

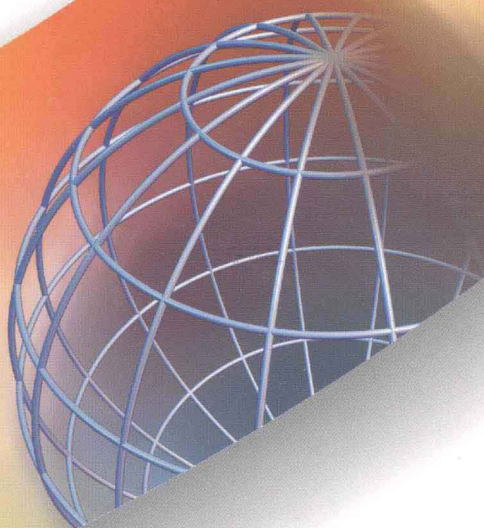
SHENG MING
KE XUE ZHI SHI
JIAN MING JIAO CHENG

生命

科学知识
简明教程

主编 金晨钟

科学素养课程系列教材



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)



生 活

THE LIFE OF A MAN

1

2

3

生命科学知识简明教程

主 编 金晨钟

副主编 柏连阳 郭 军 蒋建初 高 平

参 编 陈跃进 李向阳 曾 智 谢 晶

吴 娟 曾永贤 李亦斌 赵佑柏

图书在版编目 (C I P) 数据

生命科学知识简明教程 / 金晨钟主编. —成都:
西南交通大学出版社, 2011.10
科学素养课程系列教材
ISBN 978-7-5643-1470-5

I. ①生… II. ①金… III. ①生命科学—高等学校—
教材 IV. ①Q1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 209113 号

科学素养课程系列教材
生命科学知识简明教程
主 编 金晨钟

责任编辑	牛 君
封面设计	墨创文化
出版发行	西南交通大学出版社 (成都二环路北一段 111 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮 政 编 码	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	四川锦祝印务有限公司
成品尺寸	185 mm×260 mm
印 张	10.75
字 数	281 千字
版 次	2011 年 10 月第 1 版
印 次	2011 年 10 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-1470-5
定 价	19.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

树立科学思想，
崇尚科学精神。

湖南人文科技学院党委书记、教授、博士

柏连阳

序

坚持科学发展观，建立创新型国家，必然要求提高全民的基本科学素质。2006年3月国务院发布的《全民科学素质行动计划纲要》指出：“公民具备基本科学素质一般指了解必要的科学技术知识，掌握基本的科学方法，树立科学思想，崇尚科学精神，并具有一定的应用它们处理实际问题、参与公共事务的能力。”中国科学技术协会2010年11月25日对外发布第8次中国公民科学素养调查结果称，中国大陆具备基本科学素养的公民比例仅达3.27%，只相当于发达国家20世纪80年代末的水平。公民科学素质低下，已经成为制约我国经济社会发展的一个重要瓶颈。

科学着眼于客观存在，求真，是人的“立世之基”；人文着眼于精神世界，是善，是人的“为人之本”。科学与人文融合，文与理交叉渗透，是大学教育的努力方向。在大学教育进入大众化的时代，高等学校以不同形式设置科学素养类课程，切实提高学生的科学素养，无疑具有十分重要的意义。

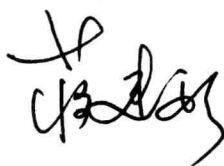
关于如何提高我校学生的科学素养、实现文理渗透的问题，“科学素养课程模块的构建与实践”课题组的同志进行了认真的思考与实践，认为提高大学生的科学素质不是一个简单的问题，而是一个多层次的立体系统工程。为此，学校修改了各专业的培养方案，对全校学生开设科学素养系列公共选修课程组，并于2009年上学期率先开出了“物理热门话题与趣味实验”、“现代生活中的化学”、“生命科学知识”三门课程，由李强、颜志殊和金晨钟三位同志组织相关主讲教师编写了课程讲义，通过对讲义的多次试用与反复修改，三本教材得以正式出版。

科学素养课程系列教材在三个方面进行了有益的探索：一是以科学素养的基本要求为原则，用通俗易懂的文字来表述科学知识，既没有高深莫测的公式与定理，又没有复杂的数学推理过程。尽量将科学与日常生活实际相结合，回答与解决一些科学疑问。二是增加学生实验，实验内容以享受科学的美与趣味性为前提，简单实用而又蕴涵科学方法与科学精神，对学生的动手能力不做过高的要求，以消除部分学生对

