



西昌学院“质量工程”资助出版系列教材

植物学实验实习

实训教程

■ 主编 袁颖



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

西昌学院“质量工程”资助出版系列教材

植物学实验实习实训教程

主 编 袁 颖

副主编 罗 强 李小江

北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

植物学实验实习实训教程/袁颖主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2014. 7

ISBN 978 - 7 - 5640 - 8739 - 5

I. ①植… II. ①袁… III. ①植物学 - 实验 - 高等学校 - 教材 IV. ①Q94 - 44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 001024 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京泽宇印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 18.25

字 数 / 423 千字

版 次 / 2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 次印刷

定 价 / 52.00 元

责任编辑 / 张慧峰

文案编辑 / 张慧峰

责任校对 / 孟祥敬

责任印制 / 马振武

序 言

编写组成员

西华理工大学校长 夏绍忠

主 编：袁 颖

副主编：罗 强 李小江

编 委（按姓氏笔划排序）

刘建林 任永波 李小江 罗 强

罗支铁 罗 蔓 杨 红 袁 颖

为了贯彻落实中共中央、国务院《关于深化教育改革、促进高等教育发展的若干意见》，切实把高等教育质量放在首要位置，教育部于2007年1月正式启动“高等学校本科教学质量与教学改革工程”。2007年2月，教育部又出台了“关于进一步深化改革、提高本科教学质量、办出特色”的意见。从这以后，拉开了中国高等教育“提高质量、办出特色”的序幕。教育部正式向“适当控制招生增长的幅度，切实提高教学质量”的“质量工程”之后，在高等教育领域实施的又一重大工程。

西华学院在“质量工程”建设过程中，始终坚持“质量工程”建设方针，全面推进素质教育，坚持“巩固、深化、发展、创新”的方针，遵循高等教育的根本规律，牢固树立人才培养是学校的根本任务，质量是学校的生命线，教学是学校的中心工作的理念，按照分类指导、注重特色的原则，推行“本科学位+证书”、“双证书+双学位”的人才培养模式，加大教学投入，强化教学管理，深化教学改革，全面提高人才培养质量作为学校的永恒主题。先后实施了提高人才培养质量的“十项工程”即“提高人才培养质量提升计划20条”，确保本科人才培养质量。

通过7年的努力，学校“质量工程”建设取得了丰硕成果。已建成1个国家级特色专业，6个省级特色专业，2个省级教学示范中心，3位省级教学名师，2个省级卓越工程师人才培养专业，3个省级高等教育“质量工程”专业综合改革建设课程，16门省级精品课程，2门省级精品资源库课程，1个省级重点实验室和1个省级人文社会科学重点研究基地，2个省级实践教学基地项目，1个省级大学生校外实践基地，4个省级优秀教学团队等等。

为了构建“质量工程”建设项目交流和展示的良好平台，使之在更大范围内发挥作用，取得明显成效，促进青年教师尽快健康成长，建立一支高质量的教学科研队伍，提升学校教学科研整体水平，学校决定借建校十周年之际，利用2013年的“质量工程”建设资金资助实施“百书工程”，即出版优秀教材80本，优秀专著40本。“百书工程”原则上支持学校副高职称的在编教学科研人员，以及成果较为突出的中级职称或获得博士学位的教师，学校对成果支持他们出版具有本土化、特色化、实用性、创新性的专著，结合“本科学历+学位”、“职业证书+人才培训证书”的实践成果，编写实验、实习、实训等实践类的教材。

在“百书工程”实施过程中，教师们积极响应，热情参与，踊跃申报。一大批青年教师更希望借此机会促进和提升自身的教学科研能力，一批教授甘当人梯，淡泊名利，精心指导青年教师，各二级学院、教务处、科技处、西华学术委员会等部门的领导和老师、审稿、编辑等方面也做了大量的工作。北京理工大学出版社和四川大学出版社也给予了大力支持。借此机会，向为实施“百书工程”付出艰辛劳动的广大教师、相关职能部门和出版社等致以衷心

