

## 关于同济大学经济与管理学院梁哲教授参与申报厦门市科学技术奖的公示

根据《厦门市科学技术奖励委员会办公室关于开展 2025 年度厦门市科学技术奖提名工作的通知》要求，现就公司拟申报 2025 年度厦门市科学技术奖项目进行公示：

项目名称：航班智能管理云服务关键技术研究及应用

主要完成单位：厦门航空有限公司、同济大学

主要完成人：吕玮、伏少军、梁哲、黄皓、欧阳仁杰、余胜、林俊松、陈建猛

拟申报奖项：厦门市科学技术进步奖

项目内容：详见附件 1

公示时间：

2025 年 8 月 18 日至 2025 年 8 月 22 日。如有异议，请在公示期内向学院学科与科研办公室反映。

公示电话：021-6598158

同济大学经济与管理学院

2025 年 08 月 18 日

# 《航班智能管理云服务关键技术研究及应用》

## 项目内容

### 1. 项目简介

本项目融合人工智能与运筹优化方法，在航班延误预估、航班智能优化决策、航班异常监控与自动推荐优化、云数据安全与隐私保护等方面取得了关键技术突破，有效解决民航安全、航班正常、资源保障、服务质量、运行效率等行业瓶颈问题，打破欧美企业技术垄断，实现核心关键技术的自主可控，以科技创新驱动行业变革，助力数字福建建设。主要创新内容如下：

1) 针对成因复杂、不确定性高、难以预测的大规模航班不正常问题，建立航班延误的网络传播模型，提出多数据融合的延误传播计算和预估技术、实现了直接延误与连锁延误的精准识别与提前预警，有效降低航班延误风险。

2) 针对不正常航班恢复问题，提出航空公司航班多资源一体化恢复模型和算法，实现了对航司的航班、维修工作、机组、旅客等多种核心资源的一体化智能整合、智能恢复和高效统筹，大幅度提升了航班恢复的效率和效果。

3) 基于多源 ADS-B 与 ACARS 数据融合后的轨迹数据，

建立空间拓扑分析模型，实现对飞机状态的实时监控，针对不同类的告警自动调用恢复算法和优化算法完成系统优化方案推荐，实现对各类场景下“一键式”的航班自动监控、科学决策和自动推荐优化。

4) 以纵深防御为视角，建立网络、主机、应用、数据、业务等五大核心安全维度的纵深防护体系，制定云数据安全与隐私保护措施，实现各维度安全数据的智能关联分析和态势感知，提升抵御外部攻击和防范内部风险的能力，强化数据安全和隐私保护，筑牢应用系统的安全防护根基。

项目自研发以来成功申请专利 2 项，软著 6 项，发表论文 44 篇，并成功入选第 5 届数字中国建设峰会的“数字技术应用场景建设典型案例”，成功通过厦门市科技局市重大科技项目验收。项目研究成果已推广到 3 家航空公司，显著提升应用单位的航班运行管理水平和社会经济效益，2022-2024 年期间，借助系统通过减少航班取消，增收约 1.28 亿元。

## **2. 主要完成单位及其贡献：**

1) 厦门航空有限公司：作为第一完成单位，为项目提供了人才、资金、数据、设备、场地等全方位支撑，主要承担项目需求分析、技术方案研究、算法模型设计与测试验证、产品研发及成果转化相关工作。

2) 同济大学：作为本项目第二完成单位，为项目提供了

人才支持与平台支持。主要承担智能模型和优化算法的核心设计工作。

### 3. 主要完成人及其贡献：

1) 吕玮：作为项目总负责人，主持制定了项目总体研究方案和实施计划，提出了航班智能管理云服务关键技术的体系理论及方案，对项目的研发方向和建设目标进行了总体性规划和布局，推动项目在厦航立项，并组织安排业务和技术骨干人员参与研发工作，组织并主导创新点 1-4 的研究方案设计与优化工作，主持搭建航班智能管理综合平台。

2) 伏少军：作为项目业务部门的主要负责人，参与制定了项目总体研究方案和实施计划，组织并负责梳理影响航班延误的因素与决策方法，提出航班延误预警与处置的总体目标与详细需求、项目建设的业务目标，组建业务团队参与项目建设，推动系统在公司上线运行及在行业的示范性推广。

3) 梁哲：作为项目技术的主要负责人，参与制定项目总体研究方案和实施计划，牵头开展项目科技研究创新点 1-3 中算法技术研究，带领团队完成算法模型的搭建、测试、调优等相关工作，并基于项目成果在交通领域顶级期刊发表多篇论文。

