

光学选择类星体的一些特性*

何香涛

(北京师范大学天文系)

提 要

本文讨论了光学选择类星体的某些特性。在追述类星体的发现过程中，强调了射电天文学对发现类星体的重要作用。

无缝光谱方法是近年来发展起来的一种十分有效的方法，目前世界上已有几个大天文台取得了良好的成绩。文中介绍了这一方法的特点和科学价值，并指出了一些新的发展趋势。

类星体的空间分布与宇宙早期结构和红移的本质有着密切的联系，本文讨论了类星体分布的均匀性、成团性和与星系的成协性。

一、引 言

类星体的发现应该追溯到五十年代，当射电望远镜的分辨本领能够证认出射电源时，这里已经包含了不少的类星体。尤其是英国剑桥大学3C射电源表的问世，为发现类星体奠定了基础。当天文学家试图用光学望远镜去辨认这些射电源对应的天体究竟是什么时，类星体的发现便成了必然。

1960年，帕洛玛天文台的Sandage首先在三角座找到了3C48的光学对应体。它看上去就象一颗普通的恒星，但它的光谱线很不寻常，具有宽的发射线。紫外辐射比通常的恒星强的多，而且具有光变。

1962年，Hazard利用月掩星的机会在澳大利亚Parkes 64米射电望远镜上准确测量了3C273的位置，并于1963年宣布，3C273是一个双源，中间是一个13等的兰星体。和3C48一样，3C273也具有一些无法证认的宽发射线。

1963年，Hazard的同事M. Schmidt用帕洛玛天文台的5米望远镜进一步观测3C273，准确地测量了这些发射线的位置。据说他用了6星期时间去思索这些发射线究竟是什么，后来终于弄清楚它们就是氢的巴尔末线，只不过向红端的方向位移了很多就是了。3C273的几条典型发射线是

观测波长	证 认	红移值 z
5030Å	H_{γ} 4340Å	0.159
5630Å	H_{β} 4861Å	0.158
5743Å	[OIII]4959Å	0.158
5798Å	[OIII] 5007Å	0.158

1983年7月24日收到。

* 本文曾在第一次北片天体物理讨论会上报告，并收入非正式出版的文集内。

由此得出, 3C273 的退行速度为 45000 公里/秒。很快, 3C48 的红移值也测出为 0.367。至此, 类星体便宣告正式发现。

不久发现, 并不是所有的类星体都是强射电源, 恰恰相反, 多数类星体在射电波段呈弱辐射。但是, 这些类星体的紫外辐射很强, 被称为紫外超(UVX)天体。从此, 发现类星体有了两类途径: 一是通过光学证认已知的射电源, 一是通过寻找紫外超天体。

进入七十年代, M. G. Smith, P. S. Osmer, A. A. Hoag 等人提出了用物端棱镜光谱方法寻找类星体, 使发现类星体的数目成倍地增长, 截止 1980 年第二类星体总表^[1], 全世界共发现 1549 颗, 如果加上近两年的成果, 总数已超过 2000 颗。

随着类星体发现数目的增加, 加之高分辨本领分光观测和多波段观测, 使得天文学家对类星体物理特性的认识日趋深入。尽管类星体的最大难题——红移的本质仍然得不到答案, 但是, 天文学家似乎在类星体的谜洞里看到了一缕缕微光。只要实测天文学家和理论天文学家共同努力, 类星体之谜一定会在指日可待的时间里被解开。

有关类星体的论文数以百计, 本文只能就近年来光学观测技术的进展和由观测角度得出的某些物理性质加以小结。

二、无缝光谱方法

在天文学中, 使用物端棱镜或物端光栅得到天体的无缝光谱已有相当长历史, 但将这种方法引进来发现类星体却是近十年的事情。这一工作起始于位于智利的 Cerro Tololo 泛美天文台, M. G. Smith 和 P. S. Osmer 用这里的一架只有 60cm 的施米特望远镜从事寻找发射线星系的工作, 方法是在施米特望远镜前加一块薄物端棱镜, 一些典型的强发射线便可以从物端棱镜光谱中辨认出来。偶然中, 他们发现用同一技术还可以找到类星体。

