

科学图书馆·连锁反应系列

Discovering

从托勒密的球状天体到暗能量

发现宇宙

[英] 约翰·范顿 著 丛书主译 迟文成 宋涛 孟歆 译

上海科学技术文献出版社

图书在版编目(CIP)数据

从托勒密的球状天体到暗能量:发现宇宙/(英)
约翰·范顿著;宋涛等译. —上海:上海科学技术文
献出版社, 2010.4

(连锁反应系列. 物理)

ISBN 978-7-5439-4266-0

I. ①从… II. ①约…②宋… III. ①宇宙学-普及
读物 IV. ①P159-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 046878 号

Chain Reactions: From Ptolemy's Spheres to Dark Energy: Discovering the Universe

© Harcourt Education Ltd. 2007

Chain Reactions: From Ptolemy's Spheres to Dark Energy by John Farndon

Under licence from Capstone Global Library Limited

Copyright in the Chinese language translation (Simplified character rights only) ©

2010 Shanghai Scientific & Technological Literature Publishing House

All Rights Reserved

版权所有, 翻印必究

图字: 09-2009-435

责任编辑: 谭 燕

美术编辑: 徐 利

从托勒密的球状天体到暗能量·发现宇宙

[英]约翰·范顿 著 丛书主译 迟文成 宋 涛 孟 歆 译

出版发行: 上海科学技术文献出版社

地 址: 上海市长乐路 746 号

邮政编码: 200040

经 销: 全国新华书店

印 刷: 常熟市华顺印刷有限公司

开 本: 740×970 1/16

印 张: 3.75

版 次: 2010 年 4 月第 1 版 2010 年 4 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5439-4266-0

定 价: 18.00 元

<http://www.sstlp.com>

“连锁反应”系列丛书

书主译 迟文成

CHAIN REACTIONS

从托勒密的球状天体 到暗能量

——发现宇宙

上海科学技术文献出版社

主译的话

太阳光芒四射，大海潮起潮落，机器飞速运转，霓虹五颜六色……在这些再寻常不过的现象中，都蕴藏着许多科学奥秘。人类伴随着对科学奥秘的不断破解，从远古一路走来。钻木取火，完成了从古猿向类人猿的进化；利用石器和制造石器，打开了从类人猿向人类过渡的大门；青铜器和铁器冶炼术的出现，完成了人类从奴隶制到封建制社会的跨越；蒸汽机的发明，使人类完成了工业革命的飞跃；火药的出现，推动了人类社会极大的进步；电的发明，使人类进入了电器时代；计算机的创世，把人类带入了信息社会；卫星和飞船的开发成功，又把人类梦想带入了太空。

上海科学技术文献出版社从世界著名的英国海尼曼图书馆引进了这套“连锁反应”系列丛书以满足青少年对科学知识的渴求。丛书共包括6册：《从托勒密的球状天体到暗能量——发现宇宙》、《从蒸汽机到核聚变——发现能量》、《从火药到激光化学——发现化学反应》、《从风车到氢燃料电池——发现替代能源》、《从牛顿的彩虹到冷冻光——发现光》、《从希腊原子到夸克——发现原子》。本系列丛书俨然一部科学发展简史，记录着人类文明的印迹。更重要的是，丛书中还介绍了大量不同时期的科学家们鲜为人知的故事，他们为了探索科学实验结果，不惜冒着致残甚至丢掉生命的危险，因此说，人类从愚昧野蛮走向光辉灿烂的文明世界的漫漫征程中始终贯穿着这些科学家们求真求实的科学精神。

受上海科学技术文献出版社的委托，我组织并承担了这次翻译工作。在翻译过程中，每位译者和我一样有着共同的感受，我们不仅在做着翻译工作，同时也是一个再学习的过程，学习科学知识，学习科学家们为人类进步忘我牺牲的博大胸怀。科学世界广袤精深、乐趣无穷，我们希望通过这套系列丛书能够培养更多青少年学习自然科学知识的兴趣，激发他们探索未知世界的热情，将来更好地为祖国建设服务。

