

动物学原理与进化研究

Zoology principle and evolutionary research

高庆华 等著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

塔里木大学专著出版基金资助出版
兵团中青年科技创新领军人才专项资助
兵团英才专项资助
塔里木大学创新群体项目资助
国家自然科学基金(31360635, 31460691) 项目资助

动物学原理与进化研究

高庆华 等著

主任委员 高庆华 任道全

委员 韩春梅 邢凤 方翟

陈荣 王娟红

主著单位 塔里木大学动物科学学院



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书以动物进化中主干类群为主线,重点论述了其主要结构特征、分类与演化等内容,并加强了对无脊椎动物的探讨,具体内容包括:绪论、非脊索动物综述、脊索动物门综述、动物进化理论及新种演化、城市绿地生态中的动物等。本书具有简明扼要、重点突出、反映新动态等特点,结构合理,条理清晰,内容丰富新颖,是一本值得学习研究的著作。

图书在版编目(CIP)数据

动物学原理与进化研究 / 高庆华等著. -- 北京 :
中国水利水电出版社, 2016. 7
ISBN 978-7-5170-4386-7

I. ①动… II. ①高… III. ①动物学—研究②动物—
进化—研究 IV. ①Q95

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第125206号

策划编辑:杨庆川 责任编辑:陈 洁 封面设计:崔 蕾

书 名	动物学原理与进化研究
作 者	高庆华 任道全 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座100038) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:mchannel@263.net(万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话:(010)68367658(发行部)、82562819(万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话:(010)88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京鑫海胜蓝数码科技有限公司
印 刷	三河市佳星印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 19.5印张 313千字
版 次	2016年7月第1版 2016年7月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	58.50元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

动物学是生物学研究范畴中的一大分支,它是从事农、林、牧、生物、医学及生物资源保护等专业的基础知识,也是一门研究动物各类群的分布、形态结构、生活和发展等规律及其与周围环境相互关系的学科。

20 世纪以来,由于学科的相互渗透和研究手段的不断改进,促成了动物学的飞跃发展。现代动物学所包含的内容愈来愈丰富,研究动物生命活动的方法愈来愈新,已由过去的观察描述阶段,上升到了研究和揭示动物的生命本质以及揭示生命活动内在规律。

本书在撰写过程中,注重分类学知识的应用。全书共分为五章。第一章为动物学绪论,介绍了动物在生物界的地位、分科以及研究方法等内容。第二和第三章分别阐述了非脊索动物 10 个门和脊索动物的 2 个门、6 大纲的形态、分类和生态等内容,着重反映了形态学和分类学最新研究成果。第四章着重介绍了动物进化理论及新种演化最新内容,将生命的起源、生物进化的证据、进化学说以及新种的演化等内容都一一阐述。目前,国内对城市绿地的植物配置、景观设计、社会价值等研究成果较为丰富,但对于绿地生态系统中动物保护研究的文献非常少,因此我们增设了第五章城市绿地生态中的动物等相关内容。

全书注重科学性、完整性和系统性,具有以下特点:简明扼要,重点突出。在了解国内外动物学发展的前沿条件下,本书尽量把本学科在世界上比较公认的新理论、新观点和新方法介绍给读者,使读者对当前动物学研究的热点问题有比较清楚的认识。本书系统性强,以动物分类为主干线,按照动物由低等到高等,由简单到复杂的基本规律,重点介绍各类群的主要结构特征、结构与功能、功能与适应,代表动物、分类等内容,注重结构功能的总体性,使读者对动物的认识有全局观念,能举一反三,触类旁通。

本书在撰写的过程中参阅或引用了有关部门、单位和个人的资料,并得到了相关部门及单位的大力支持与帮助,在此谨致以深切的谢意。尽管作者在本书的科学性、准确性、系统性、前瞻性和实用性方面做出了较大努力,但受学术水平所限,加之时间仓促,书中难免存在不当之处,谨请各位专家和学者批评、指正。

