

# 迷人的宇宙

从宇宙大爆炸到外星文明

孙成义◎著



文化发展出版社  
Cultural Development Press

# 迷人的宇宙

The Marvelous Universe  
从宇宙大爆炸到外星文明

孙成义◎著



文化发展出版社  
Cultural Development Press

## 图书在版编目 (CIP) 数据

迷人的宇宙 / 孙成义著. — 北京 : 文化发展出版社有限公司, 2019.7

ISBN 978-7-5142-2700-0

I. ①迷… II. ①孙… III. ①宇宙—普及读物 IV. ①P159-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 137119 号

### 迷人的宇宙

作 者: 孙成义

---

责任编辑: 魏 欣

产品经理: 杨郭君

监 制: 白 丁

出版发行: 文化发展出版社有限公司 (北京市翠微路 2 号)

网 址: [www.wenhuafazhan.com](http://www.wenhuafazhan.com)

经 销: 各地新华书店

印 刷: 三河市嘉科万达彩色印刷有限公司

---

开 本: 700mm×980mm 1/16

字 数: 148 千字

印 张: 15.5

版 次: 2019 年 8 月第 1 版 2019 年 8 月第 1 次印刷

I S B N : 978-7-5142-2700-0

定 价: 49.80 元

本书若有质量问题, 请与销售中心联系调换。电话: 010-82069336

# 目 录

## 第一章 我们的太阳系

- 一、宇宙的中心? / 003
- 二、类地行星 / 015
- 三、类木行星 / 032
- 四、太阳系的小天体 / 048

## 第二章 恒星世界

- 一、恒星发光的秘密 / 065
- 二、图上的恒星 / 076
- 三、太阳之死 / 085
- 四、偷来的生命——双星演化 / 095
- 五、千年之缘——超新星爆发 / 101
- 六、恒星生命的轮回 / 115

