

# 活动星系核家族\*

程福臻

(中国高等科学技术中心[世界实验室]天文和天体物理分中心)

(中国科学技术大学天体物理中心)

## 提 要

从观测事实出发,我们给出了活动星系核的定义,阐述了活动星系核的细致分类,探讨了影响活动星系核观测特征的各种因素,以及它的家族成员之间的相互关系。最后,我们指出活动星系核的现象是极普遍的。

## 一、引 言

近十几年来,活动星系核的研究发展极快。随着观测手段的扩大和更新,如 CCD 的采用,国际紫外探险者 IUE 上天, X 射线卫星 Einstein 探测器、EXOSAT 成功的观测, IRAS 的发射,新的观测结果不断涌现。于是新的名字不断产生,例如: OVV, HPQ, Blazars, Seyfert 1.95, Liners, NLXRG, MAGNs, FRI, Starbursts, Warmers……这使人眼花缭乱,并给新参加这些课题研究的人带来困惑。为此,我们希望从观测事实入手,阐明这些基本概念。首先,从这类天体的共性出发,我们给出一般的活动星系核的定义;然后,根据其差异说明它们的细致分类,讲清各个名字的含意。进一步,我们探讨影响活动星系核观测特征的各种因素,及其家族成员之间的可能关系。最后,我们指出,在辐射能量从极高到极低、跨越约 10 个量级的范围内,活动星系核的现象是非常普遍的。

## 二、活动星系核的定义

从一个很小区域,即半径  $r \ll 0.1 \text{ pc}$ , 持续输出能量  $W > 10^{38}$  尔格/秒,其连续谱从 100 微米到 1 MeV 波长范围内呈幂律形式,大约为  $F_{\nu} \propto \nu^{-1}$  这类天体称为活动星系核<sup>[1]</sup>。

这类天体首先应是非热辐射的致密源。其能量判据取  $10^{38}$  尔格/秒为下限是基于以下事实:低于这一能量输出,我们开始碰到恒星 X 射线源,明亮恒星的红外辐射,超新星遗迹的射电辐射,这将引起混乱。最后应该指出,迄今满足这一定义的天体都是一个星系的核或是在核的附近。有的天体物理学家相信,许多星系有一个以上的活动核<sup>[2]</sup>。

1988年12月2日收到。

\*国家自然科学基金资助项目。

### 三、活动星系核的细致分类

由于活动星系核的谱型与黑体谱不同,从而导致了我们常说的这类天体在射电、红外、紫外和 X 射线波段的辐射“过剩”。当然,这些“过剩”都是与星系中恒星典型的温度范围内的黑体谱比较而言。它们很硬的谱又会使气体电离产生发射线。因此,对河外星系的射电、紫外、X射线的巡天和发射线星系的证认中,我们很容易发现符合我们所给定义的活动星系核。不同的观测手段所发现的活动星系核,以及满足我们所给定义的活动星系核又具有一些不同的特征,使得它们有了更细致的分类,也就出现了许多不同的名字。下面我们按照当今最流行的观点来阐述,一反过去按历史发展顺序讲述的方式,这将使我们更容易、更准确地掌握这些基本概念。

#### 1. 经典的活动星系核 (AGNs)

它包括类星体 (QSOs) 和 I 型赛弗特星系 (Seyfert 1 galaxies)。经典的活动星系核是具有宽的允许发射线和窄的高电离和低电离的禁线发射线(参看图 1a, b) 的活动星系核。而类星体和 I 型赛弗特星系的区别仅仅在于光度的大小。现在,天文学家将光度为

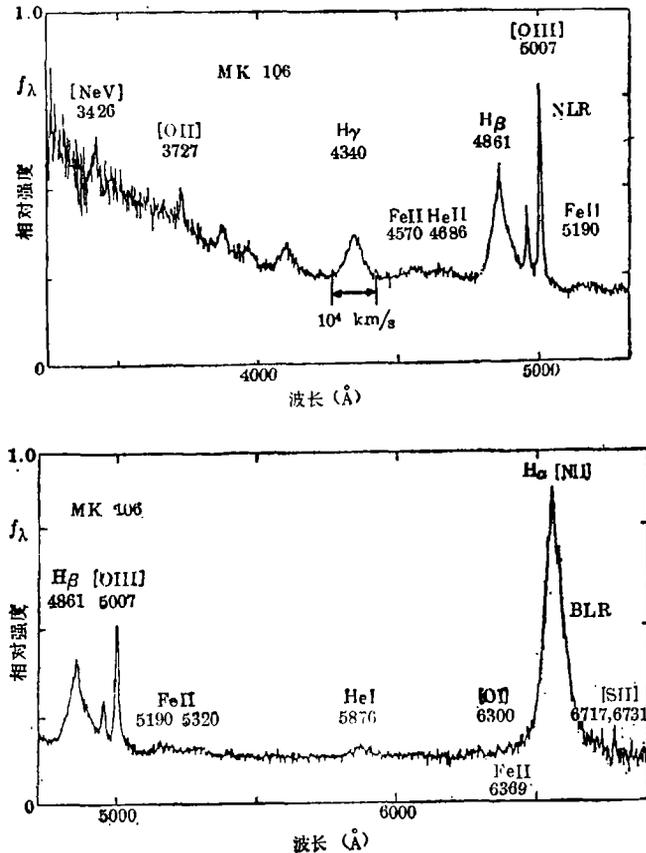


图 1a Sy1 星系, Markarian 106 的光学谱。所标出的谱线波长是在 Mrk 106 的静止参考系中 (原图取自文献: Osterbrock, D. E., *Ap. J.*, 215 (1977), 733)

