

生命是什么

Erwin Schrodinger

[奥] 埃尔温·薛定谔——著

邹路遥——译

*What is
Life*

是什么让生命系统似乎与已知的生物学定律相悖？

—— 埃尔温·薛定谔

这本书是一块有着多个晶莹切面的宝石……人们仅需几个小时就可以读完它，但是一生中都不会再忘记。

—— 《科学美国人》

在这本小书中，薛定谔简洁却清晰无比地回答了一个科学家试图解开生命奥秘时碰到的概念上的问题，它是大学生的必读书。

—— 著名物理学家 保罗·戴维斯

我知道这本书一定会跻身于本世纪（20世纪）最有影响力的科学著作之列。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，在很大程度上已经改变了人们对世界组成的理解。

—— 英国物理学家 罗杰·彭罗斯

知友翻译的版本读起来鲜有年代感，还有些勘误和批注，像是和老朋友聊天，天南海北，上天入地。看山读着读着，忘记了自己身处的小小出租屋，忘记了白天工作上的烦恼，忘记了放凉了的外卖……

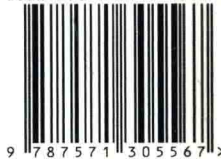
—— 知乎 刘看山

What is
Life

生命是什么

上架建议：科普 / 经典

ISBN 978-7-5713-0556-7



9 787571 305567 >

定价：48.00元

What is
Life

生命是什么

Erwin Schrodinger

【英】埃尔温·薛定谔——著

邹路遥——译

江苏凤凰科学技术出版社
国家一级出版社 全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

生命是什么 / (奥) 埃尔温·薛定谔著; 邹路遥译

— 南京: 江苏凤凰科学技术出版社, 2019.10

ISBN 978-7-5713-0556-7

I. ①生… II. ①埃… ②邹… III. ①生命科学

IV. ①Q1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 178790 号

生命是什么

著 者 (奥) 埃尔温·薛定谔

译 者 邹路遥

责任编辑 沙玲玲

助理编辑 张程

责任校对 郝慧华

责任监制 刘文洋

出版发行 江苏凤凰科学技术出版社

出版社地址 南京市湖南路1号A楼, 邮编: 210009

出版社网址 <http://www.pspress.cn>

印 刷 南京互腾纸制品有限公司

开 本 880mm × 1230mm 1/32

印 张 8

版 次 2019年10月第1版

印 次 2019年10月第1次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5713-0556-7

定 价 48.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

推荐序

人类有没有可能是被设计出来的？问出口的时候，你心里已经有了例子和答案，甚至觉得有些好笑，但要是多想一会儿，可能又会冒冷汗。这个在知乎上被浏览了近两千万次的问题，如果穿越回 20 世纪 30 年代发问，也许会得到很不一样的回答。

1944 年，奥斯瓦尔德·埃弗里证明基因由 DNA 所组成。1953 年，詹姆斯·沃森与弗朗西斯·克里克发现了 DNA 双螺旋结构。2000 年完成基因图谱绘制，直到 59 年后的 2012 年，科学家才第一次用电子显微镜拍到了双螺旋的样子。

对我们来说，DNA 早就是习以为常的概念，比如经常看到 DNA 检测侦破案件和认亲的报道，用基因检测估算患癌症的风险，吃转基因改良的食品，甚至用基因检测来“科学算命”。

在没有社交媒体的 20 世纪 30 年代，看山无法想象人们对于这个发现有多震惊：如果人和生物都是行走的数据库，那么生命的本源是什么？宇宙存在的目的又是什么？

关于自己，也关于世界，我们好奇的还有很多。

在陷入形而上的思绪之前，看山接到了编辑递来的三本科普书：1938 年爱因斯坦和利奥波德·英费尔德合著的《物理学的

进化》；1944 年埃尔温·薛定谔发表的《生命是什么》，是 DNA 发现者的灵感源泉；1947 年乔治·伽莫夫出版《从一到无穷大》，用非常浅显的语言，串起数学、物理学、天文学等等学科，在宇宙里走了一遭。

