



漫游科学探索之路



青少年科学素质养成书系

恒星、行星 和星系

天文学史巡游：从古代到今天

【意】玛格丽塔·哈克 【意】马西莫·拉梅腊 著 萧耐园 译



中央广播电视大学出版社



青少年科学素质养成书系

恒星、行星 和星系

天文学史巡游：从古代到今天

[意]玛格丽塔·哈克 [意]马西莫·拉梅腊 著
萧耐园 译



中央广播电视大学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

恒星、行星和星系 / (意) 哈克著; (意) 拉梅腊著;
萧耐园译. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2016. 1
(漫游科学探索之路)
ISBN 978 - 7 - 304 - 07342 - 8

I. ①恒… II. ①哈… ②拉… ③萧… III. ①恒星—
青少年读物 ②行星—青少年读物 ③星系—青少年读物
IV. ①P152 - 49 ②P185 - 49 ③P152 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 215215 号

版权所有, 翻印必究。

Copyright© (year of publication) Editoriale Scienza S. r. l. , Firenze - Triest.
www. editorialescienza. it
www. giunti. it
图字: 0 - 2015 - 5494

漫游科学探索之路

恒星、行星和星系

HENGXING、XINGXING HE XINGXI

[意] 玛格丽塔·哈克 [意] 马西莫·拉梅腊 著
萧耐园 译

出版·发行: 中央广播电视大学出版社	
电话: 营销中心 010 - 66490011	总编室 010 - 68182524
网址: http: //www. crt vup. com. cn	
地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号	邮编: 100039
经销: 新华书店北京发行所	
策划统筹: 袁玉明 郑 毅	策划编辑: 袁玉明 郑 毅 王鑫鑫 吕 剑
责任编辑: 吕 剑	责任印制: 赵连生
特约编辑: 廖肇源	
印刷: 北京印刷集团有限责任公司印刷二厂	
版本: 2016 年 1 月第 1 版	2016 年 1 月第 1 次印刷
开本: 210mm × 296mm	印张: 6.75 字数: 150 千字
书号: ISBN 978 - 7 - 304 - 07342 - 8	
定价: 45.00 元	

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

目录

01

导言

02

和谐的天球

自古以来，人们就知道观察天空的重要性……

【虚拟天文台
如何运作……………13】

14

哥白尼的革命

哥白尼的工作动摇了16世纪天文学的支柱……

24

天文学和物理学

伽利略和牛顿的工作为现代科学奠定了基础……

34

深邃的天空

随着星表的创制以及照相术的发明，人们成功地把无数天体加以分类……

【虚拟天文台
梅西耶星表……………43】

44

太阳：我们的恒星

有一段时间，太阳像神明般受尊崇，如今，我们知道它是宇宙中无数闪闪发光的恒星中的一员……

54

恒星的一生

无论白矮星、红巨星还是中子星，所有的恒星都从同一个摇篮——星云里诞生……

[虚拟天文台
星云和星团……………63]

64

星系

宇宙容纳了大约1 250亿个星系……

[虚拟天文台
探索星系……………73]

74

宇宙的诞生

在20世纪初，新理论引发了科学思想的革命并对天文学的研究产生了影响……

84

太阳系

最新的理论认为太阳系形成于45亿年之前……

[虚拟天文台
观测太阳系……………93]

94

大型望远镜

近20年来，技术的发展推动了人们制造越来越先进的望远镜……

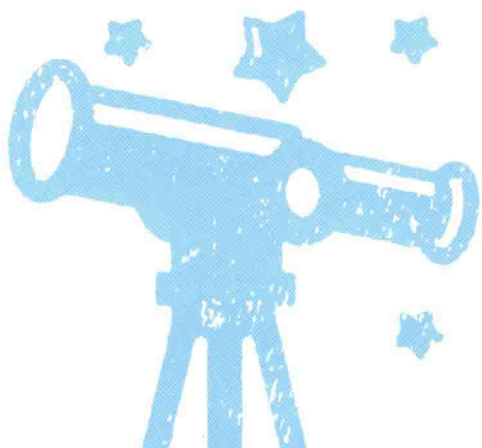
导言

很久很久以来，古人在苍穹的启示下，创造了许多神话传说，他们都把天宇看成神灵高不可攀的住所。古人仔细观察天空，希望了解天神的意志，他们知道了如何确定天体的位置并发现天体运动的规律。3万年前的一些手工制品显示，当时人们已能把握精确的时间并应用根据天象制订的历法。

