

RBLs 与 XBLs 的多波段流量及中心黑洞质量的研究*

鲍玉英¹⁾ 陈洛恩¹⁾ 张 雄^{2)†} 彭朝阳²⁾, 李怀珍¹⁾

1) (玉溪师范学院物理系, 玉溪 653100)

2) (云南师范大学物理与电子信息学院, 昆明 650092)

(2007 年 10 月 2 日收到; 2009 年 10 月 17 日收到修改稿)

BL Lacs 天体的辐射谱变化、多波段的相关性及偏振的特性为研究各辐射分量的内禀相互关联提供重要的信息. 本文用收集了 RBLs 和 XBLs 的红移、中心黑洞质量, 统计得到 RBLs 天体的红移大于 XBLs 天体, RBLs 天体的平均中心黑洞质量小于 XBLs 天体的平均中心黑洞质量. 本文还收集了低态时射电波段、红外波段、光学波段及 X 射线波段的辐射流量, 并分析了它们之间的相关性, 及其与红移的相关性. 本文的结果支持了 RBLs 和 XBLs 可作为 BL Lac 天体的有效分类标准的观点, 并且表明它们的物理性质可能存在差异, 而非选择效应的结果.

关键词: BL Lac 天体, 多波段辐射流量

PACC: 9850, 9850G, 9850H

1. 引 言

BL Lac 天体是一类性质极为特殊的活动星系核, 它以快速光变、高偏振、非热辐射和无发射线或弱发射线为主要特征. 对这些独特的性质研究是揭示 BL Lac 天体本质和了解活动星系核物理过程的一个有效途径, 能够促进活动星系核的理论和模型的发展. 例如, 喷流的相对论聚束效应正是为了解释 BL Lac 的高光度、快速光变和高偏振现象才提出来的^[1]. 人们在对这些特殊现象观测的基础上, 收集大量观测数据, 找出其遵循的规律, 并逐步探测产生这些现象的原因及内部相应的物理过程和物理条件; 推断中心有无黑洞, 黑洞质量大小, 及怎样和周围的物质相互作用, 吸积的形成和喷流的产生等.

BL Lac 天体主要是由于射电巡天和 X 射线巡天发现的, 分别有 1Jy RBL 完备样本^[2]和 EMSS XBL 完备样本^[3]等. 虽然光学巡天也发现了几颗 BL Lac 天体, 但是人们通常认为 BL Lac 天体就包括射电选 BL Lac 天体 (RBL) 和 X 射线选 BL Lac 天体 (XBL) 两种, 并且发现 XBL 后不久就开始注意到两者的差别. Stocke 和 Ledden 等人最早比较研究 RBL 和 XBL, Stocke 也是最先使用“X 射线选 BL Lac 天

体”这一术语的人^[4], 这方面的研究伴随着 BL Lac 天体统一模型的研究和检验而延续至今.

目前研究表明射电选 BL Lac 天体与 X 射线选 BL Lac 天体在观测上有如下的差别: XBL 的短时标光变不如 RBL 剧烈^[5,6]; XBL 的偏振不如 RBL 的高, 并且偏振角、偏振流量不如 RBL 的易变化^[4]; XBL 的光度比 RBL 小^[7]; 光谱中 XBL 的星光成分比 RBL 多^[4,7]; XBL 的核主导程度比 RBL 弱, 其投影线度比 RBL 大^[8-10]; XBL 的射电喷流比 RBL 的射电喷流衰减得快^[11]; XBL 的红移比 RBL 的红移小^[10]; RBL 显示微弱的正宇宙学演化^[7,11], 而 XBL 显示微弱的负宇宙学演化^[12]; 在 $\alpha_{\text{RO}}/\alpha_{\text{OX}}$ 图上分布不同的区域^[4], 这说明它们的能谱分布不同. 总之, 从射电到 X 射线波段的能谱, XBL 比 RBL 更平^[13,14].

由上可知, XBL 和 RBL 的差异是比较大的. 目前, 它们的差异是由于观测夹角的不同造成二者的观测特征的不同, 还是二者的内禀物理性质上就有差异, 这个问题仍然存在疑惑. 任何一个完整的 BL Lac 天体理论模型都应该解释这些不同的观测事实. 本文第 2 节分析了 XBL 和 RBL 的黑洞质量分布, 第 3 节分析了 XBL 和 RBL 的红移分布, 第 4 节对 XBL 和 RBL 的红移、各波段流量进行了相关性分析, 第 5 节对分析结果进行了讨论.

* 国家自然科学基金 (批准号: 10878013), 云南省社会发展科技计划项目 (批准号: 2009ZC132M) 资助的课题.

† 通讯联系人. E-mail: baoyuying@163.com

2. RBLs 与 XBLs 的黑洞质量的统计分析

研究活动星系核中心的黑洞质量的方法有很多种,但不同天体其自身的物理性质不同,最终会导致中心黑洞质量的算法也不同. 恒星速度弥散法、短时标光变法和反响映射法 (reverberation mapping) 是被广泛用于计算中心黑洞质量的方法,特别是计算宁静天体的中心黑洞质量,在结果上基本是一致的. 在 BL Lac 天体只有很弱的发射线或者是几乎就没有发射线的情况下,是不能利用反响映射法来计算其中心黑洞质量.

