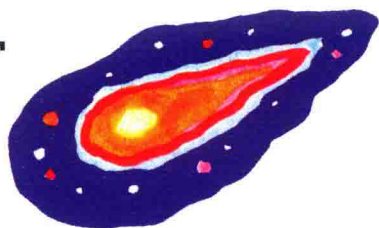
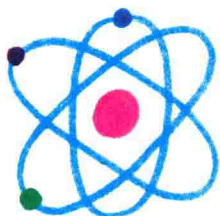


**THE ORIGINS OF
EVERYTHING**

in 100 pages (more or less)

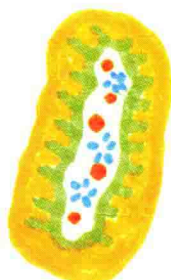
**DAVID
BERCOVICI**



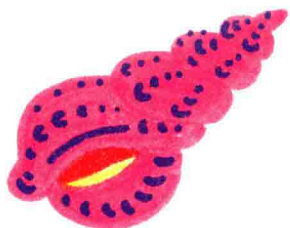
万物起源

从宇宙大爆炸到文明的兴起

[美]大卫·贝尔科维奇 著
舍其 译



一天纵览134亿年宇宙、地球、生命演化大事件



**耶鲁大学通识课
科学视角的大历史**

**THE ORIGINS OF
EVERYTHING**

in 100 pages (more or less)

**DAVID
BERCOVICI**

万物起源

从宇宙大爆炸到文明的兴起

[美]大卫·贝尔科维奇 著
舍其 译

广西师范大学出版社

· 桂林 ·

THE ORIGINS OF EVERYTHING IN 100 PAGES (MORE OR LESS)

© 2016 by David Bercofici

Originally published by Yale University Press

All Rights Reserved.

审图号：GS (2018) 882 号

图书在版编目(CIP)数据

万物起源：从宇宙大爆炸到文明的兴起 / (美) 大卫·贝尔科维奇著；
舍其译. —桂林：广西师范大学出版社，2018.5

ISBN 978-7-5598-0764-9

I. ①万… II. ①大… ②舍… III. ①自然科学—
普及读物 IV. ①N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 060307 号

广西师范大学出版社出版发行

广西桂林市五里店路9号 邮政编码：541004

网址：www.bbtpress.com

出 版 人：张艺兵

全国新华书店经销

发行热线：010-64284815

山东临沂新华印刷物流集团有限责任公司

开本：850mm×1168mm 1/32

印张：7 字数：130千字

2018年5月第1版 2018年5月第1次印刷

定价：48.00元

如发现印装质量问题，影响阅读，请与印刷厂联系调换。

前言

要讲述宇宙的历史，也许最好的办法是逆流而上，按正好相反的时间顺序来讲述。无论以宗教还是科学的名义，我们对宇宙初创时刻的痴迷，都来自我们对自身何以至此的好奇。如果从当前出发，倒带 7000 年抵达人类有记载的历史之初，我们会发现尚有 700 万年的人类演化史横亘在前。要是这就让你气馁了的话，还有 6 亿年的动物演化史、30 亿年的生命演化史，以及再早十几亿年的太阳系及我们地球的诞生。从这儿再往前 90 亿年，我们才抵达已知时间的起点。如果将宇宙的历史压缩成一天的 24 小时，就像一部超级冗长的先锋电影那样倒序播放，那人类文明史将如白驹过隙，只有 0.04 秒的时长，连演职员表都还来不及闪现。最早动物出现在大约 1 小时后，这尚可容忍；但要再过 7 个小时，才能看到太阳系和地球的诞生，至于抵达宇宙的起点则还有漫漫 16 个小时。

