



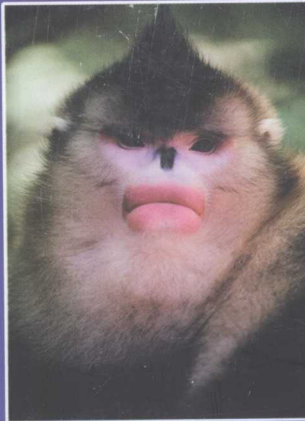
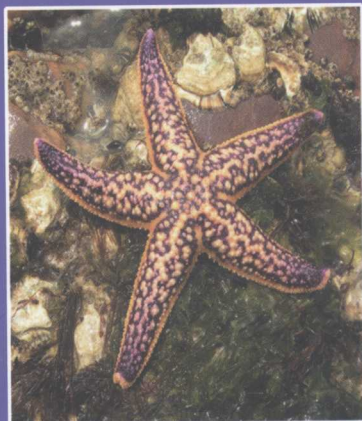
普通高等教育“十三五”规划教材
普通高等教育生命科学专业系列教材

Zoology

动物学

(第二版)

侯林 吴孝兵 主编



科学出版社

普通高等教育生命科学专业系列教材

动 物 学

(第二版)

侯 林 吴孝兵 主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是全国“普通高等教育生命科学专业系列教材”之一。在第一版的基础上,由编者参考当前国内、外动物学最新的相关教材和文献资料,结合教学实践进一步编写、修订而成。全书共分 22 章,全面、系统地介绍了无脊椎、脊椎动物在内的共 25 个门的动物形态学、分类学和生态学,着重反映形态学和分类学最新研究成果。特别设立了无脊椎动物起源与演化、脊椎动物起源与演化及动物地理分布三个章节,介绍当前关于动物起源、进化和动物分子进化等研究的最新研究进展和新成果。各章之前设有内容提要,章末设有思考题以供掌握、复习和巩固之用。

本书可作为高等院校生物科学及相关专业本科生的动物学教材,也可作为从事动物学、医学、农学、养殖、海洋科学等相关学科研究和教学人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

动物学 / 侯林, 吴孝兵主编. —2 版. —北京:
科学出版社, 2016. 9

全国普通高等教育生命科学专业系列教材
ISBN 978-7-03-049794-9

I. ①动… II. ①侯… ②吴… III. ①动物学—高等
学校—教材 IV. ①Q95

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 203231 号

责任编辑: 陈 露

责任印制: 谭宏宇/封面设计: 殷 靓

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

南京展望文化发展有限公司排版

江苏省句容市排印厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 9 月第 一 版 开本: A4 (890×1240)

2016 年 9 月第 二 版 印张: 24 插页: 8

2016 年 9 月第八次印刷 字数: 803 000

定价: 66.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《动物学》第二版编辑委员会

主 编 侯 林 吴孝兵

副主编 (按姓氏笔画排序)

吴跃峰 姚 锋 赛道建

编 委 (按姓氏笔画排序)

冯照君 刘 强 孙红英 李利珍

杨 明 吴孝兵 吴跃峰 陈寅山

邵 晨 范学铭 郑荣泉 赵 匠

侯 林 俞伟东 姚 锋 鲍毅新

赛道建 潘红春

第二版前言

《动物学》第一版于 2007 年出版至今已 9 年,目前该书已经成为省属高等师范院校普遍使用的教材。由于分子生物学等新技术在动物学中的应用,产生了一批新的成果,需要我们把这些新成果介绍给读者,应科学出版社要求,《动物学》编委会决定在《动物学》第一版的基础上修订出版《动物学》第二版。

经多方面征集读者、同行专家学者及编委的意见后,《动物学》第二版在第一版的基础上主要进行了以下四方面的修改和调整:第一,随着新物种的陆续发现,结合最新的资料,我们对部分分类阶元所具有的物种数量进行了修正,以正确反映分类学研究成果和进展。例如,甲壳动物浆足纲由原来的 12 种增加到 24 种,两栖动物各个分类阶元的数量均被重新修正;第二,甲壳亚门的分类当中增补了螯虾下目这一常见种类,尽量更全面的展示甲壳亚门复杂的分类系统。第三,结合读者和同行专家的反馈,对各章当中的文字、插图等细节进一步完善与修订,使本书的语言更加严谨、精炼,真正做到易读易懂。第四,限于篇幅、教材使用、教师的教学实践以及近年来学科发展迅猛的特点,对各门动物的生态、研究进展、附录中的词汇索引和保护动物名录四个部分予以删除,这部分的教学内容可由教师结合学科发展趋势和科研实践灵活补充,采取这样的方式可能更有利于内容的更新。

修订后的第二版教材继续突出第一版的特色:一是系统性。力求按照系统进化的主线,系统地介绍无脊椎和脊椎动物的形态、生理、分类和分布等的基本规律。二是实用性。力求与高等师范院校的教学计划和培养目标相一致,突出动物学基本内容,使其更加适合普通高等教育生命专业学生的需求。三是创新性。在一些章节加入了本书编者的科研成果,增加了原创的内容。全书尽量把本学科在世界上比较公认的新理论、新观点和新方法以及有争议的观点介绍给读者,使读者对当前动物学研究的热点问题有个比较清楚的认识。

第二版共 22 章,分别介绍了包括无脊椎动物和脊椎动物在内的 25 个门的动物的形态学、分类学和生态学,着重反映形态学和分类学最新研究成果。特别设立了无脊椎动物起源与演化、脊椎动物起源与演化及动物地理分布三个章节,主要介绍当前关于动物起源、进化的最新研究进展及动物的分子进化等研究的新成果。各章之前设有内容提要,章末设有思考题以供掌握、复习和巩固之用。其中绪论、第十三章由辽宁师范大学侯林编写,第一章、第四章由哈尔滨师范大学范学铭编写,第二章由天津师范大学刘强编写,第三章由江苏师范大学冯照军编写,第五章由沈阳师范大学杨明编写,第六章由安徽师范大学潘红春编写,第七章由吉林师范大学赵匠编写,第八章由江苏师范大学冯照军、哈尔滨师范大学范学铭编写。第九章节肢动物门的主要特征、螯肢动物亚门由南京师范大学孙红英编写,甲壳亚门由辽宁师范大学侯林、姚锋编写,六足亚门由上

