

檢視閱讀高速公路指示標誌之影響因素

艾嘉銘¹ 楊宗璟² 黃啟倡³ 陳立旻³ 王盈惠³

摘要

為瞭解於高速公路駕駛時對指示標誌的閱讀效果，在實車上路研究部份已完成初步結果，惟駕駛人回答看清與看懂是否屬實則難論定，因此駕駛者連續觀察多少個同一目的地指示標誌，才能順利駛出主線至出口匝道並不明確，故本研究旨在藉由實驗室的閱讀狀況，設計閱讀標誌的相關問題，來釐清是否真正看懂某一標誌；其中相關的因素包括個人背景(例如性別、年紀、受測者本身的注意態度與對路線的熟悉度)、標誌與情境(例如種類、設置方式、遠近與明視時間)、及認知與資訊的應用等；受測試人經過模擬路線背景與閱讀說明後，每人閱讀 24 張標誌(遠近 2 種距離，每種距離有不同種標誌與不同明視時間的 12 個情境組合，此外每張標誌另有三種特性，其中包括 2 種設置方式，2 套路線標誌，2 階段—前半與後半等 3 個集區變數)，記錄每一次受測者對問題(有關行向、地名或道路等級、里程或道路編號、準備要做的駕駛動作)回答的正確與否，以二元羅吉斯特機率模式，分析影響是否看懂的因素、其顯著性、影響的正負與大小；預期探究連續看同一目的地標誌之次數愈多是否影響看懂程度，並發掘學習效果，當閱讀標誌的時間若不足或未充份注意時如何影響駕駛決策，以及設計適當複雜程度與適當大小的標誌來發揮其應有的功能。

壹、前言

1.1 研究動機

本研究藉由實驗室設計，讓受測者依序閱讀高速公路部份路段之指示標誌，探討在不同標誌牌面特性與設置，搭配明視時間、明視距離等設計變數的情境組合下，來回答相關問題，以測試受測者是否可看清並看懂標誌內容，從中瞭解在不同背景下之受測者對辨識不同特性標誌的難易性，並對標誌以提出一些建議與看法，在規劃設計之際應適當考量各項因素，以期能發揮應有之功能。

1.2 文獻回顧

本研究主要回顧影響看清及看懂標誌的各項特性及在實驗室中的情境設計，主要歸納成四種主要影響因素，即人的特性、標誌特性、實驗室情境、學習效果之影響等，分述如下所示：

¹逢甲大學交通工程與管理系講師

²逢甲大學交通工程與管理學系副教授

³逢甲大學交通工程與管理學系碩士班學生

(1) 人的特性之影響

駕駛人的特性中性別與年齡為一般最基本之個人特性，是多半研究會考量的因素，如林豐福與林亨杰[1]的研究中除個人特性外還加入視力狀況，李克聰等人[2]考慮是否熟悉路線，Emmerink 等人[7]指出受測者背景及旅次特性、趕時間的因素之影響，而 Wardman 等人[8]額外談及駕駛者對路網的知識，Purduski 與 Rys [9]研究的變數包含受測者背景及教育水準等，Al-Madani 等人[10]還認為婚姻狀態、國籍、教育背景及每月所得等變數均可應用在對指示標誌辨識的影響。

(2) 標誌特性之影響

標誌的設立，首要為讓駕駛人在短時間中可清楚明瞭標誌所傳達之內容，李開偉等人[3]提到標誌應該具有醒目、易識與公認等特性，范俊海和李友欽[4]認為指示標誌之設置須符合現行規則與基本需求並具有整體性與連續性，李克聰等人[2]也要求個別牌面標準化、標誌系統層級與連貫及均勻和系統性；標誌設置的問題中，許添本和蕭以帆[5]指出目前有設置高度不當、明視與反應距離不足等缺失；在標誌辨識上林立農[6]提及圖像與文字型態的差異，在此之後林豐福和林亨杰[1]亦將標誌內容複雜度列為影響辨識的因素；另外 Sanz-Andres 等人[11]考量標誌設置時可包括大小、形狀、擺設角度等影響因素；就設置方式而言，許添本和蕭以帆[5]將標誌分為門架式與路右式，Fang 等人[12]以及 Maihofer 與 Eberhardt [13]也將標誌分成門架與路側兩種顯示方式。

(3) 實驗室情境之影響

在實驗室情境的設計中，李開偉等人[3]將背景雜訊、標誌的尺寸與形狀等納入實驗室背景資訊，Emmerink 等人[7]考量旅次及時間因素會影響駕駛者對標誌的注意力，Purduski 與 Rys [9]於測試中記錄標誌的易讀性與反應時間，Maihofer & Eberhardt [13]藉由建構虛擬警告標誌探查可見範圍，另外 Dutta 等人[14]將標誌顯示時間與顯示次數納入為考慮因素。

(4) 學習效果之影響

為了顧及駕駛者沿路觀看標誌的延續性，范俊海和李友欽[3]指出標誌的設置必須具有連續性，李克聰等人[2]之報告中認為規劃原則包含標誌系統設置時的一致性及連貫性，另外 Daganzo [15]提出可嘗試多處設計標誌標線以提升辨識成功機率，Jorgensen 與 Wentzel-Larsen [16]分析警告標誌的設立數目要使一般駕駛者看清的比率提升到可接受的水準。

1.3 文章結構

以下的內容將依實驗設計基本理念、實驗對象的尋找與實驗前置問卷、實驗設計的基本測試、實驗進行與基本統計、研究方法簡介、不分背景的閱讀測驗結果、交通背景與非交通背景的結果差異分析、曾做過實車測試與未做過者的結果差異分析以及結論與建議，分項逐次說明之。

