

科学大师佳作系列

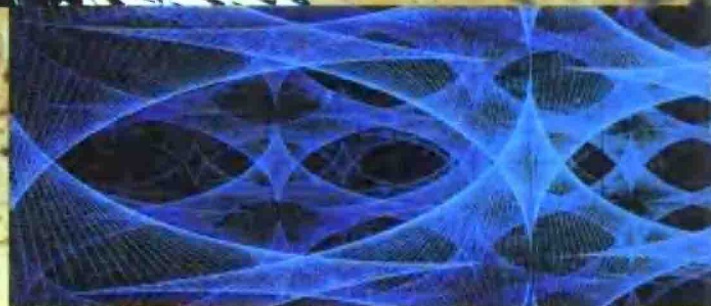
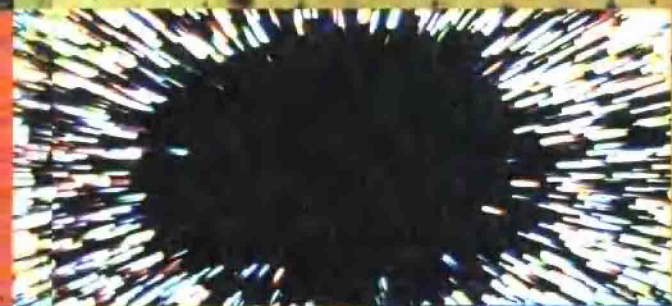
宇宙的最后三分钟

THE LAST THREE MINUTES

保尔·戴维斯 著

傅承启 译

赵君亮 校



海科学技术出版社

宇宙的最后三分钟

关于宇宙归宿的最新观念

保尔·戴维斯 著

傅承启 译

赵君亮 校

上海科学技术出版社

内 容 提 要

《宇宙的最后三分钟》为美国布罗克曼公司组织世界著名科学家分别撰写,并于1994年开始推出的一套反映世纪之交科学前沿问题的《科学大师佳作系列》之一。全世界有20多个国家共同推出这套丛书的各种文本。

本书根据一些著名物理学家和宇宙学家的最新研究成果,对宇宙的未来作了描述。本书的文字简洁、生动,读来饶有趣味。这是一本非常精彩的科普读物。

责任编辑:黄 华
张跃进

宇宙的最后三分钟

关于宇宙归宿的最新观念

保尔·戴维斯 著

傅 承 启 译

赵 君 亮 校

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所经销 常熟市印刷六厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 4.25 插页 4 字数 106,000

1995年9月第1版 1996年6月第3次印刷

印数 3,001—10,000

ISBN 7-5323-3660-3/P·34

定价:10.00元

Published by arrangement with
JOHN BROCKMAN ASSOCIATES, INC.
in association with BARDON-CHINESE MEDIA AGENCY
ALL RIGHTS RESERVED

编译委员会名单

编译委员会主任 朱光亚
顾 问 龚心瀚
编译委员会副主任 谢希德
叶叔华

编译委员会委员 (以姓氏笔划为序)
文有仁
卞毓麟
陈念贻
杨沛霆
杨雄里
吴汝康
何成武
郑 度
洪国藩
胡大卫
谈祥柏
戴汝为

《科学大师佳作系列》中文版序

人类正在迎接世纪之交。即将消逝的 20 世纪,科学技术又有了过去无法比拟的巨大发展与进步。科学上的重大发现,与技术发明、创造相互交替影响与促进,使人们对客观世界的认识更深入、更丰富多采了。

以“宇宙演化”这一课题为例,《科学美国人》杂志 1994 年 10 月号以“宇宙中的生命”为题的专刊,登载了詹姆士·皮博(P. James E. Peebles)等 4 位科学家的综述文章,介绍了近年来对宇宙起源的演化问题的研究成果——大爆炸标准模型。按照这一理论,宇宙是在大约 150 亿年以前从炽热而且稠密的物质与能量“大爆炸”而形成,随着它急骤膨胀、冷却,逐渐衍生成众多的星系、星体、行星,直至出现生命。人类生活于其中的太阳系,约在 50 亿年前才开始出现。这篇文章指出,研究宇宙学问题的还有哲学家、神学家、神秘主义者;然而,与他们不同的是,科学家们只接受经过实验或观测检验过的事实。文章还指出:“我们对宇宙起源与演化的认识,是 20 世纪科学研究的重大成就之一,这正是基于几十年的创新实验与理论研究的结果。用地面和发射到空间的现代望远镜,可探测到远在数十亿光年之外的星系发出的光,它告诉我们宇宙年青时是何种模样。用粒子加速器可探索宇宙演化初期其高能环境的基础物理学。用人造卫星可探测到宇宙早期膨胀后留下的本底射线,使我们在能观察到的宇宙最大尺度范围内勾画出它的大致图象”。当然,由于观察和实验受到条件和能力的局限,正如过去许多理论认识仅是客观真实的一种近似那样,也还有许多问题尚不能由这一理论作出回答,需要科学家们继续努力进行创新研

