

高红移类星体

(I): 类星体的探测和证认

朱杏芬 褚耀泉

(中国科学技术大学天体物理中心)

提 要

本文总结了用光学和其他波段探测类星体的技术上的进展。由于使用了自动识别过程和高速底片扫描设备等新技术,类星体的证认工作取得了巨大的进展,一批高红移类星体样品已经或即将完成,这些大面积、暗亮度的类星体样品将大大地促进我们对类星体空间分布性质的深入了解。

一、引 言

今天我们已观测到红移接近5的类星体,这些高红移类星体为我们提供了宇宙年轻时代的极为重要的信息。同时,高红移类星体光谱中的吸收线(Ly- α 吸收线丛、金属吸收线、BAL宽吸收线等),为我们提供了另外一批目前尚不能直接观测到的高红移天体的资料,其中某些天体也许就是今天我们周围星系的前身。

尽管今天观测到的河外天体大部分仍是星系,但都是红移比较小的样品,仅能提供附近宇宙中的情况。虽然已经观测到红移高达3.8的星系,但这仅仅是非常个别的例子。一般来说,对于 $Z>0.5$ 的星系已经很难辨认了;对于 $Z>0.3$ 的星系,要想取得详尽的光谱资料是非常困难的。目前只有高红移类星体资料可使研究工作扩展到在整个宇宙寿命中90%—95%的范围内发生的情况,这对于研究宇宙中大尺度结构的形成和演化、星系的形成以及宇宙总体结构特征等方面的重要性是显而易见的。

本文主要讨论类星体观测方面的进展,特别是讨论探测高红移类星体的技术。本文的姐妹篇(II)将集中讨论类星体空间密度的变化,即光度函数的演化,以及在宇宙学和天体物理学中的意义。

二、证认类星体的技术、问题与进展

1. 类星体的光谱特征

类星体的最基本特征表现在它的光谱上。经过近30年的研究,目前对类星体的光谱特征已有较为详尽的了解。图1是一个“典型”类星体在自身参考系中紫外部分的光谱。对于

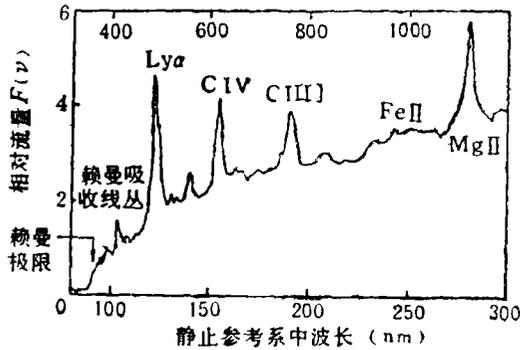


图 1 在静止参考系中的一个“典型”类星体紫外部分的光谱(图上上方为当 $Z=3$ 时观测到的波长)

迭加上其他一些成份, 例如著名的 3000 \AA “大蓝包”(big blue bump)。通常这些迭加成份使类星体的连续谱显得比较平坦。

(4) 在 $\text{Ly-}\alpha$ 发射线的长波侧, 还有具有不同红移值的窄的金属吸收线和有时是非常宽的吸收线(BAL)迭加在连续谱上。

(5) 在 $\text{Ly-}\alpha$ 发射线的短波侧, 数目众多的吸收线构成了 $\text{Ly-}\alpha$ 吸收线丛。通常认为这是由于红移小于类星体的低柱密度($\leq 10^{20} \text{ atom} \cdot \text{m}^{-2}$)氢云造成的。 $\text{Ly-}\alpha$ 吸收线丛的存在使类星体的光度在 $\text{Ly-}\alpha$ 紫端明显下降。

(6) Lyman 线系极限, 在静止波长 912 \AA 处, 由于高柱密度($> 10^{21} \text{ atom} \cdot \text{m}^{-2}$)氢云吸收大量紫外光子, 造成类星体光谱在此范围突然跳变。

