

doi: 10.3969/j.issn.1000-8349.2016.z1.17

新疆天文台南山观测站 1 m 宽视场 光学望远镜介绍

刘进忠¹, 宋芳芳^{1,2}, 杨臣威¹, 冯国杰¹, 张 余¹, 白春海¹,
艾力·伊沙木丁¹, 马 路¹, 牛虎彪¹, 张 轩¹, 许 竟¹

(1. 中国科学院 新疆天文台, 乌鲁木齐 830011; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 具有地平式、主焦和消旋特征的 1 m 宽视场光学望远镜坐落在新疆天文台南山观测站。南山 1 m 镜具有优良的光学成像质量、跟踪精度和指向精度, 其滤光片转轮系统提供了五个位置, 目前配备了两套滤光片系统: 标准的 UBVRI 滤光片和 Strömgren uvby 窄波段滤光片。南山 1 m 镜的主要科学目标包括超新星巡天、系外行星搜寻、伽玛暴光学余辉监测、近地天体多色测光、变星观测及活动星系核 IDV 观测等。主要对南山 1 m 镜的观测系统和 CCD 的初步测试结果进行论述。

关 键 词: 探测器; 台站测试; 光学望远镜

中图分类号: P111.2 **文献标识码:** A

1 引 言

新疆天文台 1 m 宽视场光学望远镜 (简称 NOWT) 于 2012 年 3 月在南山观测站落成, 该镜由德国 APM 公司制造 (<http://www.apm-telescopes.com>), 中国科学院光学重点实验室完成了望远镜操控系统的集成工作。新疆天文台南山站位于乌鲁木齐市甘沟乡前进村, 建成于 1991 年, 距离乌鲁木齐 80 km, 是中国科学院一个重要的天文观测与研究基地 (地理纬度 $43^{\circ}28.363'N$, 经度 $87^{\circ}10.949'E$, 海拔约 2 080 m)。对比台湾鹿林的 1m 望远镜 (LOT)^[1]、清华大学 80 cm 望远镜 (TNT)^[3] 和山东大学威海分校的 1 m 望远镜 (WHO)^[4], NOWT 具有消旋改正的主焦点、地平式的主要特征。NOWT 的主要科学目标包括暗天体/暂现源的快速搜寻^[2, 5, 6] 和时域天文的多色测光^[7] 研究, 其中时域天文学的多色测光不仅包含食双星和疏散

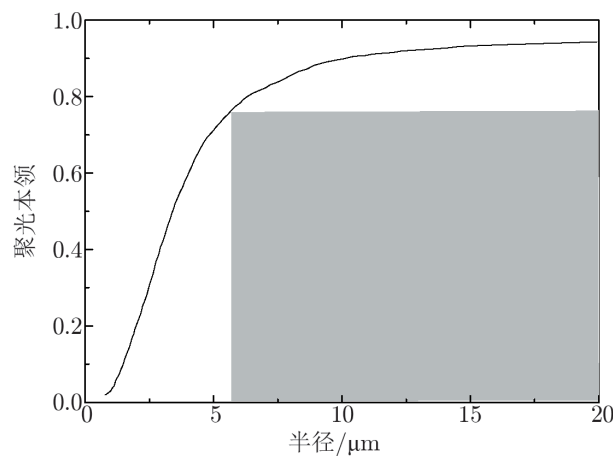
资助项目: 西部之光项目 (2015-XBQN-A-02, 2015-XBQN-B-05, XBBS201221); 国家自然科学基金 (11303080); 台湾青年访问学者项目 (2015TW2JA0001, 2015TW2JB0001); 青年创新促进会项目 (2014050); 新疆科技厅创新人才博士项目 (qn2015bs021)

