

航空发动机制造数据中心建设 探究

Research on Establishment of Aeroengine Manufacturing Data Center

中航工业沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司 孙志江 贾恒 孙艳萍



孙志江

中航工业沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司管理与创新部信息化管理处主任工程师,主要从事企业信息化规划及设计工作。

航空发动机产品经历产品设计、工艺设计、制造装配、试车交付、维护维修等相当长的完整生命周期,在生命周期的每个阶段都产生大量的数据。在以前纸质模式下,不同阶段产生的不同纸质的文档都按照发动机型号在档案部门进行分类管理,以备后续的追溯与归零。随着各种设计与管理软件系统的深入应用,发动机生命周期所有纸质文档将逐步被电

制造数据中心能够给企业管理层提供决策支持,能帮助了解企业的整体全貌。看到制造数据中心提供的经过整理统计归纳的数据后,企业管理者根据管理经验就可以发现发动机生产过程中的问题、困难或成功因素,然后可以不断追溯数据,直到确定到最具体的细节上,从而能够不断提升航空发动机制造过程的管理水平,最终大大提高发动机产品的质量。

子化的文档或数据库信息所代替,而且这些电子化的数据都分布在不同的管理系统中。针对特定台份实做零件相关信息的查询、跟踪、维护难度大。当需要整理汇总某个型号或台份的所有电子数据时,需要同时对多个管理系统说话,尤其是进行问题追溯和归零时,必须分别对多个管理系统进行查询与操作。

按发动机技术质量管理要求,发动机质量记录管理可具体到台份发动机的零部件,包括设计、工艺、装配、试验等制造过程的全部信息。由于台份信息管理是发动机产品服务保障系统的重要数据基础,航空发动机制造企业迫切需要建立各类制造信息库,形成发动机制造数据管理中心,实现对不同发动机型号在生命周期中产生的电子数据进行集中管

理^[1]。同时需基于数据管理中心,以BOM为核心,开发统一的发动机台份信息管理系统,为每一台份发动机装配建立档案,记录台份发动机所有的技术状态,实现发动机零部件的质量追踪,提高问题处理效率,改善服务质量。

航空发动机制造企业的发展现状

1 大量数据仍然沿用纸质方式管理

(1)文件管理主要以传统纸质管理为主,文件比较零散没有统一有效管理。

工艺人员在查阅文件、编写工艺文档或统计人员在统计技术文件汇总时以手工统计清单方式完成,工作量巨大,对工艺人员编制工艺提出很高要求,同时也对使用工艺数据的人

员提出了很高的要求。如工艺人员需要去资料室查阅所需要的资料,需要花费工艺人员很多时间与精力。如果所需的资料正在被其他工艺员借阅占用,还需要与相关工艺人员协商与共享这些资料。

(2) 纸质文件保存需要很大的人力物力成本才能维持。

由于纸介质不能重复利用,新的数据产生需要使用大量纸张、打印设备和耗材以及晒印设备和耗材。而且纸质文件保存时间有限,在多次使用或长时间保存后会损耗,从而可能导致部分信息丢失。

(3) 在发动机出现问题需要查找追溯时,数据记录在纸介质上将会是一个巨大的挑战。

由于纸介质无法实现按条件自动搜索,导致查找数据需要很长时间、工作量巨大,并且纸介质不能有效记录数据的关联性,在追溯时会带来巨大困难。

2 数据源不一致

数据源不一致主要造成以下弊端:上游数据无法直接传递到下游,下游不能直接利用上游数据,必须在其基础上进行整理,再加工形成下游需要的数据,导致需要花费大量的时间和精力去重新编制数据或整理冲突数据,极大影响效率。

3 数据文件未进行规范化组织

(1) 未按类别分类进行管理。

面对众多的技术数据未能将数据按照类别进行统筹管理,各部门按各自的管理方式进行管理,文件分类标准不尽相同,导致在统筹数据时无法快速获得数据。

(2) 数据比较分散,多种形式、多存储位置。

各类图纸和单据分别存放在不同部门,工艺人员所设计的电子文件都存储在个人计算机中。

· 查找困难。当需要查询所需的文件时,需要到不同地方去查找,会花费很长时间。

· 数据存储冗余。分散在不同介质和不同物理位置的数据存在很多存储冗余现象。

· 很难保证数据的一致性。由于存储冗余现象的存在,使得这些数据的一致性难以保证,当一个地方的数据修改后,其他地方的这个数据得不到及时更新;由于数据分散在不同介质、不同地方存储,使得数据的关联一致性难以保证,当一个数据更新后,与之相关联的其他数据得不到及时更新。