2.1. 恒星速度弥散法

活动星系核中心的黑洞质量的多种计算方法中,利用恒星速度弥散法来计算中心黑洞质量是至今比较精确的经验公式,对活动星系和正常星系都比较适用. 由于在反响映射法中的任意误差都会导致辐射线区域尺度的误差,且辐射区域尺度与活动星系核的发光度存在一定的比例关系 $R \propto L^{0.7}$ [15]. 辐射区域尺度产生误差便会影响到黑洞质量的计算. 因此我们找出黑洞质量和恒星弥散速度的关系时,应该建立在反响映射法计算出精确黑洞质量的基础上,然后对样本进行分析,从而找出精确的黑洞质量和恒星弥散速度的经验公式 [16]

$$M_{\text{BH}} = 1.349 \times 10^8 M_{\odot} \left(\frac{\sigma}{200 \text{ km s}^{-1}} \right)^{4.02}.$$

Gebhardt 通过搜集的样本,利用上述方法对中心黑洞质量进行了估计,得出中心黑洞质量与恒星弥散速度之间的关系式为 [17]

$$M_{\text{BH}} = 1.2 \times 10^8 M_{\odot} \left(\frac{\sigma}{200 \text{ km s}^{-1}} \right)^{3.75}.$$

Wu 等人 [19], 利用这两个公式计算 BL Lac 天体的黑洞质量. 在本文中,我们取其平均值.

2.2. 短时标光变法

根据对活动星系核中心黑洞质量的计算方法得知,不同计算方法之间都存在一定的局限性,因此在选取样本的时候应该针对不同的方法来选取. 用短时标光变法对中心黑洞质量进行计算时,应考虑对短时标的观测. 其黑洞质量与短时标的关系式 [18] 为

$$M_{\text{H}} \leqslant 1.62 \times 10^4 \frac{\delta}{1+z} \Delta t_{\text{min}} (ob),$$

其中, δ 为多普勒因子. 利用文献 [18] 所观测的短时标,我们计算了一部分 BL Lac 天体的黑洞质量.

2.3. 统计分析

我们查阅文献,搜集到 RBLs 和 XBLs 的黑洞质量,数据在表 1 中的第四列,单位为 $\log(M/M_{\odot})$; 第五列是黑洞质量的参考文献 (参考文献 [1] 用恒星速度弥散法和参考文献 [2] 用短时标光变法).

根据搜集到的 RBLs 和 XBLs 的黑洞质量,我们会出统计的直方图,即图 1 (a) 和 (b). 为了更清楚

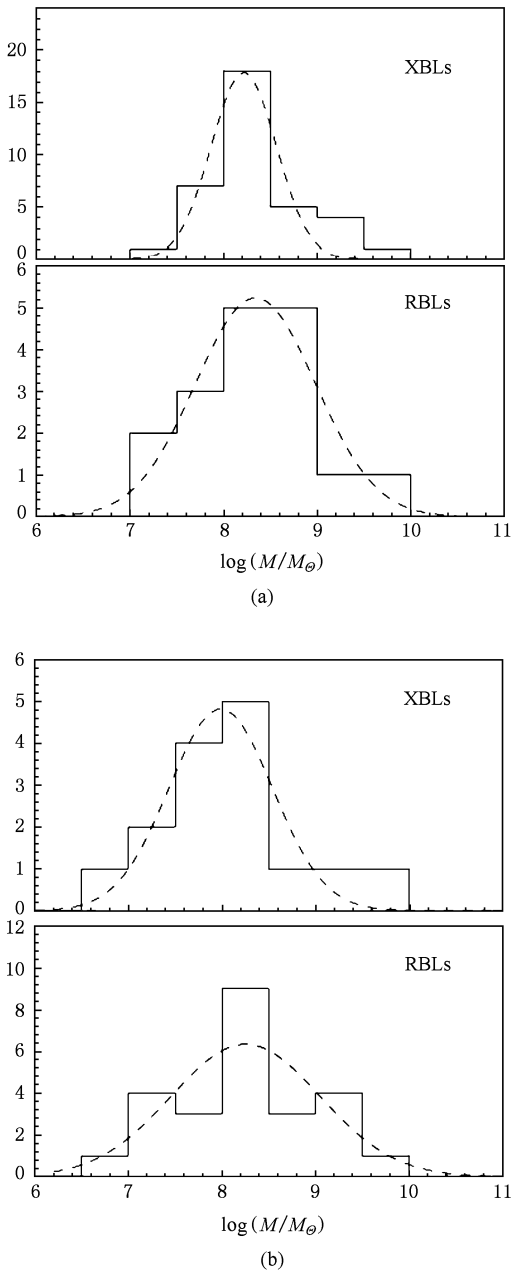


图1 (a) XBLs 和 RBLs 的黑洞质量 (恒星速度弥散法); (b) XBLs 和 RBLs 的黑洞质量 (短时标光变法)

地比较采用两种不同方法计算出的这两类 BL Lac 子类的黑洞质量分布的区别,我们运用了高斯函数进行了拟合,拟合结果在表 2 中,拟合的函数如下:

$$y=A_0\exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right).$$

从图表得到,无论是用恒星速度弥散法计算的黑洞质量,还是用短时标光变法计算的黑洞质量,RBLs 的平均黑洞质量大于 XBLs 的平均黑洞质量,而且 RBLs 的黑洞质量分布弥散,XBLs 的黑洞质量分布集中.

