

# 微生物学

俞大绂 李季伦 徐孝华 编

科学出版社

# 微生物学

俞大絨 李季伦 徐孝华 编

科学出版社

1965

## 內 容 簡 介

本书内容包括微生物形态、分类,生理,遗传变异,生态和历史五个部分。形态分类介绍除藻以外的各种微生物,但以细菌和真菌为重点;生理部分比较详细地叙述了细菌代谢作用的基本机制;遗传变异部分讨论了遗传和变异的概念,并介绍了微生物遗传的代表类型;生态部分包括微生物的分布,生态的物理、化学和生物因子及微生物作用的物质循环;历史部分概括地叙述了普通微生物学的发展简史。

本书可供综合性大学和专科学校微生物学专业的教学参考,并可作为微生物学教师和研究工作者的参考用书。

## 微 生 物 学

俞大绂 李季伦 徐孝华 编

\*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街 117 号

北京市书刊出版业营业许可证出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

1965 年 8 月 第 一 版 开本:787×1092 1/16

1965 年 8 月 第一次印刷 印张:27 1/8

精装:0001—1,850 插页:4

平装:0001—1,650 字数:612,000

统一书号:13031·2128

本社书号:3251·13—9

定价: [科六] 精装本 4.10 元  
平装本 3.40 元

# 前 言

地球上的一切生物可分別归納成三大类：动物、植物和原生物。原生物即通常所指的微生物，包括裂殖菌、蓝藻、真菌、藻、粘菌、原生动物以及病毒和立克次氏体。

微生物的体积大多非常微小，需在显微镜下才能視見。因此，在发明显微鏡以前，人类并不知道这类微小生物的存在。然而，它們却是很早就存在于人类四周的！地球上几乎到处都有微生物在生存和活动，甚至在动物体内也不例外。

人类和微生物之間有着密切的利害关系。自古以来人們就不得不和微生物打交道，即便在还没有認識它們的时候，人們就自发地利用了有益的微生物；并向有害的微生物进行不断的斗争。

当人們观察到水果或其他物質的自然发酵时，就发明了酿酒技术。在我国古书內有許多关于酿酒、制醋、制酱、腌菜等记录。为了防止食物变质和腐烂，人們采用了盐漬、糖醃、烟熏、干燥、酸化等措施以杀死或抑制有害微生物的生存或生长。人們凭观察和經驗曾体会到某些疾病有传染性，因而采用了隔离病人以防止传染的措施。此外，人們采用豆科植物进行輪作以提高土壤肥力的方法也是利用了微生物的活动。所有这一切知其然而不知其所以然的自然現象，直到发明了显微镜，确实看到微生物之后，才逐渐得到闡明。

自从在显微镜下看到微生物以后的一百年間，人們仅是观察和描述微生物，很少把微生物和它們的活动联系起来。这个时期，实际上还談不到微生物学。直到 200 多年后，巴斯德 (Louis Pasteur, 1822—1895) 和柯赫 (Robert Koch, 1853—1910) 才科学地指出微生物的生理活动及其重要性，才为微生物学奠定了基础。随后，貝格林克 (M. W. Beijerinck, 1851—1931) 和維諾格拉德斯基 (С. Н. Виноградский, 1856—1953) 进一步扩大了微生物学的領域，发现了自养型的微生物，并在微生物的生态和生物化学方面开展了广泛的研究。因此，开始建立了普通微生物学。

从巴斯德和柯赫到貝格林克和維諾格拉德斯基的年代被誉为微生物学的黄金时代。在这个时代中，全世界各国的微生物学家，犹如风起云涌般地进行艰苦的钻研工作，发现了各型各式的微生物，研究了它們的形态、分类和生理活动。以后的研究越来越深入和广泛。在应用微生物学方面建立了医学微生物学、农业微生物学、工业微生物学、食品微生物学、海洋微生物学等学科。在理論微生物学方面建立了真菌学、細菌学、病毒学、藻类学、微生物生理学、微生物遗传学和免疫学等学科。总之，以微生物的本質及其活动为中心，已发展成許多比較独立的微生物学科。

虽然微生物的类型差异很大，但它們的基本生理、生态和遺传机制却有共同的規律。在微生物学的各个专门学科之間仍然彼此相互联系。分析这些学科之間的統一性和进一步提高微生物的应用和理論水平，必然趋向普通微生物学的綜合途径。这是发展普通微生物学的一个主流。

