



科普

名家

经典

# 生命是什么

物理学家对生命的理解和思索

(奥) 埃尔温·薛定谔 / 著  
仇万煜 左兰芬 / 译

20世纪伟大的科学经典之一

What is life? the physical aspect of the living cell

物理学会推荐100本最佳中文物理科普图书

发现DNA结构并导致分子生物学诞生的关键著作

薛定谔以一种令人放松和愉悦的文笔引领读者探索生命这一令人望而生畏的主题，内容深刻而有趣，极具启发性。于希望了解生命起源理论的读者来说，本书无疑是最好的选择之一。

 海南出版社  
HAINAN PUBLISHING HOUSE

# 生命是什么

物理学家对生命的理解和思索

(奥) 埃尔温·薛定谔 / 著

仇万煜 左兰芬 / 译



---

## What is life ?

By Erwin Schrödinger

本书译稿由台北猫头鹰出版社授权

### 版权所有 不得翻印

图书在版编目 ( CIP ) 数据

生命是什么 / ( 奥 ) 埃尔温·薛定谔

( Erwin Schrödinger ) 著 ; 仇万煜 , 左兰芬译 . -- 海口 :

海南出版社 , 2017.1

书名原文 : What is life ?

ISBN 978-7-5443-6964-0

I . ①生… II . ①埃… ②仇… ③左… III . ①生命科

学 - 研究 IV . ① Q1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 296858 号

---

## 生命是什么

---

作 者 : ( 奥 ) 埃尔温·薛定谔 ( Erwin Schrödinger )

译 者 : 仇万煜 左兰芬

监 制 : 冉子健

策划编辑 : 李继勇

责任编辑 : 孙 芳

装帧设计 : 陆 快

责任印制 : 杨 程

印刷装订 : 北京盛彩捷印刷有限公司

读者服务 : 蔡爱霞

海南出版社 出版发行

地址 : 海口市金盘开发区建设三横路 2 号

邮编 : 570216

电话 : 0898-66830929

E-mail : hnbook@263.net

经销 : 全国新华书店经销

出版日期 : 2017 年 1 月第 1 版 2017 年 1 月第 1 次印刷

开 本 : 787mm × 1092mm 1/16

印 张 : 12.75

字 数 : 164 千

书 号 : ISBN 978-7-5443-6964-0

定 价 : 32.00 元

---

【版权所有 请勿翻印、转载, 违者必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

# 目录

## 第一部分 生命是什么

英文版序 一本值得反复阅读的书 / 003

自序 干点蠢事 / 005

### 第一章 经典物理学家对生命问题的探索 // 007

一 研究的一般性质和目的 / 007

二 统计物理学 结构上的根本差别 / 008

三 质朴的物理学家对生命问题的探讨 / 009

四 原子为什么这么小? / 010

五 有机体的活动需要精确的物理学定律 / 012

六 物理学定律以原子统计学为依据, 因此只是近似的 / 013

七 物理学和化学定律的精确性以大量原子参与为基础, 例一:  
顺磁性 / 014

八 例二: 布朗运动, 扩散 / 017

九 例三: 测量精确性的极限 / 019

十  $\sqrt{n}$  定律 / 020

### 第二章 遗传机制 // 023

一 经典物理学家那绝非无关紧要的设想是错误的 / 023

二 遗传密码正本 (染色体) / 024

- 三 身体经由细胞分裂（有丝分裂）生长 / 026
- 四 在有丝分裂中，每个染色体都有复制作用 / 027
- 五 减数分裂和受精（配子配合） / 027
- 六 单倍体个体 / 028
- 七 减数分裂中引人注意的关系 / 030
- 八 交换：性状定位 / 031
- 九 基因的最大体积 / 033
- 十 微小的数量 / 034
- 十一 稳定性 / 035

### 第三章 突变 // 037

- 一 “跃迁”式的突变——天择作用的基础 / 037
- 二 突变可以繁殖纯种，也就是说，突变完全可以遗传 / 039
- 三 定位。隐性和显性 / 040
- 四 介绍一些术语 / 042
- 五 近亲繁殖的恶果 / 043
- 六 综合评论和历史的评论 / 045
- 七 突变是罕见事件的必要因素 / 046
- 八 X射线诱发的突变 / 046
- 九 第一法则：突变是单独事件 / 047
- 十 第二法则：事件的局限性 / 048

