

對向汽車頭燈照射對正向駕駛者辨識距離的影響

楊旻洲 王凱正

大葉大學設計研究所

彰化縣大村鄉山腳路 112 號

摘 要

汽車頭燈的主要功能係使駕駛者在夜間能看清道路狀況，但也可能對迎向汽車駕駛視力造成干擾。本研究由設計評價的眼光，探討在會車時對向汽車頭燈眩光對正向駕駛者可辨識距離的影響。研究採夜間實車測試方式，由受測者坐在轎車內，量測有、無對向車頭燈照射之可辨識距離，以其比值做為眩光影響的指標。結果顯示，當對向汽車頭燈距離正向車 40 公尺時，受測者可辨識距離與無對向車頭燈照射時之可辨識距離相比，縮減最大，其後，隨對向車的接近，可辨識距離漸漸增加，錯車以後，回復至無對向車頭燈照射之可辨識距離。可辨識距離縮減幅度因目標物的顏色而異，以紅、綠、藍、黑色的縮減百分比比較大，縮減約 33~38%，黃色與白色則縮減約 30%。

關鍵詞：頭燈，眩光，汽車，人因，設計評價

The Glare Effect of the Headlamps of an On-coming Vehicle on a Driver's Vision

MIN-JHO YOUNG and KAI-CHENG WANG

Graduate School of Design, Dayeh University

No. 112, Shanjiiao Rd., Dacun, Changhua, Taiwan 51591, R.O.C.

ABSTRACT

The major function of the headlamps on an automobile is to help the driver see the road conditions ahead during dark hours. However, the distribution of light from the headlamps of an on-coming vehicle may cause a glare effect on a driver's vision. This research investigated the glare effect of the headlamps of on-coming vehicles on drivers' vision by analyzing the ratio of the drivers' vision-capability distances when facing headlamps turned on to such distances when the headlamps were off. In the test, two passenger cars were statically placed in separate lanes, headed in opposite directions. By varying the distance between the two cars, the distances from which the drivers could see a specific object ahead were measured under both with- and without-headlamps-on conditions with regard to the on-coming vehicles. The test results showed that, because of the glare effect of the headlamps, the drivers' vision-capability distances were reduced between 30% and 40%, depending on the colors of the various objects faced. The angles between the driver's gazing direction and the line connecting the driver's eyes to the on-coming vehicle have more influence on

the glare effect than the illumination around the driver's eyes.

Key Words: headlamp, glare, vehicle, ergonomics, design appraisal

一、前言

汽車頭燈 (headlamp) 的主要功能係使駕駛者在夜間能看清道路狀況,但在照亮路面的同時卻也可能對迎面而來之汽車駕駛的視力造成干擾。

在汽車眩光相關的研究中, Sivak 與 Olson [14] 以低速高速兩種車速並改變對向車頭燈所產生眩光,請年輕與年老受測者以 Boer 尺度評價眩光所影響之舒適性,其結果顯示,不同的眩光光源型態、受測者年齡、照射於駕駛者眼睛之照度、眩光角等所造成對舒適性評價結果確實有顯著差異。Sivak, Olson 與 Zeitner [15] 以類似前一研究之方法探討美國大學生與來自德國之學生對眩光所影響舒適性評價之差異,其主要的想法來自於歐洲車燈所造成眩光低於美國,在此經驗下,該研究期望探討德國學生對美國車燈所造成眩光之不舒適評價是否會高於美國學生,實驗結果確實驗證其假說。Olson, Aoki, Battle 與 Flanagan 等 [11] 嘗試以實車測試驗證美國 NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) 所發展可辨識距離的預測模式,該模式期望能輸入車速,而計算得到能辨識在安全距離之人偶模型所需之照度,由於該研究測試變數甚多,與預測模式不盡相近,結果並無法獲得確切之結論。Anderson 與 Holliday [7] 以不同車燈眩光模式,並以不同遮蔽程度之眼鏡模擬老年人水晶體視力減退,探討眩光對老年人辨識動態目標物所需對比之影響,結果顯示,眩光確實影響老年人之夜間視力,因此其建議簽發駕照單位應考慮加測夜間視力。