貳、實驗設計的基本理念

實驗測試中的每人要閱讀兩條路線的指示標誌，每條路線安排 12 張標誌，共計有 24 張標誌。在路線選擇上，為了兼顧多元旅次目的與系統轉接，本研究兩條路線以國道為主設計，包括(1)從台中出發北上，由國道一號至三義西湖渡假村後，再南下經國四轉向國三至大甲，(2)從台中出發南下，由國道一號接 76 號快速道路向東行駛至員林後，再回返 76 號快速道路接國一北上，經彰化系統交流道轉向國三至大甲。為了符合實際駕駛之狀況，我們在這兩條路線中挑選較為關鍵的標誌，且兩組的標誌牌面將依照文字、數字、箭頭等複雜程度區分，而每種複雜程度標誌兩組間所佔數量相同；實驗所用標誌則遵循交通部國道高速公路局的交通工程標準圖[17]中標誌之規範，依照長寬的相對比例以電腦繪圖軟體繪製而成。

明視時間的擬定係依據日前實車實驗[7]中，受測者實際在路線上駕駛車輛之測試分析，結果顯示一般駕駛者的平均明視(從看清楚起算至看懂的)時間為 2.04 秒，在本實驗過程中利用五分位數找出四個明視時間，分別是 0.67 秒、1.36 秒、2.18 秒、3.17 秒，並將之定義為四種時間情境。在實驗中明視距離則設計成遠、近兩種，按實車測試結果中顯示平均明視(看清楚的)距離約為 229.85 公尺，為了使百分之 85 的受測者可清楚地看見標誌，故將實驗室的近距離設定為實車駕駛現場 125 公尺、遠距離設定為實車駕駛現場 230 公尺，在實驗室中則依空間有限大小計算，實際實驗時分別縮小約為 22 分之 1，即各為 5.68 公尺及 10.45 公尺。而指示標誌的架設上可分為路右式及門架式兩種，路右式的標誌依架設位置環境規定底緣高度約在 2.0 公尺，門架式的高度則限制為不得低於 4.9 公尺(即作為底緣高度)，參考眼睛離地高度(實車測試時 1.1 公尺，實驗室測試時 1.2 公尺)，將抬頭與斜視角度依照設定比例(縮小約為 22 分之 1)計算後，將兩者的實驗時底緣高度分別設為 1.24 公尺及 1.37 公尺。另外各標誌的牌面大小亦遵循此比例(縮小約為 22 分之 1)縮減，而駕駛者面向標誌時，標誌牌面的仰角及俯角的調整及左右旋轉角度的調整則因角度很小，故在此實驗中忽略其影響。

此實驗標誌順序按行車順序訂定，因此牌面內容、設置方式均為既定，實驗隨機變數僅有明視時間與明視距離。明視時間與牌面複雜程度的配置上，為在每種明視時間情境下，儘可能隨機搭配各種不同複雜程度的牌面；明視距離與兩條路線的配置上亦為隨機搭配，為了確保上述情境變數互相關係不顯著，隨機設計的實驗順序需透過變數間獨立性檢定後，方可用於進行實驗。

實驗中以分別以兩台電腦螢幕來顯示標誌，實驗室設置如圖 1 所示，最初擬由三人同時進行實驗，在實驗初期發覺坐在左側及右側兩人的左右斜視角度與實際駕駛時之左右斜視角度誤差甚大(相隔 1 個座位，約相當於實際駕駛相隔 4 個車道，若坐中者相當於實際駕駛在右邊算起第二車道，則坐左或右者均不可於現實駕駛情境中出現)，又限於實驗時間及人力分配，故實驗中後期即修正為每次實驗僅一人(坐正中間)或兩人(一人坐正中間，搭配另一人坐其左或右)同時進行。另

外為瞭解受測者是否看懂標誌牌面，我們根據每張標誌內容及預定路線設計問題詢問受測者有關方向、地名或道路等級、里程或道路編號及準備要作的駕駛動作等問題，以判定受測者是否看懂標誌內容並做出應有之駕駛行為。每一張標誌中分別設計有一到三小題，實驗結束後由協助人員判定記錄受測者答題的正確與否，且分析時每一小題均視為獨立資料。

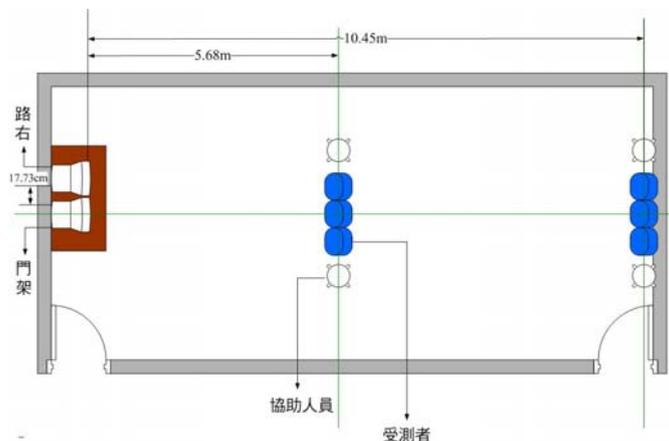


圖 1 實驗室配置圖

叁、實驗對象的尋找與實驗前置問卷

3.1 受測對象背景分配與來源

本研究徵求 24 位受測人員，而曾經參加實車測驗者有 7 人，其中包含一位女生，6 位男性；駕駛資歷的分配為 5 年以下的有 5 位，5-18 年的有兩位。另 17 位未參加實車測驗者其中女性 6 位，男性 11 位。所找尋的受測對象來源為本校教職員、碩士班一般生、碩專班學生，以及大學部學生，駕駛資歷均須 5 年以上，徵求受測對象時已考慮，本實驗受測對象的背景資料與前置研究實車路測駕駛者具有互相彌補的特性。至於所組成的受測人員，是否與一般行駛於國道公路上的駕駛組成相近，則未再深入探討。

