

Pearson

星空译丛 | 通识教育丛书

翻译版 · 原书第8版

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

世界名校名家基础教育系列

[美] 埃里克·蔡森

Eric Chaisson

哈佛大学

[美] 史蒂夫·麦克米伦

Steve McMillan

德雷塞尔大学

高健 詹想 / 译

今日天文

恒星：从诞生到死亡

ASTRONOMY TODAY

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



“十三五”国家重点出版物出版规划项目 | 星空译丛
世界名校名家基础教育系列 | 通识教育丛书

今日天文

恒星：从诞生到死亡

翻译版 · 原书第8版

[美]

埃里克·蔡森 (Eric Chaisson) (Harvard University)
史蒂夫·麦克米伦 (Steve McMillan) (Drexel University)

著

高健 詹想 译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书主要讲述了恒星的一生。对广大天文爱好者来说,本书是不可多得的经典佳作。同时,本书可作为高校天文学专业的教材或教学参考书,也可作为天文通识教育选修课教材。

Authorized translation from the English language edition, entitled *Astronomy Today Volume 2: Stars and Galaxies (8th Edition)*, 9780321909725 by Eric Chaisson and Steve McMillan, published by Pearson Education, Inc., publishing as Addison-Wesley, Copyright©2014.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

CHINESE SIMPLIFIED language edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD., and China Machine Press Copyright©2016.

本书中文简体字版由培生教育出版公司授权机械工业出版社合作出版,未经出版者书面许可,不得以任何形式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有Pearson Education(培生教育出版集团)激光防伪标签。无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记 图字:01-2014-0460号。

图书在版编目(CIP)数据

今日天文. 恒星:从诞生到死亡:翻译版:原书第8版/(美)蔡森(Chaisson, E.), (美)麦克米伦(McMillan, S.)著;高健,詹想译. —北京:机械工业出版社, 2016.1

书名原文: *Astronomy Today Volume 2: Stars and Galaxies (8th Edition)*

“十三五”国家重点出版物出版规划项目. 世界名校名家基础教育系列

ISBN 978-7-111-52541-7

I. ①今… II. ①蔡…②麦…③高…④詹… III. ①天文学-普及读物②恒星-普及读物 IV. ①P1-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第318549号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:张金奎 责任编辑:张金奎 於薇 任正一

责任校对:刘岚 责任印制:乔宇

北京尚唐印刷包装有限公司印刷

2016年8月第1版第1次印刷

184mm×260mm·21.5印张·3插页·600千字

标准书号:ISBN 978-7-111-52541-7

定价:88.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88361066

读者购书热线:010-68326294

010-88379203

封面防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

金书网:www.golden-book.com

教育服务网:www.cmpedu.com

推荐序一

(国家天文台副台长, 中国天文学会第十一届理事会理事长 赵刚)

当人类文明发轫之际, 就认识到日月经天和斗转星移这类最自然的天文现象, 由此催生了最古老的天文学。然而天文学也是常新的, 望远镜的发明和指向星空使人类对宇宙的认识日新月异, 不断产生出一些突破性的重大发现。随着天文学向全波段的扩展和延伸, 除了带给我们对宇宙更多的惊奇之外, 是更新的认识和更深的理解。《今日天文》这部鸿篇巨著正是系统地介绍人类的认识是如何一步步从我们所在的太阳系向宇宙深处不断展开的美丽画卷, 唤醒读者关注我们所处的不可思议的神秘星空。

《今日天文》作者Eric Chaisson和Steve McMillan都是长期从事天文学研究和教学工作的资深学者。他们的研究著述等身, 《今日天文》是其中最突出的代表作, 是当今最为畅销的天文学通识课程教材。全书气势恢宏, 洋洋洒洒, 蔚为大观, 几乎涵盖了当今天文学的方方面面。作者为了展现天文学的广阔视野, 省略了那些复杂的数学运算, 但对所有概念和现象的描述十分严谨, 许多地方均配以精美的彩图和注释, 将博大精深的天文学栩栩如生地展现在人们面前。阅读此

书, 犹如跟随作者经历了一次人类逐步认识宇宙的过程, 是一部不可多得的全面介绍天文学基础知识和最新研究进展的优秀科普作品。

《今日天文》自1993年首次出版后, 与时俱进, 一版再版, 至今已经刊出第8版。本书译者高健和詹想就是在第7版的基础上开始利用业余时间将其翻译成文, 历时两年多, 最终完成时已是第8版的译本, 其付出的心血是难以想象的。高健和詹想均毕业于北京师范大学天文系, 他们天文专业背景扎实, 有很好的英文功底, 其译作基本上完全保留了原书风貌, 同时保持了作者的行文风格, 译文通顺流畅, 是一部值得推荐的好作品。得知这部译作即将由机械工业出版社发行, 在此向他们表示由衷的祝贺。

《今日天文》以广阔的时空视角, 深入浅出、图文并茂地展示了当代天文学的基本概念、观测现象和研究发展的历程。我相信, 无论是高中生、非物理或非天文专业的学生及广大天文爱好者, 甚至是天文专业的学生, 都将开卷有益, 从中找到自己有兴趣的内容, 感受天文学的奇妙与魅力!