人类探索宇宙的历史妙趣横生，本书要讲述其中的几个基本阶段：从巴比伦通晓天文的祭司到衣食无忧的学者，尤其是那些以他们的理论和发现为人类认识世界作出了革命性贡献的学者。

起初，天文学的发展比较缓慢，天文学家最主要的活动是给恒星和行星编制星表。后来，天文学家超越了这个阶段，开始回答天体如何形成、怎样活动、什么使它们运动和发光等问题，这给天文学的发展以猛烈的冲击。在这一阶段，宇宙终于摆脱了与超自然领域的联系，并以科学的方法被探究，而且技术的发展（从望远镜和照相术的发明到现代的空间望远镜的发明）为人类探索宇宙提供了条件。

今天，宇宙在继续展示它的广袤，同时越来越多奇妙的天体被发现，但是宇宙最神秘莫测和引人入胜之处则在于：每一次新的天文观测都可能让我们重新讨论关于我们已知的宇宙的一切……



和谐 的 天球



我 们的祖先连手表也没有，更谈不上全球定位系统
(Global Positioning System, 英文缩写为GPS) 导航

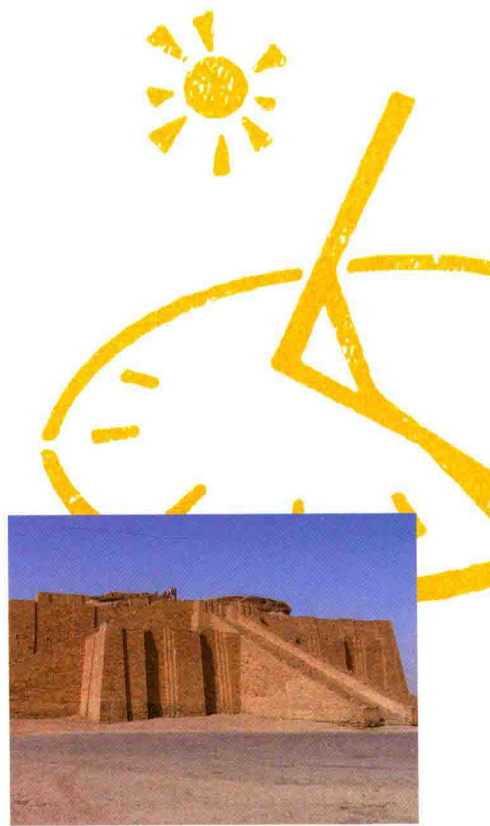
仪和长久适用的历法。他们的生活节奏较慢，除非为了迁移，他们甚至不会测定方向和计量时间。

计量时间

古人必须了解四季的循环，以安排农事；必须知道到黎明或日落前还剩多少时间，以免在赶路时迷失方向；还必须从孩子出生起累计月和日，以计算他的年龄。尤其是国王和权贵们，他们通过占卜恒星和行星了解他们正在作出的决定是否正确、出路何在，而他们通常更多地是占卜他们的前途如何。

从更久远的古代起，占卜从根本上激励着人们对天空的研究。祖先对天空呈现的景象神往不已，正如我们今天一般，而这种对天空的迷恋让他们决定描绘和理解它。了解天空的渴望促使人们探求天体的本质，人们最终以高科技获得的资料为基础，发现了最新的宇宙模型。

