

基于数据分析工具的空管数据统计分析应用研究

王 钊

中国民用航空新疆空中交通管理局 新疆 乌鲁木齐 830016

【摘要】：民航空管运行持续产生航班运行记录、气象观测资料、通导设备运行日志，三类数据的统计研判是空管安全保障与调度决策的核心支撑。传统人工制表、线下汇总、经验推演的处理模式，面对持续增长的航班量与多维度业务需求，存在数据整合周期长、分析维度单一、风险预判滞后等短板。本文结合多地空管一线实操案例，从航班运行、航空气象、通导设备运维三个维度，梳理数据辅助工具与岗位人员协同工作路径，总结人机配合在流量规划、气象预警、设备运维中的落地成效。实践表明，数据工具可承接批量数据清洗、指标核算、规律筛选等重复性工作，由专业人员主导业务研判与决策，有效提升统计工作效率与准确度，为空管精细化数字化升级提供实操参考^[1]。

【关键词】：智能数据分析；空中交通管理；数据统计；航班运行；航空气象；设备运维

DOI:10.12417/3041-0630.26.10.078

1 引言

民航空管业务覆盖航班计划、空域管控、气象保障、通信导航监视设备保障全链条，各业务系统全天留存完整运行资料。航班数据记录起降计划、空中航迹与航路拥堵状态；气象数据包含卫星云图、雷达回波、机场能见度、强对流观测记录；设备数据留存甚高频、管制自动化系统等设备实时运行参数，三类资料的常态化统计是管制指挥、运行规划、设备维保的基础依据。

以往空管数据统计完全依靠工作人员手动导出报表、手工汇总台账，流程繁琐且时效性不足。以干线航路时刻测算为例，多岗位人员调取多系统数据、交叉核验测算，整套流程至少一周才能形成完整方案；雷雨、低能见度等突发场景下，人工梳理受影响航班、测算空域容量，难以匹配现场实时调度需求。同时单纯依靠人工经验，容易遗漏海量历史数据中的运行规律，流量预判、故障识别存在主观偏差。

民航数字化建设推进后，轻量化数据统计工具逐步投入一线使用。此类工具并非替代人工，而是承担数据整合、批量计算等机械工作，由管制、气象、设备岗位人员把控分析逻辑、判定业务结论，形成“机器处理基础数据，人工主导专业研判”的协作模式。本文结合多地空管落地案例，分业务板块梳理人机协同统计分析实操方法，为行业同类业务优化提供实践参考。

2 数据工具与人机协同在航班运行数据统计中的应用

航班运行数据是空管核心业务资料，涵盖航班计划、四维航迹、航路流量、机场时刻资源等内容，统计结果直接支撑空域容量评估、高峰流量管控、准点率提升工作。人机协作模式下，工具负责海量数据批量运算，全部业务结论由人工审核确

定。

2.1 航班流量测算与时刻资源统筹

枢纽机场与骨干航路时刻资源紧张，流量预判与时刻优化是运行管理重点。传统模式依靠多岗人工调取历史航班、航司运力、同期气象资料分段推算，更新滞后、人力消耗大。

民航局空管局上线航班时刻辅助分析工具，由流量管理人员设定统计范围、跑道容量、空域限制等约束条件，工具自动整合全国航班、运力投放、历年运行台账完成多方案测算^[2]。忙航路时刻配置分析为例，过去3名工作人员分工调取5套系统数据，人工核验测算耗时7天；借助工具仅需5分钟生成多套基础方案，后续流量、管制、计划岗位人工逐条校验，结合临时空域约束调整优化，形成闭环工作流程。

日常复盘阶段，流量管理员人工划定拥堵时段、延误诱因等统计维度，工具自动提取当日航迹与计划数据生成基础表格，工作人员结合现场管制记录标注特殊运行事件，形成可追溯流量台账，为次月时刻调整提供量化依据。

