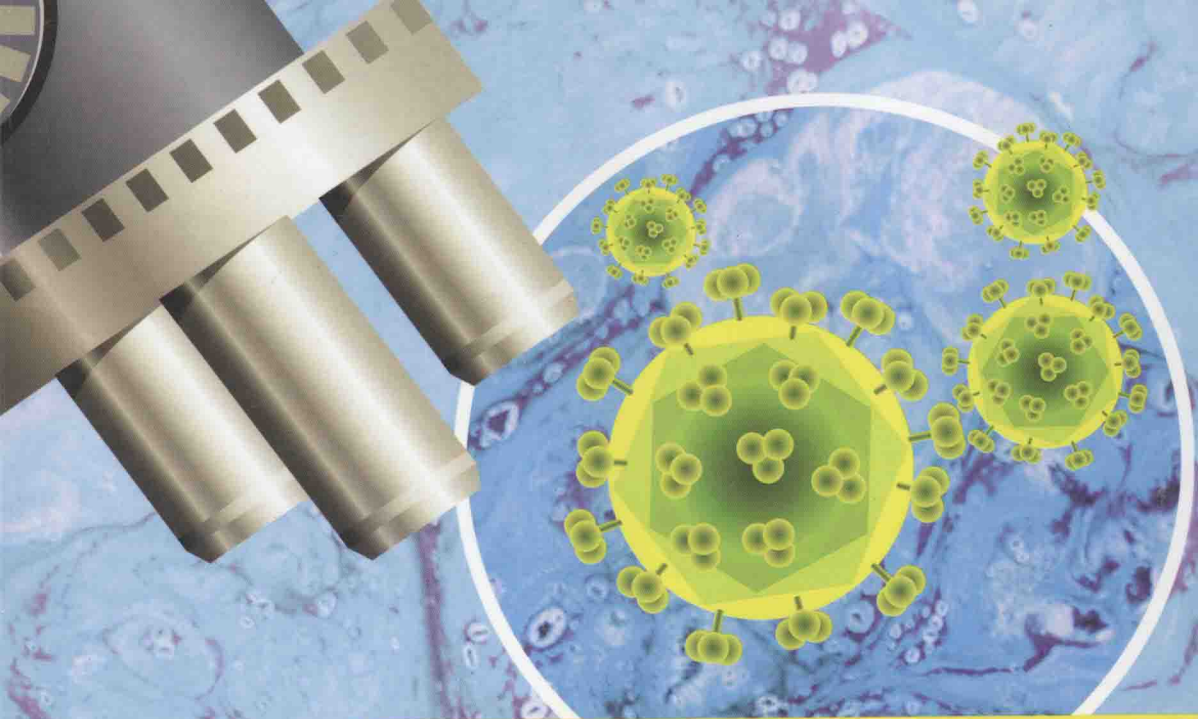




★德国青少年科普经典丛书★

探索微生物

最小生物的足迹

[德]吉拉德·博施◎著 柳 溪◎译



 科学普及出版社
POPULAR SCIENCE PRESS

德国

丛书

探索微生物

——最小生物的足迹

(德) 吉拉德·博施 著

柳 溪 译



科学普及出版社

·北 京·

图书在版编目(CIP)数据

探索微生物——最小生物的痕迹/[德]博施著;柳溪译. —北京:科学普及出版社, 2013.1

(德国青少年科普读物经典丛书)

ISBN 978-7-110-08027-6

I.探... II.①博...②柳... III.①微生物-青年读物②微生物-少年读物 IV.①Q93-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第003715号

Originally published under the title EXPEDITION MIKROSKOP

Copyright © 2001 by Rowohlt Verlag GmbH, Reinbek bei Hamburg

本书中文版由Rowohlt Verlag, GMBH授权科学普及出版社出版, 未经出版社许可不得以任何方式抄袭、复制或节录任何部分。

版权所有 侵权必究

著作权合同登记号: 01-2012-9206

责任编辑 鲍黎钧

封面设计 大象设计

责任校对 刘洪岩

责任印制 张建农

科学普及出版社出版

北京市海淀区中关村南大街16号 邮政编码: 100081

电话: 010-62103123 传真: 010-62183872

科学普及出版社发行部发行

北京九歌天成彩色印刷有限公司印刷

*

开本:710毫米×1000毫米 1/16 印张:9.75 字数:150千字

2013年1月第1版 2013年1月第1次印刷

ISBN 978-7-110-08027-6/Q·122

印数: 1-5000册 定价: 29.80元

(凡购买本社的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换)