究,并通过更多的观察、实验来解决。

江泽民同志近年来多次指出,各级领导干部要努力学习与掌握现代科学技术知识。1994年12月,中共中央、国务院发出了《关于加强科学技术普及工作的若干意见》,要求从科学知识、科学方法和科学思想的教育普及3个方面推进科普工作。问题是:当代科学之发展如此迅速,其前沿领域又如此艰深,究竟能不能凭借通俗的语言,使广大干部和社会公众对当代科学成就取得比较中肯的了解?

这很不容易,但回答仍是肯定的。已故美国科普泰斗艾萨克·阿西莫夫(Isaac Asimov)曾经说过:“只要科学家担负起交流的责任——对于自己干的那一行尽可能简明并尽可能多地加以解释,而非科学家也乐于洗耳恭听,那么两者之间的鸿沟便有可能消除。要能满意地欣赏一门科学的进展,并不非得对科学有透彻的了解。归根到底,没有人认为,要欣赏莎士比亚,自己就必须能写出一部伟大的文学作品。要欣赏贝多芬的交响乐,也并不要求听者能作出一部同等的交响乐。同样地,要欣赏或享受科学的成就,也不一定非得躬身于创造性的科学活动。”

这番话很有道理。而美国布罗克曼公司组织编写的《科学大师佳作系列》(Science Masters Series)则堪称贯彻这一宗旨的上乘之作。该系列的作者们,既是当代科学前沿研究领域中有盛誉的专家,又是成绩卓然的科普作家。他们的这些作品内涵丰富,深入浅出,水准确实是很高的。同时,该系列的选题布局也很有特色:既有选择地抓住了当前科学发展的若干热点或焦点,又从整体上兼顾了学科覆盖面。这从该系列第一辑12本书和第二辑10本书的选题即可见一斑。

《科学大师佳作系列》是世界科普出版界的一项盛举:它将在全球范围内的数十个国家中,以二十几种语言出版。上海科学技术出版社与布罗克曼公司签约,取得了出版中译本的版权。为确保中译本早日问世,出版社邀请了10余位专家、学者组成中文版编译委员会,决定每拿到一本英语原著打字稿,即着手组织本学科领域

中既有学术专长、又有著译和科普写作经验的学者翻译。经过编译委员会诸同仁和全体译、校、编者的共同努力,《科学大师佳作系列》中译本中首先推出的3本已呈献于读者面前,即《宇宙的起源》、《宇宙的最后三分钟》与《人类的起源》。这3本书也正好是我前面举例讲到的介绍“宇宙的起源与演化”课题的精辟之作。作为中文版编译委员会的主任,我对此委实是不胜欣喜的。

该系列的作者之一、哲学家丹尼尔·丹尼特说过:“我将这项计划(按:即出版《科学大师佳作系列》)视为向这个世界撒下了一张网,它捕获的将是我们这颗行星的下一代思想家和科学家。”但愿果真如此。与此同时,我也衷心地企盼我国的科学家、科普作家、出版家们能并肩奋斗,不懈努力,写作和出版一批足以雄视世界科普之林的传世佳作,为我国科学事业的长足进步作出更大的贡献。

谨序如斯,愿与读者共勉。

朱 光 亚

1995年1月20日于北京

总有一天，
浩瀚宇宙的坚垒，
会受到敌对势力的合围，
屈服、溃退，乃至彻底崩溃。

卢克莱修

《物性论》

前 言

60年代初,在我还是个学生时就对宇宙的起源问题产生了非常浓厚的兴趣。大爆炸理论诞生于20年代,但直到50年代才引人注目。当时这种理论虽已广为流行,但远未使人信服。稳恒态学说与大爆炸理论相悖,它断然否认宇宙存在着起源问题。在半个多世纪里,稳恒态学说是最为流行的理论。1965年,罗伯特·彭齐亚斯(Robert Penzias)和阿诺·威尔逊(Arno Wilson)发现了宇宙背景热辐射。这一发现,使大爆炸理论被更多的人所接受。那么,这能否被看作是宇宙在炽热的猛烈爆炸中突然诞生的确实证据呢?

