

研究消息

密云米波综合孔径射电望远镜建成

综合孔径射电望远镜是射电天文上高灵敏度、高分辨率的成象设备。世界上第一架综合孔径射电望远镜于六十年代中期在英国建成，它是射电天文技术方法上的一次重大突破。首创者为此获1974年诺贝尔物理学奖。

密云米波综合孔径射电望远镜的研制课题是于1973年由北京天文台王绶琯先生提出的，经科技人员近十年的刻苦努力，并得到澳大利亚 W. N. Christiansen 教授的巨大支持，及悉尼大学电气工程系的同事们，特别是 R. H. Frater 教授和邝振焜先生的热情帮助，于1984年研制成功，从而使中国第一次有了自己的宇宙射电研究的有效设备，并试测成功天区射电源图（见图1和图2）。同年10月在北京通过了院级鉴定。

密云米波综合孔径射电望远镜主要由天线阵及控制系统，接收机系统和数据处理及成图系统所组成。其主要技术指标是：工作频率为232 MHz，带宽为1.5 MHz，综合射束（分辨率）为  $3'.8 \times 3'.8 \text{ csc } \delta$ ，视场为  $8^\circ \times 8^\circ$ ，12小时跟踪观测的极限灵敏度为50 mJy。该系统的主要特点是：1) 采用数量多、结构简单的固定天线的组合以获得周密完整的 u-v 平面（综合孔径平面）覆盖；2) 引进高集成度数字化技术，使数量很大的相关器、延时器以及数据采集、条纹跟踪系统致密、可靠；还使用了直接富里叶变换硬件；3) 为进一步提高性能（即增加频段408 MHz，延长基线到二公里，使分辨率提高一倍），在方案选择、线路设计等方面都采取了相应措施。

密云综合孔径射电望远镜主要用于射电源普查工作，并开展米波激变源和其他特选源的观测和研究。下表列出目前北半球用于米波段（及分米波段）普查射

电工作的设备及主要性能，其中6C、“密云”、“Texas”都在近期进行或完成普查。

从下面表中可以看出密云米波综合孔径射电望远镜建成的学术价值。主要有：1) 目前国际上同类设备中只有英国剑桥的151.5 MHz系统性能与它相当，但频率相差80.5 MHz。我们可以用密云观测的结果与6C结果相互印证和补充；2) 预计密云观测到的射电源的数目要比已发表的提高三至五倍，这样可以从中发现更多的具有特殊意义的目标可供研究；3) 可以与北半球各设备观测普查结果构成一个米波、分米波段的较完整的频谱测量。下一步，密云系统将发展为双频同时在同一设备上观测选区，将为判别变源及特殊谱源提供一个有力的手段。

密云米波综合孔径射电望远镜建成，除了上述在射电天文研究方面所具有的重要意义外，它也是我国射电天文技术方法上的一次重要突破。因为该系统庞大复杂，它是由28面直径为9米的抛物面天线沿东西方向排列成一公里多长基线的干涉仪系统。它分A、B两个天线阵。A阵16面天线和B阵12面天线两两相关，组成了192对工作频率为232 MHz的相关干涉仪。为了获得 u-v 平面覆盖的完整性，B阵天线分处A阵两端，考虑到B阵天线在一些天区观测时将相互遮挡，所以安排相邻天线交替工作，完成一轮的观测需要两天，每天有96对相关干涉仪同时进行12小时的同步跟踪观测。因此该系统有22个天线接收的信号通道和192路正弦、余弦相关输出。为了消除天区信号在不同时刻到达各天线的不同程差所产生的相关信号损失，需要在不同时刻对每个信道加不同的延时补偿，即所谓“延时跟踪”。另外，为了压缩计算机采集的数据量，必

	6 C	3 C	4 C	密云	Texas	Bologna
工作频率(MHz)	151.5	159	178	232	335	408
极限流量(Jy)	0.05	8	2	0.05	0.2	0.2
分辨率	$3'.7 \times 3'.7 \text{ csc } \delta$			$3'.8 \times 3'.8 \text{ csc } \delta$		

