



职业技能鉴定培训教程

化学检验工系列

微生物分析

杨艳芳 编

● 依据国家职业标准

● 紧密结合生产实际

● 面向国家职业资格培训



化学工业出版社

职业技能鉴定培训教程
化学检验工系列

微生物分析

杨艳芳 编



化学工业出版社

·北京·

本书依据《国家职业标准 化学检验工》的要求编写。全书主要介绍微生物分析检验的基本知识,化工行业生化检验室的安全要求和安全级别,生化检验玻璃器皿的洗涤与包扎,常用生化检验仪器与设备的简介;并介绍主要微生物的显微形态观察,化工生产上消毒、灭菌方法及常见的微生物检验方法。

作为劳动保障部培训就业司推荐的行业职业教育培训教材,可供化工检验工、生化分析专业工人岗位培训使用,也可供相关专业技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

微生物分析/杨艳芳编. —北京:化学工业出版社, 2009.1

职业技能鉴定培训教程. 化学检验工系列
ISBN 978-7-122-03814-2

I. 微… II. 杨… III. 微生物检定-职业技能鉴定-教材 IV. Q93-331

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 152216 号

责任编辑:李玉晖

文字编辑:焦欣渝

责任校对:徐贞珍

装帧设计:于兵

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:北京市彩桥印刷有限责任公司

720mm×1000mm 1/16 印张9 字数161千字 2009年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:19.80元

版权所有 违者必究

《职业技能鉴定培训教程 (化学检验工系列)》

编委会

主 副 委	任 主 任 员	张永清					
		乔子荣	黄一石	袁 骥			
		(按拼音排序)					
		曹承宇	陈宏愿	陈仪取	崔玉祥	丁敬敏	
		范东升	方 路	方俊天	冯 颖	冯彩英	
		何晓敏	黄一石	李宝城	李淑荣	李亚秋	
		刘 刚	刘东方	刘迺兰	楼少巍	乔子荣	
		孙叔宝	孙西平	王 萍	王鹏飞	王秀萍	
		徐 瑾	徐 科	闫锦平	杨 波	杨艳芳	
		应 英	袁 骥	张少军	张永清	赵慰慈	
		周国庆	周学庆	左银虎			

组织编写 化学工业职业技能鉴定指导中心

参编单位 上海化工研究院

北京市化工学校

常州工程职业技术学院

内蒙古化工职业技术学院

中国农药工业协会

中国石油吉化集团公司

中国石化燕山石化公司

福建化工学校

北京市炼焦化学厂

上海焦化有限公司

上海市涂料研究所

北京市化工产品质量监督检验站

国家农药质量监督检验中心

河北省农药产品质量监督检验站

浙江省化工产品质量监督检验站

山西省化肥农药质量监督检验站

前言

分析工是化工行业技术工人的主要工种之一。分析工工作技术含量高，岗位责任重。分析检验结果的准确性和可靠性，直接影响到企业的正常运行、产品质量和生产效益，甚至人员的生命安全。为了全面推行国家职业资格制度，促进高技能人才快速成长，劳动和社会保障部颁布了《国家职业标准·化学检验工》。按照《中华人民共和国职业分类大典》对化学检验工的定义，分析工等15个工种归入化学检验工。

根据国家职业标准的要求，结合化工行业技术工人培训和技能鉴定的实际情况，化学工业职业技能鉴定指导中心组织编写了《职业技能鉴定培训教程（化学检验工系列）》。本套教程经原劳动和社会保障部职业培训教材工作委员会备案，被原劳动和社会保障部培训就业司推荐为行业职业教育培训规划教材。教程与化学工业职业技能鉴定指导中心开发的题库配套，可以满足石油化工、化肥、医药、涂料、焦化、高分子等行业化学检验工学习、培训、考核的需要，促进相关工种职业技能鉴定工作的规范化开展。试题库包括理论知识试题库和技能操作试题库，已进入试运行阶段。

