

“新视野号”探测冥王星及柯伊伯带综述

郑永春^{1,2}, 胡国平²

(1. 中国科学院国家天文台 中国科学院月球与深空探测重点实验室, 北京 100012;

2. 澳门科技大学 月球与行星科学实验室, 中国科学院 月球与深空探测重点实验室伙伴实验室, 澳门)

摘要:迄今为止飞得最快的航天器、人类发射的第一个冥王星探测器——“新视野号”, 经过约9年的行星际旅行, 于2015年1月15日抵达距地球约47亿千米的冥王星附近, 开始探测冥王星、冥卫、以及它们所处的柯伊伯带其他天体。柯伊伯带是1992年才发现的太阳系新大陆, 虽然冥王星已被重新定义为矮行星, 却从一颗颇具争议的行星成为数千颗冰冻小天体的“领头羊”。本文介绍了“新视野号”的科学目标和有效载荷, 分析了“新视野号”采用的探测器长期休眠、木星借力、太空核能等关键技术, 探讨了冥王星和柯伊伯带探测的意义。作为太阳系的冷库, 柯伊伯带天体保留着太阳系形成时的原始状态, 对它的探测, 有助于揭示太阳系行星形成时的关键环节。“新视野号”也可能发现新的太阳系行星, 其成果将有助于我们更深入地认识太阳系。

关键词: 新视野号; 科学目标; 有效载荷; 冥王星; 柯伊伯带

中图分类号: V57 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095-7777(2015)01-0003-07

DOI:10.15982/j.issn.2095-7777.2015.01.001

0 引言

太阳系包含三个主要区域。一区为内太阳系, 包括水星、金星、地球和火星, 称为类地行星, 均为岩石质天体。二区为外太阳系, 包括木星、土星、天王星和海王星, 称为类木行星, 均为气液态巨行星。其中天王星和海王星比较相像, 又称为冰巨星。一区和二区以距离太阳2.3~3.3天文单位的小行星带为界。三区为海王星轨道以远的区域, 包括柯伊伯带(Kuiper Belt)、离散盘(Scattered Disc)和奥尔特云(Oort Cloud)。其中, 柯伊伯带距离太阳约30~50个天文单位, 是位于海王星轨道以远黄道面附近、散布着大量冰冻小天体的环形区域, 是太阳系里的“冷库”; 离散盘零星散布着主要由冰组成的小行星, 其内侧与柯伊伯带重叠, 外侧伸展到黄道的上下方; 奥尔特云距离太阳5~10万天文单位, 由千亿颗冰冷天体组成。1930年, 罗威尔天文台的观测助理汤博, 经过8个月艰苦的巡天式观测和仔细比对后, 首次发现了冥王星。1978年, 科学家在冥王星的附近发现了冥卫一(卡戎, Charon)。而冥王星和卡戎所处的太阳系外缘一直被认为是空空荡荡的, 没有

其他大型天体。麻省理工学院的大卫·朱维在1992年8月30日发现除冥王星和卡戎外的第一个柯伊伯带天体——直径250 km的小行星15760, 半年后又发现第二个天体(181708) 1993 FW^[1], 从而证实柯伊伯带的存在。

由于冥王星距离太阳和地球十分遥远, 要探测它既要飞行很远的距离, 又要克服寒冷而阴暗的困难, 所以对它的探测起步很晚。20世纪90年代末, NASA曾制定了一个名为“冥王星—柯伊伯快车”探测计划, 但是由于研制经费超支等原因, 后来取消了该计划^[2]。经过天文学家们长期的各方面努力, NASA于2000年12月20日宣布重新论证冥王星计划。但这次NASA提出了两项苛刻的要求: 一是探测器在须2015年前抵达冥王星, 二是研制经费必须低于5亿美元。2001年12月, NASA宣布重启冥王星计划, 探测器名为“新视野号”^[3]。2006年1月19日14:00, “新视野号”在卡纳维拉尔角成功发射, 2007年2—3月飞越木星系统并借助木星引力加速, 2007—2015年6月为行星际飞行, 2015年7月近距离飞越冥王星和冥卫——卡戎; 2016年离开冥王星及其卫星, 探测柯伊伯带其他天体, 预计至

