

# 航空器泊位防碰擦系统研究

王 磊 仇志辉

杭州萧山国际机场机务维修工程公司 浙江 杭州 311207

**摘要:** 文章深入研究航空器泊位防碰擦系统,旨在提升机场地面运行的安全与效率。通过探讨高精度定位、实时监测、智能数据处理与避碰决策等关键技术,本文构建系统的整体架构,并分析其在实际应用中的效果与优势。研究结果表明,该系统能够有效预防航空器泊位过程中的碰擦事故,为机场运行提供可靠的安全保障。

**关键词:** 航空器泊位; 防碰擦系统; 关键技术

## 1 航空器泊位防碰擦系统概述

航空器泊位防碰擦系统是现代机场安全管理体系中的关键组成部分,旨在通过高度集成的技术手段,有效预防航空器在地面泊位过程中发生碰撞或刮擦事故,同时减少翼尖观察员特别是异形机位观察人员数量,提升机场运行的效率与安全。该系统集成了高精度定位技术、雷达探测、红外传感、视频监控以及智能算法分析等多种先进技术,实现航空器入位整个过程的实时监控与精准管理。系统通过实时监测航空器的位置、速度、航向以及停机位范围及周边区域等动态信息,并与预设的安全距离、路径规划进行比对分析,一旦发现潜在碰撞风险,立即触发预警机制,通过声光报警、无线通讯等方式向机务人员、塔台管制人员等发出紧急警示,以便做出紧急决策,避免碰撞发生。

## 2 航空器泊位防碰擦系统需求分析

### 2.1 碰擦事故原因分析

航空器泊位防碰擦系统的需求分析深刻根植于对碰擦事故原因的细致剖析之中。碰擦事故往往由多重因素交织而成,包括人为因素如沟通不畅、操作失误及注意力分散;环境因素如恶劣天气条件、地面状况不佳及机场布局复杂;以及系统缺陷如监测不足、预警滞后和集成度低等。为有效预防此类事件,航空器泊位防碰擦系统需具备高精度实时监测与定位功能,以捕捉航空器的动态信息;系统应集成智能预警与避碰机制,能够在发现潜在风险时迅速响应,生成相应的决策指令并通知相关人员,系统还需具备数据记录与分析能力,以便回溯事故原因并持续优化算法<sup>[1]</sup>。在性能指标上,系统需确保定位精度高、预警响应迅速、预警准确率高,并具备良好的稳定性、可靠性、用户友好性、兼容性与可扩展性,以全面适应复杂多变的机场运行环境,为航空安全保驾护航。

### 2.2 系统功能需求

航空器泊位防碰擦系统的需求分析聚焦于其核心功能需求,旨在通过高度集成的技术手段提升机场地面运行的安全性。该系统需具备实时监测与定位功能,利用高精度传感器和数据分析技术,精确捕捉航空器的位置、速度及航向等关键参数,为后续的决策提供支持,系统应集成智能预警机制,基于实时监测数据,运用先进算法分析潜在碰撞风险,一旦发现危险情况立即触发预警,并通过显示终端、告警终端等渠道向相关人员发出紧急信号。系统还需支持数据记录与分析,以便回顾历史事件,优化算法模型,并不断提升预警的准确性和响应速度。

### 2.3 性能指标要求

航空器泊位防碰擦系统的需求分析中,性能指标要求占据了至关重要的地位。为了确保系统在实际应用中能够高效、准确地预防碰擦事故,系统必须满足一系列严格的性能指标,定位精度是系统的基础,必须达到厘米级甚至更高的水平,以实现航空器位置的精确监测。预警响应时间需极短,通常在秒级以内,以确保在发现潜在风险时能够迅速采取行动,预警准确率也是不可忽视的关键指标,系统应尽量减少误报和漏报,确保每一次预警都是真实有效的。系统还需具备良好的稳定性和可靠性,能够在各种复杂环境下持续稳定运行,不受外界干扰。用户友好性方面,系统界面应直观易用,使用人员能快速上手。系统的兼容性和可扩展性也是重要的性能指标,应能够与其他机场其他系统无缝对接,并支持未来技术的升级和功能的扩展。这些性能指标要求共同构成了航空器泊位防碰擦系统高效运行的保障。

