交　通　學　報
第十一卷　第一期
民國一００年五月
頁　67　～頁　86

Journal of Traffic Science
Central Police University
Vol. 11 No. 1
May 2011, pp. 67 ~86

國道客運公司因應駕駛工時管制規定之駕駛替換方案評估分析[1]

The Study of Bus Driver Exchange Method to Accord with the Driving Hours Restriction

蘇昭銘[2]

郭正成[3]

王張煒[4]

薛佳馨[4]

摘　　要

立法院於民國 99 年已通過營業大客車駕駛有關連續開車時間相關限制之修法工作，此依法規的修訂對於經營 300 公里以上之國道客運者業者勢必造成營運作業上之衝擊，國道客運公司因應此項規定之最簡單作為即是當駕駛時間即將超過規定時間時，駕駛員即至最近場站進行休息 30 分鐘，然此舉將對乘客之搭乘時間影響甚鉅。因此客運公司如何能在兼顧法令規定、乘客權益及公司營運成本下，規劃出適當之營運策略即為一重要之研究課題。本研究旨在利用數學規劃方法，在業者營運條件及法令規範限制下，建立一以使用者額外搭乘時間最小化之數學模式為基礎的替換駕駛分析方法。經以長達 356 公里的台北－高雄路線進行分析，發現本研究所規劃之營運策略，均較其他可能之營運策略為優，將可作為經營長途路線之國道客運公司未來研擬營運策略之參考。

關鍵詞：駕駛工時、國道客運、駕駛替換方案。

---

[1]本文係行政院國家科學委員會 99 年度大專生參與專題研究計畫(99-2815-C-216-003-E)部分研究成果，承蒙行政院國家科學委員會經費補助，特此致謝。

[2]中華大學運輸科技與物流管理學系副教授(聯絡地址：新竹市五福路二段 707 號；電話：03-5186595；E-mail：jmingsu@chu.edu.tw)。

[3]開南大學運輸科技與管理學系(聯絡地址：桃園縣蘆竹鄉開南路 1 號；電話：03-3412500 轉 6116；E-mail：cckou@mail.knu.edu.tw)。

[4]中華大學運輸科技與物流管理學系四年級學生。

ABSTRACT

In 2010, Legislative Yuan passed a bill to limit the continuous driving time for bus drivers. The amendment will influence the operation of bus companies which operate the long distance intercity routes. How to propose an appropriate business strategy for the bus company to meet the driving hour limit, passenger rights and the company operation objectives is an important research topic. According to the operating environment and driving hour restrictions, this study develops a driver exchange model which minimizes the extra travel time of passengers. Finally, the case study of Taipei - Kaohsiung bus route shows that the drivers exchange strategy based on the proposed method is better than the other strategies. The results of this study will be able to assist the intercity bus companies to develop their operation strategies in accordance with the driving hour limit.

Keywords: driver scheduling, driver exchange, driving hour restriction.

一、前言

立法院於民國 99 年通過「汽車運輸業管理規則部分條文修正草案」，在第十九條之二中增訂：「營業大客車駕駛時間每天最多不得超過十小時，連續開車四小時，至少休息三十分鐘；除此，若是因為交通壅塞，最多連續開車時間不得超過六小時，而且必須休息連續四十五分鐘。」。此一規定主要在改善目前部分營業大客車駕駛因為長時間駕駛而產生疲勞現象之問題，保障乘客之安全。在目前臺灣地區之 194 條國道客運路線中，路線長度高於 200 公里之長程路線計有 50 條，佔總路線之 25.77%，若進一步將各公司經營之長途路線依據營運里程以及可能行駛時間彙整如表 1 所示，其中 200~250 公里、250~300 公里、300~350 公里與 350 公里以上四類之路線分別計有 21 條、14 條、8 條及 7 條，其中 300 公里以上路線在行車速率以每小時 90 公里計算，加上各路線沿途多處上下交流道所增加之時間，所需耗費旅行時間即可能達 4 小時以上，亦即將超過駕駛工時 4 小時之標準，而若遇到國定假日或連續假期塞車時，其行駛時間更可能超過 6 小時之限制。

由於國道客運之營業特性，必須在安全前提下迅速將乘客送達目的車站，經營該些長程路線之客運公司勢必在排班調度上進行必要之調整，以因應此一工時之管制新規定，其中經常性之 4 小時駕駛工時管制規定可透過車輛排班(vehicles scheduling)與駕駛排班(crews scheduling)分離機制予以克服，但若因為道路壅塞或其他意外事件導致行車時間超過 6 小時，此時業者即可能進行營運方案之調整，其可能包括之方案包括：1.忽略駕駛工時限制，繼續行駛；2. 駕駛於適當場站進行休息；3.於特定場站進行駕駛替換作業。第一種方案在多數公司重視行車安全情況下，應不致採取此一違法又危險之方案；第二種方案對公司為最簡單之營運方案，不需有任何改

變，但對乘客而言卻是影響最大之方案，亦即乘客需多花 45 分鐘之旅途時間，故此方案應為最不得以之作法；第三種更換駕駛之作法，應可讓乘客在影響最小情況下完成旅次，但其對客運公司而言卻也是相對複雜之作法。因此，如何在兼顧乘客權益及駕駛工時限制情況下，進行駕駛替換方案之評估即為未來各客運公司急需面對之課題。

