

关于航空发动机维修质量管理的分析

齐 野

空装驻沈阳地区第三军事代表室 辽宁沈阳 110043

摘要: 航空发动机运行性能决定了飞行安全程度, 为了确保发动机性能, 需要做好航空发动机维修质量管理, 从专业技术层面形成对于航空发动机维修的严格监督。首先从成本投入、构件供应商、利润率方面阐述了航空发动机维修特征, 其次从维修质量管理体系、维修质量管理手段、维修项目计划、工时管理模式、全过程管理方面分析了航空发动机维修质量管理路径, 以期为航空发动机维修质量管理提供参考, 提高航空发动机维修质量和效率。

关键词: 航空发动机; 维修质量管理; 工时管理模式

Analysis on maintenance quality management of aero engine

Ye Qi

The Third Military Representative Office of Air Cargo in Shenyang, Shenyang 110043, Liaoning, China

Abstract: The operational performance of aircraft engines determines the level of flight safety. To ensure engine performance, it is necessary to manage the quality of aviation engine maintenance. This paper forms strict supervision over aviation engine maintenance from a professional technical level. Firstly, the characteristics of aviation engine maintenance are described from the aspects of cost investment, component suppliers, and profit margins. Secondly, the quality management system, quality management methods, maintenance project planning, labor management mode, and overall process management are analyzed in terms of aviation engine maintenance quality management. This is done in order to provide a reference for aviation engine maintenance quality management and improve the quality and efficiency of aviation engine maintenance.

Keywords: Aeroengine; Maintenance quality management; Man-hour management mode

引言

航空发动机维修质量管理不确定性影响因素较多, 这是因为航空发动机维修涉及到了多种学科及技术, 并且需要并线多型维修作业, 如果其中一项维修环节或某个构件维修出现问题, 便可能会导致发动机系统运行不稳定和失效问题, 从而降低发动机的可靠性和安全性。此外, 航空发动机维修治质量容易受到人为因素影响, 不同维修人员掌握的航空发动机维修知识及技术不同, 具备的体力和精力不同, 自然会导致维修质量差异, 可见强化航空发动机维修质量管理迫在眉睫。

一、航空发动机维修特征

1.1 维修成本投入较高

航空发动机维修技术要求较高, 为了满足既定技术要求, 维修企业往往需要投入大量成本, 主要分为固定资产成本和维修人员培训成本两部分。从固定资产成本投入角度来讲, 厂房、基础设施购置与维修占据了大部分, 其次是航空发动机维修所需设备及构件采购, 导致维修企业成立初期往往需要投入大量资金。从维修人员培训成本投入角度来讲, 维修企业往往通过航空院校招聘维修人员和工程师, 而毕业生普遍具备实践能力不足

问题, 需要进行专门的理论指导及实践培训; 维修人员后期进修及学习也需要一定资金支持。尽管随着航空发动机维修业务的深入进行, 维修成本会降低, 但是航空发动机维修行业整体准入门槛较高。

1.2 可选构件供应商较少

目前, 在全球范围内能够选择的航空发动机维修构件供应商较少, 主要有罗罗公司(英国)、GE航空集团(美国)、联合技术公司(美国)、赛峰集团(法国)等, 这给航空发动机维修作业造成了一定限制和影响^[1]。航空发动机维修构件供应商主要为原设备制造商, 同时负责认定维修企业的航空发动机维修维修资格和维修能力, 这就导致维修企业大部分只能够选择原设备制造商提供的维修构件, 且质量标准及价格体系基本一致, 只有在大批量订购时才能够享受一定价格优惠。可见原设备制造商在航空发动机维修行业占据着垄断地位, 使得维修构件质量和价格具有一定垄断性。

1.3 维修利润率较高

由于航空发动机维修技术水平较高且入行要求较多, 再加上大部分用户对于航空发动机维修价格缺乏敏感性, 导致航空发动机维修利润整体较高^[2]。尽管部分

用户会自行开设航空发动机维修公司，在航空发动机维修市场与专业维修企业进行竞争，但是由于航空发动机整体价格及维修价格偏高，维修企业在航空发动机维修行业中的地位依然是不可取代的，并且面临的市场竞争较少，这些都给航空发动机维修带来了较高利润。

二、航空发动机维修质量管理路径

2.1 完善维修质量管理体系

根据 OEM 手册、行业标准编制航空发动机维修工艺流程，要求维修人员严格按照既定流程开展相关维修作业，强调对于航空发动机维修的细节控制。

定期组织技术人员学习航空发动机维修质量管理体系内容，提高技术人员对于航空发动机维修质量管理的重视程度。例如，每周组织航空发动机维修质量评审会议，通过组织集会方式带领技术人员共同展开航空发动机维修质量回顾。

