

由卫星的历表位置测定恒星位置

彭青玉 冒蔚

(中国科学院云南天文台 昆明 650011)

叶彬浔

(中国科学院北京天文台)

摘 要

利用云南天文台 1m 望远镜上的 1 号 CCD 的 SRT(分离读出技术)观测天王星卫星的资料,相对卫星的历表位置测定了暗恒星的位置,测定精度与目前国外天然卫星位置测定时的最好精度相当。

关键词 天体测量—行星位置—天然卫星

1 大行星和天然卫星观测的现状

动力学参考架作为天文参考架,在基本天体测量中具有重要的意义。通常,它要求利用太阳系天体的观测资料来建立。目前,国际上主要的几架子午环都在重新进行大行星的位置测定,有直接观测大行星本身的^[1],也有先观测大行星的卫星,然后再由卫星,动力学理论推得大行星(质心)位置的^[2,3]。但测量的单次精度都不高(0.15"—0.30")。鉴于目前大行星主要卫星理论的日趋完善,加之长期地面观测资料和行星际探测器观测资料用于卫星的轨道改正,卫星相对于行星的位置精度已非常高。例如,天王星主要卫星的 GUST86 理论^[4],土星主要卫星的 TASS 1.6 理论^[5]等等,在地面观测时,卫星之间的内部符合理论上可达到毫角秒的水平。换言之,由天然卫星的测量位置可以精确地导出其主星的(质心)位置。但是,天然卫星的高精度测量通常需要在长焦距的大望远镜上用照相方法进行,这时,观测的视场小,很难有足够的基星作为定标,视场中往往只有少量的暗恒星,如果采用 CCD 作为接收终端,情况更是如此。因此,欲直接以基星作为定标星精确地测定天然卫星的位置,进而导出大行星在基本系统中的精确(质心)位置是很困难的。

2 精确测定大行星(质心)位置

鉴于上文所述大行星卫星的观测和具有高精度内部符合的历表,我们设想如下的观测方式来精确测定行星的质心位置。

在长焦距的大望远镜上用 CCD 观测天然卫星和邻近的暗恒星,并以暗星作为过渡,通过子午环上 CCD 的漂移扫描观测方式(相对地,具有较大视场,如 20' 宽的赤纬带)作为联接,进行基星和暗恒星的观测,最后实现高精度参考架(如伊巴谷参考架)中大行星质

心位置的精确测定.

大望远镜上 CCD 观测天然卫星的最新结果表明,观测的图像经特殊处理后,天然卫星(主要指土星和天王星的主要卫星)的单次测定精度比较高(0.04"—0.09")^[6,7].可见,以此精度测定天然卫星,可以精确地测定同一视场中暗星在历表系统中的位置,或者说卫星与暗恒星之间的相对位置.如果每晚观测数百帧图像(每2帧图像间的时间间隔可以很短,如2min),平差后,它们之间的相对位置可以高达毫角秒的精度.这些暗恒星在历表系统中的位置要受到大行星历表(DE200或更新的DE403)位置误差的影响,但在较短时期(如几天)内可视为不变.另一方面,当用子午环的CCD漂移扫描方式观测时,其局部区域内恒星之间的测量精度也较高,据文献[8]的结果,视场内恒星之间的相对定位精度(单次测量)可达0.04".恒星不同于行星,同一天区内的恒星在较长时间几十次观测,同样可达毫角秒量级的相对位置精度.因为这种观测的视场中有相当数量的伊巴谷星,由此实现在伊巴谷参考架中,高精度大行星质心位置的测定.

3 试验观测及测量精度

高精度测定大行星的质心位置,重要的环节是如何精确测定在行星和卫星的视场中暗恒星和卫星的位置,从而相对于卫星历表精确确定暗恒星的位置.

1996年11月14日和15日二晚,用云南天文台1m望远镜上1号CCD的SRT(分离读出技术)观测到了23帧天王星及其部分卫星的图像.利用天然卫星的历表位置(卫星由GUST 86计算,天王星由VSOP 82计算)*,采用类似于Veiga和Martins^[9]的最新图像处理方法,自行设计软件,初步处理得到了表1中的结果.因为SRT技术的特殊性,每次只能观测到天王星的2—3颗卫星,另外,由于长露光(~50S,I滤光片)区域很小(2'×2.5'),每次只可见1颗恒星,即二个晚上只观测到了2颗暗恒星(若采用新型的CCD,视场可达6.5'×6.5',将有更多的暗恒星可被利用).