透过放大镜和显微镜的见闻



让我们进入一个陌生未知的“微生物世界”：植物茎部的横截面后面隐藏着什么？人们可以看到洋葱皮的细胞吗？怎样去近距离地观察一个活蹦乱跳的草履虫？

作者吉拉德·博施一步一步地探究微生物世界中的奥秘：首先他解释了显微镜、放大镜以及其他光学仪器如何工作；为了切割标本或者给标本染色，需要做哪些准备工作。然后探险之旅就开始了：从神奇的热带丛林小路到“水滴的生活空间”，从口腔深处到晶体或矿物质的寂静世界。

除了针对实验材料发布的通缉令，《探索微生物》中的图片和插画为我们指明了给标本染色和制作标本的道路。

吉拉德·博施生活在莱茵河旁的杜塞尔多夫。如果不写书或者翻译著作，他就在一所职业培训学校里讲课。他已经给孩子们写了很多科普读物。当他在生物研究中用放大镜和显微镜作了很多次“探险”后，“微生物世界”让他兴奋不已。

安特耶·冯·施丹姆是一位获奖的青少年读物的作家和剪纸工程师，她能用一把剪刀和一点胶水做出最漂亮的东西。她为《探索微生物》一书制作了可以拆分的放大镜，并为探究卡片箱想出了一个显微观察记录卡的方法。

目录



1 序言

显微镜下的探险——探索最小生物的足迹

设备和行程

2 眼睛，晶状体和光线——通往微生物世界的道路

15 自制助视器具

21 第一个发现

初学者的热带丛林小路

26 固定和包埋

34 裁剪切片

40 染色

沉积，拍打，裁切

48 整体切片

54 悬浮体

59 拍打切片

64 压片

好学生的探索之旅

68 质壁分离和渗透作用——生物学家的行话

72 看着小草长大——萌芽实验

76 自卫型的小植物——蜚毛和有刺的晶体

真菌类有限责任公司和两合公司——所有的产品都是自己栽种的

90 干船坞里的生活——干草汤和其他汤剂

96 学会静止——对鲜活动物的观察策略

100 结构取代混乱——安静的晶体世界

107 家里的新发现——厨房和浴室里的标本

117 未知的世界——露天园圃中有哪些标本

126 潮湿的小动物——水滴中的生命

写在最后的话

137 参考文献

139 网站资源

140 致谢

序言

显微镜下的探险——探索最小生物的足迹

当你听到“探险”一词时你会想到什么？是令人激动的异域长途旅行？不管是对野生动物和热带植物，或是穿越雷雨、严寒对荒无人烟的地带进行的冒险寻宝之旅？很多探险是这样的。但是，有时你根本无须去很远的地方探险。同时，你遇到的危险也是可以预见的。可是这样的旅行是要去哪呢？

这个陌生世界的大门就是光学显微镜。当你往里看的时候，你会看到许多即使在你最古怪梦境中也没有出现过的材料。显微镜的名字名副其实：这个词是古希腊语中由表示“小”（mikro）和“我看到”（skopeo）两个词组成的。显微镜能将你的“视力”放大至1000倍。这就使原本清晰的细线条突然变成龟裂的沟壑，几个小点也突然“原形毕露”，原来它们是由一系列极小的微生物聚集而成的。

在本书的第一章中你将了解，在显微镜里究竟发生了什么事情。和一次真正的探险一样，你首先要熟悉仪器设备。你所期待的这些将在“通缉令”中出现。在热带丛林小路上你将逐步学到如何使用显微镜以及其他光学仪器，如放大镜，这样你就可以独立地在第二章里对最小的生物进行寻宝之旅了。

现在就充满惊奇的感受吧，但无需担心：虽然显微镜下的热带丛林在开始时令人眼花缭乱，但像莫格利、巴娄、巴黑哈（森林王子）的故事一样，你将从中不断有所发现。

吉拉德·博施
于杜塞尔多夫 2001年9月

设备和行程

眼睛，晶状体和光线—— 通往微生物世界的道路

和每次正式的探险一样，作为探险家，你需要有良好的装备和行程安排，这样可以使你在陌生的环境中找到路。同时，为了让你了解如何使用这些器械，你将在下面的几段中了解到必要的使用方法。