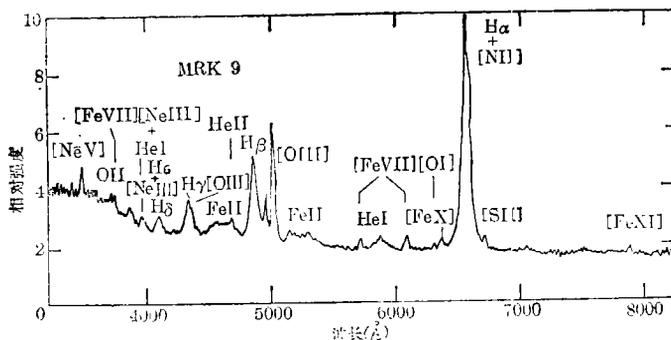


图 1b Sy1 星系, Mrk 9 的光学谱。谱线波长是在 Mrk 9 的静止参考系中  
(原图取自文献: Grandi, S. A., *Ap. J.*, 221 (1973), 501)

$-30 \lesssim M_B \lesssim -23$  ( $10^{11} - 10^{14} L_\odot$ ) 的经典活动星系核称为类星体; 将光度为  $-23 \lesssim M \lesssim -16$  的称为 I 型赛弗特星系。有的天文学家又将光度为  $-23 \lesssim M \lesssim -18$  的 I 型赛弗特星系称为马卡良赛弗特 (Markarian Seyfersts); 把  $M \gtrsim -18$  的称为温和的活动星系核 (Mildly AGNs, 或简称为 MAGNs)。我们知道最暗弱的经典的 I 型赛弗特星系是 NGC4051 ( $M \approx -16$ ), 近几年来, 经过不少天文学家的多方面证认, M81 确实是个极暗弱的 I 型赛弗特星系 ( $M \approx -13$ )<sup>[3,4]</sup> (参看图 2)。还有的文献上把 I 型赛弗特星系核叫做微小类星体 (mini-QSOs 或  $\mu$ Q-SOs)。类星体这个名称的含意是类似于恒星的天体, 起源于六十年代在帕洛玛巡天地板上, 这种高红移的河外亮源看上去与恒星点源一样; 而 I 型赛弗特星系除了明亮的中心核, 核外具有盘状、环状或旋臂状的结构<sup>[5]</sup>。现在, 我们知道这是由于类星体离我们更遥远, 加上它们的核非常之亮, 使得它们的寄主星系 (host galaxies) 不能被一般的望远镜所分辨。

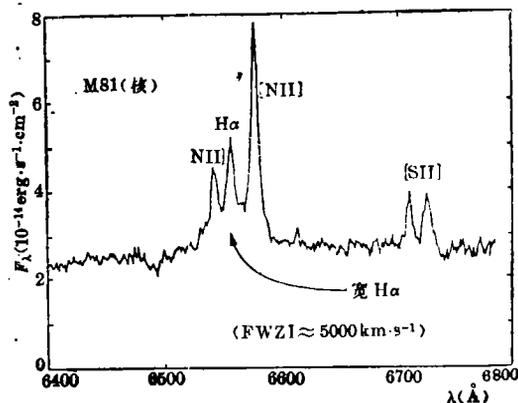


图 2 M81 星系的 H $\alpha$  线的详细图  
(原图取自文献: Filippenko, A. V., 1988, Preprint)

## 2. 窄线区 (Narrow-Line Region, 简写 NLR)

窄线区是活动星系核中产生窄的发射线的区域。这个区域是由低密度的光致电离气体所组成 ( $N_H < 10^8 \text{ cm}^{-3}$ ), 占有相对大的空间范围, 其半径  $R_N$  为:  $1 \text{ pc} \lesssim R_N \lesssim 10^3 \text{ pc}$ 。在邻近的活动星系核中, 窄线区在空间上能被分辨<sup>[6]</sup>。由于密度低而体积大, 许多强的禁线 (如  $\lambda 5007$  [O III]) 也能被观测到, 当然一些窄的允许线是在这区域中产生的。按照多普勒展宽机制, 窄线在半极大强度处的全宽约为  $150 \lesssim \text{FWHM} \lesssim 1400 \text{ km/s}$ 。

## 3. 宽线区 (BLR, Broad Line Regions)

活动星系核中产生宽的发射线的区域称为宽线区。从很强的 [O III] 禁线不存在宽的成分

可以推测出,宽线区是由密度较高的电离气体组成,  $N_H > 10^8 \text{cm}^{-3}$ 。由宽发射线光变的研究告诉我们,这区域的半径为  $0.1 \lesssim R_B \lesssim 1 \text{pc}$ 。宽发射线在半极大强度处的全宽  $\text{FWHM} > 400 \text{km/s}$ 。在有些活动星系核中(如 Mrk 876),它的  $H_\alpha$  线在零强度处的全宽,  $\text{FWZI} \sim 0.1c$ 。在给定的一个活动星系核中它的允许线总是有较大的 FWHM 值,至少也是与禁线的 FWHM 相等。

根据发射线的光变和宽度,有的天文学家发现存在两种宽线区: BLRI 和 BLRII<sup>[7,8]</sup>。BLRI 是由完全电离的云组成,是光学薄的。它紧靠着中心能源,产生强的高电离的紫外发射线(CIV, NV, OVI, HeII 等等)。BLRII 是以小部分电离、大部分中性气体组成,是光学厚的。它在 BLRI 的外面,产生强的低电离谱线(如 FeII)<sup>[9]</sup>。大多数的类星体都显示出 BLRI 和 BLRII,但是有的类星体(如 Mrk359<sup>[10]</sup>)中,来自 BLRII 的谱线与 BLRI 的相比暗弱得多或者是不出现。根据目前的理论推测<sup>[11]</sup>,在 BLR 和 NLR 中的典型的物理参量值如下:

	BLR	NLR
半 径	0.1—1pc	$10^2$ — $10^3$ pc
电子密度	$10^8$ — $10^{11} \text{cm}^{-3}$	$10^8$ — $10^6 \text{cm}^{-3}$
温 度	$10^4$ — $2 \times 10^4 \text{K}$	$10^4$ — $2 \times 10^4 \text{K}$
充满因子	$10^{-1}$ — $10^{-2}$	$10^{-2}$ — $10^{-3}$
质 量	$10^2 M_\odot$	$10^5$ — $10^6 M_\odot$
气云速度	$10^3$ — $10^4 \text{km/s}$	$5 \times 10^2 \text{ km/s}$
相对丰度	H~1, He~0.1	H~ $10^4$ , He~ $10^3$ , N~1, O~4 Ne~1, S~0.3, Fe~0.1

4. Sy2, Sy1.5, Sy1.8 和 Sy1.9

赛弗特星系是用它们最初的发现者 Carl K. Seyfert 的名字来命名的。从光学证认讲,其核的光谱显示出许多宽而强的发射线的星系。后来,根据巴尔末线(如  $H_\alpha$  和  $H_\beta$ ) 和禁线(如 [OIII] 和 [NII]) 的相对宽度和相对强度又细分成 Sy2, Sy1.5, Sy1.8 和 Sy1.9。  $H_\alpha$  的线宽  $>$  [OIII] 的线宽的赛弗特星系被称为 Sy1, Sy1 的谱线强度比:  $H_\alpha / [\text{OIII}] \lambda 5007 \sim 1$ 。

$H_\alpha$  的线宽  $\approx$  [OIII] 的线宽的赛弗特星系被称为 Sy2, Sy2 的谱线强度比:  $H_\alpha / [\text{OIII}] \lambda 5007 \sim 0.1$ 。

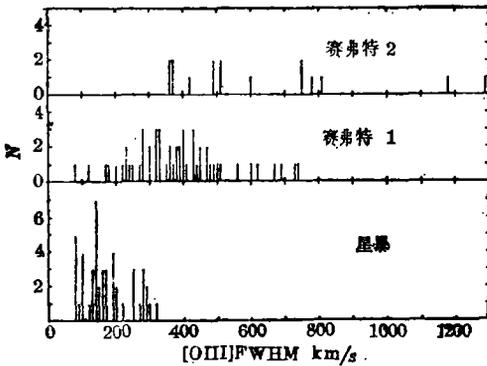


图 3 三种星系核的 [OIII] 发射线线宽分布的直方图(原图取自文献: Feldman, F. R. et al., Ap.J., 256 (1982), 427)

Sy1 中巴尔末线 通常有  $\text{FWHM} \approx 1000$ — $5000 \text{ km/s}$  或  $\text{FWZI} \approx 4000$ — $30000 \text{ km/s}$ , 禁线有  $\text{FWHM} \approx 300$ — $1000 \text{ km/s}$ 。我们应该注意,这里我们讲“窄”的禁线,是与宽的允许线相比较;实际上与非活动的星系核的发射线比较,活动星系核中的“窄”线仍是宽的。Feldman et al. (1982)<sup>[12]</sup> 测量了 116 个星系核的 [OIII] 线的 FWHM。其中, 53 个 Sy1, 它们的 [OIII] 线的 FWHM 的中间值为  $375 \text{ km/s}$ ; 16 个 Sy2 的 [OIII] 的 FWHM 的中间值为  $510 \text{ km/s}$ ; 47 个“星暴”星系(参见 9.) 的 [OIII] 的 FWHM 的中

间值是 160km/s。这个结果展示在图 3 中。

Osterbrock 和 Koski(1976)[13]从观测上证实,在 Sy1和Sy2之间存在中间型态。图 4 中, Mrk509是一个典型的Sy1, Mrk176是一个典型的Sy2。然而NGC4151和Mrk6 = IC450的光谱特征介于 Sy1 和 Sy2 的之间,它们的巴尔末线由两种基本成分组成,一种是明显的宽的线翼,另一种是窄的线核。采用这两成分的观点, Osterbrock(1984)[14] 将赛弗特星系作了细致的分类,光谱中巴尔末线有强而宽的成分的就是 Sy1, 没有宽成分的就是 Sy2, Sy1.5 是中间型。光

