

前沿

类星体展云的研究

J. B. Oke

(美国加利福尼亚州理工学院天文系)

长期以来,人们就相信类星体处于星系的中央,我们的研究试图证实事实是否果真如此。为此目的,我们需要回答以下几个问题:

(1) 类星体处在什么类型的星系中?它是在旋涡星系还是在椭圆星系中?当然,一种全新类型的星系也是可能的,但我们知道塞佛特星系核是在旋涡星系中,而射电星系是椭圆星系。

(2) 类星体是否影响所在星系的特性?

(3) 所在星系是否影响类星体的特性?

(4) 所在星系的年龄是否重要,即是否在星系的早期历史中类星体是一种普遍的现象?

为了回答以上问题,我们希望观测下面的一些特性:

(1) 星系的形状;

(2) 星系的大小;

(3) 星系的总光度,面亮度轮廓;

(4) 星系中气体的含量;

(5) “展云”(fuzz)中是否存在恒星?如果有的话,是什么种类的恒星?

在这里,光谱观测研究是重要的。我们在几年之前就开始了对各种类星体光谱的观测,一些结果已发表在文献[1]和[2]中。现在报道对11个射电选择高光度类星体周围展云的光谱观测。

我们利用安装在5米望远镜上的双光束摄谱仪进行观测,探测器用 800×800 TICCD,其色散是 $6.05 \text{ \AA}/\text{象素}$,观测的波长范围是 $5,000-9,500 \text{ \AA}$ 。一次积分的典型露光时间是:

(a) 对类星体中央的观测,100秒;

(b) 对离中央 $2' - 3'$ 的展云的观测,3,000秒。按通常的方法将光谱处理成一维形式,然后修正大气吸收的影响。表1给出了观测的详细情况,图1和图2显示了8个类星体核和周围展云的光谱。

为了研究类星体周围的情况,我们应该对展云的光谱进行正确的处理。展云的光是由来自类星体的散射光和星云状物质(Nebulosity)的光所组成的,必须尽可能地剔除掉前者。为此,我们利用类星体具有很宽的发射线这一特性。开始时先假设展云的光全部来自类星体的散射光,用一个低阶多项式去拟合它,然后将此多项式光谱从展云光谱中扣除,再看看哪些地方扣除多了或少了,改进多项式。这样一直迭代下去,直到不能明显地改进结果时为止。