為防止車輛眩光的影響,我國中央標準局 CNS 參考美國 FMVSS 訂有「汽車用前燈燈光瞄準檢驗法」與「汽車用照明與信號設備檢驗法」兩項標準 [1, 2],分別量測車燈照射最強光度區域落點及燈光照射在測定板上符合標準的燈光模式,惟這僅是兩項『標準』,並非具有強制性之『法規』。在我國車輛使用的環境中,約 70% 以上的道路沒有分隔島的設置,而有不少路面狀況不好,行人、動物又多,如以時速 60 公里計算,每秒鐘約行駛 17 公尺,如有狀況發生,容許駕駛者反應的時間甚短,因此在這短短幾秒鐘的會車時間,如果因對向車頭燈照射的眩光影響駕駛者的視域辨識,便容易造成交通事故。現今國產轎車頭燈雖或經過 CNS 的「機械瞄準型封閉式頭燈組頭燈瞄準裝置」的測試,但我國

標準係參考歐美法規,國情不同,眩光對駕駛者在我國道路實際駕駛時的視覺判斷究竟有多大的影響,設計上應加考量。

有鑑於此,本研究以實車測試探討對向車頭燈照射對正向駕駛者辨識前方物體的影響,包括:

1. 有對向車頭燈照射下與無對向車頭燈照射下,正向駕駛可辨識距離的差異。
2. 有對向車頭燈照射下,正向駕駛可辨識距離與兩車會車距離之關係。
3. 不同顏色目標物對駕駛者可辨識距離的影響。

二、研究方法

(一) 研究名詞定義

1. 仿藍多爾圈目標物

一般量測視力的工具有「史奈侖氏 E 字視力表」及「藍多爾氏 C 字視力表」,經訪問監理站人員,目前監理站測量以藍多爾氏 C 字視力表較普遍。由於兩者皆在特定環境下實施,而本研究採用實車實測的方式進行,並不能直接適用。在選定測試目標物時,為能模擬實際路況,曾經考慮採實體人體模型、動物模型、障礙物...等,但因「能清楚辨識」這些目標物的測試狀況不易明確掌握,因此最後選擇模仿「藍多爾氏 C 字」視力量測方式,以類似目標物讓受測者可以明確判斷缺口方向,做為辨識目標物的基準。測試目標物形狀與藍多爾氏 C 字相同,尺寸則將藍多爾氏相當於視力 1.0 大小的 C 字依觀測距離 40 公尺與標準觀看距離 (3 公尺) 比例放大 (即放大 13.3 倍),本研究將此一目標物稱之為「仿藍多爾圈目標物」。惟一般「藍多爾氏 C 字視力表」的背景通常為透光或不透光白色背景,有一定的照度要求,而本實驗之「仿藍多爾圈目標物」則僅在 C 形環本身塗上顏色,背景則為道路實況。至於前述觀測距離取 40 公尺,係根據一般轎車頭燈照射亮度所及範圍而定。

2. 可辨識距離

本研究所稱「可辨識距離」係指受測者觀看「仿藍多爾圈目標物」可以清楚分辨 C 字形狀缺口方向時,目標物與受測者所乘坐汽車相隔之距離。

3. 眩光角

本研究稱之眩光角係指正向駕駛者「看正前方時之水平視線」與「其兩眼中心點與對向車兩頭燈中心點連線」的夾角。

(二) 研究工具

本實驗之主要設備及工具可分為三大類：

1. 正向車（受測者乘坐）A 車（Nissan Sentra）與對向光源車 B 車（Honda Civic）各一部，車況良好，兩部車頭燈形式如圖 1 所示，皆為原出廠車燈。
2. 仿藍多爾目標物，以同一形狀大小，噴塗（綠、白、藍、黃、黑、紅）六種顏色。
3. 量測工具：照度計（GOSSEN 公司之 MASTERSIX 型，電子式顯示幕，可顯示照度至小數點後一位數）及捲尺。

(三) 實驗場地準備

本實驗係僱借私人公司廠房旁之空地於晚間實施，該地為柏油路面，地勢平坦，長約 80 公尺，寬約 20 公尺，附近無干擾光源，廠房燈光及路燈於測試時均關閉，以求沒有背景燈光。測試前，先以棉線設定兩車道，單一車道寬參考我國一般鄉鎮道路，定為 3.5 公尺。沿道路方向，每隔五公尺先以有色粉筆及棉線標示，以利實驗時之距離量測。