光的概况介绍

为了理解人类的眼睛，晶状体以及显微镜如何发挥作用，你首先要对光有大概的了解。光是由许多射线组成的。这些射线可以来自太阳或其他恒星，或者来自其他光源，如白炽灯、烛光、卤素放射源以及篝火。光以难以想象的速度传播，每秒可达30万千米。正因为如此，未来的宇宙飞船能以光速在宇宙中飞行，也就不足为奇了。

此外，光是由许多颜色组成的，这些颜色被称作光谱色。其中包括红色、橙色、黄色、绿色、蓝色和紫色。你肯定已经见过这些颜色汇集在一起形成的彩虹。但这些对我们的视力有什么重要意义呢？

答案有点复杂。光来源于一个光源而非一个物体。证据是，我们看不清黑暗中的物体，并在疑惑中撞在物体上。这是因为物体只能把光线重新反射回来。人们称这一现象为物体反射光线——这一过程会被我们感知到。在反射作用中，被光照射的物体会“吞噬”掉部分光谱。它将

这些光谱吸收，只将剩下的反射回来。物体以这种方式呈现出不同的颜色：例如，若光线中所有红色光谱被吸收掉，那就只有黄色和蓝色光谱被反射回来。这样的结果是：这个物体呈绿色。绿色是蓝黄的混合色。你可以自己试着将水彩盒里的这两种颜色混合得到绿色。特殊的情况是黑色和白色。当物体将光谱全部吸收后，它会呈黑色，或者物体将所有的光谱反射回来，那它会呈白色。

眼睛和晶状体如何发挥作用

眼睛是处在生物前方部位的特殊感官，它被用来感受光线。它由一个前部和一个后部组成：前部收集光线，后部接收光线刺激并转化成大脑能识别的信号。人眼的这种模式就是眼睛的晶状体。收集光线的部分是由一个弯曲的，充满透明液体的晶状体组成。之所以将其称为晶状体（Linse，复数为Linsen，与扁豆的德语单词相同），是因为它们从一边看像扁豆汤中的扁豆。用来接收光线的部分是我们眼睛中的视网膜（图1），上面有光线感知结构，即所谓的网膜椎体和视网膜。它们为什么有用呢？下文中你将获知答案。

当光线照在晶状体上会发生什么呢？光线会穿透空气，玻璃或水而不被反射。也有例外情况，但这里我们不会对其感兴趣。现在有一束光从空气中射过来，照在晶状体或者水的表面，光线在空气——透镜或空气——水的分界面发生折射，有人也将其称为“折断”。光线虽然直接穿过了晶状体，但将在接下来的过程中它会以特定的角度和原本的照射方向偏离（再看一次图1）。物理学家将这一变化称为“光的折射”。

