

伽马射线暴(GRB)是自宇宙大爆炸后,人类已知的宇宙中最剧烈的天体爆发现象。2025年7月2日,一个持续超过29小时的伽马射线暴打破人类观测纪录,颠覆了人类对伽马射线暴的传统认知,引发全球天文学家的深入探索和持续争论。

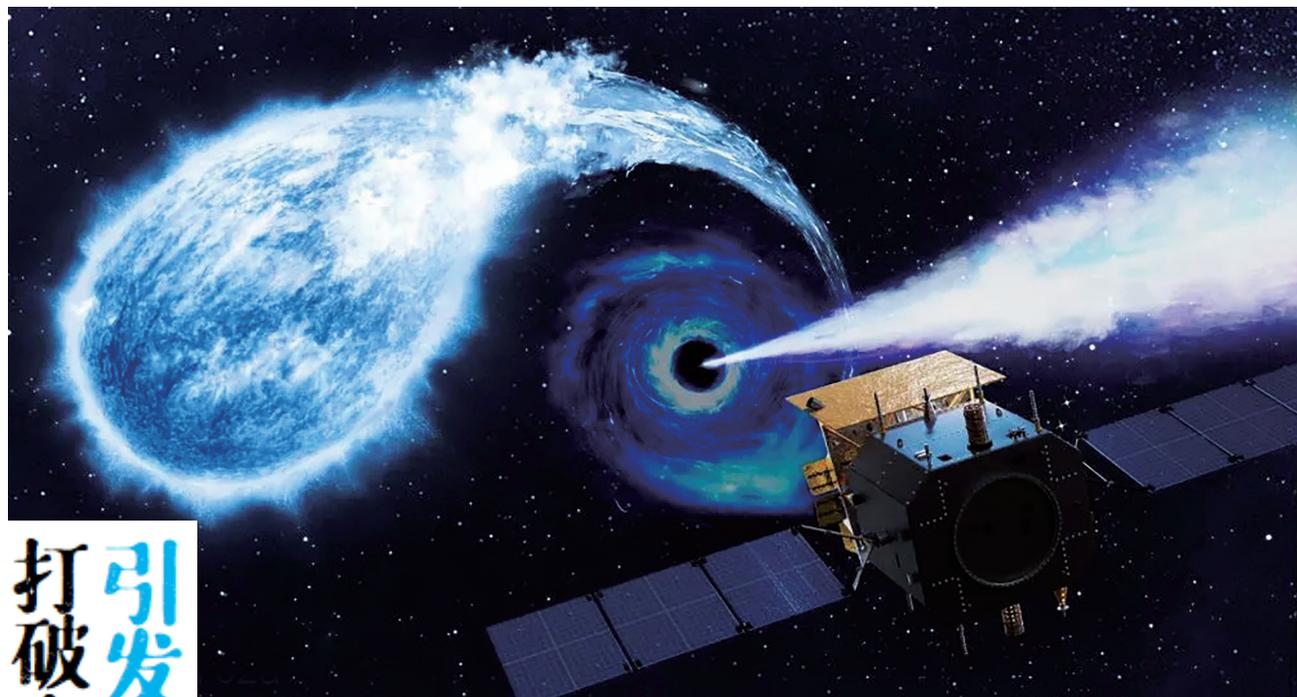
2026年2月9日,中国科学院国家天文台宣布,我国“天关”卫星在巡天观测中捕捉到一个异常明亮且急剧变化的X射线源。科研团队提出一个突破性解释:这很可能是一个中等质量黑洞撕裂并吞噬一颗白矮星的过程。近日,中国科学院高能物理研究所粒子天体物理全国重点实验室的研究团队在《天体物理杂志快报》上发表的最新文章,为理解这一事件带来了另一个全新的视角。

破纪录的伽马射线暴

2025年7月2日,费米伽马射线太空望远镜配备的伽马射线暴监测器(GBM)捕捉到一例伽马暴信号,这个信号按照惯例被命名为GRB 250702D。然而在接下来的近4小时内,又捕捉到了来自相同区域的两次爆发,刚开始科学家将它们分别命名为GRB 250702B和GRB 250702E。然而,经过多设备联合分析,逐渐缩小定位区域,科学家最终确认这一系列爆发源自同一高能天体源的间歇性爆发,因此统一命名为GRB 250702B。

这一伽马射线暴成为迄今已知持续时间最长的伽马射线暴。这一来自80亿光年外的极端宇宙事件,释放的能量相当于1000颗太阳燃烧100亿年的总和,其独特的多阶段爆发特征与超长续航能力,颠覆了人类对伽马射线暴的传统认知。

一时间,全球各类波段的望远镜对该天体源展开联合追踪——在太空,费米伽马射线太空望远镜、雨燕天文台,我国的慧眼卫星、极目卫星,中法SVOM卫星,以及中欧合作的“天关”卫星(爱因斯坦探针卫星)等高能天文卫星,从伽马射线和X射线波段捕捉到了关键信号。