收稿日期: 2015-01-10 修回日期: 2015-02-14

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41490633); 澳门科技发展基金资助项目(048/2012/A2和020/2014/A1); 中国科学院西部之光联合学者项目

少工作至 2020 年。它的飞行轨道和任务执行时间 见图 1^[4-5]。

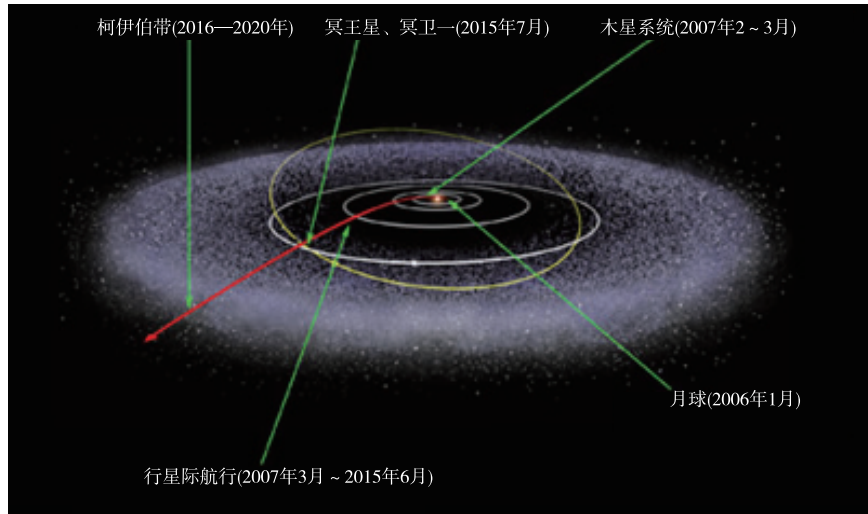


图 1 “新视野号”探测器星际飞行历程(图片来源:NASA)
Fig. 1 Interplanetary flight route of New Horizon (source: NASA)

1 科学目标与有效载荷分析

1.1 科学目标

随着天文学家在柯伊伯带不断获得新的观测发现,“新视野号”的主要任务从冥王星扩展到整个柯伊伯带^[3, 6]。

1) 近距离飞越冥王星及其已知的 5 个卫星。虽然,哈勃空间望远镜此前的观测没有发现冥王星有新的卫星或环带系统,但如果它们太过暗弱,从遥远的距离上是很难发现的。因此,“新视野号”将探测冥王星是否存在未被发现的卫星,调查冥王星是否拥有环带系统,观察冥王星表面是否存在撞击坑或撞击坑的多少,判断柯伊伯带天体相互碰撞的几率。

2) 考察柯伊伯带的其他天体。柯伊伯带的天体自从太阳系形成之初已存在,是太阳系各大行星形成后的残渣,记录着太阳系最初形成时的历史,有助于理解太阳系和地球生命的起源。如果不了解柯伊伯带,就较难完整理解太阳系的起源。对于这片太阳系里的新大陆,“新视野号”首席科学家艾伦·斯特恩指出:“太阳系中的这一区域存在诸多谜团。探索冥王星和柯伊伯带就像是在太阳系新大陆进行的考古发掘工作。通过考察可以窥探到太阳系行星形成的最初状态。”

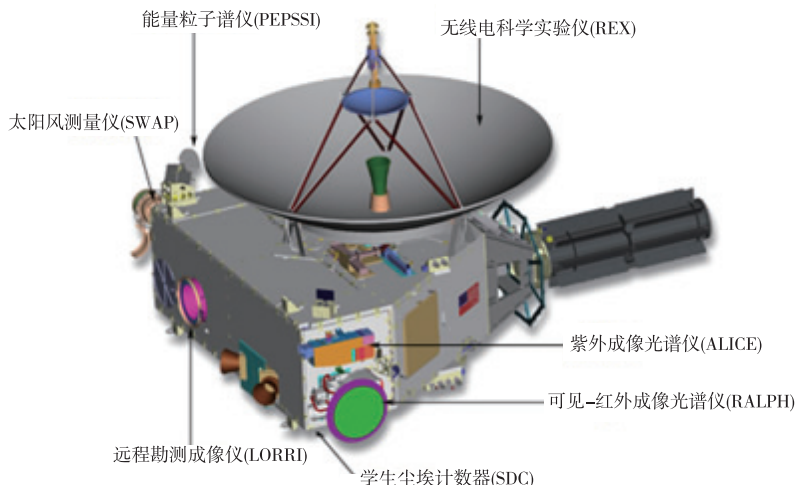
最新的进展是,巴西天文学家 Gomes(2012)^[7]注意到柯伊伯带 6 颗天体(包括赛德娜, Sedna)都具有非常奇怪的高偏心率轨道,他分析了 92 颗柯伊伯带天体的轨道,只有当存在未知天体的摄动时,才能

