

高等院校生命科学与技术实验教材



植物学 实验指导

ZHIWUXUE
SHIYAN ZHIDAO

叶创兴 冯虎元 主编



清华大学出版社

高等院校生命科学与技术实验教材

植物学实验指导

叶创兴 冯虎元 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书包括 36 个实验和 6 个开放性实验,这些实验较好地涵盖了植物形态解剖基础和系统分类学的基本内容,着重培养学生的基本知识、基本实验技能和独立工作能力,同时也安排了一些植物分子系统学等创新性和前瞻性实验内容。在实验材料的选择上,尽量兼顾南北不同地区的植物;在实验安排上,注意增加学生自主活动的空间和学生在实践中自主学习的时间,这对培养学生的兴趣和能力的将会起到一定的作用。

本书还编入了植物检索表的编制,植物标本制作方法,石蜡切片技术,现代孢粉和化石孢粉的制备,化石植物叶表皮和木化石观察材料的制备等实验。书后附录了植物学常用术语解释,华南地区和西北地区常见的植物种类名录,以及从营养器官到繁殖器官形态、解剖结构彩色图版,为使用本教材的师生提供方便。

本教材适合生命科学各专业植物学实验教学使用,也可供农业、林业院校、中医药院校有关专业师生使用和参考。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

植物学实验指导/叶创兴,冯虎元主编. —北京:清华大学出版社,2006.2
(高等院校生命科学与技术实验教材)

ISBN 7-302-11944-9

I. 植… II. ①叶… ②冯… III. 植物学—实验—高等学校—教学参考资料 IV. Q94-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 114684 号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 客 户 服 务: 010-62776969

责任编辑: 罗 健

印 装 者: 北京市清华园胶印厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 16.5 插页: 6 字数: 410 千字

版 次: 2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-11944-9/Q·54

印 数: 1~3500

定 价: 29.00 元

植物学实验须知	1
实验一 校园植物观察：植物的各大类群和多样性	3
实验二 光学显微镜和体视显微镜的构造及使用方法	8
实验三 植物细胞的形态结构	17
附：徒手切片法	21
实验四 植物细胞的有丝分裂	24
实验五 植物的组织	27
开放性实验一 植物的组织	34
实验六 根的初生构造和次生构造	35
实验七 茎的初生构造和次生构造	42
开放性实验二 次生分生组织和次生长	51
实验八 叶的构造及其形态	52
开放性实验三 不同生境植物的叶, C ₃ 和 C ₄ 植物	59
实验九 花、花序、雌雄蕊的结构和发育	60
实验十 植物胚胎发育和种子的结构与类型	66
实验十一 果实的结构和类型	70
实验十二 蓝藻门、裸藻门、甲藻门、硅藻门、绿藻门	73
附：矽藻的酸处理	78
实验十三 红藻门与褐藻门	82
开放性实验四 藻类植物的采集及检索	88
实验十四 黏菌门与卵菌门	90
实验十五 真菌门：接合菌亚门与子囊菌亚门	93
附：子囊菌的钩状体联合过程	97
实验十六 真菌门：担子菌亚门和半知菌亚门	98
附：(一) 真菌三类孢子	103
(二) 担子菌的锁状联合	104
实验十七 地衣与苔藓植物门	105

开放性实验五 苔藓植物的观察、采集、检索以及苔藓标本的制作和保存	111
实验十八 拟蕨类植物：石松亚门、水韭亚门、松叶蕨亚门、楔叶蕨亚门	114
实验十九 真蕨亚门	118
附：真蕨纲植物分类依据的主要形态特征	122
实验二十 裸子植物：苏铁纲、银杏纲、松柏纲、紫杉纲、买麻藤纲	125
实验二十一 双子叶植物：离瓣花类(一)(木兰科、樟科、毛茛科、桑科、金缕梅科、杨柳科)	134
实验二十二 双子叶植物：离瓣花类(二)(石竹科、锦葵科、十字花科、蔷薇科)	141
实验二十三 双子叶植物：离瓣花类(三)(豆科、大戟科、桃金娘科、伞形花科)	146
实验二十四 双子叶植物：合瓣花类(一)(夹竹桃科、萝藦科、茄科、旋花科)	153
实验二十五 双子叶植物：合瓣花类(二)(茜草科、马鞭草科、唇形科、菊科)	158
实验二十六 单子叶植物(一)(百合科、石蒜科、天南星科、泽泻科)	165
实验二十七 单子叶植物(二)(禾本科、莎草科、姜科、兰科)	168
开放性实验六 种子植物	176
植物检索表的使用和编制	177
实验二十八 利用 DNA 序列标记的分子系统学实验(上)	179
附：溶液配方	184
实验二十九 利用 DNA 序列标记的分子系统学实验(下)	185
实验三十 利用 ISSR 标记检测植物的种群遗传多样性	188
附：(一) 遗传多样性及遗传结构分析指标	194
附：(二) 溶液配方	195
实验三十一 植物标本制作技术	196
实验三十二 植物材料的石蜡切片法	201
实验三十三 现代植物孢粉的制备和观察	206
实验三十四 化石孢粉的制备和观察	209
实验三十五 化石植物叶表皮的制备和观察	212
实验三十六 木化石的制备和观察	214
附录一 常用术语解释	216
附录二 华南地区和西北地区常见维管植物名录	230
一、华南地区常见维管植物名录	230
二、西北地区常见种子植物名录	242
附录三 芽、叶、花、果形态图版	255