2.2 四维航迹统计与运行效率人工研判

梳理航班航迹规律可帮助管制员预判冲突、优化扇区调配。行业采用时序统计工具挖掘历史航迹特征，但风险判定、效率评估均由管制人员完成。

工作人员导出全年四维航迹数据，依托工具批量提取机型、起降场、尾流间隔等指标，自动分类统计不同阶段航班运行耗时、航路偏离频次。工具仅输出标准化表格，扇区运行优劣、冲突高发时段由资深管制员结合指挥经验判断。某区域全年航迹统计，纯人工核算需近一月，工具完成基础汇总仅半天，剩余时间班组人工梳理航迹偏离高发路段，调整扇区移交程序，空域运行效率显著提升^[3]。

同时工作人员可调取历年流量管控记录,由工具量化不同限流方案下航班等待时长,人工对比各类措施适配场景,建立电子化管控效果台账,将经验化评估转为数据支撑的标准化分析。

2.3 多维度运行指标自动归集与人工定稿

空管精细化管理需统计时刻利用率、准点率、扇区负荷等数十项指标,多系统分散数据以往需专人每日手工归集。

目前各单位搭建指标自动归集模块,工作人员按月度、季度需求手动勾选统计指标与周期,模块自动对接业务系统完成数据提取、清洗,生成基础报表。初稿完成后运行管理人员逐项人工核对,修正天气、设备故障带来的数据偏差,补充业务分析文字,形成正式报告。区域月度运行统计,以往专人每日3小时归集数据,月度汇总耗时2天;工具半小时产出初稿,工作人员1天完成校验与分析,大幅压缩重复劳动。

3 数据工具与人机协同在航空气象数据统计中的应用

气象条件直接影响航班放行与航路调配,低能见度、强对流、强降水是主要运行风险源。航空气象数据来源分散、格式不一,人工整合效率偏低,当前依靠数据融合工具完成批量统计,预警与影响判定完全由气象人员人工完成。

3.1 多源气象资料整合与天气特征研判

机场与区域气象站观测数据量大、存储标准不统一,人工合并统计难度较高。新疆空管局气象中心结合本地大雾、强对流多发特点部署本地化数据工具,预报员手动选定统计时段、机场与天气类型,工具自动同步自动观测记录、多年气象台账,统一格式完成数据合并。

依托整合后的完整数据集,工作人员人工梳理本地强对流发生时段、影响范围规律,根据收集近6年对流观测样本,工具批量统计不同季节对流发生频次,预报员结合本地值守经验总结天气演变特征,建立危险天气检索台账。雷雨季节工具可匹配实时天气与历史相似案例,最终由预报员综合研判发布气象预警,支撑流量调整工作^[2]。

3.2 低能见度、强降水天气辅助统计与人工预判

低能见度相关运行事件占气象类问题总量19.2%,大雾、沙尘造成的能见度波动直接约束机场起降容量。西南空管局搭建低能见度统计平台,统计逻辑由气象人员搭建,工具负责海量历史能见度数据批量运算^[4]。

工作人员选定机场与季节区间后,平台调取多年温湿度、能见度观测数据,输出能见度变化趋势统计;未来12~24小时低能见度发生概率、航班影响程度,由预报员结合天气系统

移动路径人工判定。平台将多年历史数据整理时间从十余天缩短至数小时,工作人员可将精力集中于天气研判与运行评估。

厦门空管站结合相控阵雷达与自动雨量设备搭建降水统计系统,工具同步雷达回波与地面雨量数据,批量划分降水等级;但降水对起降标准的影响、放行间隔调整方案,由气象值班员现场人工判定。实测数据显示雷达降水测算与地面观测相关系数0.81,为人工研判提供稳定数据支撑。

3.3 气象历史数据常态化归档分析

气象岗位每月汇总危险天气频次、延误影响、预警提前量等资料,数据工具自动匹配气象观测与航班运行数据,生成基础统计清单;气象人员人工筛选极端天气案例,同步记录当日管制调度处置流程,归档形成业务档案。长期人机协同统计形成本地化气象规律资料,帮助新人快速掌握区域气候特征,降低预报偏差^[5]。

4 数据工具与人机协同在通导设备运维数据统计中的应用

通信、导航、监视设备是空管运行基础,设备运行参数、故障台账体量庞大,传统人工巡检与纸质台账易出现漏检、记录滞后问题。当前技术保障单位使用设备数据辅助系统,工具自动采集参数、统计故障特征,故障判定、维保方案制定均由技术人员人工完成。

