

宇宙科学的过去、现在和未来

# 两个宇宙体系的对比

蔡立著



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

# 两个宇宙体系的对比

## ——宇宙科学的过去、现在和未来

蔡立著



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

## 内容提要

本书首先讲述了过去 2 000 多年宇宙科学发展的历史,然后介绍了作者与霍金在黑洞以及宇宙学上的主要分歧,同时分析了建立在爱因斯坦相对论基础上的现代宇宙学所存在的矛盾和问题,最后,在此基础上阐述了作者对宇宙科学未来发展方向和趋势的看法。书中还提出了目前和今后一段时间内,宇宙科学需要研究的一些重大课题。

本书尽量避免使用复杂的数学公式,用生动的语言和形象的比喻讲述了宇宙科学的过去、现在和未来,具备大学一、二年级及以上知识水平的读者均可阅读本书。

## 图书在版编目(CIP)数据

两个宇宙体系的对比:宇宙科学的过去、现在和未来 / 蔡立著. — 上海:上海交通大学出版社, 2015  
ISBN 978-7-313-11768-7

I. ①两… II. 蔡… III. ①宇宙学—普及读物  
IV. ①P159-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 159424 号



## 两个宇宙体系的对比

——宇宙科学的过去、现在和未来

著 者: 蔡 立

出版发行: 上海交通大学出版社

邮政编码: 200030

出 版 人: 韩建民

印 制: 太仓印刷厂有限公司

开 本: 787 mm×960 mm 1/16

字 数: 260 千字

版 次: 2015 年 1 月第 1 版

书 号: ISBN 978-7-313-11768-7/P

定 价: 49.00 元

地 址: 上海市番禺路 951 号

电 话: 021-64071208

经 销: 全国新华书店

印 张: 14

印 次: 2015 年 1 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 0512-53522925

要在整个无穷无尽的范围内发现把宇宙各个巨大部分联系起来的系统性，要运用力学规律从大自然的原始状态中探索天体本身的形成及其运动的起源，这些想法似乎远远超出人类的理性能力……所有这些困难我都很清楚，但我并不胆怯；所有这些阻力之大我都感到，但我并不沮丧。我凭着小小的一点猜测，作了一次冒险的旅行，而且已经看到了新大陆的边缘。

——康德《宇宙发展史概论》

# 前 言

宇宙学通常是指从整体的角度来研究宇宙的结构和演化的学科,本书除了讨论以上内容外,还把宇宙学的基础理论——爱因斯坦狭义相对论和广义相对论以及宇宙学密切相关的黑洞理论,都包括在讨论范围之内,因此,书中使用了“宇宙科学”或“宇宙体系”一词。

本书可以说是对“相对论研究系列”丛书的通俗解读,书中从历史的角度论述爱因斯坦理论存在的问题。由于所有的数学推导都放到了前面那套丛中,因此,在这本书中作者尽量避免使用复杂的数学公式,而侧重用通俗的语言阐述作者的观点。

黑格尔有一句名言,说出一个意义深刻的道理:“我们之所以是我们,乃是由于我们有历史。”<sup>[4]</sup>

从亚里士多德-托勒密地心说的提出,至今已经2 000多年了,回顾人类探索宇宙所走过的历程,我们不难发现,可以把这段历史分成4个阶段:

(1) 从亚里士多德-托勒密理论的建立到1543年哥白尼《天体运行论》发表之前,这一时期长达1 400多年,托勒密的地心说是这一时期的主导理论。

(2) 第一次科学革命时期,从1543年哥白尼革命开始,到1687年牛顿《自然哲学的数学原理》的发表,这一时期持续了144年,这期间托勒密的理论不断受到质疑,最终被牛顿理论所取代。

(3) 从1687年至1900年前后,这一时期牛顿力学得到进一步的验证,牛顿理论不断取得辉煌的成就。

(4) 1900年前后相对论和量子力学的建立,标志着第二次科学革命的开始,爱因斯坦相对论以及建立在相对论基础上的现代宇宙学,取代了牛顿力学和牛顿经典宇宙理论,成为今日宇宙科学的主导理论。

回顾宇宙科学发展的历史,可以清楚地看到在过去的2 000年,历史上出现了两次科学革命,第一次科学革命经历了144年,第二次科学革命至今已经过去了110多年,因此,从时间上看,今天,我们正处在第二次科学革命的中后期。

