



国际民用航空组织

工 作 文 件

A42-WP/595

TE/223

12/9/25

信息文件

(Information paper)

仅有中文和英文¹

(Chinese and English only)

大会 — 第 42 届会议

技术委员会

议程项目 23：全球航空安全和空中航行计划

中国民航 TBO 验证成果

(由中国提交)

执行摘要

本文介绍了中国在基于航迹运行（TBO）应用研究方面取得的成果，重点展示了2019年至2024年间开展的一系列运行验证。这些验证证明了利用现有系统实施TBO的技术可行性，并为其未来的实施奠定了坚实基础。

战略目标：	本文涉及每次飞行都安全和安保的战略目标。
财务影响：	无财务影响。
参考文件：	Doc 9750, 《全球空中航行计划》

1. 引言

1.1 2023 年 10 月 23 日，由中国、印度尼西亚、日本、新西兰、菲律宾、新加坡、泰国和美国的空中导航服务提供商（ANSP）、民用航空导航服务组织（CANSO）和国际航空运输协会（IATA）组成的十个签署方签署了亚太地区基于航迹运行（TBO）探路者项目协议，将在四年内共同定义、开发和演示亚太地区的基于航迹运行（TBO）。

1.2 中国民航继 2019 年 3 月成功实施了亚太地区首次初始四维航迹（I4D）试验验证飞行后，于 2022 年在上海进近空域范围，开展包括空地一体飞行时间精确控制、空地一体飞行意图共享及防落错跑道和数据链管制信息服务等三项依托于现有机载设备能力、数据链网络能力的初始化 TBO 验证。

¹ 中文和英文版本由中国提供。

1.3 2024 年 11 月，中国民航在上海浦东、虹桥机场全面启动 LID 验证，基于地空数据链实现进场程序数字化预发布，日均传输量达 1 230.25 份，系统基于 ACARS ATS 实现复杂指令的数字化传输，并实时下传机组飞行意图，为基于航迹运行奠定了关键技术基础。

1.4 2024 年 12 月 30 日，中国民航成功开展了乌鲁木齐至北京大兴机场 TBO 双机验证，本次验证是亚太地区首次双机短间隔 TBO 应用验证，是继 2019 年中国民航开展亚太地区首次初始四维航迹（I4D）验证飞行后，在 TBO 研究应用领域取得的又一重大进展。本次验证跨多个管制区域、跨不同厂商自动化系统，实现空地、地地、空空协同的运行概念拓展，形成空管、航司、机场多方协同运行的典型应用场景，充分验证了依托于现有航电设备能力、利用载客航班开展 TBO 典型应用验证的技术可行性，为未来 TBO 技术的大规模推广奠定坚实基础。

2. 讨论

2.1 Avionic systems

2.1.1 机载 TBO 运行概念应用协议方面，利用中国民航近期（5 年内）可规模化具备的航空器航电、地空通信和空管地面等系统能力，基于 FMS Datalink 协议开展应用验证，短期充分挖掘中国民航现有机队机载能力开展符合 TBO 运行概念的初步规模化运行，中长期依据 ICAO 规划经航电系统、地空网络及地面系统升级，向标准化全面 TBO 发展过渡。

2.2 Air-ground data-link communication network

2.2.1 地空数据链网络方面，上述验证均基于中国民航现有 VDL 模式 2 并兼容 ACARS 地空数据链网络开展项目验证，VDL 模式 2 网络及 ACARS 网络已覆盖中国民航主要机场及航路。

2.3 ATC information system

2.3.1 2023 年，民航局空管局技术中心搭建了满足多机 TBO 运行的仿真验证平台，该平台由支持 TBO 运行的机载模拟系统和航迹管制自动化系统组成，如下图所示。机载模拟系统支持多个 TBO 航班生成，航迹管制自动化系统能够接收、处理和显示（多条）机载预测航迹，并具备基于机载预测航迹的冲突探测、一致性监视、进港管理和航班 RTA 智能分配等功能。平台为开展多机 TBO 仿真运行提供了验证环境，可以支撑研究多机 TBO 运行下系统功能、运行流程、人机界面等内容。

2.3.2 2024 年，在实验室环境搭建 TBO 双机验证空地互联仿真平台，集成了飞行模拟仿真系统与管制自动化系统、机组航径可视化引导系统、数据链机场系统等管制地面系统，在实验环境实现乌鲁木齐至大兴 TBO 双机验证方案全流程、全测试项模拟仿真，全面验证 TBO 双机验证方案可行性，为 TBO 双机试验飞行验证提供有力保障。