任何一种探测类星体的方法, 都要依赖类星体光谱的性质。对类星体光谱能量分布特性的研究, 是证认类星体的基础。

2. 探测类星体的困难

尽管类星体的光谱有相当显著的特征, 证认类星体在原则上应不存在任何问题, 为什么近 30 年来虽然天文学家耗费了巨大的精力和时间, 但在研究类星体及其空间分布特征方面进展仍然较慢? 这是因为在类星体巡天工作中实际上存在不少困难:

(1) 在光学波段, 类星体相对而言是一种非常稀少的天体。不仅如此, 类星体又是十分暗弱的。表 1 给出了在银极附近的恒星、星系和类星体面密度随视星等的变化。如果观测天区接近银道平面, 恒星数目就急剧增加, 在茫茫星空寻找类星体好比在沙漠里淘金一般困难。

表 1 银极附近各类天体的面密度(每平方度)随视星等的变化

视星等 m_B	恒星	星系	类星体	$Z > 3$ 的类星体
16	200	2	0.02	< 0.001
18	500	40	1	0.02
20	1000	400	25	0.5
22	2000	3000	100	2

高红移类星体, 由于观测到的波长红移了 $(1+Z)$ 因子, 这也就是在可见光波段看到的光谱。类星体光谱的主要特征为:

(1) 宽的允许发射线 主要的发射线有 $\text{Ly-}\alpha$, CIV , $\text{CIII]$, MgII 等, 其宽度约 $10^3 - 10^4 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

(2) 同时存在窄的禁线和半禁线, 其宽度约为 $500 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

(3) 连续谱 类星体的连续谱可以用幂律 $f_\nu \propto \nu^\alpha$ 来表示, 连续谱一直延伸到红外甚至射电波段(对于射电类星体)。在连续谱上还常常

(2) 完全证实一个类星体, 需要详尽的光谱资料, 通常需要大量的大望远镜观测时间, 而目前可供利用的大望远镜时间有限。因此, 类星体的巡天工作常常需要好几年的时间才能完成。

(3) 不同类星体的光谱特点会有显著的不同, 例如: 连续谱的斜率 α 变化范围就很广, 从 $\alpha = 0.0$ 直至 $\alpha = -1.5$ (大部分类星体的 α 值位于 -0.3 — -1.0 之间); 斜率不同使类星体在不同波段上亮度变化极不一致。类星体发射线的强度也有显著变化, 在有些类星体的光谱中存在着非常宽的吸收线, 可以完全改变光谱的形态, 因而使得依赖于光谱中的能量分布特性的证认方法往往不能奏效。

(4) 由于红移的关系, 我们要观测类星体波长范围 $\Delta\lambda$, 依赖于类星体的红移 ($\Delta\lambda = \Delta\lambda_0 / (1 + Z)$), 其中 $\Delta\lambda_0$ 为类星体静止参考系中的波长范围)。

从图 1 中可以看到, 类星体光谱在不同波长上的谱形是很不一样的。因此, 不同红移的类星体在观测结果上会显示出极大的不同。特别是对高红移类星体, 实际上只能观测到光谱中很小一个范围, 即使采用宽波段测光 (通带宽度为 60 — 160nm), 对于红移为 3 的类星体, 在静止参考系中其相应波长范围也只有 15 — 40nm , 因此只要类星体光谱中局部范围内存在着一些变化, 例如发射线、吸收线的存在以及强度的变化、连续谱斜率局部范围内的变化等等, 都会显著地影响到观测结果, 使证认工作更复杂。

3. 近年来的进展

发现一个类星体确实不是一件容易的事情, 我们在这里强调的困难, 不仅是要找到个别的类星体 (到目前为止, 已被证认的类星体达数千个之多, 估计类星体的候选者数目超过一万个), 真正的困难是得到一个完整的、对于选择效应有可信的定量估计的类星体样品。这才是当前研究工作中迫切需要的。经过将近 30 年的观测和深入分析研究, 探测类星体的方法和技术手段已有了巨大的进展。

