

中国现代海洋科学丛书

海洋生物学

MARINE BIOLOGY

张培军 主编

山东教育出版社

中国现代海洋科学丛书

海洋生物学

MARINE BIOLOGY

张培军 主编

山东教育出版社



图书在版编目(CIP)数据

海洋生物学/张培军主编. — 济南: 山东教育出版社,
2004

(中国现代海洋科学丛书)

ISBN 7 - 5328 - 4800 - 0

I. 海... II. 张... III. 海洋生物学

IV. Q178.53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 000422 号

中国现代海洋科学丛书

海洋生物学

张培军 主编

出 版 者: 山东教育出版社

(济南市纬一路 321 号 邮编: 250001)

电 话: (0531)2092663 **传 真:** (0531)2092661

网 址: <http://www.sjs.com.cn>

发 行 者: 山东教育出版社

印 刷: 山东新华印刷

版 次: 2004 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

印 数: 1—2000

规 格: 787mm×1092mm 16 开本

印 张: 23.5 印张

插 页: 1 插页

字 数: 393 千字

书 号: ISBN 7 - 5328 - 4800 - 0

定 价: 41.00 元

(如印装质量有问题,请与印刷厂联系调换)

总序言

我承蒙大家的推崇来担任《中国现代海洋科学丛书》的总主编,感到很荣幸。同时我作为为之奋斗 70 多年的老海洋科技工作者,看到这套丛书出版自然感到由衷的高兴。《中国现代海洋科学丛书》共 9 部:《海洋生物学》、《海洋物理学》、《物理海洋学》、《海洋化学》、《海洋地质学》、《海洋环境科学》、《海洋工程》、《海洋经济学》和《中国海洋学史》。以上各部学术专著,系统地全面地概述了各个学科 100 年来,特别是新中国成立后 50 年学科建设和发展及其学术研究成果,展示了 21 世纪面临的前沿问题,探讨了解决的途径。经著名专家、著名学者评审,称它们“既有理论创新意义,又有指导实践的实用价值。达到国际先进水平”。各部专著的主编都是我国海洋科学有关方面造诣较深、颇有建树的知名专家学者。这些专著,是他们致力于海洋科研和实践几十年的一个总结,也是留给后人的一笔宝贵财富。

目前,在人口膨胀、资源短缺和环境污染日益突出的背景下,世界上有 100 多个沿海国家把开发海洋作为基本国策,作为加快经济发展、增强国家实力的战略选择。

近 20 年来,沿海各国加快了海洋经济发展的步伐。1980 年世界海洋产值约 3 400 亿美元,到 1990 年达到 6 700 亿美元,10 年翻了将近一番。20 世纪 90 年代以来,世界海洋经济产值平均每年的增长速度为 11%。海洋经济已日益成为世界各国国民经济的重要组成部分。根据这种发展趋势,一些有识之士普遍认为:21 世纪世界将进入海洋开发新世纪。在新世纪之初出版这套丛书,它的重要意义是可想而知的:它不仅将推动我国海洋科学理论的研究,而且必将促进我国海洋科学和海洋经济的发展,促使人们遵循客观规律,更加健康地开发海洋。

开发海洋必须坚持资源开发利用与生态环境保护同时并举,实现可持续发展战略。这是当代人类面临的双重历史使命,是人类经历了无数痛苦的磨难、总结正反两方面的经验得出的,应当成为人类海洋资源开发与保护必须遵循的规律。海洋是浩瀚的,它的面积占地球表面积的 70% 以上,海洋资源极其丰富,是资源的宝库、生命的源泉。但实践还告诉我们,海洋资源也是有限的,并不是取之不尽、用之不竭的,海洋环境的承载力也是有限的。众所周知,对海上倾废造成了海洋污染,无限量的捕捞造成了渔业资源枯竭,二氧化碳、甲烷等温室气体大量排放造成了全球变暖,这些教训难道还不应该汲取吗?

