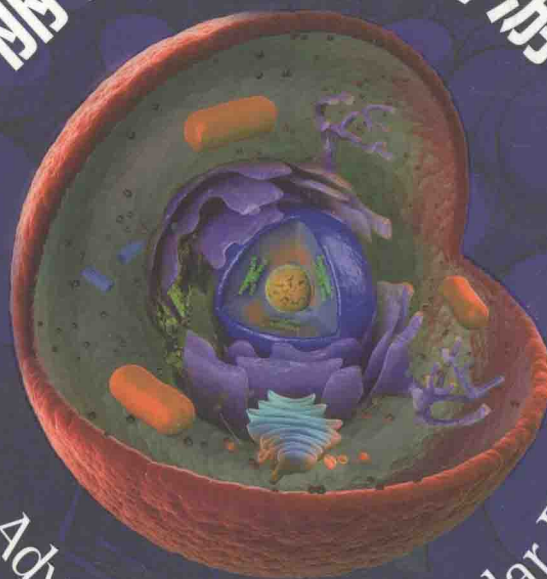


爱上科学

Science

爱丽丝科学漫游记

Alice's Adventures in Molecular Biology



分子生物世界

[新加坡] Arie Ben-Naim & Roberta Ben-Naim 著 张翼飞 译



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

爱丽丝科学漫游记

Alice's Adventures in Molecular Biology

分子生物世界

[新加坡] Arie Ben-Naim & Roberta Ben-Naim 著 张翼飞 译

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

爱丽丝科学漫游记. 分子生物世界 / (新加坡) 本-奈姆 (Ben-Naim, A.), (新加坡) 本-奈姆 ((Ben-Naim, R.) 著; 张翼飞译. — 北京: 人民邮电出版社, 2014. 8

(爱上科学)

ISBN 978-7-115-35934-6

I. ①爱… II. ①本… ②本… ③张… III. ①科学知识—普及读物②分子生物学—普及读物 IV. ①Z228
②Q7-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第137590号

版权声明

ALICE'S ADVENTURES IN MOLECULAR BIOLOGY by Arie Ben-Naim and Roberta Ben-Naim

ISBN:978-9814417259

Copyright © 2013 by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. All rights reserved. This book, or parts thereof, may not be reproduced in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or any information storage and retrieval system now known or to be invented, without written permission from the Publisher.

Simplified Chinese translation arranged with World Scientific Publishing Co. Pte Ltd., Singapore.

本书简体中文版由 World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. 授予人民邮电出版社在中国境内出版发行。未经出版者书面许可, 不得以任何方式复制或节录本书中的任何部分。

版权所有, 侵权必究。

◆ 著 [新加坡] Arie Ben-Naim Roberta Ben-Naim
译 张翼飞

责任编辑 李 健

执行编辑 周 璇

责任印制 周昇亮

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京市雅迪彩色印刷有限公司印刷

◆ 开本: 880×1230 1/20

印张: 7.6

字数: 151千字

2014年8月第1版

印数: 1-3500册

2014年8月北京第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2014-0787号

定价: 49.00元

读者服务热线: (010)81055339 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第0021号

本书献给阿维塔勒、亚里夫、雅尔和米伦·吉恩，
未来的一代，以及许多与他们同龄的其他人。
我们写这本书时心中想着他们。

| 推荐语

小时候，我们爱的是爱丽丝漫游仙境的奇妙童话故事；今天，我们跟随长大成人的爱丽丝一起体验生物学的精彩。复杂的学科在这里不再枯燥。

——果壳网 CEO 嵇晓华

网名 

很好的科学入门书，将科学的一些基本概念、常识、方法和理念糅合进读者的日常生活当中，站在读者的角度看待科学问题，提出自己的疑问，读来明白晓畅，轻松而有所得。

——果壳网主编 

网名 拇姬

| 推荐序

当今的时代正处于由信息时代迈进创意时代。未来，属于拥有全新思维的人。这一切，必需从青少年抓起。全社会都要关注创新人才的早期培养，因为科学家就是具有好奇心的长大了的孩子！

在科学技术飞速发展的今天，科普的目标、理念、内容、方式发生着深刻的变革。在我们这个时代，公众对科普的诉求，不仅需要科学的知识，而且要具备科学的思维、科学的思想和方法，去科学地生活与工作，并创造美好的未来。

《爱丽丝科学漫游记》系列科普书很好地体现了科学性、知识性、趣味性、可读性，书中的福尔摩斯教授发明了微缩机等仪器，激发着爱丽丝的好奇心，同时带领读者去进行探索与发现，引导我们在学习科学知识的同时，受到科学思想和科学方法的启迪与熏陶。本书趣味盎然，构思巧妙，充满想象力，是一本很有意义和价值的佳作。

