

图例说明

§ 1. 共 21 图

图 1.1 3C 273 的光谱。

图 1.2 几个类星体的照片。

图 1.3 类星体的发射线光谱，取自 Vanden Berk(2001)^[7]。实线、点线和虚线分别为 SDSS、LBQS 和 FBQS 的结果。三个巡天得到的类星体合成光谱几乎没有差别。

图 1.4 类星体的连续辐射谱，取自 Elvis et al.(1994)^[8]。实线为射电宁静类星体，虚线为射电噪类星体。流量归一化到 $1 \mu\text{m}$ 。纵坐标为相对强度。

图 1.5 : II 型类星体 1E 0449-184 的光谱，取自 Stocke et al.(1982)^[9]。

图 1.6: 高红移 II 型类星体 RXJ 13434+0001 的低分辨率光谱，取自 Almaini et al.(1995)^[10]。

图 1.7(a) 地面望远镜得到的 Seyfert 1 星系 NGC 5548 的光谱^[15]。下图是上图沿纵坐标的放大。可以清楚地看到许多发射线。宽线的 FWHM 约 5900 km s^{-1} , 窄线的约 400 km s^{-1} 。从 4000\AA 往短波方向连续谱的上升是所谓小蓝包(见 § 3. 2)。横坐标为静止波长。

图 1.7(b) HST 得到的 Seyfert 1 星系 NGC 5548 的光谱^[16]。下图是上图沿纵坐标的放大。可以清楚地看到许多发射线。a,b,c,d,e 等特征是银河系的物质产生的吸收线。上图左上角的地球符号指的是地球高层大气产生的发射。横坐标为静止波长。

图 1.8 (上)Seyfert 2 星系 NGC 1667 的光谱; (下)LINER NGC 1052 的光谱。取自 Ho et al.(1993)^[17]。

图 1.9 三个窄线 Seyfert 1 光谱，取自 Williams et al. (2002)^[26]。

图 1.10 3C 273，取自 Bahcall et al.(1995)^[27]

图 1.11 天鹅 A

图 1.12(a) FR-I 射电星系 3C 31 在 1.4 GHz 的像。表面亮度随到核心距离的增加而减小。

图 1.12(b) FR-II 射电星系 3C 175 在 4.9 GHz 的像。热斑在射电瓣的外边缘。取自 Bridle et al.(1994)^[29]

图 1.13 头尾型射电星系 NGC1265。

图 1.14 QSO 与 BL Lac 连续辐射的比较。取自 Sanders et al. (1989)^[32]。横坐标为静止频率，纵坐标为相对流量。 L_{bol} 为热光度。黑点和三角分别代表 L_{bol} 大于或小于 $10^{12}L_{\odot}$ 的射电宁静类星体，圆圈代表 L_{bol} 大于 $10^{12}L_{\odot}$ 的射电噪类星体，点线代表 Blazar。

图 1.15 发射线星系诊断图。圆圈是 H II 区，黑点是 Seyfert 2 和 NLRGs，三角是 LINER。曲线将 AGN 与 H II 区分开。

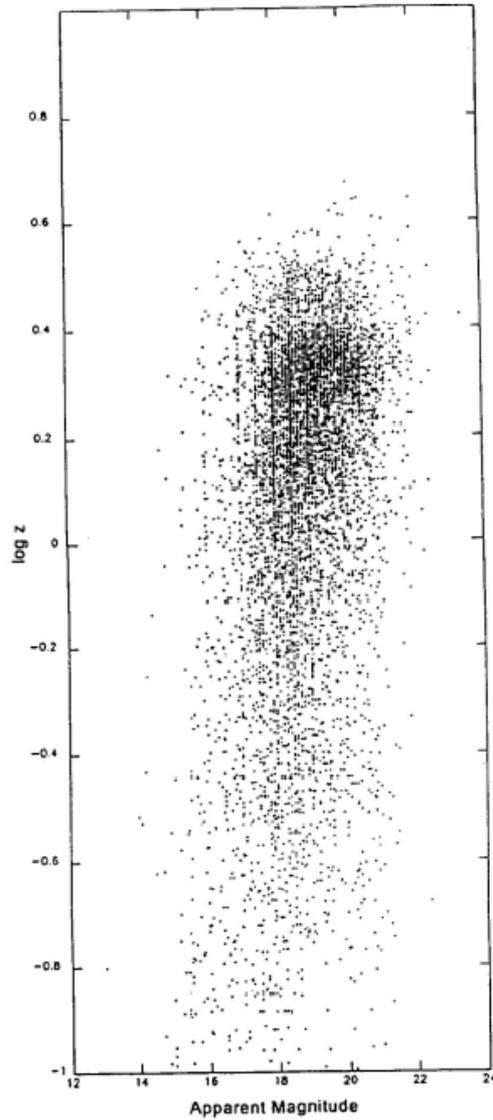


图 1.16 从 7031 个类星体绘制的哈勃图，取自 Hewitt & Burbidge(1993)^[38]
(此图未插入书中)

图 1.17 红移为 0.335, 0.946 和 2.205 的三个类星体非常靠近椭圆星系 NGC 3842, 取自 Arp(1987)^[40]。

图 1.18 6 个类星体，其中 5 个是 X 射线源，与 NGC 3516 成协。取自 Chu et al.(1998)^[41]。
数字表红移。5 个 X 射线类星体都在 NGC 3516 的短轴延线附近，而且，越靠近 NGC 3516，类星体的红移越大。

图 1.19 NGC 1097 周围的类星体。左上角和右下角的连线方向大体是星系喷流的方向。类星体倾向于高度聚集在喷流方向。取自 Arp et al.(1984)^[50]。

图 1.20 联合两个独立的样本得到的类星体按红移分布的直方图，取自 Burbidge & Napier (2001)^[51]。红移分布中有许多峰。

图 1.21 BFSP 和 BJS 巡天样本的红移分布，取自 Boyle et al.(1990,1991)^[54,55]。

§ 2. 共 13 图

图 2.1 寻星图

图 2.2 类星体和恒星、星系的面密度的比较, 取自[1]。实线为类星体, 虚线为恒星, 点虚线为星系。

图 2.3 类星体的 U-B 颜色与红移的关系, 取自[1]。

图 2.4 一个 UKST 星场的典型的 $(B_J - R) - R$ 颜色-星等图。右边的黑点为类星体, 中部大量的小黑点为恒星。

图 2.5 类星体和恒星的 $(U-B)-(B-V)$ 两色图。大黑点为类星体。

图 2.6 $(u-b) - (b-v)$ 两色图, 取自 Usher(1981)^[11]。

图 2.7 $(V-I) - (I-z)$ 两色图。虚线为从 10 个类星体光谱计算的红移在 4 到 6 的类星体的平均位置。因此, 右下的两条实线包围的区域就是类星体所在的位置。图中还列出几个红移数字。取自 Monier et al.(2002)^[14]。

图 2.8 $(U-B_J) - (B_J-R)$ 两色图。小黑点为恒星, 大黑点为类星体, 箭头指只有 R 星等上限的天体。点线为选取类星体候选者的界限。虚线为 $U-J = -0.36$, 即 UVX 的选择标准。由图明显可以看出, 这种方法比单纯的 UVX 能选出更多的类星体。取自 Boyle et al.(2000)^[16]。

图 2.9 SDSS 的两色图, 取自 Fan et al.(1999)^[26]。图中的小黑点代表恒星, 实线代表模拟类星体颜色的平均轨迹。(b)和(c)中的阴影部分代表选取类星体候选者的判据。字母 a,b,c,d 分别代表 $z=3.6, 4.0, 4.6, 5.0$ 的类星体在两色图上的位置。圆点、三角和五角星为已发现的 17 个高红移类星体, 图的右下部给出相应的红移值。

图 2.10 BATC 巡天的各光谱型恒星的 SED。未标符号的曲线为 $z=3.33$ 的类星体的 SED。国家天文台 BATC 小组提供。

图 2.11 光学-近红外两色图, 取自 Sharp et al.(2002)^[71]。加号为场星, 黑点为证认的类星体, 点虚线为选取类星体候选者的界线, 虚线表红外超。实线是对已证认类星体拟合的结果, 对应于谱指数 $\alpha = 0.5$ (取 $f_\nu \propto \nu^\alpha$)。

图 2.12 Seyfert 1 星系 NGC 4151 中心区域在 3-5 keV 波段的高分辨率 Chandra 像, 取自 Mushotzky(2002)^[76]。等强度线代表的是 Fe K 带(6.2-6.8 keV)。

图 2.13 光学选类星体的面密度, 取自 Hartwick & Schade(1990)^[86]。实心符号代表 $0 < z < 2.2$ 的类星体, 空心符号代表 $2.2 < z < 3.3$ 的类星体。

§ 3. 共 32 图

图 3.1 一些类星体的从射电到 X 射线的连续谱, 取自 Elvis et al.(1994)^[1]。左边 4 个是射电噪类星体, 右边 4 个是射电宁静类星体。

图 3.2 类星体紫外-光学-红外谱的弥散, 取自 Elvis et al.(1994)^[1]。上图归一化到 $1.25 \mu\text{m}$, 下图归一化到 $100 \mu\text{m}$ 至 1000\AA 的总光度。

图 3.3 类星体连续光谱: 3000\AA 处的隆起(小蓝包)。其中第 3 条光谱是 7 个类星体光谱的平均。

图 3.4 探测到 $10\text{-}100 \mu\text{m}$ 红外辐射的部分 PG 类星体的 $3000\text{\AA}\text{-}6\text{cm}$ 能谱, 取自 Sanders et al.(1989)^[2]。纵坐标为 $\log(\nu f_\nu)$ 。左边是射电宁静类星体, 右边是射电噪类星体。

图 3.5 半径 r 处的盘光谱(实线), $T = 3.2 \times 10^4 \text{K}$ 的黑体谱(虚线), 取自 Czerny & Elvis(1987)^[11]。

图 3.6 盘光谱, 取自 Czerny & Elvis(1987)^[11]。点虚线为黑体谱, 虚线为灰体谱, 点线为修正的黑体谱, 实线为考虑了康普顿化的修正的黑体谱。吸积盘的参数为: $M = 10^8 M_\odot$, $\dot{M} = 10 M_\odot \text{yr}^{-1}$, $\alpha = 0.1$, $\cos i = 1.0$ 。

图 3.7 光学薄的热冕对吸积盘辐射的影响, 取自 Czerny & Elvis(1987)^[11]。冕的温度取为 120keV , 吸积盘的参数为: $M = 10^8 M_\odot$, $\dot{M} = 10 M_\odot \text{yr}^{-1}$, $\tau = 0.0$ 对应于无冕的情况。

图 3.8 吸积率对盘光谱的影响, 取自 Czerny & Elvis(1987)^[11]。图中的数字为 $\log \dot{M}$, 实线为 $\cos i = 1.0$, 虚线为 $\cos i = 0.5$ 。

