



西北农林科技大学

葡萄酒学院教材

葡萄酒分析检验

2004年8月

葡萄酒分析检验

王华 汇编

西北农林科技大学

葡萄酒学院

2004年8月

目 录

第1篇 实验室仪器、设备的使用	1-2
1. 电子天平	1-2
2. 光学显微镜	1-6
3. 离心机	1-11
4. 玻璃电极及 pH 计	1-16
5. 紫外—可见光光度计	1-23
6. 原子吸收分光光度计	1-29
7. 高效液相色谱仪	1-35
8. 气相色谱仪	1-39
9. 光照培养箱	1-45
10. 石英蒸馏器	1-48
第2篇 化学试剂的配制及实验用水	2-1
1. 测糖所需试剂与溶液	2-3
2. 测酸所需试剂与溶液	2-5
3. 测 SO ₂ 所需试剂与溶液	2-7
4. 测铁所需试剂与溶液	2-9
5. 测铜所需试剂与溶液	2-9
6. 测抗坏血酸所需试剂与溶液	2-10
7. 测铅(二硫脲比色法)所需试剂与溶液	2-12
8. 测单宁所需试剂与溶液	2-14
9. 测总酚所需试剂与溶液	2-15
10. 实验用水	2-16
第3篇 理化试验方法	3-1
1. 比重	3-3
2. 酒精度	3-6
3. 干浸出物—密度瓶法	3-12
4. 可溶性固形物的含量	3-15
5. 总糖和还原糖	3-17
6. pH 值	3-25
7. 滴定酸	3-26
8. 挥发酸	3-29
9. 有机酸组分	3-32

10. 苹果酸层折分析	3-34
11. 游离二氧化硫和总二氧化硫	3-36
12. 铁	3-41
13. 铜	3-46
14. 蛋白质含量测定	3-49
15. 单宁的测定	3-53
16. 总酚的测定	3-56
17. 抗坏血酸(维生素C)	3-58
18. 苯甲酸和山梨酸	3-59
19. 铅	3-64
第4篇 葡萄酒微生物检验	4-1
1. 微生物学实验基本操作技术	4-2
2. 微生物检验步骤、试剂	4-16
3. 菌落总数测定	4-22
4. 大肠菌群测定	4-24
5. 霉菌和酵母数测定	4-27
6. 微生物的形态结构观察	4-31
第5篇 双语教学教材 Wine Analysis	5-1
1. Preparation, analysis, and evaluation of experimental wines	5-1
2. Diagnostic procedures	5-10
3. Standard laboratory procedures—Phenols, Pigments, and Tannin	5-20
4. Standard laboratory procedures—Sulfur dioxide	5-30
附录1 葡萄酒感官要求及分级评价	1
附录2 定量包装商品计量监督规定	2
附录3 相对原子质量表	5
附录4 实验室有关制度	6
参考文献	7

第 1 篇

实验室仪器、设备的使用

1. 电子天平
2. 光学显微镜
3. 离心机
4. 玻璃电极及 pH 计
5. 紫外—可见光光度计
6. 原子吸收分光光度计
7. 高效液相色谱仪
8. 气相色谱仪
9. 光照培养箱
10. 石英蒸馏器

葡萄酒分析检验涉及到的仪器、设备主要有分析天平、显微镜、离心机、pH 计、紫外—可见光光度计、原子吸收分光光度计、高效液相色谱仪、气相色谱仪、培养箱、纯水制备蒸馏器、无菌操作台等。

仪器、设备使用时，具体注意事项如下：

- 必须搞好仪器设备档案资料的管理，凡属仪器设备的随机文件应将原件存档，复制本随机使用。仪器设备的随机文件包括：
 - 出厂合格证、检验单、装箱单
 - 操作规程、使用说明书
 - 图纸、技术规范、维修、保养手册
 - 技术设计文件
 - 进口仪器设备原文资料
- 仪器设备由专人管理。管理人员对所管仪器设备负有全部责任，未经许可，任何人不得自行使用、转移或调换。管理人员变动时，要按规定办理移交手续。
- 仪器设备不得自行拆卸或改装。实验室管理人员要经常对仪器实施维护和保养，发现故障及时维修，以保持仪器设备的完好状态。对于有特定技术要求的设备，要按规定定期校验、计量检测和技术标定，确保其精度和性能。
- 仪器设备使用人员必须阅读仪器使用说明书，了解所用仪器设备的性能、结构及工作原理，熟悉其使用方法。以发挥仪器的效能，获得准确的测定结果，并延长仪器、设备的使用寿命。

1 电子天平

分析天平是葡萄与葡萄酒实验室不可缺少的精密衡量仪器。依其称量原理，分析天平主要可分为等臂天平、不等臂天平及电子天平等几种类型。

本章主要介绍电子天平的使用及维护。

1.1 电子天平的结构(如图 2-1-1)

