

Understanding Our Universe

领悟我们的宇宙

[美] 斯泰茜·佩林 (Stacy Palen)

劳拉·凯 (Laura Kay)

布拉德·史密斯 (Brad Smith)

乔治·布卢门撒尔 (George Blumenthal) 著

周上入 译

重庆出版集团 重庆出版社

果壳文化传播公司



科学可以这样看

世界顶级天文学、天体物理学著作

《时间简史》《平行宇宙》等高端科普入门读物
深度认识空间-时间，门外汉都能读懂的世界科学名著

在学者的陪同下，作一次奇妙的宇宙漫游，他的见解可将我们的想象力推向极限。

——布莱恩·格林 (Brian Greene)，《宇宙结构》的作者

科学可以这样看丛书

Understanding Our Universe 领悟我们的宇宙

(美) 斯泰茜·佩林 (Stacy Palen)

劳拉·凯 (Laura Kay)

布拉德·史密斯 (Brad Smith)

乔治·布卢门撒尔 (George Blumenthal) 著

周上入 译

美国经典天文学读本

顶级物理学家、天文学家为你导航

从地球大踏步跨入深空，穿越时空，领略无限宇宙

重庆出版集团  重庆出版社

 果壳文化传播公司

Understanding Our Universe

By Stacy Palen & Laura Kay & Brad Smith & George Blumenthal

Copyright © 2012 by Stacy Palen and Laura Kay and Brad Smith and George
Blumenthal

Chinese Translation Copyright © 2015 by Chongqing Nutshell Cultural
Communication Co., Ltd, Chongqing Publishing Group

All rights reserved

版贸核渝字(2014)第49号

图书在版编目(CIP)数据

领悟我们的宇宙 / (美) 佩林等著 ; 周上入译. —
重庆 : 重庆出版社, 2015.12
(科学可以这样看丛书/冯建华主编)
书名原文: Understanding our universe
ISBN 978-7-229-09767-7

I. ①领… II. ①佩… ②周… III. ①宇宙学—普及
读物 IV. ①P159-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第086581号

领悟我们的宇宙

UNDERSTANDING OUR UNIVERSE

[美] 斯泰茜·佩林(Stacy Palen) 劳拉·凯(Laura Kay) 布拉德·史密斯(Brad Smith)
乔治·布卢门撒尔(George Blumenthal) 著 周上入 译

出版人: 罗小卫
责任编辑: 连果
责任校对: 何建云
书籍设计: 热浪文化

 重庆出版集团 出版  果壳文化传播公司 出品

重庆市南岸区南滨路162号1幢 邮政编码: 400061 <http://www.cqph.com>

重庆出版集团印务有限公司印刷

重庆出版集团图书发行有限公司发行

E-MAIL: fxchu@cqph.com 邮购电话: 023-61520646

 重庆出版社天猫旗舰店
cqpbs.tmall.com

全国新华书店经销

开本: 870mm×1020mm 1/12 印张: 46 字数: 1150千

2015年12月第1版 2015年12月第1版第1次印刷

ISBN 978-7-229-09767-7

定价: 168.00元

如有印装质量问题, 请向本集团图书发行有限公司调换: 023-61520678

版权所有 侵权必究

亲爱的同学：

也许你在思考为什么要修学一门普通教育科普课程。在整个学习生涯中，你一直在接触不同的思维方式——解决问题的不同方法，“了解”的不同定义，以及“知道”的多重含义。而天文学则是从科学视角看待问题。天文学家和其他所有科学家们有一套解决问题的特定方法（时常被称为“科学方法”，但大众对该术语的理解仅停留在表面）。天文学家所谓的“了解”，是指他们能够对下一步发生的情况做出正确预测。天文学家所谓的“知道”，则意味着某个想法在数十次甚至上百次试验中得到反复验证。

在你选修天文学之后，你的老师很可能已经在脑海中为你设定了两个基本目标。目标之一是了解一些基本的物理概念并熟悉夜空。目标之二则是以科学家的思维方式思考问题，不仅要学会用科学的方法解答课程中的问题，还能在生活中用科学的方法作出决策。我们撰写《领悟我们的宇宙》这本教材时，这两个目标贯彻始终。

本书中，我们不仅重在教授天文学知识（行星群落、恒星大气构成），还着重强调我们获取知识的过程。我们相信对科学方法的理解如同掌握一种珍贵的实用工具，使你终生受益。

天文学非常纯粹地展现了一种人类特有的推动力——好奇心。天文学引发公众关注，不是因为它有利可图，或可治愈癌症，或能修建更坚固的桥梁。人们选择学习天文学，是因为对我们身处其中的宇宙充满好奇。最有效的学习方式是“实践”。无论是演奏乐器，运动或是梦想成为一名好厨师，光学不练，只会裹足不前。学习天文学亦是如此，在本书中，我们研究了一套务实的理论与实践结合，促进边学边“实践”。每章的开篇都是数据图表，这些图表说明了你将参与的各种活动类型，以满足你的好奇心。有些学生对宇宙充满好奇，喜欢提问并记录实验日志，这些活动的开展便是基于这些学生的视角。



