

国家大学生文化素质教育基地教材

《科学与人类文明》丛书

生命科学与人类文明

张 铭 编著

浙江大学出版社



生命科学与人类文明

张 铭 编著

图书在版编目 (CIP) 数据

生命科学与人类文明 / 张铭编著. — 杭州: 浙江大学出版社, 2002.5
(科学与人类文明)
ISBN 7-308-03005-9

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 (2002) 第 031091 号

责任编辑 严少洁
封面设计 宋纪浔
出版发行 浙江大学出版社
(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)
(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)
(网址: <http://www.zjupress.com>)
排 版 浙江大学出版社电脑排版中心
印 刷 浙江上虞印刷厂
开 本 730mm×980mm 1/16
印 张 15.5
字 数 262 千
版 次 2002 年 5 月第 1 版 2003 年 3 月第 2 次印刷
印 数 4001—7000
书 号 ISBN 7-308-03005-9/Q·025
定 价 18.00 元

序

中国科学院院士 杨叔子
教育部高等学校文化素质教育指导委员会主任

在千年更替之际,一套以科学发展为主线、展现人类从茹毛饮血的原始社会发展到今天高度发达的文明社会的文化素质教育系列教材——《科学与人类文明》丛书即将出现在我国图书的百花园中。正所谓西湖西子,富有创意。

为了迎接新经济时代的挑战,适应我国向第三步战略目标的迈进,我们急需培养一大批具有创新精神与实践能力强的高素质人才,而加强大学生文化素质教育正是在这一背景下提出的。“随风潜入夜,润物细无声。”几年来的文化素质教育工作实践证明,要使文化素质教育工作取得实效,最主要的是必须把文化素质教育贯穿于教学的全过程,融合于教学的各环节。新浙江大学组建后,充分利用其学科优势,重新构建了颇具文化素质教育特色的课程体系,并对文化素质教育选修课程进行了系统规划和建设。即将面世的这套《科学与人类文明》系列教材便是浙江大学文化素质教育课程建设的一项重要成果。

我深信,在我们共同努力贯彻和落实 1999 年全国第三次教育工作会议的精神与中央《深化教育改革,全面推进素质教育》决定的过程中,全国高校的文化素质教育工作将会得到更深入、更全面、更活泼而又更

科学地开展,一定会有更多的创造性、标志性成果面世,国家大学生文化素质教育基地也一定会成为我国社会主义物质文明和精神文明建设的辐射源。

欣喜之余,谨为之序。

2000年11月

目 录

绪 论	1
第1章 生命现象与研究方法	
1.1 自然界的生命现象	3
1.1.1 地球生命的形成	3
1.1.2 生命现象	4
1.1.3 生命的理论	5
1.2 生物体的基本结构	5
1.2.1 生长发育和新陈代谢	6
1.2.2 繁殖和遗传	6
1.2.3 应激性和运动	7
1.2.4 适应和内稳态	7
1.3 生物科学的研究方法	8
1.3.1 观察与分析	8
1.3.2 培养与重现	9
1.3.3 假设与验证	10
1.4 人类文明的形成和发展	11
1.4.1 文明是人类的高级活动	11
1.4.2 人类文明形成的条件	11
1.4.3 人类文明的发展	12
第2章 生物多样性与生物系统	
2.1 生物多样性	13
2.1.1 物种多样性	13
2.1.2 遗传多样性	15
2.1.3 生态系统多样性	16
2.2 生物的系统分类	16
2.2.1 分类等级	17

2.2.2 生物的分类系统	18
2.2.3 物种检索	29
2.3 生物的起源与演化	31
2.3.1 生命的化学起源	31
2.3.2 化学和化石进化的证据	32
2.3.3 人类的起源与进化	36
第3章 细胞——生命的基本结构单位	
3.1 膜与界	38
3.1.1 膜与物质交换	38
3.1.2 膜与能量代谢	41
3.1.3 膜与信号传递	43
3.2 细胞的结构与功能	44
3.2.1 细胞核与遗传信息	45
3.2.2 细胞器	47
3.2.3 细胞骨架	50
3.3 细胞分裂、繁衍与生命力	52
3.3.1 细胞分裂	52
3.3.2 细胞分化	53
3.3.3 细胞凋亡与转化	54
3.4 细胞社会学	56
3.4.1 细胞间的连接	56
3.4.2 细胞迁移	58
3.4.3 细胞全息理论	58
第4章 生物体的物质基础	
4.1 生物体的结构物质	60
4.1.1 生物体的元素组成	60
4.1.2 生物体的分子组成	61
4.1.3 生物体内的大分子	68
4.2 酶——有效的生物催化剂	72
4.2.1 酶的催化作用	73
4.2.2 酶的作用机理	74
4.2.3 多姿多彩的酶	75

