

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

貨車動態車輛指派與路徑規劃模式之研究 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 95-2221-E-216-029-
執行期間：95年08月01日至96年07月31日
執行單位：中華大學運輸科技與物流管理學系

計畫主持人：張靖

計畫參與人員：博士班研究生-兼任助理：李泰琳
碩士班研究生-兼任助理：謝秉融、陳攻君、林怡德
講師級-兼任助理：鄧淑貞

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 96年10月12日

貨車動態車輛指派與路徑規劃模式之研究

A Study of the Real Time Truck Dispatching and Routing Problem

計畫編號：NSC 95-2221-E-216-029

執行期限：95年8月1日至96年7月31日

主持人：張靖

計畫參與人員：鄧淑貞、李泰琳、謝秉融、陳攻君、林怡德

一、中文摘要

汽車貨運業車輛派遣作業仍依賴人工經驗進行，派遣效率較差，也無法掌控目前所有車輛之狀態。本研究旨針對整車汽車貨運業提出符合實務需求之線上型自動車輛派遣之模式，利用整車貨運業型態無併單運送之特性，將訂單視為單一車輛服務，將其派遣問題轉換為指派問題(Assignment Problem)；採用批次處理之概念，利用時段切割之方式，將整個營業時間分割為若干個時段，預估其顧客要求服務時間點與車輛實際到達之差做為緩衝時間，針對每一個時段利用匈牙利解法(Hungarian Method)計算其每一時段之最佳車輛與訂單之派遣組合。並透過目標函數之方式，可據依據管理者實際營運需求加以調整其目標函數之「總旅行時間最短」、「總延遲時間最少」與「車輛閒置時間最短」權重。本研究利用實際業者營運資料進行模擬派遣，針對營業範圍大小進行測試，劃分為保稅貨物、非保稅貨物二種型態進行派遣模擬。測試結果顯示本研究提出之派遣模式較一般人工派遣為優，可透過不同目標函數之參數設定，符合業者營運策略，改善派遣之品質。不同營運型態之最佳批次處理為與緩衝時間之組合，以有效提升派遣效率。

關鍵詞：汽車貨運業，即時車輛指派，指派問題

Abstract

In this research we proposed a dynamic truck assignment and routing model for a real life full truck load carrier dispatching

problem. This dispatching model also takes the time window and capacity into account. Since the customer orders arriving at random, the parameters of the dispatching model were modified according to the customer order arrival distribution. Therefore, the dispatching system were built in a GIS and GPS environment. We designed eight different scenarios to estimate those parameters by the simulation. A real life full truck load carrier's order data were used to analyze the feasibility and the effect of our proposed real time truck dispatching model. Finally, the best values of the parameters of the truck dispatching model for the different scenarios were suggested.

Keywords: Truck Fleet Dispatching, Full Truck Load Carriers, Real Time System.

二、緣由與目的

隨著市場競爭日益劇烈，客戶需求多元化與不確定性，使汽車貨運業車輛派遣作業必須隨新的訂單到來而隨時調整以應付即時需求。即時性的訂單而對於未來訂單產生的需求無法預先得知外，尚需考慮到實際作業環境因素對派車作業的限制，例如車輛數是否足夠、車輛大小、貨物裝載時間、道路交通狀況與突變原素等，故國內的汽車貨運業車輛派遣是一複雜度高之線上型問題。

國內、外有關貨運研究大多是針對車輛路徑的規劃問題[2, 3, 5, 6, 11, 12, 13, 15, 16]，偏重於靜態的離線型問題的探討與求解，對其求解特性其分析也較多，反觀實務上動態的線上型派遣問題進行探討之研究，則較為少見。然而，實務上的車輛派遣需考量到訂單需求的位置、

