

高等学校教材

动物学简明教程

DONGWUXUE JIANMING JIAOCHENG

主编 李淑梅



西安地图出版社

动物学简明教程

主 编 李淑梅

副主编 史留功 周 琳 李季平

编 委 (以作者姓氏笔画为序)

王 进 史留功 权玉萍 李季平

李淑梅 陈庆华 周 琳 梁子安

西安地图出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

动物学简明教程/李淑梅, 史留功编著.—西安: 西安
地图出版社, 2008.6

ISBN 978-7-80748-303-8

I. 动... II. ①李...②史... III. 动物学—教材 IV. Q95

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 099997 号

动物学简明教程

李淑梅 主编

西安地图出版社出版发行

(西安市友谊东路 334 号 邮政编码: 710054)

新华书店经销 黄委会勘测规划设计研究院印刷厂印刷

787 毫米×1092 毫米 1/16 开本 20.125 印张 465 千字

2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-80748-303-8

定价: 30.00 元

前 言

动物学是高等师范院校生物专业的主要基础课程。本课程系统讲授动物学基础理论、基本知识和动物生命活动基本规律。教学宗旨是在传授动物学知识、培养学生能力的过程中提高学生的素质,使学生系统牢固地掌握动物学的基本理论和基础知识,了解动物学的发展前沿、学科热点和存在的问题,开阔眼界,启迪思维,以较好的综合素质、扎实的知识基础和良好的学习状态进入后续课程的学习。同时,注重培养学生的创新能力,以适应基础教育改革对中学师资的迫切需要。

我们根据多年的教学经验和讲义,整理编写了这本动物学简明教程。本教材在编写过程中以动物演化进程为顺序,以综合讲述为主,突出各主要门的特点,各纲主要以代表动物为例介绍纲的主要特征,图文并茂,内容具体直观,学生容易接受。本教材既注重与后续课程的衔接,又避免不必要的知识重复。同时,适当删除了进化关系不明确、与人类关系不密切的部分小门类及部分形态学内容。适合师范院校生物专业本、专科学生及相关人员参考使用。

本教材共 22 章,绪论,第一章,第二章,第十一章,第二十一章,由周口师范学院生命科学系周琳编写;第五章,第六章,由周口师范学院生命科学系史留功编写;第三章,第四章,第十二章,第十三章,由周口师范学院生命科学系李季平编写;第七章,第十章,由周口师范学院生命科学系王进编写;第十七章,第十八章,第十九章,由周口师范学院生命科学系李淑梅编写;第二十章,第二十二章,由商丘永城职业学院陈庆华编写;第八章,第九章,由南阳师范学院生命科学系梁子安编写;第十四章,第十五章,第十六章,由焦作师范高等专科学校理化生系权玉萍编写。

限于作者的水平,书中难免有不当之处,恳请读者批评指正,以求改进。

本书编写过程的参考文献,限于篇幅,没有一一列出,对提供参考文献的作者表示真诚的谢意。在出版过程中,得到出版社的大力支持和热情帮助,谨此致谢。

编 者

2008 年 1 月

目 录

绪 论	(1)
第一节 生物的分界及动物在其中的地位	(1)
第二节 动物学及其分科	(2)
第三节 动物分类的知识	(4)
第一章 动物的细胞和组织	(7)
第一节 细胞	(7)
第二节 多细胞动物的组织	(10)
第二章 多细胞动物的胚胎发育	(13)
第三章 单细胞真核生物——原生动物门 (Protozoa)	(19)
第一节 原生动物门的主要特征	(19)
第二节 原生动物门分类	(20)
第三节 原生动物的系统发展	(35)
第四章 侧生动物——海绵动物门 (Porifera)	(37)
第一节 海绵动物的身体结构和主要特征	(37)
第二节 海绵动物门的分类及分类地位	(42)
第五章 辐射对称的动物——腔肠动物门 (Coelenterala)	(43)
第一节 腔肠动物门的主要特征	(43)
第二节 腔肠动物门代表动物——水螅 (Hydra)	(45)
第三节 腔肠动物门的分类	(50)
第四节 腔肠动物的系统发展	(55)
第六章 三胚层无体腔动物——扁形动物门 (Platyhelminthes)	(57)
第一节 扁形动物门的主要特征	(57)
第二节 扁形动物门代表动物——三角涡虫 (Dugesia)	(58)
第三节 扁形动物门分类	(64)
第四节 扁形动物的系统发展	(77)
第七章 原腔动物 (Protocoelomata)	(78)
第一节 线虫动物门 (Nematoda)	(78)
第二节 轮虫动物门 (Rotifera)	(86)
第三节 腹毛动物门 (Gastrotricha)	(89)
第四节 原腔动物的系统发生	(89)
第八章 环节动物门 (Annelida)	(91)
第一节 环节动物门的特征	(91)
第二节 环节动物门代表动物——环毛蚓 (Pheretima)	(95)
第三节 环节动物门的分类	(100)

