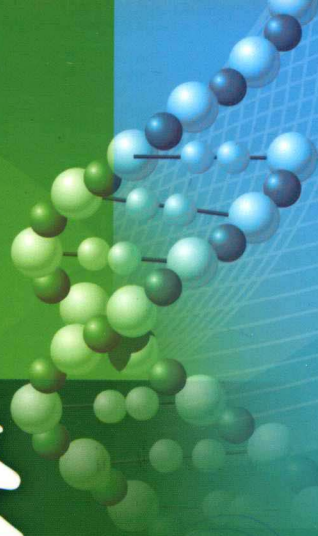


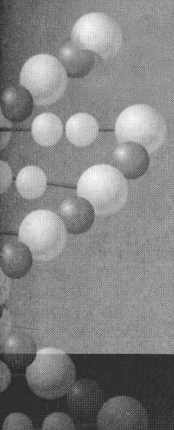


植物学

实验与实习

ZHIWUXUE
SHIYAN YU SHIXI

谢国文 廖富林 廖建良◎ 主编



植物学

实验与实习

ZHIWUXUE 谢国文 廖富林 廖建良◎ 主编
SHIYAN YU SHIXI



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

中国·广州

图书在版编目 (CIP) 数据

植物学实验与实习/谢国文, 廖富林, 廖建良主编. —广州: 暨南大学出版社, 2011. 12

ISBN 978 - 7 - 5668 - 0038 - 1

I. ①植… II. ①谢… ②廖… ③廖… III. ①植物学—实验—教材
IV. ①Q94 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 229296 号

出版发行: 暨南大学出版社

地 址: 中国广州暨南大学

电 话: 总编室 (8620) 85221601

营销部 (8620) 85225284 85228291 85228292 (邮购)

传 真: (8620) 85221583 (办公室) 85223774 (营销部)

邮 编: 510630

网 址: <http://www.jnupress.com> <http://press.jnu.edu.cn>

排 版: 广州市天河星辰文化发展部照排中心

印 刷: 佛山市浩文彩色印刷有限公司

开 本: 787mm × 960mm 1/16

印 张: 15.625

字 数: 302 千

版 次: 2011 年 12 月第 1 版

印 次: 2011 年 12 月第 1 次

定 价: 28.00 元

(暨大版图书如有印装质量问题, 请与出版社总编室联系调换)

《植物学实验与实习》编委会名单

主 编：谢国文 廖富林 廖建良

副 主 编：李海生 陈功锡 吴立宏 周江菊 翟书华

编委会成员：（按姓氏笔画为序）

王发松 李海生 李红敬 李 诺 李晓宏

吴立宏 陈炳华 陈功锡 陈 勇 陈子牛

姜益泉 贺握权 柴素芬 崔大方 阎 平

曾宪锋 谢国文 廖富林 廖建良 翟书华

前 言

植物学是一门实践性很强的课程，其中实验与实习教学是该门课程实践教学的重要环节，而且是激发学生学习兴趣和培养学生创新精神与独立工作能力的重要手段。以往使用的植物学实验教材多分成三册（形态解剖、系统分类、野外实习），所编的实验次数过多，而且都为验证性实验，与现行教学要求和人才培养的目的不相适应。

本教材以培养适应 21 世纪创新人才需要为原则，以全国高等院校植物学教学大纲为依据，在总结各院校教学实践经验和参考现行同类教材的基础上编写而成，充分反映当前学科发展和植物学实验教学改革的新思路。

本教材把植物学形态解剖实验、系统分类实验和野外实习指导综合在一起，将过去单纯验证性的实验变为探究性、综合性和技能性的实验，力求突出重点，使实验操作方法简明扼要，内容系统并具广泛适用性。通过教学使学生较系统地掌握植物学实验与实习的基本理论知识和基本研究技术。此外，在一些实验中增加了新鲜材料徒手切片及制作临时装片的内容，以培养学生的独立动手能力、观察能力及研究创新技能，且在许多实验中安排了引导观察的思考题及填充题，并布置有课堂实验作业（报告）与综合分析题，以提高学生分析问题和解决问题的能力。另外编有 8 个附录以充实实验与实习教学内容，便于师生在教学实践中灵活运用。