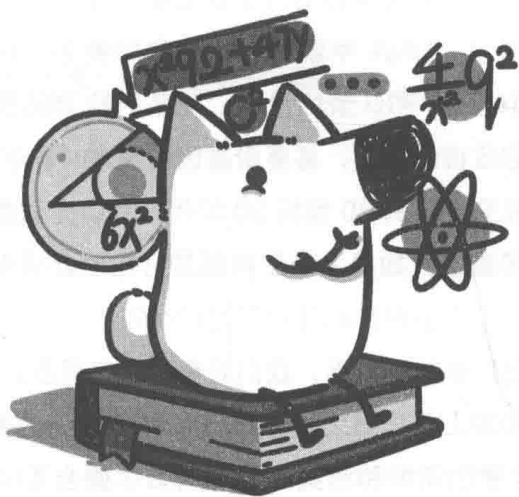
知友翻译的版本读起来鲜有年代感，还有些勘误和批注，像是和老朋友聊天，天南海北，上天入地。看山读着读着，忘记了自己身处的小小出租屋，忘记了白天工作上的烦恼，忘记了放凉了的外卖……

愿有好奇心的你，永远都能在阅读和探索中找到纯粹的乐趣。

刘看山

2019 年 7 月 31 日

于北京



译者序

这是一本物理学大佬的跨界之作。这也是一本被后世许多大佬疯狂打脸的著作。

这位大佬，就是大名鼎鼎的“虐猫狂人”薛定谔。他是量子力学的创始人之一，以思想实验“薛定谔的猫”闻名于世，早在1933年就拿了诺贝尔奖。但因为二战前夕德奥合并，战争的阴影下，他于1938年迁往爱尔兰都柏林，并在那里度过了17年的时光。

他很享受爱尔兰的平静生活。在那里，他不再满足于鼓捣纯粹的物理学，而开始思考跨界问题。他从小就对东方哲学感兴趣，并深受叔本华的影响。这种对“玄学”的浓厚兴趣，也许给了他思考生命和心灵问题的动力。

20世纪初，人们重新发现了孟德尔的遗传定律，因此已经意识到了“遗传物质”和“突变”这些概念，但对它们究竟是什么样的物质、如何起作用一无所知。人们对生命现象的理解，还仅限于描述总结宏观上的规律和特征。正是在这种背景下，1943年，薛定谔在都柏林三一学院做了一系列演讲，把他对生命问题的思考和理解公之于众。这就汇集成了《生命是什么——活细胞

的物理观》一书。

在这一系列演讲中，薛定谔提出了两个主要观点。在微观层面，他提出，遗传物质的稳定性本质是大分子的稳定性，而这种稳定性可以由量子力学来解释。在宏观层面，他则提出，生命以“负熵”为生，生命活动的本质就是不断从环境中汲取秩序，以维持自身的有序状态。应该说，这些思想现在看来仍然十分切中要害。

这本书深刻地影响了一代物理学家，激发了他们进入生物学探索新领域、抢生物学家饭碗的强烈兴趣。于是乎，十多年后，沃森、克里克等人横空出世，揭开了 DNA 分子结构的神秘面纱，成就科学史上里程碑式的成果。从此，人类终于能够在分子层面上揭示生命活动的过程，分子生物学（Molecular Biology）诞生了。

在《生命是什么——活细胞的物理观》的最后一章中，薛定谔不忘把他的物理学观念引申到玄学领域。他稍稍触及了“意识”这个话题，并提出了这样的问题：意识究竟是单数还是复数呢？我们每个人的意识，究竟是许许多多多个意识，还是同一个意识的不同影像呢？

