

科學圖書大庫

實用光學與光學工程

(第一冊)

光與紅外光輻射之偵檢

譯者 楊建人

徐氏基金會出版

譯 者 序

“實用光學與光學工程”(Applied Optics and Optical Engineering)是套很有價值的光學方面的專門著作，全套共五冊，這是其中的第一冊。

由於本書內容過於專精，涉及一些高深理論，翻譯起來確是一件非常艱鉅的工作，雖然本人對於光電方面略有基礎，仍費了不少腦筋與精力，才勉強完成此一任務。

個人學識能力畢竟有限，翻譯不妥當之處，在所難免，尚希海內外學者專家不吝指正為幸。

楊建人 謹序於台北
民國六十五年九月一日

原 序

近若干年來，一門新的工程業已興起，即研討光學儀器之理論，設計，製造，測試及應用。目前在美國及其他國家已有數百廠家，從事於成千上萬不同光學器材之製造，此等光學器材在工業上，科學上，醫學上，軍事上，以及在太空方面和日常生活方面均極為重要，然而光學工程畢竟是一門很年青的學問，今近世界各國，仍祇有少數學術機構將光學工程作為獨立教學課題。在傳統上，光學儀器之發展僅為少數技術專家之事，這些專家多少都受過工程或科學訓練，他們把知識及技術一代一代傳授其後繼者，到十九世紀後期，亞伯（Abbe）堅持蔡斯工廠（Zeiss Works）對任何光學儀器之製造，必須先在紙上作完整之設計。這實在是一革命性的主張，甚至一件光學儀器圓滿製成後，尚須作詳細測試，試用以發掘其優劣點而求改進。

光學工程需要高深知識，今日已有不少青年，由物理，機械，電機，或其他科系轉入光學領域中，他們發現一般的物理及工程教科書不能滿足光學工程的需要，對於光學儀器之設計，試驗，及使用急需大量而有實用價值的知識。在化學，電子，及各種工程方面早已有技術手冊之編印，可是在光學方面，各種知識及資料尚散置於各處。

因此，我們希望藉這幾本書來提供之實用光學多方面的資料與知識，作為光學設計工程人員參攷之用。本書主旨不僅在於充作教材之用，尤着重於現有各種光學裝備及器材之操作原理之說明討論，因而不惜將儀器設計當中的機械部份予以省略。

本書內容分為五十章，各由專家執筆，若干章內容幾乎全為電子方面，足見今日電子與光學之密不可分，至於各章內容深淺不一，則由於各位作者之興趣與背景多不相同，實為不可避免情形，各章中之數學方面都盡量減少，有關雷射，微波，X光等因其發展迅速尚未定型，或過於專門，故未納入，唯與光學不可分之紅外光及紫外綫則包羅無遺。

五十章分別歸納於五類而成五冊。第一冊討論光與紅外光輻射之偵檢。第二冊討論光學組件及其製造使用等。第三冊討論某些主要光學儀器，尤其着重於照相設備。第四冊討論攝譜儀及其他光學儀器。第五冊討論光之產生與改變及像之形成。

本書限於篇幅，無法將其他許多實用光學及光學工程題材全部包括在內，讀者如有需要，可查攷其他專著，以補其不足。

目 錄

譯者序

原 序

第一章 人眼及視覺…………… 1

第一節 人眼光學…………… 1

- A. 成像機構…………… 1
- B. 點光源之像…………… 5
- C. 視線…………… 7
- D. 網膜像之大小…………… 8
- E. 眼之折射及適應…………… 9
- F. 網膜之亮度…………… 12
- G. 網膜光學…………… 13
- H. 眼內之迷光…………… 14
- I. 網膜之像模糊…………… 15
- J. 眼內現象…………… 18
- K. 網膜之刺激…………… 18

第二節 視感機構…………… 21

- A. 網膜外皮通路…………… 21
- B. 色感性質…………… 22
- C. 促成色視覺之機構…………… 23
- D. 亮度之測量…………… 23
- E. 色彩…………… 25
- F. 色彩之心理分類…………… 29
- G. 絕對亮度下限…………… 29
- H. 對比邊界之視度…………… 30
- I. 明亮，陰暗及飽和…………… 35
- J. 明暗之適應…………… 36
- K. 色彩之適應…………… 39

