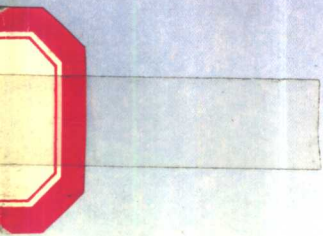


医用检验仪器 原理、构造与维修

刘凤军 主编 白智鹏 主审



中国医药科技出版社

临床医学工程(维修)专业教材

医用检验仪器原理、构造与维修

主 编：刘凤军

主 审：白智鹏

编 委：孙志辉 高卫红

蔡玉琴 吴建刚

中国医药科技出版社

登记证号:(京)075号

内 容 提 要

本书主要介绍常用医学检验仪器的原理、构造与维修。全书共分12章,内容包括生物显微镜、光电比色计、分光光度计、自动生化分析仪、尿液分析仪、酸度计与滴定仪、钾钠离子分析仪、血液气体分析仪、血细胞计数器、分离分析仪器、医用检验仪器的维修和医用检验仪器的管理与计量检定等。重点介绍常用的、大型的、复杂的、智能检验仪器。

本书以阐明仪器原理为主,系统介绍了各种医学检验仪器的工作原理。为了满足实际需要,书中尽量全面地介绍各种常用检验仪器,并在典型仪器选型上,尽量选择目前中级以上医院配备数量多、使用情况比较好的机型。另外本书还注重仪器的维修方法和典型故障的分析,把一般故障和特殊故障、一般分析和系统分析结合起来,使仪器故障维修上升到理论的高度。为了普及医疗仪器计量知识和适应维修人员的实际需要,本书还增加有关医学检验仪器计量方面的内容。

本书是为高等院校临床医学工程(维修)专业编写的教材,也可作为从事医疗仪器使用、维修和管理工作人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

医用检验仪器原理、构造与维修/刘凤军 主编. —北京:
中国医药科技出版社,1997.2
临床医学工程(维修)专业教材
ISBN 7-5067-1629-1

I. 医… II. 刘… III. 医疗机械-基本知识 IV. TH77

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 21767 号

中国医药科技出版社 出版
(北京海淀区文慧园北路甲 22 号)
(邮政编码 100088)
北京市昌平精工印刷厂 印刷
全国各地新华书店 经销

开本 787×1092mm 1/16 印张 24 插页 10

字数 530 千字 印数 1—3000

1997 年 2 月第 1 版 1997 年 2 月第 1 次印刷

定价:45.00 元

前 言

随着医学技术的不断进步,医用检验仪器已成为现代医院中重要的辅助诊断仪器。尤其是各种新的检验分析方法和仪器原理的出现,使得医学检验仪器的发展和更新很快。加之我国进口仪器的不断增加,仪器的使用和维修人员对于新仪器的原理和维修方法等资料需求迫切,特别是适合于医疗仪器维修专业的教材,无论是有关院校,还是从事相关专业的有关人员都很急需。本书是编者总结多年的医学检验仪器教学和仪器维修经验,结合目前医院常用的检验仪器,并搜集大量新仪器原理与维修资料,专为临床医学工程(维修)专业编写的教材。该教材也是临床医学(维修)工程专业系列专业教材中的一册。

全书共分十二章。为满足实际需要,书中尽量系统、全面地介绍各种常用医学检验仪器的原理、构造与维修。在典型仪器选型方面,经过了多方调研,尽量选择我国中级以上医院配备较多、使用情况较好的仪器,具有很强的代表性,并以常用的、大型的、复杂的、智能化的新型医用检验仪器为重点,淘汰陈旧的医学检验仪器,补充新的内容。为了明确概念,编者独具匠心的将电泳仪、离心机、气液相和质谱分析仪统划为分离分析仪器一章,进行单独介绍。另外书中有编者对典型仪器电路的独特分析和多年仪器维修经验的积累,书中理论和实际维修经验有机的结合,丰富了维修理论,具有很强的实用性和实际指导意义。另外为普及医疗仪器计量知识和满足维修人员的实际需要,书中还增加有关医学检验仪器的计量方面的内容。书中每章后面都附有习题,全书内容设计在70~100学时。本书曾在解放军北京医学高等专科学校教学中试用,反映效果良好。

