

无脊椎动物学 实验教学教程



戴 国 胡自强 / 编著



湖南师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

无脊椎动物学实验教学教程 / 戴国, 胡自强编著. —长沙: 湖南师范大学出版社, 2019. 5

ISBN 978 - 7 - 5648 - 3512 - 5

I. ①无… II. ①戴… ②胡… III. ①无脊椎动物门—实验动物学—教材 IV. ①Q959.1 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 061913 号

无脊椎动物学实验教学教程

Wujizhui Dongwuxue Shiyuan Jiaoxue Jiaocheng

戴 国 胡自强 编著

◇责任编辑: 宋 瑛

◇责任校对: 蒋旭东

◇出版发行: 湖南师范大学出版社

地址/长沙市岳麓山 邮编/410081

电话/0731 - 88873071 88873070 传真/0731 - 88872636

网址/http: //press. hunnu. edu. cn

◇经销: 湖南省新华书店

◇印刷: 长沙超峰印刷有限公司

◇开本: 787mm × 1092mm 1/16

◇印张: 17.5

◇字数: 395 千字

◇版次: 2019 年 5 月第 1 版

◇印次: 2019 年 5 月第 1 次印刷

◇书号: ISBN 978 - 7 - 5648 - 3512 - 5

◇定价: 49.00 元

序言

我国参加国际生物奥赛始于1993年。以著名动物学家尹长民教授为主任的湖南省中学生物奥林匹克竞赛委员会有效地组织了该活动，构建了以动员全省中学生物教师、中学生积极参加为基础，以长沙市四所名校高水平生物教练和中学生为核心队伍，以湖南师范大学生命科学学院教师队伍和实验室为培训基地的湖南省生物竞赛活动组织模式。该模式和湖南省突出的生物竞赛成绩受到全国同行的高度评价。特别是2003年后，湖南师范大学生命科学学院培训基地还承担了国家生物奥赛代表队的部分培训任务，其培训效果得到了全国师生的认可。胡自强教授是培训基地培训教师的杰出代表。作为学者，胡教授是我国软体动物科学研究的专家，其研究成果丰硕，发表了多篇高水平论文；作为教师，他既是学院本科生、研究生无脊椎动物学理论课程、实验课程和野外实习课程的名师，又是省内外生物竞赛学生爱戴的培训教练。胡教授严谨的科学态度、诲人不倦的教学风范一直是我們晚辈学习的楷模。胡教授退休后还一直关心无脊椎动物学的教学和生物竞赛活动，特别是当他身体欠安后，他想把40余年从事无脊椎动物实验教学的智慧结晶传给后代，以便晚辈们更好地掌握该领域的基础科学知识。得益于戴国博士的辛勤劳动，胡老师的宏愿变成了现实，两人齐心协力，编写成了《无脊椎动物学实验教学教程》。我坚信该教程将会使湖南省乃至全国从事中学生物竞赛的教师和学生受益。在该教程即将出版之际，我作为胡老师的学生、湖南省中学生物竞赛委员会的主任，特此序言表达对胡自强老师、戴国博士的谢意，并祝中学生物竞赛活动成为中学生越来越喜欢的活动，为我国培养更多更好的生物科学后备人才。

湖南省中学生物奥林匹克竞赛委员会主任 陈良碧

2019年5月于长沙

前 言

正如已故老前辈尹长民教授在《生物奥林匹克教程》前言中写的那样：奥林匹克竞赛是一项具有积极意义的活动；组织各级竞赛，我们可以尽早地发现新生力量，为我国生物科学的发展输送后备人才；可以加深人们对生物科技的认识 and 关注；同时还可以加强高等师范院校与中学的联系。湖南省作为生物奥林匹克竞赛大省，在省奥赛委员会、省培训基地和全省中学界领导的热心支持与竞赛教练的共同努力下，其参赛选手在全国和国际竞赛中取得了令人瞩目的辉煌成绩，也积累了丰富的培训经验。

动物学是生物奥林匹克竞赛理论考试的重要组成部分，而动物学实验部分更是被列为全国生物竞赛四场考试内容之一，因此动物学科及无脊椎动物学实验部分一直受到培训教练和参赛学生的重视。但是，实验部分考试的方法年年翻新，试题内容也灵活多变，特别是有些实验内容考得很细，专业性很强，给培训教练和参赛选手提出了更高的要求，要求参赛选手必须全面系统、更高标准地掌握有关动物学的实践知识和实验技能，具备分析与解决问题的能力 and 竞赛素质，不能猜题、碰运气 and 抱有侥幸心理。

