

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 滿足無縫運輸觀點之需求反應式大眾運輸服務派遣系統 (2/2) 研究成果報告(完整版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 100-2628-E-216-001-  
執行期間：100年08月01日至101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：蘇昭銘

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：王貴枝  
碩士班研究生-兼任助理人員：王張煒  
博士班研究生-兼任助理人員：何文基

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

公開資訊：本計畫可公開查詢

中華民國 101 年 10 月 27 日

中文摘要：近幾年來公共運輸環境丕變，客源急劇減少，客運公司減班停駛產生時空縫隙，造成民眾在離峰時段搭乘上的不便，甚至在部分地區民眾無法使用大眾運輸系統。針對此種尖離峰需求特性明顯之區域，需求反應式大眾運輸服務(Demand Response Transit Service, DRTS)已被廣泛應用在國外諸多具有此種需求差異明顯之地區。然國內研究大都著重在撥召公車(Dial-a-ride)服務路線之規劃，在為考量既有大眾運輸營運環境現況下，將會影響既有之公路汽車客運路線之乘載率，造成公共運輸資源之浪費。本研究提出滿足無縫運輸觀點之需求反應式大眾運輸服務派遣系統(Seamless Demand Responsive Transit Dispatching System, SDRTDS)，結合較具彈性的整合型 DRTS 填補固定路線大眾運輸服務之時空縫隙，避免與現有大眾運輸服務形成競爭。SDRTDS 透過旅次規劃子系統藉以找出大眾運輸系統的時空縫隙，並配合 DRTS 派遣子系統整合固定路線運輸服務進行派遣作業。經利用以新竹縣竹北市與尖石鄉分別進行情境測試與實際系統測試，發現整合服務確實能提升民眾大眾運輸服務率、降低業者營運成本，創造使用者、固定路線運輸業者、DRTS 業者三贏局面。

中文關鍵詞：無縫運輸、需求反應式大眾運輸服務

英文摘要：In recent years, public transport environment has significantly changed resulting in sharp reduction of tourists. To respond, transit companies suspended service and thus created a lot of service gaps causing inconvenience to the general public during off-peak hours operations of traffic. In some areas people cannot even receive service of transit systems. Demand response transit service (DRTS) is one of the solutions to improve the transit service in those areas where travel demand differs significantly in peak and off-peak hour periods. In Taiwan, most studies, however, focused on such topics as scheduling of Dial-a-ride service that did not consider how to integrate the fixed-route and fixed-scheduled transit system that may cause waste of the public transport resources. This study proposed a Seamless Demand Responsive Transit Dispatching System (SDRTDS) which combines flexible DRTS and fixed-route transit services to improve services that could fill the previously existed transit service gap without

causing impact to the current transit service. The SDRTDS uses its trip planning subsystem to identify the services gap of transit systems, and by running the DRTS dispatching subsystems to integrate the fixed-route and fixed-schedule transit service to design the route and schedule of the DRTS. The case study results of Jhubei city and Jianshih township reveal that integration of transit services could increase transit service rates and reduce operating costs creating a win-win situation for the public transport users, the fixed-route transit operators, and the DRTS operators.

英文關鍵詞： seamless transportation, demand response transportation

# 滿足無縫運輸觀點之需求反應大眾運輸服務派遣系統

## 摘要

近幾年來公共運輸環境丕變，客源急劇減少，客運公司減班停駛產生時空縫隙，造成民眾在離峰時段搭乘上的不便，甚至在部分地區民眾無法使用大眾運輸系統。針對此種尖離峰需求特性明顯之區域，需求反應式大眾運輸服務(Demand Response Transit Service, DRTS)已被廣泛應用在國外諸多具有此種需求差異明顯之地區。然國內研究大都著重在撥召公車(Dial-a-ride)服務路線之規劃，在為考量既有大眾運輸營運環境現況下，將會影響既有之公路汽車客運路線之乘載率，造成公共運輸資源之浪費。本研究提出滿足無縫運輸觀點之需求反應大眾運輸服務派遣系統(Seamless Demand Responsive Transit Dispatching System, SDRTDS)，結合較具彈性的整合型 DRTS 填補固定路線大眾運輸服務之時空縫隙，避免與現有大眾運輸服務形成競爭。SDRTDS 透過旅次規劃子系統藉以找出大眾運輸系統的時空縫隙，並配合 DRTS 派遣子系統整合固定路線運輸服務進行派遣作業。經利用以新竹縣竹北市與尖石鄉分別進行情境測試與實際系統測試，發現整合服務確實能提升民眾大眾運輸服務率、降低業者營運成本，創造使用者、固定路線運輸業者、DRTS 業者三贏局面。

## Abstract

In recent years, public transport environment has significantly changed resulting in sharp reduction of tourists. To respond, transit companies suspended service and thus created a lot of service gaps causing inconvenience to the general public during off-peak hours operations of traffic. In some areas people cannot even receive service of transit systems. Demand response transit service (DRTS) is one of the solutions to improve the transit service in those areas where travel demand differs significantly in peak and off-peak hour periods. In Taiwan, most studies, however, focused on such topics as scheduling of Dial-a-ride service that did not consider how to integrate the fixed-route and fixed-scheduled transit system that may cause waste of the public transport resources. This study proposed a Seamless Demand Responsive Transit Dispatching System (SDRTDS) which combines flexible DRTS and fixed-route transit services to improve services that could fill the previously existed transit service gap without causing impact to the current transit service. The SDRTDS uses its trip planning subsystem to identify the services gap of transit systems, and by running the DRTS dispatching subsystems to integrate the fixed-route and fixed-schedule transit service to design the route and schedule of the DRTS. The case study results of Jhubei city and Jianshih township reveal that integration of transit services could increase transit service rates and reduce operating costs creating a win-win situation for the public transport users, the fixed-route transit operators, and the DRTS operators.

## 一、前言

無縫運輸觀念乃目前政府所強調之施政重點，依據交通部運輸研究所(2009)之定義：公共運輸之無縫式接駁服務(seamless feeder service)，乃指使用者在旅次鏈(trip chain)中能透過步行及各類型公共運輸工具所提供服務之整合，讓使用者在可接受條件(如：可接受步行距離、可接受等待時間、可接受票價、可接受服務水準)下達到及戶(door-to-door)運輸目標之服務方式。因此，建構公共運輸無縫式接駁服務環境之理想即是從使用者整體旅次鏈觀點，透過各公共運輸機構之各種整合，以滿足時間銜接無縫(time seamless)、空間銜接無縫(spatial seamless)、運輸資訊無縫(information seamless)及運輸服務無縫(service seamless)等四項目標。目前台灣地區主要之公路客運服務乃由固定路線與固定班次之傳統市區汽車客運與公路汽車客運路線扮演主要角色，另外再輔以計程車運輸服務，及少數服務特定族群之復康巴士系統。然由於近幾年來公共運輸環境丕變，客源急劇減少，客運公司亦積極調整路線與班次，以 A 公司為例，原本所經營之 179 條公路汽車客運路線數中，在民國 95 年至 97 年中透過減班、不續營等正常監理程序所停駛之路線即達 102 條(56.98%)、減班之路線數亦達 43 條(24.02%)，致使對當地民眾造成空間與時間之縫隙，所謂的時間縫隙乃是因為班次的減少，造成民眾在離峰時段搭乘上的不方便；而空間縫隙則是由於路線停駛致使部分地區民眾無法使用大眾運輸系統之現象。

針對此種尖離峰特性明顯而造成時空縫隙之區域，美國自 1976 年起各地方政府及陸續提出彈性運輸服務(flexible transit service)之構想，並衍生出近年在世界各地蔚為風潮之需求反應式大眾運輸服務(Demand Response Transit Service, DRTS)。需求反應式運輸是一種使用者導向式的彈性運輸服務，為調度中心根據使用者需求來決定營運時間與路線。然從台灣學術界之研究中，發現游進俊(1992)、向美田(1997)、蘇昭銘與楊琮平(2002)、辛孟鑫(2005)、林佳鴻(2005)、袁智偉(2006)、黃漢瑄(2006)、魏健宏等人(2007)之研究，大都著重在 DRTS 服務型態中之撥召公車(Dial-a-ride)服務路線之規劃，撥召公車雖亦為 DRTS 之一種服務型態，但若僅以撥召公車方式進行無縫運輸之接駁服務，雖可完全滿足使用者之時間與空間無縫，但卻可能產生下列幾項問題：

1. 影響既有之公路汽車客運路線之乘載率，造成惡性循環：若任一使用者之旅次需求，均採及戶之撥召公車進行服務，在有公路汽車客運服務之時段，勢必影響其乘載率，當乘載率下降時，客運業者通常係採取減班之因應方式，因而形成運輸服務的惡性循環。亦即此種未與固定路線之大眾運輸系統整合之需求反應式服務，將形同一種新型運具，對既有之公路汽車客運造成競爭。
2. 造成公共運輸資源之浪費：目前多數偏遠地區路線大都因為虧損而接受政府補貼，倘若 DRTS 係以競爭型態與既有之公路汽車客運路線進行競爭，將會因乘載率的下降而造成營運虧損的擴大，造成資源的浪費，再者若 DRTS 採取對使用者之補貼時，更將會增加不必要之旅次需求補貼。
3. 未能兼顧財務永續與社會永續之目標：在照顧偏遠地區民眾通行權利的社會永續目標上，若對不必要的旅次需求進行補貼，將可能使財政負擔加劇，因而無法達到財

務永續的目標。

綜合前述探討可知臺灣地區在引進需求反應式服務的規劃中，必須在無縫運輸之前提下，方能讓 DRTS 之引進發揮應有之效益，真正彌補固定路線、固定班次之大眾運輸服務所呈現之時空縫隙，而非與既有之大眾運輸服務形成競爭。因此如何找出大眾運輸系統真正的時空縫隙，並選擇適當之 DRTS 服務型態進行派遣作業，即為我國在積極推動 DRTS 服務過程中，所需要面對之重要課題。在蘇昭銘等人進行之「整合固定路線與需求反應服務之大眾運輸路網與排班規劃研究」(NSC 98-2221-E-216-025)中，已利用地理資訊系統分析出大眾運輸系統之時空服務縫隙，同時亦發現整合型 DRTS 之總社會成本較固定路線公車為低，然該研究中並未針對 DRTS 之服務派遣系統進行整體性之規劃與構建，僅只於個別分析方法之發展。由於台灣地區公路汽車客運路線超過一千條，站牌總數超過十萬座，未來勢必藉由整合型 DRTS 派遣系統的構建，方能更有效率地在短時間內考量既有之大眾運輸服務現況，在無縫運輸環境前提下進行 DRTS 之派遣服務。

## 二、文獻回顧

### 2.1 DRTS 營運模式

吳素華(2008)根據相關文獻整理得知，需求旅次的起迄點特性分為一對一、多對一、一對多及多對多等四類，並將需求反應運輸服務之營運市場分為五類，分別為都會區副大眾運輸、鄉村地區副大眾運輸、接駁運輸、無障礙運輸服務及社會服務運輸等。康書嫻(2005)與陳怡安(2009)回顧需求反應運輸服務發展的重要計畫 SAMPLUS，對運輸服務之路線型式分類為：(1)固定路線(Fixed routes)，為傳統公路客運的服務路線。(2)半固定路線(Semi-fixed routes)，路線僅停靠起、迄兩端與一些中途的固定點。有排定之班次時間，而當有運輸需求預約時，則順向開往搭載。(3)彈性路線(Flexible routes)，車輛於規定時間及端點出發，行經路線停靠起、迄兩端與預約之停靠點，無中途固定點停靠點。(4)虛擬彈性路線(Virtual flexible routes)，沒有端點、固定中途停靠站或預約停靠點，類似沒有固定時間的計程車，車輛只前往有需求服務之停靠點。另還依停靠站彈性分為：(1)端點停靠點(End stop points)，通常為路線的起、迄點。(2)中途固定停靠點(Fixed intermediate stop points)，一般的公車停靠站。(3)事先規劃停靠點(Predefined stop points)，已確認的預約地點，通常設有指示牌。(4)臨時(未)規劃停靠點(Non-predefined stop points)，不固定的停靠點，通常為乘客的住家。(5)因應虛擬彈性路線，車輛只停靠於事前預約之停車點(stop-to-stop)或臨時停靠點(door-to-door)。張凱勝(2003)與顏吟芳(2004)回顧目前現行之需求反應運輸服務類型，發現目前服務類型多屬無障礙運輸服務及社會服務運輸居多，主要有學生專車、社區巴士、醫療巴士、復康巴士及共乘計程車等。Hickman 和 Blume(2001)提出經由 DRTS 將乘客從起點接送至固定路線場站，待乘客搭乘固定路線運輸服務到達迄點最近場站後再以 DRTS 接送至迄點，這種整合運輸方式不僅可以減少業者成本還能提昇旅客服務水準。

透過上述文獻，茲歸納需求反應運輸服務營運模式如表 1 所示，模式之分類方式包括：運輸目的、預約方式、停靠位置、路線型態、旅次型態和車輛分配等類別，該些營運類別決定了需求反應運輸服務彈性程度。本研究擬定整合型 DRTS 運輸服務營運模式，

服務範圍限定在時間或空間缺乏大眾運輸服務之區域，以接受預約訂位方式(需求資料已知)，提供 DRTS 接駁乘客至固定路線運輸停靠站，乘客轉乘固定路線運輸服務至鄰近迄點停靠站，再交由 DRTS 接駁乘客至先前預約迄點，而車輛派遣方式滿足多對多或多對一旅次型態，並以單車場為收發車據點，提供同座位數輛之車種服務乘客。

