

JUPITER
11.20336 km
1.8986 × 10²⁷ kg



URANUS
29.4736 km
4.4638 × 10²⁵ kg

MARS
22.7940 km
6.4171 × 10²³ kg

SUN
149.597870 km
1.9926 × 10³⁰ kg

VENUS
108.203 km
4.8686 × 10²⁴ kg

MERCURY
37.703 km
3.3007 × 10²² kg

SATURN
95.0520 km
5.6834 × 10²⁶ kg

NEPTUNE
44.981 km
1.0243 × 10²⁶ kg

EARTH
12.756 km
5.9722 × 10²⁴ kg

PLUTO
23.702 km
1.313 × 10²² kg

SHENQIDELYUZHOU

神奇的宇宙

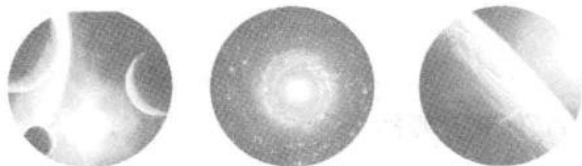
解读我们的生存的天体太阳系

张法坤 编著

本书为广大中小学生主要介绍了太阳的几个大星系，以及各个时期的历史事件。详细介绍了星系上的各种信息。呈现了有关地球家园、太阳起源、行星探秘等知识，和日食、月食、金星凌日等天文现象。不仅介绍了丰富的天文地理知识，还结合中小学物理和自然科学课程，通过许多相关的物理实验进行探究式学习。趣味引导是《太阳系》讲解知识、传授实验的一个特色。 <<<



中国出版集团
现代出版社

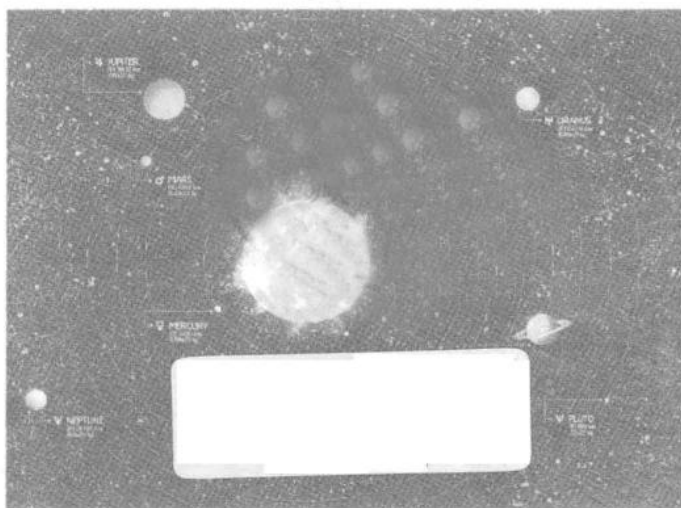


SHENQIDEYUZHOU

神奇的宇宙

解读我们的生存的天体太阳系

张法坤◎编著



中国出版集团
现代出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

解读我们生存的天体太阳系 / 张法坤编著. —北京: 现代出版社, 2012. 12

(神奇的宇宙)

ISBN 978 - 7 - 5143 - 0934 - 8

I. ①解… II. ①张… III. ①太阳系 - 青年读物②太阳系 - 少年读物 IV. ①P18 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 275091 号

解读我们生存的天体太阳系

- | | |
|------|-------------------------------------|
| 编 著 | 张法坤 |
| 责任编辑 | 张 晶 |
| 出版发行 | 现代出版社 |
| 地 址 | 北京市安定门外安华里 504 号 |
| 邮政编码 | 100011 |
| 电 话 | 010 - 64267325 010 - 64245264 (兼传真) |
| 网 址 | www. xdcbs. com |
| 电子信箱 | xiandai@cnpitc. com. cn |
| 印 刷 | 北京市业和印务有限公司 |
| 开 本 | 710mm × 1000mm 1/16 |
| 印 张 | 12 |
| 版 次 | 2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 2 次印刷 |
| 书 号 | ISBN 978 - 7 - 5143 - 0934 - 8 |
| 定 价 | 29.80 元 |
-