我相信这本书将会带给你们对科学的兴趣和美妙遐想！让好奇心激发你的想象力，实现你探索中的科学梦想吧！

世界科普最高奖、卡林伽科普奖获奖者

 教授

| 李象益教授简介



李象益教授荣获 2013 年度联合国教科文组织卡林伽科普奖，该奖是世界科普最高奖，被誉为科普诺贝尔奖，每年世界评选一人。这也是该奖项设立 62 年来，中国人第一次获此奖项。

李象益教授是中国自然科学博物馆协会名誉理事长，北京市政府科普工作顾问，北京师范大学科学传播与教育研究中心常务副主任，北京大学、北京师范大学兼职教授。

任原中国科技馆馆长、国际博协执委、国际博协科技馆委员会副主席、中国科协普及工作部部长、中国自然科学博物馆协会理事长、中国博物馆协会常务副理事长、中国科协全国委员会委员等职。

| 前 言

本书是《爱丽丝科学漫游记：水世界》的续集，由相同的作者创作。与前一本书一样，这本新书有两个目的：首先，为读者在分子生物学这个相对较新的领域提供一个概览；其次，表明了水分子在一些基本生化过程中不可或缺的地位。

我们将科学事实与虚构故事融为一体，并加入了幽默和散文的风格。希望这样能使读者有更加愉快的阅读体验，在内容不失真实的同时，让更广泛的读者群体也能轻松阅读。我们希望这本书能引起普通读者的好奇心，鼓励他们去进一步探索分子生物学这一迷人并发展迅速的领域。

阿里耶·本－奈姆 (Arieh Ben-Naim)

罗伯塔·本－奈姆 (Roberta Ben-Naim)

2012 年 5 月

| 致 谢

非常感谢我们的朋友 Frank Bierbrauer、Xiao Liu、Robert Mazo、Mihaly Mezei、Jorge Numata、Michael Gross、Paul King、Gerald Pollack 和 Raffaele Vena 阅读部分或全部手稿，并提供宝贵的建议。

| 目 录

第 1 章	爱丽丝回到班上 01
第 2 章	DNA, 遗传信息的载体 09
第 3 章	蛋白质: 多目的、多功能的分子 19
第 4 章	从 DNA 语言到蛋白质语言的信息翻译 23
第 5 章	爱丽丝再次来到福尔摩斯教授的实验室 31
第 6 章	亲水和疏水分子 37
第 7 章	爱丽丝与蛋白质折叠问题的初次相遇 53
第 8 章	爱丽丝漫游蛋白质折叠的世界 69
第 9 章	蛋白质怎样联合成大的装配体 79
第 10 章	爱丽丝漫游蛋白质装配线 89
第 11 章	蛋白质的自组装 95
第 12 章	血红蛋白: 氧气的有效载体 101
第 13 章	酶: 化学反应的促进剂 111
第 14 章	分子识别 119
第 15 章	中心法则的延伸图景 125
第 16 章	爱丽丝向福尔摩斯教授道别并得到科福的奖励 129

开学第一天，当爱丽丝醒来的时候，她差不多是把自己从床上拽起来的。她希望自己还在过暑假，但是另外一方面，回到学校的念头又令她激动不已。她刚一走进校园，周围熟悉的环境就开始慢慢发挥魔力，使她精神百倍。

上次爱丽丝聆听了福尔摩斯教授的最后一课，并参观了他的实验室，从那时起，她就期待着再次回来。假期里，她勤奋地复习了生物学课程，生物学的巨大进展给她留下了深刻印象。她将要开始学习的是分子生物学领域中的神秘微观世界，而分子生物学和宏观生物学截然不同，它反映了生物学的一个与众不同的侧面。研究生物体和它们的行为只是生物学的一个方面。但是在所有这些现象之下，许多不引人注意的活动正在发生。原子和分子的王国并不那么容易看到，但是它们的活动产生的组合效应，创造出了我们用肉眼能看到的现象。

在假期里，爱丽丝一直在忙碌着从“里面”观察东西，或者以微观的角度来观察一个物体是什么样的。她尤其想知道她自己的细胞里正在发生什么事情——教授说过这将是新学期课程中的一部分。