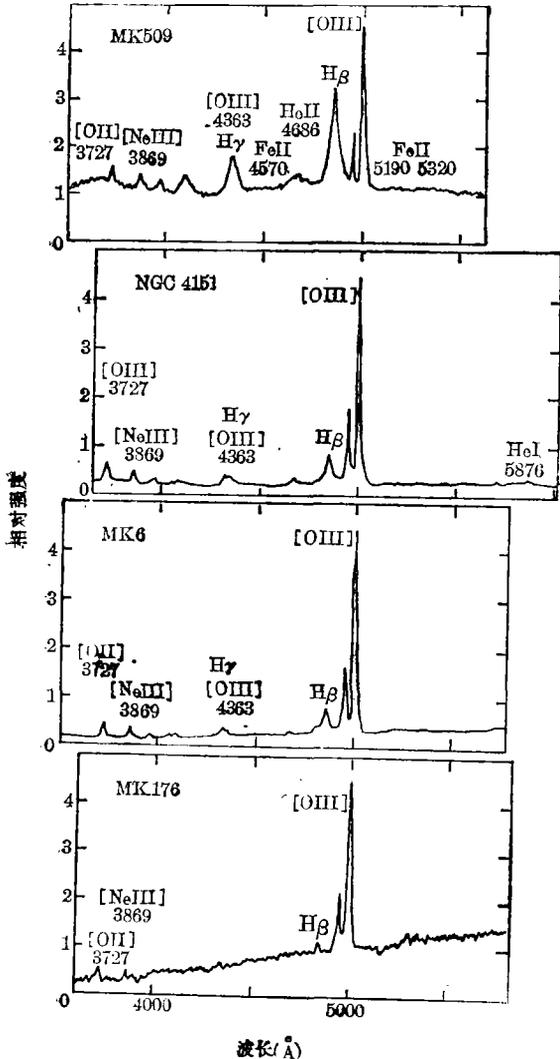


图 4 四个 Seyfert 星系的光学谱。典型的Sy1, Mrk509,具有宽的 Balmer 线。典型的Sy2, Mrk176,具有窄的 Balmer 线。NGC4151和 Mrk6是中间型,它们的 Balmer 线轮廓是由窄的线核和宽的线翼组成(原图取自文献: Osterbrock, D. K. & Koski, A. T., *M.N. R. A. S.*, 176 (1976), 619)

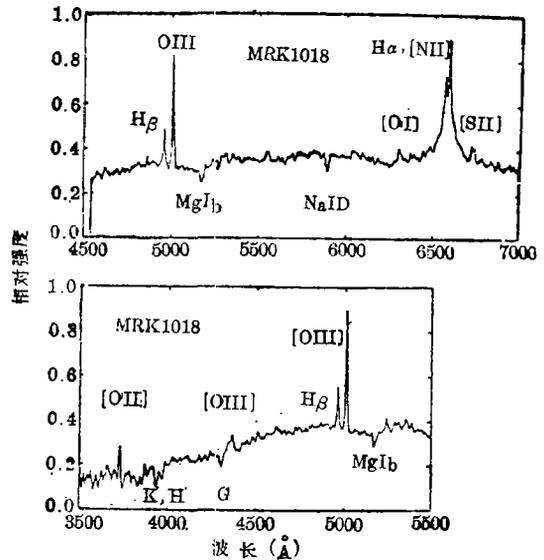


图 5 Mrk1018 的光学谱,它被认为是 Sy1.9 (原图取自文献: Osterbrock, D. E., *Q. J. R. astron. Soc.*, 25 (1984), 1)

谱中巴尔末线有强的窄成分,  $H_{\alpha}$  线的宽成分很弱但可见,  $H_{\beta}$  线中的宽成分也很弱但可见的赛弗特星系叫 Sy1.8; 如果  $H_{\alpha}$  线的宽成分很弱但可见, 而  $H_{\beta}$  线中的宽成分见不到的叫 Sy1.9。实际上 Sy1.8和 Sy1.9是较难区别的, 它们处在 Sy1.5和 Sy2之间的中间型(图5)。

#### 5. 射电强 (radio-loud) 和射电宁静 (radio-quiet) 类星体, FR-I 和 FR-II

六十年代, 天文学家进行了一系列射电巡天, 如在美国的 Ohio、英国的 Cambridge、意大利的 Bologna 和澳大利亚的 Parkes, 使用的频率为百米到千兆赫量级范围内的低频, 观测的极限流量约为 1 Jansky 或零点几 Jansky。如果一颗类星体在上述的射电巡天中被探测到, 便被称为射电强的类星体 (radio-loud QSO); 否则便被称为射电宁静的类星体 (radio-quiet QSO)。七十年代以来, 采用了更好的射电望远镜, 许多原来称为“射电宁静的类星体”现在也被探测到, 但是这两个名称仍然有用, 特别是在统计分析的取样中。

射电强类星体, 按其射电形态, 又可分延展 (extended) 源和致密 (compact) 源。早些时候, 由于望远镜功能上的限制, 很难得到高分辨的射电图, 天文学家便根据射电谱型将其分为陡谱 (“steep”) 射电源 ( $\alpha > 0.5, F_{\nu} \propto \nu^{-\alpha}$ ) 和平谱 (“flat”) 射电源 ( $\alpha < 0.5$ )。因为延展的射电源具有比致密射电源更陡的谱, 所以陡谱和平谱源粗略地分别对应着延展和致密射电源。与光学的形态相类似, 暗弱的延展射电结构会被核的强辐射所掩盖, 因而把致密源叫为核心主导 (core-dominated) 源, 把延展源叫做瓣主导 (lobe-dominated) 源也许更确切。

对于延展的射电类星体, 它们的细致的射电型态也被用于进一步分类。其中最重要的是 Fanaroff 和 Riley (1974) [15] 所作的分类。他们所分的 I 类源 (FRI) 是所谓边界昏暗源 (“edge-darkened” 源), 这类源的射电峰值是处在射电瓣中、比到瓣的边界一半处要近的地方。他们所分的 II 类源 (FRII) 有峰值瓣光度, 或叫“热斑”, 处于每个瓣的边沿附近。

#### 6. 宽线射电星系 (BLRG), 窄线射电星系 (NLRG) 和窄线 X 射线星系 (NLXRG)

光谱中有强而宽的发射线的河外强射电星系称为宽线射电星系, 它的寄主星系一般为椭圆星系。由此很容易理解窄线射电星系 (NLRG) 和窄线 X 射线星系 (NLXRG) 的含意, 这后一个名字取决于它首次是由 X 射线望远镜所发现的, 或者有强的 X 射线辐射。大多数 NLRG 和 NLXRG 都属于 Sy2。