首先对于类星体的性质, 特别是对于它的光谱中的能量分布特性已有了比较清楚的了解。早期的证认工作是具有较大的盲目性的, 而在今天, 对于各种巡天方法可能发现什么样的类星体、可能存在的选择效应等都有了详尽的分析比较。对各种巡天方法的优缺点我们将在以下几节中详细评述。

在巡天的技术手段上, 近年来也出现飞跃发展, 仅就光学波段, 有下面三方面的进展:

(1) 广泛采用数字化高速底片扫描设备, 例如: 在剑桥的 APM (Automated Plate Measuring facility) 机和在 Edinburgh 的 COSMOS 机。存储在底片上的信息通过扫描直接产生数字化结果。在此基础上又发展了一批用计算机软件来自动寻找的类星体候选者, 这样不仅大大加快了巡天速度, 也改变了过去完全依赖于人眼寻找样品而产生的不确定性。巡天工作中的选择效应也更容易加以量化估计。

(2) 高量子效率的数字化探测器例如 CCD 探测器的改进, 不仅使望远镜可以探测到更暗的天体, 也避免了由于底片灵敏度因波长的不均匀变化所造成的证认工作的不确定性。

(3) 光纤技术的发展, 使多目标光谱仪能同时对几十个天体进行光谱观测, 这就大大加速了证实类星体工作的进程。

由于上述各方面的进展, 目前新的一批类星体巡天工作已经或即将完成。近年就会有许

多更为完善的大型类星体样品可供使用^[1]。

三、类星体的光学巡天

目前寻找类星体的主要手段仍是光学波段的巡天工作。

1. 紫外超巡天(ultraviolet excess, UVX)

类星体的连续谱可以用幂律谱表示, 当谱指数 α 在 -0.5 至 -1.0 范围时, 类星体的色指数要比普通恒星更蓝一些。通常选择 $U - B < -0.4$ 作为 UVX 天体的标准, UVX 方法在 $Z < 2.2$ 范围内发现的类星体样品是相当完整的, 而且在暗星等时恒星的“污染”也相当少。例如在 $B = 18$ 星等的 UVX 样品中, 混杂的恒星数目小于 15%, 因此 UVX 巡天是一种探测 $Z < 2.2$ 类星体的有效方法。

UVX 巡天技术的缺点是类星体的颜色在很大程度上受到发射线的影响, 当强发射线由于红移而移入或移出特定的波段范围时, 其色指数就会发生显著变化。当 $Z > 2.2$ 时, UVX 方法就会失效。这是因为 Ly- α 发射线移到了 B 波段, 而 Ly- α 吸收线丛又使 U 波段的连续谱大大减弱, 因此就限制了 UVX 方法寻找高红移类星体的可能性。在 $0.5 < Z < 0.9$ 范围, 同样由于 Balmer 跃变和 Fe II Mg II 发射线的影响, 使类星体颜色变红, 使 UVX 巡天可能遗漏了这一范围的类星体。

UVX 巡天的结果很多, 其中最重要的是 Schmidt 和 Green^[2] 在 1983 年发表的“Palomar Bright Quasar Survey”, 这是目前唯一的大范围低红移亮类星体样品。在讨论类星体空间分布性质时, 它一直是最重要的参考点。对于暗类星体的 UVX 巡天, 近年来由于采用自动底片扫描设备已取得显著的进展, 其中以 Boyle 等人的工作为典型代表^[3], 他们搜寻了 7 个天区共计 11.2 平方度, 利用 COSMOS 在 UK Schmidt 的 UJ 底片上找到了极限星等 $m_B = 20.9$ 的 1400 个类星体候选者, 随后用 AAT(Anglo-Australia Telescope)的多目标光谱仪(FOCAP)得到了分辨率为 10 \AA 的光谱。在其中证认出 $Z < 2.2$ 的类星体 351 个。他们在此基础上详细地分析了 $Z < 2.2$ 类星体的光度函数, 而且目前被认为是最好的结果而被广泛地应用在天文学文献中。

2. 多色巡天(Multicolor Survey)