海洋开发与保护必须依靠科技进步。由于海洋环境的特殊性,人的天然器官不能适应海洋开发的需要,必须依赖科学技术;尤其是现代海洋开发,没有现代先进的技术装备,就不能进行大深度和高层次的海洋开发。美、英、日、法国相继提出优先发展海洋科学基础理论和高新技术,以增强其开发管理海洋的能力。世界临海各国均把合理开发利用海洋作为求生存、求发展的战略决策,加大了海洋科技和资金的投入。我国是海洋大国,海洋开发是我国今后的主战场。为此必须加强海洋科技的投入,集中优势力量开发重点基础理论研究和应用基础研究,充分提高我国海洋科学的整体水平和国际竞争力;突出重点,以近海和大陆架区域研究为主,适度向大洋拓展;抓住机遇,融入海洋科学全球化,积极参加全球化研究;加大经费投入,建立国家海洋科学创新的思想库和人才库,把“青岛·中国海洋科学研究中心”建设好。

海洋是全球来往的通道,是资源的宝库,是兴国的发祥地,是人类新的生存空间。把我国新世纪发展战略纳入到海洋强国的轨道上来,是顺乎潮流的强国之道。沿海国家的政治、经济、军事无可选择地与海洋联系在一起,国家的兴衰荣辱也无可选择地与海军力量联系在一起。海洋和海军实际上成了国家战略问题。目前世界正处于和平与发展时期,我国将利用这个国际环境进行现代化建设。但世界并不太平,进入 20 世纪 90 年代以来,世界上影响最

大、范围最广又难以解决的热点多发生在海洋上或沿海地区。《海洋法国际公约》生效后,世界各国围绕海洋权益的争夺不断升温,我国海洋权益也面临着严峻挑战,存在着资源被掠夺、岛屿被侵占、国土被分割以及多元化威胁的局面。所以,海洋强国战略事关国家的主权和权益、经济和安全,关系着民族的兴衰。海洋活动本质上是开放性、商业性的活动,它与市场经济、与经济全球化有着天然的联系。我们要利用海洋加强与世界各国的贸易往来和文化交流,促进海洋经济发展。同时,要加快海军现代化建设,改进武器装备,使我国海军成为海防安全的坚强柱石。

我们这套丛书,虽然经过众多专家学者精心努力,但肯定还会有缺点和错误,有一些不尽人意的地方。我们期盼着广大读者提出宝贵意见和批评,也希望就不同学术观点展开讨论,更希望看到更高水平的海洋科学论著问世,让我们为人类海洋事业不断前进不断做出贡献!

山东教育出版社是“全国优秀出版社”,“出精品、成系列、重积累、见长效”是该社的出版特色。这次他们以极大的热情、最高的标准、百倍的努力来策划、编辑、出版《中国现代海洋科学丛书》,付出了很大的心血和资金。值此丛书出版之际,我谨代表编委会对他们的敬业精神表示钦佩,并致以衷心的感谢。

李 奎

2004年4月18日

前 言

海洋生物早就与人类结下了不解之缘。还在远古时代,当人类刚学会刀耕火种和狩猎圈畜,利用陆地生物资源的时候,就已懂得“营渔盐之利”,利用海洋生物资源了。随着人类社会的发展,人类开发和利用自然资源的活动也愈演愈烈。到 20 世纪,人类认识到,单纯开发陆地生物资源已不能满足人类日益增长的需求,并开始把目光投向海洋,一场研究和开发海洋生物资源的剧烈竞争拉开了序幕。海洋生物学在这场国际性竞争中扮演着重要角色。世界上各海洋大国都加强了海洋生物学中高新技术的研究,竞相投入巨资支持海洋生物技术、海洋天然产物、海洋生态环境监控和保护以及海洋生物资源可持续开发利用的研究项目,同时也加强了对海洋生物学各分科基础生物学的研究。海洋生物学的重要性比以往更加引起海洋生物科学研究者以及从事海洋经济管理和开发工作者的重视。

目前,国内外已出版过多本海洋生物学专著和教科书,有综合性较强、内容较全面的专著,也有专为水产专业或捕捞专业等学生或工作者编写的教科书。它们从不



同侧重面介绍了海洋生物的种类、生态环境和群系分布,为从事海洋生物科学教学和研究人员提供了有用的资料,在海洋生物学专业教学和科研中发挥了积极作用。但以往的海洋生物学专著比较偏重分类、形态结构、生态群落等方面的内容,较少涉及海洋生物的生殖、发育细节及生理学研究内容。本书编写的目的主要是为了对现有海洋生物学知识进行更系统的整理,补充一些海洋生物繁殖、发育及生理学研究方面的内容及较新的研究进展,并对由于捕捞和海水养殖等人类生产活动对海洋环境产生的影响及防护措施进行了探讨。为了保证内容的全面性、系统性,有些经典的内容难免会有重复,但也尽量在一些细节方面做了少许修改。

