

航空维修流程的精益化改进策略

周朋 许创

长龙（杭州）航空维修工程有限公司，浙江省杭州市，311203；

摘要：本论文聚焦于民用航空器维修流程的精益化改进，通过深入剖析现有维修流程的现状和问题，引入精益管理理念，详细阐述了一系列精益化改进策略，包括价值流分析、5S 管理、标准化作业和持续改进机制等，并结合实际案例展示了这些策略的实施效果，为提升民用航空器维修效率、降低成本、提高质量提供了理论与实践参考。

关键词：民用航空器；维修流程；精益化改进价值流分析；5S 管理

DOI:10.69979/3041-0673.25.05.028

引言

民用航空器维修作为保障航空安全与正常运营的关键环节，其维修质量和效率直接关系到航空公司的运营成本、服务质量以及旅客的生命财产安全。随着航空业的快速发展，航班密度不断增加，对民用航空器维修的要求也日益提高。然而，传统的民用航空器维修流程存在诸多问题，如工艺流程不规范、资源浪费严重、维修周期长等，难以满足现代航空业的发展需求。精益化改进作为一种先进的管理理念和方法，旨在通过消除浪费、优化流程、提高效率和质量，实现企业的可持续发展。将精益化理念引入民用航空器维修流程，对于提升维修企业的竞争力、保障航空安全具有重要的现实意义。

1 民用航空器维修流程现状

民用航空器维修流程通常涵盖多个环节。首先是维修申请与准备阶段，航空公司或相关运营单位在发现航空器出现故障或达到规定的维修周期时，向维修企业提交维修申请。维修企业接收申请后，根据航空器的型号、故障情况等信息，组织技术人员进行评估，制定维修方案，并准备所需的工具、设备、零部件以及人力资源。

在实施维修环节，维修人员按照既定的维修方案对航空器进行拆解、检测、维修和更换零部件等操作。这一过程需要严格遵循相关的维修标准和规范，确保维修工作的质量和安全性。维修完成后，进入验证与验收阶段，通过一系列的测试和检查手段，对维修后的航空器进行性能验证，确保其恢复到适航状态。只有经过严格的验证和验收，航空器才能重新投入运营。最后是归档与反馈环节，维修企业将维修过程中的相关数据、记录进行整理归档，为后续的维修分析和质量改进提供依据。同时，将维修过程中发现的问题和改进建议反馈给航空公司或航空器制造商，促进整个航空业的技术进步和流程优化。

2 精益化改进的理论基础与重要意义

2.1 精益管理理念解析

精益管理理念起源于 20 世纪 50 年代的丰田生产方式，其核心思想是通过消除浪费、优化流程，以最小的投入获得最大的产出，从而实现企业价值的最大化。精益管理包含一系列的原则和方法，其中消除浪费是其核心目标之一。浪费主要包括过量生产、等待时间、运输浪费、过度加工、库存浪费、动作浪费和不良品浪费等七种形式。在民用航空器维修领域，这些浪费现象同样普遍存在，如维修过程中的等待零部件、重复检测、不必要的运输等。

以客户为中心是精益管理的另一个重要原则，强调企业的一切活动都应以满足客户需求为出发点和落脚点。在民用航空器维修中，客户需求主要体现在维修质量、维修周期和维修成本等方面。追求完美是精益管理的不懈追求，鼓励企业不断优化流程、提高质量、降低成本，通过持续改进实现企业的卓越运营。全员参与是精益管理得以成功实施的关键，它要求企业全体员工都积极参与到精益改进活动中来，充分发挥员工的智慧和创造力。

2.2 精益化改进对民用航空器维修的意义

精益化改进对民用航空器维修具有多方面的重要意义。从提高维修效率角度来看，通过消除浪费和优化流程，能够减少维修过程中的等待时间、重复操作等非增值活动，使维修工作更加流畅高效，从而缩短维修周期，提高航空器的利用率。

在降低成本方面，精益化改进能够有效减少库存浪费、避免过度加工和不必要的资源消耗，降低维修企业的运营成本。同时，提高维修质量也是精益化改进的重要成果之一，通过标准化作业和严格的质量控制，能够

减少人为差错,提高维修质量的稳定性,降低因维修质量问题导致的二次维修成本和安全风险。此外,精益化改进有助于增强航空安全,高质量的维修是保障航空安全的基础,通过精益化管理提升维修质量,能够为旅客的生命财产安全提供更可靠的保障,促进航空业的可持续发展。