表 1 RBLs 与 XBLs 红移、黑洞质量及各波段的流量密度

Source (1)	Typ(2)	Z(3)	M_{BH} (4)	ref(5)	F_{R} (6)	ref(7)	F_{K} (8)	ref(9)	F_0 (10)	ref(11)	F_{X} (12)	ref(13)
0048-097	R	>0.2			0.85	[20]	7.06	[21]	0.81(0.03)	[47]	0.066	[23]
0118-272	R	>0.557			0.732	[21]	10.199	[21]	2.09(0.11)	[34]	0.19	[61]
0122+0908	X	0.339	8.355	[19]								
0138-097	R	0.44			0.819	[21]	4.21(0.39)	[34]	0.48(0.02)	[47]		
0145+138	X	0.124	7.885	[19]	0.005	[21]	6.536	[21]	0.255	[21]	5.596	[34]
0158+0018	X	0.299	7.49	[19]	0.009	[21]			0.212	[21]	1.32	[61]
0215+015	R	1.715	9	[18]								
0219+428	R,X	0.444	8.1	[18]	0.52	[20]	4.68	[35]	0.85	[48]	0.16	[62]
0229+200	X	0.139	9.23	[19]	0.044	[21]			5.515	[21]	3.141	[21]
0235+164	R,X	0.94	7.66	[18]	0.23	[22]	0.17	[30]	0.22(0.11)	[34]	0.17	[62]
0257+3429	X	0.245	8.57	[19]								
0306+102	R				0.73	[23]						
0317+1838	X	0.19	7.93	[19]								
0323+022	X	0.147	9.21	[18]	0.04	[24]	2.358	[21]	0.67(0.1)	[47]	3.21	[61]
0331-3628	X	0.308	8.10	[19]								
0347-1218	X	0.188	8.255	[19]	0.008	[21]			0.181	[21]	2.613	[21]
0350-3718	X	0.165	8.28	[19]								
0414+0098	X	0.287	8.38	[19]	0.057	[21]	2.884	[21]	0.32(0.01)	[34]	10.633	[21]
0419+1948	X	0.512	9.0	[19]								
0426-380	R	>1.03			0.576	[21]			0.262	[21]	0.09(0.02)	[63]
0454+844	R	0.112			1.25	[25]	4.987	[21]	0.242	[25]	0.03(0.02)	[63]
0502+675	X		9.05	[19]	0.028	[21]			0.744	[21]	3.903	[21]
0507-040	X	0.304	8.21	[19]	0.22	[21]			0.101	[21]	2.306	[21]
0521-3658	R	0.061	8.875	[19]	1.0	[26]	4.79	[36]	0.72(0.21)	[43]	0.68	[30]
0537-441	R	0.896	9.09	[18]	2.11	[21]	3.25(0.10)	[37]	0.37	[14]	0.12(0.03)	[64]
0548-3228	R,X	0.069	8.255	[19]	0.23	[26]	6.5	[26]	1.17	[47]	9.59	[61]
0607+7108	X	0.267	8.495	[19]								
0706+5918	X	0.124	8.775	[19]								
0716+714	R,X	0.3	8.08	[18]	0.31	[22]	7.67	[21]	2.395	[21]	1.28	[33]
0735+178	R,X	0.424	8.04	[18]	1.03(0.03)	[22]	5.50(0.49)	[37]	0.71	[13]	0.22(0.03)	[63]
0736+017	R,X	0.191	8.16	[19]	1.593	[21]	5.054	[21]	0.67(0.03)	[34]	0.47	[65]
0737+7448	X	0.315	8.425	[19]	0.019	[21]			0.598	[21]	1.083	[21]
0754+100	R	0.66	8.23	[18]	0.81	[27]			1.54(0.22)	[47]	0.17	[23]
0814+425	R	0.258			2.615	[21]	1.531	[21]	0.162	[21]	0.041	[21]
0818-125	R				0.47	[23]	3.16(0.15)	[34]	0.28(0.01)	[34]	0.07	[23]
0820+225	R	0.951			0.846	[21]	0.381	[21]	0.07	[21]	0.04(0.006)	[63]

