

# 生命是什么？

——活细胞的物理观

[奥] 埃尔温·薛定谔 著



創于1897

商務印書館

The Commercial Press

# 生命是什么？

——活细胞的物理观

〔奥〕埃尔温·薛定谔 著

张卜天 译

 商务印书馆  
917-1697 The Commercial Press

2014年·北京

图书在版编目(CIP)数据

生命是什么?:活细胞的物理观/(奥)薛定谔著;张卜天译.—北京:  
商务印书馆,2014

ISBN 978-7-100-10755-6

I. ①生… II. ①薛… ②张… III. ①生命科学—普及读物  
IV. ①Q1-0



中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 228360 号

所有权利保留。

未经许可,不得以任何方式使用。

生命是什么?

——活细胞的物理观

[奥]埃尔温·薛定谔 著

张卜天 译

---

商 务 印 书 馆 出 版

(北京王府井大街36号 邮政编码100710)

商 务 印 书 馆 发 行

北京天时彩色印刷有限公司印刷

ISBN 978-7-100-10755-6

---

2014年12月第1版 开本 850×1168 1/32

2014年12月北京第1次印刷 印张 3% 插页 1

定价: 15.00 元

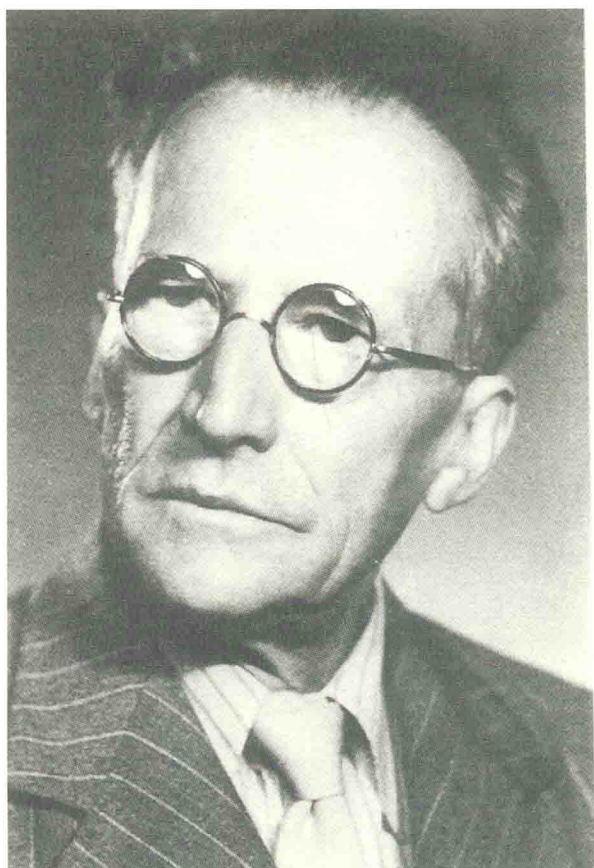
Erwin Schrödinger

**WHAT IS LIFE?**

**THE PHYSICAL ASPECT OF THE LIVING CELL**

Cambridge at the University Press 1992

本书根据剑桥大学出版社 1992 年版译出



埃尔温·薛定谔(1887—1961)

# 生命是什么？

## ——活细胞的物理观

1943年2月在都柏林三一学院所做的演讲，都柏林高等研究院赞助。

献给我的父亲母亲

# 目 录

前言(彭罗斯).....	1
序言.....	3
第一章 经典物理学家对这一主题的探讨.....	5
1. 研究的一般性质和目的 .....	5
2. 统计物理学。结构上的根本差别 .....	6
3. 素朴物理学家对这一主题的探讨 .....	8
4. 为什么原子如此之小? .....	8
5. 有机体的运作需要精确的物理定律 .....	11
6. 物理定律基于原子统计学,因而只是近似的 .....	12
7. 它们的精确性基于大量原子的介入。 第一个例子(顺磁性) .....	13
8. 第二个例子(布朗运动,扩散) .....	15
9. 第三个例子(测量准确性的限度) .....	18
10. $\sqrt{n}$ 律 .....	19
第二章 遗传机制 .....	21
11. 经典物理学家的绝非平凡的预期是错误的 .....	21