1986年3月24日收到。

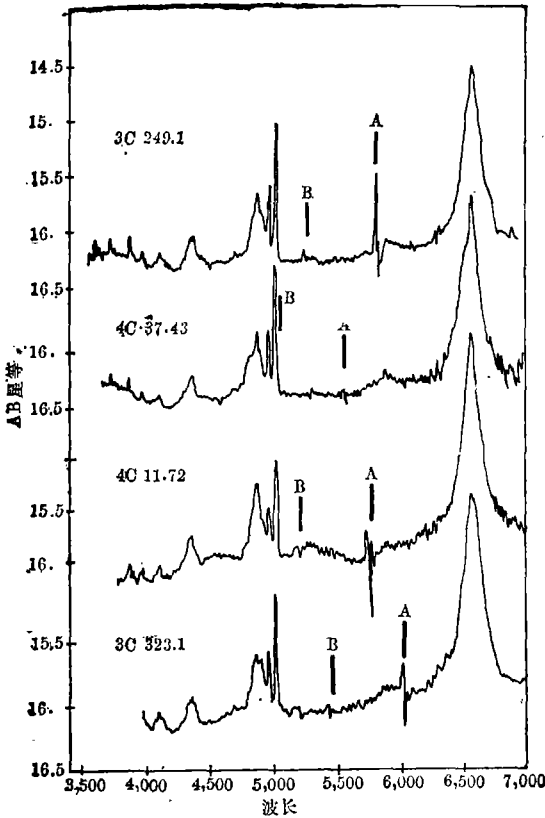


图1. 4 颗类星体核的光谱。纵坐标是 AB 星等，横坐标是类星体在静止坐标系中的波长。A 和 B 所示的位置是地球大气的吸收。

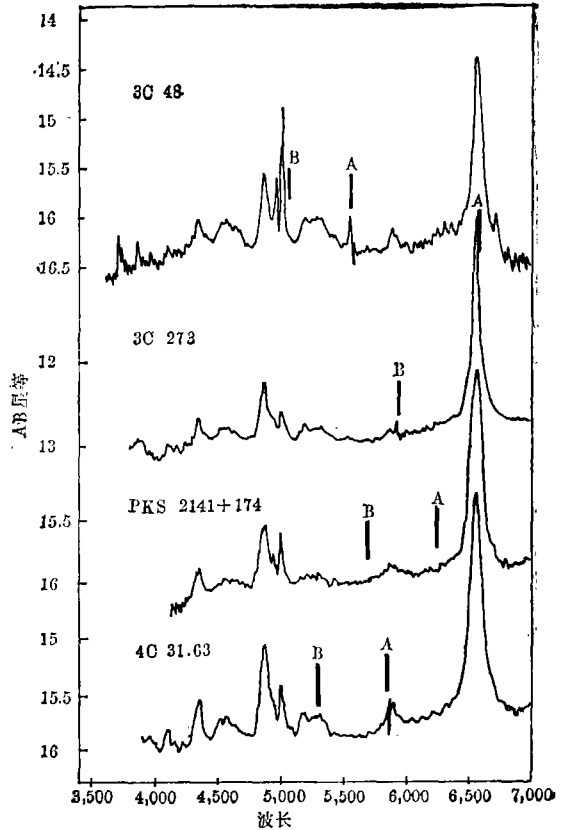


图2. 其余 4 颗类星体核的光谱。标度和图 1 一样。

最后，我们得到的是非零的连续谱和窄发射线，来自类星体的宽发射线如 H_{α} , H_{β} , H_{γ} 和 $Fe II$ 都被剔除了。上述方法虽然是一种纯经验的作法，但事实上它对绝大多数样品都有效地消除了来自类星体的散射光。

图 3 给出了四个类星体核的光谱，可以看到它们具有强的发射线，我们称它们为第一组。

图 4 给出了四个类星体的晕光谱，它们具有弱发射线，我们称它们为第二组。

可以利用发射线的强度得到一些结果。但以下的分析仅适用于发射线在光谱中占主要地位的样品即第一组样品。

(1) 由于 $[O III] \lambda 4,959 \text{ \AA}$, $\lambda 5,007 \text{ \AA}$ 与 H_{β} 的强度比很大，而且还存在比较强的 $[O II] \lambda 3,727 \text{ \AA}$ ，所以得出这是由一个具有幂律谱源的光致电离所致。

(2) H_{α}/H_{β} 很大，这可能是由于

(a) H_{α} 中有一些 $[N II]$;

