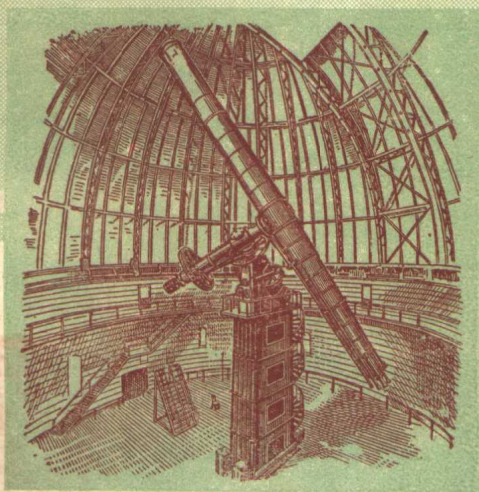


蘇聯青年科學叢書

顯微鏡與望遠鏡

蘇赫魯吉赫著



中國青年出版社



蘇聯青年科學叢書

顯微鏡與望遠鏡

蘇赫魯吉赫著
滕砥平譯

中國青年出版社

一九五五年·北京

書號 378 數理化 47

顯微鏡與望遠鏡

著 者 [蘇聯] 蘇 赫 魯 吉 赫
譯 者 滕 砥 平

青年·開明聯合組織

出 版 者 中 國 青 年 出 版 社
北京東四12條老君堂11號

總 經 售 新 華 書 店
印 刷 者 北京中國青年出版社印刷廠

開本 787×1092 1/32
印張 2 3/8
字數 42,000

一 九 五 一 年 十 二 月 第 一 版
一 九 五 五 年 二 月 北 京 第 五 次 印 刷
印 數 25,001—27,000

北京市書刊出版業營業許可證出字第036號

定價 2,400 元

內 容 提 要

顯微鏡和望遠鏡是人類用來探測極小和極遠世界的利器。本書不但說明了這兩種光學儀器的構造原理和逐步改善的經過，同時還把這兩種儀器向人類揭示的極小世界和極遠世界作了簡單扼要的說明。

В. С. СУХОРУКИХ
МИКРОСКОП И ТЕЛЕСКОП
ТЕХГИЗ, МОСКВА, 1950

譯者的話

這本‘顯微鏡與望遠鏡’(Микроскоп и телескоп)是蘇聯‘國家技術理論書籍出版局’所編的普及自然科學叢書之一。這個譯本是從它的修正再版本譯出來的。

譯者感覺到，翻譯一本通俗的自然科學書，跟翻譯一本文藝書不同。翻譯文藝作品，爲了保存故事和描寫的完整，必須和原作完全保持一致；翻譯通俗科學作品的目的在於介紹知識，在不違背原意的原則下，應該儘可能譯得淺顯易懂，使能力較差的讀者也能吸收得下去。因此，在翻譯時不一定逐句直譯。假使爲了把原作者所要表達的學理介紹得更清楚一些，那末對原文作一些適當的改動，也是必要的。

這一個譯本就根據了上述的原則，對原作作了一些必要的改動。例如第 10 頁末段所講會聚透鏡造實像的情形；第 24 頁倒數第二節關於光的干涉現象的實驗；第 30 頁末兩行所述白血球移動的情形等等，爲了原文說得不很明確，不易爲一般讀者所接受，所以都經譯者改動了。

不過譯者爲學識所限，譯文一定會有許多未遇到的地方，還要希望讀者多多指正。

滕砥平 一九五一，十，三一

目 次

一	我們能看見些什麼?	1
二	人眼的構造	3
三	視角	4
四	透鏡	7
五	放大鏡的祕密	13
六	顯微鏡的構造	15
七	透鏡的像差	17
八	現代顯微鏡	20
九	人類看不見的敵人	27
一〇	麥其尼柯夫的發現	30
一一	顯微鏡下的金屬	32
一二	望遠鏡的構造	36
一三	望遠鏡能不能把恆星放大?	39
一四	反射望遠鏡	44
一五	馬克蘇托夫望遠鏡	47
一六	現代望遠鏡	51
一七	不平凡的旅行	54
一八	顯微鏡和望遠鏡的放大率有沒有限制?	58
結語		71

