

ZOUJIN KEXUE: TIANWEN SHIJIE CONGSHU

走进科学：天文世界丛书

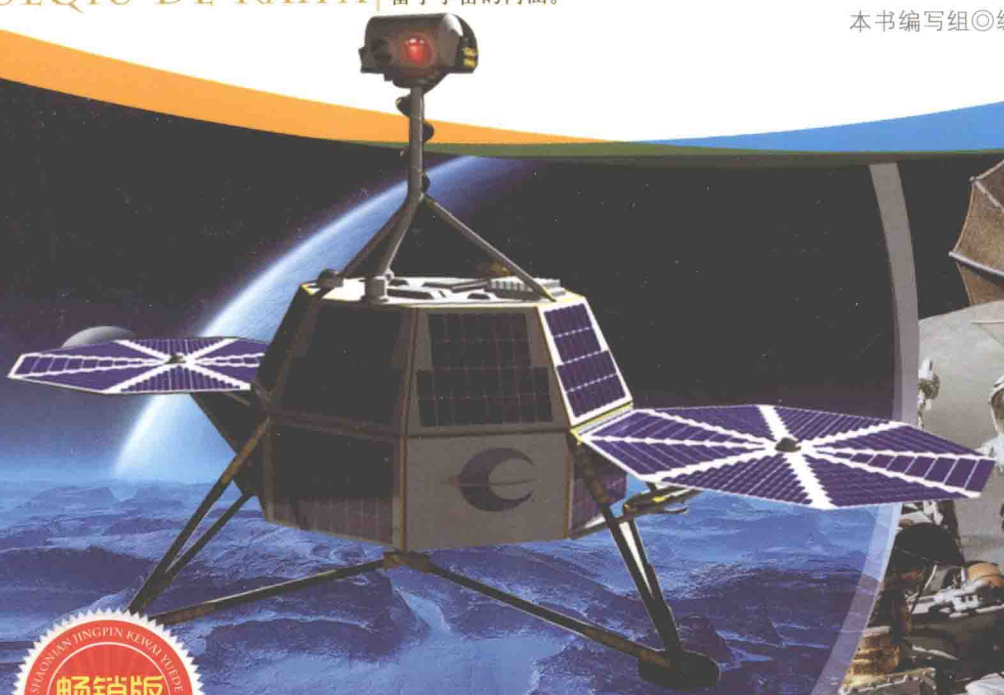


人类对月球的 开发

RENLEI DUI
YUEQIU DE KAIFA

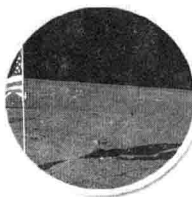
人类对奥妙无穷的宇宙的认识进程，首先是从地球开始的，然后由地球伸展到太阳系，进而延伸到银河系，再扩展到河外星系和总星系，最后再回到地球上。正是这些内容构成了宇宙，丰富了宇宙的内涵。

