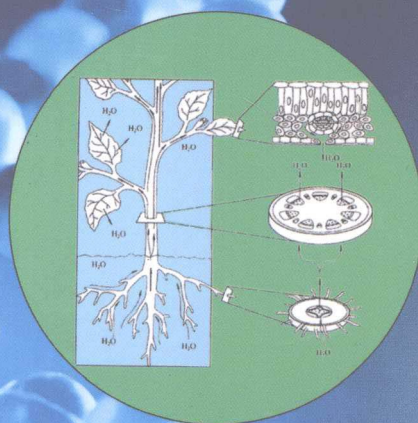


全国高等农林院校“十一五”规划教材
高等农林院校生命科学类系列教材

植物学实验技术

第2版

许鸿川 主编



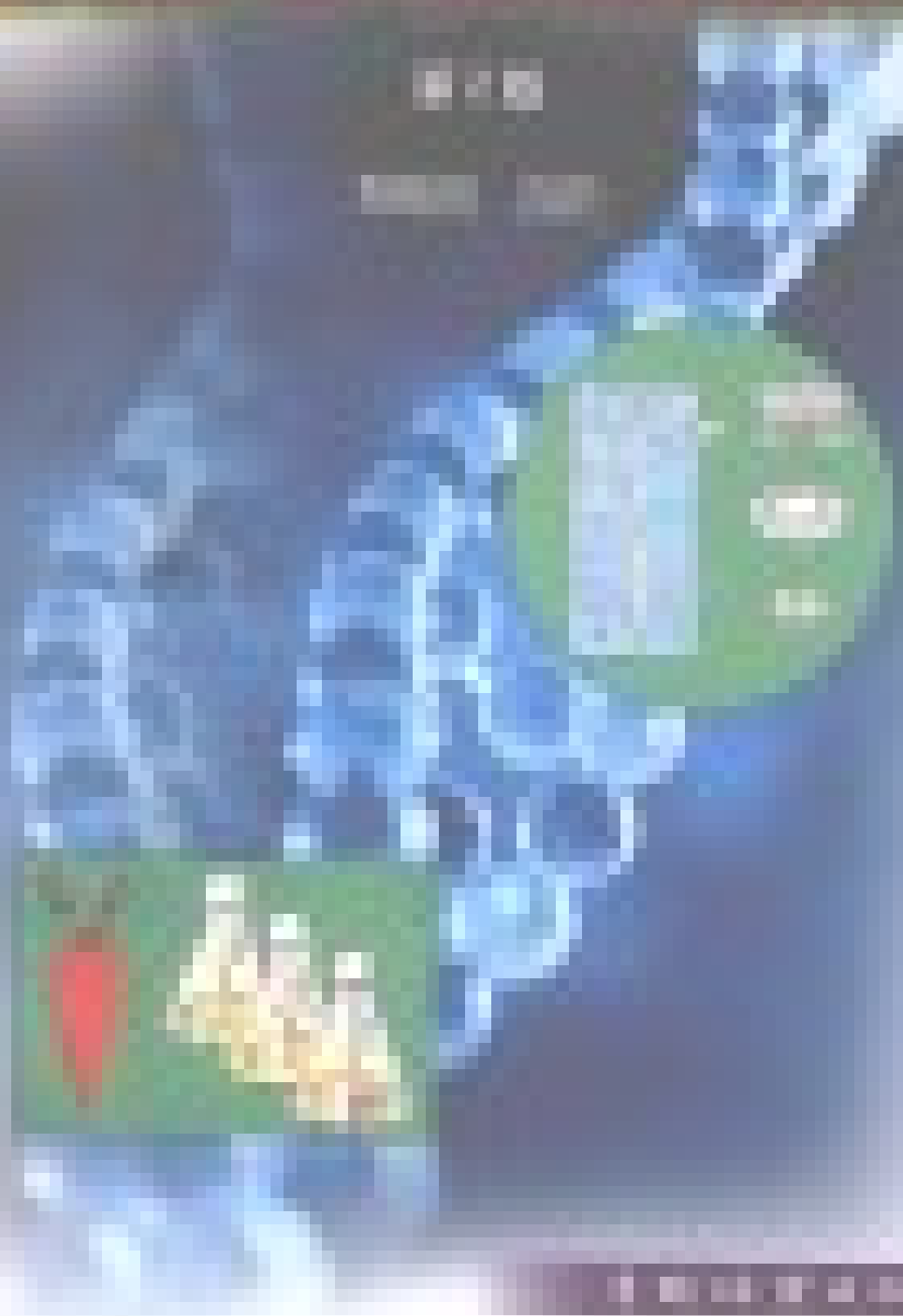
中国林业出版社

THE UNIVERSITY OF CHINA PRESS
100004 BEIJING, CHINA
TEL: 86-10-64033638 FAX: 86-10-64033637
E-MAIL: ucps@ucp.cn

中国环境生物技术

第 1 卷

第 1 期



中国环境出版社

全国高等农林院校“十一五”规划教材
高等农林院校生命科学类系列教材

植物学实验技术

第2版

许鸿川 主编

中国林业出版社

内 容 简 介

本书是依据高等农林院校《植物学》课程的教学目的和要求编写的, 内容包含植物形态学实验技术和植物分类学实验技术两大部分。全书以实验技术和方法为主线, 贯穿于基本理论和重点知识之中。系统介绍了植物形态学实验必备的基本知识与技能, 植物细胞、组织和器官的制片方法和观察方法, 植物界各大类群的观察方法, 被子植物的分类鉴定方法, 标本的采集、压制和装订方法, 常见植物的识别技巧等。本书可作为高等农林院校生物科学类、植物生产类、环境生态类和资源类本专科各专业独立设课或非独立设课的植物学实验课程的教材。也可作为其他高等院校植物学实验课程的教材及植物爱好者的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

植物学实验技术/许鸿川主编. -2 版. -北京:中国林业出版社,2008. 6
(全国高等农林院校“十一五”规划教材, 高等农林院校生命科学类系列教材)
ISBN 978-7-5038-5037-0

I. 植… II. 许… III. 植物学-实验-高等学校-教材 IV. Q94-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 081815 号

出版 中国林业出版社 (100009 北京西城区刘海胡同 7 号)