數量、時窗限制及可用車輛數，並無法利用單純使用靜態方法或模式來求解。因此，本研究將以整車貨運型態的汽車貨運產業為研究對象，提出一符合實務需求之線上型自動車輛派遣之模式，利用整車貨運業型態無併單運送之特性，將訂單視為單一車輛服務(超過單一車輛容量視為二筆訂單)，將其派遣問題轉換為指派問題(Assignment Problem)；採用批次處理之概念，利用時段切割之方式，將整個營業時間分割為若干個時段，預估其顧客要求服務時間點與車輛實際到達之差做為緩衝時間，針對每一個時段利用匈牙利解法(Hungarian Method)計算其每一時段之最佳車輛與訂單之派遣組合。並透過目標函數之方式，可據依據管理者實際營運需求加以調整其目標函數之「總旅行時間最短」、「總延遲時間最少」與「車輛閒置時間最短」權重，應有助於實務上汽車貨運產業車輛派遣問題之改善與解決。研究主要目的條列如下：

- (一) 對國內汽車貨運業的車輛派遣作業進行瞭解並分析其缺失所在。
- (二) 汽車貨運業線上車輛派遣模式建立。
- (三) 實驗設計不同作業情境進行模式測試，評估與改善本研究提出之各類動態車輛指派模式的效能，並探討在不同情境、限制與需求下所適合的派遣模式之批次處理時間參數與緩衝時間校估。

三、模式構建與測試分析

派遣模式的設計必須考量到實務情況，因此本研究為解決線上型問題資訊不足、動態性高與需要即時性服務等困難點，在車輛派遣模式方面即以批次處理(Batch Procedure)的方式進行思考與設計，進而提出以時段分割方式的「考量訂單緩衝時間之批次處理」車輛派遣模式。研究中利用「緩衝時間(Buffer Time)」及「批次處理(Batch Procedure)」之概念及特性，將依時性逐一出現之訂單以「考量其訂單緩衝時間的方式作批次處理」，而緩衝時間及批次處理方式如下所示：

- (一) 緩衝時間(Buffer time)

緩衝時間為避免執行工作發生延遲，於工作要求服務之時間減去緩衝時間，提早執行其工作時間。在汽車貨運業的車輛派遣應用方式為當訂單出現時，可依據顧客要求服務時間而給予「給定一個長度的時間」前來進行車輛的指派，而研究中稱這個「某個長度的時間」為訂單緩衝時間。

(二) 批次處理(Batch procedure)

批次處理定義為將欲執行之工作收集起來，放置於儲存設備中，於累經一定長度之時間或工作數量後進行處理。線上型較離線型問題求解的困難處在於需求資訊是隨時間逐一出現的，無法全盤考量。而本研究以時段分割方式產生將營業時段分割為多個「次時段」，再將「次時段」內訂單作批次處理。批次處理可避免只利用單一需求資訊即進行車輛指派而所可能錯失時間相近卻更有利的車輛。

本研究所採用的「線上型車輛(訂單)派遣模式」是將整個營業時段分割為若干個時間長度相同的「次時段」，或先將整個營業時段分割為時間長度不同的離、尖峰時段，再將各個離峰或尖峰時段分割為若干個時間長度相同的「次時段」，在每一次時段將所有需要派遣的車輛(訂單)模式化為指派問題(Assignment Problem)利用匈牙利法(Hungarian Method)求出最佳車輛(訂單)派遣。批次內之訂單指派在利用演算法求解所得之結果可視為暫時性的結果，待後續資訊進入後，被指派之訂單仍有機會改變成更好的結果(延遲時間減少)。批次時間的決定可以利用重複模擬求解的方式找出不同情境下之最適批次大小，這亦是本研究重點之一。再者，本研究為合乎現況，派遣模式內納入了「提早完成或延誤訂單處理」及「未執行延誤訂單交換機制」。說明如下：

(一) 提早完成或延誤訂單處理

針對於實務問題，當指派車輛進行訂單服務時，訂單完成的時間會因實際作業環境因素所產生之事件影響(車輛待貨、交通擁擠)，而造成與預期完成時間相異之情形發生，本研究利用「車輛使用時間記錄表」記錄每個車輛在接受任務指派後，所使用的之時間區段。當有車輛服務訂單提

