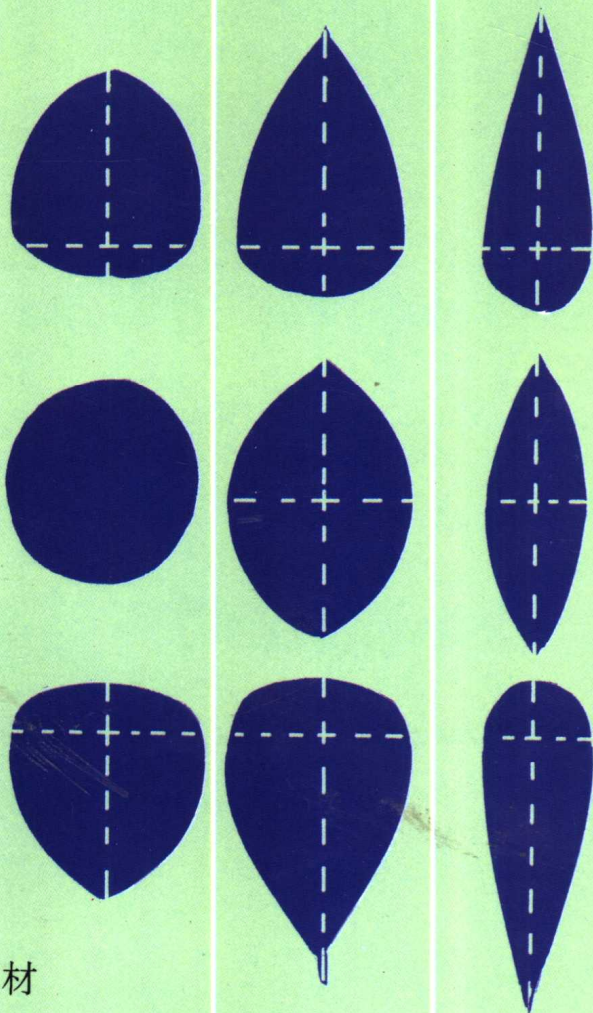




高等学校教材

-33
2

植物学实验指导

(形态、解剖部分)

高信曾 主编

高等教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

植物学实验指导:形态、解剖部分/高信曾主编. —北京:高等教育出版社, 1986. 10 (2003 重印)
ISBN 7-04-003129-9

I. 植… II. 高… III. ①植物学-实验-教学参考资料②植物解剖学-教学参考资料 IV. ①Q94-33②Q944.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 00493 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市东城区沙滩后街 55 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100009	网 址	http://www.hep.edu.cn
传 真	010-64014048		http://www.hep.com.cn

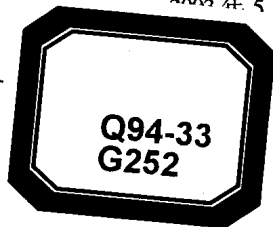
经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京印刷一厂

开 本 850×1168 1/32
印 张 6.375
字 数 150 000

版 次 1986 年 10 月第 1 版
2003 年 5 月第 18 次印刷

凡购买高等教育出版社图书,如有缺
质量问题,请到所购图书销售部门联

版权所有 侵权必究



前 言

实验课是基础课教学中的一个重要环节，它不仅与课堂讲授的基本理论、基础知识相结合，而且也是学习后继课程和进行科研工作的基础，同时又是培养学生独立思考和理论联系实际能力的重要手段。

这本实验指导主要是依据综合大学植物学教学大纲编写的，但它所包含的内容超过了规定的实验课学时，这是为了有的实验可以有选择地进行。此外有些实验用的材料具有地区性，例如小麦为常用的实验材料，是北方地区的作物，如果南方院校做实验时，可用水稻代替。

为了培养学生自己动手独立工作的能力，在前几个实验中，将操作方法、程序以及观察时应注意的事项介绍比较详细，后面的实验就写得比较简略；在内容安排上尽量由浅入深；为了便于选择，每一实验各有其独立性。

