

## 可變資訊標誌字體於不同環境中之視認性研究

莊育鑫<sup>\*\*\*</sup> 李傳房<sup>\*</sup> 楊旻洲<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>國立雲林科技大學設計學研究所

<sup>\*\*</sup>大葉大學工業設計學系

### 摘要

我國國道的可變資訊標誌 (VMS) 採用的材料為 LED 顯示板, 雖有較佳的顯示效果, 但易受到外在環境條件干擾, 而影響到駕駛的視認性; 尤其對高齡者而言, 其影響更甚。本研究探討年輕及高齡駕駛者對可變資訊標誌之視認性, 採實驗室模擬, 研究內容包括: 1. 不同的中文點陣字體於明暗背景下的視認性; 2. 下雨、黃昏色溫、起霧等環境因素對可變資訊標誌的資訊呈現造成視認度的影響; 3. 不同的文字間距及行距造成視認上的影響。由實驗結果得知, 對於年輕受測者, 中圓及中黑體視認性較佳, 而對高齡者而言, 中圓及中楷體視認性較佳, 適度增加文字間距及行距可提升其視認性, 而白色文字背景的視認性高於黑色背景, 在所有實驗變項中, 兩實驗族群間呈顯著性差異, 高齡受測者僅為年輕受測者約二分之一的視認能力。

**關鍵詞:** 高齡者、字體、視認性、可變資訊標誌、VMS

### I. 緒論

近年來世界各國為解決交通壅塞、能源危機、環保、運輸效率與安全等問題, 均積極發展「智慧型運輸系統ITS (Intelligent Transportation Systems), 其目的在於促進整體系統之效率與安全, 達到最佳化的運輸管理。而可變資訊標誌VMS (Variable Message Signs) 近年來已經普遍運用於高速公路上, 國道上的VMS採用的LED顯示板, 雖有較佳的顯示效果; 但在不同環境的影響下會產生不同的視認結果, 其中包含受環境光源產生的演色性及受到霧氣、雨天及日照 (圖1) 的干擾因素, 均會影響VMS的視認性, 這些環境及條件不僅影響駕駛的視認性, 嚴重者更導致交通事故的發生, 尤其對於高齡者而言影響更大。

而干擾VMS視認性的環境因素, 根據本研究的前期間卷調查, 發現常見的干擾環境計有: 受霧氣干擾環境、受色溫影響環境, 特別是在黃昏時段約2500k的演色環境中; 另外則是雨天的環境所造成的影響。

在Kline等人 (1990) 的研究中發現白天的照度狀況下交通標誌的觀測距離會比黃昏遠, 可見黃昏時段的視認性較差。至於有關年輕和高齡駕駛者於VMS之視認能力相關研究, 在Shinar and Drory (1983) 的研究指出有關交通標誌的視認性, 年輕及老年人有顯著差異, 而Sivak人 (1981) 的研究中更指出在夜間時, 高齡者視認度僅為年輕受試者的

65-77%。本研究並透過陳澤澎、陳金源 (1993) 所定義的VMS理想的視認距離來進行檢視, 瞭解在不同的環境中, 不同字體的合理視認距離?

此外, 在朱祖祥、曹立人 (1994) 和陳明德 (1997) 的研究中發現若以深色為背景, 淺色為目標, 在視覺績效上較好。在王天津、侯東旭 (1996) 曾指出行距較大的文章, 其視認正確率較高; 單行間距比雙行間距閱讀錯誤率較高, 而林川 (1994) 的研究也發現, 提高文字的行距有利於閱讀的視認性, 而以1/2和2/3字高行距最佳。在陳澤澎、陳金源 (1993) 的研究中指出高速公路VMS的LED顯示幕之設計上要考慮: 1. 視認角度 2. 可視距離兩種要素, 而此兩要素則為本實驗所探討主要視認能力的首要條件。

至於字體對於視認性的影響, Sanders和McCormick (1992) 也指出字體對人的視認度影響不大, 若在下列四種情況下, 則具影響性: 1. 當觀看條件不利時、2. 當資訊是重要或緊急時、3. 在遠距離觀看時、4. 針對視力不良者。本研究則是基於以上之論述, 針對遠距及觀看條件不利之條件來進行字體視認的探討, 更針對視覺能力不佳的高齡者來進行探討, 因高齡者的水晶體的調節能力降低 (Fisk, et al., 2004), 對於立體或景深知覺逐漸喪失, 色彩的區辨能力降低 (Scialfa and Joffe, 1997; Werner and Steele, 1988) 及色彩知覺的範圍狹窄 (Okajima, et al., 2002), 均會嚴重影響視

<sup>\*\*\*</sup>專任於大葉大學工業設計學系

知覺能力。另外，許多相關的研究均指出字體對VMS視認的影響性，如嚴國端 (2004) 及黃文毅 (2005) 指出駕駛者對VMS訊息的偏好傾向標楷與中黑體，而字型及顏色對反應時間及正確率有顯著影響，但此研究是以主觀性偏好為論點，並以標準字體作為測試依據。另外游萬來等人 (1997) 的研究則指出明體字的筆畫邊界量會影響可視視角，其中楷體的視認正確率最低。張銘勳和鄭世宏 (1996) 的研究結果顯示，中黑與細明體有較高的視認正確率，而仿宋體的視認正確率較低。而艾偉 (1965) 的研究結果指出，筆畫數少的字和字形結構對稱的字較易觀察，Fisk等人 (2004) 也指出符合高齡者視認性的字型應避免裝飾的字體及草書體。但這些研究多數探討字體在近距離閱讀的視認性，且字體寬度不一難建立比對基準，另外，由於多數相關字體之視認性研究是建立在以近距離的閱讀環境為基準，和遠距且距離變動的VMS之視認特性並不相同，因此，對於VMS字體視認性的探討則有其必要性。

