

四创 SCR-25 型国产场面监视雷达在民航空管发展中 的重要前景

于江淼

北京空管工程技术有限公司 北京 100621

【摘要】随着我国航空业的快速发展，国内的航空运输量正在持续增长，国内各大运行机场场面运行态势日益复杂，场面监视雷达 surface movement radar 技术，简称 SMR，仍是监视场面运行态势的主流技术，以前国内的场面监视雷达主要依靠从国外进口，目前国内雷达厂家已有相对成熟的场面监视雷达投产使用。作为我国自主研发的雷达，如何提供高精度、高可靠的场面监视能力是一项的严峻挑战，本文论述了 SCR-25 型国产场面监视雷达设备组成以及在民航空管发展中的重要前景。

【关键词】场面监视雷达、SCR-25、全固态、国产雷达

DOI:10.12417/3083-5526.25.03.019

1 引言

自我国 2002 年进行市场化改革开始，中国民航业也随之进入长期高速发展的时期，时至今日的二十多年期间，民航事业的发展虽经历波动，但一直保持着整体向好的高速发展态势。2023 年以来，我国民航业进入了新一轮高质量发展期，中国民航业正以一个更高效率、更优服务、更广网络为特征的新阶段开始飞速发展，目标是为了建成真正的民航强国。在此期间我国的各国产雷达厂家也羽翼渐丰，至今各厂家已有不同型号的雷达在不同地方投产使用，预示着我国的国产雷达未来也必然进入世界头部队伍。

2 场面态势监视现状

目前，例如国内的北京首都国际机场、上海虹桥国际机场等各大运行机场承担着全国绝大多数的航空器飞行任务，机场场面的运行压力与日俱增，虽有例如北京大兴国际机场等新兴机场缓解城市民航交通的运行压力，但对于场面态势监视来说，监视信号的稳定可靠是重要的基础。目前北京首都国际机场对场面信号的监视主要利用 A-SMGCS 系统，而 A-SMGCS 系统最为核心的功能便是监视功能，这个功能是依靠 SMR 等监视系统来实现的，而且这个监视功能也是其他功能实现的基础^[1]。目前场面信号主要监视源仍是以民航二所多点和 Terma 场监雷达作为主监视源，但一次信号的来源只能依靠 Terma 的场面监视雷达，首都机场原有的 Ku 波段场面监视雷达已经停用，故而，现已建成两套安徽四创电子股份有限公司自主研发的 SCR-25 型国产雷达，目的是为了补足北京首都国际机场场面一次信号覆盖，这也是民航华北地区第一次使用国产雷达。

3 技术优势

机场场面监视雷达要在复杂的杂波背景下检测可移动目标。所谓可移动目标，是指可能移动也可能静止的目标，如汽

车，飞机等，它们既不是静止目标，也不是运动目标，原有的动目标和静目标检测技术不适用于机场场面监视雷达，而且机场场面监视雷达易受气象杂波如云、雨、雾等干扰，因此发射波形和信号处理方案对目标的有效检测至关重要^[2]。它的核心任务是：解决塔台管制员在恶劣天气和复杂环境下的“视线盲区”问题，为管制员提供一张实时、精确、全天候的机场活动态势图，防止跑道侵入、管制冲突，提升地面运行效率。

相比于传统的一、二次雷达，场面监视雷达定位精度较高，数据刷新速率更快，且不依靠任何机载设备的应答。能够在机场及其周边空域飞行最密集、最复杂的区域发现“不速之客”，及时发现误入或非法闯入管制空域的航空器（如不在飞行计划内的通用飞机、无人机等）。当飞机发生紧急情况（如通讯失效、被劫持）时，场面监视雷达提供的监视信号可以跟踪其飞行器的航迹，并指挥其他飞行器进行避让，引导航空器安全落地。场面监视雷达能探测到地面上滑行的飞机、车辆，以及起飞离场、进近着陆的所有航空器，无论其应答机状态如何。在航空器进近排序时，场面监视雷达提供独立于应答机的原始位置数据，可以与二次雷达数据进行融合比对，提高跟踪精度和可靠性，更早地发现潜在的飞行冲突。

