

飞行签派中航空气象数据融合技术的应用研究与优化

陈薇

中国国际航空股份有限公司, 中国·四川 成都 610200

摘要: 飞行签派是航空运行管理的重要环节, 而气象数据的准确性与实时性对飞行安全和效率具有关键影响。论文分析了航空气象数据的主要特点及飞行签派在使用过程中的挑战, 探讨了当前气象数据融合技术的应用现状, 包括数据挖掘、机器学习和算法优化等主流手段及其在航线优化、风险规避中的实际作用。同时, 提出了优化气象数据融合技术的具体策略, 如多源数据整合、算法实时性提升及人工智能和大数据的深度应用, 并结合实践建议构建动态监控网络和智能化辅助工具。论文还展望了该技术在提升航空运行安全性、效率及经济效益中的重要价值, 并呼吁加强行业协作与投入, 以推动气象数据融合技术的创新发展和广泛应用。

关键词: 飞行签派; 气象数据融合; 航空运行

Application Research and Optimization of Aviation Meteorological Data Fusion Technology in Flight Dispatch

Wei Chen

Air China Limited, Chengdu, Sichuan, 610200, China

Abstract: Flight dispatch is an important part of aviation operation management, and the accuracy and real-time performance of meteorological data have a critical impact on flight safety and efficiency. The paper analyzes the main characteristics of aviation meteorological data and the challenges in the use of flight dispatch. It explores the current application status of meteorological data fusion technology, including mainstream methods such as data mining, machine learning, and algorithm optimization, and their practical roles in route optimization and risk avoidance. At the same time, specific strategies for optimizing meteorological data fusion technology were proposed, such as multi-source data integration, real-time algorithm improvement, and deep application of artificial intelligence and big data. Based on practical suggestions, a dynamic monitoring network and intelligent auxiliary tools were constructed. The paper also looks forward to the important value of this technology in improving aviation operation safety, efficiency, and economic benefits, and calls for strengthening industry collaboration and investment to promote the innovative development and widespread application of meteorological data fusion technology.

Keywords: flight dispatch; meteorological data fusion; aviation operations

0 前言

飞行签派是航空运行管理中的核心环节, 负责制定航线计划、监控航班运行和协调应急处理, 直接关系到飞行安全与运营效率。在这一过程中, 气象条件是影响航空运行的关键因素, 高空湍流、强对流天气、低能见度等气象状况不仅影响航班正点率, 还可能威胁飞行安全。因此, 及时、准确的气象数据对飞行签派工作具有重要意义。

然而, 航空气象数据具有来源多样、时效性强、区域差异显著等特点, 在实际应用中经常面临数据冗余、缺乏统一标准和实时性不足等问题, 这使得数据整合和解码的难度加大。此外, 面对日益复杂的运行环境和不断增加的航班数量, 飞行签派对气象数据的处理能力提出了更高要求。现有的技术在提升数据融合能力、优化信息提取和改善决策支持方面虽然取得了一定进展, 但仍存在处理效率有限、动态调整能力不足等瓶颈。

气象数据融合技术在飞行签派中的应用, 为多源气象信息的整合和实时分析提供了新的可能性。通过深入优化这一技术, 可以更好地支持航线规划、规避风险、提高运行效率, 同时推动航空安全和经济效益的全面提升。

1 飞行签派中航空气象数据的特点与挑战

1.1 航空气象数据的主要特点

航空气象数据具有显著的动态性、区域性和多源性特征。动态性是航空气象数据的核心特征之一, 气象条件在空间和时间上变化迅速, 从机场地面风速到高空湍流的变化, 可能在短时间内发生显著波动。这种快速变化对数据获取和使用提出了较高的实时性要求。区域性特征则体现在气象数据的空间分布差异上^[1]。例如, 同一航线上, 不同高度层的温度、风向、风速可能差异较大, 地理区域的不同也会带来截然不同的气候特性, 如沿海地区的雷暴天气和内陆地区的沙尘天气。此外, 航空气象数据的多源性来自气象卫星、雷

达观测、飞行器传感器、气象预报机构等多个渠道，这些数据在时间精度、空间覆盖范围和观测方法上存在差异，为数据的整合和有效利用增加了复杂性。

这些特点使得航空气象数据在为飞行签派提供支持的同时，也带来了信息处理的复杂性。数据动态变化要求航班运行的实时监控，区域性差异需要根据具体航线特点调整签派计划，而多源数据的整合能力则直接影响到气象信息的可靠性和适用性。

1.2 飞行签派使用气象数据的主要挑战

飞行签派在使用气象数据时面临多个挑战，其中数据冗余、信息解读复杂性和实时性需求是最主要的问题。数据冗余问题源于多源数据的重叠性和差异性。例如，不同气象机构对同一气象现象可能会提供多种观测结果，这些结果可能在空间分辨率、时间延迟等方面存在细微差异，但在融合时若未能充分处理这些冗余信息，容易导致签派员信息过载或误判。信息解读的复杂性也显而易见，气象数据通常以专业术语和技术图表形式呈现，而非专业气象人员在快速决策中可能难以充分理解其潜在含义，增加了决策失误的风险^[2]。