尽管倒序讲述宇宙史确实别有新意，年代顺序毕竟是有用的，尤其是我们已经习惯了时间长河的奔流方向。在这本小书里，我实际上会加速讲述，不会用掉 24 小时（当然这取决于读者你），而是“走马观花，管中窥豹”。本书包含了宇宙中所有最重要的热门事件，描述不同事件何时（最重要的是如何）显现。“起源”这一概念深深植根于科学自身，在这里既不是神话，也不是泛泛而谈的故事，而是万物如何从无到有的主要假说。泛泛而谈与科学假说之间有关键区别，后者提供了可供计量的预测，因此学者能通过实验或观测对其证伪。假说的可证伪性也许是科学的最根本原则，这听起来大概有点枯燥，不过我希望能在这个起源故事的叙述中加点料，别担心，不会加太多的。

本书来自耶鲁大学的一门本科研讨班课程，课程有一个朴素的名字——“万物起源”，目标是通过这些可证伪的重大假说来训练科学思维。本书资料都是为普通读者准备的，我想在科学方面不会过于浮夸。我也尽力避免以专门术语迷惑读者，对必不可少的术语则尽量解释。

尽管这是万物起源的“金曲合辑”，所述故事也不是随意或彼此无关的，而是环环相扣、承上启下。生命奠基于我们星球的大气、海洋与岩石，而这些又来自星际尘埃。

尘埃的成分在巨星中孕育，而巨星又诞生于宇宙大爆炸产生的气体。地球既成，它的海洋、大气乃至深埋的地核如何形成与发展，决定了错综复杂的生命如何维系数十亿年至今。

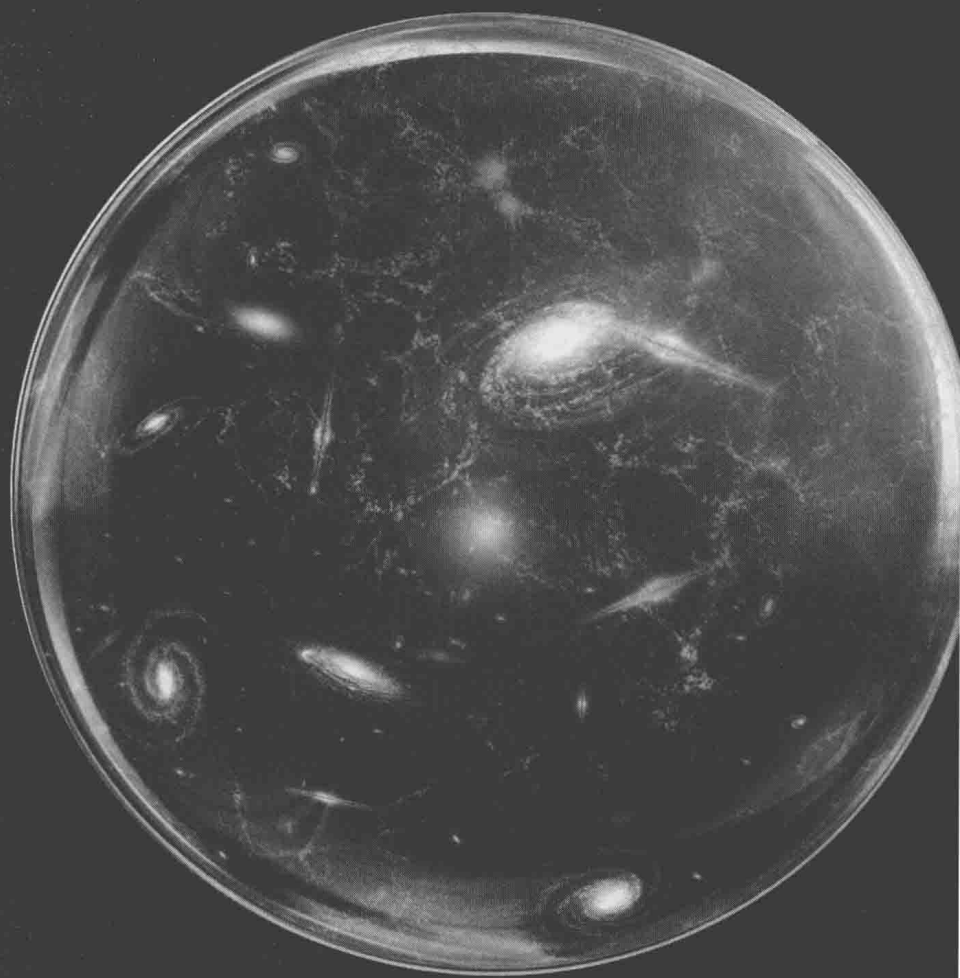
作为一个研究过本书所涉多个主题（当然不是全部）的科学家，我自然不会放过从独到的（或者说实在点，我所偏好的）地球物理学视角出发，强调起源故事间的关联及主题思想的任何机会。我的学生最终发觉，板块构造学说在本书中扮演了极重要的角色，而我要是能找出这个学说与宇宙大爆炸的关联，肯定会大书特书（但恼火的是时间不等人）。本书最后推荐了众多有关宇宙与生命史的优秀读物，它们都比拙作全面得多。本书不求深广，而是不揣（或不惮）浅陋粗疏（以这些词万一能有的最佳含义而言），旨在由快速而仍可一读的概览故事，提供关于宇宙（一定程度上也是关于其中人类地位）的一张地图。更重要的，则是作为开胃小菜，让你由此探求更多。

