

萬 有 文 庫

第一集一千種

王雲五主編

顯 微 鏡

費鴻年著

商務印書館發行





顯 微 鏡

費 鴻 年 著

百 科 小 叢 書

編主五雲王
庫文有萬
種千一集一第

鏡微顯

著年鴻費

路山寶海上
館書印務商

者刷印兼行發

埠各及海上
館書印務商

所行發

版初月十年八十國民華中

究必印翻權作著有書此

The Complete Library

Edited by

Y. W. WONG

M I C R O S C O P E

By

FEI HUNG NIEN

THE COMMERCIAL PRESS, LTD.

Shanghai, China

1929

All Rights Reserved

顯微鏡

目次

第一章	緒論	一
第二章	顯微鏡之原理	八
第三章	顯微鏡之構造	一七
第四章	顯微鏡之鑑定	三〇
第五章	顯微鏡實驗室及其設備	三四
第六章	顯微鏡使用方法	四一
第七章	顯微鏡在普通生物學上之應用	四七
第八章	顯微鏡在組織學上之應用	五五

第九章 顯微鏡在工業上之應用

七二

顯微鏡

第一章 緒論

工欲善其事，必先利其器；學問之道，亦莫不然。試考科學發達之歷史，知學術之進步，端賴於器械之發明。有測定空間及時間之器械，而能知天體之位置及其運動之速度，有望遠鏡之發明，而能使刻卜勒 (Kepler) 創天體運動之法則；有擺 (pendulum) 之應用，而能使伽利略 (Galileo) 確立落體之定理。餘如化學上之有天秤 (balance)，而物質細微之分量，方能測定；物理學上之有測電計 (galvanometer)，而神祕不可思議之電，亦能顯其性質。生理學家羅斯勒 (Bois-Reymond) 應用此器，發見神經之中，亦有電之存在，遂開後世電生理學 (electro-physiology) 研究之端緒。器械對於學術之影響，於此可見一斑矣。

顯微鏡者，近代科學利器之一也。能擴大一切物像，以補吾人肉眼所不及，故其對於學術之貢

獻甚大，而其應用尤為廣泛。近代科學與顯微鏡之關係，實較與望遠鏡、天秤、測電計等更為密切。若祇就生物學方面而論，其功績已永遠不朽。虎克 (R. Hooke) 於一六六一年，用顯微鏡以察軟木，發見有蜂巢形之組織，名之曰細胞 (cell)，為顯微鏡應用於科學之始。其後雷汶胡克 (Leeuwen-hock) 於一六七三年，應用顯微鏡而發見動物精液之中，有活動之小蟲，稱曰精子 (spermatozoa)，為近代胚胎學研究之導線。其後學者應用此器，而得發明者，有格留 (Grew) 氏之植物內部組織之研究；馬爾丕基 (Malpighi) 之關於昆蟲腎管神經系、氣管等之發見，均為近代學術之基礎。餘如算麥丹 (Swammerdam) 氏之關於動物組織上之發見，以及哈維 (Harvey) 氏發見血液之循環，而生理解剖諸學得以大為進步。生物學之受賜於顯微鏡者，實非淺鮮也。

若進而論近代生物學之進步，與顯微鏡之關係，則其事跡更難悉數，十八世紀之中葉，瑞士國特棱布勒 (Trembley) 氏發見動物之中，有類於植物之形態者，稱曰水螅 (Hydra)。水螅生長於淡水或海水之底，其形似樹枝，而微小不易見。特氏用顯微鏡考察，方知其有生殖消化運動等作用，而歸屬於腔腸動物之類。以是而關於腔腸動物之研究，大有進步。哀倫堡 (Ehrenberg) 氏

發見淡水之中，有無數微小之動物，名之曰滴蟲 (infusory animalcule)，而關於原生動物學 (protozoology) 之觀念，煥然一新。其後哀氏又努力研究淡水生物，發見與滴蟲形態相似之一羣動物，惟其構造更爲複雜，名曰輪蟲 (rotifera)，爲屬於蠕形動物之一種，而動物分類學上之新發見，復逐漸增加矣。其中最足以令吾人注意者，爲應用顯微鏡，而發見關於種種細胞內部之構造，以成細胞學說之一事。蓋自虎克發見細胞以來，顯微鏡之構造，逐漸改良，精益求精，以是而顯微鏡擴大之度，次第增加；又觀察之方法，多所發明，遂能見細胞內部之構造，而證明細胞爲生物構造上及生理上之單位，又發見細胞核中所謂染色體 (chromosome) 者，爲遺傳之物質基礎，而開遺傳學研究之新門徑，以是而細胞學成爲生物學上最重要之科學矣。此外如應用顯微鏡以發見種種細菌，不獨爲近代醫學之基礎，卽農學之受其影響者，亦屬不小。如巴士特 (Pasteur) 之用顯微鏡，以發見蠶體病原菌，遂創用鏡考查蠶種疾病之方法，以防止蠶體之病害。卽此一端，農業之受賜於顯微鏡者，已不少矣。