受译者专业知识所限，书中难免有纰漏之处，希望读者给予更多的理解和支持。

迟文成

2009年12月于沈阳

目 录

- 4 太空中的众多奥秘
- 6 天体是如何运动的
- 8 运动的地球
- 10 开普勒提出的椭圆轨道理论
- 12 伽利略发明的望远镜
- 14 发现重力
- 16 新行星和遥远的恒星
- 20 巨大的宇宙
- 24 相对的宇宙
- 28 不断膨胀的宇宙
- 36 证明创世大爆炸理论的证据
- 42 黑洞和创世大爆炸理论
- 46 黑暗的宇宙
- 50 使物质聚在一起
- 56 大事年表
- 58 科学家小传

太空中的众多奥秘

你知道吗？天文学家们可以观测到恒星在130亿年前的状态；一些星系正在以接近光速的速度远离我们；宇宙起源于几声隆隆的巨响……在这里，我们仅仅从天文学家们已经发现的众多令人吃惊的天文现象中，选取了几例。

很久以前，当我们的祖先仰望夜空时，他们看到了无数颗闪

闪发光的星星。同时，他们发现许多星星的分布呈现出某些特殊的形状，人们把这些特殊形状的星群称为星座。另外，人们还针对这些星座编出了许多美妙的故事。今天，当我们仰望夜空时，同样的星星在我们的头顶闪耀。然而，我们对夜空的了解已经远远超出了祖先们的想象空间。

当我们仰望夜空时，我们实际上也在注视着太空。太空中所包含的天体，在数量方面已经远远超出了我们用肉眼所观测到的数量。在过去的许

多个世纪当中，天文学家们利用功能越来越强大的天文望远镜，对太空进行了越来越广泛的探测。他们还研究出一些天文学理论，并将观测到的各种天体绘制到一张宇宙图中。

宇宙不仅包括整个太空，而且包括太空中的全部天体。整个宇宙所包含的星系的数量超过1 000亿个（每个星系是由许多组恒星构成的），每个星系又包含了1 000亿颗像太阳一样的恒星。就像地球围绕太阳运行一样，在许多恒星的周围，也有行星在围绕它们运行。

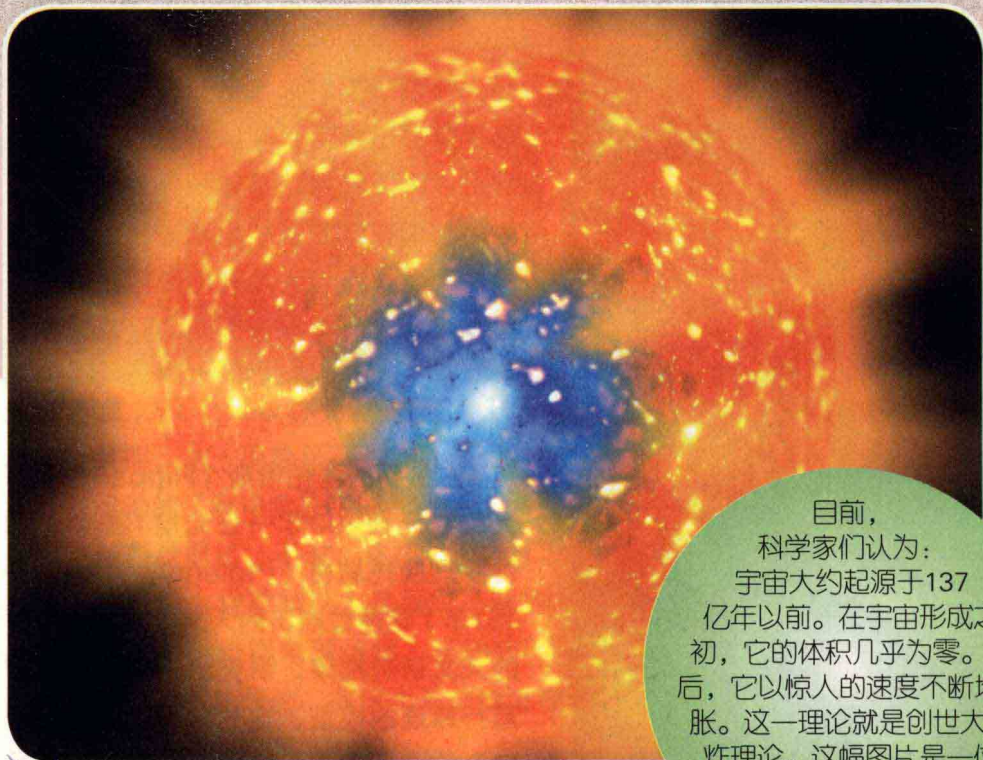


宇宙会永远运行下去吗？

几千年以来，人类一直在询问这个问题，但是迄今为止，没有人知道这个问题的答案。据说，宇宙会永远运行下去。绝大多数的科学家认为：宇宙是无限的。如果宇宙的发展存在一个限度，那么我们就认为宇宙是有限的。近来，一些研究结果显示：也许宇宙最终仍将是有限的。换句话说，宇宙最终可能会变得体积非常庞大，但它的变化还是有限度的。

