

科学家揭示来自经典新星的高能伽马射线的产生机制

文章来源：上海天文台

发布时间：2014-10-10

【字号：小 中 大】

由美国密西根大学Laura Chomiuk博士领导、中国科学院上海天文台客座研究员杨军博士（瑞典Onsala天文台）等人参与的研究团队，最近在新星伽玛射线辐射问题的观测研究中取得了重要进展，揭开了来自经典新星的高能伽马射线的产生机制。并在*Nature* 杂志上发表论文公布了这一研究成果。

通过全球多个高灵敏度射电望远镜阵对一颗爆发于2012年的经典新星V959 Mon（约距地球6500光年）的长期、多频率、多分辨率的成图观测，天文学家发现了神秘的高能伽马射线的起源地，并认为双星绕转是所有经典新星物质抛射和高能辐射背后的主要驱动力。

新星是一类激变变星，由双系统中的白矮星吸积来自伴星的物质而引起的热核反应，在此过程引发大量的物质抛射，并伴有剧烈光度变化。伴星为主序星的新星，通常称为经典新星。由于新星的辐射机制由热辐射为主导，故其辐射能量主要集中在光学波段上，并向两边延伸至在射电和X射线波段。若要在更高能的伽马射线波段探测到新星，这似乎是不可能的。

但自2012年以来，美国航天局费米伽马射线空间望远镜探测到了多个具有伽马射线辐射的经典新星。因此，如何产生高能伽马射线辐射就成了一个令人困惑的难题。

在空间费米望远镜检测到新星V959 Mon高能伽马射线之后不久，Laura Chomiuk博士领导的团队迅速组织了美国地面甚大阵（VLA）的观测，发现该星存在显著的低频射电辐射，难以用光学厚的常规热辐射模型来解释。随后，该团队进一步利用欧洲甚长基线干涉仪（EVN）（注）和美国甚长基线干涉仪阵（VLBA）开展了更高分辨率的观测，探测到一对具有极高亮温度并缓慢向外运动的热斑，见图1左图，进一步支持非热辐射成份的存在。这些热斑极可能示踪了高速抛射物质和低速物质之间的相互作用面或激波。通过激波加速机制，热斑中会产生大量的相对论性粒子，并进而激发高能伽马射线，故这些热斑就是伽马射线的摇篮。图1的中图和右图揭示了后期的演化，其中以热辐射主导的射电结构在东西方向的膨胀速度明显快于南北方向，而此前发现的这对高亮度致密热斑的速度和位置恰好处于二者之间。因此在观测上，东西方向先变得光学薄，射电亮度分布先是向东西方向扩张直至停止，随后逐渐变得暗淡，而南北方向较晚地进入到光学薄阶段，射电辐射强度分布的两极从东西方向逐渐转变为南北方向。

纵观新星V959 Mon的射电结构演化和高能伽马射线的产生机制，该团队认为双星绕转是主要驱动力，其演化可简单分为三个阶段，见图2。（a）白矮星吸积伴星物质并剧烈向外部抛射物质（见黄色区域），其中靠近双星绕转轨道平面的物质获得额外的双星轨道动能，从而抛射速度较快，并且密度较高；（b）同时白矮星向外吹出高速的星风（见蓝色区域），星风沿着密度较低，基本垂直于双星公转轨道面的方向吹出，使此方向上的热辐射迅速变得光学薄。同时，高速星风和速度较低的抛射物质之间相互作用，产生相互作用面或激波（见红色区域），粒子在激波面上被有效地加速，产生非热的射电辐射和高能伽马射线；（c）星风停止吹出，物质逐渐冷却，热辐射也变得暗淡下来，而沿轨道运动的抛射物质逐渐变得相对明亮起来。

上述演化模型适用于所有经典新星，因此理论上所有新星都可能产生高能伽马射线辐射，不过，大多新星可能距离相对较远（亮度按距离的平方衰减），还有待于更高灵敏度的伽马射线新星观测去检验该模型。

详细研究结果见Laura Chomiuk, Justin D. Linford, Jun Yang等人发表于英国《自然》杂志2014年10月8日出版的论文*Binary orbits as the driver of gamma-ray emission and mass ejection in classical novae*。

[文章链接](#)

注：中国上海佘山25米射电望远镜和新疆乌鲁木齐南山25米望远镜是欧洲甚长基线干涉仪网（EVN）的成员，并且长期参加EVN观测。

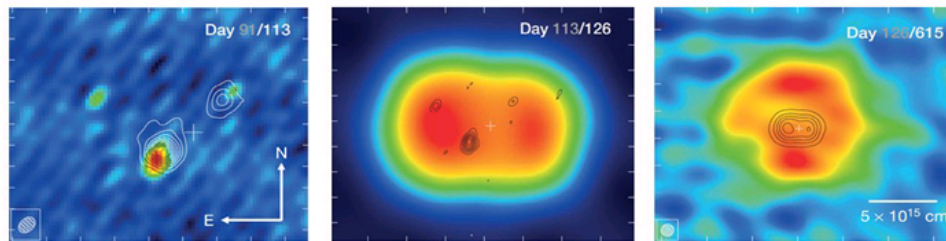


图1：伽马射线新星V959 Mon的射电观测图像。左：伽马射线爆发后第91天（等值线轮廓图）和113天（伪彩色图像）的EVN观测到的高亮致密射电团块；中：第126天后美国VLA观测获得伪彩色图像（等值线轮廓图为第113天EVN观测结果）；右：第615天的VLA观测热辐射结构（伪彩色图像）和第126天的VLA观测热辐射结构（等值线轮廓图）。

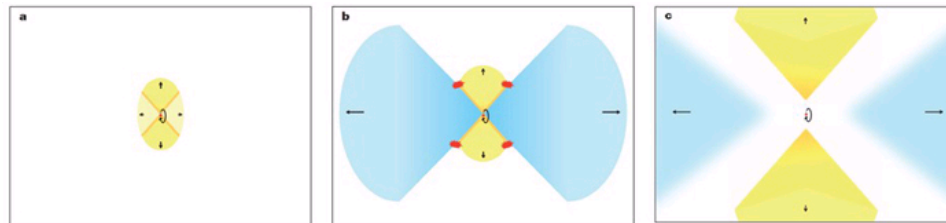


图2：经典新星射电结构的演化模型和高能伽玛射线形成机制示意图。双星互绕轨道平面和视线方向平行。黄色区域：热核反应所引起的抛射物质；蓝色区域：白矮星星风；红色区域：高速星风和速度较低的抛射物质之间产生激波，即高能粒子和伽马射线的诞生地。详细说明见正文。

打印本页

关闭本页