3.2 個人資料之蒐集與閱讀訓練上述受測人數配置

本研究所蒐集受測者的背景資料有性別、年齡、職業、駕駛資歷、學歷、婚姻狀態、受測路線熟悉度、精神狀況、昨晚睡眠狀況以及注意態度等，在受測者未正式接受測驗前，先行對受測者講解實驗的目的、實驗路線、實驗流程，接著介紹與放映實際測驗類似的實驗標誌，讓受測者能更清楚的知道本研究如何進行，並且強調『答錯不代表不好，答對不代表好，此只是一個實驗，只需反應平常的開車習慣即可』，此目的在於使本實驗進行的更順利，所蒐集到的數據更精確，不要因為做錯的挫折影響正常的反應。

肆、實驗設計的基本測試

4.1 實驗資料之基本參數來源

實驗設計的變數有明視時間、牌面型態、實驗路線的先後順序、實驗時受測者觀測標誌的距離、牌面設置方式、以及前段(1至12張)或後段(13至24張)等。其中明視時間根據本研究在進行實車測驗時，所有受測者看清楚牌面標誌至看懂牌面標誌的平均時間與標準差，劃分出四種時間，且分別在這四個時間點上再加上0.2秒(一個人的眼前當出現物體至看清楚此物體的時間)，故四種明視時間即為0.87秒、1.56秒、2.38秒、3.37秒。牌面型態有文字加數字加箭頭(如三義2公里出口右斜箭頭)、文字加數字(如76號快速道路8公里)、文字加箭頭三類(如大甲出口右斜箭頭)；實驗路線的先後順序，先實驗第一條路線或者第二條路線；實驗距離有長距離(10.45公尺)與短距離(5.68公尺)；牌面設置方式有門架式與路右式。

4.2 實驗元素之交叉設計與卡方檢定

本實驗設計了兩條實驗路線，每個人都必須同時實驗兩條路線，每一條實驗路線都規劃了12個牌面標誌，其中的文字加數字加箭頭有五個，文字加數字有五個，而文字加箭頭有兩個，為確保上述的這些變數間彼此之間獨立，所以我們在每一個變數內各類別的安排都是利用隨機抽取不放回的方式決定。首先抽取牌面型態，隨機以不重複方式配上四種明視時間。用同樣方法決定另一條路線12個牌面標誌的牌面型態與明視時間，之後再抽取決定先實驗哪一條路線，以及該條路線實驗時的觀看距離，此為一組兩條路線實驗，完成所有實驗設計的隨機抽取後，分別自五個變數中，抽取兩兩變數做卡方檢定，查看彼此間是否真的獨立，如無，則重新隨機抽取，直到變數間彼此獨立為止。

本研究總共有24人參與實驗，一人實驗兩條路線共測驗24個牌面標誌，所以每人在面對一個牌面標誌都有一筆資料的話，總共就有576筆，而本研究所規劃的題目型態是一個題目有1-3個問題，每一個問題都是一筆資料，因此所有人完成24個牌面標誌實驗後，總共有984筆資料。

伍、實驗的進行與基本統計

5.1 每組人員之調整

本研究原規劃受測人數有24人，一次同時測驗3人，只需進行8次測驗，但在實驗完二組之後，發現同時測驗3個人，雖可節省實驗時間，但實驗所蒐集到的部分數據不符合實際情況(因本研究假設於實驗室坐在中間位置的人相當於實際駕駛在三車道中的中間車道，但坐在左邊與右邊的，其視線卻已經相當於在實際情況中離中間車道間隔四個車道)，乃立刻修正，將同時做3個人的實驗，分成一個人單獨實驗或最多兩個人同時實驗，如此將不符合實際情況的問題降低，且與本研究原本規劃的所需實驗總時間不致差異太大，為了保留所有的實驗資料(包括一次兩個人或三個人同時實驗)，以及避免因座位造成對閱讀標誌成敗的影響，

後續內容中，將座位變數額外考慮加入。

5.2 現場工作人員之分配

在實驗室中，總共有四位研究助理協助實驗的進行，其工作分配：甲君，在開始實驗前先說明整個實驗意義與過程，在實驗進行中，確認受測者都已經作答完畢後，告知操作電腦者進行下一題的測驗，如此可確保受測者確實已經做好觀看標誌的準備。乙君，同時操作兩部電腦，並且在路線轉換時，告知受測者當時的路線情境。丙君與丁君，發放答案卷與題目卷給受測者，並且在受測者寫完答案後收回答案紙。

5.3 答案卷對錯之評分

本研究依標誌內容之地名、里程、道路編號、行向以及動作等設計的題目，每一標誌的題數不一，所以原對於結果的評分以該題答對數目的多寡來評斷，即有全對、答對 2/3、答對 1/2、答對 1/3、全錯、看不清楚以及看不懂等七種，後因每一標誌的不同題目型態會進一步影響答題對錯的狀況，故將每一標誌為實驗單位，改為每一問題為實驗單位，則實驗結果只有對與錯，其中將看不清及看不懂歸為答錯。

5.4 未看題目即回答問題

在實驗的過程中，有發現兩位受測者曾經未看題目即回答問題，當時已對兩位受測者提出糾正，但已填寫的資料難以重做(因為重做會有學習效果的問題)，為了保持資料的完整性，並觀察此一因素的影響，並避免此因素的干擾，於是本研究在實驗後多加了一個變數「是否未看題即作答」，來瞭解此問題的嚴重性。

5.5 學習效果之定義

本研究定義的學習效果即是隨著看標誌數量的增加，對於標誌的反應能力是否也會隨之增加，且答對率是否會提高。所設計的學習效果有三種，一為「前後段學習效果」，即在受測者實驗完一條路線後，當開始測驗另一條路線時，後測路線的答對率是否會提高；一為「同地名出現次數之學習效果」，即看同一地名出現的次數多寡，對於答對率是否影響；另一為「同道路編號出現次數之學習效果」，即看同道路編號出現的次數多寡，對於答對率是否影響。