使这 6 颗天体的观测轨道与计算轨道吻合。这个未知天体可能是距离太阳 1500 AU、体积约为地球 4 倍(大小与海王星相似)的行星,也可能是轨道倾率极大的火星大小的天体(直径约为地球的 1/2)。根据西班牙和英国天文学家的轨道计算结果^[8-9],推测在冥王星之外至少存在两颗比地球还大的行星。当然,这种计算由于用于计算的天体样本数有限、且未知天体的位置和大小等参数都是不可预知的,因此计算结果可能存在很大的不确定性。人类发现海王星的过程就是通过计算得到大致位置然后被观测所证实的,因此在柯伊伯带或更远的太阳系空间存在未知行星是可预期的。由于这些天体非常暗弱而寒冷,距离十分遥远,很难从地球上观测到,“新视野号”很可能是发现太阳系未知行星的重要机会。

1.2 有效载荷

“新视野号”携带了 7 台套共重 30 kg 的科学仪器^[6]。其中光学设备有 3 台。分别是:远程勘测成像仪(LORRI)、可见-红外成像光谱仪(RALPH)、紫外成像光谱仪(ALICE),分别拍摄可见光、红外和紫外图片。另外 4 台仪器分别是:太阳风测量仪(SWAP)、无线电科学实验仪(REX)、能量粒子谱仪(PEPSSI)、学生尘埃计数器(SDC),分别用于测量冥王星附近和表面的太阳风、大气、能量粒子和尘埃,各个科学仪器具体的性能参数见图 2。

1) 可见-红外成像光谱仪(RALPH):拍摄冥王星及卡戎的表面地形,提供高清晰影像照片,分析表面物理现象和物质组成,绘制地形图,了解冥王星

图 2 “新视野号”探测器携带的有效载荷^[4]Fig. 2 The scientific instruments aboard on New Horizon space craft^[4]

及卡戎的历史。仪器分为两部分，一为多光谱可见光相机(MVIC)，另一为红外光谱仪(LEISA)，两者共同使用一个 6 cm 镜头，用以调校焦距，收集影像。

可见光相机使用电荷藕合装置(CCD)，是近年所有外太空探测器的标准设备。天体目标的影像通过镜头后，再经过四层滤镜，在电荷藕合器成像。滤镜分别包括一般用途的蓝、绿、及近红外滤镜，以及专用于观测甲烷的滤镜。

红外光谱仪测量热辐射光谱，获得物质组成信息。根据哈勃望远镜的观测结果，冥王星表面以甲烷、氮、一氧化碳及冰为主，而卡戎则主要由冰组成。当探测器接近它们时，透过红外光谱仪观察，可能会发现更多的其他物质。

2) 远程勘测成像仪(LORRI)：有一个直径 20.8 cm 的镜头，同样以 CCD 成像，但没有滤镜和活动部件，结构比 RALPH 简单得多。目的是为探测器提供详细的空间信息，即探测器在飞行途中的精确位置。通过观测特定星体，比较观测资料，得出探测器在途中某一点的精确位置及相位，从而控制探测器进行相应的轨道调整。当飞临冥王星时，远程勘测成像仪同时拍摄冥王星表面影像，分辨率大致相当于标准足球场面积。