植物学实验须知

一、实验室规则

1. 实验课应遵守时间。
2. 实验前应认真阅读实验指导和教材的有关部分,了解实验的目的、内容和方法。
3. 每次实验须带教材,纸张、铅笔、直尺、橡皮擦等绘图用具。
4. 实验开始前,不要随意移动实验材料和实验器具,以免错乱。
5. 实验过程要保持实验室内宁静、紧张有序的学习气氛,不要随意走动、互相攀谈,更不要高声喧哗。对规定的实验内容,应严格按照要求依次完成,养成认真细致、一丝不苟的科学精神和探索求真的学习态度,提高实验的操作技能和解决问题的能力。
6. 要爱护公物,保持实验室整洁,不随意抛丢垃圾。用过的物品要整理好,放回原处。注意玻片等观察后要放回玻片盒或玻片盘,不要置于手肘边、实验台边缘,以免将玻片扫落地上损坏。如有损坏公物要及时报告老师,登记被损坏的物品和责任人,视造成后果,给予处理。
7. 实验完毕,每个同学要将自己用过的器具清洁、整理好,清洁好自己的实验台;值日生要认真做好清洁卫生工作,整理使用过的实验用品;离开实验室时要关好水、电、门窗,防止发生安全事故。

二、绘生物图的注意事项

1. 准备好绘图用具,实验时应带好下列绘图用具:
 - ① 绘图纸: 16开,道林纸或复印纸。
 - ② 铅笔: 笔芯的硬度要适中,通常用2H铅笔。
 - ③ 橡皮擦: 以白色质软为宜,不要用质硬或其他颜色的橡皮擦。
 - ④ 小尺子(或三角板)一把。
 - ⑤ 削铅笔用的小刀一把。
2. 绘生物图是对所观察的材料形态结构的忠实反映,应选择正常的,而不是畸形的或者发育不全的材料作为绘图对象。因此,首先要认真观察标本,选择需要绘图的部位。生物图不同于一般绘图,一张完好的生物图是科学性与艺术性相结合的产物,尤其要注重科学的准确性。在选择好要绘图的部位时,要注意它的整体形态及其细微部分的结构,才能把图绘好。
3. 合理布局: 根据每次绘图的数量和要求,在绘图纸上安排好图的位置,力求布局合理美观。所绘的图不必与所观察的标本大小一致,可视需要按一定比例放大或缩小。绘图应注明比例。

4. 打好图稿：在纸上用铅笔轻轻描出所绘物体的轮廓，要注意整体的长宽比例是否恰当，也要注意整体中的各部分之间的比例是否正确，若有不妥之处，用橡皮轻轻擦去不合理部分，直到修改正确为止。

5. 眷清图稿：在图稿的基础上用清晰、连续而均匀的线条绘出详细结构，标本的生活部分或明暗处可用疏密不同的圆点表示。疏点表示较亮部分，密点表示较暗部分，要先疏后密地打点。以三点为一个单位，逐渐铺开，而不要毫无规律地乱点一通，打圆点时铅笔要与纸面垂直，笔锋要保持削尖，打出来的点以圆浑、用力均匀、疏密得体为好（绘图步骤见图 0-1）。

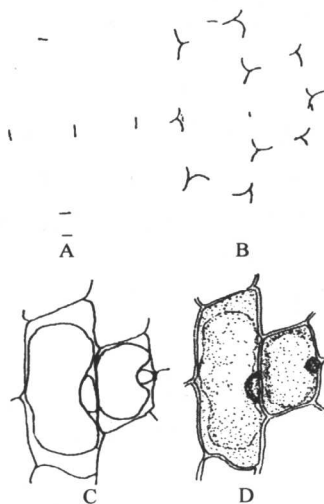


图 0-1 绘图步骤

A, B, C, D 表示绘图顺序(引自 Воронин, 1953)

