



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

生命科学导论

(公共课)

主编 张惟杰

副主编 吴 敏 刘曼西



高 等 教 育 出 版 社
HIGHER EDUCATION PRESS



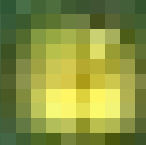
清华大学出版社
Tsinghua University Press

生命科学导论

(公共课)

主编 陈文彬

副主编 周 彬 王德明



清华大学出版社
Tsinghua University Press

面向 21 世纪 课程教材
Textbook Series for 21st Century

生命科学导论

(公共课)

主编 张惟杰

副主编 吴 敏 刘曼西



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内 容 提 要

本书是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革”中“非生物学类生物学基础课教学内容、体系改革”项目研究成果,是“面向 21 世纪课程教材”。

本教材立足于工科院校非生物系公共课层次,以“生命”为主线,并紧紧围绕生命现象的各个方面展开讨论,突出介绍生命科学的基本概念、基本知识,突出生命科学与工科各领域之间的交叉,简明扼要而又系统全面,适合各工科院校生命科学公共课使用。为方便教学和学习,我们还将陆续配套 CAI 课件和多媒体教材。

图书在版编目(CIP)数据

生命科学导论 / 张惟杰主编. —北京: 高等教育出版社,
1999.9 (2003 重印)
公共课
ISBN 7-04-007958-5

I. 生… II. 张… III. 生命-科学-高等学校-教材 IV.Q1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 38824 号

生命科学导论(公共课)

主编 张惟杰 副主编 吴敏 刘曼西

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号
邮政编码 100009
传 真 010-64014048

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京民族印刷厂

开 本 850×1168 1/16
印 张 22.75
字 数 490 000

版 次 1999 年 9 月第 1 版
印 次 2003 年 4 月第 6 次印刷
定 价 24.10 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等
质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

*** 高等院校非生物专业工科公共课教材 ***

本书编写人员

主 编 张惟杰

副主编 吴 敏 刘曼西

参加编写人员:

上海交通大学: 张惟杰 寿文德

浙 江 大 学: 吴 敏 王 玮 唐建军 史 影 傅承新

华中理工大学: 刘曼西 李思孟 阎云君 袁明雄

北 京 大 学: 来苏民

前言

——进入工科专业课程表的《生命科学导论》

《生命科学导论》正在进入通常被认为与生命科学毫无关系的工科各专业的课程表。这个现象就像一滴水，折射出教育思想的深刻变化。

长期以来，与生物有关的农、医、工一些专业，包括农学、畜牧兽医、农产品加工、医学、药学、发酵、食品等专业，在它们的基础课程中，列入几门必不可少的生物类课程，如生物化学、微生物学、植物生物学、生理学等，目标很明确，是为培养专业人才服务。因此，发酵专业，不含有植物学方面的课程，农学专业学生不会去学人体知识，像造船、能源、机械制造、计算机这些明显地与生物“根本不相关”的工科专业就更不用说，没有人会觉得有必要安排生物类课程。这种情况能够一直延续下来，源于一个根本的指导思想，即课程安排明确地服务于培养专业人才，着眼于培养一个个分得很细的门类的专家。增添各自专业方向的新专门化课程还来不及，唯恐赶不上本门专业技术的日新月异的发展，哪有学时来安排毫不相干的《生命科学导论》这样的课程呢？

近年来，情况在悄悄地发生着变化，《生命科学导论》在工科等非生物类专业的课表上出现，虽说不像计算机课程那样来得大张旗鼓，声势不凡，倒也渐渐形成风气。预计一二年内，还会有更多院校开设面向工科等各个专业的《生命科学导论》类课程，这种发展趋势，是有它的内在原因的。

