

# 云南-香港宽视场巡天新发现的一个 磁活动双星系统\*

王建华<sup>1,2,3</sup> 顾盛宏<sup>1,2,3†</sup> 王晓彬<sup>1,2,3</sup> 杨光宇<sup>4</sup> 吴伟坚<sup>4</sup>

(1 中国科学院云南天文台 昆明 650216)

(2 中国科学院天体结构与演化重点实验室 昆明 650216)

(3 中国科学院大学天文与空间科学学院 北京 100049)

(4 香港天文学会 香港 999077)

**摘要** 云南-香港宽视场巡天新发现了一个磁活动双星系统, 其轨道周期为0.60286 d. 利用云南天文台1 m光学望远镜附加CCD (Charge-Coupled Device)相机, 观测得到了这个双星系统的V、Rc双色光变曲线, 结果表明该系统食外存在明显的测光畸变. 借助云南天文台丽江2.4 m望远镜附加云南暗弱天体光谱成像仪(Yunnan Faint Object Spectrograph and Camera, YFOSC)对该双星系统的分光观测, 测定了该双星系统主星的视向速度曲线并发现该系统的主星表面存在着强烈的色球活动, 从而证明系统的光变曲线畸变源自主星的黑子活动. 使用W-D (Wilson-Devinney)程序分析上述观测得到的光变曲线和视向速度曲线, 得到了该双星系统的轨道参数以及黑子参数. 最后, 对该系统的特性进行了讨论并对未来的工作进行了展望.

**关键词** 双星; 掩食; 恒星: 活动; 恒星: 磁场; 恒星黑子

中图分类号: P153; 文献标识码: A

## 1 引言

众所周知, 太阳表面上存在着诸多的磁场活动现象, 如太阳黑子、耀斑等. 近几十年的测光和分光观测表明类似的磁场活动现象也普遍存在于晚型恒星<sup>[1]</sup>. 1947年, Kron<sup>[2]</sup>在分析食双星的观测数据时发现其中4个系统的光变曲线在食外位相存在显著的光度畸变现象. 25 yr后, Hall<sup>[3]</sup>提出, 这种类似波动的光度畸变现象可以解释为恒星表面黑子随着恒星自转移动而导致, 形成了除了交食光变之外的类似正弦波一样的附加光度畸变. 之后, Hall<sup>[4]</sup>通过对大量类似的食双星系统的分析, 提出了RS CV<sub>n</sub> (RS Canum Venaticorum)型活动双星系统这一概念, Kron发现的4个食双星系统被归类为RS CV<sub>n</sub>型活动双星.

2020-02-05收到原稿, 2020-03-09收到修改稿

\*国家自然科学基金项目(10373023、U1531121)资助

†shenghonggu@ynao.ac.cn

太阳表面的磁活动现象起因于对流和自转的相互作用, 即太阳发电机模型. 在其他的晚型恒星中, 较深的对流层和快速自转为恒星磁场活动提供了可能, 使得晚型恒星表面出现了光球黑子、色球谱斑和耀斑等剧烈磁场活动<sup>[5]</sup>. 对恒星磁场活动的观测研究是深入了解恒星磁场结构和演化的重要手段. 活动双星系统对于研究恒星磁场活动来说是理想的研究对象, 这主要因为以下两个原因: 双星系统的物理参数相对于单星来说更加容易测定; 在双星系统中, 潮汐作用可以使得两个子星的自转速度加快, 使得子星在一生中的大部分时间里保持较剧烈的磁场活动.

在过去的几十年当中, 人们对一些活动双星系统进行了大量的测光以及分光观测研究. 例如, Alekseev等<sup>[6]</sup>对RS CVn型活动双星VY Ari进行了同时的测光和分光研究, 发现在光变曲线上黑子活动剧烈的位相(即光度极小的位相), H $\alpha$ 发射线的强度也会显示出增大的现象. Biazzo等<sup>[7]</sup>在1989到1997年期间对RS CVn型活动双星HK Lac的观测研究也发现了类似的光变曲线和H $\alpha$ 发射线强度的反相关关系. 除此之外, Strassmeier等<sup>[8]</sup>在活动单星LQ Hya上也发现了类似的反相关现象. 这说明, 恒星光球层和色球层的磁场活动存在着空间上的紧密联系, 同时观测光球层和色球层的活动现象为了解恒星磁场结构提供了重要的研究素材.

为了更好地限制和完善恒星磁场发电机理论, 需要发现更多的样本星. 在磁活动星的搜寻方面, 国内外多个大视场巡天项目均有建树. 中国的大天区面积多目标光纤光谱天文望远镜(LAMOST)光谱巡天的综合观测能力居于国际领先水平. 基于LAMOST的巡天数据已经发现了一批磁活动星<sup>[9]</sup>. 在国外, WASP (Wide Angle Search for Planets)巡天项目<sup>[10]</sup>也发现了一些磁活动星, 比如Helminiak等<sup>[11]</sup>通过光谱数据结合WASP测光数据发现了K型活动食双星AK For. Kepler和TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite)太空望远镜也发现了许多磁活动星, 比如RS CVn型活动双星RU Cnc<sup>[12]</sup>. 在本文中, 我们介绍了一个由云南-香港宽视场巡天项目新发现的磁活动双星系统. 在文章的第2部分, 描述了本文所涉及到的观测和数据处理. 在第3部分, 分析了该双星系统的色球活动, 得到了其轨道参数和黑子参数. 最后, 讨论了前面得到的结果, 对这项观测研究工作做了总结.

