



普通高等院校规划教材

植物学实验

马 骥 / 主编

Botany
Experiment



陕西师范大学出版总社有限公司



普通高等院校规划教材

植物学实验

主编 马 骥

编者 马 骥 肖姬萍

田先华 何建平

陕西师范大学出版总社有限公司

图书代号 JC10N1079

图书在版编目(CIP)数据

植物学实验/马骥主编. —西安:陕西师范大学出版总社有限公司,2010. 12
ISBN 978 - 7 - 5613 - 5342 - 4

I. ①植… II. ①马… III. ①植物学 - 实验 IV. ①Q94 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 228877 号

植物学实验

主 编 / 马 骥
责任编辑 / 张 凡
责任校对 / 袁敏芝
封面设计 / 鼎新设计
出版发行 / 陕西师范大学出版总社有限公司
(西安市长安南路 199 号 邮编 710062)
网 址 / <http://www.snupg.com>
经 销 / 新华书店
印 刷 / 陕西向阳印务有限公司
开 本 / 787mm × 1092mm 1/16
印 张 / 7.25
字 数 / 143 千
版 次 / 2010 年 12 月第 1 版
印 次 / 2010 年 12 月第 1 次印刷
书 号 / ISBN 978 - 7 - 5613 - 5342 - 4
定 价 / 13.00 元

读者购书、书店添货或发现印刷装订问题,请与本社高教出版分社联系、调换。
电 话:(029)85303622 85307864



前言

改革后的新课程体系中,植物学实验成为一门独立开设的课程。植物学实验教学的目的是两个方面:一是通过实验观察,验证和巩固植物学课堂所学的知识,加深对所学基本知识和基本理论的理解;二是在实验过程中培养科学研究的基本素质,这些素质包括:基本的实验技能、独立分析问题和解决问题的能力、实事求是的学风和严谨的科学态度。实验教学改革的一个重要方面就是在精简验证性实验项目的同时,开设自主设计实验。自主设计实验是指让学生根据已经学习和了解的植物学知识及植物学实验的基本理论和方法,结合每个学生的兴趣,设计一个与植物学有关的实验方案,并实施,写出小论文。通过自主设计实验的完成,使学生独立创新能力得到展示,初步体会到什么是科学研究,为其今后从事科学研究工作打下基础。

作为学生学习知识和培养能力的载体,植物学实验教材要适应教学改革的要求,对植物学教学体系和内容进行整合和优化。本书汇集了我们近年来植物学实验教学改革的成果,贯彻以培养学生能力为中心的教学理念,科学地组织和编排实验项目和内容。全书分为基本实验技术、基础实验、自主设计实验和附录四个部分,选编18个实验项目,内容涉及植物细胞和组织的基本组成、植物器官的形态结构、植物界的主要类群、被

子植物分类以及自主设计实验等。在基本实验技术、基础实验部分,通过教学使学生掌握植物学实验的基本原理、方法和技能,验证植物学课堂教学所学知识,加深对植物学基础知识和基础理论的理解和掌握。在自主设计实验部分,通过指导学生实验设计、实验观测及数据处理和综合分析,调动和激发学生学习的积极性和主动性,培养和提高学生独立地提出问题、分析问题和解决问题的能力,引导学生树立自主创新的科学精神和思维方式,给学生一个充分展示自己能力的空间和舞台。

参与本教材编写的人员有马骥、肖娅萍、田先华、何建平。基本实验技术由肖娅萍、马骥、何建平编写;基础实验、自主设计实验由马骥、肖娅萍、田先华编写;附录由肖娅萍、田先华、马骥编写。马骥进行了统稿工作。

本教材可供高等院校生物学及相关专业的师生实验教学使用,也可供中等院校及中学生物教师作为教学参考书使用。限于学识水平,书中谬误和疏漏在所难免,恳请各位读者给予批评指正。