构建航空发动机维修内审团队，定期开展对于航空发动机维修质量的内审管理，及时纠正不合理维修作业，具体内审管理流程如下：准备内审工作（编制内审规划，通知受审部门）- 实施内审工作（组织内审会议，审核航空发动机维修质量是否合格）- 出具内审报告 - 对内审结果不合格部门进行 RCPA 跟踪管理 - 存档。

强化对于新入场技术人员的质量意识培训，例如，通过图文结合方式、案例方式制作入厂教育 PPT 文件，使得每位技术人员都能够深刻意识到航空发动机维修作业对于整体行业发展安全的重要性^[5]。

定期组织全体员工参与航空发动机维修质量管理体系理论和工程技术复训，强调全员参与，复训方式和地点选择应当保持足够灵活性，避免复训工作过于老套和单调。同时通过各种手段鼓励员工发表关于航空发动机维修质量管理体系改进的相关意见。

2.2 改进维修质量管理手段

通过质量信息管理系统进行故障联动管理，当某台航空发动机发生故障后，维修人员能够通过系统将故障信息传递给主管副总设计师，主管副总设计师可以综合故障类型及发生原因判断是否主动进行故障联动管理。当故障信息较少，无法判断是否应当进行故障联动管理时，需要综合故障处理状况进一步判断是否需要进行故障联动管理。

按照逐级上报、分级审查原则准确与及时传递航空发动机故障信息，并且严格按照故障信息纪录格式填写发动机故障报告表、故障信息处理承办审批单、发动机故障处理表等相关文件^[4]。

按照发动机类型、故障类型及其严重程度，实现对于航空发动机故障的拉条挂账分级管理，从而明确需要解决的故障问题以及故障对于航空发动机正常运行产生的约束作用。同时配合销号管理、建账跟踪模式，谨慎决定是否对拉条挂账项目进行销号处理，如果临近销号日期，但是航空发动机维修工作尚未完成，需要以书面

报告形式将具体维修航空发动机维修状况上报给上级部门。

就航空发动机故障及质量问题构建故障月报体系，具体报告内容包括新增故障情况、后续维修规划、故障排查进展、故障分析汇总等，实现对于各个型号航空发动机常见故障及主要故障的专项维修研究。

在首次飞行、定型试飞发动机交付等重要节点，需要系统性组织故障清查，全面梳理归零故障问题、总结各项故障原因、确定故障排除措施落实情况，确保试飞能够顺利进行^[5]。

确保护用户投诉处理渠道的顺畅程度，实现对于投诉反馈事件的跟踪纪录，具体投诉反馈事件处理及跟踪纪录程序如表 1 所示。

表 1 投诉反馈事件处理及跟踪纪录程序

步骤	程序	处理人
1	填写《填写客户投诉表》，在航空发动机维修质量管理系统报备	客户成功经理
2	填写《用户抱怨处理跟踪记录》，并存档	客户成功经理
3	调查及分类处理用户投诉反馈事件，针对相关部门采取纠正措施	质检部门员工
4	向客户成功经理反馈投诉反馈事件调查结论	质检部门员工
5	更新《用户抱怨处理跟踪记录》，通知用户最终调查结论、处理意见	客户成功经理
6	将反馈投诉反馈事件处理情况传递给相关部门	客户成功经理

2.3 强化维修项目计划落实

为了确保航空发动机维修作业的顺利进行，一般会设计维修项目计划，计划的制定需要综合考虑用户需求、航空发动机维修构件供应商情况等多种因素，确保各个部门具备完成计划的能力^[6]。

全体员工需要意识到准确落实航空发动机维修项目计划的重要性，安排具备丰富质量管理经验的管理人员评估项目计划实施关键管控点，在此基础上制定相应管控措施，确保项目计划一旦开始便能够切实执行。

质量管理人员需要认真学习航空发动机维修项目计划执行管理方式，同时按照各个部门具体航空发动机维修工作及维修质量要求，在整体项目计划的基础上编制更为完善的年计划、月计划、周计划，以及单台航空发动机维修计划，使得各项维修工作都有技术标准可以遵循。就突发故障排查、常见故障检修、故障构件采购、航空发动机维修构件供应商管理等工作形成相应计划，以此来实现对于航空发动机维修项目总进度的有效控制^[7]。

强化维修人员的服务意识，使得上道航空发动机维修工序能够为下道工序提供服务，从而形成航空发动机维修供应链环境，确保各项维修信息能够沿着供应链网络在不同节点实现传递，一方面加强各个维修工序之间的联系，另一方面提高维修项目计划完成效率。

