

科学新经典文丛

宇宙


的本来面目

地球、空间、物质和时间

[美] 托马斯·R. 斯科特 (Thomas R. Scott) 著

王艳红 译

The **Universe**
As It **Really** Is
Earth, Space, Matter, and Time

 中国工信出版集团

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

科学新经典文丛

宇宙

的本来面目

地球、空间、物质和时间

[美] 托马斯·R. 斯科特 (Thomas R. Scott) 著

王艳红 译

The **Universe**
As It **Really** Is
Earth, Space, Matter, and Time

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

宇宙的本来面目：地球、空间、物质和时间 / (美)
托马斯·R. 斯科特 (Thomas R. Scott) 著；王艳红译
— 北京：人民邮电出版社，2019.10
(科学新经典文丛)
ISBN 978-7-115-51702-9

I. ①字… II. ①托… ②王… III. ①宇宙学 IV.
①P159

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第202564号

版 权 声 明

THE UNIVERSE AS IT REALLY IS: Earth, Space, Matter, and Time by Thomas R.
Scott and James Lawrence Powell
Chinese Simplified translation copyright © 2019 by POSTS & TELECOM PRESS
Published by arrangement with Columbia University Press
through Bardon-Chinese Media Agency
博达著作权代理有限公司
ALL RIGHTS RESERVED.

-
- ◆ 著 [美] 托马斯·R. 斯科特 (Thomas R. Scott)
 - 译 王艳红
 - 责任编辑 刘 朋
 - 责任印制 陈 犇
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京市艺辉印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本：880×1230 1/32
印张：12 2019年10月第1版
字数：258千字 2019年10月北京第1次印刷
- 著作权合同登记号 图字：01-2018-5351号
-

定价：59.00元

读者服务热线：(010)81055410 印装质量热线：(010)81055316
反盗版热线：(010)81055315
广告经营许可证：京东工商广登字20170147号

内容提要

两千多年来，人类一直在探索我们生存于其上的地球及其在宇宙中的位置。从托勒密到哥白尼，从牛顿到爱因斯坦，许多著名的哲学家和科学家为此付出了极大的努力，其间闪耀着人类智慧最耀眼的光芒。借助于技术的进步，我们得以不断拓展对宇宙的认识。

本书作者以其渊博的知识和高超的技巧，向我们介绍了地球和整个宇宙的前世今生以及未来的命运。其中，前5章详细讨论了物理学和化学中的基本概念和重要理论，包括原子、分子、引力、时间以及光等内容。随后的章节介绍了地球的结构、生命的演化、气候模式以及海洋系统，然后将目光移向太空，进行了一趟惊险刺激的宇宙之旅，领略了太阳系、银河乃至整个宇宙的风光。

在我看来，领悟宇宙的本来面目远远胜过沉溺于幻想，
不管幻想多么令人满足和安心。

——卡尔·萨根

上知天文，下知地理，你可以做到 |

(代序)

《敦煌变文集·伍子胥变文》：“吴国贤臣伍子胥，上知天文，下知地理，文经武律，以立其身。”当然，这句话说的是伍子胥在当时是博学多才的高人，并不是指他精通我们今天在“天文学”和“地理学”课程里所学的天文和地理知识。

那么，有没有真正“上知天文，下知地理”的学者呢？亚里士多德作为古希腊各科学问的集大成者，可以称得上这样的学者，而牛顿作为科学革命时期的自然科学的集大成者，也可以说是这样的学者。然而，无论是亚里士多德还是牛顿所处的时代，科学还远没有今天这样高度分科，所以在一定程度上，“上知天文，下知地理”并不是特别难以做到。

今天的科学已经高度分科，天文和地理也只是“数、理、化、天、地、生”这六门基础科学中的两门。即使我们很努力，在学校里全面学习了这六门功课（实际上不太可能），但是由于每门课都是由不同的老师教的，教材也是由不同专业的专家编写的，我们常常“见木不见林”，处于“不识庐山真面目，只缘身在此山中”的状态。我们所学的知识是支离破碎的，并不能很好地理解我们的宇宙以及包括我们和地球在内的宇宙中的万物。

