

# 高鐵雲林站接駁公車之路線規劃

柳永青<sup>1\*</sup> 江曉柔<sup>2</sup> 鄭心婷<sup>3</sup>

<sup>1</sup>國立雲林科技大學工業管理系教授（64002 雲林縣斗六市大學路三段 123 號）

<sup>2</sup>國立雲林科技大學工業管理系研究生（64002 雲林縣斗六市大學路三段 123 號）

<sup>3</sup>國立雲林科技大學工業管理系研究生（64002 雲林縣斗六市大學路三段 123 號）

\* liuyc@yuntech.edu.tw

## 摘要

台灣高鐵(Taiwan High Speed Rail)主要提供西部城市的公共鐵路的服務，目前營運站點共有八個車站；高鐵公司將在第二階段工程中，新增南港、苗栗、彰化、雲林等四個車站。

高鐵雲林站地處偏遠，以及雲林市區公車網絡不夠密集，無法滿足高鐵旅客需求。因此，本研究目的為建構公車式捷運系統(bus rapid transit, BRT)之接駁車路線規劃(routing planning)，主要結合現有台西客運路線、並依照雲林縣斗六市及虎尾鎮之人口密度及高鐵旅運需求類型，新增設站點，以讓公車式捷運系統符合服務人口最大及總路線最短之目標。

藉由數學模式建構可求得最佳高鐵雲林站之路線規劃，其求解階段可分為兩部分，第一部分先針對雲林縣虎尾鎮及斗六市之人口密度高之鄉里、高鐵沿公旅運需求類型增設斗六工業區及台西客運往返虎尾鎮至斗六市之重疊數較高之站點，進行路先規劃之選址；第二階段使用Lingo 9.0進行數型之求解，其求解結果可分為三條路線，分別為路線一-主路線為高鐵雲林站至久安站、路線二-北路線為久安站至斗六工業區及路線三-南路線為久安站至斗六火車站，其北路線及南路線之共同路線為主路線，此目標為達到高鐵雲林站路線規劃之服務人口範圍最大及總旅運距離最短之需求。

透由新建高鐵雲林站之週邊路線規劃，在未來高鐵雲林站完工，必定會形成新興發展地區，且可大幅減少交通時間、城鄉差距等，並能帶動城市的經濟發展。

**關鍵字**(3~5 個字)：台灣高速鐵路、公車式捷運系統、路線規劃、台西客運。

## 1. 緒論

### 1.1 研究背景與動機

根據交通部統計處資料顯示，台灣的公共交通工具主要以鐵路、公路、海運及空運為主；近日因油價上漲，讓民眾選擇搭乘大眾交通工具的意願提高，因此如何提升交通運輸工具的服務水準及網絡的縝密性便更加的重視。城際間交通工具的連接與接駁，將形成一個運輸網絡，如何建構出一個完善的運輸網絡，以滿足民眾的需求，為國內交通建設之重要課題。

台灣近年來，隨著環保意識的興起且陸運公路的使用率逐漸提升，民眾對於搭乘大眾運輸工具的意願度也相對提高。台灣鐵路雖擁有環島鐵路系統，服務面積大、停靠站點多、旅客搭乘方便且票價合理，但由於台鐵誤點情形嚴重、票價無明顯區隔且競爭對手出現等原因，使得台鐵在營運上逐漸出現問題。

高速鐵路(High Speed Rail)於96年1月5日全線通車，路線全長345公里，目前站點分別有臺北、板橋、桃園、新竹、臺中、嘉義、臺南及左營等8站，高鐵之新建以大幅減短南北兩地之行車時間且於96年高鐵興建後，旅客使用率逐年攀升，如圖1所示。

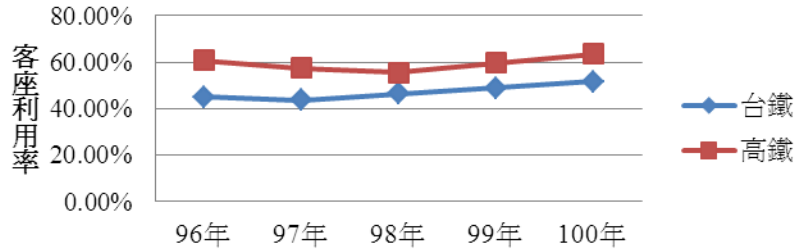


圖1 台鐵、高鐵旅客列車客座利用率

高鐵有別於其他陸運工具，主要能吸引民眾搭乘之原因在行駛速度快，跟其它陸運工具相比可節省相當多的時間，但其缺點是票價偏高、停站數少。因此高鐵在第二期的興建工程中，預定新增高鐵苗栗站、彰化站、雲林站及南港站之建設，如此可將整個西部幹線完整串連起來，有效紓解西部交通擁擠的問題，全面提升運輸品質。

高鐵第二期的興建工程中，其雲林站高鐵區新址位於雲林縣虎尾鎮西北方，由於台灣鐵路未經過虎尾鎮，因此主要交通工具以公共運輸系統為主，又以台西客運為主要運輸工具，分析其台西客運站點情形，並未專門依照高鐵之旅客需求進行站點之設計且現有站點數較多，將無法達到公車便捷之特性。

在現今這個講求速率和提倡節能減碳的時代，公車式捷運系統 (Bus Rapid Transit, BRT) 的發展與應用就顯得更為重要。目前台灣實施公車式捷運系統的地區分別有台北、嘉義及高雄，BRT的實施不但節省民眾搭乘客運所需花費的時間，更對於旅運需求有了多一項的選擇性。

本研究將台西客運現有站點之資訊，以公車式捷運系統之站點數最少的特性，並結合現有台西客運路線、雲林線斗六市及虎尾鎮人口密度最高下，探討符合高鐵旅運需求之站點，進行高鐵雲林站之交通接駁車的路線規劃。

## 1.2 研究目的與問題

在高鐵第一期建設趨向穩定後，高鐵第二期建設將在南港、苗栗、彰化及雲林進行規畫及動工。高鐵雲林站新建完成後，將服務整個雲林縣的交通運輸，也變成雲林縣相當重要的運輸樞紐，而高鐵雲林站之興建特區位於虎尾鎮西北方，但虎尾鎮本身的交通運輸工具，除了台西客運為主要搭乘設施外，並無台鐵之停靠點，因此高鐵雲林站周邊的路運網絡配置，則變為相當重要。