早完成或延遲情況發生時，即更新該車輛之車輛使用時間記錄表。而車輛使用時間記錄表之功能在於提供模式運算求得新增訂單與所有車輛之間的成本(延遲時間、行駛時間)。當訂單提早被完成時，進行更新車輛使用記錄表後，空出原本所佔住之部份時間區段，這將使得派遣組合有機會更佳；當訂單完成時間被延誤時，更新車輛使用時間記錄表後，若發現會造成下筆訂單的延誤時，模式可將進行「未執行延誤訂單交換之機制」。

(二)未執行延誤訂單交換之機制

在「車輛使用時間記錄表」中，當判斷出有未執行之延誤訂單時，即將原指派之組合取消，更新車輛使用時間記錄表後，依此訂單內容進行再次求解。

3.1 模式之假設

本研究依據研究內容、對象及主題，作一派遣模式假設，以確保模式的完整性，如下列點所示：

- (一) 派遣模式是針對「一部車指派一張訂單」之問題型態，如訂單超出車輛限制其視為二張訂單，進行二次指派。
- (二) 車輛完成指派任務後，不須回到場站，於車輛所在地進行等候與派遣。
- (三) 以平均時速估算其車輛到達訂單起點所須之時間進行指派。
- (四) 指派完成後將隨機加入提早或延誤之時間，以求更符合實際狀況。
- (五) 車輛在接受任務指派後即不得在更改指派內容或交換任務。
- (六) 透過車上單元得知車輛之運送狀態。
- (七) 所有顧客要求之服務之起迄點經緯度、距離等資料皆為已知。
- (八) 訂單為一波松分配為一基礎，使一日之訂單到達之間隔為指數分配。
- (九) 派遣後訂單要求服務時間皆為未知。

3.2 線上型車輛派遣模式與架構

線上型系統於實際使用之情境下，其訂單分布、間隔、交通環境等變因隨時間不斷改變，無法預測未來車輛完成時間、訂單銜接等問題，故本研究使用批次處

理、緩衝時間切割營業派遣時間及上述之假設，將 NP-Hard 類型之時間窗限制的提送貨問題簡化為「一部車指派一張訂單」之指派問題，林吉仁[20]提及指派問題雖為 0-1 整數規劃問題，其解指派問題最有效率的方法是匈牙利演算法。故本研究以匈牙利演算法求解各批次處理時間之車輛指派問題，將線上型問題分割為多個離線型問題求解，以其能快速有效求解。本研究求解之目標式依據經營管理者可能的需求，設計加入旅行時間、延誤與等候時間，求解之目標式與說明如下所示，模式架構如圖 2 所示，求解流程如圖 3 所示。