本书末有附录，分别介绍简单的显微化学试验和所用染料及试剂的配制方法，徒手切片法，绘图方法以及实验室规则等。此外还附有显微镜一般故障的排除和保养维修的方法。

这本实验指导是根据50年代以来，北京大学植物学实验课教材和教学经验编写而成。全书由高信曾主编。高信曾编写实验1—7；陈耀堂编写实验8—18、32—36；邓岳芬编写实验19—31；陈朱希昭编写实验37—50。李丽霞绘制部分附图。

由于我们理论水平和实践经验有限，书中难免有错误或不妥

之处，希望读者批评指正。

编 者

1984年9月

内 容 提 要

本书是配合高信曾主编的《植物学（形态、解剖部分）》一书的实验教材，是根据50年代以来北京大学植物学实验课教材和教学经验编写而成。全书有50个实验，内容较多，但各具独立性，各校可根据具体条件酌情选用。为培养学生自己动手独立工作的能力，尽量选用活材料与永久制片相配合的方式，学生依指导即可动手操作。全书约12万字，附插图101幅，书末有附录，介绍简单的显微化学试验和所用染料及试剂的配制方法，徒手切片方法，绘图方法，显微镜一般故障的排除和保养维修方法，以及实验室规则等。

本书可用作综合大学、高等师范院校、师范专科学校和教师进修学院生物系及农林院校的植物学实验教材，也可供中学生物学和植物学教师教学参考用。

目 录

第一部分 光学显微镜与电子显微镜	(1)
实验一 光学显微镜.....	(1)
实验二 电子显微镜.....	(9)
第二部分 植物细胞	(13)
实验三 植物细胞的基本结构.....	(13)
实验四 细胞的原生质流动.....	(19)
实验五 胞间连丝和纹孔.....	(22)
实验六 植物细胞的后含物.....	(25)
实验七 植物细胞的有丝分裂.....	(30)
第三部分 植物组织	(35)
实验八 芹菜叶柄的薄壁组织和厚角组织.....	(35)
实验九 美人蕉叶柄中的薄壁组织.....	(37)
实验十 南瓜茎的输导组织.....	(39)
实验十一 南瓜茎的机械组织——厚角组织和厚壁组织.....	(43)
实验十二 桂花叶片的石细胞.....	(45)
实验十三 小麦叶片表皮的结构.....	(47)
实验十四 接骨木的周皮.....	(49)
实验十五 马铃薯块茎的周皮.....	(51)
实验十六 薰衣草的腺毛（分泌组织）	(52)
第四部分 种子和幼苗	(54)
实验十七 菜豆和小麦种子的形态结构.....	(54)
实验十八 幼苗的结构及其形成的过程.....	(56)

第五部分 植物的营养器官 (58)

实验十九 向日葵和小麦的根系..... (58)

实验二十 小麦根尖..... (61)

实验二十一 葱和鸢尾根的初生结构..... (63)

实验二十二 蚕豆根的结构..... (67)

实验二十三 蚕豆侧根的发生..... (70)

实验二十四 根瘤和菌根..... (72)

实验二十五 茎的形态和芽的结构..... (75)

实验二十六 丁香茎尖..... (78)

实验二十七 向日葵茎的结构..... (80)

实验二十八 椴树茎的结构..... (83)

实验二十九 油松茎的结构..... (87)

实验三十 玉米茎的结构..... (91)

实验三十一 向日葵的根茎转变..... (93)

实验三十二 叶的形态..... (96)

实验三十三 蚕豆叶的内部结构..... (104)

实验三十四 小麦叶片的结构..... (107)

实验三十五 松叶的结构..... (109)

实验三十六 营养器官的变态..... (112)

第六部分 花、果实、种子 (119)

实验三十七 玉兰、毛茛的花和果实..... (119)

实验三十八 花的基本结构和类型..... (122)

实验三十九 花托和花被的形态变异..... (128)

实验四十 雄蕊和雌蕊的形态变异..... (133)

实验四十一 花序的类型..... (138)

实验四十二 百合花药和花粉粒的发育..... (143)

实验四十三 小麦花药和花粉粒的发育..... (148)

实验四十四 小麦胚珠和胚囊的发育及胚珠类型..... (155)

实验四十五 百合胚珠的发育和胚囊的形成..... (160)

实验四十六 小麦花粉萌发与双受精过程..... (165)