续表

Source (1)	Typ(2)	Z(3)	M_{BH} (4)	ref(5)	F_{R} (6)	ref(7)	F_{K} (8)	ref(9)	F_{O} (10)	ref(11)	F_{X} (12)	ref(13)
0823 +033	R	0.506			0.976	[21]	3.958	[21]	0.31(0.01)	[47]	<0.07	[66]
0828 +4938	R	0.548	8.61	[19]	0.665	[21]	1.271	[21]	0.138	[21]	0.03(0.005)	[63]
0829 +0468	R	0.18	8.845	[19]	0.47	[13]	2.86	[38]	0.62(0.01)	[47]	0.19	[30]
0846 +513	R	1.86	8.85	[18]								
0851 +202	R,X	0.306	8.36	[18]	0.99	[22]	5.35(0.27)	[37]	0.39(0.02)	[49]	0.44	[63]
0912 +297	R				0.3	[28]	7.4	[28]	2.7	[28]	0.58	[61]
0927 +5008	X	0.188	7.76	[19]	0.016	[21]			0.433	[21]	1.905	[21]
0950 +445	X	0.207			0.003	[21]	0.016	[21]	0.113	[21]	0.294	[21]
0954 +658	R	0.368	8.2	[18]	0.18	[22]	7.598	[21]	0.364	[50]	0.16(0.02)	[63]
1011 +4968	X	0.2	8.285	[19]	0.247	[21]	3.927	[21]	1.526	[21]	2.15	[61]
1028 +511	X	0.239	8.12	[19]	0.037	[21]			0.743	[21]	2.55	[61]
1055 +018	R	0.888			1.519	[21]	5.055	[21]	0.36(0.01)	[47]	0.21(0.03)	[67]
1101 −232	X	0.186			0.058	[21]	2.804	[21]	0.43(0.07)	[47]	10.252	[21]
1101 +384	R,X	0.03	7.46	[18]	0.43(0.04)	[22]	9.75	[26]	5.1	[30]	7.9(0.6)	[68]
1118 +424	X	0.124			0.032	[21]			0.542	[21]	3.896	[21]
1133 +704	R,X	0.044			0.2	[29]	9.241	[21]	2.7	[51]	2.62	[61]
1144 −379	R	1.048			1.118	[21]	8.986	[21]	0.5(0.06)	[47]	0.41(0.03)	[63]
1147 +245	R	>0.2			0.833	[21]	10.205	[21]	0.96	[20]	0.047	[21]
1156 +295	R	0.729	7.73	[18]	0.88(0.02)	[22]	2.05(0.1)	[39]	0.28(0.06)	[52]	0.44(0.08)	[68]
1212 +0788	X	0.136	8.47	[19]	0.085	[21]			1.269	[21]	0.747	[21]
1215 +3038	R,X	0.13	7.575	[19]	0.33	[23]	10.9	[27]	2.899	[21]	0.49	[61]
1218 +3048	X	0.182	8.025	[19]	0.05	[26]	4.352	[21]	1.2	[53]	10.324	[21]
1219 +285	R,X	0.102	7.88	[18]	0.54(0.03)	[22]	1.28(0.01)	[28]	0.1	[54]	0.03	[69]
1235 +632	X	0.297	7.68	[18]								
1239 +069	X	0.15			0.009	[21]			0.057	[21]	0.806	[21]
1248 −2968	X	0.37	8.63	[19]	0.004	[21]			0.096	[21]	2.376	[21]
1255 +2448	X	0.141	8.055	[19]	0.007	[21]			2.42	[21]	10.184	[21]
1308 +326	R,X	0.966	7.33	[18]	0.761	[21]	0.21(0.02)	[40]	1.7	[55]	0.13(0.02)	[61]
1320 +084	X				0.01	[21]			0.114	[21]	5.016	[21]
1332 −295	X	0.513			0.008	[21]			0.076	[21]	0.34	[61]
1400 +162	R	0.245			0.08	[23]			0.076	[47]	0.1	[23]
1402 +042	X	0.21			0.016	[21]	2.217	[21]	0.3(0.01)	[47]	0.71	[61]
1418 +5468	R	0.152	8.47	[19]	0.946	[21]	10.6	[27]	1.46(0.14)	[34]	0.3(0.02)	[63]
1421 +582	X				0.006	[21]			0.142	[21]	1.342	[21]
1426 +4288	X	0.129	8.64	[19]								
1440 +1228	X	0.162	7.885	[19]	0.037	[21]			0.482	[21]	1.617	[21]
1510 −089	R	0.361	8.04	[18]	0.96(0.14)	[22]	3.91(0.35)	[39]	0.62	[30]	0.44	[30]
1514 −2418	R	0.0486	8.98	[19]	1.907	[21]	23.09(0.07)	[34]	2.9	[56]	<0.02	[63]
1517 −656	X				0.033	[21]			1.445	[21]	3.41	[21]
1519 −273	R	>0.2			1.958	[21]	1.049	[21]	0.08(0.03)	[47]	0.39(0.06)	[63]

续表

Source (1)	Typ(2)	Z(3)	M_{BH} (4)	ref(5)	F_{R} (6)	ref(7)	F_{K} (8)	ref(9)	F_{O} (10)	ref(11)	F_{X} (12)	ref(13)
1533 − 535	X				0.008	[21]			0.307	[21]	1.457	[21]
1538 + 1498	R	0.605	7.805	[19]	0.56	[23]	2.485	[21]	0.23(0.04)	[21]	0.09(0.02)	[63]
1544 + 820	X				0.036	[21]			0.64	[21]	2.596	[21]
1553 + 113	X	0.36			0.497	[21]	24.44	[21]	2.7(0.12)	[47]	7.656	[21]
1604 + 159	R	0.357	8.4	[18]	0.5	[30]			0.13	[30]	0.12	[69]
1641 + 399	R	0.595	8.07	[18]	4.266	[21]	2.4(0.1)	[40]	0.36(0.04)	[34]	0.61(0.12)	[70]
1652 + 398	R,X	0.034	6.96	[18]	1.04(0.13)	[22]	14.7	[41]	3.3	[13]	5.88	[13]
1727 + 502	R,X	0.055	9.79	[18]	0.21	[31]	2.5	[31]	1.22	[31]	2.1	[23]
1741 + 196	X	0.083			0.209	[21]			0.845	[21]	3.079	[21]
1749 + 0968	R	0.322	7.285	[19]	1.384	[21]	5.031	[21]	0.14(0.01)	[34]	0.13(0.02)	[63]
1749 + 701	R	0.77			0.22	[31]			1.079	[21]	0.16	[61]
1803 + 784	R	0.68	9.19	[18]	1.556	[21]	7.511	[21]	0.607	[25]	0.16	[23]
1807 + 6988	R,X	0.05	9.91	[19]	0.95	[23]	27.8423	[21]	5.099	[21]	0.32	[61]
1823 + 5688	R	0.664	9.43	[19]	0.998	[21]	4.117	[21]	0.198	[21]	0.42(0.03)	[63]
1845 + 797	R	0.057			0.4	[32]	4.5	[42]	2.7	[57]		
1853 + 6718	X	0.212	7.905	[19]	0.01	[21]			1.046	[21]	0.801	[21]
1928 + 738	R	0.302			2.239	[21]			1.308	[21]	1.17(0.08)	[67]
1959 + 6508	X	0.048	8.26	[19]	0.242	[21]			17.22	[21]	9.801	[21]
2005 − 4898	R,X	0.071	8.585	[19]	1.148	[21]	26.01(1.04)	[43]	2.82	[13]	2.02	[68]
2007 + 7778	R	0.342	7.445	[19]	0.939	[21]			0.607	[25]	0.11	[23]
2032 + 107	R	0.601	8.5	[18]	0.04	[27]	0.1	[33]	0.13	[50]	0.1	[33]
2115 + 304	X	0.17	7.64	[18]								
2131 − 021	R	0.557			1.362	[21]	1.029	[21]	0.145	[21]	0.051	[21]
2155 − 304	R,X	0.117	8.55	[18]	0.26	[13]	22.9	[39]	8.15(0.11)	[43]	5.98	[27]
2200 + 4208	R	0.069	8.495	[19]	2.96	[33]	25.3	[44]	0.95(0.09)	[34]	0.53	[13]
2201 + 0448	R,X	0.027	7.955	[19]								
2223 − 052	R	1.404	7.28	[18]	1.445	[21]	0.9(0.1)	[45]	0.20(0.01)	[47]	0.25(0.02)	[67]
2230 + 115	R	1.037	9.03	[18]	0.898	[21]	1.2	[40]	0.364	[58]	0.29	[33]
2240 − 260	R	0.774			0.581	[21]	1.89	[21]	0.18(0.01)	[47]	0.07	[61]
2251 + 158	R	0.859	7.28	[18]	3.912	[21]	1.92(0.19)	[39]	0.66	[57]	0.61	[30]
2254 + 0748	R	0.19	8.315	[19]	0.215	[33]	3.37	[46]	0.23(0.02)	[34]	0.03	[69]
2321 + 419	X	0.059			0.018	[21]			0.441	[21]	0.732	[21]
2335 + 031	R				0.03	[23]					<0.023	[23]
2343 − 151	X	0.226			0.007	[21]			0.073	[21]	0.853	[21]
2344 + 5148	X	0.044	8.355	[19]	0.215	[33]			2.366	[33]	0.03	[69]
2345 − 167	R	1.066			0.59(0.10)	[22]						
2347 + 1924	X	0.515							0.23	[60]	0.28	[33]
2356 − 3098	X	0.165	8.06	[19]								