实验的恐惧心理。三是教材内容进行了精心选择与取舍，将科学家与科学研究中的传奇故事贯穿其中，使得科学知识、科学精神和人文精神实现了有效的沟通与融合。教材既包含了现代科学技术的内容，又继承了传统的科学思想与方法。

在科学素养课程系列教材的编写与出版上，课题组的老师们付出了辛勤劳动，为该课程建设打下了良好基础。但是，要圆满完成这个系统工程，还需进一步拓展课程方向，整合课程资源，充实教材内涵，改革教学方法。希望课题组同志为切实提高我校学生的科学素养作出新的贡献。

湖南人文科技学院副校长、教授、博士



2011.9.9

前 言

本教材是为面向全校非生物类专业的科学素养课程而编写的，它的任务是使非生物类专业的学生了解生命科学的基础知识，扩大知识面。该书在内容上突出了与生命现象有关的最新科学技术，并通过一定的案例使学生了解生命科学的意义，趣味性、科普性均很强。

21 世纪是生物科学的世纪，生物技术与生物科学的研究与应用，将成为新世纪重要的产业。作为非生物类专业学生普及推广的科学素养课程，为适应教学需要，本教材在内容与形式上与一般本科院校所用生物类专业教材有较大创新，其编写内容已在湖南人文科技学院经过 4 年的教学改革实践，得到不断改进和完善，取得了较好的教学效果，引起了非生物类专业学生的强烈兴趣。

本教材分为两个部分，第 1 部分理论知识共 12 讲，每一讲正式内容前设置了教学目的、教学对象、教学时间以及教学方法。第 1 讲总论，主要包括生命的形态和特征、生命科学探索及其重要性等几个方面的内容，使学生对生命的定义、生命的发展历史和研究热点以及生命科学的研究方法有一个初步而全面的了解。第 2 讲生物多样性，通过介绍生物多样性的概念、形成、层次、价值及其意义，进而介绍生物多样性与我们的生活和生存的关系，使学生对生物多样性及其意义有所了解。第 3 讲和第 4 讲植物及其多样性、植物的结构与功能，主要介绍了植物的特点、起源，植物的营养器官和生殖器官，植物对地球的贡献，以及植物所提供的与人类生活有密切联系的产物，使学生对植物的多样性和重要性有较深入的了解。第 5 讲动物多样性，主要介绍了动物的分类以及各大类群的特点，特别是人类在生物分类学上的地位，使学生对动物的多样性有所了解。第 6 讲生物进化，深入浅出地讲解了生物进化的各种学说以及最新研究进展。第 7 讲生命伦理道德，主要讲述了社会热点问题如“克隆人”、器官移植、代孕母亲等，让学生了解生命伦理的四大基本原则。第 8 讲至 12 讲主要介绍了生物技术的五大工程，基因工程、细胞工程、酶工程、蛋白质工程和发酵工程，分别阐述了五大工程的发展历史和最新研究进展，并介绍了其在农业、医药、食品、环境等行业上的应用。

第 2 部分基础实验共 4 个实验项目，分别是光学显微镜的结构和使用方法，植物腊叶标本的采集、制作，昆虫标本的采集、制作，植物组织的培养。目的是让学生增加动手能力，提高

上课的积极性和趣味性。

本教材在编写过程中得到了湖南人文科技学院教务处、生命科学系的大力支持，学院的许多老师对本书的编写大纲和书稿内容提出了宝贵意见，对本书的最终定稿和质量提高起到了重要的作用，在此表示衷心的感谢。