透過上述研究議題的探討，本研究目的乃針對不利於VMS視認之因素及條件進行探討，以期瞭解在受環境干擾的環境中，各種字體的視認優劣性，並提出在不同環境干擾的條件中，符合理想視認字體的建議，並運用於VMS實務設計上，使駕駛者對於VMS呈現的訊息可以迅速被視認，降低駕車時的資訊負荷，進而減低駕車意外事故的發生。



圖1 受照度影響的VMS看板

## II. 研究方法

本研究乃針對各種字體於VMS在不同環境之視認性探討，其方法如下：

### 2.1 實驗對象

為探討不同環境之VMS字體的視認性，本研究招募青年人18-24歲，為中部大學生，共75位，65歲以上高齡者，共35位，為社區活動中心之成員，所有受測者視力需正常或經過視力矯正後正常者，正常視力範圍為0.8-1.2，且無色盲

者。

### 2.2 實驗設備

本研究的主要設備包括：1. 顯示器：BENQ G2412HD 23.6吋LCD液晶顯示器，長寬比例16:9，對比：40000:1，亮度300 cd/m<sup>2</sup>，點距：0.276mm。2. 色度計：DataColor Spider III用於實驗用螢幕進行色彩與亮度之校調，並記錄實驗畫面各色彩條件。3. 距離固定器支架：用以受測者與顯示器間保持6m之觀測距離。4. 數位單眼相機：Canon EOS 20D + Canon EF 70-200mm f4 L鏡頭，作為VMS環境實景紀錄與分析之用途。5. 實驗軟體：以Rapid及Authorware撰寫實驗模擬介面，包含圖形資料庫建立，以SPSS作為資料統計用途。

### 2.3 統計方法

本研究採單因子變異數分析 (One-way ANOVA)，若達顯著水準，再以Duncan事後檢定 (Post Hoc Tests, Duncan Test)，檢測各變項之視認值並予以分群，其Alpha值為0.1，共劃分成A至C分群，A分群為表視認性最佳，其次依序為B、C分群，若各變項均為A分群則代表各變項間無差異性。此外，本研究採用獨立樣本t檢定 (t-Test)，檢定年輕受測者和高齡受測者之間的是否存在顯著性差異。

### 2.4 實驗內容

本實驗之變項可分為以下三大部分：

1. 受測族群：分為年輕及高齡者受測者。
2. 有關VMS字體之變項：本研究採用兩組字體，一組為無襯線的字體：中黑及中圓體；另一組則為有襯線的字體：中楷及中明體，如圖2所示，藉以驗證這兩類字體之視認差異性。各實驗採用的四種字體分別為中明、中黑、中楷、中圓體，為求公平以比畫寬度相近的華康中級字體為基準，測試文字內容為“注意-前方-車輛-動態”四組文字，在不同實驗變項中將其內容錯置並組合。
3. 環境影響之變項，如表1所示，計有：(1) 實驗一：日間標準環境 (6500k標準環境色溫)；(2) 實驗二：起霧的環境(採25%的能見度，經前測50%之能見度干擾不明顯)；(3) 實驗三：低色溫環境 (黃昏時2500k色溫，並以實測環境2500k的色彩模擬)；(4) 實驗五：雨天的環境 (模擬50%雨水遮蔽，飄雨方向為30度，以PhotoShop雨天濾鏡製作)。非環境之變項則為：(1) 實驗四：不同文字背景(以黑色及白色為底的VMS背景)；(2) 實驗六：不同的文字間距：為現有標準的字距 (0.067倍字高間距)、0.2倍字高間距、0.4倍字高間距；(3) 實驗七：不同行距：現有標準的行距 (0.067倍字高行距)、0.2倍字高行距、0.4倍字高行距。



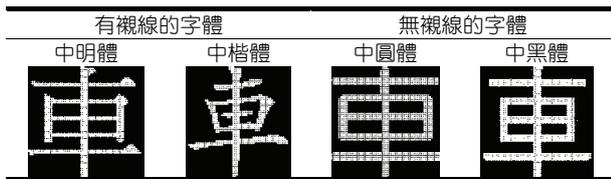


圖2 本實驗採用之點陣字體樣本

表1 各實驗條件之設定

實驗一	VMS 標準日間環境之視認度
實驗二	VMS 受霧氣干擾環境之視認度
實驗三	VMS 於 2500k 環境之視認度
實驗四	VMS 於白色文字背景之視認度
實驗五	VMS 受雨天干擾之視認度
實驗六	VMS 不同文字間距之視認度
實驗七	VMS 不同文字行距之視認度

