

事故車輛燈光檢查

Lamp Examination for On or Off in Traffic Accidents

程玉傑*、李宏振**

*中央警察大學交通管理研究所副教授

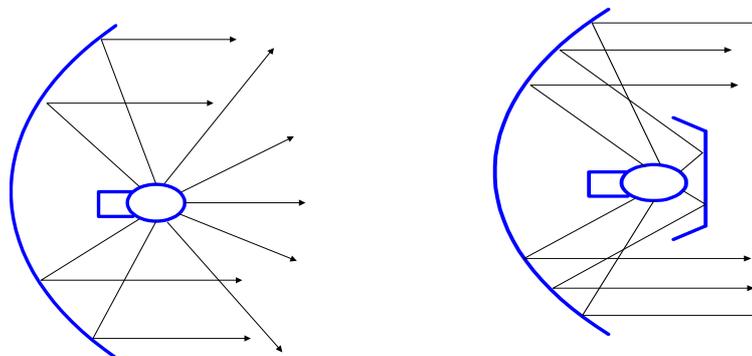
**中央警察大學交通管理研究所研究生

摘要

台北市政府為促進道路交通安全，率先實施公車全天開大燈，所有機動車輛於下午五時至翌日七時開燈等措施，顯見車輛燈光不僅為照明之用，更是傳遞車輛動態的重要訊息，但實務上鮮少車輛駕駛人因燈光損壞被取締告發、員警處理交通事故極少針對燈泡進行採證，民眾亦常疏於保養檢查，燈光問題無論在執法、事故處理鑑定及民眾認知方面，一直都是容易被忽略的一環。本文從汽車燈泡的種類、特性及損壞的各項特徵，探討判斷原則，提供實務參考，然而不是所有的燈泡均能夠被準確地判斷事故發生前的使用狀況，但若於事故現場處理時能仔細採證、分析，將使模糊地帶減至最低，有助於釐清肇事責任。本文最後並以 88 年 7 月 * 日屏東縣 ** 幼稚園娃娃車重大交通事故實際案例，研判事故車輛燈光使用情形，提供法官審查參考。本文期能提昇交通執法、事故處理與鑑定等專業人員對車輛燈光問題的重視，進而使駕駛人均能確實保養並正確地使用車輛燈光、減少交通事故發生。

壹、前言

車燈之主要目的在於傳遞車輛行止、轉向之信號，讓周遭之駕駛人能瞭解車輛行駛動態，燈光的使用為車輛行駛間重要之「肢體語言」，對行車安全有很大的影響。車輛基本燈光設備應有前燈、方向燈、尾燈、煞車燈、牌照燈、倒車燈等，其他輔助燈具如角燈、霧燈等，一般車輛燈具均由燈泡與燈罩所構成，前燈多使用鹵素燈泡(Halogen Lamp)，經由透鏡聚焦，光線集中投射前方，以提昇夜間行車之安全性。(如圖一)



圖一、車輛前燈反射示意圖

方向燈、尾燈或煞車燈多以白熾燈泡(Incandescent Lamp)外加不同顏色燈罩所組成。前燈有遠、近之分，而煞車燈與尾燈共組，均使用雙蕊(燈絲)燈泡，方向燈一般為單蕊燈泡，但如兼具角燈作用者，則使用雙蕊燈泡。

由於部分駕駛人未能定期保養車輛，有些保養廠為求快速服務，鮮少檢查車輛燈光，所以在道路上經常會發現車輛煞車時未顯示煞車燈、轉彎時沒有方向燈，甚至夜間沒有尾燈、前燈者仍照常行駛。通常前燈損壞時駕駛人可輕易察覺，而方向燈損壞會增加閃爍頻率，尾燈及煞車燈則無損壞徵兆，需靠駕駛人平日的注意與保養，所以在道路上尾燈或煞車燈損壞的車輛最為常見。