L. 細微之識別…………… 40

M. 重複性週期…………… 44

N. 色盲與夜盲…………… 46

第三節 眼之轉動…………… 49

A. 轉動中心…………… 49

B. 主視線方向改變…………… 50

C. 眼之滾轉…………… 50

第四節 雙目視覺之合併…………… 50

A. 視覺合併之機構…………… 50

B. 視線之會集及眼滾動…………… 50

C. 視感之合併…………… 51

D. 立體感…………… 51

E. 雙目突視感…………… 51

第五節 視覺之空間感…………… 51

A. 空間色感之分佈…………… 51

B. 色彩投射中心之確定…………… 52

C. 視感方向與視線之關係…………… 52

D. 視覺定向…………… 52

E. 兩個視網膜之對應…………… 53

F. 視錨點像之方向感…………… 53

G. 距離感…………… 53

第二章 立體鏡學…………… 57

第一節 單目與雙目視覺…………… 57

第二節 立體照相機及立體鏡…………… 62

第三節 立體影像…………… 68

第四節	立體電影	75
第三章	照相感光劑	81
第一節	黑白(單色)底片感光劑	81
A.	D-Log E 曲綫	81
B.	感光劑速度	83
C.	其他感光特性	86
D.	感光劑之顆粒結構	90
E.	分解力與清晰度	91
第二節	黑白(單色)正片感光劑	95
A.	印相紙	95
B.	直接正片材料	97
C.	感光硬化表面防護劑	97
第三節	彩色感光劑	97
第四節	感光劑之特性	98
第五節	一般參考文獻	119

第四章 鏡頭與軟片之配合 121

第一節	促使影像不佳之物理性質	121
A.	清晰度	121
B.	波鋒面誤差	122
C.	感光層之光散射	122
D.	由點展開函數對影像之計算	123
E.	能自影像獲知實物?	123
第二節	微粒狀況	124
A.	用微影像密度計測量	124
B.	利用傅氏成份(Fourier Components)測量	126

第三節	細微複印之傅氏理論	127
A.	光學，調制及相轉換函數	127
B.	轉換函數之合併	128
C.	一度空間的正弦傅氏成份之有效性	129
第四節	調制轉換函數之測量	130
A.	感光材料	130
B.	鏡頭	131
第五節	清晰度之標示法	133
A.	資料內容	133
B.	分解力	134
C.	人眼之調制轉換函數	136
D.	其他標示法	137
E.	各標示法間之關係	137
第六節	實用	138
A.	一般考慮	138
B.	空中照相	139

第五章 光學影像之照明 141

第一節	小平面光源發射之光通量	141
第二節	圓形光源之軸向照明	146
第三節	圓形光源之斜向照明	154
第四節	視覺系統	165
第五節	放映系統	167

第六章 光電器材 172

第一節	光電管與光電池	172
A.	概述	172
B.	光電管	172
C.	光電導阻管	179
D.	光電接合晶體	181

E. 光電伏打電池(太陽電池, 障礙層電池).....	181
第二節 電視訊號之產生	183
A. 電視攝影管.....	183
B. 儲影攝影管.....	185
C. 視影管及有關像管.....	188
D. 光電發像管及其他像管.....	192
E. 其他器材.....	196
第三節 顯像器材	197
A. 螢光劑之特性.....	197
B. 電視影像管.....	200
C. 儲影展示管.....	203
D. 影像加強管及影像變換管.....	205
E. 電晶體影像加強器.....	207

第七章 電視光學.....208

第一節 電視系統特性	208
A. 掃描過程.....	208
B. 分解力.....	210
C. 訊號雜音比.....	211
D. 色彩.....	211
第二節 飛點掃描器	212
A. 照度與訊號強度.....	212
B. 不透明體與三度空間物體.....	213
C. 透明物.....	214
D. 彩色掃描器.....	214
第三節 電視攝影機及集光發像管	215
A. 各型攝像管.....	215
B. 一般特性.....	216
C. 色彩.....	216

D. 像大小及照度.....	217
E. 透鏡.....	219
第四節 影片放映機及電視影片攝影機	220
A. 幻燈片.....	220
B. 電影片.....	220
C. 照度控制.....	224
D. 繼電系統.....	224
第五節 影像展示器	225
A. 直接觀看映像管.....	225
B. 自映像管放映於銀幕.....	226
C. Eidophor 放映機.....	227
第六節 電視錄影	227
A. 單色.....	227
B. 彩色.....	228