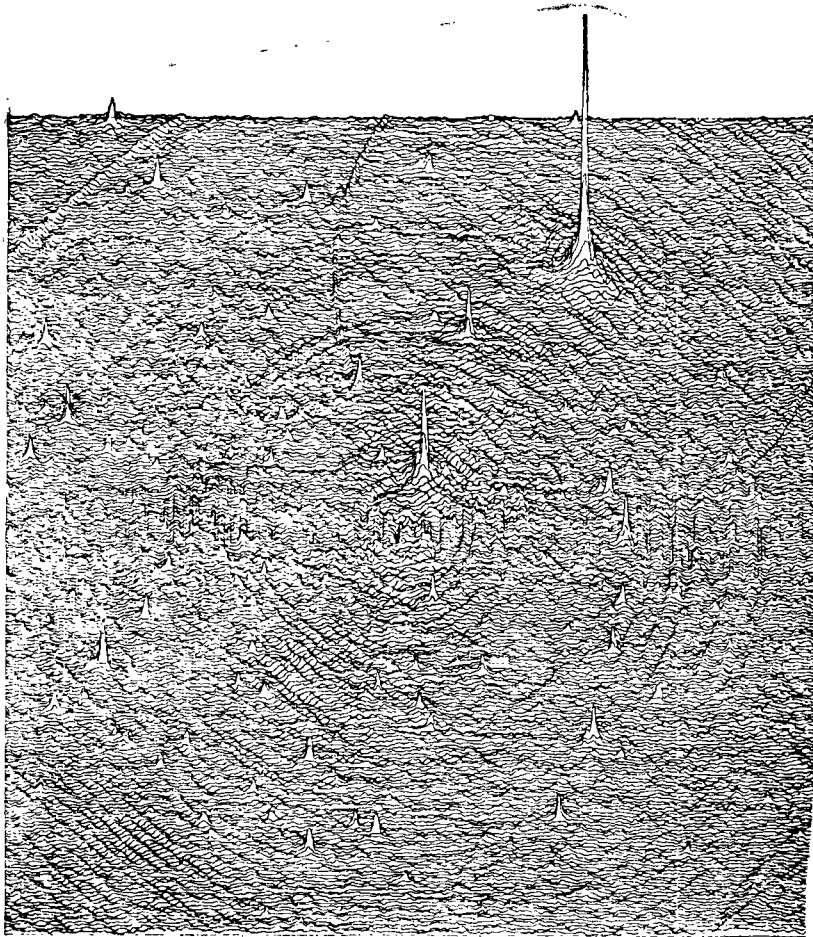


图 1 北天极  $8^{\circ} \times 8^{\circ}$  天区图

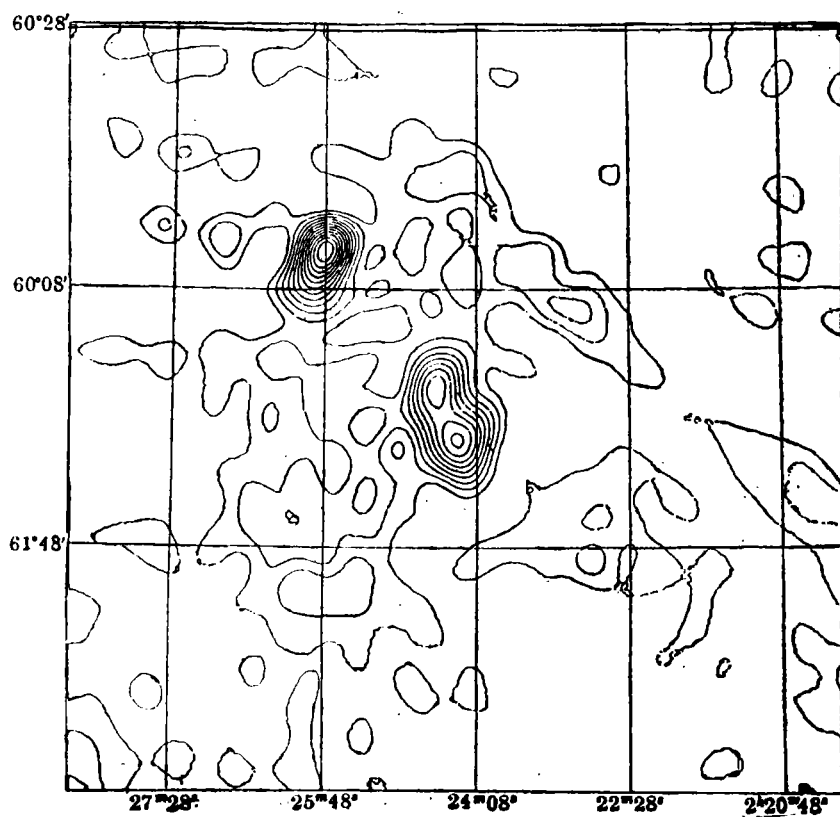
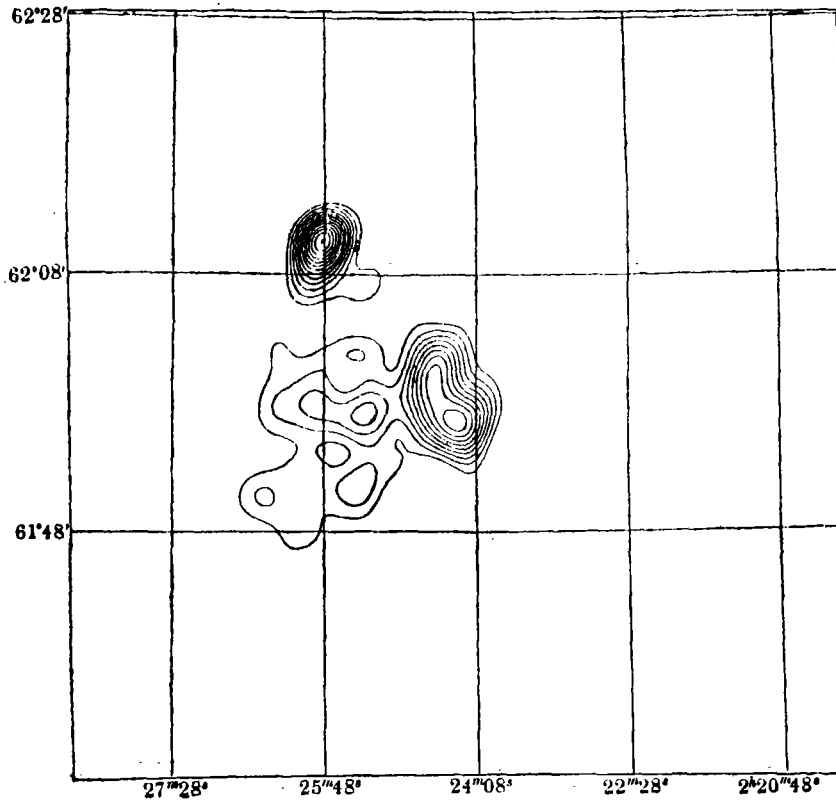


