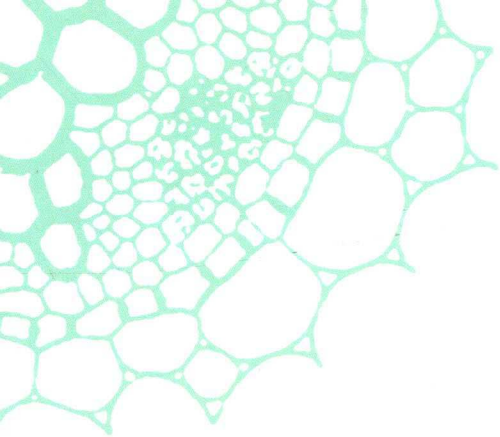


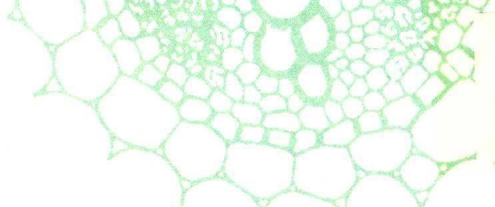


植物学实验

Botany Experiment

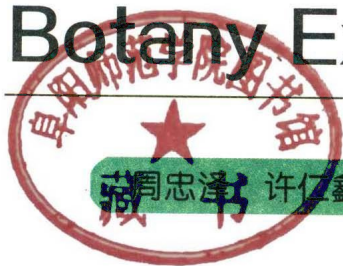
周忠泽 许仁鑫 杨 森 编著





植物学实验

Botany Experiment



周忠泽 许仁鑫 杨 森 编著

中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

本书包括植物学的十九个实验:一个基本仪器使用、五个种子植物解剖学实验、一个花粉制样技术实验、十一个植物分类学实验、一个植物标本的采集和制作技术实验。这些实验从仪器使用,到植物的基本结构,再到孢子植物、种子植物,由细胞、组织到器官,由低等到高等地介绍了植物形态解剖基础、系统分类学的主要内容和常见植物亚纲的基本特征,旨在让学生掌握基本知识 with 基本实验技能,培养独立思考和独立实验的能力。在室内实验教学的同时也安排了校园内常见植物辨别的实践内容,以进一步巩固和拓宽植物学知识。

在实验教材选择上,本书尽量兼顾安徽省不同地区分布的典型植物。在实验安排上注重培养学生自主思考、自主学习的良好习惯,并且给予学生更多的实践的机会和时间,以利于培养学生的兴趣和能 力。

本书还编入了植物组织的制片观察、花粉的制片方法、常见的被子植物亚纲的典型植物实物标本观察等实验。书后还附有安徽大学校园种子植物名录,为学生识别常见植物提供了方便。

本书适合生态学、生物科学和环境科学专业植物学实验教学使用,也可供农学、林学、中医药院校有关专业人员参考和使用。

图书在版编目(CIP)数据

植物学实验/周忠泽,许仁鑫,杨森编著. —合肥:中国科学技术大学出版社, 2016. 1

ISBN 978-7-312-03891-4

I. 植… II. ①周…②许…③杨… III. 植物学—实验 IV. Q94-33

中国版本图书馆(CIP)数据核字(2016)第 008827 号

出版 中国科学技术大学出版社
安徽省合肥市金寨路 96 号,230026
<http://press.ustc.edu.cn>
印刷 合肥市宏基印刷有限公司
发行 中国科学技术大学出版社
经销 全国新华书店
开本 710 mm×960 mm 1/16
印张 14.25
字数 279 千
版次 2016 年 1 月第 1 版
印次 2016 年 1 月第 1 次印刷
定价 42.00 元

前 言

《植物学实验》是根据安徽大学生态学专业培养方案,在生物学专业使用多年的《基础生物学实验讲义》基础上进行了全面修订和补充的一本安徽省省级规划教材。作为基础课教材,植物学实验内容基本涵盖了植物解剖学和植物分类学的基础知识,同时增加了显微镜的构造与使用、生物绘图、植物标本采集与制作和花粉制片技术,旨在通过这些实验项目的训练,使大学生深入理解、巩固和掌握植物学的基础知识,即植物根、茎、叶、花、种子和果实六大器官基本结构和植物界孢子植物(藻类、真菌、地衣、苔藓植物、蕨类植物)和种子植物(裸子植物和被子植物)主要类群的基本特征,为学生进一步学习和研究植物生命活动客观规律奠定扎实的基础。