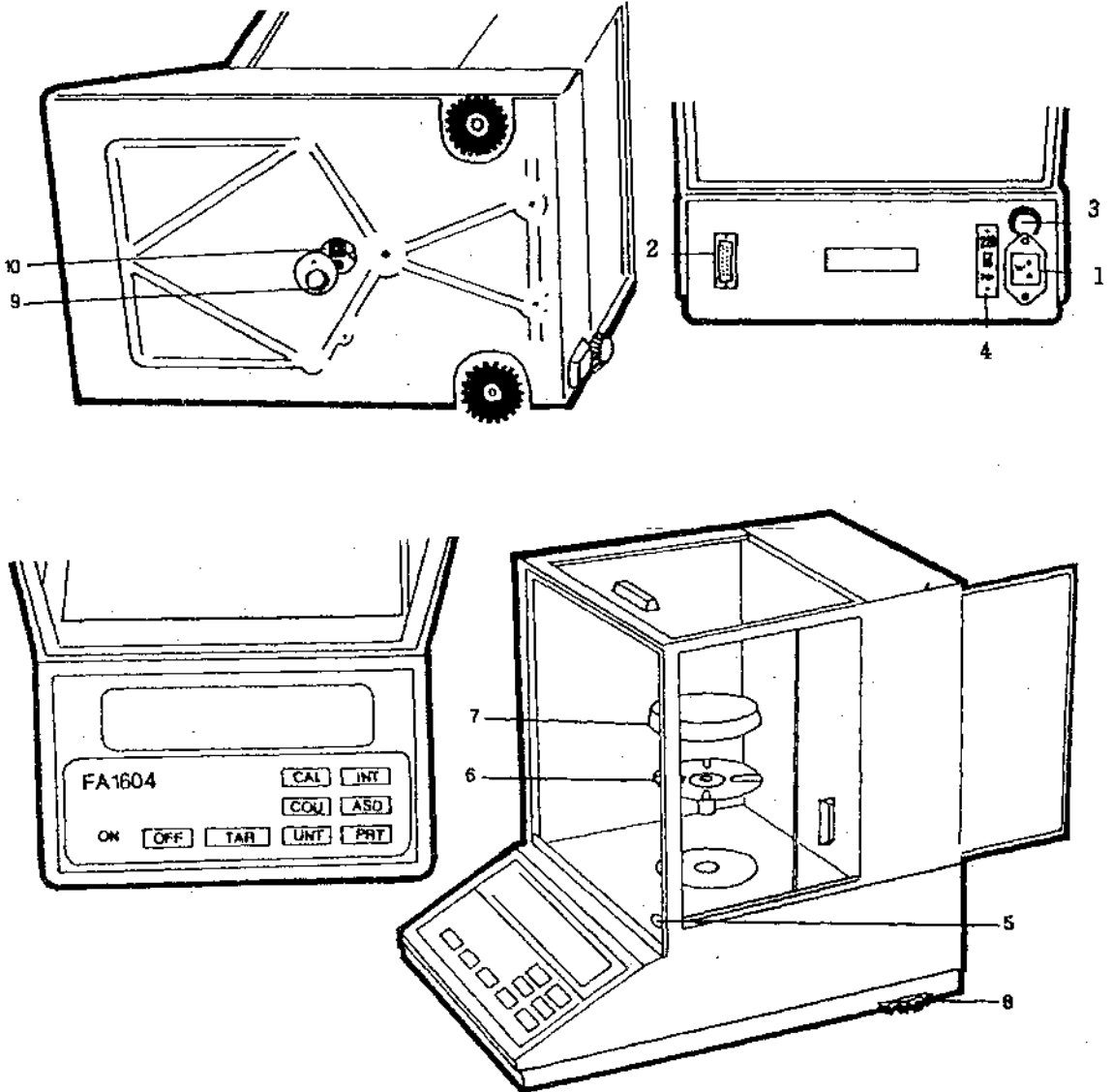


图 2-1-1 电子天平的结构

1. 电源插座 2. 数据接口 3. 保险丝 4. 220V、F10V 转换开关 5. 水平仪
6. 盘托 7. 秤盘 8. 水平调节脚 9. 盖板 10. 挂钩

1.2 电子天平的称量原理

天平包含位置传感器(用以提示天平负载情况)和复原力两个组成部分。

近年来的电子天平,多属无梁顶载电子天平。天平盘放在可上下移动的力线圈上。利用电容位置传感器(感受天平负载),借天平负载后引起位置传感器电容变化产生的电信号,调节力线圈电流强度,产生复原力使天平平衡。测量并显示与线圈电流强度相应的物体重量数值,以达到称量的目的(图2-1-2)。

目前,实验室使用的上皿电子天平,系采用闭环式电磁力平衡原理,属于无梁电子数字显示天平。最大载重分别为2000克、200克、100克,最小读数范围为0.1克、0.01克、0.001克,并具有去皮重装置,能与计算机、打印机组合使用。