一 我們能看見些什麼？

我們都有過遙望森林的經驗吧。

地平線上，整個森林的黑色輪廓，在青天的襯托下，顯得格外分明。可是要分清裏面是什麼樹木，卻很困難。因為我們的眼睛連哪是樹幹，哪是樹葉都分不清，但見一切的一切，都融合成了一個整體。如果一定要知道森林裏長的是什麼樹，和這些樹的幹、枝和葉是什麼樣子，我們就得朝着森林走去。現在我們已經走了很大一段路，可以清楚看見一株株的樹了。原來其中有些長得很直，很整齊，有些盤曲得很古怪，還有一些傾斜得非常利害，幾乎完全接觸了地面。再走近些，我們又能分清哪是枝子，哪是葉子，並且，還能分清哪是橡樹，哪是白楊樹了。於是呈現在我們面前的，便不再是從前在遠處看見的一座濃密的森林的輪廓，而是一幅夏日森林的生動的圖畫。然而就在現在離森林很近的這個距離裏，仍有許多是看不見的。譬如我們還看不見樹葉形狀上的一切細微部分，還無法看出它們的構造。要能看見這些，就必須走到森林裏面去，摘下幾片葉子拿到眼前來仔細地看。

這時候，葉子上的無數紋理是看得見的了。可是樹葉的構造如何，還是看不出。若能看出葉子的構造，一定是更有趣

的，但怎樣纔能看得見它呢？

到現在為止，我們是利用一種極簡單的方法，使我們所能看見的物體上細微項目增多起來的。這方法就是縮短眼睛和物體中間的距離。我們難道不能再用這個縮短距離的方法，去發現物體構造上的新的細微項目麼？

不能了。我們若將眼睛和樹葉中間的距離再行縮短，那就不但不能夠有新的發現，連本來看得見的，都反而要看不見了。可見我們的眼睛是有所謂‘明視距離’的。這種明視距離隨人而不同。不過對於大多數成人的正常眼睛，這個距離約為 25 厘米。大多數人讀書、看圖或者細看一件物體的細微項目時，總要把對象放在離眼約 25 厘米的距離處。所以 25 厘米就被公定為明視距離。然而，就是放在明視距離處，極小的物體和大物體中的許多小項目，仍然是看不見的。

可是還有時候，就是大物體我們也不能清楚看見。譬如有時候我們不能走近森林去。因此，只有走近去之後纔能看見的那些情形，我們就無法看見了。地面上我們很難前去的地方已經很多，如再談到天體，我們更無法去接近它。所以如果我們只用肉眼去觀察太陽和月亮，那就很難指出它們的表面，究竟是怎樣一種情形。巨大的恆星在我們眼裏，常常只是些小光點。

總之，遠方的世界和微小的世界，都是落在我們視野之外的。但原因在哪裏呢？是什麼把我們的視力局限住的呢？

要解答這些問題，必須懂得人眼的構造，必須明白眼睛是怎樣觀察周圍的物體的。

二 人 眼 的 構 造

人類的眼睛是一種極其複雜的器官。它的構造如圖 1。眼球外面包着好幾層膜。一層是密實的含蛋白質的膜（鞏膜），它保護眼睛不受外來任何作用的侵害，並保持眼球的形狀。它是不透明的，只有在它前部略微凸出的那一部分，叫做角膜的，能夠透進光線。一層是脈絡膜，裏面有着大量的小血管，它是為眼睛供給營養的。還有一層是網膜。它在眼睛的工作中擔負極重要的任務。網膜遮蓋着眼球內部和角膜相對的全部表面，裏面有着大量的特別敏感的細胞。這些細胞就是視神經的末梢。眼睛對於光的感覺，就是由視神經傳達到腦裏去的。眼睛的前部有一個睛珠，那是一種透明而有彈性的透鏡狀的物體。睛珠前面是所謂虹膜。虹膜的顏色隨人而不同。虹膜中心有一小孔，就是瞳孔。角膜和睛珠中間的空處裝滿了前房液，而眼球的整個內部，都裝滿了透明的玻璃狀液。

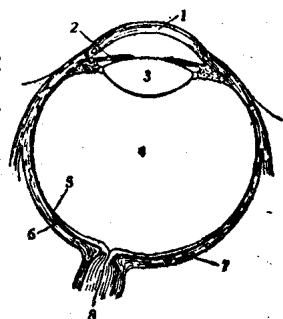


圖 1. 人 眼 的 構 造：
1, 角膜；2, 虹膜；3, 睛
珠；4, 玻璃狀液；5, 網
膜；6, 脈絡膜；7, 鞏膜；
8, 視神經的幹線

當我們看物體時，從物體射來的光線，穿過角膜、前房液、

睛珠、玻璃狀液，最後射在網膜上。就在網膜上造成物像。我們要能够清楚地看見物體，就應當設法使網膜上的物像顯得很清晰。假如睛珠永遠是一定形狀的話，那就只有離我們一定距離的物體，我們纔能够看得清楚。凡是比這個距離近或遠的物體在網膜上所造成的像，就都不會清晰。可是事實上，我們的眼睛對於離我們各種遠近的物體，都能看得清楚。這又是什麼緣故呢？這是因為睛珠憑藉特殊肌肉的幫助，能够改變自己的形狀。當我們觀察近邊的物體時，睛珠變得更凸出一點，觀察遠處的物體時，睛珠的凸出度又會變得小些。

