

Optical Systems Simulation Design

光學系統模擬設計

黃忠偉 胡能忠 著

www.wunan.com.tw



Optical Systems Simulation Design

光學系統模擬設計

黃忠偉 胡能忠 著

www.wunan.com.tw

國家圖書館出版品預行編目資料

光學系統模擬設計／黃忠偉、胡能忠 著．

一初版．一臺北市：五南，2006 [民 95]

面：公分

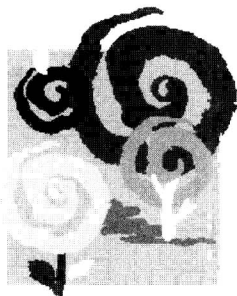
ISBN 978-957-11-4447-4 (平裝)

ISBN 957-11-4447-9 (平裝)

1. 光學檢測 2. 光電子學

343.3

95014998



5D82

光學系統模擬設計

作 者 — 黃忠偉 (290.3)、胡能忠 (170.1)

發行人 — 楊榮川

總編輯 — 王秀珍

主 編 — 穆文娟

責任編輯 — 陳玉卿

文字編輯 — 施榮華

封面設計 — 杜柏宏

出 版 者 — 五南圖書出版股份有限公司

地 址：106 台北市大安區和平東路二段 339 號 4 樓

電 話：(02)2705-5066 傳 真：(02)2706-6100

網 址：<http://www.wunan.com.tw>

電子郵件：wunan@wunan.com.tw

劃撥帳號：01068953

戶 名：五南圖書出版股份有限公司

台中市駐區辦公室 / 台中市市區中山路 6 號

電 話：(04)2223-0891 傳 真：(04)2223-3549

高雄市駐區辦公室 / 高雄市新興區中山一路 290 號

電 話：(07)2358-702 傳 真：(07)2350-236

法律顧問 得力商務律師事務所 張澤平律師

出版日期 2006 年 9 月初版一刷

定 價 新臺幣 390 元

推 | 薦 | 序 |

多年的大學院校教學經驗中，所有老師們必定都體會過，一方面要思索如何帶領學生，由淺入深逐步探索學術殿堂的奧妙。另一方面，為了結合理論觀念與實務發展，同時能節省投資硬體的成本，常需要模擬真實環境的軟體，讓學生能夠生動感受光學系統運作現象，雖有部份廠商開發專屬的實驗軟體，但就教學需要來看，卻又不一定能符合特定課題的需要；而為了幫助學生真正習得箇中精髓，老師或助教因此經常需要花費頗大氣力投注在尋找實例來展示與解說。

本書係黃、胡兩位教授將其在國立台灣科技大學教授之「光電應用實習」課程，歷經數年，編輯修改而成，主要特色在使用電腦軟體模擬，進行光學系統的設計。本書包含 10 個光學系統的實例，內含理論介紹及實驗步驟展示的課程教材、習題解答、教學講義等，對老師而言，可大幅簡化教學準備工作，將精力專注在教學方法精練；對學生而言，提升專業知識及培養實務技能等，均有不錯的效果。而學生未來畢業至業界服務，能先行利用此技能，提供正確的分析資料，幫助公司審慎進行重大硬體投資，必能對生涯發展有很大的助益。

欣聞黃、胡兩位教授計劃將其教材出版，以兩位學長平日治學嚴謹的研究精神，結合光學系統與模擬設計兩大領域為一體，必能提供對此光學系統有興趣的人士一個更容易的接觸管道，本人樂見其成，是以為序，更殷盼各界的良性互動，為我國光電教育激起更多的火花。

最後祝所有運用本教材的老師和學生，皆有所得，滿載而歸。

趙涵捷



國立宜蘭大學電機資訊學院院長

自 | 序 |

「創新根源於模仿，仿真引領創新」

在分析產品的性能時，我們通常應用所謂「系統」的觀念。什麼叫作一個「系統」？有「輸入」有「輸出」就稱為一個「系統」，「系統」能將「輸入」轉成「輸出」。以這個觀念而言，人的身體就是一個系統，因為它能將食物轉變為活動所需的能量；LCD 投影機也是一個系統，因為它能將電源轉為光源，再利用眾多光學元件，將光源所發出的光經過液晶等光學元件，根據我們的需求，投射到屏幕上。所有「產品」都可以被視為是一個「系統」，我們可以分析這「系統」，針對固定的「輸入」，再根據我們對「輸出」的要求，來設計、製作這樣子的一個能將「輸入」轉成「輸出」的「系統」，這就是新產品研發的標準程序。

