

上海天文台活动星系核研究

蒋栋荣 洪晓瑜 曹新伍

(中国科学院上海天文台 上海 200030)

(中国科学院国家天文台 北京 100012)

摘 要

简要介绍了上海天文台活动星系核研究小组近几年来利用国际 VLBI 网进行活动星系核的 VLBI 观测情况以及在活动星系核研究方面所取得的主要进展。

关键词 星系: 活动星系核 — 喷流 — VLBI

分类号 P157.6

1 引 言

上海天文台的 VLBI 站 1987 年投入国际 VLBI 网观测, 于 1994 年成为欧洲 VLBI 网 (EVN) 的正式成员。上海天文台利用 VLBI 进行天体物理研究的工作, 20 世纪 90 年代以前主要是个别研究人员在国外进行的。由于攀登计划、自然科学基金委、科学院、天文台领导的支持和研究人员的努力, 上海天文台关于活动星系核的研究工作有了一定的进展, 立足于国内的研究工作有了较大的进展, 研究内容也从 VLBI 观测研究发展到包括统计研究及理论模型等多方面多层次的工作。研究重点集中在活动星系核的射电喷流, 包括射电喷流的成分、辐射机制、结构及其变化、喷流的产生机制和准直机制、喷流与黑洞 + 吸积盘系统的关系等。

2 活动星系核的 VLBI 观测

到本文写作时止, 上海天文台研究人员作为第一申请人得到国际 VLBI 网的观测时间为 (以研究课题分类):

(1) 近赤道 Blazras VLBI 巡天观测, 包括二次中国、澳大利亚和南非射电天文台 MKII 观测 (1992, 1993 年)、一次中国、意大利和南非射电天文台 MKII 观测 (1995 年);

(2) 射电选 BL Lac 源 1400+162 EVN+MERLIN 6 cm 观测 (1995 年 2 月);

- (3) 5 个新发现的视超光速源候选体的 EVN 6cm 观测 (1996 年 6 月);
- (4) 7 个近赤道源的 EVN 6cm 观测 (1997 年 11 月);
- (5) 类星体 0106+013 EVN 6cm 偏振观测 (1997 年);
- (6) EGRET(高能 γ 射线) 活动星系核样本的 VLBI 观测, 包括二次 EVN 观测 (1997 年 6 月, 11 月)、二次 VLA 观测 (1998 年、2000 年)、一次 WSRT 观测 (1997 年)、一次 VLBA 18 cm 偏振观测 (2000 年 2 月)、第二历元的 EVN 观测 (2000 年);
- (7) 类星体 1156+296 研究, EVN+MERLIN 6cm 观测 (1997 年 2 月)、EVN + MERLIN 6cm 偏振观测 (1999 年 2 月);
- (8) BL Lac 源 0235+164 EVN 6cm 观测 (1997 年 2 月);
- (9) 类星体 NRAO530 EVN 6cm(1999 年 2 月);
- (10) 7 个中等 BL Lac 源的 EVN 6cm 观测 (1999 年 11 月);
- (11) 类星体 1624+416 VLBA 1.3cm 观测 (2000 年 3 月 1 日);
- (12) 几个低流量 EGRET 源的 EVN6cm 偏振观测 (2000 年 11 月)。

3 活动星系核的研究进展

3.1 活动星系核致密结构的研究

上海天文台活动星系核研究组进行了大量的活动星系核致密结构的观测研究: 发表了几十幅活动星系核的 VLBI 图像, 发现和证实了若干视超光速源^[1,2]; 对陡谱致密源 3C286 18cm 和 6cm 双频高分辨率 VLBI 观测研究谱指数的分布, 并发现两个平谱致密分量^[3], 进一步 EVN 6 cm 偏振 VLBI 研究表明 3C286 的亮射电发射区可能不是该源的核^[4]; 首先发现 1404+286 (OQ208) 的 VLBI 结构, 并指出该源不是理想的 VLBI 校准源; AO 0235+164 的多历元 VLBI 研究表明喷流可能存在约 3.7yr 的周期性旋转, 并与射电光变的研究结果相符合^[5]; 发现射电选的 BL Lac 源 1400+162 可能是一个大视角的射电选 BL Lac 源。研究了 EGRET 类星体 1156+295 的喷流结构, 发现不仅存在小尺度弯曲喷流, 大尺度喷流与小尺度喷流之间也存在大的弯曲, 可能是螺旋型喷流。通过对 0420-014 的 VLBI 结构和单天线流量密度监测的研究, 发现该源的射电光变可以分为两类: 一类起源于中央核, 这类光变由于同步加速辐射光学深度的影响在射电波段的不同频率上存在时间延迟, 高频变化早于低频变化; 另一类光变起源于喷流中的分量, 当喷流发生弯曲时, 其多普勒增亮因子发生变化, 这类变化在射电波段上几乎没有时间延迟^[5]。