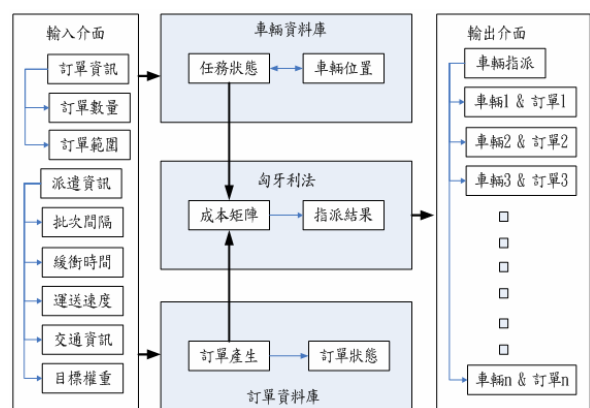


圖 2 線上型車輛派遣模擬系統架構圖

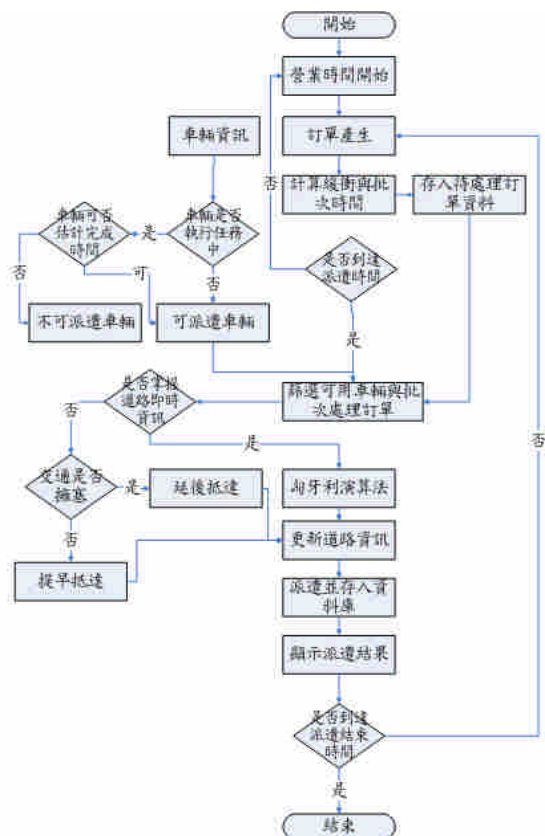


圖 3 派遣模式求解流程圖

式中 x_{ij} ：為二元變數，若車輛 j 指派
 訂單 i 則 $x_{ij}=1$ ，否則為 $x_{ij}=0$ ； T_{ij} ：車輛 j
 到達訂單 i 的行駛時間。車輛 j 到訂單 i 的
 距離除以平均速度得之； W_1 ：延遲權重；
 $Delay_{ij}$ ：車輛 j 到達訂單 i 之延遲時間；
 W_2 ：等候權重； $Wait_{ij}$ ：車輛 j 到達訂單 i
 尚未到達收貨時間，車輛等候之時間。

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (T_{ij} + W_1 \cdot Delay_{ij} + W_2 \cdot Wait_{ij}) x_{ij}$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1$$

3.3 匈牙利演算法的應用

匈牙利(Hungarian Method)演算法為求
 解指派問題最有效率的方法[4]，本研究即
 利用匈牙利演算法來進行 m 部車與 n 張訂
 單配對求解。匈牙利演算法以傳入的成本
 值 $COST_{ij}$ 來求解成本最小的指派組合，不
 同的目標函數可由不同 $COST_{ij}$ 調整設計來
 達成。當管理者需求為作業成本最低時，
 則目標函數可設定為總旅行時間或距離最
 少；當管理者同時考慮作業成本與服務品
 質時，則目標函數可設定為總旅行時間加
 總延誤時間最少之多目標函數，兩項成本
 亦可以不同的權重(W)來加總，如下式；
 若管理者只考慮顧客服務品質時，則目標
 函數可設定為總延誤訂單數最少。其中車
 輛 j 到達訂單 i 的行駛距離(d_{ij})除以平均時
 速 V 即可得車輛 j 到達訂單 i 的行駛時間
 (T_{ij})。式中 $Delay_{ij}$ ：車輛 j 去服務訂單 i
 的延遲時間； $COST_{ij}$ ：車輛 j 指派執行訂單 i
 的時間成本

$$COST_{ij} = T_{ij} + W \cdot Delay_{ij}$$

(一) 總旅行距離(時間)最短

以最短總旅行距離(時間)為求解目標
 時，只考慮車輛 j 服務訂單 i 的行駛距離
 d_{ij} (或旅行時間 T_{ij}) 而不考慮車輛 j 服務訂

單 i 的延遲時間 $Delay_{ij}$ ，故將延遲時間的權
 重 W 調整為 0 使 $COST_{ij} = T_{ij} + 0 \cdot Delay_{ij}$ ，
 即 $COST_{ij} = T_{ij}$ 。

(二) 總延遲時間最少

以總延遲時間最少為求解目標時，經
 由 $COST_{ij}$ 的調整後將以尚未被延遲訂單為
 優先指派。在 $COST_{ij}$ 的調整上是將延遲時
 間的權重 W 設為一個很大的正數，其目的
 在於突顯訂單車輛組合為延遲的成本遠大
 於未延遲的訂單車輛組合，以確保在進匈
 牙利演算法求解時會以未延遲的訂單車輛
 組合為優先。