作 者

2016 年 3 月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 动物在生物界的地位	1
第二节 动物学及其分科	3
第三节 动物学的研究方法	4
第二章 非脊索动物综述	7
第一节 原生动物门	7
第二节 多孔动物门	17
第三节 腔肠动物门	21
第四节 扁形动物门	25
第五节 假体腔动物	31
第六节 环节动物门	41
第七节 软体动物门	59
第八节 节肢动物门	92
第九节 棘皮动物门	110
第十节 半索动物门	120
第三章 脊索动物门综述	125
第一节 尾索动物亚门	125
第二节 头索动物亚门	131
第三节 圆口纲	139
第四节 鱼纲	146
第五节 两栖纲	185
第六节 爬行纲	211
第七节 鸟纲	236
第八节 哺乳纲	259

第四章 动物进化理论及新种演化	278
第一节 生命的起源	278
第二节 生物进化的证据	280
第三节 进化学说	283
第四节 新种的演化	286
第五节 环境和生态进化	289
第五章 城市绿地生态中的动物	291
第一节 电信营业厅区的面积—物种数曲线	292
第二节 行政楼区的面积—物种数曲线	295
第三节 学生公寓区的面积—物种数曲线	297
第四节 足球场区的面积—物种数曲线	299
第五节 综合分析	302
参考文献	304

第一章 绪论

地球上的各种物质,虽然形态各异,但概括起来可分为生物和非生物。生物包括植物、动物、微生物,这些都是具有生命的物质。对生物的研究,就是探讨生命活动的客观规律和生命本质。

第一节 动物在生物界的地位

自然界的物质分为生物和非生物两大类。前者绝大多数由细胞构成(除病毒外),都具有新陈代谢、自我复制繁殖、生长发育、遗传变异、感应性和适应性等生命现象。因此,生物世界也称生命世界。生物的种类繁多,形形色色,千姿百态,目前已鉴定的约 200 万种。随着时间的推移,新发现的物种还会逐年增加,有人(R. C. Brusca 等,1990)估计,有 2000 万~5000 万物种有待发现和命名。为了研究、利用如此丰富多彩的生物世界,人们将其分门别类系统整理,分为若干不同的界。

生物的分界随着科学的发展而不断地深化。在林奈时代,对生物主要以肉眼所能观察到的特征来区分,林奈(Carl von Linn,1735)以生物能否运动为标准明确提出动物界和植物界(Plantae)的两界系统,这一系统直至 20 世纪 50 年代仍为多数教材所采用。显微镜广泛使用后,发现许多单细胞生物兼有动物和植物的特性(如眼虫等),这种中间类型的生物是进化的证据,却是分类的难题,因而霍格(J. Hogg,1860)和赫克尔(E. Haeckel,1866)将原生生物(包括细菌、藻类、真菌和原生动物)另立为界,提出原生生物界、植物界、动物界的三界系统,这一观点直到 20 世纪 60 年代才开始流行,并被一些教科书采用。

电子显微镜技术的发展,使生物学家有可能揭示细菌、蓝藻细胞的细微结构,并发现与其他生物有显著的不同,于是提出原核生物和真核生物的概念。考柏兰(H. F. Copeland,1938)将原核生物另立为一界,提出了四界系统,即原核生物界、原始有核界(包括单胞藻、简单得多细胞藻类、黏菌、真菌和原生动物)、后生植物界和后生动物界。随着电镜技术的完善和广泛应用以及生化知识的积累,将原核生物立为一界的见解,获得了普遍的接受,成为现代生物系统分类的基础。1969

年惠特克(R. H. Whittaker)又根据细胞结构的复杂程度及营养方式提出了五界系统,他将真菌从植物界中分出另立为界,即原核生物界、原生生物界、真菌界、植物界和动物界。这一系统逐渐被广泛采用,直到现在有些教材仍在沿用(图 1-1)。