类星体的一些强发射线, 尤其是 Ly_{α} 线, 只要出现在光谱区域范围内, 一般都能在物端棱镜光谱中显得很清楚, 图 1 通常用于辨认类星体的几条强发射线是

$$\begin{array}{ll} Ly_{\alpha}: \lambda 1216 \text{ \AA}, & CIV: \lambda 1549 \text{ \AA}, \\ CIII: \lambda 1909 \text{ \AA}, & MgII: \lambda 2798 \text{ \AA} \end{array}$$

其中 Ly_{α} 在低色散情况下和 $NV\lambda 1240$ 混在一起, 但前者占绝对成份。

除了用物端棱镜光谱以外, 很快又发展为采用透射光栅 (grens), 或者透射光栅加棱镜 (grism)。这类方法的共同特点是不追求光谱的色散度和分辨本领, 而是着眼于提高极限星等, 如 Cerro Tololo 的 Curtis Schmidt 望远镜虽然只有 60cm, 但在良好天气条件下, 光谱极限星等却可以达到 $20^m.1$, 为发现类星体提供了必要的条件。目前, 这类方法被称为无缝光谱技术, M. G. Smith(1978^[2], 1981^[3])曾就这一技术作过两次全面的总结。

用无缝光谱技术发现类星体, 虽然只有短短的十年左右时间, 但却显示了很大的优越性。一方面, 它适合于发现高红移的类星体, 如果以出现 Ly_{α} 为准, 若观测波长范围在 $\lambda\lambda 3500 \text{ \AA} \sim 5500 \text{ \AA}$, 则不难算出, 可以发现 $Z=1.8 \sim 3.5$ 的类星体。另一方面, 它适合于大面积地去寻找类星体, 例如, 由 UK Schmidt 望远镜拍摄的一张物端棱镜底片, 可以复盖大约 40 平方度的天区, 在这样一张底片上可以期待发现几百颗类星体。正因为如此, 无缝光谱技术问世以

后,发现类星体的数目数以百计地增加着。其中,具有代表性的工作有: Hoag 和 Schroeder(1970)^[4]; Smith(1975)^[5]; Hoag 和 Smith (1977)^[6]; Savage 和 Bolton (1979)^[7]; Lewis, MacAlpine 和 Weedman (1979)^[8]; Osmer 和 Smith (1980)^[9]; Smith (1981)^[3]; Hoag 等 (1982)^[10]; Crampton 和 Rensing (1982)^[11]; Weedman (1983)^[12]。

目前,用无缝光谱技术从事类星体发现工作的主要天文台及其望远镜如下:

(1) CTLO (智利 Cerro Tololo 泛美天文台), Curtis Schmidt, 60cm, 加薄物端棱镜, 色散 $1360 \text{ \AA}/\text{mm}$ (H_γ), $97''/\text{mm}$, 极限星等 $m \leq 20.1$ ($1''$ seeing)。

见 MacAlpine 和 Lewis (1978)^[13], Osmer & Smith(1980)^[9]。

4m 望远镜加透射光栅(grism), $1580 \text{ \AA}/\text{mm}$, $18''.5/\text{mm}$, $m \leq 21.4$ ($1''$ seeing)。

见 Hoag 和 Smith (1977)^[6], Bohuski 和 Weedman (1979)^[14], Osmer (1980)^[15]。

(2) KPNO(国立基特峰天文台)

Burrell Schmidt 加物端棱镜, 1981 年才安装投入使用。

见 Pesch 和 Sanduleak(1983)^[16]。

4m 望远镜加透射光栅。

见 Hoag, Burbidge 和 Smith (1977)^[17], Sramek 和 Weedmann (1978)^[18], Koo 和 Kron (1980)^[19]。

(3) UKST (联合王国 Schmidt 望远镜, 安装在澳大利亚) 加物端棱镜, 口径 1.2m, $2480 \text{ \AA}/\text{mm}$, $67''/\text{mm}$, $m \leq 21.0$ 。

见 Savage 和 Bolton (1979)^[7], Bolton 和 Savage (1978)^[20], Hazard(1979)^[21], Clowes 等(1980)^[22]。

