

# 首次成功飞掠冥王星的“新视野”

庞之浩

(北京空间科技信息研究所 100086)

经过约 9.5 年、48 亿千米的长途跋涉，美国研制的世界第一个冥王星探测器“新视野”（New Horizons），于北京时间 2015 年 7 月 14 日 19:49，从距太阳系边缘的冥王星最近处 1.25 万千米掠过，并拍摄了这块太阳系最后一块未开垦的处女地的最清晰照片（本文所涉及图片，均参见本期封二），打开了人类的新视野。

“新视野”的这一瞥，不仅让人类终于看全了太阳系原“九大行星”，更代表人类终于完成了对太阳系观测“第一阶段”的任务。探测完冥王星及其卫星后，“新视野”又飞向太阳系边缘神秘的柯伊伯带，因为那里可能有大量的冰冻岩石小天体，深藏着太阳系形成的秘密。

### 1. 冥王星简介

自从 1930 年冥王星被发现以来，它一直位居太阳系九大行星末席。随着技术的进步，天文学家能观测到距离地球更远的天体，同时也能更加精确地测量太阳系天体的大小，所以科学家在 2006 年 8 月对行星进行了重新定义。2006 年 8 月 24 日，第 26 届国际天文学联合会代表大会通过了有关行星定义的新决议，把太阳系的天体定义为三类，即“行星”、“矮行星”和“太阳系小天体”。

新定义的“行星”是指围绕太阳运转、自身引力足以克服其刚体力而使天体呈圆球状、并且能够清除其轨道附近其他物体的天体，即在其运动轨道上没有其他星球存在。按照这一新的定义，太阳系行星只包括水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星和海王星。

“矮行星”是指同样具有足够质量、呈圆球形，但不能清除其轨道附近其他物体的天体。以冥王星为代表的天体，与行星同样具有足够质量、呈圆球形，但因为不能清除其轨道附近的其他物体，其椭圆形的

轨道同海王星轨道重叠，所以 2006 年 8 月冥王星从“行星”家族降级到“矮行星”家族。

冥王星比月球还小，直径约为 2370 千米（月球直径约为 3470 千米）。其公转周期为 248 年，所以自冥王星的发现至今，人类还没看它绕太阳运行一圈，仅仅是 1/3 圈，对它的认知远远不够。冥王星可能是柯伊伯带中体积最大的天体，目前已知它拥有 5 颗天然卫星。

由于冥王星似乎打破了所有规则，是一个太空异类，因此它让人着迷。冥王星距离太阳太远，无法归入太阳系内层的类地行星（包括水星、金星、地球和火星等岩石行星）；与位于太阳系外层的类木行星（包括木星、土星、天王星和海王星等气体巨星）相比，冥王星又实在太小了。实际上，冥王星同太阳系外层柯伊伯带的彗星有更多相同之处，因为它们都很小，并位于海王星之外，主要由冰与岩石构成。

冥王星还有多种特点，例如：轨道异常，太阳系中的大行星轨道都接近于圆形，而曾经是行星的冥王星的轨道却是极为扁长的椭圆形，远日点竟达 74 亿千米，是离太阳最远的行星，近日点仅为 45 亿千米，在海王星公转轨道之内，且其轨道面与黄道面有 17° 的倾角，而不像其他大行星的轨道基本处于黄道面内，使其看起来和其他围绕太阳旋转的大行星极为不同；自转异常，在太阳系中，除水星、金星受太阳引力作用自转缓慢外，其余大行星的自转周期均为 9 ~ 25 小时之内，而远离太阳的冥王星自转周期却达 6.4 天，这与行星序列的物理性质规律相悖；卫星异常，其最大的卫星——“卡戎”（Charon，又叫冥卫一）的自转周期与冥王星的自转周期相等，且其直径超过冥王星的一半，在太阳系行星周围已发现的 160 多颗天然卫星中，这是唯一的同步卫星。“卡戎”并非真正围绕冥王星运转，冥王星和“卡戎”都围绕它们的公共

质心运转。

目前，冥王星有许多未解之谜。例如，这颗处于太阳系边缘地带的矮行星上面到底有什么呢？其冰封表面下有海洋吗？冥王星与卡戎是双子星吗？冥王星表面奇特的天气是如何形成的？这颗“第三类行星”与彗星有什么联系？“流逸”现象（由于温度不同而引起气体流动、平衡时产生压力梯度的现象）真的存在于冥王星表面吗？