本教材的正式出版得益于安徽大学植物学教研组前辈教师的前期工作。在吸收前辈教师编写的实验讲义中有关内容的基础上,不仅增加了已出版的《植物学》和《植物学实验》等相关教材中的插图,还增加了本书编写人员拍摄的生物组织、器官实物标本切片和植物实物图片,以便为学生在使用该实验教材时能够自主、顺利、准确地查找到玻片标本中所要观察的结构部分。本实验内容沿用了安徽大学植物学教研组前辈教师有关植物学的实验内容及编写体系,还引用了已出版的《植物学》和《植物学实验》等相关教材中的插图,在此谨表谢忱。

同时感谢以下项目的资助:

安徽省教学研究项目:生态学专业人才培养及课程体系改革研究;

安徽省规划教材:基础生物学实验(生态学教程);

安徽省地方高水平大学建设项目:安徽大学生态学重点学科建设;

安徽省地方高水平大学建设项目:环境科学重点建设专业;

省级振兴计划重大教学改革研究项目:“生态、资源与环境”学科群一体化拔尖创新人才培养模式探索与实践;

安徽省高等学校专业结构优化调整与专业改造项目:生态学;

安徽省自然科学基金项目:通江湖泊植被典型生态类型的生态
对策;

安徽省教育厅重点项目:安徽沿江湿地植被与浮游植物动态研究。

由于编者水平有限,不免有缺点和错误,敬请读者批评指正。

编 者

2015 年 10 月

目 录

前言	(i)
----------	-------

第一篇 植物学实验的基本技术

实验一 显微镜的构造和使用及生物绘图	(3)
实验二 植物标本采集与制作	(14)

第二篇 植物解剖学实验

实验三 植物细胞和组织	(25)
实验四 种子和幼苗	(41)
实验五 植物的根茎叶结构及其功能的观察	(46)
子实验一 植物的根	(46)
子实验二 植物的茎	(54)
子实验三 植物的叶	(62)
实验六 花的基本形态、内部结构及花序类型	(69)
实验七 胚的发育及果实类型	(75)
实验八 花粉制片技术及其观察	(87)

第三篇 孢子植物实验

实验九 藻类、真菌、地衣、苔藓植物、蕨类植物	(101)
子实验一 藻类	(101)
子实验二 真菌及地衣	(109)
子实验三 苔藓植物	(117)
子实验四 蕨类植物	(124)

第四篇 裸子植物实验

实验十 苏铁纲、银杏纲、松柏纲	(137)
-----------------------	-------

第五篇 被子植物实验

实验十一 被子植物分类主要形态学基础知识	(147)
实验十二 花程式和花图式	(165)
实验十三 木兰亚纲(Magnoliidae)	(168)
实验十四 金缕梅亚纲(Hamamelidae)和石竹亚纲(Caryophyllidae)	(174)
实验十五 五桠果亚纲(Dilleniidae)	(179)
实验十六 蔷薇亚纲(Rosidae)	(184)
子实验一 蔷薇科	(184)
子实验二 豆科	(190)
子实验三 大戟科、芸香科和伞形科	(195)
实验十七 菊亚纲(Asteridae)	(200)
实验十八 鸭跖草亚纲(Commelinidae)	(207)
实验十九 泽泻亚纲(Alismatidae)和百合亚纲(Liliidae)	(211)
附录 安徽大学校园种子植物名录	(216)

第一篇

植物学实验的基本技术





实验一 显微镜的构造和使用及生物绘图

一、实验目的

1. 了解显微镜的构造、原理、性能,掌握显微镜的规范操作程序。同时熟悉油镜的使用及保护方法,学会使用测微尺。
2. 了解生物绘图的意义和方法,初步学习生物绘图技术。

二、实验原理

透镜成像的原理是显微镜的光学原理。虽然物镜和目镜的结构很复杂,但它们的作用都相当于一个凸透镜,其成像原理和光路图如图 1.1 所示。被检物体 AB 放在物镜(O_1)下方 1~2 倍焦距之间,则在物镜(O_1)后方形成一个倒立的放大实像 A_1B_1 ,这个实像正好位于目镜(O_2)的下焦点之内,通过目镜后形成一个放大的虚像 A_2B_2 ,这个虚像通过调焦装置使其落在眼睛的明视距离处,使所看到的物体最清晰。