E-mail forestbook@163.com 电话 (010) 66182880

网址 www.cfph.com.cn

发行 中国林业出版社

印刷 北京林业大学印刷厂

版次 2003 年 9 月第 1 版

2008 年 6 月第 2 版

印次 2008 年 6 月第 1 次

开本 787mm × 1092mm 1/16

印张 16.5

字数 368 千字

印数 1 ~ 5 000 册

定价 25.00 元

高等农林院校生命科学类系列教材

编写指导委员会

顾 问：谢联辉

主 任：尹伟伦 董常生 马峙英

副主任：林文雄 张志翔 李长萍 董金皋 方 伟 徐小英

编 委：（以姓氏笔画为序）

马峙英	王冬梅	王宗华	王金胜	王维中	方 伟
尹伟伦	关 雄	刘国振	张志翔	张志毅	李凤兰
李长萍	李生才	李俊清	李国柱	李存东	杨长峰
杨敏生	林文雄	郑彩霞	胡德夫	郝利平	徐小英
徐继忠	顾红雅	蒋湘宁	董金皋	董常生	谢联辉
童再康	潘大仁	魏中一			

出版说明

进入 21 世纪以来, 生命科学日新月异, 向人们展现出了丰富多彩的生命世界及诱人的发展前景, 生命科学已成为高等院校各相关专业关注的焦点, 包括理科、工科和文科在内的各个学科相继酝酿、开设了与生命科学相关的课程。为贯彻和落实教育部“十一五”规划高等学校课程体系改革的精神, 满足农林院校中生物专业和非生物专业教学的需要, 中国林业出版社与北京林业大学、福建农林大学、山西农业大学、河北农业大学、浙江林学院等院校共同组织了各院校相关学科的资深教师编写了这套适合于高等农林院校使用的生命科学类系列教材, 并希望成为一套内容全面、语言精炼的生命科学的基础教材。

本系列教材系统介绍了现代生命科学的基本概念、原理、重要的科学分支及其研究新进展以及研究技术与方法。我们期望这套系列教材不仅可以使农林院校的学生了解生命科学的基础知识和研究的新进展, 激发学生们对生命科学研究兴趣, 而且可以引导他们从各自的研究领域出发, 对各种生命现象从不同的角度进行深入的思考和研究, 以实现各领域的合作, 推动学科间的协同发展。

