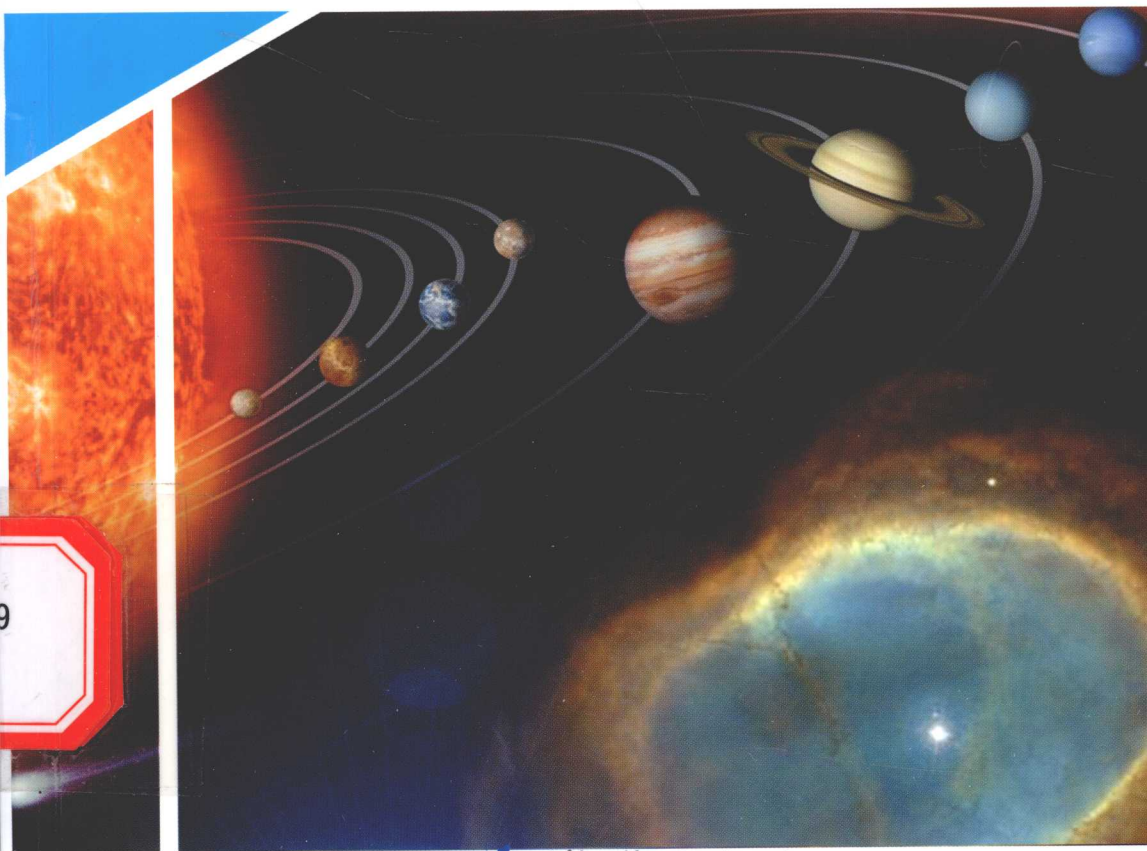


图|说|科|普|百|科
TU SHUO KE PU BAI KE

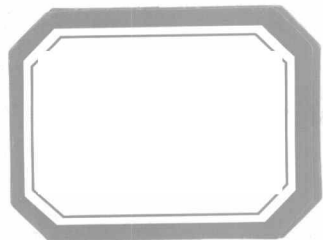
不舍追问的

天文发现

林新杰 主编



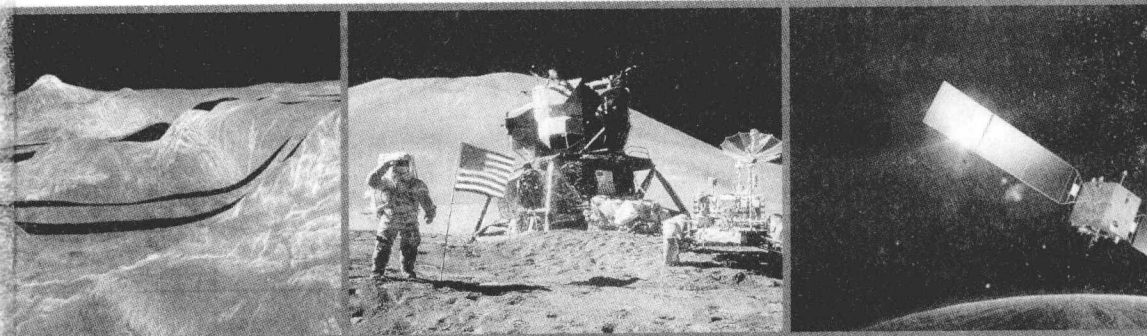
测绘出版社



图说科普百科

不舍追问的天文发现

林新杰 主编



测绘出版社

· 北京 ·

© 林新杰 2013

所有权利（含信息网络传播权）保留，未经许可，不得以任何方式使用。

