

SHENG WU
AO LIN PI KE
JING SAI
SHI YAN
JIAO CHENG



生物奥林匹克竞赛实验教程

彭澄亚 张天晓 编著
◆ 湖南师范大学出版社

SHENG WU
AO LIN PI KE
JING SAI
SHI YAN JIAO CHENG



教育部《普通高中生物课程标准（实验）》
《生物奥林匹克竞赛实验教程》
《生物奥林匹克竞赛实验教程》
《生物奥林匹克竞赛实验教程》



生物奥林匹克竞赛实验教程

主编：王 明 副主编：王 明
编：王 明 王 明 王 明

出版：王 明
地址：王 明
电话：王 明
邮编：王 明

王 明
王 明
王 明
王 明
王 明
王 明
王 明
王 明
王 明
王 明

生物奥林匹克竞赛实验教程

彭澄亚 张天晓 编著

湖南师范大学出版社

生物奥林匹克竞赛实验教程

彭澄亚 张天晓 编著

责任编辑：李 墨

湖南师范大学出版社出版发行

(长沙市岳麓山)

湖南省新华书店经销 湖南望城湘江印刷厂印刷

850×1168 32 开 12.25 印张 308 千字

1997 年 7 月第 1 版 1999 年 9 月第 3 次印刷

印数：10251—15300 册

ISBN7—81031—548—X/Q·014

定价：11.50 元

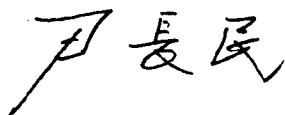
序

几年来，通过选拔中学生参加生物奥林匹克竞赛，我感到这是一项具有积极意义的活动。通过组织竞赛，我们可以尽早地发现新生力量，为我国生物科学的发展输送后备人才；可以加深人们对生物科学的认识 and 关注；可以在全国和各参赛国之间进行生物学教学的交流，以提高教学水平；可以对我国中学生物学教学质量进行检验；还可以密切高等师范院校与中等学校的联系，知己知彼，相互切磋，相得益彰。

组织这项活动，有一个从陌生到逐渐熟悉的过程，特别是像湖南省地处内陆，比较闭塞，信息不够灵通，难度更大一些。但面对任何一种竞赛，都离不开基础知识和基本技能的掌握，都离不开按照一般教学规律进行培训。培训的着眼点应该是围绕竞赛的要求，在原来的基础上选择典型教材，引导参赛选手对所学知识融会贯通，举一反三，提高分析问题、解决问题的能力。始终注意在素质上下功夫，把培养能力作为基点，靠实力去应战。

在培训过程中，还应注意把实验能力的培养作为重点，这是因为我国现有中学教学囿于条件，在基本技能的训练、综合实验能力的培养等方面比较薄弱，水平参差不齐，与有些发达国家相比差距较大，此其一。再者实践技术的获得，只能通过实践，在“做”中学，在“做”中发挥各自的创造性思维，在“做”中综合运用自己的知识，巩固对理论的理解和掌握。

本书编者积数年工作的资料和经验编写了这本实验教程，十分难能可贵。书中内容反映了目前我国这方面先进的水平，体现了对参赛选手的全面要求。它包括了实验设计的构思、实验手段的熟习和使用、典型实验的练习、实验参数的统计分析、实验现象的阐述、结果的分析、报告的撰写等，还有思考题、练习题、试题的选编。这是一本崭新的、内容丰富的、结构比较严谨的、具有特色的实验教材。编者期望在有限的时间内，给参赛选手以系统的、综合性的训练，达到手脑结合的效果。这本书的出版，不仅使我国生物奥林匹克竞赛的培训教材日臻完善，而且将成为中学生物学教师日常教学中一本必备的参考书。

A handwritten signature in black ink, reading '严长民' (Yan Changmin). The characters are fluid and stylized, with the first character '严' being particularly prominent.

