

LED 前霧燈光學設計之研究

劉源昌¹ 黃浩榮² 賴豈俊³

¹ 中州科技大學電機與能源科技系教授 E-Mail:ycliou@dragon.ccut.edu.tw

² 中州科技大學電機與能源科技系講師 E-Mail:hhj@dragon.ccut.edu.tw

³ 屏東教育大學電腦與智慧型機器人學士學位學程助理教授
E-Mail:lclai@mail.npue.edu.tw

摘 要

本文目的是符合 CNS 配光要求的高亮度 LED 汽車前霧燈光學設計之探討，採用複合式橢圓光學系統，包括（1）反射鏡面設計上提出了複合式橢圓型的三維反射鏡面理論與曲面設計方程式，可充分利用 LED 的光型特性並產生彈性的配光能力；（2）投射透鏡方面以自行發展之非球面方程式來設計，可達到高聚焦的效果；（3）半圓狀的遮光片設計方式可產生筆直的明暗截止線；（4）最後為 LED 光源、反射鏡、遮光片、以及投射透鏡之整燈整合設計，當 LED 流明數設定為 240 以上時即可符合 CNS 前霧燈配光規範，可見以本文 LED 前霧燈光學設計之實用性。

關鍵字：光學設計、前霧燈、發光二極體

壹、緒 論

由於 LED 製造成本持續降低，以及效率和亮度不斷提高，配合 LED 所具有的壽命長、安全性高、發光效率高、色彩豐富、體積小、環保等特點，使得 LED 在一般照明市場應用得以大幅度擴張，帶動其市場需求成長。此外，近年來 LED 燈具也廣泛應用在居家、車輛、戶外、建築等照明，據研究顯示，LED 燈具約可節省超過 80% 以上的能源，因此 LED 燈具已成為未來趨勢。全球 LED 汽車車燈市場，短期間驅動力主要來自 LED 車燈本身之優勢，包含設計自由度大、環保節能、高安全性。中長期而言，除了 LED 車燈原本之優勢，與汽車市場拉動外，政策法令將成為推動 LED 車燈發展的重要因素，例如歐盟禁用有害物質限制令(禁止使用鉛、水銀、鎘等有害物質)將會驅動 LED 汽車車燈市場成長，由此可見 LED 車燈也是一個重要的研究領域[1-3]。

貳、文獻探討

本文將針對 LED 前霧燈的光學設計來研究，因此接下來回顧國內外有關於 LED 前霧燈設計之研究情形。國外文獻方面在 LED 前霧燈[4-13]從西元 2003 年開始，第一篇文獻為世界車燈大廠 Valeo[4]採用投射式光學系統模組設計，不同於目前的投射式系統有：僅採用一半之橢圓反射鏡、並將遮光片水平安置，在霧燈設計使用了 7 顆模組；另一篇文獻[6]採用反射鏡的形式加上遮光片來設計前霧燈，LED 設計與光軸傾斜 20~30 度；文獻[7]探討關於 SAE 頭燈之可行光學系統有：自由曲面之反射面式光學 (Free-Form reflectors Optics)、透鏡光學 (Lens Optics)、拋物反射鏡與非球面透鏡組合光學 (Combination of Reflector and Lens Optics)、投射式模組系統 (Projector Module System)、Fresnel 透鏡光學 (Fresnel Lens Optics)、複合式拋物集中器光學 (Compound Parabolic Concentrator Optics)；文獻 9 提出考慮到光學、電系、機械、溫度問題之反射式與投射式光學系統，並認為 5~10 年內可取代傳統頭燈；文獻 12 估未來白光 LED 流明數前霧燈需 2~5 顆。國內文獻有四篇[14-17]關於 LED 前霧燈研究，惟其中兩篇研究內容不對外公開，文獻 14 利用鋸齒狀的透鏡將 LED 光源包覆以收集 LED 光源各角度的光線，並在透鏡的前端雕花以達到前霧燈所需的光形；文獻 15 利用多重反射式鏡面的設計，雕塑出汽車前霧燈光形，結論為單顆 LED 與反射罩所組成的霧燈燈具無法符合法規的強度要求，約略估計需 3~4 組燈具才能達到法規要求。一般文獻上僅作概念式的敘述，對於真正核心技術之敘述多有所保留或避而不談，不易得知其實際設計方式，意即只能知其 Know Why 但卻無從得知其 Know How，尚需花費很多的研發時間並累積相當之實務經驗，因此本文目的是符合 CNS 7884 配光規範之高亮度 LED 前霧燈光學設計之研究。



參、CNS 前霧燈配光規範與 LED 的選用

CNS7884 車輛用照明與信號設備之前霧燈配光規範中針對測試區域 (zone) 的要求值如圖 1 及表 1 中所示，法規要求分暗區與亮區、暗區至亮區間有明暗截止線，光型的上方暗區要求不得過亮，而亮區則於下方。配光標準中最困難之處為：亮區最左及最右測試區域延伸至左右各 21.8 度，相當寬廣，而向下之測試區域僅 1.72~3.43 度，所以為十分寬廣又扁平的光形分佈，傳統前霧燈設計採用 H3 燈絲，為橫燈絲，十分有利於形成扁平配光，如今採用 LED 光源，與傳統光源的配光曲線比較屬於光束較集中型，因此相當不利於產生十分扁平的配光。接下來將分析 LED 霧燈設計較適合採用直接照明或間接照明的配光方式設計？由於前霧燈之配光要求屬於左右寬廣但上下不高的扁平光型，若採用直接照明設計，且當使用集中型的 LED 光源，在上下方向形成高度適當的分佈時，左右方向分佈將嚴重不足；當使用分散型的 LED 光源，在左右方向分佈夠寬時，上下方向將形成過高之分佈（配光浪費），因此以採用間接照明的配光方式設計較適合，本文將以此方式來設計。間接照明設計取決於良好的反射鏡設計，新式車燈光學系統中，多重反射面 (MR) 車燈藉由 H4 燈泡內之遮片形成明暗截止線、自由曲面 (FF) 車燈藉由 H3 燈絲本身縱長的特性形成明暗截止線、投射式 (PES) 車燈藉由遮光片形成明暗截止，由以上分析可知 MR、FF 車燈的明暗截止線之形成皆借重傳統燈絲特性，僅 PES 車燈的明暗截止線之形成與燈絲特性不相關，因此適合於目前採用 LED 光源，因此本文將採用 PES 光學系統來設計 LED 前霧燈，因此本文將開發符合 LED 光源特性的複合式橢圓光學系統。LED 方面採用 Lambertian 分佈的高功率 LED 如圖 2 所示。

肆、適合 LED 之投射透鏡的設計

車燈燈具設計需考量其在實車安裝時空間大小，實際燈具本身之空間（縱深）有限，因此投射透鏡為了能得到較小的焦距就需採用相當厚度的透鏡，此外考慮到模具加工之方便性，車燈用之透鏡多作成凸透鏡，尤其是投射式車燈一般都採用平凸透鏡。而透鏡幾何中最簡易的就是球面透鏡，惟厚球面透鏡將造成嚴重的球面像差現象，在車燈設計上無法真正聚焦的透鏡將使得來自燈泡或經反射面強、弱光區的光線不能有效掌握以便加以控制與調整成所需特定的光型分佈，或使得明暗截止線變得模糊，便無法通過驗證法規的要求，因此需借助非球面透鏡設計來解決，然而投射透鏡實際的設計曲面為各燈具廠或玻璃透鏡製造廠的 Know How 一般不對外公開，亦不會輕易提供透鏡的相關參數：如焦距、穿透率、折射率、外觀尺寸等，因此本文採用自行發展的非球面透鏡 4 次曲面方程式[18]：

$$Z = \frac{r^2}{2R} + K \times \frac{r^4}{8R^3} \quad (1)$$

其中 R 為頂點曲率半徑、K 為可調整之係數，K=0 時為拋物面而 K=1 時接近球面，所以該方程式設計出來的透鏡之幾何外形介於球面與拋物面之間，因為其聚焦能力較所有二次圓錐