車輛燈光損壞而仍行駛者，係違反「道路交通管理處罰條例」第十六條第一項第二款規定，但本項違規通常不是執法重點；在追撞或擦撞事故中，後車往往因「未注意前方人車動態」，而需負主要肇事責任，但如果前車煞車燈或方向燈損壞，即違反駕駛規範之信賴原則，影響後車之判斷能力，如此是否構成過失責任(應注意、能注意，而不注意)，實有疑義。然而交通事故發生後，車燈往往因破損、跡證消失而難以查證；而事故處理實務中，車燈檢查往往為處理員警忽略之一環；在肇因鑑定，亦鮮少有因車燈損壞或未依規定使用燈光而影響肇事責任之判定者。因此，在多數與燈光有關的事故中，許多駕駛人不知主張維護自身之權益，或由於事故處理蒐證不完整，而無法探究事故發生之真正原因。

貳、燈泡種類

現行車輛使用之燈泡種類，計有白熾燈泡、鹵素燈泡、發光二極體及氣體放電式燈泡：

- 一、白熾燈泡(Incandescent Lamp)：由鎢絲、燈座所組成，內部充填氬氣或惰性氣體(氬氣)，壓力較外界小(部分真空)，多使用於方向燈、尾燈等。
- 二、鹵素燈泡(halogen Lamp)：俗稱石英燈泡，多使用於前燈，亦以鎢絲為主，內部則填充鹵素¹，燈泡內部壓力為大氣壓力之四至八倍，鹵素燈泡亮度為白熾燈泡之二倍，且更為耐用，但亦產生較高之溫度，燈泡表面如沾有油漬，將使燈面溫度不均勻而導致破裂，故更換前燈(鹵素燈泡)時，不可用手接觸燈面，更換後並以絨布擦拭乾淨。
- 三、發光二極體(Light of Emitting Diode, LED)：是將燒成薄片的矽元素，置入塑膠管內製成的，發光二極體原本是作為電器的顯示燈光，直到最近，科學家總算能將它的光度，調到像燈泡一樣亮，可以廣泛運用在生活中。美國三分之一的汽車後車燈，已經開始使用。此外，像戶外看板，以及路上的交通號誌，也逐步採用這項新科技。發光二極體已廣泛應用於工業及各項產品，其省電、耐用、不發熱之特性，已漸能取代一般燈泡。
- 四、氣體放電式燈泡(High Intensity Discharge, HID)：突破現有燈泡原理，在石英管內

¹ 鹵素：為原子週期表上氟、氯、溴、碘、砷之總稱，一般鹵素燈泡充填碘，亦有氟或氯氣。

填充高壓惰性氣體(特別是氙氣，又稱為氙氣頭燈)，捨棄傳統燈絲，於燈泡兩端接通高達二萬伏特以上之交流電壓，燈管內兩極突破絕緣介質臨界點，使氙氣電子被高壓電流激發而游離狀，而不斷形成一束電弧光，由於氙氣所產生之電弧光接近於白晝光，亮度為鹵素燈泡之三倍，使用壽命為鹵素燈泡之六倍，能改善夜間照明，對行車安全有所助益，惟目前 HID 燈泡造價昂貴，僅見於少數高級車種，尚未普及。本文以鎢絲燈泡為研究對象，發光二極體及 HID 燈泡暫不予探討。

參、處理要領

- 一、燈泡之跡證極易受到破壞，事故處理時如有燈光使用之疑義，應進行採樣蒐證。
- 二、拆取待鑑定之燈泡時，應儘量連同燈座一併取下，以免破壞燈泡，如燈泡已經破裂，可使用紙杯保護並固定之。
- 三、絕對不可開啟事故車輛任何電燈開關，以免破壞跡證。

肆、燈泡之一般特性

燈絲由鎢所製成，鎢是一種堅硬、光亮的金屬，燈絲為等距之線圈形狀，兩端有直立之金屬桿固定，當電流通過後，因燈絲之電阻產生熱能，達到相當之溫度後即發亮，而燈泡內之惰性或鹵素氣體則可阻止燈絲之氧化，使得發亮之過程得以持續，當燈絲愈粗，所通過之電流愈大，所產生之亮度也就愈強。在燈泡發亮時，燈絲內的鎢會有氣化的現象，尤其在較薄或較細的部分，而這個較細的部分產生更大的電阻與更多的熱能，如此循環將造成燈泡過熱而燒毀。鎢絲氣化後沾附於玻璃上而使燈泡玻璃變黑，為燈泡老化之現象，而當球體體積較小之燈泡燒毀後，常使玻璃呈現銀黑色，其銀色為鎢金屬之原色。(如圖二)

