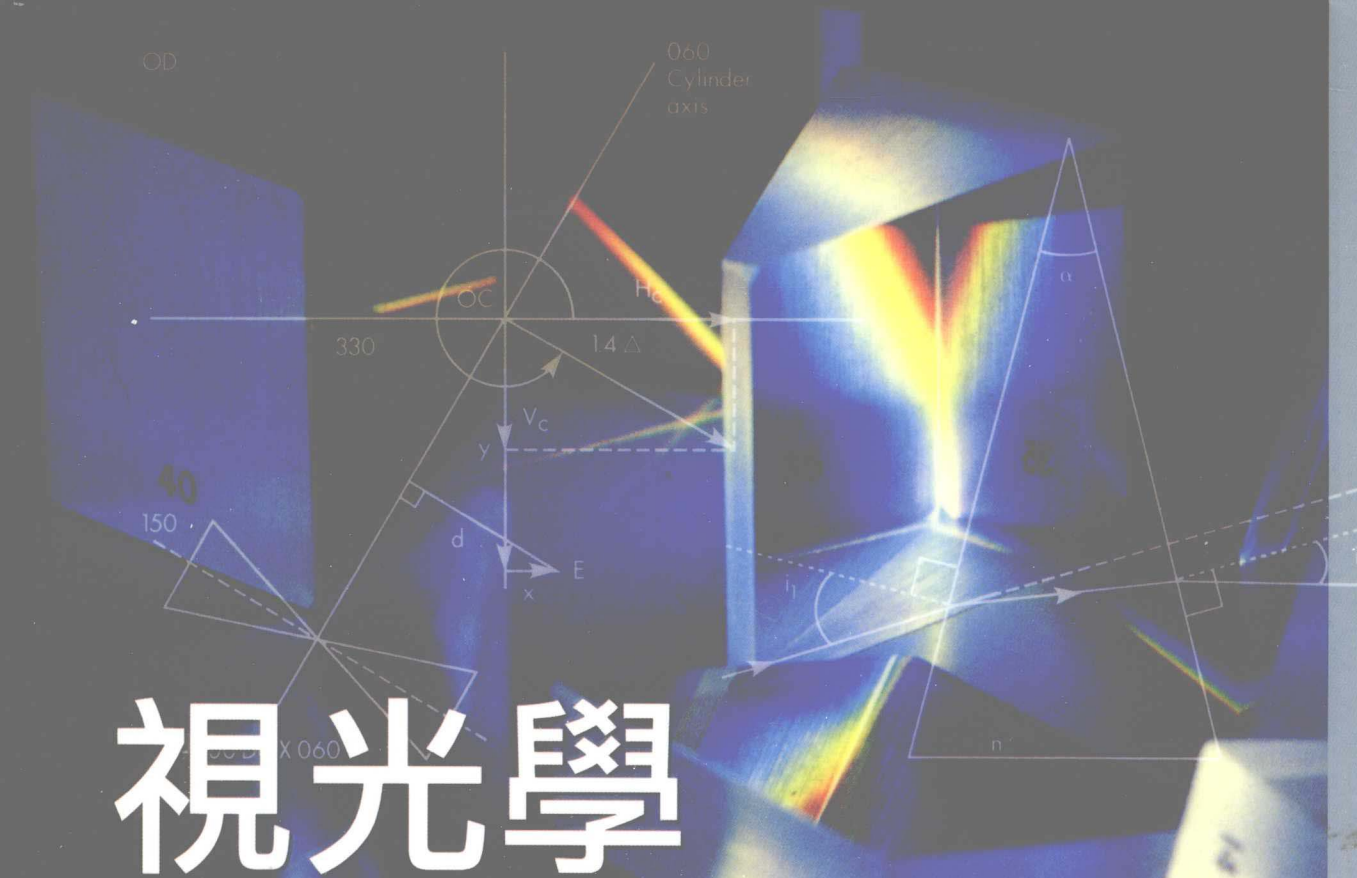




視光學

稜鏡在臨床上的使用

Clinical Uses of Prism

A Spectrum of Applications

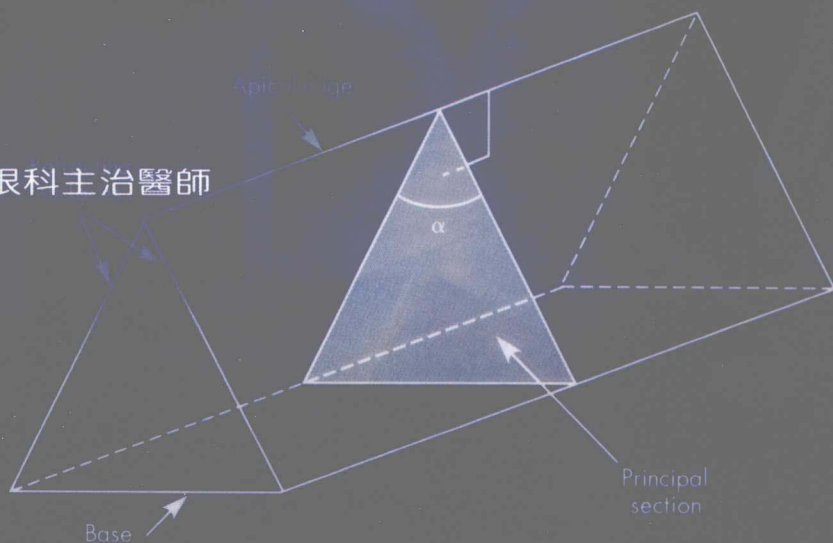
原著

Susan A. Cotter

編譯

台北市立陽明醫院眼科主治醫師

王孟祺



Mosby

合記圖書出版社 發行

Clinical Uses of Prism A Spectrum of Applications

By Susan A. Cotter

ISBN 0-8151-1810-4

Copyright © Mosby-Year Book Inc.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without prior written permission from the publisher.

Copyright© 2003 by Ho-Chi Book Publishing Co.

All Rights Reserved. Published by arrangement with
John Scott & Company.

Ho-Chi Book Publishing Co.

Head Office 322-2 Ankang Road, NeiHu Dist., Taipei 114, Taiwan R.O.C.
TEL: (02)2794-0168 FAX: (02)2792-4702
1st Branch 249 Wu-Shing Street, Taipei 110, Taiwan. R.O.C.
TEL: (02)2723-9404 FAX: (02)2723-0997
2nd Branch 7 Lane 12, Roosevelt Rd, Sec 4, Taipei 160, Taiwan R.O.C.
TEL: (02)2365-1544 FAX: (02)2367-1266
3rd Branch 120 Shih-Pai Road, Sec 2, Taipei 112, Taiwan R.O.C.
TEL: (02)2826-5375 FAX: (02)2823-9604
4th Branch 24 Yu-Der Road, Taichung 404, Taiwan R.O.C.
TEL: (04)2203-0795 FAX: (04)2202-5093
5th Branch 1 Pei-Peng 1st Street, Kaoshiung 800, Taiwan R.O.C.
TEL: (07)322-6177 FAX: (07)323-5118

本書經原出版者授權翻譯、出版、發行；版權所有。
非經本公司書面同意，請勿以任何形式作翻印、攝影、
拷錄或轉載。



作者群 (Contributors)

**William L. Brown, O.D., Ph.D.,
F.A.A.O.**

Diplomate in Low Vision;
Associate Professor of Optometry,
Department of Clinical Education,
Illinois College of Optometry,
Chicago, Illinois;
Private Practice,
Winamac, Indiana

**Elizabeth E. Caloroso, O.D., M.Opt.,
F.A.A.O.**

Professor,
Coordinator, Pediatrics/Disability
Service,
Coordinator, Pediatric Optometry and
Vision Therapy Residency,
Optometric Center of Fullerton,
Southern California College of