根据行业特点及基础知识的相关性，配合试题库的设计，本套培训教材分为基础知识和专业技能两大部分。

基础知识部分以分析方法为主线进行编写，基本知识、原理结合分析方法组织内容，包括《化学检验工 初级》《化学检验工 中级》《化学检验工 高级》《化学检验工 技师》和《化学检验工 高级技师》。各分册内容与化学检验工（分析工）理论知识鉴定题库的内容相符，为便于读者备考，这五个分册中收录了化学检验工职业技能鉴定题库鉴定细目表的部分内容，可供读者参考。

专业技能部分以化工行业的各专业和主要分析项目为主线，按照模块方式分等级编写，包括《无机化工分析》《有机化工分析》《石油化工分析》《溶剂试剂分析》《水质分析》《化肥分析》《农药分析》《催化剂分子筛分析》《药品分析》《涂料分析》《焦化分析》《微生物分析》《金属材料分析》《塑料分析与测试》《稀土分析》15个分册。这些分册依据《国家职业标准·化学检验工》对各等级操作技能水平的要求，对职业标准中未能涉及的专业按照行业的实际情况进行了扩展。教材中的每个项目内容包括：项目名称、分析对象；采用的方法和参照的标准；药品、仪器；操作步骤；注意事项及技巧；数据处理和允差；适用范围等。对部分分析项目给出了评分标准，既可以用于技能鉴定实际操作考试，也可以在日常工作中参考。

本书为《微生物分析》分册，依据《国家职业标准·化学检验工》中的生化检验项目，主要介绍微生物分析检验的常用方法。

本书主要介绍微生物分析检验的基本知识，化工行业生化检验室的安全要求和安全级别，生化检验玻璃器皿的洗涤与包扎，常用生化检验仪器与设备；还介绍了主要微生物的显微形态观察，化工生产上消毒，灭菌方法及常见的微生物检验方法。同时针对微生物检验项目，阐述了微生物的细胞结构、细胞大小、繁殖方式、个体形态和菌落形态等基础知识。

本书的编写尽量通俗易懂。在每一检验项目后都有注意事项与操作技巧；根据各个工种岗位技术要求，针对性地提出技能考核操作要点，对部分分析检验项目给出了评分标准，既可以用于技能鉴定实际操作考试，也可作为日常工作评分参考，具有一定实用性。

本书由常州工程职业技术学院杨艳芳编写，由江南大学生物工程学院毛忠贵教授主审。本书在编写过程中，得到了化学工业出版社和常州工程职业技术学院领导的关怀和支持，制药与生物工程技术系邱玉华、何颖等老师提出了宝贵的建议和意见，在此表示衷心感谢。本书编写过程中参考了相关文献和资料，在此对原作者表示感谢。

鉴于编写水平和时间的限制，本书可能存在疏漏和不足之处，真诚希望有关专家、工程技术人员及读者的批评、指正。

编 者

2008 年 6 月

目录

1 微生物分析检验的基本知识	1
1.1 实验室安全知识	1
1.2 洗涤液的种类和配制方法	2
1.3 玻璃器皿的洗涤	3
1.4 常用玻璃器皿的包扎	4
1.5 常用仪器和设备	6
2 微生物的形态观察	9
2.1 光学显微镜的分类、结构及使用	9
2.2 细菌的形态观察及革兰染色法	16
附：细菌的革兰染色检测评分标准（中级工）	22
2.3 放线菌的形态观察	23
2.4 霉菌的形态观察	26
2.5 酵母菌的形态观察和死活细胞鉴别	31
附：酵母菌的形态观察及死活细胞鉴别考核评分标准	34
2.6 微生物大小的测定	34
2.7 活性污泥菌胶团及生物相观察	38
2.8 酵母细胞计数及发芽率的测定	42
3 微生物的纯培养	47
3.1 培养基	47
3.2 牛肉膏蛋白胨培养基的制备	54
3.3 高氏 I 号培养基的制备	58
3.4 麦芽汁培养基的制备	60
3.5 马丁培养基的制备	62
3.6 灭菌	64
3.7 微生物接种、分离与保藏	79
4 微生物检验方法	92
4.1 水中细菌总数的测定	92
4.2 滤膜法测定水中大肠菌群	96
4.3 牛乳中细菌的检查	99
4.4 表面活性剂的降解	104

