

中国科普作家协会原理事长、
中国科学院院士刘嘉麒作序推荐

科学的故事丛书
THE STORY OF SCIENCE

徜徉科学世界，汲取自然灵气，浓缩历史精华。
让阅读，与众不同。

The Story of Biology

生物的故事

杨天林 / 著

崔 衢 / 审订



对生物的理解从寻找生命的源头开始，那是很久很久以前。
生物的多姿多彩展示了一种力量，这种力量来自宇宙深处。
从进化论到基因工程，再到 DNA 的结构与功能，尽显生物的悠久和活力。



科学出版社

中国科普作家协会原理事长、
中国科学院院士刘嘉麒作序推荐

科学的故事丛书
THE STORY OF SCIENCE

徜徉科学世界，汲取自然灵气，浓缩历史精华。
让阅读，与众不同。

The Story of Biology
生物的故事

杨天林 / 著
崔 衢 / 审订

科学出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

生物的故事 / 杨天林著. —北京: 科学出版社, 2018.4

(科学的故事丛书)

ISBN 978-7-03-053746-1

I. ①生… II. ①杨… III. ①生物学-普及读物 IV. ①Q-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第138755号

丛书策划: 侯俊琳

责任编辑: 张 莉 / 责任校对: 张小霞

责任印制: 张克忠 / 插图绘制: 郭 警

封面设计: 有道文化

编辑部电话: 010-64035853

E-mail: houjunlin@mail.sciencep.com

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年4月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2018年4月第一次印刷 印张: 16 1/4

字数: 230 000

定价: 48.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

总 序

科学中有故事 故事中有科学

人类来源于自然，其生存和发展史就是一部了解自然、适应自然、依赖自然、与自然和谐共处的历史。自然无限广阔、无限悠长，充满着无数奥秘，令人类不断地探索和认知。从平日的的生活常识，到升天入地探索宇宙的神功，无时无地不涉猎科学知识，无时无物不与科学密切相关。人类生活在一个广袤的科学世界里，时时刻刻都要接受科学的洗礼和熏陶。对科学了解的越多，人类才能越发达、越进步。

由杨天林教授撰著的“科学的故事丛书”，紧密结合数学、物理、化学、天文、地理、生物等有关知识，以充满情趣的语言，向广大读者讲述了一系列富有知识性和趣味性的故事。故事中有科学，科学中有故事。丛书跨越了不同文化领域和不同历史时空，在自然、科学与文学之间架起了一座桥梁，为读者展现了一个五彩缤纷的世界，能有效地与读者进行心灵的沟通，对于科学爱好者欣赏文学、文学爱好者感悟科学都有很大的感染力，是奉献给读者的精神大餐。

科学既奥妙，又充满着韵味和情趣。作者尝试着通过一种结构清晰、易于理解的方式，将科学的严谨和读者易于感知的心灵联系起来。书中的系列故事和描述引领读者走向科学的源头，在源头和溪流深处追忆陈年往事，把握科学发展的线索，感知科学家鲜为人知的故事和逸闻趣事。这套书让读者在阅读中尽情体会历史上伟大科学家探索自

然奥秘的幸福和艰辛，可以唤起广大读者，特别是青少年朋友对科学的兴趣，并在他们心中播下热爱科学的种子。

科学出版社组织写作和出版这套丛书，对普及科学知识，提高民众的科学素质无疑会发挥积极作用。我期待这套丛书早日与读者见面。

中国科普作家协会原理事长
中国科学院院士



2018年1月

前 言

科学的源头在哪里？科学是如何发展起来的？在人类社会的发展和变革中，科学曾经产生了怎样的影响？我们对宇观世界的认识、对宏观世界的认识、对微观世界的认识是如何得来的？

翻开“科学的故事丛书”，你一定能找到属于自己的答案。

作者在容量有限的篇幅中，将有关基础知识、理论和概念融合成一体，在一些领域也涉及前沿学科的基本思想。阅读“科学的故事丛书”，有助于读者从中了解自然演变和科学发展的真实过程，了解散落在历史尘埃里的科学人生及众多科学家的人文情怀，了解科学发展的线索，了解宇宙由来及生命演化的奥秘。借此体验科学本身的魅力，以及它曾结合在文化溪流中、又散发出来的浓烈异香。