· 数据安全性保证困难。由于很多电子数据都保存在工艺人员个人的计算机中,使得数据的安全性难以保证。当个人计算机出现故障时,其中的业务数据文件很可能受到破坏,甚至造成无法恢复的后果。

· 版本控制困难。分散与重复存储数据造成了同一种数据的版本控制困难,当数据设计者升版了数据时,其他存储地方的这个数据得不到及时升版。

(3) 数据之间没有建立有效关联。

由于没有统一的管理平台,数据文件的组织是松散的,各个文件之间无法建立相互之间的关联,所以无法通过一个文件很快地找到与之相关的其他文件,这给统计汇总带来很大困难。

4 缺乏对历史数据的统计和分析

一个企业会生产不同型号的发动机,各型号的发动机也生产了数量众多的台份,培养了一大批有经验的工艺技术人员,一旦发动机在装配完成后出现质量问题,需要大量的试验、故检并集中大量有着丰富经验的技术力量和管理力量才能加以解决。这大大增加了成本,而且会影响到正常的生产。其中很大一个原因是有了大量的经验和历史数据但缺乏详细的分析。如在工时定额和材料定额缺乏准确的依据,大都凭借技术人员的经验来确定,这会出现不同人员

确定的定额数量不一致的情况。

5 没有有效的知识积累和管理机制

知识的积累无论对于公司还是个人、大公司还是小公司、企业还是单位等都有着极为重要的影响。从已经完成的工作中积累可以重用的知识可以在出现类似情况时快速应用或稍加创新以实现应用。对于企业来说,知识的重用不但可以大大缩短周期,还可以保证产品质量的稳定,避免风险。

通常航空发动机制造企业在工艺准备阶段需要花费的时间较长,除了航空发动机产品十分复杂外,工艺标准化程度较低,知识积累和重用较少,缺少挖掘和创新是很大的原因。如每一个型号即使是改进型号也需要重新编制一套完整的工艺,很多时候操作内容十分类似却仍然需要重新编制,不能直接借用,如果将操作标准化、模块化将能大大提高编制效率。

6 难于查找和监控实际生产数据

技术管理人员需要掌握现场实际工艺执行情况和技术要求复合性,但是目前大多数航空发动机制造企业数据管理比较分散,不同阶段的数据存储在不同的系统中,造成数据检索工作非常麻烦和效率低下,技术管理人员需要到各个车间现场或者各档案室查看技术要求和工艺规程的执行情况。

制造数据中心整体业务范围

制造数据中心记录发动机产品的全生命周期,涵盖了总体设计、系统设计、工艺工装设计、生产制造、装配试车、维护和外场服务、大修的全过程,记录整个过程中所有产生的数据,管理发动机全生命周期的技术状态。

(1) 制造数据的管理和记录将以台份实物产品为核心进行组织和管理,所管理的数据将包含设计数据、工艺数据、工装数据、加工数据、

装配数据、材料数据、检验数据、实验数据、质量数据、试车数据、维护服务数据等。

(2)制造数据中心的数据除了来自上游设计部门提供的设计数据,以及同样基于PDM系统的工艺数据、服务数据外,还需要同ERP、MES、检验系统、质量系统等进行集成,获取其他系统中相关的制造历史数据,形成完整的制造数据中心数据库。汇总起来共有两大类工程数据。一种是基于产品结构的工程数据。发动机生产及服务过程中产生的各类数据将基于发动机各阶段形态的BOM进行统一管理,并且建立相互间的关联关系,主要数据包括设计图纸、技术要求、工艺流水、工艺定额、工艺规程、加工数据、检验数据、试车数据和维护数据等。另一种是根据历史经验积累总结的知识类数据。依据历史经验积累的知识类数据将采用结构化分类的形式统一管理,主要包括技术标准、工艺模板、典型工艺、材料库、工装库、设备库、质量规范、故障库等。

(3)所有制造数据中心管理的数据除了基本的版本管理和有效性管理外,都将以贯穿发动机全生命周期的BOM管理(设计BOM—工艺BOM—制造BOM—维护BOM)为主干进行组织和应用。随着服务过程的开展,发动机的维护BOM状态也在不断地发生改变,所有的维护活动、维护过程以及维护BOM的历史状态也需要反馈回制造数据中心,使制造数据中心始终保持完整的发动机工程数据。

制造数据中心关键技术

1 实物产品数据管理能力

发动机实物BOM管理制造数据中心可以帮助实现发动机的实物BOM管理,是产品设计和生产之间形成闭环控制流程的变革。

(1)可以用于产生物理结构;

