



>> 專題報導

□ 適路性前方照明系統 (Adaptive front lighting system) 功能及其安全法規介紹

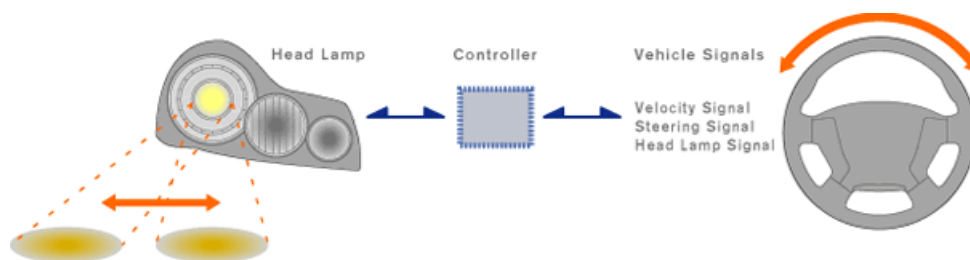
車安中心 歐育佳

一、前言

眼睛是人類賴以維生的重要器官，它是人類接收外來資訊最直接且重要的介面，而汽車頭燈就是夜間駕駛者的第二對眼睛，前方路面照明不足等同於閉著眼睛開車，危險可想而知。研究顯示[1,2,3]，80~90%的駕駛者反應需要靠眼睛所看到的資訊來做反應，而且值得注意的是，車輛行駛總比例中，夜間行駛佔總行駛距離約 20%，但事故死亡率卻佔 50%以上，且發生重大事故次數的比例約為白天的 1.5 倍，而另一調查研究也顯示[4]，有 82%的車禍意外事故都是在夜間照明效果不良或天候惡劣的情形下發生，彎道上的事故也明顯偏多，根據德國統計顯示，夜間發生的重大車禍中，近四分之三是發生在郊區，而其中 60%發生在照明不佳的過彎處[5]，因此充足的前方照明視野將有助於駕駛者充分掌握路況資訊，其對行車安全之重要性可見一般。

二、適路性前方照明系統主要功能介紹

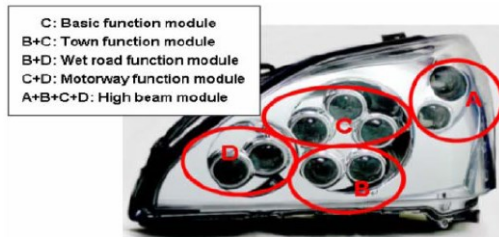
適路性前方照明系統 (Adaptive front-lighting system，簡稱 AFS) 能隨方向盤轉向角度及車速，適時調整頭燈照射角度，作動示意如圖一所示，或頭燈控制系統依照不同的道路型態，呈現不同的光型，提升前方照明視野，頭燈光型照射模組示意圖如圖二所示。



圖一、藉由轉向訊號及車速訊號適時調整頭燈近光燈照射角度

圖片來源：NISSAN MOTOR CORPORATION。

網址：<http://www.nissan-global.com/EN/TECHNOLOGY/OVERVIEW/afs.html>



圖二、頭燈控制系統依照不同的道路型態呈現不同的光型

圖片來源：財團法人車輛研究測試中心[6]

適路性前方照明系統主要功能有：

(一)水平調整功能

當車輛姿態改變時(如：負載增加、加減速)、路面坡度改變時，會影響頭燈光束照射角度的正確性，進而導致車頭前方照射視野不足並增加用路人行車安危，為維持頭燈在正確的高度，避免使對向駕駛者產生眩光影響行車安全及確保車輛前方照射視野充足，水平調整頭燈光束照射方向，以維持前方良好的照明視野，圖三所示為路面坡度改變時，有無裝設 AFS 頭燈光束照射角度之差異，另外，當車輛通過高頻震盪路面時，亦可由裝置在車身上的低通濾波器[7]，濾除掉高頻的車身振動，使頭燈光束能大致隨路況變化而動態角度調整，減少因光束高頻振動而使對向駕駛者產生驚嚇，有效提升頭燈照射效率。