而存在於現實生活的每一系統，都有眾多的因素會影響到效能，這些因素通稱為系統的參數。系統參數的種類與個數繁多，我們勢必無法逐一探討每一個參數對於系統效能的影響。然而，針對系統不同的研究主題，我們可以擷取少數相關的代表性參數，而把系統的效能，當成是這些少數參數的函數，此函數就可以稱之為系統的模型（model），萃取參數，建立函數的過程稱為建模（modeling）。系統模型建立之後，可以藉由改變模型函數的函數，來觀察、驗證，與預測系統效能的變化，這樣的過程稱為模擬（simulation），將模擬技術，應用於產品的研發設計上，就稱為模擬設計（simulation design）。

模擬設計為一跨領域的技術，可以應用於所有產業，只要必須研發新產品的產業，一定會使用到模擬設計技術。本書即是將軟體模擬設計的觀念和技術，應用到光學系統上。希望從此能多引起人們對於模擬技術的興趣，將之應用於更為廣泛的層面，以促進產業水準的提昇，從 OEM 進階到 ODM 的層次。

作 | 者 | 簡 | 介 |

本書是國立台灣科技大學光電所光電系統模擬設計實驗室（簡稱 PSSDL-Photonics Systems Simulation Design Laboratory），老師和同學的集體創作，原始教材使用於大學部「光電應用實習」課程，歷經數年，編輯修改而成。所有的作者，現在都已經任職各大光電公司，也經由使用軟體模擬以及編纂教材的經驗，結合個人工作崗位上的任務需求，拋磚引玉，共同為提升台灣產業設計水準而持續的努力。

本教材主要的編輯者，除 PSSDL 指導老師黃忠偉、胡能忠與博士班吳錦銓和陳怡永同學負責整體規劃外，主要參與編纂者為：實驗室 06 級碩士班同學：李明燐、林義隆、郭峻豪、陳亨哲、鄧元鼎、謝昇良、簡世奇、陳佳瓏、林世偉、潘亨霖、郭卜僑；以及實驗室 07 級碩士班同學：吳柏毅、卓俊賢、游鎮名。星星之火可以燎原，希望實驗室世世代代的努力，未來能綻放模擬設計技術的花朵，結出豐碩果實，為產業未來發展聊盡棉力，斯願足矣！



目 | 錄 |

第一章 成像光學系統之鏡頭設計 1

- 一 實驗目的 2
- 二 實驗原理 2
- 三 軟體實作 4
- 四 硬體實作 17
- 五 問題與討論 18

第二章 雙筒式望遠鏡之稜鏡系統設計 19

- 一 實驗目的 20
- 二 實驗原理 20
- 三 軟體實作 27
- 四 (補充) 軟體模擬 42
- 五 硬體實作 49
- 六 問題與討論 50

第三章 折射式望遠鏡之膠合透鏡設計 51

- 一 實驗目的 52
- 二 實驗原理 52
- 三 軟體實作 55
- 四 硬體實作 62
- 五 範例練習 63

第四章 照明光學系統之積分球設計 65

- 一 實驗目的..... 66
- 二 實驗原理..... 67
- 三 軟體實作..... 70
- 四 硬體實作..... 84
- 五 問題與討論..... 85

第五章 照明光學系統之透鏡陣列設計 87

- 一 實驗目的..... 88
- 二 實驗原理..... 90
- 三 軟體實作..... 95
- 四 硬體實作..... 105
- 五 問題與討論..... 107

第六章 發光二極體之應用範例 109

- 一 實驗目的..... 110
- 二 實驗原理..... 113
- 三 軟體實作..... 117
- 四 硬體實作..... 137
- 五 問題與討論..... 138

第七章 投影机光学系统之导光管设计 139

- 一 实验目的..... 140
- 二 实验原理..... 141
- 三 軟體實作..... 152
- 四 硬體實作..... 165
- 五 問題與討論..... 165

