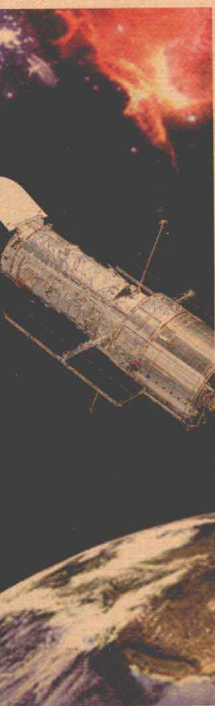


哲人石
丛书

Philosopher's Stone Series

当代科普名著系列



阿尔法与奥米伽

寻找宇宙的始与终

Charles Seife

**ALPHA &
OMEGA**

THE SEARCH FOR
THE BEGINNING AND END
OF THE UNIVERSE

查尔斯·塞费 著

隋竹梅 译



上海科技教育出版社

哲人石
丛书

Philosopher's Stone Series

当代科普名著系列

阿尔法与 奥米伽

寻找宇宙的始与终

查尔斯·塞费 著

隋竹梅 译



上海科技教育出版社

**Alpha & Omega :
The Search for the Beginning and End of the Universe**

by

Charles Seife

Copyright © Charles Seife, 2003. All rights reserved

Published by arrangement with Brockman, Inc.

Chinese (Simplified Characters) Trade Paperback copyright © 2010 by

Shanghai Scientific & Technological Education Publishing House

上海科技教育出版社业经 Charles Seife 授权

取得本书中文简体字版权

责任编辑 傅勇 伍慧玲 装帧设计 汤世梁

哲人石丛书

阿尔法与奥米伽

——寻找宇宙的始与终

查尔斯·塞费 著

隋竹梅 译

上海世纪出版股份有限公司 出版发行

上海科技教育出版社

(上海冠生园路393号 邮政编码200235)

网址: www.ewen.cc www.sste.com

各地新华书店经销 丹阳教育印刷厂印刷

ISBN 978-7-5428-5037-9/N·790

图字 09-2009-443 号

开本 850×1168 1/32 印张 8.75 插页 2 字数 203 000

2010年8月第1版 2010年8月第1次印刷

印数 1-4 400 定价:24.00元

对本书的 评价

对那些通常以过分漫不经心方式随便传播的术语,本书进行了极为清晰而简洁的介绍。作者镇定自若地……回避了形式数学,以迎合不熟悉高等物理学的读者。读一读这本书,你就会有在言谈中,比过去更加自信地使用像“带味中微子”、“哈勃常数”、“奇异暗物质”之类的术语。不信试试看。

——《洛杉矶时报》(*Los Angeles Times*)

这本书是使宇宙学读起来充满趣味的那一类读物。它不是科幻小说,而是科学界最优秀人才之最佳见解的至高点。

——《威斯康星州日报》
(*Wisconsin State Journal*)

这是一本新闻提要式的宇宙学指南,它把千奇百怪的种种现象……放入一幅自洽完整的宇宙学图景之中。

——《天文学》(*Astronomy*)

读此书就像是在揭开一个大秘密……作者把读者带进了一次穿越历史的神奇之旅……读者将会分享到数个世纪以来最深刻的见解与发现。

——《德撒律早报》
(*Deseret Morning News*)

易读,简练。

——《耶鲁校友杂志》(*Yale Alumni Magazine*)

作者给出了对万物至理的全面评述,从古代直至今日的最新发现……[而且]对每个复杂题目都提供了清楚易懂的解释。

——《出版人周刊》(*Publishers Weekly*)

作者关于宇宙学基础的叙述,无论是对门外汉,还是对熟悉这个领域的人,都会有吸引力——至少从科普作品的角度来看是这样。这种双重吸引力源自作者独特的透彻思维,以及近年来震撼宇宙学的那些巨变。作者关于时空前沿猜测的信息,以及他对已证实的现象所作的可信的介绍,将会满足任何……希望初步了解宇宙起源与命运的科学知识方面的需求。

——《书目》(*Booklist*)

紧跟时代且使人跃跃欲试的新宇宙学之旅……作者对决定性的实验和观测以及由此产生的时而看上去无所顾忌的理论,提出了简单而非数学性的总结。对于非专业读者来说,本书是个不错的摘要。

——《科克斯书评》(*Kirkus Reviews*)

易读且易懂……提供了一些有价值的内容,甚至能启发熟悉通俗文学的读者。作者关于背景辐射物理学的论述,与通俗文学中的任何内容一样清晰、一样新潮。

——克劳斯(*Lawrence Krauss*),

《纽约时报书评》(*The New York Times Book Review*)

作者巧妙地避开了专业术语,而采用通俗易懂的阐述方式,使《阿尔法与奥米伽》成为初学者了解宇宙起源与演化的最触手可及的指南。

——《探索》(*Discover*)