鹵素燈泡鎢絲亦有氣化現象，但鹵素可將氣化之鎢金屬還原附著於鎢絲，故可延緩鎢絲斷裂，但溫度升高至華氏 6100 度(攝氏 3371 度)時則達到鎢的融點，燈泡即燒毀。

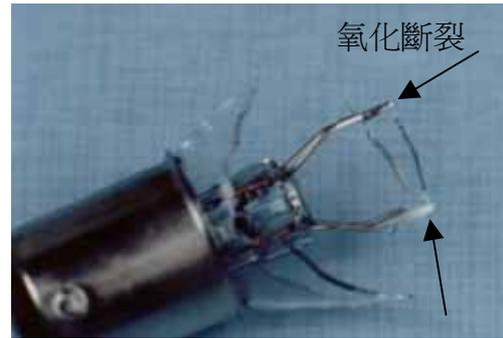


圖二、燈絲燒毀外觀

伍、撞擊特徵

- 一、氧化：當燈泡玻璃破裂後，空氣進入使熾熱的燈絲產生氧化作用，氧化程度與燈絲溫度有關，熾熱的燈絲氧化後顏色變黑，而溫熱燈絲氧化後呈現紫色或棕色，當燈泡破裂後繼續通電，電流通過燈絲產生激烈氧化作用(燃燒)，燈絲燒斷後呈現黑

色，而氧化過程所產生白色粉末²則附著於附近的燈絲、支架、燈座或玻璃殘骸上(如圖三)。當熾熱的燈絲突然遭到撞擊，燈泡玻璃破裂時，玻璃碎片可能沾附於燈絲，而遭高溫融化，通常較粗之燈絲有較大之熱能融化玻璃碎片。



圖三、燈絲氧化情形

二、變形：燈絲具延展性，一般而言，燈絲溫度越高，延展性愈佳，在汽車碰撞的過程中，由於慣性作用，熱燈絲經常發生延展、拉直甚或糾纏，稱為「熱震動」(hot shock，如圖四)，燈絲之變形程度與衝擊力量、燈絲大小、新舊、溫度等因素有關，當燈絲發生「熱震動」現象時，燈絲不一定是熾熱(incandescent)狀態，但一定是熱的(hot)。燈絲氧化、變形與時間(溫度)的關係如表一。另燈泡使用時間較久，燈絲亦可能會向下彎曲，造成類熱震動現象，判斷時應注意燈絲彎曲方向。



圖四、燈絲「熱震動」變形情形

表一 事故碰撞前關閉燈光燈絲變形與氧化關係表³

事故前關閉電 源(秒)	氧化		變形		
	尾燈	方向燈	尾燈	方向燈	前燈
4.0	x	x	△	○	x
1.3	x	x	○	◎	○
1.0	x	x	○	◎	◎
0.5	x	△	○	◎	◎
0.2	△	◎	◎	◎	◎
0.0	◎	◎	◎	◎	◎

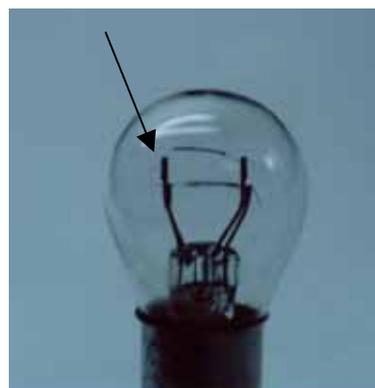
氧化變形等級 ◎：嚴重 ○：普通 △：輕微 x：無

三、斷裂：未受撞擊、玻璃未破裂、燈絲自然燒毀之燈泡，燈絲呈現光亮、燒毀處之端點呈現球形狀(ball end)，燈泡玻璃呈現黑色；受撞擊之燈泡，燈絲除變形外，如撞擊力量夠大，會使燈絲斷裂，且斷裂之端點為尖角狀(sharp end)，如果車燈玻璃未破裂，而燈絲斷裂，稱為「冷震動」(cold fracture，如圖五)。