虽然历史不会重演,然而历史常常惊人的相似。

本书通过对历史的回顾,特别是通过对两次科学革命的对比,分析今日宇宙科学面临的矛盾和存在的问题,进而探讨宇宙科学未来发展的趋势和方向。

在这本书中作者将重点阐述以下几个问题:

(1) 爱因斯坦的历史地位决定了爱因斯坦的理论是一个不完善的理论。

从历史的角度看,爱因斯坦的历史地位与哥白尼非常相似。哥白尼和爱因斯坦都处在一次科学革命的起点上,哥白尼的《天体运行论》开启了第一次科学革命,爱因斯坦相对论的建立,拉开了第二次科学革命的序幕。由此可见,哥白尼和爱因斯坦在历史中的地位与作用有许多相似之处。

首先,哥白尼和爱因斯坦都是旧理论的批判者,哥白尼批判了地心说,爱因斯坦批判了牛顿的绝对时空。

其次,哥白尼和爱因斯坦都是新理论的提出者或奠基人,哥白尼提出了日心说,爱因斯坦建立了相对论。

第三,虽然哥白尼是新理论的奠基人,但他并不是新理论的最终完成者,第一次科学革命的集大成者是牛顿,牛顿在哥白尼去世 144 年之后,才完成了他的工作。爱因斯坦与哥白尼处于相似的历史位置,由于哥白尼的理论是不完善的,因此,我们不难联想到爱因斯坦的理论也是一个不完善的理论。

换句话说,通过两次科学革命的对比,我们可以得出这样的结论,爱因斯坦的历史地位决定了爱因斯坦的理论不是一个完善的理论。相对论的出现是历史发展的必然结果,爱因斯坦理论中存在错误也是由历史原因造成的,任何个人都不能改变历史的进程,只有从历史的角度看待爱因斯坦和他的理论,才能正确地理解和认识爱因斯坦的相对论及其宇宙理论。

(2) 今天的宇宙科学与伽利略时代有一些相似之处,我们将面临两种选择。

美国科学哲学家托马斯·库恩在《科学革命的结构》一书中,提出了这样一个论点,科学的历史是由一些急剧的变革来表征的。根据库恩的说法,科学革命可以理解成整个世界观上的剧变,就像一种作为样板的范式(paradigm)取代了另一个范式一样。而且,新的范式并非建立在旧范式的基础上,而是取而代之。

宇宙科学发展的历史基本符合库恩的论述,哥白尼革命的结果是牛顿的经典宇宙理论取代了亚里士多德-托勒密的宇宙理论。在第二次科学革命中,爱因斯坦等人建立的现代宇宙学又取代了牛顿的经典宇宙理论。

然而,宇宙科学是在不断发展的,爱因斯坦的理论也存在缺陷,这个理论终究会被一个新的理论所取代,借助历史我们可以对这个新的理论作出某些预测。

从 1832 年群论诞生到 1956 年这 100 多年间,对称性研究(包括对称、守恒和不变性的研究)是这一时期数学和物理学研究的一个潮流,爱因斯坦顺应了这一历史潮流,以相对性原理为基础,沿着对称性的思路,建立了狭义相对论,狭义相对论

本质上是一个对称性的理论,它要求物理规律都要满足对称性,即物理学的规律在洛伦兹变换下保持不变。

然而,1956年杨振宁和李政道发现了宇称不守恒和左右不对称,这个结果表明以往人们关于对称性的认识存在偏差,物理规律没有必要都满足对称性的要求。

2003年,李政道在接受记者采访时,对这个问题作了更详细的说明,他说:“在1956年以前,从经典物理到近代物理,都是对称的物理。1956年以后,大部分的物理现象都发现有不对称性。不仅是宇称不守恒和左右不对称,电荷的正负也不对称,时间反演也不对称,真空也不对称,因而夸克可以被禁闭,不同的中微子间可以互相转换变化,连质子也可能不稳定……当然,并不是1956年忽然改变了外界的宇宙,而是1956年我和杨振宁发表的宇称不守恒的文章,改变了整个物理学界以前在‘对称’观念上的一切传统的、根深蒂固的、错误的、盲目的陈旧见解。”

