

青少年AI学习之路：从思维到创造

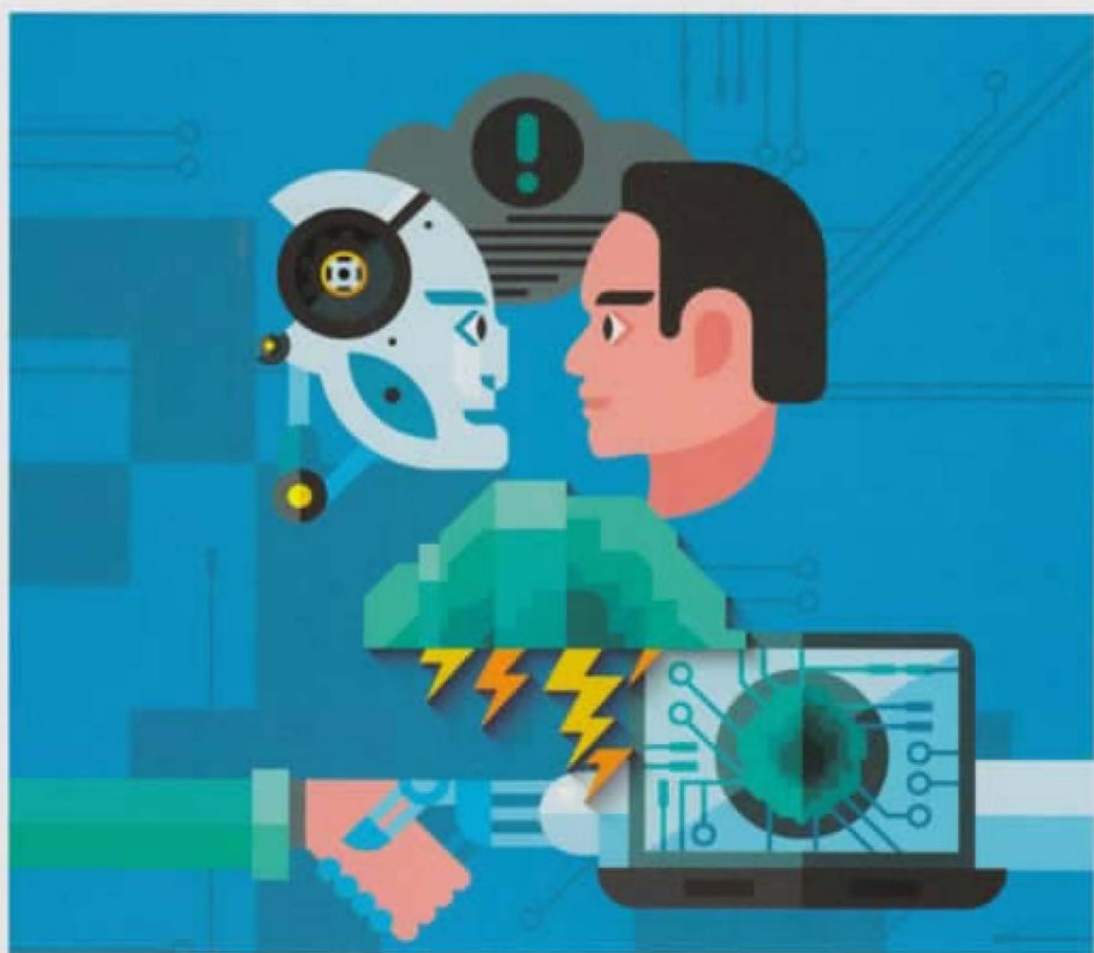
1

丛书主编：俞勇

# 从人脑到人工智能

带你探索AI的过去和未来

编著：龙婷 张伟楠



上海科技教育出版社



AI

青少年AI学习之路——从思维到创造

# 从人脑到 人工智能

——带你探索AI的过去和未来



上海科技教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

从人脑到人工智能：带你探索 AI 的过去和未来 / 俞  
勇主编. —上海：上海科技教育出版社，2019.9

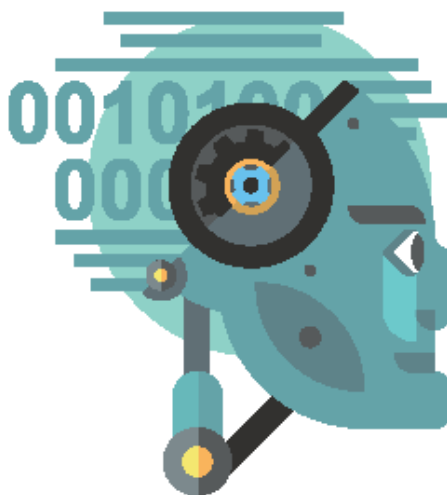
(青少年 AI 学习之路. 从思维到创造)

ISBN 978-7-5428-7091-9

I. ①从… II. ①俞… III. ①人工智能—青少年读物  
IV. ①TP18-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 170151 号


责任编辑 范本恺  
装帧设计 杨 静



青少年 AI 学习之路：从思维到创造  
从人脑到人工智能——带你探索 AI 的过去和未来  
丛书主编 俞 勇

出版发行 上海科技教育出版社有限公司  
(上海市柳州路 218 号 邮政编码 200235)

网 址 www.sste.com www.ewen.co  
经 销 各地新华书店  
印 刷 上海昌鑫龙印务有限公司  
开 本 889×1194 1/16  
印 张 10.75  
版 次 2019 年 9 月第 1 版  
印 次 2019 年 9 月第 1 次印刷  
书 号 ISBN 978-7-5428-7091-9/G·4133  
定 价 88.00 元



# 总序

清晰记得，2018年1月21日上午，我突然看到手机里有这样一则消息“【教育部出大招】人工智能进入全国高中新课标”，我预感到我可以为此做点事情。这种预感很强烈，它也许是我这辈子最后想做、也是可以做的一件事，我不想错过。