实验四十七	荠菜种子的发育.....	(168)
实验四十八	小麦胚和胚乳的发育.....	(172)
实验四十九	山桃和苹果果实的发育.....	(175)
实验五十	果实的类型.....	(179)
附录		(185)
一、植物学实验室规则.....		(185)
二、简单的显微化学试验和所用染料及试剂的配制方法.....		(185)
三、绘图方法.....		(187)
四、徒手切片法.....		(190)
五、显微镜的维护.....		(192)

第一部分 光学显微镜与

电子显微镜

实验一 光学显微镜

在本实验课中，经常需要使用光学显微镜（以下简称显微镜）观察植物体内的各种结构。因此在实验课开始之前，必须先了解显微镜的结构、成象原理和操作规程，并掌握正确的使用方法。

如果不了解上述情况，在实验课中不仅不能充分发挥显微镜的设计性能，而且容易发生损坏显微镜和压破盖玻片等事故。

（一）显微镜的结构

显微镜的种类很多，有的简单、有的复杂，而且各有专门用途。这里所介绍的是复式显微镜，它是植物学实验课中最常用的光学仪器。复式显微镜的式样虽有不同，但它们的基本结构相同，都是由光学部分和机械部分组成（图 1-1）。

光学部分包括：物镜、目镜、镜筒、聚光器和反光镜。

机械部分包括：镜头转换器、粗聚焦器（用作初步聚焦）、细聚焦器（用作更精确的聚焦）、执手、镜台（也称为载物台、上面装有压片夹）、镜座和倾斜关节。

（二）显微镜的成象原理

光学显微镜是利用光学的成象原理，观察植物体结构的。首先利用反光镜将可见光（自然光或灯光光源）反射到聚光器中，把光线会聚成束，穿过生物制片（样品），进入到物镜的透镜上。因此所观察的制片都要很薄（一般为 8—10 微米厚），光线才能够穿透制片，经过物镜将制片上的结构放大为倒的实象。这一倒的实象经过目镜的放大，映入眼球内最后为放大的倒的虚象（图 1-2）。

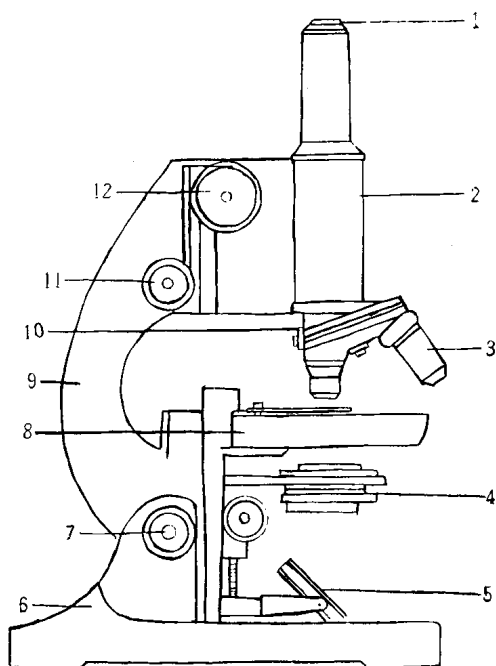


图 1-1 复式显微镜结构图

1.目镜； 2.镜筒； 3.物镜； 4.聚光器； 5.反光镜； 6.镜座； 7.倾斜关节；
8.镜台； 9.执手； 10.镜头转换器； 11.细聚焦器； 12.粗聚焦器