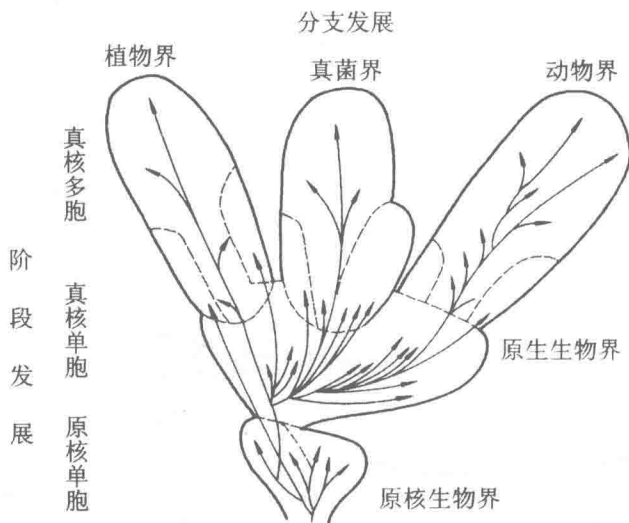


图 1-1 惠特克的五界系统简图(仿陈世骧)

生命的进化历史经历了几个重要阶段,最初的生命是非细胞形态的,即非细胞阶段。从非细胞到细胞是生物发展的第二个阶段。初期的细胞是原核细胞,由原核细胞构成的生物称为原核生物(细菌、蓝藻),从原核到真核是生物发展的第三个阶段,从单细胞真核生物到多细胞真核生物是生物发展的第四个阶段。五界系统反映了生物进化的 3 个阶段和多细胞生物阶段的 3 个分支,即原核生物代表了细胞的初级阶段,进化到原生生物代表了真核生物的单细胞阶段(细胞结构的高级阶段),再进化到真核多细胞阶段,即植物界、真菌界和动物界。植物、真菌和动物代表了进化的 3 个方向,即自养、腐生和异养。

五界系统没有反映出非细胞生物阶段。我国著名昆虫学家陈世骧(1979)提出 3 个总界六界系统,即非细胞总界(包括病毒界)、原核总界(包括细菌界和蓝藻界)、真核总界(包括植物界、真菌界和动物界)。有些学者认为不必成立原生生物界,把藻类和原生动物分别划归植物界和动物界,成为比较紧凑的四界系统。另一些学者主张扩大原生生物界,把真菌划归在内成为另一种四界系统。由于病毒是一类非细胞生物,究竟是原始类型还是次生类型仍无定论,因此,将病毒列为最初生命类型的一界的观点,学者们尚有争议。

近年有学者提出与上述六界不同的六界系统,将古细菌另立为界,即真细菌

界、古细菌界、原生生物界、真菌界、植物界和动物界。还有学者提出八界系统,将原核生物分为古细菌界、真细菌界,将真核生物分为古真核生物和后真核生物两个超界,前一超界只含一个界,即古真核生物界,后一超界包括原生动物界、藻界、植物界、真菌界、动物界。有学者认为这一分界系统较为合理和清楚。

综上所述,可知目前人们对生物的分界尚无统一的意见。但无论是 30 亿年前古生物的化石记录或当前地球上现存生物的情况,还是形态比较、生理、生化等的例证,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。而生物的分界则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,但它们对于生存的基本要求都不外是摄取食物获得能量、占据一定的空间和繁殖后代。生物解决这些问题的途径是多种多样的。在获取营养方面,凡能利用二氧化碳、无机盐及能源合成自身所需食物的称为自养生物,绿色植物和紫色细菌是自养生物。故植物是食物的生产者,生物间的食物联系由此开始。动物则必须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通过程中所起的作用。

第二节 动物学及其分科

动物学是一门内容十分广博的基础学科,它研究动物的形态结构、分类、生命活动与环境的关系以及发生发展的规律。随着科学的发展,动物学的研究领域也越来越广泛和深入。动物学依据研究内容的不同而分为许多不同的分支学科,主要有以下几类:

动物形态学:研究动物体内外的形态结构以及它们在个体发育和系统发展过程中的变化规律。其中研究动物器官的结构及其相互关系的学科称为解剖学。用比较动物器官系统的异同来研究进化关系的学科称为比较解剖学。研究动物器官显微结构及细胞的学科称为组织学和细胞学。现代的解剖学、组织学、细胞学不仅研究形态结构,也研究机能,细胞学已发展为细胞生物学。研究绝种动物化石以阐明古动物群的起源、进化及与现代动物群之间关系的学科称为古动物学。

动物分类学:研究动物类群(包括各分类阶元)间的异同及其异同程度,阐明动物间的亲缘关系、进化过程和发展规律。

动物生理学:研究动物体的机能(如消化、循环、呼吸、排泄、生殖和刺激反应性等)、机能的变化发展以及对环境条件所起的反应等。与之有关的学科还有内分泌学、免疫学等。

动物胚胎学:研究动物胚胎形成、发育的过程及其规律。近些年来应用分子生物学和细胞生物学等的理论和方法,研究个体发育的机制是胚胎学发展的新阶段,称为发育生物学。

动物生态学:研究动物与环境间的相互关系。包括个体生态、种群生态、群落生态,乃至生态系统的研究。

动物地理学:研究动物种类在地球上的分布以及动物分布的方式和规律。从地理学角度研究每个地区中的动物种类和分布的规律,常被称为地动物学。

动物遗传学:研究动物遗传变异的规律,包括遗传物质的本质、遗传物质的传递和遗传信息的表达调控等。

此外,动物学按其研究对象划分,可分为无脊椎动物学、脊椎动物学、原生动物学、寄生动物学、软体动物学、甲壳动物学、蛛形学、昆虫学、鱼类学、鸟类学和哺乳动物学等。按研究重点和服务范畴又可分为理论动物学、应用动物学、医用动物学、资源动物学、畜牧学、桑蚕学和水产学等。

由于学科发展和广泛的交叉渗透,使动物学研究向微观和宏观两极展开又相互结合,形成了分子、细胞、组织、器官、个体、群体和生态系统等多层次的研究。然而尽管各个学科正在飞速发展,动物学仍始终是处于不同学科错综复杂关系网中的一个基础学科,这从新兴的保护生物学的发展过程可以清楚地看出。

保护生物学是生命科学中新兴的一个多学科的综合性分支,研究保护物种、保护生物多样性和持续利用生物资源等问题。生物多样性包括物种多样性、遗传多样性和生态系统多样性。随着人口的迅速增加,人类经济活动的加剧,作为人类生存极为重要的、基础的生物多样性受到了严重威胁,许许多多的物种已经灭绝或濒临灭绝,因此生物多样性的研究、保护保存和合理开发利用亟待加强,这已成为全球性的问题。1992 年联合国环境署主持制订的《生物多样性公约》,为全球生物多样性的保护提供了法律保障。

第三节 动物学的研究方法

21 世纪是生命科学发展的新时期。发展的大趋势是对生命现象的研究不断深入和扩大,向宏观和微观两极发展及交叉发展。生命科学发展最根本的是科学

研究的思想理念、教学思想理念发生了变革,包括基础学科动物学。这种变革也推动了研究内容、研究方法的变革与进步。表现为宏观与微观统一,分析与综合统一,结构与机能统一,多样性与一致性统一,基础研究与应用研究统一。研究过程不外是问题的提出,分析研究制定研究方案,确定研究方法。动物科学的研究方法基本属于以下几方面。

一、描述法

观察和描述的方法是动物学研究的基本方法。传统的描述主要是通过观察将动物的外部特征、内部结构、生活习性 & 经济意义等用文字或图表如实地系统地记述下来。尽管随着科技的进步,实验技术已获得了巨大发展,仍然离不开在不同水平、不同层次上的观察和描述。例如,光学显微镜使观察深入到组织、细胞水平,而电子显微镜以及分子生物学技术进一步深入到细胞及其细胞器的亚微或超微结构,深入到分子水平。