在強化公路公共運輸發展政策研析 (馮正民, 民 98) 的文章中有提到，構成無縫運輸的四個維度，其主要構面為(一)空間無縫：旅客可接受的步行距離；(二)時間無縫：旅客可接受的等待時間；(三)資訊無縫：旅客能迅速便利的取得所需交通資訊；(四)服務無縫：公共運輸服務品質符合旅客預期。

本研究所規劃公車式捷運系統路線結合現有台西客運公車路線，創造符合高鐵旅運需求之站點，讓高鐵雲林站週邊的路線網絡更加的縝密，也可符合無縫運輸的四層為度，更可提供民眾更便利且高品質的交通運輸，此路線之規劃將可替雲林縣帶來更完整的公共運輸網。

本研究主要的目的如下：

- 一、 依照搭乘高鐵之洽公的旅運需求，新增斗六工業區之站點。
- 二、 依照現有台西客運虎尾往返斗六之路線情形，分析其台西客運站點轉運站最高及虎尾鎮及斗六市人口密度最高，做為新增設之站點。
- 三、 依照高鐵旅運需求所建構的公車路線，主要為建立服務人口最大及總旅運距離最短之接駁公車路線。

### 1.3 研究範圍

本研究主要建構高鐵雲林站之接駁公車路線。現有雲林縣之交通設施主要以台西客運為主，其全部公車路線總共有 41 條路線，分別為西螺線、北港線、虎尾線、斗南線、古坑線及南投線等。

本研究範圍主要以現有台西客運往返虎尾鎮及斗六市之公車路線為基礎，找到斗六市及虎尾鎮人口密度最大之鄉鎮，並加上以高鐵旅運需求特性所增設之站點，以服務高鐵雲林站的旅運需求，讓雲林縣的交通網路更加的縝密。

### 1.4 研究流程

本研究流程首先訂定研究對象-高鐵雲林站，針對研究對象探討其背景，由於本研究主要是討論高鐵雲林站之路線規劃問題，因此在文獻探討部分，特別針對乘載高鐵的旅運需求、雲林人口分布情形及公車式捷運系統，進行文獻之研究。整合上述三者，制訂出本研究之數學模型，其目標期望求得服務人口最多及總旅運距離最低，以達到高鐵雲林站之最佳化路線規劃。

### 1.5 觀念性架構圖

依照本研究設置的研究問題與目的，建構出研究的觀念性架構圖，如圖 2。本研究主要探討高鐵雲林站之網絡規劃，在路線規劃部分以公車為主要探討方向，為建構符合高鐵雲林站之公車式路線規劃，所需探討內容分三部分，分別為台西客運路線、高鐵旅運需求及雲林縣人口密度。

在台西客運路線部分，以現有站點作為考量之基礎，並針對高鐵旅運需求類型，新增設治公站點為斗六工業區，依據現有台西客運站點進行高鐵旅運需求點擴充，並依照雲林縣人口密度，找出人口密度較高之鄉鎮市，進行選取站點之評比，所增設之站點則為符合高鐵雲林站之公車式路線規劃。

此高鐵雲林站網絡需符合兩大目標，第一部分為所需服務之人口為最多，第二部分為總旅運距離需最短，此部分則為本研究需探討之高鐵雲林站網絡。

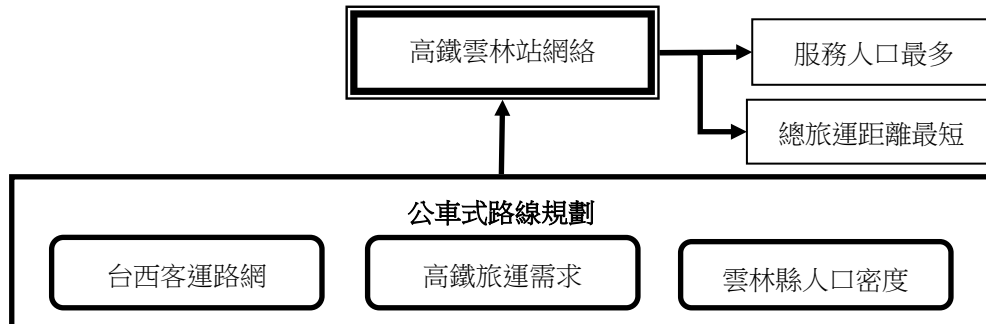


圖 2 觀念性架構圖

### 1.6 研究限制

本研究限制可分為兩部分：

- 一、本研究因時間的因素，故只探討雲林縣斗六市及虎尾鎮之高鐵雲林站之路線規劃，因此無法將研究結果推論於雲林縣其他鄉鎮。
- 二、依照高鐵雲林站所建構之接駁式路線規劃，由於無法取得台西客運現有營運情形，故無法建構實際符合台西客運之高鐵雲林站之路線規劃方式。

## 2. 文獻探討

## 2.1 車輛途程規劃

車輛途程規劃(Vehicle route problem, VRP)意旨有關於運輸問題，內容涵蓋的範圍很廣，不論是路上常見的物流、快遞業或以工業工程、交通問題上的問題，其應用都相當廣泛。在相同車輛的情況下，由一原點出發，透過路線並及時到達客戶端，最後回到原點 (Dantzig & Ramser, 1959)。其運輸涵蓋的範圍很廣泛，包括物流、快遞業或交通問題等，主要是解決最小路徑成本問題。因此，以車輛途程規劃為基準，本研究探討接駁路線的規劃，並收集國內外學者路線規劃的文獻如下：

公車與捷運系統是主要的大眾運輸設施，而為了提高運輸的效率與品質，必須有完善公車提供旅客往返服務，因此要整合與調整捷運接駁公車。(王惠吟, 民 99) 利用 Lingo 套裝軟體與理想解類似度偏好順序評估法 (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, TOPSIS) 對台中捷運 G9 站進行公車接駁的路線規劃，並以最大的服務人口、最小的行駛時間、最短總距離當作多目標規劃。且於分析範圍內的西北側與東南側，規劃兩條接駁路線，以探討增加路線或調整權重的表現。最後結果為在西北側增加一條捷運接駁公車路線，可減少公車行駛時間；服務人口的目標權重的調整，會增加最可能值和樂觀程度的相對權重，並且表現會更好。

