

生命

高等学校公共选修课教材

与生命科学

主 编 李文雍 陈乃富

主 审 吴孝兵



合肥工业大学出版社

高等学校公共选修课教材

生命 与 生命科学

主 编 李文雍 陈乃富
副主编 吴甘霖 屈长青
参 编 刘小阳 程 滨 刘昌利 朱双杰
李焰焰 李 珂 赵 胡 范海燕
主 审 吴孝兵

合肥工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

生命与生命科学/李文雍,陈乃富主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2009.5
ISBN 978-7-81093-841-9

I. 生… II. ①李…②陈… 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(2009)第 074179 号

生命与生命科学

主编 李文雍 陈乃富

责任编辑 汤礼广

出版	合肥工业大学出版社	版次	2009年6月第1版
地址	合肥市屯溪路193号	印次	2009年6月第1次印刷
邮编	230009	开本	787毫米×1092毫米 1/16
电话	总编室:0551-2903088 发行部:0551-2903198	印张	17.75
网址	www.hfutpress.com.cn	字数	399千字
E-mail	press@hfutpress.com.cn	印刷	中国科学技术大学印刷厂
		发行	全国新华书店

ISBN 978-7-81093-841-9

定价:28.00元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换



前 言

QIANYAN

20 世纪生命科学的巨大进展是其基本上完成了从对生命现象的外观描述进入到对生命现象的本质认识的转变,这是人类认识自然以及认识自我的一大飞跃。“生命科学”与包括物理、化学、地学等在内的“物质科学”并列为自然科学的两大分支。现今在美国科学信息研究所出版的科学引文索引(SCI)中登录了全世界 8000 余种科学期刊,其中引用率最高的前 10 种刊物,除多科综合性刊物——英国的《自然》(Nature)和美国的《科学》(Science)外,其余均为生命科学领域中的刊物。因此,21 世纪生命科学必然会成为带动其他学科发展的主导学科,21 世纪人类生存和发展所面临的一系列重大问题的解决都与生命科学紧密相关。生命科学与人们日常生活的结合日益密切,人们比以往更关注生命和关注生命科学知识,对认识生命本质的渴求与日俱增。目前,国内各高等院校相继为非生物专业的本科学子开设了介绍生命科学基本知识的公选课程,目的是让大学生了解生命、关爱生命,从而热爱人类和自然,提高大学生的综合素质。这门公选课程大多是从生命的角度,以最简单的生命单位——细胞,去解答生命的起源、生命的特征、生命的生长发育与繁衍,让大学生初步了解生命的基本生理功能和生命的奥妙,甚至扩展到以此来了解人的行为及价值观。因此,这门课程不只是教给大学生一门知识,更重要的是要教给大学生一种生活方式与生活态度。

《生命与生命科学》就是一本是面向非生物专业本科生的公共选修课的教材,它注重生命科学的基础性、趣味性和应用性。它的内容安排如下:从什么是生命、生命科学的发展历史及前景入门,延伸到生命与环境、生命与生物多样性、生命的起源与进化,同时还从动物、植物、微生物等不同的生物类群上宏观地描述生物界的整体面貌;从生命的物质基础入手,衍射到生命活动的基本单位——细胞;从生



物物质代谢深入到生物遗传的本质,直至现代分子生物,从分子水平上阐述生物的奥秘;着重介绍基因与基因组学、克隆与生命伦理、流行性疾病控制等现代生命科学的知识。另外,本书还注重生命科学同其他学科的交叉和联系,方便非生物专业学生进一步了解生命科学的内涵以及探究人类生命的目的与生存的价值。

本书在组织和编写过程中,尽可能地以图、表、事例和通俗易懂的语言深入浅出地阐述生命现象及其本质。此外,为了兼顾不同学习者的需要,本书对某些章节和知识点进行了较为详细、深入地阐述,在讲授本课程过程中,教师可根据情况酌情选择。

本书可作为高等学校非生物专业本科生的基础生物学教材,也适合作为各类成人教育以及对公务员进行生命科学或环境科学教育的教材,同时,对中等专业学校和普通中学的生物教师以及与生物学领域相关的各类技术人员等,也有一定的参考价值。

本书由李文雍教授和陈乃富教授主编,参与编写的老师还有吴甘霖、屈长青、刘小阳、程滨、刘昌利、朱双杰、李焰焰、李珂、赵胡、范海燕等。全书由屈长青副教授整理并统稿。

本书编写历时近两年,期间曾得到除参编学校以外的其他兄弟院校不少老师的大力支持和帮助,在编写过程中我们还参阅了国内外同行的大量资料,这已在参考文献中列出,在此谨向给予本书以直接或简接帮助的人们致以真诚的谢意。由于本书涉及范围广,加上作者水平有限,对学科内容的处理一时难以驾驭,因此一定有不少疏漏之处,敬请读者批评指正。