第四节 环节动物的系统发展	(107)
第九章 软体动物门 (Mollusca)	(109)
第一节 软体动物门的主要特征	(109)
第二节 软体动物门的分类	(113)
第三节 软体动物的系统发展	(131)
第十章 节肢动物门 (Arthropoda)	(132)
第一节 节肢动物门的主要特征	(132)
第二节 节肢动物门的分类	(135)
第三节 节肢动物的系统发展	(163)
第十一章 触手冠动物 (Lophoporatea)	(165)
第十二章 棘皮动物门 (Echinodermata)	(169)
第一节 棘皮动物门的特征	(169)
第二节 代表动物——海盘车	(169)
第三节 棘皮动物的分类	(176)
第四节 棘皮动物的系统发展	(177)
第十三章 半索动物门 (Hemichordata)	(178)
第一节 半索动物门的代表动物及其主要特征	(178)
第二节 其他半索动物——羽鳃纲 (Pterobranchia)	(181)
第三节 半索动物在动物界的位置	(182)
第十四章 脊索动物门 (Chordata)	(184)
第一节 脊索动物门的主要特征	(184)
第二节 脊索动物分类概述	(185)
第三节 尾索动物亚门	(186)
第四节 头索动物亚门	(190)
第五节 脊椎动物亚门 (Vertebrata)	(198)
第十五章 低等的无颌脊椎动物——圆口纲 (Cyclostomata)	(200)
第一节 圆口纲的主要特征	(200)
第二节 圆口纲分类	(203)
第十六章 适应水生生活的鱼类——软骨鱼纲 (Chondrichthyes) 和 硬骨鱼纲 (Osteichthyes)	(205)
第一节 鱼类的主要特征	(205)
第二节 鱼类结构和功能的适应 (以硬骨鱼为例)	(205)
第三节 鱼类的生殖与洄游	(215)
第四节 鱼类分类	(216)
第五节 起源和进化	(221)
第十七章 由水生向陆生转变的过渡动物——两栖纲 (Amphibia)	(223)
第一节 从水生到陆生的转变	(223)
第二节 两栖纲的主要特征	(223)
第三节 两栖类对陆地环境的初步适应	(224)

第四节	两栖纲分类	(230)
第五节	两栖类起源和进化	(233)
第十八章	真正陆生的变温、羊膜动物——爬行纲 (Reptilia)	(234)
第一节	爬行纲的主要特征	(234)
第二节	爬行类对陆生的进一步适应特征	(234)
第三节	现代爬行动物的分类	(240)
第四节	爬行类起源及适应辐射	(242)
第十九章	适于飞翔生活的恒温脊椎动物——鸟纲 (Aves)	(244)
第一节	鸟纲的主要特征	(244)
第二节	鸟类的结构与功能	(245)
第三节	现代鸟类的分类	(252)
第四节	鸟类的起源和进化	(256)
第二十章	最高等的脊椎动物——哺乳纲 (Mammalia)	(258)
第一节	哺乳纲的主要特征	(258)
第二节	哺乳动物的结构与功能	(259)
第三节	适应环境的行为——迁徙和冬眠	(274)
第四节	哺乳纲分类	(274)
第五节	哺乳类的起源和多样性形成	(281)
第二十一章	动物的进化	(282)
第一节	生命史	(282)
第二节	进化思想史	(286)
第三节	达尔文的进化理论及进化的各种学说	(288)
第四节	小进化	(292)
第五节	大进化	(296)
第二十二章	动物地理分布	(300)
第一节	生物圈	(300)
第二节	动物的栖息环境	(301)
第三节	世界及我国动物地理区系划分	(304)
第四节	生物多样性	(309)

绪 论

第一节 生物的分界及动物在其中的地位

自然界中生物种类非常繁多，目前已鉴定的约 200 万种，每年还有大量新种发现，具估计（R.C.Brusca 等，1990）还有 2000 万~5000 万种有待发现和命名。为了研究和利用的方便，人们将其分门别类系统整理，分为若干个界。

生物的分界在我国，从甲骨文的记载中，就可见对动物和植物的划分；在西方，古希腊学者亚里士多德（Aristotle）（公元前 384—322）首先提出两界的划分。但都是感性认识，没有科学的理论依据。因此分界系统是从 18 世纪中期开始成立，并且随着科学技术的发展而不断完善和深化。