## 2 观测和数据处理

### 2.1 发现新系统

本文所介绍的活动双星系统是由云南-香港宽视场巡天项目<sup>[13]</sup>发现的. 该巡天项目利用一架位于云南天文台丽江观测站的45 cm宽视场望远镜对几个固定天区进行系外行星凌食事件巡天观测, 探测器为4k $\times$ 4k的CCD (Charge-Coupled Device)相机, 对应的观测视场大小约为1.7 $^{\circ}$  $\times$ 1.7 $^{\circ}$ . 在早期的数据处理中, 除了凌食系外行星候选体以外, 也发现了一些其他类型的变星, 如食双星、脉动变星、磁活动变星等. 本文介绍的就是该巡天项目新发现的一个具有磁场活动的食双星系统2MASS-J224050.50+484404.2, 其坐标为赤经22:40:51, 赤纬+48:44:05, V星等为13.2. 图1为该巡天项目于2018年12月9日至16日观测的该双星系统光变曲线. 图2为该目标的2MASS (Two Micron All-Sky Survey)证认图.

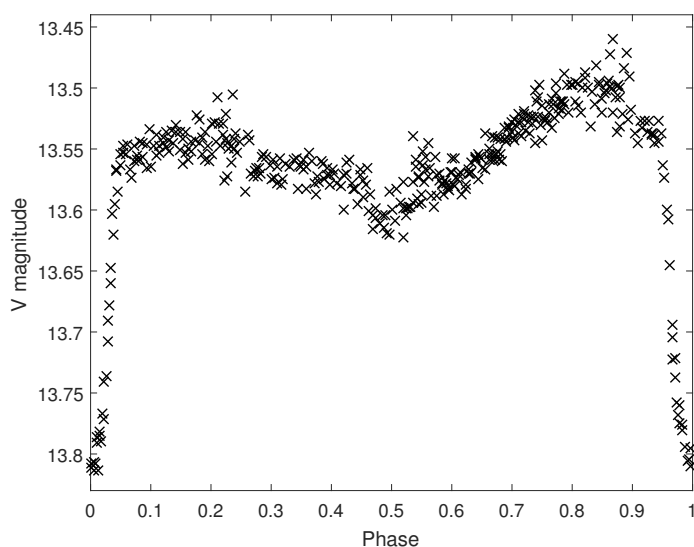


图 1 云南-香港宽视场巡天得到的观测光变曲线

Fig. 1 Light curve observed in Yunnan-Hong Kong (HK) wide field survey

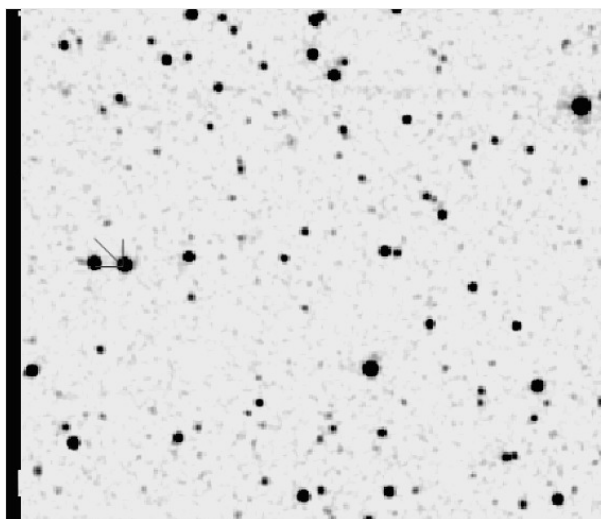


图 2 2MASS-J224050.50+484404.2的认证图, 箭头所指处为该目标双星.

Fig. 2 Finding chart of 2MASS-J224050.50+484404.2, the arrow indicates the binary target.

## 2.2 测光观测和数据处理

我们于2018年10月17、18、19日利用云南天文台1 m光学望远镜附加2k×2k像素的CCD相机对该活动双星系统进行了V、Rc两色测光观测. 仪器系统的有效视场约为7.3′×7.3′. 曝光时间分别为V波段240 s、Rc波段100 s.

我们将观测所得的CCD图像利用IRAF (Image Reduction and Analysis Facility)软件包进行了处理, 包括去除本底、平场改正以及宇宙线剔除, 然后利用IRAF的孔径测光任务得到了目标星和比较星的仪器星等值. 最后, 利用Tamuz等<sup>[14]</sup>和Cameron等<sup>[15]</sup>提出

的方法对所得到的原始测光数据进行了系统误差改正. 结果表明, 两个波段的典型观测误差分别为V波段0.007 mag、Rc波段0.006 mag.