编者多年来一直担任湖南省生物奥赛无脊椎动物学培训教练，也是国家队选手在湖南培训的教练，在长达 20 多年的奥赛培训中，特别在无脊椎动物学实验教学培训中积累了较丰富的资料 and 经验。根据“国际生物奥林匹克竞赛 (IBO) 纲要” and “全国中学生生物学竞赛大纲”的基本要求，结合近十多年来全国和国际生物奥赛有关动物学实验考试的情况分析，编者认为扎实的、全面系统的实验培训应包括如下内容：1. 无脊椎动物的识别鉴定 (昆虫至少到目，其他动物至少到门、纲)；2. 小无脊椎动物的解剖 (解剖技能、形态结构特征)；3. 动物分类检索表的使用 and 双项式检索表的编制 (昆虫分目及个别分科，软体动物 and 节肢动物等的分纲，有的纲目连编，或以检索表的形式区分它们的类群，甚至包括区分不同门的动物类群)；4. 实物标本观察绘图，或要求考生能在给出的图上标明某器官的所在部位，或者注明图上画线部位的结构名称；5. 昆虫标本的采集与制作；6. 淡水浮游动物的采集、标本处理与测定；7. 无脊椎动物显微标本的制作；8. 几类相近无脊椎动物形态的比较；9. 动物形态结构及功能对生态环境的适应性分析；10. 根据动物标本描述其形态特征、生活习性、食性和生活环境。在实验培训的具体操作中，培训教练 and 参赛学生应进行分阶段的培训 and 学习，才能取得较好的效果。

本教程除了编写了上述内容之外，还增编了以下 3 章内容：第一章“无脊椎动物学理论知识精要”，以“摘要 + 插图”的形式呈现，以便帮助读者更方便地理解。第四章

“无脊椎动物探索性解剖实验”，该章是在选手具有较扎实的实验功底的基础上，在没有实验指导书的情况下，对某些解剖难度较大的器官或没有解剖过的动物进行探索性解剖，先给出实验试题，让学生边观察解剖边完成答题，然后由教师进行试题分析。第七章“无脊椎动物学实验笔试题”，该章是根据国际生物奥赛理论试卷和全国生物联赛中一些实验笔试题内容而编写的。

需要说明的是：首先，第四章“无脊椎动物探索性解剖实验”中的编写内容，是编者根据多年培训积累的无脊椎动物解剖资料编写而成，并随后附有试题答案，旨在培养选手的探索性实践能力，提高他们的实验技能。其次，第五章“动物分类检索与检索表的编制”，编者在“昆虫分类检索表的编制”中提到的“编写中的常见错误”和“编写中应注意的事项”，属个人经验总结。所以编者谈及的这两个问题不知是否恰当，欢迎读者商榷。

本教程共分七章，插图 500 余幅，在内容上基本上涵盖了无脊椎动物实验教学的方方面面，可作为生物奥赛无脊椎动物学实验培训的教科书，供热爱生物学而学有余力的中学生朋友们阅读，也可作为中学生物奥赛教练和高校相关专业师生的参考书。

本教程由胡自强教授生前和戴国博士共同策划，但因身体原因先生只完成了部分工作，嘱咐戴国博士进一步编写和整理，随后经过近两年的精心打磨和反复修改，终于得以与读者见面。在此，衷心感谢湖南省中学生物奥林匹克竞赛委员会陈良碧主任一直以来的关心，并为本书撰写序言；感谢湖南师范大学生命科学学院领导和老师们的支持；感谢湖南师范大学生命科学学院科研管理工作专项经费的资助；感谢湖南省教育厅优秀青年基金项目（No. 15B141）和湖南省自然科学基金面上项目（No. 2018JJ2266）的支持；感谢湖南师范大学出版社李文邦和宋瑛编辑的宝贵意见和精心编校；感谢赵彩凤、戴云、李让怡、张闪、张利俊、王斯婕、刘思琪等同学对图片及文稿的编辑和校对。回想起胡自强先生在生命的最后阶段还在病榻上写作初稿，不禁潸然泪下，相信此书的出版算是完成了先生的遗愿，聊以告慰他的在天之灵。