面為佳，惟當透鏡之口徑或厚度改變時，調整係數 K 須重新尋找以獲得最佳之聚焦結果，因此接下來探討相關之投射透鏡的參數設計。

透鏡材質多為玻璃、壓克力或 PC (Polycarbonate)，其中投射透鏡一般為玻璃材質，所以取折射率為 1.58 或 1.508，當投射透鏡的口徑為 72 mm，並取頂點曲率半徑 $R=72$ mm，藉由折射定律、數學計算推導及電腦程式設計模擬平行光束通過透鏡之光跡路徑，分析聚焦情形，經過一系列測試得知當 $K=0.42$ 時對於光束的會聚效果最佳，其幾何外形與聚焦情形如圖 3 (a) 所示，光軸上最大的球差值僅 0.1 mm、焦距為 118.3~118.4 mm、透鏡的厚度為 9.2 mm，此透鏡雖然球面像差非常小，但焦距太大所以並不太合宜。接下取較小的頂點曲率半徑 $R=36$ mm，經過一系列測試得知當 $K=0.54$ 時對於光束的會聚效果最佳，其幾何外形與聚焦情形如圖 3 (b) 所示，光軸上最大的球差值為 0.5 mm、焦距為 48.6~49.1 mm、透鏡的厚度為 20.4 mm，焦距已減小一半以上，而且球面像差仍保持很小所以是相當不錯的設計。為了進一步縮小焦距，逐步取更小的頂點曲率半徑，經過一系列測試整理如下表可得到更小的焦距 (例如 40 mm)，惟透鏡的厚度將增加進而使得光軸上最大的球差值亦增加 (例如 1.2 mm，其幾何外形與聚焦情形如圖 3 (c) 所示)，所幸球面像差現象仍維持在相當合理範圍。

口徑 (mm)	厚度 (mm)	焦距 (mm)	光軸上最大的球差值 (mm)	頂點曲率半徑 R (mm)	係數 K	折射率
72	9.2	118.3~118.4	0.1	72.0	0.42	1.580
72	20.4	48.6~49.1	0.5	36.0	0.54	1.580
66	18.7	44.5~45.0	0.5	33.0	0.54	1.580
67	19.3	52.1~53.1	1.0	33.5	0.60	1.508
67	22.8	41.9~43.0	1.1	29.6	0.64	1.508
67	24.1	39.5~40.7	1.2	28.6	0.67	1.508

由上述一系列測試分析可知，配合各種反射鏡面尺寸，以自行發展之四次非球面方程式來設計各種尺寸的投射透鏡，都可得到不錯的聚焦效果，而且焦距長度不長對於整體燈具縱深的降低十分有利，意即為了得到較小的焦距之透鏡，可藉由增大透鏡厚度來達成，但頂點曲率半徑 R 與 K 需重新尋找。

伍、適合 LED 之複合式橢圓反射鏡面的設計

反射鏡在投射式車燈光學系統中的主要功能為將光源發出的光線聚集到一點，因此基本上是橢圓曲面 (Ellipsoid)，以圓柱座標表示：

$$\left(\frac{r}{b}\right)^2 + \left(\frac{Z}{a} - 1\right)^2 = 1 \quad (2)$$

其中 a 、 b 分別為各截面之半軸長，但此方程式設計出來的反射面是一個旋轉對稱的外形 (反射面開口為圓形)，將產生一個旋轉對稱的光形，如此是無法符合行車需求的，一位駕駛者需要的是一個寬廣但並不高的配光 (非旋轉對稱的光形)，基於這個理由，使得反射鏡必須設計



成垂直截面與水平截面為不同參數，因此過去採用的橢圓曲面設計，以直角座標表示：

$$\left(\frac{X}{b_x}\right)^2 + \left(\frac{Y}{b_y}\right)^2 + \left(\frac{Z}{a} - 1\right)^2 = 1 \quad (3)$$

此方程式設計出來的反射曲面之垂直截面與水平截面為參數不同之橢圓，每個橢圓在光軸方向（Z 軸上）有前後兩個焦點（如圖 4 (a) 所示），惟個別的焦點位置不同，因此來自光源的光束經此反射曲面後會聚光於不同焦點，當選定不同的參數組合，將產生不同曲率的複合橢圓曲面，從而造成不同的光型與光度分配，所以如何找出此複合橢圓曲面適當的參數組合、搭配投射透鏡焦點位置的決定、光源正確位置的決定，係投射式車燈在設計上最困難的部分，因此花費相當多的嘗試與錯過（Try and Error）過程，並需累積相當的設計經驗。

本文經過一系列之研究分析，希望能在很有效率的方式之下決定反射鏡面的設計參數，而得到所需的配光控制，首先分析認為反射鏡面應設計成任一 ψ 截面橢圓有相同第一焦點、而第二焦點則不同如圖 4 (b) 所示的多橢圓方式，如此 LED 光源應位於此共同的第一個焦點，非常明確的決定，而投射透鏡焦點位置應位於垂直橢圓的第二個焦點以獲得上下方向聚光的效果，而配光控制便交由水平橢圓的第二個焦點位置來決定，惟此方式的多橢圓在座標原點處恐無共同之頂點，而無法產生無段差之平滑曲面，而且又難以以正確的數學方程式形式呈現，僅能以作圖方式由線構成面的連接，在設計效率上大打則扣。經進一步分析提出之複合式橢圓反射鏡設計方程式，以圓柱座標（ r, ψ, Z ）表示：

$$\left(\frac{r}{b(\phi)}\right)^2 + \left(\frac{Z}{a(\phi)} - 1\right)^2 = 1 \quad (4)$$

其中

$$a(\phi) = a_x \cos^{4/n} \phi + a_y \sin^{4/n} \phi \quad (5)$$

此反射鏡面的任一 ψ 截面橢圓有相同之頂點（在座標原點處）與第二焦點、而第一焦點則不同如圖 4 (c) 所示。由於有共同之第二焦點，投射透鏡焦點位置便可明確且輕易決定，LED 光源應位於垂直橢圓的第一個焦點以獲得上下方向最聚光的效果，所以光源初步位置亦可明確的決定，而配光控制便交由反射鏡面設計參數 $S = 2(a_x - a_y)$ （由如圖 4 (c) 中之幾何關係可推導得之）來決定，此外半軸長 $a(\psi)$ 如方程式 (5) 的設計目的是隨角度 ψ 的變化並非線性關係，而是如 S 形的非線性關係，在 $a_x \sim a_y$ 之間緩和變化；半軸長 b 可由橢圓幾何關係式 $b = \sqrt{a^2 - c^2}$ 決定，其中 c 為焦距，因此半軸長 a 、 b 皆隨角度 ψ 而異。

接下來搭配前節的投射透鏡（由於橢圓式反射鏡面在第二焦點聚光後會往後再次擴散開來，在 25 m 屏幕上便散成一團，所以務必搭配投射透鏡的聚光成平行光束）來測試此複合式橢圓反射鏡的配光性能，反射鏡範圍（如圖 5 所示）在圓周方向範圍介於 10~170 度之間、光軸方向介於 30~130 度之間（垂直橢圓第一焦點與反射面前後之夾角），垂直橢圓的長軸半長為 57 mm、焦距為 39mm，LED 流明值設定為 300 lm。

