

IRAF 软件孔径测光参数与测光误差的研究

温元斌, 郑永刚, 周凌云, 张雄

(云南师范大学 物理与电子信息学院, 云南 昆明 650092)

摘要: CCD 测光的标准处理软件是 iraf, 而在测光中常常要选择不同的测光孔径参数 *apertur* 和 *annulus* 的值, 一般来说它们的值由 FWHM 来决定, FWHM 选取直接影响到测光误差的大小, 我们利用了云南天文台 1.02 m 望远镜对 BL lac 天体 Mrk 501 进行了测光, 我们选择不同的 *apertur* 和 *annulus* 的比值, 进行数据处理, 获得了 R 波段 *apertur* 与 *annulus* 的比值和测光误差的关系. 结果表明, 当 *apertur* 与 *annulus* 比值增大时, 测光误差增大. *annulus* 的参数值应该大于 *apertur* 的参数值, 此时测光误差较小.

关键词: CCD 测光; 光学观测; 天文望远镜

中图分类号: P152 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007 - 855X(2007)03 - 0044 - 04

Research on Aperture Photometric Parameters and Photometric Errors with IRAF

WEN Yuan-bin, ZHENG Yong-gang, ZHOU Lin-yun, ZHANG Xiong

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

Abstract: IRAF is the standard software for CCD photometry, and different values for aperture parameters and annulus are often selected in photometry, generally determined by FWHM, which directly influences the photometric errors. Accordingly, we have observed the BL Lac Mrk 501 with the 1.02 m optical telescope of Yunnan Observatory. Through the ratio among different aperture and annulus, we have obtained the connection between the ratio of aperture and annulus at R wave band and the photometric error. The result indicates that the photometric error increases with the increase of the ratio between aperture and annulus, and vice versa. So the parameter value of annulus should be greater than that of the aperture when the photometric error is minimal.

Key words: CCD photometry; optical observation; astronomical telescope

0 引言

在 AGNs 的测光研究中, CCD 测光是数据采集的重要手段之一. 其观测数据都是用公认的数据处理软件包 IRAF (Image Reduction and Analysis Facility) 进行处理^[4]. 在用 IRAF 软件进行测光处理时, 积分时间对测光误差有影响, 软件包中的参数值也对测光的结果也有直接影响^[6-10]. 如 IRAF 测光中的 FWHM、SIDDEV、软件包中 *apertur* (孔径) 和 *annulus* (内径) 参数, FWHM (半宽) 决定了 IRAF 软件包中的 *fwtmpsf*, *cbox*, *apertur* 及 *annulus* 的参数大小. 如果选取的 *apertur* 和 *annulus* 参数不合理, 那么就会影响测光精度. 以往的测光中, 研究者一般靠经验来选择这两个参数值^[2], 在此我们定量的对 *apertur* 和 *annulus* 参数设置与测光误差之间的关系作一些讨论.

1 观测及数据处理

我们在对活动星系核的观测研究中, 通常采用 I, R, V, B, U 5 色测光系统. 因为各个波段光线的透过

收稿日期: 2007 - 04 - 05. 基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (项目编号: 10363002, 10663002); 云南省自然科学基金资助项目 (项目编号: 2004A0027M).

第一作者简介: 温元斌 (1982 -), 男, 在读硕士研究生. 主要研究方向: 天体物理学. E-mail: wenyuanbin123@126.com

率不同,所以积分时间是不同的,这一问题已有许多人研究过^[1].而一般 RAF软件 noao包中的 apertur和 annulus参数值对测光精度也有直接影响.

为了对这两个参数选取的定量研究,我们于 2006年 5月 1日利用云南天文台 1.02 m 望远镜对较亮的天体 Mrk 501进行了 R波段的观测,曝光时间为 3 min 云南天文台 1.02 m 望远镜所用的 CCD照相机是 1024 ×1024像素,滤光片为:

R — R G610 (3mm) + 66 2500 (1mm)

在所有的照片中,我们选取了一张质量较好的图片进行处理.我们先对图像进行了平场、暗场和零场改正^[11],然后用 imexame命令对图片的 FWHM(半宽)和 SIDDEV(背景标准偏差)进行计算,我们取标准星 6的 enclosed,moffat和 direct这 3个值的平均值作为 FWHM值,然后对 apphot包下的 apertur和 annulus参数值进行设置,我们对这两个参数的值按照一定的比例选取: apertur/annulus的值从 0.2到 3.4等间距取值(此时的 annulus值不变),同样 annulus/apertur的比值等间距的从 0.2到 6取值(此时的 apertur值不变),视场中的标准星用 Villata和 Fiorucci等^[3]测定的值.我们利用 RAF软件包中的测光工具 apphot进行处理的结果列于表 1中:表 1的第 10列为 apertur和 annulus比值,第 2,3列为目标星的仪器星等值和误差,第 4,5列为比较星 6的仪器星等值和误差,第 6,7列为比较星 1的仪器星等值和误差.由于我们研究的是孔径参数设置与测量误差之间的关系,所以在表中的第 2至第 7列的数据没有进行大气消光处理,不能作为 Mrk 501的测光星等与测光误差.

