



高等院校生物类专业系列教材



微生物学

EXPERIMENTS IN MICROBIOLOGY

实验



陈敏 主编



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社



高等院校生物类专业系列教材

微生物学

EXPERIMENTS IN MICROBIOLOGY

实验

陈敏 主编



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

内 容 提 要

本教材详细介绍了微生物形态观察,培养基配置,消毒灭菌技术,菌种的分离、培养、鉴定和保藏,微生物的生长测定,遗传诱变育种,噬菌体的分离纯化,以及乳酸菌发酵,沼气发酵,益生菌分离,发光细菌毒性检测等应用微生物的实验内容。本教材共介绍 21 个实验,其中基础性实验 8 个,综合性实验 6 个,研究性实验 7 个。

本教材具有体系科学、特色鲜明、知识丰富、简明易懂等特点,适合作为高等院校生物科学、生物技术等专业的微生物学实验教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

微生物学实验/陈敏主编. —杭州:浙江大学出版社,
2011.6

ISBN 978-7-308-08712-4

I. ①微… II. ①陈… III. ①微生物学—实验—高等
学校—教材 IV. ①Q93-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 092210 号

微生物学实验

陈 敏 主编

丛书策划 樊晓燕 季 峥

责任编辑 季 峥(really@zju.edu.cn)

封面设计 林智广告

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州大漠照排印刷有限公司

印 刷 富阳市育才印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 8.25

字 数 186 千

版 次 2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-08712-4

定 价 19.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571) 88925591

《微生物学实验》编委会

主 编 陈 敏

副 主 编 蒋冬花 董新姣 程东庆

编写人员 (按姓氏拼音顺序排列)

程东庆(浙江中医药大学)

陈 敏(杭州师范大学)

陈宜涛(浙江中医药大学)

董新姣(温州大学)

葛世玫(温州大学)

蒋冬花(浙江师范大学)

金国英(杭州师范大学)

刘雪珠(浙江海洋学院)

申秀英(浙江科技学院)

徐 晖(浙江科技学院)

张萍华(浙江师范大学)

张应烙(浙江师范大学)

朱丽云(中国计量学院)

前 言

“微生物学实验”是高等院校生命科学及相关学科的基础必修课。进入 21 世纪,随着“素质教育”的提出,“创新意识”和“实践能力”的培养成为教育界讨论的热点。由于实验教学具有独特的教学特点和教学手段,它在培养学生动手能力、创新能力、实践能力方面起着重要作用,因此,实验改革的呼声日益高涨。目前,许多高校都提出了按“基础性—综合性—研究性”三个层次来安排学生的实验训练计划,但如何在有限的学时内实现这一目标,是摆在全国高校微生物学实验教学老师们面前的一大难题,而编写与此相适应的教材更是关键。

本教材就是为适应高等教育创新性人才培养的需要而编写的。本书的编写不求面面俱到,主要根据课时数和教学大纲,将微生物学实验课程所涉及的知识点编排进各实验项目,并按学生认知能力的发展过程将其分为三个层次:基础性实验、综合性实验和研究(设计)性实验。内容由浅入深,由易到难,由简单到综合,逐步培养学生的创新意识和创新能力。其中,本教材对基础性实验内容进行了精选和整合,使学生在有限的课时中尽量多的掌握微生物学实验中最基本的、最代表学科特点的实验方法和技术,主要包括了培养基的制备和灭菌、微生物的形态观察和染色技术、微生物大小测定和显微镜直接计数法、微生物生理生化反应鉴定、无菌操作技术、菌种保藏等。综合性实验主要训练学生对所学知识和实验技术的综合运用能力、对实验的独立操作能力及对实验结果的综合分析能力等,内容包括土壤微生物的分离与纯化、细菌生长曲线的测定、水中细菌总数及大肠菌群的测定、理化因素的诱变效应及抗性突变株的筛选、噬菌体的分离纯化及效价测定等。在此基础上,本教材加强了设计性和研究创新性实验的内容,引入了学科前沿和反映各校科研特色的实验项目,在形式上可由学生自主选题,自己设计实验方案开展研究,并撰写课程研究论文。安排设计创新实验,有利于培养学生的自主学习、合作学习和研究性学习能力,使学生得到科学研究的初步训练,应该是本教材最具特色的部分。