第八章 紅外光偵檢器.....231

第一節 概述	231
第二節 偵檢器參數	232
A. 偵檢力.....	232
B. 反應速度.....	234
C. 光譜反應.....	234
第三節 偵檢器參數測量	234
A. 偵檢力.....	234
B. 光譜反應.....	237
C. 反應速度.....	239
第四節 光子偵檢器	240
A. 一般討論.....	240
B. 偵檢力之理論限度.....	241
C. 內在偵檢器.....	243
D. 雜質驅動偵檢器.....	248
第五節 熱偵檢器	254
A. 一般討論.....	254

- B. 熱電偶.....254
- C. 輻射熱測定器.....255

第六節 各種短紅外光(Near infrared)偵檢器 ...258

- A. 照相軟片.....258
- B. 螢光劑.....258
- C. 光電效用表面.....258

第七節 偵檢器之冷卻.....258

第九章 紅外光裝備.....260

第一節 概述.....260

第二節 紅外光光學另件.....261

- A. 一般考慮.....261
- B. 浸入透鏡.....262
- C. 鏡錐，光管，及光學纖維.....264
- D. 半導體紅外光調制器.....265

第三節 阻斷及掃描技術.....267

- A. 一般考慮.....267
- B. 阻斷器及刻綫鏡.....267
- C. 掃描圖形及技術.....267

第四節 資料處理及展示.....270

- A. 一般考慮.....270
- B. 訊號增強法.....271
- C. 紀錄與展示.....272

第五節 紅外光系統及其特點 272

- A. 成像系統.....272
- B. 進踪系統.....276
- C. 監視系統.....278
- D. 分析與控制系統.....279
- E. 通訊系統.....280

第一章 人眼及視覺

人眼就是一付光學儀器，為光學之發源處所，人眼在光學的領域中佔有極重要的位置，事實上，許多許多的光學儀器包括顯微鏡，望遠鏡及眼鏡等都是特別為人眼而設計的。

第一節 人眼光學

A 成像機構

1. 眼之折射機構

a. 折射面 眼的折射機構乃是由許多折射面組成，包括角膜之前折射面及後折射面，以及晶狀體之前後表面（如圖1）

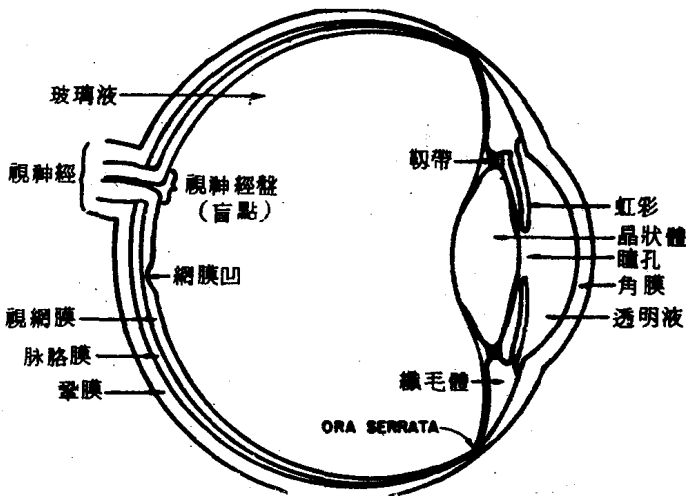


圖1 右眼之橫切面

2 實用光學與光學工程 (第一冊)

角膜，透明液，玻璃液均可視為組織均勻之介質，而晶狀體之折射率則是由外而內逐漸增加。

b. 眼之結構圖 為便於說明眼之成像原理，吾人常以眼之結構圖代表實際人眼，此結構圖係 Helmholtz 創造如圖 2 所示，Helmholtz 以單一折射面代替角膜，分隔空氣與透明液，並假定晶狀體之折射率為均勻，所有折射面均以同一光軸為中心。

Helmholtz 選擇眼之前曲面之半徑，代表成年人眼之前角膜面之平均半徑，晶狀體前曲面與角膜前曲面之距離係實際測定而得，晶狀體之厚度及其曲率半徑均與實際數值相近，透明液及玻璃液之鈉光 (589 m μ) 折射率定為 1.338 與實際數值相近，晶狀體之折射率則平均為 1.455，後來 Laurantance 將 Helmholtz 所訂之折射率由 1.338 改為 1.333 (或 4/3)，由 1.455 改為 1.45 以使眼之前焦距及後焦距成為整數的 15 及 20 厘米。