² 燈絲急速氧化所產生之白色粉末，為鎢金屬之氧化物，實際上為淡黃色。

³ 資料來源：J. Stannard Baker, Lynn B. Fricke “The Traffic Accident Investigation Manual” 1986 .pp.23-24

四、燈泡發生「冷震動」(斷裂)所需之衝擊力較「熱震動」(變形)為大，且通常發生在撞擊點或接近撞擊點附近。



圖五、燈絲冷震動斷裂情形

陸、判斷原則

一、依上述燈泡冷、熱震動特性，有二種基本原則可判斷燈泡使用狀態：

- (一)當燈泡玻璃破裂後，燈絲保持光亮，可確定未使用燈光，如燈絲產生氧化作用而變黑，則為熾熱或溫熱狀態，即可能有使用燈光。
- (二)碰撞震動會使冷燈絲斷裂，而熱燈絲會拉長或變形。

二、注意事項：

- (一)燈絲氧化的時間非常重要，在燈泡玻璃破裂後，燈絲氧化有兩種方式：
 1. 玻璃破裂時，燈絲已是熾熱或溫熱狀態。
 2. 燈絲原是冷的，在玻璃破裂之後，被打開電源而氧化。
 這兩種情形對燈光使用的判斷有完全不同的結果，應特別注意。
- (二)燈絲沒有熱震動的特徵不表示沒有使用燈光，可能是撞擊力量尚不足以使燈絲變形，距離撞擊區域愈遠，所受之衝擊力量愈小，燈絲熱震動愈不明顯，因此不能認定撞擊時沒有使用燈光，在處理時應檢驗其他燈泡(如煞車燈、尾燈、大燈兩側均應同亮)，相互比照，以減少誤判機會。
- (三)燈絲沒有冷震動現象並不表示有使用燈光，亦可能是撞擊力量尚不足以使燈絲變形。
- (四)依上述燈泡特性與判斷原則，燈泡檢查詳如表二。

表二 燈泡檢查表(一)⁴

損壞情形		項目		燈絲熾熱	其他燈絲熾熱	燈絲溫熱但非熾熱	至少有一燈絲熾熱	冷燈絲	燈絲燒毀	電源開啟
		燈絲顏色	變黑	◎			◎			◎
玻璃破損	燈絲顏色	微黑			○	◎	◎			◎
		白色					◎			
		白色氧化	在玻璃基座					◎		
		附著於燈絲			◎		◎			◎
	燈絲上附著融化玻璃		◎				◎			◎