2016年4月于北京

推荐序二

《今日天文》——一部非常详尽的全景式天文科普图书

(北京天文馆馆长、天文科普专家 朱进)

还记得两年前，机械工业出版社的张金奎编辑谈到他们签下了美国天文教材《Astronomy Today》的版权，正在找译者翻译。当时听到这个消息时很激动。

《Astronomy Today》是一本经典的天文学教材，几十年来长期用于美国大学低年级的非天文专业的学生学习天文。十五年前我在给北京大学地球物理系大一的本科生上基础天文课的时候，这本教材就是主要的参考书。

今天，中文版的《Astronomy Today》，也就是《今日天文》（中译本分“太阳系和地外生命探索”“恒星：从诞生到死亡”及“星系世界和宇宙的一生”三卷），终于翻译完成，即将出版。当手里拿着这部书的中文版样稿时，我的心情除了激动，更多了一份欣慰——国内的广大天文爱好者们，终于可以无障碍地阅读这部天文科普巨著了。

你也许注意到了，我在这里没有再把它称为教材，而将其称为了天文科普书。这部书的定位并不是给天文系的学生们的，所以全书对涉及的物理和数学概念，基本上都是用生动而详尽的描述，结合绘制精良的插图来

进行讲解，很少出现公式。基本上，只要你是一个科学爱好者，对科学概念有一些基本的了解，阅读这部书就不会有什么困难。

本书科学知识不难，但是涉及的知识面却非常广，基本包括了天文学的方方面面，从业余爱好者关注的星座、望远镜，到比较专业的星系团、宇宙学等，完全称得上是全景式展现天文学各个领域的一部巨著。如果你想只看一部书就对天文学有最大程度的了解，那么她是非常合适的选择。

本书的两位译者我都非常熟悉。高健是北京师范大学天文系一位优秀的青年天文教师，长期从事专业的天文基础教育和科研工作，并已经取得了不俗的成绩。詹想是我馆的一位优秀天文科普工作者，长期从事面向中小学生和公众的天文科普工作，同时参与一些科研项目。他们二位既有专业深度的保证，又有科学传播的经验，由他们共同翻译这部书对于保证翻译质量是非常重要的。

向所有人，尤其是热爱科学的高中生和初中生推荐这部书！



2016年4月于北京

推荐序三

(北京大学教授 徐仁新)

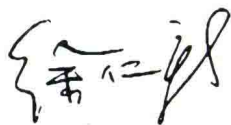
作为人类文明长河中一颗璀璨明珠，天文学对世界文化发展和社会进步的推动作用不可或缺。四百多年前，在伽利略第一次用自制的望远镜指向之前亚里士多德等先哲从未清晰审视的天穹之后，人类才逐渐形成崭新的宇宙观：不仅地球非宇宙中心，而且太阳在银河系内也并不起眼，甚至银河系也再普通不过了。不经过这样的世界观洗礼，很难想象会产生当今的科学和社会。此外，宇宙中各种极端物理环境是检验和发现自然基本规律的理想场所，以探测微弱天体信号为目的而发展起来的若干先进探测手段，促进了技术的提升、社会的现代化。

经过前几十年的经济发展，我国正处于社会转型期，而天文知识普及尤需加强。尽管目前直接参与专业天文教育和研究的人员规模较小，但天文学试图回答的问题往

往是基本而终极的。这一特点奠定了天文通识教育在提升中华民族整体素质方面的独特地位。随着我国经济实力的增强，包括LAMOST、FAST、DAMPE、HMXT等国内地面和空间天文观测设备已经或即将建成，重要科学的产出越来越依赖于专业天文学者的加盟。普及天文知识是培养一支优质后备专业队伍的有力保障。

《今日天文》一书的作者Eric Chaisson和Steve McMillan擅长向大众介绍天文知识。该书第8版兼顾最新天文发现和理论解释，图文并茂，是初学者的理想读物。北京师范大学高健老师和北京天文馆詹想老师花大量精力翻译此著乃明智之举，势将有效地改善我国天文通用教材的现状！

相信《今日天文》亦将在华人文化圈内产生积极反响！



2016年4月于北京

译者的话

《今日天文》可能是世界上排名第一的、最为畅销的天文学通识课程教材，它的写作流畅、不拘一格，但却具有严肃的科学性，书籍配有令人赏心悦目的艺术性插图，并且致力于用新颖的媒体手段来传播推陈出新的天文内容。中译本分为三卷：第一卷“太阳系和地外生命探索”、第二卷“恒星：从诞生到死亡”及第三卷“星系世界和宇宙的一生”。全书涵盖了天文学的发展史、天文研究的物理基础和工具，带领读者探索地球、太阳系、恒星、星系和宇宙本身，引导读者超越地球的限制，跨越当前的时间，向外触及遥远的太空和宇宙，甚至是另一个地球、另一个文明。不仅如此，作者还通过引入科学研究的循环，让读者了解科学研究是如何进行的，我们如何利用这种科学方法来知晓宇宙的运作及各种天文现象的相互联系。

二十多年来，结合几乎是全世界使用最广泛的、最先进的在线天文教学和考核系统“MasteringAstronomy（精通天文学）”，《今日天文》占据了众多美国大学及部分欧洲大学天文通识课程的讲台，同时也积极推动了美国大学天文通识教育的普及。《今日天文》的影响也遍及我国，目前国内广泛使用的《天文学基础》《天文学概论》及《天文学教程》等教材都在一定程度上受到了该书的影响。如此好书，在之前二十多年里，由于种种原因没有得以引进，而绝大多数中国读者也因语言问题而无缘一读，实在是一大憾事。译者曾在上世纪90年代末得到过该书的第3版，由此得以窥见许多当时天文学的新发现。如今，机械工业出版社首次在国内引进该书纸质版，期望通过发行此书能促进天文科学在国内中学和普通高校内的普及。我们很高兴也很荣幸能够作为本书的译者向大家推荐这部对天文爱好者而言堪称鸿篇巨著的《今日天文》。虽然国内各类天文科普图书并不少，但非常系统又非常详细地

把整个现代天文学全貌用图文并茂的生动形式彻底展示出来的可以说是凤毛麟角。这一点正是《今日天文》在国外流行多年的原因之一。

《今日天文》的定位主要是面向国外（美国）大学以前没有学习过大学数理基础类课程的、非物理或非天文专业的学生，它依靠定性推理并通过与学生熟悉的物体和现象进行类比来展示广阔的天文学，并在叙述中尽量避免复杂的数学和物理运算。鉴于国内中学物理和数学的教学已接近甚至超过美国普通大学的本科低年级，本书其实也很适合作为国内中学天文科学课程的教材使用。实际上，本书不只是教材，更是一部天文大全的科普书：有大量第一手的照片和精心绘制的彩图，行文生动活泼，用很多读者熟悉的日常事例来讲述天文知识。本书同样非常适合广大天文爱好者，尤其是爱好天文学的中学生和大学生阅读，不同年龄段和知识层次的读者都能从本书中获益良多。