## 3 航空器泊位防碰擦系统架构设计

### 3.1 系统总体架构

航空器泊位防碰擦系统的架构设计是确保系统高效、稳定运行并实现其预定功能的关键。系统总体架构的设计需综合考虑技术先进性、可扩展性、可维护性以

及用户友好性等多个方面。系统总体架构通常采用分层设计, 从下到上依次为硬件层、数据采集层、数据处理层、应用服务层以及用户交互层。硬件层是整个系统的基础, 包括高精度GPS接收器、雷达探测设备、红外传感器、视频摄像头等, 用于实时采集航空器的位置、速度、航向等动态信息以及环境数据。数据采集层负责将硬件层收集到的原始数据进行预处理和格式化, 确保数据的一致性和准确性, 为后续的数据处理提供可靠的数据源<sup>[2]</sup>。数据处理层是系统的核心, 通过集成先进的算法和模型, 对采集到的数据进行深度分析, 识别潜在的碰撞风险, 并生成相应的预警信号和避碰指令。这一层还负责数据的存储和管理, 确保历史数据的安全性和可追溯性。应用服务层则负责将数据处理层的结果转化为实际的应用服务, 如实时显示航空器的位置信息、提供预警通知、生成避碰策略等。该层还负责与机场其他系统的接口对接, 实现数据的共享和协同工作。用户交互层是系统与用户之间的桥梁, 通过直观的界面和友好的操作方式, 向机务人员、塔台管制员等提供必要的信息和指令。用户可以通过该层与系统进行交互, 获取实时数据、接收预警通知、执行避碰操作等。系统总体架构还应考虑系统的可扩展性和可维护性。随着技术的不断发展和机场运行需求的不断变化, 系统需要能够方便地扩展新的功能和模块, 以适应新的应用场景, 系统还应具备良好的可维护性, 便于对系统进行日常维护和故障排查, 确保系统的长期稳定运行。

### 3.2 关键技术选型

航空器泊位防撞擦系统的架构设计是一个高度复杂且技术密集的过程, 其中关键技术选型是确保系统性能、稳定性和可靠性的关键环节。在数据采集方面, 采用高精度GPS定位系统、雷达探测技术和红外传感器等硬件设备, 以确保对航空器位置、速度、航向等参数的精准捕捉。这些设备具有高度的稳定性和抗干扰能力, 能够在复杂多变的机场环境中提供可靠的数据支持。在数据处理层, 选用先进的算法和模型进行数据处理和分析。结合实时数据, 运用优化算法快速计算出避碰策略。还采用分布式计算技术, 以提高数据处理的速度和效率, 确保系统能够在短时间内对潜在风险作出响应。在智能预警方面, 采用多种预警机制相结合的方式, 以提高预警的准确性和及时性。一方面, 利用声光报警等直观方式向相关人员发出紧急通知; 另一方面, 通过无线通讯技术将预警信息实时传输给机务人员等关键用户, 以便他们迅速采取避让措施。在用户交互层, 注重界面的友好性和易用性。采用图形化界面设计, 将复杂

的数据以直观、易懂的方式呈现出来, 为机务指挥人员提供机位周边实时情况; 提供多种操作方式, 以满足不同用户的需求。还支持多平台访问, 确保用户能够在各种终端设备上方便地获取系统信息。除了上述关键技术外, 还关注系统的可扩展性和可维护性。在架构设计过程中, 采用模块化设计思想, 将系统划分为多个相对独立的模块, 以便在需要进行功能扩展或升级。注重代码的规范性和可读性, 以便在后期维护过程中能够快速定位并解决问题。

## 4 航空器泊位防撞擦系统关键技术实现

### 4.1 实时监测模块

实时监测模块是航空器泊位防撞擦系统的基石, 它负责不间断地收集并传输航空器及其周围环境的动态信息。该模块的实现依赖于一系列高精度、高可靠性的传感器技术和通信技术。首先, 采用高精度GPS系统对航空器进行实时定位, 确保位置数据的准确性和连续性, 辅以雷达探测技术, 实现对航空器周边一定范围内的障碍物和其他航空器的探测。红外传感器则用于在夜间或能见度较低的情况下补充视觉信息, 确保监测的全面性。视频摄像头也被广泛应用于实时监控, 为操作人员提供直观的视觉反馈<sup>[3]</sup>。为了确保实时数据能够迅速、准确地传输至数据处理中心, 实时监测模块采用了高速、稳定的通信协议和技术。这包括无线局域网(WLAN)、无线射频识别(RFID)以及专用的航空通信频段等, 以确保数据传输的实时性和可靠性。在数据采集后, 实时监测模块还需对多源数据进行预处理和融合。这包括对异常数据的剔除、数据格式的标准化以及多传感器数据的融合处理, 以提高数据的准确性和完整性。