序 言

西昌学院校长 夏明忠

为了贯彻落实党中央和国务院关于高等教育要全面坚持科学发展观，切实把重点放在提高质量上的战略部署，经国务院批准，教育部和财政部于2007年1月正式启动“高等学校本科教学质量与教学改革工程”（简称“质量工程”）。2007年2月，教育部又出台了“关于进一步深化本科教学改革全面提高教学质量的若干意见”。从此，拉开了中国高等教育“提高质量，办出特色”的序幕，将中国高等教育从扩大规模正式向“适当控制招生增长的幅度，切实提高教学质量”的方向转变。这是继“211工程”和“985工程”之后，在高等教育领域实施的又一重大工程。

西昌学院在“质量工程”建设过程中，全面落实科学发展观，全面贯彻党的教育方针，全面推进素质教育；坚持“巩固、深化、提高、发展”的方针，遵循高等教育的基本规律，牢固树立人才培养是学校的根本任务，质量是学校的生命线，教学是学校的中心工作的理念；按照分类指导、注重特色的原则，推行“本科学历（学位）+职业技能素养”的人才培养模式，加大教学投入，强化教学管理，深化教学改革，把提高应用型人才培养质量视为学校的永恒主题。先后实施了提高人才培养质量的“十四大举措”和“应用型人才培养质量提升计划20条”，确保本科人才培养质量。

通过7年的努力，学校“质量工程”建设取得了丰硕成果。已建成1个国家级特色专业，6个省级特色专业，2个省级教学示范中心，3位省级教学名师，2个省级卓越工程师人才培养专业，3个省级高等教育“质量工程”专业综合改革建设项目，16门省级精品课程，2门省级精品资源共享课，2个省级重点实验室和1个省级人文社会科学重点研究基地，2个省级实践教学建设项目，1个省级大学生校外农科教合作人才培养实践基地，4个省级优秀教学团队等等。

为了搭建“质量工程”建设项目交流和展示的良好平台，使之在更大范围内发挥作用，取得明显实效；促进青年教师尽快健康成长，建立一支高素质的教学科研队伍，提升学校教学科研整体水平。学校决定借建院十周年之机，利用2013年的“质量工程”建设资金资助实施“百书工程”，即出版优秀教材80本，优秀专著40本。“百书工程”原则上支持学校副高职称的在职教学和科研人员，以及成果极为突出的中级职称或获得博士学位的教师。学校鼓励和支持他们出版具有本土化、特色化、实用性、创新性的专著，结合“本科学历（学位）+职业技能素养人才培养模式”的实践成果，编写实验、实习、实训等实践类的教材。

在“百书工程”实施过程中，教师们积极响应，热情参与，踊跃申报，一大批青年教师更希望借此机会促进和提升自身的教学科研能力；一批教授甘于奉献，淡泊名利，精心指导青年教师；各二级学院、教务处、科技处、院学术委员会等部门的同志在选题、审稿、修改等方面也做了大量的工作；北京理工大学出版社和四川大学出版社也给予了大力支持。借此机会，向为实施“百书工程”付出艰辛劳动的广大教师、相关职能部门和出版社等表示衷心

的感谢！

我们衷心祝愿此次出版的教材和专著能为提升西昌学院整体办学实力增光添彩,更期待今后有更多更好的代表学校教学科研实力和水平的佳作源源不断地问世,殷切希望同行专家提出宝贵的意见和建议,以利于西昌学院在新的起点上继续前进,为实现第三步发展战略目标而努力。

前言

“植物学”是高等院校农学、林学、园艺、烟草、生物科学等专业的重要基础课程，同时也是新生入校后学习的第一门专业基础课程。通过“植物学”课程的学习，第一，要求学生掌握植物形态结构和植物界系统演化的基本规律，掌握被子植物分类的基本理论和基础知识；第二，要求学生掌握过硬的实验技术，为后续的专业课程奠定良好的实验技能基础；第三，通过课程教学，着力培养学生的自主学习能力、实践动手能力、观察思维能力和创新能力。近年来，西昌学院推行“本科学历（学位）+职业技能素养”应用型人才培养模式，在植物学教学中培养应用型人才，就应根据各专业的不同特点和需要，要求学生既要熟练掌握实验基本技术和技能以及野外标本采集、制作等实习技能，同时还应培养学生解决生产实际问题的能力。因此，在新的人才培养模式下，植物学实验实习的内容、方法都应在原有基础上作一定的调整和补充。针对这种情况，我们在总结过去教学经验的基础上，编写了这本《植物学实验实习实训教程》。