#### 7. 光学激变类星体 (OVVs), 高偏振类星体 (HPQs), 蝎虎天体 (BL Lac) 和 Blazars

在光学和紫外波段, 几乎所有的类星体在不同程度上都是光变的。如果某颗类星体的光度变化  $\Delta m > 1 \text{ mag}$ , 并且光变时标短到月、星期甚至天的量级, 我们把它称为光学激变类星体 (OVV)。

如果一颗类星体的宽带偏振度大于百分之几, 它将被叫做高偏振的类星体 (HPQ)。HPQs 与 OVVs 常常是重迭的。

蝎虎天体 (BL Lac) 是一类具有强的非热辐射的连续谱, 而其发射线极微弱 [16], 在一般的中小型望远镜中, 或甚至在较大型的望远镜中不采取特别技术 (将中心亮核遮挡住) 观测不到的天体。它们的光变剧烈, 偏振度高。

由于以上三种天体有其特有共性, 它们合起来被称为 “Blazars”。

在涉及活动星系核的许多文献中, 我们常常碰到 “射电选…”、“光学选…”、“X 射线选…” 等名词, 这是指最初发现这些天体所采用的波段, 往往也说明, 这些天体在该波段的辐射相对

地说比其他波段更强而易于观测到。

8. 低电离核发射区 (Low Ionization Nuclear Emission Regions, LINER), 氢 II 区 (H II region)

LINER, 即低电离核发射区, 这类天体属于窄发射线星系, 它们与 Sy2 和 HII 的主要区别是特征谱线的相对强度。LINER 的特征谱线的相对强度是:  $[OII] \geq [OIII], [OI] \geq \frac{1}{3} [OIII]$  (图 6)<sup>[17]</sup>。有少数天文学家把 LINER 称为 Sy3<sup>[18]</sup>。而 HII 区一般没有  $[OI] \lambda 6300$  线, 如果  $[OIII] \ll H\beta$ , 则  $[NII] \gg H\alpha$  (图 7)<sup>[19]</sup>, 从稍微修改过的 Filippenko (1988)<sup>[10]</sup> 的  $[OI] / [OIII] \sim [OII] / [OIII]$  图中 (图 8), 我们可以看出 LINER, Seyfert, HII 处在不同的位置。但是, 并非截然分开, 在分区边界是相互混杂, 甚至你中有我, 我中有你。这也许是活动星系核中多种活动机制共存的结果。

LINER 的许多观测特征与赛弗特星系类似。不少 LINER 谱线宽度与 Sy2 的相差无几, 甚至有的  $H\alpha$  线还有弱的宽成分。它们是致密的核射电源; 又是 X 射线源, 非热的红外连续源; 但是非热的紫外连续成分弱。因此, 对 LINER 的电离机制是光致电离还是冲击波加热气体电离争论较大。

Heckman (1987)<sup>[20]</sup> 论述了 LINERs 中的多相性。有的可称为 Mini-Seyferts, 具有非恒星的电离连续谱; 有的显示出冷吸积流特征; 有的展现出星暴驱动风的现象, 因此提出是星系碰撞, 吞食或邻近星系的潮汐相互作用所引起; 有的提出是大质量恒星连续辐射造成电离, 即 Warmers 是其电离辐射源 (见 9 节)。由此可见其理论正处在发展中。

9. 星暴星系 (Starburst galaxies), Starbursts 和 Warmers

七十年代末, 在研究发射线星系时, 发现有一些发射线星系, 其线宽不够分类为 Sy, 有不寻常的蓝色核, 亮的远红外光度。这类可称为窄发射线星系的能源是什么? Huchra (1977)<sup>[21]</sup> 提出是大量热星出现在核区所致。Condon (1980)<sup>[22]</sup> 讨论了它们的核产生的陡的射电谱, 并指出这些热星演化引起的超新星爆发是其射电辐射的根源。Larson 和 Tinsly (1978)<sup>[23]</sup> 研究了 NGC 7714 与 NGC7715 相互作用后提出, 星系的相互作用能够触发恒星形成的爆

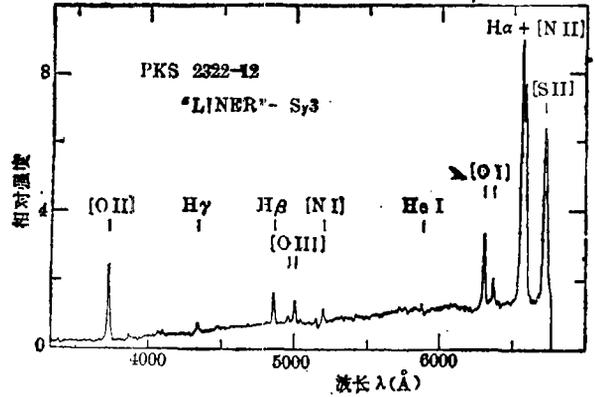


图 6 LINER, 低电离核发射区, PKS2322-12, 的光学谱 (原图取自文献: Heckman, T.M., *A. Ap.*, 87 (1980), 152)

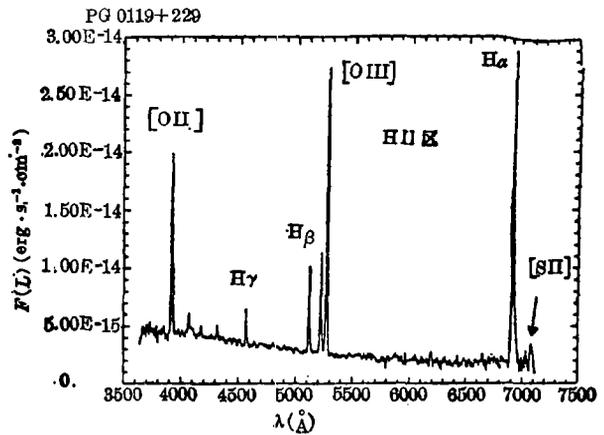


图 7 H II 区, PG0119+229 的光学谱 (原图取自文献: Filippenko, A. V., 1988, Preprint)