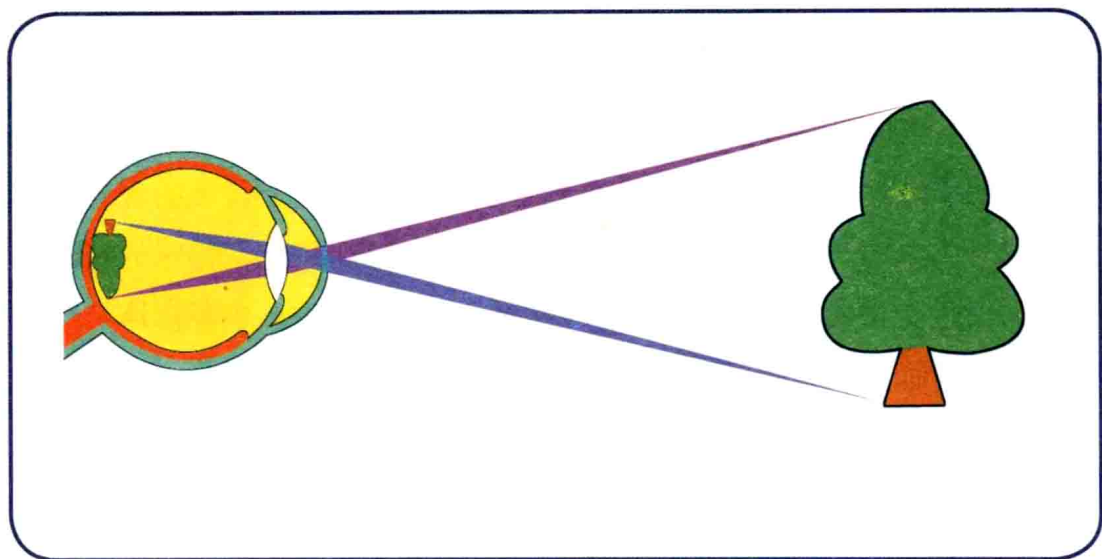
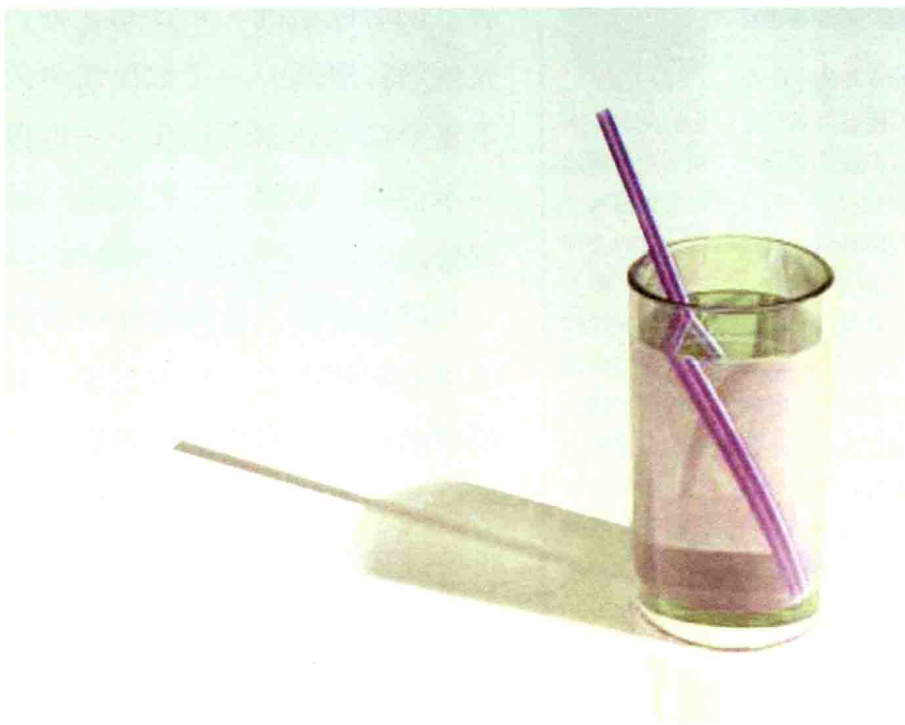


图1：在这个示意图中你可以了解光线是怎样经过人的眼睛，以及在视网膜上形成了哪些图像

光在我们眼睛晶状体上的折射使我们的视网膜上形成了我们看到的图像。光线也可以通过光学仪器，如眼镜或照相机，发生折射。光透过眼镜后也能在视网膜上形成图像，透过相机后将图像投射在胶卷上。从在图1光照射的过程中可以知道，在视网膜上产生的图像出现在大脑中。从这个示意图上可以看出，大脑中形成的树的图像与原图颠倒了。但为什么我们并没有把世界颠倒呢？原来我们的大脑就像一个电脑一样可以改正这些“错误”，以使我们看到的是它的本来面貌。

有时大脑也会“出错”。接下来我们看一些由复杂折射形成的图像。例如你将一根棍子插入盛满水的水槽中，你会觉得，棍子好像被折弯了。可事实是，棍子并未发生变化，而是大脑推测它被折弯了。光线甚至会发生两次折射：首先，当光线穿过水面时会发生折射；接着，被棍子反射的光线从水中射出时会发生折射。由水中的棍子产生在视网膜