作 者

2009年6月



第一章 生命与生命科学概论 / 1
第一节/什么是生命 / 2
第二节/生命科学发展历史 / 11
第三节/21 世纪生命科学发展展望 / 16
第二章 生命与环境 / 23
第一节/环境、环境因子及其类别 / 23
第二节/生物与环境因子的关系 / 29
第三节/生态系统与可持续发展 / 38
第三章 生命与生物多样性 / 57
第一节/遗传多样性与基因资源 / 57
第二节/物种多样性与濒危物种保护 / 65
第四章 生命起源与生物进化 / 81
第一节/生命的起源 / 81
第二节/地球生命史 / 90
第三节/进化理论及其发展 / 96
第五章 植物与植物学 / 101
第一节/植物的形态结构及生长发育 / 101



第二节/植物和其他有机体之间的相互关系 / 118

第三节/植物资源的利用 / 126

第六章 动物与动物科学 / 137

第一节/动物的结构与功能 / 137

第二节/动物的生殖与发育 / 161

第三节/动物的行为 / 166

第七章 微生物与免疫学 / 175

第一节/微生物与疾病简史 / 176

第二节/生物体防卫体系 / 188

第三节/流行性疾病 / 197

第四节/生物恐怖主义 / 204

第八章 克隆与生命伦理 / 210

第一节/细胞 / 210

第二节/克隆技术 / 225

第三节/生命伦理 / 231

第九章 基因与基因组学 / 242

第一节/什么是基因 / 242

第二节/基因工程 / 256

第三节/基因治疗 / 265

第四节/基因组学 / 273



第一章 生命与生命科学概论

生命是什么？这是人类苦苦思索，但时至今日仍难以给出一个明确答案的问题。历史上，亚里士多德、康德和恩格斯等世界著名的哲学家都曾提出过自己的看法。恩格斯认为，生命是蛋白体存在的方式，这种存在方式的基本因素在于和外部自然界不断地新陈代谢，而这种新陈代谢一旦停止，生命就随之终结，蛋白体就发生分解。现代生命科学研究发现，此定义把生命表述为以新陈代谢为基本存在形式的蛋白体，具有一定的局限性，并不能体现生命的真正含义。

那么，到底什么是生命？生命具有哪些基本特征？生命的本质是什么？本章尝试从生命体所具有的特征来阐述生命的定义。

简单地说，生命科学是一种研究生命现象的学科。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。从古希腊自然哲学起源地的小亚细亚爱琴岛到汇集着中国农学、医药方面智慧结晶的中华大地，无不积淀着古人对生命科学的探索，虽然那时的认识仅仅是针对疾病和农牧业生产，并且常常是和宗教迷信活动联系在一起。到了16世纪，生命科学在以形态学作为基本方向之后，人们开始关注新陈代谢，这一时期被称作现代生命科学系统的建立时期。18世纪，以细胞学、遗传学、进化论为代表的主要经典理论构成了生命科学的基石，传统的遗传学推动DNA双螺旋结构和中心法则的发现，为现代分子生物学奠定了基础。人们在掌握发酵技术后，微生物学以及与微生物有关的免疫学逐渐建立。20世纪前叶和中前叶，生物化学达到了辉煌的阶段。DNA双螺旋结构的发展直接促进了当今分子生物学的发展，使人们对生命运作的基础框架和生物世代交替的联系有了更深的了解，以基因组成、基因表达和调控为核心的分子生物学渗入到生命科学的各个领域。20世纪末，以人类基因组计划为代表的基因组时代来临后，人类又进入后基因组时代，功能基因组、蛋白质组、结构基因组、RNA组学等相继应运而生。当代生命科学的迅猛发展，为人类探索生命奥秘提供了前所未有的契机。现在，关注生命科学发展的人们越来越多，不仅专门从事生物科学的工作者和学者关注生命科学的发展，与此专业几乎是毫无关系的人，比如电影制片商，他们也懂得利用当代生命科学的最新成果，来获取巨额的票房收入，如《侏罗纪公园》、《再生人》、《蜘蛛侠》等电影中有不少情节反映的就是生命科学的最新成果。

这就是当代生命科学发展的魅力所在！



第一节 什么是生命

一、生命的基本特征

1. 定义生命的困难

人们之所以很少谈论生命的本质或定义，一个重要的原因就是这个问题太难回答。之所以难以定义生命，主要有以下几个原因。

首先，因为每个人都有着关于生命的常识经验，而定义生命往往要包含所有的生命现象，其中包括大量普通人不熟悉的生命和处于极限状态下的生命。常识的生命观念一般都与动物和植物的一般特征有关，这些特征包括生长、繁殖、自我维持、对外界刺激做出反应等。但当定义生命时，需要考虑所有类型生命的特征，包括细菌、病毒、类病毒等这些微生物，甚至要考虑到朊病毒。这些生物的特征和常识观念具有非常大的差别。

