

科學圖書大庫

眼鏡光學

譯者 楊建人

徐氏基金會出版

R 778.3

YJRG 09398 92942

C.2

科學圖書大庫

眼鏡光學

譯者 楊建人

C0071080



徐氏基金會出版

WISS / 12

我們的工作目標

文明的進度，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力。在整個社會長期發展上，乃對人類未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，自應各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同將人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之收穫，已超越以往多年累積之成果。昔之認為若幻想者，今多已成爲事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，尤爲社會、國家的基本使命。培養人才，起自中學階段，此時學生對基礎科學，如物理、數學、生物、化學，已有接觸。及至大專院校專科教育開始後，則有賴於師資與圖書的指導啓發，始能爲蔚爲大器。而從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啓導後學，旨趣崇高，彌足欽佩！

本基金會係由徐銘信氏捐資創辦；旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利，民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，惜學成返國服務者十不得一。另曾贈送國內數所大學儀器設備，輔助教學，尙有微效；然審情度理，仍嫌未能普及，遂再邀請國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。以主任委員徐銘信氏爲監修人，編譯委員林碧鏗氏爲編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱工作。「科學圖書大庫」首期擬定二千種，凡四億言。門分類別，細大不捐；分爲叢書，合則大庫。爲欲達成此一目標，除編譯委員外，本會另聘從事

翻譯之學者五百餘位，於英、德、法、日文出版物中精選最近出版之基本或實用科技名著，譯成中文，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，內容嚴求深入淺出，圖文並茂。幸賴各學科之專家學者，於公私兩忙中，慨然撥冗贊助，譯著圖書，感人至深。其旅居國外者，亦有感於為國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬多寡，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，其報國熱忱，思源固本，至足欽仰！

今科學圖書大庫已出版一千餘種，都二億八千餘萬言；尚在排印中者，約數百種，本會自當依照原訂目標，廣讀進行，以達成科學報國之宏願。

本會出版之書籍，除質量並重外，並致力於時效之爭取，舉凡國外科學名著，初版發行半年之內，本會即擬參酌國內需要，選擇一部份譯成中文本發行，惟欲實現此目標，端賴各方面之大力贊助，始克有濟。

茲特拋誠呼籲：

自由中國大專院校之教授，研究機構之專家、學者，與從事工業建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究之學人、留學生；

大專院校及研究機構退休之教授、專家、學者

主動地精選最新、最佳外文科學名著，或個別參與譯校，或就多年研究成果，分科撰著成書，公之於世。本基金會自當運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。尚祈各界專家學人，共襄盛舉是禱！

徐氏基金會 敬啓

中華民國六十四年九月

譯者序

眼鏡光學 (The Principles of Ophthalmic Lenses) 爲英國倫敦大學實用光學系教授 M. Jalie 原著。內容包括眼鏡的理論及實用兩方面。不但可作大學教本，而且可供一般眼鏡從業人員之自修及參考之用。是一本價值甚高的專門論著。特將其譯成中文，以饗國內讀者。譯者對光學雖略窺門徑，究非專業人員，對於這方面所知不全。翻譯恐難達到理想境界。如有不當之處，尙希海內外學者先進不吝指正爲幸。

楊建人 謹識

民國六十六年於台北

再版序

有人說：一本書出版的時候，才是真正需要寫書的時候。因為總是等到出版以後，才發現許多小的錯誤，以及一些該修正的地方。我很感謝驗光師學會（The Association of Dispensing Opticians）給我這個機會來將初版更正並擴充之，各章所附習題是新增加的。

再版時，承 M. G. Aird（驗光師學會秘書）協助校對以及其他方面，特此致謝。

M. Jalie

倫敦 1972

初版序

本書之寫作希望能幫助填補眼鏡文獻中關於眼鏡理論研究之需要。雖然主要對象為眼鏡光學的學生，但本書仍具有高度實用性，可供眼鏡從業人員自修及參考。

毫無疑問，眼鏡光學之有今日的成就，應歸功於 H. H. Emsley 及 W. Swaine 所著“眼鏡鏡片”（Ophthalmic Lenses）一書。作者寫作本書時，亦多參考該一著作。

