

前 沿

类星体连续谱中的“3,000Å突起”

J. B. Oke

(美国加利福尼亚理工学院)

所谓“3,000Å突起(Bump)”是关于类星体连续谱的重要问题之一。最近四年来已被许多文章明确提出过,并得到了广泛的研究。

图1给出了类星体 3C 273 的光谱。我们可以看到在静止波长 3,000Å ($\nu_0 \sim 10^{14.9}$ Hz)附近,辐射流有一明显的增高,这就是“3,000Å突起”的典型事例。绝大部分其他类星体的光谱中也有类似的情况。

我们是从1978年开始研究这个问题的,结果发表在1984年 *Ap. J.* 上^[1]。

我们从 Burbidge 等人(1977)^[2]的类星体表中,选了30颗红移在0.53—0.70、 $m_v < 17.9$ 的类星体,并利用安装在5米望远镜上的多通道光谱仪对这些类星体进行了观测。观测的静止波长范围是1,900Å—5,500Å,3,000Å突起差不多正好处于其中心位置。我们的目的是研究3,000Å突起的强度范围和形状。图2给出的是典型的能量分布。注意其中一条能量分布曲线是七个相似类星体(NAB 0108-144, OI 363, 4C 39.25, 4C 16.30, 3CR 263, PKS 2243-123和 PKS 2344+092)的平均情况。图中 $\nu_0 = (1+Z)\nu$ 是静止频率。

因为样本中所有的类星体都具有高银纬,故银河系的红化效应很弱,可认为是零。如果类星体本身存在2,175Å的星际吸收,则由于它处于3,000Å突起的边缘,故会影响对它的解释。但是从下面我们列举的三点理由,可以认为2,175Å星际吸收非常之小,对我们的研究没有什么影响。