1997年1月24日

前 言

生物学是一门以实验为基础的自然科学，现代生物科学的发展尤其依赖于科学实验。在生物教学中，学生实验、实习和观察等实践环节对学生掌握生物学知识、科学方法、培养能力和形成科学素质都有至关重要的作用。因此，各国的中学生物课大都极为重视实验教学。在国际生物奥林匹克竞赛（International Biology Olympiad，简称 IBO）中，理论竞赛和实验竞赛的给分比例为 1：1。这样做反映了各国生物教育家们对实验在当今生物教育中的重要作用的共同认识。我国在第五届全国中学生生物竞赛中，理论竞赛和实验竞赛的给分也采用了以上的比例分配。因此无论是生物教学还是竞赛培训，实验教学都应摆在极为重要的位置。

根据 IBO 竞赛纲要的要求，对各级生物奥林匹克竞赛（省级赛、全国赛和国际赛）选手的培训应着重于如下几个方面：

第一、培养选手熟练掌握生物学的基本操作技能。这些技能具体包括：

1. 使用生物学基本实验仪器和器具进行实验的基本技能。例如使用显微镜、体视镜、解剖器具、测量器具等。

2. 收集、处理生物实验材料的基本技能。例如制作装片、徒手切片、小无脊椎动物的解剖、实验材料染色等。

3. 进行观察和实验的基本技能。例如进行简单的生理实验；观察动、植物的形态结构、生活习性；对实验进行记录、绘图、测标、统计、分析的技能。

第二、培养选手掌握科学工作技能。这些技能主要包括：

1. 提出问题或建立假说。

2. 根据提出的问题, 选择适当的实验材料、实验设备和适当的观察方法。

3. 区分实验中的控制因素和可变因素。

4. 收集和组织实验数据, 把实验数据制成图表。

5. 根据观察和收集到的资料进行讨论和推论。

6. 作出实验的概述和结论, 评估实验的局限性和其中的假设。

7. 确定实验和观察资料准确性和可重复性。

第三、培养选手通过实验进行研究获得知识和解决问题的能力。

本书根据上述要求和目标, 以 IBO 实验部分纲要为框架进行编写。第一、二章的内容主要着重于培养选手生物学的基本操作技能。生物学的基本操作技能, 其实质是一种运动技能, 这种技能的习得必须在动作练习的反复训练中获得和发展。因此, 选手在学习这两章知识的同时, 必须安排好时间, 自觉地进行反复的动作训练, 达到“熟能生巧”的境界。在第三章中, 将生物学实验方法按学科内容进行训练。通过第三章的学习, 进一步熟练掌握生物学的基本操作技能, 培养科学工作技能。在第四章中, 选编了湖南省近年来部分实验考试题。选手们可通过这些试题的测验, 检验基本操作技能和科学工作技能的掌握情况。选手们还可以通过一些探索性实验的学习和测验来培养进行科学研究和解决问题的能力。本书的附录选编了部分全国竞赛和国际竞赛的试题, 有条件的地方可对部分试题进行模拟测验, 让选手体验高级别竞赛的情境。

本书是湖南省奥林匹克竞赛委员会生物分会编写的培训教材, 编写过程中得到省生物奥赛分会成员和培训基地教练的通力合作和支持。

湖南省生物奥赛分会主任委员、著名生物学家尹长民教授在

百忙中为本书作序，并对本书的编写提出许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

本书第三章第六节的“统计学方法”部分由王身立教授编写，周青山副教授、胡自强副教授、杨海明副教授、姜孝成副教授为本书提供了测试题和参考答案，黎维平副教授提供了植物学的练习和测试题并审阅了“植物学实验方法”的内容，莫湘涛老师提供了微生物学的测试题并审阅了这一部分的内容，本书插图由胡雅玲老师绘制复墨，在此一并致谢。

