

紫金山天文台在宇宙深处的爆发天体中发现引力波辐射迹象

文章来源：紫金山天文台

发布时间：2013-09-24

【字号：小 中 大】

伽玛射线暴（简称伽玛暴）是宇宙大爆炸之后人们能探测到的恒星尺度最剧烈的爆发现象，是宇宙中最为极端的天文现象之一，是宇宙中最为极端的天文现象之一，其辐射出来的光子在宇宙中要穿越几十亿光年才能到达地球。伽玛暴爆发阶段的辐射一般被称为瞬时辐射，而爆发结束后在更低能段（如X、光学、射电）持续更久的辐射一般称为余辉。不同伽玛暴的瞬时辐射持续时间不同，1993年，科学家统计发现，根据持续时标伽玛暴可以分为两类：一类是所谓的长暴，典型持续时标为~20秒；另一类是短暴，持续时标短于2秒。越来越多的观测证据表明相当部分的短暴可能来自于双中子星或者黑洞—中子星系统的并合，而长暴来自于质量约为数十倍太阳质量的恒星的死亡。上世纪70年代，科学家们就计算发现，“双中子星或者是黑洞—中子星并合过程”将会发出强烈的引力波辐射，是来自宇宙深处最重要的引力波辐射源之一，因而也成为现代引力波探测器如LIGO等的最重要观测对象。短暴由于其可能的“双中子星或者是黑洞—中子星并合过程”起源也越来越受到引力波研究界的重视。由于LIGO等探测器的灵敏度仍然较低，目前引力波还没有被直接探测到。对发生在宇宙深处的短暴，引力波辐射信号（与距离成反比）更弱，现阶段的研究主要集中在对引力波辐射信号的理论计算以及探测的前景估计。长期以来，人们普遍相信“短暴是自然界最强的引力波辐射源之一，但只有借助未来的引力波直接探测结果才可以得到引力波辐射信号”。正因如此，国际上尚没人试图从现有的短暴电磁辐射信息中证认引力波辐射迹象。

最近，中科院紫金山天文台的范一中、吴雪峰、韦大明三位研究员另辟蹊径，指出与传统认识不同——现有的短暴的电磁辐射中已可证认引力波辐射信号。他们工作的研究对象是“一些短暴中的持续约100秒左右的平台状的X射线余辉辐射”而不是短暴的瞬时辐射。黑洞和中子星合并一定会产生黑洞，在这种情况下很难解释“平台状的X射线余辉辐射”。2006年，Gao & Fan以及Fan & Xu提出两颗中子星并合后可能形成一颗自转周期约1毫秒并且具超强磁场(1E14高斯以上)的中子星，通常谓之毫秒磁星。毫秒磁星的磁偶极辐射很强，可以产生“平台状的X射线余辉辐射”或其它新的辐射信号。

最近，Rowlinson等人系统地研究了Swift卫星探测到的短暴X射线余辉，发现磁星模型能解释约一半的事例。但是，他们得到的这些磁星的自转周期一般远大于1毫秒（对应的转动能远小于通常认为的1E52-1E53 erg），这和双中子星并合模型不吻合；另外如此慢的自转也不足以有效抵抗引力塌缩，导致磁星很难存活达百秒，与观测也不一致。一个可能的解决方案是，只有极小一部分磁偶极辐射的能量转化为了多波段余辉辐射，绝大部分磁偶极辐射能量被注入到双中子星合并过程中抛射的外流物质中，这将显著提高外流体的动能。在该情形下，人们将探测到非常明亮的外流体现正向激波光学、射电余辉辐射，但绝大部分短暴的光学、射电辐射都很弱，不支持该假设。剩下的一种可能就是毫秒磁星的转动能主要被引力波辐射带走，如果该磁星在垂直于自转轴方向上的椭率达到了~1%。而双中子星合并诞生的磁星内部的环向磁场可能强达1E17高斯并且是各向异性的，这可以导致~1%的椭率。基于这些依据，范一中、吴雪峰、韦大明在国际上首次指出，现有的短暴数据中已经存在着引力波辐射的迹象，并预言“慢转中子星的最大引力质量约为2.2-2.3倍太阳质量”，该值与现有的天文观测结果自洽。

该项研究工作得到科技部“973”计划、国家自然科学基金、中国科学院“百人计划”以及江苏省杰出青年基金的资助，相关论文已经被《物理评论D》(Physical Review D)在线发表。

[论文链接](#)

