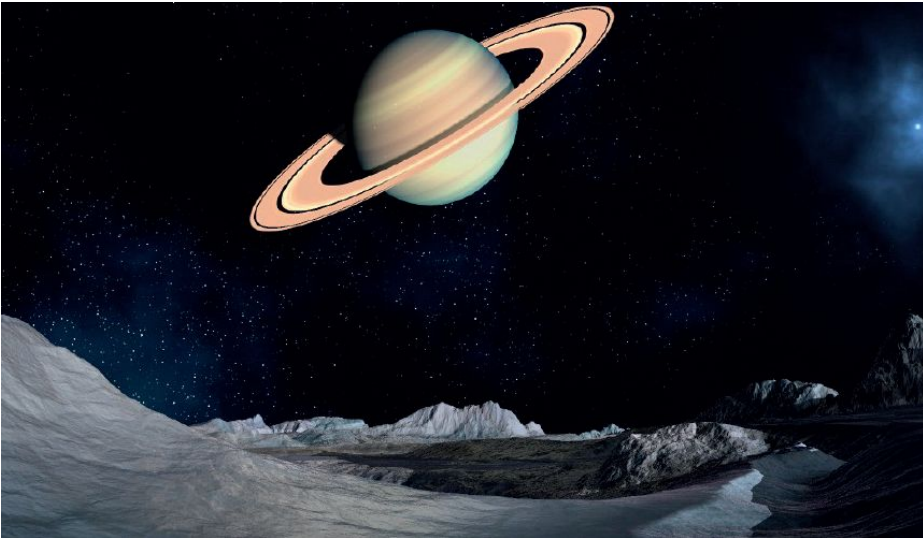


## 探索土星的历史，其实是人类认识自然过程的一个极好缩影

原创 | 发布：2018-01-12 19:50:31 | 更新：2018-01-12 19:50:31 | 阅读 15772 | 赞 97

“探索土星的历史，其实是人类认识自然过程的一个极好缩影——最初，人们只能凭借自身感官对周围的世界进行长期而缓慢的探索；随着科学基础的建立，尤其是关键性探测技术手段的突破，人类认识自然的速度和深度得到加速发展，不断地朝着没有边界的前沿拓展和延伸。



2017年9月15日北京时间19:54分左右，卡西尼号土星探测器按照操控程序坠入土星大气被最终焚毁，以确保它不对土星卫星的自然环境造成污染。至此，一个持续了20年的旗舰级深空探测项目最终拉上了帷幕。探索土星的历史，其实是人类认识自然过程的一个极好缩影——最初，人们只能凭借自身感官对周围的世界进行长期而缓慢的探索；随着科学基础的建立，尤其是关键性探测技术手段的突破，人类认识自然的速度和深度得到加速发展，不断地朝着没有边界的前沿拓展和延伸。

### 一、探索的开端：最初几千年的远眺与遐思

有证据表明，人类在史前时期已经发现了土星并开始了对它的观察。不过，在很长时间里，对观测者们来说，土星与其他行星一样，只不过是恒星夜空中缓慢移动的一个亮点。由于高高在上远不可及，人们往往把它们与其他天体一样想象成掌管人间事务的神，加以膜拜。例如，在古代幼发拉底河和底格里斯河两河流域，土星被认为是身背弓箭的尼奴塔神（图1），掌管法令、文书、农业和狩猎；而在希腊神话中，与土星相对应的则是手持镰刀的收割之神克罗诺斯神。他为了确保自己不被推翻而吞噬了自己的儿子，这一行为又被人们看做是时间流逝的象征。克罗诺斯在罗马神话中变成了手执镰刀的农神萨图尔诺斯，今天欧洲文字中土星的名称（Saturn）即由此而来。

科学春秋  
《知识分子》旗下的平台

-  卡西尼号在给土星拍了20年美照后，将...  
英国报姐
-  再见卡西尼，二十岁的太空勇士  
NASA中文
-  土星每天也在“下雨”，而且还是倾...  
蝌蚪五线谱

