



逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

ZEMAX 光學設計軟體應用於眼鏡鏡片之設計

作者：謝尙瑋

系級：電機系碩一

學號：M9843616

開課老師：陳德請

課程名稱：專題討論

開課系所：電機系

開課學年： 97 學年度 第二 2 學期



中文摘要

本研究目的係在使用 ZEMAX 軟體設計一片符合遠、中、近距離使用的近視眼鏡鏡片，文中設計考慮到人類眼球特性在遠、中、近的物體成像問題，並且使用組態設置模擬此三種不同之情況，距離分別為 1.00E+009mm、1000mm 和 500mm。根據這些條件設計一片光學透鏡修正眼睛的近視問題，並且分析配戴近視眼鏡前後之 MTF 圖，將鏡片優化至 MTF 值在 40 lp/mm 以內之後都能夠有 0.3 以上之解像力，本方法可用為量身定製。

關鍵字：ZEMAX、眼鏡鏡片、眼球



目 次

一、前言	3
二、眼鏡光學基本理論	3
三、設計實例	3
四、實驗結果	4
五、結論	6
六、參考文獻	8



一、前言

近視的成因在於眼軸過長令遠方落焦成像在視網膜前面，平均近視增加一百度，眼軸長增加 0.37mm，人類眼軸會隨著年齡慢慢增長，至成人之後才停止，而近視的成因是人類在小時候使用眼睛過度，常看近的事物而不看遠方事物，導致眼軸增長的速度過快，而發生近視。

一般正常的近視眼，配戴眼鏡時，眼鏡到眼睛角膜頂點距離約為 12~15mm，本研究定 15mm 為眼鏡鏡片到角膜頂點距離，搭配人眼觀察遠距離、中距離、近距離之目標物，分別對距離和傾斜程度作組態設置，模擬出三種不同的情況，並透過 ZEMAX 對鏡片做非球面的設計，令眼睛近視的情況能夠完全矯正，並能夠符合遠、中、近等各種不同情況的需求。

通常近視的鏡片在業界為了節省成本都使用球面鏡，只要算出度數，然後加以研磨、拋光而成，但是球面鏡並不能符合人眼在看各個角度的不同需求，所以本研究以非球面的方式來設計眼鏡鏡片，方能符合人眼觀察不同角度和距離的需求。

二、眼鏡光學基本理論

眼鏡鏡片就是使用單一的凸透鏡或凹透鏡所製成，近視是指平行光線通過眼球的屈光系統所成的像落在視網膜前方，導致成像模糊，所以必須透過在眼睛前方加一面凹透鏡作為矯正，讓光線所成的像落在視網膜上，而遠視則是成像落在視網膜後方，必須用凸透鏡矯正，讓成像落在視網膜上。根據透鏡公式

$$\frac{n}{f} = (n' - n) \left[\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} + \frac{t(n' - n)}{n r_1 r_2} \right]$$
，因為眼鏡鏡片的基弧較大、厚度較小，通常都當成

薄透鏡來計算，所使用的公式為 $F = F_1 + F_2$ ，其度數也就是前後兩個表面的度數

和，其中 $F = \frac{(n' - n)}{r}$ ， n 為空氣的折射率 1， n' 為材料的折射率， r 為表面的曲率

半徑，當曲率半徑和折射率已知時，便可求出眼鏡鏡片的度數。

經模擬，更動眼睛模型的曲率參數可設定眼睛度數的大小，並且根據其情況，針對鏡片的後弧曲率做變更，即可設計出適合模型度數之鏡片(如表一)

三、設計實例

(一)根據在 ZEMAX 網站上面的資料，先做出一個人的眼睛模型，首先設定光的波長，在這裡使用系統內定的可見光波段 F、d、C(Visible)，分別是 $0.486 \mu\text{m}$ 、 $0.587 \mu\text{m}$ 、 $0.656 \mu\text{m}$ ，藍綠紅三種顏色的光。接著到通用選單內把孔徑類型改成” Flost By Stop Size” 這樣系統就會依 Stop 的半徑去做調整，只要確定好 Stop 的半徑，就不用再做其他定義。