宇宙学家们异常兴奋地在探索这一发现的意义。大爆炸100万年后的宇宙有多热?大爆炸1年之后、1秒钟之后情况又如何?在原初的炽热状态中曾出现过多少种物理过程?是否可能找到宇宙诞生时的遗物,而这种遗物还保留着当时曾压倒一切的极端条件的痕迹?

1968年,我曾参加了一次有关宇宙学的讲座。那次讲座对我来说依然记忆犹新。在即将结束演讲时,那位教授根据背景热辐射的发现这一事实,评估了大爆炸理论。“一些理论家已开出了宇宙化学成分的清单,”他微笑了一下说道,“这份清单的根据是大爆炸最初三分钟发生的核反应过程。”所有的听众哄然大笑。这给人一种印象,即试图描述宇宙刚诞生时的状态似乎是极其荒谬的。甚至连那位异常仔细地研究了《圣经》之后宣称宇宙诞生于公元前4004年10月23日的詹姆斯·厄谢尔(James Ussher)大主教,也没有胆量列出宇宙最初三分钟所发生的事件的准确顺序。

在宇宙背景热辐射发现约10年之后,最初三分钟的理论已在

大学里进行讲授,这是科学的进步。美国物理学家和宇宙学家史蒂文·温伯格(Steven Weinberg)在1977年写了一本畅销书,书名为《最初三分钟》(The First Three Minutes)。此书被公认为科普读物的里程碑。作为一位知名的权威和专家,温伯格在书中向世人描绘了一幅完全令人信服的宇宙起源图,包括在大爆炸之后仅仅数秒或几分钟内出现的详细过程。

当大众还陶醉于那些令人兴奋的成就时,科学家们却已在向前迈进。他们的注意力开始从对“早期宇宙”(大爆炸后数分钟)的研究转向了对“极早期宇宙”(大爆炸后极短暂一瞬间)的研究。约过了10年后,斯蒂芬·霍金(Stephen Hawking)大胆地在《时间简史》(A Brief History of Time)一书中提出了关于大爆炸后最初一万亿亿亿亿分之一秒时的最新观念。现在看来,1968年那次讲座结束时听众发出的哄笑显得是多么无知。

随着大爆炸理论逐渐被大众和科学界所充分接受,人们越来越注重对宇宙未来的研究。我们现在已有了宇宙如何诞生的很好的概念,但宇宙将如何结束呢?它最终的命运又将如何?宇宙是否会以爆炸或抽搐的形式终其一生,或甚至永久消失?那时人类又将如何?人类或其后裔——无论是机器人还是人类自己——能否幸免于难而永复存在?

即使哈米吉多顿(Armageddon)*正好不在附近,对这类事情如果不产生好奇是不可能的。由于近来因人为危机的困扰,我们不得不思考现实宇宙学尺度时,我们为在地球上生存下去而奋争便成为备受欢迎的新内容。《宇宙的最后三分钟》正是一本描述宇宙未来的书。此书根据一些著名物理学家和宇宙学家的最新研究成果,并尽我们所能来对宇宙的未来作一番预测。这种预测绝非基督式的启示。事实上,经验的发展和累积蕴育着空前的潜能,而宇宙的未来使这种潜能充满了希望。然而,我们决不能忽视物之有生亦

* 哈米吉多顿是圣经《启示录》中3个魔鬼聚集天下众王的总称,作为世界末日的代名词或预言家——译者注

必有死的事实。死亡或许正是为创生而不得不付出的代价。

这本书是为普通读者撰写的,阅读时无需具备专业知识,也不需要数学。然而,在书中我有时不得不讨论一些很大或很小的数字。使用一种简洁的数学符号来表示这些数字是很有用的,这种符号就是“10的幂次方”。这里介绍一下它的用法。一个数,例如1000亿,完整地写出来是100000000000,这是相当麻烦的事。在这个数里1后面跟着11个零,因此我们可以用 10^{11} 来表示。类似地,100万为 10^6 ,10000亿是 10^{12} 。当幂指数增加时,这种符号会掩盖数字的增大速度。例如, 10^{12} 比 10^{10} 大100倍,前者是个大得多的数,尽管看上去它们几乎相同。也可以用10的负幂指数来表示很小的数。例如,十亿分之一,即 $1/1000000000$ 可写成 10^{-9} ,因为这个分数的分母为1后面有9个零。