科学家们逐渐详细地了解到今天宇宙的运行原理。他们还将宇宙的历史追溯到宇宙形成的最初瞬间，宇宙是在创世大爆炸的过程中形成的。

我们对宇宙的了解在日益增加。然而，随着我们对宇宙了解的增多，我们会觉得宇宙变得更加神秘了。每当科学家们觉得他们已经发现了绝大多数关于宇宙的奥秘时，他们又会发现他们的研究工作才刚刚开始。



目前，
科学家们认为：
宇宙大约起源于137
亿年以前。在宇宙形成之
初，它的体积几乎为零。此
后，它以惊人的速度不断地膨
胀。这一理论就是创世大爆
炸理论。这幅图片是一位
艺术家想象出的创世
大爆炸。



谈奇说妙

在不借助望远镜的情况下，我们可以看到5 000~10 000颗恒星。实际上，在太空里还有几万亿颗恒星。许多行星在围绕太阳运行，地球就是其中的一颗。在这些行星中有5颗行星不用借助望远镜也很容易被观测到，它们分别是：水星、金星、火星、木星和土星。这些行星本身不发光。不过，由于它们距离太阳非常近，它们反射的太阳光非常明亮，它们在亮度方面除了逊色于最亮的恒星以外，超过了其他所有的天体。对于地球而言，亮度最高的天体也是离我们最近的天体，它就是月球。

天体是如何运动的

天文学是一门非常古老的科学。古代的巴比伦人和埃及人对恒星进行了准确观测。不过，人类对宇宙最初的了解是通过神话传说体现出来的。古希腊人和古罗马人首先开始对宇宙进行了研究。



这是一幅15世纪的托勒密肖像。罗马帝国衰亡以后，托勒密的观点只在中东地区流行。中世纪时期，他的观点又被传回了欧洲。

古希腊人对宇宙的了解已经相当多。他们根据船只消失在地平线以下等现象得出结论：地球是圆的。他们还提出：太阳和月球是体积巨大的球形天体，它们在远方围绕地球进行运转。古希腊的思想家还利用几何学粗略地计算出太阳和月亮与地球之间的距离，以及这两个天体自身的体积。

古希腊的喜帕恰斯（Hipparchus，大约公元前200年—公元前126年）和古罗马的托勒密（Ptolemy，大约90—151年）这两位杰出的天文学家根据当时的天文研究成果，研究出一种关于宇宙运行原理的模型，这一了不起的模型所包含的许多观点，被称为托勒密天文体系。我们可以在托勒密所著的《天文学大成》一书中找到这些观点。