本书在总结过去教学经验的基础上加入了编写组成员多年来从事植物学实验实习教学与科研工作的成果与体会，力求顺应当前学科发展，充分反映植物学实验、实习、实训教学改革的新思路，即实验实习除了验证课堂知识外，还要使学生掌握植物学的基本研究方法和具有对植物界的基本观察、分析能力，着重培养学生创新能力与科研能力，侧重于微观方面的知识点。本书具有以下特点：

1. 基础性

在植物形态学部分，涉及被子植物的形态、器官结构及其发生规律的基础理论。在植物分类学部分，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。

2. 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。在植物形态学部分，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。在植物分类学部分，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，学生可在短时间内获得直观的认识。

3. 综合性

从细胞、组织、器官和植物整体对实物标本进行多层综合探索；从外部形态和内部结构进行多角度综合观察；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；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术综合训练。

4. 先进性

本书在实验实习的基础上，根据应用型人才培养的需求，结合各专业的不同特点的需要，设计了多个实训项目，加强了操作技能的训练和学生动手能力的培养，可调动学生学习的主动性和创造性，提高学生独立分析问题和解决问题的能力，为学生将来更好地从事相关

学科的科学研究的打下良好的基础。

5. 适用性

西昌学院地处植物多样性极为丰富的攀西地区，植物种类繁多，生态类型多样，过去学生所使用的指导书没有专门针对攀西地区编写的，指导性不强。在本书编写过程中，将编写组多年来的研究成果收录进来，既能体现区域特色，又能加强对学生指导的针对性。

本书分实验、野外实习、实验技术与实训提高三篇，由袁颖副教授主编，并负责全书的统稿，编写工作分工如下：李小江副教授编写第一篇——植物学实验；罗强教授编写第二篇——植物学野外实习；袁颖副教授编写第三篇——植物学实验技术与实训提高。刘建林研究员、杨红教授、任永波教授、罗支铁副教授、罗蔓讲师等提供了多年来的研究成果作为本书编写资料，并参与了校稿。

书中所用插图多引自国内外有关书籍，限于篇幅，恕未一一加注。本书编写工作得到西昌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，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！

由于编者理论水平和实践经验有限，书中难免有不妥之处，敬请批评指正。

编 者

攀西地区自然与植被概况

攀西地区位于四川省西南部，横断山脉东北部，地理位置介于东经 $100^{\circ}3'$ ~ $103^{\circ}52'$ ，北纬 $26^{\circ}3'$ ~ $29^{\circ}18'$ 之间，由攀枝花市（攀枝花市、米易、盐边 3 个市县）和凉山州（西昌市、普格、宁南、会东、会理、德昌、盐源、木里、冕宁、喜德、越西、甘洛、昭觉、美姑、雷波、布托、金阳 17 个市县）共计 2 市 18 个县组成。攀西地区东与乐山市的峨边、马边二县及宜宾地区的屏山县接壤；西和西南面及南和东南面隔金沙江与云南省的中甸、宁蒗、华坪、永仁、元谋、禄劝、东川、会泽、巧家、永善、绥江等县相望；北面与甘孜州的乡城、稻城、九龙等县，雅安地区的石棉、汉源县相依。攀西地区地处长江上游，是大西南的腹心地带，是国家资源综合开发的重要区域。攀西地区总面积为 67 857 平方公里，占四川省总面积的 11.9%。人口 459.7 万人，包括汉、彝、藏、回等 30 多个民族，是我国最大的彝族聚居区，彝族人口占地区人口的 34.5%。