词汇标注

公转：在天文学中，自转指一个物体围绕穿越其中心的轴旋转，而“公转”指一个物体围绕另一个物体的轨道旋转。例如，地球绕其轴自转（形成昼夜），并围绕太阳公转。

学习任何新学科时，学科语言往往是一个绊脚石。学科语言有许多专业术语——学科研究特有的专业词汇——比如超新星和造父变星。它也可以是普通字眼的特殊运用。比如，常见词“膨胀”在日常生活中通常用于描述气球或轮胎，但经济学家对其理解则大相径庭，天文学家更是不同。本书中，我们编入了“词汇标注”，解释常见词语在天文学中的含义，以帮助你认识天文学家如何运用术语。

学习科学时，还有另一个语言问题。数学是科学的基础语言，富有挑战性，难度不亚于学习一门新语种。选择数学作为科学语言并非随意而为，因为大自然“会”数学。要了解大自然，你也需要掌握这门语言。我们不希望数学语言让整个内容变得晦涩难懂，所以一个数学论证开始或结束时，我们都设有“疑难解析”栏目，汇总了其中的数学概念和公式，以求一目了然。

疑难解析 2.2

开普勒第三定律

一个数的平方表示该数与自身相乘，如公式 $a^2=a \times a$ 。而其立方表示再乘以该数，如公式 $a^3=a \times a \times a$ 中。开普勒第三定律是指一个行星轨道周期（ $P_{\text{行}}$ ，按年计算）的平方等于该行星椭圆轨道半长轴的立方（ A_{AU} ，按天文单位计算）。若转换成数学公式，该定律表示为：

$$(P_{\text{行}})^2 = (A_{\text{AU}})^3$$

在此公式中，天文学家为了方便起见采用了非标准单位。单位年用于测量轨道周期，而天文单位则是为了方便测量轨道的长短。当采用年和天文单位时，我们可得出下图所示关系（图2.29）。值得注意的是，无论采用何种单位都不会改变我们所研究的物理关系。例如，若采用秒和米作为单位，该关系可表示为：

$$(3.2 \times 10^{-8} \text{ 年/秒} \times P_{\text{行}})^2 = (6.7 \times 10^{-12} \text{ 米/AU} \times A_{\text{米}})^3$$

简化为：

$$(P_{\text{行}})^2 = 3.2 \times 10^{-19} \times (A_{\text{米}})^3$$

假设我们想知道海王星轨道的平均半径（单位AU），首先需确定海王星的周期是多少地球年，该周期可通过仔细观察海王星相对恒星的位置而定。海王星的周期是165年，将该数字代入开普勒第三定律，得出：

$$(P_{\text{行}})^2 = (A_{\text{AU}})^3$$

$$(165)^2 = (A_{\text{AU}})^3$$

若要解此方程式，必须首先计算出左边的平方数得出27 225，然后计算立方根。

计算提示：科学用计算器通常具备计算立方根的功能，上面的符号有时为 $X^{1/3}$ ，有时为 $\sqrt[3]{}$ 。计算时，首先输入基数并点击立方根按钮，再输入方根（2表示平方根，3表示立方根，以此类推）。有时候，计算器上面的按钮可能显示为 x^y （或者 y^x ）。在此情况下，需要将方根转换为小数输入。例如，若你想计算平方

根，需输入0.5，因为平方根以 $\frac{1}{2}$ 表示。若要计算立方根，需输入0.333 333 333（重复），因为立方根以 $\frac{1}{3}$ 表示。

为了计算海王星轨道半长轴的长度，可能需要输入27 225 $[X^{1/3}]$ 3，从而得出：

$$30.1 = A_{\text{AU}}$$

因此，海王星与太阳之间的平均距离为30.1AU。

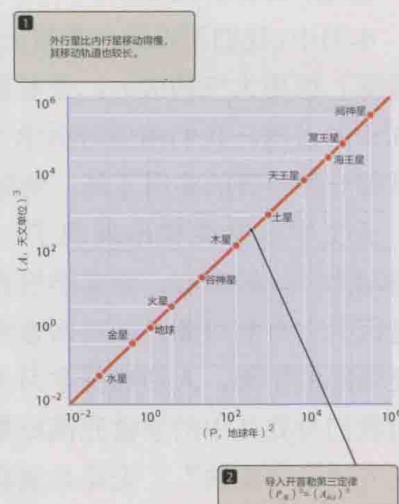


图 2.29 八个经典行星和三个矮行星的“ $A^3 \sim P^2$ ”坐标图显示它们都符合开普勒第三定律。（请注意，每个轴都标绘了10的次方，这样无论数字大小都可在同一个图表中使用，这种情况将经常出现。）

如此一来，你可以在章节内容的概念上多花些功夫，然后再重温数学公式，学习论证的规范语言。建议先看一遍“疑难解析”栏目；然后用一张纸遮住答案，尝试自己独立解答习题。做到这一点，你就学会一些科学语言了；即使此时不够熟练，但你能用它处理数据，还能指出他人的数据错误。我们希望你能够享受阅读、聆听和运用科学语言的过程，并将为你提供工具，使之学习更加容易。坚持就是胜利。