表1 DRTS營運模式模式

分類方式	類型	說明
運輸目的	特定運輸服務	針對特定族群服務
	幹線運輸服務	取代一般固定路線運輸服務
	支線運輸服務	連結主要運輸路線運輸服務
	整合運輸服務	整合並補強固定路線時空縫隙運輸服務
預約方式	預約訂位	提前預約訂位
	即時定位	即時預約訂位
	道路攬客	司機依乘客意願隨時停車載客
停靠位置	起迄站	停靠於發車站與終點站
	固定停靠站	停靠於已規劃之固定停靠站
	預約停靠點	停靠於乘客預約之停靠位置
	非預約停靠點	停靠於乘客臨時指定之停靠位置
路線型態	固定路線	傳統公路客運的服務路線
	半固定路線	路線僅停靠起、迄兩端與一些中途的固定點。有排定之班次時間，而當有運輸需求預約時，則順向開往搭載。
	彈性路線	車輛於規定時間及端點出發，行經路線停靠起、迄兩端與預約之停靠點，無中途固定點停靠點。
	虛擬彈性路線	車輛只前往有需求服務之停靠點。
旅次型態	一對一	運送相同起迄點之乘客
	一對多	運送相同起點但不同迄點之乘客
	多對一	運送不同起點但相同迄點之乘客
	多對多	運送不同起迄點之乘客
車輛分配	單車種	單一車種派遣
	多車種	多車種組合派遣
車輛場站	單車場	收發車只有一個車場
	多車場	收發車有多個場站可以選擇
服務範圍	特定需求區域	僅針對特定需求服務之區域
	運輸縫隙區域	時間或空間上缺乏大眾運輸服務之區域
	全區域	全面區域

## 2.2 DRTS 車隊派遣方法

Cordeau and Laporte(2003a)將撥召問題定義為，有  $n$  個旅客在各自的起點需要被服務前往各迄點，而該運輸服務係由一個具有  $m$  輛車的車隊及一個場站(做為車隊出發點)為基礎所提供，目標式通常為最小化總營運成本、車輛繞行時間、旅客乘車時間、或使用車輛數等，並符合車容量、車輛最大繞行時間、時窗及最大等候時間等限制條件，以規劃一組最小成本車輛路線，儘可能服務所有旅客。Diana and Dessouky (2004)指出若以模式構建的觀點而言，撥召問題和檢取與配送車輛途程問題(PDVRP)加上最長旅客容許旅行時間限制類似。Cordeau and Laporte(2007)指出撥召問題最常見的例子是在提供老年人或行動不便者的及門(door-to-door)運輸服務。

Cordeau and Laporte (2003b, 2007)曾回顧了許多與撥召公車問題相關的文獻，作者將撥召問題依規劃方式區分為靜態問題與動態問題。所謂靜態(static case)表示在開始進行規劃前，已知所有旅客的參與資料，故在事件進行前即完成旅客撮合規劃；而動態(dynamic case)則表示開始進行規劃前，僅已知部份旅客的參與資料，而在事件進行中仍陸續獲得其他旅客的參與資料，規劃者在獲得新資料後持續的進行調整旅客撮合。以下分別針對靜態和動態之撥召公車相關文獻進行回顧。

在靜態方面，Cordeau and Laporte (2003a)針對一以最小化車輛繞行成本為目標，且具有車容量限制、車輛最長繞行時間限制及旅客最長旅行時間限制的撥召問題，利用禁忌搜尋法配合節點再插入法，發展一演算法以求解問題。Aldaihani and Dessouky (2003)針對公車站去程和回程的及門運輸撥召問題，以最小化駕駛與旅客之旅行距離為目標，利用禁忌搜尋演算法並配合節點再插入法以求解問題。Diana and Dessouky (2004)針對大型含時窗限制之撥召問題(500 及 1000 人)，以最小車隊總旅行距離、最小旅客的總繞行時間及最小車隊的總等待時間之加權目標，利用平行式插入法求解問題。Rekiek et al. (2006)以最小化車輛使用數為目標，發展一兩階段式求解演算法。第一階段應用基因演算法以分群，第二階段則利用插入機制以規劃路線。Xiang et al. (2006)以最小化車輛固定成本、車輛變動成本及駕駛之變動成本總和為目標，利用插入法及旅客間路線交換(inter-route)方式以構建路線。Wong and Bell (2006)以最小化總營運成本、旅客旅行時間以及未被指派需求之懲罰值三項加總為目標，利用平行式插入法求解問題：首先將需求配對難易程度進行分等，再以最難者到最易者依序插入至路徑中，以求解路線。Cordeau (2006)及 Ropke et al. (2007)皆以最小化總繞行長度為目標，分別構建一混合整數規劃模式及整數規劃模式，並以分枝切面法(branch-and-cut)分別求解問題。Melachrinoudis et al. (2007)針對醫護機構行動不便者的接送問題，以最小化運輸成本及對旅客造成不便之時間(包括超額旅行時間以及晚於時窗開始之時間)之總和為目標，並利用禁忌搜尋法求解問題。Jørgensen et al. (2006)以運輸成本最小化與旅客需求違反最小化之多目標，利用基因搜尋機制建立分群，再以最近鄰點法建立路徑以求解問題。Parragh et al. (2010)針對一以最小路徑成本為目標，同時考量最大容許繞行路線、時窗、最大旅客旅行時間等限制之撥召問題進行求解。求解演算法是以鄰域搜尋為基礎。Sin and Dag (2011)認為需求點(旅客)的產生具有隨機性，因此考量需求點出現的隨機，以最小路線成本的期望值



為目標，以隨機性整數線性規劃(stochastic integer linear program)構建一隨機性撥召問題(probabilistic dial-a-ride problem)，並提出一區域與禁制搜尋法(Tubu Search)。Yan et al. (2012) 針對預約式旅次，以共乘配對系統規劃者的角度，建立一系統最佳化之配對架構，其中包含車隊共乘配對及單一車輛定線暨旅客配對等兩階段共計三個模式，其中因車隊共乘配對模式規模較大，因此，發展一以拉氏鬆弛法暨次梯度法為基礎的求解演算法。

在動態方面，Attanasio et al. (2004)延續 Cordeau and Laporte (2003a)之研究，以禁忌搜尋法所求得之靜態初始解為基礎，加入平行處理方法以求解動態撥召問題。辛孟鑫(2005)針對台北市復康巴士進行路線規劃，其問題特性具有時窗限制、並考慮回頭車利用及動態旅客媒合程序，以啟發式尋優法進行車輛路線及班表的求解，最後並建立績效指標以評估系統改善之程度。吳沛儒(2005)結合地理資訊系統構建共乘接駁演算法，該演算法主要透過地理資訊系統迅速進行空間分析，再以兩階段求解：第一階段先決定各車輛內部旅客之最適載送順序；第二階段再進行即時需求增量的派遣，主要是希望滿足即時需求外，在現有接載組合亦不被變更的限制下，選擇最適共乘接駁計程車以進行派遣。楊淑芳(2006)以車輛總旅行時間最小化為目標，以二階段演算法求解具有時窗限制、車容量限制以及地理距離限制的中型車共乘問題：第一階段為處理靜態需求，是利用螞蟻演算法結合噪音擾動法進行路線的規劃；第二階段處理動態需求，是利用插入法及節點交換法並配合門檻值接受法進行求解。黃漢瑄(2006)在旅行時間加入動態之觀念，並以最小化旅行距離為目標，利用基因演算法及螞蟻演算法求解多車輛撥召問題。Coslovich et al. (2006)考量不適水準(level of dissatisfaction, LOD)最小化之目標 (LOD 為服務品質的測度，包括服務時間及超額旅行時間，後者意指實際旅行時間與最小旅行時間之差)，利用插入新需求至現有路線來求解動態車輛撥召問題，其演算法分為兩階段：首先建立一可行之路線，並透過 2-opt 節線交換法改善路線解，接著插入新需求以求解。Luo and Schonfeld (2011)針對運輸需求即時產生時的問題進行求解，以最少車輛數滿足所有的需求為目標，作者提出即刻插入(immediate insertion)與水平滾動插入(rolling-horizon insertion)兩種策略，並針對兩種策略分別發展演算法與比較。

文獻指出最佳解演算法適合解決小規模問題，並能取得最佳解，然問題規模變大時，該方法需要較長的運算求解時間，甚至無法在合理時間計算出結果，而啟發式演算法雖在大規模問題中精度不具優勢，但在求解大規模 VRP 問題時，總可以在有限的時間內，找到次優解或可行解，尤其人工智慧演算法啟發式演算法更具有求解性能佳、穩健性高等優點，因此本研究將運用人工智慧啟發式演算法作為求解 DRTS 車隊派遣方法。

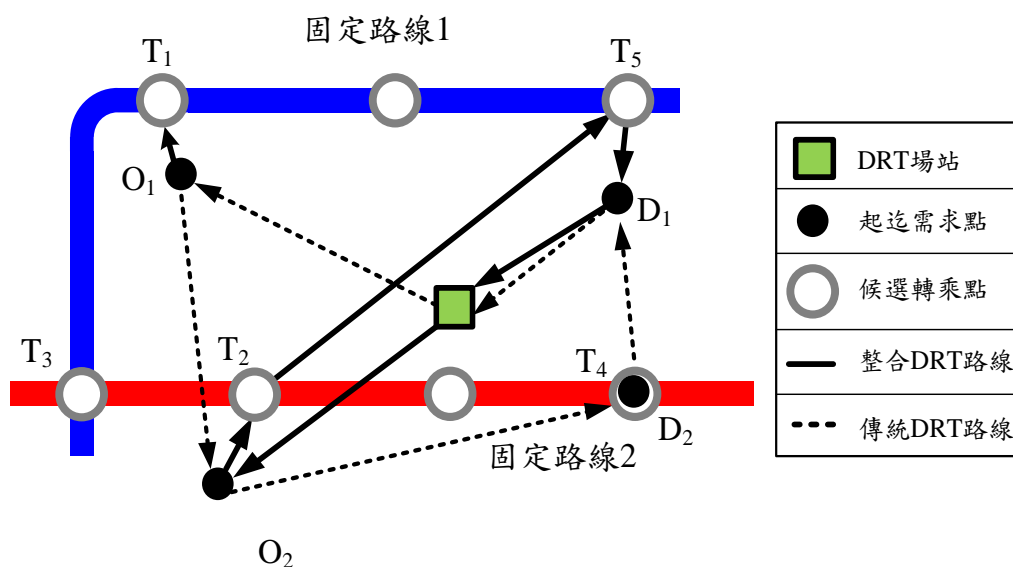
### 三、系統規劃與建置

#### 3.1 整合型 DRTS 車隊派遣問題

本研究提出在無縫運輸環境下進行 DRTS 之車輛派遣，主要在避免單純的以撥召公車方式進行營運時，雖可提供原先無大眾運輸服務民眾便利的服務，完全滿足使用者之時間與空間無縫，但卻可能產生與大眾運輸系統形成競爭之不合理現象。為進一步說明本研究提出整合型 DRTS 服務構想與傳統 DRTS 之差異，茲以圖 1 之案例加以說明，

圖中之固定路線式大眾運輸系統包括路線 1 與路線 2 兩條公車路線，今有兩個運輸需求產生，需求之起迄點分別為 $(O_1, D_1)$ 及 $(O_2, D_2)$ ，由於傳統 DRT 係將使用者直接送到迄點，圖中虛線表示為可能服務路線，其中每一個需求之迄點必須在起點之後到達。而本研究由於在 DRTS 規劃前先整合旅次規劃技術，旅次規劃會建議第一位使用者先步行到可接受步行距離範圍內之  $T_1$  車站，再搭乘固定路線 1 之公車到  $T_5$  車站，由於  $T_5$  車站到目的地之距離較遠，即需利用 DRTS 提供服務；同時會建議第二位使用者到固定路線 2 的  $T_2$  車站，直接搭乘公車即可抵達目的地  $T_4$  車站，其中  $O_2$  到車站  $T_2$  由於步行距離超過可接受範圍，故需透過 DRTS 加以服務，此時整合型 DRTS 所需提供服務之起迄對則調整為 $(T_5, D_1)$ 及 $(O_2, T_2)$

綜合前述說明，本研究提出之整合型 DRTS 車隊派遣問題即是在大眾運輸所提供服務之路線停靠站與班次均缺乏的前提下，依據同一需求時段中各使用者設定之旅次起迄對資料，以最小化社會成本為分析目標，進行 DRTS 之車輛派遣規劃。



固定路線1			固定路線2		
T <sub>3</sub>	8:00	8:10	T <sub>3</sub>	8:06	8:36 9:06
T <sub>1</sub>	8:05	8:15	T <sub>2</sub>	8:11	8:41 9:11
T <sub>5</sub>	8:15	8:25	T <sub>4</sub>	8:21	8:51 9:21

圖 1 整合型 DRTS 服務案例

### 3.2 整合型 DRTS 系統規劃

本研究所提出之整合型 DRTS 系統包含：大眾運輸旅次規劃、乘客旅次調整與 DRT 車隊派遣三個模組，詳細運作流程如圖 2 所示，當使用者輸入起迄點後整合服務系統中之大眾運輸旅次規劃模組即會進行旅次規劃程序，若可產生大眾運輸旅次方案，表示並不需要 DRT 之服務；若無法產生方案，則需透過旅次調整模組，將原先使用者設定之起迄點，調整為大眾運輸無法服務之縫隙，並記錄調整後之起迄資料。當記錄完所有使用者之需求資料後即可透過 DRT 車輛派遣模組，進行 DRT 車輛派遣作業，並將派遣結果分別傳送給 DRT 業者及使用者。後續茲就大眾運輸旅次規劃、乘客旅次調整與 DRT 車隊派遣等三個模組之詳細內容分別說明。