本书的两位作者都非常专业。Eric Chaisson是哈佛大学的天体物理学博士，现在在著名的哈佛-史密森天体物理中心从事天体物理学的教学和研究工作。另一位作者Steve McMillan也是哈佛的天文学博士，现在是德雷克塞尔大学的物理学教授。两位作者都有丰富的科学论文和科学普及著作的写作经验，并曾获得过文学方面的奖项。他们的这部心血巨作，不仅向我们传达了他们对天文学的热情，也唤醒了我们对自己所处的不可思议的宇宙的关注。两位作者都非常勤奋，每隔几年就会结合当时最新的天文发现和理论，把全书内容更新再版。原书几乎每隔三年就会再版一次，如今已经是第8版。这一更新绝非简单地修改字词或者加上一两句话那么简单，而是内容的更新，甚至许多次会将整个章节体系重新编排。这样的编排再版也为我们的翻译工作带来了“麻烦”。当我们刚开始着手翻译时，参照的还是第7版。但当翻译

工作进行了一大半天，编辑突然告知第8版已经出版，版权刚刚拿到，已经完成的翻译工作几乎要完全重新校排甚至是重新翻译……很难述说当时内心的感受！

拨云见日，经过近两年的翻译工作，《今日天文》的最新版（第8版）终于能够呈现在读者面前了。在这里我们非常感谢机械工业出版社的张金奎编辑，正是他的策划才使得《今日天文》的中译本得以付梓面世。如今，信息传播已经进入“互联网+”时代，我们也期望《今日天文》的电子版、网络版在不远的将来也能与读者会面。本书的出版还得到了北京师范大学天文系及北京天文馆领导的大力支持，北京师范大学的张同杰教授也十分关心本书的翻译工作。

《今日天文》翻译分工如下：“太阳系和地外生命探索”卷第1、2章由高健翻译，

第3~12章由詹想翻译；“恒星：从诞生到死亡”卷第1~11章由高健翻译；“星系世界和宇宙的一生”卷第1章由高健翻译，第2~6章由詹想翻译；原书序言由高健、詹想共同翻译，附录内容由高健翻译，全书最后由高健统校。当然，《今日天文》几乎涵盖了天文学的方方面面，内容博大精深，两位译者熟悉的天文领域不可能如此全面，加上自身才疏学浅，书中难免有翻译错漏、表达不及的地方，甚至谬误之处也在所难免，恳请各位专家和读者不吝批评指正。欢迎给我们发邮件进行交流：jiangao@bnu.edu.cn, universezx@bjp.org.cn，我们非常希望得到您的反馈和建议！

译者

2016年4月于北京

原书序

天文学是一门充盈着新发现的科学。在新技术和新颖理论见解的推动下，对宇宙的研究不断地改变着我们对宇宙的理解。我们很高兴能有机会在这本书中呈现一些具有代表性的当今天文学中已知的事实、不断发展的思想和前沿发现的事例。

《今日天文》面向以前没有学习过大学科学课程和不主修物理或天文专业的学生，可用于一个或两个学期的非技术性的天文学课程。我们展示天文学的广阔视野，直截了当地进行描述，省略了复杂的数学运算。然而，复杂数学运算的缺失，却并不会妨碍我们讨论重要的概念。相反，我们依靠定性推理并用学生熟悉的物体和现象进行类比，用于解释问题的复杂性，以避免过分简化。我们试图向学生传达我们对天文学的热情，唤醒学生关注我们所处的不可思议的宇宙。

我们非常高兴地看到，本书的前七版深受众多天文教育团体的喜爱。很多老师和学生在使用本书的早期版本后，给了我们有益的反馈和建设性的批评，我们从中学会了如何更好地表达天文学的原理和兴奋点。许多受这些意见启发而得到的改进已被纳入了这个新版本中。

第8版的关注点

从第1版开始，我们便遇到了挑战：这本书需要既准确又简单易懂。对学生而言，天文有时看上去似乎意味着一个长长的清单，清单上充满了需要不断记忆和重复的陌生术语。本书将介绍许多新名词和新概念，但我们还希望学生们学习和记住科学是如何进行的，宇宙是如何运行的，以及事情是如何互相联系的。在第8版中，我们特意强化表现了天文学家是如何知其所知的，并强调构成其工作基础的科学原理，以及在发现过程中所使用的工序。

新的和经过修订的内容

天文学是一个快速发展的领域，在《今日天文》第7版出版至今的三年中，我们领略了大量覆盖天文研究的全部领域的新发现。第8版中几乎每一章都大幅更新了内容。有几章还

重新编排了顺序，以精简总体性的介绍，强化我们的关注点——科学过程，反映当代天文学新的认识和重点。

除了更新全书众多天文对象的数字和性质外，我们还做出了许多实质性的改变：

- 在第4章中增加了一个新的关于ALMA干涉阵列的“探索”模块。
- 在第4章中，对红外望远镜的讨论进行了显著的修订——包括赫歇尔望远镜的新描写和詹姆斯·韦伯太空望远镜的介绍。
- 在第5章中，对**太阳动力学天文台**及其发现进行了新的介绍。
- 在第8章中，更新了对星团观测及其形成的讨论。
- 在第11章中，修改了对伽马射线暴和巨超新星的讨论。
- 添加了有用的注释，现在书中大约一半的图片都采用了这种非常有益于教学的工具。
- 在很多图中加入了距离标尺，以帮助学生了解和感受宇宙的浩瀚。
- 为了保持与时俱进和清晰起见，更换了一些较旧的图片。
- 更新了全书的艺术设计。
- 为网上资料（在线内容）增加了新的目录表，其中按章节列出了本书提供的所有在线资料：解说图、互动图、动画或视频，以及自学指南。