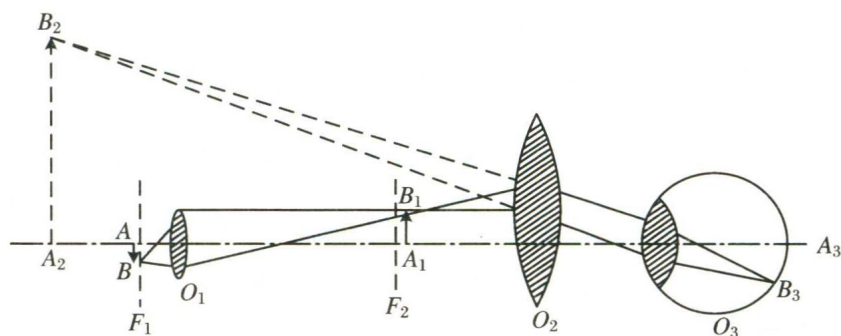


图 1.1 复式显微镜的放大原理和光路图

物体(AB)正好在物镜(O_1)的前焦点(F_1)之外,中间像(A_1B_1)则正好在目镜(O_2)的焦平面(F_2)之内,并形成正立放大虚像(A_2B_2)在眼球(O_3)的两倍焦距之外,最终形成像(A_3B_3)在视网膜上。



三、实验用品

(一) 材料

植物组织切片、血涂片、石蜡片或冰冻切片。

(二) 器材

双筒复式显微镜、镊子、刀片、放大镜、测微尺、载玻片、盖玻片、纱布、擦镜纸。学生自备 HB 铅笔、实验报告单、植物生物学课本、实验指导、橡皮擦和米尺,以后每次实验均需要使用。

(三) 试剂

香柏油、二甲苯,实验桌上已备有各种染料和试剂。

四、实验操作

(一) 光学显微镜的构造

显微镜的种类繁多,结构也很复杂,但是无论哪一种显微镜,按其结构特点均可分为机械装置和光学系统两大部分(图 1.2)。

1. 机械装置

显微镜的机械装置是由精密而牢固的零件组成的,主要包括镜座、镜臂、载物台、镜筒、物镜转换器和调焦装置等。

(1) 镜座 是显微镜的基座,用以支持整个镜体的平稳。

(2) 镜臂 镜臂的作用是支持镜筒、载物台、聚光器和调焦装置等。

(3) 载物台 是镜臂基部的一个方形或圆形,放置玻片标本的平台。台中央有一个通光孔。台上有的装有标本片夹,有的装有附标尺的标本移动器,游标尺可



用来测量标本的大小和标记被检部分。

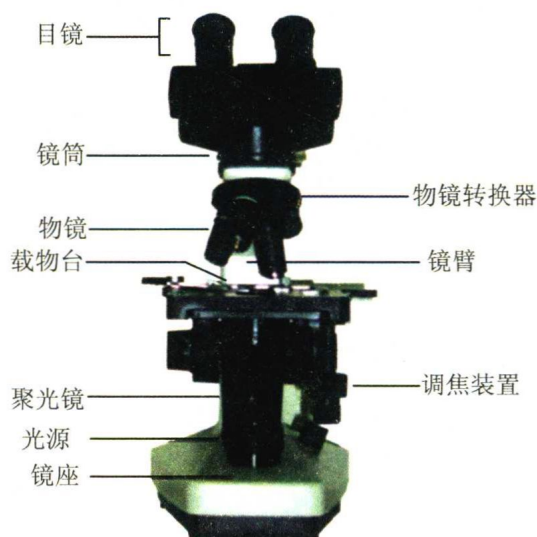


图 1.2 显微镜的外形

(4) 镜筒 是显微镜上部圆形中空的长筒。上端放置目镜,下端连接物镜转换器。其作用是保护成像的光路与亮度。

(5) 物镜转换器 固着在镜筒的下端,可以左右自由转动,有 3~4 个螺旋圆孔,为安装物镜的部位。当旋转转换器时,即可把所需倍数的物镜固定在使用位置上,使物镜与目镜的光线合轴。

(6) 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。使它与物镜的工作距离相等,这种操作叫调焦。在镜臂两侧有大小调焦螺旋各一对,旋转时可使镜筒上升或下降。大的一对是粗调焦手轮,调动镜筒的升降距离大,旋转一周可使镜筒移动 2 cm 左右,小的一对是微调焦手轮,调动镜筒的升降距离小,旋转一周可使镜筒移动 0.1~0.2 mm。