4 设备组成

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。北京首都国际机场现有的场面监视雷达型号为丹麦 Terma 公司生产的 SCANTER 2001 型场面监视雷达。SCANTER 2001 收发机是基于插拔模块和嵌入软件结构设计，每个模块都是一个最小可替换单元，机柜体积小，重量轻，便于安装和维护，发射机采用末级放大的磁控管放大器^[3]。而近期刚刚建设完成的两部场面监视雷达为四创公司自主研发的 SCR-25 型场面监视雷达，是一种全固态的监视雷达。

SCR-25型场监雷达的室外部分组成包括一根色散天线、吊物马达、GPS天线、驱动电机、旋转铰链、安全开关、警报单元、椭圆波导、后台检测系统（包括：震动监测、倾角监测、声音监测、漏油监测、视频监测等）等组成。

室内收发设备机柜组成包括配电单元、发射组件、发射电源、监控组件、接收组件、综合电源、通风单元、时间服务器、信号处理服务器等。

以下是对该场监雷达系统各组成部分的详细功能说明：

4.1 配电单元

机柜内的配电单元是整个雷达系统的电力分配枢纽，采用A/B双路双冗余架构来确保保障供电可靠性。其核心功能包括：接收上级UPS配电柜输出的交流/直流电源，转换为收发机柜内各功能组件的适配电压（如24V、48V、220V），按需分配至发射组件、接收组件、监控组件等所有子系统；同时配电单元自身还具备过载保护、短路保护、电压波动抑制等保护性功能，当其中一路配电模块故障时，配电单元的冗余模块可进行自动切换，避免场监雷达发射机和接收机系统失电；同时向监控组件上报实时供电参数（电压、电流），为电力监控系统状态提供判断，是保障全系统电力稳定的基础单元。

4.2 发射组件

发射组件是场监雷达射频信号生成与辐射的核心，采用A/B双机冗余配置。发射组件接收到来自接收组件的激励信号后，通过功率放大、功率合成等环节，最终生成满足雷达工作模式的射频发射信号；随后将发射信号通过旋转关节传输至天线，完成对目标区域的信号辐射。发射组件内置检测模块，可实时发射组件工作状态至监控组件，若其中一路发射组件发生故障或是功率异常，系统可自动切换至另一路继续工作，保障雷达的发射能力不中断。

4.3 发射电源

发射电源是发射组件的专属供电单元，同样采用双机冗余设计。发射电源提供高稳定性的供电支持，同时具备电压精度调节、电流监控、功率因数校正等功能；此外，发射电源也会将实时的供电状态信息向监控组件进行上报，是保障发射链路连续性的关键电源模块。

4.4 监控组件

监控组件是场监雷达系统的状态管理与控制中枢，分为监控A/B双通道。其核心功能包括三类：一是下发命令指令，向伺服驱动、发射组件、接收组件下发打开/关闭等指令；二是功能单元模块状态采集，实时接收场监雷达收发系统内配电单元、发射电源、温湿度传感器等设备的运行参数（例如：电压、电流、温度、湿度等），以及各组件的BIT（机内自检测）故障信息；三是冗余调度与告警，当其中一子系统（如发

射组件A）发生故障时，监控组件会自动触发冗余切换（切换至发射组件B），同时向维护终端推送告警信息，是保障系统可靠性与可维护性的核心模块。

4.5 接收组件

接收组件是场监雷达回波信号处理的前端核心，采用A/B双机冗余配置。接收组件通过旋转关节接收天线回传的目标回波信号，先进行低噪声放大，再通过下变频、滤波等环节，最终将射频回波信号转换为中频信号；同时接收组件还接收时间服务器送来的同步时钟信号，确保回波信号的时间测量精度；接收组件内置DPC（数字处理单元），是对中频信号进行数字化采样的处理部分，随后将数字信号送至信号录取器。若某一路接收组件故障，系统可自动切换至另一路，保障回波信号的连续接收。

4.6 综合电源

综合电源是除发射组件外其他设备的供电核心，采用双机冗余配置。其负责为接收组件、监控组件、信号处理服务器、时间服务器等功耗设备提供稳定供电，是保障发射系统之外设备连续工作的电力基础。