4.3 代谢与环境	76
4.3.1 物质代谢	76
4.3.2 光合作用	79
4.3.3 环境因子对生物的作用	81
第5章 基因与遗传变异	
5.1 遗传理论的建立	87
5.1.1 获得性遗传和进化论	87
5.1.2 孟德尔的遗传定律与摩尔根的贡献	89
5.1.3 性状和基因间的关系	92
5.1.4 群体遗传	93
5.2 基因的化学本质	94
5.2.1 DNA 双螺旋结构的发现	94
5.2.2 中心法则	96
5.2.3 变异	100
5.3 主宰生命的基因	102
5.3.1 基因概念的发展	103
5.3.2 基因的结构和功能	104
5.3.3 基因的调控	105
5.3.4 人类基因组计划	106
第6章 生命最复杂、最神奇的结构——人	
6.1 受精和胚胎发育	109
6.1.1 受精	109
6.1.2 胚胎发育	111
6.1.3 比较胚胎学	112
6.2 生命的历程	113
6.2.1 生长发育	113
6.2.2 衰老和寿命	114
6.2.3 生命的节奏	117
6.3 人的机体	117
6.3.1 人体的感觉	117
6.3.2 组织功能	121
6.3.3 血型和输血	126

6.3.4 经络之谜	127
6.4 人体生理的调节	128
6.4.1 激素调节	128
6.4.2 酒	129
6.4.3 兴奋剂	130
6.5 人的情感	131
6.5.1 人的情感特征	131
6.5.2 情感控制	132
6.5.3 关爱他人和关爱社会	133
第7章 免疫与疾病	
7.1 疾病	134
7.1.1 遗传病	134
7.1.2 病原体疾病	136
7.2 免疫	139
7.2.1 人体免疫系统	139
7.2.2 细胞免疫与体液免疫	141
7.2.3 免疫系统疾病	143
7.3 疾病的预防和治疗	144
7.3.1 抗生素和抗药性	144
7.3.2 防疫	145
7.4 癌症与艾滋病	146
7.4.1 癌细胞和癌基因	146
7.4.2 癌症的产生和防治	147
7.4.3 艾滋病	150
第8章 脑与神经科学	
8.1 神经元与脑	153
8.1.1 神经系统	153
8.1.2 神经元和信号传递	156
8.1.3 脑的结构与功能	159
8.2 记忆和思考	162
8.2.1 学习和记忆	162
8.2.2 思维	164

8.2.3 痴呆病	165
8.3 梦与虚拟人生	166
8.3.1 视觉与幻觉	166
8.3.2 梦	168
8.3.3 瘾与毒品	169
8.4 灵感与无线上网	171
8.4.1 无线接收	172
8.4.2 天才	172
8.4.3 创造力	174
第9章 生态与人类环境	
9.1 生态系统	175
9.1.1 种群	175
9.1.2 群落	177
9.1.3 生态系统	180
9.2 人类的生存环境	184
9.2.1 物理环境	184
9.2.2 人口问题	186
9.2.3 人类的生存需要	186
9.3 生态平衡的自然调控与人类的干预	187
9.3.1 生态平衡	188
9.3.2 自然的报复	189
9.3.3 拯救地球	191
第10章 生物技术——生产力发展的引擎	
10.1 生物体与生命过程的定向设计和改造	194
10.1.1 基因工程	195
10.1.2 细胞工程	200
10.1.3 植物组织培养	202
10.2 生物体有限的突破	205
10.2.1 生物钟	205
10.2.2 再生与器官移植	207
10.2.3 组织工程	209
10.2.4 低温生物技术	209

10.3 数字化生物时代	211
10.3.1 生物数据库	211
10.3.2 虚拟生物与设计生命	213
10.3.3 多维的生物	214
10.4 生物技术的特点	215
10.4.1 生物技术的统一性	215
10.4.2 生物技术的高效性	216
10.4.3 第四次浪潮	217
第11章 生命科学与人类文明	
11.1 世界面临改变	218
11.1.1 世界面临的问题	219
11.1.2 网络化世界	220
11.1.3 知识经济	221
11.1.4 数字化文明	222
11.2 生的追求	223
11.2.1 生存权利	224
11.2.2 快乐的生活	225
11.2.3 死的选择	226
11.3 生命的伦理	228
11.3.1 克隆	228
11.3.2 基因歧视	230
11.3.3 一些伦理问题	231
11.4 人类的理性	233
11.4.1 社会进步的思考	234
11.4.2 自我规范	235
11.4.3 生命的有序	235
参考书目	237

