

上海天文台25米射电望远镜观测星际羟基分子谱线成功

钱志瀚 李德盛 华德铭 梁世光 张卫民 谭昕

(中国科学院上海天文台)

周体健 罗先汉 姚德一 杜声孚 沈泽新

(北京大学)

徐健生

(电子工业部第39研究所)

一、前言

宇宙中的羟基(OH)分子的吸收线是在1963年首次发现的,它的受激发射线是在1965年在宇宙中的电离氢(H II)区发现的。羟基分子是在射电波段发现的第一个星际分子,自此开创了天文学中射电分子谱线观测的历史,至今已发现了五十多种星际分子。羟基谱线源通常与H II区及红外星物理成协,所以它与恒星的形成及早期和晚期演化有着密切联系,因此,它一直是观测和研究得最多的星际分子之一。以往,由于我国的射电天文设备比较落后,所以长期以来在国内无法进行分子谱线的射电观测。现在由于上海天文台25米射电望远镜及18厘米谱线接收系统的研制成功,从而创造了国内进行射电分子谱线观测的条件。

1986年3—4月,上海天文台与北京大学、电子工业部第39研究所合作,在陕西眉县39所的测试场用25米射电望远镜进行了国内首次18厘米羟基脉泽源的谱线观测,并且获得了成功。

二、观测设备简介

25米射电望远镜的天线系统(除计算机控制系统外)是电子工业部第39研究所根据上海天文台提出的总体技术指标所研制的,该天线的工作范围为波长1.3—21厘米,采用波束波导卡塞格林馈电系统。但18/21厘米波长较长,不适宜于用波束波导,所以该两波段采用了三次反射的方案。馈源有左旋圆偏振和右旋圆偏振两路输出,这次观测采用左旋圆偏振。天线的计算机控制系统由上海天文台研制,该系统由两台微机(Cromemco System I及Apple I)一台专用接口及数字钟所组成,控制软件用Forth语言编成。

谱线接收系统由接收机前端(高放、混频及前中

等)、本振、视频转换、数字化自相关频谱仪及总功率计等组成,其中数字化自相关频谱仪由北京大学地球物理系等单位研制,其余部分均由上海天文台研制或装调。该自相关频谱仪共128通道,采样速率可变,共6档:2,500、1,250、625、312.5、156.25及78.13kHz,采用海明窗,加权后的分辨率相应为:16.7、8.4、4.2、2.1、1.0、0.5kHz;其带宽相应为:1,250、625、312.5、156.25、78.13及39.06kHz。

系统的框图见图1。

三、观测和数据处理

观测前的准备工作是在1986年3月进行的主要工作内容为:天线控制系统联机总调试、接收系统的分调及总调、系统参数的测定及试观测等。

正式观测是在1986年3月27日至4月18日期间进行的,观测的目标及其他有关情况如表1所示。

表 1. 观测情况

源名称	观测日期	谱线	积分时间(s)	证认
W3	1986.3.27	1,665	800	H I 区
	4.11	1,665	3,200	
W49	4.14	1,665	2,560	H I 区
NGC 6334	4.15	1,665	4,000	H I 区
NML Cyg	4.18	1,612	3,200	红外星

频谱仪的采样频率用第二档,即1,250 kHz,所以相应的带宽和分辨率分别为625kHz和8.4kHz。采用频率开关法进行观测,为了提高信噪比,充分利用观测数据,频率偏置值采用197kHz,即相应偏移40个通道。这样做法可使频率偏置前后所观测的谱线峰值均可落在观测的带宽范围内。一般使得在频率偏置前,峰值落在60—80通道范围内,则偏置后就落在100—120通道范围内。频率开关是以观测组为单位进行的,每组观测一般为3—7分钟。

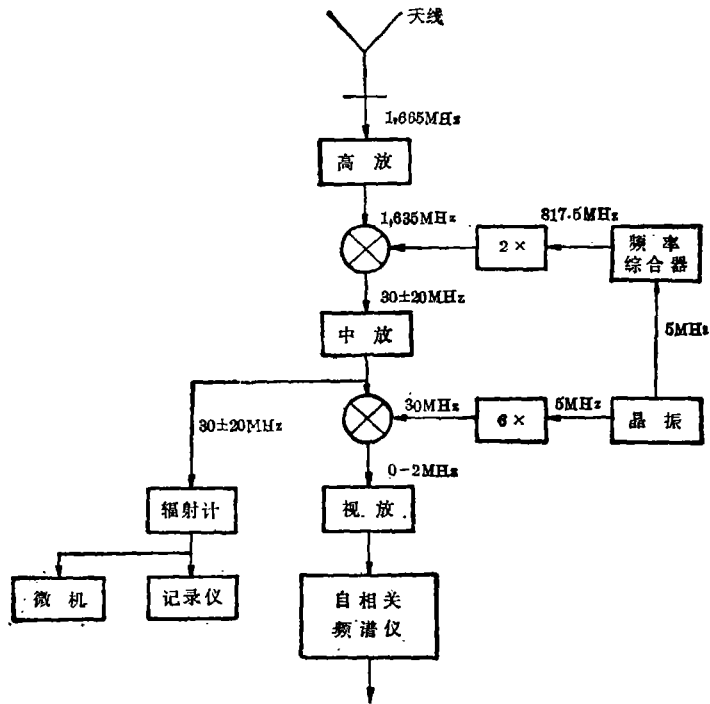


图 1. 18厘米谱线接收系统框图(以接收1,665线为例)。

观测频率的设置是经过 LSR(本地静止标准)改正的,以保证预计的谱线位置落在要求范围内,不同时间的观测结果能落在同一通道位置上。

系统噪声 T_s 和天线效率 η 是利用标准源 CasA 和 Tau A 进行的,在 18 厘米波长上它们的流量密度为 $1,735 \text{ Jy}$ 和 895 Jy ^[1],得到 $\eta=40\%$ 和 $T_s=320\text{K}$ 。