### 第三章 解开弯曲时空中的谜题

- 一、爱因斯坦的新宇宙 / 125
- 二、黑洞 / 139
- 三、寻找时空的涟漪——引力波探测 / 152

### 第四章 浩瀚的宇宙

- 一、天上的“奶路” / 167
- 二、银河之外 / 182
- 三、膨胀的宇宙 / 195
- 四、回到宇宙的起点 / 205

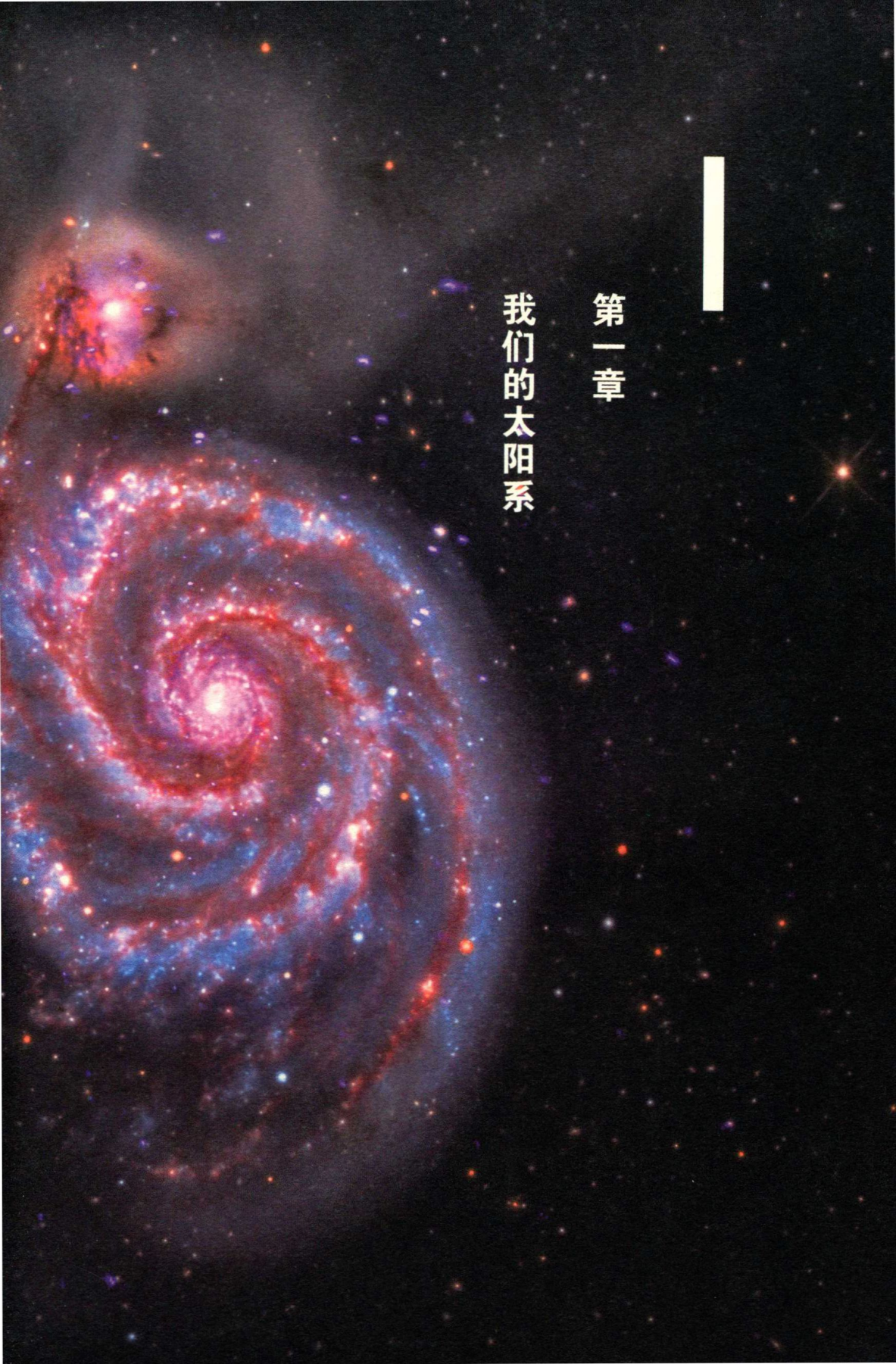
### 第五章 科学幻想中的真实

- 一、寻找外星文明 / 215
- 二、在时空中穿梭 / 233



# 第一章

# 我们的太阳系



在太阳系八大行星中，水星与太阳最为靠近，在近日点与太阳相距只有4600万千米，远日点也不过7000万千米，总的来说，还不及日地距离的一半。



## 一、宇宙的中心？

对于今天的人来说，“地球绕着太阳转”是再基本不过的常识。但是在大约 500 年之前，这却是天文学领域一个最前沿、最令人震惊的观点，人类对于宇宙的认识从那时起发生了巨大的转变。

从人们的直观感受来讲，我们所在的地球是永恒不动的，而太阳、月亮和星辰则在不停地围绕着它转动。“地球是宇宙的中心”，这个观点在古人的头脑中是根深蒂固的。在“地心说”的基础上，古希腊的许多哲学家都做过一些尝试，力求构建一个能够完美解释宇宙运行规律的模型。其中，亚里士多德构建的“九层水晶球”宇宙模型对后世影响最为深远。在这个模型中，宇宙是一层套一层的同心水晶球，最核心的内层部分是地球，向外依次是月球、水星、金星、太阳、火星、木星、土星、恒星。恒星层之外称为“宗动

天”，那里被认为是宇宙运转的动力所在。过去西方的一些占星家常常把水晶球当作最不可或缺的占卜工具，就是受到这个模型的影响，他们认为自己的水晶球就代表着整个宇宙，看到它的同时也就窥见了整个宇宙的秘密。

在亚里士多德的模型中，天体运行的轨迹都是非常完美的圆周，其中每颗行星在一个被称为“本轮”的小圆周上匀速运动，而本轮的中心则围绕地球沿着另一个被称为“均轮”的更大圆周匀速运动。运用这个模型，很多天文现象如行星的逆行、亮度的变化等都得到了很好的解释。随着时代的进步，人们对各种天文现象有了更多的认识，亚里士多德的水晶球模型显现出了越来越多的瑕疵，因此，很多天文学家对其进行了改进和修正，例如，把地球从均轮的中心稍稍偏移一些，使之成为偏心的本轮均轮系统。

