

about time

Cosmology and Culture at the Twilight of the Big Bang

关于时间
大爆炸暮光中的宇宙学和文化

[美] 亚当·弗兰克◎著 谢 懿◎译



科学出版社

About Time

关于时间

大爆炸暮光中的宇宙学和文化

〔美〕 亚当·弗兰克 著

谢 懿 译

科学出版社

北 京

图字：01-2011-6668 号

Simplified Chinese Translation copyright © (2015) by Science Press Ltd.

ABOUT TIME: Cosmology and Culture at the Twilight of the Big Bang
Original English Language edition Copyright © All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, FREE PRESS, a Division
of Simon & Schuster Inc.

图书在版编目(CIP)数据

关于时间：大爆炸暮光中的宇宙学和文化/(美)弗兰克(Frank, A.)著；
谢懿译. —北京：科学出版社，2015.1

书名原文：ABOUT TIME: Cosmology and Culture at the Twilight of the
Big Bang

ISBN 978-7-03-042506-5

I. ①关… II. ①弗… ②谢… III. ①时间-普及读物 IV. ①P19-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2014) 第 263096 号

责任编辑：侯俊琳 付 况 石 卉 / 责任校对：郑金红

责任印制：张德静 / 封面设计：可图可点工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

安泰印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年1月第 一 版 开本：720×1000 1/16

2015年1月第一次印刷 印张：26 3/4

字数：299 600

定价：48.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

序言

开始和终结

美国纽约罗切斯特 2007 年 4 月 16 日下午 3 点 20 分

坐在第三排的那个女生举起了手，我知道我有麻烦了。

报告厅里坐满了学生。在前排，永远在奋笔疾书的医学预科生们已经放下了他们手中的笔。通常只对考试内容极度渴望的那一群学生也停了下来，不再盲目地记下我所说的每一个字，一年来第一次仅仅是聆听。在后排，带着相同棒球帽的同一兄弟会的男生同样把注意力放在了课堂上，而非藏匿于他们手中的报纸，或是和坐在他们周围的姐妹会的漂亮女生耳语。

这是我所珍爱的一堂课。从我开始教课的那年起，我就知道这是每个人都关心的主题。在《天文学 101》课程中我会深入教授宇宙学的内容。今天的课全都是关于大爆炸和宇宙的起源，这些孩子的眼睛个个睁得大大的。在这一个小时里，宇宙的窗户将为他们打开。在这一个小时里，他们将跳出平日里对成绩、工作及性的烦恼，短暂而满怀惊奇地感受着人类已学着去探求……并且回答的最深邃的问题。

我没有期望这些学生会全神贯注于我其他的课程，如恒星演

化、天文学史或者是比较行星学。但对于大爆炸，我知道他们的注意力会在足够长的时间里专注于此，一窥我们在创世纪的结构中所处的位置。而且，我也知道，在这一个小时里或早或晚总会有某人打破这一场景，提出那个该死的问题。

“教授？”她大声问道。她的名字叫索菲。她是今年热衷于这个主题的学生之一——认真、聪明，好奇于天文学课程中会自然而然冒出来的神秘。好吧，我想，好戏开始了。我示意她继续。

“但是教授，”她开始说道：“在大爆炸之前又发生了什么？”

眩晕开始迫近。是的，我认为，这是一个好问题。大爆炸之前究竟发生了什么？在整个班级期待着的时候，我长长地停顿了一会儿，好像我或其他人真的知道这个问题的答案一样。

下午4点08分，我已经抓不住他们了。放眼报告厅，我能看到神秘感已经消散，重归真实的世界。这节课该在4:15结束。即便仍然沉浸在这堂课最激荡的那一刻，我也已经非常接近标志着下课的假想界线。有关宇宙创生的故事已经失去了它的紧迫性，转变成了对事实和细节的罗列。时间的起始及时间的本质都变得抽象。时间和宇宙开始溃缩，凝结成了当下的急迫：下一堂课、回家写作业和复习、期待中的运动时间，以及和朋友们相约喝咖啡。