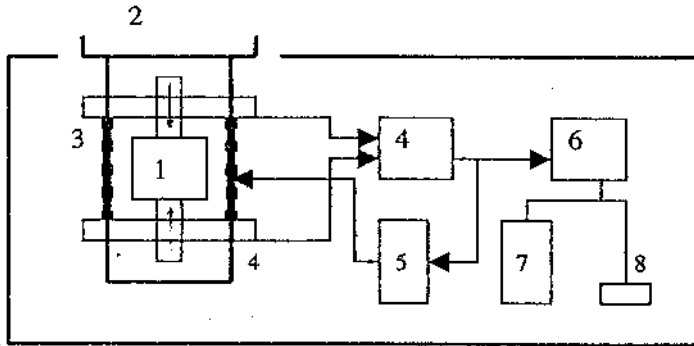


图2-1-2 无梁顶载天平示意图

- | | | | |
|--------|-----------|---------|----------|
| 1. 磁铁 | 2. 天平盘 | 3. 线圈 | 4. 电容传感器 |
| 5. 放大器 | 6. 自动去皮装置 | 7. 模拟显示 | 8. 数字输出 |

1.3 电子天平的使用(以FA1604型电子天平为例)

1.3.1 天平水平的检查

具有水平仪的天平,在使用前需观察水平仪,如果水平仪水泡偏移,需调整水平调节脚,使水泡位于水平仪中心。

1.3.2 天平的校准

因存放时间较长、位置移动,环境变化或为获得精确测量,天平在使用前应进行校准。

1.3.2.1 校准天平的准备

取下秤盘上所有被称物,置rng—30、INT—3、ASD—2、Efy—g模式。轻按TAR键,天平清零。

1.3.2.2 校准天平

轻按 CAL 键,当显示器出现 CAL 一时,即松手;

显示器出现 CAL—100,其中“100”为闪烁码,表示校准砝码需用 100g 的标准砝码。

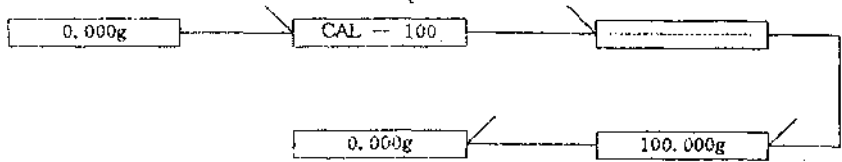
此时就把准备好“100g”校准砝码放上秤盘;显示器即出现———等待状态,经较长时间后显示器出现 100.000g;

拿去校准砝码,显示器应出现 0.000g。

若出现不是零,则需再清零,再重复以上校准操作。

注意:为了得到准确的校准结果,最好反复以上校准操作两次。

1.3.2.3 校准显示顺序图示



1.3.3 称量操作

1.3.3.1 开机

• 选择合适电源电压,将电压转换开关置相应位置。

• 天平接通电源,就开始通电工作(显示器未工作),通常需预热一小时后方可开启显示器进行操作使用。

• 轻按 ON 键,显示器全亮:

±8888888 ×
g

对显示器的功能进行检查,约 2 秒后,显示天平的型号,例如:

— 1604 —

然后显示称量模式。

0.0000g | 或 | 0000g

1.3.3.2 选择称量范围

本天平具有二种读数精度:

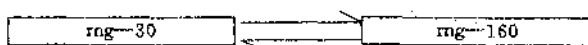
称量范围在 0~30g,其读数精度为 0.1mg;

称量范围(包括皮重)在 0~160g,称物 ≤ 30g,其显示读数精度仍为 0.1mg;

称物超过 30g,天平自动转为 1mg 读数精度。

称量范围设置

按住 RNG 键(RNG 称量范围转换键)不松手,显示器会不断循环出现下图数字。



若需要的读数精度为 0.1mg 一档,就在显示器出现 rmg—30 时即松手,显示器随即出现等待状态———,最后出现称量状态。

1.3.3.3 选择称量时间(INT 键)和灵敏度(ASD 键)

最快称量速度	INT—1	ASD—3
通常情况	INT—3	ASD—2
环境不理想时	INT—3	ASD—3

INT 键的 0、1、2、3、分别表示速度由快速到慢速;

ASD 键的 0、1、2、3 分别表示灵敏度由最高到低。

1.3.3.4 称量

1. 当天平进入称量模式(0.000g)后,即可将所选用的容器直接放置于秤盘中心,显示器即显示容器的质量。

2. 轻按“清零,去皮键 TAR”,则容器质量显示值已去除。

显示器上显示去皮重:

0.000g

3. 在所选称量范围内进行称重。

4. 拿去容器及样品,显示器显示容器质量的负值,轻按 TAR 键,则天平清零。

0.000g

1.3.3.5 关机

轻按 OFF 键,显示器熄灭。

若较长时间不再使用天平,应拔去电源线。

1.3.4 天平的维护与保养

1. 分析天平应设置在室温均匀的、牢固的台面上,应避免震动、潮湿、阳光直接照射和防止腐蚀性气体的侵袭。

2. 作同一分析工作,应使用同一台天平和相配套的砝码。

3. 天平载重不应超过最大载重量。物体应放在盘的中央。开关天平要轻。等臂机械天平在加取物体和砝码时,应先关闭天平升降钮,不得在天平打开的情况下加、取物体或砝码,以免震动而损坏天平刀口。

