

MRO系统在某航空发动机企业的成功应用

Application of MRO in Aeroengine Enterprise

中航工业沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司 亢亚敏 孙志江 贾 恒



亢亚敏

工程师,从事信息化规划和信息化项目的实施管理,承担项目包括公司信息化建设规划设计、PDM系统建设与应用、设计制造协同、发动机装配技术研究、综合协同平台建设、集成应用推进等。

随着全球经济一体化的快速发展,企业对客户资源的争夺日趋激烈,企业也开始关注产品的维护、维修等售后服务内容,制造服务已经成为制造企业新的经济增长点。航空发动机是结构复杂、技术密集、成本昂贵的高端机电产品,其零部件

基于 MRO 技术,有效支撑航空发动机服务生命周期的数据管理,通过构建航空发动机的服务与保障系统平台,实现服务数据的集中管理、服务过程的监控和可追溯,服务知识的应用,从而提高服务效率,提升服务水平。

众多、涉及面广、运行周期长,航空发动机行业要占据制造服务的制高点,就必须借助于信息化手段实现发动机服务业务的信息化管理。MRO (Maintenance, Repair and Overhaul/Operations) 技术则是支撑服务阶段业务及数据管理的核心技术^[1]。

航空发动机 MRO 技术将现代 MRO 理论、发动机维修技术、网络信息平台和企业方法相结合,管理发动机在全生命周期内所进行的各种维护、维修、大修和操作等业务过程,从而实现航空发动机的状态监控、故障诊断、可靠性分析、构型管理、寿命预测、维修决策、维修成本预算与控制、维修过程与维修数据管理的最优化^[2]。基于 MRO 技术,有效支撑航空发动机服务生命周期的数据管理,通过构建航空发动机的服务与保障系统平台,实现服务数据的集中管理、服务过程的监控和可追溯,

服务知识的应用,从而提高服务效率,提升服务水平。

某航空发动机企业售后服务保障现状

某航空发动机企业作为我国航空发动机行业的骨干单位,承担着发动机的生产制造及售后服务工作。CAX、PDM、ERP、MES、OA 等系统在该单位都有一定规模的应用,并取得了显著的成果。为改变传统的经营模式,由无偿服务向有偿服务转变,星级服务向感动服务转变,专门成立了航空维修服务部门,其定位就是服务销售,沟通为先,服务为本。航空事业的服务就是为飞行动力提供保障,确保空军飞行安全的技术行为。航空维修服务部门信息化应用主要是 OA 系统,外场排故流程中的准备工作中涉及各种申请表格主要是在 OA 系统中完成,合同管理中的客

户信息、合同信息是在 ERP 中管理。基于备件管理的需求,航空维修部门需在 ERP 系统、大修系统中查询相关备件的库存信息。基于多年的信息化建设经验,认识到要占据制造服务的制高点,就必须借助于信息化手段实现发动机服务业务的信息化管理。建立产品服务与保障系统,实现以实物发动机为核心服务数据管理,管理发动机外场维修维护过程,初步建立起服务知识管理平台,为管理层提供决策支持模块、指令贯彻系统。

主要业务需求分析

1 实物发动机信息管理

航空维修服务部门的主要业务就是发动机的售后服务,无论是外场排故、返厂维修,还是资源机的管理,各项服务都是针对实物发动机。在故障处理、发动机维修过程中,往往需要需了解该发动机的具体配置,使用工作状态及历史维护记录。当前关于发动机的信息管理尚不全面,且主要是通过手工、半手工的方式管理,多数数据存在纸质介质上。这使得数据信息查询参考非常不便,一定程度上影响了排故的效率及排故周期。另外需及时了解资源机的工作时间、余寿等状态信息,以及时承揽资源机业务。因此,建立实物发动机的台账,管理其在外场的状态、使用工作信息,显得尤为重要。

发动机实物信息主要包括发动机基本信息、使用状态信息、维护 BOM、技术资料及维护记录。

(1) 基本信息管理。其基本信息主要包括发动机编号、型号、序列号、用户、制造日期、出厂日期、安装日期、状态、位置等。

(2) 使用状态信息。主要是寿命参数的管理,比如工作时间、总工作时间、余寿、延寿等信息。

(3) 维护 BOM 管理。管理发动机出厂 BOM 及维护 BOM 变更记录。

(4) 实物发动机的技术资料管

理。不仅包括与实物发动机相关的资料,与发动机型号相关的资料的管理,比如设计、工艺资料、维护工艺等,以方便相关人员快捷找到相关资料,快速解决问题。

(5) 实物发动机历史维护记录管理。主要是通过实物发动机可管理其所有的历史维护记录,比如故障处理记录、技术通报贯彻记录、检修、大修等,并且可进一步了解维护的具体信息。