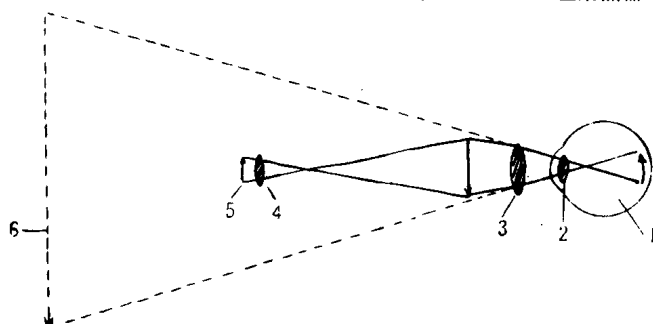


图 1-2 光学显微镜成像原理

1.眼球； 2.晶状体； 3.目镜； 4.物镜； 5.样品； 6.虚象

从成像的原理看，物镜在成像过程中起主要作用。因此，物镜质量的优劣直接影响成像的清晰程度，目镜只不过是放大物镜

所成的象，而不能增加成象的清晰度。

聚光器的作用是集中反光镜反射的光线，使光线会聚而得到强的光束。升降聚光器，可调节焦点。聚光器上还附有光圈，用以调节进入物镜的光线。

(三) 显微镜的放大倍数

显微镜放大的倍数是由目镜、物镜和镜筒的长度所决定。镜筒长度一般为 160 毫米，常用的显微镜，物镜与目镜上都刻有放大倍数（一般目镜越短，放大倍数越高；物镜越长，放大倍数越高），如物镜上刻有 $10\times$ 、 $20\times$ 、 $40\times$ 和 $90\times$ 等；目镜上刻有 $5\times$ 、 $10\times$ 、 $15\times$ 和 $25\times$ 等。物体最后被放大的倍数为目镜和物镜二者放大倍数的乘积。

表 1-1 光学显微镜放大倍数计算表

物镜倍数	放大倍数	目镜倍数			
		5 ×	10 ×	15 ×	25 ×
	4 ×	20	40	60	100
	10 ×	50	100	150	250
	20 ×	100	200	300	500
	40 ×	200	400	600	1000
	90 ×	450	900	1350	2250

理论上显微镜的最大放大倍数可以达到两千多倍，但是目前不仅由于受分辨率的限制，并且还由于制造工艺水平的限制，最好的显微镜的最高有效放大倍数，只能达到一千倍左右。因此有时说一架显微镜可以放大两千倍，这只不过是能够“放大”而已，并不能说明它的清晰程度增大，也许只看见一个放大的模糊形象。

(四) 使用显微镜的操作规程

1. 自显微镜柜子或木盒内取出时，要用右手握紧执手，把显微镜轻轻拿出。由于镜体较重，必须用左手托住镜座，才能做较远距离的搬动。

2. 将显微镜置于实验台上时，应放在身体的左前方，离桌子边缘约30毫米处。右侧可放记录本或绘图纸等。

3. 使用显微镜前，首先要调节好光源。在实验室中可利用灯光或自然光，但不能用直射的阳光，以免损伤眼睛。

为了迅速而正确地对光，应先用 $10\times$ 物镜，把光圈放到最大位置。在用眼睛观察目镜中视野的同时，转动反光镜，使视野的光线最明亮、最均匀。如果靠近光源，可用平面的反光镜；如果光源距离较远，可用凹面的反光镜。有的显微镜如不具有聚光器，则应用凹面的反光镜。

4. 把制片放在显微镜的镜台上，要观察的部位应准确地移到物镜的下面，然后用压片夹压紧。

5. 观察时要睁开双眼，用左眼观察显微镜目镜视野中的象。

6. 进行观察时，应先用 $10\times$ 物镜。为了避免物镜压坏制片（在使用高倍物镜时最易发生），必须用下面方法聚焦：即一方面从侧面注视物镜与制片间的距离；一方面转动粗聚焦器，使镜筒逐渐下降，直到接近盖玻片为止。然后用左眼观察目镜视野，慢慢转动粗聚焦器使镜筒逐渐上升，直到看清制片中的影象为止。

观察制片时，首先在低倍物镜下了解制片上切片的概况，如果所要观察部分位于视野的一侧，则要移动制片，将要观察的部位移到中央。移动制片时应注意显微镜中所形成的象是倒象，因此要改变图象在视野中的位置时，需向相反的方向移动制片。

有的显微镜带有 $4\times$ 物镜，使用时其焦距与 $10\times$ 和 $40\times$ 物镜不同，因此当由 $4\times$ 物镜转换为 $10\times$ 物镜观察制片时，需要重新聚焦。