海师范大学李利珍编写,多足亚门和有爪动物门由福建师范大学陈寅山编写。第十章、第十一章、第十二章由浙江师范大学郑泉荣编写,第十四章、第十五章、第二十二章由上海师范大学俞伟东编写,第十六章由河北师范大学吴跃峰编写,第十七章由浙江师范大学邵晨编写,第十八章、第二十一章由安徽师范大学吴孝兵编写,第十九章由山东师范大学赛道建编写,第二十章由浙江师范大学鲍毅新编写,无脊椎动物学部分由侯林统稿、脊椎动物学部分由吴孝兵统稿,最终由侯林统稿并最后定稿。

在编写《动物学》第二版过程中得到科学出版社和编者所在单位的大力支持,特别是在章节结构调整、最新研究成果的增补、第一版一些错误的改正和问题的厘清以及后期编审、校对等方面做了大量工作。科学出版社陈露编辑对第二版书稿的增补、修订给予主要的指导,在第二版的审校工作中付出了非常艰辛的劳动,在此一并表示感谢。尽管我们在第一版的基础上,继续秉持科学性、创新性、准确性、系统性、前瞻性和实用性的原则,但受学术水平所限,加之时间比较仓促,书中欠妥之处和错误在所难免,诚恳希望同行和读者给以批评指正。

侯 林

2016年7月6日

目 录

前言

绪论 / 1

0.1 动物学的定义 / 1

0.1.1 生物的基本特征 / 1

0.1.2 动物的基本特征 / 2

0.2 动物学研究的内容与分支学科 / 2

0.2.1 物种与动物的分类 / 2

0.2.2 动物学的分支学科 / 4

0.3 动物的多样性与进化 / 5

0.3.1 我国动物的多样性 / 5

0.3.2 寒武纪生命大爆发 / 7

0.4 动物学研究的方法 / 7

0.5 现代动物学研究的特点及所包含的主要研究内容 / 8

0.5.1 传统动物学研究的主要特点及动物学研究的简史 / 8

0.5.2 现代动物学研究的特点 / 9

0.5.3 现代动物学研究的主要内容 / 9

思考题 / 12

第1章 原生动物门(Protozoa) / 13

1.1 原生动物门的主要特征 / 13

1.1.1 一般形态 / 13

1.1.2 生理及生殖特点 / 14

1.2 原生动物的分类 / 14

1.2.1 鞭毛纲 / 15

1.2.2 肉足纲 / 18

1.2.3 孢子纲 / 21

1.2.4 纤毛纲 / 24

思考题 / 27

第2章 多细胞动物的发育与起源 / 28

2.1 多细胞动物的发育 / 28

2.1.1 什么是个体发育 / 28

2.1.2 多细胞动物个体发育 / 28

2.2 系统发育 / 32

2.2.1 系统发育的概念 / 32

2.2.2 生物发生律(重演律)的中心内容 / 32

2.3 多细胞动物的起源 / 33

2.3.1 多细胞动物起源于单细胞动物的证据 / 33

2.3.2 多细胞动物的祖先及其起源学说 / 33

2.4 中生动物(Mesozoa) / 35

2.4.1 中生动物的主要特征和分类 / 35

2.4.2 关于中生动物的演化地位 / 36

思考题 / 36

第3章 多孔动物门(Porifera) / 37

3.1 多孔动物门的主要特征 / 37

3.1.1 体制 / 37

3.1.2 细胞及组织分化 / 37

3.1.3 水沟系及其作用 / 41

3.1.4 繁殖及发育 / 41

3.1.5 生态特点 / 43

3.2 多孔动物的分类及其在动物界的地位 / 44

3.2.1 多孔动物的分类 / 44

3.2.2 多孔动物在动物界的地位 / 45

3.3 附：扁盘动物门(Placozoa) / 45

思考题 / 46

第4章 刺胞动物门(Cnidaria) / 47

4.1 刺胞动物门的主要特征 / 47

4.2 刺胞动物的分类 / 49

4.2.1 水螅纲(Hydrozoa) / 49

4.2.2 钵水母纲(Scyphozoa) / 53

4.2.3 珊瑚纲(Anthozoa) / 54

4.3 附：栉水母动物门(Ctenophora) / 56

思考题 / 57

第5章 扁形动物门(Platyhelminthes) / 58

5.1 扁形动物门的主要特征 / 58

5.2 扁形动物的分类 / 59

- 5.2.1 涡虫纲(Turbellaria) / 59
- 5.2.2 吸虫纲(Trematoda) / 63
- 5.2.3 绦虫纲(Cestoidae) / 69
- 5.3 寄生虫和寄主之间的相互作用 / 72
- 5.4 附: 纽形动物门(Nemertinea) / 73
- 思考题 / 74

第6章 假体腔动物(Pseudocoelomates) / 75

- 6.1 假体腔动物的主要特征 / 75
- 6.2 假体腔动物的分类 / 76
 - 6.2.1 线虫动物门(Nematoda) / 76
 - 6.2.2 线形动物门(Nematomorpha) / 81
 - 6.2.3 动吻动物门(Kinorhyncha) / 81
 - 6.2.4 轮虫动物门(Rotifera) / 82
 - 6.2.5 棘头动物门(Acanthocephala) / 84
 - 6.2.6 腹毛动物门(Gastrotricha) / 86
 - 6.2.7 内肛动物门(Entoprocta) / 87

思考题 / 87

第7章 环节动物门(Annelida) / 89

- 7.1 环节动物门的主要特征 / 89
- 7.2 环节动物的分类 / 92
 - 7.2.1 多毛纲(Polychaeta) / 92
 - 7.2.2 寡毛纲(Oligochaeta) / 94
 - 7.2.3 蛭纲(Hirudinea) / 97

