

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

目前全世界的競爭趨勢改變，已經由企業與企業間的競爭擴大到供應鏈與供應鏈間的競爭，每個供應鏈均包含了上、中、下游各個大大小小不同的公司與企業群。當供應鏈所需的成本越小時，相對的對該供應鏈所能賺取的利潤也就越大，當供應鏈可以賺取較大的利潤時，在該供應鏈裡面所有的公司與企業群也就可以賺取較多的利潤。所以近年來，降低整體供應鏈成本，已經逐漸成為各個公司企業所追求的目標。根據統計資料顯示，物流成本約佔企業總銷售金額的15%~25%左右，其中運輸成本又佔物流成本的25%~45%，因此，目前有許多企業對於物流系統中，對於配送物料實體的車輛路線問題安排與規劃相當重視。

物料配送作業效率的重點之一在於如何有效率的使用車輛以及決定最經濟之行駛路線。影響成本的因素可分為兩部份，一為所需使用的車輛數，另一為車輛行駛之距離。若能以較少的車輛，經由較經濟的路線，在指定時間內配送原料或產品到各個目的地，對企業產品供應鏈中之運輸環節而言，已達成有效率的貢獻。因此，如何找出有效率的派車路線，成為企業運輸配送問題中一個重要課題。此外由於JIT(Just in Time)觀念的提出，製造工廠往往要求原料或半成品在一定的時間窗內送達以便即時組裝，如何因應時間窗的要求而能夠達到有效率的配送，也是物流供應鏈之重要環節。

早期，關於時間窗車輛路線問題(Vehicle Routing Problem with Time Window, VRPTW)僅以個案研究方式來探討。但近幾年來，已經有許多學者針對基本的時間窗車輛路線(Vehicle Routing Problem, VRP)問題進行延伸探討，包括「時間窗車輛路線問題(VRPTW)」、「複合式旅行推銷員時間窗問題(Multiple Traveling Salesman Problem with Time Window, m-TSPTW)」、「同時收送貨時間窗問題(Pickup and Delivery Problem with Time Window, PDPTW)」、「時間窗車輛路線及排程問題(Vehicle Routing and Scheduling Problem with Time Window, VRSPTW)」、「時間窗限制回程取貨車輛路線問題(Vehicle Routing Problem with Backhauls and Time Window, VRPB)」、「時窗限制路線及排程問題(Time Window Constrained Routing and Scheduling Problems,)」，均是時間窗在實務應用上相當重要的問題型態。

由此可知時間窗車輛路線問題雖為基本問題，但卻極為重要，不僅在實務上已有廣泛的應用，如宅配、銀行遞送、郵務遞送、校園巴士與撥招等途程問題，而且在學術界上已經有許多學者進行廣泛的探討。由於VRPTW問題比VRP問題多了時間窗與路線時限限制，不但求解的複雜度提高，其問題型態亦屬於NP-hard的問題型態，也就是當問題規模增大時，求出精確解(Exact solution)的時間隨問題變數呈指數成長，一般的精確解演算法(Exact methods)如動態規劃法

(Dynamic Programming)及分支定限法(Branch and Bound)均無法保證在有限時間內求出最佳解。因此，本研究欲發展有效率的巨集啟發式解法，對 VRPTW 問題進行求解，期望能在可接受的時間內求出精確度較高的近似解。

1.2 研究目的與範圍

車輛路線問題(Vehicle Routing Problem)乃是由同一車種、固定容量的車隊，從單一場站出發，服務完一群需求量已知的顧客後返回中心場站；其目標在使車輛使用數最少，車輛路線總距離成本最小。而本研究內容範圍為 VRP 的延伸問題之一-時間窗車輛路線(VRPTW)問題，VRPTW 問題。其中顧客點之時間窗之上界不可違反，但容許在時間窗下界其抵達顧客點，為須等待至時間窗下界始可進行服務。

其中，時間窗限制可分為「硬時間窗」及「軟時間窗」兩種。硬時間窗意指不可違反時間窗限制，即必須在顧客要求之時間上下界之內開始服務該顧客，否則不為可行解，但允許車輛可在時間窗下界之前到達該顧客點，惟須等到時間窗下界始可進行服務(停等時間)。軟時窗則意指可以違反時窗限制(上下界)，但違反時會給予一懲罰成本，此外每條路線之總時間不可違反路線時限限制。本研究將針對硬時間窗車輛路線問題進行求解。

