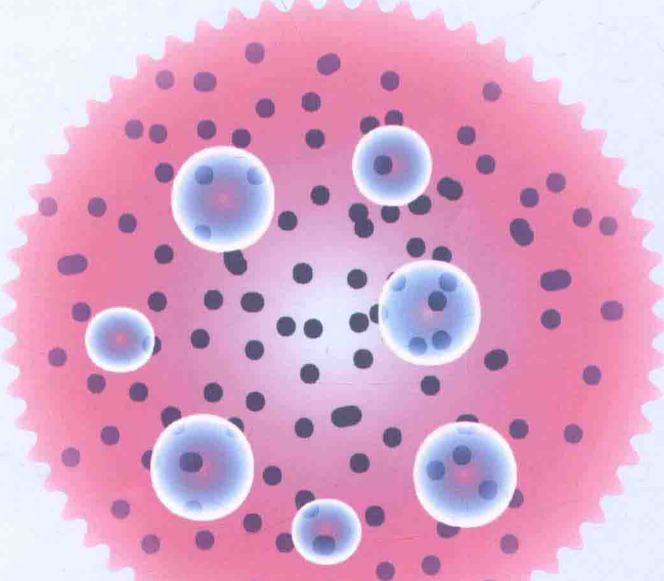
YIXUE WEISHENGWUXUE SHIYAN ZHIDAO

医学微生物学实验指导

主编　杨　帆　邓保国

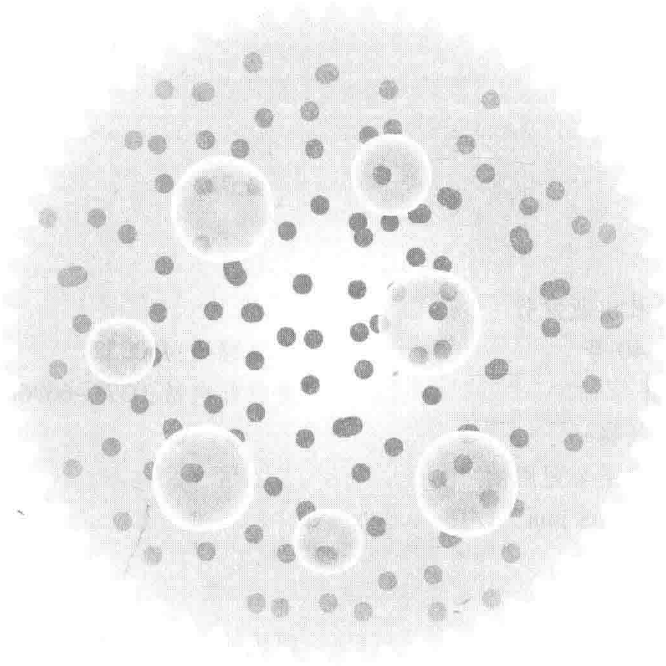


郑州大学出版社

YIXUE WEISHENGWUXUE SHIYAN ZHIDAO

医学微生物学实验指导

主编 杨 帆 邓保国



郑州大学出版社

郑州

图书在版编目(CIP)数据

医学微生物学实验指导/杨帆,邓保国主编. —郑州:郑州大学出版社,
2016.11(2017.1 重印)
ISBN 978-7-5645-3585-8

Ⅰ.①医… Ⅱ.①杨…②邓… Ⅲ.①医学微物生学-实验-医学院校-教学参考资料
Ⅳ.①R37-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 271928 号

郑州大学出版社出版发行
郑州市大学路 40 号　　邮政编码:450052
出版人:张功员　　发行部电话:0371-66966070
全国新华书店经销
郑州龙洋印务有限公司印制
开本:850 mm×1 168 mm 1/16
印张:9.5
字数:239 千字
版次:2016 年 11 月第 1 版　　印次:2017 年 1 月第 2 次印刷