在实际教学时,三类实验所占比例可根据各校的具体情况而定,在实验总学时有限的情况下,总的原则是压缩基础性实验课时比例,尽量将内容简单、相关的几个实验合并一次完成,以此增加综合性和研究性实验的课时数,这在教材编排上已经有所体现,例如已将微生物大小测定和显微镜直接计数安排在一次实验中完成等

目 录

微生物学实验须知	1
普通光学显微镜技术	2
微生物学实验室常规仪器设备及操作方法	6
第 1 篇 基础性实验	11
实验 1 培养基的配制和灭菌方法	13
实验 2 无菌接种技术及细菌培养特征观察	19
实验 3 细菌的形态结构观察和染色技术	25
实验 4 放线菌和霉菌的形态观察	30
实验 5 酵母菌形态观察、大小测定和显微镜直接计数	35
实验 6 细菌鉴定中常用的生理生化反应	40
实验 7 环境因素对微生物生长的影响	45
实验 8 常用菌种保藏方法	50
第 2 篇 综合性实验	55
实验 9 土壤微生物的分离纯化及菌落观察	57
实验 10 细菌生长曲线的测定	62
实验 11 水中细菌总数及大肠菌群的测定	65
实验 12 乳酸发酵与乳酸菌饮料	73
实验 13 紫外线对枯草芽孢杆菌产淀粉酶的诱变效应	76
实验 14 噬菌体的分离纯化及效价测定	79
第 3 篇 研究性实验	83
实验 15 兰科植物菌根真菌的分离及形态学鉴定	85
实验 16 固定化无花果曲霉对染料脱色的研究	87
实验 17 微生物沼气发酵	89

实验 18 土壤中微生物总 DNA 的提取	91
实验 19 海洋鱼类肠道产蛋白酶益生菌的筛选及酶学性质的初步研究	94
实验 20 环境样品的发光细菌毒性测试	96
实验 21 利用 Biolog 系统进行微生物的分类鉴定	99
附录 1 玻璃器皿的洗涤与包装	102
附录 2 洗涤液的配制与使用	105
附录 3 常用培养基的配制	106
附录 4 常用染色液和试剂的配制	109
附录 5 常用化学消毒剂和杀菌剂	112
附录 6 教学常用菌种名称	115
附录 7 最大或然数(MPN)统计表	119
参考文献	124

微生物学实验须知

微生物实验课的目的是训练学生掌握微生物学的基本操作技能和微生物学的理论知识,培养观察、思考及分析问题、解决问题的能力,养成实事求是、严肃认真的科学态度及敢于创新的开拓精神,树立勤俭节约、爱护公物的良好作风。

进入实验室必须遵守以下规则:

(1) 进实验室必须穿白大褂,离开时脱下反折保存,以防微生物尤其是病原微生物的四处传播。

(2) 每次实验前必须对实验内容进行充分预习,以了解实验目的、原理和方法,做到心中有数,思路清楚。

(3) 实验室内应保持整洁,勿高声谈话和随便走动,保持室内安静。

(4) 实验时小心仔细,全部操作应严格按操作规程进行,万一有盛菌试管或瓶子不慎打破、皮肤破伤或菌液吸入口中等意外情况发生,应立即报告指导教师,及时处理,切勿隐瞒。

(5) 实验过程中,切勿使乙醇、乙醚、丙酮等易燃试剂接近火焰。如遇火险,应先关掉火源,再用湿布或砂土掩盖灭火,必要时用灭火器。

(6) 每次实验需进行培养的材料,应标明自己的组别(包括学号、时间、菌种名称等)及处理方法,放于教师指定的地点进行培养。实验室中的菌种和物品等未经教师许可不得带出实验室外。

(7) 认真、及时地做好实验记录,及时上交实验报告,对于当时不能得到结果而需要连续观察的实验,则需记下每次观察的现象和结果,以便分析。

(8) 使用显微镜或其他贵重仪器时,注意听取指导老师讲解的关于操作过程中的注意事项,用前观察使用状态,细心操作,用后复原。对消耗材料和药品等要力求节约,用毕放回原处。