其他教学特色

正如本书的其他许多地方一样，教师引导我们明白了什么对我们的学习效果是最有帮助的。在他们的帮助下，我们修改了每一章的章首与章末，以提高其对学生的有用性。

学习目标（新） 研究表明，初学的学生都怕大段的文字内容。出于这个原因，在每章的开始，我们提出了一些（一般5个或6个）明确的“学习目标”。它们能帮助学生开始本章的阅读，还能测试他们对关键概念的掌握程度。这些“学习目标”都进行了编号，是每章小结中的关键点，而小结又相应地再次提到了书中的段落。突出每章最重要的内

图解说明

可视化在天文教学和实践具有重要作用，我们将继续在书中大力强化这一方面。我们尝试在书中点缀的艺术概念图中结合美学和科学性、准确性，力求呈现最佳的和最新的宇宙天体的大尺度影像。每幅图都经过精心雕琢以促进学生的学习，并在教学上与相关的重要科学事实和思想讨论紧密联系。这个版本包含超过100幅修订的图像，显示了最新的影像以及从中观察得到的成果。

复合艺术图

一幅单一的图像——无论是照片还是艺术概念图——都很难展示复杂问题的所有方面。只要有可能，我们会使用多图组合，以最生动的方式来传达大量的信息：

- 可见光图像往往伴随着与其对应的在其他波长处拍摄的图像。
- 解释性线条往往叠加或并列在真实的天文照片上，以让读者真正“明白”照片揭示了什么。
- 多图分级显示，用于从大视场照片到放大的近距离详细图片，这样可以在更大的范围内理解展示的内容。

互动图像和照片

- 书中这个图标引导学生在“Mastering Astronomy”网站^①中找到艺术图和照片

① 网站资源仅限原版书用户免费使用。采用本书其他版本授课的教师可通过填写书后所附“教学支持申请表”获取部分免费资源。

学习目标

本章的学习将使你能够：

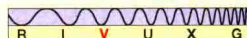
- ① 总结星际介质的组成和物理性质。
- ② 描述发射星云的性质，并说明其在恒星生命周期中的重要性。
- ③ 列举出一些星际暗云的基本性质。
- ④ 列举出探测星际物质性质所需的射电天文技术。
- ⑤ 说明星际分子的性质和重要性。

片的互动版本。使用网上的小程序，学生可以控制一些元素，如时间、波长、尺度和角度，以提高对这些图像的理解。

解说图（新） 解说图配有简短的视频，将学生从书中复杂的图像里解放出来，通过描述来扩展学生对基本概念的理解，包括讲述、增强的视觉效果，以及一到两个嵌入式问题，并伴随经过分级的一到两个解决问题的实践。教师可以根据它们在课堂上讲解主题，也可以指定它们为家庭作业、自学材料或是作为预习内容的一部分。

图注（改进） 第8版在图片的关键点上策略性地配上注释（总是呈现为蓝色字体），培养学生阅读和解释复杂图像的能力，让学生专注于最相关的信息，整合文字和图像知识。

全波段光谱覆盖和光谱图标

 天文学家利用电磁波谱的整个范围来收集有关宇宙的信息。本书采用在射电、红外、紫外、X射线或伽马射线波段拍摄的图像来补充可见光图像。由于有时很难（即使对专业人员来说）一眼识别出是可见光照片还是由其他波段生成的伪彩色图像，所以书中每幅照片都配以一个图标，以识别用于拍摄图像的电磁波的波长。

容有助于学生按优先顺序区分信息，并且也有助于复习。“学习目标”按照可客观测试的方式组织和措辞，为学生提供衡量自己学习进程的手段。

知识全景（改进） 每章开篇的“知识全景”板块概述这一章所传授的总体信息，帮助学生了解该章内容如何与对宇宙的广泛理解发生联系。

终极问题（新） 每章以一个广泛的、开放式的问题结尾，旨在点燃学生对天文学研究最前沿中仍然悬而未决的问题的好奇心。“终极问题”建立在这一章所介绍的内容的基础上，邀请学生们思考比所学范围更广阔的领域。

知识全景 夜空中到处都是恒星。肉眼大约可见6000颗恒星，分布在88个星座中。如果使用双筒望远镜或小型天文望远镜，就可见更多的（上百万颗）恒星。恒星的总数是无法计量的，而且只有相当少的恒星被详细研究过。然而，相比宇宙中其他任何天体，恒星告诉了我们更多有关天文学的基础知识。

终极问题 我们的太阳将随着年龄的增大而膨胀，大约在50亿年内，它会耗尽燃料，并注定会迅速膨胀成为一颗红巨星。目前最吸引人的问题是，成为红巨星的太阳是否膨胀得足以吞噬掉地球？这一问题经常被提起，但由于时间还很遥远，所以很快又被忽视掉。没有人能确定这一点。我们知道的是，太阳正在失去大量的物质，从而使其引力变小。也许这将会使地球最终退后到相对安全的轨道上。

概念理解检查 我们在每一章中纳入了一些“概念理解检查”——这是一些关键性问题，需要读者重新思考一些刚刚讲述过的内容或尝试将这些知识放到一个更广阔的背景里去。“概念理解检查”中问题的答案附在书的后面。

概念理解 检查

✓ 为什么天文学家在内行星和外行星之间做出如此分明的区别？

科学过程理解检查 现在，每章还包括一个或两个“科学过程理解检查”，类似“概念理解检查”，但明确澄清下列问题：科学是如何进行的，科学家是如何得到结论的。“科学过程理解检查”中问题的答案也附在书的后面。