第八章 显示器光学系统之直下型背光模组设计 167

- 一 实验目的..... 168
- 二 实验原理..... 168
- 三 軟體實作..... 184
- 四 問題與討論..... 206

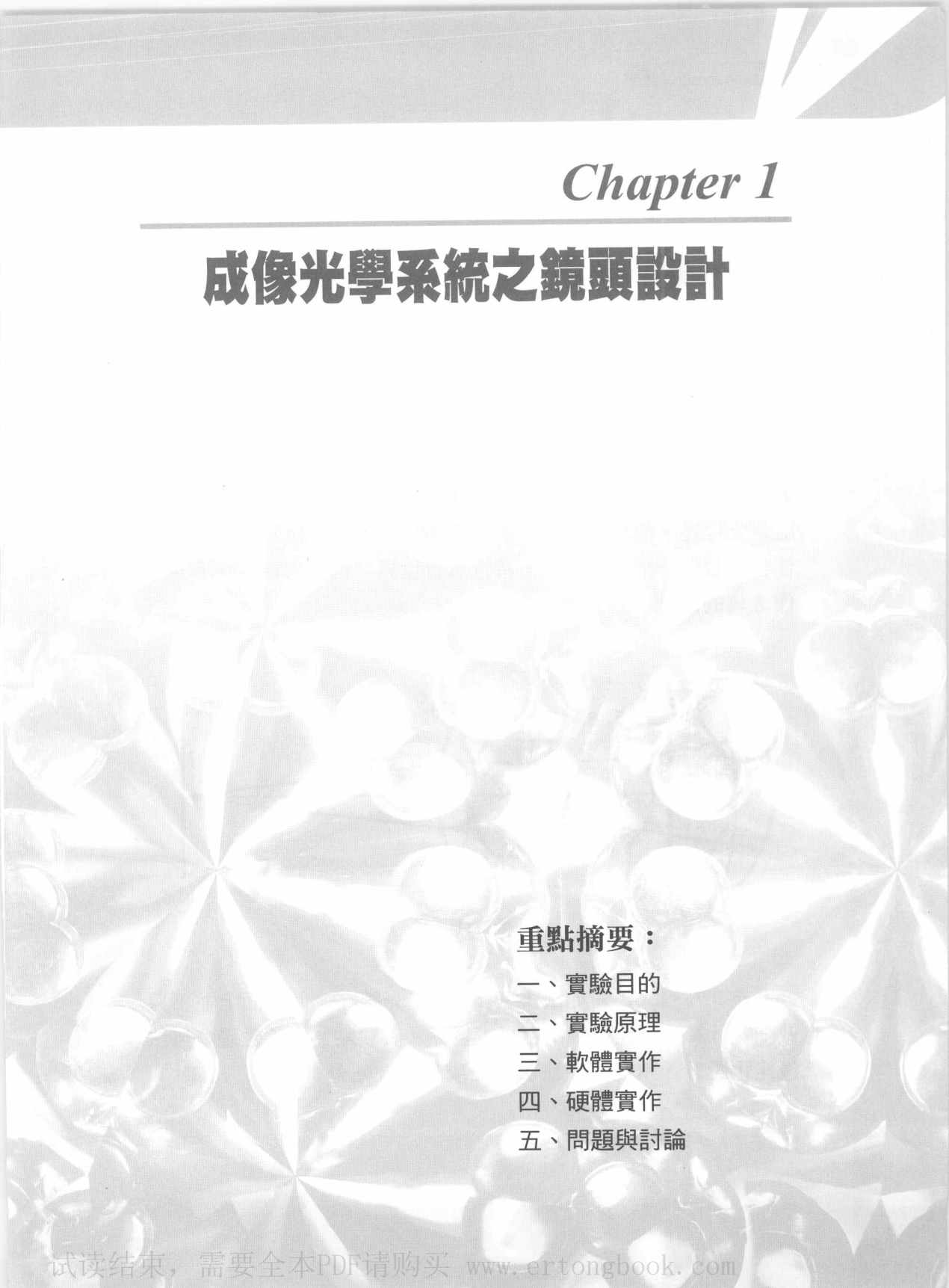
第九章 显示器光学系统之 PS converter 设计 209

- 一 实验目的..... 210
- 二 实验原理..... 210
- 三 軟體實作..... 217
- 四 硬體實作..... 235
- 五 問題與討論..... 239

第十章 光纖耦合系統 241

- 一 实验目的..... 242

一	實驗原理.....	242
二	軟體實作.....	248
四	硬體實作.....	261
五	問題與討論.....	262



Chapter 1

成像光學系統之鏡頭設計

重點摘要：

- 一、實驗目的
- 二、實驗原理
- 三、軟體實作
- 四、硬體實作
- 五、問題與討論

一 實驗目的

了解幾何光學系統中，序列式描光系統與非序列式描光系統的差別，並且介紹鏡片設計的基本概念。

二 實驗原理

首先讓我們先了解什麼是序列式描光，如圖 1-1 所示光線從表面 1 到 2 會依順序作計算，而不會從 2 到 6 到 3 到 1 等等，好處是光線在一個表面只做一次計算所以速度快。優點是可以作最佳化，公差分析；缺點是不接近真實世界。常運用在成像系統中作透鏡的設計。