近几年来, 各有关农林院校的一大批长期从事生物学、生态学、遗传学以及分子生物学等领域的教学和科研工作的留学归国人员及骨干教师, 他们在出色完成繁重的教学和科研任务的同时, 均亲自参与了本系列教材的编撰工作, 为系列教材的编著出版付出了大量的心血。各有关农林院校的党政领导和教务处领导对本系列教材的组织编撰都给予了极大的支持和关注。在此谨对他们表示衷心的感谢。

生命科学的分支学科层出不穷, 生命科学领域内容浩瀚、日新月异, 且由于我们的知识构成和水平的限制, 书中不足之处在所难免, 恳请广大读者和同行批评指正。

高等农林院校生命科学类系列教材
编写指导委员会
2006 年 5 月 18 日

第2版前言

《植物学实验技术》自2003年9月出版以来已4年多了,期间已进行过两次印刷,根据对使用者的调查,普遍认为该书的教学内容符合高等农林院校人才培养目标及本课程教学的要求,具备先进性、实践性和实用性。该书加强了基本操作技能的训练和学生动手能力的培养,利于调动学生学习的主动性和创造性。加强了理论联系实际以及知识的融会贯通,利于学生对理论知识的巩固并提高分析问题和解决问题的能力。可为学生进一步学好专业课以及将来更好地从事相关学科的科学研究打下良好的基础。

本教材现已被全国多所高等农林院校选用,其中,作为本科专业基础课教材使用的包括生物类和农林类中的近20个专业,深受使用者的普遍欢迎和好评。

这次再版主要是对第一版中存在的缺点及不足进行修订,使之更加完善,包括:订正了一些文字,更新了一些插图,充实了一些内容,尤其对第八章的附录一作了较多的补充。参与修订工作的除了原作者外,还有三位福建农林大学资深的教师,分别为黄榕辉、林如和黄春梅。其中,黄榕辉主要参与本书下篇植物分类学实验技术的修订工作,并对第八章的附录一进行了补充;林如和黄春梅主要参与本书上篇植物形态学实验技术的修订工作。

再版工作自始至终得到中国林业出版社的指导和支持。同时也得到编者所在学校和学院领导以及有关教师和实验技术人员的热情关心、大力支持和帮助。

请允许编者在此对所有选用本教材以及对本教材的再版工作给予关心、支持和帮助的同志们,表示衷心的感谢!

欢迎兄弟院校使用本教材。由于编者理论水平和实践经验有限,书中难免有错误或欠妥之处,敬请各位读者批评指正。

编 者

2008年3月

第1版前言

本教材是适应当前实验教学改革趋势,依据高等农林院校《植物学》课程的教学目的和要求,在主编原植物学实验指导书的基础上编写而成的。原书自1991年开始使用以来,已历经10多轮的专业教学实践和反复修订,并不断吸取全国高等院校先进的实验教学经验,使内容不断更新、充实和优化。

本书注重基础性:在植物形态学篇章,涉及被子植物的形态、器官结构及其发育规律的基础理论,侧重于微观方面的知识点。在植物分类学篇章,则从宏观方面研究整个植物界,内容涉及植物界的各大类群和被子植物主要分科等方面的基础理论知识。

本书注重实践性:基础理论所涉及的重点知识,均能通过实践得到检验。在植物形态学篇章,学生通过自己动手制片和显微观察,使植物体内部抽象的微观世界历历在目,植物的生活历程和发育规律一览无余。在植物分类学篇章,涉及植物标本的采集、鉴定、压制和装订以及对大自然中植物的识别。通过理论知识的介绍和实物的观察(包括实验室里新鲜标本、腊叶标本、液浸标本和大自然中植物的观察),学生可在短时间内获得直观的认识。

本书注重综合性:分别从细胞、组织、器官和植物整体对实物标本进行多层次综合探索;分别从外部形态和内部结构进行多角度综合观察;分别从植物细胞学、植物外部形态学、植物解剖学、植物胚胎学、植物系统学和植物分类学等方面进行多学科综合研究;分别从显微观察能力、动手能力和感知能力等方面进行全方位的实验技能综合训练。