表 2 XBLs 和 RBLs 的黑洞质量统计分布的高斯函数拟合结果

拟合参数 类别	平均值 (μ)	标准偏差 (σ)	拟合优度 (χ^2)	宽度 (FWHM)
XBLs(恒星速度弥散法)	8. 21719	0. 346386	2. 67954	0. 815678
RBLs(恒星速度弥散法)	8. 34160	0. 642104	0. 419359	1. 51204
XBLs(短时标光变法)	7. 98670	0. 553824	0. 443716	1. 30416
RBLs(短时标光变法)	8. 25261	0. 795773	2. 77043	1. 87390

3. RBLs 与 XBLs 红移的统计分析

根据搜集到的 RBLs 和 XBLs 的红移,即表 1 中第三列. 我们绘出红移分布的统计直方图(图 2). 从这两个图我们可以看出,XBLs 的红移主要分布在小于 0.6 的范围内. RBLs 的红移分布弥散,且比 XBLs 的红移偏大.

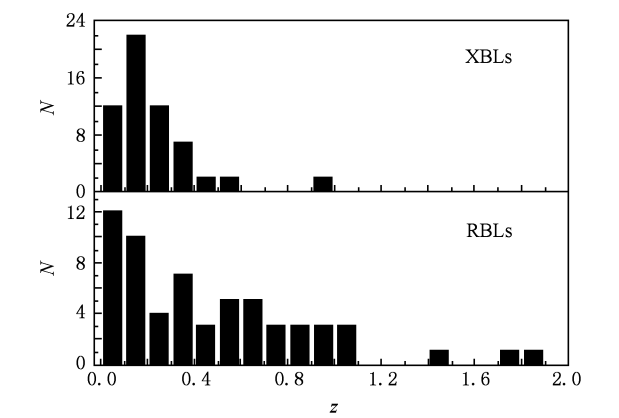


图 2 XBLs,RBLs 的红移分布统计

4. 红移、各波段流量的相关分析

BL Lac 天体大部分时期处于低态,因此在低态的观测数据较多. 我们进行流量的统计分析时就要尽量找到更多观测的数据,所以就选择观测数据多的低态时的流量. 在本文中,我们查找了低态时射电波段、红外波段、光学波段及 X 射线波段的辐射流量,表 1 中(6)为射电(5 GHz)的流量密度(单位为 Jy);(7)为射电波段数据的参考文献;(8)为近红外 k 波段的流量密度(单位为 mJy);(9)为 k 波段数据的参考文献;(10)为光学 V 波段流量密度(单位为 mJy);(11)为光学 V 波段数据的参考文献.(12)为 1 kev 处 X 射线流量密度(单位为 μ Jy);(13)为 X 射线波段数据的参考文献.

我们分析了多波段流量之间的相关性,及其与红移的相关性(图 3). 分析的结果在表 3 中. 我们发

现 RBLs 和 XBLs,其红外波段、和光学波段的辐射流量都与红移有较好负相关,但只有 RBLs 射电波段的辐射流量与红移有正相关性;对于 RBLs,光学波段的辐射流量与红外波段的辐射流量有很好的正相关,相关系数 $r = 0. 67164$ 、置信度 $p < 0. 0001$;对于 RBLs,光学波段的辐射流量与 X 射线波段的流量也有很好的正相关,相关系数 $r = 0. 66128$ 、置信度 $p < 0. 0001$;对于 XBLs,仅有光学波段的辐射流量与射电波段及红外波段的流量有微弱的相关.

5. 结 论

1. 红移大小能够正确地表示活动星系核在整个宇宙年龄阶段所处的位置. RBLs 的红移比 XBLs 的红移偏大,这预示了 RBLs 与 XBLs 在整个宇宙年龄阶段所处的位置不同.