### 第四章 量子力学的论据 // 051

- 一 经典物理学无法说明基因的稳定性 / 051
- 二 量子论可以说明基因的稳定性 / 052
- 三 量子论——不连续状态——量子跃迁 / 053
- 四 分子 / 054
- 五 分子的稳定性取决于温度 / 055

六 数学的介入 / 056

七 第一点修正 / 057

八 第二点修正 / 058

## 第五章 对德布吕克模型的探讨检验 // 061

一 对遗传物质的整体构想 / 061

二 构想的独特性 / 062

三 某些传统的错误概念 / 063

四 物质不同的“状态” / 064

五 真正重要的差别 / 065

六 非周期性固体 / 066

七 压缩在微型密码中的内容多样性 / 066

八 理论构想与事实比较：稳定度；突变的不连续性 / 067

九 天择基因的稳定性 / 068

十 突变体的稳定性有时是较低的 / 069

十一 温度对不稳定基因的影响不如对稳定基因影响大 / 069

十二 X射线如何引发突变 / 070

十三 X射线的效率并不取决于自发的突变率 / 071

十四 可逆突变 / 071

## 第六章 有序、无序和熵 // 073

一 由德布吕克模型得出值得注意的一般性结论 / 073

二 建立在有序基础上的秩序 / 074

三 生命有机体避免了趋向平衡的衰变状态 / 075

四 有机体靠“负熵”为生 / 076

五 熵是什么？ / 077

六 熵的统计学意义 / 078

七 从环境中汲取“有序”以维持组织 / 079

关于本章的说明 / 079

## 第七章 生命是以物理学定律为基础的吗? // 083

- 一 有机体中可能存在新的定律 / 083
- 二 对生物学状况的评述 / 084
- 三 对物理学状况的综述 / 084
- 四 明显的对比 / 086
- 五 产生有序两种方式 / 087
- 六 新原理并非和物理学不相容 / 088
- 七 时钟的运动 / 089
- 八 钟表装置毕竟属于统计学型 / 090
- 九 能斯特定理 / 091
- 十 摆钟实际上处于零度 / 091
- 十一 钟表装置和有机体的关系 / 092

## 后记 决定论和自由意志 // 093

关于后记的说明 / 097

## 第二部分 意识和物质

### 第一章 意识的物质基础 // 101

- 一 问题 / 101
- 二 一个尝试性的答案 / 103
- 三 伦理学 / 107

### 第二章 知性的未来 // 111

- 一 生物发展是否已经到顶? / 111

二 达尔文主义明显的悲观情绪 / 113

三 行为影响选择 / 115

四 虚构的拉马克主义 / 118

五 遗传决定习性和技能 / 120

六 智力进化的危机 / 122

第三章 客观化原则 // 125

第四章 算术上自相矛盾的论点：心灵的单一性 // 137

第五章 科学与宗教 // 151

第六章 感知的奥秘 // 165

最后让我来做个总结 / 174

自传 // 177



/ 第一部分 /

---

生命是什么

---

自由民很少思虑死亡；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，命题六十七

---



英文版序

## 一本值得反复阅读的书

20世纪50年代初期，我还是个攻读数学的年轻学生，当时我读的书不多，但还是读了一些薛定谔的著作。我发现他的著作总能引人入胜，其发现令人振奋，并且能使我们对生活在其中的神秘世界，获得某种全新的了解。在他的著作中，又以短篇经典著作《生命是什么》最具这种魔力。我相信这本著作一定会成为20世纪最有影响的科学著作之一，因为它是一位物理学家的有力尝试，试图阐明生命奥秘的某些真谛；他本人深刻的洞察力，更是改变了我们对世界形成的认知。