从我1986年华东师范大学计算机科学系硕士毕业来到上海交通大学从教，至今已有33年。其间做了三件引以自豪的事，一是率领上海交通大学ACM队参加ACM国际大学生程序设计竞赛，分别于2002年、2005年及2010年三次获得世界冠军，创造并保持了亚洲纪录；二是2002年创办了旨在培养计算机科学家及行业领袖的上海交通大学ACM班，成为中国首个计算机特班，从此揭开了中国高校计算机拔尖人才培养的序幕；三是1996年创建了上海交通大学APEX数据与知识管理实验室（简称APEX实验室），该实验室2018年度有幸跻身全球人工智能“在4个领域出现的高引学者”世界5强（AMiner每两年评选一次全球人工智能“最有影响力的学者奖”）。出自上海交通大学的ACM队、ACM班和APEX实验室的杰出校友有：依图科技联合创始人林晨曦、第四范式创始人戴文渊、流利说联合创始人胡哲人、字节跳动AI实验室总监李磊、触宝科技联合创始人任腾、饿了么执行董事罗宇龙、森亿智能创始人张少典、亚马逊首席科学家李沐、天壤科技创始人薛贵荣、宾州州立大学终身教授黎珍辉、加州大学尔湾分校助理教授赵爽、明尼苏达大学双子城分校助理教授钱风、哈佛大学医学院助理教授李博、新加坡南洋理工大学助理教授李翼、伊利诺伊大学芝加哥分校助理教授孙晓锐和程宇、卡耐基梅隆大学助理教授陈天奇、乔治亚理工学院助理教授杨笛一、加州大学圣地亚哥分校助理教授商静波等。

我想做的第四件事是创办一所民办学校，这是我的终极梦想。几十年的从教经历，使得从教对我来说已不只是一份职业，而是一种习惯，一种生活方式。当前，人工智能再度兴起，国务院也发布了《新一代人



工智能发展规划》，且中国已将人工智能上升为国家战略。于是，我创建了伯禹教育，专注人工智能教育，希望把我多年所积累的教育教学资源分享给社会，惠及更多需要的人群。正如上海交通大学党委书记姜斯宪教授所说，“你的工作将对社会产生积极的影响，同时也是为上海交通大学承担一份社会责任”。也如上海交通大学校长林忠钦院士所说，“你要做的工作是学校工作的延伸”。我属于上海交通大学，我也属于社会。