免责声明：考虑到这本小书的范围，读者也许会误以为作者精通所有这些领域，非也。要果真如此，自然最好。我的知识来自近30年大学教学经验，我的课程在一定程

度上全面覆盖了这些领域，但我肯定既非天文学家，也非生物学家，更非人类学家。因此，与我自身所在的地球物理学和行星科学领域更近的主题，会得到更细致的阐述。有鉴于此，对我们即将蜻蜓点水般掠过的大量主题，读者不可将此书作为权威读本。这本书，就好比在一家主厨最擅长意大利面的混合风味餐厅，每样菜各取一口组成的拼盘。

目录

前言	i
第一章 宇宙与星系	3
第二章 恒星与元素	25
第三章 太阳系与行星	41
第四章 大陆与地球内部	67
第五章 海洋与大气层	99
第六章 气候与宜居性	123
第七章 生命	157
第八章 人类与文明	187
进一步阅读书目	205
致谢	213



第一章 宇宙与星系

随着一次神妙难测的巨大爆炸，时间开始了——对讲故事来说，这通常是一个很好的开头。然而迟至上个世纪，我们才搞明白这个最初的时刻到底标志着宇宙的还是地球的诞生。诚然，犹太教和基督教的《圣经》是这么开头的：“起初，神创造天地。”而创世的确切时间，17世纪爱尔兰的詹姆斯·乌雪（James Ussher）主教就已确认，乃公元前4004年的10月23日。

但就在乌雪主教的著作问世前不久，文艺复兴时期的一些重要哲人就已经有了“时间并无起点”这样激进的观点，其中最有名的要数布鲁诺——16世纪意大利学者、多米尼加派僧侣，其名声很大程度上来自他的殉难。哥白尼认为地球并非宇宙中心，而是绕太阳旋转，这观点在当时实属离经叛道。布鲁诺对此不但大表赞同，还进一步提出太阳也仅仅是夜空万千繁星之一，而它们每一颗都有自

己的行星。这个故事最值得留意的是，布鲁诺相信宇宙亘古未变，且无始无终，无边无沿。在欧洲学者中，布鲁诺并非持有这些观点的第一人，但仍被天主教廷斥为异端邪说（连同他更亵渎宗教的观点，诸如质疑基督神性、圣餐变体论等）。他最终在威尼斯被捕受审，并引渡到罗马再次受审。布鲁诺性子冲动，又爱嘲讽挖苦，他一如既往地拒绝公开宣布放弃自己的著作，除非教宗或上帝自己来告诉他他错了。1600年的2月17日即大斋首日，布鲁诺在罗马鲜花广场被处以火刑。而今，他的一座雕像在此矗立，对满街咖啡馆里兴高采烈的游客怒目而视。