4.1 设备参数批量归集与人工现场核查

甚高频、管制自动化系统每日产生海量运行参数,人工逐条核对耗时严重。通导运维辅助系统上线后,技术人员每日录入巡检设备清单,系统自动调取运行日志与告警记录,生成标准化检查清单。

核心服务器日常巡检,过去单台设备人工核对参数平均60分钟;依托系统导出参数清单后,工作人员对照标记疑点、实地核验硬件,单台核长缩短至15分钟。系统自动配置检查准确率94.3%,疑似异常全部人工现场复核,故障误报率3.2%、漏报率2.5%,兼顾效率与运维安全。

4.2 故障记录自动汇总与人工制定处置方案

多年以来,设备告警、故障台账依靠人工翻阅难以快速梳理同类故障规律。智能巡检系统归集近5年全部故障数据,按设备类型、发生时段分类统计;系统仅输出频次、时段等量化结果,故障根源、现场处置流程、预防性维保措施由资深技术人员人工归档总结。设备出现新告警时,工作人员调取同类故障统计记录,结合现场工况人工判定故障等级,制定检修方案,缩短排查时间^[6]。

4.3 设备全生命周期台账整理与人工维保规划

设备采购、检修、备件更换全流程台账以往依靠纸质记录，跨年度梳理工作量巨大。华东空管局上线设备台账归集系统，技术人员手动录入设备基础信息与维保记录，系统自动统计部件损耗周期、故障高发节点；系统给出维保参考周期后，技术班组结合设备负荷人工调整年度维保计划，生成正式工单^[7]。

中南空管局整合三套自研系统搭建通导保障体系，监控、业务台账、统计工具产出的数据统一交由技术人员分析，结合一线运行实际优化巡检周期与备件储备，实现设备全生命周期人机协同管理。

5 结论

本文结合多地空管一线实操案例，从航班运行、航空气象、通导运维三个业务维度，梳理数据统计工具与岗位人员协同开展数据分析的落地路径。实践证明，各类数据辅助工具仅能完成数据导出、清洗、批量计算等重复性工作，无法独立开展空

管专业风险评估、调度决策、故障处置，完整统计分析工作必须以管制、气象、设备运维专业人员为核心。

流量管理场景中，工具快速完成多方案测算、指标归集，由流量管制人员人工校验、结合空域实际输出调度方案；气象业务中，工具实现多源资料融合、危险天气量化统计，预报员依托数据结合本地经验发布预警、评估航班影响；设备运维领域，系统自动归集运行参数与故障台账，技术人员现场核验异常、人工制定维保处置方案。人机协作模式弥补了纯人工统计体量受限、耗时过长的短板，同时保留一线人员专业经验在业务决策中的核心地位，兼顾统计效率与运行安全。

后续空管数据统计优化，应持续完善本地化人机协同流程，统一各业务系统原始数据采集标准，持续简化人工重复劳动，引导工作人员将重心放在风险研判、运行优化、隐患治理等核心工作，推动空管统计工作从纸质人工台账模式，稳步转向“工具辅助运算、人工专业研判”的智能化协同新模式。

参考文献：

- [1] 中国民用航空局.关于推动“人工智能+民航”高质量发展的实施意见[Z].北京:中国民用航空局,2025.
- [2] 张兴俭.数据辅助工具对管制员运行分析效能的影响研究[J].中国民航大学学报,2026,44(2):72-77.
- [3] 王浩宇.人机协同模式下空管流量数据统计与时刻优化实践[J].民航管理,2025(10):42-46.
- [4] 祁珊.多源气象观测数据融合统计在区域空管预报中的应用[J].仪器与设备,2025,13(2):115-119.
- [5] 朱凯全.轻量化数据模型在空管气象业务中的应用探讨[J].空运商务,2025(6):57-60.
- [6] 周宇.民航空管通导设备运维数据归集与人工故障研判体系构建[J].电子通信与计算机科学,2026,8(4):178-182.
- [7] 华东空管局技术保障中心.空管设备全生命周期台账智能化归集落地实践[C].全国民航空管技术交流会论文集,2025:211-216.