

基于军机全寿命周期 BOM 的质量信息数据库模型^{*}

Quality Information Database Model Based on Military Aircraft Life-Cycle BOM

西北工业大学管理学院 李 强 梁工谦

[摘要] 针对军机制造过程越来越精细,质量要求越来越高,研究了军机全寿命周期制造过程中产生的各种 BOM 及 BOM 之间的关系;建立了质量信息数据库模型,并提出了军机架次质量信息数据库模板,对质量信息进行了有效的集成和共享,增强了对数据的传递性、完整性和准确性;为保证军机制造质量奠定基础。

关键词: 全寿命周期 物料清单 质量信息数据库

[ABSTRACT] With regard to the noticeable increase in its qualification requirements, the relationship between BOM and BOM which is resulted from the manufacturing process during life cycle of military aircraft is studied, a quality information database model is established, by which the quality information could be effectively integrated and shared, the quality information database template can enhance transmission of data, completeness and accuracy and build the foundation for the quality issues of the military aircraft manufacture.

Keywords: Life cycle BOM Quality information Database

军机从设计到投入使用需经历很长的时间,是一项复杂的系统工程。军机科技含量高、外形设计要求严格、零部件数量庞大,且在试制期间更改频繁,因此军机在制造过程中对数据管理的要求非常高。军机在全寿命周期制造过程中产生的各种 BOM(Bill of Material)是质量测评和管理研究十分重要的信息载体,不仅对数据进行了有效的集成和共享,且提高了数据的传递性、完整性和准确性。所以,组织和管理军机全寿命周期中的各种物料清单,能使制造质量信息的提取更为合理有序,有利于对质量问题的原因追踪查询、分析,实现军机从机件,零件,组件,部件及整机装配全过程的跟踪管理^[1]。

1 军机全寿命周期中的各种 BOM

物料清单(Bill of Material, BOM)又称产品结构文

件,是企业制造集成系统信息共享的关键集成数据之一。产品的设计生产过程中实际上都是围绕着物料清单展开的,它不仅是所有元件的清单,而且还反映了产品项目层次及制成最终产品到各个阶段的先后顺序^[2]。质量信息来源于产品的整个生命周期(设计、制造、销售、服务、回收等)活动过程,且呈现为信息量大、复杂、动态、多参数等特点^[3]。在军机全寿命周期生产过程中,不同的部门为不同的目的而创建、设计不同的 BOM。下面从面向军机全寿命周期的角度分析各 BOM 的产生及关系。

(1)设计 BOM (Engineering BOM, EBOM)。

设计 BOM 是由设计人员在获得军方需求信息的基础上,利用各种设计工具从不同的方面对军机设计的过程。通常由 CAD 自动生成 EBOM,同时借助 PDM 管理军机设计数据。

(2)工艺 BOM (Process Planning BOM, PPBOM)。

工艺 BOM 是工艺工程师在 EBOM 的基础上设计出来的。工艺工程师根据生产能力、工艺装备特点制定工艺计划、装配流程,同时确定自制零部件的加工设备、工装夹具、刀具等辅助工艺信息。通常由 CAPP 自动生成 PPBOM。设计 BOM、工艺 BOM 是各种 BOM 的基础。

(3)制造 BOM (Manufacturing BOM, MBOM)。

制造 BOM 是由制作部门根据 EBOM 和 PPBOM 的要求组织和管理生产所需的零部件。而对于 MBOM 的生成,由于工艺到制造过程是一个付之于实践的过程,中间变得经验化、模糊化、复杂化,这就决定 MBOM 生成一般是通过手动来完成的。

(4)采购 BOM (Buying BOM, BBOM)。

采购 BOM 是采购部门根据 EBOM 中的外购件、外协件以及 MBOM 中的自制件的物料清单及库存水平来制定的,由外购件 BOM、外协件 BOM、自制件 BOM 以及库存 BOM 组成。

(5)客户 BOM (Customer BOM, CBOM)。

客户 BOM 是由市场营销部门编制。在我国,军机制造方的市场营销部门由市场部(Market)、销售部(Sale)、服务部(Service)3部分组成。客户 BOM 则主要是由服务部根据保障维修明细单、定期修检报告等编

