

生物是门科学

不可思议的生命探险

贾其坤 雷超 王昆 主编

李博 黄秋生 吴轶宁 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书由多位拥有十几年一线教学经验的生物竞赛教练、专家名师共同编写，是一本拓展生物知识、提升技能，提高生物学核心素养的学习指导书。

本书共有六大部分，二十四章内容，分为普通生物学、遗传生物学、动物生理学、植物生理学、宏观生态学、生物技术与工程学。每个专题的梳理、核心知识的归纳，真正做到从读者的角度出发，深入解读，易于理解，帮助读者构建完整的生物学知识体系。此外，书中含有数百幅翔实、精美的原创插图和图表，方便读者快速、准确地掌握相应的知识点。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。举报：010-62782989，beiqinquan@tup.tsinghua.edu.cn。

图书在版编目(CIP)数据

生物是门科学：不可思议的生命探险 / 贾其坤, 雷超,

王昆主编. -- 北京：清华大学出版社, 2024. 10.

ISBN 978-7-302-67350-7

I. Q1-49

中国国家版本馆CIP数据核字第2024KN1164号

责任编辑：陈立静 刘秀青

封面设计：李 坤

责任校对：李玉萍

责任印制：杨 艳

出版发行：清华大学出版社

网 址：<https://www.tup.com.cn>，<https://www.wqxuetang.com>

地 址：北京清华大学学研大厦A座 邮 编：100084

社 总 机：010-83470000 邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者：小森印刷（北京）有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：210mm×285mm 印 张：35 字 数：850千字

版 次：2024年10月第1版 印 次：2024年10月第1次印刷

定 价：186.00 元

产品编号：108351-01

序

i

生物学是探索生命现象和生命活动规律的科学，作为自然科学的基础学科，它对农业科学、环境科学、医药卫生等领域的发展起到了关键作用。生物学还与数学、物理、化学、地理等学科紧密相连，形成了跨学科的知识网络。在 21 世纪，生物学通过基因工程、肿瘤免疫治疗、基因测序等前沿技术，正在不断改变我们的生活和认知。

随着高考改革的深入，生物学试题在内容和形式上都进行了优化，更加注重弘扬中华优秀传统文化、体现人与自然和谐共生的理念，同时融入了体美劳教育、落实立德树人根本任务。这些改革既提高了高考的考核难度，也体现了素质教育的核心要求。在这样的教育背景下，学生需要及时调整学习方式，深入理解生物学的基本概念与基础知识，构建自己的知识体系，并在实践中不断深化和扩展这些知识点。同时，学生应提高自己的问题解决能力，以适应高考对关键能力的考查。

本书是一本以新人教、新浙科、新沪科教材为参考的生物学拓展资料，它在知识点的深度和广度上进行了拓展，配以精美的图示，易于理解，真正从学生学习的角度出发，帮助学生构建生物学知识体系，形成健全的科学思维，是一本值得推荐的诚心之作。愿每位学生都能通过学习生物学，不仅获得知识，更能培养对生命奥秘的热爱和探索精神。让我们一起在科学的海洋中遨游，享受发现的乐趣。



陕西师范大学教授

教育学博士，博士生导师

《中学生物教学》期刊主编

国家义务教育科学课标组成员

中国教育学会科学教育分会副秘书长 (2014—2023 年)

东亚科学教育学会 (EASE) 副主席 (2021—2023 年)

序 ii

习近平总书记指出，要“进一步加强科学教育、工程教育，加强拔尖创新人才自主培养，为解决我国关键核心技术攻关提供人才支撑。”党的二十大报告指出，要“全面提高人才自主培养质量，着力造就拔尖创新人才，聚天下英才而用之。”

拔尖创新人才的选拔和培养是建设创新型国家、实现中华民族伟大复兴的重要战略之一，也是当前基础教育改革亟待解答的时代命题。拔尖创新人才培养需要从学校抓起、从青少年学生抓起，保护学生的好奇心、想象力、求知欲，激发学生对科学的浓厚兴趣、对科研的执着坚守，培养学生的科学素养、科学方法和科学精神。

生物学是当今世界上发展最为迅速的领域之一，它涉及生物技术、生物工程、生物信息学、化学、物理、数学等多个学科，为科学研究和社会生产提供了强大的支持和动力。生物学与人类生活的许多方面都有着非常密切的关系。生物学作为一门基础学科，是农学、医学和工学的基础，涉及种植业、畜牧业、渔业、医疗、制药、卫生、能源、环境等方面。随着生物学理论与方法的不断发展，其应用领域也在不断地扩大。

本书强调将知识与实践相结合，通过创新教学方法，提高学生的实际操作能力和创新思维能力。它注重学科交叉，促进跨领域知识融合，并采用探究式学习，鼓励学生自主研究与发现。此外，项目式学习被用来培养学生的团队协作和问题解决能力，而案例教学和实验教学则增强了学生的知识应用能力和实验技能。

作者以通俗易懂、生动有趣的语言，将生物学的奥秘娓娓道来，让学生在轻松和谐的氛围中感受到生物学的独特魅力。通过阅读本书，学生可以了解生物学的发展历史，以及科学家们如何通过不懈地努力揭开生命的神秘面纱。

作为高中生物学教学的参考书籍，本书不仅启迪智慧、激发思考，而且为高中生物学拔尖创新人才培养提供了课程和教材支撑。它将有助于培养更多具有创新精神和实践能力的人才，为我国高中创新人才培养的持续发展做出贡献。

王立志

陕西学前师范学院生命科学与食品工程学院院长

陕西学前师范学院学科带头人

陕西省动物学会副理事长

陕西省青少年科技教育协会常务理事

陕西省中学生生物学竞赛办公室主任

序

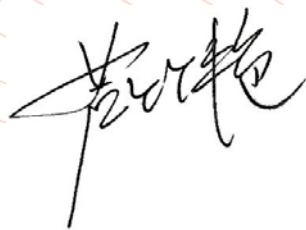
生物学是一幅描绘生命的织锦，以绚烂的色彩和细腻的纹理，精心编织着生命的篇章。它像一位精妙的工艺师，使用细胞和遗传密码绘制出生态画卷，揭示生命的奥秘和自然的真谛。生物学不仅是农业科学、环境科学、医疗卫生等领域的基石，也是数学、物理、化学、地理等学科交汇点，连接着自然科学与人文科学。

本书是探索高中阶段生命奥秘的钥匙。基于新人教、新浙科、新沪科的高中生物学教材，它以全新的视角和丰富的内容，引领学生踏上探索生命科学的奇妙之旅。

作者精心编排了与学生认知特点相匹配的生物学知识，图文并茂、通俗易懂，使学生在轻松愉悦的氛围中了解生物学的发展历程，体会科学探究的乐趣，感悟生命科学的魅力，激发对生物学的热爱。

本书不仅涵盖了生物学的基本概念和基础知识，还鼓励学生勇于实践、敢于创新、善于总结，用生物学知识解决实际问题。它将知识、能力、素养的提升与创新精神的培养融为一体，实现了教育的目的。

本书是一本高中生物学的辅助教材，它不仅总结和拓展了生物学知识，还启迪智慧、激发思考。愿本书成为你科学探索路上的明灯，照亮你前行的道路，让你在喧嚣的世界中保持对生命奥秘的热爱与追求。



正高级教师，特级教师，西安市碑林区名师

西安市首批名师工作室主持人

全国首届基础教育教学指导委员会生物学教学指导专委会委员

首批国家教材委员会科学学科专家委员会委员

序 iv

生物学是自然科学中的基础学科，专注于研究生命现象和生命活动的规律。它在微观和宏观层面都取得了迅速发展，并与信息技术和工程技术紧密结合，对社会、经济和人类生活产生了深远的影响。生物学不仅是知识的宝库，也是培养科学思维、积极态度和终身学习能力的重要途径。