13 年之后，在英国剑桥，薛定谔填上了他给自己挖下的玄学之坑。剑桥三一学院的“塔内尔”讲座，正是专门为讨论科学哲学问题而设立的讲座。在这场讲座中，薛定谔将自己多年的思考整理成了《心灵和物质》，系统地讨论了他心目中意识和心灵的本质。这个系列的演讲中，已经可以隐约看到“生命即信息”的影子。在克劳德·香农（Claude Shannon）等人发展出信息论之后，“生命即信息”的观点得到了更确切的阐述。而薛定谔提出的众多关于意识的具体问题，后续都成了新兴的神经科学的研究对象。

从这个层面讲，薛定谔的跨界演讲，无疑给 20 世纪后半叶的生命科学和神经科学带来了深刻的影响和启发，是一部值得回味的作品。沃森、克里克都在回忆 DNA 发现史的自传中提及过《生命是什么——活细胞的物理观》对他们产生的影响。而威尔金森则在他的诺贝尔奖颁奖词中明确提到了薛定谔的这本书。1967 年后，剑桥大学出版社将这两份演讲合并出版，就成了各位现在看到的《生命是什么》这本书的样子。本译本即根据 1967 年的英文版本译出。

在《生命是什么——活细胞的物理观》中，薛定谔实际是通过这样的思路（与原文的内容呈现顺序略有区别）论证了生命和遗传物质的特征：

（1）当时已有的遗传学研究已经知道，染色体上的基因决定生物的性状，而且具有高度稳定性，可以遗传许多代。这在薛定谔看来是极其有序的行为。

（2）基因很小，很可能只包含几千个原子。

（3）从经典物理学家的角度看，热运动产生随机和混沌，使得物理规律都是统计规律。想要获得足够的精确性，就只能依靠大量原子产生的平均效应。基因太小了，原子数不够。

（4）矛盾产生：生物如何通过极少数的原子来获得极其有序的行为呢？

（5）量子力学可以解释这些现象。由牢固的化学键结合形成的分子，有能力抵御常温下的热运动干扰。基因就是大分子，因此基因具有稳定性。而且量子力学还能定量解释基

因突变的概率。

(6) 回到宏观世界，生物代表秩序，而热运动和统计规律代表了无序的倾向（熵增定律）。生物之所以能够在宏观上也抵御熵增的倾向，是因为生物会不断从环境中汲取秩序。故生命以“负熵”为生，这就是生命最重要的特征。

而在《心灵与物质》中，薛定谔探讨了以下几个关系稍显松散的主题：

(1) 我们如何判断大脑中的哪些过程和意识有关呢？答曰：只有不断变化的过程才与意识有关。

(2) 生物个体的性状和器官正是在不断适应变化的环境中形成的，就好像拉马克学说的“用进废退”是正确的一样。但正确的解读应当用达尔文的进化论。生物个体的行为习惯，虽然不会直接遗传，但会通过改变环境和自身，为可遗传的特征创造有利条件。

(3) 人类的进化已几乎到终点。如果人类不行动起来，就会进入进化的死胡同。

(4) (另一个话题) 西方科学讲究“客观性”，但是人的心灵无疑是主观的东西。那么，主观的心灵中怎么会出现客观的世界呢？薛定谔提出，解决这两者之间的鸿沟，需要通过将东方思想中的“心灵只有一个”的思想融合进西方科学。

(5) 据此，他通过一番推演和类比指出，心灵和世界本来就是同一件事。

(6) 时间的概念来自心灵本身，因此心灵不会被时间毁灭。他据此认为这有助于解决有没有“来世”的问题。

(7) 科学理论并不能用来解释感知，因为科学实验本身所用到的方法、观测和设备，总是能够追溯到某些依赖人感知的过程。

《生命是什么》的中文译本已经有好几个版本了。那我们还要重新翻译一次呢？这是因为——

首先，这本书是薛定谔个人对生命以及意识问题的观点。虽然在第一部分《生命是什么——活细胞的物理观》中间，薛定谔用了较大的篇幅来总结当时生物学研究的成果，可以看作“综述”性质的科学普及内容，但是全书的主旨是为了表达薛定谔个人的观点，而不是向读者客观地介绍科学事实。而《心灵和物质》这部分则更是薛定谔的一家之言。