2018年暑假，我们制订了“青少年AI实践项目”的实施计划。在设计实践项目过程中，我们遵循青少年“在玩中学习，在玩中成长”的理念，让青少年从体验中感受学习的快乐，激发其学习热情。经过近半年的开发与完善，我们完成了数字识别、图像风格迁移、文本生成、角斗士桌游及智能交通灯等实践项目的设计，取得了非常不错的效果，并编写了项目所涉及的原理、步骤及说明，准备将其编成一本实践手册给青少年使用。但是，作为人工智能的入门读物，光是一本实践手册远远满足不了读者的需要，于是本套丛书便应运而生。

本套丛书起名“青少年AI学习之路：从思维到创造”，共有四个分册。

第一册《从人脑到人工智能：带你探索AI的过去和未来》，从人脑讲起，利用大量生动活泼的案例介绍了AI的基本思维方式和基础技术，讲解了AI的起源、发展历史及对未来世界的影响。

第二册《人工智能应用：炫酷的AI让你脑洞大开》，从人们的衣食住行出发，借助生活中的各种AI应用场景讲解了数十个AI落地应用实例。

第三册《人工智能技术入门：让你也看懂的AI“内幕”》，从搜索、推理、学习等AI基础概念出发解析AI技术，帮助读者从模型和算法层面理解AI原理。

第四册《人工智能实践：动手做你自己的AI》，从玩AI出发，引导



读者从零开始动手搭建自己的AI项目，通过实践深入理解AI算法，体验解剖、改造和创造AI的乐趣。

本套丛书的特点：

■ 根据青少年的认知能力及认知发展规律，以趣味性的语言、互动性的体验、形象化的解释、故事化的表述，深入浅出地介绍了人工智能的历史发展、基础概念和基本算法，使青少年读者易学易用。

■ 通过问题来驱动思维训练，引导青少年读者学会主动思考，培养其创新意识。因为就青少年读者来说，学到AI的思维方式比获得AI的知识更重要。

■ 用科幻小说或电影作背景，并引用生活中的人工智能应用场景来诠释技术，让青少年读者不再感到AI技术神秘难懂。

■ 以丛书方式呈现人工智能的由来、应用、技术及实践，方便学校根据不同的需要组合课程，如科普性的通识课程、科技性的创新课程、实践性的体验课程等。

2019年1月15日，我们召集成立了丛书编写组；1月24日，讨论了丛书目录、人员分工和时间安排，开始分头收集相关资料；3月6日，完成了丛书1/3的文字编写工作；4月10日，完成了丛书2/3的文字编写工作；5月29日，完成了丛书的全部文字编写工作；6月1日—7月5日，进行3—4轮次交叉审阅及修改；7月6日，向出版社提交了丛书的终稿。在不到6个月的时间里，我们完成了整套丛书共4个分册的编写工作，合计100万字。

在此，特别感谢张伟楠博士，他在本套丛书编写过程中给予了很多专业指导，做出了重要的贡献。

感谢我的博士生龙婷、任侃、沈键和张惠楚，他们分别负责了4个分册的组织与编写工作。

感谢我的学生吴昕、戴心仪、周铭、粟锐、杨正宇、刘云飞、卢冠松、宋宇轩、茹栋宇、吴宪泽、钱利华、周思锦、秦佳锐、洪伟峻、陈



铭城、朱耀明、杨阳、陈力恒、秋闻达、苏起冬、徐逸凡、侯博涵、蔡亚星、赵寒焯、任云玮、钱苏澄及潘哲逸等，他们参与了编写工作，并在如此短的时间内，利用业余时间进行编写，表现了高度的专业素质及责任感。