本书是在曾呈奎先生的指导下,组织了中国科学院海洋研究所和中国海洋大学的部分专家共同编写而成的。其中第一、三、四章由中国科学院海洋研究所张培军研究员编写;第二章由中国科学院海洋研究所邹景忠研究员编写;第五章由中国科学院海洋研究所段德麟研究员编写;第六章由中国科学院海洋研究所林伟研究员编写;第七章由中国科学院海洋研究所邹景忠研究员、厦门大学高亚辉教授和中国海洋大学刘光兴教授联合编写;第八章由中国海洋大学张志南教授编写;第九章由中国科学院海洋研究所朱鑫华研究员和杨纪明研究员联合编写;第十章由中国科学院海洋研究所朱鑫华研究员编写;第十一章由中国海洋大学董双林教授编写。鉴于各人的写作风格不同,各章节的衔接可能不够紧密和连贯,由于编者水平所限,掌握的资料不够全面,错误和不妥之处在所难免,希望有关专家及读者给以批评指正。

编者

2004年2月

目 录

前言	(1)
第一章 绪论	(1)
第一节 海洋中的生命	(1)
第二节 海洋生物学的定义及研究内容	(9)
第三节 海洋生物学研究的重要意义	(13)
第二章 海洋环境与生物适应	(16)
第一节 海洋环境	(17)
第二节 海洋生物的适应策略	(26)
第三章 海洋生物的繁殖与发育	(34)
第一节 海藻的繁殖与发育	(34)
第二节 海洋贝类的繁殖与发育	(42)
第三节 海洋鱼类的繁殖与发育	(51)
第四章 海洋动物生理研究	(77)
第一节 海水鱼类渗透作用的内分泌调控	(77)
第二节 海洋动物对海洋物理条件的适应	(86)
第五章 海藻引种驯化、种质保存及种质鉴定	(100)
第一节 引种驯化的理论依据与相关技术	(101)
第二节 单细胞藻类的保存	(104)

第三节	大型海藻种质保存	(106)
第四节	海藻种质 DNA 鉴定	(113)
第六章	海洋微生物	(122)
第一节	海洋微生物类群及特性	(123)
第二节	海洋微生物与生物环境间的相互关系	(137)
第三节	海洋微生物在海洋生态系中的作用	(146)
第四节	海洋微生物资源及利用	(155)
第七章	海洋浮游生物	(167)
第一节	浮游植物	(167)
第二节	浮游动物	(186)
第八章	海洋底栖生物	(210)
第一节	海洋底栖环境及其主要生态类群	(211)
第二节	海洋底栖生物的划分	(212)
第三节	典型底栖生态环境类型	(228)
第四节	次级生产量的测定	(262)
第五节	水层-底栖耦合的基本概念和原理	(265)
第九章	海洋游泳生物	(269)
第一节	物种多样性与区系	(270)
第二节	种群动态与生活史调节	(287)
第三节	群落生态多样性	(293)
第十章	捕捞对海洋生物资源的影响	(306)
第一节	海洋生物资源的动态变化规律	(307)
第二节	人类对海洋生物资源的利用现状	(312)
第三节	捕捞与资源生物生产力结构的相互作用	(314)
第四节	可持续生态渔业系统的经营与管理	(329)
第十一章	海水养殖与近岸环境的相互作用	(333)
第一节	工农业污染对海水养殖生物的影响	(334)
第二节	海水养殖对近岸生态环境的影响	(338)
第三节	海水养殖业的可持续发展	(341)
结语	.....	(345)
参考文献	.....	(349)

Contents

Preface	.....	(1)
Chapter 1 Introduction	.....	(1)
Section 1 The Life in Marine	.....	(1)
Section 2 Definition and Contents of Marine Biology	.....	(9)
Section 3 Significance of Marine Biology	.....	(13)
Chapter 2 Marine Environment and Bio-adaptation	.....	(16)
Section 1 Marine Environment	.....	(17)
Section 2 Adaptive Tactics of Marine Organism	.....	(26)
Chapter 3 Propagation and Development of Marine Organism	.....	(34)
Section 1 Propagation and Development of Alga	.....	(34)
Section 2 Propagation and Development of Marine Mollusc	.....	(42)
Section 3 Propagation and Development of Marine Fish	.....	(51)
Chapter 4 Physiological Studies of Marine Animals	.....	(77)
Section 1 Endocrine Control of Osmoregulation of Marine Fish	.....	(77)