一方面，生物技术的发展，使人们对生命科学刮目相看。本来，绚丽多彩的生命世界就强烈地吸引着青少年的好奇心；对生命奥秘的探索，对人体自身的思考，又常常激发起学生的科学兴趣。但是，应试教育带来的模拟考试和练习题的汪洋大海，把孩子们自发的好奇心和科学兴趣淹没了。现在，生命科学在社会经济和发展中所显示的重要作用，使进入大学的学生们在更高层次上意识到了生命科学对今后的生活和工作的重要，希望在大学阶段更多地增添一些对生物科学的了解。

另一方面，教育改革的深化，使人们的教育思想的根本点——培养什么样的人发生了变化，工科专业不能再仅仅是“工程师的摇篮。”知识经济社会需要的大学毕业生，应该是在具有一定的专业训练的基础上，具有更为全面的知识结构，具有更为积极的应付挑战的能力和更高的整体素质的青年人。因此，人们开始重新考虑课程体系的设置和教学内容的安排。

《生命科学导论》课程进入工科等非生物类专业的课程体系中的“基础板块”中，所带来的好处很多。从消极角度来看，至少，将来的大学毕业生不致成为“生物盲”，

就像不应是“计算机盲”一样。无论是“机盲”还是“生物盲”，都会影响和限制青年人以后的发展；从积极角度来看，这将有利于涌现一批推动生命科学和生物技术向各个专业渗透，在边缘学科领域发展的年青人。学能源的了解生物大分子，将有利于打开生物能源的大门；学材料的了解生物大分子，将有利于开拓生物材料的领地；学计算机的了解核酸、蛋白质和脑神经，将更便于设计生物芯片和智能计算机；学造船、建筑、机械等专业的学生，增加对生命科学，尤其是人体自身的了解，将有利于发展仿生学设计思路，体现以人为本的设计思想。

21 世纪将是生命科学的世纪。这意味着，在 21 世纪将会有更多各行各业、各个学科领域杰出的人才，参加到与生命科学交叉的边缘领域的研究与开发中来。因而普及生命科学方面的知识势在必行。

基于这种想法，上海交通大学、浙江大学和华中理工大学在自 1995 年以来陆续为非生物类专业(主要是工科各专业)学生开设《生命科学导论》课程的基础上，1998 年通过高教出版社的组织，以各自编写的教材或讲稿为蓝本，合作编写了这本适用于工科非生物系各专业学生的《生命科学导论》教科书。

这本教科书的目标是向以工科为主的非生物类专业学生，介绍生命科学近半个世纪来的主要发展，并使学生掌握理解这些发展所必须具备的基础知识。我们把编写的重心放在生命现象与生命活动这条主线上，并从这条主线展开讨论，还较多地介绍了有关生物化学、细胞生物学、遗传学方面的内容。在进入 21 世纪之际，神经科学和生态学的重要性显现出来，在本书中也有适当介绍。另外，我们设计了“热点浅说”，试图把一些最新的、有趣的知识介绍给大家。

本书共 8 章，第一章由华中理工大学李思孟编写，第二章、第五章第一节、第七章第一节、第八章由上海交通大学张惟杰编写，第三章由浙江大学吴敏编写，第四章由华中理工大学刘曼西编写。第五章第二节由浙江大学傅承新编写，第五章第三节由北京大学来苏民编写，第五章第四节由浙江大学王玮编写，第五章第五节、第七章第六节由华中理工大学袁明雄编写。第六章第一节由浙江大学唐建军编写，第二节由华中理工大学阎永君编写，第七章第二、三节由浙江大学史影编写，第七章第四节由上海交通大学寿文德编写。

本书是在比较短的时间内完成的，因而要使它成为一本优秀的教科书，我们还准备做长期的努力。诚恳地希望大家为本书提出意见和建议。

编者

1999 年 7 月

目 录

第一章 生命世界

第一节 什么是生命	1	五、对胚胎发育问题的探讨	9
一、生命的本质	1	六、细胞学说与进化论——生物学	
二、生命的特征	2	的大综合	10
三、特殊的生命——病毒	3	七、探讨遗传奥秘	11
第二节 人类研究生命的不懈努力	3	八、分子生物学的诞生和发展	12
一、生物学的英雄与群众	3	第三节 迎接 21 世纪的现代生命科学	13
二、古代的生物学研究	4	一、生命科学可望成为 21 世纪的	
三、血液循环理论的建立	6	带头学科	13
四、机械论的生命研究	7	二、生命科学与社会可持续发展	14

