

714 天气雷达系统

王 顺 生

(国家气象局研究院)

714 天气雷达系统包括 714 天气雷达主机、数字视频积分处理和计算机处理分系统、雷达图象数字传输和彩色显示分系统。

714 天气雷达是一种固定式的 S 波段气象专用雷达。主要用来探测台风(中心位置、移向移速、强度等)和暴雨等灾害性天气的活动。它将是八十年代后期、九十年代我国沿海台风警戒和多暴雨地区天气雷达网的主要型号,并将逐步替换目前台站使用的担任台风警戒任务的 703 雷达。而且也是军事航空、民用航空、水电部门、大气物理研究和远洋科学考查等的重要设备。

714 天气雷达主要采用固体器件。它由天线罩、天线和馈线系统(图 1),发射机柜、接收机柜、伺服机柜(图 2),主控台及主显示系统、照相显示器及照相控制系统、视频积分处理机(图 3),雷达性能监测装置、电源稳压配电装置及柴油发电机组等部分组成。

该机主要战术性能如下:

1. 对台风引起的降水或暴雨的探测距离为 600 km,在 200 km 范围内能探测降水的垂直分布和发展高度,最大探测高度为 24 km。

2. 定量探测范围: 200 km

3. 天线扫描方式:

(1) 方位:在任意仰角时,能自动(顺时针)环扫,天线转速分 2 转/分和 6 转/分两档。

(2) 仰角:在任意方位角时,RHI 或 DHI 自动俯仰范围为 $-2^{\circ} \sim +30^{\circ}$,俯仰速度 $3^{\circ}/s$,REI 扫描自动俯仰范围为 $-2^{\circ} \sim 90^{\circ}$,俯仰速度为 $3^{\circ}/s$ 。

(3) 用手控,可使天线处于任意方位角



a. 天线



b. 天线罩

图 1 天线及天线罩

(可以正、反转),也可以使仰角停在 $-2^{\circ} \sim +92^{\circ}$ 的任意角度上。

4. 整机探测精度(均方根误差):

方位角: $\leq 1.5^{\circ}$

仰角: $\leq 1^{\circ}$

距离: 不大于距离量程的 1%

高标(5 km)精度: 优于 250 m

5. 分辨力(点目标,不分层显示):



图 2 发射、接收及伺服机柜



图 3 主控台、主显示器、视频积分处理器及照相显示器

距离: $3 \mu\text{s}$ 脉冲宽度时为 500 m

$1 \mu\text{s}$ 脉冲宽度时为 200 m

方位: 2°

仰角: 2°

6. 显示方式:

平面位置显示器(PPI)

斜距高度显示器(RHI)

水平距离高度显示器(DHI)

距离仰角显示器(REI)

距离强度显示器(A/R)

7. 环境条件

(1) 抗风强度(加天线罩)

风速 45 m/s, 阵风 60 m/s 时, 天线(罩)

不产生永久变形或破坏

(2) 温度:

室内 $0^\circ\text{C} \sim +40^\circ\text{C}$ (加空调),

室外 $-40^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C}$

(3) 相对湿度:

室内 95% ($20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 时)

室外 100%

(4) 海拔高度: 2000 m

(5) 连续工作时间: 48 小时

8. 雷达供电电源:

三相 $380 \text{ V} \pm 10\%$, $50 \text{ Hz} \pm 5\%$;

耗电量(不包括空调设备): 15 kVA

主要技术性能如下:

1. 工作频率: S 波段

2. 发射脉冲宽度: $3 \mu\text{s}$ 和 $1 \mu\text{s}$

3. 脉冲重复频率: 200 Hz

4. 发射脉冲功率: 600 kW

5. 中频频率: 30 MHz

6. 中频带宽: 600 kHz 和 1.2 MHz

7. 接收机灵敏度(在脉宽 $3 \mu\text{s}$ 时):

线性中放优于 109 dbm

对数中放优于 107 dbm

8. 接收机动态范围:

线性 $\geq 30 \text{ db}$

对数 $\geq 70 \text{ db}$ (对数精度 $\pm 1 \text{ db}$)

9. 天线罩直径: 6.5 m

10. 天线反射体直径: 4 m (圆抛物面)

11. 波束宽度(罩外): $\leq 2^\circ$

12. 旁瓣电平(罩外): $\leq -21 \text{ db}$

13. 天线增益(罩外): $\geq 37 \text{ db}$

14. 极化形式: 线性水平极化

15. 天线控制精度:

方位 $\leq 0.5^\circ$

仰角 $\leq 0.35^\circ$

16. 距离订正范围: 10~200 km, 精度 $< 1 \text{ db}$

17. 中频分挡衰减:

遥控时 70 db

本控时 60 db

可逐级进行衰减, 每级 10 db.