7. 细聚焦器是显微镜上最易损坏的部件之一，要尽量保护。

一般用低倍物镜观察时，用粗聚焦器就可以调好焦距，不用或尽量少用细聚焦器。使用高倍物镜如需要用细聚焦器聚焦时，其旋钮转动量最好不要大于半圈。

8. 需详细观察制片中某一部分细微结构时，可先在低倍物镜下找到最合适的地方，并移至视野中央，然后转动镜头转换器用高倍物镜（ $40\times$ 或 $44\times$ ）观察。当换到高倍物镜后，应该看到制片中的影象。如果影象不清楚时，顺时针或逆时针方向转动细聚焦器，直到影象清晰为止。如果转换高倍物镜后看不到影象，可能所观察的对象没有在视野中央的位置，需要转换到低倍物镜，重新调正制片位置。

当影象看到以后，还要用光圈调节光束的粗细。这一点很重要，如果光束过于粗大，光线过强，将使一些较为透明的结构不易看清；如果光束过细，光量不足，将使影象灰暗不清。因此必须调节光圈，达到最好的观察效果。在调节光圈时，不要触动反光镜，以免改变光线的折射方向。

（五）使用显微镜时必须遵守的规则

1. 任何旋钮转动有困难时，绝不能用力过大，而应查明原因，排除障碍。如果自己不能解决时，要向指导教师说明，帮助解决。

2. 保持显微镜的清洁，尽量避免灰尘落到镜头上，否则容易磨损镜头。必须尽量避免试剂或溶液沾污或滴到显微镜上，这些都能损坏显微镜。特别是高倍物镜很容易被染料或试剂沾污，如被沾污时，应立即用擦镜纸擦拭干净。显微镜用过后，应用清洁棉布轻轻擦拭（不包括物镜和目镜镜头）。

3. 要保护物镜、目镜和聚光器中的透镜。光学玻璃比一般玻璃的硬度小，易于损伤。擦拭光学透镜时，只能用专用的擦镜纸，不能用棉花，棉布或其它物品擦拭。擦时要先将擦镜纸折叠为几折（不少于四折），从一个方向轻轻擦拭镜头，每擦一次，

擦镜纸就要折叠一次。然后绕着物镜或目镜的轴旋转地轻轻擦拭。如不按上述方式擦拭，落在镜头上的灰尘很易损伤透镜，出现一条条的划痕。

4. 每次实验结束时，应将物镜转成八字形垂于镜筒下，以免物镜镜头下落与聚光器相碰撞。也可用清洁的白纱布，垫在镜台与物镜之间。

(六) 操作练习

对显微镜的构造和使用方法有初步了解后，可以进行下列操作练习：

1. 用“上”字制片* 在低倍物镜下观察(图 1-3, 下), 掌握对光和聚焦器的使用方法。找到观察的物象后，用聚焦器把物象调节到最清晰程度。验证一下放大的物象是否为倒象？把制片向左和向右移动，物象移动的方向是否与制片移动的方向一致？为什么？

2. 用“绢”制片** (图 1-3, 上), 计算视野直径在高倍物镜和低倍物镜下各有多少方格，计算其放大倍数是否与物镜放大倍数成正比。

3. 用“绢”制片测量不同放大倍数下，视野的直径。首先在“绢”制片上找出黑色斑点的标记（用肉眼就可以看出，这是在制片时做的，每两黑点之间为 1 毫米）。数一数两黑点之间有多少小方格，然后分别在 $4\times$ 、 $10\times$ 、 $40\times$ （或 $44\times$ ）物镜下（目镜放大倍数不变）计算视野直径的方格数目，并按方格数目多少粗略地计算出三种物镜下视野直径的大小。把计算结果记录下来，可帮助在观察实物时，建立放大倍数的概念。