编 者

2010年10月

目 录

第一部分 基本实验技术

- 第一节 显微观察方法····· (2)
- 第二节 生物绘图方法····· (7)
- 第三节 制片方法····· (10)
- 第四节 显微化学测试方法····· (13)
- 第五节 植物检索表的编制与使用方法····· (14)
- 第六节 实验记录和实验报告····· (16)

第二部分 基础实验

- 实验一 植物细胞的基本结构····· (18)
- 实验二 植物的各种组织····· (22)
- 实验三 校园植物观察····· (27)
- 实验四 种子与幼苗····· (31)
- 实验五 种子植物根的形态与结构····· (34)
- 实验六 种子植物茎的形态与结构····· (39)
- 实验七 种子植物叶的形态与结构····· (44)
- 实验八 被子植物生殖器官的形态与结构····· (48)
- 实验九 孢子植物····· (54)
- 实验十 裸子植物····· (61)
- 实验十一 被子植物:双子叶植物(一)····· (66)
- 实验十二 被子植物:双子叶植物(二)····· (74)
- 实验十三 被子植物:单子叶植物····· (78)

第三部分 自主设计实验

- 实验十四 校园植物调查及名录编制…………… (83)
- 实验十五 植物生长发育与环境的关系…………… (85)
- 实验十六 被子植物传粉生物学观察…………… (87)
- 实验十七 不同植物组织的细胞壁成分和细胞内含物的显微
化学染色比较…………… (89)
- 实验十八 入侵植物调查…………… (91)

第四部分 附录

- 附录一 实验室规则…………… (94)
- 附录二 实验课的要求及学生必备的实验用品…………… (95)
- 附录三 实验室一般操作技术…………… (96)
- 附录四 校园常见植物名录…………… (98)
- 参考文献 …………… (107)



第一部分 基本实验技术

植物学是一门实验学科,在学习和研究过程中会用到各种实验技术和方法。观察植物的形态结构、探究植物的生长发育过程,常常需要利用各种不同的制片技术;鉴别纷繁复杂的植物类群、调查种类丰富的植物资源,则需要采集和鉴定植物标本的技术;准确而形象地表述植物的形态结构需要的不仅是文字,还有生物绘图方法,因此,在植物学实验课程中加强基本实验技术的训练非常重要。这一部分汇编了植物学实验中常用的方法和技术,包括显微观察方法、各种制片方法、生物绘图方法、植物标本检索鉴定方法等。基本实验技能的训练是每一个实验项目的重要内容,将贯穿整个实验教学过程。



第一节

显微观察方法

观察是一种基本的植物学科学方法。观察技能必须在大量的植物学实践中培养,许多研究常常需要我们在不同的层次和水平上进行观察和分析,这可能需要我们直接观察或借助一定的仪器间接获得观察结果。

观察的类型:

定性观察 用文字术语描述观察结果,包括颜色、气味等,一般用照片或绘图来表示。

定量观察 借助某种仪器,通过计量或测量得到的结果,一般用数字来表示。

在植物学实验中最常用的就是借助显微镜观察植物的表面或内部结构,所以掌握显微观察技术是非常必要的。

1. 显微镜的构造

显微镜是一种精密的光学仪器,是研究植物细胞结构、组织特征和器官构造的重要和不可取代的工具。在植物学实验课中,经常需要使用光学显微镜观察植物体内的各种结构。我们必须了解显微镜的结构及其各部分功能,能准确、熟练地使用显微镜观察植物材料,掌握显微镜的保养方法。

显微镜(图 1-1、1-2)种类很多,结构也很复杂,但目前实验中多使用复式显微镜,其构造可以分为光学部分和机械部分。

(1) 光学部分

主要包括物镜、目镜和照明装置。

物镜:因它接近被观察的物体,又称接物镜。物镜起着把观察的物体进行第一次放大的作用,是显微镜性能高低的关键部件。通常在物镜外面标有主要性能指标——镜口率、放大倍数、镜筒长度及所要求的盖玻片厚度。