4) 黄皓：作为项目实施的主要负责人，参与制定了项目总体研究方案和实施计划，负责项目技术选型与架构设计

工作，牵头参与创新点 1-3 的模型研究、创新点 4 的技术架构设计和相关系统建设，并开展项目实施过程质量监控，对项目建设质量进行把关，实现技术的研究及投产使用。

5) 欧阳仁杰：作为项目使用部门的需求负责人，主要参与了项目各个课题需求的梳理，参与创新点 1-4 的技术研究方案设计，制定业务标准，并组建业务专家团队对研究结果进行测试验证，并提出完善性建议，从业务上把关项目的实施情况。

6) 余胜：作为项目实施的负责人之一，参与制定了项目总体研究方案和实施计划，组织并详细调研系统的业务需求，提出项目技术设计方案、功能设计方案，协调各方提供项目依赖数据，解决项目推进过程中出现的问题和难点，汇总和梳理项目阶段性成果，促进了项目建设工作有条不紊的落实。

7) 林俊松：作为项目部门的业务骨干，主要参与了项目各个课题需求的梳理，协助负责人制定业务标准，完善验证方案，带领业务专家团队对研究结果进行测试验证，促进项目结果优化，推进项目技术应用落地。

8) 陈建猛：作为项目研究的技术骨干，参与项目技术设计方案、构建技术实现框架，参与创新点 1-4 相关的技术的研究工作，解决项目研究过程中出现的数据、测试、设备、场地等资源问题，跟进相关系统建设运行以及应用投产落

地。

#### 4. 主要知识产权证明目录

##### 1) 专利

① 一种不正常航班飞机、旅客及机务一体化恢复系统，专利号：202110124727.0

② 不正常航班飞机路径与旅客行程自动恢复系统方法，专利号：201711326824.2

##### 2) 软件著作权：

① 航班智能管理云服务平台 1.0，登记号：2023SR0495108

② 全球航班运行态势监控平台[简称:GMP]V1.0，登记号：2022SR0433598

③ 不正常航班通知系统 V1.0, 登记号: 2021SR0267024

④ 机场 A-CDM 数据共享系统, 登记号: 2022SR0433601

⑤ 运行控制风险管控系统 2.0，登记号：2023SR0926052

⑥ 航班计划管理系统，登记号：2023SR0498447

#### 5. 发表论文

① S. Guo, F. Xiao, Z. Liang (2025). Nested Set Covering Problem: Degeneracy Alleviation and Dual Stabilization. Operations Research, online first, pp. 1-28.

② J. Yin, L. Yang, Z. Liang, A. D'Ariano, Z. Gao (2025), Real-Time Rolling Stock and Timetable Rescheduling in Urban Rail Transit Systems, INFORMS Journal

on Computing, online first.

③ H. Tao, G. Song, R. Leus, Z. Liang, J. Jiang (2025), Flight test scheduling: A generic model, lower bounds, and large neighborhood search. *European Journal of Operational Research*, accepted.

④ Y. Su, K. Xie, L. Huang, X. Zhang, C. Chen, Z. Liang (2025), Aircraft recovery with precancellation. *Transportation Research Part B*, vol 199, 103279.

⑤ H. Pan, L. Yang, Z. Liang, H. Yang (2024), New exact algorithm for the integrated train timetabling and rolling stock circulation planning problem with stochastic demand, *European Journal of Operational Research*, vol 316, pp. 906-929.

⑥ L. Huang, W. Wang, Y. Su, F. Li, Z. Liang (2024). Integrated Aircraft Routing and Cargo Routing Problem for Combination Airlines. *Transportation Research Part B*, vol 188, 103063.

⑦ Z. Zhang, Y. Che, Z. Liang (2024). Split-demand multi-trip vehicle routing problem with simultaneous pickup and delivery in airport baggage transit. *European Journal of Operational Research*, vol 312(3), pp. 996-1010.

⑧ J. Zhou, Z. Liang (2024). Integrated airline fleet introduction and assignment under a daily route-based network. *Annals of Operations Research*, online first, pages, 1-31.

⑨ Y. Wang, T. Zhu, K. Yuan, P. Zhang, Z. Liang, J. Zhu (2024). An interval integrated optimization to air-cargo hub network design and airline fleet planning, *Journal of Advanced Transportation*, vol 2024, 5754231, pp. 1-26.