作为这个世界的公民，你对科学自有判断：什么是真科学，什么是伪科学。这些判断会影响你在杂货店、药房、汽车经销商和投票站的决定。你依据媒体传达给你的信息做出决定，但这些信息跟课堂上的大不相同。所以，你必须学习，学会辨别哪些可信而哪些不可信。为了帮助你磨炼这种技能，我们在每一章都设置了“天文资讯阅读”栏目，其中包含一篇新闻文章，并设置有一些问题来帮助你了解如何获取科学知识。学会鉴别获知的信息也十分重要。我们希望这些栏目能帮助你提升批判性的思维能力。

每个章节结尾，我们为你设置了不同类型的问题、习题和活动来锻炼技能。“小结自测”问题用以检查你对文章的理解。如果你能正确回答这些多选题、判断题和填空题，这就说明，你对本章的内容有了基本的了解。接下来，是另一组是非判断题和多选题，侧重于章节中更详细复杂的事实和概念。概念题要求你综合运用信息，回答特定情况下“怎么办”和“为什么”。“习题”则能够让你练习所学技能并以数理化方式处理问题。最后，“探索”部分则要求你以互动的方式运用所学概念和技能。本书“探索”部分中，大约有一半内容要求你在“学习空间（StudySpace）”网站上使用动画和模拟方式来解决，而其他内容则是一些使用冰块和气球等日常用品的动手操作和笔试。



天文资讯阅读

你可能认为信息就如同地球和月球的运动一样永不改变，但只要情况合适，这些数值都可能在瞬间发生变换。本文摘自《彭博商业周刊》2010年3月1日网络版。

美国国家航空航天局(NASA)科学家表示，智利地震可能导致地轴移位

撰稿人：《彭博商业周刊》亚历克斯·莫拉莱斯(ALEX MORALES)

美国国家航空暨太空总署的一位科学家表示，智利2月27日发生的已造成700人死亡的强震可能导致地球自转轴偏移，并使人类一天的时间缩短。

位于美国加州的喷射推进实验室地球物理学家理查德·格罗斯(Richard Gross)利用计算机模型，估算智利强震效应，据他表示，强震能使绵延数百公里的岩块位移数公尺，造成地球的质量分布发生变异，而影响地球的自转。

“人类一天的时间缩短了1.26微秒，也就是百万分之一点二六秒”，格罗斯今日在其邮件答疑中说道：“智利的地震可能使地球自转轴线偏移2.7毫弧秒（约8厘米或者3英寸）。”

格罗斯表示，这样的微量变化很难侦测，但可以模拟出来。地震造成的某些其他变化就更为显著，英国利物浦大学地球科学教授安德烈亚斯·里特布罗克(Andreas Rietbrock)研究调查了受影响区域，指出岛屿可能发生了位移，虽然位移不是从最近一次地震后才开始。

里特布罗克在今日接受电话采访时说道，智利康塞普西翁市外海的圣马里亚岛在地震后可能隆起约2米（约6英尺）。

他告诉我们岛上的岩石证明，该岛曾经因为以往的地震而上升。

冰舞效应

英国地质调查所的专家戴维·克里奇(David Kerridge)说：“我们称它为‘冰舞效应’，当一个花样滑冰运动员在冰上旋转时，如果她收回自己的手臂，就会越转越快。同理，当地球的质量分布发生改变，自转的速率就会改变。”

里特布罗克表示其未能与康塞普西翁市的地震学家取得联系，探讨此次里氏8.8级的地震。

“非常肯定的是，地震确实让地球发出了像铃声一样的声音。”他补充道。

格罗斯提到，发生于2004年苏门答腊9.1级地震，引发了印度洋海啸，让一天的时间缩短了6.8微秒，同时也让地轴移动了2.3毫角秒。

中国台湾“国立中央大学”地球科学院院长赵丰在邮件中指出，在某一天发生的改变将会永久持续。

他表示，“由于大气团围绕地球旋转等其他原因，这种微小变化往往隐藏在更大的变化之中。”

新闻评论：

1. 地球自转速度发生了什么变化，是什么原因导致的？
2. 戴维·克里奇提到了所谓的“冰舞效应”，这是什么效应？将地球现象与日常现象做对比以此论证地球自转发生了变化让你更容易还是更难理解？这种对比使该观点更令人信服还是更令人不信服？
3. 研究文章中的数字。格罗斯声称一天的时间缩短了1.26毫秒。请使用封面内页的前缀列表以科学记数法写出此数字。该数字是大还是小？这种变化会对你完成下一次家庭作业所需的时间产生实质影响吗？
4. 这是一次唯一的事件吗？之前发生过类似事件吗？
5. 地球自转速度在发生变化是一种科学假设吗？请回忆第一章中关于证伪的讨论。该假设可以证伪吗？如果可以，我们该如何验证？
6. 该文章与商业有何关系？为什么《彭博商业周刊》也报道了此事件？
7. 将本新闻报道中的冰舞效应与月球轨道相联系。月球大约以每世纪1厘米的速度远离地球。那么，月球的轨道周期将变长还是变短？你能猜测其速度是在增加还是减少？