(9) 每次实验完毕,必须把所用仪器擦净放妥。将实验室收拾整齐,擦净桌面。如有菌液污染桌面或其他地方,可用3%来苏尔溶液或5%石炭酸溶液覆盖半小时后擦去(如果是芽孢杆菌,应适当延长消毒时间)。凡带菌工具(如吸管、玻璃涂棒等)在洗涤前须浸泡在3%来苏尔溶液中进行消毒。

(10) 离开实验室前将手洗净,注意关闭火、水、电、门窗等。

(11) 实验结束后,经指导老师同意后方可离开。

(程东庆)

普通光学显微镜技术

显微镜是微生物研究中不可缺少的基本工具。显微镜的种类很多,在实验室中常用的有普通光学显微镜、暗视野显微镜、相差显微镜、荧光显微镜和电子显微镜等。以下重点介绍普通光学显微镜的结构及正确的使用方法。

1. 普通光学显微镜的结构

光学显微镜(图 0-1)由光学放大系统和机械系统两部分组成。光学系统一般包括目镜、物镜、聚光器、光源等;机械系统一般包括镜筒、物镜转换器、镜台、镜臂和底座等。

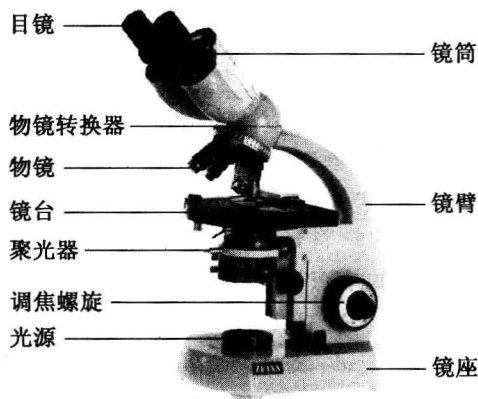


图 0-1 普通光学显微镜结构

(1) 机械系统

- 1) **镜座**: 是显微镜的底座,用以支持整个镜体。
- 2) **镜柱**: 是镜座上面直立的部分,用以连接镜座和镜臂。
- 3) **镜臂**: 一端连于镜柱,一端连于镜筒,是取放显微镜时的手握部位。
- 4) **镜筒**: 连在镜臂的前上方,镜筒上端装有目镜,下端装有物镜转换器。
- 5) **物镜转换器**: 接于棱镜壳的下方,可自由转动,盘上有三四个圆孔,是安装物镜的部位。转动转换器,可以调换不同倍数的物镜。
- 6) **镜台**: 在镜筒下方,用以放置标本片,中央有一通光孔。镜台上装有标本片推进器,推进器左侧有弹簧夹,用以夹持标本片。镜台下有推进器调节轮,可使标本片做左右、前后方向的移动。
- 7) **调节器**: 是装在镜柱上的大、小两种螺旋,调节时使镜台做上下方向的移动。

大螺旋称粗调节器,移动时可使镜台做快速和较大幅度的升降,能迅速调节物镜和标本之间的距离,使物像呈现于视野中。小螺旋称细调节器,移动时可使镜台缓慢地升降,多在用高倍镜时使用,从而得到更清晰的物像。

(2) 光学系统

1) **目镜**: 装在镜筒的上端,通常备有两三个,上面刻有“ $5\times$ ”、“ $10\times$ ”或“ $15\times$ ”符号,以表示其放大倍数,一般装的是“ $10\times$ ”的目镜。

2) **物镜**: 装在镜筒下端的旋转器上,一般有三四个物镜,其中,短的、刻有“ $10\times$ ”符号的为低倍镜,较长的、刻有“ $40\times$ ”符号的为高倍镜,最长的、刻有“ $100\times$ ”符号的为油镜。此外,在高倍镜和油镜上常有一圈不同颜色的线,以示区别。不同放大倍数的物镜见图 0-2。



图 0-2 不同放大倍数的物镜

3) **聚光器**: 位于镜台下方的聚光器架上,由聚光镜和光圈组成,其作用是把光线集中到所要观察的标本上。

4) **反光镜**: 装在镜座上面,可向任意方向转动,它有平、凹两面,其作用是将光源光线反射到聚光器上,再经通光孔照明标本。凹面镜聚光作用强,适于在光线较弱的时候使用;平面镜聚光作用弱,适于在光线较强时使用。