4.5	化妆品中粪大肠菌群的测定	107
4.6	化妆品中铜绿假单胞菌的测定	111
4.7	化妆品中金黄色葡萄球菌的测定	115
4.8	化妆品中霉菌和酵母菌的测定	119
4.9	化妆品原料的微生物检验	123
4.10	生产车间空气中的微生物检测	124
4.11	化妆品生产设备及环境物体表面微生物检验	126
附录 1	染色液的配制	128
附录 2	培养基的配制	130
附录 3	洗涤剂的配制与使用	135

1.1 实验室安全知识

在微生物学实验室中，经常使用有毒性、腐蚀性、易燃烧的化学物品，常使用易碎的玻璃和瓷质器皿，以及在煤气、水、电等高温电热设备的环境下进行工作，因此，必须十分重视安全工作。在化工行业，生化分析实验室一般为生物安全Ⅰ级水平。

(1) 进入实验室开始工作前应了解煤气总阀门、水阀门及电闸所在处。离开实验室时，一定要将室内检查一遍，应将水、电、煤气关好，门窗锁好。

(2) 使用煤气灯时，应先将火柴点燃，一手执火柴紧靠灯口，一手慢开煤气门。不能先开煤气门，后燃火柴。火焰大小和火力强弱应根据实验的需要来调节。用火时，应做到火着人在，人走火灭。用酒精灯和喷灯时，也应按操作规程进行。

(3) 使用电器设备，如烘箱、恒温水浴、离心机、电炉等时，严防触电；绝不可用湿手或在眼睛旁视时开关电闸和电器开关。检查电器设备是否漏电时，应将手背轻轻触及电器表面，有麻感时即为漏电。凡是漏电的设备，一律不能使用。实验室应备有测电笔等常用检测工具。

(4) 使用浓酸、浓碱，操作时谨防溅失。用吸管量取这些试剂时，必须使用橡皮球，绝对不能用口吸取。若不慎溅在实验台或地面上，必须及时用湿布擦洗干净。如果触及皮肤应及时治疗。进工作室应穿着工作服。

(5) 使用可燃物，特别是易燃物应特别小心。不要大量放在桌上，更不应放在靠近火焰处，只有远离火源时，或将火焰熄灭后，方可大量倾倒这类液体。低沸点的有机溶剂不允许在火焰上直接加热，只能在水浴上利用回流冷凝管加热或蒸馏。

(6) 如果不慎倾出大量的易燃液体，则应按以下方法处理：

① 立即关闭室内所有的火焰和电加热器。

② 关门，开启小窗及窗户。

③ 用毛巾或抹布擦拭倾出的液体，并将液体拧到大的容器中，然后再倒入带塞玻璃瓶中。

(7) 用油浴时, 应小心加热, 不断用温度计测量, 不使用超过油的燃烧点的温度。

(8) 易燃易爆和有有毒物质的残渣不得倒入污物桶或水槽中, 应收集在指定的容器内, 妥善处理。

(9) 使用过的培养基、培养物应及时灭菌后再弃去。一些诱变剂在用后应用化学药物使其失效(如加入硫代硫酸钠溶液等), 然后弃去。

(10) 废液(特别是强碱和强酸)不能直接倒在水槽中, 应先稀释, 然后倒入水槽中, 再用大量自来水冲洗水槽及下水道。

(11) 毒物应按实验室的规定, 办理审批手续后领取, 使用时严格操作, 用后妥善处理。

1.2 洗涤液的种类和配制方法

(1) 铬酸洗液(重铬酸钾-硫酸洗液, 简称洗液或清洁液) 广泛用于玻璃器皿的洗涤, 常用的配制方法有以下几种:

① 取 100mL 工业浓硫酸置于烧杯内, 小心加热, 慢慢地加入 5g 重铬酸钾粉末, 边加边搅拌, 待全部溶解后冷却, 贮于带玻璃塞的细口瓶内。

② 称取 5g 重铬酸钾粉末置于 250mL 烧杯中, 加水 5mL, 尽量使其溶解。慢慢加入 100mL 浓硫酸, 边加边搅拌, 冷却后贮存备用。

③ 称取 80g 重铬酸钾, 溶于 1000mL 自来水中, 慢慢加入工业浓硫酸 1000mL, 边加边搅拌。

④ 称取 200g 重铬酸钾, 溶于 500mL 自来水中, 慢慢加入工业浓硫酸 500mL, 边加边搅拌。

(2) 浓盐酸(工业用) 可洗去水垢或某些无机盐沉淀。

(3) 5%草酸溶液 可洗去高锰酸钾的痕迹。

(4) 5%~10%磷酸三钠($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$)溶液 可洗涤油污物。

(5) 30%硝酸溶液 洗涤 CO_2 测定仪器及微量滴管。

(6) 5%~10%乙二胺四乙酸(EDTA)二钠溶液 加热煮沸可洗去玻璃器皿内壁的白色沉淀物。

(7) 尿素洗涤液 为蛋白质的良好溶剂, 适用于洗涤盛蛋白质制剂及血样的容器。

上述洗涤液可多次使用, 但使用前必须将待洗涤的玻璃器皿先用水冲洗多次, 除去肥皂液、去污粉或各种废液。若仪器上有凡士林或羊毛脂时, 应先用软纸擦去, 然后再用乙醇或乙醚擦净。否则会使洗涤液迅速失效, 降低洗涤能力。

1.3 玻璃器皿的洗涤

实验中所使用的玻璃器皿清洁与否,直接影响微生物检验结果。往往由于器皿的不清洁或被污染而造成较大的实验误差,甚至会出现相反的检验结果。因此,玻璃器皿的洗涤清洁工作非常重要。

1.3.1 初用玻璃器皿的清洗

新购买的玻璃器皿表面常附着游离的碱性物质,可先用肥皂水或去污粉洗刷,再用自来水洗净,然后浸泡在1%~2%的盐酸溶液数小时(>4h),再用自来水冲洗,最后用蒸馏水洗2~3次,在100~130℃烘箱内烘干,备用。用过的器皿应立即洗涤,有时放置过久会增加洗涤的困难。

1.3.2 使用过的玻璃器皿的清洗

1.3.2.1 一般玻璃器皿

如试管、烧杯、锥形瓶等(包括量筒)。先用自来水洗刷至无污物,再选用大小合适的毛刷沾取去污粉(掺入肥皂粉)刷洗或浸入肥皂水内。将器皿内外(特别是内壁)细心刷洗,用自来水冲洗干净后再用蒸馏水洗2~3次,烘干或倒置在清洁处,干后备用。凡洗净的玻璃器皿不应在器壁上带有水珠和条纹。否则表示尚未洗干净,应再按上述方法重新洗涤。若发现内壁有难以去掉的污迹,应分别使用下述的各种洗涤剂予以清除,再重新冲洗。

1.3.2.2 量器

如吸量管、滴定管、量瓶等,用后应立即洗涤,浸泡于凉水中,勿使物质干涸。工作完毕后用流水冲洗,以除去附着的试剂、蛋白质等物质,晾干后浸泡在铬酸洗液中4~6h(或过夜),再用自来水充分冲洗,最后用蒸馏水冲洗2~4次,风干,备用。

1.3.2.3 难洗涤的器皿

不要与易洗涤的器皿放在一起。有油的器皿不要与无油的器皿混在一起,否则使本来无油的器皿也沾上了油垢,浪费时间和药剂。

1.3.2.4 含有琼脂培养基的器皿

可先用小刀或铁丝将器皿中的琼脂培养基刮去,或把它们用水蒸煮,待琼脂融化后趁热倒出,然后用清水洗涤。

1.3.2.5 载玻片或盖玻片

可先在2%盐酸溶液中浸1h,然后用清水冲洗2~3次,最后用蒸馏水洗2~

3次。洗后烘干冷却或浸于95%酒精中保存备用。用过的载玻片或盖玻片,先擦去油垢,再放在5%肥皂水中煮10min后,立即用清水冲洗,以后放在洗涤液(稀液)中浸泡2h,再用清水冲洗到无色为止,最后用蒸馏水洗数次。干后浸于95%酒精中保存备用。