至於工業方面，則自近代工學進步之結果，凡鋼鐵紡織諸業，無不日盛一日，惟鋼鐵之成分，爲

決定鋼鐵優劣之主要原因，而其檢查，如分析方法，頗難施行，近則應用顯微鏡，由其結構形狀，以斷定成分優劣，於斯業之前途，實有重大之關係，至於檢定紡織材料之纖維，或考察染色程度之優劣，均非應用顯微鏡不可，故顯微鏡者，實可謂為科學不可缺少之器械也。

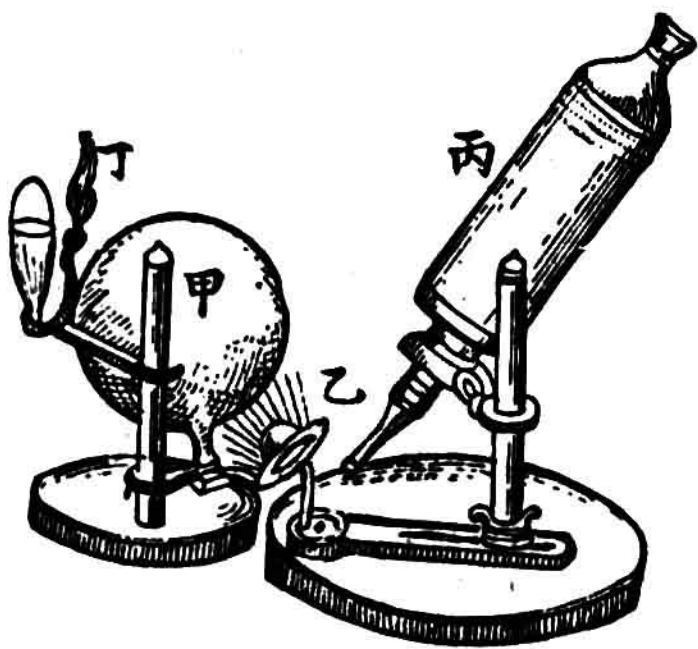
雖然，顯微鏡之對於科學之貢獻，固如此之廣，而其由來亦非一朝一夕之事。考其最初之發明，惟史跡缺乏，已難追溯，古代希臘文記載，則西歷紀元一世紀之辛尼加 (Seneca) 氏，發見圓玻璃球滿充以水，則能擴大物像之第一人，惟辛氏對於擴大物像之原因，以為由於水之作用，而未顧及玻璃球之作用。且當時常以此聚集光線之焦點而點火，並未利用其擴大之能力。直至後世，方用以窺測微物。其後培根 (Roger Bacon, 1214—1294) 氏由阿拉伯著名學者阿爾哈增 (Alhazen, 996—1021) 所著光學書中，得光學原理，遂製成雙凸透鏡 (convex lenses)，為後世單顯微鏡之起源。至於應用數透鏡，行相當組合，而成複顯微鏡者，當以十六世紀荷蘭人戎松 (Zacharias Jansen) 氏為最早。惟坡耳塔 (Poria) 氏在其著作中，已有組合凸透鏡及凹透鏡以擴大物體之記載；而伽利略又用此二種透鏡組成望遠鏡，故複顯微鏡或發見於戎松氏之前，亦未可知，但其構

造則雖經多數學者探究，尙未詳悉。據休克 (Heurck) 氏所著顯微鏡 (The Microscope, P.

323) 書中，關於戎松氏顯微鏡之記載，則爲一細長圓筒，兩端嵌以透鏡，一爲雙凸透鏡，一爲單凸透鏡，與望遠鏡無異。至於完全之複顯微鏡，當以虎克氏所著微物論 (Micrographia) 中所記載者

爲最早。虎克氏之顯微鏡，在光學裝置及機械裝置上，均與近代顯微鏡之原理相近，且應用油燈，使燈光通過水球及凸透鏡而射於檢視之物體上，以助光線，而鏡筒附着於鏡柱，有螺旋可以上下；其接物鏡爲一強度雙凸透鏡，而接目鏡爲兩個平常凸透鏡製成，其擴大度約有一百倍。當時所謂英國式顯微鏡者，即虎克氏顯微鏡 (第一圖) 也。