由于水平所限，加之时间仓促，本书有不尽如人意之处，恳请专家、读者指正。

编者

1997 年 4 月

目 录

第一章	生物实验基本仪器和设备简介	(1)
第一节	普通生物显微镜	(1)
一、	普通生物显微镜的基本结构	(1)
二、	普通生物显微镜的成像原理及其主要性能	(6)
三、	普通生物显微镜的使用方法及其注意事项	(10)
四、	普通生物显微镜附件的使用	(13)
第二节	实体显微镜	(15)
第三节	分光光度计	(18)
一、	分光光度计的使用原理	(18)
二、	分光光度计的结构	(21)
三、	分光光度计(72型)的使用方法	(23)
第四节	酸度计(pH计)	(25)
一、	基本原理	(25)
二、	操作方法	(26)
第五节	天平	(27)
一、	台天平的使用	(27)
二、	阻尼分析天平	(28)
三、	电光天平	(32)
四、	使用分析天平的规则	(33)
第二章	生物的基本实验技术	(35)
第一节	玻片标本的制作技术	(35)
一、	徒手切片法	(35)

二、涂片法	(37)
三、压片法	(38)
四、装片法	(39)
五、磨片法	(40)
六、悬滴法	(41)
七、分离法	(42)
第二节 生物标本的染色技术	(44)
一、染色的目的	(44)
二、染色剂的性质	(44)
三、染色剂的分类	(45)
四、染色的基本原理	(46)
五、媒染剂及促染剂	(48)
六、染色的方法	(49)
七、常用染色剂	(50)
第三节 生物绘图技术	(58)
一、生物绘图的特点和要求	(58)
二、生物科学绘图的步骤	(59)
三、生物绘图技法简介	(60)
第三章 生物学的基本实验方法	(62)
第一节 细胞学实验方法	(62)
实验一、细胞形态及其大小的测量	(62)
实验二、细胞的结构与功能	(66)
实验三、细胞组织中糖、淀粉、蛋白质、脂肪的鉴定	(70)
实验四、水果和蔬菜中维生素 C 含量测定	(72)
第二节 微生物学实验方法	(75)
一、无菌接种法	(76)
二、灭菌法	(82)

三、固体和液体培养基的制作	(93)
实验一、微生物的显微镜直接计数法	(97)
实验二、从土壤中分离和纯化微生物	(100)
实验三、水的细菌学检查	(104)
实验四、细菌的革兰氏染色法	(108)
实验五、细菌的单染色法	(110)
第三节 植物形态解剖学和分类学实验方法	(113)
一、花程式和花图式	(113)
二、花序	(115)
三、果实的形态和种类	(123)
四、植物分类检索表的制定和使用	(127)
五、种子植物检索表	(129)
实验一、蔷薇科 含羞草科 苏木科 蝶形花科	(189)
实验二、茄科 玄参科 唇形科 菊科	(192)
实验三、百合科 莎草科 禾本科	(195)
实验四、观察叶的结构	(196)
第四节 植物生理学实验方法	(204)
实验一、植物组织水势的测定	(205)
实验二、蒸腾强度的测定	(206)
实验三、分光光度法测定叶绿素 a、b 和类胡萝卜素的 含量	(209)
实验四、植物呼吸强度的测定	(212)
第五节 动物学实验方法	(214)
实验一、小无脊椎动物的解剖	(215)
实验二、昆虫及其他节肢动物形态特征的观察	(218)
实验三、昆虫分目的鉴定	(222)
实验四、小动物呼吸速率的测定	(227)
第六节 遗传学实验和统计方法	(230)