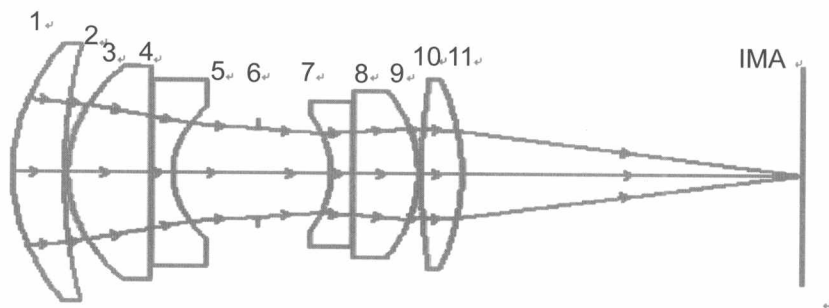


圖 1-1

而非序列式描光如圖 1-2 所示則是光線在一個表面上並不只做一次計算，因此比較接近真實世界。其缺點為光線數過多無法最佳化設計。常運用在照明系統或是雜散光分析上。

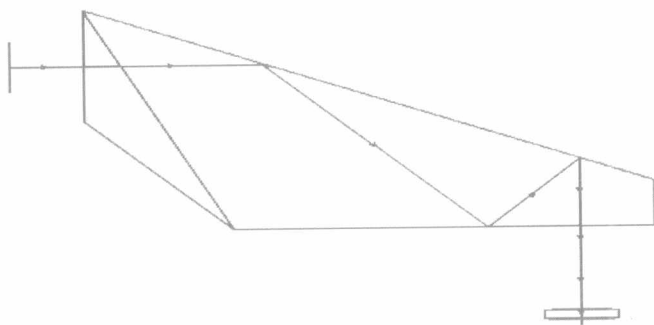


圖 1-2

簡單的說雜散光就是不想要的光，在光學成像系統中雜散光是因為光源在經過整個系統時部分的光到達不想要的地方去而引起的。而雜散光產生的方式主要有鬼影跟散射光兩種。

而在設計透鏡的過程中我們將採用薄透鏡假設以方便我們的設計。所謂薄透鏡是指透鏡沒有厚度。當然，這樣的透鏡是不存在的。但我們通常會忽略厚度對一個透鏡的影響，而且在除去透鏡參數中的厚度項後，將可簡化許多光學計算式子。對一個單一薄透鏡，孔徑欄就是此透鏡，所以軸光線是指由物體頂點經過透鏡邊緣的光線，而主光線則是由場邊緣經過透鏡中心的光線。較複雜的薄透鏡系統可以包含好幾個薄透鏡，所以由所有透鏡的欄形成的像必須決定瞳的位置優先於軸光束與主光束的軌跡。利用薄透鏡假設下成像公式 1-1

$$\frac{1}{S_o} + \frac{1}{S_i} = \frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad \text{式 1-1}$$

來建構透鏡並使用物距與像距的距離來計算其成像的放大率。

S_o ：物距

S_i ：像距

f : 焦距

n : 透鏡之折射率

R_1, R_2 : 為透鏡之曲率半徑

三 軟體實作

工具（所使用的軟體）

OSLO、TracePro

步驟

OSLO

1. 選定目標：首先叫出一個新的檔案如圖 1-3 所示；想要設計的單一透鏡系統，其中須包括系統的入光半徑、光源視場角、光源波長、曲率半徑、透鏡玻璃材質、透鏡與成像面間距、透鏡半徑。

