

马来西亚华文独中教科书

高中适用

生物

下册

浙江教育出版社
董教总华文独中工委会统一课程委员会

马来西亚华文独中教科书

高中适用

生物

下册

浙江教育出版社
董教总华文独中工委会统一课程委员会

高中适用

《生物》下册

美术编辑：曾国兴

行政编辑：黄宝玉

封面设计：曾国兴

版面设计：艺诚文化

电脑排版：杭州兴邦电子印务有限公司

© 郑重声明，此书版权归出版单位所有，未经允许，书上所有内容不得通过任何形式进行复制、转发、储存于检索系统，或翻译成其它语言的活动。

© Dong Zong

Hak cipta terpelihara. Mana-mana bahan atau bahagian dalam buku ini tidak dibenarkan diterbitkan semula, disimpan dalam cara yang boleh dipergunakan lagi, atau ditukar kepada apa-apa bentuk atau apa-apa cara, baik dengan elektronik, mekanikal, fotokopi, rakaman, pengalihan bahasa dan sebagainya tanpa mendapat kebenaran secara menulis daripada pihak penerbit terlebih dahulu.

© Dong Zong

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, translated in any other languages, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

编辑单位：

浙江教育出版社

董教总华文独中工委会统一课程委员会

Unified Curriculum Committee of

Malaysian Independent Chinese Secondary School Working Committee (MICSS)

出版发行：

马来西亚华校董事联合会总会（董总）

United Chinese School Committees' Association of Malaysia (Dong Zong)

Blok A, Lot 5, Seksyen 10, Jalan Bukit, 43000 Kajang,

Selangor Darul Ehsan, Malaysia.

Tel: 603-87362337

Fax: 603-87362779

Website: www.dongzong.my

Email: support@dongzong.my

印刷：

Percetakan Advanco Sdn Bhd.

版次：

2019年12月第1版

印次：

2020年9月第2次印刷

编审团队

学科顾问：韩慧敏

主 编：陈志伟

编 写 者：吕 婷 陈 玥 陈桂林

编审委员：江邦智 梁玉英 陈艳彬 陈逸飞 卜一峰
苏慧珊 郑慧敏

责任编辑：郭慧花 张静雅

责任校对：潘俊丽

鸣 谢

本书承蒙编审团队协助编写与审阅，老师协助审稿及提供意见，站酷海洛、周洁琪提供了图片，谨此致谢忱。

董教总华文独中工委会统一课程委员会 启

2019年11月

编辑说明

1. 本教材是根据董教总华文独中工委会统一课程委员会生物学科委员会拟定的《生物科课程标准》（以下简称课标）编写。课标拟定时参考了我国教育部颁发的中学新课程纲要以及世界各地中等教育生物学课程纲要及标准。
2. 本教材分为上、中、下三册，分别供高中一、二、三年级学生使用。
3. 教学预计需要330节。每节40分钟，高一建议每周5节，高二建议每周4节，高三建议每周4节。
4. 本教材设有“主要内容”“学习目标”“问题探讨”“理性思维”“实验”“活动”“科学方法”“科学轨迹”“科学·技术·社会”“知识补给站”“自我检测”等栏目，力求体现现代科学思想与现代教育理念，其目的是帮助学生把握学习重点，理解科学本质，为此后的学习与研究奠定良好的基础。
5. 本教材力图体现科学的本质特征。除了系统介绍生物学知识外，突出科学方法的学习，希望藉由问题探讨、实验探究、理性思维等教学活动，帮助学生逐步领悟科学思想方法的精髓，并逐步养成实证的思维方式以及建立在事实与逻辑基础上的理性思维。本教材强调学生的主动学习，教材文字力求简明、浅显易懂，图文并茂，尽量运用学生熟悉的情境来解释生物学的概念和原理，同时也把社会道德伦理及与环境相关的价值观念适当融入其中，藉此引发学生对生物学的兴趣。
6. 本教材有与之配套的教师手册，内容包括概要（包括教学内容的结构与特点）、教学目标、课时建议、教学重难点、教学建议（包括情境创设、教学过程、难点处理）、参考答案、参考资料等。教学有法，教无定法，贵在得法，期望教师手册能起到抛砖引玉的作用。
7. 教材的编写，非一蹴而就。教材的完善，更需要使用者提出宝贵的批评与建议。本教材若有错误、疏漏或欠妥之处，敬请师生及读者及时指出，以便修订时改进。

董教总华文独中工委会统一课程委员会
高中生物编审团队
2019年11月

目 录

c o n t e n t s

第 17 章 生物多样性

17.1 生物多样性	3
17.2 生物的分类	9
17.3 人类活动对生物多样性的影响	24
17.4 生物多样性的保护	34

第 18 章 细菌与病毒

18.1 细菌的结构与特征	49
18.2 细菌的生长条件	54
18.3 病毒的结构与特征	64
18.4 病毒的增殖与传播	70

第 19 章 演化

19.1 原始生命的演化	83
19.2 生物演化的证据	90
19.3 自然选择学说	101
19.4 现代综合演化理论	108

第17 章

生物多样性



主要内容

- ◎ 生物多样性
- ◎ 生物的分类
- ◎ 人类活动对生物多样性的影响
- ◎ 生物多样性的保护



生命的家园

地球上的生命多种多样，丰富多彩。从肉眼看不见的细菌到重达 150 t 的蓝鲸，从行动缓慢的蜗牛到奔跑时速 90 km 的猎豹，它们都生活在生命的家园中，构成了地球上的生物多样性。科学家估计，地球上已知现存的生物约有 500 万至 3 000 万种，还有很多未知的物种有待人类去发现。



试想想：

- 什么是生物多样性？
- 应如何对生物进行分类？
- 人类活动对生物多样性有什么影响？
- 我们应怎样保护生物多样性？

学完本章以后，你就能回答以上问题。

17.1 生物多样性



学习目标

- ★ 简述生物多样性的概念与层次。
- ★ 举例说明生物多样性的价值。
- ★ 简述我国生物多样性的一般特点。

生物多样性理论之父

威尔逊 (Edward Osborne Wilson) 生于 1929 年，是当国际生物学界翘楚，蚂蚁研究权威。他以杰出的科学成就，引发了 20 世纪生物学的数次革命：与麦克阿瑟 (Robert Helmer MacArthur) 共同提出“岛屿生物地理学”理论，奠定了现代物种保护的理论基础；创建“社会生物学”这一全新学科，引发美国学界与民众的大讨论；倡导“生物多样性”概念，使其成为影响全球的环保理念……获有 100 多项大奖，包括美国的国家科学奖、瑞典皇家科学院颁发的克拉福德奖、泰勒环境成就奖、世界自然基金会颁发的金质奖章等。

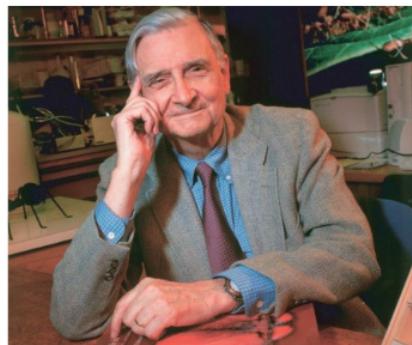


图 17-1 威尔逊



问题探讨

1. 什么是生物多样性?
2. 生物多样性有什么价值?

当我们参观动物园、植物园和水族馆的时候，当我们在森林、草原和田野漫步的时候，当我们泛舟于江河湖海的时候，我们每时每刻都在感受着地球特有的生物多样性。

依据联合国《生物多样性公约》，生物多样性是指所有来源的生物体（这些来源包括陆地、海洋和其他水生生态系统）及其所构成的生态综合体（ecological complex），并且包括遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性三个基本层次的内容。

遗传多样性

遗传多样性是指地球上所有生物所携带的遗传信息的总和，但通常所说的遗传多样性，是指某一物种内不同群体之间或同一群体内不同个体之间的遗传变异的总和。例如，白鹭 (*Egretta garzetta*) 是一种全球分布的鸟类物种，许多地区都分布有白鹭种群，不同地区的白鹭种群之间存在着遗传变异，这种不同白鹭种群之间的遗传变异总和，就是白鹭的遗传多样性。遗传多样性能有效地增大种群基因库 (gene pool)，还能为物种提供演化的材料。

所有的遗传多样性都发生在分子水平，并且都与核酸的理化性质紧密相关。在组成生物的细胞中，DNA 是遗传物质，四种碱基在 DNA 长链上不同的排列组合，形成了生物的遗传多样性。在人类 DNA 的长链上就有约 3 万个基因，它记录了我们祖先的遗传密码。个体间的遗传差异构成了人的遗传多样性（图 17-2）。



图 17-2 人的遗传多样性

物种多样性

地球上生活着大小不同、形态各异的难以计数的动物、植物与微生物，它们构成了丰富多彩的物种多样性。有人估计，仅昆虫就有 100 多万种（图 17-3）。

物种多样性是指某一区域内所有生物物种及其各种变异的总和，它是生物多样性在物种水平上的表现形式。到目前为止，虽然生物学家已经描述了大约 200 万种不同的生物，但尚有千百万种生物没有被命名或者没有全面地被描述。



图 17-3 物种多样性的代表——昆虫

我国是地球上物种多样性最丰富的国家之一，在全世界占有十分独特的地位。在全球生物多样性最多的国家中，我国排名第 12。我国具有约 15 000 种维管束植物、306 种哺乳动物、742 种鸟类、567 种爬行动物、242 种两栖动物、449 种淡水鱼、500 种咸水鱼和 150 000 种无脊椎动物。其中特有约有 34 种哺乳动物、10 种鸟类、129 种爬行动物、80 种两栖动物、113 种淡水鱼和 8 种咸水鱼。

生态系统多样性

生态系统多样性是指生物圈内不同生境、生物群体以及生态过程的总和。它表现了生态系统结构多样性以及生态过程（能量流动、物质循环和演替等）的复杂性和多变性。

生态系统多样性既存在于各个生态系统之间，也存在于同一个生态系统之内。在



前一种情况下，在各地区不同背景中形成多样的生境，分布着不同的生态系统（图17-4）；在后一种情况下，一个生态系统的群落由不同的种群组成，它们的结构关系（包括垂直和水平的空间结构、营养结构中的关系，如捕食者与被捕食者、植食动物与植物、寄生物与寄主等）多样，执行的功能不同，因而在生态系统中的作用也不一样。

由上可知，物种多样性是生物多样性最直观的体现，是生物多样性概念的中心；遗传多样性是生物多样性的内在形式，一个物种就是一个独特的基因库，可以说，每一个物种就是遗传多样性的载体；生态系统的多样性是生物多样性的外在形式，保护生物的多样性，最有效的方式是保护生态系统的多样性。



图17-4 生态系统多样性

生物多样性的价值

生物多样性对生物的生存和发展具有多方面的价值，主要体现在以下几个方面：固定太阳能、保护水土资源、调节气候、物质循环、生态平衡等。

生物多样性对人类也具有重要价值，主要体现在大量生物资源被用于生产食品、药物、工业原料、能源等。除此之外，生物多样性也促进了科学与教育、休闲和生态旅游、美学鉴赏与文化创作等方面的发展。



图 17-5 生物资源的价值

由此可见，人类的生存，社会的进步，经济的发展，都是建立在生物多样性及由此形成的生物资源基础之上。



知识补给站

一棵树的价值

一棵树到底值多少钱？印度加尔各答农业大学的一位教授，为一棵树算了两笔不同的账：一棵正常生长 50 年的树，按市场上的木材价值计算，它值 300 多美元，但是如果按照它的生态效益来计算，其价值就远不止这些了。

据粗略测算，一棵 50 年树龄的树，累计产生的氧气价值约 31 250 美元；吸收有毒气体、防止大气污染价值约 62 500 美元；增加土壤肥力价值约 31 250 美元；涵养水源价值约 37 500 美元；为鸟类及其他动物提供繁衍场所价值约 31 250 美元；产生蛋白质价值约 2 500 美元。



把这些价值综合在一起，一棵树的价值就不是300多美元，而是19.625万美元了。这还不包括大树每年所结花果所产生的价值，不包括调节气候、美化环境的价值等，更没有将它活到100年甚至更长时间大幅度产生的价值考虑进去。



活 动

认识当地的野菜

你吃过野菜吗？一些在路边随处可见的野菜，可能常被我们视为无用的杂草，其实有些野菜不但具有高营养价值，可能还具有药用价值。而且食用当地原生菜还可以降低食物的碳足迹，新鲜又环保。

常见的野菜有木薯叶、臭豆 (petai)、蕨菜 (paku、midin) 等。尽管野菜营养丰富，味道可口，但是并不是所有野生植物都能为人所食用，因此不能随便采摘食用，以免发生中毒。



理性思维

1. 归纳 各种野菜可食用的部分相同吗?
 2. 应用 请到菜市场调查,或向你身边的人请教,当地有哪些野菜可以食用,并说出其功效。



自我检测

- 1 生物多样性的三个基本层次中，最核心的并关系到其他两个层次存亡的是（ ）
A. 遗传多样性 B. 物种多样性
C. 生物群落多样性 D. 生态系统多样性

2 遗传多样性是同种生物不同个体之间的差异总和。下列生物之间的差异不属于遗传多样性的是（ ）

- A. 肥沃土壤中的水稻植株高大、种子饱满，贫瘠土壤中的水稻植株矮小、种子皱缩
 B. 玉米的高茎和矮茎、顶生和腋生
 C. 果蝇的白眼和红眼、长翅和短翅
 D. 人的白化病、镰状细胞贫血症、血友病和色盲
- 3 下列各项不属于生物多样性价值体现的是（ ）
- A. 用芦苇、秸秆作为造纸原料
 B. 根据苍蝇平衡棒的导航原理，研制新型的导航仪
 C. 利用石油提炼各种柴油、汽油等燃料
 D. 引进蜣螂消除草原上成灾的牛羊粪便
- 4 你可以通过查阅有关的书籍，来增加你对所在地区不同动植物的认识。给自己定一个目标，到高中毕业之前要认识多少种以前不认识的动植物，查出它们的名称、生长地以及生活的方式。

17.2 生物的分类



学习目标

- ★ 能正确地说出生物学名的构成。
- ★ 能以界、门、纲、目、科、属、种不同等级简单地对某种生物进行分类。
- ★ 能比较各个分类系统的优点和局限性，能举例说出有些生物的分类会发生改变的原因。
- ★ 能根据结构及生理上的特征，将常见生物按六界分类系统进行分类。

它是鱼吗？

鲸鱼、鳄鱼、鲸鱼、衣鱼、章鱼和鲍鱼，它们当中哪些属于鱼类？面对自然界成千上万不同类型的生物，科学家们希望能更好地理解生物之间存在的关系，所以也需要对生物进行合乎逻辑的和有意义的“整理”，所用的方法是依据生物分类系统进行分类。

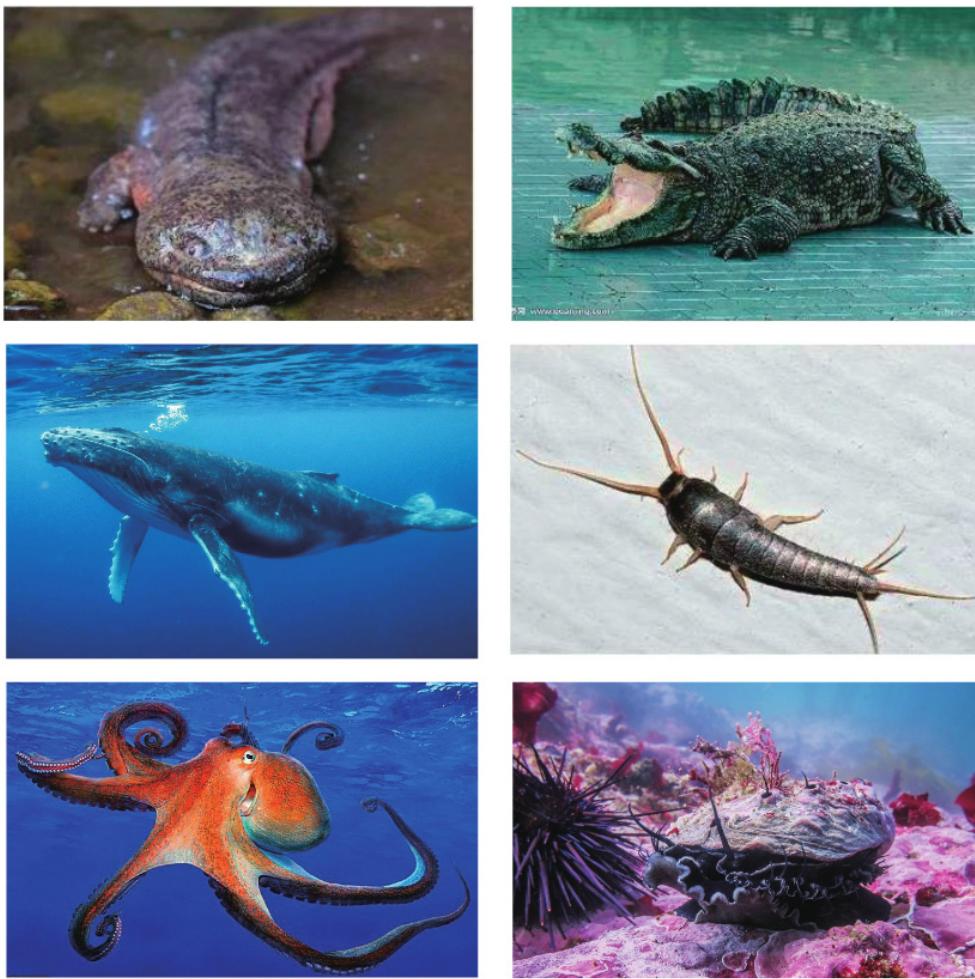


图 17-6 各种各样的“鱼”

问题探讨

1. 应怎样对生物进行分类?
2. 什么是六界分类系统?

现今地球上的生命多种多样、丰富多彩，它们都是过去生物的延续和长期演化的结果。按生物演化和亲缘关系，将不同的生物进行命名和分类是生物学研究的基础。

亚里士多德的分类系统

在亚里士多德 (Aristotle) (公元前 384—公元前 322 年) 之前，人们已经积累了很多关于动植物的知识，但缺乏分类的知识。亚里士多德对此进行了研究，建立了第一个

广泛使用的生物分类系统。他将生物分为两大类：植物和动物。根据植物的大小和结构，又将其分为三类：草本、灌木和乔木。对动物的进一步分类则是根据它们的不同特征，如栖息地和身体结构的差异。

亚里士多德运用二分法进行分类，即某生物具有或不具有某项性状特征。例如他将动物分为“有血的”(脊椎动物)和“无血的”(无脊椎动物)，再用“有毛或无毛”、“四只脚或非四只脚”等生物外在性状特征对动物进一步分类。这样，每种动物都被区别开来。亚里士多德对他认识的550种动物进行了分类。这种“二分法”的思想一直影响着后人。

亚里士多德分类方法虽然有用，但不是按照生物的演化史来分类的。根据这一分类方法，鸟类、蝙蝠和会飞的昆虫都归为飞翔动物，但它们除了都会飞之外几乎没有共同点。随着时间的推移，人们发现了更多的生物，其中一些不适用于亚里士多德分类系统。但直到多个世纪之后，亚里士多德的分类系统才被新的分类系统取代。

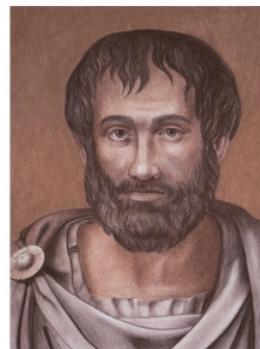


图17-7 亚里士多德

林奈与双命名法

15世纪到17世纪的地理大发现时期，许多航海归来的生物学家和博物学家带回世界各地的动植物，并依自己的喜好为之命名，造成一物多名或异物同名的混乱现象。18世纪中期，瑞典植物学家林奈(Carl Linnaeus)建立了双命名法(binomial nomenclature)，并沿用至今。

按照双命名法，每个物种的学名由两部分组成。第一部分是属名，为名词，第一个字母大写。第二部分是种名(specific epithet)，为形容词，形容物种的特性，为小写，种名后面还可以有定名者的姓名，有时定名者的姓名可以省略。

双命名法的生物学名均是拉丁文，这是因为拉丁文是当时流行的书面文字，变化小，又比英文、法文等正在流行的口语文字更易于为各国科学家所接受。在书面格式上，生物物种的学名都应用斜体字，表明是拉丁文。以下是生物物种学名的举例：

人 *Homo sapiens* 玉米 *Zea mays L.*

在不能用斜体字的情况下，则在学名下面划一道线，以示区别，例如：

果蝇 *Drosophila melanogaster* 水稻 *Oryza sativa L.*



科学轨迹

林奈——分类学之父

1735年，在《自然系统》一书中，林奈将植物按其自身性质分为纲、目、属、种。纲由雄蕊的数目决定，目由雌蕊的数目决定，属由花的多少和形状及位置决定，种则是分类的最小单位，由彼此接近的个体的总和构成。按照林奈的分类方法，植物被分成24个纲。

林奈在生物学中最主要的成果是建立了人为分类体系和双命名法。林奈把前人的全部动植物知识系统化，摒弃了人为的按时间顺序的分类法，选择了自然分类方法。这一伟大成就使林奈成为18世纪最杰出的科学家之一。

瑞典政府为了纪念林奈这位杰出的科学家，先后建立了林奈博物馆、林奈植物园等，并于1917年成立了瑞典林奈学会。

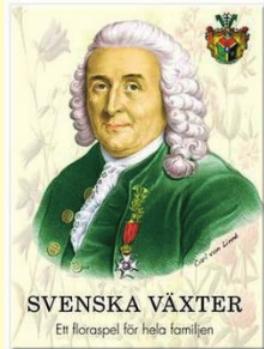


图17-8 林奈



理性思维

1. 陈述 说说林奈对生物科学命名的贡献。
2. 讨论 双命名法在科学上是如何发挥作用的？
3. 科学方法 林奈的双命名法运用了哪种科学方法？

生物系统分类的依据

现在的分类学家进一步发展了林奈的分类系统。他们试图明确生物的亲缘关系，并以此为基础进行分类。在揭示生物的亲缘关系时，既要比较生物的外部和内部结构，又要比较其地理分布和遗传组成。这种按照演化上的亲缘关系进行的分类，通常称为自然分类。这个原则已为大家所接受，但在实际的操作中，什么是区分亲缘关系远近的依据呢？

起初，人们只能以每个物种生物体的外部形态结构为依据，而外部形态往往变化很大，难以把握。于是，在植物分类中，着重于依据变化较小的生殖器官——花和种子的

特征；在动物分类中，通常结合动物体内部结构和生理功能，确定可能的演化关系。例如，鲸、猫、蝙蝠和人的前肢，虽然演化成了不同形式的鳍、腿、翼和手，但是从骨骼构造仍能追溯它们的同源性（homology），这是把外形各不相同的这些物种都归在哺乳动物中的证据之一。

后来，遗传学、免疫学、生物化学和分子生物学的研究成果，逐渐被引入分类学中，从而有了更多的系统分类依据：抗原—抗体反应、蛋白质分子的氨基酸序列、核酸分子中核苷酸的序列等。

近些年，科学家采用基因分析的手段详细地描述鸟类家族之间的关系。200多位科学家基于48种鸟类的全基因组数据，重新构建了鸟类的演化树，表现了每一个主要鸟类家族的特征。这一新的演化树证实了许多过去的猜测，如主要陆禽拥有共同祖先；也解决了一些有争议的环节，比如过去认为亲缘关系较远的鸽子和火烈鸟其实是近亲。

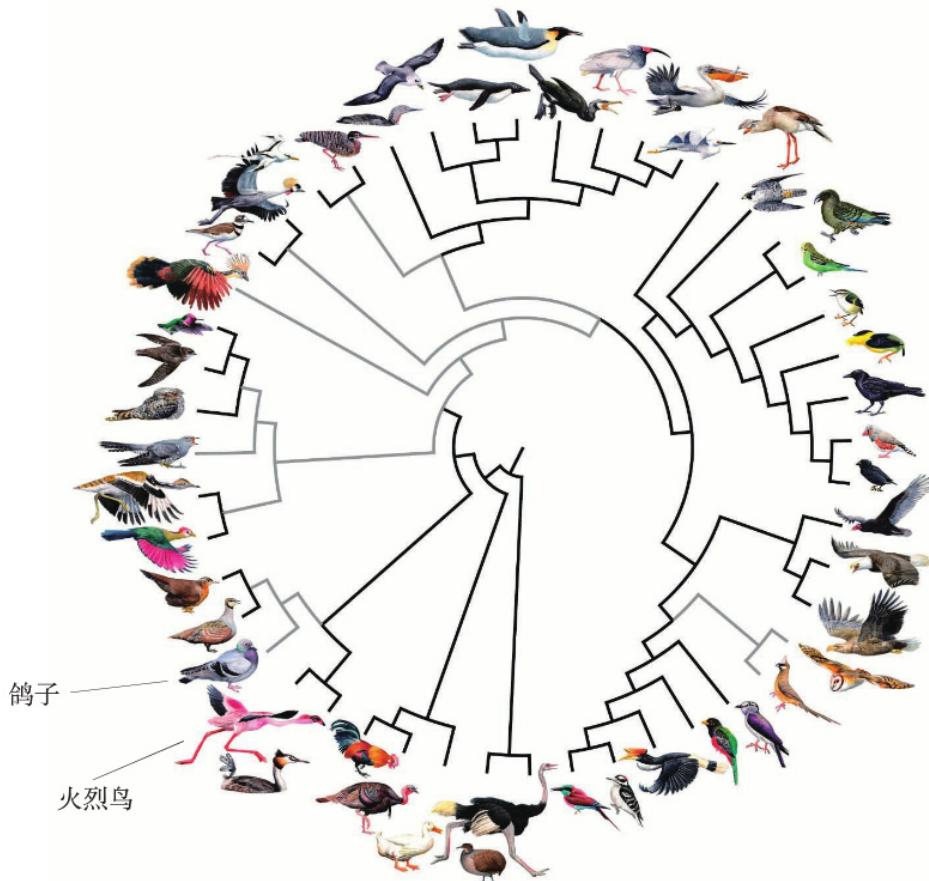


图 17-9 根据新系统绘制的鸟类演化树



生物的分类阶层

为了便于分门别类，根据生物之间相同或相异的程度和亲缘关系的远近，将生物划分为不同等级的若干类群，这些不同大小的分类等级称为分类阶层或分类单位。现在采用的分类阶层共有七级：界（kingdom）、门（phylum）、纲（class）、目（order）、科（family）、属（genus）、种（species）（图 17-10）。这七个阶层之间还可以再分成更细的阶层，如亚纲、亚目、亚种等。界是生物分类的最高阶层，种是生物分类最基本的单位。

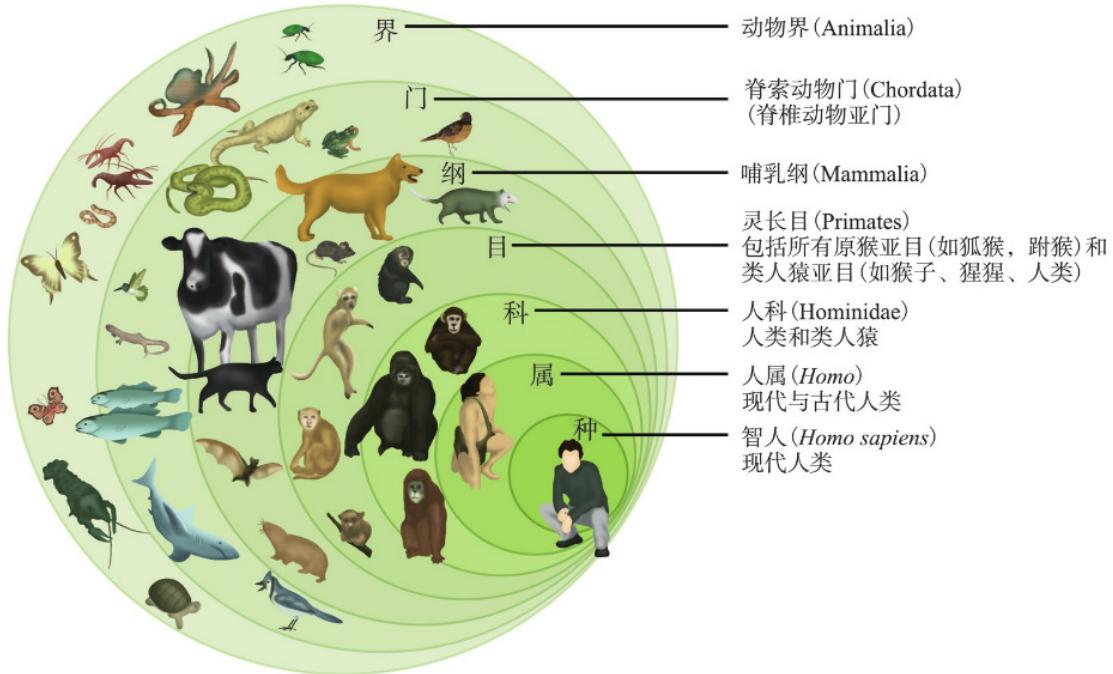


图 17-10 分类阶层及举例



理性思维

1. 讨论 生物分类的依据是什么？
2. 讨论 当从种到界逐级归类时，分类阶层中所有生物共有的特征数目是如何变化的？



知识补给站

生物分类系统的演变过程

随着研究技术的改进和认识的深入，人们先后大致提出了如下几个生物分类系统。

1. 二界分类系统

在18世纪，瑞典生物学家林奈根据固定不动与自由行动的区别，将生物分为植物、动物两大界。细菌类、藻类和真菌类归入了植物界，原生动物类则归入了动物界。

2. 三界分类系统

在二界分类系统中，对于原生动物，因为它们能自由运动和属异养型，所以把它们归入动物界；一些藻类如裸藻和甲藻，因为它们不能自由行动和属自养型，所以把它们归入植物界，但它们有一共同的基本特点：属于单细胞生物，在结构上远比多细胞的动物和植物简单。所以，在19世纪60年代，德国生物学家海克尔(Ernst Haeckel)从演化观点出发，在两界分类系统的基础上又增加一个原生生物界，包括单细胞动物和其他一些难以归入动物界或植物界的单细胞生物，作为植物界和动物界的祖先。这个三界分类系统，初步反映了生物演化的途径。

3. 四界分类系统

随着显微镜技术的发展，可把细胞分成两大类：原核细胞和真核细胞。这两大类细胞的差异，反映了生物演化的不同水平，所以科普兰(Herbert Faulkner Copeland)于1938年提出了四界分类系统，即原核生物界、原生生物界、植物界和动物界。

4. 五界分类系统

人们发现真菌和植物、动物、原生生物有明显的不同，如真菌细胞壁的化学组成是几丁质，储存的是糖原，有别于植物；真菌虽为异养型，但主要为腐生或寄生，有别于动物的异养摄食。因此惠特克于1969年又提出了五界分类系统：原核生物界、原生生物界、真菌界、植物界和动物界。原核生物界包括细菌和其他原核生物；原生生物界包括单细胞真核生物和所有不适合放入真菌界、植物界、动物界中的真核生物。



五界分类系统基本上反映了地球生物的演化历程。在结构上，从原核生物演化到单细胞的真核生物（原生生物界），再演化到多细胞的真核生物；在营养上，从异养生物演化到自养和异养共存，构成了一个完善的能量流动和物质循环体系。

