



逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

ZEMAX 光學軟體設計應用於漸進多焦鏡片之設計

作者：施秉鉉

系級：電機系碩二

學號：M9791636

開課老師：陳德請

課程名稱：偏振光學

開課系所：電機系

開課學年：97 學年度第二 學期



中文摘要

摘要--本研究目的係使用 ZEMAX 軟體設計一片符合遠、中、近距離使用的漸進多焦鏡片，文中設計考慮到物體在遠、中、近的成像問題，並且使用多重組態設置模擬此三種不同之情況，遠、中、近距離分別設為 1.00E+10mm、1000mm 和 500mm。根據這個設定與規格需求設計一片光學透鏡同時修正眼睛近視與老花的問題，本研究已將鏡片優化至繞射極限值，本方法優點可做為顧客眼鏡鏡片量身定製。

關鍵字：漸進多焦、光屈度、自由曲面



目 次

一、前言.....	3
二、Zemax 設計實例說明.....	3
三、結果與討論.....	5
四、參考文獻.....	7



一、前言

在 1776 年，美國政治家、科學家 Benjamin Franklin（本傑明·福蘭克林）就發明了雙光眼鏡，但是當時的雙光眼鏡製作簡單，配戴後也很難適應，也是為漸變多焦點鏡片的誕生而埋下伏筆。到 1907 年，Owen Aves（歐文）首次提出了漸變多焦點鏡片的構思，他的構思來源於大象的鼻子。我們知道，大象的鼻子是由上及下逐漸由寬變窄，這也符合了人眼對於看遠、看中和看近所需求的不同的視野範圍。同時，鏡片前表面的曲率從鏡片上部到底部連續增加，從而使鏡片屈光力從位於鏡片上部的遠用區開始連續增加，直至在鏡片底部的變用區達到所需的近用屈光矯正度數。這標誌著一個全新的老視矯正概念的誕生。漸進多焦鏡片的視野範圍可分為遠光區、中距離使用的漸變過渡區、近光區以及畸變區(干擾區)。一般而言，遠光區比較平坦開闊；中距離使用的漸變過渡區較窄；下光區有一定的寬度，但光度是由漸變到相對穩定的漸進多焦鏡區域所組成的較低位元的光區。同樣的設計方式漸進多焦鏡的下加光越大，其中、近光區就會變得更窄，同時畸變區就越向中部擠壓，畸變程度也就越大。

二、Zemax 設計實例說明

(一) 初始漸進多焦模型：

本研究主要是以 Extended Polynomial 表面來進行設計一個 Progressive Addition Lens，且我們設定波段為可見光。在此設置三個組態與鏡片相關資料，並使用初始多項式自由表面來進行漸進多焦鏡片設計的 LDE(如表 1 所列)。

表 1 Lens data

類型	曲率半徑	距離	材料	半徑	二次曲率	
OBJ	球面	Infinity	1.00E+010	181.985	0.00	
STO	球面	Infinity	20	1.5	0.00	
2	多項式自由表面	100	3	POLYCARB	12.511	0.00
3	球面	100	20		12.706	0.00
IMA	球面	Infinity	0.00	14.680	0.00	

經由設定 Lens data 之後所產生的初始多項式表面 Layout 和三種組態的光斑圖，如圖 1 所示：

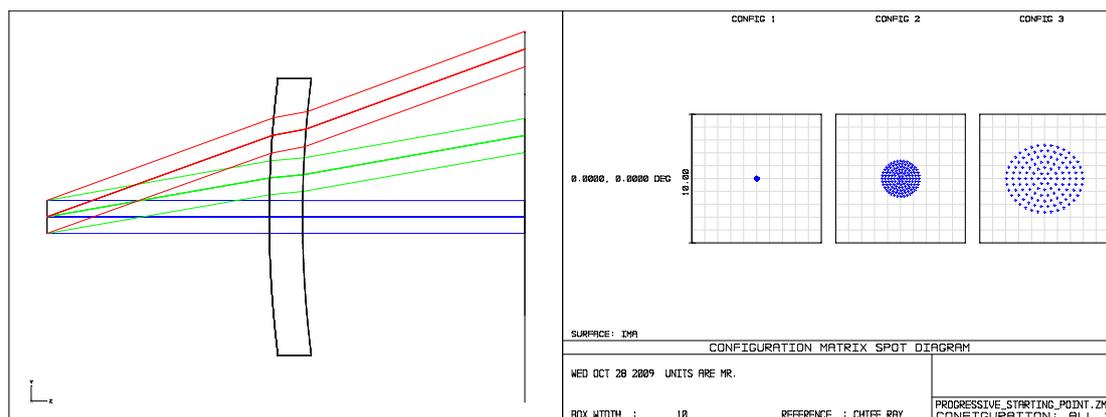


圖 1.初始多項式表面的 3D Layout 與組態矩陣的光斑圖。

(二) 引入多項式函數與 Merit Function :

在此我們將延伸初始多項式表面來引入其多項式，如下：

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=1}^N A_i E_i(x, y) \quad (1)$$