二界系统 动物界和植物界

林奈（Carl von Linne，1735 年）以生物能否运动为标准，明确提出动物界（Animalia）和植物界（Plantae）的两界系统，这一系统直至 20 世纪 50 年代仍为广泛采用。在林奈时代，对生物主要以肉眼能观察到的特征来区别。

三界系统 原生生物界、动物界、植物界

由霍格（J. Hogg，1860 年）和赫克尔（E.H.Haeckel，1866 年）提出。显微镜使用后，发现许多单细胞生物（如眼虫）兼有动物和植物的特性，因此另立一界。这一观点直到 20 世纪 60 年代才开始广泛采用。

五界系统 原核生物界、真菌界、原生生物界、动物界、植物界

1969 年惠特克（R.H.Whittaker）根据细胞结构的复杂程度及营养方式提出五界系统。随着电镜技术的发展，细胞学的研究表明细菌、蓝藻与其它生物大为不同，它们的染色质分散在细胞中，没有成形细胞核，在分裂方式和遗传上也与其它生物不同，故另成一界即原核生物界，其它为真核生物界。真菌在结构上既象植物，又不同植物，在营养上既不能光合作用，又不象动物的异养型，因而另成一界。这一系统被广泛采用。

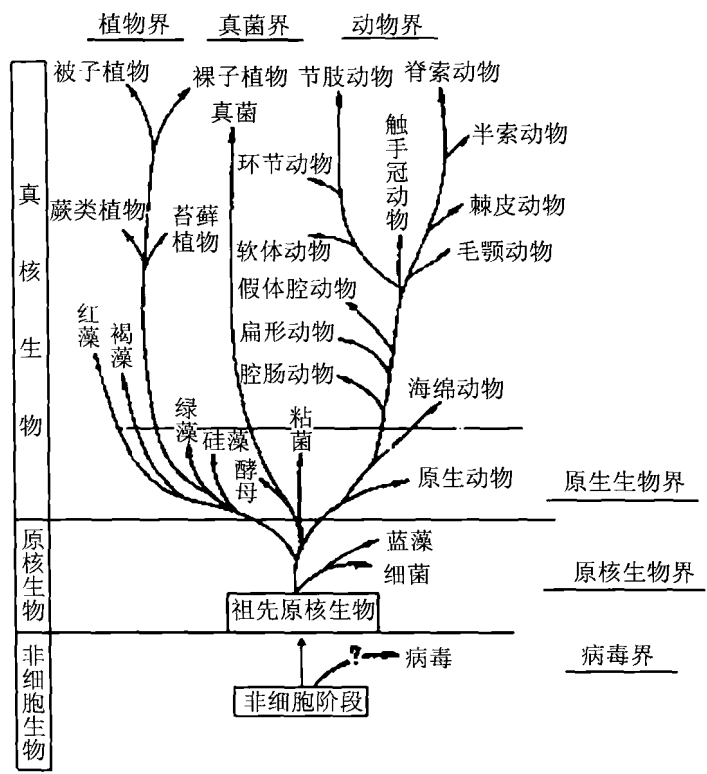
六界系统 原核生物界、真菌界、原生生物界、动物界、植物界、病毒界

由于非细胞形态的病毒是已知的最小、最简单的生命形式，在特征上不同于其它生物，被独立出来自成一界。

从以上可以看出，由于生命世界的复杂性，目前人们对生物的分界还没有统一的意见。但从 30 亿年前古生物的化石记录及地球上现存生物的情况；从形态比较、生理、生化的例证等，都揭示了生物从原核到真核、从简单到复杂、从低等到高等的进化方向。而生物

的分界显示了生命历史所经历的发展过程。

生物间的关系错综复杂，但通过食物链可以将它们联系在一起。植物是食物的生产者，生物间的食物联系由此开始。动物则必需从自养生物那里获取营养，植物被植食性动物所食，而后者又是肉食性动物的食料，故动物属于掠夺摄食的异养型，在生物界中是食物的消费者。真菌为分解吸收营养型，处于还原者的地位。这些都显示出三界生物是最基本的，在进化发展中营养方面相互联系的整体性和系统性，以及生物在生态系统中相互协调，在物质循环和能量流动中所起的作用。



图绪-1 生物的分界

第二节 动物学及其分科

一、动物学的概念

动物学 (Zoology) 是研究生命的科学，是生物学的一个分支，是探讨动物界物质运动形式及其规律的科学，研究动物的形态特征、分类、生命活动与环境关系以及发生发展规律的科学。

