人工智能(AI)技术融入民航签派放行体系的路径思考

——基于问题、原则和实践

张 序[1]，李松石[2]，周 川[1]，魏如来[1,3]

（1. 中国国际航空股份有限公司运行控制中心西南分控中心，成都 610225；2. 四川航空股份有限公司运行指挥中心，成都 610225；3. 电子科技大学公共管理学院，成都 610054）

摘要：为实现民航业更安全、更高效、更智慧的签派放行工作，在梳理人工智能(AI)在民航业应用现状与发展趋势的基础上，深入剖析发现当前签派放行工作在信息整合、决策效率、风险预警及人员负荷等方面存在的突出问题，明确AI技术深度融入签派放行工作应遵循“安全至上、人机协同、数据驱动、渐进可控、伦理合规”5大核心原则。最后，从构建智能决策支持系统、优化放行协同平台、重塑工作流程与人员培训体系等多个层面，提出一系列具体、可操作的实践方法。

关键词：人工智能(AI)；签派放行；决策支持系统；智慧民航

中图分类号：V35-39；TP18 **文献标志码：**A **文章编号：**1671－1807(2026)11－0065－05

人工智能(artificial intelligence，AI)技术以大数据、机器学习、知识图谱、自然语言处理、计算机视觉为代表，具备强大的数据处理、模式识别、预测分析和辅助决策能力，正在以前所未有的深度和广度渗透至各行各业[1]。2022年1月民航局发布《智慧民航建设路线图》，旨在通过建立“民航＋数字产业”的共同体，推进新兴数字化产业与民航深度融合，实现AI与民航安全、运行、出行、物流、监管、规划建设等领域融合，促进数据资源赋能民航发展。2025年12月民航局发布《关于推动“人工智能＋民航”高质量发展的实施意见》(简称《意见》)，勾画出安全风险预警、运行智能优化、旅客便捷服务、物流提质增效、监管精准决策等方面的智能化应用场景框架，计划到2030年，实现AI技术与民航各领域广泛深度融合，逐步完善民航人工智能治理体系和安全保障体系，为推动民航高质量发展提供强劲引擎。

签派放行是航空公司飞行运行控制的核心环节，承担着评估飞行安全条件、制定并发布飞行计划、监控航班动态和协调处置不正常情况等一系列关键职责[2]，其工作质量直接关系到航空公司飞行安全、运行效率和航空公司经济效益[3]。长期以来，签派放行工作主要依赖签派员个人的专业知识、工作经验以及对海量、多源、动态运行信息的人工处理与综合判断。随着民航运输规模的扩大、空域环境日趋拥挤、极端天气事件频发以及旅客对航班正点率要求的提升，传统工作模式的内在局限性日益凸显，呈现航班处理量大、信息传递效率低、人工成本高的痛点。因此，推动AI技术与签派放行业务的深度融合，构建“人机协同”的智能签派放行新范式，逐渐成为全球领先航空公司和民航管理机构争相探索的战略方向，是中国从“民航大国”迈向“民航强国”，建设“智慧民航”的必然要求。

1 AI技术在民航行业的实施现状与趋势

随着AI技术与民航产业的深度融合，民航行业推进多主体数据集成融合，形成支撑行业大模型所需的语料库和知识库，推进适配行业特点的民航大模型研发，突破一批面向垂直场景的专用智能算

收稿日期：2026-02-20

基金项目：2024年中国国际航空股份有限公司西南分公司成都区域枢纽运营创新实验室创新项目(2024-Y-04)；重庆工程学院重庆市教育科研实验基地2025年开放课题(2025KFKT-008)；天津市教委2025年社会科学重大项目(高等教育领域)(2025JWZD-GJ19)

作者简介：张序(1982—)，男，四川简阳人，高级工程师，研究方向为飞行签派员循证训练、签派资源管理；李松石(1990—)，男，四川成都人，助理工程师，研究方向为飞行签派员职业教育；周川(1990—)，男，四川德阳人，工程师，研究方向为一级电子飞行包；魏如来(1997—)，男，四川成都人，硕士研究生，研究方向为飞行签派员循证训练。