2. RBLs 和 XBLs 的黑洞质量统计直方图的分布差别可能预示了 RBLs 与 XBLs 的吸积过程不同. 吸积盘能较好地解释 BL Lac 天体的能源问题,无论它以何种机制辐射出来. 吸积盘谱还能较好地拟合 QSOs 的蓝包,尽管 BL Lac 天体没有蓝包,然而高质量的同时性观测表明 BL Lac 天体的谱并不像同步自康普顿谱那样光滑,也存在着热成分,没有发现蓝包的 BL Lac 天体可能是其盘温度太高而移到远紫外了. 事实上,PKS 2155-304 的 X 射线谱很像 LMC X-3 的软 X 射线的高态,间接说明了黑洞吸积的存在.

3. 对于 RBLs 和 XBLs ,其各波段流量与红移及各波段流量之间的相关性的差异预示了 RBLs 与 XBLs 有不同的辐射起源.

在本文中,我们统计得到 XBLs 和 RBLs 天体的红移及中心黑洞质量的分布不同,并分析得到低态时各波段的辐射流量与红移及各波段的辐射流量之间的相关性也不同. 我们的结果支持了 RBLs 和 XBLs 可作为 BL Lac 天体的有效分类标准的观点,并且表明 BL Lac 天体的两个子类 RBLs 和 XBLs 的物理性质可能存在差异,例如在宇宙演化的过程中出现的时

间不同、吸积过程可能不同以及辐射起源不同等,它们统计性质上的差异并非选择效应的结果.