(2)可以管理替换件和替代件

在台份实物产品中的替换替代情况;

(3)可以进行超差、偏离情况的申请和流程审批,并执行;

(4)可以跟踪零件安装、卸载过程和历史,也可以用于遗漏零件的跟踪,支持版本控制和时间有效性配置;

(5)可以用于比较不同台份实物产品BOM,找出交付产品的差异;

(6)也可以进行台份实物BOM和原型BOM的比较,进行设计符合性的检查,不同的差异情况可以采用不同的颜色标识;

(7)发动机及其相关零组件序列号、批次号信息管理。

2 历史追踪能力

无论是设计数据、工艺数据、台份数据,还是服务数据等所有发动机相关工程数据都是和发动机各阶段BOM紧密关联在一起的。只要找到了零件或者BOM就能查找到所有相关的各类制造数据,反过来也可以通过一个制造数据找到相关的虚拟或实物零件和BOM。所以,发动机制造数据的历史追溯能力基本上也就体现在不同阶段发动机BOM的追溯能力上。台份BOM和维护服务BOM之间,实物零件都是继承共用的,天生就具备紧密的关联关系。

3 知识分类管理能力

通过分类功能为用户提供了数据分类管理的能力,数据主要包括零部件和知识类数据。其中,在系统中零部件可以通过相似的功能、目的、设计、工艺、制造或特征而被组织为一类。零部件分类管理使用一组数据来描述一类零件的共同特征,可以通过对特征的查询来挑选零件。利用零部件分类层次树,用户就能按分类找到所属零部件,如建立通用件库、标准件库、材料库等。分类管理的引入有助于企业提高通用件、标准件的应用,提高标准化水平,提高零部件的重用率,减少重复设计,降低成本。利用分类层次树,用户就能按分类找到所属零部件,如通用件和标

准件,让设计、工艺和制造人员能保证不会漏用错用,又能从繁琐的查阅过程中解放出来。

4 统计分析和报表管理能力

4.1 强大的数据整合功能

在利用业务规则和安全模型维护数据的完整性、安全性的同时,还可以对系统中管理的数据进行整合。几乎可以从任何应用程序中引入数据,同时遵从该应用程序的安全性和业务规范。

4.2 丰富的报告功能

制造数据中心可以对整合后的数据进行多角度不同需求的分析、挖掘,生成可自定义的html格式的报告和示意板,以便查看和打印;可以保存这些报告,生成其PDF格式文件,或将其导出到Excel中;可以方便地生成图形,并将其添加到报告中;可以从多种角度(例如利用从下钻取和向上卷积的、以数据为中心的图形化视图)查看、报告和分析数据;可以通过缓存和使用能够显示相同数据的多种视图的多维数据集,对数据进行优化,以获得多种分析类型,包括趋势分析。这种灵活性减少了系统在数据收集活动中的开销,所有分析和报表都可以为决策层提供丰富的基础信息。

5 系统接口和拓展能力

作为一个综合性管理平台,制造数据中心还需要和众多系统进行集成。

制造数据中心给企业带来的收益

从企业领导和各管理层的角度,可以获得完整、准确、及时的发动机工程数据的统计和分析,为各级决策提供可靠的数据支持。从各业务部门实际业务的角度,可以获得发动机全生命周期完整的工程数据,了解所有技术状态历史,并能够方便快捷地进行搜索和质量跟踪;各种问题可以更加方便地向设计部门反馈,不断

改善下一代产品质量。从客户的角度,各种质量问题能够得到快速、详细的问题反馈,能够得到优质的服务和更高质量的产品。

应用案例

国内某航空发动机制造企业已经开展了发动机制造数据管理平台建设,构建了制造数据中心总体平台架构和数据管理逻辑,初步形成了基于台份实物BOM发动机制造工程数据管理的能力,为业务高效开展和管理层决策提供了方便手段和数据依据。

通过搭建制造数据中心,将形成一个单一数据源、统一架构的、覆盖发动机全生命周期的工程制造数据管理平台,实现真正意义上的发动机全生命周期技术状态控制。

基于实做BOM,可查看其完整的实物零部件组成,包括实物整机、装配、零件,甚至毛坯、毛料、原材料。基于实做BOM,每个实物零部件的制造过程数据与之关联。实做制造过程数据围绕制造流来管理。实物BOM可关联至其对应的设计数据、工艺数据,从而在制造过程或问题处理时,快速查看其设计、工艺数据。图1所示为实物BOM界面。