六界分类系统

随着分子生物学技术的进步，科学家发现在五界分类系统中，尽管原核生物界的细菌在形态上很相似，但在结构和分子水平上的差异却很大，于是又把原核生物界分为真细菌界和古细菌界。因此，科学家又提出了六界分类系统：真细菌界（Bacteria）、古细菌界（Archaea）、原生生物界（Protista）、真菌界（Fungi）、植物界（Plantae）和动物界（Animalia）（图 17-11）。

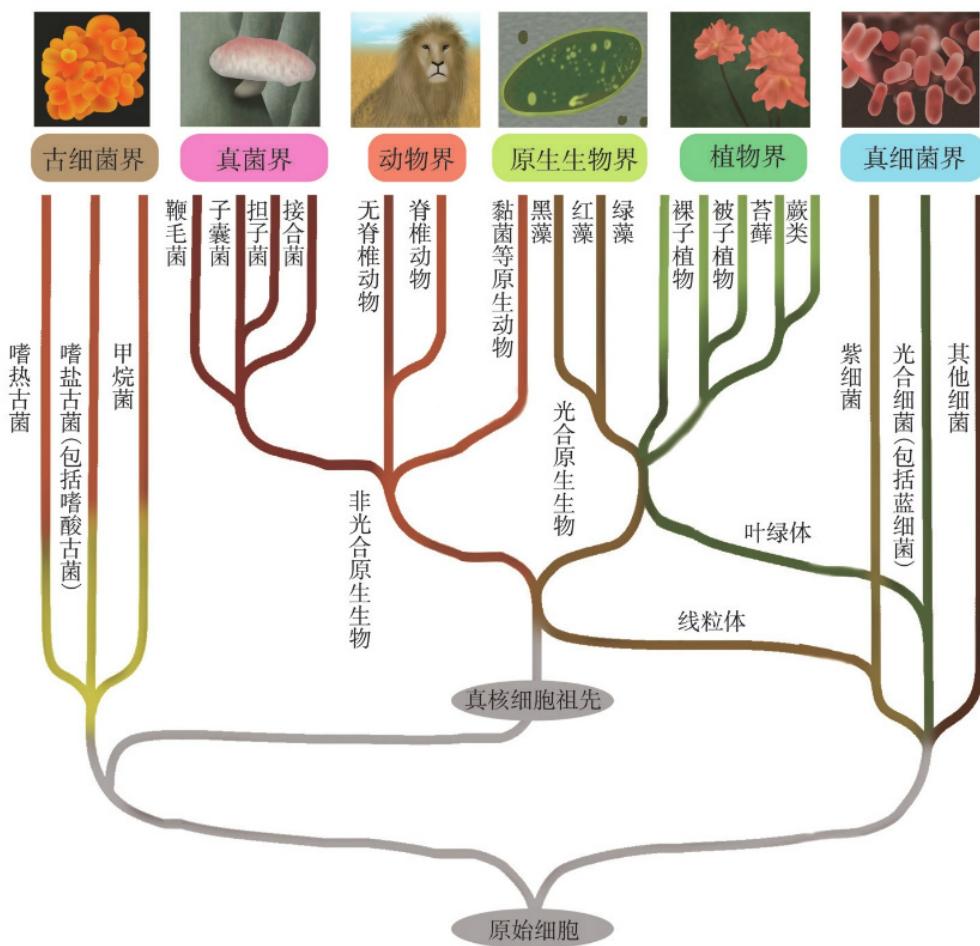


图 17-11 六界分类系统

真细菌界

真细菌是单细胞的原核生物，缺乏核膜及有膜包围的细胞器。其遗传物质成分为DNA，不与组蛋白结合形成染色体，细胞质内还有一质粒。真细菌只有一种RNA聚合酶，负责催化rRNA、mRNA和tRNA的合成。真细菌的细胞壁有保护细菌和固定细菌外形的作用，主要成分为肽聚糖(peptidoglycan)，一种由短肽和糖链结合而成的聚合物。

真细菌在自然界中分布广泛，可生存在土壤、水、生物体中。真细菌包括一般细菌(图17-12)、紫细菌、光合细菌和蓝细菌等几大类。

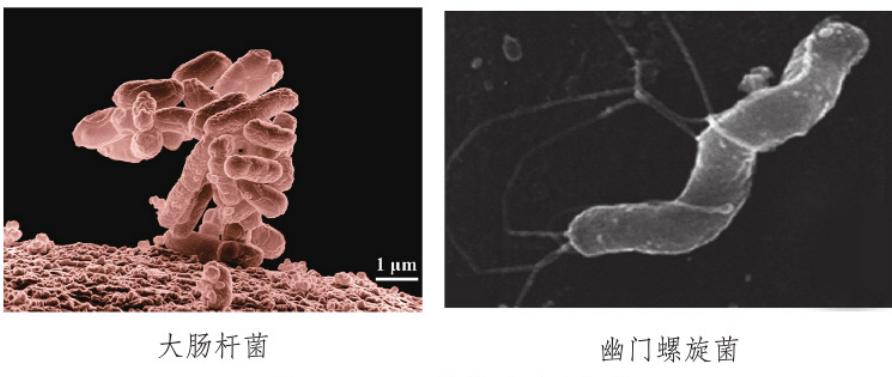


图17-12 几种常见的真细菌

古细菌界

古细菌也是单细胞原核生物，很多特征与真细菌相同，但有某些特征与真核生物相似，如RNA聚合酶的结构和转录、转译的过程比较接近真核生物。此外，古细菌的细胞壁没有肽聚糖，细胞膜上的脂质结构也与真细菌不同。有些种类具有与组蛋白结合的DNA。

古细菌可生活在缺氧的沼泽、盐度很高的湖、非常热的温泉或南极的冰川等极端环境中，如极端嗜盐菌、极端嗜热菌。古细菌的演化速度比真细菌慢，保留了较原始的特征。

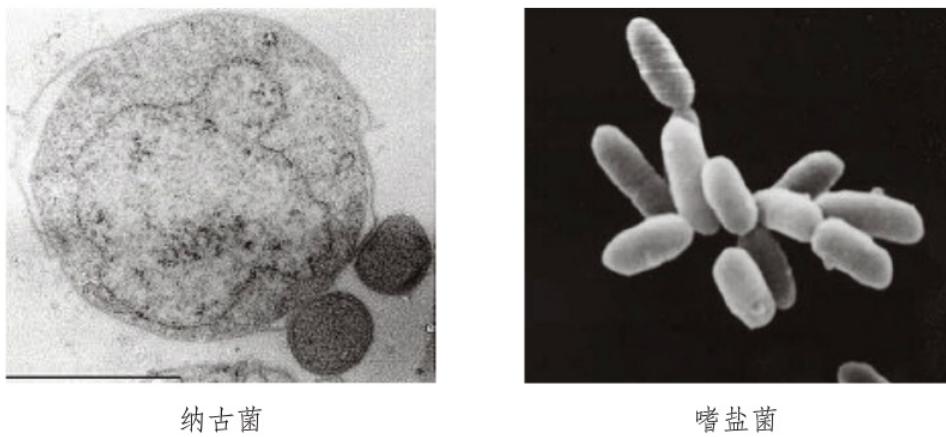


图17-13 几种古细菌



原生生物界

大多数原生生物是单细胞生物，如钟形虫、变形虫等，也有部分是没有复杂组织的多细胞生物，如黏菌、藻类等。这个界包含了许多不适合分入其他界的生物，是六界中形态特征变异最大的一界。

原生生物一般生活在水中或潮湿的土壤中，也有少数原生生物可在人体或其他动物体内生存，并可致病。



马尾藻



黏菌



硅藻



钟形虫

图 17-14 几种原生生物

真菌界

真菌是典型的异养真核生物，在其营养生长阶段一般都形成菌丝体。菌丝具有细胞壁，主要成分为几丁质（chitin）。真菌有些是单细胞真核生物，有些是多细胞真核生物。真菌的细胞内不含叶绿素，它们主要营寄生与腐生，并从动植物活体、死体或土壤的腐

殖质中分解有机质，获取养分和能量。

化石记录中真菌最早出现于4亿年前。已知的真菌有5万多种，常见的有酵母菌、青霉菌、蘑菇、木耳等（图17-15）。

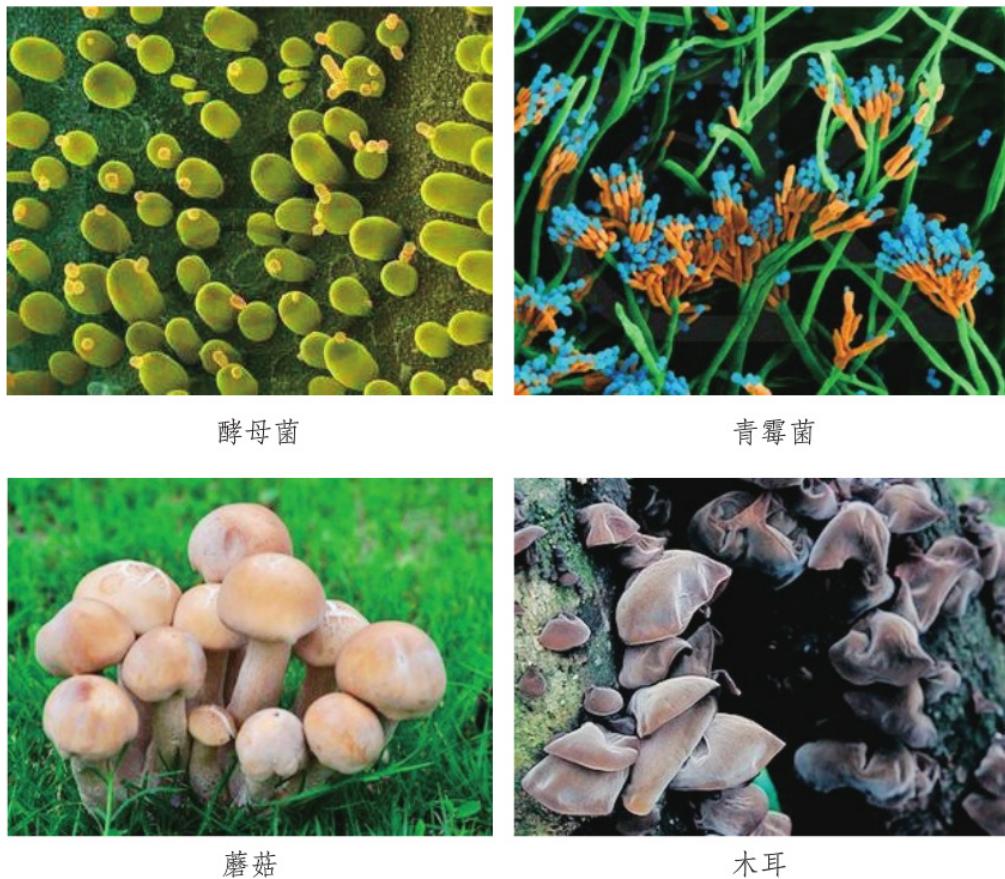


图17-15 各种各样的真菌

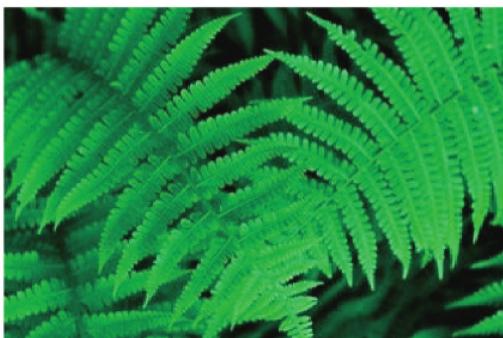
植物界

植物是具有光合作用能力的多细胞自养真核生物，大多适应陆地生活。植物细胞通常含有叶绿体，并具有由纤维素构成的细胞壁。最古老的植物化石显示，它们在地球上已有4亿多年的历史。然而一些科学家认为，植物在地球陆地上存在的时间要远早于化石所显示的时间。植物里没有容易形成化石的坚固结构（如骨骼），因此较少形成化石。

已知的植物约有25万种。依据适应陆地生活的能力和演化的形态特征，可分为苔藓植物、蕨类植物、裸子植物和被子植物四大类（图17-16）。



土马鬃（苔藓植物）



鱼骨蕨（蕨类植物）



马尾松（裸子植物）



鸡蛋花（被子植物）

图 17-16 多种多样的植物

动物界

在化石记录中，动物最早出现于 6 亿年前。在所有生物中，大约 $\frac{2}{3}$ 以上的种类属于动物。动物是多细胞异养真核生物，一般都具有运动能力并表现出各种行为。动物细胞没有细胞壁和叶绿体，在胚胎发生时有囊胚的形成。

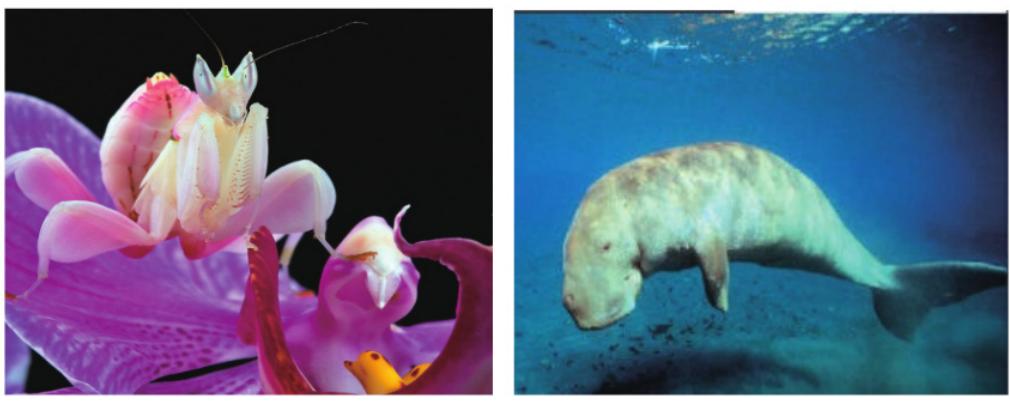
根据形态和行为特征，动物界可分为 35 个门，例如多孔动物门、软体动物门、节肢动物门等。



海绵（多孔动物门）



海兔（软体动物门）



兰花螳螂（节肢动物门）

儒艮（脊索动物门）

图 17-17 形形色色的动物

脊椎动物的分类比较明确。4万多种现存的脊椎动物可以分为圆口纲、软骨鱼纲、硬骨鱼纲、两栖纲、爬行纲、鸟纲和哺乳纲。这样的分类排列顺序反映了脊椎动物从水生到陆地生活的演化过程。



理性思维

- 讨论** 生物学家为什么要对生物进行分类？
- 比较** 为什么林奈的分类方法比亚里士多德的分类方法更合理实用？
- 讨论** 为什么分类系统会不断地进行修改？这些修改会带来哪些改进和问题？
- 比较** 列表比较六界生物的特征。



活动

设计和使用二叉式检索表对生物进行分类和鉴定

二叉式检索表是生物检索表的一种。生物检索表是用来帮助鉴定生物的工具。这个表把生物分为不同的类别。在分类的每一个阶段，生物都按其中一个重要特征来区分。每个特征的确定，都将缩小一次它可能归属的物种范围。



一、提出问题

如何设计和制作二叉式检索表?

二、活动要求

1. 根据结构特征对甲虫进行分类。
2. 设计与制作甲虫的二叉式检索表。

三、活动器材

甲虫图片、刻度尺等。

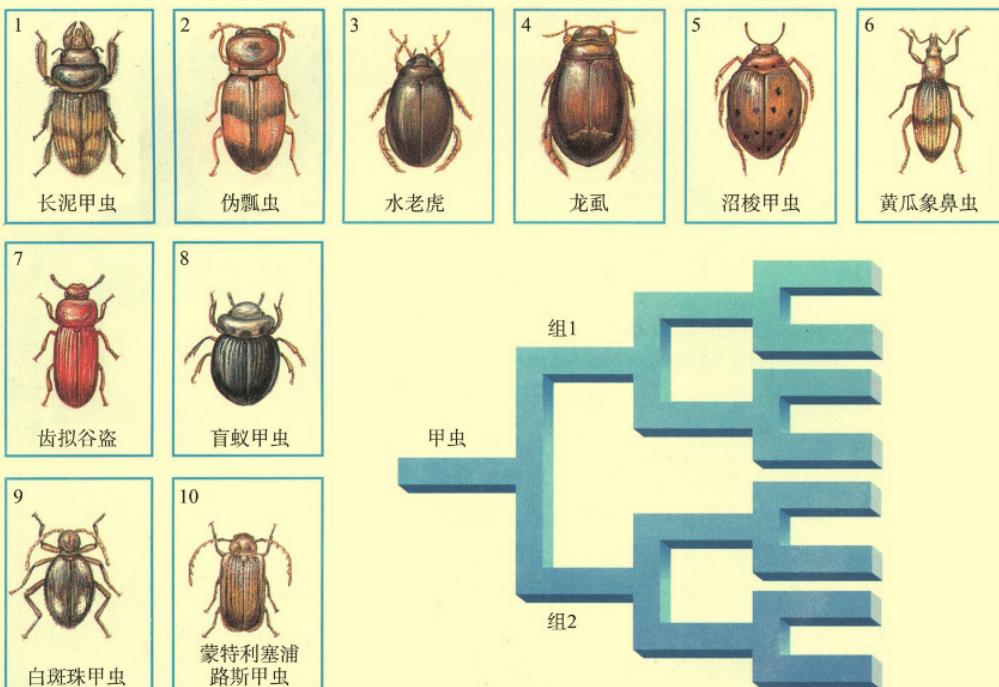


图 17-18 形形色色的甲虫

四、活动步骤

1. 上网查询常见的二叉式检索表的类型。
2. 选择甲虫的一个特征，并根据该特征将甲虫分为两组。如果需要，还可以进行测量。
3. 在示意图中填上被选特征，并写出每组中甲虫的标号。
4. 继续根据另一个特征将这两组甲虫各自再划分成两个亚组。在图中记录所选择特征和甲虫的编号，直到每组只剩下一只甲虫。
5. 根据刚才所绘制的图表制作一个甲虫的二叉式检索表。记住每个分类步

骤中应包含两个选项，编号从1A和1B开始。

6. 与其他组交换二叉式检索表，用他们的方法鉴别甲虫。



理性思维

1. 归纳 列出你在二叉式检索表中用到的三个不同特征。
2. 分类 在设计和使用检索表的过程中，各种特征是越来越普遍还是越来越特殊？
3. 讨论 为什么二叉式检索表通常只给出两个选项而不是更多？



自我检测

- 1 在生物分类的七个阶层中，对生物描述最详细的分类阶层是（ ）
A. 科 B. 种 C. 界 D. 门
- 2 在生物的分类阶层中，分类的阶层越大则（ ）
A. 生物彼此之间的亲缘关系越近
B. 生物彼此之间的共同特征越多
C. 所包含的生物种类越高等
D. 所包含的生物种类越多
- 3 通常生长在极端环境中的原核生物是（ ）
A. 古细菌 B. 原生生物 C. 真细菌 D. 真菌
- 4 在和同学一起出游的过程中，你在一棵树上发现了一种从未见过的生物。通过显微镜观察，发现它有细胞核和细胞壁，但是没有叶绿体。你会将这种生物归入哪一界？说出你的理由。



17.3 人类活动对生物多样性的影响



学习目标

- ★ 简要说出物种灭绝的原因，解释人类在这个过程中的影响。
- ★ 简述人类活动对生态系统多样性的影响。
- ★ 分析人类活动对生物多样性的危机和好处。

消逝的生命

旅鸽一度是世界上最常见的鸟类，曾有30～50亿只生活在北美，是19世纪初世上数量最多的鸟类。历史记录曾形容一个旅鸽的迁徙群体“像一条在天上流动的河流”，需要长达3天时间，才能让整群旅鸽飞越一个地区。然而在短短50年间，旅鸽的数量剧减而至灭绝。1914年9月1日，由人类饲养的最后一只旅鸽在辛辛那提动物园死去，这不但代表一个传奇物种的消失，也使得人们开始关注人类行为导致的物种灭绝。

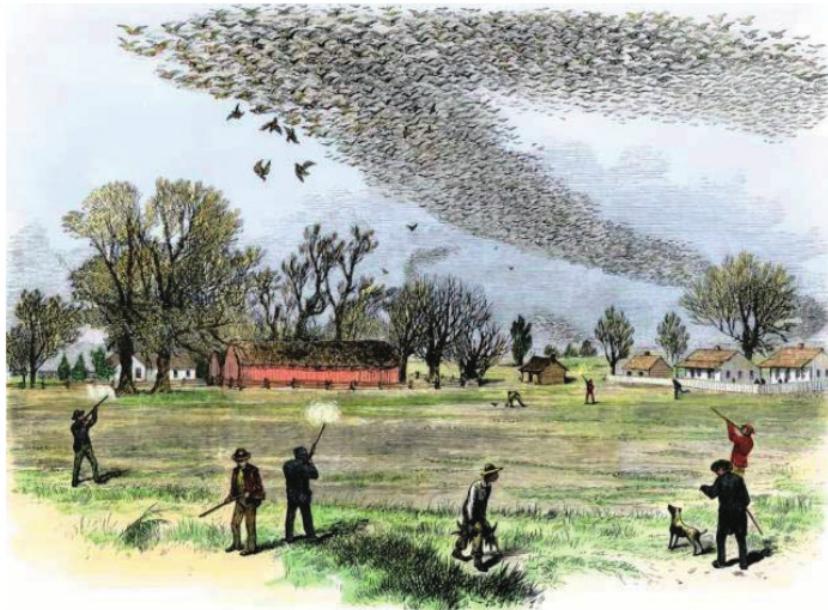


图 17-19 北美旅鸽



问题探讨

1. 我们为什么要担忧物种的灭绝?
2. 人类活动对生物多样性产生哪些影响?

我们周围所有的动物和植物都是地球上的临时“居民”，它们在地球上只有短暂的“居住期”，到了一定的时候，就有可能在地球上灭绝，成为化石。如果地球上曾存活过的10亿~40亿种生物都不会灭绝，你想象一下，这个世界会拥挤成什么样！

物种灭绝是一个自然过程

当一个物种的所有个体都死亡，并且没有留下后代，就说明该物种灭绝了。

按照达尔文的自然选择学说（详见第19章），随着地球环境的变化，地球上不断有新的物种产生，也不断有不适应环境的物种被淘汰。因此，物种灭绝是一个自然过程。那么，我们为什么要如此担忧现代物种的灭绝呢？

物种灭绝是不可逆的。自然界中，许多物种在一起构成复杂的生态系统，相互之间存在十分复杂的依存关系，其中有一些是无法替代的。如果生态系统中某些关键物种灭绝或者数量大幅度减少，整个系统就有崩溃的可能，随之将有更多的物种消失。



知识补给站

地球上的五次物种大灭绝

自从6亿年前多细胞生物在地球上诞生以来，物种大灭绝事件已经发生过五次（图17-20）。

第一次发生在距今4.39亿年前的奥陶纪末期，大约有25%的科和85%的物种灭绝。

在距今约3.64亿年前的泥盆纪后期，发生了第二次物种大灭绝，其灭绝的科占当时科总数的约22%，灭绝的物种约占75%。

而发生在距今约2.52亿年前二叠纪末期的第三次物种大灭绝，是五次大灭绝中最为严重的一次，造成约53%的科和96%的物种消失。



第四次发生在 2.08 亿年前的三叠纪末。虽然三叠纪末集群灭绝造成的影响相对轻微，是五次大灭绝中最弱的，但是仍约有 22% 的科和 80% 的物种灭绝了。

第五次发生在 6 500 万年前的白垩纪末。约 26% 的科，超过半数的属，75% 的种在这次灭绝中消失。曾经称霸一时统治地球达 1.6 亿年的恐龙也在这时灭绝了。

造成物种大灭绝的原因是错综复杂的，每一次大灭绝的原因也不尽相同。一般认为，第一次物种大灭绝是由全球气候变冷造成的，发生在白垩纪末期的那次则是因为小行星撞击地球导致全球生态系统的崩溃。

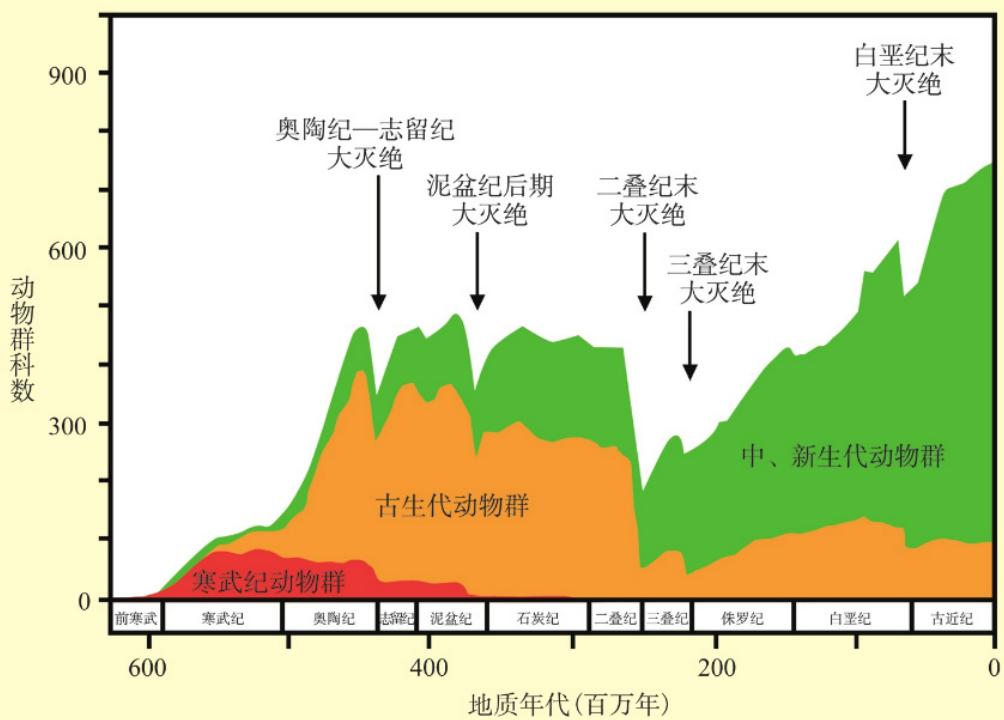


图 17-20 地球上物种五次大灭绝的时间和动物群变化



理性思维

- 批判性思维 查阅资料，收集恐龙灭绝的各种解释，你倾向于哪种观点？说出你的理由。
- 批判性思维 为什么有人认为现在正处于第六次物种大灭绝中？谈谈你对这一观点的看法。

人类活动对遗传多样性的影响

人类活动对物种和生态系统多样性的影响，都会导致遗传多样性的丧失。许多物种的遗传多样性由于人为因素正在迅速下降，有的已经威胁到物种的生存，有的则产生了潜在的危险。如我国的特有物种马来亚虎 (*Panthera tigris jacksoni*)，因为人类过度捕捉和大量砍伐森林造成森林面积减少，栖息地被隔离成小区域（栖息地的岛屿化），导致马来亚虎寻找配偶困难，与各区域的马来亚虎间基因交流减少，其遗传多样性下降，将导致马来亚虎走向濒危，如果情况没有改善，可能在5~10年内灭绝。

另外，人类活动对农作物等人工选择品种的遗传多样性也有较大影响。目前全世界有30 000种可食用的植物，但是其中的30种就占了世界95%的粮食消费，这些种类包括水稻、小麦、玉米、马铃薯。这些农作物品种的传播很快排挤了本地品种，使当地种类大大减少甚至完全消失。农作物缺乏遗传多样性，更易受病原体和害虫的攻击。因人口增长的需要，各地都一味推广优质、高产品种，而忽视许多地方品种和野生种的保护，导致大量遗传多样性的丢失（图17-21）。而遗传基因的丢失无法挽回，其损失是无法估量的。

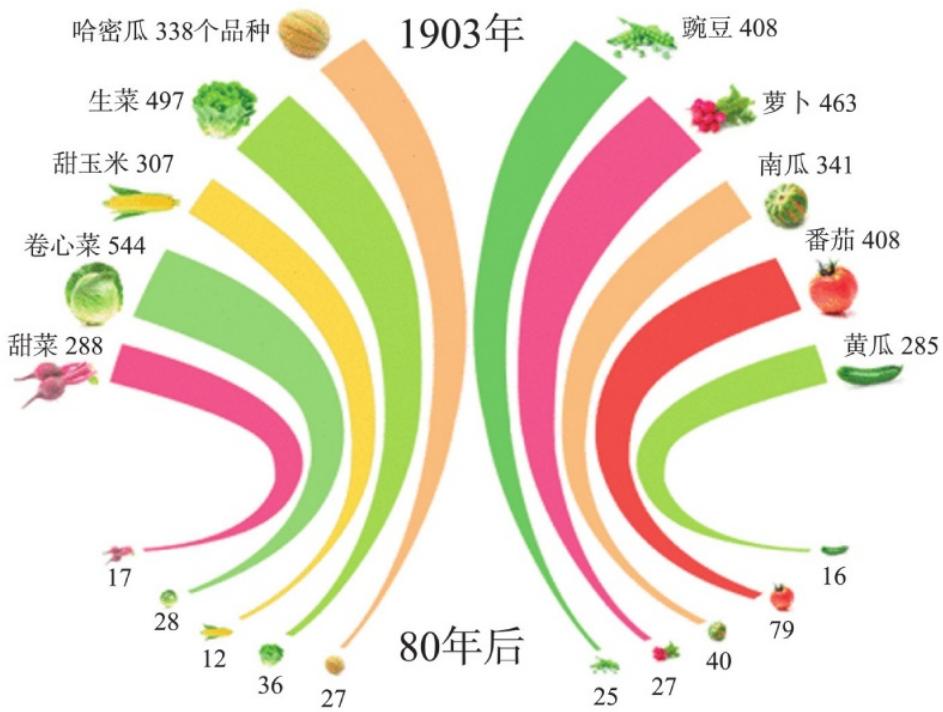


图17-21 一个世纪以来美国商品种子库所提供的农作物品种数量快速下降



遗传多样性是一笔巨大的潜在财富，我们无法预见何时何种状况下，其中哪个基因可能帮助物种渡过难关，所以保护种群遗传多样性，就是保护各物种以及人类明天的生存。



绿色革命

20世纪60年代起，国际农业发展组织将高产谷物品种和与之配套的施肥、灌溉等农业技术，推广到亚洲、非洲、南美洲的部分地区，促进其粮食的增产。这项技术改良活动称为“绿色革命”。

在绿色革命中，有两个国际研究机构做出了突出贡献。一个是国际玉米和小麦改良中心，以诺贝尔和平奖获得者勃劳格（Norman Ernest Borlaug）为首的小麦育种专家，把分别具有矮化基因和抗锈病基因的小麦杂交，选育出株高40~50 cm，同时具有抗倒伏、抗锈病、高产等突出优点的小麦。另一个是国际水稻研究所，利用转基因技术，在成功培育出优质的“国际稻8号”水稻后，在抗病害、适用性方面不断进行改良。

上述品种在发展中国家迅速推广，并产生了巨大效应。印度实施绿色革命发展战略，1966年从墨西哥引进高产小麦品种，同时增加了化肥、灌溉、农机等投入，至1980年粮食总产量从7235万t增至15237万t，由粮食进口国变为出口国。

绿色革命使急剧上升的人口温饱问题得到了暂时的解决，却导致了遗传多样性的巨大损失。

人类活动对物种多样性的影响

在人类出现以前，物种的灭绝与物种的形成一样，是一个自然的过程，两者之间处于一种相对的平衡状态。据估计，物种自然灭绝的速率为大约每100年仅有90个物种灭绝。人类出现以后，尤其是近100年来，地球上物种灭绝速率约为每天灭绝75种，即每小时有3个物种在地球上永远消失。据统计，人类活动造成的物种灭绝比自然灭绝的速度快了100~1000倍，远远超过产生新物种的速率。