除了渴望聆听福尔摩斯教授的课程和学习分子生物学以外，爱丽丝还非常怀念她在“难以到达的王国”里的涉险，这样的经历只有教授的实验室能提供给她。她在“微缩机”中的见闻和体验回想起来是那么生动，这一切在她看来就像发生在昨天。现在，尽管她知道这台机器并不是别人最初想要让她相信的东西，她仍然觉得这个幻影很迷人——而且她非常期待更多的探险。

空荡荡的教室沉寂了没多久，爱丽丝的同学们就开始陆陆续续地进来了。女生们谈论着各自在暑假里的“胡作非为”，谈论声中夹杂着咯咯的笑声和尖声的

叫喊。电子游戏机嗡嗡地转着，不时发出“嘟嘟”声，有人在教室里到处运球前进。但福尔摩斯教授一从教室后门进来，震耳欲聋的噪声就立即减弱并消失了。他用熟悉的洪亮声音和同学们打招呼：“欢迎回到我的课上！”

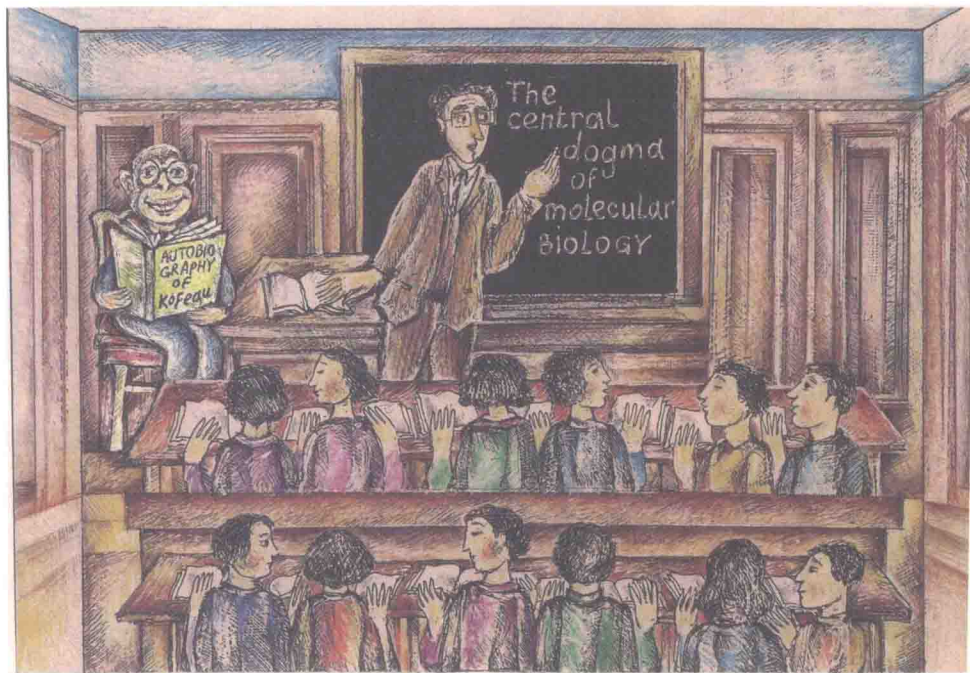


图1 科福坐在课堂上

但是跟在教授后面走进教室的那位——或者确切地说是那个，令人大吃一惊。一些同学忍不住笑了，还有几个同学抬起了它们的眉毛。爱丽丝，就像班上大部分同学那样，感到好笑并睁大了眼睛。一只有着又大又圆眼睛的小猴子穿着校服，它毛茸茸的胸前斜挂着一个邮递员的包裹，还有一枚大学学生证挂在它的脖子上松松垮垮地晃来晃去。它静悄悄地跟在教授后面。全班随即爆发出一阵大笑。

“早上好！我看到了一些熟悉的面孔——鲍勃、琳达，当然还有爱丽丝。”教授说着，脸上挂着一丝狡黠的微笑。

“欢迎来到我的分子生物学课程。这学期我们将要学习的是我们身体里进行的一些非常基本的活动，或者更确切地说，是我们体内的细胞中——以及我们这



图2 科福的含水量

位名叫科福的朋友的细胞中进行的基本活动。”

一听到它自己的名字，这只小猴子就站起来对着全班鞠了个躬，然后又一声不响地重新坐下。爱丽丝觉得把科福带到教室来肯定是教授的一个小把戏，她立即开始思考教授的诡计到底是什么。

“你们在班里看见科福的时候肯定大吃一惊，但是这真没什么不寻常的。这都是关于生物学，而我们的这位朋友也是生物学的一部分。你们一定听人说过狗是人类最好的朋友，这一点千真万确，因为它们的确是对我们有益、忠诚的朋友。然而从某种基本意义上来讲，猴子和我们的关系比狗近多了，不只是它们的外貌和行为，还有它们的‘生命之书’。这本‘生命之书’存储在人体里的每个细胞中，书中有96%以上的内容和科福的细胞里面储存的书是一模一样的。除