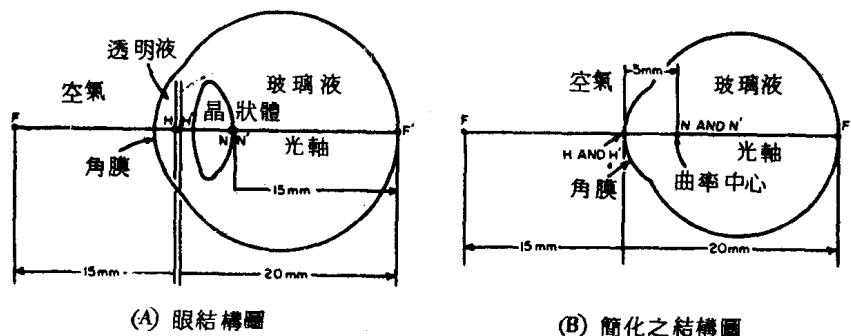


圖 2 Helmholtz 之眼結構圖及簡化之結構圖

折射面之曲率半徑、位置、以及介質之折射率等乃是人眼的主要光學常數，如表 1 所示，此等數值均以鈉光為基礎 (589 m μ)。

表 1

眼結構圖所採用之光學常數 (眼肌於放鬆狀態下)

1. 自角膜至晶狀體間之距離	3.6 mm
2. 晶狀體厚度	3.6 mm
3. 曲率半徑	
角膜	8 mm
晶狀體前曲面	10 mm
晶狀體後曲面	6 mm
4. 折射率 (鈉光為準)	
透明液	1.333
晶狀體	1.45
玻璃液	1.333

表 II 所列係 Helmholtz 結構圖之若干有用諸元，這些諸元亦係根據光學常數導來，Helmholtz 假定視網膜位置恰在後焦點上（距角膜 22.38 mm），Stenstrom 曾用 X 光方法測得一千人之平均距離為 24.03 mm，Helmholtz 所訂之晶狀體折射率及其厚度，以及後曲面之曲率均有重新訂定之必要。

表 II
眼結構之諸元（係自各光學常數導來）

1. 自角膜至第一主面距離	1.95 mm
2. 第一與第二主面間距離	0.43 mm
3. 前焦距	-0.15 mm
4. 後焦距	0.20 mm
5. 角膜至後焦點距離	22.38 mm
6. 角膜至入光瞳距離	3.04 mm
7. 出光瞳至視網膜距離	18.65 mm
8. r' 與 r 比值	0.805

c. 簡化之眼結構圖，Helmholtz 之眼結構圖曾被 Laurance 再加以簡化如圖 2(B)，以單一折射面取代角膜與晶狀體，眼球內部之介質假定為均勻之折射率 1.333，此介質與空氣接觸面構成唯一之折射面，此折射面之曲率經任意增大以彌補省略晶狀體之效果，使此眼之總折射率與 Helmholtz 眼相同。

在此簡化結構中，兩主平面相重合並與眼之前曲面相切，兩節點則與前曲面之曲率中心相合，前後焦距保持與 Helmholtz 眼相同，一般言之，此簡化結構所代表者與 Helmholtz 眼相等，對於研究眼之成像作用極為有用。

2. 視網膜 眼之視網膜即是相當於照相機中的軟片，其構造為多層細胞纖維及細胞體組成，網膜之感光部份佈滿眼腔內壁之大部份而與纖毛肌相接（如圖 1）

圖 3 所示為網膜之切面圖，主要元素為感光子（即神經桿與錐）形成網膜之底層，感光子接受光的刺激後產生電動勢傳達至雙極細胞層，其次是灰質神經核，受到雙極細胞之刺激後產生神經衝動，此等衝動經由灰質神經核傳達至光學神經纖維。

當我們提到網膜，即可想像它是眼腔內壁一層膜狀物，影像即顯現於膜上，也可想像它是一塊馬賽克狀的膜，我們可分成幾個階段來分析整個的視覺程序：首先，我們可以想像光綫分佈於一張馬賽克上，然後我們就網膜光

