

航空器维修成本控制与效率提升策略研究

袁伟 李超

深圳航空有限责任公司西安分公司, 中国·陕西 西安 710000

摘要: 在航空运输业竞争日趋激烈的背景下, 航空器维修作为保障飞行安全、维持运营效率的核心环节, 其成本控制与效率提升成为航空公司降本增效的关键抓手。本文通过分析航空器维修成本的构成及影响因素, 结合当前维修工作中存在的痛点问题, 从技术优化、管理革新、供应链整合等维度提出针对性策略, 旨在为航空公司实现维修环节的精细化管控提供理论参考与实践路径。

关键词: 航空器维修; 成本控制; 效率提升; 精细化管理

Research on Cost Control and Efficiency Improvement Strategies for Aircraft Maintenance

Yuan Wei, Li Chao

Shenzhen Airlines Co., Ltd. Xi'an Branch, China Shaanxi Xi'an 710000

Abstract: Against the backdrop of increasingly fierce competition in the air transport industry, aircraft maintenance, as a core link in ensuring flight safety and maintaining operational efficiency, has become a key lever for airlines to reduce costs and enhance efficiency. By analyzing the composition and influencing factors of aircraft maintenance costs and addressing the pain points in current maintenance practices, this paper proposes targeted strategies from dimensions such as technological optimization, management innovation, and supply chain integration. The aim is to provide theoretical references and practical pathways for airlines to achieve refined control in the maintenance process.

Keywords: Aircraft maintenance; Cost control; Efficiency improvement; Refined management

0 引言

航空运输业具有高投入、高风险、高技术密集的行业特征, 航空器维修不仅是保障飞行安全的法定要求, 更是影响航空公司运营成本与盈利能力的重要因素。据民航业统计数据显示, 维修成本约占航空公司运营总成本的 15%–25%, 在部分老旧机队中这一比例甚至超过 30%。随着民航市场运力的持续增长与机队规模的不断扩大, 传统的“事后维修”“定期大修”模式已难以适配现代航空业的高效运营需求。如何在确保维修质量与飞行安全的前提下, 实现维修成本的合理控制与维修效率的显著提升, 成为航空业亟待解决的重要课题。

1 航空器维修成本的构成与影响因素

1.1 航空器维修成本的核心构成

航空器维修成本是一个复杂的系统工程, 涵盖直接成本与间接成本两大类, 具体可细分为以下四个维度:

1.1.1 人力成本

指维修人员的薪酬、福利、培训及资质认证费用。航空器维修对人员的专业技能要求极高, 持有机型维修执照的技术人员薪酬水平显著高于普通技术工种, 且持续的技

能培训是保障维修质量的必要投入。

1.1.2 航材成本

包括发动机、起落架等核心部件, 以及紧固件、密封件等低值易耗品的采购、存储与更换费用。航材具有“高价值、低周转、专用性强”的特点, 部分进口航材的采购周期长达数月, 且库存积压会产生高额的仓储与资金占用成本。

1.1.3 设施设备成本

指维修基地的建设、维修工具与检测设备的购置及维护费用。如飞机整机喷漆车间、发动机试车台等大型设施的建设成本高昂, 而无损检测设备、航电系统测试仪等精密仪器的折旧与校准费用也不容忽视。

1.1.4 管理与运营成本

涵盖维修计划制定、质量管控、合规审核、外包维修服务等间接费用。部分航空公司将航线维修、发动机大修等业务外包给专业维修企业, 外包成本已成为维修总成本的重要组成部分。

1.2 影响航空器维修成本与效率的关键因素

1.2.1 机队结构因素

机队的机型种类、服役年限直接影响维修成本。老旧机型的零部件故障率高,且部分零部件已停产,需定制加工,导致维修成本大幅上升;而机型种类过多则会增加航材库存的复杂性,降低维修人员的熟练程度,进而影响维修效率。

1.2.2 维修模式因素

传统的维修模式主要分为事后维修、定期维修和视情维修。事后维修具有随机性,易导致航班延误,增加额外的运营损失;定期维修则存在“过度维修”的问题,造成人力与航材的浪费;视情维修虽能实现按需维修,但对监测技术与数据分析能力要求较高。

1.2.3 供应链管理因素

航材供应链的响应速度与库存管理水平直接影响维修效率。航材供应不及时会导致飞机停场时间延长,即“AOG(飞机紧急停场)”事件,造成高额的经济损失;而库存过量则会占用大量流动资金,增加仓储成本。

1.2.4 人员素质因素

维修人员的专业技能与操作熟练度决定了维修工作的质量与效率。经验丰富的技术人员能够快速定位故障并完成维修,减少返工率;而技能不足则可能导致维修失误,引发二次故障,增加额外成本^[1]。

