

生物科学  
生物技术  
系 列

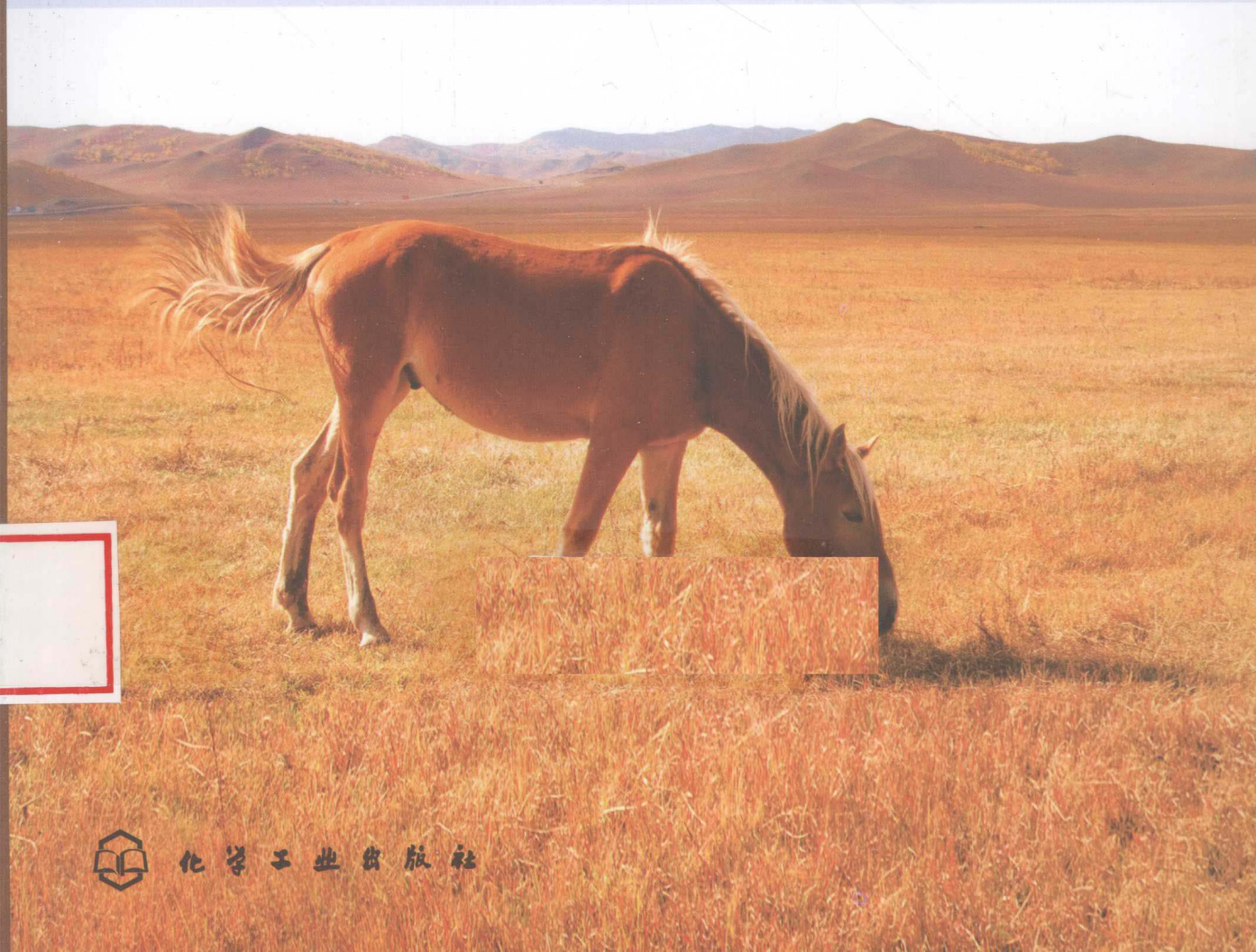
GENERAL BIOLOGY

普通高等教育“十一五”规划教材

精品课程教材

# 普通生物学

王元秀 主编



化学工业出版社

普通高等教育“十一五”规划教材  
精品课程教材

# 普通生物学

王元秀 主编



化学工业出版社

·北京·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

普通生物学/王元秀主编. —北京: 化学工业出版社, 2010.10

普通高等教育“十一五”规划教材  
精品课程教材

ISBN 978-7-122-08618-1

I. 普… II. 王… III. 普通生物学-高等学校-教材 IV. Q1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 152281 号

---

责任编辑: 刘畅 赵玉清 洪强  
责任校对: 战河红

装帧设计: 尹琳琳

---

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 23 字数 614 千字 2010 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 39.80 元

版权所有 违者必究

# 前 言

普通生物学是生物、农、医、药等与生命学科相关专业的必修课程，是一门具有通论性质的课程，打下较为坚实的生物学基础对今后在专业方面的学习与工作至关重要。

本书是全国高校应用型本科生物类专业系列教材之一。全书以生物体的基本结构和生命活动的基本规律为重点，以生物的进化为主线贯穿始终。编写内容由生物的基本特征切入，从生命的化学组成，细胞的结构与功能，生物的遗传与进化，到生物体的结构、功能、分类，最后到生态系统，包括了细胞生物学、遗传学、植物生物学、动物生物学和生态学等内容。

鉴于本书是高校生物类专业本科生的专业基础课程教材，因此，在着重考虑基础性的同时，也必须考虑它的系统性，还考虑了相关内容与专业后续课程的关联性，以及内容的先进性。编写人员在多年教学经验的基础上，根据普通生物学研究的进展和人才培养的需求，对本教材的结构体系和教学内容做了认真的思考与探讨，并做了一些改革与尝试，是否得当尚需经过进一步的教学实践的检验。本书的特点主要体现在：内容系统全面，编写形式删繁就简、突出重点、层次鲜明、图文并茂，既重视基础性和科学性，又力求适应高校应用型本科生物类专业的教学需求，突出植物和动物生物学内容；教材融汇了编者多年的教学经验，使学生更好地理解、学习，每章章后设有本章小结及具有启发性的复习思考题。