6. 保持纸面整齐清洁：应尽可能少用橡皮，需要时也只细擦轻拭，经常保持橡皮清洁。只用绘图纸的一面绘图，不绘两面。

7. 书写规格：图纸的上方写上实验数和题目，右下角自上而下写上姓名、学号、班级、日期，图的各组成部分名称一律放在图的右侧，以平行横虚线引出。图的正下方写图的名称，包括植物名称、所属器官、表示的内容等。

实验一 校园植物观察：植物的各大类群和多样性

一、实验目的和要求

通过观看录像和观察校园植物,初步了解各大类群植物的形态和生态环境,对植物的多样性有初步的感性认识。

二、实验方法

- (1) 观看录像。
- (2) 观察校园植物。

三、校园植物观察

按传统习惯把生物界分为动物界和植物界。植物的形体结构、生殖结构和生态习性是多种多样的,因而植物的种类非常丰富。

(一) 绿色植物与非绿色植物

被称为植物的生物,绝大多数都具有光合色素(如叶绿素等),利用太阳能、大气中的 CO_2 、水和无机盐合成有机物,构建植物体的各部分,贮藏碳水化合物,他们被称为绿色植物。绿色植物由于含有以叶绿素为主的光合色素,通常看到的植物一般呈绿色,例如各种树木、花卉、水藻等,它们能进行光合作用,是自养植物。另外一部分被称为植物的生物是非绿色植物,它们不含叶绿素等光合色素,植物体一般不呈绿色,不能进行光合作用,靠分解动植物尸体,或从活体上吸收营养,这就是异养植物。如草菇、木耳、寄生植物或腐生植物、各种真菌等。

(二) 植物各大类群

根据植物体的形态和生殖结构的差异,可把植物分为六大类群。

1. 藻类植物

是一个原始的植物群,植物体是无根茎叶分化的叶状体(原植体)(图 1-1)。植物体的形态有单细胞体,或群体,包括丝状与非丝状体;有多细胞体,包括丝状、片状和拟根茎叶形态的植物体。藻类植物一般是自养的绿色植物,多为水生,如生长在大海、江河、池塘、水沟等的水环境中。也有生长在潮湿的土壤、树干和石块上亚气生藻类。生长在水中的藻类有的是浮游藻类,例如衣藻 *Chlamydomonas* sp.、小球藻 *Chlorella* sp.、裸藻 *Euglena marina* 等;有的是漂浮藻类,例如水绵 *Spirogyra* sp.、水网 *Hydrodictyrum* sp. 等;有的是附生藻类,例如鞘藻 *Oedogonium* sp.、刚毛藻 *Cladophora* sp. 等。生于水体外的藻类,有的是生于潮湿土壤中,例如气球藻 *Botrydium* sp.、无隔藻 *Vaucheria* sp. 等;有

的是生于潮湿的枝干上,例如橘色藻、原球藻等;有的是生在墙壁和石块表面上的气生藻类,例如各种蓝藻以及雪地上的冰雪藻。

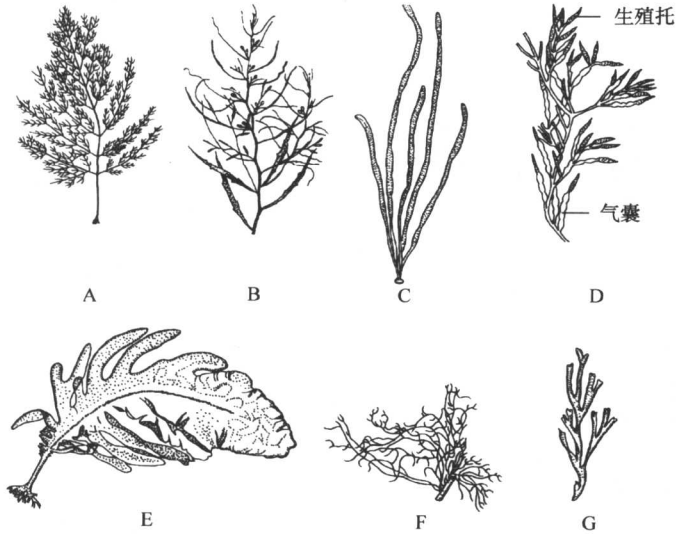


图 1-1 藻类植物

A. 绿酸藻; B. 海蒿子; C. 萱藻; D. 囊叶藻; E. 裙带菜; F. 海蕴; G. 网地藻

2. 菌物

是异养的非绿色植物。水生或陆生异养菌类营腐生和寄生生活,腐生菌生于水中或土壤中,例如水中的水霉,土壤中、衣物和食品上的各种霉菌;木材上的多种真菌,很多大型真菌是滋味鲜美的食用菌和名贵药材(图 1-2)。寄生菌有的生活在稻、麦、果树、蔬菜上危害农作物,例如白粉菌 *Ustilago* sp.、锈病菌 *Puccinia* sp. 等。有的生活在人和动物体内,例如各种寄生细菌和霉菌等,引起生物体疾病。