2 客户管理需求

实物发动机总是跟客户相关的,关于客户管理的具体需求主要包括以下内容:

(1) 客户基本信息的管理,主要包括客户编号、名称、描述、客户分类等。

(2) 客户联系人、地址的管理,希望系统管理客户的联系人。基于行业特点,同一客户会有多位联系人的情况,不同部门的业务的联系人不同。因此基于客户可关联多位联系人。

(3) 客户管理也希望可管理与客户相关的文档,比如客户沟通邮件、往来信函等。

(4) 客户所使用的产品管理,可集中管理客户使用的实物发动机,快速查看其状态使用信息。

(5) 客户满意度管理,基于客户管理其客户满意度评测情况。

3 服务过程管理

基于实物发动机管理与其相关的各种服务过程及服务过程中的文档或数据信息,可实现服务过程的有效管理,同时也满足质量管理的要求。服务过程管理主要包括以下需求:

(1) 管理各种服务的基本信息。可管理外场服务、返厂维修、资源机管理、外场技术通报贯彻、用户培训服务的基本信息,比如服务时间、服务负责人、服务内容等。

(2) 管理各种服务执行过程。可通过流程管理,记录服务的执行过

程,跟踪管理各种服务的状态。

(3) 管理服务过程中的数据。可管理服务过程中的相关信息及资料,比如管理故障分析结论、资源领用记录,排故方案等。可管理服务中心的服务数据,并可管理返厂维修的相关服务记录。

4 服务工艺管理

航空维修服务的业务主要是响应式的服务,服务过程中缺乏相关知识系统的支持。因此故障分析、排故方案制定主要依赖于专家的经验。对于维护、维修为主要业务的公司而言,其主要知识包括服务工艺、服务目录及故障库。排故工艺详细描述排故的步骤及排故所需备件、工具、设备等资源信息。服务人员根据服务工艺领取备件及工具、设备等资源。目前排故工艺针对特定故障来编制的,后续可根据发动机型号,将该型号相关的排故工艺整合起来,形成服务工艺。基于服务工艺的有效管理,可逐步建立服务目录,以便制定排故方案时直接调用。这可为未来的预测式服务提供依据。

5 备件及工具、设备库管理

外场排故及外场技术通报贯彻业务,多需要通过更换备件,有时也需要部分工具或设备。因此备件管理是外场服务提供保障。关于备件管理的需求主要包括:

(1) 备件及工具、设备库房管理。

(2) 备件销售管理。

(3) 备件领用流程。

(4) 工装、设备、仪器请制流程。

(5) 故障件管理:管理其使用历史及状态。

(6) MRO 与 ERP、EKRM 系统备件信息集成。

(7) 备件统计。

6 故障库管理需求

故障库应该以树形结构建立即故障树,每种发动机类型对应一个故障树。故障树的最上一级为故障分类如滑油系统或燃油系统等等,在其

下一级为故障现象及与之对应的故障原因,每个故障现象对应一个标准的故障识别码,通过故障原因可以查询到标准的排故工艺规程。

总体方案框架

总体方案框架见图 1。

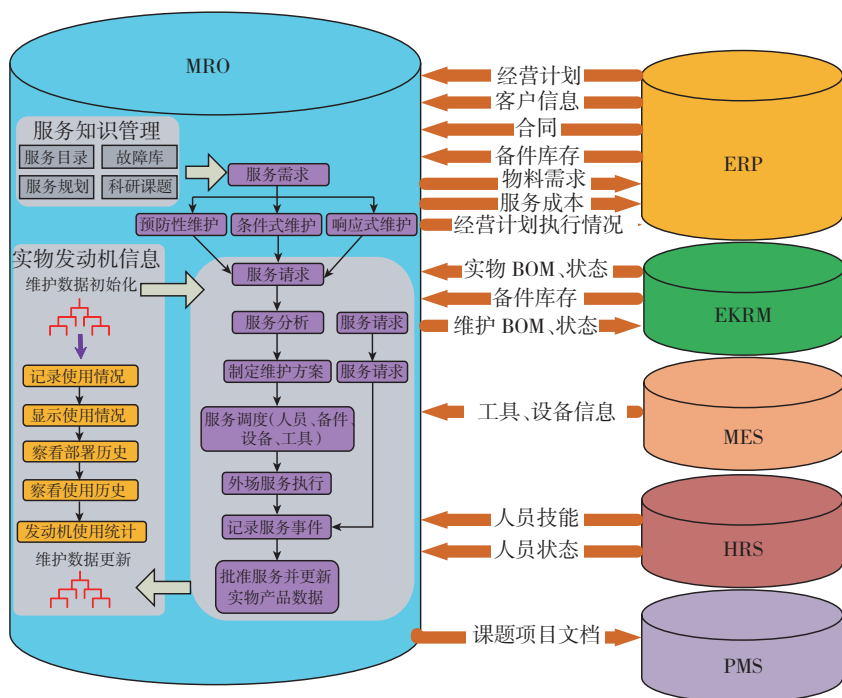


图1 方案框架

(1) 发动机台份的零组件组成信息(实物 BOM)是维护维修及大修业务开展的基础,其记录记录了发动机及其组成零部件实物的唯一标识,包括实物零部件的序列号、批号、制造商等信息,该数据通常由 MES 或 ERP 系统通过集成接口来提供。