有關實驗採用字型為華康中級標準字型，以CorelDraw繪製64x64點陣字型，如圖3所示。各實驗之環境建構則以數位相機實拍VMS之受環境干擾的原始RAW (為單眼相機拍攝原始圖檔) 圖片檔，以Adobe Light Room分析其色彩及色溫、雨天、起霧等環境條件，再透過平面軟體CorelDraw及影像軟體PhotoShop予以調整色彩及實景模擬，如圖4所示，因測試條件採現有環境實測再以軟體模擬，各實驗條件難以建立比對基準，因此，除實驗一、四外，並不比對不同實驗條件間之視認度。

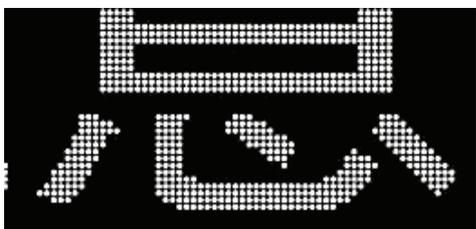


圖3 64X64點陣繪製成LED看板之文字

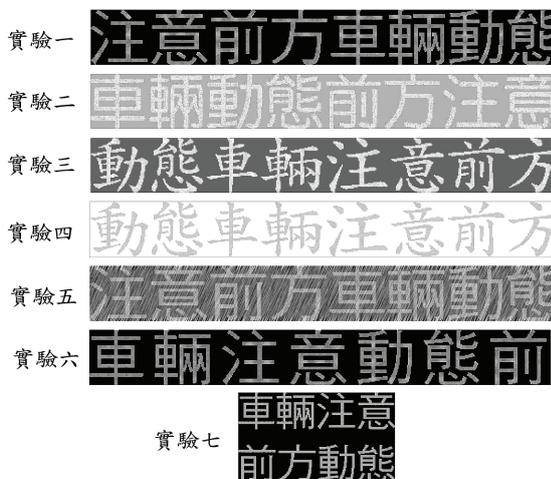


圖4 VMS模擬畫面，由上至下分別為實驗一至七

## 2.5 實驗光源及色彩

本研究之實驗於受控制的環境中進行，環境光源亮度為345 lux。實驗中所選用紅色LED色彩為高速公路工程處所訂定之標準VMS紅色LED色彩，其波長為645nm，將其轉為RGB值為R=255，G=0，B=0並模擬於電腦畫面，最終以色度計量測各實驗模擬畫面之CIE Lab值，如表2所示：

表2 各實驗的色彩CIE Lab量測值

實驗項目	紅色 LED 色彩	VMS 背景色彩
實驗一	36.4, 57.7, 38.6	2.5, 1.3, -3.7
實驗二	101.4, 10.2, -4.4	97.4, -3.2, -10.7
實驗三	77.7, 42.0, 29.5	66.4, 7.3, 14.3
實驗四	95.2, 50.8, 16.5	125.0, -1.3, -18.5
實驗五	70.9, 34.0, 6.7	62.0, -2.3, -7.8
實驗六	36.4, 57.7, 38.6	2.5, 1.3, -3.7
實驗七	36.4, 57.7, 38.6	2.5, 1.3, -3.7

註：CIE Lab, L單位為燭光。環境背景為：125.0, -1.3, -18.5。

## 2.6 實驗樣本

本實驗樣本之設計是參照高速公路局 (2006)「資訊顯示系統-第16612章」之工程規範所設計，其顯示器之式樣為2×8字，字長64cm x字寬64cm之資訊可變標誌，適用於國道主線門架型，其標準字體為中黑體，LED模組發光元件直徑為 $\phi 8 \pm 2\text{mm}$ ，元件間之間距為 $10 \pm 2\text{mm}$ ，紅色光波長為620-670nm。

## 2.7 實驗程序

本實驗程序如下：1. 受測者先通過視力檢測；2. 受測者與螢幕保持6m距離，實驗情境如圖5所示；3. 字高從10mm至50mm，由小至大依序播放測試圖片，限制時間為10秒，若未能在限定時間內決定，則直接進入下一張，最終記錄受測者最小文字視認高度 (下絕對閾值)，之後轉換為視角弧度以作為比對。而本實驗採口語解說方式 (Verbally Explain)，來認定使用者對於該標誌是否正確視認。而所謂訊息內容的視認度，是針對能否清楚視認標誌圖像的程度，而非文字的理解程度。

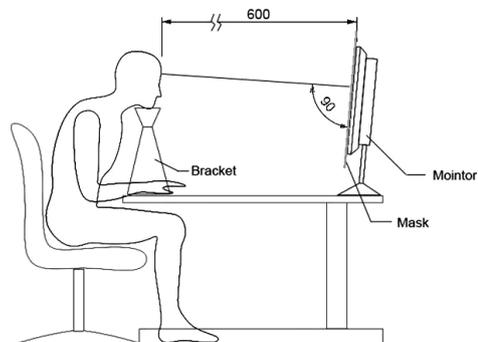


圖5 實驗情境模擬圖



## 2.7 VMS理想視認距離之換算

本研究藉由可視認距離的計算，以了解在不同環境條件下的各種字體，是否達到理想的可視認距離。VMS理想的可視距離公式為(圖6, 陳澤澎, 陳金源, 1993)  $D_v = D_d + D_r$ ，其中 $D_v$ 為可視距離， $D_d$ 為消失距離， $D_r$ 為閱讀距離， $V$ 為汽車時速， $t$ 為閱讀資訊所需時間，單位為秒。至於消失距離 $D_d = h + h_d - h_e / \tan \alpha$ ，其中 $h_e$ 為駕駛人眼高度約1.2m， $h_d$ 為顯示幕高度約1.2m， $h$ 為顯示幕離地高度約6m， $\alpha$ 為駕駛者在車內可觀看之最大仰角約7°，所得消失距離約為 $D_d = 48.9m$ 。而閱讀距離 $D_r = V \times t / 3.6$ ，以現有高速公路VMS看板為上下兩行8+8共16個字，透過計算，其閱讀時間2.05秒，若時速100km來推算其閱讀距離56.9m，其視認距離105.8m；若時速為110km，其視認距離為111.5m。