对于他们来说，收拾书本的时间尚早，还没到标志着下课的心猿意马及交头接耳。相反，这些学生坐着，感觉时间在缓慢地——如此缓慢地——坍缩成了厌烦。他们陷入了痛苦的等待之中，唯有他们手中的电子产品可以填补这一空隙。一些学生在打开的笔记本电脑上看着时间分秒流逝；另一些人则选择给报告厅中或远在大洋彼岸的朋友发即时消息来打发时间；其他人则把时

间的抽象性看成是他们手机上的实体，它们每一个都连接到了一个由电磁波传输的精度为数毫秒的全球基准之上，传输着电磁波能量和信息。而我继续讲授着时间和宇宙，学生们则感受着他们身上的双重重压。要是他们知道如此紧密相连的个人世界将如何横扫我正在讲述的宇宙历史就好了。要是他们明白这一将要发生的变化有多大就好了。

关于时间

这本书将讲述两个紧密缠绕、无法分离的故事，即便之前它们从来没有被这样一起讲述过。就像我在2007年4月所上的宇宙学课程，我即将展开的这两个孪生故事包含了人类所能想象和探索的最宏大的宇宙概念。与此同时，它们还包含了我们对这个世界最私密和最个人的体验——人类生活的每一个画面。

这本书关于时间，囊括了宇宙和人类这两个层面。

时间这一主题可以把我们带入最深层次的沉思。通过观测更为深邃的宇宙，我们总能回溯过去，因此在最大的尺度上宇宙学也总是关乎于时间的深度。如预期的那样，有许多关于时间本质的书籍——哲学的、技术的和通俗的，还有许多书通过叙述科学宇宙学的主要发展来讲述宇宙时间的故事。但很少有人停下来询问，我们那些有关宇宙时间的故事是如何与我们日常生活中的时间亲密联姻的。眼下有一个不可不察的理由来把宇宙历史和人类时间这两个纠缠在一起的故事作为一个统一的整体来叙述：大爆炸差不多已经逝去，我们还不知道有什么东西会替代它。

有人会告诉你，宇宙学——研究整个宇宙——已经成为了一

门精确的科学。他们还会告诉你，在过去的 50 年里，通过精确量化理论模型和高分辨率数据，这一宏大且包含一切的领域从哲学思考的范畴进入了最纯粹的科学领域。在人类思考的长征中，我们现在终于能首次建立一个详细而可验证的宇宙历史模型。

因此，当我告诉你大爆炸已死的时候，我指的并非是那个始于远比今天我们所见的温度和密度高得多的宇宙的故事。我所指的也不是宇宙膨胀、物质冷却并且在数十亿年的时间里凝聚成恒星和星系的故事。实际上，在过去的 137 亿年里，有关宇宙演化的科学认识都是正确的。

准备要被替换的是宇宙的创生。它在大爆炸的起始，显露出异常而最重要的创生时刻——时间和存在的起点——已经露出了被扫除的疲态。换句话说，在我们孜孜不倦地寻求认识这个世界的过程中，大爆炸中的爆炸将会被抛弃。根据对现实的高精度测量，没有“之前”的单一创生时刻已是强弩之末。

眼下，科学似乎正准备超越并深入大爆炸之前。宇宙学在峭壁边等待着下一场伟大的革命。唯一的问题是，我们将从此处去往何地，或者更确切地说，将去往何时？我们正在终止这一开始，向“之前”开启另一条道路。

宇宙学及其行将到来的变革构成了本书的第一条叙事主线。如果我们想要知道有关宇宙的最宏大理论将会如何变化，那我们就必须先了解我们最初是如何提出大爆炸的。沿着这条路我们会遇到从爱因斯坦的相对论到强大但却充满矛盾的量子力学及亚原子物理学这些现代物理学中最有力的想法。在这第一个故事中，我们将探索宇宙学的基础，由此，当变革的时刻来临时，我们就能想象大爆炸奇异的替代者的范围和意义。

而这全关乎时间。在缺乏新的时间概念（包括它的起源和物理特性）的情况下，宇宙学将无法站住脚跟。在大爆炸宇宙学中，物理学家想象时间有着简单的开始，就像上帝发动他的宇宙保时捷引擎一样，仍在地平线上盘旋的其他宇宙学理论必须用新的概念来替换这一图景。