本书注重先进性:不仅汇聚了全国高等院校先进的实验手段,而且在内容编排、实验步骤和技术方法的描述以及实验材料的选择上独具特色,实验过程融入了先进的多媒体教学手段,可以预见,这些措施无疑使实验质量大为提高。

本书加强了基本操作技能的训练和学生动手能力的培养,利于调动学生学习的主动性和创造性。加强了理论联系实际以及知识的融会贯通,利于学生对理论知识的巩固并提高分析问题和解决问题的能力。可为学生进一步学好专业课以及将来更好地从事相关学科的科学研究的打下良好的基础。

本书可作为高等农林院校生物科学类、植物生产类、环境生态类和资源类本专科各专业独立设课或非独立设课的植物学实验课程的教材,也可作为其他高等院校植物学实验课程的教材及植物爱好者的参考书。

本书分上、下两篇共十章,并安排二十个实验项目:上篇为植物形态学实验技术,安排八个实验项目,从微观方面入手,以细胞、组织和器官三个层次来剖析高等显花

植物(主要是被子植物)的形态、结构和功能;下篇为植物分类学实验技术,安排十二个实验项目,从宏观角度入手,以植物的基本类群和被子植物的分类两条线索来阐述植物界的发生和发展规律以及植物与人类的关系。每次实验所列实验材料和内容较多,各校可根据实际教学时数确定需完成的项目和内容,从中进行选择。有些院校还安排半周到一周的植物学教学实习,可把本教材中一些实践性较强的项目,如植物切片技术、显微摄影技术、植物标本制作技术、植物的鉴定技术和大自然中植物的识别技巧等放在教学实习中。

本教材由许鸿川主编,并负责全书的统稿工作。编写工作分工如下:福建农林大学许鸿川编写了第二章至第六章、第九章、第十章的全部内容,第七章和第八章除附录二以外的内容,第一章的部分内容,共约 25 万字。山西农业大学扈铁梅编写了第七章和第八章附录二的内容,第一章的部分内容,共约 6 万字。河北农业大学王艳辉编写了第一章的部分内容,并对全书中各个实验中的实验材料做了补充,共约 2 万字。全书共约 33 万字。

本书承蒙南京大学生命科学学院王维中教授和北京大学生命科学学院顾红雅教授审稿。书中所用插图多引自国内外有关书籍,限于篇幅,恕未逐一加注。编写工作得到编者所在学校和学院领导以及有关教师和实验技术人员的热情关心、大力支持和帮助。请允许我们在此对所有参与本教材审稿以及对本教材的编写工作给予关心、支持和帮助的同志们,表示衷心的感谢!

欢迎兄弟院校使用本教材。由于编者理论水平和实践经验有限,书中难免有错误或不妥之处,敬请各位读者批评指正。

编 者

2003 年 8 月

目 录

上篇 植物形态学实验技术

第一章 植物形态学实验必备的基本知识与技能	(3)
第一节 实验室规则	(3)
第二节 光学显微镜的构造和使用方法	(4)
一、显微镜的构造	(4)
二、显微镜的使用方法	(6)
三、光学显微镜的类型	(6)
四、使用显微镜的注意事项	(7)
第三节 生物绘图方法	(8)
一、生物绘图的要求	(8)
二、绘图方法	(8)
三、绘图的要点	(8)
第四节 常用的植物制片方法	(9)
一、临时标本片的制法	(9)
二、徒手切片法	(10)
三、石蜡制片法	(12)
四、电子显微镜标本制备法	(16)
第五节 显微摄影技术	(20)
一、照相机的结构和性能	(21)
二、与显微摄影相关的显微调节	(22)
三、显微摄影用滤色镜的种类和用途	(25)
四、感光片的选择与应用	(26)
五、黑白胶卷的冲洗	(27)
六、黑白照片制作技术	(30)
第六节 标本的液浸方法	(38)
一、普通防腐浸渍液（不要求保持原色）	(38)
二、保持绿色的浸渍液	(38)
三、浸渍标本应注意的事项	(39)
第七节 常用的显微化学鉴定及染料和离析液的配制方法	(39)
一、显微化学鉴定方法	(39)