可以说，整本书是“私货”满满，而不是“干货”满满了。

虽然薛定谔的这些“私货”对后世产生了重要的影响，但薛定谔生得还是太早了。在他准备 1943 年演讲的时代，人类尚不知道遗传物质的具体结构，对大脑和神经活动的理解也仅限于神经冲动的传导。沃森、克里克在 1956 年正确揭示了 DNA 的双螺旋结构。而对生物基因组进行完整测序，并通过基因组学来研究生物进化，则是 21 世纪才大规模铺开的研究了。因此，薛定谔对人类进化所做出的判断和实际情况的偏差就可想而知了。而 1957 年的《心灵与物质》，也和现代神经科学的诞生差不多在相同的时代。那个时候，人们完全不知道大脑中各个脑区具体都是

什么功能，更没有核磁共振成像能够直接观测大脑的活动。

因此，从现代的观点来看，薛定谔在书中提出的许多问题，现在都已经得到了比较明确的答案，不再是悬而未决的事情了。而书中提出的许多假设、举的许多例子，其实并不全面，有些甚至是完全错误的。哪怕是《生命是什么——活细胞的物理观》的核心观点，即量子力学可以解释基因的稳定性的观点，也非常粗浅。事实证明，基因远远没有他所估计的那么稳定——保证基因能够稳定遗传，只靠其分子结构是不够的，还需要众多基因修复的机制。而他在《心灵和物质》中对意识、潜意识和记忆的描述，对人类进化速度的估计，则都有悖于现代的研究结论。可以说，薛定谔虽然跨界跨出了影响力，但也多受批判。其实，正是这种后人对前人的批判，才是科学研究不断前进的动力。

重新翻译这本书，一个重要原因就是希望给读者指出这些明确有误的部分。因此，除了翻译原文，我还在译文中添加了上百个注释，希望能用简单的文字向读者指出薛定谔的文字中过时的、错误的地方。这样，我们就可以更加关注薛定谔切入生命问题、思考生命问题的角度，而不是被他错误的细节所迷惑。通过对比薛定谔当时的认识和现代研究成果之间的差别，可以让我们更加切实地体会到，半个多世纪以来，人类在生命科学和神经科学研究上取得的卓越成果。

结合注释来读这本书，才是正确的打开方式。

重新翻译的另一个动机，则是阅读的体验。如果要从“科普读物”的角度看，我敢说，《生命是什么》不是一部优秀的作品，甚至不是一部成熟的作品。对于普通读者来说，这本书实在是太不友好

了。这是因为，薛定谔并没有按照常人易于理解的顺序编排书中的内容，而是原原本本地直接展示了自己在探索这些未知难题时的思维过程。这意味着，本书的行文中会不断出现反复和自我否定。上一页他还在“斩钉截铁”地宣称某一个结论，下一页他自己就把它给推翻了。这就会对读者的理解造成很大困扰。

甚至，在第一章开头，他自己就承认他并不在乎考虑普通读者的感受了。他说：

“在演讲之初，我就友情提醒，演讲的主题很艰涩。即使我几乎没有使用物理学家最有力的武器——数学推导，演讲也不会很通俗。”

而且——你可能没考虑过这一点：薛定谔其实没有用他的母语（德语）写作！这两本书一开始就是他用英文写的。他自己都在前言中坦承非母语写作带来的困难。然而，他偏偏还要倔强地保留许多他自己“独创”的语言风格——这是一种“德语化”的英语风格，行文充满了大量虽然语法正确但十分奇怪的表达方式。因此，这对译者来说也是巨大的挑战。以前的中文译本有些地方读起来很别扭，并不全是译者的错呢。