### 相关话题

土星

已赞



图1 公元前860年前后尼奴塔神庙中的尼奴塔神像

目前所见最早关于土星等行星运动的系统观测记录出现在巴比伦泥版书的天象日志中（图2），其年代跨度从公元前7世纪中期到公元前50年前后。例如，“28日，土星在日落后升起；29日，火星到达摩羯座”等。巴比伦人已经掌握了这几颗行星的运动周期，并能在此基础上对它们的运动进行简单预测。



图2 记录有水星、火星、木星和土星位置与运动状态的巴比伦泥版书

中国人对土星等行星的观测也很早，并且发现土星大致28年相对于恒星背景运行一周，在作为天体参照系的二十八宿中大致每年运行一宿。因此，土星被称为“镇星”（也写作“填星”），取意于一年镇守一宿。五行说形成后，人们将五大行星与五行相配，也就是辰星配水、太白配金、荧惑配火、岁星配木、镇星配土，于是就有了水星、金星、火星、木星和土星的称谓。其中，土星还被与代表土德的黄帝和他的臣子后土联系起来，土星之神有时还被称做雷公或者地候。1978年在长沙马王堆西汉墓中出土了帛书《五星占》（图3），其中列出了五大行星的运动周期、一周期中的运动过程，以及土、木、火3星从公元前246年~前177年之间的位置表，是根据它们的运动规律顺推出来的。

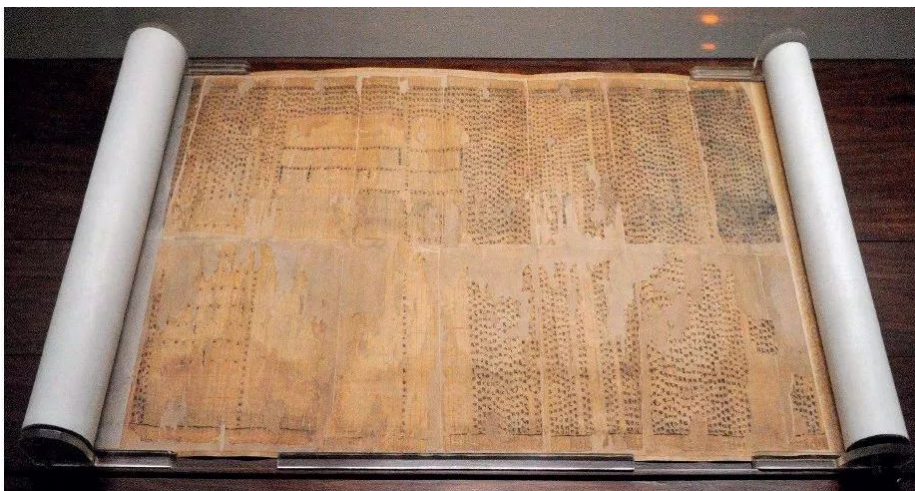


图3 长沙马王堆西汉墓出土的帛书《五星占》

二、面纱初开：400多年前伽利略第一次将望远镜指向天空

1609年，意大利科学家伽利略，听说荷兰人发明了一种视远为近的仪器，就很快投入研制，使其放大率得到很大的提高。他创造性地将自己制作的望远镜（图4）用于天文观测，首次看到了太阳系内各大天体的面目，揭开了天体探索 and 天文学研究的崭新篇章。伽利略用望远镜对月球表面进行了观测，发现月球表面并不平滑，还第一次发现了木星的4颗卫星。他于1610年3月出版《星际信使》一书，介绍了自己发明的望远镜以及过去几个月来的观测发现。该书引起极大的轰动，首版500册很快被一售而空。