⑩ C. Wang, L. Miao, C. Zhang, T. Wu, Z. Liang (2024), Robust optimization for the integrated berth allocation and quay crane assignment problem, *Naval Research Logistics*, vol 71, pp. 452-476.

⑪ S. Zhu, L. Zheng, K. Cai, Y. Xiong, Z. Liang, W. Du (2024), Optimizing aircraft-gate reassignment following airport disruptions: A hierarchical column-and-row generation approach, *Chinese Journal of Aeronautics*, online first.

⑫ L. Huang, F. Xiao, J. Zhou, Z. Duan, H. Zhang, Z. Liang (2023). A machine learning based column-and-row generation approach for integrated air cargo recovery problem. *Transportation Research Part B*, vol 178, 102846.

⑬ W. Wang, K. Xie, S. Guo, W. Li, F. Xiao, Z. Liang (2023), A shift-based model to solve the integrated staff rostering and task assignment problem with real-world requirements, *European Journal of Operational Research*, vol 310(1), pp.

360-378.

⑭ W. Du, S. Zhu, L. Tong, K. Cai, Z. Liang (2023), Robust gate assignment to minimise aircraft conflicts, *Transportmetrica B*, vol 11(1), pp. 1161-1185.

⑮ J. Wang, G. Song, Z. Liang, E. Demeulemeester, X. Hu, J. Liu (2023), Unrelated parallel machine scheduling with multiple time windows: An application to earth observation satellite scheduling, *Computers & Operations Research*, vol 149, 106010.

⑯ 谢可欣, 徐根焰, 苏艺, 梁哲 (2023), 飞机维修计划编排问题的研究综述, *运筹与管理*, 第 32 卷第十期, 233-240.

⑰ F. Xiao, S. Guo, L. Huang, L. Huang, Z. Liang (2022), Integrated aircraft tail assignment and cargo routing problem with through cargo consideration, *Transportation Research Part B*, vol 168, pp. 328-351.

⑱ H. Pan, L. Yang\*, Z. Liang (2022), Demand-oriented integration optimization of train timetabling and rolling stock circulation planning with flexible train compositions: A column-generation-based approach, *European Journal of Operational Research*, vol 305, pp. 184-206.

⑲ T. Wu, C. Zhang, W. Chen, Z. Liang, X. Zhang (2022), Unsupervised learning-driven matheuristic for production-distribution problems, *Transportation Science*, vol 56(6), pp. 1677-1702.

⑳ T. Wu, L. Huang, Z. Liang, X. Zhang, and C. Zhang (2022), A supervised learning-driven heuristic for solving the facility location and production planning problem, *European Journal of Operational Research*, vol 301(4), pp. 785-796.

㉑ Y. Su, K. Xie, H. Wang, Z. Liang, W. Chaovaitwongse, and P. Pardalos (2021), Airline disruption management: a review of models and solution methods, *Engineering*, vol 7(4), pp. 435-447.

㉒ H. Pan, Z. Liu, L. Yang, Z. Liang, Q. Wu, S. Li (2021), A column generation-based approach for integrated vehicle and crew scheduling on a single metro line with the fully automatic operation system by partial supervision, *Transportation Research Part E*, vol 152, 102406.

㉓ K. Liu, H. Gao, Z. Liang, M. Zhao, and C. Li (2021), Optimal charging strategy for large-scale electric buses considering resource constraints, *Transportation Research Part D*, vol 99, 103009.

㉔ D. Wang, F. Xiao, L. Zhou\*, and Z. Liang (2020), Two-dimensional

skiving and cutting stock problem with setup cost based on column-and-row generation, *European Journal of Operational Research*, vol 286(2), pp. 547-563.

②⑤ Y. Zheng, X. Zhang, and Z. Liang (2020), Multimodal subsidy design for network capacity flexibility optimization, *Transportation Research Part A*, vol 140(5), pp. 15-35.

②⑥ L. Zhou, Z. Liang, C-A. Chou, W. Chaovalitwongse (2020), Airline planning and scheduling: models and solution methodologies, *Frontiers of Engineering Management*, vol 7(1), pp. 1-26.

②⑦ T. Wu, Z. Shi, Z. Liang, X. Zhang, and C. Zhang (2020), Dantzig–Wolfe decomposition for the facility location and production planning problem, *Computers & Operations Research*, vol 124(4), 105068.

②⑧ T. Wu, F. Xiao, C. Zhang, D. Zhang, and Z. Liang (2019), Regression and extrapolation guided optimization for production–distribution with ship–buy–exchange options, *Transportation Research Part E*, vol 129, pp. 15-37.