探索 开普勒定律

wwnorton.com/studyspace

在本节，我们将探讨开普勒定律是如何运用在水星轨道中的。请登录学习空间（StudySpace），打开第二章行星轨道模拟器。该模拟器模拟了行星的轨道，可以让你控制模拟速度以及各种其他参数。本文中，我们将重点探讨水星的轨道，你也可以将其运用到其他行星轨道的研究上。

开普勒第一定律

在开始探讨模拟之前，在“轨道设置（Orbit Settings）”窗口，使用“参数设置（Set parameters for）”旁边的下拉菜单选择“水星（Mercury）”，然后点击“确认（OK）”。点击控制面板底部的“开普勒第一定律（Kepler's 1st Law）”标签。使用安全按钮选择“显示虚焦点（show empty focus）”和“显示中心（show center）”。

1. 你将如何描述水星轨道的形状？

取消“显示空焦点（show empty focus）”和“显示中心（show center）”的选择，选择“显示短半轴（show semiminor axis）”和“显示半长轴（show semimajor axis）”。在视觉化选项下，选择“显示栅格（show grid）”。

2. 使用栅格标记估算短半轴与长半轴之比。

3. 将该比值套入方程 $e = \sqrt{1 - (\text{比率})^2}$ 中计算水星轨道的离心率。

开普勒第二定律

点击控制面板顶端附近的“重置（reset）”按钮，设置水星的参数，再点击控制面板底部的“开普勒第二定律（Kepler's 2nd Law）”标签。将“调整面积大小（adjust size）”滑块滑至右边，直到扫过面积大小是 $\frac{1}{8}$ 。

点击“开始扫（start sweeping）”。行星将在轨道上运动，

并模拟填满面积，直到轨道的 $\frac{1}{8}$ 被填满。当行星移动到其轨道最右边一点（即轨道上离太阳最远的一点）时，再次点击“开始扫（start sweeping）”。你可能需要使用“模拟控制（Animation Controls）”窗口中的滑块降低模拟速率。点击视觉化选项中的“显示栅格（show grid）”。（如果移动中的行星让你烦躁，你可以暂停模拟。）估算面积大小的最简单的方法之一是计算方格的数量。

4. 分别计算黄色区域和红色区域中方格的数量。你将需要决定如何处理方格数量的小数部分。两个面积是否一样？应该一样吗？

开普勒第三定律

点击控制面板顶端附近的“重置（reset）”按钮，设置水星的参数，再点击控制面板底部的“开普勒第三定律（Kepler's 3rd Law）”标签。在视觉化选项中选择“显示太阳系轨道（show solar system orbits）”。研究开普勒第三定律窗口中的图表。滑动离心率滑块变更被模拟行星的离心率。首先，将离心率调至较小的数值，再逐步增加。

5. 图表内是否发生任何变化？

6. 从这种变化中可以看出轨道周期与离心率有何关系？

将参数重新设置成适用于水星的数值。滑动半长轴滑块变更被模拟行星的半长轴值。

7. 你将半长轴变短时，轨道周期有何变化？

8. 若你将半长轴变长呢？轨道周期又有何变化？

9. 从这种变化中可以看出轨道周期与半长轴有何关系？

如果你觉得人类知识是一座岛屿，那么每个科学实验就是在给海岸线增添一小块鹅卵石或者一颗沙粒，渐渐扩大小岛的面积。每块鹅卵石都使我们更多地接触未知的海洋。知识之岛越大，未知的海岸线越长。在本书中，我们试图清晰地展示已然铺陈海滩的知识卵石，深埋水下只窥其表的卵石，以及那些已被海水抚平而我们仅能猜测其存在的卵石。有时，越大胆的想法越有趣，它们展示了天文学家处理未解问题和探索未知世界的方式。作为天文学家，本书作者们觉得世上最美妙的感受之一就是打磨一颗卵石并放在海岸线上。

天文学以其他研究领域无可企及的独特视角为你解读这个世界。宇宙浩瀚，迷幻而美丽，隐藏着诸多奥秘，令人惊讶的是，凭借屈指可数的原理就能理解它。学完本书后，你将感知到宇宙中你的存在——多么渺小和微不足道，又难以置信的独特而重要。

尊敬的老师：

我们编制这本书，基于以下几个重要目的：激发学生潜能，促进各种资料的收集与融合以及研究实用且灵活的工具以支持多样化的学习方式。

作为科学家和教师，我们热爱我们的工作。我们希望与学生分享激情，激励他们独立参与科学探索。作为作者，为了达到最佳效果，我们采取了一种办法——每章开篇添加了“学生笔记本”风格的示意图。这些图表模拟学生参与调查，导读页的学习目标则促使他们独立进行相关尝试。

