

亚马逊最佳科学图书
《纽约时报》畅销书
《经济学人》《金融时报》年度好书
英国皇家学会温斯顿奖图书

THE COMING OF AGE OF QUANTUM BIOLOGY

LIFE ON THE EDGE 神秘的 量子生命

量子生物学时代的到来

媲美薛定谔《生命是什么》，量子生物学奠基之作！
北京大学生命科学学院谢灿教授鼎力推荐！

吉姆·艾尔-哈利利
[英] (Jim Al-Khalili) 著
约翰乔·麦克法登
(Johnjoe McFadden)
侯新智 祝锦杰 译

知更鸟、帝王蝶迁徙时如何辨别方向？
小丑鱼尼莫是怎样找到家的？
量子力学，会不会就是“灵魂”的另一种说法？
本书给出完美答案！



浙江人民出版社
ZHEJIANG PEOPLE'S PUBLISHING HOUSE

THE COMING OF AGE OF QUANTUM BIOLOGY

LIFE ON THE EDGE

神秘的 量子生命

量子生物学时代的到来



吉姆·艾尔-哈利利
(Jim Al-Khalili) 著
[英] 约翰乔·麦克法登
(Johnjoe McFadden)
侯新 祝锦杰 译



浙江人民出版社
ZHEJIANG PEOPLE'S PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

神秘的量子生命 / (英) 艾尔 - 哈利利, 麦克法登著; 侯新智, 祝锦杰译. —杭州: 浙江人民出版社, 2016.8
ISBN 978-7-213-07521-6

浙江省版权局
著作权合同登记章
图字: 11-2016-262 号

I . ①神… II . ①艾… ②麦… ③侯… ④祝… III . ①量子生物学—普及读物 IV . ① Q7-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 167072 号

上架指导: 科普读物 / 量子物理 / 量子生物学

版权所有, 侵权必究

本书法律顾问 北京市盈科律师事务所 崔爽律师
张雅琴律师

神秘的量子生命

吉姆·艾尔·哈利利 约翰乔·麦克法登 著
侯新智 祝锦杰 译

出版发行: 浙江人民出版社 (杭州体育场路 347 号 邮编 310006)

