

探秘时空深坑：黑洞并不只是“吞噬者”

□ 陈思进

在浩瀚无垠的宇宙中，黑洞宛如神秘的“终极怪兽”，长久以来吸引着科学家们的目光。从科幻作品中的想象到科学前沿的深入研究，黑洞的诸多奥秘正逐渐被揭开。

近日，美国NASA的詹姆斯·韦布太空望远镜(JWST)捕捉到宇宙早期超大质量黑洞“种子”，这一突破为黑洞研究带来新契机。

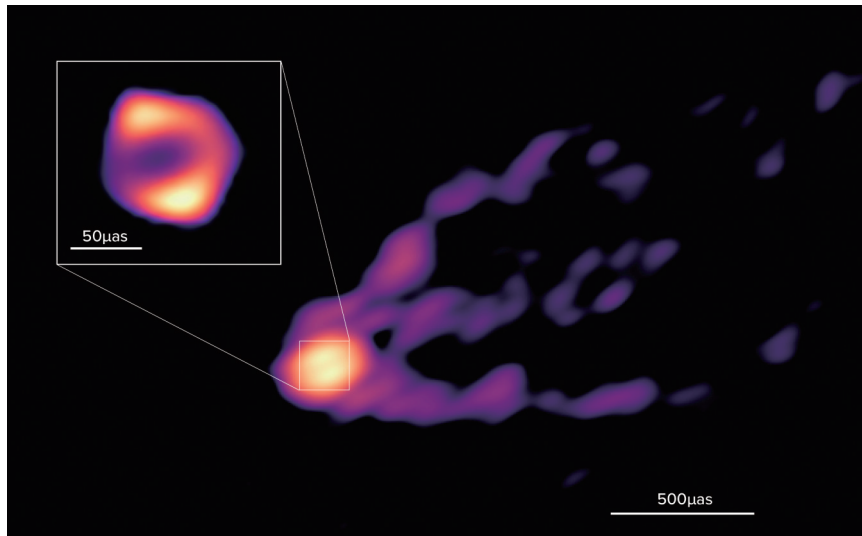
黑洞真容：时空中的“深坑”

美国耶鲁大学天体物理学家普里亚姆·瓦达·纳塔拉扬揭示了黑洞的神秘本质——源于其超高密度与极强引力，在时空中“凿出深坑”，连光也无法逃逸。简单来说，它是宇宙中最致密的天体之一。通常情况下，黑洞由大质量恒星耗尽燃料后核心坍缩形成。当恒星走到生命尽头，核心燃料燃烧殆尽，无法再产生足够的能量来抵抗引力，核心就会急剧坍缩，最终化作密度无限、体积极小的存在。

黑洞强大的引力场会扭曲时空，甚至影响光线的路径，形成著名的“引力透镜”效应。这一效应就像一个天然的“宇宙放大镜”，为天文学家提供了独特的研究工具。通过观测光线经过黑洞附近时的弯曲情况，天文学家可以推断黑洞的质量、位置等信息，进而深入了解宇宙的结构和演化。

误解澄清：并非“宇宙吸尘器”

在公众的认知中，黑洞常常被误解为无差别吞噬一切的“吸尘器”，仿佛它会主动“追杀”星球或恒星。然而，美国加州大学戴维斯分校天文学教授劳埃德·诺克斯为我们澄清了这一误区。黑洞的引力范围是有限的，就像地球有引力范围，只有在这



图为M87黑洞阴影、吸积流和喷流一起成像的全景图(中国科学院上海天文台供图)。

新华社发

个范围内的物体才会受到地球引力的显著影响一样，黑洞也是如此。

远离黑洞引力场的天体可以稳定运行，例如地球绕太阳公转，不受其他遥远黑洞的影响。甚至在一些双星系统中，恒星能够在黑洞附近和谐共存。这驳斥了科幻作品中夸张的吞噬想象，黑洞并非如想象中那般可怕和贪婪。

起源之谜：超大质量黑洞的“快速通道”

传统观点认为，黑洞源于大质量恒星死亡后的超新星爆炸，核心坍缩成“恒星级黑洞”，其质量通常在太阳的数倍至几十倍。然而，近年来的观测却揭示了一个令人惊讶的现象：宇宙中遍布质量达太阳数百万至数十亿倍的超大质量黑洞，它们几

乎驻守在所有星系的中心。这些超大质量黑洞的形成速度与体量远远超出了“恒星演化模型”所能解释的范围。

为了解决这一难题，纳塔拉扬提出的新理论认为，这些超大质量黑洞可能源于宇宙大爆炸后不久的巨大气体云直接塌缩。JWST在宇宙早期捕捉到的异常庞大黑洞，为这一“快速通道”模型提供了实证。这一理论的提出，正在重塑我们对宇宙早期演化、星系形成机制的理解。黑洞的形成可能并非只有恒星演化这一条途径，宇宙早期可能存在着更为复杂和多样的黑洞形成机制。

宇宙角色：星系演化的“调控器”