## 2. 探测的意义

美国“新视野”探测器此行的主要任务有两个：一是探测位于太阳系边缘的冥王星及其卫星；二是探测位于柯伊伯带的小天体群。

美国探测冥王星的主要目的：因为太远，人类从来没探测过冥王星，即使美国“旅行者”（Voyager）系列探测器也只是飞掠过天王星、海王星，所以美国要在世界上率先探测它，以满足人类的好奇心，并保持在空间探测领域的绝对领先地位。

更重要的是，作为太阳系外层轨道的天体，冥王星就像一个时空胶囊，保存了10亿多年前的早期太阳系的冰冻遗迹。比如，太阳系在45亿年前形成初期的早期物质，探测它有助于了解太阳系的起源；从广义上说，冥王星和其卫星其实都是柯伊伯带的天体，只不过冥王星反光率极高，才使当初的发现者轻易地找到了它。柯伊伯带内有太多的问题需要调查，不探测它很难说了解了太阳系。对太阳系不同行星之间的比较研究有助于人类理解地球是如何运转的。

目前，人类对柯伊伯带没有多少了解，但这个地带可能掌握着确保地球安全的钥匙。有时，某种力量会让这个地带的天体离开其轨道，朝太阳系内层滚落。如果它们中的一个撞向地球，会引发人类历史上空前的灾难。有一种理论认为，6500万年前，一颗直径近10千米大的柯伊伯带天体撞向了如今墨西哥所在地，从而导致恐龙灭绝。

因此，“新视野”探测的信息至关重要：它能让人类更好地理解太阳系的起源和柯伊伯带天体的性质，并对将来可能撞击地球的彗星获得新发现。科学家表示，通过“新视野”获得的大量新信息，不是要修改教科书，而是要完全从头开始编写一本全新的教

科书。

## 3. “新视野”概貌

美国“新视野”探测器在探测冥王星和其最大的卫星卡戎时有七大使命：一是测量冥王星和卡戎表面成分；二是测量冥王星和卡戎地质概貌和结构；三是测量冥王星大气的成分和逃逸率；四是测量卡戎周围是否围绕大气层；五是测量冥王星和卡戎的表面温度；六是对冥王星及卡戎的某些特定区域进行高分辨率成像（分辨率优于100米）；七是寻找冥王星周围是否还有其他卫星。

外表倾斜的“新视野”探测器发射时的质量为453千克。这个看上去像一把短锹和铁锅组合的“家伙”携带了质量30千克的科学仪器和77千克的推进剂，后者用于在航行过程中修正轨道或是改变航向。由于可利用木星引力进行借力加速，并且在冥王星附近无需减速，所以“新视野”没有携带过多的燃料。

“新视野”高0.7米，长2.1米，最宽处约2.7米。其推进系统包括16个单元肼推力器，即4个4.4牛的推力器（用于轨道修正），12个0.8牛的推力器（用于对探测器的自旋进行加速或减速）。其通信系统采用X频段，包括1副直径2.1米的高增益碟型天线、1副中增益碟型天线和2副宽波束低增益天线，一般主要采用X频段高增益天线与地面通信。其电源系统采用放射性同位素热电发电机（RTG），这是由于冥王星距离太阳太远，照在它上面的阳光亮度只有照在地球上面的阳光亮度的1/1000，因此“新视野”所需的电力无法由太阳能电池提供；它依靠所携带的放射性同位素热电发电机提供电力，该发电机是利用内装的10.9千克钷-238衰变释放热量时形成的温差来发电的（此前，放射性同位素热电发电机曾在25次太空探测中使用），任务初期功率为240瓦，2015年功率降为200瓦。

“新视野”采用自旋稳定（巡航阶段）和三轴稳定（探测阶段）2种姿态控制模式。自旋稳定方式是通过航天器本体围绕1个轴转动来保持稳定，很像小孩玩的陀螺。它的原理是利用卫星绕自旋轴旋转所获得的陀螺定轴性，使卫星的自旋轴方向在惯性空间定向。这种控制方式比较简单，但姿态控制精度低一些。

三轴稳定方式是对航天器相互垂直的三个轴都进行控制，不允许任何一个轴产生超出规定值的转动和摆动。这种控制方式比较复杂，但姿态控制精度高。“新视野”自旋稳定的额定自旋速率为5转/秒。