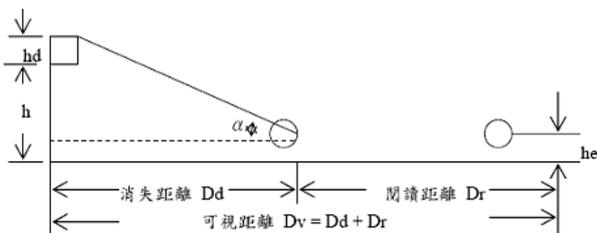


圖6 VMS理想視認距離

## III. 結果與分析

本研究之各變項經由單因子變異數分析量測結果，各變項 $p < 0.05$ ，均成顯著狀態，故採Duncan事後檢測，並予以分群，其結果如下，若比對各字體在不同環境之視認性，在實驗一之日間標準環境中，對年輕受測者而言，VMS在白天的最小視認值依序為中圓體0.222弧分、中黑、中楷及中明體0.238弧分，如表3所示，當Alpha值=0.1時，中圓體為A分群，中黑與中楷體屬A、B分群，而中明體則屬B分群。對高齡者而言，如表4所示，其視認值依序為中楷體0.363弧分、中圓、中黑及中明體0.403弧分，而中楷與中圓體均屬視認理想的A分群，中黑、中明體則屬視認較差的B分群。

在實驗二VMS受霧氣干擾的環境中，對年輕受測者而言視認值由高至低分別為中圓體0.218弧分、中黑體0.223弧分、中楷、中明體0.237弧分，而經事後檢測，中圓與中黑體屬視認理想的A分群，中楷體為B、C分群，而中明體則屬C分群。對高齡者而言，視認值由高至低依序為：中楷體0.417弧分、中圓、中黑及中明體的0.437弧分，而中楷、中圓、中黑體屬視認理想的A分群，而中明體則為C分群。

在實驗三VMS受2500k日照影響的環境中，對年輕受測者而言中圓及中黑體均為0.171弧分，其次為中明、中楷體0.188弧分，經事後檢測，中圓、中黑體屬視認理想的A分群，

至於中楷與中明體則屬視認較差的B分群。對高齡者受測者而言，其排序為中圓體0.345弧分、中楷、中明、中黑體0.364弧分，而中圓體視認理想的A分群，中楷體屬A、B分群，中明體為B、C分群，中黑體則為C分群。

實驗四在VMS於白色背景之視認度上，對年輕受測者的排序為中黑體0.099弧分、中圓、中明及中楷體0.113弧分，經事後檢測，中黑體屬A分群，中圓體為A、B分群，中明體為B分群，至於中楷體則視認較差的C分群。至於高齡者受測者的排序為中黑體0.211弧分、中圓、中明及中楷體0.214弧分，經事後檢測，中楷、中圓、中黑、中明體均屬同一分群。

實驗五VMS訊息受雨天的干擾下，對年輕受測者的排序為中黑體0.175弧分、中圓、中明及中楷體0.191弧分，經事後檢測，中黑體屬視認最佳的A分群，至於中圓、中明及中楷體則屬B分群。至於高齡者受測者的排序為中黑體0.345弧分、中圓、中明及中楷體0.361弧分，經事後檢測，中黑體屬A分群，中明體屬A、B分群，而中圓、中楷體均屬C分群。

在實驗六VMS受字距影響視認性的實驗中，年輕受測者在不同字距的視認值依序為：0.4倍字高間距0.192弧分、0.2倍字高間距0.197弧分、標準間距的0.207弧分，經事後檢定，0.4倍和0.2倍屬視認理想的A分群，而標準間距，屬視認較差的B分群。對高齡者受測者而言，其排序為：0.4倍字高間距的0.315弧分、0.2倍字高間距的0.321弧分、標準間距的0.337弧分，經事後檢定，0.4倍、0.2倍字高間距屬視認理想的A分群，而標準間距，屬視認較差的B分群。

在實驗七VMS受行距影響視認性的實驗中，不同行距的視認性依序為：0.4倍字高行距0.159弧分、0.2倍字高行距0.169弧分、標準行距0.172弧分，經事後檢測，0.4倍字高行距屬A分群，0.2倍及標準行距則屬B分群。對高齡者受測者而言，實驗結果和年輕受測者結果相近。依序為0.4倍0.301弧分、0.2倍0.288弧分、標準行距的0.275弧分，而0.4倍字高行距屬A分群，而0.2倍字高行距則屬B分群，而標準行距則為視認較差的C分群。

至於年輕與高齡者在各實驗變項之間是否存在視認差異性？經由獨立樣本t檢定(t-Test)檢視各個變項，其顯著性雙尾均為0.000，如表5所示，可見兩族群間確實存在顯著性差異。