^{*} 航空科学基金(2007ZG53078)项目资助。

制的。通过客户 BOM 可以反映诸多的质量信息。比如,哪几类军机质量常出问题,哪些零部件容易坏等,把这些信息通过信息反馈系统及时反馈到上游的设计、工艺、制造部门,设计、工艺、制造部门的有关人员对其存在的问题进行深入的分析研究,找出其根本原因,改变设计参数,提高面向军方使用要求设计。客户 BOM 是构成质量 BOM 的重要来源,现实中大多数企业却忽视了这一方面的信息,没有充分加以利用。

(6) 质量 BOM (Quality BOM, QBOM)。

质量 BOM 由 2 部分构成。一方面是由 MBOM 转换而来,即直接将生产过程中的质量信息传递到质量 BOM,间接地将设计 BOM、工艺 BOM 中的信息传递到质量 BOM;另一方面则是客户 BOM 反馈到质量 BOM 中。质量 BOM 中的各种质量信息又及时反馈到设计、工艺、制造部门,整个过程是一个闭环的系统。

上述各种 BOM 的产生和使用与军机全寿命周期的开发制造密切相关。在设计阶段,军机的相关设计信息存储于设计 BOM 中;工艺 BOM 是在设计 BOM 的基础上编制的;生产制作部门根据设计 BOM 和工艺 BOM 来确实制造 BOM,同时采购部门根据制造 BOM 来确定原料采购的种类、数量以及库存水平和交货期等,从而编制采购 BOM;而质量 BOM 则是在这个设计生产使用过程中,涉及到质量问题,就应该按不同分类记录到质量 BOM 中,这就形成 EQBOM、PQBOM、MQBOM、BQBOM 和 CQBOM 等。在全寿命周期军机制造过程中涉及的各种面向质量的设计 BOM 见图 1,基于 QBOM 集成的产品全质量管理,通过建立以产品质量信息为载体的 QBOM 体系,使得产品形成过程中的各种质量数据得以完整、准确的共享^[4]。

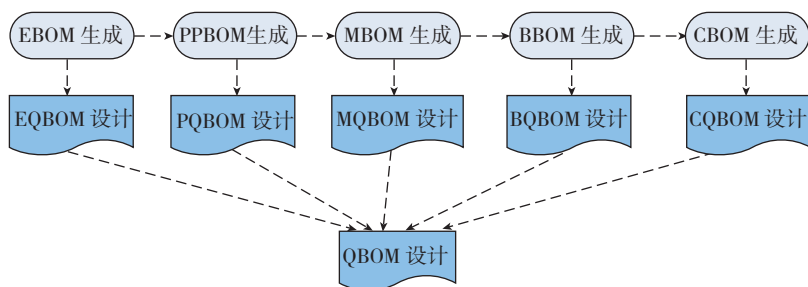


图1 面向质量的设计BOM
Fig.1 Quality-oriented EBOM

2 军机质量信息数据库模型

军机质量信息数据库是存储在一起的有关军机质量数据的集合。这些数据不仅结构化、冗余少,并为多个部门服务;而且数据的存储独立于使用它的程序,对

数据库插入新数据,修改和检索原有数据均能按可控制的方式进行。

2.1 建立军机质量信息数据库模型

由于军机单位价值高,研制周期长,一旦试飞失败,就会造成很大的损失。这就要在军机设计、工艺、制造各个环节严格把关。本课题提出的质量信息数据模型见图 2,不仅在军机设计、工艺、制造严把质量关,而且把军机在试飞使用过程中产生的各种质量信息及时反馈到各个部门,使其他部门做出快速调整,减少不必要浪费,从而提高军机的质量;在这个全寿命周期过程中产生各种关于质量的信息存储到一个数据库里,最终形成质量信息数据库 (Quality Information Database, QIDB),便于对质量问题的原因追踪查询、分析,为以后决策支持提供依据。