在这一章里，我们将从公元前1800年的美索不达米亚出发，直到公元150年，去见证从巴比伦人到古希腊人经历的一个完美的历程。他们在2 000多年的时间里丰富了天文学知识，现代天文学正是植根于这些知识。



塔利尔的塔庙

建于4 000年前的美索不达米亚，即今伊拉克，人们认为这是一座天文台。



穆尔·阿宾（公元前500年）的一块泥板

巴比伦人

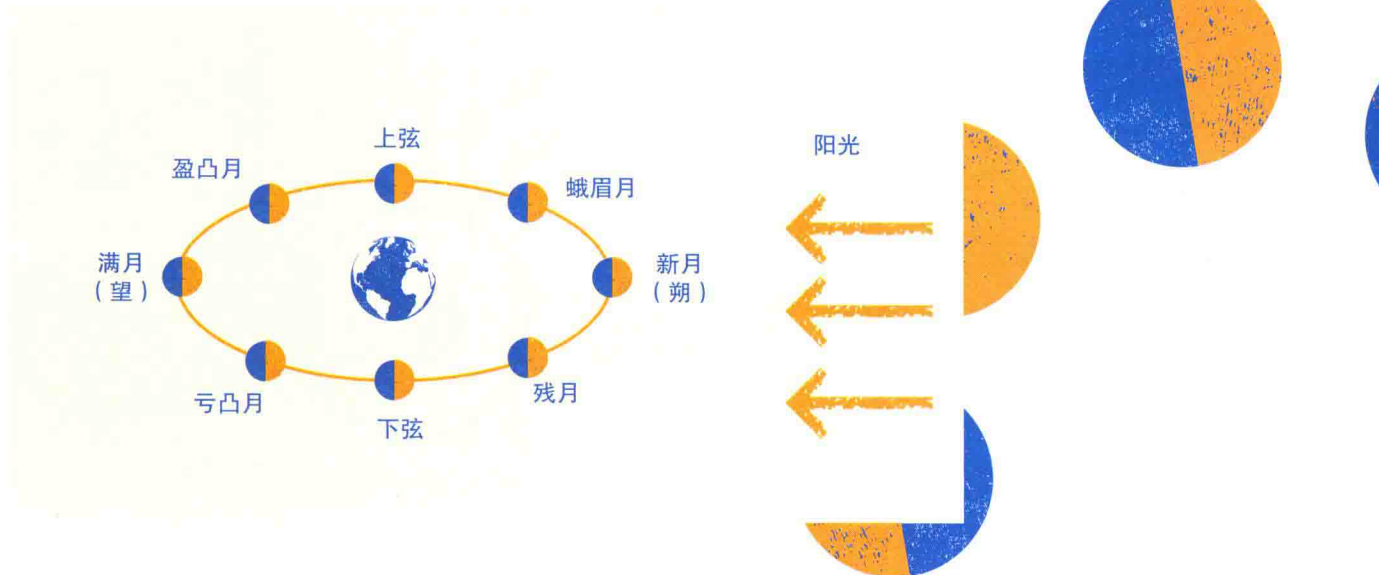
根据考古发现和天文学家对这些发现的研究，人们知道大约在4 000年前巴比伦人率先开展了对太阳、月亮、行星和恒星的系统观测，并把观测结果记录在泥板上。

最早的记录可上溯到公元前1800年，那时的人们观测月亮升起时刻和新月出现的日期。后续的观测记录了金星可见的时刻，这可上溯到公元前1700年阿米萨杜卡国王（约公元前1646年—公元前1626年在位——译注）统治的时期。

巴比伦天文学的另一个宝藏蕴藏在称为穆尔·阿宾的泥板中，泥板上可见星座的名称，如本节开头的图形所示。它还是一份地道的天文学和占星学的综述，其上所载的观测可上溯到公元前1000年。随着考古学家和天文学家对泥板的认识和阐释，人们重新认识了巴比伦天文学家关注的对象：时间计量、月亮和太阳的视运动、四季变迁、通过星星辨认方向、预测行星位置和交食的日期。当时这些现象的重要意义主要在于占星术上，即根据它们来预言，更确切地说是预测未来（相反，当代流行的占星术，如黄道十二宫图之类的起源更晚，只能追溯到大约公元初年）。