Optometry,
Fullerton, California

**Susan A. Cotter, O.D., F.A.A.O.,
F.C.O.V.D.**

Diplomate in Binocular Vision and
Perception;
Associate Professor,
Department of Clinical Education,
Illinois College of Optometry,
Chicago, Illinois;
Private Practice,
Olympia Fields, Illinois

**Kelly A. Frantz, O.D., F.A.A.O.,
F.C.O.V.D.**

Diplomate in Binocular Vision and
Perception;
Associate Professor,
Department of Clinical Education,
Illinois College of Optometry,
Chicago, Illinois

David B. Henson, Ph.D., M.Sc.

Department of Optometry and Vision
Sciences,
University of Wales,
College of Cardiff,
Cardiff, Wales,
United Kingdom

**David G. Kirschen, O.D., Ph.D.,
F.A.A.O.**

Chief of Binocular Vision/
Orthoptics,
Doris Stein Eye Research Center,
UCLA School of Medicine,
Los Angeles, California;
Associate Professor of Visual Science
and Optometry,
Southern California College
of Optometry,
Fullerton, California;
Private Practice,
Brea, California

**Rachel V. North, Ph.D., M.Sc.**

Department of Optometry and Vision
Sciences,
University of Wales,
College of Cardiff,
Cardiff, Wales,
United Kingdom

**Michael W. Rouse, O.D., M.S.Ed.,
F.A.A.O.**

Diplomate in Binocular Vision and
Perception;
Professor,
Chief, Vision Therapy Services,
Optometric Center of Fullerton,
Southern California College of
Optometry,
Fullerton, California

**J. James Saladin, O.D., Ph.D.,
F.A.A.O.**

Professor,
College of Optometry,
Ferris State University,
Big Rapids, Michigan

**Selwyn Super, Dip. Optom., M.Ed.
(Psych), D.Ed., F.A.A.O.**

Diplomate in Binocular Vision and
Perception;
Professor Emeritus,
Department of Optometry,
Rand Afrikaans University;
Private Practice,
Johannesburg, South Africa

Norman J. Weiss, O.D., F.A.A.O.

