排程之研究—以印刷電路板為例, 輔仁大學應用統計學系碩士論文。
6. Allahverdi, A. and J. Mittenthal (1994), "Scheduling on M Parallel Machines Subject to Random Breakdowns to Minimize Expected Mean Flow Time." *Naval Research Logistics*, 41, pp.677-82.
7. Baker, K. R. (1984), "Sequence Rules and Due-Date Assignments in a Job Shop." *Management Science*, Vol.30, No.9, pp.1093-1104.
8. Cheng, R. and M. Gen (1997), "Parallel Machine Scheduling Problems Using Memetic Algorithms." *Computers & Industrial Engineering*, 33, pp.761-64.
9. Fleszar, K. and K. S. Hindi (2002), "New Heuristics for One Dimensional Bin Packing." *Computers and Operations Research*, 29, pp.821-39.
10. Funda, S. S. and G. Ulusoy (1999), "Parallel Machine Scheduling with Earliness and Tardiness Penalties." *Computers & Operations Research*, 26, pp.773-87.
11. Graves, S. C. (1981), "A Review of Production Scheduling." *Operation Research*, 29, pp.646-70.
12. Gupta, J. N. D. and J. C. Ho (1999), "A New Heuristic Algorithm for the One Dimensional Bin Packing Problem." *Production Planning & Control*, 10, No.6, pp.598-603.
13. Hariri, A. M. A. and C. N. Potts (1991), "Heuristics for Scheduling Unrelated Parallel Machines." *Computers and Operations Research*, 18, No.3, pp.323-31.
14. Boyar, J., L. Epstein, L. M. Favrholt, J. S. Kohrt, K. S. Larsen, M. M. Pedersen, and S. Wohik (2006), "The Maximum Resource Bin Packing Problem." In Proc. 15th International Symposium on Fundamentals of Computation Theory.
15. Mellor, P. (1966), "A Review of Job Shop Scheduling." *Operational Research Quarterly*, 17, No.2, pp.161-71.
16. Piersma, N. and W. Van Dijk (1996), "A Local Search Heuristic for Unrelated Parallel Machine

- Scheduling with Efficient Neighborhood Search.” *Mathematics and Computer Modeling*, 24, No.9, pp.11-19.
17. Scholl, A., R. Klein, and C. Jurgens (1997), “BISON: A Fast Hybrid Procedure for Exactly Solving the One-Dimensional Bin Packing Problem.” *Computers and Operations Research*, 24, No.7, pp. 627-45.
18. Suresh, V. and D. Chaudhuri (1994), “Minimizing Maximum Tardiness for Unrelated Parallel Machines.” *International Journal of Production Economics*, 34, pp.223-29.
19. Zhang, G., X. Cai, and C. K. Wong (2000), “Linear Time Approximation Algorithms for Bin Packing.” *Operations Research Letters*, 26, pp.217-22.

---

*Soochow Journal of Economics and Business*

No.62 (September 2008) : 69-96.

## **An Empirical Study on the Modeling and Solution Methods of Inbound Scheduling Problem of Supplier Delivery for Distribution Center**

**I. C. Ethan Lin\***   **S. I. Ivan Su\*\***

(Received: July 12, 2007; First Revised: November 1, 2007; Accepted: May 20, 2008)

### **Abstract**

The purpose of this research is to investigate the optimization issues of the inbound scheduling problem of supplier delivery operation of the distribution center of a major logistics company. The study results will be applied to improve the inbound delivery operations. We formulate inbound scheduling supplier delivery problem as a (0, 1) integer programming model-ISSD-IP to analyze the optimal number of the delivery (receiving) docks, the assignment of docks, and the delivery schedule for suppliers and the logistics company. It is found that ISSD-IP is similar to a well-known classical operations research problem, that is, one-dimensional bin-packing problem studied quite extensively by many researchers and had very quick heuristics, namely FFD and BFD, for finding its approximate solutions. We conducted an in-depth ISSD case study of the logistics company and collected four one-week supplier delivery data to build optimization model and conduct relevant computational tests on both optimal and heuristic algorithms. The computational results showed that BFD performed best in both computational speed and quality of solutions. The analysis had shown that the planning, the number of docks, supplier waiting time and other resources related to the distribution center ISSD of the studied company have potential of 3.1 millions NTD savings.

---

\* Lecturer, Department of International Trade, Hsin-Wu College.

\*\* Professor, Department of Business Administration/Director of SC Lab, Soochow University.

---

Furthermore, the supplier collaboration can also be enhanced. Sensitivity analysis was conducted on four weeks data. The results showed that BFD was always outperformed FFD in solution quality but slower in computational times.

---

**Keywords:** Inbound Scheduling Problem of Supplier Delivery, Optimization, Heuristics, Bin Packing Problem, Dock

---