UVX 方法在 $Z > 2.2$ 时失效, 而这正是预计类星体空间密度可能发生显著变化的时代。能否把 UVX 方法推广到 $Z > 2.2$ 范围已成为天文学家努力追求的目标。UVX 方法实际上只利用了 U, B 两个波段测光的信息, 自然会想到可以把宽波段测光推广到更多波段上。Braccesi^[4] 在 1980 年增加了色指数 $B - V$ 作为选择标准, 他声称比单独使用 $U - B$ 更为有效。但由于不少恒星颜色也很蓝, 单单增加 $B - V$ 效果不大。最近天文学家已把多色测光扩展到四个或五个波段(U, B, V, R, J)上, 发展了多色测光寻找类星体的方法。

1982 年 Koo 和 Kron^[5] 在 KPNO 4 米望远镜上采用 U, J(接近于 B), F(在 V 和 R 之间)和 N(接近于 I) 四色巡天方法寻找类星体。星系是通过它的非恒星形态来区分, 而恒星则是通过颜色加以区别, 主要的信息来自几组双色图(U - J, J - F, F - N)。在色指数空间中, 恒星占据了一个密集的区域(基本上由其黑体谱所决定)。他们发现许多 $Z > 2$ 的类星体,

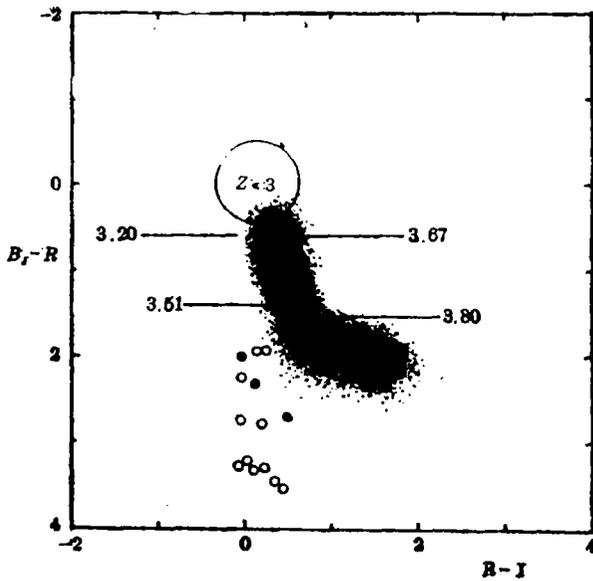


图 2 高银纬天区中恒星状天体在 $B-R$, $R-I$ 双色图上分布

这些类星体由于本身颜色太红 ($U-J > 0$) 以致于用 UVX 方法不可能探测到。图 2 给出了多色方法结果的一个例子：在对于高银纬天区的 UKST 底片上，恒星状天体在 $B-R$ 和 $R-I$ 双色图上的分布。图中密集区域内分布的是恒星， $Z < 3$ 的类星体分布在图中上方的大圆内，图下方的圆点则是 $Z > 4$ 的类星体。Koo 等人 (1986)^[6] 通过在同一天区内用各种方法寻找类星体进行的比较，确认多色方法寻找类星体的完整性可以高达 80%。

用多色测光方法可以得到一种分辨率非常低的光谱，由于它可以达到较高的信噪比，因此有可能探测到更暗的类星体。用多色测光已成功地发现了许多

高红移类星体。1983 年 Shanks^[7] 首先从 UBV R 四色底片上找到一个 $Z = 3.61$ 的类星体。1987 年 Warren^[8] 利用多色方法找到了第一个 $Z > 4$ 的类星体。到 1990 年底为止，用多色方法已找到了共计 55 个 $Z > 3$ 的类星体。目前已知的 21 个 $Z > 4$ 的类星体，有 14 个是用多色测光方法找到的，其中包括目前已知的红移最大的类星体 PC1247 + 3406，其红移值 $Z = 4.897$ 。

3. 无缝光谱巡天 (Slitless Spectroscopic Survey)