Diplomate in Low Vision;
Executive Director and Chief of Clinical
Services,
Western New York Center for the
Visually Impaired;
Director, Low Vision Clinic,
Erie County Medical Center;
Private Practice,
Buffalo, New York

Bruce Wick, O.D., Ph.D., F.A.A.O.

Diplomate in Binocular Vision and
Perception;
Associate Professor,
College of Optometry,
University of Houston;
Private Practice,
Houston, Texas

序言

(Preface)

私人筆記 (Personal Note)

1983年我在應徵紐約州大學 (SUNY) 視光學院住院醫師時，其中一位口試官，RICK LONDON博士問我“你曾為患者開立過稜鏡嗎？”。當我回答說“沒有”時，他問我為什麼。我解釋說老師們未曾建議過我們開立稜鏡給患者，事實上，給我的印象是我們一點也不應開立稜鏡處方。我記得患者“稜鏡蝕”的可怕故事—每年不斷的回診，隨著時間的流逝，度數不斷的提高。我記得當我解釋反稜鏡的立場時那種不愉快的感覺，因為我知道並沒有實質的基礎來佐証我的說法（不論是從研究的結果或是個人臨床的經驗）。我記得RICK充滿了解的點點他的頭，就好像他已聽過這種說法，我才知道我是被誤導或錯認了。

嗯，我沒有成為SUNY的住院醫師。相反的，我到了南加州視光學院，在那裡我成為孩童視覺的住院醫師。在此很榮幸與BETTY CALOROSO博士一起工作，她很快的撫平我的恐懼且矯正我對開立稜鏡的錯誤認知。她教我“稜鏡非毒藥”（只在有些時候），如果有正確的診斷並遵循某些指引的話可以很安全的開立它。在我於SCCO的歲月中，我學到稜鏡是治療雙眼視覺疾患（尤其是斜視）不可或缺的工具，而且那時我大概開立了比許多執業者一輩子還要多的稜鏡處方！



諷刺的是，SUNY 住院醫師口試 8 年後（且開立了數百度的稜鏡度後），RICK LONDON 因為編寫稜鏡臨床應用的教科書而與我接觸。直到我開始這項計劃後我才想起我們對開立邪惡的稜鏡處方有關的討論。RICK 說他不記得在口試中的對話。我懷疑或許是潛意識中的事。它太巧了！

• • •

稜鏡是強有力的治療工具且已使用於眼科矯正超過一世紀了；但是，在這方面做文獻的搜尋卻讓人大失所望。沒錯，是有有關眼科稜鏡性質與光學資訊的教科書；但很少有提及如何實際的開立稜鏡處方（如，何時開立何時不可開立，開立多少度，與使用何種形式）。我覺得奇怪的是有很多文章對開立青光眼處方做一些指引，卻沒有任何開立稜鏡的指引－這可能是為什麼許多執業者避免稜鏡處方的部分原因。此書乃為此而編纂。

它的目的是提供執業者與學生有關稜鏡不同的臨床應用一個易懂的指引。希望它能成為可信的臨床資訊有用的來源。¹¹ 章中的每一章節都屬於不同的領域。一開始是 bill brown 對稜鏡光學原理徹底的回顧。然後我與 kelly frantz 強調使用稜鏡來測量眼球偏斜的獨特性，這可能會影響我們用來開立處方的偏斜測量準確度，以及（第三章）使用開立的稜鏡面臨的實際問題。接著是 rachel north 與 david henson 有關斜位患者稜鏡調適之討論與完整的文獻回顧－對為什麼某些執業者在開立稜鏡時可能無法成功提供了暗示。Jim saladin 與 bruce wick 寫了有關為水平及垂直斜位患者開立稜鏡之非常特別的臨床指引這樣極佳的章節（第五，六兩章）。David kirschen 寫的第七章總結了後天性內斜視外科治療中使用稜鏡調適測試之全國臨床試驗的結果，並為“正常的感覺融像在斜視的治療中具重要性”這樣的概念做了一個佐証。何時與如何為不同形態、不同年齡的斜視患者開立稜鏡由我與 betty caloroso 徹底的加以探討（第八章），使用病例陳述的方式來強調所提的重點。在第九章，mike rouse 報告了一特別的治療計劃與令人印象深刻的病例報告，展示在持續性內斜視如何開立過矯稜鏡來消除異常視網膜對應。Selwyn super 報告（在第十章）如何在視覺治療使