世界自然保护联盟（IUCN）2019年发布了《濒危物种红色名录》，其中收录了现存

的98 512个物种，有23 928种正遭受灭绝的威胁，占24%（图17-22）。一个物种的灭绝可能同时引起20~30个物种的灭绝，因为作为自然群落组成的物种，与其他物种之间存在着复杂的连锁关系（如食物链等）。

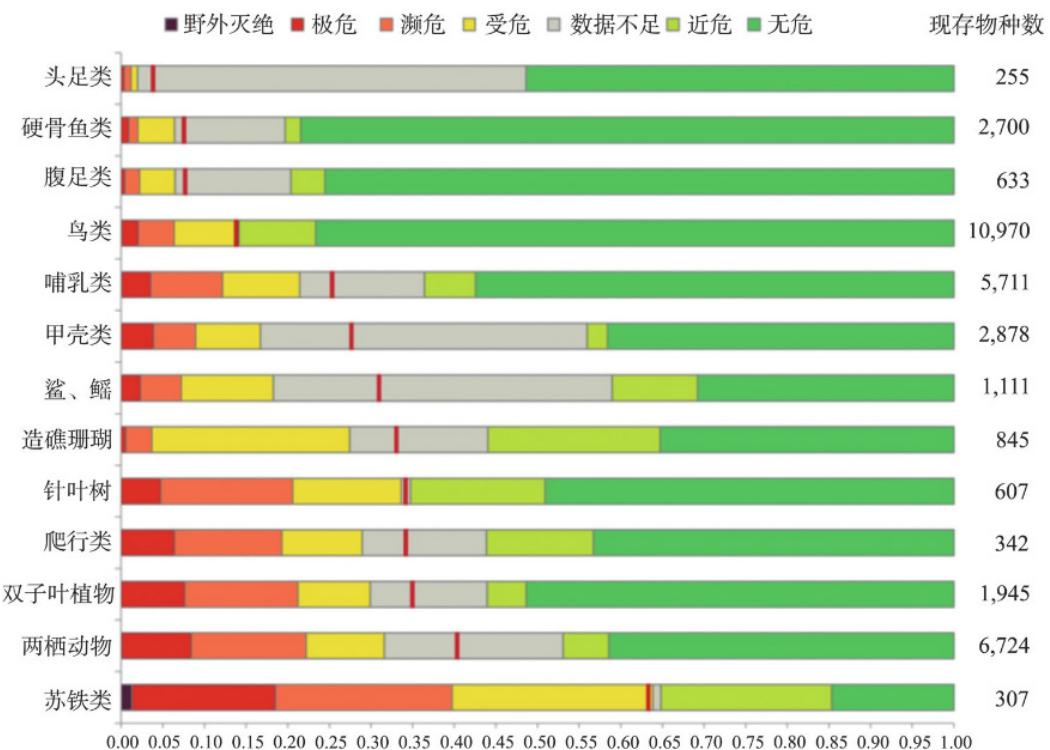


图17-22 现存物种在IUCN《濒危物种红色名录》中的比例（图中垂直的红线表示受到威胁的现存物种比例的估计，如两栖动物为40%，哺乳类为25%）

外来物种

生态系统是经过自然界长期演化而成的，系统中的物种经过上千年、上万年的竞争、排斥、适应和互助互利，形成了彼此之间相互依赖又相互制约的密切关系。在自然条件下，山脉、河流、海洋等的阻隔，以及气候、土壤、湿度、温度等自然地理因素的差异，构成了物种迁移的障碍。一个物种要进入新的生态系统，更多时候是由于人类活动有意或无意导致的。

当外来物种被引入后，有可能无法适应新的栖息地而很快灭绝，或需要人为帮助才能勉强生存，也有可能适应新环境而生存下来。如果在新环境中没有天敌，加上繁殖力旺盛，外来物种就会与原生物种发生竞争，危及原生物种的生存，甚至导致某些原生物种的灭绝，破坏当地生态平衡。

例如，南美洲银合欢 (*Leucaena leucocephala*) 被广泛提倡作为热带地区的粮草以及



造林物种，然而同时它的种群也不断扩张，威胁原生物种的生存。又如，作为食物的美国牛蛙 (*Rana catesbeiana*) 和南美洲福寿螺 (*Pomacea canaliculata*)，或是作为宠物的红耳彩龟 (*Trachemys scripta elegans*)，一旦被放生到野外，可能会在缺乏天敌的情况下迅速繁殖。



南美洲银合欢



福寿螺

图 17-23 几种危害严重的外来物种



理性思维

- 评价 你是否认同引入外来物种作为国家的经济作物的做法？请说出你的理由。
- 分析 利用基因工程对灭绝生物或濒危生物进行复育或跨物种的基因重组，对生物多样性会造成什么影响？



知识补给站

渡渡鸟

15世纪，欧洲人相继来到南印度洋的毛里求斯岛，把这里当作航海的中转站，同时随意引入了猴和猪，使当地8种爬行动物、19种鸟类先后灭绝，其中包括渡渡鸟（图17-24）。渡渡鸟是仅产于毛里求斯岛上的一种不会飞的鸟，它是人类历史上第一个被记录下来因人类活动而绝种的生物。而靠渡渡鸟吃下种子消化掉硬壳后才能发芽生长成树木的大颅榄树，在渡渡鸟灭绝后，也濒临灭绝。后由

科学家找出方法——磨薄外壳或让火鸡消化掉外壳，再培育生长，最终大颅榄树绝境逢生。



图 17-24 渡渡鸟和大颅榄树

人类活动对生态系统多样性的影响

地球上的环境因素随纬度、气候、地形等影响而不同，居住在不同生境的生物群体，各自造就了独特的生态系统。不同的生态系统，依据其结构关系的不同，生物多样性的丰富度也有差异。例如在寒冷的阿拉斯加，一个足球场大小的森林大约只有 40 种不同种类的植物，而在亚马逊热带雨林便有 300 种之多。

健康的生态系统具有调节能力，但若是外力干涉强度超过其复原能力，便有可能造成永久性的伤害，造成整个生态系统崩溃。热带雨林、湿地与珊瑚生态系统是生物圈中物种非常丰富的生态系统，但却容易受到人类活动的破坏。例如在亚马逊热带雨林地区，很多林地被开垦造成了栖息地的消失，而且难以重建。又如澳洲的大堡礁，这个世界上最大最长的珊瑚礁群原有约 35 km^2 ，但如今其中 $\frac{2}{3}$ 的珊瑚已随着海洋温度上升而严重白化，不再适宜作为海洋生物的家园。

生态系统多样性的减少，是人类生存条件和生存环境恶化的一个信号，这一趋势目前还在加速发展的过程中，其影响固然直接危及当代人的利益，但对于后代的考验更为严峻，未来可能无法持续发展。



活 动

收集并分享我国濒临灭绝的动植物相关资料

地球上现存每种生物都是经过长期的自然选择后留下的。因此，它们和人类一样，都拥有生存的权利。但是由于人类的不当活动，许多生物种群数量迅速下降，面临灭绝的困境。很多人对这些濒临灭绝的生物知之甚少，因此也不知如何去保护它们。

一、目的要求

1. 收集有关濒危生物的相关资料，分析生物濒危的原因。
2. 学会收集、甄别、处理、整合资料的方法。

二、活动建议

1. 选取《濒危物种红色名录》中涉及我国的某种生物，通过互联网、学术期刊、专业书籍等途径，收集相关资料，深入了解相关濒危生物的信息。
2. 将收集到的资料进行整理归类，以信息卡的形式记录。通过海报或PPT展示等形式分享你所收集的信息卡，关注濒危动植物。

表 17-1 濒危物种信息卡

濒危物种名称	
生活环境及分布地	
现存数量	
濒危等级	
导致濒危因素	
资料来源	



理性思维

1. 讨论 针对该物种出现濒危的因素，应如何制定针对性保护措施？

2. 讨论 当前全球生物多样性所面临的问题有哪些?
3. 辩论 有人主张对某濒临灭绝生物的天敌进行捕杀以保护该物种。你认同这种观点吗?请说出你的理由。



自我检测

- 1 据记载,进入20世纪后,几乎每年都至少有一种鸟类或哺乳动物从地球上消失,造成野生动物濒危和灭绝的最主要原因是()
 A. 干旱少雨,饮水缺乏 B. 天敌过多,大量被捕食
 C. 食物不足 D. 人类活动破坏了生态系统
- 2 人类活动对生态系统有多方面的影响,下列说法不合理的是()
 A. 猎杀野生动物是加快物种灭绝的原因之一
 B. 栖息地大量破坏导致物种多样性减少
 C. 只要人类不再猎杀野生动物,物种多样性就不会再减少
 D. 生态系统中一个物种的灭绝可能会影响其他物种的生存
- 3 巴西龟是从国外引进的物种,许多家庭把它当宠物饲养。其生长速度快、繁殖力强、易存活,生存能力强。一旦放生到野外,因基本没有天敌且繁殖迅速,会大量掠夺其他生物的生存资源。
 ①如果巴西龟造成生态入侵,将会使这些地区()
 A. 原有物种的生存受到威胁 B. 物种多样性增加
 C. 生态系统的营养结构趋于复杂 D. 遗传多样性增加
 ②下列说法合理的是()
 A. 巴西龟能很快地适应新的生存环境,其种群数量一直呈现J型增长
 B. 巴西龟成灾的原因之一是本地存在有种间互助的种群
 C. 巴西龟的引进可改变该地生态系统中物种间的关系,使生物多样性面临威胁
 D. 为控制巴西龟的大量繁殖,最好的办法是再从原产地引进其天敌
- 4 在20世纪70年代,由于养虾业的发展,大片沼泽地被改造成为养虾地,加上当地的水泥厂也严重影响蝙蝠栖息的石灰岩山洞,造成蝙蝠的数量大幅度减少。与此同时当地的榴莲产量也莫名其妙下降,尽管榴莲树看上去一点问题都没有。请解释此现象。



17.4 生物多样性的保护



学习目标

- ★ 说出保护生物多样性的措施。
- ★ 形成生物多样性保护需要从我做起的意识。

虎鲸 Keiko

1993 年电影 *Free Willy* 的主角是墨西哥海洋公园的虎鲸 Keiko。演完电影后 Keiko 声名大噪，制片公司承受不住影迷的压力，只好成立“释放威利基金会”，并为 Keiko 制造一个专门的“康复水池”模拟大自然的环境，以让 Keiko 学会如何在野外生活。在短短的几个月之内，有上百万儿童积极地参与活动，把他们的零用钱捐出来，就是为了救出 Keiko 并还给它自由。

1998 年，Keiko 搭上军机回到了离开 24 年的冰岛，在人工海湾学习跟其他的鲸过生活，并在四年后跟着一群虎鲸重返海洋。然而 Keiko 仍时常回到海边跟游客接触，甚至让那些游客骑在它的背上。当地的动物保护协会为了避免回归计划失败，下令禁止人类再次接触 Keiko。2003 年，正值壮年的 Keiko 死在浅滩。



图 17-25 虎鲸 Keiko



问题探讨

1. 有哪些措施能有效保护生物多样性?
2. 作为个人能通过哪些途径参与“生物多样性”的保护行动?

人类的生存和发展依赖自然，同时，人类活动也改造自然。生物多样性是宝贵的自然遗产，丰富的生物多样性对人类的生存、社会的发展有着举足轻重的作用，保护、维持并发展现有的生物多样性，合理持续地开发利用生物资源，保护生物种群持续生存和繁衍所依赖的生态环境，达到人与自然和谐统一，是生物多样性保护的根本目标。

生物多样性的保护措施

生物多样性的保护措施，可以概括为就地保护和迁地保护两大类。

就地保护 (*in situ conservation*) 是指在原地建立自然保护区或国家公园等对物种或生态系统进行保护。就地保护不仅保护着濒危物种和典型的生态系统，而且在教育、科研、旅游等方面也有重要作用。就地保护是对生物多样性最有效的保护措施。

我国政府设立了许多自然保护区和国家公园。其中砂拉越的姆鲁山国家公园（图 17-26）和沙巴的京那巴鲁国家公园（图 17-27）更是世界遗产。这些公园虽然只占到很小的国土面积，却有效地保护了该地区的生物多样性。



图 17-26 姆鲁山国家公园



图 17-27 京那巴鲁国家公园

迁地保护 (*ex situ conservation*) 是指将被保护的物种从原产地迁移到条件良好的其他环境中进行保护，它是一种被动的生物多样性保护措施。随着自然环境的日益恶化，迁地保护越来越显示出其重要性。对于一些濒危物种来说，如果其野生种群数量太少，



或适合其生存的自然栖息地已被破坏殆尽，则迁地保护就能为行将灭绝的物种提供最后的生存机会。

我国政府建立了许多动物园、植物园和濒危生物繁育中心，例如，婆罗洲马来熊保育中心、霹雳班台海龟保育中心等，来保护那些濒危的物种。一旦人工繁育成功，就可以将这些野生生物放归野外。民间也有多个环保组织积极参与生物多样性的保护，如大马自然协会、马来西亚龟类保护协会。



婆罗洲马来熊保育中心



马来西亚龟类保护协会



大马自然协会

图 17-28 各协会标志

建立栖息地走廊

人类活动使得大面积连续分布的生物栖息地变成许多面积较小的片段。当环境发生变化，生态系统变得不适宜野生生物生存的时候，就会妨碍栖息动物的迁移。为此，科学家采取了另一个保护生物多样性的措施——建立栖息地走廊。

栖息地走廊是允许物种在两个地区间迁移的保护地带。研究发现，栖息地走廊能帮助动植物在其栖息地遭到毁坏后渡过难关。世界上很多地区都为野生动物建立了栖息地走廊。例如，中国青藏铁路穿越可可西里、羌塘等国家级自然保护区，为保障藏羚羊等珍稀野生动物的正常生活、自由迁徙和繁衍，青藏铁路沿线设置了 33 处野生动物通道，让藏羚羊可自由迁徙。又如我国沙巴苏高区 (Sukau)，在京那巴打岸河支流上，利用简单的绳桥连接两岸树木，帮助不会游泳的红毛猩猩渡河，避免遭受溺水或被鳄鱼袭击。

此外，世界各国还通过建立种子库、细菌菌种保存库、野生动物细胞库等来保护濒危物种。



图 17-29 圣诞岛上为红蟹修建专用通道



科学·技术·社会

斯瓦尔巴全球种子库

斯瓦尔巴全球种子库 (The Svalbard Global Seed Vault) 是挪威政府于 2008 年在斯瓦尔巴岛设立的一个非盈利的、全球性的植物遗传基因库，隶属北欧遗传资源中心管理。设立这个库的目的是给全球其他 1700 多个基因库做一个终极备份。

它坐落于北极圈内，距离极点约 1000 km 的斯瓦尔巴群岛山体中，位于一座砂岩山内部 120 m 处，高出海平面 130 m，独特的地理位置使它相对远离其他种子库面临的各种“天灾人祸”，即使冰川融化仍然能够保持其干燥环境，被称为是全球农业的“诺亚方舟”。

这座种子库的室外用 1 m 厚的隔温混凝土板保温，常年维持零下 18 °C，可承受里氏 6.2 级地震与核武器攻击。种子库分为三个储藏室，每个储藏室能够储存 150 万个样本，每个样本保存约 500 粒种子。至 2018 年，已储存了来自全球各种规模基因银行超过 6000 个植物物种的 107 万份种子备份，包括豆类、小麦、水稻等人类赖以生存的农作物种子。

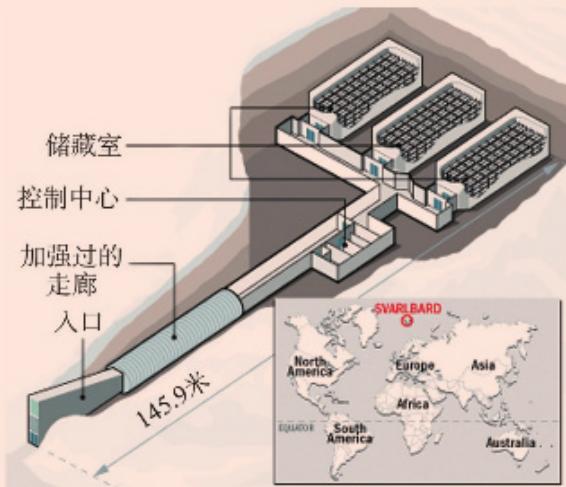


图 17-30 斯瓦尔巴全球种子库



活 动

参观自然博物馆

自然博物馆是收藏、制作和陈列天文学、地质学、植物学、动物学、古生物学和人类学等方面具有历史意义的标本，供科学的研究和文化教育的机构使用。从广义角度讲，动物园、植物园、水族馆等都属于自然博物馆。

一、活动要求

1. 通过参观自然博物馆，了解地球上不同环境中生活着不同的生物。
2. 系统了解生命起源、动植物演变和人的产生等知识，扩大知识面，增加感性认识。
3. 通过对动植物近距离的观察，增进对动植物亲近的感情，逐步养成与大自然友好相处的意识。
4. 通过活动中提出问题、解决问题的过程，提高分析问题与解决问题的能力。

二、活动提示

1. 查阅资料，简单介绍自然博物馆的基本情况。
2. 收集、汇总学生对自然博物馆感兴趣的问题。
3. 组织学生讨论参观的注意事项和礼仪。
4. 简单介绍参观的路线和主要展厅。
5. 与自然博物馆联系，确定参观时间、路线、讲解员等。
6. 组织学生参观自然博物馆。
7. 总结、汇报、分享参观的感受。



理性思维

1. 讨论 自然博物馆的“作用”有哪些？
2. 讨论 针对你参观的自然博物馆提出一些建议，以更有效保护生物多样性。



科学·技术·社会

生物多样性保护的政策

为了保护珍稀野生动植物资源和具有特殊意义的自然生态系统，世界各国普遍重视生物多样性的保护。因此，各国纷纷制定了有利于生物多样性保护的政策。

1992年，158个国家的领导人在巴西里约热内卢联合国环境与发展大会上，共同签署了《生物多样性公约》(Convention on Biological Diversity, 简称 CBD)，并于1993年正式生效。截至2015年，有196个国家或地区（包括我国）成为 CBD 的缔约方。

CBD 是一项有法律约束力的公约，它有三个主要目标：①保护生物多样性；②生物多样性组成成分的可持续利用；③以公平合理的方式共享遗传资源的商业



利益和其他形式的利用。CBD 旨在保护濒临灭绝的植物和动物，最大限度地保护地球上的多种多样的生物资源，以造福于当代和子孙后代。CBD 的签署，标志着世界范围内的自然保护工作进入了一个新的阶段。从此，保护生物多样性、避免生态灾难成为全人类共同密切关注的课题。

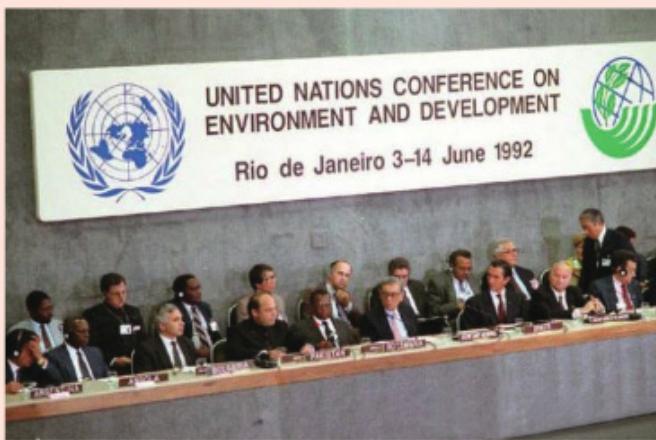


图 17-31 《生物多样性公约》的签署

我国于 2016 年发布《2016 ~ 2025 年马来西亚国家生物多样性政策》，为保护我国的生物多样性提供了方向和框架。该政策具有五个目标：

1. 授权和利用利益相关者的承诺以保护生物多样性。
2. 使直接或间接对生物多样性产生不利影响的压力显著降低。
3. 保护我们所有的关键生态系统、物种和遗传多样性。
4. 确保公平分配利用生物多样性所产生的利益。
5. 加强所有利益相关者的能力、知识和技术以保护生物多样性。



理性思维

1. 讨论 为什么有那么多国家加入《生物多样性公约》？
2. 讨论 作为个人能通过哪些途径参与“生物多样性”的保护行动？
3. 批判性思维 评论政府在生物多样性保护政策上的完善性及有效性。

 **自我检测**

- 1 关于生物多样性的保护，下列说法合理的是（ ）
 - A. 自然保护区的功能是接纳各地迁移和捕来的野生动物并加以保护
 - B. 鼓励人们进入保护区，给鸟类建巢与喂食
 - C. 迁地保护就是把大批野生动物迁入动物园、水族馆等进行保护
 - D. 对于珍稀濒危物种，禁止一切形式的猎采与买卖
- 2 下列不属于通过保护濒危物种来保护生物多样性的措施的是（ ）
 - A. 实验室保存物种的基因库
 - B. 濒危物种个体间进行近亲有性繁殖
 - C. 适时适量地开发濒危物种作为资源
 - D. 建立自然保护区，提高繁殖率和存活率
- 3 每年的5月22日是国际生物多样性日，各地推出过一些政策措施，其中对保护生物多样性不利的是（ ）
 - A. 颁布《国家级自然保护区条例》
 - B. 成立森林鸟类自然保护区
 - C. 引进植物新物种，以增加湿地公园的物种多样性
 - D. 将受到威胁的生物迁入动物园或植物园，进行保护和管理
- 4 马来貘分布于马来半岛、苏门答腊等地。它是喜水的动物，从不离开森林的水边，常常待在水中或泥中，不喜欢强光的刺激，常在夜间出来活动，以多汁植物的嫩枝、树叶、野果为食。马来貘没有坚硬的犄角等进攻和自卫的武器，是一种非常胆小而和善的动物。

根据上述资料，请提出两项以上保护马来貘的措施。



本章小结



生物多样性包含遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性三个层次。遗传多样性是指物种内基因和基因型的多样性，是生物多样性的重要组成部分。物种多样性是指某一区域内所有生物物种及其各种变异的总和。生态系统多样性包括生境、生物群落和生态系统结构与功能的多样性。无论是物种多样性还是遗传多样性，都寓于生态系统多样性之中。生物多样性的价值除了直接为人们提供食物、药材、原料等，还体现在固定太阳能、保护水土资源、调节气候、休闲和生态旅游等方面。

地球上的生物种类繁多，可以对其进行分类。目前采用的分类系统是六界分类系统（即真细菌界、古细菌界、原生生物界、真菌界、植物界和动物界）。现在采用的分类阶层共有七级：界、门、纲、目、科、属、种。

物种灭绝是一个自然过程，但在人类活动的强烈干扰下，近百年来物种灭绝的速度比自然灭绝的速度快了 $100 \sim 1000$ 倍。人类活动对遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性都产生了许多不良的影响，因此要对生物多样性进行保护。生物多样性的保护措施主要有：就地保护、迁地保护和建立种子库等。



习题

1. 当鹿群的数量超过一定程度后，自然保护区允许当地的猎人进林捕鹿，这样做的目的是为了（ ）
 A. 防止栖息地的消失 B. 防止栖息地片段化
 C. 防止栖息地退化 D. 增加物种的多样性
2. 物种多样性是指地球上动物、植物和微生物等生物种类的多样性，包括（ ）
 A. 特定区域内某物种的种群密度
 B. 某特定区域内物种的丰富程度
 C. 特定区域内某物种的个体数量
 D. 全球主要生物类群的物种数目
3. 在分类学上，小麦和玉米同科不同属，小麦与大豆同门不同纲。下列说法正确的是（ ）
 A. 小麦和玉米、大豆之间没有共同的特征
 B. 小麦与玉米、大豆之间共同特征一样多
 C. 小麦和玉米之间共同特征少，小麦和大豆之间共同特征多
 D. 小麦和玉米之间共同特征多，小麦和大豆之间共同特征少
4. 生物生活的环境可以是海洋、森林、荒漠、草原等，这体现了（ ）
 A. 遗传多样性 B. 物种多样性
 C. 基因多样性 D. 生态系统多样性
5. 现在物种绝灭的速度是过去的成百上千倍，造成这种结果的主要原因是（ ）
 A. 自然灾害 B. 基因突变
 C. 种间竞争 D. 人类活动
6. 关卡检疫部门对进口货物进行严格检疫，禁止境外生物（包括虫卵和细菌）流入境内。若外来生物流入境内，可能会（ ）
 ①在相当长一段时间内呈J型增长 ②缺少天敌 ③对本土生物有一定影响
 ④不适应新环境而很快灭亡
 A. ①② B. ③④
 C. ①②③ D. ①②③④



7. 下列属于保护生物多样性的措施是（ ）
- A. 为了美化城市环境，随意从国外引入多种观赏类植物
 - B. 为了保护草场，并减少沙化，杀死危害草原的全部黄鼠
 - C. 将动物迁入野生动物园繁育，并尝试进行野外放归实验
 - D. 为了控制水葫芦在某地的疯长，应引入天敌
8. 美国加利福尼亚秃鹰几乎已经绝迹，少数仅存的几只秃鹰现在已经饲养在樊笼中。其后代被成功放归，成功的原因可能是（ ）
- A. 放归的区域与导致其死亡的区域相距较近
 - B. 修建走廊，允许这些鸟类能不受限制地在野外飞翔
 - C. 这种鸟属于外来物种，当它放归野地时，由于没有任何捕食者，所以可以在这个地区生存
 - D. 放归的鸟类所到达的地区，与其原来的生存地环境相类似
9. 小明找到了如图 17-32 所示的 8 只甲虫，请你依据甲虫的足、触角、背部形状和色斑的不同，编制一张检索表。

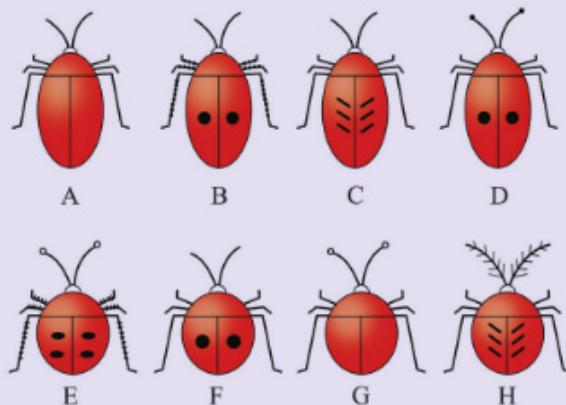


图 17-32 不同的甲虫

10. 为了保护濒危物种渔猫，北美的几个动物园合作进行圈养繁殖计划。一开始从亚洲引入的8只渔猫，到了2006年数量已达到71只，专家针对不同条件下该种群未来50年内的遗传多样性变化进行预测（设定在北美的动物园中最多可容纳100只渔猫）。

- (a) 不引入新渔猫。
- (b) 每五年从亚洲引入一只渔猫。
- (c) 每一年从亚洲引入一只渔猫。

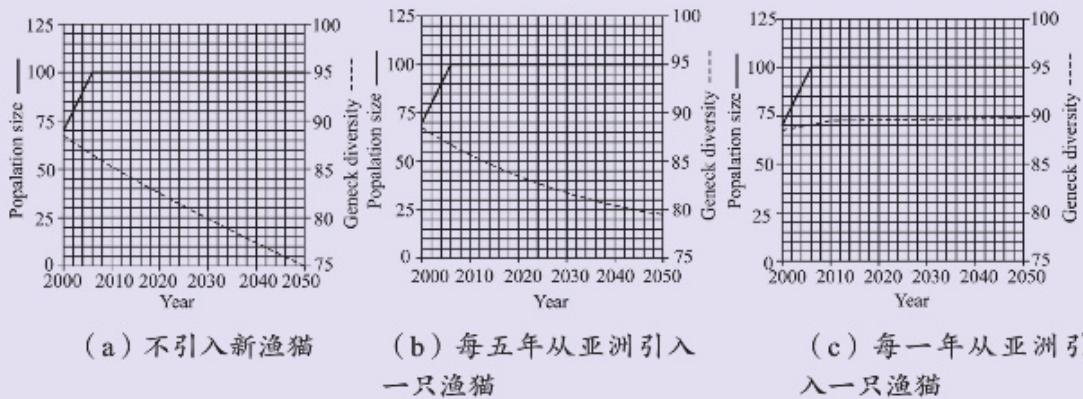


图 17-33

- (1) 参考图 17-33，你认为北美动物园应采用哪个方案以增加渔猫的种群数量？为什么？
 - (2) 提出一项引入新渔猫到北美动物园的隐忧。
11. 为什么说生物多样性对人类是至关重要的？



细菌与病毒



主要内容

- ◎ 细菌的结构与特征
- ◎ 细菌的生长条件
- ◎ 病毒的结构与特征
- ◎ 病毒的增殖与传播



“隐形”的生物

你认识世界上最小的生物吗？光是蚂蚁的触角上就有几百万个这样的生物，一滴水里有两千万个，1 g 土壤中有几亿个，你的皮肤上、肠道里也有几百亿个，比地球上的总人口还要多。它们有的圆圆的，有的看起来像太空船，有的会让人患病，但有的却能帮助我们保持健康。它们还能把牛奶变成酸奶，把石头变成土壤，每天都做着很多很多了不起的事！

细菌和病毒与人类的大多数疾病息息相关。由于二者都是肉眼看不见的微小物体，所以常常被混为一谈。其实，它们不但在结构、形态和分类上大不相同，而且在所致疾病的预防与治疗上也很不相同。



肠道细菌

试想想：

- 什么是细菌？它有哪些特征？
- 细菌的生长需要哪些条件？
- 什么是病毒？它是“隐形”生物吗？

学完本章以后，你就能回答以上问题。

18.1 细菌的结构与特征



学习目标

- ★ 解释细菌的结构和特征。
- ★ 举例说明细菌与人体的关系。

巴马人长寿的秘密

联合国教科文组织确认的世界长寿之乡——中国广西壮族自治区巴马县，据2010年的调查，当时有百岁以上的长寿老人87位。对这些百岁老人进行体检后，得到一个令人惊喜的数据：他们体内的益生菌数占总菌数的比率平均达到38%以上，相当于青少年水平（图18-1）。