本书以其科学性和趣味性，为高中生物学课程提供了丰富的资料和深入的拓展。它以 2017 版高中生物学课程标准为参考，结合人教版、浙科版、沪科版教材，不仅在知识点的深度和广度上进行了拓展，而且通过精美的图示，提高了可读性和理解度。这本书揭示了生物学知识形成的过程，帮助学生构建知识体系，形成健全的科学思维。

作为一本介于高中教材和大学教材之间的教学参考资料，它不仅有助于教师挖掘课程资源，提升课堂教学的思维层次，也适合参加生物奥林匹克竞赛的学生学习和参考，有利于培养创新型人才。

我受雷超老师之邀为这本书写序，通读了必修一的内容。这本书展现了雷超老师作为一位教育工作者的专业精神和教学热情。他在陕西省中学生物教师的专业发展中取得了显著成绩，从一位普通教师成长为教学能手和学科带头人。雷超老师不仅在教学上有所成就，还在教学研究领域有所建树，主持了多项省级规划课题。他将丰富的教学资料和研究成果汇集成这本书，为广大教师和学生提供了宝贵的学习资源和教学资源。

党金明

正高级生物教师，陕西省特级教师
陕西省首批教学名师，陕西省名师工作室主持人
教育部“国培计划”培训专家
陕西省高层次人才特殊支持计划教学名师领军人才
陕西省基础教育资源研发中心学科专家
陕西省教学指导委员会委员
陕西省学校教育督导评价专家

前言

生物是门科学，但在高中，它更多的是个学科。而且在大多数学生（可以扩展到“大多数人”）眼中，生物是理科中比较偏文的学科。这句话是否正确，每个人都有自己的看法，在我看来，这句话从一个侧面反映了高中生物学本身是一个综合的学科，它涉及物理、化学、数学、地理等方面的知识，我们在学习的时候一定要“博观而约取，厚积而薄发”，想要真正学好生物学，不是简单地背诵、记忆那么简单。

这时候，就体现出一本好的知识拓展资料的重要性了。

伟人说“久有凌云志，重上井冈山”，我想要写一本生物知识拓展的资料的想法由来已久。因为虽然自己的能力一般，但眼光却有点儿高：面对市面上的众多教辅资料，就像汪曾祺先生说的，“他乡的咸鸭蛋，我实在看不上”。但事情总是这样，在脑海中构思一件事情的时候，总觉得自己可以运筹帷幄，胸有成竹。临到下笔，总是难以成文，迁延搁置，所以这个事情总是一拖再拖，我也只好安慰自己：人说怀才就像怀孕，时间久了才能看得出来。想必书也是一样，要慢慢地积累才行。可是，想要打消已有的念头，仿佛女人怀孕要打胎一样难受。所以想要自己写一本高中生物知识扩展资料的想法一直萦绕心头，使我辗转反侧。

时间如白驹过隙，可是我收获很少，只剩下肥胖的身体。古人云：毕竟几人真得鹿，不知终日梦为鱼，我深以为然。眼看鬓发要起霜，儿女忽成行，不得不逼着自己整天坐在电脑前，夙兴夜寐，枕戈待旦，感觉自己就像是抱窝待蛋的母鸭。

好在耗时两年多，这枚“鸭蛋”终于诞下了。屈指算来，耗费时间最多的应该是书中的插图。所谓一图胜千言，很多时候，一幅清晰直观同时又兼具美感的插图在快速准确传递知识的同时，还能让读者心生喜悦，为原本枯燥的学习带去一分清凉，本书正文共五百多页，包含400多幅在我看来还算美观的插图，除人像、实物和显微照片外，均是我参考生物学专业书籍和文献一一绘制的。另外，在编写本书时，我特别注重最新的研究进展以及科学史相关内容，希望读者在学习生物知识的同时，能够感受科学家的人格魅力，树立志存高远、脚踏实地、百折不挠、勇于拼搏的精神。所谓成功不必在我，努力必不唐捐，希望大家不管身处顺境逆境，保持心中的梦，眼里的光，成就自己的人生。《圣经》说，你要做世上的盐，要做世上的光。我秉承“努力做一个对别人有用的人”的理念写成的这本书，若能对大家的生物学习有所帮助，也算是这枚“鸭蛋”的荣光。

独学而无友，则孤陋而寡闻。毕竟我们能力有限，虽然本书由各位主编、副主编、编委老师再三审校琢磨，但疏漏在所难免。我们虽无故步自封、向壁虚构之念，难免有闭门造车、一叶障目之实。大家在使用的时候如发现有任何疏漏、错误，或您有任何意见或建议，欢迎不吝指教。

贾其坤、雷超
2024年6月9日

编者简介

主 编



贾其坤

中国科学院南海海洋研究所生物学硕士
高中生物学教师
生物竞赛教练
承担本书第3~6部分内容,约40万字,以及全书的插图绘制工作



雷超

西安市铁一中学高级教师
陕西省学科带头人
陕西省教学能手
兼任延安大学研究生导师
承担本书第2部分内容,约20万字



王昆

哈尔滨师范大学附属中学优秀教师
哈尔滨医科大学医学博士
生物学、教育学博士后
承担本书第1部分内容,约20万字

副主编

**李
博**

西安市铁一中教师
陕西省特级教师
陕西省学科带头人
西安市模范教师

**黄
秋
生**

浙江省德清县第一中学
高级教师
植物学硕士
市“我最喜爱的老师”
县教学能手

**吴
轶
宁**

湖州市教育科学研究中心
高中生物学教研员
中学高级教师

编委

(以姓氏笔画为序)

马腾禹

延安市新区高级中学教师
陕西省基础教育学科带头人
陕西省教指委生物专委会
委员

王美萱

高中生物教师
获华文杯教学设计国家级
一等奖
获四川省生物与环境科技
创新大赛一等奖

王博

医学博士、生物学硕士
九三学社陕西省青工委
委员
西安交通大学第一附属医
院副研究员

伍亮

安徽省六安第一中学高中
生物学教师

何松

中学一级教师
植物学硕士
重庆市江北区教学能手

张斌

福建省南安国光中学一级
教师
教务处副主任
泉州市骨干教师

陈习平

微生物与生化药物研究生
从事微生物发酵、分子生
物学、动物细胞培养等
多年

郑婉容

贵阳市华师一学校高中
生物学教师

娄玥

浙江省绍兴市阳明中学
教研组长
市教坛新秀

姚凤娟

重庆市万州新田中学
一级教师
高中生物教研组长

姚晨

西安国际港务区铁一中
陆港高级中学教师
研究生毕业
市级教学能手

高静

西安市铁一中学一级教师
主持并参与多项国、省、
市级课题

唐娟

重庆市九龙坡区学科教学
名师
高三中心备课组成员

唐隆

北京师范大学生物学教育
硕士
湖北省襄阳市第四中学
生物学名师
全国生物竞赛金牌教练

常春洁

扬州大学附属中学
二级教师
扬州市直学校
“先进工作者”

梁青

中国科学院硕士
商丘市示范区城乡一体化
博雅学校生物学教师

梁敏

山东省临清市实验高级
中学一级教师
聊城市教学能手

曾国祥

一级教师
昆明金岸中学高中生物
教研组长
区骨干教师

目录

第1部分 普通生物学

第1章 走近细胞和认识显微镜 002 »

- 1.1 走近细胞002
 - 1.1.1 生命活动离不开细胞 002
 - 1.1.2 细胞学说的建立过程 002
 - 1.1.3 细胞学说的主要内容 004
 - 1.1.4 真核细胞和原核细胞的比较 004
- 1.2 认识显微镜006
 - 1.2.1 显微镜概述 006
 - 1.2.2 显微镜的操作 007

第2章 细胞中的元素和化合物 008 »