设计部门根据军方的要求,利用各种设计工具进行产品设计,并运用各种质量保证如 QFD、稳健设计等从不同的侧面对产品设计提出要求和解决策略。产品的设计完成后通过 CAD、CAPP 自动生成 EBOM 和 PPBOM。由于初始 BOM 和导出 BOM 之间存在某种映射关系^[5],因此,可以由 EBOM 和 PPBOM 导出 MBOM,转化映射函数如下:

$$MBOM = f_1(EBOM, PPBOM), \quad (1)$$

其中,函数 f_1 是 EBOM 和 PPBOM 到 MBOM 的映射函数。文献 [6] 中详细介绍了由 EBOM 和 PPBOM 生成 MBOM 的方法。

QBOM 是由前向 MBOM 和后向 CBOM 建立起来的,即 MBOM 直接将生产过程中的制造质量信息传递到 QBOM,间接地将设计 BOM 和工艺 BOM 的质量信息传递到 QBOM 中,这是 QBOM 的一种组织形式;另一种组织形式则是在试飞使用过程中,对质量信息的逆向反馈而形成的,即 CBOM 传递到 QBOM 中。由于 MBOM 与 CBOM 和 QBOM 之间存在某种映射关系,因此,可以由 MBOM 和 CBOM 导出 QBOM,转化映射函数如下:

$$QBOM = f_2(MBOM, CBOM), \quad (2)$$

其中,函数 f_2 是 MBOM 和 CBOM 到 QBOM 的映射函数。

导出的制造 BOM 和质量 BOM 从制造质量的角度逆向来检验产品的设计,对超出工艺能力、制造能力和装配水平的设计向产品设计部门提出反馈意见,以便于设计部门修改产品的设计数据,提高面向制造质量的设计水平。同时,利用设计 BOM、工艺 BOM、制造 BOM、客户 BOM 中获取的制造质量信息形成面向制造质量设计的质量信息数据库,为