黑洞不仅仅具有震撼的物理特性，

它在星系演化中还扮演着至关重要的角色。证据显示，黑洞并非星系的“死终点”，而是星系结构的“调控器”。它通过影响气体分布、调节恒星形成率，塑造着星系的生命历程。

黑洞主要吸纳附近的气体与尘埃，形成高速旋转的吸积盘。在这个过程中，物质会释放出巨大的能量，以X射线、伽马射线等形式辐射出来，使黑洞“可见”。这一吸积过程还为活跃星系核(如类星体)提供能量，展现出黑洞在宇宙能量循环中的独特角色。JWST观测到的古老黑洞，近乎与宇宙同龄，它们就像宇宙的“活化石”，为我们理解宇宙宏观结构提供了全新的视角。

此外，黑洞合并产生的引力波，为探测宇宙深部结构提供了全新的手段。引力波就像是宇宙中的“涟漪”，它携带着关于黑洞和宇宙的重要信息。通过对引力波的探测和分析，科学家可以深入了解时空的本质，进一步揭示宇宙的奥秘。

黑洞研究尚处于起步阶段，纳塔拉扬称其为“时空之洞”，

我们尚不清楚其“另一端”通向何方。一些理论推测黑洞可能连通平行宇宙或白洞，另有观点认为黑洞内部可能隐藏着奇点，蕴含着宇宙的信息，这些都还有待进一步验证。

随着JWST、欧洲超大望远镜(ELT)及量子计算能力的飞跃，我们或许能够解锁黑洞的内部结构，揭示宇宙的深层机制。在科学的征途上，黑洞不仅是难以攻克的难题，更可能是通向终极真理的“入口”，引领着我们不断探索宇宙的未知领域。(作者系科幻作家)

航天器穿越“火海炼狱”的密码

□ 袁圆



7月15日，天舟九号货运飞船成功发射，并与空间站组合体完成交会对接，为在轨航天员送去了宝贵的生活与科研物资。这一常规却关键的太空“快递”任务，让公众再次把目光聚焦于航天器往返地球与太空的壮丽征程。

人们发现，航天器飞向浩瀚宇宙以及返回地球的过程中，其在大气层中的飞行速度达到了7千米/秒以上，是民航客机的30倍。如此惊人的速度，使得气流高速冲刷飞行器表面，温度急剧升高，能达到2000℃甚至3000℃。试想一下，如此高温，仿佛将飞行器置身于一个巨大的熔炉之中，它究竟是如何安全落地，成功完成使命的呢？

有人可能会说，那就选用更好的结构材料，硬扛住高温。这确实是最容易想到的办法，但现实却并非如此简单。给大家一个直观的概念，飞行器常用的

铝合金材料在650℃就会熔化，即便性能更好的钛合金、高温合金，熔点也都在1700℃以内。在面对高达两三千摄氏度的高温时，仅靠金属材料硬扛，显然不太适用。

那么，航天工程师们究竟有哪些妙招来对抗这场“火海炼狱”呢？他们巧妙地采用了“防、散、降”三部曲。

先来说“防”。工程师们在飞行器的金属壳体外精心加上了隔热层，它的导热速率很慢。这就好比给飞行器穿上了一件超级隔热服，即便外表温度极高，在一定时间内，热量也很难传递到飞行器内部，从而起到了隔绝高温的关键作用。而且，有些隔热层还会通过烧蚀的方式消耗掉一部分热量。当我们看到飞行器表面烧得黑黢黢的，甚至有些泛白，这正是隔热层烧蚀后的模样，它以自我牺牲的方式保护着飞行器内部的安全。

不过，这种被动防热的方式存在一定局限性。虽然隔热层越厚热防护作用越好，但也会让飞行器变得更加笨重。别着急，工程师们还有主动“散热”这一招。你听说过飞行器“出汗”吗？

这可不是天方夜谭，而是正在攻克的前沿技术。工程师们在飞行器结构上设计了许多细小的孔，就像人类的毛孔一样，而结构内部有特殊的液体。当温度升高时，液体吸热蒸发，就能带走一部分热量，这和我们出汗后感到凉快的原理是一样的。通过这种仿生的散热方式，飞行器能够在高温环境下更好地调节自身温度。

除了“防”和“散”，工程师们还能主动降低飞行器所受到的热。以嫦娥六号为例，返回器接近大气层时速度高达11千米/秒。如果直接穿越大气层落地，最高温度能达到10000℃，这可是太阳表面温度的2倍，返回舱很可能会遭受严重破坏。于是，工程师们优化了飞行路线，让返回器以类似“打水漂”的方式，先将速度减到7千米/秒，再穿越大气层。这一设计大大降低了受热的严酷程度，再结合防热的方式，最终实现了安全落地。

解决飞行器的热防护问题，看似只是解决材料的耐热问题，实际上却需要结构设计和弹道设计等多方面的协同



配合。这就像我们在数学考试中，常常遇到难做的几何问题，却巧妙地用代数方法找到了答案。

这就是航天系统工程的魅力所在，每个系统、每个专业都相互作用、相互依赖，最终实现系统最优。正是凭借着这种综合性的智慧和创新能力，航天器才能一次次穿越“火海炼狱”，不断成就我们探索星辰大海的梦想。

(作者系中国航天科技集团运载火箭技术研究院工程师)