天文神职人员

在古代，天空的研究者往往也是神职人员，因为他们相信诸神的意志和人类的命运书写在太空中。在巫术或宗教仪式中，有些日期通常与天时（如播种、收割）有关，为了确定这些日期，天文神职人员这一阶层应运而生，他们由于掌握了天文知识，获取了越来越多的权力。有一种广泛传播、深入人心的信念是：人类生活中的各种事件与星星在天空的特定位置相关，因此天文学与占星术就密切地联系在一起了。



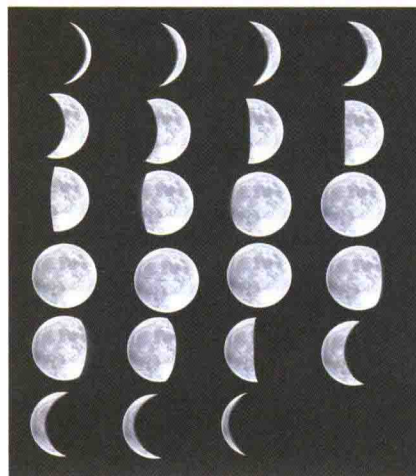
不论巴比伦人出于何种动机，他们做了大量天文观测记录，这些记录被后继的天文学家，特别是希腊天文学家所利用。巴比伦人对天文学的一项极其重要的贡献是发展了数学，用以进行计算：从公元前500年起，巴比伦的天文学家就开始应用简单的函数，把它们结合起来描述复杂的天象。

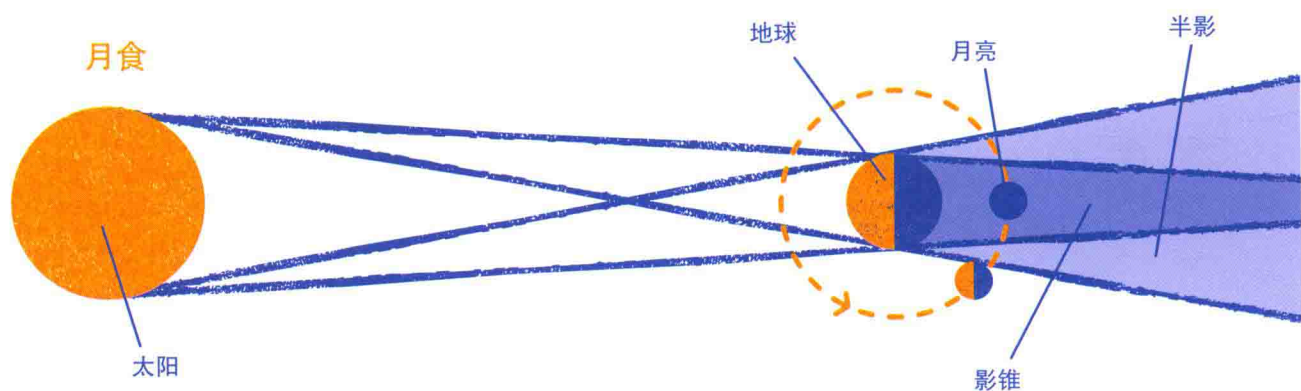
阴 历



为了计量时间，需要选定一种不断重现且极具规律的自然现象。对于古人来说，最有规律又容易观测的现象是白天太阳的运行和夜晚星星和月亮的隐现。月亮是一个极佳的计时器，可以计算以月为周期的时间。事实上，由于我们可以看到的被太阳直射的月球位置不同，所以地球的卫星——月球夜复一夜地改变面貌。月亮的明亮部位及其朝向称为月相。