- 2.1 细胞中的元素008
 - 2.1.1 细胞中的大量元素 008
 - 2.1.2 细胞中的微量元素 009
- 2.2 细胞中的化合物009
 - 2.2.1 细胞中的无机物——水 009
 - 2.2.2 细胞中的无机物——无机盐 011
 - 2.2.3 生物大分子以碳链为骨架 013
 - 2.2.4 细胞中的有机物——糖类 013
 - 2.2.5 细胞中的有机物——脂质 017
 - 2.2.6 细胞中的有机物——核酸 021
 - 2.2.7 细胞中的有机物——蛋白质 022
- 2.3 生物模型的构建与解读026
 - 2.3.1 物理模型 026
 - 2.3.2 概念模型 027
 - 2.3.3 数学模型 028

第3章 细胞的结构与功能 029 »

- 3.1 细胞壁029

3.1.1	细菌细胞壁	029
3.1.2	真菌细胞壁	030
3.1.3	植物细胞壁	030
3.2	细胞膜	031
3.2.1	对细胞膜成分的探索	031
3.2.2	细胞膜的结构	032
3.2.3	细胞膜的功能	034
3.3	细胞质	035
3.3.1	离心技术	035
3.3.2	细胞质基质	037
3.3.3	细胞器	038
3.4	细胞骨架	052
3.4.1	细胞骨架概述	052
3.4.2	微管	052
3.4.3	微丝	053
3.4.4	中间丝	053
3.5	细胞核	053
3.5.1	细胞核的结构	053
3.5.2	细胞核的功能	055
3.5.3	染色体与染色质	056
3.5.4	染色体的结构与类型	057

第4章 物质运输、酶、ATP **059** »

4.1	物质运输	059
4.1.1	扩散、渗透与反渗透	059
4.1.2	自由扩散	061
4.1.3	协助扩散	062
4.1.4	主动运输	064
4.1.5	胞吞胞吐	067
4.1.6	葡萄糖的跨膜运输方式	069
4.1.7	各种因素对物质跨膜运输速率的影响 (在一定范围内)	070
4.2	酶	071
4.2.1	酶的研究历史	071
4.2.2	酶的结构与功能	072

4.2.3	酶的命名与分类	076
4.2.4	酶促反应的特点	078
4.2.5	酶促反应的机制	080
4.2.6	酶的抑制剂	083
4.3	ATP	084
4.3.1	ATP 简介	084
4.3.2	ATP 的产生和消耗	085
4.3.3	ATP 的功能	087
4.3.4	cAMP	087

第5章 呼吸作用和光合作用 **089** »

5.1	呼吸作用	089
5.1.1	呼吸作用的意义	089
5.1.2	有氧呼吸概览	090
5.1.3	有氧呼吸第一阶段——糖酵解	091
5.1.4	有氧呼吸第二阶段——柠檬酸循环	092
5.1.5	有氧呼吸第三阶段——电子传递链	093
5.1.6	有氧呼吸总览	097
5.1.7	无氧呼吸	099
5.1.8	呼吸商	101
5.2	光合作用	101
5.2.1	光合作用的研究历史	101
5.2.2	光合色素的种类及提取分离实验	103
5.2.3	光合作用的过程——光反应	105
5.2.4	光合作用的过程——碳反应	107
5.2.5	光合作用的调节及影响因素	108

第6章 细胞的生命历程 **114** »

6.1	细胞分裂	114
6.1.1	细胞分裂概述	114
6.1.2	有丝分裂	117
6.1.3	细胞周期同步化	119
6.2	细胞分化	121
6.2.1	细胞分化的概念	121

6.2.2	细胞分化的组合调控	122
6.2.3	细胞全能性和干细胞	123
6.2.4	影响细胞分化的因素	124
6.3	细胞衰老	125
6.3.1	细胞衰老的研究历史	125
6.3.2	细胞衰老过程的变化	127
6.3.3	细胞衰老的分子机制	127
6.4	细胞凋亡	129
6.4.1	细胞凋亡的研究历史	129
6.4.2	细胞凋亡的特征	130
6.4.3	细胞凋亡的检测方法	131
6.4.4	细胞凋亡的意义	132
6.4.5	细胞凋亡的机制	133
6.4.6	自噬性细胞凋亡	134
6.5	细胞癌变	136
6.5.1	细胞癌变概述	136
6.5.2	癌细胞的基本特征	136
6.5.3	癌基因、原癌基因和抑癌基因	138
6.5.4	肿瘤的发生是基因突变累积的结果	139
6.5.5	肿瘤干细胞	140

第2部分

遗传生物学

第7章 遗传的基本规律

142 »

7.1 减数分裂与受精作用 142

7.1.1 为什么要进行减数分裂和有性生殖 142

7.1.2 减数分裂 142

7.1.3 受精作用 149

7.2 遗传的基础知识 150

7.2.1 需要辨析的几组遗传学名词 150

7.2.2 不同生物作为遗传实验材料的优点 155

7.2.3 几种遗传符号 156

7.2.4 交配类型 157

7.2.5 生物性状相关名词 157

7.2.6 显隐关系与相对性 158

7.2.7	质量性状与数量性状	160
7.2.8	人类的血型	161
7.2.9	复等位基因与自交不亲和	164
7.2.10	环境对性状的影响	164
7.3	孟德尔自由组合定律	165
7.3.1	孟德尔与自由组合定律	165
7.3.2	9:3:3:1 的来历	166
7.3.3	9:3:3:1 的变形	166
7.3.4	配子法与基因频率法的辨析	168
7.4	摩尔根连锁与交换定律	170
7.4.1	孟德尔关于连锁的工作	170
7.4.2	从遗传因子到基因位于染色体上的认知过程	170
7.4.3	交叉概率与交换律	177
7.5	遗传系谱图及相关计算	180
7.5.1	遗传系谱图	180
7.5.2	人类遗传病	181
7.5.3	遗传病的判断方式	181

第 8 章 遗传的分子基础

183 »

8.1	DNA 是主要的遗传物质	183
8.1.1	肺炎链球菌简介	183
8.1.2	格里菲斯的肺炎链球菌体内转化实验	184
8.1.3	艾弗里的肺炎链球菌体外转化实验——简述	185
8.1.4	艾弗里的肺炎链球菌体外转化实验——详述	186
8.1.5	反对艾弗里的阵营	187
8.1.6	支持艾弗里的阵营	189
8.1.7	关于病毒的一些基本知识	190
8.1.8	赫尔希和蔡斯的 T ₂ 噬菌体侵染大肠杆菌实验	193
8.1.9	烟草花叶病毒 TMV 的重建实验	194
8.1.10	目前关于遗传物质的结论	195
8.2	DNA 分子的结构	195
8.2.1	核苷酸的结构	195
8.2.2	DNA 分子的结构	196
8.2.3	卡伽夫法则	198

8.2.4	核酸的分子结构研究历史	199
8.3	DNA 的复制	202
8.3.1	DNA 复制概述	202
8.3.2	三种 DNA 复制方式的假说	202
8.3.3	DNA 复制的过程	205
8.4	DNA 与基因的关系	209
8.4.1	孟德尔对基因的认知——遗传因子	209
8.4.2	萨顿和博韦里的遗传因子位于染色体上	210
8.4.3	摩尔根关于基因的认知	211
8.4.4	一个基因一种酶假说	211
8.4.5	基因是功能单位而不是结构单位	212
8.4.6	现代关于基因的理解	212
8.4.7	原核生物基因的结构	214
8.4.8	真核生物基因的结构	214
8.4.9	重叠基因	215
8.5	基因表达概述	218
8.5.1	基因的表达	218
8.5.2	基因的表达——转录	218
8.5.3	基因的表达——翻译	220
8.5.4	原核生物基因的表达：边转录边翻译	222
8.5.5	真核生物基因的表达：转录后翻译	227
8.5.6	原核生物与真核生物	230
8.6	基因对性状的控制	230
8.6.1	基因通过控制酶的合成来控制代谢，进而控制生物的性状	230
8.6.2	基因通过控制蛋白质的结构直接控制生物的性状	231
8.7	中心法则	232
8.7.1	复制	232
8.7.2	转录	233
8.7.3	翻译	234
8.7.4	逆转录	234

