

低红移活动星系核中大质量黑洞 与核球质量关系研究

巢梨花 ,卞维豪 ,黄克谅

(南京师范大学物理科学与技术学院 ,江苏 南京 210097)

[摘要] 采用活动星系核图像的核球/盘分解数据得到核球 R 波段光度值 ,计算了一个 X 射线活动星系核样本的中心大质量黑洞质量与核球质量之比(M_{bh}/M_{bulge}) ,其中包括 15 个窄线塞弗特 1 星系(NLS1s)和 18 个宽线塞弗特 1 星系(BLS1s) . 我们发现 $\log(M_{bh}/M_{bulge})$ 的平均值 ,对 15 个窄线塞弗特 1 星系为 -3.81 ± 0.11 ;而对 18 个宽线塞弗特 1 星系 ,则为 -2.91 ± 0.13 . 这表明 :窄线塞弗特 1 星系相对于宽线塞弗特 1 星系而言有较低的 M_{bh}/M_{bulge} .

[关键词] 星系 ,活动 - 星系 ,核球 - 星系 ,核 - 星系 ,类星体 - 星系 ,塞弗特

[中图分类号] P157 [文献标识码] A [文章编号] 1001-4616(2006)03-0029-07

Mass Relation Between the Black Hole and the Bulge for Low Redshift AGNs

Chao Lihua , Bian Weihao , Huang Keliang

(School of Physical Science and Technology , Nanjing Normal University , Nanjing 210097 , China)

Abstract Using the bulge data from AGNs image decomposition to get the bulge luminosity of R band , the ratio of the central supermassive black hole mass to the bulge masses (M_{bh}/M_{bulge}) in a sample of X-ray selected AGNs was calculated , including 15 narrow-line Seyfert 1 galaxies (NLS1s) and 18 broad-line Seyfert 1 (BLS1s) galaxies. The mean value of $\log(M_{bh}/M_{bulge})$ is -3.81 ± 0.11 for 15 NLS1s , and -2.91 ± 0.13 for 18 BLS1s , showing the lower M_{bh}/M_{bulge} in NLS1s relative to BLS1s.

Key words galaxies , active-galaxies , bulges-galaxies , nuclei-galaxies , quasars-galaxies , Seyfert

0 引言

这些年来 ,活动星系核(AGNs)核心存在超大质量黑洞(SMBHs)已被广泛接受^[1] . 运用恒星或气体动力学理论 ,已测得 36 个近距正常星系的可靠黑洞质量值^[1] . 对活动星系核 ,用反响映射方法 ,也已测得 34 个 AGNs 核心的 SMBHs 的质量^[2] . 反响映射方法(Reverberation mapping method)需要对发射线与连续光谱进行长期的光变观测 ,利用这种方法不可能在短时间内测得更多 AGN 核心 SMBHs 质量 . 幸好 ,反响映射方法对 34 个 AGNs 的研究给出了宽线区尺度与光度的经验公式 ,利用这一经验公式以及宽发射线宽度 ,就可以来计算 AGNs 中 SMBHs 的质量^[2-4] .

盘星系通常包括三个部分 :核、核球(对应于椭圆星系中的椭球)和盘 . 核球质量可由核球光度的质 - 光关系去计算 . 这里有两种计算核球光度的方法 . 第一种方法就是考虑哈勃修正 ,由寄主星系 B 波段总星等(M_B^{total})得到核球 B 波段的绝对星等(M_B^{bulge}) ;第二种方法就是直接从星系图像核球/盘分解中得到核球的星等^[5-8] . 结果发现由星系核球/盘图像分解得到的核球光度值要比哈勃修正得到的值低^[9,10] .

收稿日期 :2005-12-12.
基金项目 :国家自然科学基金资助项目(10403005、10473005) ,江苏省高校自然科学基金资助项目(03KJB160060) .
作者简介 :巢梨花 ,女 ,1980— ,硕士研究生 ,主要从事类星体和活动星系核的学习与研究 . E-mail :zhaolihua1999@ hotmail. com
通讯联系人 :卞维豪 ,1973— ,副教授 ,主要从事类星体和活动星系核的教学与研究 . E-mail :whbian@ njnu. edu. cn

观测证据表明 SMBHs 与其寄主星系的形成与演化密切相关(此后称为 SMBH/Bulge 关系). SMBHs 质量与其寄主星系核球质量成比例,一些研究者获得黑洞核球质量比率($M_{\text{bh}}/M_{\text{bulge}}$)约为 0.001, SMBH/Bulge 为一线性关系: $M_{\text{bh}} \propto L^{1.08[16, 7]}$. 同时,另一些研究者发现非线性的 SMBH/Bulge 质量关系,从而提出质量比率 $M_{\text{bh}}/M_{\text{bulge}}$ 不再是一个常数,而是与其核球质量密切相关^[8, 11]. 一些理论研究也表明 $M_{\text{bh}}/M_{\text{bulge}}$ 比值不是一个常数,而是跟星系核球速度弥散相关^[12]. 最近, Peng 等^[13]利用核球数据,同时计算了 15 个类星体的黑洞质量值,发现在较高红移下黑洞质量(M_{bh})和核球 R 波段绝对星等(M_{R})有密切联系,在对寄主星系恒星类型作一系列假定后,计算出黑洞质量值,发现对于给定黑洞质量(M_{bh}),低红移星系的核球质量比高红移的要大 3–6 倍.

