

浅谈莱斯空管自动化系统监视数据处理功能

申炜昊

民航华北空管局 北京 100621

【摘要】：随着我国民航事业的高速发展与空域运行复杂度的不断提升，我国的空中交通流量也在快速的增长。空管自动化系统作为空中交通管理的核心支撑，它的主要功能是对监视数据进行处理，使得管制人员面对雷达显示器即可了解空中交通的实时动态。^[1]本文将主要介绍华北地区现阶段使用最广的，南京莱斯公司生产的 NUMEN3000 自动化系统，从概念定义、核心原理、实际案例等维度展开分析，系统阐述其监视数据处理功能的技术特性与应用价值，为行业技术实践提供参考。

【关键词】：监视数据处理；监视源；航迹；融合；空管自动化系统

DOI:10.12417/3083-5526.25.06.017

引言

空管自动化系统(ATCAS)是集成通信、导航、监视(CNS)技术与空中交通管理(ATM)逻辑的综合性系统，核心使命是通过对航空器运行数据的实时采集、处理与分析，为管制员提供空域态势监控、冲突预警、流量调配等辅助决策支持，替代部分人工操作以提升运行安全与效率。其核心架构围绕“数据输入 - 处理分析 - 决策输出 - 可视化展示”形成闭环，而监视数据处理模块是连接原始数据与上层应用的关键枢纽。

1 莱斯空管自动化系统概述

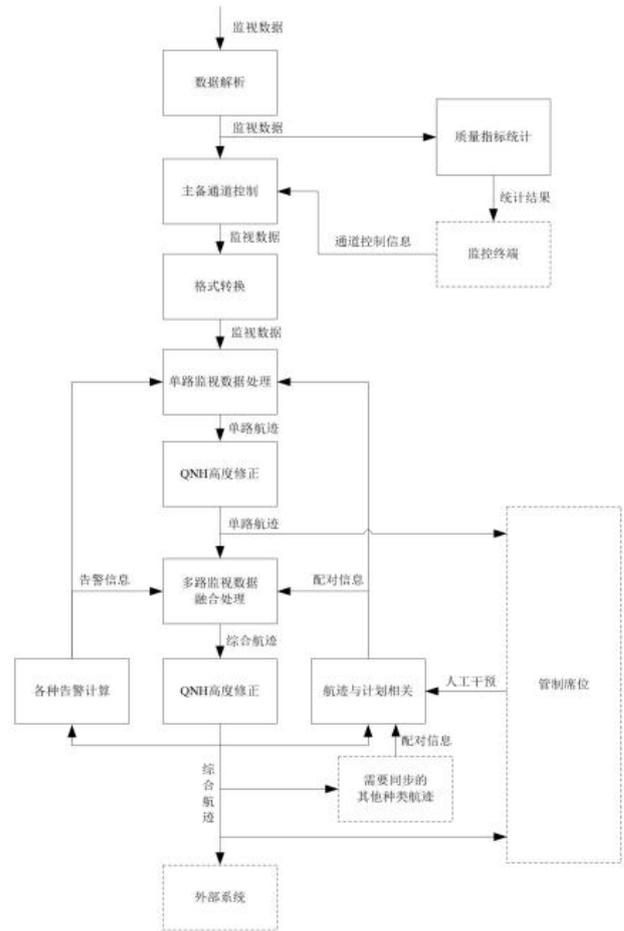
莱斯空管自动化系统(LES)作为国产化标杆产品，已广泛应用于全国多地区空管分局(站)及重点机场，支持区域管制、终端区管制、塔台场面管理等多场景运行需求。该系统的核心特征体现在三个方面：一是多源数据接入能力，现阶段华北地区主要引接雷达数据与 ADS-B 数据两类信号源，为监视数据处理提供丰富输入；二是模块化处理架构，通过监视数据处理服务器(SDP)实现单路航迹处理、多路数据融合、质量控制等核心功能，包含 CETC_SDP、CETC_RAD、CETC_ADSB 等专用处理模块；三是高适配性运行模式，支持多种监视源与航迹类型选择，满足不同管制场景的个性化需求。^[2]其中，监视数据处理功能作为系统的“数据中枢”，通过标准化流程实现原始数据向精准航迹的转化，为管制指挥提供可靠的数据支撑。

2 莱斯自动化系统监视数据处理原理

系统接收到各路监视数据后，在前置处理机上进行监视数据的前置预处理，包括格式解析与转换、双通道选优、质量指标统计等工作，将转换后的当前主通道数据传送给后端监视数据处理模块。监视数据处理模块进行单路数据处理，生成并维护单路航迹数据，然后将多个单路航迹数据进行融合，生成并维护综合航迹数据，在此基础上进行后续的与飞行计划相关、