第 9 章 变异与遗传病以及遗传育种与进化 **235** »

9.1	可遗传变异	235
9.1.1	遗传与变异概述	235

9.1.2	DNA 的损伤修复	236
9.1.3	基因突变	238
9.1.4	基因重组	243
9.1.5	染色体变异	245
9.2	表观遗传学	252
9.2.1	先成论	252
9.2.2	后成论	253
9.2.3	表观遗传学的翻译问题	253
9.2.4	生活习惯的改变对后代性状的影响	254
9.3	人类遗传病	256
9.3.1	单基因遗传病	256
9.3.2	多基因遗传病	257
9.3.3	染色体异常遗传病	257
9.4	遗传育种	258
9.4.1	选择育种	258
9.4.2	杂交育种	258
9.4.3	诱变育种	259
9.4.4	单倍体育种	260
9.4.5	多倍体育种	260
9.4.6	基因工程育种	261
9.5	生物进化	262
9.5.1	一句关于进化论的名言	262
9.5.2	拉马克和获得性遗传	262
9.5.3	达尔文和生物进化理论	264
9.5.4	现代生物进化理论	266
9.5.5	隔离在物种形成中的作用	268
9.5.6	协同进化	268
9.5.7	自然选择与人工选择	268
9.5.8	课外知识补充	268

第3部分

动物生理学

第10章 内环境与稳态

272 »

10.1	内环境	272
10.1.1	内环境的概念	272
10.1.2	人体不同细胞所处的内环境	273

10.1.3	体液的相互转化关系	274
10.2	内环境的组成成分与生理过程	274
10.2.1	内环境中的成分	275
10.2.2	非内环境中的成分	275
10.2.3	发生在内环境中的生理过程	276
10.2.4	不发生在内环境中的生理过程	277
10.3	内环境的稳态与失调	277
10.3.1	稳态的内涵	277
10.3.2	组织水肿	279
10.3.3	内环境稳态失调及相关疾病举例	279

第 11 章 神经调节 **281**»

11.1	神经系统简介	281
11.1.1	神经系统的组成	281
11.1.2	中枢神经系统	281
11.1.3	外周神经系统	282
11.2	神经元与神经胶质细胞	284
11.2.1	神经元的结构与功能	284
11.2.2	神经元的分类	285
11.2.3	神经元的再生与修复	288
11.2.4	神经胶质细胞	288
11.2.5	神经元之间的联系——突触	288
11.3	刺激与兴奋	289
11.3.1	刺激的三要素	289
11.3.2	静息电位的产生和维持	290
11.3.3	动作电位的产生	291
11.3.4	兴奋的整合	293
11.4	反射与反射弧	294
11.4.1	反射弧的结构	294
11.4.2	条件反射是脑的高级调节功能	296
11.4.3	钙离子与兴奋	297
11.5	语言中枢是人脑特有的高级神经中枢	298
11.5.1	语言功能	298
11.5.2	学习与记忆	299

第12章 体液调节

300 >>

12.1	促胰液素的发现	300
12.2	激素调节概述	301
12.3	激素的种类和化学本质	302
12.3.1	蛋白质多肽类激素	303
12.3.2	氨基酸的衍生物	304
12.3.3	类固醇激素	307
12.4	激素的作用和特点	307
12.4.1	神经系统通过下丘脑控制内分泌系统	307
12.4.2	下丘脑—腺垂体—腺体轴	308
12.4.3	激素的释放具有周期性和阶段性	308
12.4.4	激素经血液运输	309
12.4.5	激素的作用特点	309
12.4.6	激素的应用	310
12.5	激素与稳态的调节	310
12.5.1	激素与血糖调节	310
12.5.2	体温调节	316
12.5.3	水盐平衡调节的过程	318
12.5.4	松果体和褪黑素	319
12.5.5	内皮素和血管调节	320
12.5.6	瘦素	320
12.5.7	前列腺素和布洛芬	320
12.6	神经调节与体液调节的辨析	321

第13章 免疫调节

322 >>

13.1	免疫系统的组成	322
13.1.1	免疫器官	322
13.1.2	免疫细胞	324
13.1.3	免疫活性物质	326
13.2	免疫系统的功能	326
13.3	免疫的分类	327
13.3.1	先天性免疫	327
13.3.2	后天性免疫	330

13.4	抗体	330
13.4.1	抗体的结构.....	330
13.4.2	抗体的种类.....	331
13.4.3	抗体的分布.....	332
13.5	抗原	333
13.5.1	胸腺依赖性抗原和非胸腺依赖性抗原.....	333
13.5.2	完全抗原和半抗原.....	334
13.5.3	抗原决定簇.....	334
13.6	抗原与抗体的结合	334
13.7	B 细胞的成熟	335
13.8	T 细胞的成熟	337
13.8.1	TCR 的重排.....	337
13.8.2	阳性筛选.....	338
13.8.3	阴性筛选.....	338
13.8.4	T 细胞的分类.....	338
13.9	MHC	339
13.10	抗原呈递细胞和抗原呈递过程	339
13.10.1	外源性抗原的呈递.....	340
13.10.2	内源性抗原的呈递.....	340
13.10.3	交叉呈递.....	341
13.10.4	脂类抗原的呈递.....	341
13.11	细胞免疫直接杀死靶细胞	341
13.11.1	感应阶段.....	341
13.11.2	增殖分化阶段.....	342
13.11.3	效应阶段.....	342
13.12	体液免疫依靠抗体发挥作用	343
13.12.1	感应阶段.....	343
13.12.2	增殖分化阶段.....	344
13.12.3	效应阶段.....	344
13.13	免疫接种可以战胜许多传染性疾	346
13.13.1	接种疫苗的历史.....	346
13.13.2	疫苗的种类.....	346
13.13.3	佐剂.....	348
13.14	免疫失调	348

13.14.1 超敏反应.....	348
13.14.2 免疫缺陷.....	349
13.14.3 自身免疫病.....	352

第 14 章 神经调节、体液调节与免疫调节的关系 353

**第 4 部分
植物生理学**

第 15 章 生长素 356

15.1 生长素的发现过程.....	356
15.1.1 达尔文父子的实验.....	356
15.1.2 鲍森·詹森的实验.....	357
15.1.3 阿尔帕德·拜尔的实验.....	358
15.1.4 弗里茨·温特的实验.....	358
15.1.5 后续的研究.....	359
15.1.6 植物向光性的原因.....	359
15.2 生长素的作用.....	360
15.2.1 生长素促进植物生长.....	360
15.2.2 生长素促进细胞伸长的作用机理.....	360
15.2.3 生长素调节植物生长时表现出两重性.....	361
15.2.4 顶端优势.....	362
15.3 生长素的产生、运输和分布.....	363
15.3.1 生长素的合成.....	363
15.3.2 生长素的运输.....	363
15.3.3 生长素的分布.....	363
15.4 人的尿液中为什么会有生长素的问题.....	364
15.4.1 食物来源说.....	364
15.4.2 人体代谢产物说.....	364
15.4.3 肠道菌群合成说.....	364

第 16 章 其他植物激素 365

16.1 其他常见植物激素的种类和作用.....	365
16.1.1 赤霉素.....	365
16.1.2 细胞分裂素.....	367
16.1.3 脱落酸.....	369

16.1.4	乙烯	371
16.2	植物激素间的相互作用	373
16.2.1	植物激素间的相互作用概览	374
16.2.2	细胞分裂素和生长素	374
16.2.3	赤霉素和脱落酸	375
16.2.4	生长素和赤霉素	375
16.2.5	生长素和乙烯	375
16.2.6	脱落酸和乙烯	375
16.3	其他新发现的天然植物激素	375
16.3.1	油菜素内酯	376
16.3.2	多胺	377
16.3.3	茉莉酸	377
16.3.4	水杨酸	378
16.4	植物生长调节剂	378
16.4.1	植物生长调节剂的类型	378
16.4.2	植物生长调节剂的应用警示	378
16.4.3	植物生长调节剂的施用	379

