

高 等 学 校 教 材

生物科学系列

植物学实验 及 实习指导

张乃群 朱自学 主编



化学工业出版社

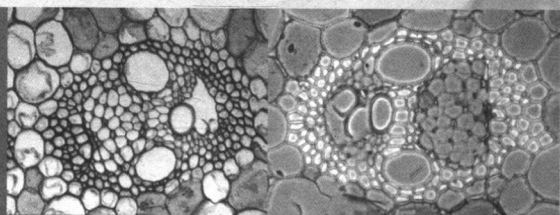


高 等 学 校 教 材

生物科学系列

植物学实验

及



实习指导

张乃群 朱自学 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

植物学实验及实习指导/张乃群, 朱自学主编. —北京: 化学工业出版社, 2006. 8

高等学校教材

ISBN 7-5025-9202-4

I. 植… II. ①张…②朱… 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 (2006) 第 096858 号

高等学校教材

生物科学系列

植物学实验及实习指导

张乃群 朱自学 主编

责任编辑: 梁静丽

责任校对: 洪雅姝

封面设计: 关 飞

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 12 3/4 字数 349 千字

2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-9202-4

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

植物学实验及实习指导

主编 张乃群 朱自学

编委 (按姓氏笔画排序)

王 云 朱自学 张乃群 张彩莹 周 索
庞振凌

前 言

植物学是生物学专业最重要的基础课程之一。植物学实验和实习则是植物学教学中的重要环节,并已逐渐成为一门独立的课程;它不仅与课堂讲授的基本理论、基础知识相结合,也是学习后续课程和进行科研工作的基础,同时又是训练学生掌握科学思维方法、培养实事求是的科学态度和独立工作能力的重要手段。

近年来,随着我国高等教育事业的飞速发展,各校生物专业的课程体系都进行了较大的调整,植物学的教学内容也有不同程度的变化,编写一本适应新时期教学要求的教材是十分必要的。为此,在化学工业出版社的组织和支持下,我们编写了这本《植物学实验及实习指导》教材。

本书依据高等院校植物学教学大纲,在多年实践经验的基础上编写而成。除教学大纲规定的实验内容外,还做了必要的补充和扩展。为了培养学生独立工作能力,书中介绍了植物学的基本实验技术与方法,每个实验都要求并适合学生自己动手操作,结合永久制片对比观察。教学的最主要目的是培养学生分析问题和解决问题的能力。根据这一宗旨,本实验教材在内容的编排上进行了新的尝试,不仅安排了必要的培养学生基本实验技能的基础性验证性实验,还安排了旨在培养学生综合分析能力和创新能力的综合性实验和研究性实验(即探索性实验、设计性实验),为学生综合素质的培养打下良好的基础。

本书包括附录共由五部分组成,其中实验内容包括植物形态解剖学部分和系统分类学部分,共设32个实验,每个实验3个学时。参加本书编写的人员为南阳师范学院的张乃群、周索、庞振凌、张彩莹、王云和周口师范学院的朱自学。本书第一部分和第十章由朱自学编写;第七章、附录1和附录2由王云编写;第八章、第十一至第十四章以及第四部分由张乃群编写;第九章和附录3中I至V的内容由张彩莹编写;第十五章由周索编写;附录3中VI的内容由庞振凌编写。图片处理工作主要由周索完成。张乃群负责统编全稿。本书结合作者的教学实践,合理编排实验步骤等内容,在简单阐述基本理论知识的基础上,详细介绍了具体的操作方法;既利用永久制片,又尽可能多做临时装片;既利用传统的典型植物材料,又注意多采用常见的有经济价值的材料。各种方法简明可行,利于培养学生理论联系实际和自己动手的能力。在采用本教材时,具体实验内容的安排,教师可根据情况加以选择。我们深切希望本书的出版能满足教学相长的需求,并得到相关同行的支持和指正。本书可供高等师范院校和教师进修学院的植物学专业,以及农、林、医药院校等相关专业师生使用,也可供中学生物学教师用作教学参考书。

为了突出本书的实用方便性,其中部分图片借鉴了国内外的相关教材和专著,特在此说明,并向这些资料的作者表示衷心感谢。

由于编者水平所限,书中错误和欠妥之处在所难免,恳请有关专家、老师和同学批评指正,以供本书再版时修订时提高。

编 者
2006年8月

目 录

植物学实验的目的与要求	1
-------------------	---

第一部分 基本实验技术	2
-------------------	---

第一章 显微镜操作技术	2
一、显微镜的分类	2
二、显微镜的构造	3
三、显微镜的使用方法	4
四、显微镜的成像原理	5
五、使用显微镜的注意事项和保护要点	6
六、光学显微镜的有关知识	6