本教程力求内容丰富、文字简练、图文并茂，但因为时间仓促，书中疏漏、不足之处在所难免，恳请各位专家和广大读者批评指正。

编者

2019年4月

目 录

第一章 无脊椎动物学理论知识精要	(001)
第一节 无脊椎动物学知识要点	(001)
一、原生动物门 (Protozoa)	(001)
二、多孔动物门 (Porifera)	(006)
三、腔肠动物门 (Coelenterata)	(008)
四、扁形动物门 (Platyhelminthes)	(009)
五、原体腔动物 (Archicoelomata)	(016)
六、环节动物门 (Annelida)	(022)
七、软体动物门 (Mollusca)	(024)
八、节肢动物门 (Arthropoda)	(027)
九、棘皮动物门 (Echinodermata)	(039)
第二节 无脊椎动物形态结构的比较	(041)
一、体制的比较	(041)
二、胚层的比较	(042)
三、分节的比较	(042)
四、体表与骨骼的比较	(043)
五、体腔的比较	(044)
六、消化系统的比较	(044)
七、呼吸系统的比较	(045)
八、排泄系统的比较	(045)
九、循环系统的比较	(046)
十、神经系统的比较	(047)
十一、生殖系统的比较	(048)
十二、几类形态相近无脊椎动物的比较	(048)
第三节 动物结构与功能对生态环境的适应性分析	(052)

一、寄生虫对寄生生活的适应	(052)
二、环毛蚓对土壤穴居生活的适应	(053)
三、河蚌对底栖消极式生活的适应	(054)
四、乌贼对快速游泳掠夺性生活方式的适应	(055)
五、昆虫对陆生生活环境的适应	(056)
第四节 节肢动物实验考试的部分知识要点	(061)
一、足的分节	(061)
二、触觉、嗅觉器官的分节	(061)
三、有毒节肢动物毒腺的部位	(062)
四、昆虫的发声器	(063)
五、昆虫听器的着生部位	(063)
六、昆虫头部的型式(头式)	(064)
七、昆虫幼虫的型式	(064)
八、昆虫单眼的类型	(065)
九、昆虫前胸背板的变化	(066)
十、昆虫翅的变形及连锁	(067)
十一、昆虫的尾须	(067)
十二、一些昆虫特有的幼虫名称	(068)
第二章 无脊椎动物学实验技术	(070)
第一节 昆虫标本的采集与制作	(070)
一、昆虫标本的采集	(070)
二、昆虫标本的制作	(073)
第二节 浮游动物的标本处理与测定	(076)
一、浮游动物的采集	(076)
二、样品的固定、浓缩和保存	(078)
三、浮游动物的测定和生物量的换算	(079)
第三节 无脊椎动物显微标本的制作	(080)
一、非永久制片	(080)
二、永久制片	(080)
第三章 无脊椎动物学基础实验	(083)
第一节 草履虫及其他原生动物的	(083)

第二节	水螅及其他海绵动物、腔肠动物	(088)
第三节	华支睾吸虫及其他扁形动物	(092)
第四节	蛔虫及其他原体腔动物	(098)
第五节	环毛蚓及其他环节动物	(105)
第六节	河蚌及其他双壳纲动物	(112)
第七节	田螺、乌贼及其他软体动物	(117)
第八节	螯虾及其他节肢动物	(124)
第九节	蝗虫及其他常见昆虫	(131)
第十节	昆虫附肢与昆虫分类	(141)
第四章 无脊椎动物探索性解剖实验 (147)		
第一节	探索性解剖实验概述	(147)
一、	探索性解剖实验的概念	(147)
二、	探索性解剖实验的解题策略	(147)
第二节	无脊椎动物解剖中的常见问题	(148)
一、	无脊椎动物解剖材料的选择	(148)
二、	无脊椎动物解剖的原则	(149)
三、	不同种类无脊椎动物解剖时应注意的事项	(149)
第三节	探索性解剖实验实例	(150)
一、	华支睾吸虫的观察及标本识别	(150)
二、	蛔虫的观察解剖	(151)
三、	环毛蚓的观察解剖	(152)
四、	河蚌的观察解剖	(154)
五、	圆田螺的观察解剖	(155)
六、	螯虾的外形观察	(156)
七、	蝗虫的观察解剖	(158)
八、	蜚蠊的观察解剖	(159)
九、	蜜蜂的观察解剖	(160)
十、	胡蜂的观察解剖	(161)
十一、	金龟子的观察解剖	(162)
十二、	螽螂的观察解剖	(163)
十三、	蟋蟀的观察解剖	(164)
十四、	蝼蛄的观察解剖	(165)