绪 论

生命科学(Life Science)是近年来广泛使用的一个概念,它是在生物学的基础上发展起来的。从研究生物的结构和功能、系统和演化再深入到研究生命的现象和本质,体现了多学科交叉和综合,涉及工、农、医、药、环境、海洋等许多领域的多个层面。其共同点是以生物为研究对象和应用对象。生命科学表现出相当明显的同一性,即各相关学科都是以基因理论为指导,应用分子生物学技术,以序列语言来描述生命的本质,以蛋白质行为来解释生命的过程,以细胞活动来演绎生命现象。

上世纪中叶开始,沃森、克里克等一批优秀的生物学家、生物物理学家和生物化学家以分解与综合的研究方法,运用精密的仪器,使生物学研究从描述进入到精确的实验分析、数学建模和重现重建。生命科学研究一方面从个体、系统、器官、组织、细胞、亚细胞进入分子、量子水平;另一方面从种群、群落、生态系统、进入生物圈领域,取得了一系列激动人心的发现:DNA 双螺旋结构,生物中心法则,基因结构与调控,光合作用原理,细胞内物质代谢,能量转换,信息传递,遗传变异机制,单克隆抗体,基因重组,克隆动物,干细胞培养与诱导分化技术及人类基因组揭秘等等。

生命是一个复杂的多分子体系,它的基本单位是细胞,1 立方毫米可以有几百万个细胞,一个细胞内有数万个基因,这些基因分别控制不同的生化反应,产生无数种类的生命物质,并能保持物质、能量、信息流动的有条不紊。我们现在能在分子水平上精确认识生物的结构、控制生命过程、重现生命的现象。这种对于生命的精确认识和把握大大提升了人类对于自然的理解能力、改造能力和和谐相处的能力,直接推动了科学技术的进步和社会生产的发展。

生命科学研究在 21 世纪人类认识自然过程中将起重要的作用,由于生物的多样性和复杂性,生命现象中还有许多未知的领域,地球生命几十亿年的积累,在不远的将来被一一揭示,会产生大批研究结果,在某些方面超越现有的数学、物理、化学规律。生命科学发展将解释和提升现有的人类文明水平。人是生物的最复杂结构,又是文明的载体,人具有主客体二重性,人既是认识的

主体,又是被认识的客体,人在认识自然的过程中,认识自我。这种对人类本身的深入了解将对人类社会进步产生深远的影响。

生命科学理论指导的生物技术是一种全新的生产方式,将发挥巨大的作用。由蒸汽机发明而引发的第一次产业革命,由电的发明引发的第二次产业革命,由量子理论引发的第三次产业革命在某种意义上是解决动力问题,是人的功能的外延,而生命科学作为支柱之一的第四次产业革命产生了飞跃。生命科学通过设计加工 DNA 序列,由 DNA 去控制生命过程,由生物体去改变世界,同时完善人类本身,其全部意义目前还很难想像,但是可以预测。

生命科学以人为本,在 21 世纪将扮演重要角色。人们寄希望以生命科学的方法解决人类目前面临的粮食问题、能源问题、人口问题、环境问题和健康问题,生命科学与每一个人体戚相关,从婚前检查到受孕指导,从发育到衰老,从接种疫苗到疾病治疗,从营养保健到家庭园艺,从感冒到爱滋病,无不包涵有生命的原理。因此了解生命科学的基本知识和最新研究结果对每一位生活在 21 世纪的知识者来说都是必需的,了解生命科学知识是每一位大学生应具备的基本文化素质。

为适应这种要求,浙江大学开设介绍现代生命科学知识的课程已有多,最初是与叶高翔、盛正卯老师合开的“现代科学技术”,以后是“生命科学与生物技术”,再后是“生命科学导论”,最后形成“科学与人类文明”的系列课程。在教育过程中我深深为学生广泛表现出来的对现代生命科学的浓厚兴趣与求知热情所感动,并明显地看到学生们通过修此课程在认识科学和认识自我方面的提高。缺憾的是一直没有一本适合的教材能深入浅出地、生动地将现代生命科学知识系统准确地介绍给大家。又能结合大学生的思维特点和文化基础,在介绍知识的同时,能激发他们对科学的兴趣和求知欲,了解和建立一些科学的思维方式,引导他们对社会进步和文明发展的思考,在生命科学理性认识基础上形成正确的世界观、人生观和幸福观,增强社会责任感。在授课其间常有动手编写一本教材的冲动,但一直没有勇气。因此,在此我要感谢浙江大学出版社陈晓嘉副社长,是她迅速认可了本书的体系,并不断督促。在此我也要感谢姜祖韵、沈颖、郑春静、陆洋、严文静等帮助我做了大量资料和文字整理工作,特别是姜祖韵,如果没有她的帮助,我现在不可能完成此书。也要感谢明镇寰老师审阅了全书。生命科学是一个庞大知识领域,有其丰富的内涵和科学系统,要想在一本小册子中介绍其全貌几乎是不可能的,再者作者水平有限,难免挂一漏万,不当之处恳请专家、读者批评指正。