普通微生物学发展的另一个主流是生物化学。当十七到十八世紀时生物化学曾向两个方向发展。十七世紀开始研究葯物化学。十八世紀开始从新的观点研究有机化合物，

不仅研究其药效,而且研究有机物质在生物体内的变化过程。1789年拉瓦锡(Lavosier)研究在酒精发酵中糖转变成乙醇和 $\text{CO}_2$ 的过程,标志着生物化学研究的一个转折点。自十九世纪开始,生物化学已建立成为一个相当完整的学科,阐明了各种有机物质在生物体内分解和合成的代谢过程;酶的结构和功能,生物能量转变等基本生物化学过程的机制;并进一步发展了比较生理和生物化学。在这些工作中有绝大部分是利用微生物作为研究对象所获得的结果。由于这些研究工作,将有机化学的一部分开始转变为有机物质代谢过程的化学,即微生物生理学,而最后演变成生物化学。这两个学科之间的相互联系愈来愈密切,几乎无法分开。近代生物化学发展异常迅速,使得对微生物生命活动机制的了解也愈来愈深入。这就扩大了普通微生物学的范围和丰富了它的内容。

微生物遗传学是普通微生物学的另一个主流。研究高等动植物的遗传机制很难达到细胞水平和分子水平。因此,经典遗传学发展到一定阶段将受到必然的限制。自从采用微生物作为研究遗传学的对象后,在短短的二十年内已将遗传学推到了分子水平,其进展的迅速和成果的辉煌均超过其他生物科学部门。微生物遗传学在整个生物科学中有着重要的地位。

从表面现象来看,微生物学是由广博趋向专门化,而实际上,愈趋专化,相互间的联系也愈显得密切。当前无论应用微生物学或理论微生物学的工作者,都必须有微生物形态、分类、生理、生态和遗传变异的基本知识,即普通微生物学的基本知识。时至今日,微生物的应用范围越来越广,理论研究越来越深入。所以,在学习微生物学入门的第一个课程,即普通微生物学的过程中,应该首先获得微生物学的基本知识。

为了达到上述目的,在这本书内主要是尽量介绍普通微生物学的基本知识,至于有关应用方面的问题,将由土壤微生物学、发酵微生物学和抗菌素等专业学科作详细的介绍。本书仅在讨论某种微生物时附带指出其有益或有害的作用。

全书包括四个主要部分:形态分类、营养生理、遗传变异和生态。形态分类和营养生理两部分大都是介绍基本知识,而遗传变异和生态两部分虽然主要也是介绍基本知识,同时也介绍一部分需要较多推测性的问题,以锻炼同学的独立思考能力。此外,书内还附有研究微生物的基本技术和微生物学简史。期望在学习完这门课程后,能获得微生物学广泛的基础知识,并了解微生物以往的发展过程以及最近进展的趋势,因而能对普通微生物学有一个整体的概念。书中难免没有遗漏和错误,希望读者随时指正,以便日后不断作修改和订正。

全书内表格和插图均系自各种专刊、杂志和课本中引用。兹不复开列其来源。

本书的真菌部分承林传光先生,病毒部分承周家熾和裘维蕃两位先生,原生动物部分承熊大仕先生,放线菌部分承宋大康先生,生理部分承閻龙飞先生,遗传学部分承李竞雄先生,免疫学部分承罗仲愚先生阅读并提出宝贵意见。又本书的部分内容承北京农业大学微生物专业的吴继林先生,娄隆后先生和陈文新先生阅读。著者向他们致以深切谢意。著者并感谢董元先生绘制若干图表以及其他同志协助编写和校对工作。

最后,著者深切感谢科学出版社编辑同志的大力协助,特别是代为征集许多插图的图版。

俞大纹 李季伦 徐孝华 1964年6月,北京

# 目 录

前言	(iii)
----	-------

## 第一編 显微镜和染色技术

第一章 显微镜	(1)
一、普通光学显微镜	(1)
(一) 显微镜的构造	(1)
(二) 显微镜的性能	(3)
二、暗视野显微镜	(5)
三、相差显微镜	(5)
四、紫外线显微镜	(6)
五、电子显微镜	(7)
第二章 染色剂和染色	(9)
一、染色剂	(9)
二、染色的机制	(14)
三、染色方法	(15)
(一) 固定	(15)
(二) 染色液	(15)
(三) 媒染剂	(15)
(四) 鉴别染色	(15)
四、指示剂	(17)