幸好，科学家因言获罪而在火刑柱上被烧死这种事后来极少发生——至少照字面来说是如此。我和一位同事有一次到访罗马，站在布鲁诺气派的雕像下扪心自问：我们会像布鲁诺受审33年后的伽利略那样，在死刑的威胁下公开宣布放弃自己的科学著作吗？在短暂沉默之后我们（无可否认地）爆发了一阵大笑，一致同意我们眨眼之间就会放弃。先不管我们共有的胆小怯懦，也不管为了我们从来无人问津的论文献身的这个想法，单是考虑我们站在了事后诸葛亮的位置就足够了——我们知道错误的科学将与始作俑者一起“身与名俱灭”，正确的则会“江河万古

流”。要是我们一死，我们的科学观点即告终结，那大概也算它“罪有应得”。然而布鲁诺确实以生命为自己的信念献祭，成为我们最具声望的科学殉道者之一。最终，我们承认他的观点有惊人的预见性，尤其是他认为地球只是万千世界之一，围绕着广阔而古老的宇宙中万千星辰之一旋转。

然而，布鲁诺关于宇宙无始无终、无边无沿的观点却是错的，时间确实有一个起点。对这一事实，最简单的证据就是夜空的黑暗：如果我们生活的宇宙真的无始无终、无边无沿，那夜空的每一个方向都会在某处有一颗星星，而且每一颗星星发出的光芒都会有充裕的时间抵达地球；因此，整个夜空应该完全被星光照亮才对。这一夜空佯谬尽管早就由德国数学家约翰内斯·开普勒（Johannes Kepler）和英国学者托马斯·迪格斯（Thomas Digges，与布鲁诺同时代的人）提出，却是以晚得多的18-19世纪的德国天文学家海因里希·奥伯斯（Heinrich Wilhelm Olbers）命名。奥伯斯佯谬的谜底，后来由19-20世纪英国物理学家威廉·汤姆森（William Thomson）（又名开尔文男爵）揭开，甚至美国作家爱伦·坡也曾做出推断：宇宙要么年龄有限，因此遥远星球的光芒还没来得及抵达地

球；要么空间有限，因此星辰并非无处不有；要么二者都成立。这意味着宇宙是从过去某个时刻肇始且（或）并非同时在所有地方发生，因而成为最终引出大爆炸假说的最早和最重要线索之一。

20 世纪 20 年代，美国天文学家埃德温·哈勃应用天文望远镜的观测资料证明，在我们的银河系之外，还有很多星系。在此之前人们一直以为银河系就是我们有限而静止的宇宙的全部了。哈勃利用一种叫作造父变星（Cepheid variables）的脉动变星推算星系间的距离。造父变星的脉动周期（两次脉动的间隔时长）与平均光度（以光的形式释放的总功率）有直接关联，这一特性使之成为测算距离的重要标尺。同样脉冲周期的两颗造父变星具有同样的光度，所以如果一颗看起来比另一颗更暗淡，它也就更远，而变暗效应的程度与距离的平方直接相关，这就提供了测定的可能。因此，造父变星给出了它们所在星系到我们的距离。哈勃同时发现，平均而言，随着距离的增加，星系发出的光有渐增的红移现象。在可见光中，红光具有最大的波长和周期。光的红移类似声波的偏移，例如当救护车驶离我们时，警报器的音调会下降（频率降低，或周期与波长拉长）。星系中光的红移现象表明，离我们越远的