这本书所涉及各门学科的广度，在当时是罕见的。同时，全书文风朴实、深浅适度、亲切易读，所以对非专业人员和渴望成为科学家的青年来说，本书是不难理解的。事实上，很多对生物学已经做出极其重要贡献的科学家，例如霍尔丹、克里克<sup>①</sup>都承认，这位具有高度创新精神和深邃思想的物理学家在本书中提出的各种观点，对他们都产生过强烈的影响（虽然他们未必完全赞同他的观点）。

像许多对人类思想产生过巨大影响的著作一样，本书提出的观点一

---

<sup>①</sup> 霍尔丹(J. B. S. Haldane)，英国遗传学家、生物学家，在酵素研究及染色体研究方面有卓越贡献。曾加入共产党，20世纪50年代因反对苏联力捧利森科(T. Lysenko)而脱离共产党，移民印度。至去世前都在指导印度的遗传及生化研究。克里克(Francis Crick)，1962年诺贝尔生理医学奖得主，与华生共同发现DNA的双螺旋结构——编注。

旦为人们所掌握，就可以衍生出一系列不证自明的原理；可是令人感到不安的是，很多本该明白事理的人，却对这些观点茫然无知。我们不是仍然常常听“量子效应和生物学研究几乎没有关系”或者“人吃饭就是为了获取能量”诸如此类的议论吗？这就是薛定谔的《生命是什么》一书，直到今天仍然对我们具有重要意义的原因。这本书绝对值得你反复阅读。

彭罗斯 ( Roger Penrose )

1991年8月8日



自序

## 千点蠢事

科学家常被认为应该对自己的研究领域具有渊博的第一手知识，所以不会对自己并不精通的论题著书立说，而且会以位高则任重的心情，来看待著书立说这件事。但是为了写这本书，如果我享有什么高位的话，请允许我舍弃它，并免除我随之而应承担的重任。我的理由如下：

祖先们对于包罗万象、融为一体的知识有强烈的渴望，而我们也继承了他们这种渴望。大学(University)，这个最高学府的名称使我们想起，自古迄今，这么多世纪以来，普遍性(Universal aspect)已经成为得到充分信任的唯一特性。可是，最近一百多年来，各种学科的分支在广度和深度上的发展，却使我们面临异常的困境。我们清楚地感觉到，要将人类已经掌握的各种知识的总和融为一体，现在才刚刚开始获得一些可靠的数据，可是另一方面，仅凭个人的才智要充分掌握其中很小一部分专业以外的知识，又几乎是不可能的。

我认为，我们当中应该有一些人要大胆地对事实和理论进行综合(以免永远达不到真正的目的)，即使其中某些知识是间接的和不完全的，而且还要甘冒因干蠢事而出丑的危险，除此之外，别无他法可以摆脱目前无法将各种知识融为一体的困境。

以上就是我的拙见。

语言方面的困难也不容忽视。一个人的母语好比是一件十分合身的外衣，如果不能直接使用母语，而非得改用另一种语言，他绝不会感到很舒服的。我应该感谢因克斯特博士（都柏林三一学院）、巴德赖格·布朗博士（梅努斯圣帕特里克学院），最后，但并非最不重要的，我还要感谢 S.C. 罗伯茨先生。他们为了让我穿上合身的新衣，花费了很多心血；由于我有时不大情愿放弃自己“新颖”的式样，甚至给他们增添了更多的麻烦。如果由于朋友们有意的宽容，为我残留某些不太妥当的“新颖”式样，这该归咎于我自己，与朋友们无关。

很多节的标题原先是想作为页边内容提要的，而各章正文内容则应该连贯起来阅读。

薛定谔

1944年9月于都柏林



## 第一章

# 经典物理学家对生命问题的探索

“我思故我在。”

—— 笛卡儿

### 一 研究的一般性质和目的

这本小册子起源于一位物理学家向大约 400 名听众公开发表的一系列演讲。虽然主讲人一开始就提醒听众，演讲的主题是一个难题，即使这位物理学家几乎没有运用数学演绎法这个最令人畏惧的武器，演讲也不算通俗易懂，但是听众人数却没有减少。其中的缘由并不是因为这个主题十分简单，可以不用数学来说明，而是这个主题过于复杂，就算用数学也难以完全理解。演讲看来还是比较通俗，主讲人力图向物理学家和生物学家说明那些处于生物学和物理学边缘的基本概念。