5.6 變數說明與基本統計

本研究考慮的變數有性別、年齡、職業、駕駛資歷、學歷、婚姻狀態、路線熟悉度、精神狀況、睡眠狀況、注意態度、明視時間、牌面型態、路線別、實驗距離、設置方式、答題狀況、是否未看題即作答、答案型態、前後段學習效果、座位位置、是否為交通背景、是否完整參加兩階段實驗、同地名出現次數之學習效果以及同道路編號出現次數之學習效果等 24 個變數，其基本統計如下表。

表 1 基本統計表

變數名稱	項目	筆數或數值	變數名稱	項目	筆數或數值
性別	男	697	路線別	第一組	501
	女	287		第二組	483
年齡	平均	35.58	實驗距離	遠距離	495
	標準差	9.55		近距離	489
職業	學生	246	設置方式	門架式	582
	軍公教	615		路右式	402
	工商服務業	123	答案對錯	錯	233
駕駛資歷	平均	11.81		對	720
	標準差	7.15		不清楚	25
學歷	高中	82	是否看題	不懂	6
	大學	656		是	943
	碩士	246	否	41	
婚姻狀態	未婚	451	答案型態	地名	312
	已婚有小孩	533		里程	144
	已婚無小孩	0		動作	120
熟悉度	沒走過	82		方向	96
	不熟	369	道路編號	312	
	普通	328	前後段學習 狀況	有	486
	熟	123		無	498
	很熟	82	座位位置	左	246
精神狀況	有點累	164		中	451
	普通	328		右	287
	好	451	是否為交管 背景	是	574
	很好	41		否	410
睡眠狀況	普通	328	是否有完整 參加兩階段	是	287
	好	533	否	697	
	很好	123	同一地名出 現次數	0次(無關)	576
注意態度	差	82		1次	72
	普通	410		2次	96
	好	492		3次	120
	明視時間	0.87 秒		237	4次
1.56 秒		249	5次	48	
2.38 秒		258	同一道路編 號出現次數	0次(無關)	672
3.37 秒		240		1次	216
牌面型態	文數箭	435		2次	48
	文數	447	3次	48	
	文箭	102			

陸、研究方法的簡介

本研究旨在藉由實驗室的閱讀狀況，設計閱讀標誌的相關問題，來釐清是否真正看懂某一標誌，由於因變數為分類的變數，不符合一般回歸分析模型的要求，故以二元羅吉斯特(Logistic)機率模式，來分析影響是否看懂的因素、其顯著性、影響的正負與大小，茲簡要說明如后。

6.1 二元羅吉斯特之公式

令 V 為估計答案對錯的趨勢， V_1 為答對的趨勢，而 V_2 為答錯的趨勢，並以答錯的趨勢為基準，設定為0。

令 P 為估計答案對錯的機率， P_1 為答對的機率，而 P_2 為答錯的機率。

令 β_0 為常數項， $\beta_1, \beta_2, \beta_3 \dots$ 為各個分類變數的係數(或參數)，此處說明之 β 為參數估計表中的 B 。

例：第一個變數年齡分三類為 X_{11}, X_{12}, X_{13} ，第二個變數駕駛資歷分三類為 X_{21}, X_{22}, X_{23} ， $X_{ij}=0, 1$ ， i 所指為變數的順序， j 所指為某變數的第 j 個虛擬變數，每個變數當中的幾個分類虛擬變數只有一個為1其餘為0，另外為了避免共線，某個變數的數個虛擬變數之中，與最後一個相關的參數設為0。

估計趨勢及機率的公式如下：

$$V_1 = \beta_0 + \beta_1 X_{11} + \beta_2 X_{12} + \beta_3 X_{13} + \beta_4 X_{21} + \beta_5 X_{22} + \beta_6 X_{23} \dots \dots \quad (\text{其中 } \beta_3 = \beta_6 = 0)$$

$$V_2 = 0$$

$$P_1 = 1 / (1 + \text{EXP}(-V_1))$$

$$P_2 = 1 - P_1$$

若估計出來的 $P_1 > 0.5$ ，即模式估計該筆資料為答對狀況，此時當該筆資料確實是答對者即累積一次命中狀況，但當該筆資料確實是答錯者，則未命中；以所有資料筆數為分母，累積的命中總次數為分子，即可算出概略的命中率指標，後述的每個模式之命中率即來自此種算法。

6.2 二元羅吉斯特之模式認證

模式的優劣評估方式有下列三項：

1. 概似比指標檢定：

$LL(\beta)$ ：參數推估值為 β 之概似函數對數值

$LL(0)$ ：等市場佔有率(Equal Share)模式之概似函數對數值

概似比指標 $\rho^2 = 1 - \frac{LL(\beta)}{LL(0)}$ 為評判模式適合度的指標，此一指標的值亦將顯示

於後述模式的檢定表中最後一行，模式適合度值愈大愈好。

2. 概似比統計量檢定

即以概似比檢定為基礎，檢定所有參數是否顯著，概似比檢定定義如下：

$$-2 \ln[L(0) / L(\beta)] = -2 [LL(0) - LL(\beta)] \sim \chi^2_{(df)}$$

上式符合卡方 χ^2 分配，故以卡方檢定之，其自由度(df)為估計模式中所有參數(包括常數項)的個數

五個參數的模式之 $-2 [LL(0) - LL(\beta)]$ 值大於 $\chi^2_{0.05(5)}$ 為貢獻顯著，

六個參數的模式之 $-2 [LL(0) - LL(\beta)]$ 值大於 $\chi^2_{0.05(6)}$ 為貢獻顯著，以此類推。

至於除了常數項之外，額外的某個變數所有參數的貢獻是否顯著，則用

$$-2 [LL(c) - LL(\beta)] \sim \chi^2_{(df)}$$

此處的 $-2 [LL(c) - LL(\beta)]$ 之計算結果即後述模式的檢定表中之卡方數值。

LL(c)：市場佔有率(Market Share)模式之概似函數對數值

兩個參數(除了常數項之外)的模式之 $-2 [LL(c) - LL(\beta)]$ 值大於 $\chi^2_{0.05(2)}$ 為貢獻顯著，或是算出P值= $P\{\chi^2_{0.05(2)} > -2 [LL(c) - LL(\beta)]\}$ ，當P值小於0.05時，即代表貢獻顯著，此處之P值即後述模式的檢定表中之顯著性數值。

