**项目名称：**航空公司运行智能决策管理的研究及应用

**提名奖种：**省科学技术进步奖

**提名单位：**厦门市科学技术局

**项目简介：**

本项目融合人工智能与运筹优化方法，在航班运行智能化决策、关键运行资源智能优化编排以及运行决策风险智能化管控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。主要创新内容如下：

1.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，创新性地提出航空公司航班多资源一体化恢复算法，实现了对航司多种核心资源的一体化高效统筹，大幅提升航班恢复效率。

3.首创自适应航班恢复规则的机器学习模型和规则参数自动更新算法，并对异常航班实现自动优化推荐。

4.提出了基于集分割整数规划模型的机组连线、飞行排班、乘务排班智能优化算法，全面优化了机组连线与排班模式，实现机组利用率与排班安全裕度的双提升。

5.提出基于KNN+SVR的融合风险预测算法，对航班在起飞、巡航、着陆各阶段的风险与机组排班风险进行预测，大幅提升机组编排、航班运行安全裕度。

项目自研发以来获得知识产权21项，获得民航科学技术奖、航空学会科学技术奖等各类奖项5项。其中，航班智能恢复获得了国资委的高度认可，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”。

项目研究成果已推广到3家航空公司，运行智能决策管理水平均得到显著提升。

**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。

**主要完成人及其贡献：**

1.王洪建：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，提出了航空公司运行智能决策管理体系理论及方案，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1-5中算法模型设计、研究与优化工作，主持搭建航空公司运行智能决策管理综合平台，建成航班智能恢复系统、机组运行智能规划系统和运行控制风险管控系统。

2.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1-5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。

3.张宁：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1-5的模型研究和相关系统建设，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。

4.胡志江：作为项目使用部门的主要负责人，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。

5.徐根焰：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，制定业务标准，并组件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.吕锦：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.肖璠：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，参与不正常航班恢复的优化模型设计与算法设计、基于不正常航班场景的运行调整规则库的构建框架设计与实现、基于集分割整数规划模型的机组连线、飞行排班智能优化算法设计与实现。

8.周蕾：作为项目研究的技术骨干，参与项目技术方案的设计、技术实现框架的构建等工作，主要参与大规模不正常航班智能恢复的优化模型设计与求解算法实现，以及基于不正常航班场景的运行调整规则库的构建框架设计工作。

9.吴明城：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，提出项目的数据库设计方案、系统部署方案，协调团队各方资源，进行技术攻坚，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，组织项目启动、部署、试运行、正式运行等工作，推动团队成员按计划高质量完成项目建设目标。

10.吴子轩：作为项目研究的技术骨干，参与算法模型技术方案的设计与搭建等工作，主要参与了基于KNN+SVR的融合风险预测算法模型的设计与实现，并负责创新点1-4技术数据验证工作，梳理系统依赖的数据，跟业务口、技术口进行沟通确认，协助项目按照计划高质量完成建设。

**代表性论文专著目录：**

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

2.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):435-447.

3.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):1-26.

4.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: 70–90.

5.Zhang C, Xie F, Huang K, Wu T, Liang Z (2017). MIP models and a hybrid method for the capacitated air-cargo network planning and scheduling problems. Transportation Research Part E, 103:158-173.

6.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, 78:238-259.

7.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):493-507.

8.Liang Z, Chaovalitwongse W A , Huang H C, and Johnson E L (2011). On a new rotation-tour network model for aircraft maintenance routing problem. Transportation Science, 45(1): 109-120.

9.Wu Zixuan, Ye Qingchi, Yi Zhihong, Wang Yang, Feng Zhiming. Visibility Prediction of Plateau Airport Based on LSTM[C] 2021 IEEE 5th Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference (IAEAC 2021). (Article in press)

10.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.

11.Wu Zixuan, Luo Weizhen, Chen Cong, Ye QingChi, Zhang Hao. Research on Influencing Factors of Fuel Flow Based on QAR Data[C] 2020 IEEE 2nd International Conference on Civil Aviation Safety and Information Technology, ICCASIT 2020.

12.Luo Weizhen, Wu Zixuan, Chen Cong. An Aircraft Fuel Flow Model of Cruise Phase Based on LSTM and QAR[C] 2020 13th International Symposium on Computational Intelligence and Design (ISCID), Hangzhou, China, 2020, pp. 118-121.

13.Cai Zheli, Wu Zixuan, Luo Weizhen, Gao Kaiye. Study on Risk Assessment Method of Flight Operation Environment with SVR[C] The 10th International Conference on Quality, Reliability, Risk, Maintenance, and Safety Engineering (QR2MSE 2020), Shanxi, China, 2021, Volume 1043.

14.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

**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，权利人：厦门航空有限公司，同济大学。

（2）航空运行控制风险管控方法及系统，专利号：201810486745.1，权利人：厦门航空有限公司，清华大学。

2.软件著作权：

（1）厦航运行控制风险管控系统V1.0，授权号：2020SR0034023，权利人：厦门航空有限公司。

（2）民航运行气象风险管控系统V1.0，授权号：2020SR0737482，权利人：厦门航空有限公司。

（3）厦航航班运行控制系统V1.65.0.1176，授权号：2017SR370369，权利人：厦门航空有限公司。

（4）飞行动态监控系统V1.5.0，授权号：2017SR547644，权利人：厦门航空有限公司。

（5）小飞象航空气象信息服务系统（一期）V1.0，授权号：2017SR597914，权利人：厦门航空有限公司。