本书在编写过程当中力求文字通俗易懂,理论深入浅出,分析逻辑性强。适合于高等院校医疗仪器维修专业学生和从事相关专业的技术人员使用。

在编写过程中,得到解放军北京医学高等专科学校校领导和教务处、教保处领导以及机关同志的大力支持,在此一并表示感谢!

由于编写时间仓促,加之水平有限,书中肯定会有这样或那样的错误和不足,敬请读者批评指正!

编者

1996年8月

目 录

第一章 生物医学显微镜.....	(1)
第一节 医用光学显微镜.....	(1)
一、显微镜的成像原理	(1)
二、显微镜的光学系统	(2)
三、显微镜的机械结构	(5)
四、显微镜的光学参数及镜头的选择	(7)
五、显微镜的使用	(9)
第二节 特种型显微镜	(10)
一、暗视场显微镜.....	(10)
二、荧光显微镜.....	(11)
三、偏光显微镜.....	(13)
四、相衬显微镜.....	(14)
五、干涉相衬显微镜.....	(16)
六、万能研究显微镜.....	(16)
第三节 电子显微镜	(16)
一、电子显微镜的原理.....	(17)
二、透射电子显微镜(TEM)	(18)
三、扫描电子显微镜.....	(19)
四、电镜的性能比较.....	(20)
第四节 显微镜的组装、验收、保养与维修	(20)
一、显微镜的组装.....	(20)
二、显微镜的验收.....	(21)
三、显微镜的维护保养.....	(22)
四、显微镜一般故障的维修.....	(23)
习 题	(27)
第二章 光电比色计	(29)
第一节 比色分析的基本理论	(29)
一、光的互补及有色物质的显色原理.....	(29)
二、朗伯-比尔(Lambert-Beer)定律	(30)
三、朗伯-比耳定律的应用	(31)
第二节 光电比色计的基本结构	(33)
一、光源与聚光镜.....	(33)
二、滤光片.....	(33)

三、比色皿·····	(35)
四、光电检测器·····	(35)
五、放大电路及显示装置·····	(39)
第三节 GBS-1 型光电比色计 ·····	(39)
一、工作原理·····	(39)
二、仪器结构·····	(40)
三、电路分析·····	(41)
四、安装与使用·····	(43)
第四节 GD-821 型连续式光电比色计 ·····	(44)
一、工作原理·····	(45)
二、仪器结构·····	(45)
三、使用方法·····	(46)
四、电路分析·····	(47)
五、维护与保养·····	(52)
六、常见故障与维修·····	(52)
习 题 ·····	(54)
第三章 分光光度计 ·····	(55)
第一节 分光光度计基本原理与结构 ·····	(55)
一、分子光谱与分光光度法·····	(55)
二、分光光度计的基本结构·····	(55)
三、分光光度计的光学系统简介·····	(58)
第二节 721 型分光光度计 ·····	(61)
一、主要技术参数·····	(61)
二、工作原理·····	(61)
三、光学系统·····	(61)
四、仪器结构·····	(62)
五、电路分析·····	(66)
六、波长校正·····	(68)
七、721 型分光光度计故障检修 ·····	(69)
第三节 721 型分光光度计功能扩增仪 ·····	(72)
一、工作原理·····	(72)
二、硬件设计·····	(73)
三、软件设计·····	(80)
四、扩增仪与 721 型分光光度计的联机·····	(82)
第四节 724 微型可见光分光光度计 ·····	(83)
一、仪器的结构与原理·····	(83)
二、电路原理·····	(83)