5) **内光源**: 是显微镜自带的照明装置,安装在镜座内部,由强光灯泡发出的光线通过安装在镜座上的集光器射入聚光器。

2. 普通光学显微镜的基本原理

(1) 显微镜的放大倍数

显微镜总的放大倍数是目镜和物镜放大倍数的乘积。

标本的放大主要由物镜完成,目镜有效的放大倍数是有限的,过大的目镜放大倍数并不能提高显微镜的分辨率。

(2) 分辨率

显微镜的分辨率是由所用光波波长的长短和物镜数值孔径决定的,缩短光波波长或增加数值孔径可以提高分辨率。但是,可见光的波长范围较窄($400\sim 770\text{nm}$),而紫外线(波长 $100\sim 400\text{nm}$)作光源虽可提高分辨率,但应用范围有限,一般只适于显微摄影而不适于直接观察。因此,利用减小光波波长来提高光学显微镜的分辨率是有限的,提高数值孔径是提高分辨率的理想措施。要增加数值孔径,可以用提高介质折射

率的方法。如图 0-3 所示,当空气为介质时折射率为 1,而香柏油的折射率为 1.51,和载片玻璃的折射率(1.52)相近,这样光线可以不发生折射而直接通过载片、香柏油进入物镜,从而提高分辨率。

(3) 工作距离

物镜的放大倍数越大,它的焦距越小,则物镜的透镜和玻片之间距离(工作距离)也越小。油镜的工作距离最短约为 0.2mm,使用时需格外注意。物镜的放大倍数、数值孔径与工作距离的关系见表 0-1。物镜的焦距、工作距离和虹彩光圈的关系见图 0-4。

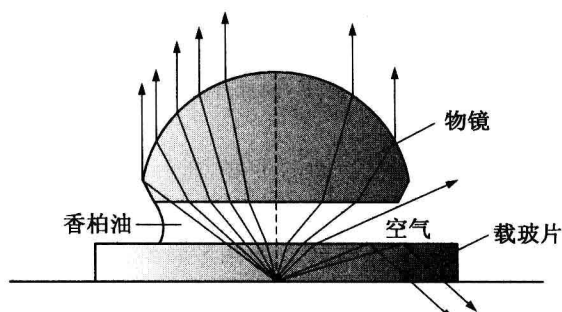


图 0-3 油镜的工作原理(引自沈萍)

表 0-1 物镜的放大倍数、数值孔径与工作距离的关系

特 性	物 镜			
	搜索物镜	低倍镜	高倍镜	油镜
放大倍数	4×	10×	40~45×	90~100×
数值孔径	0.10	0.25	0.55~0.65	1.25~1.4
焦距(f)	40mm	16mm	4mm	1.8~2.0mm
工作距离	17~20mm	4~8mm	0.5~0.7mm	0.1mm
450nm 光源(蓝光)时的分辨率	2.3mm	0.9mm	0.35mm	0.18mm

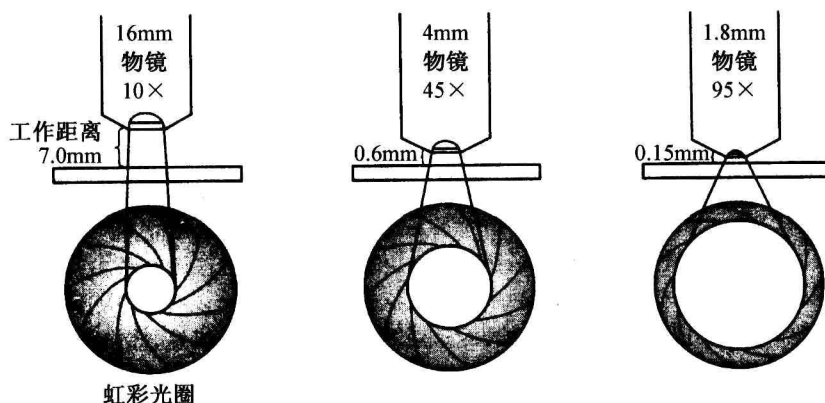


图 0-4 物镜的焦距、工作距离和虹彩光圈的关系(引自沈萍)