在此探討反射鏡面設計參數 S 對於光型分佈之影響。當 $S = 0$ 表示 $a_x = a_y$ ，反射鏡恢復為一般標準橢圓面，產生左右約 5 度、上下約 4 度的光型分佈如圖 6 (a) 所示，由於反射鏡在圓周方向範圍 (10~170 度) 較光軸方向 (30~130 度) 大，因此產生的配光範圍左右大於上下、並形成左右對稱、上下不全對稱的光型，但此配光範圍 (± 5 度) 遠小於前霧燈所需 (± 21.8 度以上) 的分佈；當 $S \neq 0$ 表示 $a_x \neq a_y$ ，反射鏡的水平橢圓與垂直橢圓為不同軸長，而且當 S 越來越大時，水平橢圓比垂直橢圓越來越大，因此產生配光如圖 6 (b) ~ (d) 所示， S 越大時光型分佈越往左右兩側擴散，呈現兩側翹起、左右對稱的弧形配光，由於垂直橢圓大小一直維持不變，因此在 HV 點仍維持上下約 4 度的配光。當 $S = 6$ mm 時 (如圖 6 (d) 所示) 光域左右擴大到 26 度，已符合前霧燈光型的基本要求 (左右超過 21.8 度以上) 之寬廣狹長的配光，因此將以此光型應用至下一節其他參數之設計。並由上述結果可知此新型反射鏡面的配光控制僅需調整一個設計參數，所以相當有效率。

由上述分析可知，本文提出了適合 LED 之複合式橢圓型的三維反射鏡面理論與曲面設計方程式，搭配投射透鏡產生的光域分佈呈現兩側翹起、左右對稱的弧形配光，反射鏡面設計參數適當調整時可產生左右超過 21.8 度以上 (前霧燈光型的基本要求) 之寬廣狹長的配光，尚需借助後續遮光片的設計阻擋兩側翹起部份的光束以產生筆直之水平明暗截止線。

陸、遮光片的設計

遮光片有的設計成曲面，曲率由前方的投射透鏡形狀所決定，有的設計成平面，而且為了能夠取得更高效的光型及提高中心最高亮度，一般燈絲位置會在光軸上下移動調整，以便產生上下非對稱的橢圓光型，而遮光片的位置亦需隨著在光軸方向及上下變動，因此必須分析遮光片的形狀與位置對光型變化之影響。基本上遮光片的形狀應配合所使用的非球面鏡之焦平面的曲率，但大部分實際情況為焦平面之資料取得並不容易，且再加工時很容易失去曲率之精確度而走樣。另一個重要因素是由於國內目前玻璃加工技術仍有待加強，往往使得非球面透鏡的形狀與初始設計相差甚鉅，因此所謂的焦平面業不具有任何物理意義。補救之道便是加強整體設計，從裸配起便強調最佳的光度分配如前述各節的參數最佳設計，以彌補其他方面加工的誤差，因此本文仍嘗試採用平面設計的遮光片，以減少製造上的難度、降低實際製造上的門檻，而且要能適合 LED 光源特性。如圖 7 所示遮光片的形狀，呈下半圓形，上緣略呈水平但微向左右兩側上斜 θ 角度，並與水平線相距 d 之高度。

首先探討距離 d 之設計，當 $d = 0$ 表示遮光片上緣切齊水平位置，產生的配光如圖 8 (a) 所示，通過的光束太多卻破壞了水平明暗截止線，因此遮光片應上移；當 $d = 2.8$ mm 時產生的配光如圖 8 (b) 所示，阻擋掉太多的光束使得通過的光域面積減少很多、而且中心最亮部分亦減少甚多；當 $d = 1.4$ mm 時產生的配光恰位於水平線下方而且中心最亮部分並未減少如圖 8 (c) 所示，因此本例之結果最佳。

接下來探討 θ 角度之設計，由於前霧燈法規要求的光型為水平的明暗截止線，因此最初遮光片的上緣亦設計為水平 (意即 θ 角度設定為 0 度)，結果實際配光如圖 8 (c) 所示呈現



左右兩側向上微翹分佈，可見需阻擋更多的光束，因此遮光片上緣需設計成左右兩側向上傾斜（意即 $\theta \neq 0$ ），產生的配光如圖 9 (a)、(b) 所示，其中圖 9 (a) 的配光最筆直分佈，可見遮光片中的 θ 角度應設計為 3 度。

柒、CNS 前霧燈配光標準之測試

國際照明學會 (CIE) 制定了三種規定光強度分佈之角度座標系統，以 A、B 與 C 表示，汽車規範通常用 A 系統形式，此角度表示法以正前方為垂直 0 度及水平 0 度，配光實測是藉由配光儀 (Goniometer or Goniophotometer) 量測光形各測試點/區域之照度數據。由上述一系列分析可知，本文提出了適合 LED 之複合式橢圓光學系統如圖 10 所示，本文在設計投射式頭燈的各主要光學元件及各元件間的整合測試時，皆朝符合 CNS 7884 法規前霧燈規範的光型分佈設計，最後的光域分佈如圖 10 (a) 所示，左右分佈各約 24 度、上下分佈介於 1~7 度之間，照度在中心最亮 ($E_{max} = 2.7 \text{ lux}$) 並逐漸向四周遞減，為相當寬廣扁平、明暗截止線十分清晰的配光，表 1 為 CNS 前霧燈各測試區域照度要求值與本文設計值之比較，結果證實本文發展之前霧燈設計的每個測試區域皆可符合配光要求。本文進一步分析評估，當 LED 流明數設定為 240 時光域左右擴大可達 22 度，剛好符合前霧燈光型的亮區要求（左右超過 21.8 度以上），可見本文設計之光學系統十分實用。車燈測試主要分為配光、環境試驗，環境試驗包括振動、雨淋、砂塵、鹽霧、熱老化等試驗，本文以配光設計為主。

捌、結論

本文提出了適合 LED 之複合式橢圓光學系統，可充分利用 LED 的光型特性，搭配投射透鏡產生的光域分佈呈現兩側翹起、左右對稱的弧形配光，反射鏡面設計參數適當調整時可產生左右超過 21.8 度以上（前霧燈光型的基本要求）之寬廣狹長的配光，再借助遮光片的設計阻擋兩側翹起部份的光束以產生筆直之水平明暗截止線，可見在整合設計時搭配 LED 光源特性、反射鏡面設計參數、遮光片位置與形狀參數等配合作最佳化設計，便可符合 CNS 前霧燈法規中各測試區域照度要求。

參考文獻

- [1] 賴文祥、李政穎、黃光榮，2011.10，LED 汽車頭燈光學設計回顧，光學工程季刊，頁 14-20，第 115 期。
- [2] (LED) 車用光電特刊，光學工程季刊，第 110 期，2011.10。
- [3] 陳逸民，全球車用 LED 產業與市場，光連雙月刊，頁 67-70，No.88，2010.07。
- [4] LED Module for Headlamp, SAE Tech Paper Series 2003-01-0556, 2003。
- [5] Light-Emitting Diodes in Automotive Forward Lighting Applications: Materials Engineering



Solutions to Fundamental Challenges, SAE Tech Paper Series 2004-01-0225, 2004.