一、果蝇的遗传实验方法.....	(230)
二、统计学方法.....	(239)
第七节 环境和生态学实验方法.....	(259)
实验一、几种土壤动物的测定.....	(262)
实验二、水质污染的微核检测法.....	(264)
实验三、饮用水质量调查.....	(267)
实验四、植物气孔的比较观测.....	(271)
实验五、空气中 SO ₂ 对植物叶中叶绿素 a、b 含量比例 的影响.....	(274)
第四章 测试题选编	(277)
测试题一、细胞、微生物实验考试.....	(277)
测试题二、植物学实验考试.....	(279)
测试题三、动物学实验考试 (一)	(280)
测试题四、动物学实验考试 (二)	(283)
测试题五、植物生理实验考试 (一)	(287)
测试题六、植物生理实验考试 (二)	(288)
测试题七、生态学实验考试 (一)	(288)
测试题八、生态学实验考试 (二)	(291)
测试题参考答案.....	(292)
 附录一、国际生物奥林匹克竞赛 (IBO) 实验部分竞赛纲要	 (304)
附录二、全国中学生生物竞赛 (实验) 试题选编.....	(307)
附录三、国际生物奥林匹克竞赛 (IBO) 实验试题选编	 (315)

第一章 生物实验基本仪器和设备简介

在生物实验中需要熟练使用的仪器有显微镜和实体镜。IBO 实验竞赛纲要中还要求了解分光光度计、pH 计、离心机、温箱、高压灭菌器、天平和烘箱。这一章中，我们将对显微镜和实体镜的基本结构、性能和使用方法作较详细介绍。对分光光度计、pH 计、天平等设备作扼要的介绍。

第一节 普通生物显微镜

一、普通生物显微镜的基本结构

普通生物显微镜的种类繁多，结构各不相同，但无论哪一种类型，就其基本构造来说都是由光学系统和机械装置两大部分组成的（图 1-1-1）。

（一）光学系统

主要包括物镜、目镜和照明装置。

1. 物镜：物镜是决定显微镜像的质量、分辨力和放大倍数的最关键部件。一般由几片不同球面半径的凸凹透镜按严格尺寸组

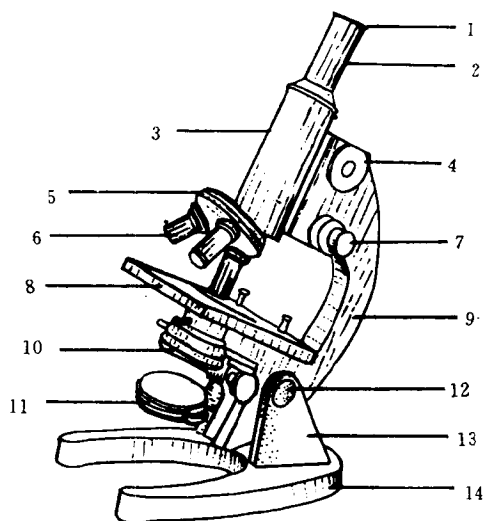


图 1-1-1 显微镜结构

1. 目镜； 2. 抽管； 3. 镜筒； 4. 粗准焦螺旋；
 5. 转换器； 6. 物镜； 7. 细准焦螺旋； 8. 载物台；
 9. 镜臂； 10. 聚光器； 11. 反光镜； 12. 倾斜关节；
 13. 镜柱； 14. 镜座

合而成，放大倍数愈高、矫正程度愈高的物镜其构造愈复杂。在物镜筒壁常注有主要性能指标——放大倍数、镜口率、机械筒长（镜筒长）和所要求盖玻片的厚度（图 1-1-2）。此外有的还标出矫正像差和色差的性能。物镜起着把观察的物体进行第一次放大的作用。

物镜的种类，根据使用条件的不同分为干燥物镜和浸液物镜（又分水浸物镜和油浸物镜）；根据放大倍数的不同，习惯上把放大倍数在 10 倍以下的叫做低倍物镜，把 20 倍左右的叫中倍物镜，把 40 倍以上的叫做高倍物镜。其中把 90~100 倍的油浸物镜叫油

镜；根据矫正情况可分为消色差物镜和复消色差物镜以及平常消色物镜等。

2. 目镜：是由上面的接目透镜和下面的会聚透镜二部分组成的，两者之间装有一个光阑，由它决定视野的大小，故叫视场光阑，可在上面装指示针和目微尺。目镜相当于一个放大镜，将物镜放大的物体实像进一步放大，但不增加显微镜的分辨力。