(180) 十五、家蚕幼虫的观察解剖	(166)
(190) 十六、苎麻蛱蝶幼虫的观察解剖	(167)
(198) 十七、螳螂的观察解剖	(168)
(20) 附: 无脊椎动物探索性解剖实验答案	(169)
(511)	
第五章 动物分类检索与检索表	(179)
(15) 第一节 检索表的类型	(179)
(18) 一、单项式检索表	(179)
(121) 二、双项式检索表	(180)
三、退格式检索表	(181)
(77) 第二节 检索表的使用方法	(181)
(75) 第三节 检索表的编制	(185)
(71) 一、检索表的编制方法	(186)
(141) 二、检索表编制的要求和注意事项	(187)
(841) 三、检索表编制时的常见错误	(188)
(841) 四、检索表的编制实例	(189)
(911) 五、动物分类检索表编制试题选摘	(199)
(149)	
第六章 实验绘图	(200)
(92) 第一节 实验绘图的方法	(200)
(121) 一、实验绘图的基本要求	(200)
(125) 二、实验绘图的基本步骤	(200)
(124) 三、实验绘图的基本技法	(201)
(95) 第二节 无脊椎动物学实验图谱	(202)
(101) 一、大草履虫、绿眼虫的形态结构图	(202)
(128) 二、水螅体壁部分细胞结构图	(203)
(129) 三、华支睾吸虫的内部构造图	(203)
(160) 四、蛔虫的内部构造图和横切面图	(204)
(181) 五、环毛蚓的前端腹面图、横切面图和内部构造图	(205)
(185) 六、河蚌的外部形态和内部结构图	(207)
(183) 七、田螺的外部形态和内部结构图	(208)
(161) 八、虾类的外部形态和内部结构图	(208)
(191) 九、水蚤的内部结构图	(209)

十、钳蝎的外部形态图	(210)
十一、蜘蛛的内部结构图	(210)
十二、蝗虫的外部形态和内部结构图	(211)
十三、蜚蠊的内部结构图	(212)
第七章 无脊椎动物学实验笔试题汇编	(213)
第一节 原生动动物门	(213)
第二节 多孔动物门—腔肠动物门	(214)
第三节 扁形动物门	(216)
第四节 原腔动物门	(219)
第五节 环节动物门	(221)
第六节 软体动物门	(223)
第七节 甲壳动物—多足动物	(225)
第八节 昆虫纲	(228)
附录一 历届全国中学生生物竞赛无脊椎动物学实验试题 (选编)	(233)
首届全国中学生生物学竞赛动物学实验试题	(233)
第四届全国中学生生物学竞赛动物学实验试题	(234)
第五届全国中学生生物学竞赛动物学实验试题	(234)
第七届全国中学生生物学竞赛动物学实验试题	(235)
第十届全国中学生生物学竞赛动物学实验试题	(236)
第十二届全国中学生生物学竞赛动物学实验试题	(237)
第十四届全国中学生生物学竞赛动物学实验试题	(237)
附录二 省队、国家队培训用动物学实验试题 (选编)	(239)
2008 年生物 IBO 省队选拔试卷动物学实验试题	(239)
2008 年生物奥赛动物学实验试题 (国家队用)	(240)
2008 年生物奥赛无脊椎动物学实验试题 (省队用)	(241)
2009 年生物 IBO 省队选拔试卷动物学实验试题	(242)
2009 年生物奥赛无脊椎动物学实验试题 (省队用)	(243)
2010 年生物 IBO 省队选拔试卷动物学实验试题	(244)
2010 年生物奥赛动物学实验试题 (国家队用)	(245)
2011 年生物 IBO 省队选拔试卷动物学实验试题	(246)

(01)	2011 年生物奥赛动物学实验试题 (国家队用)	(247)
(01)	2012 年生物 IBO 省队选拔试卷动物学实验题	(249)
(11)	2012 年生物奥赛无脊椎动物学实验试题一 (国家队用)	(249)
(21)	2012 年生物奥赛无脊椎动物学实验试题二 (国家队用)	(250)
	2013 年生物 IBO 省队选拔动物学实验试题 (A 卷)	(251)
(23)	2013 年生物 IBO 省队选拔动物学实验试题 (B 卷)	(253)
(41)	2013 年生物奥赛动物学实验试题 (国家队用)	(255)
(41)	2014 年生物奥赛无脊椎动物学实验试题一	(258)
(41)	2014 年生物奥赛无脊椎动物学实验试题二	(259)
(01)	2015 年生物奥赛无脊椎动物学实验试题一	(260)
(10)	2015 年生物奥赛无脊椎动物学实验试题二	(261)
(15)	2016 年生物奥赛无脊椎动物学实验试题一	(262)
(25)	2016 年生物奥赛无脊椎动物学实验试题二	(263)
(85)	2017 年生物奥赛无脊椎动物学实验试题	(264)