本套丛书中，有古今中外著名科学家的趣闻轶事，有科学的发展轨迹，有自然演化和生命进化的朦胧痕迹，有发现和创造的艰难历程，也有沐浴阳光的成功喜悦。丛书拟为读者开辟一条新路径，旨在换个角度看科学。我们将置身于科学精神的溪流中，潺潺而过的是饱含科学韵味的清新语言，仿佛是深巷里的陈年老酒，令人着迷甚至痴醉。希望读者能够通过阅读启发心智、培养情趣、走进神圣自然、感知科学经典。

英国著名历史学家汤因比（Arnold Joseph Toynbee）曾说：“一

个学者的毕生事业，就是要把他那桶水添加到其他学者无数桶水汇成的日益增长的知识的河流中。”本套丛书就是一条集合前人学者科学智慧的小溪，正迫不及待地汇入知识河流中，希望能够为不同学科、不同领域间的沟通和交流起到媒介、引导作用，也期望更多对自然科学感兴趣的爱好者能够在阅读中体验到一份来自专业之外的惊喜和享受。

目 录

总序 科学中有故事 故事中有科学	i
前言	iii
第一章 生命起源的化学基础	1
一、原始海洋——孕育生命的摇篮	2
二、原始大气对生命起源的重要性非同凡响	3
三、环境的力量不可小觑	5
四、小分子合成：生命形成的基本准备	6
五、从合成到复制的神话（一）：蛋白质	11
六、从合成到复制的神话（二）：DNA和RNA	17
七、生命源头的重要物质（一）：ATP	25
八、生命源头的重要物质（二）：叶绿素	27
第二章 寻找生命的源头	31
一、细胞：生命进化的重要阶梯	32
二、细菌：最古老的生命形式	34
三、藻类：没有种子，也不会开花结果	43
四、真菌：游离在植物与动物之间	46
五、微生物：不仅仅是微小的生物	50
六、病毒：在流浪中寻找衣食父母	51
七、原生生物：寄生生活也丰富多彩	52
八、源头在哪里	54

第三章	植物：自养生命的成功范例	55
	一、植物登上陆地	56
	二、植物的生长策略	60
	三、植物演化	62
	四、植物的结构	68
	五、植物的器官	69
	六、植物的生命周期	80
	七、光合作用和蒸腾作用	83
	八、被子植物	84
	九、被子植物的起源和进化	85
	十、动物对被子植物进化的影响	87
第四章	动物：异养生命的多样表现	89
	一、前寒武纪：动物真的很原始	90
	二、古生代：温暖水域的生命绝唱	91
	三、中生代：爬行动物的世纪挽歌	97
	四、飞上天空	98
	五、鸟类的起源和演化	100
	六、新生代：哺乳动物的史诗表演	104
	七、动物心理的进化	108
第五章	近代生命科学的兴起	112
	一、维萨留斯和他的人体结构	113
	二、探究血液循环	117
	三、显微镜：认识生命微观结构的新工具	122

第六章	生物需要进化	131
	一、为生物分类	132
	二、布封和他的《自然史》	135
	三、拉马克：寂寞而执着的坚守	142
	四、居维叶的思想及其影响	146
	五、关于进化思想的思考	154
第七章	达尔文：孕育生物进化树	156
	一、大学岁月	157
	二、航海考察	158
	三、《物种起源》的写作和出版	163
	四、进化论诞生的历史背景和科学基础	170
	五、进化论的主要思想	172
	六、进化思想引起的争论	177
	七、进化之外的收获	185
	八、对达尔文及其思想的评价	187
	九、进化论的意义及给予我们的启示	189
第八章	生物学的新突破	191
	一、细胞学说的提出	192
	二、微生物学的诞生：巴斯德的故事	196
	三、遗传学的创立：孟德尔的故事	204
	四、为实验生理学奠基	210

第九章	从遗传因子到基因	214
	一、在孟德尔研究的基础上	215
	二、摩尔根和他的《基因论》	216
第十章	发现 DNA 的结构和功能	219
	一、核酸组成和结构基元的发现和证实	220
	二、DNA是遗传的信息载体	222
	三、结构逐渐清晰	224
	四、DNA双链模型的建构：沃森和克里克的非凡创造	225
	五、结构的延伸	229
	六、遗传密码的阐释和应用	231
	七、基因工程	232
	八、没有核酸，就没有生命	235
第十一章	生命物质的合成及性能	236
	一、合成蛋白质	237
	二、发现叶绿素的结构和性能	240
参考文献		244
后记		246