版权所有, 翻印必究; 未经许可, 不得转载



前言

人类对太阳系的探秘活动很早就开始了，虽然在古代，没有现代先进的天文探测工具，但依靠肉眼的仔细观察和有限的科学计算，古人还是积累了一些关于太阳系的知识。那时人们对太阳系的了解还处在十分有限的阶段，随着科技的进步，现代化的观测、探测工具的陆续出现，人类对太阳系的探测活动取得了极大的进步，获得了更丰富更确实的相关知识。比如，望远镜的出现和在天文观测上的使用使人类第一次“看清了”月球，知道月球上也有“山”有“海”，“阿波罗 11 号”宇宙飞船的登月成功圆了人类千年的飞天梦，使月球成为了除地球之外，人类第一个“涉足”的天体。可以想象，那是个多么激动人心的时刻！还有“探测器”号飞船对火星的成功登陆，也使我们对火星有了更多、更科学的认识……人类的每一次天文探测、观测活动的极大成功，都会在相当程度上引发人们一场场研究和讨论，进而为下一步的探索活动奠定了基础。

时至今日，人们对太阳系的探索还在进行中，虽然我们已经知道了很多关于太阳系的知识，但太阳系仍然有我们不知道的秘密，有些已经“了解”的知识还有很多地方需要进一步验证，所以说，太阳系对于我们来说，还是“未知”的，探索活动还有一段很长很长的路要走。



目 录

初识太阳系

古人眼中的天与地	1
从托勒密到牛顿	7
全视角太阳系	14

认知太阳系

太阳系的由来	19
太阳系的位置	31
太阳系的特征	42

太阳系的成员

太阳	56
水星	69
金星	77
地球	88
月球	99
火星	114
小行星带	128



木星·····	135
土星·····	146
天王星·····	156
海王星·····	163
矮行星·····	170
彗星·····	176
流星和陨星·····	182



初识太阳系

太阳系的发现是人类认识宇宙的过程中的第一次大飞跃，从那时起，我们对于附近的宇宙空间的结构和运动开始有了正确的了解。

现在大家知道，我们脚下的大地是一个球体，这个地球是一个行星，它和另外7个行星一起围绕太阳旋转。八大行星和太阳，还有一些其他的小天体（小行星、彗星、流星等），它们所构成的体系就是太阳系。

人类就居住在太阳系之中。但是，“发现”这个体系，也就是说，真正了解这个体系的结构以及我们在其中所在的地位，却并不是一帆风顺的。

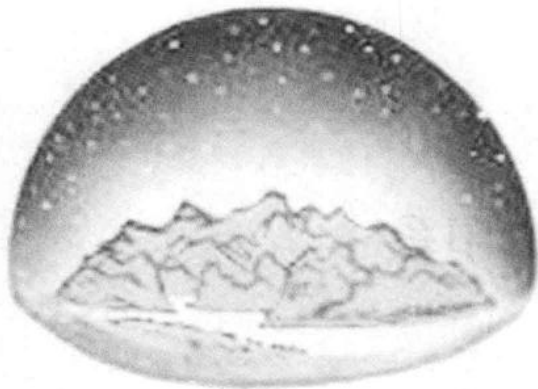
古人眼中的天与地

古代，人们对于天的认识是模糊的。上是天，下是地，天不过是地的对立面。但是天是什么，地又是什么，并不清楚。

经过长期观察，人们提出了关于天地结构的种种看法。

“盖天说”

这一学说可能起源于殷末周初，它在发展过程中也有几种不同的见解。早期认为“天圆如张盖，地方如棋局”，穹隆状的天覆盖在呈正方形的平直大地上。但圆盖形的天与正方形的大地边缘无法吻合。于是又有人提出，天并不与地相接，而是像一把大伞一样高高悬在大地之上，地的周边有8根柱子支撑



盖天说

着，天和地的形状犹如一座顶部为圆穹形的凉亭。共工怒触不周山和女娲炼石补天的神话正是以持这种见解的盖天说为依据的。还有一种形成较晚的盖天说提出天是球穹状的，地也是球穹状的，两者间的间距是8万里，北极位于天穹的中央，日月星辰绕之旋转不息，盖天说通常把日月星辰的出没解释为它们运行时远近距离变化所致，离远了就看不见，