(三) 匈牙利演算法運算步驟(2.2.3)

- 步驟一：計算各可派遣車輛至此批次派遣
 訂單之距離、延遲與等候時間。
- 步驟二：傳入成本矩陣。
- 步驟三：檢查是否為對稱矩陣。若非對稱，
 加入虛擬列或行，使成本矩陣形
 成對稱矩陣($n \times n$)。而虛擬的列或
 行，其元素值均為 0。
- 步驟四：成本矩陣中各列值減掉該列最小
 值，接著各行值減掉該行最小
 值，得簡化後成本矩陣。
- 步驟五：利用簡化後成本矩陣中的 0 元素
 來指派，記錄指派的 0 元素。指
 派時原則有：
1. 自僅有一個 0 的列或行開始，記
 錄該 0 元素後，刪去該 0 元素
 所在的所在列及所在行。重覆
 進行。
 2. 若每一列、行均有一個以上的 0
 元素，則自有最少的 0 元素的
 列或行開始。
- 步驟六：求得步驟五最大可指派數元素後：
1. 若 $p=n$ ，則已求得最佳解。可對
 照原成本矩陣求得最小總成本
 之組合。
 2. 若 $p < n$ ，則以最少直線數劃去簡
 化後成本矩陣中的所有的 0 元
 素。直線是指鉛直線與水平
 線，不包含斜線。
- 步驟七：求被劃去元素中最小值(Min)。
1. 未被劃去之元素值減 Min。
 2. 劃去一次之元素值減去 Min。

- 3.有重覆劃記之元素值加上 Min。
 步驟八：得到新的簡化矩陣，回到步驟五，
 直至求得 $p=n$ 。
 步驟九：傳出指派之結果

3.4 派遣模式之評估與分析

3.4.1 測試題庫產生

本研究之車輛派遣模式為了符合業者實際營運環境，模擬之路網距離、訂單起迄位置皆以目前實際汽車貨運業者營運資料進行各項例題之產生，利用 PaPaGo 之最短路徑規劃功能，配合實際收送貨物起迄點，得出實際行駛最短距離，訂單起迄點之間相互短距離成本方陣，作為模擬派遣時兩點間之路線成本，較傳統模式使用座標距離更為接近實務。

本研究模擬系統可透過車輛所安裝之車上單元得知其車輛位置與狀態，預估其完成時間，使指派之模式可得到更多可用車輛資訊，瞭解其車輛狀態回傳之機制對於指派之影響。因此，本研究將針對各模式權重、營業特性與車輛預估時間等機制進行模擬派遣並蒐集各項派遣資訊，以評量模式之優劣，蒐集之各項資訊說明如下：

- (一) 空車成本：指派車輛前往服務訂單起點之時間，含途中交通狀況良好或阻塞之時間。
 - (二) 空車行駛距離：指派車輛待命地點至服務訂單起點之實際距離。
 - (三) 閒置時間：車輛無指派任務於原地等候指派之時間。
 - (四) 等候時間：車輛提早到達服務訂單起點，尚未到達取貨時間，車輛於訂單起點等候之時間。
 - (五) 提早訂單數：提早到達服務訂單起點之訂單數。
 - (六) 延遲時間：車輛延誤到達服務訂單起點之時間。
 - (七) 延遲訂單數：延誤到達服務訂單起點之訂單數。
 - (八) 當日無法服務之訂單：記錄其營業派遣時間結束後，無法服務之訂單數。
- 本研究利用前一章節所述之成本矩陣，產生「非保稅貨運」與「保稅貨運」之測試例題庫，其分別為「50 輛車 150 張

訂單」與「50 輛車 200 張訂單」，車輛數與訂單數比為 1：3、1：4。另為測試非保稅貨品之營業範圍大小對模式之影響，針對區域(50km)與城際(150km)進行模式。為符合大樣本之要求，各組測試題庫各含每日模擬訂單 30 題，各組題庫之屬性整理如表 1 所示。