其次，因为不同学科视角的不同，也使人们感到生命难以有统一的概念。不同学科的人在定义生命时，往往从本学科出发，对生命的某一方面加以强调，把某一方面作为生命的本质。如：现代生物学认为生命是生物体所表现出来的自身繁殖、生长发育、新陈代谢、遗传变异以及对刺激产生反应等复合现象；而分子生物学则认为生命是由核酸和蛋白质等物质组成的分子体系，它具有不断繁殖后代以及对外界刺激产生反应的能力。

除了以上对生命的定义外，还有一些其他的定义。

生理学对生命的定义：能够完成诸如消化、新陈代谢、排泄、呼吸、运动、生长、发育和对外界刺激做出反应的功能的系统。

新陈代谢对生命的定义：具有界面，与外界经常交换物质，但不改变自身性质的系统。

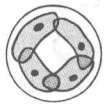
生物化学对生命的定义：生命系统包含储藏遗传信息的核酸和调节代谢的酶蛋白。

进化论对生命的定义：一个能够通过自然选择进化的系统。

热力学对生命的定义：一个能与外部环境交换物质和能量的开放系统。开放系统能够“吃进”负熵，使系统从无序中创造出秩序，利用这些负熵保持和重建自己的组织。

再者，因为生命现象与非生命现象存在着连续性，它们之间并没有一条截然分明的界限，而定义生命的目的就是要把它们明确地区分开来。这必然使关于生命的定义要么太宽，把一些非生命的现象也包括在内；要么又太窄，把一些生命现象排除在生命之外。例如，上面不同学科关于生命的定义尽管是有意义的，但实际上，它们在逻辑上并不能令人满意。它们或者把生物学家认为是有生命的系统当作是没有生命的，或者把非生命的系统也当作是有生命的。

由于这些困难，因此有些生物学家往往把生命的定义当作一个回答与否对生命科学的发展并没有多大影响的问题。1960年的诺贝尔桂冠得主、免疫学家梅达沃(P. B. Medawar)曾经不耐烦地说，生命是什么的讨论使人感到生命科学对话的低水平。



生物学家往往认为，关于生命的直觉的概念对研究生物学现象已经足够，没有清晰明白的生命概念，并不会对生物的结构、功能、进化过程等方面的研究产生任何不良影响。一些哲学家也认为，对生命概念作精确的定义对生命科学研究并非必要。哲学家塞尔(John Searle)就说过，“生物学家当然不需要持续不断地思考生命是什么，大多数生物学的著作甚至不需要使用生命这个概念。然而，没有人在他健全的思想里会否认他研究的生物学现象是生命的形式。”斯蒂尔尼(Kim Sterelny)和格里菲斯(Paul Griffiths)在其生物学哲学的著作中也曾说到，生物学家并不需要一个生命定义来帮助他们识别他们所思考的东西是什么。

然而，并不是所有的生物学家和哲学家都赞同上述观点。1958年的诺贝尔桂冠得主、遗传学家约书亚·莱德伯格(Joshua Lederberg)曾写道：“理论生物学的一个重要目标是给生命一个抽象的定义。”除理论生物学家对生命概念感兴趣以外，研究生命起源的生物学家，研究地球外生命的生物学家等，也都认为生命的定义问题非常重要。因为对生命的不同定义直接关系到他们工作的内容、范围和研究方向。20世纪80年代末兴起的人工生命学科更是把生命的概念问题作为首先要回答的问题。人工生命是指具有生命特征的人造系统。在信息技术领域中的人工生命，是以计算机为研究工具，模拟自然界的生命现象，生成表现自然生命系统行为特点的仿真系统。世界上首先提出“人工生命”概念的人，是美国洛斯·阿莫斯国家实验室的克里斯·兰顿博士。他在1987年指出，生命的特征在于具有自我繁殖、进化等功能，地球上的生物只不过是生命的一种形式，只有用人工的方法、用计算机的方法或其他智能机械制造出具有生命特征的行为并加以研究，才能揭示生命的全貌。人工生命学科已成为计算机科学领域中继人工智能之后出现的另一个新的发展方向。

2. 地球上“如吾所识的生命”

20世纪80年代末兴起的计算机与生物学交叉的前沿科学——人工生命科学曾把地球上的生命说成是“如吾所识的生命”(life-as-we-know-it)，而把其他可能的生命形式，包括在计算机中创造的数字生命称为“如其所能的生命”(life-as-it-could-be)。生命的定义不仅要涵盖已知的生命，而且要涵盖未知的或可能的生命。地球上的生命，从物质组成、结构和性质来看，主要有以下几个特点：