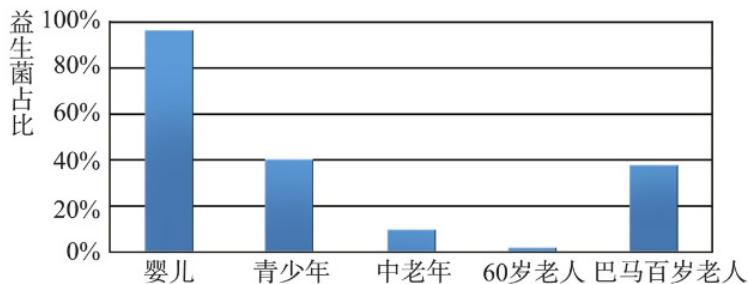


图18-1 巴马百岁老人与益生菌



问题探讨

1. 细菌的结构是怎样的？
2. 细菌与人类的关系如何？

细菌广泛分布于土壤、水、空气、动植物的体表及体内与外界相通的腔道中，甚至也可以在沸腾的岩浆、温泉、白雪、沙漠以及深海中找到它们的踪迹。细菌的总数大得



惊人，1 g 沃土中就含有几倍于地球人口数量的活细菌。在这句话的句号大小的面积上，就可以聚集 25 万个细菌。

细菌的结构

生活中常见的细菌是真细菌，它是单细胞的原核生物，基本结构有细胞壁、细胞膜、拟核、细胞质等，有些细菌还有荚膜、鞭毛及菌毛等特殊结构（图 18-2）。

细胞壁是包围在菌体表面比较坚韧略有弹性的外壁，有保护细胞及固定细胞外形的作用。它不含纤维素，主要成分是肽聚糖。

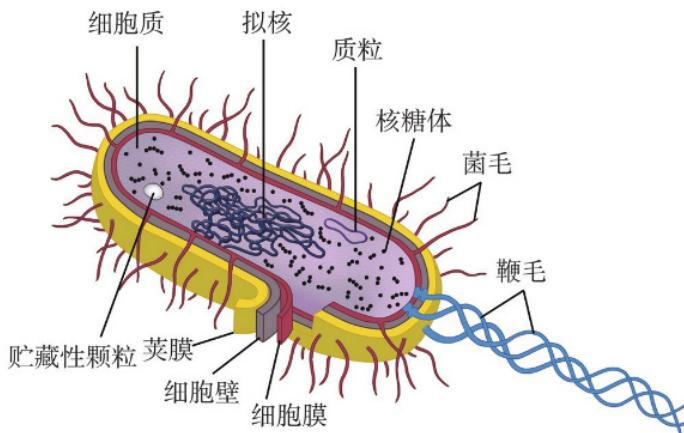


图 18-2 细菌细胞结构模式图

细胞膜是脂双层结构，主要功能是控制物质的进出。由于原核细胞中没有含膜结构的细胞器，因此有些细胞器的功能需要利用细胞膜来完成，如呼吸作用。

拟核主要由一个大型的环状 DNA 分子反复折叠缠绕而成，控制着细菌的主要遗传性状。

细胞质是一种无色透明的胶状物质，主要成分是水、核酸、脂类、少量的糖类和无机盐。细胞质内有各种内含物如核糖体、贮藏性颗粒（如多糖、脂类、硫），也含有多种酶，是细菌进行新陈代谢的场所。细菌的细胞质内还有小段游离的环状 DNA，称为质粒 (plasmid)。质粒含有基因，控制着细菌的抗药性、固氮、抗生素形成等性状。

荚膜 (capsule) 是覆盖在细胞壁表面的黏液状物质，其成分随菌种而不同，多数由多糖类组成。荚膜黏性高，具保护作用，能耐干燥和抗吞噬，一般来说，含荚膜的细菌感染力较强。荚膜还可贮藏养料和堆积代谢废物。

鞭毛 (flagellum) 主要由蛋白质组成，是运动的工具，细菌可借由鞭毛的摆动趋向

营养物质，或逃离有毒物质。

还有一些细菌的菌体表面生有许多细丝一样的菌毛 (fimbria)，菌毛具有使菌体附着于物体表面的功能。

细菌不能通过减数分裂或有丝分裂等方式来增殖，一般采用二分裂法繁殖 (图 18-3)。细菌的繁殖速度很快，在适宜的条件下，有些细菌每 20 分钟就能增殖一代。在恶劣环境下，细菌也可以进行有性生殖。有些细菌会形成芽孢 (endospore)，并进入休眠状态，以度过极恶劣的时期。

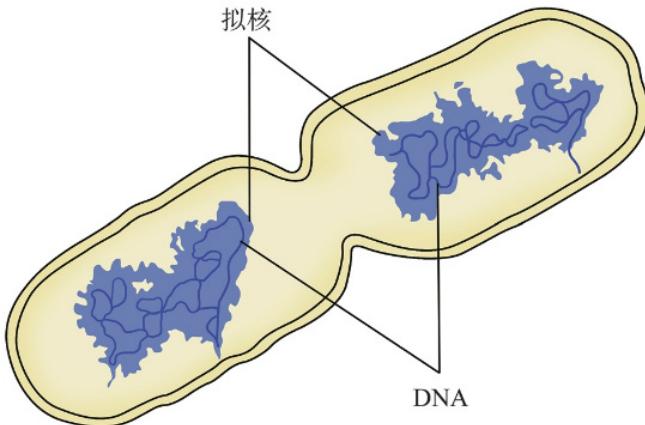


图 18-3 大肠杆菌的增殖分裂



知识补给站

细菌的有性生殖

细菌的接合生殖 (conjugation) 是细菌间传递遗传物质的方法之一，属于有性生殖。它必须由两个不同的交配型 (mating type) 细菌建立连接，有些细菌是靠细胞表面分泌的黏性物质，让细胞直接接触；有些细菌的供体细胞则具有 F 因子，能产生突出的性菌毛 (pilus)，与受体细胞接合后通过交配桥传送 DNA。

F^+ 细胞为质粒上具有 F 因子的供体细胞，当它与不含 F 因子的 F^- 受体细胞接合后，会使 F^- 细胞获得质粒所控制的遗传性状，而变成 F^+ 细胞 (图 18-4a)

Hfr 细胞的 F 因子位于供体细胞的拟核 DNA 上，当它与 F^- 受体细胞接合后，两者的基因发生互换。F 因子在受体细胞会被分解，所以接合后的受体细胞还是 F^- 细胞，但是 DNA 已发生重组 (图 18-4b)。

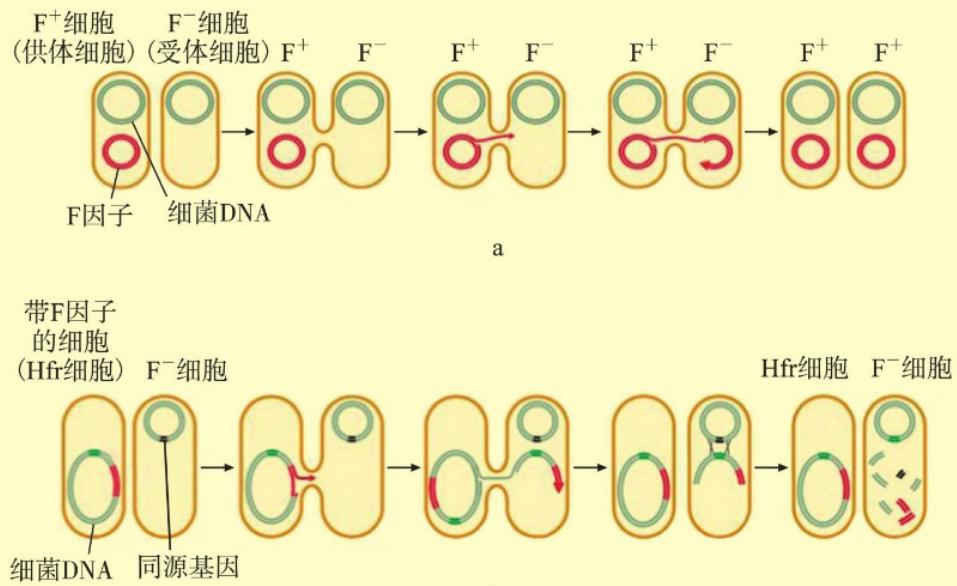


图 18-4 细菌的接合生殖

接合作用的 DNA 转移产生基因重组，基因重组后的细菌通过细胞分裂将新的基因组合传给子代，增加子代的遗传多样性。

细菌与人体的关系

栖息在人体的细菌数以亿计，种类多达 400 余种，重约 1.5 kg。皮肤、口腔、肠道、阴道是人体四大菌库，绝大多数细菌都与人共生，除了能使宿主产生免疫的有益菌外，也混杂了能产生毒素的有害菌，以及介于二者之间的条件致病菌，它们在人体生理处于平衡状态时是不会危害宿主的，但如果数量超出正常水平就会致病。

人体皮膜屏障上的正常菌群，通过与上皮细胞的紧密结合形成菌膜，在营养竞争中处于优势，并能通过自身代谢来改变环境的 pH 值或释放抗生素，抵制和排斥其他菌群造成生物拮抗，有免疫和净化的作用。

消化道菌群的生物量庞大，形成了复杂的微生态系统。在消化道的不同部位，由于 pH 值、营养状况的不同，菌群的种类分布有很大的不同。肠道菌群（如双歧杆菌、乳酸杆菌等）能合成维生素 B 群、维生素 K、氨基酸等，能参与糖类和蛋白质的代谢，同时还能促进无机盐的吸收。

能产生酸性生存环境的乳酸杆菌是阴道黏膜上皮细胞上的重要菌群，对大肠杆菌、类杆菌、金黄色葡萄球菌等有抵制作用，对于保护女性自身健康和胎儿在妊娠期的卫生

有着重要的意义。自然分娩的婴儿在通过产道时，会沾上阴道的黏液而得到有益菌。

人体内多数组织器官都是无菌的，正常菌群中的细菌偶尔少量侵入这些部位，是能被机体的免疫系统所应付的。但如果正常菌群与宿主间或正常菌群各菌种间的平衡被打破，就会出现菌群失调，致病作用就会显现。如果长期大量使用抗生素、免疫抑制剂等，容易造成菌群失调。

尽管有些细菌给人类带来好处，但也有些细菌会威胁到我们的生命安全。如肉毒杆菌能在未经良好消毒的罐头食品中旺盛生长，其分泌的肉毒毒素是世界上已知毒性最强的物质之一，1 g 肉毒毒素就足以杀死1 500万人。

自我检测

- 1 下列属于细菌结构特点的是（ ）
 A. 没有成形的细胞核 B. 有成形的细胞核
 C. 没有细胞结构 D. 没有核物质（如DNA）
- 2 与细菌细胞壁的坚韧性有关的成分是（ ）
 A. 蛋白质 B. 肽聚糖 C. 磷脂 D. 纤维素
- 3 以下哪项是健康的生活习惯？（ ）
 A. 适量摄取含益生元的食物
 B. 身体一不舒服就吃抗生素
 C. 频密使用酒精来保持手部清洁
 D. 长期使用漱口药水以保持口腔清新
- 4 为了探究细菌对植物落叶的分解作用，某学校兴趣小组的同学设计了如下实验方案：将同一棵树的部分落叶分成甲、乙两组进行灭菌处理后，甲组放在无菌条件下，乙组接种细菌后也放在无菌条件下。实验过程中，添加蒸馏水使树叶保持湿润。请回答下列问题：
 (1) 写出该实验的假设。
 (2) 写出该实验的操纵性变数。
 (3) 为什么要对落叶进行灭菌处理？
 (4) 预测该实验的结果。



18.2 细菌的生长条件



学习目标

- ★ 举例说明细菌的生长条件。
- ★ 探究和分析细菌成长所需的条件，如最适温度。
- ★ 探究抗生素（或其他消毒剂）对不同菌种生长的影响。

不可思议的细菌

太平洋深海热泉口附近有一群名为 *Geogemma barossii* 的极端嗜热性铁还原古菌，它们即使在 121 °C 仍能繁殖。

而在北极的永久冻土中，发现一种名为 *Planococcus halocryophilus* 的嗜冷球菌在零下 15 °C 低温环境下仍能生长和繁殖，在零下 25 °C 还可以存活。

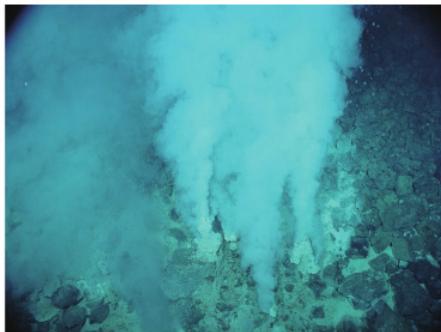


图 18-5 海底热泉



问题探讨

1. 是否所有细菌都能在极端环境下存活？
2. 影响细菌生长的因素有哪些？

细菌的生长是细菌与外界环境因素共同作用的结果。环境条件的改变，在一定的限度范围内，可引起细菌的形态、生理、生长和繁殖等特征的改变，轻则使其生长受阻，重则引起死亡。

一般说来，细菌的生长受到很多环境因素的影响，如温度、pH 值、氧气以及营养条件（适当的碳源、氮源和微量元素等）等。

温度

细菌的生命活动是由一系列生物化学反应组成的，而这些反应又极其明显地受温度的影响，故温度是影响细菌生长繁殖的最重要因素之一。与其他生物一样，任何细菌的生长温度范围尽管有宽有窄，但都有最低生长温度、最适生长温度和最高生长温度三个基点（图18-6）。

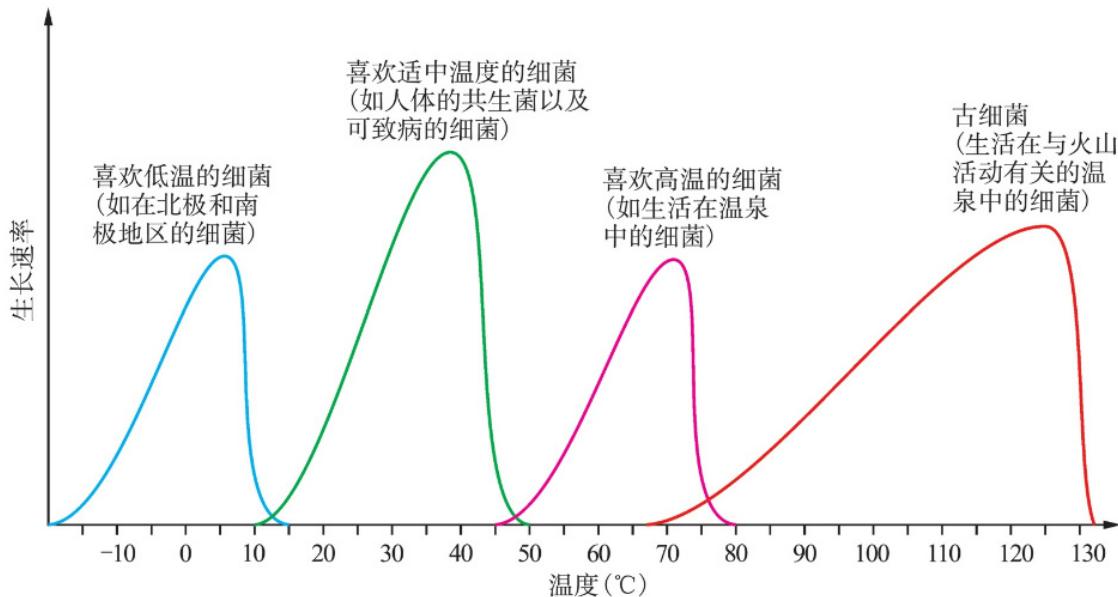


图18-6 不同细菌的最适生长温度

温度对细菌的影响主要表现在：①影响酶活性，从而影响细胞新陈代谢的速率；②影响细胞质流动性，从而影响物质的运输；③影响物质的溶解度，从而影响细胞对物质的吸收和代谢物的分泌。



理性思维

- 解释** 当温度高于或低于最适温度时，细菌的生长速率会减慢。请解释这种现象。
- 解释** 为什么常用加热的方法来进行培养器材和培养基的灭菌处理？

pH

细菌能生长的pH值范围比较广，一般在2~10之间，但绝大多数细菌的生长环境



的 pH 值在 6~8 之间。与温度的影响相似，不同细菌的生长 pH 值也存在最低 pH、最适 pH 与最高 pH 三个基点或范围（表 18-1）。

表 18-1 部分细菌生长的 pH 值范围

细菌	最低 pH	最适 pH	最高 pH
氧化硫硫杆菌	0.5	2.0~3.5	6.0
大豆根瘤菌	4.2	6.8~7.0	11.0
金黄色葡萄球菌	4.2	7.0~7.5	9.3
大肠杆菌	4.3	6.0~8.0	9.5

即使是同一种细菌，在不同的生长阶段和不同的生理生化过程中，也有不同的最适 pH 值要求。例如，谷氨酸生产菌在中性和微碱性条件下形成谷氨酸，在酸性条件下形成谷氨酰胺。

pH 值影响细菌生长的原因主要在于：①引起细胞膜电荷的变化，从而影响细菌对营养物质的吸收和代谢产物的排出；②氢离子或氢氧根离子能影响酶蛋白的电荷状况和电离度，改变酶的结构和功能。一般来说，强酸、强碱都具有杀菌作用，弱酸、弱碱也具有抑菌作用。



理性思维

- 讨论 研究同一细菌不同阶段的最适 pH，对提高发酵生产的效率具有什么意义？
- 解释 为什么可以利用酸性物质来防止食物腐败？



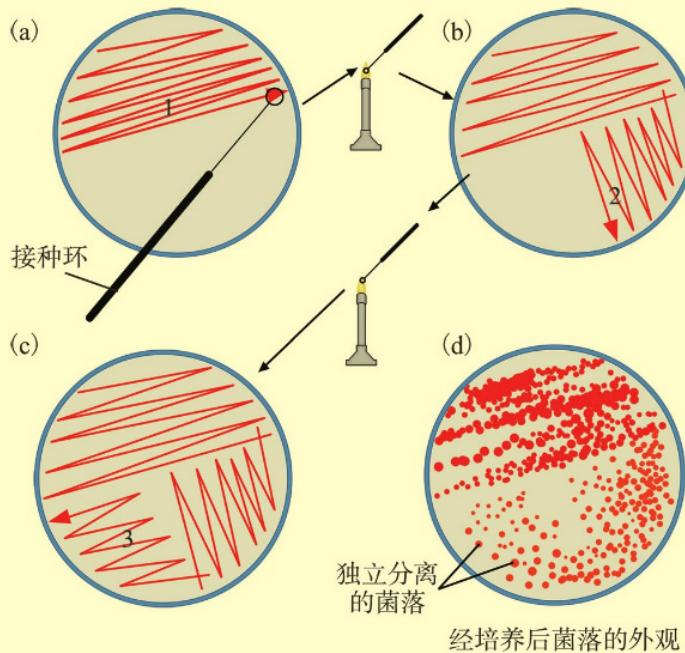
知识补给站

培养细菌

细菌培养是一种用人工方法使细菌生长繁殖的技术。培养时应根据不同种类细菌的生长条件需求，选择合适的培养方法、培养基与培养条件（如温度、pH 值、时间、对氧的需求与否等）。

在实验室使用无菌操作培养细菌的步骤如下：

1. 制备培养基。根据培养基配方称取各种原料成分，加入适量水后制成培养基。培养基可分为固体培养基和液体培养基。
2. 培养基灭菌。把配制好的培养基，置于高压灭菌器中以120℃或以上的温度灭菌15~30 min。
3. 给培养基接种。把接种环灼烧消毒，冷却后浸入含细菌的溶液中，用划线法涂布在培养基的表面（图18-7）。
4. 保温培养。把接种后的培养基倒置放在恒温箱中，以最适的温度进行培养。培养时间可以是数小时至数天，具体要视细菌的种类而定。
5. 分离细菌。从图18-7可知，使用划线平板法，第3区划线可分离出一些独立分离的，由单个细菌发育成的单菌落。将菌落移至另外的培养基，并置于恒温箱中继续培养，可以得到纯系的细菌。



- (a) 用接种环在1区划几条连续平行线，线与线之间要紧密，但不能搭在一起
- (b) 将接种环灼烧消毒，冷却后，用接种环将1区末端的菌源划到2区，再划几条连续平行线。注意不要与1区的线搭在一起
- (c) 再次将接种环灼烧消毒冷却，用接种环将2区末端的菌源划到3区，再划几条与1区、2区不交接的平行线
- (d) 经过恒温培养，在3区中得到独立分离的，由单个细菌发育形成的单菌落

图18-7 以划线平板法接种细菌



理性思维

1. 讨论 为什么划线法接种能观察到单个菌落?
2. 解释 各种细菌菌落的形状、大小、颜色一样吗? 解释其原因。



实验 18.1

探究和分析影响细菌生长的因素

细菌在生长过程中极易受环境因素的影响。那么,哪些因素会影响细菌的生长呢?先在小组内讨论一下,列出影响细菌生长的各种理化因素和生物因素。在列出的影响因素中,选择其中的一种(如温度),探究和分析这种条件是如何影响细菌生长的。

一、提出问题

在小组内交流每个人想探究的问题,讨论这些问题有没有探究价值,能不能通过探究找到答案,并将问题用文字清晰地表述出来。

二、建立假设

针对提出的问题做出假设,并简要说明做出该假设的依据。

三、实验设计

根据假设,设计单变数对照实验方案。实验设计时应考虑以下问题:

1. 本实验要用到哪些实验器材?

以下器材供选用,你可以根据实验需要进行增删。

大肠杆菌、肉汤培养基(牛肉膏 0.5%, 蛋白胨 1%, NaCl 0.5%。pH7.2 ~ 7.4, 121 °C灭菌 20 min)。固体培养基是在上述肉汤培养基中加琼脂 2%;半固体培养基是在上

述肉汤培养基中加琼脂 0.6% ~ 0.8%)、无菌试管、接种环、无菌生理盐水、70% 酒精等。

2. 在实验过程中，准备如何操纵和控制操纵性变数？如何观察与测量反应性变数？如何限制和控制固定性变数？

3. 对操纵性变数和反应性变数应做怎样的界定（即下操作性定义）？

4. 通过什么方法观察或测量细菌的生长情况？

5. 实验数据应该怎么记录？

6. 预测一下会得到怎样的实验结果？

经讨论，写出小组的实验步骤：

我们组预测的实验结果是：

四、实施实验

按照实验步骤，认真进行操作，仔细观察实验过程中细菌的生长情况，并将实验现象及时记录下来。

五、实验结果与分析

分析实验结果，并得出结论。

实验结果是否支持前面的假设？如果不支持，该怎么办？

六、表达交流

撰写实验小论文，与其他同学交流探究的过程与结论，以及提出的新问题。听取其他小组的质询，进行必要的答辩、反思与修改。



理性思维

1. 总结 细菌生长的因素有哪些？

2. 讨论 为什么要了解影响细菌的生长因素？

3. 讨论 实验后，培养基中的细菌应如何处理？



氧气

大多数生物都需要氧来进行有氧呼吸，细菌也不例外。根据氧气与细菌的关系，可以把细菌分为好氧菌、兼性厌氧菌和专性厌氧菌三大类（图 18-8）。

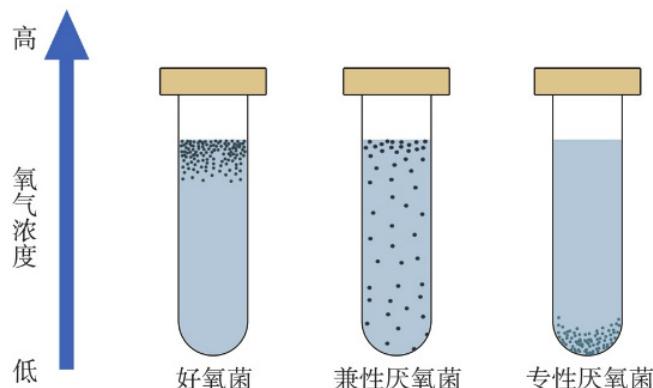


图 18-8 三类不同细菌在液体培养基中的生长状态

好氧菌（如白喉杆菌）必须在较高浓度氧气的条件下才能生长，它们有完整的呼吸链，以氧分子作为氢的最终受体。在氧还原成水的过程中，可能形成某些有毒的中间产物，如 H_2O_2 、 $\cdot\text{O}_2^-$ （自由基）等，可破坏生物膜和重要的生物大分子，对细胞产生毒害。好氧菌含过氧化氢酶和超氧化物歧化酶（superoxide dismutase, SOD），可分解这些毒物。

兼性厌氧菌（如大肠杆菌）主要在有氧条件下生长，也可在无氧条件下生长。它们在有氧时靠有氧呼吸产能，无氧时则借无氧呼吸产能。细胞含过氧化氢酶和 SOD。

专性厌氧菌（如破伤风杆菌）通过无氧呼吸提供生命活动所需的能量。氧分子对它们有毒，即使短期接触也会抑制其生命活动甚至致其死亡，这是由于其细胞内缺乏过氧化氢酶及 SOD，无法分解有毒的中间产物。



知识补给站

细菌的抗药性

抗生素是一类用于治疗细菌感染的化学物质。抗生素挽救了无数人的生命并彻底消灭了一些由细菌引起的疾病。然而，由于抗生素的过度使用，某些致病菌如葡萄球菌、大肠杆菌、痢疾杆菌和结核杆菌等日益严重地表现出抗药性，给疾病的治疗带来了很大困难。

细菌的抗药性主要表现在以下几个方面：①菌体内产生了钝化和分解抗生素的酶，如葡萄球菌产生了能分解青霉素的酶；②改变细胞膜的透性，这类抗药性菌株具有阻碍抗生素进入或排出已进入药物的能力，如委内瑞拉链霉菌因改变其细胞膜的透性而使四环素进入细胞受阻，并将四环素排出细胞；③改变细胞内被药物作用的部位，比较典型的例子就是细菌的核糖体发生改变，如大肠杆菌的核糖体（小亚基）发生改变后，链霉素再也不能与之结合。

为避免细菌出现抗药性，使用抗生素时必须注意：首次使用的药物剂量要足；要混合使用不同的抗生素，避免长期单一使用同种抗生素；改造现有抗生素；筛选新的高效抗生素。



实验 18.2

探究抗生素对不同菌种生长的影响

抗生素是某些细菌在代谢过程中产生的，极微量就能抑制或杀死某些细菌的化学物质。抗生素是临床治疗感染性疾病常用的药物，其抗菌活性可通过抑菌实验来检测。

先小组讨论哪些抗生素能影响不同菌种的生长，选择其中的一种抗生素，进一步探究该抗生素是如何杀死某种菌种的。

一、提出问题

我们组想探究的问题是：_____

二、建立假设

根据已有的知识和生活经验，针对所提出的问题做出假设：_____

三、设计实验

通过小组讨论，先确定实验的总体思路，再逐步细化，然后写出包括材料用具和方



法步骤在内的实验方案。实验设计时应考虑以下问题：

1. 器材选择。本实验要用到哪些实验器材？

参考器材：大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、枯草杆菌；豆芽汁葡萄糖琼脂培养基；无菌青霉素溶液（青霉素含量 80 万单位 /mL）；培养皿、无菌滤纸条、接种环、镊子、培养箱等。

2. 控制变数。在实验过程中，准备如何操纵和控制操纵性变数？如何观察与测量反应性变数？如何限制和控制固定性变数？

3. 对操纵性变数和反应性变数应做怎样的界定（即下操作性定义）？

4. 对照组怎样设置？是否需要进行重复实验？

5. 通过什么方法测量抗生素对不同菌种生长的影响？

我们组的实验步骤是：_____

实验设计完成后，我们组预测的实验结果是：_____

四、进行实验

请老师对实验方案提出修改意见，待老师认可后开始做实验。由于实验需要的时间较长，观察的项目和次数要事先计划好，并做好记录。

五、实验结果与分析

根据实验结果得出本小组的结论。

实验结果是否支持前面提出的假设？如果不支持，应怎样修改？

六、表达交流

撰写实验小论文。用简明而科学的语言，在班里说出抗生素对不同菌种生长的影响。



理性思维

1. 说明 说明青霉素对细菌细胞的影响。

2. 比较 比较青霉素对不同供试菌种的抑制效果。
 3. 应用 用一个类似的实验方案来测试四种抗菌肥皂的抗菌效果。



- 1 细菌可使食品迅速腐烂，但在冰箱中的食品却能保存一段时间不变质，这是因为冰箱中（ ）

A. 细菌很少 B. 细菌繁殖很慢
C. 没有细菌 D. 细菌都冻死了

2 细菌的代谢速度比高等动、植物要快很多，原因是多方面的。下列哪项叙述不是其原因？（ ）

A. 表面积与体积的比很大 B. 适宜条件下细菌的繁殖速度非常快
C. 与外界环境物质交换迅速 D. 细菌体内酶的种类比其他生物多

3 污染食物的细菌能否繁殖生长，主要的影响因素是（ ）

I 温度 II 光强度 III 水分 IV 氧气

A. I 、 II B. I 、 III C. II 、 IV D. III 、 IV

4 图 18-9 表示在涂布大肠杆菌的平板培养基上，放置浸有不同浓度青霉素溶液的圆纸片，置于 37 °C 恒温培养 3 天的结果。

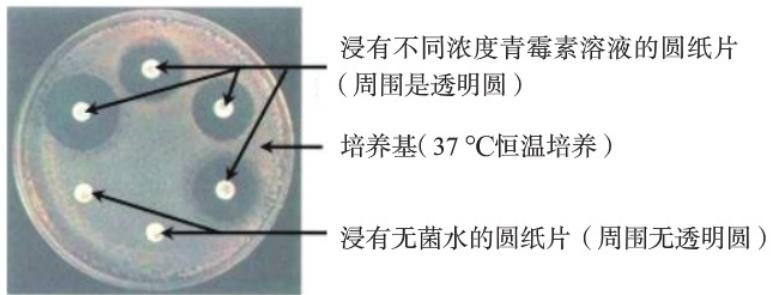


图 18-9 青霉素抑制细菌生长实验结果

- (1) 本实验想探究什么问题?
 - (2) 图示实验的原理是什么?
 - (3) 图中浸无菌水的圆纸片的作用是什么?



- (4) 为了严格控制青霉素的剂量，对圆纸片应有什么要求？
(5) 该图示结果说明了什么？

18.3 病毒的结构与特征



学习目标

- ★ 叙述病毒的大小、形态与特征。
- ★ 解释病毒无法独立进行新陈代谢的原因。

借来的生命

图 18-10 所示为一个细菌正被多个病毒攻击。病毒将其核酸注射入细菌内，利用细菌内的物质来生产许多新病毒。病毒具有引起各种疾病的能力，而且能在生物体间传播。然而，病毒不具有细胞构造，无法在宿主细胞之外增殖或进行代谢活动，它有生命还是无生命？大多数生物学家认为病毒是存在于生命形式和化学物质之间的灰色地带，有学者将它描述得既传神又贴切：病毒过着“一种借来的生活”。

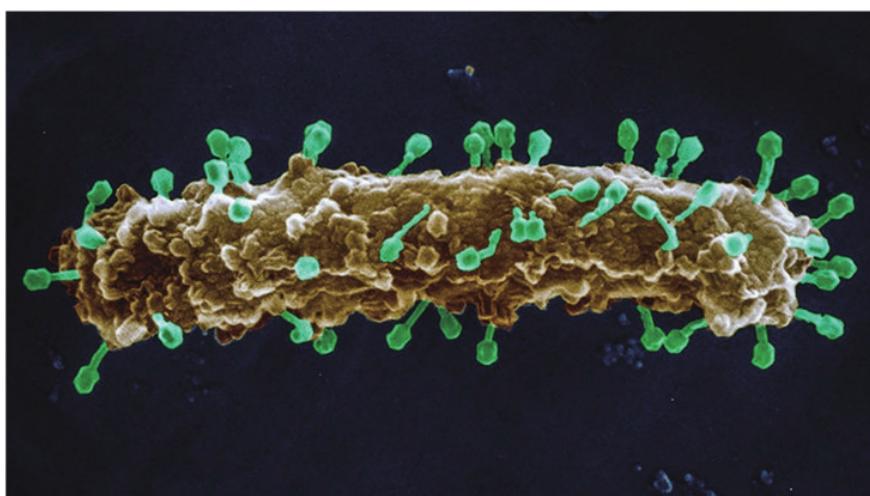


图 18-10 病毒感染大肠杆菌



问题探讨

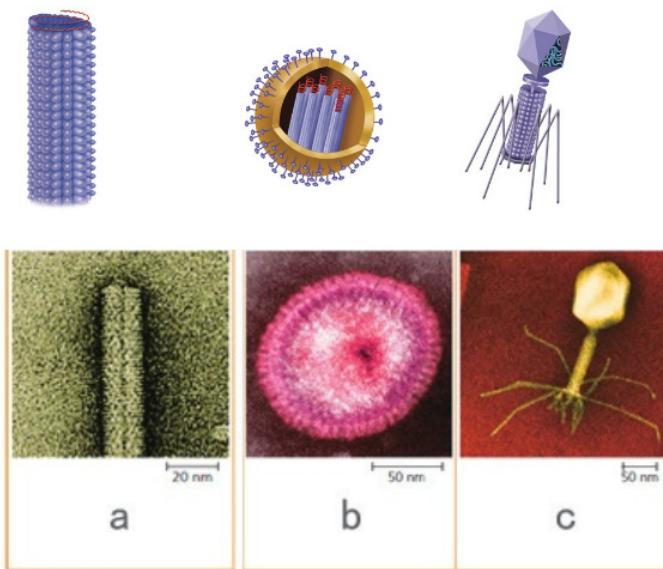
1. 什么是病毒?
2. 病毒与人类有怎样的关系?