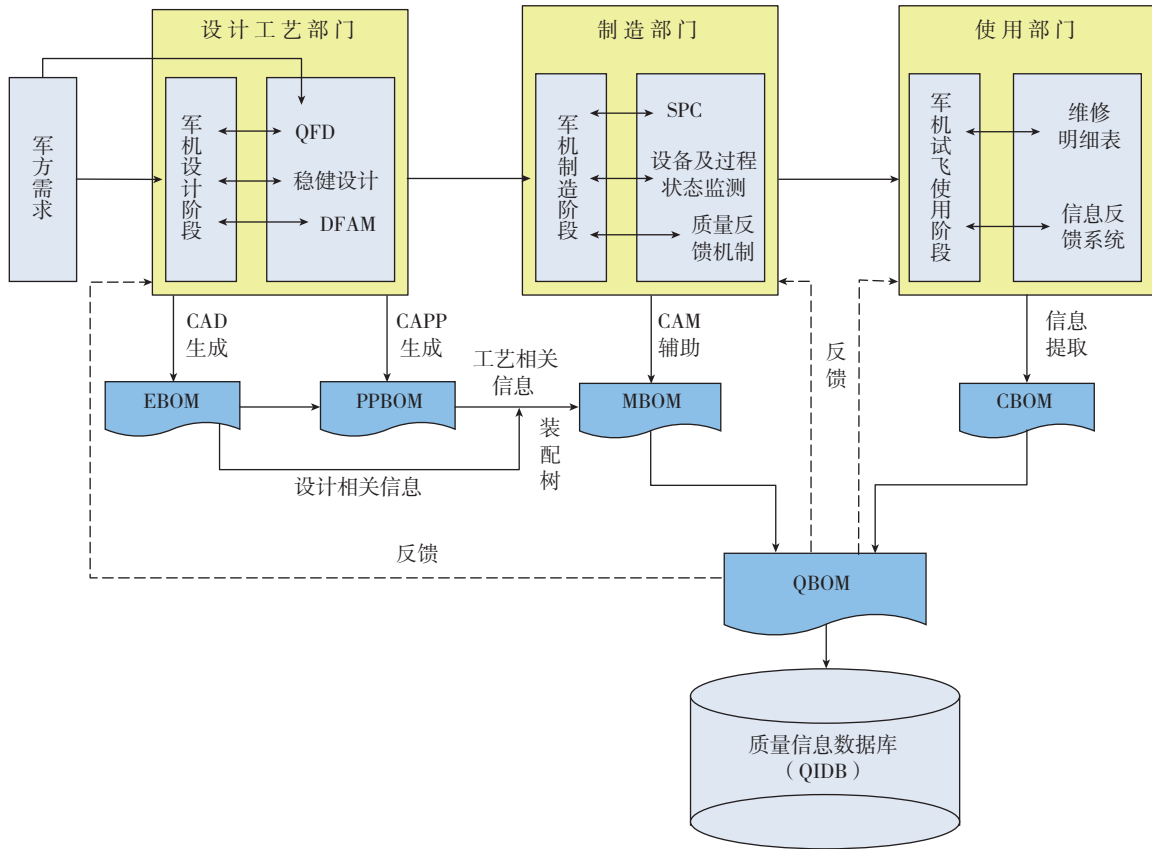


图2 质量信息数据模型
Fig.2 Model of quality information data

设计决策提供支持。

在实际中,企业收集了大量的军方信息,尤其是质量信息;但他们忽视了这些信息的价值,没有充分的挖掘,这对于企业提高质量有较大影响。因此,企业应该把收集到的信息进行统一管理、共享,并进行有效分析和处理,从而对军方进行深度的挖掘,达到知识管理,并为企业经营决策提供依据。

2.2 军机质量信息数据库模板视图

质量信息数据库模型系统地研究了各种 BOM 的相互转换关系,最后把关于质量的信息都放在数据库中。这只适用于批次管理,是一种粗放型的管理;要达到架次管理,就必须对每一架军机的各个部分、各个零件、段件、组件建立一个系统数据库,使每一架军机在整个寿命周期内,都可以跟踪这架军机及其所有组成零部件的质量信息,从而达到精细化的管理。

本课题给出了军机架次质量信息数据库模板视图,见图3。它包括静态质量数据库和动态质量数据库。静态质量数据库主要包括经常查看、适用的数据信息,比如标准化信息、产品和零件装配和检测方法信息等,这些主要是描述性的信息。动态质量数据库则主要包括更改记录、库存状况以及采购状况,大多数都是围绕

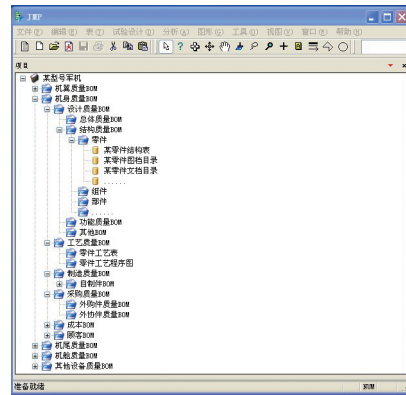


图3 军机架次质量信息数据库模板
Fig.3 Template of quality information database for military aircraft

着制造过程产生的,而且随着工序累加不断增加;动态质量数据经过处理应形成面向与 QFD 集成信息、面向制造质量控制信息、设计决策支持信息 3 方面的质量信息^[7]。

下面以军机轴套和隔套为例来具体说明各视图的转换过程。在产品的制造过程中,生产质量数据采集往往是针对单个零件进行的^[8]。当点击军机质量数据库中零件轴套和隔套标准工艺表时,就会弹出 1 个关于军

机轴套和隔套工艺表,具体视图见图4。其中工序代码用来表示工序加工内容所属的工种,如车、铣、刨、磨等,再加上因具体加工内容不同而设计的序号,如010,020,……,099等。例如表中车削-03即为车削加工中的第三类工序,其具体视图见图5。

当工艺设计完成以后,再对每一工序有关的工艺参

工序序号	工序代码	内容简介
010	车削-01	按表头规定材料
020	标记-02	作金属标记
030	检验-06	检查标记
040	车削-03	车
050	开磨-02	磨外圆有关部分
060	抛光-01	手工去毛刺
070	防护-05	镀铬防锈
080	标记-07	标记金属标签
090	标记-01	标记性装配与标签
100	检验-05	检验硬度
110	检验-09	关键零件 100%检验