发,能够解释窄发射线星系 NGC7714 的观测特征。Weedman et al. (1981) [48]对 NGC7714

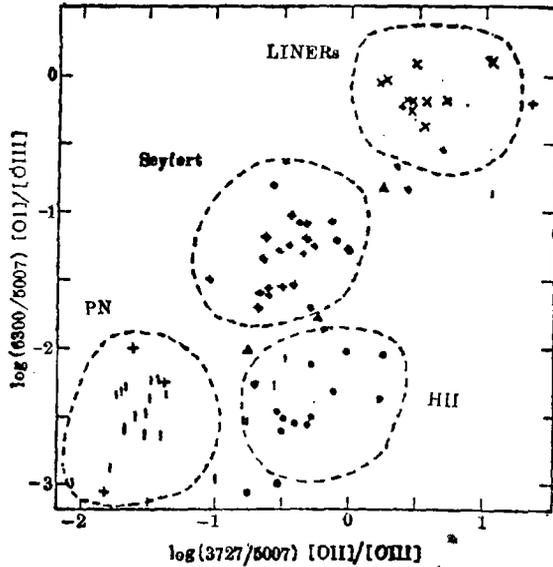


图 8  $\log([\text{O II}]\lambda 3727/[\text{O III}]\lambda 5007)$ 对  $\log([\text{O I}]\lambda 6300/[\text{O III}]\lambda 5007)$ 图  
 图中(·)代表正常H II区;(X)代表LINERs;(◆)代表Seyfert星系核;(+)代表行星状星云;  
 (▲)表示行星状星云  $[\text{O I}]\lambda 6300/[\text{O III}]\lambda 5007$ 的上限;(▲)表示不接河外H II区  
 (原图取自文献: Filippenko, A. V., 1988, Preprint)

各波段辐射进行全面分析后提出,它是星暴星系核的原型。Feldman et al. (1982) [12] 对星系

核发射线宽度的研究中,分析了 47 个“星暴”星系的核发射线,认为这些星系核内许多热的、短寿命的恒星的紫外辐射使周围气体电离产生这些发射线。

Joseph (1987) [24] 对相互作用星系中的星暴 (Starbursts in Interacting Galaxies) 作了一个很漂亮的评述。他首先总结了这些星系的观测特征: 它们的红外光度比亮的旋涡星系大一个量级以上, 并且延展到 kpc 的范围; 它们的中等红外谱类似于典型的星系中恒星形成区域的谱 (图 9); 而类星体和 Sy1 的谱比它们平得多; 它们的光学谱大多数与H II区的相同; 它们有延展的核射电辐射和陡的射电谱, 这正是由星暴引起的超新星和超新星遗迹理论所预言的; 用 IUE观测其中最明亮的星系 NGC3256, 它的紫外谱显示出巨星和超巨星的特征, 即具有 SiIV 和 CIV 吸收, 与 Sy 的谱极不相同。在此基础上, 他指出这样一类亮的红外星系中, 相互作用产生的星暴是最可能的能源, 尽管不能排除在这星系核中可能有一个大质量的黑洞同时存在。

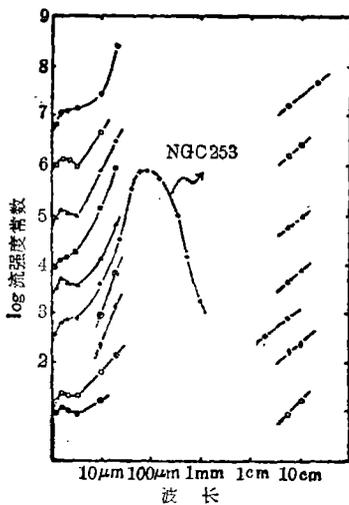


图 9 已知星暴源 NGC253 的红外谱(用+表示), 其他的是相互作用和吞食星系的红外谱  
 (原图取自文献: Joseph, R. D., 1987, in Lecture Notes in Physics, ed. by A. Lawrence(Springer-Verlag), p.234)

Terlevich 和 Melnick (1985) [25] 提出, 在富金属的

巨 HII 区中有很大质量的热星，这些热星是  $M \geq 60 M_{\odot}$  的 Wolf-Rayet 恒星，在它们演化的最后阶段，以星风的形式损失质量。这些大质量星的有效温度可达到或超过  $10^5 \text{K}$ ，观测上应是极端的 WC 或 WO 型 Wolf-Rayet 恒星。我们称这样的热星为“Warmers”。按照这个理论，他们提出了星爆核有两种典型的演化顺序：(1) 恒星形成的大而亮的星暴将使核内 HII 区演化成 Sy2，随着年龄增长 Warmers 演化终结(SNe?)，Sy2 演变到蓝色 LINER；(2) 低亮度的星暴不可能达到 Sy2 阶段，核内 HII 区直接演变到红色的 LINER。这些设想和推论引起了不少天文学家的兴趣，也受到许多批评，是个值得研究的课题。

#### 四、影响活动星系核观测特征的因素

我们知道发射线的宽度和相对强度是活动星系核细致分类的关键。下面我们将讨论影响其线宽和强度观测的因素。也就是说下面的因素会使我们观测不到真实的宽线，或使线的真实强度比和特征发生畸变。