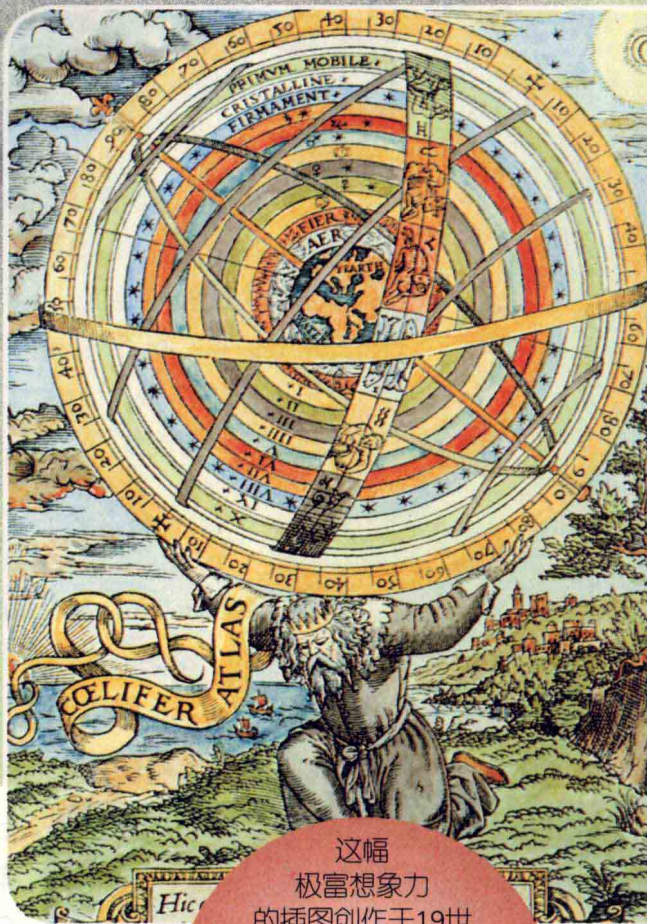
托勒密天文体系

在托勒密天文体系当中，地球是宇宙固定的中心。在地球的周围，有许多体积巨大的透明球体，即“水晶球”。在每一个透明球体的周围，有许多天体在围绕它们旋转。太阳和月球分别围绕一个球体旋转，所有的恒星围绕一个球体旋转，每一颗行星围绕一个球体旋转。

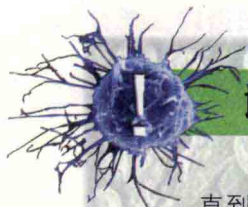
托勒密所创建的天文体系不仅描绘了宇宙的概貌，而且成为当时预测太阳、月球、行星和恒星运动的数学模型。尽管这一体系后来被人们证明是错误的，它还是在1500多年的时间里成为天文计算的基础理论。

徘徊者

对于托勒密而言，行星的运动是一个需要进行特别解释的问题，这是因为行星在天空中并不是简单地沿着一定的曲线进行运动。古希腊人之所以把它们称为行星（planets），是因为“planets”一词在希腊语中有“徘徊者”的意思。这些天体看上去每隔一段时间就会回来一次。这一运动形式，在今天被称为“逆向运动”。其实，这一现象只不过是由于地球在运动的过程中会在不同的时刻经过这些行星而已。不过，在托勒密的天文体系中，地球被认为是固定不动的。为了解释上面提到的奇怪向后运动，托勒密不得不发明一个复杂的系统模型。在这个系统模型中，我们可以看到许多个同心圆。



这幅极富想象力的插图创作于19世纪，它生动地说明了托勒密天文体系中的“水晶球体”。托勒密的天文体系使天文学家们可以非常准确地预测出恒星和行星的运动。



谈奇说妙

直到17世纪，绝大多数的科学家们才意识到地球并不是固定不动的，而是围绕太阳进行运行。然而，古希腊思想家阿里斯塔克早在2000年前就已经得出了上述结论。他提出，地球和其他的行星共同围绕太阳进行运转，那些恒星距离我们非常遥远。他甚至还意识到，地球上之所以有昼夜之分，是由于地球自转的缘故，地球的自转周期为24小时。

运动的地球

托勒密提出的天文学体系看起来似乎很完美，以至于在1400年的时间内，没有人对它的正确性提出过怀疑。当时，由于罗马天主教会的权威地位，人们认为地球是整个宇宙的中心，这是天经地义的事。接下来，在大约公元1500年的时候，一位名叫尼古拉斯·哥白尼（Nicolaus Copernicus，1473—1543）的波兰牧师提出了不同的观点。