睛珠改變形狀，叫做眼睛的調節作用，可是睛珠也只能在一定的限度內改變自己的形狀。就是因為這個緣故，眼睛纔不能清楚看見落在明視距離以內的物體。眼睛的調節作用到這時候會停止的。

這就是使我們的視力受到限制的原因之一。可是在詳談原因以前，我們還必須談另外一個有關視覺的重要問題，就是網膜上的物像，為什麼有大小。

三 視 角

請看圖 2，這圖指出，若將從物體邊緣射過睛珠中心的兩條光線引伸到網膜上，就可以決定網膜上物像的大

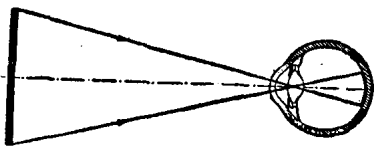


圖 2. 網膜上出現物像的道理

小，因為這兩條光線和網膜表面相接觸的兩點間的距離，就是物像的大小。

不難想像兩件大小不同的物體，可以在網膜上造成大小相同的像。從兩個物體的邊緣射經睛珠中心的兩條光線間的角度，大小相同時，就是這種情形（圖 3）。

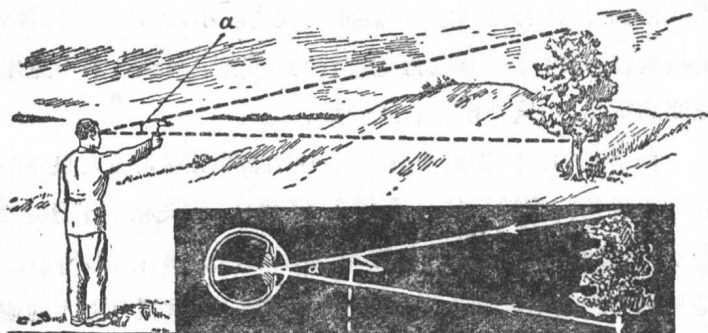


圖 3. 網膜上大樹的像和小旗的像有着相同的大小

圖 3 中所畫的角，名叫視角，視角決定眼睛所見物體的大小。視角越大，物體在我們眼睛裏也越大。視角越小，它也越小。同一物體可以不同的視角被眼睛看見，一切都依物體離眼睛的距離而定。這距離縮短時，視角就增大，同時網膜上的像也隨之而增大。可是前面已經說過，在這時候，我們的眼睛從物體上辨別出的細微項目，會比以前越來越多，又是什麼原因呢？

這和網膜構造的某些特性有關。射在網膜上的光線刺激視神經的感光末梢。每一個感光細胞所接受到的刺激，由視

神經傳達給腦子，使腦子覺察出被觀察物體的像來。感光細胞極小——平均的直徑只有 0.004 毫米，卻具有這樣的特性：即落在一個細胞，甚至幾個相鄰的細胞上的物像，它的全部都會被腦子覺察為一個整體，而不會彼此分立。觀看兩個點子時，我們只能在兩點的像落在相隔很遠的細胞上時，纔把它們看成兩個分立的點。假使兩點間的視角很小，而且兩點的像，是被擠在一起的一羣細胞覺察着的，那麼眼睛就會看不見兩點間的空間，而只把兩點看成一點。

科學家的探究指出兩個平行小橫條間剛剛能被人眼分清的最小視角約等於一分。在這個視角裏，彼此相隔十分之 1 毫米，又離眼睛 25 厘米（即標準的明視距離）的兩個小橫條，是可以被眼睛分清的。若要分清兩個點，那就須有更大的視角，即約等於 2.5 分的視角。在這種視角裏，要彼此相隔約十分之 2.5 毫米的兩點，纔可以在標準的明視距離 25 厘米處被眼睛分清。