然而，时间是流动的东西。在有关时间的抽象概念及力图了解其直接体验的尝试中，我们如履薄冰。在某些地方，我们对时间的科学认识总会遭遇到亦由时间所贯穿的日常生活。但这个遭遇点在哪儿？如果宇宙学即将重新构思时间，那么它将如何影响我们每时每刻对时间的体验呢？

这个问题构成了本书第二个故事的核心。如果第一个故事把我们领向现代宇宙学的断崖，那么第二个故事会告诉我们什么是时间的社会历史——生活中时间的历史。而且，在第二个故事中，有一个基本事实：随着我们对宇宙学和宇宙时间认识的改变，人类的时间也发生了变化。植根于牛顿的科学发现及其对人类生活所带来根本变革的工业革命也许是人类和宇宙学时间绑定在一起最有力和最明显的例子。纵观 18 世纪，由牛顿提出的新的普适物理定律重塑了人类的宇宙观。随后，牛顿力学如期成为任何人类文化都没有建造过的机器的蓝图，为工业主义的胜利打下了基础。随着工人们鱼贯使用他们新的打卡钟，高效生产的生活反映出了由引力和运动的经济规律支配行星轨道运动的新的精准宇宙。人类时间和宇宙时间在相互变换中组成了一对。但是两种时间——宇宙学的和人类的——总是相互纠缠，而且从不存在某一个时期它们可以被干净地分离开。

时间和大自然的无情现实是简单的——从日出到日落即为一

天，但如果从这一点向前进发，简单性将不复存在。自从 5 万年前我们的自我意识觉醒以来，我们对社会和个人时间的感知已经发生了变化，并在许多次的变革中重建。从狩猎和采集部落到农业发展再到工业革命，我们和时间的遭遇已一次又一次地被重塑。仍未被意识到的是，在这个转换的故事中，人类时间和宇宙时间的共振是不可或缺的手段。文化需要宇宙学来认识它们在更大的创世框架下的位置。但宇宙学——神学或科学——是协同创造的，源于所有文化整体的努力和资源。当文化的时间和宇宙的时间改变时，它们会一起发生变化。在一个由科学进步所主导的时代，这一简单的假设是，新技术引领着这条道路，编创出了新的重塑文化的故事。但是正如我们会看到的，实情要远比这丰富。改变文化或改变宇宙学的需要总是彼此来回地发挥作用。在历史的某些时刻，某一方会主导改变时间，而在其他时候另一方则会奋力向前引发变革。但是，时间——宇宙学的和人类的——总是以我们尚未完全了解的方式在改变。

比如你问一个朋友，现在几点了。他也许会看一下手表回答你，现在是下午 1 点 17 分。但什么是下午 1 点 17 分？这样精确地计量分钟的意义又何在？有关这一类时间不存在天生的、客观的或是上帝赐予的东西。如我们所知，直到 14 世纪，机械时钟还没有问世，而且它们甚至都没有分针（分针的发明又花了另外约 300 年的时间）。对于生活在一千年前欧洲中世纪黑暗时代、中国宋朝以及波斯帝国的农民来说，下午 1 点 17 分还存在吗？在大部分人都能使用任何形式的守时装置之前的漫长岁月里，诸如下午 1 点 17 分这样的东西还存在吗？

但对你来说 1 点 17 分确实存在。作为一个处在时间计量技术

无所不在的先进技术文化下的公民，你会以比你所能想到的更多的方式来感受到 1 点 17 分。

有多少次你原以为会准时赶上一趟火车或公交车，又或者是你在电子日历上计划的约会？随后，不知何故，就会出现延误。公交车晚了，火车晚点了，约会被推迟。突然间你被迫陷入等待的炼狱。通过手表或者手机（具有自动更新时区的顺应式计时器），你会感觉这些时间慢慢流过，就像我的学生在课结束前所感受到的时间的分量：1 点 11 分，1 点 15 分，1 点 17 分。它们拖曳着逐渐滋生的沮丧、厌烦和愤怒。对他们来说，这些分分秒秒都是真实的。