二、动物学的分支学科

1. 按研究内容分

动物分类学、动物生理学、动物胚胎学、动物生态学、动物地理学、动物遗传学、动物形态学、动物行为学、发育生物学、生殖生物学、神经学、动物组织学、古生物学等等。

2. 按研究对象分

原生动物学、寄生虫学、贝类学、昆虫学、鱼类学、鸟类学、哺乳动物学等等。

3. 按应用分

理论动物学、应用动物学、医用动物学、资源动物学、畜牧学、水产学等等。

4. 交叉学科

近十几年来，由于生物学与其他学科的相互渗透，产生了许多交叉学科，正是这些学科的不断产生，推动了生命科学研究的迅猛发展。如：生物化学、生物物理、生物数学、生物统计、分子生物学、保护生物学、仿生学、地质生物学等等。

三、研究动物学的基本观点和方法

自然界是一个相互依存，互相制约，错综复杂的整体，动物是生物界的一个组成部分。要学习研究生命科学，首先要具有正确的生物学观点。对复杂的生命现象的本质的探讨，不能用简单的方法做出结论，需要用生物学的观点善于对科学的事实加以分析和综合。

1. 基本观点

生物学观点：动态地注意形态与功能的统一，生物体对环境的适应，整体与局部之间的相互关系，有机体各层次之间的联系，以及个体发育与系统发育的统一。

2. 基本方法

(1) 观察描述法

观察是动物学研究最基本的方法，通过观察从客观世界中获得原始第一手材料。科学观察的基本要求是客观地反映所观察的事物，并且是可以检验的。观察结果必须是可以重复的，只有可重复的结果才是可检验的，从而才是可靠的结果。观察需要有科学知识。观察切不可为原有的知识所束缚。描述即将观察的结果如实地记录下来。包括：文字描述、绘图（生物图）、摄影、摄像、仪器记录。

(2) 比较法

没有比较就没有鉴别，没有比较就无从揭示生命的统一性和多样性之间的关系。没有比较无法处理生物界从简单到复杂，从低等到高等的大量材料。只有通过对不同种属动物从宏观的形态结构到微观的细胞、分子水平的比较，才能对有关动物学的各种问题进行研究并得到正确的结论。

(3) 实验方法

实验是在人为地干预、控制所研究对象的条件下对动物生命现象进行观察研究的方法。

(4) 综合研究法

动物学是一门综合性科学，只有运用多学科的知识，采用多种措施，进行综合研究，才能取得显著的研究成果和使研究向高深方向进展。

四、研究动物学的目的

研究动物学主要在于揭示生物界在一定条件下形态和机能、同化和异化、生长发育和衰老死亡、遗传和变异、种群的盛和衰、系统的亲和疏等各种矛盾的对立和统一及其相互关系的规律性。目前人类面临许多问题，比如：人口控制、环境保护、资源保护、农药残毒、疾病流行、贫困和饥荒等，这些问题都与生物学（动物学）有关。因此学习和研究它具有重要的意义。

第三节 动物分类的知识

动物分类的知识是学习和研究动物学必须的基础。任何领域的科学研究，包括宏观、微观、分子基因水平的研究，都首先需要正确地鉴定所研究的对象是哪一个物种，否则，再高水平的研究也会失去其客观性、对比性、重复性和科学价值。“没有物种的概念，整个科学就没有了”。因此，我们要掌握动物分类的一些基础知识。

一、动物分类的依据

人为分类系统：只是依据动物表面形态特征和生活习性来进行分类，并没有深入了解它们之间的亲缘关系。这种方法人为主观因素影响很大。

自然分类系统：现在所用的分类系统。是以动物形态和解剖为基础，以古生物学、比较解剖学、比较胚胎学上的证据为依据，基本能反映动物界的自然亲缘关系。

近年来随着科学技术的发展，动物分类学的研究逐渐由形态、解剖、生理、生态、地理分布等方面而深入到细胞学、遗传学、生化、数学等方面，这种比较自然而客观的分类方法更能反映各类群之间相互关系和进化发展情况。但是，由于没有完整的分类标准和系统，目前它们只是作为自然系统分类研究的补充，尤其在种及种下阶元研究出现困难时，往往可以用细胞学、遗传学、生化、数学等方法说明。

二、4 大分类学派

1. 支序分类学派——认为最能或唯一能反映系统发育关系的依据是分类单元之间的血缘关系，而反映血缘关系的确切标志为共同祖先的相对近度。

2. 进化分类学派——认为建立系统发育关系时单纯靠血缘关系不能完全概括在进化过程中出现的全部情况，还应该考虑到分类单元之间的进化程度，包括趋异的程度和祖先与后裔之间渐进积累的进化性变化的程度。

3. 数值分类学派——认为在对任何特征不加权的情况下，通过大量的不加权特征研究总体的相似度，以反映分类单元之间的近似程度，借助计算机的运算，根据相似系数，来分析各分类单元之间的相互关系。

