



生命系列

What Is
Life

生命是什么

[奥] 埃尔温·薛定谔 / 著 罗来鸥 罗辽复 / 译



第一推动

湖南科学技术出版社

生命系列

What Is
Life

生命是什么

[奥] 埃尔温·薛定谔 / 著 罗来鸥 罗辽复 / 译



第一推动

湖南科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

生命是什么/ (奥) 薛定谔著; 罗来鸥, 罗辽复译. —2
版. —长沙: 湖南科学技术出版社, 2007. 4

(第一推动丛书)

书名原文: What Is Life

ISBN 978-7-5357-3722-9

I. 生... II. ①薛... ②罗... ③罗... III. 生命科学—研究
IV. Q1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 044358 号

What is life

All rights reserved including the rights of reproduction in whole or in part in any form.

Simplified Chinese Edition Copyright:

© 2003 HUNAN SCIENCE & TECHNOLOGY PRESS

湖南科学技术出版社通过博达著作权代理有限公司获得本书中文版独家出版发行权, 本作品根据英国剑桥大学出版社 2001 年版本译出。

著作权登记号: 18-2002-66

版权所有 侵权必究

第一推动丛书 生命系列

生命是什么

著者: [奥] 埃尔温·薛定谔

译者: 罗来鸥 罗辽复

责任编辑: 陈刚 吴炜 戴涛

出版发行: 湖南科学技术出版社

社址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731-84375808

印刷: 长沙瑞和印务有限公司

(印装质量问题请直接与原厂联系)

厂址: 长沙市井湾路 4 号

邮编: 410004

开本: 880mm×1230mm 1/32

印张: 6.625

字数: 130000

书号: ISBN 978-7-5357-3722-9

定价: 25.00 元

(版权所有·翻印必究)

总 序

科学，特别是自然科学，最重要的目标之一，就是追寻科学本身的原动力，或曰追寻其第一推动。同时，科学的这种追求精神本身，又成为社会发展和人类进步的一种最基本的推动。

科学总是寻求发现和了解客观世界的新现象，研究和掌握新规律，总是在不懈地追求真理。科学是认真的、严谨的、实事求是的，同时，科学又是创造的。科学的最基本态度之一就是疑问，科学的最基本精神之一就是批判。

的确，科学活动，特别是自然科学活动，比较起其他的人类活动来，其最基本特征就是不断进步。哪怕在其他方面倒退的时候，科学却总是进步着，即使是缓慢而艰难地进步，这表明，自然科学活动中包含着人类的最进步因素。

正是在这个意义上，科学堪称为人类进步的“第一推动”。

科学教育，特别是自然科学的教育，是提高人们素质的重要因素，是现代教育的一个核心。科学教育不仅使人获得生活和工作所需的知识和技能，更重要的是使人获得科学思想、科学精神、科学态度以及科学方法的熏陶和培养，使人获得非生物本能的智慧，获得非与生俱来的灵魂。可以这样说，没有科学的“教



育”，只是培养信仰，而不是教育。没有受过科学教育的人，只能称为受过训练，而非受过教育。

正是在这个意义上，科学堪称为使人进化为现代人的“第一推动”。

近百年来，无数仁人志士意识到，强国富民再造中国离不开科学技术，他们为摆脱愚昧与无知做了艰苦卓绝的奋斗，中国的科学先贤们代代相传，不遗余力地为中国的进步献身于科学启蒙运动，以图完成国人的强国梦。然而应该说，这个目标远未达到。今日的中国需要新的科学启蒙，需要现代科学教育。只有全社会的人具备较高的科学素质，以科学的精神和思想、科学的态度和方法作为探讨和解决各类问题的共同基础和出发点，社会才能更好地向前发展和进步。因此，中国的进步离不开科学，是毋庸置疑的。

正是在这个意义上，似乎可以说，科学已被公认是中国进步所必不可少的推动。

然而，这并不意味着，科学的精神也同样地被公认和接受。虽然，科学已渗透到社会的各个领域和层面，科学的价值和地位也更高了，但是，毋庸讳言，在一定的范围内，或某些特定时候，人们只是承认“科学是有用的”，只停留在对科学所带来的后果的接受和承认，而不是对科学的原动力、科学的精神的接受和承认。此种现象的存在也是不能忽视的。