## 第二編 微生物的形态和分类

第三章 裂殖菌——(I) 細菌	(21)
一、裂殖菌的分类	(21)
二、細菌	(22)
(一) 細菌的形态	(22)
(二) 細菌细胞的结构	(24)
(三) 細菌的分类	(34)
第四章 裂殖菌——(II) 放綫菌	(56)
一、放綫菌的分布	(56)
二、放綫菌的形态	(56)
三、放綫菌的分类	(60)
四、放綫菌的生理	(61)
五、放綫菌所产生的抗菌素	(61)
六、抗菌素的測定	(62)



第五章 真菌	(63)
一、真菌的一般形态	(63)
(一) 营养器官	(63)
(二) 繁殖器官的构造	(65)
二、真菌的分类	(68)
(一) 藻状菌纲	(68)
(二) 子囊菌纲	(77)
(三) 担子菌纲	(93)
(四) 半知菌类	(98)
第六章 病毒、立克次氏体和类胸膜肺炎菌	(104)
一、病毒的一般生物学特性	(104)
(一) 病毒的形态和体积	(104)
(二) 病毒的化学本质	(107)
(三) 病毒对物理和化学因子的抵抗力	(108)
(四) 病毒的培养	(108)
(五) 病毒的寄主范围	(109)
(六) 病毒的侵入和繁殖	(109)
(七) 病毒和寄主的关系	(109)
(八) 病毒的变异	(110)
(九) 病毒的传播	(110)
二、病毒的分类	(111)
(一) 动物病毒	(111)
(二) 昆虫病毒	(112)
(三) 植物病毒	(113)
(四) 噬菌体	(113)
(五) 细菌素	(116)
三、立克次氏体	(117)
四、类胸膜肺炎菌	(118)
第七章 其他微生物	(120)
一、粘菌	(120)
(一) 生活循环	(120)
(二) 营养和人工培养	(122)
(三) 分类	(123)
(四) 分布和传播	(123)
(五) 用途	(124)
二、蓝藻	(124)
(一) 蓝藻的特性	(124)
(二) 蓝藻的分类	(125)
三、藻	(127)
(一) 形态	(127)

(二) 生理 .....	(127)
(三) 繁殖 .....	(128)
(四) 分类 .....	(128)
四、原生动物 .....	(132)
(一) 原生动物的特性 .....	(132)
(二) 原生动物的分类 .....	(133)

### 第三編 微生物的生理

第八章 微生物的营养 .....	(138)
一、微生物細胞的化学組成 .....	(138)
(一) 水和无机元素 .....	(138)
(二) 有机化合物的組成 .....	(139)
二、微生物的营养类型 .....	(143)
三、营养物质 .....	(144)
(一) 碳素化合物 .....	(144)
(二) 氮素化合物 .....	(145)
(三) 生长素 .....	(146)
(四) 矿质元素 .....	(150)
(五) 水 .....	(151)
(六) 氧气 .....	(152)
四、营养缺陷型 .....	(152)
五、营养物质的吸收 .....	(154)
(一) 细胞质膜的结构 .....	(154)
(二) 细胞质膜的透性 .....	(155)
(三) 被动吸收和主动吸收 .....	(156)
六、培养基 .....	(157)
(一) 培养基的类型 .....	(157)
(二) 配制培养基的原则 .....	(161)
第九章 微生物的酶 .....	(163)
一、酶的一般性质 .....	(163)
二、酶的结构 .....	(163)
(一) 酶蛋白 .....	(164)
(二) 活性中心 .....	(164)
(三) 酶的活性基 .....	(165)
三、酶的命名和分类 .....	(175)
(一) 酶的命名 .....	(175)
(二) 酶的分类 .....	(176)
四、酶反应的性质 .....	(177)
(一) 酶的催化性 .....	(177)
(二) 酶的专一性 .....	(178)



