

## 黑洞吞噬恒星时泄漏高能中微子

(北京大学 徐仁新 编译自 Mark Buchanan. *Physics*, June 3, 2022)

新的观测证据表明，当黑洞吞噬一颗不幸的恒星时会发射高能中微子。

极高能量的中微子时常撞击地球。物理学家怀疑它们产生于黑洞周围，但不确定具体过程。天文学家声称最近探测到一例跟潮汐瓦解事件(TDE，即恒星因黑洞附近强引力场的潮汐效应而被撕裂)相关的高能中微子事件。这是与TDE关联的第二例高能中微子事件，使得人们可以粗略地估计TDE产生中微子的流量。

能量TeV附近甚至更高的高能中微子传递宇宙中极端物理过程的信息，其中很多过程发生在银河系之外。因相互作用弱，中微子产生后可以一直运动到很远的地方。理论上认为高能中微子可能有各种起源，例如活动星系核(AGN，星系中心超大质量黑洞在吸积周围气体时产生高能粒子束)。不过，TDE也是一种可能起源：黑洞撕裂附近的恒

星时会产生大量的中微子。TDE一般由大质量黑洞所为。

目前人们尚难以估计哪种起源过程为主。诚然AGN远比TDE常见，但TDE相当大比例的能量会以中微子形式释放。“我们真不知道高能中微子主要来自何处”，德国洪堡大学的Marek Kowalski说。弄清中微子来源将有助于认识产生最高能量宇宙射线的极端天体物理过程。

2021年，Kowalski等首次报道了中微子与TDE在指向上的吻合。冰立方中微子天文台(IceCube，由若干埋在南极冰层深处的探测器组成)发现了这种高能中微子。人们发现，该中微子在天空中的位置跟历史数据中显示TDE特征的一次爆发对应。

除了这一早期发现之外，Kowalski等宣称发现了与TDE相关的第

二例中微子事件，由IceCube于2020年5月30日探测到。他们通过使用计算机处理ZTF(Zwicky Transient Facility)观测数据而得到这一发现。ZTF使用广角光学相机，每两天扫描一次北方天区。研究小组发现了一个名为AT2019fdr的事件，它与IceCube高能中微子的方向几乎一致。分析其他望远镜的数据，他们也鉴别出了该事件的TDE辐射特征。

观测证据表明，中微子在黑洞撕裂恒星导致耀发的数年内产生。初步统计分析显示，中微子与TDE方向上巧合的概率仅0.034%。当然，更好地定位中微子方向将改善该结论。(我国在南海开展的“海铃计划”会在更高精度上确定高能中微子的方向，将有力地推动相关天体物理的研究。——译者注)

以色列天体物理学家Nicholas Stone认为“这当然是一个重要的结果”，首例观测发现显示TDE是高能中微子源，但不能仅凭这一个事件而定论，“随着第二次关联的发现，我们现在的基础更加坚实。”

研究小组成员之一Simeon Reusch说，再次发现不只增强了信心，还可用以粗略估计TDE产生高能中微子的流量。考虑到IceCube探测到的中微子总数，他们认为至少7.8%的高能中微子来源于TDE。Kowalski说：“鉴于TDE非常罕见，我们的研究认为TDE会极其高效地产生中微子”。



潮汐瓦解事件可能产生了最近探测到的高能中微子。一颗恒星运动到太靠近超大质量黑洞时，它将因潮汐效应拉伸成面条状的长丝(形象地称为“面条化”)。黑洞吸积撕裂恒星的残留物，同时产生高能中微子和其他粒子