



Voyage
sur les flots
de galaxies

Hélène Courtois

宇宙 地图

〔法〕海伦·库尔图瓦——著
温馨——译 朱明——审校

Hélène
Courtois

Voyage
sur les flots
de galaxies

 北京联合出版公司 · 研音
Beijing United Publishing Co., Ltd.

图书在版编目 (CIP) 数据

宇宙地图 / (法) 海伦·库尔图瓦著; 温馨译. — 北京: 北京联合出版公司, 2019.10
ISBN 978-7-5596-2819-0

I. ①宇… II. ①海… ②温… III. ①天文学 - 普及读物 IV. ① P1-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 270728 号

Originally published in France as: Voyage sur les flots de galaxies. Laniakea, notre nouvelle adresse dans l'univers, by Hélène Courtois © Dunod, Malakoff 2018 for the second edition
Simplified Chinese language translation rights arranged through Divas International, Paris
巴黎迪法国际版权代理 (www.divas-books.com)

Simplified Chinese edition copyright © 2019 by Beijing United Publishing Co., Ltd.
All rights reserved.

本作品中文简体字版权由北京联合出版有限责任公司所有

北京市版权局著作权合同登记 图字: 01-2018-8126

宇宙地图

作 者: [法] 海伦·库尔图瓦

译 者: 温 馨

审 校 者: 朱 明

出版监制: 刘 凯 马春华

选题策划: 联合低音

责任编辑: 云 逸

封面设计: 所以设计馆

内文排版: 刘永坤

北京联合出版公司出版

(北京市西城区德外大街83号楼9层 100088)

北京联合天畅文化传播公司发行

北京华联印刷有限公司印刷 新华书店经销

字数100千字 880毫米×1230毫米 1/32 5.5印张

2019年10月第1版 2019年10月第1次印刷

ISBN 978-7-5596-2819-0

定价: 49.80元

版权所有, 侵权必究

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书部分或全部内容

本书若有质量问题, 请与本公司图书销售中心联系调换。电话: (010) 64258472-800

此为试读, 需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

推荐序一



海伦·库尔图瓦教授的新书终于有了中文版，我很高兴在此推荐她的书，希望有更多的中文读者了解她绘制宇宙结构图的故事，并获得近域宇宙结构的基础知识。

在中国，一提到天文，人们就会想到“上知天文，下知地理”这句俗语，这是中国古代对圣贤大师最常用的描述，也反映了国人习惯上是把天文和地理紧密连在一起的。中国人把天空分为三垣二十八宿，并且绘制了星空天图，用来观天、辨方向和导航。现代天文学家则利用大型望远镜来巡视宇宙深空。如中国的郭守敬望

望远镜 (LAMOST)^[1] 和被誉为“中国天眼”的500米口径球面射电望远镜 (Five-hundred-meter Aperture Spherical radio Telescope, FAST) 都已经或计划开展大规模巡天, 观测上亿颗恒星, 以及无数的像我们银河系一样的星系。人类梦想着有朝一日能在浩瀚的宇宙太空遨游。但在我们迈向星辰大海的征途中, 如何在茫茫宇宙中分辨数以亿计的星系? 海伦教授领导的团队通过大量观测发现并绘制的近域宇宙结构图回答了这个问题, 为我们将来遨游宇宙指明了方向。在她绘制的三维全景图中我们能看到, 我们周围宇宙中有山川、河流似的结构, 他们的团队还发现了一个巨大的“分水岭”结构——拉尼亚凯亚超星系团。这个结果发表在著名的《自然》期刊上, 是近域宇宙学研究的一个重要里程碑, 标志着我们对宇宙结构的研究进入到了宇宙地理学的时代。我们以后可以像研究地理一样研究宇宙结构了。

绘制近域宇宙图并非易事, 本书详细描述了背后的故事, 令人惊叹的成果后面是作者及其团队四年多的高强度超时工作和不懈努力。她还讲述了自己从博士研究生开始进入天文研究的心路历程, 如何从一个“青椒”研究生,

[1] 郭守敬光学望远镜, 即大天区面积多目标光纤光谱天文望远镜 (Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope, 缩写为LAMOST)。