第一章

生命起源的化学基础

大约 46 亿年前，当地球基本定型的时候，一种孕育着生命起源的化学演化过程就开始了。

在将近 15 亿年的漫长时间里，化学演化为生命的形成创造了足够的条件，生命形态的出现已近在咫尺。

在这个过程中，大自然相继合成了蛋白质、DNA、RNA、ATP 和叶绿素……

一、原始海洋——孕育生命的摇篮

原始海洋是孕育生命的摇篮。在一段相当漫长的时间里，化学演化的进程从来没有停止过，它们悄然无声地改变着封闭的环境和死寂的一切。一个动态可感的生命形态和具有生命节奏的平衡体系即将建立起来。

一般来说，迈向生命要经过四道门槛。

第一道门槛是传统意义上的化学反应。从最早的小分子开始，经过循序渐进或混沌无序的化学反应，直到最初的核苷酸出现。水、甲烷、二氧化碳、硫化氢、氢气、氨气等都是这一类小分子。在原始地球条件下，这类小分子通过极其简单的化学反应，不断生成新的物质，这些物质有可能成为构成原始生命的基石，后者逐步向具有生命特征的方向靠近。

第二道门槛是信息传递。其特征是能够传递生命信息的分子已经形成。自此开始，意味着生命起源已经从化学合成向自然选择的方向进化。

第三道门槛是原细胞生命的出现。这个有一层膜包裹的原细胞才是具有生命意义的第一个单元，它们已经具有了不同于一般物质的特点，比如，能够直接复制生命的某一单元，而不再是从最基本的小分子开始反应。

第四道门槛是细胞生命的出现。主要包括两个阶段：一个是原核细胞阶段，这一阶段形成了今天的细菌；另一个是真核细胞阶段，结果形成了今天更高级的生物和一些被称为原生生物的微生物。通过细

胞间的结合、分化、仿效、信息传递和协作等，真核细胞孕育出了多细胞生物，所有的植物、真菌、动物，都由此分化而成。

二、原始大气对生命起源的重要性非同凡响

一个以每秒 11.2 千米的初速度向上发射的物体将永远不再返回地球，我们把这个每秒 11.2 千米的初速度叫作地球的逃逸速度。任何一个天体的逃逸速度都可以根据它的质量和体积的大小计算出来。

地球上空的大气在不断运动着，这些气体的分子或原子的运动速度遵循着经典的麦克斯韦-玻耳兹曼定律，如果它们的垂直上升速度大于每秒 11.2 千米，它们将会告别地球而进入星际空间，永远不再返回。

这实际上意味着，地球上的大气层是会“漏气”的。所幸的是，运动速度超过逃逸速度的气体分子所占的百分比极其微小。“漏”出去的当然是少量最轻的分子，如氢、氦。因此，今天的大气层中只有微不足道的氢和氦就不足为怪了。

在整个宇宙中，氢、氦、碳、氮和氧是最主要的元素。在这样一个氢充斥宇宙空间的情况下，碳可以与氢化合生成一种称作甲烷的气体，这可能就是宇宙深处某些行星上存在液态甲烷海洋的原因。氮与氢化合生成氨，氧与氢化合生成水。地球原始大气层中含有较多的氨、甲烷和水蒸气可能与此有关。当然，只有当温度降低到一定程度时，大气层中的水蒸气才会形成雨滴落在地表上。

原始地球上的紫外线辐射也许要强烈得多，它促使大气上层的水分子分解为氢和氧。这种光解反应在宇宙空间处处都能见到。另外，某些细菌在可见光的作用下也可以把水分解为氢和氧。一些活性氢原子被编制进碳形成的长链中，在那些具有生物活性和生命特征的复杂分子中找到了新的居所，成为生命的重要组成元素；另一些氢在缓慢

的运动中可能永远地离开了地球而穿越在星际之间。氧则直接进入大气层，成为大气的一种组分。但氧气是一种比较活泼的物质，它容易与某些分子发生反应，如与甲烷反应形成二氧化碳和水，与氨反应形成氮气和氨。

在最初的海洋中，生命所引起的反应破坏了氮的化合物，把氮分子释放出来，这成为地球大气层中氮气来源的重要因素之一。

地球大气中的甲烷和氨很缓慢但极其稳定地通过化学变化转化为氮和二氧化碳。由于有了那些最简单和最原始的生命，地球上的大气才从以氨和甲烷为主转变到以氮和氧气为主。这种由还原型大气向氧化型大气的转变一般需要 20 亿年甚至更长的时间才能完成。