本书编写组◎编



中国出版集团
世界图书出版公司

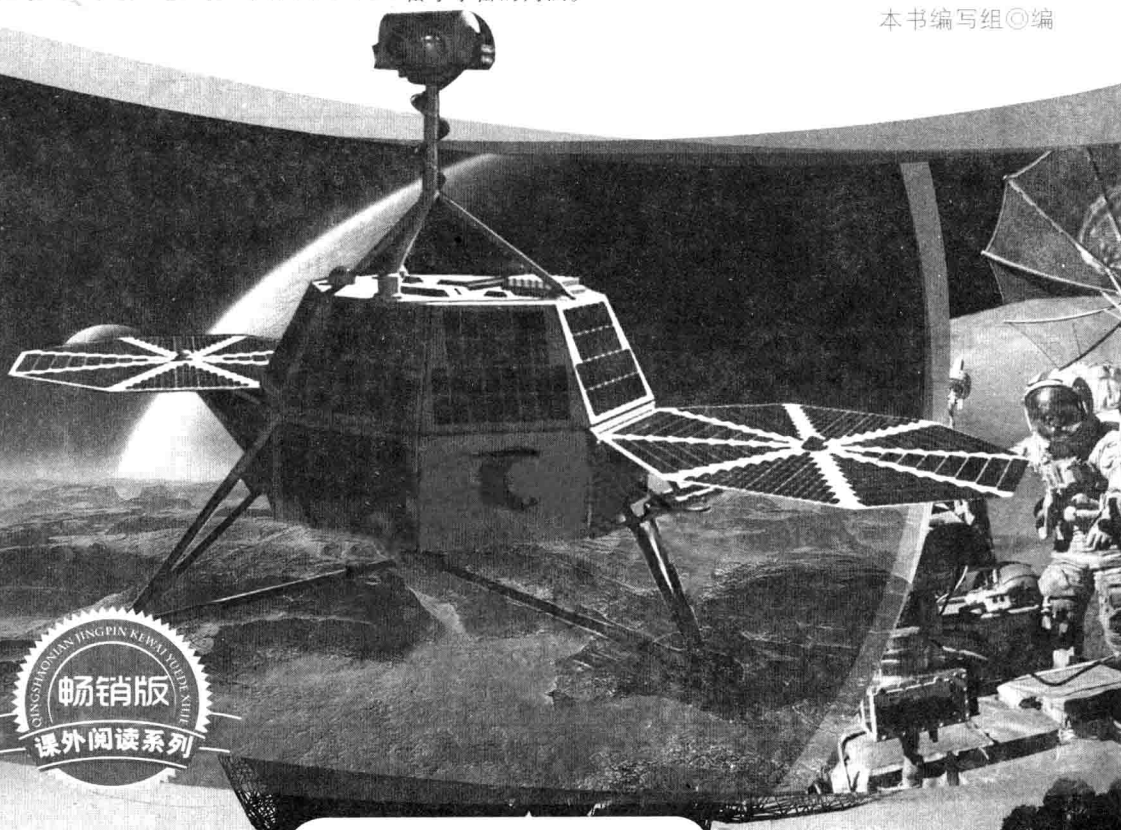
人类对月球的开发



RENLEI DUI
YUEQIU DE KAIFA

人类对奥妙无穷的宇宙的认识进程，首先是从地球开始的，然后由地球伸展到太阳系，进而延伸到银河系，再扩展到河外星系和总星系，最后再回到地球上。正是这些内容构成了宇宙，丰富了宇宙的内涵。

本书编写组◎编



畅销版

课外阅读系列



世界图书出版公司
广州·上海·西安·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

人类对月球的开发 / 《人类对月球的开发》编写组
编著. — 广州 : 广东世界图书出版公司, 2010

ISBN 978 - 7 - 5100 - 1572 - 4

I. ①人… II. ①人… III. ①月球探索 - 青少年读物
IV. ①V1 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 008239 号

人类对月球的开发

责任编辑: 左先文

责任技编: 刘上锦 余坤泽

出版发行: 广东世界图书出版公司

(广州市新港西路大江冲 25 号 邮编: 510300)

电 话: (020) 84451969 84453623

http: //www. gdst. com. cn

E - mail: pub@ gdst. com. cn, edksy@ sina. com

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京燕旭开拓印务有限公司

(北京市昌平马池口镇 邮编: 102200)

版 次: 2010 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 13

书 号: ISBN 978 - 7 - 5100 - 1572 - 4/P · 0026

定 价: 25.80 元

若因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系退换。



前言

前

言

每当夜幕降临,一轮明月升上夜空,皎洁的月光洒满大地,让人们产生无数情思遐想。文人墨客更是对月亮倍加青睐,“江上何人初见月,江月何年初照人”,“明月几时有,把酒问青天”,都可称得上是脍炙人口的咏月佳句。

20 世纪 70 年代,月球上的一座环形山被国际天文学家命名为“万户”。这是一个古代中国人的名字。600 多年前,一位名叫万户的明朝人,异想天开地在自己设计的坐椅上捆绑了 47 支火箭,手持两个大风筝,令人点火,试图利用火箭的推力和风筝的升力升空——万户惊人的胆略和非凡的表现,成为人类文明史上第一个尝试用火箭飞天的人,为后人进入太空打开了想象。

从古代人们对月球的无限向往,到近现代科学家对月球的科学探索,人类正一步步地揭示出月球的本来面目。到 1850 年,科学家似乎已经知道月球上既无河流和海洋,也无空气,更没有生命,是一个寂静的世界。20 世纪 60 年代,人类向月球发射的探测器实现了绕月飞行,发回了大量有关月球的照片,基本查清了月球的地形地貌。1969 年 7 月 20 日,人类派遣的使者登上了月球,到 1972 年共有 6 批次 12 人在月球表面开展科学活动,并带回了月球岩石和土壤,精确测量了月球与地球之间的距离。