②⑨ Liang Z, Xiao F, Qian X, Zhou L, Jin X, Lu X, Karichery S (2018). A column generation-based heuristic for aircraft recovery problem with airport capacity constraints and maintenance flexibility. *Transportation Research Part B: Methodological*, 113, pp. 70–90.

③⑩ Liang Z, Feng Y, Wu T, Zhang X, Chaovalitwongse W A (2015). Robust Weekly Aircraft Maintenance Routing Problem and the Extension to the Tail Assignment Problem. *Transportation Research Part B: Methodological*, 78, pp. 238-259.

③⑪ Liang Z, Chaovalitwongse W A (2013). A Network-Based Model for the Integrated Weekly Aircraft Maintenance Routing and Fleet Assignment Problem, *Transportation Science*, 47 (4), pp. 493-507.

③⑫ Su Y, Xie KX, Wang HJ, Liang Z, Chaovalitwongse WA, Pardalos PM (2021). Airline Disruption Management: A Review of Models and Solution Methods. *Engineering*, 7(4), pp. 435-447.

③⑬ Zhou L, Liang Z, Chou C-A, Chaovalitwongse W A (2020). Airline planning and scheduling: Models and solution methodologies. *Frontiers of Engineering Management*, 7(1), pp. 1-26.

③⑭ Liang Z. Integrated aircraft routing and crew pairing problem by Benders decomposition. National University of Singapore, 2013.

- ③⑤ 吴子轩,张宁,高凯烨,彭锐.基于风险偏好调整的随机森林算法的航班航程油量预测[J/OL].航空学报,2021,DOI:10.7527/S1000-6893.2021.24933
- ③⑥ W. Zixuan, H. Qisong, Y. Sheng and G. Kaiye, "Prediction Model of Flight Plan Departure Procedure Based on Extra-Tree," 2022 IEEE 10th Joint International Information Technology and Artificial Intelligence Conference (ITAIC), Chongqing, China, 2022, pp. 974-978, doi: 10.1109/ITAIC54216.2022.9836733.
- ③⑦ Qisong, W. Zixuan, Y. Wen, C. Guoqiang and Z. Yun, "Research on Prediction Model of Flight Departure Runway," 2023 IEEE 6th Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC), Chongqing, China, 2023, pp. 110-113, doi: 10.1109/ITNEC56291.2023.10082471.
- ③⑧ 张宁.共享后处理边缘信息的实例分割算法[J].电子技术与软件工程,2022,(07):168-171.DOI:10.20109/j.cnki.ets.2022.07.039.
- ③⑨ 张宁.航线网络规划中的时刻配置优化方法[J].软件工程,2023,26(02):28-32.DOI:10.19644/j.cnki.issn2096-1472.2023.002.006.
- ④⑩ 苏艺,谢可欣,王洪建,等.航空公司不正常航班管理——模型和解决方法综述[J].Engineering,2021,7(04):51-79.
- ④⑪ 吴子轩,张宁,高凯烨,等.基于风险偏好调整的随机森林算法的航班航程油量预测[J].航空学报,2022,43(02):292-301.
- ④⑫ 张宁.基于 FCN 的循环卷积网络的变化检测方法研究[J].航空计算技术,2021,51(04):71-75.
- ④⑬ 吴子轩.基于大数据的民航运行安全气象风险管控平台设计与应用[J].网络空间安全,2022,13(06):98-102.
- ④⑭ Wu Zixuan, Zhang Ning, Hong Weijun, Yu Sheng. Study on Prediction Method of Flight Fuel Consumption with Machine Learning[C] 2020 IEEE International Conference on Information Technology, Big Data and Artificial Intelligence (ICIBA), Chongqing, 2020, pp. 624-627.

## 6. 推广应用情况

本项目在航班延误预估、航班智能优化决策、航班异常监控与自动推荐优化、云数据安全和隐私保护等方面等方面进行了关键技术突破,项目成果的应用显著提升民航运行的

效益、效率、安全、服务和正常性，实现科学决策、全局统筹，有效提升运行决策效率。目前，项目研究成果已在厦航、河北航、江西航等投产应用；航班运行智能优化决策算法已在顺丰航空、四川航空、吉祥航空、山东航空等航空公司进行验证推广。相关成果发表在 INFORMS 著名期刊《Transportation Science》和交通领域顶级期刊《Transportation Research Part B》等国内外重要期刊，至今已被来自美国、中国、新加坡、德国等十数个多家的知名学者累计引用近百次。