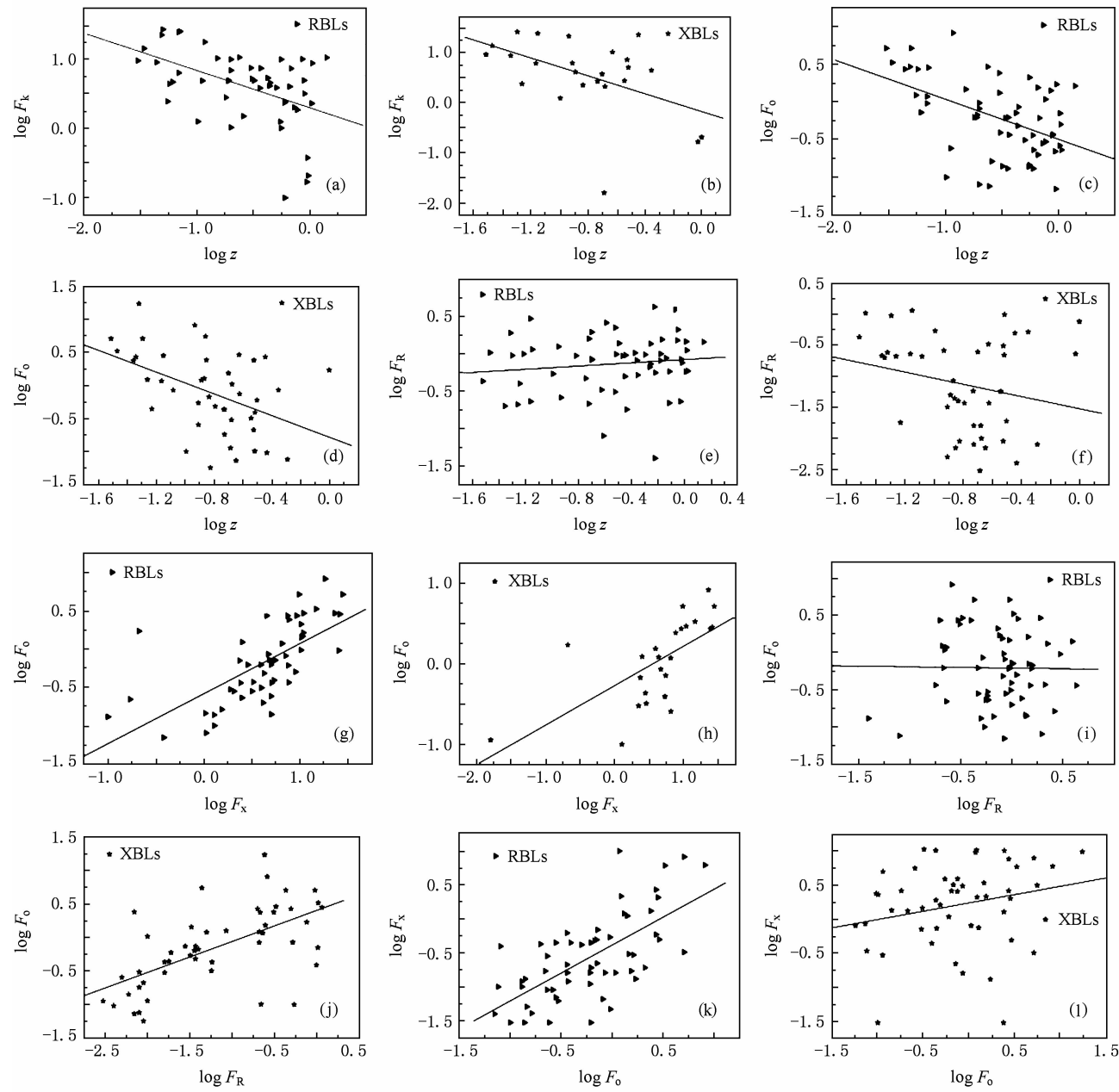


图3 红移、各波段流量的相关分析

表3 红移及各波段流量密度之间线性回归分析结果

y	x	N	A	B	R	SD	P	Note
$\log F_k$	$\log z$	51	0.30656	-0.54197	-0.47784	0.47156	3.90957×10^{-4}	RBLs
		24	-0.16029	-0.90265	-0.48851	0.67708	0.01543	XBLs
$\log F_o$	$\log z$	59	-0.49573	-0.53005	-0.47679	0.44812	1.34686×10^{-4}	RBLs
		43	-0.7842	-0.82218	-0.45698	0.55083	0.00207	XBLs
$\log F_R$	$\log z$	59	-0.07668	0.10784	0.12551	0.3909	0.34356	RBLs
		44	-1.52286	-0.49362	-0.22839	0.75951	0.13592	XBLs
$\log F_o$	$\log F_k$	53	-0.58426	0.65174	0.67164	0.37931	<0.0001	RBLs
		24	-0.27339	0.48868	0.66029	0.39961	4.45892×10^{-4}	XBLs
$\log F_o$	$\log F_R$	61	-0.21032	-0.01755	-0.01347	0.5099	0.91795	RBLs
		50	0.40668	0.46337	0.61002	0.47347	<0.0001	XBLs
$\log F_x$	$\log F_o$	57	-0.39176	0.81511	0.66128	0.4726	<0.0001	RBLs
		50	0.23987	0.24482	0.23537	0.60405	0.09988	XBLs

- [1] Blandford R D, Rees M J 1978 *Phys.* **17** 265
- [2] Stickel M, Padovani P, Urry C M, Fried J W, Kuehr H 1991 *ApJ*. **374** 431
- [3] Stocke J T, Morris S L, Gioia I M, Maccacaro T, Schild R, Wolter A, Fleming T A, Henry J P 1991 *ApJS* **76** 813
- [4] Stocke J T, Liebert J, Schmidt G, Gioia I M, Maccacaro T, Schild R E, Maccagni D, Arp H C 1985 *ApJ* **298** 619
- [5] Heidt J, Wagner S J 1998 *A&A* **329** 853
- [6] Bai J M, Xie G Z, Li K H, Zhang X, Liu W W 1998 *A&AS* **132** 83
- [7] Morris S L, Stocke J T, Gioia I M, Schild R E, Wolter A, Maccacaro T, Della C R 1991 *ApJ* **380** 49
- [8] Xie G Z, Zhang X, Bai J M, Xie Z H 1998 *ApJ* **508** 180
- [9] Kollgaard R I, Gabuzda D C, Feigelson E D 1996 *ApJ* **460** 174
- [10] Laurent – Muehleisen S A, Kollgaard R I, Moellenbrock G A, Feigelson E D 1993 *AJ* **106** 875
- [11] Kollgaard R I, Palma C, Laurent – Muehleisen S A, Feigelson E D 1996 *ApJ* **465** 115
- [12] Perlman E S, Stocke J T, Wang Q D, Morris S L 1996 *ApJ* **456** 451
- [13] Ghisellini G, Maraschi L, Treves A, Tanzi E G 1986 *ApJ* **310** 317
- [14] Maraschi L, Ghisellini G, Tanzi E G, Treves A 1986 *ApJ* **310** 325
- [15] Kaspi S, Smith P S, Netzer H, Maoz D, Jannuzi B T, Giveon U 2000 *ApJ* **533** 631
- [16] Ferrarese L, Richard W, Peterson B M, Merritt D 2001 *ApJ* **555** 79
- [17] Gebhardt K, Bender R, Bower G, Dressler Alan, Faber S M, Filippenko A V, Green R, Grillmair C, Ho L C, Kormendy J 2000 *ApJ* **539** 13
- [18] Xie G Z, Liu B F, Liu F K, Lu R W, Li K H, Zhu Y Y 1991 *A&A* **249** 65
- [19] Wu X B, Liu F K, Zhang T Z 2002 *A&A* **389** 742
- [20] Weiler K W, Johnston K J 1980 *MNRAS* **190** 269
- [21] Fossati G, Maraschi L, Celotti A, Comastri A, Ghisellini G 1998 *MNRAS* **299** 433
- [22] Data from the University of Michigan Radio Astronomy Observatory
- [23] Ghisellini G, Haardt F, Fabian A C 1993 *MNRAS* **263** 9
- [24] Doxsey R, Bradt H, McClintock J, Petro L, Remillard R, Schwartz D, Wood K, Ricker G 1983 *ApJ* **264** 43
- [25] Biermann P, Duerbeck H, Eckart A, Fricke K, Johnston K J, Kuhr H, Liebert J, Pauliny Toth I I K, Schleicher H, Stockman H 1981 *ApJ* **247** 53
- [26] Cruz-Gonzalez I, Huchra J P 1984 *AJ* **89** 441
- [27] Worrall D M, Puschell J J, Bruhweiler F C, Sitko M L, Stein W A, Aller M F, Aller H D, Hodge P E, Rudy R J, Miller H R 1984 *ApJ* **284** 512
- [28] Worrall D M, Rodriguez – Espinosa J M, Wisniewski W Z, Miller H R, Bruhweiler F C, Aller M F, Aller H D 1986 *ApJ* **303** 589
- [29] Angel J R P, Stockman H S 1980 *ARA&A* **18** 321
- [30] Ledden J E, Odell S L 1985 *ApJ* **298** 630
- [31] Bregman J N, Glassgold A E, Huggins P J, Pollock J T, Pica A J, Smith A G, Webb J R, Ku W H M, Rudy R J, Levan P D 1982 *ApJ* **253** 19
- [32] Miley G, Neugebauer G, Soifer B T, Clegg P E, Harris S, Rowan-Robinson M, Young E 1984 *ApJ* **278** 79
- [33] Comastri A, Fossati G, Ghisellini G, Molendi S 1997 *ApJ* **480** 534
- [34] Mead A R G, Ballard K R, Brand P W J L, Hough J H, Brindle C, Bailey J A 1990 *A&AS* **83** 183
- [35] Takalo L O, Kidger M R, de Diego J A, Sillanpaa A, Nilsson K 1992 *AJ* **104** 40
- [36] Falomo R, Treves A, Chiappetti L, Maraschi L, Pian E, Tanzi E G 1993 *ApJ* **402** 532
- [37] Fan J H, Lin R G 1999 *ApJS* **121** 131
- [38] Massaro E, Nesci R, Perola G C, Lorenzetti D, Spinoglio L 1995 *A&A* **299** 339
- [39] Fan J H, Feng X H, Su C Y 1999 *PynO* **2** 1
- [40] Litchfield S J, Robson E I, Stevens J A 1994 *MNRAS* **270** 341
- [41] Kidger M R, de Diego J A 1992 *A&AS* **93** 1
- [42] Heckman T M, Lebofsky M J, Rieke G H, van Breugel W 1983 *ApJ* **272** 400
- [43] Bersanelli M, Bouchet P, Falomo R, Tanzi E G 1992 *AJ* **104** 28
- [44] Bregman J N, Glassgold A E, Huggins P J, Neugebauer G, Soifer B T, Matthews K, Elias J H, Webb J R, Pollock J T, Leacock R J 1990 *ApJ* **352** 574
- [45] Brown L M J, Robson E I, Gear W K, Hughes D H, Griffin M J, Geldzahler B J, Schwartz P R, Smith M G, Smith A G, Shepherd D W 1989 *ApJ* **340** 129
- [46] Stickel M, Fried J W, Kuehr H 1988 *A&A* **191** 16
- [47] Falomo R, Scarpa R, Bersanelli M 1994 *ApJS* **93** 125
- [48] Madau P, Ghisellini G, Persic M 1987 *MNRAS* **224** 257
- [49] Fan J H, Lin R G 2000 *ApJ* **537** 101
- [50] Wills B J, Wills D, Evans N J II, Natta A, Thompson K L, Breger M, Sitko M L 1992 *ApJ* **400** 96
- [51] Mufson S L, Hutter D J, Hackney K R H, Hackney R L, Kondo Y, Mushotzky R F, Urry C M, Wisniewski W Z, Aller M F, Aller H D 1982 *NASCP* **2238** 185
- [52] Wills B J, Pollock J T, Aller H D, Aller M F, Balonek T J, Barvainis R E, Binzel R P, Chaffee F H, Dent W A, Douglas J N 1983 *ApJ* **274** 62
- [53] Ledden J E, Odell S L, Stein W A, Wisniewski W Z 1981 *ApJ* **243** 47
- [54] Webb J R, Smith A G, Leacock R J, Fitzgibbons G L, Gombola P P, Shepherd D W 1988 *AJ* **95** 374
- [55] Odell S L, Puschell J J, Stein W A, Owen F, Porcas R W, Mufson S, Moffett T J, Ulrich M H 1978 *ApJ* **224** 22
- [56] Westerlund B E, Wlerick G, Garnier R 1982 *A&A* **105** 284
- [57] Oke J B, Goodrich R W 1981 *ApJ* **243** 445
- [58] Wall J V, Peacock J A 1985 *MNRAS* **216** 173