在这样一个大气层覆盖的地球上，与其他行星（如金星）相比，温室效应相对较弱。地球上覆盖着由水组成的汪洋大海，而大气中自由状态的氧则变得更多。

我们甚至可以推测，一部分氮通过光催化和雷电作用转化为氮氧化物，再通过降雨落在地表，与地壳中的矿物质发生缓慢作用形成硝酸盐。一部分二氧化碳在植物的新陈代谢中被固定下来，同时释放氧气，剩下的二氧化碳就成为大气的一种成分，同时也参与大气圈、水圈和岩石圈的自然循环。一部分氧气在动物的新陈代谢过程中被消耗掉，同时释放二氧化碳。当然，这只是一个粗略的假设。

在类似这样的大气层下，原始的生命形态只能靠把复杂的化学物质分解成简单的化学物质而释放出的能量来维持生存。与此同时，外在的自然力又把简单物质变成复杂物质。后来的某个时期，出现了臭氧层，这些新生的臭氧层在一定程度上阻隔了紫外线，曾一度破坏了原始的自然环境和生态平衡，结果给当时的生命造成了某种危机。

三、环境的力量不可小觑

今天的模拟实验已经证明，当地球刚刚成型的时候，形成复杂分子的最初阶段就已经开始了。这就是说，在地球形成的最初时刻，可能已经有了氨基酸、氰和短链烷烃之类的物质。在原始海洋和大气层的剧烈动荡和变化中，各种化学作用或物理作用是形成蛋白质、核酸的基本诱因和主导力量。

在荒漠中，我们有机会目睹水带来的奇迹：一夜小雨过后，贫瘠土壤中留下的干瘪种子开始奇迹般地迸发生机，从中可见水与生命的重要关系。“万物源于水。”古希腊自然哲学家泰勒斯（Thales，约公元前 624 年—前 546 年）就这样说。

生命创生之初，地球上存在丰富的水。原始海洋中没有生命，但已经形成了各种化合物，这些形形色色的化合物由于没有消耗它们的生物而逐年沉积着。在原始的大气层中，也缺乏足够的游离氧使这些化合物氧化和分解。因此，紫外线、辐射能和地下热能最有可能是远古时代地球上发生化学变化的基本诱发源。

在生命形式出现及进化发生之前，远古时代的化学演化是至关重要的一环。这些化学演化大致是在太阳的热浪、大地上空空气的对流、一波一波荡过的海水、地下涌动的热流及宇宙射线等因素作用下共同完成的。自然的“神手”创造着一切，在大地上孕育着最初的生命。

那时候，地球上可能非常灼热，也可能酸得呛人，而且富含亚铁盐、磷酸盐和其他从地壳深处喷发出的矿物质。水体上空的大气中浓

集着二氧化碳、氮气、硫化氢和水蒸气。太阳照耀着地球，水体表面被可见光、紫外线辐射以及被二氧化碳诱捕的红外线所笼罩。在这样一个星球上，有两种环境为生命的形成提供了可能：一是在水体的浅表处，孕育生命的“汤”在阳光下浓缩和“烹调”；另一个是黑暗深海下的活跃火山口，那里发生着各种各样的化学作用。当然，也可能存在这样一种情况，这两种环境之间的交流允许创造生命过程的某些步骤在一个地方发生，另一些步骤在另一个地方发生。

四、小分子合成：生命形成的基本准备

1. 米勒的实验

从无机小分子进化到有机小分子是生命起源化学演化过程中的第一步，也是非常关键的一步。这一过程很容易在原始的地球环境和大气条件下进行。1953年，美国著名生物化学家斯坦利·劳埃德·米勒（Stanley Lloyd Miller, 1930—2007）已经用实验模拟了这一过程。

米勒的实验装置相当简单。在一个烧瓶中装上水溶液（代表原始的海洋），烧瓶上部空间含有氢气、氨气、甲烷和水蒸气等，这是原始地球上常见的大气成分，我们把这种大气叫作还原型大气。

实验过程也并不复杂。首先，给烧瓶加热，使水蒸气在其中循环；其次，通过两个电极放电产生电火花，模拟原始天空中的闪电，以激发装置中的不同气体，使它们发生化学反应。连通烧瓶的冷凝管使反应后的产物和水蒸气冷却成液体，再流回到烧瓶的底部，这也相当于模拟了原始地球的降雨过程。

经过一周甚至更长时间持续不断的实验后，米勒分析了反应体系的化学成分。他发现，水溶液中出现了5种氨基酸、几种其他有机酸，同时还形成了氰氢酸。其中，氰氢酸是合成腺嘌呤的源头化合物，腺