由此不难看出:当年爱因斯坦建立狭义相对论的基本思想——对称性的思想,以及根据这一思想提出的狭义相对性原理。从今天的角度看,这一思想是不完善的,因为,在这一思想中只考虑了对称性,而没有考虑到非对称性,或者说对称性破缺。狭义相对论的基本原理存在问题,必然导致狭义相对论是一个不完善的理论,当然这一问题不是因为爱因斯坦的个人原因造成的,而是历史的原因造成的。也说明了任何一个伟大人物都不可能超越历史时代。

正是由于上述历史原因,在爱因斯坦相对论以及与相对论有关的宇宙理论中,不可避免地出现了一些问题、矛盾或错误。

今天,我们就生活在这样一个充满矛盾的世界中,一方面爱因斯坦建立相对论的基本思想是对称性思想;另一方面,从1956年开始,非对称性的思想已成为今日物理学的时代潮流。身处在矛盾的物理世界中,我们面临着两种选择:

第一种选择:相信爱因斯坦的权威,相信相对论是完全正确的,继续沿着对称性的思路,把黑洞、白洞、虫洞以及时空隧道等问题研究下去。

第二种选择:顺应历史潮流,根据非对称性的思想,指出爱因斯坦的历史局限性,找出相对论的错误,在此基础上对爱因斯坦相对论及其宇宙理论进行修改和完善,进而建立一个新的理论——非爱因斯坦相对论及其宇宙理论。

由此可见,今天我们所面临的情况与伽利略的时代有一些相似之处。在伽利略时代,托勒密的地心说仍然占据统治地位,哥白尼学说受到禁止,在这种情况下,伽利略写了《两大世界体系的对话》一书,通过对两个宇宙理论的对比来阐明自己的观点。

(3) 撰写《两个宇宙体系的对比》的目的之一,是想用通俗的语言阐述作者的宇宙观。

今天,宇宙学中也存在着两个完全对立的观点,目前大多数宇宙学家选择的是

第一条路。1973年,霍金出版了《时空的大尺度结构》一书,书中霍金根据他的奇点定理提出两个观点:①宇宙中存在黑洞;②时间有起点,宇宙有开端,宇宙起源于一次大爆炸。

1984年,作者对霍金的奇点定理提出了不同的解释,并由此选择了第二条路,经过30年的研究,终于得到一些结果。书中指出霍金的奇点是由于爱因斯坦理论中没有考虑到对称性破缺造成的,如果对爱因斯坦相对论进行修改,我们就可以消除广义相对论的奇点,最终建立一个没有黑洞、没有大爆炸的宇宙理论。本书通过对这两个宇宙理论的对比,阐明了作者的观点。

今天爱因斯坦、霍金等人的权威仍然难以挑战,对爱因斯坦的理论进行批评会遇到重重困难。但作者坚信,历史的潮流是谁都阻挡不住的,只有抓住历史的机遇,顺应时代的潮流,才能有所作为。相信爱因斯坦的时代终将过去,宇宙科学迟早会迎来一个新的时代。

在此需要说明一点,本书并非全面否定爱因斯坦,爱因斯坦是公认的20世纪最伟大的科学家。他因为创立了相对论而闻名于世。相对论是现代物理学的两大基础之一,它对现代科学的发展产生了巨大的影响,此外,爱因斯坦还是量子理论的创始人之一。因此,对爱因斯坦在科学上的功绩,我们应该给予充分的肯定。

但是,这并不意味着爱因斯坦的所有工作都是正确的。庞加莱对爱因斯坦曾经作过这样的评价:“爱因斯坦先生是我曾经认识的最富创见的思想家之一,他虽然年轻,却已经在当代第一流科学家中间据有最崇高的地位。我们应当特别赞赏他的是,他善于适应新的概念并知道如何从这些概念引出各种结论的灵巧。他不受古典原理的束缚,而且每当物理学中出现了问题,他很快就想象出它的各种可能性。这一点使得他在思想中立即能预言一些日后可由实验证实的新现象。我的意思并不是说这些预言都会满足实验的检验,如果有可能做这些检验的话。相反的,既然他是在各方面进行探索,我们就应当想到他所走的道路之中大多数是死胡同。不过,我们同时也应当希望他指出的方向中,有一个方向是正确的,那也就足够了。”<sup>[6]</sup>