第 17 章 环境因素参与调节植物的生命活动 **380**»

17.1	向性运动是植物对环境信号做出的生长反应	380
17.2	感性运动是不定向的外界刺激引起的植物局部运动	381
17.3	植物的营养生长和生殖生长	381
17.3.1	影响营养生长向生殖生长转变的因素	381
17.3.2	光周期与植物的成花诱导	382
17.3.3	光周期与南北引种	386
17.3.4	其他光受体	386
17.3.5	低温诱导与春化作用	387
17.3.6	花器官原基的形成	387

第 18 章 种群及其动态 **390**»

18.1	种群概述	390
18.2	种群的空间分布	390
18.2.1	集群分布	390

第 5 部分

宏观生态学

18.2.2	均匀分布	391
18.2.3	随机分布	391
18.2.4	用空间分布指数检验分布型	391
18.3	种群的数量特征	391
18.3.1	种群密度	391
18.3.2	种群密度的调查方式	392
18.3.3	种群的其他数量特征	394
18.4	种群数量的变化	397
18.4.1	种群的“J”形增长	397
18.4.2	种群的“S”形增长	397
18.4.3	“J”形增长和“S”形增长总结比较	398
18.4.4	种群的繁殖对策	399
18.4.5	种群的存活曲线	399
18.4.6	血细胞计数板	400
18.5	影响种群数量变化的因素	401
18.5.1	种群的数量总是在波动中	401
18.5.2	密度制约、非密度制约、反密度制约	402
18.5.3	种群密度调节的基本理论	403
18.5.4	种群的适应对策	404
18.5.5	种内关系	405
18.6	种群研究的意义和应用	406
18.6.1	意义	406
18.6.2	应用	406

第 19 章 群落及其演替 **408** »

19.1	群落的相关概念	408
19.2	群落的结构	409
19.2.1	群落的空间结构	409
19.2.2	群落的时间结构	410
19.2.3	物种丰富度	410
19.2.4	群落交错区与边缘效应	411
19.2.5	土壤中小动物类群丰富度的研究实验	411
19.2.6	种间关系	412
19.2.7	生态位	419

19.3	群落的主要类型	421
19.3.1	常见陆地群落类型	421
19.3.2	常见水生群落类型	423
19.3.3	其他群落类型	424
19.4	群落的演替	425
19.4.1	演替的概念	425
19.4.2	演替的类型	427
19.4.3	演替发生的三个主要理论	429

第 20 章 生态系统及其稳定性 430»

20.1	生态系统简介	430
20.2	生态系统的结构	430
20.2.1	生态系统的组成成分	430
20.2.2	生态系统的营养结构	431
20.3	生态系统的能量流动	433
20.3.1	生态系统中的初级生产和次级生产	433
20.3.2	生态系统能量流动和能量传递效率	434
20.3.3	生态金字塔	435
20.3.4	研究能量流动的实践意义	436
20.4	生态系统的物质循环	436
20.4.1	物质循环概述	436
20.4.2	水循环	437
20.4.3	碳循环	437
20.4.4	温室效应	438
20.4.5	氮循环	438
20.4.6	生物积累、生物富集、生物放大	439
20.5	生态系统的信息传递	440
20.6	生态系统的稳定性	442

第 21 章 人类与环境 444»

21.1	人类活动对生态环境的影响	444
21.1.1	水体富营养化	444
21.1.2	生态足迹	444

第6部分

生物技术与工程学

21.1.3 关注全球性生态环境问题	445
21.2 生物多样性及其保护	445
21.3 生态工程	446
21.3.1 生态工程涉及的基本原理	446
21.3.2 生态工程的实例和发展前景	447

第22章 发酵工程 450»

22.1 传统发酵技术的应用	450
22.1.1 发酵工程的应用研究历史	450
22.1.2 发酵技术的发展	450
22.1.3 发酵与传统发酵技术	451
22.2 微生物的培养技术与应用	454
22.2.1 微生物的基本培养技术	454
22.2.2 微生物的筛选实例	462
22.3 发酵工程及其应用	463
22.3.1 发酵工程的基本环节	463
22.3.2 发酵工程的应用	464

第23章 细胞工程 466»

23.1 植物细胞工程	466
23.1.1 植物细胞工程研究历史	466
23.1.2 植物细胞的全能性	467
23.1.3 植物组织培养技术	467
23.1.4 植物体细胞杂交技术	468
23.1.5 植物繁殖的新途径	470
23.2 动物细胞工程	472
23.2.1 动物细胞工程研究历史	472
23.2.2 动物细胞培养	473
23.2.3 干细胞培养及其应用	475
23.2.4 动物细胞融合技术与单克隆抗体	476
23.2.5 动物体细胞核移植技术和克隆动物	483
23.3 胚胎工程	484
23.3.1 胚胎工程的理论基础	484

23.3.2	受精作用	484
23.3.3	胚胎早期发育	485
23.3.4	体外受精	486
23.3.5	胚胎移植	487
23.3.6	胚胎分割	488

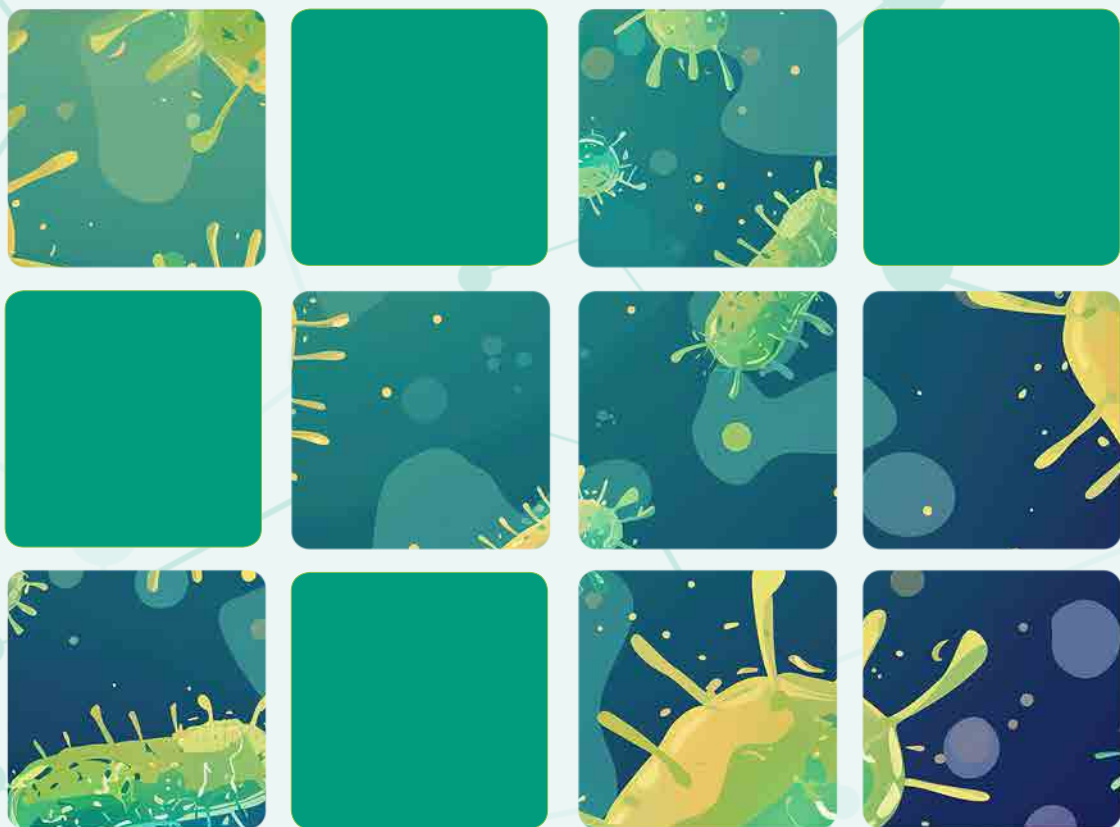
第 24 章 基因工程 489»