表 1 测量数据

Tab 1 Measurement data

apertur/annulus	Mrk 501	Error	Star 6	Error	Star 1	Error
0.2	21.798	0.013	23.164	0.034	20.376	0.004
0.4	20.229	0.006	21.437	0.014	18.657	0.002
0.6	19.656	0.006	20.939	0.014	18.180	0.002
0.8	19.453	0.006	20.857	0.018	18.09	0.002
1.0	19.347	0.007	20.829	0.022	18.062	0.002
1.2	19.293	0.009	20.814	0.028	18.049	0.003
1.4	19.278	0.011	20.819	0.035	18.048	0.003
1.6	19.283	0.013	20.821	0.043	18.051	0.004
1.8	19.314	0.016	20.818	0.051	18.054	0.005
2.0	19.370	0.02	20.832	0.061	18.061	0.006
2.2	19.443	0.025	20.864	0.073	18.072	0.006
2.4	19.535	0.031	20.882	0.086	18.085	0.008
2.6	19.68	0.041	20.892	0.100	18.104	0.009
2.8	19.865	0.055	20.936	0.119	18.121	0.010
3.0	20.136	0.081	21.029	0.146	18.141	0.012
3.2	20.531	0.13	21.095	0.174	18.168	0.013
3.4	21.286	0.292	21.118	0.199	18.197	0.015
3.6	NDEF	NDEF	21.144	0.226	18.232	0.018

根据表 1的数据,我们给出了不同的 apertur和 annulus比值下测量到的目标星的误差曲线如图 1所示.同时我们还给出了参考星 6和 1在不同的 apertur和 annulus比值下的误差曲线,如图 2,3所示.我们分别对图 1~3进行了多元线性回归分析^[12],如果令误差为 y, apertur和 annulus的比值为 x,得到结果如下:

目标星: $y = 0.0344 - 0.03701x + 0.01241x^2$

17个数据点的相关系数为 $r = 0.98184$,标准差 $S(y) = 0.00217$,置信度 $p < 10^{-4}$.

标准星 6: $y = 0.05072 - 0.0506x + 0.02083x^2$

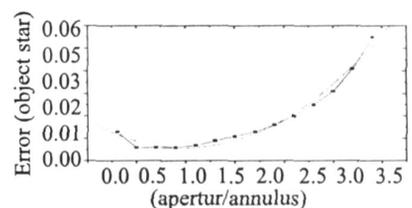


图 1 Mrk 501测量误差与apertur, annulus比值的关系

Fig.1 Relationship of Mrk 501 between aperture/annulus and error

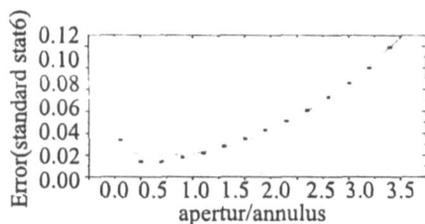


图2 标准星6测量误差与apertur, annulus比值的关系
Fig.2 Relation ship of Standard Star 6
between aperture/annulus and error

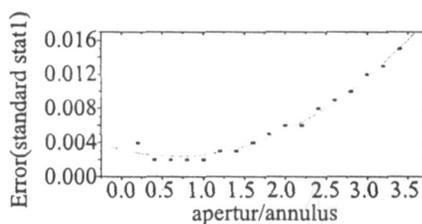


图3 标准星1测量误差与apertur,annulus比值的关系
Fig.3 Relation of Standard Star 1
between aperture/annulus and error

17个数据点的相关系数为 $r = 0.98468$, 标准差 $S(y) = 0.00451$, 置信度 $p < 10^{-4}$.

标准星 1: $y = 0.00318 - 0.0023x + 0.00172x^2$

17个数据点的相关系数为 $r = 0.98666$, 标准差 $S(y) = 5.21 \times 10^{-4}$, 置信度 $p < 10^{-4}$.

相反的,我们也研究 annulus和 apertur比值增加时,目标星和参考星误差之间的关系.我们将我们测量的数据列于表 2中:表 2的第 10列为 annulus和 apertur比值,第 2,3列为目标星的仪器星等值和误差,第 4,5列为比较星 6的仪器星等值和误差,第 6,7列为比较星 1的仪器星等值和误差.