图 3.9 黏滞参数 α 对盘光谱的影响, 取自 Czerny & Elvis(1987)^[11]。计算时取盘的参数为: $M = 10^8 M_\odot$, $\dot{M} = 10 M_\odot \text{yr}^{-1}$, $\cos i = 1.0$ 。

图 3.10 相对论效应的影响, 取自 Sun & Malkan(1989)^[13]。实线为广义相对论情形, 虚线为牛顿力学情形。(a)和(b)分别对应于 Kerr 黑洞和 Schwarzschild 黑洞。计算时取 $\cos i = 1.0$, 即 face-on(正向)。

图 3.11 Kerr 黑洞情形倾角的影响, 取自 Sun & Malcan(1989)^[13]。各曲线依次代表 $\cos i = 1.0$ (face-on), 0.75 , 0.50 , 0.25 , 0.0 (edge-on)。

图 3.12 对 PG 1211+143 大蓝包的拟合, 取自 Czerny & Elvis(1987)^[11]。实线为考虑了吸积盘冕的影响的谱, 虚线为未考虑冕的情形。没有考虑广义相对论效应。

图 3.13 Sun & Malcan(1989)^[13]对大蓝包的部分拟合结果。拟合时考虑了广义相对论效应, 但未计入晕的影响。另外, 拟合时不考虑红外辐射。

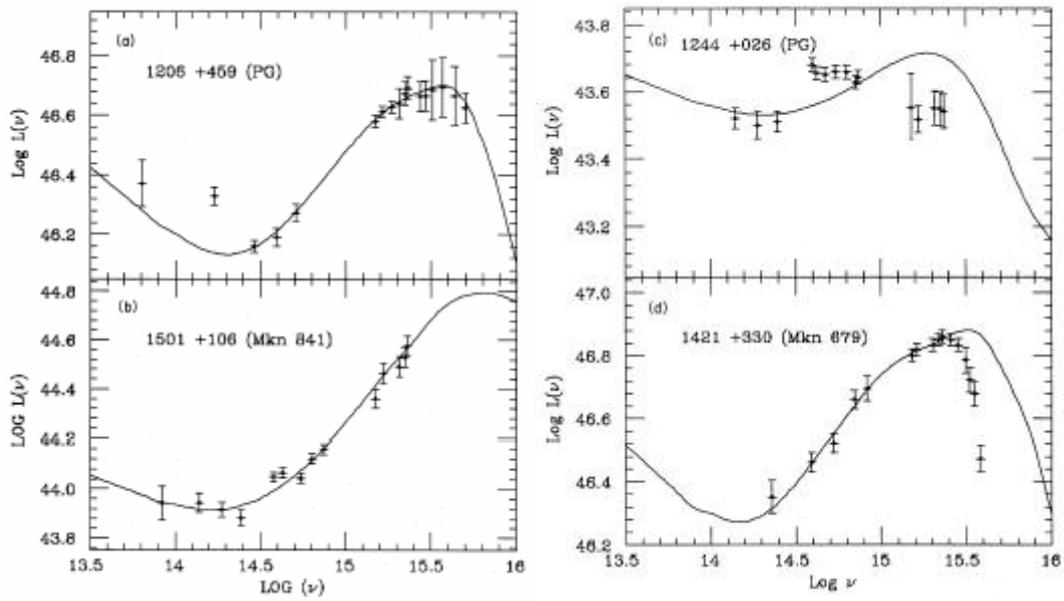


图 3.14 Laor(1990)^[17]对大蓝包的部分拟合结果。

(此图由 fig.3.14a + fig.3.14b 拼成)

图 3.15 PG 0743-673 的光谱。竖线表 Lyman 系限的位置。

图 3.16 Ton 202 在 Balmer 边界附近的偏振光谱，取自 Kishimoto et al. (2003)^[32]。底部的点线为 Stokes 参数 U 的值。横坐标为观测波长(底线)和静止波长(顶线)。

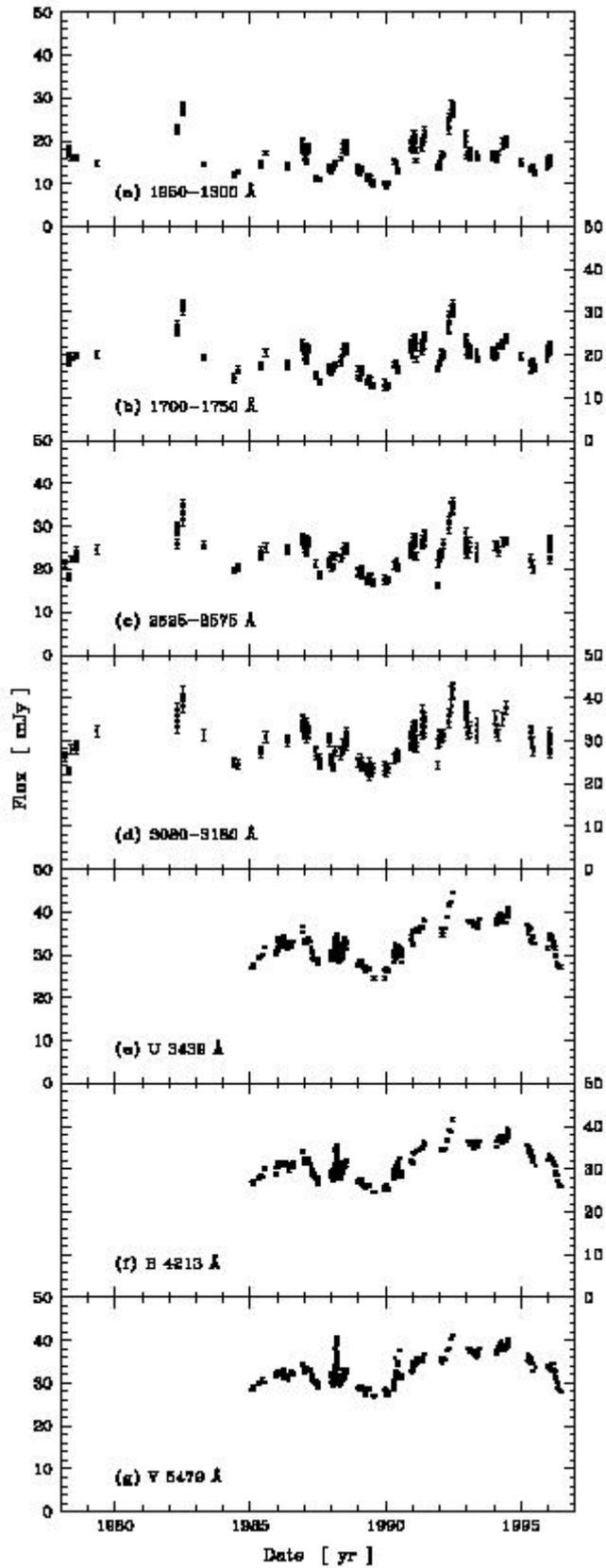


图 3.17 3C 273 光变曲线, 取自 Paltani et al. (1998)^[36]

(此图未插入书中)

图 3.18 3C 273 模型, 取自 Paltani et al. (1998)^[36]。

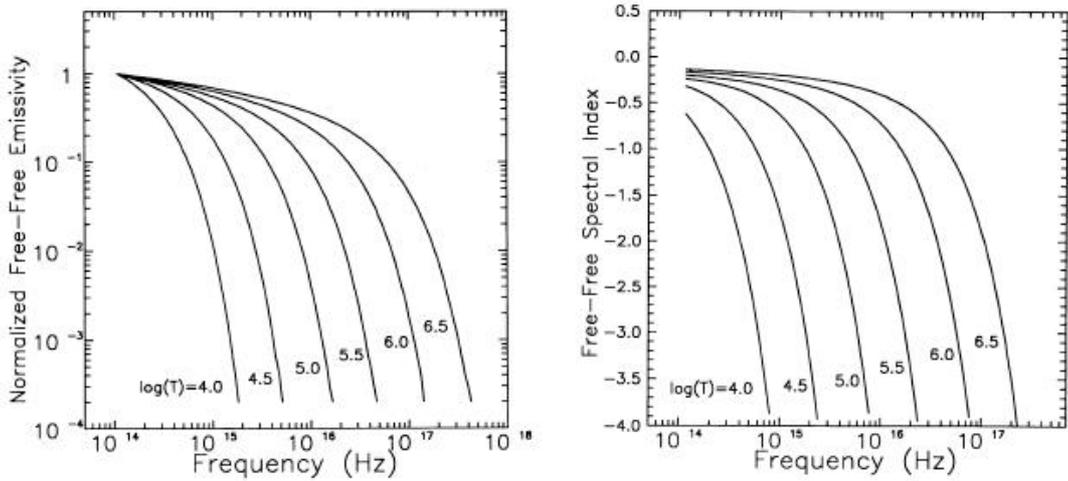


图 3.19 (a) ϵ_{ν} 与频率的关系; (b) 谱指数与频率的关系。注意: 这里的谱指数与(1.1)式定义的差一个符号。取自 Barvainis(1993)^[41]。

(此图由 fig.3.19a + fig.3.19b 拼成)

图 3.20 用 f-f 发射拟合 PG 1211+143 的光学紫外谱。红外谱则主要考虑尘埃。取自 Barvainis(1993)^[41]

图 3.21 QSO0405 – 123 的小蓝包, 取自 Wills et al. (1985)^[42]。

图 3.22 射电宁静类星体红外辐射模型, 取自 Sanders et al. (1989)^[6]。

图 3.23 尘埃盘的辐射谱。(上): 盘弯曲的角度随 $\log r$ 线性增加; (下): 盘弯曲的角度随 $(\log r)^2$ 增加。取自 Sanders et al. (1989)^[6]

图 3.24 PG 类星体的 X 和红外辐射。(上)(2-10)keV 的 X 射线流量与 $3.5 \mu\text{m}$ 红外辐射流量间的关系; (下)(2-10)keV 的 X 射线光度和热光度之比与(2-100) μm 红外辐射光度和热光度之比的关系。取自 Sanders et al. (1989)^[6]。

图 3.25 热成分和非热成分的分, 取自 Carleton et al.(1978)^[45]。

图 3.26 红外热成分与 6keV 处的 X 射线光度的相关, 取自 Carleton et al.(1978)^[45]。

图 3.27 结构函数, 取自 Cristiani et al. (1996)^[66]。(上) SA 94(黑点), SGP(叉), SA 57(方块)和控制样本(圆)的结构函数; (下) 三个样本合起来的结构函数。

图 3.28 光变与红移的关系, 取自 Trevese & Vagnetti (2002)^[77]。空心和实心符号分别为时间间隔 0.3 年和 2 年的观测结果。各符号的资料来自(从上到下)[77], [68], [60], [64], [57], [62]。