三、仪器的维护和保养·····	(87)
第五节 751G 型分光光度计·····	(88)
一、主要技术参数·····	(88)
二、光学系统·····	(88)
三、仪器结构介绍·····	(89)
四、电路分析·····	(91)
五、常见故障及其排除方法·····	(95)
第六节 53W 型紫外-可见分光光度计 ·····	(98)
一、光学系统·····	(99)
二、仪器结构·····	(99)
三、电路系统 ·····	(100)
四、仪器的使用 ·····	(104)
五、精密测试时仪器操作技巧 ·····	(105)
六、仪器电子系统的维护与典型故障分析 ·····	(105)
七、常见故障的排除 ·····	(107)
第七节 其它分光光度计·····	(108)
一、火焰光度计 ·····	(108)
二、原子吸收分光光度计 ·····	(111)
三、荧光分光光度计 ·····	(115)
习 题·····	(117)
 第四章 生化分析仪 ·····	(120)
第一节 工作原理及结构·····	(120)
一、连续流动式自动生化分析仪 ·····	(120)
二、分立式自动生化分析仪 ·····	(122)
三、离心式自动生化分析仪 ·····	(124)
第二节 DU 临床生化分析仪 ·····	(125)
一、DU 生化分析仪各部分组成框图 ·····	(126)
二、样品室 ·····	(126)
三、单色仪 ·····	(126)
四、主要电路介绍 ·····	(128)
第三节 自动生化分析仪的保养和维修·····	(139)
一、工作环境的要求 ·····	(139)
二、仪器的安装 ·····	(139)
三、仪器的维护 ·····	(139)
四、常见故障及排除方法 ·····	(140)
习 题·····	(142)

第五章 尿液分析仪	(143)
第一节 MA-4210 型电脑化尿液分析仪的原理与组成	(143)
一、仪器的测试原理	(143)
二、仪器的组成及工作原理	(144)
第二节 电路原理分析	(146)
一、电路原理框图	(146)
二、整机电路分析	(148)
第三节 仪器的安装、使用注意事项及维修保养	(150)
一、仪器的安装要求	(150)
二、仪器的使用注意事项	(150)
三、仪器保养与维修	(150)
习 题.....	(155)
第六章 酸度计与滴定仪	(156)
第一节 pH 值测定原理	(156)
一、pH 值	(156)
二、测量原理	(156)
三、酸度计电极的结构与性能	(159)
第二节 酸度计类型及结构特点.....	(165)
一、酸度计类型	(165)
二、结构特点	(166)
第三节 PHS-73A 型酸度计	(167)
一、电路工作原理	(167)
二、仪器校准	(173)
第四节 其它酸度计简介.....	(175)
一、PHS-2 型酸度计	(175)
二、PHS-3C 型数字式酸度计	(175)
第五节 酸度计的维护、保养与故障维修	(178)
一、电极的维护与保养	(178)
二、仪器的保养	(179)
三、电极部分的检修	(179)
四、仪器电路系统故障的检修	(180)
五、维修后的仪器校验	(181)
第六节 自动电位滴定仪.....	(181)
一、工作原理	(181)
二、仪器结构	(182)
三、控制电路	(183)
习 题.....	(183)

