

管制综合信息系统拍发返航备降起飞落地报的原理分析及改进策略研究

吴 茜

中国民用航空中南地区空中交通管理局湖北分局, 湖北 武汉

收稿日期: 2025年3月25日; 录用日期: 2025年4月18日; 发布日期: 2025年4月27日

摘 要

管制综合信息系统对于空管系统承担了报文拍发、接收、处理以及与空管自动化报文交互等重要作用。文章针对管制综合信息系统多次出现返航备降航班起飞落地报错误的问题进行深入分析, 通过对多起错发事件进行原理分析, 研究错发报文的影响因素, 并提出了相应的改进建议, 以期提高空管设备的运行稳定性, 确保航空安全有效。

关键词

返航备降航班, 起飞落地报, 系统缺陷, 匹配算法优化, 人机交互

Research on the Principle Analysis and Improvement Strategy of the Control Integrated Information System for Shooting and Sending the Return Alternate Take-Off and Landing Report

Xi Wu

Hubei Branch of the Central and Southern Regional Air Traffic Management Bureau of Civil Aviation of China, Wuhan Hubei

Received: Mar. 25th, 2025; accepted: Apr. 18th, 2025; published: Apr. 27th, 2025

Abstract

The integrated control information system plays an important role in the air traffic control system,

文章引用: 吴茜. 管制综合信息系统拍发返航备降起飞落地报的原理分析及改进策略研究[J]. 无线通信, 2025, 15(2): 22-26. DOI: 10.12677/hjwc.2025.152003

and it is responsible for the transmission, reception, and processing of messages and interaction with the air traffic control automation messages. This paper makes an in-depth analysis of the problem of the incorrect take-off and landing report of the return and alternate flight in the control integrated information system and studies the influencing factors of the wrong message through the principle analysis of a number of wrong sending events, and puts forward corresponding improvement suggestions, in order to improve the operational stability of the air traffic control equipment and ensure the safety and effectiveness of aviation.

Keywords

Return Flight Diversion, Take-Off and Landing Report, System Defect, Matching Algorithm Optimization, Human-Computer Interaction

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着民用航空业的迅速发展, 航班数量持续攀升, 特别是在面临极端气象条件时, 执行返航与备降程序的航班频次显著提升。作为空中交通管理体系的关键构成, 管制综合信息系统(以下简称“管综系统”)在确保航班安全、高效运行方面扮演着至关重要的角色, 其运行稳定性和数据准确性尤为关键。

由于周边机场极端天气原因, 武汉天河机场需接收大量返航备降航班, 在高频次大流量出现返航备降航班的特殊情况时, 管综系统多次出现返航备降航班起飞与落地信息报错, 这一状况严重削弱了航班信息的精确性与实时性[1]。鉴于此, 深入探究拍发起飞落地报的原理机制和影响因素, 并据此提出有效的改进策略, 对于优化管综系统性能、强化航班安全保障机制以及为民航业中其他拍发起飞落地报设备具有较高的参考价值。

2. 原理分析

2.1. 系统处理流程

管综系统中航班信息处理子系统(FIPS)可根据管制自动化系统发送的综合监视航迹位置趋势变化、塔台电子进程单(TOMS)系统场面状态变更, 自动识别航班的起飞、落地事件, 按飞行计划相关条件进行检查, 对符合自动拍发条件的航班完成电报组装, 并根据电报地址自动拍发相关报文。

2.1.1. 管综系统中航班计划与雷达航迹匹配逻辑

1) 相关航迹(挂标牌): 航班号、起飞地信息一致, 航迹的起飞(实起或预起)时间与计划的预计时间小于阈值(VSP = 6 h)。若如无起飞机场数据项, 则按航班号、应答机编码一致, 航迹的起飞(实起或预起)时间与计划的预计时间小于阈值(VSP = 6 h)。

2) 不相关航迹(未挂标牌): 应答机编码一致, 飞行计划为本场起飞, 航迹的起飞时间与计划的预计时间小于阈值(VSP = 3 h); 或应答机编码一致且应答机编码池代码为已使用状态。

2.1.2. 管综系统进行起飞/落地事件判断(拍发起飞/落地报)的逻辑原理

1) 航班计划与航迹相匹配。

2) 在机场范围内: 水平范围是以机场中心点为圆心、指定长度(VSP = 10 km)为半径的圆形区域, 高

度范围在指定控制高度以下(VSP < 1500 m);

