

新中學文庫
顯微鏡術與人生

R. M. Neill 原著
費鴻年摘譯

1-145

商務印書館發行



2964672

中學生自然研究叢書

顯微鏡術與人生

R. M. Neill 原著

費鴻年摘譯

王雲五 周建人 主編



商務印書館發行

中華民國二十五年六月初版
中華民國三十六年一月四版

(56288.8)

中學生自然叢書 顯微鏡術與人生一冊

Microscopy in the Service of Man

定價國幣貳元伍角

印刷地點外另加運費

版 翻
權 印
所 必
有 究

原著者

R. M. Neill

摘譯者

費鴻雲

主編者

周建雲 五年人

發行人

朱經農 上海河南中路

印刷所

商務印書館 印刷廠

發行所

商務印書館 各地

(本書校對者朱仁寶)

編輯例言

1. 「自然研究」一語，在教育學上原指一種動的教學方法，即指導兒童向自然中去研究實物，以代替單純的文字教學，另一方面戶內觀察和實驗當然也並不忽略。它的研究材料，則大部分以動植物為主。本叢書的範圍和這相似，但內容卻微有不同。它包含研究方法，兼有理論的說明，使適合於中學生及一般讀者的閱讀。

1. 本叢書共二十五種，計三十冊，其中三分之二以文字為主，遇必要時附以插圖。內含基本理論，論文輯集，生物記載，研究方法，以及地球的歷史，科學摘記等項。又三分之一為圖譜，以圖為主，說明為輔，包括普通植物，觀賞植物，以及魚類，鳥類等動物的圖譜，每冊並有三色版彩圖約十面。圖譜不特能增加讀者的興趣，並且對於辨認實物也大有幫助。

1. 本叢書所採取材料以中國為主，但他國產物之著名或習知的也酌量採入。在圖譜方面，動植物的種類繁多，而篇幅有限，「掛一漏萬」，在所不免。

1. 本叢書有著的，譯的，或編的，因了材料的來源和執筆

者的意見不同，文體及譯名等不同之處亦所難免，讀者諒之。

1. 本叢書雖名為「中學生自然研究叢書」，實際上也是一般愛好自然科學者的入門書。並且小學教師的參考上，也很有用處。

二十五年五月編者識

目次

第一章	近代顯微鏡及其用途.....	1
第二章	顯微鏡術.....	19
第三章	公共衛生與個人衛生.....	31
第四章	地球的地殼.....	51
第五章	顯微鏡與工業.....	70
第六章	知識的增進.....	84
第七章	生命的本質.....	99
第八章	顯微鏡術的史略.....	115
第九章	顯微鏡術的進步.....	129

顯微鏡術與人生

第一章 近代顯微鏡及其用途

何謂顯微鏡術 (microscopy)? 顯微鏡術是用顯微鏡 (microscope) 以研究微細物體的學問。然則顯微鏡又是什麼? 一般多以為顯微鏡是一種擴大微細物體的器械, 但若說顯微鏡是一種器械, 可使不能看見的東西, 變為看得清楚的東西, 那末我們對於顯微鏡的效用, 一定更覺寶貴。因為一種物體, 若祇使其擴大而並不能看見較多的形象, 就算擴大, 亦無意義。所以顯微鏡的優劣, 不一定在乎擴大物像倍數的多少, 而在擴大之後, 能明晰多少更微細的形狀。擴大 (magnification) 與明晰 (resolution) 非慎重的區別不可。因為二者並不一定有連帶關係。古時的顯微鏡學者, 往往用簡單的顯微鏡, 而使其特別擴大, 但其缺點, 在於明晰力的薄弱, 故往往物像模糊, 反而得