本书将向读者介绍月球及月球开发的相关知识。



探测月球部分,重点介绍了具有重要历史意义的我国成功进行的首次月球探测活动。真实地介绍了嫦娥一号卫星从奔月前的准备、起飞、奔月到探月的全过程,其中包括发射探月卫星所面临的诸多挑战及攻克的技术难关;嫦娥一号如何克服地球引力奔向月球;在绕月飞行期间怎样对月球进行探测以及如何把探测信息传回地球等,涵盖了现代月球探测五大系统的基本科学技术知识。

月球是距离地球最近的天体,与人类的生产和生活息息相关,自古以来便是人类首选的探测目标,并经过了漫长的探月历程。随着航天技术的发展,从20世纪50年代末开始使用火箭发射探测器,进行近距离对月球探测,特别是阿波罗登月成功才彻底揭开了月球的神秘面纱。书中对神奇的月球世界、奇特的月球地形地貌和仍存在的种种谜团做了概括性的介绍。

进入21世纪,美国、俄罗斯、欧空局、日本、印度等国家及国际组织纷纷制定自己的月球探测计划,新一轮探月热潮正在兴起。在21世纪的中后期,人类的脚印将再次踏上月球,但决不是重复以往的探测活动,除了进行更深入的探测以外,重点将放在评估如何开发月球资源和建立月球基地。书中还将介绍人类将要开发的月球资源和建设月球基地的构想。



目 录

Contents

第一章 人类探月的过去与未来

人类对月球的初探
探测月球的意义
最早测定月—地距离的人
古人裸眼观月与《历法》
望远镜使人类第一次看到了月
亮真貌
探月活动揭开了月亮的神秘面纱
美、苏太空竞赛
“徘徊者号”探测器好事多磨
最成功的无人探测
月球探测成果辉煌
新一轮探月热潮正在兴起

第二章 神奇的月球世界

仰望月球的环形山
月貌特征
月 海
环形山、撞击坑无处不在
月湾、月沼与月湖
月谷、月溪和辐射纹

月球的背面
月球的天然宝库
月壤中蕴含着极为丰富的能源
资源
月球八大谜团

第三章 探索月球的奥秘

月心与地心之间的精确距离
月球藏秘至今未解
月球表面存在地球信息吗
月球中所含的天然金属
神奇的氦-3
月球的运行轨道
月球对地球的影响
地球的卫星
月球来自何方
发现水的踪迹