实时性需求则是飞行签派最显著的技术瓶颈之一。在极端天气情况下，如雷暴或台风路径的不确定性，气象数据的延迟可能直接影响飞行路径调整的时效性。这种延迟不仅可能导致航班绕飞成本增加，还可能危及飞行安全。此外，在突发天气变化中，如何快速整合不同来源的数据，生成清晰的天气态势图，并实时向签派员提供决策支持，也是一大难题。解决这些挑战需要在数据采集、处理、分析和应用的全流程中持续优化。

2 气象数据融合技术在飞行签派中的应用现状

2.1 主流气象数据融合技术的概述

当前，气象数据融合技术广泛采用数据挖掘、机器学习和算法优化等手段，以整合多源气象信息，提升数据分析的深度和广度。数据挖掘技术通过对海量气象数据的处理，提取具有关键价值的气象特征，如预测风切变的时空分布或雷暴的强度^[3]。机器学习技术，尤其是深度学习方法，可以利用历史气象数据训练模型，预测未来天气变化趋势，从而为飞行签派提供决策支持。此外，优化算法通过改进数据处理流程，提升气象信息整合的效率。例如，基于贝叶斯理论的融合算法能够动态调整数据权重，在不同气象来源之间分配信任值，从而提高气象预报的准确性。这些技术的应用，为提升气象数据的实时性和可靠性奠定了基础。

2.2 气象数据融合技术的实际应用案例

在实际飞行签派工作中，气象数据融合技术为航线优化、风险规避和成本控制提供了有力支持。航线优化是最直接的应用，通过整合多源气象数据，签派员可以实时调整航线以避开高空湍流、强风或雷暴天气，从而提升飞行的安全性和舒适性。在风险规避方面，融合技术可以识别潜在的

危险区域，例如通过气象雷达数据和卫星影像的综合分析，预测台风路径的偏移，为航班绕飞争取更多准备时间^[4]。此外，气象数据的高效利用还能帮助航空公司降低燃油消耗。例如，利用风场数据优化飞行高度和航路，减少逆风飞行时间，从而实现成本节约。这些案例展示了数据融合技术在提升航空运营效率和安全性方面的显著作用。

2.3 气象数据融合技术的优势与不足

尽管气象数据融合技术在飞行签派中的应用取得了一定成效，但仍存在一些亟待解决的问题。其优势在于能够有效整合多源数据，提高气象信息的全面性和精确性，从而支持更为科学的决策。同时，这些技术还显著提升了数据处理的效率，尤其是在应对极端天气事件时，能够为签派员争取宝贵的时间。然而，现有技术也面临一些不足之处。首先，数据融合的精度在多源数据矛盾时容易受到影响，尤其是在数据质量不一致的情况下。其次，算法的复杂性较高，许多技术在应用过程中需要依赖高性能计算设备，增加了运营成本。最后，实时性和鲁棒性之间的平衡尚未完全解决，在突发天气变化时，数据延迟问题仍可能导致决策失误。这些不足凸显了技术优化的必要性，为未来研究指明了方向。

3 气象数据融合技术的优化方向与策略

3.1 数据源的多样化与整合策略

优化气象数据融合的首要方向在于提高数据源的多样性和整合能力。多源数据，包括气象卫星、雷达观测、地面天气站和飞行器传感器等，各具优势，但也存在差异性。通过对不同数据源进行统一的标准化处理，可以减少数据冗余与矛盾，提高融合的效率 and 准确性。例如，整合雷达与卫星观测数据，可以提供更精确的降水分布与风速信息，为航线规划提供更直观的决策依据。此外，增加移动气象观测设备的数据来源，例如通过无人机或高空气球实时获取局部气象条件，能显著提高对特定区域天气的监控能力。通过多样化的数据采集，飞行签派能够获得更全面的气象图景，为复杂的飞行环境提供更加可靠的支持。

3.2 算法实时性与预测精度的提升

算法的实时性和预测精度是气象数据融合技术优化的关键环节。提升算法实时性可通过改进计算框架、应用分布式处理和边缘计算等技术实现。例如，边缘计算能够在数据采集源附近进行初步处理，减少中心服务器的计算负载，提高整体效率。预测精度方面，改进算法对历史数据的训练方式，并结合最新的动态观测数据进行自适应调整，可以有效增强模型的准确性。例如，深度学习算法与传统数值天气预报方法相结合，可以更精准地预测湍流分布和强对流区域，为飞行签派提供细化的天气趋势信息。