哥白尼在一生的绝大部分时间内，在波兰的法兰伯克天主教堂内当牧师。他经常爬上教堂的塔楼观测夜空。也许正是这些天文观测给他的天文研究带来了灵感。

德国天文学家雷格蒙塔努斯（Regiomontanus，1436—1476）对托勒密提出的天体系进行了总结。

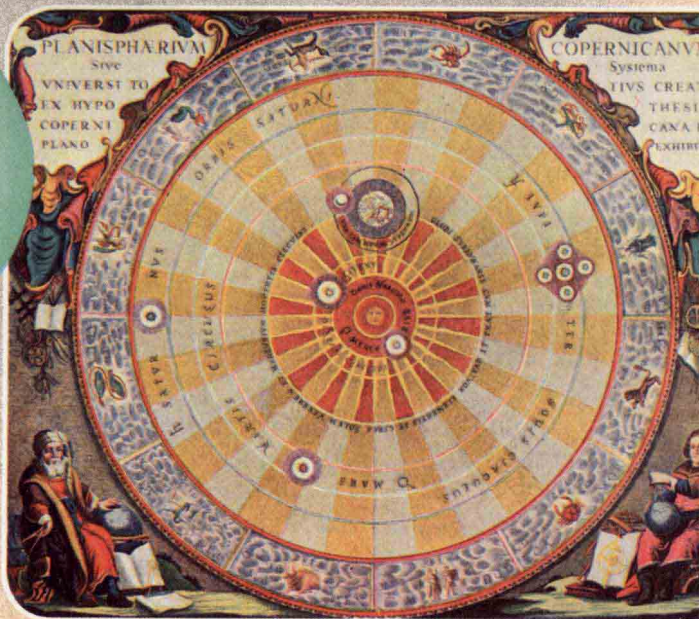
他又在1462年的时候写了一本小册子，名字叫《概论》。在这本书中，他提出了几个问题。例如，他发现托勒密解释月球运动的观点看起来是不对的。

哥白尼在阅读了《概论》一书以后，开始思考一些问题。在他看来，托勒密提出的天体系显得过于复杂。哥白尼认为上帝所创造的宇宙不应该如此复杂。他觉得，正是由于地球被认为是整个天文系统的固定中心，所以托勒密才不得不创建一个非常复杂的天体系，以便解释行星的运动。哥白尼认为，如果太阳是整个天文系统的中心，地球和其他的行星围绕太阳运转，那么整个天体系就不会那么复杂了。

1514年，哥白尼写了一本小册子，名字叫《纲要》。他在书中提出了太阳中心说的宇宙论。他向人们说明了如何利用这一理论来解释行星的逆向运动。他还提出，恒星实际上距离我们非常遥远，它们之所以看上去好像在移动，是由于地球在运转的缘故。



这幅插图说明了哥白尼的理论。根据他的理论，太阳位于宇宙的中心。在图中中心圆圈的顶部，我们可以看到月球围绕地球运转。



哥白尼在一本名为《天体运行论》的伟大著作中提出了自己的理论。这部著作在1543年哥白尼去世前后被出版发行。然而，哥白尼的观点被世人普遍接受则是在100多年以后。当

时，由于许多新教徒脱离了天主教会，整个欧洲在宗教领域非常混乱。所以，天主教会最不愿意看到有人对它的宗教基本理论提出质疑。

太阳系

哥白尼在黑暗中摸索前行，并一步步向真理靠近。今天的人们都知道：地球只是太阳系的一部分；太阳系是由太阳和围绕太阳运行的行星及体积更小的天体（如小行星）构成的；在宇宙中有数不清的类似太阳系的天体系统。



谁是利用望远镜进行天文观测的第一人？

英国绅士托马斯·迪格斯（Thomas Digges, 1546—1595）也许是第一位利用非常简易的望远镜进行天文观测的人，他还是哥白尼提出的太阳中心说理论的早期支持者之一。实际上，他还进一步发展了太阳中心说。他提出，太阳系周围的宇宙是无限的，在那里到处分布着大量的恒星。

开普勒提出的椭圆轨道理论

著名的丹麦天文学家第谷·布拉赫 (Tycho Brahe, 1546—1601) 已经意识到地球围绕太阳运转, 但是他并不同意哥白尼的理论。这在一定程度上是由于, 他经过仔细观测得出的结果与哥白尼的理论并不一致。