本教材选编了 33 个实验（第三部分可安排在教学实习中进行），计划学时 66 个。各学校可以根据自身植物学教学大纲要求、实验条件及本地植物资源特点，增减实验内容或调整实验顺序，选择本地更易找到的实验材料完成实验与实习教学。

本教材可作为全国高等院校开设植物学课程的本专科教学用书，也可作为职业教育、继续教育教材及中学生物教师的教学参考书。

本教材的出版得到了暨南大学出版社，广州大学、嘉应学院等院校的大力支持和部分资助，并得到了各兄弟院校的同人及书中所引资料的作者的大力支持和帮助。编者谨此致以诚挚的谢意！

限于编者水平，难免出现错漏，不妥之处，敬请赐正。

编 者

2011 年 8 月

植物学实验室规则与实验要求

一、实验室规则

- (1) 学生应提前 5 ~ 10 分钟进入实验室，做好实验前的准备工作。
- (2) 按号使用显微镜和解剖镜，使用前要检查，使用后要擦拭整理，锁好箱门并将镜箱送回原处。如果发现损坏或发生故障，要及时报告指导教师。
- (3) 爱护仪器、标本及其他公共设施，节约药品和水电。损坏物品时应主动向指导教师报告并及时登记。
- (4) 保持实验室安静、整洁。实验时不得随意走动和谈笑。不准随地吐痰和乱扔纸屑、杂物。每次实验后，各实验小组要清理实验桌面，应将仪器、玻片标本、药品、用具等收好并放回原处，填写使用登记卡，并轮流打扫实验室。
- (5) 最后离开实验室的学生要负责检查水龙头、电源开关是否关上、及门、窗等是否关严。

二、实验课要求

- (1) 学生实验前必须预习每次实验课内容，写出简单的实验提纲，并把个人准备好的实验必备物品带到实验室。
- (2) 预先准备好实验自备用品：绘图铅笔两支（一支 HB 和一支 3H）、铅笔刀、实验报告纸、橡皮、三角板或小直尺。
- (3) 必须仔细听取教师对实验课要求、操作中的重难点和注意事项的讲解。
- (4) 实验时，学生应根据实验教材独立操作，仔细观察，随时做好记录。遇到问题时应积极思考，分析原因，排除障碍。对于经自己努力解决不了的问题，应请指导教师帮助。
- (5) 按时完成实验内容和作业。要求实验报告书写整洁、简明扼要。

目 录

前 言	1
植物学实验室规则与实验要求	1
一、形态解剖	1
实验 1 光学显微镜、植物绘图法及测微尺的使用方法	1
实验 2 植物细胞结构与植物徒手切片	11
实验 3 植物细胞分裂和植物分生组织	18
实验 4 植物成熟组织	24
实验 5 种子和幼苗	31
实验 6 根的形态与结构	37
实验 7 茎的形态与结构	44
实验 8 叶的形态结构及营养器官的变态	50
实验 9 花的形态	57
实验 10 花的解剖结构	63
实验 11 被子植物胚胎发育和果实的构造与类型	69
二、系统分类	78
实验 12 藻类植物 (一)	78
实验 13 藻类植物 (二)	87
实验 14 菌类及地衣	94
实验 15 苔藓植物	100
实验 16 蕨类植物 (一)	105
实验 17 蕨类植物 (二)	108
实验 18 裸子植物	111
实验 19 被子植物 (一): 木兰亚纲	116
实验 20 被子植物 (二): 金缕梅亚纲	119
实验 21 被子植物 (三): 石竹亚纲	122

实验 22	被子植物 (四): 五桠果亚纲	126
实验 23	被子植物 (五): 蔷薇亚纲	131
实验 24	被子植物 (六): 菊亚纲	137
实验 25	被子植物 (七): 泽泻亚纲和槟榔亚纲	142
实验 26	被子植物 (八): 鸭跖草亚纲	145
实验 27	被子植物 (九): 姜亚纲与百合亚纲	149
三、野外实习		155
实验 28	植物检索表的编制及使用方法	155
实验 29	植物标本的采集、制作和保存	159
实验 30	种子植物形态描述方法和标本鉴定	165
实验 31	植物群落调查基本方法	169
实验 32	植物群落结构分析方法	177
实验 33	植物物候观测	181
附 录		185
附录 1	常用药剂配方与溶液的配制	185
附录 2	常用显微化学鉴定及试剂的配制	187
附录 3	常用植物制片技术简介	189
附录 4	实验材料保鲜法	196
附录 5	浸制标本制作法	199
附录 6	植物细胞、组织离析标本的制作	201
附录 7	叶脉标本的制作方法	203
附录 8	常见种子植物分科检索表	205
参考文献		242