第二章 实验材料的采集、培养和保存	9
一、实验植物的花期和果熟期	9
二、实验材料的保鲜方法	9
三、几种孢子植物标本的采集、培养和保存	10

第三章 植物制片技术	13
一、徒手切片法	13
二、临时装片法	14
三、滑行(走)切片法	14
四、石蜡切片法	15
五、整体封固法	17
六、组织离析法	18
七、压片法	19

第四章 生物绘图技术	20
一、植物图的大致类型	20
二、实验绘图的具体要求	20
三、绘制操作	21

第五章 腊叶标本的采集和制作	21
一、植物标本的采集	21
二、植物标本的压制	23
三、腊叶标本的制作	24
四、标本的保存	25

第六章 浸制标本制作法	25
-------------------	----

一、普通防腐性浸制液	25
二、绿色标本浸制液	25
三、黄色和橘红色标本浸制液	26
四、红色标本浸制液	26
五、保持真菌色素的浸制液	26

第二部分 植物形态解剖学实验 27

第七章 植物细胞和组织	27
实验 1 植物细胞的结构	27
实验 2 植物细胞的有丝分裂和分生组织	29
实验 3 植物的成熟组织	31
第八章 种子植物的营养器官	34
实验 4 根形态结构的比较观察	34
实验 5 茎形态结构的比较观察	38
实验 6 不同生境植物叶片形态结构的比较观察	41
实验 7 植物营养器官的整体解剖和异常结构观察	43
第九章 种子植物的繁殖器官	46
实验 8 花的形态和内部结构	46
实验 9 花的形态结构与传粉的关系	52
实验 10 植物花粉形态的比较观察	53
实验 11 胚的发育及种子、果实的结构类型	54
实验 12 种子萌发及幼苗形成过程的观察	59
实验 13 植物物候期的观察	62

第三部分 植物系统分类学实验 63

第十章 藻类植物	63
实验 1 蓝藻门、裸藻门、黄藻门、硅藻门	63
实验 2 绿藻门、轮藻门	67
实验 3 红藻门、褐藻门	71
实验 4 藻类植物的采集和培养	75
第十一章 菌类和地衣	76
实验 5 黏菌门、真菌门 (1)	76
实验 6 真菌门 (2)、地衣门	79
第十二章 苔藓植物	83
实验 7 苔纲、藓纲	83
第十三章 蕨类植物	86
实验 8 石松亚门、楔叶亚门及真蕨亚门	86

第十四章 裸子植物	89
实验 9 银杏纲、苏铁纲、松柏纲	89
第十五章 被子植物	92
实验 10 植物形态多样性和形态术语	92
实验 11 植物检索表的编制和使用	101
实验 12 植物标本的采集和制作	103
实验 13 木兰亚纲和金缕梅亚纲的多样性	105
实验 14 石竹亚纲和五桠果亚纲的多样性	110
实验 15 蔷薇亚纲的多样性	115
实验 16 菊亚纲的多样性	121
实验 17 泽泻亚纲、鸭跖草亚纲、槟榔亚纲、百合亚纲的多样性	127
实验 18 校园植物的调查	130
实验 19 植物化学分类学中层析法的应用	131
第四部分 植物学野外实习	133
第十六章 野外实习的目的、内容和要求	133
第十七章 野外实习的组织工作	134
第十八章 野外实习中观察、鉴别植物的方法	136
附录	143
附录 1 植物学实验常用仪器设备	143
附录 2 常用实验药剂的配制	144
附录 3 常见维管植物检索表	148
I 蕨类植物分科检索表	148
II 种子植物分门和纲的检索表	150
III 裸子植物门分科检索表	150
IV 双子叶植物纲分科检索表	151
V 单子叶植物纲分科检索表	163
VI 常见种子植物属、种检索表	164
参考文献	195

植物学实验的目的与要求

植物学实验作为一门实践课，要求掌握实验的基本方法与技能，贯彻理论联系实际，培养独立工作能力，养成严谨的科学态度与工作作风。

1. 基本方法与技能的具体要求

- ① 熟练使用光学显微镜，并能在显微镜下识别代表植物的细胞、组织、器官结构。
- ② 掌握徒手切片、离析、压片、染色、临时装片制作等实验方法。
- ③ 学会使用放大镜、显微镜观察植物器官的外部形态。
- ④ 学会植物绘图，掌握花图式、花程式。
- ⑤ 熟练使用和编制植物检索表，识别常见科、属的主要特征及其代表植物。

2. 贯彻理论联系实际，加强对基本知识和基本理论的理解

- ① 每次实验课前必须做好预习，了解该次实验的目的要求和主要内容。
- ② 观察切片标本时注意切面与整体的关系，通过显微镜下局部组织、器官的切面特征，建立立体结构的概念。

