

# 空中交通管制智慧带班系统构建和应用

舒震

广州白云国际机场运行控制中心 广东 广州 510000

**摘要：**空中交通管制智慧带班系统以“安全优先、效率提升、协同高效、智能赋能”为核心目标，采用分层架构，依赖大数据处理、人工智能等关键技术，设五大核心功能模块，注重接口与数据标准设计。其应用实施路径包括前期准备、试点应用与优化、全面推广与人员培训。为保障系统运行，构建了技术、人员、运行管理三方面保障机制，涵盖系统维护、安全防护、人员培训考核、运行效果评估等内容，以实现系统稳定高效运行。

**关键词：**空中交通管制；智慧带班；系统构建；应用

**引言：**在航空运输量持续攀升、空中交通管制复杂度与日俱增的背景下，传统带班模式面临诸多挑战。为提升空管效能、保障飞行安全，构建空中交通管制智慧带班系统迫在眉睫。该系统以“安全优先、效率提升、协同高效、智能赋能”为核心目标，采用分层总体架构，依赖大数据处理、人工智能等关键技术，设计有运行态势感知等五大核心功能模块。本文将深入探讨其应用实施路径，并从技术、人员、运行管理三方面阐述保障措施，为系统落地与稳定运行提供参考。

## 1 空中交通管制智慧带班系统构建的核心目标与总体架构

空中交通管制智慧带班系统构建有着明确且关键的核心目标与科学合理的总体架构。其核心目标聚焦于“安全优先、效率提升、协同高效、智能赋能”。在航空运输日益繁忙的当下，安全是空中交通管制的基石，该系统旨在通过智能化手段进一步强化安全保障；效率提升则着眼于优化空管工作流程，减少不必要的延误；协同高效强调各环节、各部门间的紧密配合；智能赋能则是借助先进技术为带班工作注入新动力，实现从“经验驱动”到“数据驱动”的重大转型。

系统总体架构采用分层设计模式，由四个核心层级构成。数据感知层处于系统最前端，承担着全面采集空管运行全要素数据的重任，涵盖航班动态数据，能精准掌握航班起降、飞行轨迹等信息；管制指令数据，清晰记录管制员发出的各类指令；设备运行状态数据，实时监测空管设备的运行情况；气象数据，为飞行安全提供气象方面的参考。数据处理层对感知层采集的数据进行深度处理，通过清洗去除无效数据、整合分散数据、分析挖掘数据价值，并存储形成标准化的数据资源库，为后续应用提供坚实的数据支撑。核心应用层基于处理后的数据，实现带班工作所需的核心功能，如风险预警、

资源调配等。支撑保障层为系统稳定运行提供全方位保障，包括网络通信保障数据传输畅通、安全防护抵御外部攻击、制定技术标准确保系统规范运行，各层级协同联动，共同推动系统高效运转<sup>[1]</sup>。

## 2 空中交通管制智慧带班系统构建的关键技术支撑与功能模块设计

### 2.1 关键技术支撑

空中交通管制智慧带班系统的构建依赖于一系列先进且关键的技术。（1）大数据处理技术是基础支撑，空中交通管制运行过程中会产生海量的数据，涵盖航班信息、管制指令、设备状态等多方面。该技术能够对这些繁杂的数据进行快速清洗，去除无效和错误数据，接着进行高效整合，将分散的数据汇聚成有价值的资源，再通过深入分析挖掘出数据背后隐藏的运行规律以及潜在的风险隐患，从而为带班决策提供坚实可靠的数据依据。（2）人工智能与机器学习技术发挥着智能分析预测的作用。通过构建风险预判模型，可对空管运行中的各类风险进行精准识别和提前预判；构建流量预测模型，能科学预测不同时段、不同区域的交通流量，助力带班人员提前做好资源调配和应对措施。实时数据传输与融合技术确保多源数据实时采集与同步融合，保障数据的时效性与完整性。可视化技术则将复杂的空管运行数据转化为直观的图表、地图等形式，增强带班人员对运行态势的直观感知。

### 2.2 核心功能模块设计

结合带班工作核心职责，系统设计五大核心功能模块：一是运行态势感知模块，整合航班动态、交通流量、气象条件、设备状态等数据，实时呈现空管运行全景态势，支持带班人员全面掌握运行情况；二是风险预判与预警模块，通过人工智能模型分析运行数据，预判潜在的运行风险，如流量拥堵风险、管制冲突风险、设