學的观点來研究。

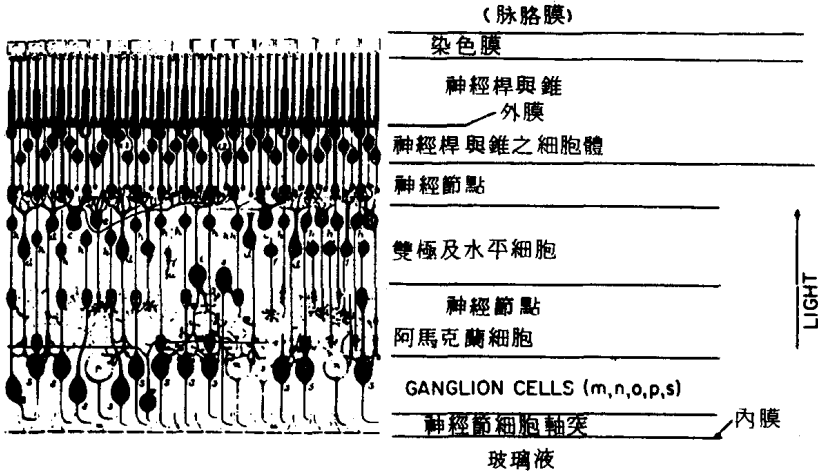


圖3 視網膜 根據 Polyak 氏之結構圖

網膜上最重要的一個區域乃是凹坑區，凹坑的中央沒有神經桿，祇有神經錐，寬約0.4mm，對於第二節點之張角為 1.5° ，環繞凹坑之斑點區含有色質斑點，此區域較無桿區略大，距凹坑中心約1.8mm處，色質漸減至可忽略的程度，凹坑中心區之灰質神經細胞數是約為每個感光子中有一個，在網膜週邊區，則每兩百個感光子中僅有灰質神經細胞一個。

凹坑中心點為成像點，略顯突起，此即為整個方向感覺之錨點（anchor point）。

3. 瞳孔與成像的關係 瞳孔為虹彩上的一個開孔，虹彩緊貼於晶狀體之前曲面，瞳孔的大小可以改變，由伸縮肌之伸縮作用以操縱之。

瞳孔對於網膜上之成像作用極為重要，由瞳孔之放大或縮小將影響像之照度及明晰，由幾何光學而言，瞳孔乃是整個眼光學系統之口徑光闌（aperture stop）。

入光瞳與瞳孔因角膜之折射而形成共軛關係，出光瞳與入光瞳則因眼之整體折射機構而形成共軛。入光瞳比實際瞳孔大，其位置亦較瞳孔略前，出光瞳則在瞳孔之後，且比入光瞳為小。

當我們看別人的眼所看到的瞳孔即是入光瞳，此入光瞳可以實驗方法直接測量之，其位置及直徑都可直接定出，而實際的瞳孔以及出光瞳之位置及大小却祇能由計算而得。

瞳孔的直徑係由虹彩週圍的肌肉所操縱，在黑暗中之瞳孔可擴大至 8mm，而在強光中可縮小至 2mm，在普通情況下，瞳孔約為 3 或 4mm，瞳孔的伸縮依網膜上所受光綫強弱而定，兩個瞳孔之大小經常相等，當兩眼同時張開時，瞳孔之直徑比單目張開時為小。

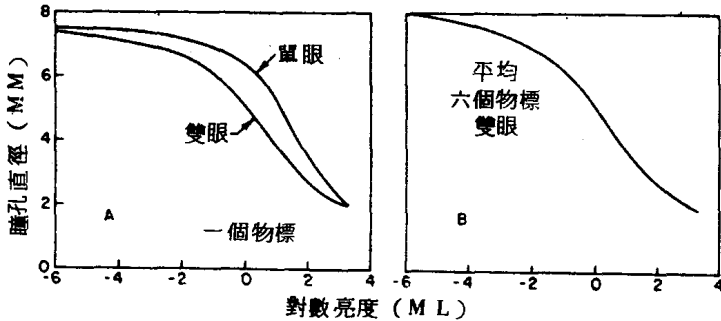


圖 4 以單眼及雙眼注視大片視場之不同亮度，瞳孔直徑的變化

眼睛若需作視力調節，瞳孔亦隨之縮小，隨年齡之增長，瞳孔之平均直徑亦漸減，Reeve 所作之實驗結果如圖 4 B 所示，圖 4 A 所示乃是用單眼及雙眼注視同一物標所得結果之比較。

B 點光源之像

1. 主光綫 一光束之主光綫進入眼中係通過入光瞳之中心點 (O)，經過折射後即通過實際瞳孔之中心，主光綫進入玻璃液後，通過出光瞳之中心點 (O') 如圖 5 所示。