思考题 / 99

第8章 软体动物门(Mollusca) / 100

- 8.1 软体动物门的主要特征 / 100
 - 8.1.1 体制 / 100
 - 8.1.2 外套膜(mantle) / 101
 - 8.1.3 贝壳(shell) / 101
 - 8.1.4 较发达的消化系统 / 101
 - 8.1.5 体腔和循环系统 / 102
 - 8.1.6 专门的呼吸器官 / 102
 - 8.1.7 后肾管型排泄系统 / 102
 - 8.1.8 不发达的神经系统和感觉器官 / 103
 - 8.1.9 较复杂的生殖与发育方式 / 103
- 8.2 软体动物的分类 / 104
 - 8.2.1 单板纲(Monoplacophora) / 104
 - 8.2.2 无板纲(Aplacophora) / 104
 - 8.2.3 多板纲(Polyplacophora) / 105
 - 8.2.4 腹足纲(Gastropoda) / 105

- 8.2.5 掘足纲(Scaphopoda) / 110
- 8.2.6 瓣鳃纲(Lamellibranchia) / 111
- 8.2.7 头足纲(Cephalopoda) / 116

思考题 / 122

第9章 节肢动物门(Arthropoda) / 125

- 9.1 节肢动物门的主要特征 / 125
 - 9.1.1 异律分节 / 125
 - 9.1.2 体壁 / 125
 - 9.1.3 生长与蜕皮 / 126
 - 9.1.4 附肢及其进化 / 127
 - 9.1.5 支持与运动 / 127
 - 9.1.6 摄食与消化系统 / 128
 - 9.1.7 循环与气体交换 / 128
 - 9.1.8 排泄与渗透调节 / 129
 - 9.1.9 神经系统与感觉器官 / 129
 - 9.1.10 生殖与发育 / 130
- 9.2 节肢动物的分类 / 130
 - 9.2.1 螯肢亚门(Subphylum Chelicerata) / 130
 - 9.2.2 甲壳亚门(Subphylum Crustacea) / 136
 - 9.2.3 六足亚门(Subphylum Hexapoda) / 147
 - 9.2.4 多足亚门(Subphylum Myriapoda) / 172
- 9.3 附: 有爪动物门(Onychophora) / 175

思考题 / 177

第10章 苔藓动物门(Bryozoa)、腕足动物门(Brachiopoda)、帘虫动物门(Phoronida) / 178

- 10.1 苔藓动物门(Bryozoa) / 178
 - 10.1.1 苔藓动物的形态结构与生理 / 178
 - 10.1.2 苔藓动物的分类 / 179
- 10.2 腕足动物门(Brachiopoda) / 180
 - 10.2.1 腕足动物门的形态结构与生理 / 180
 - 10.2.2 腕足动物的分类 / 181
- 10.3 帘虫动物门(Phoronida) / 181
- 10.4 苔藓动物、腕足动物及帘虫动物的系统发展 / 183

思考题 / 183

第11章 棘皮动物门(Echinodermata) / 184

- 11.1 棘皮动物门的主要特征 / 184
- 11.2 棘皮动物形态及生理特征 / 184
 - 11.2.1 外部形态 / 184

- 11.2.2 消化系统 / 185
- 11.2.3 体腔和水管系统 / 186
- 11.2.4 血系统和围血系统 / 186
- 11.2.5 神经系统和感官 / 187
- 11.2.6 骨骼 / 187
- 11.2.7 生殖系统 / 188
- 11.2.8 发育 / 188

11.3 棘皮动物的分类 / 189

- 11.3.1 有柄亚门(Pelmatozoa) / 189
- 11.3.2 游移亚门(Eleutherozoa) / 190

思考题 / 193

第12章 半索动物门(Hemichordata) / 194

12.1 半索动物的主要特征 / 194

12.2 半索动物分类 / 194

- 12.2.1 肠鳃纲 / 194
- 12.2.2 羽鳃纲 / 197

12.3 半索动物的进化地位 / 197

思考题 / 198

第13章 无脊椎动物的起源与演化 / 199

- 13.1 原生动物的起源与演化 / 199
- 13.2 刺胞动物的起源与演化 / 199
- 13.3 扁形动物的起源与演化 / 201
- 13.4 假体腔动物的起源与演化 / 201
- 13.5 环节动物的起源与演化 / 202
- 13.6 软体动物的起源与演化 / 203
- 13.7 节肢动物的起源与演化 / 204
- 13.8 棘皮动物的起源与演化 / 206

思考题 / 208

第14章 脊索动物门(Chordata) / 209

- 14.1 脊索动物门的主要特征 / 209
- 14.2 脊索动物门的分类 / 210
 - 14.2.1 尾索动物亚门(Urochordata) / 211
 - 14.2.2 头索动物亚门(Cephalochordata) / 213
 - 14.2.3 脊椎动物亚门(Vertebrata) / 217

思考题 / 218

第15章 圆口纲(Cyclostomata) / 219

15.1 圆口纲的主要特征 / 219

- 15.1.1 圆口纲的原始性特征 / 219
- 15.1.2 圆口纲的特化性特征 / 220

15.2 圆口纲动物的形态结构和功能概述 / 220

- 15.2.1 生活方式 / 220
- 15.2.2 外部形态 / 220
- 15.2.3 内部结构 / 220

15.3 圆口纲的分类 / 223

- 15.3.1 七鳃鳗目(Petromyzoniformes) / 223
- 15.3.2 盲鳗目(Myxiniiformes) / 223

思考题 / 223

第16章 鱼类(Pisces) / 224

16.1 鱼类的主要特征 / 224

16.2 鱼类的结构与功能 / 224

- 16.2.1 外形 / 224
- 16.2.2 皮肤及其衍生物 / 227
- 16.2.3 骨骼系统 / 229
- 16.2.4 肌肉系统 / 231
- 16.2.5 消化系统 / 232
- 16.2.6 呼吸系统 / 233
- 16.2.7 循环系统 / 235
- 16.2.8 排泄系统和渗透压调节 / 237
- 16.2.9 生殖系统 / 238
- 16.2.10 神经系统 / 239
- 16.2.11 感觉器官 / 241
- 16.2.12 内分泌器官 / 242
- 16.2.13 鱼类的洄游 / 243