图 3.29 类星体光变时谱指数的变化, 取自 Trevese et al. (2001)^[78]。

图 3.30 BL Lac 天体的能谱随流量增大而变平, 取自 Vagnetti et al. (2003)^[82]。b 为回归直线的斜率。

图 3.31 观测光变曲线(上)和由观测光变曲线计算得到的结构函数(下)。取自 Kundic et al. (1997)^[85]。

图 3.32 模拟光变曲线(上)和由模拟光变曲线计算得到的结构函数(下), 取自 Kawaguchi et al.(1998)^[83]。m, m' 为参数。

§ 4. 共 31 图

- 图 4.1 射电宁静类星体 (AGN) 的平均 X 射线谱。取自 [1]。
- 图 4.2 Fe 线、下凹和隆起。取自 Mushotzky et al. (1993)^[2]
- 图 4.3 XMM-Newton 得到的 I 型 AGN Fe 线等值宽度与 X 射线光度，取自 Reeves (2003)^[6]。
Fe 线等值宽度随 X 射线光度的增加而减小。
- 图 4.4 瓣占优射电噪类星体 (AGN) 的平均 X 射线谱。取自 [1]。
- 图 4.5 高偏振类星体 PKS 1510-089 的 0-10 keV 的光谱，取自 Singh et al. (1997)^[17]。纵坐标为计数。
- 图 4.6 OVV 类星体 3C 279 的宽带光谱，取自 Wehrle et al. (1998)^[19]。圆圈是 1996 年 1 月的资料，实心圆是 1 个月以后的资料。在这两个历元，高能 γ 射线流量比其它波段流量要高两个量级。
- 图 4.7 Seyfert 1 星系 MCG6-30-15 的 X 射线光变曲线。取自 Krolik et al. 1993^[20]。纵坐标为计数。
- 图 4.8 射电噪类星体 PKS 0558-504 的 X 射线光变曲线，取自 Gliozzi et al. 2001^[21]。
- 图 4.9 X 射线变幅-光度的关系，取自 Manners et al. (2002)^[27]。
- 图 4.10 X 射线变幅-红移的关系。取自 Manners et al. (2002)^[27]。
- 图 4.11 3C 390.3 的 X 射线光变：谱指数与流量的关系。取自 Sambruna & Eracleous (2001)^[28]。
- 图 4.12 NGC 6814 的 X 射线连续辐射光变(上)和 Fe 线光变(下)，取自 Kunieda et al. (1990)^[31]。
- 图 4.13 Chandra 探测到的 X 射线喷流和延伸发射区，取自 Schwartz et al. (2003)^[44, 45]。每个星场的大小为 $31'' .2 \times 29'' .5$ ，小圆的半径为 $1'' .23$ 。
- 图 4.14 3C 273 的 X(右)、光学(中)、射电喷流(左)，取自 Marshall et al. (2000)^[47]。X 和光学喷流很相似，都有许多结。
- 图 4.15 三个软 X 射线弱类星体的 SED，取自 Wang et al. (2000)^[89]。
- 图 4.16 C IV 吸收线等值宽度与 α_{ox} 相关。取自 Brandt et al. (2000)^[54]。实心圆为射电宁静类星体，空心圆为瓣占优射电噪类星体，三角形为核占优射电噪类星体。
- 图 4.17 平谱射电类星体 (FSRQ) 和 BL Lac 天体的 γ 射线谱。取自 Pohl et al. (1997)^[59]。纵坐标为强度(单位： $\text{MeV cm}^{-2} \text{sec}^{-1} \text{sr}^{-1}$)，横坐标为能量(单位： MeV)。
- 图 4.18 光子数指数 Γ_γ 与红移的关系。(左) BL Lac 天体；(右) 平谱射电类星体。取自 Mukherjee et al. (1997)^[57]。
- 图 4.19 γ 射线光变指数与流量。取自 Mukherjee et al. (1997)^[57]。
- 图 4.20 PKS 1406-076 的 γ 射线流量变化。取自 Sreekumar et al. (1996)^[60]。

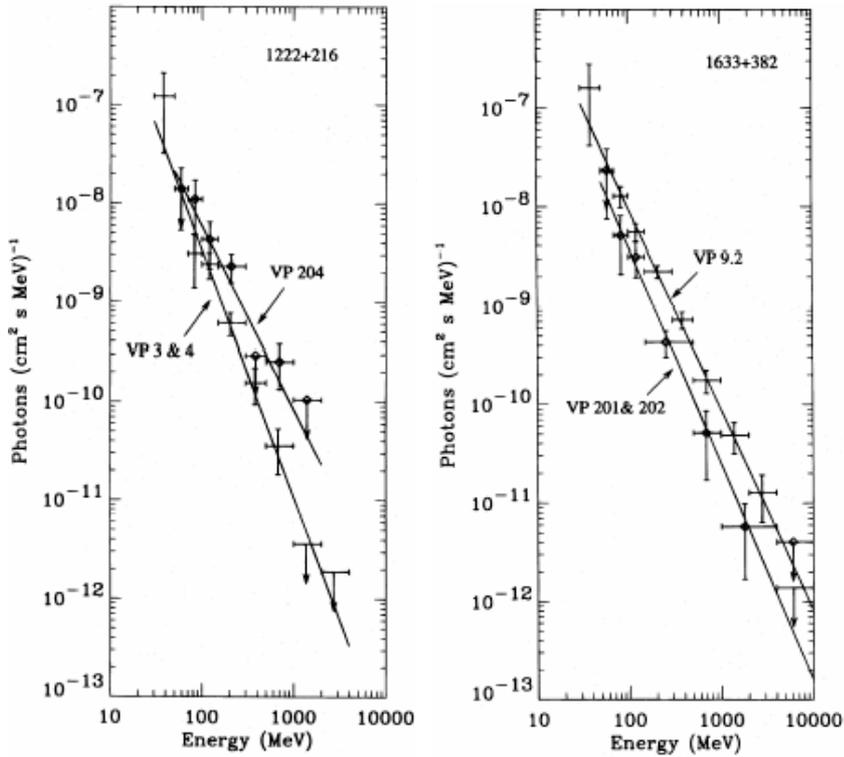


图 4.21 γ 射线流量变大时能谱变硬。取自 Sreekumar et al.(1996)^[60]。两条直线代表两个不同观测时段(VP+数字)。(此图由 fig.4.21a + fig.4.21b 拼成)

图 4.22 康普顿散射过程(上)和双光子对产生(下)的 Feynman 图。

图 4.23 粒子-光子对产生(上)和粒子-粒子对产生(下)的 Feynman 图。

图 4.24 射电宁静类星体(AGN)的 X 射线源图像。取自 Mushotzky(1993)^[2]。

图 4.25(a) 光深为 1 时等离子体的平衡温度。参数为 l_s/l_h 。

图 4.25(b) 考虑正负电子对的影响时等离子体的平衡温度(光深为 1)。

图 4.26 $\alpha_x \sim \log l_h$, 取自 Pietrini & Krolik (1995)^[67]。

图 4.27 反照率。取自 Zycki et al.(1994)^[75]。

图 4.28 反射光谱的影响。取自 Zycki et al.(1994)^[75]。6.8 keV 处的发射线是 Fe K α 线。图中还标出 OVI K α 线。

图 4.29 对两个 AGN 的 UV-X 射线谱的拟合, 取自 Brunner et al. (1997)^[10]。点虚线为吸积盘的贡献, 短虚线为红外幂谱的延伸, 长虚线为硬 X 射线的延伸, 实线为合成的 UV-X 射线谱。图的下部为残差。

图 4.30 软 X 射线吸收, 取自 Komossa & Meerschweinchen(2000)^[86]。左上为 QSO 0117-2837, 右上为 Mrk 1298。中间两图为用单一幂谱拟合时的残差, 下面两图为用温吸收体加幂谱拟合时的残差。

图 4.31 核占优射电噪类星体(AGN)的高能辐射的拟合, 取自 Tavecchio et al.(2000)^[96]。

§ 5. 共 19 图

图 5.1(a) PG 类星体射电光度的分布。上图是 91 个 $M_B < -23$ 的类星体的分布，下图是 22 个 $M_B > -23$ 的低光度 AGN 的分布。两图统计上没显著差别。取自 Kellermann et al.(1989)^[1]。

图 5.1(b) PG 类星体 R 的分布。上图是 91 个 $M_B < -23$ 的类星体的分布，下图是 22 个 $M_B > -23$ 的低光度 AGN 的分布。两图统计上没显著差别。取自 Kellermann et al.(1989)^[1]。

图 5.2 射电噪类星体的比例与红移的关系，取自 Hooper et al.(1996)^[6]。(a)按 8.4 GHz 处的射电光度 $L_{8.4}$ ；(b)按 8.4GHz 处射电光学相对强度 $R_{8.4}$ 。

图 5.3 射电星系型态与光度的关系。取自 Ledlow & Owen(1996)^[7]。纵轴为 1400 MHz 处射电光度的对数，横轴为测量至 24.5 等/平方角秒时星系的绝对星等。

图 5.4 FR-I 射电星系 NGC 6251 在不同分辨率、不同频率的图像。

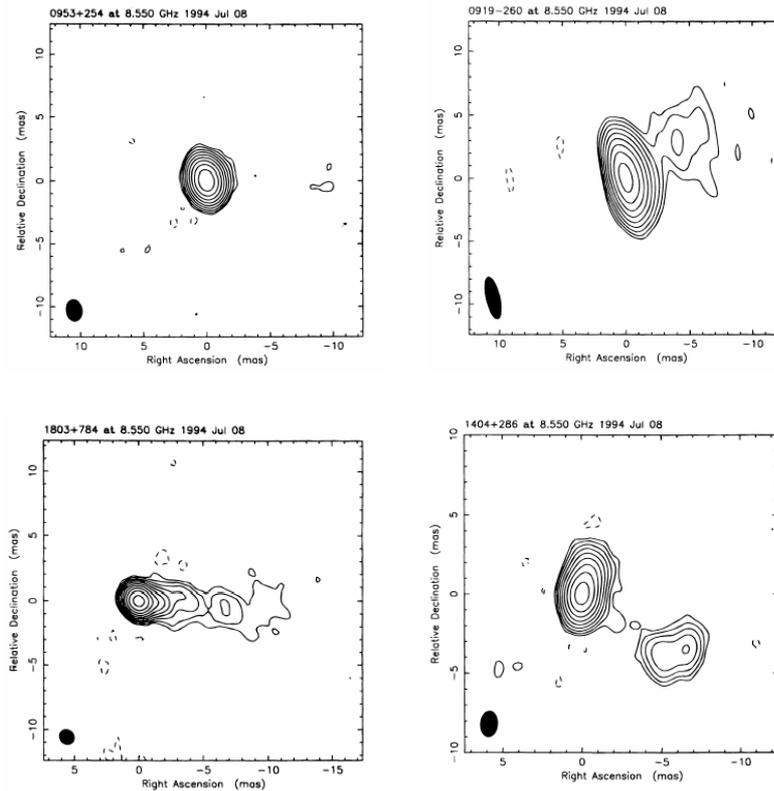


图 5.5 致密源。Fey et al.(1996)^[8]利用 VLBA 在 2 GHz 和 8 GHz 的部分观测结果。有些致密源明显地被分解为双源，有些致密源却分解不开。横坐标为相对赤经（毫角秒），纵坐标为相对赤纬（毫角秒）。

（此图由 fig.5.5a + fig.5.5b+ fig.5.5c + fig.5.5d 拼成）

图 5.6 CSS(第一排),GPS(中间一排),HFP(最下一排)的射电谱。取自[14]和[22]。横坐标的

单位为 GHz.