4. 加、减砝码时,必须用镊子夹取。砝码用后,应放在砝码盒内的固定位置上。电光机械加码天平,加减砝码应一档一档地慢加,防止环码互相碰撞或跳落。

5. 经常保持天平箱内清洁干燥,天平箱内应放置吸湿用的变色干燥剂,如变色硅胶等。干燥剂应定期烘干,保持其良好的吸湿性能。称量时应注意随手关闭天平门。

6. 称量物体的温度必须与室温相同。称完后,各部件应恢复原位,关好天平门,罩好天平罩。电光天平要切断电源。

7. 化学药剂和试样的称量,必须放在适当的容器中,如称量瓶、表面皿或玻璃纸等。不得直接放在天平盘上称量。

8. 如需搬运天平时,应卸下天平盘、吊耳、横梁,然后搬运。短距离的移动,也应该尽量保护刀口,勿使震动损伤。

9. 天平必须小心使用。秤盘与外壳须经常用软布轻轻擦净。不可用强溶解剂擦洗。

2 光学显微镜

普通光学显微镜是学习和研究微生物的重要工具之一。只有了解它的原理和构造,才能正确地使用和充分发挥它的性能,从而得到良好的实验效果,并免于受损。

了解普通光学显微镜的构造和原理,练习并掌握显微镜的正确使用方法,特别是油镜的使用技术与原理。

2.1 光学显微镜的构造

光学显微镜由机械部分和光学部分组成(图 2-2-1)。

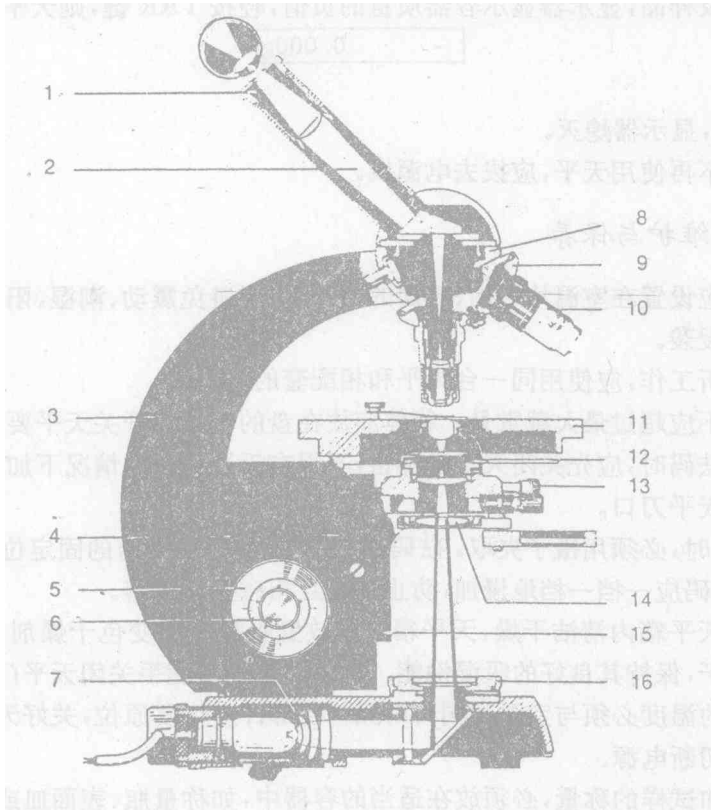


图 2-2-1 光学显微镜的构造

- | | | | |
|-----------------|------------|-------------|-------------|
| 1. 目镜 | 2. 镜筒 | 3. 镜臂 | 4. 显微镜载物台托架 |
| 5. 焦距粗调旋钮 | 6. 焦距细调旋钮 | 7. 装有聚光灯的灯室 | 8. 显微镜架头 |
| 9. 物镜转换器 | 10. 物镜 | 11. 机械载物台 | 12. 聚光圈 |
| 13. 调整聚光镜前透镜的旋钮 | 14. 聚光镜前旋钮 | 15. 聚光镜座 | 16. 外光圈 |

2.1.1 显微镜的机械部分

包括镜座、镜臂、镜筒、物镜转换器、载物台、推动器、粗动螺旋、微动螺旋。

1. 镜座 显微镜底座,使显微镜稳立台面,有的显微镜镜座内装有照明光源及反光镜。

2. 镜臂 弓形金属物,上接镜筒,下连镜座,可作为移动显微镜的把手。

3. 镜筒 位于镜臂上方,圆筒形,上端装置目镜,下端连接物镜转换器,形成目镜与物镜间的暗室。一般镜筒多为 45° 倾斜式,便于使用。

4. 物镜转换器 是由两个金属碟合成的转盘装置,其上安装有3~4个不同倍数的物镜,按照放大倍数高低顺序排列,旋转转换器时,物镜可挨个地被推到正确的使用位置上。物镜光轴与目镜光轴同轴,使用时应用手指捏住转换器转盘旋转,不要扳物镜旋转,否则日久易使光轴歪斜,成像质量变差。