法，为民航数智化转型提供持续动力。在此背景下，民航旅客服务正经历从“标准化响应”向“智能化交互”“主动化服务”的范式转型，多模态交互与沉浸式体验、情感智能升级、大语言模型与智能体协同、航站楼具身智能普适化、服务主动化以及数据资产可信流通将成为未来旅客服务的核心发展趋势（图1）[4]。《意见》构建了多个应用场景：“人工智能＋民航安全”方面，围绕飞行安全与机务维修、机场运行安全与空防安全、空管风险预警与应急响应、通用航空与低空安全保障等场景，推进智能化安全风险主动感知、精准预警与快速处置优化等技术应用。“人工智能＋航班运行”方面，围绕航班编排与运行调度、机场航班保障与资源分配、空管管制指挥与容量调控、多主体运行协同等场景，推进多源数据融合与分析、运行态势感知与预测、运行策略动态优化等智能化升级。“人工智能＋旅客出行”方面，围绕旅客全流程便捷出行、个性化服务、智能客服等场景，推进精准推荐、行程规划、收益优化、便捷通关、智能引导等应用，提升民航沉浸式智能服务能力。“人工智能＋航空物流”方面，围绕物流信息数字化集成、航空物流高效运营、物流保障少人化无人化等场景，推进人工智能视觉监测、智能调度、具身智能等技术落地，促进航空物流降本提质增效。“人工智能＋行业监管”方面，推动人工智能技术在安全监管、市场监管和数字政务等场景下的应用水平，各种智能化分类、聚类算法可以广泛地用于差异化监管等业务，针对不同对象实现精准监管、差异化监管和穿透式监管。“人工智能＋规划建设”方面，通过人工智能在规划设计、方案优化、智能建造等方面优势，提高民航规划建设智能决策、精准管控、动态优化能力。

行业专家建议将AI技术用于飞行事故预防与应急响应中，通过科学方法来防范飞行风险、完善应急处理机制，可以从构建飞行数据智能化集成共享平台、优化智能预测算法、建设智能化应急响应指挥调度系统等方面着手，系统性地推动AI技术与民航安全管理深度融合，为保障飞行安全、提升民航应急响应能力提供了有力支撑[5]。2025年8月，国务院印发《关于深入实施“人工智能＋”行动的意见》，民航局推进智慧民航建设，机场、空管和航空公司等分别进行技术创新，智能服务、智能营销、智能决策系统等应用加速深化，如在空中交通管理领域，管制单位研究通过AI进行流量预测、冲突探测与解脱、动态空域管理，以提升空域容量和运行效率[6]。在飞行安全监控方面，航空公司应用AI分析快速存取记录器的数据、舱音等，自动识别潜在的风险模式、飞行员操作偏差及不安全事件征兆，实现主动安全预警[7]。然而，AI技术在签派放行体系的应用相对前沿但尚未普及和深入，部分国内航空公司已开始试点或初步部署一些辅助功能。例如，在气象智能解读方面，利用自然语言处理和图像识别，自动解析气象报文、卫星云图、雷达图，提取关键信息并生成通俗易懂的提示；在航路智能规划初探方面，基于历史数据和实时信息，为签派员提供多条备选航路的成本、风险对比；在风险指标可视化方面，通过仪表盘集中展示影响签派放行的多项风险指标（如恶劣天气、军事活动、机场限制等）。但总体而言，这些应用多为“点状”功能增强，并未形成覆盖签派放行全流程、深度融合业务逻辑、具备自主学习和协同决策能力的系统性智能平台。

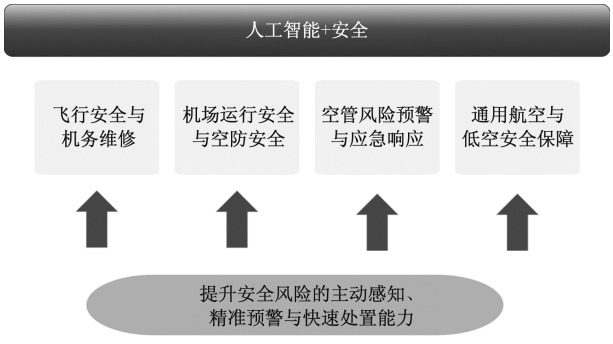


图1　AI在民航行业应用趋势示意图

2　签派放行工作的现实困境及AI技术融入签派放行体系的重要意义

AI技术深度融入签派放行，绝非简单的工具升级，而是一场深刻的范式变革，具有多方面的重要意义。

2.1　签派放行体系的现实困境

尽管民航规章体系不断完善，签派员资质和技术能力都在持续提升，但传统工作模式固有的结构性矛盾在新时代背景下也愈发突出。

（1）存在信息超载与碎片化问题。签派员需同时监控气象、航行通告、飞机状态、机场情况、空域限制等信息来源，这些信息格式各异、更新频繁、分布在不同的独立系统中，导致签派员要花费大量时间进行信息监控与人工比对，难以迅速形成统一、完整的趋势认知。

