MST雷达的来源（背景）、原理、特点（性能指标，特色点）、意义（作用）

**背景介绍**

子午工程是我国空间天气和空间环境领域的第一个国家重大科技基础设施建设项目。工程利用沿东半球120°子午线附近和北纬30°附近的15个综合性观测台站，综合运用无线电、地磁、光学和探空火箭等多种探测手段，构建了太阳大气、行星际空间、磁层、电离层和中高层大气的全域、多维、高分辨率的地基空间环境综合监测网，使得我国的空间环境地基监测能力挤身世界前列。

基于子午工程一期项目，武汉MST雷达于2011年建设完成并持续有效运行至今，是我国大气科学研究领域的重要地基大气探测设施。武汉MST雷达坐落在湖北省崇阳县（29.51°N，114.13°E），海拔高度约为73 m，由武汉大学子午工程项目课题组负责建设和运行。

**雷达原理**

MST雷达是一种大气层观测专用无线电探测雷达，用以观测中间层（Mesosphere）-平流层（Stratosphere）-对流层（Troposphere）的风场矢量和湍流，必要时也可扩展功能至低热层大气状态的监测，是目前对流层、平流层和中间层中性大气三维风场探测能力最强大的无线电设备。

主要设备有天线系统、馈线系统、全固态发射系统、数字接收系统、波束控制系统、信号处理系统、数据处理及产品生成系统、用户终端等。

MST雷达是一种工作在甚高频（VHF）频段的大型阵列式相控阵雷达，通过发射与接收电磁波，记录中性大气中的散射回波。MST雷达可以有效观测2-30 km，60-100 km高度范围（涵盖对流层、低平流层和中间层），获取大气动力学特征参数，如三维风场、波动、湍流、大气稳定性等大气要素信息。MST雷达能够在所有天气条件下24小时持续运行，对上空大气进行高时间-高距离分辨率的连续实时采样，具有非常重要的科学和应用价值。

**性能指标：**

表2.1 武汉MST雷达的技术参数

|  |  |
| --- | --- |
| 雷达系统 | |
| 工作频率 | 53.8 MHz |
| 峰值功率 | 172.8 kW |
| 发射波形 | 单脉冲，互补码序列 |
| 占空比 | 10% or 20% |
| 天线系统 | |
| 天线阵列 | 24×24 三单元八木天线 |
| 有效天线口径 | ~9216 m2 |
| 半功率波束宽度 | 3.2° 铅笔状波束 |
| 天线驻波比 | ≤1.1 |
| 天线阵列工作模式 | 多普勒波束扫描 |
| 波束扫描顺序 | 正东、南、西、北和垂直 |
| 波束倾角范围 | 倾斜波束的天顶角0~20°可调，步进1° |

表2.2 武汉MST雷达三种观测模式对应参数，\*表示该参数可变

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **工作模式** | **低模式** | **中模式** | **高模式** |
| 码字 | 16位互补码 | 16位互补码 | 32位互补码 |
| 发射脉冲宽度 | 16 μs | 64 μs | 256 μs |
| 脉冲重复周期 | 160 μs | 320 μs | 1280 μs |
| 占空比 | 10% | 20% | 20% |
| 压缩脉冲宽度 | 1μs | 4μs | 8μs |
| 相干积累数\* | 128 | 64 | 8 |
| FFT点数\* | 256 | 256 | 512 |
| 谱平均数\* | 10 | 10 | 10 |
| 距离分辨率 | 150 m | 600 m | 1200 m |
| 探测高度范围 | 2.55~10.05 km | 10.2~25.2 km | 60~120 km |
| 最大探测速度\* | 68.1 m/s | 68.1 m/s | 136.1 m/s |
| 速度分辨率\* | 0.53 m/s | 0.53 m/s | 0.53 m/s |
| 5波束扫描时间\* | 5 min | 5 min | 5 min |
| 倾斜波束天顶角\* | 15° | 15° | 20° |

**子午工程介绍**

子午工程是我国空间天气和空间环境领域第一个国家重大科技基础设施建设项目。工程利用沿东半球120°子午线附近和北纬30°附近的15个综合性观测台站,综合运用无线电、地磁、光学和探空火箭等多种探测手段，连续监测地球表面20～30公里以上直到几百公里的中高层大气、电离层和磁层，以及十几个地球半径以外的行星际空间环境地磁场、电场、中高层大气风场、密度、温度和成份，电离层、磁层和行星际空间中有关参数联合运作的大型空间环境地基监测系统。

子午工程通过在我国经度线和纬度线上的多个地基观测台站部署技术先进、探测能力强大、观测手段多样的监测设备，构建太阳大气、行星际空间、磁层、电离层和中高层大气的全域、多维、高分辨率的地基空间环境综合监测网，使得我国的空间环境地基监测能力挤身世界前列。

“十一五”国家重大科技基础设施项目子午工程建成我国首两部持续运行的MST雷达，即北京MST雷达和武汉MST雷达。2011年持续有效运行至今，见证了我国大型大气观测设备的孕育和成长过程。其中武汉MST雷达由武汉大学本课题组负责建设和运行。

**科学价值**

MST雷达观测站建成后将是国际上重要的对流层、平流层和中间层中性大气观测站，它的建设有以下科学意义和实用价值：

1、3-100 km公里的三维大气风场的持续不间断观测，对广西南部特殊大气特性研究有着非同一般的科研意义；

2、实现气象的实时观测和预测，为农业和民生服务；

3、观测飞机飞行高度的风切变，为飞行安全服务；

4、观测更高高度的风场变化，为保障海南火箭发射服务；

5、对电离层进行持续观测，保障我国南海地区的导航和通信安全；

6、作为我国高精尖的且全面开放的无线电观测设备，不仅受到教育部、科技部和我国科学界的关注和重视，还会获得全世界科学界的合作。同时，项目建成后将积极申请成为国家级野外观测台站和国际科学合作示范中心。

7、拥有150m米直径令人震撼的超大天线阵列，MST雷达排名将在世界排名前三，中国第一。具有很好的观赏性，可以为全国民众提供空间科学普及宣传和教育服务。

MST雷达可以应用于：

 大气矢量风场的观测

 对流层顶的观测

 大气角谱的观测

 大气重力波的观测

 流星尾的观测

 中层水平风场的观测

 大气温度剖面的测量

 晴空湍流观测

 电离层的观测 电子漂移速度、电子密度、温度 。