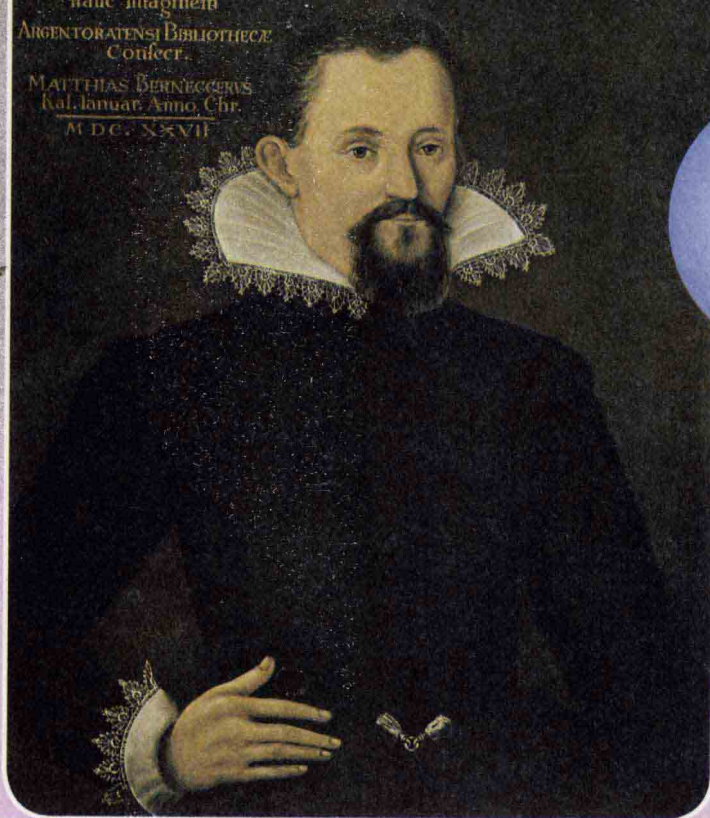
托勒密提出的天文系统几乎可以准确地预测出行星的运行轨道。为了达到同样的准确程度, 哥白尼必须在他的天文体系中加入更多的同心圆, 这使得他提出的天文系统变得复杂了。布拉赫也因此放弃了关于地球移动的观点。不过, 他的年轻助手约翰尼斯·开普勒 (Johannes Kepler, 1571—1630) 对此却持不同的态度。

1601年布拉赫去世以后, 开普勒接管了布拉赫此前的天文观测数据。他开始研究为什么哥白尼的理论无法解释这些观测数据。很快, 他意识到, 从根本上来讲, 哥白尼的理论是正确的; 但是, 在他的理论当中有几处关键的错误。例如, 哥白尼假设行星的运行轨道是绝对的圆形, 它们的运行速度是恒定的, 太阳是宇宙的绝对中心。开普勒发现, 如果放弃上面提到的这些假设, 哥白尼提出的天文体系要比托勒密提出的天文体系准确得多。

开普勒经过精确的计算得出结论, 行星的运行轨道并不是绝对的圆形, 相反, 它们是沿着一种特殊的椭圆轨道进行运动; 太阳略微地偏离了宇宙的中心; 行星会改变它们的运动速度。具体说来, 当它们靠近太阳时, 它们的运动速度加快, 当它们远离太阳时, 它们的运动速度放慢。

第谷·布拉赫的故事

在一次决斗的过程中, 第谷·布拉赫的鼻子被砍掉了。为了看起来与脸部更加协调, 他不得不为自己安了一个黄铜制的鼻子。据说, 他的天文观测结果之所以非常准确, 是由于他在进行天文观测时可以摘下鼻子, 从而使眼睛更加靠近天文观测设备。

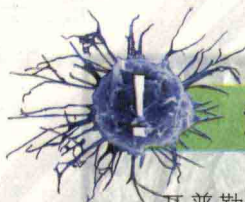


1627
年绘制的德
国天文学家约
翰尼斯·开普勒
的肖像。

在研究行星运动的过程中，开普勒逐渐总结出一系列的数学定律。开普勒定律非常适用于天体运动研究。今天，天文学家们在计算遥远星系的运动模式时，仍然会使用开普勒定律。

许多天文学家们很快意识到，开普勒定律非常适合进行准确的天文预测。然而，在当时却很少有科学家真正意识到开普勒定律已经揭示出宇宙的真实面貌。实际上，一些天文学家认为，行星除了在正圆轨道进行运行以外，不可能在其他类型的轨道内进行运行。

虽然约翰尼斯·开普勒的观点在后来激怒了天主教会，但是他仍然坚信自己已经揭示出上帝创造宇宙的完美计划。据说，他在取得了重大发现以后曾经发出惊呼：“全能的上帝，我终于发现了您的创世计划！”



谈奇说妙

开普勒提出的观点并非都是正确的。他曾经认为，行星在运行的过程中会发出嗡嗡的声音，这种声音非常低沉，可以产生回响。他还认为，每颗行星在运行过程中所发出的声音的音高是不同的，这主要取决于它们的运行轨道的长度。

伽利略发明的望远镜

这是伽利略当年用过的两台天文望远镜，伽利略正是利用它们观测到木星的卫星和金星的位相。当时伽利略把它们称为“spyglasses”（小望远镜）。直到后来，人们才把它们称为“telescopes”（天文望远镜）。