书号:ISBN 978-7-5645-3585-8　　定价:20.00 元
本书如有印装质量问题,请向本社调换

作者名单

主　编　杨　帆　邓保国
副主编　魏纪东　吴敏娜　赵晓会
编　委　（按姓氏笔画排序）
马玉龙　王沛珍　李　敏　李　端
陈　萍　赵林静　郭晓芳

前言

实验教学是医学教学中非常重要的组成部分，特别是作为临床桥梁课程的医学微生物学实验课，对于各个专业的学生都是非常重要的。医学微生物学实验不仅要让学生掌握基本的实验技能，更重要的是在实验中培养学生的基本科研素质和独立分析、解决问题的能力，并且为今后从事临床和科研工作打基础。但是目前很多医学院校由于教学改革的需要，对实验课的学时都进行了压缩，并且对教学内容进行了删减，因此为了更好地适应新的医学教学改革发展及人才培养的需要，我们根据新的医学本科生教学大纲的要求，结合多年的教学实践，并在原有编写教材的基础上，组织编写了新的《医学微生物学实验指导》，主要供临床、预防、口腔、麻醉、影像、药学、检验、护理、法医等医学相关专业使用。

本实验教材编写的基本指导思想是体现出基础与临床的结合，理论与实践的统一，课堂教学和实验教学互为补充，增加实验课实用性和可操作性，激发学生上实验课的兴趣。这一原则也是我们编写本实验教材的基本要求：①改革实验内容。操作性实验要增加，基本实验要精，验证性实验要减少，综合性实验要体现创新性。②紧密结合大纲和教学实践。在编写实验内容时，强调实验课的特点，根据课堂教学的基本过程编写教材，真正体现实验教学的优势。③增加临床相关内容，增加教材的实用性。在临床执业医师考试中，微生物学的基础知识所占比例虽然不大，但是临床考点很多，特别是传染病学、内科学、外科感染、儿科学等的考试内容很多都与微生物有关，为此我们教材的附录中增加了执业医师考试的相关内容，使实践教学和临床能够更好地融合。

本实验指导参照人民卫生出版社2013年第8版《医学微生物学》教材的编写顺序，共12章，最后为附录。不同的专业在开设实验时可根据专业特点选择不同的内容，注意实验和理论的合理衔接。附录中除了实验室生物安全和常用试剂及培养基的配制外，增加了执业医师考试的相关试题及实验报告的内容，便于学生参考学习。

本实验教材的编委都是在教学一线工作多年的教师，教学实践经验丰富，新乡医学院的杨帆、邓保国、魏纪东、吴敏娜、马玉龙、王沛珍、李敏、李端、陈萍、赵林静、郭晓芳老师及新乡医学院三全学院的赵晓会老师本着对学生负责的态度，对本教材倾注了大量的精力和时间，而且在编写过程中参考了大量的国内外实验教材和书籍，在此一并致以衷心的感谢！

由于编者水平有限，编写内容错误之处在所难免，恳请广大教师和同仁批评指正。

编　者

2016年9月

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目录

第一章　医学微生物学实验室生物安全及规则 …… 1
第一节　实验室生物安全 …… 1
一、生物安全的概念 …… 1
二、病原微生物危害分类及实验室安全分级 …… 2
三、病原微生物实验室的安全防护与管理 …… 3
第二节　医学微生物学实验室规则 …… 3

第二章　微生物学常用仪器的使用方法 …… 5
第一节　显微镜油镜头的使用方法 …… 5
第二节　其他常用仪器的使用方法 …… 7
一、高压蒸汽灭菌器 …… 7
二、生物安全柜 …… 7
三、离心机 …… 8

第三章　细菌形态与结构的观察 …… 10
第一节　细菌不染色标本检查法 …… 10
第二节　细菌的染色标本检查——革兰氏染色法 …… 11
第三节　细菌基本形态和特殊结构的观察 …… 13

第四章　细菌的培养与细菌的生理 …… 14
第一节　细菌的人工培养 …… 14
一、培养基简介 …… 14
二、接种环和接种针 …… 16
三、平板固体培养基分区画线接种法 …… 17

四、斜面固体培养基接种法 …… 18
五、半固体培养基穿刺接种法 …… 19
六、液体培养基接种法 …… 20
七、细菌生长现象的观察 …… 20
第二节 细菌的生化反应 …… 21
一、糖发酵试验 …… 21
二、IMViC 试验 …… 22
三、硫化氢试验 …… 25
四、尿素酶试验 …… 25