用稜鏡的行為視光學解析。最後，bill brown與norm weiss一起（第十一章）討論低視力時各種的稜鏡使用方式。

文章是為執業的臨床人員所撰寫。雖然大部分的著者有學院的文憑，幾乎都是臨床人員且提供患者直接的照護。所有的人都選擇在其專精的領域提供資料。他們很慷慨的分享臨床上的寶貴精驗，讓我們可以對尋求我們協助的患者提供較好的照護。不管是稜鏡開立的新手或老鳥，我保證在未來的執業中都可以在本書找到包括新技巧與策略的足夠資訊。

感謝 (Acknowledgments)

首先，我想向對我的生涯有極大影響的三位先生表達我的感謝。Betty caloroso，一位極負勝名的臨床人員，觸發了我對斜弱視的興趣，且成為臨床的模範楷模。觀看betty診斷與治療斜視的學齡前兒童是每個人都應有的經驗。Mike rose，一位出色的視光教育學家與臨床工作者，教導我如何教學，並激發我追求視光教學的生涯。他曾是極佳的朋友與心靈導師，並曾全力的支持我的生涯。Lou hoffman，了不起的人與有想法的臨床工作者，在我住院工作時提供指導與支持，且總是無私的分想他龐大的臨床智慧和經驗（和他的鹹濕笑話）。

此外，我要向下列諸位的幫助與支持致上謝忱: rick London，叢書的編者，感謝他的點子、讓叢書成為真實的堅持，與一路上的指引；Kelly frantz，感謝他的建議、友誼與道德支持，並願意成為抱怨的對象；還有sue mirman，感謝他在此計劃初期的大力相挺，尤其是徹底的回顧許多章節，且追蹤與校驗參考文獻，也感謝他的友誼與支持。再來要謝謝al pouch，他為本書的封面照相，karl frantz與1995，1996年的ico課程，他提供了本書書名的意見與想法；還有alan french與kathy niemann，謝謝他們的單調冗長的編輯參考文獻。

最後，我要感謝諸位作者所花費的時間與努力（特別謝謝bill brown在截稿前夕的幫忙），而且我也要對編者與mosby的出版同仁致上謝意，尤其是kellei white及出版編輯george stericker-一位”了不起的語言大師”。

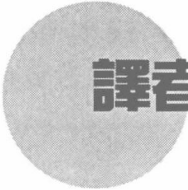


給 *Betty Caloroso*-

她教我” 稜鏡非毒藥”

當然也給 *lou* 與小孩們

(*Katie, Peter, Danny, Minnie, Earl, and Angie*)



譯者序

稜鏡在視光學中是較為艱深難懂的一門學問，坊間書局中也缺少專門介紹稜鏡原理與應用的書籍。本書從稜鏡的光學原理開始介紹，並提醒讀者在使用稜鏡測量時所要注意的事項與裝置稜鏡的考量，接著探討稜鏡在斜位與斜視患者的臨床用途，最後引入稜鏡做為低視能患者輔具的應用，可說是巨細靡遺。如能熟讀內容，應能不再視稜鏡的應用為畏途，是眼科醫師或視光師很好的參考書籍。

這本書能順利付梓，要感謝陽明醫院各位同仁及前輩醫師的指教，與翁林院長及江主任的指導。希望能將這一點小成績獻給培育我成長的陽明醫院眼科，也希望對國內醫界付出些許心力。

最後要謝謝長期栽培我的雙親，及親愛家人長期的包容，關懷與支持。以及好友在生活上的鼓勵與陪伴。

目錄

(Contents)

- 第 1 章 稜鏡的光學原理 1
- 第 2 章 稜鏡測量的注意事項 41
- 第 3 章 裝置稜鏡的實際考量 59
- 第 4 章 斜位患者的稜鏡調適 87
- 第 5 章 水平稜鏡處方 109
- 第 6 章 為垂直斜位患者開立稜鏡處方 149
- 第 7 章 使用稜鏡於後天性內斜視之外科治療 177
- 第 8 章 為斜視患者處方稜鏡 193
- 第 9 章 異常視網膜對應的過矯稜鏡治療 237
- 第 10 章 稜鏡使用於視覺治療 259
- 第 11 章 使用稜鏡於低視力患者 279
- 索引 301

1

稜鏡的光學原理 (Optical Principles of Prism)

William L. Brown

關鍵術語 (Key Terms)

最小偏折角 (minimum angle of deviation)	轉動 (雙眼) (version)
Prentice 氏法則 (Prentice's rule)	轉斜 (vergence)
偏心 (Decentration)	稜鏡效能 (prism effectivity)
偏折 (deviation)	像差 (aberration)
稜鏡度 (prism diopter)	影像位移 (image displacement)
轉動 (單眼) (duction)	

稜鏡是一個看似簡單卻可產生強大視覺效果的光學元件。但是它的效能受諸多因素的影響，若想在病人身上達到預期的效果，這些變數絕不可輕忽。

定義 (Definitions)