3) 紫外成像光谱仪(ALICE)：测量由冥王星及卡戎辐射或反射的紫外线，获得不同波长的图像，研究它们的大气成分、表面物质组成和温度。紫外成像光谱仪有两种工作模式：(1) 气体辉光探测模式，当探测器接近及离开冥王星时采用这种模式，目的是直接测量由冥王星及卡戎的大气辐射或反射的紫外线，大多数时间采用这种工作模式。(2) 掩星测量

模式，当探测器飞越冥王星之后，进入冥王星日蚀阴影区时，即被冥王星星体遮掩太阳光的地方，通过测量透过冥王星大气的太阳光，获得冥王星大气的成分、浓度和温度分布。

4) 太阳风测量仪(SWAP)：主要用于测量冥王星附近的太阳风特性，分析从冥王星大气中逃逸出来的物质和逃逸速率，寻找冥王星周围的磁层。仪器内部有一个低能等离子体探测器，测量范围为 30~7 700 eV。

5) 无线电科学实验仪(REX)：当“新视野号”位于冥王星的背面时，地球上的控制人员开始向冥王星发射无线电波。由于无线电信号在穿越冥王星大气层时会产生一定的折射、畸变和时延，那些穿过冥王星大气层的无线电波被飞船上的 2.1 m 直径高增益天线接收后，无线电科学实验仪就会比较穿越冥王星大气前后的信号特征，分析出大气中气体分子的成分、密度、温度及大气结构，绘制冥王星大气层从高空到表面的温度和密度曲线。

当探测器近距离飞掠冥王星时，无线电科学实验仪可以切换到辐射探测模式，直接测量冥王星发射的微弱的微波辐射，精确测量冥王星向阳面和背阴面之间的温度变化。

6) 能量粒子谱仪(PEPSSI)：该仪器由带电粒子探测器组成，可以测量质子、离子、电子等带电粒子的成分和密度等特性。通过探测大气层顶部的中性粒子被太阳风激活而逃离大气层的现象，推算大气化学成分。

7) 学生尘埃计数器(SDC)：由科罗拉多大学的学生在专业航天人员的指导下制造的，主要用于测

量整个飞行过程中行星际尘埃粒子对“新视野号”的撞击情况,包括粒子的大小、数量、撞击飞船时的

方向和飞行轨迹等。这些尘埃粒子主要来自彗星逃逸的物质和柯伊伯带天体相互碰撞产生的残片。

表 1 科学仪器的性能指标^[6]

Table 1 Scientific instruments' performance index^[6]

仪器名称	首席科学家	测量范围	视场(mrad)	角分辨率 (mrad/pixel)	分辨率	质量 /kg	功耗 /W
可见-红外 成像光谱 (RALPH)	S. A. Stern (西南研究院)	多光谱可见光相机 (RALPH/MVIC)	400~975 nm(全色) 4 个滤色器(蓝、红、甲 烷、近红外)	5.7°×任意(扫描) 5.7°×0.15°(盘面注 视)	0.02	瞬时视场:20 μrad/pixel	10.67 5.3
		红外光谱仪 (RALPH-LEISA)	1 250~2 500 nm	15.9×15.9	0.062	全光谱:R=300(~6.5 nm/ pixel) 2 100~2 250 nm;R=600 (~3.7 nm/pixel)	
远程勘测成像仪(LORRI)	A. Cheng(应用 物理实验室)	350~850 nm	5.08×5.08	0.004 96	100×100 m	8.59	5.1
紫外成像光谱仪(ALICE)	S. A. Stern (西南研究院)	52~180 nm	1.7×70(狭缝) 35× 35(掩星孔径)	1.7×5.2	0.183 nm	4.15	4.0
太阳风测量仪(SWAP):低能 离子仪	D. McComas (西南研究院)	30 eV~7.7 keV	270°×10°	N/A	1 eV(<2 keV)/9%(>2 keV)	2.94	2.25
无线电科学实验仪(REX)	L. Tyler (斯坦福大学)	4.1 cm	20	20	辐射探测模式:N/A 掩星模式:3×10 ⁻¹³ in Δf/f	0.1	2.1
能量粒子谱仪(PEPSSI)	R. McNutt(应 用物理实验室)	25~1 000 keV(质子) 60~1 000 keV(原子/ 离子) 25~500 keV(电子)	160°×12°	25×12°	0.25 keV	1.41	2.32
学生尘埃计数器(SDC)	M. Horanyi(科 罗拉多大学)	4×10 ⁻¹² ~4×10 ⁻⁹ g		N/A	约 2 倍质量	1.76	6.5