(三) 酶反应的可逆性 .....	(179)
五、影响酶反应速度的因素 .....	(179)
(一) 酶浓度 .....	(180)
(二) 底物浓度 .....	(180)
(三) 温度 .....	(181)
(四) pH 值 .....	(182)
(五) 抑制剂 .....	(182)
(六) 激活剂 .....	(184)
六、酶在微生物细胞中的分布 .....	(185)
七、微生物酶的生成 .....	(185)
(一) 酶的诱导生成——诱导酶 .....	(186)
(二) 酶生成的阻抑 .....	(187)
第十章 能量代谢 .....	(189)
一、微生物的能量来源 .....	(189)
(一) 光能 .....	(189)
(二) 化学能 .....	(189)
二、微生物能量转移的中心站——ATP .....	(190)
(一) ATP .....	(190)
(二) CoA .....	(191)
三、ATP 的生成 .....	(192)
(一) 光合磷酸化作用 .....	(192)
(二) 氧化磷酸化作用 .....	(195)
四、ATP 的利用 .....	(208)
第十一章 异化作用 .....	(210)
一、多糖的分解 .....	(210)
(一) 淀粉的水解 .....	(210)
(二) 纤维素的水解 .....	(211)
(三) 半纤维素的水解 .....	(211)
(四) 果胶质的水解 .....	(211)
(五) 甲壳质的水解 .....	(211)
(六) 透明质酸的水解 .....	(212)
(七) 细菌细胞壁粘质复合物的分解 .....	(212)
二、双糖的分解 .....	(212)
三、单糖的降解 .....	(212)
(一) 己糖的降解 .....	(212)
(二) 戊糖的降解 .....	(236)
四、醇和有机酸的降解 .....	(237)
(一) 糖醇的氧化 .....	(237)
(二) 乙醇的氧化 .....	(237)
(三) 乙酸的氧化——乙醛酸环 .....	(238)

---

五、脂肪和脂肪酸的分解	(240)
(一) 脂肪的水解	(240)
(二) 脂肪酸的降解	(240)
六、芳香族化合物的分解	(242)
七、炔类物质的分解	(243)
八、氫的氧化	(243)
九、CO 的氧化	(244)
十、蛋白質和氨基酸的分解	(244)
(一) 蛋白質的水解	(244)
(二) 氨基酸的降解	(245)
十一、硝化作用和反硝化作用	(250)
(一) 硝化作用	(250)
(二) 反硝化作用	(251)
第十二章 同化作用	(252)
一、生物固氮和硝酸还原	(252)
(一) 生物固氮	(252)
(二) 硝酸还原作用	(254)
二、氨基酸和蛋白質的合成	(255)
(一) 氨基酸的合成	(255)
(二) 蛋白質的生物合成	(263)
三、核苷酸和核酸的生物合成	(266)
(一) 核苷酸的合成	(266)
(二) 核酸的合成	(270)
四、維生素和酶活性基的合成	(272)
(一) 硫胺素和辅脫羧酶	(272)
(二) 核黄素和黄素核苷酸	(272)
(三) 烟酸和烟酰胺核苷酸	(272)
(四) 泛酸和辅酶 A	(272)
(五) 生物素	(273)
(六) 对氨基苯甲酸(PABA)和叶酸	(273)
(七) 其他	(273)
五、CO <sub>2</sub> 的同化	(274)
(一) 自养型 CO <sub>2</sub> 的同化	(274)
(二) 异养型 CO <sub>2</sub> 的同化	(276)
六、多糖的合成	(277)
(一) 细菌荚膜多糖物质的合成	(277)
(二) 纤维素的合成	(278)
(三) 淀粉和糖原的合成	(278)
(四) 葡萄糖胶和果糖胶的合成	(279)
(五) 甲壳质的合成	(279)

(六) 细菌细胞壁粘质复合物的合成 .....	(279)
七、脂肪酸和脂肪的合成 .....	(281)
(一) 脂肪酸的合成 .....	(281)
(二) 脂肪的合成 .....	(282)
(三) 卵磷脂的合成 .....	(283)
八、次生物质的合成 .....	(283)
第十三章 微生物的生长 .....	(285)
一、细菌的生长 .....	(285)
(一) 细菌生长的测量方法 .....	(285)
(二) 细菌的生长曲线 .....	(286)
二、真菌的生长 .....	(289)
三、影响生长和死亡的环境因子 .....	(289)
(一) 化学因子 .....	(290)
(二) 物理因子 .....	(290)
第十四章 抑菌、灭菌和化学治疗 .....	(295)
一、抑菌和灭菌所利用的物理和化学因子 .....	(295)
(一) 物理因子 .....	(295)
(二) 化学因子 .....	(300)
二、化学治疗 .....	(304)
(一) 606 和 914 .....	(304)
(二) 磺胺药剂 .....	(304)
(三) 抗菌素 .....	(306)