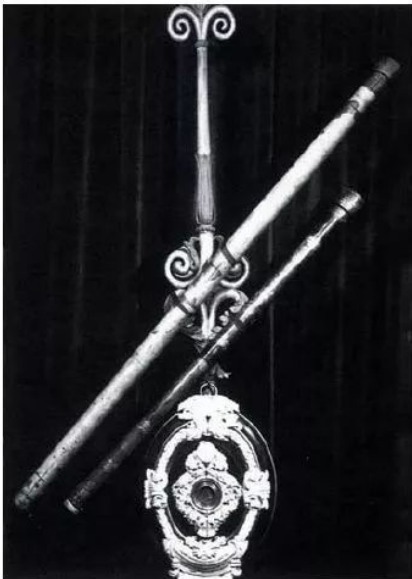


图4 伽利略发明的望远镜

接下来的时间里，伽利略又相继发现了金星的位相变化、太阳黑子以及土星的奇特外观：“土星并不孤单，而由3部分组成，3者左右相连，相对彼此不动不变。它们排成一线，与黄道面平行。中间部分（土星本身）的直径大小大约是另两个部分的3倍。”最初他以为土星两侧的那两个“附缀物”是固定的，把它们描述为土星的“耳朵”（图5）。但是，到1612年，这两个“耳朵”突然不见了（其实是因为这一年地球正好穿过土星环所在的平面），这让伽利略感到十分神秘：“面对如此惊人、如此少见和如此新鲜的情况，我不知道该说什么。”他戏言：“难道是农神吞噬了他的孩子吗？”当“耳朵”在1613年又出现的时候，他感到更加迷惑了。他推测，所谓的“耳朵”其实是土星的两个月亮。

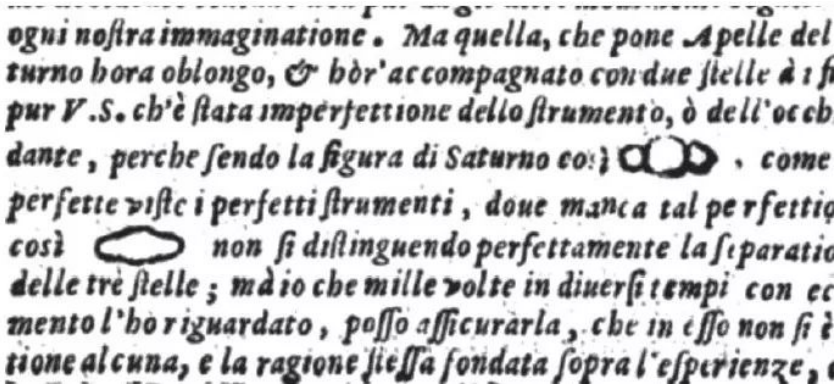
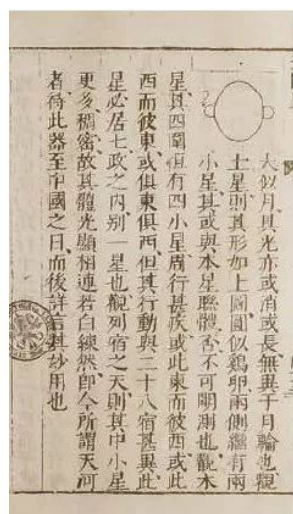


图5 伽利略在《太阳黑子通讯》(1613)中报告了通过不同望远镜所看到的土星外观

在1615年完成的《天问略》一书中，葡萄牙耶稣会士阳玛诺，首次把伽利略的上述发明和发现介绍给中国读者（图6-a）：“近世西洋精于历法一名士，务测日月星辰奥理，而哀其目力匪羸，则造创一巧器以助之。持此器观六十里远一尺大之物，明视之，无异在目前也。持之观月，则千倍大于常。观金星大似月，其光亦或消长，无异于月轮也。观土星，则其形如上图，圆似鸡卵，两侧继有两小星。其或与本星联体否，不可明测也。观木星，其四围恒有四小星，周行甚疾，或此东彼西，或此西而彼东，或俱东俱西。但其行动与二十八宿甚异，此星必居七政之内，别一星也。”在德国耶稣会士汤若望的《远镜说》（完成于1626年）（图6-b）和意大利耶稣会士罗雅谷的《五纬历指》（完成于1635年）（图6-c）中，我们也可以读到类似的报道。

已赞





(a)



(b)



(c)