表 2 测量数据

Tab. 2 The measurement data

annulus/apertur	Mrk 501	Error	Star 6	Error	Star 1	Error
0.2	19.708	0.023	20.959	0.041	18.143	0.007
0.4	19.545	0.016	20.936	0.033	18.103	0.004
0.6	19.441	0.012	20.871	0.026	18.082	0.003
0.8	19.391	0.009	20.848	0.024	18.071	0.003
1.0	19.347	0.007	20.829	0.022	18.062	0.002
1.2	19.312	0.007	20.809	0.022	18.055	0.002
1.4	19.278	0.006	20.803	0.021	18.053	0.002
1.6	19.266	0.006	20.796	0.021	18.05	0.002
1.8	19.266	0.006	20.793	0.021	18.047	0.002
2.0	19.246	0.006	20.793	0.021	18.046	0.002
2.2	19.237	0.005	20.795	0.021	18.045	0.002
2.4	19.224	0.005	20.798	0.021	18.045	0.002
2.6	19.222	0.005	20.799	0.02	18.045	0.002
2.8	19.215	0.005	20.813	0.021	18.042	0.002
3.0	19.209	0.005	20.812	0.02	18.041	0.002
3.2	19.209	0.005	20.81	0.021	18.041	0.002
3.4	19.204	0.005	20.799	0.02	18.041	0.002
3.6	19.202	0.005	20.802	0.02	18.042	0.002
3.8	19.203	0.005	20.817	0.021	18.042	0.002
4.0	19.200	0.005	20.815	0.021	18.041	0.002
4.2	19.201	0.005	20.814	0.02	18.040	0.002
4.4	19.200	0.005	20.810	0.02	18.040	0.002
4.6	19.197	0.005	20.793	0.02	18.039	0.002
4.8	19.196	0.005	20.784	0.02	18.039	0.002
5.0	19.193	0.005	20.792	0.02	18.038	0.002
5.2	19.192	0.005	20.789	0.02	18.096	0.002
5.4	19.189	0.005	20.799	0.02	18.038	0.002
5.6	19.190	0.005	20.798	0.02	18.038	0.002
5.8	19.188	0.005	20.802	0.02	18.039	0.002
6.0	19.187	0.005	20.803	0.02	18.039	0.002

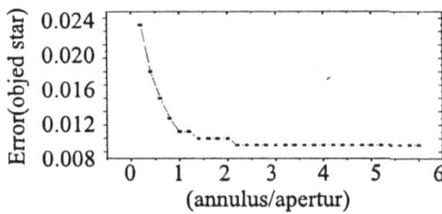


图4 Mrk 501测量误差与annulus, apertur比值的关系

Fig.4 Relation ship of Mrk 501 between annulus/apertur and error

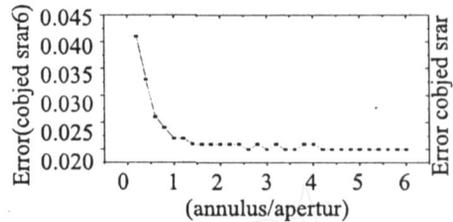


图5 标准星6测量误差与annulus, apertur比值的关系

Fig.5 Relation ship of Standard Star 6 between annulus/apertur and error

同样的,我们也给出了不同的 annulus和 apertur比值下测量到的目标星的误差曲线如图 4所示. 同时我们还给出了参考星 6和 1在不同的 annulus和 apertur比值下的误差曲线如图 5, 6所示. 我们分别对图 4, 5和 6进行了多元线性回归分析, 令测光中星等的测量误差为 y ; annulus与 apertur比值为 x , 我们得到:

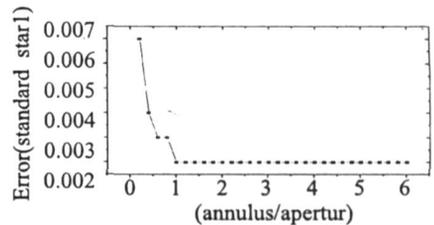


图6 标准星1测量误差与annulus, apertur比值的关系

Fig.6 Relation ship of Standard Star 1 between annulus/apertur and error

目标星: $y = 0.01625 - 0.00646x + (8.22715 \times 10^{-4})x^2$
30个数据点的相关系数为 $r = 0.69967$, 标准差 $S(y) = 0.00223$, 置信度 $p < 10^{-4}$.

标准星 6: $y = 0.03219 - 0.00677x + (8.52013 \times 10^{-4})x^2$
30个数据点的相关系数为 $r = 0.62631$, 标准差 $S(y) = 0.0028$, 置信度 $p < 10^{-4}$.

标准星 1: $y = 0.00445 - 0.00157x + (2.3128 \times 10^{-4})x^2$
30个数据点的相关系数为 $r = 0.22048$, 标准差 $S(y) = 0.0013$, 置信度 $p = 0.03465$.

