

走进科学殿堂·天文篇

卢昌海

寻找太阳系的疆界

清华大学出版社

走进科学殿堂·天文篇

寻找太阳系的疆界

卢昌海

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书主要介绍人类探索太阳系疆界的历史,并对一些常被人以讹传讹或误解、夸张的历史事件进行分析与澄清。本书共分 32 章。其中第 1 章简单回顾近代之前人类对行星的了解,第 2~4 章介绍天王星的发现,第 5~7 章介绍小行星带的发现,第 8~10 章介绍天王星出轨之谜及天文学家们为解决该谜团所作的早期努力,第 11~16 章介绍亚当斯与勒维耶对海王星的预言及海王星的发现,第 17~19 章介绍英法两国有关海王星预言的优先权之争,第 20~21 章介绍并分析由海王星档案所引发的新争论,第 22 章介绍寻找火神星的失败努力,第 23~27 章介绍冥王星的发现,第 28~30 章介绍柯伊伯特及其发现,第 31 章介绍行星新定义及冥王星的降级,第 32 章介绍奥尔特云及有关太阳伴星的猜测。

本书的内容通俗易懂,文笔生动风趣,考据严谨深入,适合广大天文爱好者及大、中学生阅读。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

寻找太阳系的疆界 / 卢昌海. —北京:清华大学出版社, 2009.11
(走进科学殿堂)

ISBN 978-7-302-21323-9

I. 寻… II. 卢… III. 太阳系—普及读物 IV. P18-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 184349 号

责任编辑:邹开颜

责任校对:王淑云

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:148×210 印 张:5.625

插 页:4 字 数:117 千字

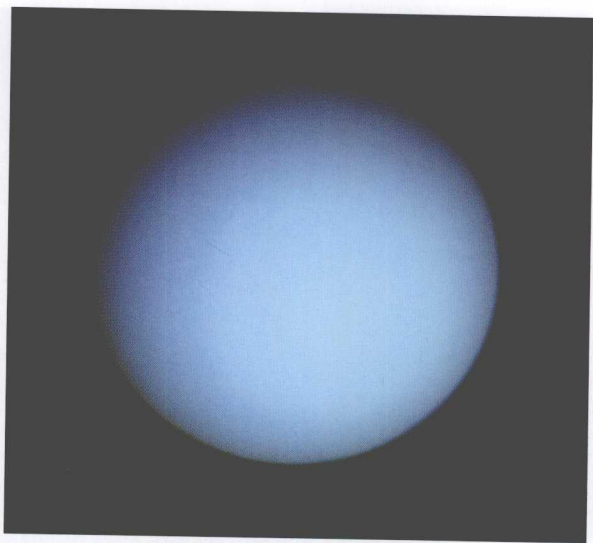
版 次:2009 年 11 月第 1 版

印 次:2009 年 11 月第 1 次印刷

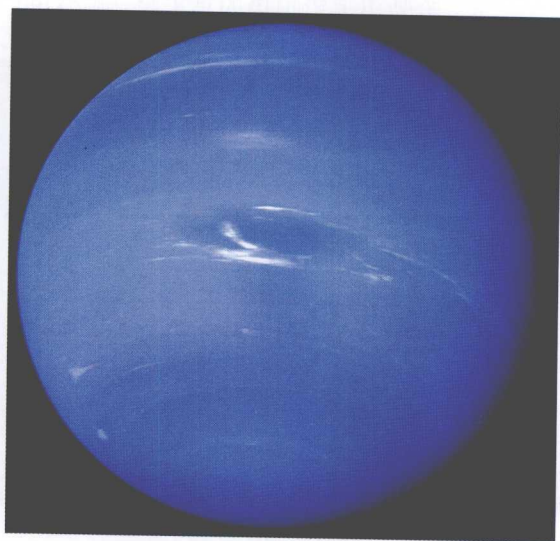
印 数:1~4000

定 价:15.00 元

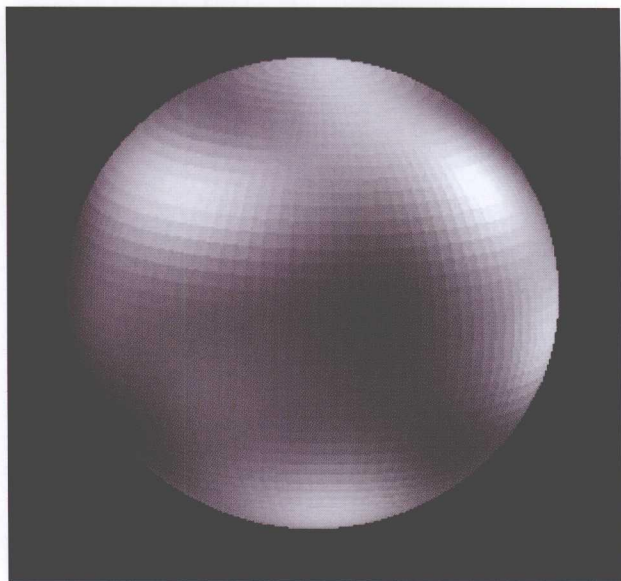
本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:035472-01