(四) 受測者

本研究測試共 24 位受測者參加，其中男女生各 12 位，年紀在 20 至 25 歲之間，眼睛視力正常。

(五) 實驗流程與步驟

本研究之實驗分兩大部分，一是在沒有對向車頭燈照射情況下受測者之可辨識距離量測，二是在有對向車頭燈照射的情況下受測者之可辨識距離量測。實驗的步驟及方式說明如下：

1. 沒有對向車頭燈照射情況下之可辨識距離量測
 - (1) 將正向測試車置於車道中央所設定之基準點，車中心線與車道平行，如圖 2 所示，車窗先以乾布擦拭乾淨。

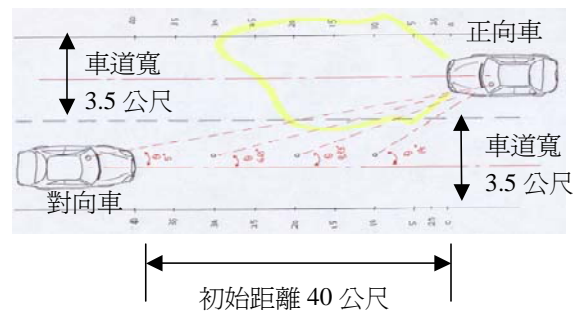


圖 2. 實驗場地與實驗車初始配置圖

- (2) 請受測者進入正向車座位後，先請受測者調整座位的高度及角度至其認為最適合的位置，以求真切模擬平時駕駛狀況。
- (3) 打開正向車頭燈（近燈），於正向測試車中心線正前方 40 公尺與頭燈同高處放置不同顏色之仿藍多爾目標物，請受測者辨識，如無法辨識，則請工作人員把目標物移動到受測者能辨識的距離為止，紀錄目標物顏色及相對應之可辨識距離。
- (4) 請不同受測者重覆 (2) (3) 實驗步驟。
2. 有對向車頭燈照射情況下之可辨識距離量測
 - (1) 將正向車置於車道中央所設定之基準點，對向車則置於離正向車 40 公尺處，兩車中心線均與車道平行，如圖 2 所示，車窗先以乾布擦拭乾淨。
 - (2) 請受測者進入正向車座位後，先請受測者調整座位的高度及角度至其認為最適合的位置，以求真切模擬平時駕駛狀況。
 - (3) 先打開正向車頭燈（近燈），再打開對向車之頭燈（近燈）。
 - (4) 於正向車中心線正前方與頭燈同高處放置不同顏色之仿藍多爾目標物，請受測者辨識，如無法辨識，則



(a) 正向測試 A 車頭燈（Nissan Sentra）



(b) H4 燈泡



(c) 對向光源 B 車頭燈（Honda Civic）

圖 1. 兩部測試車頭燈及所使用之 H4 燈泡

請工作人員把目標物移動到受測者能辨識的距離為止，紀錄目標物顏色及相對應之可辨識距離。

- (5) 將對向車移動到距離正向車 30、20、10、5 公尺處，在不同距離時，重覆 (4) 的實驗步驟。在對向車移動過程中，請測試者暫時閉上眼睛，以避免視力干擾與適應問題。
- (6) 請不同受測者重覆 (1) 至 (5) 實驗步驟，受測人員與實驗二相同。

在進行可辨識距離量測時，由於考慮在一般道路之會車時間很短，眼睛由無對向光到有對向光再回到無對向光之調適時間亦甚短，為能更真切模擬實際狀況，避免如石曠蔚 [3] 所提之明暗適應問題，要求受測者對於汽車前方目標物之辨識必須在 10 秒內說出仿藍多爾圈目標物的方向。在每組目標物實驗之間則讓受測者休息 1 分鐘，避免造成顏色辨識上之疲勞。此外，有對向車頭燈照射情況下，為避免所謂的趨光性 (phototropism) 現象，請受測者避免去直接注視眩光光源 (對向汽車頭燈)，以免眼睛產生暫時性的光量現象，使視力降低，影響實驗的可靠度。