“天关”卫星捕获GRB 250702B事件艺术想象图。图据中国科学院国家天文台

打破人类观测纪录的伽马射线暴 引发全球天文学家不同解读

黑洞吞噬白矮星极为罕见

对这次超长伽马射线暴源,科学家们给出了不同的解释。

基于多波段数据,“天关”科学团队构建出一个物理自洽的图景:一个质量介于数百至数十万倍太阳质量之间的中等质量黑洞,利用强大的潮汐力将一颗致密的白矮星撕碎并吞噬。

白矮星是类似太阳的恒星燃尽核燃料后留下的残骸,体积仅地球大小,但密度高达每立方厘米数吨——相当于把太阳压缩成一座城市。

中等质量黑洞听起来“中等”,其实一点都不小。西南交通大学物理科学与技术学院教授、粒子天体物理团队负责人刘四明日前告诉记者:“黑洞质量如果大于几百万个太阳质量,就可以把白矮星完全吞噬,不吐出任何东西。黑洞如果太小,吞噬就比较慢,吐出来的就比较多。吐出来的主要是组成白矮星的重元素,它们可以产生X射线等各种辐射。”

刘四明告诉记者,事实上,黑洞“吃东西”并不新鲜。“黑洞一般吞噬的是恒星,此前报道过的有上百次。”然而,黑洞吞噬白矮星却极为罕见。白矮星因结构致密、体积小,极难被有效撕裂,因此此前从未明确报道过此类过程。

此次伽马暴还可能由其他原因

中国科学院高能物理研究所粒子天体物理全国重点实验室的慧眼卫星和极目卫星联合研究团队带来了突破性发现。他们利用自主研发的新分析工具,对GRB 250702B发生前后30天内的慧眼、极目和费米卫星的观测数据进行了全面检索。

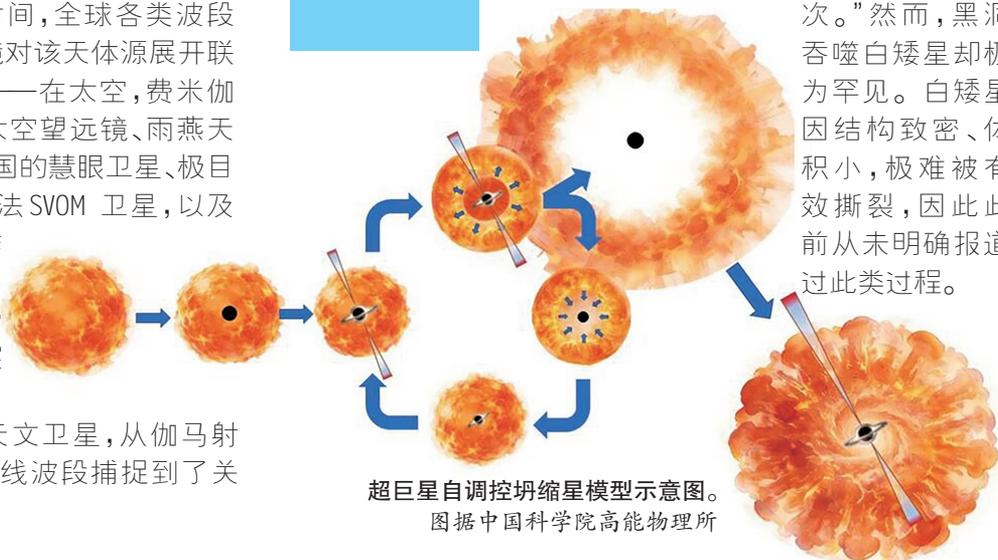
研究团队提出了全新的“超巨星自调控坍缩星模型”:根据该模型,此次伽马暴的前身星是一颗质量远超太阳的超巨星。与普通长伽马暴的前身星沃尔夫-拉叶星不同,超巨星的坍缩时标可长达数小时。当超巨星耗尽核聚变燃料时,其核心首先坍缩形成黑洞;黑洞形成后,会快速吸积超巨星内层物质,进而驱动接近光速的相对论性喷流——这一喷流正是伽马暴前兆辐射和主爆发的来源。高能所团队的这一研究结果,近日发表在国际天文学期刊《天体物理杂志快报》上。

另有天文学家认为,该事件是一次特殊的“黑洞潮汐瓦解事件”,即大质量黑洞将恒星撕碎并吸入。在吸积过程中,黑洞自转形成强大的中心引擎,将部分恒星物质以近乎光速向外喷出,辐射出伽马射线,且喷流恰好指向地球而被观测到。

另有天文学家提出,该事件源于恒星级黑洞坠入氦星内部并最终从内部吞噬氦星的过程。这一假说认为,爆发的核心是一颗质量约为太阳3倍的恒星级黑洞,其伴星是一颗特殊的“氦星”:质量与黑洞相近,但体积远小于太阳,外层氦大气已完全剥离,只剩下致密的氦核。在引力作用下,黑洞与氦星相互环绕,随着轨道逐渐靠近,黑洞开始拉扯氦星物质,形成庞大的吸积盘,过程中释放明亮X射线;当黑洞完全浸入恒星内部后,从内部快速吞噬恒星物质,同时向外喷射近光速喷流,产生观测到的伽马射线暴。

“关于这次伽马暴事件原因分析,仍然在持续。”刘四明说。

华西都市报-封面新闻记者 张峰



超巨星自调控坍缩星模型示意图。图据中国科学院高能物理所