沿着人类进化的轨迹考量，对时间的体验是新颖且十分基本的东西。你正在以一千年前无人拥有的方式感受着时间。在公元前 2000 年或者是公元 850 年，对于下午 1 点 17 分不存在文化上的赞同。对于那时的大多数人来说，只有“午饭后”或者是“下午”的概念。

我们在超数字、远距离、即时消息的社会里创造出新时间，同时与被 GPS 测绘下的全球每一个地点相连。我们挣扎着在 2 点 30 分会议前把最后一批电子邮件发出去，却只无助地看到新的一批又至。这就是我们发明的新时间，它似乎让我们根本没有了时间。

如果作为我们行为准则的时间是人类进化中出现的新事物，那它还是真实的吗？如果其他文化以完全不同的方式度日，那么 1 点 17 分有多明确？是否仍具有我们所赋予它的重要性、紧迫性和意义？如我们将看到的，人类针对宇宙所想象出的时间和由人类体验所想象出的时间其实会紧密地交织在一起，以至于我们丧

失了区分它们的能力。

我们的宇宙学沉浸在时间之中，塑造了文化和体验；我们的文化也浸淫在时间中，从神话到今天精准的科技，塑造了我们有关宇宙的最宏大的想象。这一科学和文化的联姻是我们不曾习惯于去讲述的故事。我们可以把科学很容易地想象成被获知的大量简单事实并以革命性科技的形式（如手机、核武器、抗生素）呈现在面前。但是，把科学从人类的其他活动（如艺术、政治和心灵渴望）中泾渭分明地剥离出来则过于抽象而无法实现或者毫无益处。我们想要一窥科学前进的过程，以及被它所创造的感受和文化所改变的方式，完成这个任务需要我们去探求有关时间、宇宙和它们起始的最深刻问题。

从此地到开始：科学宇宙学的故事

现代宇宙学的故事始于现在，然后反向前行。这也正是天文学家和物理学家试着拼接出大爆炸全貌的途径。我们从周围可见的东西开始——随着空间和时间的流动，星系飞离我们远去——形成一个膨胀的宇宙。随后我们想象着把这部膨胀的电影倒过来放。星系都簇拥到了一起而非疾驰而去、空间变得稠密、星系解体、原子间猛烈地相互撞击，逼近无穷大的密度，由此释放的热量使得整个宇宙的温度变得难以置信的高，直到我们回到那个奇异的时刻——时间自身诞生的不可思议的那一刻。

最早的宇宙学是我们遥远祖先的神话。在他们关于天神的故事中，你会发现与驱使现代科学进步相同的动力。在我们这个有关宇宙学故事的科技版本中增添了全新的内容，即我们通过数据来检验这些说法的重要能力。我们可以向宇宙询问，我们是否正

确，进而观测它给出的结论。但大爆炸宇宙学其实并不是一个故事，而是很多。它是一张相互连结的、有关现实世界本质的科学故事网——存在于在过去的 500 年里地球上的实验室、天文学观测以及理论物理学家们的想象中。它如日中天，是人类文化所取得的最伟大的成就之一。如果我们了解大爆炸——它的成功、失败及代替它的可能性，我们就将囊括物理学和天文学中更宏大的景观。我们必须完全明白我们现在身在何处，这样也许才能为想象下一步做好准备。

为了了解大爆炸及其隐约可见的替代理论，我们必须穿越由大自然最深层的规律所塑造、极为壮美又异常崎岖的险恶地带。穿过这一景观之后，在下一章，我们会探索现代物理学的基石——爱因斯坦的广义相对论、量子力学和粒子物理学、热力学和天体物理学。我们会在这些基本的想法上逗留足够长的时间，以此来感知通过我们的眼睛和望远镜所看到的宇宙是如何成形的。

穿过这一地域将会把我们带到我们现在所面对的绝壁。对于量子力学和广义相对论具有的所有威力，我们建立的两个最伟大的物理学理论——量子力学和爱因斯坦的引力理论——显示出一个巨大的弱点：二者无法对话——非常小的领域（量子物理学）和非常大的领域（引力）无法相通。在历经 50 年的尝试之后，我们仍然没有得到物理学中的这个圣杯——量子引力理论。这个时空理论可以用来描述把整个宇宙被束缚进一个原子时的情形。为了了解大爆炸中的爆炸，我们需要量子引力。因此，我们的宇宙学依然不完整。

