



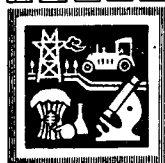
农村科学实验丛书

# 生物显微镜

林波海 陈去恶 编著



农业学大寨



农村科学实验丛书

# 生物显微镜

林海波 编著  
陈去恶

科学出版社

1976

## 内 容 简 介

本书是一本通俗的小册子,介绍生物显微镜的基本知识,包括生物显微镜的构造、光学原理、用法、保养法,以及一些自己动手创设有关设备的土办法。适合于农村科学实验小组成员、赤脚医生、医院化验员、医学和农业院校学员及其他显微镜使用者参考。

## 生 物 显 微 镜

林 波 海 编著  
陈 去 恶

\*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街 137 号

中 国 科 学 院 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

1976 年 12 月 第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1976 年 12 月 第 一 次 印 刷 印张: 3

印数: 0001—48,450 字数: 63,000

统一书号: 13031·506

本社书号: 747·13—10

定 价: 0.23 元

# 毛主席语录

独立自主、自力更生。

在某种意义上来说，最聪明、最有才能的，是最有实践经验的战士。

人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

读书是学习，使用也是学习，而且是更重要的学习。

## 前 言

在无产阶级文化大革命、批林批孔运动和学习无产阶级专政理论的推动下,我国各项社会主义事业得到飞跃的发展,革命和生产形势一片大好,越来越好。在工农兵群众科学实验活动蓬勃发展的同时,国产显微镜的质量在迅速提高,产量在大幅度增长,供应日益普遍,使用显微镜的人数大量增多。

与其它显微镜比较起来,生物显微镜的适用范围最广,对于许多部门,都是一种不可缺少的工具。目前,除学校、医院、工厂和科研单位中使用大量生物显微镜外,随着**农业学大寨**运动的普及和深入,四级农业科学实验网也在普遍使用,而且数量日益增多。生物显微镜用起来似乎很容易,但要能够用好并保护好,却要花一点功夫,需要了解一些有关的基本知识,并在实践中加深认识,以便发挥使用者的主观能动性,适应各种特殊的工作要求,并自己动手创造一些可能的条件,扩大原有设备的使用范围。为此,我们编写了《生物显微镜》这本小册子,作为了解生物显微镜的开端,供有关同志参考。更多的知识应该从读者自己的实践和更广泛的学习中得到。

限于我们的知识水平,也由于编写时间的仓促,本书一定存在不少缺点和错误,诚恳地希望同志们批评、指正。

在编写过程中得到北京市西城区物资供管处和北京市西城区光学仪器厂的大力支持和帮助,得到中国科学院生物物理所工人师傅陈志刚同志和其他同志的热情指导和帮助,谨表衷心感谢。

编 者

1975年8月

• i •

# 目 录

|                           |      |
|---------------------------|------|
| <b>第一章 生物显微镜的构造</b> ..... | (1)  |
| 一、显微镜的光学系统 .....          | (3)  |
| (一) 物镜 .....              | (3)  |
| (二) 目镜 .....              | (6)  |
| (三) 聚光器 .....             | (7)  |
| (四) 反射镜 .....             | (10) |
| (五) 照明光源 .....            | (10) |
| (六) 滤光器 .....             | (13) |
| (七) 盖玻片和载玻片 .....         | (16) |
| 二、显微镜的机械装置 .....          | (17) |
| (一) 镜座和镜臂 .....           | (17) |
| (二) 载物台 .....             | (17) |
| (三) 镜筒 .....              | (18) |
| (四) 物镜转换器 .....           | (19) |
| (五) 调焦装置 .....            | (20) |
| <b>第二章 显微镜的光学原理</b> ..... | (22) |
| 一、透镜成象和透镜的象差 .....        | (22) |
| (一) 透镜 .....              | (22) |
| (二) 透镜成象 .....            | (23) |
| (三) 透镜的象差 .....           | (25) |
| 二、人的视觉器官——眼睛 .....        | (28) |
| 三、放大镜的作用 .....            | (30) |
| 四、显微镜的成象原理 .....          | (31) |
| 五、数值孔径 .....              | (32) |