式(1)具有一個基本非球面的(標準)圓錐表面，賴以多項式來補充其凹陷。且多項式的形式為 $x^m y^n$ ，其中 m 和 n 均為整數， x 和 y 是一個表面上的坐標， c 為曲率， k 為圓錐係數，而在一般使用非球面參數進行初步設計時， k 值的改變可以改善三階球差以及其他低階像差；其他高階項的使用上，應避免同時使用過多的高階項，導致最佳化過程中各高階項的貢獻相互抵銷，降低設計效率。而其標準表面是非常有用的，因為近軸光線可以和它交互作用，且諸如 EFL(effective focal length)的近軸觀念依然是有用的。在額外的數據編輯器(Extra Data Editor)使用 40 個項次，且提出的所有項次多達 $x^4 y^4$ 變量。在任何高階部分均設為零且不進行優化。接著由 Merit Function Editor 中的 Default Merit Function 搭配合理的玻璃中心和邊緣厚度，便可完成 Merit Function 的設定。

(三) 優化：

試著將初始多項式鏡片優化成可以承擔任意形式。且值得注意的是優化後其 3D Layout 與組態矩陣光斑圖的變化，如圖 2 所示：

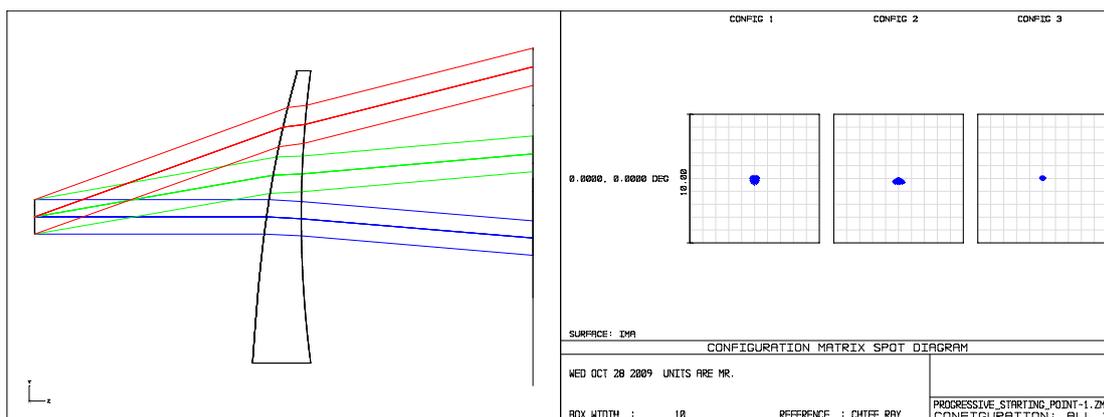


圖 2.優化完的 3D Layout 與組態矩陣的光斑圖。

鏡頭的陰影模型顯示其表面凹陷是非常複雜的，如圖 3 所示：

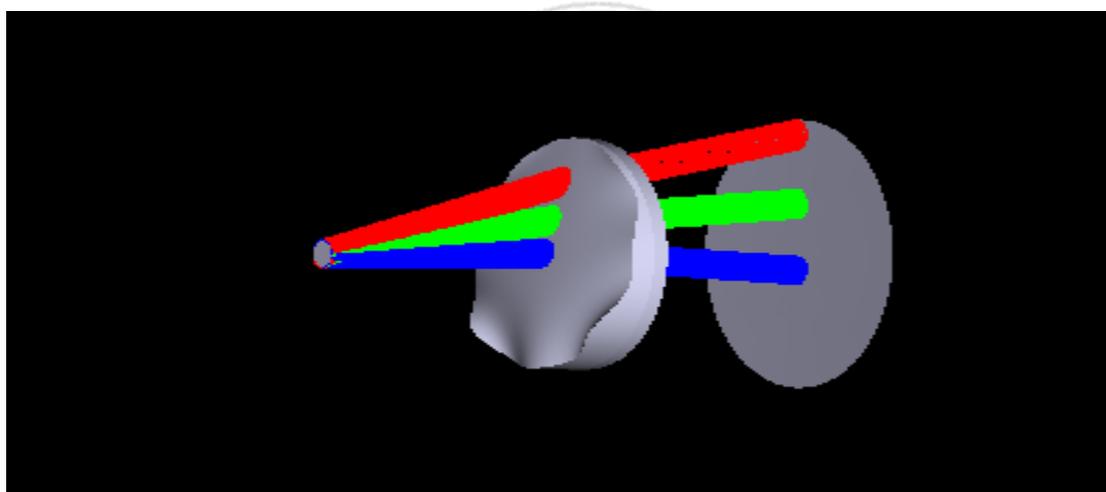


圖 3.優化後的陰影模型(Shaded Model)。

需要注意的是鏡片往往因為沒有光線提供控制，而在邊緣失去控制。這是典型的自由曲面設計：無論是光線或其他形式的限制需要適用於在整個表面，以防止產生不切實際的凹陷。有了這麼一個複雜的表面，普通的扇形圖、光線扇形圖與光程差已經無法充分地表示自由形式光學的性能。