稜鏡造成光線方向的改變。這種改變稱之為偏折 (*deviation*)，偏折的量叫做偏折度或稜鏡度 (*power*)。

一個平光的稜鏡 (*plano prism*) 有偏折能力卻無折射能力。它是由兩面平滑的屈光平面以某種接角組合而成 (圖 1-1)。兩平面的交接線稱為稜鏡的頂緣 (*apical, dihedral or refracting edge*)。

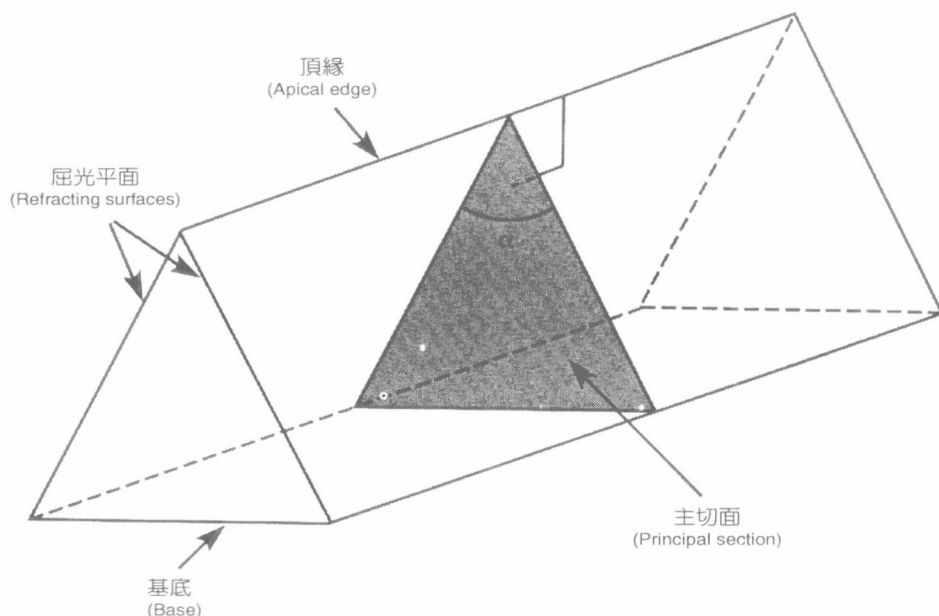


圖 1-1 稜鏡由兩個屈光平面以某種頂角 (α) 組合而成，基底位於頂角的對側。主切面垂直於頂緣。

主切面 (*principal section*) 位於垂直頂緣的平面之上。兩平面於某主切面上的夾角謂之頂角 (*apical, dihedral or refracting angle*)。

頂角相對的一方叫做基底 (*base*)。

稜鏡偏折 (Prism Deviation)

當一束光線由垂直於頂緣的平面入射時，當它由第二個平面逸出時仍維持在與入射時同一個平面之上（圖 1-2）。入射於第一平面的夾角 i_1 （與法線的夾角），光線於第一平面受屈折，通過第二個平面時再度屈折，然後以角度 i_2 射出。兩次的屈折都遵守 Snell 氏折射法則 (*Law of Refraction*)。

稜鏡的折射係數以 n' 代表。在這一個章節我們假定稜鏡周圍被空氣所環繞（折射係數為 1）。

當一個稜鏡處於空氣之中，則射出的光線朝基底偏移。入射光與射出光線的夾角為偏折角 (*angle of deviation*) (δ)（圖 1-2）。任一平光稜鏡的偏折角為

$$\delta = i + i'_2 - \alpha$$

（公式 1）

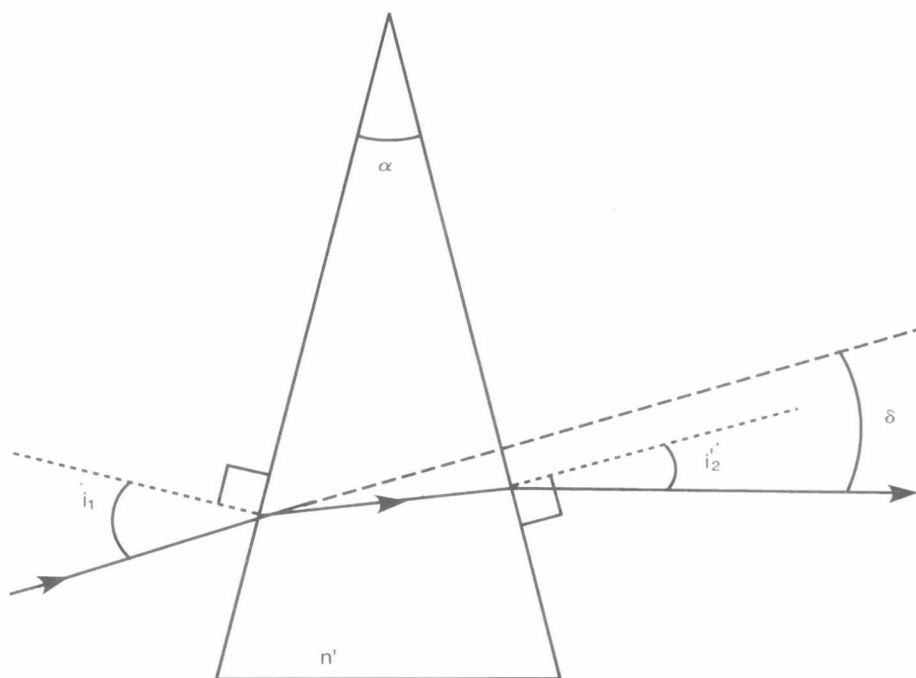
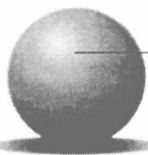