|                            |             |
|----------------------------|-------------|
| 六、显微镜的放大倍数和分辨力 .....       | (33)        |
| 七、焦点深度 .....               | (38)        |
| 八、镜象亮度 .....               | (39)        |
| 九、显微镜的视场 .....             | (39)        |
| <b>第三章 生物显微镜的用法 .....</b>  | <b>(40)</b> |
| 一、一般要求 .....               | (40)        |
| (一) 清点和建卡 .....            | (40)        |
| (二) 搬动、暂置和运输 .....         | (40)        |
| (三) 观察环境和工作习惯 .....        | (41)        |
| 二、光轴的对正 .....              | (42)        |
| 三、生物显微镜的照明 .....           | (44)        |
| 四、普通聚光器的基本用法 .....         | (48)        |
| (一) 观察时聚光器应处的高度 .....      | (48)        |
| (二) 聚光器与物镜的配合 .....        | (49)        |
| 五、放大倍数的选择 .....            | (51)        |
| 六、滤光器的使用 .....             | (53)        |
| 七、观察操作 .....               | (56)        |
| (一) 一般观察操作 .....           | (56)        |
| (二) 油浸物镜的使用 .....          | (57)        |
| (三) 关于灵活应用 .....           | (60)        |
| <b>第四章 显微镜的基本保养法 .....</b> | <b>(64)</b> |
| 一、显微镜的保管 .....             | (64)        |
| (一) 防潮 .....               | (64)        |
| (二) 防尘 .....               | (65)        |
| (三) 防腐蚀 .....              | (65)        |
| (四) 防热 .....               | (66)        |
| 二、显微镜的一般擦拭 .....           | (66)        |
| (一) 机械装置的擦拭 .....          | (66)        |
| (二) 光学镜头的擦拭 .....          | (66)        |

|                           |             |
|---------------------------|-------------|
| 三、镜筒下滑及加润滑剂问题 .....       | (68)        |
| <b>第五章 几个可行的土办法 .....</b> | <b>(70)</b> |
| 一、自制土显微镜灯 .....           | (70)        |
| 二、自制土滤光器 .....            | (72)        |
| (一) 液体滤光器 .....           | (72)        |
| (二) 胶片滤光片 .....           | (73)        |
| (三) 玻璃滤光片 .....           | (75)        |
| 三、自制和使用土测微尺 .....         | (77)        |
| (一) 土制目镜测微尺 .....         | (77)        |
| (二) 校准和使用 .....           | (78)        |
| 四、土装暗视场显微镜 .....          | (81)        |
| (一) 中央挡光板的制法 .....        | (82)        |
| (二) 土装暗视场显微镜的观察操作 .....   | (83)        |
| 五、寻找生物染料的代用品 .....        | (85)        |

## 第一章 生物显微镜的构造

显微镜是一种精密的光学仪器，它已经有三百多年的发展历史。自从有了显微镜以后，人们看到了过去所看不到的许多微小生物和构成生物的基本单元——细胞，使人们对自然界的认识有了一个很大的飞跃。伟大导师恩格斯曾经把细胞的发现称做十九世纪自然科学的三大发现之一；而十九世纪的细胞学的建立和细菌致病的发现，都是与显微镜的应用分不开的。随着工农业生产与科学技术的发展，显微镜也在不断革新，原始的显微镜只是两个凸透镜的简单组合，放大倍数只有十来倍，而现在已经能制造各种类型的高性能显微镜，其精确度和分辨力也在不断地提高。

解放前，我国人民在三座大山的残酷压迫下，我国的光学工业和各种工业一样，都是极端落后的，甚至连眼镜片也要由外国进口。解放后，在毛主席无产阶级革命路线指引下，坚决走**独立自主、自力更生**发展工业的道路，我国的光学工业和其它工业一样，得到了迅速的发展，许多高精尖的光学仪器，包括各种类型的显微镜都能自己设计和制造了。目前我国已能自行设计和制造分辨力优于 5 埃、放大倍数达 40 万倍的电子显微镜。

显微镜对于工、农业生产、医疗卫生和科学研究都是不可缺少的工具。农业上，用于对动植物组织结构及生长情况、细菌和病虫害的检查和研究；工业上，显微镜用于研究和检查金属或矿石、检验精密零件的质量、制造精密零件及微型电子