圖三、當路面坡度改變時，裝設 AFS(右側示意圖)及無裝設 AFS(左側示意圖)頭燈光束照射角度之差異。

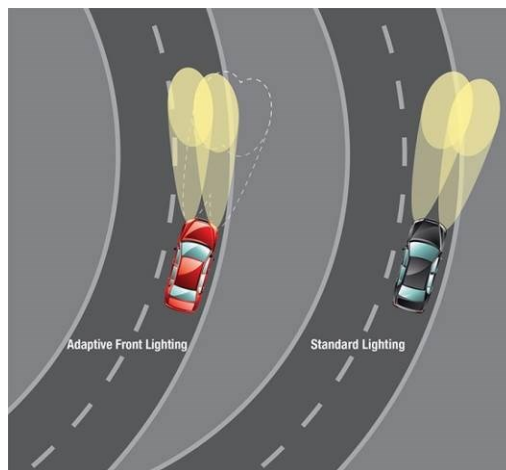
圖片來源：I.C.M. Inc.

網址：<http://www.icm.com.tw/tw/Product/AFS/AFS.html>



(二)左右轉向功能

車輛行經彎道時，頭燈光束照射方向會與彎道產生夾角，導致前方路面照明不足進而影響行車安全，經由頭燈光束角度調整，能夠提早預知前方路況增加駕駛者反應時間，圖四示意圖顯示，未裝設 AFS 之車輛在行經彎道時，頭燈光束照射方向無法提供前方彎道充足照明(右側示意圖)，反之，裝設有 AFS 之車輛在行經彎道時，頭燈光束能適時提供前方彎道照明，有助於提早預知前方路況增加駕駛者反應時間(左側示意圖)。



圖四、當車輛行經彎道時，裝設 AFS 之車輛能提供駕駛者前方彎道充足照明(左側示意圖)，反之，無裝設 AFS 則容易產生照明死角影響行車安全(右側示意圖)

圖片來源：HID Light Reviews

網址：<http://hidlightreviews.com/tag/headlight/>

(三)光型變換功能

當車輛行經不同道路型態時，頭燈控制系統會依照不同的光型照射模組呈現出不同的光型，提供駕駛者充足的照明視野，不同道路型態下光型示意圖如下所示。

1.城鎮型態

當車輛行駛於 55 km/hr 速度以下時啟動，並設有水平截止線，以減少眩光影響道路用路人，而較廣的光型分佈使得駕駛者能輕易察覺路邊行人的動態，進而減少事故發生[8]，城鎮型態光型照射示意圖，如圖五所示。



圖五、城鎮型態有較廣的光型分佈

圖六、鄉村道路型態，道路左側有更好及覆蓋範圍更廣的照明視野

圖片來源：Hella KGaA Hueck & Co.

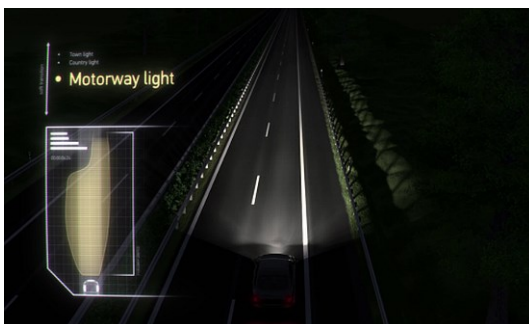
網址：<http://www.hella.com/hella-in/Headlamps-202.html>

2. 鄉村道路型態

當車輛行駛於 55 km/hr 至 100km/hr 之間時啟動，此光型分佈類似於傳統的近光燈並產生一非對稱配光圖案，以減少眩光避免影響迎面而來的駕駛者，而水平截止線提高，使得道路左側有更好及覆蓋範圍更廣的照明視野 [8]，鄉村道路型態光型照射示意圖，如圖六所示。

3. 高速道路型態

當車輛行駛超過 100km/hr 時啟動，此光型分佈能提供駕駛者較遠的行车視野 [8]，高速道路型態光型照射示意圖，如圖七所示。



圖七、高速道路型態有較遠的光型分佈

圖八、惡劣天氣型態能減少影響駕駛者本身的反射眩光

圖片來源：Hella KGaA Hueck & Co.

