

机场鸟击防范系列丛书

民航局安全能力建设资助项目

机场动物种群生态学

Population study on airport fauna

编著 ◆ 施泽荣 白文娟 王 正 赵文娟 赵欣慰



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

机场鸟击防范系列丛书
民航局安全能力建设资助项目

机场动物种群生态学

施泽荣 白文娟 王 正 赵文娟 赵欣慰 编著



合肥工业大学出版社

内 容 提 要

根据多年的教学实践和机场鸟击防灾的需要,本书编者从生物的划分入手,详细介绍了动物种群的数量调查,种群的生长,种群的结构,种群密度的调整、分布和散布,种群的领域等;同时,系统介绍了动物的竞争行为、侵略行为、支配行为、利他行为以及变异、突变、选择、物种形成、协同演化等,力图帮助读者全面、系统地认识和了解动物种群生物学,增强读者动物种群生态学方面的知识,从而提高对机场动物的综合治理与控制能力。本书中有插图 100 余幅,图文并茂,叙述简明,文字通俗易懂,以图解文,更加贴近读者。

本书是相关大专院校机场场务技术与管理和其他相关专业的基础教材,也可作为机场鸟击防灾管理人员及自然保护区管理人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机场动物种群生态学/施泽荣等编著. —合肥:合肥工业大学出版社,2017. 6
ISBN 978-7-5650-3378-0

I. ①机… II. ①施… III. ①机场—动物群落—种群生态学 IV. ①Q958. 15

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 146985 号

机场动物种群生态学

施泽荣 白文娟 王 正
赵文娟 赵欣慰 编著

责任编辑 权 怡
责任校对 马栓磊 孙南洋

出 版 合肥工业大学出版社
地 址 合肥市屯溪路 193 号
邮 编 230009
电 话 编 校 中 心:0551-62903210
市场营销部:0551-62903198
网 址 www.hfutpress.com.cn
E-mail hfutpress@163.com

版 次 2017 年 6 月第 1 版
印 次 2017 年 6 月第 1 次印刷
开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张 11.75
字 数 275 千字
印 刷 安徽昶颀包装印务有限责任公司
发 行 全国新华书店

ISBN 978-7-5650-3378-0

定价: 34.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。



序

自古以来，人类对鸟类的飞行都有着极大的兴趣。“列子御风”“嫦娥奔月”，翱翔蓝天之梦，自古有之。随着社会的发展，人们对“腰缠十万贯，骑鹤下扬州”的憧憬之心，日渐浓厚，充分反映出古代人们对快捷、安全、舒适、美观的飞行器的向往与追求。一百多年前，飞机的发明给人类插上了“金翅膀”，使飞行成为一种抵挡不住的诱惑。

人类的飞行，比鸟类晚了 1.5 亿多年。随着科学技术的不断发展，人类终于可以与鸟类共游一片蓝天。然而，蔚蓝的天空并不平静，当飞机与鸟类同时使用同一空域时，鸟击灾害就发生了。据不完全统计：全世界民航业，每年有大约 2 万起不同程度的鸟击灾害发生，造成直接和间接经济损失约 150 亿美元。以美国为例，该国民航业每年因鸟击灾害导致直接经济损失约 6.3 亿美元、间接经济损失约 25.2 亿美元、飞机停场超过 50 万小时。鸟击灾害给人类造成了巨大的生命和财产损失，也带来了巨大的社会影响和心理压力。自 20 世纪 50 年代以来，全世界因鸟击造成的灾害共计：民航业有 103 架飞机损毁，706 架飞机被击伤，3980 人伤亡；军方有 312 架军机损毁，981 架飞机损伤，396 名飞行员伤亡（其中 272 人死亡、124 人受伤）。更为严重的是，2005 年美国“发现”号航天飞机升空时，燃料箱前端遭遇鸟击。因此，国际航空联合会（FAI）把鸟击灾害定为“A”级航空灾难。鸟击造成的灾害，也使人们在乘坐飞机时平添了几分心悸。

在人们的想象中，柔弱的小鸟与飞机相撞是以卵击石，而事实绝非如此。飞机真的害怕小鸟，鸟击飞机的威力非同一般。据测定，一只 800g 的鸟，在飞机相对速度为 300~500km/h 时撞击飞机，就相当于一枚小型炮弹击中飞机。一只小鸟如果被吸进发动机，就会阻塞进气道或打断涡轮叶片，导致空中停车、失火或操纵失控，造成灾难事故。