- [6] Led Fog Lamp, SAE Tech Paper Series 2004-01-0226, 2004.
- [7] Studies for Headlamp Optical Design Using Leds, SAE Tech Paper Series 2004-01-0434, 2004.
- [8] An Automotive Forward Lighting Optical System Using Leds, SAE Tech Paper Series 2004-01-0436, 2004.
- [9] Led Headlamps, SAE Tech Paper Series 2004-01-0437, 2004.
- [10] Necessity of New Approaches for LED Headlamp Design, SAE Tech Paper Series 2005-01-0448, 2005.
- [11] LED Headlamps – High Efficient Optical System, SAE Tech Paper Series 2005-01-0860, 2005.
- [12] New Application Using White LED for Frontlighting, SAE Tech Paper Series 2005-01-0862, 2005.
- [13] The Continuous Emerging of LED in Headlamps: Challenges and Technical Solution for LED Fog Lamps, SAE Tech Paper Series 2006-01-0103, 2006.
- [14] 賴俊清、許日滔，TIR 透鏡之前霧燈設計，財團法人車輛研究測試中心論文集，2008。
- [15] 李雅倫，高功梯形 LED 晶片之特殊投射光形之設計，國立中央大學光電科學研究所碩士論文（指導教授:孫慶成），2004。
- [16] 蔡直佑，高位移容忍度 LED 車前燈之光學設計，國立中央大學光電科學研究所碩士論文（指導教授:孫慶成），2009。
- [17] 謝安倫，LED 前霧燈設計，虎尾科技大學光電與材料科技研究所碩士論文（指導教授:郭文凱），2009。
- [18] 劉源昌、賴添興，聚焦非球面厚透鏡的光學設計，光學工程季刊，頁 49-56，第 79 期，2002.09。



表 1 CNS 前霧燈之配光要求與本文設計值之比較

測試區	範圍	照度要求 (Lux)	本文設計值 (Lux)
Zone D	H : 10.2 L ~ 10.2 R V : 1.72 ~ 3.43 D	1.5 min	≥ 1.9
Zone E-1	H : 10.2 R ~ 21.8 R V : 1.72 ~ 3.43 D	0.5 min	≥ 0.7
Zone E-2	H : 10.2 L ~ 21.8 L V : 1.72 ~ 3.43 D	0.5 min	≥ 0.7

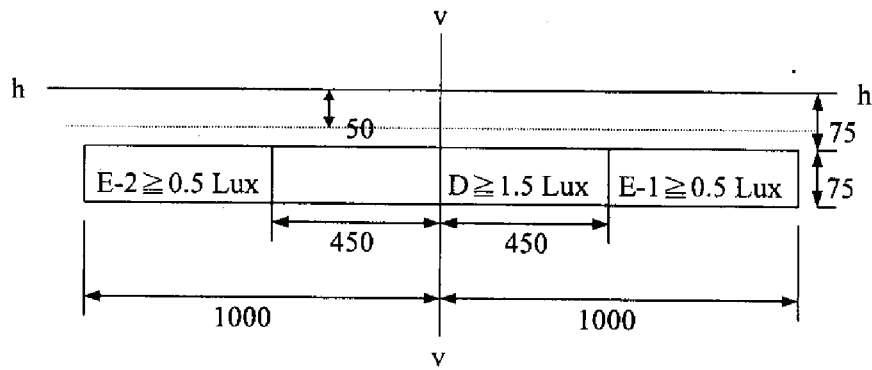


圖 1 CNS 前霧燈配光法規亮區 (單位公分)

Lambertian Radiation Pattern

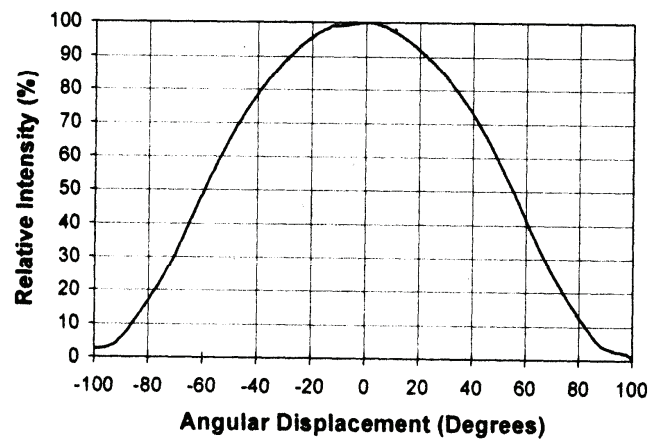


圖 2 Lambertian 分佈的高功率 LED

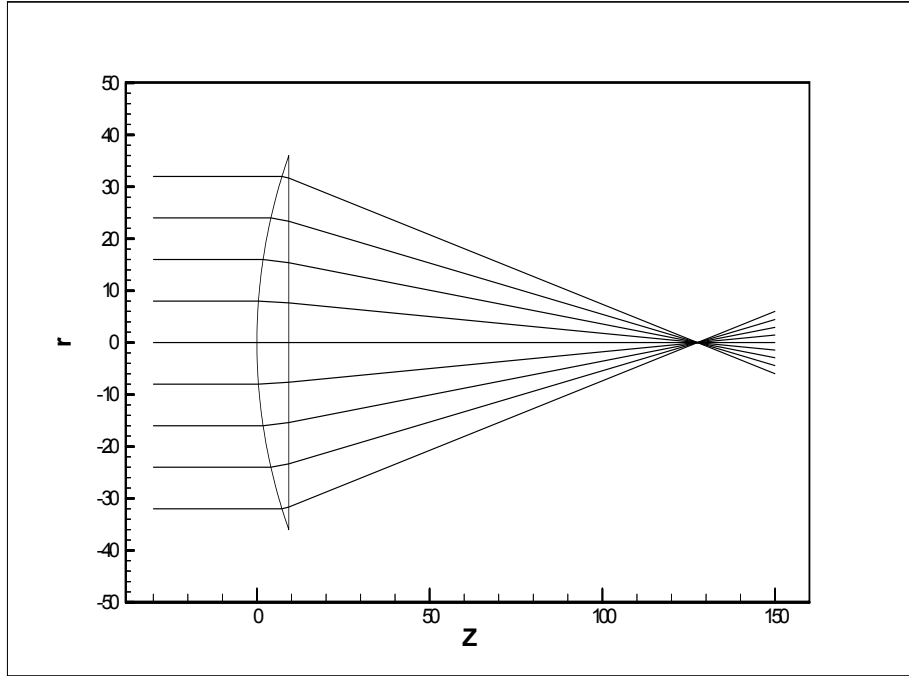


圖 3 (a) 投射透鏡的幾何外形與聚焦情形 (口徑 72、R=72)

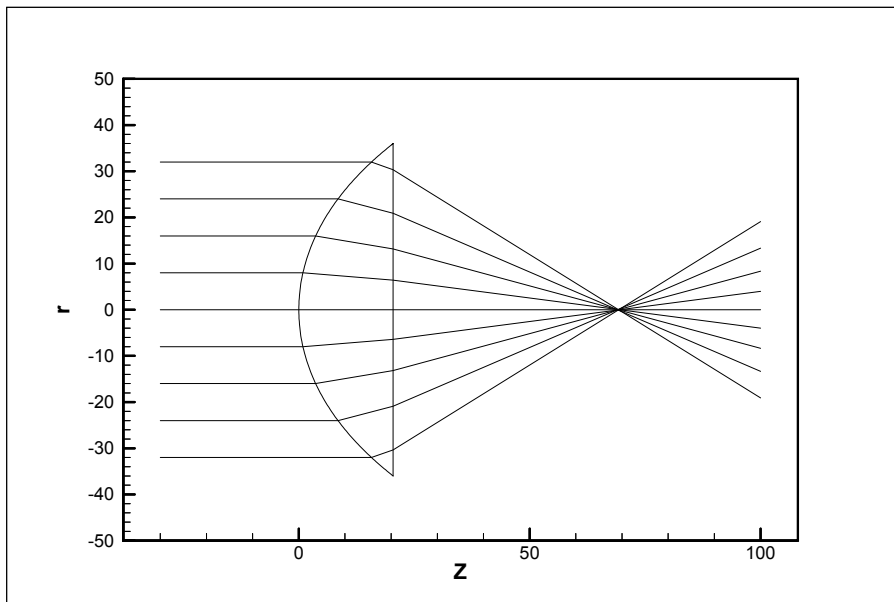


圖 3 (b) 投射透鏡的幾何外形與聚焦情形 (口徑 72、R=36)