科学的精神之一，是它自身就是自身的“第一推动”。也就是说，科学活动在原则上是不隶属于服务于神学的，不隶属于服务于儒学的，科学活动在原则上也不隶属于服务于任何哲学。科学是超越宗教差别的，超越民族差别的，超越党派差别的，超越文化和地域的差别的，科学是普适的、独立的，它自身就是自身

的主宰。

湖南科学技术出版社精选了一批关于科学思想和科学精神的世界名著，请有关学者译成中文出版，其目的就是为了传播科学的精神，科学的思想，特别是自然科学的精神和思想，从而起到倡导科学精神，推动科技发展，对全民进行新的科学启蒙和科学教育的作用，为中国的进步作一点推动。丛书定名为《第一推动》，当然并非说其中每一册都是第一推动，但是可以肯定，蕴涵在每一册中的科学的内容、观点、思想和精神，都会使你或多或少地更接近第一推动，或多或少地发现，自身如何成为自身的主宰。

《第一推动丛书》编委会

前 言

在 1950 年初，当我还是一名学数学的年轻学生时，我读的书并不是很多，但我还是读了一些埃尔温·薛定谔的论著，至少是读完了这本书。我总是发现他的著作很吸引人，包含令人兴奋的新发现，能使我们对生活其间的这个神秘世界获得一些真正的新了解。在他的论著中，没有比他的短篇名著《生命是什么》更具有上述典型特征的了。我认识到这本书一定会跻身于本世纪最有影响的科学著作之列。它代表了一个物理学家力图理解一些真正的生命之谜的有力尝试，这位物理学家的深刻洞察力在很大程度上已经改变了人们对世界组成的理解。尽管这本书所涉及的交叉科学内涵之广博在当时是罕见的，但对于非专业读者和希望成为科学家的年轻人来说，它的笔触又是那样亲切、轻松和谦虚。的确，很多在生物学领域做出过重要贡献的科学家（如霍尔丹和克里克），都承认受到过这位具有高度独创性和缜密思维的物理学家在本书中提出的诸多观念的影响，尽管他们并不总是完全同意他的观点。

正如许多对人类思维有较大影响的著作一样，它提出了一系列一旦被掌握，其真实性就显而易见的论点；然而令人不安的是



这些观点至今仍被大部分人所忽视，虽然他们本应对此有更深入的了解。例如，我们不是经常听到“量子效应与生物学研究没有多大关系”，或者“我们吃东西是为了获取能量”这样的议论吗？这说明了薛定谔在《生命是什么》一书中所论述的内容直至今日仍然适用。它确实值得一读再读。

罗杰·彭罗斯

1991年8月8日

序 言

人们普遍认为，科学家总是对某一学科具有广博深邃的第一手知识的，因而他不会就并不精通的论题去著书立说的。这就是所谓的尊贵者负重任。可是，为了目前这本书的写作，我恳请放弃任何尊贵——如果有的话，从而也免去随之而来的重任。我的理由是：

我们从先辈那里继承了对于统一的、无所不包的知识的强烈渴望。最高学府(大学，大学一词在英文中和普遍性同字根)这个名称使我们想起了从古到今多少世纪以来，只有普遍性才是惟一可打满分的。可是近 100 多年来，知识的各种分支在广度和深度上的扩展使我们陷入了一种奇异的两难境地。我们清楚地感到，一方面我们现在还只是刚刚开始获得某些可靠的资料，试图把所有已知的知识综合成为一个统一的整体；可是，另一方面，一个人想要驾御比一个狭小的专门领域再多一点的知识，也已经是几乎不可能的了。

除非我们中有些人敢于去着手总结那些事实和理论，即使其中有的是属于第二手的和不完备的知识，而且还敢于去冒把自己看成蠢人的风险，除此之外，我看不到再有摆脱这种两难境地的



其他办法了。要么，我们的真正目的永远不可能达到。

这就是我的意见。

语言的障碍和困难是不能忽视的。一个人的本民族语言就像一件合体的外衣，可是当它不在身边而不得不另找一件来代替时，此人是绝不会感到很舒服的。我要感谢因克斯特博士（都柏林三一学院）、巴德赖格·布朗博士（梅鲁圣巴里克学院）；最后，我还要感谢S·C·罗伯茨先生。几位朋友费了很大力气使新外衣适合我的身材；而我有时不肯放弃自己设计的式样，还给他们增加了不少新麻烦。当然，如果书中还残留一些独创式样的不妥，那责任在我而不在他们。