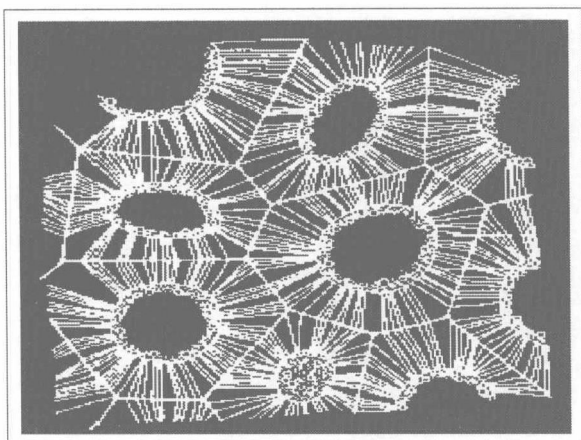
二、染料的配制方法	(40)
三、植物组织离析液	(41)
第八节 植物的营养繁殖技术	(41)
一、扦插繁殖技术	(42)
二、嫁接繁殖技术	(44)
三、分离与压条繁殖技术	(47)
四、利用特化茎和根进行繁殖	(47)
第二章 植物的细胞和组织	(50)
实验一 植物细胞的基本结构和生命现象	(51)
第一节 植物细胞的基本结构	(51)
第二节 植物细胞的生命现象	(53)
实验二 植物组织的形态和结构	(58)
第三章 植物的营养器官	(67)
实验三 根的形态和结构	(67)
第一节 根系、根尖外形和分区、根的初生结构	(67)
第二节 根的次生结构、侧根、根瘤和菌根	(72)
实验四 茎的形态和结构	(77)
第一节 茎尖的结构、双子叶植物茎的初生结构和次生结构	(77)
第二节 禾本科植物茎节间的初生结构	(85)
实验五 叶的形态和结构	(87)
实验六 营养器官的变态	(93)
第四章 被子植物的生殖器官	(100)
实验七 被子植物的生殖器官	(100)
第一节 花的基本组成、花芽分化、花药的结构及花粉的形成和发育	(100)
第二节 子房的结构、胚与胚乳的发育、果实的类型和结构	(104)
实验八 种子和幼苗	(109)
第五章 植物形态学名词解释	(115)
第一节 植物的细胞和组织	(115)
第二节 植物的营养器官	(119)
第三节 被子植物的生殖器官	(122)

下篇 植物分类学实验技术

第六章 植物界的分类	(129)
实验九 低等植物的分类	(129)
实验十 高等植物的分类	(137)
第七章 被子植物的分类鉴定	(142)
实验十一 被子植物分类的形态学依据	(142)
实验十二 分类检索表的应用以及植物种的描述记载方法	(152)
实验十三 离瓣花亚纲的分类鉴定	(155)
实验十四 合瓣花亚纲的分类鉴定	(155)
实验十五 单子叶植物纲的分类鉴定	(156)
附录一 被子植物分科的基本知识	(157)
附录二 化石植物的研究方法和技术	(189)
附录三 被子植物的主要分类系统及原始与进化性状的概念	(199)
第八章 植物的识别	(213)
实验十六 野生植物的识别	(213)
实验十七 园林植物的识别	(214)
附录一 种子植物主要科代表植物名录	(214)
附录二 植物拉丁名的读法	(235)
第九章 植物腊叶标本的制作	(241)
实验十八 植物标本的采集	(241)
实验十九 植物标本的压制	(243)
实验二十 植物标本的装订	(244)
第十章 植物分类学名词解释	(245)
第一节 植物分类的基础知识	(245)
第二节 植物界的分类	(246)
第三节 被子植物的分类鉴定	(248)

上 篇

植物形态学实验技术



植物形态学是植物学的一门分支学科，主要研究植物的形态、器官结构及其发育规律，从广义上讲，其内容涉及植物外部形态学、植物解剖学、植物胚胎学和植物细胞学的基本知识。在高等农林、师范及综合院校，植物形态学是生物科学类、植物生产类、环境生态类和资源类本专科各专业学生必修的一门专业基础课，也是学好专业课必不可少的先行学科。实验课是植物形态学教学中的一个重要环节，它的任务在于：通过实验观察，加深学生对课堂理论的理解，进一步巩固课堂理论知识；通过实验比较，培养学生分析问题和解决问题的能力；通过实验操作，使学生获得有关实验技术的基本训练，为学习其他专业基础课和专业课以及进行科研工作打下良好的基础。