(4) Mauna Kea (莫纳克亚) 天文台 (位于夏威夷), CFHT (加拿大、法国、夏威夷望远镜)口径 3.6m, 加透射光栅(grens)。

见 Weedman (1983)^[12], Crampton 和 Parmer (1983)^[23], He 和 Impey (1983)^[24]。

最近,无缝光谱技术在几个方面又获得了新的进展:

(1) 向更高红移类星体冲击。首先是英国皇家爱丁堡天文台,用了几年时间为 UKST 磨制了一块角度更大($2^\circ.5$)的物端棱镜,配以红敏的 $\text{III}_a\text{-F}$ 底片,预期能够发现 $Z=4$ 以上的类星体。1982 年投入使用后,发现 $\text{III}_a\text{-F}$ 底片的分光灵敏度曲线不平滑,影响了分析工作,目前这一困难正在克服中。Osmer(1982)^[25]在南天一块 5 平方度的天区内作了仔细地寻找,企图突破当时 $Z=3.53$ 的最高红移记录,但没有成功,他自己也说不清是什么原因。作者和 Impey^[24]也正在着手在 CFHT 上寻找 $Z=4$ 以上的类星体。

(2) 寻找更低红移的类星体。当着眼于通过发射线去辨认类星体时,所发现的类星体必然绝大部分是高红移的($Z > 1.8$)。因此,用无缝光谱技术发现的类星体具有选择效应,这一点在第二类星体总表中表现得非常明显。后来发现,用无缝光谱还可以寻找兰天体(BSO)或者紫外超天体(UVX)作为类星体的候选体(Green, 1976^[25]和 Savage & Bolton, 1979^[7]),这样选出的样品大都是属于低红移的类星体。作者在皇家爱丁堡天文台访问期间(1981—1982),对选取低红移的类星体进行了探讨,结果表明,筛选出的低红移类星体候选体的成功率仍然可以达到 50%。这样一来,是否完全消除了无缝光谱技术在红移范围上的选择效应,还有待

于进一步讨论。

(3) COSMOS 自动寻找类星体。COSMOS 是皇家爱丁堡天文台的一台自动化程度很高的显微光度计, 它配有计算机和一系列软件系统, 可以自动测量 UK Schmidt 的整个底片。作者曾与 Stobie 博士尝试用 COSMOS 机扫描物端棱镜光谱底片, 采用已有的软件系统, 自动挑选类星体。结果表明, 对于 UVX 天体还是十分有效的, 但对于仅有发射线的非兰天体并不十分成功。最近, Clowes 等 (1983)^[26] 宣布, 在一个小天区进行实验, 与已知的类星体进行对比, 已经获得了相当满意的结果。显然, 自动寻找类星体方法完全成功以后, 将为类星体的研究带来巨大的影响。

用无缝光谱技术得到的类星体, 一般说来还只能作为类星体的候选体, 需要作有缝光谱的单体观测, 进一步确定, 并测量其红移值。作者^[27]在室女座星系团区和围绕 NGC1097 选取的样品, 经过大望远镜观测, 对于 UVX 型候选体成功率在 50% 以上, 对于发射线型候选体, 成功率在 80—90% 以上。Vaucher(1983)^[28]等人用无缝光谱直接测量红移值的大小, 在大望远镜繁忙的今天, 是一件很有意义的工作。

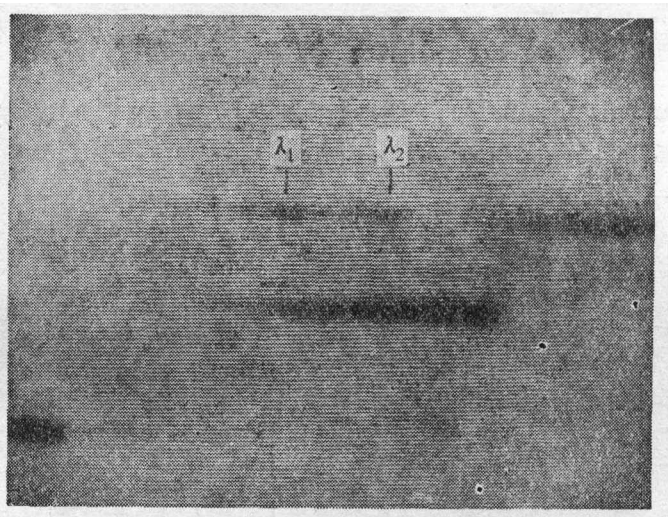


图 1 用 1.2 米 UK Schmidt 望远镜拍摄的物端棱镜光谱。中间是类星体 Q0250-311, 两条明显的发射线 $\lambda_1 = \text{Ly}_\alpha + \text{NV}\lambda 1216 + 1240$, $\lambda_2 = \text{CIV}\lambda 1549$, 周围是一些恒星的光谱。