4. 在载玻片上滴一滴稀胶水，用解剖针搅拌使产生小的气

* “上”字制片是用剪断的头发小段，在载玻片上拼成“上”字，然后用树胶将盖玻片封固其上，乾后即可使用。

** “绢”制片是在载玻片与盖玻片之间封固一小片绢。绢为精细的纺织品，利用其经纬线编织成的小格作为简易的测微尺，可粗略测量出不同物镜下物象的放大倍数。

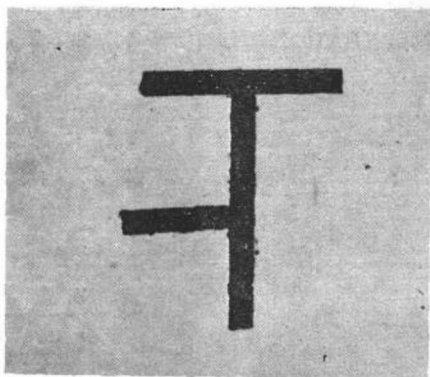
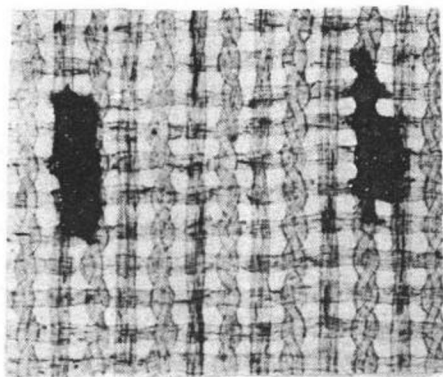


图 1-3 上. 绢制片作为简易测微尺 (两黑点间为 1 毫米);
下. “上”字制片 (用头发拼成) 在显微镜下观察的图象

泡, 加盖玻片后在显微镜下观察。在显微镜下看到的气泡, 其外围为一黑圈, 中间为明亮部分。应该记住气泡在显微镜下的形象, 在以后的实验中, 不要把气泡误认为植物组织中的结构, 这往往是初学者容易发生的错误。

5. 在载玻片上放一滴含有浮游生物的水, 然后轻轻加上盖玻片。盖玻片一定要擦拭清洁, 否则将影响观察。加盖玻片时要

小心，先将盖玻片的一边与载玻片上的水滴边缘接触，然后自一侧轻轻盖下。如果突然放下盖玻片，将会产生气泡影响观察。

观察浮游生物时，一定要按上述的操作程序进行。先在 $10\times$ 物镜下观察浮游生物的游动情况，并试着移动载玻片追踪游动的浮游生物。最后在高倍物镜下观察，并改变光圈的大小，了解其对物象的影响。

作业：

1. 将利用“绢”制片，计算出的不同倍数物镜下的视野直径记录下来。
2. 为什么在显微镜下观察气泡时，会有黑圈出现？
3. 说明在高倍物镜下观察浮游生物时，改变光圈大小对物象的影响。

实验二 电子显微镜

自1665年英国人虎克 (Robert Hooke) 第一次用他改进的光学显微镜观察软木细胞以来, 至今已有三百多年。在此期间科学发展很快, 对细胞结构的认识逐渐深入和丰富。这一方面是由于光学显微镜的不断改进和完善; 另一方面是新的观察仪器的使用——即电子显微镜的应用。可以说17世纪60年代由于光学显微镜的使用, 对细胞的观察进入了微观世界的认识, 而20世纪50年代由于电子显微镜的使用则进入了超微观世界的认识。以后由于一些新技术 (如冰冻蚀刻、放射自显影、高速离心等) 的应用和新仪器 (如扫描电子显微镜、电子探针X射线显微分析仪) 的使用, 进一步促进了细胞学的发展。

(一) 电子显微镜的工作原理

我们常说电子显微镜 (即透射电子显微镜) 的特点是放大倍数高、可以放大几千倍、几万倍以至几十万倍。因此, 光学显微镜下不能看到的结构 (如内质网) 或生物 (如病毒) 在电子显微镜下就能看到。但不能只看到它的放大倍数高, 还有一个特点, 即分辨率高也是极为重要的。即使是同样的放大倍数, 光学显微镜所不能看到或看不清楚的结构, 在电子显微镜下都能看清楚。

分辨率也叫做分辨本领, 简单地说就是能够分辨得出尽可能近的两点的能力, 用两点间最短的极限距离表示分辨率。例如普通光学显微镜的分辨率为0.2微米, 也就是0.2微米为普通光学显微镜的分辨极限。两点或两层膜如果它们之间的距离小于0.2微米, 就是放大多少倍也是看不出的。

光学显微镜的工作原理是利用光线穿过被观察的样品, 经过物镜和目镜的作用把样品的象放大到几十倍、几百倍以至一千倍;