表 1 測試題庫屬性表

| 屬性 | 類型 | | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|------|------------------|-----|
| | 保稅貨運 | 區域 | | 城際 |
| 派遣車輛數 | 50 | | | |
| 批次處理時間(分鐘) | 15 | 30 | 45 | 60 |
| 緩衝時間(分鐘) | 30 | 60 | 90 | 120 |
| 營業範圍 | 140km | 50km | 150km | |
| 保稅貨物比例 | 80% | 0% | 0% | |
| 營業時間 | AM08:00~PM16:00 | | | |
| 訂單數：張 | 150 | | 200 | |
| 訂單產生間隔—指數分配 | $\lambda=3.2$ 分鐘 | | $\lambda=2.4$ 分鐘 | |
| 派遣作業時間 | AM08:00~PM11:00 | | | |
| 運送速度 | 70km/hr | | | |
| 延遲或提早機率 | 50% | | | |
| 延遲之時間 | 0~30% | | | |
| 提早之時間 | 0~10% | | | |
| 訂單要求服務時間分配* | 均一分配 ($\alpha=90, \beta=180$ 分鐘) | | | |
| *訂單的要求服務時間為訂單產生的時間加上均一分配所產生之時間值 | | | | |

3.4.2 延遲權重影響之分析

為瞭解本研究所建構之車輛派遣模式之不同權重與權重大小，對其指派結果之影響與實際應用之情形，本研究利用實際業者營運資料所產製之測試題庫，進行不同營運型態、延遲權重、批次處理與緩衝時間之模擬分析，測試結果可知不同延遲權重下，其空車成本、行駛距離、延遲訂單數皆無明顯趨勢，保稅貨運類型對於平均延遲時間之影響亦不明顯，然而於城際與區域貨運類型其平均延遲時間與延遲權重趨勢呈現 U 型，延遲權重於 10 至 100 間有較好之成效，證明其延遲權重大小之設定過大，將造成延遲時間放大，進而可能忽略其空車旅行成本，使車輛派遣結果變差

3.4.3 營業範圍與模式校估

本研究所提之車輛派遣模式，分別於保稅、城際與區域貨運型態進行測試與分析最佳之批次處理與緩衝時間，然而其延遲權重大小將影響派遣之延遲時間，延遲權重過大之情境下，將使指派之結果忽視其旅行成本，造成延遲更加嚴重，因此本研究以延遲權重為 10、50 與 100，分析其各貨運型態適合之派遣方式。測試模擬結果中可得知，不論其貨運類型為何，其批次處理時間皆以 60 分鐘為最佳，可推論其原因為批次時間較長，其運算之結果較接近離線型派遣之概念，以獲得較多訂單與可用車輛之資訊加以派遣，因此其派遣結果較佳。反之，其批次時間設定為 1，則派遣概念接近其線上型，故其結果相較為差。而各批次表現中，其緩衝時間亦以 120 分鐘為佳，以權重 10 之情境下為例，分析各平均延遲時間，可發現批次 15、30、45 分鐘之平均延滯時間隨緩衝時間增加而下降趨近於批次 60 分鐘，其原因為緩衝時間延長與上述之批次處理時間一樣，其運算之結果較接近離線型派遣之概念，因此其派遣結果較佳。

3.4.4 車輛狀態回報機制評估與分析

本研究考量目前資訊與通訊技術的普及，透過 GPS 車上單元即可傳遞其車輛目前位置與狀態，預估其訂單完成服務之時間，透過預估機制增加可派遣車輛，模擬其預估機制是否能有效降低訂單延遲與車輛使用率，用以提高服務品質與降低其成本，因此本研究以 0~30 分鐘做為預估之參數，以派遣表現最佳之批次時間 60 分鐘、緩衝時間 120 分鐘及延遲權重 10，針對相同測試例題庫，分別測試其保稅貨運、城際與區域型貨運，測試結果顯示，預估時間能有效增加可用車輛，減少延誤到達與車輛閒置之時間。