备故障风险等,并及时发出预警提示;三是资源调度协同模块,实现对管制人员、设备资源的智能调度,根据运行态势动态调整管制扇区、人员排班,同时支持带班人员与管制员、机场、航空公司等相关方的协同沟通;四是应急处置辅助模块,预设各类突发事件的处置流程与方案,在突发情况发生时自动推送处置指引,辅助带班人员快速开展应急处置工作;五是运行记录与复盘模块,自动记录带班工作过程与运行数据,生成运行报告,支持带班工作的事后复盘与经验总结<sup>[2]</sup>。

### 2.3 系统接口与数据标准设计

系统接口与数据标准设计在整个空中交通管制智慧带班系统构建中占据着举足轻重的地位,是保障系统实现互联互通的核心要素。(1)在接口设计方面,要制定统一、标准化的接口规范。鉴于空中交通管制领域已存在诸多成熟系统,如自动化管制系统、航班信息系统、气象预报系统等,智慧带班系统需通过标准化接口与这些现有系统实现无缝对接。如此一来,各类系统间的数据能够毫无阻碍地顺畅传输与共享,打破信息孤岛,形成完整、全面的数据链路。(2)数据标准设计同样不容忽视。要明确数据从采集、存储、传输到分析等各个环节的标准,对数据格式、编码规则以及质量要求进行严格规范。这能有效提升数据的一致性与可用性,确保不同来源的数据在系统中能够准确匹配和有效利用。此外,还需设计完善的接口安全防护机制,运用加密技术、访问控制等手段,保障数据在传输过程中的安全性与保密性,防止数据泄露或被恶意篡改。

## 3 空中交通管制智慧带班系统的应用实施路径

### 3.1 前期准备与需求细化

在启动空中交通管制智慧带班系统的应用实施时,前期准备工作至关重要。要开展全面且深入的需求调研工作。针对不同空管场景,如塔台管制、进近管制、区域管制等,详细了解其带班工作的实际需求。每个场景在航班流量、管制指令复杂度、协调沟通重点等方面存在差异,需精准把握这些特点,将功能需求细化到具体操作层面,同时明确各项功能应达到的技术指标,如数据处理的响应时间、风险预警的准确率等。对空管现有系统进行全面梳理。详细掌握各类系统的接口情况以及所拥有的数据资源,评估智慧带班系统与现有系统对接的可行性,提前规划好数据交互的路径与方式。组建一支专业且分工明确的实施团队。团队成员应涵盖空管业务专家、技术开发人员、项目管理人员等。明确各成员的职责与分工,制定详细且具有可操作性的实施计划,为后续系统的顺利实施奠定坚实基础。

### 3.2 试点应用与功能优化

为确保空中交通管制智慧带班系统切实贴合实际运行,需选取典型的空管运行场景开展试点应用。可挑选交通流量处于适中水平、日常运行相对稳定的区域管制中心或者塔台作为试点单位。这类场景具有一定的代表性,既能检验系统在常规情况下的性能,又能为后续推广积累经验。在试点期间,组织带班人员与管制员进行实际操作使用。通过实际工作场景的检验,收集他们在使用过程中提出的反馈意见,这些意见涵盖功能实用性、操作便捷性等多个方面。同时,对系统的功能完整性进行全面评估,查看是否涵盖了带班工作所需的各项功能;检查运行稳定性,观察系统在高负荷运行时是否会出现卡顿、崩溃等问题;核实数据准确性,确保系统处理和呈现的数据与实际情况一致。一旦发现问题,立即组织技术人员进行优化调整。根据试点应用的实际效果,进一步完善系统功能模块与操作流程,使系统能更好地适配实际运行需求<sup>[3]</sup>。

### 3.3 全面推广与人员培训

当试点应用验证了空中交通管制智慧带班系统的可行性与有效性后,便需有序推进全面推广应用。首先要制定科学合理的分阶段推广计划,依据不同地区空管业务规模、运行复杂程度等因素,明确各阶段具体的推广范围与目标,确保推广工作有条不紊地进行。人员培训是全面推广的关键环节。针对带班人员、管制员、技术维护人员等不同岗位群体,设计具有针对性的培训课程。对于带班人员,重点培训系统在带班决策支持、风险预警等方面的功能应用;对管制员,着重讲解系统与管制工作协同配合的操作要点;为技术维护人员提供系统架构、故障排查与修复等专业技术培训。通过系统培训,提升相关人员对系统功能的掌握程度与操作技能。同时,建立专业的技术支持团队,在系统推广过程中为用户提供实时技术援助,及时解决使用中出现的問題,保障系统能够顺利落地并稳定运行。