網址：<http://www.hella.com/hella-in/Headlamps-202.html>



4. 惡劣天氣型態

當車輛行駛於雨天、濃霧及下雪天時啟動，此光型分佈提供更寬廣的行車視野亦縮短照明距離，以減少影響駕駛者本身的反射眩光[8]，惡劣天氣型態光型照射示意圖，如圖八所示。

三、我國相關法規說明

交通部發佈適路性前方照明系統相關規定，說明如下：

(一)完成車安裝規定：

依交通部「車輛安全檢測基準」第三之四項車輛燈光與標誌檢驗安裝規定，自民國 106 年起，新型式之 M、N 及 O 類車輛(客車、貨車、拖車)，其車輛燈光與標誌，應符合適路性前方照明系統之規定；惟民國 107 年起，新型式之 M1、N1 類車輛(小客車及小貨車)及民國 108 年起，新型式之 M2、M3、N2、N3 類車輛(大客車及大貨車)，應符合適路性前方照明系統之規定。符合本基準項次「三之三」規定之既有型式 O 類車輛，亦視同符合本項規定。

有關車輛安裝適路性前方照明系統規定，如表一所示。

表一、我國車輛安裝適路性前方照明系統規定

法源依據		交通部「車輛安全檢測基準」第三之四項車輛燈光與標誌檢驗安裝規定
參考規定		UN R48
適路性前方 照明系統	配置	機動車輛為選配，拖車禁用。
	裝設數量	一套系統。
	裝設位置 (寬度及高度)	1.試驗前，適路性前方照明系統應設定於正常狀態。 2.兩個照明元件對稱裝設(車輛各側各一個，兩外表面重心同高且與車輛縱向中心面間同距，個別容許誤差為 50 公釐以內。而其發光面、照明面及光線輸出之前述可允許不同。)，其高度應符合以下規定。 <u>近光頭燈</u>



		<p>高度：在車輛無負載狀態時，距地高應在 500 至 1200 公釐之間。N3G 類(off-road)車輛，最大高度可增至 1500 公釐。</p> <p>若有裝設位於車輛兩側的額外照明元件，則其與靠最近的照明元件間之水平方向距離應不大於 140 公釐，上方或下方之垂直方向應不超過 400 公釐。</p> <p>3.符合以下寬度規定：近光光束照明之各種模式，其在車輛各側應至少有一個照明元件之外表面外側邊緣距車輛外側邊緣小於 400 公釐，且內側邊緣在參考軸方向應相距至少 600 公釐。此等要求不適用於 M1 及 N1 類車輛；其他車輛之全寬小於 1300 公釐者，此內側邊緣相距可減為 400 公釐。額外裝配之「兩對稱裝設照明元件」，其水平距離可為 200 公釐。</p>
	裝設位置 (縱向規範)	適路性前方照明系統之所有照明元件應裝設於車輛前方。若投射出之光線不直接或經由照後鏡及/或其它反射面間接對駕駛者造成不適，則視為符合此項要求。
	燈色	白色，左右燈色應一致。
	幾何可視性	<p>1.遠光頭燈：照明面之可視性(包括在觀察方向上，不被照明之區域)，由照明面周圍與頭燈參考軸成五度角以上所形成之視野為基礎所構成之散發空間。</p> <p>2.近光頭燈：朝上 15 度，朝下 10 度；朝外 45 度，朝內 10 度。</p>

適路性前方照明系統之自動作動：

光型變化應符合下列適路性前方照明系統照明功能之規定自動執行，且不可導致駕駛者或其他道路使用者之不適、分心或眩光。下列條件適用於近光光束所有段位或模式之致動，也適用於具有之遠光光束及/或適路性遠光光束。相關段位作動條件如表二所示。