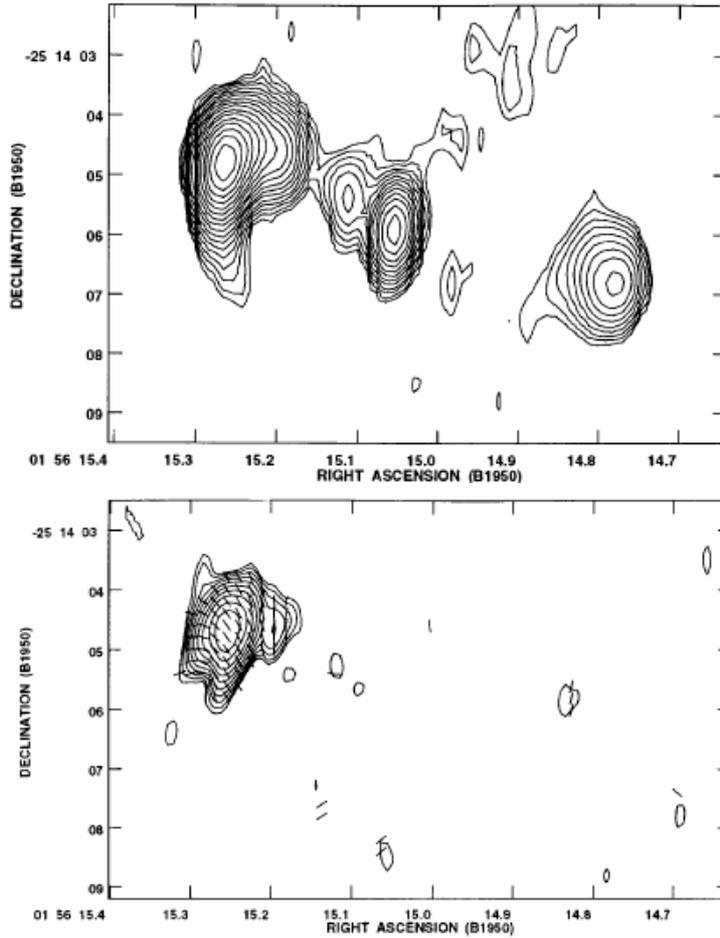


图 5.7 AGN 0156-252 在 4.7GHz 的像。(上)总强度;(下)线偏振强度。取自 Carrili et al.(1997)^[24]。
(此图由 fig.5.7a + fig.5.7b 拼成)

图 5.8 射电光变的结构函数，取自 Lainela & Valtaoja(1993)^[28]。横坐标为时延(年)的对数，纵坐标为结构函数的对数。

图 5.9 3C 345 的射电光变曲线。取自 Steven et al.(1996)^[29]。(上)总流量；(中)偏振度；(下)偏振位置角。

图 5.10 PKS 0420-014 的射电光变曲线。取自 Zhou et al.(2000)^[30]。横坐标为日期+1900 年。纵坐标为流量。为了看得清楚，已将各光变曲线沿纵轴平移。左上的符号说明中，T 代表源的总流量，C 代表核的流量，F 代表其中一个喷流的流量。

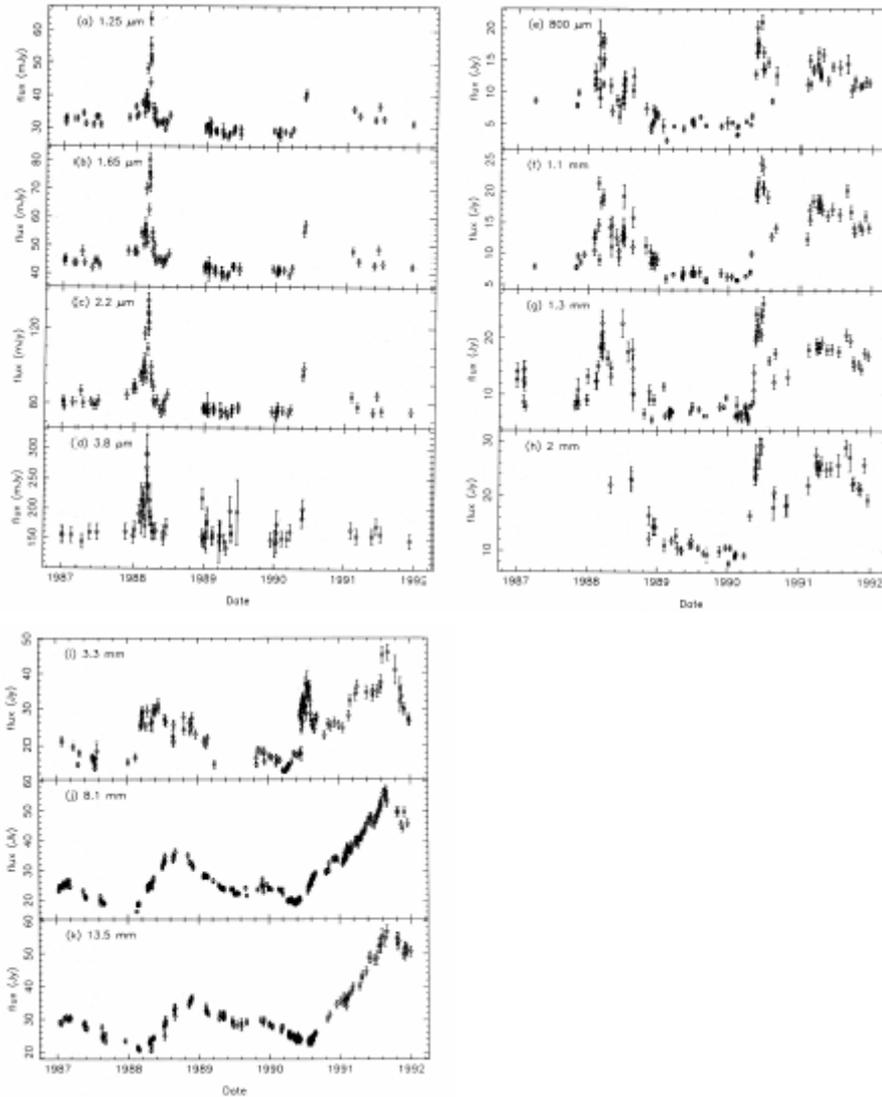


图 5.11 3C 273 的红外、mm 波和 cm 波的光变曲线。取自 Robson et al.(1993)^[32]。
 (此图由 fig.5.11a + fig.5.11b 拼成)

图 5.12 BL Lac 天体 PKS 0735+178 的射电平谱可用 a-d 四个光学厚源的同步辐射的叠加很好地拟合。取自 Usher et al.(1983)^[33]。

图 5.13 反转频率与线大小反相关。取自 O'Dea (1998)^[14]。

图 5.14 受激 Compton 散射的影响。点线为有自吸收的同步辐射谱，点虚线为考虑了受激 Compton 散射后的谱。取自 Sincell & Krolik(1994)^[40]。

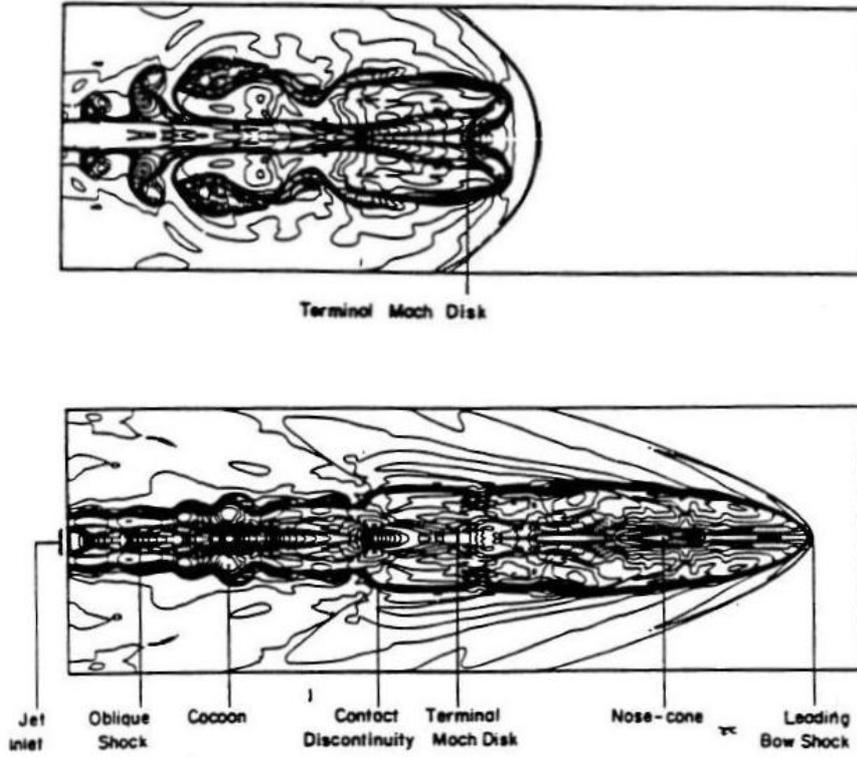


图 5.15 在星际气体中穿过的喷流，取自 Clarke et al. (1986)^[47]。(上)流体力学模拟；(下)磁流体力学模拟。

(此图由 fig.5.15a + fig.5.15b 拼成)