4. 分子系统发生学派——采用不同动物类群中的同源分子作为特征来源来推断动物类群系统发生的方法。碱基序列或氨基酸序列中相似和差异的数量，可用于测量两个类群之间在进化上的差异，这是分子系统发生学，具有很大优势。

三、种的概念

物种是分类系统中最基本的阶元，它与其它分类阶元不同，纯粹是客观性的，有自己相对稳定的明确界限，可以与别的物种相区别。

种 (species)——指在形态、生理、生态、生物学及地理分布等方面相同，并在自然情况下能自由交配，产生具有繁殖能力的后代的个体的总称。

亚种 (subspecies)——在自然界中，同一种的种群在不同的分布区或不同的生态条件下，由于生活条件的差异，产生可以区别于其它种群的相对稳定的变异，在生物学特性上也常不相同，这个种群就称为亚种。亚种间可以交配繁殖，不存在生殖隔离。例如：家蝇在我国有 2 个亚种：一个分布于新疆，叫欧洲家蝇 (*Musca domestica domestica* L.)，另一个分布在我国大部分地区，叫舍蝇 (*Musca domestica vicina* M.)。

近缘种——是指在形态上很相似且亲缘关系密切的种，它们除在结构上有某些细微差别外，在其它方面没有区别，也可以同时在一个地区生存，但不互相交配。

变种 (variety)——是与模式标本不一致的个体，称为变种，这个概念是很混淆不清的，因此近年已不常用了。

型 (form)——在不明了是一个亚种还是一个变种时，就称之为型。季节变异体和多型变异体也常称之为型。

生态型——由于生活条件所发生的变异，这种变异不是遗传的，随着生态条件的恢复，其子代也就消失这种变异而恢复原始性状，如飞蝗的群居型和散居型。

四、动物的命名

根据国际上共同的命名原则，要求给每一个物种取一个学名以求统一。目前通用林奈（瑞典人）的“双名法”，其规定为：

每一个动物都应有一个学名 (Science name)，学名是由拉丁或拉丁化的文字组成。每个学名应包括属和种的名称。形式为： 属名 + 种名 + 命名人

单数主格名词 形容词 第一字母大写

第一字母大写 第一字母小写

若种内有不同的亚种，即在种名后加上亚种名。例如：东亚飞蝗的学名

Locusta migratoria manilensis Linne

属名 种名 亚种名 命名人

五、动物的分类单元

与植物相同，其分类单元包括：界 (kingdom)、门 (phylum)、纲 (class)、目 (order)、科 (family)、属 (genus)、种 (species) 7 个等级。种是分类的基本单位，它是客观存在的实体；种以上的分类等级如属、科、目等则是代表在形态、生理、生物学等方面相近的若干种的集合单位。亲缘关系相近的种归为属，相近的属归为科，相近的科归为目等等。

为了更好地反映出物种之间的亲缘关系，常在种以上的分类等级间添加新的分类单元，如在“门”下加“亚门”，“纲”下加“亚纲”等等。现以狼 (*Canis lupus*) 为例，说明其在分类系统中的位置：

界、 门、 纲、 目、 科、 属、 种
动物界 脊索动物门 哺乳纲 食肉目 犬科 犬属 狼

六、分类的方法

分类有 3 项主要任务，即：

1. 鉴定 (identification)：就是确认物种及精确描述分种的工作；
2. 分类 (classification)：就是将物种排列成序，区别并排列出较高级的阶元，建立一个分类系统；
3. 对物种形成和进化因素进行研究：研究该物种如何发生，物种间的关系如何，以及这种关系具有什么意义等。分类所使用的工具及方法主要包括检索表、标本和命名。

七、动物的分门

由于种以上的分类阶元既有客观性又有主观性，分类学家对于动物门的数目及各门动物在进化系统中的位置难以有统一的见解，因此分类系统多种多样，有 30 余门。本书只介绍其中进化地位重要、数量较多、与人类关系密切的类群。如：

1.原生动物门 Protezoa； 2.海绵动物门 Porifera； 3.腔肠动物门 Coelenterata； 4.扁形动物门 Platyhelminthes； 5.线形动物门 Nemathelminthes； 6.腹毛动物门 Gastrotricha； 7.轮形动物门 Rotifera； 8.环节动物门 Annelida； 9.软体动物门 Mollusca； 10.节肢动物门 Arthropoda； 11. 外肛动物门 Ectoprocta； 12. 腕足动物门 Brachiopoda； 13. 帘虫动物门 Phoronida； 14.棘皮动物门 Echinodermata； 15. 半索动物门 Hemichorda； 16. 脊索动物门 Chordata..