5. 载物台 即安放标本片的方形或圆形的工作台,中央有一通光孔为光线通路。台上装有一对弹簧标本夹或附有标本夹的十字推动器。有的载物台上还有纵横坐标的游标尺,一般读数为0.1mm,用以测定标本的大小或对被检部分做标记,便于下次镜检。

6. 推动器 是装在载物台两侧的螺旋或附在载物台上的标本推动器,用作移动标本,寻找物像。

7. 粗动螺旋和微动螺旋 为得到清晰物像,需调节物镜与标本间的距离,使之与物镜的工作距离相等,这种操作叫调焦。在显微镜的镜臂下后方,装有大、小两个螺旋,大螺旋为粗动螺旋,操作时作快速调焦用。调到隐约可见标本物像为止,然后改用小的微动螺旋做精确调焦,使所观察的标本至最清晰为佳。在微动螺旋的外侧一般刻有刻度,每转一周,镜筒或载物台移动0.1mm或0.2mm(依显微镜型号而定)。当标记达到极限时,可重新用粗动螺旋拉开物镜与标本片的距离,再行调节。

显微镜的调焦装置有镜筒升降式和载物台升降式两种。

2.1.2 显微镜的光学部分

包括反光镜、聚光镜、光圈、接物镜和接目镜。

1. 反光镜 装在聚光镜下面的镜座上,可以任意方向转动以对准光源。其一面为平面镜,另一面为凹面镜。其作用是使光源发出的光线射向聚光镜。在光线充足时用平面镜,反之用凹面镜。

2. 聚光镜 位于载物台之下,是由一组透镜组成,作用是起汇聚光线成一束强的光锥,增强标本照明强度。使用时,用聚光镜升降螺旋调节,一般低倍镜观察时,应降低聚光镜位置,使光线减弱;用高倍镜或油镜时,应升高聚光镜位置,使光线增强。

3. 光圈 也叫虹彩光圈或可见光阑,位于聚光镜下方,由十几张金属薄片组成,中心部分形成圆孔。推动侧面光圈把手,可随意调节大小,以变换光量。推动调节把手时不可用力过猛,也不要用手指触摸光圈薄片,以免损坏。光圈作用是调节光强度和使聚光镜的数值孔径与物镜的数值孔径相适应,以充分发挥显微镜性能。在用低倍镜镜检时调小光圈,若用高倍镜和油镜时可开大光圈。

在光圈下面,有一圆形滤光片托架,便于放置滤光片,供选择某波段的光线用。

4. 接物镜 简称物镜,安装在转换器上,一般有3~4个物镜头。其作用是将标本作第一次放大,然后再由目镜作第二次放大,它是决定显微镜性能最重要的部件,关系到分辨力的高低。

表 2-2-1 常用接物镜的主要性能参数

接物镜	放大倍数	工作距离 (mm)	数值孔径 (N. A.)	分辨力 (μm)
低倍镜	8×	9.0	0.20	1.37
	10×	7.6	0.25	1.10
中倍镜	20×	2.0	0.40	0.68
高倍镜	40×	0.54~0.60	0.65	0.40
	45×	0.4	0.85	0.32
油 镜	90~100×	0.17~0.19	1.25	0.22

物镜按放大倍数分为低倍镜,即:8×、10×;高倍镜:40×、45×、65×;油浸镜(简称油镜):90×、100×。油镜头上常刻有“HI”(homogeneous immersion)字样标记。

物镜按使用条件不同分为干燥物镜和油浸物镜。用干燥物镜观察标本时,在物镜与标本间不加任何液体介质,光线自标本射出后,经过空气折射再进入物镜;使用油浸物镜时,在标本片与物镜间加入一种与玻璃折射率($n=1.52$)相近的介质,可以避免光的散射。常用的介质为香柏油(cedar oil),其折射率 $n=1.515$ 。

物镜的放大倍数、数值孔径和工作距离是物镜的主要性能参数(表2-2-1),通常标记于镜头上(图2-2-1)。如10倍物镜上标有10/0.25和160/0.17字样,10为放大倍数、0.25为数值孔径(N·A·);160为镜筒长度(mm)、0.17为要求的盖玻片厚度(mm)。

5. 接目镜 简称目镜,安装在镜筒上端。作用是将物镜放大的实像再放大形成虚像映入眼帘。其放大倍数有8×、10×、15×或16×,字样标记于目镜上,目镜不宜随意取下,以防尘埃落入镜筒。