3 精益化改进策略与实践

3.1 价值流分析,识别流程浪费

3.1.1 价值流分析方法介绍

价值流分析是精益管理中的一种重要工具,它通过对产品或服务从原材料到交付给客户的整个流程进行分析,识别其中的增值活动和非增值活动,从而找出浪费所在并制定改进措施。价值流分析主要包括绘制价值流现状图、分析价值流和绘制价值流未来图三个步骤。在绘制价值流现状图时,需要详细记录流程中的每一个步骤、操作时间、等待时间、运输距离、库存数量等信息,以直观地展示现有流程的运行情况。

分析价值流阶段,通过对现状图的深入分析,区分增值活动和非增值活动。增值活动是指能够为客户创造价值的活动,如对航空器故障部件的维修和更换;非增值活动则是不增加客户价值的活动,如等待零部件、不必要的文件审批等。在识别出浪费活动后,制定相应的改进措施,如优化流程布局、减少等待时间、合并重复操作等。最后,绘制价值流未来图,展示改进后的流程状态,为实施改进提供指导。

3.1.2 在民用航空器维修流程中的应用

以某型民用航空器的定期维修流程为例,通过价值流分析发现,在维修准备阶段,由于零部件采购流程繁琐,导致维修人员等待零部件的时间较长,平均每次维修等待时间达到 3 天。在维修实施过程中,部分检测项目存在重复操作的情况,浪费了大量的人力和时间资源。同时,维修现场的工设备摆放混乱,维修人员寻找工具平均每次花费约 30 分钟。

针对这些问题,采取了一系列改进措施。优化零部件采购流程,与供应商建立紧密的合作关系,采用信息化管理系统,实现零部件库存的实时监控和快速调配,将维修等待零部件的时间缩短至 1 天以内。对检测项目进行梳理和整合,制定统一的检测标准和流程,避免重复检测,提高检测效率 30% 以上。对维修现场进行重新布局,按照维修工艺流程设置工设备存放区域,并采用可视化管理方法,使维修人员能够快速找到所需工具,寻找工具时间缩短至 5 分钟以内。通过这些改进措施,

该型民用航空器的定期维修周期缩短了 20%,维修成本降低了 15%。

3.2 5S 管理,优化维修现场

3.2.1 5S 管理内容阐述

5S 管理起源于日本,包括整理(Seiri)、整顿(Seiton)、清扫(Seiso)、清洁(Seiketsu)和素养(Shitsuke)五个方面。整理是指将工作场所内的物品分为必要和不必要两类,清除不必要的物品,腾出空间,防止误用。整顿是对整理后留下的必要物品进行科学合理的布置和摆放,明确标识,以便在需要时能够快速找到和使用。清扫是保持工作场所的干净整洁,对设备、工具等进行定期清洁和维护,确保其正常运行。清洁是将整理、整顿、清扫的成果进行制度化和规范化,形成长效机制,保持工作环境的整洁和有序。素养是通过持续的培训和教育,培养员工良好的工作习惯和职业素养,使员工自觉遵守 5S 管理规定。

3.2.2 在维修现场的实践应用

在民用航空器维修现场实施 5S 管理,首先进行整理工作。对维修仓库进行全面清查,清理过期、损坏和不再使用的零部件、工设备等,将仓库空间利用率提高了 20%。对维修车间进行整顿,按照维修工艺流程划分工作区域,对工设备进行分类存放,并设置明显的标识牌和定位线,使维修人员能够在 30 秒内找到所需工设备。加强清扫工作,制定详细的清扫计划和标准,明确各区域的清扫责任人,定期对维修车间、仓库等进行清洁,确保维修环境整洁卫生。

将整理、整顿、清扫的成果进行制度化,制定 5S 管理手册和检查标准,定期对维修现场进行检查和评估,对不符合 5S 管理要求的区域和人员进行督促整改。通过持续的培训和宣传,培养维修人员的 5S 意识和素养,使 5S 管理成为维修人员的自觉行为。实施 5S 管理后,维修现场的工作效率明显提高,工设备故障率降低了 15%,维修质量得到了有效保障。

3.3 标准化作业,提升维修质量

3.3.1 制定标准化作业流程

制定标准化作业流程是实现精益化维修的重要基础。标准化作业流程应明确规定维修任务的操作步骤、质量标准、操作时间以及所需的工设备和人员资质等。在制定过程中,充分考虑维修工作的特点和要求,结合相关的维修标准和规范,广泛征求维修人员的意见和建议,确保标准化作业流程的科学性和可操作性。