表1 相对于天然卫星测定恒星位置

时间	参考用卫星	图像帧数	平差位置(1950.0)	单次测定精度	说明
1996-11-14	Umbriel	8	$\alpha=20\ 11\ 21.46\text{LT}$	0.108"	该恒星(~15mag)
	Oberon		$\delta=-20^{\circ}\ 37'\ 31.61''$	0.065"	与天王星角距离约1.5'
1996-11-15	Ariel	15	$\alpha=20\ 11\ 35.27\text{LT}$	0.052"	该恒星(~15mag)
	Titania		$\delta=-20^{\circ}\ 36'\ 13.22''$	0.061"	与天王星角距离约1.0'

由表1可见,除第1颗恒星赤经方向的精度(标准误差)略低外,其余各项的精度均达0.06"的水平.这一精度与目前国外天然卫星位置测定时的最好精度相当.试验表明,相对于天然卫星可以精确地测定暗恒星的位置.研究还发现,表1中第1颗恒星在赤经方向精度略低的原因是它在该方向与主星相距较远,从而,比例尺误差在该方向的影响更大.

致谢 感谢陕西天文台沈凯先研究员的鼓励和建设性的意见,云南天文台SRT研究组提供观测资料,以及子午天文研究组王锋,杨靖和李志明同志在观测资料处理过程中给予的热情帮助.

* 与Verga C H. 私人通信获得天王星及其卫星的理论位置

参 考 文 献

- [1] Stone R C. CCD positions for the outer planets in 1995 determined in the extragalactic reference frame. *Ap. J.*, 1996, **112**(2):781
- [2] Morrison L V, Buontempo M E, Carlsberg optical astrometry of the outer solar system. IAU Symp. No. 172, 1995. 399—406
- [3] Taylor D B, Morrison L V, Rapaport M. Saturn's position derived from meridian circle observations of Titan and Iapetus. *Astron. Astrophys.*, 1991, **249**:569—573
- [4] Laskar J, Jacobson R A. An analytical ephemeris of the Uranian satellites. *Astron. Astrophys.*, 1987, **188**: 212—224
- [5] Vienne A, Duriez L. Tass 1.6:Ephemerides of the major Saturnian satellites. *Astron. Astrophys.*, 1995, **297**: 588—605
- [6] Harper D *et al.* CCD astrometry of Saturn's satellites 1990—1994. *Astron. Astrophys.*, **121**(supp):65—69
- [7] Veiga C H, Martins R V. Positions of Uranian satellites. *Astron. Astrophys.*, **107**(supp):559—561
- [8] Stone R C *et al.* The Flagstaff astrometry scanning transit telescope (fast) and star positions determined in the extragalactic reference frame. *Ap. J.*, **111**(4):1721—1742
- [9] Veiga C H, Martins R V. Astrometric position determination of digitized images of natural satellites, *Astron. Astrophys.*, **111**(supp):387—392

POSITIONAL DETERMINATION OF A STAR WITH RESPECT TO THE EPHEMERIDES OF URANIAN SATELLITES

PENG Qingyu MAO Wei

(Yunnan Observatory, The Chinese Academy of Sciences, Kunming 650011)

YE Binxun

(Beijing Observatory, The Chinese Academy of Sciences)

Abstract

This paper presents an observational routine to determine precisely the barycentric positions of the outer planets (Saturn, Uranus, and Neptune) by CCD observations. It is required according to the routine that the CCD observations are obtained with both a long-focus telescope which is used to observe some satellites of an outer planet and a meridian circle which works in a CCD drift scanning manner. Furthermore, the observations obtained with No.1 CCD on 1-meter telescope at the Yunnan Observatory is used to determine the positions of two faint stars with respect to the positions of the ephemerides of Uranian satellites. The results show that the positional precision for each star is comparable to the best observations of Uranian satellites.

Key words Astrometry, Planetary position, Natural satellites