#### 4. 携带的仪器

“新视野”携带了7台科学探测仪器：用于拍摄可见光、红外线和紫外线照片；研究冥王星大气及地表物质的成分和温度等。

1) 可见光-红外成像光谱仪(Ralph)。它是“新视野”的核心载荷，可在比地球上日光弱1000倍的光亮级别上获得数据，运行时耗电量不足7瓦，主要用于拍摄冥王星及卡戎的地表情况，提供高清晰的彩色图片，从而分析研究冥王星和卡戎地表的物理现象及组成成分，制成地表地图。

该仪器由多光谱可见光相机(MVIC)和线性标准成像光谱阵列(LEISA)组成。前者工作在可见光范围内，并拥有4个不同的滤光镜以拍摄彩色地图，其中1个用来测量分布于表面的甲烷霜，其他的分别覆盖蓝、红和近红外等光谱区域。此外，还有2个全色滤光器，当测量发微光的遥远物体时，可让所有可见光通过，从而最大限度地增加仪器的敏感性。从滤光器穿过的光线均被聚焦到一个电耦合器件上。通过该相机可产生彩色地图。后者工作在红外波段，它利用热辐射在红外光谱范围内工作，可像棱镜一样使不同波长的光按不同比率弯曲，这样就可以分别对每种光进行分析。根据量子物理，不同分子辐射和吸收不同波长的光，因此，通过对光的成分进行分析，就可以鉴别不同的分子。它用于描绘冥王星表面甲烷霜、氮、一氧化碳、水及卡戎表面水冰的分布情况。

2) 远程勘测成像仪(LORRI)。它是探测器上分辨率最高的成像仪器，由一台20.8厘米光学望远镜和CCD组成，能产生高空间分辨率图像。它能从观察特定的星体得出探测器在某一点精细准确的位置及相位。当探测器到达距冥王星最近点时，该仪器用于拍摄冥王星和其最大卫星卡戎表面某些100米×100米特定地区的最高分辨率图片。

3) 冥王星周围太阳风分析仪(SWAP)。它用于探测冥王星附近的太阳风带电粒子，以确定冥王星是

否具有磁场和它的大气逃逸率。

4) 紫外成像光谱仪(Alice)。它不仅能像光谱仪那样把不同波长的光分离，还可以拍摄到在不同波长的光照射下的目标照片，用于测量由冥王星及卡戎辐射或反射出来的紫外线，得出冥王星及卡戎大气、地表的组成、分布、温度的装置。该仪器有两种工作模式，一是气体辉光探测模式，它是在探测器接近及离开冥王星时使用，直接量度由冥王星及卡戎的大气辐射或反射出来的紫外线。二是掩星探测模式，它是在探测器飞过冥王星之后，进入冥王星阴影区时使用，利用探测透过冥王星大气的太阳光，获得大气的成分、温度及浓度的分布。

5) 冥王星高能粒子光谱仪(PEPSSI)。它用于探测从冥王星大气中逃离出的中性原子。这些原子逃逸后就与太阳风作用变为带电粒子。

6) 无线电科学设备(REX)。它用于让美国航空航天局时刻与探测器保持联系，并探测冥王星大气的温度和密度。当探测器飞临冥王星时，其上面直径2.1米的高增益天线指向地球，与美国深空网进行通信。当探测器飞到冥王星背面，冥王星大气会使无线电波产生弯曲，弯曲程度依气体分子的平均重量和大气温度而定，此时，该仪器将记录到的无线电波数据发送回地球进行分析。科学家可通过比较前后同一个信号的差别，就能了解当中因为太阳风、辐射源、磁场及重力波对信号所产生的影响，获得有关数据。该仪器还可测量冥王星本身微弱的电磁辐射，当探测器飞过冥王星后，它可以准确提供冥王星背向太阳一面的温度资料。

7) 学生尘埃计数器(SDC)。它是在科学家指导下由美国科罗拉多大学的学生研制的，在探测器的整个旅程中监测星际尘埃对“新视野”的影响，以及由彗星脱落物和柯伊伯带天体相互碰撞产生的尘埃粒子大小，其中包括从未取样的星际空间，沿途统计宇宙尘埃的数量并测量它们的大小。这是在此类行星探测计划中首次加入完全由大学生设计和实施的实验项目。