图6 明末在华耶稣会士对土星外形等望远镜天文观测发现的介绍

伽利略望远镜的倍率还不足以揭示造成土星奇特外观的原因，但却激发了天文学家通过改进望远镜观测土星和其他行星的兴趣。1655年，荷兰科学家惠更斯设计和制造了一台50倍的无镜筒望远镜（图7）。通过对土星的观测，他不仅发现了土星的第一颗卫星土卫6（提坦），还明白了土星奇特外观的真相。他用字谜的形式发布了自己的结论，并在1695年出版的《土星系》一书中公布了谜底和详细观测结果（图8）：“它[土星]被一层又薄又宽的环所包围，与之全无接触，环与黄道面成斜角。”随着与地球相对方位的变化，土星就会呈现出伽利略所观测到的那些奇特变化。

已赞

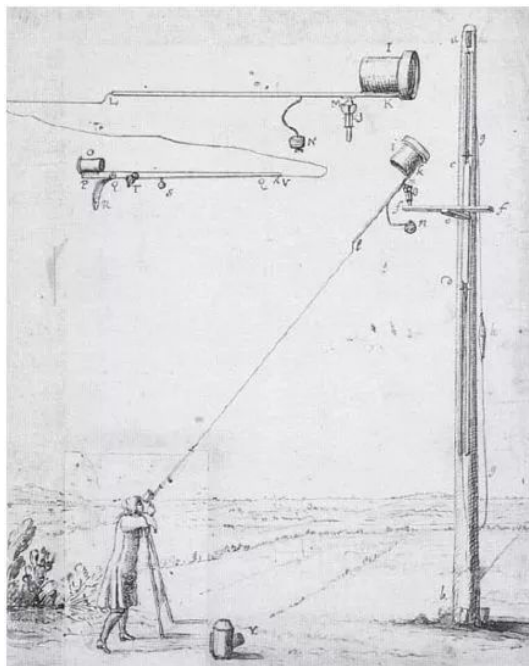
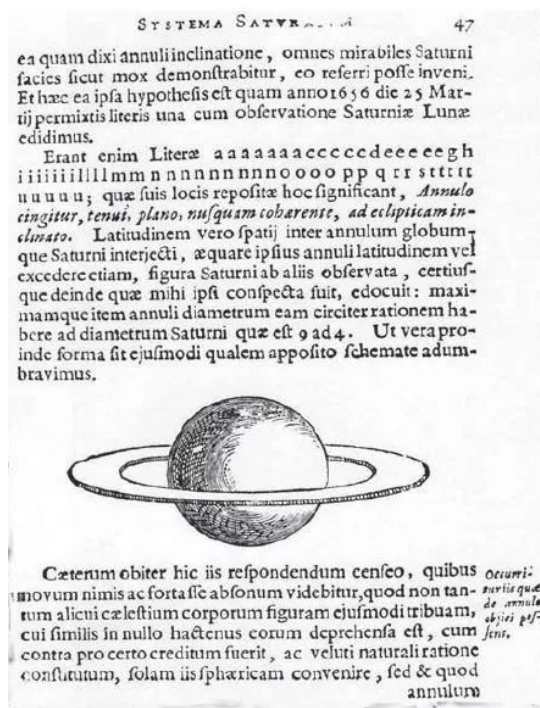


