

前沿

遥远星系团

J. B. Oke

(美国加州理工学院)

由于以下几个原因，我们对研究遥远的星系团感兴趣：

(1) 我们可以看到星系在80亿至100亿年以前的情况，即可以研究它们的演化。

(2) 我们同样可以研究星系团本身的演化。

(3) 我们可以利用观测结果作宇宙学检验，特别是我们可以通过测量 q_0 的值得到宇宙中的质量。这样一种得到宇宙质量的方法，其优点是它给出了整体的解决办法，丢失质量不再成为问题，它已经被包含在内了。

至少可以尝试两种方法来确定 q_0 (图1)：

(1) 利用Hubble定律即视星等-红移关系

此法需要标准烛光，而且数据要延伸到大红移区域，比如 $Z > 0.40$ ，这样Hubble关系才对 q_0 敏感。采用此法时还要考虑以下几个问题：

(i) 星系的演化效应

当我们用星系团中的最亮星系作为标准烛光时，要注意到由于恒星演化和星系演化，其光度在早期要更大一些，也要更蓝一些。

(ii) 动力学演化

例如星系可以互相合并，也可能一个大星系吞并许多小星系，并在这一过程中变得更亮，也可能更蓝。

(iii) 当我们观测远距离天体时，它变得更暗，也更红，给观测带来一定的困难。

(iv) 选择效应

(v) 需要一个很好的样本。

(2) 角直径测量即角直径-红移关系

我们可用星系的直径做，但在大距离时，由于其角直径很小，我们需要很好的能见度，而且还必须考虑星系大小的演化。当然我们也可以用品系团线度来做，但同样要考虑演化效应。另外，与上面一样，这里也需要一个很好的样本。