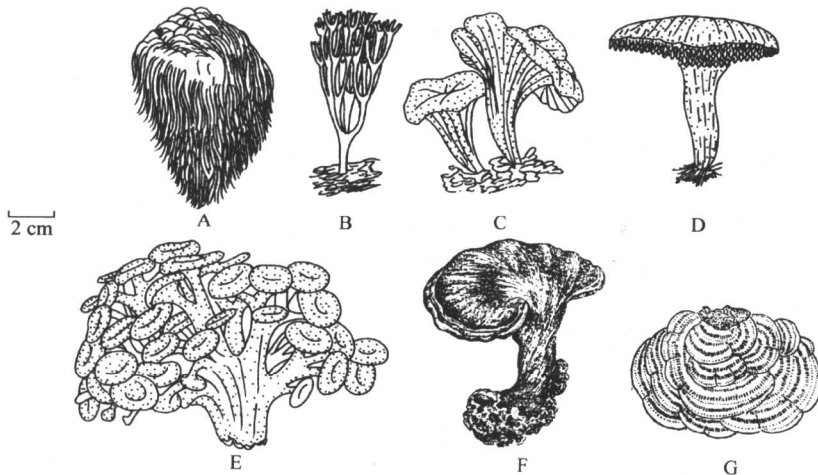


图 1-2 多孔菌目担子果的类型

A. 猴头菌; B. 珊瑚菌科; C. 鸡油菌科; D. 齿菌科; E. 猪苓; F. 灵芝; G. 云芝

3. 地衣植物

是藻类和菌类两类植物共同组合而成的植物复合体。通常在土壤、石块和树干上可以看到,例如文字衣 *Graphis* sp.、梅花衣 *Parmelia* sp.、松萝 *Usnea* sp.、石蕊 *Cladonia* sp. 等。

4. 苔藓植物

形体一般很小,小至肉眼几乎不能辨认,大者高度也仅有几十厘米(图 1-3)。一些种类是叶状体,例如地钱 *Marchantia polymorpha* L.;另一些种类是有茎叶分化的拟茎叶体,但无真正的根,只有假根,例如立碗藓。苔藓多生长在阴湿的地方,水生的常生长于水湿的地方或沼泽,例如地钱、泥炭藓 *Sphagnum* sp. 等;生长在土地或土壁上有凤尾藓 *Fissidens* sp.、鳞叶藓 *Taxiphyllum taxiramenum* 等;附生的常生长在树干或枝叶上,常成片生长,尤以多云雾的山区林地内生长最为茂密,例如在大叶桉树皮上的网藓等;也有生长在高山草地,阳坡裸露石面上,有极强的耐旱性,例如黑藓 *Andreaea* sp.。



图 1-3 毛发藓



图 1-4 松叶蕨



图 1-5 石松

5. 蕨类植物

植物体通常有典型的根茎叶和维管系统的分化(图 1-4,图 1-5)。产生孢子囊孢子穗,孢子囊进一步聚合成孢子囊群,具或不具囊群盖,例如华南毛蕨 *Cyclosorus parasiticus* Leve.、芒萁 *Dicranopteris dichotoma* Benth. 等。蕨类植物一般为多年生草本,常具根状茎和多数不定根,但也有少数有直立地上茎干,统称树蕨。蕨类多生长在森林下的阴湿地面上或树上(从树干基部至树冠),有的生长在沼泽地或池塘中,例如满江红 *Azolla imbricata* (Roxb.) Nakai 等;有的生长在溪边或树下潮湿的酸性土壤上,例如剑叶凤尾蕨 *Pteris* sp.、紫萁 *Osmunda japonica* Thunb. 等;有的生长在树下岩石上,例如翠云草 *Selaginella uncinata* (Desv.) Spring、骨碎补 *Davallus* sp. 等;有的附生在林内树干上,例如巢蕨 *Neottopteris nidus* (L.) J. Sm、崖姜 *Pseudodrynaria coronans* Wall. 等;有的生于路边或山坡灌丛中,例如海金沙 *Lygodium japonicum* Sw.;也有少数种类可以生长在周期性干旱,有强烈阳光照射的岩石缝隙中,例如贯众 *Cyrtomium fortunei* J. Sm、蜈蚣草

