

航管系统的智能化决策支持系统设计与实现

赵义宁 王 磊 何晨凯

四川九洲电器集团有限责任公司 四川 绵阳 621000

摘 要：航空运输空域运行场景日趋复杂，传统人工航管模式难以适配高密度、动态化的飞行管控需求，智能化决策体系成为航管升级的重要方向。本文结合航管业务运行特征，搭建智能化决策支持系统的整体架构与运行体系，梳理系统建设过程中数据适配、功能适配、协同交互及运维迭代方面的现存问题，深入剖析问题背后的建设短板与机制缺陷，结合航管实际业务场景提出数据体系建设、功能模块优化、多系统融合、长效运维完善的系统化建设路径，有效提升航管智能决策的专业性与实用性。

关键词：航管系统；智能决策；数据整合；系统融合；运维迭代

引言：民航航空运输规模持续扩张，空域航班运行态势愈发复杂，各类突发工况与动态变化对航管调度的精准度、时效性提出更高标准。传统航管调度高度依赖人工经验，数据处理效率有限，决策研判方式较为单一，难以应对高频次、多变化的现代空域运行场景。智能技术的深度应用能够重塑航管运行模式，推动调度管控从经验主导转向数据驱动。补齐智能决策系统建设短板，完善系统架构与运行体系，是推动航管工作数字化、智能化升级的关键方式。

1 航管智能化决策支持系统整体架构

1.1 航管智能决策系统设计原则

航管业务运行节奏紧凑，空域态势更迭频繁，各类飞行调度业务具备极强的动态性与关联性。智能化决策系统的设计工作需要匹配航管行业的特殊运行属性，依托科学规范的设计标准搭建整体框架。系统搭建坚守稳定性标准，选用成熟可靠的底层技术架构，规避程序卡顿、数据错乱、功能失效等常见问题，维系航管调度业务的有序推进^[1]。功能设计立足实际业务场景，围绕空域资源调配、运行态势分析、飞行冲突处置等主流工作内容搭建功能体系，删减各类无实际应用价值的冗余设计。架构布局预留充足的升级拓展空间，能够适配空域结构调整、航班流量波动、业务模式迭代带来的场景变化。数据运算与智能研判环节保持严谨标准，严控运算误差与研判偏差，为航管调度工作输出可靠的参考依据。整套设计准则贯穿系统搭建全流程，为系统落地运行与长期迭代筑牢基础。

1.2 航管智能决策系统总体框架

航管智能化决策支持系统采用分层立体化的搭建思路，整体层级划分明确，业务运行链路清晰有序。整体架构划分为数据层、处理层、分析决策层与交互层四

大核心层级，各层级承载专属业务职能，联动构建完整的智能运行体系。数据层作为系统底层支撑，负责归集全域航管运行数据，收纳航班动态、空域状态、气象环境等多元信息资源。处理层针对原始数据开展精细化加工，完成数据清洗、格式规整、标准化转换等工作，提升原始数据的整体质量。分析决策层是系统核心载体，依托规整后的有效数据完成空域态势研判与调度方案生成。交互层面面向一线工作人员，搭建可视化操作与信息展示通道。层级之间有序衔接、互相支撑，打造适配复杂航管作业场景的完整运行框架。

1.3 航管智能决策系统功能模块构成

结合航管调度的实际运行需求，系统拆分多个独立运转且深度联动的功能模块，全面覆盖智能决策的完整业务流程。数据采集模块统筹归集各类航管运行信息，保障数据覆盖维度完整、来源真实。数据治理模块筛选剔除冗余信息，修补残缺数据内容，统一全部数据的存储与运算格式。态势感知模块依托整合完成的数据集，精准判别空域运行压力、航班分布状态与潜在运行风险。决策辅助模块针对不同空域运行场景，生成科学可行的调度优化方案。人机交互模块集成信息查询、参数调控、数据展示等基础功能，简化岗位操作流程。各模块分工清晰、协同运转，充分释放系统智能化辅助能力。

1.4 航管智能决策系统运行逻辑

整套系统采用闭环式的运行逻辑，各环节流程层层递进、紧密衔接，形成完整的智能决策链路。系统持续采集全域航管动态信息，完成原始数据归集后，启动标准化治理流程完成数据优化规整。合规有效的数据会导入内置智能分析模型，结合空域运行规则与专业调度逻辑开展全方位研判，精准捕捉当下运行态势与隐性运行隐患。系统依托研判结果生成适配现场工况的调度方

案,通过交互界面完成内容输出,为工作人员开展调度工作提供参考。系统保持常态化动态更新,实时吸纳全新运行数据,持续迭代分析结果与调度方向,为航管调度工作提供长效智能化支撑。