3. 命中率

算法已如前述，命中率愈高代表愈能使用模式來估計某條件狀況下的答對比例。

柒、實驗結果分析

經前述之實驗設計與研究方法及模式建構，茲將結果分實驗全體的閱讀測驗結果分析、交通背景與非交通背景的結果差異分析、曾做過實車測試與未做過者的結果差異分析說明如后。

7.1 實驗全體的閱讀測驗結果分析

在建構全體的模式時，先採向後法分析(Backward)將全部變數放入，逐步將最不顯著的變數挑掉之後，留下全部為顯著的變數。再利用逐步法(Stepwise)的觀念將之前被挑掉不顯著變數逐一加入，如果加入之變數不顯著則再將其挑掉重新加入另一變數，當所有不顯著變數都加過一遍，所留下最後之顯著變數即置入最後模式中，其顯著變數挑選原則為P值 ≤ 0.05 ，但由於同一道路編號出現次數P值為0.055接近顯著，所以把同一道路編號出現次數也暫列為顯著變數，由表2檢定得知，最終模式留下12個顯著變數會影響果變數(答對與否可解讀為是否真正看懂某一標誌)，分別為：年齡、駕駛資歷、路線熟悉度、睡眠狀況、明視時間、牌面型態、實驗組、實驗距離、設置方式、是否看題、答案型態及同一道路編號出現次數。

變數確定後再進行參數估計，藉由SPSS二元羅吉斯特迴歸軟體得出參數估計值，因篇幅所限僅擷取其中五欄整理如表3。參數估計的正負值代表影響方向，在此，正的影響方向表相對於比較基礎容易答對，負的影響方向則表較易答錯。由表中參數之估計值可知，年齡41歲以上最容易答錯，惟是否因年長者視力減退與反應不及所致需再研究。駕駛資歷16年以上最容易答對，可能駕駛資歷在16年以上較有經驗所致。而路線熟悉度差最容易答對、路線熟悉度好最容易答錯，這有違常理，因此進一步做相關性檢定，結果發現，路線熟悉度與注意態度有顯著相關，而路線熟悉度差的人相對的注意態度會好，而注意態度對於答案對錯又有顯著影響，注意態度越好的越會答對，所以造成路線熟悉度差的較容易答對。這表示對路線不熟悉的用路人，反而更注意指示標誌所提供的訊息，如此才能正確的判讀指示標誌的資訊。睡眠狀況越好越容易答對，明視時間越長越容易答對，牌面型態為文箭最容易答對，可能是因為牌面較簡單所致，實驗距離短較容易答對，設置方式為門架較容易答對，是否看題方面，有看題目回答的較容易答對，答案型態為(編號/道路系統)最容易答錯，可能是因為道路編號的字體較小，相對答對的機率較小，同一道路編號(出現第二、三次)較容易答對、同一道路編號(出現第一次)較容易答錯，即有學習過看道路編號二次以上比只看一次較容易答對，

此模式的 $\rho^2=0.492$ ，命中率為 79.3%。

表 2 實驗全體的羅吉斯特模式檢定

概似比檢定				
效應	調降模式的 -2 對數概似	卡方	自由度	顯著性
截距	693.298	0	0	.
年齡	714.857	21.559	2	0
駕資	718.503	25.206	2	0
熟悉度	703.496	10.198	2	0.006
睡眠狀況	712.499	19.201	2	0
明視時間	713.793	20.495	3	0
牌面型態	700.037	6.74	2	0.034
實驗組	697.855	4.558	1	0.033
實驗距離	701.5	8.202	1	0.004
設置方式	711.049	17.751	1	0
是否看題	706.743	13.445	1	0
答案型態	703.34	10.042	3	0.018
同一道路	696.981	3.684	1	0.055