(王章, 民 97) 過去對於大眾運輸導向發展 (transit-oriented development, TOD) 的土地使用研究很稀少，因此應結合都市發展與 TOD，擴展捷運系統的服務範圍，所以利用 Lingo 套裝軟體、TOPSIS 與專家訪談的方式實際求解分析台北捷運站藍 12 線的公車接駁路線走廊的土地使用情形，其中設計多目標規劃模型以探討車旅次數的環境品質、大眾運輸的整體成本、大眾運輸系統的使用量、公共利益、土地價值問題，並給定固定的權重以比較分析多目標模型，結果發現在大眾運輸上加入權重後，將會有效提升大眾運輸系統的使用率且減少自用車的旅次；調整土地使用混合度為 60% 會得到整體的最佳值。

(Matisziwetal., 2006) 表示必須在偏遠地區設站點，利用地理資訊系統 (geographic information systems, GIS) 與空間最適模型 (spatial optimization modeling) 的結合，考量人口數的情況下，規劃俄亥俄州的哥倫 (Columbus) 地區的公車路線，目的是為了擴展現有的公車的路線規劃和增加公車站的站點，並設計最大覆蓋之擴展路線問題 (maximum covering route extension problem, MCREP) 的模型來求總旅行距離最小化和服務範圍最大化兩個目標。結果發現在現有的系統下，可能會擴展兩個地區 a, b 在人口密度低的地方，並從既有的路線到這兩個地區可增加約 72.5% 的載客量。使用權重分析 b 區，可有效提供運輸服務約 81.5% 的載客量在這兩個地區，最後在現有系統下拓展兩個地區會增加約 59% 的服務。

(Curtin & Biba, 2011) 認為必須考量整體路線的最佳服務價值的範圍，因此應用德州的現有街道網絡來規劃中央火車站的最佳路線，其中服務價值可能是居住地區周圍的網絡人口數或人口密度，又或者是商業機構的數量和大小。在決策裡提供一套備用路線並使用單體法 (Simplex method) 和分支界線法 (branch and bound technique)，來解決 Transit Route Arc-Node Service Maximization (TRANSMAX) 模型。最後結果顯示被最大可行的路線最佳數不一定是最佳解。

(陳璟葵, 民 98) 必須重視不同族群的需求，因此利用民眾的問卷收集推估期望的高鐵台南站接駁車路線及停靠點，並利用層級分析法問卷收集學者專家、業者和機關在「經濟層面」、「社會需求層面」及「休閒層面」內的權重分析，最後與現有的接駁路線做比較。透過問卷結果發現整體接駁服務是以旅行時間、班次密度、商務發展最為重要，且不同的族群所重視需求層次皆不同，客運業者會較重視經濟面及休閒面，教育學則較重視社會需求面，另外，主管機關表示社會需求面與休閒面是最為重要的。

轉運站是指可提供多條路線服務旅客，且可在此站進行轉車。而計算最短的路線距離，可依照起迄點類型的不同，分為一對一、一對多及多對多的路徑。陳昱豪 (民 92) 針對排班、旅客需求、路線長度、

班距及重複路段等問題進行規劃數學模式求解，計算轉運站的各項成本以規劃統聯客運的兩種營運轉運路線為直達型及轉運接駁型。研究結果為轉運站需加入 15 條國道直達客運及 1 條市區接駁可得到最佳的設置規模，其成本也是最低的；重複站點可降低旅客的等待時間。

(Shiwei Yuet. al.,2011) 提到由於煤礦場物料物流配送公司的車輛數不足，因此必須使用租用車輛來滿足需求，結合基因演算法的並行計算和全局最優化與禁忌搜尋法的搜尋技能和快速區域搜尋的能力來求開放性車輛路徑問題(OVRP)，是指車輛在拜訪顧客後不須回到場站，若一定要回場站，則會按原路線的相反顧客順序拜訪，且每個顧客僅被同台車拜訪一次，並考量車容量、顧客點、營運成本、距離等四項以求得最小車輛數及最短總旅運距離。

(韓復華、朱政威，2010) 針對公車路線為 NP-HARD 問題，並探討雲林高鐵站與台西客運之間的公車站點結合及新設路線，因此有特殊旅運目的的訖點和由雲林高鐵站為出發點的特殊規定，為開放式車輛路線問題 (open vehicle routing problem, OVRP) 型態。並探討通勤交通車路線問題 (commuter bus routing problem, CBRP)，以傳統的學校交通車路線延伸，以不同起點和訖點的狀況下規劃路線問題。研究結果與封閉式車輛途程問題不同，開放式車輛途程問題不需要起訖點相同，符合本研究有特定不同的起訖點。

(張淑詩，2006) 以實際科學園區中員工上下班搭乘通勤交通車為例，主要考量在多個起訖點及多車種的情況下進行路線的規劃，且上下班路線設定為一個對稱的問題，因此在規劃中只考量上班的路線。規劃過程主要分為三個階段進行考量，以總營運成本最小為最終目標。

本研究在考量路線上，去程與回程視為一個對稱問題，只考量去程的路徑，並且以兩階段進行求解。

## 2.2 公車式捷運系統

公車式捷運系統(Bus Rapid Transit, BRT)起源於南美城市，此系統為一種快速且大容量的交通模式。在國外有許多成功的案例，對於公車式捷運系統之定義至今有相當廣泛的定義方式，主要呈現的實體建構並非單一型式，而是依照環境之條件採取符合適用環境之技術型式。依據交通部運輸研究所(民 99) 對公車式捷運系統的定義為「以公車運輸為主軸，針對地方環境與交通特性而設計規劃以結合軌道運輸品質與公車營運彈性的公共運輸系統。」

依據(交通部科技顧問室，民 94，頁數：1-5~1-10，轉引自交通部運輸研究所，民 99，頁 441) 組成 BRT 之基本構成要件。公車式捷運系統組成要件可分為服務、智慧型運輸系統(Intelligent Transportation System, ITS)、路線架構、收費系統、機廠、車輛、車站及專用車道。

## 2.3 台灣高速鐵路

台灣高速鐵路(簡稱台灣高鐵或高鐵)為服務台灣西部地區之高速鐵路系統，路線全長 345 公里，列車的最高營運速度設定為每小時 300 公里，台北至高雄南北交通的行車時間為 1 小時 36 分。高鐵於 2007 年 1 月 5 日通車後，已逐漸成為台灣西部重要的長途運輸工具之一。截至 2011 年，高鐵的乘客量已達 4000 萬人次。

高鐵目前站點有 8 個車站啟用營運中，分別為台北站、板橋站、桃園站、新竹站、台中站、嘉義站、台南站及左營站；另 4 個車站將在第二階段工程中陸續增設，分別為南港站、苗栗站、彰化站及雲林占，全線將設置 12 個車站。其中高鐵台北站、板橋站與第二階段工程的南港站和台鐵共構站點；高鐵桃園站為地下車站，左營站為平面車站，其餘站點皆為高架車站。