作为非常令人感兴趣的 AGNs 的一个子类,一般认为窄线塞弗特 1 星系(NLS1s)有较小的核心黑洞质量值和较高的爱丁顿比率^[14]. Mathur 提出 NLS1s 可能处于活动星系核演化的早期阶段^[15]. NLS1s 在核球和 SMBHs 的形成演化研究中具有特殊的价值. Bian & Zhao 采用哈勃类型修正,计算了 22 个 NLS1s 的核球质量,得到 $\log(M_{\text{bh}}/M_{\text{bulge}})$ 的平均值为: $-3.9 \pm 0.07^{[8]}$, 比宽线塞弗特 1 星系(BLS1s)和正常星系的要小 1 个数量级,同时发现 SMBH/Bulge 为非线性关系. 为了进一步研究这些问题,获得 NLS1s 更可靠的黑洞核球质量比,我们对 NLS1s 的星系图像分解数据作分析.

这里我们利用 Salvato^[16]论文中图像分解的核球数据,对 1 个包含 23 个 NLS1s 和 26 个 BLS1s 的样本,计算了质量比率 $\log(M_{\text{bh}}/M_{\text{bulge}})$. 本文所采用的宇宙学参数是: $H_0 = 75 \text{ kms}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$, $\Omega = 1.0$, $\Lambda = 0$.

1 数据及分析

1.1 数据

采用 ROSAT 亮源巡天的 X 射线限流 AGNs 样本, Salvato 用二维模型拟合了 AGNs 寄主星系 R 波段(或 B, V 波段)的图像,研究了 AGNs 寄主星系环境^[16]. 这个样本有 100 多个 AGNs,其中约 1/3 为 NLS1s. Salvato 发表了核、核球和盘图像分解的数据^[16]. 利用这些数据, Salvato & Kuhlbrodt^[17]发现核的光学光度与 X 射线的光度、射电波段的光度和黑洞质量相关. 通过在文献中查取可用的 H β 半峰全宽值(FWHM 值),最后我们在该样本中选出 49 个 AGNs 来进行黑洞核球质量比研究.

1.2 核球质量计算方法

考虑了星系倾角修正后^[18],寄主星系核球 R 波段的视星等 $m_{\text{R}}^{\text{bulge}}$,可由表面亮度的相关方程计算得到:

$$\begin{aligned} \mathcal{I}(r) &= I_e \exp\{-7.67[(r/r_e^{1/4} - 1)]\}; \\ I &= \int_0^\infty 2\pi R \mathcal{I}(r) dr = 22.66 I_e r_e^2 \end{aligned} \tag{1}$$

这里 $\mathcal{I}(r)$ 为距中心 r 处的表面亮度, I 为核球的表面亮度, r_e 指总的核球光度一半值处对应的半径, I_e 指 r_e 处表面亮度^[16, 19]. 由(1)式算得核球 R 波段视星等($m_{\text{R}}^{\text{bulge}}$)已由文献[16]表 3.5 列 4 给出.

我们对 $m_{\text{R}}^{\text{bulge}}$ 作了星际消光(Δm_{C})及 k 修正(Δm_{k}),其中 Δm_{C} 数据来自 NED^[20]. Δm_{k} 由方程(2)得到^[21]

$$\Delta m_{\text{k}} = a - 2.5(1 + b) \log(1 + z) \tag{2}$$

这里 $a = -0.08$, $b = 0.52$. 由此得到的 $m_{\text{R}}^{\text{bulge}}$ 列于表 1 列 4.

