

超新星遗迹的新发现和测距革新

田文武

2008 年国家天文台研究人员和它国科学家合作在《天体物理》杂志以快讯方式发表了一项重要成果：使用全波段天文观测数据，直观地给出了一颗甚高能伽玛射线源与他们新发现的超新星遗迹相关的近乎完美的图像（见附录 1）。这是继 2007 年同一研究小组第一次给出了观测上的证据证明老的超新星遗迹与大质量星云相互作用产生了 TeV 伽玛射线之后又一重要工作（见附录 2）。他们的工作为银河系内宇宙线源于超新星遗迹作了清晰注解。

宇宙线的起源之谜已困扰科学界近百年之久。新一代高能天文望远镜系统通过超高能伽玛射线的观测为探明宇宙线加速之处带来曙光。目前银河系内巡天观测已探测到约 50 颗甚高能伽玛射线源。粒子在超新星遗迹激波中被加速到相对论能量产生甚高能伽玛射线主要有轻子和强子起源两种物理机制，多波段的观测研究有助于厘清这两种机制。使用澳大利亚综合孔径射电望远镜，欧洲空间局的 X 射线卫星和美国 NASA 的近红外空间探测器所观测获得的最新数据，小组成员对一批最新探测到的甚高能伽玛源进行了研究。他们在射电和 X 射线波段发现了唯一一颗扩展甚高能伽玛源 HESS J1731-347 的对应天体 G353.6-0.7，其空间分布近乎完美与伽玛源重叠。详尽的分析研究揭示出这颗天体应是一颗老的超新星遗迹，距离我们约一万光年远，年龄在三万年左右。理论预测强子加速很可能是老的超新星遗迹中产生甚高能伽玛射线的主要物理机制，而强子是宇宙线的主要成份，他们这一工作为银河系内宇宙线源于超新星遗迹提供了强有力的支持。

在这一工作中，他们使用了新的方法为这个超新星遗迹/TeV 伽玛源系统定距。测定天体的距离是天文学中最有挑战性的课题之一。氢是宇宙中最丰富，分布最广的元素。基于中性氢原子最精细结构的跃迁而产生的 21 厘米谱线（HI）拥有简单而清晰的物理机制。通过分析天体所在方向的 21 厘米发射和吸收谱线，并基于银河系的旋转曲线模型，可以限定银河系中天体的运动学距离（范围）。作为运用最广泛的较可靠的直接测距手段之一，这个方法已被写入教科书半个多世纪了。获得 21 厘米吸收谱线的常规方式是用源区的平

均 HI 谱线减去背景的 HI 谱线。因为氢分布具有方向性，背景区需要尽可能地接近源区以避免产生假的吸收谱线以致给出错误的天体距离。提高谱线观测的空间分辨率也可以进一步降低这种常规方式可能引起的假吸收谱线。无论如何，这种常规方式无法避免源区和背景在空间上的分离，产生假吸收谱线的可能性总是存在的。

国台研究人员为 PI 的合作小组，发展出一种新的测距方法（即 HI+13CO 谱线分析）。一：他们采取一种直接环绕源区选取背景的方法来构建 HI 的吸收谱线。这种方式虽然导致背景中包括部分源区辐射，但他们的理论分析证明这种方式不会损失光深，反而因背景直接与源区相接，可以最大程度地避免假 HI 吸收谱线的产生，因而给出最可靠的天体距离（范围）。二，他们同时分析同一天体方向的 13CO 发射谱线。CO 和 HI 谱线揭示星系内介质完全不同的气体成分（13CO 谱线揭示光学薄的分子云）。比较同一天体方向的 13CO 发射谱线和 HI 吸收谱线，可以找到与产生（主要）HI 吸收谱线相对应的氢分子云，因此可以进一步限定天体的运动学距离（因没有产生相应 HI 吸收谱线的氢分子云应在天体的后面）。2007 年以来，基于这个新方法，他们使用较新的 HI 和 13CO 银盘巡天观测数据，已系统地对几对河内超新星遗迹 / 脉冲星 / 甚高能伽玛射线源 / 大质量分子云等成协系统开展了较高精度测距工作，已在专业期刊发表 6 篇文章（见附录 3 至 8）。尤其是 2008 年三，四月分别在 ApJ 和 A&A 快讯发表的对两对超新星遗迹/脉冲星成协系统测距工作（附录 5, 6），解决了长期以来引起天文学家们广泛争议的一个问题，即因这两对系统距离误定而导致相关联脉冲星有异常光度的困惑。他们的这两个工作完全改写了前面由它国科学家发表的两篇高引用文章的主要结果。这两个工作已有包括发表在《Science》和《天文学和天体物理年度综述》等期刊上的 18 篇 SCI 文章引用（独立他引 13 篇）。他们这一方法也已为同行采用并在 ApJ 刊物发文。

- 1). Tian W.W., Leahy D.A., Haverkorn M., Jiang B. 2008, ApJ Letters, 679, L85.
- 2). Tian W.W., Li Z., Leahy D.A., Wang Q.D. 2007, ApJ Letters, 625, L25.
- 3). Tian W.W., Leahy D.A. 2008, MNRAS Letters, 391, L54 .
- 4). Leahy D.A., Tian W.W., Wang Q.D. 2008, AJ, 136, 1477 .
- 5). Tian W.W., Leahy D.A. 2008, ApJ, 677, 292.
- 6). Leahy D.A., Tian W.W. 2008, A&A Letters, 480, L25.
- 7). Leahy D.A., Tian W.W. 2008, AJ, 135, 167.
- 8). Tian W.W., Leahy D.A. & Wang Q.D. 2007, A&A, 474, 541.