开普勒指出，哥白尼提出的关于地球运动的观点可以被看作是一种理论。然而，几乎所有其他的天文学家都不相信这一理论是正确的。他们需要的是证明这一理论的证据。伟大的意大利天文学家伽利略·伽利雷（Galileo Galilei, 1564—1642）最终在1610年给出了这些证据。

一旦科学预言得到了证实，那么相关的科学理论就必须得到人们足够的重视。哥白尼预言，如果他提出的理论是正确的，那么金星也会像围绕太阳运转的月球一样拥有位相。月球的位相是指月球的形状从新月到满月的变化过程。月相的产生是由于随着月球围绕地球运行，月球被太阳照亮的面积会不断地发生变化。遗憾的是，由于金星距离地球太遥远了，所以人们用肉眼无法看到它的位相变化。

1609年，伽利略偶然发现了一种新奇的眼镜，它是由荷兰人发明的。它利用两个镜片使远处的物体看上去更大。伽利略从中受到启发，改进了望远镜的设计，使呈现在望远镜中的物体比以前大了10倍。于是，第一台适于天文观测的望远镜诞生了。

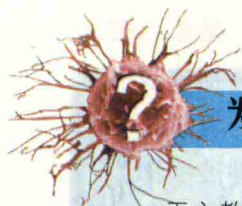
证明哥白尼的观点是正确的

当伽利略将他的望远镜对准夜空时，观测到的天文现象让他大吃一惊。他所观测到的月球并不是绝对的球体，在月球的表面分布着许多山脉和山谷。他还观测到在木星的周围有4颗卫星，它们今天被人们称为伽利略卫星。

1610年，伽利略发现有一些卫星在围绕木星进行运转。当时，他只观测到4颗卫星。今天，我们已经知道，包括伽利略卫星在内，木星的周围一共有大约60颗体积较小的卫星。实际上，一些最近才被发现的卫星体积非常小，它们的直径不超过1.6千米（1英里）。

最关键的是，伽利略还观测到，金星的确像哥白尼预言的那样，随着观测角度的变化，呈现出不同的位相。金星的位相变化向伽利略和其他天文学家证明了哥白尼的观点是正确的。地球并不是静止不动的，而是同其他行星一起围绕太阳进行运转。

伽利略
在1610年观测到的4颗卫星在今天分别被称为：艾奥、欧罗巴、卡里斯托和加尼美得。从那时起，天文学家们一共在木星的周围发现了大约60颗卫星。



为什么教会方面不同意伽利略的观点？

天主教会同意把哥白尼的观点当作是进行天文预测的一种有用的理论，而伽利略坚持认为：这些观点不仅仅是一种理论，而且是符合客观实际的真理。这实际上是对教会领导者的挑战，因为它实际上在暗示，教会的领导者并不懂得真理。于是，天主教的教皇宣布哥白尼撰写的书籍为禁书，同时禁止伽利略再谈论这本书。然而，伽利略并不肯就此保持沉默。他又撰写了一部名为《对话》的著作。在这部著作中，一位名叫萨格莱多的智者同一位名叫辛普利西奥的笨家伙针对哥白尼的观点展开了争论。看上去，书中的那个名叫辛普利西奥的人物似乎指的就是天主教的教皇。于是，教皇将伽利略传唤到罗马。也许是由于严刑拷打，伽利略被迫最终否定了关于地球运动的学说。传说当伽利略被关押在自己的家里时，他还在小声地说：“可是，它的确是在运动啊！”

发现重力

到17世纪中叶的时候，绝大多数的思想家经过认真的思考，都接受了哥白尼的观点，认为地球围绕太阳转。他们同时认为，开普勒定律很好地描述了行星的运动。然而，仍然有两个重要的问题困扰着他们。

第一个问题就是开普勒定律发挥作用的原理是什么。第二个问题的历史更加久远。并非无知使古希腊人放弃了阿利斯塔克提出的关于地球运动的理论，正是由于人们无法解释自己在运动的

地球上为什么不会掉下去，所以他们才放弃了阿利斯塔克的理论。实际上，连伽利略也无法对这一问题轻而易举地给出解释。1665年，伟大的英国科学家艾萨克·牛顿（Isaac Newton, 1642—1727）爵士发现了万有引力，这一发现是人类历史上的重大发现。