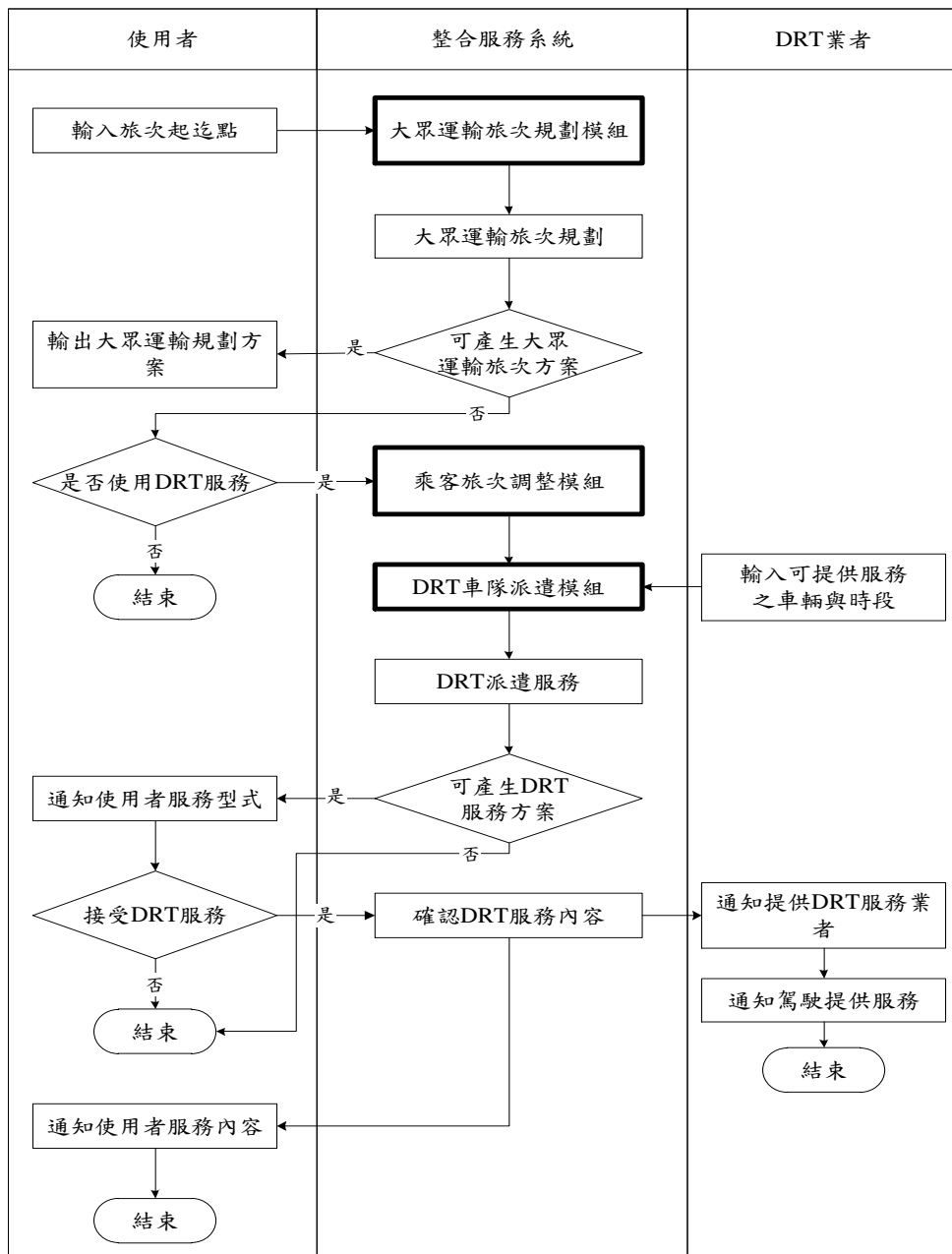


圖 2 整合系統運作關係圖

### 3.2.1 大眾運輸旅次規劃模組

大眾運輸旅次規劃模組依據整合型大眾運輸旅次規劃系統研究計畫(NSC 96-2622-E-216-011-CC3)之旅次規劃邏輯所建立，主要功能為協助使用者找尋步行可及的大眾運輸場站、合理的搭乘路線、確切的上下車時間與轉乘地點，若無法得出可行固定路線大眾運輸方案，即代表使用者面臨運輸縫隙，因此大眾運輸旅次規劃模組又可作為滿足無縫運輸觀點之前置分析，判斷整合型 DRTS 服務時機。詳細演算邏輯流程如圖 3 所示，內容描述如下：

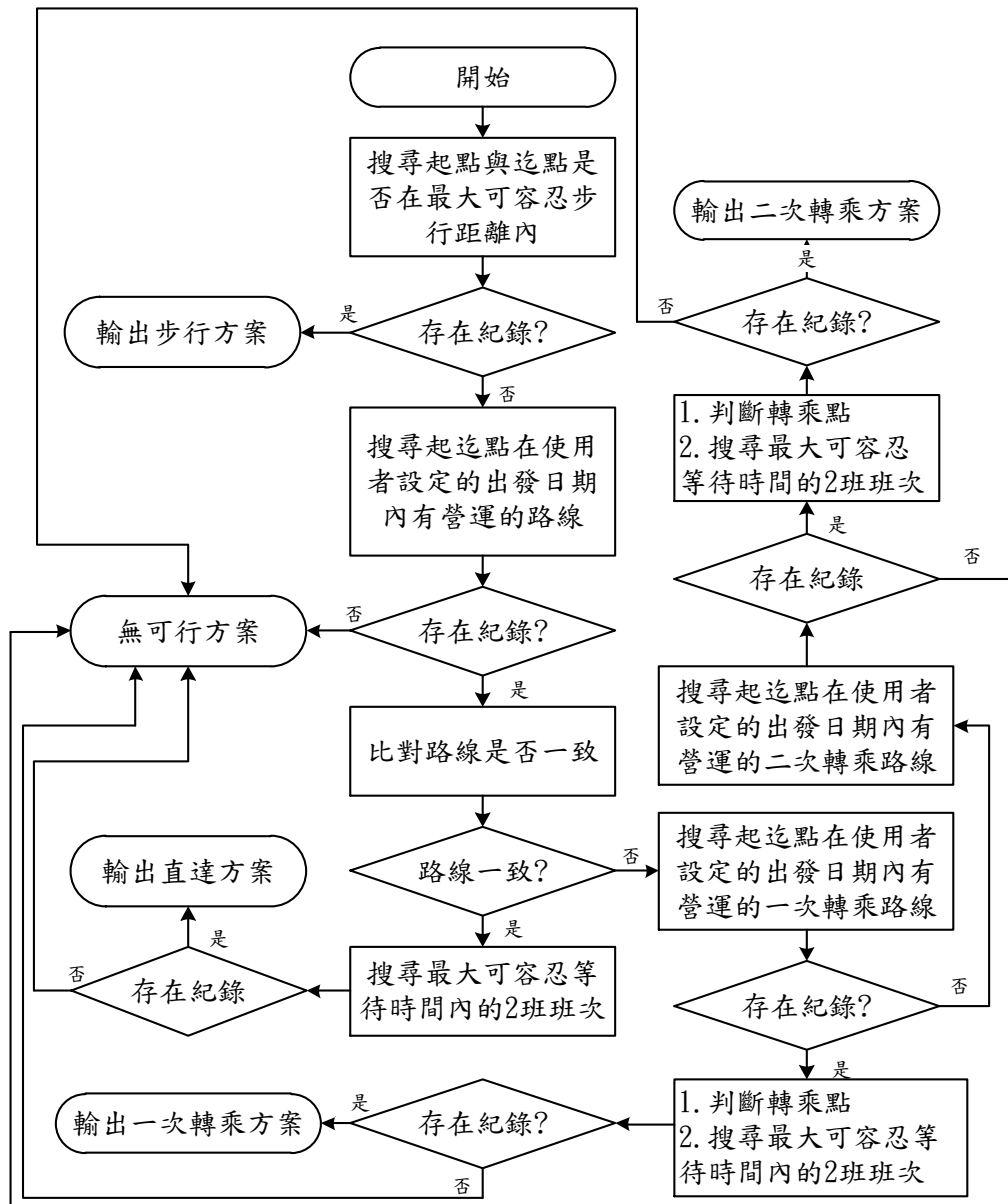


圖 3 大眾運輸旅次規劃模組演算邏輯

步行方案判斷：搜尋起點與迄點的距離是否存在最大可容忍步行範圍內，若符合條件則輸出步行方案，否則即執行步驟 2。

直達方案判斷：分別搜尋起點 O 可步行到達的站牌及該些站牌在出發日期有提供營運之

路線  $O(I)$ ，與迄點  $D$  可步行到達的站牌及該些站牌在出發日期有提供營運之路線  $D(J)$ ，若  $O(I)$  或  $D(J)$  為空集合，表示起迄點間無可搭乘之大眾運輸站牌或路線，為無可行方案；若兩集合均存在資料，則令  $M(I) = O(I) \cap D(J)$ 。當  $M(I)$  為空集合時，表示起迄點間不存在直達方案，即進行步驟 3；若  $M(I)$  非空集合，表示起迄點間存在直達路線，則搜尋直達路線中最大可容忍等待時間內的 2 個班次，並記錄上下車場站、計算出發時間、到達時間、步行距離並輸出直達方案。

一次轉乘方案判斷：承續前一步驟之搜尋結果，搜尋  $O(I)$  路線中可轉乘  $D(J)$  路線的所有路線組合  $T(I)$ ，若  $T(I)$  為空集合，表示起迄點間不存在一次轉乘方案，即進行步驟 4；當  $T(I)$  不為空集合時，集合內之路線組合即為一次轉乘路線方案，必須進一步判斷轉乘點位置。

二次轉乘方案判斷：承續前一步驟之搜尋結果，由二次轉乘可行參照表中搜尋在  $O(I)$  路線中可轉乘  $D(J)$  路線的第三條路線  $T(k)$ ，若  $T(k)$  為空集合，表示該起迄點間不存在二次轉乘以內之可行方案；若  $T(k)$  不為空集合，集合內之路線組合即為二次轉乘路線，即必須比照步驟 3 之判斷方式，分別求出兩個轉乘點之位置，並記錄所有上下車場站、出發時間、到達時間、步行距離及搭乘班次，並輸出二次轉乘方案。

### 3.2.2 乘客旅次調整模組

乘客旅次調整模組主要功能為當使用者無法使用大眾運輸固定路線服務時，透過該模組分析出整合 DRTS 與固定路線大眾運輸規劃方案，內容包含選擇合理轉乘站以及搜尋固定路線大眾運輸班次。詳細流程如圖 4 所示，茲就流程中之重要步驟說明如下：

使用者輸入旅次需求之起點、迄點及選擇需要服務之時段時間窗。

利用 *Dijkstra* 演算法計算起迄點間的最短距離值。

判斷起迄點之距離值是否大於最長距離限制值，若小於限制值，表示使用者直接由 DRTS 接送至迄點較具有效益，將該旅次需求之起迄資料直接紀錄至需求集合  $D$  中，接下來進行步驟 5；若大於距離限制值，表示使用者必須藉由 DRTS 進行固定路線大眾運輸之接駁服務，因此將起點進行環域分析，搜尋  $L$  公尺內提供服務之站牌，若無紀錄進行步驟 5；同時以迄點為中心作環域分析搜尋步行可及之站牌，若有紀錄即代表使用者可從轉乘站直接步行至迄點，確定迄點端步行方案；若無紀錄則搜尋  $L$  公尺內提供服務之站牌。

進行比對鄰近起迄點站牌所屬路線是一致，若路線一致則將距起迄點最近之站牌作為整合 DRTS 與固定路線服務之上下車站，此時即將使用者設定之起迄點與時間窗依據大眾運輸之班次與搭乘場站進行替換，並將該資料紀錄至需求集合  $D$  中。

自需求集合  $D$  中，利用下一節之 DRTS 規劃模式進行相關規劃作業。

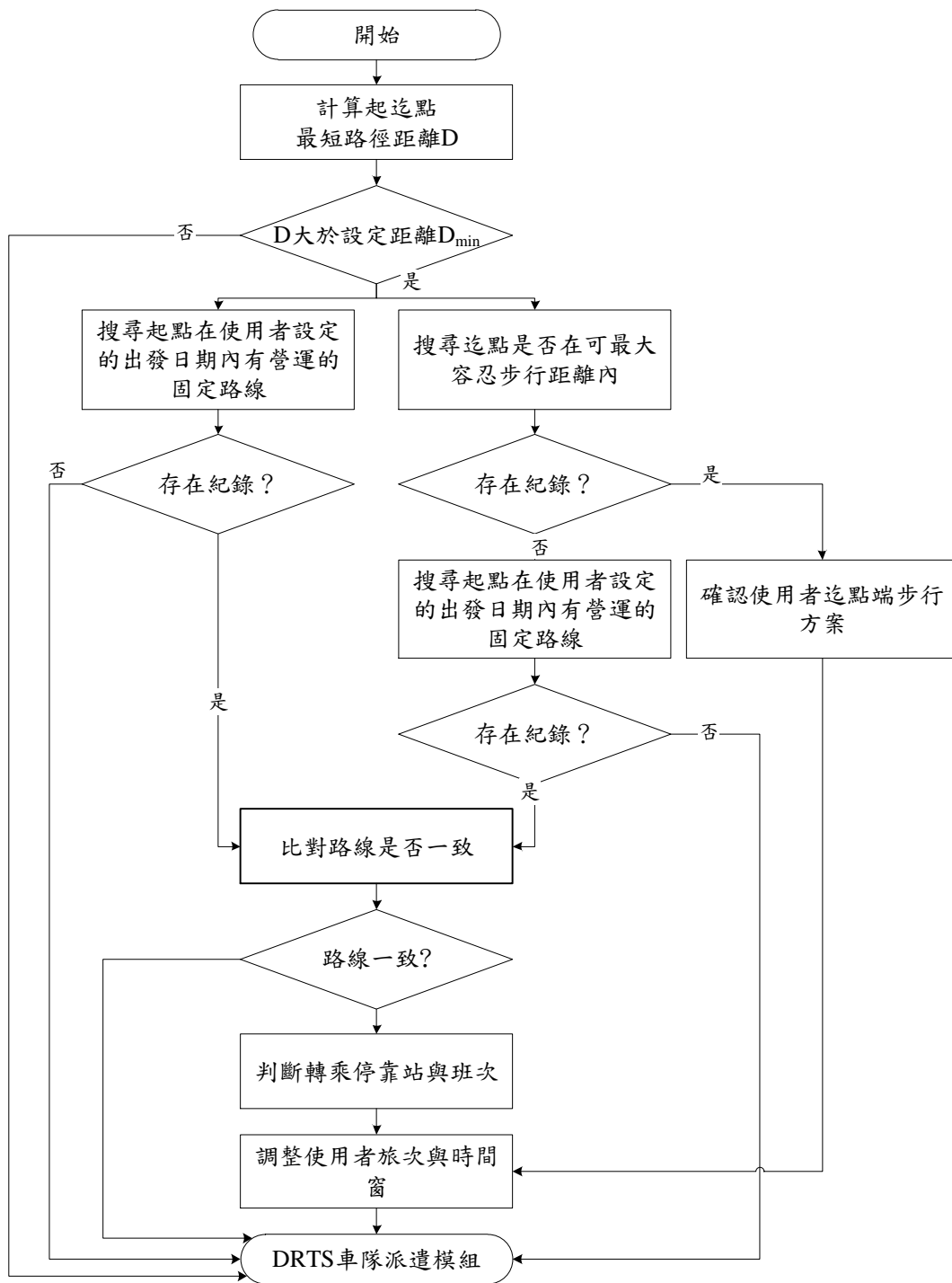


圖 4 乘客旅次調整流程圖

### 3.2.3 DRTS 車隊派遣模組

在車輛派遣模組分析邏輯方面，係參考整合固定路線與需求反應服務之大眾運輸路網與排班規劃研究計畫(NSC 98-2221-E-216-025)之大眾運輸整合機制，建立 DRTS 車隊派遣模組，其主要功能為解決車輛路線安排與車輛調度問題。經由前述乘客旅次調整之分析，經過起迄點與時間窗替換過後之需求資料，即可轉換成傳統考量時間窗之同時收送貨多車輛路線問題(Multiple Vehicles Pick-up and Delivery Problems with Time Windows, m-PDPTW)，該問題之數學模式依據 Desrosiers 等人(1986)之研究可示意如式(1)至式(15)