图 5.16 3C 345 各子源在天球切面上的轨迹。取自 Zensus (1997)^[48]。

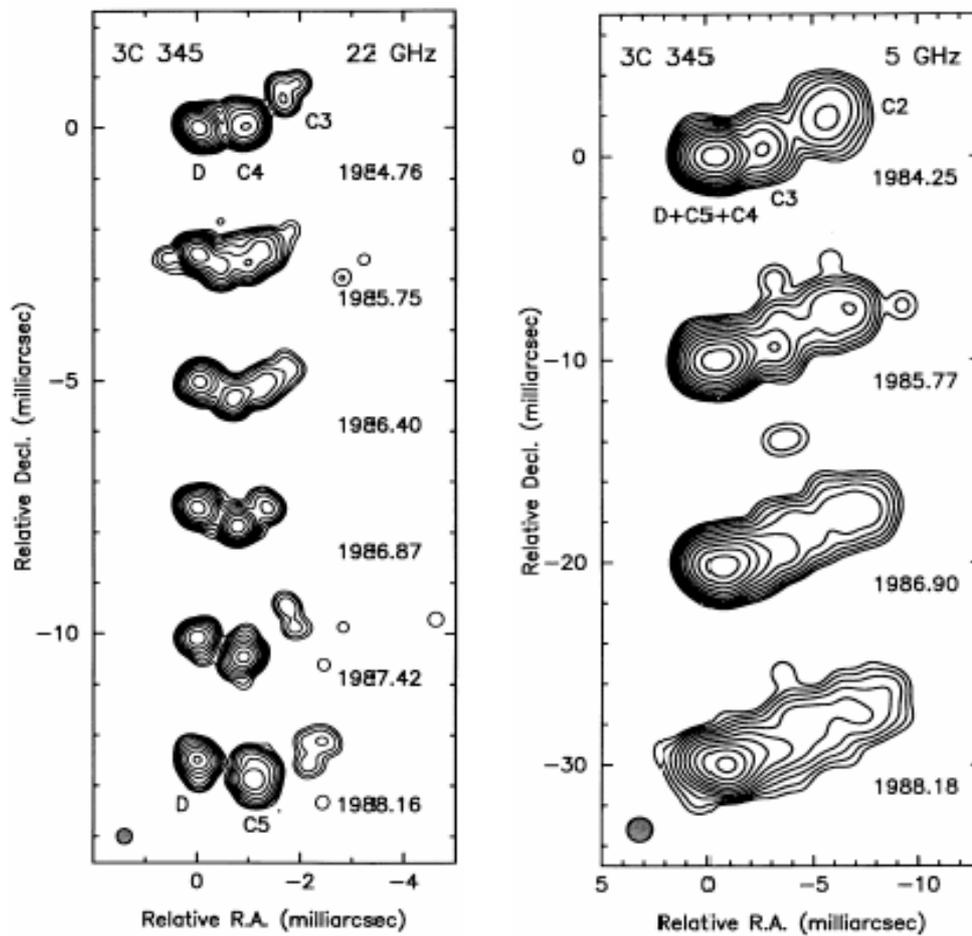


图 5.17 3C 345 的视超光速分离。(左)22 GHz 的观测结果;(右)5 GHz 的观测结果。取自 Zensus (1995)^[54]。

(此图由 fig.5.17a + fig.5.17b 拼成)

图 5.18 视超光速运动的说明。A 为观测者。最初，两子源都在 B。V 为分离速度。 δt 时间后，一个子源移动到了 B'。

图 5.19 视横向速度与 θ 的关系。

§ 6. 共 25 图

图 6.1 PG 类星体 $H\beta$ 等值宽度的分布。取自 Boroson & Green(1992)^[3]。

图 6.2 Baldwin 效应。图中，圆点为 PKS 平谱射电噪类星体，又为 $M_B < -24$ 的 PG 类星体。
取自 Baldwin et al.(1989)^[7]。

图 6.3 两种 Baldwin 效应。点线为整体 Baldwin 效应^[8]，由 NGC 5548 的资料得到的是
内禀 Baldwin 效应(实线)^[9]。

图 6.4 FWHM 的分布。(上) $H\beta$ ；(下) $C\ IV\ 1549$ 。打斜线的为射电宁静类星体(AGN)。取自
Sulentic et al. (2000)^[30]。

图 6.5 速度漂移的分布。(上) $H\beta$ ；(下) $C\ IV\ 1549$ 。打斜线的为射电宁静类星体(AGN)。取
自 Sulentic et al. (2000)^[30]。

图 6.6 $H\beta$ 线轮廓的不对称。纵坐标为 f_λ ，任意标度。横线表零强度。上面四条(从上到下)
分别是 PG 1444+407, 1415+451, 1259+593, 0043+039；下面四条分别是 PG 1613+658,
2308+098, 1202+281, 0003+158。取自 Boroson & Green(1992)^[3]。

图 6.7 Seyfer 2 星系 Mrk 1073 的 $[O\ III]\ \lambda\ 5007$ 的轮廓。取自 Veilleux(1991)^[42]。

图 6.8 $FWHM(H\beta)$ 、 $R=W(Fe\ II\ 4570)/W(H\beta)$ 和 Γ_{soft} 之间的相关。取自 Sulentic et
al.(2000)^[30]。实心圆为射电宁静(RQ)，空心圆为平谱射电噪(FS RL)，空心方块为陡谱
射电噪(SS RL)，右下图表示 Pop.A 和 Pop.B 的区分。点虚线表 Pop.A 和 Pop.B 的界
限，即 $FWHM(H\beta) = 4000\ km\ s^{-1}$ ，点线为窄线 Seyfert 1 的 FWHM 的上限，即
 $FWHM(H\beta) = 2000\ km\ s^{-1}$ 。

图 6.9 诊断图。黑点代表 Seyfert 星系和 LINER；小圆代表星暴星系和 HII 星系，它们的发
射光谱主要是 HII 区光谱；星号代表发射线星系。

图 6.10 Seyfert 1 星系 Mrk 335 的 $H\beta$ 、 $He\ II\ \lambda\ 4686$ 和连续谱的变化。取自 Kassebaum
et al.(1997)^[54]。

图 6.11 冷却函数 $\Lambda(T_e, \Xi)$ 。实线， $\Xi = 10^{-3}$ ；点线， $\Xi = 10^{-1}$ ；虚线， $\Xi = 10$ 。 $\Lambda(T_e, \Xi)$
的单位： $erg\ cm^3\ s^{-1}$ 。

图 6.12 $O\ I\ Ly\ \beta$ 荧光机制。

图 6.13 宽线强度比($H\beta=1$)。取自 Netzer (1990)^[68]。

图 6.14 窄线强度比($H\beta=1$)。取自 Netzer (1990)^[68]。

图 6.15 . 宽线区几何。圆心为中心能源，箭头指向观测者。

图 6.16 反响映射。(a) 发射云位于距中心半径为 r 的薄球壳上。连续谱光子从中心源沿点线到达 P 点的发射云，并立即被改造为发射线光子，谱线光子又沿虚线到达观测者。 P 点发出的谱线光子相对于连续谱光子有时延 τ 。等时延面为抛物面，其轴为观测者到中心源的连线。(b)对连续辐射的脉冲，发射线的响应要延迟 0 到 $2r/c$ ，平均延迟 r/c 。

图 6.17 Seyfert 1 星系 NGC 5548 的连续谱和发射线的光变曲线(左边几图)及交叉相关函数(右边几图)。右上第一图是 1350\AA 附近连续辐射的交叉相关函数，实际上就是自相关函数。取自 Peterson (2001)^[63]。

图 6.18 宽线区的累计线辐射流。取自 Netzer (1990)^[68]。

图 6.19 S^+ 的部分能级。 $^2D_{5/2}, ^2D_{3/2} \rightarrow ^2S_{3/2}$ 的跃迁产生了谱线[SII] $\lambda\lambda$ 6716, 6731。

图 6.20 [S II] λ 6716/[S II] λ 6731 强度比与电子数密度 n_e 的关系。计算时取 $T_e = 10^4 \text{ K}$ 。

在 $10^2 \text{ cm}^{-3} \leq n_e \leq 10^4 \text{ cm}^{-3}$ 时，两者强度比非常敏感于电子数密度。

图 6.21 O^{++} 和 N^+ 的部分能级图。图中的数字表 O III 各线的波长，括号内的数字表 N II 各线的波长，单位为 \AA 。

图 6.22 [O III]线流量比 $F(\lambda 4959 + \lambda 5007)/F(\lambda 4363)$ 与温度的关系。计算时取 $n_e = 0$ 。

图 6.23 窄线区的累计线辐射流。取自 Netzer (1990)^[68]。

图 6.24 Seyfert 2 星系 NGC 5252 的[O III] λ 5007 的像，可以清楚地看到电离锥。图中的线为连续性谱的等强度线。右下的标尺为 $H_0 = 75 \text{ kms}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ 时得到的数值。

图 6.25 窄线区半径 R 与发射线光度相关。实心的为类星体；空心的为 Seyfert 星系。左图为 R 与[OIII] λ 5007 光度的相关： $R \propto L_{[OIII]}^{0.52}$ ；右图为 R 与 $H\beta$ 的相关： $R \propto L_{H\beta}^{0.49}$ 。取自 Bennert et al.(2002)^[81]。

§ 7. 共 17 图

图 7.1 Rees 的流程图：超大质量黑洞的形成。取自 Rees(1984)^[6]。

图 7.2 类星体与活动星系核的“洋葱”模型。

图 7.3 统一模型。取自 Urry & Padovani(1995)^[9]。

图 7.4 克尔黑洞的剖面图。 r_+^h 和 r_-^h 分别为外、内视界； r_+^s 和 r_-^s 分别为外、内无限红移面。

图 7.5 黑洞质量与核球速度弥散度的关系。三角为 AGN，圆点为正常星系。取自 Onken et al.(2003)^[31]。虚线是对正常星系拟合的结果： $M_{\text{BH}} \propto \sigma_{\text{bulge}}^{4.58}$ 。

图 7.6 黑洞质量与核球 R 波段绝对星等的相关。取自 McLure & Dunlop(2002)^[32]。

图 7.7 黑洞质量与 [O III] 的线宽相关，取自 Nelson(2000)^[39]。三角形代表星系，资料来自文献[26]；加号来自[40]。圆点为 Seyfert 星系，方块为 PG 类星体。实线为对星系拟合的结果，虚线为对 AGN 拟合的结果。

图 7.8 标准薄盘的发射谱。计算时取 $r_{\text{out}} = 250 r_{\text{in}}$ ， $T_{\text{out}} = T(r_{\text{out}})$ 。A,B 间即为吸积盘的特征谱。

图 7.9 黑洞周围的 ADAF 的谱。S,C,B 分别指电子的同步辐射、逆康普顿散射和韧致辐射；

实线、虚线、点线对应于不同的吸积率。 γ 射线则由 π^0 介子的衰变产生。图中吸积盘的尺度仅为示意，半径的单位为 r_g 。

图 7.10 软 X 射线谱指数与爱丁顿比率的相关。实心符号为射电宁静天体，空心符号为射电噪天体；圆代表 Seyfert 1，三角形代表类星体。取自文献[64]。

图 7.11 NGC 1068 核心区的偏振像。白线表偏振的电场矢量。圆圈为星系核的位置。

图 7.12 NGC 1068 的光谱，取自 Miller et al.(1991)^[67]。上图是总流量，显示了一个 Seyfert 2 的光谱。下图是偏振辐射，Balmer 线很宽，Fe 线混合，显示了一个 Seyfert 1 的光谱。注意两图纵坐标的标度。

图 7.13 NGC 4945 的 X 射线谱。取自 Done et al.(1996)^[70]

图 7.14 NGC 4261 的像^[71]。左图是其射电喷流和光学星系的复合像。右图是星系核心部分的 HST 高分辨率光学像，表明该星系有一个垂直于射电喷流的尘埃环。

图 7.15 射电噪类星体和 FR II 射电星系的 2.7GHz 射电光度函数，取自 Urry & Padovani(1995)^[9]。圆点为平谱射电类星体(FSRQ)；三角为陡谱射电类星体(SSRQ)；方块为 FR II 射电星系。误差棒指 1σ 误差。