2 探测器方案与关键技术分析

2.1 探测器方案

“新视野号”发射时的质量为 453 kg。探测器外形像一把短锹,其中锹把是它的核电站,锹身是探测器本体,锹身上顶着的大锅则是它的天线(图 3)。探测器本体为三角形,长 2.1 m,最宽处约 2.7 m,高 0.7 m,大小相当于一架钢琴。

“新视野号”探测器的通信采用 X 频段,包括一副直径达 2.1 m 的高增益碟型天线、一副中增益碟型天线和两副低增益宽波束天线^[4]。“新视野号”的天线比大多数深空探测器要大得多,这是由于距离遥远,信号微弱,所以需要有一个很大的天线来接收和发送数据和信号。

“新视野号”有两种姿态控制模式,在科学探测阶段采用三轴稳定和自旋稳定模式;在巡航阶段的休眠期和轨道修正机动时采用自旋稳定,额定转速为 5 次/s。

“新视野号”的推进系统由 16 个单元肼推进器组成,其中 4 个推力为 4.4 N 的推进器主要用于修正飞行轨道,12 个推力为 0.8 N 的推进器主要用于使探测器自旋加速或减速。“新视野号”共携带 77 kg 推进剂,用于在航行过程中修正轨道或改变



图 3 “新视野号”外观艺术效果图(来源:NASA)
Fig. 3 The artist's picture of New Horizon space craft (source: NASA)

航向。在飞赴冥王星的过程中,它利用木星引力进行辅助加速;在抵达冥王星的时候,它采用飞越方式探测,因此在靠近冥王星时无需减速使之进入环绕轨道。这两个因素使得“新视野号”携带的燃料比较少。

本次“新视野号”将不会对冥王星进行长时间观

测,主要有两方面的原因:一是探测器的飞行速度必须非常快,才能确保在 9.5 年内到达距离地球 50 亿 km 的冥王星^[10]。如果“新视野号”要进入冥王星轨道,必须将速度降低 90%,这就需要多 1 000 倍的燃料消耗,而“新视野号”携带的燃料非常有限。二是“新视野号”一旦进入环绕冥王星的轨道,就无法将来脱离冥王星引力去探测其他的柯伊伯带天体。

2014 年 12 月 7 日,在行星际飞行了 48 亿 km 的“新视野号”被成功唤醒,此刻距离地球 46.6 亿 km、离抵达冥王星还有 2.6 亿 km。

2015 年 7 月 15 日,当“新视野号”距离冥王星约 100 万 km 时,探测器上的科学设备开始工作,对冥王星和卡戎进行全方位的探测并传回探测数据。以光速传输的探测数据传到地球需要 4 h 25 min。当距冥王星 16 万 km 时,探测器上的相机开始绘制第一批地图,并在随后的 3 个月里不断拍摄照片和测量光谱。如果那时冥王星的大气是冻结的,“新视野号”还能够观测到季节的变化。

“新视野号”与冥王星的最近距离将为 9 600 km;与卡戎的最近距离为 2.7 万 km,持续时间约为 0.5 h。届时,探测器将用可见光和近红外相机拍摄最高分辨率为 60 m、迄今为止最清晰的冥王星和卡戎照片。图像质量远远超过哈勃空间望远镜拍摄的冥王星。如果幸运的话,“新视野号”有望拍摄到冥王星上的云层或喷发的冰火山。虽然科学家推测冥王星表面可能存在这些现象,却从未被证实过。当近距离飞过冥王星时,“新视野号”采集的数据量异常庞大,根本来不及向地球回传。因此只能暂时存储这些数据,并在随后的 1 年多时间里陆续发送^[4,11]。

“新视野号”对冥王星和卡戎的飞越观测将持续 6 个多月,2015 年 7 月之后将逐渐远离。在飞离冥王星和卡戎时,“新视野号”还将调转镜头回望,利用低太阳照射角造成表面地形明暗的优势,证实冥王星和卡戎表面是否平坦,是否拥有类似彗星那样的“尾巴”,是否拥有环带,是否有未被发现的卫星。