三、結果與討論

到此，所有的硬體工作設計完成。點擊 Analysis →Miscellaneous →Power Field Map。且其曲度圖會有柱狀分布與球型分佈，如圖 4 所示。

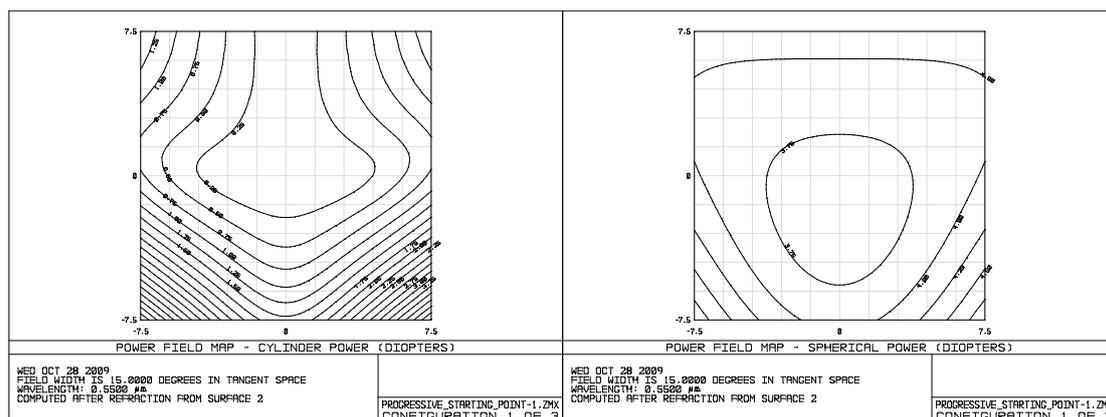


圖 4. 左邊為柱狀分布的光曲度圖，右邊為球形分布的光曲度圖。

此輪廓設置為一個區間為 0.25 屈光度，我們可以看到球形和圓柱形功率增加了這種表面在整個領域的觀點。在此研究中，我們了解到使用 Zemax 軟體來製作漸進多焦的過程，也從其擴展方程式的自由曲面來著手進行設計漸進多焦鏡片，接著從擴展方程式得知它是由一個基本球面多項式加上修正項來達到非球面曲面的數學表示式。在最後優化之後，我們得到兩個光屈度圖，分別為柱狀分布與球形分布，代表著漸進多焦鏡片的 4 個區塊：遠光區、中距離使用的漸變過渡區、近光區以及畸變區(干擾區)，如圖 5 所示。因此在本研究中，我們同時了解到漸進多焦鏡片的特性與光屈度的兩種不同分佈。

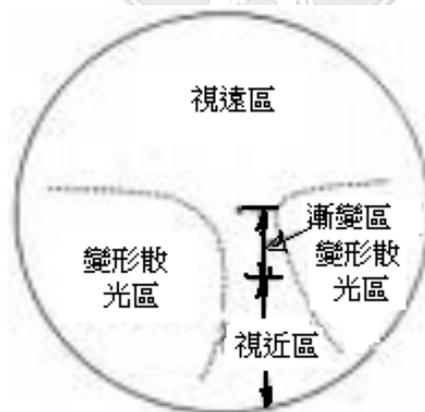


圖 5. 漸進多焦鏡片的光屈度分佈(4 大區塊)。

接著觀察期 MTF 圖，如圖 6 所示：

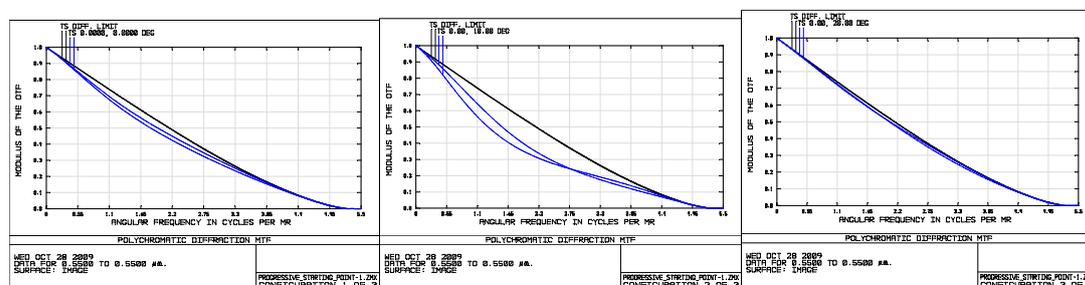


圖 6. 漸進多焦鏡片之 MTF 圖

由圖 6 可知，佩帶鏡片後的三個組態之解像力皆逼近繞涉極限值，達到良好的解像程度。

四、參考文獻

- [1] Heacht, Optics, Addison-Wesley Publ. , 1998.
- [2] Kingslake, Rudolf, Lens Design Fundamentals, Academic Press, N.Y., 1978.
- [3] Kingslake, Rudolf, Optical System Design, Academic Press, N.Y., 1983.
- [4] Fischer, Robert Edward, Optical Systems Design, McGraw-Hill, USA, 2000.