了让它帮我搬东西之外，我把它带到班上就是因为这个，”教授说着，笑着的嘴咧得大大的，“科福确实是和人类关系很近的物种。”

教授看着那只猴子讲道：“哦，忘记告诉你们了，我给它起名叫‘科福’，因为这是‘kof’和‘eau’的组合；‘kof’在希伯来语中是‘猴子’的意思，而‘eau’是法语里的‘水’。合在一起就是‘Kofeau’，发音就是‘Kofo’。”

当它再次听见自己的名字被提到的时候，小猴子站起来好让大家能够注意到它，并回头望着福尔摩斯教授。它看起来是在等待教授的指示，但是什么也没等到，于是只好坐回椅子上，心不在焉地继续着它原来聚精会神在做的事情——转着它的眼睛，目光搜索着屋子里的每一处角落和缝隙。

福尔摩斯教授继续说：“关于我为什么给这个小朋友取这么一个特别的名字，我暂时还不会给你们作进一步解释。现在你们只要记住，我们体内还有科福的体内大约有70%都是水。但这还不是这个名字的全部涵义。我们和科福的细胞中

正在拿给你们看的那本非常不同。‘生命之书’就像一个长长的——其实是非常的长，那样一个我们读不懂的字母序列。它不会讲述任何一个特定的人的生活故事。”科福把书放在一旁，瘦骨嶙峋的手指又一次伸进包里，取出了一条长长的丝带。这条丝带是那么长，就好像永远都找不到丝带的另一端。全班掌声雷动，小猴子看上去对观众们的反应感到很满意。科福的丝带上显示出一串字母序列，爱丽丝想知道它们代表了什么。

“就像你们看到的那样，”教授说，“我提到的‘生命之书’根本就不是一本书，它也不会讲故事。其实，你们正在看的只是我所说的‘生命之书’的象征。这本书不会告诉你们关于生活的任何事情，它只包含关于每个人身体构造的信息，包括科福的。好了，演示时间结束了。”科福耐心地把丝带的两端收好，卷起来塞进包里，然后又安静地坐了下来。

“我们现在开始讨论‘生命之书’是什么意思。当然，我们的细胞里并没有这样的一本书，但是有某种信息被储存在了一个叫作 DNA 的很长的分子中。用分子的大小来衡量，DNA 分子非常长，它紧密地聚拢在我们的细胞核中。我们将要学习的是这些信息的含义，写就这些信息所用的语言，以及它是怎样被翻译成指令来制造我们的整个身体。就像你们看到的那样，我们的许多特征都和灵长类动物类似。这种类似源于我们和灵长类物种的 DNA 之间的相似性。生物学中有另外一个分支是专门研究各个物种的演化的。我们这门课不会讲到这个理论，而是把重点放在分子生物学的中心法则上。”

福尔摩斯教授没有耽搁时间，在屏幕上放映了一张幻灯片，就是他上学期开学第一天放映的那一张：

分子生物学的中心法则

“这学期我们将学习分子生物学的中心法则，可能还有一点其他知识。中心法则里主要包括 3 种分子：DNA、RNA 和蛋白质。现在我们暂时不需要知道这些分子的精确分子结构，记住它们的首字母就够了。简单地讲，构建整个细胞或者整个生物体需要一些基本信息，而 DNA 就是装载着所有这些信息的一种分子。这就是我们可以把这些分子叫作‘生命之书’的原因。学术上把这本书叫作基因组，我们人类独特的‘生命之书’就叫作人类基因组。”

“另一方面，RNA 是一种辅助分子，它其实是一个分子家族，帮助把 DNA

的语言翻译成蛋白质的语言。蛋白质是中心法则的最终产品。这些分子行使的功能非常多，多到一个学期都讲不完。其中的一些蛋白质是许多组织的基本成分，而其他的一些蛋白质主管各种不同的功能，就像小小的分子机器人那样做事情。这些机器人执行细胞内的许多过程，比如帮助消化食物，把氧气从肺部运送到组织，还有将废弃物从组织运走以便排出体外。它们帮助加速一些特定的化学反应，或者减慢或抑制一些其他的化学反应。它们是‘发动机’的一个部件，这个发动机使我们能够四处活动、改变姿势。蛋白质还控制并调节许多其他生理过程。以上这些只是蛋白质行使的一小部分功能而已。”