(b) 由于不能有效地扣除夜天光和核区的光，造成在 H_{α} 处的信噪比太低；

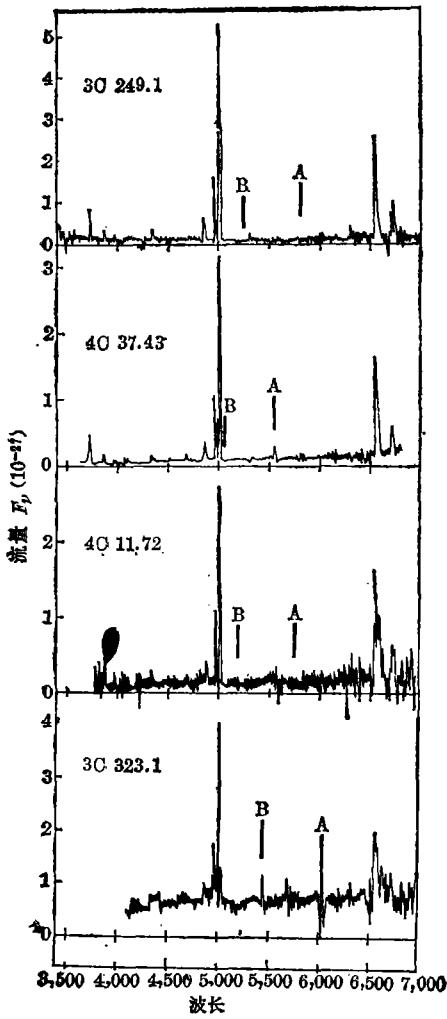


图 3. 4 颗类星体周围展云的光谱。该图与图 1 的核的光谱是一致的。这些展云是一些具有发射线的模糊云。

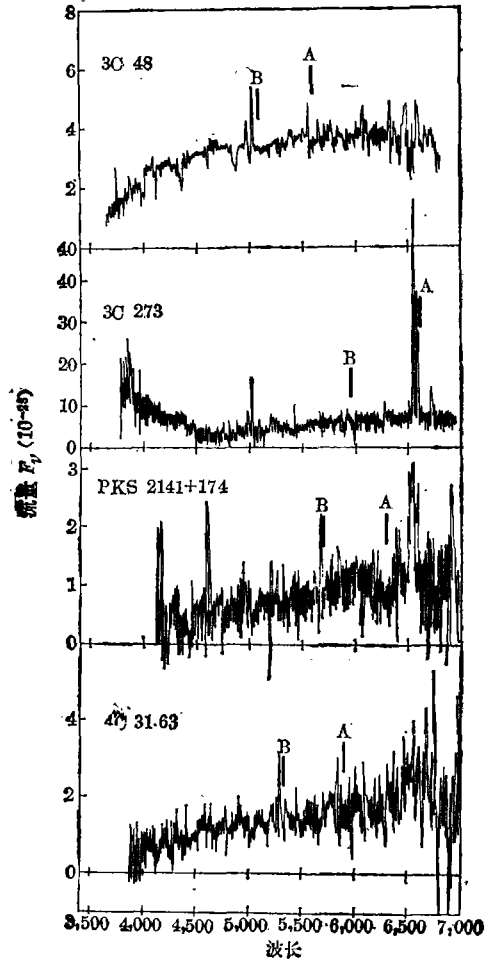


图 4. 其余 4 颗类星体周围展云的光谱，与图 2 的核的光谱是一致的。

- (c) 辐射转移效应；
- (d) 星系中的红化。

(3) 在两个样品中， $[O III] \lambda 4,363 \text{ \AA}$ 是可见的，从 $[O III] \lambda 5,007 \text{ \AA} / [O III] \lambda 4,363 \text{ \AA}$ ，可以得到电子温度 $T_e \sim 15,000 \text{ K}$ (当电子数密度 $N_e < 10^4 \text{ cm}^{-3}$ 时)；

(4) 在 3C 249.1 中， $[S II] \lambda 6,716 \text{ \AA}$ ， $\lambda 6,731 \text{ \AA}$ 完全分辨开了，从 $[S II] \lambda 6,716 \text{ \AA} / [S II] \lambda 6,731 \text{ \AA}$ ，得到 $N_e \sim 500 \text{ cm}^{-3}$ 。在别的显示 $[S II]$ 线的天体中， $[S II] \lambda 6,716 \text{ \AA}$ 与 $[S II] \lambda 6,731 \text{ \AA}$ 的相对强度不确定，但在所有的情形中， $\lambda 6,716 \text{ \AA}$ 线都很强，故可得到 $N_e < 1,000 \text{ cm}^{-3}$ 。

利用 $H\beta$ 的辐射流和电子温度，对 3C 249.1 和 4C 37.43，得出 $N_e \cdot V$ 分别是 1.28×10^{67} 和 8.9×10^{66} ，其中 V 是我们所观测的体积。这些值分别对应于所观测的区域中气体的质量

$1.1 \times 10^{10} N_e^{-1}$ 和 $7.5 \times 10^9 N_e^{-1} \cdot M_\odot$ 。如果取 $N_e = 500 \text{cm}^{-3}$, 并假定我们所观测的区域只是晕的 10%, 则对 3C 249.1 和 4C 37.43, 得到气体的总质量分别是 2.2×10^8 和 $1.5 \times 10^8 M_\odot$ 。如果假定在我们所观测的区域中, 电子是均匀分布的, 则可以得到电子密度的下限。我们所观测的体积约是 10^{68}m^3 , 利用 3C 249.1 的 $N_e^2 \cdot V$ 值, 得到这个天体的 $N_{e \text{min}} \sim 0.3 \text{m}^{-3}$, 这样 $M_{\text{气体max}} \sim 3.2 \times 10^{11} M_\odot$ 。

全部 11 个类星体都显示展云连续谱, 它们的形成有以下几种可能性:

- (1) 类星体的散射光;
- (2) b-f 与 f-f 复合;
- (3) 恒星。

第一种可能性被用处理数据的方法所排除。第二种机制也是不可能的, 因为 $H\beta$ 线很弱, 且得出的 $T_e \sim 15,000 \text{K}$, 故认为是第三种机制。

表 2 给出了每个类星体晕的连续谱的 B-V 颜色。应该注意, 即使是发射线占主要地位的晕的光谱, 也具有可探测到的连续谱。我们知道旋涡星系沿序列 Sa 到 Scd, 它面对我们的颜色值 (Total face on colours) 在 0.70 到 0.45 范围内^[3]。第一组天体的颜色很蓝, 与这些值相符。3C 48 也在此范围内。而第二组中除了 3C 48 外, 天体的颜色与椭圆星系中典型老年星的颜色相似。另外, 在 4C 37.43 中, 如果连续谱是由晚期恒星所造成, 则应该可探测到 MgIb 带的吸收, 没有观测到这一吸收带存在, 说明它被发射线所填满, 因而一定存在早期恒星。所有这一切使我们相信: 第一组基本上是旋涡星系, 富含气体, 因此导致强发射线的存在; 第二组基本上是椭圆星系, 其中几乎没有气体, 故呈现弱发射线或根本没有发射线。

