

路过太阳系的古老冰体

起底星际来客神秘身世

文 冯俊源

它没有划亮夜空，却成为天文学家密切追踪的目标。来自太阳系外的星际天体3I/ATLAS，虽然只是一块匆匆路过的冰体，却携带着数十亿年前的化学密码。科学家正透过它发出的微弱光线，追寻太阳系之外更古老的宇宙故事。

当我们在狮城的夜色中抬头，最先看见的常是月亮和几颗亮星，还有被灯光映亮的云朵。真正暗淡的天体，多半藏在肉眼之外。3I/ATLAS便属于这一类。它没有给城市夜空添上一道醒目的光，却让多台望远镜赶在它远去前，细读一束来自太阳系外的微光。

3I/ATLAS是第三个已知来自太阳系外、穿越太阳系附近的星际天体。可以把它想成一小块漂流很久的旧冰，路过太阳附近时，短暂露出身上的纹理。近期，韦布空间望远镜（James Webb Space Telescope）的观测又为它添了几条化学线索：甲烷、二氧化碳和氘，都在帮助天文学家追问它的源头。

对地球无威胁

太阳系里许多彗星像候鸟，因太阳引力作用，沿着长长的椭圆形轨道绕太阳运行，例如著名的哈雷彗星，大约每隔76年环绕太阳一周。3I/ATLAS的路线更像过境旅人，从远处进入太阳附近，又朝外离开。天文学家称这种路线为双曲线轨道（hyperbolic trajectory）。

美国国家航空航天局（NASA）资料显示，ATLAS巡天望远镜在智利里奥乌尔塔多（Rio Hurtado）于2025年7月1日向小行星中心报告3I/ATLAS；研究人员随后从档案影像中追溯到2025年6月14日的预发现观测。它对地球没有威胁。最接近地球时约为1.8天文单位（1天文单位约1.5亿公里），最接近太阳时约为1.36天文单位。

发现只是第一步。对这种匆匆经过的天体，越早认出身份，越能安排不同望远镜接力观察。NASA资料

太阳系里许多彗星如同候鸟，因太阳引力作用，沿椭圆形轨道绕太阳运行。（iStock图片）

还提到，多项太空任务参与3I/ATLAS的观测；截至2025年8月20日的估算显示，它的直径上限约5.6公里，也可能小到几百米。数字范围看似很宽，原因在于远处小天体又暗又小，亮度会受大小、表面反光和尘埃活动共同影响。

朦胧彗发藏重要线索

彗星靠近太阳时，其冰和尘埃会被加热，冒出一层朦胧的彗发（coma）。对科学家来说，彗发像一口从冰里呼出的气，里面藏着线索。

彗星可以想象成一只旧冷冻盒，里面冻着水，也冻着不同气体。NASA在2026年6月发布的韦布观测说明中提到，韦布的中红外仪器（Mid Infrared Instrument）在2025年12月两次观测3I/ATLAS，并首次在这个星际访客上直接探测到甲烷气体。资料也显示，3I/ATLAS富含二氧化碳，甲烷相对水的含量偏高。

水、甲烷和二氧化碳在太阳照射下醒来的节奏不同。谁先挥发，谁留下得久，都会改变彗发的样子。比例和释放方式因此成为线索，帮助科学家推想这块冰曾在怎样的寒冷环境中形成。

对彗星而言，水是重要参照；甲烷和二氧化碳的多少，则提示更易挥发的材料在旅途中的保存情况。若这些材料保存得多，往往意味着它曾长时间待在很冷的位置。

科学家无法靠近3I/ATLAS取样，只能采集彗星反射的光。光谱可理解为光里的条形码。不同分子会吸收或发出特定波长的光，留下各自的独特标记；望远镜读到这些标记，就能推断远处天体含有哪些物质。

同位素信息如同地方口音

韦布能在红外波段分析微弱信号。NASA资料显示，韦布

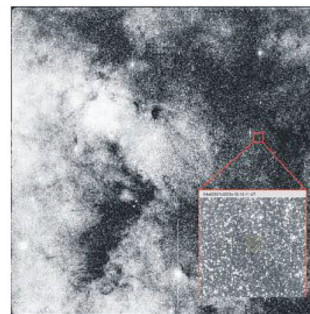
的近红外光谱仪（Near Infrared Spectrograph）观测到3I/ATLAS远离太阳后的彗发，并测量其中的化学成分，以及碳、氘等同位素（isotope）信息。同位素可以理解为同一种元素的不同重量版本。它们的比例，有时像一个地方留给人的口音。

红外观测适合寻找分子的细微信号，因为许多分子会在这些波段留下清楚痕迹。若一位远客来到新加坡，我们或许从行李、饮食和说话方式猜出他的来处。彗星没有护照，却有轨道、冰的配方和光里的条形码。这些线索合在一起，让3I/ATLAS的身世清晰许多。

氘（deuterium）可称为“重一点的氢”。水分子若含有较多氘，往往说明这份水经历过特殊的低温化学过程。

NASA的韦布观测文章概述，3I/ATLAS水中的氘含量异常高，约为太阳系彗星的30倍。Nature相关论文摘要给出的氘氢比为0.98加減0.06%，远高于已知彗星。研究也指出，它的碳同位素比例不同于太阳系常见值。研究人员据此推测，3I/ATLAS可能形成于很冷、金属含量较低且更古老的环境。

一个路过太阳的冰块，竟把我们带到如此遥远的时间。下次狮城夜色被灯光照亮时，那些看不见的微光，也许正由望远镜替我们收藏。



2025年7月1日，位于智利的ATLAS巡天望远镜在繁星中发现3I/ATLAS。（NASA网站）