普通生物显微镜通常有 $4\times$ 、 $10\times$ 、 $16\times$ 几种不同放大倍数的目镜。

目镜的种类主要有负目镜（又叫惠更斯目镜）、正目镜（又叫兰姆斯目镜）和补偿目镜。其中负目镜是最常用的一种，补偿目镜是为配合复消色差物镜而设计的。

3. 照明装置：主要包括聚光器、反光镜、照明光源、滤光器等。

(1) 聚光器：也叫集光器，位于镜台下方的聚光器架上，由聚光镜和可变光阑组成，其作用是将光线集中到所要观察的标本上。聚光器可通过螺旋进行上下调节，以求适宜的光度。

聚光镜是由一片或多片组成，相当于一个凸透镜，起着会聚光线的作用，使光线射入整个物镜的镜口角，加强对标本的照明。一般聚光镜的聚光焦点设计在它上端透镜平面的上方约 1.25mm 处，聚光镜的上升限度为镜台平面下方 0.1mm 处，以适应于载玻片的标准厚度 ($1.1 \pm 0.04\text{mm}$)。当使用高倍镜或油镜时，由于放大倍数大，镜像亮度小，需要较强的照明，因此需把聚光器升至最高处，以便使聚光镜的焦点正好落在标本平面上。聚光镜的主要参数是镜口率，使用时要跟物镜的镜口率密切配合。聚光镜有

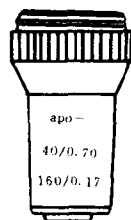


图 1-1-2 物镜及性能的标示

apo—为复消色差物镜；
若标 aplan—为平常消色物镜；40 为放大倍率；
0.70 为镜率；160 为镜筒长；0.17 为所要求的盖玻片厚度

明视野聚光镜和暗视野聚光镜两种,普通生物显微镜用的是前者。

可变光阑又称光圈,位于聚光镜下方,由十几张呈叶轮状的金属薄片组成。它的大小可随意调节,通过调节来控制聚光镜镜口率的大小和进光量。使用显微镜时聚光镜的镜口率与物镜镜口率一致,才能充分发挥物镜的分辨力。其调节方法是:把显微镜调节在工作状态以后,从目镜筒拔出目镜,一边观察(向拔去目镜的目镜筒里看)物镜,一边缩小光阑,这时可看到缩小的光阑被物镜成的像,然后逐渐调大光阑,当光阑像的边缘与物镜通光孔黑圈的边缘一致时停止,这时的聚光镜镜口率与物镜镜口率就一致了。有些显微镜可变光阑圆框上刻有表示口径的标尺,可预先测定各种物镜镜口率与聚光镜镜口率一致时的分度,使用时对准这个分度即可。

(2) 反光镜:一般装在聚光镜下面的镜座插孔中。它是一面平一面凹的双面镜,可在水平和垂直两个方面上任意转动,其作用是改变光源射出光线的方向,使之达到聚光镜中心。平时一般使用平面镜,在没有聚光器或光线弱时,使用凹面镜。因为凹面镜有会聚光线、增强照明的作用。有的显微镜的光源装在镜座中,则在镜座中装有反光镜或反光棱镜。

(3) 光源:普通生物显微镜的光源有自然光源和人工光源两种,无论哪一种都要求被检标本能得到充分而均匀的照明。

自然光源即太阳光,是一种方便而实用的光源。一般利用太阳光的散射光,最好是白云反射的光。不能使用直射光,万不得已时要加滤光片或毛玻璃。因为直射日光过强,不仅看不清物像,还容易伤害眼睛。

人工光源即各种灯光,其特点为光线强、稳定,而且可人工调节。光线最好是白光。

(4) 滤光器:用显微镜观察标本或进行摄影时,经常需要选择某一波段的光线,而排除不需要的光线;或者由于光线太强,需