自 96 年 1 月 5 日高鐵開通以來，已突破 4000 萬人次。依據交通部統計處，提出的民眾使用高速鐵

路狀況調查專案報告（高速鐵路狀況，民 96）中，調查 20 歲以上搭乘過高鐵的乘客，對高鐵通車後的改變，其中調查使用高鐵民眾的主要旅運目的，如圖 3。透過搭乘高鐵的旅運目的資料，可將市場區隔為六大類別，分別為洽公出差(28.7%)、返鄉探親(26%)、觀光休閒(22.7%)、嘗鮮體驗(19.6%)、通學(1.6%)及其他(1.4%)。

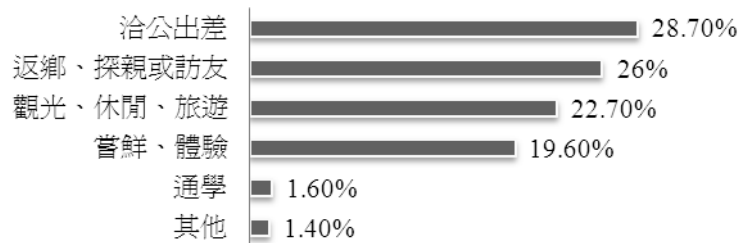


圖 3 民眾搭乘高鐵的旅次目的

依據台灣高鐵營運策略之分析（賴瑩潔，民 95）的相關研究，透過旅運者搭乘高鐵目的之資料，先做市場區隔分別為「返鄉、探親或訪友」及「觀光、休閒、旅遊」，再經過分析統計資料以瞭解消費者之特性為重要之行銷策略，區隔市場下的結果選擇目標市場，提出各市場的需求下各個基本資料的對應的服務。

由於現有台西客運之路線規劃，並無法滿足高鐵旅運需求之目的，因此本研究將針對乘客搭乘高鐵的需求目的，增設符合高鐵雲林站之相關站點。其中返鄉探親之類型，考慮到現有台西客運已有完善的鄉鎮路線，故本研究針對此類型的旅運需求並不探討，另一嘗鮮體驗類型，主要是想要體驗搭乘高鐵之心態，故在本研究也不予以考慮；觀光類型在本研究不予以考量。其餘的類型分別新增需求站點，針對洽公出差類型，由於本研究考量斗六市為雲林縣人口數最多之鄉鎮，故新增斗六工業區；通學類型原台西客運已針對此類型進行站點之設置，故不予以新增。新增斗六工業區站點，將有助於建構高鐵雲林站之路線規劃。

## 2.4 雲林縣人口分布

雲林縣總鄉鎮共有 20 個，分別為斗六市、斗南鎮、虎尾鎮、西螺鎮、土庫鎮、北港鎮、古坑鄉、大埤鄉、莿桐鄉、林內鄉、二崙鄉、崙背鄉、麥寮鄉、東勢鄉、褒忠鄉、台西鄉、元長鄉、四湖鄉、水林鄉、口湖鄉，如圖 4。



圖 4 雲林縣鄉鎮市分佈情形

根據主計處資料顯示，截至 2012 年雲林縣總人口數為 712,747 人，總雲林縣各鄉鎮總居住人口，分項有男、女及總人口。各鄉鎮人口百分比。雲林縣主要人口居住地為：斗六市(15.06%)、虎尾鎮(9.85%)、西螺鎮(6.74%)、斗南鎮(6.55%)及北港鎮(6.00%)，如圖 5。

依據雲林縣人口分佈圖，本研究在規劃高鐵雲林站在路線選擇部分，將評估現有台西客運的路線，依據人口分佈最多之情形，將考慮虎尾鎮到斗六市之路線規劃。

本研究範圍以人口數最多之斗六市及虎尾鎮為主，為求得高鐵雲林站之站點，除依照高鐵旅運需求類型新增站點，其主要以台西客運現有站點進行分析。為符合公車式捷運系統站點數少之特性，本研究以斗六市及虎尾鎮人口密度做為欲探討之鄉鎮站點。

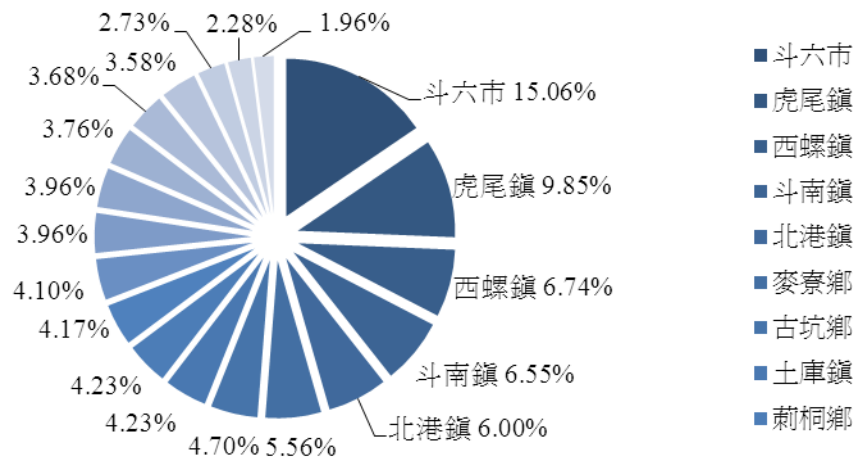


圖 5 雲林縣鄉鎮人口分佈圖

## 2.5 台西客運路線之簡介與發展

台西客運創立於民國 16 年，草創期總站設立於西螺鎮，直到民國 30 年為擴大營運，則將總站遷至虎尾鎮。目前服務路線涵蓋整個雲林、嘉義、台中及南投地區，共有 41 條路線，其中包含兩條國道客運路線及學生專車服務。台西客運結合一般公路客運路線及國道客運路線，以提供民眾能有一個完整的交通運輸網絡。本研究主要以連結高鐵雲林站到斗六火車站之路線規劃進行探討。

現有台西客運從虎尾鎮發車至斗六市的路線，總共為 4 條，紅色點為虎尾高鐵站，分析現有路線規劃分別為藍線-虎尾至斗六(經新厝)、粉色線-虎尾至斗六(經大學)、橘線-北港至斗六(經惠來)及紫線-北港至斗六(經北勢)，各路線經過之站點及距離，如圖 6。