利用此次观测中的主极小光变曲线和上述巡天观测中的主极小光变曲线(参见表1), 我们用二次函数拟合法得到了一系列的主极小时刻. 再运用最小二乘法拟合得到的所有主极小时刻, 得到了该双星系统的主极小历元公式:

$$\text{Min.}I = \text{HJD}2458409.045(\pm 0.001) + 0.60286(\pm 0.00002)E, \quad (1)$$

其中,  $\text{Min.}I$ 为主极小时刻,  $E$ 为圈数. 在上述计算过程中, 我们均使用HJD (Heliocentric Julian Date), 即日心儒略日来进行计算.

表 1 测光主极小时刻  
Table 1 Photometric minimum times of primary eclipse

HJD-2450000	Cycle	Telescope
7665.109	-602	Yunnan-HK survey telescope
7677.166	-582	...
7703.090	-539	...
7729.014	-496	...
7732.028	-491	...
7735.042	-486	...
7738.057	-481	...
8028.035	0	...
8081.087	88	...
8084.102	93	...
8087.115	98	...
8090.130	103	...
8110.025	136	...
8409.046	632	...
8412.060	637	...
8436.175	677	...
8437.983	680	...
8439.188	682	...
8440.997	685	...
8444.010	690	...
8409.042	632	1m telescope
8410.248	634	...
8409.041	632	...
8410.247	634	...

对于在1 m望远镜得到的全部观测数据, 我们使用历元公式(1)式来计算其轨道位相, 所得的结果光变曲线如图3所示.

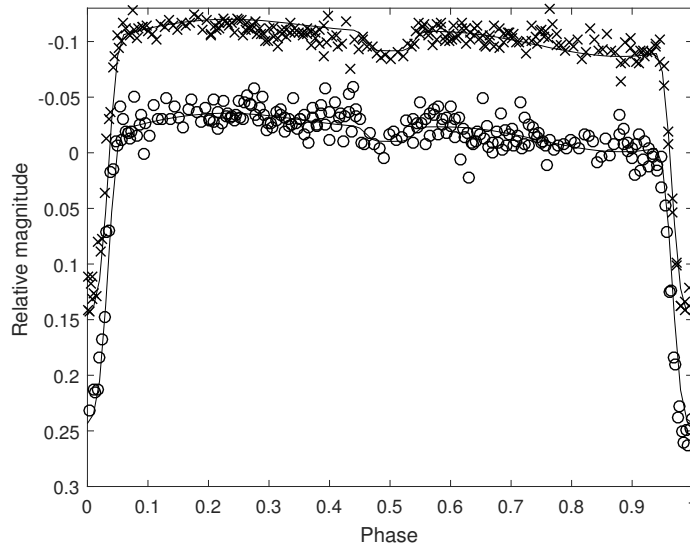


图3 双星系统的光变曲线和W-D (Wilson-Devinney)程序拟合结果. 其中“x”和“o”分别为测光Rc和V波段观测数据. 黑色实线为W-D程序拟合光变曲线.

Fig.3 Light curves of the binary and W-D (Wilson-Devinney) code fitting results. The “x” and “o” are photometric Rc and V data, respectively. The solid lines are the fitting curves generated by W-D code.

### 2.3 分光观测和数据处理

2018年10月21日、11月6日到8日以及12月20日到24日这9个晚上, 我们利用云南天文台丽江观测站的2.4 m望远镜附加云南暗弱天体光谱成像仪(Yunnan Faint Object Spectrograph and Camera, YFOSC)设备<sup>[16]</sup>对该目标源进行了分光观测(参见表2). 观测中, 我们使用了YFOSC的交叉色散模式, 对应的光谱分辨率约为2500. 我们总共得到了27幅光谱图像, 曝光时间为2700 s. 此外, 我们利用相同的仪器配置还观测了一批慢速自转的不活动恒星来生成标准光谱库(参见表3).

利用自主开发的基于PyRAF软件包的自动处理程序, 我们对上述目标星和标准星的观测图像进行了处理, 得到了它们的一维定标光谱. 通过和相应标准星光谱比对, 我们用多项式拟合法对目标星的全部一维光谱进行了连续谱归一化.

由于该双星系统的所有观测光谱均显示为明显的单线结构, 因此, 我们只测量了主星的视向速度. 具体做法是, 在4000 Å到7500 Å的波长范围内, 选取10条较强且不活动的谱线轮廓进行高斯函数拟合, 然后对所得到的中心波长进行视向速度归算, 对所有计算值取中值得到这一时刻的视向速度测量值. 然后, 对这些视向速度结果进行了太阳系质心速度修正<sup>[17]</sup>, 得到的主星视向速度曲线如图4所示.