元件时需要有显微镜作为辅助设备;医疗卫生上,进行各种化验检查;在科学研究上也要求有更精密的各种型式的显微镜。

只有了解显微镜的原理和构造,知道各个部件的作用,才能正确地使用和充分发挥它的性能,否则可能使用不当,以致造成损坏,缩短显微镜的寿命。

显微镜的构造可以分为光学系统和机械装置两大部分。

图1是单筒目镜管的显微镜,图2是备有单筒目镜管和双筒目镜管的显微镜,二者的目镜管都是成45度倾斜的。

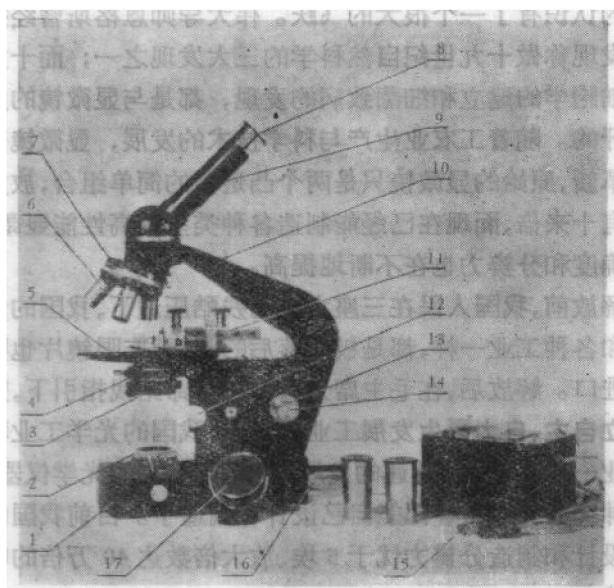


图1 国产XSB-02型生物显微镜(北京市西城区光学仪器厂出品)

- 1.镜座 2.保护玻璃座 3.可变光阑 4.聚光镜 5.载物台  
6.物镜 7.物镜转换器 8.目镜 9.镜筒 10.镜臂 11.载物台移动架  
12.聚光器螺旋 13.粗调焦螺旋 14.细调焦螺旋  
15.变压器 16.光源 17.反射镜

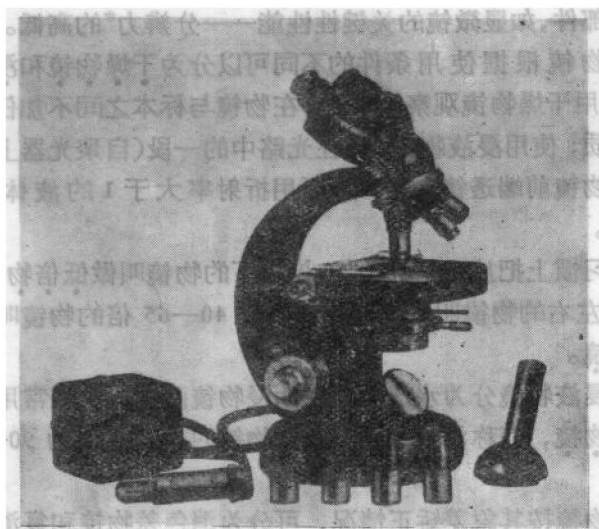


图2 国产MLI型生物显微镜(云南光学仪器厂出品)

## 一、显微镜的光学系统

显微镜的光学系统主要包括物镜、目镜、反射镜和聚光器四个部件。广义的说也包括照明光源、滤光器、盖玻片和载玻片等。

### (一) 物镜

因为它靠近被观察的物体(标本),因此也叫做接物镜,许多使用者在口语上把物镜和目镜都通俗地叫做镜头。物镜安装在镜筒的下端,各工厂出品的各种不同放大倍数的物镜的螺旋口径都是统一的,因此必要时可以互换使用。

物镜的作用是将标本作第一次放大,然后再由目镜将第一次放大的象作第二次放大。物镜是决定显微镜性能的最重

要的部件,如显微镜的关键性性能——分辨力\*的高低。

物镜根据使用条件的不同可以分为干燥物镜和浸液物镜。用干燥物镜观察标本时,在物镜与标本之间不加任何液体介质;使用浸液物镜时,在光路中的一段(自聚光器上端透镜至物镜前端透镜之间)需要用折射率大于1的液体作为介质。

习惯上把放大倍数为10倍以下的物镜叫做低倍物镜;把20倍左右的物镜叫做中倍物镜;把40—65倍的物镜叫做高倍物镜。

浸液物镜分为水浸物镜和油浸物镜两种,一般常用的是油浸物镜,简称油镜,通常油浸物镜的放大倍数为90—100倍。

物镜按其象差矫正情况,可分为消色差物镜和复消色差物镜。消色差物镜能矫正光谱中两种色光的色差,一般显微镜常用这种物镜。复消色差物镜能矫正光谱中三种色光的色差,但其价格昂贵,较少使用。

放大倍数、数值孔径和工作距离是物镜的主要参数,每个物镜上通常标有表示物镜主要性能的参数,以XSB-02型显微镜为例,如10倍物镜上标有10/0.25和160/0.17,此处10为物镜的放大倍数(有的写成 $10\times$ );0.25为数值孔径(有的写成 $N.A. 0.25$ );160为镜筒长度(或机械筒长),单位毫米;0.17为所要求的盖玻片厚度,单位毫米。