主要的月相有：满月（又称望——译注），这时月亮的整个圆面都亮堂堂的，因为地球位于太阳与月亮之间；上下弦，这时月亮的半个圆面是明亮的，地球通过月亮到太阳的夹角是直角；新月（又称朔——译注），这时月亮隐匿不见，因为它位于地球与太阳之间。





月食

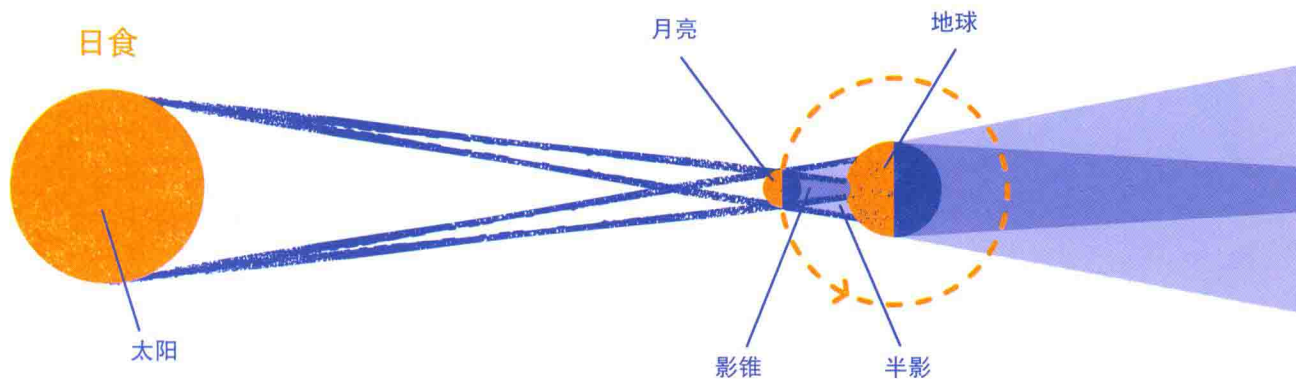
地球环绕太阳旋转，月亮环绕地球旋转。当地球通过太阳与月亮之间，3个天体正好位于一条直线时，太阳照耀地球，而地球的影子笼罩月亮，这就是月全食。发生月食时，月相一定是满月。可是我们的卫星每月都有一次满月，为什么人们不能以相同的频次见证月食呢？

原因在于月亮的轨道面相对于地球环绕太阳的轨道面有5度的倾角。因此，在多数满月的情况下，月亮并不正好与地球位于一条直线上，而是或上或下。月全食只有在太阳、地球和月亮完全形成一条直线，即月亮穿越地球轨道面时才能发生。如果3个天体几乎成一条直线，但不完全对直，地球的影子只遮住月亮的一部分，这时称为月偏食。月全食并不罕见：从2013年至2022年，在意大利人们就能观赏到4次。

由于月亮环绕地球旋转，这些位相周期性地重复，因此它在绕转一周后，又回到了相对于地球和太阳出发的位置。如今我们知道从一次新月到接着的下一次新月，经历29日12小时44分，这个时间间隔称为朔望月。

可是，对于研究天空的人们来说，月相作为钟表是不够精确的，因为其间的持续时间，特别是新月与满月的持续时间太长了。月相作为钟表不够精确的原因仅仅是生理学而不是天文学的：人眼不能辨认新月一弯小小亮钩的出现或满月圆面形态的轻微起落，除非新月的变化至少持续一个夜晚。

天文学家发现，如果参照月食的时刻而不是月相，就能更精确地测定一个月的长度：事实上，月食至多只持续两小时，远比一个月相的时间短得多，而且月交食的进程从头至尾能够更容易观测。由于月食发生的次数相当频繁，平均每世纪24次（这是指地球上某固定地点能见的次数，实际发生的次数要远多于此——译注），一位天文学家在其一生中能多次记录月食，从而提高计量月长的精度。



阳 历

古代的天文学家注意到太阳的上升和下落也有规律，但是这种规律只有在不同年份观测这类自然现象时才能得到验证：事实上，白天的长度在一年中的不同时节是不一样的，因为太阳离地平线的最大的高度在改变，所以它上升和下落的方向也有不同。此外，太阳的视运动还与人们观测它的地点有关。