本书可供高等院校的生物技术、生物工程等专业本、专科学生使用；也可供综合性院校和高等师范院校生命科学专业的学生使用以及相关专业的科研人员参考使用。

本书是全体编写人员集体劳动和智慧结晶，虽然我们做了很大的努力，但全体编写人员在完成此书时并没有一点轻松的感觉。普通生物学既是一门发展迅速的学科，又是一门综合学科，其知识结构在不断拓宽，许多概念与内容也在不断更新，因此，编者深感自己知识与能力有限，尽管反复修改，力求完美，但难免存在纰漏或不足之处，恳请专家和读者不吝指正。

编者

2010年5月

# 目 录

绪论 .....	1	四、生物学的发展简史 .....	5
一、生物学的定义 .....	1	五、生物学的研究方法 .....	7
二、生命的基本特征 .....	1	本章小结 .....	8
三、生物学的分科 .....	3	复习思考题 .....	8
<b>第一部分 生物分子与细胞</b> .....	<b>9</b>		
<b>第一章 生命的化学基础</b> .....	<b>10</b>	二、细胞周期各时相的主要事件 .....	36
第一节 元素组成 .....	10	三、细胞有丝分裂(M期)增殖的过程 .....	36
第二节 分子组成 .....	11	四、细胞增殖调控的基本原理 .....	39
一、糖类 .....	11	第四节 细胞的生长和分化 .....	40
二、脂类 .....	12	一、细胞的生长 .....	40
三、蛋白质 .....	14	二、细胞的分化 .....	41
四、核酸 .....	14	三、细胞分化的主要机制 .....	42
五、水 .....	15	本章小结 .....	42
六、无机盐 .....	15	复习思考题 .....	43
本章小结 .....	16	<b>第三章 细胞的代谢</b> .....	<b>44</b>
复习思考题 .....	16	第一节 细胞呼吸 .....	44
<b>第二章 细胞的基本结构和功能</b> .....	<b>17</b>	一、糖酵解 .....	45
第一节 细胞的形态和类型 .....	17	二、丙酮酸氧化脱羧 .....	45
一、细胞的大小 .....	17	三、柠檬酸循环 .....	45
二、细胞的形态 .....	18	四、电子传递链和氧化磷酸化 .....	46
三、细胞的类型 .....	19	五、无氧途径 .....	48
第二节 真核细胞的结构和功能 .....	21	六、食物中其他营养的氧化 .....	50
一、生物膜 .....	21	第二节 光合作用 .....	51
二、细胞壁 .....	23	一、光反应 .....	51
三、细胞质及其内含物 .....	24	二、碳反应 .....	54
四、细胞核 .....	31	本章小结 .....	56
第三节 细胞的增殖 .....	34	复习思考题 .....	57
一、细胞增殖与细胞周期 .....	35		
<b>第二部分 生物的遗传与变异</b> .....	<b>59</b>		
<b>第四章 减数分裂</b> .....	<b>60</b>	复习思考题 .....	65
第一节 减数分裂过程 .....	60	<b>第五章 遗传的基本定律</b> .....	<b>66</b>
一、减数分裂的过程 .....	60	第一节 单基因遗传定律 .....	66
二、减数分裂和有丝分裂的不同 .....	62	一、遗传第一定律 .....	66
三、减数分裂的意义 .....	62	二、遗传第二定律 .....	69
第二节 人的精子与卵子的发生 .....	63	三、遗传第三定律 .....	71
一、精子的发生 .....	63	第二节 单基因遗传的应用 .....	74
二、卵子的发生 .....	63	一、系谱和系谱分析 .....	74
本章小结 .....	65	二、单基因遗传的遗传方式 .....	74

三、单基因病的遗传异质性 .....	80	三、翻译 .....	101
四、两种单基因病的遗传 .....	81	第三节 基因表达的调控 .....	102
五、单基因遗传病发病风险的估计 .....	82	一、概述 .....	102
第三节 多基因遗传 .....	83	二、原核基因表达的调控 .....	103
一、质量性状和数量性状 .....	83	三、真核基因表达的调控 .....	104
二、多基因遗传的特点 .....	84	本章小结 .....	105
三、多基因遗传病 .....	85	复习思考题 .....	105
第四节 染色体遗传 .....	88	<b>第七章 基因工程</b> .....	107
一、性染色体与伴性遗传 .....	88	第一节 基因工程概述 .....	107
二、染色体变异与基因突变 .....	89	一、基因工程的相关概念 .....	107
三、细胞质遗传 .....	92	二、基因工程的发展历程 .....	107
本章小结 .....	93	三、基因工程的应用 .....	108
复习思考题 .....	93	四、基因工程及其产品安全性问题 .....	108
<b>第六章 基因及其表达与调控</b> .....	94	第二节 基因工程过程 .....	109
第一节 遗传物质 .....	94	一、目的基因的分离 .....	109
一、核酸是遗传物质 .....	94	二、载体及其前处理 .....	110
二、核酸分子的结构与功能 .....	95	三、重组 DNA 分子的构建 .....	110
三、基因的概念及其发展 .....	98	四、重组 DNA 分子导入受体细胞 .....	111
第二节 基因表达 .....	100	五、重组克隆的筛选 .....	111
一、转录 .....	100	本章小结 .....	111
二、RNA 聚合酶 .....	100	复习思考题 .....	112
<b>第三部分 植物生物学</b> .....	113		
<b>第八章 植物的组织与器官</b> .....	114	一、蓝藻门 (Cyanophyta) .....	153
第一节 植物的组织 .....	114	二、绿藻门 (Chlorophyta) .....	154
一、植物组织的概念 .....	114	三、红藻门 (Rhodophyta) .....	154
二、植物组织的类型 .....	114	四、褐藻门 (Phaeophyta) .....	156
第二节 植物的器官 .....	120	五、其他各门藻类 .....	157
本章小结 .....	120	六、藻类植物在国民经济中的意义 .....	158
复习思考题 .....	120	第二节 地衣植物 .....	159
<b>第九章 植物的结构与功能</b> .....	121	一、主要特征 .....	159
第一节 植物的生长、生殖 .....	121	二、分类及常见种类 .....	160
一、植物的生长 .....	121	三、地衣在自然界中的作用及经济	
二、植物的生殖 .....	123	价值 .....	160
第二节 植物的营养 .....	131	第三节 苔藓植物 .....	160
一、根 .....	131	一、主要特征 .....	160
二、叶 .....	137	二、分类及常见种类 .....	161
三、茎 .....	140	三、苔藓植物在自然界中的作用及其经济	
第三节 植物的调控 .....	143	价值 .....	163
一、植物激素对生长发育的调控 .....	143	第四节 蕨类植物 .....	164
二、植物营养生长的调控 .....	146	一、主要特征 .....	164
三、植物生殖生长的调控 .....	147	二、分类及常见种类 .....	165
四、植物成熟、衰老的调控 .....	149	三、蕨类植物的经济价值 .....	167
本章小结 .....	150	第五节 裸子植物 .....	167
复习思考题 .....	151	一、主要特征 .....	168
<b>第十章 植物的类群</b> .....	152	二、裸子植物的生活史 .....	169
第一节 藻类植物 .....	152	三、分类及常见种类 .....	170