很多节的标题本是作为页边的摘要写上去的，每一章的正文应该前后连贯地读下去。

E·薛定谔

都柏林

1944年9月

自由的人绝少思虑到死；他的智慧，不是死的默念，而是生的沉思。

——斯宾诺莎《伦理学》第四部分，命题 67

目 录

| | |
|--|----|
| 》 第一部分 生命是什么 | |
| 》 前言 | 1 |
| 》 序言 | 1 |
| 》 第一章 经典物理学家走近这个主题 | 1 |
| 1. 研究的一般性质和目的 | 1 |
| 2. 统计物理学 结构上的根本差别 | 2 |
| 3. 一个朴素物理学家对这个主题的探讨 | 4 |
| 4. 为什么原子是如此之小 | 4 |
| 5. 有机体的活动需要精确的物理学定律 | 7 |
| 6. 物理学定律是以原子统计力学为根据的，因而只是近似的 | 8 |
| 7. 它们的精确性是以大量原子的介入为基础的 第一个例子(顺磁性) | 8 |
| 8. 第二个例子(布朗运动，扩散) | 11 |
| 9. 第三个例子(测量准确性的限度) | 14 |



| | |
|---|----|
| 10. \sqrt{n} 律 | 15 |
| > 第二章 遗传机制 | 17 |
| 1. 经典物理学家那些绝非无关紧要的设想是错 误的 | 17 |
| 2. 遗传的密码本(染色体) | 18 |
| 3. 通过细胞分裂(有丝分裂)的个体生长 | 20 |
| 4. 在有丝分裂中每个染色体是被复制的 | 21 |
| 5. 染色体数减半的细胞分裂(减数分裂)和受精 (配子配合) | 21 |
| 6. 单倍体个体 | 22 |
| 7. 减数分裂的突出性质 | 23 |
| 8. 交换, 特性的定位 | 24 |
| 9. 基因的最大尺度 | 27 |
| 10. 小的数量 | 28 |
| 11. 持久性 | 28 |
| > 第三章 突变 | 30 |
| 1. “跳跃式”的突变——自然选择的工作场地 | 30 |
| 2. 它们生育同样的后代, 即它们是完全地遗传下 来了 | 32 |
| 3. 定位, 隐性和显性 | 33 |
| 4. 介绍一些术语 | 35 |
| 5. 近亲繁殖的有害效应 | 36 |
| 6. 一般的和历史的陈述 | 38 |
| 7. 突变作为一种罕有事件的必要性 | 39 |
| 8. X 射线诱发的突变 | 40 |
| 9. 第一定律, 突变是个单一性事件 | 40 |

| | |
|-------------------------------|----|
| 10. 第二定律，事件的局域性 | 41 |
|) 第四章 量子力学的证据 | 44 |
| 1. 经典物理学无法解释的持久性 | 44 |
| 2. 可以用量子论来解释 | 45 |
| 3. 量子论—不连续状态—量子跃迁 | 46 |
| 4. 分子 | 48 |
| 5. 分子的稳定性有赖于温度 | 48 |
| 6. 数学的插曲 | 49 |
| 7. 第一个修正 | 50 |
| 8. 第二个修正 | 51 |
|) 第五章 对德尔蒙吕克模型的讨论和检验 | 54 |
| 1. 遗传物质的一般图像 | 54 |
| 2. 图像的独特性 | 55 |
| 3. 一些传统的错误概念 | 56 |
| 4. 物质的不同的“态” | 57 |
| 5. 真正重要的区别 | 58 |
| 6. 非周期性的固体 | 58 |
| 7. 压缩在微型密码里的丰富内容 | 59 |
| 8. 与实验事实作比较：稳定度；突变的不连续性 | 60 |
| 9. 自然选择基因的稳定性 | 61 |
| 10. 突变体的稳定性有时是较低的 | 62 |
| 11. 不稳定基因受温度的影响小于稳定基因 | 62 |
| 12. X射线是如何诱发突变的 | 63 |
| 13. X射线的效率并不依赖于自发突变率 | 64 |
| 14. 回复突变 | 65 |