市场部电话: (0571) 85061682 85176516

集团网址: 浙江出版联合集团 <http://www.zjcb.com>

责任编辑: 朱丽芳 陈 源

责任校对: 张谷年 俞建英

印 刷: 北京楠萍印刷有限公司

开 本: 720mm × 965 mm 1/16

印 张: 24.25

字 数: 291 千字

插 页: 3

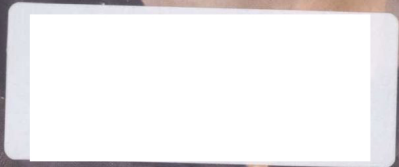
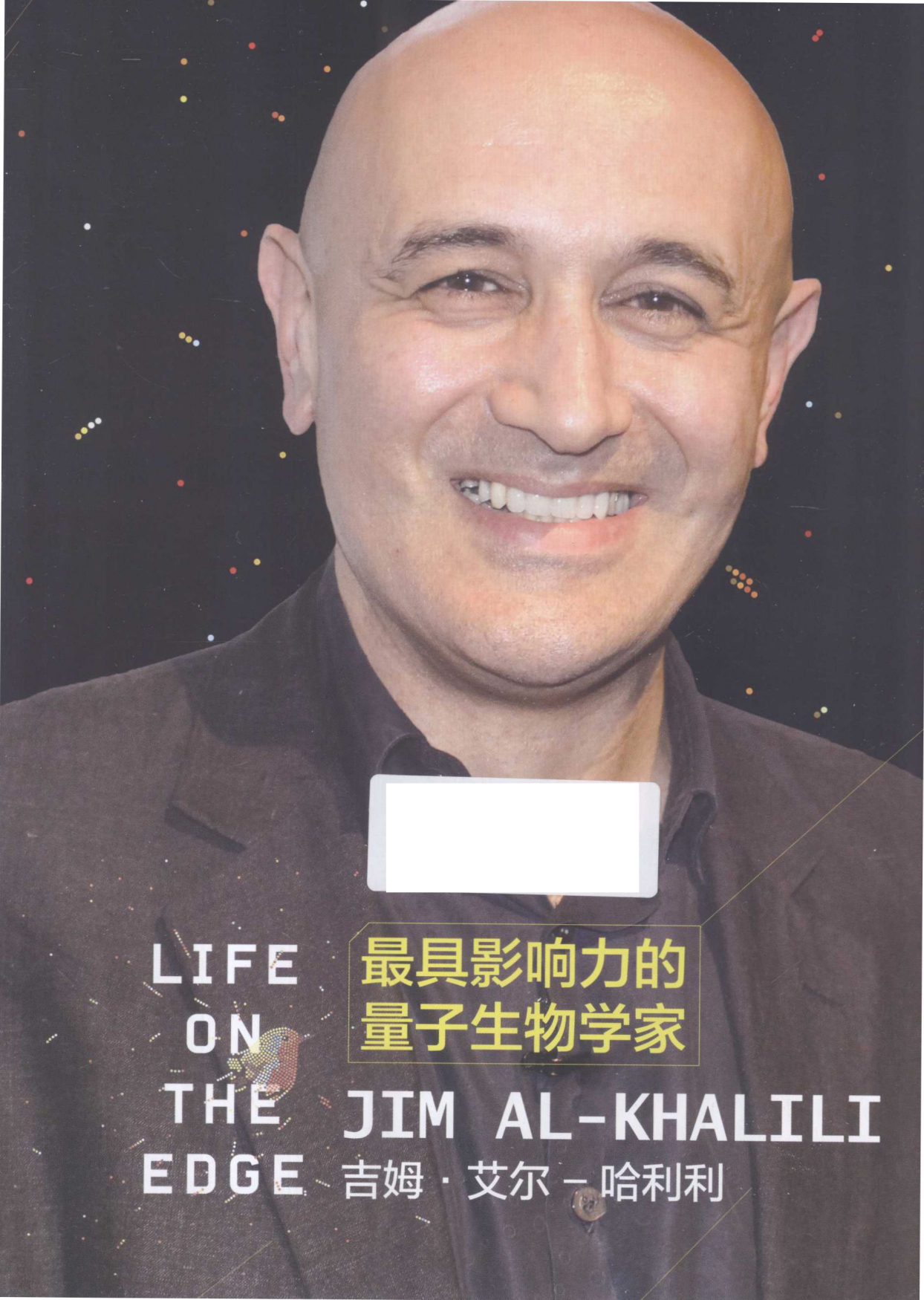
版 次: 2016 年 8 月第 1 版

印 次: 2016 年 9 月第 2 次印刷

书 号: ISBN 978-7-213-07521-6

定 价: 69.90 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与市场部联系调换。



LIFE
ON
THE
EDGE

最具影响力的
量子生物学家

JIM AL-KHALILI

吉姆·艾尔-哈利利



LIFE
ON
THE
EDGE

著名物理学家

1989年，吉姆从英国萨里大学取得核反应理论博士学位。1989—1991年，吉姆在伦敦大学学院做了两年博士后。1991年回到萨里大学后，他开始研究相对论波动方程，并逐渐对“晕核”产生了浓厚兴趣。