表二、適路性前方照明系統段位作動條件

段位	作動條件
C	若無其他段位之近光光束模式被致動
V	<p>下列一個或多個情況被自動偵測到 (V 訊號作動) 時作動：</p> <p>(1)市區街道且車速不超過每小時 60 公里。</p> <p>(2)有固定式照明的道路且車速不超過每小時 60 公里。</p> <p>(3)道路環境的可視亮度達一燭光/平方公尺或水平方向的道路照明持續超過 10 流明。</p>



	(4)車速不超過每小時 50 公里。
E	<p>車速超過每小時 60 公里且在以下一個或多個情況被自動偵測到時作動：</p> <p>(1)符合高速公路條件(利用道路設施或有明顯側向距離，區隔出不同行車方向，其降低對向來車頭燈光線造成的炫光)之道路特性或車速超過每小時 110 公里 (E 訊號作動)。</p> <p>(2)僅符合本基準中「適路性前方照明系統」之段位 E 近光光束模式。</p> <p>其中 數據 E1：車速超過每小時 110 公里 (E1 訊號作動)； 數據 E2：車速超過每小時 90 公里 (E2 訊號作動)； 數據 E3：車速超過每小時 80 公里 (E3 訊號作動)。</p>
W	<p>前霧燈關閉且以下一個或多個情況被自動偵測到時才能作動 (W 訊號作動)：</p> <p>(1)自動地偵測出道路潮濕。</p> <p>(2)雨刷開關打開且其連續或自動控制之操作至少達 2 分鐘。</p>
T	<p>段位 C、V、E 或 W 近光光束之模式不應被修改成為各段位之轉彎光型模式 (T 訊號作動結合上述各種段位近光光束模式)，除非有評估下列特性 (或等同的現象) 中至少一項：</p> <p>(1)方向盤鎖定角度。</p> <p>(2)車輛重心軌跡。</p> <p>而且，下列規定適用：</p> <p>(1)車輛往前移動(不適用於右轉所產生轉彎光型)時，可於水平方向將非對稱之明暗截止線從車輛縱向軸往側邊移動，但通過明暗截止線彎折點之縱向垂直平面，不應在 100 倍照明元件安裝高度之車前距離外與車輛重心軌跡相交。</p> <p>(2)若車輛重心軌道之水平曲率半徑小於 500 公尺，可啟動另一個或多個額外的照明元件。</p>

(二)零組件規定

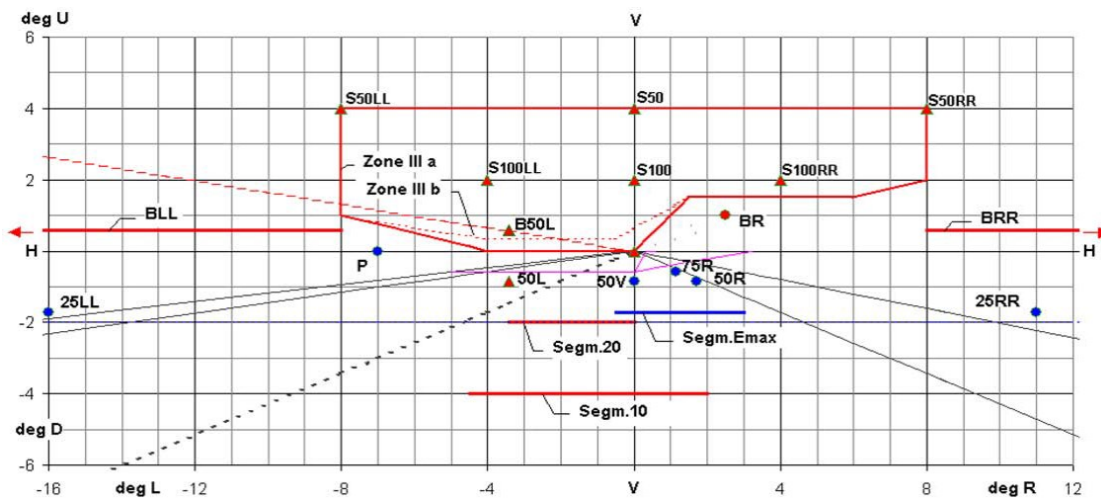
依交通部「車輛安全檢測基準」第五十九之一項適路性前方照明系統規定，自民國 106 年 1 月 1 日起，使用於 M 及 N 類車輛之新型式適路性前方照明系統，應符合此規定，且應使用符合本基準中「燈泡」規定之光源及 108 年 1 月 1 日起，使用於 M 及 N 類車輛之已符合本基準項次「五十九」規定之既有型式適路性前方照明系統，除申請少量車型安全審驗或逐車少量車型安全審驗者外，另應符合規格標示之規定，表三為適路性前方照明系統相關規定。