下面我将讨论以下几个问题：

(1) 建立一个样本的程序；

(2) 样本中天体的红移值的测量；

(3) 关于可能的演化效应的一些结果。

我们的第一组观测结果是在六个1.2米Schmidt望远镜视场中得到的。照相底片用

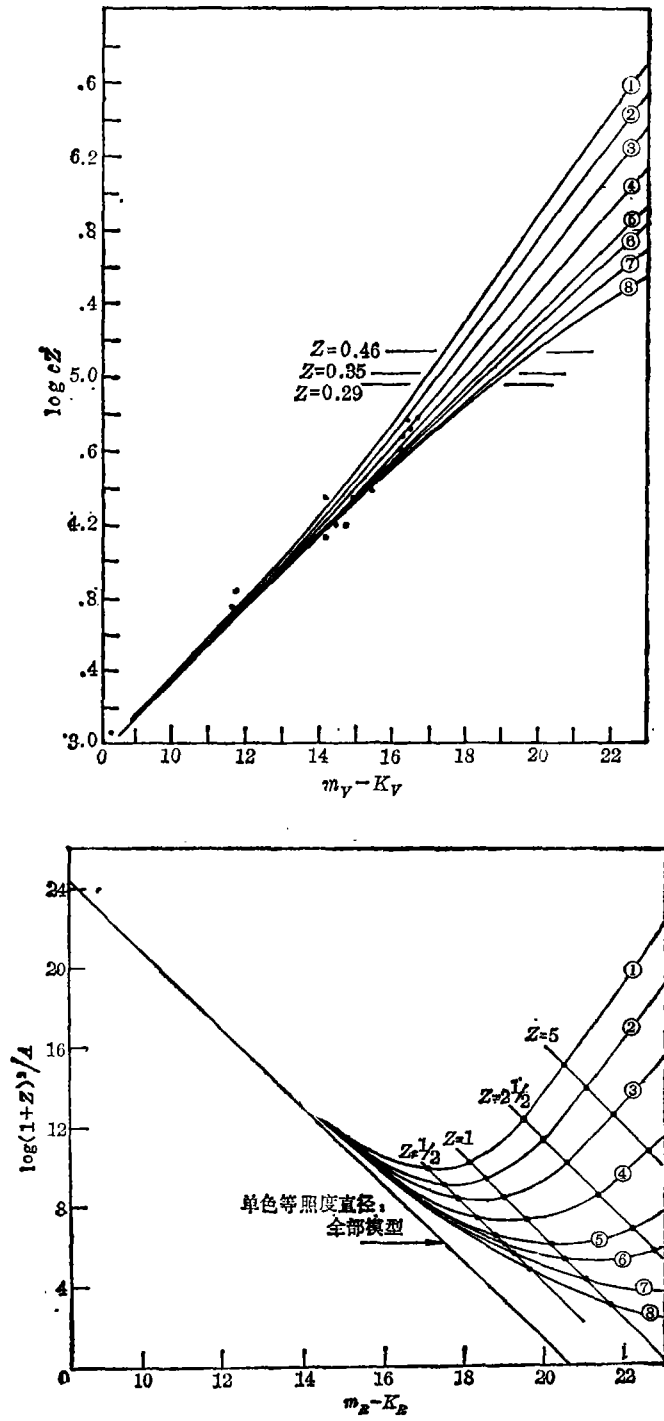


图 1. ① $q_0=13$, ② $q_0=8.5$, ③ $q_0=5$, ④ $q_0=2.5$,
 ⑤ $q_0=1$, ⑥ $q_0=1/2$, ⑦ $q_0=0$, ⑧ $q_0=8$.

III_a-J或III_a-F。搜索了144平方度，发现了约200个星系团，其红移 $Z < 0.4$ 。

第二组观测是使用安装在5米望远镜主焦点处的90毫米磁聚焦像放大器，利用III_a-J照相乳胶，搜索了11.3平方度，发现了约75个星系团，其红移 $Z < 0.65$ 。

最后一组观测是Gunn和Hoessel利用Kitt Peak 4米望远镜，利用III_a-F或III_a-N作照相底片，搜索了29平方度，发现了115个星系团，其红移 $Z < 0.92$ 。

我们总共发现了420个星系团，其红移值从 $Z = 0.15$ 到 $Z = 0.92$ 。详细的表将在最近发表。

当我们刚开始测量红移时，唯一可用的仪器是安装在5米望远镜上的多通道摄谱仪。截至1979年，观测了61个星系团中最亮的成员，得到了56个红移值。在五例失败中，两例几乎可以肯定是恒星，两例是平谱星系，它们没有可探测的特性，还有一例是由于数据太少。多通道摄谱仪数据与一个标准巨椭圆星系能量分布曲线符合的例子由图2给出。

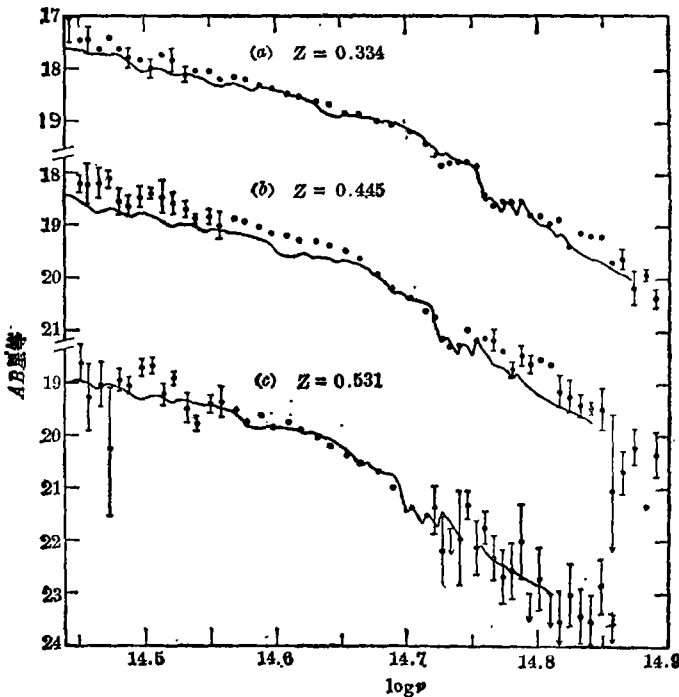


图 2

在1976—1977年间，我们利用低分辨率光谱和安装在5米望远镜上的冷SIT视像管探测器去测量红移，这不如上面的方法好，但还是得到了16个红移值。

从1979年下半年到现在，我们用PFUEI(Prime Focus Universal Extragalactic Instrument)去测红移值，使用 500×500 (最近用 800×800 像素)TICCD作探测器，观测了81个星系团，得到了65个红移值，还有3—4个数据正在进行处理。在图3、图4和图5中，给出了PFUEI光谱的实例。