通过对教学研究的了解和对教师的调查分析，我们收集到诸多信息，例如学生的学习方法，以及老师如何为学生设立学习目标。在本书中，针对大多数的目标和学习方式，我们有时采取大篇幅、非常直观的方式，比如专题栏目；也通过问题和习题等较为间接的办法，提出一些天文概念与日常情境相关的问题或者组织材料的新方法。

许多老师表示，希望他们的学生成为“受过教育的科学消费者”和“批判的思想家”，或者学生应该“能够阅读报刊上科学报道并理解其意义”。针对这些目标，我们专门设置了“天文资讯阅读”栏目，此栏目中包含一篇新闻文章，并附有一系列问题，引导学生批判性地思考文章内容、数据和来源。

不少老师希望学生具备更好的空间推理和视觉化能力。针对此目标，我们专门设置了培训学生创建和使用空间模型的内容。第二章中就有一例，我们让学生利用一个橘子和一盏灯来理解天球和月相。每一章都有视觉类比图表，以了解天文学概念与日常事物的对比。通过这些类比，我们努力使材料更具趣味性与相关性且更令人过目不忘。

教育研究表明，对许多学生而言，最有效的方法是通过实践来学习。每一章结尾的“探索”活动都需亲自动手，要求学生理解章节中所学的概念理论并将其运用到实践中，如在“学习空间”（StudySpace）网站上进行动画和模拟练习，或者笔试。许多这样的“探索”行为采用日常物品，可以作为课堂或家庭作业。

学习天文学，学生还必须学习科学语言——不仅是术语，还包括科学家特殊运用的日常词汇。“理论”一词就是典型例子，学生们认为他们理解这个单词，但他们的定义跟一个天文学家的定义相差甚远。一个普通词汇第一次被特殊使用时，页边的“词汇标注”会提醒学生注意，这将有助于解除学生们的困惑。除了书后的词汇表之外，“词汇标注”囊括了文中所有的加粗词汇和其他学生可能不熟悉的术语。

学生还必须相当熟练地运用更规范的科学语言——数学。我们把数学公式列举在“疑难解析”栏目中，既不影响教材章节，也不影响学生理解概念性材料。在本书中我们首先讲解数学基本理念，然后由简到难依次深入。我们还致力于粉碎一些让学生丧失信心的绊脚石，设置了运算提示、前章参考和详细全解题例等。

我们总揽全局，并作出多方努力，旨在鼓励学生在学习本书过程中熟悉材料并对自己的科学技能树立信心。我们采用“恰逢其时”的方式编排

物理定理：例如，我们在第六章详细说明了斯蒂芬 - 玻尔兹曼定律（Stefan-Boltzmann），这也是该定律在本文中第一次使用。对于恒星和星系，我们首先进行一般性概括介绍，然后举例进行详细分析。你会发现，本书的介绍次序是“恒星”先于“太阳”，“星系”先于“银河系”。这样就不会想当然地以为学生了解恒星或星系，避免让他们困惑受挫。行星内容编排采用的是一种相对的方式，强调科学是一个研究个案的过程，最终得出综合结论。所有这些内容编排都从学生视角出发，并建立在对材料逻辑层次有清晰认识的基础上。甚至我们的版面设计都是以最大程度地调动学生参与为宗旨——尽可能保证宽文本的布局。

智能学习（SmartWork）是诺顿（W.W.Norton）的在线教程和作业系统，你指尖轻触即可在该平台完成对学生的测评。智能学习（SmartWork）提供了 1 000 多个跟教材直接相关的问题和习题，包含有“小结自测”、“天文资讯阅读”和“探索”等。这些都可以作为阅读测验当堂或者课后完成。智能学习（SmartWork）里的每个问题均有提示和明确的答题反馈以便引导学生正确解答。教师们可以轻松地修改在线系统里所有的问题、答案和反馈，还可以新建问题。

编排教材时，我们一直在思索：老师希望学生学到什么，什么是帮助学生学习的最佳方式？我们尽可能通过教育调研以获取指导，而它们也指引我们踏上了一些从未探索的途径。这些课程特色和布局结构对你的学生教学效果如何，请告知我们！我们非常期待教学一线的反馈。

此致
敬礼

斯泰茜·帕伦（Stacy Palen）
劳拉·凯（Laura Kay）
布拉德·史密斯（Brad Smith）
乔治·布卢门撒尔（Georege Blumenthal）

学生课外辅助材料



智能学习（SmartWork）在线作业

包括 1 000 多道题，帮助学生深入掌握《领悟我们的宇宙》教材中的知识——每道题都附有答案、提示和电子书链接。试题包括“小结自测”、“探索”（以天文之旅和内布拉斯加大学的模拟仿真为基础）以及“天文资讯阅读”等方面的问题。有些试题还配有美国国家航空航天局（NASA）提供的图片，让学生利用课程所学知识来观察了解未包括在教材中的图片。



学习空间 (StudySpace)