第一章

植物形态学实验必备的基本知识与技能

本章内容和教学方式安排表

	教学内容	主要教学方式	辅助教学方式
第一节	实验室规则	学生自学，必要时加以强调	
第二节	光学显微镜的构造和使用方法	在实验一中先行介绍，并应用于每次实验中进行切片标本的观察	可配合多媒体显微镜和多媒体演示系统进行介绍
第三节	生物绘图方法	在实验一中先行介绍，并应用于每次实验中绘实物标本的线条图	
第四节	常用的植物制片方法	临时标本片的制法在实验一中先行介绍，并应用于每次实验中；徒手切片法在根和茎的实验中结合观察内容进行切片练习；石蜡制片法电镜标本制备法由学生自学，可作为教学实习的选作内容	可配合多媒体显微镜和多媒体演示系统进行介绍
第五节	显微摄影技术	由学生自学，可作为教学实习的选作内容	
第六节	标本的液浸方法	学生自学，可作为教学实习的选作内容	
第七节	常用的显微化学鉴定及染料和离析液的配制方法	学生自学	
第八节	植物的营养繁殖技术	学生自学，可作为教学实习的选作内容	

第一节 实验室规则

- (1) 不迟到、不早退。如实验提前结束，须经老师许可，方可离开。
- (2) 进入实验室时应携带课本、实验指导书、记录本、绘图纸和必用的文具(3H 或 2H 铅笔 1 支；HB 铅笔 1 支；橡皮擦、尺子和削铅笔小刀各一)。
- (3) 实验操作前，要认真听取指导教师对该实验内容的讲解，然后根据实验指导书的方法、步骤自行操作，充分发挥独立思考以及分析问题和解决问题的能力。必要时才请教师指导。
- (4) 实验要严肃认真，观察过程要用专用的记录本作记录，按时完成规定的

作业。

(5) 示范标本必须按规定及时仔细观察，并作好记录，不得擅自移动原来陈放的位置及目镜指针。

(6) 实验室应保持安静。注意清洁卫生，不得随地吐痰、扔纸屑和倒废液等。如削铅笔，应到指定的地方，削完后，及时清理干净。

(7) 爱护公物，节约药品，如损坏器具，要及时登记调换。实验完毕，要洗净、擦干器皿，认真清点，然后归放原处，不得私自带出。

(8) 如因特殊原因，确实不能参加实验时，应事先向教师说明，征得教师同意后，商定时间补做。如无正当理由所缺的实验，一律不给予补做，按缺课论处。

(9) 每次实验结束，值日生应认真做好清洁卫生工作（拖地板、擦桌子、洗器具等），关好水、电开关和门窗。

第二节 光学显微镜的构造和使用方法

在植物学实验课中，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。虽然大部分同学在中学已使用过显微镜，但有关显微镜的构造和正确的使用方法还没有完全掌握。因此，在使用显微镜之前，必须认真复习并掌握显微镜的构造和使用方法，才能更好地发挥显微镜的作用，避免发生损坏显微镜和压破盖玻片等事故。

一、显微镜的构造

显微镜可分为光学系统和机械装置两部分（图 1-1）。

（一）光学系统

(1) 物镜：放大倍数越高越长。接近标本，因此也叫接物镜。物镜安装在镜筒的下端。它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像作第二次放大。