由此可见,我们不能要求爱因斯坦给出的所有结果都是正确的,在他的众多结果中,只要有一个是对的,爱因斯坦就是一个伟大的科学家。

200多年前,托马斯·杨发现了光的干涉与衍射现象,由于这个工作与牛顿的光粒子理论相冲突,在一段时间里,托马斯·杨的工作备受责难,当时托马斯·杨写下这样一段话:“虽然我仰慕牛顿的大名,但我并不因此认为他是万无一失的……我遗憾地看到他也会弄错,而他的权威也许有时甚至阻碍了科学的进步”。今天,我们需要用同样的态度来看待爱因斯坦。虽然爱因斯坦是伟大的,但是,我们不应该因为他的伟大而拒绝对他的批评。事实上,正是因为他的伟大,爱因斯坦



的任何一个失误,都将成为今天科学进一步发展的巨大障碍。本书把相对论中的错误以及爱因斯坦的失误集中起来进行讲述,这是本书的一大特点,也是本书的价值所在。

1984 至今,作者从事相对论研究已经 30 年了,回顾自己走过的道路,作者要感谢几位中国科学家:华罗庚、周培源和钱学森,虽然与他们未曾谋面,但正是他们的著作和思想把作者带进了相对论研究这一领域,在第 12 章和第 15 章,作者回顾了这几位科学家的工作对作者的影响。多年后,作者时常在想,假如没有华罗庚、周培源和钱学森,作为一名流体力学专业的学生,或许不会想到研究爱因斯坦的广义相对论。今天,借本书完稿之际,请允许作者在这里表达对这几位科学家的敬意,可以说他们是作者从事相对论研究的启蒙老师,正是他们把作者带进相对论研究这一领域。

对前辈科学家的纪念,最好的方式是继承他们的事业,实现他们的遗愿,让中国科学走到世界前列。钱学森晚年对中国科学的现状十分担忧,多次提到“为什么中国近年不出科学大师?”

20 世纪物理学诞生了两个理论——相对论和量子力学,然而,这两个理论是不和谐的,它们之间存在着矛盾。这个矛盾必将孕育出物理学的一次大的科学革命,对于中国物理学来说,这是一次百年一遇的历史机遇,抓住这一机遇,中国就有可能实现自然科学诺贝尔奖“零”的突破。为此,在本书的后记中,作者对中国基础科学研究工作提出了建议。

就在本书完稿之际,2 月 5 日网上传来霍金以一则“没有黑洞”的新观点震惊了物理学界。在发表于预印本网站 arXiv 上的一篇文章中,霍金摒弃了先前的说法,指出原有黑洞的概念是不存在的。

从 2001 年,作者开始写文章质疑黑洞理论,由于作者的观点与霍金有矛盾,论文一次又一次遭到物理刊物的退稿。今天,终于看到霍金放弃了原有观点,承认“没有黑洞”,心中多少感到一些欣慰。

霍金的文章中没有任何公式,因此,他的文章只能算是一种表态。由于时间仓促,本书没有讨论霍金的新观点,书中涉及的仍然是他以前的观点,作者将在后续研究中密切关注霍金的最新动态。

最后需要说明的是,书中有许多科学家的照片,这些照片均引自百度网,在此对百度网表示最诚挚的感谢。

蔡 立

2014 年 2 月 26 日于北京

# 目 录

## 第一篇 从亚里士多德到霍金， 宇宙发展史概论

第 1 章	亚里士多德-托勒密的宇宙学说	3
第 2 章	哥白尼开始了第一次科学革命	8
第 3 章	布鲁诺和伽利略的贡献	12
第 4 章	第谷、开普勒和笛卡儿等人的工作	19
第 5 章	牛顿经典宇宙理论的建立和第一次科学革命的开始	26
第 6 章	万有引力定律的进一步验证和牛顿理论取得辉煌成就的 200 年	35
第 7 章	第二次科学革命的开始以及相对论建立时的历史背景	42
第 8 章	爱因斯坦狭义相对论是怎样建立的？	55
第 9 章	狭义相对论本质上是一个关于对称性的理论	64
第 10 章	广义相对论的建立	71
第 11 章	霍金在科学上的工作以及作者与霍金的主要分歧	79

## 第二篇 相对论研究 30 年 ——非爱因斯坦相对论的思想是如何产生的

第 12 章	作者是如何走上相对论研究这条道路的？	91
第 13 章	宇称不守恒和对称性破缺	97
第 14 章	爱因斯坦的一个重大失误以及失误产生的历史原因	102
第 15 章	由郭-钱猜想引出的问题	109
第 16 章	牛顿极限是隐藏在广义相对论中的一个错误	114
第 17 章	非爱因斯坦相对论思想的产生以及爱因斯坦广义相对论的 适用范围	119