由于本教材涉及的内容广泛，编者水平有限，书中难免会有错误和不足之处，祈盼诸位同仁和读者给予指正，我们将不胜感激。

编 者

2011 年 6 月

目 录

第 1 部分 理论知识

第 1 讲 总 论	1
1.1 什么是生命	1
1.2 生命科学的发展	3
1.3 生命科学的研究方法	5
1.4 生命科学的学科分类和研究热点	7
第 2 讲 生物多样性	12
2.1 生物多样性概念	12
2.2 生物多样性的形成	12
2.3 生物多样性的价值及意义	13
2.4 生物多样性的三个层次	13
2.5 生物多样性与健康	14
2.6 生物多样性与空气	14
2.7 生物多样性与水	15
2.8 我国生物多样性的一般特点	15
2.9 生物多样性受危害的原因	16
第 3 讲 植物及其多样性	19
3.1 关于植物	19
3.2 藻类植物	20
3.3 地衣 (Lichens)	23
3.4 苔藓植物 (Bryophyta, Moss)	23
3.5 维管植物	24
第 4 讲 植物的结构与功能	31
4.1 植物组织	31
4.2 植物的器官	32
4.3 植物的有性繁殖	34
4.4 植物的无性繁殖	37
第 5 讲 动物多样性	39
5.1 动物界中常见的几个门	39

5.2 脊椎动物与人类的关系	61
5.3 人在生物分类中的地位	62
第 6 讲 生物进化	63
6.1 进化论 ——生物学中最大的统一理论	63
6.2 进化论的产生与发展	63
6.3 小进化 ——种内进化	69
6.4 物种形成	71
6.5 大进化	75
6.6 生命起源与早期生物进化的探索	76
第 7 讲 生命伦理道德	83
7.1 生命伦理学的基本原则	83
7.2 生命伦理学的内容	83
第 8 讲 基因工程及其应用	88
8.1 概 念	88
8.2 主要特征	88
8.3 基本操作步骤	88
8.4 关于基因工程	91
8.5 基因工程的应用	94
8.6 我国基因工程制药业的发展	96
8.7 基因工程的负面因素及具体实例	99
第 9 讲 细胞工程	101
9.1 概 念	101
9.2 特 点	101
9.3 种 类	102
9.4 常见的细胞工程应用实例	107
第 10 讲 酶工程	110
10.1 概 念	110
10.2 主要用途	110
10.3 发展历史	111
第 11 讲 蛋白质工程	113
11.1 概 念	113
11.2 蛋白质工程的基本途径	113
11.3 研究的核心内容	114
11.4 实际应用	116
11.5 蛋白质工程的进展	117
11.6 蛋白质工程的前景	118

第 12 讲 发酵工程 (微生物工程)	119
12.1 简 介	119
12.2 发酵工程的内容	119
12.3 发酵工程的三个发展阶段	120
12.4 发酵工程的发展简史	121
12.5 发酵工程的三大过程要素	122
12.6 发酵工程的应用	122

第 2 部分 基础实验

实验 1 光学显微镜的结构和使用方法	123
实验 2 植物腊叶标本的采集、制作	130
实验 3 昆虫标本的采集、制作	133
实验 4 植物组织的培养	146
参考文献	159

第 1 部分

理论知识

第 1 讲 总 论

- **教学目的：**本章内容主要包括生命的形态和特征、生命科学探索和生命科学的重要性等几个方面，通过这些内容的介绍使同学们对生命的定义、生命的发展历史和研究热点以及生命科学的研究方法有一个初步而全面的印象，产生对这门课的学习兴趣。
- **教学对象：**非生物类文理工科专业学生。
- **授课时间：**2 学时。
- **教学方法：**以概念讲解、图例演示和图片展示为主，通过学习使学生掌握生命的共同特征、生命科学的主要研究方法，了解生命科学的发展历史、学科分类等内容。

1.1 什么是生命

生命科学归根结底是要回答什么是生命这个问题。日常生活中，人们可以很容易地区分生物与非生物。但是从科学的角度，什么是生命确实是一个很难全面而准确回答的问题，可以说至今还没有一个为多数科学家所接受的生命的定义。这是因为人们很难用简单的概括来定义如此复杂而又丰富多彩的生命现象，同时人们对生命现象包括一些生命的基本问题还有许多不明白的地方（如生物进化机制），也就自然难以对其本质进行中肯的科学归纳。本节首先归纳了生命的特征，然后尝试在生物学层次和物理学层次给出生命的定义，以供同学们思考。

1.1.1 生命的基本特征

生物种类非常多，数量非常巨大，生命现象十分错综复杂，可以从错综复杂的生命现象中提出生物的一些共性，即生命的属性，现列举如下。

1. 化学成分的统一性

- (1) 从元素成分看，都是由 C、H、O、N、P、S、Ca 等元素构成的。
- (2) 从分子成分来看，生命体中有蛋白质、核酸、脂肪、糖类、维生素等多种有机分子。