③ 观察切片标本时要注意结合观察植物体的外形，了解取材部位，联系解剖结构与生理功能，对比各种结构的异同、特点，达到深入认识和理解。

- ④ 联系实际建立植物界各大类群的进化概念和掌握植物分类的基本方法。

3. 培养科学态度和独立工作的能力

① 在实验过程中要求学生自己动手，独立操作，在观察、记录、绘图、填表或列表时应认真仔细，实事求是。

- ② 遵守实验室规则，保持良好的工作习惯，根据实验要求按时完成作业。

第一部分 基本实验技术

植物学实验的基本技术很多，这里分六章着重介绍显微镜操作技术、植物制片技术、生物绘图技术、实验材料的准备和保存、腊叶标本的采集制作和浸制标本的制作技术。

第一章 显微镜操作技术

一、显微镜的分类

1. 光学显微镜

光学显微镜有多种分类方法：按使用目镜的数目可分为双目显微镜和单目显微镜；按图像是否有立体感可分为立体视觉显微镜和非立体视觉显微镜；按观察对象可分为生物显微镜和金相显微镜等；按光学原理可分为偏光显微镜、相衬显微镜和微差干涉显微镜等；按光源类型可分为普通光学显微镜、荧光显微镜、红外光显微镜、紫外光显微镜和激光显微镜等；按接收器类型可分为目视显微镜、摄影显微镜、电视显微镜和电荷耦合器显微镜等。常用的显微镜有双目显微镜、金相显微镜、偏光显微镜和紫外荧光显微镜等。

双目显微镜是利用双通道光路，为左右两眼提供一个具有立体感的图像。它实质上是两个单镜筒显微镜并列放置，两个镜筒的光轴构成相当于人们用双目观察一个物体时所形成的视角，以此形成三维空间的立体视觉图像。双目显微镜在生物、医学领域广泛用于切片操作和显微外科手术；在工业中用于微小零件和集成电路的观测、装配、检查等工作。

金相显微镜是专门用于观察金属和矿物等不透明物体金相组织的显微镜。这些不透明物体无法在普通的透射光显微镜中观察，故金相显微镜和普通显微镜的主要差别在于前者以反射光照明，而后者以透射光照明。在金相显微镜中照明光束从物镜方向射到被观察物体表面，被物面反射后再返回物镜成像。这种反射照明方式也广泛用于集成电路硅片的检测工作。

偏光显微镜是用于研究所谓透明与不透明各向异性材料的一种显微镜。凡是有双折射的物质，在偏光显微镜下就能分辨得清楚。它将普通光改为偏振光进行镜检，以鉴别某一种物质是单折射性（各向同性）或双折射性（各向异性）。偏光显微镜广泛应用于矿物质、化学等领域，在生物学上也有应用。

紫外荧光显微镜是用紫外光激发荧光来进行观察的显微镜。某些标本在可见光中观察不到细节结构，但经过染色处理，以紫外光照射时可因荧光作用而发射可见光，形成可见的图像。这类显微镜常用于生物学和医学中。

电视显微镜和电荷耦合器显微镜是以电视摄像靶或电荷耦合器作为接收元件的显微镜。在显微镜的实像面处装入电视摄像靶或电荷耦合器取代人眼作为接收器,通过这些光电器件把光学图像转换成电信号的图像,然后对之进行尺寸检测、颗粒计数等工作。这类显微镜可以与计算机联用,便于实现检测和信息处理的自动化,多应用于需要进行大量烦琐检测工作的场合。

双筒解剖镜,又称立体视觉显微镜(体视显微镜或实体显微镜),这种显微镜立体感较强,放大倍数较低,适宜观察一般实物。它的构造基本上与显微镜相似,也分为机械装置和光学系统两部分,只是构造更简单一些。机械装置有镜座、镜台、镜筒、支柱和调节轮等部分;光学系统有接目镜、接物镜和反光镜等部分。双筒解剖镜只设有一对粗调节旋钮进行焦距调节。接目镜和接物镜也有各种不同的放大率,一般双筒解剖镜的放大倍数从十几倍到100倍左右。

2. 电子显微镜

人们常说的电子显微镜即透射电子显微镜,是使用电子束代替光线的一类显微镜。电子显微镜以特殊的电极和磁极作为透镜代替玻璃透镜,能分辨相距0.2nm左右的物体,放大倍数可达80万~120万倍,其分辨率比光学显微镜高1000倍,是了解植物细胞超微结构的精密仪器。

扫描电子显微镜是另一种类型的电子显微镜,它是经过电磁透镜汇聚成很小的电子束,并使电子束在样品上进行扫描,收集样品上所产生的次生电子,经过放大在显像管的荧光屏上出现样品影像。扫描电子显微镜所能放大的有效范围,可从十几倍到十几万倍,其图像的分辨率为15nm,有的还可达到10nm左右,且样品的制备方法简单,图像真实,立体感强,可利用在入射电子作用下产生的不同信号,对样品进行成分和元素分布的分析。由于上述的独特优点,近年来扫描电子显微镜已广泛应用于生物学的各个学科领域。