所示，相關符號之說明如下：

- $K$  : 車輛總數
- $k$  : 車輛編號(1、2、.....K)
- $A^k$  : k 車的所有可行解節線
- $c^k$  : k 車的單位接送成本
- $L_i^k$  : k 車負責運送需求點 i
- $c_{ij}^k$  : k 車從需求點 i 行駛到需求點 j 的單位成本
- $X_{ij}^k$  : k 車從需求點 i 行駛到需求點 j
- $X_{ji}^k$  : k 車從需求點 j 行駛到需求點 i
- $N$  : 起迄點集合
- $N^P$  : 起點集合
- $N^D$  : 迄點集合
- $o(k)$  : k 車起點集合
- $d(k)$  : K 車迄點集合
- $X_{o(k),j}^k$  : k 車從 k 車起點集合到需求點 j
- $X_{i,d(k)}^k$  : k 車從需求點 i 到 k 車迄點集合
- $X_{j,n+i}^k$  : k 車從需求點 j 到需求點 n+i
- $T_i^k$  : k 車在需求點 i 的時間
- $T_{n+i}^k$  : k 車在需求點 n+i 的時間
- $t_{ij}^k$  : k 車從需求點 i 到需求點 j 的行駛時間
- $t_{i,n+i}^k$  : k 車從需求點 i 到需求點 n+i 的行駛時間
- $T_j^k$  : k 車在需求點 j 的時間
- $a_i$  : 最早可到達需求點 i 的時間
- $b_i$  : 最晚可到達需求點 i 的時間
- $l_j$  : 需求點 i 的需求數
- $Q^k$  : K 車容量
- $L_j^k$  : k 車運輸需求點 j 時的容量
- $L_{o(k)}^k$  : k 車運輸 k 車起點集合時的容量
- $L_{n+i}^k$  : k 車運送 n+i 時的容量
- $l_i$  : 需求點 j 的需求數

目標式：

$$\text{Minimize } \sum_{k \in K} \sum_{(i,j) \in A^k} c^k (L_i^k) c_{ij}^k X_{ij}^k \quad (1)$$

限制式：

$$\sum_{k \in K} \sum_{j \in N \cup \{d(k)\}} X_{ij}^k = 1, \quad \forall i \in N^P \quad (2)$$

$$\sum_{j \in N^P \cup \{d(k)\}} X_{o(k),j}^k = 1, \quad \forall k \in K \quad (3)$$

$$\sum_{i \in N \cup \{o(k)\}} X_{ij}^k - \sum_{i \in N \cup \{d(k)\}} X_{ji}^k = 0, \quad \forall k \in K, \forall j \in N \quad (4)$$

$$\sum_{i \in N^D \cup \{o(k)\}} X_{i,d(k)}^k = 1, \quad \forall k \in K \quad (5)$$

$$X_{ij}^k (T_i^k + t_{ij}^k - T_j^k) \leq 0, \quad \forall k \in K, \forall (i, j) \in A^k \quad (6)$$

$$a_i \leq T_i^k \leq b_i, \quad \forall k \in K, \forall i \in V^k \quad (7)$$

$$X_{ij}^k (L_i^k + l_j - L_j^k) = 0, \quad \forall k \in K, \forall (i, j) \in A^k \quad (8)$$

$$l_i \leq L_i^k \leq Q^k, \quad \forall k \in K, \forall i \in N^P \quad (9)$$

$$0 \leq L_{n+i}^k \leq Q^k - l_i, \quad \forall k \in K, \forall n+i \in N^D \quad (10)$$

$$L_{0(k)}^k = 0, \quad \forall k \in K \quad (11)$$

$$T_i^k + t_{i,n+i}^k \leq T_{n+i}^k, \quad \forall k \in K, \forall i \in N^P \quad (12)$$

$$\sum_{j \in N} X_{ij}^k - \sum_{j \in N} X_{j,n+i}^k = 0, \quad \forall k \in K, \forall j \in N^P \quad (13)$$

$$X_{ij}^k \geq 0, \quad \forall k \in K, \forall (i, j) \in A^k \quad (14)$$

$$X_{ij}^k \text{ binary}, \quad \forall k \in K, \forall (i, j) \in A^k \quad (15)$$

模式之目標函數如式(1)，其為運輸費用總成本之最小化；在限制式方面，式(2)至(5)和(15)代表每個需求點僅能由一輛車服務之限制、式(6)與(7)為時間窗限制、式(8)至(10)為車容量限制、式(11)為車容量初始狀況限制、式(13)為起迄對限制、式(14)與(15)代表決策變數之 1 或 0 二元限制。

本研究為快速求解 DRTS 車隊派遣問題所提出之粒子群演算法(PSO)，係參考 Ayed 等人(2002)與李寧等人(2004)求解任務指派與傳統車輛路徑問題之構想，其詳細演算流程說明如下：

粒子群編碼：

利用 PSO 求解 m-PDPTW 問題時，粒子群編碼方式極為重要，因粒子群編碼將使粒子與解產生對應。根據 m-PDPTW 定義可知求解關鍵在於如何求得車輛與需求點及運送需求點之對應順序，故本研究將這兩個解，透過粒子編碼方式構造成 2 個 L 維空間位置向量： $X_k$  與  $X_r$ ，使它對應 L 個需求點的車輛任務指派問題，其中  $X_k$  代表車輛編號和  $X_r$  代表需求點在該輛車運送順序。例如有 3 輛車，6 個需求點，若粒子的位置向量為：

需求點編號	1	2	3	4	5	6
$X_k$	1	2	1	3	1	2
$X_r$	3	1	1	1	2	2

則該粒子表示：第 1 輛車依序服務編號 3、5、1 需求點；第 2 輛車依序服務編號 2、6 需求點；第 3 輛車依序服務編號 4 需求點。

初始化粒子群：

- (1) 針對每個粒子  $X_k$  的每一維隨機取 1 至 K(車輛數)之間的整數；針對  $X_r$  的每一維隨機取 1~L(需求數)之間的實數；



- (2) 針對每個速度向量  $V_k$  的每一維隨機取  $-(K-1)$  至  $(K-1)$  之間的整數， $V_r$  的每一維隨機取  $-(L-1)$  至  $(L-1)$  之間的實數；

計算每個粒子位置的評估值：

- (1) 由於傳統粒子群演算法無法直接求取具有限制式的問題，將違反時間窗與容量限制式的不可行解，透過懲罰值  $P$  轉化成無限制式問題，以適用粒子群演算法，修正後的目標式作為粒子群的評估函數如下：
- (2)  $\sum_{k \in K} \sum_{(i,j) \in A^k} c^k (L_i^k) c_{ij}^k X_{ij}^k + P \sum_{i=1}^l \max(b_i - T_i^k, 0) + P \sum_{i=1}^l \max(T_i^k - a_i, 0) + P \max(Q^k - L_i^k, 0) + P \max(L_i^k - l_i, 0)$ 。(16)
- (3) 對  $X_k$  的每一維位置向量進行取整數操作，即可得到分配給需求點的車輛  $k$ ；對  $X_r$  的每一維位置向量從小到大進行排序，從而確定車輛  $k$  的服務各個需求點的順序。
- (4) 透過上述解碼步驟所得出來的解代入式(16)，並根據粒子評估值更新個體粒子最佳值  $pbest$  與總粒子群最佳值  $gbest$ 。

重複執行以下步驟直到達到最大反覆運算次數：

- (1) 假設  $X_i=(X_{i1}, X_{i2}, X_{i3}, \dots, X_{il})$  為粒子群中第  $i$  個粒子在  $l$  維空間的位置，假設  $V_i=(V_{i1}, V_{i2}, V_{i3}, \dots, V_{il})$  為粒子群中第  $i$  個粒子在  $l$  維的速度；所有粒子根據以下公式更新其速度與位置，其中  $rand(\ )$  為  $(0,1)$  之間的隨機數：
- $$V_{ij} = 0.9V_{ij} + 2rand(\ )(pbest - x_{ij}) + 2rand(\ )(gbest - x_{ij})$$
- $$x_{ij} = x_{ij} + V_{ij}$$
- (2) 用評估函數評估所有粒子；
- (3) 若某個粒子目前解優於其個體歷史最佳值時，則將目前粒子評估值作為該粒子的歷史最佳值，同時記錄該粒子位置；
- (4) 若某個粒子的目前評估值優於總粒子群體歷史最佳解，則將當前粒子評估值作為總粒子群體最佳值，同時記錄該粒子位置。

#### 四、整合型 DRTS 之效益分析

為了解本研究所提出整合型 DRTS 之效益，茲以新竹縣政府所在竹北市地區為測試案例，後續茲就測試需求資料的產生方式及測試結果分別說明如下。其中效益測試所比較之 DRT 服務模式包括下列三種：

傳統 DRT：採用傳統撥召公車服務方式，不考慮固定路線之大眾運輸班次與路線，而直接將所有需求點送至迄點新竹火車站。

接駁型 DRT：參考目前國內在桃園縣復興鄉之規劃構想，將所有需求點接駁至固定轉運

站後，使用者再搭乘固定路線大眾運輸系統到達目的地。在測試範圍內，本研究依據各站牌之班次多寡，選定「下斗崙站」為接駁轉運站，再透過固定路線公車營運路線送至迄點新竹火車站。

整合型 DRT：此為本研究所提之整合型 DRT，亦即系統透過旅次規劃技術，將所有需求點送至最近之固定路線站牌後，再透過固定路線公車營運路線送至迄點新竹火車站。

#### 4.1 需求資料產生

首先利用大眾運輸服務 13 條公路客運路線班次與新竹縣竹北市門牌之圖資，進行不同時段所產生之時間縫隙縫狀况分析，以產生竹北市各時段之公路汽車客運服務範圍比例如表 2 所示，表中資料可清楚了解各時段公路汽車客運服務品質及未提供服務之分布情形，其中 18 時至 19 時，大多數站牌皆有提供服務，其路線涵蓋率可達 71.19%；相較於 15 時至 16 時，其路線涵蓋率僅 53.78%。因此，本研究將針對尖峰與離峰兩時段之縫隙，利用隨機方式分別產生進行時空縫隙範圍內之需求點，進行相關之案例測試，測試需求點產生之流程如圖 5 所示。

表2 竹北市時空縫隙分析結果

地區 時間	竹北市		
	可涵蓋門牌數	涵蓋率(%)	空間縫隙(%)
06:00~06:59	17,059	71.19	28.81
07:00~07:59	14,423	60.19	39.81
08:00~08:59	16,834	70.25	29.75
09:00~09:59	15,860	66.18	33.82
10:00~10:59	13,192	55.05	44.95
11:00~11:59	12,926	53.94	46.06
12:00~12:59	15,854	66.16	33.84
13:00~13:59	15,854	66.16	33.84
14:00~14:59	13,175	54.98	45.02
<b>15:00~15:59</b>	<b>12,889</b>	<b>53.78</b>	<b>46.22</b>
16:00~16:59	15,861	66.19	33.81
17:00~17:59	13,204	55.10	44.90
<b>18:00~18:59</b>	<b>17,059</b>	<b>71.19</b>	<b>28.81</b>
19:00~19:59	13,179	54.99	45.01
20:00~20:59	12,893	53.80	46.20
21:00~21:59	12,893	53.80	46.20

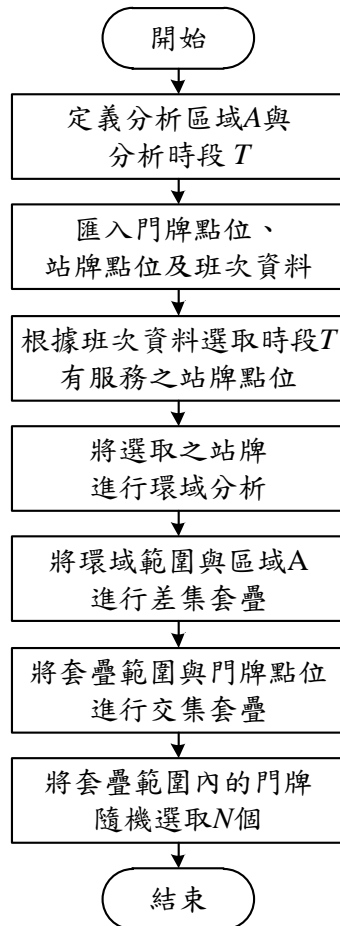


圖 5 時空縫隙需求測試資料產生流程

其中有關測試之假設，包括：提供服務之 DRT 車輛容量為 4 人/輛、DRT 停靠場站為新竹縣政府旁停車場、車隊規模數未加限制、接駁時間窗最長為 10 分鐘與需求點個數分別為 4 點、8 點、12 點、16 點及 20 點各 5 組，預計每單一運輸服務型態之模擬系統可產生 25 組不同接駁需求點之需求模組，並將其模擬結果用以比較三種運輸接駁方式，以比較本研究所提出之整合型 DRT 在新竹縣竹北市地區之適宜性。

#### 4.2 測試結果

為比較不同服務模式之差異，本研究分別從使用者與業者角度加以考量，就使用者成本角度而言，考量等候時間與車上時間；業者成本則以車輛行駛公里數為分析依據，茲就各項分析數據說明如下。