离近了就看见它们照耀。

据《晋书·天文志》记载：“其言天似盖笠，地法覆盘，天地各中高外下。北极之下为天地之中，其地最高，而滂沲四隤，三光隐映，以为昼夜。天中高于外衡冬至日之所在六万里。北极下地高于外衡下地亦六万里，外衡高于北极下地二万里。天地隆高相从，日去地恒八万里。”按照这个宇宙图式，天是一个穹形，地也是一个穹形，就如同心球穹，两个穹形的间距是八万里。北极是“盖笠”状的天穹的中央，日月星辰绕之旋转不息。盖天说认为，日月星辰的出没，并非真的出没，而只是离远了就看不见，离得近了，就看见它们照耀。

据东汉学者王充解释：“今试使一人把大炬火，夜行于平地，去人十里，火光灭矣；非灭也，远使然耳。今，日西转不复见，是火灭之类也。”



王充

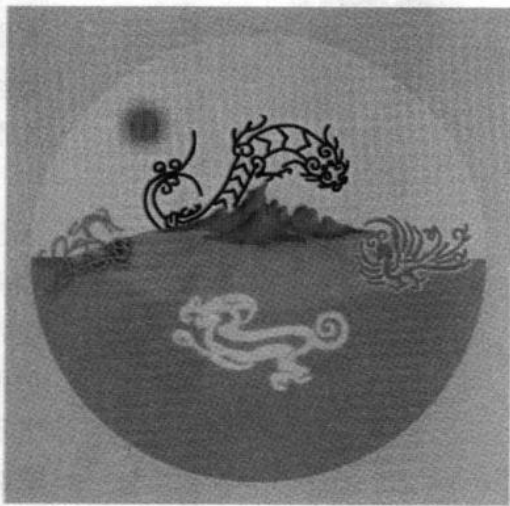
盖天说，无疑是我国最古老的宇宙说之一。天似穹庐，笼盖四野，天苍苍，野茫茫，风吹草低见牛羊。当你来到茫茫原野，举目四望，只见天空从四面八方将你包围，有如巨大的半球形天盖笼罩在大地之上，而无垠的大地在远处似与天相接，挡住了你的视线，使一切景色都消失在天地相接的地方。这一景象无疑会使人们产生天在上，地在下，天盖地的宇宙结构观念。

盖天说正是以此作为其基本观点的。盖天说为了解释天体的东升西落和日月行星在恒星间的位置变化，设想出一种蚁在磨上的模型。认为天体都附着在天盖上，天盖周日旋转不息，带着诸天体东升西落。但日月行星又在天盖上缓慢地东移，由于天盖转得快，日月行星运动慢，都仍被带着做周日旋转，这就如同磨盘上带着几个缓慢爬行的蚂蚁，虽然它们向东爬，但仍被磨盘带着向西转。

太阳在天空的位置时高时低，冬天在南方低空中，一天之内绕一个大圈子；夏天在天顶附近，绕一个小圈子；春秋分则介于其中。盖天说认为，太阳冬至日在天盖上的轨道很大，直径有 47.6 万华里，夏至日则只有 23.8 万华里。盖天说又认为人目所及范围为 16.7 万华里，再远就看不见了，所以白天的到来是因为太阳走近了，晚上是太阳走远了。这样就可以解释昼夜长短和日出入方向的周年变化。

盖天说的主要观测器是表（即髀），利用勾股定理做出定量计算，赋予盖天说以数学化的形式，使盖天说成为当时有影响的一个学派。

日月星辰东升西落，它们从哪里升起来，又落到哪里去，盖天说不能解答。这使人们对盖天说的半边球壳的说法不满意，认为下面应该再有半个球壳才对。于是产生了一种新的看法——“浑天说”。



浑天说



浑天说

浑天说可能始于战国时期。屈原《天问》：“圜则九重，孰营度之？”这里的“圜”有的注家认为就是天球的意思。西汉末的扬雄提到了“浑天”这个词，这是现今所知的最早的记载。他在《法言·重黎》篇里说：“或问浑天。曰：落下闳营之，鲜于妄人度之，耿中丞象之。”这里的“浑天”是浑天仪，实即浑仪（见浑仪和浑象）的意思。扬雄是在和《问天》对照的情况来说这段话的。由此可见，落下闳时已有浑天说及其观测瞻望。