二、显微镜的构造

本文以实验室常用的光学显微镜为例说明,构造如图1-1。

1. 机械部分

① 镜座。显微镜的底座,支持镜体使之平稳。

② 镜臂。搬取显微镜的执手。镜臂与镜座之间有倾斜关节,可使镜体作适当倾斜。

③ 镜筒。在镜臂前方的中空长筒,上端插入目镜,下端连接物镜转换器,有调焦螺旋可上下升降。

④ 物镜转换器。镜筒下端的圆盘,有3~4个物镜螺旋口,装置不同放大倍数的物镜,可用手左右转动圆盘转换物镜。

⑤ 载物台。位于镜臂前方的平台,为安放玻片标本之处,其中心有一通光孔。台上装有移片器,可固定载玻片,并可前后左右移动。有的移片器上装有游标尺。

⑥ 调焦装置。要使物像清晰,必须调节物镜与标本之间的距离,即调焦。在镜臂左右

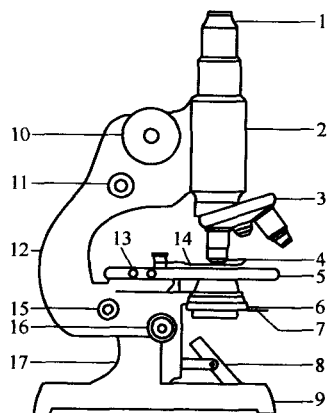


图 1-1 光学显微镜的构造

- 1—目镜; 2—镜筒; 3—物镜转换器;
4—物镜; 5—载物台; 6—聚光器;
7—虹彩光圈把手; 8—反光镜; 9—
镜座; 10—粗调焦螺旋; 11—细调
焦螺旋; 12—(镜臂) 执手; 13—
移片器; 14—压片夹; 15—倾斜关
节; 16—聚光器升降旋钮; 17—镜柱

有粗调焦螺旋（大的一对）和细调焦螺旋（小的一对）向外旋转镜筒下降，向内旋转镜筒上升。

2. 光学部分

① 物镜。安装在镜筒下端的物镜转换器上，有四个放大倍数不同的物镜，其中一个一个是油浸物镜。

物镜的作用是将标本作第一次放大。物镜决定显微镜的关键性能——分辨力的高低。分辨力是指能被显微镜清晰区分的两个物点的最小间距。

在物镜上通常标有表示物镜性能的主要参数：4/0.1、10/0.25、40/0.65、100/1.25、160/0.17。其中4、10、40、100指物镜放大倍数，物镜愈长，放大倍数愈高，物镜放大倍数在10倍以下的称低倍物镜，40~65倍的称高倍物镜，90~100倍的是油浸物镜；而0.1、0.25、0.65、1.25为镜口率（口径数字），即光线经过盖片引起折射后所成光锥底面的口径数字，数字愈大，被吸收的光量也就愈高，观察也愈清楚；0.17为所要求盖玻片的厚度，160为镜筒长度，单位均为毫米（mm）。

工作距离：物镜对焦后，物镜最下面透镜的表面与盖玻片上表面之间的距离称为物镜的工作距离。物镜的放大倍数愈高，其工作距离愈小。

② 目镜。安装在镜筒的上端，其作用是把已经被物镜放大的倒立实像再一次放大成倒立虚像，并映入观察者的眼中。抽出镜筒上端的目镜，可见在目镜的透镜之下有一个金属制的圆环称光阑，光阑的边缘就是视野的边缘，光阑的位置即是物镜所成的倒立实像的位置。此外，可在光阑上粘一小段毛发或装上钢丝作为指针，用来指示标本上特定的目标，也可以在其上面放置目镜测微尺，用来测定所观察标本的大小。

目镜的长度愈短，放大的倍数愈大。目镜的放大倍数，标注在目镜的金属筒上端，有5×、10×、15×等。

③ 反光镜。位于载物台下方的圆镜，可用手向各方转动，用镜面收集光线，反射到物镜中。反光镜有平、凹两面，凹面聚光力强，兼有反光和汇集光线的作用，用于光线较弱时，如收集通过窗纱的光线或光源距离较远的光线；平面聚光力弱，在光源较强或靠近光源时用。

④ 聚光器。装在载物台的通光孔下面，位于反光镜上方，由一组聚光透镜组成，它将反光镜所反射来的平行光线汇集成束，集中照射在被观察的物体上，使视野的亮度增加。聚光器可通过旋钮的升降调节光线的强弱，升高时光线增强，下降时光线减弱，如用高倍物镜时，视野范围小，则应上升聚光器，用低倍物镜时，视野范围大，可下降聚光器。聚光器内装有金属薄片组成的虹彩光圈，虹彩光圈的中心部分是个圆孔，其侧面有一把手，移动把手可以调节通光量，圆孔开大则光线较强，适于观察色深的物体；圆孔缩小则光线较弱，适于观察透明或无色的物体。