第七章 钾钠分析仪	(185)
第一节 离子选择性电极	(185)
一、离子选择性电极的分析原理	(185)
二、离子选择性电极的分类	(186)
三、离子选择性电极的特点	(189)
四、离子选择性电极的性能	(189)
五、离子选择性电极的应用	(191)
六、应用离子选择性电极的测定方法	(191)
第二节 钾钠分析仪的一般介绍	(193)
一、钾钠分析仪与火焰光度计的比较	(193)
二、钾钠分析仪的基本结构	(193)
三、几种典型仪器简介	(194)
第三节 IL501 钾钠离子分析仪	(197)
一、仪器特点	(197)
二、管路系统	(198)
三、传感系统	(198)
四、操作键、显示器选择开关与显示组件.....	(199)
五、测量显示电路	(200)
六、逻辑控制电路	(202)
七、电源电路	(207)
第四节 IL(DH)-501 钾钠分析仪的维修	(207)
一、仪器的维护	(207)
二、故障的检查	(209)
三、常见故障及其处理	(210)
习 题	(213)
 第八章 血气分析仪	(214)
第一节 血气分析理论	(214)
一、血液气体和酸碱度生理学基础	(214)
二、血气酸碱分析常用参数	(215)
第二节 测量电极	(217)
一、pH 电极	(217)
二、PCO ₂ 电极	(218)
三、PO ₂ 电极	(219)
第三节 血气分析仪原理及基本结构	(220)
一、工作原理	(220)
二、仪器结构	(221)

第四节	AVL-940 型血气分析仪	(221)
一、基本原理	.....	(222)
二、管路系统	.....	(223)
三、部分电路分析	.....	(224)
第五节	AVL-995 型血气分析仪	(232)
一、管路系统	.....	(233)
二、电路简介	.....	(236)
三、仪器的维护和保养	.....	(238)
第六节	血气分析仪的发展与展望.....	(245)
习 题	.....	(246)
第九章	血细胞计数器.....	(247)
第一节	血液的组成、特点及血细胞计数参数	(247)
第二节	血细胞计数原理.....	(248)
一、变阻脉冲法血细胞计数原理	.....	(248)
二、小孔管换能器	.....	(248)
三、血细胞的分类计数	.....	(249)
四、重合损失补偿	.....	(250)
五、定量原理	.....	(251)
第三节	血红蛋白测量原理.....	(255)
第四节	PC-603 型血细胞计数器	(256)
一、管路系统和工作流程	.....	(256)
二、电路分析及调整方法	.....	(258)
第五节	PC-603 型血细胞计数器故障检修	(266)
一、红细胞计数故障	.....	(266)
二、白细胞计数故障	.....	(267)
三、血红蛋白计数故障	.....	(268)
四、机器不工作	.....	(270)
五、堵孔灯闪	.....	(270)
六、清洗灯闪	.....	(271)
七、噪声灯闪	.....	(271)
八、稀释器故障	.....	(271)
九、特殊故障实例分析	.....	(271)
十、PC-603 型血细胞计数器的安装、保养及电路板调整	.....	(273)
第六节	血细胞计数器的发展.....	(277)
习 题	.....	(278)
第十章	分离分析仪器.....	(279)

第一节 电泳分离分析法.....	(279)
一、电泳原理	(279)
二、常用电泳技术	(281)
三、DY-WⅡ型电泳仪	(283)
四、BS-423 型稳流稳压电泳仪	(285)
五、DYY-Ⅲ2 型电泳仪	(286)
六、电泳仪的维修	(288)
七、几种电泳光密度扫描仪介绍	(289)
第二节 色谱分离分析法.....	(292)
一、色谱分离分析法概述	(292)
二、气相色谱仪	(293)
三、高效液相色谱仪	(297)
第三节 质谱分离分析法.....	(298)
一、质谱仪的组成及分类	(299)
二、质谱仪各部分工作原理介绍	(299)
三、质谱仪的分析特点	(303)
习 题.....	(303)
 第十一章 医学检验仪器的维修	(304)
第一节 医学检验仪器的特点和维护要求.....	(304)
一、医学检验仪器的特点	(304)
二、医学检验仪器的维护	(304)
第二节 医学检验仪器维修应具备的条件.....	(306)
一、对维修人员素质的要求	(306)
二、维修工具和测试仪器	(307)
三、技术资料	(308)
第三节 医学检验仪器出现故障的规律、种类和原因	(308)
一、仪器出现故障的规律	(308)
二、故障种类及发生原因	(308)
第四节 医学检验仪器维修的一般步骤和常用方法.....	(309)
一、检修工作的一般步骤	(310)
二、检查和判断故障的一般方法	(312)
三、元件替代——应急修理技术	(314)
第五节 医用检验仪器常用电子元器件的检查.....	(316)
习 题.....	(317)
 第十二章 医用检验仪器的管理与计量检定	(318)
第一节 医用检验仪器的管理	(318)