1.3.2.6 其他

凡遇有传染性材料如分子克隆、病毒沾污过的器皿,洗涤前先经高压灭菌或其他形式的消毒,再进行清洗。盛过各种毒品,特别是剧毒药品和放射性同位素物质的容器,必须经过专门处理,确知没有残余毒物存在时方可进行清洗。否则使用一次性容器。

1.4 常用玻璃器皿的包扎

1.4.1 培养皿

洗净烘干后每5~8套叠在一起作一包,少于5套工作量太大,多于8套不易操作。

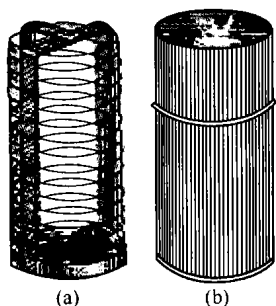


图 1-1 装培养皿的金属筒
(a) 内部框架; (b) 带盖外筒

用牢固的纸卷成一筒,外面用绳子捆扎,以免散开,然后进行干热或湿热灭菌。到使用时在无菌室中才可打开取出培养皿。如将培养皿放入不锈钢金属筒内进行干热灭菌,则不必用纸包。金属筒为一圆筒形的带盖外筒,里面有放培养皿的带底框架,此框架可自圆筒内提出,以便装取培养基(图1-1)。

1.4.2 吸管

洗净烘干后的吸管,在距其粗头顶端约0.5cm处,用尖头镊子或针塞一小段约1.5cm长的脱脂棉花,以免使用时将杂菌吹入其中,或不慎将微生物吸出管外而造成污染。塞入棉花的量要适宜,松紧恰当,如过紧,吹吸液体太费力;过松,吹气时棉花会下滑。棉花不宜露在吸管口的外面,多余的棉花可用酒精灯的火焰把其烧掉。每支吸管用一条宽约4~5cm的纸条,以约45°角度螺旋形卷起来,吸管的尖端在头部,吸管的另一端用剩余纸条折叠打结,不使散开,标上容量。如此包好的若干支吸管可用绳扎成一束,在棉花塞部分外包裹牛皮纸,再在纸外用绳扎紧。干热灭菌后,同样在使用时要在无菌室才从吸管中间拧断纸条抽取吸管(图1-2)。如有装吸管的不锈钢筒(图1-3),亦可将分别包好的吸管一起装入筒内进行灭菌。若预计一同灭菌的吸管可一次用完,可不用纸包裹而直接装入筒内灭菌,但

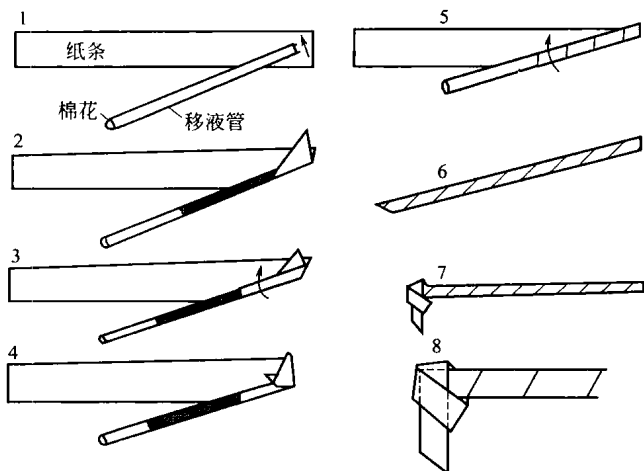


图 1-2 吸管的包裹方法

图 1-3 装吸管的
金属筒

要求吸管尖朝筒底，粗端在筒口，使用时，将筒卧放在桌上，用手持粗端抽出。

1.4.3 试管和锥形瓶

试管管口可用棉花塞、塑料帽、硅胶泡沫塞塞好，置于铁丝筐内，外加一层牛皮纸包好，棉线绳扎紧。锥形瓶瓶口一般用纱布包裹的棉花塞，或用4~6层纱布、包装布等封口，外加牛皮纸、棉线绳扎紧，干热或湿热灭菌。如果能用铝箔则更好，可省去用线捆扎且效果好。