表 2 YFOSC光谱观测日志. 其中SNR ( $H_{\alpha}$ )表示 $H_{\alpha}$ 线附近的信噪比, RV表示视向速度.  
**Table 2 Spectral observation log observed with YFOSC. SNR ( $H_{\alpha}$ ) represents signal to noise ratio around  $H_{\alpha}$  line, and RV represents radial velocity.**

HJD-2450000	Exposure time/s	SNR ( $H_{\alpha}$ )	RV/( $\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$ )
8413.075	2700	54.54	-58( $\pm 4$ )
8413.109	2700	49.29	-80( $\pm 3$ )
8413.141	2700	45.81	-80( $\pm 4$ )
8413.172	2700	46.52	-83( $\pm 2$ )
8413.207	2700	44.74	-93( $\pm 3$ )
8429.000	2700	30.53	47( $\pm 4$ )
8429.050	2700	30.12	37( $\pm 3$ )
8429.082	2700	35.58	17( $\pm 5$ )
8429.114	2700	30.29	2( $\pm 2$ )
8429.141	2700	48.90	-13( $\pm 2$ )
8430.002	2700	41.23	-50( $\pm 3$ )
8430.033	2700	34.11	-36( $\pm 2$ )
8430.069	2700	56.68	-12( $\pm 3$ )
8430.099	2700	51.02	-4( $\pm 4$ )
8430.126	2700	55.46	30( $\pm 1$ )
8430.990	2700	40.31	28( $\pm 3$ )
8431.023	2700	27.43	48( $\pm 2$ )
8431.058	2700	61.03	36( $\pm 5$ )
8431.089	2700	45.71	38( $\pm 4$ )
8431.117	2700	46.76	-3( $\pm 5$ )
8473.069	2700	66.49	-77( $\pm 2$ )
8474.029	2700	51.46	27( $\pm 4$ )
8475.002	2700	48.69	-67( $\pm 2$ )
8475.108	2700	36.24	3( $\pm 3$ )
8476.032	2700	51.22	-55( $\pm 3$ )
8476.115	2700	49.02	-84( $\pm 2$ )
8477.069	2700	46.34	24( $\pm 5$ )

表 3 标准星及其光谱型和光度级

Table 3 The standard stars with their spectral type and luminosity class

Star name	Spectral type and luminosity class	Star name	Spectral type and luminosity class
HD157214	G0V	HD198149	K0IV
HD166435	G1IV	HD185144	K0V
HD168009	G1V	HD171767	K1III
HD187237	G2III	HD197964	K1IV
HD146233	G2V	HD190404	K1V
HD186427	G3V	HD147142	K2IV
HD117176	G4V	HD166620	K2V
HD153344	G5IV	HD160346	K3V
HD154633	G5V	HD133459	K4III
HD163153	G8IV	HD154363	K5V
HD188512	G8IV	HD151877	K7V
HD184385	G8V	HD218329	M1III

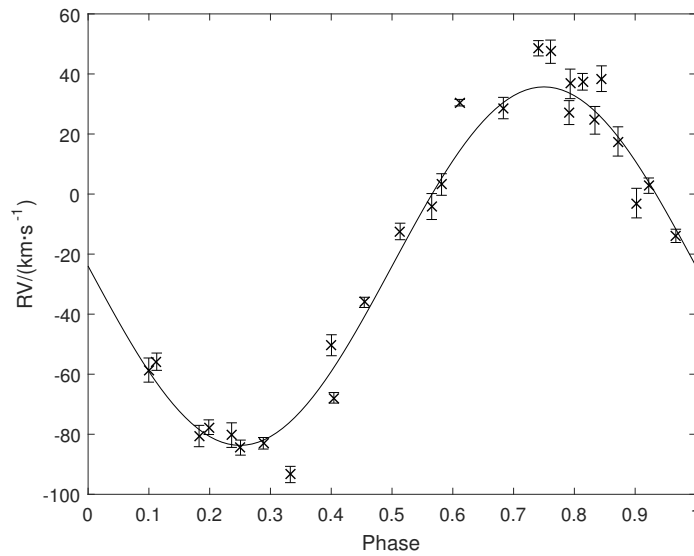


图 4 主星视向速度曲线以及W-D程序拟合. “x”表示视向速度测量值, 误差棒为其测量误差, 黑色实线表示W-D程序拟合视向速度曲线.

Fig. 4 Radial velocity curve of the primary star and corresponding fitting by W-D code. The sign “x” represents measured value of RV, the error bars are their measurement errors, and the solid line is the fitting RV curve generated by W-D code.

### 3 数据分析与轨道求解

#### 3.1 主星光谱型

我们得到的该双星系统的所有光谱无一例外地显示了明显的单线结构. 因此, 这些观测所得到的光谱仅可以用来分析主星的性质. 为了得到主星表面的有效温度, 需要先确定其光谱型. 我们采用对观测得到的目标星和标准星光谱进行交叉相关分析的方法来判断目标星光谱与不同标准星光谱形状的相似程度, 从而确定目标星的光谱型. 由于该双星系统的主星和标准星之间存在自转速度和视向速度差异, 在进行交叉相关分析之前, 这两项差异必须消除. 为此, 我们利用STARMOD程序<sup>[18]</sup>将每个标准星光谱中谱线的自转致宽和视向速度位移都归化到和目标双星主星光谱一致, 得到可以用来做交叉相关分析的一系列模拟标准星光谱. 然后, 为了提高交叉相关分析的精度, 我们选取光谱中信噪比高并且谱线比较多的区域进行交叉相关分析. 共选取了两个波长范围: 其一是4450 Å到4750 Å, 其二是5950 Å到6416 Å.