---

12. 遗传密码本(染色体) .....	22
13. 身体通过细胞分裂(有丝分裂)而生长 .....	24
14. 在有丝分裂中每一个染色体都被复制 .....	25
15. 减数分裂和受精(配子配合) .....	26
16. 单倍体个体 .....	27
17. 减数分裂的显著关联 .....	28
18. 交换。特性的定位 .....	29
19. 基因的最大尺寸 .....	31
20. 小数目 .....	33
21. 持久性 .....	33
第三章 突变 .....	35
22. “跳跃式”的突变——自然选择的工作场地 .....	35
23. 它们繁育一模一样的后代,即它们被完全 遗传下来 .....	37
24. 定位。隐性和显性 .....	38
25. 介绍一些术语 .....	41
26. 近亲繁殖的有害效应 .....	42
27. 一般的和历史的评述 .....	43
28. 突变作为一种罕有事件的必要性 .....	44
29. X射线诱发的突变 .....	45
30. 第一法则。突变是单一事件 .....	46



---

31. 第二法则。事件的局域化 .....	47
第四章 量子力学的证据 .....	49
32. 经典物理学无法解释的持久性 .....	49
33. 可以用量子论来解释 .....	50
34. 量子论——不连续状态——量子跃迁 .....	51
35. 分子 .....	52
36. 分子的稳定性依赖于温度 .....	53
37. 数学插曲 .....	54
38. 第一项修正 .....	55
39. 第二项修正 .....	56
第五章 对德尔布吕克模型的讨论和检验 .....	59
40. 对遗传物质的一般描述 .....	59
41. 这种描述的独特性 .....	60
42. 一些传统的错误观念 .....	61
43. 物质的不同的“态” .....	62
44. 真正重要的区别 .....	63
45. 非周期性固体 .....	63
46. 压缩在微型密码中的丰富内容 .....	64
47. 与事实作比较:稳定程度;突变的不连续性 .....	65
48. 自然选择的基因的稳定性 .....	67
49. 突变体有时较低的稳定性 .....	67

---

50. 温度对不稳定基因的影响小于对稳定基因的影响	68
51. X射线是如何产生突变的	68
52. X射线的效率并不依赖于自发突变性	69
53. 回复突变	70
第六章 有序、无序和熵	71
54. 从模型得出的一个值得注意的一般结论	71
55. 基于秩序的秩序	72
56. 生命物质避免了向平衡衰退	73
57. 以“负熵”为生	74
58. 熵是什么?	75
59. 熵的统计学意义	76
60. 从环境中吸取“秩序”来维持组织	77
第七章 生命以物理定律为基础吗?	80
61. 有机体可望有新的定律	80
62. 评述生物学状况	81
63. 综述物理学状况	81
64. 明显的对比	83
65. 产生有序两种方式	84
66. 新原理并不违反物理学	85
67. 时钟的运动	86
68. 钟表装置终究是统计学的	87

---

69. 能斯特定理 .....	88
70. 摆钟实际上是在零度 .....	89
71. 钟表装置与有机体之间的关系 .....	89
后记:决定论与自由意志 .....	91
译后记 .....	96

# 前 言

20 世纪 50 年代初,我还是一个学数学的年轻学生。那时我读的书并不很多,但我的确读了埃尔温·薛定谔(Erwin Schrödinger)的一些著作,至少是读完了这本书。我一直觉得他的著作很能激发兴趣,其发现令人振奋,使我们对生活于其中的这个神秘世界有了某种全新的认识。在他的著作中,短篇经典《生命是什么?》无疑最具有这种品质。如今我意识到,这本书必定属于 20 世纪最有影响的科学著作之列。它是一位物理学家的有力尝试,试图理解真正的生命奥秘,他的深刻洞见已经在很大程度上改变了我们对世界组成的理解。这本书的交叉科学范围之广在当时是罕见的,但它的写作亲切、轻松而又谦逊,使得非专业人士和有志于成为科学家的年轻人也可以读懂。事实上,在生物学领域做出过重要贡献的许多科学家,比如霍尔丹(J. B. S. Haldane)和克里克(Francis Crick),都承认受到过这位极为原创和思想深刻的物理学家在书中提出的诸多观念的影响,尽管他们并不总是完全同意这些观念。

就像对人类思维产生过重大影响的许多著作一样,本书也提出了一些一旦理解、其真理性就几乎显得自明的观点;但这些观点仍然被许多本应有更深认识的人所忽视。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”这样的说法吗？这表明，薛定谔的《生命是什么？》今天仍然与我们有关。它的确值得一读再读！

罗杰·彭罗斯(Roger Penrose)