科学过程理解 检查

✓ 在哪种情况下我们能看到不同于一般的特殊彗星？

概念链接 和许多科学学科一样，天文学中几乎每个话题都可能会牵涉几乎所有其他的话题。特别是，书中提前对天文内容和物理原理之间的联系进行详细解释是非常重要的。提醒学生回想这些联系是很重要的，他们因此可以回忆起那些原理，以让后面的讨论更为轻松；而且，如果有必要，还可以进行复习。因此，我们在整本书中插入了“概念链接”——标记出不同章节内容之间的关

键知识链接的记号。该链接以符号“∞”加上章节序号表示，说明正在讨论的内容在某些关键点上与前面提出的观点相关，并在继续学习前为复习提供方向。

关键术语 和所有学科一样，天文学也有自己的专业词汇。为了帮助学生学习，最重要的天文学术语在书中首次亮相时以粗体显示。在每章的小结里，粗体显示的关键术语链接着定义该术语的页码。此外，本书结尾有一个扩展的按字母顺序排列的词汇表，定义了所有的关键术语，并指出它们在书中第一次被使用的位置。

赫罗图和透明片叠图 本书中所有的赫罗图均按照统一的格式绘制，并且使用真实的数据。此外，一组独特的透明叠加图醒目地向学生们演示了如何使用赫罗图来帮助我们整理有关恒星的信息，并追踪恒星的演化历史。

详细说明模块 这类文本框对正文中定性讨论的主题提供更定量的处理。把这些更具挑战性的话题从正文中移出，将它们放置在于对应章节中的一个独立设计的模块内（以便在课堂上涉及它们，作为补充内容安排给学生，或者干脆留给那些感兴趣的学生选读），这样的设计将使得教师在设计课程深度时有更大的灵活性。

探索模块 探索各种有趣的补充内容，探索模块使读者能更深入地了解科学知识的发展，并强调科学过程。

章末问题、问答和实践活动（新） 大幅改组了章末内容的许多元素：

- 每一章都包含**复习和讨论**，可以用于课堂内复

习或者布置为作业。同“概念自测”一样，这些复习题的答案可以在本章中找到。讨论题更深入地探讨特定的主题，通常需要给出观点，而不仅仅是列出事实。和所有讨论一样，这些问题通常没有一个“正确”的答案。以**POS**图标记的问题，鼓励学生探索“科学过程”，每一个“学习目标”都体现在某个“复习和讨论”题中，并以**LO**标记出来。

- 每章还包含了选择题形式的**概念自测题**，包括挑选出来的直接与文中具体图片或图表绑定的问题，允许学生评估他们对本章内容的理解。这些问题均标记有**VIS**图标。本书的结尾会给出所有这些问题的答案。
- 章末的内容包括一些基于本章内容、需要一些数值计算的**问答**。在许多情况下，这类问题都与书中做出的定量描述（但没有详细的计算）直接相关。这些问题的解决方法并没有完整地包含在章节中，但解决这些问题所需的信息已在文中提及。本书末尾给出了奇数编号的问题的答案。
- 这一版还有一个新的内容，章末内容以与文中内容相关的协作和独立的**实践活动**结束。这些活动的范围从基本的肉眼和望远镜观测项目，到民意调查、问卷调查、小组讨论，以及网上天文研究。

章节回顾小结 “章节回顾小结”是主要的复习工具，与每章开头的“学习目标”相联系。每章介绍的一些关键术语再次被列出，贯穿上下文并以粗体表示，并且伴有关键图片及其出现在正文中的页码。

章节回顾

小结

1 **宇宙** (p.6) 是所有空间、时间、物质和能量的整体。天文学 (p.6) 是研究宇宙的科学。按照尺度的增加，宇宙的基本构成包括行星、恒星、星系、星系团，以及宇宙本身。它们的大小差异非常大——从地球到整个可观测的宇宙，大小变化是十亿亿倍。

2 **科学方法** (p.8) 是科学家用于客观地探索我们周围的宇宙的系统方法。理论 (p.8) 是观点和猜想的框架，用来解释某些观测现象并构建**物理模型** (p.8) 来预测真实的世界。这些预测将随着进一步的观测测试，通过这样的方式，理论得以扩展，科学得以进步。

3 **早期的观测者** 将成千上万肉眼可见的恒星按图案分出一组称之为**星座** (p.10)。他们猜想这些图案是附着在一个以地球为中心的**巨大天球** (p.12) 上。星座没有任何物理意义，但用于标记天空中的区域。地球自转轴与天球的交点称为**北天极**和**南天极** (p.12)。地球赤道平面

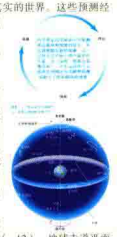
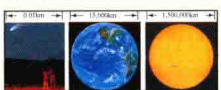
与天球相切的大圆是**天赤道** (p.12)。

4 **夜晚**，恒星在天空中的运动是地球**绕轴自转** (p.12) 的结果。两次正午之间的时间间隔为一**太阳日** (p.13)。任意一颗恒星连续两次升起的时间间隔为一**恒星日** (p.13)。由于地球绕太阳的**公转** (p.14)，一年之中不同的时间，我们在夜晚看到的恒星也不同。太阳看起来相对于恒星在运动。地球上太阳一年的视轨迹（或地球绕太阳的公转平面）叫作**黄道** (p.14)。

5 地球自转轴与黄道平面的夹角导致了我们所经历的**四季变化** (p.16)。夏季 (p.15) 时，太阳在天空中最高并且白天最长。冬季 (p.16) 时，太阳最低，白天最短。

二分 (p.17) 和秋分 (p.17) 时，地球自转轴垂直于日地连线，因此昼夜等长。由于**岁差** (p.17) 运动，月球的影响导致地球自转轴的缓慢“摇摆”，地球自转轴的指向便也随着时间缓慢地变化，这导致几千年来，不同季节可见的特定星座也在变化。

6 月球本身不发光，而是通过反射太阳光发光。随着月球绕地球运动，**月相** (p.18) 随着我们看到被太阳光照亮的月面多少而发生变化。**月食** (p.19) 发生在月球进入地球阴影时。