各种告警计算、QNH 高度修正等处理，最终将完善后的单路航迹和综合航迹发送给各席位进行显示，同时也向外部系统输出。

系统航迹数据有三种，MSDP 航迹、BSPD 航迹和 TSDP 航迹，三种航迹的数据处理流程相同，互相之间进行同步，数据处理流程如图所示：^[3]



作者简介：申炜昊 1999年10月，汉族，性别：男，籍贯：北京市，学历：本科，职称：助理工程师，研究方向：空管自动化。

2.1 单路航迹处理

监视数据处理模块将监视数据前置处理模块送来的数据进行分解, 提取出主要信息。对这些数据项进行合法性检查后, 将通过质量检查的目标信息转换其坐标系为以系统处理中心为原点的直角坐标系并投影到系统平面上, 然后参加单路航迹的跟踪处理。生成新航迹或更新旧航迹。

(1) 单路航迹的目标相关

目标相关需要检查多个要素, 包括地址码、二次代码、位置、高度和航迹号, 首先各项分别检查, 依据两目标信息在各方面的相似程度(例如地址码、航迹号或二次代码是否一致、位置的接近程度、高度的接近程度等)评估在此方面是否为一个目标的可能性程度, 然后依据各项要素的重要性权重(例如地址码的权重较高, 即指地址码是否一致对最后判定结果影响很大)进行综合考虑, 最终得出是否应该相关上的结论。

如果目标相关未通过, 则系统将以一个新的航迹号来建立一个新的单路航迹目标, 此新目标将会立刻显示给用户(在管制席上选择观看此单路航迹时), 但由于处于待确认阶段而不会立即参与多路监视数据融合(即综合航迹暂时不会包含此目标)。

(2) 单路航迹的更新频率

单路航迹信息的更新频率取决于所选择的原始监视数据的更新周期

(3) 单路航迹的质量控制

①丢弃指定目标(雷达丢弃二次代码)②丢弃可靠覆盖范围之外的目标(最远覆盖距离)③新目标抑制区域内不建立新航迹(非初始化区)④丢弃完全屏蔽区域内的目标(丢失区)⑤对于 ADS-B 目标检查其质量指标(NUCP、NIC、SIL 等)

2.2 多路监视数据融合处理: 生成并维护综合航迹的处理过程

(1) 综合航迹的目标相关

多路监视数据融合时的目标相关与生成单路航迹时判定方式和要考虑的要素, 区别在于要判定的不是某个单路监视源前后两次更新的目标信息是否为一个目标, 而是多路监视源报告的多个已确认的目标信息是否和某个已存在的综合航迹为同一目标。如果相关通过, 则认为这些目标信息确指一个目标, 接着进行卡尔曼滤波等后续处理得到目标位置, 否则建立新的综合航迹。

(2) 综合航迹的更新频率

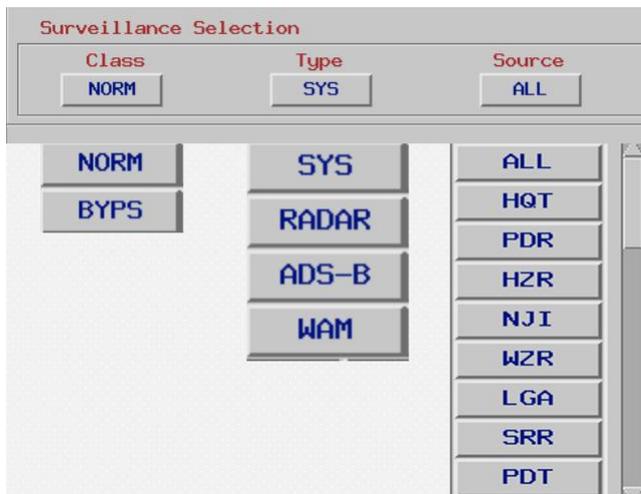
一般情况下, 系统综合航迹的更新周期固定为 4 秒。在 PRM 窗口中显示时, 如果系统综合航迹有 ADS-B 或 MLAT 数据参与融合, 并且位于离线定义的航迹快速更新空域内, 则更新周期加快到 1 秒。

(3) 综合航迹的质量控制

①监视源融合可信度②单路航迹参与融合开关③雷达不可靠区(盲区)④场面目标屏蔽区(过滤地面目标)

2.3 管制席位显示

莱斯自动化系统每个雷达管制席位默认显示的是系统综合航迹, 系统提供单雷达航迹和旁路航迹的显示:



Class 按钮, 弹出下拉菜单, 设置监视源, 可设置 NORM(综合航迹)、BYPASS(旁路航迹)两种; Type 按钮, 弹出下拉菜单, 设置航迹类型, 可设置 SYS(融合航迹)、RADAR、ADS-B、WAM 四种; Source 按钮, 弹出下拉菜单, 设置具体单路雷达信号源。

3 实际案例分析

3.1 案例背景

2024 年 4 月, 某分局塔台管制用户反映莱斯自动化系统中频繁出现航迹转弯降速问题, 主要表现为进港落地航班航迹在三边转入四边、四边转入五边飞行的过程中, 莱斯自动化系统中航迹标牌速度降低明显, 会经历降速之后再提速的过程, 而泰雷兹空管自动化系统中航迹转弯飞行过程中速度保持平稳, 不会出现明显的航迹降速问题。

3.2 问题排查与原因分析

由于航迹转弯降速可能会对管制员进港排序、指挥间隔等造成影响, 技术人员立刻开展问题调查, 通过景象重演、数据重演及关键参数对比(重点分析 DAP 窗口地速数据), 最终定位问题核心:

(1) 塔台管制席位监视源模式设置为“RADAR ALL”, 对应启用 CETC_RAD 处理模块, 生成多雷达融合航迹; 设置为 SYS ALL 时对应 CETC_SDP 处理模块, 两者对航迹在速度计算方面的算法模型存在差异, 造成航迹转弯过程中多雷达融合航迹与系统综合航迹表现不一致;

(2) CETC_RAD 模块采用 4 阶滤波模型, 仅包含位置

与速度参数，未考虑加速度与转弯率，且速度计算纯依赖位置滤波，未参考单路信号速度；

(3) 转弯过程中，纯位置滤波难以精准捕捉航空器动态变化，导致速度计算出现偏差，表现为标牌速度波动；

(4) 数据重演验证：切换至“SYS ALL”模式（启用 CETC_SDP 模块）后，系统综合航迹因融合 ADS-B 数据、采用高阶滤波模型并参考单路信号速度，无转弯减速问题。

关于 CETC_RAD 与 CETC_SDP 多雷达融合航迹和系统综合航迹速度计算算法的相同项与差异项见下表：

相同项：均是由滤波模块经过滤波算法迭代计算得到。

差异项：

分类	CETC_RAD	CETC_SDP
信号源	纯雷达信号	有多点或 ADS-B 时会参与融合
滤波模型	交互多模型 IMM(匀速-左转弯-右转弯)	交互多模型 IMM(匀速-加速-转弯)
滤波阶数	4阶(x位置,x向速度, y位置, y向速度)	6阶(x位置,x向速度, x向加速度, y位置, y向速度, y向加速度)和5阶(x位置,x向速度, y位置, y向速度,转弯率)
速度计算是否考虑单路信号的速度	纯滤波算法计算, 仅有位置计算	会参考单路信号的速度
决定量测位置的高权重雷达	由目标与雷达站点的距离决定	由参与融合信号的多监视源的目标实时位置的动态分配权重

参考文献：

[1] 闫峰.南京莱斯空中自动化系统常见故障及解决方法[J].空中交通,2015 (12):59-61.
 [2] 北京新机场工程空管工程备用自动化系统维护手册 LES.010.0260WC (V1.0) [Z].2018.
 [3] 莱斯空管自动化系统培训教材 [Z].2020.

3.3 解决方案与实施效果

针对问题根源，技术团队明确管制席位监视源模式需统一设置为“SYS-ALL”，优先启用 CETC_SDP 模块生成系统综合航迹。实施后：航迹转弯过程中速度显示平稳，与航空器实际运行状态一致，消除管制员决策干扰；同时验证了不同处理模块的适配场景差异，为系统参数配置提供实践依据。

3.4 案例启示

该案例凸显了监视数据处理算法设计与运行模式配置的重要性：一是不同处理模块的滤波模型、参数维度直接影响航迹数据精度，需根据运行场景科学选型；二是管制席位的监视源与航迹类型设置（通过 Class、Type、Source 按钮配置）需严格遵循规范，避免因模式不当导致数据异常；三是系统具备的多模块冗余设计的优势，为问题快速处置提供了技术支撑。

结语

本文通过对莱斯自动化系统的简要介绍，并结合实际工作中的典型案例，系统分析了其监视数据处理的原理以及全部流程。这些分析和建议对今后避免类似的事件并减轻其影响具有借鉴作用，未来，随着国产化空管技术的持续迭代，莱斯系统的监视数据处理功能将在保障飞行安全、提升运行效率方面发挥更大作用，为我国民航强国建设注入更强动力。