在教授讲述 DNA、RNA、蛋白质和中心法则的时候，爱丽丝很好奇为什么他没有提到水——这是上学期的课程里占据重要角色的分子之一。但是还没等她开始在脑海里组织这个问题的问法，她就发现教授已经开始提供答案了。

“你们可能很想知道，为什么我上学期花了那么多时间来给你们讲关于水的知识，而这学期我却是在讲位于中心法则最核心地位的三种最基本的分子。但是不要担心，我们以后会讲回到水的主题。”

“他也许能看出我心里的想法？”爱丽丝困惑地想。

教授继续道：“我并不期望你们完全掌握我今天说的东西。我们将会足够的时间来讨论每种分子，然后把它们结合起来构建一个叫作中心法则的原理。但是你们应该知道中心法则是分子生物学的关键，而分子生物学是生物学的核心——当然，生物学是生命的中心，实际上包括所有形式的生命。”他朝科福一瞥，就好像是要获得他的小盟友的批准和确认，而那只猴子好像在轻轻点头，显然是在密切观察着整场讨论。

“我故意把水忽略了，”他继续讲，“这个最重要并且是最生命攸关的分子。的确，如果阅读任何一本教科书中关于中心法则的内容，你们都会遇到这三个主角：DNA 忙着复制和转录，RNA 则担任着翻译任务来制造蛋白质，而蛋白质在执行通常被我们叫作多任务处理的工作。这些‘多功能’的蛋白质帮助 DNA 进行复制和转录，同时还帮助 RNA 把来自 DNA 的信息翻译到蛋白质中。它们帮助调节所有这些过程，有效地形成一个连续的循环。”

“然而，在所有的剧院演出中观众只能看到演员。但是实际上在舞台的后面还发生着许多活动——后台的工作人员携手合作，从而把观赏体验传递给我们。

如果没有幕后工作人员，就没有什么戏剧或是电影能开花结果。这些使得生命成为可能的‘后台工作人员’就是水分子。没有它，中心法则就是一个‘僵化’的教条，你们也可以理解成一个‘纸上谈兵’的教条，不能够运用到生活中。”

教授停顿片刻，打开了一小瓶水，想要以此来证明他的观点。他轻轻啜饮了一小口，把瓶子放在桌上看了看科福，科福此时正盯着那个瓶子。教授实在太了解“我也渴了”的目光了，他很快打开另外一瓶水，招手让小猴子来到他身边。科福很快从椅子上跳下来，匆匆忙忙地把那瓶水抓过来，大口大口地喝着。最后一滴水喝完以后，它从包里拿出一块手帕擦擦嘴，惹得整间屋子里又爆发出一阵大笑。

“你们刚刚见证了水的重要性，就像我们的朋友科福倾情展示的那样，”福尔摩斯教授满面春风地说，“在大自然中，动物们常常为了寻找水源而跋涉千里，就像它们寻找食物那样不畏艰险。有时候它们甚至会冒着生命危险来获取必需的营养、食物和水。”

“从某种意义上讲，水分子的重要性不逊于中心法则里我提到的任何一个角色。水不仅提供这个过程发生的背景和介质，实际上在我提到的所有这些过程以及许多其他过程中，水分子还扮演一个主动的角色。”

“因此，我的这学期的总体目标是，首先，把中心法则教给你们。这是我们细胞里运行着的核心产业。等你们对中心法则里包含的所有步骤都了然于胸之后，我就会给你们解释水是怎样对这些过程贡献力量的。你们将会看到为什么水对这个核心产业是如此重要，实际上对生命本身也是如此。今天，我们将要简单介绍一下组成中心法则的主要过程。”

福尔摩斯教授指着他的幻灯片说着：“在这幅示意图中，你们可以看到这三个主角：DNA、RNA 和蛋白质。你们看到的那个围绕着 DNA 的圆弧状符号象征着繁殖——就是说只要细胞还活着，同一个 DNA 分子就会不断复制。这个从 DNA 指向 RNA 的箭头表示了信息的传送，也叫**转录**。这意味着 DNA 所包含的相同信息被重新写入了 RNA 这个新的分子中，用的是一种略微不同的语言。第二个箭头指的是信息从 RNA 到蛋白质的**翻译**，不是一种而是许多种蛋白质。其中一些蛋白质继续从事与中心法则无关的日常琐事。这些琐事用右边的许多个箭头来表示，但是你们也可以看到有弯箭头往回指向了 DNA 和 RNA。这表明中心法则图示中制造出的一些蛋白质实际上恰好参与了它自身的制造过程。”