上的拼接图像是由许多光线组成的，它们的方向发生了两次变化。你的大脑则错误认为，这个拼接图像属于在水中的那一段棍子。

图2：光线在空气和水交界面会发生折射，你可以很容易地检测一下

这种物理情况也是我们借助透镜可以看到放大图像的最终原因。因为光线在透镜和空气的交界处会如同光线在空气和水的交界处一样发生折射。

单细胞生物没有晶状体眼睛，但它们能在大多数情况下分辨出光亮和黑暗。可是它们无法识别真正的图像。为了能使光线只从一个方向穿

问一问



眼镜蛇需要戴眼镜吗？

眼镜蛇属于蛇类。它们的名字来源于人们在其背部的“网”中发现眼镜状的花纹——当眼镜蛇受到威胁或是它们恼怒时，背部的每一部分会展开类似于“网”状的花纹。事实上，和其他蛇类一样，所有的眼镜蛇都有良好的视力。只有当它们蜕皮时，它们的视力暂时变得模糊，因为它们眼睛的角膜不能透视。但是蛇类双耳失聪。因此好笑的是，耍蛇的人不能通过笛声使蛇伴着音乐来回舞动。更确切地说，蛇的身体移动是由于它们好奇地看着笛子的运动方向。

过眼睛，它只被单一的透光细胞层包裹。同时眼睛的一端裸露在外，这可使光线通过眼睛。一个如此简单的眼睛并不需要晶状体来看图像——即使这图像并不清晰：根据“小孔成像”的这一原理漩涡虫就已经可以看到物体轮廓了。

但是清晰、色调对比明显的图片只能用晶状体产生，也就是说，有晶状体眼睛的动物拥有更好的视野。正如已经提到的，光线在进出晶状体时都会发生折射。同时，它们被投射于眼睛里面靠后的带有的视觉细胞的视网膜上。按照晶状体弯曲角度的不同形成了近在眼前

或是很远物体的图像——专家说，不同的晶状体拥有不同的“焦距”。

正如你看到的，视网膜由椎体细胞和柱体细胞组成。柱体细胞可以看见明暗的变化，而椎体细胞主要负责色彩的对比。因此，主要在夜间活动的动物（如猫头鹰、狐猴以及猫）视网膜上通常有更多的柱体细胞。还有，这些动物必须好好利用极少量的光线。此外，眼睛还要适应外部环境：猫视网膜的精巧构造使它仅需人类看材料所需光线的10%就可看清物体。

与此相反，主要在白天活动的动物

问一问



眼镜一词是从哪里来的？

“眼镜”一词源于绿柱石，这是一种由很漂亮的晶体形成的矿物质，看起来就像是一个海蓝宝石或者湖绿色的绿宝石。在有第一个汽车前照灯玻璃之前，人们把这种晶体磨成了很薄的玻璃片，然后再把它们用作阅读时的助视工具，但效果并不好。中国人早在1000年前就已经知道如何用玻璃制成透镜，欧洲人在这之后600年才知道这个方法。

的视网膜有更多的椎体细胞。此外，眼部特殊的肌肉（睫状肌）负责使晶状体在其他肌肉来回移动时保持弯曲。因此，我们可以毫无问题地调整目光来看清远近的物体。

不同眼睛类型的发展阶段使昆虫演化出复眼，它是由许多单个的眼睛组成的。牛虻有多达28000个独立眼睛，专业术语也将其称为小眼。

我们眼睛的精巧构造使它随着时间的推移显得脆弱：晶状体会不断地弯曲，因为它本身的弹性会随着时间的增长而减弱。其他晶状体的功能也不好，这使得图像——就像你在后面看到的——产生在视网膜后面。眼睛的视力功能逐渐下降，例如读书时我们比以前更困难，但我们能辨认出远方的路牌指示。