二、文獻回顧與探討

本文之文獻回顧內容將先探討各國駕駛工時管制之規定，以了解目前我國修正「汽車運輸業管理規則」條文之嚴格程度；其次由於本文所探討之替換駕駛行為基本上屬於車隊管理中之機動調度(real-time dispatching)範疇，故將回顧機動調度之相關文獻，以做為後續研究之基礎。

2.1 各國駕駛工時管制規定

在勞工安全衛生研究所之研究(行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，2006)中，將各國有關駕駛工時之規定內容彙整如表 2 所示，由表中資料可知工時管制之範圍可區分為對每天最長工作時數之限制、每天最長開車時數及連續開車時數之休息時間限制等三類型。各國對於每天最長工作時數之限制時間從 12 小時至 15 小時;每天最長開車時間之限制時間則從 9 小時至 13 小時；需強制休息之連續開車時間則多介於 4.5 小時至 5.5 小時間，每次休息時間除歐盟及英國為 15 分鐘外，其餘均為 30 分鐘。若與國內目前通過之修正條文相較，可發現國內對於強制休息之連續開車時間為小時之限制略低於表一中各國家之規定標準，但其他國家卻無考量交通壅塞之彈性作法。

表 1 國道客運業者長程路線分類彙整表

里程數 業者名稱	200~250km (時間約 3 小時)	250~300km (時間約 3.5 小時)	300~350km (時間約 4 小時)	350km 以上 (時間約 5 小時)
國光客運	基隆－南投(218) 臺北－北斗(203) 臺北－埔里(226) 臺北－日月潭(246) 臺中－高雄(200) 臺中－屏東(208)	臺北－嘉義(251) 臺北－新營(273)	臺北－阿里山(326) 臺北－臺南(316) 桃園－高雄(325)	臺北－高雄(357) 臺北－屏東(359)
統聯客運	臺北－員林(207) 臺北－學甲－苓子寮(299) 臺北－西港(225) 臺北－二水－竹山(244) 臺北－草屯－竹山(229) 臺北－鹿港－芳苑(226)	臺北－嘉義(262) 臺北－北港－三條崙(285) 臺北－虎尾－三條崙(275) 臺北－西螺－四湖－三條崙(271) 臺北－西螺－三條崙(264) 臺北－朴子－東石(287) 臺北－布袋(282)	臺北－臺南(312) 臺北－國 3－臺南(320) 臺北－麻豆－溫汪(307)	臺北－高雄(356) 臺北－屏東(380) 板橋－國 3－高雄市(386) 板橋－國 3－屏東(372)
總達客運	埔里－高雄(235)	無	無	無
臺中客運/高雄客運	臺中市－國 1－臺 17 線(221)	無	無	無
阿羅哈客運	無	臺北市－嘉義市(257.15)	無	臺北市－高雄市(360)
日統客運	梅山鄉－西螺－國 1－臺北市 (237) 嘉義－臺北(245) 梅山鄉－西螺－國 3－臺北市(250) 北港鎮－斗南－臺北市(244) 三條崙－西螺－臺北市(246) 板橋市－國 3－嘉義市(240)	北港－斗南－臺北市(255.4) 三條崙－國 1－臺北市(259.2) 三條崙－國 1－臺北市(263.3) 三條崙－臺北市(255.0)	無	無
和欣客運	無	無	臺南市－國 1－臺北市(309) 板橋市－國 3－臺南市(304)	無
總計數量	21	14	8	7
比例	10.82%	7.21%	4.12%	3.60%
總比例	25.75%			

資料來源：本研究整理。

表 2 各國駕駛工作時數管制規定

規定 國家	每天最長工作時數	每天最長開車時數	連續開車之休息時間限制
美國	15 小時	10 小時	無特別規定
歐盟和英國	無特別規定	每天 9 小時	每連續或累積 4.5 小時需休息 15 分鐘。
加拿大	15 小時	13 小時	無
紐西蘭	14 小時	11 小時	每連續或累積 5.5 小時需休息 30 分鐘。
澳洲聯邦政府	14 小時	12 小時	每連續或累積 5 小時開車時間，需要 30 分鐘休息。
澳洲 (南威爾斯省)	12 小時	12 小時	每連續或累積 5 小時開車時間，需要 30 分鐘休息，或是分成兩段各 15 分鐘的休息時間。
澳洲 (維多利亞省)	14 小時	12 小時	每連續或累積 5 小時開車時間，需要 30 分鐘休息，或是分成兩段各 15 分鐘的休息時間。

資料來源：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，2006。

2.2 機動調度

鍾秋弘(鍾秋弘，1998)利用模擬方式評估長途客運公司使用定位系統對即時調度營運績效之影響，研究結果顯示在連續假期交通擁擠情況下，考量車輛即時位置之機動調度作業可減少班車延誤時間，提升運作效益。但在該研究中並未針對即時調度之方案進行詳細之探討。

劉方旗(劉方旗，1998)考量新竹汽車客運公司車輛裝置 GPS 車上單元後，可即時掌握車輛位置特性，提出一調度成本最小化之即時機動調度數學規劃模式，並以變數產生法(column generation)進行模式之求解。該研究所考量之調度成本綜合性指標內容包括：所有班次之變動指標、任一班次之發車延誤指標及班次取消指標，亦即該研究主要在產生一個對既有班次變動影響最小之機動調度方案。