大约在公元 140 年，希腊天文学家托勒密在前人工作的基础上进行了全面的总结，构造了有史以来最为完美的地心宇宙模型。在托勒密构建的模型中，地球仍然处于宇宙的中心岿然不动，它外层的天体由近及远依次是月球、水星、金星、太阳、火星、木星、土星和各个恒星，恒星之外的部分称为“最高天”。金、木、水、火、土五大行星在本轮上运动，但日、月没有本轮；水星、金星的本轮中心始终在太阳与地球的连线上，日、月、行星除了做更为复杂的轨道运动外，还与恒星一起，每天进行东升西落的周期运动。依据

托勒密的理论，只要选定各个本轮和均轮大小的比例、两个平面的交角及各自不同的运动速度，就可以在当时的观测精度下，比较正确、圆满地解释各种天文现象，甚至可以预报行星未来的位置以及日食和月食的发生。

托勒密的地心宇宙模型，在其诞生后 1400 多年的时间里，一直都被人们视作不可动摇的真理，极少有人敢于提出质疑。然而，要运用托勒密模型去解释或预测天象，所要面临的诸多困难也是绝对不容忽视的。完整的托勒密模型所需要的辅助圆至少有 80 个，在一个本轮的外层往往还要额外加上好几级更小的本轮，大圈小圈环环相扣。在当时，即使是一个具备不错的数学素养的学者也常常因为它计算时的烦琐而被弄得晕头转向。中世纪西班牙国王阿尔方斯十世在召集天文学家编制新的《天文表》时，深感托勒密的宇宙是如此复杂，不禁向人抱怨说：“假如上帝当年创造世界的时候向我请教的话，他就不会把这个系统弄得那么复杂了。”

到了 16 世纪，波兰天文学家哥白尼开始向托勒密的“地心说”发起挑战。起初，哥白尼也是认同托勒密模型的，但是随着研究的深入，他开始渐渐地发觉这种体系的种种弊端。哥白尼怀疑这种理论可能存在某些小的错误，其中“不是忽略了一些必不可少的细节，就是被硬塞进了毫不相干的东西”。哥白尼尝试在托勒密原有理论体系的基础上进行改进和完善，前后足足花了 30 年的光阴，

但到头来他却发现，这些修修补补的工作根本无济于事，托勒密模型实际上存在着根本性的错误。哥白尼认识到，宇宙的中心其实是太阳，地球只不过是一颗普通的行星，它和水星、金星、火星、木星、土星一样，从内到外地排列在不同的圆周轨道上围绕着太阳公转。哥白尼的日心模型，从细节上来看，很大程度上保留了托勒密理论，尽管改动的地方很少，但却是十足关键。当地球不再占据中心，相比于此前的复杂和烦琐，整个宇宙模型一下便呈现出了令人赞叹的简洁和美丽。

哥白尼提出“日心说”是天文学史上最重要的大事件之一，对后来天文学的发展影响极为深远。从前，人类理所当然地认为自己的所在便是宇宙的中心，宇宙万物虽多、空间虽大，却仍要不停地在我们的身边旋转。地球的位置是特殊的，我们人类理应也是整个宇宙中最受造物主垂青的，我们与众不同。但是现在哥白尼却告诉人们，地球根本不是宇宙的中心，它像金星、火星等一样，是一颗再普通不过的行星。太阳东升西落，不是它在围着我们转动，仅仅是地球日复一日的自转而已。现在是时候放下骄傲了，我们只是宇宙中平凡的一个，没有任何特殊之处——这被称为“哥白尼原理”。

众所周知，哥白尼革命是现代天文学的开端。实际上，哥白尼直到临终前，才将他的“日心说”巨著《天体运行论》公开出版。由于著作使用的语言是拉丁语，这是那个时代的标准学术用语，广

大民众并不能够看懂，所以在其出版后并没有立即掀起很大的波澜。直到后来，“日心说”的两位伟大信徒约翰内斯·开普勒和伽利略·伽利莱分别从数学计算和实际观测两个不同的角度为其提供可靠的支持，哥白尼的理论才最终发扬光大。