复习思考题

1. 什么是动物学？
2. 研究动物学的基本方法是什么？
3. 什么是双名法？它是怎样给动物命名的？

第一章 动物的细胞和组织

第一节 细 胞

一、细胞的发现及细胞学说的建立

英国学者罗伯特·虎克（Robert Hooke）1665 年在他的著作《显微图谱》中首次描述细胞的结构。因此人们也就认为细胞的发现在 1665 年。

1838—1839 年，德国动物学家 Schwann、植物学家 Schleiden 提出细胞学说：一切植物和动物都是由细胞组成，细胞是一切动植物的基本单位。细胞学说对生物学的发展具有重要的作用。

二、细胞的基本概念

1. 细胞的一般特征

一般比较微小，用显微镜才能看到。少数较大，如鸟类的卵。细胞的形态和机能多种多样。在形态结构方面，一般都有细胞膜、细胞质、细胞核的结构。在机能方面，能利用能量和转变能量、有生物合成能力、有自我复制和繁殖能力。协调细胞机体整体生命的能力。

2. 细胞的化学组成

细胞的组成元素：有 24 种元素是细胞中具有，也是生命所必须的。其中 C、H、O、N、P、S 对生命起特别重要作用，大部分有机分子是由这 6 种元素组成。还有 Ca、K、Na、Cl、Mg、Fe 虽然在细胞中较少，但也是必须的。其它的 Mn、I、Mo、Co、Zn、Se、Cu、Cr、Sn、V、Si、F 微量元素也是生命不可缺少的。

细胞的分子组成：都含有水、无机盐、核酸、蛋白质、脂类、糖类，这些物质在细胞内都有各自独特的生理机能。

3. 细胞的结构

原核细胞的结构：与真核细胞的区别在于，没有高尔基体、线粒体和内质网等细胞器（极少数例外）；核区无核膜，也无核仁。

真核细胞的结构：真核细胞种类繁多，结构复杂。由于相关内容在中学涉及，以后有细胞生物学课程进一步学习，在此仅简要介绍动物细胞的主要结构。

（1）细胞膜（cell membrane）：是围绕在细胞外层，由脂类和蛋白质组成的薄膜。1972 年 S.J.Singer 和 G.Nicolson，提出流动镶嵌模型，主要观点是：膜的流动性。膜蛋白和膜脂均可侧向运动；膜蛋白分布的不对称性，有的镶嵌在膜表面，有的嵌入和横跨磷脂双分子层。目前对它的认识总结是：具有极性头部和非极性尾部的磷脂分子在水相中具有自发形成封闭的膜系统的性质，以疏水性尾部相对，极性头部朝向水相的磷脂双分子层是组成生