3) 拍发起飞报：航迹有渐高渐远趋势：指定数量(VSP = 10 个)航迹小于控制高度，且大部分(VSP = 经验参数)航迹位置与机场中心点位置水平呈渐远趋势，垂直呈渐高趋势。拍发落地报：航迹有渐近渐低趋势：指定数量(VSP = 15 个)航迹小于控制高度，且大部分(VSP = 经验参数)航迹位置与机场中心点位置水平呈渐近趋势，垂直呈渐低趋势。

渐远判断：当前位置与前一周期位置比较，距离(与机场中心点)大于等于时，符合条件的计数 CDY 加 1；渐高判断：当前位置与前一周期位置比较，高度(海拔)大于等于时，符合条件的计数 CHY 加 1 (大于时，符合计数 CHY1 加 1)，若不符合条件计数，CHN 加 1；当 CDY、CHY、CHY1 达到阈值(VSP 分别为 5、7、3)，且 CHN 未达阈值(VSP = 3)时，判定为起飞事件。

渐进判断：当前位置与前一周期位置比较，距离(与机场中心点)小于等于时，符合条件的计数 CDY 加 1，否则不符合条件，计数 CDN 加 1，高度低于指定阈值后(VSP = 60 m)不再判断渐进条件；渐低判断：当前位置与前一周期位置比较，高度(海拔)小于等于时，符合条件的计数 CHY 加 1，若不符合条件计数 CHN 加 1；当 CDY、CHY 达到阈值(VSP = 14)，且 CDN、CHN 未达阈值(VSP:CDN = 2, CHN = 3)时，判定为拟落地事件，当雷达航迹高度低于决断高度，拍发落地报。

管综系统对符合拍发起飞/落地报的航班计划进行电报组装时,会根据与雷达航迹匹配航班计划的任务性质、实落机场、目的机场、起飞机场等信息,生成相应的起飞报和落地报。

2.2. 系统机制中的逻辑缺陷

在管综系统中,航班信息的匹配是确保起飞落地报正确发送的关键环节,然而,由于系统匹配算法的不完善或数据同步问题,可能导致航迹与计划匹配错误,进而引发落地报发送错误,在出现两个同航班号的计划时,管综系统无法将航迹与计划匹配正确,会引发了落地报发送错误[2]。

管综系统在处理返航备降航班时,其发送落地报的逻辑为:正班航班取用目的地机场组报,返航备降航班取用实落机场组报(同时带有目的地机场信息)。

[illegible]

Figure 1. The mission nature of the flight plan created by the control integrated information system is ALN diversion
图 1. 管综系统创建的航班计划的任务性质为 ALN 备降