习惯上把 10 倍以下的物镜称低倍物镜,20 倍的物镜称中倍物镜,40 倍的称高倍物镜,把 90~100 倍的称油浸物镜。

目镜:因为它接近观察者的眼睛,又称接目镜。目镜相当于一个放大镜,起着把物镜放大的物体实像进一步放大的作用,其放大倍数通常为 4~16 倍,但它并不增加显微镜的分辨力。

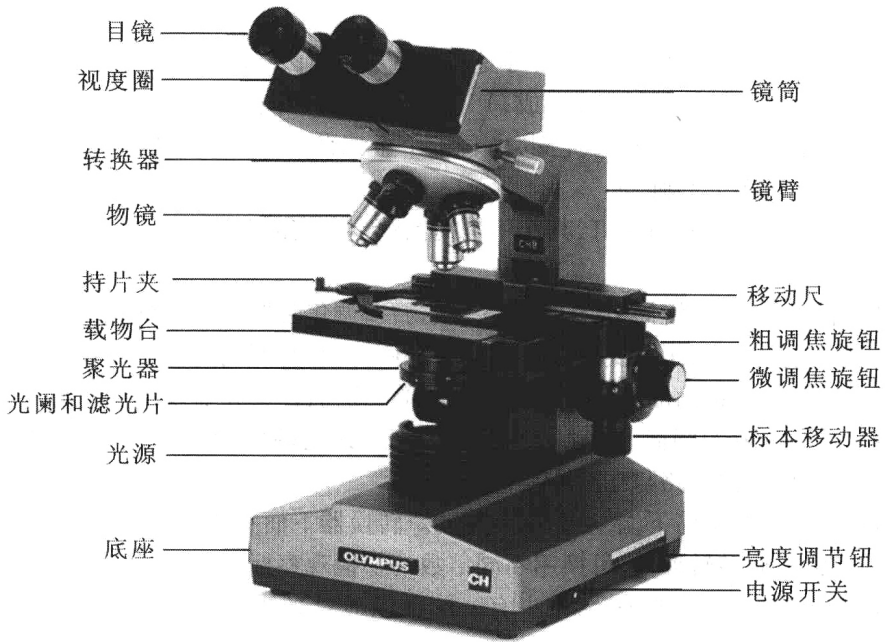


图 1-1 生物显微镜

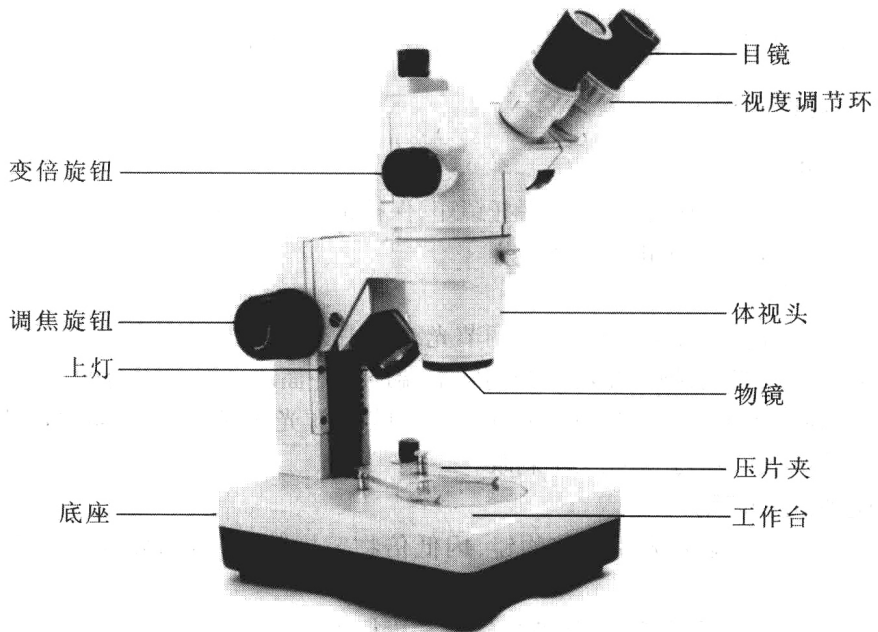


图 1-2 体视显微镜

显微镜的放大倍数为物镜和目镜放大倍数的乘积。

照明装置:主要包括聚光器和电光源。

聚光器:又称集光器。由聚光镜和可变光阑组成,其作用是把光线集中到所要观察的标本上。聚光镜是由一片或数片透镜组成,其作用相当于一个凸透镜,起会聚光线的作用,可变光阑位于聚光镜下方,又叫虹彩光圈,由若干个金属薄片组成,推动可变光阑操纵杆可以调节光圈大小,以调节光线强弱。

电光源:电光源是1只卤钨灯,其作用是提供观察所需的照明。

(2)机械部分

主要包括镜座、镜臂、镜筒、物镜转换器、载物台、调焦装置、聚光器调节旋钮等。

镜座:显微镜的基座,用以支持整个镜体的平衡,内装有照明光源。

镜臂:连接镜座与镜筒的部分。镜臂支持镜筒、载物台、聚光器及调焦装置等。

镜筒:是金属制成的圆筒。附着于镜臂的上部,其上端放置目镜,下端连物镜转换器。镜筒的作用是保护成像光路与亮度。

物镜转换器:装在镜筒下端,可作圆周转动。转换器下面有3~5个螺口,可按顺序装上不同倍数的物镜。旋转转换器,可换用不同倍数的物镜观察标本。

载物台:放置玻片标本的平台,中央有一圆孔以通过光线。台上装有标本移动器,用以固定和移动玻片标本。