（2）决策依赖个体经验，协同效率低下。当前放行决策高度依赖签派员的个人经验、知识储备和

直觉判断。在复杂天气或突发事件下,不同签派员的决策可能存在差异。同时,签派员与飞行机组、空中交通管制、机场、机务等多个部门的协调主要通过电话或即时通信工具,流程烦琐,信息传递易失真、效率低,有贻误运行决策时机的风险。

(3)风险预警的滞后性与静态化。传统的风险评估多基于静态规章和已知信息,对于多因素耦合引发的隐性风险、演变迅速的动态风险以及长链条传导的次生风险,缺乏前瞻性、量化的预测与预警能力。风险管控往往在问题出现后才被动反应。

(4)工作负荷与压力峰值失衡。签派员在航班运行高峰期面临极大的时间压力和认知负荷,而常规时段又可能因重复性工作而产生疲劳感。这种不均衡的负荷分布对人员身心健康和决策稳定性构成威胁。这些问题相互关联,共同制约了签派放行工作的安全裕度、决策质量和整体运行效率。

2.2　AI技术深度融入签派放行体系的重要意义

(1)构筑主动安全新防线。AI技术能够7×24 h不间断地处理海量数据,通过模式识别和关联分析,提前发现那些难以察觉的风险耦合点,实现从"事后反应"到"事前预警"的转变。AI技术可为每个航班提供个性化的风险评估报告,辅助签派员作出更审慎、更科学的决策,有效扩大安全裕度。

(2)提高运行效率与航班正常性。AI技术驱动的智能航路规划和动态放行系统,能够结合运行成本等指标选择最优航路,在航班大面积不正常背景下通过航班计划调整平台快速生成调整预案,供签派员选择满足实际需求的方案,还可以与空管流量管理系统进行智能协同,减少飞机在地面等待和空中盘旋,提升空域利用率和航班正点率。

(3)优化经济效益与实现环保绿色飞行。更精确的航路规划和燃油计算有助于降低燃油消耗和碳排放。更高效的运行调整能减少航班延误带来的赔偿、地服、配餐等连锁成本。AI技术辅助签派放行决策还能帮助签派员在安全前提下,更好地找准运行成本与效益的平衡点。

(4)推动行业数字化转型与智慧民航建设。签派放行是运行控制的核心,AI技术深度融入签派放行系统将成为集成飞行、客货、机务、地服等各环节数据的枢纽,驱动航空公司乃至整个行业的数据融合、流程再造和协同创新,为民航业高质量发展注入新动能。

(5)改善签派员工作模式与职业发展。AI技术将签派员从繁重的信息搜集和简单重复计算中解放出来,人机协同模式降低了高峰期的决策压力,使其能更专注于高价值的分析、判断、沟通和创造性决策任务,提升了工作满意度和职业成就感。

3　AI技术深度融入签派放行体系的原则遵循

为确保AI技术深度融入签派放行过程健康、有序、有效,必须坚守以下基本原则:①安全至上原则。AI系统应是增强安全的手段,而非引入新的不可控风险,任何AI应用必须以保障飞行安全为最高准则和不可逾越的红线。系统必须具备高可靠性、可解释性,并建立完备的失效保护和人机权责交接机制。②人机协同原则。AI技术是"增强智能",旨在"赋能"而非"替代"签派员,应在智能决策支持系统(intelligent decision support system,IDSS)中明确AI技术的辅助定位,而最终的放行决策权必须掌握在具备法定资质的签派员手中。系统设计应追求"1+1>2"的协同效应,优化人机交互界面,使AI系统的输出清晰、易懂,支持签派员正确理解和高效决策。③数据驱动与质量为先原则。AI技术的性能高度依赖于数据的质量、规模和流通性。必须打破数据孤岛,推动航空公司内部各系统(运行、机务、机组、市场)以及外部(空管、气象、机场)数据的标准化接入与融合,建立严格的数据治理体系,确保数据的准确性、及时性和一致性。④渐进可控与迭代发展原则。采取"由点及面、由易到难"的渐进式路径,从风险预警、气象解读等单点场景开始试点,积累经验、验证效果、建立信任后,再逐步拓展至航路优化、协同放行等复杂场景。遵循"开发-测试-验证-部署-监控-优化"的敏捷迭代循环。⑤伦理合规与隐私保护原则。AI系统的设计与应用必须符合民航法律法规、国际标准和伦理规范,涉及机组、乘客等个人数据时,必须严格遵守隐私保护规定,算法应避免产生歧视性偏见,确保公平公正。