二、比较法

比较法是通过通过对不同动物的系统比较来探究其异同,可以找出它们之间的类群关系,揭示出动物生存和进化规律。动物学中各分类阶元的特征概括,就是通过比较而获得的。从动物体宏观形态结构深入到细胞、亚细胞和分子的比较,是当今研究的热点之一,例如,对不同种属动物的细胞、染色体组型、带型的比较,核酸序列的测定和比较,细胞色素 C 的化学结构测定和比较等,都已为阐明动物的亲缘关系及进化做出了重要贡献。

三、实验法

实验法是在一定的人为控制条件下,对动物的生命活动或结构机能进行观察和研究。实验法经常与比较法同时使用,并与方法学及实验手段的进步密切相关。例如,用超薄切片透射电镜术与扫描电镜术研究动物的组织、细胞和细胞器的亚微或超微结构等;用同位素(放射性核素)示踪法研究动物的代谢过程和生态习性等;层析、电泳,超速离心技术,显微分光光度分析技术,气相色谱和液相色谱分析技术,基因工程技术及电子计算机技术,均已应用于各有关实验工作的不同方面,从而推动着动物学科的发展。

以上是几种常常用来研究动物的方法,但不管哪一种,最重要的还是忠于事实,准确认真,思考周密精细,记载详明。将观察到的现象分析、归纳,作出科学的解释,把最本质的问题揭示出来。

第二章 非脊索动物综述

非脊索动物门类繁多,现将其主要门类逐一进行讨论。

第一节 原生动物门

一、鞭毛纲

鞭毛纲动物几乎生活于有机物丰富的水沟、池沼或暖流中。温暖季节可大量繁殖,常使水呈绿色。

眼虫(图 2-1)呈梭形,长约 $60\mu\text{m}$,前端钝圆,后端尖,具一细长鞭毛。眼虫的身体覆以具弹性、带斜纹的表膜(图 2-2)。过去很多人认为表膜就是原生质分泌的角质膜,但在电镜下研究发现,表膜就是细胞膜,是由许多螺旋状条纹联结而成。每一表膜条纹的一边有向内的沟,另一边有向外的嵴。一个条纹的沟与另一条纹的嵴相嵌合。嵴可在沟中滑动,使表膜条纹之间相对移动。表膜条纹的特殊构造使眼虫既保持一定的形状,又能做收缩变形运动。表膜条纹是眼虫科的特征,其数目多少又是种的分类特征之一。

眼虫有一圆形细胞核,位于虫体中后部,内有明显的核仁。虫体前端有一胞口,向后连一膨大的储蓄泡,从胞口伸出一条细而长的鞭毛。鞭毛是运动器官,通过它的不断摆动,使眼虫向前作螺旋状运动。鞭毛下连 2 根轴丝。每一轴丝在储蓄泡底部和一基体相连。由基体产生出鞭毛,并对虫体分裂起中心粒的作用。从一基体连一细丝至核,表明鞭毛受核的控制。鞭毛基部紧贴储蓄泡处有一红色眼点,靠近眼点近鞭毛基部有光感受器,能接受光线。这两个结构的存在使眼虫在运动中有趋光性(图 2-3)。