##### (一) 使用者層面：

三種 DRT 服務模式不同需求點個數之平均旅行時間、等候時間如表 3 與表 4 所示，由表中資料可發現傳統 DRT 服務模式，因直接接送使用者到達目的地，故無等候時間，且因 DRT 車輛之行駛速率較固定路線公車為高，故車上時間亦較短；反之，接駁式 DRT、整合型 DRT，因需考量固定路線及公車營運班次，使得車上時間較長；但在需求點數較小時，可發現傳統 DRT 與接駁型 DRT 之模擬的車上時間差異不大，推測是因需求點離

轉運站或轉運站離迄點較近所產生之差異。

表3 竹北市之15:00~15:59時段不同需求點乘客平均車上時間、等候時間

單位：分/人

服務模式 需求點	傳統 DRT		接駁型 DRT		整合型 DRT	
	車上時間	等候時間	車上時間	等候時間	車上時間	等候時間
D4	18.91	0	18.57	0.00	26.45	1.51
D8	16.27	0	17.04	0.55	24.07	1.53
D12	16.24	0	17.72	0.37	23.69	0.50
D16	15.01	0	17.25	0.25	23.19	0.98
D20	13.21	0	16.85	0.24	23.70	1.50

表4 竹北市之18:00~18:59時段不同需求點乘客平均車上時間、等候時間

單位：分/人

運輸模式 需求點	傳統 DRT		接駁型 DRT		整合型 DRT	
	車上時間	等候時間	車上時間	等候時間	車上時間	等候時間
D4	20.96	0	19.73	0.90	24.90	1.98
D8	16.35	0	18.13	0.37	24.14	1.76
D12	14.57	0	16.44	0.30	21.82	0.93
D16	13.66	0	16.80	0.27	22.00	0.89
D20	13.90	0	16.88	0.18	21.93	0.78

若進一步將使用者之車上時間與等候時間利用時間價值轉換成用者成本，可從圖 6 及圖 7 中發現傳統 DRT 服務模式均較接駁型 DRT 與整合型 DRT 較佳，此乃因傳統 DRT 系將使用者直接送到迄點，不會像其他兩種服務模式因為使用固定式公車而產生額外的等候時間與車上時間。

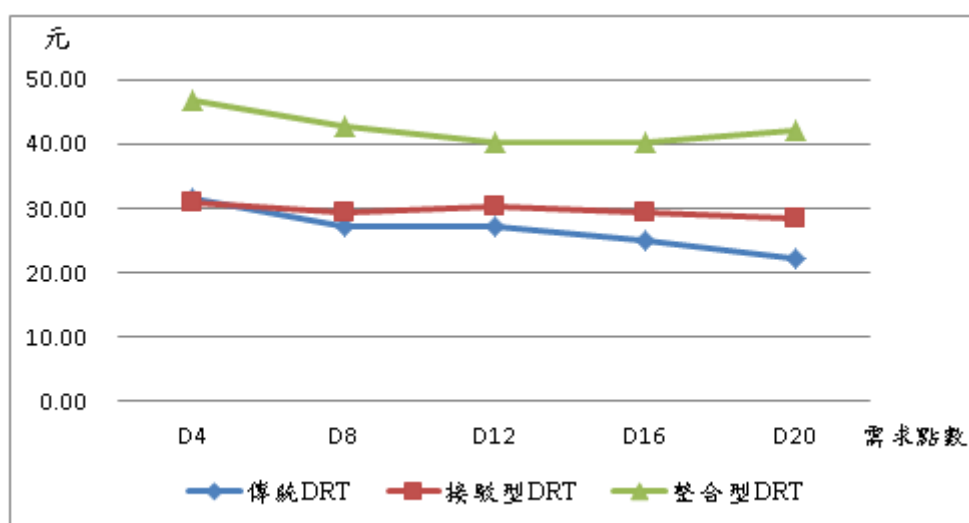


圖 6 竹北市之 15:00~15:59 時段之使用者成本分析圖

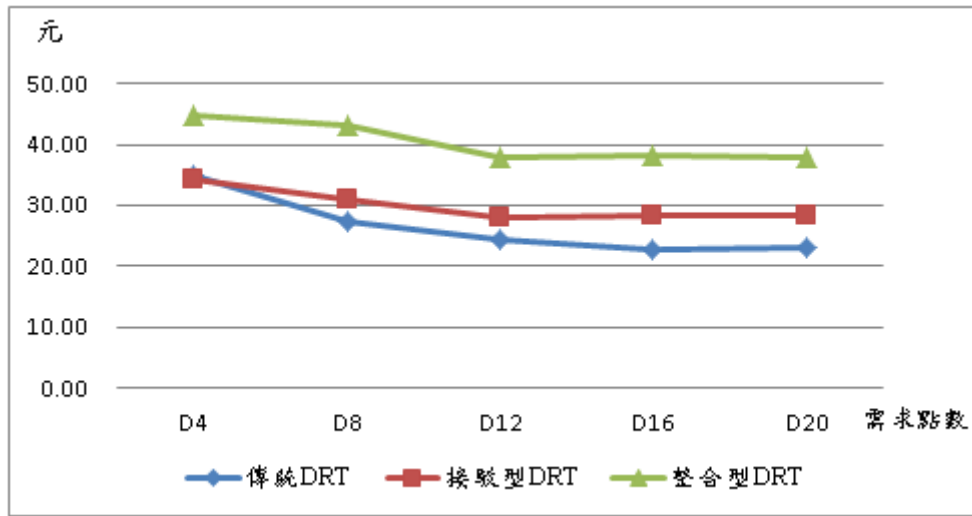


圖 7 竹北市之 18:00~18:59 時段之使用者成本分析圖

(二) DRT 業者成本：

DRT 業者之營運成本與總行駛距離呈正向關係，距離越短，業者營運成本越少；反之，距離越長，業者成本越多，從表 5 與表 6 資料可發現，傳統 DRT 運輸服務型態之平均行駛距離較接駁型 DRT 與整合型 DRT 服務模式為高，其中因整合型 DRT 充分考量既有之固定路線大眾運輸系統，故 DRT 車輛之行駛距離明顯低於其他兩種服務模式。若進一步將該資料利用每車公里成本方式轉換成 DRTS 業者營運成本，從圖 8 與圖 9 之圖形可發現不論需求點個數多寡，三種 DRT 服務模式之成本由低到高均依序為整合型 DRT、接駁型 DRT 與傳統 DRT。

表 5 竹北市之 15:00~15:59 時段 DRT 業者車輛行駛距離彙整表

單位：公尺

需求點 \ 運輸模式	傳統 DRT	接駁型 DRT	整合型 DRT
D4	21962.58	13958.61	4841.92
D8	16886.89	11360.64	3798.81
D12	16812.70	11802.63	4067.61
D16	16511.28	11345.61	3587.11
D20	15021.47	11176.37	3887.46
平均	17438.98	11928.77	4036.58

表6 竹北市之18:00~18:59時段DRT業者車輛行駛距離彙整表

單位：公尺

需求點 \ 運輸模式	傳統 DRT	接駁型 DRT	整合型 DRT
D4	23184.35	14523.77	2987.35
D8	14667.97	12457.42	3653.93
D12	15578.54	10278.29	3264.17
D16	14447.56	10567.36	3401.60
D20	16368.22	11249.97	3487.36
平均	16849.33	11815.36	3358.88

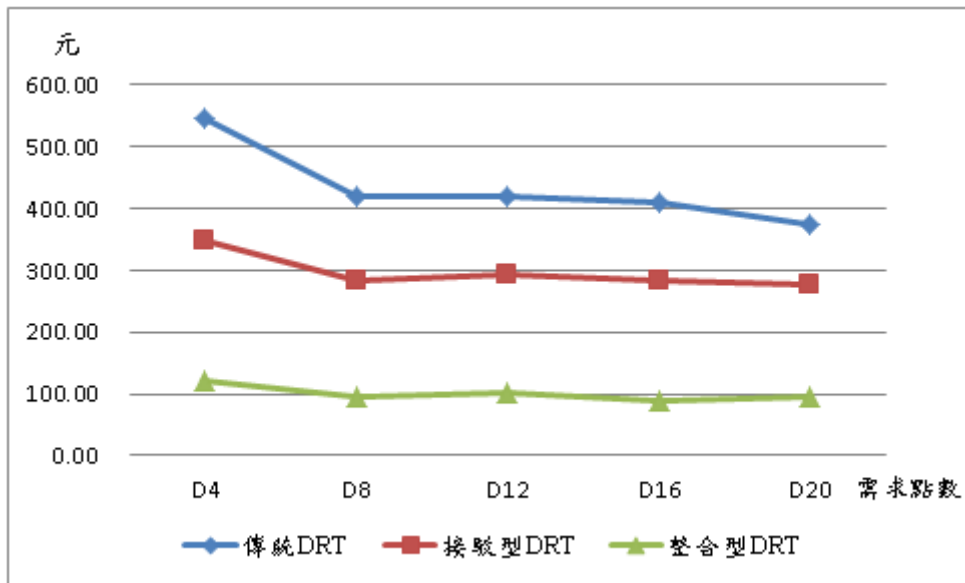


圖 8 竹北市之 15:00~15:59 時段之業者成本分析圖

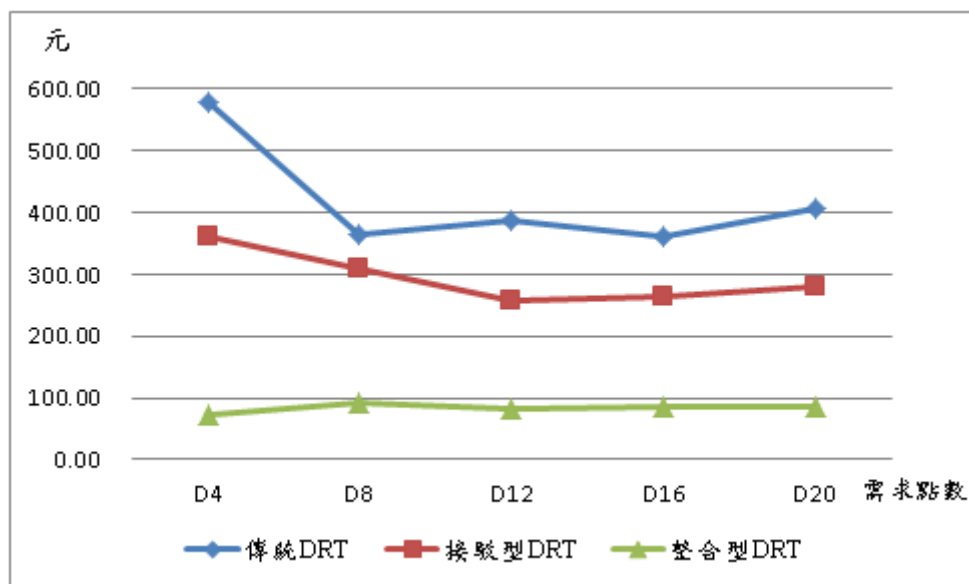


圖 9 竹北市之 18:00~18:59 時段之業者成本分析圖

### (三) 固定路線公車業者之票價收入：

從固定路線公車營運業者度而言，三種 DRT 服務模式對其票價收入之影響可示意如圖 10 與圖 11 所示，由於本研究所提出之整合型 DRT 服務構想，充分考量固定路線公車之營運現況，故有助於提高公車業者之收益。

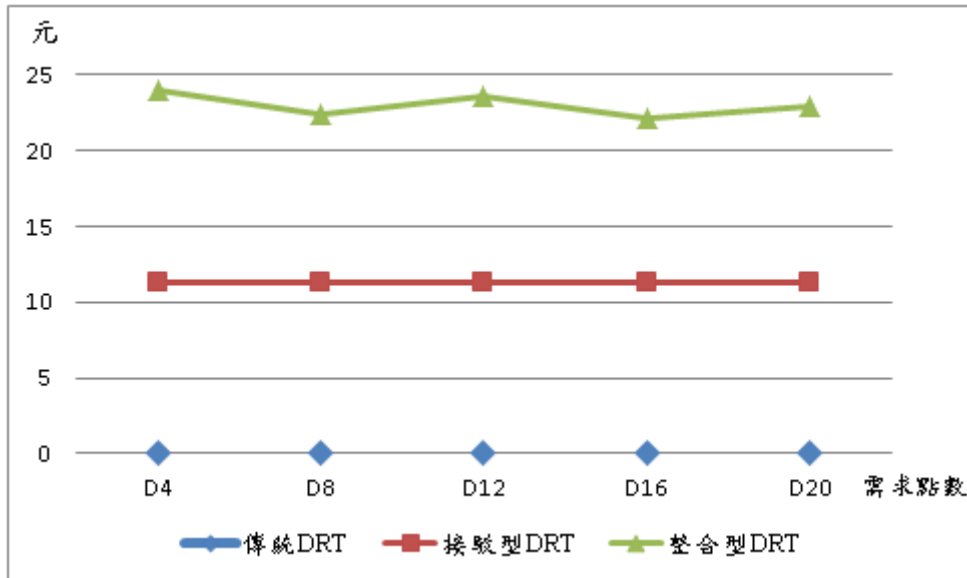


圖 10 竹北市之 15:00~15:59 時段公車業者票價收入分析圖

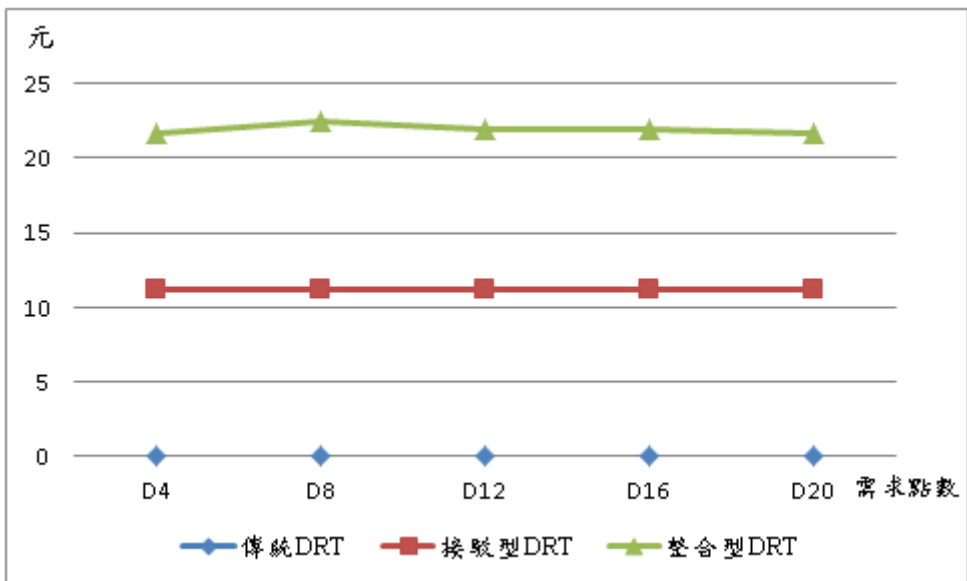


圖 11 竹北市之 18:00~18:59 時段公車業者票價收入分析圖

### (四) 總成本：

若將總成本定義為使用者成本與 DRT 業者成本總和，並扣掉固定路線業者所增加之票價收入，兩個時段各種服務模式在不同需求點數之分析結果可彙整如表 7 與表 8 所示，若以傳統 DRT 運輸服務模式作為比較基準，可發現接駁型 DRT 與本研究所提出整合型 DRT 均較傳統 DRT 為佳，其中接駁型 DRT 之總成本約較傳統 DRT 降低 30% 之總成本，而整合型 DRT 運輸服務模式在不同時段、不同需求點之總成本均最低，平均可降低約