核球 R 波段绝对星等($M_{\text{R}}^{\text{bulge}}$)可由 $m_{\text{R}}^{\text{bulge}}$ 与红移 z 关系得出. 由 $V - R = 0.8^{[10]}$, 然后由经验公式来求得核球光度:

$$\log(L_{\text{bulge}}/L_{\odot}) = 0.4(-M_{\text{V}}^{\text{bulge}} + 4.83) \tag{3}$$

再由正常星系质量–光度关系得到 $\log M_{\text{bulge}}$ (以太阳质量 M_{\odot} 为单位) 23 个 NLS1s 和 26 个 BLS1s 的该值列于表 1 列 6.

$$\log(M_{\text{bulge}}/M_{\odot}) = 1.18 \log(L_{\text{bulge}}/L_{\odot}) - 1.11 \tag{4}$$

表 1 核球与 SMBHs 的属性

Name	z	seeing	$m_{\rm R}^{\rm bulge}$	$M_{\rm R}^{\rm bulge}$	$M_{\rm bulge}$	H β	$\lambda\ L_{\lambda}$	$M_{\rm bh}$	$\frac{M_{\rm bh}}{M_{\rm bulge}}$	$\frac{L_{\rm bol}}{L_{\rm Edd}}$	Ref.
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
23 NLS1s											
MRK 335	0.025 6	2.18	14.32	−20.95	10.68	1 640	43.79	6.8	−3.88	−0.12	(a)(g)
MRK 1502	0.061 1	2.30	17.93	−19.36	9.93	1 240	44.49	7.19	−2.74	0.19	(b)(g)
TON S180	0.062 0	1.10	17.36	−19.83	10.15	970	44.27	6.83	−3.67	0.33	(c)(g)
FAIRALL 9	0.047 0	1.07	14.10	−22.50	11.41	5 780	44.14	7.90	−3.51	−0.87	(f)
MRK 359	0.017 4	2.65	13.72	−20.75	10.58	900	43.71	6.23	−4.35	0.37	(f)
MRK 1044	0.016 5	1.63	14.51	−19.79	10.13	1 310	43.16	6.31	−3.82	−0.26	(c)(g)
MRK 618	0.035 5	1.32	15.12	−20.98	10.70	1 760	43.98	7.19	−3.51	−0.32	(d)(g)
PG 0921 + 525	0.035 3	2.00	18.19	−17.73	9.16	1 430	43.58	6.75	−2.41	−0.28	(f)
MRK 705	0.028 9	1.75	14.11	−21.44	10.91	1 790	43.79	6.92	−3.99	−0.24	(d)(g)
MRK 707	0.050 0	2.37	17.50	−19.35	9.93	1 295	43.78	6.63	−3.30	0.04	(d)(g)
PG 1022 + 519	0.044 9	2.35	20.67	−15.80	8.25	1 620	43.51	6.74	−1.51	−0.34	(c)(g)
KUG 1031 + 398	0.042 4	1.45	16.02	−20.32	10.38	935	43.79	6.36	−4.02	0.32	(d)(g)
MRK 739	0.029 7	1.79	14.51	−21.06	10.73	1 615	44.12	7.06	−2.97	−0.05	(d)(g)
PG 1211 + 143	0.080 9	1.23	14.23	−23.62	11.94	1 832	44.69	7.61	−4.33	−0.03	(f)
MRK 766	0.012 9	1.39	12.92	−20.80	10.61	1 100	43.31	6.26	−4.35	−0.06	(c)(g)
IRASF 12397 + 3333	0.043 9	1.08	15.38 *	−21.08	10.74	1 640	43.36	6.64	−4.10	−0.39	(c)(g)
PG 1244 + 026	0.048 0	1.69	19.09 *	−17.63	9.11	830	43.36	6.05	−3.06	0.20	(c)(g)
NGC 4748	0.014 6	1.22	14.05	−20.02	10.24	1 565	43.53	6.62	−3.62	−0.20	(d)(g)
MRK 478	0.079 1	3.54	14.41	−23.34	11.81	1 630	44.46	7.41	−4.40	−0.06	(d)(g)
PG 1448 + 273	0.065 0	3.00	18.79	−18.55	9.55	1 330	44.1	6.98	−2.57	0.01	(c)(g)
IRAS 15091 − 2107	0.044 6	1.13	15.45	−21.27	10.83	1 480	43.85	6.90	−3.93	−0.16	(b)(g)
IRAS 17020 + 4544	0.060 4	1.34	16.10	−21.08	10.74	975	44.33	6.77	−3.97	0.45	(d)(g)
RBS 1922	0.034 5	3.00	14.79	−21.47	10.92	1 470	43.23	6.36	−4.56	−0.24	(d)(g)
26 BLS1s											
MRK 1148	0.064 0	2.42	21.13	−16.25	8.46	5 250	43.87	8.02	−0.44	−1.26	(a)(g)
IRAS F0058	0.062 0	0.87	15.97	−21.18	10.79	3 190	43.86	7.57	−3.22	−0.82	(c)(g)
RBS 1489	0.067 0	0.91	19.29	−18.31	9.43	2 600	43.86	7.40	−2.03	−0.65	(c)(g)
MRK 590	0.026 4	2.18	13.70	−21.64	11.01	2 170	44.89	7.26	−1.95	0.52	(e)(g)
MRK 1048	0.043 1	1.57	14.68	−21.74	11.05	5 670	43.8	8.03	−3.02	−1.34	(c)(g)
IRAS F03090 − 2057	0.066 0	1.34	18.11 *	−19.29	9.90	4 360	43.94	7.90	−2.00	−1.07	(c)(g)
Fairall 1116	0.058 2	1.05	14.82	−22.22	11.28	4 310	43.94	7.89	−3.39	−1.06	(c)(g)
H 0439 − 272	0.083 5	1.02	17.26	−20.67	10.55	2 550	44.12	7.56	−2.99	−0.55	(c)(g)
PG 0844 + 349	0.064 0	2.10	15.19	−22.13	11.24	2 730	44.24	7.33	−3.91	−0.20	(f)
TON 1187	0.070 0	2.57	19.46	−18.00	9.29	2 980	44.32	7.84	−1.45	−0.63	(c)(g)
HE 1029 − 140	0.088 6	0.92	16.36	−21.79	11.07	7 500	44.24	9.07	−2.00	−1.94	(e)(g)
PG 1138 + 222	0.063 2	1.60	15.59	−21.68	11.02	2 200	43.85	7.26	−3.76	−0.52	(c)(g)
RBS 392	0.040 0	1.53	15.26	−20.96	10.68	4 040	43.00	7.18	−3.50	−1.29	(c)(g)
PG 1149 − 110	0.049 0	1.20	15.69	−21.04	10.72	3 060	43.81	7.50	−3.22	−0.80	(a)(g)
MRK 1310	0.019 4	1.20	15.67	−18.97	9.75	3 000	42.62	6.65	−3.10	−1.14	(c)(g)
IC 4329A	0.016 1	1.29	13.93	−20.38	10.41	5 050	43.21	6.70	−3.71	−0.60	(f)
MRK 279	0.029 4	2.18	17.88	−17.64	9.12	3 410	43.75	7.41	−1.71	−0.77	(e)(g)
NGC 5548	0.017 2	1.75	13.39	−20.96	10.69	6 300	43.43	8.09	−2.60	−1.77	(f)
PG 1426 + 015	0.086 5	3.02	14.21	−23.79	12.02	6 250	44.61	8.67	−3.35	−1.17	(f)
PG 1501 + 106	0.036 2	3.08	13.87	−22.15	11.25	5 470	44.12	8.22	−3.03	−1.21	(a)(g)
RBS 1780	0.075 5	1.30	18.21 *	−19.52	9.15	3 030	43.72	7.43	−2.58	−0.82	(c)(g)
RBS 1822	0.058 8	1.15	15.45	−21.67	11.02	6 100	43.77	8.07	−2.95	−1.41	(c)(g)
CTS 115	0.039 0	1.35	17.47	−18.68	9.61	1 530	43.34	6.57	−3.04	−0.34	(c)(g)
NGC 7469	0.016 3	2.25	13.37	−20.99	10.70	3 000	43.74	6.81	−3.89	−0.18	(f)
PG 2304 + 042	0.042 0	1.57	14.93	−21.53	10.96	10 120	43.76	8.50	−2.46	−1.85	(a)(g)
CTS 68	0.035 9	1.33	14.34	−21.65	11.01	9 500	43.43	8.22	−2.79	−1.90	(c)(g)