四、裸子植物经济价值 .....	172	三、被子植物分类的论据 .....	174
第六节 被子植物 .....	173	四、分类及常见种类 .....	175
一、主要特征 .....	173	本章小结 .....	184
二、被子植物的分类原则和演化趋向 .....	173	复习思考题 .....	185
<b>第四部分 动物生物学</b> .....	<b>187</b>		
<b>第十一章 动物的组织器官与系统</b> .....	<b>188</b>	二、神经系统 .....	224
第一节 动物的组织 .....	188	第九节 动物的生殖与发育 .....	228
一、上皮组织 .....	188	一、生殖形式 .....	228
二、结缔组织 .....	190	二、受精 .....	230
三、肌组织 .....	193	三、个体发育 .....	230
四、神经组织 .....	194	本章小结 .....	233
第二节 动物的器官与系统 .....	195	复习思考题 .....	234
本章小结 .....	196	<b>第十三章 动物的类群</b> .....	<b>235</b>
复习思考题 .....	197	第一节 原生动物门 .....	235
<b>第十二章 动物的结构与功能</b> .....	<b>198</b>	一、原生动物门的主要特征 .....	235
第一节 动物的保护、支持与运动 .....	198	二、原生动物门的分类 .....	236
一、皮肤及其衍生物 .....	198	三、代表动物——绿眼虫 .....	238
二、骨骼系统 .....	199	四、原生动物与人类的关系 .....	239
三、肌肉系统 .....	200	第二节 海绵动物门 .....	239
四、动物的运动方式 .....	201	一、多细胞动物的起源 .....	239
第二节 动物的营养与消化 .....	202	二、海绵动物的主要特征 .....	240
一、营养与摄食 .....	202	三、海绵动物的分类 .....	242
二、消化系统 .....	203	第三节 腔肠动物门 .....	242
第三节 动物的血液与循环 .....	205	一、腔肠动物门的主要特征 .....	242
一、无脊椎动物的循环系统 .....	205	二、腔肠动物门的分类 .....	243
二、脊椎动物的血液循环系统 .....	205	三、代表动物——水螅 .....	244
三、血管的基本结构 .....	206	四、腔肠动物与人类的关系 .....	245
四、心脏的基本结构 .....	207	第四节 扁形动物门 .....	246
五、血液 .....	207	一、扁形动物门的主要特征 .....	246
第四节 动物的呼吸 .....	209	二、扁形动物门的分类 .....	247
一、呼吸形式 .....	210	三、代表动物——三角涡虫 .....	248
二、气体交换与运输 .....	211	第五节 线形动物门 .....	249
三、呼吸运动的调节 .....	211	一、线形动物门的主要特征 .....	249
第五节 动物的排泄 .....	212	二、线形动物门的分类 .....	250
一、主要排泄器官 .....	212	第六节 软体动物门 .....	251
二、排泄的一般机理 .....	214	一、软体动物门的主要特征 .....	251
第六节 动物的免疫功能 .....	215	二、软体动物的生活习性 .....	252
一、动物免疫的基本概念 .....	215	三、软体动物门的分类 .....	252
二、无脊椎动物的免疫系统 .....	217	四、代表动物——无齿蚌 .....	253
三、脊椎动物的免疫系统 .....	217	第七节 环节动物门 .....	254
第七节 动物的体液调节 .....	218	一、环节动物门的主要特征 .....	255
一、无脊椎动物的激素 .....	218	二、环节动物门的生活习性 .....	255
二、脊椎动物的内分泌腺与激素 .....	218	三、环节动物门的分类 .....	255
三、激素作用的基本机制 .....	222	四、代表动物——环毛蚓 .....	256
第八节 动物的神经调节 .....	222	五、环节动物的经济意义 .....	257
一、神经元的基本结构与作用机制 .....	222	第八节 节肢动物门 .....	258