晕光谱的最显著的特性就是可以分成两类, 就象我们上面所看到的那样。事实上, 这种分法与类星体的其他一些特性也是相关的。

我们首先注意到第一组天体具有陡的射电谱, 而第二组天体是平射电谱。第一组具有双瓣结构, 而第二组是致密源。3C 48 是一个例外, 它具有陡射电谱, 但它确是致密源。另外, 核的光谱表明, 第一组具有比第二组强得多的 [O III] 线, 且第二组具有强的 Fe II 线, 而第一组没有此线。表 2 给出了两组天体的不同特性。

但以上分类也有令人迷惑之处, 我们知道陡谱的、扩展的强射电源——即射电星系, 都是椭圆星系, 这正与我们的分类相反。但射电星系与塞佛特星系不同, 它没有宽发射线。也许, 类星体是处于一种全新类型的星系中。

我们来作一个小结。以类星体周围展云的光谱为根据, 我们得到了两种不同类型的晕。颜色较红的可能是椭圆星系, 其中几乎没有气体, 颜色较蓝的可能是旋涡星系, 富含气体。这两组在别的特性上也有所不同。如射电谱的谱指数, 核的光谱中有无 Fe II 线存在等, 这表明类星体对其寄居的星系有影响, 反之亦然, 星系也会影响其中类星体的特性。

为了进一步揭开类星体展云之谜, 还需要作进一步的观测。我们刚刚作完了对 3C 273 的进一步观测。另外, 我们正在做与上面八个天体具有类似红移值的射电宁静类星体的展云观测。我们还在对高红移类星体进行同样的研究, 结果发现 OH 471 根本就没有展云!

表 1 8 颗亮的射电选择类星体

名称 (1)	红移 Z (2)	线宽 尺度 (3)	目视 星等 V (4)	绝对 星等 M_V (5)	射电流量 $\text{Log}(F_{\text{rad}})$ (6)	谱指数 $\alpha(6,20)$ (7)	总露光时间		核到拍展 云光谱区 的角距 (10)	P.A. (11)
							核 (8)	展云 (9)		
3C 48	0.367	6.2	16.2	-25.7	27.96	- .75	1000	6000	2.0	0,180
3C 219.1	0.311	5.6	15.7	-25.8	27.04	- .90	2000	8000	2.0	135
3C 273	0.158	3.6	12.9	-27.1	28.48	+ .02	100	3000	3.0	90
4C 37.43	0.371	6.2	15.5	-26.4	26.85	- .78	4000	12000	2.5	90,270
3C 323.1	0.264	5.1	16.7	-24.4	27.04	- .64	1000	4000	2.0	270
PKS2141+175	0.213	4.4	15.5	-25.1	26.68	+ .20	1000	8000	2.0	45,225
4C 31.63	0.297	5.5	15.5	-25.9	27.50	+ .02	2000	12000	2.0	135,225,315
4C 11.72	0.323	5.7	15.8	-25.8	26.96	- .77	500	4000	2.5	270

表 1 注:

(1) 名称;

(2) 红移;

(3) 线宽尺度(kpc/角秒), $H_0=50$, $q_0=1/2$;(4) 视星等 V (取自Hewitt and Burbidge, 1980);(5) 绝对星等 M_V , $H_0=50$ and $q_0=1/2$;(6) 6cm流量的对数($\text{W} \cdot \text{Hz}^{-1}$) [取自Kühr et al., (1981)];

(7) 6—20cm的谱指数;

(8) 核的总露光时间(秒);

(9) 展云的总露光时间(秒);

(10) 核到拍展云光谱区的角距;

(11) 细缝的位置角(顺时针)。

表 2 两类类星体

观测对象	第 1 组	第 2 组
展云	蓝连续谱 强发射线	红连续谱 弱或者没有发射线
类星体(光学波段)	没有 Fe I 发射 窄强线	强 Fe I 发射 窄弱线
类星体(射电波段)	甚宽线, H 线起伏 [O II]/H β 很大 陡谱 双瓣结构	较宽线, H 线均匀 [O II]/H β 不大 平坦谱 致密结构

参 考 文 献

[1] Boroson, T. A. and Oke, J. B., *Nature*, 296 (1982), 397.[2] Boroson, T. A., Oke, J. B. and Green, R. F. *Ap. J.*, 263 (1982), 32.[3] de Vaucouleurs, G., in *The Evolution of Galaxies and Stellar Populations*, p.43, (1977).

(左林 何香涛编译)

The Nebulosity around QSOs

J. B. Oke

(The California Institute of Technology, USA)