三、測試結果分析與討論

(一) 有無對向車頭燈干擾下之可辨識距離

在各種測試情況下，受測者對 6 種顏色 (綠、白、藍、黃、黑、紅) 仿藍多爾圈目標物之可辨識距離的算數平均數與標準差如表 1 所示。由表可見，有對向車頭燈干擾下，可辨識距離較無對向車干擾的距離短。受測者對黃色目標物之

可辨識距離平均值最大，黑色目標物最小。針對兩車相隔不同距離，以不同顏色目標物為因子，進行單因子分析結果，顯示不同顏色目標物對應之可辨識距離平均值差異顯著 ($P=0.000$)，針對特定顏色，以兩車距離為因子，結果亦同。

為能進一步瞭解對向車頭燈照射下對受測者辨識目標物的影響，以「有」對向車頭燈照射下之可辨識距離與「無」對向車頭燈照射下可辨識距離的「比值」做為判斷的依據。針對不同顏色目標物，受測者在「有、無」對向車頭燈照射下之可辨識距離比值的平均值如表 2 所示。針對各顏色目標物之可辨識距離比值與兩車距離的關係則以 SPSS 統計軟體之盒形圖顯示，如圖 3。盒型圖所表達為四分位值，即最小值與最大值，以及涵蓋 25%、50%、75% 受測者所對應的數值，部分沒有落在盒型圖內者為偏離值。由統計結果可以看出：

1. 當對向車在 40 公尺處時，正向駕駛者可辨識距離縮減的幅度最大，可辨識距離僅為無對向車頭燈照射時之 60~70% 左右，隨著兩車相隔距離的縮短，有無車燈之可辨識距離的差異逐漸縮小，至錯車後，回復至無車燈狀態。
2. 依目標物顏色不同，有無對向車頭燈照射之可辨識距離比值約有 2~10% 的差距。以對黃色、白色目標物之可辨識距離比值較大，對黑色、藍色目標物之可辨識距離比值較小。
3. 可能由於黑、綠色辨識不易，部分受測者在兩車距離 5 公尺時對目標物辨識距離有大於無對向車之情況，因此

表 1. 受測者對六種顏色目標物的可辨識距離平均值與標準差 (單位：公尺)

項目		顏色						P 值
		黃	白	紅	綠	藍	黑	
無對向車干擾	平均數	35.4	33.1	30.3	28.1	23.7	20.0	0.000
	標準差	3.5	4.2	3.8	5.1	4.5	3.5	
距離 5 公尺	平均數	34.3	32.6	29.3	28.7	23.2	20.5	0.000
	標準差	4.4	5.2	4.0	5.7	4.6	3.3	
距離 10 公尺	平均數	31.1	29.8	25.1	24.6	19.8	17.2	0.000
	標準差	4.1	4.5	4.4	5.6	5.3	2.7	
距離 20 公尺	平均數	28.8	27.4	22.0	22.1	17.4	15.3	0.000
	標準差	3.7	3.9	5.0	5.7	5.1	2.9	
距離 30 公尺	平均數	27.5	25.6	21.4	21.1	16.3	14.4	0.000
	標準差	3.8	3.7	4.0	5.2	4.8	2.7	
距離 40 公尺	平均數	25.1	23.5	19.0	19.0	14.9	12.5	0.000
	標準差	3.9	3.6	4.0	4.5	4.0	2.7	

表 2. 有無對向車頭燈照射下之可辨識距離比值的平均值 (%)

目標物顏色 相隔距離		目標物顏色					
		黃	白	紅	綠	藍	黑
無 燈		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
有 燈	40 公尺	70.7	70.9	62.7	67.0	62.5	62.2
	30 公尺	77.6	77.5	70.5	74.2	68.0	71.8
	20 公尺	81.3	83.0	72.2	77.7	72.6	76.1
	10 公尺	88.0	89.7	82.7	87.0	83.0	85.9
	5 公尺	96.9	98.2	96.9	102.2	98.2	103.2