Pteris vittata L. 等。

6. 种子植物

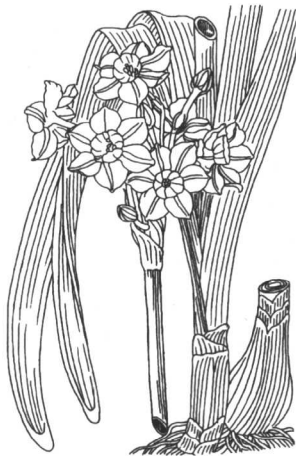
植物体具有典型的根茎叶和维管系统分化。产生种子和用种子繁殖后代,故称种子植物。种子植物按其生殖器官结构、生殖过程和种子结构又分为裸子植物和被子植物。最原始的裸子植物如松柏纲,种子是裸露着生于开放的珠鳞上的,例如马尾松 *Pinus massoniana* Lamb.;被子植物形成了真正的果实,种子包被在果实中,例如苹果等(图 1-6)。种子植物的营养器官和繁殖器官更加复杂和完善,能适应各种环境,在陆地上它是最繁茂的植物类群,在平原、山地、沙漠、河谷甚至盐碱地和海岸潮汐带,到处都有种子植物特别是被子植物的踪迹,适应了不同气候环境、不同地域的种子植物,是地球上最壮丽的景观之一。



侧柏



毛桃木莲



水仙



银白杨

图 1-6 被子植物代表种类

藻类、菌物、地衣、苔藓和蕨类植物，它们用孢子繁殖，称为孢子植物，由于无花器官，所以又称为隐花植物。苔藓、蕨类和种子植物生殖过程中产生了胚，被称为有胚植物。蕨类植物和种子植物具有发达的维管系统，被称为维管植物。裸子植物和被子植物是用种子繁殖的，称为种子植物；由于有花器官，所以又叫显花植物。通常把藻类、菌类和地衣合称为低等植物，苔藓、蕨类和种子植物合称为高等植物。

四、思考题

1. 在野外，你根据哪些特征能明确鉴别出藻类、菌类、苔藓、蕨类和种子植物？
2. 植物界的多样性具体表现在哪些方面？

实验二 光学显微镜和体视显微镜的构造及使用方法

一、实验目的和要求

掌握光学显微镜和体视显微镜的构造及正确的使用方法;掌握水藏玻片标本的制作方法。

二、实验材料

- (1) 颜色纤维玻片标本。
- (2) 水绵 *Spirogyra* sp. 新鲜材料。
- (3) 胜红蓟 *Ageratum conyzoides* L. 的花。

三、显微镜的基本知识

(一) Nikon ANTI-MOULD 型显微镜的构造

光学显微镜是由光学部分和机械部分组成的。机械部分是用以支持光学部分的支架,光学部分则起调节光线、放大物像的作用。参阅图 2-1。

1. 机械部分

- (1) 镜座:显微镜的基底部分,用以固定和支持全镜。
- (2) 镜臂:装于镜座之上,形稍弯曲,便于握取。
- (3) 双目镜筒:连接于镜臂的部分。
- (4) 转换器:固定于镜筒的下端,呈盘状,有 4 个圆孔,用以装置不同放大率的接物镜,转动换镜转盘以选择所需倍数的接物镜。
- (5) 调焦手轮:位于镜臂左右两侧,粗、微调控制旋钮同轴,旋转可使载物台垂直移动,移动范围 26.5 mm。①粗调焦手轮,靠内方大的调节轮,每转能使载物台移动 3.77 mm。②微调焦手轮,靠外方小的调节轮,每转能使载物台移动 0.2 mm。由于它的构造精细,因此操作时必须先调整粗调焦手轮看到物像后,再用微调焦手轮调准焦点。
- (6) 载物台:一个方形平台,用以放置玻片标本。它中央有一个通光孔,光线从该孔通过。玻片用移动尺弹簧夹紧,旋转载物台右下方的调节钮,使玻片纵向或横向移动。

2. 光学部分

- (1) 聚光镜:装置在载物台通光孔的下方,多为几个透镜组成,用以聚集来自钨卤素灯的光线(钨卤素灯光线的亮度可用控制钮调节),照射于标本物体上。聚光器可以上下移动,以调节光线的亮度。聚光镜中装有孔径光阑,扳动孔径光阑操纵杆,可使光阑扩大

