

启真·科学

# 一面多彩的镜子

论生命在宇宙中的地位

[美] 弗里曼·戴森 著 肖明波 杨光松 译

A Many-Colored Glass

Reflections on the Place  
of Life in the Universe

A Many-Colored Glass

**Reflections on the Place  
of Life in the Universe**



一面多彩的镜子  
论生命在宇宙中的地位

[美] 弗里曼·戴森 著 肖明波 杨光松 译

## 图书在版编目(CIP)数据

一面多彩的镜子 / (美) 戴森著; 肖明波, 杨光松译. —杭州: 浙江大学出版社, 2014.9

书名原文: A many-colored glass: reflections on the place of life in the universe

ISBN 978-7-308-13424-8

I. ①—… II. ①戴…②肖…③杨… III. ①自然科学—普及读物 IV. ①N49

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第136366号

## 一面多彩的镜子

[美] 弗里曼·戴森 著 肖明波 杨光松 译

---

策划编辑 周 运

责任编辑 王志毅

装帧设计 罗 洪

出版发行 浙江大学出版社

(杭州天目山路148号 邮政编码310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

制 作 北京百川东汇文化传播有限公司

印 刷 北京天宇万达印刷有限公司

开 本 635mm×965mm 1/16

印 张 14

字 数 150千

版 印 次 2014年9月第1版 2014年9月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-13424-8

定 价 38.00元

---

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部联系方式: (0571) 88925591; <http://zjdxcs.tmall.com>

生命像多彩的玻璃穹顶，  
将永恒的白光染得五彩斑斓。

——雪莱，《阿多尼斯》( Adonais )

# 目 录

前言	1
----	---

## 第 1 章 生物技术的未来

刺猬和狐狸	5
高技术的大众化	10
开源软件	15
新世纪的新生物学	17
绿色技术	20
生物学中的摩尔定律	25
生命的起源	28

## 第 2 章 与比尔·乔伊的一场辩论

受邀上“魔山”	31
比尔·乔伊的演说	34
戴森的反应	39

关于永存的论战	96
反驳	99
结论	102

## 第 6 章 寻找生命

它们身处何方?	104
木卫二上的底坑灯	106
家基底坑灯	111
真空中的生命	117
在太阳系之外	123
光学外星智能搜寻	127

## 第 7 章 人类经验种种

威廉·詹姆斯与约翰·坦普尔顿爵士	132
神经与神学幻想文学	140
神经功能缺损种种	150
参考文献	158
索引	165
附录：弗里曼·戴森： 科学家与作家的一生（林开亮）	175
译后记	209

### 第3章 关于科学与社会的一些异端思想

对异端的需求	48
气候和土地管理	51
海洋和冰河世纪	56
湿润的撒哈拉	58
风水轮流转	61
给一个年轻科学家出的馊主意	63

### 第4章 一个友善的宇宙

秩序与无序	65
相变	67
共生	71
热寂	76
膨胀的宇宙	80
引力的特殊行为	81

### 第5章 生命可以永远延续吗？

冲突的观点	86
我们所说的生命是什么？	89
宇宙学的题外话	94

## 前言

本书是围绕宇宙中的生命这一大主题所作演讲的合集。开篇 ix  
是 2004 年 3 月我在美国弗吉尼亚大学作的三场讲座。它们是为纪念弗吉尼亚州的托马斯·佩奇 (Thomas Page) 和巴伯家族而设立的，被冠名为“佩奇-巴伯”讲座 (Page-Barbour Lectures)。该讲座最初是由托马斯·佩奇的妻子在 1907 年捐资设立的，她出身于巴伯家族。托马斯·佩奇本人是个外交家和作家，此前来举行讲座的人大多是哲学家、历史学家和诗人。在我之前，作过“佩奇-巴伯”讲座的杰出人士包括 T. S. 艾略特 (T. S. Eliot) 和 W. H. 奥登 (W. H. Auden)。我是第一位举行这个讲座的自然科学家。我的“佩奇-巴伯”讲座演讲辞出现在本书的第 2 章、第 4 章和第 6 章，以及第 1 章的部分段落中。

如果只包括这三个“佩奇-巴伯”讲座，印出的书太薄，因此我又添加了在另外一些场合合作的其他讲座。第 3 章和第 1 章的部分内容，选自 2005 年秋发表的弗雷德瑞克·S. 帕迪 (Frederick S. Pardee) 杰出学人讲座，该讲座是由波士顿大学的弗雷德瑞克·S. 帕迪长远未来研究中心 (Center for the Study of the Longer-Range