鸟击灾害并非是个新问题，早在 1912 年，美国人卡尔·罗杰斯（Kari



Rogers) 驾机飞越美洲大陆时, 就因鸟击导致坠机身亡。随后, 为防止鸟击灾害的发生, 飞机设计专家做了大量改进。但是, 随着喷气发动机时代的到来, 进一步加剧了鸟击灾害的发生。因为, 早期飞机的活塞式发动机噪音大、速度慢, 鸟类在空中还来得及避让, 即使发生鸟击灾害其损失也比较小, 然而, 现代喷气式飞机的速度快、噪音小、体型大, 发动机的涡轮叶片与螺旋桨极易受到鸟击而遭损坏。因此, 如何减控鸟击灾害的发生, 确保飞行安全, 已成为各国政府共同关心的一个大问题。

随着航空事业的快速发展, 鸟击灾害问题被列入航空业的议事日程, 因地制宜地制定综合防治与控制措施, 坚持“以防为主, 防治并举, 土洋结合, 经济有效”的原则, “治早、治小、治了”, 及时清除鸟击带来的飞行安全隐患, 已成为全人类的基本共识。目前, 摆在我们面前的现实是, 机场上空和地面上的鸟类及其他有害生物, 已成为飞行安全的大敌。因此要防止鸟击灾害, 确保飞行安全, 就不能等到事故发生了才仓促应对, 而要“以防为主”, 打主动仗, 在鸟类迁徙、集群、繁殖、扩散及活动峰值期, 做好防控工作。也就是说, 不但要认识防治对象, 熟悉防控措施, 还要掌握相应的鸟类及其他有害生物的活动规律, 通过系统的调查研究和周密的计算分析, 综合各种信息来预测(判断)鸟击灾害发生的高峰期、发生数量, 以及可能受到危害的航线、机种、飞行高度等, 只有做到“知己知彼”, 才能取得最佳的防治效果。

鸟击灾害基础理论的研究工作, 是我国鸟击灾害防治工作的基础, 是减控鸟击灾害的重要环节, 是保证飞机安全起降的重要工作。

在机场鸟击灾害防治工作中, 我们要建立一支以机场专业人员为主的鸟击防灾专业队伍, 广泛开展鸟击防范基础理论的研究工作, 形成特有的鸟击防范理论体系和防灾综合治理模式, 从而及时、有效地防治鸟击灾害的发生, 为飞行安全做出贡献。

机场鸟击防范是一项崭新的、前所未有的工作, 与气象、地质、害虫等自然灾害相比, 鸟击防范没有完整的理论体系, 缺乏先进的仪器设备, 缺乏专业技术人才, 更没有深厚的理论基础积淀。可以说, 机场鸟击防范工作, 在国内外起步很晚, 在理论体系的建设、应用技术的研究开发以及人才培养等方面都是白手起家。为开拓这一新的领域, 广州民航职业技术学院的教师们抓住机遇, 率先协同相关专家学者进行深入探讨与研究。首先, 从基础理论体系建设



入手，针对机场鸟击灾害的特点，编写出一套综合性的“机场鸟击防范系列丛书”，初步形成了较为完整的理论体系；其次，以全国不同生态、不同区域的民用和军用机场为研究基地，为培养鸟击防范专业技术人才，建立了一套鸟击防范综合治理模式；最后，利用现代雷达扫描技术，研究航空鸟击灾害预测预报与控制技术。

“机场鸟击防范系列丛书”让我耳目一新，特别是《鸟击防灾预测与预报技术》。据我了解，目前国内外尚无他人开展这一领域的系统研究，这是一种创新和探索。该系列丛书的出版，为我国在鸟击防范工作理论体系建设方面抢占世界理论研究和实践的制高点创造了条件，并且首开先河，开拓思路，为后续研究夯实了基础。该系列丛书既有比较深厚的理论基础，又有丰富的实践案例，图文并茂，通俗易懂，集科学性、实用性、可读性于一体。由于时间等诸多原因，尽管该系列丛书不够完善，甚至有不少疏漏之处，仍希望其能得到相关专家学者和同行的批评、指正；同时，也期盼更多的同仁及有兴趣的人士能够了解、支持并加入这一研究领域，为提升我国机场鸟击防范技术水平，实现有效治理做出贡献。毋庸置疑，该丛书必将对我国鸟击防范工作起到积极的指导和促进作用。可以说，它是一套具有科研参考价值和教学实用价值的好书，这是我在阅读该丛书后的观感，也是欣然为序的原因。相信广大读者读后也会有同感。