从物质组成上看，所有生物都具有基本相似的物质组成。所有生命基本上都由碳、氢、氧、氮、磷、硫、钙等元素构成。这些元素相互结合，构成氨基酸、核苷酸和葡萄糖等生命小分子；这些小分子再通过特殊的方式相互结合，形成蛋白质、核酸、多糖和脂类等生物大分子；这些分子再成为构建生命的基本的“建设砖块”。由于重要的生物大分子都包含有碳，所以人工生命研究者又把这种“如吾所识的生命”叫做“碳基生命”。

从结构看，地球上直接表现出生命活性的生命都是由细胞构成的。细胞是生命的基本结构单位，一切生命都离不开细胞这一生命的基本形态。尽管细胞的形式多种多样，但基本上都有着相同的结构，都是由半透性的膜包围起来的与外界具有选择性物质交换的体系。其内部构成也基本相似，都有负责生命信息存储和表达的核或核区，有执行各种生命功能的细胞器(像线粒体、内质网、溶酶体、核糖体和高尔基体等)。细胞还是生



命活动赖以进行的基础。生命的各种活动，比如代谢、生长、分裂、死亡等都是建立在细胞活动的基础上的。所以，细胞是维持生命系统运转的最基本的存在形式。离开了细胞，生命活动就会停止。病毒、类病毒和朊病毒，只有在进入宿主细胞以后才能表现出生命活动。如果没有宿主细胞，无论外界环境多么“优越”，它们也只能静静地保存在那里，不表现出任何生命活动的迹象。

细胞是生命的基本单位，但细胞并不是生命的全部，生命的存在是多层次的。除一些简单的生物之外，大部分生物都是由多细胞构成的。多细胞生物以组织、器官、系统等方式有序地将不同类型的细胞组织在一起，形成一个有复杂的等级结构和丰富功能的生物个体。组织是由细胞分化形成的具有相同功能的细胞的集合；器官是由不同的组织通过相互联合形成的具有特定功能的结构；系统是由不同的器官通过级联形成的完成特定功能的结构；最后多种系统相互结合形成统一有序的生物个体。由于多细胞生物是由细胞分化形成的级联结构，所以，各个部分之间联系紧密，不可分割。另一方面，不同种类的多细胞生物的级联结构不同，使生命个体之间表现出差异性或多多样性。历史上，由于自然选择，生物物种不断进化和发展，表现出高度歧化的发展态势和趋向。在漫长的进化过程中产生了植物、动物，最后进化出了智能生物——人类。

地球上的生物与其环境之间还通过相互作用，形成了一个复杂的、动态的、稳定的生态系统。在这个系统中，所有生物相互制约、相互依赖。生态系统还和其他系统之间相互作用，形成一个包括所有生命以及地球底层大气空间、陆地表面、岩石圈、水圈在内的生物圈。在生物圈内，生物通过改变自己，不断地进化以适应自然环境和生命环境的变化；同时生命也通过它们的活动改变着它们的生存环境。

3. 生命的基本特征

从规律上看，所有生命几乎都遵循相同的基本规则，即所有生命使用相同的遗传密码，遵循着相同的复制、转录和蛋白质合成机制以及相同的DNA修复机制。生命的代谢活动，包括各种主要的生命物质的生成、转化以及能量的获取、利用方式等，也都有着高度的一致性。

从性质或特征上看，生命具有如下特征：

(1) 生命表现为化学成分的同一种性和物质结构的复杂有序

生物具有非生物体远不能相比的、高度复杂而又严谨有序的物质结构。细胞这种构成生命的基本结构和功能单位就表现为复杂有序的物质结构。生物学上把细胞内这种高度复杂而严谨有序的生命物质称为原生质。原生质是生物表现生命特征的物质基础。

不管生命系统多么严密复杂，其构成的基本物质都是自然界中普遍存在的碳、氢、氧、氮、磷、硫、钙等元素（图1-1），它们以游离态或化合态（无机化合物或有机化合物）的形式，构成了具有生命的生物体，而这些成分单独存在时并不具有生命，只有建立了有序的结构，形成细胞，才能表现出生命的特征。细胞是生物体最基本的结构单位和功能单位，生命过程必然首先表现在细胞里，细胞的形成是生命起源的关键。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。

