

Title: Integrated Observation Method to Solve the Dilemma of Accurate Observation of Meteorological Hazardous Weather

Xia Li

Gansu Branch of Northwest Regional Air Traffic Management Bureau of Civil Aviation of China, Lanzhou, Gansu, 730087, China

Abstract

The accuracy of aviation meteorological observation is directly related to flight safety and flight efficiency. Based on the practice of aviation meteorological observation at Lanzhou Zhongchuan International Airport, this paper proposes a multi-source data collaborative integrated observation method (IOM) to address the limitations of traditional observation in complex weather conditions. This method integrates data from equipment such as the Automated Weather Observing System (AWOS), Runway Visual Aids System (RAVS), dual-polarization weather radar (CINRAD), and microwave radiometer (MWR), constructs a judgment rule base based on weather mechanisms, and realizes accurate identification and service response for weather such as fog, heavy precipitation, thunderstorms, and hailstones. It significantly improves the timeliness and accuracy of observation, providing a reference technical method for accurate aviation meteorological observation services.

Keywords

aviation meteorological observation; integrated observation method; judgment rule base; technical method

综合观测法破解气象危险天气精准观测困境

李遐

中国民用航空西北地区空中交通管理局甘肃分局, 中国 · 甘肃 兰州 730087

摘 要

航空气象观测的精准性直接关系到飞行安全和航班效率。本文基于兰州中川国际机场航空气象观测实践, 针对传统观测在复杂天气下的局限, 提出多源数据协同的综合观测法 (IOM)。该方法整合气象自动观测系统 (AWOS)、跑道视频辅助系统 (RAVS)、双偏振天气雷达 (CINRAD)、微波辐射计 (MWR)、等设备数据, 构建基于天气机理的判定规则库, 实现对雾、强降水、雷暴、冰雹、等天气的精准识别与服务响应, 显著提升观测时效性与准确性, 为航空气象精准观测业务提供可参考的技术方法。

关键词

航空气象观测; 综合观测法; 判定规则库; 技术方法

1 引言

随着民航业发展及全球气候变化, 强对流、突发低能见度等复杂危险天气频发, 机场流量攀升, 对航空气象观测的精准性与时效性要求空前提高。传统观测依赖 AWOS 与人工目测结合模式, 虽长期保障安全, 但存在识别不准、时效滞后等局限。近年民航引入双偏振天气雷达等先进设备, 却因独立运行、数据孤立未能形成合力。如何系统整合数据, 构建综合观测法以提升复杂危险天气“诊断”能力, 成为亟待解决的问题^[1]。本文基于兰州中川国际机场实践, 结合新设备经验与案例, 提出综合观测法框架, 核心是建立“设备协同、信息互补、流程规范、预警精准”的服务模式, 解

决雷暴、雾等天气的监测与预警难点, 为同类单位提供参考。

2 综合观测法核心理念与技术框架

2.1 定义

综合观测法 (IOM) 是以多源设备协同为核心, 通过标准化流程整合多源实时观测数据, 突破单一设备的局限性, 构建“数据监测 - 基于规则库的判定 - 服务响应”闭环。其核心特点包括:

- 1、数据监测: 打破设备孤岛, 建立不同天气情况下的数据监测规则;
- 2、规则库驱动: 基于《民用航空气象地面观测规范》与天气机理, 制定可量化判定天气情况的规则库;
- 3、服务响应: 根据规则库形成为危险天气的观测产品, 满足用户需求。

其工作流程如下图 1 所示, 如雷暴监测中, 观测员同

【作者简介】李遐 (1990-), 女, 中国甘肃临洮人, 本科, 工程师, 从事航空气象研究。

步监控多设备，用 RAVS 视频补证。

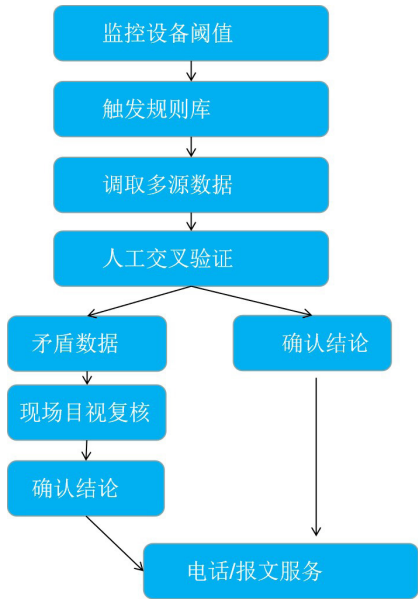


图 1 综合观测工作法流程图

2.2 综合观测法判定规则库的建立

综合观测法的核心是基于地面气象观测规范和天气机

理的规则库，笔者依据兰州中川机场实践经验，建立基于不同天气现象的判定规则库如下表 1 所示。

判定规则库设计原则：

- 1、多源交叉验证：任一天气需 ≥ 2 类设备数据支持（如雾需 MWR+RAVS 验证）；
- 2、人工主导判定：观测员监控数据，对矛盾数据或危险天气现场复核；
- 3、动态阈值优化：基于历史案例修订标准（如积冰速率阈值调整后误报率降 18%）。