書中若干章節曾於“光學師”（The Optician）雜誌發表。關於特種鏡片之資料則多來自於製造廠商及技術資料，本人於此特致謝忱。

本人至感幸運，於教授光學課程中，曾得到多位同仁之協助。他們都在理論及實用光學上卓有成就。我特別感謝實用光學系系主任 L. Wray 先生對此書之協助，同時感謝 A. G. Bennett 給我的鼓勵。而 M. G. Aird 先生乃是實際助我出版本書者，出力尤多。最後我還要感謝一起和我研討許多有關問題的許多學生們。

M. Jalie

倫敦 1967

推 薦

專門研究眼鏡的教科書很少。對於執業光學師而言，此類書籍實最為重要。研究光學的學生尤須知道，眼鏡片之結構、設計、應用，及發展，更須知道鏡片應如何計算其鏡度及性能。

本學會很高興有機會出版 M. Jalie 教授有關此方面的這本著作。

本書不但為研究光學者的須閱讀，也可供我光學及眼鏡從業人員之參考。

R. W. Butler

英國驗光師學會 1967 年會長

再版推薦

世界各國光學教授學生，以及執業驗光師之迫切需要，促成 Jalie 教授這本著作之再版發行。本會負責再版工作，深感愉快。再版後在內容方面不但更為完整，而且更為合乎時宜。

本學會深信此書再版能對未來的光學師有更多貢獻。

R. A. Crosbie

英國驗光師學會 1972 年會長

目 錄

譯者序

再版序

初版序

第一章 緒 論

- 1 概 述..... 1
- 2 符號規則..... 3

第二章 球面透鏡

- 3 鏡度之測量..... 5
- 4 透鏡之視覺像移..... 6
- 5 球面透鏡之中和..... 7
- 6 透鏡面鏡度及形式..... 8
- 7 磨片工具..... 14
- 8 球面透鏡之識別與標記... 16

第三章 柱面及球柱面透鏡

- 9 概 述..... 20
- 10 柱面透鏡..... 20
- 11 旋轉試驗..... 22
- 12 正交柱面之性質..... 23
- 13 球柱面透鏡..... 25
- 14 球柱面透鏡之形式變換... 26

15 球柱面透鏡之標記及識別 27

第四章 環曲面透鏡

- 16 概 述..... 32
- 17 環曲面..... 33
- 18 環曲面透鏡..... 34
- 19 環曲面透鏡之片形轉變... 35
- 20 環曲面透鏡之識別..... 39

第五章 散光透鏡之軸方向

- 21 標準標示法..... 44
- 22 舊的軸標示法..... 45
- 23 處方寫法..... 46
- 24 眼鏡片之標劃..... 47

第六章 曲率、透鏡厚度及鏡度儀

- 25 曲 率..... 50
- 26 透鏡之厚度..... 51
- 27 弧矢公式..... 51
- 28 非圓形球面透鏡之厚度... 54
- 29 球柱面及環曲面透鏡之厚
度..... 54
- 30 柱面透鏡沿斜向之厚度... 55
- 31 弧矢之概略公式..... 56
- 32 眼鏡片之最小厚度..... 61
- 33 透鏡厚度之三角解法..... 62

0001377-78/15 1948.40元

34 鏡片厚度卡鉗	63
35 球面儀	63

第七章 眼用稜鏡

36 概 述	68
37 稜鏡的效用	69
38 稜鏡度之單位	69
39 稜鏡單位之相互關係	71
40 正切刻度尺	72
41 Orthops 刻度尺	73
42 稜鏡之厚度差	74
43 稜鏡之中和	75
44 底頂線標記法	76
45 稜鏡度平均分配於兩眼	77
46 稜鏡效果之合成與分解	78
47 在斜向度之稜鏡	82
48 旋轉稜鏡	83
49 近光稜鏡之有效鏡度	84
50 大頂角稜鏡	85