类星体光谱具有明显的特征，即强而宽的发射线，因此利用低色散光谱很容易把它与恒星区分开来。关于无缝光谱技术早期的进展可参阅 1978 年 Smith 的总结文章^[9]。

无缝光谱巡天曾被认为是发现高红移类星体的一种非常有效的方法。人们在仔细分析巡天样品的完整性时，发现这种方法有很强的选择效应：首先是无缝光谱方法有利于发现具有强发射线的天体，由于发射线的红移越出了观测波段而引起与红移有关的选择效应；其次发现样品的完整性与类星体发射线的等值宽度有复杂的相关性；再者，观测条件的变化，例如视宁度，也会影响到样品的选择；极限星等的估计也较困难，其误差对样品的完整性影响灵敏，特别是用这类样品来推导光度函数时更是如此；此外还有底片的灵敏度随波长的不均匀变化等等。正是这些复杂的选择效应，通常又很难加以严格的定量描述，严重地影响着无缝光谱巡天样品的应用。

近年来，无缝光谱巡天，也开始采用快速底片扫描、计算机自动寻找候选者等技术。目前国际上有好几个小组在从事这方面的工作，其中具有代表性的有 APM 巡天，又称 LBQS (Large Bright Quasar Survey)^[10]。该计划利用 UKST 底片用 APM 扫描，寻找视星等在 $16.0 < m_j < 18.5$ 的类星体。巡天面积为 800 平方度，预计样品包含 1000 个类星体。Clowes 等人的巡天工作也是利用 UKST 底片的^[11]。另一个大型无缝光谱巡天工作是在夏威夷的 CFHT (Canada-France-Hawaii Telescope)，Crampton^[11] 等人利用莫纳凯亚良好的观测

条件和 grens 及 III a-J 胶片的配合, 检测出许多弱发射线类星体。目前 CFHT 巡天已证认类星体 300 余个, 样品完整到视星等 $m = 20.5$ 。

无缝光谱技术也是一种发现高红移类星体的有效方法。Hazard 等人^[12]利用 UKST 发现许多 $Z > 3$ 的类星体, 其中红移最大的达 3.8。Schneider, Schmidt 和 Gunn^[13]利用 OCD 加 grism 成功地发现了红移超过 4 的类星体, 他们在 1989 年的文章中列举了当时已发现的 10 个 $Z > 4$ 的类星体, 有 6 个就是用无缝光谱技术发现的(其中的 5 个是由他们小组发现的)。

四、在其他波段上寻找类星体

类星体的辐射是非热起源, 它在光学波段以外也有很强的辐射, 甚至有些类星体的绝大部分辐射能量是分布在非光学波段上, 特别是射电源和 X 射线源的证认, 是检测类星体的重要手段。

人们发现的第一个类星体就是通过对 3C 射电源证认得到的。通过对 3C 射电源系统的光学证认, 表明在强射电源中(流量超过 1Jy)包含有相当部分的类星体。另一方面, 把类星体和射电星系进行比较, 发现类星体有较平坦的谱($\alpha_{\text{radio}} > -0.5$)。因此, 在高频射电源(例如 2.7GHz 和 5.0GHz)的巡天星表中, 也含有较多类星体。射电源证认方法的优点是: (1) 射电巡天往往能覆盖很大的天区; (2) 射电源位置精度足够高时, 选择类星体时不受它本身光谱特征的影响, 因此可以避免光学巡天中的许多选择效应; (3) 射电波在宇宙中传播时不受尘埃的影响, 因此可以通过对射电选高红移类星体的研究, 来检测尘埃对光学选类星体样品的影响; (4) 射电类星体 ($P_{2.7\text{GHz}} > 10^{24} \text{ W} \cdot \text{Hz}^{-1} \cdot \text{Sr}^{-1}$) 可能位于椭圆星系核心, 而射电宁静(radio-quiet)类星体则位于旋涡星系的核心^[14], 通过对类星体射电性质的研究, 揭示出两类类星体的不同的演化性质。