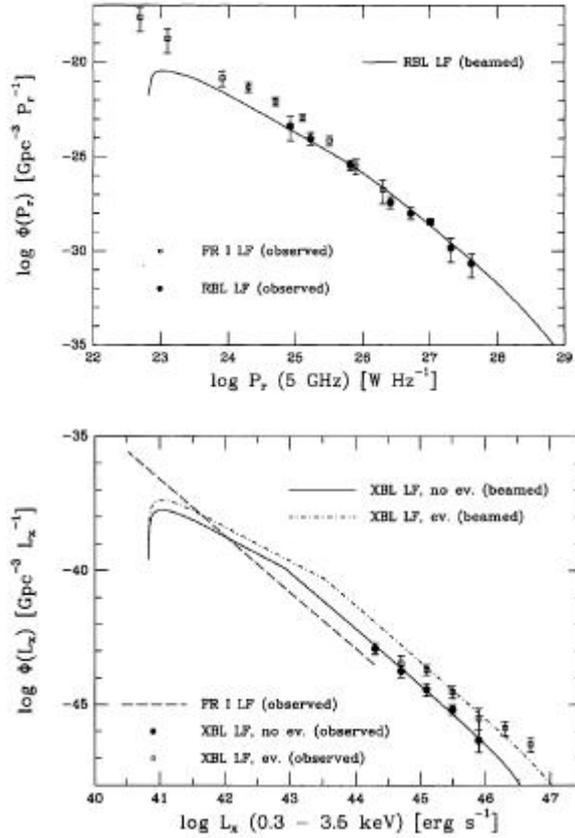


图 7.16 BL Lac 天体和 FR I 射电星系的光度函数。上图：射电选 BL Lac 天体(RBL)和 FR I 射电星系(FR I)的 5GHz 光度函数，实线为束模型预言的光度函数，误差棒指 1σ 误差；下图：X 射线选 BL Lac 天体(XBL)和 FR I 射电星系的光度函数，实线、点虚线和虚线分别为按束模型计算的无演化 XBL、演化 XBL 和 FR I 射电星系的光度函数，误差棒指 1σ 误差。

(此图由 fig.7.16a + fig.7.16b 拼成)

图 7.17 射电星系 3C321 核心区域的近紫外(3200Å) 像。直线为偏振光的电场矢量，其长度正比于偏振度。

§ 8. 共 10 图

图 8.1 Seyfert 星系的形态分布, 取自 Mcleod & Rieke (1995)^[7]。

图 8.2 几个窄线 Seyfert 1 星系的寄主星系, 取自 Crenshaw et al.(2003)^[9]。

图 8.3 HST 得到的部分类星体的寄主星系。取自 Bahcall et al.(1997)^[34]。

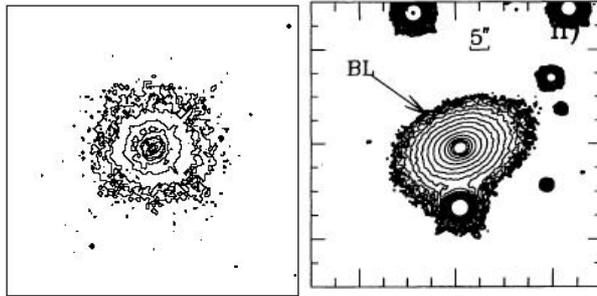
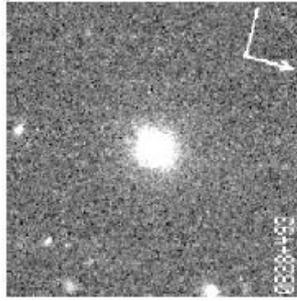


图 8.4 BL Lac 天体的寄主星系。上图为射电选 BL Lac 天体的 HST 像^[49], 下左为 X 射线选 BL Lac 天体的 HST 像的亮度轮廓^[47], 明显地, 两者都是椭圆星系。下右的 BL Lac 天体的寄主星系看起来很像盘星系, 实际上也具有椭圆星系的亮度轮廓^[46]。

(此图由 fig.8.4(上) + fig.8.4(左下) + fig.8.4(右下)拼成)

图 8.5 类星体寄主星系和类星体本身的绝对目视星等的关系。图上已标出寄主星系的形态。右上是 3C 273。取自 Bahcall et al.(1997)^[34]。

图 8.6 类星体和 BL Lac 天体寄主星系的绝对 B 星等与其本身的绝对 B 星等相关。点代表类星体, 圆圈代表 BL Lac 天体。取自 Kotinainen & Ward (1994)^[54]

图 8.7 Seyfert 星系(圆点)和射电星系(叉)核的射电光度与其寄主星系核球的光学光度(绝对 B 星等)间的相关。对 Seyfert 星系和射电星系单独进行统计时, 几乎不相关; 两者联合起来进行统计时, 相关性很好。虚线是回归直线。

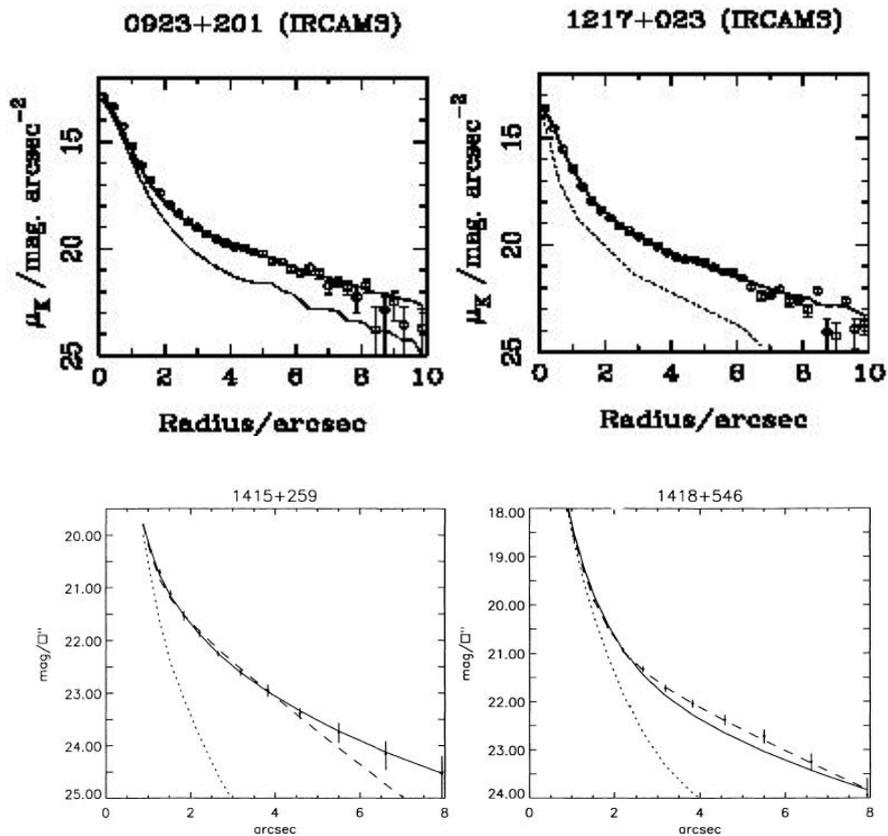


图 8.8 寄主星系的表面亮度轮廓的拟合。上两图是射电宁静类星体(0923+201)和射电噪类星体(1217+023)的寄主星系, 取自[58]。圆圈代表观测数据, 实线为最佳拟合, 可用 $r^{1/4}$ 轮廓表示, 点线代表核成分。因此, 两个都是椭圆星系。下两图是两个 BL Lac 天体的寄主星系, 取自[45]。圆点为观测数据, 点线为核成分, 实线为 $r^{1/4}$ 轮廓, 虚线为指数盘轮廓。从最佳拟合曲线可知, 1415+259 的寄主星系是一个椭圆星系, 而 1418+546 的寄主星系是一个旋涡星系。

(此图由 fig.8.8a1 + fig.8.8a2 + fig.8.8b 拼成)

图 8.9 PKS 2349-147 寄主星系的光谱。取自 Miller & Sheinis(2003)^[64]。详见正文。

图 8.10 类星体寄主星系的光度函数, 取自 Hamilton et al.(2002)^[69]。图中叉代表所有类星体寄主星系, 圆圈代表类星体绝对星等 $M_V(QSO) \leq -23$ 的寄主星系光度函数。实线是正常星系的光度函数^[70], 虚线是其往高光度端的外推。

§ 9. 共 20 图

图 9.1 团分析, 取自 Einasto et al.(1984)^[20]。邻居半径为 R_1 时, A_1, B_1, C_1 为天体系统, 它们的多重度分别为 6,2,4, 其余的天体是孤立的; 邻居半径为 R_2 时, A_1, B_1 合并为一个系统 AB_2, C_1 和其它几个天体合在一起成为系统 C_2 ; 邻居半径为 R_3 时, AB_2 和 C_2 通过 D 而合并。天体 E 一直是孤立的。

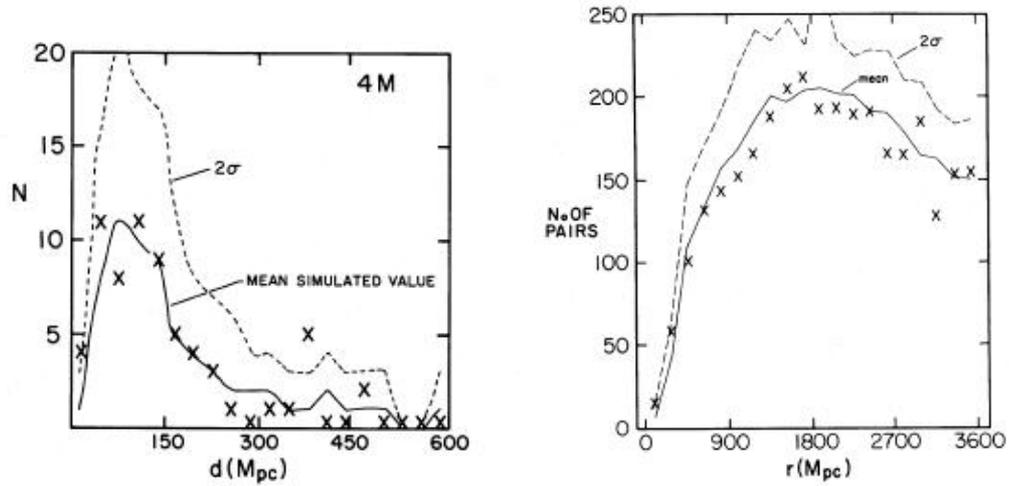


图 9.2 CTIO 4m 镜巡天样本的成团性检验。左图: NNA; 右图: 两点相关函数。实线是 Monte Carlo 模拟结果, 虚线是 2σ 线的上包络, 又是观测数据。取自 Osmer (1981)^[16]。
(此图由 fig.9.2 + fig.9.2(右)拼成)