林家盛(林家盛，2003)考量汽車客運公司調度員因為人員請假、車輛維修、旅客需求變動等臨時性變化，必須立即進行必要性之車輛調度，發展一套以變數產生法為基礎之演算法產生可行的調度方案，減少對已排訂班表之擾動現象。

吳孟璵(吳孟璵，2003)利用專家系統技術探討市區公車運用 GPS 即時資訊得到車輛即時位置情況下，當車輛發生誤點、漏班或連班現象時，進行必要之班表調整作業。最後並以台北市公車 285 路線進行測試，發現可提升既有之人工作業效率，並增加營運獲利。

游文松(蘇昭銘、游文松，2005)運用 ITS 中車輛定位、通訊與資訊技術，蒐集場站內部與在外營運之可用人車資訊，並透過即時調度演算法產生可行之調度方案。該研究所構建之即時調度方案評選模式係以乘客候車成本、額外營運成本及車上擁擠成本等三項成本之綜合值最小化做為方案之評選標準。經測試發現以新增班次或車輛途中故障等需要調度車輛之狀況為例，皆可在 1 秒內產生可用人車資訊與決策參考方案，同時利用通訊系統簡化調度作業程序，縮短作業時間至 3 秒內，提升即時調度作業之效率。

2.3 綜合討論

綜合前述之文獻探討，可發現由於職業駕駛長時間駕駛容易引起駕駛疲勞，特別是客運駕駛關係著整車乘客生命安全，故各國主管機關已開始採取連續駕駛時間之限制，以保障行車安全，我國目前亦已完成相關修法程序。駕駛工時限制政策之實施勢必對國道客運公司產生營運調度作業之衝擊。

以往已有許多文獻針對國內汽車客運業之特性，運用數學規劃、模擬及專家系統等不同技術進行即時性機動調度作業之自動化分析作業，雖然並無就駕駛工時限制所衍生之機動調度問題進行分析，但相關文獻中以臨時事件所產生之擾動現象最小化之觀念仍可應用在本文之後續分析上。

三、駕駛替換方案評估分析

本文針對客運公司因應臨時性違反連續駕駛工時限制所衍生之駕駛替換方案評估問題建立一套科學性之評估方法，從各項可行方案中評估出一項對乘客及業者影響最小之方案。本節將先說明駕駛替換方案之評估分析流程，再針對分析流程中為評估超過工時之駕駛要在哪一個場站與哪一位駕駛進行替換行為所構建之 0-1 整數規劃模式進行介紹，最後則舉一簡單範例說明整個分析方法。

3.1 方案評估分析流程

當國道客運業者發現營運中駕駛因為交通壅塞或其他意外因素，導致可能發生超過 6 小時之連續駕駛工時限制時，即需進行駕駛替換作業，其所採用之調度方案及與乘客或客運業者之關係可示意如圖 1 所示，總計可歸類下列三類型方案：

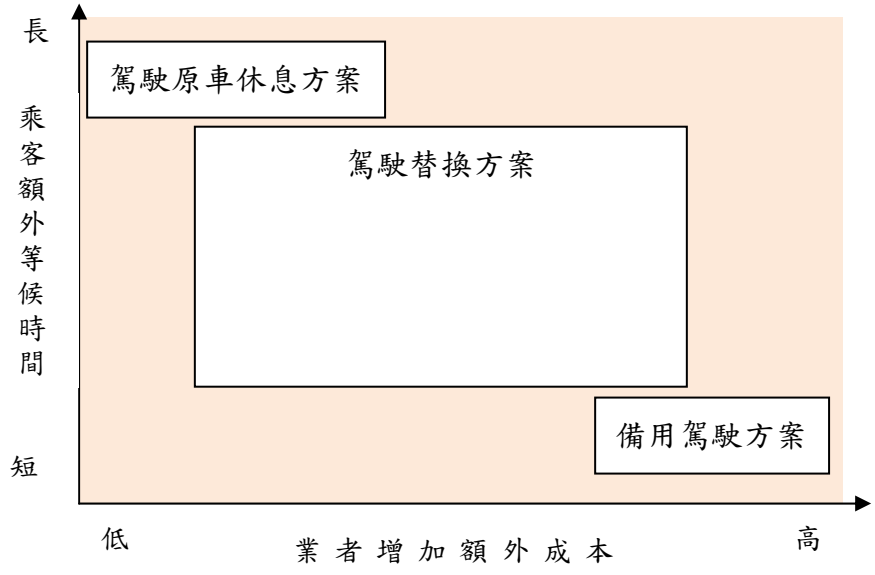

圖 1　即時調度方案類型示意圖

1. 駕駛員原車休息方案：該方案乃指當發現駕駛員連續駕駛工時超過規定時，公司並不採取任何替換駕駛作業，而由該駕駛員自行尋求適當場站休息，此一作法對公司之影響較小，只有該駕駛員原本需接續行駛班次往後順延，並不需增加駕駛員替換之成本，但此一方案將使得該車輛之乘客需增加 45 分鐘之搭車時間，對乘客服務品質之影響最大。
2. 備用駕駛方案：該方案乃指國道客運公司在各場站配置備用駕駛，當發現駕駛員連續駕駛工時超過規定時，即由備用駕駛接替駕駛，當駕駛員充分休息後再繼續執行勤務。此一方案對乘客權益之影響最小，勿需增加過多之搭乘時間，但卻會造成業者營運成本的增加，且需考量備用駕駛後續回到原替換場站之限制，將增加排班作業之困難度。