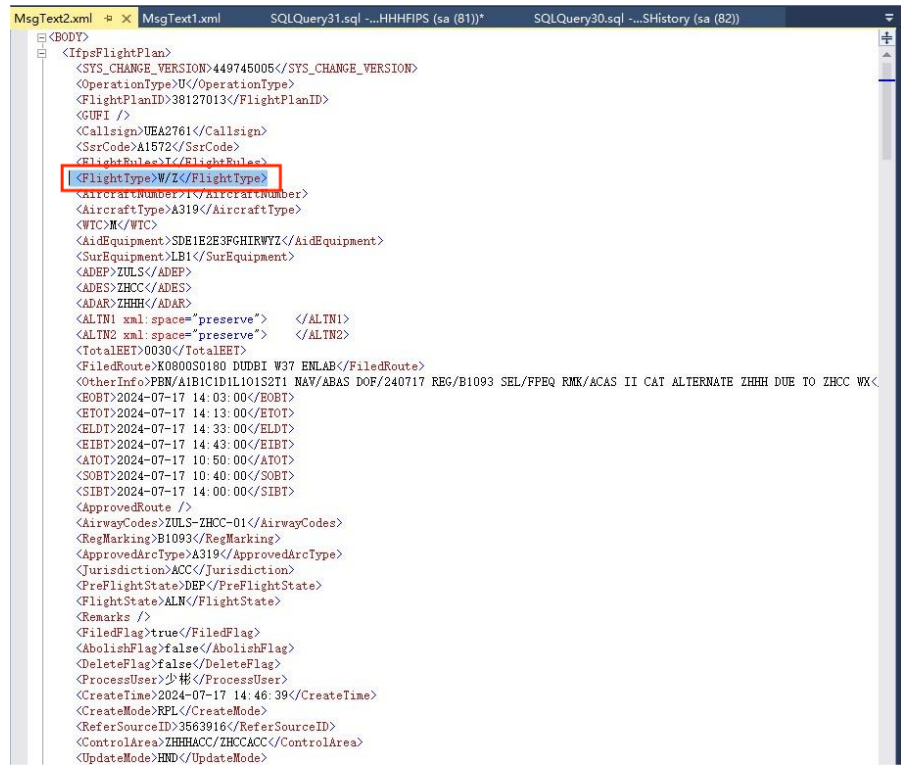


Figure 2. The integrated management system has received the flight schedule task issued by the IFPS system, categorized as W/Z regular flight
图 2. 管综系统收到 IFPS 系统下发的航班计划任务性质为 W/Z 正班

此前，已针对类似问题修改系统逻辑，但解决方式仍存在漏洞，设备厂家人员针对该类返航备降的航班计划进行限制，使其在前台终端无法修改为错误航班计划，然而在实际使用与操作中，由于系统逻辑限制不完善，仍存在以下两种情况可能导致落地报发送错误：

- 1) 当广州上级节点 IFPS 系统下发错误任务性质的航班计划时，管综系统未对上级节点下发的航班计划进行校验，无条件接收其修改，导致出现错误航班计划，如图 1~2；
- 2) 当手动创建正班任务性质的航班计划时，实落机场与目的机场填写一致，后续通过 CPL 报修改航班计划的任务性质为备降时，拍发落地报原目的机场信息出错。

3. 优化方法

3.1. 完善管综系统逻辑限制

针对管综系统逻辑限制不完善的问题，提出了以下两点优化策略：

- 1) 上级节点下发/CPL 报内容校验：在接收上级节点下发的航班计划或 CPL 报文更新航班计划时，管综系统增加校验机制，将航班计划的任务性质、机场代码等关键信息进行强关联，确保航班计划任务性质与实落机场/目的机场信息的正确对应；
- 2) 禁止发送非本场落地的落地报文：增加管综系统不主动发送其他机场落地报的开关选项，减少管综系统错误拍发落地报的情况。

3.2. 优化系统匹配算法

针对传统匹配算法对复杂场景(如航班号重复、极端天气干扰)适应性不足的问题，可引入轻量级机器

学习模型，利用历史航迹数据与航班计划数据进行训练。模型输入包括航班号、应答机编码、机型、航迹高度/距离变化率等特征，输出为雷达航迹与航班计划的匹配概率，并结合 QNH 值(修正海平面气压)动态调整拍发落地报的决断高度，提升系统在特殊情况下的鲁棒性[3]。

4. 总结与展望

极端天气下，航班返航备降数量较大，突发情况多，时效性要求高，因此对返航备降航班计划的正确处理、起飞落地报的正确发送都尤为重要。而完成这些，需要全链条的正常工作，从管综系统中的人工处理告警、系统正确更新到自动化系统中手动修改计划，再通过自动化航迹信息匹配管综系统的计划，完成起飞落地报的发送。

本文通过对管综系统在拍发起飞落地报的原理进行研究，分析处理返航备降航班时的逻辑缺陷，期望通过优化系统逻辑、改进匹配算法以及加强人机交互设计，提出有效的改进策略，以提升系统的稳定性和准确性[4]。未来，随着航空业的进一步发展，管综系统将面临更多的挑战，如何通过技术创新和系统优化来应对这些挑战，将是未来研究的重要方向。

参考文献

- [1] 任阳. 郑州空管自动化系统错误拍发落地报研究[J]. 河南科技, 2021, 40(2): 21-23.
- [2] 饶斌. 管制综合信息系统起飞及落地报拍发研究[J]. 现代信息科技, 2021, 5(10): 110-112, 116.
- [3] Li, H., *et al.* (2022) Federated Learning for Air Traffic Management: A Case Study on Trajectory Prediction. 2022 *International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, Singapore, 22-27 May 2022, 6543-6547.
- [4] 唐天翊, 刘峰. 航空管制信息安全管理对策探析[J]. 商讯, 2019(5): 173-174.