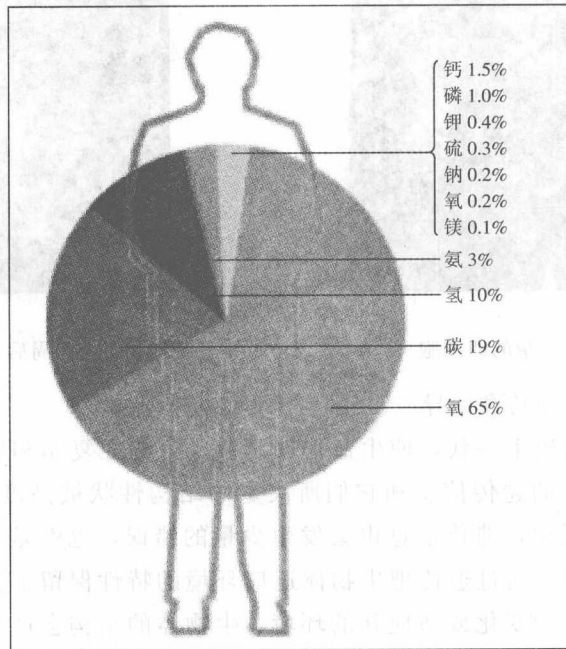


图 1-1 组成生物体的主要元素

生命的存在表现为生物体各种组分的有序活动。当生命死亡时，这些有序活动迅速解体。在多细胞生物体中，当一部分细胞无序生长（此时它们自身的代谢是有序的），危及其他细胞的正常生长时，就形成了“癌”，生命就会受到危害。

(2) 生命能自我繁殖

生命的自我繁殖是指生物产生与自己相似的新个体以延续种系的生命活动过程。任何生物，其个体的生命过程都要经过生长、发育、衰老、死亡等阶段，也就是说个体的生命总是要死亡的。如果没有生殖，不能繁衍后代，那也就没有生物，地球还是像刚形成时那样，成为无生命的行星。生物能通过繁殖产生出新一代，繁殖使生物种族得以延续。生物具有遗传性，每个生物物种都能把种的特征代代相传，即生物可以生产出新的个体，而子体与母体总是基本一致，“种瓜得瓜，种豆得豆”。例如，细菌通过分裂产生更多的细菌；树木开花结籽，种子又可落地生根发芽；鱼会产卵，卵再孵化出小鱼；羊则可以生出小羊；等等。

生殖主要有无性生殖和有性生殖两种。无性生殖不涉及性别，没有受精过程，如体细胞的分裂。有性生殖是由两个性细胞融合为一，成为合子或受精卵，再发育成新一代个体的生殖方式（图 1-2，图 1-3）。与无性生殖相比，有性生殖的后代遗传性状是父母双方遗传性状的组合；而无性生殖产生的后代的遗传性状与其亲代几乎完全相同。

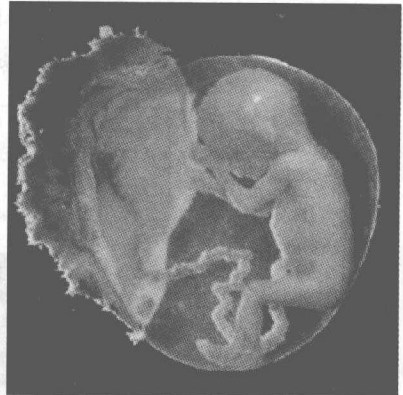
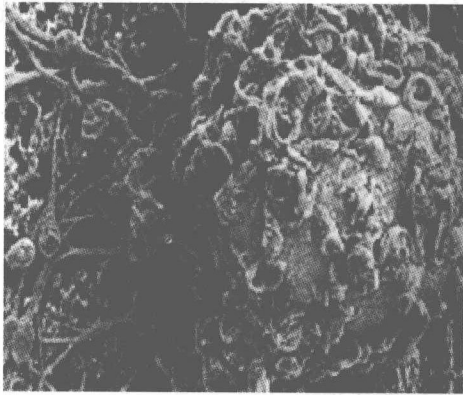


图 1-2 正在受精的卵细胞

图 1-3 16 周后受精卵发育成胎儿雏形

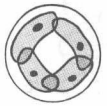
(3) 生命繁殖存在遗传和变异

生物体能不断地繁殖下一代，使生命得以延续。生物在复制和繁殖过程中表现出高度的遗传特性，即亲代的遗传信息和它们所决定的结构性状被高度精确地传给下一代；同时在复制和繁殖过程中，遗传信息也会发生少量的错误，也就是变异，使后代生物和前代生物又有一些差别。通过遗传把生物体适应环境的特性保留下去，同时通过变异产生新的特性以应付环境的变化或适应新的环境，生物体的结构会产生一定的功能，如鸟翅构造适于飞翔，人眼构造适于感受物像。而生物体的特定结构和功能又是适应环境的结果，如鱼的体形和用鳃呼吸适于在水中生活，并能一定环境和条件下生存和延续。只有对环境有适应性，生物才能存活。当然，适应的基础是遗传的改变。