3. 駕駛替換方案：該方案乃是當調度員發現駕駛已超過或可能超過連續駕駛工時限制時，即從公司所營運車隊(包括在路上行駛之所有車輛及在場站停放車輛)之駕駛員中，篩選出一對乘客及營運之綜合成本影響最小之方案，進行駕駛員替換工作，故其對乘客搭乘時間之增加可能會較駕駛員原車休息方案為小，而對公司營運成本之增加亦可能較備用駕駛方案為低。惟駕駛替換方案由於交換駕駛後亦可能衍生出其他問題，故未必能得到可行方案。

本研究綜合前述三項方案特性，假設國道客運公司絕對遵行連續駕駛工時限制之前提下，研擬如圖 2 之方案評估分析流程，茲就流程中之重要步驟說明如下：

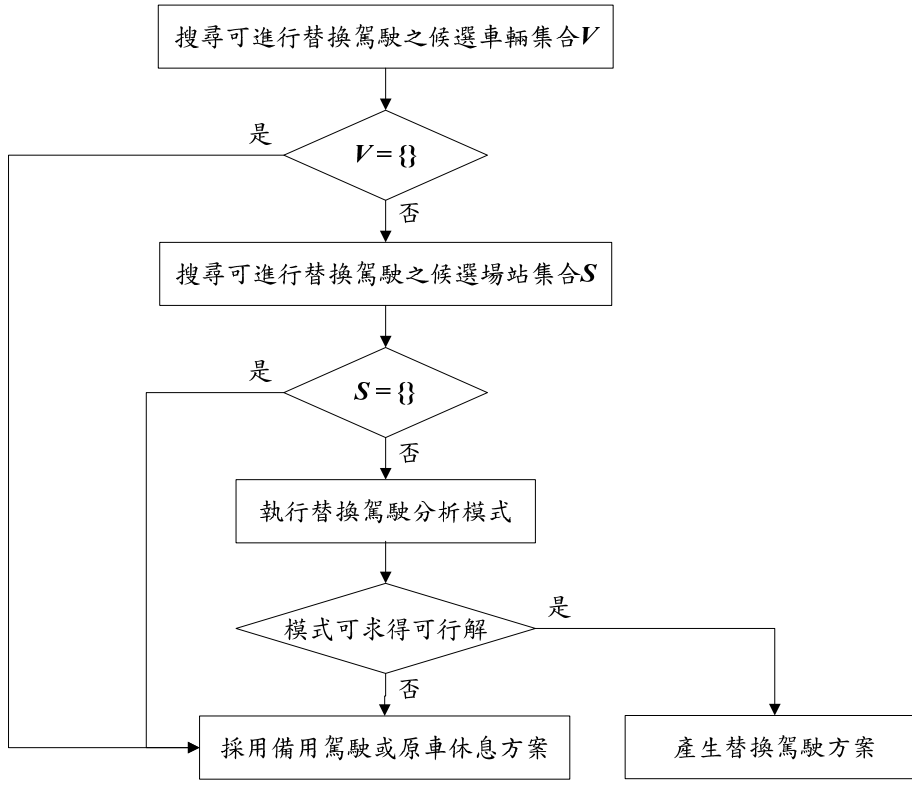

圖 2 方案評估分析流程圖

1. 搜尋可進行駕駛替換之候選車輛：由於國道客運公司之營運班次受旅客需求影響，且發生超過連續駕駛工時之車輛亦屬隨機性，故當發生此一現象時即須從所屬車隊中搜尋可供替換之車輛。茲舉圖 3 之範例加以說明，圖中之目標車表示調度員發現其在由 O 到 D 之行駛過程中，因為道路壅塞可能超過 6 小時限制之車輛，由於駕駛

替換行為不具可逆性，因此僅有對向由 D 到 O 之車輛 1 及車輛 2 及同向之車輛 3 與車輛 4 為可能替換範圍，本研究將此四部候選車輛設為集合 V。

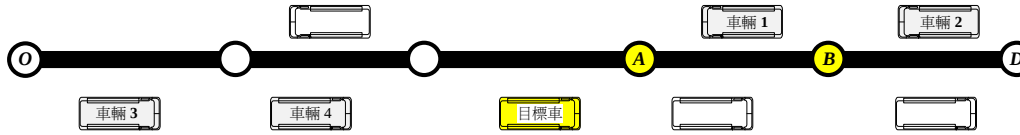

圖 3　駕駛替換範例示意圖

2. 搜尋可進行駕駛替換之候選場站：當搜尋完替換駕駛所行駛車輛之集合 V 後，即需判斷此些車輛可能之替換場站集合 S，以圖 3 範例而言，僅有目標車前方尚未到達之場站 A、B 可作為駕駛替換之用。
3. 執行駕駛替換分析模式：經由前述兩個步驟確認車輛及場站兩個候選集合均非空集合後，表示超過連續駕駛工時之車輛駕駛存在替換可行性，由於替換行為需經過審慎評估，以期盡量減少對乘客及業者之衝擊，因此本研究建立一套駕駛替換之數學規劃模式，以篩選出最佳之替換方案。完整之模式介紹將於下一小節中加以說明。
4. 依據分析結果決定因應方案：若經駕駛替換分析模式可求得可行解，表示存在替換之可能性；若無法求得可行解，表示在既有之場站與車隊中無法進行替換作業，調度人員僅能考慮採用備用駕駛方案或請該超過工時之駕駛進行休息。