攀西地区处于青藏高原、云贵高原向四川盆地的过渡带，西跨横断山系，地形崎岖，地貌复杂多样，山高谷深。地势西北高，东南低，地形起伏大，高差悬殊，主要以山地地貌为主，为中山、高山地形，峰峦重叠，山川相间，河流纵横，切割强烈，谷深坡陡。山脉多系南北走向，形成了河谷、平原、台地、丘陵、山地、山原等十多种地貌类型。主要河流有金沙江、雅砻江、大渡河等，由北向南深嵌在山地之中，均系长江水系，支流众多，纵横交错。安宁河谷是境内唯一的宽大河谷。境内从东南部雷波县金沙江谷底水面最低海拔 325 米，到西北部木里县境内的夏俄多季峰最高海拔为 5 958 米，地势高差悬殊达 5 633 米。

攀西地区由于地形的巨大起伏和山脉、水系的不同走向，境内气候呈现出了显著的地域和垂直分布的多层次立体差异，故民间有“一山分四季，十里不同天”之说。日照充足，雨量充沛，干湿季分明，年温差小，日温差大等是攀西地区主要的气候特点。攀西地区是以亚热带气候为基带、南亚热带气候型为主的区域，同时拥有我国北方的光照和南方的热量条件，年均气温高达 20°C ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温达 $7\,500^{\circ}\text{C}$ 左右；年降雨量多在 600 ~ 1 400 毫米之间，日照 2 200 ~ 2 600 小时。特殊的地质构造和地理位置，复杂多变的地形和地貌，优越的气候和光热条件，多样的生态类型和环境，赋予了攀西地区十分丰富的生物物种资源，是一块得天独厚、举世罕见的“聚宝盆”。

据《四川植物志》编委会统计，四川有高等植物约 10 000 余种，仅次于云南，居全国第二位。据资料称，攀西地区有高等植物约 5 000 余种，占四川省总数的 50% 以上，是四川省植物资源最为集中和丰富的地区。加之，第四纪冰期在四川省内为山麓冰川，对四川省影响不大，攀西地区成为生物种类最重要的避难所，因而植物区系组成十分古老、复杂、丰富，保留了许多珍稀、濒危、特有及孑遗植物，成为攀枝花苏铁、珙桐、领春木、连香树、水青树、澜沧黄杉等“活化石”的故乡，是这些植物种类的集中分布区域。另外，由于植物类群蕴藏量极为丰富，攀西地区还是植物遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性的天然宝库，因此，受到国际植物学界以及国内外植物学家的高度关注。根据西昌学院研究者的调查研究出版的专著《四川攀西种子植物》及《四川攀西种子植物》第 2 卷，两本专著共记载攀西地区种子植物 180 余科，6 954 种（含变种和亚种）。

攀西地区自然与植物志

目 录

攀西地区自然与植被概况	1
第一篇 植物学实验	1
实验一 显微镜的使用和生物绘图法、植物细胞基本结构	3
实验二 植物细胞的结构与后含物	13
实验三 植物细胞的有丝分裂	18
实验四 植物组织 (1)	20
实验五 植物组织 (2)	23
实验六 根的形态和结构	29
实验七 茎的形态和结构	36
实验八 叶的形态、结构与叶的类型	42
实验九 植物营养器官的整体性与营养器官的变态	47
实验十 花的基本组成、花芽分化、花药的结构及花粉的形成和发育	53
实验十一 子房与胚珠的结构、胚与胚乳的发育、胚囊的发育与结构	58
实验十二 种子与果实的结构和类型	62
实验十三 植物类群及分类——低等植物	68
实验十四 植物类群与分类——高等植物	76
实验十五 被子植物形态学基础知识与分类鉴定	81
实验十六 双子叶植物离瓣花亚纲的分类鉴定	90
实验十七 双子叶植物合瓣花亚纲的分类鉴定	92
实验十八 单子叶植物纲的分类鉴定	94
实验十九 植物标本的采集、制作与鉴定	96
附录	101
第二篇 植物学野外实习	104
实习一 植物学实习的目的和安排	104
实习二 实习内容及操作技术规程	107
实习三 植物的识别方法	112
实习四 检索表的编制与应用	115
附录 1	122
附录 2	160
附录 3	218

第三篇 植物学实验技术与实训提高	226
------------------	-----

项目一 植物徒手切片及永久装片的制作	226
项目二 电子显微镜样品制备法	233
项目三 显微化学鉴定	237
项目四 植物标本制作	240
项目五 凉山州各县市杂草种类调查与名录编制	242
项目六 校园植物种类与配置调查	251
项目七 西昌市邛海湿地公园植物种类及分布调查	257
项目八 螺髻山脉大箐梁子野生植物种类调查与名录编制	276