其中蛋白质都是由 20 种氨基酸组成的，核酸主要由 4 种核苷酸组成，ATP（三磷酸腺苷）为储能分子。

2. 严整有序的结构

生命的基本单位是细胞，细胞内的各结构单元（细胞器）都有特定的结构和功能。生物界是一个多层次的有序结构，在细胞这一层次之上还有组织、器官、系统、个体、种群、群落、生态系统等层次。每一个层次中的各个结构单元，如器官系统中的各器官、各器官中的各种组织，都有它们各自特定的功能和结构，它们的协调活动构成了复杂的生命系统。各种生物编制基因程序的遗传密码是统一的，都遵循 DNA—RNA—Protein 的中心法则。

3. 新陈代谢（Metabolism）

生物体不断地吸收外界的物质，这些物质在生物体内发生一系列变化，最后成为代谢过程的最终产物而被排出体外。

（1）组成作用（Anabolism）：从外界摄取物质和能量，将它们转化为生命本身的物质和储存在化学键中的化学能。

（2）分解作用（Catabolism）：分解生命物质，将能量释放出来，供生命活动之用。

4. 生长特性（Growth）

生物体能通过新陈代谢作用而不断地生长、发育，遗传因素在其中起决定性作用，外界环境因素也有很大影响。

5. 遗传和繁殖能力（Genetics）

生物体能不断地繁殖下一代，使生命得以延续。生物的遗传是由基因决定的，生物的某些性状会发生变异，没有可遗传的变异，生物就不可能进化。

6. 应激能力（Irritability）

生物接受外界刺激后会发生反应。生物的运动受神经系统的控制。

7. 进化（Evolution）

生物表现出明确的不断演变和进化的趋势，地球上的生命从原始的单细胞生物开始，走过了多细胞生物形成、各生物物种辐射产生，以及高等智能生物——人类出现等重要的发展阶段后，形成了今天庞大的生物体系。

1.1.2 生命的定义

1. 从生物学角度的定义

生命是由核酸和蛋白质等物质组成的多分子体系，它具有不断自我更新、繁殖后代以及对外界产生反应的能力。

2. 从物理学角度的定义——“负熵”

根据热力学第二定律：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变化。生命的演化过程总是朝着熵减少的方向进行，一旦负熵的增加趋近于零，生命将趋向终结，走向死亡。

3. 生命的几种“定义”

- (1) 生命的物质基础是蛋白质和核酸。
- (2) 生命运动的本质特征是不断自我更新，是一个不断与外界进行物质和能量交换的开放系统。
- (3) 生命是物质的运动，是物质运动的一种高级的特殊存在形式。

1.2 生命科学的发展

研究生命现象的学科称为生命科学。应该说自从有了人类的文明史，就有了人们对生命现象的描述和记录（如原始的岩画），就开始了人们对奇妙的生命现象的观察和思考。今天的生命科学是经过漫长的历史发展过程而逐步形成的。作为一门重要的自然科学学科，生命科学的发展大致经历了三个主要的阶段：从古代到 16 世纪左右，这是生命科学的准备和奠基时期；从 16 世纪到 20 世纪中叶是系统生命科学创立和发展的时期，这一阶段以自然科学各领域分支学科迅速建立为主要特点，与其他学科共同归纳为历史上的“小科学”发展时期；20 世纪中叶以后，生命科学随着各学科纵横交错发展的大趋势，出现了不同分支学科和跨学科间的大交汇、大渗透、大综合的局面，由此人们获得了进入“大科学”发展历史阶段的认识。