## 4 空中交通管制智慧带班系统运行的保障措施

### 4.1 技术保障机制

为确保空中交通管制智慧带班系统稳定、高效运行,需构建一套完善的技术保障机制。(1)建立一支专业过硬的技术维护团队是基础。该团队成员应具备丰富的空管系统维护经验与扎实的技术功底,负责系统的日常维护工作,定期对系统硬件设备进行检查、清洁与保养,对软件系统进行巡检,及时发现潜在问题。同时,制定详尽的系统维护手册与故障处置预案,明确维护流程与故障处理步骤,确保在系统出现故障时,维护人员

能够依据预案快速响应,精准定位故障点并迅速修复,最大限度减少系统停机时间。(2)网络安全与数据安全至关重要。要定期对系统开展全面的安全检测与漏洞扫描,运用专业的安全检测工具,深入排查系统存在的安全风险。一旦发现安全漏洞,立即进行修补,并同步更新安全防护策略,如加强访问控制、加密数据传输等,防止数据泄露与非法入侵。(3)建立系统升级机制。根据空管运行需求的动态变化以及技术的持续发展,定期对系统功能进行升级优化,使系统始终保持较高的适配性与先进性,更好地服务于空中交通管制工作。

#### 4.2 人员保障机制

为保障空中交通管制智慧带班系统的稳定运行,需构建全面且有效的人员保障机制。(1)强化空管人员对系统的应用能力。建立常态化的培训与考核机制,依据系统功能更新和实际运行需求,定期组织系统操作技能培训。培训内容涵盖系统各个功能模块的操作方法、注意事项以及常见问题处理等。培训结束后,通过严格的考核检验培训效果,确保带班人员与管制员能够熟练掌握并熟练运用系统功能,提高工作效率和准确性。(2)鼓励空管人员积极参与系统的优化完善工作。一线人员在实际使用过程中积累了丰富的经验,能够发现系统存在的问题和不足之处。通过建立有效的反馈渠道,收集他们的使用经验与改进建议,形成“使用-反馈-优化”的良性循环,使系统不断贴合实际工作需求。(3)注重培养兼具空管业务知识与信息技术的复合型人才。通过开展跨学科培训、学术交流等活动,提升人员综合素质,为系统的长期运行与升级提供坚实的人才支撑<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 运行管理机制

为保障空中交通管制智慧带班系统的高效、稳定运行,需构建一套严谨细致的运行管理机制。(1)建立健全系统运行管理制度。明确系统使用规范,详细规定不同岗位人员在使用系统时的操作流程与权限范围,避免因误操作引发问题;制定数据管理要求,对数据的采

集、存储、传输、使用等环节进行严格规范,确保数据质量;完善应急处置流程,针对系统可能出现的故障、网络攻击等突发情况,制定详细的应对措施,保障系统快速恢复正常运行。(2)建立系统运行效果评估机制。定期对系统的运行稳定性进行评估,检查系统是否出现卡顿、崩溃等问题;评估功能实用性,了解各项功能是否满足实际工作需求;分析效率提升效果,对比系统使用前后工作处理时间、决策准确率等指标。依据评估结果形成报告,为系统的优化调整与管理决策提供科学依据。同时,加强数据管理,保证数据真实、完整、安全,规范使用与共享流程,充分挖掘数据价值。

#### 结束语

空中交通管制智慧带班系统的构建与应用,是顺应航空运输发展潮流、提升空管保障能力的关键举措。从核心目标与架构的搭建,到关键技术支撑与功能模块设计,再到应用实施路径的规划以及运行保障措施完善,每个环节都紧密相连、不可或缺。该系统以安全为基、效率为要,借助先进技术实现智能赋能与协同高效。未来,随着技术的持续进步与应用不断深入,智慧带班系统将进一步优化升级,为空中交通管制带来更强大的支持,有力推动我国空管事业朝着更加安全、高效、智能的方向稳步迈进。

#### 参考文献

- [1]覃梦欣,何佳,蔡品隆,唐铁桥.低空物联网在城市交通中的创新应用与未来发展路径[J].人工智能,2025(1):42-52.
- [2]王红勇,郭宇鹏.基于航空器自主运行的空中交通复杂性建模[J].交通运输系统工程与信息,2022,22(2):305-312+321.
- [3]朱永文,陈志杰,蒲钊,王琦.空中交通智能化管理的科学与技术问题研究[J].中国工程科学,2023,25(5):174-184.
- [4]赵士长,马纪颖.航空管制中心综合管理系统的设计研究[J].信息与电脑,2022,34(17):5.