对所有标准星与目标星光谱的交叉相关分析结果表明, 标准星HD160346 (K3V)在上述两个波长范围内均显示出最强的相关性. 因此, 我们认为该双星系统主星的光谱型为K3V. 根据Johnson<sup>[19]</sup>给出的恒星表面有效温度与光谱型的对应关系, 可知该双星系统主星表面的有效温度为4500 K.

#### 3.2 色球活动

在恒星光谱中, CaII HK线和H $\alpha$ 线是常用的色球活动指标. 这些色球活动指标可以代表色球层不同高度处的磁场活动<sup>[20]</sup>. 在该系统的观测光谱中, CaII HK线显示出明显的线心发射特征, H $\alpha$ 线显示为高于连续谱的发射线, 如图5和6所示, 这表明其主星表面存在着强烈的磁场活动.

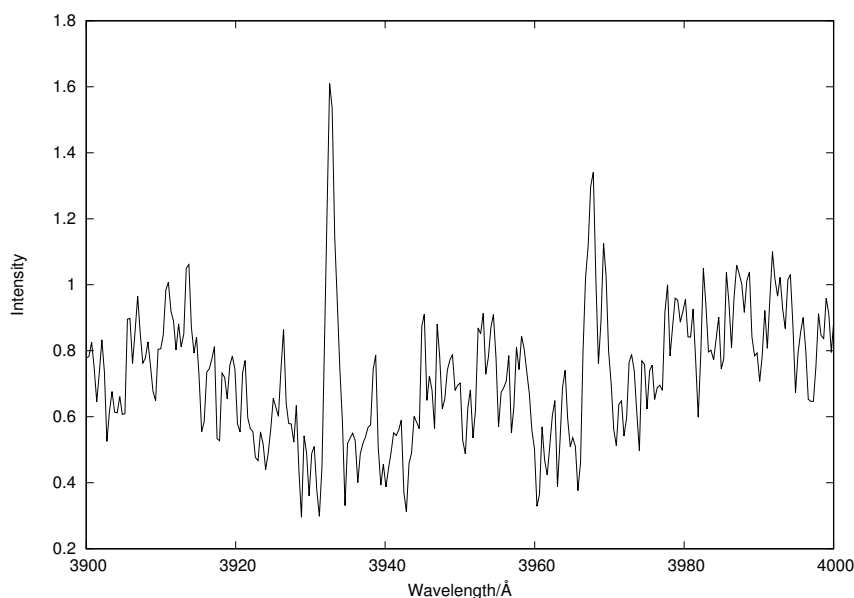
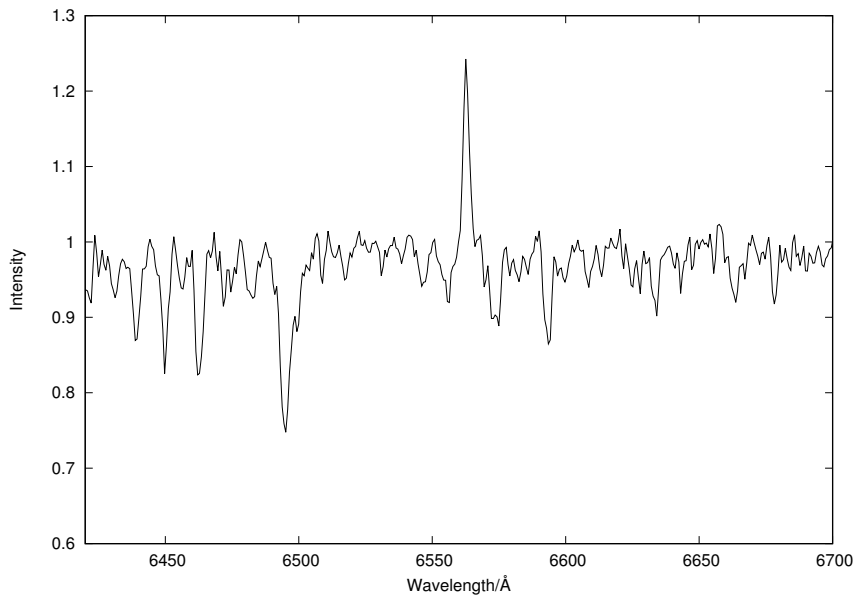


图 5 线心发射的CaII HK谱线轮廓

Fig. 5 CaII HK lines profile with core emission



图 6 H $\alpha$ 发射的谱线轮廓Fig. 6 H $\alpha$  emission line profile

### 3.3 轨道参数

为了计算这个双星系统的轨道参数, 我们利用2013版<sup>[21-22]</sup>W-D程序<sup>[23]</sup>来分析上述的两色测光数据. 根据前面的测定, 主星光谱型为K3V, 因此, 我们取主星表面的有效温度为 $T_1 = 4500$  K, 次星表面的有效温度 $T_2$ 在计算中设为自由参数. 在计算中, 我们选择W-D程序中的mode 2 (分离双星模式), 同时假设双星系统为圆轨道同步自转. 对于系统的反射效应, 我们采用Wilson在1990年提出的反射模型<sup>[24]</sup>; 对于临边昏暗效应, 我们采用线性临边昏暗律, 临边昏暗系数则根据Van Hamme<sup>[25]</sup>在1993年给出的表格来进行取值. 因为该双星系统两个子星均为晚型星, 所以它们的热反照率和引力昏暗系数分别取为 $A_1 = A_2 = 0.5$ ,  $g_1 = g_2 = 0.32$ <sup>[26-27]</sup>. 由于该系统为单线双星, 为了确定其质量比 $q$  (次星质量与主星质量之比), 需要采用 $q$ -search方法来搜寻.