调焦装置:为了得到清晰的物像,必须调节物镜与标本之间的距离,使它与物镜工作距离相等,这种操作叫调焦。显微镜的调焦装置包括较大的粗调焦旋钮和较小的微调焦旋钮,它们位于镜臂两侧。转动调焦旋钮可使载物台上下移动,从而完成调焦过程。使用时必须先低倍,后高倍。

聚光器调节旋钮:位于镜臂一侧,旋转时可使聚光器上下移动,借以调节光线。

2. 显微镜的使用

(1)取镜和放镜

取显微镜时,右手握住镜臂,左手平托镜座,保持镜体直立,放置在座位桌子左侧距桌边5~6cm处,以便于观察和防止显微镜掉落。

(2)光线的调节

接通显微镜电源,打开电光源开关,调节光线至中等强度。对光时,先把低倍镜转到中央,对准载物台的通光孔,把聚光器上升到它上端透镜平面略低于载物台的高度,把聚光器下方的可变光阑开到最大。眼睛视目镜,再仔细调节光源光线强度、聚光器位置及光阑光圈大小,使视野内光线既均匀、明亮又不刺眼。

(3)低倍物镜的使用

观察任何标本,都必须先用低倍物镜,因低倍物镜视野大,较易发现目标和确定观察部位。

①放置玻片标本。升高镜筒,将玻片标本置于标本移动器中,并移到载物台中央,使所要观察的材料正对通光孔中心。

②调焦。双眼在一侧注视物镜,转动粗调焦旋钮,使载物台逐渐上升到物镜离玻片约

5mm处。接着双眼注视目镜内,同时轻轻转动粗调焦旋钮,使载物台逐渐下降,直至看到清晰的物像为止。

③低倍物镜观察。调节标本移动器,将需观察部分移到最适位置。再根据需要调节光源光强及光阑光圈,以获得最适亮度和反差。

(4)高倍物镜的使用

在低倍物镜的观察基础上,需要观察较小物体或细微结构,可使用高倍物镜观察。

①选好目标。先在低倍物镜下,找到需要观察的目标并将其移至视野中央,然后在低倍物镜能够清晰成像的情况下,转动物镜转换器,换上高倍物镜,并使其与镜筒成一直线,即光路合轴。