图 2a 4C61.5 脏图

图 2 b 4 C 61.5<sub>Clean</sub> 图

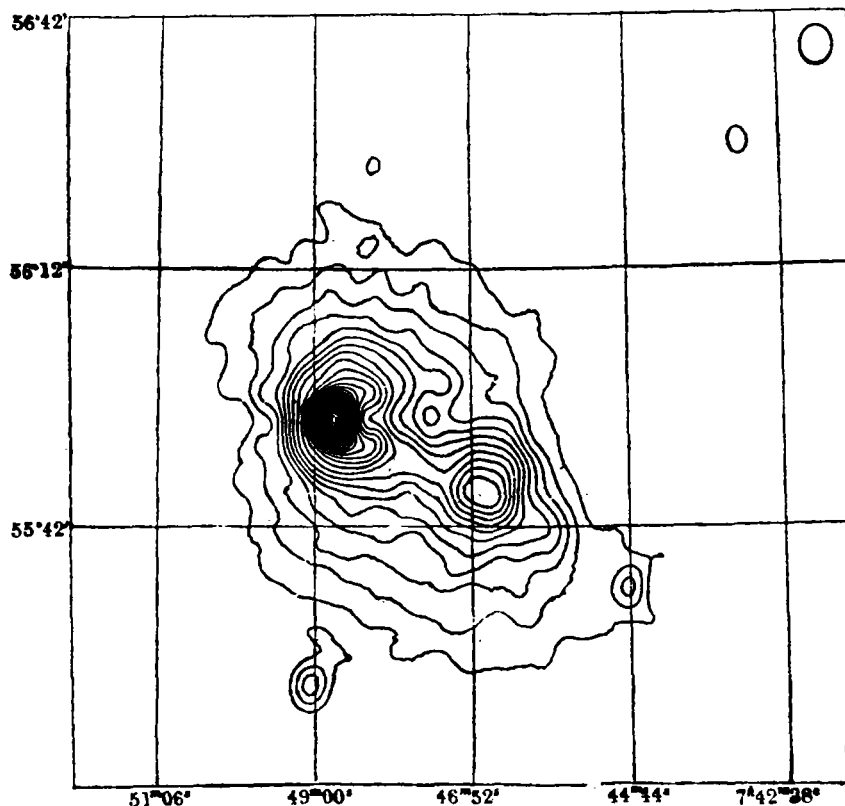


图 2c DA 240 图

图 2 展源 4 C61.5 及 DA 240 等幅图

须降低计算机的数据采样率，同时又要不损失信号，所以需要在每路相关输出实时扣除观测视场中心的条纹相位，从而降低每路相关输出的条纹率，即所谓“条纹相位跟踪”。同时，该系统对相位和增益稳定性要求较高，所以要对各信道的相位和增益进行监测和校正，对观测结果进行定标和定位；对得到未经图象处理的“脏图”进行“洁化”处理等等。因此该系统不论从对信号接收和处理的硬件方面，或从对数据采集和处理的计算机软件方面都具有相当的技术难度。由于我们成功地引进了国外的集成度高的数字技术，使我国射电天文设备进行了一次更新换代。澳大利亚著名射电天

文学家 W.N.Christiansen 教授在密云米波综合孔径射电望远镜鉴定会上说：“过去中国天文学家所借以研究射电天文都是比较原始的仪器。然而现在你们有了米波综合孔径望远镜，它使得你们能够使用世界上先进的射电仪器从事射电天文学的研究”。

(陈宏昇)

**The Completion of the m-Wave  
Synthesis Radiotelescope at Miyun**

(Chen Hongsheng)