在图3所示的光变曲线中, 在食外位相存在明显的畸变, 并且其幅度与次食的深度相当. 基于在光谱观测中发现的主星强烈的色球活动这一特征, 我们将这种食外畸变归因于主星表面的黑子活动. 因此, 在计算中我们需要建立主星的黑子模型. 为了减小黑子参数之间的相关性从而得到收敛的解, 我们将黑子纬度以及有效温度设为固定值. 假设主星上存在一个黑子, 它的纬度(Latitude<sub>spot</sub>)固定为从主星北极向赤道方向的 $30^\circ$ , 有效温度指数(黑子有效温度与恒星表面有效温度的比值)取为0.8, 即黑子有效温度( $T_{\text{spot}}$ )取3600 K, 对应K型恒星表面黑子的典型有效温度<sup>[28]</sup>. 假设一个合理的质量比, 利用W-D程序的DC(微分改正)子程序进行多次迭代, 我们就得到了收敛的黑子模型. 利用得到的黑子模型, 我们开始了下面的 $q$ -search过程.

在 $q = 0.05-0.6$ 之间, 以0.05为步长进行 $q$ -search计算, 如图7左图所示. 可以发现, 在 $q = 0.15-0.35$ 之间存在着拟合残差的极小区间, 故在这一范围内我们取步长为0.005进

行更加精细的计算,如图7右图所示.从图中可见,拟合残差最小值对应 $q = 0.24$ .因此,我们取 $q = 0.24$ 来作为系统的最终质量比.在这个基础之上,我们再加入观测得到的视向速度曲线,继续DC计算以求得最佳的系统参数和黑子参数,结果如表4所示.其中, $x_1$ 、 $x_2$ 分别为主星和次星的临边昏暗系数,下标V、Rc分别表示其观测波段V和Rc, $\Omega_1$ 、 $\Omega_2$ 分别为主星和次星的表面势, $i$ 为轨道倾角, $L_1$ 、 $L_2$ 分别为主星和次星的光度, $r_1$ 、 $r_2$ 分别为主次星半径与轨道半长轴( $a$ )的比值,Longitude<sub>spot</sub>、Radius<sub>spot</sub>分别表示黑子的经度和角半径, $M_1$ 、 $M_2$ 、 $R_1$ 、 $R_2$ 分别表示主次星的质量和半径,利用W-D程序的LC(光变曲线)子程序计算得到了系统的理论光变曲线(参见图3)和几何构形(参见图8),从图3可以看出,理论模型很好地再现了观测数据.

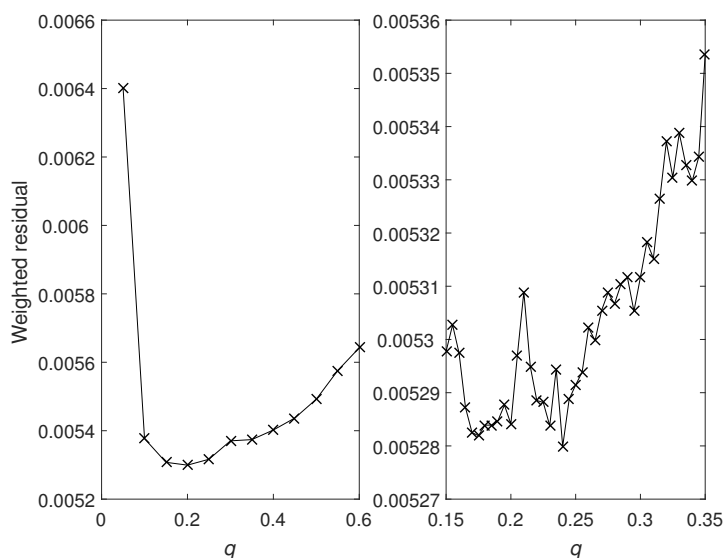
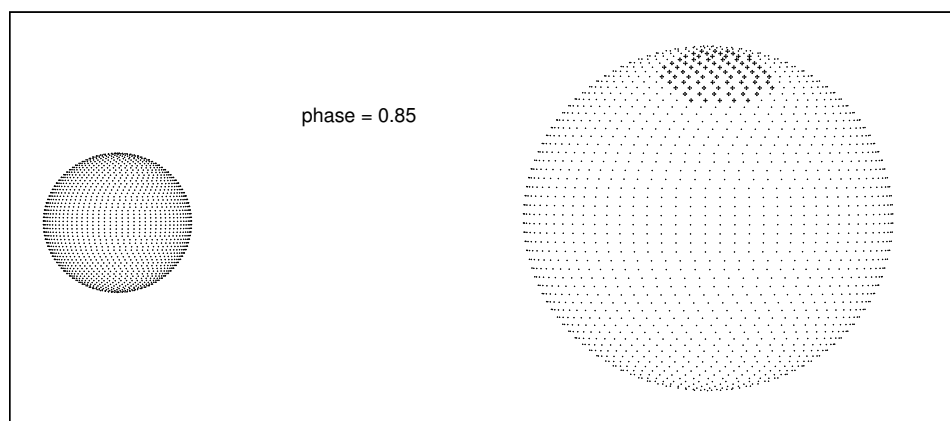
图 7  $q$ -search结果Fig. 7  $q$ -search results