②调焦。在正常情况下,当转成高倍物镜后,在视野中即可看到模糊的物像,只要略微转动微调焦旋钮,就可获得清晰的物像。

在使用高倍物镜时,视野一般较小且较暗。因此要重新调节视野的亮度,通常可升高聚光器或调大光阑光圈。

(5)换玻片标本

观察完毕,如需观察另一标本时,转动物镜转换器,将高倍物镜换成低倍物镜,取出原玻片,换上新玻片标本,然后重新从低倍物镜开始观察。

(6)显微镜用后整理

观察结束后,将载物台降低,取下玻片标本,将物镜头转离通光孔,再升高载物台到合适位置,并擦净镜体。然后将光源强度调到最低,关闭电源,拔下电源线插头。最后按“取镜”方法,将显微镜放回原处。

3. 显微镜使用注意事项

①显微镜是精密仪器,操作时动作要轻,不允许随便拆卸。如有故障,应及时报告指导教师处理。不同显微镜之间,不可随便调换目镜或物镜。

②观察临时制片时,不要让玻片中的水流到载物台上,更不能使酸、碱及其他化学药品与显微镜接触。

③发现物镜或目镜不清洁时,要用拭镜纸或干净棉签作直线方向擦拭。切不可用手指、手帕、棉布等擦拭,以免划坏或沾污镜头。若镜头上有油污,可先用擦镜纸蘸少许拭镜液擦拭,然后再用干净擦镜纸或棉签擦拭。

4. 有关显微镜的一些术语

(1)工作距离

指物镜最下面透镜的表面到盖玻片上表面之间的距离。物镜的放大倍数越大,它的工作距离越小。低倍镜的工作距离为6.5mm,高倍镜为0.6mm,油镜为0.2mm。

(2)焦点深度

指视野中垂直范围内所能清晰观察到的界限。用不同倍数的物镜观察物体时,所能看到垂直的清晰范围是不同的。一般来说物镜的倍数越大,焦点深度越小。

(3) 分辨率

分辨率是能分辨的被检物体两个物体点之间最短距离。这个指标是衡量显微镜质量优劣的主要依据。分辨率越高,物镜的价值也就越高。分辨率:低倍镜为 $1\mu\text{m}$,高倍镜为 $0.42\mu\text{m}$,油镜为 $0.22\mu\text{m}$ 。

(4) 数值孔径(N. A.)

数值孔径是决定物镜和聚光镜性能的一个重要参数,是指在物镜前透镜与标本之间的一种介质(空气、浸油等)的折射率与孔径角半数的正弦的乘积。数值孔径越大,图像就越明亮,分辨率就越高。

(5) 物镜的种类

根据像差的校正程度,物镜可分为下列数种:

- ①消色差物镜
- ②复消色差物镜
- ③萤石物镜
- ④平场物镜

根据前透镜与被检标本盖片之间的介质情况,又可分为下列两类:

- ①干燥系物镜
- ②浸没系物镜

浸没系物镜包括油浸系和水浸系。

(6) 目镜的种类

- ①惠更斯目镜
- ②兰姆斯登目镜
- ③补偿目镜
- ④平场目镜
- ⑤摄影目镜

第 二 节

生物绘图方法

生物绘图是学习及研究植物学必须掌握的技能技巧之一,它可以使我们更好地理解植物体外部形态和内部结构。一般来说,生物绘图是对标本详细而准确的再现,其作用显然也是在培养学生的观察力,所以生物绘图在植物学实验教学中具有重要的作用。而且生物绘图还可以为我们在以后的科学实验总结报告中准确表达实验结果奠定基础。