75%。

表8 竹北市之15:00~1559時段之不同DRT運輸模式總成本彙整表

運輸模式 需求點	傳統 DRT	接駁型 DRT		整合型 DRT	
	總成本(元)	總成本(元)	降低(%)	總成本(元)	降低(%)
D4	578.67	367.46	36%	143.30	75%
D8	447.82	301.12	33%	114.98	74%
D12	445.92	312.96	30%	118.17	74%
D16	436.36	300.60	31%	107.59	75%
D20	396.25	295.69	25%	116.01	71%
平均	461.00	315.57	31%	120.01	74%

表9 竹北市之 18:00~18:59 時段之總成本列表

運輸模式 需求點	傳統 DRT	接駁型 DRT		整合型 DRT	
	總成本(元)	總成本(元)	降低(%)	總成本(元)	降低(%)
D4	612.53	384.98	37%	97.61	84%
D8	392.68	329.97	16%	111.80	72%
D12	412.40	272.74	34%	97.46	76%
D16	382.70	280.48	27%	101.05	74%
D20	430.95	297.48	31%	103.13	76%
平均	446.25	313.13	29%	102.21	76%

綜合前述分析結果，可發現本研究結合旅次規劃技術所構建之整合型 DRTS 構想，雖然因為整合固定路線之大眾運輸系統，讓使用者必須較傳統 DRT 增加額外之轉乘，但從無縫運輸角度而言，使用者仍可在一次轉乘內到達目的地，達到無縫運輸目標。但因其更有效率之整合營運型態，可大幅降低 DRT 業者之營運成本，其不僅不會對固定路線之大眾運輸系統產生衝擊，而且還可增加固定路線公車業者票價收入，將可具體發揮整合效用。

## 五、SDRTDS 系統應用測試

在前一節確認本研究提出整合型 DRTS 之效益後，本節將就滿足無縫運輸觀點之需求反應大眾運輸服務派遣系統(Seamless Demand Responsive Transit Dispatching System, SDRTDS)之實用性進行應用測試，由於目前國內尚缺乏整合型 DRTS 之應用案例，本研究配合新竹縣「內灣地區觀光旅遊接駁整體規劃計畫」之系統測試進行，後續茲就 SDRTDS 應用在內灣地區觀光旅遊接駁之服務構想、系統介面及系統試營運之測試過程與結果分別說明如下：

### 5.1 內灣觀光旅遊接駁服務構想



內灣支線已於民國 100 年 11 月 12 日通車，屬高鐵六家站聯外大眾運輸系統，利用高鐵新竹站-台鐵新竹站連接，民眾可在竹中站轉車至內灣，極具發展雙鐵觀光價值。然而，民眾搭車雙鐵抵達內灣後，除在內灣聚落活動外，並無法深入尖石進行旅遊。尖石鄉具有許多知名旅遊景點，但因景點分散與道路條件不佳，若由既有大眾運輸透過調整路線串聯景點，將導致過度彎繞影響乘客搭乘意願，且因道路坡度陡峭致使公車爬行不易，目前只能仰賴私人運具前往旅遊或由非正規的接駁車輛提供服務。然各旅遊業者分別提供自有接駁服務不僅造成資源重複浪費，致使假日車滿為患，對環境造成衝擊，也將排擠到具有路權的既有大眾運輸營運業者。

本研究提出之滿足無縫運輸觀點之需求反應式大眾運輸服務派遣系統若導入內灣地區進行觀光接駁服務，將能因應需求提供更完善客製化的運輸服務，如彈性調整車輛類型或路線型態，將有效解決以固定路線服務造成過度彎繞而降低使用者意願、公車因道路陡峭爬行不易、以及內灣及尖石地區景點非分佈於主要道路而難以串聯各景點的窘境。

本系統應用於內灣地區旅遊接駁服務構想如圖 13 所示，以新竹客運竹東至那羅(紅色線)作為幹道運輸路線，至於幹線至景點之接駁服務(藍色線)由業者接駁車或計程車服務。支線接駁路線如 A 站至薰衣草花園將由計程車業者或政府購車委派業者提供接駁服務，且支線端點站可隨時掌握幹線行駛狀況及乘客人數，以利接駁業者能透過系統進行無縫接駁服務，使用者無需花費時間等待轉乘。例如當有乘客欲從薰衣草森林回至內灣，若依據 SDRTDS 判斷幹線有班次營運時，DRTS 接駁車將接送乘客至轉乘接駁點，乘客再轉乘幹道路線回至內灣；若 SDRTDS 判斷幹線無班次營運時，則 DRTS 接駁車將直接接送乘客至內灣。



圖 13 旅遊接駁運輸服務構想路線示意圖

## 5.2 系統介面

依據 SDRTDS 為基礎所構建之旅遊接駁服務系統之營運架構為一包含客戶端、伺服

端與資料庫，較具延展性的三層式架構，其系統架構如圖 14 所示，茲針對該架構之主要單元說明如下：

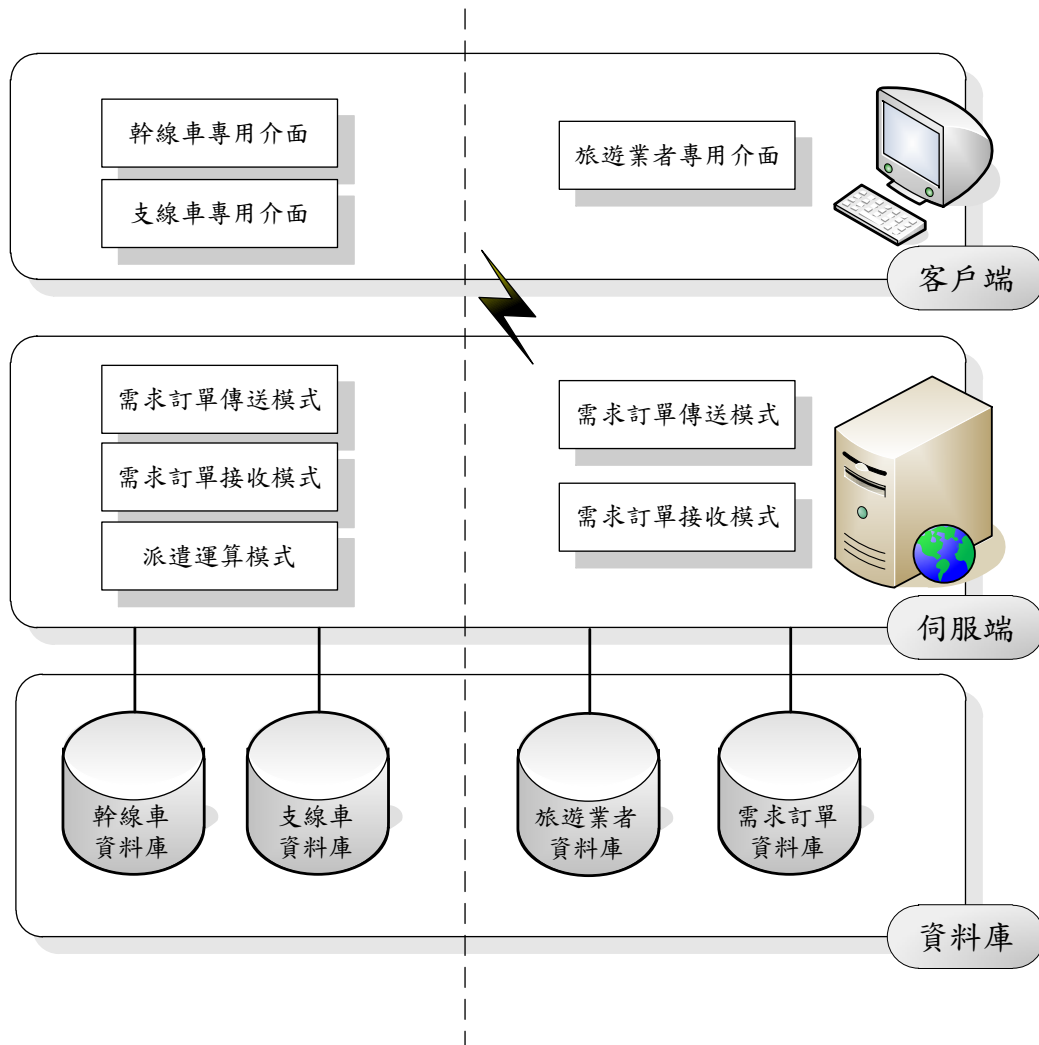


圖 14 旅遊接駁服務系統架構

1. 客戶端：客戶端包含幹線車專用介面、支線車專用介面與旅遊業者專用介面。幹線車專用介面主要提供幹線車司機透過車機設備如圖 15 所示，從中心端伺服器接收或傳送訂單資訊；支線車專用介面，主要提供支線司機接駁需求資訊顯示，以利調整排班接送旅客；旅遊業者介面，以網路服務(Web Services)概念執行，提供跨平台資料輸出入，旅遊業者可透過任何上網之終端設備(如圖 16 所示)，利用瀏覽器關注遊客訂單資訊與協助遊客回傳回程運輸需求訂單。

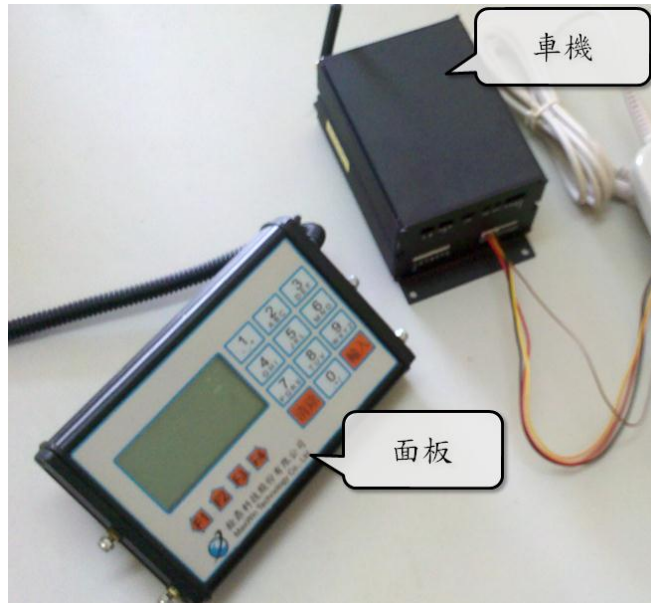


圖 15 幹線車車機設備



圖 16 支線車與商家訂單收送設備

2. 伺服器端：該單元為應用程式功能性演算法執行計算部分，包含需求訂單傳送模式、需求訂單接收模式與 SDRTDS 派遣運算模式。需求訂單收送模式主要負責監聽幹線車機回傳的遊客運輸需求訂單，並分組加總運算各起迄對之需求量，爾後傳送之各旅遊業者與支線車接駁業者；派遣運算模式主要分析旅遊業者回傳之遊客需求訂單、車輛位置以及班表資訊，提供幹線車司機行駛資訊。
3. 資料庫：資料庫包含幹線車資料庫、支線車資料庫、旅遊業者資料庫與需求訂單資料庫。此單元為儲存資料的地方，提供資料給伺服器端進行計算，因此必須持續性更新與維護資料，確保資料正確性，同時還能產製營運績效報表。

### 5.3 系統運作流程

系統運作流程依遊客往返程分成兩個部分，依據幹線有無車輛提供服務可區分如圖 17 與圖 18 兩種狀況，流程中所涵蓋之重要步驟說明如下：

1. 遊客：遊客可透過手機或電腦等可上網之設備，線上進行預約。
2. 幹線運輸業者：幹線司機按照虛擬派遣中心所傳來的訂單資訊，依序在指定的地方與時間停車與開車即可。
3. 虛擬派遣中心：虛擬派遣中心定時彙總訂單資料，計算出幹線車與支線車無縫接駁的派遣班表。
4. 支線運輸業者：支線司機將車停於旅遊業者停車場待命，當接獲訂單，遊客接近接駁點時，系統將透過智慧型手機或具有上網功能之手持設備，提醒司機前往接駁點接送遊客。
5. 旅遊業者：旅遊業者在遊客到訪時便可告知回程預約之訊息，並於發車時間提醒遊客準備乘車返回。

#### 5.4 系統試營運

為了解旅遊接駁服務之可行性，本研究運用 1 輛中型巴士作為幹線車輛、2 輛自小客車作為支線接駁車輛、1 台幹線車機作為訂單接收和傳遞，以及支線任務派遣所需之 2 部可上網手持移動設備進行實際測試，藉由不同情境假設，分別確認幹線車機端、支線車機端、遊憩景點業者電腦端之系統整合無誤。系統測試必須包含以下四個情境：，詳細測試內容及流程如表 10 所示。