24.1	基因工程简介	489
24.1.1	基因工程的历史	489
24.1.2	基因工程过程概览	490
24.2	目的基因的获取	490
24.2.1	全基因合成或化学合成	490
24.2.2	基因文库调取	490
24.2.3	PCR	492
24.3	基因表达载体的构建	505
24.3.1	工具	505
24.3.2	方法	508
24.3.3	存档	509
24.4	导入受体细胞	512
24.4.1	一些说明	512
24.4.2	导入微生物细胞	512
24.4.3	导入动物细胞	512
24.4.4	导入植物细胞	513
24.5	目的基因的检测与鉴定	514
24.5.1	为什么要进行检测与鉴定	514
24.5.2	检测受体细胞中是否含有目的基因	514
24.5.3	检测受体细胞中的目的基因是否成功转录	515
24.5.4	检测受体细胞中的目的基因是否成功翻译	515
24.5.5	检测受体细胞中翻译的蛋白质是否具有生物学活性	515
24.6	一些其他需要说明的问题	515
24.6.1	如何避免转基因污染问题	515
24.6.2	融合基因	516
24.6.3	CRISPR-Cas9 技术	517
24.6.4	Cre-LoxP 技术	519

24.6.5 电泳技术.....	521
24.6.6 蛋白质工程与蛋白质的分离纯化.....	524

 **参考文献**

527 »



第①部分

普通生物学



第 1 章

走近细胞和认识显微镜



1.1 走近细胞

1.1.1 生命活动离不开细胞

众所周知，小如蝼蚁，大如参天大树或蓝鲸，虽然它们体型有所不同，但是构成其身体的细胞在大小上并无显著差异。生命系统的结构层次：细胞→组织→器官→系统→个体→种群→群落→生态系统→生物圈。组成细胞的原子、分子以及病毒不属于生命系统的结构层次。植物没有“系统”层次。单细胞生物没有组织、器官、系统等层次。一个单细胞生物，既是“细胞”层次，也是“个体”层次，如一个大肠杆菌、草履虫、变形虫等。最基本的生命系统是细胞，最大的生命系统是生物圈。

以下是不同类型生物的简介。

(1) 单细胞生物：依靠单个细胞就能完成各种生命活动。如细菌、蓝细菌、草履虫、变形虫等。

(2) 多细胞生物：依赖各种分化的细胞密切合作，共同完成一系列复杂的生命活动。如绝大多数动物、植物和真菌。

(3) 病毒：不具有细胞结构，主要由蛋白质和核酸组成，不能独立进行生命活动，必须寄生在活细胞中，借助宿主细胞的物质和结构进行繁殖，表现出生命特征。如 T2 噬菌体专一性寄生在大肠杆菌中、 β -噬菌体专一性侵染白喉杆菌、HIV 主要寄生在人体的辅助性 T 淋巴细胞中。

1.1.2 细胞学说的建立过程

1604 年，荷兰眼镜商撒迦利亚·詹森 (Zacharias Janssen) 创造了地球上第一台显微镜，如图 1.1A 所示。

在此基础上，英国科学家罗伯特·胡克 (Robert Hooke, 1635—1703) 用自制显微镜观察了大量生物体内部结构，并于 1665 年出版了《显微图谱》一书，书中胡克描述软木及其他植物组织结构类似蜂窝状的小室，取名为 cell(细胞)，虽然放大倍数仅 30 倍，但这是人类有史以来第一次看到细胞轮廓，因此胡克也是细胞的发现者和命名者，如图 1.1B 所示。



1674年，荷兰布商及科学家安东尼·范·列文虎克 (Antonie van Leeuwenhoek, 1632—1723) 为了检查布的质量，亲自磨制透镜，装配了一台能放大300倍左右的显微镜，并观察到了血细胞、原生动物、人类和哺乳动物的精子。这是人类历史上第一次观察到完整的活细胞，列文虎克本人也因英国皇家学会肯定而迅速闻名世界，如图1.1C所示。



图 1.1 显微镜的历史



- A. 荷兰眼镜商撒迦利亚·詹森和他创造的第一台显微镜。
- B. 英国科学家罗伯特·胡克和他自制的显微镜及用它观察并命名为 cell 的软木组织。
- C. 荷兰布商及科学家列文虎克和他装配的显微镜。

认识到活细胞各结构的是英国植物学家罗伯特·布朗 (Robert. Brown, 1773—1858)，他研究兰科和萝藦科植物细胞时发现了细胞核。

法国科学家让-巴蒂斯特·拉马克 (Jean-Baptiste Lamarck, 1744—1829) 就指出：不是细胞状的组织或不是由细胞状组织构成的任何物体都不可能具有生命。这说明拉马克已经认识到细胞状组织与生命的关系。

1838年，德国植物学家马蒂亚斯·雅各布·施莱登 (Matthias Jakob Schleiden, 1804—1881) 发表了著名论文《论植物的发生》，指出细胞是一切植物结构的基本单位；这篇文章的发表标志着细胞学说的形成。1839年，德国动物学家西奥多·施旺 (Theodor Schwann, 1810—1882) 发表了名为《关于动植物的结构及生长的一致性的显微研究》的论文，明确指出：动物及植物结构的基本单位都是细胞。1858年，德国医生和病理学家鲁道夫·魏尔肖 (Rudolf Virchow, 1821—1902) 提出了细胞只能来自细胞这一名言，这是细胞学说的一个重要发展，也是对生命的自然发生学说的否定。

注意

关于新细胞是如何由老细胞产生的？施莱登认为新细胞是从老细胞的细胞核中长出来的，或者是在老细胞的细胞质中像结晶那样产生的。施莱登的朋友耐格里 (K. Nageli) 用显微镜观察了多种植物分生区新细胞的形成，发现新细胞的产生是细胞分裂的结果；还有学者观察了动物受精卵的分裂。在此基础上，魏尔肖总结出：细胞通过分裂产生新细胞。他的名言是：所有的细胞都来源于先前存在的细胞。这个断言，至今仍未被推翻。



续表

元素	符号	在人体中所占比重 (%)	元素	符号	在人体中所占比重 (%)	元素	符号	在人体中所占比重 (%)	元素	符号	在人体中所占比重 (%)
氢	H	9.5	钠	Na	0.2	碘	I	微量	硒	Se	微量
氮	N	3.3	氯	Cl	0.2	锰	Mn	微量	氟	F	微量
钙	Ca	1.5	镁	Mg	0.1	硼	B	微量			
磷	P	1	铁	Fe	微量	铬	Cr	微量			

细胞中含量最多的化合物是水。水在生物体内有两种存在形式：自由水和结合水。通常，我们将含有自由水的生物体的重量称为鲜重，通过晒干等方式，除去自由水的重量称为干重。

(1) 鲜重状态：细胞中质量分数占比由多到少的元素依次是 O、C、H、N，含量（数量）最多的元素是 H，含量最多的化合物是水，其次一般是蛋白质。

(2) 干重状态：细胞中质量分数占比由多到少的元素依次是 C、O、N、H，含量（数量）最多的元素是 H，含量最多的化合物一般是蛋白质。

2.1.2 细胞中的微量元素

除了上述大量元素，细胞中还有一些含量不多但不可或缺的元素，称为微量元素，常见的有 Fe、Mn、Cu、Zn、B、Mo 等。不同生物体内化学元素的种类基本相同，但含量相差很大。



2.2 细胞中的化合物

2.2.1 细胞中的无机物——水

水是生命之源，细胞中含量最多的化合物就是水，细胞的含水量一般在 60%~90% 之间。有些细胞含水量可超过 90%，如水母的含水量可达 97%。女性身体的含水量略低于男性（见图 2.2）。人体老化的特征之一就是身体细胞的含水量明显下降。