这样我们总共得到了140个红移值，其红移范围是 $Z = 0.15$ 到 0.92 ，大多数在 0.20 到 0.75 之间。这些数据足够做 q_0 了，由样本大小引起的 q_0 的不确定性不大于 0.1 到 0.2 。

为了定量研究星系光谱, 我们定义两种颜色:

$$C_{vis} = AB'_{4,050} - AB'_{6,600}$$

$$C_{uv} = AB'_{3,360} - AB'_{4,050}$$

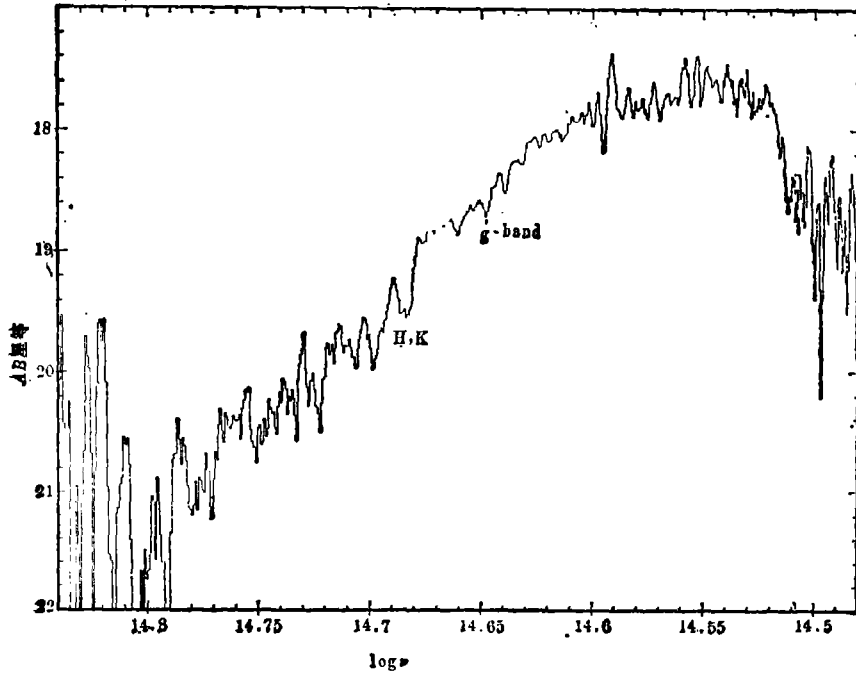


图 3

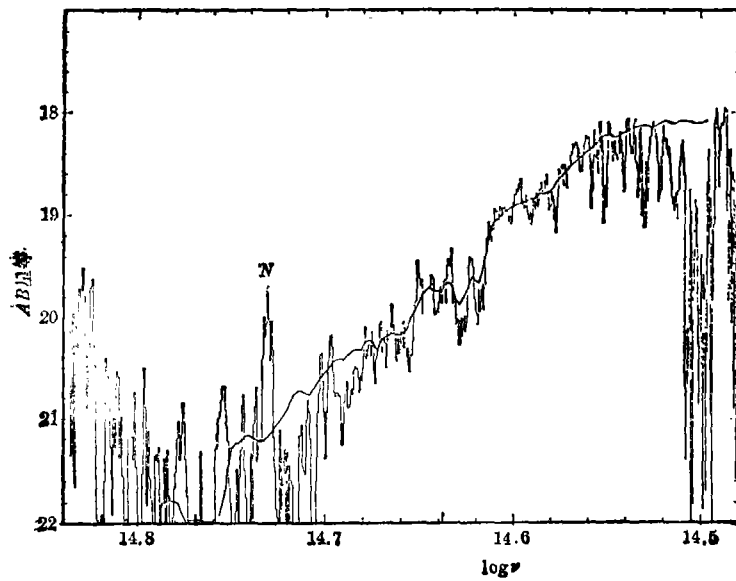


图 4

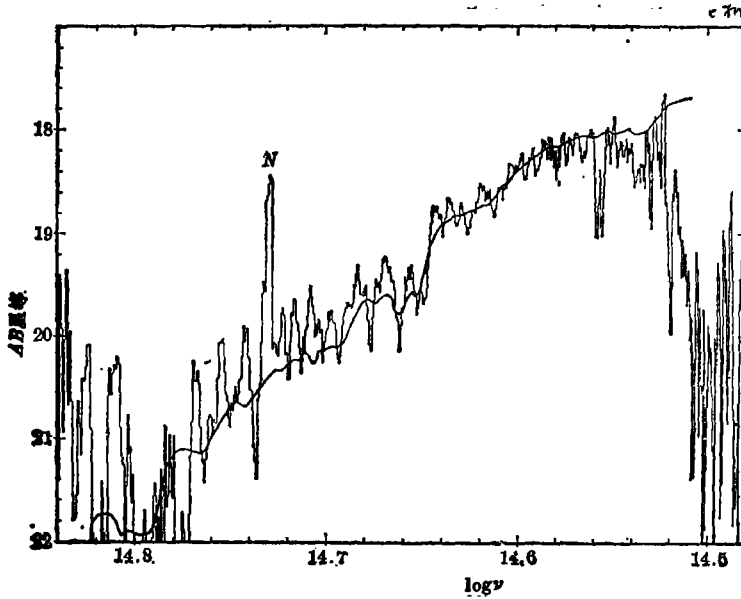


图 5

其中 AB' 是在下标给出的静止波长处的 AB 星等值,而 $AB = -2.5 \log f_e - 48.60$,这里 f_e 是辐射流以 $\text{ergs} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Hz}^{-1}$ 为单位。所以 C_{vis} 和 C_{uv} 都是星系的内禀性质,与红移无关。我们再定义一个 k 值,用它来描述 Ca II 的H和K线处的跃变的大小。 k 被定义为在静止波长 $3,935 \text{ \AA}$ 处从 $AB'_{4,050}$ 和 C_{vis} 得到的星等与从实际辐射流得到的星等之差。对正常椭圆星系, $k \sim 0.5 \text{ mag}$ 。