1. 傳送訂單：本情境可驗證透過無線傳輸技術，訂單資訊於車機端傳送端與虛擬派遣中心接收端程式功能運作狀況。
2. 使用不同設備接收訂單：本情境可驗證使用不同作業系統之移動設備接收訂單資訊，並從中發現人機介面需要改進之處。
3. 提出不同起迄對訂單資訊：本情境可驗證虛擬中心端計算能力，驗證派遣行駛班表是否產生謬誤。
4. 車機接收訂單資訊：本情境可驗證車機接收訂單通訊之異常，或行駛班表顯現方式，是否造成幹線司機認知錯誤情形。

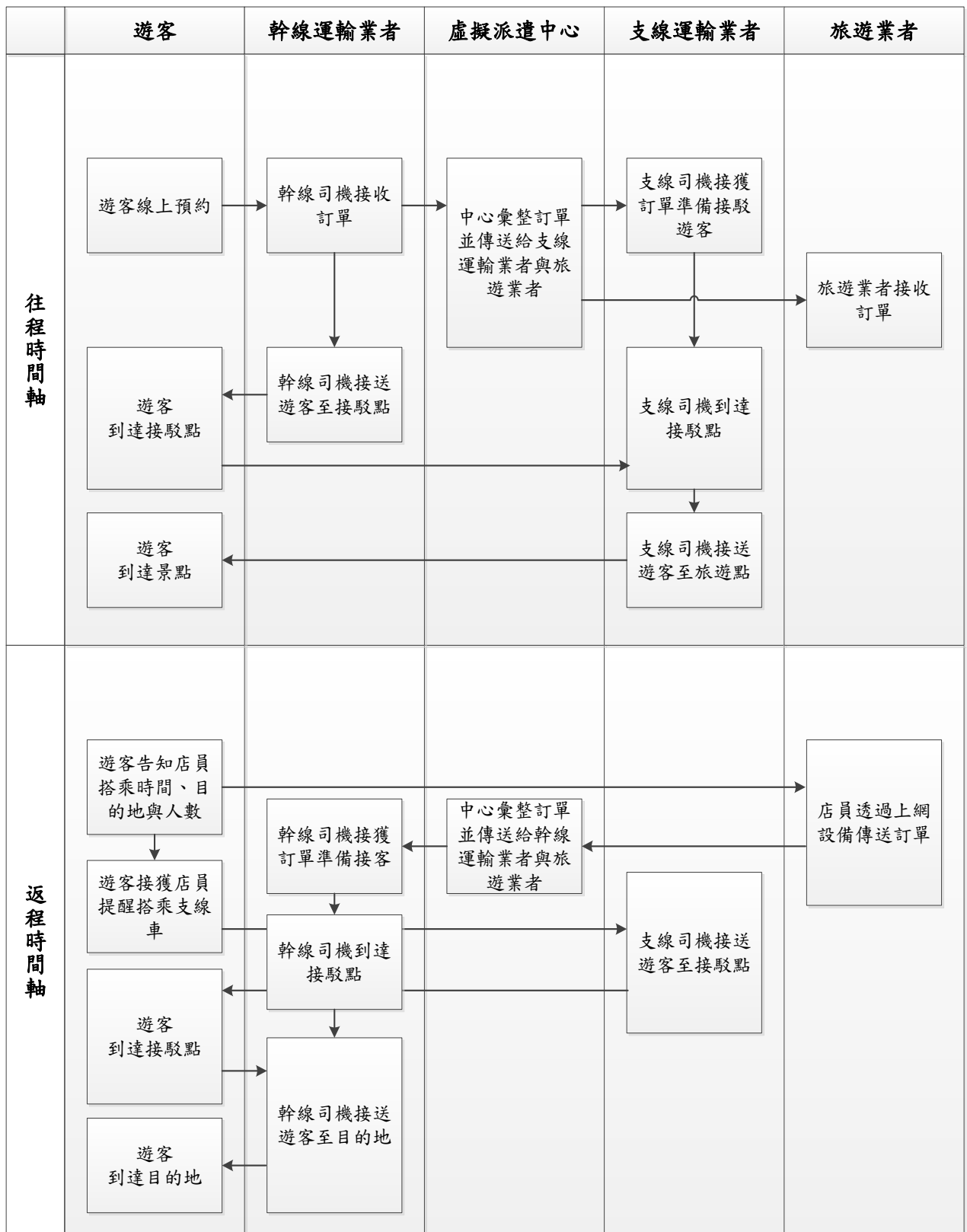


圖 17 旅遊接駁運輸服務系統運作流程(幹線有班車)

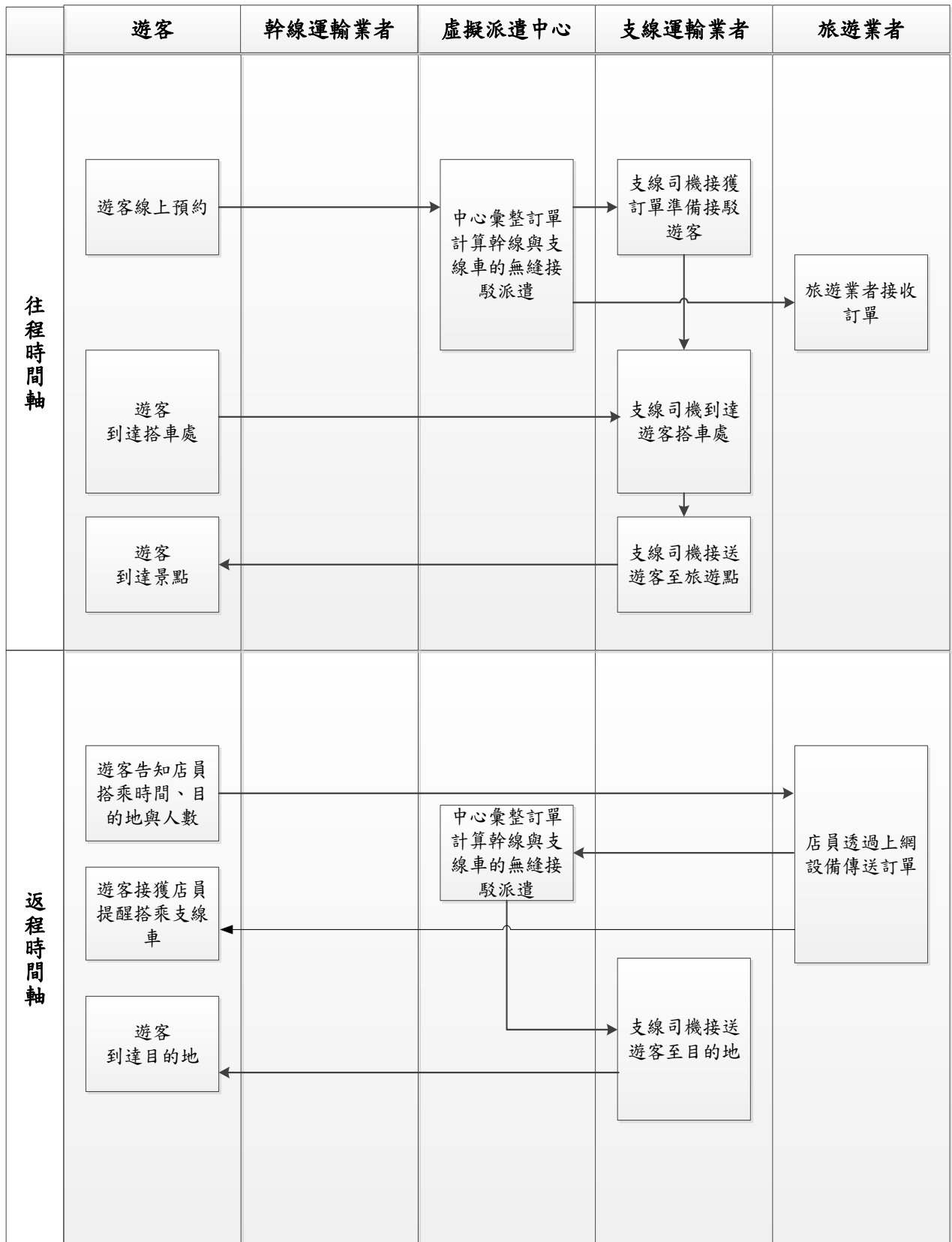


圖 18 旅遊接駁運輸服務系統運作流程(幹線無班車)

表10 系統測試流程及內容

動作	測試員檢驗	目的
乘客 A、B、C：上網預約前往數碼天空 3 人。	查察訂單資料是否增加 3 人由內灣前往數碼天空的訂單。	確認訂單增加機制
乘客 C：上網取消訂單，不去數碼天空。	查察訂單資料是否增加 2 人由內灣前往數碼天空的訂單。	確認訂單減少機制
乘客 C：上網更改訂單改前往六號花園。	查察訂單資料是否包含 2 人由內灣前往數碼天空、1 人由內灣前往六號花園。	確認訂單增加機制
幹線司機：觀看車機螢幕接受勤務訊息，需停靠六號花園站。	查察車機螢幕顯示六號花園 1 人下車的訊息。	確認去程虛擬派遣機制
六號花園支線司機：觀看可上網手持設備確認訂單，並依指定時間前往接駁。	查察訂單顯示六號花園站前接駁 1 人至六號花園的訊息。	確認六號花園支線車機端需求反應機制
幹線司機：觀看車機螢幕接受勤務訊息，需停靠數碼天空站。 乘客 C：下車轉乘支線車。	查察車機螢幕顯示數碼天空站 2 人下車訊息。	確認去程虛擬派遣機制
數碼天空支線司機：觀看可上網手持設備確認訂單，並依指定時間前往接駁。	查察訂單顯示到數碼天空站前接駁 2 人至數碼天空的訊息。	確認數碼天空支線車機端需求反應機制
乘客 A、B：下車轉乘支線車。	查察車機螢幕無顯示訂單訊息。	確認虛擬派遣機制
乘客 C：告知六號花園店員回程時間。 六號花園店員：告知乘客 C 搭乘班次，並提醒請提早 5 分鐘搭乘支線接駁車回程，並鍵入訂單。	查察訂單資料是否增加 1 人由六號花園站前往內灣的訂單。	確認六號花園站休憩端訂單增加機制。
乘客 A、B：告知數碼天空店員回程時間。 數碼天空店員：告知乘客 A、B 搭乘班次，並提醒請提早 5 分鐘搭乘支線接駁車回程，並鍵入訂單。	查察訂單資料是否增加 2 人由數碼天空站前往內灣的訂單。	確認數碼天空休憩端訂單增加機制。
幹線司機：觀看車機螢幕以接受勤務訊息，需停靠數碼天空站。	查察車機螢幕顯示數碼天空站 2 人上車訊息。	確認回程虛擬派遣機制
數碼天空店員：通知乘客 A、B 搭乘支線接駁車。 數碼天空支線車：接駁乘客 A、B 至數碼天空站。	訪談服務人員。	確認休憩端服務建議
乘客 A、B：上幹線車。 幹線司機：觀看車機螢幕以接受勤務訊息，前往六號花園站。	查察車機螢幕顯示六號花園站 1 人上車訊息。	確認回程虛擬派遣機制
六號花園店員：通知乘客 C 搭車。 六號花園支線車：接駁乘客 C 至六號花園站。	訪談服務人員。	確認休憩端服務建議
乘客 C：上幹線車。 幹線司機：接送乘客 C 回至內灣站。		
支線司機：觀看車機螢幕以接受勤務訊息。	顯示無訂單不用發車訊息。	確認無訂單需求反應機制

經由前述測試，除發現以本研究所構建 SDRTDS 為基礎所發展之旅遊接駁運輸服務系統均能正常運作外，從系統應用中亦發現下列課題：

1. 營運參數及乘客需求影響服務品質及營運成本甚大，如固定路線服務的路網設計及時刻表安排、採取戶及戶或集合點接駁方式、轉乘站選擇、需求反應運輸車輛數、乘客上下車花費時間、車座位數、最小行駛距離限制、乘客可接受的預約時間段大小、可接受的時間窗大小、可接受的總旅行時間和可接受的步行距離等因素均會影響 SDRTDS 未來實際應用之民眾接受度。
2. 由於內灣尖石地區實屬偏遠山區，道路結構簡單、大眾運輸路網單純，社會經濟活動點集中，居民散佈成聚落方式，因此簡化營運及需求因素變異的影響，故在內灣地區實際租用車輛以及設備，導入無縫運輸觀點之需求反應式大眾運輸派遣系統於內灣旅遊接駁服務，仍可發現有下列優點：
  - (1) 運輸營運業者採用預約及共乘方式服務遊客，提升營運效率；旅遊業者將可能因為運輸便利性，提高民眾使用意願，間接增加營收。
  - (2) 民眾可享有完全之旅遊自主權，可自行決定風景區中之旅遊景點與停留時間，還可能因為業者車輛使用率之增加而降低所支付之費用。
  - (3) 環境可因需求狀況彈性調整班次及路線的營運方式，減少車輛空駛及進入環境保護地的次數，不僅降低油耗支出成本，還能收到保護環境之效。

## 六、結果與討論

1. 本研究參考國內外各地區 DRTS 之營運要素以及車隊派遣方法，提出整合旅次規劃之整合型 DRTS 派遣系統規劃構想，除可避免與既有大眾運輸業者形成惡性競爭外，亦能對因大眾運輸服務限制所造成時間縫隙或空間縫隙之使用者提供無縫接駁服務。
2. 依據整合型大眾運輸旅次規劃系統之研究計畫(NSC 96-2622-E-216-011-CC3)之旅次規劃分析邏輯，建立大眾運輸旅次規劃模組，作為滿足無縫運輸觀點之前置分析。參考整合固定路線與需求反應服務之大眾運輸路網與排班規劃研究計畫(NSC 98-2221-E-216-025)之大眾運輸整合機制，建立乘客旅次調整模組以及 DRTS 車隊派遣模組。其中乘客旅次調整模組在使用者面臨運輸縫隙而無法接受大眾運輸固定路線服務時，能分析合理轉乘站以及找尋固定路線大眾運輸班次，整合 DRT 與固定路線大眾運輸規劃方案；DRTS 車隊派遣模組則可在使用者與業者成本最低目標下，解決車輛路線安排與車輛調度問題。
3. 經利用新竹縣竹北市大眾運輸服務資料進行分析，透過模擬需求資料進行測試，可發現若以傳統 DRT 運輸服務模式作為比較基準，接駁型 DRT 與本研究所提出整合型 DRT 均較傳統 DRT 為佳，其中接駁型 DRT 之總成本約較傳統 DRT 降低 30% 之總成本，而整合型 DRT 運輸服務模式在不同時段、不同需求點之總成本均最低，平均可降低約 75%。顯示 DRTS 的整合運輸服務為一甚具效益之營運構想，雖然因為整合固定路線之大眾運輸系統，讓使用者必須較傳統 DRT 增加額外之轉乘，但從無縫運輸角度而言，使用者仍可在一次轉乘內到達目的地，達到無縫運輸目標。