① 形态解剖

实验 1 光学显微镜、植物绘图法及测微尺的使用方法

一、目的与要求

(1) 了解光学显微镜的基本结构和成像原理、绘图的基本知识、测微尺的种类及其构造。

(2) 掌握光学显微镜的使用和维护方法、植物绘图法及测微尺的使用方法。

二、用品与材料

(1) 用品：显微镜、解剖镜、显微测微尺、描绘器、擦镜纸、纱布、二甲苯、蒸馏水、绘图比例规、比例尺、直尺、放大尺、九宫格、放大镜、缩小镜、通用绘图仪、绘图笔、绘图纸。

(2) 材料：根尖纵切永久装片，洋葱鳞叶表皮或蚕豆叶表皮永久装片等玻片标本，典型的绿色开花植物的根、茎、叶、花、果实、种子，大、小藻类植物体。

三、内容与方法

● 光学显微镜

(一) 光学显微镜的结构

光学显微镜的基本结构分为光学系统和机械装置两部分（见图 1.1）。

1. 显微镜的光学系统

(1) 目镜：安装于镜筒上端，也叫接目镜，常用的目镜有 $8\times$ 、 $10\times$ 、 $15\times$ 和 $16\times$ 。

(2) 物镜：安装在镜筒下端的旋转器上，也叫接物镜，一般显微镜上有 3~4 个物镜， $10\times$ 以下为低倍物镜， $40\times$ ~ $65\times$ 的物镜为高倍物镜， $90\times$ 以

上的是油镜。

(3) 集光器：安装在镜台的透光孔下方，主要由聚光镜和可变光阑（又叫虹彩光阑）组成，可以上下调节和放大缩小，以调整适宜的光度。

(4) 反光镜：有两面，一面为平面镜，另一面为凹面镜，可以自由地于水平和垂直两个方向上调动，以对准光源。

2. 显微镜的机械装置

(1) 镜座：在显微镜的底部，用于支撑整个显微镜。

(2) 镜柱、镜臂和倾斜关节：与镜座相垂直的短铁柱，称为镜柱。镜柱上弯曲部分为镜臂。镜臂与镜筒连接处有一个倾斜关节，可以使镜筒倾斜，以便观察。

(3) 载物台（镜台）：为安放载玻片之处，有圆形或方形两种。中央有一个圆形的通光孔，通光孔后方左右两侧各有一个压片夹，以固定载玻片。

(4) 镜筒：是由金属制成的圆筒，上端放置目镜，下端连接物镜，镜筒内壁为了避免光线的漫射，喷上黑色无光漆。

(5) 物镜转换器：呈圆盘形，固定在镜筒下端，上面有 3~4 个物镜螺旋口，物镜按放大倍数高低顺序排列。

(6) 调节器：位于镜筒后方两旁，有两对齿轮，大的一对叫粗调节器，转动时，可以使镜筒上下升降，转动一圈可以升降 10 mm。小的一对叫细调节器，旋转一圈仅使镜筒升降 0.1 mm。

