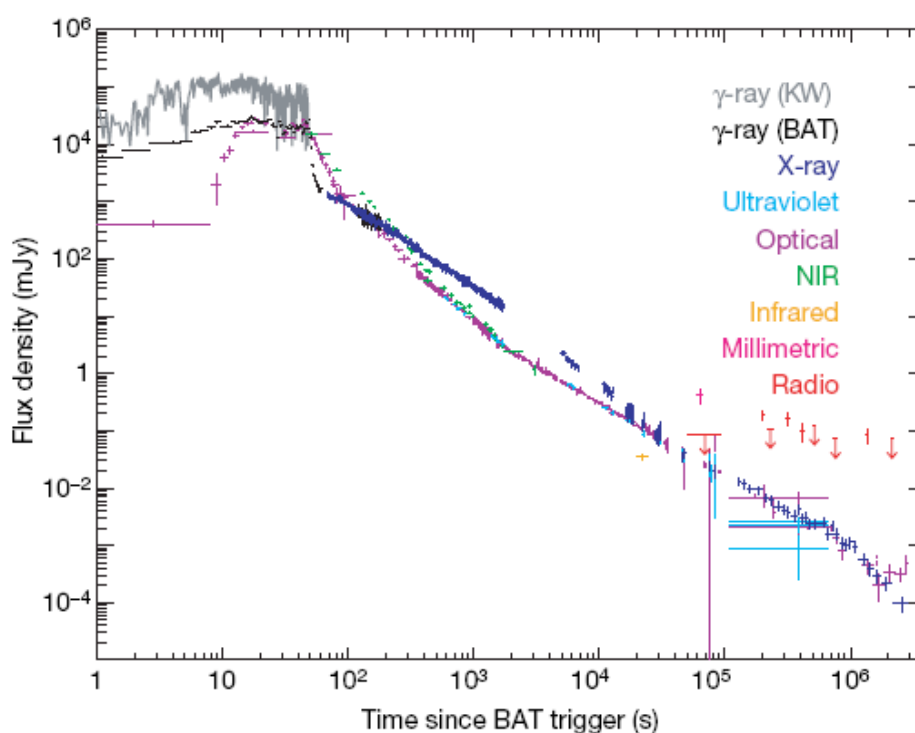


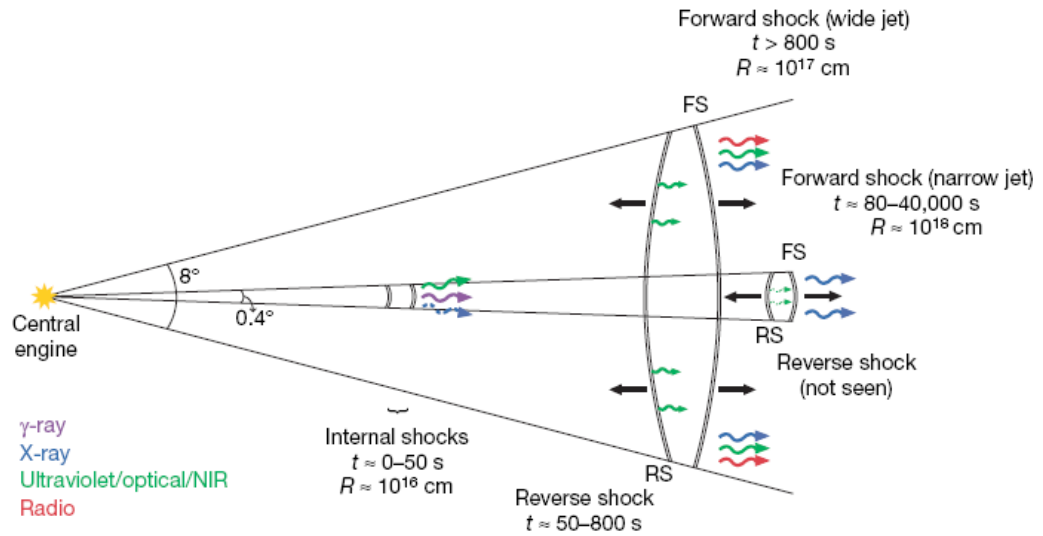
紫金山天文台在 Swift 和 Fermi 卫星时代的伽玛暴研究取得 重要进展

高能天体物理和暗能量研究团组

中国科学院紫金山天文台

2008年3月19日，美国宇航局 Swift 卫星探测到一个来自牧夫座方向红移约为 1.0 的极强的伽玛射线暴，其光学波段的辐射最亮时达 5.3 星等，在爆发的短短几十秒之内肉眼都能看到（多波段长时标光变曲线见图一）。这个暴在全世界引起了广泛的兴趣和注意。紫金山天文台吴雪峰博士是研究该暴的 Swift 理论组负责人，并且是这个暴的“双成分喷流”模型的主要提出者。相关研究成果在《Nature》上以“article”的形式发表（Racusin, J. L., Karpov, S. V., Sokolowski, M., Granot, J., Wu, X. F., et al., 2008, Nature, 455, 183）。