对量子引力及其所需想法的寻找将构成我们故事的第一部分。折磨着大爆炸的问题和悖论则构成了其他部分。为了从现有

最好的观测数据中解救出大爆炸宇宙学，天文学家和物理学家被迫去想象在早期宇宙——紧接着宇宙创生后的瞬间——中发生的事件，它业已撼动了有关“创生时刻”的真实概念。和量子力学的诉求一起，解救大爆炸引发了新想法的狂野疆域，突然开放了空间、时间和创生的边界。我们故事的最后部分将会探索这些边界。

是否可能存在不止一次爆炸而是反复爆炸？我们的宇宙是否只是循环中的一条长线？爆炸是否一直在进行，并创造出了无数同时存在的宇宙——一个有无穷多种可能性的多重宇宙？兴许，更激进的是，我们关于时间的整个概念就是错误的。也许，时间只是一种错觉。也许，从这一刻到下一刻之间根本就不存在通路。一旦知晓了我们现在在受宠但又多舛的大爆炸理论站在何处，当我们放眼宇宙学和时间本身的概念时，就能探索其中的各种可能性。

从起始到当下：人类时间的故事

对于我们来说，建立宇宙学是一个非常非常古老的事业。神话和宗教形成于大爆炸之前。但是当科学家们把他们的研究推向 $t=0$ ，即圣经中创世纪的时刻时，却没有削弱其出人意料的特性。许多科学家所不知道的是，即便是备选宇宙模型，在神话和宗教中也有着它们的先例。

人类感知、建立和发明时间始于我们心智的觉醒。考古学家史蒂文·米森（Steven Mithen）恰如其分地将此称为“意识大爆炸”，它如宇宙的起源一般神秘莫测。两千世代之前，身处冰河时代的寒冷中的人类终于从自我困局中醒来。为了竞争，我们发

明了新的社会组织形式和新的思考方式，把人类这一种族送上了一条前所未有的进化之路。我们创造了文化，而这也创造了我们自己。

大约 7 万到 4 万年前开始出现了土葬。死亡永远都是一个通向时间的神秘的入口。死亡犹如一份请柬，通过终止我们自身的时间（至少如我们所知如此），邀我们来思考时间的真实性及意义。即便在文化和发展的早期我们就感知到了这一点。把死者摆放成蜷缩的睡姿，把所爱的人放入墓穴并以珠宝和刀剑等宝物陪葬，这预示着随着时间的流逝，人类对死亡的感悟。之后，在洞壁和岩壁上，我们开始以艺术的形式留下在今天看来依然令人震惊的，在我们内心引起回响的永久印迹。在这些画有野牛和猛犸象的洞穴中，考古学家还发现了由骨头制成的笛子及在骨片上似乎表示月亮盈缺的雕刻。作为一个物种，我们不仅通过艺术觉醒于符号表达，还通过由音乐所传递的内部节奏和对天空中的外在节律的注意，觉醒于对时间的直接体验。

个人时间和宇宙时间从文化最早的起源开始便联系到了一起。大约 1.2 万年前，在冰川消退后农业得到发展时，一种对时间的新感知随之出现。耕种导致了剩余和财富，村庄变成了镇，镇变成了城市，城市则成长为了帝国。直接来源于文化的物质需求，在每一个阶段，都与时间发生新的碰撞。正是通过直接而具体地与物质世界联姻——我们由什么构成，我们如何使之成真，它如何改变我们管理自己的方式——时间自身也在改变。根据所建立的技术和制度——在技术允许和支持下所创立的社会现实，每个文化都塑造了其日常生活。

但文化（及其所创立的制度）需要被承认和支持。它们需要

将其自身置于宇宙背景之上，以此来赋予个体及群体的生命意义。本书的核心主题是要探索把人类时间和有关天空、星星、宇宙起源及终结的宇宙故事谜一般的纠缠在一起的原因。

至关重要的一点是要认识到，人类历史中每一个巨大的变化改变的不仅仅是有关时间的想法，还有对时间的感受和时间的轮廓。为了了解这个故事，为了一睹我们与时间的直接遭遇和宇宙学对其的想象有多紧密，我们必须走过一段与探索物理学和天文学的路途相平行的道路。一个旧石器时代的农民以天度日并以一种和生活在巴比伦大城市中的商人截然不同的方式体验着时间。人类和时间的相遇是流动且易变的，它会并将再一次改变。