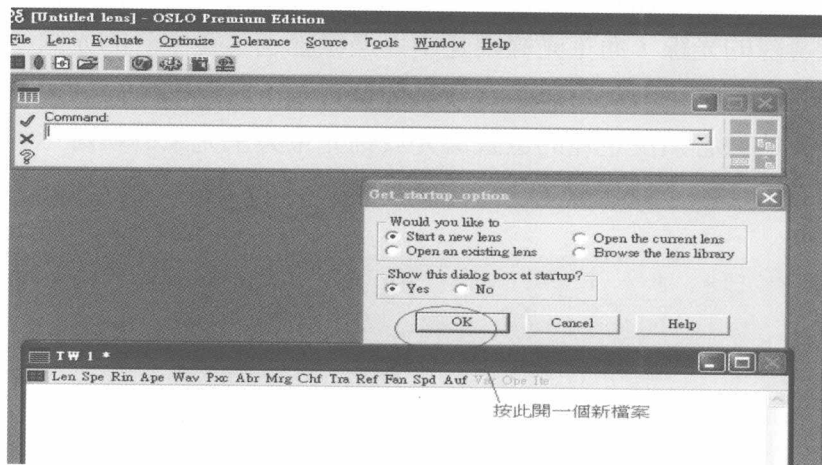


圖 1-3

2.這是你的工作場所，譬如你決定要用何種鏡片，幾個鏡片，鏡片的半徑、厚度、大小、位置……如圖 1-4 所示。設定系統資料包括系統的入光半徑、光源視場角、光源波長、透鏡玻璃材質。

(1)選取你要的光，在 surface data，按下 wavelengths，依喜好鍵入你要的波長，同時可選用不同的波長等如圖 1-4、圖 1-5。

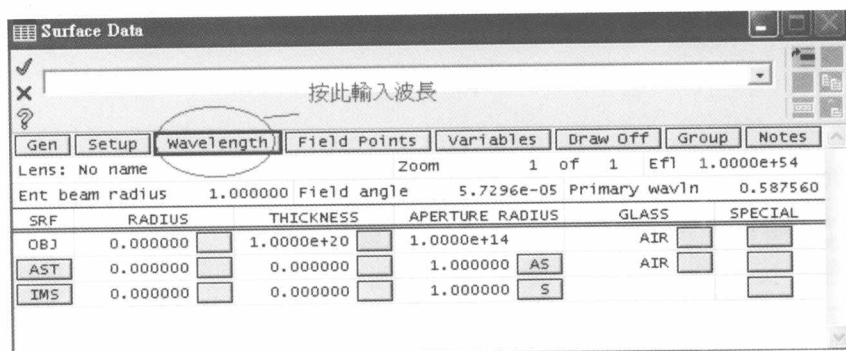


圖 1-4

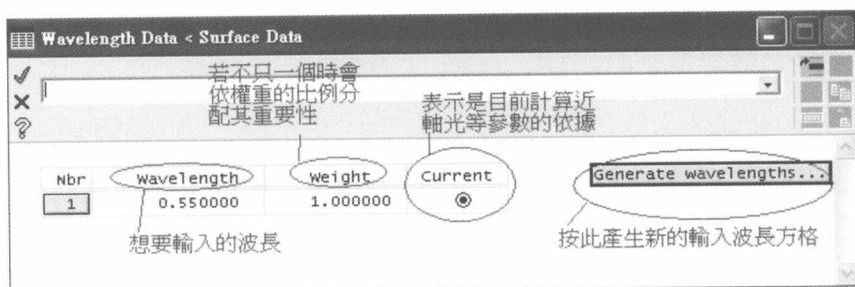


圖 1-5

(2)選取你要的視場角和入光孔徑大小，先進入 setup 去設定視場角的最大值與孔徑大小並且再到 field point 去設定除了最大的以外還要看哪幾個地方的視場角如圖 1-6 到圖 1-8 所示。