最后,我要忠告读者,本书无疑在很大程度上是推测性的。宇宙的基本演化图象是建立在相当科学的基础上的,它先从大爆炸起源,随后膨胀并向某种物理终态退化冷却,或可能是灾变性地坍塌。但是,对于在所涉及的无限时标上可能会出现什么样的起支配地位的物理过程我们还很不清楚。天文学家对普通恒星的总体命运已有清晰的观念,对 neutron 星和黑洞的基本特征也理解得越来越深刻。但是,如果宇宙能存在好几万亿年或更长的时间,或许会存在一些非常微妙的、我们仅能推测其存在的物理作用,而这种作用最终会变得极为重要。

既然我们面对着因对自然规律一知半解而产生的问题,因而试图推演宇宙最终命运的最好方法就是,利用现有最完善的理论来演绎出合乎逻辑的结论。然而问题在于,许多与推测宇宙最终命运有重大关联的理论仍有待于实践的检验。我在这里讨论的一些物理过程,如引力波发射、质子衰变和黑洞辐射等,虽然理论家已深信不疑,但这些过程至今尚未观测到。更重要的是,毋容置疑还存在着一些我们一无所知的其他物理过程,这些过程或许会大大地改变我的结论。

这些不确定因素在技术领域以及宇宙智能生命的作用方面显

得更为突出,在这一点上,我们将一起进入科学幻想的王国。不仅如此,我们还不能忽视这样一种情况:经过千秋万代之后,生命体或许能极大地改变空前巨大尺度上物理系统的特性。在本书中,我打算把宇宙中的生命体作为一个议题,这是因为就许多读者来说,对宇宙命运的关注是与他们对人类及其后裔的命运的关注紧密相连的。我们应该始终记住,科学家们还远没有真正认识人类意识的本质,以及能容许意识活动在宇宙遥远的未来继续下去所必需的物质需求。

在编写本书时,我曾与约翰·巴罗(John Barrow)、弗兰克·蒂帕勒(Frank Tipler)、贾森·特瓦姆利(Jason Twanley)和罗杰·彭罗斯(Roger Penrose)就本书的主要内容进行了有益的探讨,在此表示诚挚的谢意,并要感谢本系列丛书的编辑杰里·莱昂斯(Jerry Lyons)对书稿一丝不苟的评阅。

目 录

前 言	
第一章 “世界末日”	1
第二章 走向死亡的宇宙	7
第三章 最初三分钟	15
第四章 恒星的末日	28
第五章 黑夜降临	37
第六章 给宇宙过磅	50
第七章 悠悠岁月	62
第八章 慢道上的生命	75
第九章 快道上的生命	90
第十章 暴卒与再生	97
第十一章 世界无尽头吗	108

第一章 “世界末日”

日期：公元 2126 年 8 月 21 日，世界末日。

地点：地球。

绝望的人们在整个星球上四处寻觅藏身之处，数以十亿计的人已走投无路。一些人绝望地在寻找废弃的矿井、洞穴，甚至潜水艇，恐慌之中想在地下深处找到逃生之地，但另一些人却毫不在意，他们横冲直撞，杀气腾腾。然而，大多数人只是痴呆而静悄悄地坐着，等待死神的降临。世界末日来临了。

高空中，一道巨大的闪电印在天幕上。初时，一条轻絮般细管形辐射状星云逐日膨胀，形成一股气旋，翻滚着向空寂的天宇涌去。长条形气旋的顶部是一个外形狰狞、令人恐惧的黑团，这是一颗彗星，虽然头部不大，却携带着与其很不相称的、具有毁灭性的巨大能量。它夹带着 1 万亿吨冰块和岩石，以每小时 6.4 万公里，即每秒近 18 公里的惊人速度逼近地球。

人类唯一能做的就是坐以待毙。面对着已注定了的命运，科学家们早就抛弃了他们的望远镜，悄然地关上计算机。对灾难无休止的模拟，结果仍然模棱两可，而他们的结论又使人惊恐万分，无法公诸于世。一些科学家利用普通老百姓所没有的尖端技术优势，精心准备好了逃生计划。另一些科学家则打算尽他们所能来仔细观察这世界的末日，并把观察数据传至深埋于地球内部的时代信息密封器。他们在最后一刻，仍然起到一个真正的科学家应起的作用。