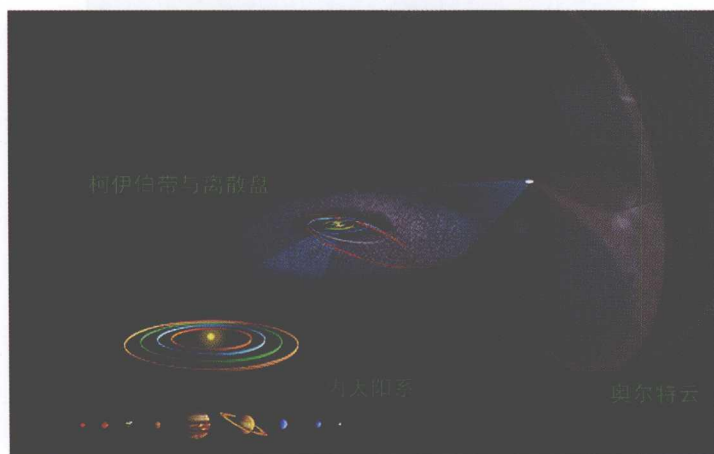
旅行者号拍摄的天王星



旅行者号拍摄的海王星



哈勃望远镜拍摄的冥王星



奥尔特云及太阳系结构示意图

引言

记得念小学的时候，读过一篇课文，叫做“数星星的孩子”，讲述汉朝天文学家张衡的童年故事。时隔这么多年，小学的很多课文我已经忘记了，但那篇数星星的课文却依然历历在目。那时候，我住在杭州的郊外，家门口有一个池塘，在许多个晴朗的夏夜里，我和小伙伴们也常常坐在池塘边仰望星空。那时候，郊外的天空还没有被都市的灯光所污染，在广袤的天幕下，那一颗颗璀璨夺目的星星显得格外的晶莹和美丽。自远古以来，这种无与伦比的美丽就吸引了一代又一代的追随者，他们中的一些人甚至将自己的一生都献给了探索星空奥秘的科学事业。人类寻找太阳系疆界的故事只是科学史上的几朵小小浪花，但在那些故事中，有浪漫，也有艰辛，有情理之中，也有意料之外，有功成名就的兴奋，也有错失良机的遗憾，它们就像天上的星星一样美丽动人。

卢昌海

目 录

1. 远古苍穹	1
2. 乐师星匠	5
3. 巡天偶得	12
4. 命运弄人	18
5. 虚席以待	23
6. 失而复得	28
7. 名分之争	34
8. 轨道拉锯	38
9. 众说纷纭	45
10. 数学难题	50
11. 星探出击	54
12. 三访艾里	59
13. 殊途同归	64
14. 剑桥梦碎	69
15. 欲迎还拒	73
16. 生日之夜	76
17. 名动天下	81
18. 轩然大波	85
19. 握手言和	90
20. 秘密档案	95

21. 先入之见	99
22. 火神疑踪	105
23. 无中生有	110
24. 歧途苦旅	115
25. 农家少年	121
26. 寒夜暗影	126
27. 大小之谜	131
28. 深空隐秘	138
29. 巅峰之战	143
30. 玄冰世界	150
31. 冥王退位	155
32. 疆界何方	162