由图3可见,放大倍数低的物镜构造简单些,倍数越高,则构造越复杂,这是因为物镜的放大倍数越高,物镜的焦距越短,数值孔径越大则物镜的象差越大,为了消除和补偿这些象差,必须用许多片不同球面半径的凸透镜和凹透镜按严格的

---

\* 关于分辨力,数值孔径和象差等的意义将在第二章说明。

尺寸组合起来。

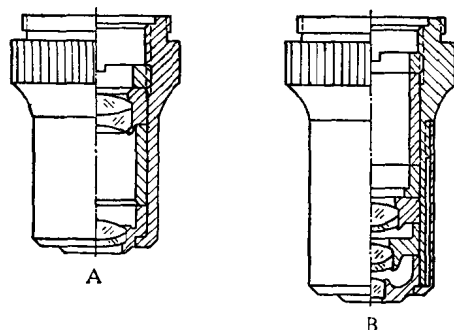


图3 XSB-02 型显微镜物镜剖视图

A: 低倍 (10 倍) B: 高倍 (40 倍) (北京市西城区光学仪器厂供图)

为了使标本经过物镜后得到放大的实象,标本必须放在物镜的焦点以外某一位置上。当对准焦点时,即所观察的标本最清楚时,物镜的前端透镜下面到标本的盖玻片上面的距离称做工作距离。物镜的工作距离与物镜的焦距有关,但不同于物镜的焦距,物镜的焦距越长,放大倍数越低,其工作距离也越长,反之亦然。

为了安全起见,有的工厂在工作距离较短的高倍物镜和油浸物镜上安装弹簧,使物镜前端可以压缩,起缓冲作用,在使用时,万一不慎发生物镜与标本相碰,不致造成损坏。

表1 云南光学仪器厂 MLI 生物显微镜物镜参数

| 名 称        | 数值孔径<br>( <i>N.A.</i> ) | 焦 距<br>(毫米) | 工作距离<br>(毫米) |
|------------|-------------------------|-------------|--------------|
| 3 × 消色差物镜  | 0.07                    | 36.37       | 47.52        |
| 8 × 消色差物镜  | 0.25                    | 19.96       | 9.09         |
| 45 × 消色差物镜 | 0.63                    | 4.12        | 0.67         |
| 100 × 油浸物镜 | 1.32                    | 1.925       | 0.36         |

## (二) 目镜

因为它靠近观察者的眼睛,因此也叫做接目镜,目镜安装在镜筒的上端。各种目镜的口径尺寸都是统一的,根据需要可以互换使用。

目镜的作用是把已经被物镜放大的实象进一步放大,它相当于一个放大镜。通常目镜由上下两组透镜组成,上面的透镜叫做接目透镜,下面的透镜叫做会聚透镜或场镜,上下透镜之间或场镜下面装有一个光阑,这个光阑的大小决定了视场的大小,光阑的边缘就是视场的边缘,因此也叫做视场光阑。因为标本正好在这个光阑面上成象,所以根据工作需要,可在这个光阑上粘一小段眼毛或一根细针做为指针,用来指示某个特定的目标;为了同时看清标本和指针,应该使指针与光阑面位于同一水平面上。也可以在其上面放置目镜测微尺,用来测量所观察标本的某种结构的大小。

目镜的焦距较长而放大倍数较小,常用目镜的放大倍数

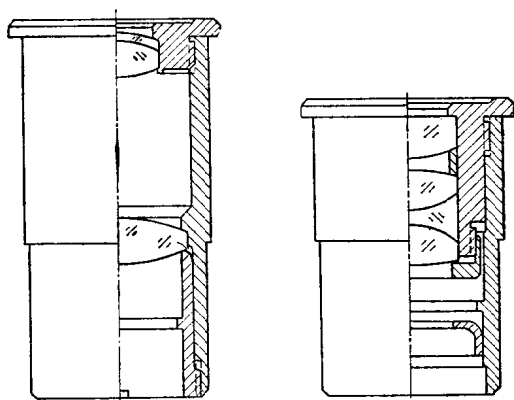


图4 目镜的剖视图  
左: 7×目镜 右: 16×目镜

为 5—16 倍。

目镜只起放大镜的作用，并不增加显微镜的分辨力。

目镜的放大倍数与目镜的焦距成反比，而目镜的焦距与目镜的长度有关，即放大倍数越大，目镜的长度越短，反之亦然。

### (三) 聚光器

聚光器也叫做集光器。最原始的显微镜由于放大倍数低，没有安装聚光器，只是靠标本的反光来观察。现在有些简单的学生用显微镜，虽然观察时光线是透过标本的，但也不带聚光器。