但因其更有效率之整合營運型態，可大幅降低 DRT 業者之營運成本，其不僅不會對固定路線之大眾運輸系統產生衝擊，而且還可增加固定路線公車業者票價收入，將可具體發揮整合效用。

4. 另為測試本研究所開發 SDRTDS 之實用性，本研究以內灣往尖石地區之觀光接駁運輸服務進行實際之系統測試，主要係以 SDRTDS 為核心，整合相關車機設備，規劃並購建觀光旅遊接駁運輸服務車輛派遣系統，經過四種類型之情境測試，發現各系統均能正常發揮功能，同時亦發現該系統不但能增加休閒業者營收、還可降低運輸業者成本、提高民眾使用彈性及保護環境之效果。
5. 本研究所提出整合型 DRTS 營運構想雖然經過虛擬需求資料與實際之系統測試，但在測試過程中亦發現營運參數及乘客需求對服務品質及營運成本之影響甚大，如固定路線服務的路網設計及時刻表安排、採取戶及戶或集合點接駁方式、轉乘站選擇、需求反應運輸車輛數、乘客上下車花費時間、車座位數、最小行駛距離限制、乘客可接受的預約時間段大小、可接受的時間窗大小、可接受的總旅行時間和可接受的步行距離等因素均會影響未來實際應用之民眾接受度，未來若實際應用本研究成果時，建議仍須對應用區域之使用者接受度進行各項必要之調查，方能設計出適當之營運模式，減少不必要之認知落差。

## 七、參考文獻

1. 交通部運研所(2009)。強化公路公共運輸發展政策研析。
2. 向美田(1996)。公車動態資訊與撥召系統之研究與建立-以金門縣為例。國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
3. 吳素華(2008)。計程車共乘接駁機制之規劃設計。未出版碩士論文，逢甲大學交通工程與管理學系碩士班，台中市。
4. 辛孟鑫(2005)。撥召運輸系統路線規劃問題之研究—以台北市復康巴士為例。國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文。
5. 林佳鴻(2005)。智慧型撥召公車預約派遣模式之研究。中華大學科技管理學系碩士論文。
6. 袁智偉(2006)。動態撥召公車問題等待策略之研究。國立交通大學運輸科技與管理學系碩士論文。
7. 康書嫻(2005)。需求反應運輸營運模式之模擬分析。未出版碩士論文，淡江大學運輸管理學系運輸科學碩士班，新北市。
8. 陳怡安(2009)。鄉村地區高齡者需求回應運輸服務系統之規劃研究-以台南縣西港鄉為例。未出版碩士論文，中華大學運輸與物流管理學系碩士班，新竹市。
9. 游進俊(1992)。靜態撥召服務問題啟發式解法之研究。國立交通大學土木工程研究所碩士論文。

10. 黃書強、魏建宏、李仕勤、辛孟鑫(2004)。需求回應運輸系統績效評估之研究。2004海峽兩岸智能運輸系統學術會議，哈爾濱：武漢理工大學。
11. 黃漢瑄(2005)。撥召服務最佳化指派作業之研究。淡江大學運輸管理學系碩士論文。
12. 顏吟芳(2004)。旅客公共運輸服務分類之研究。未出版碩士論文，淡江大學運輸管理學系碩士，台北市。
13. 魏健宏、王穆衡、蔡欽同、辛孟鑫(2007)。台北市復康巴士路線規劃問題之研究。運輸學刊，第 19 卷第 3 期，第 301-332 頁。
14. 蘇昭銘、何文基(2009)。大眾運輸路網之行前旅次規劃方案搜尋演算法。運輸學刊，第二十一卷，第二期，第 179-206 頁。
15. 蘇昭銘、楊琮平(2002)。先進撥召公車營運管理系統之研究。中華管理學報，第一卷第一期，第 89-114 頁。
16. 蘇昭銘、楊琮平、莊子駿(2004)。整合 PDA 及 GIS 發展智慧型撥召公車系統之研究。2004 臺灣地理資訊學會年會暨學術論文研討會。臺灣台北。
17. Hickman, M., & Blume, K. (2001). An investigation of integrated transit service. Research Report SWUTC/01/472840-00023-1, Texas Transportation Institute, USA.
18. Aldaihani, M. and Dessouky, M.M. (2003), "Hybrid scheduling methods for para transit operations," *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 45, pp. 75-96.
19. Attanasio, A., Cordeau, J.F., Ghiani, G. and Laporte, G. (2004), "Parallel Tabu search heuristics for the dynamic multi-vehicle dial-a-ride problem," *Parallel Computing*, Vol. 30, pp.377-387.
20. Cordeau, J.F. (2006), "A branch-and-cut algorithm for the dial-a-ride problem," *Operations Research*, Vol. 54, pp. 573-586.
21. Cordeau, J.F. and Laporte, G. (2003a), "A tabu search heuristic for the static multi-vehicle dial-a-ride problem," *Transportation Research Part B*, Vol. 37, pp. 579-594.
22. Cordeau, J.F. and Laporte, G. (2003b), "The dial-a-ride Problem (DARP): variants, modeling issues and algorithms," *4OR: A Quarterly Journal of Operations Research*, Vol. 1, pp. 89-101.
23. Cordeau, J.F. and Laporte, G. (2007), "The dial-a-ride problem: models and algorithms," *Annals of Operations Research*, Vol. 153, pp. 29-46.
24. Cordeau, J.F. and Laporte, G. (2007), "The dial-a-ride problem: models and algorithms," *Annals of Operations Research*, Vol. 153, pp. 29-46.
25. Coslovich, L., Pesenti, R. and Ukovich, W. (2006), "A two-phase insertion technique of unexpected customers for a dynamic dial-a-ride problem," *European Journal of Operational Research*, Vol. 175, pp. 1605-1615.
26. Diana M. and Dessouky, M.M. (2004), "A new regret insertion heuristic for solving large-scale dial-a-ride problems with time windows," *Transportation Research Part B*,

- Vol.38, pp.539–557.
27. Diana M., and Dessouky, M.M. (2004), “A new regret insertion heuristic for solving large-scale dial-a-ride problems with time windows,” *Transportation Research Part B*, Vol.38, pp.539–557.
  28. Jørgensen, R.M., Larsen, J. and Bergvinsdottir, K.B. (2006), “Solving the dial-a-ride problem using genetic algorithms,” *Journal of the Operational Research Society* Vol.58, Issue 10, pp. 1321-1331.
  29. Luo, Y. and Schonfeld, P. (2011), “Online rejected-reinsertion heuristics for dynamic multivehicle dial-a-ride problem,” *Transportation Research Record*, Issue 2218, pp.59-67.
  30. Melachrinoudis, E., Ilhan, A.B. and Min, H. (2007), “A dial-a-ride problem for client transportation in a healthcare organization,” *Computers & Operations Research*, Vol. 34, pp. 742-759.
  31. Parragh, S.N., Doerner, K.F. Hartl, R.F. (2010), “Variable neighborhood search for the dial-a-ride problem,” *Computers & Operations Research*, vol.37, Issue 6, pp. 1129-1138.
  32. Rekiek, B., Delchambre, A. and Saleh, H.A. (2006), “Handicapped person transportation: an application of the grouping genetic algorithm,” *Engineering Application of Artificial Intelligence*, Vol. 19, pp. 511-520.
  33. Ropke, S., Cordeau, J.F. and Laporte, G. (2007), “Models and branch-and-cut algorithms for pickup and delivery problems with time windows,” *Networks*, Vol. 49, pp. 258-272.
  34. Sin C.H. and Dag H. (2011), “Local search heuristics for the probabilistic dial-a-ride problem,” *OR Spectrum*, vol.33, Issue 4, pp. 961-988.
  35. Tao, C.C., and Chen, C.Y. (2007), “Heuristic Algorithms for the Dynamic Taxipooling Problem Based on Intelligent Transportation System Technologies,” *The 3rd International Conference on Natural Computation the 4th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery*, Haikou, China, pp. 2614-2620.
  36. Wong, K.I. and Bell, M.G.H. (2006), “Solution oh the dial-a-ride problem with multi-dimensional capacity constraints,” *International Transaction in Operational Research*, Vol. 13, 195-208.
  37. Xiang, Z., Chu, C. and Chen, H. (2006), “A fast heuristic for solving a large-scale static dial-a-ride problem under complex constraints,” *European Journal of Operational Research*, Vol. 174, pp. 1117-1139.
  38. Yan, S., Chen, C.Y. and Wu C.C., (2012), “Solution method for the taxi pooling problem,” *Transportation*, Vol.39, No.3, pp.723-748.

## 國科會補助專題研究計畫項下出席國際學術會議心得報告

日期：101年7月9日

計畫編號	NSC 100-2628-E-216-001		
計畫名稱	滿足無縫運輸觀點之需求反應式大眾運輸服務派遣系統(2/2)		
出國人員姓名	何文基	服務機構及職稱	中華大學科技管理博士學位學程學生
會議時間	100年7月3日至 100年7月5日	會議地點	日本札幌
會議名稱	The 2012 International Conference on Business and Information (BAI2012)		
發表論文題目	Route Design of Free-Fared Bus System Based on Service Gaps and Equality		

報告內容：

## 一、參加會議經過

為參加本次會議，學生搭乘 7/2 10:10 直達日本北海道千歲機場。此次收錄論文約 1000 篇來自 42 個國家，其會議內容包含會計、商業管理、商務政策和戰略、經濟學、電子商務、創業、金融和銀行業、衛生行政管理、人力資源、資訊系統和技術、國際業務、管理和組織行為、管理教育、管理資訊系統、管理諮詢、行銷、營運管理、組織發展和變化、非營利部門管理、研究方法、社會問題管理、技術和創新、Web 技術和管理及其他相關主題等，場次眾多，內容豐富。投稿之論文被收錄於光碟 H294~H307 頁。

## 二、與會心得

此次發表之論文內容講述免費公車路線設計方法，由於一般公車路線設計皆以

業者及使用者成本最低為考量，難以兼顧社會公平性，且免費公車路線通常由政府出資補助業者經營，具有經費限制，若由傳統路線設計方法追求路網最佳化將造成資金匱乏無法實際營運。因此本研究在路線長度的限制下，提出填補運輸縫隙及滿足服務公平性之免費公車路線設計方法，利用地理資訊系統循序執行潛在需求分析、運輸縫隙分析、路線端點站確立、路線產生及路線評估六個步驟，並以新竹縣地區進行實例驗證，結果顯示所設計路線確實能填補運輸縫隙及滿足社會公平性的需求。除會議中獲取該國實際發展現況及研究經驗，做為後續研究之參考，另一方面，行程中的所見所聞也讓我大開眼界，如北海道位於高緯度地區，降雪頻繁，有別以熱帶及副熱帶季風氣候的台灣，道路標線設計易被大雪覆蓋，喪失警示指示作用，因此沿路上可看到箭頭形狀的邊線指示牌，用以提醒駕駛，及相關的道路雪害相關防治方法，如具備升降功能的檔雪牆、防雪柵欄及導風板等設施，此為在會場之外所學習到之難得體驗。

### 三、考察參觀活動(無是項活動者省略)

無

### 四、建議

無

### 五、攜回資料名稱及內容

1. 大會手冊及論文摘要集。
2. 大會論文集 CD 碟。

### 六、其他

無

# 國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2012/10/27

國科會補助計畫	計畫名稱: 滿足無縫運輸觀點之需求反應式大眾運輸服務派遣系統(2/2)
	計畫主持人: 蘇昭銘
	計畫編號: 100-2628-E-216-001- 學門領域: 交通運輸
無研發成果推廣資料	

100 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：蘇昭銘		計畫編號：100-2628-E-216-001-				
計畫名稱：滿足無縫運輸觀點之需求反應式大眾運輸服務派遣系統(2/2)						
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數(含實際已達成數)	本計畫實際貢獻百分比		
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇
		研究報告/技術報告	0	0	100%	
		研討會論文	0	0	100%	
		專書	0	0	100%	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件
		已獲得件數	0	0	100%	
	技術移轉	件數	0	0	100%	件
		權利金	0	0	100%	千元
	參與計畫人力 (本國籍)	碩士生	2	2	100%	人次
		博士生	1	1	100%	
博士後研究員		0	0	100%		
專任助理		0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇
		研究報告/技術報告	0	0	100%	
	研討會論文	2	2	100%	Application of GIS to Analyze the Spatial-Temporal Service Gap for Hsinchu City Bus System, A Spatial Decision Support System for Analyzing the Spatial-Temporal Transit Service Gap	
		專書	0	0		100%
	專利	申請中件數	0	0	100%	件
		已獲得件數	0	0	100%	
	技術移轉	件數	0	0	100%	件
		權利金	0	0	100%	千元
	參與計畫人力 (外國籍)	碩士生	0	0	100%	人次
		博士生	0	0	100%	

		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)		無					
	成果項目		量化		名稱或內容性質簡述		
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)		0				
	課程/模組		0				
	電腦及網路系統或工具		0				
	教材		0				
	舉辦之活動/競賽		0				
	研討會/工作坊		0				
	電子報、網站		0				
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數		0				



# 國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表  未發表之文稿  撰寫中  無

專利： 已獲得  申請中  無

技轉： 已技轉  洽談中  無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

1. 在學術成就方面，本研究依據 DRTS 與固定路線大眾運輸系統之服務機制，整合旅次規劃與車輛派遣技術，建立整合派遣系統。

2. 在技術創新方面，本研究可做為未來國內各縣市推動 DRTS 之參考。

3. 在社會影響方面，本研究所提出支大眾運輸整合服務機制，有助於無縫運輸環境之建立，且可降低對既有大眾運輸服務所產生之衝擊。

4. 在 DRTS 派遣系統中整合旅次規劃技術，可迅速判斷大眾運輸服務之縫隙，做為是否提供 DRTS 服務與提供程度之分析依據。