感谢王思捷、冯思远全力以赴地开发了实验平台。

感谢陈子薇为本套丛书绘制卡通插图。

感谢所有支持编写的APEX实验室成员及给予帮助的所有人。

感谢所引用图书、论文的编者及作者。

同时，还要感谢上海科技教育出版社对本丛书给予的高度认可与重视，并为使丛书能够尽早与读者见面所给予的鼎力支持与帮助。

本套丛书的编写，由于时间仓促，其中难免出现一些小“bug”（错误），如有不当之处，恳请读者批评指正，以便再版时修改完善。

过去未去，未来已来。在互联网时代尚未结束，人工智能时代已悄然走进我们生活的当前，应该如何学习、如何应对、如何创造，是摆在青少年面前需要不断思考与探索的问题。希望本套丛书不仅能让青少年读者学到AI的知识，更能让青少年读者学到AI的思维。

愿我的梦想点燃更多人的梦想！

俞 勇

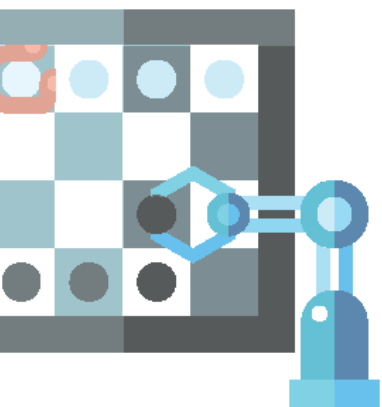
2019年8月8日于上海

# 目录

AI



前言	1
<b>第1部分 人类智能与机器智能</b>	
第一章 人脑的起源	6
第二章 人机智能的基础部件	14
第三章 人机智能的产生过程	23
<b>第2部分 人工智能的起源与发展</b>	
第四章 达特茅斯会议之前	30
第五章 达特茅斯会议	39
第六章 推理期	46
第七章 第一次AI之冬	55
第八章 知识期	58
第九章 第二次AI之冬	66
第十章 学习期	70





### 第3部分 专用人工智能

第十一章	专用人工智能概述	78
第十二章	知识的表示、搜索与推理	80
第十三章	机器学习	84
第十四章	机器的不同流派	87
第十五章	深度学习	93
第十六章	深度强化学习	96
第十七章	元学习	101

### 第4部分 通用人工智能——AGI

第十八章	定义通用人工智能	106
第十九章	AGI的不同形态	114
第二十章	AGI研究历史与现状	119
第二十一章	社会风险与AGI的未来	127

### 第5部分 人工智能与未来

第二十二章	从《西部世界》看强人工智能和意识	134
第二十三章	未来的生命	138
第二十四章	未来的社会	142
第二十五章	未来的宇宙	148

结语		154
附录一	“思考与实践”参考解答	156
附录二	参考文献	158



# 前言

人类智能改变生活的过程经历了一个漫长的时期：约20万年前，智人出现在地球上；约7万年前，人类学会用语言来表达自己的想法；约1万年前，人类通过农耕畜牧开始在地球上的某个地方定居；约250年前，人类才进入机械化时代。

而另一方面机器被加入了人工智能的这个核心之后，却不断地刷新着人类对于机器的认识：1997年IBM“深蓝”战胜了国际象棋冠军卡斯帕罗夫；2012年深度学习算法准确识别出猫科动物的照片；2016年AlphaGo战胜世界围棋冠军李世石；2019年AlphaStar在《星际争霸2》中击败了两位人类职业玩家。

相比于人类改变世界的速度，人工智能改变机器的智能进度确实异常惊人。但若追本溯源，现在的机器智能说到底还只是人类的智能，因为没有人类为机器“量身打造”的核心——人工智能的话，机器也不可能在这两年引起如此之大的关注度。

尽管计算机科学界做了许许多多关于人工智能的研究来让人们的生活更方便，但这些研究大多数都在让机器去模仿人类的一种技能，比如说对话，比如说识别看到的小动物。我们知道模仿人类的机器的每一个机制背后的原理，我们也知道这些技术是怎么一步一步从无到有，从简单到复杂的。但大多数人不会去问，我们让机器去模仿的智慧的载体——大脑的神经细胞是怎么来的，尽管在计算机领域深度学习的灵感就来源于人脑中的神经连接。所以，在本书中我们想从大脑神经细胞开始讲述人工智能。