所以，才会出现哈佛大学毕业生的不知道地球上为什么会有四季这样的怪事。怎么办？读这本书！



宇宙的本来面目

地球、空间、物质和时间

《宇宙的本来面目：地球、空间、物质和时间》是我知道的唯一一本书，作者只用了不太厚的篇幅就清楚地解释了我们的宇宙以及包括我们自己和地球在内的宇宙中的万物的来龙去脉及其相互关系，语言通俗、幽默风趣，但是又不失科学性和完整性。除了几乎没有谈多少数学之外（哈哈，这正是这本书好读的原因之一），作者把另外五门学科都几乎无缝地串起来了。读起这本书来，就像吃我妈做的辣子鸡捞面条那样痛快，味道足、有干货、很流畅，一开口就完全停不下来啊！

读完这本书，您可以儒雅而又略显骄傲地说：“俺多少也可以说是‘上知天文，下知地理’了！”

张双南

中国科学院高能物理研究所

2019年8月2日

序 |

众所周知，现代科学变得越来越专门化了。如今一个学科领域（比如我所在的地质学领域）分为多个专业、亚专业甚至亚亚专业，能理解整个学科的科学或作家极其罕见，更不要说理解整个科学领域。要找一个能全方位写作的人，笔触所及小到微观世界的夸克、大到宇宙尺度的类星体，能对富有好奇心的普通读者或首次接触这些概念的学生充分阐释诸多科学领域的内容，几乎是不可能的。这样的作者非常少见，而托马斯·R. 斯科特正是其中之一。他有着解释科学和践行科研的稀世才华，这本书是体现其才华的集大成之作。

本书原稿当初交给哥伦比亚大学出版社时，我有幸对其进行审阅，热情洋溢地推荐出版。斯科特博士接下来所做的修订也同样出色。随后噩耗传来，他还没来得及完成最后一次修订、将定稿交给出版社，就骤然去世。

哥伦比亚大学出版社科学出版人帕特里克·菲茨杰拉德让我接手书稿，促成其出版。我愉快地与天文学家尼尔·康明斯共同进行这项工作，书中的部分天文学内容远超我的知识范围，康明斯就此提供了重要的反馈意见。其间，我把这部书稿读了三遍。每读一遍，我对斯科特博士的科学知识与写作技巧的赞赏就加深一次，并且总会弄懂一些先前没能理解的内容。我预见到，诸位读者也将从反复阅读中获益，你们或许会不时重温自己感兴趣的章节。



宇宙的本来面目

地球、空间、物质和时间

我毫不怀疑，斯科特博士看待科学的方式与卡尔·萨根相通，本书书名和扉页题词都出自萨根的著作《魔鬼出没的世界：科学，照亮黑暗的蜡烛》。两位作家对科学的热情都不是局限于其实用价值，也不只是为满足我们天生的好奇心，更把它当作一支照亮黑暗、引领我们走向真理的蜡烛——只要我们睁开眼睛，审视“宇宙的本来面目”。

詹姆斯·劳伦斯·鲍威尔

作者与作品介绍 |

托马斯·R. 斯科特突发心脏病去世之前不久，刚刚完成了书稿的试读修订并将其寄送给了编辑。哥伦比亚大学出版社科学出版人帕特里克·菲茨杰拉德以及詹姆斯·劳伦斯·鲍威尔教授一直关注本书直到出版，斯科特的家人希望对他们表示感谢。看到本书得以付梓，让全世界的读者共享汤姆的科学之旅，我们一家深怀感激。

汤姆在特拉华大学和圣迭戈州立大学从事科研、教学和学术管理工作期间，有许多出色表现，但让学生、同事、朋友乃至他年幼的孙辈最为钦佩的，应该是他把复杂的科学原理解释清楚的能力，包括他所从事的神经科学领域以及其他领域。他在 KPBS 电台每周播送《圣迭戈科学》节目达数年之久，获得了听众的热烈响应。许多听众让他对节目内容进行补充，以书籍形式出版。

