

Paper Research on High-Redshift Quasar

Cheqiu Lyu, 2018.8.20

Discovery of High-Redshift Quasar

2001 AJ SDSSI 3 new quasars($z > 5.8$), Spatial Density at $z \sim 6$ Princeton University

SDSSp J083643.85+005453.3 ($z = 5.82$)

SDSSp J130608.26+035626.3 ($z = 5.99$)

SDSSp J103027.10+052455.0 ($z = 6.28$)

strong and broad $\text{Ly}\alpha$ +NV emission lines, and very strong $\text{Ly}\alpha$ forest absorption,

与SDSSp J104433.04-012502.2, form a complete color-selected flux-limited sample at $z \sim 5.8$.

We find that at $z = 6$, the comoving density of luminous quasars at $M_{1450} < -26.8$ ($H_0 = 50 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$, $\Omega = 1$) is $1.1 \times 10^{-9} \text{ Mpc}^{-3}$ 与在红移为5处的观测截断相一致。利用目前的样品，我们讨论了类星体光度函数形状的约束以及类星体对电离背景的贡献在 $z \sim 6$ 上的意义。空间密度为高红移时类星体和星系形成模型提供了一个敏感测试。

高红移类星体直接探测第一代星系和类星体形成的时代。这些类星体的吸收光谱显示了接近再电离时代的星系间介质(IGM)的状态。光谱中缺少Gunn-Peterson槽，表明当时宇宙高度电离状态。假定爱丁顿光度，黑洞质量与年龄，可以限制SMBH形成模型。

SDSS 2.5m望远镜与大尺寸CCD相机，Apache Point Observatory，新墨西哥州

u, g, r, i, z五个宽波段 10,000 deg²高银纬，Over 200 quasars at $z > 3.5$

巡天搜寻i-dropout quasars ($z \sim 5.8$, whose Lyman α forest is entirely in the i band) based 1)为研究高红移时类星体空间密度的演化，在 $z \sim 6$ 上定义一个色选通量有限的类星体完全样本；(2)为研究高红移IGM性质提供多条视线；(3)研究类星体的本征性质和高红移时类星体环境的金属丰度。1550 deg²。与矮星光学颜色相近。

lmd-d 0.35 0.65 65 13.9Gyr, Einstein-de Sitter 1 0 50 13.0Gyr

$\text{Ly}\alpha$ emission line enters the SDSS g, r and i bands at redshifts of about 3.6, 4.6 and 5.5, 高红移只可侧一种颜色了

技术上的困难：1.消除仅由宇宙射线组成的伪z波段探测，但也包括卫星轨迹、电子幽灵图像和明亮恒星的出血轨迹。巡天重叠区域小。2. z^* 测光的可靠性。3.分离类星体与冷矮星，用J-band。

方法：1.从SDSS数据库中选择I-dropout源。2.运行一种改进的宇宙射线分类器，并对所有剩余的候选对象进行目视检查，以减少因宇宙射线而产生的虚假候选数。3.将候选名单与2微米全天测量相匹配(2 MASS, Skrutskie等)。(1997)在2 MASS的公开释放区，获得JHK光度法。4.独立的z光度法，以进一步消除虚假和有偏倚的z检测。5.非2 MASS物体的j波段(近红外， $z^* - J < 2$ 不同)分光光度法，分离类星体和冷矮星候选体。

光谱特征：强、宽和不对称的 $\text{Ly}\alpha\text{nv}$ 发射线，蓝边有尖锐的不连续性，这是由于启动了极强的 $\text{Ly}\alpha$ 吸收。

金属性： $z > 4$ ，宽发射线区仍有比太阳还高的金属性 $\text{NV } \lambda 1240 / \text{CIV } \lambda 1549$ ratio and $\text{NV } \lambda 1240 / \text{HeII } \lambda 1640$ ratio 用此来判断金属性 $Z_{\odot} \sim Z \sim 10Z_{\odot}$ 。

$\text{Ly}\alpha$ forest region的平均吸收

Gunn-Peterson光学深度

complete color-selected flux-limited sample of $z > 5.8$ quasars at $z^* < 20.2$.
The

结论：

在两种宇宙模型下计算了黑洞质量，Einstein de-Sitter宇宙中质量更小。在高红移状态下，黑洞质量与其所在星系膨胀的质量之间没有既定的联系。

高红移时的类星体光度函数是对类星体演化的宇宙学参数和模型的敏感检验。观测到的发光类星体很可能代表了 $z \sim 6$ 处密度场中的罕见峰，从而探测了暗物质质量分布的指数高质量尾部。