表三、適路性前方照明系統相關規定

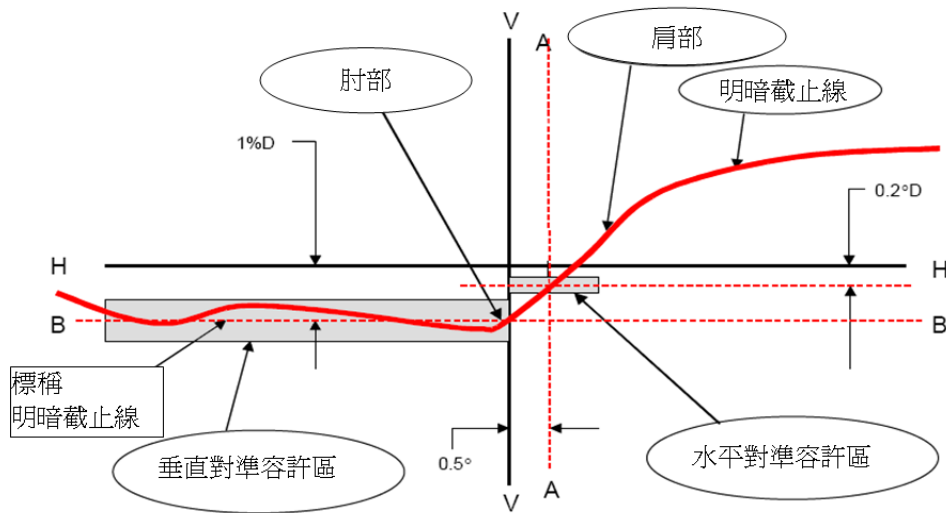
法源依據	交通部「車輛安全檢測基準」第五十九之一項適路性前方照明系統
參考規定	UN R123
適用範圍	M及N類車輛
規格標示	廠牌、功能碼 X 例如：



	<p style="text-align: center;">X CWR_{a3}</p> <p>類型 C 近光光束由 C 表 30 示，而對應其它類型近光光束之附加符號如下： 類型 E 近光光束由 E 表示，類型 V 近光光束由 V 表示，類型 W 近光光束由 W 表示，遠光光束由 R 表示。</p>
配光試驗	<p>近光光束：</p> <p>試驗前，系統應處於正常狀態，投射出段位 C 近光光束，近光光束光度量測點，如圖九所示，系統的每一側，正常狀態近光光束應從至少一個照明單元產生明暗截止線，如圖十所示，或系統應提供其他方法來達成不模糊且正確的校準。系統或其元件根據要求，被校準的明暗截止線位置要符合表四。校準後，僅要認證近光光束的系統或其元件必須符合以下相關項目規定。若是為根據本規定範圍而提供的額外照明或訊號功能，且無法獨立調整，其應額外符合以下相關規定。投射出近光光束之一特定模式時，系統應符合明暗截止線規範、表五(光度)及表四(E_{max} 與明暗截止線位置)對應的規範(C/V/E/W)。</p>
色度	發光顏色應為白色