16.3 鱼类的分类 / 244

- 16.3.1 软骨鱼纲(Chondrichthyes) / 244
- 16.3.2 硬骨鱼纲(Osteichthyes) / 246

思考题 / 254

第17章 两栖纲(Amphibia) / 255

17.1 两栖纲的主要特征 / 256

17.2 两栖动物的结构与功能概述 / 257

- 17.2.1 外形与运动 / 257
- 17.2.2 皮肤系统 / 258
- 17.2.3 骨骼系统 / 259
- 17.2.4 肌肉系统 / 262
- 17.2.5 消化系统 / 263
- 17.2.6 呼吸系统 / 264
- 17.2.7 循环系统 / 265
- 17.2.8 排泄系统 / 268
- 17.2.9 生殖系统 / 268
- 17.2.10 神经系统 / 271

- 17.2.11 感觉器官 / 272
- 17.3 两栖类对陆生的初步适应和不完善性 / 273
- 17.4 两栖纲分类 / 274
 - 17.4.1 蚓螈目(Apoda) / 274
 - 17.4.2 有尾目(Caudata) / 274
 - 17.4.3 无尾目(Anura) / 276
- 思考题 / 278

第 18 章 爬行纲(Reptilia) / 279

- 18.1 爬行纲的主要特征 / 279
- 18.2 羊膜卵的特点及其在动物进化上的意义 / 279
- 18.3 爬行纲动物的形态结构与功能概述 / 280
 - 18.3.1 外形 / 280
 - 18.3.2 皮肤及其衍生物 / 281
 - 18.3.3 骨骼系统 / 282
 - 18.3.4 肌肉系统与运动 / 285
 - 18.3.5 消化系统 / 287
 - 18.3.6 呼吸系统 / 289
 - 18.3.7 循环系统 / 290
 - 18.3.8 神经系统 / 291
 - 18.3.9 感觉器官 / 292
 - 18.3.10 排泄系统 / 295
 - 18.3.11 生殖系统 / 295
- 18.4 爬行纲分类 / 297
 - 18.4.1 喙头目(Rhynchocephalia) / 297
 - 18.4.2 龟鳖目 / 297
 - 18.4.3 有鳞目(Squamata) / 299
 - 18.4.4 鳄目(Crocodylia) / 302

思考题 / 303

第 19 章 鸟 纲(Aves) / 309

- 19.1 鸟类的主要特征 / 309
- 19.2 鸟类的形态结构与功能概述 / 310
 - 19.2.1 外形特点 / 310
 - 19.2.2 皮肤系统 / 311
 - 19.2.3 骨骼系统 / 313
 - 19.2.4 肌肉系统 / 314
 - 19.2.5 消化系统 / 315
 - 19.2.6 呼吸系统 / 316
 - 19.2.7 循环系统 / 319
 - 19.2.8 排泄系统 / 321
 - 19.2.9 生殖系统 / 322
 - 19.2.10 神经系统 / 323

- 19.2.11 感觉器官 / 324
- 19.2.12 内分泌系统 / 325
- 19.2.13 鸟类迁徙 / 325
- 19.3 鸟纲分类 / 328
 - 19.3.1 古鸟亚纲(Archaeornithes) / 328
 - 19.3.2 今鸟亚纲(Neornithes) / 328
- 思考题 / 335

第 20 章 哺乳纲(Mammalia) / 336

- 20.1 哺乳纲的主要特征 / 336
- 20.2 哺乳纲动物的结构与功能概述 / 337
 - 20.2.1 外形 / 337
 - 20.2.2 皮肤及衍生物 / 337
 - 20.2.3 骨骼系统 / 339
 - 20.2.4 肌肉系统 / 342
 - 20.2.5 消化系统 / 343
 - 20.2.6 呼吸系统 / 345
 - 20.2.7 循环系统 / 345
 - 20.2.8 排泄系统 / 346
 - 20.2.9 生殖系统 / 346
 - 20.2.10 神经系统 / 348
 - 20.2.11 感觉器官 / 350
- 20.3 哺乳纲动物的分类 / 351
 - 20.3.1 原兽亚纲(Prototheria) / 351
 - 20.3.2 后兽亚纲(Metatheria) / 351
 - 20.3.3 真兽亚纲(Eutheria) / 352
- 思考题 / 355

第 21 章 脊索动物的起源与演化 / 367

- 21.1 动物进化的主要例证 / 367
- 21.2 进化理论 / 367
 - 21.2.1 拉马克学说 / 367
 - 21.2.2 达尔文学说 / 368
 - 21.2.3 分子进化的中性学说 / 369
 - 21.2.4 现代综合进化论 / 370
- 21.3 动物进化的形式与种系发生 / 371
 - 21.3.1 进化形式 / 371
 - 21.3.2 种系发生 / 371
- 21.4 物种与物种形成 / 371
 - 21.4.1 物种 / 371
 - 21.4.2 物种形成 / 372
- 21.5 脊索动物的起源与演化 / 373
 - 21.5.1 原索动物的起源与演化 / 373

- 21.5.2 圆口纲的起源与演化 / 373
- 21.5.3 鱼类的起源与演化 / 373
- 21.5.4 两栖类的起源与演化 / 375
- 21.5.5 爬行类的起源与演化 / 376
- 21.5.6 鸟类的起源与演化 / 377
- 21.5.7 哺乳动物的起源与演化 / 378
- 21.5.8 现存脊索动物主要类群间系统发生关系 / 379

思考题 / 380

第 22 章 动物地理分布 / 381

22.1 世界陆地动物地理分区概述 / 381

22.2 我国动物地理分区 / 383

思考题 / 385

参考文献 / 386

绪 论

提 要

动物学的定义、动物的基本特征;动物学研究的主要内容与分支学科;物种的概念与动物分界;动物学的分支学科;动物多样性与进化;动物学的研究方法与分门;现代动物学研究的主要特点及所包含的主要研究内容。