列 (1) 名字 (2) 红移 (3) 大气能见度 Seeing 以"为"为单位 (4) 核球 R 波段视星等 (5) 核球 R 波段绝对星等 (6) 核球质量的对数值 ,质量以 M_{\odot} 为单位 (7) H β 的 FWHM ,以 kms^{-1} 为单位 (8) λL_{λ} ($5\ 100\times 10^{-10}\text{m}$)对数值 ,光度以 10^{-7}Js^{-1} 为单位 (9) 黑洞质量对数值 ,质量以 M_{\odot} 为单位 ; (10) MBH/Bugle 质量比的对数 (11) 热光度与爱丁顿光度比值的对数值 (12) 注译: (6) (10) (11) 均为以 10 为底的对数值. * : 列 4 由核球 B 波段视星等转化得到.

注译 (a) [25] (b) [26] (c) [27] (d) [15] (e) [10] (f) [2] (g) this work.

1.3 超大黑洞质量计算方法

AGNs 核心的超大黑洞质量的计算方法一般有 : 反响映射方法^[2] , $M_{\text{bh}} - \sigma$ 关系的方法^[22] 和经验公式 (尺度 - 光度关系) 的方法等^[2-4] .

本文采用尺度 - 光度关系和 $H\beta$ 的 FWHM 来计算 AGNs 核心的超大黑洞的质量^[23] , 单色光度 $\lambda L_{\lambda}(5\,100 \times 10^{-10}\text{m})$ 从 B 星等计算得到 , 计算中采用的光学谱指数是 -0.5 , 并考虑了星际消光和 k 修正^[24] . 对于那些有反响映射黑洞质量的 AGN , 我们直接采用反响映射黑洞质量 . SMBHs 质量的结果列于表 1 列 9 .