图7 惠更斯在《无镜筒复合望远镜》（1664）中对自己所发明望远镜的介绍



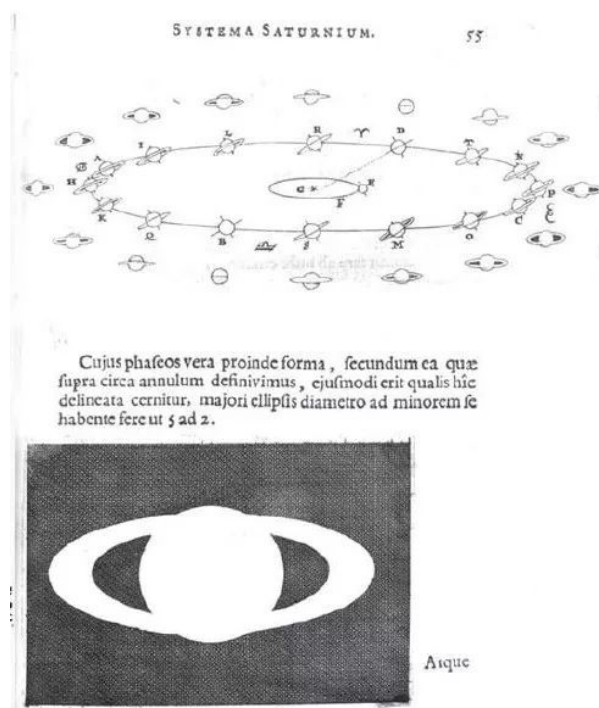


图8 惠更斯《土星系》（1659）中所描绘的土星光环及其变化情况

1671~1684年之间，意大利裔法国天文学家卡西尼，利用巴黎天文台的大型无镜筒望远镜（图9），对土星等行星进行了更加细致的观测，相继发现了土星的另外4颗卫星：土卫8（伊阿珀托斯）、土卫5（雷亚）、土卫3（特提斯）和土卫4（狄俄尼）。为了彰显资助巴黎天文台建设的路易十四的荣耀，他将这些卫星命名为“路易之星”。在对这些卫星观测中，他还发现，由于受到引力锁定，伊阿珀托斯总是以同一面朝向土星；并且，这颗卫星的另一半总是显得比较黑暗，这个区域后来被命名为卡西尼区。他还观察到，土星环由一系列小环组成，环与环之间存在着缝隙。后来的观测表明，其中最大的一条缝宽达4800千米，被命名为卡西尼缝。1723年，德国耶稣会传教士戴进贤在中国出版《黄道总星图》时，介绍了卡西尼对土星环和卫星的发现（图10）。这幅图不久也被传入朝鲜和日本，并被复制。