浑天说最初认为：地球不是孤零零地悬在空中的，而是浮在水上；后来又有发展，认为地球浮在气中，因此有可能回旋浮动，这就是“地有四游”的朴素地动说的先河。浑天说认为全天恒星都布于一个“天球”上，而日月五星则附丽于“天球”上运行，这与现代天文学的天球概念十分接近。因而浑天说采用球面坐标系，如赤道坐标系，来量度天体的位置，计量天体的运动。



张衡

在古代，例如，对于恒星的昏旦中天，日月五星的顺逆去留，都采用浑天说体系来描述，所以，浑天说不只是一种宇宙学说，而且是一种观测和测量天体视运动的计算体系，类似现代的球面天文学。

浑天说认为“天地之体，状如鸟卵，天包于地外，犹卵之裹黄”，把天和地比做蛋壳和蛋黄的关系。日月星辰附着于蛋壳上绕地运动。按照这种想法，东汉的张衡做了一个“浑天仪”，在一个圆球上刻上星座，让这个球绕轴转动，可以表演星星东升西落的现象，预告某一颗星在什么时候处在什么方位。浑天说就比盖天说进步得多了。最可贵的是，它

初步提出了大地是球形的正确观念。

浑天说提出后，并未能立即取代盖天说，而是两家各执一端，争论不休。但是，在宇宙结构的认识上，浑天说显然要比盖天说进步得多，能更好地解释

许多天象。

另一方面，浑天说手中有两大法宝：一是当时最先进的观天仪——浑仪，借助于它，浑天家可以用精确的观测事实来论证浑天说。在中国古代，依据这些观测事实而制定的历法具有相当的精度，这是盖天说所无法比拟的。另一大法宝就是浑象，利用它可以形象地演示天体的运行，使人们不得不折服于浑天说的卓越思想，因此，浑天说逐渐取得了优势地位。到了唐代，天文学家一行等人通过天地测试彻底否定了盖天说，使浑天说在中国古代天文领域称雄了上千年。

世界上各个民族和国家，特别是一些文明古国，在它们的文化发达的初期，对于天地的结构，都曾经产生自己的看法。例如，古代印度人认为大地是4只大象驮着的，4只大象又站在一只乌龟背上，乌龟却浮在无边无际的大海上。古巴比伦人认为大地像一个隆起的乌龟背，上面罩着半球形的固体天穹。



浑天仪

各民族既有自己的特点，也有它们的共同之处。

大体说来，从盖天说到浑天说的发展基本上可以代表早期的宇宙结构观念。这种观念的特点是把天看成一个硬壳，星星都附着在这个壳上。的确，大多数星星的相对位置是不变的，星座的形状是不变的，好像是固定在一个壳上随它旋转。



知识点

浑天仪

浑天仪是浑仪和浑象的总称。浑天仪浑仪是测量天体球面坐标的一种仪器，而浑象是古代用来演示天象的仪表。它们是我国东汉天文学家张衡所制的。西方的浑天仪最早由埃拉托色尼于公元前255年发明。葡萄牙国旗上画有浑仪。自马努埃一世起浑天仪成为该国之象征。

延伸阅读

张衡，东汉章帝建初三年（78年），出生于南阳郡西鄂县石桥镇（今河南省南阳市城北石桥镇）一个破落的官僚家庭。祖父张堪是地方官吏，曾任蜀郡太守和渔阳太守。张衡幼年时候，家境已经衰落，有时还要靠亲友接济。

正是这种贫困的生活使他能够接触到社会下层的劳动群众和一些生产、生活实际，从而给他后来的科学创造事业带来了积极的影响。在数学、地理、绘画和文学等方面，张衡表现出了非凡的才能和广博的学识。

张衡是东汉中期浑天说的代表人物之一；他指出月球本身并不发光，月光其实是日光的反射；他还正确地解释了月食的成因，并且认识到宇宙的无限性和行星运动的快慢与距离地球远近的关系。

张衡观测记录了2500颗恒星，创制了世界上第一架能比较准确地表演天象的漏水转浑天仪，第一架测试地震的仪器——候风地动仪，还制造出了指南车、自动记里鼓车、飞行数里的木鸟等等。