至一六八五年，則叨套那 (Torras) 氏最初用光線通過物體以射入鏡內；而一六九一年，波喃尼 (Bonanni) 一七零四年麻紹爾 (Marshall) 復應用虎克氏之集光鏡裝置，使光線通過透鏡而再通過物體，以射入鏡內。波氏之顯微鏡爲水平式，



第一圖

而麻紹爾者則爲垂直式，以是而顯微鏡之構造，又進一步。

至一七一六年，赫忒爾（Hertel）氏最初使用自由轉動之反光鏡，而顯微鏡之照暉（illumination）裝置，又進一步。至一七三〇年，則有三脚柱之卡爾拍珀（Culpeper）氏顯微鏡發現，最初用凹面透鏡之反光鏡，而鏡台中間開一圓採光孔，又附以集光器，漸與近代之顯微鏡形狀相接近。至一七五〇年左右，有克夫（Cuth）氏顯微鏡發現，其裝置形式與近代之顯微鏡，更爲接近矣。

十八世紀以後，光學器械之工業，逐漸發達，而顯微鏡遂更形進步。其中對於近代顯微鏡上，最身貢獻者，莫如德國則斯（Zeiss）及阿柏（Abbe）氏，如集光裝置之發明，及消色透鏡之製作，無不受賜於二氏，故其在科學之功績，實永遠不朽者也。

顯微鏡之發明，經此複雜之歷史，其應用方法，亦全賴多數學者之考究，方能達我人之目的。蓋無論何物，欲取顯微鏡以觀察者，必須先行適當之處理；不然，則雖有顯微鏡，亦不能收效。故使用是器，以從事研究者，必先明其原理，考其構造，更進而習其使用之方法，處理物體之技術，方不致望洋

與歎。本書之目的，即在敘述此種事項，以供初用顯微鏡者之參考，故關於技術上，亦祇以普通原則及最重要之方法爲限。閱者能讀完此書，而欲作進一步之研究，則著者之所望也。

第二章 顯微鏡之原理

應用顯微鏡以行實驗，不可不明顯微鏡之原理，前已言及矣。惟其構造既頗複雜，故欲一一求其底蘊，斷非一二言所能盡明。本書僅將顯微鏡成像及擴大之大概陳述，至於精密之計算，則可參考光學專書。

第一節 光學法則

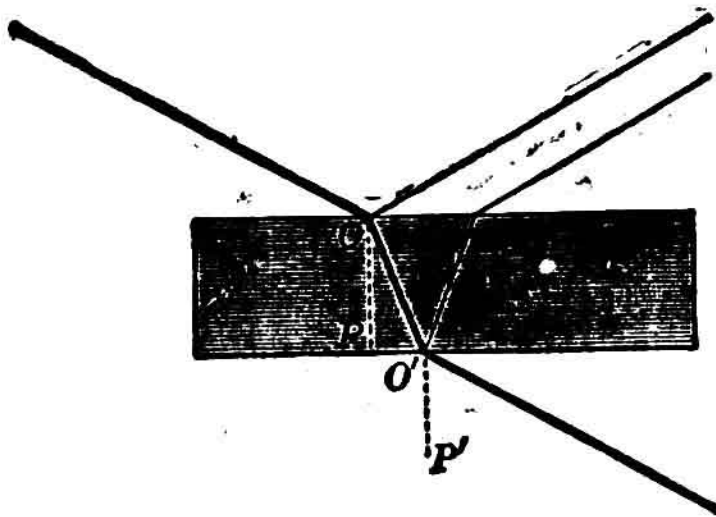
顯微鏡擴大之理，不外根據光學之法則。光學法則中關於普通光線之性質，約有四事，最爲重要：