在天文的江湖里闯荡，从法国到澳大利亚、美国夏威夷，得遇名师，最终成为天文领域的武林高手。读者可以看到天文研究并不神秘，也不是枯燥无味的。

本书还全面介绍了近域宇宙结构的基础知识，可以作为研究观测宇宙结构学的入门。现在，我们生活在一个天文学蓬勃大发展的时代。虽然德国哲学家康德在200多年前就猜想宇宙岛的存在，但直到100年前（1920年）天文学家才估算出星系的距离，确认星系是银河系以外的天体，20世纪60年代以后确立了宇宙大爆炸和结构形成理论，现在我们的观测数据也即将进入天文数据大爆炸的时代。各种大型天文设备，包括光学的大口径全天巡视望远镜（Large Synoptic Survey Telescope, LSST）、平方千米射电望远镜阵（Square Kilometer Array, SKA）、空间的欧几里得（EUCLID）卫星，以及中国的FAST、LAMOST望远镜等，必定给这个领域带来新一轮的发现。海伦教授的近域宇宙图的完成有如地理大发现时代麦哲伦环绕地球一样具有划时代的意义，宣告观测宇宙学的大航海时代已经拉开了序幕。宇宙的星辰大海里有无数的新岛屿和宝藏等待着人类去挖掘，希望本书能激发广大读者积极投身到探索宇宙的征途中来。

最后值得一提的是，中法两国在科学与教育方面都建立了良好的合作关系。海伦教授是中法合作的积极推

动者，本书的翻译出版就是这项合作的一个见证。作为这一领域的同行，本人和作者九年前就在国际学术会议上相识，2013年在法国马赛举行的国际会议上目睹了宇宙结构图的首次发布，并由此深受启发，开始规划利用我国的FAST望远镜开展星系巡天，精确刻画近域宇宙的中性氢气体分布。该项目也得到海伦教授许多积极的建议，在此特表示感谢。

朱明，研究员

中科院国家天文台FAST工程总部

李葑，研究员，项目科学家

中科院国家天文台FAST工程总部

推荐序二



什么是宇宙结构学？海伦·库尔图瓦将它定义为有一个额外时间维度的宇宙地理学。因为在天文学中，长途旅行相当于时间穿越。所以请系好安全带，和作者一起从现在一直探索到5亿光年外的世界吧！

围绕着我们的数十万个星系并不是均匀分布的。反之，它们聚集成一个个密集的星系群，像蜘蛛网一样被宇宙巨洞分隔，并被宇宙纤维连接着。我们看到的宇宙结构图则是这个星系网络在天空中的二维投影。

无须赘述，让我们共同在宇宙中遨游，通过光学望远镜和射电望远镜进行研究吧。无数的观测活动需要和

世界各地的天文学家合作。库尔图瓦的团队利用所有可能的时区，夜以继日地进行着他们的观测工作，在宇宙的海洋中探索。终于，在2009年，他们成功完成了480个夜晚的观测！

观测结束的下一个重要步骤，是将这张宇宙结构图重建回三维。我们使用的智能程序可以将各种可能存在的人为观测因素考虑在内，比如部分区域的观测缺失，又或者观测结果中速度数据的遗漏，这些问题都可以通过算法，像重建破损的庞贝壁画一样解决。利用基于暗物质模型的模拟算法、最优化的概率分布和优化后的维纳滤波算法，我们可以对缺失的信息进行合理推测。

这项工作的最终目的是对我们所在的近域宇宙（local universe）的测绘，并且确定拉尼亚凯亚超星系团的存在。既然我们已经处于这个大结构的边缘，离宇宙巨洞很近了，那么我们最终能不能发现巨引源呢？这个疑问就由你自己来找到答案吧！

这20年中发生了很多轶事，天文学家和科研工作者的日常趣闻为这项工作增加了许多活力和乐趣。科研工作并不是一条静止的河流，我们需要从失败中不断学习如何避免重蹈覆辙。参与观测工作的众多科研人员和库尔图瓦的科研经历都是这种学习过程的完美证明。从开始不到10人的团队，到现在的各种大型合作，比如欧几里得卫星项

目的准备工作，整个团队已经吸引了1200多名工作者的参与！本书在此鸣谢团队成员及相关国际合作单位的贡献，每项工作都离不开大家持续不懈的努力。

最后，在不影响读者阅读体验的前提下，书中用专栏的形式单独阐述了概念及注释。海伦·库尔图瓦利用她的教学天赋，为我们详细解释了宇宙膨胀、暗物质和暗能量、宇宙微波背景辐射及其异性，换言之，这是一部极简宇宙史……

弗朗索瓦丝·孔布 (Françoise Combes)