教师资源



精通天文学网站

www.masteringastronomy.com

“MasteringAstronomy（精通天文学）”是全世界使用最广泛的、最先进的天文教学和考核系统。通过吸引全国（译者注：美国全国）学生按部就班地学习，“精通天文学”建立了无与伦比的关于学习挑战和学习模式的数据库。利用这些学生数据，一个知名的天文教育研究团队细化了每一项实践活动和每一个问题，结果得到了一个具有独特教育效力和评价精确度的实践活动库。“精通天文学”为学生提供了两种学习系统：动态自学区和参与网上协作的能力。

“精通天文学”也为教师提供了一个快速而有效的方式，既能保证网上家庭作业的数量、质量和较为广泛的覆盖范围，又能恰到好处地协调作业难度和花在作业上的时间。学习指南指导90%的学生从错误答案反馈中得到正确的答案。强大的后续诊断系统使得教师能够评估其班级的整体进步，或是快速确定个别学生遇到的困难。学习指南围绕本书的内容编写，书中所有的章末问题在“精通天文学”中都能找到。那里还包括一个有丰富媒体资源的自学区域，不管教师是否将其布置为作业，学生都可以使用。

教学指导 经过詹姆斯·希思（奥斯汀社区大学）的修订，该在线指南提供：教学大纲样板和课程安排，每一章的概述，教学技巧，有用的类比，课堂演示的建议，有关每章末尾“复习和讨论”题的写作问题、选读材料和答案及解法，其他参考资料和资源。

ISBN 0-321-91021-4

试题库 我们为第8版重新编辑和修订了大约2800道试题。这些试题是按章节和题目类型进行编排的。第8版的试题库已经被彻底修改，包括许多为增加的重点概念而编写的新选择题和问答题。这个试题库可用微软的Word格式和TestGen格式（见教师资源DVD中的描述）读取。

ISBN 0-321-91008-7

“精通天文学”中的教师资源区 “精通天文学”系统还有教师资源区，为教师提供课上或课下需要的所有电子资源。该区域不仅包含了教师资源手册，还包含了本书所有的图片，以JPEG和PowerPoint格式存储；并包含了额外的

图像、星图，以及来自“精通天文学”学习区的动画和视频。该区域还包含TestGen，这是一个易于使用的、完全联网的程序，可以用于创建小测验以及期末考试。这里也提供题库中的试题，教师可以用“试题编辑器”来修改现有的试题或是创建新的试题。它还包含分章节的讲解大纲以及概念性的“随堂”问题，都是PowerPoint格式的。这样的格式在个人计算机和苹果计算机中都能使用。

教师资源中心 培生教师资源中心包括“精通天文学”的教师资源区和教师DVD中的一切，不过没有书中的JPEG和PowerPoint格式的图片，因为它们太大了，无法下载。

教师资源DVD 该DVD包含“精通天文学”教师资源区中的所有资源，并给教师提供在课上或课下所需的几乎所有电子资源。该光盘包含本书中所有的图片，以JPEG和PowerPoint格式存储，另外还包含来自“精通天文学”学习区的动画和视频。教师资源IR-DVD还包含TestGen，这是一个易于使用的、完全联网的程序，可以用于创建小测验以及期末考试。该DVD中还提供题库中的试题，教师可以用“试题编辑器”来修改现有的试题或是创建新的试题。该光盘还包含分章节的讲解大纲以及概念性的“随堂”问题，也都是PowerPoint格式的。

ISBN 0-321-90974-7

《以学习者为中心的天文学教学： ASTRO101策略》

蒂莫西 F. 斯莱特，怀俄明州立大学
杰弗里 P. 亚当斯，米拉斯维尔大学

“ASTRO101策略”是非科学专业的天文学入门课程的教师指导。这本书由天文学教育研究的两位领军人物撰写，详细介绍了各种技术——教师可以用它们来提高学生对天文主题的理解和记忆，重点强调使课堂讲授成为学生积极参与的论坛。根据最近旨在发现学生是如何学习的大样本研究，本书介绍了多种应用于天文学教学的随堂测验方法，主要针对非科学专业的学生。

ISBN 0-13-046630-1

《天文学的同伴教学法》

保罗J.格林，哈佛-史密松天体物理中心
同伴教学法是一个简单而有效的教授科学的方法。同伴教学法由哈佛大学在物理学导论等课程中进行了初步开发，并已经在物

理教育界引起了关注和兴趣。这种方法让学生参与到教学过程中，使科学更容易理解。这本书针对不同年级提供了大量令人深思的、概念性的简答题。虽然已有数量显著的这类问题被用于物理教学中，但《天文学的同伴教学法》仍然提供了第一个这样的天文学样本。

ISBN 0-13-026310-9

学生资源



精通天文学网站

www.masteringastronomy.com

网站中的作业、指南、评价体系是独特的，能够独立指教每个学生，针对他们的错误答案提供即时的反馈。当他们遇到困难时，可以先解决比较容易的次要问题，这时采用的方法能为他们带来提高。学生也可以使用自学区，它包含测试练习、自学指南、新的解说和互动图、动画、视频等。

“精通天文学”提供“培生电子文本”，当与新书一起购买“精通天文学”时，它会自动提供，你也可以在线升级购买。培生电子文本包括文本，以及可以放大以便于更好观看的图片，当学生有机会上网时，他们就可以使用培生电子文本。通过培生电子文本，学生还能够熟悉定义和术语，以帮助他们记忆词汇和阅读材料。学生还可以使用注释功能在培生电子文本里做笔记。

《星光灿烂学院》学生授权码卡片， 第7版

这款最畅销的天文软件可以让你逃离银河系，到7亿光年之外的太空深处去旅行。你可以在极其逼真的星域里欣赏超过1600万颗恒星，并放大成千上万的星系、星云和星团。你还能前后穿越20万年的时间，欣赏一个动态的、不断变化的宇宙中的关键性天文事件。你可以离开地球，从崭新的视角观赏行星的运动。基于其惊人的虚拟现实、强大的套件功能和直观易用性，《星光灿烂学院》没有辜负它是“天文软件中最闪亮的”这一声誉。