2.3 利用综合观测法解决部分危险天气精准观测的流程

低能见度、雷暴、冰雹、风沙、霜等天气对本场及进近区域飞行安全具有重大威胁，亟需建立标准化监测流程。

2.3.1 低能见度、雾、风沙的的精准监测与服务标准化流程

（1）观测员监测到 MWR 逆温层厚度 $> 50\text{m}$ 或 CINRAD 粒子不规则特征时，自动触发规则库。通过 RAVS 验证能见度突变区域，分析 AWOS 数据及梯度，结合激光测风雷达等辨别天气性质，最终以报文、电话等形式精准服务，未来可制作跑道能见度分布图^[2]。如图 2。

表 1 部分典型天气判定规则库

天气类型	核心判定标准	所用的探测设备	服务产品类型
雾	逆温层厚度 $> 50\text{m}$ ；相对湿度 $\geq 95\%$ ；RVR(VIS、MOR) $< 1000\text{m}$ 。激光雷达径向速度圈逐渐缩小（有可能）	MWR（温湿垂直廓线）、RAVS（跑道高清视频）、AWOS（分析能见度及其梯度）	报文、电话通报、跑道能见度分布图（未来可实现的精细化产品）
冰雹	反射率（Z） $\geq 50\text{dBZ}$ 、差分反射率（ZDR） < 0.1 、相关系数（CC） < 0.85 ；垂直积分液态水含量 $\geq 40\text{kg/m}^2$	CINRAD（双偏振参数）、RAVS（捕捉冰雹反跳高度）	SPECI 报“+SHRA\SHGR\+SHRAGR”+雹击风险区标注图（未来可实现的精细化产品）
雷暴	反射率（Z） $\geq 30\text{dBZ}$ ；闪电密度 > 1 次；	CINRAD（云体结构）、LDS（闪电方位、强度）、大气电场仪（电场强度 $\geq 4\text{kV/m}$ ）	雷暴强度、方位产品、未来可提供雷暴移动矢量图产品（移速/影响区域）
风沙	相关系数（CC） < 0.6 （粒子不规则）、风速 $\geq 8\text{m/s}$ ；激光雷达径向速度圈逐渐缩小（有可能）	CINRAD（回波特征）、AWOS（天气现象）、RAVS（黄褐色天空）、激光测风雷达	风沙前锋抵达时间预警、风沙强度、影响能见度
霜	空气温度 $\leq 0^\circ\text{C}$ ；温度露点差 $\leq 2^\circ\text{C}$ ；RAVS 显示近地面发白	RAVS（人工目视发白区）、SFD（辅助验证结霜起始时间、结霜厚度）	电话通报霜冻情况、未来可提供霜冻强度警报（机场相关部门除霜优先级）



图 2 低能见度天气下的综合观测法工作流程

能见度差异验证流程：当出现 RVR 空间差异 $> 500\text{m}$ （如起飞端 2000m VS 降落端 800m ），其验证流程如下图 3 所示。

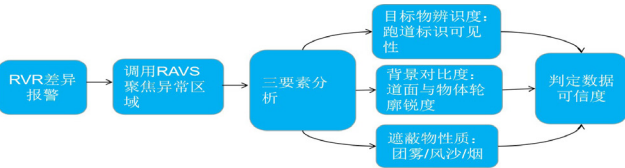


图 3 能见度差异验证流程

案例：中川机场通过 RAVS 发现 18 号跑道出现高吹沙，避免误判为设备故障。

（3）利用 RAVS 对天气现象精准监测：通过 RAVS 可对飞行区内的天气现象进行精准监测，表 2 例举了作者总结的使用 RAVS 监测时部分天气现象监测特征。

表 2 RAVS 监测的天气现象特征

现象类型	RAVS 监测特征	服务价值
浅雾	离地高度小于 2 米不连续带状片状雾	区分碎片雾、部分雾、浓雾
吹雪	地面积雪被风吹起高度	区分降雪与吹雪的高度
霜冻	观测区近地面附着冰晶颗粒	早于人工巡视时间

2.3.2 雷电的精准监测与服务标准化流程

当 LDS 监测到闪电次数超阈值，自动触发观测员查看 CINRAD 雷达反射率 Z，同步验证大气电场仪数据，结合 RAVS 视频补证漏报，综合判定雷暴方位、强度并服务，未来可生成移动矢量图。如图 4。

