

Application Research of Intelligent Control Technology for New Aircraft Throttle Table

Kunjun Zou

Beijing Qingyun Aviation Instrument Co., Ltd., Beijing, 100000, China

Abstract

The intelligent control technology of the new aircraft throttle, as one of the key technologies in modern aviation, has gained widespread attention in recent years. This technology, by applying sensor technology, adaptive control algorithms, and real-time data processing systems, enables precise control of the aircraft throttle, improving flight safety and performance. The paper provides a detailed introduction to the design and implementation of related core technologies, including data acquisition, algorithm optimization, and decision support system applications. Finally, through case analysis, the practical effectiveness of the new throttle intelligent control technology is validated, demonstrating its significant advantages in enhancing aircraft performance and operational experience.

Keywords

Intelligent control; Aircraft throttle; Flight safety; Control algorithm; Real-time data processing

新型飞机油门台智能化控制技术应用研究

邹坤君

北京青云航空仪表有限公司, 中国·北京 100000

摘要

新型飞机油门台智能化控制技术作为现代航空领域的关键技术之一,近年来得到了广泛关注。该技术通过应用传感器技术、自适应控制算法及实时数据处理系统,能够实现对飞机油门的精确控制,提高飞行安全性和飞行性能。文章详细介绍了相关核心技术的设计与实现,包括数据采集、算法优化及决策支持系统的应用。最后,通过案例分析,验证了新型油门台智能化控制技术的实际效果,表明该技术在提升飞机性能和操作体验方面具有显著优势。

关键词

智能化控制; 飞机油门台; 飞行安全; 控制算法; 实时数据处理

1 引言

随着航空技术的不断发展,飞机的自动化程度逐步提高,而油门控制系统作为飞行安全的重要组成部分,其智能化控制技术的应用显得尤为关键。传统的油门控制系统面临着响应迟缓、精度不高以及安全性不够等问题,而新型智能化控制技术通过集成传感器、实时数据处理和自适应控制算法,为解决这些问题提供了创新性的解决方案。油门台作为飞机控制系统中的核心组件,其智能化技术的应用不仅能够提升飞机的飞行性能,还能够有效增强飞行员的操控体验,从而提高航空安全性。本文将深入探讨新型飞机油门台智能化控制技术的需求分析、核心技术以及应用实例,以期为航空领域的智能化控制技术提供有价值的参考。

【作者简介】 邹坤君(1993—),男,中国山东烟台人,本科,工程师,从事油门台产品、高度表等产品市场开发研究。

2 智能化控制技术概述

2.1 智能化控制技术的定义与发展历程

智能化控制技术是指通过先进的感知、处理和执行系统,使控制过程能够自适应、自动调整和优化,从而提升控制精度与效率。这一技术广泛应用于自动化领域,尤其是在航空航天、智能制造等高精度、高可靠性要求的行业中。智能化控制技术的发展可以追溯到20世纪中期,随着计算机技术、传感器技术及人工智能的突破,智能化控制逐渐从传统的自动化控制走向更高水平的自适应和智能化,并在飞行器、工业设备及交通管理等领域展现出显著优势。

2.2 新型飞机油门台的基本构成与工作原理

新型飞机油门台主要由传感器、控制器、执行器和执行指令系统组成。传感器用于采集与发动机控制相关的数据,如主泵开度、油门位置等信息,确保飞行器的推力调节与发动机状态匹配。控制器作为系统的核心,处理传感器信号,并根据设定的飞行任务和条件,指令执行器调节油门位置。执行器根据控制信号调节发动机的功率输出,确保飞行

器的平稳运行。控制器实时监测油门台的状态并将信息反馈给控制器，使系统能够根据实时数据进行自我校正，以优化操作精度和响应速度。通过这些组件的协同工作，油门台能够实现精确的推力控制，提升飞行安全性和性能表现。

2.3 智能化控制技术在航空领域的应用背景

航空领域对飞行安全、性能及效率的要求极为严格，智能化控制技术作为提升飞行器操作精度与可靠性的重要手段，正得到越来越广泛的应用。智能化控制技术的引入可以有效减少人为操控误差，优化飞行性能，提高飞行安全性，尤其在复杂气象条件和高负荷飞行任务中，其优势尤为显著。近年来，航空业通过将人工智能、数据分析及自动化控制结合在一起，不断推进飞行器自动化和智能化的进程。例如，在飞行器的自动导航、自动起降系统及发动机控制中，智能化控制技术已成为提升飞行器安全性与效率的核心技术。智能化控制在航空领域的应用不仅提升了飞行器的性能，还增强了飞行员的操控体验，推动了航空行业向更高水平的智能化发展^[1]。