2 结论

1) 从图 1~3我们可以看出:当 apertur和 annulus的比值增大时,测量误差也随之增大,当比值接近 1 时误差达到最小值,但是当比值超过 1 时,误差迅速增大. 我们发现目标星测量误差与参数比值满足下列关系:

$$y = 0.0344 - 0.03701x + 0.01241x^2$$

以上经验公式表明,如果 $dy = 0$, 则有 $-0.03701 + (2 \times 0.01241)x = 0$, 即要使误差最小,那么应取 $dy = \frac{\partial y}{\partial x} dx$, 则 x 为 1.5, 所以计算得到的最佳 apertur取值为 1.5倍 FWHM.

2) 从图 4~6可以看出随着 annulus, apertur比值的增大,误差随之减小,当比值增大到 1 时,测量误差基本上趋近于一个定值,这个结果说明我们取 annulus大于 apertur值更为合理. 用同样的方法可以求出目标星的最佳 annulus, apertur比值为 3.93, 所以我们计算得到的 annulus取值为 3.93倍 FWHM值.

3) 从我们的分析可以得出: annulus的值应该大于 apertur的值,此时测光误差较小.

3 结束语

对于 annulus和 apertur值的选取对测光仪器星等之间的关系,我们对此还需进行更多的观测和更深入的研究,我们将在以后对此作进一步探讨.

(下转第 51 页)

线的波束越宽.波束图如图 3 所示.

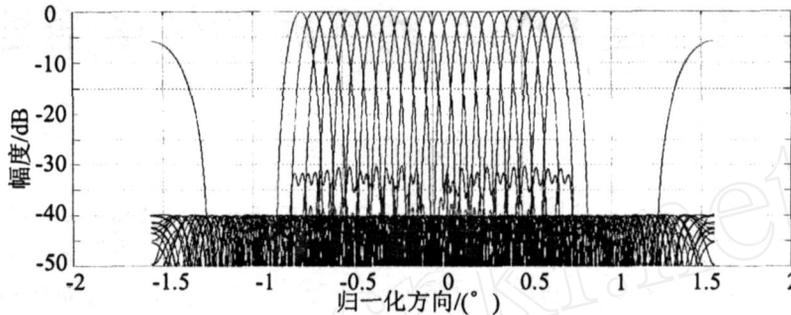


图3 37.5kHz信号波束输出
Fig.3 Diagram of 37.5kHz beam

3 结论

论文针对可能出现的失事飞机落水的“黑匣子”的探测、定位问题展开了研究.利用高速 DSP 芯片形成数字多波束,实时对接收信号进行处理,从而完成对“黑匣子”的准确定位是解决问题的根本方法.目前,还要在缩小系统体积、减轻系统重量方面进一步设计,力争做到便于携带、方便使用.

参考文献:

- [1] 肖国有,屠庆平.声信号处理及其应用[M].西安:西北工业大学出版社,1994,12
- [2] 李启虎.声呐信号处理引论[J].北京:海洋出版社,1985.

(上接第 47 页)

参考文献:

- [1] 郑永刚,张雄 CCD测光观测积分时间研究[J].云南师范大学学报:自然科学版,2005,25:4
- [2] 胡绍明,宋立强,彭朝阳,等. RAF 的 CCD 测光探研[J].云南师范大学学报:自然科学版,2003,24(2):32
- [3] Villata M, Raiteri C M, Lanteri L, et al BVR Photometry of Comparison Satrs in Selected Blazer Fields I Photometric Sequences for 10 BL Lacerate Objects[J]. Astron Astrophys Suppl Ser, 1998, 130: 305.
- [4] Fiorucci M, Tosti G VRI Photometry of Stars in the Field of 12 BL Lacerate Objects[J]. Astron Astrophys Suppl Ser, 1996, 116: 403.
- [5] Jeannette Barnes A Beginner's Guide to Using RAF Version 2.10[EB/OL]. NOAO, 1993.
- [6] Lisa A. www.Noaa.com. Wells photometry Using RAF[EB/OL]. NOAO, 1994.
- [7] Lindsey Davis www.Noaa.com. Specifications for the Aperture Photometry Package[EB/OL]. NOAO, 1987.
- [8] Lindsey Elspeth Davis www.Noaa.com. A User's Guide to the RAF Apphot Package[EB/OL]. NOAO, 1989.
- [9] Philip Massey www.Noaa.com. A User's Guide to CCD Reduction with RAF[EB/OL]. NOAO, 1997.
- [10] Philip Massey www.Noaa.com. Lindsey E Davis, A User's Guide to Stellar CCD Photometry with RAF[J]. NOAO, 1992.
- [11] Philip Massey www.Noaa.com. A User's Guide to CCD Reduction with RAF[EB/OL]. NOAO, 1992.
- [12] 吴刘仓,吴晓坤,李会琼.一般方差分量模型中回归系数的线性估计的可容许性[J].昆明理工大学学报:理工版,2005,30(2):103-107.