第四章 中国探月纪实

中国的登月梦想
迎接新挑战
攻克技术关键,破解技术难题



美丽的“月城”送“嫦娥”奔月

“长征三号甲”再铸辉煌

崎岖奔月路

深空测控为“嫦娥一号”保驾

护航

绕月探测

把探测信息传回地球

公布探测成果

第五章 人类对月球资源的开发

开发月球能源资源

开发月球矿物宝藏

月球——人类的天然空间站

理想的对天观测和对地监测站

星际航行的中转站

开发月球观光旅游资源

在月球上种庄稼

把家搬到月球去

架起观天台

解决能源危机

第六章 建立月球基地

建月球基地的目标与策略

怎样建设月球基地

月球基地居住舱建设的各种构想

创造人在月球上的生存条件

月面的交通运输

地一月空间的往返运输

欧洲将序幕拉开

不甘示弱的印度和日本

雄心勃勃的美国新太空计划

俄罗斯着眼于国际合作

第七章 让月球记住人类

让月球记住中国人

走进月球城

登上月球

月基天文台

人类在月球上的生活是可能

想象的

建月球小区是全人类的梦想

“广寒宫”里宝藏多

氦-3 带来的震撼

探月之路有几条

月球背面大曝光

“土星5号”神力无敌

“阿波罗”——智慧的化身

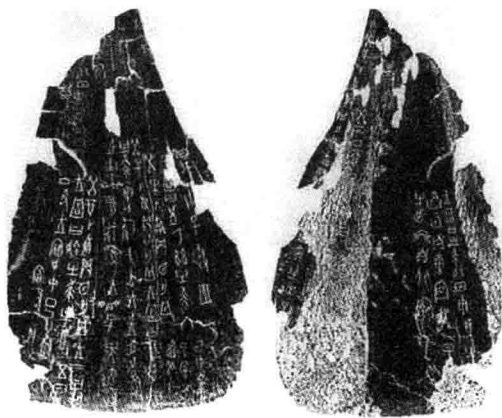
烈火中献身



第一章 人类探月的过去与未来

人类对月球的初探

我国是世界上最早对月球运行进行科学观测和记录的国家之一。公元前14世纪，中国殷朝甲骨文（河南安阳出土）中已有日食和月食的常规记录。明朝以前，我国对日月运行的观测、研究和认识达到了很高的水平，以对日月运行认识为基础编制的历法一直领先于世界，还发明了一系列精巧的天文观测仪器。明朝中叶以后，欧洲科技的发展突飞猛进，对月球的科学认知水平很快就超越了我们，从对月球的远距离观测逐步走向全面的科学探索。



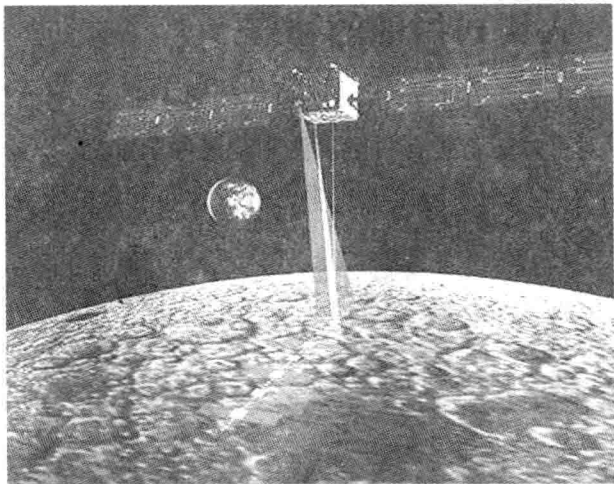
我国殷商甲骨卜辞中的天象记录

在20世纪50年代末至70年代初，美国和苏联两国在冷战期间凭借自己在航天领域的优势，展开月球探测的竞争，共向月球发射了100多枚探测器。1969年7月，“阿波罗11号”更是实现了人类的登月之梦。从“阿波罗11号”飞行中人类在月球上迈出第一步，到“阿波罗17号”飞行中人类迈离那里的最后一步，月球上共留下了12名美国宇航员的足迹。这一时期美、苏两国在月球探测中取得了辉煌



的成就。

航天探测能力是一个国家综合国力和科技水平的体现。1959~1976年,美、苏两个空间大国在月球探测领域展开了激烈的竞争。10余年中,两国开展了飞越月球、硬着陆、月球轨道飞行、软着陆、无人登月取样返回地球、载人登月取样返回地球等一系列月球探测活动,极大地带动了各自国家科学技术的迅猛发展。



月球探测卫星

随着冷战形势的缓和,在历经18年月球探测活动的冷静思考后,20世纪90年代,世界各航天大国重返月球的热潮迅速兴起。我国作为一个世界大国,不能长期脱离这种现实与趋势。自1970年4月24日成功

发射第一颗人造地球卫星以来,我国的运载火箭、应用卫星和试验飞船技术有了飞速发展,特别是载人航天取得了历史性的成功与突破后,开展月球探测,填补我国在深空探测领域的空白,对推动我国科学技术整体水平的提升,提升综合国力、增强民族凝聚力、培育国民开拓创新精神等都有重要意义。

2007年10月24日,“嫦娥一号”成功升空,开始了中国人对月球的第一次探测。这是我国继实现应用卫星和载人航天飞行之后,在空间科学和航天技术进步方面新的里程碑。

月球探测的开展,将是我国迈出深空探测的第一步。



探测月球的意义

探测月球对我们有什么意义？这是许多中国的普通老百姓所追问的问题。中国科学界也不乏争论的声音。月球探索真的对我们毫无意义吗？事实并非如此，它所带来的七大利益可以预见。

维护我国月球权益的需要

尽管 1984 年联合国通过的《指导各国在月球和其他天体上活动的协定》（简称《月球条约》）规定，月球及其自然资源是人类共同财产，任何国家、团体和个人不得据为己有。但是，当前世界主要航天大国和国际组织正加紧实施月球探测计划。作为联合国外空委员会的成员国，我国只有通过开展月球探测，并取得一定成果，才具有履行《月球条约》和分享开发月球权益的实力，维护我国的合法权益。