## IV. 討 論

### 4.1 各實驗之視認差異性比較

根據統計結果顯示，在實驗一日間的視認性上，對年輕受



表3 年輕受測者之VMS視認度統計表

項次	項目	中明體	中黑體	中圓體	中楷體	顯著性 p 值
實驗一	視角 / (標準差)	0.238 (0.045)	0.226 (0.046)	0.222 (0.044)	0.233 (0.091)	A=0.104 B=0.413
	Duncan's Gp. / (CIE L 值)	B / (36.4)	A,B / (36.4)	A / (36.4)	A,B / (36.4)	
實驗二	視角 / (標準差)	0.237 (0.061)	0.223 (0.057)	0.218 (0.050)	0.234 (0.063)	A=0.379 B=0.101 C=0.639
	Duncan's Gp. / (CIE L 值)	C / (101.4)	A,B / (101.4)	A / (101.4)	B,C / (101.4)	
實驗三	視角 / (標準差)	0.185 (0.038)	0.171 (0.035)	0.171 (0.039)	0.188 (0.034)	A=1.000 B=0.578
	Duncan's Gp. / (CIE L 值)	B / (77.8)	A / (77.8)	A / (77.8)	B / (77.8)	
實驗四	視角 / (標準差)	0.108 (0.027)	0.099 (0.025)	0.105 (0.023)	0.150 (0.035)	A=1.000 B=0.411 C=1.000
	Duncan's Gp. / (CIE L 值)	B / (95.2)	A / (95.2)	A,B / (95.2)	C / (95.2)	
實驗五	視角 / (標準差)	0.191 (0.034)	0.175 (0.034)	0.188 (0.035)	0.191 (0.037)	A=1.000 B=0.473
	Duncan's Gp. / (CIE L 值)	B / (70.9)	A / (70.9)	B / (70.9)	B / (70.9)	

項次	項目	標準間距	0.2 倍字高間距	0.4 倍字高間距	顯著性 p 值
實驗六	視角 / (標準差)	0.207 (0.042)	0.197 (0.046)	0.192 (0.040)	A=0.302 B=1.000
	Duncan's Gp. / (CIE L 值)	B / (36.4)	A / (36.4)	A / (36.4)	
實驗七	視角 / (標準差)	0.172 (0.040)	0.169 (0.036)	0.159 (0.028)	A=1.000 B=0.391
	Duncan's Gp. / (CIE L 值)	B / (36.4)	B / (36.4)	A / (36.4)	

- 單位：(視角：弧度)，(CIE L值：燭光)。
- 螢幕背景亮度：實驗一及實驗六、七為2.5，實驗二為97.4，實驗三為66.4，實驗四為125，實驗五為62.0。
- VMS背景環境亮度：實驗一至實驗七為125。
- 環境光源亮度：345 lux
- Duncan's Gp.為One-Way ANOVA：Post Hoc Tests, Duncan Grouping (Duncan's分群)，設定Alpha值= 0.1。

表4 高齡受測者之VMS視認度統計表

項次	項目	中明體	中黑體	中圓體	中楷體	顯著性 p 值
實驗一	視角 / (標準差)	0.403 (0.119)	0.393 (0.107)	0.366 (0.088)	0.363 (0.089)	A=0.699 B=0.123
	Duncan's Gp. / (CIE L 值)	B / (36.4)	B / (36.4)	A / (36.4)	A / (36.4)	
實驗二	視角 / (標準差)	0.437 (0.112)	0.429 (0.115)	0.418 (0.121)	0.417 (0.120)	A=0.134 B=0.357
	Duncan's Gp. / (CIE L 值)	B / (36.4)	A / (36.4)	A / (36.4)	A / (36.4)	
實驗三	視角 / (標準差)	0.362 (0.103)	0.364 (0.103)	0.345 (0.100)	0.352 (0.099)	A=0.357 B=0.152 C=0.759
	Duncan's Gp. / (CIE L 值)	B,C / (36.4)	C / (36.4)	A / (36.4)	A,B / (36.4)	
實驗四	視角 / (標準差)	0.214 (0.062)	0.211 (0.061)	0.209 (0.060)	0.214 (0.058)	A=0.337
	Duncan's Gp. / (CIE L 值)	A / (36.4)	A / (36.4)	A / (36.4)	A / (36.4)	
實驗五	視角 / (標準差)	0.356 (0.110)	0.345 (0.108)	0.359 (0.111)	0.361 (0.103)	A=0.179 B=0.530
	Duncan's Gp. / (CIE L 值)	A,B / (36.4)	A / (36.4)	B / (36.4)	B / (36.4)	

項次	項目	標準間距	0.2 倍字高間距	0.4 倍字高間距	顯著性 p 值
實驗六	視角 / (標準差)	0.337 (0.086)	0.321 (0.082)	0.315 (0.084)	A=0.186 B=1.000
	Duncan's Gp. / (CIE L 值)	B / (36.4)	A / (36.4)	A / (36.4)	
實驗七	視角 / (標準差)	0.301 (0.091)	0.288 (0.085)	0.275 (0.079)	A=1.0 B=1.0 C=1.0
	Duncan's Gp. / (CIE L 值)	C / (36.4)	B / (36.4)	A / (36.4)	