随着科学技术的迅猛发展,动物学这门内容十分广博的基础学科与其他学科相互渗透,在动物形态学、分类学、动物分子系统学、动物进化生物学等方面得到了很大的发展,特别是在利用分子生物学的方法结合传统的形态学方法正确地确定过去在一些形态相近、差别甚微的种族的分类地位方面,在重新确定一些重要纲、目、科、属和种的种系发生和进化关系方面积累了大量的新的研究成果。这些重要的研究成果必将在了解各动物类群的进化历程和演变规律、形成保护动物多样性、自觉保护生态环境的良好素质、推动动物学的进一步发展为人造造福等方面具有重要的意义。

0.1 动物学的定义

动物学(zoology)是生物学研究范畴中的一大分支,它是研究动物各类群的分布、形态结构、生活、发生和发展等规律及其与周围环境相互关系的学科。远在古希腊时代,动物学就和植物学并行,分别以动、植物界为研究对象,逐步发展而成为独立完整的学科。

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,所涉及的内容也愈来愈多,形成了完整的学科体系。动物学依据达尔文的理论基础,即以个体发育与系统发育、功能与形态、机体与环境的统一性为前提,系统地研究动物的形态、生理、生态、分类、分布及其历史发展(包括个体发育与系统发育)的基本规律。

随着科学的发展,动物学的研究领域和研究内容也愈来愈广,因此掌握动物的基本形态特征和分类是进行其他实验的基础,是非常重要的。

0.1.1 生物的基本特征

1) 世界上所有的生物,除病毒以外都是由细胞组成的,构成生物体的基本单位是细胞。

2) 生物都有新陈代谢作用 合成代谢或称同化作用是指生物体把从食物中摄取的养料加以改造,转换成自身的组成物质,并把能量储藏起来的过程。异化作用或称分解代谢是指生物体将自身的组成物质进行分解,并释放出能量和排出废物的过程。

3) 生物都有生长、发育和繁殖的现象 任何生物在其一生中都要经过从小到大的生长过程。在生长过程中,生物的形态结构和生理机能都要经过一系列的变化,才能从幼体长成与亲代相似的个体,然后逐渐衰老死亡。这种转变过程总称为发育。当生物体生长到一定阶段就能产生后代,使个体数目增多,种族得以绵延。这种现象称为繁殖。

4) 生物都有遗传和变异的特性 生物在繁殖时,通常都产生与自身相似的后代,这就是遗传。但两者之间是不完全相同的,这种不同就是变异。生物具有遗传性才能保持物种的相对稳定和生物类型间的区

别,生物的变异性才能导致物种的变化发展。

0.1.2 动物的基本特征

动物区别于其他生物,尤其是植物,在形态、构造、运动、感觉等方面的差别是明显的。但这仅仅是在高等动物、植物之间,而在低等动物、植物之间往往就不易区分。因此,确切地说能够使我们区分动物或植物的惟一主要标志是营养方式。所有植物能吸取无机盐类、水和二氧化碳,能通过光合作用制造自己身体的组成部分,这种营养方式称自养性营养。所有动物只能以有机物为食物,除了少数动物可以吸收外界分解后产生的简单的有机物分子外,绝大多数动物都要吞咽食物,并在体内进行消化分解,吸取分子较大的有机物,这种营养方式称为异养性营养。

0.2 动物学研究的内容与分支学科

随着科学的发展,动物学的发展,动物学的内容愈来愈多,研究的方面也越来越广泛、细致和深入,形成了一门极其广博的多科性的学科。动物学的分类系统不仅简单地显示动物种类间形态的同一和差异,还同时表明动物的亲缘关系,反映动物界在前后接续的历史长河中系统发生的演化历程。

0.2.1 物种与动物的分类

地球上生活着的生物约有 200 万种,但每年还有许多物种被发现,估计生物的总数可达 2 000 万种以上。对这么庞大的生物类群,必须将它们分门别类进行系统的整理,这就是分类学的任务。

1. 生物的分界

生物的分界随着科学的发展而不断深化。在林奈时代,对生物主要以肉眼所能观察到的特征进行区分,林奈(Carl von Linne,1775)以生物能否运动为标准明确提出两界分类系统:动物界(Animalia)和植物界(Plantae)。显微镜广泛使用后,霍格(J. Hogg,1860)和赫克尔(E. H. Haeckel,1866)提出原生生物界(Protista)(包括细菌、藻类、真菌和原生生物)、植物界和动物界的三界系统,这一观点到 20 世纪 60 年代才开始流行。

随着科学技术的发展,出现了电子显微技术,经过观察和分析,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(Monera)、原始有核界(Protoctista)(包括单胞藻、简单的多细胞藻类、黏菌、真菌和原生生物)、后生植物界(Metaphyta)和后生动物界(Metazoa)。随着电镜技术的完善和广泛应用以及生物化学知识的积累,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(Fungi)、植物界和动物界。

我国著名的昆虫学家陈世骧(1979)提出了三个总界六界系统,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)(见表 0-1)。但是对于这一分界系统尚存在很多争议。有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,当然还有其他的学者提出了与上述六界系统不同的分类系统,R. C. Brusca 等学者在 2002 年也提出了一个与上述六界说基本相同的六界系统,即原核生物界、古细菌界、原生动物界、真菌界、植物界和动物界。这个学说普遍也被学者接受。但是目前人们对生物的分界还没有统一的意见。但是无论如何,生物的分界显示了生命历史所经历的发展过程。

2. 分类等级

分类学根据生物之间相同、相异的程度与亲缘关系的远近,使用不同的等级特征,将生物逐级分类。动物分类系统,由大而小有界(Kingdom)、门(Phylum)、纲(Class)、目(Order)、科(Family)、属(Genus)、种(Species)等重要的分类阶元(category)。在动物界的分类系统中,种是最基本的单元,在形态上具备一定的特征,因此种与种可以相互区别;同时每个种在地球上都占有一定的分布区。

在分类系统中,比种高一级的阶元是属,属由具备共同特征的种集合而成。进一步,具备共同的重要特征的属组合成科,科又组成目,目向上便组成纲,最后纲组合成为门。

表 0-1 生物的界级分类(引自陈世骧)