撞击时刻临近了。全世界成千上万的人都在紧张不安地看着手表。这正是宇宙的最后三分钟。

爆心投影点正上方的天空被劈开了,掀起几千立方公里的气浪。一条比城市还宽的灼热火焰沿弧线冲来,15分钟之后急速击中地球。一万次地震才具有的巨大力量使地球不停地震颤。空气被挤压而产生的冲击波横扫地球表面,沿途所有建筑被夷为平地,一切的一切都被碾成粉末。撞击点周围的平地升起一个几公里高的液态环形山,在100多公里直径的撞击坑穴中,地球内层暴露无遗。熔岩壁波浪式地向外涌出,地面颠簸起伏,犹如一条因受拍打而缓慢蠕动的毛毯。

坑穴内部数以万亿吨计的岩石被汽化,而数量比这多得多的物质则被高高抛起,其中一部分直接抛入太空,更多的则被扔过半个大陆,暴雨般地撒落在数百乃至数千公里以外。受害之地万物尽遭严重毁坏。急射而出的熔岩一部分会落入大洋,激起巨大的海啸,从而加剧了悲剧的蔓延。大量的尘埃碎屑在地球大气中飘散,导致全球遮天蔽日。不过,当抛入太空的物质返回大气层时,照射地面的将不是阳光,而是由数以十亿计流星所发出的眩目不祥之光,这种强光所带来的无情的酷热将使大地变为焦土。

上述景象也许会发生,也许并不会发生。天文学家已经算出,一颗名为斯威夫特-塔特尔(Swift-Tuttle)的彗星,在公元2126年8月21日与地球相撞的概率为百万分之一。假若真的发生了,全球性的毁灭是不可避免的。全部人类文明便有可能毁于一旦。要是没有相撞,人类便会宽慰地舒一口气,并安心返回工作岗位。但是,斯威夫特-塔特尔彗星或者别的某个类似的天体早晚会撞击地球。人们作过估计,至少有2万颗直径为半公里或更大一些的天体的运动轨道与地球轨道相交。这些天外来客起源于寒冷的太阳系外部区域,有些来自位于火星和木星之间的小行星带,另一些则是彗星的残骸,后者可能是从一个极其巨大的碎片团中分离出来的。这个碎片团距太阳约1光年之远,称为奥尔特(Oort)云,它是以荷兰天文学家奥耳特的名字命名的。

许多这类天体所能造成的破坏比全世界所有核武器所能造成的破坏的总和还大。因此,问题仅在于某个天体撞击前人类究竟还

有多少时间作准备。要是真的发生这种事,对人类来说将是个糟透了新闻:人类的历史将会发生前所未有的突发性中断。然而,对地球来说这只是件颇为寻常的事。平均说来,这种量级的彗星或小行星撞击地球的事件每几百万年便会发生一次。人们普遍认为,6500 万年前的一次或数次这类事件的发生结束了恐龙时代。下一次轮到的可能就是我们人类了。

对世界末日深信不疑的观念深深扎根于大多数宗教和文化之中。圣经《启示录》中有一段关于死亡和毁灭的生动描写:“又有闪电、声音、雷轰、大地震。自从地上有人以来,没有这样大、这样厉害的地震…列国的城池都倒塌了…众山也不见了。又有大雹子从天落在人身上,每一个约重 1 他连得。因为这雹子的灾难极大,人就亵渎上帝。”*

宇宙中到处都有剧烈活动,地球只是宇宙中一个微不足道的天体,因而地球上以前很可能发生过许多可怕的事情。不过,我们的行星保持适宜生命的环境至少已有 35 亿年了,因而宇宙并非完全充满敌意。

我们在地球上得以生存的秘密在于空间——巨大无比的空间。我们太阳系只是在茫茫宇宙海洋中的一个极小的活动岛。距太阳最近的一颗恒星远在 4 光年之外。为了认识一下这段距离有多远,想一想光只需 8 分半钟就可从太阳超越约 150 百万公里到达地球。而在 4 年的时间内,光将越过 37 万亿公里的距离。

太阳是我们的星系——银河系中一个典型区域里的一颗典型恒星。银河系约包含 1000 亿颗恒星,它们的质量从太阳质量的百分之几到太阳质量的 100 倍。这些恒星,连同许多气体云和尘埃,还有不计其数的彗星、小行星、行星及黑洞一起,缓慢地绕银河系中心旋转。只要考虑到银河系可见部分的尺度达 10 万光年这一事实,这个巨大的天体集团就不会给人以银河系处处拥挤不堪的印象。

* 该段引自《新约全书》启示录的第十六章。文中 1 他连得即 100 磅,约 45 千克——译者注