美国诺顿图书出版社创建了自由开放的学生网站，网站内容如下：

- 每章学习计划和纲要。
- 28 个“天文之旅 (Astro Tour)”动画视频，其中有些动画视频可以互动。
这些动画视频结合教材中的图片，可以帮助学生生动形象地了解重要的物理和天文理念。
- 内布拉斯加大学的交互模拟系统 [有时候称为小应用程序或 NAAP (内布拉斯加天文小应用程序项目)]。基础天文学教师对该交互模拟系统非常悉，可以帮助学生操控变量，了解实体系统是如何运作的。
- 测验 + 诊断性多选测验，如果答错了，还提供反馈意见。另外还包括电子书，“天文之旅”和内布拉斯加大学模拟仿真的网页链接。
- 生词卡。
- 天文学新闻速递。

繁星之夜 (Starry Night) 天文软件 (大学版) 和练习册

吉尔福特技术社区学院史蒂文·盖尔 (Steven Desch, Guilford Technical Community College) 和俄亥俄州立大学唐纳德·汤助普 (Donald Terndrup, Ohio State University)

繁星之夜 (Starry Night) 是专为学生通过电脑屏幕观察天文现象而设计的一款逼真且具有用户友好界面的天文模拟软件。诺顿公司为该软件配备了专门的练习册，其中还设置了观察作业，从而引导学生进行虚拟探索，帮助他们切实地运用书中所学知识。该练习册与《领悟我们的宇宙》教材完全同步。

教师教学

教师手册

埃弗里特社区大学克莉斯汀·沃什伯恩 (Kristine Washburn, Everett Community College)，古彻学院本·舒格曼 (Ben Sugerman, Goucher College)，俄亥俄卫斯理大学格雷戈里·D. 麦克 (Gregory D. Mack, Ohio Wesleyan University) 以及吉尔福德技术社区学院史蒂文·盖尔 (Steven Desch, Guilford Technical Community College)

本手册包括以下内容：章节概述；根据讲义安排课堂演示 / 课堂活动；幻灯片课件纲要和讲义；包含在诺顿资源碟和学习空间 (StudySpace) 中的“天文之旅”动画注释；所有章节末问题的解答；针对繁星之夜 (Starry Night) 练习册作业的教师备注；以及关于如何运用教材中的“天文资讯阅读”和“探索”作业素材。

试题库

盐湖社区学院特里纳·范·奥斯迪 (Trina Van Ausdal) 和乔纳森·巴恩斯 (Jonathan Barnes)

试题库是根据“诺顿评估指南”开发设计的，包括 1 300 多道题。每个章节的试题库都根据诺顿知识类型分类为以下三种：

1. 事实题，用于检验学生对事实和概念的掌握情况；
2. 应用题，要求学生应用所学解决问题；
3. 概念题，要求学生通过。

试题还根据章节和难易度进一步分类，以便进行有针对性的，方便判断正确与否的测试和测验。试题类型包括简答题、多选题和判断题。

诺顿教师资源网

该网站提供以下资源，供教师下载：

- 试题库，可选格式包括 ExamView、Word RTF 和 PDF；
- PDF 格式的教师手册；
- 搭配讲义的幻灯片课件；
- 所有照片和表格，JPEG 和 PPT 格式；
- 诺顿出版社出版的繁星之夜 (Starry Night) 天文软件 (大学版) 之教师手册；
- 28 个“天文之旅”动画视频，其中有些动画视频可以互动。这些动画视频结合教材中的图片，可以帮助学生生动形象地了解重要的物理和天文理念；
- 内布拉斯加大学的交互模拟系统；基础天文学教师对该交互模拟系统非常熟悉，可以帮助学生操控变量，了解实体系统是如何运作的；
- 课程参考资料包，支持 BlackBoard, Angel, Desire2Learn 和 Moodle。

课程参考资料包

诺顿课程参考资料包，在各种学习管理系统 (LMS) 中都可以找到，其中不仅包括所有测验和试题库中的试题，还包含“天文之旅”和小应用程序链接，以及“天文资讯阅读”相关讨论问题。课程参考资料包可通过 BlackBoard, Angel, Desire2Learn 和 Moodle 等平台打开使用。

教师资源夹

教师资源夹为双碟版，包括一张教师资源 DVD (DVD 中包含的文件与教师资源网上的同步) 以及一张 ExamView 格式的试题库光盘。

致谢

我们衷心感谢美国诺顿图书出版公司以下员工做出的非凡努力：玛丽·林奇 (Mary Lynch) 和米娜·沙哈格伊 (Mina Shaghghi) 保证了邮件往来畅通；克莉丝汀·德·安东尼 (Christine D'Antonia) 跟踪了解进度直至最后阶段；文字编辑克里斯·迪伦 (Chris Thillen) 清晰明了地解读了我们想要传达的意思。还要特别感谢安德鲁·索贝尔 (Andrew Sobel) 对该教材每页甚至每段的编辑校对，以及埃里克·法尔格伦 (Erik Fahlgren) 为我们提供各种点子，并鼓励