例如,对于某型民用航空器发动机的维修作业,制

定了详细的标准化作业流程。在操作步骤方面,明确了发动机拆解、零部件清洗、检测、维修和组装的具体顺序和方法;质量标准方面,规定了每个维修环节的质量验收标准,如零部件的磨损限度、装配间隙等;操作时间方面,根据维修人员的实际操作经验和统计数据,确定了每个维修步骤的合理时间范围;工具设备方面,列出了所需的专用工具、检测设备等,并注明其使用方法和维护要求;人员资质方面,明确了从事该发动机维修工作的维修人员应具备的专业技能和资质证书。

3.3.2 员工培训与执行监督

为确保标准化作业流程得到有效执行,对维修人员进行全面系统的培训至关重要。培训内容包括标准化作业流程的详细讲解、实际操作演示以及案例分析等,使维修人员深入理解标准化作业的重要性,熟练掌握操作方法和要点。同时,建立严格的执行监督机制,通过现场巡查、质量检验、数据分析等手段,对维修人员的作业过程进行监督和检查。

对于违反标准化作业流程的行为,及时进行纠正和处理,并对相关人员进行再培训。定期对标准化作业流程的执行情况进行评估和总结,根据实际情况对流程进行优化和完善。通过实施标准化作业和严格的执行监督,该型民用航空器发动机的维修质量稳定性显著提高,维修差错率降低了 30%,维修后的发动机故障率降低了 20%。

3.4 持续改进机制,推动流程优化

3.4.1 建立持续改进文化

建立持续改进文化是实现民用航空器维修流程精益化的长期保障。维修企业应通过宣传、培训、激励等多种手段,营造全员参与持续改进的良好氛围。鼓励维修人员积极发现维修过程中存在的问题,提出合理化建议和改进方案。设立专门的持续改进奖励机制,对在改进活动中表现突出的个人和团队给予表彰和奖励,激发员工参与持续改进的积极性和创造性。

例如,某维修企业定期组织持续改进经验分享会,让员工分享在工作中取得的改进成果和经验教训,促进员工之间的交流和学习。同时,设立“金点子”奖励基金,对员工提出的具有创新性和实用性的改进建议给予现金奖励,极大地调动了员工参与持续改进的热情。

3.4.2 PDCA 循环在维修流程中的应用

PDCA 循环是持续改进的重要工具,包括计划(Plan)、执行(Do)、检查(Check)和处理(Act)四个阶段。在民用航空器维修流程中应用 PDCA 循环,首先在计划阶段,针对维修过程中存在的问题,制定详细的改进计划,明确改进目标、措施、责任人以及时间节点。

在执行阶段,按照改进计划组织实施,确保各项改进措施得到有效落实。

检查阶段,对改进措施的执行效果进行检查和评估,通过数据分析、现场观察等手段,对比改进前后的维修指标,如维修效率、质量、成本等,判断改进措施是否达到预期目标。在处理阶段,根据检查结果,对有效的改进措施进行标准化和制度化,纳入日常维修管理流程;对于未达到预期目标的改进措施,分析原因,制定新的改进计划,进入下一个 PDCA 循环。通过不断地循环应用 PDCA 循环,民用航空器维修流程得到持续优化,维修企业的管理水平和竞争力不断提升。

4 结论

本研究通过对民用航空器维修流程的深入分析,引入精益管理理念,提出了一系列精益化改进策略。价值流分析能够有效识别维修流程中的浪费现象,为优化流程提供依据;5S 管理通过整理、整顿、清扫、清洁和素养提升,改善维修现场环境,提高工作效率;标准化作业明确了维修操作规范,提升了维修质量的稳定性;持续改进机制通过建立改进文化和应用 PDCA 循环,推动维修流程的不断优化。通过实际案例分析,验证了这些精益化改进策略在民用航空器维修领域的有效性和可行性,能够显著提高维修效率、降低成本、提升质量,为保障航空安全和促进航空业的可持续发展提供有力支持。

参考文献

- [1]王聿轩.E 民航维修公司安全管理精益化研究[D].上海市:上海外国语大学,2019. DOI:10.27316/d.cnki.gswyu.2020.000249.
- [2]刘乔俊.精益生产方式在我国航空维修企业的应用研究[D].上海市:上海财经大学,2007.
- [3]蔡献聪.X 航空飞机维修生产计划和控制优化研究[D].福建省:厦门大学,2017.
- [4]马金波.基于航空装备修理特点的精益管理应用探索[J].中国设备工程,2023,(17):69-71.
- [5]常骏.基于供应链管理理念的航材送修业务精益化管理研究[J].电脑迷,2023,(09):82-84.

作者简介:周朋性别,男民族汉,出生年月:1990-11。籍贯:山东省泗水县。专业:机械设计制造及其自动化。研究方向:航空器。
作者简介:许创,学历:本科职称,职称:中级工程师。