五界系统(惠特克,1969)	六界系统(陈世骧,1979)	六界系统(Brusca,2002)
I. 原核阶段 1. 原核生物界 II. 真核单细胞阶段 2. 原生生物界 III. 真核多细胞阶段 3. 植物界 4. 真菌界 5. 动物界	I. 非细胞生物界 1. 病毒界 II. 原核生物界 2. 细菌界 3. 蓝藻界 III. 真核生物界 4. 植物界 5. 真菌界 6. 动物界	1. 原核生物界 2. 古细菌界 3. 原真生物界 4. 真菌界 5. 植物界 6. 动物界

在这些分类阶元之外有时还建立亚种、亚属、亚科、亚目、亚纲与亚门以及总科、总目与总纲等。总之,门是最大的分类阶元,而种是最小的分类阶元;种以下的亚种是地方性种群的集合体。一般采用的分类阶元如下。

- 界 Kingdom
- 门 Phylum
- 亚门 Subphylum
- 总纲 Superclass
- 纲 Class
- 亚纲 Subclass
- 总目 Superorder
- 目 Order
- 亚目 Suborder
- 总科 Superfamily
- 科 Family
- 亚科 Subfamily
- 属 Genus
- 亚属 Subgenus
- 种 Species
- 亚种 Subspecies

按照惯例,亚科、科和总科等名称都有标准的字尾(科是-idae,总科是-oidea,亚科是-inae)这些字尾是加在模式属的学名字干之后的。因而对一些不常见的类群名称,也可以一见就知道是亚科名、科名或总科名。例如长臂虾的分类阶元:动物界(Animal)、节肢动物门(Arthropoda)、甲壳纲(Crustacea)、十足目(Decapoda)、长臂虾科(Palaemonidae)、长臂虾属(Palaemon)。

3. 物种的概念

物种是生物界发展的连续性与间断性统一的基本间断形式;在有性生物,物种呈现为统一的繁殖群体,由占有一定空间、具有实际或潜在繁殖能力的种群所组成,而且与其他这样的群体存在生殖上的隔离。

物种是分类系统中最基本的分类阶元,它与其他分类阶元不同,纯粹是客观的,有自己相对稳定的明确界限,可以与别的物种相区别。关于物种的概念、对于物种的认识,也随着科学的发展而发展。在林奈时代,物种的概念远比现在简单,18 世纪时认为物种是固定不变的。当进化的概念被广泛接受以来,人们逐渐达成共识,认为当前地球上生存的种或物种是自然选择的历史产物,是分类系统上的基本单位,是具有一定的形态、生理特征和一定的自然分布区的生物类群,是物种在长期历史发展过程中,通过变异、遗传和自然选择的结果。种与种间在历史上是连续的,但种又是生物连续进化中一个间断的单元,是一个繁殖的群体,具有共同的遗传组成,能生殖出与自身基本相似的后代。种内个体之间可以互相交配而生殖后代,但种与种之间在生殖上却相互隔离,即在自然条件下这一种的个体不能与别一种的个体交配生殖,即使人工使之杂交,所产后代也都无生育能力。

4. 动物的分门

现存形形色色的动物,可以根据异同的程度(如细胞数量及分化、体制及分节情况、附肢的性状、内部器

官的布局和特点以及个体发育等)将动物界分为若干门。历来种以上各分类等级既具有客观性又具有主观性,随着对各类动物研究的深入,目前国内、外的学者对于动物分门的数目及各门动物在动物进化系统上的位置持有不同的见解,并根据新的准则、新的证据,不断提出新的观点。因此,关于现存动物的分门,在原来的十大门中,逐渐被另立或提升为许多门。到目前为止,动物界已被分立成 30 余门之多。我们按照大多数学者的意见划分为下列 24 门:

原生动物门(Protozoa)、多孔动物门(Porifera)、扁盘动物门(Placozoa)、刺胞动物门(Cnidaria)、栉水母动物门(Ctenophora)、扁形动物门(Platyhelminthes)、纽形动物门(Nemertinea)、线虫动物门(Nematoda)、线形动物门(Nematomorpha)、动吻动物门(Kinorhyncha)、轮虫动物门(Rotifera)、棘头动物门(Acanthocephala)、腹毛动物门(Gastrotricha)、内肛动物门(Entoprocta)、环节动物门(Annelida)、软体动物门(Mollusca)、节肢动物门(Arthropoda)、有爪动物门(Onychophora)、苔藓动物门(Bryozoa)、腕足动物门(Brachiopoda)、箴虫动物门(Phoronida)、棘皮动物门(Echinodermata)、半索动物门(Hemichordata)、脊索动物门(Chordata)。在上述 24 门动物中除脊索动物门的动物外,体内都无脊椎,除脑外中枢神经系统均位于消化管的腹侧,这一类动物合称为无脊椎动物(Invertebrate)。作为生物学的基础教学,我们的教学重心从上述 24 门动物门中选择了以下 12 门动物:原生动物门、多孔动物门、腔肠动物门、扁形动物门、线虫动物门、环节动物门、软体动物门、节肢动物门、苔藓动物门、棘皮动物门、半索动物门、脊索动物门以便教学。

0.2.2 动物学的分支学科

目前描述过的动物近 150 万种。这样繁多的动物需要有一个完整的、能反映进化系统的分类法,才能正确地认识和区分它们,深入地掌握它们的发生发展规律。正确地区别物种、建立起分类体系,不仅可以探索物种形成的规律,了解各种生物在自然界中所占地位及其进化的途径和过程,而且在生产实践中对有害动物的防除、有益动物的利用、良种繁育、了解各类动物与人类的关系等有重要意义。随着科学的发展,动物学的内容愈来愈多,已经形成了一门极其广博的多科性的学科。以研究对象划分,动物学可分为无脊椎动物学、原生动物学、寄生虫学、软体动物学、昆虫学、甲壳动物学、鱼类学、鸟类学、哺乳动物学等;按研究重点和服务的范畴,又可划分为理论动物学、应用动物学、资源动物学、仿生学等;传统的分支有动物形态学、动物生理学、动物分类学、动物生态学等。