在本节主要介绍前两个阶段的发展历史，关于现代生命科学的学科分类和发展趋势将在第 4 节进行介绍。

1.2.1 生命科学建立的准备和奠基时期

在远古年代，人们对生命现象的认识常常是和与疾病斗争，农业、牧业、禽畜生产，以及宗教活动（如古代木乃伊的制作）联系在一起的，由此人们积累着动物、植物和人类自身的解剖、生长、发育和繁殖方面的知识。到古希腊时期，已开始了对生命现象进行深入专题性的研究。亚里士多德在《动物志》一书中相当细致地记述了他对动物解剖结构、生理习性、胚胎发育和生物类群的观察，并对生命现象作出了许多深刻的思考。亚里士多德的观点和方法集中地反映了那个时代的特点，观察和哲学参半、描述和思辨混合。在这一时期，为以后系统生命科学的建立作出重要贡献的还有：德奥弗拉斯特对植物乔木、灌木、草本的分类确定；希罗费罗斯、盖仑对人体解剖的研究；等等。其后西方进入了漫长的中世纪，科学的发展受到极大的压抑。但是即使在那个黑暗的年代，仍不断地有人在危险的条件下默默地进行探索，例如，莱茵河畔的希尔德加德修女写的《医学》一书继承和发扬了古希腊的创新精神，大胆地记录了她对动物、植物的观察和用来当做药物的使用方法。

中国古代有神农尝百草的传说。南北朝时期贾思勰的《齐民要术》、明代李时珍的《本草纲目》，以及历代花、竹、茶栽培和桑蚕技术书籍等，记录了大量对动物、植物的观察和分类研究。但总体看，这些工作突出的是在生产和医疗中的应用，并没有形成真正的科学体系。

1.2.2 现代生命科学创立和分支发展时期

目前，普遍认为现代生命科学系统的建立开始于 16 世纪。它的基本特征是人们对生命现

象的研究牢固地植根于观察和实验的基础上,以生命为对象的生物分支学科相继建立,逐渐形成一个庞大的生命科学体系。现代生命科学可以说是从形态学创立开始的。1453年,比利时医生维萨里(Andreas Vesalius, 1514—1564)的名著《人体的结构》发表,不仅标志着解剖学的建立,而且直接推动了以血液循环研究为先导的生理分支学科的形成,其标志是1628年,英国医生哈维(William Harvey, 1578—1657)发表了他的名著《心血循环论》。解剖学和生理学的建立为人们对生命现象的全面研究奠定了基础。

18世纪以后,随着自然科学全面蓬勃地发展,生命科学也进入它的辉煌发展阶段。生命科学重要的分支相继建立,其中以细胞学、进化论和遗传学为主要代表,构成了现代生命科学的基石。

1665年,胡克(Robert Hooke, 1636—1702)在他的《显微图谱》中第一次使用“细胞”一词(Cell)。他通过自制的显微镜(图1.1.1)观察软木薄片,发现了密集排列的小孔(植物死的细胞壁及其围成的腔隙)(图1.1.2)。

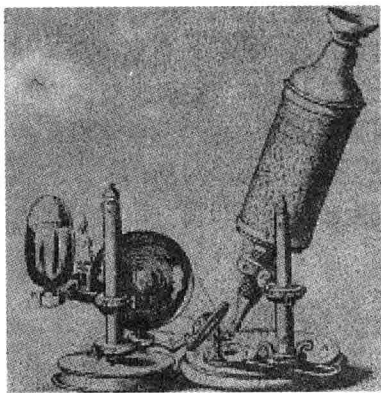


图 1.1.1 Hooke 使用的显微镜

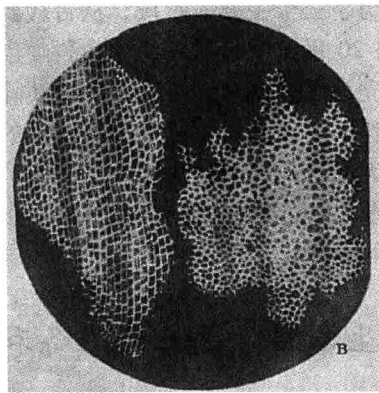


图 1.1.2 Hooke 观察到的软木结构

现在一般认为细胞学创立于19世纪30年代,是由施莱登(Matthias Jacob Schleiden, 1804—1881)、施旺(Theodor Schwann, 1810—1882)以及稍后的数位生物学家共同完成的。他们奠定了细胞是独立的生命单位、新细胞只能通过老细胞分裂繁殖产生,一切生物都是由细胞组成和由细胞发育而来的细胞学说的基本内容。