(二) 光学显微镜的成像原理

光学显微镜是利用光学的成像原理观察植物体结构的。显微镜的成像原理如图 1.2 所示。

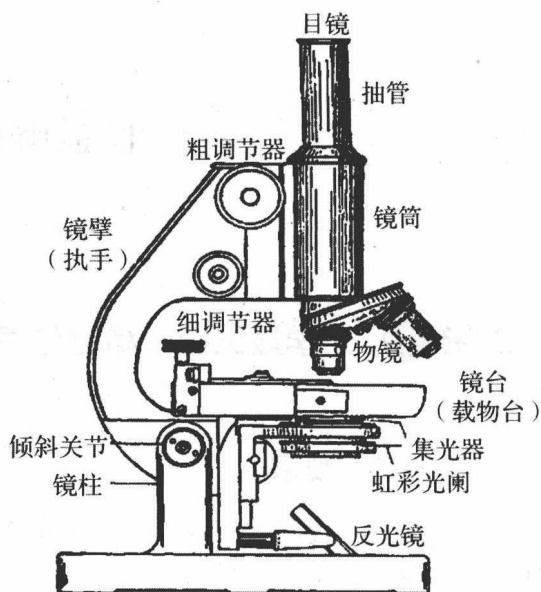


图 1.1 光学显微镜

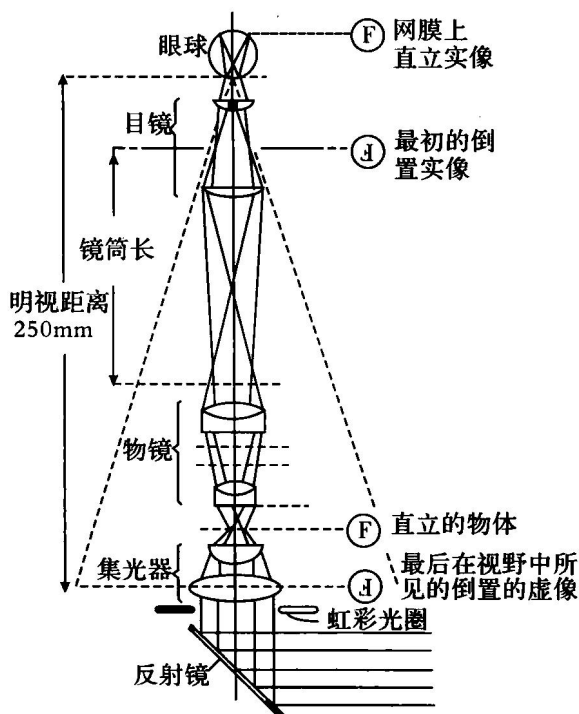


图 1.2 显微镜成像原理

(三) 光学显微镜的使用

1. 镜检环境

室内一般应该宽敞而清洁，地基坚固没有震动，潮气和尘埃很少，不应放置腐蚀性的试剂。利用自然光作光源时，不宜用直射的太阳光，以免对观察者的眼睛造成伤害。一般利用阳光的散射光，特别是天空或白云的反射光线。

2. 显微镜的放置

将显微镜放置在实验台桌面上，距实验台边缘约 5 cm。略偏于操作者左方，右侧放绘图纸等实验用具。

3. 采光

转动准焦旋扭提升镜筒，再转动物镜转换器，使低倍物镜正对通光孔，当听到轻微的阻卡声时，物镜即已对准通光孔。调节反射镜、集光器的虹彩光圈等，使视野中的光线均匀明亮。

4. 装置玻片标本

取一玻片标本（如洋葱根尖纵切永久制片）置于载物台上，用标本推动器夹着玻片标本，调节标本推动器使标本位于通光孔的正中心。

5. 低倍镜的使用

将低倍物镜旋转到中央,小心地将粗调节器向下转动到离玻片约 1 cm。之后,再用粗调节器把低倍镜放下到离玻片大约 2~3 mm 处,通过接目镜观看标本,同时按逆时针方向用粗调节器使镜筒缓缓地上升,缓缓移动玻片,直到看到物像为止。这时进一步用细调节器上下转动,使物像达到最清晰的程度。

6. 高倍镜的使用

首先于低倍镜下找到材料,然后再把需要用高倍镜观察的部分移到视野中央,用弹簧夹压紧,不再移动。换上高倍镜,用细调节器上下转动,到出现清晰的物像为止。

7. 油镜的使用

(1) 先用低倍镜找到要观察的物体,再换至高倍镜,将物体置于视野中央,并使集光器所收集的光量达到最大。

(2) 将镜筒上旋,将香柏油加一小滴于集光器与盖玻片上。

(3) 将镜头缓缓放下,使油镜浸入油滴,靠近观察物体,然后边观察边用细调节器,由下向上调节,找到要观察的物体。

(4) 观察完毕后,将镜头旋离玻片,用擦镜纸擦去镜头上的香柏油。

●植物绘图法

(一) 绿色开花植物图的绘制

绿色开花植物的形态构造较复杂,植物体包括根、茎、叶三种营养器官和花、果、种子三种生殖器官。现将它们的描绘方法分述如下:

1. 根的描绘

①绘制树木图时不用绘出根来,如绘制草本植物图时,则需绘出它的根,以便识别。②草质根描绘时要准确无误,注意圆柱形根、圆锥形根和球形根是左右对称的,而块根是不对称的。③含液汁多的根,如肉质肥大的根,描绘时要用流畅的线条(如圆弧线)来衬阴。含液汁少的根,根皮有皱纹,应用模仿皱纹的线条来衬阴。如背阴部有须根,可用白色广告颜料来描绘。④为体现须根的立体感,要用双钩的方法来描绘。

2. 茎的描绘

①茎的新生嫩枝是柔软多汁的,应描绘得比较光滑,表现出娇嫩的形态。木质茎坚硬,描绘时要注意这种特征。②木质茎的表皮上有气孔和表皮毛,较老的茎枝上出现皱纹或龟裂,描绘时可以从龟裂等纹痕下笔,以粗细、疏密的线条来衬阴。对于茎上的年节和叶痕等,描绘时也要注意。

3. 叶的描绘

①革质叶的叶片厚，叶脉不太明显，描绘时不宜将叶脉描得太多太密；纸质叶的叶片较薄，其主脉、侧脉和细脉都要画出来。②描绘叶脉时，要注意侧脉的对数、主脉和侧脉间夹角的大小、叶脉与叶缘锯齿的关系（见图 1.3）。一般侧脉通入的锯齿较大，细脉通入的锯齿较小。③一般来说，叶脉在叶上面是凹陷的，在叶下面是凸起的，其中与叶柄相连的主脉特别明显，侧脉与细脉在叶的下面比上面更明显些。④网状脉的主脉和侧脉一般都是弯曲的，不能画成直线，衬阴时要将叶脉的粗细、曲折和疏密表现出来，在描绘锯齿时，先要找出它的规律，从左下至右下一笔落成。⑤平行脉皆起自叶基、汇集叶端，呈直线平行或略带弧形，粗细均匀，有一定数目，各脉之间间隔距离相近。在描绘时应一气呵成，不可停顿。⑥描绘植物图，要绘出叶的上、下面，以便比较。叶片上的附属物，如油点、鳞片和毛等，在叶片的上、下面是不同的。⑦复叶是由单叶以一定方式排列而成的，描绘时，将羽状复叶归入椭圆形范围，掌状复叶归入圆形范围（见图 1.4）。



图 1.3 叶脉与叶缘锯齿的关系

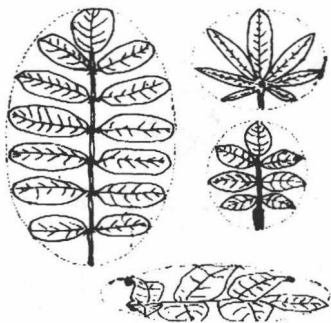


图 1.4 复叶的圆与椭圆的透视画法

4. 花的描绘

(1) 花被。

①花冠：整齐花冠呈圆形，左右对称，应以圆的透视画法为基础来描绘，可从上面观、下面观、左上侧面观、左侧面观和左下侧面观等五个角度来观察，按照圆透视原理可以描绘出五个绘图的形式（见图 1.5）。在图中，侧面观的花瓣与正面观的花瓣，其大小和形状有较大变化，尽管实际上它们是相同的，描绘时应注意。

不整齐花冠的花瓣，其大小形状有差异，但一般都左右对称，仍可把它们归入圆形或椭圆形来描绘。

②花萼：描绘时，应注意花萼的着生位置，是一轮还是两轮，是离萼还是合萼，是整齐花萼还是不整齐花萼。

(2) 花蕊。

①雄蕊：描绘雄蕊时要注意花丝的形状、花丝的长短或无花丝的情况；注意花药的着生方式、开裂方式；注意雄蕊的离合情况。此外，在描绘前，还要对雄蕊进行解剖和放大观察。在此基础上描绘花药的正面图和反面图，花丝与花药的着生情况及药囊的横切面图，及表示药室的构造。如花丝着生在花冠上，要连同花冠一起绘出来。对于花丝上有毛的情况，也要如实描绘（见图 1.6）。