第二章 生命的基本单位——细胞

第一节 参与细胞组成的生物元素、生物		二、细胞的新陈代谢	61
小分子和生物大分子	17	第四节 细胞的分裂、分化、衰老与死亡	81
一、自然界中的元素	17	一、细胞分裂	81
二、生物体的元素组成	18	二、细胞的分化	86
三、生物小分子	22	三、细胞的衰老和死亡	90
四、生物大分子	37	四、脱离正常轨道的细胞	
第二节 细胞的形态结构	47	——癌细胞	94
一、生物膜	48	第五节 细胞工程	97
二、原核细胞形态结构	49	一、细胞培养	97
三、真核细胞的形态结构	50	二、单克隆抗体技术	98
第三节 细胞的生命活动过程	57	本章思考题	100
一、酶是生物催化剂	58	建议阅读文献	100

第三章 生命延续的本质——遗传与变异

第一节 生物的遗传因子——基因	101	三、基因的本质	107
一、遗传因子的发现	101	第二节 基因在生物遗传中的作用	114
二、基因位于染色体上	103	一、常染色体上基因的遗传	114

二、性染色体上基因的遗传	114	二、遗传病的诊断	135
三、生物的性别决定	115	三、遗传病的基因治疗	136
四、性别畸形	117	四、优生学	137
五、生物的多基因遗传	118	第五节 基因工程	138
第三节 生物的遗传变异与生物进化	119	一、基因工程原理	138
一、染色体畸变	120	二、基因工程的基本内容	140
二、基因突变	122	三、基因工程的应用	148
三、生物进化	126	本章思考题	151
第四节 遗传与优生	134	建议阅读文献	152
一、遗传病	134		

第四章 生命的自我调控——信息传递和处理

第一节 生物体是复杂的自组织自 适应系统	153	一、激素的产生和激素平衡	184
一、细胞如何组织?	153	二、受体和第二信使学说	186
二、生物体的组织	155	第五节 免疫系统的信息传递	189
三、组织的整体性	157	一、识别标志	189
第二节 细胞间通讯	158	二、识别系统	190
一、细胞通讯的基本原理	158	三、免疫与医学	194
二、细胞内信息传递途径与信息 加工的神经网络原理	161	第六节 神经系统、激素系统和免疫 系统的协同作用	197
第三节 神经系统的信息传递	164	第七节 学习和记忆	199
一、信息的接受、传递和响应	164	一、动物的学习行为	199
二、神经信息的传递	169	二、记忆	201
三、信息的加工和整合部位	172	三、对学习和记忆的机制的探索	201
四、视觉的形成	176	图片引用文献	203
五、探测有生命的大脑	180	本章思考题	203
第四节 激素系统的信息传递	184	建议阅读文献	204

第五章 丰富多彩的生物世界

第一节 生物的分类	206	三、植物的结构	213
一、生物分类的依据	206	四、植物的分类、系统发育与进化	221
二、分类系统和分类等级	209	五、植物与人类	224
第二节 郁郁葱葱的植物世界	210	第三节 灿烂多姿的动物世界	224
一、植物在自然界中的作用	210	一、动物机体的结构与机能	224
二、植物的生活史	212	二、形形色色的动物	242

第四节 神奇的微生物	249	二、生物多样性的价值	265
一、原核微生物	250	三、生物多样性的丧失及其原因	267
二、真核微生物——真菌	256	四、生物多样性的保护目标和对策	269
三、非细胞型生物——病毒	259	本章思考题	272
第五节 保护生物多样性的艰巨使命	264	建议阅读文献	273
一、生物多样性	264		