Future) 主办的。感谢帕迪研究中心允许我将这个讲座收入本书。第 5 章选自我 2001 年 6 月在洛克菲勒大学作的一场讲座。第 7 章 x 选自我 2003 年 11 月在普林斯顿大学神学研究中心的一次演讲。我对这些讲座的演讲辞进行了改编, 以保证将它们集在一起时, 和“佩奇 - 巴伯”讲座的内容不会发生重叠。结果就成了一个文章的合集, 而不是内容连贯的记述。

本书有三大主题。第一个主题是政治性的, 试图理解生物技术对人类和道德会产生怎样的影响。第二个主题是科学性的, 力图在智识上理解生命在宇宙中所处的地位。第三个主题是个人化的, 试图理解生物学在哲学和宗教方面的影响。第 1 至 3 章写的是第一个主题, 第 4 至 6 章写的是第二个主题, 第 7 章写的是第三个主题。我没有企图将自己关于科学和技术不同方面的思考糅合成一种统一的理论。我的思考不限于天文学的范畴, 还切入了生态学, 在最后一章又从神经病学切入了神学。正如雪莱所说, 生命像是多彩的玻璃穹顶, 美就美在它的形形色色。

非常感谢弗吉尼亚大学, 感谢他们在我举行“佩奇 - 巴伯”讲座时给予的热情款待, 也很感谢他们给我机会将这些讲座收入本书。非常感谢支持和鼓励我写作本书所包含的其他演讲稿的那些机构。我要向艾米·洛威尔 (Amy Lowell) 道歉——她于 1912 年出版的第一本诗集就叫《多彩的玻璃穹顶》。我祈求她原谅我取的书名跟她的有部分相重。我们两人独立地借用了雪莱的诗句。

这三个“佩奇 - 巴伯”讲座在举行时用的系列标题是“宇宙中的生命”。各个演讲的标题分别是“友善的宇宙”(第 4 章)、“寻

找生命”（第6章）和“可能的未来”（第1、2章）。

第3章和第1章的部分内容，在2005年11月1日发表为弗雷德里克·S. 帕迪杰出学人讲座《关于科学和社会的一些异端思想》。这是波士顿大学的弗雷德里克·S. 帕迪长远未来研究中心出版的杰 xi 出学人系列讲座（版权归波士顿大学所有，2006年）的一部分。

第5章的一个更技术性的版本，作为《遥远未来的宇宙》（*The Far-Future Universe*）这本书的一章——“生命是数字的还是模拟的？”，由坦普尔顿基金出版社（Templeton Foundation Press）出版于2002年。

第6章的一个更技术性的版本，以论文形式发表在《国际天体生物学杂志2》（*International Journal of Astrobiology* 2）2003年第2期，第103至110页，题为“在不大可能出现的地方寻找生命：行星或许并非寻找生命的最佳地点之理由”。

第7章由神学研究中心发表在其杂志《思索7》（*Reflections* 7）2004年春季号第32至57页上。在本书写成后，我得知奥克塔维娅·巴特勒（Octavia Butler）已于2006年2月24日去世，享年58岁。她倒在自家门前的路上，可能是死于中风。



# 第1章 生物技术的未来

## 刺猬和狐狸

科学家分两类——刺猬和狐狸。我套用了以赛亚·伯林（Isaiah Berlin, 1953）的这一说法，而他又是从古希腊诗人阿基罗库斯（Archilochus）那里借用来的。阿基罗库斯告诉我们，狐狸懂得多种技艺，而刺猬只精通一种。狐狸专广，刺猬专深。狐狸对什么事情都感兴趣，很容易从一个问题转向另一个问题。刺猬只对自己认为重要的几个根本性问题感兴趣，可以连着数年乃至数十年坚持钻研同一组问题。大多数的伟大发现都是由刺猬作出的，而大多数的小发现是由狐狸作出的。科学的健康发展同时需要刺猬和狐狸，刺猬深入挖掘事物的本质，狐狸探索我们这个奇妙宇宙的复杂细节。阿尔伯特·爱因斯坦和埃德温·哈勃（Edwin Hubble）都是刺猬。发明激光的查理·汤斯（Charley Townes），以及在芝加哥大学建造了第一个核反应堆的恩里科·费米（Enrico Fermi）都是狐狸。狐狸常常表现得和刺猬一样具有创造性。激光就是狐狸作出的一个伟大发现。公众受媒体误导，以为伟大的科学家都