一、节肢动物门的主要特征 .....	258	四、棘皮动物的经济意义 .....	266
二、节肢动物门的生活习性 .....	259	第十节 脊索动物门 .....	267
三、节肢动物门的分类 .....	259	一、脊索动物门的主要特征 .....	267
四、节肢动物与人类的关系 .....	265	二、脊索动物门的分类 .....	268
第九节 棘皮动物门 .....	265	三、脊椎动物亚门的代表类群 .....	269
一、棘皮动物门的主要特征 .....	265	本章小结 .....	292
二、棘皮动物的生活习性 .....	266	复习思考题 .....	293
三、棘皮动物的分类 .....	266		
<b>第五部分 生命的起源与进化 .....</b>	<b>295</b>		
第十四章 生命的起源 .....	296	第十五章 生物的进化 .....	308
第一节 生命起源的假说 .....	296	第一节 达尔文学说 .....	308
一、特创论(神创论) .....	296	一、进化理论的创立 .....	308
二、自然发生说(自生论) .....	297	二、达尔文学说的主要内容和意义 .....	312
三、宇宙胚种说(宇生论) .....	298	三、达尔文学说的发展 .....	313
四、新“自然发生说”(化学 进化说) .....	298	四、关于进化学说的讨论 .....	314
第二节 生命的化学起源 .....	299	第二节 生物的系统发育 .....	314
一、生命起源的条件 .....	299	一、地质年代 .....	314
二、生命起源的过程 .....	300	二、生物界系统发育概况 .....	316
三、有关生命起源问题的探讨 .....	305	三、植物的系统发育 .....	318
本章小结 .....	307	四、多细胞动物的系统发育 .....	319
复习思考题 .....	307	本章小结 .....	321
		复习思考题 .....	322
<b>第六部分 环境与生态 .....</b>	<b>323</b>		
第十六章 生物与环境 .....	324	四、生物群落的类型与分布 .....	336
第一节 环境因子 .....	324	本章小结 .....	337
一、光照 .....	325	复习思考题 .....	337
二、温度 .....	326	第十八章 生态系统 .....	338
三、水分 .....	326	第一节 生态系统的结构 .....	338
四、生物与有机环境的关系 .....	327	一、生态系统的基本特征 .....	338
第二节 生物与环境的关系 .....	327	二、生态系统的组成成分 .....	339
一、生态因子对生物的作用规律 .....	328	三、生境与生态位 .....	339
二、生物的生态适应 .....	328	四、生态系统的时空结构 .....	340
三、生物对环境的影响 .....	329	第二节 生态系统的基本功能 .....	340
四、人类活动对环境的影响 .....	329	一、生物生产 .....	340
本章小结 .....	330	二、能量流动 .....	341
复习思考题 .....	330	三、物质循环 .....	344
第十七章 生物种群和群落 .....	331	四、信息传递 .....	346
第一节 种群 .....	331	第三节 生态系统平衡 .....	348
一、种群的基本特征 .....	331	一、生态平衡 .....	348
二、种群的数量增长模型及变化 .....	333	二、生态系统的演替 .....	350
第二节 生物群落 .....	333	三、生态系统的类型与特点 .....	351
一、生物群落三维结构 .....	334	本章小结 .....	352
二、生物群落数量特征 .....	335	复习思考题 .....	353
三、生物群落的演替 .....	335		
<b>参考文献 .....</b>	<b>354</b>		



# 绪 论

## 一、生物学的定义

生物学 (biology) 是研究生命的科学, 是研究生命现象的本质并探讨生物发生和发展规律的一门科学。

生物和它所居住的环境共同组成生物圈 (biosphere)。地球大概是在 45 亿年前形成的, 最早的生命大概是在距今 38 亿年前出现的。在生命出现之前, 地球是寂静的, 是“毫无生气”的, 有的只是浅海、岩石和笼罩其上的薄层气体, 或者说, 地球只是由岩石圈、水圈和大气圈所构成的。后来生物出现了, 生物逐渐发展而占据了岩石圈、水圈和大气圈中的一些区域而形成了生物圈。生物在生物圈中利用日光、水、空气和无机盐类而生活繁衍, 经历了亿万年漫长岁月的自然选择, 终于形成了现在的绚丽的生物界。生物界现存种类约 200 万种, 如果算上历史上已经绝灭的生物 (估计至少也有 1500 万种), 那就至少有 1700 万种了。这些生物在形态结构、生活习性、营养方式、生殖方式等方面都有很大不同, 可说是千差万别, 但是它们都有一个共同之处, 使它们截然有别于无机界, 这就是, 它们是“活”的, 是有生命的, 而无机界是“死”的, 是没有生命的, 生物学就是研究生命的科学。生命是生物与非生物之间的本质区别。

## 二、生命的基本特征

### 1. 化学成分的统一性

从元素成分来看, 构成形形色色生物体的元素都是普遍存在于无机界的 C、H、O、N、P、S、Ca 等元素, 并不存在特殊的生命所特有的元素。从分子成分来看, 各种生物体除含有多种无机化合物外, 还含有蛋白质、核酸、脂、糖、维生素等多种有机分子。这些有机分子, 在自然界都是生命过程的产物。其中, 有些有机分子在各种生物中都是一样的或基本一样的, 如葡萄糖、ATP 等; 有些有机分子如蛋白质、核酸等大分子, 虽然在不同的生物中有不同的组成, 但构成这些大分子的单体却是一样的。例如, 构成各种生物蛋白质的单体不外 20 种氨基酸, 各种生物核酸的单体主要也不过是 8 种核苷酸。这些单体在不同生物中以相同的连接方式组成不同的蛋白质和核酸大分子。脱氧核糖核酸 (有时是核糖核酸) 是一切已知生物的遗传物质。由脱氧核糖核酸组成的遗传密码在生物界一般是通用的。各种生物用这一统一的遗传密码编制自己的基因程序, 并按照这一基因程序来实现生长、发育、生殖、遗传等生命活动。各种生物都有催化各种代谢过程的酶分子, 而酶是有催化作用的蛋白质。各种生物都是以高能化合物三磷酸腺苷, 即 ATP 为贮能分子。这些说明了生物在化学成分上存在着高度的同一性。

### 2. 严整有序的结构

生物体的各种化学成分在体内不是随机堆砌在一起, 而是严整有序的。生命的基本单位是细胞 (cell), 细胞内的各结构单元 (细胞器) 都有特定的结构和功能。线粒体有双层的外膜、有嵴, 嵴上的大分子 (酶) 的排列是有序的。生物大分子, 无论如何复杂, 仍不是生命, 只有当大分子组成一定的结构, 或形成细胞这样一个有序的系统, 才能表现出生命。失去有序性, 如将细胞打成匀浆, 生命也就完结了。

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。

生物分子→亚细胞结构→细胞→组织→器官→系统→生物个体→种群→群落→生态系统

### 3. 新陈代谢

生物与环境之间不断地进行物质的交换和能量的流动，这种现象叫新陈代谢 (metabolism)。生物的新陈代谢包括物质代谢和能量代谢两个方面，由两个既矛盾又统一的作用组成：一个是生物体从外界摄入物质，经过一系列转化与合成过程，将其转变为自身的组成物质，并贮存能量，叫做同化作用 (assimilation)。另一个是生物体将其自身的组成物质加以分解，释放其中所贮存的能量，把分解所产生的废物排出体外叫做异化作用 (dissimilation)。异化作用所释放的能量，一部分用于合成新的物质，一部分变成热，维持一定的体温，还有一部分供其他生命活动之需。同化作用和异化作用是相互矛盾的。前者是从外界吸收物质和能量，合成有机物，建设自身；后者却是向外界排出物质和能量，分解有机物，破坏自身。但是，这两个作用又是同时进行，相互依存的，有机体正是在这种不断的建设与破坏中得到更新。