第一篇

植物学实验

一、实验课的教学目的与意义

植物学实验，是生物科学专业本科生必修的一门专业基础实验课，一般在大学一年级开设。同学们应结合理论课程的学习，熟练掌握植物形态结构解剖的基础理论、基础知识以及研究植物的一些基本方法和基本技能，如植物制片、徒手切片、显微镜的使用、显微结构观察和记录、生物绘图等，并能综合运用这些基本知识、方法和技能，去研究植物各种器官的内部解剖结构、各种植物器官之间的联系以及植物在个体发育过程中器官的形态形成过程。

同学们还要理解和掌握植物界各大类群的主要特征，以及它们在植物界中的地位和演化规律，识别一些常见的、与人类生产生活密切相关的或具有重要经济价值的植物，并了解其形态结构、生活习性、发育过程。掌握种子植物分类和系统演化方面的重点科、属、种的主要特征，熟悉植物检索表的使用和编制，能够识别校园植物和常见园林植物，并掌握植物标本的采集和制作流程，以及鉴别植物标本的基本方法。

此外，植物学野外实习也是生物科学专业教学计划中的一个重要组成部分，通过野外实习，不仅能巩固学生所学的理论知识，培养学生的实践能力，而且可以加深学生对生物多样性的感性认识，激发他们学习植物学的兴趣。

植物学实验课，是理论联系实际的桥梁，是培养学生创新精神和实践动手能力的重要窗口之一。通过实验课，将课程教学中讲授的理论应用到对实际材料的观察，加深他们对植物学理论知识的理解；通过实验课，培养学生独立思考能力和唯物辩证法的思想方法，建立结构与功能相适应的观点、植物与环境相统一的观点、系统与演化的观点；通过实验课，增强学生的实验意识，激发科学兴趣和探索精神，培养学生严谨认真的科学态度和实事求是的工作作风。

二、实验程序和要求

1. 预习

学生在课前应认真预习实验指导以及教材有关章节内容，必须对该次实验的目的要求、实验内容、基本原理和操作方法有一定的了解。

2. 讲解

教师对该实验内容的安排及注意事项进行讲解，让学生有充分的时间按实验指导的要求进行独立操作与观察。

3. 独立操作与观察

除个别实验分组进行外,一般由每个学生独立进行操作和观察在实验中要按实验指导的要求认真操作,仔细观察,做好记录。

4. 示教

每次实验都备有示教内容,其目的是帮助学生了解某些实验中的难点,增加在实验课有限时间内获得更多感性知识的机会。

5. 作业

实验报告必须强调科学性,实事求是地记录、分析、总结。学生应认真阅读教师批改后的实验报告,不断提高实验质量。

6. 小结

实验结束后,由师生共同小结本次实验的主要收获及今后应注意的问题。

三、实验规则和注意事项

(1) 携带实验工作服、课本、实验指导、解剖器材、实验报告纸及绘图文具等于实验前 10 分钟进入实验室。不准穿拖鞋、背心进实验室。

(2) 按编排的座号固定座位,不得随意交换座位。如无特殊情况,实验组别也不要变动。手机一律关机。

(3) 实验前要认真检查所用仪器和药品是否完好、齐备,如有缺损应及时向教师报告;实验中不得随意调换标本、仪器等。没有教师的允许,不得动用实验室其他非本次实验所用的仪器设备。

(4) 实验时要认真听取教师对该次实验所做的说明和提示,严格遵守实验要求,操作要规范。使用显微镜观察临时装片时,要特别小心,防止染料或试剂污染镜头和载物台,不要用高级显微镜观察非永久装片。

(5) 实验过程中观察、记载、绘图要详尽准确,不得草率应付或抄袭他人作品。注重独立思考、举一反三,提高解决实际问题的能力。实验报告和作业必须按时完成和上交。

(6) 实验室内应保持安静。讨论实验方面的问题时,说话声音要小,在室内走动时脚步要轻;不准谈笑喧哗,严禁在实验室吃零食和会客。

(7) 爱护实验室的仪器设备和标本,节约使用实验材料及其他实验消耗品。损坏物品时应立即报告,并主动登记,说明情况。节约水电,注意用水及用电安全,尤其要小心使用酒精灯和电炉等,使用一些有害及具腐蚀性的药剂药品要严格按使用方法和规程进行操作,严防安全事故发生。