林新杰科普百科

图书在版编目（CIP）数据

不舍追问的天文发现 / 林新杰主编. —北京:

测绘出版社, 2013. 6

(图说科普百科)

主编 林新杰

ISBN 978-7-5030-3060-4

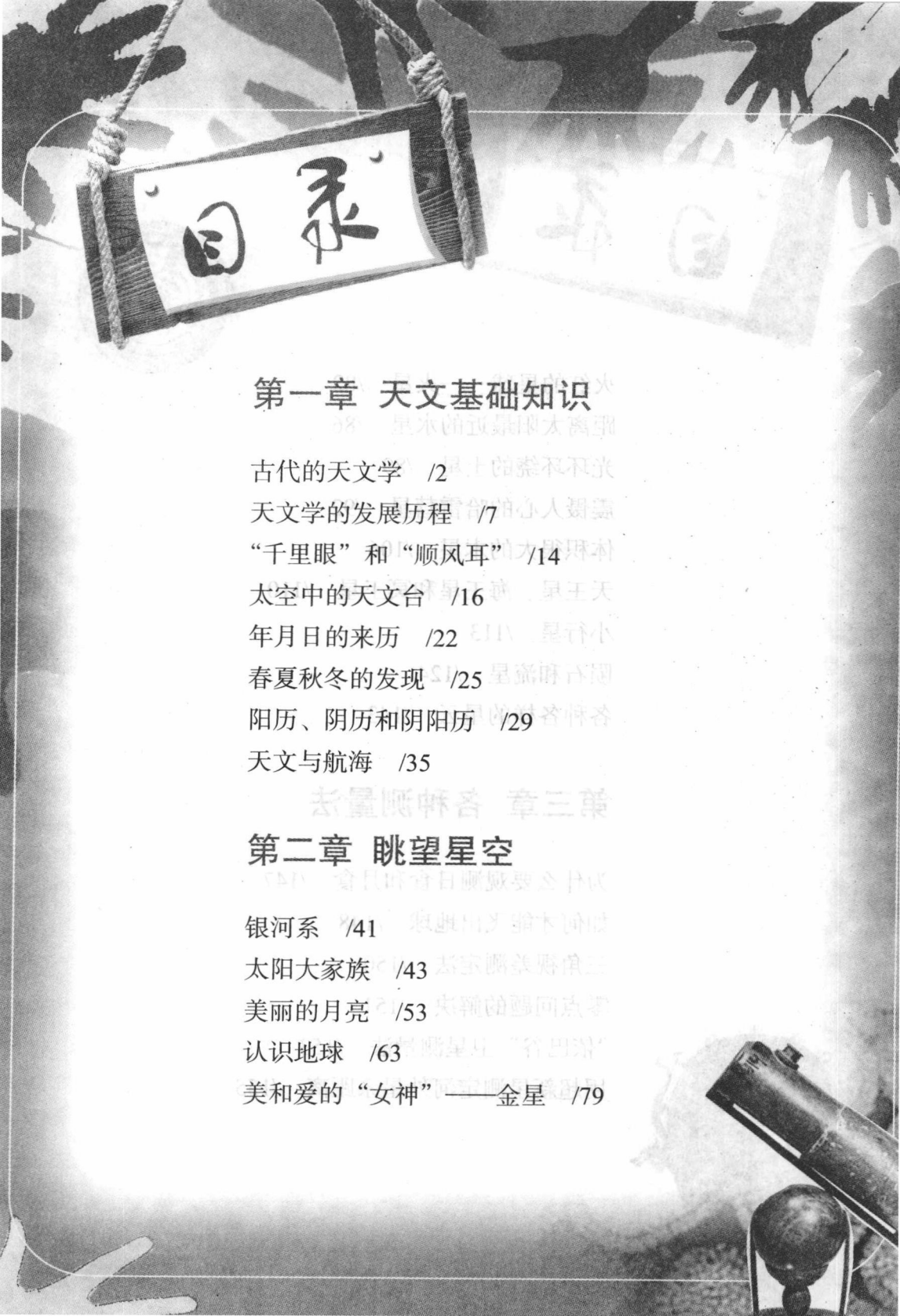
I. ①不… II. ①林… III. ①天文学—青年读物
②天文学—少年读物 IV. ①P1-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第115051号