第八章 移心之稜鏡效果

51 概 述	89
52 移心透鏡	90
53 移心透鏡關係式	91
54 球面透鏡上任一點之稜鏡效果	92
55 球面透鏡之移心	92
56 移心透鏡之標劃	93
57 特別加工之稜鏡透鏡	94
58 平柱面透鏡之稜鏡效果	95
59 柱面透鏡之移心	96
60 球柱面之稜鏡效果	96
61 球柱面透鏡之移心	97

62 透鏡上任一點之稜鏡效果 (圖解法)	98
63 稜鏡效果之分析	106
64 差異稜鏡效果	109

第九章 鏡片之大小、形狀、 框架及視場

65 鏡片之大小	114
66 鏡片之形狀	115
67 形狀之切割因素	116
68 鏡片裝架	117
69 眼鏡片之視場	118

第十章 介質、透鏡加工、品 質及檢驗

70 天然介質	123
71 玻 璃	123
72 玻璃之製造	124
73 透鏡面之研磨	126
74 玻璃膠	130
75 塑 膠	131
76 鏡片之品質	132
77 鏡片之檢驗	136

第十一章 深度縮徑鏡片及雙 心鏡片

78 深度鏡片	139
79 負縮徑鏡片	141
80 正縮徑鏡片	147
81 雙心鏡片	150

第十二章 雙光鏡

82 概 述	155
--------	-----

- 83 子片有關名詞…………… 150
- 84 雙光鏡片之機械要求… 158
- 85 雙光鏡之光學要求…… 159
- 86 閱讀區之光心…………… 163
- 87 近光區之差異稜鏡效果 165
- 88 雙光鏡之定心公式…… 168
- 89 雙光鏡之進化…………… 173
- 90 上子片雙光鏡…………… 174
- 91 膠合雙光鏡…………… 176
- 92 膠合 Kryptok 雙光鏡 179
- 93 熔合雙光鏡…………… 180
- 94 特別熔合子片…………… 189
- 95 整體雙光鏡…………… 191
- 96 顯形整體雙光鏡………… 195
- 97 稜鏡子片整體雙光鏡… 200
- 98 其他整體雙光鏡………… 202
- 99 縮徑雙光鏡片…………… 205
- 100 雙稜鏡雙光鏡…………… 209
- 101 雙光鏡之識別，標劃及
畫線…………… 211
- 第十三章 複光鏡**
- 102 概 述…………… 219
- 103 三光鏡…………… 219
- 104 基本三光鏡…………… 220
- 105 熔合三光鏡…………… 221
- 106 整體三光鏡…………… 223
- 107 混合型三光鏡…………… 225
- 108 三光鏡之識別…………… 226
- 109 雙光鏡…………… 226
- 第十四章 有色及護目鏡**
- 110 概 述…………… 232
- 111 輻射光源及其對眼之效
用…………… 234
- 112 眼睛輻射之防護………… 236
- 113 反射，吸收與透光…… 236
- 114 吸收式濾光鏡片…… 246
- 115 塑膠吸收式濾光鏡…… 253
- 116 等色度濾光鏡…………… 253
- 117 偏極光濾光鏡…………… 254
- 118 感光變色濾光鏡…… 256
- 119 反射式濾光鏡…………… 258
- 120 抗反射膜…………… 260
- 121 眼鏡片對機械力傷害之
防護…………… 262
- 122 疊合安全透鏡…………… 263
- 123 強化鏡片…………… 263
- 第十五章 柱面透鏡**
- 124 散光透鏡之成像…… 267
- 125 柱 面…………… 271
- 126 透鏡之“斜向柱面鏡度”
…………… 273
- 127 斜交柱面…………… 280
- 第十六章 頂鏡度及厚透鏡**
- 128 概 述…………… 289
- 129 透鏡之有效鏡度…… 290
- 130 兩同軸薄透鏡之頂鏡度 290
- 131 等效鏡度…………… 294
- 132 厚透鏡…………… 299
- 133 眼之折射狀況及眼鏡片
，遠光（看遠）…… 305
- 134 精確形狀（或片形）轉
變…………… 313