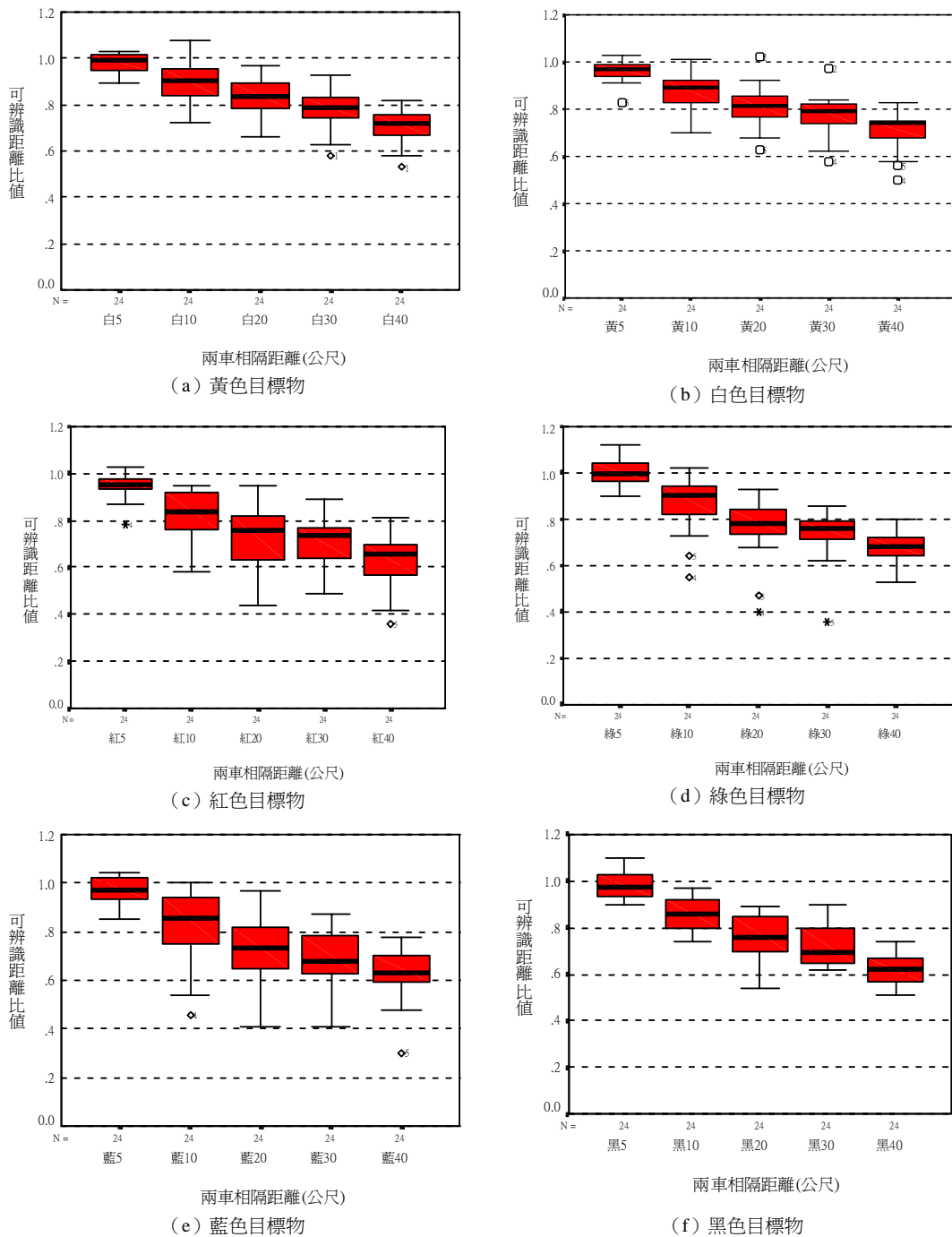


圖 3. 可辨識距離比值 (有對向車頭燈照射之可辨識距離/無對向車頭燈照射之可辨識距離) 盒形圖

辨識距離比值之平均值大於 100%，經複測，情況依舊，表 2 所列數值即為複測結果。

(二) 影響受測者可辨識距離的原因分析

本研究在實驗前，原預測隨著對向汽車之接近，由於對向車頭燈照射在正向車駕駛者眼睛的照度可能增加，對正向車駕駛者辨識目標物的影響將會增加，及至適當距離才會減少。但實驗結果卻顯示，最大影響發生在兩車相隔 40 公尺左右，隨兩車接近，影響遞減。分析可能的原因，「可辨識距離」除與受測者本身視力有關外，應與「眼睛附近的照度」、「眩光角」兩項因素有關，經整理對向車在不同距離時受測者眼睛附近的照度與眩光角，列如表 3；其中依計算眩光角公式，眩光角應與受測者眼睛高度有關，為簡化分析，計算時採平均值為之。由表中可看出，隨兩車接近，眼睛附近的照度會逐漸增加，至相距 20 公尺處最大，隨後又慢慢遞減，而眩光角則隨兩車之接近而遞增。相較於可辨識距離並非隨眼睛附近的照度而有明顯的規則變化，可辨識距離則與眩光角有相近的增減趨勢。