SDSSII 发现3个 $z > 6$ 类星体 University of Arizona , Princeton, 2003

1300 deg² of SDSS $z = 6.05, 6.23, 6.43$ imaging data, J114816.64+525150.3 ($z = 6.43$), J104845.05+463718.3 ($z = 6.23$) and J163033.90+401209.6 ($z = 6.05$). 前两个物体有弱的 α 发射线，它们的红移是由莱曼断裂的位置决定的。高红度类星体样品的光度分布表明，在 $z \sim 6$ 处，类星体光度函数的亮端斜率比 $\psi \propto 1-3.5(2-\sigma)$ 浅，这与没有强透镜的情况相一致。

$M_{\text{bh}} \sim 10^9 - 10^{10} M_{\odot}$ at $z > 6$ when the universe was less than 1 Gyr old. 这些类星体中的强金属发射线的存在表明了类星体环境中早期强烈的化学富集和强恒星形成活动。 $\text{Ly } \alpha$ 森林变厚、完整的GP槽说明表明电离背景正在迅速下降。在 $z \sim 6$ 处，星系间介质的中性分数急剧上升，这表明我们可能接近红移时的再

电离时代。基于这类星体样品，我们还对类星体光度函数的亮端斜率施加了约束。

高红移的类星体的特征是其非常红色的*i-z*颜色。冷矮星的*i-z*与 $Z > 5.7$ 类星体相似，但具有更红的*Z-J*颜色。

1特定红移处发光类星体的空间密度2限制类星体光度函数斜率 $\Psi \propto L^\beta$.

类星体很可能处于质量高达数十亿太阳质量的黑洞中，这种大质量黑洞的存在对高红移的结构形成和黑洞形成模型提出了挑战。因此，有必要看这些类星体是否都被引力透镜放大了。在流限样本中，最亮的观测物体的透镜概率受放大偏差的影响。高分辨率成像是不能分解的点源。

红移为8.6的星系光谱认证

巴黎天文台，2010

从日益遥远的星系中探测到电离的 α 光子，对负责再电离的源的时间、位置和性质都有重要的限制。

UDFy-381355395 is at a redshift $z=8.5549\pm0.0002$ 这个单一的光源不太可能提供足够的光子来电离发射线所需的体积，这就需要在附近的其他可能较微弱的星系做出重大贡献。

哈勃超深场观测中，它的红色*y105-j125*是 $z=8-9$ 候选样本中最红的颜色之一，再加上*Y 105*波段的光学灵敏度上限，使它成为最可信的 $z\approx 8.6$ 星系。为了寻找它的*Ly α* 发射，我们在*eso*超大型望远镜上灵敏近红外积分场光谱观测结果。*J-band* (1.1-1.4 μ m)

在 Λ CDM宇宙中， $d_l=86.9$ Gpc，*Ly α* 发射线总流量在此红移上处于典型范围 $(3-10) \times 10^{42}$ erg s⁻¹，udfy-38135539可以被认为是一个典型的*Ly α* 发射星系。由于星系间或星际介质的未知吸收，使用莱曼- α 光度估算的恒星形成率应该被视为一个下限。考虑到充分电离周围介质的困难，从udfy-38135539发射出的相对强的 α 最有可能的解释是，在此源的几个兆赫内的其他来源也可能促成了这个体积的电离。事实上，以前曾讨论过许多源在再电离过程中促进气泡电离的可能性。

这里给出的发射线除了李曼- α 之外，还有几个看似合理的起源，包括非随机探测器噪声、夜空残差，或其他低红移的天体物理发射线。在这里，我们讨论的还原方法，并提供若干测试的检测，以证明为什么它是莱曼 α 发射。数据缩减。高红移星系探测谱线在红外波段的正确性，近红外探测器的像素与曝光量不成线性关系。因此，重要的是要对任何假定的发射线的特性与预期的真正信号的特性进行比较。

$z = 7.085$ 的亮类星体

Nature 2011 伦敦皇家学院 英国红外望远镜(UKIRT)红外深空测量(UKIDSS)

直到大爆炸发生大约10亿年后，星系间介质才被完全再离子化，这是通过对红移小于6.5的类星体的观测发现的。然而，一直难以探测到更高的红移，在光学巡天中，对红移超过6.5的星源不敏感。(ULAS J112001.48+064124.3)的红移值为7.085，也就是大爆炸之后的77亿年。 $6.3 \times 10^{13} \text{ lsun}$ 和一个质量为 $2 \times 10^9 \text{ msun}$ 的黑洞。电离区的测量半径为1.9Mpc。 $\Omega_m = 0.26$