据说，当年牛顿在林肯郡伍尔索坡的自家花园里坐着休息时，看到一个苹果从树上掉了下来，于是便想到引力的理论。牛顿当时想，倘若苹果不是自己掉到地上的，而是被一种看不见的力量吸到地上的，那么这种力量能否在地球在太空中运行时将地球上的所有物体吸住，使它们不会掉下去呢？凭着自己的智慧，牛顿还大胆地做出推理：也许正是这种被他称为万有引力的力量使得行星围绕太阳进行运转。正如引力会将苹果吸到地球上一样，它还会使月球围绕地球运转，使行星围绕太阳运转。



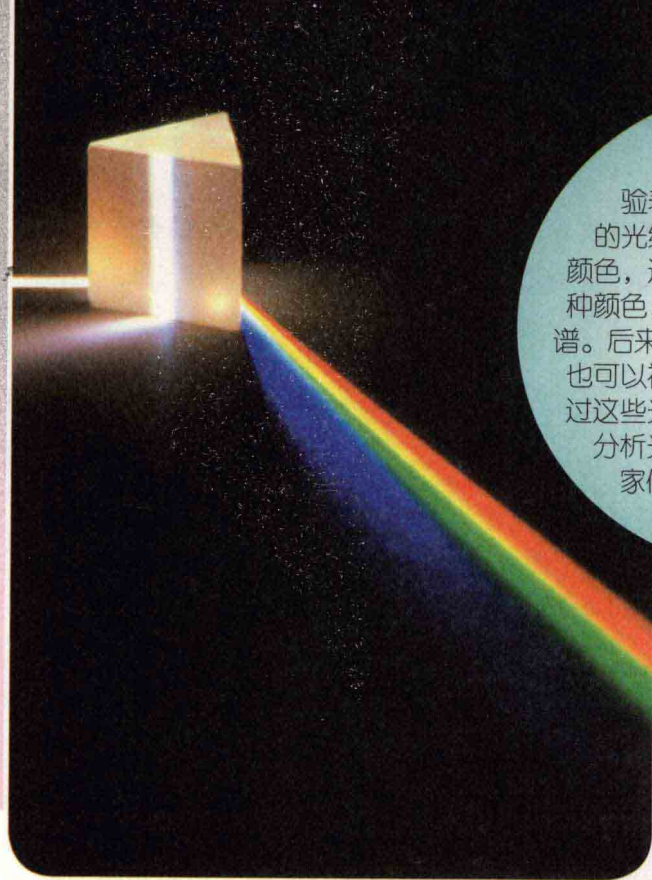
艾萨

克·牛顿爵士

是人类历史上最伟大的科学家之一。他提出的万有引力定律和运动定律为日后人类对宇宙的研究奠定了基础。

万有引力定律

牛顿根据自己的简单而又伟大的想法，提出了万有引力定律。他在这一规律中描述了一种普遍存在的引力，这种力量试图将所有的物质聚集在一起。牛顿通过数学推理证明了这种力量是普遍存在的。引力的大小取决于物质的重量和它们之间的距离。



牛顿

利用棱镜进行的实验表明，像白光这种白色的光线，可以被分解成不同的颜色，这些颜色就是构成彩虹的几种颜色，它们放在一起就形成了光谱。后来，天文学家们意识到，星光也可以被分解成类似的光谱，只不过这些光谱的亮度要暗一些。通过分析光谱的颜色分布，天文学家们可以对恒星获得更多的了解。

在接下来的20年里，牛顿不断地完善了万有引力定律，将它变成了由著名的三大运动定律构成的完整理论体系。这些定律为天文学家

们分析和预测宇宙中各种天体的运动规律提供了数学模型。尽管阿尔伯特·爱因斯坦（Albert Einstein，1879—1955）在250年后对牛顿的理论进行了重要的完善（见本书的27页），不过人们始终认为，正是牛顿定律为绝大多数的天文学计算奠定了基础。



为什么行星一直在轨道内运行？

牛顿意识到，行星在围绕太阳运行时，之所以能一直在轨道内运行，是由于引力与惯性之间的平衡。惯性是指物体保持静止状态或进行匀速直线运动的趋势。行星在惯性的作用下在太空中保持运动的状态。同时，行星与太阳之间的引力使行星始终处于运行轨道内。引力与惯性处于绝对的平衡状态。如果惯性太强或引力太弱，行星将远离太阳并飞向太空；如果惯性太弱或引力太强，行星将盘旋着飞向太阳。