### 4.2 数据处理与分析

数据处理与分析模块是航空器泊位防撞擦系统的核心, 它负责对实时监测模块收集的数据进行深度挖掘和分析, 以识别潜在的碰撞风险。(1) 数据处理技术: 采用分布式计算框架对海量数据进行并行处理, 提高处理速度和效率。运用数据清洗和预处理技术, 对原始数据进行去噪、补缺和格式化处理, 确保数据质量。在数据处理过程中, 还采用了数据压缩和加密技术, 确保数据传输和存储的安全性。(2) 智能分析算法: 为了准确预测碰撞风险, 数据处理与分析模块集成了多种智能分析算法。这些算法包括机器学习算法、统计分析算法以及优化算法等。其中, 机器学习算法通过对历史数据的训练和学习, 构建出能够预测碰撞风险的模型; 统计分析算法则用于分析数据的分布规律和相关性; 优化算法则用于在多个潜在避碰策略中选择最优解。(3) 数据可视

化：为了更直观地展示数据分析结果，数据处理与分析模块还提供了数据可视化功能。通过图形、图表等形式展示航空器的实时位置、速度、航向等信息以及潜在的碰撞风险区域和避碰路径等，为操作人员提供直观的决策支持。

#### 4.3 避碰决策与即时预警模块

避碰决策与即时预警模块作为航空器泊位防撞擦系统的关键组成部分，其核心任务在于迅速响应并有效应对潜在的碰撞风险。基于数据处理与分析模块提供的精确评估结果，该模块能够即时生成最优避碰策略，并启动全面的预警机制。

在这一环节，避碰决策算法发挥着至关重要的作用。它深度融合了航空器的实时动态信息、周围环境数据以及安全性、效率性和可行性的综合考量，确保生成每个决策都能最大化减少碰撞风险，保障地面运行安全。预警机制的启动则标志着紧急响应的全面开始。通过声光报警、语音提示及电子显示屏等多种方式。这种多维度的信息传递手段，不仅确保了信息的准确性与及时性，还大大减少误报与漏报的可能性，提升了整体应急响应效率。该模块还注重用户体验与操作效率的提升。用户友好的交互界面设计，使得操作人员能够轻松输入指令、选择避碰策略，并与系统进行有效互动。同时，系统还积极收集用户的反馈意见，不断优化界面设计、算法逻辑及预警方式，以满足实际操作中的多样化需求，推动系统的持续升级与完善。

#### 5 航空器泊位防撞擦系统的应用与前景

航空器泊位防撞擦系统作为现代机场地面运行安全的重要保障，其应用已经逐渐普及并展现出广阔的前

景。该系统通过集成高精度定位、实时监测、智能分析与预警等先进技术，实现了对航空器泊位过程中潜在碰撞风险的精准识别和有效预防，显著提升了机场地面运行的安全性和效率。在应用方面，航空器泊位防撞擦系统已经广泛应用于国内外各大机场，特别是在繁忙的枢纽机场和复杂多变的运行环境中，其效果尤为显著。一方面，随着自动驾驶技术的日益成熟，航空器将具备更高的自主性和智能化水平，对泊位过程中的安全控制提出更高要求。航空器泊位防撞擦系统作为自动驾驶技术的重要组成部分，将发挥更加关键的作用。另一方面，随着物联网、大数据、人工智能等技术的深度融合，航空器泊位防撞擦系统有望实现更加精准、高效的监测与预警，为机场地面运行提供更加全面的安全保障<sup>[4]</sup>。

#### 结束语

航空器泊位防撞擦系统的研究对于提升机场地面运行安全具有重要意义。随着技术的不断进步和应用的持续深化，该系统将在未来发挥更加关键的作用。期待通过进一步的研究与优化，推动该系统向更高水平发展，为航空业的繁荣与安全贡献更大力量。

#### 参考文献

- [1]株式会社安世技术.航空器泊位引导系统及其使用的航空器泊位控制方法:CN202210391052.0[P].2022-10-21.
- [2]杨若庸.民用航空器维修质量管理分析[J].企业科技与发展,2019(5):180-182.
- [3]刘洪海.浅谈民用航空器维修的人为因素与对策[J].军民两用技术与产品,2019(18):923-924.
- [4]朱景辉.民航飞机维修企业维修故障分析及质量改进方法[J].科学与财富,2020,(4):225-225.