物膜的基本构成成分。蛋白分子以不同的方式镶嵌在磷脂双分子中或结合在其表面。生物膜可以看成是蛋白质在双层脂分子中的二维溶液（图 1-2）。

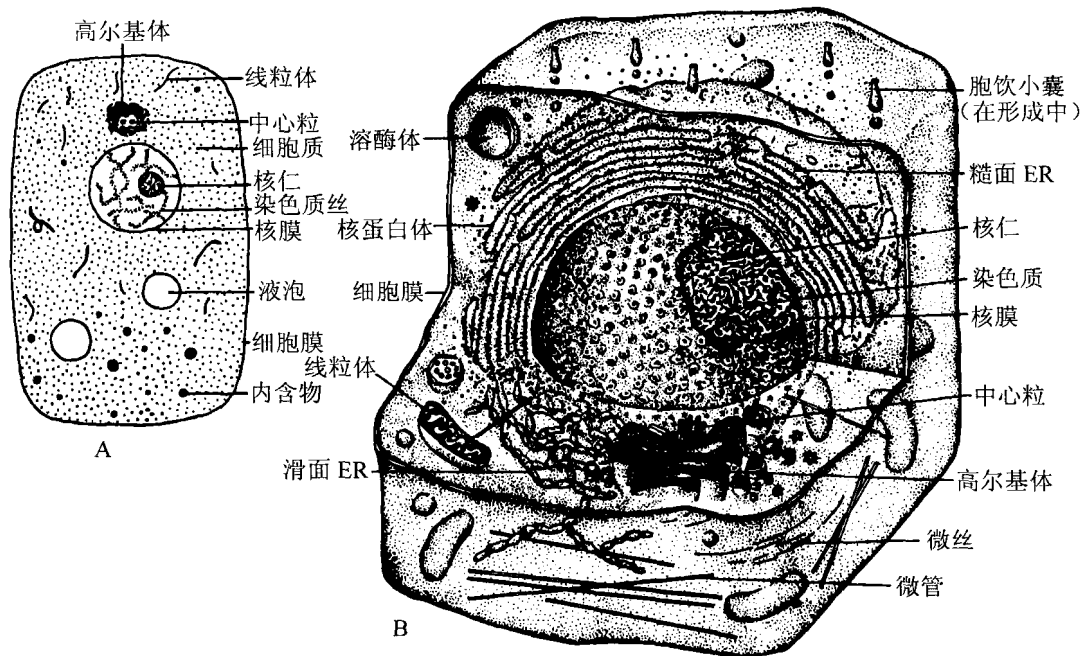


图 1-1 动物细胞模式图
A. 显微结构（仿 Keeton 稍改）；B. 亚显微结构立体图（仿 Nason 等稍改）

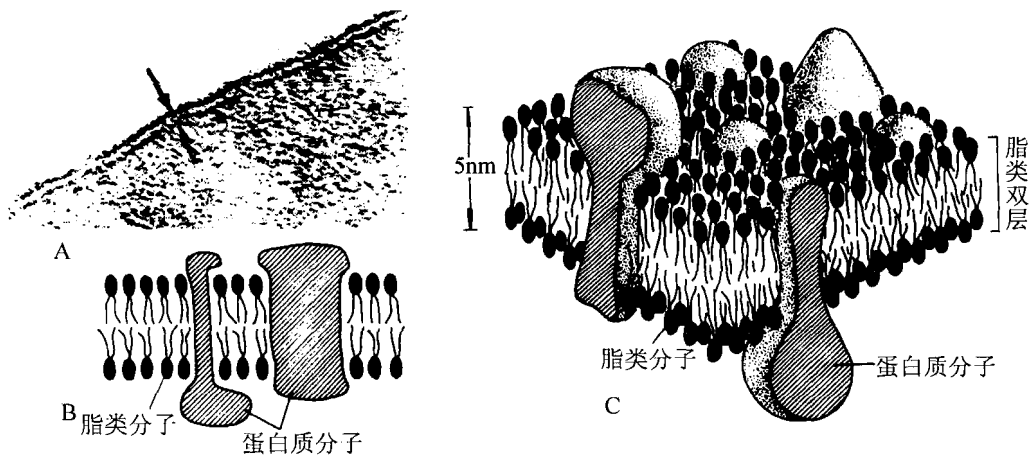


图 1-2 细胞膜结构图
A. 人红细胞膜的电镜照片示单位膜（仿 J.D.Sobertson）
B-C. 图解示细胞膜的二维结构（B）和三维结构（C）
（仿 B.Alberts, 1994）

（2）细胞质（cytoplasm）：包括细胞质基质和细胞器。我们这里只介绍主要的细胞器。

内质网 (endoplasmic reticulum): 是由封闭的膜系统及其围成的腔形成互相沟通的网状结构。根据结构和功能分为粗面内质网和光面内质网。粗面内质网由表面分布大量的核糖体而得名, 是内质网和核糖体共同形成的复合机能结构, 有合成分泌性的蛋白和多种膜蛋白。光面内质网是脂类合成的重要场所。

核糖体 (ribosome) 是合成蛋白质的细胞器, 唯一的功能是按照 mRNA 的指令由氨基酸合成多肽。是颗粒状结构, 无膜包裹, 主要成分是蛋白质和 RNA, 二者靠共价键结合在一起。

高尔基体 (Golgi apparatus): 由一些 (4~8 个) 排列整齐的扁平囊膜堆叠在一起, 由光滑的膜围绕而成。主要功能是将内质网合成的多种蛋白质进行加工、分类、包装, 然后分门别类地运送到细胞特定的部位或分泌到细胞外, 它是细胞内大分子运输的一个主要交通枢纽; 还是细胞内糖类合成的工厂; 与细胞的分泌活动有关; 与蛋白的糖基化及其修饰有关等等。

溶酶体 (lysosome): 单层膜围绕、内含多种酸性水解酶类的囊泡状细胞器。其主要功能是细胞内的消化作用; 还在维持细胞正常代谢活动及防御等方面起着重要作用, 特别在病理学中具有重要意义。

线粒体 (mitochondrion): 是细胞内的动力站。形状多样, 以圆柱形和椭球形最多。它是细胞内氧化还原反应的场所, 三羧酸循环、氧化磷酸化反应是在线粒体的不同部位上进行的, 其中还存在着 DNA 基因组、核糖体以及与转录和翻译有关的组分。

(3) 细胞核 (nucleus): 是细胞遗传与代谢的调控中心。主要由核膜、染色质、核仁、核骨架组成。是遗传信息的储存场所, 在这里进行基因复制、转录和转录初产物的加工过程, 从而控制细胞的遗传和代谢活动。