#### 第四編 微生物的遗传和变异

第十五章 經典遗传学 .....	(312)
一、孟德尔遗传定律 .....	(312)
二、染色体和遗传 .....	(313)
(一) 有絲分裂 .....	(314)
(二) 減数分裂 .....	(314)
(三) 连锁和交换 .....	(315)
(四) 染色体图 .....	(315)
(五) 染色体的畸变 .....	(316)
第十六章 微生物遗传 .....	(318)
一、真菌遗传 .....	(318)
(一) 链孢霉的杂交 .....	(318)
(二) 链孢霉的生化遗传 .....	(320)
(三) 异核现象和准性生殖 .....	(322)
二、酵母菌遗传 .....	(325)
三、原生动物的遗传 .....	(327)
(一) 小双核草履虫的放毒性及其遗传机制 .....	(327)

(二) 草履虫抗原型遗传 .....	(328)
四、細菌遺传.....	(328)
(一) 转化 .....	(328)
(二) 转导 .....	(330)
(三) 重组 .....	(331)
五、病毒遺传.....	(333)
(一) 噬菌斑突变 .....	(333)
(二) 寄主范围突变 .....	(333)
(三) 重组 .....	(334)
六、遺传物質的化学本质.....	(336)
(一) 核酸分子结构 .....	(336)
(二) DNA 的复制.....	(337)
(三) 遺传信息的传递 .....	(338)
(四) 遺传密码 .....	(338)
第十七章 微生物的变异.....	(339)
一、原生动物的变异.....	(339)
二、細菌的变异.....	(340)
(一) 暂时变异性 .....	(340)
(二) 永久变异性 .....	(341)
(三) 突变 .....	(343)
三、誘变剂.....	(347)
(一) 輻射誘变 .....	(347)
(二) 化学誘变剂 .....	(350)
第十八章 微生物的适应性和进化.....	(353)
一、适应性.....	(353)
(一) 暂时适应性 .....	(353)
(二) 持久适应性 .....	(353)
二、微生物的起源.....	(354)
三、自然选择学說.....	(355)
四、微生物的进化.....	(358)

### 第五編 微生物的生态

第十九章 微生物的分布.....	(362)
一、微生物在土壤内的分布.....	(362)
二、微生物在水中的分布.....	(363)
三、微生物在大气中的分布.....	(364)
四、微生物在动物和植物上的分布.....	(365)
第二十章 微生物的物理和化学环境.....	(366)
一、营养.....	(367)

二、温度·····	(369)
三、光·····	(369)
四、渗透压·····	(370)
五、氢离子浓度·····	(370)
第二十一章 微生物的生物环境·····	(372)
一、同住现象·····	(372)
二、对抗现象·····	(373)
三、共生·····	(375)
(一) 根瘤菌和豆科植物·····	(375)
(二) 原生动物和昆虫·····	(375)
(三) 菌根菌·····	(375)
四、寄生现象·····	(377)
(一) 柯赫原则·····	(378)
(二) 寄生物和寄主的关系·····	(378)
(三) 寄主的免疫性·····	(378)
(四) 寄主的抗病机制·····	(379)
第二十二章 微生物和物质循环·····	(385)
一、碳素循环·····	(386)
二、氮素循环·····	(387)
三、硫素循环·····	(389)
四、磷素循环·····	(391)
<b>附    录</b>	
第二十三章 微生物学史·····	(393)
一、微生物的发现·····	(393)
二、微生物的鉴定和分类·····	(394)
三、近代微生物学的发展·····	(403)
微生物学名索引·····	(407)
内容索引·····	(411)

# 第一編 顯微鏡和染色技術

## 第一章 顯微鏡

微生物的體積極為微小，必需借助於顯微鏡將它們放大才能看見。以往最簡單的顯微鏡僅由幾塊透鏡組成，而當前所使用的顯微鏡由一套透鏡組成。顯微鏡通常能將物象放大到約 2,000 倍。除了我們常用的普通顯微鏡外，還有相差顯微鏡、暗示野顯微鏡和紫外光顯微鏡等。上述幾種顯微鏡都是利用光源的光學顯微鏡。電子顯微鏡是利用電子波檢視物體。電子顯微鏡可將物體放大 10,000—30,000 倍，通過照象裝置最終可放大 200,000 倍，因而能識別細胞較微細的結構。在近代科學的進展中起很大的促進作用。