(272)	..... (272)	(272)
(273)	..... (273)	(273)
(283)	..... (283)	(283)
(284)	..... (284)	(284)
(287)	..... (287)	(287)
(288)	..... (288)	(288)
(289)	..... (289)	(289)
(290)	..... (290)	(290)
(291)	..... (291)	(291)
(292)	..... (292)	(292)
(293)	..... (293)	(293)
(294)	..... (294)	(294)
(295)	..... (295)	(295)
(296)	..... (296)	(296)
(297)	..... (297)	(297)
(298)	..... (298)	(298)
(299)	..... (299)	(299)
(300)	..... (300)	(300)
(301)	..... (301)	(301)
(302)	..... (302)	(302)
(303)	..... (303)	(303)
(304)	..... (304)	(304)
(305)	..... (305)	(305)
(306)	..... (306)	(306)
(307)	..... (307)	(307)
(308)	..... (308)	(308)
(309)	..... (309)	(309)
(310)	..... (310)	(310)
(311)	..... (311)	(311)
(312)	..... (312)	(312)
(313)	..... (313)	(313)
(314)	..... (314)	(314)
(315)	..... (315)	(315)
(316)	..... (316)	(316)

第一章 无脊椎动物学理论知识精要

第一节 无脊椎动物学知识要点

无脊椎动物门类众多, 知识内容庞杂, 名词术语繁多, 为帮助学生更好地理解 and 掌握, 本部分内容总结和归纳了每个动物门的知识要点, 并进行了相应图示。

一、原生动物门 (Protozoa)

(一) 原生动物的概念

身体微小、形态多样, 具有各种功能细胞器的单细胞动物叫原生动物。虽然也有多细胞的群体, 但各个细胞具有相对的独立性。

(二) 原生动物的营养方式

光合营养: 与植物一样具有叶绿体, 能够通过光合作用自己制造养料的营养方式, 所以又叫植物性营养, 如眼虫等。

吞食营养: 与动物一样, 通过吞食作用从外界获得养料的营养方式, 又叫动物性营养, 如草履虫等。

渗透营养: 通过体表的渗透作用从外界获得养料的营养方式, 又叫腐生性营养, 如孢子虫等。

(三) 原生动物的生殖方式

原生动物的生殖方式多种多样。

1. 无性生殖

(1) 二分裂, 又分纵二裂 (如眼虫) 和横二裂 (如草履虫);

(2) 出芽生殖, 如夜光虫等;

(3) 复分裂, 又分裂体生殖 (如孢子虫) 和孢子生殖 (如疟原虫)。

2. 有性生殖

包括接合生殖 (如纤毛虫, 见图 1-1) 和配子生殖 (如团藻, 见图 1-2)。

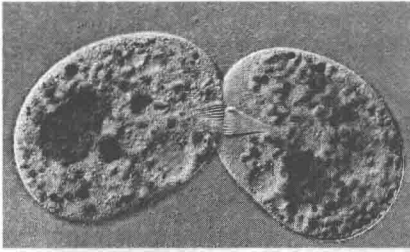


图 1-1 纤毛虫的结合生殖

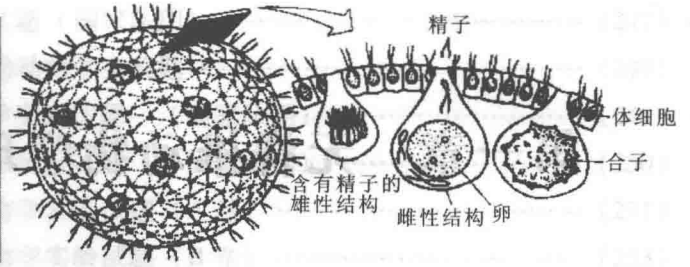


图 1-2 团藻的配子生殖

(四) 大草履虫包含的细胞器及功能

大草履虫的结构复杂，属于原生动物中最高级的类群，其细胞质分化出了各种细胞器（又叫类器官），如：纤毛为运动细胞器；口沟、胞口、胞咽、食物泡、胞肛为消化细胞器；细胞核有大、小两个，大核司营养，小核司生殖；伸缩泡为调节渗透压的细胞器，兼有排泄作用，两个伸缩泡是交替收缩的，可以不停地排水。（见图 1-3）