註：單位、照明及其他條件等同表3

表5 年輕受測者與高齡者受測者在不同字體之顯著性差異檢定表

實驗項次	LED 顏色	中明體	中黑體	中圓體	中楷體
實驗一	t 值	36.402	26.822	32.373	3.731
	顯著性雙尾	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***
實驗二	t 值	11.022	12.071	19.699	13.238
	顯著性雙尾	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***
實驗三	t 值	13.986	15.517	16.057	21.503
	顯著性雙尾	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***
實驗四	t 值	19.188	22.425	22.412	21.556
	顯著性雙尾	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***
實驗五	t 值	33.824	42.948	23.100	29.959
	顯著性雙尾	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***

\*\*\* p&lt;0.001

測者而言，中圓、中楷體皆屬視認理想之A分群，故均為可採用之字體，唯獨中明體在視認上最差，應避免採用。但對高齡者而言，則有些許差異以中圓、中楷體較佳，中黑、中明體反而歸類於視認較差的B分群，至於其視認不佳的原因：可能對高齡者而言，筆畫間隙較大的字體，如中楷與中圓體這兩種字體，如圖7所示，對高齡者較易產生較高的視認性，相對地中黑、中明體的筆畫間隙較小，在視認上較為困難，在日間環境中應避免採用。

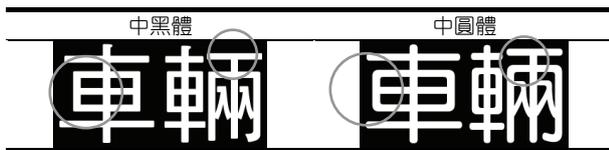


圖7 不同筆畫間隙之字體差異比較

在實驗二受霧氣干擾的視認性上，對年輕受測者而言，中圓與中黑體的視認性最佳，適合使用於起霧的環境中，至於中明體依舊是視認性最差的。對高齡者而言中黑、中圓、中楷體屬較理想字體，至於中明體依舊為視認最差的字體，由此結果來看，字體的差異對於高齡者視認性影響似乎較為有限，其主要因素可能因為在受霧氣干擾的環境中，各字體受到75%的遮蔽性，對高齡者而言增加視認的困難度。

在實驗三中受2500k色溫影響的環境中，對年輕受測者而言，中黑及中圓體均為理想的視認字體，仔細觀察這兩字體的差異性，可發現這兩字體的字體結構均屬無襯線字體，而視認不佳的中楷與中明體均屬有襯線的字體，對於遠距的視認而言，因為字體的特徵過多，反而造成視認上的干擾，因此遠距的視認上宜考慮比畫簡單，特徵較少的字體，而文獻中曾提及從視認的角度字型設計應避免裝飾的字體 (Fisk, et al., 2004)，這觀點幾乎和本實驗的結果不謀而合。而對高齡者而言，以中圓、中楷體的視認性較佳，中黑體反而最差。

在實驗四VMS訊息在白色背景下，對年輕受測者而言，同樣以中黑及中圓體為理想的視認字體，而中明與中楷體均屬視認不佳的字體，而以中楷體最差。對高齡者而言，這四種字體均無差異性，意即其視認性並不受字體差異性的影響。

若比較VMS在白、黑兩色的文字背景視認性的總平均值，發現對年輕受測者，以白色背景的視認性為0.120弧分，黑色為0.230弧分，兩者比值为0.522，而對高齡者的比值为0.667，可見白色VMS背景的視認性高出黑色VMS背景將近一倍，其原因可能在日間明亮的環境中和黑色VMS背景中呈現過高的明暗對比，而造成文字上視認上的困難，而以白色為VMS背景文字則影響有限。而現有VMS背景為黑色，若改為白色背景仍須考量實際環境影響等現實因素，本研究僅針對實驗環境之研究結果提出建議，至於實際環境之應用仍有待更進一步驗證。

在實驗五中，VMS訊息受雨天的干擾下，對年輕受測者而言，以中黑體為理想的視認字體，而中楷、中明及中圓體則次之。而對高齡者而言，則以中黑體為最佳視認字體。

實驗六在VMS受字距影響視認性的實驗中，對年輕受測者而言，0.4倍及0.2倍字高間距，其視認度均高於標準間距，可見增加適當的文字間距提高其視認度，從視認平均值來看，文字間距與視認度幾乎是成正比關係。另外對高齡者而言，其結果相近，同樣地文字間距與視認度間成正比關係。而目前現有標準字距的視認性不佳，由此結果看來，交通相關單位應該重新考量增加VMS字距來提升視認度。

實驗七在VMS文字受行距影響視認性的實驗中，對年輕受測者而言，0.4倍字高間距，其視認度高於標準間距，從視認平均值來看，視認度隨著行距的增加而有所提升，對高齡者而言其結果和年輕受測者一致，可見適當提高行距有利於視認性。

至於年輕及高齡受測者於不同環境下建議採用之字體，如



表6及表7所示，如此可作為VMS在各環境中呈現LED字體之參考，如在不同環境中，可選擇適合的字體作為呈現，來取代現有單一字體的呈現方式，將有助於駕駛者於VMS視認性的提升。

表6 年輕受測者於不同環境下建議採用之字體

環境條件	建議採用字體	避免採用字體
標準日間環境	中圓體	中明體
霧氣干擾環境	中圓體	中明體
於 2500k 環境	中黑體&中圓體	中楷體&中明體
白色文字背景	中黑體	中楷體
雨天干擾環境	中黑體	中楷體&中明體