(2)实物BOM技术状态管理。制造数据中心系统基于实物BOM记录发动机所有相关实物的技术状态,包括发动机从整机到部件、零件、毛坯、以及外购件的技术状态。对在制造、装配、试车检验、产品提交、用户使用等各阶段产生的技术状态变更进行记录,保证系统中实物技术状态信息

素的影响,最终制造完成的实物结构组成可能会与工艺BOM结构不同。对实物BOM与工艺BOM不匹配的情况,系统中通过偏离来管理。当实物BOM发生偏离时,在实物BOM中以特殊的图标来标识。

(3)服务基础数据建立与管理。制造数据中心系统发送台份产品交付的实物状态信息给MRO系统,并从MRO系统获取台份产品维护服务后更新的实物状态信息。台份产品交付的实物状态信息主要是台份的实物BOM(As-Built)信息,包含实物BOM结构、实物管理的后勤信息(是否追溯、批次或序列号追溯等),实物零组件的序列号、寿命等信息;MRO系统需要参考查询的各种工程图纸和工艺技术文档不传递,而直接在制造数据中心系统中查阅。台份产品维护后的实物状态信息,主要是以维护BOM(As-Maintained)为核心的台份维护数据信息,包括维修后实物BOM结构,实物零组件的序列号、寿命等信息,整机或零组件拆装记录、检验记录、失效分析及排查措施等^[2]。

结束语

制造数据中心能够给企业管理层提供决策支持,能帮助了解企业的整体全貌。看到制造数据中心提供的经过整理统计归纳的数据后,企业管理者根据管理经验就可以发现发动机生产过程中的问题、困难或成功因素,然后可以不断追溯数据,直到确定到最具体细节上,从而能够不断提升航空发动机制造过程的管理水平,最终大大提高发动机产品的质量。

参考文献

[1] 钟诗胜.数据仓库简介.国防制造技术,2010,6(3):21-23.
 [2] 钟诗胜,付旭云,丁刚.面向航空公司的发动机维修数据管理模型.计算机集成制造系统,2010,16(5):1096-1102.

(责编 良辰)

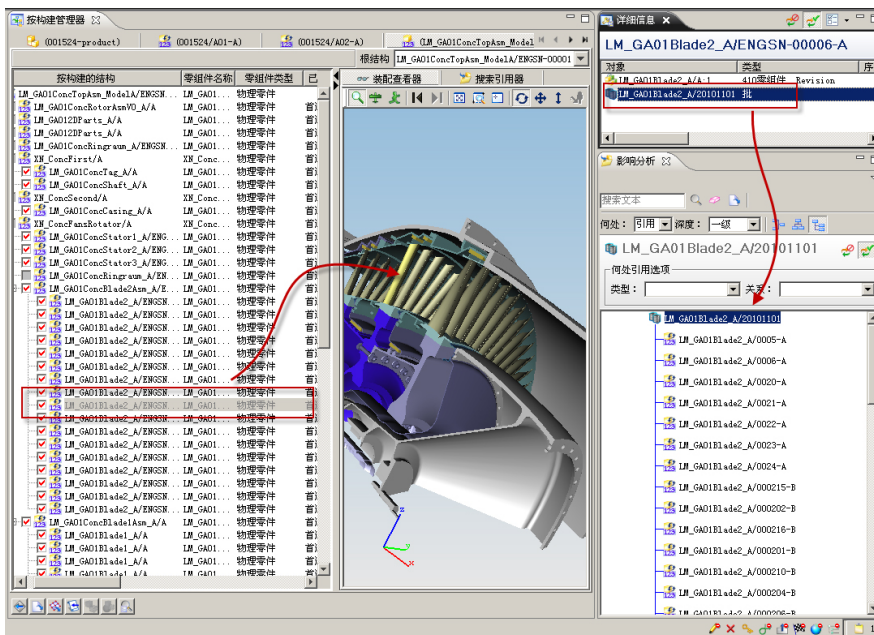


图1 实物BOM界面

企业级发动机型号工程制造数据中心统一管理发动机型号工程的制造数据,支持联合设计制造过程中的信息传递和管理。主要包括:

(1)实做BOM管理。制造数据中心通过系统接口接收到ERP、MES的实物制造数据后,最终形成完整的实做BOM。该实做BOM描述了实做发动机总装完成时的组成状态。

与发动机实际状态的一致。制造数据中心通过版本、偏离、特征参数等来管理实物技术状态,通过服务事件、更改管理控制技术状态的变化,并通过流程记录其审核过程。发动机台份的追溯信息、制造数据及检验检测数据及其状态由IQS、MES等生产管理系统管理,通过系统集成接口将其传到制造数据中心管理。由于生产中诸多因