与阴历相比，阳历的优点是在一天里观测起来比较方便。此外，太阳时（以太阳日为标准来计量的时间）与日常生活的关联更加直接。阳历的缺点是它的复杂性：月亮的位相十分明显，可是阳历要求测量太阳从何方升起和向何方下落的角度（方向），以便测量它在地平线上方的高度。而且这些测量还要长期重复。

12个阴历月份与1个太阳年（太阳中心相继两次通过春分点所经历的时间）并不一致，这给人们制造了许多麻烦，巴比伦人就不厌其烦地力图把阴历和阳历加以协调。

古罗马人眼看这种努力徒劳无功，便完全放弃了阴历而采用阳历。

日食

当月亮经过地球与太阳之间时，它的影子投射在地球上，这就产生了日食。如果太阳只有部分被遮挡，人们称之为日偏食；如果留下一个细细的明亮圆环还可被看见，这就发生了日环食。情况正如月食一样，发生日全食还是日偏食取决于太阳、月亮和地球在多大程度上位于一条直线上。日环食是一种特殊的全食，这时月亮与太阳在同一直线方向，但与地球的距离比通常更远，因此它的圆面显得小一点儿。月亮到地球距离变化的原因在于月亮的轨道是一个椭圆，也就是一个稍扁的圆周。在地球上的某一地方看到日食，特别是日全食的机会是很小的：在意大利的中北部可见的最近两次日全食将发生在2075年和2082年。



日晷

为了计量时间，巴比伦人应用一种日影钟。顾名思义，可以推测，这种钟只在白天才可用，因为阳光通过一根竖立的杆子投射出影子，它要求测量影子的长度和方向，这就是日晷。穆尔·阿宾的泥板上记载着春秋分和冬夏至这些特殊日子里所测量的日影长度。



今天我们知道地球在365又1/4日里环绕太阳旋转一周。我们现在的历法是1582年由教皇格里高利十三世颁行的，其中一年包含365日，分成包含30日或31日的12个月，2月是个例外，它只有28日。1/4日的零头在连续3年里略去了，而在每4年里作一次补偿，即在闰年里2月的月长是29日，而不是28日。

水 钟

不论阴历还是阳历，只适用于计量比较长的时间。那么怎样计量延续几小时或不足1小时的事件或时间间隔呢？当太阳或月亮隐匿在云层里的时候怎么办呢？我们知道巴比伦人应用水钟，这是一种由底部有孔的容器构成的仪器。在容器灌满和水流流空的两个瞬时之间流逝的时间总是相同的。此外，根据从容器底部不同高度上的刻痕，人们可以获知距清空容器所剩的时间。

穆尔·阿宾泥板记载着水钟的使用说明，这种水钟不断得到改进：在巴比伦晚期，天文学家已经装备了十分精确的仪器，水以恒定的压力流出，以避免水流随着水平面的下降而逐渐变慢。



水钟

希腊人

在希腊的历史上，有许多天文学家和哲学家关注天空。他们中的每个人，为发展西方的哲学和科学思维，在开创极重要的理论与观测的结合中作出了贡献。诸如柏拉图、亚里士多德、依巴谷和托勒密等伟大思想家，他们之所以能写出巨著，有赖于生活在他们之前的许多天才人物的理论，其中有些是孜孜不倦的天象观测者。

柏拉图

柏拉图（公元前427年—公元前347年）并不特别关注天文学，但是他创造的关于世界的哲学观念有其不可忽视的重要性。柏拉图认为宇宙是完美而且永恒不变的，恒星是永恒的而且是天球的一部分。由于他的声望，这些关于宇宙的观念深深地融入希腊文化，有力地推动了托勒密完成空前重要的飞跃，构筑了一个宇宙模型，这个模型能使球层和圆周的完美性与对天空的观测协调一致。