### 4. 应激性和运动

生物能接受外界刺激而发生一定的反应，反应的结果使生物“趋吉避凶”，这种现象叫应激性 (irritability)。在一滴草履虫液中滴一小滴醋酸，草履虫就纷纷游开；一块腐肉可招来苍蝇；植物茎尖向光生长 (向光性)，这些都是应激性。

### 5. 稳态

生物对体内的各种生命过程有良好的调节能力。生物所处的环境是多变的，但生物能够对环境的刺激作出反应，通过自我调节保持自身的稳定。例如，人的体温保持在  $37^{\circ}\text{C}$  上下，血液的酸度保持在 pH 7.4 左右等。这一概念先是由法国生物学家 C. 贝尔纳提出的。他指出身体内部环境的稳定是自由和独立生活的条件。后来，美国生理学家 W. B. 坎农揭示内环境稳定是通过一系列调节机制来保证的，并提出“稳态” (homeostasis) 一词。稳态概念的应用现在已远远超出个体内环境的范围。生物体的生物化学成分、代谢速率等都趋向稳态水平，甚至一个生物群落、生态系统在没有激烈外界因素的影响下，也都处于相对稳定状态。

### 6. 生长发育

生物都能通过代谢而生长 (growth) 发育 (development)。任何生物体在其一生中都要经历从小到大的生长过程，这是由于同化作用大于异化作用的结果。单细胞生物的生长，主要依靠细胞体积与重量的增加。多细胞生物的生长，主要是依靠细胞的分裂来增加细胞的数目。此外，在生物体的生活史中，其构造和机能要经过一系列的变化，才能由幼体形成一个与亲体相似的成熟个体，然后经过衰老而死亡。这个总的转变过程叫做发育。但在高等动物、植物中，发育一般是指达到性机能成熟时为止。

### 7. 繁殖、遗传和变异

当有机体生长发育到一定大小和一定程度的时候，就能产生后代，使个体数目增多、种族得以延续，这种现象叫做繁殖 (reproduction)。繁殖保证了生命的连续性并为生生不息的生物界提供了进一步发展的可能。生物能繁殖，就是说，能复制出新的一代，任何一个生物体都是不能长存的，它们通过繁殖后代而使生命得以延续下去。

生物在繁殖过程中，把它们的特性传给后代，“种瓜得瓜，种豆得豆”，这就是“遗传” (heredity)。遗传虽然是生物的共同特性，种瓜虽然得瓜，但同一个蔓上的瓜，彼此总有点不同；种豆虽然得豆，但所得的豆也不会完全一样。它们不但彼此不一样，它们和亲代也不会完全一样。这种不同就是“变异” (variation)。没有这种可遗传的变异，生物就不可能

进化。

### 8. 适应

适应一般有两方面的含义，一方面生物的结构都适应于一定的功能，如鸟翅构造适应于飞翔，人眼的构造适应于感受物像等；另一方面生物的结构和功能适应于该生物在一定环境条件下的生存和延续。如鱼的体形和用鳃呼吸适于在水中生活，被子植物的花及传扬过程适于在陆地环境中进行有性繁殖等。适应是生物界普遍存在的现象。

### 三、生物学的分科

生物学的分支学科各有一定的研究内容而又相互依赖、互相交叉。此外，生命作为一种物质运动形态，有它自己的生物学规律，同时又包含并遵循物理和化学的规律。因此，生物学同物理学、化学有着密切的关系。生物分布于地球表面，是构成地球景观的重要因素。因此，生物学和地学也是互相渗透、互相交叉的。

早期的生物学主要是对自然的观察和描述，是关于博物学和形态分类的研究。所以生物学最早是按类群划分学科的，如植物学、动物学、微生物学等。由于生物种类的多样性，也由于人们对生物学的了解越来越多，学科的划分也就越来越细，一门学科往往要再划分为若干学科，例如植物学可划分为藻类学、苔藓植物学、蕨类植物学等；动物学划分为原生动物学、昆虫学、鱼类学、鸟类学等；微生物不是一个自然的生物类群，只是一个人为的划分，一切微小的生物如细菌以及单细胞真菌、藻类、原生动物都可称为微生物，不具细胞形态的病毒也可列入微生物之中。因而微生物学进一步分为细菌学、真菌学、病毒学等。

按生物类群划分学科，有利于从各个侧面认识某一个自然类群的生物特点和规律性。但无论具体对象是什么，研究课题都不外分类、形态、生理、生化、生态、遗传、进化等方面。为了强调按类型划分的学科已经不仅包括形态、分类等比较经典的内容，而且包括其他各个过程和各种层次的内容，人们倾向于把植物学称为植物生物学，把动物学称为动物生物学。

生物在地球历史中有着 40 亿年左右的发展进化历程。大约有 1500 万种生物已经绝灭，它们的一些遗骸保存在地层中形成化石。古生物学专门通过化石研究地质历史中的生物，早期古生物学多偏重于对化石的分类和描述，近年来生物学领域的各个分支学科被引入古生物学，相继产生古生态学、古生物地理学等分支学科。现在有人建议，以广义的古生物学代替原来限于对化石进行分类描述的古生物学。

生物类群是如此的繁多，需要一个专门的学科来研究类群的划分，这个学科就是分类学。林奈时期的分类以物种不变论为指导思想，只是根据某几个鉴别特征来划分门类，习称为人为分类。现代的分类是以进化论为指导思想，根据物种在进化上的亲疏远近进行分类，通称自然分类。现代分类学不仅进行形态结构的比较，而且吸收生物化学及分子生物学的成就，进行分子层次的比较，从而更深刻揭示生物在进化中的相互关系。现代分类学可定义为研究生物的系统分类和生物在进化上相互关系的科学。

生物学中有很多分支学科是按照生命运动所具有的属性、特征或者生命过程来划分的。

形态学是生物学中研究动、植物形态结构的学科。在显微镜发明之前，形态学只限于对动、植物的宏观的观察，如人体解剖学、脊椎动物比较解剖学等。比较解剖学是用比较的和历史的方法研究脊椎动物各门类在结构上的相似与差异，从而找出这些门类的亲缘关系和历史发展。显微镜发明之后，组织学和细胞学也就相应地建立起来，电子显微镜的使用，使形态学又深入到超微结构的领域。但是形态结构的研究不能完全脱离机能的研究，现在的形态学早已跳出单纯描述的圈子，而使用各种先进的实验手段了。