三、类星体在空间的分布

类星体的空间分布一方面与宇宙的结构和演化有着密切的联系, 另一方面又直接牵涉到红移的本质问题, 因此, 这方面的研究工作一向受到人们的重视。但是, 由于类星体资料的局限性和红移本质问题的困难, 下面所讨论的几个问题尚无一得到彻底的解决。

1. 类星体的空间分布是不是均匀的?

就全天范围来说, 类星体的证认是非常不完备的, 因而在研究其分布的均匀性问题时, 必须考虑不同天区观测上的选择效应。基于这一点, 作者 (1983)^[29]用 χ^2 检验法对第二类星体总表的全部类星体在一定尺度上的分布进行检验。尽管在不同方向单位面积内已发现的类

星体数目不等, 但如果类星体的全天分布在一定尺度上呈各向同性, 则其主要物理参数(红移和视星等)的分布状态应该是统计均匀的, 或者说出自同一母体, 反之则亦然。

按 χ^2 检验法, 对 n 组观测值

$$x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im} \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

分歧度为

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{(x_{ij} - NP_i \tilde{P}_j)^2}{NP_i \tilde{P}_j}$$

其中 N 为子样总数, \tilde{P}_j 、 P_i 分别为纵、横向概率

$$\tilde{P}_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_{ij}, \quad P_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^m x_{ij}$$

再由 χ 值得出置信度。

考虑到银道面的消光影响, 以及光学选择类星体可能带来的选择效应, 我们就不同天区不同来源类星体分别作了讨论。结果表明, 红移和星等分布的不均匀性是统计显著的, 对于不同来源的类星体固然存在着一定的选择效应, 但从整体上来说, 类星体的大尺度非均匀分布是统计显著的。

我们同时对 Osmer 和 Smith^[9] 的一块靠近南银极的天区作了类似的分析, 其范围为:

$$\alpha: 19^{\text{h}}30^{\text{m}} - 05^{\text{h}}45^{\text{m}}$$

$$\delta: -37^{\circ}.5 - -42^{\circ}.5$$

共有 125 颗类星体。结果表明, 分布上的不均匀性更为显著。

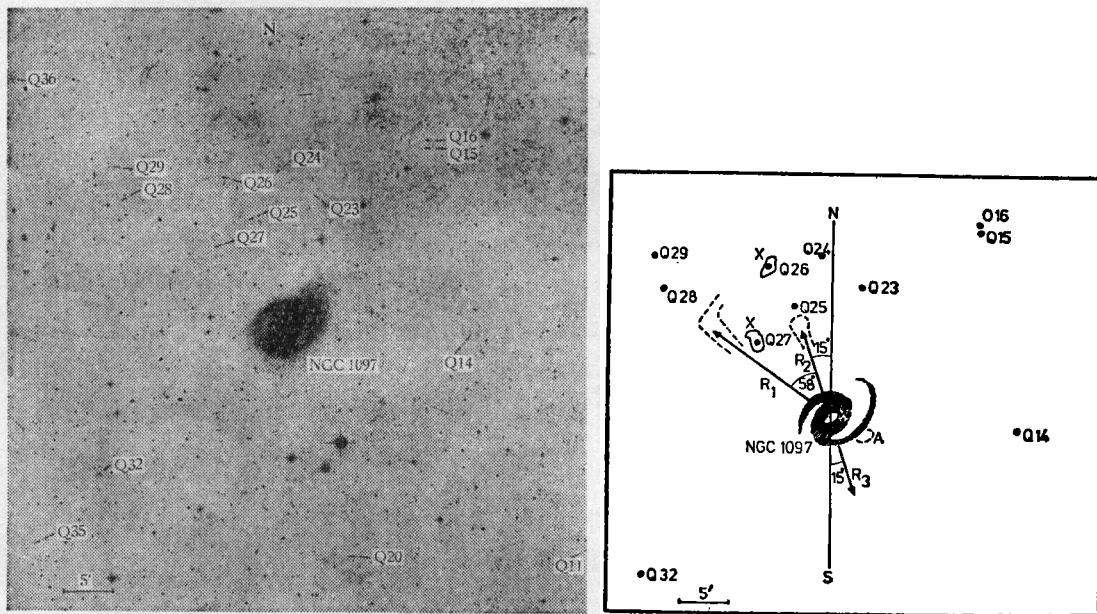


图 2 (左) 棒旋星系 NGC1097 和作者在周围发现的部分类星体。

(右) 在深度露光的底片上可以揭示出星系的喷流结构 R_1 , R_2 和 R_3 , 除这 3 个喷流外, 还有凝聚区 A , X 射线源 (3 个)。类星体的分布表现出靠近星系和喷流区域, 并有两颗类星体和 X 射线源重合, 另一 X 射线源刚好是星系的核心。

由于观测资料有限, 我们的上述结论还不能认为是最后的, 不过, 就目前已有的工作来看^[3], 大都认为类星体的空间分布是不均匀的。

2. 是否存在类星体团?

显然, 这个问题和上一个问题有着密切的联系。但是, 讨论类星体的成团性比讨论类星体在分布上的均匀性显得更为困难, 成团性是由于类星体分布上的起伏造成的假象还是真的物理成团, 往往难以区分。Osmer(1982)^[30]用计算机给出了各种模拟分布(图 2), 从图 2 中可以看出, 当类星体具有弱的成团倾向或反成团倾向时, 肉眼往往是难以判断的。但另一方面, 在随机分布的情况下, 由于观测上的选择效应, 也完全有可能认为是存在着类星体团。

De Ruiter 和 Zuiderwijk (1982)^[31]用简单而漂亮的数学方法模拟了当类星体产生于超团时得出的分布。他们认为, 观测结果支持类星体在空中的分布不是随机的, 而是处于超团中。

Chu 和 Zhu (1983)^[32]用最近相邻检验法和相关函数法分析了 Savage 和 Bolton^{[7], [20]}的两块 25 平方度天区的类星体分布, 结果一块天区显示出在 100Mpc 尺度上具有成团性, 另一块天区则没有。而用 2 维 Fourier 功率谱的分析结果没有显示出类星体随不同红移的成团性。

研究成团性的另一条途径是直接从已有的样品中寻找成团者。刘永镇等人 (1981)^[33]从第二类星体总表中找出了 4 个可能的类星体团, 不过它们的角距离相当大($0^{\circ}.86-2^{\circ}.10$), 红移差别也相当大, $\Delta Z=0.21-0.60$, 每一个团是否具有物理系还值得讨论。

类星体团的尺度究竟应该有多大? 在天体物理领域中, 对于星系团或者超星系团的尺度认为可以达到 40Mpc (例如见 Gregory 等, 1981^[34])。Oort, Arp 和 Ruiter (1981)^[35]建议, 在 $Z=2$ 的距离上, 一个超类星体团的直径大约在 20Mpc 左右。他们发现, 有 12 对相近的类星体, 其间的距离在 5 到 30Mpc 之间, 这些类星体的红移非常接近, 因此有很大的概率表明他们是物理上成协的。他们估计, 每 5 个超类星体团应该包含一颗亮于 20^m 的类星体, 而 3% 的这种超团应该出现一个类星体对。

总起来看, 目前还难以肯定性地判断是否真的存在着物理上有联系的、尺度在 50Mpc 以内的类星体团。与研究分布的均匀性相比, 这里需要更充分的资料, 不过, 从已有的研究和宇宙学的角度来看, 成团的可能性是存在的。

3. 类星体是否和亮星系成协?