第五章 细菌的分布及外界因素对细菌的影响 …… 27
第一节 细菌在自然界及正常人体的分布 …… 27
一、空气中微生物的检测 …… 27
二、水中微生物的检测 …… 28
三、化妆品中微生物的检测 …… 29
四、口腔微生物的观察及牙菌斑的检测 …… 32
第二节 物理因素对细菌的影响 …… 33
一、高压蒸汽灭菌法 …… 34
二、紫外杀菌作用的检测 …… 34
第三节 化学因素对细菌的影响——手指消毒效果的观察 …… 36
第四节 生物因素对细菌的影响——噬菌体的特异性试验 …… 37
第五节 细菌对抗菌药物的敏感性试验——纸片扩散法 …… 39

第六章 细菌的感染与免疫 …… 41
第一节 病原菌的致病性 …… 41
一、内毒素的检测——鲎试验 …… 41
二、透明质酸酶扩散试验 …… 42
第二节 吞噬细胞的吞噬作用 …… 43
第三节 体液的杀菌作用——唾液中溶菌酶的杀菌作用检测 …… 44

第七章 球菌 …… 45
第一节 常见球菌的形态、染色性质及培养特性观察 …… 45
第二节 临床标本中病原性球菌的分离培养与鉴定 …… 46

第三节　血浆凝固酶试验 …… 48
第四节　抗链球菌溶血素“O”的检测 …… 48
第五节　胆汁(胆盐)溶菌试验 …… 49

第八章　肠道杆菌 …… 51
第一节　肠道杆菌的形态观察及培养特性 …… 51
第二节　肥达试验 …… 53
第三节　粪便标本中肠道杆菌的分离培养与鉴定 …… 55
第四节　尿液标本的细菌定量培养法 …… 57

第九章　分枝杆菌属 …… 59
第一节　结核分枝杆菌的形态、染色性及培养特性观察 …… 59
第二节　抗酸染色 …… 60

第十章　放线菌硫黄样颗粒及菌落形态的观察 …… 63

第十一章　真菌 …… 64
第一节　真菌的基本形态与菌落观察 …… 64
一、真菌的基本形态观察 …… 64
二、真菌菌落观察 …… 65
第二节　真菌的培养方法 …… 65
一、真菌大培养法——平板或斜面培养 …… 65
二、真菌小培养法 …… 66
第三节　浅部真菌的临床标本检查 …… 67
第四节　深部真菌的临床标本检查 …… 68

第十二章　病毒 …… 69
第一节　病毒的分离培养 …… 69
一、病毒动物接种法 …… 69
二、病毒鸡胚培养法 …… 71
三、病毒组织细胞培养法 …… 74
第二节　病毒血清学试验 …… 76
一、血细胞凝集试验 …… 76

二、病毒血凝抑制试验 …… 77
三、病毒中和试验 …… 78
第三节 流感病毒的分离培养和鉴定 …… 80
一、流感患者标本的采集与处理 …… 81
二、流感病毒的分离培养 …… 81
三、流感病毒的鉴定 …… 81
第四节 ELISA 技术检测 HBsAg …… 83

附录 …… 85
附录一 微生物学实验室常用器材的处理与消毒灭菌 …… 85
一、常用器材的处理方法 …… 85
二、包装 …… 86
三、实验室用品的消毒灭菌 …… 86
附录二 微生物学常用试剂及培养基的配制 …… 88
一、一般染色液的配制 …… 88
二、常用培养基配方 …… 88
附录三 最新临床执业医师考试大纲及历年真题——医学微生物学相关 …… 90
一、临床执业医师考试大纲 …… 90
二、临床执业医师考试历年真题——医学微生物学相关 …… 96

笔记栏

第一章
医学微生物学实验室生物安全及规则

第一节　实验室生物安全

高校实验室是进行教学和科研的重要基地，了解实验室生物安全相关知识，提高生物安全意识，加强和完善病原微生物实验室的管理制度，是保障师生的人身安全、实验教学的顺利开展、实验室的安全以及防止环境污染的必要基础。