希望本套丛书的出版能进一步推动我国民航、军用机场鸟击防范工作的发展，使鸟击防范理论研究、新技术应用及鸟击防范人才培养工作，走在世界的前列。

广州民航职业技术学院院长 **吴万敏**

二〇一五年五月十八日



目 录

第一章 概论	(1)
第一节 生物的划分	(1)
第二节 种群的意义	(33)
第三节 生态系统的宇宙观	(35)
第二章 种群的数量调查	(38)
第一节 绝对数量和相对数量的调查	(38)
第二节 种群数量估计法	(39)
第三章 种群的生长	(43)
第一节 无限的种群生长	(43)
第二节 有限的种群生长	(45)
第三节 逻辑曲线的特征和应用	(49)
第四节 内在增加率和世代时间	(50)
第四章 种群的结构	(53)
第一节 年龄和性别组合的分析	(53)
第二节 生命表 (Life table)	(56)
第三节 莱斯利矩阵 (Leslie matrix)	(60)
第五章 种群密度的调整	(63)
第一节 密度无关说	(64)
第二节 密度有关说	(65)
第三节 种群调整的折中学说	(68)
第四节 自律调整说	(70)



第六章 分布和散布	(72)
第一节 分布的类型	(72)
第二节 散布的类型	(73)
第三节 散布的障碍	(74)
第七章 种群的领域	(76)
第一节 活动范围, 回归和回移	(76)
第二节 护域行为	(77)
第三节 领域特征	(83)
第八章 竞争行为	(88)
第一节 竞争的方式	(88)
第二节 竞争的性质	(89)
第三节 竞争的结果	(89)
第四节 高斯原则	(90)
第五节 生态位概念 (the concept of niche)	(91)
第六节 竞争行为模式	(94)
第九章 侵略行为	(97)
第一节 侵略行为的形成	(97)
第二节 侵略行为的类型和例证	(100)
第三节 侵略行为的适应	(102)
第十章 支配行为	(104)
第一节 支配行为的类型和例证	(104)
第二节 支配行为的特性	(107)
第三节 支配优势的好处	(108)
第四节 从属的适应	(110)
第五节 优势的决定因素	(111)
第六节 支配行为的模式	(113)



第十一章 利他行为	(114)
第一节 利他行为的表现方式	(114)
第二节 群间选择	(115)
第三节 利他行为的实例	(117)
第十二章 种群中的基因	(124)
第一节 基因库和基因频率	(124)
第二节 哈文原则 (Hardy - Weinberg's principle)	(125)
第三节 种群遗传的定量分析	(127)
第十三章 变异	(131)
第一节 变异的类型	(131)
第二节 变异的数量分析	(132)
第三节 多型现象	(134)
第四节 地理变异	(136)
第十四章 突变	(139)
第一节 核型改变	(139)
第二节 基点突变	(140)
第三节 突变对基因频率的影响	(144)
第十五章 内婚和外婚	(146)
第一节 内婚抑制	(146)
第二节 遗传漂变	(150)
第三节 外婚匀化	(151)
第十六章 选择	(152)
第一节 选择对基因频率的影响	(152)
第二节 选择和突变的平衡	(157)
第三节 选择和适应度	(157)



第十七章 物种形成	(160)
第一节 物种形成的方式和例证	(161)
第二节 物种的生命环	(167)
第十八章 协同进化	(169)
第一节 协同进化的类型和例证	(169)
第二节 人类种群的演化	(172)
编写说明	(176)



第一章 概 论

第一节 生物的划分

对动物学工作者来说,用“羽毛鳞介”来解释什么是动物似乎有些过于简单化了。动物学的定义和其他学科的定义一样,必须要有比较准确并且合乎自然规律的定义。然而,有许多人对生物分类很不重视,甚至有些生物学家也认为,动物分类是自然博物馆的事,与实际需要相差太大,太枯燥、太死板,是一门过时的科学。事实恰恰相反,生物分类学是一门很重要的基础科学,与自然资源的调整、物种的保护、有害生物防治和动物资源的利用,以及经济的发展等都有密不可分的关系。

传统的生物学把生物分为植物和动物两大类,随着生物学研究技术的发展,后来又分出了微生物。大约在 20 世纪 40 年代初期,生物学家把生物划分为四个生物界(图 1-1),这一划分方法首先由科普兰(H. F. Copeland, 1938)提出来并积极倡导的。这四个生物界分别是:

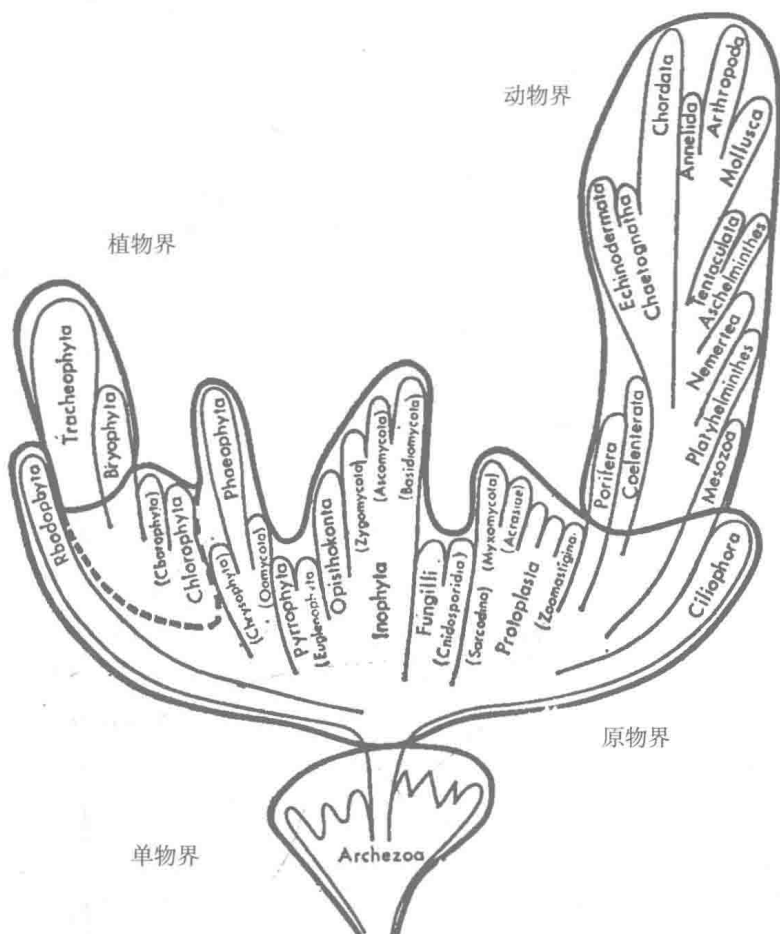
一是单物界(Mychota or Monera),由没有细胞核的单细胞生物组成,如细菌、蓝绿藻等。

二是原物界(Protoctista),由有细胞核的单细胞和多细胞生物组成,如原生动物、红藻、褐藻和真菌等。

三是植物界(Metaphyta),由有细胞核的多细胞生物组成,并具色素,如叶绿素、叶黄素、叶红素等,能合成淀粉和其他有机物。

四是动物界(Metazoa),由有细胞核的多细胞生物组成,在发育过程有囊胚期(Blastula)和原肠期(Gastrula),是典型的捕食者(Predator)。

上述四个生物界的理论,一直沿用到 20 世纪 60 年代。60 年代末,惠特克(R. H. Whittaker)提出了五个生物界的观念,他指出科普兰的四个生物界划分法,在现实社会中有三大缺点:一是从营养方式的观点看,植物的光合作用,动物的捕食行为,真菌的吸收作用,应该是相等的,其重要程度也是一样的,而且在自然界中,真菌的演化趋势和方向,与其他动植物截然不同;二是从组织分化的程度看,原物界是包括了单细胞和多细胞生物,在多细胞生物中,又混合了单核细胞和多核细胞,有些又有组织分化,如褐藻的拟器官,如固着器(Holdfast)、片柄(Stipe)和藻片(Blade),真菌的生殖器官,苔藓的茎叶分化,海绵和中生动物(Mesozoa)等,却不适应地被划分在原物界中;三是从门类的幅度看,原物界包括太广,没有明显而统一的界限,成为一群混淆不清的、笼统



原核		真核		
单细胞		多核和多细胞		
孤立	群生	孤立	群生	缺少·有限·居间·进步的体组织分化

图 1-1 科普兰系统 (Copeland System)
注：各生物界的门类和组织阶层关系 (引自 Whittaker, 1969)

的大杂烩。
惠特克分类系统将所有生物划分为五个生物界 (图 1-2)。目前，这一划分在国内外得到生物学界的普遍认同。

一、单物界 (Kingdom Monera)

原核 (prokaryotic) 细胞生物，无核膜、线粒体和高级 (9+2 股) 鞭毛。单细胞孤立式群生，多行吸收式的营养，但是，也有进行光合式或化合式营养的。主要行无配子生殖，如分裂或芽生。有些也能进行原始性 (protosexual) 生殖。一般不运动或滑动，有些也能行简单的鞭毛运动。