3.2 替換駕駛規劃模式

替換駕駛規劃模式主要係應用在當超過連續駕駛工時駕駛之車輛(後續簡稱目標車)產生，場站及車隊等條件存在可能替換之情況時，選擇適當之替換駕駛車輛與替換場站。依據前述有關即時調度文獻之探討，可知相關即時調度之模式或分析方法大都以減少對既有營運模式之衝擊(如增加額外成本最小、對既有班表影響幅度最小)為主。因此本研究所構建之數學規劃模式之假設如下：

1. 車輛間之駕駛替換行為在對既有營運計畫之前提下，以一次替換為限制。
2. 由於駕駛因為連續駕駛工時超過限制所衍生之休息行為，將引生出車上乘客之額外搭乘時間，因此模式之求解目標為所有車輛上乘客額外搭乘時間之最小化。

另在替換駕駛之分析中所需滿足之條件包括下列三項：

1. 各車輛間之駕駛替換行為最多以一次為限。
2. 目標車交換前後駕駛員之連續駕駛時間需小於最長連續駕駛工時限制。
3. 替換車輛交換前後駕駛員之連續駕駛時間需小於最長連續駕駛工時限制。

為便於後續說明，茲先將模式中所應用之相關變數符號定義如下：

I ：表示可供交換司機之候選車輛編號，$i = 1, 2, \ldots, n$

J ：表示可供交換司機之候選場站編號，$j = 1, 2, \ldots, m$

S ：表示可供交換司機之候選場站集合

V ：表示可供交換司機之候選車輛集合

O ：表示目標車輛 ($i = 0$) 之起點

D ：表示目標車輛之迄點

t_{iO} ：表示車輛 i 之司機所在位置與起點 O 之行駛時間

t_{iD} ：表示車輛 i 之司機所在位置與迄點 D 之行駛時間

t_{ijO} ：表示車輛 i 之司機至場站 j 後與起點 O 之行駛時間

t_{ijD} ：表示車輛 i 之司機至場站 j 後與原始迄點 D 之行駛時間

$t_{ijD'}$ ：表示車輛 i 之司機至場站 j 後與交換後迄點 D 之行駛時間

t_{ij} ：表示車輛 i 之司機所在位置至場站 j 之行駛時間

d_i ：表示車輛 i 之乘客數

tr_0 ：表示目標車輛必須休息之時間

tw_{ij} ：表示車輛 i 在場站 j 因為交換司機必須等待之時間

tw_{0ij} ：表示目標車輛在在場站 j 因為等候車輛 i 交換司機必須等待之時間

t_{max} ：表示最長行駛時間限制

x_{ij} ：若為 1 ，表示目標車輛在場站 j 與車輛 i 交換司機；
若為 0 ，表示目標車輛未在場站 j 與車輛 i 交換司機。

A_{ij} ：若為 1 ，表示車輛 i 比目標車輛晚到場站 j；
若為 0 ，表示車輛 i 比目標車輛早到場站 j。

依據前述模式假設與相關限制分析，本研究構建之替換駕駛分析模式如式(1)至(9)所示，該模式為一 0-1 整數規劃模式，決策變數為 x_{ij}，其中式(1)為模式之目標式，模式之求解目標為因為替換駕駛所衍生之乘客額外搭乘時間最小化，有關乘客額外搭乘時間之計算方式可區分為兩大部分，第

一部分發生在替換車輛 i 與因為較目標車輛先到達場站 j，造成 i 車輛上所有乘客需增加之額外搭車時間；第二部分則為目標車輛車上乘客所衍生之額外搭乘時間，當可搜尋到替換車輛時，若目標車較替換車輛 i 先到達場站 j 時，目標車輛上所有乘客需增加之額外搭車時間，但若無法搜尋到替代車輛時，此時所有 x_{ij} 之總和將為 0，亦即目標車輛之駕駛必須原車休息。由於目標車與車輛 i 在 j 場站之等候時間僅存在一種可能性，當目標車先到達時，車輛 i 之等候時間即為 0；但若車輛 i 先到達時，目標車之等候時間即為 0，為解決此一現象，本研究透過等候行為決策變數 A_{ij} 加以控制，結合式(4)及(5)之限制，當 A_{ij} 為 1 時，表示車輛 i 比目標車輛晚到場站 j，目標車輛增加之等候時間為 tw_{0ij}，而車輛 i 之等候時間 tw_{ij} 即為 0；反之，則 tw_{0ij} 即為 0，而 tw_{ij} 為車輛 i 與目標車到達場站 j 之時間差。而式(2)為限制所有車輛駕駛不論是否發生替換行為，其駕駛時間均須符合最長連續駕駛工時之限制；式(3)為替換駕駛以一次為限之限制式；式(6)及(7)分別為 x_{ij} 與 A_{ij} 之 0-1 決策變數限制式。

$$Min$$

$$Z = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}(d_i * tw_{ij} * x_{ij} + d_0 * tw_{0ij} * x_{ij}) + d_0 * tr_{0j} * (1 - \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} x_{ij}) \tag{1}$$

s. t.