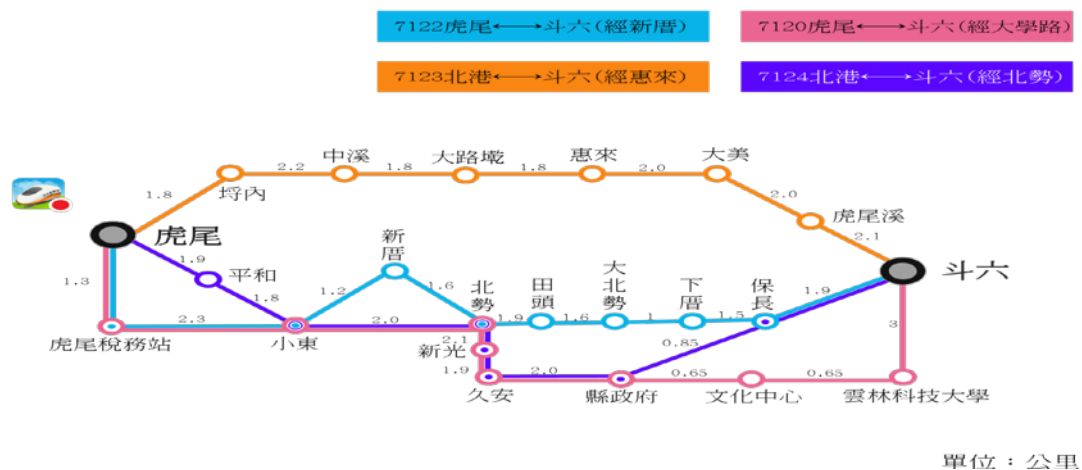


圖 6 台西客運虎尾至斗六路線

### 3. 問題定義與模式結構

本章針對本研究欲規劃之路線進行定義與假設，並將提出的問題進行數學模式的建構。本章節分為第 3.1 節定義詳述問題；在第 3.2 節詳述本研究之假設與限制；第 3.3 節為本研究數學模式之建構；第 3.4 為綜合分析。

#### 3.1 問題描述

本研究以高鐵雲林站為研究對象，處於非雲林縣第一行政中心的虎尾特定區域，如何針對新建設建構完整之路線規劃，為本研究之一大目的。民眾抵達高鐵雲林站後的交通網絡為本研究主要規劃的目標，因此針對高鐵雲林站接駁車路線之規劃做研究探討，以連接虎尾鎮到斗六市之間路線可形成的區域，以期帶動地區發展性及觀光、產業。

以此為前提，故本研究路線之起點皆為高鐵雲林站，而路線中必須考量搭乘高鐵旅運需求的的治公類型，因此在路線中新增斗六工業區為新的站點；並考量到通學之需求，因此路線中一定要涵蓋國立雲林科技大學之站點，此兩點為本研究之目標點。

目前雲林縣公共交通工具以台西客運為大宗，以不更動台西客運現有路線下，建立接駁式公車路線搭配市區公車的路線做結合。因此本研究的目標為建構出接駁式公車路線規劃，期望達到服務人口範圍最大及總旅運距離最短之下，以求出最適路線。

#### 3.2 問題假設與限制

針對上述 3.1 所提出的問題，說明了本研究建構數學模型之假設與限制：

1. 路線規劃之需求點、路線、起點與迄點皆已知。
2. 路線規劃中不考慮時間與成本的限制。
3. 出發的路線與回來的路線為同一條。
4. 總路線站點數量不得大於原路線站點數量。
5. 進入每個需求點之接駁車數量與離開需求點的接駁車數量皆相同。
6. 需確保每一個起點後有路段連接和每個迄點必須有路段連結。
7. 設點之站數需少於現有台西客運之停站數。
8. 每輛接駁車只在規劃上的路線行駛，不考慮子路徑。
9. 依高鐵旅運需求設置斗六工業區及國立雲林科技大學為必須經過之目標點。
10. 考量台西客運重疊數最高之站點為本路線規劃中的必經點。

#### 3.3 數學模式建構

##### 3.3.1 參數定義

下表為本研究模式建構的參數與變數之符號定義，如表 1 所示：

表 1 參數與變數之符號定義

參數
----



$i, j, k$	節點(鄉里)
$d_{ij}$	節點 $i$ 到節點 $j$ 路段的距離
$P_{ij}$	節點(鄉里) $i$ 、 $j$ 的人口密度
$m$	路線中必須經過之需求點
$N_{ijk}$	從節點 $i$ 到 $j$ 節再連結到節點 $k$ 的所有節點集合
$K_{max}$	台西客運路線最大之站點數
$r$	預選擇之高鐵接駁車路線
$R$	預選擇高鐵接駁車路線之集合
$s_r$	高鐵接駁公車路線 $r$ 之起點
$f_r$	高鐵接駁公車路線 $r$ 之目的點
決策變數	
$X_{ijr}$	節點 $i$ 到節點 $j$ 是否為預選 $r$ 路線之高鐵接駁車所服務 (=1 是, =0 否)
$U_{m,R}$	第 $R$ 條路線是否經過 $m$ 點 (=1 是, =0 否)

### 3.3.2 模式建構

本研究之數學模式建構如下：

$$\text{Max } P_{ij} \times X_{ijr} \quad (1)$$

$$\text{Min } \sum_r \sum_{ij \in R} d_{ij} X_{ijr} \quad (2)$$

Subject to:

$$\sum_{i \in N_{ijk}} X_{ijr} - \sum_{j \in N_{ijk}} X_{jkr} = 0 \quad (3)$$

$$\sum_{i \in N_{ijk}} X_{ijr} \leq 1, \forall i \neq s_r, f_r, \forall r \in R \quad (4)$$

$$\sum_{m=1}^n U_{m,R} \neq 0 \quad (5)$$

$$\sum_{ij} X_{ijr} < K_{max} \quad (6)$$

$$\sum_j X_{ij} = 1, i = 1 = s_r \quad (7)$$

$$\sum_i X_{ij} = 1, j = n = f_r \quad (8)$$

$$X_{ijr} \in \{0,1\} \forall r \in R \quad (9)$$

上述式子中，目標式(1)為總服務人口範圍最大，目標式(2)為總旅運距離最小；限制式(3)為符合流量守恆定理，也就說要確保進入該節點的接駁車數量與離開該節點的接駁車數量相同；限制式(4)表示每條路線之節點皆無子路徑；限制式(5)表示新規劃之路線至少會服務一個  $m$  點；限制式(6)表示新規劃路線之