2 民用航空器维修质量安全存在的问题

2.1 维修工作者专业技能不足

首先来说,航空器的维修工作自身就是一个技术密集型岗位,有着极高的专业能力要求和工作经验要求,但是航空行业的快速发展和人才供给的匹配不足,部分维修人员没有接受系统和全面的培训,只具备基础的维修知识和维修技术,对飞机整体系统、区域构造和零构件的功能了解不够全面,缺少深入透彻的知识和技能,导致的局面就是现有岗位的维修人员专业水平不足。另外航空器维修工作具有其特殊性,除了常识性和基础性的维修知识和技术,还要求维修人员具有优秀的分析问题能力和解决问题能力,才能够及时准确地找出航空器故障原因,并采取合适的维修措施。但在实际中维修人员由于缺乏充分的维修经验和专业知识,容易造成故障误判或者维修方法不当的情况,导致维修质量不佳。

2.2 管理方式落后

在传统的航空器维修工作中,手动手工管理的弊端层层显露,这对维修资源造成了严重浪费,大大降低了维修运行的效率,增加了运行费用,并最终导致维修效果不佳。更重要的是,没有对相关部门工作内容进行系统的界定,导致相关人员在维修过程中未能尽责履行工作。如果出现意外情况,管理上的混乱和不足会导致出现问题无法得到及时检测,事后也很难追究相关责任,慢慢形成不良风气。维修人员游离于各部门管理之外,影响了整体的维修团队

水平。另外维修工作的具体要求和内容不够详尽,缺少具体规范,就会造成相关部门对航空器各方面状况了解不够全面,影响维修质量^[2]。

2.3 航空器材料储备不充分

仓库对耗材提前储存,才能保证航空器零部件得到及时修理和更换。但是由于制造、储存零购件的成本较高,所以只有少量航空器基地才会预存足够的备件储备。同时航空器维修费用较高,包括零部件、维修工具及人工费用,但是在实际维修过程中并没有得到最大程度的利用,甚至有的维修基地装备存量为零,紧急情况时需要从其他基地借用调拨,这对航空器维修工作的效率和进度带来非常不利的影响。

3 航空器维修成本控制与效率提升的策略

3.1 加强维修体系建设

建设维修体系,保证维修体系具有科学性和可行性,将其作为指导性文件和制度来促进其落地实施。同时结合质量管理体系目标加强航空器维修质量管理的可操作性,让维修体系的贯彻更具力度,才能进一步让安全管理体系落实,减少和防范维修人为差错的隐患,发挥管理体系的积极效能,提高维修工作效率。同时要建立对应的维修质量管理制度,在维修整个过程中进行严格管控,让航空器维修工作有章可循。还要配套科学合理的绩效考核体系,从维修安全、质量管理等不同角度进行评估,发挥评估体系的积极作用。实施安全问责制,加大安全考核力度,让安全考核和责任追究制度更加严格和规范,对落实不到位、规章执行不彻底的单位和个人严肃问责。每一位工作人员都要牢牢树立安全意识,参与系统的安全培训,以降低人为差错。

3.2 加强维修过程管理

重视控制管理工作,加大全程管控力度。管理人员要在维修全程中深入一线,了解实时情况,掌握维修人员的工作状况。对管理人员的能力也要加强培养,保障其能掌握维修过程中的关键点并实现全面掌控,从整体上保障维修质量。各部门和各层级之间要加强沟通协作,实现分级管理,共同提高维修效率。要严格按照手册程序和工卡执行维修任务,保障维修过程符合适航管理法规和相关安全标准。

航空器本身设计较为复杂,所以其维修质量的提升也要借助多方力量,比如依托高科技,引入先进精良的设备和工具,可以提高工作效率,降低安全风险。航空器自动化水平不断提高,维修单位可利用大数据信息技术收集航空器的状态信息,关注关键维修指标,能够有效提高航空器的维修质量和维修效率,对飞航空器维修质量进行有效管控^[3]。

3.3 推行精准化维修,合理选择维修外包策略

全面推广视情维修模式:依托飞机健康管理系统

(AHMS), 实时监测发动机振动、燃油消耗、航电系统参数等关键数据, 通过大数据分析技术预测部件的剩余使用寿命, 实现“按需维修”。这种模式能够有效避免过度维修, 减少人力与航材的浪费, 同时降低飞机因非计划停场造成的经济损失。对技术含量低、通用性强的维修业务, 如飞机清洁、普通部件更换等, 采用外包模式降低运营成本; 对发动机大修、航电系统深度维修等核心业务, 保留自主维修能力, 通过技术攻关提升维修效率, 同时避免核心技术依赖外部供应商。

3.4 优化维修计划与航班计划, 强化航材供应链的一体化管控

建立维修计划与航班计划的联动机制, 根据航班的运行航线、起降时间, 合理安排维修任务。例如, 利用飞机夜间停场的“窗口期”开展航线维修, 避免因维修导致航班延误; 对需要大修的飞机, 提前调整航班计划, 确保维修工作的有序开展。