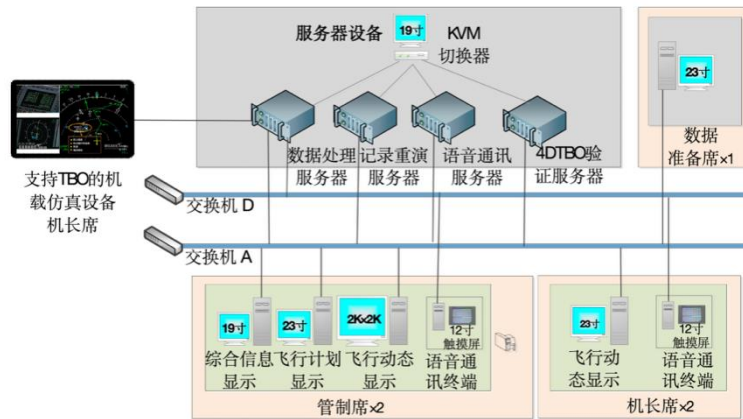


图1. TBO仿真验证平台架构图

2.3.3 2024年12月30日，中国民航成功完成了乌鲁木齐至北京大兴机场TBO双机验证，前机采用波音737，后机采用空客320，双机均未进行航电设备改装，采用定期载客运输航班，间隔20分钟起飞，顺利完成协作环境下的飞行和流量信息（FF-ICE）协同运行、四维航迹管理在管制指挥中的应用、过点时间精准控制、机间和空地飞行态势共享、基于电子飞行包（EFB）的管制指令可视化、航路危险天气预警等验证科目。

2.3.4 TBO双机验证期间，成功完成31个验证科目，期间共发送数字化管制指令及信息28份，成功率100%，平均通信延迟2.0秒；双机成功接收3个目标航路点RTA时间，控制通过精度达±8秒，下传586个后续报告点，平均预测偏差±10秒以内，各项成果达到或超过预期目标，有力推动基于航迹运行技术在实际飞行中的应用与发展。

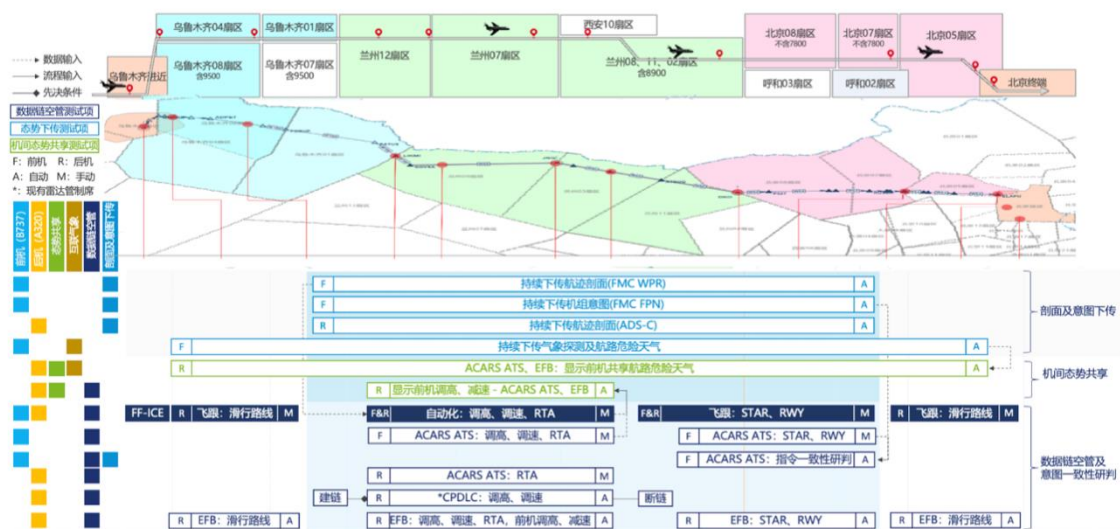


图2. TBO双机验证运行程序简图

2.3.5 TBO 应用研究路径方面，在运行阶段，着眼于飞行生命周期的全过程，针对每项空管任务提出 TBO 实施策略；在过渡阶段，我们提出了 TBO 与非 TBO 混合运行，制定了相关技术发展政策，验证利用现有机载设备与地空数据链网络初步实施 TBO 的可行性。

— 完 —