目前在國內外對於車輛路線問題的研究可分為兩種，一為發展精確解法(Exact Procedure)，二為發展快速且解品質不錯的啟發式演算法(Heuristic Algorithms)。由於車輛路線問題之求解複雜度屬於 NP-hard，即問題規模擴大時，不存在多項式時間(polynomial time)之精確演算法，而時間窗車輛路線問題(VRPTW)又比一般車輛路線問題(VRP)多了時間窗的限制，較複雜難解。因此本研設計啟發式演算法，利用鄰近點法變化成六種最初起始解模組，搭配傳統交換型演算法以及減少車輛模組(Reduction)所形成鄰域模組，構成起始解構建模組，並以門檻接受法、大洪水法為中心發展包含具有跳脫局部解的包容性(generic)演算法進行求解。本研究嘗試以此方法建立執行架構，並測試 Solomon[29]在 1983 年所發展的測試題庫，以求解精確度(accuracy)及執行時間效率(efficiency)作為評估指標，期望在合理的時間之內，在解題的精度上可以更加的精確，並且加以探討各方法之參數穩定度及問題類型適用性。

1.3 研究方法與流程

本研究方法之方法與流程則如圖 1.1 所示，其執行步驟簡要說明如下：

(1) 文獻蒐集與回顧

透過國家圖書館及國內各大圖書館之檢索系統和電子期刊資料庫，蒐集目前國際上對於時間窗車輛路線問題(VRPTW)之相關文獻，以了解相關解

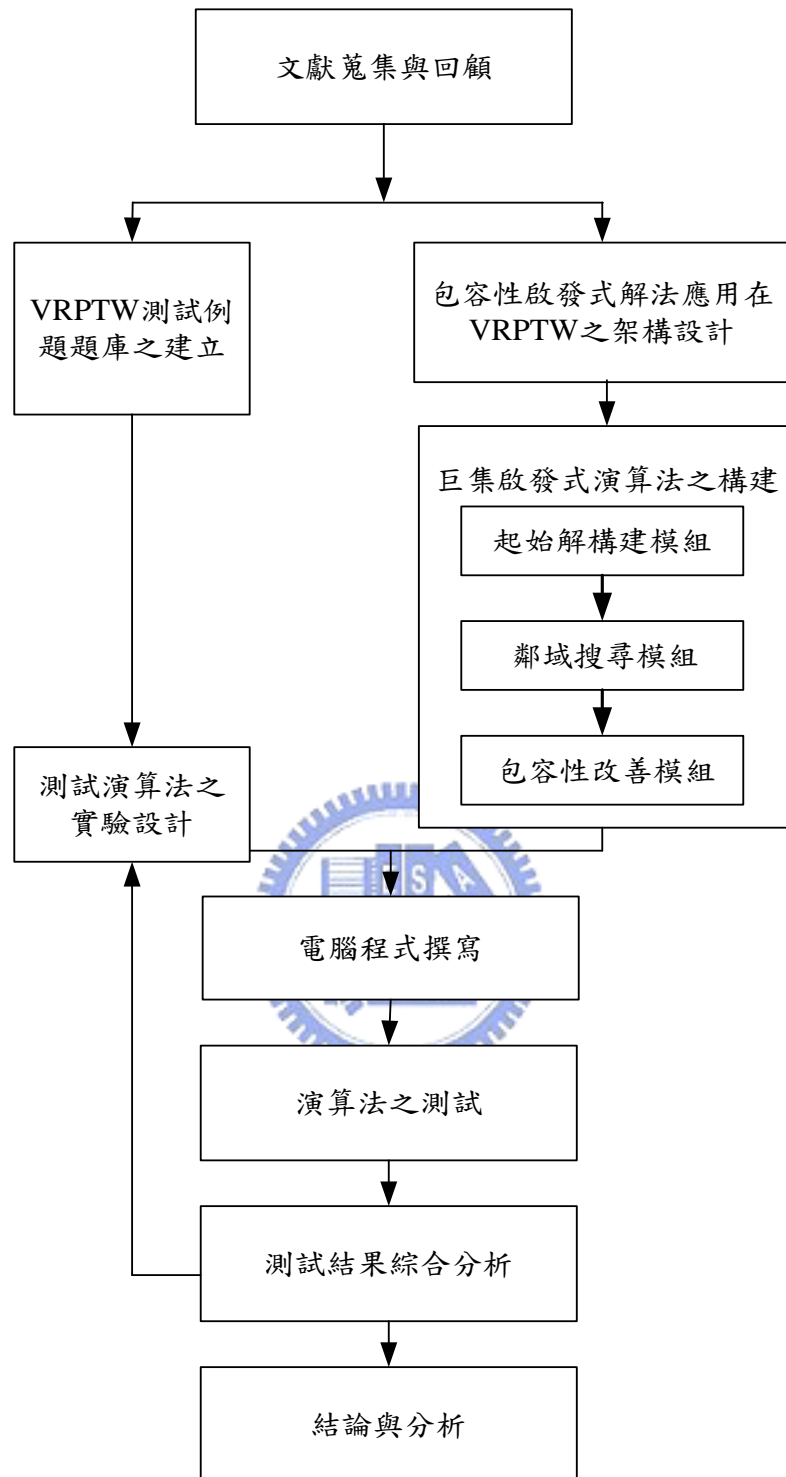


圖 1.1 本研究流程圖

題方法之觀念、技巧與應用以及包容性啟發式解法的發展情況，並回顧目前現有 VRPTW 問題研究之最佳結果，依其求解方法加以整理。

(2) 測試題庫之建立

蒐集目前國際上已發表的 VRPTW 文獻中之測試例題(主要為 Solomon (1983)[29]的測試例題)以及其最佳結果，以建立測試題庫，作為本研究發展

的啟發式解法的測試例題與績效評量基準。

(3) 包容性啟發式解法應用在 VRPTW 之架構設計

結合有效率的起始解及交換型演算法，構建包容性啟發式解法應用於 VRPTW 之解題架構模組。

(4) 巨集啟發式演算法之構建

本研究構建之巨集啟發式演算法。其中包含了兩大部分：第一部份為起始解構建模組，根據 Solomon(1983)[29]提出傳統鄰近點法為基礎，發展循序與平行的構建法構建最初起始解，配合鄰域搜尋模組中，交換模組具車輛數縮減以及路線距離的特性，進行起始解之構建；第二部份則是利用以門檻接受法(TA)、大洪水法(GDA)，進行包容性改善程序。