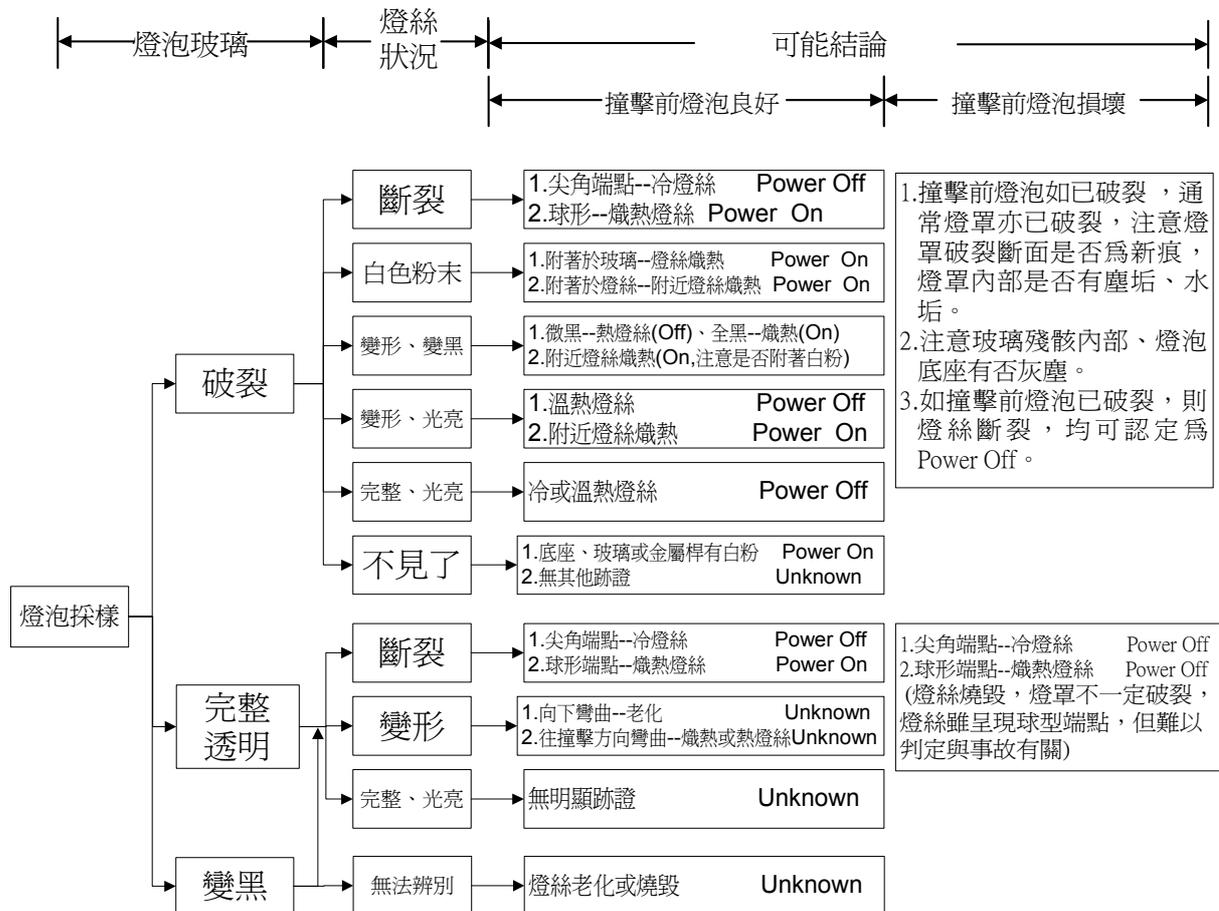
⁴ 資料來源：J. Stannard Baker, Lynn B.Fricke “The Traffic Accident Investigation Manual”,1986 ,pp.23-13

損壞情形		項目		燈絲熾熱	其他燈絲熾熱	燈絲溫熱但非熾熱	至少有一燈絲熾熱	冷燈絲	燈絲燒毀	電源開啟
		玻璃破損	基座燒毀				○			◎
玻璃破損或未破損	燈絲斷裂或未斷裂	玻璃融蝕					◎			◎
		線圈變形	◎		○	◎				◎
	拉長	○	○	○	○				○	
	燈絲斷裂	尖角						◎		
		球形	○						◎	○

◎確認情形 ○可能情形

(五)表二燈光檢查係假設撞擊前燈泡良好，以撞擊後各種狀態判斷撞擊時燈光使用情形，但實務上有許多燈泡早已損壞，撞擊後如依表二判斷燈光使用狀態，恐有誤判之虞，茲擬議檢查流程如表三。

表三 燈泡檢查表(二)



柒、實例探討

一、案情：屏東縣枋寮鄉北勢寮**幼稚園 VY-****號箱型娃娃車，於八十八年七月*日在枋山鄉加祿村會社路*號前，與一大貨車發生重大交通事故，造成多名幼童傷亡。

二、說明：據現場資料研判，該娃娃車於該路口外側車道欲迴轉，遭行駛內側車道之大貨車自左側撞擊，娃娃車司機供稱迴轉時有使用左側方向燈，大貨車駕駛則稱沒有看見，該管法院乃於去(八十八)年十二月中旬將該車左側前後方向燈組函請本校鑑定，以查明事故車之方向燈蕊，是否於事故時亮燈受熱。