(二)為了使近視的情況更為明顯，將水晶體前弧的曲率改成 10，其餘設定不變(如表二)，平行光從無窮遠處進入眼睛的成像落在視網膜前方 0.23mm 處，觀察

- 其 MTF 圖(如圖一)，從 MTF 圖可知在 40 lp/mm 之後的解像力都小於 0.3。
- (三)接著在眼球前面加入鏡片和座標轉換(如表三)，使用前弧曲率半徑 100mm 而後弧曲率半徑調整為 89.15mm 可以看到 MTF 圖(如圖二)有良好的改善。
- (四)設定三個不同的組態，分別讓光從 1.00E+009、1000、500 對應眼睛中心傾斜程度 0、-10、-20(如圖三)，觀察分析圖形，發現雖然平視的解像力很好，但是在看不同角度的時候，仍然非常模糊。
- (五)接著對鏡片做優化，設定鏡片的後弧曲率半徑、二次曲面和二次項參數為變數，使用 MTFA、MTFS 和 MTFT 等指令對鏡片的 MTF 值作優化。
- (六)觀察 MTF 圖，對照優化前後的 MTF 圖，可看出有明顯改善解像力(如圖四~圖九)。

	1	2	3	4
度數	422	862	1070	65
眼睛焦點到視網膜距離	1.44mm	2.2mm	2.76mm	0.23mm
鏡片後弧曲率	58.05mm	40.55mm	35.5mm	如 Len data
備註：前弧曲率固定 100mm				

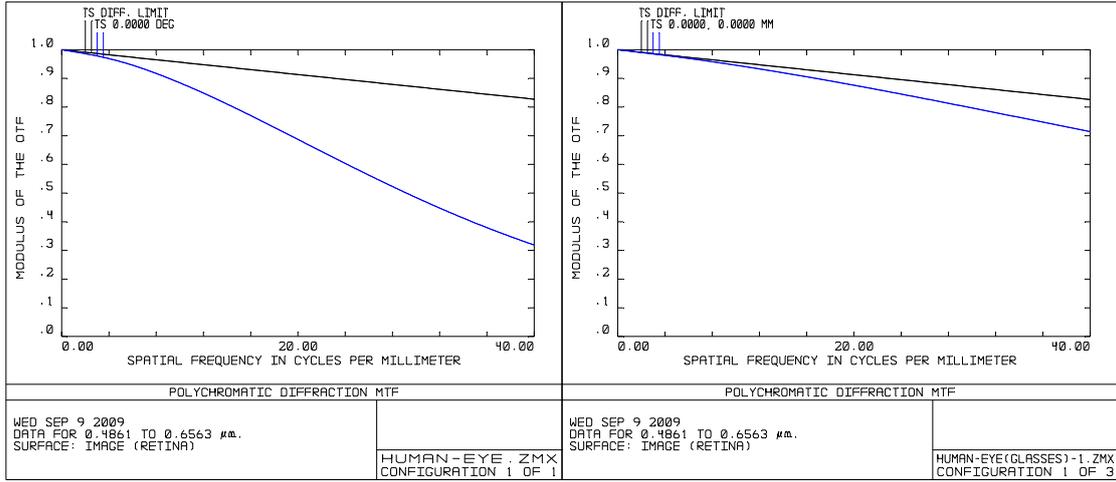
(表一)度數與眼睛焦點到視網膜距離之關係

類型		曲率半徑	距離	材料	半徑	二次曲率
OBJ	球面	Infinity	1.00E+009		0.00	0.00
1	球面	Infinity	50.00		1.416903	0.00
2	球面	7.77	0.55	1.38,50.2	5.00	-0.18
3	球面	6.40	3.16	1.34,50.2	5.00	-0.6
STO	球面	Infinity	0.00	1.34,50.2	1.25	0.00
5	梯度折射率面 3	10	1.59		5.00	0.00
6	梯度折射率面 3	Infinity	2.43		5.00	0.96
7	球面	-8.10	16.23883	1.34,50.2	5.00	0.00
IMA	球面	-12.00			5.00	