当放大倍数增大时，一方面由于放大倍数越高，透镜数目越多，被透镜吸收的光线也越多；另一方面由于视场的亮度与放大倍数的平方成反比，即放大倍数越高，视场越暗。为了得到足够的亮度，必须安装聚光器，把光线集中到所要观察的标本上。聚光器位于标本下方的聚光器支架上。

聚光器主要由聚光镜和可变光阑组成。

聚光器可分为明视场聚光器和暗视场聚光器。普通生物显微镜配置的是明视场聚光器，它的构造见图 5。

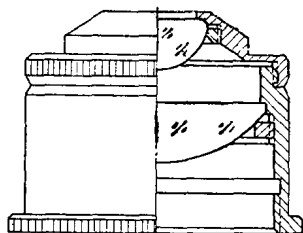


图 5 明视场聚光器剖视图

#### 聚光镜

数值孔径 ( $N.A.$ ) 是聚光镜的主要参数，它有一定的可变范围，通常刻在上方透镜边框上的数字是代表它最大的数值孔径，通过调节它下部可变光阑的开放程度，可以得到此数

字以下的各种不同数值孔径,以适应不同物镜的需要。聚光镜由一片或数片透镜组成,其作用相当于凸透镜,起会聚光线的作用,这样就能增强标本的照明,同时能使光线射入整个物镜镜口角。考虑到载玻片厚度(标准厚度是  $1.1 \pm 0.04$  毫米)所占去的空间,一般把聚光镜的聚光焦点设计在它上端透镜平面上方约 1.25 毫米处(当用平行的人射光照明时)。

有的聚光镜由几组透镜组成,最上面的一组透镜可以卸掉或移出光路,使聚光镜的数值孔径变小,以适应低倍物镜观察时的照明。

为了充分发挥显微镜的性能,在使用时聚光镜和物镜两者的数值孔径应相一致。

聚光镜也有象差,通常有消球差聚光镜和消色差聚光镜两种。物镜的性能要与聚光镜相配合,如果所用的聚光镜不是消色差的聚光镜,则用最好的物镜,所成的象仍有色差,因此如用消色差物镜,也必须配以消色差聚光镜。

### 可变光阑

可变光阑也叫做光圈,位于聚光镜下方,由十几张金属薄片组成,中心部分形成圆孔。推动可变光阑的把手,可以随意调节圆孔的大小,有的可变光阑的边框上还刻有标明圆孔直径的尺寸。推动调节把手时不要用力过猛,也不要用手指触摸光阑的薄片,以免造成损坏。可变光阑的作用是调节光强度和使聚光镜的数值孔径与物镜的数值孔径相适应。

由图 6 可见,可变光阑开得越大,镜口角  $\alpha$  越大,则数值孔径越大,反之亦然。

在可变光阑下面,还有一个圆形的滤光片托架,观察时可放置滤光片。

明视场观察的光路中,光线透过被检标本后,利用标本各

部分光吸收和折射率的不同,来辨清结构,所以见到的视场是亮的。

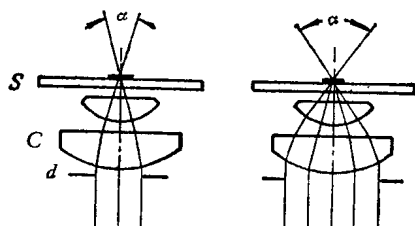


图6 聚光镜镜口角与光阑的关系  
α: 聚光镜镜口角 S: 载物台 C: 聚光镜 d: 可变光阑

### 暗视场聚光器

暗视场聚光器是不使照明光线直接进入物镜,只允许被标本反射和衍射的光线进入物镜,因此所见到的是在黑暗的视场背景中的明亮的标本。

暗视场所能见到的颗粒可比明视场所能见到的约100倍,或者说分辨力提高100倍。这种照明法虽然看不清标本的构造,但能看到这种微小颗粒的存在和运动。

有的显微镜装有各种型式的暗视场聚光器。第五章第四节将介绍用土办法在普通显微镜上,用中央光挡法进行暗视场观察,其光路图见图7。由图可见照明光线(图中画有斜线之部分)透过标本后不进入物镜。

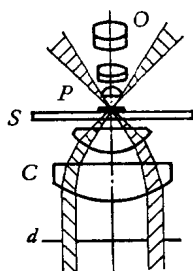


图7 暗视场照明法光路图  
O: 物镜 P: 标本 S: 载物台  
C: 聚光镜 d: 中央挡光板