4　AI技术深入融入签派放行体系的实施路径

在科技浪潮汹涌袭来的时代,AI技术正在以前所未有的态势重塑民航业的发展轨迹,表现出良好的应用基础。因此,可以从技术、流程、组织3个层面协同推进,提升签派放行工作的效率、准确性和智能化水平。

4.1　构建新一代智能签派放行IDSS

在核心技术层面将民航规章、公司政策、机型性能、机场特性、历史案例等结构化知识关联起来,

形成可推理的“行业大脑”，并集成大数据平台、机器学习平台、知识图谱的引擎。在智能感知与融合层面，利用自然语言处理自动解析航行通告、空管指令、飞行计划等复杂信息；结合机器学习算法，在绕飞改航、飞行计划调优、航班放行信息讲解等场景中实现提质增效；利用计算机视觉分析气象图像，建立统一时空基准，将多源异构数据融合为航班、机场、空域、天气等实体对象的全景动态视图，助力航空公司提升运行效率和安全水平。在智能分析与推荐层面，一是增设风险预测模块，基于历史数据和实时信息，构建航班延误、返航备降、气象影响等预测模型，为每个航班生成动态风险评分与主要风险因子提示；二是优化智能航路规划模块，在满足安全规章的前提下，以成本、时间、碳排放等多目标优化，实时计算并推荐最优航路及多个备选方案，直观展示各方案优劣对比；三是强化放行综合评估模块，综合风险、航路、燃油、机场、机组等信息，生成结构化的放行建议报告，突出关键决策点和不确定性。在人机协同交互层面，设计直观的图形化界面（如运行态势一张图），支持签派员便捷查询、调整系统建议，并记录决策依据。系统提供“假设分析”功能，允许签派员模拟不同条件（如变更起飞时间、备降场）下的运行影响。构建新一代智能签派放行决策支持系统 4 个层面关系的示意图，如图 2 所示。



图 2　新一代智能签派放行决策支持系统示意图

4.2　打造基于 AI 技术的协同放行与动态控制平台

通过签派员与航空公司其他单位（特别是空勤单位）的内部协同，将 IDSS 与飞行机组电子飞行包、机务维修系统、机组排班系统融合在同一工作平台。放行信息可一键推送至机组，机组反馈可实时回传，同时系统可自动评估飞机技术状态对放行的影响。在签派员与航空公司以外单位的外部协同中，探索与空管部门、机场运行中心的数据接口，在获得授权和符合安全规定的前提下，实现放行意图与流量管理指令的早期协同，甚至自动提交和确认数字化放行申请。基于 AI 技术实现大规模扰动管理，当发生航班大面积不正常时，航空公司生产系统能基于全局视角和优化算法，快速生成航班取消、合并、调序的恢复方案，并模拟评估对网络、机组衔接、飞机调配的影响，辅助签派和运控团队进行高效决策。协同放行与动态控制平台的示意图如图 3 所示。

4.3　重塑签派放行工作流程与组织架构

AI 技术深度融入签派放行体系，推动航空公司运行控制工作向更智能化、自动化、高效化的方向发展，对飞行中的风险管理和流程设计提出更高要求。在流程再造环节，可以围绕 IDSS 重新设计签派放行标准操作程序，明确 AI 辅助下各环节的操作标准、人机分工和检查单。例如，将系统生成的风险报告和放行建议作为强制评估环节。在促进角色演进方面，推动签派员的角色从信息操作员、

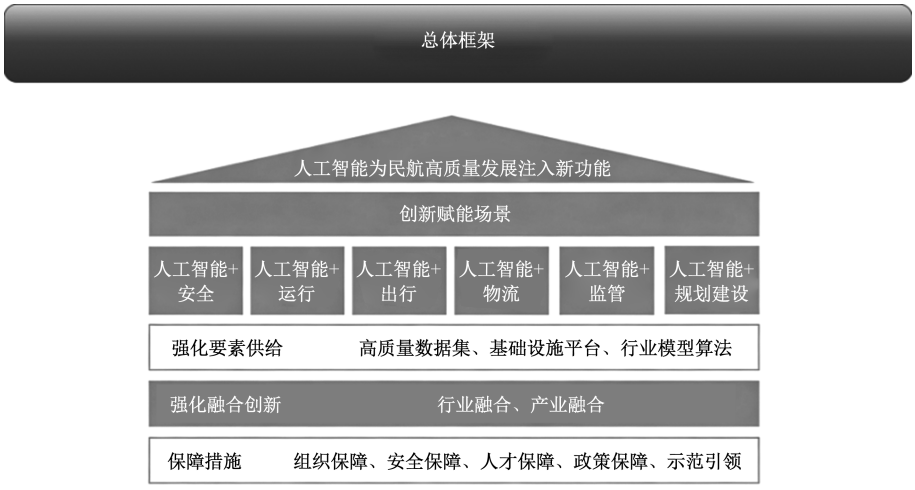


图 3　协同放行与动态控制平台的示意图

计算员向运行监控分析师、决策管理者、人机协同指挥官转变。需设立新的岗位或职责,如“AI 系统运行监控员”或“智能放行策略师”。最后,航空公司运行控制中还应加强组织保障,统筹技术开发、流程改造和人员培训,与科技公司、科研院校建立联合实验室,持续跟踪并引入先进 AI 技术。