术语表	167
-----	-----

参考文献	174
------	-----

远古苍穹

很多故事都会用“很久很久以前”作为开始，仿佛久远的年代是成就一个好故事的要素。现在让我们也从“很久很久以前”开始，来讲述人类寻找太阳系疆界的故事吧。

在很久很久以前，一群古希腊的牧羊人孤单单地生活在辽阔的原野上。他们白天与羊群为伍，在原野上漫游，夜晚则与星空为伴，期待黎明的到来。渐渐地，他们注意到在黎明之前，在晨光渐露、太阳即将跃出地平线的时候，天边有时会出现一颗闪烁的星星。与多数星星不同的是，那颗星星的位置会一天天地变化，有时甚至会连续一段时间不出现。他们把这颗出现在黎明时分的星星叫做“晨星”（morning star）。细心的牧羊人还注意到，在黄昏时分，在日沉大地、暮色四合的时候，天边有时也会出现一颗闪烁的星星，它的位置也会一天天地变化，有时也会连续一段时间不出现。他们把那顆出现在黄昏时分的星星叫做“晚星”（evening star）。后来人们用希腊及罗马神话中的太阳神阿波罗（Apollo）表示晨星，用希腊或罗马神话中的信使赫耳墨斯（Hermes）或墨丘利（Mercury）表示晚星。很多年之后，人们意识到晨星和晚星实际上是出现在不同时刻的同一颗星星，据说毕达哥拉斯（Pythagoras）是最早意识到这

一点的人^①。在群星之中,这颗星星的位置变化最为显著,往来如梭,仿佛天空中的信使,信使墨丘利便成了它的名字。

像这样的小故事在人类文明的几乎每一个早期发源地都曾有过。那时的人们就已经知道,在浩瀚的夜空中,多数星星的位置看上去是固定的,像晨星(晚星)这样会移动的星星是十分少见的。这样的星星被称为行星,它的英文名 planet 来自希腊文 $\pi\lambda\alpha\nu\eta\tau\eta\varsigma$ (planētēs), 其含义是漫游者。远古人类所发现的行星共有五颗。这个数目在长达几千年的时间里从未改变过,甚至一度被认为是永恒不变的真理。在东方的中国及深受中华文化影响的其他东方国家如日本、韩国及越南,人们将五颗行星与阴阳五行联系在一起,并以此将它们分别命名为水星(即上面提到的墨丘利(Mercury)),金星(在西方世界中被称为维纳斯(Venus),她是罗马神话中掌管爱情与美丽的女神),火星(在西方世界中被称为玛尔斯(Mars),他是罗马神话中的战神),木星(在西方世界中被称为朱庇特(Jupiter),他是罗马神话中的众神之王)和土星(在西方世界中被称为萨坦(Saturn),他是朱庇特的父亲,是罗马神话中掌管农业与收获的神)。很明显,这种命名方式除了起到命名作用外,还代表了古代东方文化对行星数目“五”的一种神秘主义的解读。类似的解读方式不仅存在于东方,也存在于西方;不仅存在于古代,

^① 除墨丘利(即水星)外,另一颗内行星——金星——也只有在清晨和黄昏才容易被肉眼所看见(请读者想一想,为什么水星和金星只有在清晨和黄昏才容易被肉眼所看见?),因而也曾被远古的观测者误分成晨星和晚星。后来也是古希腊人首先意识到它们其实是出现在不同时刻的同一颗行星。

也存在于近代。哥白尼(Nicolaus Copernicus)的日心说提出之后,地球本身也被贬为了行星,行星的数目由“五”变成了“六”。对此,著名的德国天文学家开普勒(Johannes Kepler)提出了一个几何模型(图1),试图将天空中存在六颗行星与三维空间中存在五种正多面体这一几何规律联系在一起^①。

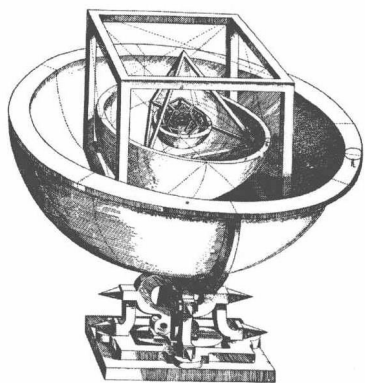


图1 开普勒的行星模型

诸如此类的对行星数目的神秘主义解读虽然并没有什么生命力,但除了因日心说导致的地球地位变更外,行星数

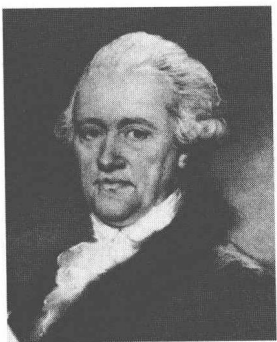
^① 具体地讲,开普勒提出的几何模型是这样的:将六颗行星与三维空间中仅有的五种正多面体按以下顺序自内向外排列:水星、正八面体、金星、正二十面体、地球、正十二面体、火星、正四面体、木星、正六面体、土星。排列的方式是:每个行星轨道所在的球面都与其外侧的正多面体相内切(最外侧的土星轨道除外),同时与其内侧的正多面体相外接(最内侧的水星轨道除外)。开普勒的这一模型虽然精巧,但与精密的观测以及他自己后来发现的行星运动定律不相符合,不久之后就被放弃了。喜欢几何的读者不妨计算一下这一模型所给出的相邻行星的轨道半径之比,并与观测数值作一个比较。

