

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 4043—2015

民用航空 X 波段场面监视雷达设备 技术要求

Technical requirements for civil aviation X-band surface movement radar

2015 – 09 – 30 发布

2015 – 12 – 01 实施

中国民用航空局 发布

前 言

本标准按GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由中国民用航空局空管行业管理办公室提出。

本标准由中国民用航空局航空器适航审定司批准立项。

本标准由中国民航科学技术研究院归口。

本标准起草单位：中国民用航空局空管行业管理办公室、中国民用航空局第二研究所。

本标准主要起草人：郭静、罗晓、叶家全、刘靖、魏童、潘捷、杨晓嘉、曹向东。

本标准由中国民用航空局第二研究所负责解释。

民用航空 X 波段场面监视雷达设备技术要求

1 范围

本标准规定了民用航空X波段场面监视雷达设备的技术要求。

本标准适用于民用机场X波段场面监视雷达设备的设计、研制、检验以及使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 8702 电磁环境控制限值

GB 10436 作业场所微波辐射卫生标准

MH/T 4020 民用航空通信导航监视设施防雷技术规范

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

场面监视雷达 surface movement radar

通过辐射电磁波，并检测、处理地面物体对辐射电磁波的反射信号，实现信号覆盖范围内所关注目标（航空器、车辆、障碍物等）检测和监测的雷达设备。

3.1.2

脉冲雷达 pulse radar

以发射脉冲信号的方式获得目标信息的雷达。

3.1.3

连续波雷达 continuous wave radar

以发射连续波信号的方式获得目标信息的雷达。

3.1.4

距离分辨力 range resolution

在同一方位上，雷达区分相邻物体最小间距的能力。

3.1.5

距离精度 range accuracy

雷达测距估值的均方误差。

3.1.6

方位分辨力 azimuth resolution

在同一距离上，雷达区分相邻物体最小方位角的能力。

3.1.7

方位精度 azimuth accuracy

雷达探测方位估值的均方误差。

3.1.8

脉冲宽度 pulse duration

脉冲包络上升沿和下降沿半幅度点（ U_m ）之间的时间间隔。

3.1.9

脉冲压缩技术 pulse compression technology

对发射的宽脉冲信号进行调制，并对回波进行处理以获得窄脉冲的技术。

3.1.10

脉冲上升时间 pulse rise time

脉冲包络上升沿0.1倍幅度点到0.9倍幅度点（ U_m ）之间的时间。

3.1.11

脉冲下降时间 pulse decay time

脉冲包络下降沿0.9倍幅度点到0.1倍幅度点（ U_m ）之间的时间。

3.1.12

检测概率 detection probability

雷达输出检测中一个实际目标被检测到的可能性。

3.1.13

虚警概率 probability of false alarm

雷达输出检测中将真实目标以外任何事物错误检测为目标的可能性。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ASTERIX 多用途结构化欧洲航空安全组织监视信息交换 (All Purpose Structured Eurocontrol Surveillance Information Exchange)

MTBF 平均无故障时间 (Mean Time Between Failure)

MTTR 平均修复时间 (Mean Time To Repair)

RDP 雷达数据处理器 (Radar Data Processor)

SFC 灵敏度频率控制 (Sensitivity Frequency Control)

SMR 场面监视雷达 (Surface Movement Radar)

STC 灵敏度时间控制 (Sensitivity Time Control)

4 技术要求

4.1 组成

场面监视雷达设备由天馈系统、发射系统、接收系统、信号处理系统、监控系统等组成。

4.2 一般要求

4.2.1 雷达室内设备的微波辐射应符合 GB 8702 和 GB 10436 的要求。

4.2.2 组成雷达的主要设备 (包括发射系统、接收系统、信号处理系统等) 应采用冗余配置, 其中发射系统和接收系统能实现双通道冗余; 冗余配置自动或手动切换都应在 3 s 内稳定输出信号。

4.2.3 雷达应采用以下技术制式:

- 脉冲雷达采用频率分集、恒虚警检测等技术制式;
- 连续波雷达采用全固态、全相参、频率分集、频率调制、恒虚警检测等技术制式。

4.2.4 雷达信号处理系统单元应支持时钟进行授时处理, 授时精度应至少达到 100 μ s; 时间同步标准应采用网络时间同步协议。

4.2.5 安全保护装置应满足以下要求:

- 具有安全电路, 在非正常工作条件下自动关闭天线驱动;
- 具有安全联动装置, 在需要关停天线时关闭天线驱动并停止辐射;
- 具有锁止机构, 防止天线在维护时转动。

4.2.6 雷达从冷启动到稳定工作时间应不大于 180 s;

4.2.7 脉冲雷达收发系统的 MTBF 应大于 10 000 h, 连续波雷达收发系统的 MTBF 应大于 20 000 h, 室内设备的 MTTR 应小于 0.5 h, 室外设备的 MTTR 应小于 2 h。

4.2.8 电源应满足以下要求:

- 单相电压为 220 V $\pm$ 22 V、或三相电压为 380 V $\pm$ 38 V;
- 频率为 50 Hz $\pm$ 2.5 Hz。

4.2.9 雷达天线和系统设施应具有防雷保护系统, 并满足 MH/T 4020 的要求。

4.2.10 设备环境条件应满足以下要求:

——室内设备运行环境:

- 工作温度: 0 $^{\circ}$ C $\sim$ +40 $^{\circ}$ C;
- 相对湿度: 10% $\sim$ 90%, 不冷凝;
- 工作高度: 海拔高度范围至少在-90 m $\sim$ 3 000 m;

——室外设备所有外部组件的运行环境:

- 工作温度: -40 $^{\circ}$ C $\sim$ +55 $^{\circ}$ C;
- 工作高度: 海拔高度范围至少在-90 m $\sim$ 3 000 m;

- 风速：运行时能够承受的最大风速（3 s 强风）不小于 41 m/s；非运行时能够承受的最大风速（3 s 强风）不小于 62 m/s；
 - 相对湿度：100%，不冷凝；
 - 降雨：不小于 16 mm/h；
 - 冰雹：直径不小于 12 mm（风速不大于 17 m/s）；
 - 结冰：承受的覆冰厚度不小于 10 mm；
 - 盐雾：具有防盐雾措施，能在海岸区域正常工作；
- 室内、室外设备的存储环境：
- 环境温度：-10℃～50℃；
 - 相对湿度：10%～90%，不冷凝。

4.3 性能要求

4.3.1 工作频段为 X 波段，9.0 GHz～9.5 GHz。

4.3.2 在降雨不大于 16 mm/h，目标等效雷达截面积为 1 m² 的条件下，应满足以下探测要求：

- 探测距离：不小于 4 300 m；
- 方位：0°～360°；
- 位置精度：被检测目标的位置精度优于 7.5 m（95%置信度）；
- 方位误差：在 1 000 m 的距离上方位误差不大于 0.15°；
- 检测概率：在规定的覆盖距离内不低于 90%；
- 虚警概率：不大于 1×10^{-6} 。

4.3.3 分辨力应满足以下要求：

- 距离分辨力不大于 15 m；
- 在 1 000 m 的距离上方位分辨力不大于 0.57°。

4.3.4 对目标运动速度的探测精度应达到 2 km/h，能够检测速度处于 0 km/h～463 km/h 范围内的运动目标。

4.3.5 目标处理能力应不小于 250 个目标。

4.4 天馈系统要求

4.4.1 天线极化方式为线极化或圆极化。

4.4.2 天线垂直方向辐射应能保证提供所要求的空域覆盖，垂直方向波瓣宽度（3 dB）应不大于 18°±2°。

4.4.3 天线水平方向辐射的方位波瓣宽度（3 dB）应不大于 0.45°，方位波瓣副瓣电平应不大于 -27 dB（在±10°内）或 -30 dB（超过±10°）。