责任编辑	黄忠民	封面设计	高 寒
出版发行	测绘出版社		
地 址	北京市西城区三里河路50号	电 话	010-68531160 (营销)
邮政编码	100045		010-68531609 (门市)
电子邮箱	smp@sinomaps.com	网 址	www.sinomaps.com
印 刷	天津市蓟县宏图印务有限公司	经 销	新华书店
成品规格	160mm×230mm		
印 张	10. 00	字 数	139千字
版 次	2013年7月第1版	印 次	2013年7月第1次印刷
印 数	00001—10000	定 价	29. 80元
书 号	ISBN 978-7-5030-3060-4		

本书如有印装质量问题，请与我社联系调换。

部分图片由于无法与原作者联系，稿酬未能寄达，敬请谅解！如有发现，请及时与我们联系，以赠样书。



天文

第一章 天文基础知识

古代的天文学 /2

天文学的发展历程 /7

“千里眼”和“顺风耳” /14

太空中的天文台 /16

年月日的来历 /22

春夏秋冬的发现 /25

阳历、阴历和阴阳历 /29

天文与航海 /35

第二章 眺望星空

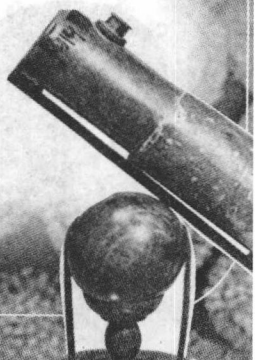
银河系 /41

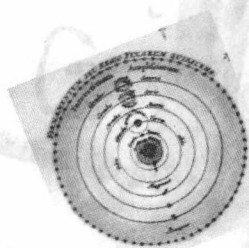
太阳大家族 /43

美丽的月亮 /53

认识地球 /63

美和爱的“女神”——金星 /79

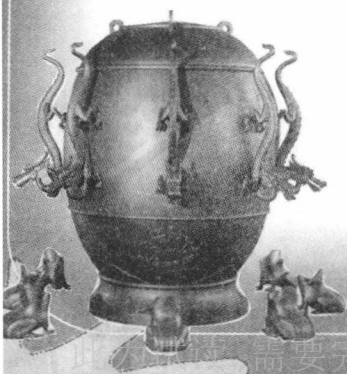




- 火红的星球——火星 /82
距离太阳最近的水星 /86
光环环绕的土星 /89
震慑人心的哈雷彗星 /92
体积很大的木星 /106
天王星、海王星和冥王星 /110
小行星 /113
陨石和流星 /124
各种各样的星云 /143

第三章 各种测量法

- 为什么要观测日食和月食 /147
如何才能飞出地球 /148
三角视差测定法 /150
零点问题的解决 /151
“依巴谷”卫星测量法 /153
用超新星测定河外星系距离 /155



第一章

天文基础知识

天文学是伴随着人类社会文明的诞生而最早发展起来的一门科学。

对于人类来说，宇宙是遥远而神秘的，它充满着无穷无尽的奥秘。在天文学家的努力下，人类正一步一步揭开宇宙神秘的面纱。通过本章的学习，相信你对天文学将不再陌生。



▶ 古代的天文学

GUDAI DE TIANWENXUE

人类的发展离不开富有创造力的想象，对于天文学这样一门深奥的学问来说，更离不开想象。

天体的运行，既是一个古老的话题又是一个现实的课题。说它古老，是因为自人类文明史以来，不知有多少人在漫长的岁月里，进行过无数次的观察、思考。随着人类社会文明的进步，天文学家们断断续续地进行过许多研究，终于逐步找出了一些基本的规律，找出了一些天体运行中的相对变化，为人类的生活和生产服务，对人类社会的发展起到了一定的作用。说它现实，是因为人类发展到了今天——科学技术飞速前进的高科技时代，人们仍在不停地致力于对天体的演化、天体的运行进行更进一步的观测、探索、掌握，以便更精确地编制历法、守法、预测和预报其变化，为人类的现代化生产和生活服务。但是，到目前为止，人们还是不了解天体运行的动力及机制是什么，这一难题从古到今始终困扰着人类。天体的运行和变化与人类的现实生活有着千丝万缕的联系，与人类的生存和发展有着密切的关联，因此人们一天比一天渴望能解开这一难题，进一步了解其中的奥秘。