一、医用检验仪器的配置和选择	(318)
二、仪器的安装与使用管理	(320)
三、医用检验仪器的修理、保养	(321)
第二节 医用检验仪器的计量检定	(321)
一、医用检验仪器计量检定的意义	(321)
二、强制检定的医用检验仪器	(322)
三、如何做好医用检验仪器的计量检定工作	(322)
四、仪器修理与计量检定	(326)
第三节 我国医学计量监督管理概况	(326)
一、医学计量法律保证	(326)
二、我国计量监督管理体制	(326)
三、医疗单位计量机构的任务	(327)
习 题	(327)
 参考文献:	 (328)
附录: 计量名词定义	(329)

第一章 生物医学显微镜

1665年,Robert Hooke 发明了第一台显微镜,至今已有一百多年的历史。显微镜的出现为人类打开了微观世界的大门。借助显微镜,人们观测和研究了细胞、病菌等微小物体的结构和特性,由此奠定了细胞学和组织学的基础,并对生物学、遗传学、微生物学、病理学、医学和检验学的发展起了极大的促进作用。为了扩大观测领域,人们相继研制了不同用途的显微镜,例如明场显微镜、暗视场显微镜、倒置显微镜、荧光显微镜、偏光显微镜、相衬显微镜和干涉相衬显微镜等。光学显微镜的最高放大倍数为1600倍,分辨本领达到 $0.2\mu\text{m}$ 。

40多年前,Max Knoll 和 Ernst Ruska 发明了电子显微镜,它帮助人类进一步揭示了微观世界的奥秘,其放大倍率可达100万倍,分辨率达 $1\times 10^{-10}\text{m}$ 。

本章将简要介绍生物医学显微镜的基本原理、结构、性能、使用及维护,以及发展趋势。

第一节 医用光学显微镜

一、显微镜的成像原理

我们知道,放大镜的放大率由于受到各种条件的限制,不可能很高,因此用它来观察微小物体的形貌,是远不能满足要求的,这就需要借助于放大率更高的显微镜来观察。普通的光学显微镜是由两组透镜所组成,左边小的透镜代表一组焦距很短的透镜组,称为物镜;右边一组焦距较长的透镜组称为目镜。其成像原理如图1-1所示。

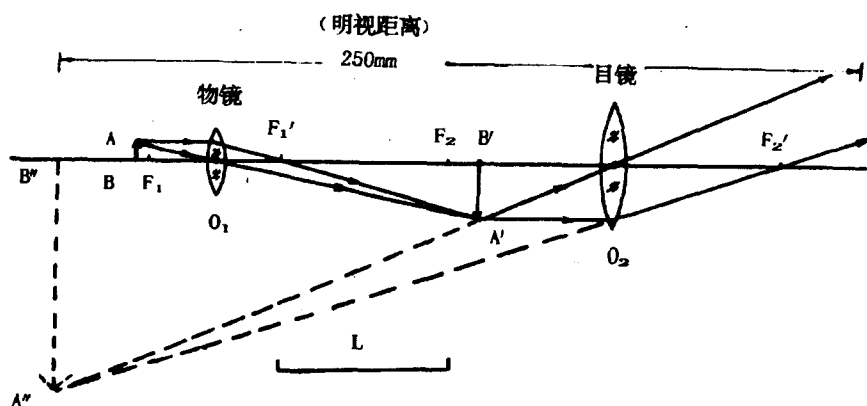


图 1-1 显微镜成像原理

将被观察的物体 AB 置于物镜前的物方焦点 F1 稍外的地方, 物体 AB 发出的光线经物镜 O₁ 放大后成一倒立实像 A'B' 于目镜前焦点附近, 再经目镜 O₂ 放大后, 我们就可以获得一个经两次放大的倒立虚像 A''B'', 该虚像呈现在观察者的明视距离处。