四、結論與建議

隨著資訊及通訊技術的普及，汽車貨運業者於近年來紛紛將其公司營運作業導入 e 化，藉此提昇企業經營效率與競爭力，

然而，隨硬體設備的進步是不夠的，如何有效發揮公司 e 化之效果，充分利用這些硬體設備，提供經營管者快速及有效的決策資訊，仍為一重要課題。因此，本研究以整車貨運型態之汽車貨運業為主要研究對象，利用 GPS 車上單元與其通訊技術，並以「一訂單一車輛服務」之假設，將複雜之派遣問題簡化，使用批次時間與緩衝時間分割其營業時段，使其成為時間長度相同之「次時段」，以匈牙利法進行求解，快速有效指派車輛服務其訂單需求。本研究針對汽車貨運業經營實際營運資料進行派遣模式之模擬派遣與分析。歸納本研究之具體研究成果如下：

- (一) 本研究所提之模式考量其訂單的緩衝時間及以時段分割方式作批次處理，解決了線上型問題求解資訊不足之困難點。
- (二) 根據本研究模擬派遣之系統，考慮了營業之特性、派遣對未來訂單之不確定、訂單完成時間之提早或延誤處理、未執行之延誤訂單交換機制、交通狀況(擁塞程度)等因素，提出一符合整車貨運型態之線上型車輛派遣模式，使模式測試結果更加貼近其實際環境，測試結果顯示，本研究所提之模式可有效簡化現今派遣作業與效率，證明此模式確實適用於現實中。
- (三) 經營管理者可透過本模式之各項權重，調整與控制權重，達到其經營管理者之營業策略
- (四) 經由不同派遣模式的模擬派遣結果，顯示本研究所提之模式優於一般貨運業者所採用之單一訂單循序指派方式；這也表示了批次處理方式確實比單筆訂單派遣更適合用於汽車貨運業的車輛派遣模式。
- (五) 模式權重並非為越大則效果越佳，權重過大將可能造成派遣效果下降
- (六) 利用模擬派遣分析，使用相同屬性資料比較目前一般貨運業現行人工單一訂單循序派遣模式與本研究所提出之「時段切割批次處理派遣模式」；測試結果顯示本研究之車輛派遣模式在「延遲時間」、「延遲筆數」及「行駛距離」上皆較優。
- (七) 依本研究設計之題庫下，經由模擬

派遣之結果整理後，其參數顯示於車輛數足夠運送訂單之情境下，其批次處理時間以 60 分鐘、緩衝時間 120 分鐘為佳，然而確容易造成等待時間增加，進行可能造成後續訂單之延誤或可服務之訂單減少。

綜上所述，本研究所建立之動態車輛指派模式可以提供汽車貨運業者解決需考慮時間窗與車容量限制下之動態車輛指派問題；不僅可以輔助派車人員執行派車作業，同時也可為各車輛提供路線排程。再者，本研究所設計之動態車輛指派系統中配合需求預測，提出更有效率之動態車輛指派模式，有效地減少車輛閒置時間。

五、計畫成果自評

本研究成功建立動態車輛指派模式，可以提供汽車貨運業者解決需考慮時間窗與車容量限制下之動態車輛指派問題、輔助派車人員執行派車作業、同時也可為各車輛提供路線排程。且本研究提出之動態車輛指派系統，加入考慮需求預測，可以更有效地減少車輛閒置時間，非常具有學術價值。