世界上现存的大约 1 000 万种生物都以相同的方式储存遗传信息。而几十亿年前，它们可能来源于同一类生物。长期的变异和隔离，使生命变得千姿百态。遗传和变异过程把世界上所有的生物联系起来。一端是过去，追溯同一个源头，都有着共同的祖先；另一端是未来，将不断产生分支，在不同条件下沿着不同的方向延伸。每一个分支点都是由变异或地理隔离（生殖隔离）引起的。

(4) 生长发育

生物在代谢过程中伴随着生长、发育和衰老过程。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。单细胞在代谢过程中会不断长大，多细胞生物具有一个生长、发育的过程。生物体依靠从外界吸收食物而生长。生物吸收的食物在化学成分上常常与自身不同，它用化学方法把这些食物转化为自身的一部分。牛吃进去的是草，挤出来的是牛奶；树苗吸收肥料、水分、二氧化碳和阳光而生长为参天大树。发育是一个由遗传决定的相对稳定的过程。在环境保持相对稳定的条件下，生物的发育总是按一定的尺寸、模式和程序进行的。大多数动物的受精卵脱离母体后，与亲代相似，可直接发育为成体。但是也有些动物，如昆虫，它的受精卵不直接发育为成虫，而是要经过变态的过程，即经由有独立生活能力的幼虫阶段，再发育成为成虫。



(5) 新陈代谢

新陈代谢是生命现象最基本的特征之一。热力学第二定律指出，孤立系统熵的不可逆增加性将使系统有序性不断下降，最终达到平衡态。而生物体要生长发育，系统必须远离平衡态。为维持系统的稳态，必须不断地与周围环境进行物质和能量的交换，通过增加环境的无序来维持自身的有序，这一过程就是新陈代谢。

所有生命都处在与外界不断进行物质和能量交换的代谢过程中。物质代谢和能量代谢实际上是一个过程的两个方面。新陈代谢是生物体内化学组成的自我更新过程，它包括两个完全相反但相互依存的过程：一个是同化作用（合成代谢），即从外界摄取物质和能量，转化为自身的物质并贮存可利用的能量；另一个是异化作用（分解代谢），即分解生命物质将能量释放出来，供生命活动需要（图 1-4）。新陈代谢是严格有序的，是由一连串反应网络构成的。如果反应网络中某一部分被阻断，则整个过程将被打乱，生命将会受到威胁，严重时会导致生命的终结。

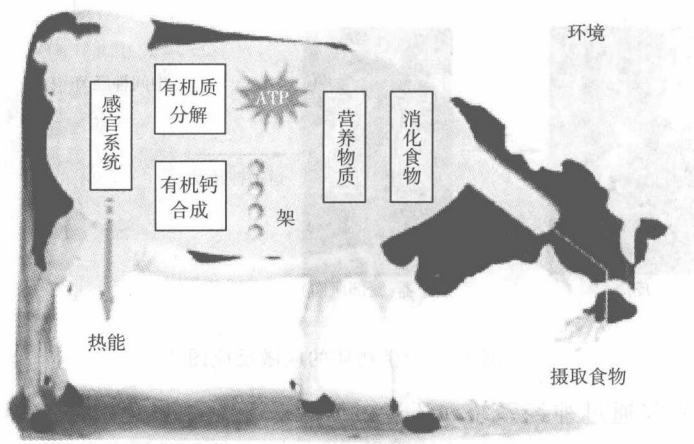


图 1-4 生物的新陈代谢

在新陈代谢这一生物化学过程中，控制生化过程的酶要求特定的温度、pH 值、渗透压等环境条件，所以生物体必须维持一个稳定的内部状态，这种状态被称为稳态。生物体与环境之间有明显的隔离物，如单细胞生物的细胞膜、植物的表皮、动物的皮肤等。生物体依靠隔离物形成自身的内环境，利用复杂的结构和通过反馈调节机制来维持自己的稳态。

新陈代谢是生命的最基本特征。新陈代谢一旦停止，生命也就停止。机体的一切机能活动都是以新陈代谢为基础的。

(6) 应激性

机体能感受到刺激并产生反应的特征叫应激性。环境中存在各种各样的刺激因素，如温度、光、电、机械的和化学的刺激等。对这些因素的刺激，机体产生的反应形式有两种：兴奋——刺激后由静止变为活动，由活动弱变为活动强；抑制——由活动变为静止，由活动强变为活动弱。