显微镜的视角放大率 Γ 为物镜和目镜放大率的乘积, 由下式决定:

$$\Gamma = \Gamma_{\text{目}} \cdot \beta = \frac{250}{f_2} \cdot \frac{\Delta}{f_1} = \frac{250}{f'} \quad 1-1$$

式中: f_1 —— 物镜焦距;

f_2 —— 目镜焦距;

f' —— 显微镜总焦距;

Δ —— 显微镜的光学筒长;

$\Gamma_{\text{目}}$ —— 目镜放大率;

β —— 物镜放大率。

二、显微镜的光学系统

光学系统是显微镜最重要的部分, 主要包括物镜、目镜、聚光镜和反射镜四个部件。严格地说也包括照明光源、滤光片、载玻片和盖玻片。

(一)物镜: 物镜是显微镜的核心组成部件, 它直接决定或影响着显微镜的成像质量和光学性能, 人们常将它比喻成显微镜的心脏。

1. 物镜的种类

按物镜的放大倍数不同, 可分为以下几类:

(1)低倍物镜: 它通常由一组双胶合透镜组成, 放大率为 3~6 $\times$, 数值孔径为 0.04~0.15, 如图 1-2(a)。

(2)中倍物镜: 由两组双胶合物镜组成(称为李斯特物镜), 放大率为 5~25 $\times$, 数值孔径为 0.15~0.40, 如图 1-2(b)。

(3)高倍物镜: 由一个前片和两组双胶合物镜组成(称为阿米西物镜), 放大率为 25~65 $\times$, 数值孔径为 0.35~0.85, 如图 1-2(c)。

(4)浸液(高倍)物镜: 其结构更为复杂, 在高倍物镜的前片镜和中组镜之间加了一个正弯月形透镜。物镜使用时前片必须浸在油或水里, 放大率为 90~100 $\times$, 数值孔径为 1.2~1.5, 如图 1-2(d)。

必须注意, 浸液物镜设计时已考虑到所用的浸液, 相应浸液随仪器附给(蒸馏水除外), 不能随意选用。

物体经过透镜后, 可望获得一个形状与原物相似、颜色相同的清晰像。然而, 由于多种因素的影响, 使像的形状和颜色与理想的像总是有差别, 这种差别, 叫像差。像差的存在, 直接影响像的清晰度或物像的相似性。根据像差产生的原因和条件, 主要分为球差、色差、像散、彗差、场曲和畸变等。