2 航管智能化决策系统建设现存问题

2.1 系统数据整合适配存在短板

航管运行涉及多领域、多类型的信息资源,数据来源渠道分散,不同业务端口的存储格式与统计标准存在差异。现有系统对全域数据的整合力度不足,各类航班信息、空域状态信息、环境监测数据处于分散独立的状态。数据归集流程不够规范,原始数据留存大量无效内容,缺失数据修补机制较为薄弱。粗放的数据处理模式难以保障数据精准度与完整性,无法为智能研判提供优质的数据资源。数据适配能力的不足,会直接影响系统分析精度,拖累整体决策质量^[2]。

2.2 智能决策功能适配性不足

现阶段航管智能决策系统的功能设置偏向通用化设计,难以应对复杂多变的空域运行场景。系统内置分析逻辑较为固定,只能完成基础的数据统计与简单态势判断。面对航班流量波动、突发空域变化、复杂天气干扰等特殊场景,系统无法生成针对性较强的调度方案。功能拓展性偏弱,新增业务场景难以匹配现有运算模型。固定化的功能模式无法适配航管业务动态变化的运行需求,智能辅助价值难以充分发挥。

2.3 系统协同交互能力存在局限

航管智能化系统的交互设计偏向传统操作模式,整体运行相对独立。系统和其他航管业务平台的互通程度较低,跨平台信息流转存在阻碍。人机交互设计过于固化,操作流程繁琐,界面信息排布不够贴合岗位实操习惯。关键研判信息展示不够直观,需要工作人员二次整理分析,增加岗位工作负担。交互层面的诸多局限,降低智能系统的实际使用效率,制约整体调度工作的推进效率。

2.4 系统运维与迭代体系不完善

系统常态化运维工作缺少细化规范与长效管理机制,日常检修、故障排查、漏洞修复等工作开展较为随意。软硬件运行状态缺少常态化监测手段,潜在运行问题难以提前发现处理。系统迭代升级缺少系统性规划,功能更新、模型优化、端口升级工作节奏滞后。老旧功能模块长期留存,新型智能技术无法及时融入系统架构。不完善的运维迭代模式,让系统长期维持固化运行状态,难以适配航管行业持续更新的发展需求。

3 航管智能决策系统问题成因剖析

3.1 数据资源统筹体系建设滞后

航管领域数据资源类型繁杂,不同业务板块的数据采集、存储、处理标准没有形成统一规范。各类业务数据长期分属于不同管理端口,统筹整合的建设进度较为迟缓。行业内部未搭建统一的数据治理规范,数据筛选、纠错、补全的标准化流程存在缺失。日常数据管控工作多停留在基础存储层面,对数据质量的管控力度薄弱。零散的管理模式无法形成集中统一的数据资源池,原始数据杂质较多、完整性不足。底层数据建设的滞后状态,从根源上限制系统智能分析与决策研判的精准程度,制约数据价值的有效释放。

3.2 智能化功能设计贴合度不足

智能系统前期功能设计多依托通用化行业模板开展,未深度结合航管复杂的动态运行场景。设计阶段对空域调度、航班管控、态势处置等细分业务的深层需求挖掘不够深入。功能开发侧重基础数据分析与简单研判工作,忽略特殊工况、突发场景下的调度辅助需求。模型算法设置较为保守,更新优化节奏缓慢,无法适配航班流量变化与空域运行模式的持续变动。功能开发与实际业务需求存在脱节问题,造成系统智能模块实用性偏弱,难以支撑精细化航管决策工作。

3.3 多系统融合建设规划不系统

航管各类业务系统的搭建与升级工作多为独立推进,整体建设缺少全局性统筹规划。不同业务平台的开发标准、运行架构、数据端口存在明显差异,天然形成信息互通的壁垒。建设工作多聚焦单一系统的功能完善,忽视跨平台联动运转的建设需求。前期架构设计缺少融合互通的前瞻思路,没有预留充足的对接拓展端口。碎片化的建设模式导致各系统独立运行,数据与业务链路无法打通,大幅限制智能决策系统的协同运转能力。

3.4 长效运维迭代机制不健全

智能系统运维管理工作缺少系统化的制度规范与常态化管理模式,日常运维工作随机性较强。行业内部未形成固定的故障排查、漏洞修复、性能优化工作流程,软硬件潜在问题难以提前排查处置。系统迭代升级缺少长期规划,技术更新、算法优化、功能升级工作没有固定推进节奏。运维团队的工作重心多放在故障事后处置,对系统前瞻升级、性能提质的重视程度不足。松散的运维迭代模式,让系统架构与功能长期处于固化状态,难以适配航管业务持续迭代的运行要求。