月球是人类研究宇宙和地球本身的最佳平台

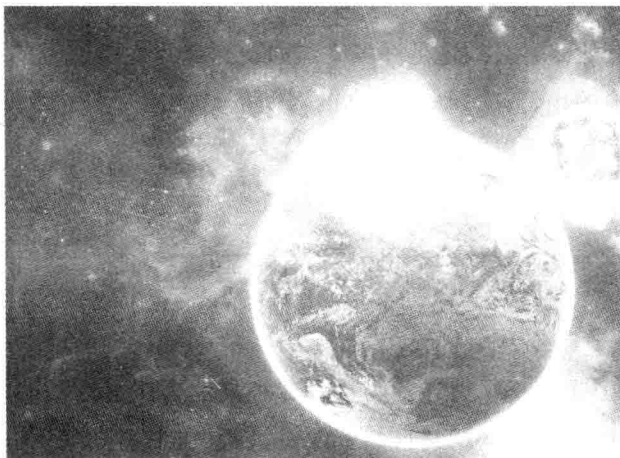
科学界认为，通过对月面上没有人为改造和破坏的这些优越条件研究月球，了解月球的成因、演变和构造等方面信息的研究，有助于了解地球的远古状态、太阳系乃至整个宇宙的起源和演变；有助于搞清空间现象和地球自然现象之间的关系，可以极大地丰富人们对地球、太阳系以至整个宇宙起源和演变及其特性的认识，从中寻求有关地球上生命起源和进化的线索。



促进科技的进步 和发展的重要载体

开发月球是空前艰巨的事业，需要解决一系列难题，这必然会带动诸如

大推力火箭、巨型航天器、高速飞行、人工智能、计算机、机器人、加工自动化、精密仪器、遥感作业、通信、材料、建筑、能源等工程技术以及空间生物、空间物理、空间天文等科学技术的突飞猛进。



遥远的月球让人类充满畅想

人类对月球的开发

为开发利用月球资源做准备

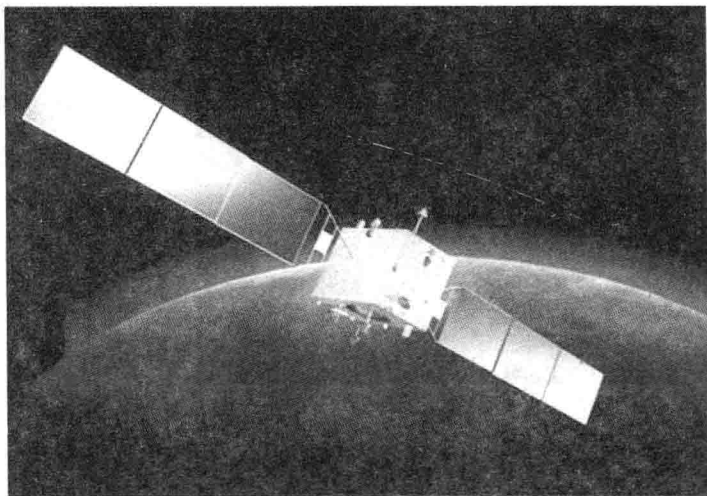
据以往的探测，月岩中含有地壳中的全部物质元素，约有 60 种矿藏。在月球岩土中，含丰富的氧、铁、镁、钙、硅、钛、钠、钾、锰等物质。此外，月球上有丰富的能源，尤其是月球上的氦-3 是地球上所没有的核聚变反应的高效燃料。据估计，在月壤中氦-3 的资源总量可以达到 100 万~500 万吨，能够支持地球 7000 年的需电量。



促进深空探测

月球表面的引力只有地球表面的 $1/6$ ，航天器如果从月球上起飞，可大大节省能源。

月岩土壤中氧占 40%，可以就地生产推进剂和作为受控生态环境和生命保障系统的氧气来源；硅占 20%，可以为航天器制作太阳能电池阵，其



月球表面探测器

他金属可以为航天器制作各种部件设备，也可将月球做中转站，为过往的航天器进行检修和补充燃料。

进行天文观测和研究的平台

月球表面的地质构造极其稳定，月球直接承受太阳的辐射，没有大气层对光线和电波的吸收、散射和折射等干扰，没有尘埃污染，没有磁场，月球的背面没有人造光源和射电的干扰，地震很微小。同时，月球有漫长的黑夜，黑夜温度极低。这种环境为建造高精度天文观测台提供了理想的场所。