内容提要

人类祖先仰望苍穹,但见星移斗转、日落月升,茫然和敬畏油然而生。宇宙从何而来?它最终又会向何处去?对茫茫太空的探索,是人类科学精神的永恒主题。本书真实记录了数百年来人类探索宇宙的轨迹:奇异的暗物质、神秘的宇宙微波背景辐射、惊人的宇宙暴胀、玄妙的时空涟漪……抽象晦涩的科学知识,在作者的笔下变成了娓娓动听的科学故事;三次宇宙学革命,又见证了科学家在探索旅程中所经历的无数坎坷,所走过的艰难历程。当这个故事结束时,你会望见宇宙诞生那一刻的壮丽以及宇宙演化图景的辉煌,也会洞悉宇宙终将走向毁灭的归宿。

作者简介

查尔斯·塞费 (Charles Seife), 美国纽约大学新闻系副教授, 耶鲁大学数学硕士。《科学》(*Science*)、《新科学家》(*New Scientist*)、《科学美国人》(*Scientific American*)、《经济学家》(*The Economist*) 等多家杂志的撰稿人。著有《零》(*Zero*)、《解码宇宙》(*Decoding the Universe*) 等作品, 曾获美国笔会玛莎·阿尔布兰德奖。

致 谢

在撰写本书时,我得到了很多人的帮助;要一一列出他们的名字,难免挂一漏万。在过去几年中,我与数十位物理学家、宇宙学家和天文学家进行了面谈,他们耐心地向一位记者解释自己工作的细节。我感谢他们的热诚态度与耐心。首先就是因为他们,我才写下了这本书。(当然,对书中的任何错误,他们没有责任——任何错误都由我自负。)

我还要感谢编辑沃尔夫(Wendy Wolf)、文字编辑霍穆尔卡(Don Homolka),以及我的经纪人布罗克曼(John Brockman)和马特森(Katinka Matson)。最后,但是同样重要,我的双亲给了我坚定的支持(和建设性的评论),即使是在他们生活最艰难的日子里。谢谢你们所做的一切。

前言

我是阿尔法,我是奥米伽;我是首先的,我是末后的;我是始,我是终。

——《启示录》22: 13

100 亿光年的远处,自然界在厉声呐喊。转瞬间,一颗恒星爆炸了,其能量比 1 万亿亿颗氢弹齐爆还要巨大。几个星期内,这个奄奄一息的太阳的火葬柴堆猛烈地发出了耀眼的光芒,它的烈焰使自己所在星系的无数恒星黯然失色。当一颗恒星成为超新星死亡时,它的身影跨越半个宇宙都还能看到。

那颗超新星发出的光行进了 100 亿年,一路渐行渐弱,波长不断地伸长。当它到达地球时,已经过于黯淡,肉眼无法看见。然而,天文望远镜能够看见超新星在天空中所呈现的微弱光斑。这是一条来自宇宙另一端的信息——一条预示着地球上一场革命开始的信息。

这场革命开始于 20 世纪 90 年代晚期,那时候有两组科学家开始解译濒死恒星的死亡剧痛。他们的观测表明,宇宙充满着一种神秘的“暗能量”,一种拉伸着独特的时空结构的不可见的东西。暗能量的发现,使天文学家既困惑不解,又满心欢喜。他们竭力证实了这些观测结果,并力图解开这个谜团。而且,这颗恒星濒

死的呻吟，隐藏着宇宙死亡的秘密——科学家只须解译来自这颗即将死亡的恒星的信息，就能够弄明白宇宙将如何终结。

这条信息现在已经被破解。2001年6月25日，《时代》(Time)杂志把封面献给了宇宙末日。它惊呼道：“探视时空深处，科学家刚刚揭开宇宙最大的秘密。”这并非过分渲染。宇宙学家现在知道了宇宙将如何结束，而一系列开始陆续有了结果的新实验，正在揭开宇宙大爆炸的面纱，告诉我们宇宙是如何开始的。

这场革命在多条战线上进行着，参加者有天文学家、宇宙学家和物理学家，他们曾爬上智利山脉的顶峰，钻入加拿大地下深处，甚至困守在南极的荒野之中，他们的身影遍及全球。《阿尔法与奥米伽》是关于星系追踪者的故事，是关于微波聆听者的故事，是关于引力理论学家和粒子物理学家的故事，是关于量子理论学家以及核子加速器工作者的故事。所有这些人，都与这些重大发现有关。关于他们的每一个故事，讲出来都非同小可。把这些故事加在一起，就汇成了我们对宇宙认识的重大一步。这一步此刻正在发生，而且远远没有结束。