法国天文学家，科学家

自序



我们的星系和它的邻居们在宇宙中以每秒几百千米的速度移动着！这个观测结果从20世纪60年代初便被发现了，但当时的天文学家还不能为这个现象提供一个完美的解释。90年代，美国的一个团队认为这种移动是由一种巨大的质量引起的，即“巨引源”。不幸的是，由于巨引源所处的位置，我们很难对其进行观测。

然而里昂的天文学家做到了！通过对巨引源的研究，我的团队发现了我们所在的这个超星系团，并将其命名为拉尼亚凯亚超星系团。

本书的目的是和你们分享拉尼亚凯亚超星系团的发现

过程。我希望以一种简单易懂的方式帮助大家理解宇宙和维系它运行的物理规律，所以书里不会有繁复的数学公式。虽然这可能会让知识的阐述丧失些许严谨性，但对我来说，更重要的是帮助大家了解科学家日常工作的科学方法及步骤。

我将循序渐进地为你们阐述发现这个大结构（宇宙纤维、超星系团、宇宙巨洞），并将其可视化的方法。在阅读的过程中，你们将逐渐熟悉这个新的河外环境（我们所在星系以外的空间），它被天文学家定义为“近域宇宙”。不过，它的实际范围已经远至距我们5亿光年外的地方了。此外，在本书的这一新版里，我增加了在我们发现拉尼亚凯亚之后的最新进展：宇宙速度网、偶极的斥性，以及冷斑的反射极。

最后，我来简单说明这个发现对我们现有知识的影响。实际上，这个研究可以帮助我们更好地了解星系形成的原因，并对宇宙的未来进行预测。当然，这些预测需要借助未来可能出现的更强大的天文望远镜才能实现。

本书的完成离不开各方人士的支持和帮助，在这里，我想特别鸣谢几位天文学家：亨丽埃塔·斯旺·莱维特、桑德拉·费伯、温迪·弗里德曼、薇拉·鲁宾和勒妮·克兰-科特韦格，当然还有很多参与到这项研究的人们。这项发现离不开所有人的不懈努力和整个团队的完美合作。

那么现在，请跟随我的各种观测活动——从学生时期澳大利亚的灌木丛中，到最近在夏威夷的棕榈树顶上，甚至在一个辽阔的无线电静默区里，让我们来一起开始这场时空之旅吧！

目 录

推荐序一 朱明/李荫 iii

推荐序二 弗朗索瓦丝·孔布 vii

自 序 x

第 1 章 我们的新宇宙地址 / 001

我们在这里 / 001

天文术语小词典 / 002

什么是宇宙全景图 / 004

日常的基础研究工作 / 006

被视为波的光 / 008

看到立体的天空：第三个维度 / 009

第一次距离测量 / 013

天文学中的长度单位 / 015

大争论 / 017

亮度——测量距离的关键 / 019

亨丽埃塔·斯旺·莱维特 / 021

绝对亮度和视亮度 / 022

通往未知的第一步 / 023

编织我自己的茧 / 027

第 2 章 追寻巨引源 / 031

移动中的宇宙 / 031

定位一切运动中的物体 / 032

一个膨胀的空间 / 035

 被视作粒子的光 / 038

 多普勒效应 / 039

如何确定星系的本动速度 / 041

银河系在宇宙中移动的发现 / 044

七武士 / 046

 桑德拉·费伯 / 047

 费伯-杰克逊关系 / 047

引力的作用 / 049

 引力以及其他基本的力 / 049

在澳大利亚探险 / 052

回到地球 / 058

僵局 / 060

第 3 章 新的眼睛 / 063

一切都在加速 / 063

哈勃常数的大小是? / 065

温蒂·弗里德曼 / 068

征服西方 / 068

运动中的旋涡星系 / 073

旋涡小姐选美大赛 / 077

椭圆星系与旋涡星系的异同 / 080

工作的好处 / 081

来自东方的新闻 / 082

时间成本 / 085

了解自己的错误 / 087

我们的第一幅“当代”宇宙图 / 088

人为观测因素 / 089

宇宙流 / 092

第 4 章 重建“游戏” / 095

一切都在变大! / 095

维纳滤波器的魅力 / 096

一些技术问题 / 099

宇宙微波背景辐射的各向异性 / 102

暗物质 / 104

薇拉·鲁宾 / 105

丹尼尔眼中的世界 / 106

倒计时开始 / 109

分水岭 / 113

十分特殊的运动 / 116

超星系团诞生了 / 117