生理学是研究生物机能的学科，生理学的研究方法是以实验为主。按研究对象又分为植物生理学、动物生理学和细菌生理学。植物生理学是在农业生产发展过程中建立起来的。生

理学也可按生物的结构层次分为细胞生理学、器官生理学、个体生理学等。在早期，植物生理学多以种子植物为研究对象；动物生理学也大多联系医学而以人、狗、兔、蛙等为研究对象；以后才逐渐扩展到低等生物的生理学研究，这样就发展了比较生理学。

遗传学是研究生物性状的遗传和变异，阐明其规律的学科。遗传学是在育种实践的推动下发展起来的。1900年孟德尔的遗传定律被重新发现，遗传学开始建立起来。以后，由于T. H. 摩尔根等人的工作，建成了完整的细胞遗传学体系。1953年，遗传物质DNA分子的结构被揭示，遗传学深入到分子水平。基因组计划的进展，从基因组、蛋白质组到代谢组的遗传信息传递，以及细胞信号传导、基因表达调控网络的研究，1994年系统遗传学的概念、词汇与原理由中科院提出与发表。现在，遗传信息的传递、基因的调控机制已逐渐被了解，遗传学理论和技术在农业、工业和临床医学实践中都在发挥作用，同时在生物学的各分支学科中占有重要的位置。生物学的许多问题，如生物的个体发育和生物进化的机制，物种的形成以及种群概念等都必须应用遗传学的成果来求得更深入的理解。

胚胎学是研究生物个体发育的学科，原属形态学范围。1859年达尔文进化论的发表大大推动了胚胎学的研究。19世纪下半叶，胚胎发育以及受精过程的形态学都有了详细精确的描述。此后，动物胚胎学从观察描述发展到用实验方法研究发育的机制，从而建立了实验胚胎学。现在，个体发育的研究采用生物化学方法，吸收分子生物学成就，进一步从分子水平分析发育和性状分化的机制，并把关于发育的研究从胚胎扩展到生物的整体生活史，形成发育生物学。

生态学是研究生物与生物之间以及生物与环境之间的关系学科。研究范围包括个体、种群、群落、生态系统以及生物圈等层次。揭示生态系统中食物链、生产力、能量流动和物质循环的有关规律，不但具有重要的理论意义，而且同人类生活密切相关。生物圈是人类的家。人类的生产活动不断地消耗自然资源，破坏自然环境。特别是进入20世纪以后，由于人口急剧增长，工业飞速发展，自然环境遭到空前未有的破坏性冲击。保护资源、保持生态平衡是人类当前刻不容缓的任务。生态学是环境科学的一个重要组成成分，所以也可称环境生物学。人类生态学涉及人类社会，它已超越了生物学范围，而同社会科学相关联。

生命活动不外乎物质转化和传递、能量的转化和传递以及信息的传递三个方面。因此，用物理的、化学的以及数学的手段研究生命是必要的，也是十分有效的。交叉学科如生物化学、生物物理学、生物数学就是这样产生的。

生物化学是研究生命物质的化学组成和生物体各种化学过程的学科，是进入20世纪以后迅速发展起来的一门学科。生物化学的成就提高了人们对生命本质的认识。生物化学和分子生物学的内容有区别，但也有相同之处。一般说来，生物化学侧重于生命的化学过程、参与这一过程的作用物、产品以及酶的作用机制的研究。例如在细胞呼吸、光合作用等过程中物质和能量的转换、传递和反馈机制都是生物化学的研究内容。分子生物学是从研究生物大分子的结构发展起来的，现在更多的仍是研究生物大分子的结构与功能的关系、以及基因表达、调控等方面的机制问题。

生物物理学是用物理学的概念和方法研究生物的结构和功能、研究生命活动的物理和物理化学过程的学科。早期生物物理学研究是从生物发光、生物电等问题开始的，此后随着生物学的发展，物理学新概念，如量子物理、信息论等的介入和新技术如X衍射、光谱、波谱等的使用，生物物理的研究范围和水平不断加宽加深。一些重要的生命现象如光合作用的原初瞬间捕捉光能的反应，生物膜的结构及作用机制等都是生物物理学的研究课题。生物大分子晶体结构、量子生物学以及生物控制论等也都属于生物物理学的范围。

生物数学是数学和生物学结合的产物。它的任务是用数学的方法研究生物学问题，研究生命过程的数学规律。早期，人们只是利用统计学、几何学和一些初等的解析方法对生物现

象做静止的、定量的分析。20世纪20年代以后，人们开始建立数学模型，模拟各种生命过程。现在生物数学在生物学各领域如生理学、遗传学、生态学、分类学等领域中都起着重要的作用，使这些领域的研究水平迅速提高；另一方面，生物数学本身也在解决生物学问题中发展成一独立的学科。

有少数生物学科是按方法来划分的，如描述胚胎学、比较解剖学、实验形态学等。按方法划分的学科，往往作为更低一级的分支学科，被包括在上述按属性和类型划分的学科中。

生物界是一个多层次的复杂系统。为了揭示某一层次的规律以及和其他层次的关系，出现了按层次划分的学科并且愈来愈受人们的重视。

分子生物学是研究分子层次的生命过程的学科。它的任务在于从分子的结构与功能以及分子之间的相互作用去揭示各种生命过程的物质基础。现代分子生物学的一个主要分支是分子遗传学，它研究遗传物质的复制、遗传信息的传递、表达及其调节控制问题等。

细胞生物学是研究细胞层次生命过程的学科，早期称细胞学是以形态描述为主的。以后，细胞学吸收了分子生物学的成就，深入到超微结构的水平，主要研究细胞的生长、代谢和遗传等生物学过程，细胞学也就发展成细胞生物学了。