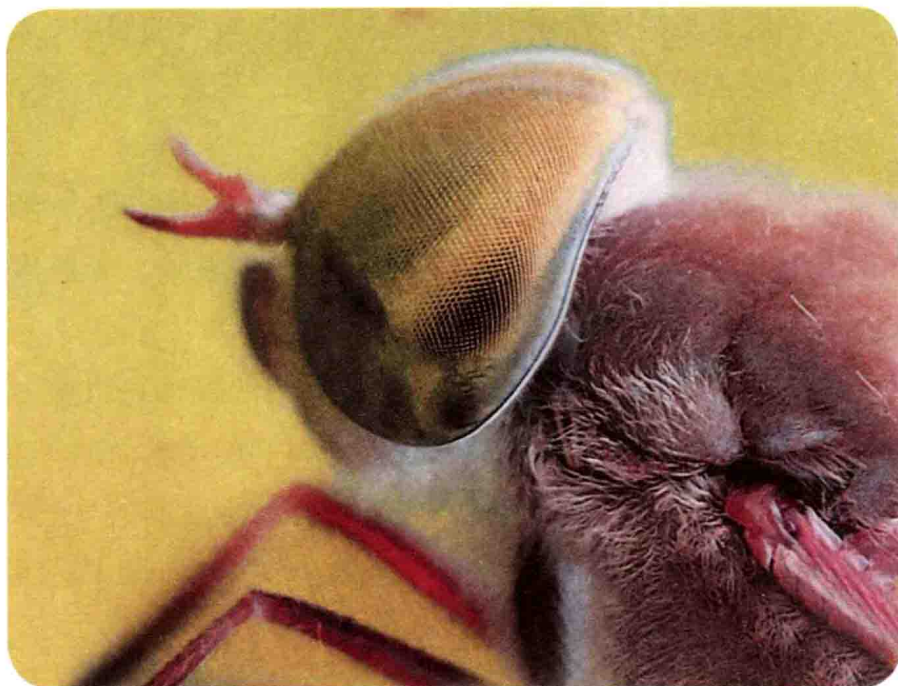
因此老人们读报时经常把报纸拿得远一点以便阅读。作为对策，人们在昏花的眼睛前“安装”了一个人造透镜系统。一个阅读眼镜上装有透镜，它能改变反射的光线，从而在视网膜上重新产生一副清晰的图像。

从本质上来说，人造透镜可以分为两种：发散透镜和聚光透镜（见图4）。聚光透镜的中部是它最厚的部分，它的横截面上有独特的，两边向外拱的透镜或者“凸透镜”（见图4B）。这样可以使光线在一处（即焦点处）聚集。与之相反，发散透镜向内拱起，专业人士也称之为“凹透镜”（见图4D）。它最厚的地方是边缘处，从发散透镜的名字中知道，它和聚光透镜的原理正好相反。因为它能将反射的光线分散。

通过在眼前放置一个或多个这样的透镜，可以使弱视人的视力得以弥补。透镜的折光力可以测量，它的单位是折光度。

除了眼镜外还有其他的光学仪器。放大镜其实跟眼镜没有多大区

图3：牛虻这些闪闪发亮的大复眼由成千上万的单个眼睛组成，它们能使这类小昆虫在飞行时迅速得到方向感



别。人们用它们来看那些在正常情况下眼睛看不清楚或不能识别的物体。比如你把这本书拿远点，直到连最小的字也看不清。接着把它拿到和你眼睛一手宽的距离，你还是看不清上面的字。但放大镜能使单个的