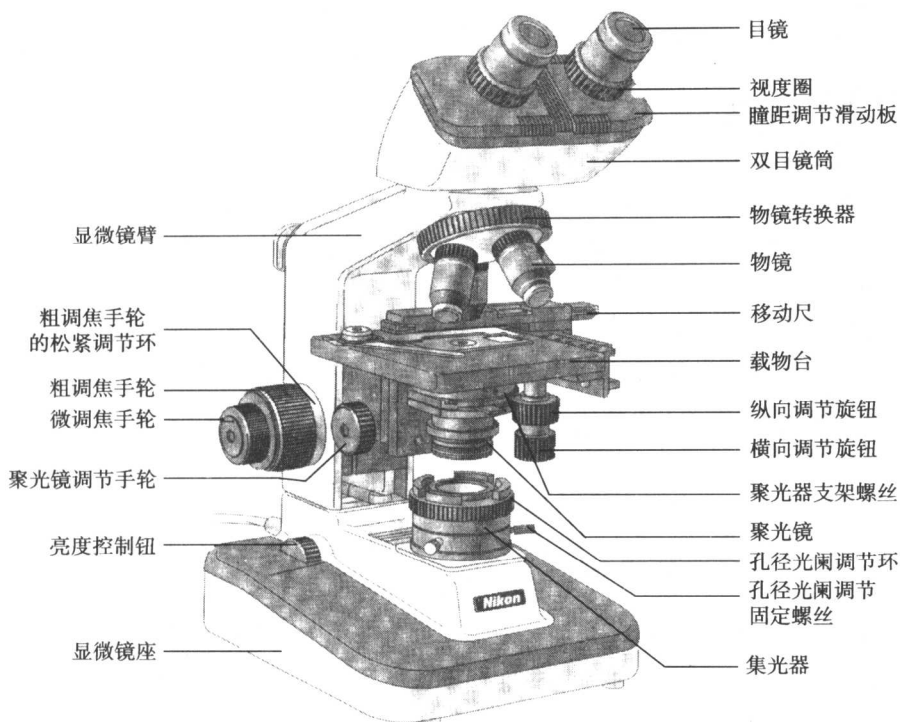


图 2-1 生物显微镜构造图

或缩小,以调节入射光束的大小。若嫌光线过强,可使孔径光阑口径缩小;若亮度不够,则使光圈扩大。

(2) 物镜: 放在换镜转盘上的圆孔中,通常有 4 种。①低倍接物镜,根据其放大倍数有 $4\times$ 和 $10\times$ 两种。②高倍接物镜,通常为 $40\times$ 。③油镜 $100\times$ 。植物学实验通常只用低倍和高倍两种。有些接物镜上标有表示该物镜主要性能的参数,如在 10 倍的物镜上标有 $10/0.25$ 和 $160/0.17$,其中 10 是指它的扩大倍数,0.25 是镜口率,160 是镜筒长度(mm),0.17 是所要求的盖玻片厚度(mm)等。有些接物镜上刻有 16 mm 或 4 mm,表示它的焦距。

(3) 接目镜: 装在镜筒的顶端,上面刻有 $10\times$ 字样,以表示放大倍数。目镜的作用是把物镜放大的实像进一步放大,相当于一个放大镜,教学上用的显微镜常在目镜中装有一根钢丝做成的指示针,可以根据需要移动玻片标本,使物像的某一部分落在指示针的末端。

显微镜放大倍数的计算方法是: 接目镜的放大倍数 \times 接物镜的放大倍数 = 显微镜的放大倍数。例如使用一个规格为 $10\times$ 的目镜和一个 $45\times$ 的物镜,则显微镜的放大倍数是 $10\times 45=450$ (倍)。