圖 1-2 以折射係數 (n') 為材質的稜鏡主切面來做圖示，第一平面的入射角 (i_1)，第二平面的折射角 (i'_2)，以及偏折角 (δ)。



臨床珠璣集 (CLINICAL PEARL)

當一稜鏡立於眼睛之前，如果稜鏡的方位沒有仔細的控制，那麼對於眼睛所產生的稜鏡效應可能異於所標示的稜鏡度。



偏折角對一個稜鏡來說並非常數，而是取決於入射光的角。因此當一稜鏡立於眼睛之前，如果稜鏡的方位沒有仔細的控制，那麼對於眼睛所產生的稜鏡效應可能異於所標示的稜鏡度。最小偏折角在入射角與射出角度對稱相等時發生， $i_1 = i'_2$ (圖 1-3)。最小偏折角 (*minimum angle of deviation*) 適合以下列公式表示：

$$n' = \frac{\sin [(\alpha + \delta_{\min})/2]}{\sin (\alpha/2)} \quad (\text{公式 2})$$

因為光線只受兩屈光平面屈折，稜鏡基底並無任何作用。稜鏡的基底只有在提到內反射 (*internal reflection*) 時才顯得重要。若對第二個平面的

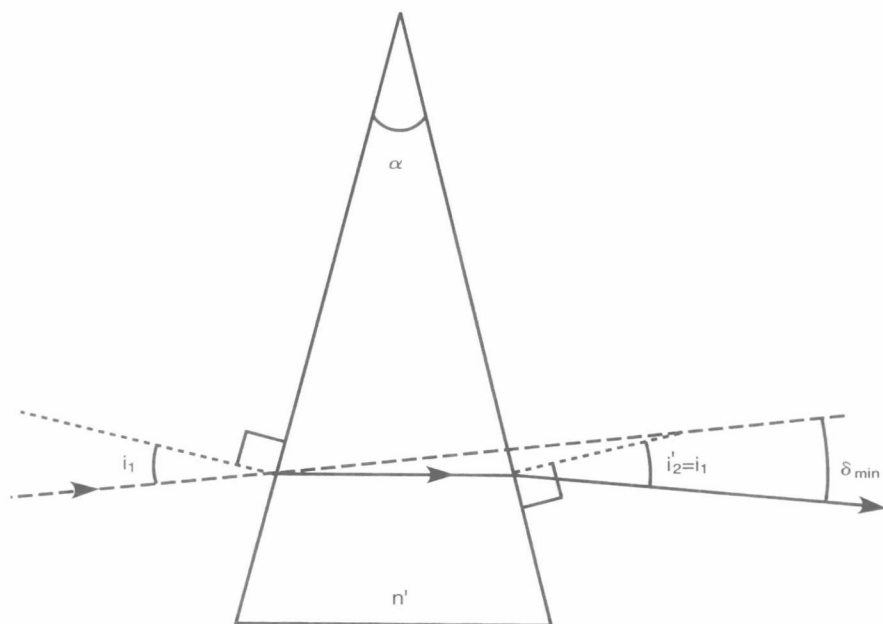


圖 1-3 最小偏折角 ($\delta_{\min}$) 在入射角與射出角度對稱相等時發生（所以 $i_1 = i'_2$ ）。

入射角過大，光線將被反射至基底平面，光線可能於此平面再度內反射。這個效應在入射角較小時也會發生，因為光線在第二個平面折射時少部分的光線也會受反射。此種多次的反射常給患者帶來困擾。

眼科稜鏡 (Ophthalmic Prism)