1992年，在已取得萨里大学物理学教职的情况下，吉姆接受了英国工程和自然科学研究委员会（BBSRC）的资助，开始了为期

五年的研究工作。在那里，他涉足了众多研究领域，并且差不多每两个月就发表一篇论文，有些论文的引用次数甚至超过了500次。

吉姆还与世界上众多机构和个人进行合作。他与哥本哈根尼尔斯·玻尔研究所、美国密歇根大学都有合作，还曾去日本讲学。

现在，吉姆是萨里大学的物理学教授。



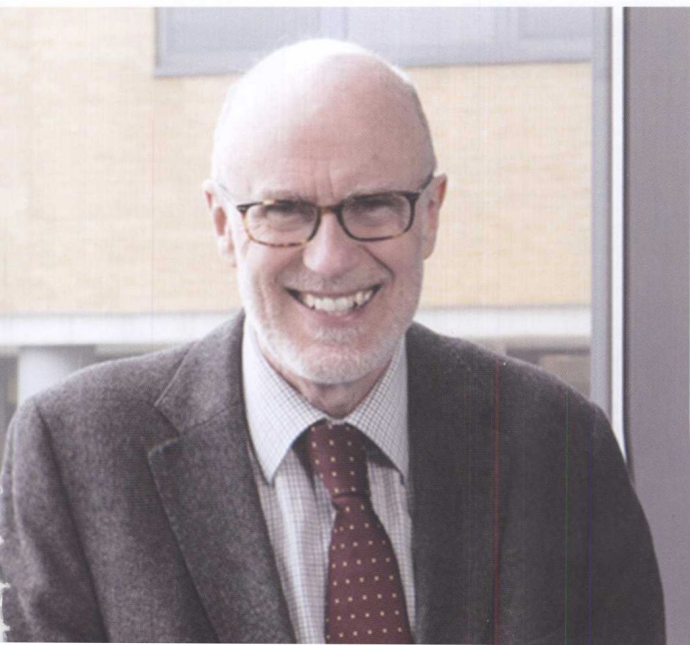


LIFE
ON
THE
EDGE

最具影响力的量子生物学家

从 20 世纪 90 年代末开始，吉姆逐渐把研究领域转向量子生物学。在研究“量子隧穿”方面，他与萨里大学的微生物学家合作，研究质子隧穿在遗传突变中的作用，并于 1999 年与约翰乔·麦克法登联合发表了论文。2003 年，物理学家保罗·戴维斯邀请吉姆去 NASA 举办的跨学科会议开展相关话题的讨论。

不久之后，吉姆出版了《量子生命起源》一书，著名数学物理学家、《皇帝的新脑》作者罗杰·彭罗斯欣然为他这本书作序。2008 年，吉姆发表了关于“芝诺效应”的论文。最近，吉姆正在与萨里大学的同事们研究 DNA 的点突变问题。



2012 年 9 月，在 BBSRC 的资助下，吉姆与麦克法登在萨里大学共同主办了量子生物学国际研讨会，并获得极大成功。吉姆与麦克法登撰写的《神秘的量子生命》，获得了 2015 年英国皇家学会温顿图书奖、亚马逊最佳科学图书奖和《经济学人》年度图书。这本书被翻译成 16 种语言。吉姆目前正在萨里大学创办跨学科量子生物学研究小组。2015 年，吉姆以量子生物学为主题做了 TED 演讲。

◀《神秘的量子生命》合著者
约翰乔·麦克法登



LIFE
ON
THE
EDGE

最活跃的科普活动家

过去 20 年，吉姆不但在理论物理研究方面赢得了国际威望，他还将大量时间花费在科普活动上，是公认的最活跃的科普活动家。

1998 年，吉姆被选为英国物理学会的巡讲师，他以《黑洞、虫洞与时间机器》为题目的主题演讲获得极大成功。此后，他演讲的主题日趋广泛，涵盖宇宙大爆炸、量子力学、量子生物学、核动力、自由意志和科学史等方方面面。

2007 年，吉姆出版了《量子：复杂导论》（*Quantum: A Guide for the Perplexed*）一书，并获得英国皇家学会迈克尔·法拉第奖，他是这一奖项获得者中年龄最小的一位。2013 年，他出版了《阿拉伯科学的黄金一代》（*The Golden Age of Arabic Science*）一书，并入围 2013 年“华威大学写作奖”短名单。