1. 喷流(jet)造成的连续光度极大地增强掩盖了发射线。Blandford和 Rees (1978)<sup>[26]</sup> 提出蝎虎天体和有关的天体现在被相信是类星体，只是在这些天体中，朝着观测者的相对论性喷流大大地增强了其连续辐射的视光度，从而掩盖了其相对暗弱的发射线。Landau 等人(1986)<sup>[27]</sup>，通过对这类天体连续谱观测证实，这种喷流确实存在。较早，Miller等人(1986)<sup>[28]</sup> 用高信噪比观测蝎虎天体，当这些天体连续辐射较暗时，它们显示出宽发射线。

2. 当宽线成分较弱时，寄主星系中的恒星吸收线会抵消它们。从某些窄线星系光谱中，仔细减去恒星的贡献后，揭示出了谱线中的宽成分<sup>[29]</sup>。

3. 由于连续辐射变暗，宽线区有可能暂时“关闭”。如 NGC7603的核，在仅仅几个月的时间内它的谱型便从 Sy1 变到 Sy1.9<sup>[30]</sup>。NGC3516 也从 Sy1 变到 Sy1.9<sup>[31]</sup>。新的谱偏振测定技术揭示出 Sy2 星系 NGC1068核中存在宽线区<sup>[32]</sup>。进一步采用这新技术揭示了其他 Sy2 星系也有类似被“隐藏”的宽线区<sup>[28]</sup>。

4. 红化引起活动星系核光学和紫外谱的变化，造成对暗弱活动星系核分类的困难。活动星系核的红化是与其光度有关的，光度越小的核红化越严重<sup>[33,34,35]</sup>。红化可能起因于尘埃，Lawrence 和 Elvis (1982)<sup>[36]</sup>指出，低X射线光度的天体红外谱指数较陡，意味着尘埃的再辐射对这些天体的红外辐射有更大的贡献。

5. 活动星系核周围盘的取向效应。Miley 和 Miller (1979)<sup>[36]</sup>证明了，瓣占主导的高光度类星体有比核占主导的类星体宽得多的发射线。如果瓣和核占主导的源的差别只是由于取向效应，那末云的运动主要是在垂直于射电轴的盘中，宽线区中的气体云在盘中旋转。那末，当盘面向我们时，看到的是窄线；边向我们时显示出宽线。这一解释碰到不少困难<sup>[37]</sup>。尽管如此，光学偏振测量提供了核周围的确存在大的盘，如高光度的类星体和 Sy1 星系的光学偏振是与其射电延展结构平行的；而 Sy2 星系的光学偏振一般是与射电结构垂直的，且比 Sy1 的偏振度高，另外它的 H $\alpha$  线的偏振也垂直于射电结构。因为 H $\alpha$  的偏振只能由散射所引起，这提醒了我们，它们的核周围一定存在着巨大且厚的气云盘，至于云运动是转动为主，还是径向下落，或是径向外流，目前还无定论。但这种气云盘的取向效应是值得考虑的。

6. 光变影响线宽。Baldwin(1977)<sup>[38]</sup>指出, CIV 线的 FWHM 随着光度的增加而增大。Steiner (1981)<sup>[39]</sup>发现在 4000 Å 处的单色流量与 H $\alpha$  线的 FWZI 相关, 尤其对窄线星系和 Sy2 更为明显。Joly et al. (1985)<sup>[40]</sup>发现了类似的相关, 但在高光度端( $L_{opt} > 10^{46} \text{erg} \cdot \text{s}^{-1}$ ) 这相关达到饱和, 即不再变化。

7. 覆盖因子 (covering factor) 对光度的影响。Mushotzky(1982)<sup>[41]</sup>, Reichert 等人(1985)<sup>[45]</sup>证实, 具有硬 X 射线(2—10keV) 光度小于  $10^{44} \text{erg} \cdot \text{s}^{-1}$  的类星体通常显示出软 X 射线吸收, 意味着它们的覆盖因子大于 70%; 那些光度大于  $5 \times 10^{44} \text{erg} \cdot \text{s}^{-1}$  的类星体没有软 X 射线吸收, 意味着其覆盖因子小于 70%。

## 五. 具有活动核的星系有多少?

寻找具有活动核的邻近星系的巡天结果已综合在 Keel (1985)<sup>[43]</sup>的文章中。这些巡天<sup>[17, 44, 45, 6]</sup>显示出, 晚型星系的 80% 具有 LINER 活动直到光度为  $10^{38} \text{erg} \cdot \text{s}^{-1}$  的低端。到 Sb 和 Sbc 中的活动核减少了约 20%。椭圆星系中的 50% 显示 LINER 活动。正如我们所知, LINERs 确实是活动星系核家族的成员, 因为它们是射电源<sup>[17]</sup>, X 射线源<sup>[46]</sup>, 并且它们之中的一半显示出宽线区<sup>[47]</sup>。

类星体的演化是很明显的, 在红移  $Z \sim 3$  处的最亮的类星体比一般的要多出两、三个量级。这意味着目前的邻近的星系中, 核活动已终结和处于休眠状态者甚多。我们也许能说, 几乎每个尺度较大的星系都有一个活动的核, 甚至包括我们的银河系在内, 只是活动的程度不同而已。