3.3 人工智能与大数据技术的深度应用

人工智能和大数据技术在气象数据融合中的潜力值得进一步挖掘。人工智能技术能够高效处理非线性、多维度的

数据,为气象预测和决策支持提供更强的能力。例如,基于深度学习的图像识别技术可实时分析卫星云图,快速识别危险天气区域。大数据技术则通过对历史气象数据的全面挖掘,发现天气变化的潜在规律,优化天气预报模型。同时,结合大数据分析生成的风险评估模型,可以帮助签派员提前制定应对策略,从而降低航班运行的风险。

3.4 实践导向的优化建议

在飞行签派实践中,构建动态气象监控网络和智能化决策辅助工具是优化数据融合技术的重要方向。动态气象监控网络可以整合多种气象数据源,并在航班运行的各个阶段进行实时更新,以提供精确的天气态势信息。智能化决策辅助工具则可通过算法优化与可视化技术,为签派员提供更加直观的航线建议。例如,设计一个图形化的操作界面,使签派员能够实时查看气象热点区域并快速调整航线。通过这些实践导向的优化措施,飞行签派的效率和安全性将得到显著提升,同时为行业的智能化发展提供坚实基础。

4 未来展望与应用价值

4.1 气象数据融合技术未来的发展方向

气象数据融合技术在飞行签派中的应用前景广阔,其未来发展将更加注重精准化、智能化和实时化。在精准化方面,未来的技术将进一步提升数据分析能力,通过融合更加细致的多源数据,为航班运行提供更具针对性的天气预测^[5]。例如,利用高分辨率卫星观测与实时雷达数据的结合,可以实现对湍流分布、风场变化的精细化监控。智能化方面,人工智能将发挥更重要的作用,尤其是在复杂天气条件下的自主决策支持。通过对天气历史数据与当前动态信息的深度学习,人工智能能够生成更高效的航线调整建议,为签派员提供实时辅助。在实时化方面,物联网技术的推广将大幅缩短气象数据从采集到应用的时间,增强对突发天气的快速反应能力。这些技术趋势将使飞行签派工作更加安全高效,并为航空运行注入更大的灵活性。

4.2 加强技术投入与行业协作的重要性

随着航空运输需求的不断增长,气象数据融合技术在提升航空运行安全性、效率和经济效益方面的重要性愈发突出。通过优化航线规划,航空公司可以降低油耗和运行成本,同时减少温室气体排放,推动行业向绿色发展转型。更重要的是,技术的进步可以显著减少因极端天气导致的飞行事故风险,提升乘客和机组人员的安全保障。为实现这些目标,

行业需要在气象数据融合领域加大研发投入,推动技术创新。同时,不同机构间的协作也至关重要。航空公司、气象部门、技术提供商等各方需形成紧密的合作关系,共享数据资源,共同推进技术标准化建设。通过多方努力,气象数据融合技术将在飞行签派领域发挥更大的作用,推动航空业向智能化和可持续发展的方向迈进。

5 结语

气象数据融合技术在飞行签派中的优化是一项具有重要意义的工作,其必要性体现在确保飞行安全、提高运行效率和降低成本等方面。通过多源数据的整合和实时分析,签派工作可以更精准地识别天气风险,合理规划航线,从而提升航空运行的整体水平。当前技术的发展表明,利用先进的算法和智能化工具对气象数据进行深度处理,不仅能够显著提升预测的精准度和时效性,还为飞行签派的科学决策提供了有力支持。

与此同时,技术的进一步优化具备可行性。一方面,多源数据的获取渠道日益丰富,为融合技术提供了更坚实的基础。另一方面,人工智能、大数据等技术的迅速发展为气象数据的高效处理和动态分析提供了更多可能。然而,气象数据融合技术的落地应用需要多方协作。航空公司、气象部门以及相关技术机构需要加强沟通,共同完善数据共享机制与标准化建设,同时加大在研发和实践中的资源投入。通过各方的共同努力,气象数据融合技术的潜力将进一步释放,为航空业的智能化和可持续发展注入新的动力。

参考文献:

- [1] 赵琛,赵钰锦,姬海斌.航空气象观测数据的精细化管控[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(3):8-12.
- [2] 王帅.雷暴天气背景下签派放行与飞行决策分析[J].科技与创新,2023(5):148-150.
- [3] 毛紫薇,章璇,唐加山.气象数据高精度融合技术研究[J].建模与仿真,2024,13(6):6283-6290.
- [4] 贾玉健,孙世军,朱坤双,等.基于异源数据融合与并行计算的电力气象数据分析技术研究[J].电子设计工程,2024,32(15):147-151.
- [5] 付羽.多维气象观测数据动态融合关键技术及应用研究[D].郑州:郑州大学,2022.

作者简介:陈薇(1998-),女,中国四川成都人,本科,助理工程师,从事飞行签派、飞机性能工程、航空气象等研究。