读者此刻手中的这本书是汤姆在他过于短暂的退休生涯中精心撰写的，代表着他为带领读者在我们的物理宇宙中进行一次迷人、准确、愉悦的旅行所做的努力。身为他的妻子、在学术和个人生活的许多领域与他长期合作的伙伴，我愉快地充当普通读者试读了这本书的初稿，提醒他在哪些地方我跟不上他的思路或者技术细节过多，试着做他提议的那些实验，对书稿发表评论，建议他强化贯穿各章节的“旅行”成分。我知道，他会感谢各物理科学领域的同事们回答了他的专业问题，其中包括艾伦·斯威德勒、斯坦利·马洛伊、



帕特·阿博特、哈里·希普曼和威廉·唐等。要感激的人太多，很遗憾在此无法一一列举。

汤姆相信，科学与人类对宇宙的理解在不断进步，需要我们在观察、实验、合作、测量、数据、理论和回顾反思方面做到最好。本书延续了我们为更好地理解物理世界所做的共同努力。希望你们阅读愉快。

邦妮·基姆·斯科特

目 录 |

引言 / 1

第1章 万物本原 / 7

第2章 从原子到分子 / 31

第3章 引力 / 41

第4章 时间 / 63

第5章 光 / 86

第6章 地球传记 / 113

第7章 地球：全面体检 / 139

第8章 大气与天气 / 170

第9章 海洋 / 207

第10章 太阳 / 234



宇宙的本来面目

地球、空间、物质和时间

第11章 太阳系 / 251

第12章 银河系 / 281

第13章 宇宙 / 304

注释 / 333

参考文献 / 362

引言 |

诸位,我们存在于此——这并不寻常。在数以十亿年计的岁月里,种种事件要毫无差错地逐一发生,才能容我此刻用键盘打下这些字,人类主观地将这个时刻称为 2017 年。世间万物的根本脉络(大自然的基本作用力、质子的质量、宇宙自身的年龄)要精准设定,才能造就这个诞生了人类的宇宙。有了物理规律的许可,才会有生物过程。

这个许可使我们走上了一条曲折的演化道路,左右前进方向的有急剧变化的气候、喷吐烟雾的火山以及滑动着的地质板块,偶尔还会有灾难性的陨星带来致命一击。这是一段 40 亿年的漫长历险,它绝不会重演;要让人类诞生,也不会有其他的可能。物理学给生物学发出了许可,也决定了它的命运。

尽管经历了这般难以想象的历程,人类与巨猿分家,作为个体生存于世,看上去仍非明智之举。在 125000 代人的时间里,每造就一个人,一个小小的精子都要与 1 亿个对手争夺庞大的卵子。你中彩票的概率,比你能活在世上买彩票的概率更大。

是不是奇迹?或许有某种高高在上的智能预先安排了人类的出现,并为此创造了合适的条件。对于这种可能性,科学不置一词,因为这样的智能无从探测发现,但它存在的可能性很小。更可能的情况是,我们之所以存在于此,是因为 137 亿年来的一切就那样发生了。如果宇宙不是这样,就不会有人类出现并思索着自己的来历。



在我们宇宙之外的世界里，也许有着不同的物理规律，但它们无法支撑拥有意识的生命形式。我们永远无法看到其他宇宙的模样，因为我们的物理规律不允许。所以，我们的宇宙到底是诸多可能诞生人类的宇宙之一还是唯一的选择，这个问题主要属于哲学和统计学领域，任何对相关可能性的讨论都不属于本书的范围。

在这本书里，我们将探寻人类所知的事物——能看到、能测量、能根据测量数据推断的那些。在整趟旅程中，地球和它那些司空见惯的物理特征将占据大部分篇幅，但最终我们将摆脱它的束缚，探访行星、恒星和那些更不寻常的天体。

本书前 5 章将讨论物理学（最基础的学科）和化学（最核心的学科）。物理学精确而有规律，它所奠定的原则其他学科都要服从。物理学关注那些支配宇宙的属性，如时间、光、运动、力、温度、电荷等。它包罗万象，小到夸克，大到类星体。说起来，20 世纪的两个代表性理论（量子力学和相对论）解决的就是大小两个极端的问题。在马克斯·普朗克和阿尔伯特·爱因斯坦分别提出他们的天才创意之前，人类思考问题的尺度不足以小到构建量子力学的亚原子世界，也不足以大到触及那些在宇宙水平上展现相对论属性的巨大质量和速度。