3. 普通光学显微镜的使用方法

(1) 低倍镜观察

先将低倍物镜的位置固定好,然后放置标本片,转动反光镜,调好光线。下降镜

筒,使低倍物镜前端接近标本片,转动粗调节器,向上调至看到标本,再用细调节器对准焦距进行观察。

除少数显微镜外,聚光镜的位置都要放在最高点。聚光镜下的虹彩光圈应调到适当的大小,以控制射入光线的量,增加明暗差。

(2) 高倍镜观察

显微镜的设计一般是共焦点的。低倍镜对准焦距后,转换到高倍镜只要稍微转动微调节器即可。如果由于物镜的更换而达不到共焦点,就要采取将高倍物镜下移,再向上调准焦点的方法。虹彩光圈要放大,使之能形成足够的光锥角度。

(3) 油镜观察

在使用油镜之前,必须先经低、高倍镜观察。

1) 将聚光器上升到最高位置,光圈开到最大。

2) 转动转换器,使高倍镜头离开通光孔,在需观察部位的玻片上滴加一滴香柏油,然后慢慢转动油镜,使镜头浸入油中。

3) 用双眼观察目镜,并慢慢转动细调节器至物像清晰为止。

注意:油镜的工作距离很小,所以要防止载玻片和物镜的损坏。如果是共焦点的显微镜,当高倍物镜聚焦标本后,只要稍微转动微调节器即可。如果因不出现物像或者目标不理想而要重找,对准焦点的方法是从显微镜的侧面观察,将油镜下移到与载玻片稍微接触为止,然后用微调节器向上提升调准焦点。

4) 油镜使用完毕,先用擦镜纸擦去镜头上的香柏油,然后用擦镜纸沾少许二甲苯将镜头上的残余香柏油擦去,最后再用干擦镜纸擦干净。

4. 显微镜使用的注意事项

(1) 持镜时必须是右手握臂、左手托座的姿势,不可单手提取,以免零件脱落或碰撞其他地方。

(2) 轻拿轻放,不可把显微镜放置在实验台的边缘,以免碰翻落地。

(3) 保持显微镜的清洁,光学和照明部分只能用擦镜纸擦拭,切忌口吹、手抹或用布擦,机械部分用布擦拭。

(4) 水滴、酒精或其他药品切勿接触镜头和镜台,如果玷污应立即擦净。

(5) 不要随意取下目镜,以防止尘土落入物镜,也不要任意拆卸各种零件,以防损坏。

(6) 使用完毕后,必须复原才能放回镜箱内,步骤如下:取下标本片,转动旋转器使镜头离开通光孔,下降镜台,平放反光镜,下降集光器(但不要接触反光镜),关闭光圈,推片器回位,盖上绸布和外罩,放回实验台柜内。最后填写使用登记表。

注意:反光镜通常应垂直放,但有时因集光器没提至应有高度,镜台下降时会碰坏光圈,所以这里改为平放。

(陈 敏)

微生物学实验室常规仪器 设备及操作方法

1. 实验室常规仪器设备

(1) 冰箱

最常使用的有 4℃、-20℃、-70℃ 冰箱。4℃ 适合储存一些溶液、试剂、培养基等,以及菌种的短期保藏;-20℃ 适用于储存某些试剂、药品、酶、血清、配好的抗生素和 DNA、蛋白质样品等;-70℃ 适合某些长期低温保存的样品、菌种、特殊的低温处理消化液等。

(2) 液氮罐

-196℃,适于保存某些实验材料、器官组织、细胞株、菌株及纯化的样品等。

(3) 生化培养箱

用于微生物的培养,温度可调,4~60℃。

(4) 电热振荡器

亦称摇床,分旋转式和往复式两种,温度、转速均可调,用于好氧性微生物的通气振荡培养。

(5) 水浴锅

水浴保温,温度可调,20~90℃,用于半固体琼脂培养基或其他需要恒温的反应液、溶液等保温。

(6) 电热鼓风干燥箱(烘箱)

用于玻璃器皿、金属制品的干热灭菌,温度可调,10~250℃。

(7) 高压蒸汽灭菌锅

用于培养基(液体或固体)的湿热高压蒸汽灭菌,分为立式、卧式、手提式三种,可调节蒸汽压力,达到所需的灭菌温度。

(8) 超净工作台

具紫外线杀菌和输送无菌风装置,用于微生物菌种的移接、划线分离等需要无菌操作的设备。

(9) 分光光度计

具紫外光和可见光两种检测功能,用于检测菌悬液、反应液、核酸、蛋白质、多肽等的光密度(OD 值)。

(10) 离心机

普通台式离心机最大转速为 6000r/min,常用于收集细胞等物质,如红细胞、酵母菌和细菌细胞等。高速离心机最大转速为 25000r/min,有冷冻和常温两种,主要用于