一、生物安全的概念

生物安全(biosafety)的概念有广义和狭义之分。广义的生物安全是指与生物有关的各种因素对社会、经济、人类健康及生态系统所产生的危害或潜在风险。狭义的生物安全专指由现代生物技术(主要是基因工程技术)所产生的对人体健康和生态环境可能构成的危险或潜在风险。而具体到病原微生物实验室的生物安全，主要指的是进行病原微生物实验活动过程中避免病原微生物对工作人员和相关人员的危害、对环境的污染及对公众的伤害。

近年来随着对病原微生物研究的深入，实验室生物安全事件时有发生，给实验室工作人员和公众带来极大的危害。

1. SARS 冠状病毒感染事件

(1)2003 年 9 月新加坡国立大学一名研究生在环境卫生研究院实验室中感染 SARS 冠状病毒。造成该学生感染的可能原因包括在低防护级别的 P2 实验室操作病毒、研究院同一时间开展多种病毒的研究，增加了生物安全方面的复杂程度，因处理程序不当，冠状病毒与这名研究生研究的西尼罗病毒交叉感染。

(2)2003 年 12 月一名台湾詹姓研究员在实验室感染 SARS 病毒，直接原因是该研究员在实验室内未能遵守规章，因操作疏忽而感染 SARS 病毒。

(3)2004 年 4 月北京、安徽先后发现新的 SARS 感染病例，调查发现感染的源头来自于在中国疾病预防控制所实验室受到 SARS 感染的 2 名工作人员。卫生部、科技部组成联合调查组对有关责任开展了调查，调查认定，这次“非典”疫情源于实验室内感染，主要是研究人员采用了未经论证和效果验证的“非典”病毒灭活方法，在不符合防护要求的普通实验室内操作“非典”感染材料，是一起因实验室安全治理不善、执行规章制度不严、技术职员违规操作、安全防范措施不力而导致实验室污染和工作职员

笔记栏

感染的重大责任事故。

2. 布鲁菌病　2011 年 3 月 4 日，东北农业大学动物医学专业的一男同学出现发热、头晕，并伴有左膝关节疼痛病症，经东北农业大学医院诊治 2 d 后效果不明显转院治疗。3 月 14 日黑龙江农垦总局总医院检验结果表明，该学生布病（布鲁菌病）血清学检验阳性。随后，该校动物医学学院和应用技术学院又有多名学生被检测出布病血清学阳性。经调查，这起事件是由于 2010 年 12 月间，东北农业大学动物医学学院有关教师，未按国家实验动物管理规定从一个小养殖场购入了 4 只山羊，并在以上述 4 只山羊为实验动物的 5 次实验前，未按规定对实验山羊进行现场检疫，同时在指导学生实验过程中未能切实按照标准的实验规范，严格要求学生遵守操作规程，进行有效防护。上述违规行为，导致 2011 年 3 月至 5 月，学校 27 名学生及 1 名教师陆续确诊为布鲁菌病。

由以上案例可以看出，生物安全事件的频繁发生与操作人员思想重视程度不够、对操作的病原微生物了解不足、没有严格遵守实验操作流程及实验室防护条件的不足有关，同时也警示了实验室生物安全的重要性。

二、病原微生物危害分类及实验室安全分级

（一）病原微生物危害分类

世界卫生组织（World Health Organization，WHO）指出各国和各地区应按照病原微生物危险程度的等级，并根据当地具体情况确定各国的病原微生物危害程度分类。我国于 2004 年颁布实施了《病原微生物实验室生物安全管理条例》，根据该条例的规定，我国依据病原微生物的传染性、感染后对个体或群体的危害程度、有无有效的防控措施等，将病原微生物分为四类，从第一类到第四类对人类的危害程度由大到小，第一类危害最大，第四类危害最小。第一类、第二类病原微生物统称为高致病性病原微生物。

1. 第四类　在通常情况下不会引起人类或者动物疾病的微生物。

2. 第三类　能够引起人类或者动物感染，但一般情况下对人、动物或者环境不构成严重危害，传播风险有限，感染后很少引起严重疾病，且具有有效治疗和预防措施的微生物。例如，致病性大肠埃希菌、伤寒沙门菌、志贺菌属、百日咳鲍特菌、破伤风梭菌、脑膜炎奈瑟菌、沙眼衣原体、腺病毒、肠道病毒、登革病毒、轮状病毒、各型肝炎病毒、风疹病毒、疱疹病毒、流行性感冒病毒、白假丝酵母菌等。