图6给出了 C_{vis} , C_{uv} 和 k 随 Z 的变化,此图利用多通道摄谱仪得到的数据,是比较精确的。如果我们不计及4个蓝天体($C_{vis} < 1.20$,下面还要讨论),则由图可看出它们几乎没有随 Z 变化的趋势。从这些数据我们得到

$$\langle C_{vis} \rangle = 1.51 \pm 0.16$$

$$\langle C_{uv} \rangle = 1.34 \pm 0.21$$

$$\langle k \rangle = 0.49 \pm 0.19$$

由于测量的误差分别是0.10, 0.15和0.15,所以我们得出不同的星系团中的最亮星系,这三个内禀值是不同的,但是差异很小,这一点同样可以从图中看出。 C_{vis} 与 C_{uv} 的变化没有相关性,但是 C_{uv} 和 k 有一些相关,即当 C_{uv} 很蓝时, k 小于平均值,这表明可能存在热的紫外源,但其强度对不同的星系是不同的。对于四个蓝天体($C_{vis} \leq 1.20$), C_{vis} 与 C_{uv} 之间有相关性,即当 C_{uv} 反常蓝时, C_{vis} 也反常蓝。

从PFUEI的数据,我们也可以得到 C_{vis} 、 C_{uv} 和 k 值,但两种颜色值很不确定。 k 值是比较精确的。图7给出了对于这些数据两种颜色和 k 值随 Z 的变化,同样可以看到它们几乎没有随 Z 变化的趋势。

IUE对附近椭圆星系的观测揭示存在一个热的分量,它对应于一个温度为 $3,000 \text{ K}$ 的黑体辐射或模型恒星大气,在紫外波段贡献辐射流^[1]。如果我们对上面非常蓝的天体作一个模型。