3.2 EGRET 活动星系核样本的研究

我们通过对 EGRET 源样本的高能 γ 射线辐射与低频同步加速辐射比值与多普勒增亮因子的相关性研究支持了 EGRET 类星体的 γ 射线辐射是由于外光子场的逆康普顿散射^[6]。毫米波辐射与高能 X 射线、 γ 射线辐射的相关, 表明高能辐射起源于相同的相对论性电子族。我们研究射电强活动星系核射电喷流的准直性 (大小尺度位置角的差 ΔPA), EGRET 检测到的类星体喷流较为准直, EGRET 检测到的 BL LAC 天体有较大的 ΔPA 。这种较大的 ΔPA 可能是喷流固有弯曲经投影放大而形成^[7]。通过对 ΔPA 及

射电和光学观测结果的分析，得到了 ΔPA 是喷流固有弯曲经投影放大证据。并发现喷流弯曲可能与吸积盘磁场有关^[8]。为进一步研究它们的辐射性质，我们申请到了大量的国际 VLBI 网观测时间。

3.3 射电喷流的参数研究

射电喷流的多普勒增亮因子 δ 是研究活动星系核的重要参数，国外学者用均匀球模型研究射电喷流的参数。我们指出均匀球模型与 VLBI 观测结果不符，用非均匀喷流模型研究了一个样本，导出了喷流的各种物理参数，并发现 EGRET 类星体的高能辐射可能是外光子的逆康普顿散射^[9]。通过对大样本 VLBI 致密核 (core) 的统计研究，发现 VLBI core 的谱指数主要为平谱，VLBI core 的角大小近似反比于 VLBI 观测频率，VLBI core 的角大小与致密喷流的角大小之间存在相关等主要的统计结果与非均匀喷流模型相符合，并利用 VLBI 数据初步研究了喷流中磁场及相对论性电子的分布。

3.4 射电喷流的加速机制研究

射电喷流的形成和加速机制是活动星系核研究中的一个重要问题。我们研究了吸积盘磁场加速喷流过程，发现其中存在不稳定性，并第一次给出吸积盘磁场与盘面夹角大于 60° 时喷流的加速行为。主要结果被国外同行的数值模拟证实，并被用来解释原恒星和活动星系核的喷流现象。接着在广义相对论框架下研究了转动黑洞附近喷流的加速过程，发现转动黑洞有利于喷流加速^[10]。

3.5 射电喷流与吸积盘的联系

射电喷流、黑洞和吸积盘是活动星系核中央活动性的主要成分。活动星系核中的喷流与吸积无疑存在着内在联系。射电辐射是喷流功率的测量，光学发射线辐射联系到吸积盘的特征。我们对一个射电选的大样本的射电和光学宽发射线数据进行相关分析研究，发现其射电与宽发射线辐射强相关，表明吸积盘与喷流之间存在本质联系，支持吸积盘磁场加速喷流模型^[11]。

4 小 结

近几年来上海天文台在活动星系核观测研究方面，研究队伍有了扩大，研究经费有了明显的增加，年青学术带头人已经成长，VLBI 观测有了较稳定的增加，科学研究的方向得到了扩展。本报告包括了：万同山，张福俊研究员，沈志强及其他研究生的部分研究工作结果。

参 考 文 献

- 1 Shen Z Q, Wan T S, Moran J M et al. *A. J.*, 1997, 114: 1999
- 2 Hong X Y, Venturi T, Wan T S et al. *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 1999, 134: 201
- 3 Zhang F J, Spencer R E, Schilizzi R T et al. *Astron. Astrophys.*, 1994, 287: 32
- 4 Jiang D R, Dallacasa D, Schilizzi R T et al. *Astron. Astrophys.*, 1996, 312: 380
- 5 Zhou J F, Hong X Y, Jiang D R et al. *Ap. J.*, 2000, 540: L13
- 6 Huang L H, Jiang D R, Cao Xinwu. *Astron. Astrophys.*, 1999, 341: 74
- 7 Hong X Y, Jiang D R, Shen Z Q. *Astron. Astrophys.*, 1998, 330: L45

- 8 Cao X. *Astron. Astrophys.*, 2000, 355: 44
9 Jiang D R, Cao Xinwu, Hong Xiaoyu. *Ap. J.*, 1998, 494: 139
10 Cao Xinwu, Spruit, H C. *Astron. Astrophys.*, 1994, 287: 80
11 Cao Xinwu, Jiang D R. *M.N.R.A.S.*, 1999, 307: 802

Progress of AGNs Study in Shanghai Observatory

Jiang Dongrong Hong Xiaoyu Cao Xinwu

(*Shanghai Astronomical Observatory, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200030*)

(*National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100012*)

Abstract

The paper briefly presents the activities about the Active Galactic Nuclei (AGN) research in Shanghai Astronomical Observatory, including the VLBI observations, the statistical and theoretical results.

Key words galaxies: AGNs—jet—VLBI