病毒 (virus) 是一类体积非常微小、结构极其简单、性质十分特殊的生命形式。病毒与其他生物相比，具有以下基本特征：①个体微小，一般能通过细菌过滤器，故必须在电子显微镜下才能观察到；②无细胞结构，其主要成分为蛋白质与核酸 (DNA 或 RNA)；③无完整的酶系，不能进行独立的代谢活动；④专性细胞内寄生，以复制的方式增殖；⑤在离体的条件下，以无生命的化学大分子状态存在；⑥对抗生素不敏感，但对干扰素敏感。

尽管病毒在现代生物学中具有非常重要的地位，但大多数科学家并不将病毒看作生物，因为它们缺乏生命应该具有的部分特征，如不具备细胞结构，没有完整的酶系统和能量合成系统，无法离开宿主独立完成基本的生命活动。

病毒的形态与大小

完整的、成熟的病毒颗粒称为病毒粒子(virion)。在电子显微镜下观察到的病毒粒子，有杆状、球状、蝌蚪状和线状等多种形态。例如，烟草花叶病毒呈杆状、流感病毒呈球状、噬菌体呈蝌蚪状（图 18-11）。



a. 烟草花叶病毒 b. 流感病毒 c. 噬菌体

图 18-11 病毒有多种形状



病毒比细菌小很多（图 18-12），一般用纳米（nm）来计量。各种病毒的大小相差悬殊，直径在 10~300 nm 之间，通常在 100 nm 左右。

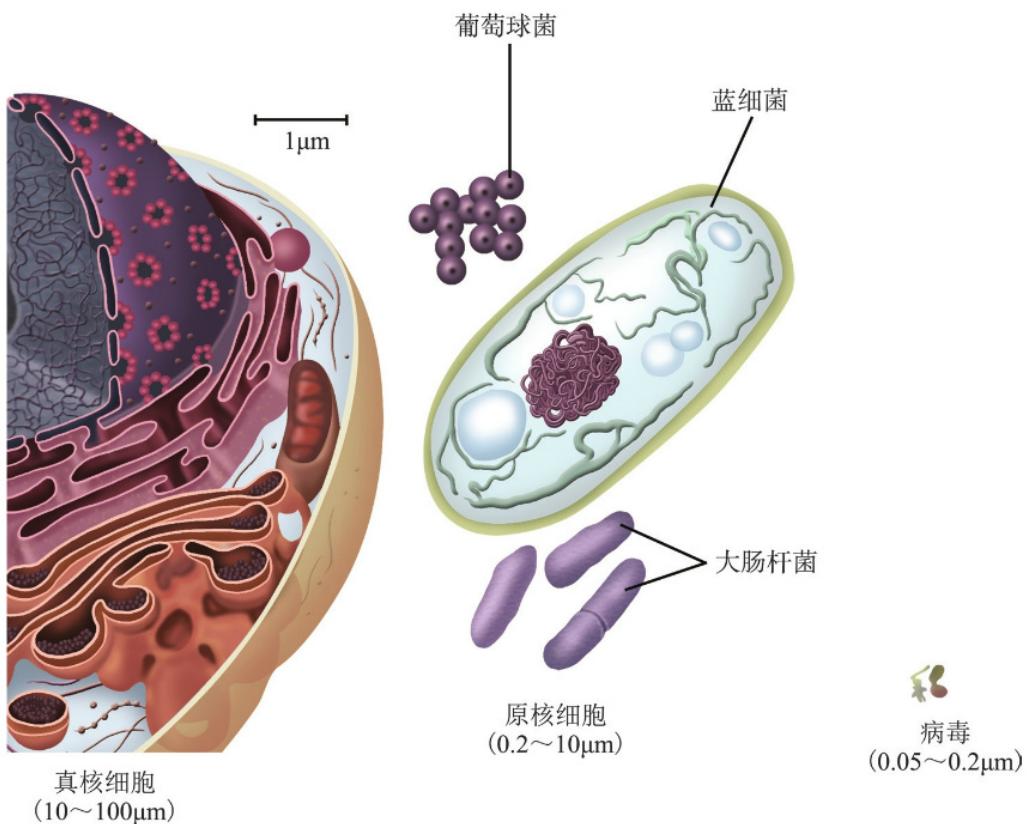


图 18-12 真核生物、原核生物与病毒的相对大小

病毒的基本结构

病毒主要由遗传物质和包围在遗传物质外的外壳——衣壳（capsid）构成。

病毒的遗传物质只含有一类核酸（DNA 或 RNA）。噬菌体的核酸大多数为 DNA；植物病毒的核酸大多数为 RNA；动物病毒则部分是 DNA，部分为 RNA。无论是 DNA 还是 RNA，都有单链或双链之分。DNA 病毒多数为双链。RNA 病毒多数为单链。病毒的核酸也由四种核苷酸组成，一般只含 $10^3 \sim 10^6$ 个核苷酸，比高等生物少得多。

衣壳由化学成分为蛋白质的壳粒（capsomere）组成。壳粒包在核酸外面，以保护核酸免受破坏，同时也让病毒粘附在宿主细胞上。病毒蛋白质的种类因病毒而异，结构简单的小型病毒只有 3~4 种蛋白质，结构复杂的则多达 100 种以上（图 18-13）。

有些病毒在衣壳外还有一层外套称包膜（envelope），由磷脂和蛋白质组成，有的包膜上还有刺突（spike），由糖蛋白组成。

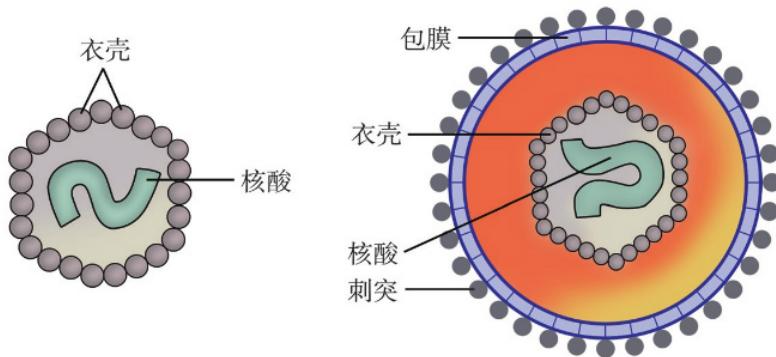


图 18-13 病毒的基本结构

科学轨迹

病毒的发现

很早以前，人们就认识了许多病毒性疾病（如天花），但在其后很长的时间内人们并不了解引起这些疾病的病原体。

到了 1892 年，俄国科学家伊凡诺夫斯基 (Dmitri Ivanovsky) 在研究烟草花叶病时，使用一种可以过滤掉细菌的滤器来过滤含有病原体的液体，却发现滤液仍能导致另外的植株生病，他认为这种感染性物质可能是细菌分泌的毒素。

1898 年，荷兰科学家贝杰林克 (Martinus Beijerinck) 在对该病原体做详细研究后，提出其不是一种细菌，而是一种具有传染性的可溶性分子，并可在宿主细胞内复制。在随后发现多种具有相似特性的病原体后，人们将这一类比细菌小、具有感染性和复制性的物质称作滤过性病毒，后来简称为病毒。

1935 年，美国生物化学家斯坦莱 (Wendell Meredith Stanley) 从烟草花叶病病叶中提取了病毒结晶。此事成为分子生物学发展中的一个里程碑，斯坦莱也因此获得诺贝尔奖。烟草花叶病毒结晶中含有核酸和蛋白质两种成分，而只有核酸具有感染和复制的能力。

没有人知道病毒来自何处，尤其是由于病毒没有化石，人们很难追溯它们的历史。病毒也许有多种起源，大的、复杂的病毒如疱疹病毒可能起源于具有寄生



性的细胞，并最终丧失了细胞的许多功能；其他病毒可能起源于细胞内的细胞器。有些科学家还认为病毒可能来自于太空，但是并没有取得任何证据。



理性思维

1. 解释 病毒为何很晚才被发现？
2. 讨论 为什么病毒的来源难以确定？



知识补给站

亚病毒

亚病毒是一类比病毒更简单的病原体，仅具有某种核酸而不具有蛋白质，或仅具有蛋白质而不具有核酸。亚病毒包括朊病毒、类病毒、卫星病毒等。

朊病毒

科学家发现一些小分子物质的行为与病毒相似，能引起人类或动物的感染性疾病。这种只含有蛋白质而不含有核酸的感染因子，被命名为朊病毒（prion）。

朊病毒虽然由蛋白质构成，但相较于普通蛋白质更稳定，即使在120℃加热4小时、紫外线照射等均不能将这种蛋白质变性，且它对蛋白酶有抗性。

朊病毒可感染脑神经元和神经胶质细胞，导致蛋白质结构异常，会引起神经细胞的损坏和退化。现已查明，羊瘙痒病、疯牛病、致死性家族失眠症等都是由朊病毒引起的。

类病毒

类病毒（viroid）缺少蛋白质外壳，仅由短的环状RNA构成。其RNA的含量远远少于常见病毒的RNA含量。尽管它们的结构非常简单，但类病毒能够进入宿主细胞核，并指导新的类病毒合成。类病毒仅在高等植物中发现，会导致一些植物的感染性疾病。例如，可引起马铃薯块茎病，导致严重减产；可引起柑橘

裂皮病，使树矮化，减少结果，造成柑橘减产；可引起椰子树死亡，能毁灭大片的椰子林。

卫星病毒

卫星病毒（satellite virus）是一类基因组缺损、需要依赖辅助病毒基因才能复制和表达，才能完成增殖的亚病毒，不单独存在，常伴随着其他病毒一起出现。如D型肝炎病毒（HDV）必须利用B型肝炎病毒的包膜蛋白才能完成增殖。



- 1 下列关于病毒结构的叙述，合理的是（ ）
 - A. 病毒也是一种生物，由细胞构成
 - B. 植物病毒有细胞壁，动物病毒没有细胞壁
 - C. 病毒没有细胞结构，由蛋白质外壳和内部的遗传物质组成
 - D. 大肠杆菌噬菌体有纤毛，靠它完成运动
- 2 病毒含有的核酸通常是（ ）
 - A. DNA 和 RNA
 - B. DNA 或 RNA
 - C. DNA
 - D. RNA
- 3 HIV是一种有包膜的RNA病毒，当它进入人体后，能被抗体所辨识的部位是（ ）
 - A. RNA
 - B. 刺突
 - C. 包膜
 - D. 衣壳
- 4 病毒与其他生物的主要区别是什么？



18.4 病毒的增殖与传播



学习目标

- ★ 说出病毒的增殖过程。
- ★ 描述病毒常见的传播方式。
- ★ 认同病毒对人类既有害又有利的观点。

可怕的埃博拉病毒

1976年，一种不知名的病毒袭击刚果埃博拉河沿岸55个村庄的百姓，致使数百人神秘地死去，有的家庭甚至无一幸免，“埃博拉病毒”也因此而得名。埃博拉病毒（Ebola virus）是迄今发现的致死率最高的病毒之一，病死率最高可达90%。时至今日，该病毒已在非洲地区造成了多次大规模的流行，严重威胁疫区人们的健康和生命。



图 18-14 埃博拉病毒



问题探讨

1. 病毒是怎么增殖与传播的？
2. 病毒与人类有怎样的关系？

病毒的增殖

病毒的增殖方式与生物不同。病毒缺乏增殖所需的酶系 (enzyme system)，只能在感染的细胞内利用宿主细胞提供的能量、原料和场所完成病毒的复制。无论是动物病毒、植物病毒还是细菌病毒，其增殖过程虽不完全相同，但基本相似。一般可分为粘附 (attachment)、侵入 (entry)、合成 (synthesis)、组装 (assembly) 和释放 (release) 等连续步骤。

当病毒的核酸进入宿主细胞后，病毒的基因才开始表达。在这一过程中，病毒核酸利用宿主细胞的能源系统、tRNA 和核糖体等，进行复制、转录、翻译等，形成病毒的遗传物质和衣壳，再组装成新的病毒。一旦新的病毒从宿主细胞中释放出来，就会杀死宿主细胞，而其他的宿主细胞也会被新的病毒侵染致死。这一过程被称为裂解循环 (lytic cycle) (图 18-15)。

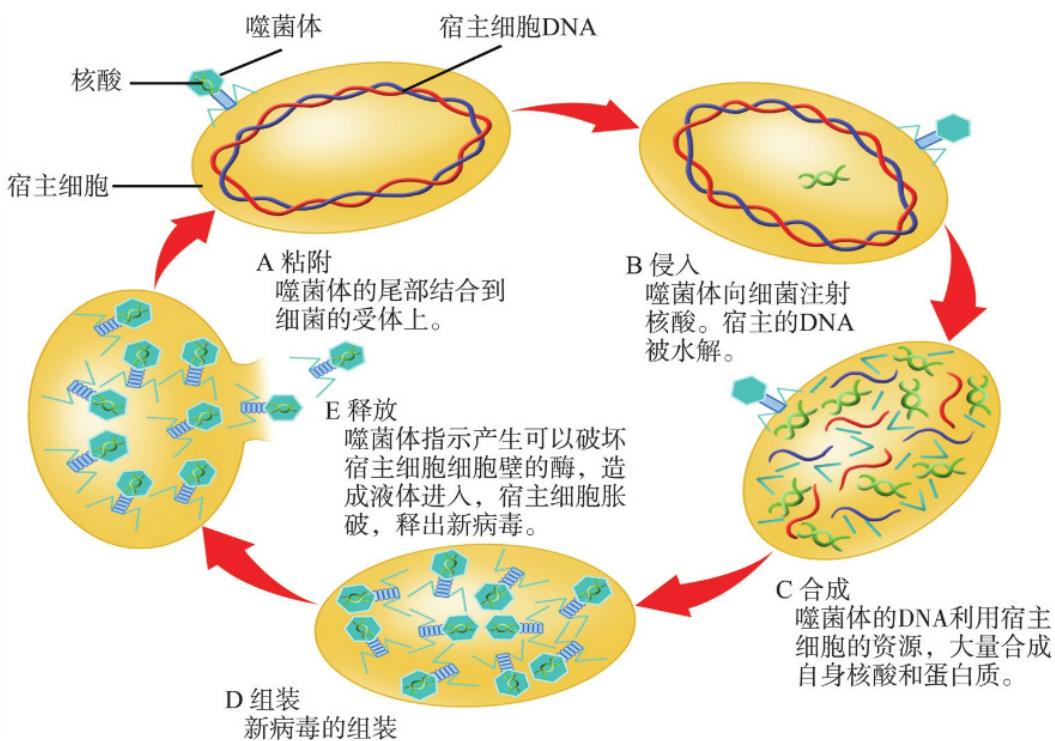


图 18-15 病毒的裂解循环

有时，病毒感染并未杀死宿主细胞，而是将其 DNA 整合到宿主 DNA 上，以一种潜伏的方式保存自己（在逆转录病毒中，以 RNA 为模板逆转录出的 DNA，可以整合到宿主细胞的 DNA 上）。这种被整合到宿主 DNA 上的病毒 DNA 称为前病毒 (provirus)。



前病毒不会影响宿主细胞正常的新陈代谢，但每当宿主细胞复制 DNA 时，病毒 DNA 也会跟着同步复制，并随宿主细胞的繁殖传至后代，此过程称为溶原循环 (lysogenic cycle) (图 18-16)。

在一定条件下，前病毒可自发或诱发脱离宿主 DNA 分子，进入裂解循环，偶尔，前病毒在脱离宿主时可带上一段宿主 DNA，并在侵入新宿主时，把上一段宿主的基因带到新宿主中，可能增加宿主的变异性。

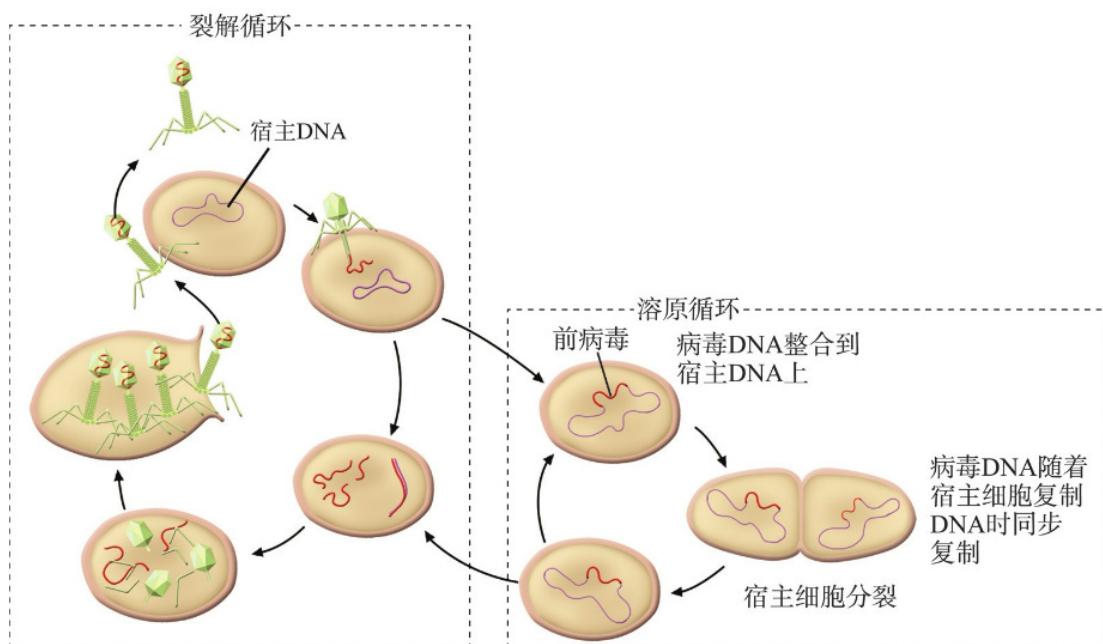


图 18-16 病毒的裂解循环和溶原循环

具有包膜的病毒在增殖过程中，脂质的包膜和宿主细胞膜识别后融合，病毒核酸连带衣壳一并进入宿主细胞内。若病毒的核酸为 RNA(如人类免疫缺陷病毒 HIV)，则会在宿主细胞内完成逆转录形成 DNA。此增殖过程一般不会造成宿主细胞的裂解。

许多致病的病毒都会发生溶原循环。如水痘常发生于 10 岁以下的儿童，一次感染水痘病毒后，人类就能获得终身免疫。但一些水痘病毒仍以前病毒的形式潜伏于神经细胞内，随着年龄的增长免疫力下降，这些前病毒可能会脱离溶原循环大量增殖，引起带状疱疹。

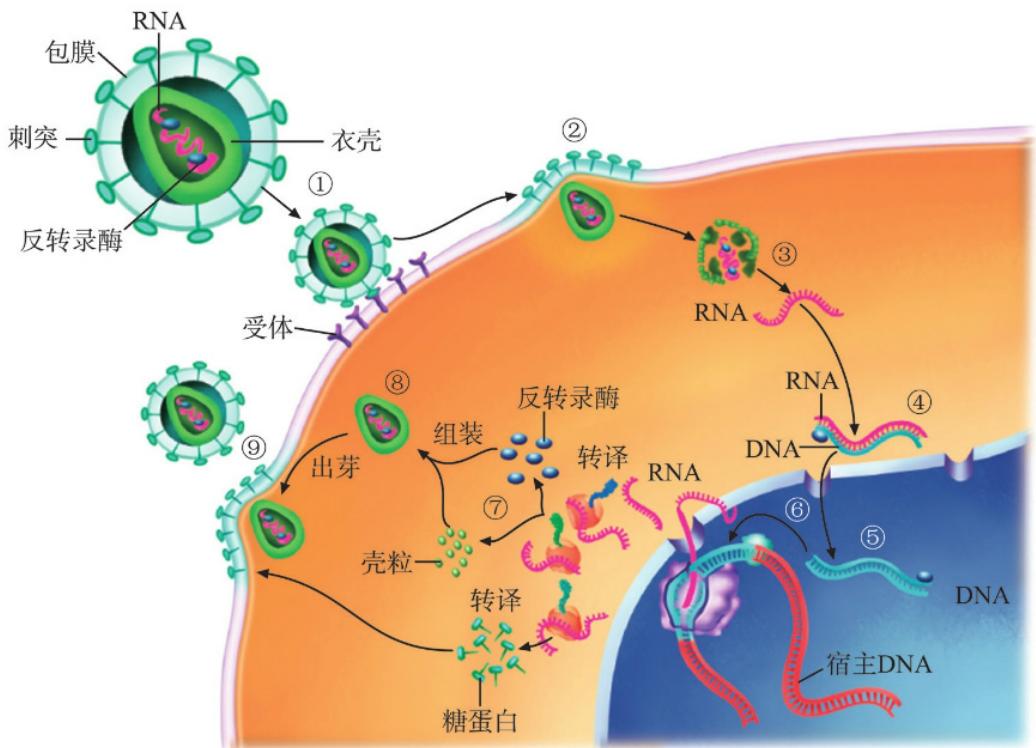


图 18-17 有包膜病毒的增殖

病毒的宿主范围

病毒的宿主范围是指病毒能够感染并在其中复制的宿主种类和组织细胞种类。病毒几乎可以感染所有的生物，同时又具有宿主特异性，即就某一种病毒而言，它仅能感染一定种类的细菌、植物或动物。

病毒辨识宿主细胞的方法就像锁和钥匙那样，病毒表面的蛋白质与宿主细胞外表的受体分子彼此适应。这些受体分子原本是在执行有益于宿主细胞的功能，但被病毒用作侵入机体的通道。有些病毒具有宽广的宿主范围，如猪流感病毒（swine flu virus）不但可以感染猪，还可以感染人类；狂犬病毒（rabies virus）则可以感染许多种哺乳动物，其中包括啮齿类、狗与人类。西尼罗河病毒（West Nile virus）和马脑炎病毒（equine encephalitis virus）是截然不同的两种病毒，但它们都可以感染蚊子、鸟类、马和人类。有些病毒的宿主范围很窄，只能感染单一物种，如麻疹病毒只能感染人类。

此外，多细胞真核生物的病毒感染通常只限于某种特定组织，如人类感冒病毒只感染上呼吸道的细胞，而艾滋病病毒也只能与某特定类型的白血球表面的受体结合。



病毒的传播方式

病毒没有运动能力，因此必须靠媒介物传播，才会让寄主感染疾病。表 18-2 为人类病毒的感染途径。

表 18-2 人类病毒的感染途径

主要感染途径	传播媒介、方式	常见病毒种类
呼吸道	空气、飞沫	流感病毒、麻疹病毒、腮腺炎病毒
消化道	水、食品	脊髓灰质炎病毒、轮状病毒、A 型肝炎病毒
血液	输血、注射、器官移植、胎盘	艾滋病病毒、B 型肝炎病毒、C 型肝炎病毒
生殖道	接触、性交	艾滋病病毒、疱疹病毒、人类乳头瘤病毒
伤口	昆虫叮咬、动物抓咬伤	乙型脑炎病毒、骨痛热症病毒、狂犬病病毒

病毒与人类的关系

病毒与人类的关系非常密切，人以及动植物的许多疾病都是由病毒引起的，同时病毒又是分子生物学的研究材料。

虽然病毒常常令人胆战心惊，但是人们一方面设法治疗和预防病毒性疾病，一方面利用病毒为人类造福。例如，利用病毒的某些特性对付细菌感染，在烧伤治疗中，可用噬菌体抑制绿脓杆菌感染；利用昆虫病毒防治害虫，例如利用病毒制成杀虫剂用于防治松毛虫、棉铃虫；另外，病毒还可以应用于转基因技术。



知识补给站

以“毒”攻“毒”

黑色素瘤是源于黑素细胞（melanocyte）的恶性肿瘤，是十分凶险的一种皮肤癌。2015 年，美国食品和药物监督管理局（FDA）正式宣布批准一种名为 talimogene laherparepvec（T-VEC）的溶瘤病毒上市，这是 FDA 批准的首个用于

治疗癌症的病毒类药物，主要用于治疗皮肤和淋巴结处无法通过手术完全移除的黑色素瘤病灶。

研究者为了提高 T-VEC 的效果和安全性，对单纯疱疹病毒 (herpes simplex virus) 进行基因工程改造，使其失去在正常细胞内的复制能力，而只在癌细胞内大量复制，从而起到杀灭癌细胞的作用。此外，T-VEC 还拥有一个基因，在感染癌细胞后能合成并释放一种称为粒细胞—巨噬细胞集落刺激因子 (granulocyte-macrophage colony-stimulating factor) 的蛋白质。这种蛋白质能够重新激发人体的免疫反应，调动免疫系统进一步杀灭其他癌细胞。



自我检测

- 1 在溶原循环中，病毒进入细胞后，病毒（）**
 - A. 形成前病毒
 - B. 复制
 - C. 死亡
 - D. 变得没有活性

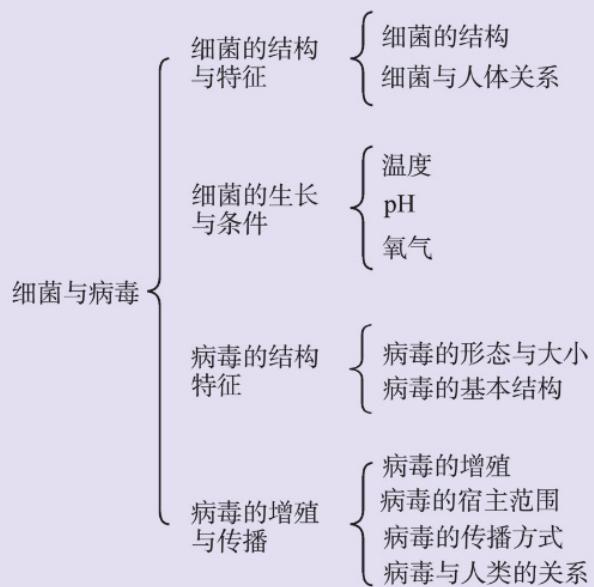
- 2 某种 RNA 病毒在增殖过程中，其遗传物质需要经过某种转变后整合到真核宿主的基因组中。物质 Y 与脱氧核苷酸结构相似，可抑制该病毒的增殖，但不抑制宿主细胞的增殖，那么物质 Y 抑制该病毒增殖的机制是（）**
 - A. 抑制该病毒 RNA 的转录过程
 - B. 抑制该病毒蛋白质的翻译过程
 - C. 抑制该 RNA 病毒的逆转录过程
 - D. 抑制该病毒 RNA 的自我复制过程

- 3 假如利用噬菌体 X 的衣壳和噬菌体 Y 的 DNA 组装出噬菌体 Z，再让噬菌体 Z 侵染宿主细胞，则子代具有（）**
 - A. X 的衣壳和 X 的 DNA
 - B. X 的衣壳和 Y 的 DNA
 - C. Y 的衣壳和 X 的 DNA
 - D. Y 的衣壳和 Y 的 DNA

- 4 根据遗传物质的化学组成，可将病毒分为 RNA 病毒和 DNA 病毒两种类型。通常，一种新病毒出现后需要确定该病毒的类型。假设在宿主细胞内不发生碱基之间的相互转换，请利用放射性同位素标记的方法，以体外培养的宿主细胞等为材料，设计实验以确定一种新病毒的类型，简要写出：(1) 实验思路；(2) 预测实验结果。(要求：实验包含可相互印证的甲、乙两个组)**



本章小结



细菌是单细胞的原核生物，广泛分布，数量惊人，其基本结构有细胞壁、细胞膜、细胞质、拟核，有些细菌还有荚膜、鞭毛及菌毛等特殊结构。细菌一般采用二分裂法繁殖。细菌与人体的关系密切，部分有益，部分有害。细菌的生长受温度、pH值、氧气等外界环境因素的影响。

病毒是一类体积非常微小、结构极其简单、性质十分特殊的生命形式。病毒与其他生物相比，有其自身的基本特征。病毒有球状、杆状、蝌蚪状和线状等多种形态。病毒主要由蛋白质和核酸组成，比细菌还小，没有细胞结构，只能在宿主细胞中增殖，要用电子显微镜才能观察到。

病毒几乎可以感染所有的生物，同时又具有宿主特异性。病毒的增殖过程分为粘附、侵入、合成、组装和释放五个步骤。在裂解循环中，病毒复制并杀死宿主细胞。在溶原循环中，病毒的DNA整合到宿主的DNA上，但宿主细胞不会死亡。

病毒与人类的关系非常密切，人以及动植物的许多疾病都是由病毒引起的，同时病毒又是分子生物学的研究材料。



习题

1. 有一类细菌，它可以利用无机物合成有机物，这类细菌属于（ ）
A. 生产者 B. 消费者
C. 分解者 D. 生产者和消费者
2. 下课后，某学生跟同学针对细菌展开了讨论，以下叙述合理的是（ ）
A. 所有的细菌在生态系统中都是分解者
B. 细菌细胞不同于洋葱细胞的主要结构特点是没有成形的细胞核
C. 细菌依靠芽孢进行繁殖
D. 将食品放在冰箱中可防止腐败变质，原因是低温杀死了细菌
3. 表18-3所列的食品保存方法与所依据的生物学原理，不相符的是（ ）

表18-3 食品保存方法与原理

选项	方法	生物学原理
A	紫外线灭菌法	破坏DNA结构
B	冷藏法、冷冻法	低温抑制细菌的生长和繁殖
C	罐藏法	高温消毒和防止与细菌接触
D	脱水法、腌制法	破坏需氧菌类的生存环境

4. 酸奶是利用乳酸菌发酵制成的，乳酸菌需要生活在无氧的环境中。小明同学准备自制酸奶，他将新鲜牛奶加入适量蔗糖煮沸后装入已消毒的玻璃瓶中，再将适量酸奶倒入其中。你认为最可能成功制成酸奶的操作是（ ）
A. 煮沸后立即倒入酸奶并密封 B. 煮沸后立即倒入酸奶不密封
C. 煮沸后冷却再倒入酸奶并密封 D. 煮沸后冷却再倒入酸奶不密封
5. 温度会影响细菌的繁殖速度。表18-4为大肠杆菌在不同温度下繁殖一代所用的时间。据表可得出的结论是（ ）

表18-4 温度对大肠杆菌繁殖速度的影响

温度(°C)	10	15	20	25	30	35	40	45	50
时间(min)	860	120	90	40	29	22	15	20	80



- A. 10 °C时大肠杆菌繁殖最快 B. 温度越高，酶活性越强
C. 低温可抑制大肠杆菌繁殖 D. 酶的活性受时间控制
6. 病毒会使动植物患病，科研工作者一直在寻找征服和利用病毒的途径。下列不是人们利用病毒的实例是（ ）
A. 给健康个体注射疫苗 B. 利用病毒携带基因进行基因治疗
C. 给肺结核病人注射抗生素 D. 给烧伤病人患处涂抹噬菌体稀释液
7. 艾滋病病毒感染人体后，只有寄生在淋巴细胞内才能繁殖，这是由于艾滋病病毒（ ）
A. 组成物质中没有蛋白质 B. 不是生命体
C. 组成物质中没有遗传物质 D. 没有细胞结构
8. 请比较细菌与病毒的特点。
9. 图 18-18 是证明食物腐败由细菌引起的实验装置。阅读这段材料，回答文后的问题。

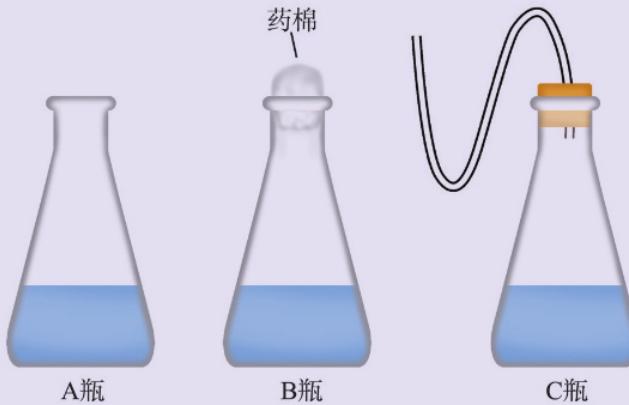


图 18-18 实验装置

- ①把碎肉加水煮烂，用两层纱布滤取肉汤备用。
- ②在三只锥形瓶里各注入 50 mL 肉汤，A 瓶敞口，B 瓶用药棉塞住，C 瓶用装有 S 形弯玻璃管的瓶塞塞住（图 18-18）。
- ③把三只锥形瓶隔水加热，使锅里的水沸腾 15 min，取出三只锥形瓶，冷却后放在温暖的阴暗处（日平均温度在 20 °C以上）。
- ④逐天观察肉汤的变化。结果一天后，A 瓶里的肉汤已浑浊，液面有一层薄膜，瓶内有异味，说明肉汤已腐败。B 瓶的肉汤几天后也开始腐败。C 瓶维持时间最长，但肉汤也最终腐败。

- (1) 实验操作中 A 瓶起什么作用?
- (2) A 瓶内肉汤为什么最先腐败?
- (3) B 瓶内肉汤几天后为什么也开始腐败?
- (4) 为确保实验结果可信, 本实验哪些条件要控制在相同条件下?