通讯作者: 刘进忠, liujinzh@xao.ac.cn

星团的测光研究,还包含近地天体的多色测光研究。本文将简介望远镜系统并对 CCD 初步测试进行综述,使读者对 NOWT 有初步了解和认识。

2 观测系统

NOWT 的观测系统参数如下:望远镜主镜通光孔径为 970 mm,主焦长度为 2 032 mm,经过消旋改正后长度增加到 2 159 mm。NOWT 主焦点处具有四块改正镜,可用来确保 2.25 平方度范围内的高质量星像。实际受到 CCD 大小的限制,NOWT 的有效视场大小为 1.88 平方度。在波长 400 nm 到 700 nm 范围内,全视场的聚光本领好于 $2''$ 的占 80% 的比例。根据快速傅里叶变换方法,图 1 给出 NOWT 沿着径向聚光能力的变化曲线,可以看出 NOWT 具有很好的光学质量。



注:图中曲线表示沿着径向望远镜的聚光能力逐渐增加。图中阴影部分表示沿着径向当聚光本领达到 80% 的时候对应 $1.2^\circ \times 1.2^\circ$ 的覆盖范围。

图 1 新疆天文台南山 1 m 镜的主镜聚光能力测试曲线分析图

NOWT 具有很高的主焦点调制系统,双轴(方位轴和俯仰轴)最大转速大于 $6^\circ/\text{s}$ 。望远镜用户需要注意,由于地平式望远镜的天顶部分消旋转速为无穷大,为保护望远镜安全运行,NOWT 设置了天顶 2.5° 范围内设备制动功能。电机马达控制扭矩决定了 NOWT 最大加速度为 $1^\circ/\text{s}^2$ 。在 $20^\circ \sim 75^\circ$ 范围内测试发现,经过指向模型改正后每个轴的指向精度 RMS 都好于 $5''$;同时,开环测试发现,10 s 和 60 s 的跟踪精度 RMS 分别为 $0.2''$ 和 $1''$ 。主镜采用 Al 和 SiO_2 进行镀膜,主焦点最大负重为 20 kg,通过液氮对探测器进行制冷。

NOWT 配备的 CCD 型号为 203-82,CCD 生产商为 e2v 公司(www.e2v.com)。CCD 的测试和使用说明是生厂商在 -110°C 下完成的。CCD 的基本情况概述如下:像素数目为 4096×4096 ,像元尺寸为 $12 \mu\text{m} \times 12 \mu\text{m}$,图像分辨率为 $1.13''$ 。CCD 具有两门寄存器和四门读出放大的特征:左上、左下、右上和右下。CCD 还具有一些调整技巧,通过调整合并模式(2 \times , 4 \times)来适应不同的科学观测目标。在 CCD 的读出速度上也有慢(81 s@51 kHz)、中

(46s@91 kHz) 和快 (28s@146 kHz) 三种模式。场星的测光研究又是实测时域天文的重要组成部分, 特别指出 NOWT 具有“窗口”观测的局部读出功能, 为了追求高精度测光, 望远镜用户大都使用慢读下的并合 $1\times$ 模式, 下一节会给出在此模式下四门读出的 CCD 测试结果。

3 CCD 测试

CCD 的测试包括很多方面, 包括暗电流水平、本底测试和线性分析。本文仅论述场星测光研究中, 星像在中心视场 (约 $19'\times 19'$) 的分布情况。我们通过对标准星场 NGC 7790 的实测来实现此工作, 采用慢读、四门、并合 $1\times$ 和增益选项 (0) 档 (约 $2.0 e^{-1}/ADU$) 模式, 观测波段为 V, 曝光时间为 10 s。对标准星场的观测满足测光夜的基本要求: 无月、低风、干燥等条件, 大气平均不透明度平均值为 $1.62''$, 对于图像数据处理流程采用了 IRAF 标准处理程序 (<http://iraf.noao.edu/>)。图 2 给出了我们的测试结果, 图中所有星像的信噪比都大于 10, 在 $3''$ 范围内整个图像显示了较好的连续性和一致性。