3. 第二类　能够引起人类或者动物严重疾病，比较容易直接或间接在人与人、人与动物、动物与动物之间传播的微生物。例如，结核分枝杆菌、霍乱弧菌、鼠疫耶尔森菌、炭疽芽胞杆菌、布鲁菌、汉坦病毒、高致病性禽流感病毒、人类免疫缺陷病毒、乙型脑炎病毒、脊髓灰质炎病毒、狂犬病病毒、SARS 冠状病毒等。

4. 第一类　能够引起人类或者动物非常严重疾病的微生物，以及我国尚未发现或已经宣布消灭的微生物，如天花病毒、埃博拉病毒等。

（二）病原微生物实验室的安全分级

《病原微生物实验室生物安全管理条例》规定，我国对病原微生物实验室实行分级管理。国家实行统一的实验室生物安全标准，实验室应当符合国家标准和要求。根

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

据病原微生物的危害程度和采取的防护措施不同，我国将生物安全防护水平（biosafety level，BSL）分为四级：BSL-1、BSL-2、BSL-3 和 BSL-4，防护水平依次升高。实验室的生物安全防护水平与所从事的病原微生物的实验活动必须相适应，我国法律明确规定一级、二级生物安全实验室不得从事高致病性病原微生物的操作。

1. 生物安全防护水平为一级的实验室（BSL-1） 适用于操作在通常情况下不会引起人类或者动物疾病的微生物，如用于教学的普通微生物学实验室。

2. 生物安全防护水平为二级的实验室（BSL-2） 适用于操作能够引起人类或者动物疾病，但一般情况下对人、动物或者环境不构成严重危害，传播风险有限，实验室感染后很少引起严重疾病，并且具备有效治疗和预防措施的微生物。

3. 生物安全防护水平为三级的实验室（BSL-3） 适用于操作能够引起人类或者动物严重疾病，比较容易直接或者间接在人与人、动物与人、动物与动物间传播的微生物。

4. 生物安全防护水平为四级的实验室（BSL-4） 适用于操作能够引起人类或者动物非常严重疾病的微生物，以及我国尚未发现或者已经宣布消灭的微生物。

三、病原微生物实验室的安全防护与管理

病原微生物实验室应根据防护水平等级的不同，进行相应的场地设计，并配备相应的安全设施和设备。在 BSL-2 实验室中应配备生物安全柜和高压蒸汽灭菌器以防护操作中可能产生的气溶胶以及对有传染性的材料进行灭菌处理。在 BSL-3 实验室中应配备负压系统，空气要通过高效过滤器后方可排出，并具有生物安全柜和其他所有生物安全实验室工作所需的基本设备。而在 BSL-4 实验室中应具有Ⅲ级生物安全柜或Ⅱ级生物安全柜并穿着正压服，配备双开门高压蒸汽灭菌器（穿过墙体），具有负压系统，空气须经高效过滤后排出。

各级生物安全实验室除了要具有必要的硬件设备外，还应制定科学、严格的管理制度。病原微生物实验室要设立生物安全委员会负责实验室管理制度的制定，规范实验室人员在进行实验活动时的行为准则，如仪器设备使用管理制度、菌毒种的管理制度、实验室生物安全监督检查制度、实验室准入制度、实验废弃物处理制度等。其次，应加强对实验室工作人员的生物安全培训，尤其是首次进入病原微生物实验室的人员和学生应系统地接受培训。通过培训使其了解生物安全相关法律、法规，熟悉所接触微生物的种类和危害，掌握操作病原微生物时的规范操作流程以及出现意外时的应急处理措施等。