星系在越快地离开我们，也就是说星系在普遍地彼此远离，向外扩张。

甚至在哈勃观测到总体上所有星系都在彼此远离之前，比利时天文学家乔治·勒梅特 (Georges Lemaître) 以及俄罗斯物理学家、数学家亚历山大·弗里德曼 (Alexander Friedmann) 就已各自独立推算出宇宙正在膨胀。他们的计算都运用了爱因斯坦的广义相对论，然而爱因斯坦本人起初却并不认同他们的结论 (后来才承认他们是正确的)。而哈勃的观测为他们的观点提供了佐证。

如果膨胀宇宙具有有限的时间和空间，那么将膨胀倒序回放，宇宙的全部质量和能量最初就是浓缩在一个小得多也热得多的体积中，勒梅特称之为“宇宙蛋”。在宇宙最初时刻的这一扩张，被剑桥大学天文学家弗雷德·霍伊尔 (Fred Hoyle) 不无贬损地始称为“大爆炸”，实际上他反感这个想法。这个名字留了下来，但“爆炸”一词并不完全准确，尽管我在本章开头也用了同样的表述。普遍意义上的爆炸意味着有高压气体从低压气体中分离出来，向外形成冲击波，然而最初的压缩宇宙的质量与能量也包括全部空间都在这小小的体积中，并无空间供它去爆炸。宇宙膨胀时，是与它的空间边界一起膨胀，在边界之外并没

有光、物质、能量或是时间的概念，这凭直觉可能很难想象出来。

到 20 世纪 60 年代，美国科学家阿诺·彭齐亚斯 (Arno Penzias) 和罗伯特·威尔逊 (Robert Wilson) 发现了宇宙微波背景辐射，就是弥漫在整个宇宙中的一种无线电噪声。这一发现表明宇宙真空并非完全死寂 (温度和能量均为零)，而是充满了“舒适宜人的” 3K (-270°C) 微波。这种残留的热量，正是大爆炸之后宇宙一度处于更高温度状态的证据。

大爆炸理论使得简单推算宇宙年龄成为可能，或者仅仅运用目前宇宙膨胀的观测资料也够了。要计算总的时间，就需假定宇宙以估算的膨胀率 (称为哈勃常数) 从很小的体积增长到今天，宇宙空间也随之冷却到 3K 的温度。据此我们可推算，宇宙年龄约为 140 亿年 (有大约 10 亿年的出入)。这一简单推算通过对宇宙最古老星体的天文观测得到了极好的证明，这类星体通常都很小，燃烧极为缓慢 (详见下章)。它们在大爆炸之后几亿年才诞生，因而由此估算出的宇宙年龄会偏低。目前对宇宙年龄的最可靠估算是 138 亿年。

大爆炸理论绝不仅仅是在讲述宇宙如何从很小的一点变成今天的巨大尺寸。从大爆炸初始状态开始的一连串事件，掌控着物质的性质及宇宙的结构。简单说来，在大爆炸之后紧跟着的几微秒（1微秒即百万之一秒）到1分钟之内，发生了很多事情。在我们展开细节之前，可以回想一下最初的宇宙是如此的致密和炽热，只是一个极小的有巨大纯能量的球体，而随着它膨胀和冷却，各种形态的物质、能量乃至自然作用力都从中凝结而出，这一过程可大致想象为水蒸气的冷却，先从气态变成液态水，再从水变成固态冰。每一步都有新形态的物质生成（气态、液态或固态），这就是相变。只是这些发生在宇宙诞生最初几个瞬间的变化要远比相变奇异，而我们对作为起点的最初状态也还谈不上有充分的认识。

一般认为，在大爆炸开始的第一个瞬间，温度非常之高，因而压力也非常之高，因此宇宙也就仅容纳了唯一一种形式的极高能量，存身于无法想象的极小体积内，远远小于一个原子甚至亚原子粒子。这一状态延续了最早的 10^{-43} 秒。（以下供参考： 10^{-2} 等于0.01，而 10^{-43} 就是1与前面小数点之间隔着42个0。）这段时间被称为普朗克时期，以公认的量子力学之父、20世纪德国物理学家