1991年8月9日

# 序 言

1

人们通常认为，科学家对某些学科拥有全面而深入的一手知识，因此他不会就他并不精通的论题去著书立说。这就是所谓的位高则任重(*noblesse oblige*)。可是，为了目前这本书的写作，如果我有什麼高位的话，我恳请放弃它，从而免去随之而来的重任。我的理由如下：

我们从祖先那里继承了对于统一的、无所不包的知识的强烈渴望。被赋予最高学府的名称[即 *university*]<sup>①</sup>使我们想到，从古至今数千年，只有普遍性才是最受称赞的方面。然而近一百多年来，知识的各种分支在广度和深度上的扩展却使我们面临一种奇特的困境。我们清楚地感觉到，要把所有已知的东西融合成一个整体，我们现在才刚刚开始获得可靠的材料；但另一方面，一个人要想充分掌握比一个狭小的专门领域更多的知识，已经变得几乎不可能了。

要想摆脱这种困境(以免永远无法实现我们真正的目标)，我认为唯一的出路是：我们当中某些人敢于对这些事实和理论进行综合，即使只有不完备的二手知识——并且冒着干出傻事的危险。

---

① *university*，来自拉丁语 *universitas*，字面意思是“普遍的”。——译者

我的辩解就到这里。

语言的障碍是不容忽视的。一个人的母语就像一件合身的衣服，如果手头没有而不得不另找一件来代替，他不可能感到很舒服。我要感谢英克斯特(Inkster)博士(都柏林三一学院)、帕德里克·布朗(Padraig Browne)博士(梅努斯圣帕特里克学院)以及罗伯茨(S. C. Roberts)先生。他们费了很大气力使这件新衣服适合我的身材，而我有时不愿放弃自己“独创”的式样，以致给他们增添了更大的麻烦。倘若经过我这些朋友的努力，书中仍然留有一些“独创”样式的痕迹，那么责任在我而不在他们。

许多节的标题本来是想作为页边摘要的，每一章的正文应当连贯地读下去。

E. 薛定谔  
都柏林  
1944年9月

自由的人绝少思虑到死；他的智慧不是对死的默念，而是对生的沉思。

——斯宾诺莎：《伦理学》，第四部分，命题 67

# 第一章 经典物理学家对 这一主题的探讨

3

我思故我在。

——笛卡儿

## 1. 研究的一般性质和目的

这本小书源于一位理论物理学家为大约 400 名听众所做的一次公众讲演。虽然我们从一开始就提醒说这个主题很难懂，而且即使几乎没有使用物理学家最让人畏惧的数学演绎这个武器，讲演也不可能很通俗，但听众基本上没有减少。之所以如此，并不是因为这个主题简单得不用数学就可以解释清楚，而是因为问题过于复杂，以致不能完全用数学来处理。讲演至少听起来还比较通俗，这是因为讲演者试图把盘桓于生物学和物理学之间的基本观念向生物学家讲清楚。

实际上，尽管涉及的论题多种多样，但整本书只是要表达一种想法——对一个重大问题的一点评论。为了不迷失方向，我们不妨先把计划很简要地概述一下。

这个讨论得很多的重大问题是：



在一个生命有机体的空间界限内发生的时空中的事件，如何用物理学和化学来解释？

4 这本小书力图阐述和确立的初步回答可以概括如下：

当前的物理学和化学显然无法解释这些事件，但我们并不能因此而怀疑这些事件可以用物理学和化学来解释。

## 2. 统计物理学。结构上的根本差别

如果它只是为了激起未来获得成功的希望，那么这样说也未免太平凡了。它有着更为积极的意义，那就是，迄今为止物理学和化学的这种无能为力已经得到了充分说明。

今天，由于生物学家、主要是遗传学家在最近三四十年里所做的创造性工作，我们对有机体的实际物质结构及其机能已经了解很多，这些知识足以说明并且是精确地说明，当前的物理学和化学为什么还不能解释生命有机体内部在时空中发生的事件。

一个有机体最具活性部分的原子的排列以及这些排列的相互作用，与迄今为止被物理学家和化学家当作实验和理论研究对象的所有那些原子排列都有根本的差别。然而，除了深信物理学和化学定律完全是统计学定律的那些物理学家之外，别人也许会认为我方所说的那种根本差别是无足轻重的。<sup>①</sup>这是因为，认为生命有机体活性部分的结构迥异于物理学家和化学家在实验室或书桌旁用

---

<sup>①</sup> 这种说法可能显得有些过于笼统。对它的讨论要到本书的第 67 和 68 节。