第二节　医学微生物学实验室规则

（1）学生进入医学微生物学实验室前必须穿好工作服，离室须脱下反折，工作服要经常清洗消毒。

（2）进入实验室时只能携带必要的实验物品，如实验指导、文具等，其他与实验无关的物品一律不准带入实验室内。

（3）严禁在实验室内进食、饮水和喧哗打闹等。

笔记栏

(4)手拿培养物后或离开实验室前必须洗手,必要时用消毒液泡手。

(5)操作过程中严格按照要求进行小心操作,避免有菌材料溅出。如发生菌液污染台面、地面等事件,应及时向指导老师报告,以便进行相应的处理。

(6)实验过程中如打破器皿或损坏仪器,应及时向指导老师报告登记,由实验室老师及时处理。

(7)实验过程中避免一切不良个人习惯;操作中产生的废料(如玻片、注射器、培养基、试管、棉签等)要放到指定容器内,不能随意丢弃。

(8)实验完毕后要认真清理台面,将用过的物品如接种环、酒精灯、染色盘、记号笔等放回原处摆放整齐,接种有细菌的培养基需要进行培养时,应做好标记后放入培养箱中。

(9)未经实验室老师同意,不得将实验室内的任何物品(特别是细菌培养物)带出实验室。

(10)值日生应严格认真打扫卫生,关闭水电、门窗,洗手后方可离开实验室。

笔记栏

第二章
微生物学常用仪器的使用方法

第一节 显微镜油镜头的使用方法

“工欲善其事，必先利其器”，人们对微生物的认识离不开观察工具——显微镜。显微镜是生物科学研究中常用的观察工具，它广泛应用于医学、生物学领域，在物理学、化学等其他领域的应用也很广泛，已经成为人们了解微观世界不可缺少的工具。显微镜由光源、镜座、镜臂、目镜、物镜、载物台、转换器、粗准焦螺旋、细准焦螺旋等组成（图 2-1）。

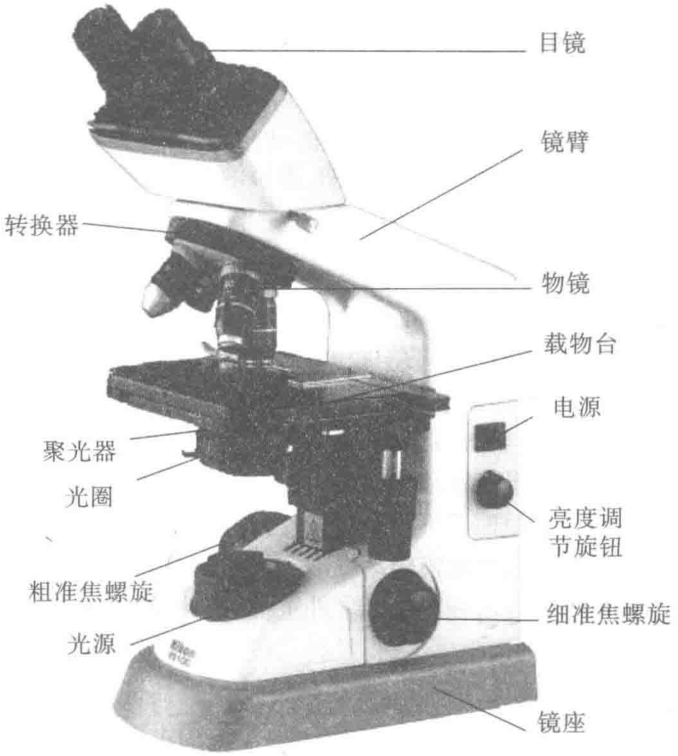


图 2-1 显微镜的结构

笔记栏

【原理】

由于细菌体积微小，故在细菌的形态学研究中，经常需要借助显微镜油镜，才能比较清楚地进行观察。油镜的透镜很小，光线通过玻片与油镜头之间的空气时，因介质密度不同，发生折射或全反射，使射入透镜的光线减少，物像显示不清。若在油镜与载玻片之间加入和载玻片折射率($n=1.52$)相近的香柏油($n=1.515$)，则使进入透镜的光线增多，视野亮度增强，使物像明亮清晰，更有利于对细菌进行观察(图 2-2)。