核酸提取时蛋白质的沉淀和有机相与水相的分层、PCR 检测的瞬时离心。

(11) 天平

用于药品和培养基成分的称量。架盘天平的分度值为 0.1~0.5g;托盘扭力天平的分度值 0.01g;电子天平的分度值为 0.1mg。

(12) 微量取液器

主要用于精确量取微量液体体积和核酸水相的转移等。

(13) pH 计

用于高精度检测液体培养基、缓冲液或所配试剂的 pH 值。

(14) 磁力搅拌器

用于所配溶液的混匀,速度可调。

(15) 旋涡混合器

主要用于试管中菌液或其他溶液的混匀。

(16) 超声波清洗器

利用高频率的超声波洗去试管、离心管、注射器、针头或其他器皿中沾有的蛋白质、核酸等物质。

(17) 微波炉

便于一些溶液的快速加热及电泳琼脂糖凝胶的溶化等。

(18) 过滤器、滤膜

用于不耐高温、高压的试剂和培养基的除菌。

2. 主要仪器设备的操作方法及注意事项

(1) 全自动高压蒸汽灭菌锅

1) 拉开门锁,打开顶盖门,在灭菌腔内倒入蒸馏水,满至“WATER LEVEL”。

注意:每次使用时,必须补足水到“WATER LEVEL”。

2) 插上电源,按电源开关“ON”,显示器指示灯亮起。

3) 将待灭菌的物品放入不锈钢灭菌篮。

注意:待灭菌物品不得堵住锅盖气孔。

4) 根据所灭菌物品的不同,按过程选择键“1”~“6”中的某一数字选择不同的灭菌流程。一般固体灭菌选择按键“4”;液体灭菌选择按键“5”。有特殊要求的,可以先按下“MODE”键,选择要重新设置的项目进行修改。

5) 按启动键“START”,即开始此灭菌模式。

注意:待机器进入正常运行程序后,人方可离开。

6) 当灭菌流程结束时,响铃鸣叫。

7) 待放气阀自动打开排除蒸汽后,再打开顶盖门,取出灭菌物品。

8) 放掉灭菌腔内蒸馏水,关闭电源。

注意:及时处理废水收集瓶中的废水。

9) 在使用记录本上进行登记。

(2) 智能生化培养箱

1) 按键功能

“设定/查询”键：该键为设定键。连续按住该键 3s 后，培养箱进入设定状态，温度窗口最后一位数闪动，可按各个对应的加减键进行温度设定，按住加减键不放则进入快速连加或连减。再按一下“设定/查询”键，时间窗口的个位数闪动，可按各个对应的加减键进行工作时间设定（如要进行连续工作，则把时间设为“00”）。设好各参数后，再按一下该键，则设定成功。

“照明”键：该键为箱体照明键，按一下该键照明灯亮，再按一下该键照明灯灭。

“定时”键：该键为定时键。在有设定时间的情况下，若时间指示窗显示“END”，此培养箱处于关机状态。按一下，则进入运行状态，同时时间显示窗显示倒计时的时间。

2) 设定举例

要求工作时间 200h、温度 20℃。

打开电源开关后，按“设定/查询”键 3s，此时温度显示指示窗开始闪烁，按“加 1”或“减 1”键，数字就会自动地加减，当设定指示窗数字达到设定值 20 时，温度设置完毕。

再按一下“设定/查询”键，时间窗口的个位数闪动，时间设定 200，时间设定完毕；如时间窗口为“00”，则表示连续工作。按一下“设定/查询”键，设置完毕。

运行结束后，时间窗口显示“END”，按一下“定时”键，培养箱重新运行。

(3) 数显电热鼓风干燥箱(干热灭菌用)