### 一、普通光學顯微鏡

#### (一) 顯微鏡的構造

普通光學顯微鏡的構造可分為兩大部分：一為機械裝置；一為光學系統。這兩部分很好地配合才能發揮顯微鏡作用。

#### 1. 機械裝置

**鏡座：**鏡座為穩定整個顯微鏡用，具有一定的形狀，如蹄形、橢圓形、三角形等。

**鏡臂：**直立于鏡座右側，用以支持鏡筒、鏡台和照明裝置用。鏡臂上並裝有調焦裝置。在鏡臂下端通常裝有能活動的傾斜關節，以調節傾斜角度而便於觀察。

**鏡台：**鏡台供放置鏡檢物體用，有圓形和方形。表面平滑，中央有鏡台孔，可使光線通過。鏡台有固定式和移動式兩種。在鏡台上有固定標本用的彈簧夾子及標本移動器。在標本移動器和移動鏡台上有標尺。

**鏡筒及附件：**鏡筒是連接目鏡和物鏡的圓筒。由被檢物體入射的光線在鏡筒內造成物象。鏡筒上下口徑的大小

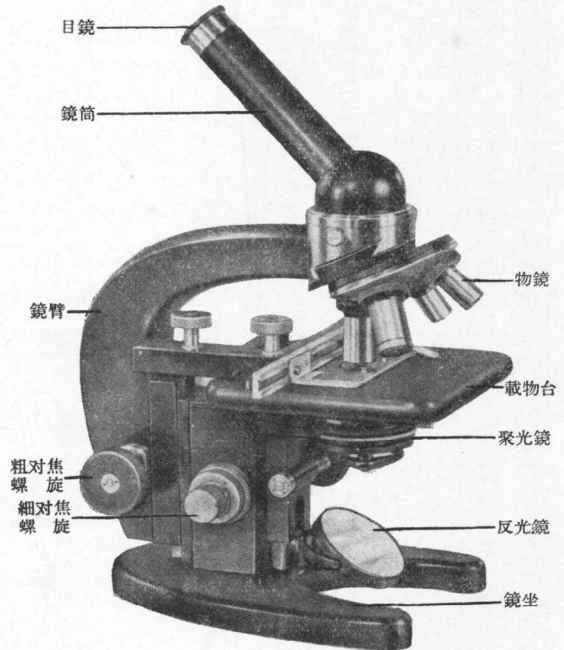


圖 1-1 顯微鏡結構圖。

都按國際標準而定。鏡筒長度也是固定的。有的鏡筒帶抽筒可以調節筒長。鏡筒下端連接物鏡轉換器。轉換器上通常裝有三到四個放大倍數不同的物鏡，可以轉換使用，但不能隨意取下轉換器以免影響光軸失去中心。此外，在鏡筒上附有調焦裝置，即粗對焦螺旋和細對焦螺旋。轉動粗對焦螺旋可以找到物象，但不夠清楚。細對焦螺旋可精確地對準焦點，看到清晰的物象。調焦裝置是顯微鏡上的一個重要部分，因為對不準焦點就不能看清被檢視的物體。

## 2. 光學系統

**目鏡：**目鏡位於鏡筒頂端，由兩塊透鏡組成。上面一塊叫接目透鏡，下面一塊叫會聚透鏡。目鏡能放大物鏡所造成的象。放大的倍數刻在目鏡上，以 $5\times$ 、 $10\times$ 等字樣表示。上下透鏡之間有一個光闌，光闌的邊緣即為視野境界。通常使用的目鏡為惠更斯目鏡和補償目鏡。惠更斯目鏡的兩塊透鏡都為平凸單透鏡，凸面向下（圖1-3A）。補償目鏡為