黏胶单物支 (Branch Myxomonera)：无鞭毛，在正常运动时，多以滑动方式为主。
蓝绿藻门 (Phylum Cyanophyta)：蓝绿藻类。

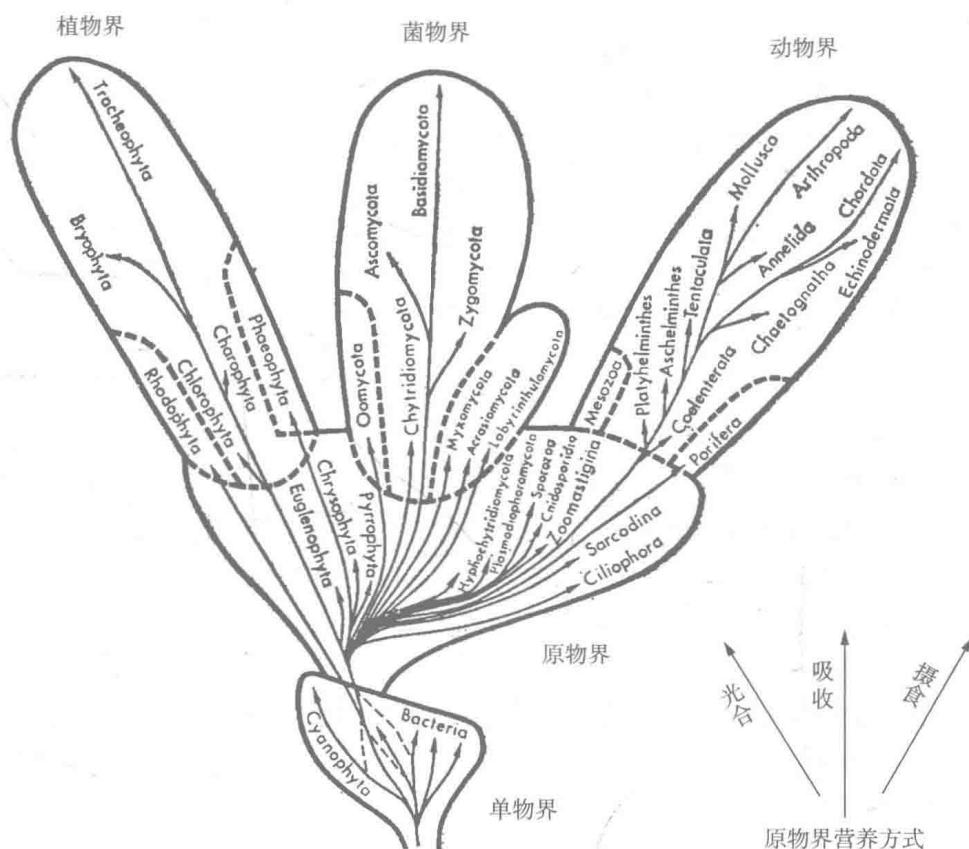


图 1-2 惠特克分类系统 (引自 Whittaker, 1969)

关系 (引自 Whittaker, 1969)

黏胶细菌门 (Phylum Myxobacteria): 黏细菌。

鞭毛单物支 (Branch Mastigomonera): 简单鞭毛运动 (包括没有运动的有关种类)。

真细菌门 (Phylum Eubacteria): 真正细菌。

放射菌门 (Phylum Actinomycota): 菌丝细菌。

螺旋菌门 (Phylum Spirochaeta): 螺旋细菌。

二、原物界 (Kingdom Protista)

真核 (eukaryotic) 单细胞或群生细胞生物, 具核膜、质体、线粒体和高级鞭毛等胞器。营养方式包括光合作用、吸收作用、捕食者摄食, 以及以上的综合形式。生殖方法繁多, 但是, 通常是由单倍体 (haploid) 进行无性生殖。真正的有性生殖需要核配合 (karyogamy) 和减数分裂 (meiosis), 有高级鞭毛运动、其他纤毛运动、变形运动和不运动等多种形态。