#### 5. 飞行的过程

“新视野”是于2006年1月19日由宇宙神-5

(Atlas 5) 火箭发射升空的。它以 16.26 千米/秒的速度飞行，是有史以来发射的飞行速度最高的飞行器。它在发射后只用 9 小时就飞至月球，只用 13 个月就飞至木星。然后，它借助木星的巨大引力进一步提速，以 21 千米/秒的速度在离木星非常近的地方掠过木星，然后直飞冥王星。

飞掠木星后，“新视野”上的绝大部分仪器处于休眠状态，以便节约电力，延缓设备老化并降低运营开支。2014 年 12 月 7 日，美国“新视野”从休眠中被唤醒，准备执行探测冥王星的任务。从 2015 年 1 月 15 日起，“新视野”开始探测冥王星及其卫星，主要分为三个阶段：

第一阶段为接近阶段。从 2015 年 1 月 15 日起到 3 月底，“新视野”的重点是导航和测试设备。

第二阶段为科研阶段。从 4 月起至 6 月中旬，“新视野”开始全面探测冥王星，其上的成像仪获得了分辨率达 1 千米的冥王星表面图像。此前获得的冥王星图像的最高分辨率为 500 千米左右，它由“哈勃”空间望远镜拍摄。

第三阶段为飞掠阶段。从 6 月下旬起至 7 月中旬，准备并进入最后的冲刺。

7 月 1 日，“新视野”进行了最后一次目标定位，微调了飞往冥王星路线，以探测冥王星表面冰冻甲烷。在此后靠近冥王星的过程中，探测器上的远程勘测成像仪每天都会发回图像数据，光谱仪分析了冥王星表面成分。

7 月 13 日，“新视野”传回在冥王星较近距离拍摄的图像和其他数据，以防在 7 月 14 日飞掠时探测器因空间碎片等影响发生故障或坠毁。

北京时间 7 月 14 日 19:49，“新视野”以 14 千米/秒的速度到达此行最接近冥王星的位置，距离为 1.25 万千米；15 分钟后靠近冥王星最大的卫星卡戎，最近距离为 27358 千米。为了集中精力搜集冥王星和冥卫一的数据，专注于探测任务，在近距离掠过冥王星期间，“新视野”探测器关闭了与地球的通信达 22 小时，保持无线电沉默，不向地球传回数据，以集中力量获取探测数据。

飞掠冥王星后，“新视野”把前后几天获得的冥

王星和卡戎的照片和科学数据陆续传回地球，这一过程将会长达 16 个月，这是因为“新视野”的数据传输速率只有 1.68 千比特/秒，但很稳定。

## 6. 初步的成果

虽然“新视野”目前只传回了少量图片和数据，但已获得了惊人的发现。例如，7 月 8 日，美国收到“新视野”传回的冥王星照片显示，这颗褐色星球上有一个巨大的“心”形亮区，赤道附近有一条巨大“鲸”形阴影暗区。其上如此多的亮区和暗区表明，这个天体内部可能曾有、甚至仍有活动。在赤道的另一侧，有四个更为神秘的“异形”黑点。这些都令天文学家们激动不已，又迷惑不解。

冥王星位于经常有彗星残骸来袭的柯伊伯带，故科学家此前预期表面应会布满陨石坑，但在最新获得的照片中找不到明显深坑，这表明它的丰富地貌并非来自陨石撞击，而是地热等其他原因造成的。在冥王星表面有许多由凝固的氮、甲烷和一氧化碳组成的奇异冰，而卡戎被水冰和氮化合物覆盖。

7 月 13 日，“新视野”拍摄到卡戎北极的暗区下方有一条峡谷，从左至右长达 1000 千米。从卡戎上方边缘可看到深达 7~9 千米的一道峡谷。这些特征表明它的外壳可能在内部活动的作用下变得相当松散。卡戎北极地区的深色地带边缘呈扩散状，这意味着其表面上可能有一层较薄的沉积物。同时，科学家还发现了卡戎上另一道深度为 4.8 千米的峡谷，这说明卡戎的地质活动是非常活跃的。

在冥王星赤道附近，“新视野”发现了一处高达 3500 米的年轻而冰冷的山脉。这座山脉面积大约占冥王星表面积的 1%。令科学家惊喜的是，相对于太阳系 45.6 亿的年龄，这座冰山山脉形成的时间非常短，不超过 1 亿年，所以很年轻。这意味着此处可能至今仍然存在着地质活动。