三、动物细胞的周期

细胞从一次分裂开始到第二次分裂开始经历的过程称为一个细胞周期 (cell cycle)。包括一个有丝分裂期和一个分裂间期 (图 1-3)。

1. 有丝分裂期 (图 1-4)

前期: 最明显的变化是染色质丝螺旋缠绕成显微镜下可见的有特定结构的、特定数目的染色体, 每个染色体包含有两个并列的染色单体。两个染色单体上各有一个有 DNA 序列构成的着丝点。中心粒向细胞的两极移动, 出现纺锤体。核仁和核膜逐渐消失, 染色体向细胞中央移动, 直到排列到细胞的赤道面上。这时进入下一个分裂期。

中期: 是从染色体到达细胞的赤道面、停止移动开始的。染色体在赤道面上呈辐射状排列在纺锤体的周围。一些纺锤丝从纺锤体的两极分别与染色体的着丝点相连, 另有纺锤丝不与染色体相连, 而是直接伸到中心粒。当染色体的着丝点分裂, 2 个染色单体分开, 这时分裂进入下一个时期。

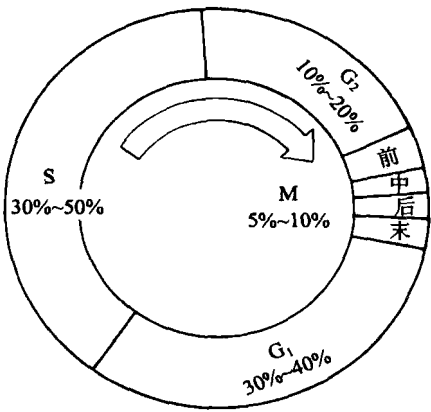


图 1-3 细胞周期示意图
(仿 Nason 等)

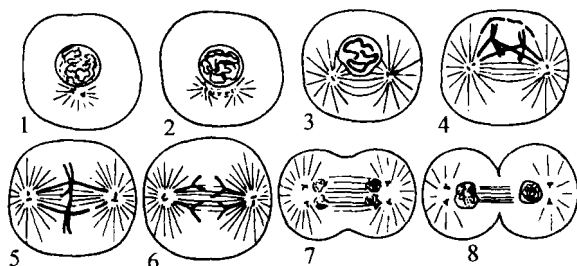


图 1-4 动物细胞的有丝分裂

1~4. 前期；5. 中期；6. 后期；7~8. 末期（仿 Mazia）

后期：从每个染色体的两个染色单体分开向两极移动开始，这分开的染色体称子染色体。子染色体移向两极的整个过程，都属于后期。

末期：染色体移动停止，即进入末期。主要是进行核的重建和细胞质分裂。可见核膜、核仁重新出现。染色体的浓缩状态逐渐降低，直到恢复成间期核的状态。同时胞质发生分裂，在细胞的赤道区域缢缩，直到分裂成 2 个细胞。

2. 分裂间期：细胞形态没有显著变化，但 Swift（1950 年）证明 DNA 的复制发生在此期。

G1 期：在细胞核和细胞质完成分裂后，进入 G1 期。此期是细胞进行急剧合成的时期。由于合成 RNA 和蛋白质，所以细胞体积、核仁增大。

S 期：细胞完成 DNA 的复制和部分蛋白质的合成。到 S 末期，每一个染色体复制成两个染色单体。

G2 期：是为有丝分裂做准备。此期，DNA 合成终止，但仍进行着 RNA 和蛋白质的合成。有丝分裂所需要的能源主要在此期准备。

第二节 多细胞动物的组织

多细胞动物中的体细胞开始有了分化，一群相同或相似的细胞及其相关的非细胞物质彼此以一定的形式连接，形成一定的结构，担负一定的功能，称为组织（tissue）

一、细胞连接（cell junctions）

动物细胞间的连接是细胞膜在相邻细胞之间分化而形成特定的连接，称为细胞连接。脊椎动物的细胞连接主要有 3 种类型（图 1-5）。

1. 桥粒：在电镜下观察，上皮细胞之间，如皮肤、子宫颈等处的上皮细胞之间的连接方式，呈纽扣状的斑块结构，这种结构就是桥粒。桥粒与细胞质溶胶中的中间纤维连接，间接地连成相邻细胞的细胞骨架。

2. 紧密连接：是指相邻细胞之间的细胞膜紧密靠拢，膜之间不留空隙。使细胞层成为一个完整的膜系统，完全封闭了细胞之间的通道，防止物质从细胞之间通过。例如，肠壁的上皮细胞之间就有紧密连接，阻止了肠内与代谢无关的物质从细胞之间通过。