(5) 電腦程式撰寫

針對巨集啟發式方法之各種執行模組，如起始解構建模組中，最初起始解構建模組、鄰域搜尋法以及包容性搜尋法等，利用 C++ 語言撰寫電腦執行程式。

(6) 演算法之測試

將本研究所設計之各包容性搜尋模組，以上述實驗設計之方法，對 Solomon(1983)[29]所提出 56 題測 VRPTW 測試題庫進行測試。

(7) 測試結果之綜合分析

綜合分析比較本研究之方法與文獻上方法之測試結果與執行績效，以探討其發展可行性和應用潛力。評量標準包括解的精確度與執行時間效率等。

(8) 結論與建議

根據綜合分析所得結果，提出具體的結論與建議。

由於本研究的問題是屬於 NP-hard 的問題，即問題規模擴大時，不存在多項式時間(polynomial time)之精確演算法，因此發展一套巨集啟發式解法來求解時間窗車輛路線問題。本研究內容包含兩部份，分別為起始解構建模組以及包容性改善模組。在起始解構建模組部分，又可分為最初起始解構建模組與鄰域搜尋模組。在最初起始解構建模組中，依照王生德[38]所提出六種鄰點法為起始解構建模組，分別為循序-距離最短(NNS1)、循序-時間窗上界最早(NNS2)、循序-等待時間最少(NNS3)、循序、平行-距離最短(NNP1)、平行-時間窗上界最早(NNP2)、平行-等待時間最少(NNP3)、平行進行最初起始解構建模組之構建，配合鄰域搜尋模組中，減少車輛模組(Reduction)以及交換改善模組構建起始解。在交換模組中，亦包含了路線間 1-0、2-1 exch、1-1 exch 節點交換模組以及路線內的 op3- exch 節線交換模組；而包容性改善模組，則是採用門檻接受法(Threshold Accepting, TA)與大洪水法(Great Deluge Algorithm, GDA)兩種包容性搜尋啟發式方法(Generic

Search Heuristics)進行問題求解。

本研究 VRPTW 問題之測試例題採用 Solomon[29]於 1983 年提出的測試題庫，共 56 個例題，每題 100 個顧客點，依照各需求點的散佈型態分成：均勻隨機(R)、聚落(C)、混合(RC)；各類之下又分成兩種型態：車輛容量小、路線最大長度短，車輛容量大、路線最大長度長，共分成 R1、R2、C1、C2、RC1、RC2 等六類。