稜鏡拿來做為視覺應用，我們稱為眼科稜鏡。這些稜鏡頂角常小於 10 度，這樣的稜鏡可視為一種薄稜鏡。當立起一個薄稜鏡，光線以接近垂直的角度入射於第一個平面時，入射角與此平面的折射角和稜鏡的偏折角度一樣都很小。對以弧度 (radians) 來表示的小角度而言，某角度的正弦函數值近似於角度本身。將小角度近似原理應用於公式 2 的正弦函數中我們可以得到一個較為簡捷的公式：

$$\delta = (n' - 1) \alpha \quad (\text{公式 3})$$

只要入射光以近乎垂直的角度進入第一個平面（入射角趨近於零或“法線入射”），公式 3 可以很精確的求得薄稜鏡的偏折角。例如，若一塑

膠稜鏡 ($n' = 1.50$) 頂角為 5° ，則接近第一平面法線的入射光所產生的偏折角為 $\delta = (1.50 - 1)(5^\circ) = 2.5^\circ$ 。 δ 所使用的單位與 α 相同。

偏折單位 (Units of Deviation)

偏折能力（偏折角）是眼科稜鏡最重要的一個屬性。有如先前所提到的，偏折角度除了與頂角和折射係數有關外，尚取決於入射的角度。但是對於接近第一平面法線入射於薄稜鏡這種情況，如果以公式3觀之，偏折角並不受入射角所影響。這也就是眼科稜鏡的偏折能力是以入射光線垂直稜鏡前表面時所得的偏折角來定義的原因之一。另一個重要原因是它代表許多稜鏡錶裝於鏡框做為臨床測試時稜鏡前表面的方位。

雖然偏折角可以用角度表示，最常使用的單位卻是首先由 Prentice 先生引入的稜鏡度 (prism diopter)。稜鏡度（以 Δ 表示）的大小為其正切函數的 100 倍。（圖 1-4）：

$$\delta (\Delta) = 100 \tan \delta \quad (\text{公式 4})$$

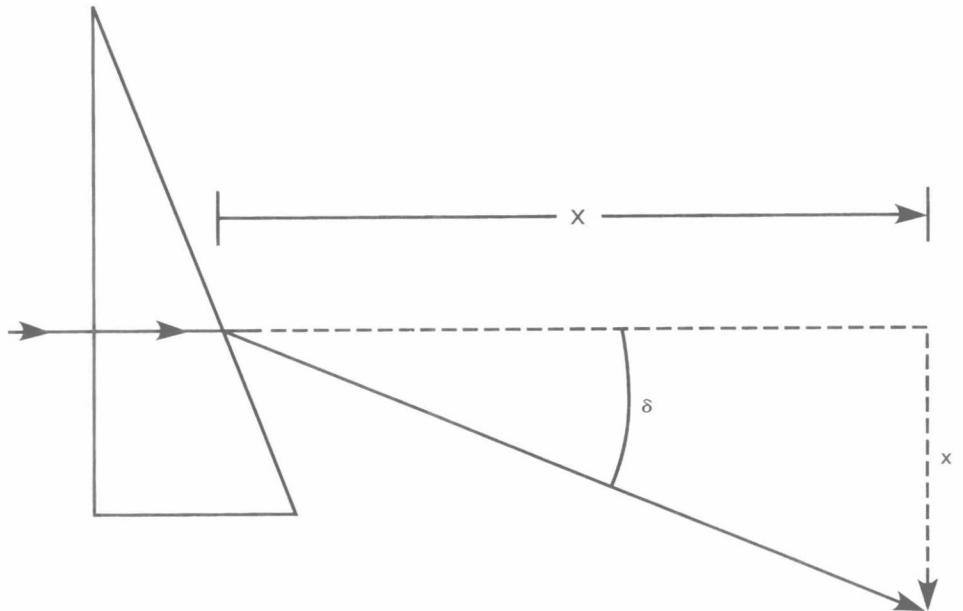


圖 1-4 偏折角 (w) 用稜鏡度來表示，其定義為 $100 \tan \delta$ ，且等於 $x \text{ (cm)} / X \text{ (m)}$ 。



角度 1° 用稜鏡度來表示為 $(100) (\tan 1^\circ) = 1.75 \Delta$ ；而一稜鏡度的角度為 0.57° 。因為稜鏡度與角度的正切函數成正比，故與角度值並不成直線相關。例如，角度 20° 度的稜鏡度並非角度 1° 度的稜鏡度之 20 倍 ($20 \times 1.75 = 35 \Delta$)，而是 $100 (\tan 20) = 36.4 \Delta$ 。

用正切函數來定義稜鏡度，強調了距離稜鏡 X 長度時光線的偏折量 x (圖 1-4)： $\tan \delta = x / X$ 。若 x 與 X 單位用米來表示， $100 (x)$ 代表換算成公分，則公式 4 變成

$$\delta (\Delta) = 100 \tan \delta = 100 x (m) / X (m) = x (cm) / X (m) \quad (\text{公式 5})$$

偏折 (x) 是垂直於入射光來測量。若角度固定， x 是與距離 X 成正比的。比如說，若偏折角是 2Δ ，在一公尺處的偏折量 (x) 為 2 公分。若距離增長為 2 倍 (2 公尺)，偏折量也將倍增 (4 公分)。

影像位移 (Displacement of Images)