个体生物学是研究个体层次生命过程的学科。在显微镜发明之前，生物学大都是以个体和器官系统为研究对象的。研究个体的过程有必要分析组成这一过程的器官系统过程、细胞过程和分子过程。但是个体的过程又不同于器官系统过程、细胞过程或分子过程的简单相加。个体的过程存在着自我调节控制的机制，通过这一机制，高度复杂的有机体整合为高度协调的统一体，以协调一致的行为应对外界因素的刺激。个体生物学建立得很早，直到现在，仍是十分重要的。

种群生物学是研究生物种群的结构、种群中个体间的相互关系、种群与环境的关系以及种群的自我调节和遗传机制等。种群生物学和生态学是有很大重叠的，实际上种群生物学可以说是生态学的一个基本部分。

#### 四、生物学的发展简史

同其他自然科学一样，生物科学也是在人类的生产实践活动中产生的，并且随着社会生产力和整个科学技术的发展而发展。

原始社会是人类的童年。人们为了生存，不得不采集植物的果实、根、茎和进行狩猎等活动。在实践中，他们接触到形形色色的动植物，也看到生物的生死死，产生了“事物变化不居”的朴素的唯物主义思想。但因为当时的生产力极为低下，人们对于复杂的生命现象感到神秘莫测，因而又产生了“万物有灵”的迷信观念，认为事物变化的原因是不可知的。

从奴隶社会到封建社会，随着劳动工具不断改进，生产力逐步提高，人们对自然界的认识也不断加深。

我国战国末期的荀况认为，自然界的一切事物都各自按照一定的客观规律运动，而与“天意”无关。他说：“天行有常，不为尧存，不为桀亡”，并强调了人在自然界中的重要位置。在《荀子·天论》一书中，他更提出了“制天命而用之”的光辉思想。东汉的王充在《论鬼篇》等著作中，明确指出“鬼”只是人精神上的幻觉。

远在四五千年前，我国就出现了农业，三千年前开始了室内养蚕，并且通过人工培育了许多动、植物新品种。在长期的实践中，我国劳动人民积累了丰富的生物学知识。古代著作《诗经》中记载了200多种动、植物，汉朝出版的《神农本草经》记载药物365种。公元6世纪，在后魏学者贾思勰所著的《齐民要术》一书中，总结了我国古代劳动人民改造和控制生物的人工选择、人工杂交、嫁接和定向培育等科学原理与方法，是我国宝贵的农业科学和生物科学巨著。11世纪，著名科学家沈括在《梦溪笔谈》一书中，对化石作了很多论述。他在古生物学和地质学方面的科学思想，比西方学者的同类观点早四百年。16世纪，明代

杰出的学者李时珍，在其编著的《本草纲目》中，共记载药物 1892 种，附图 1126 幅，对动、植物作了详尽的分类，并包含有进化的思想，比西方分类学的创始人林奈（Linnaeus）的《自然系统》一书约早 150 年。自 1656 年起，《本草纲目》曾先后被译为拉丁、英、法、日、德等多种文字在世界上广为流传，影响甚大。我国人民对于遗传、变异和自然选择的认识早于达尔文，并对达尔文的研究产生过一定的影响。事实证明，我们中华民族是一个伟大的、智慧的民族，我国的科学水平特别是生物科学方面，曾经居于世界首位。

在西方，古希腊的唯物主义哲学家把自然界看作是一个整体，认为万物均在运动变化之中。德谟克利特（Demokritos）反对神创论，认为人的灵魂也是由原子聚合而成，当原子分散时，灵魂就消亡。

从 5 世纪开始，欧洲进入封建社会，长达近千年。这是个漫长的、黑暗的时代，宗教神学统治了上层建筑的一切领域，对自然科学进行了毁灭性的摧残。科学成了神学的奴婢，发展非常缓慢。

15 世纪上半叶，欧洲资产阶级兴起，发动了文艺复兴运动，大力提倡发展自然科学。16 世纪欧洲资本主义形成以后，生产力得到提高，工商业日益发展，自然科学在摆脱神学枷锁的艰苦斗争中前进，生物科学也有了新的发展。例如，维萨里（Vesalius）用科学方法解剖人体，奠定了解剖学的基础；哈维（Harvey）发现了血液循环，奠定了生理学的基础；显微镜的发明和应用，促进了生物学的发展，并使列文虎克（Leeuwenhoek）发现了微生物；俄国的乌尔夫（Wolff）应用比较方法研究鸡胚发育，提出有机体各器官在发育过程中逐渐形成的学说；瑞典学者林奈建立了科学的分类学，创立了双名命名制，从而把所有动、植物纳入一个统一的分类系统，结束了生物分类的混乱状态，对生物学的发展作出了重大贡献。

19 世纪，资本主义处于上升阶段。这是生物学发展史上的重要转折点。19 世纪上半叶，比较解剖学、细胞学、胚胎学、古生物学和生物地理学等许多领域都取得了很大成就。施莱登（Schleiden）和施旺（Schwann）建立的细胞学说（cell theory），指出一切动、植物体均由细胞构成，从细胞水平证明了生物界的统一性。19 世纪生物学上最伟大的成就之一乃是达尔文所创的、以自然选择学说为中心的进化理论。

19 世纪下半叶到 20 世纪初，由孟德尔（Mendel）、得弗里斯（De Vries）、萨顿（Sutton）和约翰逊（Johannsen）等人，根据杂交实验和细胞学的观察，逐渐建立了染色体遗传学说。1926 年美国学者摩尔根（Morgan）发表了“基因论”。他们的工作阐明了遗传和变异的若干规律。1941 年，比德尔（Beadle）和塔特姆（Tatum）又提出“一个基因一个酶”的学说，把基因与蛋白质的功能结合起来。1944 年美国生物学家艾弗里（Avery）用细菌为实验材料，第一次证明 DNA 是遗传信息的载体，动摇了所谓蛋白质在遗传过程中起主导作用的旧观念，大大推动了对 DNA 分子结构的研究。在第二次世界大战中，美国科学家德尔布吕克（Delbrück）创建了“噬菌体研究组”，把噬菌体作为基因自我复制的最理想材料，对大肠杆菌和噬菌体的结构与增殖特性作了许多定量的研究，不但对 DNA 双螺旋结构的确立起了重大推动作用，而且加速了后来分子遗传学的发展，被誉为“分子生物学之父”。从 19 世纪后叶到 20 世纪 40 年代末，化学和物理学同生物学相结合的成就，为分子生物学的诞生作了最基本的和必要的准备。这时期，已经利用各种化学的和物理的方法，对生物大分子如蛋白质、核酸、脂类和糖类等的化学组成和立体结构的研究都达到了一定的深度，为 DNA 双螺旋结构的发现，包括其中重要的碱基配对原则的建立奠定了基础。威尔金斯（Wilkins）曾选取 DNA 纤维结晶作为研究材料，为 DNA 分子结构的研究发展了某些基本操作技术和概念。1953 年，沃森（Watson）和克里克（Crick）共同完成了 DNA 双螺旋结构分子模型的建立，这是 20 世纪以来生物科学中最伟大的成就，由此开创了从分子水平阐