张衡共著有科学、哲学和文学著作32篇，其中天文学著作有《灵宪》和《灵宪图》等。为了纪念张衡的功绩，人们将月球背面的一个环形山命名为“张衡环形山”，将小行星1802命名为“张衡星”。

从托勒密到牛顿

随着阿拉伯和欧洲航海事业的发达，行星的观测达到相当精密的程度。掌握行星运动规律和预测行星的位置成为天文学家的一项重要任务。

着眼于行星运动的规律，一种新的宇宙学说——地心说产生出来了。

公元2世纪，古希腊的亚历山大里亚（在今埃及）学派的托勒密是地心说的代表。他总结了行星的天文观测结果和前人关于行星运动规律的看法，创立了完整的地心说体系。

地心说认为：大地是球形的，地球是宇宙的中心；太阳围绕地球旋转；行星在所谓“本轮”上旋转，本轮的中心又在所谓“均轮”上绕地球旋转；旋转的轨道都是正圆，轨道大小各不相同，运转速度也不一样；恒星仍然固定在球壳似的天穹上，恒星天球也绕地球转动。

地心说包含了浑天说关于大地是球形的正确观念，而它最重要的成就，是运用数学建立了行星体系的模型，用来说明行星运动的规律性。

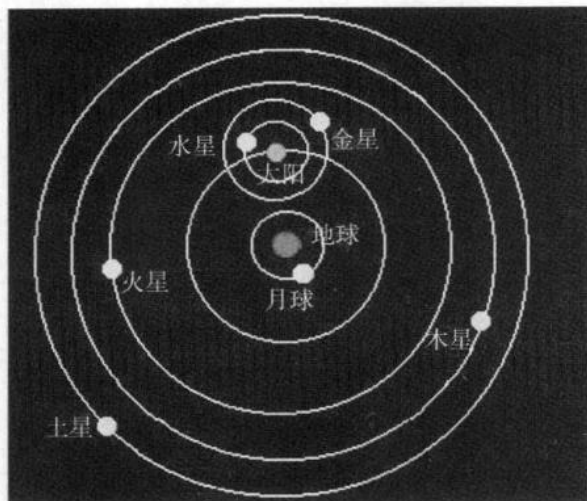
地心体系不仅能够说明行星的运动为什么有进有退，有快有慢，而且能够用来推算行星的位置，可以相当好地预测行星的方位。因为它同实际相当一致，符合航海的需要，所以在相当长时期里被人们接受和采用。一直到中世纪，它都是最有影响的宇宙学说。

托勒密的学说同古代人们关于宇宙的看法相比有很大的进步。

由于这个体系的建立，行星从恒星中区别出来，标志着人们对于天的进一步的了解。在这个体系中，行星在虚空中运动，和我们的距离是各不相同的，



托勒密



地心说

这就包含了多层天球的概念。

旋转的多层天球体系的建立实际上是人类认识太阳系的先声，是日心说的基础。

随着观测仪器的不断改进，行星位置和运动的观测越来越精确。观测到的行星实际位置同托勒密体系计算出来的结果的偏差逐渐显示出来了。

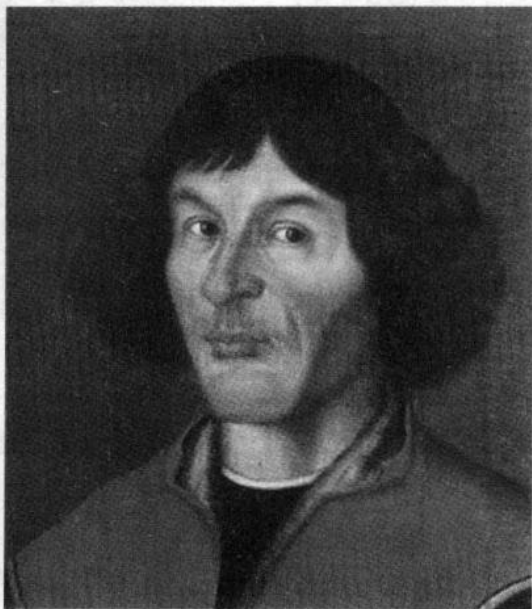
但是，信奉地心说的人们想出了补救的办法。他们

在本轮上再加小本轮，让行星在一个小圆圈上运动，这个小圆的中心绕太阳运动，太阳又带着它绕地球运动。

起初这种小本轮方法还能勉强弥补观测同理论计算的偏差。后来观测越来越精确，行星观测位置同理论计算结果的偏差越来越明显。人们又在小本轮上再套小本轮，一个套一个，越套越多。到了中世纪，已经要用 80 多重小本轮了，却还不能满意地计算出行星的准确位置。