需求站數要小於原路線之需求站數；限制式(7)為起點已知，節點 1 為起點，並確保有一節點連結出去；限制式(8)為迄點已知，節點 n 為終點，並確保有一節點連結進來；限制式(9)表示  $X_{ij}$  為 0、1 變數。

### 3.3.3 途程建構

本研究考量新路線之目標為服務人口範圍最大和總旅運距離最短，因此於求解過程中將以兩階段方式進行探討。求解階段可分為兩部分，第一階段將決定路線規畫停靠站點；第二階段將找出符合目標式之最佳路徑規劃，其數學模式建構之求解階段流程，如圖 7 所示。

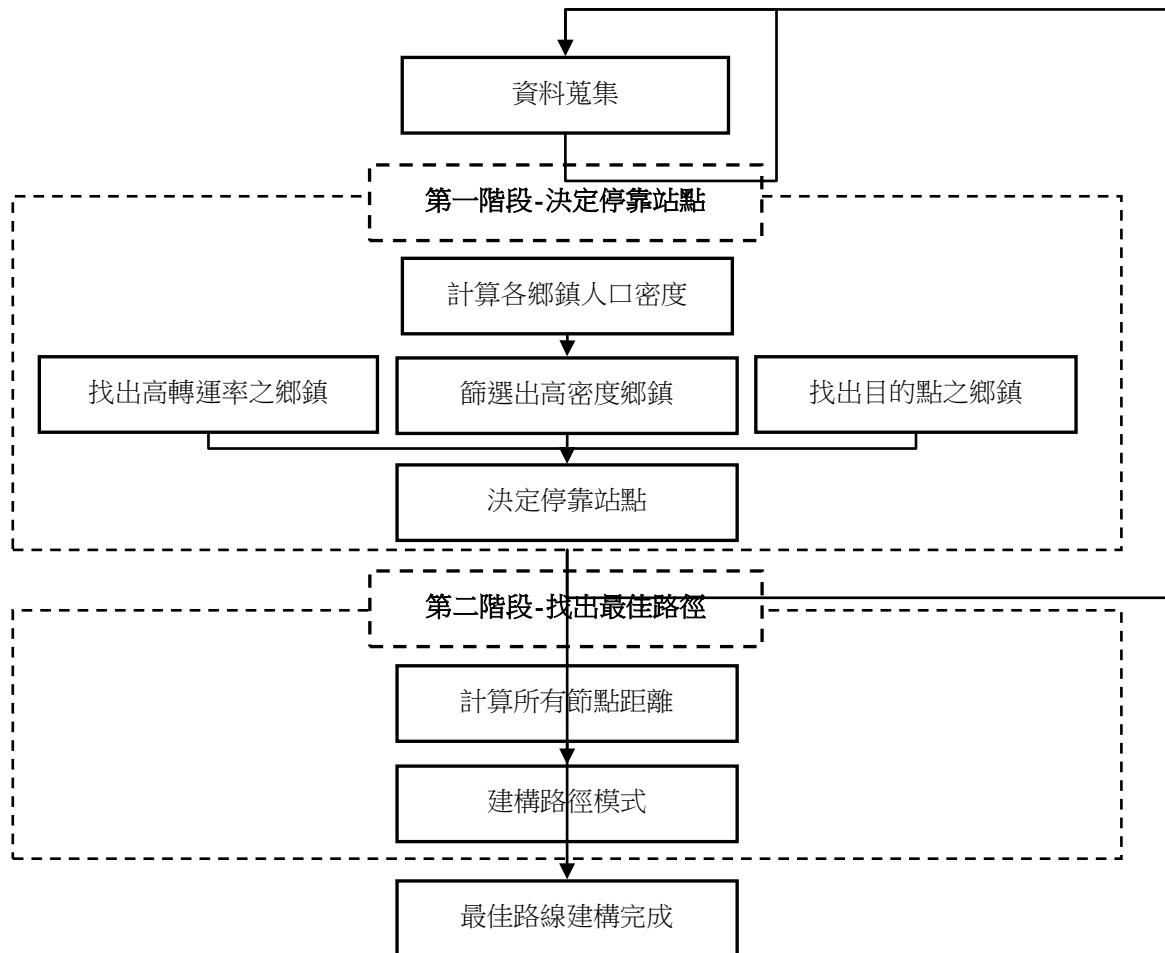


圖 7 數學模式求解階段流程圖

第一階段：利用雲林縣虎尾鎮及斗六市各鄉里人口數量，計算出人口密度。以人口數量除以鄉里面積數，則可求得人口密度，並推算出各鄉鎮每個里之人口密度百分比，以此先建構出初始路線，並找出服務人口範圍最大之鄉里。

第二階段：將第一階段所求解之結果，採用 google map 計算出各鄉里間的距離。並將台西客運虎尾往返斗六的公車路線有重疊次數高之站點及依照高鐵旅運需求類型所規劃之目標點-斗六工業區及國立雲林科技大學，列為新公車路線所需經過之站點。

### 3.3.4 模式說明

本研究所建構之數學模型，是以高鐵雲林站之虎尾鎮及斗六市之需求點進行規劃，並利用 LINGO 9.0 軟體編寫程式後進行求解，以驗證是數學模型否正確。

另針對第一階段的服務鄉鎮人口密度最大之篩選模式及第二階段模式，以高鐵雲林站實例的路線規

劃，來說明本研究建構的公車路線，期望讓公車路線能滿足服務人口範圍最大及總旅運距離最短之目標。

本研究實例為開放式車輛路徑模式，以雲林縣虎尾鎮及斗六市鄉鎮人口密度高之鄉里，選定為路線規劃之停靠站點，計算出各鄉里間的距離後，利用車輛途程規劃模型，以決定路線規劃需求點的路徑之。

建構之接駁車路線規劃可將鄉鎮市區分為主路線及南北路線。此路線規劃以高鐵雲林站為總路線點之起點，依照高鐵旅運需求類型，可增設斗六工業區之站點及原有之國立雲林科技大學之站點，依據此路線可將總體路線劃分為北路線及南路線，北路線之目的點為斗六工業區，南路線之目的點為國立雲林科技大學。