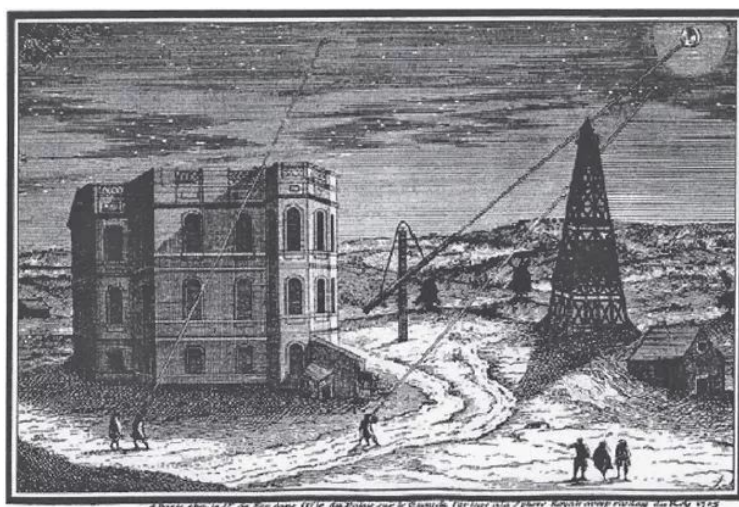


图9 卡西尼时代巴黎天文台的无镜筒巨型望远镜

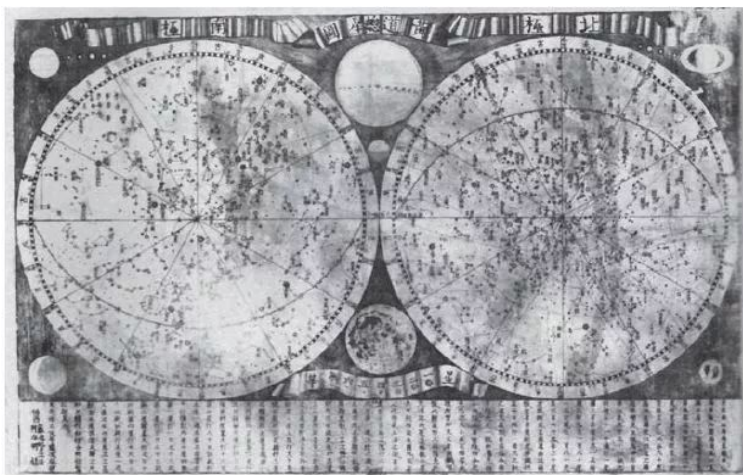


图10 戴进贤《黄道总星图》及其右上角绘制的土星与它的5颗卫星

1789年，德国科学家赫舍尔设计制造了120厘米口径的“40英尺望远镜”（图11），并很快用它发现了土星的另外两颗卫星，即土卫1（美马斯）和土卫2（恩克拉多斯）。到1848年，英国邦德父子以及拉塞尔3位天文学家，差不多同时发现了形状不规则的土卫7（许珀里翁）。

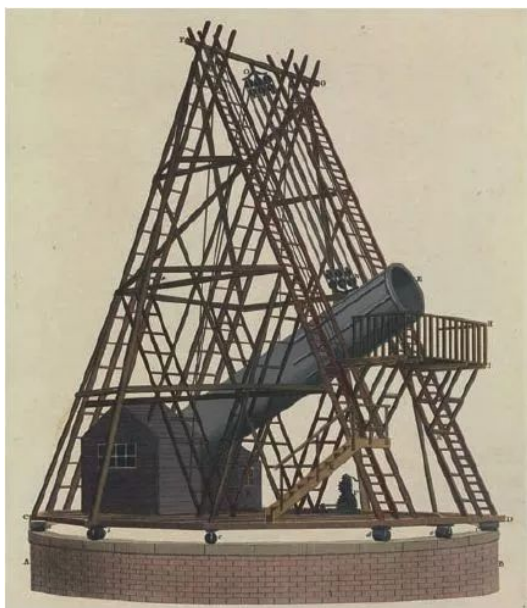


图11 赫舍尔的40英尺望远镜

照相巡天技术被用于天文观测后，1899年美国天文学家皮克林根据他的前一年巡天照片，发现了土卫9（菲比），这是利用照相巡天技术发现的第一颗卫星。这颗卫星还有一个非常奇特的地方，它的公转方向与太阳系其他天体的公转方向正好相反。进入20世纪后，通过望远镜与照相巡天与数字巡天技术的结合，人们相继发现了更多的土星卫星。

### 三、眼界大开：20世纪的深空探测

尽管天文学家们可以通过望远镜观测土星的卫星和环，但对于它们的物理性质，一开始也只能从理论上展开探讨。例如，1787年，法国科学家拉普拉斯就通过力学方法证明，一个均匀的固体环不可能保持稳定，因此提出土星环是由一系列小的固体环所组成的观点。1859年，英国物理学家麦克斯韦则证明，无论是非均匀固体环、固体小环丛还是连续的流体环，都是不稳定的，从而指出土星环应该是由大量微小粒子组成，所有粒子都独立地围绕土星运转。1895年，美国和俄国天文学家将光谱观测用于对土星环的分析，结果证明麦克斯韦的分析是正确的。

已赞



自20世纪50年代开始，随着宇航技术的迅速发展，人类不仅发射了人造地球卫星，实现了登月，还逐步将各类自动探测器发射到太阳系内各大行星上，使人们能够利用各种探测技术就近对它们进行观测和勘察，为认识这些天体打开了全新视野。例如，为了对木星和土星进行近距离探测，1973年4月6日，美国航空航天局发射了先驱者11号探测器（图12）。探测器于1974年11月到12月飞抵木星，之后利用木星的引力推动飞向土星，于1979年9月1日抵达距土星外层大气2.1万千米处，首次对土星环进行了近距离研究，同时拍摄到几个土星卫星的照片，证实了此前地面观测到的土卫11（伊比米修斯）的存在，还对土卫6的表面温度进行了测量。