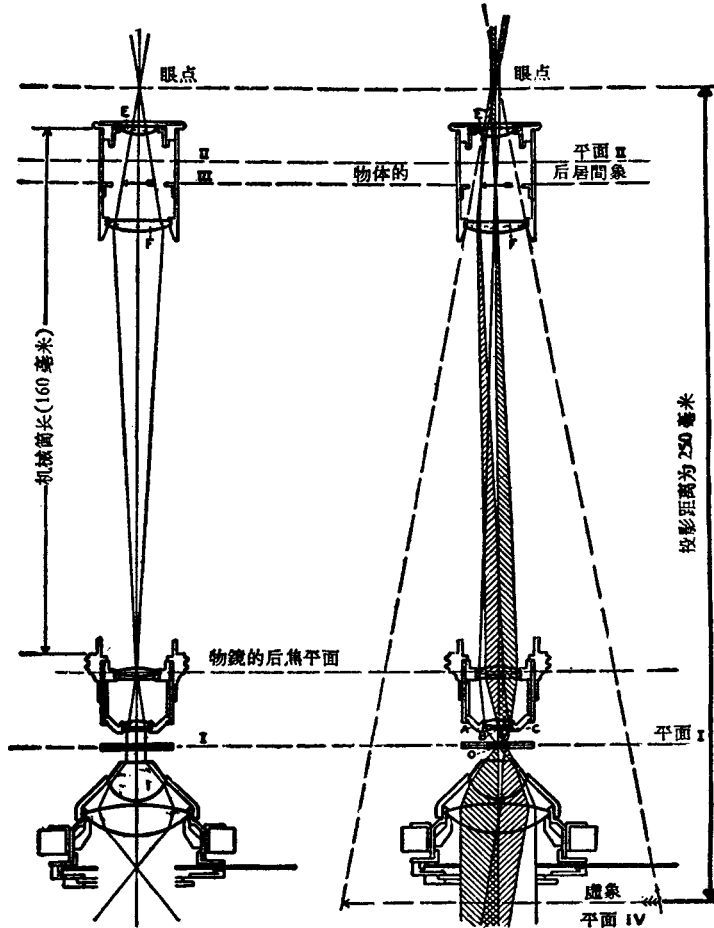


圖 1-2 光線通過顯微鏡時的途徑。



三块透镜组成,上面为一块平凹透镜和一块双凸透镜合在一起,下面为一块平凸透镜,凸面向下(图 1-3B),补偿目镜要和复消色差物镜配合使用,可抵消物镜造成的色差和象差,使物象清晰。

**物镜:** 物镜是显微镜上最重要的部分。它的功用为聚集来自标本任何一点的光线和利用入射光对被检物体做第一次造象。物镜由几组透镜组成,每组中又包括几块透镜。因为光线经过透镜时,通过中轴的象和通过边缘的象不在同一平面上,而使造象不清楚,称为象差。此外,各色光的折射率不同也引起造象不清楚,称为色差。利用几种球面和光学特性不同的玻璃制成的透镜来组成接物镜就可以消除象差和色差。物镜具有一定的放大率,其放大率和透镜焦距成反比。透镜的弯曲度愈大,焦距愈短,放大率就愈大。通常显微镜上装有四个放大率不同的物镜,其放大倍数刻在物镜上。根据物镜用法的不同,可分为干燥系物镜和油浸系物镜。采用干燥系物镜是光线自标本射出后,经过空气发生折射,然后进入物镜。使用油浸系物镜是在标本与物镜间加入一种和玻璃折射率相同的介质,可以避免光线由一个介质进入另一个介质所发生的散光现象。通常以香柏油作为油浸镜的介质,香柏油的折射率为 1.51。干燥系物镜不能做为油浸系物镜使用。