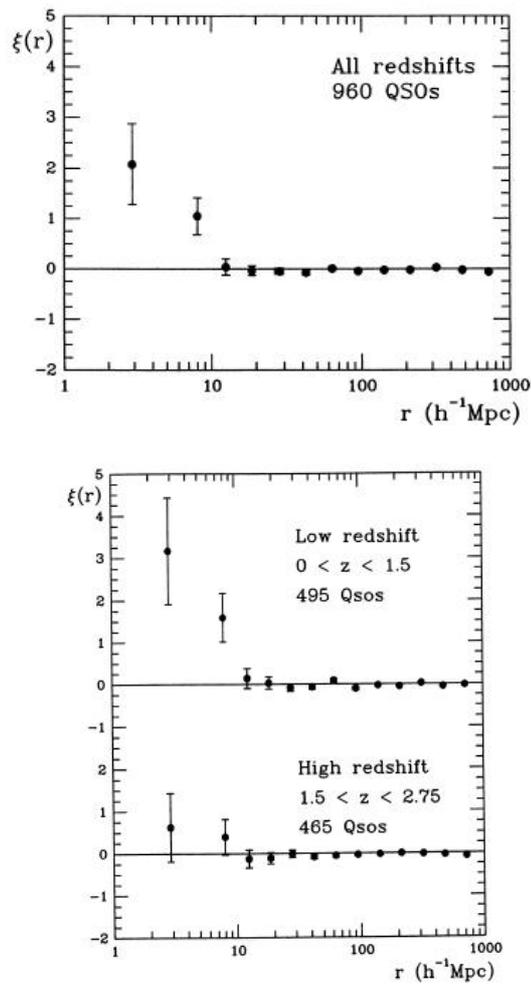


图 9.3 成团性研究, 取自 Iovino et al.(1991)^[36]。(上)全部 960 个类星体的两点相关函数; (下)按红移将类星体分成两组后各组的两点相关函数。

(此图由 fig.9.3 (上)+ fig.9.3(下)拼成)

图 9.4 LBQS 等样本的两点相关函数, 取自 Croom & Shanks(1996)^[41]。高低红移类星体都小尺度成团。

图 9.5 类星体-星系交叉角相关函数,取自 Smith et al.(1995)^[67]。圆点代表类星体-星系的交叉角相关函数, 虚线为星系-星系的交叉角相关函数。

图 9.6 低频(408 MHz)的计数结果, 取自 Kellermann & Wall(1987)^[69]。符号为各种射电巡天。

图 9.7 高频(4.85 GHz)的计数结果, 取自 Fomalont et al.(1991)^[70]

图 9.8 X 射线源的计数结果, 取自 Boyle et al.(1993)^[71]。圆点为 ROSAT 类星体, 三角形为 EMSS 类星体。

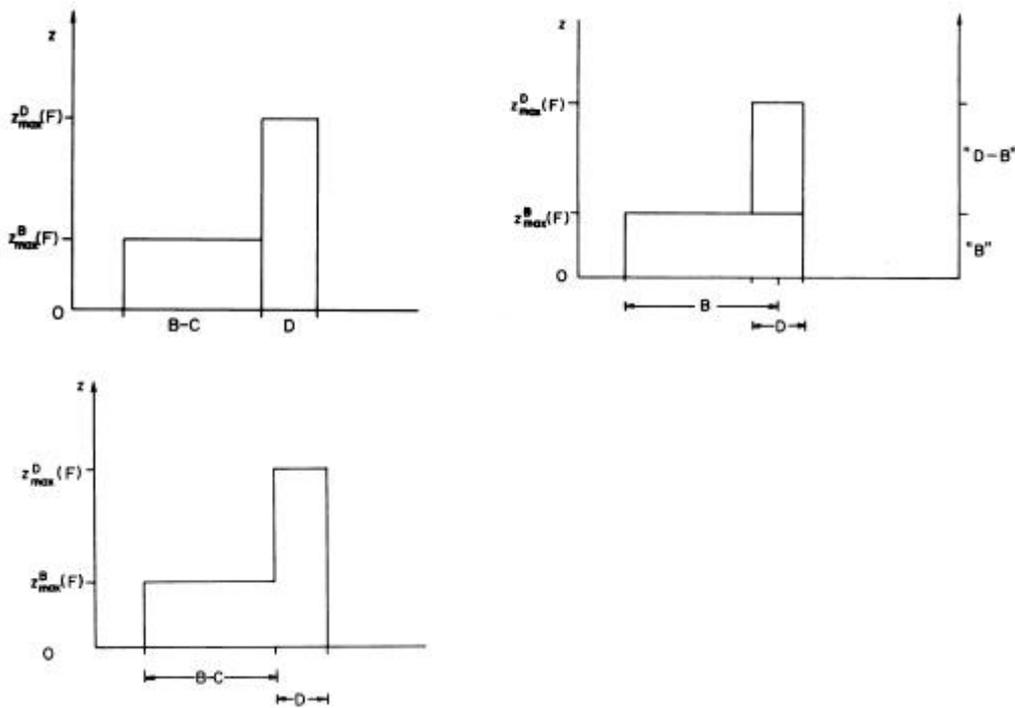


图 9.9 V_e/V_a 检验。(上左) 区域独立; (上右) 区间独立; (下) 相干
(此图由 fig.9.9a,b + fig.9.9c 拼成)

图 9.10 纯密度演化和纯光度演化。

图 9.11 不同红移区间的类星体光学光度函数($0 < z < 4.5$), 取自 Pei(1995)^[84]。

图 9.12 从 2QZ 类星体巡天和 LBQS 得到的类星体光度函数。取自 Boyle et al.(2000)^[85]。

图 9.13 演化与红移的关系。取自 Pei(1995)^[84]。圆点和圆圈分别对应于(9.60)式中的 α 取-0.5 和-1.0; 虚线为 $(1+z)^k$ 形式的演化, k 分别取为 3.2 和 3.9; 实线为(9.60)式的演化, 其中的参数 $z_* = 2.75$, $\sigma_* = 0.92$ 。

图 9.14 本地光度函数, 取自 Köhler et al.(1997)^[90]。实线是 HES 的资料, 点线是 BQS 的资料。

图 9.15 计数-星等关系, 取自 Pei(1995)^[84]。上图对 $z < 2.2$ 的类星体; 下图对 $2.2 < z < 3.3$ 的类星体。实线是按双幂律谱光度函数计算的结果, 虚线是按 $L^{1/4}$ 指数模型计算的结果。

图 9.16 亮类星体数密度的演化, 取自 Pei(1995)^[84]。上图对 $M_B < -26.0$ 的类星体; 下图对 $M_B < -27.5$ 的类星体。实线和虚线的计算与图 9.15 相同。

图 9.17 AGN 的射电光度函数, 取自 Dunlop & Peacock(1990)^[91]。上图为平谱源, 下图为陡谱源。

图 9.18 射电噪类星体的低频射电光度函数, 取自 Willott et al.(1998)^[92]。实线为最佳拟合。

图 9.19(a) 联合 ROSAT 巡天和 EMSS 巡天得到的软 X 射线(0.2~2MeV)光度函数, 取自 Boyle et al.(1993)^[94]。

图 9.19(b) 只用 ROSAT 巡天得到的软 X 射线(0.2~2MeV)光度函数, 取自 Boyle et al. (1994)^[95]。

图 9.20 本地($z=0$)硬 X 射线(2~10keV)光度函数, 取自 Boyle et al.(1998)^[97]。圆点表 I 型 AGN, 方块表 I 型+II 型 AGN。

§ 10. 共 35 图

图 10.1 等值宽度。下图的纵坐标 $r_\lambda = F_\lambda / F_\lambda^c$ 。

图 10.2 Ly α 的理论生长曲线。已标出线性部分(linear), 水平部分(flat)和阻尼部分(damped)。b 是一个参数, 这里列了三个值。

图 10.3 用 Voigt 轮廓拟合谱线。这是 QSO 1331+170 的几条线。a)是一条线, 很容易拟合。c)可能包括一个弱成分, 上图是用一个 Voigt 轮廓去拟合的结果, 下图为加了一个成分后拟合的结果, b) 是 Ly α 和 S II 线的混合。上图只用 Ly α 去拟合, 下两图加了 S II 线, 但在不同的假定下进行拟合。

图 10.4 不同分辨率光谱的比较。QSO 0215+015 的 $z_a=1.254$ 的吸收系统的 C IV 线在低分辨率光谱里是一对双线(粗线), 但在高分辨率光谱里每条谱线被分解成三条线(细线)。取自 Blades(1988)^[1]。

图 10.5 QSO 1331+170($z_{em}=2.081$)的光谱。图中标出 $z_a=1.7765$ 吸收系统的一些吸收线。

图 10.6 QSO 1331+170 的归一化光谱。这是高分辨率光谱。图中列出几个可能的证认。

图 10.7 QSO PHL 957($z_{em}=2.690$)的光谱。Ly α 发射线在 4550Å 附近。Ly α 发射线短波侧有大量的吸收线, 它们大多是 Ly α 森林线。取自 Black et al.(1987)^[6]。

图 10.8 QSO 1422+2309($z_{em}=3.62$)的光谱, 取自 Patnaik et al.(1992)^[7]。可以清楚地看到赖曼系限(912Å)吸收。

图 10.9 QSO 3C 351 的紫外光谱, 取自 Yuan et al.(2002)^[8]。

图 10.10 宽吸收线类星体 1413+1143 的光谱, 取自 Weymann et al.(1991)^[9]。

图 10.11 QSO 1331+170 的赖曼 α 森林的柱密度分布函数。点代表观测值, 误差棒代表 1σ , 实线和虚线分别为 $\log N_{\text{HI}} \geq 13.3$ 和 $\log N_{\text{HI}} \geq 13.1$ 时的拟合结果。取自 Kulkarni et al.(1996)^[2]。

图 10.12 QSO 1331+170 的赖曼 α 森林吸收线的 b 分布, 取自 Kulkarni et al.(1996)^[2]。

图 10.13 QSO 1331+170 的赖曼 α 森林的 b- $\log N_{\text{HI}}$, 取自 Kulkarni et al.(1996)^[2]。明显地可以看到, b- $\log N_{\text{HI}}$ 不相关。

图 10.14 赖曼 α 森林吸收体尺度的测量。

图 10.15 QSO 1225+317 的两点相关函数, 取自 Khare et al.(1997)^[3]。上图是对 $\log N_{\text{HI}} \geq 13.2$ 的线的结果, 下图是对 $\log N_{\text{HI}} \geq 13.7$ 的线的结果。

图 10.16 赖曼 α 森林的演化, 取自 Weymann et al.(1998)^[11]。z < 1.6 低红移部分的数据来自 HST 的观测^[12,13], 高红移部分则为地面观测资料^[14,15]。对低红移和高红移资料进行拟合, 得到演化指数分别为 $\gamma=0.5$ 和 1.85。

图 10.17 Proximity 效应。上图为全部类星体中静止等值宽度 $W_0 > 0.32 \text{ \AA}$ 的谱线, 中图为低光度类星体的, 下图为高光度类星体的。取自 Scott et al.(2000)^[16]。