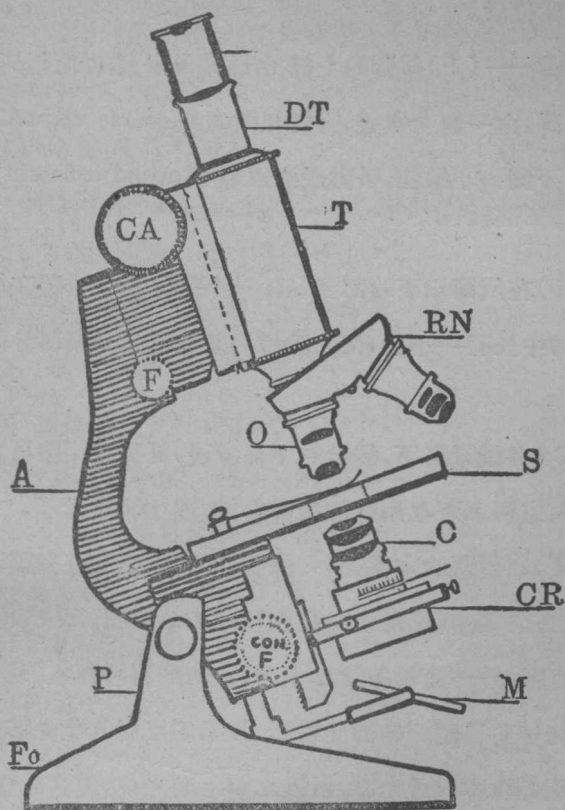
不到利益。

顯微鏡在發明之初，非常簡陋，但現代的顯微鏡，則已進步到十分完備。有種種式樣，都是各有特長的。現在當先將能充分適用而不加奢華附屬品的近代顯微鏡構造，加以詳細的記載。

把一顯微鏡看起來，大概可以分爲兩種部分，一爲光學的(optical)部分，一爲機械的(mechanical)部分。或簡言之，就是玻璃的部分和金屬的部分。玻璃部分是顯微鏡發揮效力的部分，金屬部分爲使其能發揮效力的部分。

第一圖所示的顯微鏡，大概高一英尺。先從光學部說起，由上而下，爲目鏡(eyepiece)，物鏡(objective)，以及集光器(condenser)。物鏡裝於一短而粗的圓筒之下，這個圓筒上面，還裝一較細圓筒，可以由粗圓筒進出，而使全筒的長短起伸縮。目鏡就裝在小圓筒的頂上。集光器裝在金屬部，適在物鏡的下面。這三部分，是配於一直線上，光學的主軸是互相一致的。

顯微鏡除了光學部分，其餘就是機械部分，可用『鏡架』(stand)一字總括之，下面是一個極重的鏡腳，上面是一個短柱，柱上又連一粗臂，有關節可以作任意角度的傾斜，並可任



第1圖 近代顯微鏡

1. 光學的部分：—E. 目鏡，O. 物鏡，C. 集光器。
2. 機械的部分：—Fo. 鏡腳，P. 鏡柱，A. 鏡臂，T. 鏡筒，DT. 伸縮部，RN. 轉換器，S. 鏡臺（上有標本夾），CR. 集光器架，M. 反射鏡，CA. 粗動螺旋，F. 微動螺旋，con. F. 集光器調節螺旋。

意固定其位置。

鏡臂——(1)鏡臂的上部,由齒輪與齒刻,可使鏡筒上下;這種昇降,由一個大螺旋,叫做粗動螺旋(coarse adjustment),與一個下側的小螺旋,叫做微動螺旋(fine adjustment)以調節之。

(2)在鏡筒以下的部分,有一鏡臺(stage),裝在鏡腳側面。臺的中央有一小孔,使光線可以通過這三光學部分而無阻礙。

(3)在鏡臺之下,鏡腳的下部旁邊,更裝實一個可以上下的圓圈,這種上下也用螺旋與齒輪,圓圈中裝集光器。

(4)在鏡臂的末端,有一條彎曲的柄,裝置反對鏡,可以向任意方向迴轉,使照着光線而反射到集光器。

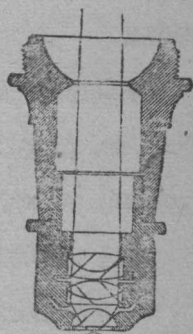
使用法——簡單的講起來,假定我們有一標本,放在鏡臺上,眼先移向目鏡。轉動反射鏡,使光線反射入集光器而轉到標本。因此標本就可光亮。由標本射上的光線,經過物鏡,造成擴大的物像於鏡筒的上部,這個物像由目鏡收到,再擴大一次而入我們的眼。

鏡筒——我們上面已經講及鏡筒的上部有一小筒,可以由大鏡筒中抽出。這個構造,是使目鏡與物鏡的距離,可以變

化，其利益甚多。而最主要的是爲了各種物鏡，均各有其最適當而常常一定的鏡筒長短，所以更換不同的物鏡的時候，就需要變更物鏡與目鏡的距離。這種情形，在低倍物鏡無甚重要，但在高倍物鏡，則頗有出入。

一個目鏡可以有二倍至五十倍的擴大力。但最普通的，是 $\times 6$ ， $\times 8$ ， $\times 10$ ，即六倍，八倍與十倍。

普通在鏡筒之下，常裝一個轉換器 (revolver)，轉換器上可以裝二個（有時三個至四個）不同的物鏡，這種物鏡裝在顯微鏡上，祇要將所需要的一個物鏡，轉換到與鏡筒成一直線，即可與原來的筒下物鏡交換。這種物鏡，並不是單一透鏡，由許多透鏡連結而成。每一物鏡都附有兩種指數的數字，表示其焦點距離 (focal length) 與數字口徑 (numerical aperture)。這兩種數字，是非常重要的。