从 20 世纪 90 年代开始，吉姆在 BBC 的多部纪录片上出境。他 2005 年拍摄的纪录片

《爱因斯坦大脑之谜》（*The Riddle of Einstein's Brain*）和 2007 年拍摄的系列纪录片《原子》，广受观众好评。吉姆参与拍摄的纪录片《神秘的混沌理论》（*The Secret Life of Chaos*）赢得了雅典科技电影节最佳纪录片奖。他在电视上出境已超过 30 小时，是英国最杰出的科学普及电视人。

2011 年，吉姆开始在 BBC 制作广播节目，他的百集节目《生命科学》（*The Life Scientific*）每周吸引的听众数量高达 200 万人。

作者演讲洽谈，请联系

speech@cheerspublishing.com

更多相关资讯，请关注



湛庐文化微信订阅号

湛庐文化
Cheers Publishing
特别制作

踏上探索之旅，感受量子生物学的澎湃

听闻本书的中文版即将面世，我感到非常高兴。近年来，中国在世界科学研究中扮演的角色日益重要，涌现出了许多新的研究成果。因此，我觉得让更多中国朋友了解量子生物学这样一个令人兴奋而又刚刚起步的新学科可谓非常重要。

我是一名出生于伊拉克的英国理论物理学家，目前供职于英国的萨里大学。本书的另一位作者，分子遗传学家约翰乔·麦克法登也在这所大学任职。在整个学术生涯中，我一直致力于研究核物理，专长是用量子力学研究原子核间的模型反应。坦白地说，我的专业其实和生物学相去甚远！

除了物理学教授的工作外，我还会抽些时间通过不同的媒体做一些科普工作：图书、公开课、电视或广播节目等。比如，在过去的十年间，我曾为英国广播公司（BBC）策划、制作过多部节目，内容广泛涉及各种科学话题。从事科普的经历让我和来自不同专业领域的科学家也能相谈甚欢。

大约是 1997 年的一天，约翰乔·麦克法登教授从校园另一边的生物系来到物理系。他组织了一次研讨会，并在会上向我们介绍了分子生物学中的一个研究领域——某些种类的细菌如何发生突变。他认为，要想解决这个问题离不开量子力学。不出所料，他的观点饱受争议。然而，这也成了我们两人非正式合作的开始。近 20 年后，**本书的出版将我们的合作推向了高潮，而这本书也成为世界上第一本介绍量子生物学的专著。**

正如我们在引言中所说，因为各方面原因，量子生物学还只是一个充满争议和推测的新兴研究领域。首先，即便是在更传统的物理学或化学领域，量子力学都略显晦涩，更不用说在混乱复杂的活细胞环境中了——活细胞中数以千计的生化反应无时无刻不在进行，由酶、其他蛋白质和大分子参与的复杂过程在生物体中执行着各类不可思议的任务。在过去的几十年间，生物学家们对生命过程的理解取得了重大的进展，因此不难理解，他们最不想听到的观点就是，要想完全理解某些生命过程，还需要用到量子力学的知识。

大多数生物学家确实不需要和量子力学打交道，因此他们之前并没有详细地学过量子力学，而现在他们也不太愿意从头学起。同样，每天都要用到量子力学的物理学家们更愿意将量子力学用于他们能够理解和控制的系统，而不是一层又一层地对生物化学进行剖析。

既然生物学家们和物理学家们都没有准备好张开双臂迎接这个连接两大学科的新领域，那么处于他们之间的化学家们又是怎样的态度呢？毕竟，化学家们经常使用量子力学来描述各类不同的分子过程，而且像物理学家们一样，在过去几十年中，他们已经习惯了原子世界违反直觉的特征以及量子力学对这些现象的准确描述。此外，化学家们同样经常研究生命系统

内发生的反应。生命如果不是纷繁复杂的化学过程又能是什么呢？在英语中，我们甚至会使用“生命的化学”(the chemistry of life)这样的词语。因此，你可能会觉得化学家们会是第一批拥抱量子生物学的人。确实，这个新兴学科的许多成果来自使用激光、光谱等技术来研究生物大分子行为的化学家们。