1. 在我们的样品中有几个具有3,000Å小突起的类星体,但是在它们的光谱中,我们看不到2,175Å吸收。

2. 在几个高红移类星体的样品中^[3],每个样品在2,175Å附近明确地表现为具有幂律连续谱,没有发现任何2,175Å吸收的证据(见图3)。

3. 在 Neugebauer 等人^[4]的表中有六个较大红移的类星体,使得2,000Å静止波长处于观测光谱的中心区域,同样没有发现2,175Å吸收。

故我们略去2,175Å吸收的影响。

下面我们来对3,000Å突起进行定量的分析。

我们知道,类星体连续谱一般被认为满足幂律形式

$$f_\nu \propto \nu^\alpha$$

其中 f_ν 是辐射流, α 称为谱指数。

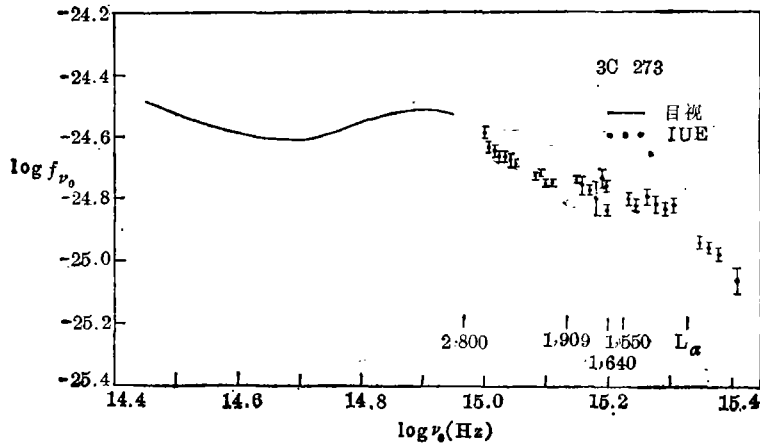


图1. 著名类星体 3C 273的 3,000Å突起。

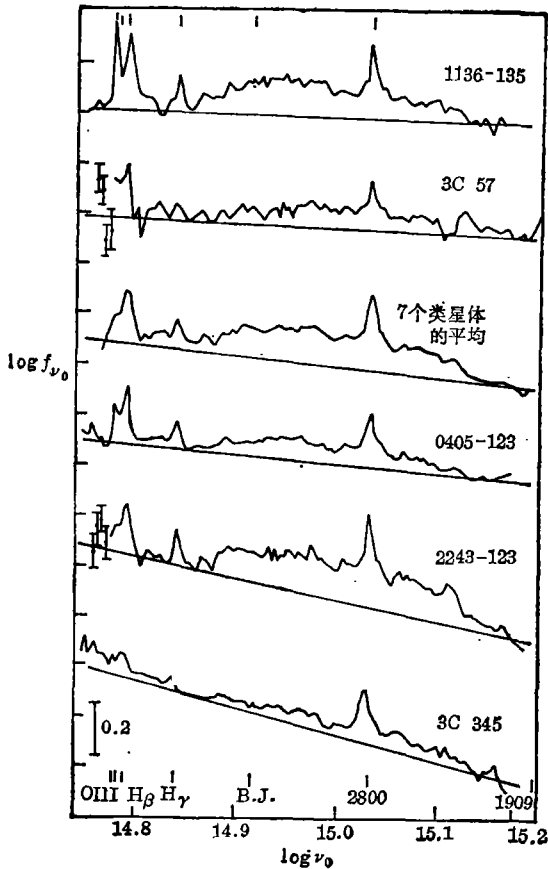


图2. Oke 观测到的几个类星体的典型3,000Å突起,其强度和轮廓十分相似。其中第3条曲线是7个类星体的平均。

在我们所观测的波长范围内, α 可以通过拟合红端 H_β 线和 $[O III]$ 线附近的几个点及蓝端的 2,100 Å 附近的几个点得到。

定义

$$g_\nu = f_\nu(\text{观测}) - f_\nu(\text{幂律谱})$$

为突起强度, 转换成绝对单位时用 G_ν 表示。

定义

$$g_\nu(\text{突起}) / g_\nu(\text{Balmer 限})$$

为突起形状。

最近两年中, 人们已确认 Fe II 发射线出现在 3,000 Å 突起中, 甚至有人认为整个 3,000 Å 突起是光学薄 Balmer 复合和 Fe II 发射线的组合。但我们认为是 Fe II 线迭加在 3,000 Å 突起上。确实, 有很多 Fe II 线位于出现 3,000 Å 突起的频率范围内。也存在一些间隙, 并且发现在这些间隙里没有铁线。故我们可以利用这些间隙中的点拟合一条准连续谱代表 3,000 Å 突起, 这样就基本上消除了 Fe II 线对 3,000 Å 突起的影响, 见图 4。

表 1 给出了两组类星体 (弱突起和强突起) 的突起形状, 可以看到这两组类星体具有基本上相同的突起形状。

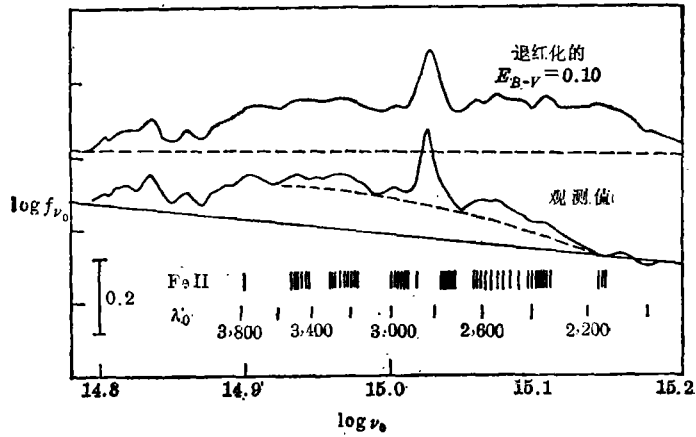


图3. 中间是观测的7个类星体的平均能量分布曲线(参见图2)。上图是作过红化改正后的能量分布,看不出有2,175Å的吸收现象。

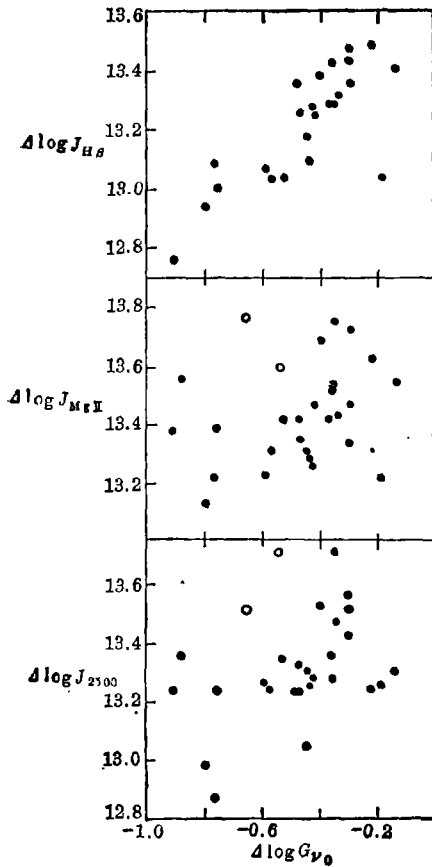


图4. H_{β} , $MgII \lambda 2,800$ 和 $FeII$ 相对于 $2,000\text{\AA}$ 处连续谱的强度,与 H_{β} 的相关性表明, $3,000\text{\AA}$ 突起是由氢的发射引起的。

表1 3,000Å突起的形状

$\log \nu_0$	g_+ (突起)/ g_+ (Balmer限)	
	弱突起	强突起
14.915	1.00	1.00
14.940	0.92	0.99
14.980	0.83	0.89
15.020	0.72	0.78
15.060	0.56	0.58
15.100	0.28	0.34
15.120	0.14	0.18

由于样品中的全部类星体都有基本上相同的红移值,从观测值转换到发射值的转换因子的弥散,仅仅局限在2倍以内,而这些类星体光度却相差60倍。因此,在讨论相关时使用观测值或绝对单位是无关紧要的。下面我们使用绝对单位。