图 10.18 重子物质(左上图)和暗物质(右上图)密度分布轮廓(z = 3 时)。 $\rho / \langle \rho \rangle = 0.5$ (点线), 1 (虚线), 3 (细实线), 5 (粗实线)。左下图和右下图分别为温度和速度梯度。

图 10.19 模拟得到的 z=3 时柱密度的分布: HI (点), He II (实菱形)。小圆圈和小方块为观测数据。

图 10.20 多普勒参数 b 的分布。(a) HI; (b) He II。b 的分布可以用一个具有下截断的高斯分布很好地表示。注意, (a) 中有一些线的 b 特别大。

图 10.21 (a) b - $\log N_{\text{HI}}$; (b) b - $\log N_{\text{HeII}}$ 。注意, b 有明显的下截断, 而且, 此下截断随 N_{HI} 的增加而缓慢增加。

图 10.22 赖曼 α 森林的演化。

图 10.23 阻尼赖曼 α 系统柱密度的分布。取自 Storrie-Lombardi & Wolfe(2000)^[62]。

图 10.24 Mg II 系统等值宽度的分布, 取自 Steidel & Sargent(1992)^[63]。长虚线为(10.10)指数形式拟合观测资料的结果。短虚线为幂谱 $f(W) \propto W^{-k}$ 形式的拟合结果。

图 10.25 赖曼 α 森林、赖曼系限系统和阻尼赖曼 α 系统的柱密度分布, 取自 Storrie-Lombardi & Wolfe(2000)^[62]。

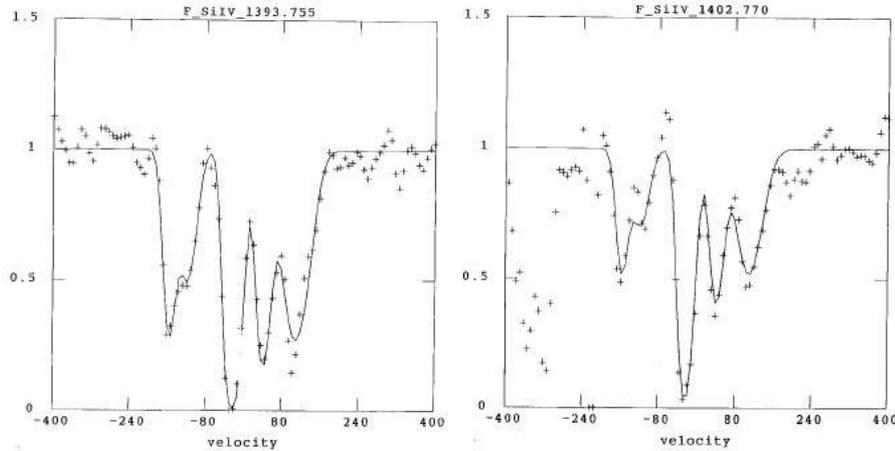


图 10.26 重元素系统的多成分吸收线。这是 QSO 1331+170 的 Si IV 1394(左), 1403(右)双线。每条线都可以分解为一一对应的 4 条线。

(此图由 fig.10.26a + fig.10.26b 拼成)

图 10.27 大爆炸宇宙模型预言的轻元素丰度, 取自 Burles & Tytler(1998)^[65]。纵坐标为相对于 H 的丰度, 横坐标 η 为重子数与光子数之比。 η 与 $\Omega_b h^2$ 对应, 图的上部也给出相应的 $\Omega_b h^2$ 值。方框是 D 的测量值。

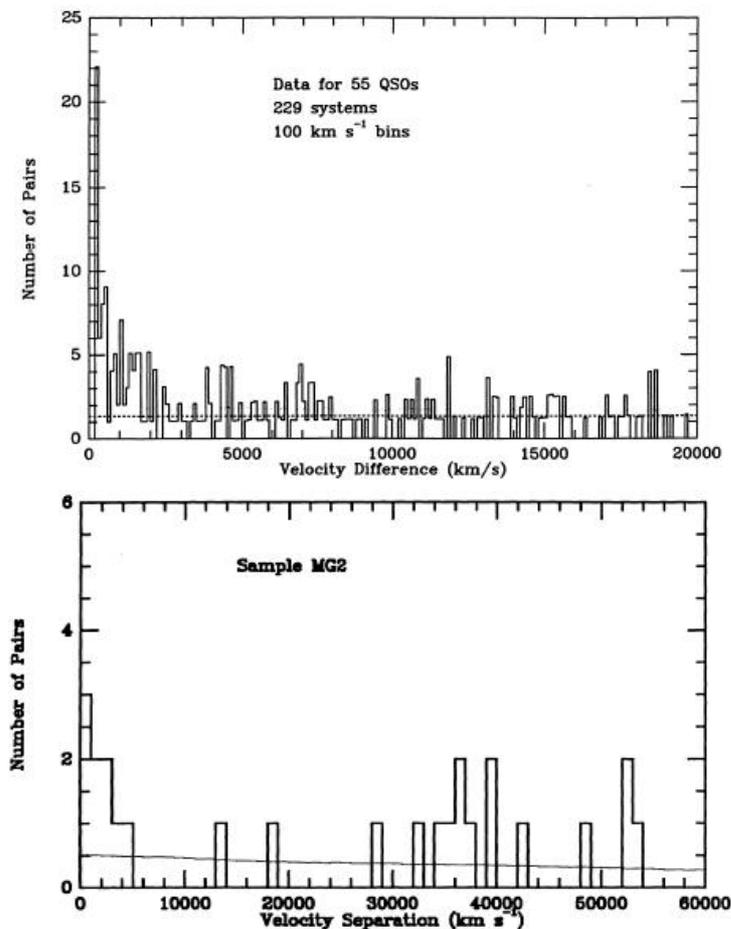


图 10.28 重元素系统的两点相关函数。(上) C IV 系统, 取自 Sargent et al.(1988)^[64]; (下) Mg II 系统, 取自 Steidel & Sargent(1992)^[63]。

(此图由 fig.10.28a + fig.10.28b 拼成)

图 10.29 重元素系统的演化: 阻尼赖曼 α 系统(实心方块), C IV 系统(黑点), Mg II 系统(叉), 赖曼系限系统(圆圈), 取自 Bechtold(2003)^[59]。数据来自 Storrie-Lombardi & Wolfe(2000)^[62], Stengler-Larrea et al.(1995)^[65], York et al.(1991)^[66]。

图 10.30 QSO 3C 336 周围星场, 取自 Steidel et al.(1997)^[70]。

图 10.31 阻尼赖曼 α 系统的金属度分布(实线); (上)点线为银河系的晕星; (中)点线为银河系厚盘的恒星; (下)点线为银河系薄盘的恒星。取自 Pettini et al.(1997)^[71]。

图 10.32 快速旋转的气体盘产生的吸收线的轮廓。中间的圆为一逆时针旋转的气体盘。五个点代表五条不同的视线穿过气体盘。箭头指该点的旋转速度的方向。视线与盘面法线的交角为 70° 。1-5 图即为各视线方向观测到的吸收线的轮廓。取自 Prochaska & Wolfe(1997)^[73]。

图 10.33 阻尼赖曼 α 系统的 Fe 丰度在 $z \approx 1.5 - 4.5$ 区间的变化, 取自 Prochaska & Wolfe(2000)^[74]。方块为作者的资料, 星号为 Lu et al.(1996,1998)^[75,76]的资料, 圆圈为平均金属度。

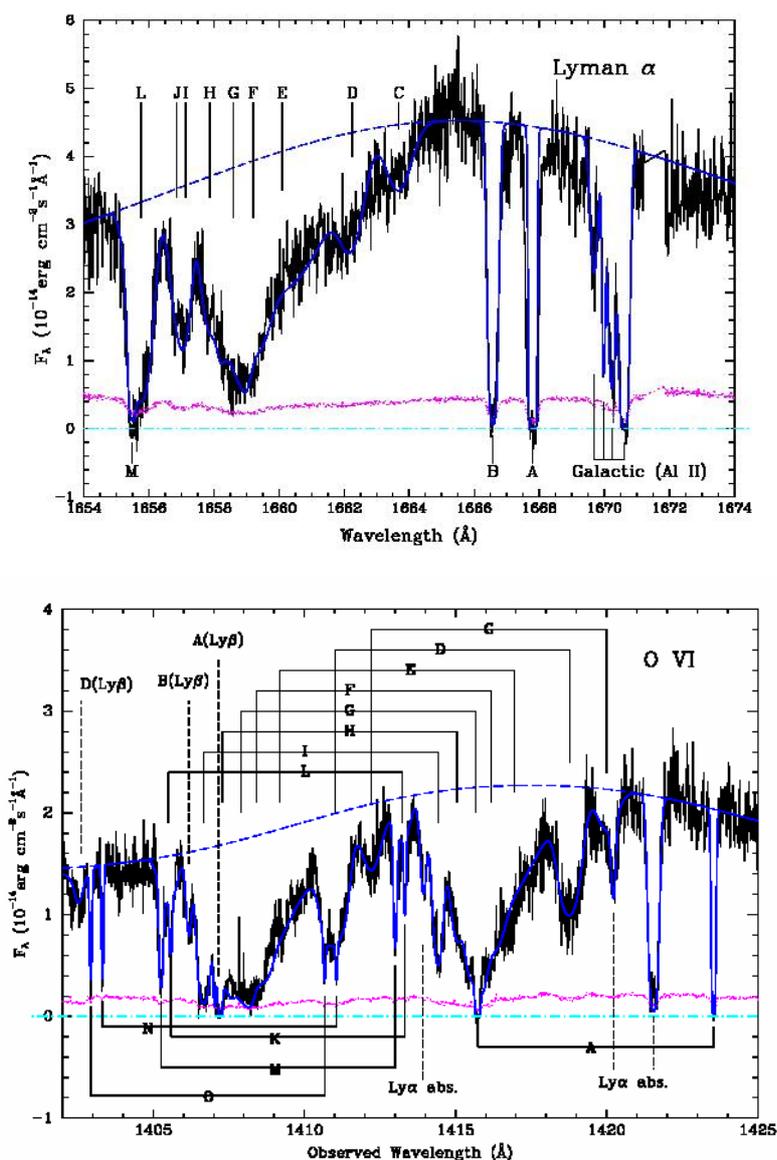


图 10.34 3C 351 的成协系统吸收线，取自 Yuan et al.(2002)^[8]。(上)Lyman α 线；(下)O VI 线。虚线为宽发射线，实线为成协吸收线的最佳拟合。图上部的字母表 $\text{FWHM} > 60 \text{ km s}^{-1}$ 的吸收线成分，图下部的字母表 $\text{FWHM} < 60 \text{ km s}^{-1}$ 的吸收线成分。
(此图由 fig.10.34a + fig.10.34b 拼成)

图 10.35 类星体中心区结构。取自 Elvis(2000)^[83]。热的高度电离物质(WHIM) 从吸积盘上流出并形成漏斗形薄层。观测者沿不同的方向往中心看去，将观测到宽吸收线(BAL)，或窄吸收线(NAL)，或无吸收线(No Absorbers)。