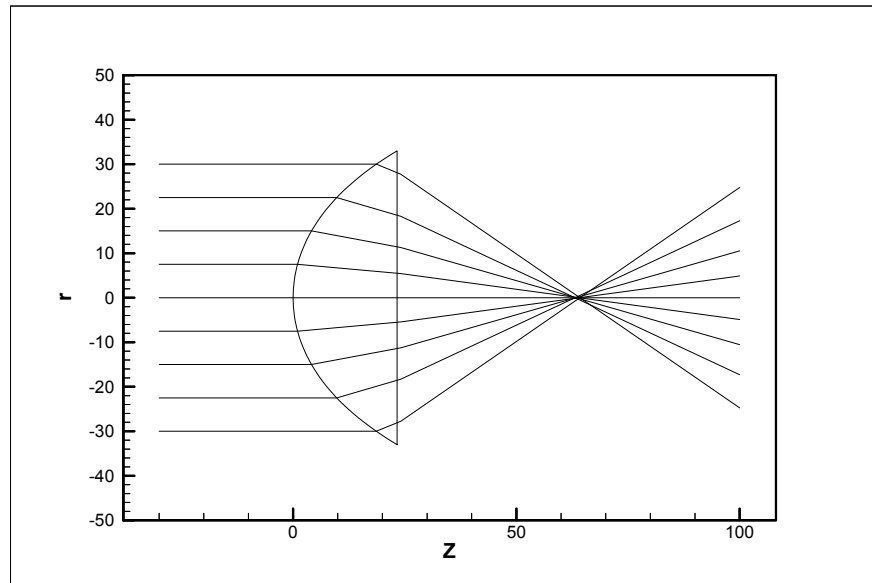


圖 3 (c) 投射透鏡的幾何外形與聚焦情形 (口徑 67、 $R=28.6$)