目的长期不变却是不争的事实。一百年、两百年……一千年、两千年……，这个数目是如此的根深蒂固，天文学家们大都将之视为不言而喻的事实了。他们做梦也没想到，这个数目有一天竟然也会改变。这一天是1781年3月13日，改变这个数目的是生活在一座英国小镇的一位业余天文学家，他的名字叫做赫歇耳(William Herschel)。他发现了太阳系的第七颗行星，从而成为几千年来发现新行星的第一人。赫歇耳的发现出乎了包括他自己在内的所有人的意料，这一发现不仅为他本人赢得了永久的荣誉，也将观测天文学带入了一个崭新的时代，一个由赫歇耳“无心插柳”而开启的天文学家们“有心栽花”的时代，人类从此开始了寻找太阳系疆界的漫漫征途。

乐师星匠

赫歇耳的一生非常出色地实践了两种截然不同的职业,其中最出色的职业——天文学家——不仅出现在对常人来说很难有开创性成就的后半生里,而且从某种意义上讲,就像他对新行星的发现一样,是一个无心插柳的故事。

赫歇耳于 1738 年 11 月 15 日出生在当时属于英王领地的德国中北部城市汉诺威(Hanover)的一个音乐之家^①。赫歇耳具有很高的音乐天赋,他 14 岁就参加乐队,不仅擅长多种乐器,而且还能独立作



英国天文学家
赫歇耳(1738—1822)

^① 赫歇耳出生时的名字是 Friedrich Wilhelm Herschel,后来所用的名字 Frederick William Herschel 是他移居英国后人乡随俗而改的。确切地讲,为了与后文用卡洛琳(Caroline)称呼他妹妹 Caroline Herschel,以及用亚历山大(Alexander)称呼他弟弟 Alexander Herschel 相平行,我们应该称他为威廉(William)。不过由于他是科学史上的著名人物,对这样的人物,人们习惯于用姓而不是名来称呼,就像我们一般不用艾萨克(Isaac)和阿尔伯特(Albert)来称呼牛顿(Isaac Newton)和爱因斯坦(Albert Einstein)一样。

曲,他亲自创作的交响曲和协奏曲就有几十首之多。1757年秋天,19岁的赫歇耳移居到了英国^①,以演奏及讲授音乐为生。

赫歇耳的音乐成就以常人的标准来衡量应该说是颇为可观的,但放在他的简历中,却无可避免地要被他巨大的天文成就所淹没。不过他在英国的音乐生涯中有一件事情值得一提。那是在18世纪60年代中期,当时英国的教会刚刚开始引进风琴,需要招募一批风琴演奏者,年轻的赫歇耳也参加了一个风琴演奏职位的竞逐。当时的竞争颇为激烈,而赫歇耳在风琴演奏上并无经验。但他敏锐地发现当时英国教会引进的风琴与欧洲大陆的风琴相比有一个缺陷,那就是缺少控制低音部的踏板。为了弥补这一缺陷,聪明的赫歇耳对两个低音琴键进行了改动,从而演奏出了通常需要低音踏板的配合才能演奏出的低音部。他的表演不仅赢得了评审的一致赞赏,而且让他们深感神秘(当然,他顺理成章地成为了优胜者)。赫歇耳在这一竞争中显示出过人的动手及设计能力,为他日后的天文生涯立下汗马功劳。

1766年,赫歇耳迁居到了英国西南部的一座名叫巴斯(Bath)的小镇,在一所教堂担任风琴演奏师,开始了他在那里长达16年的生活(图2)。这座当时人口仅有两千的观光小镇因而有幸见证了赫歇耳一生最辉煌的工作。在巴斯期间,赫歇耳的音乐生涯达到了巅峰,他不仅是风琴演奏师,而且还担任了当地音乐会的总监,并开班讲授音乐课程。

① 在此之前,赫歇耳曾在英国逗留过大约9个月,较好地掌握了英语。

1772年,收入已颇为殷实的赫歇耳给他母亲寄去了足够雇一位佣人的钱,从而把他妹妹卡洛琳(Caroline Herschel)从母亲为她安排的枯燥繁重的家务劳动中解救了出来,并接到巴斯。