(表二)眼睛模型設定值

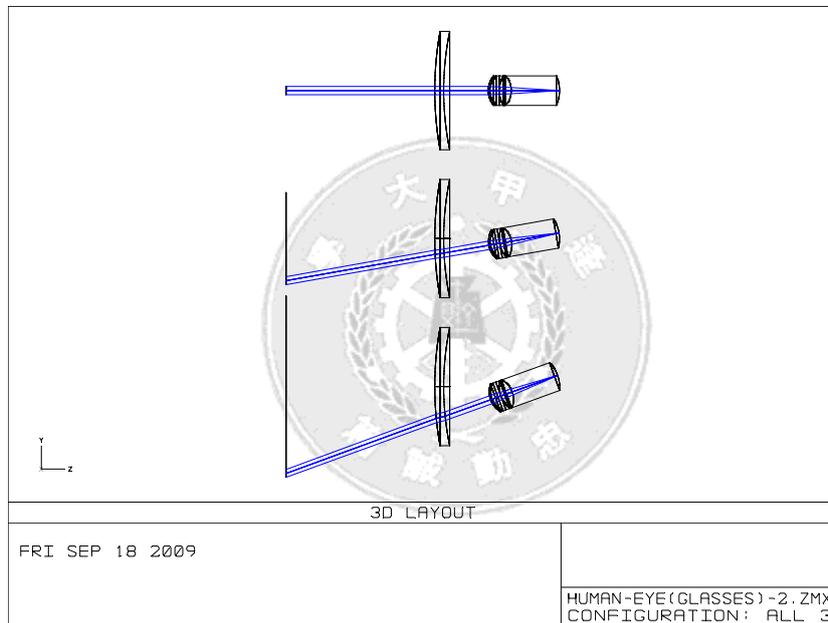
類型		曲率半徑	距離	材料	半徑	二次曲率
2	偶次非球面	100.00	3.00	Polycarb	20.00	0.00
3	擴展非球面	100.00	28.00		20.00	0.00
4	座標變換		-13.00		0.00	