135	近光眼鏡	322
136	驗光箱及鏡度中和	337
137	焦距儀	342
138	透鏡之光心	344

第十七章 透鏡之像差

139	概 述	350
140	薄稜鏡之色散像差	351
141	消色差稜鏡	352
142	薄透鏡之軸向色散差	353
143	消色差透鏡	355
144	薄透鏡之橫向色散差	356
145	雙光鏡之橫向色散差	358
146	單色光之像差	364
147	球面像差	365
148	彗形像差	372
149	斜射像散	375
150	透鏡中心區斜入光束之 像散	386
151	視場(像面)彎曲	389
152	畸 變	392

第十八章 眼鏡片之設計

153	概 述	398
154	斜射像散，視場彎曲及 遠點球面	400
155	點焦鏡片(遠光球面三 階)	403
156	點焦鏡片(近光球面三 階)	404
157	Tscherning 橢圓	405
158	眼鏡片設計	406
159	球柱面及環曲面鏡片	414
160	眼鏡片之畸變	415
161	眼鏡片設計之演進概況	418

第十九章 其他眼鏡片

162	等像眼鏡片	423
163	無焦性等像鏡片	433
164	望遠眼鏡	435
165	眼用放大鏡	438

習題答案	448
------	-----

第一章 緒 論

1. 概 述

眼鏡的透鏡理論乃是以幾何光學之基本定律應用於眼鏡片而已。眼鏡片乃是將射入眼睛的光束，改變其聚散率之一種光學工具。透鏡 (lens) 一詞最初來自於拉丁文的扁豆 (lentil seed)。所謂透鏡乃是由兩個拋光面所包圍之光學介質。兩面之中至少有一面為曲面。曲面可為球面、柱面、環曲面 (即彎曲之柱面)，或非球面 (如橢圓面、雙曲面等)。至於平面亦可視為半徑為無窮大之球面。眼鏡片亦可用於調節進入眼睛之光量或保護眼睛之安全。例如有色鏡片及安全眼鏡等。

所謂光學介質乃是通過光線之任何物質，大部份光學介質為等方性 (isotropic)，即光在介質中任何方向之進行速度相同。用於製造眼鏡片之物質的有下列三類：

(1)天然介質：石英、(一般相信，最早之透鏡係由寶石或半寶石如翡翠、紫水晶、黃水晶、紅寶石等製成)。

(2)玻璃：

- (a)硬白皇冠眼鏡玻璃；
- (b)鉞玻璃及鉞皇冠玻璃；
- (c)火石玻璃。

(3)塑膠：

- (a)自甲基丙烯酸製成之透明熱塑膠；
- (b)丙烯乙二醇碳酸鹽 (allyl diglycol carbonate) 即 CR-39。

透鏡之兩個面可互傾成一角度，謂之含稜鏡透鏡。在眼鏡業中，稜鏡多用於修正眼球轉動操縱肌之缺陷。

眼鏡片置於光束路徑中，乃因透鏡折光面及其厚度而發生作用。如果平行入射光束被會聚於透鏡後一點，此透鏡謂之會聚透鏡 (converging lens)。圖 1 所示即為一會聚透鏡將平行入射光聚進於一點 F' 之情形。

2 眼鏡光學

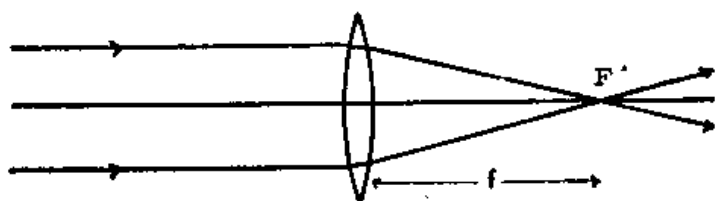


圖 1 會聚透鏡之作用。

F' 謂之透鏡之第二主焦點，由透鏡之背面至 F' 之距離謂之焦距。以 f 表之。圖 2 所示為透鏡面之各種不同組合，均為聚合透鏡。此等透鏡之中央部份較邊緣為厚，一般情形，會聚透鏡表示如圖 7 a。