(7) 聚光器调节螺旋 在镜柱的左侧或右侧,旋转它时可使聚光器上下移动,借以调节光线,但简单的显微镜没有这种装置。

(8) 倾斜关节 为连接镜柱与镜臂的关节,可使镜体在一定范围内后倾便于观察,但复杂的显微镜没有这种装置。

2. 光学系统

显微镜的光学系统主要包括物镜、目镜、聚光器和照明装置。

(1) 目镜 装于镜筒上端,放大倍数通常有 $5\times$ 、 $10\times$ 、 $16\times$ 等几种,一般常用 $10\times$ 。

(2) 物镜 装于镜筒下端的物镜转换器上,通常有 $10\times$ 、 $40\times$ 、 $100\times$ (油浸物

镜)等几种。物镜和目镜配合所取的乘积,如表 1.1 所示。

表 1.1 物镜和目镜配合所取的乘积为放大倍数

放大倍数 物镜	目镜	5×	10×	16×
		50×	100×	160×
10×		50×	100×	160×
40×		200×	400×	640×

注:“×”代表倍数。

(3) 聚光器 位于载物台下面,由集光镜(一组透镜)和虹彩光圈组成。集聚由反光镜反射来的光线,可以调节高低而得到强度不同的光线。光圈位于聚光器中央,由许多铜片组成,有一操纵柄,可用铜片分开或聚合而使光圈放大或缩小,以便控制透入的光线,所以根据光线的强弱不同,适当调节光圈,以增加物像清晰度。

(4) 照明装置 主要包括反光镜(或内置光源)。反光镜为聚光镜下面的一个双面镜,镜分平凹两面,可以向任意方向转动,其功能是将光源射来的光线反射到聚光器,再射出镜筒。平面反射平行光线,宜在强光下用;凹面反射的光线会集中成束,宜于弱光下使用。

(二) 光学显微镜的使用方法

1. 安装

根据实验需要装配适当的物镜和目镜,调节聚光器的光栏,使数值孔径等于物镜的数值孔径。

2. 低倍镜的使用方法

观察任何标本,都必须先用低倍镜,因低倍镜的视野大,容易发现目标和确定观察部位。将观察标本放置在载物台上,转动粗调螺旋缩小低倍镜头与玻片标本的间距,边观察边用粗调螺旋慢慢升起镜筒(或下降载物台),直至物像出现后再用细调螺旋调节到物像清楚为止。具体步骤如下:

(1) 检查 右手握镜臂,从镜箱内取出显微镜,左手托镜座,轻轻放在实验桌上。先检查一下显微镜各部件有无损坏,如发现有损坏或性能不良者,立即报告教师请求处理。

(2) 准备 将显微镜放于前方略偏左侧,必要时使镜筒倾斜(有的显微镜本身已经倾斜)以便观察。转动粗调节钮,将镜筒略升高,使物镜与载物台距离略拉开。再旋转物镜转换器(可听到“咔哒”声),将低倍镜对准载物台中央的通光孔。



(3) 对光 打开光圈,上调聚光器,双眼同时睁开,以左眼向目镜内观察,同时调节反光镜的方向,直到视野内光线明亮均匀为止。反光镜的平面镜易把其他景物映入视野,一般用凹面镜对光;用内置光源时,使用光亮调节器调光。

(4) 放标本片 标本片的盖片朝上,将标本片放到载物台前方,然后推到物镜下面,用压片夹压住,如有标本移动器,可用上面的弹簧夹夹住标本片,然后把要观察的部分移到通光孔的正中央。

(5) 调节焦距 从显微镜侧面注视物镜镜头,同时旋转粗调节钮,使镜筒缓慢下降(或载物台缓慢上升),低倍镜头与玻片间的距离约 5 mm 时,再用左眼从目镜里观察视野,左手慢慢转动粗调节钮,使镜筒缓缓上升(或载物台缓慢下降),直至视野中出现物像为止。如物像不太清晰,可转动细调节钮,使物像更加清晰。

(6) 计算倍数 由所用的目镜放大倍数跟物镜放大倍数相乘,就能算出物像比原物的放大倍数。例如,5×的目镜和 10×的物镜所放大的物像,是原物的 5×10 倍,即 50 倍。如果物像不在视野中央,就得一边观察,一边用手移动玻片,选择一个适当的部分移至视野的中央。镜中所成的像是倒像。玻片移动方向跟物像移动方向刚巧相反。

如果按上述操作步骤仍看不到物像,则可能由以下原因造成:

- (1) 转动调节钮太快,超过焦点,应按上述步骤重新调节焦距。
- (2) 物镜没有对正,应对正后再观察。
- (3) 标本没有放到视野内,应移动标本片寻找观察对象。
- (4) 光线太强,尤其观察比较透明的标本片或没有染色的标本时,易出现这种现象,应将光线调暗一些再观察。

3. 高倍镜的使用方法

- (1) 依照上述操作步骤,先用低倍镜找到清晰物像。
- (2) 将需要观察的部分移到视野的中央。
- (3) 眼睛从侧面注视物镜,用手移动转换器,换高倍镜。
- (4) 眼睛向目镜内观察,同时微微上下转动细调节钮,直至视野内看到清晰的物像为止。

如按上述操作仍看不到物像,则可能由下列原因造成:

- (1) 观察的部分不在视野内,应在低倍镜下寻找后,移到视野中央,再换高倍镜观察。
- (2) 标本片放反了,应把标本片放正后,再按上述步骤操作。
- (3) 焦距没调好,应仔细调节焦距。

注意:有的显微镜高倍镜与低倍镜不配套,从低倍镜转换为高倍镜时,往往转不过来或撞坏标本,如遇到这种情况,可把镜筒略升高(或降低载物台),直接用高



倍镜调焦。方法是:从侧面注视物镜,调节粗调节钮,使高倍镜头下降至与标本片的距离极近,再观察目镜视野,慢慢调节细调节钮,使镜头缓缓上升,直至物像清晰为止。

如需要更换标本片,则应该先把镜筒升高(或载物台下降),然后把标本片移到载物台前方,再取下。

4. 油镜的使用方法

(1) 先用低倍物镜观察标本的概况。

(2) 更换高倍物镜,把所要观察的部分移至视野中央。

(3) 把镜筒上升约 1.5 cm,再把油镜转到工作位置。

(4) 在盖玻片上所要观察的位置滴一小滴香柏油,细心拧动粗调螺旋,使镜筒慢慢下降(或载物台慢慢上升)。这时要从侧面仔细观察物镜前端与标本之间的距离,先使物镜前端与油滴接触,然后再慢慢下降镜筒(或慢慢上升载物台),至物镜前端接近而没有碰到盖玻片为止。这步操作要特别小心,防止油镜压碎标本或损坏油镜(油镜的工作距离约 0.2 mm)。

(5) 眼睛从目镜中观察,拧动细调螺旋,使镜筒慢慢上升(或载物台慢慢下降)到能看清标本。这步操作要特别注意不要把细调螺旋的方向拧错,以防压碎标本。

(6) 观察完毕后,提升镜筒(或下降载物台)约 1 cm,把油镜转离光轴,及时做清洁工作。先用干的擦镜纸擦 1~2 次,把大部分油去掉;再用被二甲苯滴湿的擦镜纸擦 2 次;最后再用擦镜纸擦 1 次。擦拭时要顺镜头的直径方向,不要沿镜头的圆周擦。擦拭时要细心,动作要轻,不可用力擦,如果聚光器上有油滴也要同样清洁。载玻片上的油可用“拉纸法”擦净,即把一小张擦镜纸盖在载玻片油滴上,在纸上滴一些二甲苯,趁湿把纸往外拉,这样连续做 3~4 次,即可擦干净。

(7) 复原 把聚光器下降约 1 cm,把物镜转离光轴,使镜筒下端正好对在两个物镜之间。下降镜筒或载物台至原来位置,把载物台上的标本移动器移到适当位置,把反光镜转到垂直方向(或关闭内置光源开关)。

(三) 特殊的光学显微镜——相差显微镜

1. 特点与原理

相差显微镜的优点是能观察无色、透明、活细胞中的微细结构。这种显微镜是利用光的衍射和干涉特性使相位差变成振幅差,表现为明与暗的对比,使人眼得以观察到无色透明物体中的细节。