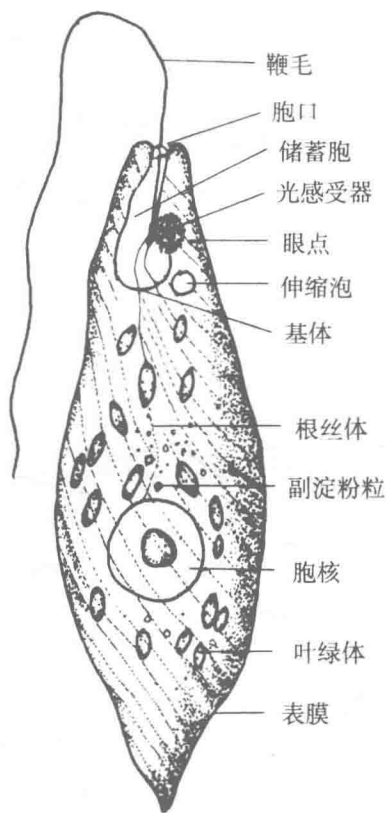


图 2-1 眼虫结构

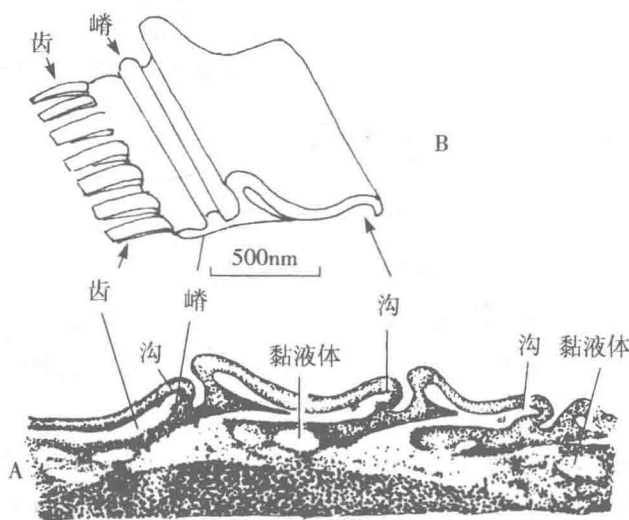


图 2-2 眼虫表膜微细结构图

A. 旋眼虫表膜横切, 放大 41500 倍; B. 一个表膜条纹的图解, 示沟和嵴

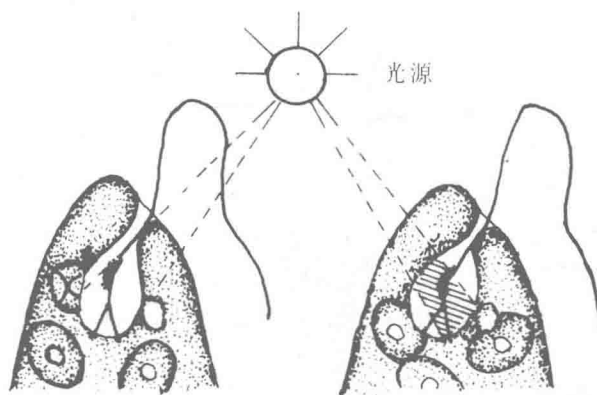
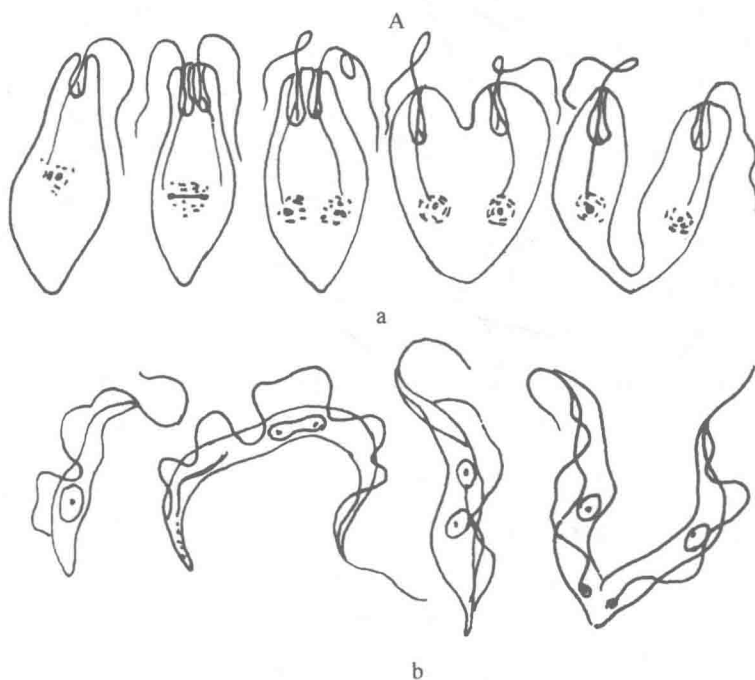