第 18 章	两个广义相对论在黑洞问题上的分歧 .....	129
第 19 章	黑洞和永动机一样,它们都违反了能量守恒规律 .....	137

### 第三篇 两个宇宙理论的对比

第 20 章	大爆炸宇宙学简介 .....	147
第 21 章	弗里德曼方程的适用范围以及对大爆炸宇宙学的质疑 .....	153
第 22 章	霍金《时空的大尺度结构》的结论不能成立 .....	157
第 23 章	目前宇宙研究中存在的问题 .....	163
第 24 章	真空、以太和暗物质 .....	167
第 25 章	对微波背景辐射的重新解释 .....	176
第 26 章	一个没有黑洞、没有大爆炸的宇宙 .....	183
第 27 章	人类对宇宙的探索是永无止境的 .....	188
第 28 章	两个宇宙体系的对比 .....	194
参考文献	.....	201
后记	抓住难得的历史机遇,实现中国自然科学诺贝尔奖“零”的突破 .....	207

# 第一篇 从亚里士多德到霍金， 宇宙发展史概论

从事科学研究工作，一定要认真地研究科学的历史，因为只有了解科学发展的历史，才能知道今日科学在历史长河中所处的位置，把握住历史发展的趋势，看清科学未来发展的方向。另外，科学中一些重要的思想都有其深厚的历史渊源，如果不了解历史，就不能够真正地理解这些科学思想。

回顾宇宙科学发展的历史，可以清楚地看到在过去的2000多年，历史上出现了两次科学革命，第一次科学革命经历了144年，第二次科学革命至今已经过去了110多年，因此，从时间上看，今天，我们正处在第二次科学革命的中后期。

作者的这一观点与库恩的观点是相同的。库恩在《哥白尼革命》一书中，对这个问题是这样论述的：“我们今天处在普朗克、爱因斯坦和玻尔启动的科学革命的后期，他们的新概念和当代革命所依赖的其他东西，都显示出与哥白尼的行星地球概念密切的历史相似性。”

虽然历史不会重演，然而历史常常惊人的相似。

本篇通过对历史的回顾，特别是通过对两次科学革命的对比，论述爱因斯坦的历史地位决定了爱因斯坦的理论是一个不完美的理论。相对论的出现是历史发展的必然结果，爱因斯坦理论中存在错误也是由历史原因造成的，任何个人都不能改变历史的进程，只有从历史的角度看待爱因斯坦和他的理论，才能正确地理解和认识爱因斯坦的相对论及其宇宙理论。

# 从亚里士多德到雪金 第一集 宇宙式辩证法

（此处为非常模糊的正文内容，疑似为书籍前言或目录页，包含多行文字，但因图像质量过低无法准确识别具体内容。）

# 第 1 章 亚里士多德-托勒密的宇宙学说

希腊是欧洲的文明古国,它的文化对欧洲各国的发展产生了重要的影响。从泰勒斯到托勒密的近 800 年间,希腊的科学得到了迅速发展,著名的学者很多。从地域来说,先后有 4 个活动中心,形成了 4 个学派:从公元前 7 世纪至公元前 5 世纪,在小亚细亚的米利都,由泰勒斯开始形成了一个爱奥尼亚学派;从公元前 6 世纪至公元前 4 世纪,在意大利南部的克罗托内,毕达哥拉斯创立了毕达哥拉斯学派;从公元前 4 世纪至公元前 3 世纪,在希腊的雅典,由柏拉图开始形成了柏拉图学派;从公元前 3 世纪至公元 2 世纪,在埃及的亚历山大城以及周围若干地中海岛屿上相互有联系的学者,形成了亚历山大学派,托勒密就属于这个学派<sup>[7]</sup>。

公元 2 世纪,托勒密继承前人的成就,并加以发展,完成了《天文学大成》,该书共 13 卷,成为古希腊天文学的总结。该书系统地阐述了亚里士多德-托勒密的地心学说,这个学说在哥白尼之前一直占据统治地位,人们信奉了长达 1 400 年之久。

## 1.1 亚里士多德的宇宙

公元前 500 年前后,古希腊的毕达哥拉斯就提出了大地是球形的观点,毕达哥拉斯学派认为,一切立体图形中最美好的图形是球形,一切平面图形中最美好的图形是圆形,而宇宙是一种和谐的代表,所以一切天体的形状都应该是球形,一切天体的运动都应该是匀速圆周运动。他们还认为宇宙是由两球构成的,外球(恒星)包围着一个中心球(地球)。行星以不定的方式在两球中间运动。