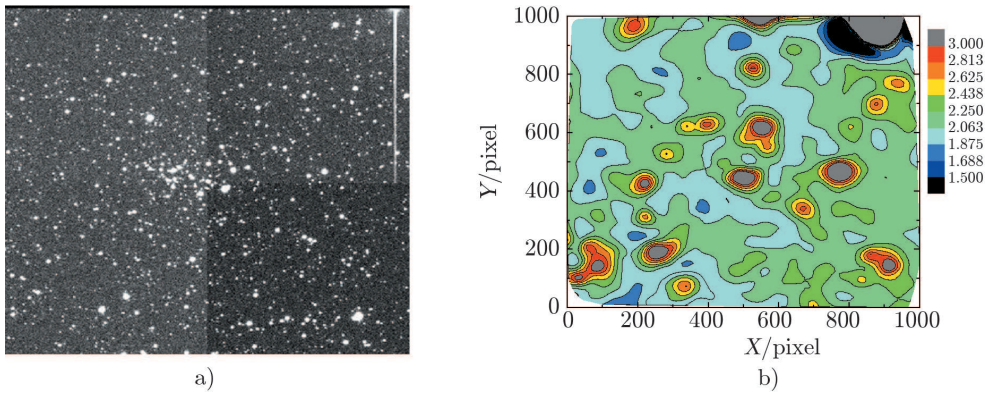


图 2 a) 标准星场 NCG 7790 中心视场约 $19'\times 19'$ 的星像图; b) 星像 FWHM 的计数分布

4 总结与展望

本文通过对 NOWT 的观测系统和中心视场的测光质量进行初步论述, 向读者简要介绍了新疆天文台南山 1 m 宽视场光学望远镜的基本情况。图 3 给出的是一颗相接双星 LO COM 在 B 波段的相位图, 显示的是通过 IRAF 孔径测光的结果, 数据也经过了交叉测光处理。从图中可以看出, NOWT 系统测光得到了比较光滑的光变曲线, 通过此源的测光开展“密近双星中热力学和动力学的观测耦合效应”研究是可行的, 可以看到 NOWT 已经具备开展光学

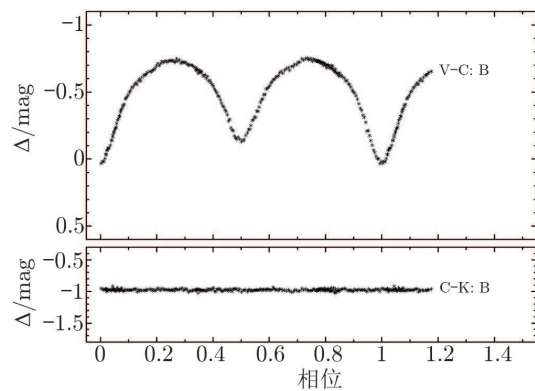


图 3 相接双星 LO COM 在 B 波段的相位图

时域天文研究的基本能力, 读者可以了解 NOWT 观测系统的基本参数和 CCD 的特征参量, 以方便制定科学的观测计划。

参考文献:

- [1] Kinoshita D, et al. ChJAA, 2005, 5: 315
- [2] Xu D, et al. GCN, 2015, 17693: 1
- [3] Hauang F, et al. RAA, 2014, 12: 1585
- [4] Hu S M, et al. RAA, 2014, 14: 719
- [5] Xu D, et al. GCN, 2014, 16789: 1
- [6] Xu D, et al. GCN, 2013, 15537: 1
- [7] Singer L P, et al. ApJ, 2015, 806: 52

Introduction to the Nanshan One-meter Wide Field Telescope of Xinjiang Astronomical Observatory

LIU Jin-zhong¹, SONG Fang-fang^{1,2}, YANG Chen-wei¹, FENG Guo-jie¹, ZHANG Yu¹,
BAI Chun-hai¹, ESAMDIN Ai-li¹, MA Lu¹, NIU Hu-biao¹, ZHANG Xuan¹, XU Jing¹

(1. Xinjiang Astronomical Observatory, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)

Abstract: The one-meter wide field astronomical telescope with Alt-Az mount, putting in work at prime focus with field corrector, is located at the Nanshan site of Xinjiang Astronomical Observatory. The Nanshan 1-m Wide-field Telescope provides excellent optical quality, pointing accuracy and tracking accuracy. Two sets of filters, including standard UBVRI and Strömrgren uvby, are fixed in a rotational 5 position filter wheel. The main scientific goals include supernovae, exoplanet, afterglow of Gamma-ray bursts, minor planet searching, variable stars and active galactic nuclei and so on. Observation system and CCD tests are investigated in the current study.

Key words: detectors; site testing; optical telescope