4 航管智能化决策支持系统实现路径

4.1 搭建标准化航管数据资源整合体系

数据资源是航管智能化决策系统稳定运行的核心基础,数据质量与整合水平直接影响决策输出的精准程

度^[3]。针对航管各类数据分散、标准不一、整合难度大的现状,搭建适配航管业务场景的标准化数据整合体系。梳理航管业务涵盖的各类数据类型,统筹空域运行、航班动态、地面保障、环境状态等多维度数据资源。统一各类数据的采集口径、存储格式与传输标准,消除不同业务模块数据格式差异带来的融合壁垒。规范数据采集、筛选、录入、存储的全流程管理规范,剔除无效数据、冗余数据与错误数据,提升入库数据的纯净度与有效性。搭建统一的数据资源池,实现各类航管数据集中归集、分类管理与有序调用,为智能决策分析、空域调度、航班管控等核心功能运转提供扎实的数据支撑,满足航管系统智能化运行的基础需求。

4.2 优化智能决策模块定制化设计

智能决策模块是航管系统实现智能化升级的核心载体,模块设计需要贴合航管业务的实际运行需求。结合空域调度、航班排序、风险预判、运行管控等航管核心业务场景,对现有智能决策模块进行针对性优化升级。细化不同业务场景的运行特点与决策需求,调整模块功能逻辑与运算逻辑,补齐传统模块适配性薄弱的短板。针对常规运行场景与特殊突发场景设置差异化决策模式,提升模块对复杂航管工况的适应能力。优化智能算法的适配精度,依托海量合规航管数据完成算法迭代调校,强化系统自主分析、智能研判、辅助调度的能力。精简模块冗余功能,聚焦航管实际业务需求优化核心功能,让智能决策模块可以精准匹配各类航管管控场景,提升系统辅助决策的实用性与专业性。

4.3 完善多系统融合协同架构建设

航管智能化决策系统的高效运转,离不开多业务系统的深度融合与高效联动。针对现阶段系统交互壁垒突出、协同能力薄弱的问题,持续完善多系统融合的整体架构体系。梳理航管领域各类关联业务系统的运行逻辑与对接需求,打通系统之间的信息传输通道。优化整体架构的层级布局与对接模式,规范跨系统数据传输、信息交互、业务联动的运行流程。统一各系统的交互协议与对接标准,解决不同系统运行模式差异引发的衔接问题。强化智能决策系统与空域管理、航班调度、安全监

控、地面运维等系统的联动能力,实现各类业务信息互通共享、业务流程顺畅衔接。一体化的协同架构能够打破信息孤岛,提升航管整体运行的连贯性与整体性,支撑智能化决策工作高效落地。

4.4 构建系统长效运维与迭代机制

航管智能化决策系统的稳定运行与长效发展,需要依托完善的运维迭代体系作为保障。结合航管业务动态更新、空域工况持续变化的特点,搭建适配系统长效运行的管理机制。制定常态化系统运维管理规范,明确设备运维、软件检修、数据维护、漏洞排查的具体工作内容。建立每日常态化巡检、每周专项排查、每月系统迭代的运维节奏,定期开展系统全维度检测,及时排查软硬件运行隐患,快速处理系统卡顿、数据异常、功能失效等问题,保障系统全天候稳定运转。建立动态迭代更新机制,结合航管业务升级、运行场景更新、技术发展趋势,持续优化系统功能架构与运行模式。细化运维岗位的工作分工,规范日常运维、专项检修、版本升级的工作流程,以制度化的管理模式保障系统持续适配航管智能化管控需求,维持系统长期稳定的运行状态。

结束语

航管智能化决策支持系统的建设是一项系统性工程,数据统筹不足、功能适配薄弱、系统交互受限、运维机制不完善等问题,都会制约航管智能化转型推进节奏。通过搭建标准化数据整合体系、优化定制化智能决策模块、完善多系统协同架构、构建常态化运维迭代机制,可以全方位补齐系统运行短板,优化航管智能决策运行体系。持续提升空域调度与飞行管控的智能化水平,为民航空域安全稳定运行与高效调度提供坚实技术支撑。

参考文献

- [1]谭智炜.民用机场航管弱电智能化系统设计[J].电子产品世界,2026,33(2):67-71.
- [2]石林静.机场航管楼智能防雷系统设计分析[J].模型世界,2024(5):7-9.
- [3]张琳.航空发动机燃油系统附件适航管理研究[J].机电产品开发与创新,2024,37(03):178-182.