1.4 黑洞核球质量关系

$\log (M_{\text{bh}}/M_{\text{bulge}})$ 值列于表 1 列 10 . 该值统计分布结果见表 2 . 地面望远镜类星体寄主星系图像分解结果受大气能见度的影响很大 . 因此 , 我们除去那些 seeing 大于 2" 的 AGNs , 最终得到 1 个包含 15 个 NLS1s 和 18 个 BLS1s 的分析样本 . 在图 1 , 我们给出了 15 个 NLS1s 和 18 个 BLS1s 的黑洞核球质量比分布的直方图 . 用一高斯分布拟合该直方图 , 标准偏差为 $\Delta = 0.43$ (a) 和 $\Delta = 0.55$ (b) , 黑洞核球质量比分布的结果也显示在表 2 中 .

表 2 黑洞核球质量比率 $\log (M_{\text{bh}}/M_{\text{bulge}})$

	Sample	<i>N</i>	Average ± SE	<i>SD</i>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
A	NLS1s	23	-3.55 ± 0.15	0.74
	BLS1s	26	-2.75 ± 0.17	0.86
B(Seeing <2")	NLS1s	15	-3.81 ± 0.11	0.43
	BLS1s	18	-2.91 ± 0.13	0.55

列 (1) A 包括表 1 列出的所有源 , B 仅包括那些 seeing < 2" 的源 (4) 给出本论文中 SMBH/Bulge 质量比率的平均值和标准误差 (5) 给出标准偏差 .

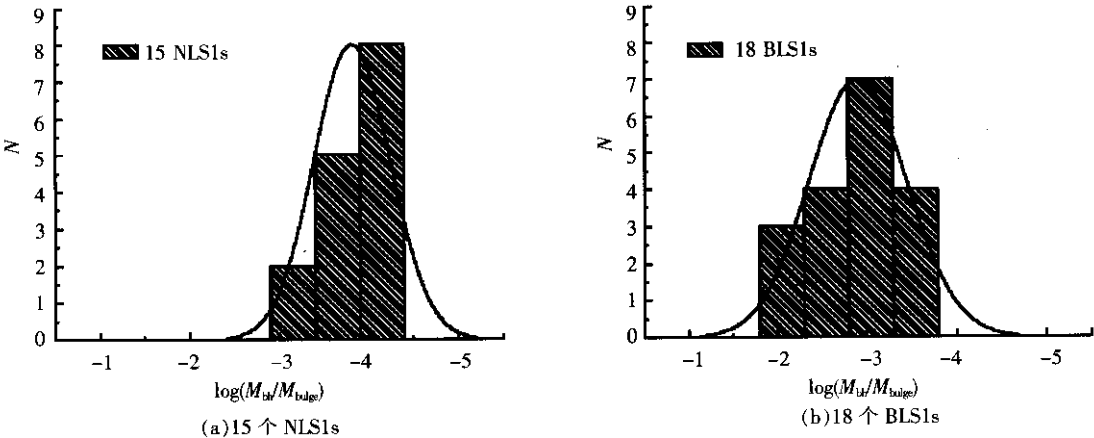


图 1 核球质量与 SMBH 质量比率直方图

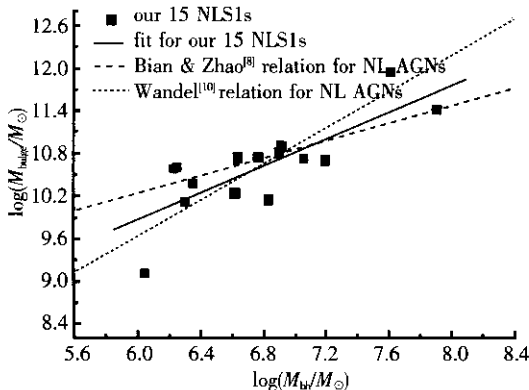
图 2 (a) 给出 15 个 NLS1s 核球质量和黑洞质量的关系 , 用最小二乘法线性拟合为 :
$$\log (M_{\text{bulge}} / M_{\odot}) = (0.95 \pm 0.21) \log (M_{\text{bh}} / M_{\odot}) + (4.17 \pm 1.40) \tag{ 5 }$$
相关指数 $R = 0.79$, 随机概率 $P = 0.000\,5$.

图 2 (b) 给出 18 个 BLS1s 核球质量和黑洞质量的关系 , 用最小二乘法线性拟合为 :
$$\log (M_{\text{bulge}} / M_{\odot}) = (0.53 \pm 0.17) \log (M_{\text{bh}} / M_{\odot}) + (6.49 \pm 1.32) \tag{ 6 }$$
相关指数 $R = 0.61$, 随机概率 $P = 0.007$.