4.4　建立适应 AI 时代的人员培训与能力体系

结合 AI 技术衍生带来的风险挑战以及对签派员提出的新需求,航空公司要重塑新型的签派员资质能力框架,在传统签派知识技能基础上,增加“数据素养”“AI 工具使用与理解”“人机协同决策”“系统风险管理”等新能力要求。沉浸式模拟培训,开发融合了 AI 决策场景的高保真模拟机培训系统,让签派员在高度仿真的复杂环境中练习使用 AI 工具,应对系统可能出现的异常或局限情况。发扬终身学习文化,利用 AI 系统本身作为学习平台,分析优秀签派员的决策模式,形成典型案例库,为全员提供个性化、持续的学习推送和技能评估。

5　结论与展望

面对当前签派放行工作中存在的信息整合难、决策压力大、风险预警滞后等核心痛点,航空公司系统地推进 AI 赋能,构建人机协同的智能签派放行体系,对提升民航安全水平、运行效率、经济效益以及推动行业整体数字化转型具有不可替代的战略意义。航空公司通过构建集智能感知、分析、推荐于一体的决策支持系统,打造内外协同的动态控制平台,同步推进与之适配的流程重塑、组织优化和人员能力升级,方能将 AI 的技术潜力转化为实实在在的安全效益和运行品质提升。未来,随着技术的不断成熟和信任机制的建立,AI 技术在签派放行中的角色将愈发深入,从辅助决策走向更高层次的自主智能感知与协同决策,共同勾勒出智慧民航更加安全、高效、绿色的崭新图景。

参考文献

[1] 周雪梅. 人工智能在大数据分析中的应用[J]. 电脑知识与技术, 2025, 21(18): 74-76.

[2] 张序, 刘雪涛, 刘铠源. 基于CBTA的飞行签派员情景意识评价体系构建研究[J]. 西安航空学院学报, 2023, 41(3): 38-43, 88.

[3] 罗凤娥, 陈芷涵. 签派运行风险系统脆弱性分析[J]. 科技和产业, 2023, 23(20): 138-143.

[4] 周鹏鹏, 于飞, 蔡华利, 等. AI技术在民航服务领域应用研究现状及发展趋势[J]. 民航学报, 2026, 10(1): 116-124.

[5] 郑都. 人工智能在飞行事故预防与应急响应中的应用探索[J]. 中国战略新兴产业, 2026(1): 163-165.

[6] 罗安平. 民航领域人工智能变革挑战及治理对策[J]. 民航管理, 2025(9): 25-28, 47.

[7] 林甜月. 人工智能大模型技术在民航安全管理中的应用与前景分析[J]. 民航管理, 2025(6): 45-49.

Reflections on Path of Integrating Artificial Intelligence(AI) Technology into Civil Aviation Dispatch Release System: Based on Problems, Principles and Practices

ZHANG Xu[1], LI Songshi[2], ZHOU Chuan[1], WEI Rulai[1,3]

(1. Southwest Sub-control Center, Operation Control Center, Air China Limited, Chengdu 610225, China;
2. Sichuan Airlines Operation Control Cente, Chengdu 610225, China;
3. School of Public Administration, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054, China)

Abstract: To achieve safer, more efficient and smarter dispatch release in the civil aviation industry, current application status and development trends of artificial intelligence (AI) technology in civil aviation were summarized. On this basis, prominent problems in current dispatch release work were deeply analyzed, including information integration, decision-making efficiency, risk early warning and personnel workload. Furthermore, five core principles for the deep integration of AI technology into dispatch release were clarified: safety first, human-machine collaboration, data-driven, gradual and controllable advancement, and ethical compliance. Finally, a series of specific and operable practical methods are proposed from multiple aspects, such as constructing an intelligent decision support system, optimizing the collaborative dispatch release platform, and reshaping the workflow and personnel training system.

Keywords: artificial intelligence(AI); dispatch release; decision support system; smart civil aviation