林耐因对现代生物分类系统建立的卓越贡献成为有史以来最伟大的生物分类学家。千姿百态的生物物种被科学地归纳在界、门、纲、目、科、属、种的秩序里。林耐生物分类系统建立的更重要的意义还在于他直接诱发了生物进化理论。在林耐当初建立生物分类体系时,企图表达的是精确地显现上帝造物的构思和成就。但是事与愿违,林耐生物分类系统中体现的各生物物种的相关性和物种由简单到复杂的“秩序”排列强烈地暗示了生物的进化现象。在马耶(Benoit de Maillet, 1656—1738)、布丰(Comte de Buffon, 1707—1788)、拉马克(Chevalier de Lamarck, 1744—1829)等人工作的基础上,1859年,达尔文(Charles Darwin, 1809—1882)的《物种起源》发表。

19世纪前后,生物科学的重大成就还包括其他一些重要的发现和分支学科的建立。解剖学和细胞学促使人们对生物发育现象的研究取得了长足的进步,并由此建立了实验胚胎学。胚胎学实现了对各种代表生物的形态发育过程的组织学和细胞学研究,绘制了有史以来最精美的生物学图谱。魏斯曼(August Weismann, 1839—1914)关于生物发育的种质学说推动了遗传学的

建立。

1856年,现代遗传学创始人孟德尔(Gregor Mendel, 1822—1884)在“布隆自然历史学会”上宣读了自己的豌豆杂交实验结果,遗憾的是其工作的价值被埋没了30多年。直到20世纪初,当孟德尔发现的生物遗传规律被几个人几乎同时再次试验证实时,才引起了人们的注意。为遗传学作出重大贡献的另一位伟大的遗传学家是摩尔根(Thomas Hunt Morgan, 1866—1945)。20世纪10~20年代他用果蝇为实验材料确立了以孟德尔和摩尔根的名字共同命名的经典遗传学的分离、连锁和交换三大定律,并因此而荣获了1933年的诺贝尔奖。遗传学科学地解释了生物的遗传现象,将细胞学发现的染色体结构和进化论解释的生物进化现象联系起来,指出了遗传物质定位在染色体上而推动了DNA双螺旋结构和中心法则的发现,为分子生物学的建立奠定了基础。

在19世纪中叶,法国科学家巴斯德(Louis Paster, 1822—1895)创立了微生物学。微生物学直接导致了医学疫苗的发明和免疫学的建立,推动了生物化学的进展,并为分子生物学的出现准备了条件。生物化学的辉煌发展出现在20世纪前叶到中叶,围绕能量和生物大分子物质代谢的研究,发现了生物以三磷酸循环为枢纽的有着复杂超循环结构的代谢途径,和以电子传递、氧化磷酸化为中心的生物能量获取、利用的基本方式。

分子生物学的建立是生命科学进入20世纪最伟大的成就。遗传学的研究预示了生物遗传载体分子的存在,而DNA双螺旋结构的发现(J. D. Watson, F. Crick, 1953)直接导致了对生物DNA—RNA—蛋白质中心法则(Central Dogma)的揭示。人们因此探索到了生命运作的基础框架和生物世代更替的联系方式。从此,以基因组成、基因表达和遗传控制为核心的分子生物学的思想和研究方法迅速深入生命科学的各个领域,极大地推动了生命科学的发展。

1.3 生命科学的研究方法

今天,似乎很难找到哪一门学科像生命科学这样高度地调动了人类的各种认知和研究手段,创造了如此丰富多彩的实验技术。在这方面不仅出版了大量的专著(如组织化学技术、分子克隆技术、试验胚胎技术等),而且还有不少的杂志(如*Method in Cell Biology*)发行。就广泛意义的科学方法而言,生命科学研究方法大致可以分为三大类型:

(1) 观察与描述:对生命现象、生物体的结构和生命过程等进行直接的观察与描述。

(2) 生物学实验:在实验室(场)人为地对条件进行控制,有针对性地再现或阻断特定的生命过程,以期了解生命活动的规律。

(3) 生命现象的人工模拟:在观察、实验和科学假设的基础上,以等效或近似的人工模型模拟生命过程,以求达到对生命现象的了解和预测。

1.3.1 观察与描述

观察与描述是研究生命现象最基本的方法。观察可以是针对大尺度的生态行为来进行,也可以对生命的细小部分借助仪器(如显微镜)来完成;可以对生命的活体过程进行观察(如胚胎发育过程),也可以将生命杀死固定,并用特定方法(如染色、同位素标记)显示生命的瞬间结构和理化状态。这些观察结果往往要经数据和资料分析或再处理后才能得到对生命真实过程