射电源证认方法的主要缺点是由于大约 90% 的类星体是射电宁静的, 而且仅仅根据射电性质无法得到红移的信息, 因此要最终证认是类星体还必须进行光谱观测。

射电源证认工作取得了一些重要的进展, 除了 3C 星表仍是最基本的成果外, 近年来对河外射电源演化的研究最为完整的工作是以 Parkes Selected Regions ($S_{2.7\text{GHz}} > 0.1\text{Jy}$, 面积 216 平方度)射电源表为基础的。Peacock^[15]等人把射电源分为平谱和陡谱两大类, 分别分析了其光度函数的性质。发现在 $Z = 2$ 时类星体的空间密度达到最大, 而在更高红移时其空间密度显著下降, 在 $Z \sim 4$ 时类星体空间密度下降了 3 倍多! Savage^[16]等人利用大范围亮 Parkes 巡天资料 ($S_{2.7\text{GHz}} > 0.5\text{Jy}$, 面积 15 000 平方度)发现了不少高红移类星体。对 403 个平谱射电源的光学观测已完成了大半, 其中约 3% 被证认为具有 $Z > 3$ 的类星体。他们声称没有证据表明类星体有明显的红移截止。

类星体也是一类重要的 X 射线源, 利用 X 射线证认类星体已发展为越来越重要的方法。特别是最近上天的 X 射线卫星 ROSAT 发现了许多非常有意义的结果。Shanks 等人^[17]对 OSF 3 天区(直径 40') 的 39 个 X 射线源证认, 总共发现 25 个类星体, 使面密度高达 $64 \pm 14 \text{ deg}^{-2}$ 。考虑到 Shanks 样品中类星体平均红移仅 1.52, 由此表明类星体的空间密度可能

比我们原先预计的要高出许多。最近又有报道,德国马克思·普朗克天文研究所的 Trümper 和 Hasinger 也是利用 ROSAT 资料探测到类星体面密度达 100deg^{-2} ! 这些结果必将对类星体及宇宙学研究有重要的影响。目前对于 X 射线选类星体与其他巡天方法的比较,我们了解得尚不清楚,这方面正在探索之中。

IRAS 卫星上天后,红外波段天文学进展很快,利用红外源也证认到个别类星体,例如 Clowes 等人发现的 $Z=0.190$ 的类星体 IRAS10479-2808^[23],但迄今为止红外源证认的类星体数目很少,红移也比较小。

五、小 结

经过近 30 年的努力,在类星体证认工作中已取得巨大进步。不仅技术手段、处理方法等均已今非昔比,人们对于类星体的性质,特别是其光谱中的能量分布规律等都有了更深的了解,随之,对各种类星体证认方法的认识就更深刻了。

在此,我们简要介绍目前广泛使用的两个类星体星表,从中也可粗略地看出在证认类星体工作中的进展过程。从发现类星体开始直到 70 年代初,总共证认了约 200 个类星体,1976 年 Burbidge 发表的第一个类星体总表^[18],列举了共 633 个类星体光学资料。进入 80 年代后,由于探测类星体方法的发展,被证认的类星体数目急速增加。1980 年第二版 Burbidge 星表^[19]共有类星体 1 549 个。1987 年新一版中^[20],数目就猛增到 3 549 个(还有 87 个 BL Lac 天体)。最新一版 Burbidge 星表(1989 年)^[21]共有类星体 4 300 个左右,两年时间里增加了近 800 个新类星体。另外一个广泛采用的星表是 ESO 出版的 Veron 夫妇编的星表,他们在选择类星体标准上与 Hewitt-Burbidge 星表不同(以绝对星等为标准,两个星表主要在小红移类星体选取标准上有差别),Veron 星表还包含有射电方面的资料。最新一版 Veron 星表(第五版)^[22],于 1991 年 10 月出版,其中包含 6 225 个类星体和 1 540 个活动星系。