图 2-3 眼点光感受器遮光功能假说示意图

眼虫的繁殖通常为纵二分裂(图 2-4),通常在包囊期进行,但在自由运动期也可发生。首先核进行有丝分裂,但核膜不消失;同时基体复制为二;继之虫体从前端分裂,鞭毛脱去,同时由基体长出二根新鞭毛,或者保存原有鞭毛,另长出一条新鞭毛;胞口纵裂为二,然后继续由前向后分裂,最终分开成为两个新个体。



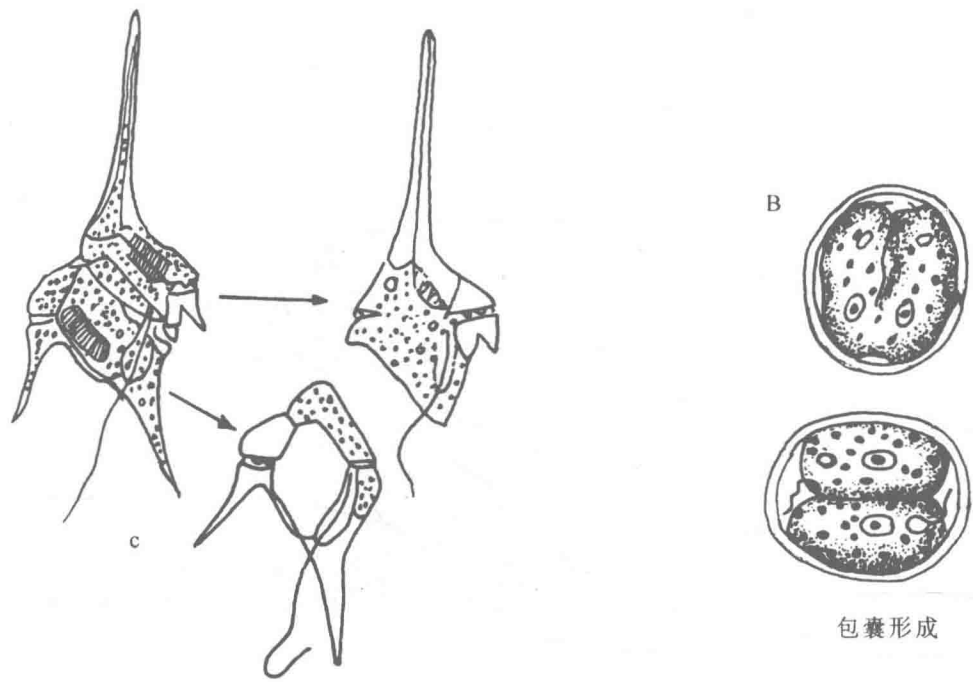


图 2-4 二分裂繁殖

- A. 鞭毛虫的二分裂繁殖 a. 眼虫纵二分裂 b. 锥虫纵二分裂
c. 腰鞭虫的斜二分裂, 每一子细胞生出其失去的部分
B. 眼虫的包裹形成

根据营养方式的不同,鞭毛纲的重要类群可分为二个亚纲:

(一)植鞭亚纲

通常具色素体,能进行光合作用,自己制造食物。自由生活于海水或淡水中。种类很多,形状各异。有些以多细胞群体的形式生活。如盘藻(图 2-5)通常由 4 或 16 个个体排在一个平面上呈盘状,每个个体都具二根鞭毛,含色素体,且都能进行营养和繁殖。又如团藻(图 2-5)由成千上万个个体组成,排列为一空心圆球,个体之间有简单分化,多数为无繁殖能力的营养个体,少数具繁殖能力。研究团藻对分析和了解多细胞动物的起源很有意义。