图一、“肉眼”伽玛暴 GRB 080319B 从爆发直至爆后 1 个多月的多波段光变曲线，以及“双成分喷流”模型示意图 (Racusin et al., 2008, Nature, 455, 183)。

“双成分喷流”模型在 GRB 080319B 发现之前被提出并解释一些反常光变曲线 (如 Huang, Y. F., Wu, X. F., Dai, Z. G., Ma, H. T., & Lu, T., 2004, ApJ, 605, 300)，但之前人们没有直接看到一个余辉光变曲线中存在 2 次喷流拐折。根据对多波段观测数据的分析我们认为 GRB 080319B 的喷流包含一个张角为 0.4° 的超快窄成分，外面还存在一个张角大、能量相对较小的宽成分。宽成分与 Swift 卫星以及其它卫星以往探测到的伽玛暴喷流别无二致。也许每一个伽玛暴都有一个窄成分，但对于绝大部分的伽玛暴，天文学家们都无法探测到。窄成分必须严格对准地球才能被探测到，这样的概率几乎每 10 年才有一次。目前该工作已被引用 90 余次。

2008 年 9 月 16 号，美国宇航局 Fermi 伽玛射线大面积空间望远镜探测到来自红移 4.3 处的伽玛暴 GRB 080916C, 并捕捉到来自该暴

的 14 个能量高于 GeV 的伽玛光子。吴雪峰在 Fermi 组最先意识到利用该暴能量为 13 GeV 的高能光子的到达时间滞后（约 16 秒）来检验一些量子引力模型和洛仑兹对称性破缺的重要性，并负责计算了量子引力能标的下限，仅比普朗克能量（ 1.22×10^{19} GeV）低一个量级，结果以“Research Article”发表在《Science》杂志 (Abdo, A. A. et al., Science, 323, 1688 – 按作者姓氏首字母排序)。该工作目前已被引用 80 余次。

几个月后，Fermi 卫星在 2009 年 5 月 10 号探测到来自红移 0.9 处的短时标（持续时间小于 2 秒）伽玛暴 GRB 090510。吴雪峰和他的合作者利用该暴一个能量为 31 GeV 的光子到达时间滞后（小于 0.86 秒），得到线性洛仑兹破缺所对应的量子引力能量比普朗克能量还大，从而排除了洛仑兹对称性线性破缺的可能性，证明了爱因斯坦在狭义相对论中提出的洛仑兹不变性的假设是正确的，结果以“Letter”形式发表在《Nature》杂志 (Abdo, A. A. et al., Nature, 2009, 462, 331)。

此外，我们用有进动的吸积盘所产生的非同轴双成分喷流模型也可以很好地解释 GRB 060206 这个暴特殊的余辉光变曲线 (Liu, X. W., Wu, X. F., & Lu, T., 2008, A&A, 487, 503)，研究了有径向结构的伽玛暴喷流其早期余辉的行为 (Liu, X. W., Wu, X. F., Lu, T., 2009, RAA, 9, 911)，以及计算了软伽玛重复暴的超巨耀发对高能中

微子和宇宙线的背景辐射的贡献 (Liu, X. W., Wu, X. F., Lu, T., 2010, NewA, 15, 292)。

申请人之一吴雪峰因伽玛暴X射线耀发的理论分析工作获 2008 年度COSPAR (国际空间研究委员会) “青年学者杰出论文奖 (Outstanding Paper Award for Young Scientists) ” (见 <http://cosparhq.cnes.fr/Awards/awards.htm>)。吴雪峰和他的合作者在 2009 年 11 月举办的Swift卫星上天 5 周年庆祝大会 (Swift Mission Conference: Celebrating 5 Years) 上获得 “最佳展报奖”。吴雪峰于 2009 年 8 月参加在巴西里约热内卢召开的第 27 届国际天文学大会, 并应邀在第 7 联合讨论分会上作了 “Jets in gamma-ray bursts” 的口头报告, 2009 年 9 月应美国科学院科学委员会之邀参加在昆明举行的第 12 届中美前沿科学研讨会, 并作为本届研讨会 “伽玛射线暴” 主题的中方演讲人作了关于 “Gamma-ray bursts in the Swift and Fermi era” 的口头报告。