

民用航空维修技术创新与维修成本优化实践

李亚

广东省佛山市三水区，广东佛山，528000；

摘要：航空公司维修企业在民用航空维修方面的技术创新与成本优化是影响企业经济效益的关键因素之一。本文通过对民用航空维修的基本流程、维修模式及组织体系分析，指出了维修技术创新是维修效率与质量的主要影响因素。在此基础上，论述了维修技术创新对维修效率与质量的影响机制，以及技术创新对维修成本优化的驱动机制。以国内某航空公司为例，对其维修成本优化实践进行了深入分析，提出了技术创新与成本优化协同推进的建议。研究表明，在民航企业中开展技术创新与成本优化能够有效提升企业竞争力，对航空公司经济效益的提高具有重要意义。

关键词：民用航空；维修技术创新；维修成本优化

DOI：10.69979/3060-8767.25.11.068

引言

民用航空维修是民航安全运营的重要保障，也是航空公司正常生产的重要组成部分，其发展状况直接影响着民航运输生产的安全、有序和高效。随着中国民航业的快速发展，中国民用航空维修企业迎来了一个良好的发展机遇。同时，面对日益激烈的国际竞争以及日趋严峻的行业形势，提高民航业竞争力已成为民航企业发展面临的重大课题。民用航空维修作为一项重要的成本支出，如何控制好维修成本对提高民航企业经济效益具有重要意义。因此，开展民用航空维修技术创新与成本优化研究，不仅可以为民航业提供有力支持，而且对于提升民航企业核心竞争力也具有重要意义。

1 民用航空维修的基本流程与特点

民用航空维修是指为使航空器保持适航状态，保证飞行安全，对航空器实施的一系列保障措施和活动。其基本流程是：确定需要维修的航空器，制定维修方案，实施维修项目，进行质量评定，完成维修任务。民用航空维修具有以下特点：（1）维修主体多为航空公司，飞机数量大、型号多、运行环境复杂；（2）维修项目涉及发动机、零部件、机载系统等多个专业；（3）维修成本高且与维修质量密切相关；（4）民航飞机的安全性是第一位的，因此安全问题至关重要。因此，民用航空维修必须从全生命周期的角度出发来进行控制和管理^[1]。

2 维修模式及组织体系分析

以某航空公司为例，其在民用航空维修方面实行的是以工程技术人员为主导、工程技术人员与生产管理人员相结合、以设备管理为核心的组织体系。在这种组织体系下，航空公司负责制定维修大纲并组织实施；工程

技术人员负责完成具体维修任务；生产管理人员负责质量监督和控制，保证维修过程的安全；工程技术人员与生产管理人员相结合，协调推进整个维修过程。同时，为了实现科学有效地管理，航空公司采用了 PDCA 循环、安全管理等多种模式，有效保障了航空维修过程的安全、有序和高效。

3 维修技术创新的理论与应用

3.1 维修技术创新的内涵与类型

3.1.1 信息化与智能化维修技术

信息化与智能化维修技术是在信息技术快速发展和广泛应用的基础上，将信息技术应用到维修领域，通过先进的信息技术手段对传统的维修模式进行变革，形成的一种新的维修方式。这种新的维修方式能在不改变现有维修模式与流程的情况下，显著提高维修效率、降低成本、优化资源配置。信息化与智能化维修技术是在原有传统维修方式基础上进行改造、升级、融合，形成了新的维修模式和流程。其主要特点是通过信息技术应用实现对设备故障、设备状态、维修资源等信息数据进行实时采集分析，实现故障预测和健康管理，有效地降低维修成本、缩短飞机放行周期，提高飞机利用率^[2]。

3.1.2 新材料与新工艺应用

新材料与新工艺的应用为维修技术创新提供了重要动力，促进了维修技术的不断发展。新材料与新工艺的应用能够改变传统的维修模式，并实现对飞机结构、内部组件及相关设备等进行翻新、改造和升级，从而提升飞机的性能。例如，采用碳纤维复合材料进行飞机结构加固、使用激光焊接技术对飞机机载设备进行改造升级、应用 3D 打印技术制作飞机内部组件等。同时，随着科技的不断发展，航空公司维修企业逐渐形成了以传

统维修工艺与工具为基础的维修技术,并在此基础上不断引入新的技术和工艺,使其与先进的维修技术相结合,从而形成了先进、高效的维修技术。

3.1.3 无损检测与远程诊断技术

无损检测技术和远程诊断技术是对传统的飞机维修方式进行改进和升级,形成的新的维修方式。无损检测技术包括金属检测、非金属检测、超声检测、射线检测等,通过对飞机结构部件进行无损检测,可以发现飞机结构中存在的缺陷和损伤,并采用科学的手段对损伤进行修复,从而提升飞机性能和可靠性。远程诊断技术是将设备、部件或飞机故障信息传输至远程服务中心,并通过远程服务中心对设备和部件进行诊断。该技术能够在不改变现有维修模式与流程的情况下,实现对设备故障和部件损伤等信息的实时采集分析,从而实现对设备状态和故障进行预测和健康管理。