第1章 生命现象与研究方法

仰观宇宙之大,俯察品类之盛,在广袤的自然界中,处处都有生命的踪迹。参天蔽日的大树、匍匐丛生的小草、飞禽走兽、游鱼爬虫、体积以吨计的鲸鱼、肉眼看不见的细菌和病毒,各种生物无不在一定的时空中呈现出盎然生机。

生命是我们所知的最为复杂的现象,而人类又是生命中最复杂的生物体。认识生命、认识自我是最有意义的,也是最富挑战性的事情。正如爱因斯坦(Albert Einstein)所说“我们只求满足于生命永恒的奥秘,满足于察觉现存世界的神奇结构,窥见它的一鳞半爪,并且以诚挚的努力去领悟在自然界中显示出来的那个理性的部分,即使只是其中一小部分,我也就心满意足了”。

1.1 自然界的生命现象

生命是物质的特殊组成形式,是物质周而复始的变化过程,是物质在一定地球时空尺度上的有序运动。

1.1.1 地球生命的形成

地球是太阳系的一颗行星,是漂浮在太空中的几十亿颗星球中的一个,形成已有46亿年。化石证据表明,38亿年前地球上就已经出现了原核生物,它们主要以蓝藻的形式在海洋中潜伏了几亿年,努力地固定太阳能并为地球制造氧气。20亿年前出现了真核单细胞生物。大约在5亿年前,地球生物发生了大爆炸,在海洋中似乎是突然间形成了和现在一样多的生物种类。这些海洋生物迅速登陆,为地球披上了绿装,让大地生机勃勃。2亿年前恐龙时代出现了原始哺乳动物。6500万年前恐龙灭绝,鸟类和哺乳类兴起,灵长类出现。人起源于400万年前的南方古猿,经能人、直立人,到25万年前出现智人。晚期智人和现代人差别不大,又称新人,是距今4万年前开始的。生命的最高境

界——人类的文明,其历史还不到1万年。现代文明的缔造者——科学技术,只有几百年的历史。基因芯片、网络出现的时间更短,最多不过几十年。

从生物的演化过程,我们可以清晰地看到生物经历了一个从简单到复杂、由低等到高等、从水生到陆生的发展过程;物种也由少增多,先后出现了约1700万种生物。无数生物个体分布于地球的每一个角落,生长、繁殖,和谐相处,生生不息。

1.1.2 生命现象

地球生命现象是由各种生物组成的,生物是有机物的特殊组成方式。生命是一种现象,一个过程,犹如一条长河,河水永不停息地流动。水的循环、蒸发、降落、径流、冲击、跳跃,汇聚成河,然后归入大海。从历史的角度看,生命就是这样一条长河,组成生命长河的不是水,而是由细胞构成的生物体,是蛋白质和DNA。它们分裂、增殖、遗传变异,组成个体、种群、群落、生态系统、生物圈。生物体靠生殖繁衍,前赴后继,形成生命长河。每一个生物个体都是有一定寿命的,但子子孙孙,延绵不息,奇妙无比。在同一时刻里,有的在新生,有的在衰老,或者死亡。这种生命的呈现,就像一个个音符,都只在一定的时间、空间里跳跃旋转,过后就消失了。然而,正是这许许多多连续的音符,组成了恢宏的地球生命交响乐,引人入胜。自从地球上出现了生命后,生命现象就再也没有停止过,并以其特有的生命力覆盖了整个地球。人类出现后,还创造了生命乐曲中最华丽的乐章——物质文明和精神文明。

生命现象由生物体组成。一个生物体只是生命历史中很小的一个环节,它们的时空占有有的才几分钟,有的达几百年。然而不管是长或是短,它们都会经历生与死,爱与繁殖的过程。它们常常无声无息地获取、转化和释放,然而从微观角度看,却又是那么轰轰烈烈,因为所有的生物同样都拥有生命和生命力。它们来自自然,然后又回归自然,无怨无悔。当它们离去的时候,好像永远消失了,但又并没有走,它们留在历史的记忆里,留在化石的印迹中,留在DNA的序列上,在遗传信息中永远记载了它们曾经的生命历程。这种记录随物种基因的复制而存在,随物种的繁衍而延续,永远地流淌,并在流淌中变化。