圖九、近光光束光度量測點



備註：此圖於垂直線及水平線之比例僅為說明用。

圖十、明暗截止線形狀

表四：近光光束代號位置/範圍之附加要求

號次	位置/範圍	段位 C		段位 V		段位 E		段位 W	
		水平	垂直	水平	垂直	水平	垂直	水平	垂直
2.1	Emax 應不落在右列矩形區域(區段 Emax 以上)外	0.5L to 3R	0.3D to 1.72D		0.3D to 1.72D	0.5L to 3R	0.1D to 1.72D	0.5L to 3R	0.3D to 1.72D
2.2	明暗截止線與各部應符合相關要求之規定								
	水平部位之位置		在 V=0.57D 處		不高於 0.57D 不低於		不高於 0.23D ^{8/} 不低於 0.57D		不高於 0.23D 不低於 0.57D

表五：近光光束光度要求

在 25 公尺處規範值		位置/角度		近光光束								
		水平	垂直	段位 C		段位 V		段位 E		段位 W		
號次	代號	在/從	至	在	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
1	B50L	L 3.43		U 0.57	50 ^{4/}	350	50	350	50	625 ^{7/}	50	625
2	HV	V		H	50 ^{4/}	625	50	625	50		50	
3	BR	R 2.5		U 1	50 ^{4/}	1750	50	880	50	1750	50	2650
4	區段 BRR	R 8	R 20	U 0.57	50 ^{4/}	3550		880		3550		5300
5	區段 BLL	L 8	L 20	U 0.57	50 ^{4/}	625		880		880		880



6	P	L 7		H	63					63	
7	區 III(如表九所示)					625		625		880	880
8a	S50 +S50LL +S50RR ⁵			U 4	63 ^{6f}				63 ^{6f}		63 ^{6f}
9a	S100 +S100LL +S100RR ⁵			U 2	125 ^{6f}				125 ^{6f}		125 ^{6f}
10	50R	R 1.72		D 0.86			5100				
11	75R	R 1.15		D 0.57	10100				15200		20300
12	50V	V		D 0.86	5100		5100		10100		10100
13	50L	L 3.43		D 0.86	3550	13200 ^{8f}	3550	13200 ^{8f}	6800		6800 26400 ^{8f}
14	25LL	L 16		D 1.72	1180		845		1180		3400
15	25RR	R 11		D 1.72	1180		845		1180		3400
16	區段 20 及其以下	L 3.5	V	D 2							17600 ^{2f}
17	區段 10 及其以下	L 4.5	R 2.0	D 4		12300 ^{1f}		12300 ^{1f}		12300 ^{1f}	7100 ^{2f}
18	E _{max} ³				16900	44100	8400	44100	16900	79300 ^{7f}	29530 70500 ^{2f}

以下為轉彎模式：上表所列適用，然而線編號 1, 2, 7, 13 及 18 改用下列替代

1	B50L	L 3.43		U 0.57	50 ^{4f}	530		530			790
2	HV				50 ^{4f}	880		880			
7	區 III(如表九所示)					880		880		880	880
13	50L	L 3.43		D 0.86	1700		1700		3400		3400
18	E _{max} ⁶				10100	44100	5100	44100	10100	79300 ^{7f}	20300 70500 ^{2f}

註：

1. 若系統設計也提供段位 W 近光光束，最大 15900 燭光
2. 附加表六所示要求
3. 根據表四之位置要求(區段 E_{max})
4. 系統各側的光度應不小於 50 燭光 (區段 BLL 及 BRR：至少一個點)
5. 根據表七之位置要求
6. 與系統結合或要與系統安裝一起之一組位置燈，可以依照申請者宣告而加以作動
7. 根據表八附加之要求
8. 若申請者宣告系統或系統具有穩定性/限制，不會超過此值，最大值可乘以 1.4



表六 段位 W 近光光束之附加要求(Ix,於 25 公尺處)