在完成对冥王星及其卫星的飞越考察后,“新视野号”将在 2017—2020 年探测柯伊伯带的其他天体,其中至少 2 个直径为 40~90 km,这一阶段可能持续 5~10 年。如果一切顺利,“新视野号”的寿命将在 15 年以上。

2.2 长期休眠技术

由于冥王星远离太阳,飞往这些遥远天体的探

测器需要具备一些基本条件:1)寿命长;2)必须采用行星借力飞行;3)采用核能发电机。接下来,我们将给出“新视野号”实现这些关键技术的具体方案。

为实现长寿命,所有的探测器系统都有备用设备,以确保系统出现问题时及时启用备份系统;还有一个重要的手段,就是让探测器长期处于休眠状态,为了避免由于长期不工作所带来的仪器不正常工作,地面控制人员需要每隔一段时间唤醒科学仪器,以保证它们的长期使用。

自 2006 年 1 月 20 日发射升空后,除了用 4 个月探测木星及其卫星,“新视野号”上的绝大部分仪器处于休眠状态,以节约能源,延缓设备老化,特别是降低地面维护和运营人员的开支。不过地球上的控制人员仍密切关注新视野的运行情况,每隔几个月,探测器上的设备都会定期被唤醒以接受例行检查,进行轨道校正和仪器校准,以保障航线正确和设备正常。此外,“新视野号”还会每周发回一个信号,这个信号被称作“绿色信号灯”,目的是让控制人员知道它仍然活着。

2014 年 8 月,地面对“新视野号”进行了一次例行检查,上传指令要求它按计划于 12 月 7 日苏醒。12 月 7 日,地面收到了它从遥远的深空传来的回复,确认此指令已经得到执行。这次唤醒标志着“新视野号”此行的主要目的——探测冥王星及其卫星的任务正式开始了。从此,“新视野号”将一直保持“清醒”状态,直到 2015 年 7 月 14 日,它在这一天抵达距离冥王星的最近位置。

唤醒后的数周内,地面团队全面检查了探测器的工作性能,测试了在飞越冥王星时需要用到的各种程序,确保探测器各个科学设备系统正常工作。结果表明,“新视野号”现在很“健康”,正安静地在深空漫游。

2015 年 1 月 15 日,“新视野号”上的所有系统将被唤醒,开始对冥王星和卡戎进行探测。随着探测器的逐渐靠近,冥王星和卡戎将从望远镜观测中的小亮点,展现出越来越多的细节。届时,人类将首次获得它们的标准照。

2.3 木星借力技术

发射以后,“新视野号”直接进入了地球和太阳的逃逸轨道,在最后完成加速关闭引擎时相对于地球的速度是 16.26 km/s,相当于 58 536 万 km/h,接近第 3 宇宙速度,成为人类有史以来以最快发射速度离开地球的高速飞行器。

由于超高速飞行,“新视野号”在发射后 9 h 就飞过了月球。而“阿波罗”载人飞船飞往月球用了 3 天,“嫦娥 1 号”奔月飞行用了 13.5 天,“嫦娥 2 号”奔月用了 5 天。

13 个月后的 2007 年 2 月底,“新视野号”抵达了木星,离木星最近处约 227 万 km 的位置。“新视野号”飞抵木星的目的也是为了加速。目的是借助木星的巨大引力进一步提速到 7 万~7.5 万 km/h,加速飞向遥远的冥王星。

利用飞越木星的机会,“新视野号”对木星和它的 20 多个卫星进行了为期 4 个多月的考察^[12]。主要探测了木星的大气结构及风暴,以及木星及其卫星的环带结构,通过带电粒子流和极光遥感测量探测研究木星磁层。探测器还收集了木星主要卫星的大气层、物质组成、表面结构等信息。