2. 無像散眼中之模糊圈 (Blur Circles) 瞳孔之主要作用為限制模糊圈之大小，前面所述之眼之結構圖中，因假定各折射面均為確實球面並以光軸為中心，故凡對靠近光軸之物點所成之像應無像散。在這樣的眼睛中，靠近光軸之物點所發出之光束進入玻璃液時，形成一圓錐形而以出光瞳為底，然後經折射而聚焦於眼腔之頂點如圖 6 所示，此點即為物點之像，其位置或在網膜之前，或在網膜之後，若此點正好在網膜上，則成為物點之像點，若在網膜之前後，則落於網膜上之像為一模糊圈，由圖 6 可以顯然看出，模糊圈之大小乃由出光瞳之大小，以及像與網膜之距離而定。

3. 像散差 (Astigmatism) 由點光源所發出之光束並不一定聚焦於一點

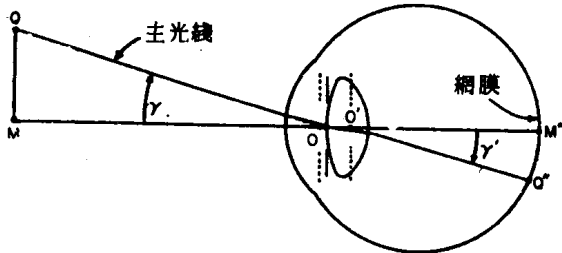


圖 5 主光線 (From Fry.¹)

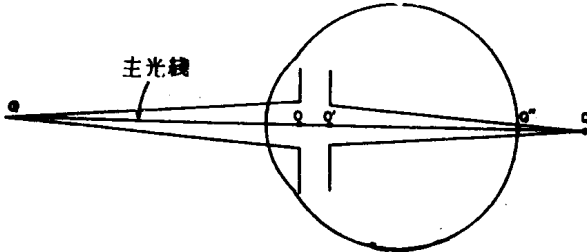


圖 6 未聚焦之模糊圈

，最常見的現象是像散，圖 7 所示即為由出瞳射出之光束發生像散情形，

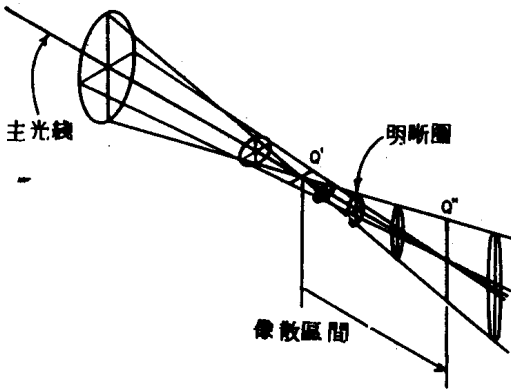


圖 7 像散模糊圈 (From Fry.¹)

在垂直面內之光綫聚焦於 Q' ，水平面內之光綫聚焦於 Q'' ，光束之橫切面大致都成橢圓形，但在 Q' 變成一水平綫，在 Q'' 變成一垂直綫，在此兩直綫間之某位置則變成一圓形，網膜上所截取之光束橫切面即有此像散現象。

像散之主要原因有二：第一，主光綫可能對一個或數個折射面不垂直。第二，一個或數個折射面可能不為球面而為圓桶面。

像眼睛那樣具有多折射面之系統，難免會有各種不同組合之傾斜面及圓桶面，若欲一一加以分析頗不可能，實際上，吾人僅對總像散量加以測定即可，惟獨角膜的圓桶面程度可予單獨測量，各折射面之傾斜亦可概括觀測之。

C 視線

1. 視線 (line of sight) 凡在主光綫上之物點將在網膜上產生同心模糊圓或橢圓，因此，主光綫之入射路徑亦謂之視線。

2. 主視線 (the Primary Line of Sight) 會聚於入光瞳中心的各視線(或主光綫)之中，有一條綫却特別重要，當一個人把一眼遮住，用另一眼注視於某點，他就是將那隻眼釘住某物標，但是由於眼部的輕微顫動及游動，視線無法完全穩定不動，我們可以想像視線真正指定的方向乃是所成之像正好落於網膜正中凹坑的中心點，此點稱之為錨點，通過此錨點之主光綫即是主視線。