(2) 在 MRO 系统中基于生产制造系统提供的实做 BOM 结构来产生维修实物 BOM 结构,以维修 BOM 为中心来构建服务数据模型,建立共享、集中的服务数据管理系统。

(3) 服务阶段相关的经营管理、客户管理、合同管理在 ERP 系统进行管理。ERP 系统将经营计划下达到 MRO 系统中, MRO 系统根据经营计划的指标制定其服务规划。在 MRO 平台可查询到客户、服务合同

的信息。

(4) 基于服务规划及外场发动机的使用状态信息, MRO 可给出初步的备件需求,并将备件需求给到 ERP 系统,由其完成备件的采购、储备。

(5) 在服务数据管理过程中,主要是根据维修维护服务需求、发动机

状态、故障信息,发起服务请求,进行服务分析,制定服务方案,进入服务执行。在这个过程中,需要进行备件采购、库存、领用等管理,并且获取 MES 和现场服务方面的相关信息,管理维修事件,更新维护 BOM,建立并维护维修故障库,逐步实现维修标准化、规范化。

(6) 外场服务过程中,需领取备件。外场服务的备件主要在 ERP、EKRM 系统中管理,在 MRO 平台可查询 ERP、EKRM 的备件库存情况。备件领取后,备件实物状态及使用情况在 MRO 中管理。

(7) 外场服务所需的工具、设备基本信息、借用、定检等管理在 MES 系统实现。MRO 平台中可查询工具、设备的相关信息,并管理领出后的工

具设备实物状态。

(8) 外场服务涉及服务人员的管理,若未来人力资源系统(HRS)可管理人员技能、出差等管理,则 MRO 中可查询人员的技能等级、出差状态等信息,以选择合适的服务执行人员。

(9) 发动机返厂维修时, MRO 将发动机最新的维护 BOM 及状态信息传给大修厂 EKRM 系统,大修厂基于此维护 BOM 组织厂内维修;厂内维修完成出厂后, EKRM 系统将维修后的 BOM 及状态信息给到 MRO。服务部门在 MRO 平台基于此最新 BOM 开展后续的外场服务业务。

(10) MRO 通过服务请求管理服务人员工时、人员成本、材料成本。MRO 将服务成本信息传给 ERP,由其统一管理服务成本。

主要技术特点

1 支撑发动机全生命周期数据管理的数据模型

基于 PLM 平台的 MRO 解决方案需要有支持发动机全生命周期数据管理的数据模型的支撑。发动机研制过程中各阶段的产品数据均围绕各阶段的 BOM 进行结构化管理,并且记录 BOM 演变的关系及历史,从而实现虚拟、实际产品数据在同一平台实现完整、有效的管理^[3]。全生命周期数据管理数据模型,见图 2。

2 MRO 与生产制造管理系统的集成

发动机出厂时的整机配置及状态信息是由生产制造阶段产生,其信息包括组成发动机整机及其组成件实物的序列号、批号、制造商信息,同时还包括零部件加工过程中的制造、检验数据。在航空制造企业该类信息由 ERP、IQS、MES 等系统管理。因此 MRO 系统需要与各生产系统实现集成。