萨莫的阿里斯塔克

他是天文学家兼哲学家，生活在公元前310年至公元前230年。他之所以令人瞩目，在于他是提出地球与行星一起在圆形轨道上环绕太阳旋转的理论（日心说）的第一人。可是，亚里士多德和后来托勒密的地心说，在哥白尼提出新的日心说之前主导并流传了17个世纪。阿里斯塔克还第一次测量了太阳与地球之间的距离以及太阳的直径。希腊天文学家有一种天才的直觉，能把不可能的测量转化为用手工在小书桌上就可以解决的几何问题。他的方法是正确的，但是结果有误，因为他没有合适的仪器。由于他具有作为一名观测家的超凡天赋，他推测出在太阳周围行星的正确次序，尤其是直观地感觉到，地球本身在旋转，而且恒星本来应该由于地球环绕太阳的公转而在天空显示周年视运动，这种视运动是人们观测不到的，它们一定极其遥远。很可惜，由于他的思想具有过分超前的革命性，以至于不能被他的同时代人接受。



亚里士多德

亚里士多德（公元前384年—公元前322年）还很年轻的时候就进入了柏拉图学院，在那里着重学习数学和天文学。他著作颇丰，涉及多方面论题（形而上学、物理学、逻辑学、政治学等）。

亚里士多德

亚里士多德关于天空的观念对后来托勒密在其宏伟的科学著作中构筑的宇宙模型产生了直接的影响。

亚里士多德深信，地球是球形的并位于宇宙的中心。他关于地球球形观念的主要根据是对星空的观察：当他去北方旅行时，本来在他的城市可以看见的恒星隐藏到地平线以下去了；另一方面，他又观察到某些通常能看到上升和下落的恒星，在去北方旅行时不再下落，用现代的术语来说，成了拱极星。

借助一架地球仪和一点儿想象力，我们不难理解上述两种观察结果都表明地球是球形的。再说亚里士多德断定地球固定不动，那是因为他想到如果地球在运动，那么人们和一切东西再不能停留在原地，而要被抛掷到太空中去！

一直到文艺复兴时期，亚里士多德的观点才受到质疑并被超越。

依巴谷

依巴谷（约公元前190年—公元前120年）是希腊天文学的最重要人物，也是一位真正的天才，他的工作成果在200年后被伟大的托勒密广泛应用，但也受到了批评。依巴谷是天空的专注观测者，他创造了一些几何和数学模型，据此可以预测月亮、太阳和行星的运动。依巴谷为了他的计算，在天文学里引入了今天称为三角学的方法，也就是研究三角形里角与边之间关系的数学分支。依巴谷测量了太阳和月亮到地球的距离，他得到的结果能让他以相当高的近似程度预告日食的发生。他最重大的发现是二分点的岁差，这是地球自转轴的缓慢运动，今天的天文学家也需要加以考虑。