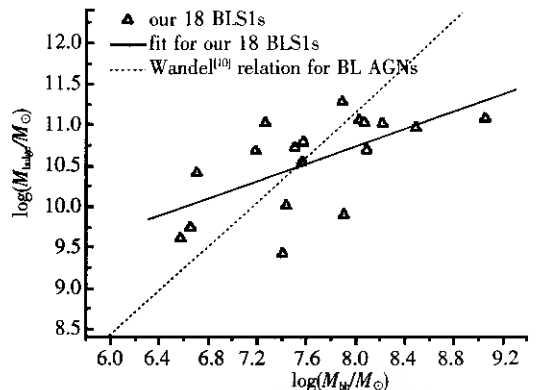
McLure & Dunlop^[7] 研究了活动星系和正常星系中的黑洞质量与核球光度关系 , 发现两者强相关 $\log (M_{\text{bh}} / M_{\odot}) = (-0.50 \pm 0.02) M_{\text{R}} - (2.96 \pm 0.48)$ (图 3 中的虚线) .

对于我们这个样本 , 在图 3 中也给出了这一黑洞质量与核球光度关系 (实线) , 用最小二乘法线性拟合为 $\log (M_{\text{bh}} / M_{\odot}) = (-0.86 \pm 0.26) M_{\text{R}} - (14.48 \pm 1.91)$, $R = -0.57$, $P = 0.002$.

同时 , 我们计算了这些源的热光度 (L_{bol}) 与爱丁顿光度 (L_{Edd}) 之比 (即爱丁顿比率) $L_{\text{bol}} = 9\lambda\, L_{\lambda}(5\,100 \times 10^{-10}\text{m})$, 其中 $L_{\lambda}(5\,100 \times 10^{-10}\text{m})$ 是 $5\,100 \times 10^{-10}\text{m}$ 处的单色光度 . 在图 4 中我们给出了 SMBH/Bulge 质量比率与爱丁顿比率间关系 . 与 BLS1s 相比 , NLS1s 有较高的爱丁顿比率 . 用最小二乘法线性拟合为 :
$$\log (M_{\text{bh}} / M_{\text{bulge}}) = (-0.66 \pm 0.13) \log (L_{\text{bol}} / L_{\text{Edd}}) - (3.74 \pm 0.11)$$
 $R = -0.68$, $P = 0.000\,1$. 从图中可看出爱丁顿比率越大 , SMBH/Bulge 质量比率反而越小 , 与高爱丁顿比率下黑洞在迅速成长的理论相吻合 .



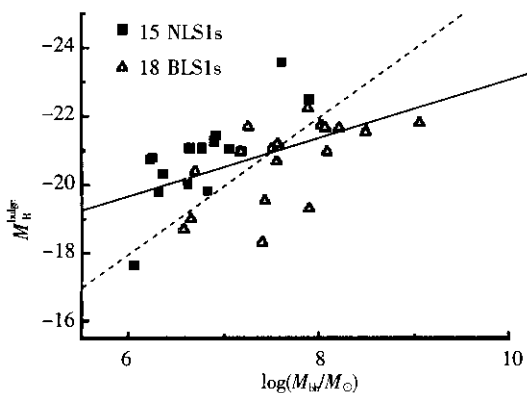
(a) 15 个 NLS1s



(b) 18 个 BLS1s

图 2 核球质量 vs. SMBH 质量

左: 实线是我们的线性拟合曲线, 虚线为 Bian & Zhao^[8] 关于 NL AGNs 的线性拟合线, 点线为 Wandel^[10] 关于 NL AGNs 的线性拟合线, 右: 实线是我们的线性拟合曲线, 点线为 Wandel^[10] 关于 BL AGNs 的线性拟合线.


 图 3 33 个 S1 星系核球 R 波段绝对星等 vs. 黑洞质量 (以 M_\odot 为单位) 的对数值

实心方块表示 NLS1s 样本, 空心三角形表示 BLS1s 样本, 实线为我们 33 个源的线性拟合曲线, 虚线为 McLure & Dunlop^[7] 发现的线性拟合线.