数据处理的方法是这样的:首先将各个源的观测数据按频率偏置前和后一一对应相减后取平均,如果观测到谱线的话,则就会出现一个 S 形的谱线轮廓,两个峰值一个朝上一个朝下,其间距为 40 个通道;然后在这 S 形谱线轮廓的中间截断,再相对移位 40 个通道后相减。这样就得到这个源的谱线轮廓的观测结果。定标是采用国外对 W3 的观测结果^[2]作为标准源,以接收源的总功率相等为原则来确定我们的观测值的流量密度尺度。最后得到所观测源的谱线峰值的视向速度(相对于 LSR)及流量密度如表 2 所示,谱线轮廓见图 2。

四、观测结果的意义

图 2 所示的各个源的谱线轮廓的形状及峰值的

表 2 观测结果

源名称	谱线	峰值视向速度(相对于 LSR, km/s)	峰值流量密度(Jy)
W3	1,665	-44.9	148
W49	1,665	17.0	181
NGC 6364	1,665	-9.1	140
NML Cyg	1,612	-22.2	320

视向速度与国外观测结果是基本相符的,这说明观测获得成功,结果是可信的。由于谱线接收设备为初次研制成功,分辨率还较低,线性度还有待测定和提高,定标技术也需改进。因此,谱线轮廓的细节较差,有的峰值流量误差较大,有待进一步改进。这次为利用国内设备在国内首次进行的星际羟基分子谱线射电观测并且获得成功,这就迈出了国内开展射电分子谱线观测的第一步,填补了我国天文观测中的一项空白,对于国内今后星际分子谱线的射电观测工作的开展及仪器设备的研制起到了促进作用。同时,观测数据可供进一步研究之用。

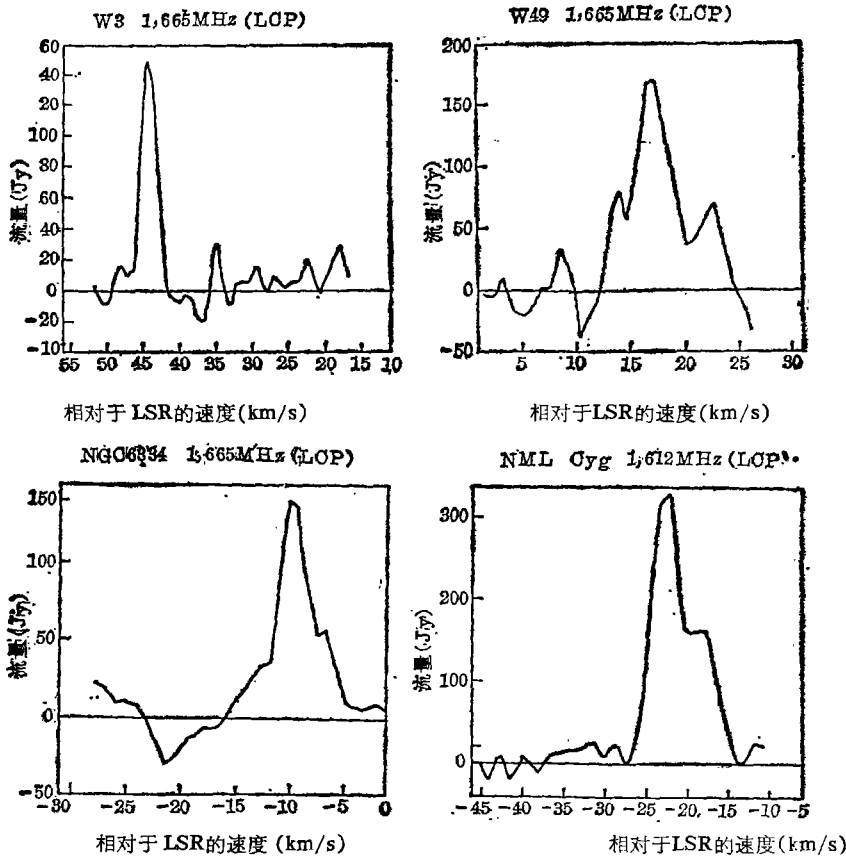


图2. 上海天文台25米射电望远镜首次观测的W3, W49, NGC6334及NML Cyg等OH脉泽源的谱线轮廓图; 1986年3—4月观测, 左旋圆偏振。

参加这次观测工作的还有上海天文台陈建强、傅冰; 北京大学李德勇、严响。

对于39所的领导及有关同志对于这次观测工作的关心、支持及大力协助深表感谢。

参 考 文 献

- [1] Baars, J. W. M. et al., *Astron. Astrophys.*, 61 (1977), 99,
 [2] Fouquet, J. E. and Reid, M. J., *A.J.*, 87 (1982), 691.

The Observations of Galactic 18cm OH Emission with the 25m Radio Telescope of Shanghai Observatory

Qian Zhihan Ji Desheng Hua Deming
 Liang Shiguang Zhang Weimin Tan Xin
 (Shanghai Observatory, Academia Sinica)

Zhou Tijian Ruo Xianhan Yao Deyi Du Shengfu Shen Zexin
 (Beijing University)
 Xu Jiansheng
 (The Ministry of Electronic Industry, China)