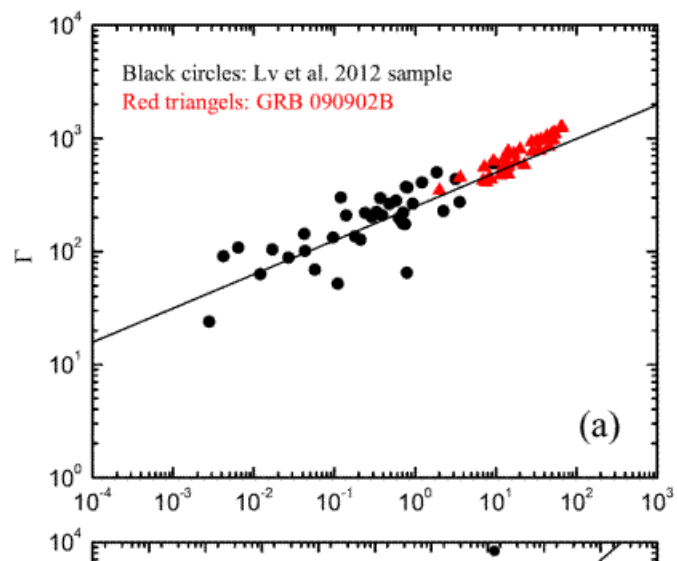


紫台在伽玛暴瞬时辐射的物理起源研究上取得重要进展

2012年07月24日

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；其中心引擎一般认为是个快速旋转的黑洞或者是强磁化的中子星。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。自1997年余辉被发现后，人们对伽玛暴的研究取得了革命性突破。目前一般认为很大一部分伽玛射线暴来自于大质量恒星的死亡，而一些伽玛暴可能来自于致密星的并合过程。伽玛暴的瞬时和余辉阶段的辐射现在确认都来自于向外运动的相对论性流体，其速度接近光速，在瞬时辐射阶段外流体的洛仑兹因子高达数百甚至上千。尽管如此，伽玛暴的研究中还存在很多重要谜团。例如瞬时辐射的物理起源目前仍是众说纷纭，被广泛讨论的物理模型就有内激波模型、Poynting-flux主导外流体的磁耗散模型、光球层模型以及“加农炮”模型等。可靠的区分这些模型是当前伽玛暴物理研究领域的重要课题之一，因为这将提供“伽玛暴中心引擎的具体形式（黑洞或中子星）以及能量提取的主要方式（磁活动过程还是中微子过程）”这两方面人们急待准确了解的关键信息。

紫金山天文台的范一中研究员、韦大明研究员、张富文博士与美国宾夕法尼亚州立大学的张彬彬博士（后面简称该团队）合作，利用光球层模型很简练并自洽的解释了伽玛暴的四个经验关系，包括：Wei & Gao (2003)发现的“瞬时辐射峰值频率—光度”关系；Ghirlanda et al. (2012)发现的“瞬时辐射峰值频率—外流体初始洛仑兹因子”关系；Lv et al. (2012)发现的“瞬时辐射光度—外流体初始洛仑兹因子”关系；Margutti et al. (2012)发现的“瞬时辐射峰值频率—伽玛暴辐射效率”关系。光球层模型中伽玛暴的瞬时辐射光子主要来自于光球层或光深高达数十处的（准）黑体辐射，其初始外流体主要是由正负电子对、光子、以及少部分重子组成，一般认为在这种情况下中心引擎是一个黑洞（质量为几个太阳质量）而且能量是通过中微子过程提取。该团队的观点得到了GRB 090902B数据的强力支持。GRB 090902B是Fermi卫星发现的一个非常明亮的伽玛暴，具有高质量的宽波段(8 keV-10 GeV)能谱。国际上多个研究组独立分析发现该暴包含一个占主导地位的黑体谱辐射成分，无可争议的表明了其瞬时辐射主要来自于光球层。该团队对GRB 090902B的进一步研究发现这个暴时间分辨的黑体辐射成分参量间的关系与其它暴的统计关系完全一致（见图1）。最直观可能的物理解释就是——相当部分的伽玛射线暴的瞬时辐射主要来自于光球层甚至更大光深的位置，我们通常看到的非热辐射谱或者是来自系列热辐射谱的叠加或者是因为初始的黑体辐射在逃逸外流体过程被一些复杂物理过程所改变。这一研究工作主要得到了国家自然科学基金和中国科学院百人计划的支持，已经被《天体物理快报杂志》(The Astrophysical Journal Letters)在线发表，全文见<http://iopscience.iop.org/2041-8205/755/1/L6>。



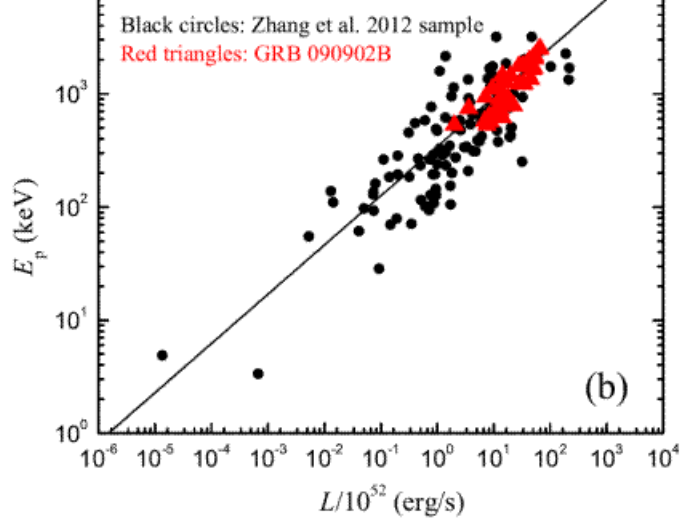


图1: GRB 090902B的来自时间分辨的光球层热辐射成分的参量间的关系(红点)与其它具有非热瞬时辐射谱伽玛暴的参量间关系(黑点)的比较(Fan et al. 2012 ApJ, 755, L6)。上半部分为“瞬时辐射光度—外流体初始洛仑兹因子”关系, 下半部分为“瞬时辐射峰值频率—光度”关系。