- (一) 光線有一定之廣狹 (breadth)。
- (二) 光線在同一媒質(媒質即通過光線之物質)中，必爲直行。

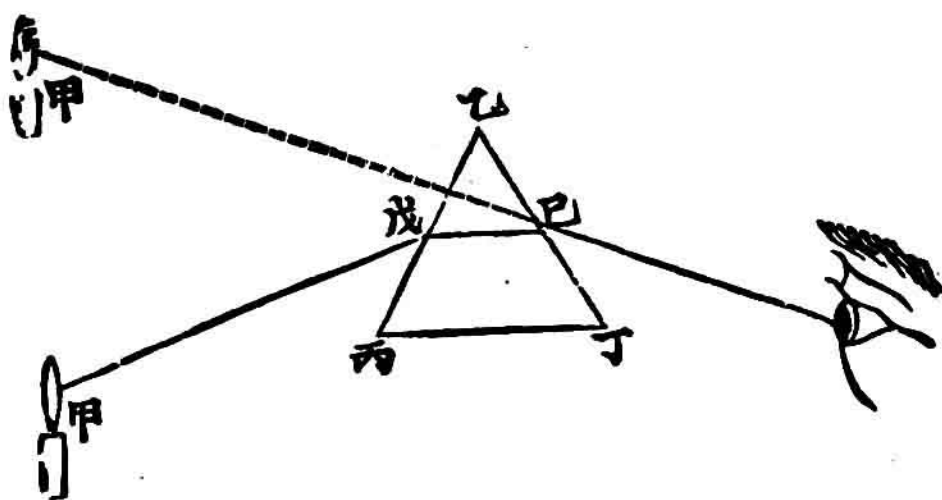
(三) 光線由一媒質至他媒質，而其濃度不同者，一部分必彎曲（稱曰曲折），而一部分反射。
 (四) 光線乃由多數曲折率不同之各色線合成。

反射與曲折二者，為光線之最重要性質，亦即顯微鏡所以成立之理。曲折之程度，隨光線所通過二媒質濃度之相差程度而定。例如玻璃之濃度，較空氣為大，故光線自空氣通過玻璃，不能依原有之方向進行，必行曲折（第二圖）。由玻璃出至空氣，則又曲折至與原方向相同，但其路徑與原光線已相距若干（圖中等於A、A'間距離）。因有此種作用，故物體在水底時，從上面望下，一若物體浮於水中也。

惟在三稜鏡，則光線通過後，與原有方



第二圖



第三圖

向不同，而向底面曲折，其彎曲程度，隨其濃度及形狀而定（第三圖）。

第二節 透鏡

眼鏡或擴大鏡，均由玻璃製成，或兩面為球面，或一面為球面，此種玻璃鏡稱曰透鏡 (Lens)。

透鏡分兩大類：均可視為兩三稜鏡合成者。一為底與

底相接者，即凸透鏡 (convex lens) (第四圖) 一為

頂與頂相接者，即凹透鏡 (concave lens) (第五

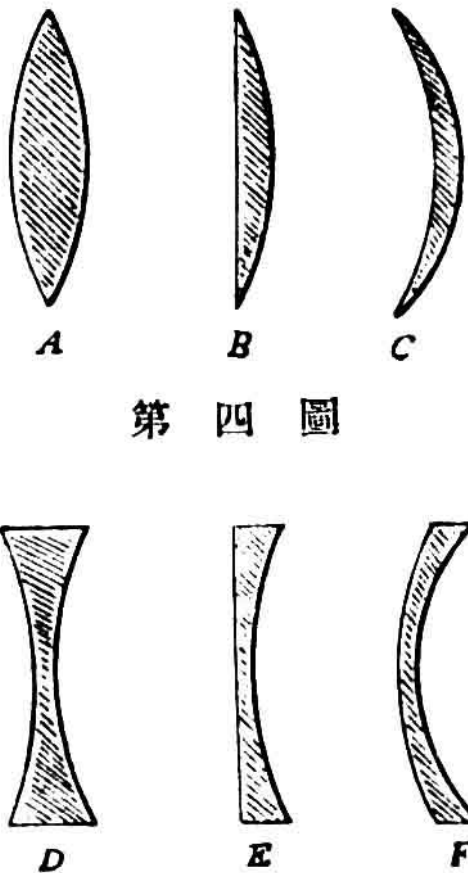
圖)。因光線通過透鏡均向三稜鏡之底曲折，故光線

通過凸透鏡而集合，通過凹透鏡而擴散。此外種種透

鏡，均以此二種為標準。

今若有平行光線通過凸透鏡 (第六圖) 必曲折而達於一點 F，稱曰焦點 (focal point)；

反之，若光線置於此點，則光線通過鏡後又各變平行。若平行光線由反對方向而來，則通過凸透鏡



第四圖

第五圖

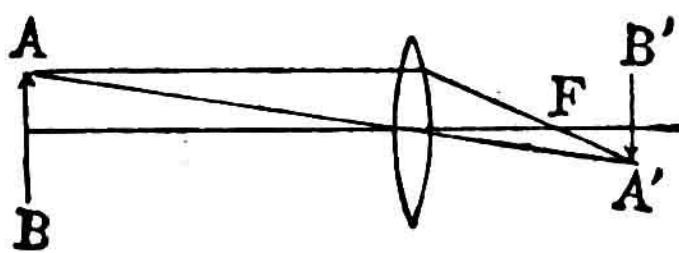
又於他側合成一焦點，故每凸透鏡有兩焦點，而其焦點與鏡面之距離，稱曰焦點距離。

若光線通過透鏡之中心，而又與焦點相合者，稱曰透鏡之主軸 (principal axis)。凡光線通過透鏡之光學中心者，均可不曲折而直進。光學中心隨透鏡之形狀而定，不一定在透鏡之內。凡除主軸之外，任意通過光學中心而直行之光線，稱曰副軸 (secondary axis)，例如圖中之 ed 線。