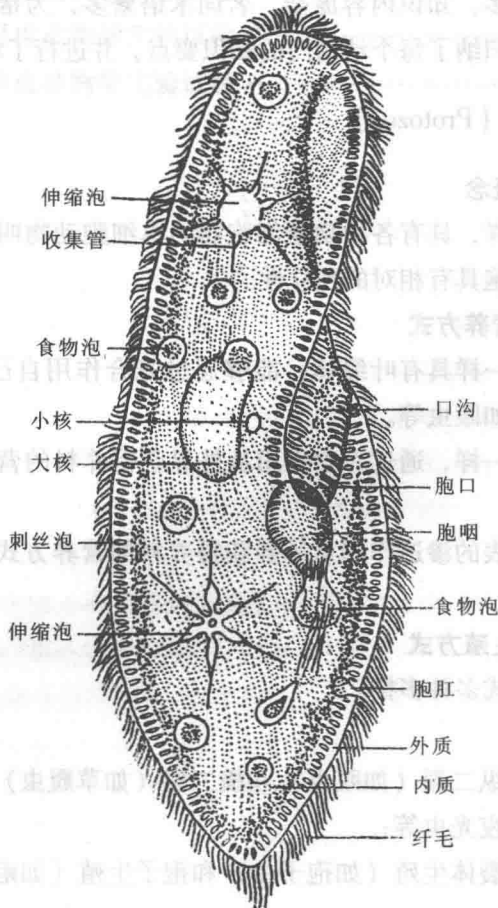


图 1-3 大草履虫的形态结构

(五) 原生动动物门包含的纲及各纲的常见种类

现存原生动动物约 3 万多种, 分类意见不一, 但 4 个重要的纲是相同的, 即鞭毛纲、肉足纲、孢子纲和纤毛纲。

1. 鞭毛纲

常见种类有绿眼虫、团藻虫、利什曼原虫、锥虫等。

2. 肉足纲

常见种类有变形虫、表壳虫等。

3. 孢子纲

常见种类有疟原虫、球虫等。

4. 纤毛纲

常见种类有喇叭虫、棘尾虫、钟虫等。

(六) 夜光虫与“赤潮”

夜光虫是鞭毛纲腰鞭目夜光虫属的一种原生生物, 由于受海水波动的刺激, 在夜间可见其发光, 所以叫夜光虫 (见图 1-4)。夜光虫过度繁殖可使海水变成红色, 称为“赤潮”, 对渔业危害极大。

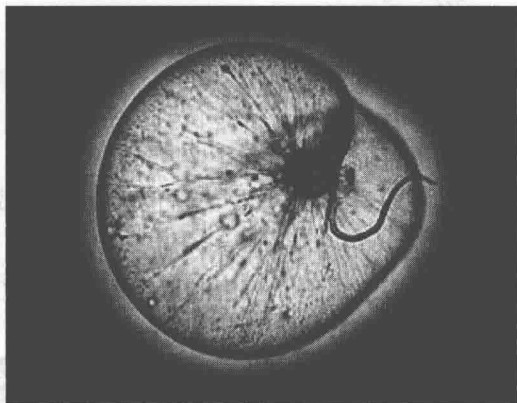


图 1-4 夜光虫

城市中含有大量有机质的污水排入江河最后到达海洋, 使海水富营养化, 促使夜光虫过度繁殖而形成赤潮。夜光虫数量多, 其本身需要消耗大量的氧气 (夜光虫死亡还可放出毒素), 同时赤潮使海水透明度降低, 影响海底植物的光合作用, 使放出的氧气减少, 导致海水缺氧而引起鱼类、贝类等大量死亡。

(七) 几种重要的寄生原虫

1. 利什曼原虫 (黑热病原虫)

利什曼原虫属于鞭毛纲动鞭亚纲。寄生于人体的有 3 种, 我国有杜氏利什曼 1 种, 主要流行于长江以北各省, 中华人民共和国成立前危害极大, 曾为我国人体的五大寄生虫之一, 能引起黑热病, 其生活史见图 1-5。

(1) 寄生部位：人体的肝、脾、淋巴结等细胞内。

(2) 传播媒介：白蛉。

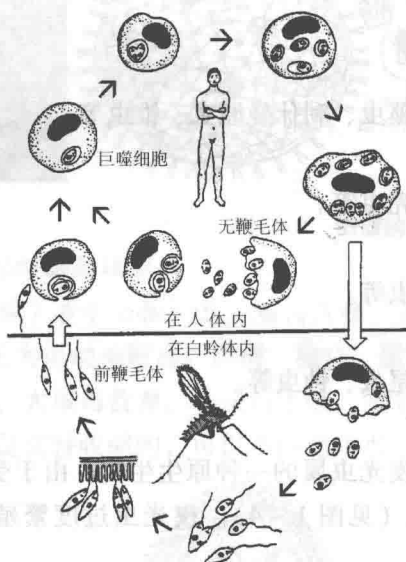


图 1-5 利什曼原虫的生活史

2. 痢疾内变形虫 (溶组织阿米巴)