3.1.4 预测性维护与健康管理

预测性维护与健康管理是指在设备发生故障前,采用科学的手段和方法对设备状态进行实时监测,并对监测到的信息进行分析与处理,从而提前发现故障并采取相应措施进行处理,减少故障停机时间和维修成本。预测性维护与健康管理技术包括预测性维修、主动预防维修、预防性维修等。其中,预测性维护是通过对设备运行数据、故障数据及环境参数等信息的采集与分析,提前预测设备可能出现的问题,并及时采取相应措施进行处理;主动预防维修是指在设备运行过程中,通过对设备的状态和运行参数进行监测与分析,及时发现设备存在的隐患并采取相应措施进行处理^[3]。

3.2 创新技术在民用航空维修中的应用现状

近年来,随着信息技术的不断发展,各行业都在积极探索如何将先进的信息技术应用到各个行业领域,从而不断提升各行业的生产效率和质量。民航维修也不例外,各航空公司都在积极探索如何利用信息技术来提高维修效率和质量。在此背景下,各航空公司开始采用信息化与智能化维修技术、新材料与新工艺、无损检测与远程诊断技术、预测性维护与健康管理等多种技术手段来提高维修效率和质量。目前,国内各航空公司纷纷采用不同的信息技术手段来提升维修效率和质量,并且取得了一定成效。随着科技的不断发展,未来还将会有更多的创新技术应用到民用航空维修领域。

3.3 技术创新对维修效率与质量的影响

技术创新对民航维修效率与质量的影响,体现在设备功能升级、工作方式改进、维修技能提高等方面。通过不断创新,可以提升设备功能,降低设备故障率,提升工作效率,优化维修方式,进而提高维修质量。例如,对发动机排故系统进行改进后,可以降低排故工作量和

排故时间;对飞行控制系统的故障排除方法进行改进后,可以提高排故效率。技术创新对民航维修质量的影响主要体现在降低人为因素造成的非计划停机时间、降低修理费用、提升修理质量等方面。通过持续改进工作方式、优化维修工艺和流程、提升维修人员技能水平等方式可以有效降低非计划停机时间和修理费用,提高飞机可靠性。

4 维修成本优化的理论与实践

4.1 维修成本分析方法

基于对维修成本的分析,可以采用多种方法对其进行优化,常见的有以下几种方法:(1)层次分析法(AHP)。该方法是一种基于决策树的方法,其将成本按照层次进行分解,再通过计算各个层次成本的权重,从而确定总成本。该方法能够解决以往传统的成本分析方法中存在的问题,例如由于指标权重分配不合理导致成本分析结果不准确等。(2)鱼骨图法。鱼骨图法是一种能够有效解决复杂问题的方法,其将问题按照鱼骨图的方式进行分解,然后再对每个部分进行具体分析,最终确定问题所在。该方法能够有效地解决传统成本分析中存在的问题,但由于其过于复杂,在实际应用中并不理想^[4]。

4.2 成本影响因素识别与评估

4.2.1 人力与设备成本

人力与设备成本主要体现在维修人员的薪酬、福利及培训等方面。在维修过程中,维修人员是直接参与维修工作的重要组成部分,其薪酬和福利待遇对维修人员工作积极性的影响较大。因此,可以通过优化维修人员的薪酬待遇及福利待遇来提高维修人员工作积极性。同时,通过优化培训机制,提高员工的技能水平也是降低成本的重要途径。同时,为了降低维修成本,需要对现有设备进行改造或升级,从而提高设备利用率、提升设备性能及可靠性。此外,在对设备进行改造升级时,需要对相关系统进行升级以满足新需求,从而提升设备可靠性。

4.2.2 备件与材料成本

备件和材料成本是指在维修过程中需要用到的各种备件和材料,包括航空公司库存备件、飞机外场维修所需材料等。航空公司库存备件是指航空公司在维修过程中根据实际需求需要用到的各种备件,主要包括发动机、飞控系统、机载系统、电子设备等。航空公司库存备件数量一般较大,占整个飞机维修成本的一部分。同时,由于飞机维修工作具有一定的周期性,所以需要不断采购和补充大量的备件和材料。此外,由于飞机维修过程中涉及的备件和材料种类繁多、数量较大,而且需要不断采购和补充,因此导致了较高的采购成本。因此,