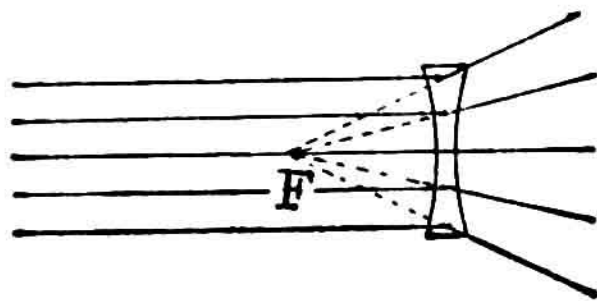
至於凹透鏡，則平行光線通過後，常向周圍擴散而不集為實在之焦點，但將各擴散光線延長之，則在光線之一側，亦能集合於主軸之一點，稱曰虛焦點 (virtual focus) (第七圖)。

第三節 物像

如第八圖以燭代表一物體，在主焦點之外 (例如複顯微鏡之接物鏡)，則物體各點均有光



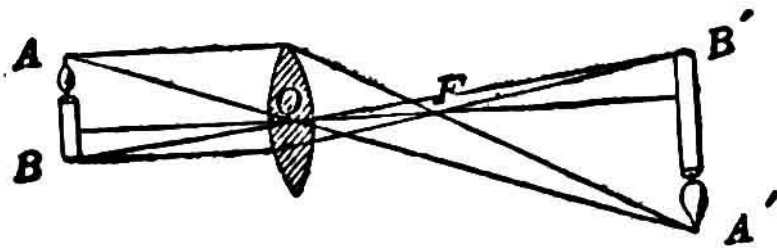
第六圖



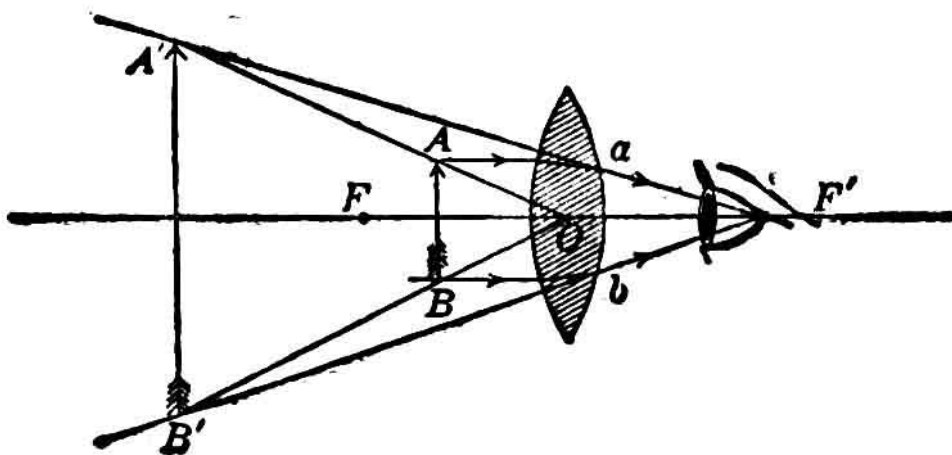
第七圖

線向各方面發射。今假定燭之頂端有二光線，一為平行光線，一則通過光學中心。平行光線通過透鏡，曲折而通過焦點。通過光學中心之副軸，不起曲折，故二光線必在一點相交，在此點結成燭之頂部之像。依同一法則，可以求得燭之底部之結像處。以是而結像之距離，可以決定。故其像為倒立，而其大小反減。

若物體立於透鏡與焦點之間如（第九圖），由物體而來之平行光線，曲折後，集於一焦點 F' 。置目在此處，必可見一大而直立之像。考其所以擴然，乃因副軸及曲折光線之延長虛線，在光線之一側相交而結像，故其透鏡愈圓，則其透鏡之焦點距離愈短，而其光線曲折愈甚，因而擴大度亦愈大。



第八圖



第九圖

第四節 單顯微鏡擴大之理