第六章 生命世界的生存规则——环境与生态

第一节 生态系统	274	第二节 人类活动对环境与生态的影响	292
一、生态系统概述	274	一、人类与环境的关系——	
二、生态系统的能量流动、物质循环		对立统一	292
和信息传递	277	二、人类活动对环境的影响	293
三、生态系统生物生产力概述	288	三、人类活动对生态系统的影响	301
四、生态平衡及调控	291		

第七章 生命科学与社会发展

第一节 生物技术——21 世纪的高新科技		一、生物传感器的原理	325
与支柱产业	304	二、各种生物传感器及其应用	326
一、生物技术	304	三、生物传感器的发展趋势	335
二、生物技术对社会经济与发展的		第五节 生物能源	335
巨大影响	305	一、重要的能源植物	336
第二节 生物材料	307	二、生物气体燃料——沼气	337
一、天然生物材料	307	三、酒精(乙醇)发酵	339
二、生物医用材料	310	四、其他微生物能源	340
三、仿生和组织工程材料	313	五、黑色能源——石油	343
第三节 仿生学	315	第六节 海洋生物工程	344
一、模仿生物的科学	315	一、海洋中的生物资源及利用	344
二、仿生学的研究内容和研究方法	316	二、海洋生物技术的开发研究	347
三、仿生学在工程技术中的应用	318	本章思考题	349
第四节 生物传感器——生物技术武装了		建议阅读文献	349
电子器件	324		

第八章 生物技术的发展和应用带来的伦理和社会问题

第一节 正在发展的生物技术提出的一些		一、克隆人技术会不会打乱人类社会	
社会伦理问题	350	的伦理纲常	350

二、人类基因组计划会不会威胁个人	伦理与社会问题	352
隐私	一、试管婴儿	352
三、基因工程农作物品种的推广会	二、器官移植	352
不会带来生态学灾难	第三节 生命法学与医学伦理学	353
第二节 已经应用的生物技术如何面对	本章思考题	353

第一章

生命世界

第一节 什么是生命

一、生命的本质

哲学家难以回答“人是什么”，美学家难以回答“美是什么”，生物学家也难以回答“生命是什么”。生命(life)是什么？或者说生命与非生命的本质区别是什么？这是生命科学最基本的问题，但至今尚未有一个普遍接受的定义。

在古代，自然哲学家就已经十分关心生命本质的问题，但是，“生命”作为一个一般科学概念提出来却是在 19 世纪初，与“生物学”作为一个学科出现差不多同步。那时人们已经认识到动物与植物具有某些共同的基本性质，它们都是“生物”，它们都有“生命”。人们想用“生命”概念把生物与非生物区别开来，想用“生物学”代表一个与原有的动物学和植物学不同的、以研究生命的共同特征、生物共同的发展规律为目标的新研究领域。

19 世纪的著名生物学家多是从活力论(vitalism)观点认识生命的。比夏(Bichat, 1771—1802)把生命定义为“抵抗死亡的机能的总和”；居维叶(Cuvier, 1769—1832)、李比希(Liebig, 1803—1873)等人把生命理解为同物理和化学力的对抗，物理和化学力作用的结果是破坏性的，而生命的作用在于形成和维护有机体的结构与功能；巴斯德根据其发酵作用的研究结果，坚持把发酵归之于微生物的生命活动。19 世纪中叶也有人尝试依据生命的特征来描述生命，例如贝尔纳(Bernard, 1813—1878)在他的《论动植物共有的生命现象》中论述了生命的 5 种特征：组织、繁殖、营养、生长以及对疾病和死亡的敏感性。

机械论观点(mechanistic view)则认为可以用物理和化学定律解释生命现象，生命问题说到底还是物理和化学问题。在 19 世纪中有路德维希(Ludwig, 1816—1895)、赫姆霍兹(Helmholtz, 1821—1894)等人阐述这种观点，这种观点对现代分子生物学家影响更大。