$\rho^2=0.492$ ，命中率為 79.3%

表 3 實驗全體的羅吉斯特模式參數估計

參數估計值					
對錯	編碼	B	標準誤差	顯著性	
1	截距	1.181	0.799	0.140	
	[年齡=30歲以下]	X ₂₁	1.707	0.483	0.000
	[年齡=31-40歲]	X ₂₂	1.927	0.433	0.000
	[年齡=41歲以上]	X ₂₃	0(a)	.	.
	[駕資=6年以下]	X ₄₁	-1.438	0.526	0.006
	[駕資=7-15年]	X ₄₂	-1.734	0.365	0.000
	[駕資=16年以上]	X ₄₃	0(a)	.	.
	[路線熟悉度=差]	X ₇₁	1.653	0.529	0.002
	[路線熟悉度=普通]	X ₇₂	1.132	0.387	0.003
	[路線熟悉度=好]	X ₇₃	0(a)	.	.
	[睡眠狀況=普通]	X ₉₁	-1.664	0.404	0.000
	[睡眠狀況=好]	X ₉₂	-0.951	0.358	0.008
	[睡眠狀況=很好]	X ₉₃	0(a)	.	.
	[明視時間=0.87秒]	X ₁₁₁	-1.176	0.274	0.000
	[明視時間=1.56秒]	X ₁₁₂	-0.571	0.265	0.032
	[明視時間=2.38秒]	X ₁₁₃	-0.311	0.262	0.235
	[明視時間=3.37秒]	X ₁₁₄	0(a)	.	.
	[牌面型態=文數箭]	X ₁₂₁	-1.109	0.503	0.028
	[牌面型態=文數]	X ₁₂₂	-1.276	0.51	0.012
	[牌面型態=文箭]	X ₁₂₃	0(a)	.	.
	[實驗組=第一條路線(先往三義再	X ₁₃₁	-0.393	0.185	0.034
	[實驗組=第二條路線(先往員林再	X ₁₃₂	0(a)	.	.
	[實驗距離=長距離]	X ₁₄₁	-0.517	0.182	0.004
	[實驗距離=短距離]	X ₁₄₂	0(a)	.	.
	[設置方式=門架式]	X ₁₅₁	1.002	0.243	0.000
	[設置方式=路右式]	X ₁₅₂	0(a)	.	.
	[是否看題=否]	X ₁₆₀	-1.68	0.462	0.000
	[是否看題=是]	X ₁₆₁	0(a)	.	.
	[答案型態=地名]	X ₁₇₁	2.582	0.361	0.000
	[答案型態=里程]	X ₁₇₂	1.768	0.336	0.000

[答案型態=動作]	X ₁₇₃	2.086	0.37	0.000
[答案型態=方向]	X ₁₇₄	1.408	0.47	0.003
[答案型態=編號/道路系統]	X ₁₇₅	0(a)	.	.
[同一道路編號出現次數=出現第]	X ₂₃₀	-0.571	0.298	0.056
[同一道路編號出現次數=出現第]	X ₂₃₁	0(a)	.	.
a 由於這個參數重複，所以把它設成零。				

實驗全體的羅吉斯特模式如後：

$$\begin{aligned}
 V_1(\text{對}) = & 1.181 + 1.707X_{21} + 1.927X_{22} + 0X_{23} - 1.438X_{41} - 1.734X_{42} + 0X_{43} + 1.653X_{71} \\
 & + 1.132X_{72} + 0X_{73} - 1.664X_{91} - 0.951X_{92} + 0X_{93} - 1.176X_{111} - 0.571X_{112} - 0.311X_{113} \\
 & + 0X_{114} - 1.109X_{121} - 1.276X_{122} + 0X_{123} - 0.393X_{131} + 0X_{132} - 0.517X_{141} + 0X_{142} \\
 & + 1.002X_{151} + 0X_{152} - 1.68X_{160} + 0X_{161} + 2.582X_{171} + 1.768X_{172} + 2.086X_{173} \\
 & + 1.408X_{174} + 0X_{175} - 0.571X_{230} + 0X_{231}, X_{i,jz} = 0, 1 \\
 P_1 = & 1 / (1 + \text{EXP}(V_1)), P_1 >= 0.5 \text{ 選擇 } 1(\text{答對})
 \end{aligned}$$

7.2 交通與非交通背景的結果差異分析

在實驗分析過程中，發現受測者中具有交通與非交通背景之資料分別有 574 與 410 筆，為想了解兩者是否會有不同影響，因此決定分別建構交通背景答對模式與非交通背景答對模式。結果發現有睡眠狀況、明視時間、實驗距離、設置方式、座位位置等 5 個共同的影響變數，由表 4 可知，其中在睡眠狀況、明視時間、及座位位置的影響不太相同；由參數估計值發現，在非交管背景中，睡眠狀況很好的最容易答對，在交管背景模式中，睡眠狀況 3(普通)最容易答對、睡眠狀況 4(好)最容易答錯。進一步由卡方檢定得知睡眠狀況與是否看題有顯著相關，而是否看題對於答案對錯又有顯著影響，在睡眠狀況 4 的狀態下沒看題的比例最高，所以導致最容易答錯。在交管背景模式中明視時間則是越長越容易答對，在非交管背景中，明視時間最短最容易答錯，明視時間其他三個分類之估計參數值順序與交管背景不一致，但其他三個分類之估計參數值沒有顯著差異。在非交管背景中，座位以坐在中間表現最好，在非交管背景中，座位以坐在左邊表現最好(坐在中或右都有顯著較佳狀況)，會造成此種差異的可能原因為交通背景對實驗內容曾有較多的接觸，所以拉大明視時間影響的差異，也有可能是背景不一樣或是有其他隱藏變數之影響。

表 4 交通背景與非交通背景顯著變數比較表

		參數估計值			
		非交管背景		交管背景	
對錯		B	顯著性	B	顯著性
		1	[睡眠狀況=普通]	-1.757	0.022
[睡眠狀況=好]	-2.336		0.000	-0.766	0.105
[睡眠狀況=很好]	0(a)		.	0(a)	.
[明視時間=0.87 秒]	-0.897		0.023	-1.484	0.000
[明視時間=1.56 秒]	1.41E-02		0.972	-1.106	0.003
[明視時間=2.38 秒]	1.70E-02		0.964	-0.829	0.030
[明視時間=3.37 秒]	0(a)		.	0(a)	.
[實驗距離=長距離]	-0.907		0.001	-0.629	0.028
[實驗距離=短距離]	0(a)		.	0(a)	.