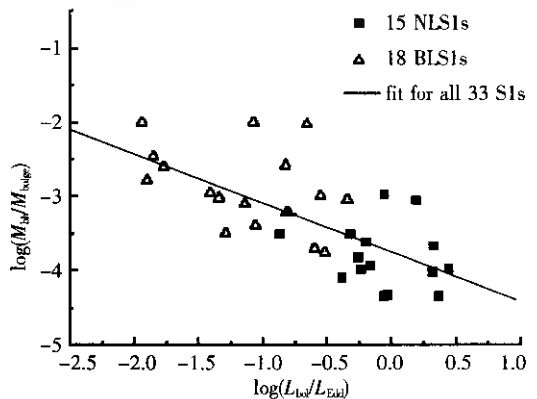


图 4 SMBH/Bulge 质量比率 vs. 热光度与爱丁顿光度比值的对数值

2 讨论

$\log(M_{bh}/M_{bulge})$ 的误差来自于 M_{bh} 和 M_{bulge} 的误差. 研究表明, 与正常星系和其它类别 AGNs 一样, NLS1s 统计上遵循 $M_{bh} - \sigma$ 关系, 其中 σ 为星系核球速度弥散, 其结果来自于 Ca II/Mgb 吸收线的测量^[28], 黑洞质量来自于 $H\beta$ 线宽和尺度-光度关系. 利用 NLS1s 的 X-射线光谱中凸起部分对应的光度和超爱丁顿吸积理论, Bian & Zhao^[29] 计算了黑洞质量, 发现由软 X-射线得到的质量与由 $H\beta$ FWHM 和尺度-光度关系所得质量相一致. 虽然我们曾发现 NLS1s 偏离 $M_{bh} - \sigma_{[O III]}$ 关系, 其中 $\sigma_{[O III]} = FWHM_{[O III]}/2.35$, 我们认为这主要是由于 $[O III]$ 线宽高估了核球速度弥散^[28, 29]. 因此我们认为由 $H\beta$ 线宽和光学光度得到的维里化黑洞质量在统计意义上是正确的. M_{bulge} 的误差来自于 L_{bulge} , 这个误差 Salvato 在论文中没有给出. Kuhlbrodt^[9] 用一具体模型给出了寄主星系分解中的误差. 寄主星系星等的平均误差约为 0.8, 对应于 $\log L_{bulge}$ 的误差约为 0.32, $\log M_{bulge}$ 的约为 0.4. 从表 2 和图 1, NLS1s 的黑洞核球质量比 $\log(M_{bh}/M_{bulge})$ 的平均值为 -3.81 ± 0.11 , 标准偏差为 0.43, 比 BLS1s 的结果要小 0.9. 用寄主星系图像分解数据, 我们得到 NLS1s 具有较低的黑洞核球质量比, 这与我们以前的结论是一致的^[8]. 这表明 NLS1s 核心的黑洞正在已经形成的核球中生长.

比较由哈勃修正方法及图像分解方法得到的核球质量发现, 后一种方法得到的质量在统计意义上要小. 这就使得 SMBH/Bulge 质量比率比以前用哈勃修正方法所得要大些^[8, 10]. 本文数据来自地面望远镜, 众所周知, 地面望远镜对寄主星系的研究受大气分辨率的影响很大. 因此, 我们需要对 NLS1s 的 HST 观测万方数据

所得寄主星系的图像分解数据来获得更准确核球质量.

M_{bulge} 与 M_{bh} 之间究竟是线性还是非线性关系,这仍旧是个激烈讨论中的问题^[6,7,11,18]. 在本文中,对 NLS1s 我们有线性关系,对 BLS1s 我们得到非线性关系. 样本不是太大可能是导致这里的 BLS1s 黑洞核球的非线性关系的一个重要原因.

3 结论

利用 AGNs 寄主星系图像分解有关核球的数据,我们对 23 个 NLS1s 和 26 个 BLS1s 计算了 SMBH/Bulge 质量比率,主要结论如下:

(1) 对 NLS1s,由寄主星系图像分解得到的核球质量在统计上比哈勃修正方法得到的值要小. $\log(M_{\text{bh}}/M_{\text{bulge}})$ 的平均值: -3.81 ± 0.11 ,比本文中 BLS1s 样本所得平均值要小 0.9.

(2) 对 NLS1s 我们得到线性 SMBH/Bulge 质量关系: $M_{\text{bulge}} \propto M_{\text{bh}}^{0.95 \pm 0.21}$,对 BLS1s 得到非线性 SMBH/Bulge 质量关系: $M_{\text{bulge}} \propto M_{\text{bh}}^{0.53 \pm 0.17}$,样本不是太大可能是导致本文 BLS1s 黑洞核球非线性关系的一个重要原因.

[参考文献]

[1] Kormendy J , Gebhardt K. Supermassive black holes in galactic nuclei [C]// Martel H , Wheeler J C. Proc of the 20th Texas Symposium. Austin : The American Institute of Physics , 2001 363 – 381.

[2] Kaspi S , Smith P S , Netzer H , et al. Reverberation measurements for 17 quasars and the size-mass-luminosity relations in active galactic nuclei [J]. The Astrophysical Journal , 2000 , 533(2) : 631 – 649.

[3] Wu X B. Black hole mass estimation using a relation between the BLR size and emission line luminosity of AGN [J]. Astronomy and Astrophysics , 2004 , 424(3) : 793 – 798.

[4] Greene J E , Ho L C. Estimating black hole masses in active galaxies using the H α emission line [J]. The Astrophysical Journal , 2005 , 630(1) : 122 – 129.