但即使这样，大多数化学家还是不愿意接纳这个领域。生物学家们不想学量子力学，物理学家们不想将量子力学应用到环境复杂的活细胞中去，而化学家们的理由与他们不同。化学家们认为，当深入到生命体的分子层面时，观察到遵循量子力学规律的现象不足为奇。他们认为，**如果挖掘得足够深入，一切事物都是量子的。**

但这正是量子生物学的独特之处。当我们在谈论量子生物学时我们想说的是什么呢？我们为什么觉得本书如此令人兴奋呢？因为对一些非专业人士来说，量子世界的一些性质简直就像魔法，而我们讲述的内容其实很容易理解——你可能早已听说过类似的科普解释——比如原子同时出现在两个地方、粒子像波一样扩散或者若两个分离的粒子相互纠缠，那我们对一个粒子的作用会同时影响远处的另一个粒子。正是这些量子世界违反直觉的特征让我们开始更为深入地理解生命系统。目前看来，**生命似乎演化出了各种方法，利用量子世界的“戏法”来为自己的生存提供便利。**

光合作用的过程便是一例。植物通过光合作用来获得营养。现在我们开始认识到，该过程的一个环节需要植物固定的光能同时向多个方向游走。如果你之前没有接触过量子力学的话，估计现在还不太能理解上面这句话。不过没关系，我向你保证，我们会在书中清楚地解释这一切。

我想，阅读并了解这个新的领域一定会让你乐在其中。虽然你可能会

有些疑惑，但探索一个新学科不就该如此吗？如果量子生物学太过简单，它的出现也就不会给科学界带来如此的惊喜了。最后，我们邀请你和我们一起踏上这次探险之旅，希望你也能像我们一样心潮澎湃。



扫码关注“庐客汇”，回复“神秘的量子生命”，直达吉姆·艾尔－哈利利 TED 精彩演讲：《量子生物学如何解答关于生命的最重要问题》。



你不是一个人在读书！
扫码进入湛庐“生命科学”读者群，
与小伙伴“同读共进”！

中文版序 踏上探索之旅，感受量子生物学的澎湃 /1

引 言 没有量子力学，就不会有生命 /001

在整个科学领域，量子力学是最具影响力的重要理论。没有量子力学，我们就无法解释世界是如何运转的，比如：知更鸟长途迁徙时是如何通过微弱的地球磁场感知方向的？小丑鱼是如何找到回家之路的？光合作用中能量的传递效率为什么那么高？对所有这些问题的解答，都离不开量子力学，离不开量子隧穿、量子相干性和量子纠缠。

动物大迁徙

万物背后的量子真相

知更鸟是如何感知方向的

形形色色的量子现象

第一部分 生命科学的前世今生

01 生命是什么 /029

在很长一段时间里，人们认为生命体与非生命体的主要区别在于生命体内有一种特殊的“生

命力”。后来，活力论渐渐让位于机械论。但是，生命中仍有许许多多的待解之谜。尽管克雷格·文特尔成就非凡，他仍不能从零开始创造生命，而最低级的微生物却可以毫不费力地创造生命。薛定谔认为，生命是量子的，生命的秩序属于“来自有序的有序”。

活力论

机械论

量子生物学的兴起

生命是量子的

02

酶是生命的引擎 /067

酶是生命的引擎。所有的生命都依赖酶。我们体内的每一个细胞中都填充着数百甚至数千个这样的分子机器，无时无刻不在“帮助”细胞组装和回收利用生物分子，使之持续不停地运转下去。这个过程，就是我们所说的“活着”。

生死攸关的酶

一场精心编排的分子舞蹈

量子思维，认识酶的关键

来自量子世界的魔法

第二部分 量子世界中的生命

03

光合作用中的量子节拍 /113

光合作用中能量从光子到反应中心的传递效率算得上是最高的，因为传递效率几乎是100%。在理想情况下，几乎所有叶绿素分子吸收的能量都可以到达反应中心。如果能量不是取道最短进行