Section 2	Adaptations of Marine Animals to Physical Conditions	(86)
Chapter 5	Introduction and Domestication of Algae, Preservation and Identification of Alga Stocks	(100)
Section 1	Theoretical Basis and Relative Techniques in Introduction and Domestication of Algae	(101)
Section 2	Preservation of Monocellular Algae	(104)
Section 3	Stock Preservation of Macroalgae	(106)
Section 4	DNA Identification of Alga Stocks	(113)
Chapter 6	Marine Microbes	(122)
Section 1	Communities and Characterization of Marine Microbes	(123)
Section 2	Relationship of Marine Microbes with their Environment	(137)
Section 3	Fuction of Marine Microbes in Marine Ecosystem	(146)
Section 4	Resources and Exploitation of Marine Microbes	(155)
Chapter 7	Marine Plankton	(167)
Section 1	Phytoplankton	(167)
Section 2	Zooplankton	(186)
Chapter 8	Marine Benthos	(210)
Section 1	Marine Benthic Environment and the Main Benthic Communities	(211)
Section 2	Taxonomy of Marine Benthos	(212)
Section 3	Typical Ecological Environments of Marine Benthos	(228)
Section 4	Measurement of Secondary Products	(262)
Section 5	Basic Concepts and Principles of Pelagic-Benthos Coupling	(265)
Chapter 9	Marine Nekton	(269)
Section 1	Species Polymorphism and Zones	(270)
Section 2	Population Dynamics and Regulation of Life Cycle	(287)
Section 3	Communities Ecology Polymorphism	(293)
Chapter 10	The Effect of Capture on Marine Bio-resources	(306)
Section 1	Dynamic Changing Rule of Marine Bio-resources	(307)

Section 2	Application Status of Marine Bio-resources by Human Being	(312)
Section 3	Interaction between Capture and Production Structure of Marine Organism	(314)
Section 4	Management of Sustainable Fishery System	(329)
Chapter 11	Interaction between Mariculture and Near-shore Environment	(333)
Section 1	Effects of Pollution by Industry and Agriculture on Maricultured Organism	(334)
Section 2	Effects of Mariculture on Near-shore Ecological Environment	(338)
Section 3	Stainable Development of Mariculture	(341)
Postface		(345)
References		(349)

第一章 绪 论

第一节 海洋中的生命

一、地球、海洋和海洋中生命的起源

海洋是生命的摇篮, 现已有足够的科学证据证明地球上最初的生命起源于海洋。据科学家估计, 地球的年龄为大约 50 亿年, 地球上的海洋在 40 多亿年前即已存在, 而最早的生命出现于距今约 38 亿年前的古海洋中。一种类似细菌的生物化石在格陵兰岛、南非和西澳大利亚地区的古海洋沉积岩中被发现。那么生命是怎样在海洋中产生的呢? 这要先从地球的形成和最初的构成说起。

天文学家通过对浩瀚的宇宙空间的研究和观察发现, 我们的宇宙正在不断膨胀, 充满了星群的大星系正在以极快的速度相互远离。星系的这种运动方式就好像是一个大石块爆炸后飞出的石子的运动。由此提出了一个至今已广为接受的宇宙大爆炸理论。太阳系和地球就是起源于这次宇宙大爆炸。据推算, 宇宙大爆炸发生在距今约 130 亿年前。爆炸后产生的物质围绕一个中心高速

旋转,在强大的引力作用下,这些宇宙物质逐渐浓缩成团,并不断增大形成了原始星体。太阳系中的核心恒星太阳就是以这种方式形成的。最初它的体积很大,相当于今天的整个太阳系,当然密度比现在小得多,只是一团浓缩的气体。这些浓缩的气态物质在巨大引力的作用下不断高速旋转,继续浓缩,其中部分物质运动滞后,自身形成小的涡旋被甩离大的物质团,但它们仍围绕太阳中心旋转,这些分离的物质团逐渐变得扁平,浓缩呈盘状围绕在太阳周围,随后又分离为更小的物质团,经过亿万年的变化,浓缩、固化成为今天太阳系的各大行星。^[1]我们所在的地球也就是这样形成的。