[設置方式=門架式]	0.753	0.036	1.511	0.000
[設置方式=路右式]	0(a)	.	0(a)	.
[座位位置=左]	-1.994	0.002	-0.108	0.804
[座位位置=中]	0.536	0.343	0.848	0.022
[座位位置=右]	0(a)	.	0(a)	.

a 由於這個參數重複，所以把它設成零。

7.3 有做過實車測驗與沒做過實車測驗顯著變數比較

做過實車測驗與沒做過實車測驗中共同的 4 個顯著變數中只有睡眠狀況及答案型態的影響不太相同(見表 5)；做過實車測驗模式中睡眠狀況(很好)最容易答對、睡眠狀況(好)最容易答錯，睡眠狀況普通的人，年齡屬於較輕的一群，而年齡較輕則相對較容易答對，所以其答對率會比睡眠狀況好的人來的高，又其對動作的問題答對最多，而沒做過實車測驗模式中睡眠狀況則是越好越容易答對，但其對地名的問題答對最多，會造成此狀況可能是因為在做過實車測驗模式中的睡眠狀況有受到隱藏變數年齡的影響，以及做過實車測驗者已有相關測試經驗，故使得明視時間的影響之差異變大。

表 5 有做過實車測驗與沒做過實車測驗顯著變數比較表

		參數估計值			
		做過實車測驗		沒做過實車測驗	
對錯		B	顯著性	B	顯著性
1	[睡眠狀況=普通]	-4.83E-02	0.942	-4.831	0.001
	[睡眠狀況=好]	-0.987	0.029	-3.632	0.000
	[睡眠狀況=很好]	0(a)	.	0(a)	.
	[明視時間=0.87 秒]	-1.897	0.001	-1.015	0.001
	[明視時間=1.56 秒]	-1.374	0.016	-0.374	0.217
	[明視時間=2.38 秒]	-0.538	0.383	-0.207	0.485
	[明視時間=3.37 秒]	0(a)	.	0(a)	.
	[答案型態=地名]	2.731	0.000	3.271	0.000
	[答案型態=里程]	1.837	0.000	2.144	0.000
	[答案型態=動作]	3.309	0.002	2.326	0.000
	[答案型態=方向]	2.575	0.002	2.528	0.000
	[答案型態=編號/道路系]	0(a)	.	0(a)	.
	[設置方式=門架式]	1.158	0.004	0.857	0.000
	[設置方式=路右式]	0(a)	.	0(a)	.

a 由於這個參數重複，所以把它設成零。

捌、結論與建議

本研究利用實驗室的閱讀狀況，設計閱讀標誌的相關問題，來釐清是否真正看懂某一標誌，實驗結果分析，以受測者回答的對錯判讀為看清及看懂標誌，並以二元羅吉斯特機率模式，分析影響是否看懂的因素、其顯著性、影響的正負與大小，本研究之結論與建議說明如后。

8.1 結論

1. 在整體模式中本研究考慮的變數有性別、年齡、職業、駕駛資歷、學歷、婚姻狀態、路線熟悉度、精神狀況、睡眠狀況、注意態度、明視時間、牌面型態、路線別、實驗距離、設置方式、答題狀況、是否未看題即作答、答案型態、前後段學習效果、座位位置、是否為交通背景、是否完整參加兩階段實驗、同地

- 名出現次數之學習效果以及同道路編號出現次數之學習效果等 24 個變數，最終模式僅留下 12 個顯著變數會影響答對與否，分別為：年齡、駕駛資歷、路線熟悉度、睡眠狀況、明視時間、牌面型態、路線別、實驗距離、設置方式、是否看題、答案型態及同一道路編號出現次數。
2. 人的特性之影響有年齡、駕駛資歷、路線熟悉度、睡眠狀況，而年齡 41 歲以上最容易答錯，駕駛資歷 16 年以上最容易答對，睡眠狀況越好越容易答對，而路線熟悉度差最容易答對、路線熟悉度好最容易答錯，進一步分析發現，路線熟悉度與注意態度有顯著相關，而路線熟悉度差的人相對的注意態度會好，而注意態度對於答案對錯又有顯著影響，注意態度越好的越會答對，所以造成路線熟悉度差的較容易答對。這表示對路線不熟悉的用路人反而更注意指示標誌所提供的訊息，如此才能正確的判讀指示標誌的資訊。這給了用路人很重要的啟示。
 3. 標誌特性之影響有牌面型態、設置方式，牌面型態為文箭最容易答對，這表示簡單牌面內容確實會影響用路人判讀指示標誌的資訊，因此，一個指示標誌的內容不宜太多，至於多少為適當則須更深入的研究。設置方式為門架較容易答對，這表示設置於行駛方向至前方的標誌駕駛人較易看輕看懂，經實車觀察發現，設置於路右的指示標誌容易受大型車輛、道路曲線、數木遮蔽及環境的影響，至於影響多大也須再的研究
 4. 實驗室情境與學習效果之影響有明視時間及路線別、實驗距離、是否看題、答案型及同一道路編號出現次數，明視時間越長越容易答對，這表示指示標誌越早讓駕駛人看到，就比較有充分的時間看清看懂標誌的內容；實驗距離短較容易答對，距離短表示標誌要大，才容易看清看懂；答案型態為(編號/道路系統)最容易答錯，經實際觀察道路編號的字體相對於其他文字確實較小，因此，次看清看懂的機率較小。不過，同一道路編號(出現第二、三次)較容易答對、同一道路編號(出現第一次)較容易答錯，亦即看道路編號二次以上比只看一次較容易答對這表示出現的次數具有學習效果，現行的指示標誌連續顯示方式確實有助於駕駛人看清看懂標誌。至於是否看題方面是研究在實驗後多加了一個變數「是否未看題即作答」，來瞭解此問題的嚴重性，而估計值顯示有看題目回答的較容易答對，顯然它已有一定的影響，這對於將來從事類似實驗時應該設法避免的。
 5. 本研究雖針對交通與非交通背景的結果進行差異分析，大多屬與實驗室情境之影響，其結果也較難解釋，有待加強找尋更多的資料與分析方法。
 6. 針對有做過實車測驗與沒做過實車測驗顯著變數比較，共同的 4 個顯著變數中只有睡眠狀況及答案型態的影響不太相同，睡眠狀況屬與人的特性與之影響，答案型態中對動作的問題答對最多，這可解讀為曾做過實車測驗者已有相關測試經驗，故較易作出正確動作。
 7. 本研究在受測者未實際進行實驗前，先讓受測者模擬測驗一次，使受測者能清楚明瞭本實驗的進行，此方法確實提升了實驗進行的速度。