2.4 积极推广工时管理模式

工时管理又称负荷管理,指的是综合质量、成本、效率等多方要素,通过工作时间管理提高工作效率,节约航空发动机维修周期,在满足维修技术要求、完成维修作业的同时,节约更多的维修资源。

具体来讲,可以构建工时管理系统,通过系统管理航空发动机维修工时及费用,具体包括审核、统计、报销、填写维修人员正常工时、加班工时、休假工时内的各项费用,查看维修人员工作状态,查询航空发动机维修进度及其所需工时与成本^[8]。通过系统跟踪管理航空发动机维修进度,具体包括考核评价维修人员工作绩效,反馈维修问题等;维修人员也可以自行通过系统制定个人工作规划,自行创建维修任务、更新航空发动机维修状态等,从而确保维修数据的准确性和真实性。通过系统管理航空发动机维修文档,一方面实现对于各项维修人力资源和物力资源的均衡分配,另一方面实现对于航空发动机维修文件的备份管理,便于后续档案查找及应用。

2.5 开展维修全过程控制

由于航空发动机维修构件供应商掌握了大部分维修构件供应,想要强化航空发动机维修构件质量管理,便需要做好与供应商的沟通,并且要求管理人员开展对于维修构件采购、入库、储存、出库、使用、质量反馈的全过程跟踪纪录,准确分析各项维修数据,全面杜绝航空发动机维修质量故障。同时借此机会与航空发动机维修构件供应商构建良好合作关系,尽量选择优秀的、诚信的供应商构建长期战略合作关系,保持在航空发动机维修行业的发展优势。

优化航空发动机维修构件库存建设,确保维修构件供应的及时程度,提高应变能力,做好维修构件短缺应急处理准备,既能够确保维修质量,又能够避免临时维修导致的成本增加问题。

构建航空发动机维修质量评估体系,引入国内外先进维修质量评估方法,从质量层面(技术标准、质量标准、客户要求)、物流层面(维修成本、维修时间)、市场竞争层面(构件供应商)、财务支持层面(信用体系、账实相符度)、技术和工业能力层面(维修技术水平、维修专业能力)展开对于航空发动机维修质量的准确评估,无论选择哪些评估指标,都需要确保指标涉及数据能够实现自动收集和准确纪录,避免出现无法实现定量评估的情况。具体航空发动机维修质量评估工作可以从年度、季度、月度等各个时间段展开,对维修质量评估

结果进行客观汇总,以此为依据完善后续航空发动机维修质量管理规划;及时剔除不合格航空发动机维修质量管理方式及维修规划,做到对于各项维修质量管理策略的针对性调整。

三、结语

综上所述,航空发动机维修的成本投入较高、可选构件供应商较少、利润率较高,具有一定难度。为了确保航空发动机维修效果,可以采取完善维修质量管理体系、改进维修质量管理手段、强化维修项目计划落实、积极推广工时管理模式、开展维修全过程控制等策略,通过这些策略实现对于航空发动机维修过程的深入分析及实施监控,做到对于航空发动机维修作业的精细化质量管理,满足航空发动机维修的质量及技术要求,最大限度确保航空安全。

参考文献:

- [1] 黄劲东. 面向预测性维修构建航空发动机综合监控和健康管理系统[J]. 航空动力, 2022(05):74-78.
 - [2] 王龙. 基于VR技术的航空发动机维修任务虚拟仿真验证方法分析[J]. 集成电路应用, 2022,39(06):52-54.
 - [3] 蒋平, 王向辉, 宋利, 等. 民用航空发动机维修工程分析平台设计与实现[J]. 航空工程进展, 2021,12(05):131-138.
 - [4] 王群森. 增强现实技术及其在航空发动机维修中的应用研究[J]. 内燃机与配件, 2020(22):159-160.
 - [5] 徐小芳, 高雅娟, 武红姣. 基于试飞数据的航空发动机维修性分析优化技术研究[J]. 航空维修与工程, 2020(08):60-63.
 - [6] 卢婷婷, 陈乃威, 孙见忠. 新研商用航空发动机的维修性指标分配方法研究[J]. 航空维修与工程, 2020(01):45-48.
 - [7] 车畅畅, 王华伟, 刘伟. 基于深度信念网络的航空发动机维修等级决策[J]. 航空动力学报, 2018,33(06):1528-1536.
 - [8] 刘堃, 丁发军. 浅析我国通用航空活塞发动机维修现状及建设远程支持系统需求分析[J]. 技术与市场, 2019,26(01):97-98.
- 作者简介: 齐野, 男(1980.02-), 汉族, 辽宁葫芦岛人, 硕士研究生, 空装驻沈阳地区第三军事代表室副主任。研究方向: 航空发动机