2.2 显微镜的基本工作原理

放大率 显微镜的总放大率等于物镜放大率与目镜放大率的乘积。观察物体时,总希望能看到放大率高且物像清晰的图像,即要求显微镜的分辨力要高。

分辨力(也称分辨率),指显微镜分辨物体细微结构的能力,或者说分辨物体两点间的最短距离(D)的能力,分辨力的高低,首先取决于物镜的性能,其次为目镜和聚光镜的性能,其公式如下:

$$D = \frac{\lambda}{2N.A.}$$

λ : 可见光的波长(平均为 $0.55\mu\text{m}$);

N. A.: 物镜的数值孔径;

上式说明,分辨力与光源波长成反比,与数值孔径成正比,即光波愈短,数值孔径愈大,

则分辨力愈高;而可见光的波长为 $0.4\sim 0.8\mu\text{m}$, 平均为 $0.55\mu\text{m}$, 由于光的绕射现象, 普通光学显微镜只能分辨等于或大于波长一半的物体。故需增大物镜的数值孔径来提高显微镜的分辨力。

2.3 显微镜的使用方法

2.3.1 取镜

打开镜箱, 右手握镜臂, 左手托镜座, 轻放于实验台上, 用绸布或绒布把镜身擦拭干净(不可用于擦目镜与物镜)。

2.3.2 对光

将低倍物镜转至镜筒下方, 转动粗动螺旋, 使物镜的透镜镜面与载物台距离约 1cm 左右; 上升聚光镜, 开大光圈, 调节反光镜对准光源, 从旁观察使聚光镜面非常明亮, 再以左眼从目镜中观察, 并继续调节反光镜, 直至视野内得到均匀明亮的照明为止。

光源中直射阳光不能采用, 晴天散射光是良好的光源, 实验室宜用 $20\sim 30\text{W}$ 的日光灯或 $60\sim 100\text{W}$ 的乳白电灯泡为光源。

2.3.3 低倍镜观察

低倍镜镜面大, 视野宽, 易于发现目标和确定待检位置, 故任何被检标本都需先经低倍镜观察。

将标本片置于载物台上(正面朝上), 被检部位用推动器移至物镜正下方, 旋转粗动螺旋下降物镜(或升高载物台)至距标本约 0.5cm 处, 以左眼看目镜, 同时用粗动螺旋反时针方向慢慢升起镜筒(或降低载物台)至视野内出现物像后, 改用微动螺旋上下微调至视野内出现清晰物像, 并将最好部位推至视野正中央, 准备换高倍镜观察。

2.3.4 高倍镜观察

将高倍镜($40\times$)转至镜筒下方, 操作时要从侧面注视, 防止镜头与玻片相碰。调节光圈和聚光镜使光线亮度适中。观察时先用粗动螺旋慢慢升起镜筒(或下降载物台)至发现物像, 再用微动螺旋调焦至物像清晰为止。仔细观察后, 移动最好部位至视野中央, 准备换油镜作进一步观察。

2.3.5 油镜观察

细菌或其它标本的细微结构都需要用油镜($90\times$ 或 $100\times$)观察。一般油镜工作距离极短(0.19mm 左右), 使用时要特别小心。先用粗动螺旋将镜筒提起(或载物台降低)约 $1.5\sim 2.0\text{cm}$, 将油镜头转至镜筒下方, 在标本片的镜检部位滴上一小滴香柏油。眼睛从侧面注视, 用粗动螺旋缓缓地将油镜头小心地浸在香柏油中, 使物镜前端接近而又未触及标本片为止。这步操作要非常小心, 防止发生油镜压破玻片或进一步发生玻片顶坏油镜前透镜的危险。从目镜中观察, 先调节光线至明亮, 即开大光圈、升高聚光器, 用粗动螺旋十分缓慢地升高镜筒

(或降低载物台),直至视野出现模糊物像时,再改用微动螺旋调节工作距离,使物像十分清晰为止。如果上升镜筒时油镜头已离开油面,必须重新从侧面注视,将油镜头再次浸入油中,重复上面操作,直至看到物像为止。

2.3.6 收镜

镜检完毕将镜筒提起,取下载玻片,将油镜镜头转离通光孔,先用一张擦镜纸擦去镜头上的油滴,再取另一张擦镜纸沾取一滴二甲苯,以直线方向擦拭镜头二次,最后再用一张干净的擦镜纸擦去二甲苯残渍。