大约在1万年前，人类历史上的新石器时代开始了，人类活动开始从原始的狩猎和采集经济向原始的畜牧业和农业过渡，开始饲养家畜，种植农作物。放牧需要水源和牧草，人们为了寻找水源和牧草，需要辨别方向；牧草的生长和牲畜的繁殖有一定的规律性，要求人们了解季节的变化；农作物的播种、生长、成熟、收割也与天气、气候、季节的变化密切相关，人们需要了解农时。“日出而作，日落而息”，太阳的升起和落下使人们产生了“日”的概念。到了晚上，人们只能依靠月光来照明，对月亮有规律的圆缺现象的观察使人们产生了“月”（朔望月）的



不舍追问的
天文发现



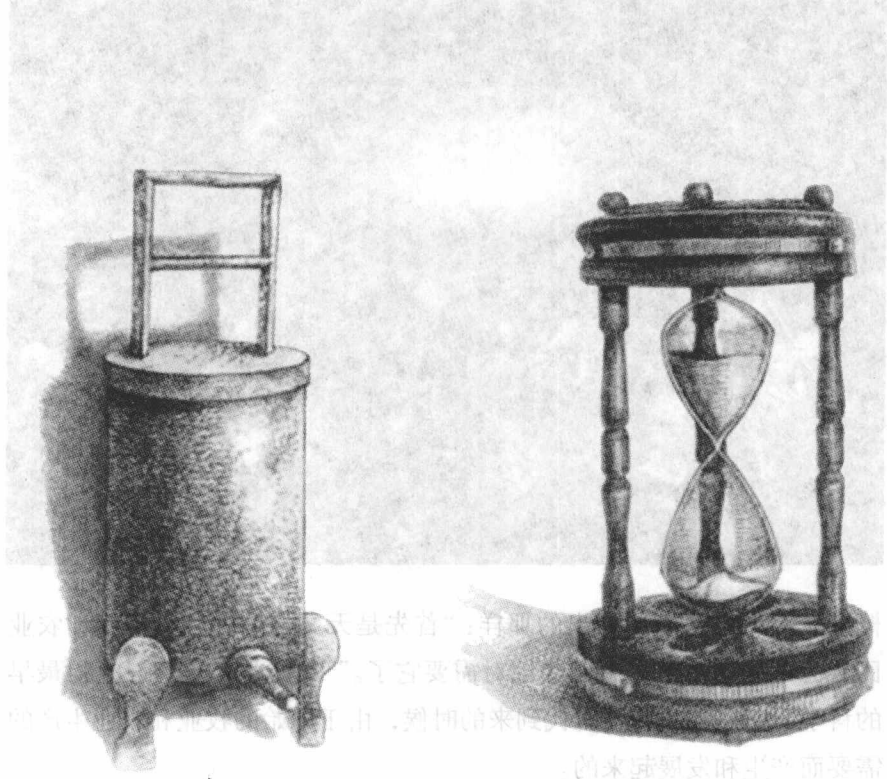
概念。正如恩格斯所指出的那样：“首先是天文学——游牧民族和农业民族为了确定季节，就已经绝对需要它了。”天文学，这门诞生得最早的科学，正是在新石器时代到来的时候，由于原始的牧业和农业生产的需要而产生和发展起来的。

公元前 4 000 ~ 公元前 3 000 年，在西亚的两河流域（古巴比伦）、南亚的印度河流域（印度）、东亚的黄河流域（中国）以及非洲的尼罗河流域（古埃及），先后出现了原始的农业定居点，天文学在这些地区诞生了。当时人们对天与地的认识来源于通过观测到的现象所展开的丰富的联想。