$$t_{ijO} + (1 - x_{ij}) * t_{ijD} + x_{ij} * t_{ijD'} \leq t_{max} \quad i = 0, 1, 2, \ldots, n \; j = 1, 2, \ldots, m \tag{2}$$

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} x_{ij} \leq 1 \tag{3}$$

$$tw_{ij} = (1 - A_{ij})(t_{0j} - t_{ij}) \quad i = 1, 2, \ldots, n; j = 1, 2, \ldots, m \tag{4}$$

$$tw_{0ij} = A_{ij}(t_{ij} - t_{0j}) \quad i = 1, 2, \ldots, n; j = 1, 2, \ldots, m \tag{5}$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases} \quad i = 1, 2, \ldots, n; \; j = 1, 2, \ldots, m \tag{6}$$

$$A_{ij} = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases} \quad i = 1, 2, \ldots, n; \; j = 1, 2, \ldots, m \tag{7}$$

3.3 範例說明

本研究茲舉圖 3 之簡單範例，說明如何運用前述分析方法進行駕駛替換行為之評估作業，延續 3.1 節之說明，假設自場站 O 到場站 A 路段因為交通壅塞，目標車輛(i=0)之行駛時間長達 4 小時，導致駕駛行駛至終點 D 之總行駛時間可能超過 6 小時限制，假設範例中各車輛之乘客人數、出發時間、已經行駛時間以及到達場站 A 與 B 時間與假設如表 3 所示。

依據表 3 資料，當目標車輛可能發生超過連續駕駛工時限制時，其可能產生之方案包括如表 4 之八個方案，其中第一方案為目標車駕駛原車休息，其將造成車上乘客額外之搭乘時間總和為 450 分鐘，其餘 7 個方案則分別與車輛 1 至車輛 4 於 A 場站或 B 場站進行駕駛替換行為，進行替換後各方案之目標值及各車輛因替換駕駛後之連續駕駛工時亦彙整於表 4 中，其中方案二、方案四至方案八由於替換後車輛駕駛之工時仍超過 6 小時(360 分)，故均為不可行解，而從可行之兩個方案中，求得目標值最小之方案為方案三，亦即目標車輛與車輛 2 於場站 A 進行駕駛替換後，將使得兩車之連續駕駛工時均能符合法規限制，而其對乘客額外等候時間之影響亦最小，僅有 60 分鐘。

表 3 範例各車輛基本資料彙整表

項目 / 車輛	乘客人數 (人)	出發時間	已行駛時間 (分)	至場站 A 時間	至場站 B 時間
i=0	10	9:00	150	13:00	13:35
i=1	6	10:00	90	12:00	—
i=2	12	11:00	30	12:55	11:50
i=3	20	11:00	30	15:00	16:05
i=4	16	10:00	90	14:00	15:05

表 4　範例之駕駛替換方案分析彙整表

項目 方案	替換駕駛之車輛	替換駕駛之場站	目標車輛連續駕駛工時(分)	替換車輛連續駕駛工時(分)	目標值(分)	可行解
一	—	—	—	—	450	O
二	1	A	400	290	360	X
三	2	A	345	235	60	O
四	2	B	575	205	1260	X
五	3	A	460	460	1200	X
六	3	B	620	490	1500	X
七	4	A	400	400	600	X
八	4	B	560	430	900	X

四、實例測試

為確認本研究所構建方析方法之適宜性，本研究採用 A 國道客運公司台北/高雄線之營運班距資料及場站位置進行測試，由於駕駛替換作業之產生乃屬隨機性，不易蒐集到實際之案例資料，故乃依據實際之高速公路里程進行兩個不同情境之假設，以便能測試分析方法之實用性，後續茲就測試路線之基本資料、測試情境及測試結果分析分別說明之。

4.1 測試路線基本資料

測試路線係行駛於台北(***TP***)與高雄(***KS***)間，中間上下交流道所設置之停靠站，包括：新莊站(***SC***)、林口站(***LK***)、桃園站(***TY***)、新竹站(***HC***)、台中站(***TC***)、岡山站(***CS***)、楠梓站(***NT***)等七個，路線全長 356 公里，在車流順暢情況下，各場站間之預估行駛時間如表 5 所示。

表 5 測試路線各場站間行駛時間

區　　間	行駛時間(分)	區　　間	行駛時間(分)
台北－新莊	15	新莊－林口	21
林口－桃園	15	桃園－新竹	44
新竹－台中	81	台中－高雄	163

測試路線採 24 小時營運，每日營運班次為 56 班，發車班距依據尖離峰特性而有所差異，最短班距為 10 分鐘，最長班距則為 40 分鐘。

4.2 測試情境

本研究假設某一連續假日在下午 1 點新竹往林口段發生壅塞狀況，調度員發現即將到達台中站之編號 31 之車輛駕駛工時可能超過 6 小時限制，故啟動即時調度機制，亦即需即時評估駕駛替換策略，此時該路線總計有 40 部車正在營運其空間分布情形示意如圖 4 所示，其假設之兩種壅塞情境如下所示：