| | |
|----------------------------|----|
| 第六章 有序，无序和熵 | 66 |
| 1. 一个从模型得出的值得注意的普遍结论 | 66 |
| 2. 由序导出序 | 67 |
| 3. 生命物质避免了向平衡衰退 | 68 |
| 4. 以“负熵”为生 | 69 |
| 5. 熵是什么 | 70 |
| 6. 熵的统计学意义 | 71 |
| 7. 从环境中抽取“序”来维持组织 | 72 |
| 第七章 生命是以物理学定律为基础的吗 | 75 |
| 1. 在有机体中可能有的新定律 | 75 |
| 2. 生物学状况的评述 | 76 |
| 3. 物理学状况的综述 | 77 |
| 4. 明显的对比 | 78 |
| 5. 产生序的两种方式 | 79 |
| 6. 新原理并不违背物理学 | 80 |
| 7. 钟的运动 | 81 |
| 8. 钟表装置毕竟是统计学的 | 82 |
| 9. 能斯特定理 | 83 |
| 10. 摆钟实际上可看做在绝对零度下工作 | 84 |
| 11. 钟表装置与有机体之间的关系 | 84 |
| 后记 决定论与自由意志 | 85 |
| 第二部分 意识和物质 | |
| 第一章 意识的物质基础 | 93 |
| 1. 问题 | 93 |

| | |
|--------------------------|-----|
| 2. 一个尝试性的答案 | 95 |
| 3. 伦理观 | 99 |
|)} 第二章 了解未来 | 103 |
| 1. 生物发展的死路 | 103 |
| 2. 达尔文主义的明显的悲观情绪 | 106 |
| 3. 行为影响选择 | 107 |
| 4. 伪拉马克主义 | 110 |
| 5. 习惯和技能的遗传固定 | 112 |
| 6. 智力进化的危险 | 114 |
|)} 第三章 客观性原则 | 117 |
|)} 第四章 算术悖论：意识的单一性 | 129 |
|)} 第五章 科学与宗教 | 142 |
|)} 第六章 感知的奥秘 | 156 |
|)} 自传 | 167 |
|)} 译后记 | 186 |

“我思故我在。”

——笛卡儿

1. 研究的一般性质和目的

这本小册子是一位理论物理学家对大约 400 名听众作的一次公开讲演。虽然一开始我就指出这是一个难懂的题目，即使很少使用物理学家最吓人的武器——数学演绎法，讲演也不可能是很通俗的，可是听众却基本上没减少。其所以如此，并非由于这个题目太简单，以致不必用数学就可以解释明白了，而是因为问题过于复杂，不可能完全用数学语言来表达。讲演至少还有一个特点，它还较为通俗，讲演者试图把那些介于生物学和物理学之间的基本概念，既向物理学家也向生物学家讲清楚。

尽管实际上涉及的问题是多方面的，但我的任务只限于讲一个想法——对一个重大问题做一点小小的评论。为了不迷失我们的方向，先把计划简要地勾画出来也许是有用的。

这个讨论得很多的重大问题是：

一个生命有机体的范围内在空间和时间中发生的事件，如何



用物理学和化学来解释？

这本小册子力求阐明和获得的初步答案概括为：

今天的物理学和化学在解释这些事件时显出的无能，绝不应成为怀疑它们原则上可以用这些学科来诠释的理由。

2. 统计物理学 结构上的根本差别

如果说，只是为了对那些过去没有做成功的事重新激发起希望，那么上述这个注释就显得过于平淡了。更为积极的意义在于我们想说明，物理学和化学的这种迄今为止的无能为力是经过充分论证了的。

今天，由于生物学家，主要是遗传学家近三四十年来的创造性工作，关于有机体真实的物质结构及其功能的了解已经足以精确地说明，现代物理学和化学为什么还不能解释生命有机体范围内在空间和时间中所发生的事件。

一个有机体的最具活性部分的原子排列及其相互作用方式，和迄今所有的物理学家和化学家作为实验和理论研究对象的所有其他的原子排列是根本不同的。除了深信物理学和化学的定律始终是统计力学性质的那些物理学家外，其他人会把我所说的这种根本差别看成是无足轻重且容易发生的。^①这是因为认为生命有机体的活性部分的结构非常特别，和物理学家或化学家在实验室里用体力或在书桌边用脑力所处理的任何物质完全不同，这种看法同统计力学的观点有关系。^②既然生命有机体的活性部分具有如此

① 这个说法可能显得有点笼统。这个问题要到本书末第七章的7~8节才来讨论。

② F·G·道南在两篇富有启发性的论文中强调了 this 观点。见《科学》(Scientia) 24卷，78期，10页，1918年(《物理化学能否描述生物学现象》)；《1929年斯密斯学院报告》第309页(《生命的秘密》)。