表7 高齡受測者於不同環境下建議採用之字體

環境條件	建議採用字體	避免採用字體
標準日間環境	中圓體&中楷體	中明體&中黑體
霧氣干擾環境	黑體、中圓、中楷體	中明體
於 2500k 環境	中圓體	中黑體
白色文字背景	無顯著差異性	無顯著差異性
雨天干擾環境	中黑體	中圓體中楷體

由於多數字體視認性之研究是建立在以近距的閱讀環境為基準，文獻中所提及中黑體具備不錯的閱讀視認性，這和本實驗所探討結果有所許雷同，對年輕受測者而言，中黑體仍具備視認上的優勢，和中圓體同屬視認度高的字體，但中圓體在閱讀的視認特性上卻鮮少被提及，可見中圓體較適用於遠距的視認上。另外，對於高齡者而言，在整體的實驗中，中黑體已不具優勢，而是以中圓及中楷體的視認性較佳，至於中明體則屬視認性較不理想的字體，若VMS之設計須同時考量兩族群整體的視認性，則建議具兩族群高視認度交集性的字體，如中圓體對兩者均有不錯的視認績效，相對地中明體則是兩者視認性較差的字體，應避免採用。

#### 4.2 高齡者與年輕受測者在視認度上之差異

經由獨立樣本t 檢定檢定的結果，年輕受測者和高齡受測者之間有顯著性差異，在檢視實驗一至七，共26個變項中，所有變項均呈現顯著性差異 ( $p < 0.05$ )，可見這兩族群在本研究各變項中的確存在著顯著性差異。

本研究的重點在於比較年輕受測者和高齡受測者在整體平均視認度之比值，從實驗一到實驗五分別為0.602、0.536、0.503、0.502、0.525，平均值為0.534，亦即高齡者僅為年輕受測者近1/2的視認能力，如此嚴重之懸殊差距交通單位應該加以重視。

#### 4.3 VMS理想的可視距離之探討

從VMS理想的可視距離公式可換算出，若時速100km，其視認距離105.8m；若時速為110km，其視認距離為111.5m。檢視現有40個變項的視認度為可視距離，可發現對年輕

受測者而言，在時速100km的車速下，所有各實驗的數值均可達到105.8m以上視認距離，但對高齡者而言部分未能達到理想視認距離，分別為：實驗一的中明體95.2m、中黑體97.8m、中圓體104.9m、中楷體105.7m，實驗二中明體87.9m、中黑體89.4m、中圓體91.9m、中楷體92.2m。但若以時速為110km的視認距離為111.5m，在日間、霧氣干擾、黃昏色溫及雨天干擾的環境下之變項均未能達到理想的視認距離。

## V. 結論與建議

本研究探討VMS在不同實驗條件下的視認性，整體而言，年輕受測者對中圓體與中黑體具備視認上的優勢；對高齡者而言，中圓體及中楷體表現較佳，中黑體則在不同條件中有不同的表現，至於中明體最差，若同時考量兩族群的視認性，則建議具兩者交集的字體，如中圓體，相對地，中明體應避免採用。

在閱讀環境中視認理想的中黑體，同樣在VMS實驗中也有著不錯的視認性，而中圓體在相關研究中並不屬於理想的閱讀視認字體，但在VMS的視認上有不錯的表現，可見閱讀環境及VMS遠距條件的視認上仍有些許差異，尤其對高齡者而言其差異性更大。

對兩受測族群而言，適當地增加VMS的文字間距可以提高文字的視認度，同樣地，若適當增加VMS文字行距也可以提高文字的視認度，可見現有VMS的文字間距及行距並不利於視認。

高齡受測者和年輕受測者的視認性差距頗大，總體平均值的比值在0.534，可見高齡者的視認能力遠低於年輕受測者約二分之一，此懸殊之差距，交通相關單位應該予以重視。

部份實驗變項未能達到理想的視認距離，而以高齡者較為嚴重，尤其在時速100km時，在日間、霧氣干擾、黃昏色溫及雨天干擾的環境下之變項未能達到理想的視認距離。而視認性不良的文字色彩將降駕駛者的視認能力，也使駕駛者的資訊負荷能力增大。

在白天的環境中VMS看板若以白色為背景，有較佳之視認性，其平均視認角高於黑色背景1.68倍，而現有標準為黑色的文字背景，可考慮以此實驗結果來作為參考。

現有的VMS看板已可呈現多樣的字體及色彩，在本實驗中所模擬各環境條件中所得之視認結果，可作為VMS在各環境中呈現LED字體之參考，如在不同環境中，可選擇適合該環境的字體作為呈現，以取代現有單一字體的呈現方式。

現有字體多半針對近距離閱讀條件、美觀或歷史發展等因



素所建立，但對於如VMS遠距的文字視認則不見得適用，倘若能捨棄現成既有字體，或重新設計適於遠距視認理想的VMS字體，相信可以大幅提升現有VMS的視認性。

本實驗均在實驗室中模擬，難以掌控實際環境中所有變數，如陽光照射方向、環境中的粉塵、煙霧、震動、擋風玻璃的折射與清潔等干擾因素均會直接影響視認性，因此本實驗所得的數據及比較結果僅供現有VMS之LED字體選用參考。另外，實驗進行中因受學習效應的影響，致使部分實驗難以進行客觀比對，而各實驗間所模擬之環境因受當時環境條件影響，難以建立共同基準，而無法客觀針對不同環境之比對。