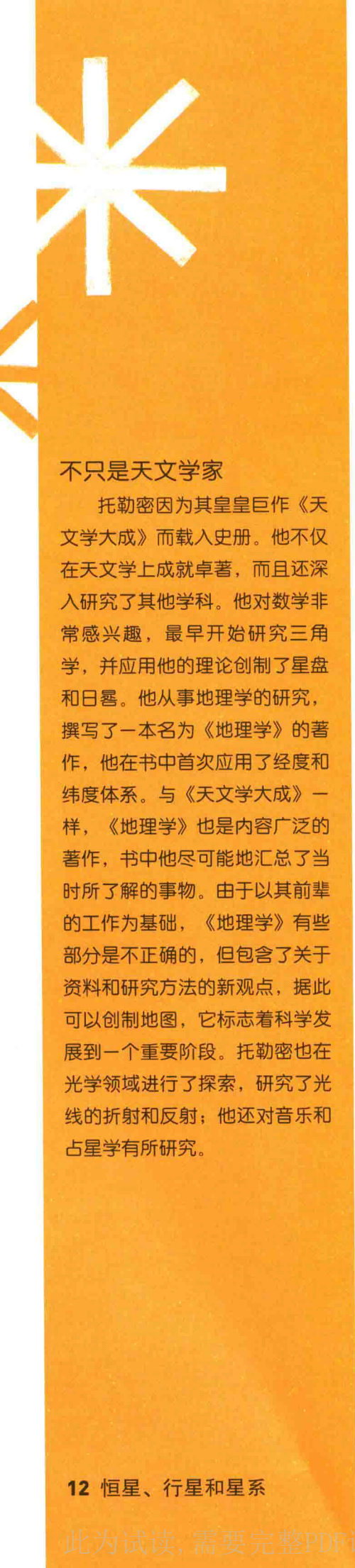


设想依巴谷正目不转睛地观测天空的木版画

托勒密

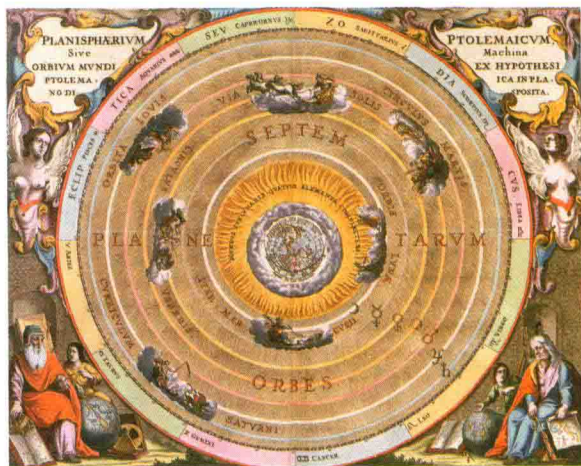


他于公元2世纪时生活在埃及的亚历山大里亚。托勒密在研究过程中利用在他之前其他天文学家的许多观念和研究成果，但他在形成自己的宇宙观的过程中也发展了复杂的数学计算。他的宇宙观涉及太阳、月亮、恒星和肉眼能见的最亮行星：水星、金星、火星、木星和土星。



不只是天文学家

托勒密因为其皇皇巨作《天文学大成》而载入史册。他不仅在天文学上成就卓著，而且还深入研究了其他学科。他对数学非常感兴趣，最早开始研究三角学，并应用他的理论创制了星盘和日晷。他从事地理学的研究，撰写了一本名为《地理学》的著作，他在书中首次应用了经度和纬度体系。与《天文学大成》一样，《地理学》也是内容广泛的著作，书中他尽可能地汇总了当时所了解的事物。由于以其前辈的工作为基础，《地理学》有些部分是不正确的，但包含了关于资料和研究方法的新观点，据此可以创制地图，它标志着科学发展到一个重要阶段。托勒密也在光学领域进行了探索，研究了光线的折射和反射；他还对音乐和占星学有所研究。



根据托勒密学说绘制的太阳系图

地心说

托勒密在其名著《天文学大成》中解释了天体因何会有确定的运动，如何预报这种运动。在这本书里，他把一千颗左右的恒星列成星表，并把它们组合成48个星座，此外还标注了它们的位置和包含6个等级的星等所表示的视亮度。

在托勒密体系，即地心体系里（希腊文geos意指地球），地球是球形的并在宇宙中心固定不动。太阳、月亮、行星和恒星都环绕地球运行，恒星镶嵌在一个被称为“恒星天”的同心球层上。月亮和行星按照托勒密所设想的极其复杂的图像环绕地球运行，以便协调亚里士多德关于行星作圆周运动的观念与它们明显的不规则运动：这些天体中的每一颗行星都环绕一个中心旋转，而这个中心则环绕另一个很接近地球的转动中心在旋转。为了预测行星的位置，这个模型需要非常复杂的数学计算。尽管如此，托勒密的模型直到16世纪才被超越，其时哥白尼提出了一个革命性的理论，即太阳是宇宙的中心。