



研究简讯

在乌鲁木齐天文站 25 米天线上进行的脉冲星观测

康 连 生

(中国科学院北京天文台 北京 100080)
(中国科学院射电联合实验室)

摘 要

1996年1月,由北京天文台、北京大学、乌鲁木齐天文站组成的研究小组完成了乌鲁木齐天文站 25m 天线的脉冲星观测系统,取得了一些脉冲星的观测结果。共成功地观测了 8 颗脉冲星,得到 4 颗脉冲星的轮廓图;还观测到 PSR1133+16 的反常模式。乌鲁木齐天文站将成为我国重要的脉冲星观测基地。

关键词 脉冲星:一般—方法:观测

在北京天文台和北京大学合作进行的脉冲星观测实验的基础上,由北京天文台、北京大学和乌鲁木齐天文站联合脉冲星观测研究小组在乌鲁木齐天文站 VLBI 室有关技术人员配合下,将北京天文台研制的脉冲星观测专用设备^[1]移植到乌鲁木齐天文站 25m 天线上,并对 25m 天线原系统作了适当的改动。从 1996 年 1 月 22 日至 31 日成功地对 8 颗脉冲星进行了观测,取得了一批观测资料,其中有 4 颗脉冲星的精度很高,得到了低频 (327MHz) 段上有关辐射强度、脉冲宽度等重要参数。这是目前用国内设备获得的脉冲星观测研究成果最多,最好的一次。这次观测的成功,将使我们能够对一批脉冲星的辐射和时间特性及其变化进行系统的研究。

脉冲星的观测研究具有重要的科学意义。我国在脉冲星理论研究方面已具有相当高的水平,但在观测研究方面较为落后。乌鲁木齐天文站地处祖国边陲,其南山甚长基线站建站不久,科研条件比较困难,这次脉冲星观测的成功开辟了我国天文学脉冲星观测研究新领域。现已将脉冲星观测专用设备暂留乌鲁木齐天文站,并且对该站有关人员进行脉冲星知识和观测设备使用及原理的培训,该站脉冲星小组将继续进行观测,使该站成为目前国内最好的脉冲星观测基地。参加该项工作的三个单位将进一步商讨今后脉冲星观测与合作研究计划。