三、显微镜的使用方法

1. 显微镜的安放

将显微镜安放于距桌子边沿3~5cm的桌面上，略偏左方，一般使镜臂对着自己的胸部，便于取放显微镜和阻挡呼吸所产生水汽，右侧可放绘图纸等。

2. 采光

提升镜筒，转动物镜转换器，使低倍物镜对正通光孔，当听到轻微的阻卡声即是已对准。转动反光镜两面，如距灯管光源近，用平面对正光源，用左眼接近目镜观察；如视野不

明亮,可调节反光镜、虹彩光圈和升降聚光器,使视野充分均匀明亮。

3. 装置玻片标本

取永久制片或临时装片置于载物台上,用压片夹夹牢,用移片器将玻片推动,使观察的材料位于通光孔的正中心。

4. 低倍物镜的使用

① 用手转动粗调焦螺旋,眼从侧面观察,使镜筒缓慢下降(或载物台缓慢上升)至低倍物镜距盖玻片约 5mm 处(如有限高装置,则移到最高限不能移动为止)。

② 左眼从目镜上观察视野,右眼自然张开,同时用手向内转动粗调焦螺旋,使镜筒缓慢上升,直到看到物像,然后微微内外转动细调焦螺旋,使物像清晰,此为对焦。 $10\times$ 物镜的工作距离为 7.63mm。若看不到物像,常因被观察的材料不在光轴线上,可移动玻片,使之位于通光孔的正中心部位(此操作前可将聚光器移到最高位置,以便于确定材料移到光轴上)。

③ 用手前后左右轻轻移动玻片,注意镜下观察到的是倒立虚像。要使物像向左移动时,就应向右移动玻片,以此类推。

5. 高倍物镜的使用

① 先在低倍物镜下将观察的材料移到视野正中央。

② 旋转物镜转换器,使 $40\times$ 高倍物镜对准通光孔(一般在低倍焦距调好之后,可直接转动物镜转换器,使用高倍物镜,若高倍物镜太长,转换时会碰到玻片,可稍提高镜筒)。

③ 一般旋转细调焦螺旋半圈至一圈即可出现物像。使用高倍物镜时不要用粗调焦螺旋调焦。若在转换高倍镜前提升了镜筒,则必须用眼从侧面注视,用粗调焦螺旋逐渐下降镜筒,使高倍物镜几乎接触玻片为止,再用左眼从目镜观察,向内转动细调焦螺旋,提升镜筒, $40\times$ 物镜的工作距离为 0.5mm。显微镜下观察的材料,虽小且薄但都是立体的,观察时随时转动细调焦螺旋,才能了解立体的构造,不然看的只是一个平面。然后调节聚光器和虹彩光圈使光量适宜。

显微镜内物像的放大倍数是目镜的放大倍数与物镜放大倍数之积。

显微镜使用完毕后先进行清理,严格按照要求擦拭镜体后将其收好,放回原处。

四、显微镜的成像原理

以光学显微镜为例,如图 1-2,被观察的制片标本(实物)被放在物镜下方 1~2 倍焦距之间,反光镜将光线反射到聚光器中,把光线汇聚成束,穿过玻片上的实物进入到物镜的透镜上,因此所观察的制片材料要很薄(厚度一般为 $8\sim 10\mu\text{m}$),光线才能穿透。经过物镜将制片上的实物结构放大为一个倒立的实像,这个实像正好位于目镜下的焦点之内(光阑的位置)。这一倒立实像再经过目镜的二次放大,形成放大的倒立虚像,即为所看到的最后物像。

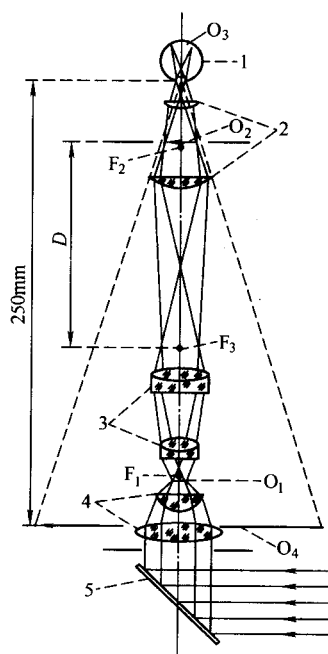


图 1-2 光学显微镜的成像原理
 O_1 —被观察的物体; O_2 —目镜形成的 O_1 的实像; O_3 —人眼中 O_1 的实像; O_4 — O_1 高倍放大的虚像。1—人眼; 2—目镜;
 3—物镜; 4—聚光器; 5—反光镜。
 F_1 —物镜前焦点; F_2 —目镜前焦点;
 F_3 —目镜焦点; D —光学筒长