动物形态学(animal morphology) 研究动物的构造以及它们在个体发育和系统发育过程中的形态发生,叫做形态学。形态学包括研究动物器官构造及其相互关系的解剖学(anatomy)、研究细胞与器官的细微结构的细胞学(cytology)与组织学(histology)以及研究动物个体发育过程中动物体形成过程的胚胎学(embryology)。如以人体解剖为研究对象的学科,称为人体解剖学(human anatomy);用比较现代动物结构异同的方法来研究各种动物器官形态变化的学科,谓之比较解剖学(comparative anatomy)。此外,古动物学是研究已经绝迹的动物,研究地质年代各纪中的动物化石,阐明动物的亲缘关系,这也是一重要的形态学。

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

动物生态学(animal ecology) 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。

动物胚胎学(animal embryology) 研究动物胚胎的形成、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与方法,研究个体发育的机理是胚胎学发展的新阶段,称为发育生物学。

动物地理学(zoogeography) 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,常被称为地理动物学。

动物生理学(animal physiology) 研究动物体的生理功能,即动物的生命活动过程中的消化、呼吸、循环、排泄、分泌、运动与刺激反应以及生殖等生理功能。

动物遗传学(animal genetics) 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。

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,形成了从分子、细

胞、组织、器官、个体、群体、生态系统等多层次的研究,同时以动物学为基础学科又新兴了许多新的学科。

保护生物学(conservation biology) 是生命科学中新兴的一个多学科的综合分支,研究保护物种、保护生物多样性(biodiversity)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。

仿生学(bionics) 研究生物各系统的结构性性质、能量转换和信息过程,并将所获得的知识,用来改善现有的或模拟生物器官,创造新仪器设备。因此仿生学就成为现代发展新技术的重要途径之一。

进化形态学(evolutionary morphology) 综合比较解剖学、古生物学和胚胎学的资料来确定进化在形态方面的规律。

总之,动物学不是一门孤立的学科,而是阐明动物界的生命活动和历史的各个方面的学科,它具有完整的科学体系。随着现代生物技术的发展,各学科间相互渗透、交叉和综合,传统动物学各学科融合了新的研究内容,产生了许多新的分支学科。

0.3 动物的多样性与进化

1992年,在巴西里约热内卢召开了由各国首脑参加的最大规模的联合国环境与发展大会,在此次“地球峰会”上,签署一系列有历史意义的协议,包括两项具有约束力的协议:《气候变化公约》和《生物多样性公约》。前者目标是工业和其他诸如CO₂等温室效应气体排放;后者是第一项生物多样性保护和可持续利用的全球协议,生物多样性公约获得快速和广泛的接纳,150多个国家在里约大会上签署了该文件,此后共175个国家批准了该协议。作为《生物多样性公约》的缔约国,我国于1994年制定了《中国国家生物多样性公约行动计划》。《生物多样性公约》有三个主要目标:保护生物多样性;生物多样性组成成分的可持续利用;以公平合理的方式共享遗传资源的商业利益和其他形式的利用。

生物多样性(Biological diversity 或 biodiversity)是描述地球上生命的变化及其形成的自然格局的术语。今天我们所见到的生物多样性是几十亿年来生物进化的成果,生物多样性是自然过程塑造的,同时也日益受到了人类活动的影响。生物多样性形成了一个生命的网络,人类是其不可缺少的一部分,并且人类是如此完全地依赖于它。这种多样性常常被理解为植物、动物和微生物的广泛变化。迄今为止,大约173.9万个物种被鉴定,主要是小型生物,如昆虫。科学家推测大约有1300万个物种,虽然估计的范围是300万到1亿个物种。我国国土辽阔,海域宽广,自然条件复杂多样,加之有较古老的地质历史(早在中生代末,大部分地区已抬升为陆地),孕育了极其丰富的植物、动物和微生物物种以及繁复多彩的生态组合,是全球12个“巨多样性国家”之一。动物汇合了古北界和东洋界的大部分种类,生物多样性丰富。我国现存无脊椎动物已描述的种数132.5万个,脊椎动物6300余种,其中鸟类1244种,占世界总数的13.7%,鱼类3862种,占世界总数的20.0%,都居世界前列。不仅如此,特有类型之多,更是中国生物区系的特点。已知脊椎动物有667个特有种,为中国脊椎动物总种数的10.5%,中国拥有众多有“活化石”之称的珍稀动、植物,如大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)、白暨豚(*Lipotes vexillifer*)、文昌鱼(*Branchiostoma belcheri*)、鹦鹉螺(*Nautilus pompilius*)等等,是人们所共知的。

0.3.1 我国动物的多样性

1. 无脊椎动物的多样性

无脊椎动物的门类和种数不但在整个动物界中占主要地位,在全部生物中亦占优势。据Groombridge(1992)提供的某些类群的已描述种数的统计,无脊椎动物已描述的种数(132.5万个)占全部动物数(137万个)的96.71%,占全部生物已描述种数(173.9万个)的76.19%。对于全球无脊椎动物的多样性的了解还较少。现在每年描述的新种约15000种。按这样的速度,即使以最低的估计种数,也需约100年才能完成对所有种类的描述。中国地域广大,物种丰富,家底更不清楚。中国的无脊椎动物种数一般约占全球总数的10%左右。有的类群由于多为世界种(如轮形动物、甲壳动物中的枝角类Cladocera),或一些生活在海洋的类群[如毛颚动物、帚形动物、刺胞动物中的角珊瑚(*Antipatharia*)],较少受地理隔阻,而且国人对这些类群调查得较清楚,因而所占比例甚高。由于中国在地球演化过程中所处的特殊地位,造成中国丰富的物种和包