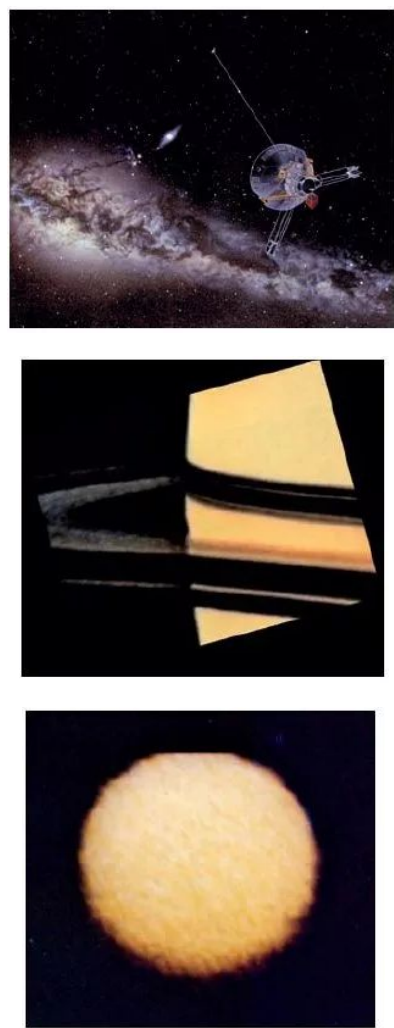


图12 先驱者11号（上）及其所拍摄的图形环（中）和提坦（下）

为了对木星、土星、天王星和海王星目标进行探测，1977年8月26日和9月5日，美国航空航天局先后发射了旅行者2号和旅行者1号两个探测器。1980年11月，旅行者1号率先抵达土星附近，发回了土星环及其卫星的高分辨率照片，首次向人类呈现了不同卫星的表面细节。旅行者1号还近距离掠过土卫6（提坦），首次证明可见光无法穿过它的大气。通过就近观测，旅行者1号还证实，此前天文学家们推断的土卫10（杰纳斯）与土卫11的同轨现象确实存在。1981年8月，旅行者2号也飞抵土星附近，以更近的距离对土星卫星和土星环的细节进行了拍摄，发现和证实了土星的几颗新卫星，检测出土星环和土星系大气内一些变化和结构。

四、新时代的开启：卡西尼-惠更斯号的长期探测

为了推进对土星系统的研究，美国航空航天局、欧洲空间局和意大利空间局在20世纪90年代合作推出了一个全新的土星探测计划，要对土星及其已知31颗卫星进行一次长期深入的探测。执行任务的无人自动飞船探测器，以卡西尼和惠更斯的名字命名，其主体是美国航空航天局的卡西尼号飞行器，上面搭载着意大利空间局的惠更斯号登陆器（图13）。整个计划要达到主要目标包括：确定土星环的三维结构和动力学行为、确定土星卫星的表面组成和地质状况、确定土卫8（伊阿珀托斯）上层大气中的暗黑物质的特性与来源、测量土星磁层的三维结构和动力学行为、从云层层面研究土星大气的动力学行为、研究土卫6（提坦）的云层和薄雾随时间的变化、分区域刻画土卫6的表面特征等。

已赞





图13 组装中的卡西尼-惠更斯号探测器

1997年10月15日，肩负重任的卡西尼-惠更斯号探测器从美国卡纳维纳尔角空军基地正式升空。探测器于1998年4月和1999年7月两次掠过金星，1999年8月掠过地球和小行星马苏斯基-2685，2000年12月掠过木星，最后于2004年7月1日进入环绕土星的轨道，成为首个绕土星飞行的人造飞行器（图14）。2005年1月14日，惠更斯号登陆器利用降落伞降落到土卫六的表面，从而实现了人类飞行器在另一颗行星卫星上的首次着陆。