生物体能接受外界刺激，并有能力对其周围的环境变化做出主动的、合乎自己目的的反应，使自己趋利避害、趋吉避凶（图 1-5）。简单的生命体如细菌，遇到不利的环境变化，如温度过高或过低、水分或养分缺乏时，就会使自己处于休眠状态以保护自己，待环境变得对自己有利时又恢复生机。苍蝇被腐肉吸引，植物茎尖向光成长和生物的免疫反应等都是应激性的表现。动物的神经系统和感觉器官则是应激性高度发展的产物，具有更高级的应激性，如青蛙被放入热水中会迅速跳起。

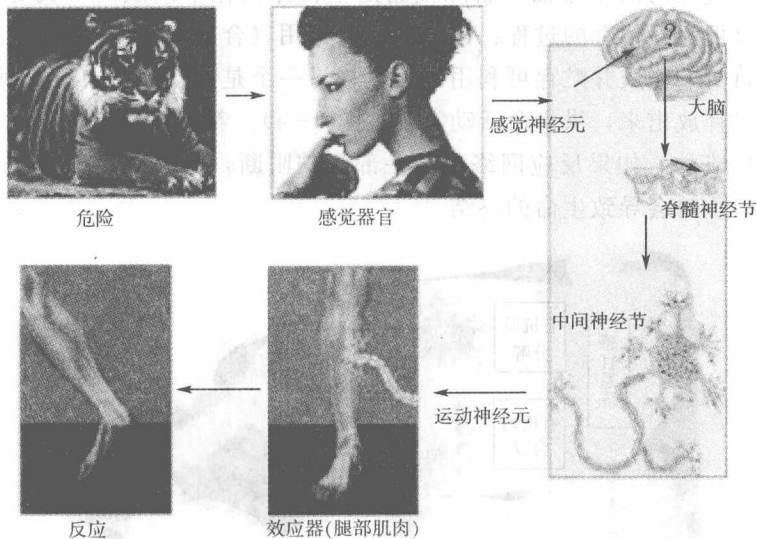


图 1-5 生物体的应激反应图

这种应激性不仅通过神经系统，还通过激素分泌系统、免疫系统等发挥作用。激素又称化学信使，是特定细胞合成的能使生物体发生一定反应的有机分子，其作用力很强，极低的浓度就能引起很强的反应，在植物、动物中广泛存在并不断产生效力。免疫系统能识别自身和外来物，消灭外来物，还能记忆被何种病毒或细菌侵入过，当其再次侵入时，能迅速将其消灭，并且还只具有对被记忆的病原免疫的特异性。

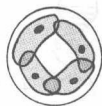
生物体应激性的进一步发展，产生了更复杂的生物反应——行为。生物不但各有各的行为，而且还会通过学习来调整自己的行为，向更高级更复杂的行为发展。归根结底，感觉系统、神经系统和激素、免疫反应是一切复杂行为的基础。

(7) 进化

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的出现等重要的发展阶段后，形成了今天庞大的生物体系。

二、生命现象的多层次性

人类对生命现象的认识过程，是由整体到部分、由宏观到微观、由个体到群体、由现象到本质。人们对生命认识的深入，表现为对生命的多层次研究。正是在深化的过程



中，现代生物学才发展成为包括群体生物学、个体生物学、细胞生物学和分子生物学等诸多分支学科的完整研究体系。

作为完整、统一的生命体，生物个体具有人们熟知的全部直观的生命特征，是人类进行生命研究的基础层次。除了原始的生物以外，地球上的所有生物体都具有机能结构的一致性，即都是由细胞构成的（病毒除外）。随着对细胞的深入观察和研究，人们了解到细胞是生命的结构基础，也是生命的最小功能单位。构成生物的各种细胞大小不一、形态各异，但都具有相同的生命活动属性，都能从环境吸收养料，都能生长、增殖、感应刺激。细胞是构成生物体的基本“元件”，生物体的一切生命活动都与细胞活动相关。细胞学就是在细胞层次上研究生命现象的分支学科，它的任务是探索细胞的结构与功能、生长与增殖、受精与分化、遗传与变异、病变与衰老等生命活动。细胞学与遗传学、生理学、生物化学等学科结合，还可以分析细胞的信息传递、化学反应、物质输送和能量转换。

形态和构造相似、功能相同的细胞及其细胞间质，在生物体内按照一定规律结合在一起，组成各种“组织”。几种不同类型的组织，又按一定的结构联合形成具有一定形态特征和生理功能的器官，如胃、肠、心脏、脑、肾、肝、眼、耳等。几种器官协同工作再构成一个个机能系统，如消化系统、血液循环系统、呼吸系统和神经系统等。生理学和解剖学的研究内容，就包括了器官和系统的结构与功能。

综上所述，对生命现象的研究涉及“个体——系统——器官——组织——细胞”五个层次。在由整体到部分的一系列层次上，生命现象突出地表现为发育、生长、呼吸、消化、循环、排泄和生殖等，概括起来就是新陈代谢。新陈代谢是一切生物生命活动的基础，新陈代谢一旦停止，生命也就结束。在这一系列层次上，生物科学还研究生物体的运动和反应（生理学）、遗传与变异（遗传学）以及生物的个体产生与发育（胚胎学）。