1 新的脉冲星观测系统的建立

与其他天文观测不同,脉冲星观测要求高的时间分辨率和重复的观测程序。乌鲁木齐天文站 25m

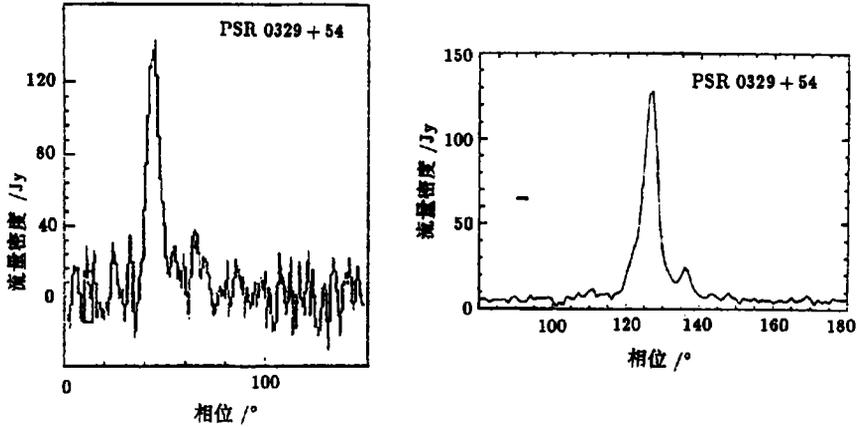


图1 PSR0329+54 的平均脉冲轮廓显示观测系统调整后信噪比增加了5倍

天线是为 VLBI 观测设计的系统, 不能满足脉冲星观测要求。我们进行了深入的研究和实验, 对系统进行了四项改动才使观测取得成功。首先是将 327MHz 圆极化馈源改成线极化接收。因为脉冲星辐射圆极化分量很弱, 只有线极化分量的百分之五左右, 不改馈源则难以接收。第二, 原系统将一个定向耦合器加在了高放前面, 严重影响了接收脉冲星的灵敏度。将其去掉后信噪比增加了5倍。图1是改动前后的观测结果比较。第三, 原系统带宽 20MHz。由于星际介质的色散效应, 如此带宽无法接收脉冲星信号。我们在系统中加上了一个 1MHz 带宽的滤波器, 以满足脉冲星观测的要求。第四, 原系统时间常数为秒级, 而脉冲星周期为几 ms 到几 s, 信号进入系统后将被平滑掉。因此, 我们将低放换成了时间常数为 1ms 的。另外对我们原来研制的脉冲星观测和处理软件^[2]也进行了必要的调整。

此次脉冲星观测系统包括: 25m 天线, 前置高放, 滤波器, 高放, 检波, 低放, A/D 变换, 数据采集, 计算机 9 个部分。其中 25m 天线为改进型卡氏天线, 地平装置, 方位正负 270°, 俯仰 5°—88°, 8 个工作波段, 其中 327MHz 波束宽度 2°.5, 天线噪声 100K。前放噪声 30K, 采样率为 2ms, 字长 8bit。

2 观测结果

共观测了 11 颗脉冲星, 成功的有 8 颗, 有 4 颗获得了高质量的数据和平均脉冲轮廓图。见图 2。其中, PSR0329+54 是一颗很强的三峰脉冲星。周期为 0.7145s, 色散量较大为 26.8pc·cm⁻³。我们在 327MHz 观测给出信噪比很高的平均脉冲轮廓图。平均流量为 2.45Jy, 半功率宽度 2°.8。中心成分很强, 两旁有两个较弱成分, 右边的比左边的强一些, 属于正常模式。PSR0950+08 是一颗离地球很近的脉冲星, 周期为 0.2531s, 色散量 2.97。测得平均流量 0.4Jy, 半功率宽度为 12°.7, 与理论值相符。PSR1133+16 周期为 1.1879s, 色散量 4.85, 测得平均流量 0.78Jy, 半功率宽度 9°.8。这颗双峰脉冲星, 在低频右边成分一般比左边强。Helfand 等人提出这颗星可能有模式变化^[3], 但是没有人观测到。我们此次在 232MHz 观测到一次反常模式, 资料很珍贵, 见图 3。PSR1919+21 周期 1.3373s, 色散量 12.43。测得流量 0.49Jy, 半功率宽度 7°.2。观测定标用射电源 3C123 已知 327MHz 流量为 135Jy。