尽管演讲内容涉及的论题各式各样，但是，整个本书却只想表达一个想法，那就是对一个重大的问题发表一点无足轻重的议论。为了不迷失方向，先简要地概括一下计划的要点，这也许是有益的。

需要详细论述的重大问题是：

怎样用物理学和化学来解释，一个生命有机体内，在空间和时间中

发生的事件？

这本小册子力求说明并确定的初步答案可以归纳如下：

目前的物理学和化学显然无法解释上述事件，但是，这绝不能成为怀疑物理学和化学最终能够加以解释的理由。

## 二 统计物理学 结构上的根本差别

如果上述看法仅仅在于激发起人们的希望，将来能够完成过去不能完成的工作，那么，这种看法就会变得无足轻重。可是，这种看法其实更希望能充分说明到目前为止，物理学和化学仍不能对上述问题加以说明的原因。

由于生物学家，尤其是遗传学家最近三四十年以来的创造性工作，让人们对于有机体的物质结构及其功能有了足够的了解，已经可以阐述并精确说明，当今物理学和化学为什么仍然不可能说明生命有机体内空间和时间中所发生的事件。

有机体内最主要的部分的原子排列及其相互作用，从根本上来说，不同于物理学家和化学家迄今仍然当作实验和理论研究对象的各种原子排列。我刚才所说的根本不同，除了笃信物理学和化学定律始终和统计学分不开的物理学家以外，谁都可能认为这种差异是微不足道的<sup>①</sup>。这是因为，相信生命有机体的活性部分的结构完全不同于物理学家和化学家在实验室里操作，或在书桌旁思考所处理的任何一种物质结构，这种看法和统计力学的观点有关系<sup>②</sup>。物理学家和化学家运用统计学发现的定律

---

① 这个论点看来可能过于笼统，详细论述必须到本书末尾第七章第七至八节才能探讨。

② 道南(F. G. Donnan)有两篇富于启发性的论文强调了这一点，见《物理化学能够适当地描述生物学的现象吗？》，《科学》(Scientia)，第24卷，第78期，第10页(1918年)；《生命的奥秘》，《史密森学会》(Smithsonian) 1929年年报，第309页。



和规则，恰巧可以直接用于各种系统的变化过程，如果这些系统不能显示作为这些规律的规则所依据的结构，那就几乎让人不可思议了。

不能期望非物理学家能理解我刚才使用那么抽象的字眼叙述“统计力学结构”的差异，更不要说鉴别这些差异之间的关系。为了使叙述能够有声有色，我提前说一说以后还要详细说明的内容：活细胞最重要的部分，可以恰当地称之为非周期性晶体的染色体纤丝。在物理学方面，我们迄今仅仅研究了周期性晶体。对于不太高明的物理学家来说，周期性晶体已经是十分有趣而复杂的东西，它们构成了最有魅力、最复杂的物质结构，无生命的自然界的结构在这方面常使物理学家大伤脑筋。但是，跟非周期性晶体比起来，它们显得简单而乏味。两种晶体结构的差异，就像是普通的壁纸和拉斐尔(Raphael)挂毯之间的区别。前者只是周而复始地重复出现单一的花纹，而后者却没有单调重复的痕迹，展现由杰出大师描绘出来的精巧、协调、富有意义的图案，一幅杰出的刺绣珍品。

我将周期性晶体称作他研究的最复杂的对象之一时，我指的就是物理学家。可是，有机化学家在研究越来越复杂的分子时，他们确实已经十分接近非周期性晶体了。我认为，非周期性晶体就是生命的物质载体。因此，有机化学家已经对生命问题的研究做出了重大贡献，而物理学家则几乎毫无建树，这也就不足为奇了。

### 三 质朴的物理学家对生命问题的探讨

在十分简要地说明了我们研究工作的基本观点，或者更确切地说，说明研究的最终目的以后，让我来叙述一下研究的途径。

首先，我打算阐述一下“一个质朴的物理学家关于有机体的观点”：