取 $H_0 = 55 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$, $q_0 = 0$, 在 ν_0 处发射的连续谱的光度是

$$F_{\nu_0} = 3.54 \times 10^{57} j_{\nu} \frac{Z^2 [1 + (1/2)Z]^2}{(1+Z)}$$

发射线强度由下式给出

$$J = 3.54 \times 10^{57} j Z^2 \left(1 + \frac{1}{2} Z\right)^2$$

其中 j 是观测值。

在图4中,我们给出了 $\log G_{\nu_0}$ 、 $\log J_{H\beta}$ 、

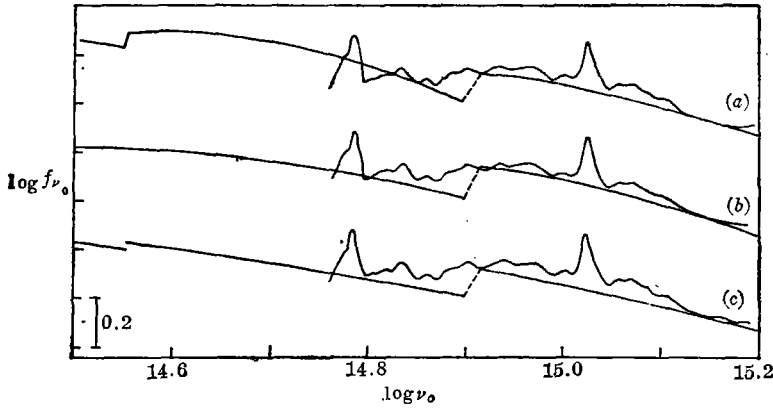


图 5. 三种理论模型与观测的结果相比较, 以曲线(b)符合得最好, 相应的物理参数分别为:

(a) $\alpha=0.0, T=8,000\text{ K}, \tau_{2c}=10$;

(b) $\alpha=-0.4, T=12,000\text{ K}, \tau_{2c}=3.0$;

(c) $\alpha=-0.6, T=40,000\text{ K}, \tau_{2c} \ll 1$.

$\log J_{\text{MgII}}$ 和 $\log J_{2500}$ 与 $\log F_{\nu_0}$ 的关系。 J_{2500} 是与 Fe II 发射线有关的。我们得到了很好的相关性, 但这些相关性仅表明在 2 倍的光度范围内类星体的光谱是相似的。

在图 4 中

$$\Delta \log G_{\nu_0} = \log G_{\nu_0} - \log F_{\nu_0}$$

$$\Delta \log J_{\text{H}\beta} = \log J_{\text{H}\beta} - \log F_{\nu_0}$$

$$\Delta \log J_{2500} = \log J_{2500} - \log F_{\nu_0}$$

$$\Delta \log J_{\text{MgII}} = \log J_{\text{MgII}} - \log F_{\nu_0}$$

从图上可见, 除了 $\Delta \log J_{\text{H}\beta}$, 其他两个量与 $\Delta \log G_{\nu_0}$ 的相关性都不好, 这说明 $3,000\text{ \AA}$ 突起并非主要是由 Fe II 发射线所造成的。

我们提出一个简单的模型来解释 $3,000\text{ \AA}$ 突起: 来自类星体核的 γ 辐射加热氢云, 氢云的辐射导致 $3,000\text{ \AA}$ 突起的产生。

在以上模型中, 氢云可以被加热到 $8,000\text{ K}$, 在这个温度下对由七个类星体平均得到的光谱(见图 2)的最好拟合是

$$\alpha = 0.0$$

$$\tau_{2c} = 10$$

其中 τ_{2c} 是 Balmer 光学厚度。这个拟合有些问题, 一是 $\alpha = 0.0$ 的谱很少见, 另一是在 Paschen 连续区有大量的多余辐射, 这在观测上没见到。

如果提高气体的温度, 我们可以得到更好的拟合。

下面是两种高温模型:

$$\begin{cases} T = 12,000\text{ K} \\ \tau_{2c} = 3 \\ \alpha = -0.4 \end{cases}$$

和

$$\begin{cases} T = 40,000\text{K} \\ \tau_{2c} \ll 1 \\ \alpha = -0.6 \end{cases}$$

如果这两组拟合是对的，我们必须解释加热的机制，这是一个很好的理论研究课题。但 40,000K 的温度看来是不现实的。

总之，光学厚 Lyman、Balmer 模型对于解释 3,000 Å 突起看来是正确的，不需要再加进别的成份了。

参 考 文 献

- [1] Oke, J. B., Shields, G. A. and Korycansky, D. G., *Ap. J.*, 277 (1984), 64—76.
- [2] Burbidge, G. R., Crowne, A. H. and Smith, H. E., *Ap. J. suppl.*, 33 (1977), 113.
- [3] Oke, J. B. and Korycansky, D. G., *Ap. J.*, 255 (1982), 11.
- [4] Neugebauer, G., Oke, J. B., Becklin, E. E. and Matthews, K., *Ap. J.*, 230 (1979), 79.

(徐聪 左林 何香涛译)

“3000Å Bump” in the Qursar’s Continuum Spectrum

J. B. Oke

(California Institute of Technology, USA)