經參考陳雅珮 [4]、游志雲與陳泰良 [5] 之研究結果顯示眩光偏角（眩光光源與視線之夾角）越小時所需的最小恰可分辨視角（眼睛與藍多爾圈缺口上下所構成的夾角）越大。由此研判，眩光角度應是造成可辨識距離縮減的主因。經以本研究測試之距離範圍（5 公尺至 40 公尺），繪製有、無對向車頭燈干擾下，對黃、黑兩種顏色目標物可辨識距離比值與眩光角度的關係如圖 4 所示。圖中曲線採 SPSS 軟體以二次曲線近似，由圖中可看出兩者約呈現二次曲線關係，眩光角愈小，比值愈小，亦即對向車頭燈眩光角愈小，可辨識距離折減愈大。

表 3. 對向車頭燈照射下正向駕駛者眼睛附近照度與眩光角

項目 \ 兩車距離	40 公尺	30 公尺	20 公尺	10 公尺	5 公尺
眼睛附近照度 (lx)	2.7	5.7	8.2	5.7	3.8
眩光角 (度)	4.5	6.0	9.0	17.6	32.4

五、結論與建議

本研究有鑒於對向車頭燈照射可能干擾正向駕駛者對汽車前方物體的辨識，經以轎車請受測者於夜間實地測試結果，可以得到結論與建議如下：

1. 在無對向汽車頭燈干擾下，受測者對黃色仿藍多爾圈之可辨識距離最長，平均值約在 35 公尺左右；黑色的辨識距離最短，平均值約在 20 公尺左右。可辨識距離依目標物顏色排序為：黃 > 白 > 紅 > 綠 > 藍 > 黑色。
2. 在有對向汽車頭燈干擾下，當對向汽車距離正向車 40 公尺時，受測者可辨識距離的縮減最大，而後隨對向車的接近，可辨識距離漸漸回復為無對向車燈照射之可辨識距離。可辨識距離縮減幅度因目標物顏色而異，對紅、綠、藍、黑色目標物的縮減百分比比較大，平均約縮減 33~38%，對黃、白色目標物的縮減較小，平均約縮減 30%。
3. 研究之初，原預測隨對向車接近，將使投射在駕駛者眼部照度增加而干擾駕駛者對目標物之辨識，經分析結果，可辨識距離與對向車接近造成的照度並無明顯增減關係，而有無對向車頭燈干擾之可辨識距離比值與眩光角則約成二次函數關係，眩光角度愈小，可辨識距離比值愈小，亦即可辨識距離折減愈大。