古巴比伦人最早把天和地设想为浮在水上的两个扁盘。后来，新巴比伦的迦勒底人进一步设想地是半球形的，周围是海洋，正中是高山，河流从正中发源，天是大地之上的一个更大的半球，天的东西两侧各有一根管子，太阳每天从东边的入口升起，到西边的出口落下。古巴比伦人甚至已经能够把黄道（地球在一年中绕太阳运动所经过的路线）分为十二宫，产生了天、小时、分钟、秒钟的时间概念和周天、度、分、秒等角度概念。人们还通过对天体运动的观察发现了在恒星之间穿行的水星、金星、火星、木星、土星这 5 颗行星。巴比伦人除了有年、月、日的概念外，还提出了另一个时间单位——星期，并用自己信仰的神的名字来命名一个星期中的 7 天。

古埃及人认为世界是一只长方形的盒子，地是盒底，天是盒盖，四





周是高大的山顶，托起了天。为了“计算尼罗河水的涨落期的需要，产生了埃及的天文学”。早在公元前 27 世纪～公元前 22 世纪，埃及人已经能够根据天狼星来预报尼罗河的周期性（1 年）泛滥，把一年分为 365 天，后来又逐渐认识到一年应该是 365.25 天。人们把昼夜各分为 12 小时，由于白天和黑夜的长度是变化着的，因此，这是一种不等时的计时制度。到了公元前 14 世纪，埃及人有了计时仪器——漏壶。埃及人发明了一种名叫麦开特 (Merkhet) 的天文仪器，用来测定天体的地平高度（天体和观测位置的连线与地平面的夹角）。埃及的金字塔举世闻名，金字塔的定位非常准确，要知道，当时并没有指示方位的罗盘，只能用天文方法进行测量，可见当时埃及天文定位的精度已经非常高了。

古印度人把大地想象为负在几只大象身上，象则站在巨大的龟背上。公元前 10 世纪～公元前 5 世纪，印度人把赤道附近的恒星分为 27 或 28 个“纳沙特拉”（星宿）。印度的天文学深深地受到巴比伦天文学和希腊天文学的影响。

古希腊是欧洲古代文化的发源地。公元前 6 世纪，阿那克西曼德提出地球为圆柱体，外面被若干天层包围着的宇宙图像。公元前 6 世



纪末~公元前5世纪初,毕达哥拉斯最早提出了地球是球形的。公元前433年,默冬提出了19年7闰的置闰法(默冬章法)。公元前5世纪末,希色达和埃克方杜斯提出地球每天绕轴自转一周的见解。公元前4世纪上半叶,欧多克斯运用几何学定量解释行星的视运动,提出一套倾角各异、互相套叠的同心球体系。公元前4世纪下半叶,亚里士多德提出一种地心体系(水晶球理论)。公元前3世纪,阿利斯塔克著《论日月的大小和距离》一文,并提出了早期的日心地动说。公元前3世纪下半叶~公元前2世纪初,埃拉托色尼用巧妙的方法测量出了地球的大小。

古时中国人认为天像倒扣着的锅,大地是平的,后来又进一步认为大地的中央是凸起的。张衡(78—139年)把天比做一个鸡蛋壳,把地比作鸡蛋黄,天比较大而地比较小。尽管这个看法也是属于地心体系的理论,但是这在当时已是非常难能可贵的了。张衡虽然认为天有一个硬壳,但并不认为硬壳就是宇宙的边界,在硬壳之外还有宇宙,这里的宇宙在空间和时间上都是无限的。在《灵宪》这篇著作中,张衡一开始就力图解答天与地的起源和演化问题。他认为在天与地未分开以前,天地是混沌沌的一片,当天与地分开以后,较轻的东西上升成为天,较重的东西则下降凝结成为地。天为阳气,地为阴气,二气互相作用,创造出了宇宙中的万物,从地溢出的气变化成为星。张衡用“近天则迟,远天则速”,即用距离的变化来解释行星运行的快慢。现代的科学已经证明,行星运动的快慢的确是和它同太阳距离的远近相关的,较近的速度比较慢,较远的速度比较快。张衡的解释具有一定的合理性。张衡不仅仅注意理论研究,还十分注重实践活动。他曾亲自设计和制造了漏水转浑天仪、候风地动仪,这是两件杰出的仪器,在当时处于世界领先地位。

浑天仪相当于现在的天球仪,最初是西汉时期的耿寿昌发明的,张衡对它做了一番改进。浑天仪的主要部分是一个大圆球,叫做浑象,上面画有恒星以及天极、赤道、黄道等,用来作为浑天说的演示仪器。他用齿轮系统把浑象和一套设计精巧的计时漏壶结合起来使用,让漏壶滴