但是我们都没有神经学、生物学的背景，加上神经学中有很多未解之谜还有待科学的不断研究，所以从人脑的起源开始讲人工智能这一思路遇到了不小的挑战。另一方面，人工智能的技术依赖于一些青少年接触较少的知识，比如说高等数学、算法等。如何把人工智能技术通俗易懂地讲给青少年听，也是我们在编写本书时遇到的一大难题。但这些难题经过我们的不断查阅资料，不断讨论，最终都设法解决了。



在定稿之前，我们原本还为读者准备了非常丰富的内容，包括很多有趣的故事、案例，但因为篇幅有限，我们只能忍痛割爱地对一些内容进行删减。不过请放心，我们在精简的过程中为读者保留了原始稿件中最有意思的部分。

## 从本书中可以读到

---

在这本书中你将读到以下内容：人类智能是从何而来？人类用人工智能技术创建的机器智能到底是对人类智能从内到外的复制，还是人类巧夺天工另辟蹊径的成果？人类又是如何发明机器智能的核心——人工智能的？人工智能凭借什么样的原理能够给机器带来如此重大的进步？比我们平时接触较多的人工智能更厉害的通用人工智能是什么模样？人工智能助力下的未来可能是什么样子？

我们分五个部分对上面的问题进行详细阐述。

第一部分我们将尝试解读人类智能的核心——人脑，从前人的设想和理论中去寻找“人脑的神经细胞是怎么从无到有，从简单到复杂”的答案。接着我们将一起来看看人脑与人工智能驱动下的机器“脑”的联系和差异，人脑和机器又是怎么在双方的“脑”的基础上产生智能的。

人工智能的关键就是机器“脑”执行了人工智能技术的相关指令。人工智能技术又是如何而来的呢？在第二部分中我们将介绍人工智能从无到有，几经寒冬几经繁荣的曲折发展历程。

本书的第三部分介绍的是专用人工智能。专用人工智能只能完成一个特定的工作，比如说AlphaGo只会下棋，手机上的购物APP只会给你推荐商品。为了让机器能完成某个方面的工作目标，人们曾提出过很多种解决方案，我们将对每种方案做详细的介绍。

第四部分介绍的是人工智能技术未来的发展方向——通用人工智能。通用人工智能期望机器在完成任务的时候，至少具有和人类一样强



的能力，比如说人们希望同一个机器不但棋要比人类下得好，还能帮你分类并倒垃圾。通用人工智能有哪些不同的形态呢？人类在探索通用人工智能的路上都做了哪些尝试呢？通用人工智能的未来在哪儿呢？第四部分将为你一一揭晓。

人工智能正在不断地渗透到人类生活的各个方面。那么未来，在人工智能的影响下，我们的生活、我们所生活的世界和我们所处的宇宙可能是什么形态呢？本书第五部分基于前人的理论基础，对未来做了一些大胆的推测。读完这个部分希望能够让你对未来世界有所畅想。

## 如何使用这本书

---

这本书作为青少年读者的人工智能读物，不要求读者有任何计算机专业知识，因为我们希望这本书能够帮助青少年更好地了解影响世界的人工智能技术，以及人工智能技术对未来的影响。在阅读这本书的过程中，读者可以试着思考一下“思考与实践”栏目中的题目，这样可以锻炼你的思辨能力和想象力。同时，我们希望读者在了解人工智能技术的过程中树立良好的世界观和社会责任感。

## 致谢

---

本书的主要编写人员有7位，俞勇教授策划并确定本书架构、内容组织及审核，张伟楠博士对全书内容进行专业指导及审核，龙婷撰写了第一部分，第五部分的第二十三、二十四章，吴昕撰写了第二部分和第五部分的第二十二、二十五章，戴心仪和周铭分别完成了第三部分和第四部分的内容。书中的卡通插画的设计与绘制由陈子薇完成，感谢沈键在我们完成书稿的过程中给我们提出建议。