1) 先将器皿等用牛皮纸(或报纸)包好，均匀放入电热鼓风干燥箱内，密闭箱门。

注意：物品不要紧靠箱壁，也不能摆得过挤，以免妨碍热空气流通。

2) 接通电源，将电源开关置于“ON”端。按下“SET”键，温度窗口的最后一位数闪动，可按各个对应的加减键把温度设定到 160℃，再按一下该键，则设定成功。

注意：灭菌物品用报纸包扎或带有棉塞时，温度不能超过 170℃。

3) 通过加热，温度逐渐上升。当温度升至 160℃后，保持恒温 2h。

注意：温度升至 60℃以上时，切勿随意打开箱门。在未达到 160℃恒温之前，值班人员不能离开实验室。

4) 灭菌完毕，切断电源。当温度下降至 60℃以下时，才可以开箱取出物品。

(4) 超净工作台

1) 用消毒液蘸湿纱布，擦拭超净工作台的台面。

2) 打开超净工作台总开关，按下紫外线灯开关，紫外线灯亮，照射 15~20min，关闭紫外线。

3) 打开风机开关至高档，通风 10~15min。

4) 打开日光灯，便可开始工作。

注意：工作期间应始终保持通风，但可根据需要调节风速大小。

5) 工作完毕，关闭风机及日光灯，关闭电源，并擦净台面。

(5) 高速离心机

1) 接通离心机电源，打开机器开关，等待机器自检完毕。

2) 按“OPEN”键(机器电子锁开)，打开机器盖。

3) 根据使用需要选择合适的转子，并将转子固定在旋转轴上。

4) 根据转子选择合适的离心管,将样品装入一对离心管后,在托盘天平上调节,使它们质量相等,然后将它们对称地放入转子中。

5) 先将转子的盖子旋紧,然后盖上机器盖。

6) 根据需要依次设置离心所需要的温度、运行程序(可不选择)、转速、离心时间(当触及某一项的按键时,显示屏上相对应的值会闪烁;设完一个参数,再触及下一个按键,继续设定所需数值)。设置结束后按“START/STOP”键开始运行机器。

7) 离心结束后,“OPEN”键指示灯亮起,按此键打开离心室,旋开转子盖,取出样品。

8) 旋上转子盖,关上机盖。

注意:① 转子长期不使用,应取出。② 使用离心机时应对称放置离心管,且它们的质量相等。机器运行前检查转子盖、机器盖是否盖好。

(6) 恒温水浴锅

1) 在水槽中加入适量的清水或蒸馏水,至隔板或更高些。然后将实验器皿放置在搁板上,并盖好孔盖。

2) 接通电源,将电源开关置于“ON”端,将温度“设定/测量”开关拨至“设定”端,绿灯亮,电源正常加热,然后按所需温度转动温度设定旋钮,进行温度的设定,此时“LED”显示设定的温度值,当设定温度高于水槽水温时,仪器开始加热。

注意:绿灯亮,加热器开始加热;红灯亮,加热器停止加热;红绿灯交替跳动,表示进入恒温状态。

3) 将温度“设定/测量”开关拨向“测量”端,系统自动测量水槽内试剂温度,此时,“LED”显示的温度就是实际所需温度。

注意:① 每次使用结束后,将水浴锅的水放干净,再用清洁布擦干。② 水浴锅在使用时,必须可靠接地,水不可溢入控制箱内。③ 水浴锅内切勿无水或水位低于电热管,以防电热管爆损。

(7) 微量移液器

1) 设定移液体积:从大量程调节至小量程为正常调节方法,逆时针旋转刻度即可;从小量程调节至大量程时,应先调至超过设定体积刻度,再回调至设定体积,这样可以保证移液器的精确度。

2) 装配移液器吸头:将移液器垂直插入吸头,左右旋转半圈,上紧即可。

注意:用移液器撞击吸头的方法是非常不可取的,长期这样操作会导致移液器的零件因撞击而松散,严重的话会导致调节刻度的旋钮卡住。

3) 吸液及放液:垂直吸液,吸头尖端浸入液面 3mm 以下,吸液前吸头先在液体中润湿;慢吸慢放,放液时如果量很小则应将吸头尖端靠在容器内壁。

注意:吸有液体的移液器不应平放,吸头内的液体很容易污染移液器内部,可能导致移液器的弹簧生锈。

4) 移液器的正确放置:使用完毕,可以将其竖直挂在移液器架上,小心不要掉下来。

注意:移液器在每次实验后刻度应调至最大,让弹簧恢复原形,以延长移液器的使用寿命。

(陈 敏)