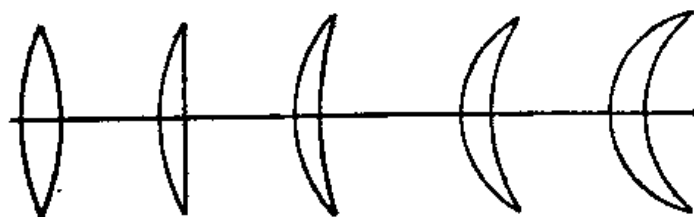


圖 2 會聚透鏡之不同剖面形式。

如果平行入射光被透鏡發散，則光線經透鏡折射後，好像係自透鏡前一點發散出來，此透鏡稱為發散 (divergent)。圖 3 所示即為發散透鏡。 F' 為其第二主焦點， f 為其焦距。圖 4 所示為不同剖面形式之發散透鏡，中央部份均比邊緣為薄。一般情形，發散透鏡表示如圖 7 b。

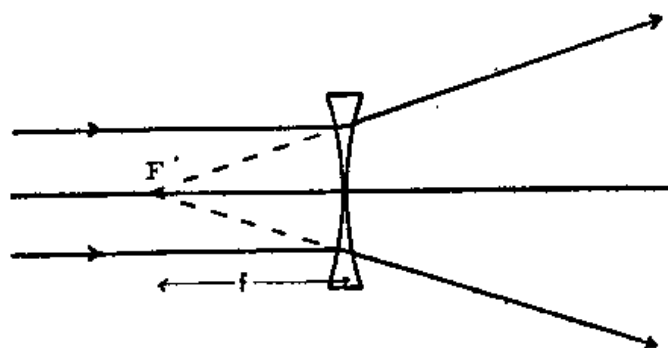


圖 3 發散透鏡之作用。

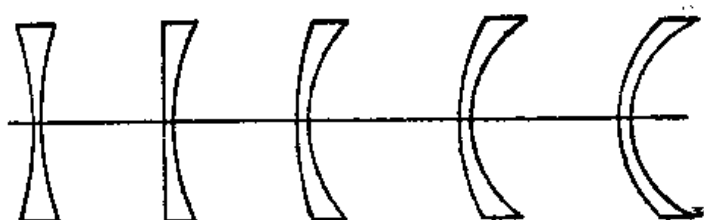


圖 4 發散透鏡之不同剖面形式。

本書所用之名詞大部份採用英國眼鏡業之標準名詞，所參考之標準 (British standards) 如下：

- BS 2724 強烈陽光防護濾光鏡。
- BS 2738 眼鏡鏡片。
- BS 3062 眼鏡片材料。
- BS 3162 視力檢查鏡片。
- BS 3199 眼鏡片之測量、方法及詞彙。
- BS 3521 眼鏡片及鏡架之名詞彙編。

2. 符號規則

(一)機械方面 圖 5 所示為以 C_1 及 C_2 為中心， r_1 及 r_2 為半徑之球面在紙平面之痕跡。兩相交球面以 C_1 及 C_2 之連線為對稱，故 C_1 及 C_2 稱為透鏡之光軸。 A_1 及 A_2 稱為透鏡之頂點 (Vertices)， A_1 為前頂點， A_2 為後頂點 (back vertex)， A_1A_2 之軸向厚度即為透鏡之中心厚度 t 。透鏡之光心 (optical centre) 在光軸上，常在 A_1 及 A_2 之間。但有例外。通常情形