原始的地球直径是现在地球的1 000倍,质量也大得多。随后,地球物质中较重的成分向中心迁移形成地核,较轻的成分包在外围。在行星形成过程中,太阳开始发光,它除了向外辐射光以外,还发射带电粒子。这些带电粒子的强辐射将地球外围的残云清除,开始变冷了的行星又被太阳射线提升了温度,随着地球进一步凝缩。这样产生的热量被贮存于地核。最初形成的地球是熔岩状态,较重的成分均浓缩于地核,较轻的成分则根据其比重大小依次包围在地核周围。地核内含有大量铁和镍的成分,其外围的地幔主要由含铁和锰的硅酸盐组成。地幔的外围是一层薄薄的地壳,在海洋底部的玄武岩的厚度约为4~10千米,构成陆地的花岗岩的厚度为35~60千米。

在地球形成早期,地球周围的大气主要由氢气和少量氮气组成,它们后来都遗散在太空中。在地壳固化之后,地球表面有大量火山活动。这些火山活动产生了新的气体补充到大气层中,其中含有大量的水蒸气。此外,新产生的气体按含量的多少排列如下:二氧化碳(CO₂)、氯气(Cl₂)、氮气(N₂)、二氧化硫(SO₂)和氢气(H₂)。在新形成的大气层中水蒸气成为最主要的成分,同时还有大量CO₂、氨(NH₃)和甲烷(CH₄)。最终当地壳完全冷却下来之后,大气中的水蒸气开始冷凝成水并在地球引力作用下降落到地面。随着地表温度的进一步降低,落到地面上的水积聚在低凹处形成了原始海洋。因为火山活动所产生的气体中不包括氧气,所以在早期的大气层里还没有氧气,它们在火山岩浆的活动中被用于将低价铁氧化为高价铁而消耗殆尽。

在20世纪20年代,A. I. Oparin和J. B. S. Haldane提出了关于海洋中生命起源的假说,他们都认为最初的有机分子是由无机物合成而产生的。1952年,S. L. Miller用实验证明了他们的假说。他将甲烷、氨、氢气和水蒸气混合装于一个密闭的容器内,通以电流,用电击模拟自然界的闪电,合成出有机分子(图1-1)。在地球形成早期,来自太阳的紫外线穿透大气层射入海水中,提供了有机合成的能量,在古海洋中合成出最早的碳水化合物、氨基酸和核酸,随后又合成出有机体能量贮存和转换所必须的三磷酸腺苷(ATP)。核酸的重排又产生出脱氧核糖核酸(DNA)和核糖核酸(RNA),这两种有机大分子

是生物体繁殖后代所必须的基本成分,它们贮存了生物遗传的信息。所有这些有机分子都是由大量无机分子在漫长的年代里合成出来的。

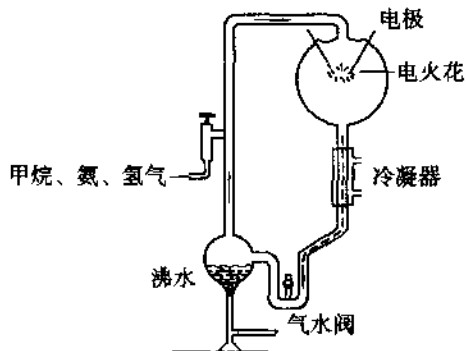


图 1-1 S.L. Miller 用无机分子合成生命基本成分氨基酸的实验装置

生命的基本物质合成之后,又经过一个漫长时期的演化,逐渐形成了能够独立存在的由膜包围着的原始细胞(图 1-2)。经过一定的发展阶段,这些最初产生的有独立生活能力的细胞获得了新陈代谢的功能,并能通过遗传和突变繁衍后代。细胞的产生意味着地球上最早生命的诞生。从微生物化石中发现,最初的原始细胞没有细胞核,类似于今天的细菌或蓝绿藻等原核生物,其基本组成包括细胞壁、细胞膜、细胞质、染色体和核糖体。细胞壁起支撑作用,使细胞保持一定的形状;细胞膜包住细胞内的液体细胞质,使之与外环境隔离,并控制着营养物质的吸收和代谢废物的排出;染色体贮存着遗传的信息,并通过染色体上的 DNA 转录成 RNA,将遗传信息带到细胞质的核糖体上;核糖体利用这些信息指导酶和蛋白质的合成,合成的酶用于控制细胞内的各种生化反应。