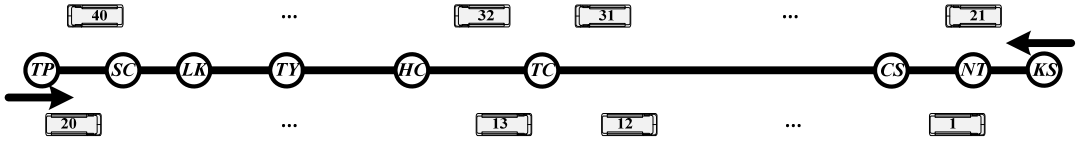

圖 4　實例測試情境示意圖

1. 情境一：新竹往林口之行駛時間因為交通壅塞，由 59 分鐘增加為 120 分鐘。
2. 情境二：新竹往林口之行駛時間因為交通壅塞，由 59 分鐘增加為 90 分鐘。

4.3 測試結果分析

依據前述情境假設，編號 31 車輛為駕駛工時可能超過 6 小時限制之目標車，該車輛係由南往北行駛，即將抵達台中站。而假設之壅塞路段為新竹至林口間，故若車輛於新竹以北之三個場站進行駕駛替換可能造成駕駛工時超過標準現象，為便於說明，本研究在後續說明及資料表中將僅列出替換候選場站為新竹(***HS***)與台中(***TC***)兩站之資料。另可替換駕駛車輛之候選集合分別為編號 13 至 35 之 23 部車輛，南下過台中車輛與北上過新竹車輛皆不納入候選集合，其相關車輛之基本資料彙整如表 6 所示。

表 6 實例測試各車輛基本資料彙整表

項目 車輛編號	乘客人數 (人)	出發時間	已行駛時間 (分)	至場站 ***HC*** 時間	至場站 ***TC*** 時間
13	13	11:00	120	—	13:14
14	17	11:15	105	—	13:25
15	18	11:30	90	—	13:40
16	09	11:45	75	13:14	14:05
17	11	12:00	60	13:35	14:20
18	13	12:15	45	13:50	14:27
19	17	12:30	30	14:05	14:32
20	16	12:45	15	14:25	15:02
21	08	12:45	15	16:42	15:47
22	18	12:30	30	16:32	15:35
23	08	12:15	45	16:15	15:17
24	18	12:00	60	16:02	15:05
25	15	11:45	75	15;43	14:45
26	17	11:30	90	15:33	14:32
27	09	11:15	105	15:12	14:18
28	13	11:00	120	15:03	14:05
29	11	10:45	135	14:49	13:50
30	10	10:30	150	14:35	13:42
31	15	10:15	165	14:15	13:10
32	14	10:00	180	14:00	13:03
33	18	09:45	195	13:49	—
34	09	09:30	210	13:30	—
35	13	09:15	225	13:18	—

經利用前述分析方法與規劃模式，分別探討兩個情境之即時調度方案，其完整之分析結果如下：

1. 情境一：本情境駕駛替換方案之分析結果可彙整如表 7 所示， 由表中可知當目標車輛可能發生超過連續駕駛工時限制時，可能之調度方案數總計為 39 個，其中方案 1 為目標車駕駛原車休息，其造成車上乘客額外之搭乘時間總和為 675 分鐘，其餘 38 個方案目標車輛則分別與車輛 13 至車輛 35 於新竹站或台中場站進行駕駛替換行為，其中有 16 個替換駕駛方案目標值小於方案 1 目標值，但此 16 個換司機方案其目標車輛連續駕駛工時或替換車輛連續駕駛工時超過法定 6 小時之限制，故均為不可行解，亦即情境一由於無法在營運車隊駕駛中找到適當之替換對象，即目標車輛原車休息為最佳方案，但其將對乘客造成總計 675 分鐘之額外等候時間。

2. 情境二：本情境係假設新竹往林口之行駛時間因為交通壅塞，增加至 90 分鐘，其依據表 6 資料分析出表 8 所有 39 個駕駛替換方案之結果，其中方案 1 與情境一同為駕駛原車休息方案，其餘 38 個方案則目標車輛分別與車輛 13 至車輛 35 於新竹站或台中站進行駕駛替換行為，當中有 16 個替換駕駛方案之目標值小於 675 分鐘，其中僅方案 2 與方案 3 中之目標車輛連續駕駛工時與替換車輛連續駕駛工時皆符合連續開車工時不得超過 6 小時之限制，兩方案中以方案 2 之目標值 60 分鐘為最小，故其為最佳方案，亦即車輛 13 與目標車輛於台中站進行駕駛替換行為，其衍生之乘客額外搭乘時間僅有 60 分鐘，遠較方案 1 駕駛原車休息之額外搭乘時間減少 615 分鐘。

綜合前述兩個情境之測試分析，本研究初步確認所構建之駕駛替換分析方法可依據不同情境搜尋出適當之駕駛替換方案，減少駕駛因為交通壅塞所造成之連續駕駛工時超過 6 小時上限之情形。