上述在觀察兩點或兩個小橫條時出現的網膜的特性，在觀察各種不同的物體時，也要出現的。網膜上的物像越小，向腦子傳遞物像的細胞也越少。隨之我們所得關於物體構造的消息自然也越少。

由此可知為什麼我們看小物體和遠處物體時，就會看不清楚了。我們的眼睛看小物體和遠處物體時視角是很小的。因此這些物體在網膜上造成的像是不大的，像既不大，眼睛所

看見的這些物體上的細微項目，自然也就不多了。

用什麼方法可以改善小物體和遠處物體的明視度呢？只有一個方法，就是加大視角。我們可藉縮短距離來加大視角。可是這個方法又有時候行不通，因為天體離我們的距離是我們無法縮短的，而地面上的物體在許多情形中，我們也很難去接近。至於手邊的小物體，我們的眼睛雖然能夠接近它們，可是過分接近時，也沒有好處。因為把它們擺得比明視距離更近時，反而會看得更不清楚。

那麼還有沒有其他方法，可以加大視角呢？有的。不過要用其他方法，必須學會如何控制光線，如何適當改變光線的方向。這在我們知道了如何利用特製的光學透鏡之後，便可以做到。

四 透 鏡

光線是沿着直線前進的。對於這一點如果不相信的話，可以看看不透明物體所投的陰影。若將一個不透明的物體放在一個很小的光源前面，就可以看見這物體的陰影一定落在由光源連到物體邊緣的直線所造成的尖錐體內部。

可是光線能不能不沿直線，卻沿屈折的線前進呢？事實上光線是會沿着屈折的線前進的，這種事我們也常會碰到。例如我們很難用眼睛來斷定河水或湖水的深淺。因為在我們眼睛裏河底離水面的遠近似乎要比實際情形近得多。這種初

看似乎不可解的現象所以會發生，是因為光線從河底來到觀察人的眼睛所經過的路線不是直線而是屈折的線。光線從水走入空氣時，要屈折一下（圖4）。因此在觀察人看來，光束射出的地方似乎不在水底，而在從水面來到眼睛的那些光線延長相交的地方。觀察人在這地方看見了水底，水底對於它自然就好像比實際稍為高些了。

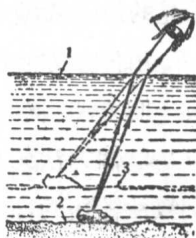


圖4. 對於眼睛，水底似乎比實際所在的地方更高：1 水面；2，真底；3 假底

水面上光線被屈折的情形，可以利用圖5的簡單裝置清楚看出。一個很淺的盛水器，裝上一些略渾的水。器後放上一

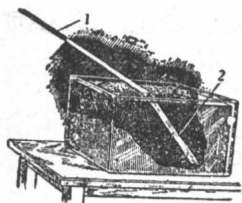


圖5. 光線透過水面的時候發生屈折的情形：1，射來的光線；2，屈折後的光線

張黑色的幕。然後用一支狹窄的光束向水面照射。這時候就可以清楚看見光束從空氣射入水面時，發生屈折的情形了。

然而光的屈折現象，不但常常在水面上發生。光線經過兩種不同的透明物質的分界面時，都會有這種現象發生的。

特別是：光線從空氣進入玻璃，或從玻璃進入空氣時要發生這種現象。能够利用光的這一特性時，我們就能實際管理光線的進路，如改變它們的方向，把發散的光束變成會聚的光束等等了。

能够幫助我們控制光線的特別玻璃，叫做透鏡。

透鏡是一塊玻璃，它的兩面常是球面的一部分（圖6）。穿

過這些球面的中心的直線，叫做透鏡的光軸，透鏡的一面，有時也可以是平的。



圖 6. 透鏡的表面是球面的

在圖 7 中畫着六種不同的透鏡。前三種是中央厚，邊緣薄，它們能夠使穿過它們的平行光束會聚在一點上，所以叫做會聚透鏡。後三種是中央薄，

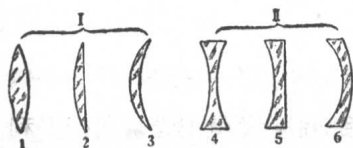


圖 7. 各種透鏡

1, 雙凸透鏡; 2 平凸透鏡; 3, 凹凸透鏡(以上是會聚透鏡); 4 雙凹透鏡; 5, 平凹透鏡; 6, 凸凹透鏡(以上是發散透鏡)