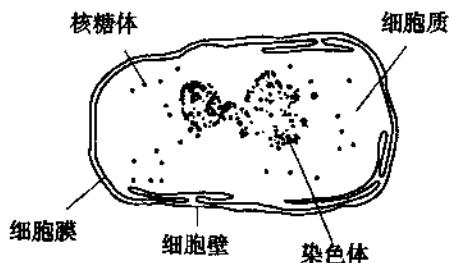


图 1-2 原始细胞

最早的生命形式可能是异养的,它们从海水中吸收 ATP 分子作为能源。ATP 分子含有一个腺嘌呤核苷分子和三个由高能键连接在一起的磷酸基团。当第二、三个磷酸基团之间的键断开时,产生一个二磷酸腺苷(ADP)分子并释

放出大量能量供细胞活动用。若有足够的剩余能量,ADP 分子还会再转化成 ATP 分子。这种在细胞内利用有机分子释放能量的过程称为呼吸作用。在地球早期无氧环境中,这种呼吸作用属于厌氧呼吸。然而,随着生命的迅速繁衍,细胞对能量的需求量增高,只依靠厌氧呼吸来合成 ATP 已远不能满足细胞生存和活动的需要。那么如何产出更多的 ATP 呢?在细胞进化中偶然出现的叶绿素解决了这一难题。这种色素大分子最早赋予细胞以自养的能力,它可利用光能把无机分子合成有机分子。当叶绿素分子接收光能之后,叶绿素分子中的一个电子被激发至高能态,并通过电子传递系统经过一系列步骤,将该高能电子的能量传递并释放至用于合成 ATP 的反应,以将 ADP 转化为细胞活动所需的 ATP,此即光合作用。这种简单的光合成反应满足了原核细胞的需要。在此基础上,更复杂的真核细胞(图 1-3)出现了,细胞内出现了细胞核,通过光合作用合成了 ATP 和其他一些高能化合物 NADPH 等,ATP 和 NADPH 所贮存的能量再用于合成细胞所必需的有机物质。光合作用的出现首次在地球的大气层中增添了氧气成分,从而使需氧生物产生并逐渐发展起来,进化为今天存在的种类繁多的生物。氧气的存在使需要氧参加的化学合成和生物合成成为可能,由无机化合物进行氧化作用所释放的能量可用于合成碳水化合物。在海洋中一些能够靠化学合成作用生存的生命的存在(如厌氧菌)意味着在没有阳光的深海中也有生命繁衍。除二氧化碳、氧和水以外,再加上氮、磷、钾和其他无机物质即能合成更多种类的生物大分子,包括碳水化合物、脂肪、蛋白质和核酸。大气中氧气的存在为生命引入了呼吸作用和有氧代谢,大大提高了生命活动和生长的效率。有氧呼吸比无氧呼吸能够释放更多的能量。细胞在进行无氧呼吸时,一个葡萄糖分子中能量的 7% 可被利用产生 2 个分子的 ATP,而在进行有氧呼吸时可利用该分子中能量的 60% 产生 38 个分子的 ATP。由此推断,有氧呼吸作用的出现对从原核细胞到真核细胞的进化起着重要作用。

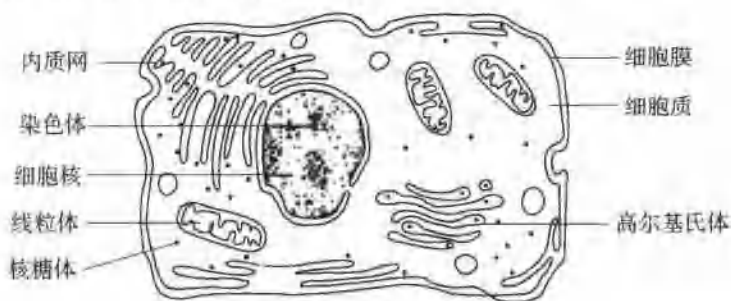


图 1-3 真核细胞结构示意图