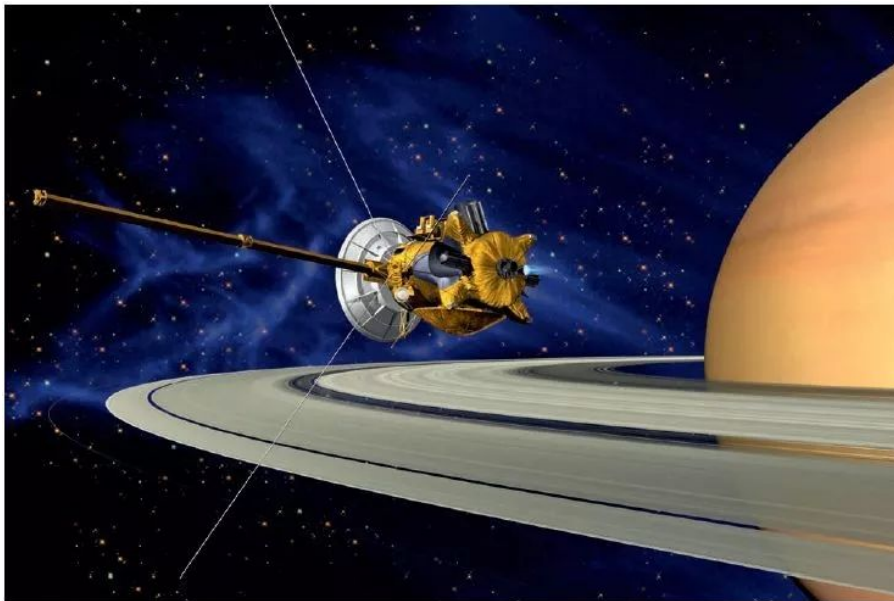


图14 卡西尼-惠更斯号环绕土星飞行的概念图

2008年5月，在预定两年的探测任务到期后，卡西尼飞行器仍然状态良好。因此，地面科学团队将其工作期延长了两年，对土星系统中特别有趣的特征进行了更加精细的探测，尤其是利用2009年8月土星春分（太阳穿过土星的赤道）时的光照条件对土星环开展了进一步研究，这次任务因此也被称作卡西尼春分任务。利用这次机会，卡西尼轨道飞行器还对土卫6和土卫2（恩克拉多斯）这两颗最接近地球表面状况的卫星进行了探测——科学家怀疑那里可能存在生命物质。由于任务在2010年9月结束时探测器仍然表现良好，地面科学团队决定再对其工作期进行一次延长。由于卡西尼轨道飞行器正好是在土星北半球冬至后抵达土星系的，而任

已赞

务正好要延长到2017年5月土星夏至后的几个月，所以这次任务也被称作卡西尼冬夏至任务。通过这次任务，科学家对土星及其卫星上的季节和与气候的长期变化开展了更加细致的研究。

卡西尼-惠更斯计划的规模与成果大体可以通过以下一组数字表现出来：共有27个国家的数千名工作者参与工作，调动了17个国家的260多位科学家，执行了250万条命令，飞行了79亿千米，完成了294次变轨，烧毁了360个发动机，162次有目的地掠过土星的不同卫星，拍摄了453048张照片，采集到635千兆字节的数据。具体到土星系统的探测上，卡西尼-惠更斯号曾完成一系列重大发现，包括发现土卫二存在全球性海洋、土卫六上存在液态甲烷海洋、在土卫二喷出的羽流中探测到氢气以及土星风暴等。即使是在最后自我毁灭的过程中，卡西尼号也利用这一特殊机会对土星进行了大量探测，发回了大量珍贵的数据。尤其是对土星的引力场和磁场进行了详细测绘，揭示了这颗行星的内部组成方式，有助于对土星自转速度问题的研究。

卡西尼-惠更斯计划取得了巨大成功，在接下来的许多年里，科学家们将继续对它所获取的海量科学数据进行分析，对土星的认识将因此而继续得到扩展和深化。但最重要的是，通过这次计划所开发出的技术、所取得的经验，科技人员还积累了一项丰富而重要的知识资源，为人类探索太阳系的其他天体提供了重要基础。因此，卡西尼号的焚毁并不是全部故事的结束，而是一个更加精彩故事章节的开端。

制版编辑：饮水食粮

撰文：石云里（中国科技大学科技史与科技考古系教授）



- ① 本文仅代表作者个人观点，不代表百度百科立场。[举报](#)
- ① 本文经授权发布，未经许可，请勿转载。如有需要，请联系tashuo@baidu.com。