水推动着浑象旋转，使转动非常均匀，一天刚好转一周。于是，人们只需要在屋子里观看浑象，就可以知道某一颗星当时在天空中处于什么位置。

候风地动仪制成于汉顺帝阳嘉元年（公元132年），是世界上第一架测定地震方位的仪器。地动仪是用铜制成的，形状酷似酒樽。在它的内部，中间竖着一根粗大的柱子，柱子的周围有8根横杆连接到外面。



外面有8条龙，每条龙的龙头朝下，分别伸向8个不同的方向，每条龙的嘴里都衔着一个小铜球，正下方蹲着8只张着嘴的蟾蜍。如果在某一方向发生了地震，柱子就会倒向那个方向的横杆，位于那个方向的龙嘴就会吐出铜球，落到蟾蜍的嘴里。这样，人们就可以知道在什么方向发生了地震。公元138年，地动仪准确地测到了发生在陇西的一次地震。当时，地动仪上冲着西面的那条龙，突然张嘴吐出铜球，“哐当”一声，铜球落在下面蹲着的蟾蜍嘴里。几天之后，从陇西传来了消息，在龙吐出铜球的那一天，那里发生了地震。遥远的地震被地动仪测出来了。这个地动仪比欧洲的地震仪要早出1700多年。张衡还发明了测定方向的候风仪，制成了当时只是在传说中有过的指南车。



张衡还对许多具体的天象做了观察和分析，并得出了比较正确的结论。他指出，月球本身并不会发出可见光，我们之所以能够看到月球，是因为它能够反射太阳的光。他还基本上掌握了月食的原理，并对此作出了详细的论述。通过仔细的观测，张衡统计出，在中原地区能看到的星星的个数约为2 500颗。他还测出了太阳和月球的平均角直径是圆周的 $\frac{1}{736}$ ，即29分21秒，我们目前所测得的太阳和月球的平均角直径分别为31分59秒26和31分5秒2，可见，在2 000多年以前，张衡的测量值是相当准确的。

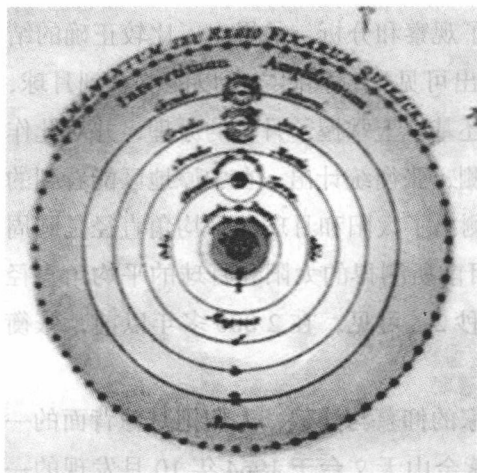
为了表达对这位伟大的科学家的仰慕与爱戴，人们把月球背面的一座环形山命名为“张衡”。我国紫金山天文台于1964年10月发现的一颗小行星也是以张衡的名字来命名的。

中国人在公元前22世纪左右已经能够把一年分为366日，设置闰月来“定四时成岁”（四年一闰），用4颗昏中星来判断季节；此后，又提出了天干地支、六十甲子、二十四节气等。中国对天体的记录也是非常完备的：公元前1300年左右，就有了新星记录；在公元前687年，有了流星雨的记录；在公元前613年，有了对哈雷彗星的记录；公元前364年，甘德用肉眼发现了木星的卫星；公元前2世纪，有了彗星的形态图；公元前28年，有了太阳黑子的记录。这些记录在世界天文学上都是最早的。

► 天文学的发展历程

TIANWENXUE DE FAZHAN LICHENG

在天文学的发展中，天文学家们倾注了很大的力量研究行星在天空中的运动。他们发现，相对于地球来说，同一颗行星，有的时候是东升西落的，这与太阳的运行方向一致，叫做顺行；有的时候是西升东落的，这恰恰与太阳的运行方向相反，叫做逆行。这些现象用当时流行的以托