10. 图 18-19 显示噬菌体的繁殖过程。

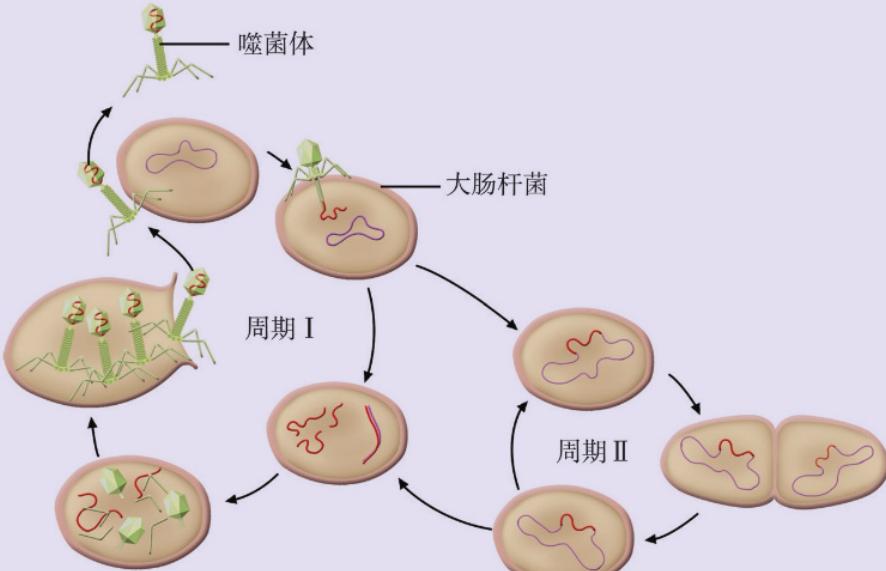


图 18-19 噬菌体的繁殖过程

- (1) 写出图中周期 I 及周期 II 的名称。
- (2) 噬菌体在繁殖过程中如何导致大肠杆菌的变异? 请说明导致变异发生的过程。
- (3) 试解释下列因素如何影响噬菌体的繁殖过程 : (a) pH 值 ; (b) 氧。
- (4) 为什么即使噬菌体成功侵入人体并避开免疫系统的攻击, 也不会导致人体发病?



第19章

演化



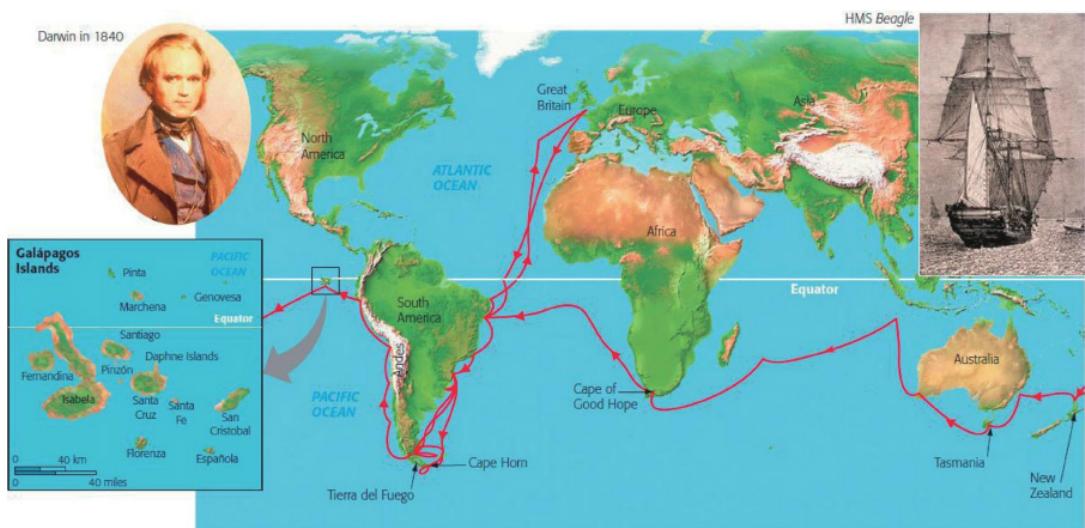
主要内容

- ◎原始生命的演化
- ◎生物演化的证据
- ◎自然选择学说
- ◎现代综合演化理论
- ◎新物种的形成



达尔文与“小猎犬号”

1831年12月27日，22岁的达尔文跟随英国皇家海军的考察船“小猎犬号(H.M.S. Beagle)”，开始了为期57个月的科学考察。他的任务主要是搜集岩石、化石、动物和植物的标本。考察结束后，达尔文带回了一个“大宝藏”：368页动物学笔记、1383页地质学笔记、770页日记、1529个保存在酒精瓶里的物种标本、3907个风干的物种标本和大量的其他动植物标本等。这为演化论的诞生奠定了坚实的基础。



达尔文环球航行路线

试想想：

- 达尔文带回的“宝藏”有什么用？
- 生物演化是如何发生的？
- 达尔文是怎样解释生物演化的？

学完本章以后，你就能回答以上问题。

19.1 原始生命的演化



学习目标

- ★ 解释在演化过程中，生物在结构与功能上所发生的一些关键性变化。
- ★ 查阅资料，分析与报告科学家对生物演化学说做出的贡献。

化学演化说

1924年，科学家欧帕林(Alexander Oparin)提出假设：生命起源于原始海洋。他认为，原始大气含有氢气、甲烷和氨气等，但没有游离态的氧。太阳、火山、闪电等提供的能量使这些气体之间发生化学反应，从而形成了氨基酸等有机小分子，并随雨水流入海洋，形成了富含有机小分子的“原生汤”。在“原生汤”中，氨基酸等有机小分子在长期的相互作用下，通过脱水、结合等“缩聚”反应，形成了构成细胞所需的蛋白质、脂类和其他复杂的有机大分子。

1953年，米勒(Stanley Miller)与尤利(Harold Urey)模拟了早期地球的环境，其结果有力地支持了欧帕林的假设。1992年，福克斯(Sidney Fox)通过加热氨基酸混合液产生了原生细胞(proto-cell)(图19-1)，解释了细胞可能的产生方式。

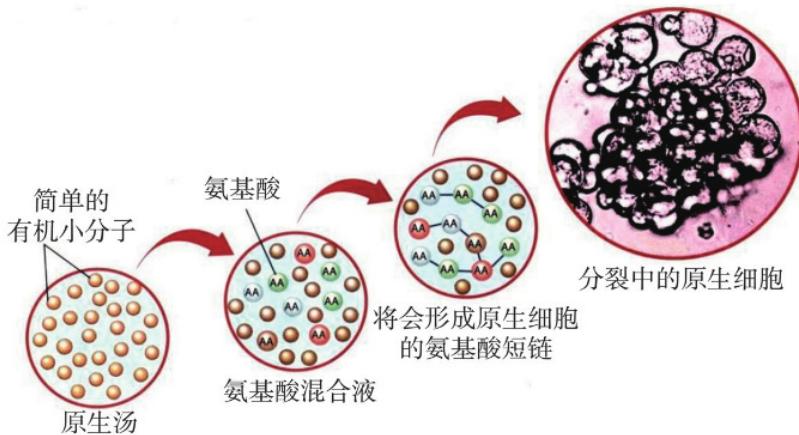


图19-1 原生细胞形成的模拟实验



问题探讨

1. 福克斯的实验说明了什么?
2. 原始生命是怎样演化的?

当今的地球，从高山到平原，从沙漠到极地，从空中到海洋，到处都有生物的踪迹。但是，在30多亿年前，地球上既无花草树木，也无人烟鸟兽，到处都是一片荒凉。

那么，地球上的生物到底从何而来？人类就这个问题已经思考了几百年。虽然有不少假说，但这个问题仍然没有解决。因为人类不可能穿越时空回到过去，所以这个问题也可能永远无法得到解答。



知识补给站

生命起源的几种观点

神创论

神创论认为地球上包括人类在内的所有生命，都是神在短时间里创造出来的，一经创造就不再发生任何变化。即使有变化，也只能在该物种的范围内发生变化。

自生论

古人根据自己的双眼对许多表面现象的观察，如不洁的衣物会自生蚤虱，污秽的死水会自生蚊蚋，肮脏的垃圾会自生虫蚁，腐败的尸体会自生蝇蛆等，深信生命是从无生命的物质中自然产生的。

生源论

1862年，法国细菌学家巴斯德（Louis Pasteur）进行了曲颈烧瓶实验。巴斯德把肉汤灌进两个烧瓶煮沸后，A烧瓶静置，B烧瓶打断瓶颈后静置，过了三天，A烧瓶没有出现细菌，B烧瓶出现了细菌（图19-2）。

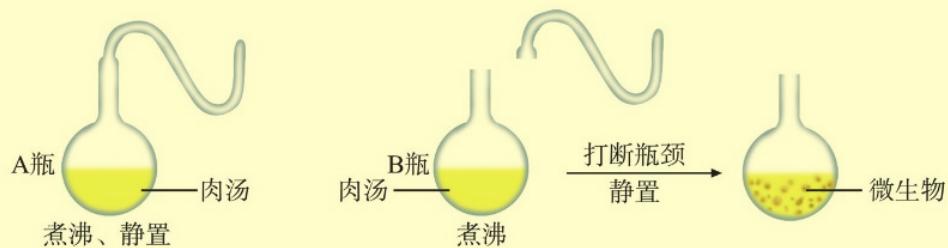


图 19-2 曲颈瓶实验

因此，巴斯德认为，所有生物只能来源于生物，从非生命物质中绝对不可能自发地产生出新的生命个体。这一观点称为“生源论”。



理性思维

1. 讨论 自生论的产生反映了人类认知的哪些缺陷？
2. 分析 为什么巴斯德曲颈烧瓶实验中 A 烧瓶没有出现细菌？
3. 思辨 也有人认为地球上的生命来自外太空，你觉得呢？

自从地球上出现生命以来，在地球上生存过的生物很可能有 10 亿种左右，但不管是已经死去还是仍活着的，它们都是由共同的祖先逐渐变化而来，这种变化过程叫做演化。演化就像一棵树，每个树枝代表一种生物，当一枝分出了丫杈，物种便增加了。

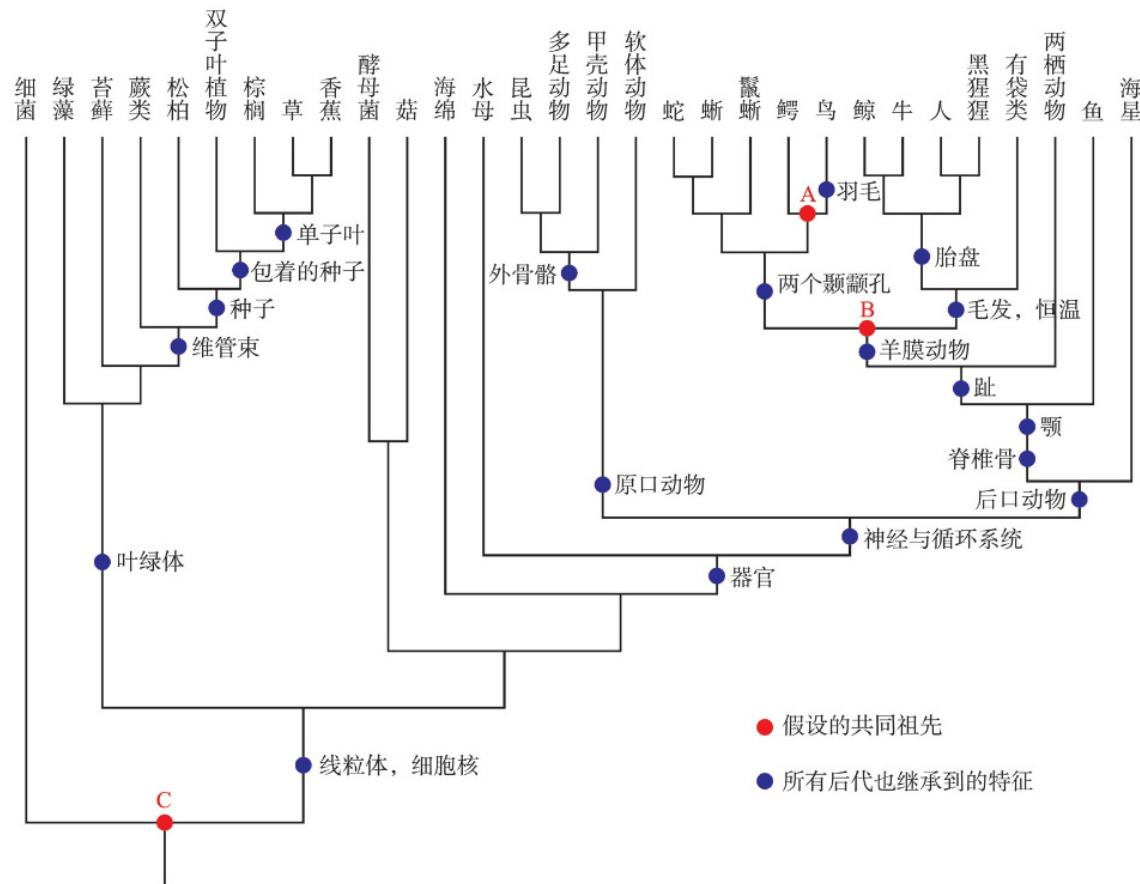


图 19-3 系统发生树



原核细胞的演化

福克斯提出的原生细胞与我们现在看到的最简单的原核细胞相比，还有很大的差距。真正的细胞何时形成仍是一个未解之谜，然而科学家确信，至少 35 亿年前，原核生物就出现在地球上了，今天所有的生物都来自古老的原核生物。

早期地球大气处于无氧的状态，最早的生物极有可能是厌氧的原核生物。它们的营养来源于原始海洋中丰富的有机小分子。由于它们是从外界获取食物，而非依靠自身合成，因此被称为异养生物 (heterotroph)。

随着时间的推移，这些异养生物的数量不断增加，对现成有机物的消耗量越来越大，有机物供不应求。与此同时，原核生物在消化分解有机物的过程中，所释放的二氧化碳越来越多，为光合作用创造了条件。最终，一些原核生物慢慢地演化为自身可以合成有机物的自养生物 (autotroph)。这些最初的自养生物应该十分类似于现今的古细菌。

一些早期的自养生物可能是采取化学合成法，利用环境中无机物（如硫化氢等）的能量来合成有机物的，后来才出现了能进行光合作用并产生氧气的原核生物。随着后者数量的不断增加，大气中氧的浓度开始提高，改变了原始大气的成分，随后演化出了能进行有氧呼吸的好氧生物。化石记录表明，大约在 28 亿年前，原核生物的多样性突然有了显著的增加。

真核细胞的演化

复杂的真核细胞很可能是由原核细胞演化而来的（图 19-4）。原核细胞构造简单，缺乏核膜和有膜的细胞器。构造简单的原核细胞如何演化成复杂的真核细胞呢？科学家认为真核细胞的核膜和内质网膜可能是由细胞膜向内凹陷而形成的。

至于线粒体和叶绿体又是如何形成的呢？马吉利斯 (Lynn Margulis) 在对现有单细胞生物进行观察和实验时发现，蓝细菌的大小和光合作用能力都与叶绿体很相似。同样的，线粒体看上去也和另一些细菌相似。实验发现，叶绿体和线粒体都含有 DNA，但它们的基因组大小和结构、基因表达类似于原核细胞中的 DNA，却不同于真核细胞。

马吉利斯提出了一个大胆的假设。她认为，当地球上同时存在厌氧细胞、好氧细胞和自养细胞之后，厌氧细胞把好氧细胞吞并到细胞内，二者互利共生，最终好氧细胞变成了厌氧细胞中的一个细胞器，也就是线粒体。如果此共生体再次吞并能进行光合作用的自养细胞，自养细胞也能与此共生体互利共生，自养细胞也就成了一个细胞器，那就是叶绿体。马吉利斯这个不断吞并的假说被称为内共生学说 (endosymbiotic theory)。

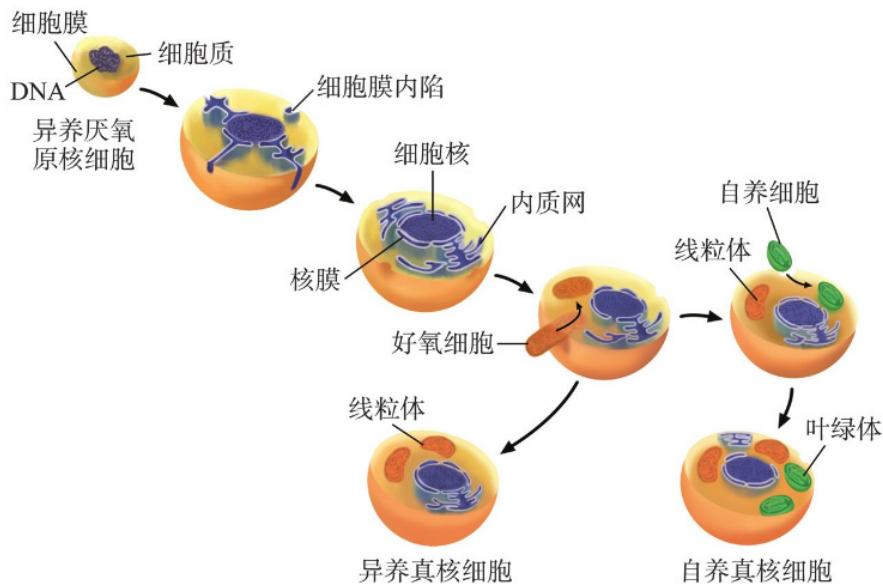


图 19-4 真核细胞的演化



理性思维

1. 讨论 地球上出现真核生物后，对生物的演化有什么影响？
2. 分析 原核生物为什么没有完全消失？

多细胞生物的演化

多细胞生物的出现，在生物的演化历程中是一个举足轻重的事件。那么，单细胞生物是如何演化到多细胞生物的呢？科学家认为这一演化需要经过三个过程：①单细胞增殖后并不发生分离，形成一个群体；②群体中的细胞相互依赖，各有分工，开始出现细胞的分化，并各自执行特定的功能；③群体中部分细胞演化为体细胞和生殖细胞（图19-5）。生殖细胞的出现，大大加快了生物演化的进程。

今天多样的生物是经过漫长的年代演化而来的，演化的趋势是由单细胞到多细胞，由简单到复杂。现在所有的生物都是生活在35亿年前的生命体的后代，每一个现有物种的基因都起源于几个祖先基因。

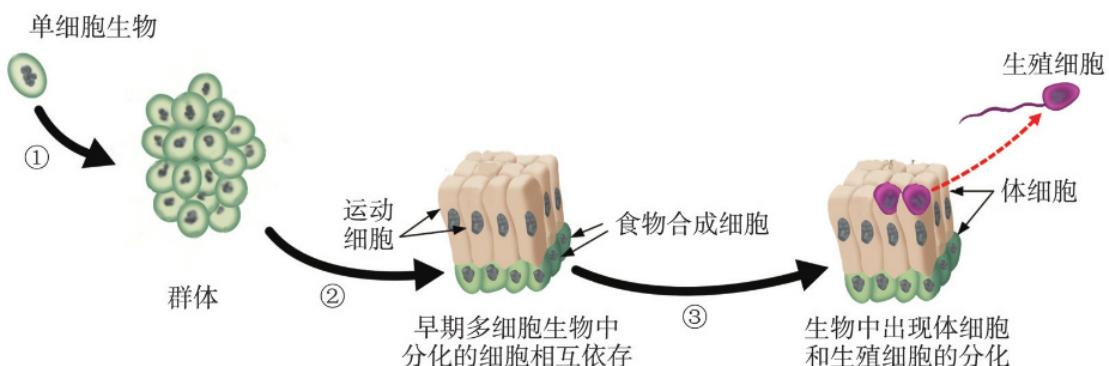


图 19-5 从单细胞生物演化到多细胞生物

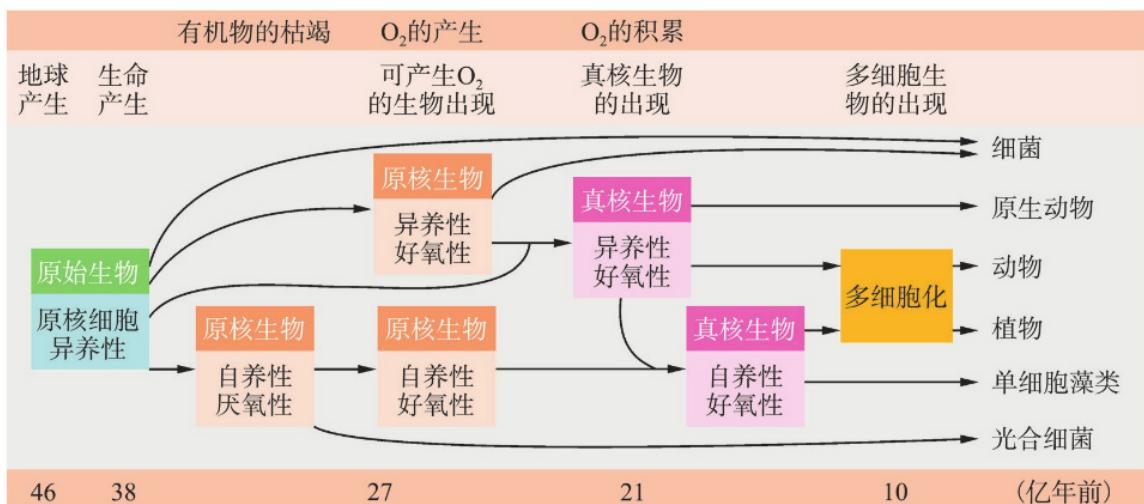


图 19-6 生物的演化简图

自我检测

- 根据生物演化的过程，地球上早期的氧气可能从何而来？（ ）
 A. 类似高等绿色植物的生物 B. 类似真菌的生物
 C. 类似蓝细菌的原核生物 D. 类似衣藻的原核生物
- 在生物演化过程中，有关生物类型出现顺序的几种猜测中，最有可能的是（ ）
 A. 厌氧自养、厌氧异养、需氧异养
 B. 厌氧异养、需氧异养、光能合成自养
 C. 需氧异养、厌氧异养、需氧自养
 D. 厌氧异养、光能合成自养、需氧异养

- 3 真核细胞的出现，在生物演化的历史上具有重要的意义，主要表现在（ ）
 ①结构和功能更加完善 ②出现有丝分裂，为有性生殖的产生奠定了基础 ③通过有性生殖实现了基因重组，推动了生物演化
- A. ①② B. ①③ C. ②③ D. ①②③
- 4 对线粒体编码的核糖体 RNA 和呼吸链复合物亚基，比如细胞色素 c 氧化酶和细胞色素 b 的系统发育分析显示，线粒体起源于和古细菌建立共生关系的 α -变形菌。最初的 α -变形菌在演化的过程中将大部分遗传物质转移到核的同时与之建立起了稳定的内共生关系，如图 19-7 所示。大多数现存真核生物的线粒体 DNA 仍保留少量来自原始 α -变形菌的基因。内共生起源假说演变为具体的模型：内共生体为 α -变形菌，宿主为古细菌（Archaeon），内共生体通过有氧呼吸为宿主提供 ATP，宿主为内共生体提供有机物营养。

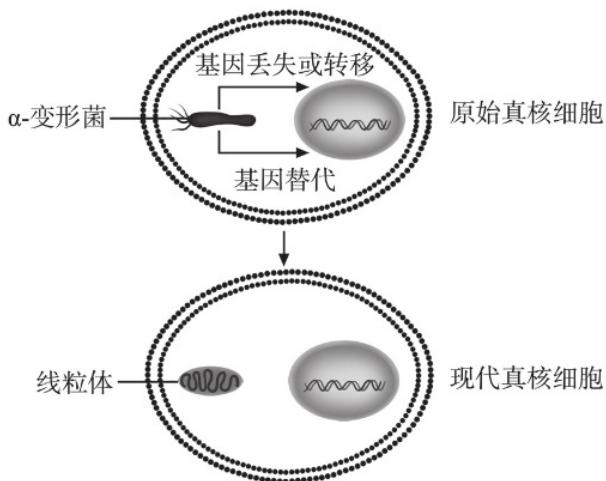


图 19-7

- (1) 为什么说 α -变形菌与古细菌是共生关系？
 (2) 根据上述资料可以得出什么结论？为什么？
 (3) 查阅资料，还有哪些证据支持内共生学说？



19.2 生物演化的证据



学习目标

- ★ 描述化石在研究生物演化中的作用。
- ★ 简述古生物学、比较解剖学、胚胎学、分子生物学等支持生物演化
的证据。

鲸的演化

鲸是由鱼类直接演化而来的吗？

2011年，古生物学家在秘鲁洞穴中找到古鲸的骨骼残骸，发现它们有完整的腿骨，推断鲸的祖先在4300万年前具有能够在陆地上支撑其体重的四肢。这完整的四足鲸标本为鲸的演化提供了有力的证据。经过数百万年的演化，鲸的前肢演化成鳍，后肢消失，鼻孔逐步迁移到头顶以适应水中生活。

骨头不是鲸唯一的演化证据，通过观察动物的游动方式发现，鱼类游泳时横向弯曲脊椎，而海洋哺乳动物则用脊椎向上和向下起伏游动，类似陆地哺乳动物跑动的姿态。



问题探讨

1. 为什么说化石是记录生物史的特殊“文字”？
2. 还有其他证据可以证明生物的演化吗？

今天，生物演化的理论已经被广泛接受。那么，有哪些证据支持这一科学理论呢？

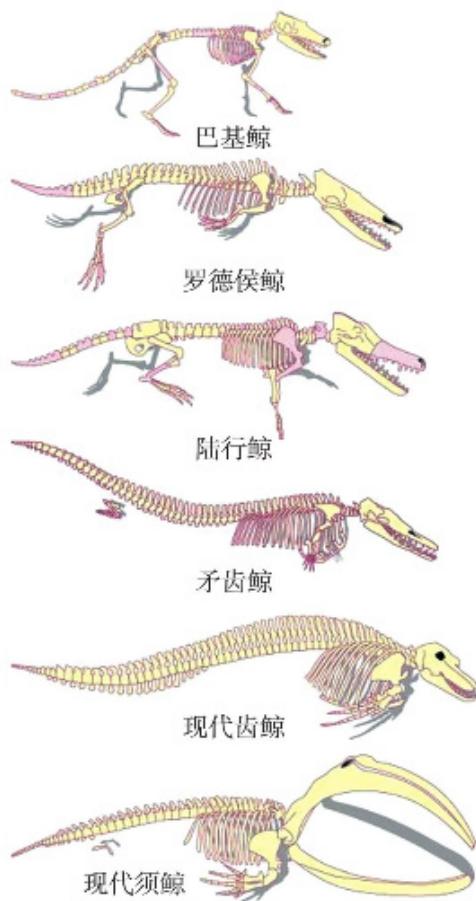


图 19-8 鲸的演化

古生物学

古生物学是研究各地质年代生物的发生、发展、分类、演化、分布等规律的科学，它的研究对象是化石。依据化石提供的信息，可以推测埋藏化石的地层形成的年代和经历的变化、古代生物的形态与生活环境。化石记录了生命随时间演化的历程，把化石按照岩石的年龄排序，就会显示出连续演化的痕迹（图 19-9）。化石帮我们认识到，地球上确实存在过的生物，化石为生物演化学说提供了强有力的证据。

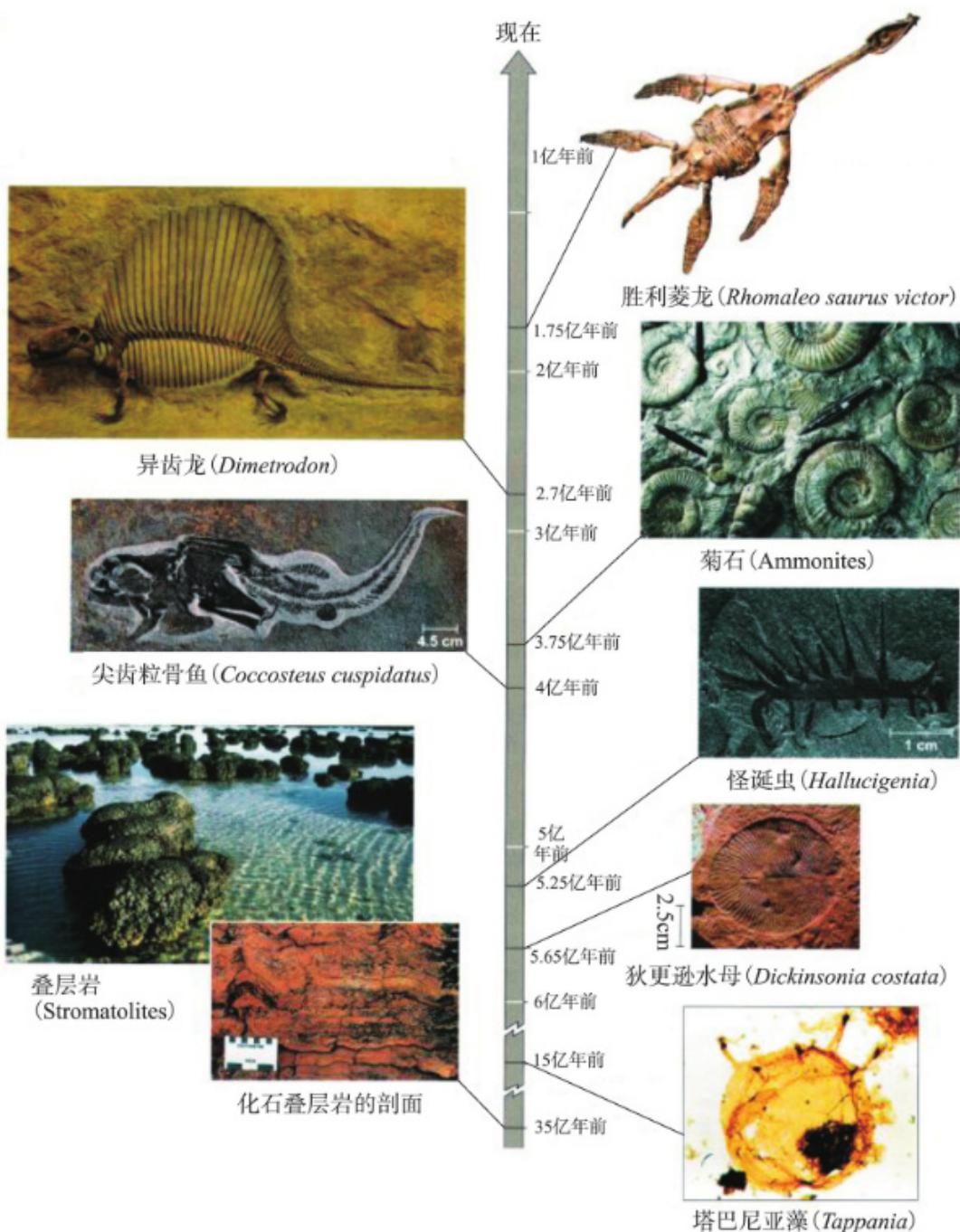


图 19-9 化石见证生命的历史



知识补给站

活化石

活化石泛指曾出现于某一地史时期而至今犹存的任何生物。

银杏 (*Ginkgo biloba L.*) 是全球种子植物中最老的孑遗植物，最早出现于 3.45 亿年前的石炭纪。250 多万年前的第四纪冰河时期，银杏曾面临绝灭的危机，而中国南部因地理位置适合和气候温和，成为银杏的最后栖息地。现在的银杏是这个门的植物中生存至今的唯一成员。