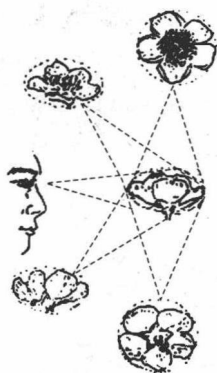


图 1.5 整齐花圆形透视画法

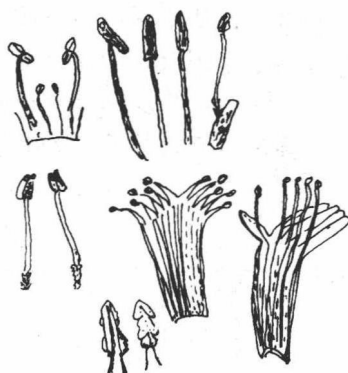


图 1.6 蕊的描绘法

②雌蕊：描绘雌蕊时，要注意观察雌蕊的类型、子房和胚珠着生的位置等情况。

(3) 花序。

①描绘顺序与花的开放顺序相一致，先开的花先描绘。②在描绘花序前，要先解剖小花并放大观察，在此基础上绘出一朵小花的解剖图和放大图，掌握花的构造特点，以进一步描绘好花序各个方面的姿态。③有花柄的花序，要准确描绘花柄的长短和着生位置，因为很多花序依此命名。④对于柔荑花序和头状花序，小花呈螺旋状排列，描绘时，先要绘好花序全形的轮廓，再画出螺旋形的格子，然后按格描绘。

5. 果实的描绘

①果实的放大图，应着重表现果实侧面的外形特点，把果实摆在正侧面的位置，采用正面投影的方式描绘。果柄的朝向应和原来生长时一样。在描绘时，量出果实的高度和宽度，按比例放大描绘。对于连着宿存萼的果实，

描绘时应倾斜一些，用透视方法表现出来。②如果描绘由小果呈螺旋状排列的聚合果，球果外表和壳斗科果实的壳斗上呈螺旋状排列的鳞片，可首先在草图的轮廓线内画成螺旋形的斜格，然后按格描绘（见图 1.7）。③描绘豆科植物的荚果时，应绘正侧面图，以表示它的长和宽的形状及种子的形状和数目。荚果内的种子形状因种而异，可用衬阴来表示（见图 1.8）。④在描绘翅果时，应绘正面图，以表示它们两翅的长短、阔狭、脉纹以及展开度等（见图 1.9）。⑤对由合生雌蕊的子房发育而成的蒴果，成熟时有种子开裂方式，应描绘正侧面图以示之。

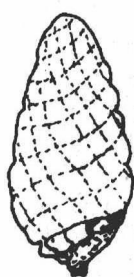


图 1.7 球果的描绘法

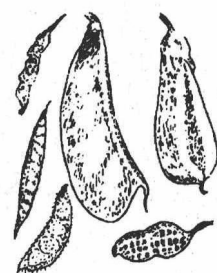


图 1.8 荚果的描绘法



图 1.9 翅果的描绘法

6. 种子的描绘

种子的形状、大小和色泽，随植物的种类而异。此外，种皮表面常具有附属物，如表皮毛（棉）、假种皮、翅等，都要在描绘时表示出来（见图 1.10）。



图 1.10 种子的描绘法

（二）藻类植物图的绘制

1. 小型藻体图的绘制

（1）绘单细胞藻类时，先要把细胞的轮廓准确地绘出，然后把它的色素体、细胞质和细胞核等一一细心绘妥。

(2) 绘群体藻类时, 要注意群体的整个形态以及群体中各个细胞的异同。可画一部分用以表示整个群体, 如果各部分不相似, 应把整体图画出来。

(3) 绘丝状体藻类时, 要注意丝状体是否分枝、各细胞的形态 (一般呈椭圆形)、细胞壁的厚薄以及交叉处的特点。细胞中的内含物用点点衬阴法表示。一般只要绘出部分细胞就可以说明整体状况。

2. 大型藻体图的绘制

大型藻体外形变化较大, 长度从几厘米到几十米不等。如描绘体积大的藻体, 要绘缩小图, 先量出藻体实际的长、宽, 根据所画的尺寸计算缩小的比例, 然后动笔描图; 对于体积中等的藻体, 如符合制版要求, 就按实际大小描绘; 对于体积小的藻体, 可用比例规画放大图。一般采用点点衬阴法描绘, 将藻体的凸凹和厚薄等情况表现出来 (见图 1.11)。