18. 多层显示层次: 7 层, 灰亮黑三层两次循环, 层间衰减 10 db.

19. 设有二进制原码 TTL 电平输出。

该雷达的主要特点:

1. 雷达工作波长选在强降水区衰减微弱的 S 波段, 适宜于探测大面积降水、强风暴识别和风暴结构的分析。

2. 该雷达配有雷达天线罩。罩是直径为 6.5 m 的 $\frac{3}{4}$ 截球, 金属骨架玻璃钢结构, 其刚度和强度可以承受强台风的袭击, 并且有一定防水、防霉、防盐雾的性能。罩内设备不受风负荷的影响, 天线控制精度高。

3. 发射机有 1 μ s 和 3 μ s 两种脉冲宽度, 与此相应, 接收机有两种接收带宽。远距离探测时, 采用宽脉冲和窄接收带宽方式, 提高气象回波信号的信噪比。当雷达做近距离 (200 km) 定量探测时, 采用窄脉冲和宽带宽的工作方式, 提高雷达的距离分辨力和定量探测精度。使雷达作用距离同距离分辨力及定量探测精度之间的矛盾得到解决。

4. 接收机具有相互独立的线性中放支路和对数中放支路。线性支路可进行逐级分挡衰减, 并有自己的距离订正电路, 它主要用于观测远距离降水回波的分布态势, 也可用于对降水回波逐级分挡衰减, 做粗略的定量测量。对数支路将回波信号送视频积分处理器, 经距离订正后对回波信号进行分层显示和定量测量。

5. 为了消除云雨回波随机变化引起的测量误差, 该雷达设有视频积分处理器, 对雷达回波的对数视频信号进行积分平均处理, 对积分后的信号进行距离订正和分层显示, 并具有计算机终端处理与彩色显示所必须的方位及仰角角度数码、距离库数码和信号强

度数字输出。

6. 主显示器有 PPI、RHI、DHI 及 REI 四种工作状态, 且共用一个显象管。设有专门的照相显示器以及 A/R 显示器 (A/R 显示器兼作检查示波器)。照相显示器的工作状态和主显示器连动, 由观测员在主显上控制, 照相显示器上还设有自动照相装置。

7. 驱动天线环扫和俯仰时, 采用速度调节系统, 天线环扫角速度恒定不变。天线俯仰角速度按余弦曲线补偿, 使测高显示的画面亮度均匀。

8. 除伺服电机和空调设备之外, 全机采用交流稳压供电, 故该雷达能使用农村电网供电。

714 天气雷达于 1982 年底在国营七八四厂试制成功。从 1983 年开始, 分别在成都龙泉驿试验场和广东汕头进行了现场考核试验。考核 714 雷达 (样机) 的主要战术指标和使用性能, 检查雷达整机的角度精度和距离精度, 检查雷达的稳定性、可靠性和抗风、防盐雾腐蚀的能力, 并与 703 雷达同步观测, 比较两雷达的使用性能。

试验结果表明, 714 天气雷达 (样机) 的主要战术指标均达到了使用要求, 而且有的指标还比较理想, 如:

方位角精度 (均方根误差) 为 0.98° ,

仰角精度 (均方根误差) 为 0.23° ,

距离精度 (均方根误差) 为距离挡的 7%,



图 4 8309 台风 PPI 显示

体制,对雷达对数视频信号进行数字积分,对雷达回波资料进行分层显示和计算机处理,完成天气雷达从定性向定量的转化,为降水预报和雷达气象的研究在装备上提供新的手段。该设备已移交工厂生产。

“天气雷达图象数字传输和彩色显示系统”是天气雷达系统中的一个分系统。它对雷达对数视频信号进行数字积分处理,完成雷达回波图的座标转换,实现彩色分层显示

和数字信号远距离传输。可以通过各种速率的调制解调器实现在电话线上或无线高频传输,也可以将雷达彩显图经 PAL 编码器编码后,经微波传送,还可以经彩显控制器上报路(电传机)传输。该系统备有较齐全的各类终端,它将为雷达组网拼图、扩展雷达图象资料使用范围、提高预报准确率提供很大方便。该设备正在研制中,可望在 1985 年上半年完成性能样机。