三、分析

(一)經檢視左前方向燈組，其燈泡已脫落(如圖六)。

(二)左後方向燈組分別為方向燈、尾燈及倒車燈，均已破損無燈罩(如圖七)，故由電線數目及燈面大小判斷：

1. 尾燈及煞車燈：為雙蕊燈泡，故電線有三條，其燈絲支架已嚴重變形銹蝕。(如圖八)
2. 倒車燈：其燈面較小，燈泡已脫落。
3. 方向燈：燈面面積較倒車燈為大，且為單蕊燈泡，燈泡玻璃已破裂，燈絲彎曲變形且斷裂，斷裂處呈現黑色，燈絲兩旁及支架附著有淺黃色氧化物(如圖九)，依表二原則判斷，該燈泡破裂時應為使用狀態(Power on)。至該燈泡破裂是否為本次事故撞擊所致，經再檢視燈罩內部無水漬痕跡及污泥，僅有少許灰塵(鑑定日期與事故發生日期相距近半年)，塑膠本體破裂斷面明顯為新痕，據此說明方向燈燈泡應屬本次事故發生時破裂。

四、研判：娃娃車司機迴轉時應有使用左側方向燈。

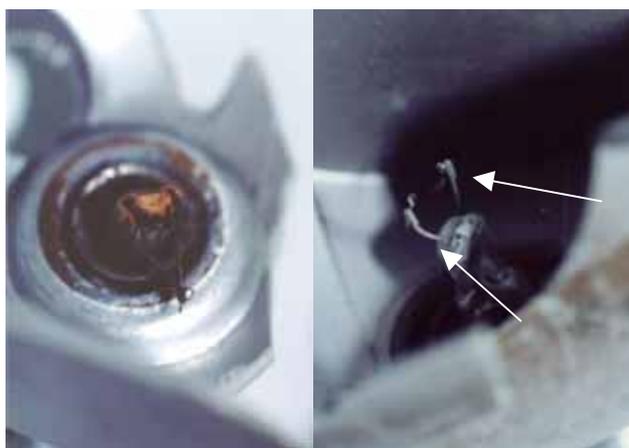
五、檢討：燈泡跡證易受外在環境影響，處理員警於事故發生後發現有燈光使用疑義，應即進行檢查、拍照，並紀錄燈罩、燈泡、燈絲等詳細狀態，對釐清肇事責任更有助益。



圖六 左前方向燈組



圖七 左後方向燈組



圖八 左後尾燈

圖九 左後方向燈

捌、結論與建議

- 一、車輛燈光為行車動態的肢體語言，更是夜間行車安全的重要因素，但車燈檢查，為交通事故處理實務中常被忽略之一環；在肇因鑑定、員警執法層面，亦較少關注於駕駛人燈光使用情形，民眾不依規定使用燈光或不注意保養者更是常見，值得有關單位重視。
- 二、燈泡種類計有白熾燈泡、鹵素燈泡、發光二極體及氣體放電式燈泡，現行能經由鎢絲狀況檢查者僅前二類，發光二極體及氣體放電式燈泡尚難以判斷撞擊前使用情形，未來車燈檢查將更具挑戰性，值得後續研究。
- 三、燈泡之跡證極易受到破壞，拆取待鑑定之燈泡時，應儘量連同燈座一併取下，檢查時，絕對不可開啟事故車輛任何電燈開關，以免破壞跡證。
- 四、一般燈泡遭受撞擊，由鎢絲溫度有氧化、變形、斷裂等特性，檢查時除觀察燈泡損壞情形，並應注意其損壞是否與本次撞擊有關。
- 五、表二可提供燈光檢查之良好判斷，但其前題係假設撞擊前燈泡良好，但實務上有許多燈泡早已損壞，撞擊後如依表二判斷燈光使用狀態，恐時有誤判之虞，故本文擬議表三檢查流程，如細心觀察、仔細蒐證，必能使燈泡檢查能更為周延、正確。

玖、參考文獻

- 1.J. Stannard Baker , Lynn B.Fricke “The Traffic Accident Investigation Manual”,Northwestern University Traffic Institute,Evanston,Illionis,620024,1986
- 2.Harris Technical Services, “Lamp Examination”, <http://www.tarorigin.com/lib.html/>
3. “The Properties of LED”, <http://www.bvled.com/tw/>
- 4.蘇志強, 交通事故偵查理論與實務, 民國 86 年 10 月