勒密为代表的地心学说是根本解释不通的。地心体系越来越暴露出它的破绽。15~16世纪，托勒密的地心体系已经濒临破产，一个新的体系必将诞生。

中世纪末期，随着生产力的大发展和新兴资产阶级的崛起，欧洲面临着社会大变革的时代。在科学技术领域，这场社会大变革的主要标志是自然

科学的革命，而这一切又是以哥白尼创立的日心体系为起点的。哥白尼写出了不朽的天文学巨著《天体运行论》，创立了科学的日心体系。在太阳系中，如果把太阳作为中心来看待，而不是把地球作为中心来看待，那么各个行星的运动现象以及它们的运动特征和当时出现的各种各样的问题也就迎刃而解了。

《天体运行论》的出版意义非同寻常，它说明地球仅仅是一颗围绕太阳运转的普通的行星，从根本上否定了“地球是上帝特地安排在宇宙中心的”这一宗教观念，大大动摇了人们心目中对教会势力的崇拜，宣告了宗教统治的理论支柱完全破产；它是自然科学向教会发布的独立宣言，自然科学从此从神学中解放出来，它的地球运动的概念为近代天文学奠定了坚实的基石。

哥白尼的日心体系诞生后的一个多世纪中，人们又不断地促进了它的发展。

意大利的布鲁诺广泛宣传哥白尼的日心学说，与宗教势力展开了针锋相对的斗争。他取消了哥白尼学说体系中的恒星天层，把恒星描述为向四面八方无限延伸，提出了宇宙无限的思想。当时的教会势力非常强大，布鲁诺遭到了长达8年之久的监禁审讯，但他毫不屈服，最终在1600年2月17日被烧死在罗马的百花广场。

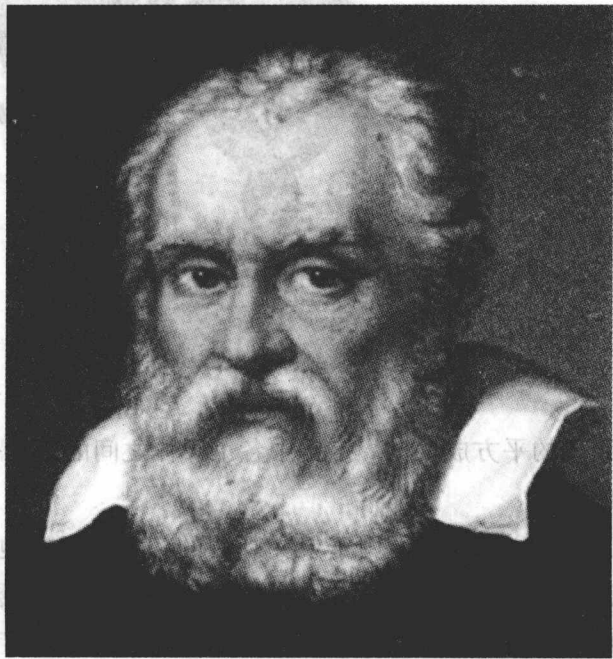
哥白尼去世后3年，丹麦的第谷出生了。第谷是天文观测大师，他



制造出了许多天文观测仪器。他始终不懈地坚持天文观测，培养出了许多训练有素的助手，他们的观测精度在望远镜问世前是首屈一指的，所测天体的位置误差已经小于2分，几乎达到了肉眼观测所能达到的精度的极限。在第谷所绘制的恒星表中收入了1 000颗恒星。

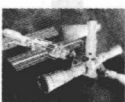
1571年12月出生于德国的开普勒经过长期的细致观测和缜密的科学运算，先后提出了著名的有关行星运行的三大定律：第一定律认为，所有的行星绕太阳公转的轨道都不是纯正的圆形，而是一个稍扁的椭圆，太阳位于椭圆的一个焦点上；第二定律（也叫面积定律）认为，对于所有的行星来说，在行星绕日公转过程中，行星的向径（太阳中心到行星中心的连线）在相等的时间内所扫过的面积相等；第三定律认为，对于每一颗行星来说，行星到太阳的平均距离的立方与该行星绕日公转的周期的平方成正比。开普勒行星运动三定律的发现是对哥白尼学说的重要发展，它使日心体系与观测的结果更加吻合。此外，行星运动三定律的提出还为牛顿万有引力定律的发现提供了观测基础。

伽利略于1564年2月15日生于意大利。1609年，他亲手制造和改进了几架望远镜，并用来观测星空。他发现所见的恒星数目随着望远镜倍率的增大而增加；银河是由无数单个的恒星组成的；月球上有崎岖不平的现象；金星也有圆缺的变化；木星有4颗卫