# 第 1 部分

## 人类智能与机器智能

2015 年上映的动画电影《Big Hero 6》（中文译名：超能陆战队），讲述了一个精通机器人技术的天才少年小宏（英文名：Hiro）和小伙伴一起击败邪恶，拯救世界的故事。电影里的充气机器人大白，因为其呆萌的形象一时间圈粉无数：卡在窗户上的时候它会想办法放气，充气膜破损的时候它会用胶布粘贴，最有意思的是它看到主角情绪不佳时会想办法安慰主人。它的语气、行为无不展现出它具备与人类相类似的智能。

我们已知的智能可以分成两大类：一类是人类（即碳基生命）所

展现的智能，比如你能讲话，会思考，可以学习一些之前从来不会的技能；另一类是机器展现的智能，比如你问智能手机明天天气怎么样，它会告诉你明天是晴天还是雨天、温度有多高等。

如果追根溯源，不难发现，尽管机器的智能化程度在不断提升，但是其智能的根本来源还是人类的智能。如果没有人类的智慧，机器可能连基本结构都不存在，更谈不上智能了。人类智能的决定因素是人脑，人脑又是如何进化而来的呢？如果人类智能是机器智能的决定因素，那么机器智能是否是人类智能从基础机构到产生过程的复制品？在本书后面的内容里，我们将和你一起来探讨。



《超能陆战队》剧照

# 第一章 人脑的起源

山重水复疑无路，柳暗花明又一村。

——陆游

几乎世界上的每种文化都有一套关于人类起源的说辞，例如，中国古代就有女娲抟土造人的传说。在这个故事背景下，人类的智慧和人脑一样都是出自女娲之手的杰作。然而传说总归只是传说，因为人类是由其他物种进化而来的这一事实，已经是众所周知的常识。那么，作为人类智能基础的人脑，又是怎么进化而来的呢？

## 一、原始细胞的形成

细胞是生命活动的基本单位。构成物种生命活动基础的细胞的出现时间大约是38亿年<sup>1</sup>前，那个时候距离地球诞生已经过了750万年。

在原始细胞诞生之前，地球的景象如同小说的开场白——“天地初开，一切皆为混沌”，地球上不仅有对于生命体极具挑战性的酸碱物质，还有来自太空强烈的宇宙射线，频繁发生的火山、地震等。从宏观角度看，那时的地球一片荒芜；然而从微观的角度看，地球存在着一些诸如氮气、一氧化碳、氢气、硫化氢、水之类的小分子。这些非常不起眼的小分子正是原始生命得以诞生的基础。至今我们依然很难想象，这些小分子可以经过几十亿年后演变成有生命的东西。在强烈宇宙射线、灼热高温等条件的催化作用下，各种小分子可以发生聚合反应形成化学大分子，其中一类大分子就是我们今天所熟知的核酸。