这就不能不使人怀疑用来计算行星位置的托勒密体系的正确性了。

但是，中世纪的欧洲教会已经按照地心体系建立了一套“天堂”和“地狱”的神学体系。他们说，上帝造了人，把人安放在宇宙的中心——地球上。



哥白尼

于是，如果有人怀疑地心体系，怀疑地球是不是宇宙中心，并且尝试建立以太阳作为中心的体系，就要触犯宗教的教义。如果地球不在宇宙中心，基督教教义岂不就错了！因此教会力图维护地心说，阻挠对于托勒密体系的批判和变革。

推翻地心说，创立日心地动说，把宇宙理论推向前进，完成这个历史使命的，是波兰天文学家哥白尼。

1543年，哥白尼发表了一部光辉的著作——《天体运行论》。在这部具有历史意义的著作里，哥白尼提出了完整的日心说体系。

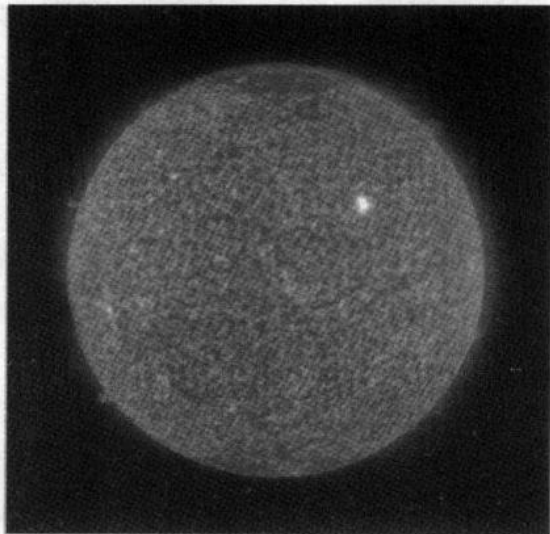
他不仅提出了自己的学说，而且认真地论证了自己的学说。科学的论证而不是哲学的思辨，这就使哥白尼高于前人，使日心观念成为真正的科学。

在哥白尼的日心体系中，太阳是行星系统的中心，一切行星都绕太阳旋转；地球也是一个行星，地球是运动的。地球有两种运动：它一方面像陀螺一样自转，一方面像其他行星一样围绕太阳公转。

哥白尼一方面从离心力使旋转物体要向外飞散来说明包容一切的宇宙都围绕地球转动的不可能性，又从相对运动的角度说明了恒星天球的东升西落以及不容易察觉地球运动的原因，确立了地球自转的观念。

另一方面，哥白尼又运用当时正在发展中的三角学的成就，分析了行星、太阳、地球之间的关系，计算了行星轨道的相对大小，彻底揭露了托勒密体系中的混乱和矛盾，得到了天体顺序的正确排列，证明了以太阳为中心的行星体系的正确性。

日心体系一开始就显出了它的优越性。它的威力不仅在于它的充分有力的论证和体系的协调和完美，而且还在于，按照这个体系计算出来的行星位置，比繁



太 阳



琐的地心体系的本轮方法算出来的要精确得多，同时还说明了四季的成因等过去不能理解的许多天文现象。

实践是检验真理的标准。经得住实践的检验，这是哥白尼学说的威力所在。

日心学说的建立，使人们正确地了解了我们附近的宇宙空间的结构以及我们所处的地位，可以说，在这个时候人类才真正发现了太阳系。

哥白尼的著作出版以后被教会列为禁书，意大利哲学家布鲁诺为了维护日心说而被教会烧死意大利物理学家、天文学家伽利略为了赞成日心说受到教廷的审判。日心说由这些不畏强暴、不怕牺牲的人捍卫和继承下来了。