航空公司应加强对备件和材料的管理工作,减少采购成本。

4.2.3 管理与运营成本

管理与运营成本主要指在飞机维修过程中,因资源调配不合理、人员配备不合理、工作流程不合理、管理方式不合理等导致的维修成本增加。例如,在飞机维修过程中,如果资源调配不合理,会导致在维修过程中需要重复进行各种准备工作,不仅增加了人力成本,还延长了飞机在机场等待时间。因此,为了提高维修效率、缩短飞机在机场等待时间,需要通过优化资源配置、优化工作流程等方式来提高资源利用率。此外,为降低管理与运营成本,还需要加强对外包、协作机制的管理。通过加强外包与协作机制的管理,可以有效减少管理与运营成本。

4.3 维修成本优化策略

4.3.1 过程优化与资源配置

飞机维修过程是一个复杂的过程,为了提升飞机维修效率和质量,需要对维修过程进行优化。一方面,在维修过程中,需要对维修过程中的所有工作进行优化,从而提升工作效率和质量;另一方面,为了降低人力成本和备件材料成本,需要优化资源配置,使其达到最优化。例如,在飞机外场维修中,如果可以通过合理安排工作流程、优化人员配备、缩短外场等待时间等方式来提升飞机外场维修效率和质量。此外,为了降低管理与运营成本,可以通过加强对外包与协作机制的管理、优化备件与材料采购流程、合理安排工作流程等方式来提高资源利用率。

4.3.2 采购管理与库存控制

库存管理是指对库存进行计划、组织、控制和监督,以保证库存物资的及时供应和满足使用要求。飞机维修过程中,库存物资主要包括备件和材料,备件和材料的数量决定了维修费用的高低,而备件和材料的数量又与维修过程中的故障停机时间密切相关。因此,为了降低飞机维修成本,需要对库存物资进行优化管理。例如,在飞机外场维修时,如果可以通过合理安排工作流程、优化备件和材料采购流程等方式来减少备件和材料采购成本,则可以提升外场维修效率和质量。此外,对于一些无法进行定量控制的备件和材料,可以通过建立储备机制、适当降低库存量等方式来降低采购成本。

4.3.3 外包与协作机制

飞机维修过程中,为了提升维修效率和质量,需要加强外包与协作机制的管理。通过加强外包与协作机制的管理,可以有效降低飞机维修成本,从而提高飞机维修效率和质量。例如,在飞机外场维修时,如果可以通过合理安排工作流程、优化外场维修所需材料的采购与

补充流程等方式来提升外场维修效率和质量,则可以降低飞机在机场等待时间。同时,为了提高飞机维修效率和质量,还可以通过合理安排工作流程、优化人员配备、建立外包机制等方式来优化外场维修过程中的各项工作。此外,为了提高飞机维修效率和质量,还可以通过优化工作流程、提高设备可靠性等方式来提升工作效率和质量^[5]。

4.4 成本优化工具与信息系统应用

成本优化工具与信息系统应用主要体现在:(1)工程设计类成本优化工具如 FMEA、APD 分析等;(2)工艺设计类成本优化工具如生产/维修作业排程、生产/维修工艺路线设计等;(3)计划类成本优化工具如计划体系建立、工作包管理等。信息系统是成本优化的重要基础和支撑。目前,部分企业已开发了基于电子表格的成本控制系统,在信息系统中建立工作包管理、APD 分析、工程设计类成本控制等功能模块,在提高工作效率的同时,还可为后续新机型的设计提供指导,大大减少了维修人员的工作量。另外,通过开发信息化管理系统,可以对日常维修活动进行全过程监控。

5 结语

在市场经济条件下,企业要想在激烈的市场竞争中取得一席之地,就必须在管理方面下功夫。通过技术创新,可降低维修成本,提高工作效率,增强企业竞争力。通过技术创新,可以进一步提升维修人员的综合素质和职业素养,从而降低维修成本;可以完善维修组织结构,提高工作效率和质量;可以利用先进的现代信息技术手段进行管理;还可以降低人力资源成本、提高工作效率、改善劳动环境,从而推动企业健康发展。民用航空维修技术创新与成本优化研究是一项复杂的系统工程,需要对整个航空产业链进行全面分析与研究,才能取得更好的效果。

参考文献

- [1]刘毅龙.民用航空器维修工艺优化与技术创新[N].北京科技报,2025-01-06(005).
- [2]袁曾.论空域权与空间权的分设——低空经济价值要素释放的法治供给[J].交大法学,2025,(06):105-119.
- [3]邱超奕.前三季度民航运输总周转量同比增10.3%[N].《人民日报》,2025-11-03(003).
- [4]张宏海,方浏洋,田丰,等.一种基于模拟退火的并行任务调度方案的设计[J/OL].计算机技术与发展,1-8[2025-11-12].
- [5]刘力维.前三季度贵阳机场进出港货量同比增长65.31%[N].贵州日报,2025-10-26(001).