传递，大部分乃至全部能量都会在传递中殆尽。
光合作用的能量为何能如此擅长寻找捷径，一直以来都是生物学领域的一大谜题。

双缝实验，切中量子力学的内涵

脆弱的量子相干性

神奇的叶绿素

光合作用中的量子计算机

04

小丑鱼“闻出”回家之路 /149

气味分子或溶解在唾液中，或飘散在空气中，被位于舌头或鼻腔顶部嗅觉上皮的感受器截获，嗅觉就此产生。“锁钥模型”认为，气味分子嵌入嗅觉感受器就如同钥匙插进了钥匙孔。气味与分子振动频率紧密相关，臭鸡蛋的味道是 78 太赫！对于振动频率相同而气味却大不相同的个别现象，“刷卡模型”给出了完美解释。量子力学中的非弹性电子隧穿，是嗅觉产生的关键。

我们是如何闻出味道的

形状模型，一把钥匙开一把锁

振动模型，臭鸡蛋的味道是 78 太赫

刷卡模型，嗅觉的量子计算

05

帝王蝶与知更鸟的磁感应 /187

加拿大和墨西哥之间的帝王蝶以及北欧和北非之间的知更鸟，它们的迁徙究竟是依靠什么导航的呢？研究发现，触角中的隐花色素校准了体内的生物钟，让帝王蝶在从加拿大飞往墨西哥的路上不会迷路。知更鸟的地磁感受器是一种磁倾角罗盘，能通过化学反应感受微弱的地磁。自旋单态和三重态之间微妙的平衡性，让鸟类可以利用地磁实现导航。

帝王蝶的迁徙之谜
知更鸟的指南针
量子自旋与幽灵般的超距作用
自由基和方向感

06 量子基因 /221

DNA 复制的错误率往往小于十亿分之一，极高的复制精度，得以让生命一代一代传下去。但是，如果遗传密码的复制过程一直完美无缺，生命便不可能进化，也不能应对种种挑战。复制过程的少许错误，能让子代更好地适应环境并繁盛起来。基因非常小，一定会受到量子规则的影响。但量子力学是否在基因突变中扮演了重要而直接的角色，还是一个待解之谜。

遗传，高精度的复制
突变，美丽的错误
基因编码
基因突变是量子跃迁吗

07 心智之谜 /259

关于心智、意识究竟是如何工作的，目前被广泛接受的理论是心智计算理论。如果一台量子计算机能够维持 300 个量子位的相干性和纠缠态，它的计算能力几乎相当于一台整个宇宙那么大的经典计算机！2011 年，我国科学家仅用 4 个以原子自旋状态作为编码的量子位就成功对 143 (13×11) 完成了因数分解，居于世界领先水平。

意识是什么
思想是如何产生的
人脑就是量子计算机
微管理论

08 生命的起源 /297

弗雷德·霍伊尔说过，随机化学过程创造出生命的概率，就像龙卷风吹过垃圾场，然后纯属意外地造出了一架大型客机。他的话生动形象地说明，我们今天所知的细胞生命体太过复杂有序，不可能起源于纯粹的偶然，在此之前一定有更简单的自复制体。量子相干性一定在生命起源中扮演了重要角色。

生命不是偶然的

RNA世界假说

没有量子力学，就不会有生命

量子相干性，生命起源中的重要角色

结 语 我们一定会创造出遵循

量子理论的新生命 /323

人造生命一定要遵循量子理论，因为没有量子力学，就不会有生命。费曼说过：“凡是我做不出来的，就是我还理解的。”如果有一天，人造生命真的成为现实，那将意味着我们终于理解了生命的本质。我们将会看到：生命正驾驭着混沌之力，在经典世界与量子世界之间狭窄的边缘上，乘风前行！

量子生物学的新发现

风暴边缘上的生命

量子生物学的力量

理解生命，创造生命

后 记 量子生命 /361

译者后记 /365