是刺猬。在科学史上，有些时候是刺猬的黄金时期，而另外一些时候则是狐狸的黄金时期。20 世纪初就是刺猬的黄金时期。刺猬们——爱因斯坦及其在欧洲的追随者，以及哈勃及其在美国的追随者——进行了深入的挖掘，并发现了物理学和天文学的新基础。到费米和汤斯登场的 20 世纪中叶，基础已经很坚实，可供狐狸们去探索的天地非常宽广。自 20 世纪 20 年代以来，物理学和天文学的大多数进展都是由狐狸完成的。

在 20 世纪科学史上扮演重要角色的另一只狐狸是约翰·冯·诺依曼 (John von Neumann)。冯·诺依曼对几乎所有的事物都感兴趣，并在众多领域作出了重要贡献。在 20 世纪 20 年代，他发现了第一个不存在逻辑矛盾的集合论公理化形式，他的刺猬朋友库尔特·哥德尔 (Kurt Gödel) 得益于这一成就，证明了关于算术中存在不可判定命题的著名定理。哥德尔仍然做他的刺猬，冯·诺依曼仍然做他的狐狸。在解决完集合论问题后，冯·诺依曼又创立了博弈论，发现了量子力学的第一个数学上严格的表述，并研究了人脑和自动机的逻辑架构。五十年前，我在普林斯顿，看着他设计和建造了第一台根据机器指令编码操作的电子计算机。他并没有发明电子计算机。这台名为 ENIAC 的计算机，五年前就已在宾夕法尼亚大学开始运行了。冯·诺依曼发明的是软件，即为计算机带来敏捷性和灵活性的编码指令。正是电子硬件和打卡软件两相结合，才使一台机器具备预测天气、模拟生物种群进化、测试氢弹可行性的能力。

我有幸在 20 世纪 40 至 50 年代，冯·诺依曼的计算机项目开始启动时，来到普林斯顿高等研究院工作。他从世界各地请来充

满活力的年轻人，来开创那些因计算机的出现而成为可能的新科学领域。最大的一组是气象学家，他们启动了气候建模科学。另一组是数学家，他们启动的研究后来被称为计算机科学。另一组是氢弹设计师，他们在上夜班时，秘密地在机器上运行他们带来的代码。还有一个叫尼尔斯·巴里塞利（Nils Barricelli）的生物学家在孤军奋战，运行模拟生物进化的代码。他在人工生命科学变得火爆之前四十年，就开始对此进行了研究。冯·诺依曼对所有这些活动都感兴趣，但最感兴趣的还是气象学。他对气象学有宏大的构想。我记得他就未来的气象学发表过一次演讲。他说：

只要能够在计算机上以足够高的精度模拟大气的流体动力学，我们就可以用简单的测试来判断场景是否稳定。如果场景是稳定的，我们就可以预测接下来会发生什么。如果场景不稳定，我们还可以通过施加一个小扰动，来控制下一步将发生的事情。可以通过配备烟雾发生器的高空飞机，来施加必要的扰动——在烟雾吸收太阳光的地方加热大气，而在下方的阴影区域冷却大气。这样天气就可以在我們的掌控之中了。对于我们不能控制的情况，我们可以预测；而对我们不能预测的情况，我们又可以控制。

他预计要花十年左右的时间，才能开发出一台能为我们提供这种具有天气控制能力的计算机。

冯·诺依曼当然是错误的。他是一个伟大的数学家，却是一个 4

蹩脚的未來预测者。我并没有心存幻想，以为自己在预测方面比他强。因此，我写进本章中的大多是关于过去的东西。对过去进行预测要容易得多。冯·诺依曼之所以出错，是因为他不知道存在混沌。他设想的是，如果大气处于某种不稳定状态，他总是可以施加一个小扰动，将它转移到一个稳定的状态，因而就将它变得可预测了。事实上，这是不对的。大多数时候，当大气不稳定时，其运动是混沌的，这意味着，任何微小的扰动，只会将它转移到另一个不稳定的状态，而这同样是不可预知的。如果运动是混沌的，那么我们既不能预测它，也不能控制它。因此，冯·诺依曼的梦想只是一种空想。不过，气象方程只存在混沌解的这个事实，要等到冯·诺依曼故去四年后的1961年，才由麻省理工学院的气象学家爱德华·洛伦兹（Edward Lorenz）发现。