最后将显微镜各部位擦净,并使反光镜、聚光镜、镜筒、物镜等恢复存放状态,盖好绸布,放入镜箱,并填写“显微镜使用登记卡”后,锁好箱门。

用过的标本片在涂面上滴一滴二甲苯,用吸水纸擦去油污至洁净后,放入标本盒中。

2.4 光学显微镜使用注意事项及保养

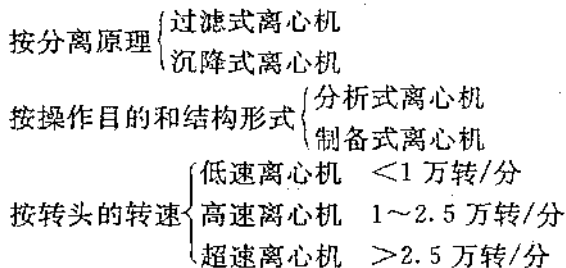
1. 显微镜不能在直射阳光下曝晒和靠近热源放置,以免引起透镜破裂或脱落。
2. 显微镜勿与挥发性、腐蚀性的药物(如碘片、酒精、酸类、碱类)同处存放。
3. 显微镜要安放于清洁的室内,注意防尘。再次使用前,应用绒布或绸布擦去机械部分和反光镜的灰尘,镜头则必须用擦镜纸擦拭,做到勿沾任何油迹、污迹和灰尘。
4. 显微镜应注意防潮,箱内防潮的硅胶布袋要定期烘烤干燥,以免失效。
5. 显微镜不准随意拆卸,机械部分应加润滑油,以减少磨擦。
6. 每次使用完毕,各部件复原,使之保持存放状态,即下降聚光镜,开大光圈,反光镜垂直于镜座,下降镜筒并使物镜头呈八字形。

3 离心机

离心机是一种将悬浮液放入转头中,利用转头绕轴高速旋转所产生的强大离心力,使悬浮液中的微小颗粒按其密度或形状大小的差异给以分离的系统组合装置。

离心分离是利用离心力对液-液-固、液-固、液-液等非均相混合物进行分离的过程,也就是离心过滤和离心沉降两类不同的过程。

离心机的种类:



3.1 离心机的构造及各部件名称

3.1.1 超速冷冻制备式离心机的构造

该离心机的构造主要由机架、离心室、驱动系统、润滑油循环系统、真空系统、冷冻系统及操作系统等组成,如图 2-3-1 所示。下面分述各系统主要作用。

1. 机架 是整体离心机的支撑基础。
2. 离心室 是转头高速运转的地方。
3. 驱动系统 主要由电机、齿轮箱及转轴组成。
4. 操作系统 由开关、旋钮、指示灯等电器元件组成。