2.4 太空核能技术

由于冥王星和柯伊伯带远离太阳,太阳辐射强度只是地球上的千分之一,太阳光要经过 4 个多小时长途跋涉才能来到冥王星。“新视野号”所需的电力无法通过太阳能电池发电提供。为此,“新视野号”探测器携带了一台放射性同位素温差发电机^[12]。核能发电机位于“新视野号”的尾部,内装 10.9 kg 二氧化钷,其中的钷-238 衰变时会释放出热量,通过温差发电提供稳定的电力。所有的探测设备都将依赖这台核能发电机供电,其产生的电力相当于一对 100 W 灯泡。

由于担心太空遭受核污染,科学家保证了“新视野号”的燃料箱非常坚固,核能发电机所用的燃料被封装在特制的球形防火陶瓷中,这种陶瓷有抗分解能力,不易与其他物质发生化学反应,而且外面的密封箱完全能经受住坠地撞击或空中爆炸的冲击,发生意外灾难的几率很小,即使发生意外,核燃料外泄的可能性微乎其微。

3 讨论与结论

深空探测的目标大多远离地球,开展深空探测一方面将牵引航天技术的提升,另一方面将扩大人类的认知边界^[13]。与商业航天和应用航天不同,深空探测的使命是认识宇宙和自然界,深空是一项科学探测活动,也是全人类的共同使命。因此,在深空探测的任务实施中,应想方设法吸引公众的关注,尽可能让普通人获得亲身参与感,以争取民众支持。在这一过程中,勇敢探索未知世界的科学精神被淘

物细无声地传递到每一个人身边,从而提升公众的科学素养。

随着深空探测技术的发展,若干年以后,中国势必也要发射穿越小行星带的深空探测器,并对这个木星及以远的太阳系天体进行探测。本次“新视野号”在太阳系远征中涉及的超长寿命航天器设计、行星借力飞行、超远距离测控通信和数据传输、太空核动力和能源供应等关键技术,将是中国航天努力学习及突破的重要领域。

柯伊伯带位于遥远的太阳系空间,寒冷而阴暗,探测难度很大。但是关于它们的研究对太阳系结构的了解和未来的深空探测却具有重要的意义。

首先,柯伊伯带是太阳系的新大陆,它和奥尔特云这两大区域至今还没有被航天器探测过,我们对海王星之外的太阳系空间仍知之甚少,对太阳系结构的认识仍然不够清晰。对于它的探测将进一步加深人们对于太阳系结构和全貌的认识。

其次,冥王星及其卫星作为行星胚胎,对研究行星的形成具有重要价值。由于远离太阳系的柯伊伯带天体稀疏,受到的撞击、太阳辐射等太空风化较弱,可以保存更为原始的状态。因此,对冥王星、冥卫一等柯伊伯带天体的探测,将对解答太阳系起源、行星起源等关键问题有重要意义。

最后,远征太阳系新大陆的深空探测将显著牵引航天技术实现新突破。“新视野号”奔赴柯伊伯带的旅途长达 9 年,为延长探测器的寿命和减少地面维护的费用,探测器有 2/3 的时间是在休眠中度过的;为实现早日抵达冥王星,“新视野号”先飞抵木星开展飞越探测,并借助木星引力进行加速;由于距离遥远,地面发出的指令要 4.5 h 之后才能被探测器接收到,数据传输链路和测控精度要求均大大提高;柯伊伯带寒冷而黑暗,太阳辐射强度仅为地球上的千分之一,冥王星表面温度低至零下 212~234 °C,因此必须研发高效核能系统以提供飞行动力和保温。

致谢

本文承蒙欧阳自远院士审阅并提出修改意见,作者深表感谢!

参 考 文 献

- [1] Jevvitt D. Discovery of the candidate Kuiper Belt object 1992 QB1[J]. Nature, 1993, 362(6422): 730-732.