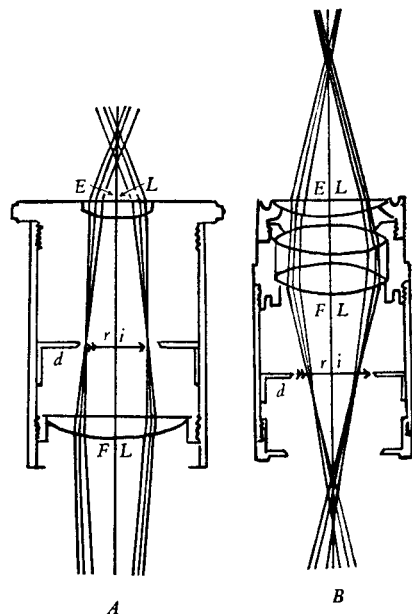


图 1-3 图示惠更斯目镜(A)及补偿目镜(B)。  
EL. 接目透镜; FL. 视野透镜;  
d. 光阑; ri. 实象。

**反光镜:** 反光镜是一个双面镜子。一面为平面,另一面为凹面。它位于显微镜的下方,起接受外来光线并将光线送至聚光镜的作用。反光镜可向任意方向转动以对准光源。通常都用平面镜(图 1-4)。

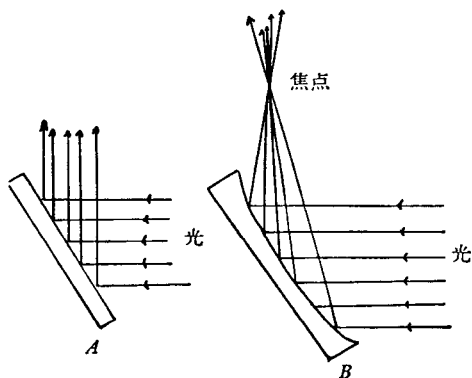


图 1-4 反光镜的反光样式。  
A. 平面反光镜; B. 凹面反光镜。

**聚光镜:** 聚光镜是由几块透镜组成。它可以聚集由反光镜射来的光,并可矫正色差。聚光镜安装在镜台下方的聚光镜支架上。靠螺旋装置可使它上下移动,以调节光的明暗。在聚光镜下装有虹彩光圈,可以调节入射光束的大小。

## (二) 显微镜的性能

显微镜分辨能力的高低决定于光学系统的各种条件。被观察的物体象必需放大率高,而且清晰。物体经放大后,能否呈现清晰

的微細結構,首先取決於物鏡的性能,其次為目鏡和聚光鏡的性能。

### 1. 數值口徑

物鏡和聚光鏡都有一定的數值口徑。數值口徑的大小和顯微鏡的分辨能力有關。通常以下式表示數值口徑:

$$N.A. = n \sin \frac{\alpha}{2}$$

式中,  $N.A.$  代表數值口徑,  $n$  代表物體和物鏡間介質的折光率,  $\alpha$  代表光綫投到物鏡上的最大角度。由公式可見,介質的折光率愈大,數值口徑也愈大。數值口徑大,顯微鏡的分辨能力強。例如,用干燥系物鏡時,空氣的折光率為 1,而用油浸系物鏡時,香柏油的折光率為 1.51。 $\sin \frac{\alpha}{2}$  的值經常小於 1,因而油浸系物鏡的數值口徑比干燥系物鏡大。當  $\alpha$  為  $180^\circ$  時,  $\sin \frac{\alpha}{2}$  的值最大,即  $\sin \frac{\alpha}{2} = 1$ 。然而鏡口角為  $180^\circ$ ,即表明物鏡與標本相接觸,實際已不能觀察。所以一般油浸鏡的數值口徑為 0.85—1.4,干燥系物鏡的數值口徑為 0.05—0.75。使用某一物鏡時,應配合一定數值口徑的聚光鏡,一般聚光鏡的數值口徑大於或等於物鏡的數值口徑為合宜,否則物鏡性能受到影響。

### 2. 分辨力

分辨力是指分辨物體細微結構的能力。分辨力與能夠分辨出的物體兩點間的最短距離( $D$ )有關。而  $D$  又和二分之一波長( $\lambda$ )和物鏡的數值口徑有關。因為光波只能對比其波長較長的物體造象,若某個物體小於  $1/2$  波長,光綫可繞過該物體,不能造象。 $D$  可用下式表示:

$$D = \lambda/2N.A.$$

可見光的波長為 0.4—0.8 微米,平均波長為 0.55 微米。若用數值口徑為 0.65 的物鏡,則  $D = 0.55$  微米/ $2 \times 0.65 = 0.44$  微米。這表示被檢物體或其上某結構在 0.44 微米以上時可被觀察到,若小於 0.44,就不能視見。如果使用數值口徑為 1.25 的物鏡,則  $D = 0.22$  微米。凡被檢物體長度大於這個數值,均能視見。由此可見, $D$  值愈小,分辨力愈高,物象愈清楚。根據上式可通過:(1)減低波長;(2)增大折光率和(3)加大鏡口角來提高分辨力。紫外光顯微鏡和電子顯微鏡就是利用短波光 and 電子波來提高分辨力以檢視較小的物體的。物鏡分辨力的高低與造象是否清楚有密切的關係。目鏡沒有這種性能。目鏡只起放大物鏡所造的象的作用。

### 3. 放大率

顯微鏡放大物體,首先經過物鏡第一次放大造象,目鏡在明視距離造成第二次放大象。放大率就是最後的象和原物體兩者體積大小之比例。因此,顯微鏡的放大率( $V$ )等於物鏡放大率( $V_1$ )和目鏡放大率( $V_2$ )的乘積,即:

$$V = V_1 \times V_2$$