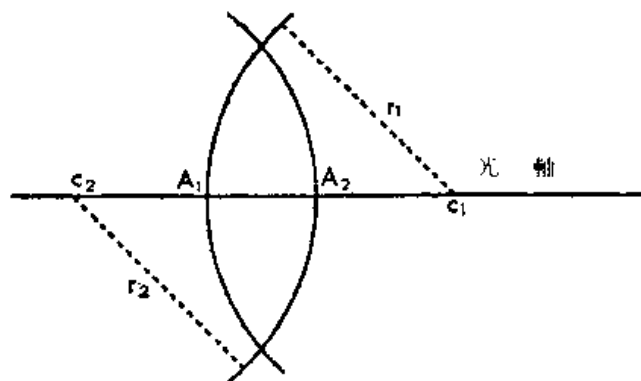


圖 5 機械符號規則。

4 眼鏡光學

，透鏡甚薄，則 A_1 及 A_2 可假定與光心重合。而光心則為透鏡與光軸之交點。

(二)數學方面 本書所採用之符號係按物理學會所建議之卡迪生系統 (Cartesian system)，該會於1934年提出一篇報告“幾何光學教學法”。

所有光線均假定從左至右而行，自透鏡面向左度量之距離為負，向右度量之距離為正。自光軸向下度量者為負，向上度量為正。角度之度量則自光線轉至光軸，順時針為負，反時針為正 (圖6)。

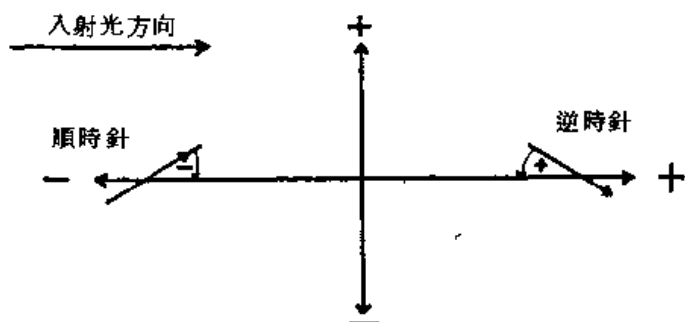


圖 6 光學符號規則。

第二章 球面透鏡

3. 鏡度之測量

(一)吋標示法 過去，透鏡之鏡度常以其焦距之吋數標示之，例如：焦距為1吋，謂之“一號”透鏡，焦距為3吋，謂之“三號”透鏡，餘類推。此種標示法有甚多缺點，各國所用之長度單位不完全相同，而且兩三片透鏡結合一起時，其總焦距並非各焦距之和。

(二)“度”數表示法 現代眼鏡片鏡度之標示單位為鏡度 (dioptré)，係由 Strasbourg 的一位眼科醫生 F. Monoyer 於 1872 年所提倡，以焦距之公尺之倒數表之。焦距為一公尺 (meter) 或 100 公分 (cm)，為一鏡度，焦距為半公尺或 50 公分，則為 2 鏡度。

如果以 F_D 表示透鏡之鏡度， f 表示焦距，則

$$F_D = \frac{1}{f(\text{公尺})} = \frac{100}{f(\text{公分})} = \frac{1000}{f(\text{公厘})}$$

如果為聚合透鏡 (圖 2)，又稱為正透鏡，在其鏡度前附一“+”號，由於正透鏡之第二主焦點在透鏡之右邊，故其焦距為正。如果為發散透鏡 (圖 4)，又稱為負透鏡，在其鏡度前附加“-”號，由於負透鏡之第二主焦點在透鏡之左邊，其焦距為負。透鏡之曲面為球形，故稱為球面透鏡，以 DS (dioptré of spherical power) 表示。鏡度標示法通常以 $\frac{1}{4}$ DS 為級距，如 ± 0.25 DS, ± 0.50 DS, ± 0.75 DS, ± 1.00 DS 等，通常均寫至兩位小數。透鏡之鏡度為零，以 0.00 DS 或以數學符號 ∞ 表示，稱為無焦透鏡，或平面透鏡 (plano lens)。

有時候，鏡度標示以 $\frac{1}{8}$ DS 為級距，仍採用兩位小數。將 $\frac{1}{8}$ DS 變為小數時其第三位小數之“5”予以捨棄，而寫為 0.12 DS，但是在計算 0.12 與 0.12 相加時，此捨棄之“5”仍應計算在內即 $0.12 + 0.12 = 0.25$ 。

$\frac{1}{8}$ DS 系統如下：