4.1	區段 E, F1, F2, 與 F3 之定義與要求(未示於圖 9)
	允許不大於一七五燭光：a) 在 U10 度且 L20~R20 度之區段 E 上，及 b) 在三垂直區段 F1, F2 與 F3 上：水平位置 L10 度, V 與 R 10 度，每一處是 U10~U60 度
4.2	另一替代/附加要求於 I _{max} ，區段 20 與區段 10 表一適用，然而線編號 16, 17 及 18 改用下列替代
	依照申請者宣告，若段位 W 近光光束於區段 20(含)以下不大於八八〇〇燭光，及區段 10(含)以下不大於三五五〇燭光，則該光束之 I _{max} 設計值不應超過八八一〇〇燭光

表七：上方標示處之要求、量測點位置

點代號	S50LL	S50	S50RR	S100LL	S100	S100RR
位置, 度	4U/8L	4U/V-V	4U/8R	2U/4L	2U/V-V	2U/4R

表八：段位 E 近光光束之附加要求

表四及表五適用，然而表五之線號次 1 及 18，與表四之項 2.2 改用下列替代

項別	代號	表五之線號次 1	表五之線號次 18	表四之項 2.2
號次	資料組別	EB50L (燭光)	I _{max} (燭光)	明暗截止線水平部位 (度)
		最大	最大	不高於
6.1	E1	530	70500	0.34D
6.2	E2	440	61700	0.45D
6.3	E3	350	52900	0.57D

表九：近光光束區域 III 之邊角點

位置, 度	邊角點	1	2	3	4	5	6	7	8
區域 IIIa	水平	8 L	8 L	8 R	8 R	6 R	1.5 R	V-V	4 L
段位 C 或段位 V 近光光束	垂直	1 U	4 U	4 U	2 U	1.5 U	1.5 U	H-H	H-H
區域 IIIb	水平	8 L	8 L	8 R	8 R	6 R	1.5 R	0.5 L	4 L
段位 W 或段位 E 近光光束	垂直	1 U	4 U	4 U	2 U	1.5 U	1.5 U	0.34 U	0.34 U

四、結論

大家都有夜間開車的經驗，尤其是夜間的山區道路或是鄉間道路，駕駛者會更加集中注意力於前方路況變化，此舉容易產生疲勞而降低駕駛者遇到路況時的反應能力，加上行駛於上述路況時，駕駛者的反應時間較短，容易



導致事故的發生而增加行車危險性。

適路性照明系統相較於傳統式頭燈，能提供駕駛者更多的反應時間，亦能針對不同道路型態提供多變的照射光型，不僅能提升夜間行車安全亦能降低事故發生機率，而日新月異的車輛科技發展，已有相關業者運用 GPS，透過地圖資訊，讓頭燈光束或光型事先照射於前方路面，以期進一步增進現行系統作動效率與行車安全。

適路性照明系統的發展搭配嚴謹且持續精進的法規推動，將提供用路人更安全的行車與用路環境，但用路安全的維護仍需用路人多注意周遭環境安全與變化才能有效避免事故發生。

參考文獻

- [1] S. Kobayashi, K. Takahashi and S. Yagi, , "Development of New Forward Lighting Systems with Controllable Beams," SAE technical paper series 970646.
- [2] S. Kobayashi, "Intelligent Lighting Systems: Their History, Function, & General Direction of Development," SAE Technical Paper 981173.
- [3] T. Aoki, et al., "Development of Active Headlight System," SAE technical paper series 970650.
- [4] <https://www.philips.com.tw>。
- [5] 李旺軒，AFS 系統控制設計與感知器系統規劃介紹，AFS 暨 LED 頭燈系統研發技術研討會，彰化，2004。
- [6] Hsu, J. and Wang, W., "Automotive Forward Lighting with Use of High Flux White Light-Emitting-Diodes," SAE Technical Paper 2006-01-0104.
- [7] Shiao, Y. and Ou, Y., "Horizontal Adjusting Control for Automotive Headlight System," SAE Technical Paper 2007-01-0610.
- [8] <http://www.hella.com/hella-in/Headlamps-202.html>。