构建航材供应链信息共享平台: 联合航材供应商、维修企业、物流服务商建立一体化信息平台, 实现航材需求预测、采购订单、库存状态、物流运输等信息的实时共享。通过大数据分析技术, 精准预测航材需求, 优化采购计划, 减少库存积压。推行航材库存的精益化管理: 采用“零库存”“JIT(准时制)”采购模式, 降低仓储成本与资金占用。针对 AOG 事件, 建立区域性航材共享中心, 联合多家航空公司共同储备关键航材, 实现资源共享, 提高航材的应急响应速度。

拓展航材的维修与再利用渠道: 对废旧航材进行分类处理, 对可修复的部件进行深度维修, 恢复其性能后重新投入使用; 与航材制造商合作, 开展航材的翻新业务, 降低新航材的采购成本。

3.5 加快数字化转型, 赋能维修工作提质增效

搭建统一的维修数据分析平台: 整合飞机运行数据、维修记录、故障报告等信息, 利用人工智能算法挖掘故障规律, 为维修决策提供数据支撑。例如, 通过分析发动机的历史故障数据, 预测其潜在故障点, 提前安排维修, 避免故障发生。推广应用数字化维修技术: 利用无人机开展飞机机身、机翼的巡检工作, 替代人工登高作业, 提高巡检效率与安全性; 借助 AR 技术, 为维修人员提供实时的操作指导, 帮助其快速定位故障、完成复杂部件的拆装, 降低返工率。实现维修流程的数字化管控: 通过维修管理系统(MMS), 对维修任务的分配、进度跟踪、质量检验等环节进行全流程数字化管理, 实时监控维修工作的执行情况, 及时发现并解决问题, 提高维修流程的规范化程度。

3.6 完善维修人员培训体系, 提升团队素质

构建分层分类的培训体系: 根据维修人员的岗位需求, 制定差异化的培训计划。对新员工开展基础技能培训

与安全规范教育, 对资深技术人员开展新型航空器技术、数字化维修工具等进阶培训, 确保人员技能与岗位要求相匹配。加强校企合作与人才培养: 与航空院校、职业技术学校合作, 建立订单式人才培养基地, 定向培养符合企业需求的维修人才。同时, 引入行业内的资深专家开展技术讲座与实操指导, 提升维修团队的整体技术水平。建立健全人才激励机制: 通过提高薪酬待遇、完善晋升通道、提供技术创新奖励等方式, 增强高素质维修人才的归属感与忠诚度, 减少人才流失。维修单位针对性的培养维修人才, 各航空企业加强与航空器维修单位的合作, 重点培训当前航空器的主流机型和现代航线的维修管理技术, 对于高风险、高出错率的维修项目展开专项技能培训和研究会, 邀请邀请经验丰富的专家开展深度培训。鼓励维修人员自主学习, 引导他们实现自我能力提升。严格管理维修工作作风, 设置作风建设的量化指标和措施, 把工作作风当做员工绩效考核和晋升发展的参考依据, 重视工作的实操性和具体化, 重视考核评估、监督, 加大处罚以及奖励的力度, 给作风建设带来组织保障。对典型反面事件开展安全警示教育培训, 带领全员认真分析事件发生原因, 防患于未然, 降低维修工作中人为因素导致的安全隐患风险。要求全员提高安全意识, 树立工匠精神, 培养严谨工作作风。

4 结语

航空器维修成本控制与效率提升是一项系统工程, 需要航空公司从维修模式、供应链管理、人员培养、数字化转型等多个维度协同发力。在确保飞行安全的前提下, 通过推行视情维修、强化航材供应链管控、完善人员培训体系、加快数字化技术应用等策略, 能够有效降低维修成本, 提升维修效率, 增强航空公司的市场竞争力。

未来, 随着人工智能、物联网、区块链等新技术在航空维修领域的深度应用, 航空器维修将朝着“智能化、精准化、集约化”的方向发展。例如, 基于区块链技术的航材溯源系统能够实现航材全生命周期的透明化管理, 人工智能驱动故障诊断系统能够大幅提升故障识别的准确率。航空公司应积极拥抱技术变革, 持续优化维修管理体系, 推动航空维修行业的高质量发展。

参考文献:

- [1] 张婧. 民用航空器维修质量管理探讨[J]. 中国设备工程, 2024(20):45-47.
- [2] 王冕. 关于民用航空器维修质量管理的思考[J]. 中国设备工程, 2021,(14):77-78.
- [3] 涂瑞. 民用航空器维修质量与安全管理探究[J]. 科技创新与应用, 2021,11(19):188-190.DOI:10.062.

作者简介: 袁伟(1984.08-), 男, 汉族, 陕西石泉人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 从事航空器维修研究。