和鞭笞我们努力向前。

我们也在感谢奥特天文馆（Ott Planetarium）的罗恩·普洛克特（Ron Proctor）先生为每个章节写序，吻我波兰（Kiss Me I'm Polish）工作室将草图转换成成品，简·瑟尔（Jane Searle）管理整个制作过程以及半影（Penumbra）设计公司的凯利·帕拉利斯特（Kelly Paralister）将草图制作成艺术成品。对于布雷恩·索尔兹伯里（Brain Salisbury）提供精美的图书设计，卡罗尔·德斯诺埃斯（Carole Desnoes）为图书内页排版，以及罗伯·贝林格（Rob Bellinger）和马修·弗里曼（Matthew Freeman）编辑媒体资讯和增补内容，我们亦不胜感激。此外，我们更要感谢斯特西·洛亚尔（Stacy Loyal）帮助我们将此书送达到每位需要的人手中，以及著名的科学教育专家霍华德·沃斯（Howard Voss）对此书做出的特别贡献。

审核人员为本书最终成书做出了卓越贡献，谨此致谢。

佛罗里达州立大学詹姆斯·S. 布鲁克斯（James S. Brooks, Florida State University）
密歇根州立大学爱德华·布朗（Edward Brown, Michigan State University）
佛罗里达中央大学詹姆斯·库尼（James Cooney, University of Central Florida）
亨特学院凯勒·克鲁兹（Kelle Cruz, Hunter College）
斯蒂夫奥斯丁州立大学罗伯特·富莱费尔德（Robert Friedfeld, Stephen F. Austin State University）
堪萨斯大学斯蒂芬·A. 霍利（Steven A. Hawley, University of Kansas）
鲍尔州立大学埃里克·R. 赫定（Dr. Eric R. Hedin, Ball State University）
恰博学院斯科特·希尔德雷斯博士（Scott Hildreth, Chabot College）
鲍尔州立大学丹·考沃什（Dain Kavars, Ball State University）
得克萨斯州农工大学凯文·克里斯纳斯（Kevin Krisciunas, Texas A&M University）
西弗吉尼亚大学邓肯·洛里默（Duncan Lorimer, West Virginia University）
北佛罗里达大学简·H. 麦克吉本（Jane H. MarcGibbon, University of North Florida）
新墨西哥州立大学詹姆斯·麦卡特尔（James McAteer, New Mexico State University）
鞍峰学院乔·安·梅里尔（Jo Ann Merrell, Saddleback College）
中佛罗里达大学米歇尔·蒙哥马利（Michele Montgomery, University of Central Florida）
宾夕法尼亚州立大学克里斯托弗·帕尔马（Christopher Palma, Pennsylvania State University）
得克萨斯大学泛美分校尼古拉斯·A. 佩雷拉（Nicolas A. Pereyra, University of Texas-Pan American）
加州大学洛杉矶分校瓦赫·佩罗米安（Vahe Perroomian, University of California-Los Angeles）
贝勒大学德怀特·罗素（Dwight Russell, Baylor University）
美国大学尤利西斯·J. 索菲亚（Ulysses J. Sofia, American University）
华盛顿大学迈克尔·梭伦托伊（Michael Solontoi, University of Washington）
盐湖社区学院特瑞纳·范·奥斯达尔（Trina Van Ausdal, Salt Lake Community College）
阿林顿得克萨斯大学尼拉克史·维尔拉巴什纳（Nilakshi Veerabathina, University of Texas at Arlington）

地球自转和公转	24、30、33	大气：形成和逃逸	159
极点视野	27	温室效应	164
月球轨道：日月食和月相	37、38、40	彗星轨道	227
开普勒定律	44	恒星光谱	252、254、259
牛顿定律和万有引力	62	原子能级和玻尔模型	254
椭圆轨道	65	原子能级和光的发射与吸收	255
光是一种波，光是一种光子	78	赫罗图	267
几何光学和透镜	80	太阳的核心	278
恒星的形成	96	哈勃定律	360、365
太阳系的形成	100	大爆炸核合成	375
多普勒效应	111	暗物质	392
塑造行星的地质作用	126	活动星系核	396
大陆漂移说	140	星系相互作用和合并	400
热点上形成一系列岛屿	144		