此外,还有冷冻系统、真空系统等。

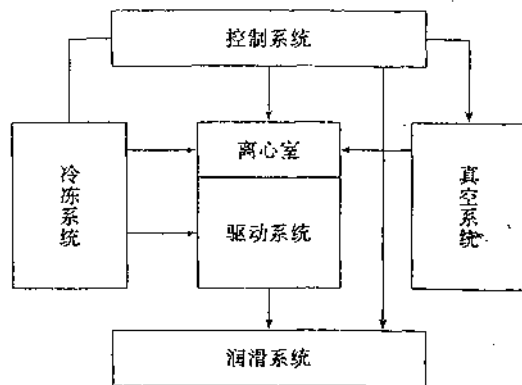


图3-1 离心机各部件功能关系框图

3.1.2 TGL-16G 高速台式离心机的结构(图 2-3-2)

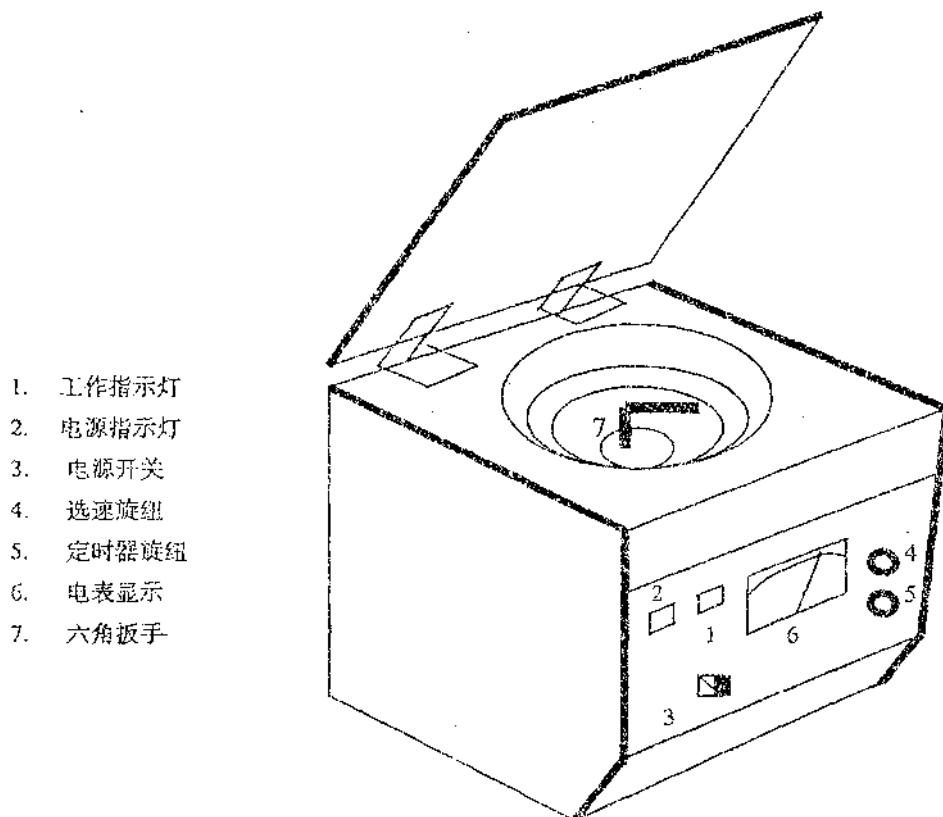


图 2-3-2 TGL-16G 高速台式离心机的结构

3.2 离心机的工作原理

3.2.1 离心机的原理

离心机的离心分离技术是一个复杂的离心过滤和离心沉降过程,是利用离心力场来分离液体中悬浮的密度或形状大小不同的微小颗粒,并使之逐步沉降的过程,这一过程涉及了离心力、重力、角速度、格氏力、悬浮液的物理化学特性、颗粒的物理特性以及乳浊液的特性等等,本节只讨论物质颗粒沉降和离心力来说明离心机的工作原理。

在地球重力场中,如果把一个密度未知的物体放入一种密度未知的液体中,这个物体或上浮、或下沉、或呈不沉不浮的悬浮状态。物体在液体中的状态是由物体在液体中所受的合力决定的,并遵从下列公式:

$$C = (\rho - \rho_0)Vg$$

C 为所受合力;

ρ 为物质颗粒的密度;

V 为物质颗粒的体积;

ρ_0 为液体的密度;

g 为重力加速度。

由公式中看到,合力 C 的上浮下降由 $(\rho - \rho_0)$ 的差来决定,即:

$(\rho - \rho_0) > 0$ 时, $C > 0$, 则颗粒下沉;

$(\rho - \rho_0) < 0$ 时, $C < 0$, 则颗粒上浮;

$(\rho - \rho_0) = 0$, $C = 0$, 则颗粒在液体中悬浮。

由此可以看出,如果使很微小的颗粒迅速下沉,在 ρ, V 不变, ρ_0 改变很小(受饱和度的限制)的条件下,要增大合力 C 值,就要增大 g 值,这就是利用离心机中的转头,绕轴高速旋转产生的强大离心力,使悬浮液中的微小颗粒按密度或大小迅速分离。

下面我们讨论离心力的情况。设在一个绕定轴作匀速圆周运动的物体上钻个孔,孔内放一物体,此物体在孔内将受到一个惯性离心力 C_1 , C_1 的方向和轴线垂直,如图 2-3-3 所示。该物体产生的离心加速度 (a) 的方向和 C_1 的方向是一致的, a 的大小可用下列公式表示:

$$a = \omega^2 r$$

ω 为角速度;

r 为物体(受力点)距轴线的距离。设转轴转速为 n , 则 a 可按下列公式表示:

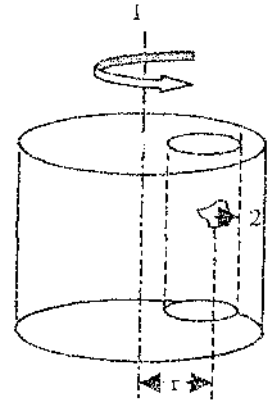
$$a = (2\pi \frac{n}{60})^2 r$$

如果设在转轴内的物体是物质颗粒和液体,那么颗粒在离心力场中受到的合力 C_1 可用下列公式表示:

$$C_1 = (\rho - \rho_0)V (2\pi \frac{n}{60})^2 r$$

此公式说明,颗粒沉浮快慢由 C_1 决定, C_1 是由 $(\rho - \rho_0)$ 、 $(2\pi \frac{n}{60})^2$ 、 r 来决定。离心机就是依据这个原理制成的。

为了能进一步说明,一般用相对离心力(RCF)来表述与 n, r 的关系,即:



1. 轴线
2. 离心力方向

图 2-3-3 离心机原理示意图

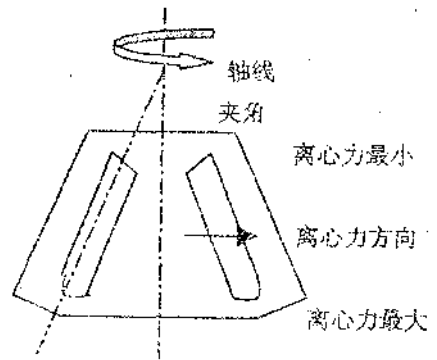


图 2-3-4 角度转头剖面图

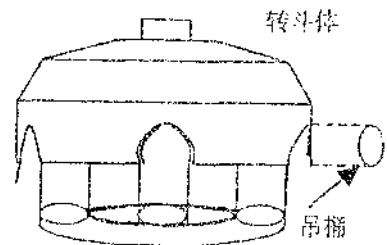


图 2-3-5 甩平转头图