第 2 圖

顯微鏡的物鏡的構造

(表示二個透鏡合成之狀)

焦點距離——是表示物鏡擴大力指數。常刻在物鏡表面，凡英寸或毫米 (m.m.) 表示之，故通常稱 1 英寸物鏡或 $\frac{1}{2}$ 英寸物鏡等。凡顯微鏡調節到物像明

顯，則由標本至構成物鏡的若干透鏡的中心距離，即為該物鏡的焦點距離。凡透鏡的擴大倍數愈大，則欲得清楚的物像，必須放標本於與物鏡愈接近處，故焦點距離愈短，物鏡的倍數亦愈大，平常 1 英寸的物鏡（即焦點距離 1 英寸）擴大十倍； $\frac{2}{3}$ 英寸，擴大十五倍； $\frac{1}{6}$ 英寸擴大六十倍，而 $\frac{1}{12}$ 英寸，擴大 120 倍（物鏡擴大之外，更受目鏡的擴大）。

第一圖所示的顯微鏡即為裝一 $\frac{2}{3}$ 英寸及 $\frac{1}{6}$ 英寸兩個物鏡的，此為普通所常用的物鏡，平常稱前者為『低倍』後者為『高倍』。

數字口徑——第二種指數即為數字口徑，普通又有略寫為 N. A. 的。數字口徑在實際上應用時，是表示物鏡的辨晰力 (revolving power)，主要的 N. A. 為

$\frac{2}{3}$ 英寸物鏡，數字口徑 0.30

$\frac{1}{6}$ 英寸物鏡，數字口徑 0.85

$\frac{1}{12}$ 英寸物鏡，數字口徑 1.37

數字口徑的數目愈大，辨晰微細構造的分量愈多。所以同一焦點距離的物鏡，以數字口徑愈大者為愈優，價值亦愈貴。這種數字口徑在 $\frac{1}{12}$ 英寸的物鏡，最為緊要，這個物鏡的數字口徑為上述三種中的最高，但能稍有增加，亦屬可貴。譬如我們

有三個相似擴大力物鏡，其口徑一個為 1.25，一個為 1.32，一個為 1.37，則最後的一個能看見更細微的形態，而價值亦往往比前者貴到兩倍。

這樣，我們就可以知道焦點距離與數字口徑，是表示擴大力與辨晰力的指數，是非常重要的。

消色 (achromatic) 與消差 (apochromatic) 物鏡——在舊時的透鏡，有種種的缺點，例如發生部分的偏差，以及邊緣着色等等。在最好的消色物鏡，就能把這種缺點幾乎完全矯正。消差物鏡是依另一種構造而成，可視為完全免去此種缺點的。但後者價值較貴，所以實際上前者亦已能適合使用的目的。

鏡臺——第二種裝置就是鏡臺，圖上所示是一種普通鏡臺，其大小適可盛容標本與液體的玻璃皿。貼在玻璃片上的標本片，則放於臺上，用二鐵片夾持之。有時更需要一種『機械鏡臺』(mechanical stage)，臺上有若干螺旋，可使標本左右前後移動，便於有些組織的檢視，且可觀察一標本的全面而無遺漏。

集光器——集光鏡也像物鏡，由許多透鏡合成。鏡臺的下側有一螺旋，可使集光器上下。反射鏡照射光線至集光器，再

折至標本。射至標本的光線分量，由集光器下面的開閉縮光孔以調節之。

集光器是顯微鏡的極重要部分，因為就算最好的物鏡，在平常使用時，其成功與否，全賴集光器的能否應用得法。上面已經講過數字口徑是表示一物鏡的辨晰力的。而物鏡的辨晰力又視由標本各點射來的光線，能有多少可透入物鏡而定。換言之，即物鏡的辨晰力量與照耀標本的集光器效率有密切的關係。優良的集光器，有兩個條件，第一需要使多量的光線通過，第二需要這種光線，能照到標本的任何必要部分。要得到這兩個條件，集光器的構造，一定要毫無光學上的缺點，並且要與具大口徑的物鏡一樣完全。這兩點切勿輕輕看過，因為在使用高倍物鏡的時候，集光器是不可缺少的。初學者往往忽視集光器，這是在用低倍物鏡時，尚無大礙，但沒有充分通光力的正確消色性集光器，則標本不能達最適光度，因而亦不能把標本各部分看得明晰。