- [59] Angione R J 1971 *AJ* **76** 412
- [60] Sambruna R M, Maraschi L, Urry C M 1996 *ApJ* **463** 444
- [61] Lamer G, Brunner H, Staubert R 1996 *A&A* **311** 384
- [62] Madejski G M, Schwartz D A 1983 *ApJ* **275** 467
- [63] Urry C M, Sambruna R M, Worrall D M, Kollgaard R I, Feigelson E D, Perlman E S, Stocke J T 1996 *ApJ* **463** 424
- [64] Treves A, Belloni T, Falomo R, Fink H, Maraschi L, Sambruna R M, Tagliaferri G, Zimmermann H U 1993 *ApJ* **406** 447
- [65] Bloom S D, Marscher A P, Moore E M, Gear W, Teräsranta H, Valtaoja E, Aller H D, Aller M F 1999 *ApJS* **122** 1
- [66] Fichtel C E 1994 *ApJS* **90** 917
- [67] Sambruna R M 1997 *ApJ* **487** 536
- [68] Sambruna R M, Barr P, Giommi P, Maraschi L, Tagliaferri G, Treves A 1994 *ApJ* **434** 468
- [69] Giommi P, Ansari S G, Micol A 1995 *A&AS* **109** 267
- [70] Makino F 1989 *ESASP* **296** 803

Study of the multi-waveband flux and the black hole mass of RBLs and XBLs *

Bao Yu-Ying¹⁾ Chen Luo-En¹⁾ Zhang Xiong^{2)†} Peng Zhao-Yang²⁾ Li Huai-Zhen¹⁾

1) (Department of Physics, Yuxi University, Yuxi 653100, China)

2) (College of Physics and Electronics, Yunnan Normal University, Kunming 650092, China)

(Received 2 October 2007; revised manuscript received 17 October 2009)

Abstract

The spectral variation, the correlation of multi-waveband flux and the property of polarization of BL Lac objects give us important information for studying their intrinsic correlation of radiation components. The present paper analyzes the properties of RBLs and XBLs. It is indicated by statistics that the redshift of RBLs are greater than that of XBLs and the black hole mass of RBLs are smaller than that of XBLs. The paper also studies the possible correlations between the redshift and the flux densities for different wavebands in low state, and the possible correlations of flux densities for different wavebands (radio, near-infrared, optical and X-ray) in low state. The results support that the systematic difference between RBLs and XBLs is not caused by the choice effect only.

Keywords: BL Lac objects, multi-waveband flux

PACC: 9850, 9850G, 9850H

* Project supported by the National Natural Science Foundation of China (Grant No. 10878013) and the Science and Technology Program of Yunnan Province, China (Grant No. 2009ZC132M).

† Corresponding author. E-mail: baoyuying@163.com