图 8 双星系统在位相0.85处的几何构形,阴影部分代表黑子.

Fig. 8 The configuration of the binary system at phase 0.85, the shadow represents the starspot.

表 4 双星系统的物理参数. 其中“Assumed”表示人为设置参数  
 Table 4 The physical parameters of the binary system. “Assumed” means artificially set parameter

Parameters	Values	Errors
$g_1 = g_2$	0.32	Assumed
$A_1 = A_2$	0.5	Assumed
$x_{1V}$	0.788	Assumed
$x_{2V}$	0.629	Assumed
$x_{1Rc}$	0.684	Assumed
$x_{2Rc}$	0.605	Assumed
$T_1$	4500 K	Assumed
$q(M_2/M_1)$	0.24	Fixed
$\Omega_1$	4.23	$\pm 0.04$
$\Omega_2$	3.75	$\pm 0.03$
$T_2$	3131 K	$\pm 100$ K
$i$	$89.3^\circ$	$\pm 0.3^\circ$
$L_{1V}/(L_{1V} + L_{2V})$	0.9899	$\pm 0.0005$
$L_{1Rc}/(L_{1Rc} + L_{2Rc})$	0.9857	$\pm 0.0007$
$r_1(\text{pole})$	0.2479	$\pm 0.0023$
$r_1(\text{point})$	0.2521	$\pm 0.0025$
$r_1(\text{side})$	0.2503	$\pm 0.0024$
$r_1(\text{back})$	0.2515	$\pm 0.0025$
$r_2(\text{pole})$	0.1001	$\pm 0.0012$
$r_2(\text{point})$	0.1010	$\pm 0.0013$
$r_2(\text{side})$	0.1003	$\pm 0.0012$
$r_2(\text{back})$	0.1009	$\pm 0.0013$
Latitude <sub>spot</sub>	$30^\circ$	Assumed
$T_{\text{spot}}$	3600 K	Assumed
Longitude <sub>spot</sub>	$58^\circ$	$\pm 3^\circ$
Radius <sub>spot</sub>	$16.2^\circ$	$\pm 0.5^\circ$
$M_1$	$1.47 M_\odot$	$\pm 0.03 M_\odot$
$M_2$	$0.35 M_\odot$	$\pm 0.01 M_\odot$
$R_1$	$0.92 R_\odot$	$\pm 0.02 R_\odot$
$R_2$	$0.37 R_\odot$	$\pm 0.01 R_\odot$

## 4 讨论和结论

由于观测到的全部光谱呈现出明显的单线特征, 故我们只能讨论该系统主星的色球活动. 通常, 色球磁场活动会使得CaII HK和H $\alpha$ 线的谱线轮廓表现为线心发射和线心填充, 甚至为高于连续谱的发射线<sup>[29]</sup>. 在我们观测得到的光谱中, H $\alpha$ 线表现为高于连续谱的发射线, 而CaII HK线则表现为线心发射, 这说明该双星系统具有很强的磁场活动水平<sup>[20]</sup>.

Biazzo等人在2006年对RS CVn型活动双星VY Ari、IM Peg和HK Lac进行了同时的测光和分光观测<sup>[7]</sup>. 他们发现, 3颗目标星的H $\alpha$ 线发射强度均与V波段光变曲线呈反相关关系, 即H $\alpha$ 线发射较强的位相对应光变曲线光度较低的地方. 这些结果证实了恒星光球与色球磁活动在空间上的相关性. 就我们新发现的这个磁活动双星来说, 由于测光数据和分光数据不是同时观测的, 而且分光数据分布在较长的时间基线上, 所以, 暂时无法确定光球黑子和色球活动区是否存在确定的空间联系. 最近, Pi等<sup>[30]</sup>对磁活动食双星DV Psc进行了细致的观测研究, 他们利用长期的测光数据给出了DV Psc的黑子活动周, 探讨了黑子活动和耀斑的关系, 证明了光球活动和色球活动在空间上的相关性.

Kunt等<sup>[31]</sup>在2017年通过对RS CVn型磁活动食双星KIC7885570的长期测光数据的分析, 发现其在食外相位存在由于恒星黑子导致的自转调制现象. 他们依据轨道周期将光变曲线分割成35段, 并分析每一段的自转调制, 发现食外黑子正弦光变的相位以及幅度均会在几个周期的时间内发生变化, 证实了磁活动区域的快速演化. 这说明, 对恒星磁场活动需要做长期的监测, 才能透彻理解其物理机制.