吸虫门 (Phylum Euglenophyta): 眼虫类生物。

金藻门 (Phylum Chrysophyta): 金藻类生物。

甲藻门 (Phylum Pyrrophyta): 双鞭藻类和潜隐单分体 (Cryptomonads) 生物。

瓶菌门 (Phylum Hyphochytridiomycota): 瓶菌类生物。



原质门 (Phylum Plasmodiophoromycota): 具有原质体的生物。

孢子门 (Phylum Sporozoa): 孢子原生动物。

刺孢门 (Phylum Cnidosporidia): 刺孢子原生动物。

动鞭门 (Phylum Zoomastigina): 鞭毛原生动物。

肉足门 (Phylum Sarcodina): 根足原生动物。

纤毛门 (Phylum Ciliophora): 纤毛和吸泡原生动物。

三、植物界 (Kingdom Plantae)

真核多细胞生物, 具胞壁、液泡和光合色素体。其主要营养方式为光合作用, 但也有些生物进行吸收作用, 在这一界中, 多数不移动, 营固着生活。器官特化成具有光合、维导管和保护等功能的组织。生殖方法以有性生殖为主, 由单倍体和二倍体的方式进行世代交替。在较高级的种类中, 单倍体的世代逐渐简化缩短, 而二倍体的世代延长。

红藻植物亚界 (Subkingdom Rhodophyta): 具有叶绿素 a、藻青素 (phycocyanin) 和 R-藻红素 (R-phycoerytherin), 储藏食物为花淀粉 (floridean starch), 无鞭毛。

红藻植物门 (Phylum Rhodophyta): 红藻植物。

褐藻植物亚界 (Subkingdom Phodohyta): 植物体内具有叶绿素 a 和叶绿素 c, 藻黄素 (fucoxanthin), 储藏食物为昆布素 (laminarin) 和甘露醇 (mannitol)。动孢子具二侧鞭毛, 一根像鞭索 (whiplash), 一根像绦丝 (tinsel)。

褐藻植物门 (Phylum Phaeophyta): 褐藻植物。

真绿植物亚界 (Subkingdom Euchloroplcyta): 具有叶绿素 a 和叶绿素 b, 储藏食物为淀粉粒, 原始鞭毛形成二或多条前位鞭索。

绿藻植物支 (Branch Chlorophyta): 水生为主, 无显著的体细胞分化。

绿藻植物门 (Phylum Chlorophyta): 绿藻植物。

后生植物支 (Branch Metaphyta): 这一分支植物, 它们以陆生植物为主, 有明显的体细胞和组织分化。

苔藓植物门 (Phylum Bryophyta): 地钱、角苔和藓类。

维管植物门 (Phylum Tracheophyta): 具有维管束的植物。

四、菌物界 (Kingdom Fungi)

真核多细胞生物, 具胞壁或合胞 (syncytial) 菌丝体, 不具质体和光合色素体, 行吸收或营养。体组织简化, 具有生殖组织分化。生殖方法多以单套菌丝体进行无性生殖, 或者进行两核配合生殖, 大多数不运动, 但也有变形运动和具高级鞭毛的世代。

裸露菌物亚界 (Subkingdom Gymnomycota): 组织分歧, 包括细胞分离、聚集和孢子形成等时期。

黏菌门 (Phylum Myxomycota): 合胞或原质黏霉菌。

胞霉菌门 (Phylum Acrasiomycota): 细胞或伪原质黏霉菌。

网胞菌门 (Phylum Labyrinthulomycota): 网胞黏霉菌。



双鞭菌亚界 (Subkingdom Dimastigomycota): 具双鞭动孢子 (zoospore), 呈瓶菌或简单菌丝组织, 胞壁含纤维素 (cellulose)。

卵孢菌门 (Phylum Oomycota): 卵孢真菌类。

真菌亚界 (Subkingdom Eumycota): 主要具菌丝体组织, 动孢子具单鞭毛, 明角质胞壁。

后鞭菌支 (Branch Opisthomastigomycota): 动孢子具后部单鞭毛, 主要水生, 具瓶菌或菌丝体组织。

真瓶菌门 (Phylum Chytridiomycota): 真正瓶菌及有关的菌类。

无鞭菌支 (Branch Amastigomycota): 不具鞭毛的动孢子, 简单或较复杂的菌丝体组织, 多为陆生。

接合菌门 (Phylum Zygomycota): 接合生殖菌类。

子囊菌门 (Phylum Ascomycota): 具子囊的菌类。

担子菌门 (Phylum Basidiomycota): 具担子体的菌类。

五、动物界 (Kingdom Animalia)

真核多细胞生物, 无胞壁、质体和光合色素。主要营养方式为摄食, 具有消化道。少数无消化道者, 则进行吸收式营养。组织阶层分化超过其他生物界, 具交感神经系统和运动纤维, 大多数进行有性生殖。