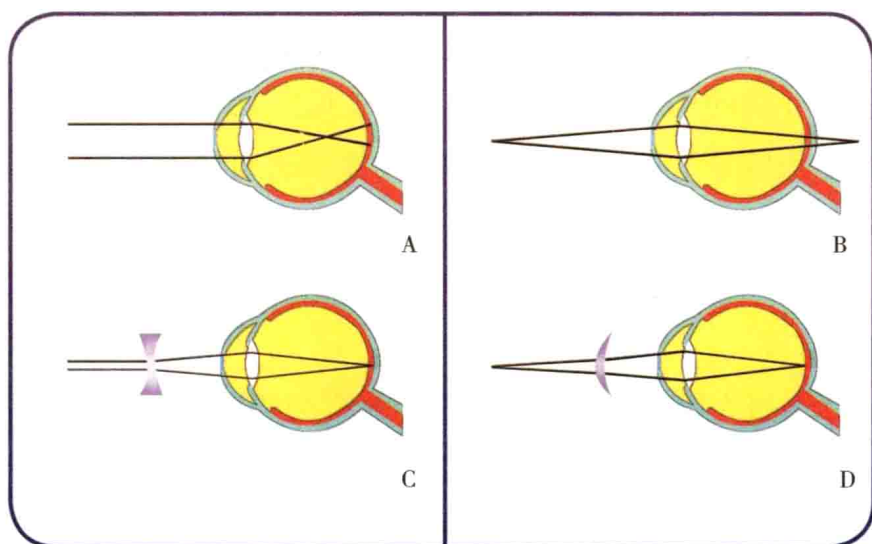


图4：这个示意图显示，人们如何通过眼镜弥补视觉上的缺陷。近视眼(A)会通过发散透镜(C)得以矫正，远视眼(B)将通过聚光透镜(D)得以矫正

字变大，你看得就更清楚了：你把放大镜越往眼前放，字母也就变得越大。和棍子在水中一样，它能产生一个“人造图像”，只不过这个图像没有变歪，而是变大了，因为反射光线在放大镜中改变了自己的方向。随着时间的推移人们通过连接许多透镜发明了其他的光学仪器。没有它们就既不会有照相机或者投影仪，也不会有望远镜或显微镜。

显微镜能看到什么

在我们去微生物世界旅行之前，应该心平气和地仔细观察一下显微镜。

从图5中可以看出，显微镜有两个透镜系统，它们分布在镜筒的两端。为了观察，人们需要在载物台上放上切片，然后让反光器的光线透过切片。聚光器也是透镜，它能使显微镜最下面的光源发出的光线正好到达你的仪器。

有时显微镜也有光圈。它可以放大或缩小，以使光线通过一个大孔或者一个小孔。光圈帮助透光镜把光线只聚集在载物台的切片上，而非照射在其他地方。

物镜的透镜（下面）能产生置于载物台切片上的物体放大的图像。这个图像又被目镜的透镜放大。通常情况下，不同放大能力的物镜组成一个可以旋转的转换器。将物镜和目镜的放大倍数相乘时，你就得到了最大的放大倍数。

然而，没有良好的光照条件你也就不能达到最好的放大效果了。简单的显微镜将一面镜子作为自己的光源，它能引导日光或者台灯的光穿过聚光镜。但是较好的显微镜拥有一个自制的光源（灯）。

物体和物镜的距离可以通过旋转粗准焦螺旋和细准焦螺旋进行调

节，以得到清晰的图像。同时，很多的显微镜要上下移动物镜，而另一些则通过上下移动载物台。

显微镜保持固定也是很重要的，因为即使是最小的晃动也会使你的切片像是地震一下来回摆动。因此，你的显微镜也应有一个又重又牢的镜座。

图5：显微镜的构造

- 1 目镜
- 2 镜筒
- 3 细准焦螺旋
- 4 转换器
- 5 物镜
- 6 载物台
- 7 聚光镜或灯
- 8 镜座



准备很重要：用显微镜观测时人们需要的用具

当你读完显微镜构造后，你需要——和热带丛林里的探险一样——一系列的装备（对照图6）。许多用具你都可以在实验专业商店，药店或者医疗器械商店里买到，有些可以自制。首先你需要载玻片（长方形的小玻璃片，随后上面放你的切片）和盖片（正方形极薄的小玻璃片，它用来覆盖物体并防止物体变干）。你可以用一个塑料吸管或者一个用过的有塑料球的吸管（如滴或滴眼液的药瓶）十分容易地测量出液体并把它们涂抹在物体上。你可以用一把厨刀划出一个大口子，或者用一把医生用的特殊的手术刀或者一把供实验室用的刮刀划出一个小口子。你也可以让你的父母帮你制作切割工具：用一把小刀稍微划破一个葡萄酒或者香槟酒的瓶塞，并小心地将剃须刀片插到这个缝隙中。这是个十分棘手并有点危险的事情。所以，问一下你的父母是否可以独自一人使用一把锋利的剃须刀片。否则，在你切割材料的时候一定要请他们帮忙。

你还要弄到一块小泡沫塑料。可以把要切的材料夹在两个小块泡沫之间。这样做非常有用，因为这样的话实验对象就被固定住了，而且你的手指也不在危险区域之内。你可以用一个颜料盒里的毛笔以及一把抹刀，用木头做成的冰棒棍或者咖啡勺也行，把实验样本放在载玻片上。

名人录

从眼镜到显微镜

16世纪末，当荷兰的手工匠把厚玻璃的棱角磨细时，产生了第一个可以使用的眼镜，从中产生了真正的透镜。然而这项发明归于英国人罗杰尔·培根（约1260年）。1674年，又是一位荷兰人冯特纳造出了世界上第一个显微镜。它已经能够放大250倍了。