4.7 通风单元

通风单元是场监雷达系统的散热与环境保障模块，采用双机冗余配置。通常包含风扇组、温控传感器与风道控制组件，每个通道配备6个散热风扇，通过强制风冷的方式，将发射组件、信号处理服务器等高热设备产生的热量排出，维持机柜内设备工作环境温度在安全许可范围内；通风单元内部置有温湿度传感器，能够实时向监控组件上报环境参数（例如：温度、转速等），当温度超过阈值或风扇故障时，会触发告警并自动调节，避免设备因过热损坏，是保障雷达长期稳定运行的环境基础。

4.8 时间服务器

时间服务器给场监雷达系统提供高精度时序基准源，采用主备冗余架构。雷达对目标的距离、速度测量依赖于精确的时间同步，因此需要向发射组件、接收组件、信号处理服务器提供统一的高精度时钟信号（通常精度达微秒级），保障发射、接收、信号处理的时间戳完全同步；若主时间服务器故障，主备冗余机制可迅速切换至备用服务器，避免时序基准丢失导致的测量精度下降，是雷达实现精准目标测量的关键支撑单元。

4.9 信号处理服务器

信号处理服务器是雷达目标信息提取的核心单元，采用A/B双机冗余配置。接收来自接收组件的预处理信号，通过脉冲压缩、检波、参数提取、数据融合（生成目标轨迹）等核心算法处理，最终生成视频信号；同时将信号传输至A-SMGCS系统以及维护显示终端，实现目标可视化；双机冗余的配置可

确保当其中一路服务器发生故障时，可迅速切换至另一路服务器，避免目标航迹中断，是雷达实现“探测-识别-显示”功能的核心算力模块。

除以上设备外，还有防雷转接箱、伺服控制箱、波导充气机、网络传输单元等。

5 发展前景

目前国内场场面监视雷达多依靠从外国采购，不光无法掌握其核心技术，还经常会被外国厂家以各种原因对我们造成技术封锁，其次还因设备备件储备以及设备维修等问题造成额外的经济损失。并且外国厂家的响应不是很及时，大大影响了我国民航的设备保障工作，此间种种都告诉我们国产雷达的研发已经是刻不容缓了。近些年，随着安徽四创、南京恩瑞特、四川九洲等国产厂家陆续研发出国产雷达并相继投入使用，并获得了良好的使用效果反馈，国家也相继推出雷达国产化率的计划要求。此次北京首都国际机场建设的两个四创 SCR-25 型场场面监视雷达不仅仅是为了响应国家号召，同时也是对国产雷达的支持与期望。

参考文献：

- [1] 卿烈华.场场面监视雷达系统在民用机场的应用[J].数字技术与应用.2018,(5)
- [2] 刘占龙.机场场场面监视雷达信号处理方法及实现[D].2014
- [3] 金文.场场面监视雷达的应用与发展[J].中国民用航空.2011,(9)
- [4] 高怡东.场场面监视技术在深圳机场应用展望[J].科技资讯.2012,(33)

安徽四创电子股份有限公司自主研发的 SCR-25 型国产场场面监视雷达是中国民航业快速发展的又一个里程碑，这标志着未来中国民航在自主研发雷达的领域会进入一个崭新的高度。就当下国产场场面监视雷达与正在使用的外国品牌场场面监视雷达对比来说，外国品牌雷达技术更为成熟，设备也更为稳定可靠，但我国自主研发的雷达虽然年岁尚浅，却已有奋起直追的趋势。自主研发的雷达虽然可能会出现一些小的瑕疵，但借此机会积累下来的宝贵经验与技术却是我们在雷达研发领域逐步走向成熟乃至赶超的重要基础。

6 结束语

目前，场场面监视雷达系统在国内外大型机场已经得到广泛的应用，而基于 ADS-B 与 MLAT 的场场面监视技术也在不断推广，已经成为未来的发展趋势^[4]。随着我国民航业的飞速发展，雷达的自主研发工作也取得不小的成就，我国自主研发的雷达是打破国外雷达技术封锁的重要历史性节点，未来也会逐步实行雷达百分之百国产化的发展前景，相信国产雷达在不久的将来也会屹立于世界雷达领域顶尖水平。