《阿尔法与奥米伽》是关于数十年来最激动人心的科学发现的故事，是关于这些发现背后的人们故事。这本书还是一本指南，引领读者去了解《时代》、《纽约时报》(New York Times)、《科学》及世界各地其他报纸和杂志的头条新闻。在今后若干年中，这场宇宙学革命将会一再成为重大新闻。总之，这是21世纪最重要的科学故事之一。当这个故事讲完之后，我们就会看到宇宙诞生的那一刻，也会看到人类自身毁灭的真相。

前言

目 录

第 一 章	最初的宇宙学： 神的黄金时代	1
第 二 章	第一次宇宙学革命： 哥白尼学说	9
第 三 章	第二次宇宙学革命： 哈勃和宇宙大爆炸	25
第 四 章	第三次宇宙学革命开始： 癫狂的宇宙	47
第 五 章	天穹之乐： 宇宙微波背景	61
第 六 章	暗宇宙： 物质出了什么事？	85
第 七 章	更暗： 奇异暗物质谜团	97
第 八 章	后院大爆炸： 重子的诞生	109
第 九 章	好消息： 奇异中微子	125
第 十 章	超对称： 勇敢地构想物质 定律	141
第十一章	看到不可见之物： 大质量 致密晕族天体，弱相互作用 大质量粒子，以及照亮宇 宙的最暗天区	153

目 录

第十二章	物理学最深处的秘密： 宇宙学常数、真空和暴胀	171
第十三章	时空涟漪：引力波和早期 宇宙	185
第十四章	第三次革命以后： 时间终点之旅	199
附 录 A	疲劳光隐退了	207
附 录 B	物质来自何处？	209
附 录 C	诺贝尔物理学奖——过去 与未来	215
附 录 D	几项值得关注的实验	219
词 汇 表		225
注 释		241

第一章

最初的宇宙学：神的黄金时代

上帝找到“夜”和她的儿子“日”，送给他们两匹马和两辆车，把他们送上天空，这样他们就要驾着马车每 24 小时绕世界一周。“夜”驾马先行，她的马叫做赫利姆法克西（Hrimfaxi），每天早晨它用马嚼子上的唾沫沾湿大地。“日”的马叫做斯基因法克西（Skinfaxi），整个大地和天空都被它的鬃毛照亮。

——斯图鲁松（Snorri Sturluson），
《散文埃达》（*The Prose Edda*）

也许这件事发生在 3 万年以前的一个仲冬之夜。一个洞穴人部落簇拥着一个即将熄灭的火堆。有一张毛茸茸的脸仰望着星空，陷入了迷茫。就在此刻，与天空中那无数颗闪烁而又不变的星星不同，有一颗星星移动了。一个向宇宙深处眺望的人，看见了一位漫步的神留下的足迹。

甚至在文明诞生以前，人们就已经在仰望苍穹，想知道其中的奥妙。是谁创造了天空中的星辰？宇宙是怎样产生的？宇宙有终结吗？如果有，又会怎样结束？这些问题是人类最古老的问题。然而，千百年来，回答这些奥秘的唯一方式是通过神话故事。甚至在今天，这些神话的痕迹在天空中依然可见。那些信步漫游在星空中、被人们称为“行星”的小亮点，都有一个神的名字。红色的火星浸染了征服者的鲜血；明亮的金星透着爱神的诱惑在清晨发光。每一种文明都唤起自己的

神祇来解释宇宙的创生和夜空中星辰的存在,有的还解释了宇宙的最终毁灭。

有三次革命把现代宇宙学家同巫师及神话时代说故事的人区别开来。第一次革命发生在16世纪,这是最危险的一次革命。它的敌人指责它是异端邪说和巫术,并设法用尽十八般兵器,想一举扼杀它。第二次革命开始于20世纪20年代,也是最混乱的一次。“秩序井然的宇宙”这个令人欣慰的概念破灭了,而且,在广袤空寂的宇宙中,人类突然被孤立了。科学家第一次看到了创世行为的证据。这两次革命把我们带入今天正在进行的第三次革命之中,这次革命终于回答了那些永恒的问题,揭示了我们的起源和我们的最终命运。

在一个晴朗的日子,你如果仰望天空,眼睛眯得恰到好处,那么就可以把苍穹想象成一个完美无瑕的蔚蓝色圆屋顶,高高地架在天空中那轻纱般的浮云之上。对于古人来说,天空的圆屋顶是一个实体。地球被这个美丽的球体包围着,在白天,随着太阳慢慢地从东走到西,这个球体发出蓝色的光;到了夜晚,微小的、闪烁的点点光亮,戏弄着远在它们下方的人类,还有一条隐约出现、微微发亮的带子,在环绕地球的那个巨大球体上展开。