至于生命本质的问题，最近一些有影响的观点与其说是来自生物学家，不如说是来

自物理学家。玻尔(Bohr, 1885—1962)1932年在“光和生命”(Light and Life)的演说中指出,想借对原子的认识透彻了解生命现象是绝对不可能的,生命也许有某些特征尚未为人们掌握。薛定谔(Schrodinger, 1887—1961)1945年在题为《什么是生命》(What is Life)的小册子中说:“目前的物理和化学虽然还缺乏说明(在生物体中发生的各种事件)的能力,然而丝毫没有理由怀疑它们是不可能用物理学和化学去说明的”。薛定谔还认为,通过生物学研究有可能发现“新的物理学定律”。受薛定谔这一极富诱惑力的预言的驱动,不少物理学家离开了他们本来的研究领域,转而致力于研究生命科学问题。尽管这种研究至今未能发现“新的物理学定律”,但却促进了生物学向分子水平的发展,也进一步增强了还原论的观点。

对生命本质的认识虽然还在不断发展,但至今仍然没有一个大家普遍接受的定义,还需要人们进行不断的努力。孜孜不倦地探讨,努力寻找问题的答案,这就是科学研究的態度。

二、生命的特征

虽然我们还难以给生命下确切定义,但我们可以讨论生命的特征,认识生命与非生命物质的根本区别。

(一) 生长

一棵幼苗可以长成一棵大树,一头小象可以长成一头大象。当我们看到一种东西在不断长大时,一般我们会说它是“活”的,是有生命的。生长(growth)是生物普遍具有的一种特征。

食盐晶体、冬天的冰柱、岩洞中垂下的石笋等无生命物体也会长大,但它们的长大是在表面附加同类物质,而生物体是由内部长大,其“材料”也不是环境供给的现成物质,而是经生物自身吸收改造后形成的物质。

(二) 繁殖

生命靠繁殖(reproduction)得以延续,或通过生殖细胞,或通过其身体的一个部分。

虽然并非每个生物体都会留下后代,但是每个生物体都是其亲本生命的延续。一条小虫、一棵小草、人体的每个细胞,其生命都可以上溯至远古时代最原始的生命。生命个体不断死亡,但生命永存。从这个意义上说,生命比任何非生命物体都要耐久。海可枯、石可烂,生命一直在延续着。有人把生命理解为同疾病和死亡的对抗,理解为同物理、化学等非生命力的对抗,这是依据之一。

(三) 原生质

生物体都是由原生质(protoplasm)构成。“原生质”一词的本意是生命的原始物质和首要物质,后来泛指生物细胞的全部的生命物质,包括细胞膜、细胞质和细胞核三部分,其主要化学成分是核酸和蛋白质。研究原生质就是研究生命。

(四) 细胞

细胞(cell)是生物体的基本结构单位,生物体通过细胞的活动进行各种生命功能。生物的生长发育,实际上就是细胞生长分裂与分化的过程。生物的病變,实际上就是它

的细胞机能失常。

(五) 新陈代谢

新陈代谢(metabolism)是生命的基本特征之一,是维持生物体生长、繁殖、运动等生命活动过程的化学变化的总称,简称“代谢”。生物体是一个开放的系统,同周围环境不断地在进行着物质和能量的变换。它把吸收的养分转化成自身的组成部分并储存能量,这是同化过程;同时生物体也在不断地将自身的组成物质分解以获取能量,并向环境散发能量,这是异化过程。新陈代谢失调会引发疾病,新陈代谢停止则意味着生命终止,生物体将会解体。

(六) 调节

新陈代谢是在高度自动、非常精细的调节(regulation)下进行的,这也是生命的一个基本特征。其产物的种类和数量,都是通过反馈调节机制精密控制。现在最高级的人造自动控制装置,其控制能量释放与物质合成的精度也比不上生物调控系统,若一个人的体温升高了 1°C ,或者血液的成分有些许变化,那就意味着生病了。