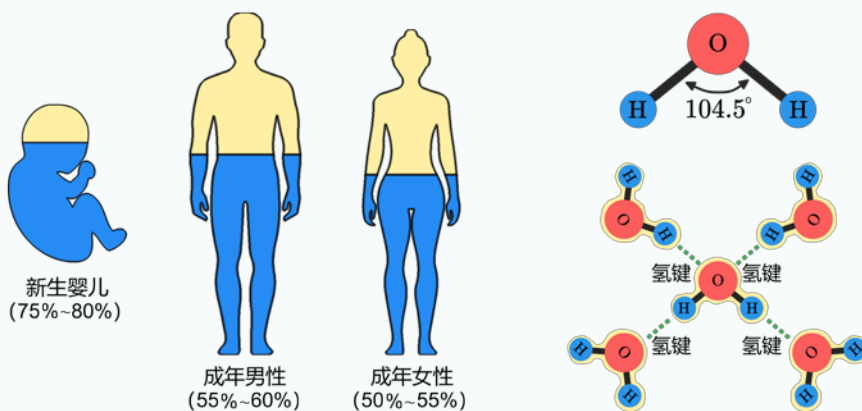


图 2.2 不同年龄和性别的人体内水的含量及水的分子结构示意图



第2章

细胞中的元素和化合物



2.1 细胞中的元素

2.1.1 细胞中的大量元素

生物是门科学

不可思议的生命探险

古今中外，关于人类的起源，人们创造了各种传说，如中国传说中的女娲抟土造人，基督教经典中的上帝用地上的尘土造人，希腊传说中的普罗米修斯用河岸的泥土造人。这些传说有一个共同点：人是由神用泥土创造的。《圣经》创世纪 3.19 节更是有句流传甚广的话：尘归尘，土归土。这些传说和俗语反映了古人对于生命起源的思考：生命起源于无机环境。目前已知，地球上存在的天然元素有 90 多种，其中组成细胞的元素大约有 20 多种，没有哪一种元素是只存在于生物界而不存在于无机环境的。

这里，就涉及生物界与非生物界的统一性和差异性的概念。生物界与非生物界的统一性指的是生物界与非生物界在元素的种类上是统一的，组成细胞的化学元素在无机自然界中都能找到，没有哪种元素是生物界所特有的（见图 2.1）。生物界与非生物界的差异性指的是各种元素的相对含量在生物界和非生物界大不相同。

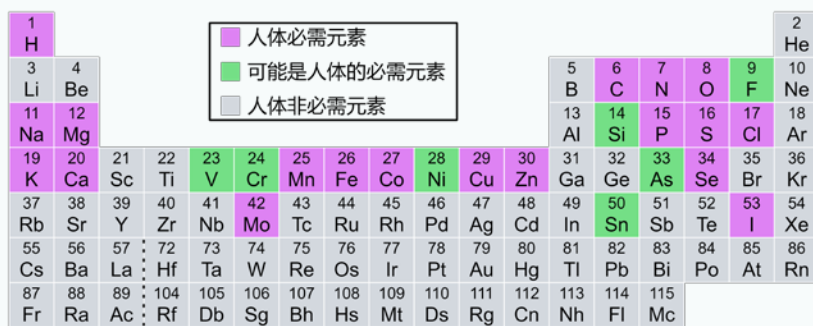


图 2.1 人体必需元素与非必需元素

组成人体的主要元素如表 2.1 所示，其中 C、H、O、N、P、S、K、Ca、Mg 九种元素含量较多，称为大量元素。在大量元素中，C、H、O、N、P、S 六种元素称为主要元素，一般进一步将 C、H、O、N 四种元素称为基本元素。毫无疑问，最基本的元素是 C，因为生物大分子都以碳链为基本骨架。

表 2.1 人体内的主要元素及含量

元素	符号	在人体中所占比重 (%)	元素	符号	在人体中所占比重 (%)	元素	符号	在人体中所占比重 (%)	元素	符号	在人体中所占比重 (%)
氧	O	65	钾	K	0.4	锌	Zn	微量	钼	Mo	微量
碳	C	18.5	硫	S	0.3	铜	Cu	微量	钴	Co	微量



$$D = \frac{0.61 \cdot \lambda}{n \cdot \sin(\alpha/2)}$$

通常， α 最大可达到 140° ，当物镜与观测物之间的介质为空气时， $n = 1$ ，最短的可见光的波长 $\lambda = 450 \text{ nm}$ ，由此可得 $D = 292 \text{ nm}$ 。如果我们使用油镜，可将 n 提高至 1.5，即分辨率达到上文提到的 $0.2 \mu\text{m}$ 。为进一步提高分辨率，1932 年，德国科学家恩斯特·鲁斯卡 (Ernst Ruska, 1906—1988) 制造出世界上第一台电子显微镜，并因此获得了 1986 年诺贝尔物理学奖。一般认为，电子显微镜的分辨率比光学显微镜又提高了 1000 倍，达到 0.2 nm 。

注意

显微镜最重要的性能参数是分辨率，而不是中学生物教学中常提到的放大倍数。显微镜放大倍数 = 目镜的放大倍数 \times 物镜的放大倍数。显微镜放大倍数指的是物像的长度放大倍数和宽度放大倍数，所以面积放大倍数 = 放大倍数²。

关于如何区分目镜和物镜，很简单：目镜无螺纹，直接安放在目镜套筒上，其放大倍数与镜筒长度成反比；而物镜有螺纹，安装在物镜盘上，其放大倍数与镜筒长度成正比。

1.2.2 显微镜的操作

在使用显微镜的时候，需要先用低倍镜观察，再用高倍镜观察。低倍镜下，先用粗准焦螺旋找到物像，再用细准焦螺旋进行微调。在低倍镜下找到要观察的目标后，移动载玻片，把目标移到视野的中央，然后转动转换器，使用高倍物镜观察。

注意

在高倍镜下，只允许调动细准焦螺旋、光圈、反光镜，不允许转动粗准焦螺旋，因为此时装片与物镜镜头很近，容易误伤镜头。光圈控制进光量，所以光圈越小，视野越暗。平面镜比凹面镜视野要暗，高倍镜比低倍镜视野要暗。

显微镜视野中的“像”与“物”是上下相反，左右相反的关系，即把“物”翻转 180° 后就是“像”，如玻片上有“b”字，则视野中看到的是“q”，玻片上有“6”字母，则视野中看到的是“9”。所以，视野中观察对象在视野外侧时，要将它移到视野中央，遵循“哪偏哪移”原则，如观察对象在视野的左下方时，要将它移到视野中央，玻片应向左下方移动。



续表

差异类别	原核细胞	真核细胞
DNA 复制起点	单起点复制	多起点复制
DNA 复制次数	多次复制, 如大肠杆菌在葡萄糖充足时 可从慢生长切换为快生长	单次复制, 真核细胞一个分裂周期 DNA 仅复制一次
基因表达方式	边转录边翻译	转录后翻译
基因结构	无外显子和内含子之分	有外显子和内含子之分
一条 mRNA 合成的多肽链数	多顺反子结构: 一条 mRNA 上有多个起 始密码子和终止密码子, 可合成多种不 同多肽链	单顺反子结构: 一条 mRNA 上仅一个起 始密码子和终止密码子, 仅可合成一种 多肽链
可遗传变异类型	基因突变	基因突变、基因重组、染色体变异 / 染 色体畸变
常见生物	细线织蓝衣: 细菌(球菌、杆菌、螺旋菌、 弧菌)、放线菌、支原体、蓝细菌(念珠藻、 鱼腥藻、螺旋藻、发菜、地木耳、颤藻)、 衣原体、立克次氏体等	动物、植物、真菌(霉菌、菇类、蕈类)、 原生生物、黏菌、除蓝细菌之外的其他 藻类(绿藻、硅藻、金藻、褐藻、红藻等)