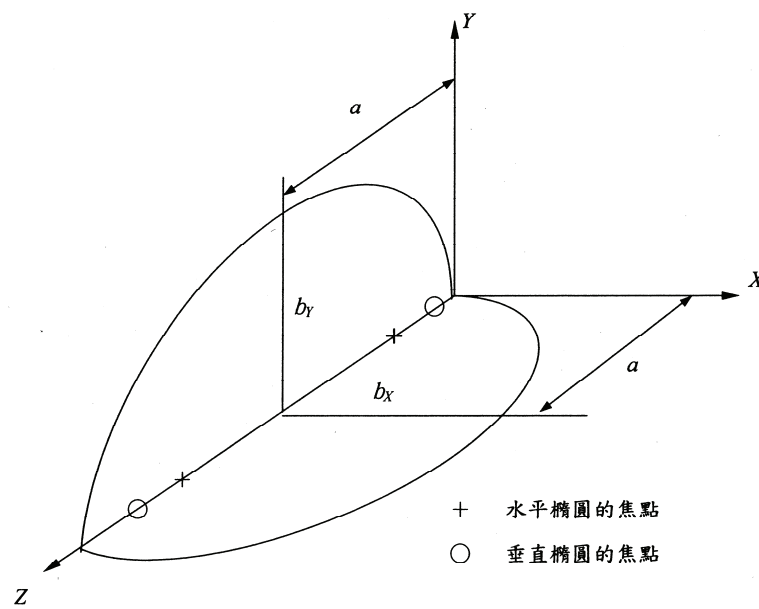


圖 4 (a) 過去採用的橢圓曲面設計之幾何關係圖

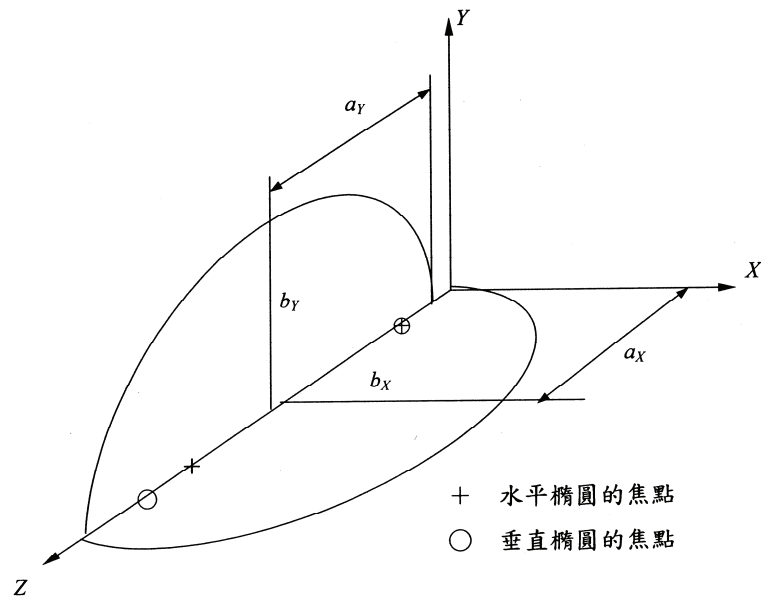


圖 4 (b) 複合式橢圓曲面設計之幾何關係圖

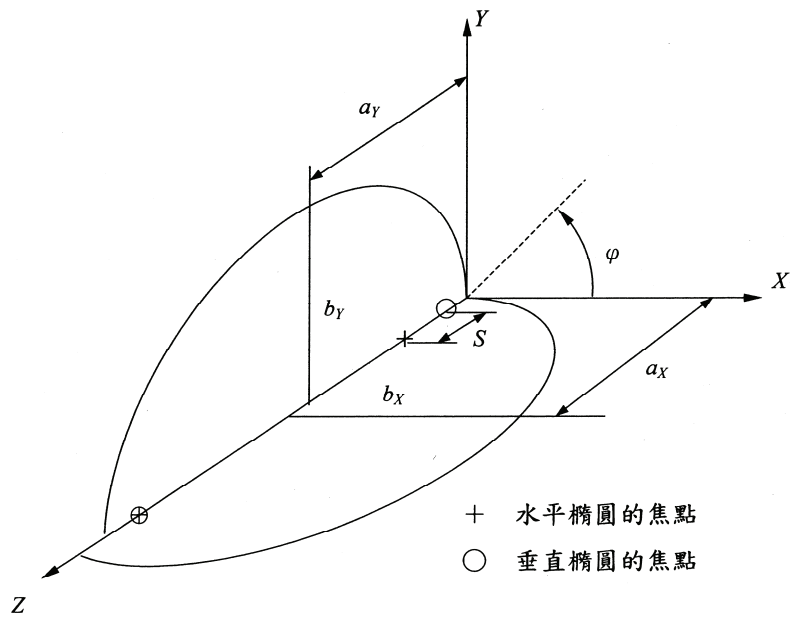


圖 4 (c) 複合式橢圓曲面設計之幾何關係圖



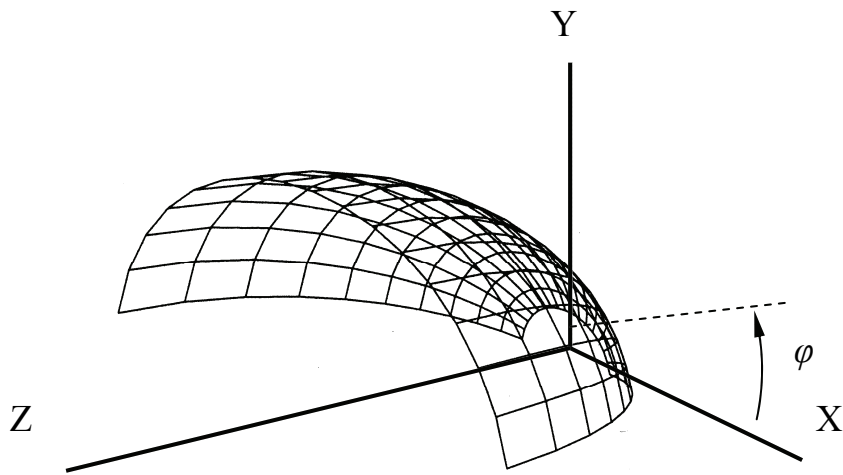


圖 5 (a) 複合式橢圓反射鏡的範圍

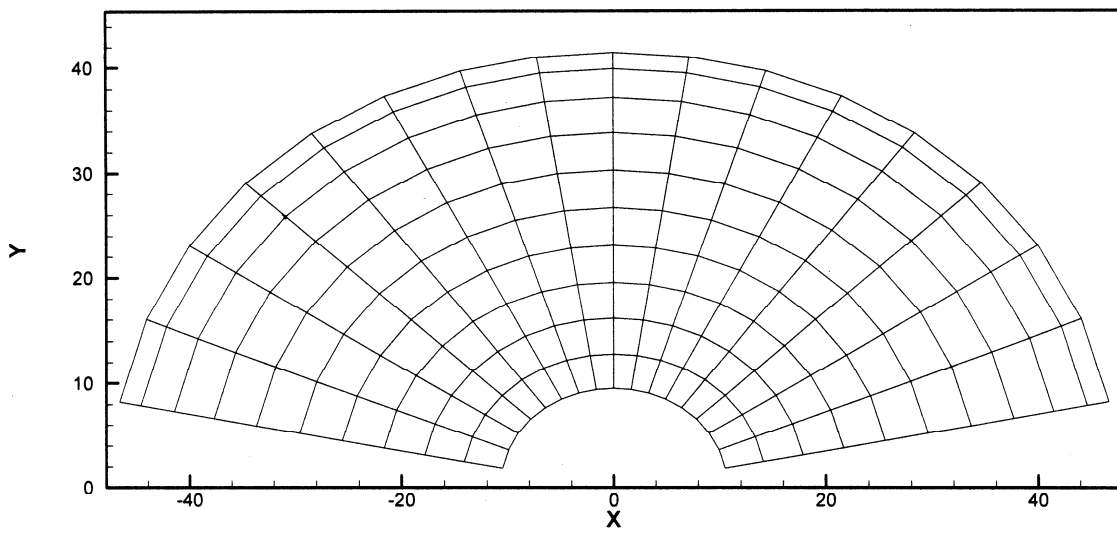


圖 5 (b) 複合式橢圓反射鏡的範圍

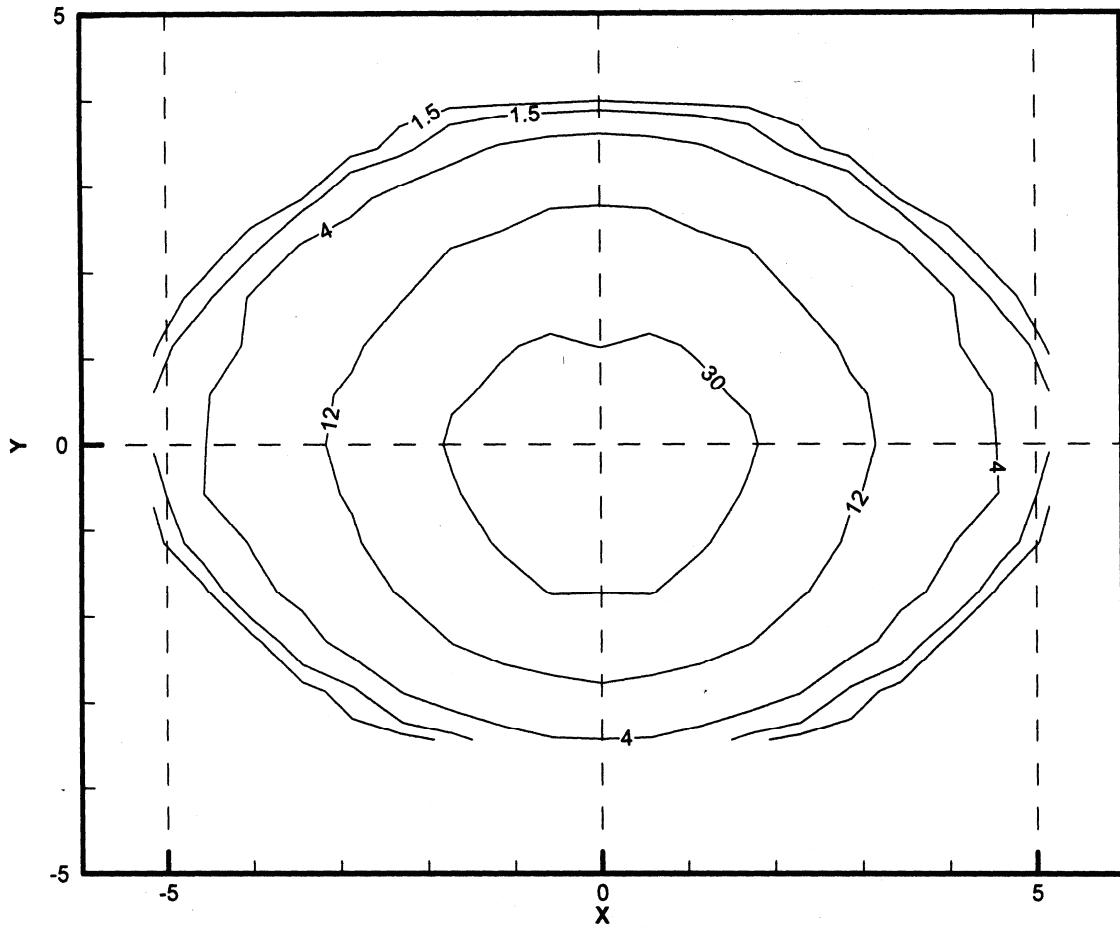


圖 6 (a) 配光圖 ($S=0$ mm)