视觉类比图

- 图 1.2 宇宙尺寸 5
- 图 2.3 天球投影 25
- 图 2.14 岁差 36
- 图 2.16 月相 38
- 图 3.10 匀速圆周运动 64
- 图 3.11 引力和轨道 65
- 图 4.5 电磁波的生成 76
- 图 4.6 电磁波的传播 76
- 图 4.8 光的量子化和强度 78
- 图 5.4 分子云核心坍缩 98
- 图 5.6 压强和引力之间的动态平衡 100
- 图 5.11 角动量守恒 103
- 图 6.5 撞击坑特点的形成 127
- 图 6.18 地球磁场 138
- 图 6.21 对流 140
- 图 7.2 行星的均衡温度 161
- 图 7.4 温室效应 163
- 图 8.5 大红斑尺寸 189
- 图 8.16 巨行星的磁场 199
- 图 9.31 流星雨的辐射点 235
- 图 10.2 立体视觉和视差 247
- 图 10.7 原子的能态 253
- 图 10.8 能态之间的跃迁 254
- 图 11.7 太阳内部的光子胡乱偏转 281
- 图 11.9 日震波造成的太阳振荡 284
- 图 12.5 红巨星的演化 307
- 图 13.7 大质量恒星的坍缩 332
- 图 13.13 脉冲星 337
- 图 13.20 质量物体造成时空扭曲 345
- 图 14.4 哈勃定律 362
- 图 14.10 空间膨胀 368
- 图 14.11 膨胀的标度因子 369
- 图 14.12 膨胀造成的红移 370
- 图 14.15 复合 372
- 图 15.1 星系的侧面图和正面图 384
- 图 15.17 根据光度的变化推算活动星系核的大小 396
- 图 16.2 光与星际尘埃之间的交互作用 411
- 图 17.4 暴胀 440

✧ 作者介绍

斯泰茜·佩林 (Stacy Palen)

不仅是韦伯州立大学物理系的一名备受赞誉的教授，同时担任奥特天文馆 (Ott Planetarium) 的主任。她曾获得罗格斯大学的物理学学士和爱荷华大学的物理学博士学位。作为华盛顿大学的一名讲师和博士后，她曾在四年时间内讲授过20多次《天文学导论》。自从加入韦伯州立大学，她始终积极参与科学拓展活动，从星空派对到筹办国家科学奥林匹克竞赛。目前，斯泰茜正着手于正式/非正式天文学教育和类太阳恒星殒灭领域的研究。在日常生活中，她投入大量时间和精力进行思考、教学和从事科学实践应用方面的写作。并且，她将收获的科学成果运用到自己位于犹他州奥格登的小农场内。



劳拉·凯 (Laura Kay)

1991年加入巴德纳学院，现担任学院物理学和天文学系安·惠特尼·奥林中心 (Ann Whitney Olin) 教授和主任。她曾获得斯坦福大学的物理学学士学位和女权主义研究领域的AB学位，然后从加州大学圣克鲁兹分校获得天文学与天体物理学的硕士和博士学位。劳拉曾作为研究生在阿蒙森-斯科特南极科考站研究过13个月，并在智利和巴西获得奖学金。她致力于使用光学和X射线望远镜研究活动星系核。在巴德纳学院，她从事天文学、天体生物学、女性与科学和极地考察课程的教学。



布拉德·史密斯 (Brad Smith)

行星科学领域的一名退休教授。他曾担任新墨西哥州立大学的天文学副教授、亚利桑那大学的行星科学和天文学教授以及夏威夷大学的天文学研究员。布拉德对太阳系天文学拥有浓厚的兴趣，他曾担任多个美国和国际航天任务的团队成员或影像团队负责人，其中包括火星探测器水手6号、7号和9号，海盗号旅行者1号和2号。后来，他将研究重点转向太阳系外行星系，作为哈勃太空望远镜实验团队成员探索星周碎屑盘。布拉德曾四次荣获美国国家航空航天局 (NASA) 颁发的杰出科学成就奖章。此外，他还是国际天文学联合会 (IAU) 行星系命名工作组的一员，并担任火星命名任务团队的负责人。



乔治·布卢门撒尔 (George Blumenthal)

现为加州大学圣克鲁兹分校的校长，自1972年起便一直担任学校的天文学与天体物理学教授。他曾获得威斯康星大学密尔沃基分校的理学学士学位和加州大学圣地亚哥分校的物理学博士。作为一名天体物理学家，乔治的研究囊括多个广泛领域，其中包括构成宇宙大部分质量的暗物质、星系起源和宇宙的其他大型结构、宇宙初成时期和天体物理辐射过程以及活动星系核（如类星体）的结构。除教学和研究外，他还是加州大学圣克鲁兹分校天文学与天体物理学的系主任，并担任加州大学圣克鲁兹分校和加州大学系统学术评议会的重要成员，以及加州大学评议委员会的教职工代表。



第一部分 天文学概况

- 第1章 我们在宇宙中的位置 2
- 第2章 天空中的规律——地球的运动 22
- 第3章 运动定律 52
- 第4章 光与望远镜 72

第二部分 太阳系

- 第5章 恒星和行星的形成 94
- 第6章 内太阳系中的陆地世界 122
- 第7章 金星、地球和火星的大气层 156
- 第8章 巨行星 182
- 第9章 太阳系中的小天体 214

第三部分 恒星和恒星演化

- 第10章 恒星的测量 244
- 第11章 我们的恒星：太阳 274
- 第12章 小质量恒星的演化 300
- 第13章 大质量恒星的演化 326

第四部分 星系、宇宙和天文学

- 第14章 宇宙膨胀 356
- 第15章 星系王国 382
- 第16章 我们所在的星系——银河系 408
- 第17章 现代宇宙学和宇宙结构的起源 434
- 第18章 宇宙中的生命 462

3.1 伽利略:首位现代科学家 54