鹦鹉螺 (*Nautilus pompilius*) 是现存最古老、最低等的头足类动物，出现在距今 5 亿多年前，在古生代志留纪地层中种类特别繁荣，经过 5 亿年的时间，其外形、习性等变化很小，被称作海洋中的“活化石”。与它同类的章鱼、鱿鱼、乌贼等在演化发展中身体发生了很大的变化。

鲎 (*Limulus*) 是地球上最古老的动物之一。鲎至今仍保留其 4 亿多年前的原始而古老的形态结构。发现最早的鲎化石生活于奥陶纪，与现代鲎相似的鲎化石出现于侏罗纪。

生物地理学

生物地理学是研究物种过去和现在在世界各地区分布状况的科学。由于板块移动造成的大洲漂移（如南美洲与非洲），以及冰河时期前后造成的海平面高度的变化（如白令海峡陆桥），改变了陆地之间的相连性，使得一些相距遥远的地区，虽然能够在地底下挖出许多相似的生物化石，如今却因为海洋或山脉的隔离，使现有的物种具有相当大的差异。

根据古生物学家研究，平胸鸟类起源于冈瓦纳古陆。自各大洲分离后，演化出南美洲的美洲鸵 (rhea)、非洲的鸵鸟 (ostrich)、马达加斯加的象鸟 (elephant bird)、澳洲的鸸鹋 (emu)、新西兰的奇异鸟 (kiwi) 和恐鸟 (moa)、新几内亚的食火鸡 (cassowary)，这些同科平胸鸟类在形态结构上都因前肢退化而不能飞翔。

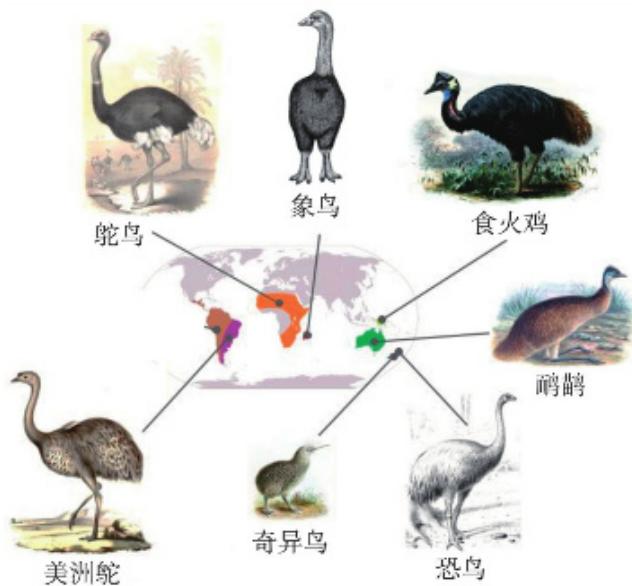


图 19-10 不能飞翔的平胸鸟种类与地理分布



知识补给站

华莱士线

英国自然科学家华莱士 (Alfred Russel Wallace) 于 1854 年至 1862 年间展开历时八年的马来群岛探险之旅。他观察到婆罗洲与苏拉威西岛之间，巴厘岛与龙目岛之间有一条无形的天然生物分布界线，界线以西的动物相对比较接近亚洲物种，界线以东的动物相对比较接近澳洲物种。为了纪念华莱士的重大发现，生物地理学家将这条界线命名为华莱士线 (Wallace's line)。



图 19-11 华莱士线

推测在冰河时期，海平面下降，因此婆罗洲及巴厘岛等岛屿曾经与亚洲大陆相连，新几内亚和邻近岛屿则曾与澳大利亚相连；而华莱士线划过的地方仍然有海洋的阻隔。由于动植物多以陆行方式散布迁移，因此即使距离较近，多数动植物也无法跨过海洋的阻隔。

比较解剖学

比较解剖学是对各类生物的器官或系统进行解剖和比较研究的科学。比较解剖学为生物演化论提供的最重要的证据是同源器官 (homologous organ)。

同源器官是不同生物身上起源于共同祖先的同一器官，其结构相似而形态和功能不同。例如，鸟类的前肢可用于飞行，哺乳类的前肢可用于游泳、奔跑、抓握等。尽管有如此不同的功能，但所有鸟类和哺乳类的前肢内部结构却非常相似（图 19-12），排列的方式也基本一致，都是由肱骨、尺骨、桡骨、腕骨、掌骨和指骨组成。

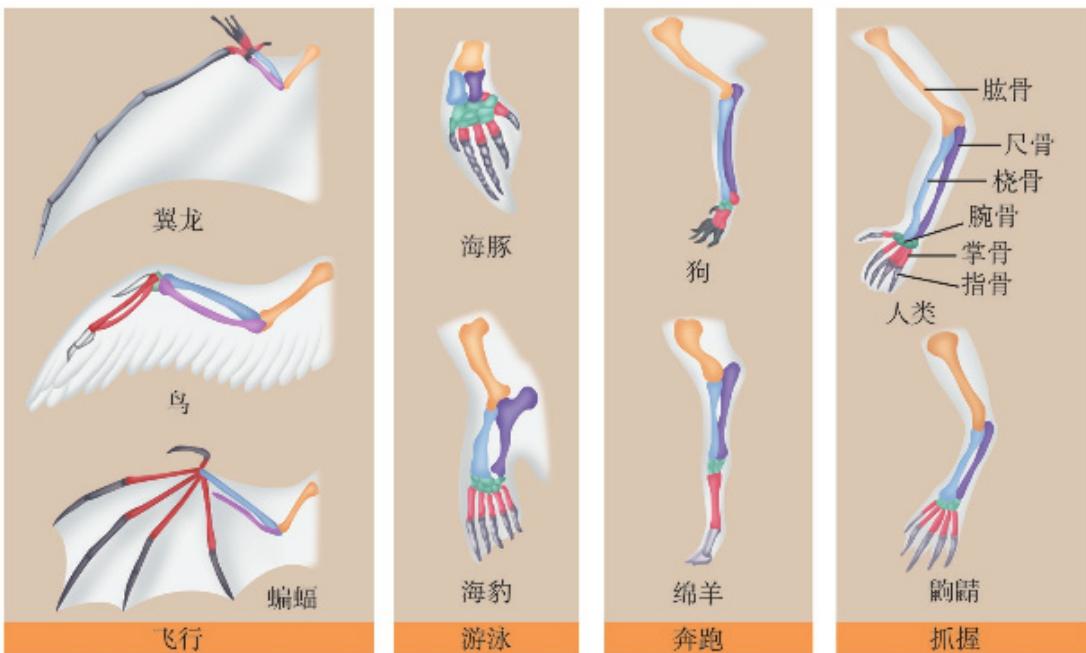


图 19-12 前肢骨的同源性

同源器官的存在，证明凡是具有同源器官的生物，都是由共同的原始祖先演化而来的。只是在演化过程中，由于它们的生活环境不同，同源器官适应于不同的生活环境，逐渐出现了形态和功能上的差异。因此，同样是前肢，翼龙、鸟和蝙蝠的翼变得适于飞行，



海豚和海豹的鳍变得适于在水中游动，狗和绵羊的前肢变得适于奔跑，人类和鼩鼱的上肢则变得适于抓握。



理性思维

1. 比较 比较狗、蝙蝠、海豚、绵羊前肢骨与人的上肢骨。
2. 列举 举出其他同源器官的例子。

胚胎学

胚胎学是研究动植物的胚胎形成和发育过程的科学。每种生物都有固定的生长和发育模式，以脊椎动物为例，鱼类、两栖类、爬行动物、鸟类和哺乳动物，成体的形态都有相当大的差异，但它们在胚胎发育过程中，却出现明显相似的构造，如有鳃裂和尾巴，显示它们有相同的演化来源（图 19-13）。

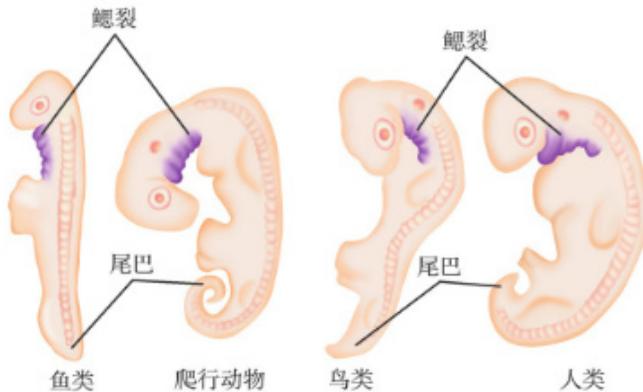


图 19-13 脊椎动物的胚胎

到了发育晚期，除鱼以外，其他动物和人的鳃裂都消失了，人的尾巴也消失了。为什么会出现这种现象呢？合理的解释应该是：脊椎动物的祖先有指导鳃裂和尾巴形成的基因，它们的后代都保留了这些基因。在鱼体内，这些基因在发育的全程中都是处于激活状态，因此，成体就留有发育完整的鳃和尾巴。而在人体内，这些基因只在早期发育阶段是激活的，所以这些结构在成体时就消失了。



理性思维

1. 讨论 为什么用肺呼吸的脊椎动物在胚胎发育过程中会出现鳃裂？
2. 推测 胚胎学特征的相似性暗示了什么？

分子生物学

分子生物学是从分子水平上研究生命本质的科学。20世纪50年代以来，由于分子生物学的快速发展，更加丰富了演化论的证据。生物的化学组成都有其一致性，例如蛋白质都是由20种氨基酸组成，遗传物质都是核酸。蛋白质中氨基酸序列与核酸中核苷酸序列存在着对应关系，即遗传密码决定蛋白质结构，而地球上所有生物使用的都是同一套遗传密码系统。

分子生物学提供的证据，有力地证明了生物间的亲缘关系，它们是由共同的祖先演化而来的。这种演化史迹如同化石一样铭刻在它们的分子结构中，清楚地记载着自己的历史。

例如，细胞色素c存在于所有真核生物中，是线粒体中的电子传递蛋白。通过比较不同物种之间编码细胞色素c的核苷酸序列，可以推断物种间的亲缘关系，相似性越大亲缘关系越相近。在编码人和其他生物细胞色素c的基因的315个核苷酸中，大部分相同，只有小部分是不同的（图19-14）。这是真核生物的共同祖先的细胞中含有细胞色素c的证据，但它们之间也有些许的差异，这表明物种在独立演化的过程中发生了一些改变。

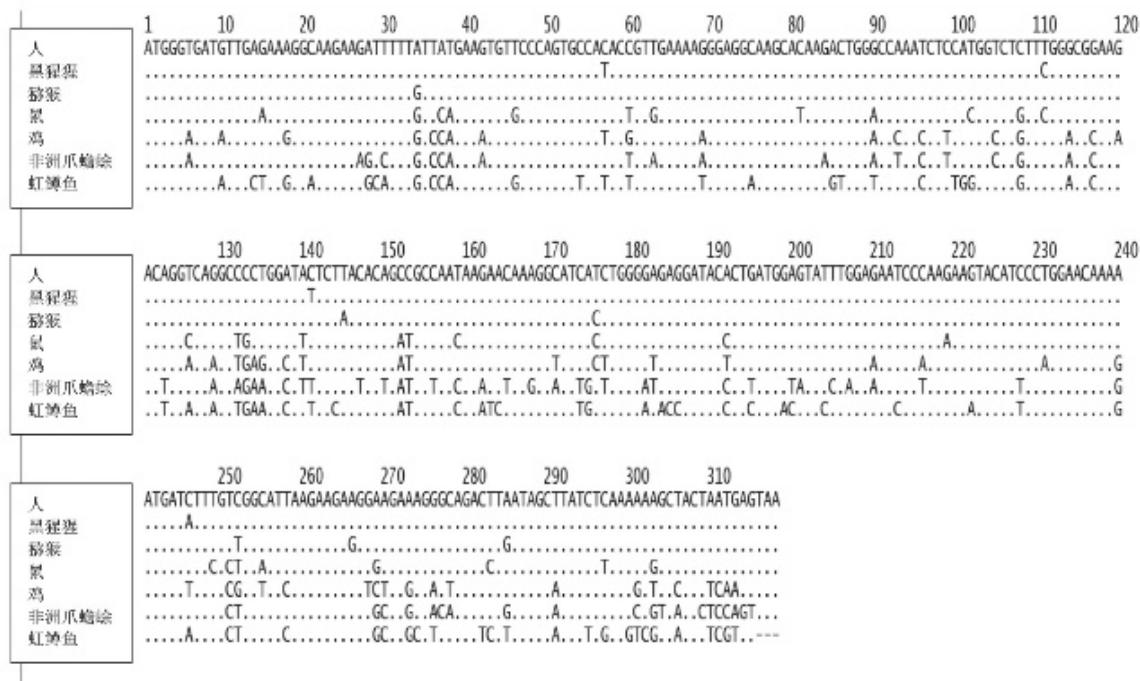


图19-14 分子上的相似性显示了生物演化上的关系



比较人与其他脊椎动物血红蛋白 β 链上的146个氨基酸，发现那些与人的演化距离越远（参见白色的演化树）的动物，它们与人的差异就越大（图19-15）。如人与恒河猴的血红蛋白氨基酸有8个不同，而与七鳃鳗有125个不同。据此可推测物种间的亲缘关系。

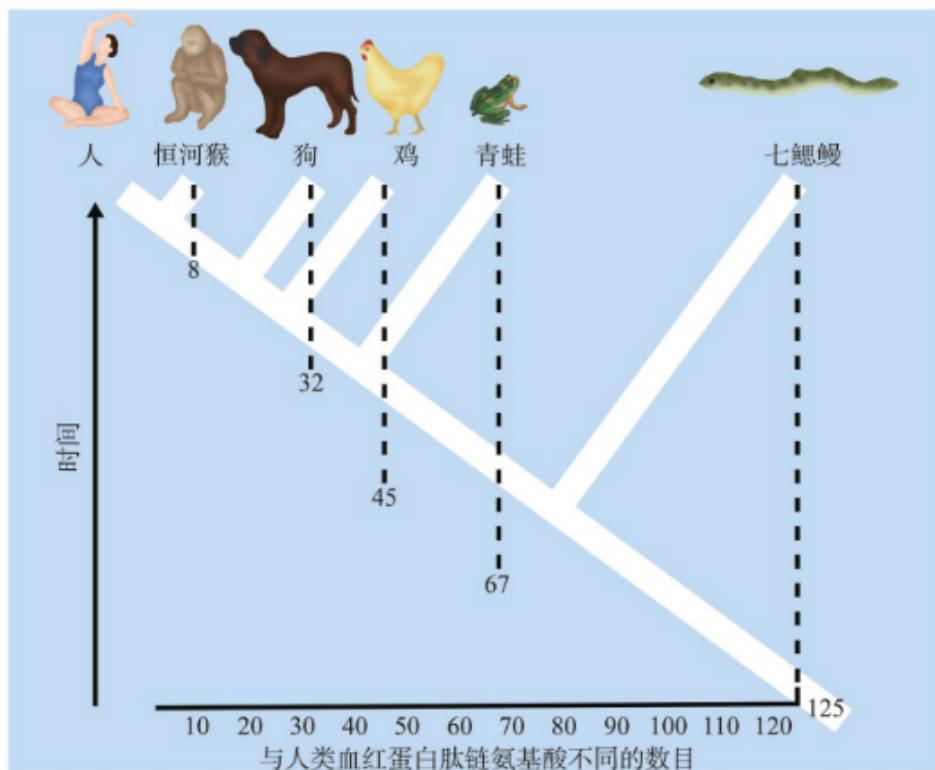


图19-15 不同动物与人类血红蛋白肽链上氨基酸不同的数目



知识补给站

平胸鸟的演化

根据生物地理学的证据，长期以来，人们认为，平胸鸟源自不会飞行的单一共同祖先，后经大陆分离才形成不同的平胸鸟物种。其中鸵鸟和象鸟亲缘关系最近，都分布在非洲，是最早分化的一支；而奇异鸟和恐鸟关系最近，都分布在纽西兰；分布于澳洲、新几内亚以及南美洲的鸸鹋、食火鸡和美洲鸵则最后分化出来。

但最新的科学证据不支持这个假说。近年来，通过分子生物学研究发现，与奇异鸟关系最近的却是位于万里之外的马达加斯加岛上的象鸟，其次是鸸鹋、食火鸡，然后才是恐鸟。推测奇异鸟的祖先具有飞行能力，是后来迁徙到纽西兰的。

同时，也发现分布于中南美洲一类会飞的鸟类——鳩（tinamou），与恐鸟关系最近，与鸸鹋、食火鸡、象鸟和奇异鸟是近亲（图19-16）。

分子生物学的证据不仅推翻了平胸鸟是由不会飞的单一祖先演化而来的说法，而且也确定了平胸鸟飞行能力的丧失发生在分化后。

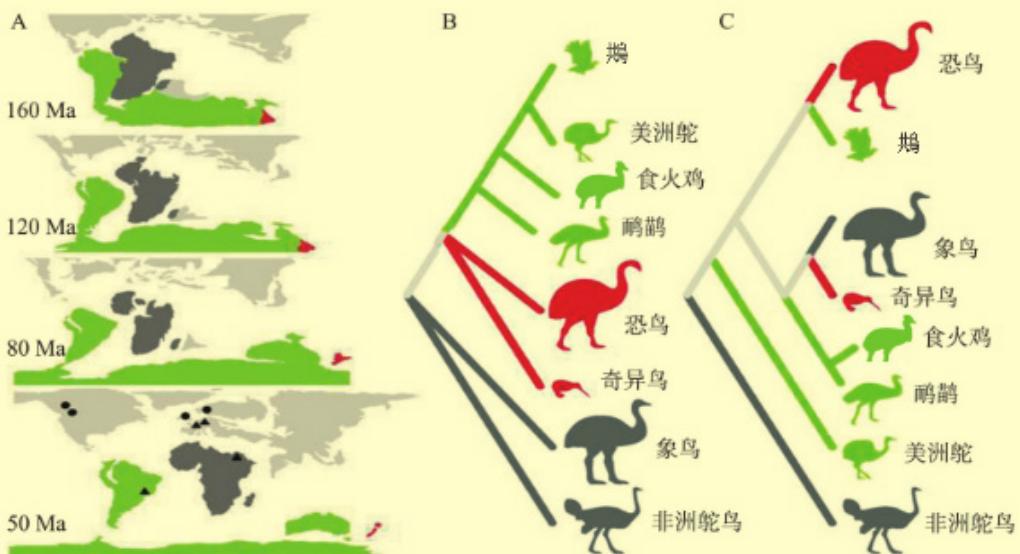


图19-16 大陆漂移（A）、传统观点中的平胸鸟关系（B）和基于分子证据的平胸鸟关系图（C）

自我检测

- 下面能揭示生物由简单到复杂、由低等到高等的演化规律的证据，最可靠的是（ ）
 - 各类化石在地层里按一定顺序出现的事实
 - 所有高等生物的发育都是从一个受精卵开始
 - 脊椎动物和人的胚胎发育比较
 - 对同源器官的研究
- 细胞色素c由104个氨基酸组成，表19-1是七种生物细胞色素c与人细胞色素c的氨基酸组成差异，根据表中数据不能得出的结论是（ ）



表 19-1 不同生物细胞色素 c 的氨基酸组成差异

生物名称	黑猩猩	猴	马	鸡	金枪鱼	小麦	酵母菌
与人细胞色素 c 的氨基酸 差异数	0	1	12	13	21	35	44

- A. 与人细胞色素 c 的氨基酸差异数越少的物种与人的亲缘关系越近
 B. 七种生物与人是由共同的祖先物种演化而来的
 C. 本研究采用了分子生物学方面为演化学说提供的证据
 D. 人与黑猩猩的氨基酸差异数为 0, 表明人是由黑猩猩演化来的

3 据图 19-17 推测“现代马是由其他三种马演化而来”的证据不包括()

- A. 马腿骨的结构大部分相同但也在发生缓慢的变化
 B. 现代马的马蹄应该是腿骨足趾融合后逐渐形成的
 C. 现代马的腿部骨骼中关节的数量少于其他三种马
 D. 马腿骨的变化是基因突变等遗传物质改变所导致

名称	始祖马	中马	草原古马	现代马
腿的骨骼 (相同的比例)				
出现年代	5000多 万年前	4000多 万年前	3000多 万年前	现代

图 19-17 马的前肢骨骼的演化

4 图 19-18 是一个未受到影响的沉积岩层剖面示意图，

其中一层含有物种 A 化石，而另一层含有物种 B 化石。

据图回答下列问题：

- (1) 比较物种 A 与物种 B 的主要差别。
 (2) 在物种 A 所在的沉积岩层中能找到物种 B 的化石吗?

为什么?

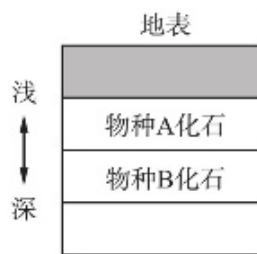


图 19-18 岩层剖面示意图

19.3 自然选择学说



学习目标

- ★ 举例说明自然选择学说的主要观点。
- ★ 说明自然选择如何决定生物演化的方向。

物种起源

1859年，达尔文经过20多年研究后写成的科学巨著《物种起源》终于出版了。该书的第一版是一份只有15.5万字的“摘要”，共印了1500册，出版当日就销售一空。书中用大量资料证明了形形色色的生物都是在遗传、变异、生存竞争和自然选择中，由简单到复杂，由低等到高等，不断发展变化的，提出了生物演化论学说。

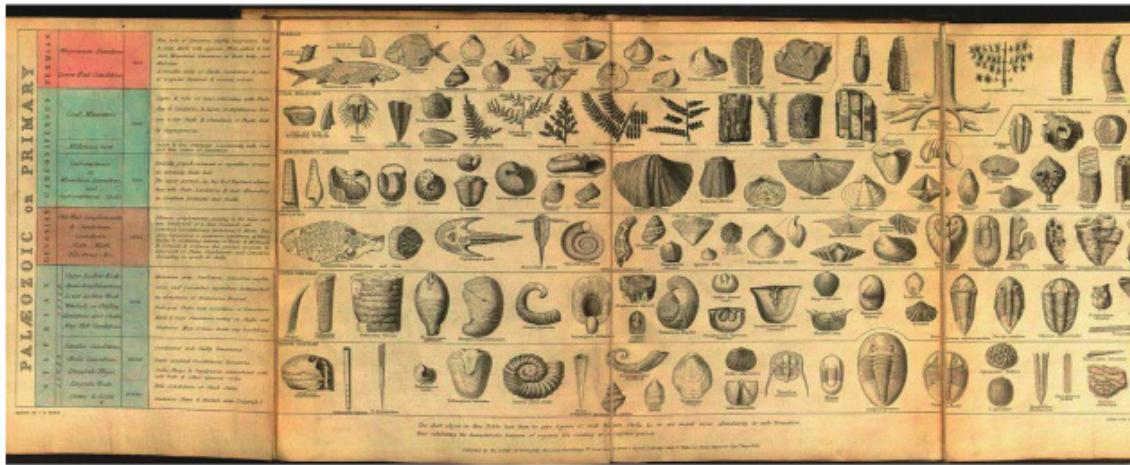
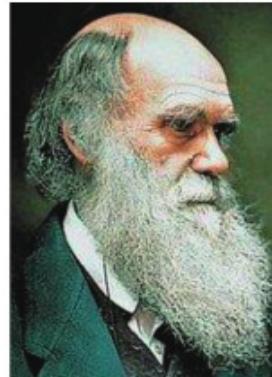


图19-19 达尔文与《物种起源》



问题探讨

1. 什么是自然选择?
2. 自然选择在生物演化中起什么作用?

达尔文在加拉帕戈斯群岛考察期间，发现该岛许多动植物是岛上特有的物种，但又与别处的物种很相似。这些观察结果使达尔文认为，物种可能会随时间而发生变化，但考察结束回到英国后的初期，他仍然无法解释这些变化是怎么发生的。

达尔文的后续研究

在此后的 20 多年中，为了更合理地解释物种是如何随时间而发生变化的，达尔文进行了大量的阅读、标本采集和实验等研究工作。

达尔文阅读了英国经济学家马尔萨斯 (Thomas Robert Malthus) 的《人口论》后受到启发。马尔萨斯认为，资源是有限的而物种繁殖是呈指数增长的，所以个体间为生存而竞争是不可避免的。达尔文假设，如果个体间的生存能力是有差别的，且这种差别能够遗传，那么它就会受到自然选择，并最终形成新的物种。

达尔文注意到，许多物种会繁殖出大量的后代，但这些物种并没有在地球上泛滥。因此，在变化的环境中必然存在个体的竞争，如对食物和空间的竞争，逃避敌害的竞争，以及对配偶和栖息地的竞争等。在竞争中，只有一部分个体能够存活下来并繁殖后代，那么，到底什么样的个体能存活下来呢？

为了真正弄清这些问题，他亲自繁育鸽子，分析当时英国常见的几种不同品种的鸽子，判断出它们都是起源自野生的原鸽。此后他又研究了其他家养动物和栽培植物，发现它们也同鸽子一样，是由自然界一个或几个野生种演化而来的。

由于个体的性状特征存在差异，而其中的有些差异是可以遗传的。通过对具有特定变异性状的个体进行培育，就能得到带有这些变异的子代。这种对具有特定性状的生物进行培育产生具有相同性状子代的过程叫人工选择 (artificial selection)。例如，猫科动物的共同祖先经过长期的人工选择，培育出的家养的猫形态各异。人工选择可以影响生物的演化。

自然界中也存在类似于人工选择的机制。因此，猫科动物的共同祖先经过长期的自然选择，也可演化出各种典型的猫科动物（图 19-20）。



图 19-20 人工选择与自然选择

达尔文对自然选择的解释

自然界的生物如同家养生物那样会产生无数的微小变异和个体差异。一切生物彼此之间以及生物与其自然生活条件之间有着复杂密切的关系。

1858年，达尔文和华莱士提出自然选择学说来解释演化的机制。学说的中心思想：生物的繁殖能力很强，能够产生大量的后代，但是环境条件是有限的，因此，在生存竞争下必然有一部分个体被淘汰。在自然界中，生物个体既能保持亲本的性状，又会出现变异。出现有利变异的个体就容易在生存竞争中获胜，并将这些变异遗传下去，出现不利变异的个体则容易被淘汰。

自然选择学说的主要内容有四点：遗传和变异，过度繁殖，生存竞争，适者生存。

遗传和变异 达尔文认为，一切生物都具有产生变异的特性。例如，同一父母的后代之间会有许多微小的差异；栖息在同一有限地区的同种个体之间存在许多微小差异。生物的许多变异是可以遗传的。

过度繁殖 地球上的各种生物普遍具有很强的繁殖能力，有呈几何级数增加的趋势。例如，大象是一种繁殖很慢的动物，但寿命可以达到90岁以上。如果每头母象一生中产仔6头，每头活到100岁且都能繁殖，那么750年后，这头大象的后代可达1900万头。因此，按照理论上的计算，大象会在不太长的时期内产生大量的后代而占满整个地球。但事实并不是这样，几万年来，大象的数量也从没有增加到那么多。这是为什么呢？达尔文认为是由于生存竞争。



生存竞争 达尔文认为，环境条件是有限的，因此过度繁殖会引起激烈的生存竞争。

例如，狼在捕食各种动物时，有的凭速度，有的凭体力，有的凭敏捷。假设某个地区跑得快的鹿的数量增加，而狼能捕食的其他动物数量又大为减少。那么，在捕食的时候，只有奔跑速度快、动作敏捷的狼，才能捕到鹿而获得足够食物，从而被选择和保存，而奔跑速度慢又不敏捷的狼则由于缺乏食物而被淘汰。同样道理，那些体型灵巧、善于奔跑的鹿，能够逃脱狼的捕食而获得生存机会，从而被选择和保存。

由于生存竞争，导致生物大量死亡，结果只有少量个体能够生存下来。

适者生存 在生存竞争中，具有有利变异的个体，容易在生存竞争中获胜而生存下去。反之，具有不利变异的个体，则容易在生存竞争中失败而死亡。这就是说，凡是生存下来的生物都是适应环境的，而被淘汰的生物都是对环境不适应的，这就是适者生存。达尔文把在生存竞争中适者生存、不适者被淘汰的过程叫做自然选择。

达尔文认为，自然选择是一个长期的、缓慢的、连续的过程。由于生存竞争不断地进行，因而自然选择也是不断地进行，通过一代代的生存环境的选择作用，物种变异定向地向着一个方向积累，于是性状逐渐和原来的祖先不同了，这样，新的物种就形成了。

由于生物所在的环境是多种多样的，故生物适应环境的方式也是多种多样的。所以，经过自然选择也就形成了多种多样的生物。

活 动

模拟自然选择

自然选择是生物演化的主要机制。自然选择不会引起变异，自然选择仅体现在保存已经发生的对生存有利的变异。本活动将说明自然选择是如何起作用的。

材料用具

大豆若干、盘、杯、药匙、镊子、解剖针、小纸片等。

方法步骤

- 请三位同学分别用药匙、镊子和两根解剖针作为“取食”工具，扮演三种不同地雀的“喙”。
- 在一分钟内，每只“地雀”（一位同学）从盘中一个一个地“啄出”豆粒，放入杯中。

3. “啄食”最多的“地雀”存活，并选两位同学作为自己的“后代”；“啄食”第二多的“地雀”存活，并选一位同学作为自己的“后代”，参加下一回合的活动；“啄食”最少的“地雀”则被淘汰。
4. 五位同学代表“地雀”重复步骤2。“啄食”最少的两只“地雀”则被淘汰，第一回合的活动结束。
5. 将大豆换成小纸片，重复步骤1~4。