ISBN 0-321-71295-1

《星光灿烂学院》实践活动、观测和研究项目

这个可下载的补丁包含由艾琳·奥康纳

(圣巴巴拉城市学院)为Starry Night College天文软件编写的实践活动,以及由史蒂夫·麦克米兰编制的观测和研究项目。它能从“精通天文学”的学习区和培生Starry Night College《星光灿烂学院》下载站点上免费下载。

ISBN 0-321-75307-0

《天空凝望者5.0》学生授权码卡片

提供SkyGazer5.0的一次性下载——它结合了特殊的天文馆软件和预先打包的、信息广博的教程。基于广受欢迎的Voyager软件,该授权码卡片与天文学入门教科书的新副本打包在了一起,不收取额外费用。使用该软件,该授权码卡片还可以让用户下载Michael LoPresto的天文学媒体工作簿。

ISBN 0-321-76518-4

(也以CD的形式提供,ISBN 0-321-89843-5)

《天空和望远镜》

来源于最流行的业余天文学杂志,这个特别的学生增刊包含9篇埃文·斯基尔曼(Evan Skillman)的文章,每一篇包含1个总体概述和4个问题,聚焦于教授们最希望在课堂中解决的问题:综述、科学过程、宇宙的尺度以及我们在宇宙中的位置。

ISBN 0-321-70620-X

《埃德蒙科学恒星和行星定位器》

这是著名的旋转活动星图,显示了恒星、星座和行星相对于地平线的位置——在你确定时间和日期之后。这幅八角形的星图由已故的天文学家和制图师乔治·洛维(George Lovi)绘制。定位器的背面挤满了有关行星、流星雨和明亮恒星的额外数据。每份星图附带一本16页的口袋大小的详细说明书。

ISBN 0-13-140235-8

《天文学导论讲座教程》第3版

爱德华 E. 普拉瑟,亚利桑那大学
蒂莫西 F. 斯莱特,怀俄明州立大学
杰弗里 P. 亚当斯,米拉斯维尔大学
吉娜·布瑞森登,亚利桑那大学

由美国国家科学基金会资助,《天文学导论讲座教程》一书的目的是让长篇大论的讲座有更多的互动。第3版的主要特色是6个新的教程:温室效应,暗物质,理解宇宙和膨胀,哈勃定律,膨胀、回溯时间和距离,大爆炸。这44个讲座教程中的每一个都按课堂准备的形式呈现出来,让学生以两到三个小组的形式讨论10至15分钟,且不需要任何的设备。这些讲座教程用一系列精心设计的问题挑战学生,引发课堂讨论,让学生用批判推理的形式思考。

ISBN 0-321-82046-0

《天文观测练习》

这个由劳伦·琼斯制作的工作手册包含一系列技术性的、集成了天文馆软件的天文观测练习,这些软件包括Stellarium、Starry Night College、WorldWide Telescope,以及SkyGazer。使用这些在线产品增加了学生学习的互动层面。

ISBN: 0-321-63812-3

致谢

纵观最终成就这本书的许多草稿,我们一直依靠着很多同伴的批判性分析。他们建议的范围非常广泛,从全书整体组织的宏观问题,到每个句子的技术准确性的细微之处。我们还得益于来自本书第7版的用户的许多很好的意见和反馈。对许多帮助了我们的同伴,我们致以最诚挚的感谢。

第8版的审阅者

Brett Bochner	Erika Gibb	John Scalo
<i>Hofstra University</i>	<i>University of Missouri, St.Louis</i>	<i>University of Texas, Austin</i>
James Brau	James Higdon	Trace Tessier
<i>University of Oregon</i>	<i>Georgia Southern University</i>	<i>Central New Mexico Community College</i>
Christina Cavalli	Steve Kawaler	Robert K.Tyson
<i>Austin Community College</i>	<i>Iowa State University</i>	<i>University of North Carolina at Charlotte</i>
Asifud-Doula	Kristine Larsen	Grant Wilson
<i>Pennsylvania State University</i>	<i>Central Connecticut State University</i>	<i>University of Massachusetts, Amherst</i>
Robert Egler	George Nock	
<i>North Carolina State University</i>	<i>Northeast Mississippi Community College</i>	
David Ennis	Ron Olowin	
<i>The Ohio State University</i>	<i>Saint Mary' s College</i>	

之前版本的审阅者

Stephen G. Alexander	<i>Community College of Southern College</i>	Robert J. Leacock
<i>Miami University of Ohio</i>	<i>Nevada</i>	<i>University of Florida</i>
William Alexander	David Curott	Larry A. Lebofsky
<i>James Madison University</i>	<i>University of North</i>	<i>University of Arizona</i>
Robert H. Allen	<i>Alabama</i>	Matthew Lister
<i>University of Wisconsin, La</i>	Norman Derby	<i>Purdue University</i>
<i>Crosse</i>	<i>Bennington College</i>	M. A. Lohdi
Barlow H. Allen	John Dykla	<i>Texas Tech University</i>
<i>University of Wisconsin, La</i>	<i>Loyola University, Chicago</i>	Michael C. LoPresto
<i>Crosse</i>	Kimberly Engle	<i>Henry Ford Community</i>
Nadine G. Barlow	<i>Drexel University</i>	<i>College</i>
<i>Northern Arizona University</i>	Michael N. Fanelli	Phillip Lu
Cecilia Barnbaum	<i>University of North Texas</i>	<i>Western Connecticut State</i>
<i>Valdosta State University</i>	Richard Gelderman	<i>University</i>
Peter A. Becker	<i>Western Kentucky University</i>	Fred Marschak
<i>George Mason University</i>	Harold A. Geller	<i>Santa Barbara College</i>
Timothy C. Beers	<i>George Mason University</i>	Matthew Malkan
<i>University of Evansville</i>	David Goldberg	<i>University of California, Los</i>
William J. Boardman	<i>Drexel University</i>	<i>Angeles</i>
<i>Birmingham Southern College</i>	Martin Goodson	Steve Mellema
Donald J. Bord	<i>Delta College</i>	<i>GustavusAdolphus College</i>
<i>University of Michigan, Dearborn</i>	David G. Griffiths	Chris Mihos
Elizabeth P. Bozyan	<i>Oregon State University</i>	<i>Case Western Reserve</i>
<i>University of Rhode Island</i>	Donald Gudehus	<i>University</i>
Malcolm Cleaveland	<i>Georgia State University</i>	Milan Mijic
<i>University of Arkansas</i>	Thomasanna Hail	<i>California State University,</i>
Anne Cowley	<i>Parkland College</i>	<i>Los Angeles</i>
<i>Arizona State University</i>	Clint D. Harper	Scott Miller
Bruce Cragin	<i>Moorpark College</i>	<i>Pennsylvania State University</i>
<i>Richland College</i>	Marilynn Harper	Mark Moldwin
Ed Coppola	<i>Delaware County Community</i>	<i>University of California, Los</i>