(七) 应激性

生命的另一重要特征是应激性(irritability),也就是能对由环境变化引起的刺激作出相应反应。一定的温度能使鸡蛋变成小鸡,而不能使石头变成小鸡,这是鸡蛋中的受精卵对温度变化的刺激作出了反应,而石头不能。绿色植物枝叶向着阳光生长,人手碰到烫的东西马上缩回来,诸如此类的现象都是生物应激性的表现。一旦应激性完全丧失,生命活动也就终止了。

三、特殊的生命——病毒

根据上述生命特征,一般说来我们可以判定某物是否有生命。生命现象就是生物所做的事,就是生物的表现,反过来也可以说,表现出生命特征的物体就是生物。但是,当我们以这样的原则去判断病毒时,答案就不那么明确了。它没有细胞结构,它也不含完整组织的原生质,在它侵入寄主细胞之前,它不能繁殖,连新陈代谢活动也没有,却可以像无机物一样结晶。由此看来,生命的许多基本特征它都不具有,它似乎应属非生命的。但是它的身体构成中有最基本的两种生命大分子——蛋白质和核酸,一旦它侵入寄主细胞,它的核酸分子就能与寄主细胞的核酸分子整合,借助寄主细胞的一套生命物质系统复制自己,大量繁殖,这又明显表现出了生命的特点。

生物学家通过研究病毒知道,生命与非生命之间并没有绝对界限,除了“非此即彼”,还有“亦此亦彼”。

第二节 人类研究生命的不懈努力

一、生物学的英雄与群众

生物学与人类的生产生活有着密切的关系,医学和农业的实践经验是生物学知识

的源泉。从原始人学会辨识什么可食、什么不可食的时候起,生物学知识的积累就开始了。“神农尝百草,一日而遇七十二毒”,就是对生物形态和作用的认知过程。原始的生物学存在于农学和医学之中,后来才成为独立的学科。即使到了近代,生物学的发展依然离不开医学和农学。栽培植物与家养动物的育种实践,是达尔文(Darwin, 1809—1882)形成进化论思想的重要依据之一;哈维(Harvey, 1578—1657)提出血液循环理论,根源于医学实践;微生物在 19 世纪得以建立,与对发酵作用的研究有直接关系;遗传学的诞生,与杂交育种实践密不可分。

实践经验是科学诞生的基础,但实践经验需要科学家去总结、提高,才能成为科学知识。科学家与常人的不同之处在于他们有超人的洞察力,能从纷杂的现象中总结出本质性的、规律性的认识;在于他们对自然有强烈的好奇心,努力探讨各种自然现象的原因,像献身宗教的僧侣一样献身于科学;在于他们有丰富的想像力,设想和建构各种可能的答案;他们还需要有智慧和技术,用精巧的实验检验他们设想的各种答案和假说。有了这样的科学家,科学才得以发展起来。施旺(Schwann, 1810—1882)提出细胞学说是细胞学发展的基础;达尔文提出生物进化论使人理解了生物发展史;遗传学是在孟德尔(Mendel 1822—1884)提出的定律的基础上发展起来的;分子遗传学是在沃森(Watson, 1928—)和克里克(Crick, 1916—)建立的 DNA 分子双螺旋结构模型的基础上发展起来的……,像这样的人物都是生物学史上的“英雄”,历史将永远记住他们。

每当产生一个科学问题,就会有成十成百甚至成千的人投入对它的探讨之中,有些问题要经过几代甚至更长时间的人努力才能解决。从胡克(Hooke, 1635—1702)发现细胞到细胞学说的提出,历时近两个世纪。不说古代人,从马耶(Maillet, 1656—1738)发表进化论观点到达尔文生物进化论提出,也历时近一个多世纪。孟德尔的豌豆杂交实验方案,是吸取了很多杂交实验的经验教训才制定出来的。沃森、克里克提出 DNA 分子结构,吸收了很多科学家的研究成果。每一个成功科学家的背后,都有一大群为科学做出了贡献但史书上不曾留名的无名英雄。科学史一般都是围绕“英雄”人物写的,他们是科学家中的杰出代表,但我们不应忘记他们身后的无名英雄,也不应忘记那些创造实践经验的人。