第一个找到类星体和星系具有相同红移的是 Gunn (1971)^[36], 他发现在类星体 PKS2251+11 附近, 至少有一个星系的红移是与类星体的红移值 $Z=0.323$ 十分接近的。在第二类星体总表中, 一共提供了 82 组类星体与星系成协的样品, 总共包括了 117 颗类星体。其中, 104 颗靠近星系但与星系的红移值相差很多, 13 颗靠近星系且红移值接近。

美国著名天体物理学家 Arp 以极大的热情连续不断地提供类星体和星系成协的事例 (1966^{[37] [38]}, 1980^{[39] [40]}, 1981^[41]), 他的观点虽然有不同的争议, 但是, 由于这一问题直接涉及到红移的本质, 因此成了目前类星体研究中热门的讨论课题之一。

对 Curtis Schmidt^[9]所发现的类星体进行的分析和争论最具有代表性。Weedman (1980)^[42]从中比较 259 颗类星体和 62 个亮星系的成协几率, 他得出距离在 $2' < r < 15'$ 、按随机分布给出的类星体-星系成协数与实际发现的数目相差在 1 之内, 而类星体一类星体对数

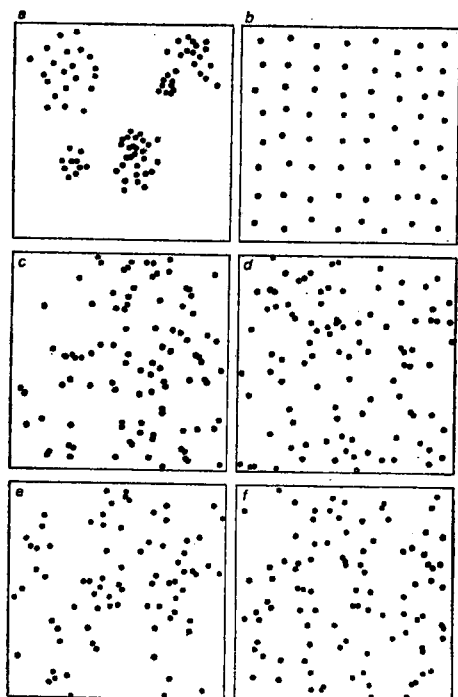


图3 用计算机模拟的类星体的空间分布。a、c、e是从成团角度计算，b、d、f是从反成团角度计算。a和b分别是强成团和强反成团，c和d是弱成团和弱反成团。e和f是随机分布。可以看出，对于c和d就已经难以区分成团和反成团了。

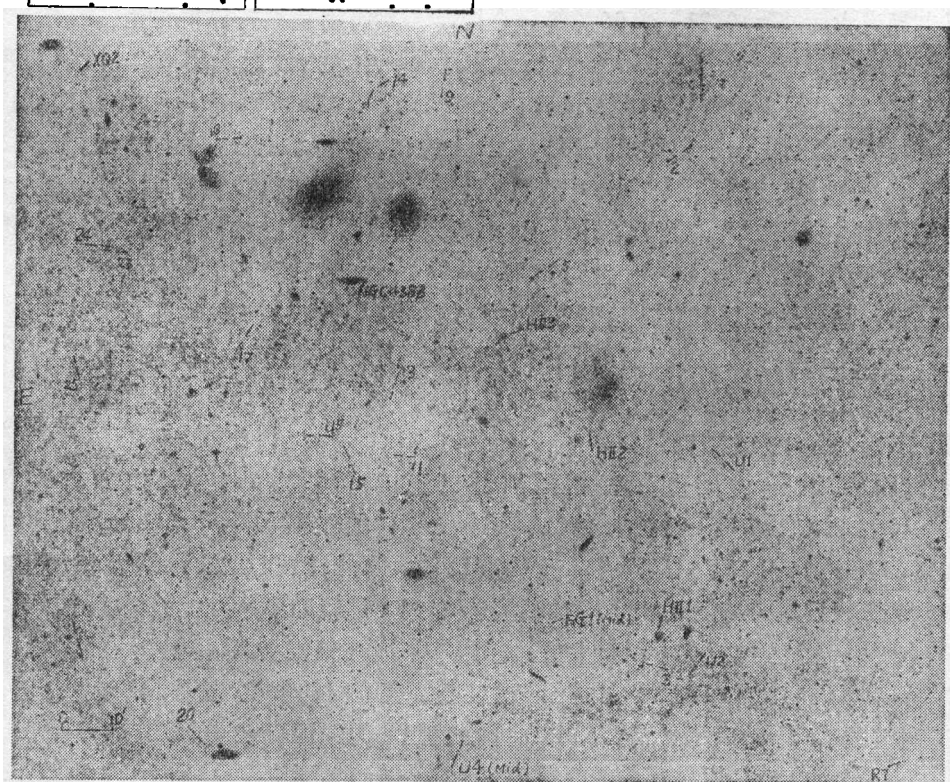


图4 作者在室女星系团区内发现的部分类星体和其它有趣天体。其中U代表UVX天体，HII是HII天体，EG是发射线星系，XQ是别人从X射线发现的类星体。室女星系团区有1千多个星系，是研究类星体和星系相关性的最好场所。其中类星体12被NGC4374的晕所遮挡，是迄今最理想的样品之一。