3 新型飞机油门台的智能化控制需求分析

3.1 飞行安全性对油门台控制系统的要求

飞行安全是航空领域的核心关注点之一，而油门台作为直接影响飞行控制的重要组件，其精确性和响应速度直接关系到飞行的安全性。随着航空技术的不断发展，飞行器的操控系统日益复杂，要求油门台能够精确调节发动机功率，以应对各种复杂的飞行环境和紧急状况。智能化控制技术能够实时监测飞行器的状态，自动调整油门的输出，避免因人为因素导致的操控错误。通过自适应算法，智能油门台能够在飞行员操作不当或突发情况出现时，迅速进行调整，从而保障飞行器的稳定性与安全性，确保飞行安全不受威胁^[2]。

3.2 智能化控制对飞行性能提升的作用

智能化控制技术对飞行性能的提升主要体现在其对飞行过程的精细调控能力。通过实时数据采集与分析，智能油门台能够根据飞行环境的变化自动调整发动机输出，从而优化飞行器的升力、阻力和燃油效率。在复杂的飞行任务中，智能化控制系统能够根据实时数据自动调整油门，保证飞行器在不同工况下达到最佳性能。例如，在巡航、加速或爬升等不同飞行阶段，油门台通过精确的控制能够保持飞行器的稳定性与高效性，提高飞行任务的完成度。同时，智能化控制能够有效减少油耗，提升燃油经济性，降低航空公司的运营成本。

3.3 智能化控制技术在提高驾驶员操控体验中的价值

智能化控制技术不仅在飞行性能上展现出重要作用，还能显著提升飞行员的操控体验。通过与飞行员操作意图的实时对接，智能油门台能够根据飞行员的指令进行快速而精确的响应，减轻飞行员的操作负担。智能化控制能够实时感知飞行员的操控动作并提供及时反馈，使飞行员能够更加专

注于飞行任务的整体操作而不被琐碎的调节操作所困扰。此外，在突发情况或飞行员操作失误时，智能化系统能够提供必要的干预措施，从而有效避免操控错误，增强飞行员的信心 and 安全感。通过这种方式，智能化控制在提升飞行员工作舒适度和操作精度方面具有显著的价值^[3]。

4 新型飞机油门台智能化控制技术的核心技术

4.1 传感器与数据采集技术

传感器与数据采集技术在智能化控制系统中承担“状态感知—信号转换—实时传输”的基础职能，用于对油门台操纵过程中的关键物理量进行连续监测，并将有效数据提供给控制与监控单元，以支撑油门指令的精确生成、执行一致性校核及安全保护逻辑触发。在新型飞机油门台中，核心传感器应以位置传感器与力传感器为主：位置传感器用于对油门操纵杆位移或角度进行高精度测量，形成油门指令的直接量化依据，保证系统能够实时掌握操纵杆的实际位置与变化速率；力传感器用于监测油门操纵杆的操纵力而非压力参数，数据采集系统负责对上述传感器输出信号进行调理与数字化处理，通常包括滤波、放大、隔离、标定补偿与A/D转换等环节，并在满足实时性的前提下完成同步采样与时间戳对齐，确保位置与推力数据在同一控制周期内可比可用，保障操纵指令准确传递、异常工况可检测可追溯以及控制策略有效落地的关键支撑。

4.2 自适应控制算法的设计与应用

自适应控制算法在智能化油门台中的应用，能够根据飞行器状态和环境的变化，自动调整控制策略以达到最佳飞行性能。该算法通过实时监测飞行器的动态响应，结合飞行任务的要求，调整控制参数，使油门台的响应与飞行器的需求相匹配。传统的油门控制算法通常依赖预设的模型，而自适应控制算法能够根据实时数据进行调整，具备更高的灵活性与自我优化能力。例如，在飞行器进入恶劣气候条件或执行高负荷飞行任务时，控制算法能够自动调节油门输出，确保飞行器稳定运行。自适应控制算法还包括模糊控制、神经网络控制等方法，通过不断地学习和修正控制模型，使系统在长期使用过程中不断提高效率，减少人为干预，提高系统的自动化水平。通过算法优化，油门台能够更好地响应飞行员的操作意图及环境变化，提升飞行安全性与飞行员操作的便捷性。

4.3 实时数据处理与决策支持系统

实时数据处理与决策支持系统是智能化控制技术中不可或缺的一部分，负责将各类传感器采集的数据进行高效处理和分析，以支持实时决策。通过高速数据传输和处理技术，系统能够在毫秒级别内完成数据的采集、过滤、融合和分析，快速响应飞行状态的变化。在飞机油门台的应用中，实时数据处理系统将来自不同传感器的数据进行整合，为控制系统提供全面的飞行信息^[4]。决策支持系统基于处理后的