高鐵雲林站所選取的需求點，以虎尾鎮及斗六市其鄉里人口密度高之鄰里，與台西客運路線重疊數高之站點，及依搭乘高鐵旅運需求所選取之鄰里，進行比較分析。

### 3.3.4.1 求解結果

實例計算為一開放式車輛路徑模式，經由 LINGO 9.0 進行路線規劃模式建構及求解，依照數學模式可求得第一條路徑規劃之全域最佳解。其目標數值表示變數之求解結果為 18.9，說明路線起點為高鐵雲林站，路線迄點為斗六久安里，計算出第一條路徑最小距離為 18.9km；第二條路徑全域最佳解，目標數值為 15.67，表示變數求解結果，其中路線起點為久安里，第二條路徑之迄點為斗六工業區，第二條路徑最短距離為 15.67km；第三條路徑全域最佳解，目標數值為 12.75，表示變數求解結果，其中路線起點為久安里第三條路徑之迄點斗六火車站，第三條路徑最短距離為 12.75km。

將 16 個需求站點規劃為三條路線，路線一為主路線，高鐵雲林站為起點並以斗六市久安里為轉運站，其主路線沿途經過站點為，廉使里(高鐵雲林站)→立仁里→西安里→新興里→平和里→久安里，共 6 個需求點，最短距離為 18.9 公里，此路線為路線二及路線三的共同路線，高鐵雲林站主路線圖，如圖 8 所示。

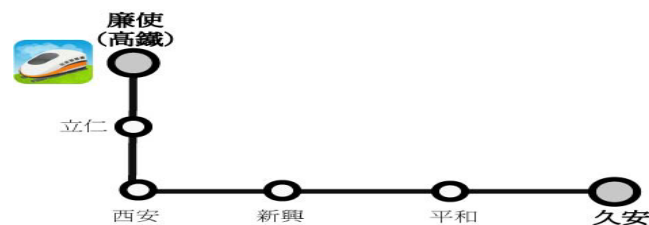


圖 8 路線一-高鐵雲林站主路線規劃圖

路線二為北路線，以斗六久安里為起點，路線終點站為斗六工業區，沿途路線經過久安里→保庄里→三平里→明德里→信義里(斗六火車站)→鎮西里→斗六工業區，共 7 個需求點，最短距離為 15.67 公里，主要服務斗六市北半部高密度人口鄉鎮及高鐵旅運需求為洽公類型之旅客，如圖 9 所示。

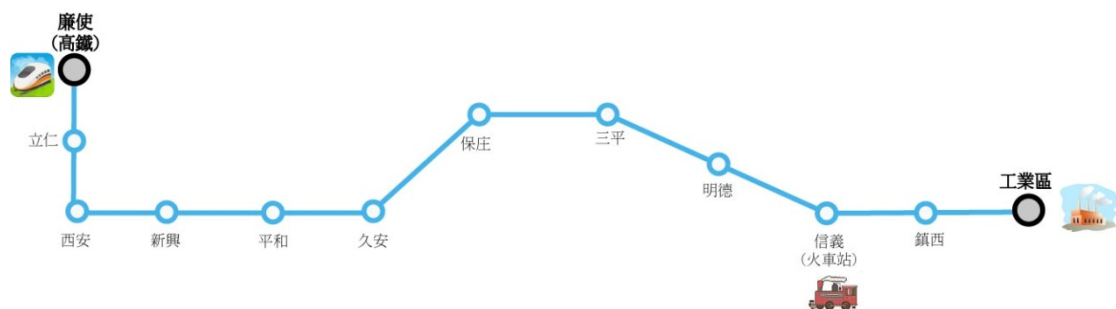


圖 9 路線二-高鐵雲林站北路線規劃圖

路線三為南路線，以斗六久安里為起點，路線終點為斗六火車站，沿途路線經過久安里→國立雲林

科技大學→鎮南里→成功里→鎮東里→斗六火車站，共 6 個需求點，最短距離為 12.75 公里，主要服務斗六市南半部高密度人口鄉鎮及高鐵旅運需求以通學類型之旅客及欲至雲林縣政府洽公之民眾，如圖 10 所示。



圖 10 路線三-高鐵雲林站南路線規劃圖

本研究之接駁車路線規劃，由高鐵雲林站出發並限制迄點的開放型路徑限制。路線規劃之北線，由高鐵雲林站到斗六工業區，總路線長度為 34.57km 及路線規劃之南線，由高鐵雲林站到斗六火車站，總路線長度為 31.65km。

#### 4. 結論與建議

本研究主要探討高鐵雲林站的接駁公車路線規劃，以開放式車輛途程規劃所有需求都經過下的公車路線圖。透過建構兩階段求解達到雙重目標，第一階段以建立篩選條件，經由逐漸加入高人口密度的鄉里為服務族群和首要服務目的地點，來求得需求點；第二階段為建構路線，以第一階段所規劃之需求點建立各需求點間的路徑，並利用開放式車輛途程取代傳統封閉式車輛途程，以求得最佳的路徑規劃。最後規劃出三條路線，分別為主線、北路線、南路線，個別進行時刻路線表，依照高鐵雲林站預估之南下停靠時間、尖峰離峰時間和台西客運交會時間為規劃依據，並對其結果作討論與結論。本章之 5.1 為結論，5.2 為建議。

##### 4.1 結論

本節透過研究結果進行分析並針對第一章節之研究目的之討論。

- 一、根據高鐵之洽公之旅運需求，新增斗六工業區為北路線之服務重點目的地，考量洽公人士時間就是金錢的概念下去推估時刻表和路線規劃，以可以到達斗六火車站和高鐵雲林站為條件。南路線規劃以雲林行政區、雲科大和劍湖山為主，終點站設為斗六火車站考量交通的便利性。
- 二、接駁公車除服務旅客外，同時也需要達到服務人口的廣度，因此在選取經過路線以斗六和虎尾鄉里高人口密度的地區，因此針對選取需求點有第二層的考量。並加入台西客運重複經過站點數高的位置，設為轉運站為斗六久安里，依據為轉運次數高。
- 三、依照高鐵旅運需求所建構的公車路線，共 16 個需求點，以每一個需求點都被經過的條件下，分析以開放式車輛徒程與封閉式車輛途程，結果顯示，使用開放式車輛途程下可減少 13.9 公里，將路線分成三條路線下的開放式車輛途程得到較短的旅運距離。

##### 4.2 建議

本研究之建議如下：

- 一、在整個路線的規劃中，本研究只針對虎尾與斗六兩個地區進行規劃，未來可以將周圍的地區一併納入考量，以發展出更完善的交通網絡，使民眾更為便利。
- 二、本研究主要是針對高鐵雲林站接駁公車路線進行規劃，實際上高鐵雲林站尚未通車，無法經由實際的應用中探討規劃的成效，因此在未來通車後，可以依實際的情況做調整，並提供高鐵做為參考之