从类星体的光度和MgII线宽可以估计黑洞的质量。

高红移类星体 (I) 类星体的探测和证认(zw)

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资料

类星体的光谱特征：

1宽的允许发射线，如Ly- α ，CIV，CIII，MgII,宽度 10^3 - 10^4 km/s

2同时存在窄的禁线和半禁线 其宽度 500 km/s

3连续谱，幂律谱，一直延伸到红外射电波段

4Ly- α 的长波侧，窄金属吸收线和宽吸收线BAL叠加在连续谱上

5Ly- α 的短波侧，众多吸收线构成了Ly- α 的吸收线丛，认为是红移小于类星体的低柱密度氢云造成。吸收线丛的存在使得类星体光度在Ly- α 紫端明显下降。

6Ly- α 线系极限，在静止波长912埃处，高密度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。

探测困难：

1光学波段非常稀少，并且非常暗弱。若观测天区接近银道平面，恒星数目就极具增加。

2证实需要详尽的光谱资料，大量的望远镜观测时间。

3不同类星体的光谱特点显著不同，比如连续谱的斜率 α 变化很广，从0.0到-1.6，使得在不同波段上亮度变化极不一致。发射线的强度显著变化，有的有很宽的吸收线，因而依赖于能量分布证认往往不能奏效。

4由于红移关系，波长范围依赖于红移。在不同波长上的谱型很不一样。比如对于红移3的类星体，在静止参考系中的波长范围只有15-40nm

要解决困难需要得到一个完整的 对于 选择效应有可信的定量估计的类星体样本。加速巡天：数字化高速底片扫描设备，高量子化CCD探测器，光纤技术。

光学巡天：

紫外超巡天，UltraViolet eXcess，类星体的色指数更蓝，对 $z < 2.2$ 很有效，受发射线的影响大。

多色巡天：Multicolor Survey，得到分辨率低的光谱，但有很高的信噪比，可能探测到更暗的类星体

无缝光谱巡天：Slitless Spectroscopic Survey 容易找宽而强的发射线，利用低色散光谱区别开。但有很强的选择效应。

射电波段：

第一个类星体就是通过对3C射电源认证得到的。通过对射电源的光学认证，表面强射电源中（流量超过1Jy）包含相当数量的类星体。类星体与射电星系比较，有比较平坦的谱（射电谱指数 > -0.5 ），因此可在高频射电源（如2.7GHz和5.0GHz）巡天星表中认证。

射电源认证方法的优点：1射电巡天覆盖很大的天区。2射电源位置精度足够高时，选择类星体不受本身光谱特征的影响，避免选择效应。3射电波在宇宙中传播不受尘埃的影响 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射电类星体可能位于椭圆星系核心，射电宁静类星体则位于旋涡星系的核心，通过其射电性质的研究，可以揭示两种类星体的演化。

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 因此要最终认证是类星体还必须进行光谱观测。

类星体空间密度演化（以光度函数形式来表示）方面的成果。

探测高红移天例如类星体直接给出了在星系形成年代的信息，这对于研究大尺度结构和星系形成理论是十分重要的。高红移类星体光谱中的吸收线还给出了宇宙早期那些不直接发光(或目前我们地面上的观测设备还无法直接探测到它们的辐射)的天体的性质。

光度函数（微分形式）：在某个确定的红移处单位绝对星等间隔范围内的某类天体的空间密度， $\phi(M, Z)$ 。确定了不同 Z 处的光度函数，就能了解空间演化规律，如果找到了显著减少的红移值，就找到了类星体形成的年代。——需要完整的样本。根据不同巡天方法的误差进行修正，得到无偏样本。

类星体光度函数演化模型

1纯密度演化（PDE）密度仅随红移变化，结果不符，已经排除

$$\phi(M, Z) = \phi(M, 0)f(Z)$$

2纯光度演化中 $\phi(M, Z) = \phi(M_0 - \Delta M(Z), 0)$ ，光度演化规律为指数型或者幂律型。光度演化正比于 $(1 + Z)^k$ 或者正比于 $e^{(k\tau(Z))}$ 。 $\tau(Z)$ 为光行时间或者后视时间。

$$\phi(M, Z) = \phi(M_0 - \Delta M(Z), 0)$$

3依赖于光度的密度演化

$$\phi(M, Z) = \phi(M, 0)e^{\kappa(M_0 - M)\tau(Z)}$$

4混合演化

$$\phi(M, Z) = \phi(M, 0)e^{\kappa(M_0 - M)\tau(Z)}$$