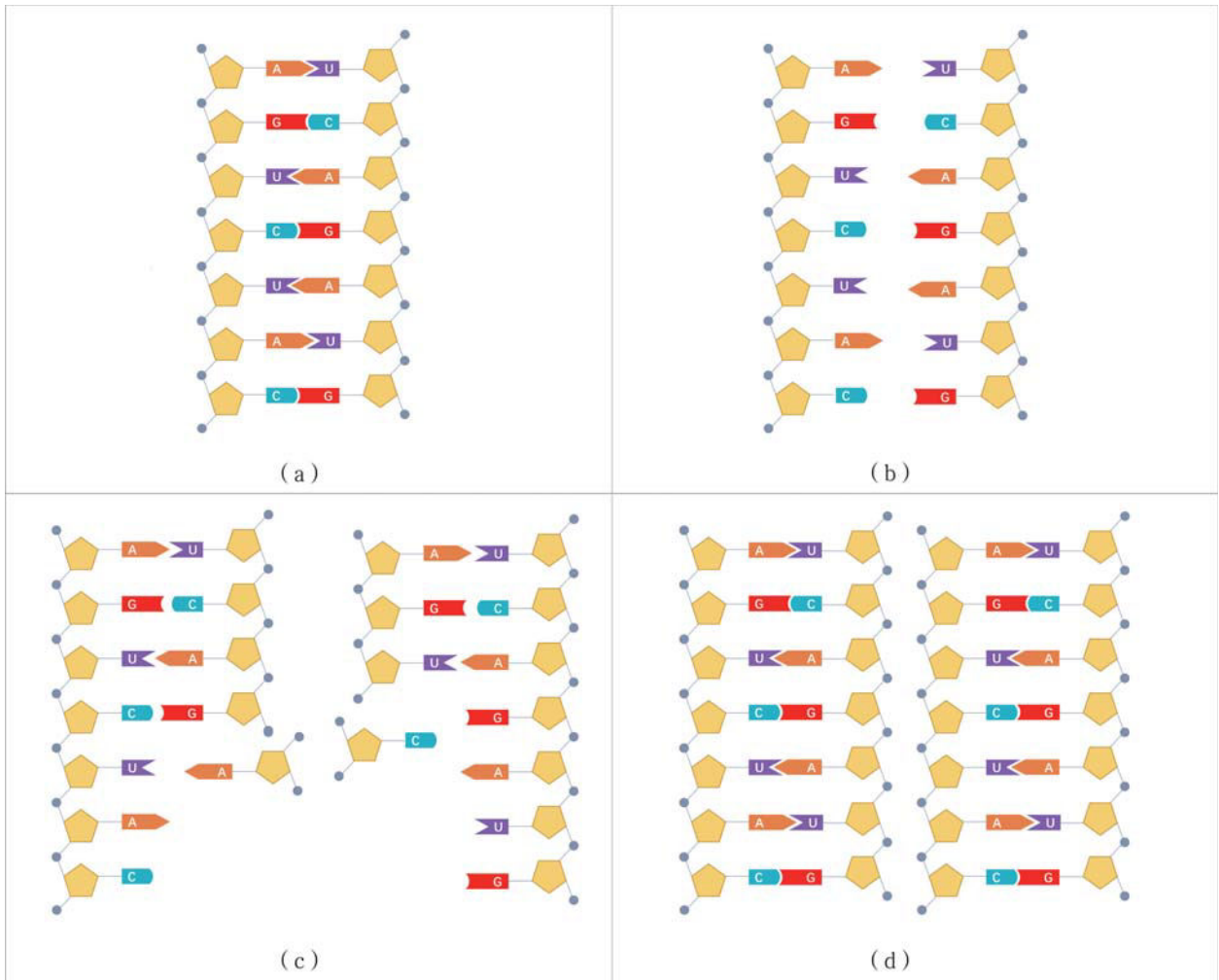
核酸是所有生命体的遗传物质。为什么核酸可以作为生命的火种遗传给下一代呢？我们可以通过核酸的结构来看它的神奇之处。下页上图中（a）是一个双链的核酸，其中核酸上的每种碱基只能与特定的碱基进行配对。比如，图中的碱基A只会与碱基U配对，碱基C只会与碱基G配对。

当图中的核酸需要产生新的遗传物质的时候，需要先把双链解开变成单链，如下页上图中（b）。这个时候单链的核酸就会吸引游离的碱基来与之进行配对，如下页上图中（c）。配对好之后会产生两个与原来一模一样的遗传物质，如下页上图中（d）。

根据谢伯让<sup>2</sup>在《大脑简史》一书中的描述，我们可以把在这样一种情况下诞生的生命体叫作复制子。复制子经过配对，复制，再配对，再复制，一个复制子变成两个复制子，两个复制子变成四个复制子。如果没有意外，复制子的数目将以非常惊人的速度增长。所以可以