1.4.3.1 牛皮纸的作用

防止灭菌后棉塞遇冷，空气中的微生物会进入棉塞内部，造成棉塞污染，防止湿热灭菌时蒸汽打湿棉塞。

1.4.3.2 棉塞的作用

棉塞的作用有二：一是起过滤作用，避免空气中的微生物进入试管、锥形瓶或容器；二是保证通气良好。因此，棉塞质量的优劣对实验的结果有很大的影响。做棉塞的棉花要选纤维较长的，一般用普通棉花，不用脱脂棉做棉塞，因为它容易吸水变湿，造成污染，而且价格也贵。

1.4.3.3 棉塞的制作

正确的棉塞要求形状、大小、松紧与试管口或锥形瓶口完全吻合，要求紧贴玻璃壁，没有皱纹和缝隙，松紧适宜。过紧则妨碍空气流通，易挤破管口且不易塞入，操作不便；过松则易掉落和污染，达不到滤菌的目的。棉塞的长度不少于管口直径的

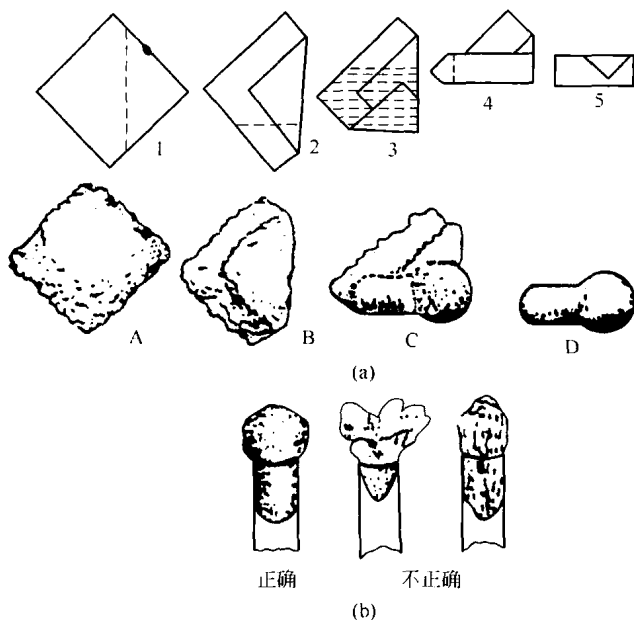


图 1-4 棉塞的制作方法

2 倍，加塞时，应使棉塞长度的 $\frac{1}{3}$ 在试管口外，约 $\frac{2}{3}$ 在试管口内，如图 1-4 所示。

1.4.4 通气塞

在微生物检验和科研中，往往要用到通气塞。所谓通气塞，就是几层纱布（一般 8 层）相互重叠而成，或是在两层纱布间均匀铺一层棉花而成。这种通气塞通常加在装有液体培养基的锥形瓶口上。经接种后，放在摇床上进行振荡培养，以获得良好的通气，促进菌体的生长或发酵。

1.4.5 塑料吸嘴

将洗净的塑料吸嘴放入带孔的塑料盒内或适宜的烧杯内，外加牛皮纸，用线绳扎好，高压蒸汽灭菌，但不能置于烘箱内进行干热灭菌。

1.5 常用仪器和设备

1.5.1 培养箱

培养箱也称温箱，用于培养微生物，温度可调节控制，一般在 $30 \sim 60^{\circ}\text{C}$ 。

使用时不要放入过热或过冷的物品。箱内可放入一个装水的容器，以维持湿度和减少培养物中水分的大量蒸发。不要将培养物放在底层，应放于金属架上，且培养物不可放置太挤，以保证其受温均匀。各层不要放置过重的培养物，以防将架子压弯滑脱，打碎培养标本。必要时消毒内箱，应于断电后用 3% 来苏尔溶液涂布，再用清水抹布擦净。