相差显微镜的设计原理牵涉两个问题:一是光波的相位差;另一是光的衍射与干涉。就是根据光的这些特性才制造出了相差显微镜。



2. 相差显微镜的构件

相差显微镜在结构上与一般的复式显微镜的差别主要反映在几个构件上,包括环状光栏,相位板,中心望远镜等。

3. 相差显微镜的用途

相差显微镜可用于观察和研究活细胞。常用明反差观察活细胞的微细结构、活细胞的运动以及进行细胞内某些结构的定量。用暗反差来加强半透明样品的反差,使样品的结构更清晰。

(四) 测微尺的安装和使用

为了测量被观察物体的长度,可用测微尺进行测量,并计算其长度。常用的测微尺有目镜测微尺和台式测微尺两种,两种测微尺必须配合使用。

1. 目镜测微尺简介

目镜测微尺为一块圆形的薄玻璃片,直径为 20~21 mm,正好能放入目镜的镜筒内,其上面刻有不同形式的标尺,并有数字,如图 1.3 所示。这种放在目镜内的测微标尺有直线式和网格式两种,直线式又分“十”字形和“一”字形两种。直线式测微尺总长 10 mm,分为 10 大格,其上面有数字指示;每一大格又分 10 小格,共计 100 小格。网格式测微尺常用来测量面积或计数。

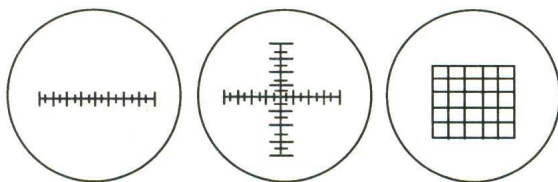


图 1.3 目镜测微尺的种类

2. 台式测微尺简介

台式测微尺是一种特制的载玻片,在中央有一个圆圈,圈内具一个有刻度的标尺,为直线式标尺,全长为 1 mm,分为 10 大格,每大格又分 10 小格,共 100 格。每小格长度为 0.01 mm,即 10 μm ,如图 1.4 所示。

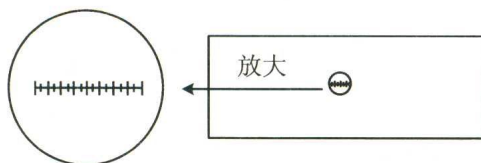


图 1.4 台式测微尺

3. 安装与校尺

先将目镜测微尺从盒中取出擦净,再将目镜取下,并将目镜盖旋下,轻轻将圆玻璃标尺放入目镜镜筒中部的铁环上,盖上镜盖后插入显微镜镜筒,观察标尺是否水平或垂直,可以旋转目镜调整。对于尼康 YS2-H 型显微镜,取下其中的一个目镜,在目镜下端有一个活动的套筒,取下套筒,安装测微尺,然后放上套筒,再插入目镜镜筒内即可。若显微镜需要装指针,可用 1~1.3 cm 长的头发丝,用树胶粘在目镜内铁环上。在安装测微尺时,若标尺上的刻度指数装反了,不会影响测量的准确性。如果需要调整,则将目镜取下,用手将测微尺玻片抖翻,再进行观察,直至理想为止。

目镜测微尺装好后不能立即使用,因为它的长度标准会因物镜的倍数改变而改变,必须在某一物镜下用台式测微尺来校尺。当更换另一个物镜时,必须再次校尺。使用时最好先将 4×、10×、40× 物镜分别校尺,并做好记录。具体测量时要细心,看清物镜的倍率。

校尺时,在某一物镜下将台式测微尺放在载物台上,调整后在目镜的视野中要能见到两种标尺平行排放。若不平行,则要慢慢旋转目镜,使之平行。观察两种标尺的大格刻度,发现两种标尺的大格子有两处完全重合对齐时,记录下两者各自的小格子数,如图 1.5 所示。

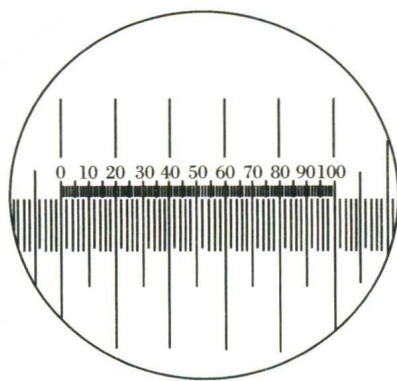


图 1.5 校尺的方法

然后根据下面的关系式计算目镜测微尺上小格的格值,并记录物镜的倍率(图 1.5):

$$\text{目镜测微尺的格数}(\mu\text{m}) = \frac{\text{两重合线间台式测微尺的小格数} \times 10 \mu\text{m}}{\text{两重合线间目镜测微尺的小格数}}$$

例如,在 10× 物镜下,目镜测微尺的 10 格等长于台式测微尺的 10 格,即目镜测微尺每小格的长度为 10 μm 。一般情况下,当目镜为 10× 时,若物镜为 4×,目镜测微尺每小格的长度为 24 μm ;若物镜为 10×,目镜测微尺每小格的长度为