在 17 世纪的前几年，荷兰人率先发明了望远镜。1609 年 5 月的一天，伽利略正在威尼斯城进行学术访问。在一个偶然的情况下，他获知了一些有关望远镜的信息。伽利略对此产生了极其浓厚的兴趣，很快便借故提前结束了这次行程，匆忙回到自己的实验室，开始尝试自己制作望远镜。很快，伽利略就掌握了其中的诀窍，亲手磨制出了能将物体放大 3 倍的望远镜，并将其安装在威尼斯的一座高楼上供人参观。一时之间，全城轰动，无数人争相前往见识这个新物件。没过多长时间，在同年 8 月，伽利略又制造出一个更为精密的望远镜，放大倍率高达 900 倍，这一次伽利略将镜头指向了天空——人类历史上第一架天文望远镜诞生了。凭借这件利器，伽利略打开了新世界的大门。他将镜头对准了月亮，发现上面布满了大大小小的环形山和纵横交错的山脉等。接着，他又试着利用望远镜观测太阳，在人类历史上第一次发现了太阳黑子。

在 1610 年 1 月，伽利略开始对木星进行观测，这时他发现了 4 个肉眼很难辨清的小光点在绕着木星运动。伽利略意识到，这应该就是木星的卫星，它们转动的中心并不是地球。此外，不久之后

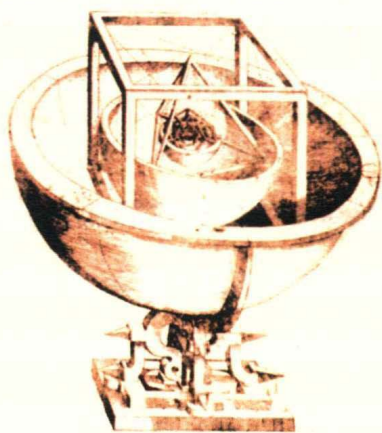
伽利略还观测到，金星展现出了类似月亮一样的盈亏变化，这说明它是在围绕着太阳转动。这两个观测有力地驳斥了托勒密的理论体系，为哥白尼学说提供了极为直观的佐证。

不久后，伽利略将他的观测发现公之于世，公开表示了对哥白尼理论的支持。这在当时引起了巨大的轰动，“眼见为实”，望远镜中的景象要比哥白尼晦涩的论文直观得多，更容易引起人们的关注。“日心说”不仅颠覆了1400多年的主流宇宙模型，而且与人们一直信奉的宗教教义也存在很大的矛盾。这引起了罗马天主教廷的注意，他们将哥白尼的著作列为禁书，并劝说伽利略尽早放弃他的研究。1632年，伽利略没有理会教廷的警告，冒着巨大的风险出版了《关于两大世界体系的对话》一书，以对话的方式将托勒密与哥白尼的两种宇宙理论放在一起比较，把“地心说”批驳得体无完肤。为了能够更广泛地传播，这部书所用的不是拉丁语，而是更为通俗的意大利语。伽利略的这一举动引起了教廷极大的震怒，最终宗教法庭以酷刑威胁他收回观点，并将他软禁起来，一直到他去世。

开普勒与伽利略基本生于同一时代，他最早接触哥白尼学说是在大学期间。那时，哥白尼的“日心说”被认为离经叛道，很少有人支持这种观点。尽管在课堂上所学的都是托勒密的宇宙理论，但是在私下里，一位开明、睿智的数学老师麦斯特林教授却向年轻

的开普勒介绍了哥白尼的新学说。开普勒天资聪颖，数学天分非常高，很快认识到日心说的优越性，从此成为哥白尼学说坚定的拥护者。

1596年，年仅25岁的开普勒出版了《宇宙的奥秘》一书，书中描述了他基于哥白尼“日心说”构建的一种别出心裁的宇宙模型。那时，年轻的开普勒深信上帝所创造的宇宙是和谐完美的，行星的距离必定存在某种美妙的规律。古希腊时期的数学家就已经证明，几何学中只有5种不同的正多面体，分别是正四面体、正六面体、正八面体、正十二面体和正二十面体，这些立体图形的每条边长都相等，看起来非常完美。开普勒因此想到，或许行星轨道的天机就蕴藏在这里。经过一系列的试算，开普勒设计出5种正多面体嵌套而成的宇宙模型，它被划分成6层不同的空间，水星、金星、地球、火星、木星、土星从内到外有序地排布。在他的设想中，运用这个模型，可以算出各行星围绕太阳转动的轨道半径。为此，开普勒兴奋不已，热泪盈眶，他相信自己得到了上帝的启示，已经掌握了宇宙的奥秘。兴奋的开普勒将最新完成的著作广泛寄赠给当时许多知名的天文学家，其中就包括丹麦伟大的观测天文学家第谷·布拉赫。