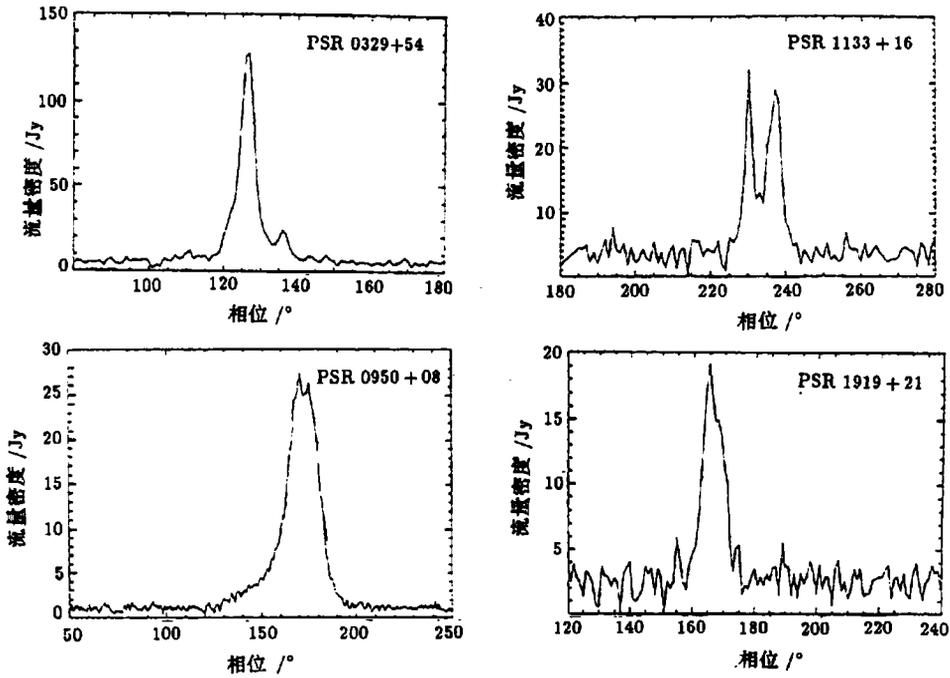


图 2 四颗脉冲星的平均脉冲轮廓

3 对进一步改进 25m 天线脉冲星观测系统的建议

此次脉冲星观测取得了成功, 也发现了一些问题。最主要的是干扰问题。乌鲁木齐天文站地处新疆天山北部, 无线电宁静度相对较好。在当今世界无线电环境如此恶劣的情况下, 有这样一块净土是十分宝贵的。可是, 一些主要的干扰来自接收系统本身。由于该系统没有变频部分, 前端的信号和噪声经过高频放大以后有泄漏, 被建筑物和高山反射回天线形成干扰。使在一些方向上无法观测。计算机泄漏的干扰也很明显。这次观测有一些脉冲星接收不好, 这些干扰是主要原因。因此建议增加变频部分。变频以后中低频传输就不会返回到天线形成干扰。同时要对计算机进行屏蔽。乌鲁木齐 25m 天线脉冲星观测系统的进一步改进, 将使乌鲁木齐天文站成为我国重要的脉冲星观测基地。

参加此项工作的有北京大学吴鑫基教授、乌鲁木齐天文站李素琴、王娜、加尔肯、张洪波、王维侠等和本文作者; 该项工作得到中科院射电联合实验室

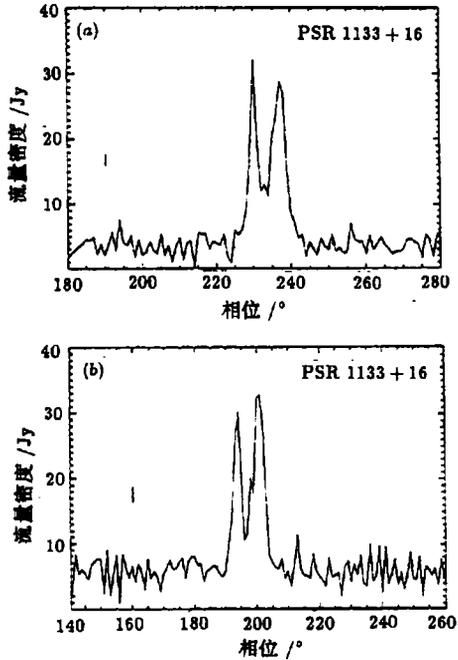


图 3 (a) PSR1133+16 的平均脉冲轮廓
 (b) PSR1133+16 的平均脉冲轮廓的一次反常记录, 与图 3(a) 不同, 前导成分比左边的强

和天文委员会的支持。

参 考 文 献

- [1] Kang Liansheng, Huang Maohai, Jin Shengzhen *et al.* Publication of BAO, 1992, (19): 81
- [2] Huang Maohai, Jin Shengzhen, Wu Haiwa *et al.* Publication of BAO, 1993, (22): 19.
- [3] Helfand D J, Manchester R N, Taylor J H. *Ap. J.*, 1975, 198: 661

(责任编辑 刘金铭)

The Pulsar Observations at 25m Antenna of Urumqi Astronomical Station

Kang Liansheng

(*Beijing Astronomical Observatory, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080*)

Abstract

The pulsar observation system of 25m antenna was made by a group composed of Beijing Astronomical Observatory, Peking University and Urumqi Astronomical Station at Urumqi Astronomical Station in January 1996. We present some pulsar observation results. Total 8 pulsars were observed, and we have 4 better profiles of pulsars. The different models of PSR113+16 were observed. The Urumqi Astronomical Satation will become an important pulsar observation base of China.

Key words pulsars: general—methods: observational