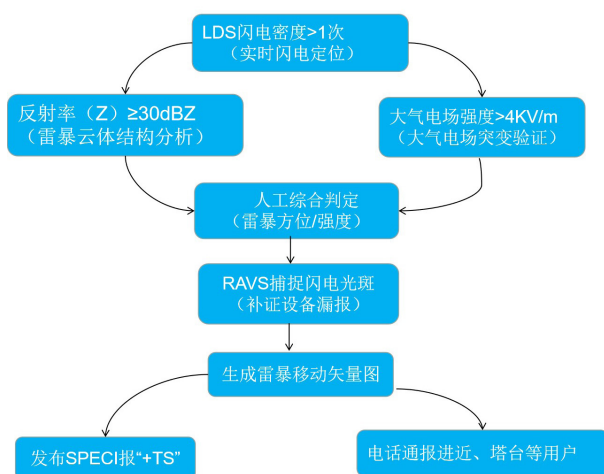


图4 雷暴的精准监测与服务标准化流程

2.3.3 冰雹的精准监测与服务标准化流程

基于双偏振雷达识别的冰雹特征参数（高反射率 Z、低差分反射率 ZDR、相关系数 CC、垂直积分液态水含量）判定冰雹，联动 RAVS 视频分析冰雹落地反跳高度以推断飞行区冰雹大小、强度，发布 "+SHGR" 报文并向用户通报冰雹信息，做好防雷、除冰工作，未来可进一步细化分析提供精细化的雹击风险区域分级产品，更精准的指导用户防雷工作的开展。

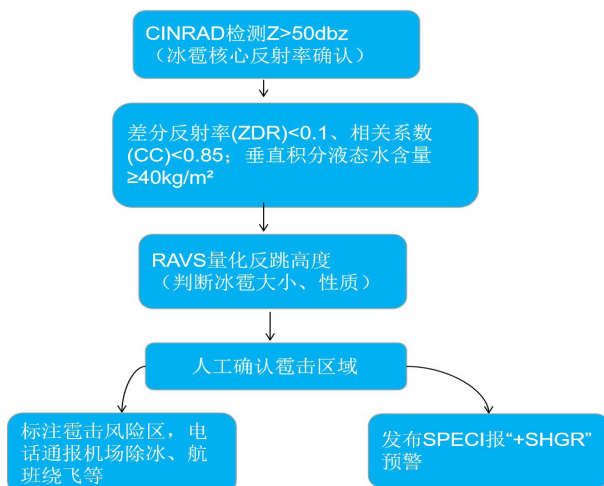


图5 冰雹的精准监测与服务标准化流程

2.3.4 霜的精准监测与服务标准化流程

SFD 监测到积冰速率超阈值且 AWOS 显示温度小于等

于露点时，通过 RAVS 识别近地面发白区域，观测员人工复核霜范围，电话通知机场相关部门霜的位置、起止时间、霜的厚度等，在今后还可以细化为推送按飞机停靠位划分的除霜优先级清单，同步启动除霜响应倒计时机制等。

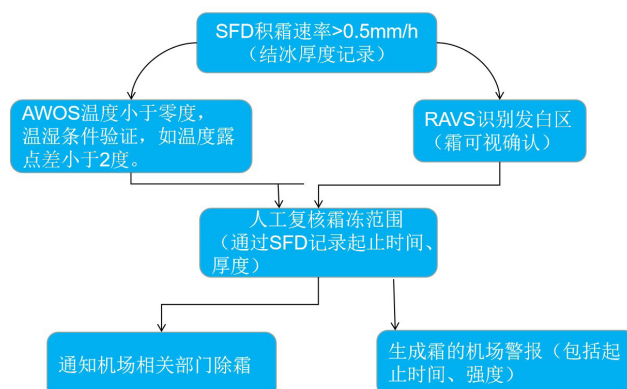


图6 霜的精准监测与服务标准化流程

3 综合观测法应用案例

（一）部分雾的精准定位与服务响应：兰州中川机场观测员结合 MWR、RAVS 和 AWOS 数据，判定“跑道北端部分雾”，精准服务保障部分航班正常起降。

（二）雷暴强度与方位的精准判定：2025 年 5 月，观测员依据多设备数据判定“强雷暴伴冰雹，方位 NW-3km”，保障进近航班成功绕飞。

（三）霜的协同识别：2024 年 11 月，通过 SFD、RAVS 及目视确认霜形成，及时通知除冰，确保早出港航班零延误。

4 结论

本文基于兰州中川国际机场实践提出的综合观测法（IOM），整合多源设备数据，构建判定规则库，形成标准化闭环流程，有效解决传统观测局限，实现对雾、雷暴等危险天气的精准识别与高效响应。应用显示，IOM 提升了识别准确性（如雾定位至跑道区段级）和响应时效，差异化产品满足多用户需求，在保障飞行安全与提升航班效率中价值显著^[1]。该方法为航空气象精准观测提供可推广范式，未来可从规则库优化、设备协同、服务升级、人员建设四方面深化，将向高阶形态演进，为民航高质量发展提供保障。

参考文献

- [1] 航空气象服务援外培训浅析. 李攀. 中国教育技术装备, 2022(08)
- [2] 洛阳机场夏季飞行安全的气象保障[J]. 俞飞, 李新芳. 四川气象, 2002(02)
- [3] 现代运输机航空气象学[M]. 陈廷良主编. 气象出版社. 1992