括活化石在内的许多特有的物种,因而中国无脊椎动物多样性是构成全球物种多样性的一个重要部分。中国无脊椎动物特有种属很多,如刺胞动物门水螅虫纲(Hydrozoa)的桃花水母属(*Craspedacusta*),全球仅5种及4亚种,而中国分布有4种,其中3种和4个亚种为中国特有种。扁形动物门涡虫纲(Turbellaria)中细涡虫属(*Phagocata*)3种中的2种为中国特有种,多目涡虫属(*Polycelis*)9种和枝肠涡虫属(*Dendrocoelopsis*)2种全为特有种。中国已知43种星虫中有8个特有种,11种蛭虫中有4个特有种(包括拟无吻蛭 *Para-arhynchite* 特有属),这在海洋动物中也是较典型的例子。当然,最显著的例子似乎见于淡水或内陆生活的动物类群。如软体动物中蜗牛有5个特有属,总计132个特有种,双壳类(Bivalve)的淡水蚌有6个特有属,共计26种。甲壳动物中桡足类(Copepoda),中国共记述206种和亚种,特有种有96种,占总种数的46.6%。最典型的例子是淡水溪蟹,由于长期生活在山溪的石块下,互相隔绝而衍生出许多不同属种。在已知35属中共计250个特有种,其中有32个特有属(占总属数的91.4%)。此外,多足类也是明显的例证,中国已发现华美马陆科(*Sinocallipodidae*)这一特有科,另2科中有3个特有属9个特有种。由上述例证可以说明,要最终搞清全球的物种,研究中国物种多样性是一项刻不容缓的任务。

2. 我国脊椎动物的多样性

我国脊椎动物(vertebrata)共6347种,约占世界总数(45417)的14%,其中许多为我国所特有,特有种数达667种,约占中国脊椎动物总种数的11%。中国脊椎动物物种丰富度高、特有程度高是复杂的动物区系历史和多样的生态地理条件相互作用的结果。中国位于亚洲东部,北方属古北区,东北大兴安岭和新疆阿尔泰山地区处于泰加林南缘,有许多冻原和泰加林动物区系的代表物种生活在那里。如貂熊(*Gulo gulo*)、紫貂(*Martes zibellina*)、驼鹿(*Alces alces*)、雪兔(*Lepus timidus*)、河狸(*Castor fiber*)、灰松鼠(*Sciurus vulgaris*)、花尾榛鸡(*Tetrastes bonasia*)、黑琴鸡(*Lyrurus tetrix*)、雷鸟(*Lagopus* spp.)、细嘴松鸡(*Tetrao parvirostris*)、黑啄木鸟(*Dryocopus martius*)和河流中的大马哈鱼(*Oncorhynchus keta*)等。我国西北与蒙古和中亚荒漠相连,分布有许多典型的草原和荒漠动物,如沙狐(*Vulpes corsac*)、荒漠猫(*Felis bieti*)、兔狲(*F. manul*)、野马(*Equus przewalskii*)、蒙古野驴(*E. hemionus*)、野骆驼(*Camelus ferus*)、鹅喉羚(*Gazella subgutturosa*)、黄羊(*Procapra gutturosa*)、普氏原羚(*P. przewalskii*)、高鼻羚羊(*Saiga tatarica*)、草兔(*Lepus capensis*)、达乌里鼠兔(*Ochotona daurica*)、跳鼠科(Dipodidae)的许多种,沙鼠属(*Meriones* spp.)、短耳沙鼠(*Brachiones przewalskii*)、大沙鼠(*Rhombomys opimus*)、鸨(*Otis* spp.)、沙鸡(*Pterocles orientalis*)、毛腿沙鸡属(*Syrrhaptes* spp.)、蒙古百灵(*Melanocorypha mongolica*)、四爪陆龟(*Testudo horsfieldi*)、沙蜥属(*Rhrynocephalus* spp.)、麻蜥属(*Eremias* spp.)等。我国南方则属于东洋区,有许多典型的亚洲热带、亚热带物种生活在这里,如臭鼬属(*Suncus* spp.)、小鼠猬(*Hylomys suilus*)、树鼩(*Tupaia glis*)、菊头蝠属(*Rhinolophus* spp.)、蹄蝠(*Hipposideros* spp.)、蜂猴属(*Nycticebus* spp.)、猕猴属(*Macaca* spp.)、叶猴属(*Presbytis* spp.)、长臂猿属(*Hylobates* spp.)、穿山甲属(*Manis* spp.)、亚洲象(*Elephas maximus*)、马来熊(*Helarctos malayanus*)、鼬獾属(*Melogale* spp.)、灵猫科(Viveridae)的许多种,金猫(*Felis temminckii*)、云豹(*Neofelis nebulosa*)、鼯鹿(*Tragulus javanicus*)、麂属(*Muntiacus* spp.)、野牛(*Bos gaurus*)、巨松鼠(*Ratufa bicolor*)、犀鸟科(Bucerotidae)、啄花鸟科(Dicaeidae)、太阳鸟科(Nectariniidae)、画眉亚科(Timaliinae)的许多种、鹧鸪(*Francolinus pintadeanus*)、山鹧鸪属(*Arborophila* spp.)、原鸡(*Gallus gallus*)、孔雀(*Pavo muticus*)、长尾雉属(*Syrnaticus* spp.)、水龟属(*Clammys* spp.)、闭壳龟属(*Cuora* spp.)、飞蜥(*Draco* spp.)、巨蜥(*Varanus salvator*)、蟒(*Python molurus*)、树蛙科(Rhacophoridae)、姬蛙科(Microhylidae)的许多种。古北区与东洋区的分界线在西部大致沿着喜马拉雅山脉南坡,向东伸延到横断山脉地区,线北分布古北界动物,线南分布东洋界动物。再向东到我国东部的季风区,分界线是古北区物种和东洋区物种交错分布的广阔过渡地带。在上述两大动物地理区内,由于各地地势高低不同、山川纵横阻隔,因地而异,既有利于新种的形成又有利于古老物种的保留(避难地),使得我国成为许多脊椎动物类群的起源中心或现代繁盛中心以及孑遗物种的保留地。

由于绝大多数脊椎动物的肉、卵可食,毛皮可衣,并且其中许多种具有很高的药用价值,所以它们历来是人类捕杀的对象。加之它们的某些生物学特性(躯体大小、繁殖和遗传方式、世代时间、在生态系统中的位置等),使得它们更容易受环境变迁(破坏)的影响。因此,一般而言,脊椎动物与其他生物类群相比,受威胁的程度更为严重。特别令人关心的是,许多我国特有种也处于濒危状态。