玄生物亚界 (Subkingdom Agnotozoa): 表层细胞进行吸收营养, 无消化腔道和组织分化, 用纤毛运动。

中生动物门 (Phylum Mesozoa): 中生动物类。

侧生动物亚界 (Subkingdom Parazoa): 主要营养由内水管道表面细胞, 进行摄食营养。细胞分化, 然而, 组织不分化或有限度地分化, 个体不移动, 但是, 它们的细胞可以运动。

多孔动物门 (Phylum Porifera): 海绵动物。

古杯动物门 (Phylum Archaeocyatha): 该动物门已灭绝。

后生动物亚界 (Subkingdom Eumetazoa): 组织高度分化, 且具有其他动物特征。

放射动物支 (Branch Radiata): 放射对称或两侧放射对称的动物。

刺胞动物门 (Phylum Cnidaria): 腔肠动物。

栉水母动物门 (Phylum Ctenophora): 栉水母类动物。

两侧动物支 (Branch Bilateria): 两侧对称的动物。

——无体腔动物序 (Grade Acoelomata)

扁形动物门 (Phylum Platyhelminthes): 扁虫类。

纽形或吻腔动物门 (Phylum Nemertea or Rhynchocoela): 带虫类。

——假体腔动物序 (Grade Pseudocoelomata)

棘头动物门 (Phylum Acanthocephala): 棘头虫类 (图 1-3)。

圆形动物门 (Phylum Aschelminthes): 包括许多假体腔的动物。

内肛动物门 (Phylum Entoprocta): 具假体腔的内肛苔藓虫类。

——体腔动物序 (Grade Coelomata)

裂体腔动物亚序 (Subgrade Schizocoela)