關於近代顯微鏡作一簡單的說明以後，就可再講顯微鏡的用法，及準備標本以供檢查的方法。這種處置標本的方法，在顯微鏡術上貢獻了不少的技術。但在用顯微鏡以觀察之前當再將光的本質說明之。

光線——關於光線，必須兩種的調節，即光線的強弱與色彩。此處所謂光線，普通把日光除外。但在臨時使用低倍物鏡時，當然日光也是一種方便的光源。但日光非常分散，故欲得一平行光線的光束，頗不容易，而射於反射鏡上的光線，又非需要平行光束不可。且日光的強度，時有變化，在使用高倍物鏡的工作時，光度又嫌不足，所以就有另選更可靠的光源的必要。多數顯微鏡學者，往往用平心的小油燈，但現在都用種種形式的電光，或為家庭用的燈泡而加白漆或粗磨，或用小弧光燈。凡用光線愈強，則放中性色彩的遮光板 (screen) 於燈和鏡中間，以調節光線的強度亦更易。在燈前須放一補助透鏡，使光線變成平行光線，而射於反射鏡面。近年則出現了一種更有用的照耀裝置，即電燈與附屬透鏡能直接裝於鏡臂的下端，以代替反射鏡，所以光線可以直接照射至集光器，尤為便利。

在若干方面的研究工作上，光線的色澤，也頗重要。祇要知道了所用燈光是什麼色澤，再用適當顏色的遮光板放於燈前，就可得到所需的任何波長的光線，即任何色澤的光線，遮光板或為液體（放於玻璃容器中）或為有色的膠質，而用分光器確定他的性質，放於兩玻璃片中的。這種遮光裝置，在顯微鏡照相上，固屬必要，在平常觀察上，亦有利益。例如檢查汗

水中的微小單細胞生物，而用白光線觀察，則生物均表現淡灰而帶青色，且都非常透明，故用白光線以辨別其微細構造，頗為困難。如放一紅色遮光板（紅與青為補色）於鏡前，而再觀察之，則青色部分經過紅色，均變成深黑色，以是微細構造，也可以顯然分明。反之，若遇到暗青色的標本，而用青遮光板，則其色澤太深，也可減退，標本就可比較透明，以是本來不能明顯的構造，也可因此而分明。這樣選擇適當色澤的光線，在觀察有色或染色的動植物標本時，非常有用。

但有色光線的應用，與後面第六章中所講的偏光光線 (polarized light)，應加區別，二者是絕不相同的。

顯微鏡的使用法——顯微鏡的構造既已明瞭，當述其使用的方法。

使用之前，先要把所檢視的標本，加以適當的準備。如所檢視的為小生物，而放於錶玻璃 (watch-glass) 或其他容液體的玻璃器具，則顯微鏡的鏡臂，先要立直。或為動植物組織切片，而永久貼於長三英寸，闊一英寸的玻璃片上，就稱為顯微鏡標片 (microscopic slide)。這種標片的製法，當於後面說明，現在姑就標片而論，講其使用顯微鏡的方法。

在用低倍物鏡的時候，不用臺下的集光器，也能得相當的

結果，爲說明便利起見，先述去集光器的顯微鏡的使用方法，然後再講裝集光器時的使用法。

先將顯微鏡放於對着光線之處，將低倍物鏡（ $\frac{3}{4}$ 英寸）轉旋於鏡筒直下，然後再將鏡臂彎曲至適於觀察的方便角度。首先要調節的，爲鏡筒的長短。粗鏡筒上端的可插入的小鏡筒側面，刻有毫米的度數，大都製造家對於所造的物鏡，應用鏡筒長短，有一定的標準，根據這種標準，就可調節。但事實上加了轉換器之後，轉換器增加 15 毫米，所以這個距離，在調節時應除去之。其次眼視目鏡，轉動反光鏡，使鏡有光明視野（field of light），轉時常用拇指與食指。再轉動粗動螺旋，使鏡筒下降至與臺相距甚近，例如 $\frac{1}{4}$ 英寸，乃將標本片，放於臺上，務使所視的物體適在臺孔的中央，移動標本片，使鏡內見有朦朧的物像，然後用臺上的夾，固着標本片。再動粗動螺旋，使物鏡下降與標本片相接近，乃移眼於目鏡上，一面看着鏡內，一面仍動粗動螺旋，使接物鏡又漸上昇至物像明晰爲止。乃調節微動螺旋，使物像更加明瞭。

照平常的使用順序，均先調節鏡筒長短，其次爲反射鏡，更其次爲標本，然後調節焦點距離。惟顯微鏡中所生的像爲倒像，所以假使我們想視標本的左部，反要將標本片在臺上向平