物理学以及它通过工程学发挥的作用主宰着整个 20 世纪，从第二个十年的巴拿马运河、第五个十年的曼哈顿计划、第七个十年的太空探索、第九个十年的全球定位系统，到不断革新的通信技术。随着分子生物学的兴起，美国科学的重心从物理学转向了生命科学，以及后者给医药领域带来变革的期望。但物理学依然决定着生命所在的环境，生物学要么适应，要么消亡。物理学是硬件，生物学是

软件。

化学是一门连接物理学与生命科学的庞大学科，它们一头与物理学重叠（物理化学），另一头与生物学重叠（生物化学）。化学分子可以像一对氢原子那样简单，也可以像人类 DNA 分子那样复杂，由数千亿个原子组成。化学探讨原子之间的相互作用，因而是一门较新的学科。19 世纪的科学家忙于争论原子是否存在，耽误了对原子之间相互作用的理解。约翰·道尔顿的定比定律和倍比定律¹使多数科学家相信分子由原子结合而成，但未能说服当时最杰出的物理学家。直到科学家发现了电子和质子，并最终发现中子，原子才确立了物理实体的地位。让·佩兰用微粒悬浮液进行的布朗运动实验（1911）证实了分子的存在（并赢得 1926 年的诺贝尔物理学奖）。科学家们终于开始探索原子外壳里电子的相互作用，正是这些相互作用决定了原子怎样结合形成分子。几千年来，人们在厨房、药剂店和熔炉里实践着化学，但关于对化学基本原则的理解，其历史只略长于一个世纪。

如今美国化学家的人数比天文学家、物理学家、地质学家和数学家都要多。美国化学会成员数量超过上述 4 个学科的学会成员总数。²化学是一个丰富多彩、生机勃勃的领域，其成果改变了现代社会几乎所有领域的面貌。

知晓基本原则之后，在本书中间的章节中，我们将漫游地球，理解它如何演变成这个环境舒适、让人类能生存下去的星球，探索它的内里。然后，我们要考察两种流体——空气和水，它们使生命得以存在，决定着我们的生存状态。

地球科学是本书涉及的学科中综合程度最高的一门。相关知识



来源于地球物理学、地球化学，以及近年来的地理信息系统。后者使我们对地球表面的认识发生了变革。在人类活动对陆地、海洋和大气造成威胁的当今时代，这方面的认识变得史无前例地重要。正如历史学是时间的科学，地理学是空间的科学³，我们将在第6章到第9章领会这一点。

在最后几章中，我们将离开地球，前去探索行星和恒星。没有哪一门学科能像天文学这样引人遐想。星座让人放飞想象，导航应用提供实用信息，占星术预示未来，相关的物理学则细致严谨。天文学吸引着业余人士，激励着热爱它的人们，同时为专业人员设下重重挑战。我有一个朋友，他在乘飞机时如果想与邻座攀谈，就说自己是天文学家；如果想独处，就说自己是天体物理学家。天文学可以令人着迷，也可以让人困惑。它曾创建令世人极端恼怒的理论，看着人们证实这些理论，发现人类自身的存在有赖于它们描述的事物。不喜欢数学、化学和物理学的大有人在，但谁会不喜欢天文学呢？

本书的构想源于费城国家公共电台 WHYH 频道的每周短讯节目《太空漫谈》。20世纪90年代我住在特拉华州北部，时常在家收听这个节目。到圣迭戈州立大学担任科学院院长时，我惊喜地发现，本地的国家公共电台 KPBS 归我的新工作单位管辖。于是我想到，这个电台是一个绝好的平台，可以用来向公众传播科学，同时推介圣迭戈州立大学。我们的学校与著名的加州大学圣迭戈分校同处一地，隔城相望。

我去见了 KPBS 的总经理道格·迈尔兰德和节目主管约翰·德克尔，建议推出一个每周播出的节目，名叫《圣迭戈科学》。他们和善地接受了我的建议。在接下来的5年里，我对约两万名听众聊着