## 参 考 文 献

- [1] Gaskell, C. M., Preprint, (1987).
- [2] Gask. H. C. M., Liege Astrophysical Colloquium, 24 (1983), 473.
- [3] Peimbert, M. and Torres-Peimbert, S., *Ap. J.*, 245 (1981), 845.
- [4] Shuder, J. M. and Osterbrock, D. E., *Ap. J.*, 250 (1981), 55.
- [5] Su, H. J., and Simkin, S. M., *Ap. J., Letts.*, 298 (1980), L1.
- [6] Keel, W. C., *Ap. J. Suppl.*, 52 (1983a), 229.
- [7] Collin-Souffrin, S., Dumont, S., Heidman, N. and Joly, M., *A. Ap.*, 83 (1980), 190.
- [8] Collin-Souffrin, S., Dumont, S., Joly, M. and Pequignot, D., *A. Ap.*, 166 (1986), 27.
- [9] Netzer, H., Preprint, (1987).
- [10] Mac Alpine, G. M., in *Astrophysics of Active Galaxies and Quasi Stellar Objects*, ed. by J. S. Miller, p. 259, University Science books, Mill Vally, (1985).
- [11] Cheng, F. Z., Ph. D. thesis, International School for Advanced Studies, Trieste, Italy, (1984).
- [12] Feldman, F. R., Weedman, D. W., Balzano, V. A. and Ramsey, L. W., *Ap. J.*, 256 (1982), 427.
- [13] Osterbrock, D. E. and Koski, A. T., *M. N. R. A. S.*, 178 (1976), 61.
- [14] Osterbrock, D. E., *Q. J. R. astron. Soc.*, 25 (1984), 1.
- [15] Fanaroff, B. L. and Riley, J. M., *M. N. R. A. S.*, 167 (1974), 31.
- [16] Miller, J. S., French, H. B. and Hawley, S. A., in *Pittsburgh Conference on BL Lac Objects*, ed. by A. M. Wolfe, p. 176, University of Pittsburgh, Pittsburgh, (1978).

- [17] Heckman, T. M., *A. Ap.*, **87** (1980), 152.
- [18] Veron, M. P. and Veron, P., in *A Catalogue of Quasars and Active Nuclei*, p. 107. Published by Observatoire de Haute Provence, (1987).
- [19] Filippenko, A. V., Preprint, (1988).
- [20] Heckman, T. M., Preprint, (1987).
- [21] Huchra, J. P., *Ap. J.*, **217** (1977), 928.
- [22] Condon, J. J., *Ap. J.*, **242** (1980), 894.
- [23] Larson, R. B. and Tinsley, B. M., *Ap. J.*, **219** (1978), 46.
- [24] Joseph, R. D., in *Lecture Notes in Physics*, ed. by A. Lawrence, p. 234, Springer-Verlag, (1987).
- [25] Terlevich, R. and Melnick, J., *M. N. R. A. S.*, **213** (1985), 841.
- [26] Blandford, R. D. and Rees, M. J., in *Pittsbergh Conference on BL Lac Objects*, ed. by A. M. Wolfe, p. 328, University of Pittsbergh; Pittsburgh, (1978).
- [27] Landau, R. et al., *Ap. J.*, **308** (1986), 78.
- [28] Miller, J. S., Preprint, (1986).
- [29] Keel, W. C., *Ap. J.*, **268** (1983b), 632.
- [30] Tohline, J. E. and Oseerbrock, D. E., *Ap. J. Letts.*, **210** (1976), L17.
- [31] Andrillat, Y. and Scuffrin, S., *Ap. Letts.*, **1** (1968), 111.
- [32] Antonucci, R. R. J. and Miller, J. S., *Ap. J.*, **297** (1985), 621.
- [33] Cheng, F. Z., Danese, L. and de Zotti, G., *M. N. R. A. S.*, **204** (1983), p13.
- [34] De Zotti, G. and Gaskell, C. M., *A. Ap.*, **147** (1985), 1.
- [35] Lawrence, A. and Elvis, M., *Ap. J.*, **256** (1982), 410.
- [36] Miley, G. K. and Miller, J. S., *Ap. J. Letts.*, **228** (1979), L55.
- [37] Mathews, W. G., *Ap. J.*, **258** (1982), 425.
- [38] Baldwin, J. A., *Ap. J.*, **214** (1977), 679.
- [39] Steiner, J. E., *Ap. J.*, **250** (1981), 469.
- [40] Joly, M., Collin-Souffrein, C., Masnou, J. L. and Nottale, L., *A. Ap.*, **152** (1985), 282.
- [41] Mushotzky, R. F., *Ap. J.*, **256** (1982), 92.
- [42] Reichert, G. A., Mushotzky, R. F., Petre, R. and Holt, S. S., *Ap. J.*, **296** (1985), 69.
- [43] Keel, W. C., in *Astrophysics of Active Galaxies and Quasi-Stellar Objects*, ed. by J. S. Miller, p. 3, University Science books; Mill Vally, (1985).
- [44] Stauffer, J. R., *Ap. J. Suppl.*, **50** (1982a), 517.
- [45] Stauffer, J. R., *Ap. J.*, **262** (1982b), 66.
- [46] Halpern, J. R. and Steiner, J. E., *Ap. J. Letts.*, **269** (1983), L37.
- [47] Filippenko, A. V. and Sargent, W. L. W., *Ap. J. Suppl.*, **57** (1985), 503.
- [48] Weedman, D. W., Feldman, F. R., Balzano, V. A., Ramsey, L. W., Sramek, R. A. and Wu, C. C., *Ap. J.*, **248** (1981), 105.

(责任编辑 刘金铭)

## The Family of AGNs\*

Cheng Fuzhen

[*Center of Astronomy and Astrophysics, CCAST (World Lab.)*]

(*Center for Astrophysics, University of Science and Technology of China*)

### Abstract

From observational facts, this review paper offers a definition of AGNs, elaborates detail classification of AGNs, goes further into a lot of factors interfering with observational characters of AGNs and some interrelationships between various family members. Finally, we point out that AGN phenomena at low energy levels are extremely common.

---

\*Project supported by National Natural Science Foundation of China.