用。

### 參考文獻

- 王韋（2008）。*捷運接駁公車路線走廊土地使用規劃模式*〔摘要〕。未出版之碩士論文，國立臺北大學都市計劃研究所，台北市。檢自全國博碩士論文摘要檢索系統。
- 王惠吟（2010）。*捷運接駁公車路線規劃模式之設計與應用*〔電子檔〕。未出版之碩士論文，國立臺北大學都市計劃研究所，台北市。網址：  
<http://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/g32/gswweb.cgi/ccd=W3BEoP/record?r1=1&h1=4>
- 交通部科技顧問室(2005)。*公車捷運化設計手冊之研究(1/2)-設計手冊*。鼎漢國際工程顧問股份有限公司辦理，頁數：1-5~1-10。轉引自林國顯、呂怡青、陳柏江(民99)。*國內是用BRT標準探討與推動策略的研究*。台北：交通部運輸研究所。
- 台西客運。上網日期：101年3月31日，檢自：<http://www.taisibus.com/index.php>
- 高雄捷運。上網日期：101年4月27日，檢自：<http://mtbu.kcg.gov.tw/cht/publish/report/9701/index.htm>
- 邱奕明（1998）。*公車路線調整準則與評估方法之研究*〔摘要〕。未出版之碩士論文，國立台灣大學土木工程學研究所，台北市。檢自全國博碩士論文摘要檢索系統。
- 台灣高鐵。上網日期：101年6月12日，檢自：<http://www.thsrc.com.tw/tc/?lc=tc>
- 台灣高速鐵路。上網日期：101年6月12日，檢自：  
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8F%B0%E7%81%A3%E9%AB%98%E9%80%9F%E9%90%B5%E8%B7%AF>
- 高鐵BRT即時系統。上網日期：101年4月2日，檢自：<http://61.60.38.100/sub-1.htm>
- 台灣高速鐵路北上列車。上網日期：101年6月12日，檢自：  
[http://www.thsrc.com.tw/tc/ticket/tic\\_time\\_pop\\_summary2.asp?atid=2](http://www.thsrc.com.tw/tc/ticket/tic_time_pop_summary2.asp?atid=2)
- 台灣高速鐵路南下列車。上網日期：101年6月12日，檢自：  
[http://www.thsrc.com.tw/tc/ticket/tic\\_time\\_pop\\_summary2.asp?atid=1](http://www.thsrc.com.tw/tc/ticket/tic_time_pop_summary2.asp?atid=1)
- 陳昱豪(2003)。公路客運轉運站最適規模與服務策略之規劃設計。未出版之碩士論文，逢甲大學交通工程與管理學系，台中市。
- 陳璟葵（2008）。*高鐵台南車站接駁公車路線評選之研究-應用層級分析法*〔摘要〕。未出版之碩士論文，立德大學地區發展管理研究所，台南市。檢自全國博碩士論文摘要檢索系統。
- 馮正民主持（2011）。*強化公路公共運輸發展政策研析*（ISBN 978-986-03-0523-4）。台北市：交通部運輸研究所。
- 嘉義 BRT 公車消息。上網日期：101年4月2日，檢自：  
<http://www.cibus.com.tw/modules/tinyd2/index.php?id=2#place>
- 張淑詩（2006）。通勤交通車路線問題之研究。碩士論文，國立交通大學運輸科技與管理學系，新竹市。
- 實質發展計畫構想。上網日期：101年4月27日，檢自：  
[http://w3.hsinchu.gov.tw/puyu/puyu\\_planbook/05/5-2.htm](http://w3.hsinchu.gov.tw/puyu/puyu_planbook/05/5-2.htm)
- 賴瑩潔（2006）。*台灣高鐵營運策略之分析*〔電子檔〕。未出版之碩士論文，國立中央大學統計研究所，中壢市。網址：<http://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/g32/gswweb.cgi/ccd=SYnBtc/record?r1=1&h1=0>
- 韓復華、朱政威（2010）。*通勤交通車路線問題模式與巨集啟發式解法*。運輸計畫季刊，39，133-164。
- 羅仕倫（2007）。*台中市 BRT 公車捷運系統路網規劃之研究*〔電子檔〕。未出版之碩士論文，逢甲大學

都市計畫學研究所，台中市。網址：

<http://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/g32/gswweb.cgi/ccd=EDJJob/record?r1=2&h1=0#XXX>

Curtin, K.M., Biba, S. (2011). The Transit Route Arc-Node Service Maximization problem, *European Journal of Operational Research*, 208, 46-56.

Dantzig G.B. and J.H. Ramser. (1959). The Truck Dispatching Problem, *Management Science*, 6, 80-91.

Matisziw, T. C., Murray, A. T., and Kim, C. (2006). Strategic route extension in transit networks, *European Journal of Operational Research*, 171, pp. 661–673.

Shiwei Yu, Chang Ding, and Kejun Zhu (2011), A hybrid GA-TS algorithm for open vehicle routing optimization of coalmines material. *Expert Systems with Applications*. 38, 10568–10573

## FEEDER BUS ROUTING PROBLEM FOR HIGH-SPEED RAILWAY AT YUNLIN STATION

Yung-ching, Liu<sup>1\*</sup> Shao-Rou, Chiang<sup>2</sup> Hsin-Ting, Cheng

<sup>1</sup>National Yunlin University of Science & Technology, Industrial Engineering Management,  
Professor

<sup>2</sup> National Yunlin University of Science & Technology, Industrial Engineering Management,  
Graduate

<sup>3</sup> National Yunlin University of Science & Technology, Industrial Engineering Management,  
Graduate

\*liuyc@yuntech.edu.tw

### ABSTRACT

Taiwan high speed rail will build new station in Yunlin of the second stage. But the transportation routes of bus are not fulfilling in Yunlin. Thus, in the paper we consider to construct bus rapid transit (BRT), by composite to bus schedules of High-speed railway and Taihsi Transport Corporation. We consider to objective, one is to fulfill population density; the other one is to minimize traveling distance.

In our solution phases, the first phase select the maximize population density of out nodes, the second phase is used Lingo 9.0 to construct mathematical models. The results over vehicle routes planning, divided into three routes. All nodes have served by three routes.

Through analyze the routes nearby Taiwan high speed rail will build new station in Yunlin to determine the routes and bus schedules. We want to create a survey to make reference that government or Taiwan high speed rail.

**Keywords:** Taiwan high speed rail ; Bus Rapid Transit(BRT) ; Routing planning ; Taihsi Transport Corporation ; Lingo.