[5] Bahcall J N. Hubble space telescope images of a sample of 20 nearby luminous quasars [J]. The Astrophysical Journal , 1997 , 479(2) : 642 – 652.

[6] McLure R J , Dunlop J S. The black hole masses of Seyfert galaxies and quasars [J]. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society , 2001 , 327(1) : 199 – 207.

[7] McLure R J , Dunlop J S. On the black hole-bulge mass relation in active and inactive galaxies [J]. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society , 2002 , 331(3) : 795 – 804.

[8] Bian W , Zhao Y. Black hole-bulge relation for narrow-line objects [J]. Publications of the Astronomical Society of Japan (Publ Astron Soc Japan) , 2003 , 55(1) : 143 – 148.

[9] Simien F , de Vaucouleurs G. Systematics of bulge-to-disk ratios [J]. The Astrophysical Journal , 1986 , 302(1) : 564 – 578.

[10] Wandel A. Black holes of active and quiescent galaxies. I. The black hole-bulge relation revisited [J]. The Astrophysical Journal , 2002 , 565(2) : 762 – 772.

[11] Laor A. On the linearity of the black hole-bulge mass relation in active and in nearby galaxies [J]. The Astrophysical Journal , 2001 , 553(2) : 677 – 682.

[12] Wang Y P , Biermann P L , Wandel A. Black hole to bulge mass correlation in active galactic nuclei : a test for the simple unified formation scheme [J]. Astronomy and Astrophysics , 2000 , 361(1) : 550 – 554.

[13] Peng Chien Y , Impey Chris D , Ho Luis C , et al. Rix Hans-Walter , probing the coevolution of supermassive black holes and quasar host galaxies [J]. The Astrophysical Journal , 2006 , 640(1) : 114 – 125.

[14] Mineshige S , Kawaguchi T , Takeuchi M , et al. Slim-disk model for soft X – ray excess and variability of narrow-line Seyfert 1 galaxies [J]. Publications of the Astronomical Society of Japan (Publ Astron Soc Japan) , 2000 , 52(3) : 499 – 508.

[15] Mathur S. Narrow-line Seyfert 1 galaxies and the evolution of galaxies and active galaxies [J]. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society , 2000 , 314(4) : L17 – L20.

[16] Salvato M. ROSAT Bright Survey : Seyfert 1 Host Galaxies and Their Environment [M]. Potsdam : Potsdam University , 2002.

[17] Salvato M. Multiwavelength scaling relations for nuclei of Seyfert galaxies [J]. The Astrophysical Journal , 2004 , 600(1) : L31 – L34.

- [18] Kent S M. CCD surface photometry of field Galaxies. II – Bulge/disk decompositions[J]. The Astrophysical Journal Series ,1985 ,59(2) :115 – 159.
- [19] Kuhlbrodt B , Wisotzki L , Jahnke K. Decomposition of active galactic nucleus host galaxy images[J]. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 2004 ,349(3) :1027 – 1038.
- [20] Schlegel D J , Finkbeiner D P , Davis M. Maps of dust infrared emission for use in estimation of reddening and cosmic microwave background radiation foreground[J]. The Astrophysical Journal ,1998 ,500(2) :525 – 553.
- [21] Lutz Wisotzki. Quasar spectra and the K correction[J]. Astronomy and Astrophysics 2000 ,353(1) 861 – 866.
- [22] Tremaine S. The slope of the black hole mass versus velocity dispersion correlation[J]. The Astrophysical Journal ,2002 ,574(2) :740 – 753.
- [23] Bian W , Zhao Y. The black hole-bulge relation in active galactic nuclei[J]. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 2004 ,347(2) :607 – 612.
- [24] Wang T , Lu Y. Black hole mass and velocity dispersion of narrow line region in active galactic nuclei and narrow line Seyfert 1 galaxies[J]. Astronomy and Astrophysics ,2001 ,377(1) :52 – 59.
- [25] Boroson T A , Green R F. The emission-line properties of low-redshift quasi-stellar objects[J]. The Astrophysical Journal Series ,1992 ,80(1) :109 – 135.
- [26] Boller T , Brandt W N , Fink H. Soft X – ray properties of narrow-line Seyfert 1 galaxies[J]. Astronomy and Astrophysics , 1996 ,305(1) 53 – 73.
- [27] Grupe D , Wills B J , Leighly K M , et al. A complete sample of soft X – ray-selected AGNs. I. The Data[J]. The Astronomical Journal 2004 ,127(1) :156 – 179.
- [28] Botte V. Stellar velocity dispersion in narrow-line Seyfert 1 galaxies[J]. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society , 2005 ,356(2) :789 – 793.
- [29] Bian W , Zhao Y. Black hole masses in narrow-line Seyfert 1 galaxies[J]. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 2004 ,352(3) 823 – 827.

[责任编辑 :丁 蓉]