### 誌 謝

感謝大葉大學工業設計研究所沈明勳及廖惠民兩位研究助理，協助完成本研究相關工作。

### 參考文獻

王天津，侯東旭，1996，中文字型與字體大小對閱讀與搜尋作業績效影響之研究，高雄工學院學報，第3期，頁1-15。

朱祖祥，曹立人，1994，目標-背景色的配合對彩色 CRT 顯示工效的影響，中國心理學報，第 26卷，第 2 期，頁128-134。

艾偉，1965，漢字研究，二版，國立編譯館，台北。

林川，1994，漢文的書寫—閱讀排列方式分析，中華印刷科技年報，頁430-435。

高速公路局，2006，資訊顯示系統-第16612章，高速公路局北區交控中心，頁11。

張銘勳，鄭世宏，1996，中文筆畫數及字形於 VDT 顯示幕之閱讀識認性研究，工業設計季刊，Vol. 25，No. 2，頁23-30。

陳明德，1997，螢幕文字背景色彩組合與相關作業特性對視覺績效與視覺疲勞影響之研究，台灣科技大學管理技術研究所博士論文。

陳澤澎，1998，發光二極體交通號誌燈，工業材料，第138期，頁106-109。

陳澤澎，陳金源，1993，發光二極體室外顯示幕可信賴度研究，交通部國道新建工程局研究報告。

游萬來，蔡登傳，陳文誌，1997，中文點陣字形要素對字形閱讀視認度的影響研究，國立雲林技術學院學報，第6卷，第1期，頁17-26。

黃文毅，2005，建構並比較不同駕駛者對可變訊息標誌之反應模式，國立勤益技術學院 工業工程與管理研究所，碩士論文。

嚴國端，2004，高速公路用路人對可變訊息標誌之反應研究，勤益技術學院生產系統工程與管理所碩士論文。

Fisk, A. D., Rogers, W. A., Charness, N., Czaja, S. J., and Sharit, J., 2004, Designing for older adults, principles and creative human factors approaches. CRC press.

Gould, J. D., 1968, Visual factors in the design of computer-controlled CRT displays, Human Factors, Vol. 10, No. 4, pp. 359-376.

Kline, T. J. B., Ghali, L. M., Kline, D. W., and Brown, S., 1990, Visibility distance of highway signs among young.

Okajima, K., Tsuchiya, N., Yamashita, K., 2002, Age-related changes in color appearance depend on unique-hue components, Proceedings of the SPIE 4421, pp. 259-262.

Sanders, M. S. and McCormick, E. J., 1992, Human Factors in Engineering and Design, 7th Ed., McGraw-Hill Book Company, New York.

Scialfa, C. T. and Joffe, K. M., 1997, Age Differences In Feature And Conjunction Search, Implications For Theories Of Visual Search And Generalized Slowing, Aging, Neuropsychology, and Cognition, Vol. 4, pp. 227-246.

Shinar, D. and Drory A., 1983, Sign registration in daytime and nighttime driving, Human Factors, 25, pp. 117-122.

Sivak, M., Olson, P., and Pastalan, L., 1981, Effect of driver's age on nighttime legibility of highway signs. Human Factors, Vol. 23, pp. 59-64.

Snyder, H. L., 1988, Image quality. In: Helander, M. (Ed.), Handbook of human-computer interaction, Elsevier science publishers, Amsterdam, pp. 437-474.

Werner, J. S. and Steele, V. G., 1988, Sensitivity of human foveal color mechanisms through our the life span. Journal of the optical of America A, Vol. 5, pp. 2122-2130.

Received 24 December 2010  
Accepted 16 February 2011



# INFLUENCE OF FONTS ON DRIVERS' RECOGNITION OF VMS UNDER VARIOUS ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Yu-Hsing Chuang\*, Chang-Franw Lee\* and Min-Jho Young\*\*

\*Graduate School of Design  
National Yunlin University of Science and Technology  
Yunlin, Taiwan 64002, R. O. C.

\*\*Department of Industrial Design  
Da-Yeh University  
Changhua, Taiwan 51591, R. O. C.

## ABSTRACT

Variable Message System (VMS) with LED as light source has been widely used on highway throughout Taiwan. Although it can provide better visual display, various design parameters and environments may influence drivers' recognition of information and therefore, are worth investigations.

The research was conducted using lab simulation to see if the drivers could recognize the information displayed on the VMS under various environmental conditions, such as raining, sunset, and fog, etc., as well as with various design parameters, such as Chinese font type, resolution, color of background, and space between texts etc. Both young subjects and the elderly were requested to participate in the test and the differences were compared.

The results show that the Chinese font "Zhong-Yuan" and "Zhong-Hei" were more easily recognized by the young subjects while for the elderly it was "Zhong-Yuan" and "Zhong-Kai". The results also show that larger text spacing or row spacing could enhance the recognition, and the white background was better than the black one. As for the recognition of VMS between two subject groups, significant differences were observed. The size of the information to be well recognized by the elderly are nearly double the size of that for the young subjects.

**Keywords** : elderly, font, recognition, Variable Message System, VMS