自然界是由物质构成的，生物体当然也不例外，只不过它们是由有生命活性的物质——原生质构成。尽管组成原生质的各种元素与非生命物质中的各种元素完全一样，但这些元素在生物体中组合形成的却是有生命活性的化合物分子——蛋白质、核酸、糖类和脂肪等生物分子。自然界中生物体的统一性，不仅表现在它们都由细胞组成，还表现在不管其复杂程度如何，生物体的主要组成成分都是蛋白质和核酸。生物分子是表现生命现象的又一个重要层次，在这一层次上探索生命的奥秘，就诞生了一门崭新的生物科学分支学科——分子生物学。许多研究结果表明，生命的奥秘归根结底在于生物分子的微观世界。

分子水平上的研究表明，所有的生物体不仅具有组成成分的一致性，还具有微观结构的一致性：尽管组成不同生物体的蛋白质和核酸的种类不同，但构成各类蛋白质和核酸的“元件”——氨基酸和核苷酸却是完全相同、可以互相通用的。分子生物学的研究结果使人们越来越清楚地认识到，只有在生物分子水平的微观层次上所表现出的生命活动，才真正反映了生命的本质。

分子水平上的生命现象，缘于生物分子的构型及其变化，以及生物分子间的相互作用。分子由原子组成，原子又由原子核和核外电子组成；原子结合成分子时，电子有其



特定的运动规律。因此，对于生物分子的构型及其变化、分子间的相互作用，生物分子、原子中外层电子的活动都起着重要作用。也就是说，发生在分子、原子这样一些微观层次上的与电子活动有关的过程，很自然地就成为探索生命本质不可缺少的一个层次。分子中与电子活动有关的问题需要借助物理学的一个分支学科——量子力学才能精确描述，为此诞生了一门全新的生物科学分支学科——量子生物学。借助量子生物学可以精确了解生物分子间的相互作用力及其作用方式、电荷分布、能量传递、信息储存，从而提供更多有关分子水平生命现象的知识。

对生命现象的研究，由细胞又推进到分子、电子层次，是探求生命原理完整答案所必需的。但是，我们不应忘记，充分表现出新陈代谢、发育和生长、遗传和变异等各种生命特征的只有生物个体这一层次，对各部分或各层次机能的研究，不能代替对生物个体整体机能的研究，正像对零部件的研究，不能替代对整部机器功能的研究一样。

自然界中的生物个体尽管是以个体为单位存在的，但它们从来不是孤立的存在物，生物个体之间、生物个体与环境之间都有着不可分割的联系。因此，要充分而全面地认识生命，还需要从宏观角度去深入研究这种联系。这样，也就出现了“个体—种群—群落—生态系统—生物圈”等一系列宏观层次的生命研究体系。

单独的生物个体，在自然界中是不能长久生存的，必须形成种群（或称群体），即同种生物在特定环境空间和特定时间内形成的个体集群，才能长期生存。种群具有生物个体所不具备的生命特征，如个体密度、年龄及性别比率、出生及死亡率、迁入及迁出率、种内和种间关系等种群生命现象。种群是分类学、遗传学和生态学研究中的基本单位。

群落生态学就是专门研究生存环境、物种种群和生物群落三者间交叉关系的一个分支学科。生物个体离不开种群和群落，也不能离开环境而生存。生物群落与其生存环境组成了一个功能整体，这就是生态系统。

在当今环境日益受到破坏的情况下，在生态系统这一层次探讨生命活动的规律更有现实意义。这是一个重要的研究领域，生态学担当的就是这一重任。如果不是对一个局限地段或区域，而是对整个森林而言，其中包括了许许多多的生态系统，这些生态系统虽然各具特点，但因为都生存在森林这一环境之中，因此组成了一个新的集群——森林生物区。此外，还有草原、荒漠、湖泊、河流和海洋等各种生物区。地球上所有的海洋、淡水域和陆地之内的生物区，又分别组成了海洋、淡水、陆地三种生物环。海洋生物环、淡水生物环和陆地生物环三者构成了整个生物圈，即地球上所有生态系统的总和，包括了自然界中一切生物体及其与之相互作用的非生物环境。生物圈是一个以物质流和能量流循环为特点的大系统，它为地球上所有生物体的生存和繁殖提供了必需的物质和能量。生物圈内物质和能量的循环是生命存在的根本原因与保障。显然，开展生物圈这个层次的研究，对于保护物种、保护地球上生物的多样性、保护人类生存环境是至关重要的。