五、使用显微镜的注意事项和保护要点

- ① 拿取显微镜时一手握紧镜臂，一手托住镜座，务必使之平稳。
- ② 显微镜各部分均应保持十分清洁，机械部分可用软布轻轻拭净，要特别保护物镜、目镜和聚光器中的透镜，因光学玻璃较一般玻璃的硬度小，易于损伤。擦拭透镜时，只能用专用的擦镜纸，不能用棉布、手指或其他纸张擦拭。如有尘污，要先将擦镜纸卷成筒状，竖直状拂去灰尘（或用吸耳球吹去灰尘），然后叠成数折，用平面层从一个方向旋转轻轻地擦拭透镜。每擦一次，擦镜纸要折叠一次，以免灰尘损伤透镜，出现划痕。必要时可用擦镜纸蘸蒸馏水或少量二甲苯擦拭。
- ③ 观察材料一定要加盖玻片，在物镜的前透镜与盖玻片之间只能是空气，特称为干物镜。除盖玻片与载玻片之间有水将材料包埋以外（水装片），装片其他部分的水均要擦干，若载物台上有水应即擦干。
- ④ 用显微镜观察时，要睁开双眼，用左眼窥镜，右眼作图。
- ⑤ 转换物镜时要以手指捏住旋转盘转换，切忌用手直接拨转物镜，以免破坏物镜光轴与目镜光轴的合轴。
- ⑥ 显微镜若有不灵活或其他障碍时，在没有弄清原因前，不要自行修理，应报告教师，更不可玩弄、拆卸各零部件。
- ⑦ 收放显微镜时，将物镜头较向两旁，转离光轴，成八字形后取下玻片，再降下镜筒。不准使物镜头对着聚光器，以免发生物镜撞击聚光器的危险。最后将显微镜各部擦净放入镜箱，锁上门锁，放回原处。
- ⑧ 显微镜应避免和挥发性药品或腐蚀性的酸类存放在一起。为了防潮，可在箱内放入一小袋干燥剂（如硅胶、氯化钙等）。

六、光学显微镜的有关知识

1. 实体显微镜（解剖镜）的结构和使用

实体显微镜是一种较放大镜构造稍复杂而由几个透镜组成的单式显微镜。是利用斜射光照明观察不透明物体的外部形态和立体形态的显微镜。放大镜放大倍数在 10 倍以下；实体显微镜的放大倍数一般为 200 倍以下，常用来观察和解剖植物的根、茎、叶、花等器官的表面组织形态及大体结构概况。一般实验室所用的是双筒连续变倍实体显微镜。它有一个比较稳固的镜座，镜体被固定在镜柱上，其物镜为变倍物镜，上有刻度，每一刻度为 1 倍，可以通过变焦的透镜系统，使其放大倍数从 1 倍转到 4 倍，如所需倍数较大则可以再加上一个附加物镜使放大倍数再增加 1 倍。其目镜有 $10\times$ 、 $20\times$ 两种，因此实物成像的放大倍数最小为 10 倍，最大为 100 倍。观察使用双目镜筒时，两个目镜筒之间的距离可以根据观察者两眼瞳孔间的距离进行调节。实体显微镜具有较大的自由工作距离，一般为 3~12cm，有固定螺旋可作上下调距。物体的聚焦通过一个粗调焦螺旋进行，在每一目镜下方可以直接用手旋转以作微调。在镜座上有一个圆形的载物板，可以放置实物，任意解剖操作，不需制成玻片标本。载物板一面是白色，另一面是黑色，可以根据所观察的标本颜色选用，以达良好的视觉反差效果。使用时标本应放在玻片上或小培养皿中，不要直接放在载物板上以免腐蚀漆层。

一般显微镜形成的像是倒立的虚像，但在实体显微镜中都装了一套倒转棱镜，使形成的倒立像再次倒转成一个直立的虚像，使成像和实物方向一致。

2. 油浸物镜的使用

经常所用的低倍和高倍物镜都是干物镜，油浸物镜的前透镜与盖玻片之间为香柏油或液

体石蜡，故又称浸润物镜或简称油镜。其使用方法如下。

① 先用低倍干燥物镜观察概况，然后用高倍镜找到要观察的部分；并推移到视野中央（注意临时制片标本含水分较多，不能使用油镜观察）。

② 在用 $40\times$ 物镜调焦清晰后，移开 $40\times$ 物镜，在盖玻片所要观察的位置上滴一小滴香柏油或石蜡（有时也在聚光器与载玻片之间加一滴油）。

③ 从显微镜的侧面注视，转动物镜转换器，直至油镜头浸入油滴，注意防止油镜头碰击压碎玻片（油镜的工作距离是 0.198mm ）。

④ 轻微左右转动物镜转换器，驱除香柏油中的气泡，以免影响观察效果。

⑤ 再用眼观察目镜，用细调焦螺旋使物像清晰。

⑥ 观察完毕，把油镜头转离光轴，使镜筒上升约 1cm ，先用干的擦镜纸将镜头大部分的油去掉，再用蘸有二甲苯的擦镜纸擦，最后再用干擦镜纸擦一次，以免二甲苯浸入镜内，使透镜松懈。擦拭时要顺镜头的直径方向，不要沿镜头的圆周擦；玻片上的油也按上述方法擦净。如用的是液体石蜡，可直接用擦镜纸擦拭干净。