一本主题本来就艰深、作者又不在乎普通读者、还是用非母语写成的书，读起来不吃力才怪呢！

所以，我也想要再来挑战一次，希望能够给读者带来一个语言更加通顺的译本，以减轻一些读者阅读的负担，好让大家更容易领会薛定谔的思想。如果说我确实做到了这一点，我也相信，读者

仍然能够从译文中感受到薛定谔字里行间透出来的那股执拗和高傲（虽然在字面上他总是自谦自己是“朴素（naive）的物理学家”）。

本书翻译过程中，我也参考了市面上已有的各个中文译本，尽量保证基本意义传达无误。主要参考的是罗来欧、罗辽复先生的译本，张卜天先生的译本，仇万煜、左兰芬先生的译本。有的地方，甚至出现了两个译本意思完全相反的情况，可见薛定谔原文的晦涩。不过，限于我自己水平有限，若有错误之处，还请同行批评指正。

在《生命是什么——活细胞的物理观》每一章节开头，薛定谔都会引用一句名言。来自斯宾诺莎《伦理学》的引用，我直接采用了商务印书馆贺麟先生所译的《伦理学》版本；其他的引用，则直接采用了张卜天先生的版本。《心灵与物质》部分的引用文字，斯宾诺莎的仍采用贺麟先生的《伦理学》译本，其他文字则根据英文重新译出。

在整个翻译过程中，我要感谢我的夫人的支持。她从普通读者的角度阅读了我的译文，并在文字表达上提供了许多建议。我还要感谢傅渥成博士对译文的科学性做了许多校对和评注。

并在此，谨向翻译过这本书的所有译者表示敬意！

邹路遥

2019年5月

于法国里尔

CONTENTS 目录

生命是什么——活细胞的物理观

前言 / 3

第一章 经典物理学家切入生命问题的角度

生命的普遍特征，以及探讨生命问题的目标 / 6

统计物理，结构上的本质区别 / 7

朴素的物理学家探讨生命问题的方法 / 9

原子为什么这么小？ / 10

生命活动需要遵循严格的物理定律 / 13

物理定律建立在原子统计之上，因而只是近似 / 15

大量原子参与产生精确规律的第一个例子（顺磁性） / 15

第二个例子（布朗运动，扩散） / 18

第三个例子（测量精度的极限） / 22

\sqrt{n} 法则 / 23

第二章 遗传规律 / 25

经典物理学家的想法却大错特错，这非同寻常 / 26

遗传密码（染色体） / 28

躯体通过细胞的分裂生长（有丝分裂） / 30

有丝分裂中，每条染色体都复制了一份 / 31

减数分裂和受精（配子配合） / 32

单倍体个体 / 33

减数分裂与本书主题极为相关 / 35

染色体交换，性状的位点 / 36

基因的最大体积 / 39

这个数字太小了 / 41

遗传性状的持久性 / 42

第三章 突变 / 45

“跳跃式”的突变——自然选择的基础 / 46

这些突变是纯种，也就是说，它们可以完美地遗传 / 49

基因的定位、隐性和显性 / 50

介绍几个术语 / 53

近亲繁殖的危害 / 54

简单谈一谈规律的普遍性和历史 / 56

突变作为偶然事件的必要性 / 58

X 射线引发的突变 / 59

第一定律：突变是单次事件 / 60

第二定律：事件的局域化 / 61

第四章 量子力学的证据 / 65

经典物理学无法解释的持久性 / 66

量子力学可以解释 / 68

量子理论——分立的能级——量子跃迁 / 69

分子 / 71

温度可以影响分子的稳定性 / 72

数学插曲 / 74

第一项修正 / 75

第二项修正 / 76

第五章 讨论并检验德尔布吕克的模型 / 81

遗传物质的基本形态 / 82

这个理论的独特性 / 83

一些传统上的误解 / 84

物质的不同“状态” / 85

真正重要的区别 / 87

非周期性固体 / 88