4.4.4 天线后瓣电平应不大于 -40 dBc。

4.4.5 天线增益应不小于 34 dBi。

4.4.6 天线俯仰角应能在 -0.5°～0° 范围内调整。

4.4.7 波束扫描速率应不小于 360°/s。

4.4.8 应采用双方位编码器，每个编码器精度应不低于 13 位（每转 8192 个方位参考脉冲）。

4.4.9 天线和旋转铰链的电压驻波比应不大于 1.5。

4.4.10 可采用波导加压干燥。

4.4.11 连续波雷达的发射系统和接收系统隔离度应不小于 60 dB。

4.5 发射系统要求

- 4.5.1 应采用具有故障软化能力的发射系统。
- 4.5.2 输出功率起伏应满足以下要求：
- 脉冲雷达：不大于 ± 0.3 dB；
 - 连续波雷达：不大于 ± 2.0 dB。
- 4.5.3 脉冲雷达发射系统的发射脉冲宽度应在 $40\text{ ns} \pm 4\text{ ns}$ 范围内，脉冲重复频率在 $800\text{ Hz} \sim 8\,000\text{ Hz}$ 范围内可调整，脉冲重复频率的摆动不大于 0.6% 。
- 4.5.4 脉冲包络应清晰、无自激，幅度应稳定、无抖动，且：
- 未调制脉冲的上升时间不大于 30 ns ；
 - 未调制脉冲的下降时间不大于 30 ns ；
 - 脉冲顶降不大于 5% ；
 - 脉冲顶部波动不大于 3% 。
- 4.5.5 连续波雷达发射系统扫描周期变化应不大于 $100\text{ }\mu\text{s}$ 。
- 4.5.6 连续波雷达发射系统的频率扫描带宽应不小于 100 MHz 。
- 4.5.7 连续波雷达发射系统的频率回扫时间变化应不大于 $10\text{ }\mu\text{s}$ ，频率扫描时间变化应不大于 $10\text{ }\mu\text{s}$ 。
- 4.5.8 谐波与基频的输出增益差应不小于 60 dB 。
- 4.5.9 寄生辐射与基频的输出增益差应满足以下要求：
- 脉冲雷达：不小于 60 dB ；
 - 连续波雷达：不小于 45 dB 。
- 4.5.10 应提供扇区辐射功率抑制选择、调整、设置功能，最小能同时设置4个消隐扇区，多扇区之间的分辨率应不大于 1° ，方位角扇区的分辨率应不大于 10° 。
- 4.5.11 应具备驻波保护、过压保护、过温保护、停转保护等功能，脉冲雷达还应具备过占空比保护功能。
- 4.6 接收系统要求
- 4.6.1 信号接收链路（不包含天馈、接收系统噪声处理部分）的噪声系数应不大于 6 dB 。
- 4.6.2 线性动态范围应不小于 70 dB 。
- 4.6.3 增益控制范围应不小于 30 dB ，且全程可控。
- 4.6.4 脉冲雷达接收系统中频带宽应不小于 20 MHz ；连续波雷达接收系统中频带宽应不小于 7 MHz 。
- 4.6.5 带外干扰抑制能力应不小于 35 dB 。
- 4.6.6 镜像抑制应不小于 18 dB 。
- 4.6.7 应具备STC或SFC功能。
- 4.6.8 对非全相参脉冲雷达，应具备自动频率控制功能。
- 4.6.9 采用脉冲压缩技术的雷达，脉冲压缩的主副瓣比应不低于 40 dB ，脉冲压缩后等效脉冲宽度应在 $40\text{ ns} \pm 4\text{ ns}$ 范围内。
- 4.6.10 应具备隔离保护和过载保护功能。
- 4.7 信号处理系统要求
- 4.7.1 雷达头信号处理
- 4.7.1.1 应具备数字或原始视频输出，数字视频采用ASTERIX CAT240标准格式。
- 4.7.1.2 雷达波束照射到目标与视频信号输出之间的时间间隔应不超过 250 ms 。
- 4.7.1.3 原始视频应采用同轴输出接口，数字视频应采用EIA-422或EIA-644输出接口。

4.7.2 RDP 信号处理

- 4.7.2.1 应具备原始视频接收及处理能力。
- 4.7.2.2 应具备根据不同杂波环境选择滤波器组的功能。
- 4.7.2.3 应具备雨杂波处理功能。
- 4.7.2.4 应具备杂波图处理功能，杂波图检测门限应可调。
- 4.7.2.5 应采用恒虚警处理，恒虚警门限应可调。
- 4.7.2.6 应能提供符合 ASTERIX CAT010 标准格式的目标位置报告输出，报告处理延迟应不超过 500 ms。
- 4.7.2.7 应具备 RJ45 或 RS232 数据输出接口，端口格式和数据传输速率可配置。

4.7.3 RDP 部件配置

可根据需求选配RDP信号处理部件。

4.8 监控系统要求

- 4.8.1 应具备优先级可配置的本地及远端监视和控制功能，以及用户权限分级管理功能。
- 4.8.2 应具备总体、分系统、模块三级的设备工作状态指示和工作参数显示。
- 4.8.3 应具备故障监视、故障模块自检测及故障隔离等能力，并对严重故障信息提供图像和声音告警。
- 4.8.4 应对参数修改及设备操作进行提示和确认；宜具备设备整体参数备份和装载功能。
- 4.8.5 本地及远端应提供原始视频显示、记录与回放功能。
- 4.8.6 视频监控功能至少应包括：
 - 显示原始视频、杂波图；
 - 对作用范围内的目标进行距离、方位、回波强度测量；
 - 进行距离放缩、中心点偏置等；
 - 当前工作状态、参数；
 - 对所显示的内容进行自动存储和通过打印机打印。
- 4.8.7 天馈系统应能监控各模块状态及天线转速；宜具备油位、油温、电机过温、风压告警功能。
- 4.8.8 发射系统应能监控各模块状态、发射功率及电压驻波比。
- 4.8.9 接收系统应能监控各模块状态。
- 4.8.10 信号处理系统应能监控各模块状态及系统内部测试信号激励产生的信号处理器性能。
- 4.8.11 应建立记录雷达运行状态、操作过程以及各种告警状态的雷达系统日志，保存时限应不少于 31 d。

参 考 文 献

- [1] EUROCONTROL ASTERIX Category 010 EUROCONTROL监视数据交换标准文档 第7部分：数据类型010 单传感器场面监视数据传输(EUROCONTROL Standard Document for Surveillance Data Exchange Part 7: Category 010 Transmission of Monosensor Surface Movement Data)
- [2] EUROCONTROL ASTERIX Category 240 EUROCONTROL监视数据交换标准文档 数据类型240 雷达视频传输 (EUROCONTROL Standard Document for Surveillance Data Exchange Category 240 Radar Video Transmission)