3. 目镜指针的安装

显微镜的目镜中一般没有指针，为便于教学和指示特定目标，可以自己动手在目镜中安装指针。具体方法如下：先剪取长 $5\sim 10\text{mm}$ 的一段头发（其长度约等于目镜筒的半径），再将目镜的上盖（一片透镜）旋下，用镊子夹住头发的一端，头发的另一端蘸上少许加拿大树胶或透明胶水，再将其粘在目镜筒内的视场光阑上面，并注意使头发的尖端位于视野的中央，稍干后，旋上目镜上盖即可使用。这时，在视野中会出现一条黑色的指针。

4. 显微测微技术

显微测微尺是在显微镜下测量被检物体的大小或长短的专用工具，植物学实验中可用它通过显微镜观察测量细胞各部分的大小、厚薄，测量细胞、淀粉粒以及细胞内部一些结构的大小。

常见的测微尺包括镜台测微尺（图 1-3）和目镜测微尺（图 1-4），测量时必须将其配合使用方可达到测量目的。镜台测微尺是一特制的载玻片，在载玻片中央封有一个 1mm 长并分为 100 个等距离的小格，每一小格为 0.01mm ，即 $10\mu\text{m}$ 。目镜测微尺为一具有标尺的圆形玻片，直径 $20\sim 21\text{mm}$ ，正好能放入目镜筒内。目镜测微尺上的标尺有直线式和网格式两种。直线式一般用于测量长度，其标尺分为 50 小格或 100 小格，每小格长 0.1mm 。网格式一般用于计算数目和测量面积，其上刻有网格式标尺，网格的大小、数目因种类不同而异。

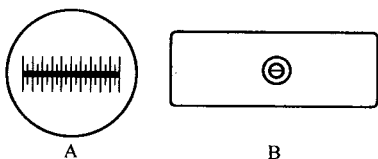


图 1-3 镜台测微尺

A—标尺的放大；B—具标尺的载玻片

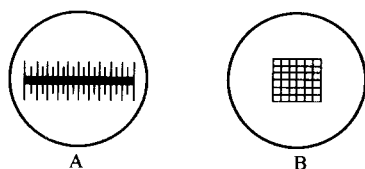


图 1-4 目镜测微尺

A—直线式；B—网格式

长度测量法：测量长度时，必须以目镜测微尺和镜台测微尺配合使用。先将直线式目镜测微尺正面朝上放入目镜筒中的金属光阑环上，观察时即可见到目镜测微尺的标尺刻度。但其格值是不固定的，可随物镜放大倍数的改变而改变，所以不能直接用它测量，必须先用镜台测微尺确定它的格值。其方法是先将镜台测微尺置于载物台上，与观察普通玻片标本一样，调节光线和对准焦点，使镜台测微尺的标尺刻度清晰可见。这时即可移动镜台测微尺，使其标尺刻度与目镜测微尺的标尺刻度重叠起来。然后选取二者刻度线正好完全重合的一

段,记录两重合线间的格数,依据下式计算目镜测微尺的格值。

$$\text{目镜测微尺的格值}(\mu\text{m}) = \frac{\text{镜台测微尺两重合线间的格数} \times 10}{\text{目镜测微尺两重合线间的格数}}$$

例如,目镜测微尺的零点刻度与镜台测微尺的零点刻度完全重合,另外又发现目镜测微尺的第50格刻度正对镜台测微尺的第68格刻度线,则目镜测微尺的格值为: $68/50 \times 10 = 13.6(\mu\text{m})$ 。也就是说在这一目镜、物镜组合中目镜测微尺的每一小格代表的实际长度为 $13.6\mu\text{m}$ 。

求得目镜测微尺的格值以后,即可移去镜台测微尺,换上待测标本封片,用目镜测微尺测量视野中的物体的大小。若目镜测微尺的格值为 $13.6\mu\text{m}$,测得某物体长占目镜测微尺10小格,则刻物体的实际长度为 $13.6 \times 10 = 136(\mu\text{m})$ 。