(二) 显微镜的放大原理

用显微镜观察标本时,光线先由集光镜反射到聚光镜,汇集成一束较强的光束,然后通过载物台的通光孔射到载玻片的标本上。标本被接物镜第一次放大,并在接目镜内形

成一个倒置的实像,再通过接目镜第二次放大,射入观察者的眼帘,这时眼睛所看到的物像是经过两次放大的倒置虚像。

(三) 显微镜的使用方法

1. 低倍镜的使用方法

(1) 显微镜的放置: 将显微镜置于身体前方。

(2) 对光: 转动换镜转盘,使 $10\times$ 接物镜与镜筒成一直线,然后打开电源开关,调节亮度控制钮,直到获得所需亮度。

(3) 放置玻片标本: 把待观察的玻片标本放在载物台上,有盖玻片的一面朝上,用弹簧夹压住,使得观察的材料正对载物台中的通光孔。

(4) 参阅图 2-2、图 2-3 正确调节瞳距与视度。

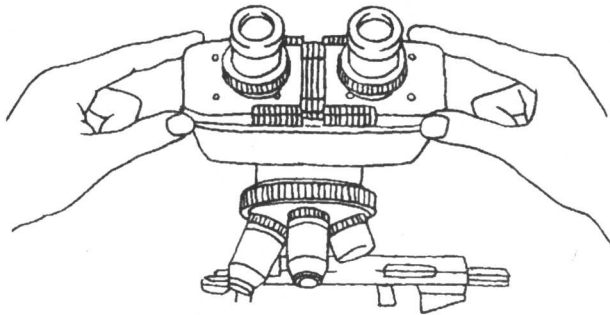


图 2-2 瞳距的调节

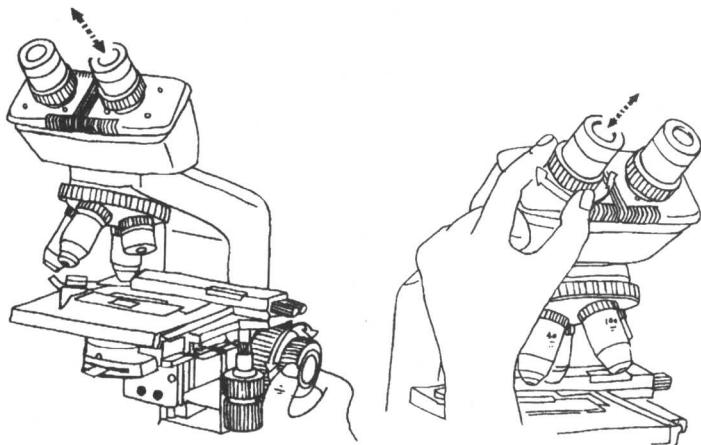


图 2-3 视度的调节

步骤: (1) 旋转视度圈,使其下端与刻线(沟槽)对齐,此时是零视度位置。

(2) 将转换器旋至 $40\times$ 物镜,调节调焦旋钮,对标本准确调焦。

(3) 转换至 $4\times$ 和 $10\times$ 物镜,不动调焦旋钮,旋转目镜视度圈,使每个目镜中的图像分别调节清楚。

- 重复上述步骤两次,正确调节视度。
- 通过补偿使用者左、右眼视度差别的视度调节,修正了显微镜的筒长,这能使我们充分利用高品质物镜的优点,包括齐焦。

(5) 参阅图 2-4 将视场光阑调节至中心。

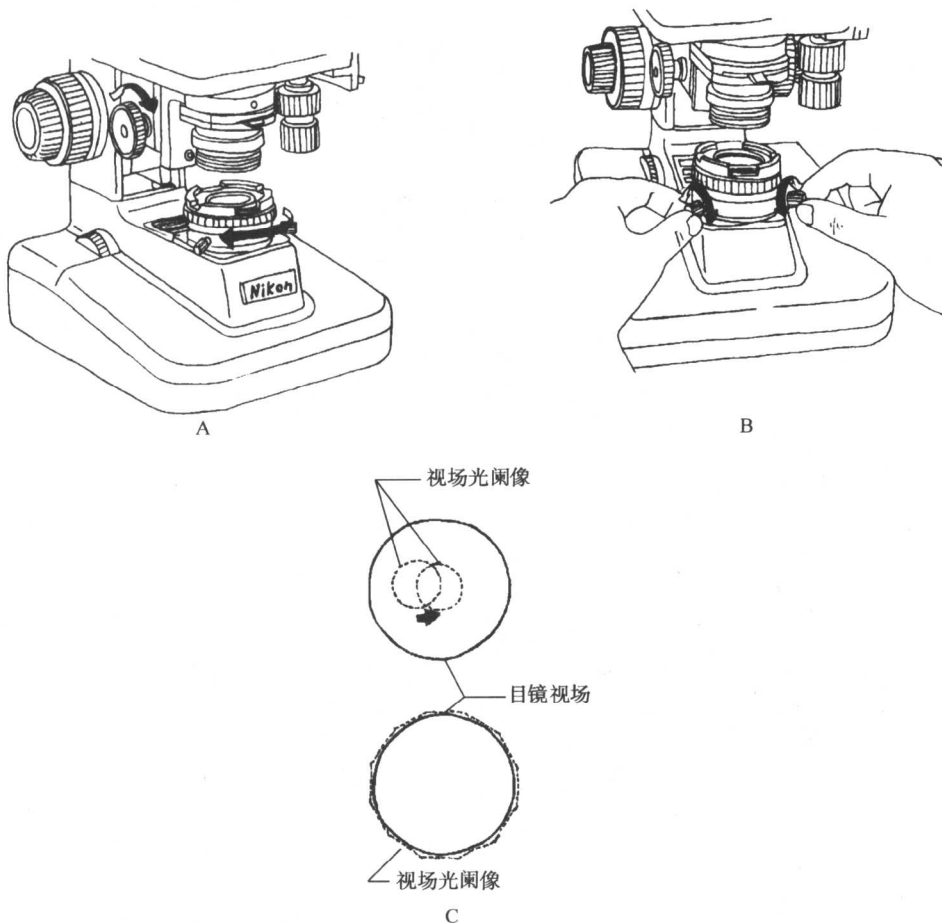


图 2-4 将视场光阑调节至中心

- A. 将视场光阑调至最小孔径,上下移动聚光镜把视场光阑像对焦到标本面上;