當透過稜鏡來看一實物，由實物發散出之光束都會偏向稜鏡的基底 (圖 1-5A)。由發散光線回溯實物影像似乎朝稜鏡頂端位移。因為這是稜鏡最常被使用的情況 (也就是說，觀看由實物發散出之光束)，通常我們會說光線朝基底部偏折，而影像朝頂端位移。

然而，若光線會聚通過稜鏡後在另一邊形成一個虛像，那麼上述說法就不成立 (圖 1-5, B)。雖然光線仍向基底部偏折，但是影像仍是朝向同方向移動。某些光學儀器，如鏡片測量儀 (lensometer)，就是設計成用稜鏡來造成這種影像位移。當用鏡片測量儀來量測稜鏡時，標的影像會朝稜鏡的基底移動。

稜鏡定位 (Prism Orientation)

只用稜鏡度來描述一個稜鏡或其效應並不足夠。稜鏡度必需配合基底的方向。用來記述稜鏡基底經線方位的座標系統與記述柱狀鏡者相同，零度在觀查者右方 (患者左方)，角度朝逆時針方向漸增 (圖 1-6)。

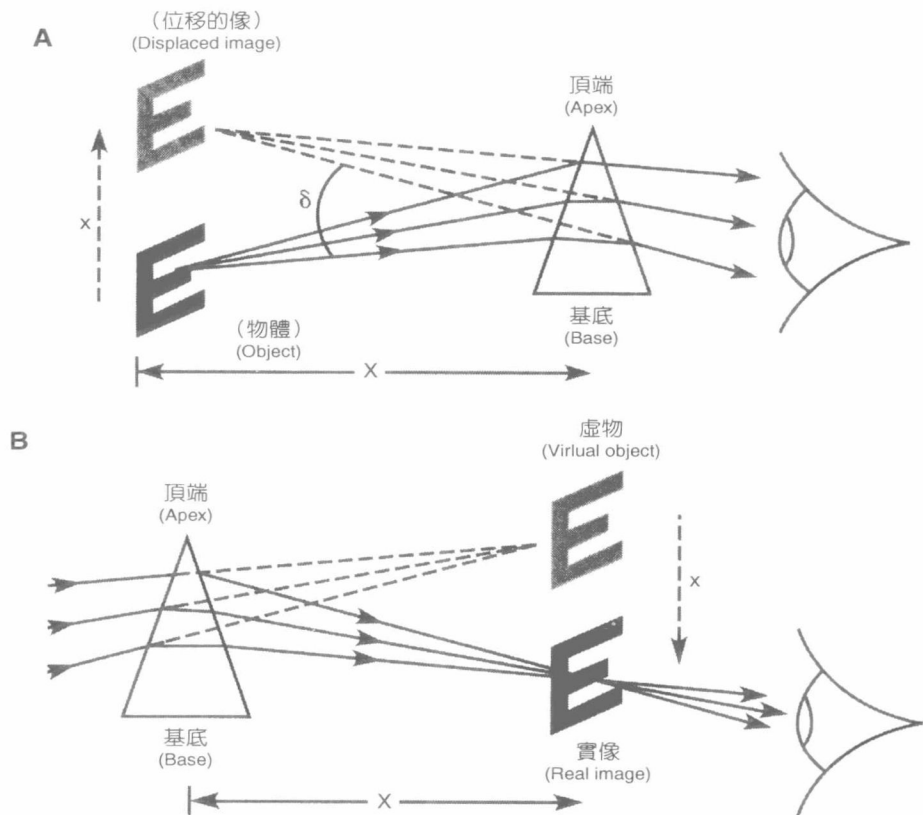


圖 1-5 A, 由發散光線回溯實物影像會朝稜鏡頂端位移。B, 光線會聚通過稜鏡形成的影像向基底偏折。

稜鏡在垂直線上基底朝上稱為底上稜鏡 (BU)；若朝下叫底下稜鏡 (BD)。因為用“上下”來記述垂直方向的方位，所以可能覺得會使用“左右”來描述水平方向的方位。但此時卻是使用鼻子來做為參考點。水平方向的稜鏡若基底朝向鼻子的對側我們叫做底外 (BO)，反之稱為底內 (BI) 稜鏡。

對垂直方位的稜鏡來說，同一符號記錄的稜鏡基底方向在左右眼是相同的。也就是說底上稜鏡不管在那一眼，底端都是朝上的。然而水平方位的稜鏡，同一個記錄符號，在不同眼基底的指向恰恰相反。例如，在右眼前的底外稜鏡其基底朝右，但左眼前的底外稜鏡其基底卻是朝左。同樣的，右眼前的底內稜鏡基底朝左，而若在左眼則朝右方。

在斜向方位上的稜鏡可以用數種不同方法來記述。最常見是合併水平分量（底內或底外）與垂直分量（底上或底下）來記錄。