二、古代的生物学研究

(一) 古希腊的生物学研究

1. 古希腊自然哲学中对生命起源问题的探讨

近现代的许多科学思想,都可以在古希腊的自然哲学中找到起源,生物学方面也是这样。古希腊自然哲学公元前 6 世纪发源于小亚细亚的爱琴海沿岸地区,早期的代表人物有泰利斯(Thales of Miletus, 约公元前 640—公元前 546)、阿那克西曼德(Anaximander, 约公元前 610—公元前 546)、阿那克西米尼(Anaximenes, 约公元前 588—公元前 525)等。那时那里的政权掌握在重视工商业、思想比较开放的贵族手中,那种文化氛围现在人称“海洋文化”。最早的自然哲学学派就是在这种文化氛围中形成的。自然哲学家对自然问题非常感兴趣,世界本原、生命起源、物质结构是他们着重探

讨的问题。他们对自然问题的探讨主要是靠哲学思辩,这与近代以后以科学实验为基础的科学研究有根本不同,但是他们不是用宗教的、神化的方式说明自然,而是依据生产生活中的经验进行类推,因而产生了一些很有价值的科学思想。

古希腊的自然哲学家用自然发生说解释生命起源。阿那克西曼德认为:太阳晒暖了泥土,泥土中产生出了原始的生物,并伴随有泡沫发生;最初产生出的是水生生物,以后一部分水生生物逐渐适应了陆地上的生活;人也是起源于某种类似于鱼的动物,所以婴儿在母腹内是生活在水中。恩培多克勒(Empedocles,约公元前 500—公元前 430)认为:世界本原是水、火、气、土四种元素,它们靠“爱”的力量结合,生成具体事物;靠“恨”的力量排斥,使具体事物分解毁灭。原始的生物体也是这样生成和分解的。结合要有一个过程,最初结合成的生物可能是不完善的,甚至有“没有脖子的脸,没有与肩胛结合的手臂,没有找到与前额结合的眼睛,它们在四处游荡,寻找它们结合的对象”。也有结合错误的,牛头对上了马嘴。所以他认为,狮身人面之类的怪物确实曾存在过。恩培多克勒说,不完善的、结合错误的生物,它们的生存能力差,因而被淘汰了,而所有能够生存延续下来的物种,都具有某种特有的能力、勇力或速度,因而能成功地保护自身并繁衍后代。人们从他的这些论述中,似乎可以觅到“生存斗争、适者生存”的踪影。恩培多克勒还认为,鸟类体内含有较多的火元素和气元素,因而能够飞翔;鱼类体内含有较多的水元素,所以离不开水;植物没有两性分化,它们尚处于生物演化的较低级阶段。

2. 亚里士多德的生物学研究

把对生物学问题的哲学思辩引向生物学研究、为以后生物学的发展奠定基础的是亚里士多德(Aristotle, 公元前 384—公元前 322)。

亚里士多德是柏拉图(Plato, 公元前 429—公元前 347)的学生,但在思想上背离了柏拉图。亚里士多德有句名言:“吾爱吾师,吾更爱真理”。柏拉图认为世界的本原是永恒不变的、独立存在的、非物质的实体——理念,现实世界的具体事物不过是理念的“影子”或“摹本”,对具体事物的感觉经验不可能是真实知识的来源,一切真实的知识都是对“理念”的“回忆”。亚里士多德则强调感觉经验在认识中的重要性,在生物学上他通过具体研究大量的生物而得到了比较系统的知识。亚里士多德研究了 500 多种生物,并亲自解剖过 50 多种动物。他曾经当过三年亚历山大大帝的私人教师,亚历山大大帝远征世界时给他带回了很多动物标本。