(1) 寄生部位：人体的肠道内。

(2) 形态：生活中有大滋养体、小滋养体、包囊三种形态。包囊又分为单核包囊、双核包囊和四核包囊。四核包囊是其感染阶段，以包囊污染水或食物而传播。(见图 1-6)

(3) 危害：大滋养体能分泌溶组织酶，溶解肠壁组织，吞食红细胞，引起痢疾。

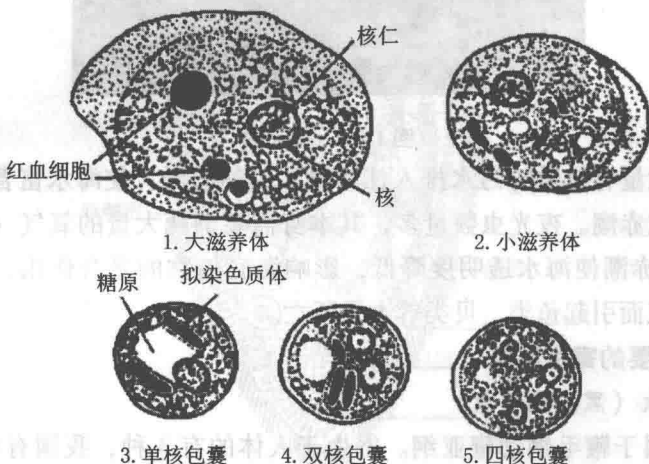


图 1-6 痢疾内变形虫的三种形态

3. 疟原虫 (Plasmodium)

(1) 种类：流行于我国的有间日疟原虫、三日疟原虫、恶性疟原虫 3 种，能引起疟疾。

(2) 寄生部位：寄生于人体红细胞和肝细胞内。

(3) 生活史 (见图 1-7)