青年开普勒建立的宇宙模型

第谷收到开普勒的赠书后，很快看出开普勒模型中的问题，断定这只是一种“聪颖而又能够自圆其说的冥思苦想”。但与此同时，他也因开普勒在理论思维和数学计算方面的才能而对其青睐有加。于是，第谷向开普勒发出邀请，希望他能够成为自己的得力助手。开普勒知道，第谷是观测天象的大师，积累了大量行星运动的宝贵资料，在他的手下工作，不仅能够获得稳定的收入，而且有机会接触到这些资料，这势必对自己的研究大有裨益，于是便答应了。那时，第谷也正在构建一种新的宇宙模型，既不同于托勒密的地心模型，也不同于哥白尼的日心模型。从本质上讲，第谷的理论体系是二者的折中体系，他承认托勒密学说中存在诸多问题，但其固有的哲学观点又使他不肯放弃地球在宇宙中的独特地位。在第谷的模型

中，金、木、水、火、土五大行星围绕太阳运行，而太阳则带着它们一起围绕着宇宙的中心地球转动，地球保持着永恒的静止，最外层的恒星每天绕地球转动一周。第谷对自己的宇宙模型颇为自负，认为这是“取其精华，去其糟粕”的产物，既保留了二者合理的部分，同时又避免了“托勒密在数学上的荒谬和哥白尼在物理上的悖理”。不过，第谷的理论体系还远没有搭建好，许多问题都亟待解决。现在，他将年轻的开普勒召唤到身边，正是为了弥补自己在理论思维方面能力的不足，帮助自己完善这个折中的宇宙模型。

回顾第谷与开普勒之间的合作，实际上远远称不上融洽。第谷出身贵族，声名显赫，性格古怪粗暴，年轻时甚至因为与人争执而在决斗中被砍掉了鼻子；与之相比，开普勒出身贫寒，靠着奖学金读完大学，在当时也几乎完全没有名气，二人之间几乎没有任何共同之处，相处起来是颇为不易的。第谷要求开普勒做理论研究，但却一直对他心存戒备，只提供与研究火星运动有关的部分观测资料，其他资料都被第谷秘密地封存起来，开普勒根本接触不到。尽管开普勒因为不能获得更为全面的观测资料而备受煎熬，但性情和顺、为人恭谨的他还是保持了足够的耐心，他曾说：“上帝用不可改变的命运把我和第谷联系在一起，即使我们发生了严重的争执也不许我们分手。”

如果相处的时间足够长久的话，这两位天文学巨匠或许最终能

能够在合作中慢慢建立彼此之间的默契。但令人遗憾的是，在1601年第谷就因为一场突然的疾病而溘然长逝了。在弥留之际，第谷将自己一生积累的行星运动资料全部交与开普勒，要求他继续研究自己尚未完成的事业，并郑重地托付道：“不要辜负我的一生。”开普勒守候在第谷的身旁，眼里含着热泪点头答应。

第谷的观测资料精确度极高，这是开普勒后来能够成功的基础。获得资料后，又经过多年的不懈努力，开普勒终于发现了行星运动三大定律，其内容如下。

开普勒第一定律，也称椭圆定律：所有太阳系中的行星围绕太阳运动的轨道都是椭圆。

开普勒第二定律，也称面积定律：在相等的时间内，太阳和运动着的行星的连线所扫过的面积都是相等的。

开普勒第三定律，又称调和定律：行星围绕太阳运动的周期正比于其轨道半长轴的三次方。

从1617年到1621年，开普勒分三卷出版了他的代表作《哥白尼天文学概要》，这套书并不是要详尽阐释介绍哥白尼的理论体系，主要内容实际上是建立在哥白尼日心说基础上的开普勒自己的天文学理论，其核心就是他所发现的行星运动三大定律。运用开普勒三大定律，不仅可以完美地解释行星过往的运行，更重要的是，只要确定任意时刻的行星位置，就能够对行星未来的位置做出相当