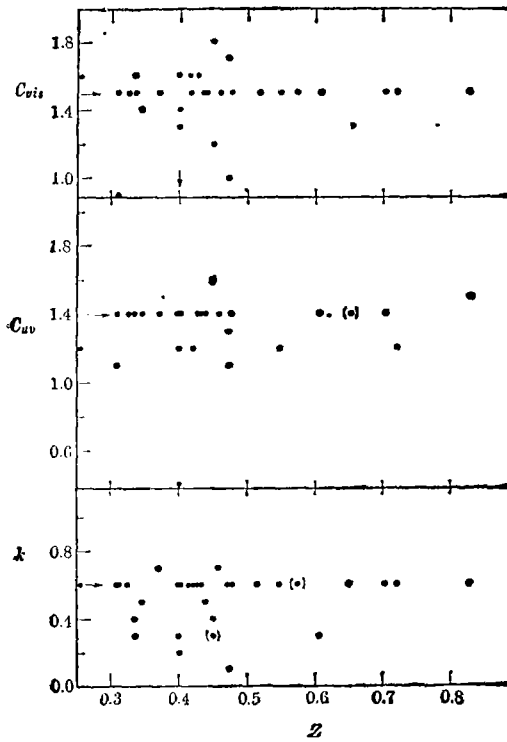


图 6

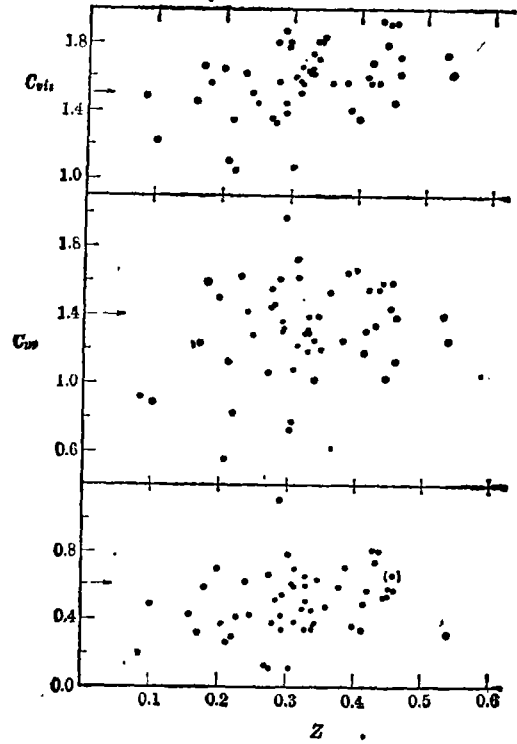


图 7

它由一个标准星系和一个在紫外波段对辐射流作出贡献的温度为3,000K的热源组成,则我们得到非常好的拟合。而且此模型也能用于比较蓝的天体。可能热源是在爆发性的恒星形成中产生的平行分支恒星或OB恒星,我们应该继续研究这一问题。

到目前为止,我们已经讨论了星系团中最亮的成员是什么。在这个样本中绝大多数的光谱与巨椭圆星系的相同,最多只有10%的特殊天体,它们的颜色反常的蓝。

当我们观测的不是星系团中的最亮成员时,情况就非常不同了。我们可能发现活动星系核旋涡星系,或者正在经历爆发性恒星形成的星系等等^[2-5]。

(左林 何香涛译)

参 考 文 献

- [1] Bertola, F., Capaccioli, M. and Oke, J. B., *Ap. J.*, 254(1982), 494.
- [2] Butcher, H. and Oemler, A., Jr., *Ap. J.*, 219 (1978), 18.
- [3] Dressler, A. and Gunn, J. E., *Ap. J.*, 270 (1983), 7.
- [4] Dressler, A. and Gunn, J. E., *Ap. J.*, 263 (1982), 533.
- [5] Bautz, M., Loh, E. and Wilkinson, D. T., *Ap. J.*, 255 (1982), 57.

The Remote Clusters

J. B. Oke

(California Institute of Technology, USA)