推动经济发展

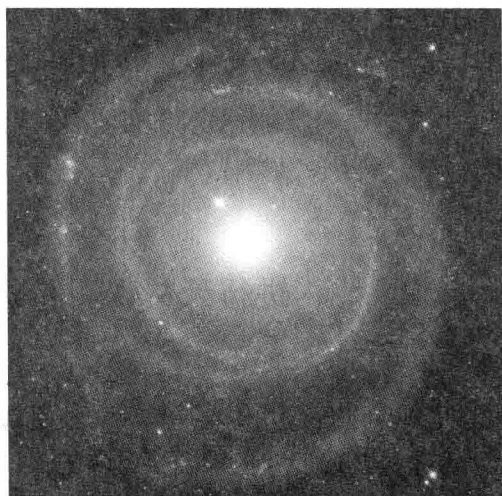
开发月球，可以产生难以估量的经济效益，而且其他技术的二次开发应用，势必促进工业的发展与提升。



人类将从地球出发，探索月球世界

中国绕月探测工程总指挥栾恩杰对此做了精辟科学的说明，他对月球的探索、开发、利用分成了3个步骤进行解释。简单可用三个字概括，即“探、登、驻（住）”。“探”就是探月，对未知的月球先要有所了解，

探索掌握必备的信息；“登”就是登月，人类能够登陆到月球上去，近距离地接触月球资源并安全返回；“驻（住）”就是驻（住）月，指设备或人类能够短期或中长期驻扎在月球，实现对月球资源的开发或居住的梦想。其中，“探月”又可分为3个时期，即“绕”、“落”、“回”。一期“绕”就是发射一颗围绕月球转的卫星，在离月球表面200千米高度的月球极地轨道开展科学探测；二期“落”就是选准地方落到月球表面，利用月球



太空景象



巡视车进行探索工作；三期“回”就是采集一些样品返回地球。

月球是研究天文学、空间科学、地球科学、遥感科学、生命科学与材料科学的理想场所。

我们有理由相信，“嫦娥一号”卫星的探月成功，只是中国迈入深空探索的第一步。随着月球探测的开展，将有助于人类对月球、地球和太阳系起源及演化的研究，特别是对于月球科学中的一些基本问题，如月球的形成过程、月球的早期演化史、月球矿产的形成与分布特征、地一月系统的形成与演化、月球与地球及类地行星的比较研究以及它们各自的共性与特性等，只有通过新一轮的探测，才能获得较系统和深入的认识。

最早测定月—地距离的人

伊巴谷，公元前约 190 年出生于小亚细亚（今土耳其），约卒于公元前 120 年。这位古希腊天文学家发明了许多用肉眼观察天象的仪器，测定了月亮视差，是三角学的奠基人，发现了追踪太阳在天空中的运行路径；提出通过月食测定太阳—地球—月球系统的相对大小。

通过观测室女座中的角宿一，伊巴谷发现了分点的岁差（恒星经过几世纪造成的位移）。他也将太阳年的计算精确到实际长度的 7 分钟之内，并估算出太阳和月亮到地球的距离。在他去世后的几个世纪中，他