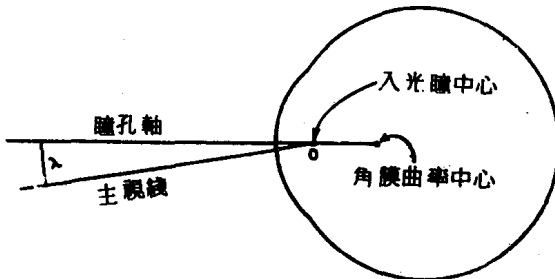


圖8 λ角 (From Fry.1)

3. Lambda 角 習慣上吾人常以主視線與瞳孔軸之關係位置來確定主視線之位置，瞳孔軸常可以客觀方法測定之，此軸應與角膜前曲面垂直並通過瞳孔中心，瞳孔軸與主視線間之夾角為 λ ，通常在水平方向入角約為 5° (圖8)，以眼結構圖作各項計算時，常假定瞳孔軸與眼之光軸相重合。

4. 視野 (Visual Field) 眼之視野乃是以入光瞳中心為頂之一圓錐空間，此空間包括網膜上感光部位之所有主光綫，在普通情況下，眼之部份視野被鼻子、眉毛及面頰所遮蔽。

視標 (Field of View) 中一點之方向以徑向及與主視線之偏心率而

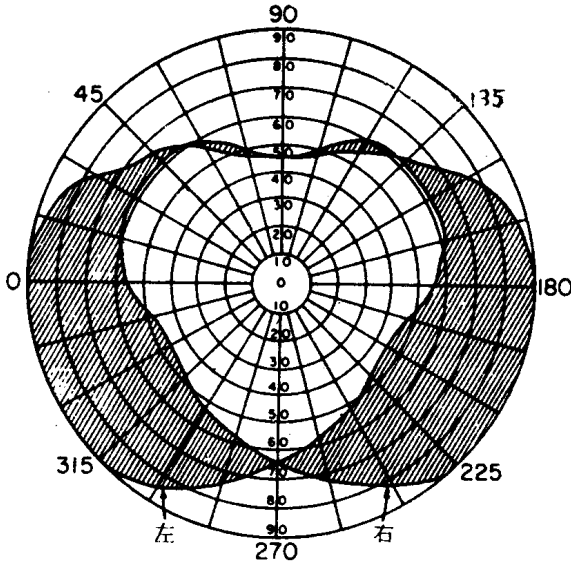


圖9 單眼及雙眼之視野

確定之，為欲確定徑向之零位，必先確定注視面 (Plane of regard)，吾人使用雙眼時，兩條主視線會交於一點，包含此兩主視線之平面即為注視面。位於零徑向之物標即在注視面中且位於主視線之左方，其他徑向則繞主視線順時針移動由 0° 至 360° ，此種標示法與呈於眼前之圓筒坐標軸標示法相同，惟後者不需有 180° 至 360° 之標示，偏心率表示各視線與主視線間之夾角度數。

左右眼之視野界限如圖9所示，兩眼均朝向正前方，將兩個單眼視野之中心重疊即為雙視野區域，實際上，雙眼視野乃是以左右兩入光瞳中心為頂點之圓錐空間部份重疊而成。

D 網膜像之大小

利用主光線的概念來研究網膜上物像大小，甚為有用，兩物點對入光瞳中心所張之角 γ 謂之視角，也就是兩條視線間之夾角 (圖5)

所謂網膜上物像之大小，係指網膜上物像點 M'' 及 Q'' 之間的直線距離，當眼睛未能完全聚焦時，此兩物像點乃成為兩個模糊圈， $M''Q''$ 之距離即為兩模糊圈之圓心間距離。若兩模糊圈中心點對於出光瞳中心點之張角以徑弧表示之：

$$r' = \frac{\text{兩模糊圈中心間之直綫距離}}{\text{出光瞳至網膜之距離}}$$

r' 與 r 之比值乃是眼睛諸重要常數之一，以 Helmholtz 之結構眼而言

$$r'/r = 0.805 \quad (1)$$

若已知此比值以及出光瞳至網膜間之距離，對於某一 r 值，即可計算兩模糊圈間的直線距離，按 Helmholtz 眼結構，出光瞳至網膜之距離為 18.66 mm。

一般常將網膜物像大小誤認為是單一物點所成模糊圈之大小，其實這完全是兩回事。

眼之視力調節 (accommodation) 乃是將晶狀體形狀之曲率改變，使更凸出，此種調節效果主要係因晶狀體之前曲面所促成，故若假定晶狀體前曲面為唯一之變數，則吾人對眼之作用更易瞭解，若假定瞳孔中心與晶狀體中心相合，則進入瞳孔中心之主光綫必在晶狀體前曲面處與光軸相交，則此等主光綫之折射不受晶狀體曲率變化的影響，因此使 r' 與 r 之比值不變。