物镜是决定显微镜性能的最重要部件，即决定分辨力的高低，显微镜越好，分辨力越高。

分辨力是指分辨细微结构最小间隔的能力。人眼的分辨力为 $100\mu\text{m}$ ，显微镜的分辨力以下式计算：

$$R = 0.61\lambda / NA$$

R 指两个微点间的距离， R 越小，分辨力越高， λ 为光波波长，

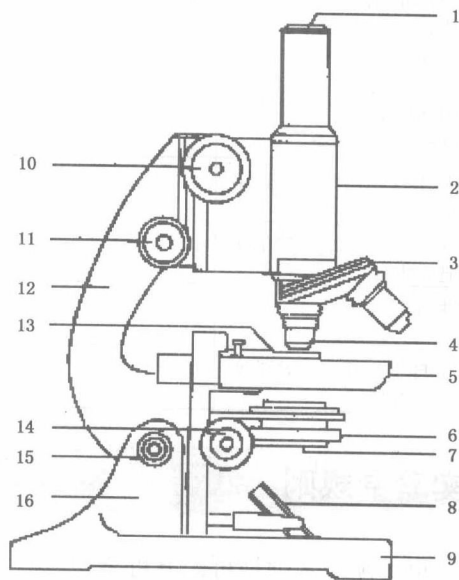


图 1-1 光学显微镜的构造

1. 接目镜 2. 镜筒 3. 镜头转换器 4. 接物镜
5. 载物台 6. 聚光器 7. 虹彩光圈 8. 反光镜
9. 镜座 10. 粗调节器螺旋 11. 细调节器螺旋
12. 镜臂 13. 推进器 14. 聚光器升降螺旋
15. 倾斜关节 16. 镜柱

NA 为镜口率。目前在实用范围内物镜的最大镜口率为 1.4, 而可见光最短波长为 $0.4\mu\text{m}$, 代入公式则:

$$R = 0.61 \times 0.4 / 1.4 = 0.17$$

由此可见, 光学显微镜的最大分辨力约为 $0.2\mu\text{m}$, 差不多为可见光最短光波的一半。

通常物镜分为三种: 放大倍数 10 倍 ($10\times$) 以下的叫低倍镜; 放大倍数 20 倍 ($20\times$) 左右的叫中倍镜; 放大倍数 40~65 倍 ($40\times\sim65\times$) 的叫高倍镜。此外还有一种放大倍数为 90~100 倍的叫油镜。

在每个物镜上除标有放大倍数外, 还标有其他数值, 如 10 倍镜上标有 10/0.25 和 160/0.17 等, 此处 10 为物镜的放大倍数, 0.25 为镜口率, 160 为镜筒长度, 0.17 为盖玻片的厚度, 两者单位均为毫米 (mm)。

放大倍数低的物镜, 构造越简单, 焦距越长; 反之, 放大倍数高的, 构造越复杂, 焦距越短。物镜和标本的盖玻片上面的距离称为工作距离, 物镜的工作距离和物镜的放大倍数有直接关系, 放大倍数大的工作距离短, 放大倍数小的工作距离长。因此, 在使用高倍镜时, 由于工作距离短, 要特别注意不要使物镜直接碰到标本片, 以免损坏镜头。

(2) 目镜: 安装在镜筒上端, 作用是把已经被物镜放大的物像进一步放大。它相当于一个放大镜, 并不增加显微镜的分辨力, 一般常用的目镜放大倍数为 4~20 倍。

(3) 聚光器: 载物台中央, 通光孔下方的聚光镜和可变光阑合称聚光器, 聚光镜相当于一组凹透镜, 可汇集来自内置光源的光 (或反光镜反射的光)。可变光阑又叫虹彩光圈, 位于聚光镜下方, 由十几片金属薄片组成, 中心部分形成圆孔, 推动虹彩光圈的把手, 可以随意调节圆孔的大小, 选择适当的光强度。

(4) 照明器: 也称内置光源, 通常采用高亮度、高效率的卤素灯和非球面聚光镜。

(5) 反光镜: 没有照明器的显微镜都有反光镜, 即安放在镜柱或镜座上的圆形平凹双面镜, 可作各方向转动, 对准光源 (采自然光或灯光), 把光线反射到聚光器。平面镜只具反光作用, 凹面兼具反光和聚光作用, 通常光线较弱时使用凹面镜, 强光时用平面镜。

(二) 机械装置

(1) 镜座: 显微镜最下方的底座, 它支持显微镜的全部重量, 并使显微镜能平稳放置桌面上。

(2) 镜臂: 连接镜筒和载物台, 并为移动显微镜时手执处。

(3) 镜筒: 目镜下方的空圆筒。

(4) 转换器: 位于镜筒下方, 可同时安放 3~4 个不同倍率的接物镜, 根据需要而转换使用。

(5) 载物台: 连接于镜臂下端之方形或圆形平台, 用来放置玻片。中央有一通光孔, 光线由此通过。载物台上有推进器, 便于移动玻片进行观察。

(6) 调焦装置: 镜臂上端有大小各一对螺旋, 用来升降镜筒以调整焦距, 大