按像差的校正情况, 显微镜的物镜又可分为消色差物镜、复消色差物镜及平场物镜三大类。

(1)消色差物镜: 这类物镜校正了轴上点的位置色差和球差, 并使近轴点消除了正弦

差,但不能消除色球差。二级光谱和场曲较大,故不能用于重要的研究工作和显微摄影。

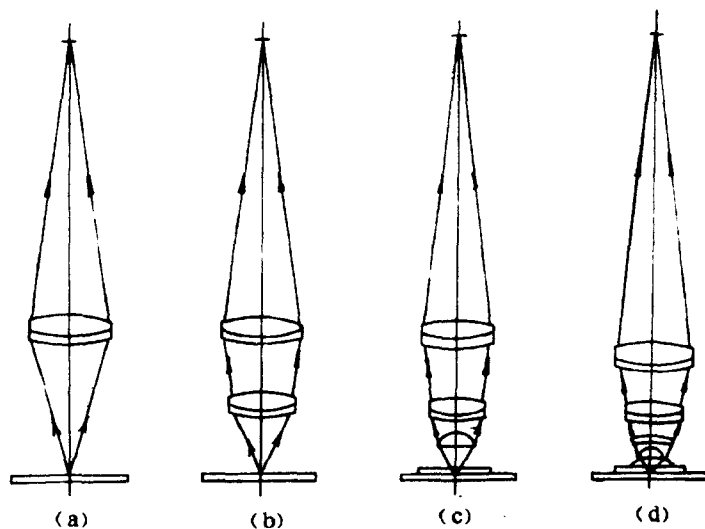


图 1-2 显微物镜

(2)复消色差物镜:这类物镜的某些透镜采用萤石作材料,二级光谱校正较好,因此物镜的像质较优。但其倍率色差并不能完全校正,在倍率色差大于1%时,要用目镜补偿,不过其场曲仍然较大。

此类物镜结构复杂、材料稀少、加工困难大,致使造价昂贵。但由于它成像质量极佳,在相同倍率下具有更大的数值孔径,对光源无苛刻要求,通常为研究型万能显微镜所采用。

(3)平场物镜:在系统中加入厚弯月形透镜可校正像面弯曲,这类物镜称为平场物镜。与普通物镜相比,它的主要优点是视场显著增大,在物镜像平面上的线视场可达25mm,并且工作距离也有所增长。平场物镜常用于广视野观测及显微摄影。

2. 物镜的识别

物镜的特征参数通常刻于镜头的外壳面,如图1-3所示。图中,(a)为10倍物镜,数值孔径为0.25,机械筒长为160mm,所用盖玻片为0.17mm;(b)为100倍物镜,数值孔径为1.25,机械筒长和盖玻片厚度分别为 ∞ 和0.17mm,“油”表示油浸物镜。对平场、消色差或复消色差等光学性能,也用特定字符表示于镜壳上。因此,用户一看镜壳即可知道该物镜性能。

(二)目镜:显微镜的目镜实质上是一个放大镜,它用来观察被物镜放大的像(中间像)。目镜的结构较物镜简单,通常由2~6块透镜分两组或三组组成,筒上端与眼接触的称接目镜,下端靠近视野的称会聚透镜或视野透镜,有放大作用。在目镜的物方焦面处设置一视场光阑用以限制物方视场大小,物镜的放大实像就在这个光阑面上成像,光阑面上可以安置目镜测微器或目镜指针。

目镜属于小孔径大视场系统,轴上像差可不予考虑,而应校正轴外像差。显微镜常用的目镜有:惠更斯目镜、冉斯登目镜、补偿目镜、平场目镜、平场补偿目镜、广角目镜、摄影负目镜等。

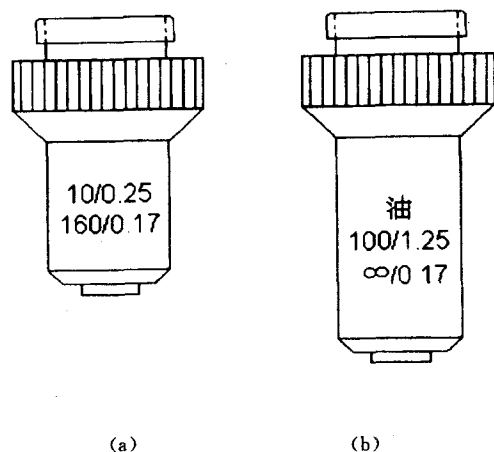


图 1-3 物镜参数表示

(三)显微镜的照明系统：为了使被观测的标本得到充分而均匀的照明，显微镜备有照明系统，通常由光源、滤光器、聚光镜、孔径光阑、视场光阑、聚光器等组成。物体的照明方式分为以下几种：

1. 反射照明

初级生物显微镜的标本是用自然光经反射镜后照明，反射镜分为平面镜与凹面镜两种，前者用于配有聚光器的显微镜，对没有聚光器的初级生物显微镜，则必须用凹面反射镜。

2. 临界照明

如图 1-4 所示，光源发出的光线经聚光器会聚在物平面 A 处，照亮被观察的标本。但由于光源像与标本平面重合，若光源面亮度不均匀则影响到物面照明也不均匀，并直接反应到观察视场内，影响观察，这是临界照明的缺点。其优点是结构简单，光能损失少。