1.1.3 生命的理论

关于生命的理论,历史上曾有过活力论(vitalism)。活力论把生命归结为一种非物质和超物质的力量。在宗教界,这种超物质的力量就是神的旨意,这也是特创论(special creation)的基本观点,然而长期以来一直无法证明活力的存在。与活力论相对的是机械论(mechanism)和还原论(reductionism),它们认为生物和机器是相类似的。生物的所有属性都可以用分子和分子间相互作用的规律来说明,这种观点对于认识生命过程起了非常大的作用,但是分子的物理、化学性质与复杂的生命结构和生命过程仍有区别,至今还不能用各种元素合成生命,这说明生物与化学物质还是有区别。但是可以肯定生命是物质的,生命是物质运动的特殊形式。

生物学家认为,生命通过生物体表现,生物体是由蛋白质和核酸等分子组成的复杂体系,它们都有确定的结构,一般能够通过新陈代谢来完成生长发育,通过遗传变异来复制自己和适应环境。以物理学的观点看,生命是负熵。熵(entropy)是体系能量分散程度的状态函数,也可以说,熵值代表一个体系散乱无序的程度。热力学第二定律告诉我们,任何自发过程总是朝着使体系越来越混乱、越来越无序的方向,即朝着熵增加的方向发展。生物体系与一般物理体系不同,它是高度有序的。为保持生物的有序,生物必须从外界吸取称之为低熵状态的物质和能量,通过新陈代谢把它转化为高熵状态后排出体外,同时保持自己的负熵,通过使环境中的无序性增加,来创造并维持自身的有序性。一旦负熵的增加趋近于零,生命也就趋向于终结。在这个意义上,生物是一个开放系统,它需要不断地与外界进行物质和能量的交换,一旦交换停止,生命也就停止。生物体的物质交换是由生物体内的遗传信息和环境提供的条件决定的。生物体是物质、能量、信息的统一体,物质和能量在生命活动中保持平衡,而生物信息则在生命链中传递。

1.2 生物体的基本结构

生物体是生命现象的组成单位。生物体千差万别、形形色色,但它们都由各种元素组成,都是以细胞为基本结构单位的多层次有序结构,都有类似的新

陈代谢途径,一般都使用64种相同的遗传密码,都有生长、发育、应激性、适应等特征,都能繁殖并通过遗传变异来适应环境,保持物种的延续。生物体的共同属性也是生命的属性。

1.2.1 生长发育和新陈代谢

生物大致可以分为两类,一类是单细胞生物,一类是多细胞生物。在它们的生活过程中,经过生长发育阶段,即细胞分裂生长,分化成不同的细胞,形成组织、器官和个体,达到成熟。有性生殖生物从受精卵发育成个体。不同的生物有其不同的发育模式和特定的程序,如细菌20分钟繁殖一代,而人类经历了母亲的十月怀胎,发育为成人需要16—18年。这种程序是由遗传基因决定的。生长发育需要适宜的条件,如一颗银杏的种子需要在适当的温度和水分条件下才能萌发,需要有水、二氧化碳、光照和营养才能生长。这种生长过程不是外界物质的堆积,而是外界物质经吸收后被生物体自身改造而成的。

生物与外界不断进行物质交换和能量流动。一些物质被生物吸收后,在生物体内发生一系列变化,有的成为生物体的组成成分,有的被排出体外。这个过程中产生的能量,或直接供生命活动需要,或贮藏起来为以后所用。这就是新陈代谢(metabolism)。生物的新陈代谢是一个复杂的生化反应过程,它有严格的时间和空间分布,常常在直径十几微米的细胞内1秒钟就能进行几万亿次反应。酶作为过程的节点,调控并辅助完成各种反应。这个过程是高度有序的。新陈代谢是一种微观的动态的物质与能量的平衡体系。在常温下,组成生物体的所有物质分子都在进行热运动,都在走向无序,新陈代谢提供的物质和能量对更新细胞的结构,保持生物体内分子运动的有序性是十分重要的。一旦新陈代谢停止,细胞物质和能量就会不平衡,细胞就要崩解,生物体就会死亡。

1.2.2 繁殖和遗传

生长、发育、衰老和死亡是生物的基本特征;繁殖(reproduction)与遗传(heredity)也是生物的基本特征。只有通过繁殖和遗传,物种才能得以延续,生物才能适应变化的环境,整个生物世界才会繁荣。有的生物似乎将繁殖自己作为来到这世界的惟一任务,它们长时间的努力和积累,似乎只是为了