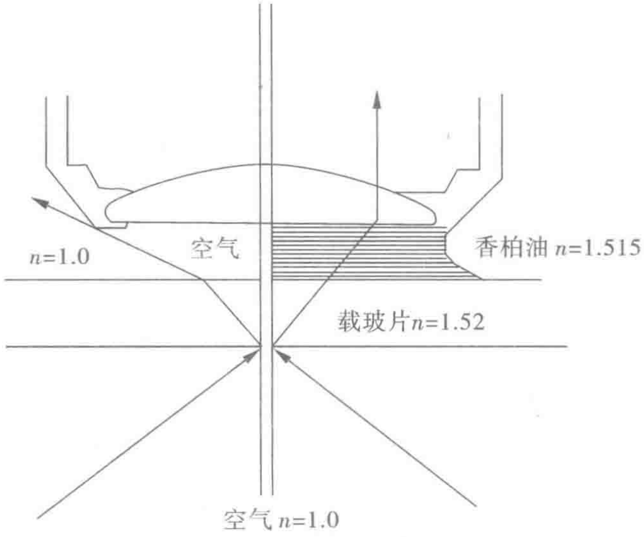


图 2-2 油镜原理

【仪器和材料】

普通光学显微镜，细菌染色标本，香柏油，擦镜液(二甲苯和乙醚的混合物)，擦镜纸等。

【方法】

1. 寻找视野　在使用显微镜油镜之前，必须先经低、高倍镜观察，找到观察目标后将需要进一步放大的部分移到视野的中心。

2. 增大光照强度　将聚光器上升到最高位置，光圈开到最大。

3. 转换油镜头　转动显微镜转换器，使高倍镜头离开通光孔，在需观察部位的玻片上滴加 1 滴香柏油，然后慢慢转动转换器。在转换油镜时，从侧面水平注视镜头与玻片的距离，使镜头浸入油中而又不触碰载玻片为宜。

4. 调试观察　观察目镜，并慢慢转动细准焦螺旋至物像清晰为止。如果不出现物像或者目标不理想要重新寻找，在加油区之外重找时应按低倍→高倍→油镜程序。在加油区内重找应按低倍→油镜程序，不得经高倍镜，以免香柏油污染镜头。

5. 清洗油镜镜头　油镜使用完毕，先用擦镜纸擦去油镜镜头上和标本上的香柏油，再用擦镜纸蘸少许擦镜液擦去残余的香柏油，最后用干擦镜纸擦净残存的擦镜液。

第二节 其他常用仪器的使用方法

一、高压蒸汽灭菌器

高压蒸汽灭菌法的原理为蒸汽被限制在密闭容器内，随着热力的作用压力不断升高，蒸汽的温度也相应升高，在103.4 kPa压力下时，温度可达121.3 ℃。维持15～20 min后可杀死包括细菌芽胞在内的所有微生物。适用于耐高温、高压、不怕潮湿的物品，如敷料、手术器械、药品、细菌培养基等。

1. 高压蒸汽灭菌器的构造　高压蒸汽灭菌器是一个双层的金属圆筒，两层之间盛水，外桶坚厚，内桶装有带孔的金属搁板，用以放置欲灭菌对象。外筒的上方有金属厚盖，盖旁附有螺栓，借以紧闭盖门，使蒸汽不能外溢。高压蒸汽灭菌器盖子上装有排气阀、安全阀，以调节器内压力，盖子上的压力表用于指示灭菌器内部温度和压力。

2. 使用方法

(1) 加水至高压蒸汽灭菌器内达规定的水平面，放入欲灭菌物品，把盖子盖上，将紧固螺栓两两对称旋紧（切勿单个依次），使锅盖均匀密闭。

(2) 打开电源进行加热，同时打开排气阀门，使器内冷空气逸出，待空气全部排出后，关闭排气阀。

(3) 继续加热并观察压力表，器内压力逐渐升高，直到压力表指在所需数字（例如103.4 kPa）时调节电压，使压力维持在103.4 kPa，持续15～20 min，可完全杀死细菌的繁殖体和芽胞。