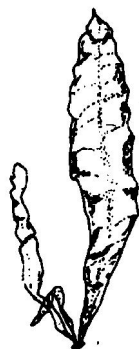


图 1.11 描绘藻体的点点衬阴法

●测微尺的使用

(一) 测微尺的种类及其构造

1. 镜台测微尺

镜台测微尺是一种特制的载玻片, 在它的中央具有刻度标尺, 全长为 1 mm, 划分为 10 大格, 每一大格又分成 10 小格, 共 100 小格, 每一小格长 0.01 mm, 即 10 μm 。有的全长为 2 mm, 共分成 200 小格, 每格长度仍为 10 μm 。在标尺的外围有一小黑环, 便于找到标尺的位置。

2. 目镜测微尺

目镜测微尺是放在目镜内的一种标尺 (见图 1.12)。它有固定式和移动式两类, 固定式为一圆形玻璃片, 直径 20 ~ 21 mm, 其上刻有各种形式的标尺, 有直线式的, 也有网式的。直线式可用于测量物体的长度, 一般长为 5 mm, 分成 5 个大格, 每大格又分成 10 个小格, 共计 50 个小格。网式的主要用于计算数目和测量物体的面积, 其上画有方格的网状标尺。方格的大小和数目各不相同, 有 25、36 和 49 小格, 也有的在一个正方形的大格中划分 100 个方格, 在中央的一个方格中再划分 25 个小格。移动式是装在一个特制的目镜中, 右边有一个

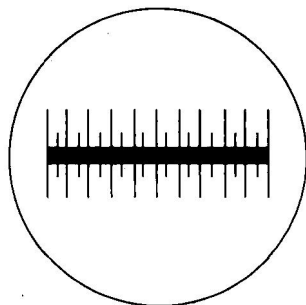


图 1.12 目镜测微尺

能转换的小轮控制着，轮上有刻度，分成 100 格，此轮每转一圈，目镜内能移动的指示线就从标尺一端向另一端移动一格。

(二) 测微尺的使用方法

1. 长度测量法

(1) 将镜台测微尺放在载物台上 (见图 1.13)，调节显微镜，观察清楚镜台测微尺的刻度并将其移到视野中央。

(2) 将目镜上盖旋下，把目镜测微尺有刻度的一面向下安放在目镜内的视野光阑上 (如图 1.13)。

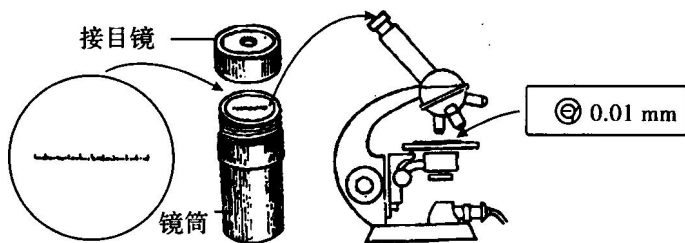


图 1.13 目镜测微尺和镜台测微尺的放置

(3) 调节镜台测微尺和目镜测微尺，使两者的刻度重叠起来，计算目镜测微尺的每一小格相当于多少 μm 。目镜测微尺的格值 (μm) = (镜台测微尺格数 $\times 10$) / 目镜测微尺的格数。如图 1.14 所示。

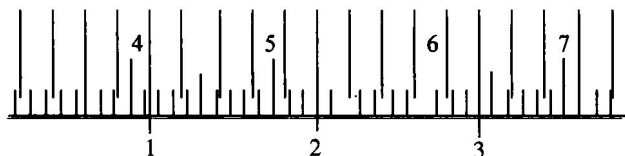


图 1.14 目镜测微尺与镜台测微尺刻度比较

从图中可以看出，两个分度在目镜测微尺的 3.7 和 7.1 完全一致。此间目镜测微尺划分为 34 格，镜台测微尺划分为 15 格。镜台测微尺有每格宽度不同的几种，假使所使用的是每格 $0.01\text{ mm} = 10\text{ }\mu\text{m}$ 的，目镜测微尺的每格 $10\text{ }\mu\text{m} \times 15/34 = 4.4\text{ }\mu\text{m}$

(4) 移去镜台测微尺，换上玻片标本，然后用目镜测微尺去测量物体的大小，物体的实际长度等于该物体所对应的目镜测微尺格数乘上求得的格值。若用不同倍数的物镜与目镜，须重新计算，方法同前。