1 关于生命诞生的时间，也有说是35亿年前。

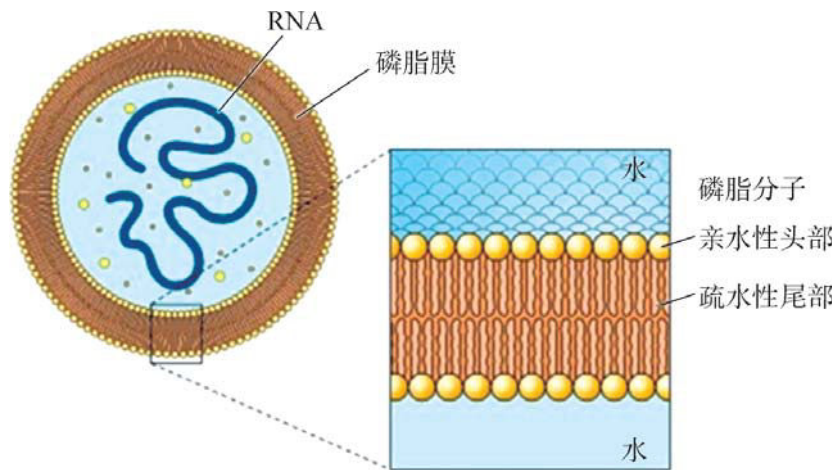
2 谢伯让：达特茅斯学院认知神经科学博士。



核酸分子自复制过程

想象，没过多久，地球就遍布复制子的踪影。

然而，现实情况并不是我们想象的那个样子。很多复制子受到极端环境的影响，都很容易在诞生不久后“死亡”。



磷脂双分子层结构

就在复制子任由极端环境肆虐蹂躏的时候，复制子的“救星”——磷脂双分子出现了。

磷脂双分子（如上页下图）由两层磷脂分子构成，由于磷脂分子是由亲水性磷脂质的头部和疏水性碳氢化合物组成的尾部形成的，所以两层的磷脂分子在水环境中时，疏水性的一端自然而然地靠在了一起。

磷脂双分子的特性是它自身具备极高的稳定性和可流动性。它包裹在复制子外层，即便受到外界张力被迫改变外形也不会轻易地破裂。这就有效地保护复制子不用直接暴露在强烈的宇宙射线下，减缓了高温、高酸碱值等不利因素的伤害。

旧的问题解决了，新的问题又产生了。磷脂双分子虽然为复制子提供了保护的“壁垒”，但是由于这个“壁垒”对于复制子来说过于坚实，就像把复制子放进了一个没有门窗、四面隔绝的房间里。复制子虽然能够在其中保全自身，但如果没有外界的物质进来，要实现繁衍生存还是很难的。

正如我们前面提到的，因为磷脂双分子具有流动性，一些具有通透性的蛋白质分子很容易被镶嵌在磷脂双分子上，这样复制子能通过这类特殊的蛋白质与外界进行有效的物质交换。

当然，这种蛋白质分子对于复制子来说，并不是简单地在磷脂双分子层构成的“壁垒”上“凿”了个洞。相反，这种蛋白质分子的作用像给复制子的房间安装了一扇门。当外界的营养物质需要进入的时候，门会打开，复制子能自由地获取它需要的物质。当有害物质要进入“房间”的时候，房门会紧闭，将之阻挡在外。

有磷脂双分子和可通透的蛋白质膜做屏障，复制子的生存概率得到提高。这种由复制子、磷脂分子和蛋白质组成的物质被叫作原始细胞。

## 二、神经细胞的形成

在进化起源的早期，大多数生命体都以单细胞形式存在于地球的“原始汤锅”里，它们以扩散进细胞内部的营养物质为生。

生命体要在自然环境中生存下来，被动获取营养物质的方式显然随时都有面临“饥饿”的风险。具备自由移动能力的原始生命体，比那些无法动弹的生命体活得更轻松自在。首先当发现某个方向有大量养料时，它们会主动移动到养料充足的地方，可以让更多的养料扩散进入细胞内部，满足生命活动所需，免受“饥肠辘辘”之苦。其次原始生命体的生存环境十分恶劣，稍有不慎就会丧命，能感知周围环境中的威胁并快速逃跑将增大生存的概率。因此，毫无疑问，自然环境必然会把生存的机会留给会移动的生命体。

原始生命体移动需要借助一种叫作鞭毛的蛋白质附属丝状物。有了鞭毛，原始生命体可以在“原始汤锅”中自由自在地生活，不会再过食不果腹的日子。

如果只有鞭毛，就算生命体“知道”某个地方有美食，不惜耗尽精力“赶往现场”的时候，可能已经被“其他人”吃完了。出现这种情况的原因在于原始生命体对于细胞外环境的感知只能依靠分子的扩散来完成，但是分子扩散的速度非常缓慢，低浓度氧气分子在25摄氏