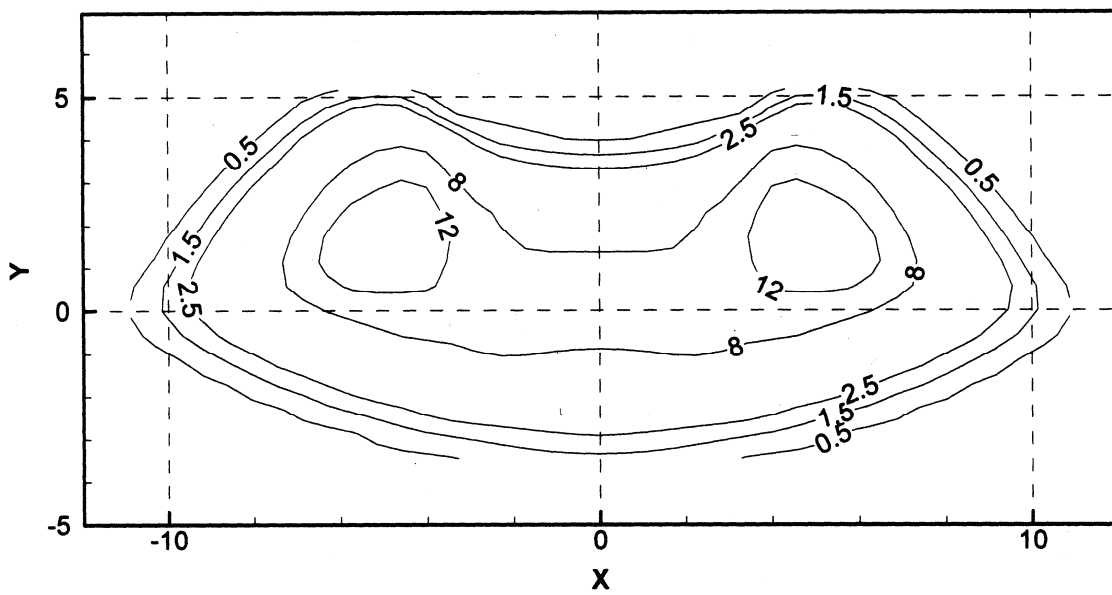


圖 6 (b) 配光圖 ($S=2$ mm)



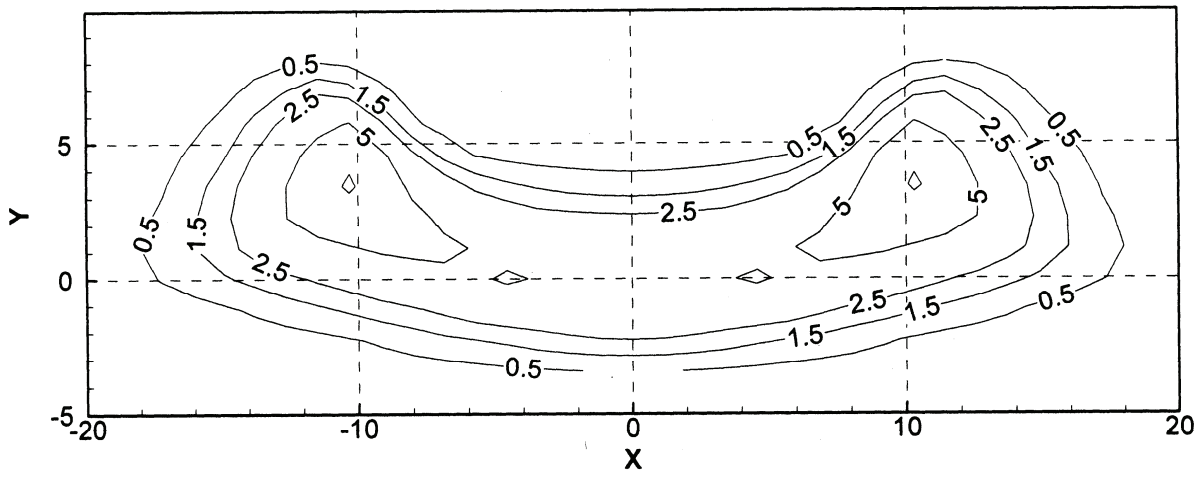


圖 6 (c) 配光圖 ($S=4\text{ mm}$)

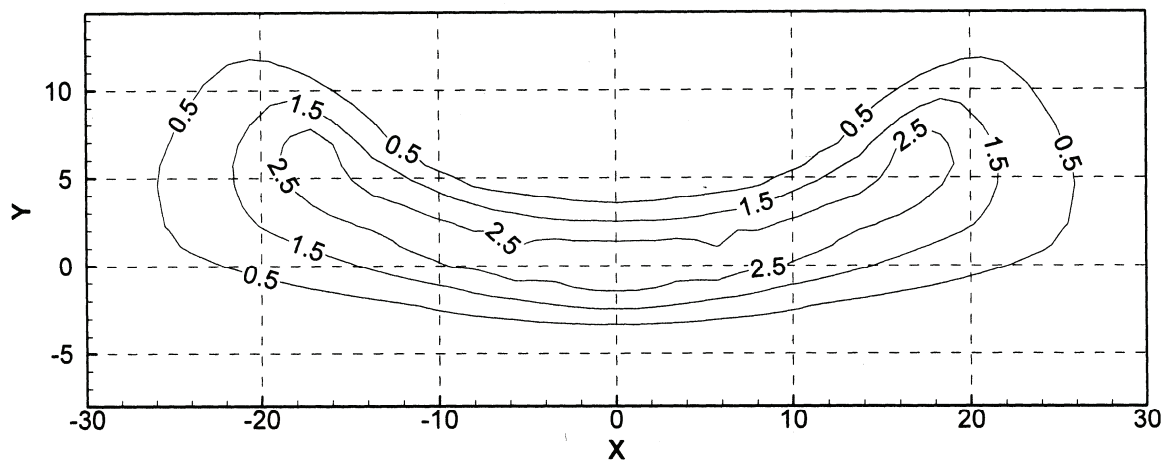


圖 6 (d) 配光圖 ($S=6\text{ mm}$)

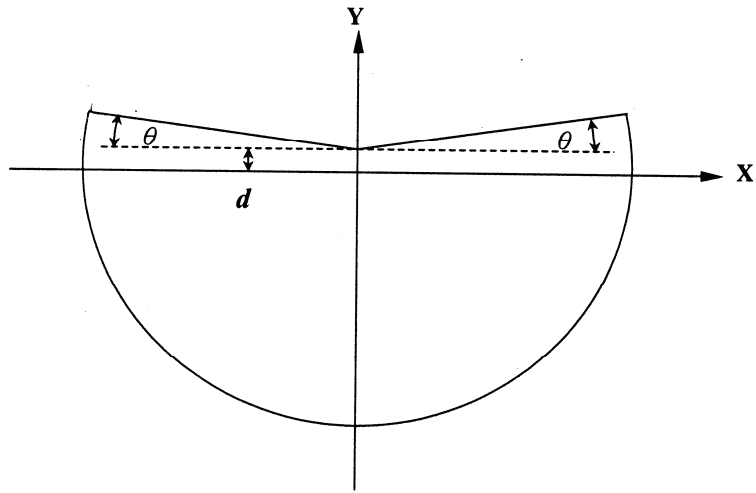


圖 7 平面設計之遮光片

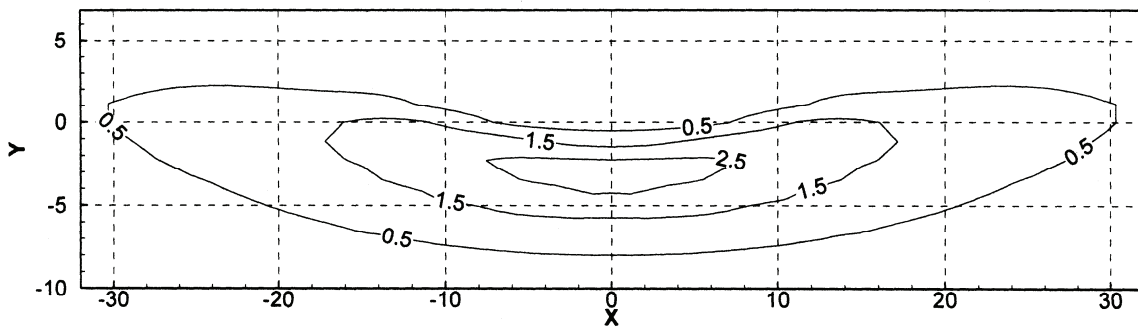


圖 8 (a) 配光圖 (d=0 mm)