(8) 实验室内应保持整洁,不乱放物品,所用仪器、试剂、装片、标本等用毕必须归放原处。

(9) 实验结束后,认真填写实验仪器使用记录本,及时清理实验室桌面,废物、废液要集中处理;值日生负责收拾实验用品,清扫地面,处理垃圾,关好水、电、门窗后再离开。

(10) 实验课不得无故迟到、早退。如有特殊原因不能参加实验,需事先向教师请假说明,并约定补课时间。

实验一 显微镜的使用和生物绘图法、植物细胞基本结构

一、目的要求

了解显微镜的构造和成像原理,掌握显微镜的使用方法。学习生物绘图的基本技术。利用显微镜观察植物细胞的基本结构。

二、材料用品

洋葱表皮细胞永久装片、显微镜、载玻片。

三、内容和方法

(一) 显微镜的类型

1. 光学显微镜

利用可见光作光源,用玻璃透镜作为成像系统的显微镜称为光学显微镜,可分为单式和复式显微镜两类。单式显微镜结构简单,由一个透镜组成,如放大镜,放大倍数在10倍以下。构造稍复杂的单式显微镜为解剖显微镜,也称体视显微镜,由几个透镜组成,其放大倍数在300倍以下。放大镜和解剖显微镜放大的物像都是与实物方向一致的虚像,即直立的虚像。复式显微镜结构比较复杂,至少由两组以上的透镜组成,放大倍数较高,其有效放大倍数可达1250倍,最高分辨率为 $0.2\text{ }\mu\text{m}$ 。除一般实验使用的普通显微镜外,还有供研究用的暗视野显微镜、相差显微镜和荧光显微镜等。

2. 电子显微镜

使用电子束作光源,以特殊的电极和磁极作透镜来代替玻璃透镜的一类显微镜。电子显微镜能分辨相距 0.2 nm 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大1000倍,是了解超微结构的重要精密仪器。

(二) 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,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构造和使用方法。