“新视野”发现，冥王星的北极存在极冠，主要成分是氮冰和甲烷冰。“新视野”首次清楚地将这一结构与其他区域区分开来并确认其极冠冰盖的确存在。

7 月 17 日，美国航空航天局公布了一张卡戎的新照。其特写区域长度约为 390 千米。最奇妙的是这座

高山位于盆地中，这是一个令地质学家都感到震惊和困惑的特征。当日，美国航空航天局还公布了“新视野”发回的冥王星近照，包括其上奇特冰封的平原视图，它是一个由苏联研制的世界第一颗人造地球卫星命名的地区，显示出一个分化为多边形的平原。这些每个约 20 ~ 30 千米宽的地域拥有充满黑色物质，甚至小土堆似的槽形地表。

另外，通过“新视野”证实，有氮气从冥王星大气层逃逸，且逃逸的速度超过预计；冥王星比先前所知的直径大 80 千米。

7 月 18 日，美国航空航天局公布了“新视野”近距离飞掠期间获取的首批大气数据。数据显示，冥王星富含氮的大气层一直延伸到表面 1600 千米的高度。这是首次在 270 千米以上的高度观测到冥王星的大气。从大气逃逸的氮在冥王星身后形成了数十千米长的等离子体拖尾。

## 7. 后续的任务

当飞离冥王星和卡戎后，“新视野”又调转镜头回视冥王星和卡戎最为阴暗的部分，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拖尾，是否拥有环带，是否有未被发现的卫星。这是观察冥王星大气中的雾及辨认冥王星和卡戎表面是否平坦的最好方法。

“新视野”借助卡戎反射过来的光线继续对冥王星阴面的地表情况进行探测。此外，从地球向冥王星发射了无线电波，那些穿过冥王星大气层的无线电波

被探测器上的高增益天线接收后，探测器上的仪器会根据无线电波的折射情况推算出冥王星大气层的温度和密度。

“新视野”是采用飞掠的方式探测冥王星，而不进入冥王星轨道进行长时间观测。其原因有两个。一是“新视野”飞行速度非常快，以用 9.5 年飞掠冥王星，但如要进入冥王星轨道，就必须将速度降低 90%，这就要求多携带 1000 倍的燃料，那会使“新视野”的成本大大超出预算。二是如果进入冥王星轨道，“新视野”将无法继续前行，探测柯伊伯带。

在完成对冥王星的考察工作之后，“新视野”将在 2017 ~ 2020 年进入柯伊伯带，在 2019 年 1 月飞掠探测至少 2 个直径为 40 ~ 90 千米的柯伊伯带天体，这些天体在太阳系形成 45 亿年以来可能从未被打扰过，因此可以为提供一个能回到从前、回到所有行星刚刚诞生时的窗口。这一阶段可能会持续 5 ~ 10 年。柯伊伯带是一个位于海王星轨道外侧，散布大量冰冻小天体的稀疏环形区域。到那之后，“新视野”上的计算机将会被重置，上传由“一个地球新视野信件”项目 (One Earth: New Horizons Message) 收集的有关地球的各种信息，即由全世界各地的人们提交的各种照片、声音、文字甚至是计算机程序，“新视野”将带着这些来自地球上人们的各种信息一直飞向遥远的恒星际空间。

“新视野”在世界上首次成功飞掠、探测冥王星及其卫星，这标志着人类初步完成太阳系探测，攀登上了太阳系天体探索的珠峰。

## 科苑快讯

### 廉价安全的铝离子电池

电池技术出现突破性进展，更廉价安全的铝离子电池将取代锂离子电池。斯坦福大学、台湾新竹绿色能源与环境研究实验室的林梦昌 (Meng-Chang Lin 音译) 和同仁利用铝金属阳极、3D 石墨泡沫阴极和不易燃离子液态电解液。该电池利用电化学沉积和铝在阳极的溶解，以及石墨中氯铝酸盐阴离子的嵌入和脱嵌，以 70mAh/g 的比容量和 98% 的库仑效率提供约 2V 电压。

该电池不仅充电迅速，在 1 分钟左右可达到 3000W/Kg 的功率密度；而且还能弯曲，存储的能量



测试中的铝离子电池样品

密度约为 40Wh/Kg，足以媲美铅酸电池。即使反复充电 7500 次，性能仍不下降。研究组在使用过程中钻孔，电池并无任何险情，显示出很强的安全性。

(高凌云编译自 2015 年 6 月 2 日《欧洲核子中心快报》)