邊緣厚，它們能使穿過它們的平行光束向四外發散，所以叫做發散透鏡。

會聚透鏡和發散透鏡中光線前進的路線見圖 8。

透鏡的作用我們很容易自己來觀察。拿一塊會聚透鏡放在有太陽光照着的一張紙前面。只要把透鏡前後移動，就可以在紙上得到一個小光點。原來透鏡已把所有通過它的平行的太陽光束會聚在這裏。若是改用發散透鏡，就得不到這樣的光點。

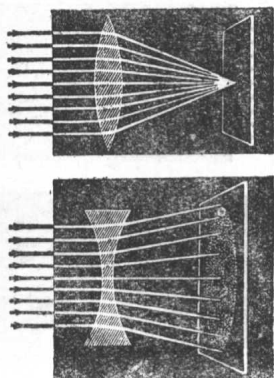


圖 8. 光線在會聚透鏡(上)和發散透鏡(下)中前進的路線

和會聚透鏡的光軸平行的切光線，被透鏡集合的地點，

名叫透鏡的焦點，透鏡的焦點就落在透鏡的光軸上。

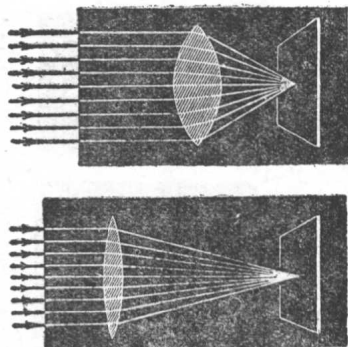
從焦點到透鏡的距離，名叫透鏡的焦距。

要決定會聚透鏡的焦距也容易，用上述方法得到了鮮明的光點（太陽在紙上的像）之後，量定紙和透鏡間的距離，這距離就是透鏡的焦距。

各種透鏡有着不同的焦距，有些長到幾公尺，有些短到幾毫米，為什麼有的長，有的短呢？

請看圖 9，那是兩個雙凸透鏡，其中之一的表面比另一個凸度更大。因此，表面凸度大的那個透鏡就把光線屈折得利害些，因而使它會聚在離透鏡較近的一點上。那個凸度小的透鏡呢，就只好使透過的光線會聚在離自己較遠的一點上。可見焦距是和透鏡表面的形狀有密切關係的。

懂得透鏡的焦距是極要緊的一件事。製造新的光學儀器的工程師，替人配眼鏡的醫師，觀象臺上的天文學家，都對透鏡的焦距十分注意。你自己也能做一種簡單的試驗，使你能夠瞭解焦距的重要性。



如果把一塊會聚透鏡放在圖 9. 各種透鏡的焦距是不相同的幕和電燈的中間，那麼，只要燈泡和透鏡的距離大於透鏡的焦距，我們把幕前後移動到一個適當的地方，幕上就可以出現一

張很清晰的燈絲的像。這像的所在地就是燈絲射出的光線穿過透鏡以後互相會聚的地方（圖 10）。

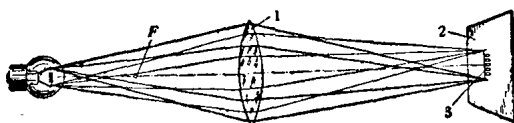


圖 10. 透鏡成像的原理
1,透鏡; 2,幕; 3,燈絲的像

現在讓我們把燈泡向透鏡挪近一些。幕上燈絲的像，這時卻模糊了。這是因為透鏡那面光線交叉的地方已經收變了地位。它離透鏡更遠了。假如把幕也往遠處挪，那我們又會在它上面看見燈絲的一張清楚的像。可是這時候像已經比先更大了。繼續把燈泡和透鏡的距離縮短，同時又把幕和透鏡的距離加長，就可以使燈絲的像比燈絲本身大許多倍。可是燈泡和透鏡的距離也只能作有限的縮短，超過了一定的界限時，燈絲在幕上的像就消滅了。這就是說穿過透鏡的光線，現在已不能互相會聚。它們要取發散光束的形式走開（圖 11）。

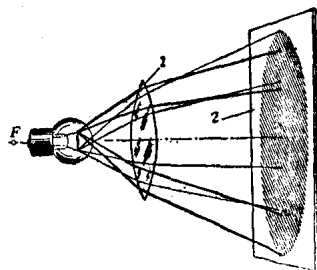


圖 11. 物體離透鏡太近又不能成像了：1,透鏡; 2,幕

假使我們預先決定了透鏡焦點的地位，那就很容易看出上述的界限是和透鏡的焦點相符合的。所以如果利用透鏡來得到燈絲在幕上的像，就必須把燈泡安置在透鏡焦距以外。