柏拉图在毕达哥拉斯的基础上,又提出了以地球为中心的同心球壳宇宙模型,他认为各天体所处的球壳,离地球的距离由近到远依次是:月亮、太阳、水星、金星、火星、木星、土星、恒星,各同心球之间由正多面体连接着。后来,柏拉图的一个学生欧多克索斯进一步发展了柏拉图的模型。

到了公元前 300 多年,著名的希腊哲学家亚里士多德(见图 1.1)进一步发展了

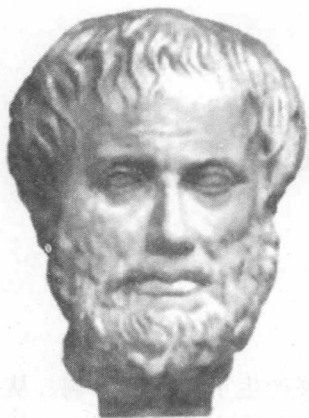


图 1.1 亚里士多德

毕达哥拉斯等人的观点,系统地提出了地心说。亚里士多德在《论天》中进一步阐述了地球是球形的说法,自此之后,地球为球形的概念便成为定论。埃拉托斯特尼还用科学的方法计算了地球的周长,得出的结果是 25 万希腊里(1 希腊里等于 158.5 m),因此,地球的周长是 39 600 km。在 2 000 多年前,能够计算出这样的结果,已经相当准确了。

亚里士多德认为地球位于宇宙的中心。太阳、月亮、行星和恒星都围绕着地球做圆周运动,月亮是离地球最近的天体,亚里士多德把宇宙分为“月上世界”和“月下世界”。“月下世界”的物质由土、水、火、气 4 种元素组成,这些物质会不断地腐朽。“月上世界”充满透明而无重量的“以太”,组成“月上世界”的以太和恒星都是永恒的,永远不会腐朽。

亚里士多德把“月上世界”分为九重天,这些“天”是一个个天球,亚里士多德给出的各天体的顺序与柏拉图不同,依次是月亮、水星、金星、太阳、火星、木星、土星、恒星和原动天。星体就镶嵌在对应的天球上,原动天是宇宙的边界,原动天之外没有任何东西。

在亚里士多德的宇宙中,一切运动都需要持续力的作用。物体之所以运动,是因为它被直接接触的物体所推动或拉动。为了解释天体运动,亚里士多德在恒星天的外面又加了一个原动力的天层——原动天,他提出,在原动天中存在一个自己不动的“第一推动者”,即上帝,他推动“恒星天”转动,“恒星天”又带动其他天球围绕地球转动。这样,亚里士多德就把上帝是第一推动力的思想引进宇宙论中来了。

人们每天都看到日、月、星辰从东方升起,西方落下。对于古人来说,亚里士多德的地心说简单而且直观,更容易被人们所接受。在亚里士多德死后的许多年里,他的理论逐渐被教会推崇为经典,每一句话都绝对正确,禁止任何人对他的理论做任何修改,这成为后来科学发展的巨大障碍。

## 1.2 托勒密的地心说

虽然地心说可以解释很多天文现象,但是,有一种现象地心说不能很好地解释,这就是行星的退行。现在我们知道,地球和外行星,绕着太阳转动,由于地球比外行星转动更快,当外行星接近地球时,在地球上的人看来,行星仿佛在向后运行,这就是所谓行星的退行现象。

在古希腊时代,为了解释这个现象,需要建立更加复杂的地心说。

古希腊人注意到,行星在退行期间比其他时间显得更亮,为了解释这一现象,阿波隆尼和喜帕恰斯等人提出了本轮和均轮,他们认为,行星不再在球面上运动,而是沿着一个圆环绕地球运动。

如图 1.2 所示,一颗行星,例如火星沿着一个圆周匀速运动,这个圆的中心又沿着一个以地球为中心的圆周运动。行星运行的圆周叫作本轮(epicycle),而以地球为中心的大圆周叫作均轮(deferent)。