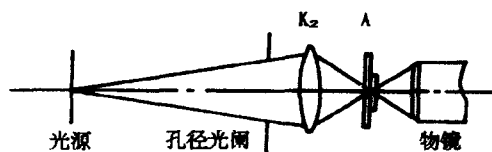


图 1-4 临界照明

3. 柯拉照明

临界照明的缺点，可在柯拉照明中得以解决。利用柯拉照明可使标本 A 得到均匀照明，如图 1-5 所示。光源发出的光线经聚光镜 K_1 后成像于可变光阑 J_2 上 (J_2 为孔径光阑)，再经聚光镜 K_2 后成像于物镜的入孔处，标本得到均匀照明。同时视场光阑 J_1 经聚光镜后成像于标本平面上。当改变可变视场光阑的大小时，物平面上的照明范围立即跟着变化，使物镜视场内的物体得不到照明，可减少杂散光。因此，这种照明方式可以使物平面界限清晰，亮度均匀。在中、高档显微镜中均采用此种形式。

必须指出，为使物镜的数值孔径得到充分利用，聚光镜应有与物镜相同或稍大的数值

孔径。对小数值孔径的低倍物镜,可用一块凹面镜作为聚光镜。但物镜数值孔径较大时,聚光镜需由多片透镜组成。在柯拉照明的高倍显微镜中,应采用消色差聚光镜系统,其光学结构几乎与高倍物镜一样,只是焦距长一些,使光束能通过载物玻璃照亮标本。当需要对视场光阑成较好的像时,必须采用消球差、消色差聚光器。

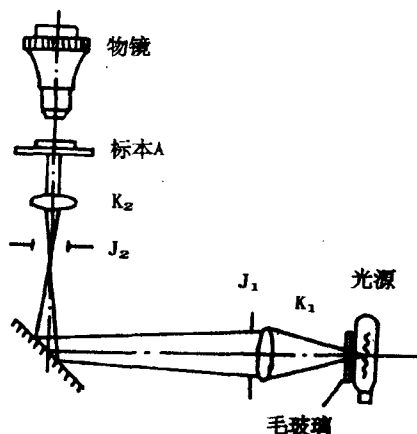


图 1-5 柯拉照明

在某些高档显微镜中,不仅需要透射光照明,也需要落射光照明,如荧光显微镜。落射光照明时物镜本身也作聚光器用,两者数值孔径相等。它的半透半反射镜上镀有折光膜,既能使光线反射又能使光线透过。该件质量要求高,加工难度大,易变形,使用时应特别注意保养。

综上所述,对显微镜照明系统的基本要求是:

- (1)光源的光谱分布最好近似于自然白光。
- (2)对物体的照明需要均匀。
- (3)被照明物体的照度要适中。光太强,物体的细节不易分辨,还易损伤眼睛。光太弱,会看不清细节。通常可通过调节电压或可变孔径光阑的直径使物体得到适当的照明。
- (4)光源的发热量不能过多地传递到镜头和标本,以免造成损害。特别是观察活标本时,过高的温度会造成活标本的死亡。这个问题通常通过安置滤热片来解决。

三、显微镜的机械结构

机械装置是为光学系统服务的。只有精密、灵活、准确的机械装置与良好的光学系统密切配合,显微镜才能发挥出它的最佳性能。

显微镜的结构如图 1-6 所示。机械装置由下列元件组成:

1. 镜座与镜臂

镜座是显微镜的基座,多呈马蹄形,用以支持整个镜体。有的显微镜在镜座内装有照明光源。镜臂呈弓形,立于镜座的后端。对直筒显微镜来说,几乎用它来支持整个光学系统和