从发展趋势看,随着目前正在进行的一大批巡天工作在近年来将逐步完成,预计几年之内类星体数目还将大幅度增加。

参 考 文 献

- [1] Osmer, P. S., Porter, A. C. et al., (eds.) Proceedings of Workshop on Optical Survey for Quasar, Utah, Brigham Young Univ. Print. Serv., 1988.
- [2] Schmidt, M. and Green, R. F., *Ap. J.*, 269 (1983), 352.
- [3] Boyle, B. J., Fong, R., et al., *M. N. R. A. S.*, 243 (1990), 1.
Boyle, B. J., Shanks, T., et al., *M. N. R. A. S.*, 235 (1988), 935.
- [4] Braccesi, A., Zitelli, V., et al., *Astron. Astrophys.*, 85 (1980), 80.
- [5] Koo, D. C. and Kron, R. G., *Astron. Astrophys.*, 105 (1982), 107.
- [6] Koo, D. C. et al., *Publ. Astron. Soc. Pacific.*, 98 (1986), 285.
- [7] Shanks, T., Fong, R. and Boyle, B., *Nature*, 303 (1983), 156.
- [8] Warren, S. J., Hewett, P. C., et al., *Nature*, 325 (1987), 131.
- [9] Smith, M., *Vistas in Astronomy*, 22 (1978), 321.
- [10] Foltz, C. B. et al., *A. J.*, 94 (1987), 1423.
Foltz, C. B. et al., *A. J.*, 98 (1989), 1959.
Foltz, C. B. et al., *A. J.*, 101 (1991), 1121.

- [11] Crampton, D. and Rensing, M., *Publ. Astron. Soc. Pacific.*, 94 (1982), 440.
 Crampton, D. et al., *A. J.*, 90 (1985), 987.
 Crampton, D. et al., *Ap. J.*, 314 (1987), 129.
 Crampton, D. et al., *Ap. J.*, 345 (1989), 59.
- [12] Hazard, C., Morton, D. C. et al., *M. N. R. A. S.*, 223 (1986), 87.
- [13] Schneider, D. P., Schmidt, M. and Gunn, J. E., *A. J.*, 98 (1989), 1507.
 Schneider, D. P., Schmidt, M. and Gunn, J. E., *A. J.*, 98 (1989), 1951.
- [14] Peacock, J. A., Miller, L. and Longair, M. S., *M. N. R. A. S.*, 218 (1986), 265.
- [15] Peacock, J. A., *M. N. R. A. S.*, 202 (1983), 615.
 Peacock, J. A., *M. N. R. A. S.*, 217 (1985), 601.
- [16] Savage, A., Jauncey, D. L. et al., in Proceedings of Workshop on Optical Survey for Quasar, p.204, ed. by P. S. Osmer et al., Utah. Brigham Young Univ. Print. Serv. (1988).
- [17] Shanks, T., Georgantopoulos, I. et al., *Nature*, 353 (1991), 315.
- [18] Burbidge, G. et al., *Ap. J. Suppl.* 33 (1977), 113.
- [19] Hewitt, A. and Burbidge, G., *Ap. J. Suppl.*, 43, (1980), 57.
- [20] Hewitt, A. and Burbidge, G., *Ap. J. Suppl.*, 63 (1987), 1.
- [21] Hewitt, A. and Burbidge, G., *Ap. J. Suppl.*, 69 (1989), 1.
- [22] Veron-Cetty, M. P. and Veron, P., ESO Scientific Report No. 7, (1991).
- [23] Clowes, R. G. Loggett, S. K. and Savage, A., *M. N. R. A. S.*, 250 (1991), 597.

(责任编辑 林一梅)

High Redshift Quasars (I): The Techniques of Detecting Quasars

Zhu Xingfen Chu Yaoquan

(Center for Astrophysics, University of Sci. and Tech. of China)

Abstract

This review summarizes the optical and other wavelength techniques employed in detection of quasars. Significant progress in compilation of quasar samples has come through application of automated selection procedures together with the advent of high speed plate scanning machines. Some samples of high redshift quasars have been or will have been compiled. These large area, faint flux-level surveys of quasars would greatly improve our knowledge of quasar space distribution.