1. 生物绘图要求

- ①绘图采用“点线法”,即用粗细均匀的线条和圆点描绘成图像。
- ②绘图要使用 HB、2H、3H 绘图铅笔及适宜绘图的实验报告纸或绘图纸。
- ③严格地执行科学性的原则:表现在形体要准确,比例要协调,特征要明确。
- ④恰当地表现植物体的质感:应能体现植物体或器官的厚与薄,硬与软,老与嫩,平整与粗糙,被毛与光滑,晶莹透亮与不具光泽等。
- ⑤力求绘图生动、形象和富于艺术感染力:构图适当,姿态完美,合理用笔,层次分明。
- ⑥画面保持整洁:力求画面整洁,防止出现斑点。做好图面斑点的处理工作,是保证生物绘图质量不可缺少的环节。

2. 图的类型

(1) 细胞图

能够准确显示植物组织中某些细胞结构特征的图称为细胞图。如螺纹导管、筛管、传递细胞、厚角组织细胞、表皮细胞等。

(2) 组织细胞图

显示某些组织在植物体或部分器官切片中的位置及形态(包括细胞形态),又被称作组织构造图。如茎横切示初生结构图。

(3) 轮廓图

展示整个植物体或某些器官的切片中的位置及外部轮廓,又称线条图或简图。如根横切面轮廓图。

(4) 外形图

即外部形态特征图,显示植物体或部分器官的外部表面特征。如芥菜成熟胚。

(5) 示意图

通过简化、分组和描绘轮廓的方法以表达复杂的植物学概念。如被子植物生活史示意图。

3. 绘图方法

(1) 准备绘图工具

包括 3H 或 2H 及 HB 铅笔各一支;质量较高的光滑绘图纸若干;质量好的橡皮一块。

(2) 确定绘图目标

确定绘哪一部分,如茎、叶、根、花等;绘哪种类型的图,细胞图、组织细胞图、示意图还是轮廓图;图的位置及大小等。

(3) 绘图步骤(图 1-3)

先绘出淡淡的边框,确定图的边界;然后用 2H 或 3H 铅笔正确绘出主要结构的轮廓(注意下笔要轻,大小比例合适);再用 HB 铅笔重描一遍,注意这时下笔要重,线条要连续,不可重复,连接处应光滑清晰,粗细均匀,不要产生锋尖。用圆点衬阴方法区分不同的区域。物质稠密,在显微镜视野里较暗,用较多的点表示,如细胞核、核仁等;物质稀疏,在视野里表现明亮,要用较少的圆点或不用圆点表示,如液泡。圆点应小而均匀,切勿用铅笔涂抹。用向一个方向的水平平行线添加标注,所有平行线的末端应在同一垂直线上。标注要准确无误。最后在图的下方中央写上图题及所用材料名称。