- [2] Terrile R J, Stern S A. Spacecraft missions to the Pluto and charon system, in Pluto and charon [M] // Tucson : University of Arizona Press, 1997 :103.
- [3] Stern A, Spencer J. New Horizons: the first reconnaissance mission to bodies in the Kuiper Belt[J]. Earth, Moon, and Planets, 2003,92(1-4):477-482.
- [4] Kusnierkiewicz D Y, Hersmana C B, Guo Y, et al. A description of the Pluto-bound New Horizons spacecraft[J]. Acta Astronautica, 2005,57(2):135-144.
- [5] Russell C. Reconnaissance of the Pluto—Charon system and the Kuiper Belt[J]. Issues, 2008,1:4.
- [6] Weaver H A, Gibson W C, Tapley M B, et al. Overview of the New Horizons science payload [J]. Space Science Reviews, 2008,140(1-4):75-91.
- [7] Gomes R. Kuiper Belt dynamics[M]//Scholarpedia, 2012, 7(1):11034.
- [8] Marcos C, Marcos R. Extreme trans-Neptunian objects and the kozai mechanism: signaling the presence of trans-Plutonian planets? [J]. arXiv preprint arXiv: 1406.0715, 2014.
- [9] de la Fuente Marcos C, de la Fuente Marcos R, Aarseth S J. Flipping minor bodies: what comet 96P/Machholz 1 can tell us about the orbital evolution of extreme trans-Neptunian objects and the production of near—Earth objects on retrograde orbits [J]. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2015,446(2):1867-1873.
- [10] Guo Y, Farquhar R W. New Horizons Pluto-Kuiper Belt mission: design and simulation of the Pluto-Charon encounter [J]. Acta Astronautica, 2005,56(3):421-429.
- [11] DeBoy C C, Haskins C, Duven D, et al. The New Horizons mission to Pluto: advances in telecommunications system design[J]. Acta Astronautica, 2005,57(2-8):540-553.
- [12] Kusnierkiewicz D Y, Fountain G, Guo Y, et al. The New Horizons mission to the Pluto system and the Kuiper Belt[C] //Aerospace Conference, 2008 IEEE. [S.l.]: IEEE, 2008: 1-10.
- [13] 郑永春, 欧阳自远. 太阳系探测的发展趋势与科学问题分析 [J]. 深空探测学报, 2014,1(2):83-92. [Zheng Y C, Ouyang Z Y. Development trend analysis of solar system exploration and the scientific vision for future missions [J]. Journal of Deep Space Exploration, 2014,1(2):83-92.]

作者简介:

郑永春(1977—),男,博士,副研究员。首届香江学者,中国科学院青年创新促进会首批入选者,国家天文台青年创新促进会负责人。研究方向:月球与行星科学、行星地质与遥感。通信地址:北京朝阳区大屯路甲 20 号中国科学院国家天文台月球与深空探测重点实验室(100012)

电话:010-64880680

E-mail:zyc@nao.cas.cn

Review for New Horizon Mission to the Pluto and Kuiper Belt

ZHENG Yongchun^{1,2}, HU Guoping²

(1. Key Laboratory of Lunar and Deep Space Exploration, National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100012, China; 2. Laboratory of Lunar and Planetary Science, Partner Laboratory of Key Laboratory of Lunar and Deep Space Exploration of Chinese Academy of Sciences, Macau University of Science and Technology, Macau)

Abstract: After nine years interplanetary flight, the fastest spacecraft and the first Pluto probe in the world, New Horizon spacecraft, arrived nearby to the Pluto on Jan. 15, 2015. Its distance to the Earth is about 4.7 billion kilometers. New Horizon will probe the Pluto and its satellites, and the other objects in the Kuiper belt. The Kuiper belt is firstly discovered in 1992. It is a new world in the solar system. Since the discovery of numerous Kuiper objects, the Pluto has been downgraded to a dwarf planet in 2006. However, it has become the shepherd object of thousands of frozen celestial bodies in the Kuiper belt. This paper reviewed the science goals and payloads aboard the spacecraft. We summarized the overall design of the New Horizon mission. The key technologies include long-term non-activation and steep, acceleration by the gravity of the Jupiter, the application of space nuclear energy. Since the cold and dark environments, the celestial bodies in the Kuiper belt remain its original state since the solar system was formed. The exploration of the Pluto system and the Kuiper belts will help to reveal the key stage of the formation of planets. It is possible for the New Horizon mission to discover the new planets in the solar system. Its achievements will improve our knowledge of whole image of the solar system.

Key words: New Horizon; science goals; instruments; Pluto; Kuiper belts

[责任编辑:高莎]