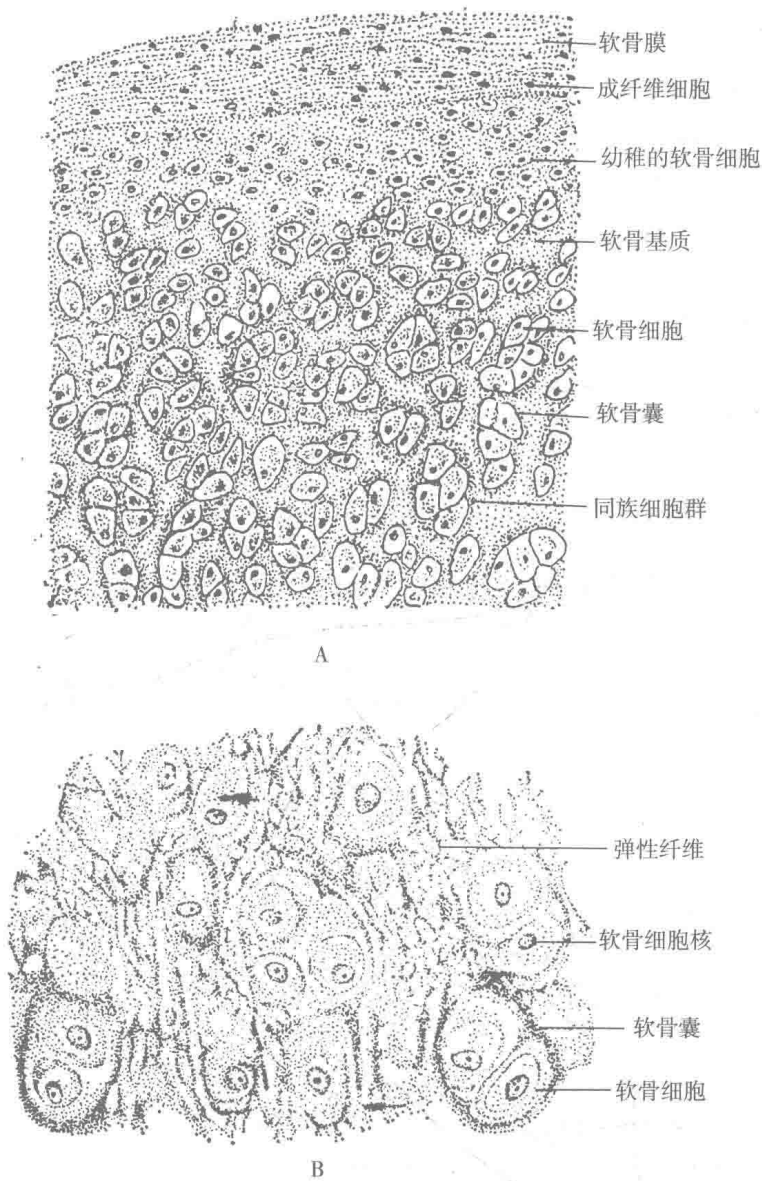


图 1-3 棘头虫的管道系统

腕足动物门 (Phylum Brachiopoda)：灯壳动物。

苔藓或外肛动物门 (Phylum Bryozoa or Ectoprocta)：具有体腔的外肛苔藓虫类。

毛冠动物门 (Phylum Phoronida)：具纤毛环冠的动物。

软体动物门 (Phylum Mollusca)：大多具有贝壳，常见的如蜗牛 (*Helix*) (图 1-4)、乌贼 (*Sepia*)、石鳖 (*Chiton*) 等。

星虫动物门 (Phylum Sipunculoidea)：花生虫类 (peanut worms)，这类动物并不是星状的虫，而是虹吸管状的虫，其吻端有星状唇瓣，故应称虹虫、星吻虫或星唇虫。但是，星虫之名早被使用了，现在只保留其叫法。

螠虫动物门 (Phylum Echiuroidea)：本门动物属于小到中等的蠕虫，一般长 10～15cm，目前，已知有 130 多种。

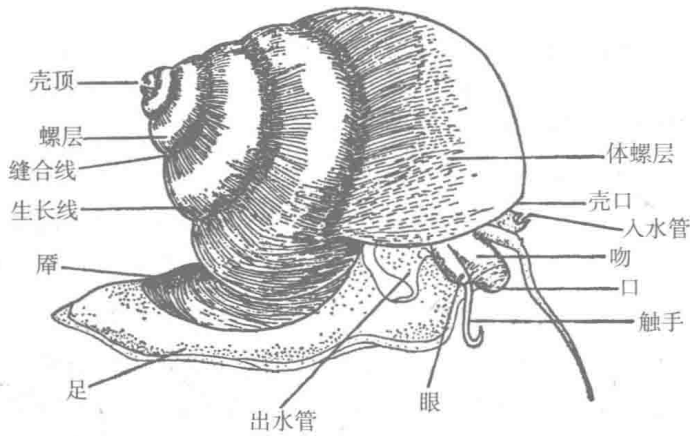


图 1-4 常见的软体动物 (蜗牛)

环节动物门 (Phylum Annelida): 常见的如毛腹虫 (*Chaetogaster*)、蚂蟥 (*Whitmania*)、沙蚕 (*Nereis*)、蚯蚓 (*Pheretima*) (图 1-5) 等。

节肢动物门 (Phylum Arthropoda): 常见的有虾 (*Macrobrachium*)、蟹 (*Eriocheir sinensis*)、蝗 (*Chondracris rosea*)、螨 (*Aeariformes*)、蜈蚣 (*Scolopendra*) 等动物。

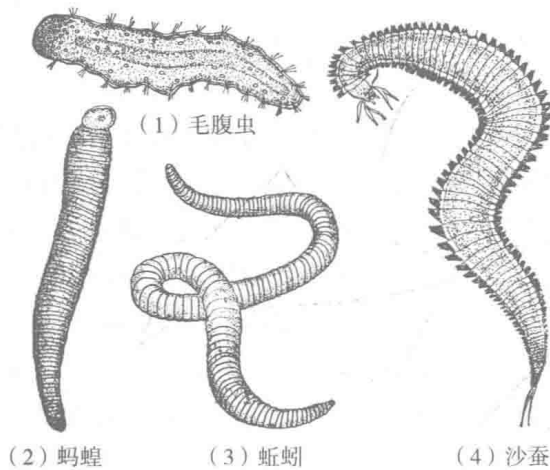


图 1-5 环节动物门的代表动物

腔肠动物亚序 (Subgrade Enterocoela)

须腕动物门 (Phylum Pogonophora): 须腕虫类。

毛颚动物门 (Phylum Chaetognatha): 箭虫类。

棘皮动物门 (Phylum Echinodermata): 在其发生系统中, 它们和脊索动物是有联系的。

半索动物门 (Phylum Hemichorda): 该动物门一方面与棘皮动物相似, 如它们的早期胚胎发育——原肠胚的形成和体腔很相似。

脊索动物门 (Phylum Chordata): 它们是后口动物中的一个大的类群。这类动物的存在, 为棘皮动物与脊椎动物之间的联系提供了某些证据, 并被认为是由此能推测脊椎动物的起源, 所以, 在学术上具有重要的意义, 是研究动物习性和动物进化的重要材料。