(二)动鞭亚纲

这类鞭毛虫无色素体,不能自己制造食物,营养方式为异养。有不少寄生种类,对人和家畜有害。

利什曼原虫(图 2-6)又叫黑热病原虫,能引发人的黑热病。个体微小,寄生于人体的有 3 种。其生活史有两个阶段,一个阶段在人或狗体内,另一个阶段在白

蛉子体内。当被感染的白蛉叮咬人时,将原虫注入人体,在巨噬细胞内发育并失去鞭毛,称为无鞭毛体。使人肝脾肿大、发热、贫血,并在皮肤上有黑色素沉着,以至死亡。死亡率达 90% 以上。当雌白蛉叮咬患者时,病原虫进入其消化道内,又可感染他人。

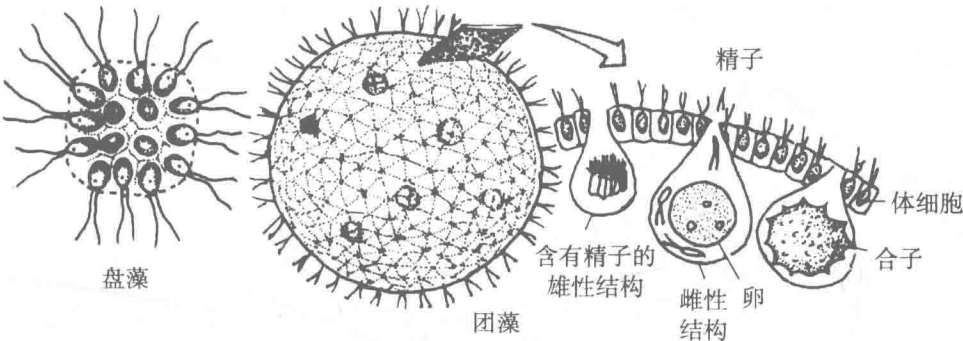


图 2-5 盘藻、团藻

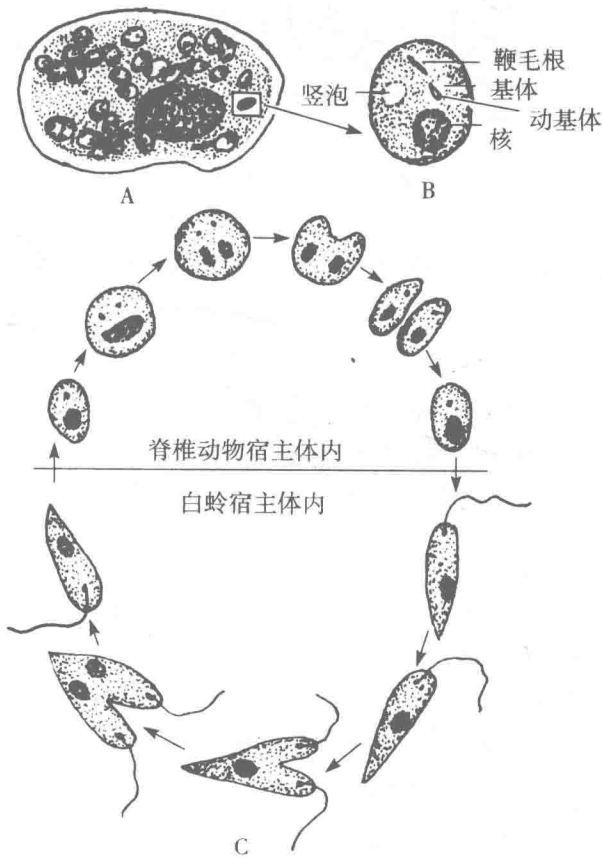


图 2-6 杜氏利什曼原虫

A. 巨噬细胞内的无鞭毛体 B. 无鞭毛体放大 C. 生活史