亚里士多德的主要生物学著作是《动物志》、《动物的运动》、《动物的繁殖》等,这些著作流传至今。这些著作不是简单地论述各种动物的形态、习性、身体构造、对人的用途等,而是进行了真正意义上的科学研究,有比较,有分类,有分析,有推理,在欧洲古代与中世纪,动物学研究无出其右者。他对植物的研究相对较弱,他的学生德奥弗拉斯特(Theophrastus, 约公元前 373—公元前 285)弥补了这一缺陷。

在分类学上,亚里士多德创立了“种”和“属”的概念,提出以生殖方式作为动物分类的主要依据,并认为需要综合多种特征才能正确确定动物之间的分类关系。他的这些思想和做法深刻影响了以后的分类学,尽管他自己未能明确地创立一个生物分类

体系。

亚里士多德给出了生物分类等级观念。他认为各种生物所具有的靈魂的数量和质量决定了它们的习性和能力,决定了它们的身体结构和物种的完善性,按照这种思想,他排出了一个以植物为底层、以人为最高点的生物阶梯。在动物部分,他又以幼体出生方式和出生时的发育程度为据,排出了哺乳动物居最高处,以下依次为鸟类、爬行类、两栖类、鱼类、蠕虫类、蚤虱类的阶梯。后人对亚里士多德所说的高低等生物之间的关系进行研究,导致了进化思想的产生,尽管亚里士多德本人没有提出进化思想。

亚里士多德认为在生殖过程中雄性精液提供了胚胎的形式,用现代话说就是胚胎发育的信息,而雌性提供胚发育的“质料”,未怀孕时这些质料因没有使用而变成废物定期排出,形成月经。分子生物学奠基人之一德尔布吕克(Delbruck, 1906—?)说他对亚里士多德极为尊敬,因为亚氏在两千多年前就预见到遗传学的最基本概念——由 DNA 分子携带的基因。

(二) 古代中国的生物学研究

世界通史上古代一般是指原始社会和奴隶制时代,中国历史中的古代把封建社会也包括在内,到 1840 年为止。我们在这里沿用这种做法,这样就使得中国古代的绝对年代比古希腊罗马时代大大推后了。当我们对东西方生物学成就进行比较时必须注意这一点。

中国古代的生物学家偏重实用,纯粹的生物学研究很少。本草著作是中国古代生物学成就的主要代表,此外还反映在农书(如《齐民要术》)、园艺书(如《竹谱》、《群芳谱》)及各种地方动植物志书(如《南方草木状》)中。《毛诗草木鸟兽虫鱼疏》、《尔雅注》中对动植物名实的考订和分类研究,也有一定的生物学价值,这些书籍也是研读儒家思想的经典的辅助读物。

上述著作中反映的生物学成就,主要是在动植物的鉴定及分类方面。按现在的学科分类,主要属于形态学、解剖学和分类学。李时珍的《本草纲目》,是中国古代生物学成就的集中代表。这部著作收录了约 1 200 种植物,对它们作了正名,并以其形态、生态习性和用途为据分为 5 部 29 类,其分类水平与当时的欧洲不相上下。对于动物,他按虫、鳞(鱼类)、介(爬行类)、禽、兽、人的顺序由低等到高等依次排列,这与现代认识基本一致。清代吴其浚的《植物名实图考》,收录植物 1 714 种,种类多且有向纯粹植物学研究转变的趋势,可以认为是中国自身产生的近代植物学的萌芽。随着西学东渐,中国在科学上完全接受了西方的体系,这一萌芽并没有生长起来。

三、血液循环理论的建立

(一) 维萨里的《人体构造》

古希腊罗马时代的天文学与医学研究,产生出了托勒密(Ptolemaeus, 约公元 100—170)的地心说和盖伦(Galen, 约 129—200)的医学学说,一个是谈宇宙,一个是谈人体(小宇宙)。在中世纪,天主教会把他们的学说与教义结合起来,使他们的学说神圣化,于是就成了不可反对的教条,成为科学发展的桎梏。近代科学革命,实质上就是要打破他