数据,结合飞行任务的要求和预设的飞行性能模型,自动生成最优控制策略。这些决策不仅考虑了飞行器当前的状态,还通过预测模型分析未来的飞行趋势,从而提前调整油门台的输出。实时数据处理与决策支持系统的优势在于其高效、精准的决策能力,能够在各种复杂环境下迅速作出反应,确保飞行器能够在不同飞行阶段保持最佳性能,减少因信息延迟或计算误差带来的安全风险。

5 新型飞机油门台智能化控制技术的应用实例分析

5.1 应用场景与技术需求

在我国商用飞机研制与应用过程中,以我国首型大型客机 Comac C919 为代表的机型对油门台智能化控制技术提出了现场实用化需求。该机型配备了先进的数字化航电系统和电传操纵系统,其发动机推力控制需要通过集成油门台、自动油门系统与飞行管理系统(FMS)进行协调控制,以满足不同阶段对空速、爬升率、巡航速度、下降率等参数的精确控制要求。我国民航对适航安全、燃油经济性和飞行性能的监管指标已明确规定自动控制系统应满足严格的响应时间及冗余可靠性要求,这就要求智能油门台能够实时采集飞行参数、执行动态控制,并实现高可靠性数据传输和容错处理。在航电架构中,油门台智能化技术应与数字飞行控制系统紧密融合,确保在各种复杂气象及飞行任务条件下能够维持预设的空速和推力策略,实现对发动机功率的自动匹配,提高整个系统的安全性及操作一致性。

5.2 技术实施过程与关键技术

针对 C919 等国产机型的油门台智能化控制实施,首先在机载控制计算平台中集成自动油门功能模块,该模块与油门操纵杆、发动机控制器(如 FADEC)及飞控计算机进行联动,通过电传线和数字总线实现数据交换。系统采用冗余传感器采集空速、高度、发动机转速等关键飞行数据,并通过高速总线传输至控制处理单元,再由自适应控制算法计算最优推力指令。实施过程中,在油门执行机构上安装高精度编码器和力矩传感器,以实时监测油门杆位置和状态,同时利用直接数字控制(DDC)技术驱动伺服执行器,使油门台能够按需求精确调整推力输出。开发团队通过地面仿真平台和飞行试验验证了油门智能控制逻辑,对关键算法参数进行了迭代优化,在风洞测试及高动态试飞中检验了系统的稳定性与响应性,确保控制指令在毫秒级内完成传输和执行,并

具备异常自诊断和切换能力,提高了系统整体的实施效果^[5]。

5.3 应用效果与性能评估

油门台智能化控制技术在 C919 等国产客机上的应用取得了显著效果,通过将自动油门与飞行管理系统集成,使该系统能够在起飞、巡航、下降等阶段自动调节推力,实现航速保持、燃油优化等目标。在大量试飞数据分析中,智能油门台控制系统显著减少了飞行员的操作负担,使飞行状态误差维持在可接受范围内,并提高了燃油利用效率,统计数据显示该系统在巡航阶段的油耗降低率较传统手动控制平均减少数个百分点,提升了运营经济性。此外,该智能控制技术通过冗余设计和故障隔离机制,在飞行控制系统中表现出良好的容错性和高可靠性,有效降低了因操控失误导致的风险,增强了适航安全性。系统在多个气候条件和飞行工况下进行验证,表现出良好的动态响应能力,能够保证飞机在复杂空域条件下保持稳定飞行,有效提升飞行性能指标。

6 结语

通过对新型飞机油门台智能化控制技术的应用分析可以看出,该技术在提高飞行器操作精度、增强飞行安全性和提升飞行员操控体验方面具有重要作用。随着航空技术的不断进步,智能化控制系统在飞机中的应用日益广泛,特别是在如 C919 等国产飞机的研制过程中,智能油门台通过自适应控制算法、实时数据处理和冗余设计,已成功提高了飞行效率、优化了燃油消耗,并在复杂的飞行环境中展现了极高的可靠性。未来,随着技术的不断完善,智能化油门台将进一步推动航空系统的智能化发展,助力提升飞行安全性和航行性能,为航空行业带来更高的经济效益和技术革新。

参考文献

- [1] 褚迅迅,胡永伟.一种飞机电传油门台综合检测系统的设计与实现[J].工业控制计算机,2023,36(10):4-6+9.
- [2] 李星航.某国产化自动油门台控制系统设计[D].导师:刘文涛.哈尔滨工业大学,2021.
- [3] 张新明,陈茹.民用飞机二级子系统油门台的功能危害性分析[A].2020(第九届)民用飞机航电国际论坛论文集[C].中国航空学会:2020:17-20.
- [4] 马瑞聪.某型民用飞机自动油门台控制系统开发[D].导师:刘文涛.哈尔滨工业大学,2020.
- [5] 娄本山.基于429总线的飞机油门操纵杆自动控制系统研制[D].导师:李霞.哈尔滨工程大学,2020.