也与随机分布的预期数相符。但是, Arp(1980)^[43]却从中找到了 13 颗类星体和 34 个亮星系成协, 他得出, 如果按平均背景密度计算, 造成如此靠近成协的几率只有 10^{-17} 。

作者^[29]也对这一天区作了统计性的检验, 我们对 $m_v \leq 16^m$ 的 34 个亮星系与类星体作普遍性成协检验, 结果发现, 置信度并不高, 表明普遍成协是不存的, 但并不排除局部范围的成协现象。这就正好说明了为什么对同一资料 Arp 和 Weedman 竟得出不同的结论来。有趣的是, Browne(1982)^[44]最近又重新对这一天区的成协性进行计算, 所得结果比 Arp 给的几率高 10 个量级, 也就是说, 成协的几率是 10^{-7} 。虽然如此, 他认为 Arp 的结论仍然是有意义的。

NGC1097 是一个支持 Arp 观点的有力例证(图 3)。这是一个著名的旋涡星系, 而且发现有喷流结构。作者(1982)^[45]在其周围大约 9 平方度范围内发现 43 颗类星体, 分析表明, 愈靠近星系, 类星体的密度愈高, 从每平方度 2.0 颗增加到 15.2 颗, 而平均密度为 4.8 颗, 尤其是在喷流区域比非喷流区域要高出 3 倍以上。所有这些结果很难用随机分布去解释。

最近, Arp(1982)^[46]又重新计算了 17 个亮星系周围的类星体密度, 得出在 $R=8\sim 17\text{kpc}$ 范围内, 类星体的密度值比平均密度高出 10—30 倍。

室女座天区内的类星体^[27]为成协性提供了良好的检验机会, 但问题是这里星系数以百计, 我们^[29]用亮星系进行检验, 发现在一定尺度上成协性比较明显。

如果肯定类星体与亮星系成协是有物理联系的, 则必然的结论是类星体的红移具有非宇宙论性的成份。目前看来, 肯定或否定这一结论都还显得资料不够充分。

参 考 文 献

- [1] Hewitt, A & Burbidge, G. R., *Ap. J. Suppl.*, 43 (1980), 57.
- [2] Smith, M. G. *Vistas in Astronomy*, 22 (1978), 321.
- [3] Smith, M. G., *Investigating the Universe*, (1981), 151, ed. Kahn, F. D.
- [4] Hoag, A. A. & Schroeder, D. J., *P. A. S. P.*, 82 (1970), 1141.
- [5] Smith, M. G., *Ap. J.*, 202 (1975), 591.
- [6] Hoag, A. A. & Smith, M. G., *Ap. J.*, 217 (1977), 362.
- [7] Savage, A. & Bolton, J. G., *MNRAS*, 188 (1979), 599.
- [8] Lewis, D. W. MacAlpine, G. M. & Weedman, D. W., *Ap. J.*, 233 (1979), 787.
- [9] Osmer, P. S. & Smith, M. G., *Ap. J. Suppl.*, 42 (1980), 333.
- [10] Hoag, A. A., Thomas, N. G. & Vaucher, B. G., *Ap. J.* 263 (1982), 23.
- [11] Crampton, D. & Rensing, M., "Quasar Candidates near 3C345", Dominion Astrophysical Observatory, 1982, Preprint.
- [12] Weedman, D. W., "The Evolution of Optically Discovered Quasars", *Ap. J.*, (1983) in press.
- [13] MacAlpine, G. M. & Lewis, D. W., *Ap. J. Suppl.* 36 (1978), 587.
- [14] Bohuski, T. J. & Weedman, D. W., *Ap. J.*, 232 (1979), 34.
- [15] Osmer, P. S., IAU Symposium No.92, Objects of High Redshift (1980), 77.
- [16] Pesch, P. & Sanduleak, N., *Ap. J. Suppl.*, (1983) in press.
- [17] Hoag, A. A. Burbidge, G. R. & Smith, H. E., Colloque IAU No.37, L'Evolution des Galaxies et ses Implifications Cosmologiques (1977), 521.
- [18] Sramek, R. A. & Weedman, D. W., *Ap. J.*, 221 (1978), 468.
- [19] Koo, D. C. & Kron, R. G., *PASP*, 92 (1980), 537.
- [20] Bolton, J. G. Savage, A., IAU Symp. No.79, The Large Scale Structure of the Universe (1978), 295.
- [21] Hazard, C., Proc. NATO Conference on Active Galactic Nuclei (1979), 1.