基于航空发动机制造企业生产制造管理系统的多样化的现状,考虑到系统集成的灵活性和实时性, MRO 与其他业务管理系统的集成建

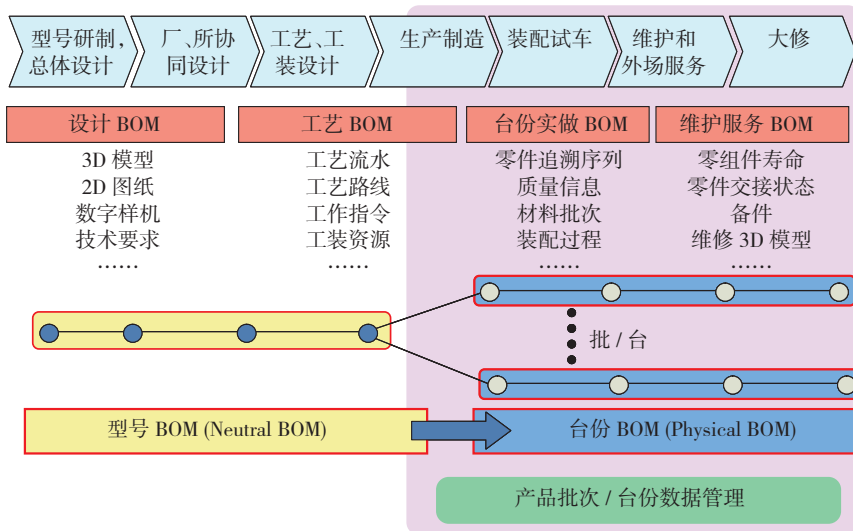


图2 全生命周期数据管理数据模型

议采用 Web service 的方式进行集成。

3 服务过程管理

基于发动机台份管理与其相关的各种服务过程及服务过程中的文档或数据信息,从而实现服务过程的有效管理,满足质量管理的要求。

通过服务过程技术管理下面信息:

(1)管理各种服务的基本信息。可管理外场服务、返厂维修、资源机管理、外场技术通报贯彻、用户培训服务的基本信息,比如服务时间、服务负责人、服务内容等。

(2)管理各种服务执行过程。可通过流程管理,记录服务的执行过程,跟踪管理各种服务的状态。

(3)管理服务过程中的数据。可管理服务过程中的相关信息及资料,比如管理故障分析结论、资源领用记录,排故方案等。可管理服务中心的服务数据,并可管理返厂维修的相关服务记录

4 服务知识管理

当前航空发动机制造企业的服务业务采用信息化工具较少,也缺乏相关知识系统的支持,故障分析、排故方案制定主要依赖于专家的经验。

对于发动机的维护、维修业务而言,其主要知识包括服务工艺、服务目录及故障库。这些服务知识的管

理,有助于帮助服务部门针对发动机故障快速确定排故方案,减少响应时间,提高服务效率。

应用情况介绍

MRO 系统在某航空发动机企业维修服务部门上线推广后,已成为该企业产品保障与服务业务管理的主要平台。发动机维护维修业务及其辅助业务等已均在系统中进行管理,涉及的业务包括外场发动机使用状态管理、外场排故过程管理、返厂维修管理、备件工具设备领用管理、服务工艺管理、故障库管理、经营管理等。

(1)MRO 中实现外场发动机使用状态管理后,相关的业务人员可在系统中直观的了解发动机最新的状态信息,并可对发动机的状态进行分析,为发动机的快速排故、主动排故提供了必要的基础信息。

(2)基于 MRO 的外场排故过程管理,可管理从接到故障信息,到故障最终排除的整个过程中的所有数据,从而实现了排故信息的集中管理,并实现排故过程的可视化。通过外场排故过程管理,使得排故过程中的人员及时的了解最新排故的信息,并快速在系统中完成所负责的工作。

(3)返厂维修管理有效管理了

返厂机在外场及厂内维修的信息,并实现与大修厂业务的交互,从而快速获取返厂机厂内维修信息,及时响应客户。

(4)备件及工具设备在 MRO 系统管理中,可快速统计各种备件及设备的应用情况,为备件需求计划提供参考依据。

(5)服务知识管理为维护、维修业务提供各种参考,为实现快速提供服务奠定了良好的基础。

(6)MRO 系统的决策支持模块,直观的为管理层展示服务阶段外场排故、经营管理方面的主要指标,从而为快速决策提供了数据支持。另外为满足维修维护业务的不同的统计分析需求,系统定制了多种统计报表,用户可快速获取所需数据的报表。

结束语

基于 PLM 平台建立的 MRO 系统,在其全生命周期管理的数据模型的支撑下,围绕其不断阶段 BOM 管理其设计、工艺、制造及服务阶段产生的产品数据。基于出厂时的台份发动机实物 BOM,通过 MRO 相关应用模块实现台份发动机的工作状态、维护维修过程及相关服务知识的管理,并在某航空发动机制造企业成果实施应用,有效管理航空发动机的维修维修业务,实现其服务生命周期数据的管理,将产品数据的管理从虚拟产品拓展至实物产品。

参考文献

[1] Wang J M, Ren G Q, Zhang L, et al. Maintenance repair and overhaul/operations support technology. Computer and Integrated Manufacturing Systems, 2010,10(12): 3-5.
 [2] 钟时胜. 航空发动机 MRO 技术及其发展建议. Defense Manufacturing Technology, 2010(3): 1-2.
 [3] Zhong S H, Fu X Y, Ding G. Aero-engine maintenance data management model for airline companies. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2012, 16(5): 5-6.

(责编 小城)