<i>Angeles</i>	Andreas Quirrenback	<i>Metropolitan State College</i>	<i>Arkansas State University</i>
Richard Nolthenius	<i>University of California, San</i>	<i>of Denver</i>	Donald Terndrup
<i>Cabrillo College</i>	<i>Diego</i>		<i>The Ohio State University</i>
Edward Oberhofer	Richard Rand	Harry L. Shipman	Craig Tyler
<i>University of North Carolina,</i>	<i>University of New Mexico</i>	<i>University of Delaware</i>	<i>Fort Lewis College</i>
<i>Charlotte</i>	James A. Roberts	C. G. Pete Shugart	Stephen R. Walton
Andrew P. Odell	<i>University of North Texas</i>	<i>Memphis State University</i>	<i>California State University,</i>
<i>Northern Arizona University</i>	Gerald Royce	Stephen J. Shulik	<i>Northridge</i>
Gregory W. Ojakangas	<i>Mary Washington College</i>	<i>Clarion University</i>	Peter A. Wehinger
<i>University of Minnesota, Duluth</i>	Dwight Russell	Tim Slater	<i>University of Arizona</i>
Ronald Olowin	<i>Baylor University</i>	<i>University of Arizona</i>	Louis Winkler
<i>Saint Mary's College of</i>	Vicki Sarajedini	Don Sparks	<i>Pennsylvania State University</i>
<i>California</i>	<i>University of Florida</i>	<i>Los Angeles Pierce College</i>	Jie Zhang
Robert S. Patterson	Malcolm P. Savedoff	George Stanley, Jr.	<i>George Mason University</i>
<i>Southwest Missouri State</i>	<i>University of Rochester</i>	<i>San Antonio College</i>	Robert Zimmerman
<i>University</i>	John Scalo	Maurice Stewart	<i>University of Oregon</i>
Cynthia W. Peterson	<i>University of Texas at Austin</i>	<i>Williamette University</i>	
<i>University of Connecticut</i>	John C. Schneider	Jack W. Sulentic	
Lawrence Pinsky	<i>Catonsville Community College</i>	<i>University of Alabama</i>	
<i>University of Houston</i>	Larry Sessions	Andrew Sustich	

培生公司的出版团队在我们撰写这本书的每一步中都在协助我们。特别要感谢特马·古德温（Tema Goodwin），他果断刚毅的管理解决了众多矛盾，其人格魅力是这本出版物的一部分。执行主编南希·威尔顿（Nancy Whilton）领导本版本通过各个阶段，开发主编芭芭拉·普赖斯（Barbara Price）贡献了她的专业媒体知识。Thistle Hill出版服务公司的制片经理安德烈娅·阿彻（Andrea Archer）和安吉拉·厄克特（Angela Urquhart）做出了非常出色的工作，把这个非常复杂的项目的线索紧紧捆绑在一起，将文字、艺术和电子媒体组合成为一个有机的整体。特别感谢封面和版式设计师珍妮·卡拉布雷西（Jeanne Calabrese）——她的制作令第8版看起来更加

美观；献给马克·翁（Mark Ong）——他指导了书的整体外观。我们也向下列人员表达我们的感谢：凯特·布雷敦（Kate Brayton）——更新和维护“精通天文学”学习区的媒体资源；克里斯蒂娜·卡瓦里（Christina Cavalli）——“精通天文学”中解说图的作者。

最后，我们要感谢著名的太空艺术家达那·贝里（Dana Berry），他允许我们使用他的许多美丽的天文艺术作品；我们还要感谢洛拉·朱迪丝·蔡森（Lola Judith Chaisson），她组织和绘制了这一版本中所有的赫罗图（包括透明叠加图片）。

埃里克·蔡森
史蒂夫·麦克米伦

目 录

推荐序一
推荐序二
推荐序三
译者的话
原书序

天文学与宇宙

第1章 天图量绘 天文学基础 5

- 1.1 我们在太空中的位置 6
- 1.2 科学理论和科学方法 8
- 1.3 “显而易见”的风景 10
- 1.4 地球的轨道运动 13
 - 详细说明1-1 角度测量 14
- 1.5 月球的运动 18
- 1.6 距离测量 24
 - 详细说明1-2 利用几何进行距离测量 28
 - 章节回顾 29

第2章 辐射 来自宇宙的信息 33

- 2.1 来自天空的信息 34
- 2.2 波是什么? 37
- 2.3 电磁波谱 39
 - 探索2-1 辐射的波动性 41
- 2.4 热辐射 42
 - 详细说明2-1 开尔文温标 43
 - 详细说明2-2 辐射定律的更多说明 46
- 2.5 多普勒效应 47
 - 详细说明2-3 利用多普勒效应测量速度 49
 - 章节回顾 50