日心说的建立不仅在天文学上是一个大跃进，并且由于它对神学的否定而深刻地影响了其他科学的发展。

哥白尼的日心学说对于太阳系的正确认识，为进一步了解太阳系结构和运动的规律性打下了基础。在这个基础上，德国天文学家开普勒又向前迈进了一步。

哥白尼的行星轨道是正圆。这不仅因为他认为圆是最完美的图形，主要还是由于从当时的观测结果看，行星轨道同正圆形几乎没有什么差别。后来更加

精确的观测结果表明，用哥白尼体系计算出来的行星位置，同实际位置还有偏差。

开普勒用丹麦天文学家第谷和他自己的观测结果进行了大量的分析和计算，发现了偏差的来源。原来，行星运动的轨道是椭圆形的。他在这个基础上，总结出行星运动的3条重要的定律。

第一，行星轨道是椭圆，太阳位于椭圆的一个焦点上。也就是说，行星绕太阳公转中，离太阳时近时远。

第二，在行星运动中，行星到太阳的连线在同样时间里扫过同样的面积。也就是说，行星靠近太阳的时候，距离小，速度快，远离太阳的时候，距离大，速度慢。



开普勒

第三，行星绕太阳公转一周的时间（周期）的平方跟轨道平均半径的立方成正比。离太阳越远的行星公转周期越长。

这就是开普勒行星运动三定律。用这些定律来计算行星的位置，就十分准确了。更加重要的是，它为进一步探索太阳系行星运动的规律打开了道路。

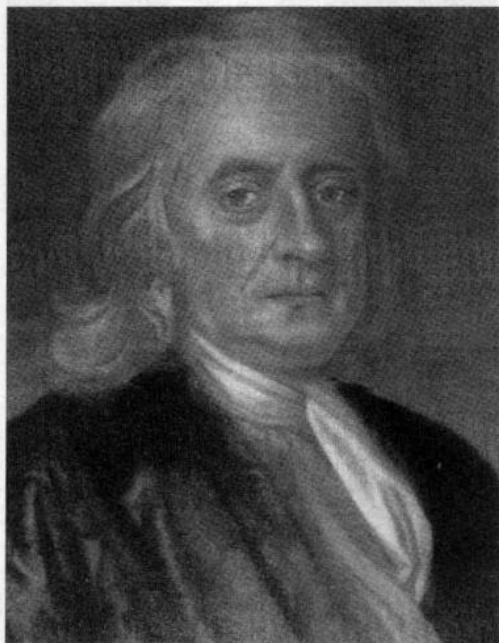
以前，人们只是在探索天体怎样运动，这个问题已经比较清楚了。于是，“为什么”的问题就提到日程上来了。

行星为什么这样有规律地运动？17世纪英国科学家牛顿面临着这个问题。

牛顿观察了物体下落的现象：苹果从树上落下来而不飞走，抛到空中的石头又会落下来，水从高处向低处流。他从这些现象产生了一种观念：万物下落是地球有吸引力的缘故。他又把这种观念推广到太阳、行星等各种天体上。

古代早就有人意识到物体有趋向地心的倾向。如果牛顿仅仅停留在这种朴素的观念上，他就不能比古人有所前进。单纯的吸引观念并不能说明行星运动的规律。

牛顿没有就此止步。使他得以大步前进的是数学。牛顿发明了微积分学，他运用这一数学工具，从



牛 顿

开普勒三定律进行推算，得到一个重大的发现。他找到了引力和物体的质量、距离三者之间的数量关系：两个物体之间的引力同它们各自的质量成正比，同它们之间的距离平方成反比。按照这个关系，物体质量越大，引力就越强；离物体越远，受这个物体的引力就越弱。这就是著名的万有引力定律。

因为太阳比行星的质量大得多，太阳的引力最强，所以一切行星都以太阳为中心旋转，这就使哥白尼学说得到进一步说明。

按照万有引力定律，一个天体同另一个天体相吸引，它们的轨道只能有椭圆、抛物线、双曲线3种形状。行星正是按椭圆运行的，有些彗星的轨道是抛