*: 沉降系数以 10^{-13} 秒为一个时间单位, 颗粒越大, 沉降系数越大。



1.2 认识显微镜

1.2.1 显微镜概述

美国细胞生物学家埃德蒙·比彻·威尔逊(Edmund Beecher Wilson, 1856—1939)曾在1925年说过: 每一个生物科学问题的答案都必须在细胞中寻找。但细胞体积较小, 真核细胞一般在 $10 \sim 100 \mu\text{m}$ 之间, 原核细胞一般在 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ 之间。公认的最小的细胞是支原体, 大小为 $0.1 \sim 0.3 \mu\text{m}$ 。2002年, 德国科学家哈拉德·胡贝尔(Harald Huber)等在冰岛发现一种海洋古细菌 *Nanoarchaeum equitans*, 中文名字很可爱: 骑火球的超级小矮人。之所以叫这个名字, 是因为其专一性地与一种名为“火球”的微生物共生, 看起来, 这种古菌好像是骑在火球上。这个“小矮人”只有大肠杆菌的 $\frac{1}{160}$, 比天花病毒还要稍小一些。病毒的直径在 $20 \sim 200 \text{ nm}$ 之间。

众所周知, 人眼的分辨率一般为 0.2 mm , 古人云: 明察秋毫, 基本代表人眼的分辨极限了。光学显微镜将分辨率提高了1000倍, 达到了 $0.2 \mu\text{m}$, 使人们可以较方便地观察各种微生物。光学显微镜的分辨率 D 与光源的波长 λ 、物镜镜口角 α 、介质的折射率 n 有关, 具体可表示为



双链环状的 DNA，称为质粒 (plasmid)。质粒上一般含有一些特殊的基因，如氨苄青霉素的抗性基因、四环素的抗性基因等，可以赋予宿主细胞一些额外的功能。

非细胞生物指的是病毒。病毒可以有多种分类方式，下面介绍两种分类方式。

(1) 根据宿主的不同，可将病毒分为植物病毒、动物病毒、微生物病毒。植物病毒如烟草花叶病毒 (TMV)、马铃薯纺锤块茎类病毒、郁金香碎色病毒等；动物病毒如流感病毒、禽流感病毒、水痘病毒、腮腺炎病毒、乙型脑炎病毒、甲型肝炎病毒等；微生物病毒又叫作噬菌体，如肌病毒科的 T2 噬菌体和 T4 噬菌体，长尾病毒科的 λ 噬菌体和 T5 噬菌体，短尾病毒科的 T7 噬菌体和 P22 噬菌体等。

(2) 根据遗传物质的不同，可将病毒分为 DNA 病毒和 RNA(核糖核酸)病毒。DNA 病毒又可细分为双链 DNA 病毒(如腺病毒、痘病毒等)、单链 DNA 病毒(如细小 DNA 病毒等)；RNA 病毒又可细分为双链 RNA 病毒(如呼肠孤病毒等)、正链 RNA 病毒(如脊髓灰质炎病毒、冠状病毒等)、负链 RNA 病毒(如狂犬病毒等)、逆转录病毒(如 HIV 病毒、劳氏肉瘤病毒等)。

原核细胞 (Prokaryotic cell) 和真核细胞 (Eukaryotic cell) 的区别如表 1.1 所示。

表 1.1 原核细胞与真核细胞的区别

差异类别	原核细胞	真核细胞
细胞核	没有核膜为界限的细胞核	具有核膜为界限的细胞核
DNA	裸露的、双链、环状 DNA，仅有少量蛋白质与之结合，不足以称之为染色质/染色体；拟核外还有小的双链环状 DNA，称为质粒	双链、线性 DNA，与蛋白质结合形成核小体，核小体形成染色质/染色体(还含有少量 RNA)，线粒体和质体含有双链环状 DNA 分子
单细胞/多细胞	都是单细胞生物	有单细胞生物，也有多细胞生物
细胞大小	较小，一般为 1 ~ 10 μm	较大，一般为 10 ~ 100 μm
细胞器	仅有唯一的细胞器：核糖体	各种复杂细胞器：线粒体、叶绿体、内质网、高尔基体、液泡、溶酶体、核糖体、中心体等
细胞壁	一般都有细胞壁(支原体无)，成分是肽聚糖	动物细胞无细胞壁；植物细胞壁成分是纤维素和果胶；真菌细胞壁成分是几丁质
细胞分裂	二分裂	无丝分裂、有丝分裂、减数分裂
核糖体沉降系数*	沉降系数为 70 S 的核糖体 = 30 S 的小亚基 + 50 S 的大亚基	沉降系数为 80 S 的核糖体 = 40 S 的小亚基 + 60 S 的大亚基
是否遵循经典遗传定律	不遵循经典遗传定律(包括孟德尔分离定律、孟德尔自由组合定律、摩尔根连锁与交换定律)	核基因遗传遵循经典遗传定律，细胞质基因遵循母系遗传



1880年，德国动物学家奥古斯特·魏斯曼 (August Weissmann, 1834—1914) 进一步提出所有细胞都可以追溯到远古时代的一个共同祖先，即细胞的连续性和历史性。至此，细胞学说建成。

1.1.3 细胞学说的主要内容

细胞学说的建立者主要是施莱登和施旺，后人根据他们的结果进行整理并加以修正，综合为以下要点。

(1) 细胞是一个有机体，一切动植物都是由细胞发育而来，并由细胞和细胞产物所构成。

(2) 细胞是一个相对独立的单位，既有它自己的生命，又对与其他细胞共同组成的整体的生命起作用。

(3) 新细胞是由老细胞分裂产生的。

人们通常将 1838—1839 年施旺和施莱登确立的细胞学说、1859 年达尔文确立的进化论、1866 年孟德尔确立的遗传学称为现代生物学的三大基石。细胞学说又是后两者的基础。细胞学说的意义：揭示了动物和植物的统一性，从而阐明了生物界的统一性。

须知

细胞学说建立的方法是不完全归纳法。

1.1.4 真核细胞和原核细胞的比较

生物包括细胞生物和非细胞生物。动物细胞、植物细胞和细菌的结构示意图如图 1.2 所示。

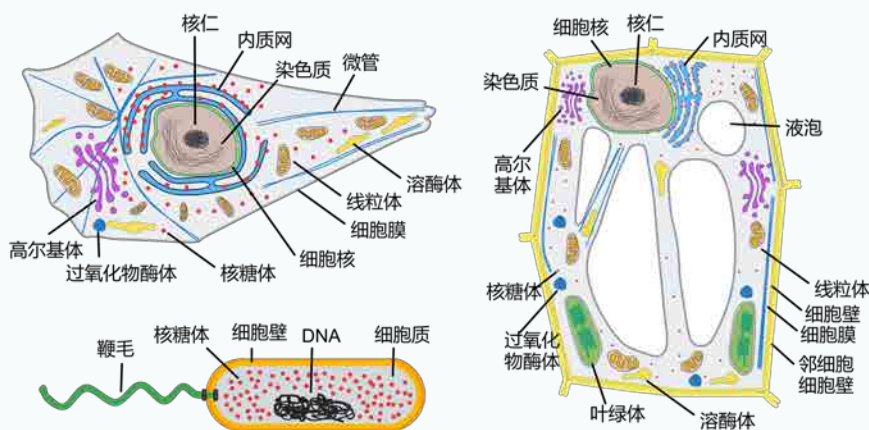


图 1.2 动物细胞、植物细胞和细菌的结构示意图

细胞生物的遗传物质都是脱氧核糖核酸 (DNA)，可根据有无核膜为界限的细胞核，分为原核生物和真核生物。原核生物较低等，不具有核膜为界限的细胞核，其 DNA 主要分布在细胞质的某些区域，称为拟核或拟核区。除此之外，一般还有一些拟核 DNA 之外的、