(表三)插入眼鏡鏡片和座標變換面之設定值

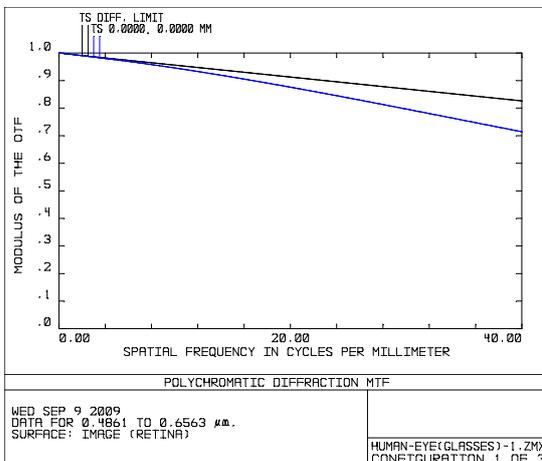


(圖一)未配戴眼鏡之 MTF 圖

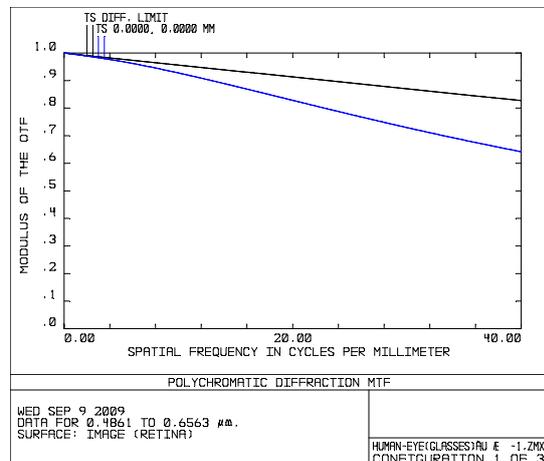
(圖二)配戴眼鏡後之 MTF 圖



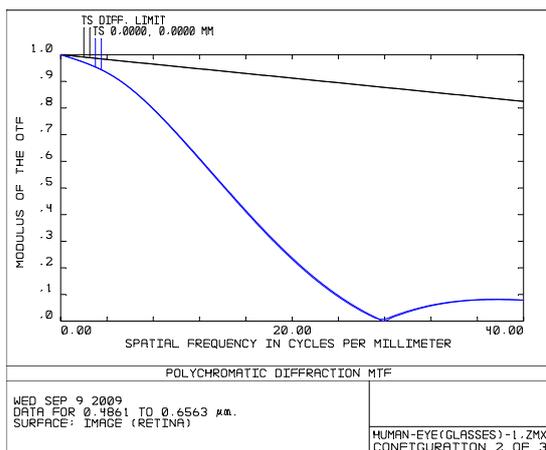
(圖三)遠、中、近 3DLay Out 圖



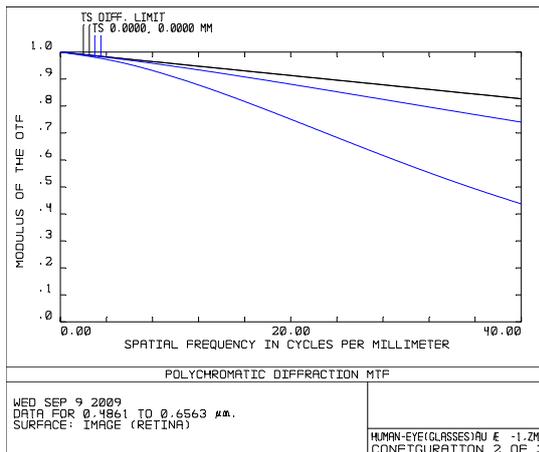
(圖四)優化前遠距離 MTF 圖



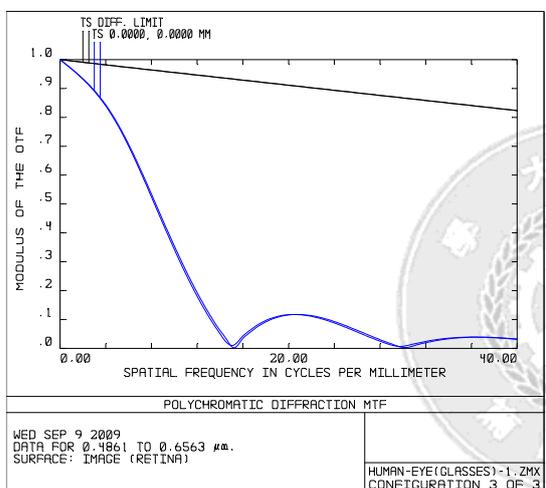
(圖五)優化後遠距離 MTF 圖



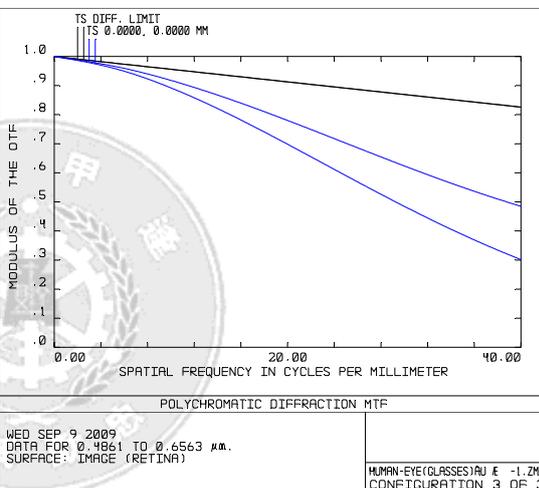
(圖六)優化前中距離 MTF 圖



(圖七)優化後中距離 MTF 圖



(圖八)優化前近距離 MTF 圖



(圖九)優化後近距離 MTF 圖

四、實驗結果

對於近視的遠、中、近三種不同距離，使用非球面的設計可以讓眼睛在看各種不同角度的物體都能夠有良好的解像力，達到球面鏡所沒辦法達到的效果，本研究只針對單面的曲率半徑、二次曲面、二次項參數做優化，即可達到良好的優化效果，讓眼睛的 MTF 值在 40 lp/mm 以內都能夠有 0.3 以上的解像力，如果將鏡片後弧設為拓展非球面，將更多次項的參數設為變數進行優化，必能獲得更好的結果。

五、結論

使用 ZEMAX 能夠模擬人類眼睛的近視情況，並且可以使用不同的組態設置不同的模擬情況，本研究使用了遠、中、近三種不同的距離來討論，並且成功的

ZEMAX 光學設計軟體應用於眼鏡鏡片之設計

將非球面的鏡片優化，只要針對不同的情況模擬眼睛所產生的視差，並且使用 ZEMAX 軟體設計眼鏡鏡片，可以更有效的達到量身訂做的目標。



參考文獻

- [1]Hecht, Optics, Addison-Wesley Publ.1988.
- [2]Kingslake, Rudolf, Lens Design Fundamentals, Academic Press, N.Y., 1978.
- [3]Kingslake, Rudolf, Optical System Design, Academic Press, N.Y., 1983