(4) 灭菌时间达到后，停止加热，待压力自行下降至零时方可打开排气阀，排尽余气，打开锅盖，取出灭菌物品。

3. 注意事项

(1) 检查排气阀门及安全阀门，特别是压力表的性能是否正常，以免发生危险。

(2) 灭菌物品不应放置过密，以免妨碍蒸汽流通，影响灭菌效果。

(3) 灭菌开始时必须将器内冷空气完全排出，否则压力表上所示压力并非全部是蒸汽压力，灭菌将不彻底。

(4) 灭菌过程中及灭菌完毕后切不可排气过急，突然打开排气阀门放气减压，以免瓶内液体外溢或者瓶体破裂。

二、生物安全柜

生物安全柜（biological safety cabinet，BSC）是为操作原代培养物、菌毒株以及诊断性标本等具有感染性的实验材料时，用来保护操作者本人、实验室环境以及实验材料，使其避免暴露于上述操作过程中可能产生的感染性气溶胶和溅出物而设计的。它是一种负压净化工作台，是通过安全柜内置风机或外排风机驱动气流，产生均匀分散及单一方向的气流，并采用了高效空气过滤器（high efficiency particulate air filter，HEPA filter），对0.3 μm气溶胶的过滤可达到99.97%，从而保证排出气体和内循环气体的

笔记栏

无菌性。

生物安全柜使用方法与注意事项：

(1)操作前应将本次操作所需的全部物品移入安全柜，避免双臂频繁穿过气幕破坏气流，并且在移入前用75%乙醇擦拭表面消毒，以去除污染。

(2)打开风机5～10 min，待柜内空气净化并气流稳定后再进行实验操作。将双臂缓缓伸入安全柜内，至少静止1 min，使柜内气流稳定后再进行操作。

(3)安全柜内不放与本次实验无关的物品。柜内物品摆放应做到清洁区、半污染区与污染区基本分开，操作过程中物品取用方便，且三区之间无交叉。物品应尽量靠后放置，但不得挡住气道口，以免干扰气流正常流动。

(4)操作时应按照从清洁区到污染区进行，以避免交叉污染。

(5)柜内操作期间，严禁使用酒精灯等明火，以避免产生的热量产生气流，干扰柜内气流稳定，且明火可能损坏高效空气过滤器。

(6)在实验操作时，不可打开玻璃视窗，应保证操作者脸部在工作窗口之上。在柜内操作时动作应轻柔、舒缓，防止影响柜内气流。

(7)工作时尽量减少背后人员走动以及快速开关房门，以防止安全柜内气流不稳定。

(8)工作完成后，关闭玻璃窗，保持风机继续运转10～15 min，同时打开紫外线灯，照射30 min。

(9)安全柜应定期进行清洁消毒，柜内台面污染物可在工作完成且紫外线灯消毒后用2%的84消毒液擦拭。柜体外表面则应每天用1%的84消毒液擦拭。

(10)安全柜应定期进行检测与保养，以保证其正常工作。工作中一旦发现安全柜工作异常，应立即停止工作，采取相应处理措施，并通知相关人员。

三、离心机

离心机是实验室最常见的分离仪器，按转速可分为低速离心机、高速离心机、超速离心机等，按温度可分为冷冻离心机、常温离心机，按容量可分为微量离心机、大容量离心机、超大容量离心机，按外形可分为台式离心机、落地式离心机。使用离心机首重安全，离心力失控可能造成很大的破坏。因此要注意离心管是否平衡，转速是否超过设置，转子是否有腐蚀等。

1. 使用方法

(1)如使用低温离心机，应先设定使用温度(通常为4 ℃)，之后关上离心机舱门，使离心舱的温度下降，预冷时间要充足。

(2)把样本装入适当的离心管，平衡重量，盖上离心管盖子并旋紧。

(3)把平衡好的离心管对称地放入转子中，盖上转子的盖子，注意有无旋紧。

(4)关上离心机舱门，在仪表板上调好所要的转速与时间，如12 000 r/min，1 min。

(5)确定所有步骤无误后，按“开始”按钮启动离心机，离心机逐渐加速，此时要密切监控有无异常。

(6)完成离心时，要等转子完全静止后，才能打开离心机舱门。

2. 注意事项

(1)离心管在放入离心机前一定要在天平上进行平衡，之后再对称放入离心机。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com