1. 显微镜的构造

显微镜的种类不尽相同,但目前使用的多是复式显微镜,其构造可以分为光学部分和机械部分(图1.1.1)。

(1) 光学部分。物镜、目镜、聚光镜、反光镜。

(2) 机械部分。镜座、镜柱、倾斜关节、镜臂、镜筒、物镜、转换器、粗调节器、细调节器和载物台。

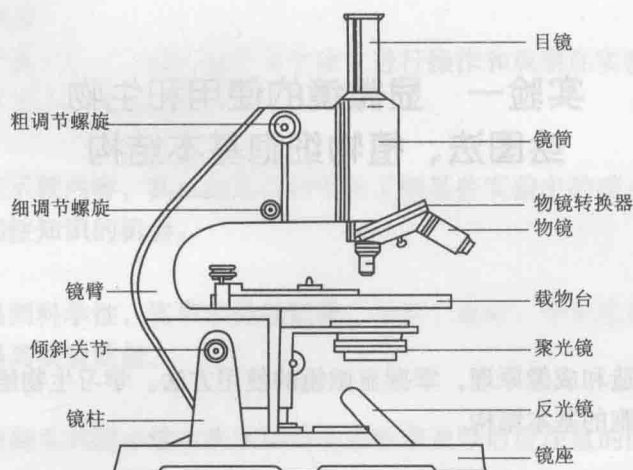


图 1.1.1 显微镜的构造图

2. 显微镜的成像原理

显微镜的目镜和物镜各由若干个透镜组成，但可看成是一个凸透镜。根据凸透镜的成像原理，来自电光源（或反光镜）的平行光线向上进入聚光器，通过聚光器的光线会聚成束，

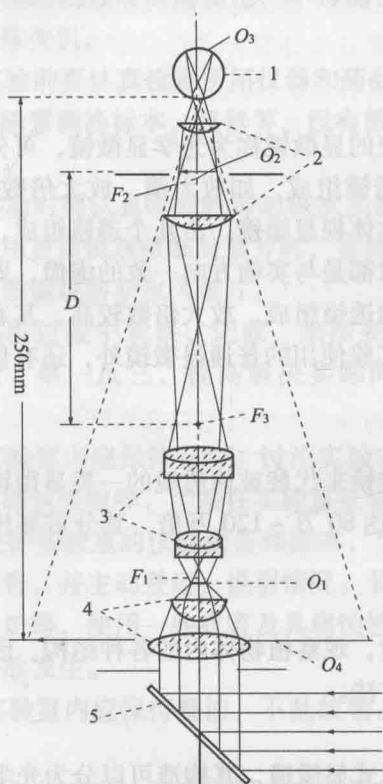


图 1.1.2 显微镜的成像原理

O_1 —小物体； O_2 —物镜形成的 O_1 的实像；

O_3 —人眼中的 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—聚光镜；5—反光镜；

F_1 —物镜前焦点； F_2 —目镜焦点； F_3 —物镜后焦点； D —光学筒长

穿过生物制片（制片要薄，一般为 $8 \sim 10 \mu\text{m}$ ），进入物镜，然后在目镜的焦点平面形成一个经过第一次放大的倒置的实像，这一实像经过目镜的二次放大，最后进入人的视野成像。因此，当我们观察实验标本时，所看到的最后的物像，是经过二次放大的、方向相反的倒置的虚像。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像，并不能增加成像的清晰度（图 1.1.2）。

3. 显微镜的使用

显微镜的使用主要包括两个方面：一是光度的调节，另一个是焦距的调节。具体方法分叙于后。

（1）取镜和放镜。取镜时应右手握住镜臂，左手平托镜座，保持镜体直立，不可歪斜，防止目镜从镜筒中滑出。安放时，动作要轻。一般应放在座位的左侧，距桌边 $5 \sim 6 \text{ cm}$ 处，以便观察。

(2) 对光。扭转物镜转换器,使低倍镜对准载物台上的通光孔,打开聚光器的光圈,然后左眼或双眼对准接目镜向下注视,用手翻转反光镜,使镜面向着光源,此时在镜筒内就可以看到一个圆形的明亮视野。如果使用电光源,应接通电源,打开显微镜开关,调节电位器手柄(亮度调节开关),使光亮合适并充满整个视野。此外,还可利用聚光器或虹彩光圈调节光强度,使视野内的光线既均匀明亮又不刺眼。光强时反光镜用平面镜,光弱时用凹面镜。

(3) 放置载玻片。将需观察的载玻片标本,放在载物台上,用压片夹压住载玻片二端,旋转纵、横向移动手轮,将载玻片中的标本正对通光孔的中心。转动粗调焦螺旋,使载物台降至最低位置。

(4) 低倍镜使用。观察任何标本,都必须先用低倍镜,因为低倍镜视野范围大,容易发现和确定需要观察的部位。

① 调整焦点:将 $10\times$ 物镜转入光路,通过目镜一边观察标本,一边旋转粗调焦螺旋,使载物台缓慢上升,直到看清物像为止,再稍微转动细调焦螺旋,使物像更加清晰。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。

使用低倍镜时,两眼从侧面注视物镜,旋转粗调节器。使物镜停留在距离载物台约 5 mm 处。接着用左眼在目镜中观察,同时按反时针方向,向后向内转动粗调节器,使镜筒缓缓上升,直到看到标本物象为止。

② 低倍镜的观察:焦点调节好后,可根据需要移动玻片,把要观察的部分移动到最有利的位置上,找到物象后,还可以根据材料的厚薄,颜色,成像的反差强弱等情况进行调节,如视野太亮,可降低聚光器或缩小光圈或减小亮度(亮度开关),反之则升高聚光器或开大光圈或提高亮度。