1.5.2 电热鼓风干燥箱

电热鼓风干燥箱，常简称为烘箱，用于空的玻璃器皿、金属制品的烘干及灭菌，温度可调，一般在 $10\sim 200^{\circ}\text{C}$ 。

1.5.3 高压蒸汽灭菌锅

高压蒸汽灭菌锅用于培养基（液体或固体）的湿热高压灭菌，分为立式、卧式、手提式三种，可用电加热或蒸汽加热，可调节蒸汽压力，以达到所需的灭菌温度。使用时必须严格遵守操作规程，否则易发生爆炸或蒸汽烫伤等事故。

1.5.4 超净工作台

超净工作台应具有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。

1.5.5 冰箱

冰箱用于低温保存培养基、菌种、生物制品、检验标本和某些试剂、药品等。

1.5.6 天平

天平用于药品和培养基成分的称量。架盘天平的分度值为 $0.1\sim 0.5\text{g}$ ，托盘或扭力天平的分度值为 0.01g ，电子天平的分度值为 0.1mg 。

1.5.7 pH 计

pH 计用于检测液体培养基、缓冲液或所配试剂的 pH。

1.5.8 磁力搅拌器

磁力搅拌器用于所配溶液的混匀，速度可调。

1.5.9 漩涡混合器

漩涡混合器主要用于试管中菌液的混匀，或其他在试管中需要混匀的溶液。



1.5.10 恒温水浴锅

水浴保温，温度可调，一般 $20\sim 90^{\circ}\text{C}$ ，用于半固体琼脂培养基保温，或其他需要恒温的反应液、溶液等。

1.5.11 超声波清洗器

利用高频率的超声波清洗试管、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。

1.5.12 电热振荡器

电热振荡器亦称摇床，分旋转式和往复式两种，温度、转数均可调节。用于好氧性微生物的通气振荡培养。

1.5.13 分光光度计

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）。

1.5.14 玻璃器皿

常用的玻璃器皿有试管、培养皿、锥形瓶、量筒、量杯、定量刻度吸管、载玻片、盖玻片等。使用时需按规定洗涤（见 1.3 节）、灭菌。

思考与练习

1. 能否用一般橡皮塞、木塞来代替棉塞或泡沫塞？为什么？
2. 对于玻璃器皿的洗涤有何特殊要求？

2 | 微生物的形态观察

在自然界里，微生物是一个十分庞杂的类群，其个体微小，种类繁多，形态多样，通常要借助显微镜才能观察到它的个体形态和细胞结构。工业上常用的微生物主要是细菌、放线菌、酵母菌及霉菌等。

2.1 光学显微镜的分类、结构及使用

2.1.1 常用显微镜的种类

微生物检测常用的显微镜有：单目光学显微镜、双目体视显微镜（生物显微镜）、倒置显微镜、紫外荧光显微镜和电视数字显微镜等。

2.1.1.1 单目光学显微镜

单目光学显微镜是一种精密的光学仪器，能将物体放大 1500~2000 倍，见图 2-1。

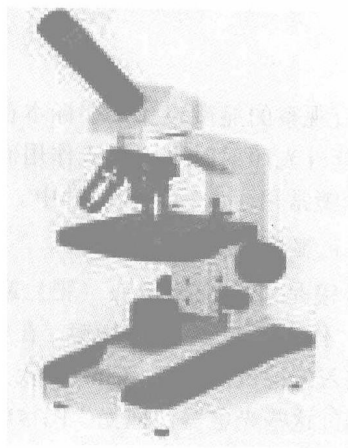


图 2-1 单目光学显微镜

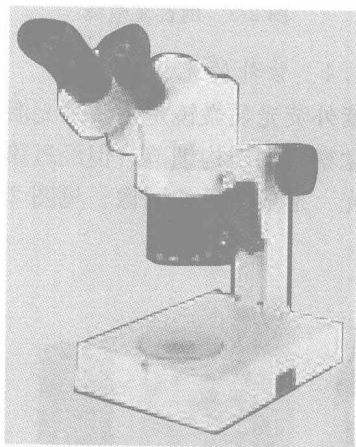


图 2-2 双目体视显微镜

2.1.1.2 双目体视显微镜

双目体视显微镜是利用双通道光路，为左右两眼提供一个具有立体感的图