表 7 實例測試情境一之駕駛替換方案分析彙整表

項目 方案	替換駕駛之車輛	替換駕駛之場站	目標車輛連續駕駛工時(分)	替換車輛連續駕駛工時(分)	目標值(分)	可行解
1	—	—	—	—	675	O
2	13	***TC***	342	371	60	X
3	14	***TC***	353	367	225	X
4	15	***TC***	368	367	450	X
5	16	***HS***	484	306	549	X
6	16	***TC***	393	377	825	X
7	17	***HS***	484	291	440	X
8	17	***TC***	408	377	1050	X
9	18	***HS***	495	251	325	X
10	18	***TC***	415	369	1155	X
11	19	***HS***	495	251	170	X
12	19	***TC***	420	359	1230	X
13	20	***HS***	498	256	150	X
14	20	***TC***	450	374	1680	X
15	21	***HS***	543	393	2205	X
16	21	***TC***	569	419	2355	X
17	22	***HS***	533	398	2055	X
18	22	***TC***	557	422	2175	X
19	23	***HS***	516	396	1800	X
20	23	***TC***	539	419	1905	X
21	24	***HS***	513	398	1605	X
22	24	***TC***	527	422	1725	X
23	25	***HS***	484	394	1320	X
24	25	***TC***	507	417	1425	X
25	26	***HS***	474	399	1170	X
26	26	***TC***	494	419	1230	X
27	27	***HS***	453	393	855	X
28	27	***TC***	480	420	1020	X
29	28	***HS***	444	399	720	X
30	28	***TC***	467	422	825	X
31	29	***HS***	430	400	510	X
32	29	***TC***	452	422	600	X
33	30	***HS***	416	401	300	X
34	30	***TC***	444	429	480	X
35	32	***HS***	396	396	210	X
36	32	***TC***	412	420	98	X
37	33	***HS***	396	400	468	X
38	34	***HS***	396	441	405	X
39	35	***HS***	396	456	741	X

表 8 實例測試情境二之駕駛替換方案分析彙整表

項目 方案	替換駕駛之車輛	替換駕駛之場站	目標車輛連續駕駛工時(分)	替換車輛連續駕駛工時(分)	目標值(分)	可行解
1	—	—	—	—	675	O
2	13	***TC***	341	341	60	O
3	14	***TC***	352	337	225	O
4	15	***TC***	367	337	450	X
5	16	***HS***	484	276	549	X
6	16	***TC***	393	347	825	X
7	17	***HS***	484	261	440	X
8	17	***TC***	408	347	1050	X
9	18	***HS***	495	221	325	X
10	18	***TC***	415	339	1155	X
11	19	***HS***	495	221	170	X
12	19	***TC***	420	329	1230	X
13	20	***HS***	498	226	150	X
14	20	***TC***	450	344	1680	X
15	21	***HS***	513	363	2205	X
16	21	***TC***	539	389	2355	X
17	22	***HS***	503	368	2055	X
18	22	***TC***	527	392	2175	X
19	23	***HS***	486	366	1800	X
20	23	***TC***	509	389	1905	X
21	24	***HS***	483	368	1605	X
22	24	***TC***	497	392	1725	X
23	25	***HS***	454	364	1320	X
24	25	***TC***	477	387	1425	X
25	26	***HS***	444	369	1170	X
26	26	***TC***	464	389	1230	X
27	27	***HS***	423	363	855	X
28	27	***TC***	450	390	1020	X
29	28	***HS***	414	369	720	X
30	28	***TC***	437	392	825	X
31	29	***HS***	400	370	510	X
32	29	***TC***	422	392	600	X
33	30	***HS***	386	371	300	X
34	30	***TC***	414	399	480	X
35	32	***HS***	366	366	210	X
36	32	***TC***	382	390	98	X
37	33	***HS***	366	370	468	X
38	34	***HS***	366	411	405	X
39	35	***HS***	366	426	741	X

五、結論與建議

本研究因應道路壅塞時間可能衍生國道客運路線之駕駛員連續駕駛工時超過法規最長 6 小時限制之現象，構建替換駕駛替換之數學規劃模式，並依此模式為基礎發展一套分析方法，從乘客搭乘額外搭乘時間最小化角度評估當一國道客運公司調度員發現駕駛員可能違反工時限制時，所應該採用之即時調度方式為採用成本最高之備用駕駛方案、從營運中之車輛駕駛進行替換、或採取對乘客權益影響最大之原車休息方案，經利用 A 公司之營運路線進行情境測試，確認本研究所構建之分析方法可確實評估出適當之駕駛替換策略，將有助於國道客運業者即時調度作業之效益，為囿於時間等限制，後續研究仍可朝下列三方向進行更深入之探討：

1. 目前諸多國道客運公司均已在車輛裝置 AVL 設備，未來可利用即時之車輛位置資料進行本研究構建方法之線上動態測試。
2. 將本文所構建之分析方法與模式求解進行自動化作業，據以構建即時調度決策系統，以便能確實輔助業者之即時調度。
3. 本研究目前僅針對同路線之營運車輛進行替換策略分析，由於部分國道客運業者經營不同里程之路線，未來若能進行跨路線之駕駛替換策略評估，將可使駕駛替換之策略更具彈性。

參考文獻

行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所(2006)，各國長途客運駕駛工時管理制度之研究。

鍾秋弘 (1998)，長途客運使用定位系統進行車輛即時調度營運績效之模擬研究，國立臺灣大學土木工程學研究所碩士論文。

劉方旗 (1998)，市區公車排班與即時機動調度之研究－以新竹客運為例，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。

林家盛 (2003)，客運車輛機動調度演算法之研究，交通大學運輸科技與管理學系碩士論文。

吳孟璵(2003)，GPS 環境下公車車輛調度專家系統之研究，國立臺灣大學土木工程學研究所碩士論文。

蘇昭銘、游文松(2005)，「應用 ITS 技術提升汽車客運業即時調度作業效率之研究」，中華管理學報，第六卷第三期，頁 47-59。