 B. 调节调中心螺钉,把视场光阑像调到与视场同心;
 C. 改用 $40\times$ 物镜,调节视场光阑像使其与视场大小基本一致,如果还不能对中心,可再次使用调中心螺钉。

(6) 参阅图 2-5、图 2-6 调节好显微镜。

(7) 对焦: 转动粗调焦手轮,使载物台向上移动,当 $10\times$ 物镜几乎接触到玻片时,双眼通过 $10\times$ 目镜观察。边观察边转动粗调手轮,使载物台徐徐下降,直至视野中出现放大物像为止。

(8) 转动微调焦手轮: 直到观察到最清晰的物像。

(9) 在显微镜的视野中看到的是放大的虚像,因此,移动玻片标本要向相反方向移动。

2. 高倍镜的使用方法

若标本材料需要在高倍镜下观察,一定要先在低倍镜下观察,然后再转高倍镜观察,切不可不经低倍镜而直接使用高倍镜。

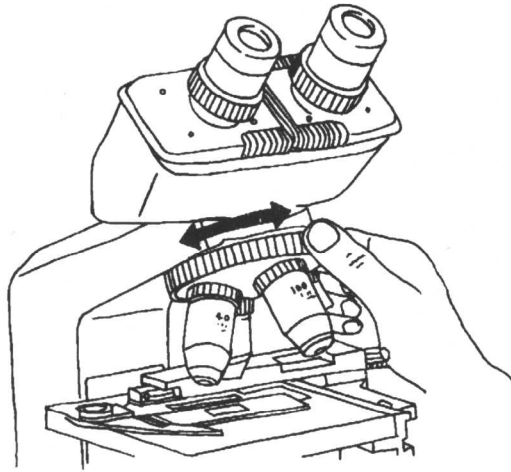


图 2-5 物镜的选择

转动物镜转换器,使所需物镜进入光路,并准确定位。

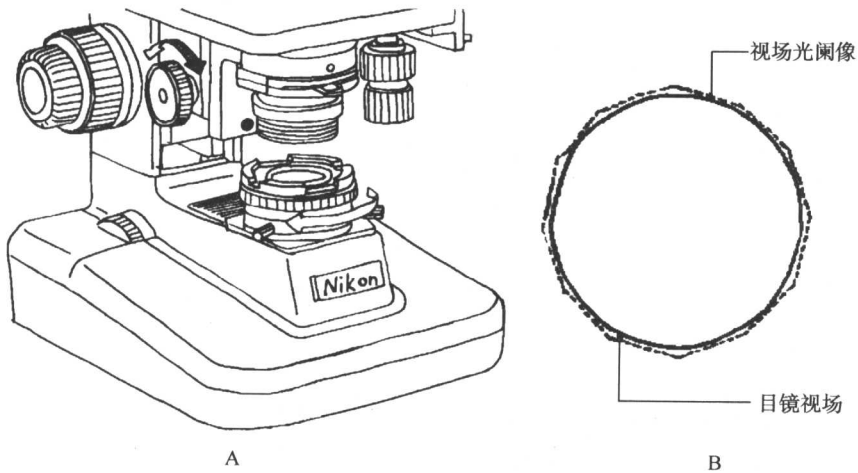


图 2-6 视场光阑的调节

A. 调节视场光阑的大小,使之与目镜视场边缘外切;

B. 视场光阑用来控制标本的被照明区域与显微镜的视场相一致,如果开得过大,则额外的光线将进入视场,从而减弱图像的衬度,影响像质。

(1) 在低倍镜下看到物像后,移动玻片标本,把要放大的部分移至视野中央,然后转动换镜转盘,改用 $40\times$ 物镜,这时如果能看到模糊的物像,则转动微调焦手轮,即能看到清晰的物像。在使用高倍镜时,由于物镜与玻片标本非常接近,稍有不慎就会使镜头压碎玻片标本,因此在转动调焦手轮过程中要特别小心。

(2) 观察显微镜时,要养成用手一边转动微调焦手轮,一边观察的习惯,以便更清楚地观察物体的立体构造。若光线不适宜,可调节聚光镜孔径光阑。