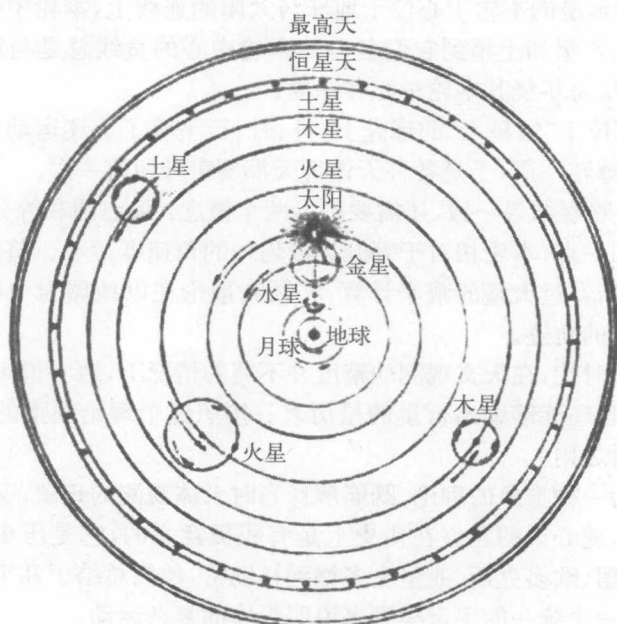


图 1.2 托勒密宇宙体系示意图

由于本轮的中心沿着均轮匀速运动,因此,行星实际上同时参与两种运动。这个理论与观察结果一致,并且还解释了为什么行星在退行期间比平时更明亮? 因为,行星在退行期间离地球最近,因而显得更亮。

大约在公元 140 年,亚历山大博物馆的天文学家托勒密(见图 1.3),在总结前人工作的基础上,在其著作中系统地提出了地球中心说。这本权威的希腊天文学著作是托勒密在公元 150 年前后写成的,原名《数学汇编》。为了与其他天文学著作区分开,



图 1.3 托勒密



后人给它取了一个崇高的名字——《天文学大成》。书中托勒密建立了宇宙地心理论体系,这一体系的要点是:

(1) 地球位于宇宙中心且静止不动。

(2) 每颗行星都在一个称为“本轮”的小圆形轨道上匀速运动,本轮的中心在称为“均轮”的大圆形轨道上绕着地球匀速运动。行星的运动就是由这两种运动复合而成的。

(3) 水星和金星的本轮中心位于地球与太阳的连线上,本轮中心在均轮上,一年转一周;火星、木星和土星到它们各自的本轮中心的直线总是与地球、太阳连线平行,这3颗行星每年绕其本轮中心转一周。

(4) 恒星都位于“恒星天”的球壳上,日、月、行星除了上述运动外,还与恒星天一起,每天绕地球转一周,于是各种天体每天都要东升西落一次。

(5) 为了与观察结果一致,还需要引入两个概念:偏心圆和等分点。所谓等分点是离开圆心的一点,本轮相对于等分点以均匀的角速度运动。将偏心圆、等分点和本轮结合起来,经过大量的艰辛计算,托勒密理论在以地球为中心的宇宙中,可以模拟行星运动的轨迹。

在托勒密的时代,在天文观测的精度并不高的情况下,地心说大致可以解释行星的视运动,并且还能够编出行星的星历表。按照这个理论预报的日食和月食准确度在两个小时之内。

地心说作为一种唯象的理论,既能解释当时天体观测的现象,又能预报一定的天象变化,因此,地心说的建立在历史上是有积极意义的,它是历史的产物。从毕达哥拉斯、柏拉图、欧多克斯、亚里士多德到托勒密,他们总结了几千年观察和计算的成果,最终用一个统一的宇宙模型来说明天体的复杂运动。

然而,随着观察精度的不断提高,按照地心说推算的行星位置与观察的偏差越来越大,地心说的后继者不得不进行修补,在本轮上再添加小本轮,使这个体系变得越来越复杂。另外,地心说还只是唯象理论,这个理论还没有揭示出天体运行的内在规律。这些问题的解决还有待于未来的一场科学革命。

### 1.3 由于托勒密的地心说受到教会的支持,致使这个理论居于统治地位长达1400年

托勒密的地心说认为,地球是静止不动的,其他星体都围绕着地球这个宇宙中心旋转。这个学说的提出与宗教中关于天堂、人间的说法刚好互相吻合。地心说确立了人类在万物中的作用和重要性,宇宙聚集在一个中心的周围,而人类占据着这个中心,可以说,托勒密的地心说既是一种关于宇宙的唯一学说,同时也为宗教