活动双星是理解恒星磁场特性的重要样本, 对它们的观测研究可以为建立完善的恒星磁场发电机模型提供限制. 在未来, 对该磁活动双星的测光和分光同步观测将有助于了解其细致的磁场活动规律, 特别是, 高色散的分光观测将有助于人们研究各个色球活动指标的物理特性, 可以更加全面地认识它们的磁场结构和演化情况. 我们将在未来几年对云南-香港巡天发现的典型磁活动恒星样本进行细致的研究, 利用云南天文台的1 m望远镜进行测光观测以刻画其物理参数、利用巡天数据确定其黑子活动周、利用云南天文台丽江2.4 m和国家天文台兴隆2.16 m望远镜附加光谱仪测定其各个色球活动指标.

## 参 考 文 献

- [1] Strassmeier K G. A&ARv, 2009, 17: 251
- [2] Kron G E. PASP, 1947, 59: 261
- [3] Hall D S. PASP, 1972, 84: 323
- [4] Hall D S. Spss Conf, 1981, 431
- [5] Kozhevnikova A V, Alekseev I Y. A&AT, 2014, 28: 259
- [6] Alekseev I Y, Kozlova O V. Ap, 2001, 44: 429
- [7] Biazzo K, Frasca A, Catalano S, et al. A&A, 2006, 446: 1129
- [8] Strassmeier K G, Rice J B, Wehlau W H, et al. A&A, 1993, 268: 671
- [9] Zhang L Y, Lu H P, Han X L, et al. NewA, 2018, 61: 36
- [10] Pollacco D L, Skillen I, Collier Cameron A, et al. PASP, 2006, 118: 1407
- [11] Helminiak K G, Brahm R, Ratajczak M, et al. A&A, 2014, 567: A64
- [12] Çokluk K A, Koçak D, İçli T, et al. MNRAS, 2019, 488: 4520

- [13] Gu S H, et al.
- [14] Tamuz O, Mazeh T, Zucker S. MNRAS, 2005, 356: 1466
- [15] Cameron A C, Pollacco D, Street R A, et al. MNRAS, 2006, 373: 799
- [16] Fan Y F, Bai J M, Zhang J J, et al. RAA, 2015, 15: 918
- [17] Wright J T, Eastman J D. PASP, 2014, 126: 838
- [18] Barden S C. ApJ, 1985, 295: 162
- [19] Johnson H L. ARA&A, 1966, 4: 193
- [20] Montes D, Fernández-Figueroa M J, De Castro E, et al. A&AS, 1997, 125: 263
- [21] Wilson R E. JASS, 2012, 29: 115
- [22] Wilson R E. AJ, 2012, 144: 73
- [23] Wilson R E, Devinney E J. ApJ, 1971, 166: 605
- [24] Wilson R E. ApJ, 1990, 356: 613
- [25] Van Hamme W. AJ, 1993, 106: 2096
- [26] Lucy L B. ZA, 1967, 65: 89
- [27] Ruciński S M. AcA, 1969, 19: 245
- [28] Catalano S, Biazzo K, Frasca A, et al. A&A, 2002, 394: 1009
- [29] Bopp B W, Saar S H, Ambruster C, et al. ApJ, 1989, 339: 1059
- [30] Pi Q F, Zhang L Y, Bi S L, et al. ApJ, 2019, 877: 75
- [31] Kunt M, Dal H A. AcA, 2017, 67: 345

## A New Magnetically Active Binary System Discovered in Yunnan-Hong Kong Wide Field Survey

WANG Jian-hua<sup>1,2,3</sup>    GU Sheng-hong<sup>1,2,3</sup>    WANG Xiao-bin<sup>1,2,3</sup>  
YEUNG Bill<sup>4</sup>    NG Eric<sup>4</sup>

*(1 Yunnan Observatories, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650216)*

*(2 Key Laboratory for the Structure and Evolution of Celestial Objects, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650216)*

*(3 School of Astronomy and Space Science, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)*

*(4 Hong Kong Astronomical Society, Hong Kong 999077)*

**ABSTRACT** We present a newly discovered magnetically active binary system detected by Yunnan-Hong Kong wide field survey, with an orbital period of 0.60286 day. Two color photometry for the system was performed using the 1 m Cassegrain telescope of Yunnan Observatories with its CCD (Charge-Coupled Device) camera. In the observed light curves, there are clear different light maxima existed in the out-of-eclipse regions. We made spectroscopic observations for the binary system using the 2.4 m telescope and YFOSC (Yunnan Faint Object Spectrograph and Camera) of Lijiang station of Yunnan Observatories, China. The radial velocity curve was derived for primary star of the binary system. The primary star exhibited strong chromospheric activity, which confirms that the distortion of the light curves results from the starspot activity on the primary star. Through analyzing the light curves and RV (Radial Velocity) curve mentioned above by means of the Wilson-Devinney (W-D) code, orbital parameters and starspot configuration of the binary system are obtained. Finally, we have discussed the properties of the binary system and given the prospects on the future work.

**Key words** binary: eclipsing, stars: activity, stars: magnetic field, starspots