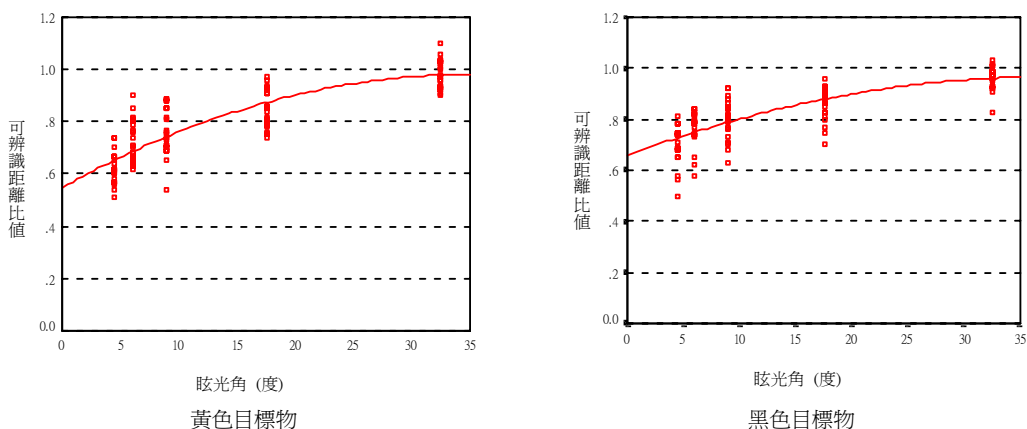


圖 4. 有無對向車頭燈干擾之可辨識距離比值與眩光角的關係圖

4. 本研究為能瞭解眩光對實際駕駛的影響，以可辨識距離做為綜合判斷的變數。事實上，由於對向車頭燈眩光所造成可辨識距離縮短，表示仿藍多爾圈目標物必須朝正向車移動才能使駕駛者清楚分辨，而仿藍多爾圈目標物朝正向車移動隱含著駕駛者觀看目標物的可分辨視角變大，以及目標物上的照度增大兩項變數。為減少眩光對可辨識距離的影響，除減少來自對向車頭燈干擾外，改變正向車頭燈配光，增加原可辨識距離下目標物之照度，應為可行之法，惟增加的幅度，有待另案探討。
5. 由於我國路況與國外不同，在一般道路上，人、車、動物多，有關防止眩光之要求應較國外法規高。除可改善傳統反光罩配光外，目前 LED 燈亮度與技術日漸成熟，由於 LED 為分散式光源，依不同投射距離與角度配光之彈性應較傳統反光罩式高，可重點增加車前方低高度長距離範圍之照度，改善駕駛者對前方物體之辨識而不干擾對向車駕駛者。因此，值得未來由實際駕駛需求進行設計研究。
5. 游志雲、陳泰良（民 84），眩光的亮度及偏角對視覺清晰度的影響，行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告（NSC84-2213-E-007-040），台北。
6. 蕭淵元（民 80），建立一種眩光評比值之分析方法與其對駕駛辨識性之影響，國立成功大學機械工程研究所碩士論文，台南。
7. Anderson, S. and I. E. Holliday (1995) Night driving: Effects of glare from vehicle headlights on motion perception. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 15(6), 545-551.
8. Attwood, D. A. (1979) The effects of headlight glare on vehicle detection at dusk and dawn. *Human Factors*, 21(1), 35-45.
9. Hamm, M. and M. Lampen (2000) Safety and comfort: Advanced methods to analyze headlamp light performance. SAE 2000 World Congress, Session: Human Factors in Driver Vision and Lighting 2000, Detroit, MI.
10. Neumann, R. and H. Stoll (1996) Headlamp light performance – Criteria for customer satisfaction. SAE Technical Paper series 960790.
11. Olson, P. L., T. Aoki, D. S. Battle and M. J. Flannagan (1990) Development of a Headlight system performance evaluation tool. UMTRI Report UMTRI-90-41.
12. Peacock B. and W. Karwowski (1993) *Automotive Ergonomics*, Taylor & Francis, London, UK.
13. Phillips, E. S., T. Khatua, G. Kost and R. Piziali (1990) Vision and visibility in vehicular accident reconstruction. SAE Technical Paper series 900369.
14. Sivak, M. and P. L. Olson (1987) Toward the development of a field methodology for evaluating discomfort glare from automobile headlamps. UMTRI report, UMTRI-87-41.
15. Sivak, M., P. L. Olson and K. A. Zeitner (1988) Effects of prior headlighting experience on discomfort glare. UMTRI report, UMTRI-88-50.

誌謝

本研究得以完成，感謝車輛研究測試中心楊晨初副理提供寶貴意見與相關資料，郭一全先生提供測試用車，還有所有參與測試的同學，由於人數眾多，不克一一列舉，謹在此一併致謝。

參考文獻

1. 中國國家標準：汽車用前燈燈光瞄準檢驗法，（CNS：總號 10704，類號 D3159），經濟部中央標準局。
2. 中國國家標準：汽車用照明與信號設備檢驗法，（CNS：總號 7884，類號 D3074），經濟部中央標準局。
3. 石曉蔚（民 85），室內照明設計原理，淑馨出版社，台北。
4. 陳雅珮（民 82），眩光偏角與視覺銳度的關係，國立清華大學工業工程研究所碩士論文。

收件：95.02.15 修正：95.04.14 接受：95.06.09