- [22] Clowes, R. G., Emerson, D., Smith, M. G., Wallace, P. T., Cannon, R. D., Savage, A. & Boksenberg, A., *MNRAS*, 193 (1980), 415.
- [23] Crampton, D. and Parmar, P., *PASP*, (1983) in press.
- [24] He, X. T. & Impey, C. D., "Quasars in Field 927", in preparation.
- [25] Green, R. F., *PASP*, 88 (1976), 665.
- [26] Clowes, R. G., Cooke, J. A. & Beard, S. M., "Automated Quasar Detection" (1983), preprint.
- [27] He, X. T., Cannon, R. D., Peacock, J. A., Smith, M. G. & Oke, J. B., "A Search for Quasars in the Virgo Cluster Region" (1982), preprint
- [28] Vaucher, B. G., Kreide, T. J., Thomas, N. G. & Houg. A. A., "Quantitative Measures of Slitless Spectra of QSOs", *Ap. J.*, 261 (1982), 18.
- [29] 赵君亮, 何香涛, 天体物理学报, 3 (1983), 1.
- [30] Osmer, P. S., *Scientific American*, 246 (1982), 126.
(中译本: 科学 (1982) No. 6, 52)
- [31] De Ruiter & Zuiderwijk, E. J., *A. Ap.* 105 (1982), 254.
- [32] Chu Yaoquan & Zhu Xingfen, "The Distribution of Quasars from A Small Area Survey", *Ap. J.*, 266 (1983).
- [33] 刘永镇等, 天体物理学报, 1(1981), 241.
- [34] Gregory, S. A., Thompson, L. A. & Tifft, W. G., *Ap. J.*, 243 (1981), 411.
- [35] Oort, J. H., Arp, H. & de Ruiter, H., *A. Ap.*, 95 (1981), 7.
- [36] Gunn, J. C., *Ap. J. Letter*, 164 (1971), L113-118.
- [37] Arp, H. C., *Science*, 151 (1966), 1214.
- [38] Arp, H. C., *Ap. J.*, 148 (1966), 321.
- [39] Arp, H. C., Ninth Texas Symposium on Relativistic Astrophysics, *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 336 (1980), 94.
- [40] Arp, H. C., *Ap. J.*, 240 (1980), 415.
- [41] Arp, H. C., *Ap. J.*, 250 (1981), 31.
- [42] Weedman, D. W., *Ap. J.*, 237 (1980), 326.
- [43] Arp, H. C., *Ap. J.*, 239 (1980), 463.
- [44] Browne, I. W. A., *Ap. J. Letter*, 263 (1982), L7.
- [45] 何香涛, Wolstencroft, R. D., 中国科学, 1982, 12, 1121
- [46] Arp, H. C., *Ap. J. Letter*, 263 (1982), L9.

Some Properties of Optically Selected Quasars

He Xiang-tao

(Department of Astronomy, Beijing Normal University)

Abstract

Some properties of optically selected quasars are briefly reviewed. It is made clear that radio astronomy played an important role in discovering quasars.

The slitless spectrum technique has been developed in recent years. It proves to be the most efficient method for discovering quasars, as satisfactory results have been recorded in a few world major observatories. The properties as well as the new development of the technique are mentioned.

The space distribution of QSOs is closely related with the early structure of the universe and the nature of the redshift. The homogeneity and the clustering of the quasar distribution and the quasar-galaxy associations are discussed.