两个寄主：人为终末宿主，按蚊为中间宿主。

三种生殖方式：裂体繁殖，在人体内进行；配子繁殖，在人体内开始，在蚊体内完成；孢子繁殖，在蚊体内进行。

(4) 发病症状：周期性的发冷发热。

(5) 危害：破坏大量红细胞，引起贫血、脾肿，严重者死亡。

(6) 防治：治疗病人，灭蚊防咬，服药预防。

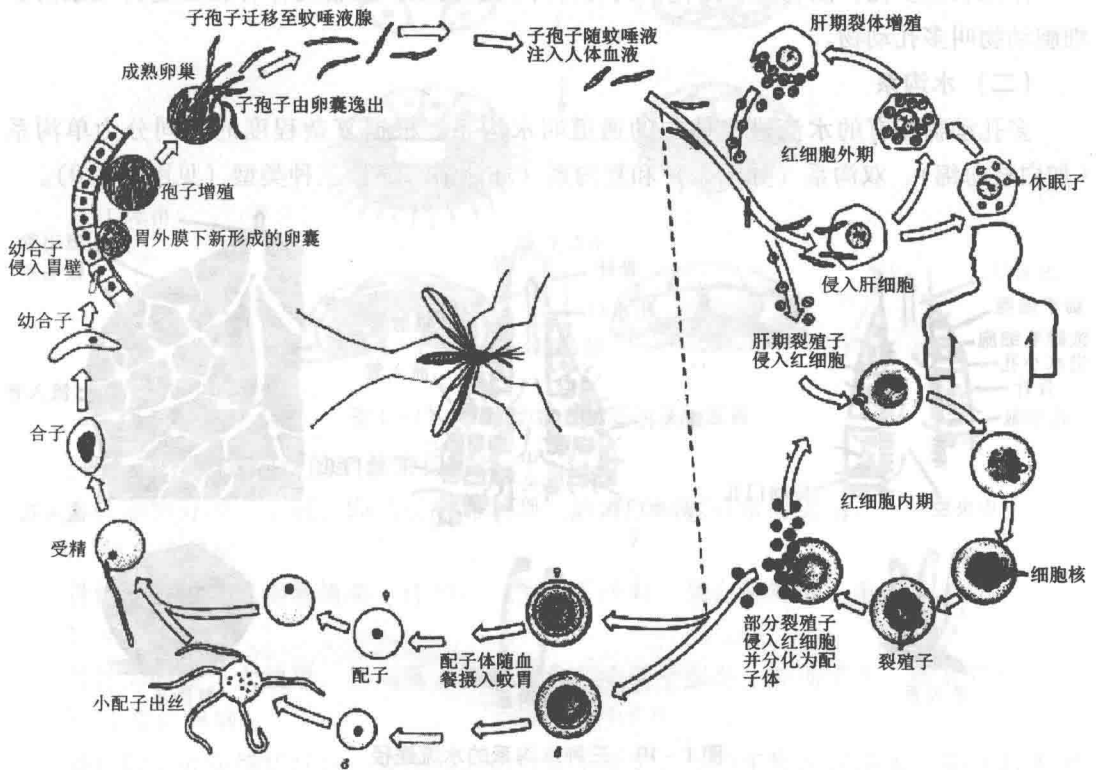


图 1-7 疟原虫的生活史

(八) 纤毛虫的生活方式

纤毛虫的种类很多，大多数在有机质丰富的水域中营自由生活，如草履虫、喇叭虫、棘尾虫、钟虫等；少数营寄生生活，如小瓜虫 (见图 1-8)、车轮虫 (见图 1-9) 等寄生于淡水鱼的体表和鳃，对鱼苗、鱼种危害很大。

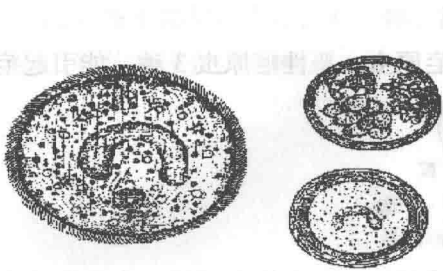


图 1-8 小瓜虫

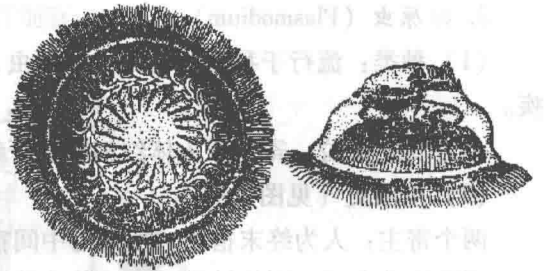


图 1-9 车轮虫

二、多孔动物门 (Porifera)

(一) 多孔动物的概念

体柔软而多孔，没有组织分化，具有特殊的水沟系，胚胎发育有胚层逆转现象的多细胞动物叫多孔动物。

(二) 水沟系

多孔动物特有的水流进出体内的通道叫水沟系。根据复杂程度的不同分为单沟系（如白枝海绵）、双沟系（如毛壶）和复沟系（如沐浴海绵）三种类型（见图 1-10）。

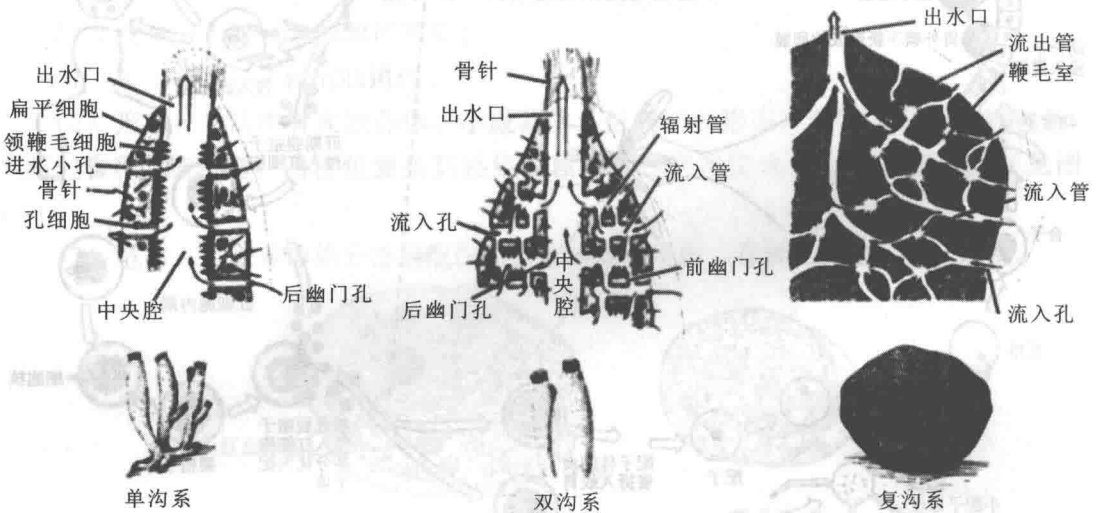


图 1-10 三种水沟系的水流途径

单沟系：外界水流→入水孔→中央腔→出水口。

双沟系：外界水流→入水孔→流入管→前幽门孔→辐射管→后幽门孔→中央腔→出水口。

复沟系：外界水流→入水孔→流入管→前幽门孔→鞭毛室→后幽门孔→流出管→中央腔→出水口。