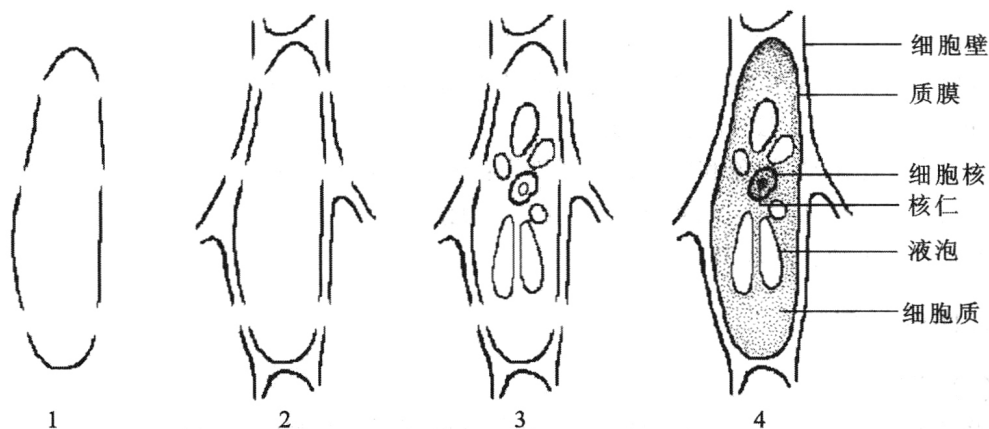


图 1-3 植物细胞图绘制方法与步骤

4. 植物细胞图的具体绘法与步骤

①在绘图纸上选定适当位置,以适当比例用 HB 铅笔按显微镜视野中观察结果绘出细胞轮廓。

②用 3H 铅笔以粗细适中的均匀线条绘出细胞壁。注意线条不可重复,连接处应光滑。要表示出所绘细胞与相邻细胞的关系,故而应绘出相邻细胞的部分细胞壁。

③按正确的比例与位置绘出细胞核及核仁,最后用不同密度的小圆点表示细胞质、细胞核,液泡部分不用圆点。

④在图的右侧标注各部分结构的名称,在图的下面注明图题及所用材料名称,如“图1 洋葱鳞叶表皮细胞图”。

5. 植物器官图的具体绘法与步骤

(1) 轮廓图绘法与步骤

①按显微镜视野中的观察结果,依一定比例大小用线条清晰地绘出解剖构造的轮廓。

②在轮廓图上用线条区分出各类组织的界限,注意各类组织分布的比例,将各区向右引出平行线条注字说明。

(2) 器官构造详图绘法与步骤

①首先绘出全部或部分器官的轮廓图;在轮廓图上用细线条分出各类组织的分布,注意各部分比例要适当。

②绘详图时,一般只绘出标本的 $1/3$ — $1/2$ 部分详图,因此要求所绘部分能表示清楚该器官的构造特点。

③在显微镜视野中选定该器官部分结构,不要再移动玻片标本,按正确比例,根据组织细胞特点,逐一描绘细胞结构及细胞间相互联系,如细胞形状、大小,细胞壁薄厚等。绘器官部分图的边缘细胞时,可只绘每个细胞的一部分,表示所绘图是属于标本的一部分。最后根据需要加圆点或线条详细表示各部分细胞特征。

④在图右侧标出各部分名称。

第 三 节

制片方法

1. 临时装片法

临时装片是用新鲜的少量植物材料(如单个细胞、表皮或切好的薄片等),放在载玻片上的水滴中,加盖盖玻片制成的玻片标本。其优点是可以保持植物材料的生活状态和天然色彩。一般多用于临时观察或用某些化学试剂做组织化学反应,也可以根据需要进行适宜的染料染色,制成永久性标本。

制作步骤(图 1-4):

- ①用干净纱布拭净载玻片、盖玻片。
- ②用滴管在洁净的载玻片中央滴一滴清水,然后把准备好的材料置于载玻片上的水滴中,使材料展开。
- ③用镊子轻轻夹住盖玻片一侧,使盖玻片另一侧边缘接触载玻片水滴边缘,慢慢放下盖玻片,这样可使盖玻片下的空气逐渐被水挤掉,以免产生气泡。
- ④若临时装片标本需染色,可在盖玻片一侧加一滴染色剂,在另一侧用吸水纸吸水,让染色剂渗入材料进行染色,也可在加盖盖玻片前加染色剂。
- ⑤用吸水纸吸去载玻片、盖玻片上多余的水或其他试剂。
- ⑥若临时装片需保存一段时间,则可用 30% 甘油水溶液代替清水制片,并放置于加盖的培养皿中保存。

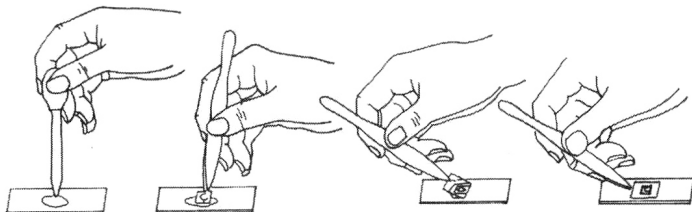


图 1-4 临时装片制作步骤