图2 赫歇耳位于巴斯的住所(已辟为博物馆)

与赫歇耳一样,卡洛琳也是一位颇有音乐天赋的人,但她一生注定要跟随哥哥去走一条未曾规划过的道路。在接卡洛琳到巴斯之前,已成为镇上知名音乐家的赫歇耳潜心学起了数学。赫歇耳学数学的本意是想多了解一些和声的数学机理,从而加强自己的音乐素养。但结果却因学数学而接触了光学,又因接触光学而对天文学产生了浓厚的兴趣,最终走上了一条业余天文学家之路。而卡洛琳则成为

了他在天文观测上不可或缺的助手^①。

赫歇耳所走的这条业余天文学家之路,不仅为他自己走出了一片绚烂的天地,也成就了业余天文学的一段——也许是最后一段——黄金岁月。18 世纪的许多职业天文学家过分沉醉于由牛顿(Isaac Newton)所奠定,并经欧拉(Leonhard Euler)、拉格朗日(Joseph Louis Lagrange)、拉普拉斯(Pierre Simon Laplace)等人所改进的辉煌的力学体系之中。他们热衷于计算各种已知天体的轨道,以此检验牛顿力学,同时也为经纬及时间的确定提供精密参照。在一定程度上,当时的许多职业天文学家变得精于验证性的计算,却疏于探索性的观测。在这种情况下,自赫歇耳之后半个多世纪的时间里,业余天文学家们对天文学的发展起了重要的补充作用,这一时期天文学上的许多重大的观测发现就出自他们之手。

常言道:“工欲善其事,必先利其器。”对天文观测来说,必备的工具是望远镜。由于当时高质量的望远镜极其昂贵,赫歇耳决定自己动手制作望远镜(也顺便可以实践因学数学而接触的光学知识)。望远镜的问世是在 17 世纪初,其确切的发明者现已无从追溯,但德国裔荷兰人利普歇(Hans Lippershey)于 1608 年最早为自己制作的望远镜申请了专利,从而留下了文字记录,因此人们一般将他视为望远镜的发明者。1609 年,科学巨匠伽利略(Galileo Galilei)在得知了有关望远镜的消息后,很快制作出了自己的望远

^① 卡洛琳自己后来也成为了一位天文学家,她在寻找彗星方面有不俗的成就,总共发现了八颗彗星。

镜。伽利略制作的望远镜在结构及放大率上都大大优于包括利普歇在内的同时代人制作的望远镜。并且他也是最早将望远镜用于天文观测的人^①。通过望远镜,伽利略获得了一系列前所未有的天文发现,其中包括发现月球上的环形山、太阳黑子及木星的四颗卫星(现在被称为伽利略卫星)等。不过伽利略所用的是折射望远镜,这种望远镜由于透镜(主要是物镜)所具有的色差等当时技术难以消除的效应而无法达到很高的放大率。17世纪后期,另一位科学巨匠牛顿发明了反射望远镜^②,用反射面替代了折射望远镜中的物镜,从而避免了透镜色差带来的困扰。赫歇耳所制作的就是反射望远镜,这种望远镜的反射面可以用金属制作而无需使用玻璃。

为了制作望远镜,赫歇耳将自己在巴斯的住所改造成了望远镜“梦工厂”:客厅被用来制作镜架与镜筒,卧室变成了研磨目镜的场所,厨房里则架起了熊熊的熔炉。赫歇耳细心试验了许多不同成分的合金,最后选择了用71%的铜与29%的锡组成的合金,作为制作反射面的材料。在制

① 值得注意的是,伽利略在其早期著作《星际使者》(The Starry Messenger)的开篇曾以第三人称的口吻将望远镜说成是自己的发明(不过他在正文中提到自己在制作望远镜之前听说过他人制作望远镜的消息)。由于这段文字的影响,伽利略曾被一些人视为是望远镜的发明者,这一说法如今已被否定。不过平心而论,伽利略在改进望远镜方面所做的贡献是巨大的,不仅大大提高了放大率,而且据说是他首先解决了望远镜成像的上下倒置问题。另外,他在制作自己的望远镜之前只是听说过有关望远镜的消息,而未见实物。因此将伽利略视为望远镜的发明者之一也并不过分。

② 反射望远镜的设计在牛顿之前就已存在,但牛顿最早制作出了具有实用价值的反射望远镜。牛顿的制作水平之高,使伦敦的工匠们在几年之后都没有能力加以效仿。