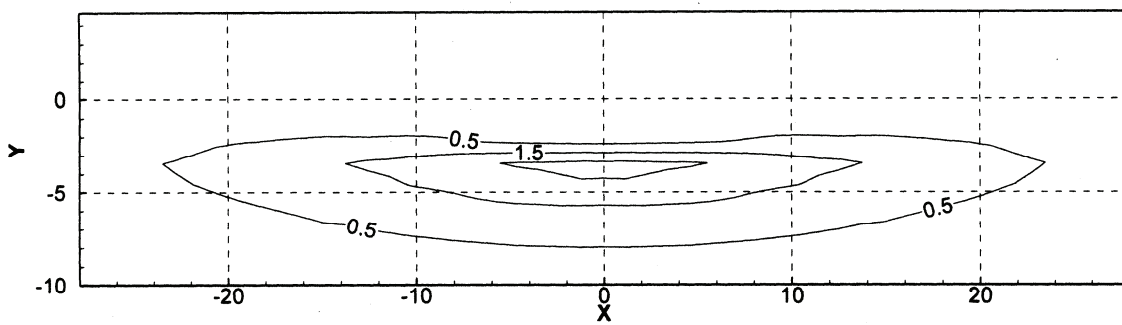


圖 8 (b) 配光圖 (d=2.8 mm)



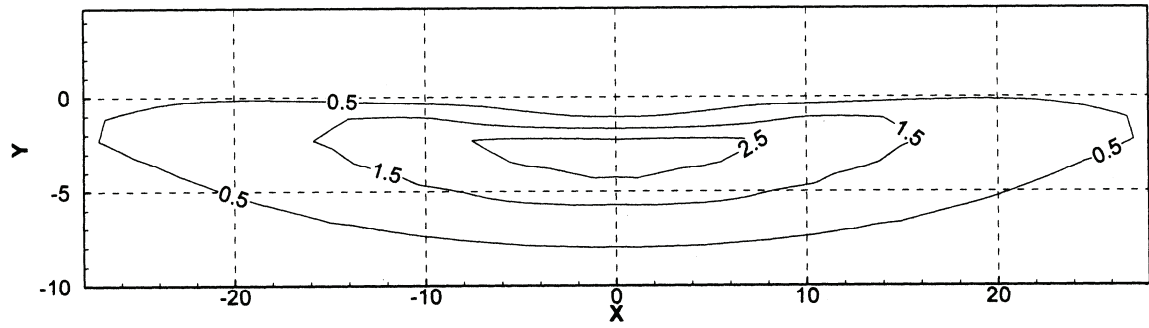


圖 8 (c) 配光圖 ($d = 1.4 \text{ mm}$)

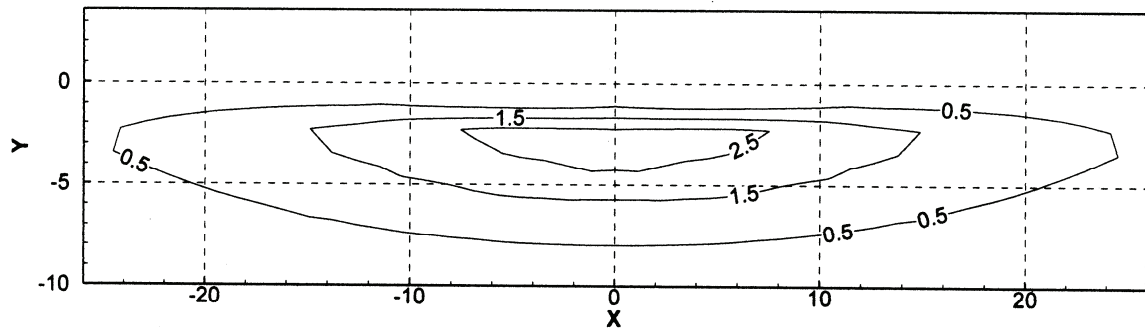


圖 9 (a) 配光圖 ($\theta = 3 \text{ 度}$)

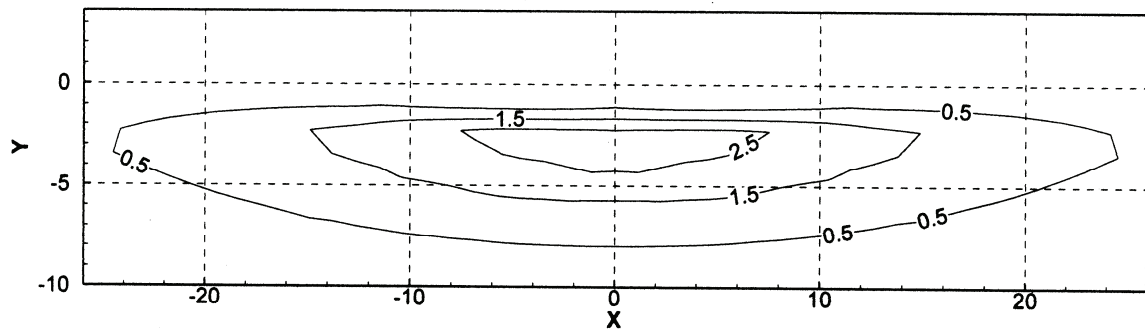


圖 9 (b) 配光圖 ($\theta = 6 \text{ 度}$)

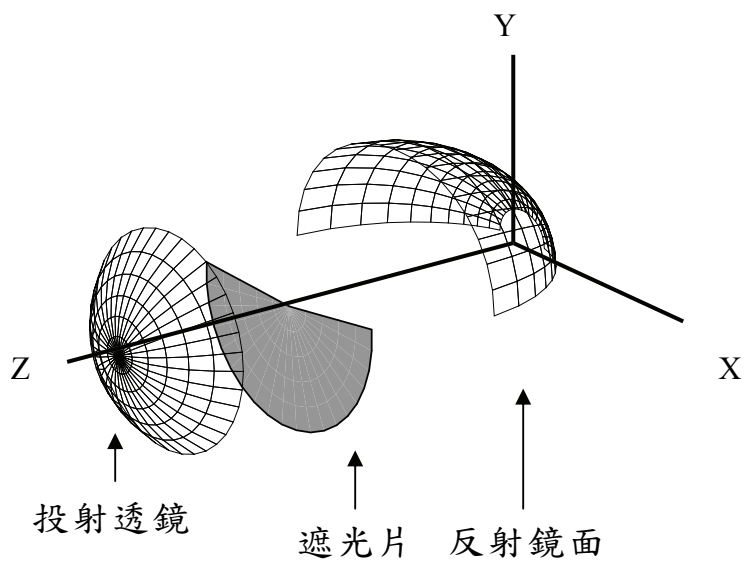


圖 10 複合式橢圓光學系統



Study for LED Front Fog Lamps Optical Design

ABSTRACT

Optical design for vehicles front fog lamps with the high power LED to meet CNS standard is studied in this paper. The lighting design technique for the LED front fog lamps is established. It includes the following items. The new concept form of the reflector with Poly-Ellipsoid-System, the half-circle-shape shield, and the projection lens with aspherical surface are proposed and examined their performance by means of the ray tracing method. The final light distribution has a flat light pattern, as well as very straight, wide and sharp cut-off lines. It can qualitatively and quantitatively meet the CNS requirements.

Keywords: Optical design, Fog Lamps, LED