因此，有关人类时间的故事将始于 5 万年前我们狩猎和采集的祖先，再到第一代农民和城市建造者的感受。随着文艺复兴开始及钟表首次被引入城镇的广场，它将会开启新的主题。伴随工业革命而来的是一种全新的时间形式并开始主导文化，一种新的政治学则紧跟它的脚步。当 20 世纪来临时，电气化的世界又诞生出了另一种时间形式，它预示了我们今天无线的世界。之后，伴随着太空时代和数字革命的到来，我们进入了精确、即时、时间永远不够的时代。

通过详述我们时间的故事，再加上对宇宙形成中的认识，我们将会站在一个更有利的位置来了解我们现在在哪儿，也许我们会创造出其他样子的时间。

我们必须注意到，人类文化的发展存在许多轨迹。在本书中，我们将集中于广泛的历史、科学和时间，但在此过程中，我们将主要专注于西方文化发展的轨迹。当然，这是有道理的，因为科学和科学宇宙学发源自被历史学家 Ian Morris 称为“西方核

心”——美索不达米亚、埃及、希腊等^①的传统之中。然而，我们应该注意到，来自于东方核心——中国、韩国和其他国家——的传统有其自己对于时间的文化用途及自己的宇宙认识。当今科学已经变得全球化，未来也许会看到和其他传统步入宇宙学理论的创立及时间的文化构建过程有关的隐喻。在放眼前方时，我们绝不能忽略这一可能性。

人的再发现

林都斯，早上9点。当我和我的天文学家朋友沿着狭窄的台阶爬到峭壁的顶端时，太阳斜倚在我们身上。昨晚我们睡在沙滩上，因为我们知道这是在难以忍受的高温和人群来袭之前抵达这座庙宇的唯一办法。

林都斯是希腊罗德岛的一个海边小镇。2500年前，希腊人在这里高出海面几十米的花岗岩上为女神雅典娜建造了一座庙宇。从其下方的沙滩看去，景色惊人——雅典卫城悬在空中。现在，当我们来到台阶的顶部，走上庙宇的地面，其气势依旧势不可当。

我们前往这个岛屿并不是为了游览，而是和这座庙宇一样，为了一项回溯过去的事业。整个星期我们都在参加一个天文学会议。我的同伴和我在研究恒星形成——天文学的一个分支，专注于恒星和行星从巨大的星际气体尘埃云中的形成。和150名其他的天文学家一起，我们聚集在位于这个岛另一端的一个度假酒店，分享新的数据、新的模型和有关恒星早期活动——非常像现在正赐予我们光和热的太阳——的新见解。对于游客来说我们看上去一定很奇怪，因为我们倾向于整天待在室内，簇拥在昏暗的

会议室里，盯着没完没了的幻灯片。

对于组织者来说，把这个会议的地点选在林都斯并不是一个随意的决定。2000年前，林都斯是古希腊最伟大的观测天文学家喜帕恰斯的家乡。在这座庙宇作为侍奉雅典娜的僧侣的居所之时，喜帕恰斯正在这个城中研究天空中的星星。

我正站在这座庙高耸的柱子下躲避烈日，凝视空荡得令人难以置信的天空和蓝得不屈不挠的爱琴海。这里，在一座每天都有人来向诸神祈祷的庙宇，在一个真正的天文学得以早期发源的岛屿，人类和宇宙时间的结合如矗立着守卫这片大海的巨石柱一般坚实。

在这里所开始的，已经在漫漫长路上被不断地重塑，并直接产生了我的同事和我在上个星期的会议中所探索的宇宙。现在，即便并没有意识到，我们所有人——科学家和非科学家——也将重新开始这一征途。我们已准备好终止一种时间和一种宇宙。我们已经准备好终止这一起始并再一次开始。