冯·诺依曼还有一个预测也被证明是错误的。他正确地预测到了，他发明的使用可编程软件的电子计算机将改变世界。他明白，他所发明的机器的后代将主宰科学、企业和政府的运作。但他设想，计算机在功能变得更强的同时，会变得更庞大、更昂贵。他把它们想象为巨大的集中式设施，可为大型的研究实验室或大工业提供服务。据说，政府中曾有人问他，美国以后需要多少台电脑，他答道：“十八台。”我也不知道这个传言是否有事实根据。但可以肯定的是，冯·诺依曼对计算机的真实未来毫无概念。他从未想到，计算机在变得更快、更聪明的同时，还会变得更小、更便宜。他从未想到电脑会变得足够小、足够便宜，以至于可被家庭主妇用来完成收入纳税申报，被儿童用来做家庭作业。他完全没有料到，电脑最终还会被大众化为三岁孩童的玩具。他也没有

料到计算机游戏的出现，会成为21世纪生活的一大特色。由于电脑游戏，如今我们的子孙在成长的过程中都染上了戒不断的电脑瘾。人类和计算机的结合，比夫妻更持久牢固——无论是顺境还是逆境，无论是生病还是健康，我们至死不渝。

除了为我们的孙儿们提供娱乐，电脑的大众化还为我们提供了工具，使许多小型科技企业的创立成为可能。廉价的小型电脑使小企业有可能在科学上作出重大贡献，有可能在与大企业竞争时取得成功。小天文台的天文学家，可以通过精确测量行星对更遥远恒星射来的光线的引力聚焦，发现数千光年远的类地行星。化学家使用台式设备，就可以精确地测量地下二百公里处地幔中天然气的产量。冯·诺依曼在普林斯顿大学研制的原始计算机的总内存容量只有4K字节。如今，开展一个小项目的科学家，都可以轻易买到4吉字节<sup>[1]</sup>的数据库，比冯·诺依曼的内存大一百万倍，而且还便宜得多。如今的大项目用到的数据库包含了数百万个吉字节。百万吉字节的内存很昂贵，而且需要专业人员对其进行有效的组织。只需要几个吉字节的小项目，也许更有竞争优势。在业余时间组织小项目的狐狸们，可以比全身心投入大项目的刺猬进展得更快。

我并不是预测21世纪将是一个狐狸的黄金时代，完全不需要刺猬。我要说的是，科学史表明刺猬占主导地位的时代与狐狸占主导地位的时代是交替出现的。刺猬在17世纪占主导地位，这是开普勒与牛顿的时代。狐狸在18世纪占主导地位，这是欧拉与富

---

[1] 1吉字节=1 073 741 824字节，或等于1千兆。——译注，下同



- 6 兰克林的时代。刺猬在 20 世纪初又占了主导地位，这是爱因斯坦与狄拉克的时代。狐狸在 20 世纪中期占主导地位，这是费米与汤斯的时代。也许我们现在又会进入另一个刺猬时代，让科学的基础发生动摇。也许不会如此。未来是不可预测的。不管刺猬是否会回来，引发一场重大的科学变革，永远都需要狐狸来完成正常的科学工作。在即将到来的 21 世纪里，不管刺猬怎么做，高科技的大众化将给狐狸们提供新的机遇，让他们得以用有限的手段取得重大的成果。

## 高技术的大众化

在过去的二十年里，除了电脑，还有其他一些高精度的科学仪器，也被大众化了。高技术被大众化的一个最突出的例子是全球定位系统（GPS）。二十年前，GPS 还是一个秘密的军事项目，平民获得的位置数据都是低精度的。现在谁都可以获得全精度的数据，在空间和时间上对接收机进行精确的定位，其价格连普通的远足者和水手都可以负担得起。同样，能够提供高品质即时图像的数码相机，现在每一家照相店都有售，并且迅速淘汰了胶卷相机。数码相机还引发了天文学上的一场革命。起初，数码相机还处于实验阶段，很昂贵，只用于大型的专业天文台。而如今，由于数码相机已被大众化，小天文台和业余天文爱好者都可将它们用于日常观察。数码相机，加上个人电脑的数据处理能力，让业余爱好者和学生都可以进行精确的科学观测——以前这种观测只能由使用大型仪器的专业天文学家来完成。随着时间的推移，