星；太阳当中有黑子现象。这些发现当时轰动了整个欧洲。

英国科学家牛顿出生于1642年12月25日。开普勒在牛顿之前从观测的结果得出了行星的运动三定律，但是对于行星为什么要按这些规律运动，他却未能作出解答。牛顿从数学上解答了这个问题，这就是伟大的万有引力定律。传说牛顿是受苹果落地的启发而发现万有引力定律的。这一定律认为，所有的物体之间都存在着吸引力，两个物体之间的吸引力的大小与它们质量的乘积成正比，而与它们之间的



不舍追问的

天文发现



距离的平方成反比。宇宙中各个天体之间的运动也都是万有引力作用的结果。

在这一时期，用于天文观测的各种望远镜也相继问世。1608年，荷兰眼镜商里帕席的一个学徒无意中发现把两块透镜一前一后放置可以放大远处的物体，里帕席立即根据这一现象制成了第一架望远镜，并将



它奉献给荷兰的行政长官。后来，这个长官拨款让他生产用来武装荷兰海军的望远镜。伽利略是最早利用望远镜来观测太空的人，他所取得的伟大成就让人们认识到了望远镜在天文学上的广泛用途。伽利略制成天文望远镜后仅仅两年，开普勒出版了《光学》一书，提出了一种新型的望远镜——开普勒望远镜，它可以十分方便地测量天体的位置，很快就取代了伽利略望远镜而成为天文观测的重要工具。由于技术条件和工艺水平的限制，这些望远镜要想达到较高的倍率是很困难的。后来，一种新型的利用光的反射原理制成的望远镜——牛顿望远镜问世了。这不但解决了望远镜的尺寸问题，更重要的是解决了透镜望远镜引起的色差问题，使成像更加清晰。反射望远镜的出现，帮助人类发现了天王星和小行星的存在。

在这一时期，人类已经对太阳系的形成展开了有关研究。牛顿也曾考虑过太阳系的起源问题，但是，由于当时科学技术的局限性，再加上牛顿后半生潜心钻研神学，他认为太阳系电荷耦合器件拍摄的星云图片的形成单凭自然力是无法办到的，只能归功于至高无上的主宰者的意图和设计。牛顿在他的书中写道：“没有神力之助，我不知道自然界中还有什么力量”，“正是上帝做了‘第一次推动’”。德国哲学家康德和法国天文学家、数学家拉普拉斯则提出了太阳系形成的“星云说”，这一学说最大的历史功绩，就是从根本上否定了牛顿提出的上帝对行星运动做了“第一次推动”的说法，说明了地球和整个太阳系是某种在时间的进程中逐渐生成的东西。康德和拉普拉斯的星云说不仅是自然观上一场划时代的革命，而且在天文学中开创了一个新的领域——天体演化学。这时，银河系的概念也正逐渐创立起来。

17 世纪末～19 世纪上半叶，诞生了天体力学，并且取得了辉煌的成就。它使天文学不再只是单纯地描述天体的视位置和几何关系，而是进入到了研究天体之间的相互作用阶段。也就是说，从单纯研究天体运动的状况发展到研究天体运动的原因阶段，使人类对天文学的研究不再仅仅是停留于各种各样的假说，这是人类认识宇宙的一次重大飞跃。

19 世纪中叶以来，天文学的发展进入了现代天文学时期。

在 19 世纪中叶以前，人们局限于使用望远镜配合人眼对天体进行观测。这种观测方法尽管带来了许多重要的天文发现，但却无法揭示出天体的物理本质。牛顿的经典物理学创立之后，天文学在不同的研究方向产生了许多重要的分支。受牛顿万有引力定律的影响，人们对古老的有关行星运动的问题，用天体力学的方法重新进行了研究，对天体的运动和形状的研究从此进入了一个崭新的历史阶段，天体力学正式诞生了。虽然牛顿未曾提出过这个说法，仍用理论天文学来表示这个领域，但牛顿实际上是天体力学的创始人。

19 世纪中叶，分光术、测光术、照相术几乎同时运用到天文学中来，改进的望远镜技术使人类可以清楚地观察行星的表面，发现许多较暗的恒星，测量恒星之间的距离，使人类了解到天体的化学物质组成和它们的运动，导致天体物理学的诞生。于是，人类对天体的认识又产生了一次质的飞跃，从只能研究天体的力学运动发展到了能够研究天体的