是谁塑造了那个球体?每一种文化都有一个不同的答案。每一个民族都有一个关于创世的故事,这些故事讲述了神是如何出现、又是怎样创造宇宙的。不难理解,斯堪的纳维亚人认为宇宙来自冰。当霜与火交错,霜融化并形成一个名叫尤弥尔(Ymir)的巨人。主神奥丁(Odin)和他的兄弟们杀死了尤弥尔,化其头颅为天穹、身躯为大地、血液为海洋、脑髓为云朵。他们又在天空中安置好星辰,让发光的太阳车和月亮车在天空中相互追逐——每辆车永远被一只狼追逐着。¹北

美中部的波尼族印第安人把玉米当成万物之母,认为玉米妈赋予人类生命,人就像他们赖以生存的庄稼一样,是从地里冒出来的。一些文化认为,宇宙起源于浩瀚的海洋;还有一些文化认为,宇宙是从无固定形状的混沌中诞生的。形形色色的传说各自讲述了宇宙的起源,然而,大多数故事都集中在一些相同的事情上:诸神的诞生,天空、大地、星辰的创造,还有男人和女人的塑造等。任何一种宗教都以这些内容为基础,因为它们回答了自创世以来人类一直在追问的基本问题。在科学革命赋予人类另外一件考察宇宙的工具之前,人们能够通过听信巫师讲述的故事,听信哲学家的冥想,来探索宇宙的历史和本质。宗教和哲学组成了古人的宇宙学。

在众多这类宇宙学说中,有两种宇宙学主宰了从古罗马上升时期之前直至莎士比亚(William Shakespeare)时期的西方世界。尽管这两种宇宙学传统互相矛盾,但是它们相互融合并创立了一个关于宇宙的故事,在科学方法出现之前,这个故事几乎无懈可击。东方的、被编入《圣经》的闪米特人的宇宙学说与西方的、希腊罗马人的宇宙学说相结合,形成了一个坚实的结构,并存在了一千多年。只是经过一场宇宙学革命,才最终推翻了这个庞然大物。

英文中宇宙(cosmos)这个词源自希腊语,原意是“秩序”。宇宙作为一个整体,在希腊神话的混乱中,是唯一能够找到的秩序。日复一日,在赫利俄斯(Helios)这个太阳车驾驭者的操纵下,太阳每天在空中穿行;每个月,月亮随着盈亏交替地变圆变缺。²夜空中,恒星固定不动,只有五个漫游者——行星——在那不变的天幕上移动着。³即使在今天,我们也都知道它们的名字来自奥林匹亚诸神:墨丘利(Mercury,水星)、维纳斯(Venus,金星)、玛尔斯(Mars,火星)、朱庇特(Jupiter,木

星)和萨图恩(Saturn,土星)。这些都是希腊诸神的罗马名字,希腊诸神的本名是:赫尔墨斯(Hermes)、阿佛洛狄忒(Aphrodite)、阿瑞斯(Ares)、宙斯(Zeus)和克罗诺斯(Cronus)。希腊人看到了天体在极有规律的运动中的秩序,而且他们在自己的文明中很早就开始研究这种运动规律的细节。公元前585年,希腊数学家泰勒斯(Thales)成为第一个预测日食到来的人。据希罗多德(Herodotus)记载,在米堤亚人和吕底亚人的交战中,白昼突然变为黑夜,所有人都惊慌失措,于是断定,这是放下武器停战的好时机。

在了解天体如何运行这个过程中,泰勒斯成为第一位仰望星空的宇宙学家,他的逸事一度成为邻居们的笑柄。几个世纪后,据苏格拉底(Socrates)所述,“有一次泰勒斯在仰头研究群星时,失足掉进一个坑里,一个漂亮而又颇具幽默感的色雷斯女佣还对他进行了一番调侃。”泰勒斯全神贯注地研究和观察,用自己的心智创造了一个完整的宇宙。

也许因为希腊关于创世的故事十分凌乱,而且矛盾重重,所以泰勒斯在建立自己的宇宙学说时,把这些故事丢在一边。虽然他相信宇宙中处处都有神的存在,然而他却从神的手中夺过了创世行为。在泰勒斯的宇宙中,水是万物的本源,大地就好比是一个软木塞,浮在水面上。并不是每个人都同意泰勒斯的看法,认为水是原初物质,宇宙产生于水。另外一些人,如阿那克萨哥拉(Anaxagoras)和狄奥根尼(Diogenes)则认为,先有气,后有水。(归根结底,水克火,所以,水不可能生出火。)还有人认为,火是首要的。生活在公元前450年前后的恩培多克勒(Empedocles)不想只挑出一种本源,他认为土、气、火和水是四大元素。恩培多克勒声称,这四种元素以不同的组合形成了宇宙万物。

哲学家也对天体运行规律的本质展开争论。他们关注天