理性思维

1. 分析 实验的结果是哪种“地雀”生存下来并繁殖后代？为什么？
2. 描述 描述自然选择的主要观点。
3. 讨论 在人类栽培植物和家养动物选育过程中起巨大作用的选择原理，能适用于自然界吗？
4. 科学本质 达尔文的自然选择学说体现了哪些科学本质？
5. 列举 列举其他自然选择的实例。



科学轨迹

拉马克、华莱士与达尔文对生物演化学说的贡献

法国博物学家拉马克 (Jean-Baptiste Lamarck) 是第一位从科学角度系统阐明生物演化思想的学者。拉马克通过深入研究，发现古代生物和现代生物既相似又相异，栽培作物、家养动物和野生动植物存在较大差别，而栽培作物、家养动物显然都是从野生动植物培育而来的。于是拉马克认为物种并不是上帝创造的，也不是不变的，而是在自然环境影响下发生了变异，最终从一种物种类型演变成了另一种物种类型。

1809年，拉马克在著作《动物学哲学》中提出了比较完整的演化理论。拉马克认为，环境的改变能引起生物的变异；用进废退，即经常使用的器官就发达，不使用的就退化；获得性遗传，即用进废退而导致的变异是可以遗传的。例如，



拉马克解释有些鸟类不愿意游泳，只愿意在水边觅食。为了捕食到水中的食物用力伸长脖子，为了身体不被水沾湿而用力伸展两腿。久而久之，代代相传，腿和脖子就特别长（图 19-21）。



图 19-21 火烈鸟

1883 年，著名的德国动物学家魏斯曼 (August Weismann) 设计了“老鼠断尾实验”。他选择了一对正常的雌雄老鼠，截断它们的尾巴，让它们交配，然后再在它们的子代中重复实验。他连续做了 21 代重复实验，一共切去了 1592 只老鼠的尾巴，发现这些老鼠的后代依然长着正常的尾巴。魏斯曼向全世界公布了“老鼠断尾实验”的结果，同时发表了一篇论文，反对任何形式的获得性遗传。

华莱士是英国博物学家和动物地理学家。1855 年他写成《控制新物种出现的规律》一文，提出了物种灭绝、产生、更替和演化的见解，反对“生物神创”的说法。1858 年写成《论变种无限地偏离原始类型的倾向》一文，阐述了物种是如何演化的。华莱士指出，生物大都有过度繁殖的倾向，但由于气候、食物、天敌等环境条件的变化，造成了大量个体死亡，使生物保持数量上的相对稳定。如果环境改变，那些结构、习性等产生了“有益变异”的个体，将在生存竞争中占优势并趋于增多，而产生了“有害变异”的个体则趋于减少或消灭。这样，占优势的变种最终将取代原始物种。变种的这种“不断地偏离原始类型的前进趋势”就是生物的演化。

1858 年 6 月，达尔文收到华莱士从马来群岛寄来的信件。华莱士将写好的

论文寄给达尔文征求意见，并托他转给地质学家赖尔（Charles Lyell）审阅。当达尔文看到华莱士的观点与自己“自然选择”的见解非常相近时，异常苦恼并想放弃发现的优先权。后经赖尔和植物学家胡克（Joseph Dalton Hooker）商量和推荐，华莱士的这篇论文与达尔文的部分自然选择学说文章于1858年在伦敦一起发表，但没有受到太大的瞩目。一年后，达尔文的《物种起源》正式问世，影响深远，也致使许多人误以为达尔文是唯一提出自然选择学说的学者。



理性思维

1. 分析 分析拉马克、华莱士和达尔文提出演化论的时间顺序及观点之间的联系与差别。
2. 综合 说明拉马克、华莱士和达尔文在生物演化学说方面的主要贡献。
3. 讨论 组织小组合作与课堂展示，讨论主要的生物演化理论。



自我检测

- 1 选择是达尔文自然选择学说中的重要术语，下列解释合理的是（ ）
 A. 人工选择或自然选择都会使生物产生变异
 B. 生物的生存竞争是通过自然选择来实现的
 C. 人工选择的目的是保存有利于物种生存的变异
 D. 自然选择只能保存已经发生的在某种条件下对生活有利的变异
- 2 用达尔文的观点解释长颈鹿的长颈形成的原因是（ ）
 A. 长颈鹿经常伸长脖子吃高处的树叶造成的
 B. 生活在食物充足环境中的长颈鹿脖子长得长
 C. 由于生存环境不同，使长颈鹿的脖子有长有短
 D. 长颈变异的个体生存机会多，并一代代积累形成的
- 3 对达尔文自然选择学说的解释合理的是（ ）
 ①环境改变使生物产生适应性的变异 ②能够遗传的变异是生物演化的基础 ③变异是不定向的 ④变异是定向的 ⑤变异经过长期自然选择和积累可以产生出生物



的新类型

- A. ②④⑤ B. ②③⑤ C. ①②④ D. ①③⑤

4 1835年达尔文观察和研究了太平洋某群岛上的地雀，发现它们不仅与大陆上的不同，而且群岛的每个小岛上的地雀也有差别，尤其是喙的大小和外形有着显著差异。请你对此进行分析：

- (1) 岛上的地雀是从大陆上飞过来的，先落在一个岛上，适应了这个岛后，有一部分地雀又飞到第二个岛上，适应第二个岛一段时间后，其中一部分回到第一个岛上，第一个岛上就有了两种不同类型的地雀。请说明这是什么原因。
- (2) 从地雀演化的例子可以看出，自然界在生物的演化过程中是如何起作用的？

19.4 现代综合演化理论



学习目标

- ★ 概述现代综合演化理论的主要内容。
- ★ 举例说明地理隔离造成的种群生殖隔离可以导致新物种形成。
- ★ 概述遗传变异是导致种群内多样性及新物种形成的基础。

地雀

1835年9月15日，达尔文到达了一个永远与他的名字联系在一起的地方——加拉帕戈斯群岛。群岛由13个火山岛、6个小岛和107个更小的岛组成。岛上的生物很少，但有一些生物却是岛上独有的物种，如亲缘关系接近的地雀。这些地雀绝大部分性状十分接近，但喙的大小和形状却不一样，有的细长，有的粗短，差异很大。

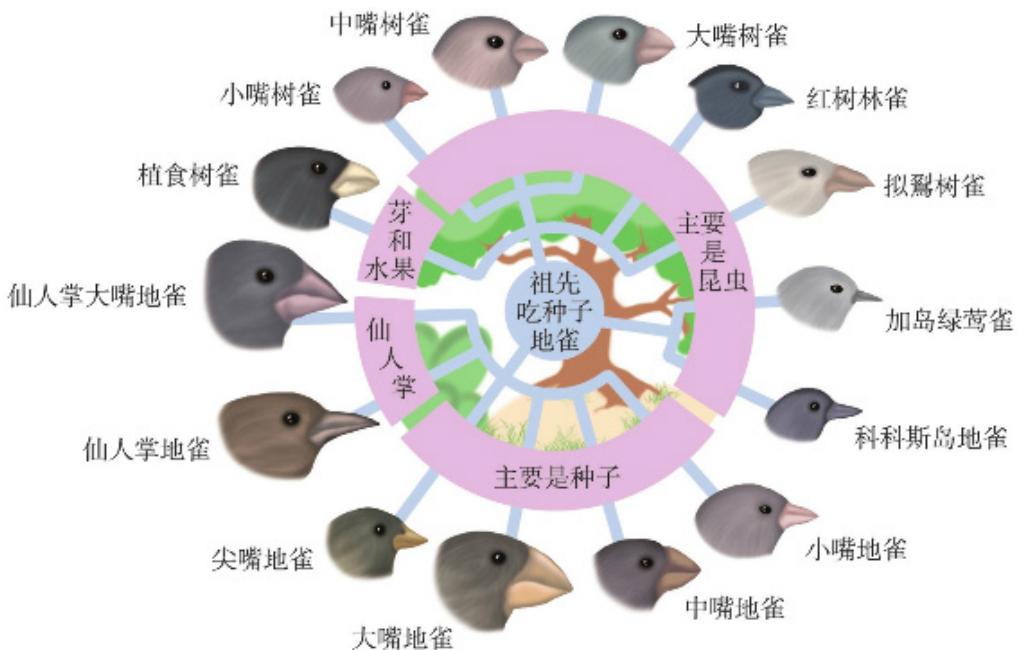


图 19-22 不同地雀的喙

问题探讨

- 不同海岛上地雀的喙彼此很不一样，与它们的基因组成有关系吗？
- 为什么地理隔离与生殖隔离能导致新物种的产生？

现代综合演化理论 (modern evolutionary synthesis) 又称为现代达尔文主义，其基本观点是：种群是演化的基本单位，演化是由于群体中基因频率发生了重大的变化；突变和基因重组是产生演化的原材料；自然选择决定演化的方向，生物对环境的适应性是长期自然选择的结果；隔离是新物种形成的必要条件。

种群是演化的基本单位

个体可以演化吗？或者说，一个生物个体是否会对自然选择做出反应，增加或丢失某些性状特征呢？我们已经知道，是基因决定了个体的性状。如果某一生物个体具有不适应环境的性状，那么它就可能无法繁殖，也不可能通过自然选择演化出适应环境的新表现型。因此，个体不是演化的基本单位。

种群则不然，种群是一定区域内随机交配繁殖的同种个体集合。在种群中，占优势



的可遗传性状可能随着时间的推移而改变。年复一年，代复一代，能适应环境的某种性状的个体数量会越来越多，而不适应环境的某种性状的个体数量会越来越少。有性生殖的生物，只有在种群中才能完成生殖，种群是生物繁殖的基本单位，也是生物演化的基本单位。

自然选择作用于一个种群的各种表现型，而不是作用于个体的表现型。种群中每个个体都能表达该种群的特征基因，这些基因以等位基因的形式存在。正如所有同种的个体组成了种群，种群中所有个体的基因也就组成了种群的基因。种群基因及其频率随时间而变化就产生了演化。一个生物个体如果产生了有利于生存的可遗传变异，则决定这种变异的基因必然在群体里扩散，导致该基因频率增大。因此，生物的演化本质上就是种群等位基因频率的改变。

由于生物在繁殖过程中，直接传给子代的不是性状而是基因，因此在演化中涉及等位基因及基因型的变化。一个生物种群的全部等位基因的总和叫做基因库 (gene pool)。基因库中某一个等位基因的数目占这个基因可能出现的所有等位基因总数的百分比即为等位基因频率 (allelic frequency)。基因型频率 (genotype frequency) 则是指种群中某种基因型的个体在种群中所占的比例。

假如对金鱼草的一个群体花色遗传进行调查（等位基因分别用 R、r 表示），统计了 100 株个体，其中开红花 (RR) 30 株，开粉红花 (Rr) 60 株，开白花 (rr) 10 株。那么 RR 基因型频率为 30%，Rr 基因型频率为 60%，rr 基因型频率为 10%；R 基因频率为 60%，r 基因频率为 40%。

计算方法：

$$1. \text{RR 基因型频率} = \frac{30}{100} \times 100\% = 30\%$$

$$\text{Rr 基因型频率} = \frac{60}{100} \times 100\% = 60\%$$

$$\text{rr 基因型频率} = \frac{10}{100} \times 100\% = 10\%$$

$$2. \text{R 基因频率} = \frac{(30 \times 2 + 60)}{(100 \times 2)} \times 100\% = 60\%$$

$$\text{r 基因频率} = \frac{(60 + 10 \times 2)}{(100 \times 2)} \times 100\% = 40\%$$

如果一个种群历经数代等位基因频率和基因型频率保持不变，表示该种群没有演化。如果等位基因频率和基因型频率发生定向的改变，将导致物种朝着一定方向演化。

突变和基因重组产生生物演化的原材料

在达尔文时代，人们对遗传的本质一无所知。而孟德尔定律的创立为演化论提供了关于遗传变异的理论支撑。达尔文所谓的可遗传变异是什么呢？现代遗传学研究表明，可遗传变异就是基因突变、染色体畸变和有性生殖中的基因重组。它们的发生是随机的、不定向的，这为生物演化提供了丰富的原材料。

基因突变是生物界普遍存在的现象，它在每个物种内都会发生。通过基因突变产生新的基因，改变了种群的基因频率。新的基因通过基因重组又大大增加了基因型和表现型的种类。

自然选择决定演化的方向

在自然选择作用下，种群中具有有利变异的个体被保存下来并繁殖后代，相应基因的频率不断提高，种群中具有不利变异的个体生存机会减少，相应基因的频率下降。因此，在自然选择作用下，基因频率将发生改变，导致生物朝着一定的方向不断演化。

自然选择能以三种方式改变基因的频率，这三种模式分别是：稳定选择、定向选择和分裂选择。

稳定选择 (stabilizing selection) 是一种有利于种群中具有中间型遗传性状个体的自然选择模式。两种极端的表现型会在种群中被淘汰（图 19-23a）。例如，人类婴儿出生时的体重大部分介于 2.5 ~ 4 kg 之间，体重过轻或过重的婴儿有较高的死亡率。

定向选择 (directional selection) 发生于当条件有利于某种性状的一个极端变异时，此时种群遗传结构会向固定的方向改变（图 19-23b）。例如，在工业革命以前，英国曼彻斯特地区的桦尺蛾几乎都是浅色型。这是由于它们栖息的树干长满地衣，为浅色型桦尺蛾提供了保护色。工业革命后，树干被煤烟染成黑褐色，为黑色型的桦尺蛾提供了保护色，使黑色型数量增加，浅色型数量减少。

分裂选择 (diversifying selection) 发生于当条件有利于某种性状的两种极端变异，而不利于中间型时（图 19-23c）。例如，非洲喀麦隆的黑腹裂籽雀，其种群中具有大喙和小喙的个体数量较多，具有中间尺寸鸟喙的个体数量极少。这是由于这里主要有两类种子：一类软而小，一类大且具坚硬果核。小喙雀适于取食小种子，而大且坚硬的果核只有大喙雀能打开而取食。两类种子都较不适用于具有中间尺寸鸟喙的雀取食，导致其数量减少。

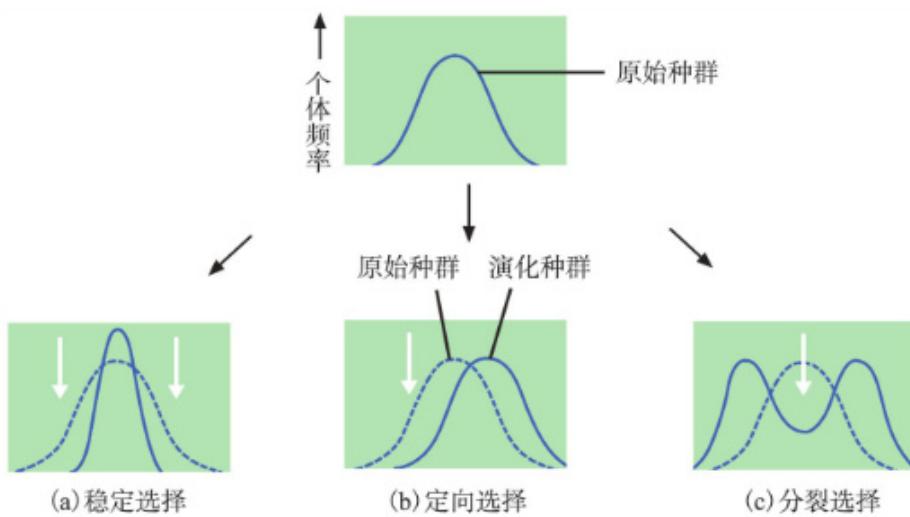


图 19-23 自然选择三种模式

在生存竞争中，自然选择决定了演化的方向。例如，鲸的祖先原先生活在陆地上，因环境变化（如食物短缺），后来生活在靠近陆地的浅海里。又经过了很长时间的演化，鲸的前肢和尾巴渐渐成了鳍，后肢完全退化，整个身子成了鱼的样子（所以人们误认其为鱼），适应了海洋的生活（图 19-24）。



图 19-24 鲸的演化

为能够适应海中生活，鲸类有别于陆生的祖先，在形态与生理上产生了一系列为适应水中环境的演变，唯独仍保留陆生动物呼吸的器官——肺，但肺易受水压高度的挤压，并不适合深海潜水。然而鲸类发展出高含氧量的血液与高浓度的血红素，大幅提升血液保存氧气的功能，又利用肌肉储藏氧气，大幅延长鲸类在水中停留的时间。



理性思维

辨识 你认为鲸的演化属于哪种自然选择模式？

隔离是新物种形成的必要条件

隔离是指将一个种群分隔成许多个小种群，使彼此不能交配，这样不同的小种群就会向不同的方向发展，就有可能形成不同的新物种。物种是指自然界中形态结构相似，能相互交配产生有繁殖力后代的一群生物。在自然环境中，当相似种群的个体之间不能再交配产生有繁殖力的后代时，新物种就产生了，这一过程称为物种形成 (speciation)。

隔离主要分为地理隔离 (geographic isolation) 和生殖隔离 (reproductive isolation)。

地理隔离一般是由于高山、河流、沙漠、海洋等地理因素，阻断了同一物种在不同种群间的基因交流，使它们的基因只能在自己种群内部进行交流。被隔离的不同种群往往朝不同的方向演化，形成各自的基因库和基因频率，造成各种群间的差异增加，而差异逐渐累积就可能产生同一物种的不同亚种。

生殖隔离是指两个种群间的个体不能自由交配，或者交配后不能产生可育的后代。生殖隔离的形式很多，如动物因求偶方式、繁殖期不同，植物因开花季节、花的形态不同而造成的不能交配都可能导致生殖隔离。一旦出现了生殖隔离，不同种群个体之间就不能进行基因交流了，这就标志着新物种的产生（图 19-25）。

若只有地理隔离而没有生殖隔离，虽能产生生物新类型或亚种，但不可能产生新的物种。生殖隔离是物种形成的关键，是物种形成的最后阶段，是物种间真正的分界线。

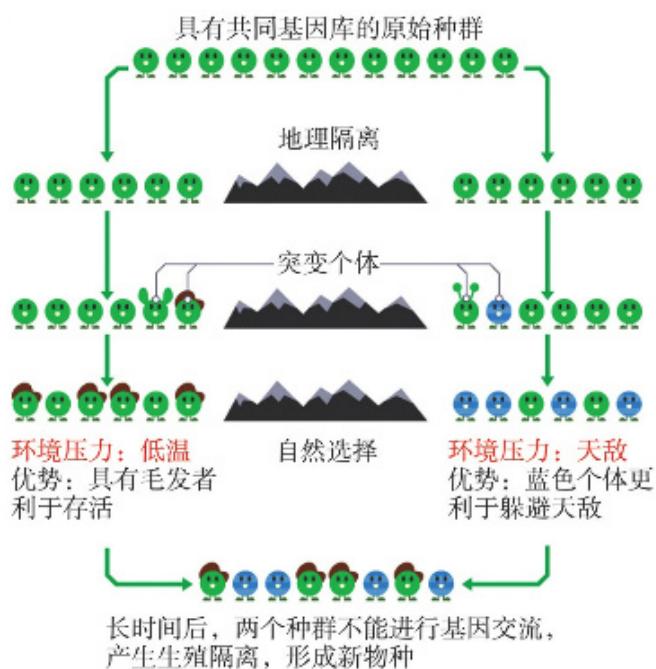


图 19-25 新物种形成示意图



理性思维

- 解释 请解释变异在生物演化中的作用。
- 描述 描述地理隔离是如何导致新物种的形成的。



知识补给站

花的不同形态与传粉者的共同演化

植物花的结构与传粉者形态结构不协调会造成受精障碍。例如，大红吊钟柳，花红色，有细长的管状花冠；而山吊钟柳，花蓝色，有较大的钟状花冠。在自然条件下，大红吊钟柳以其红色光和红外光招引蜂鸟，管状的花冠与蜂鸟细长的喙也相适应。山吊钟柳以蓝紫光与紫外光招引蜂类，钟状花冠也适于蜂类采蜜。这样，它们的花色和结构，便导致同一传粉者不在两种花中采蜜，从而构成了大红吊钟柳与山吊钟柳间的传粉隔离而阻止了基因的交流。



图 19-26 正准备吸食花蜜的蜂鸟

又如，风兰类兰花与非洲蛾类间的授粉关系。蛾类需要兰花的花蜜生存，兰花也要依靠蛾类散布花粉以繁衍下一代。这种既竞争又互利的演化过程，导致兰花发展出极深的花冠，蛾类也相对应演化出极长的口器。

再如，金凤蝶与芸香科植物叙利亚芸香的关系是敌对共演化的著名例子。叙利亚芸香所分泌的醚类油具有毒性，可驱赶食草昆虫以保护自己。金凤蝶则发展出对抗这种醚类油的生理机制，进而降低金凤蝶与其他食草昆虫间对食物的竞争程度。

花和传粉者之间如此完美搭配是长期共演化累积的结果。花朵借助颜色将传粉者区分开来，使得特定颜色的花只会吸引特定的传粉者。更进一步的，花朵可能也为了适应传粉者的体型、传粉方式而演化出特定的形状。长期演化适应的结果，让不同传粉者所喜爱特定颜色与形状的花朵——被选择下来，最终导致特定的传粉者只喜爱特定的花，让不同花色及形态的花朵之间产生了生殖隔离。



活 动

探究自然选择与人工选择的过程

本活动以鲤鱼的演化为例，来探究亚洲鲤鱼与日本锦鲤的形成过程。

日本锦鲤是一种人工培育的观赏鱼，它与野生的亚洲鲤鱼具有同样的祖先，



但二者同鱼不同命：前者身价不菲，养殖条件苛刻；后者作为食用鱼，适应能力强，是美国五大湖的人侵物种。查找两种鲤鱼的资料，探究它们的演化方式与方向。



理性思维

1. 讨论 亚洲鲤鱼的演化过程很漫长，比日本锦鲤的演化慢得多，为什么会有这样的差异？
2. 讨论 人工培育的日本锦鲤为何需要比较苛刻的养殖条件？



自我检测

1. 有一种海洋生物帽贝，成年后主要生活在岩石上。在帽贝种群中，壳的颜色变化范围从白色到茶色再到深棕色不等。在浅色岩石上白色帽贝具有选择优势，在深色岩石上深色帽贝具有选择优势，因为它们具有伪装性。鸟类无论在浅色或深色背景下都很容易看到茶色的帽贝，茶色的帽贝逐渐被淘汰。这种属于自然选择中的哪种模式？（ ）
A. 稳定选择
B. 定向选择
C. 分裂选择
D. 随机选择
2. 新物种形成的三个基本环节可以表述为（ ）
A. 遗传，自然选择，隔离
B. 可遗传变异，基因重组，自然选择
C. 基因突变、染色体畸变和基因重组，自然选择，隔离
D. 染色体畸变和基因重组，地理隔离，生殖隔离
3. 图 19-27 是物种形成的一种模式。物种 a 因为地理障碍分隔为两个种群 a_1 和 a_2 ，经过漫长的演化，分别形成新物种 b 和 c。在此进程中的某一时刻， a_1 种群的部分群体越过障碍外迁与 a_2 同域分布，向 d 方向演化。此结果的最佳解释是（ ）

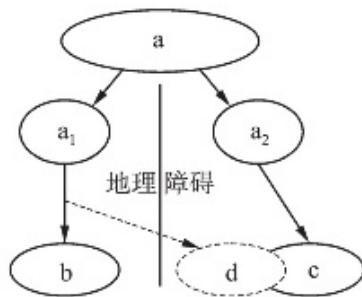


图 19-27

- A. b 和 d 存在地理隔离，所以一定存在生殖隔离
 B. c 和 d 不存在地理隔离，却可能存在生殖隔离
 C. b 和 d 是同一物种
 D. c 和 d 是不同物种
- 4 现代综合演化理论是基因学说与自然选择学说的综合。图 19-28 表示现代综合演化理论中的一些观点以及它们之间的关系。

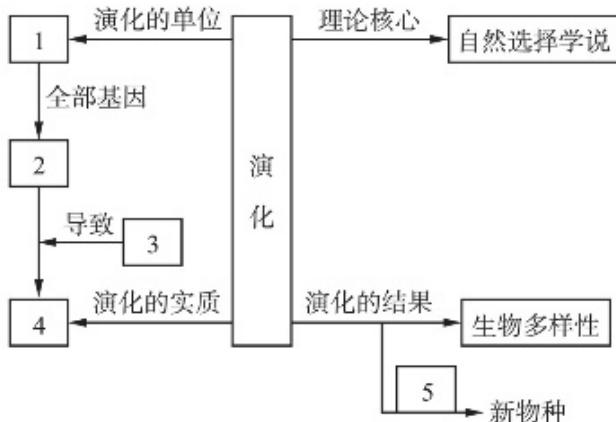


图 19-28

- (1) 图中序号 1、2、3、5 分别代表什么含义?
 (2) 自然选择学说的基本观点有哪些?
 (3) 现代综合演化理论的基本观点有哪些?



本章小结



生物演化是指一切生命形态发生、发展的演变过程。

在生物演化过程中，很可能是从异养的原核生物演化为自养的原核生物，从原核生物演化为真核生物，从单细胞生物演化为多细胞生物。

古生物学、生物地理学、比较解剖学、胚胎学、分子生物学均为生物演化提供了间接的证据。

达尔文自然选择学说的主要内容有四点：遗传和变异、过度繁殖、生存竞争、适者生存。现代综合演化论又称为现代达尔文主义，其基本观点是：种群是演化的基本单位；突变和基因重组为生物演化提供原材料；自然选择决定演化的方向；隔离导致新物种的形成。演化的实质是种群基因频率的变化。

新物种形成过程一般要经历遗传变异、自然选择和隔离。



习题

1. 对于长颈鹿的长脖子，依据达尔文自然选择学说解释合理的是（ ）
 A. 长颈鹿的祖先一直有着长脖子
 B. 长颈鹿的祖先中的短脖子吃不到树叶而饿死，长脖子能吃到树叶生存下来并传给后代
 C. 长颈鹿的短脖子祖先为了取食树叶而伸长脖子并传给了后代
 D. 长颈鹿的长脖子与自然环境没有关系
2. 长期使用某种农药，灭虫的效果会越来越差，这是因为有些害虫产生了抗药性。害虫产生抗药性的原因是（ ）
 A. 害虫对农药进行选择的结果
 B. 定向变异的结果
 C. 农药对害虫的抗药变异进行选择的结果
 D. 遗传的结果
3. 下列叙述符合现代综合演化理论的是（ ）
 A. 群落是生物演化的基本单位
 B. 形成新物种的标志是生殖隔离
 C. 若环境条件保持稳定，则种群的基因频率不会发生改变
 D. 只有生殖隔离能阻止种群间的基因交流
4. 在一个种群中随机抽出一定数量的个体，其中基因型为 AA 的个体占 18%，基因型为 Aa 的个体占 78%，基因型为 aa 的个体占 4%，则基因 A 和 a 的频率分别为（ ）
 A. 18%， 82% B. 36%， 64% C. 57%， 43% D. 92%， 8%
5. 在阿拉斯加地区，棕熊生活在树林里，北极熊生活在雪原和浮冰上，它们适合生活的环境不同，自然状态下不能相互交配，但在动物园两者可交配并产生可育后代。下列解释不合理的是（ ）
 A. 棕熊和北极熊演化的实质是种群基因频率的改变
 B. 北极熊白色皮毛，是雪原和浮冰环境诱导发生突变的结果
 C. 棕熊与北极熊在自然环境中基因无法交流
 D. 北极熊和棕熊都是长期定向自然选择的结果



6. 下列各对器官中，属于同源器官的是（ ）
- A. 苍蝇的前脚和人的手 B. 鱼的鳍和鲸的鳍
C. 蝴蝶的翅和鸽子的翼 D. 黑猩猩的前肢和马的前肢
7. 鱼、乌龟、鸡、猪和人的胚胎，在发育初期非常相似，都有鳃裂和尾，在胚胎发育后期出现了差别，如人的鳃裂和尾消失。这说明了（ ）
- A. 人是由类人猿演化而来的 B. 鸡是由乌龟演化而来的
C. 它们的共同祖先生活在水中 D. 鸟类是由鱼类和两栖类演化而来
8. 研究人员在加拿大北部大约 3.75 亿年以前的沉积岩中发现了“大淡水鱼”化石，这个化石的生物学特征介于鱼类和四足动物之间，像鱼一样拥有鳃、鳞和鳍，但是还有肺、灵活扭动的脖子以及支持身体的强硬骨骼。该化石不能证明的是（ ）
- A. “大淡水鱼”既可以在水中生活，也可以在浅水滩和陆地生活
B. 两栖类来源于水生动物
C. “大淡水鱼”是鱼类的祖先
D. 陆生动物是由水生动物演化而来的
9. 通过比较两种生物 DNA 的脱氧核苷酸序列，根据演化论可以推测（ ）
- A. 拥有近期共同祖先与拥有遥远共同祖先的两个物种的 DNA 序列差别不明显
B. 人与黑猩猩的 DNA 序列平均差异只有几个百分点，表明二者拥有近期的共同祖先
C. 人与河豚的 DNA 序列差异较大，表明二者没有共同的祖先
D. 鼠与细菌的 DNA 序列也具有一定的相似性，推测二者具有相似功能的多糖
10. 在工业革命以前，英国的胡椒蛾种群大多数由浅色个体组成。工业革命后的两个多世纪中，在树干被熏黑的重度污染区，胡椒蛾种群主要由黑色的个体组成。请用达尔文演化理论予以解释。
11. 原产于某中纬度地区的
一年生植物 a，分别人工
引种到低纬度和高纬度
地区种植，很多年以后
移植回原产地，开花时
期如图 19-29 所示。

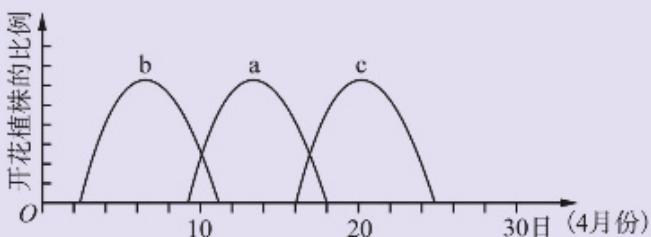


图 19-29

请回答下列问题：

- (1) 分析将植物 a 引种到低纬度和高纬度地区后产生的 3 个种群之间的地理隔离和生殖隔离情况，并解释种群 b 和种群 c 是不是同一物种。
 - (2) 在对植物 b 的某一种群进行的调查中，发现基因型为 DD 和 dd 的植株所占的比例分别为 10% 和 70% (各种基因型个体生存能力相同)，第二年对同一种群进行的调查中，发现基因型为 DD 和 dd 的植株所占的比例分别为 4% 和 64%，在这一年中，该植物种群是否发生了演化？请说明理由。
12. 细胞色素 c 是普遍存在于动植物的线粒体中的与呼吸作用有关的蛋白质，其功能是传递电子。人类的细胞色素 c 含有 104 个氨基酸。表 19-2 是各种生物与人类的细胞色素 c 氨基酸组成的比较。

表19-2 各种生物与人类的细胞色素c氨基酸组成的比较

生物名称	氨基酸差别	生物名称	氨基酸差别
黑猩猩	0	鸡	13
猕猴	1	响尾蛇	14
家兔	9	龟	15
鲸	10	金枪鱼	21
袋鼠	10	鲨鱼	23
猪、牛、羊	10	苍蝇	25
狗	11	天蚕蛾	31
驴	11	小麦	35
豹	11	红色链孢霉	43
马	12	酵母菌	44

- (1) 在细胞色素 c 氨基酸组成方面，与人类差别最小的和最大的分别是什么物种？
- (2) 细胞色素 c 氨基酸组成在人类和其他物种之间存在着相同之处，也存在着不同之处，这可以说明什么？