8. 利用隨機抽取的方式決定實驗元素，使這些變數彼此間獨立，不會造成共線，才使得在模式中能反應出這些變數是否有顯著影響及其影響程度。

8.2 建議

1. 答案型態為編號/道路系統答對的比例較低，有可能因為道路系統編號的字太小所致，可以作為道路管理者改善道路系統編號字體的依據。
2. 關於學習效果在同一道路編號出現次數方面，多學習幾次的確使受測人員更容易答對。所以針對較小字體的標誌內容可用多次顯像來改善辨視能力，這對未來高速公路裝設可變資訊標誌時，其顯示方式之選擇有參考的意義。
3. 本實驗顯示標誌的方式因礙於能力所限，僅以圖片顯示之，建議未來研究可嘗試用動畫的方式表現，能更趨近於駕駛車輛的實際狀態。
4. 由於座位位置在左邊及右邊與實際情況差距較大，本研究發現有此情形，所以在實驗過程中有進行修正，未來如果要進行類似實驗，建議座位位置可以固定在中間，一次一人來實驗，以符合實際情形。
5. 本研究在挑選變數的過程中，某些變數有隱藏變數，以致無法真正了解某些變數對答案對錯直接的影響。
6. 可另行討論改變基底變數的結果、對不顯著變數的部份也可加以說明、影響不合理的變數則尚待進一步的討論。
7. 因每一標誌的不同題目型態會進一步影響答題對錯的狀況，故本以每一標誌為實驗單位，將其改為每一問題為實驗單位，則實驗結果只有對與錯兩種(其中看不清楚以及看不懂已歸為答錯)。

誌謝：本研究能順利完成，首先感謝研究經費的補助來源—國科會計畫 NSC-94-2211-E-035-021「高速公路指示標誌顯像情境影響駕駛人辨識能力之模擬實驗與統計分析」，其次是幸得參與實驗測試人員的協助，以及研究助理員黃啟倡、陳立旻、王盈惠、詹雅雯等人的討論及研究計畫之參與執行。

參考文獻

1. 林豐福、林亨杰，2001年10月，「標誌標線號誌設置基準之人因工程初探」，中華民國第八屆運輸安全研討會論文集，226-235頁。
2. 李克聰、吳沛儒、王詩涵，2003年10月，「道路指示標誌系統因應路網功能之規劃設計」，92年道路交通安全與執法研討會論文集，325-338頁。
3. 李開偉、裴文、林靜華、黃俞昌，1995年10月，「道路背景複雜度與人員對於交通標誌偵測能力之分析」，中華民國運輸學會第十屆論文研討會論文集，459-462頁。
4. 范俊海、李友欽，1997年6月，「指示標誌設置區位佈設方法之研究」，86年道路交通安全與執法研討會論文集，157-166頁。
5. 許添本、蕭以帆，1997年11月，「交通標誌對交通安全之影響分析」，中華民國第四屆運輸安全研討會論文集，287-296頁。
6. 林立農，2000年6月，「交通標誌內含資訊量與駕駛者行為反應關係之研究」，

雲林科技大學工業工程與管理研究所碩士論文。

7. 艾嘉銘、楊宗璟、黃啟倡、陳立旻、王盈惠、詹雅雯，2006年11月「探索高速公路指示標誌閱讀與反應之影響因素」，中華民國運輸學會第廿一屆論文研討會論文，審查中。
8. Emmerink, R. H. M., Nijkamp, P., Rietveld, P. and Ommeren, J. N. V., 1996, "Variable Message Signs and Radio Traffic Information: an Integrated Empirical Analysis of Drivers' Route Choice Behaviour", *Transportation Research Part C*, Vol. 30-2, pp.135-153.
9. Wardman, M., Bonsall, P.W., Shires, J.D. 1997, "Driver Response to Variable Message Signs: a Stated Preference Investigation", *Transportation Research Part C*, Vol. 5-6, pp.389-405.
10. Purduski, J.M. and Rys, M.J. 1999, "Evaluations of a New Advance Flagger Traffic Sign", *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 24, pp.107-114.
11. Al-Madani, H., Al-Janahi, A.R. 2002, "Role of Drivers' Personal Characteristics in Understanding Traffic Sign Symbols", *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 34, pp.185-196.
12. Sanz-Andres, A., Santiago-Prowald, J., Baker, C. and Quinn, A., 2003, "Vehicle-induced Loads on Traffic Sign Panels", *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 91: 925-942.
13. Fang, C.Y., Fuh, C.S., Yen, P.S., Cherng, S. and Chen S.W., 2004, "An Automatic Road Sign Recognition System Based on a Computational Model of Human Recognition Processing", *Computer Vision and Image Understanding*, 96:237-268.
14. Maihofer, C. and Eberhardt, R., 2004, "Time-stable Geocast for Ad Hoc Networks and Its Application with Virtual Warning Signs", *Computer Communications*, 27(11): 1065-1075.
15. Dutta, A., Fisher, D.L. and Noyce, D.A., 2004, "Use of a Driving Simulator to Evaluate and Optimize Factors Affecting Understandability of Variable Message Signs", *Transportation Research Part F*, 7: 209-227.
16. Daganzo, C.F., 1997, "A Continuum of Traffic Dynamics for Freeways with Special Lanes", *Transportation Research Part B*, 31(2): 83-102.
17. Jorgensen, F. and Wentzel-Larsen T., 1999, "Optimal Use of Warning Signs in Traffic", *Accident Analysis and Prevention*, 31: 729-738.
18. 交通部台灣區國道高速公路局
<http://www.freeway.gov.tw/26.asp>

