

小黑洞导致中子星塌缩形成伽玛暴火球

Lei Qian

National Astronomical Observatory of China

Beijing, 100012, China

March 19, 2010

现在大家对伽玛暴已经有一些共识了。最初由它们在天空中均匀分布的特性就可以推断它们来自宇宙深处，而余辉的观测证实了这一点。而“透明性”（伽玛光子会和背景辐射光子相互作用，产生正负电子对）要求伽玛暴的红移应该小于100。现在一般认为伽玛暴中的长暴是由于大质量恒星核塌缩产生的，并且已经观测到了几个和超新星成协的伽玛暴。而短暴被认为是由于致密天体（例如两颗中子星）的并合产生的。

虽然伽玛暴的模型已经比较完善，但还是有一些问题。现在的伽玛暴模型多注重火球形成以后的各种激波和辐射的过程，而对应火球本身的探讨不多。这和火球本身难以观测有一定关系。火球模型待解决的一个最显著的问题就是如何避免喷流的重子污染。因为伽玛暴喷流的尺度很小，光子密度很高，为了使伽玛光子可以传播，要求喷流有很高的洛伦兹因子，如果喷流中有很多重子，那么就很难理解喷流是如何被加速的。

有很多种模型致力于束缚重子，避免重子流入到喷流中。Derishev, Kocharovsky和Kocharovsky讨论了由原初黑洞引发的中子星塌缩形成伽玛暴火球的模型。在这种模型中，爆发的时候在中子星表面会形成一个压力反转层，中微子可以穿过这个区域，湮灭形成正负电子对，而重子则被这个指向中心的压力束缚，只有很少的重子流入到喷流中去。

这个模型要求在中子星的中心有一个小黑洞吸积中子星的物质，产生中微子。一颗中子星如何捕获一个小黑洞是一个有趣的问题，直接捕获几乎是不可能的，中子星的物质虽然致密，但是和一个质量 $10^{15}g$ 的小黑洞的“有效密度”相比，差了很多量级，在小黑洞看来就像“星际介质”一样。即使一个小黑洞和中子星发生碰撞，结果也只能是小黑洞穿中子星而过，几乎不会有任何影响。Derishev, Kocharovsky和Kocharovsky (1998)提出一种有趣的机制，小黑洞在分子云形成的时候就在分子云中作圆周运动，注意到圆周运动的半径 R 正比于 $\rho^{-1/4}$ ，而从分子云形成恒星密度会增

加很多倍，因此最终小黑洞作圆周运动的半径会比较小，考虑到小黑洞绕中子星转动会有引力辐射损失能量，小黑洞最终是有可能被捕获的。

这个模型虽然有趣，但是可能还是有一些问题，一个明显的问题是模型能不能给出一长一短两类伽玛暴。

References

- [1] Derishev E. V., Kocharovsky V. V., Kocharovsky Vl. V. 1998 R&QE, 41, 7