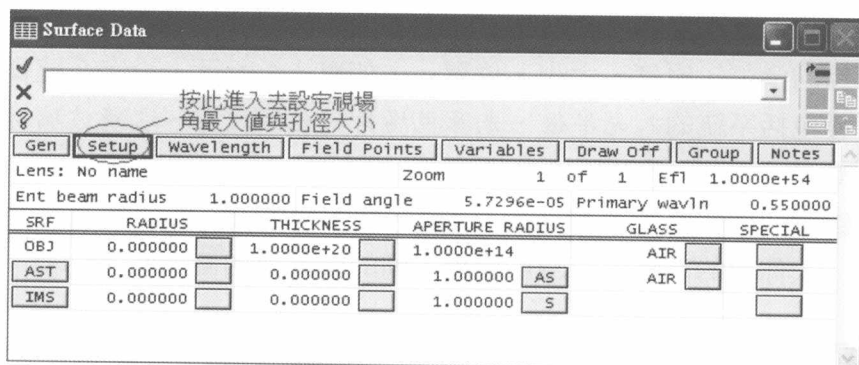


圖 1-6

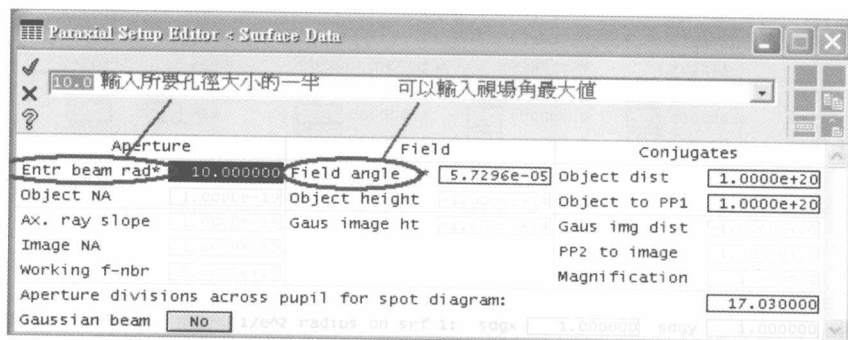


圖 1-7

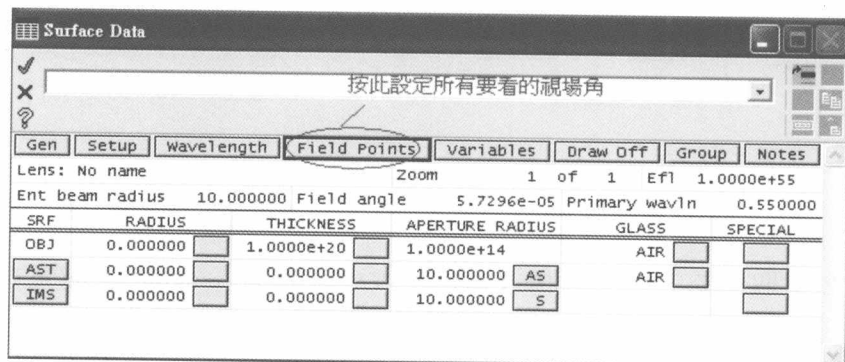


圖 1-8

(3)查看所要使用的材料是什麼，在 lens 下的 glass catalogs 的 browse database 查看想使用的廠商資料進入後觀看比較適合的材質如圖 1-9、圖 1-10 所示。

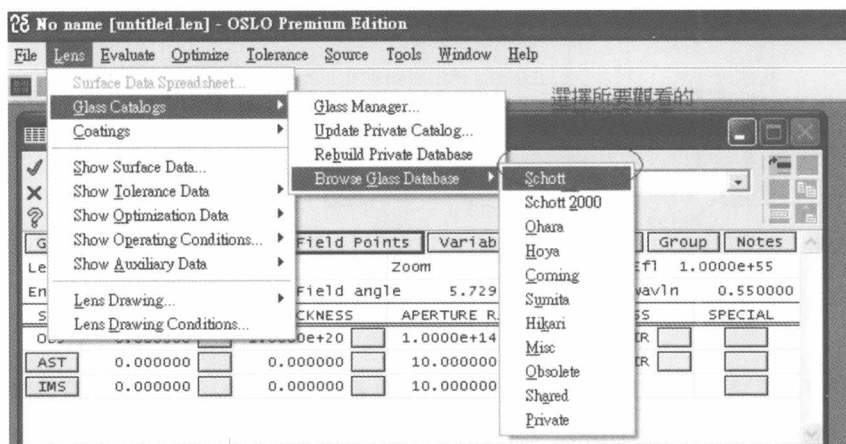


圖 1-9

Database ..Glass_schott.cdb < Surface Data

Schott.glc Glass Catalog

Menu	GlassName	Index(d)	Vnbr(dFC)	Density	dn/dT	TCE	mittan	Cost	Hardne	Chem
1	BAF13	1.668919	44.96	3.80	1.9	74	0.820	0.0	560	25513
2	BAF3	1.582670	46.47	3.28	1.9	78	0.980	2.3	480	10111
3	BAF4	1.605621	43.93	3.50	2.1	79	0.984	2.0	470	20211
4	BAF50	1.682727	44.50	3.80	0.6	83	0.830	4.4	610	21511
5	BAF51	1.652242	44.93	3.42	1.5	84	0.820	2.3	590	31512
6	BAF52	1.608589	46.44	3.32	0.6	84	0.950	2.2	520	21112
7	BAF8	1.623740	47.00	3.67	2.7	70	0.940	0.0	530	11412
8	BAF9	1.643277	47.96	3.85	3.4	65	0.920	0.0	540	22512

圖 1-10

3.我們要做出一個透鏡，所以需要兩個面，於是如下圖插入另一個面。