六、參考文獻

- [1] Alna S. (2002), "Specification for a dynamic vehicle routing and scheduling system," *International Journal of Transport Management*, Vol. 1, pp. 29-40.
- [2] Arunapuram, S., Mathur, K., and Solow, D. (2003), *Vehicle Routing and Scheduling with Full Truckloads*, *Transportation Science*, Vol. 37, No. 2, pp. 170-182.
- [3] Bausch, D. O., Brown, G. G., and Ronen, D. (1995), *Consolidating and Dispatching Truck Shipments of Mobil Heavy Petroleum Products*, *INTERFACES*, Vol. 25, No. 2, pp. 1-17.
- [4] Fisher M. L. and Tang B. and Zheng Z. (1995), *A Network Flow Based Heuristic for Bulk Pickup and Delivery Routing*, *Transportation Science*, Vol. 29, No. 1, 2, pp. 45-55.
- [5] Godfrey G. A., and Powell, W. B. (2002), *An Adaptive Dynamic Programming Algorithm for Dynamic Fleet Management, I: Single period Travel Times*, *Transportation Science*, Vol. 36, No. 1, pp. 21-39.
- [6] Godfrey G. A., and Powell, W. B. (2002), *An Adaptive Dynamic Programming Algorithm for Dynamic Fleet Management, II: Multiperiod Travel Times*, *Transportation Science*, Vol. 36, No. 1, pp. 40-54.
- [7] Jian Y., Patrick J. and Hani M. (2004), "Real-Time Multi-Vehicle Truckload Pick-Up and Delivery Problems," *Transportation Science*, Vol. 39, No. 2, pp. 1-34.
- [8] Mitrovic-Minic S., Laporte G. (2004), *Waiting Strategies for the Dynamic Pickup and Delivery Problem with Time Window*, *Transportation Research Part B*, Vol. 38, pp. 635-665.
- [9] Mosheiov G. (1994), *Scheduling Jobs Under Simple Linear Deterioration*, *Computers and Operations Research*, Vol. 21, pp. 653-659.
- [10] Powell W. B., Carvalho T. A. (1996), "Dynamic Control of Multicommodity Fleet Management Problems," *Statistics and Operations Research Technical Report*, SOR-96-04, pp. 1-3.
- [11] Powell W. B., Jaillet P., and Odoni A. (1995), *Stochastic and Dynamic Networks and Routing*, Elsevier Science B. V. Handbooks Chapter 3 in *OR & MS*, Vol. 8, pp. 141-295.
- [12] Powell, W. B., Snow, W., and Cheung, R. K. (2000), *Adaptive Labeling Algorithms for The Dynamic Assignment Problem*, *Transportation Science*, Vol. 34, No. 1, pp. 50-66.
- [13] Powell, W. B., Towns, M. T., and Marar, A. (2000), *On the Value of Optimal Myopic Solutions for Dynamic Routing and Scheduling Problems in The Presence of User Noncompliance*, *Transportation Science*, Vol. 34, No. 1, pp. 67-85.
- [14] Psaraftis, H. N. (1995), "Dynamic Vehicle Routing - Status and Prospects," *Annals of Operations Research*, Vol. 61,

- pp. 143-164.
- [15] Rego, C., and Roucairol; C. (1995), Using Tabu Search for Solving a Dynamic Multi-Terminal Truck Dispatching Problem, *European Journal of Operational Research*, Vol. 83, pp. 411-429.
- [16] Salhi, S., Rand, G. K. (1993), Incorporating Vehicle Routing into the Vehicle Fleet Composition Problem, *European Journal of Operational Research*, Vol. 66, pp. 313-330.
- [17] Sgall, J. (1996), "Randomized online scheduling of parallel jobs," *Journal of Algorithms*, Vol. 21, No. 1, pp. 149-175.
- [18] 王晉元、張靖等人，「智慧型計程車營運安全管理與派遣系統核心模組之規劃與開發暨示範應用(二)」，交通部運輸研究所，民國 92 年 12 月，。
- [19] 沈鈺荃，「汽車貨運業線上型派車模式之評估與分析」，中華大學科技管理所，碩士論文，民國 92 年。
- [20] 林吉仁(1997)，「作業研究」，高立圖書有限公司。
- [21] 張靖、蘇昭銘、王晉元等人，「新竹市交通安全行易網—計程車營運安全管理與派遣系統整體規劃與建置計畫」(期中報告)，新竹市政府，民國 92 年。
- [22] 翁大哲(1998)，「多場站物流配送系統之動態車輛指派與路徑規劃」，雲林科技大學工業工程與管理技術研究所碩士論文。
- [23] 劉金維、王隆昌(2004)，「線上型單一車輛調派問題研究」，商管科技季刊，第五卷，第一期，第 95-108 頁。