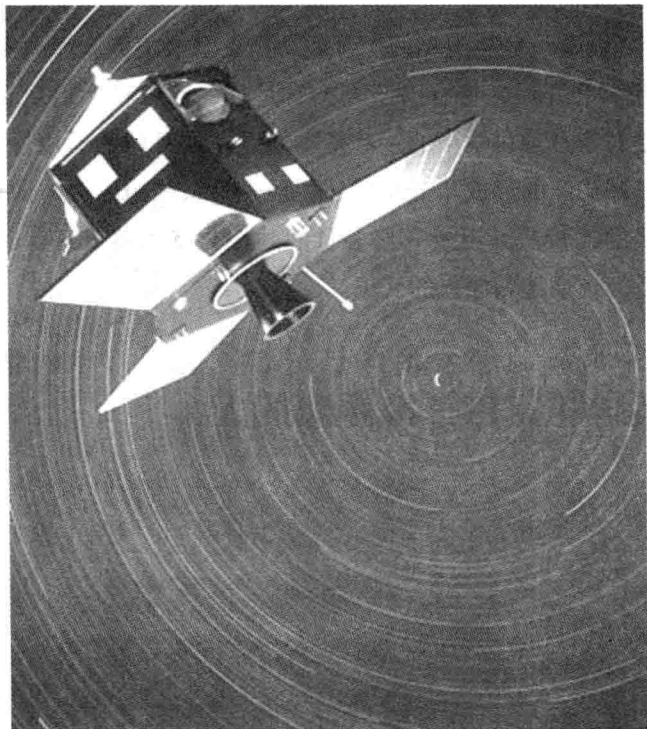


伊巴谷



的研究成果都未遇到挑战。

伊巴谷一生的大部分时间都在罗得岛度过，并终老于该岛。他长期在罗



探测月球的高科技电子探测设备

得岛上进行天文观测，编制出了约含 850 颗恒星的星表。这么多星星怎么区分呢？伊巴谷按照亮度将恒星划分为 6 等，最亮的 20 颗星是 1 等星，而 6 等星指那些刚刚能为肉眼看见的恒星。这种分类方法一直被后人所借鉴。

为了更准确地观测天体，伊巴谷制作了许多仪器。由于他的大部分著作都已失传，他的

成就只能从旁人的著作中得到了解。人们描绘伊巴谷发明了一种“瞄准器”，一根约 2 米长的木杆上，有沟槽可容一个挡板在其中滑动，在木杆的一端竖立一块有小孔的板，人眼从小孔中观察星体，同时滑动挡板，使它刚好遮住目标。根据挡板与小孔之间的距离及挡板的宽度，就可以算出被测物体的相对大小，或星空中两点的视距离。他还发明了一种星盘，可以测天体的方位和高度。人们还传说他制作过一个天球仪，刻在上面的恒星数目比他列在星表上的还多。



伊巴谷测日、月、地天体距离

伊巴谷观测了一次日食，同埃拉托色尼一样，他也需要2个地点的观测数据。在土耳其附近，人们看到了日全食；而在经度接近而纬度不同的亚历山大城，只能看到日偏食，月球最大遮住了太阳的4/5。由此，他推算出了月球的视差，他也将太阳光处理为平行照射到地球上。他的计算结果是，月球直径是地球的1/3，月地距离是地球半径的60.5倍。第一个数据偏大了一点，对于第二个数据，按照现在的测量结果，月地距离是地球半径的60.34倍。由于埃拉托色尼已经给出了地球半径的数据，于是伊巴谷得到了月地距离的真实数据。让我们替伊巴谷算一下： $38400 \times 60.5 / (2 \times 3.14)$ 千米 = 37 万千米。现代的月地距离数据是38万千米。

伊巴谷的太阳数据误差较大，主要还是受阿里斯塔克的数据影响。伊巴谷算出的太阳直径是地球直径的12倍多，而实际太阳直径超出地球达100倍之多；他的日地距离是地球半径的2500倍，而实际是2万多倍。



我国登封观星台，位于河南登封，建于元朝初年

伊巴谷被公认是古希腊最伟大的天文学家，不过当时天文学家对宇宙结构的看法现在看来是错误的。古希腊的天文学家想当然地认为，圆形是最完美的图形，所以天体的运动轨道必定是圆形的，而且运动速度是匀速的。按照当时普遍的说法，地球是宇宙的中心，那么地球就是所有天体圆形轨



道的圆心。然而实际观察时，人们发现行星运动时快时慢，还有逆行开“倒车”的现象。为了解释这些现象，伊巴谷综合前人的成果，认为地球并不在圆心位置，而是在圆心附近，稍稍偏离了圆心。因此从地球上看上去，行星的速度会时快时慢；他还认为行星本身先沿着一个小圆轨道转动，这个小圆的圆心再围绕着地球附近的大圆圈转动，这就解释了为什么行星有时会发生逆行。

古人裸眼观月与《历法》

在望远镜没有发明以前，人们主要通过肉眼观察月亮和它的运动规律。



伽利略

我们在地球上看到的月亮每天在自东向西的移动中，它的形状也在不断地变化，这种月亮位相的变化，叫做月相。故云：“人有悲欢离合，月有阴晴圆缺”，这里的圆缺就是指月亮的月相变化。中国、埃及、印度和古巴比伦四大文明古国，早在公元前两三千多年前就测出月相的变化周期为 29 天多。很早以前，人们就以月亮的运动周期来作为较长的计时单位——月，也

就是今天我们称的月份。我国古时将月亮也称太阴。因此根据月相圆缺变化的周期（即朔望月）制订的历法称为阴历。月亮很早就被人们引用于社