E 眼之折射及適應

1. 基本概念

a. 折射 主視線上一點所產生之光束若能聚焦於網膜，此時眼睛已聚焦於此點，換言之，產生光束之物點與網膜為共軛。

眼鏡片上一點 S 作為基準， R 為與網膜共軛之物點 (圖 10 A)，眼鏡片上 S 點係鏡片第二曲面上一點，距角膜 14 mm，就實用而言， S 點係與

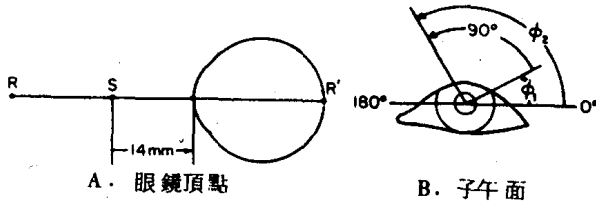


圖 10 表示眼睛折射之參攷點及參攷面

前焦點相合，若以 R 至 S 點之距離來表示眼之折射狀態，通常都以此距離之倒數言之，稱之為眼之折射，若 RS 之單位為公尺，則其倒數為度 (diopter)。

若眼睛有像散，則必須就垂直及水平兩主要子午面之折射表明之，為較易瞭解起見，吾人可以從凹坑主光綫所通過之網膜上之一點開始，回溯追蹤

至入光瞳，主視線即代表此光束之主光線，主子午面即為含主視線在內而相互垂直之兩平面。

$0 \sim 180^\circ$ 子午面係作為主子午面之基準面，此基準面通過兩入光瞳中心及主視線之交點，如圖 10 B 所示，主視線與紙面成垂直，通過瞳孔中心， ϕ_1 及 ϕ_2 則為主子午面自基準子午面反時針方向之位移角。

b. 視力調節，眼睛之折射機構對不同距離之物標有自動調節視力之能力，換言之，眼睛能在某一時間聚焦於某物點，稍後却聚焦於另一點，此即代表眼睛折射狀態之改變。

2. 眼之靜折射 (Static Refraction)

a. 測量方法，當眼睛不需視力調節而放鬆時， R 點在某一子午面內即為該子午面之遠點 (far point)，此時， RS 之倒數即為眼之靜折射，以度數 (diopter) 表示之。

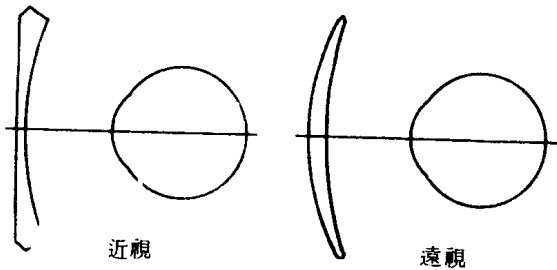


圖 11 矯正球面視差之眼鏡片

b. 非正視眼 (Ametropia)。正視眼 (Emmetropia) 係指眼睛遠點在無窮遠而靜折射等於零的情況，非正視眼則指眼睛遠點不在無窮遠，而在眼鏡點之前方或後方的情況，近視者之遠點在眼鏡點前方，而遠視者之遠點在眼鏡點之後方。

若眼之近視或遠視度在各子午面相等，則眼具有折射之球面差，若眼之近視遠視度在各子午面不等，則眼見有折射之像散差。

c. 視力之矯正，配上眼鏡能使人對六公尺遠之視力檢驗圖上各子午面方向之綫條看得明晰，謂之距離矯正，近視者需要負透鏡，遠視者需要正透鏡如圖 11 所示，患有像散 (即所謂散光) 者則需配戴各子午面方向折射力不同之鏡片，普通配戴眼鏡，讓鏡片之第二曲面距離角膜 14 mm 勝同時讓光軸通過眼球之轉動中心。

隱形眼鏡之鏡片與角膜相接觸，但鞏膜型 (Scleral type) 隱形眼鏡