在显微测量过程中,如果变换显微镜或改变物镜或目镜的放大倍数时,都必须重新进行校正目镜测微尺的格值;其次,为减小误差应多次测量,取其平均值。

5. 显微描绘器的使用

在本课程实验中只要求用铅笔进行徒手作图,但如要作更准确的科学图像则要用描绘器。常用描绘器有以下两种。

(1) 阿贝氏(Abbe's)描绘器

这是由装有棱镜的扁圆筒形部分和带有一根支柱的平面反光镜所组成。其操作步骤如下。

① 先抽出目镜,将描绘器的固定环套入镜筒上端后,再插入目镜。上下移动固定环使描绘器的圆筒部分与目镜将要接触,此时即可旋紧固定环。

② 将圆筒部分转向外侧,把标本移向视野中央,调节光亮和焦距使物像清晰,然后将圆筒部分转回原来的位置。

③ 在显微镜右侧放上绘图纸,调节反光镜的角度。直筒显微镜中其倾斜应为 45° ,便能看到图纸而看不到镜脚或其他装置,随即将反光镜固定,移动图纸使被绘对象落到图纸上的适当位置,然后用图钉固定在木板上。

④ 调节圆筒外侧的滤光片或显微镜视野的入射光源,使标本像和绘图纸上的铅笔尖能同时观察清楚,随后移动铅笔尖绘出标本轮廓,再画黑线。

(2) 描绘目镜

这是同一镜筒内装有目镜和描绘棱镜的目镜,不用装反光镜,使用简便,其操作步骤如下。

① 先抽出原有目镜,将描绘目镜插入显微镜筒内,使其定位面与镜筒端面重合, $(5\times$ 描绘目镜插入镜筒内约 43.5mm , $10\times$ 描绘目镜插入约 30mm),棱镜组件位于观察者的右方。

② 用图钉把图纸固定在绘图板上,把绘图板放于右侧保持一定的倾斜度。

③ 眼从目镜观察,调节显微镜工作距离,使描绘对象位于视野中央,以右眼注视显微镜中物像,在同一视野内既能看到镜像又能看到图像。

④ 如果棱镜光路的强度大于目镜光路的强度,此时在视野内只能看到手,应在棱镜光路内加入不同密度的灰片,使两者大约相等;如果棱镜光路的强度小于目镜光路的强度,此时在视野内只能看到标本像,应在目镜光路内改变一下显微镜的进光量,使两者大约相等。

⑤ 轻轻拧紧固定螺旋,使描绘目镜不发生转动,用铅笔在图纸上描绘镜像轮廓,再描上墨线。

第二章 实验材料的采集、培养和保存

一、实验植物的花期和果熟期

常见实验植物的花期和果熟期见表 2-1。

表 2-1 常见实验植物的花期和果熟期

种 名	花期(月)	果熟期(月)	种 名	花期(月)	果熟期(月)
苏铁	7~8	1~2	苹果、梨	3~4	7~8
银杏	4~5	10	桃	3	6~7
松树	5	10	杏	3	6
杉	4~5	8~9	合欢	6~7	8~9
侧柏	2~4	10	紫荆	3~4	6~8
桧柏	3~4	10	洋槐	5	7~8
麻黄	5~7	7~9	胡萝卜	5~7	6~8
玉兰	4~5	9~10	芫荽	5	6
望春木兰	4~5	9~10	茄	5~8	6~9
毛茛	4~7	5~8	龙葵	9~10	9~10
桑	5~6	6~7	丹参	5~7	7~8
茅栗	5~6	9	一串红	7~8	8~9
板栗	5~6	9	蒲公英	4~7	6~8
石竹	5~7	6~8	慈菇	6~7	7~8
陆地棉	7~9	8~10	莎草	5~6	6~7
黄瓜	5~9	6~10	小麦	5	6
毛白杨	3	4	大麦	4~5	5
垂柳、旱柳	3~4	5	水稻	6~8	7~9
油菜、青菜	4~5	5~6	葱	5~6	6~7
绣线菊	4~5	6~7	韭	7~8	8~9
珍珠梅	6~7	8~9	黄花菜	6~7	7~8
黄刺玫	4~5	6~7	萱草	6~7	7~8
蔷薇	5~6	7~8	蕙兰	3~4	6~7
草莓	6~7	7~8	建兰	5~6	8~9

二、实验材料的保鲜方法

近年来对水果、蔬菜、鲜花采用的一些保鲜方法，同样可应用于实验材料的保鲜以满足教学需要。较简便方法有以下几种。

1. 花枝的保鲜

无论是单生花或花序上的花，如不是当日实验用，一般以采半开放的花为宜。花枝采下应及时补充水分和养分。有些花如用 3% 的糖液能保鲜达一星期。每隔 2~3d，将花枝基部剪去 1~2cm，这样除去了腐烂部，又可使切面无阻塞，有利于水分、养分的吸收。用抑制乙烯激素的生物合成剂是保鲜的关键，如用 $1 \times 10^{-4} \sim 5 \times 10^{-4}$ （体积分数）的 8-羟基喹啉有保鲜防腐作用；用 $0.5 \times 10^{-4} \sim 5 \times 10^{-4}$ （体积分数）的硝酸银亦可延长花的插水时间。

2. 果实的保鲜

以七八成成熟度且无机械损伤的果实为好。