4. 双筒目镜间距的调节

用双筒目镜观察时,有时会看到重像,有时只能用一个目镜观察,这是由于双筒目镜间距与观察者的瞳孔距不一致造成的。调节双筒目镜间距时,用 $10\times$ 物镜观察,先水平方向向外拉动目镜筒,使两目镜的中心距离与观察者的瞳孔距一致,然后调节目镜筒刻度值,使之和刻度盘示值相同。如果使用转轴双目显微镜,则直接转动目镜筒,使两目镜的中心距离与观察者的瞳孔距一致。以右眼观察到清晰的物像为准,调节左眼目镜筒的视度圈,使左右成像一样清晰。

5. 高倍镜的使用

观察细微结构时,需要使用高倍镜。

使用高倍镜前,应先在低倍镜中选好目标,将其调整到视野的中央,转动转换器,换用高倍镜进行观察。转换高倍镜后,一般只要略微扭转调节器,就能看到清晰的物像,若接物镜不是显微镜上原配套镜头,则需重新调整焦点,此时应从侧面观察物镜,并小心地转动粗调节器,使镜筒慢慢下降到高倍镜的镜头几乎要与切片接触时为止,切勿使镜头接触玻片,然后一边从目镜向内观测视野,一边转动粗调节器,稍微升高或下降镜筒,看到物像后,再调细调节器直到获得清晰物象为止。

高倍物镜的使用在观察较小的物体或微细结构时,可以使用 $40\times$ 高倍物镜。正常情况下,在换上高倍物镜后,只要略微调节细调焦螺旋(禁用粗调焦螺旋),就可获得清晰的物像。换用高倍物镜后,视野变小变暗,所以需要通过升高聚光器或开大光圈来调节视野亮度。

6. 显微镜使用后的整理

观察结束后,调节亮度开关(电位器手柄),回到最小位置,关掉电源,拔下插头。旋转粗调焦螺旋,使载物台下降到最低位置,取下玻片,擦净镜体,盖上防尘罩,然后右手握住镜臂,左手平托镜座,按号放回镜柜中。

(三) 复式显微镜的结构

复式显微镜有单筒目镜和双筒目镜(图 1.1.3)两种类型,这两种显微镜的基本构造相同,都是由光学部分和机械部分组成。

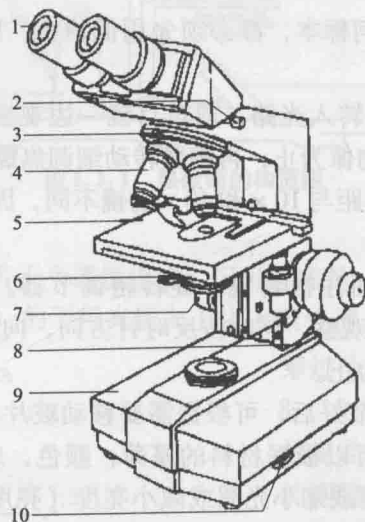


图 1.1.3 双筒目镜的构造

1—目镜; 2—止紧螺钉; 3—物镜转换器; 4—物镜; 5—载物台;

6—聚光器; 7—聚光器调节螺旋; 8—调焦螺旋; 9—镜座; 10—亮度调节开关

1. 机械部分

(1) 镜座。显微镜的底座,支持整个镜体,使显微镜放置平稳。

(2) 镜柱。镜座上面直立的短柱,支持镜体上部的各部分。

(3) 镜臂。弯曲如臂,连接镜柱和目镜筒,为取放显微镜时执手的部位。

(4) 镜筒。显微镜上部圆形中空的长筒,其上端放置目镜,下端连接物镜转换器,镜筒的长度一般是 160 mm,有的是 170 mm。镜筒的作用是保护成像的光路和亮度。

(5) 物镜转换器

接于镜筒下端的圆盘,盘上有 3~4 个螺旋圆孔,为安装物镜的部位。旋转物镜转换器,即可将物镜固定在使用的位置上。

(6) 载物台

放置载玻片标本的平台,中央有一圆孔,以通过光线。载物台上装有载玻片推动器,在装片用标本片夹固定好后,调节纵、横向移动手轮,装片能向前后、左右移动。

(7) 调焦装置

为了得到清晰的物像,必须利用调焦装置调节物镜与标本之间的距离,使其与物镜的工作距离相等,这种操作称为调焦。调焦装置位于镜柱两侧,有两对齿轮,大的一对叫粗调焦