明生命活动本质的新纪元。70年代初期，在分子生物学迅速发展的基础上，又有人主张从更微观的结构——电子一级水平来解释生命现象和研究生命过程的本质，于是又兴起了一门量子生物学。

分子生物学的成就，使人们对生命的认识，进一步由宏观向微观深入，由现象向本质迈进。分子生物学的发展，深刻影响到生物科学的每一个分支领域，使遗传学、细胞学、胚胎学、微生物学，甚至分类学和进化论等都发生了深刻的变化，并在农业、医学和粮食工业等方面得到日益广泛的应用。在分子生物学迅速发展的同时，各门基础学科也取得了一系列成就，宏观研究与微观研究二者紧密结合，推动着生命科学朝气蓬勃地向前发展。

总之，现代生物科学正在向着从未有过的深度和广度进军，它已日益显示出成为一门领先科学的趋势，吸引着越来越多的研究者投入到揭开生命之谜、更好地改造和利用生物的行列中来。

### 五、生物学的研究方法

生物学的一些基本研究方法——观察描述的方法、比较的方法、实验的方法和系统的方法等是在生物学发展进程中逐步形成的。在生物学的发展史上，这些方法依次兴起，成为一定时期的主要研究手段。现在，这些方法综合而成现代生物学研究方法体系。

观察描述的方法是在17世纪，近代自然科学发展的早期，生物学的研究方法同物理学研究方法大不相同。物理学研究的是物体可测量的性质，即时间、运动和质量。物理学把数学应用于研究物理现象，发现这些量之间存在着相互关系，并用演绎法推算出这些关系的后果。生物学的研究则是考察那些将不同生物区别开来的、往往是不可测量的性质。生物学用描述的方法来记录这些性质，再用归纳法，将这些不同性质的生物归并成不同的类群。18世纪，由于新大陆的开拓和许多探险家的活动，生物学记录的物种几倍、几十倍地增长，于是生物分类学首先发展起来。生物分类学者搜集物种进行鉴别、整理，描述的方法获得巨大发展。

比较的方法是18世纪下半叶，生物学不仅积累了大量分类学材料，而且积累了许多形态学、解剖学、生理学的材料。在这种情况下，仅仅作分类研究已经不够了，需要全面地考察物种的各种性状，分析不同物种之间的差异点和共同点，将它们归并成自然的类群。比较的方法便被应用于生物学。

实验的方法是人为地干预、控制所研究的对象，并通过这种干预和控制所造成的效应来研究对象的某种属性。实验的方法是自然科学研究中最重要方法之一。17世纪前后生物学中出现了最早的一批生物学实验，如英国生理学家W.哈维关于血液循环的实验，J. B. Van 黑尔蒙特关于柳树生长的实验等。然而在那时，生物学的实验并没有发展起来，这是因为物理学、化学还没有为生物学实验准备好条件。很多人甚至认为，用实验的方法研究生物学只能起很小的作用。到了19世纪，物理学、化学比较成熟了，生物学实验就有了坚实的基础，因而首先是生理学，然后是细菌学和生物化学相继成为明确的实验性的学科。19世纪80年代，实验方法进一步被应用到了胚胎学，细胞学和遗传学等学科。到了20世纪30年代，除了古生物学等少数学科，大多数的生物学领域都因为应用了实验方法而取得新进展。

系统论的方法，是从系统的观点出发，着重从整体与部分之间，整体与外界环境之间的相互关系、相互作用和相互制约的关系中综合地、精确地考察对象，以达到最佳的处理效果。由于生命现象的高度复杂性，系统学说目前在生物学方面还处于萌芽阶段，理论的具体化和定量结果还很少。但在神经和激素的作用、酶形成及酶作用的调节控制机制以及生态系统的结构机制等问题上都已取得了一些成绩，对生物科学的进一步发展提供了重要的线索。随着基因组计划、生物信息学发展，高通量生物技术、生物计算机软件设计的应用，带来系统

生物学新的时期，形成“omics”系统生物学与计算系统生物学的发展，国际国内系统生物学研究机构建立而进入系统生物学时代。

## 本章小结

生物学是研究生命的科学，是研究生命现象的本质并探讨生物发生和发展规律的一门科学。生命是生物与非生物之间的本质区别。

生命的基本特征是化学成分的同源性、严整有序的结构、新陈代谢、应激性和运动、稳态、生长发育、繁殖、遗传和变异、适应。

生物学的分支学科各有一定的研究内容而又相互依赖、互相交叉。此外，生命作为一种物质运动形态，有它自己的生物学规律，同时又包含并遵循物理和化学的规律。因此，生物学同物理学、化学有着密切的关系。同其他自然科学一样，生物科学也是在人类的生产实践活动中产生的，并且随着社会生产力和整个科学技术的发展而发展。

生物学的一些基本研究方法——观察描述的方法、比较的方法、实验的方法和系统的方法等是在生物学发展进程中逐步形成的。在生物学的发展史上，这些方法依次兴起，成为一定时期的主要研究手段。现在，这些方法综合而成现代生物学研究方法体系。

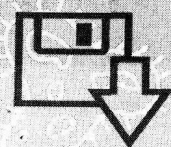
## 复习思考题

1. 生物学的定义是什么？
2. 生物与非生物的主要区别何在？怎样认识生命的基本特征？
3. 生物科学的研究方法有哪些？各有何特点？



## 第一部分

# 生物分子与细胞



- 第一章 生命的化学基础
- 第二章 细胞的基本结构和功能
- 第三章 细胞的代谢