图4 军机轴套和隔套件标准工艺表

Fig.4 Standard process table of axle sleeve and seal for military aircraft

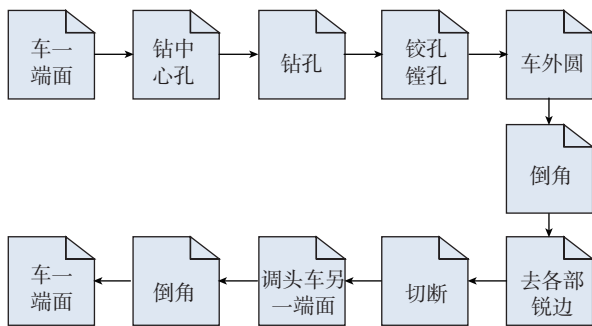


图5 车削加工工序流程

Fig.5 Process flow diagram of turning

数进行选择 and 计算,如加工余量、切削用量等,就可按一定的格式输出工艺设计结果。

质量信息数据库模型系统地研究了各种 BOM 的相互转换映射模式,有效地集成了各种质量信息,增强了质量信息的传递性、完整性和一致性;有利于故障统计分析、可靠性统计分析,为持续地改进军机质量、提升军机性能提供理论依据。

2.3 军机质量信息数据库模型优点

通过质量信息数据库各个视图转换,该模型主要优点体现在以下几点。

(1) 提高了质量信息的有效传递和集中管理。

在军机制造过程中产生的各种 BOM,对质量信息集中管理,能够进行有效的并发控制和故障恢复,保证了质量信息的安全性、完整性和一致性;同时,通过各种 BOM 的转换,提高了质量信息的有效传递,即当 1 条记录或 1 个参数被修改后,其他部门也能够及时地

了解并迅速做出相应的调整,为保证军机制造质量奠定基础。

(2) 实现了质量管理由批次管理向架次管理的跳跃。

基于数据库军机架次质量管理模型,具体到了每架军机的每个零件设计、制造质量状况,达到了精益生产。通过利用数据库中的相关的故障信息,对军机进行快速系统的查询,从而形成有效的架次管理。

(3) 为数据挖掘提供很好的平台,提高质量管理的效率。

质量数据库收集了大量的质量信息,通过各种先进的信息技术和数理统计方法挖掘质量数据库中未知的、隐含的、有潜在价值的信息,提供给质量管理者,帮助质量管理者做出及时的、正确的质量管理方案。

3 结论

基于全寿命周期与 BOM 的军机制造质量测评与管理研究,充分地把军机质量信息细化到各个阶段各个部门的 BOM 中,对质量信息进行了有效的集成和共享,提高了数据的传递性、完整性和准确性。此外,军机的制造过程是一个对现有质量信息综合分析的基础上进行再创造再制造的过程,本课题建立的质量数据库模型,就是人对现有的质量信息分析挖掘的过程,充分发挥了人的主观能动性,有利于质量不断改进和创新;同时,该模型实现了军机由批次管理到架次管理跳跃,即对每架军机进行单独设计、单独管理,有利于对质量问题单独跟踪查询,对缩短军机制造周期、降低制造成本、增强我国军机的快速研制有重大意义。

参考文献

- [1] 赵嵩正,殷茗.基于.NET的特大型飞机质量评估系统的设计与实现.航空学报,2005,25(90): 2155-2158.
- [2] 陈秋荣,马士华.生产与运作管理.北京:高等教育出版社,1999: 240-243.
- [3] 王毅,陈庆新.基于模具企业全质量管理系统的信息集成和功能设计.制造业自动化,2009,31(6): 47-49.
- [4] 曾鹏飞,牛学敏.面向车间任务型生产的产品质量信息管理.沈阳理工大学学报,2009,28(4): 52-55.
- [5] 刘晓冰,黄学文.面向产品全生命周期的XBOM研究.计算机集成制造系统,2002,8(12): 983-987.
- [6] 刘明周,任兰.面向产品的制造品质BOM生成方法.制造业自动化,2004(2): 764-768.
- [7] 同淑荣,彭炎午.面向QFD的制造质量控制信息.西北工业大学学报,2005,23(4): 508-511.
- [8] 高文俊,王海龙,王冰冰,等.航天产品制造过程质量管理系统的研究.航天制造技术,2007(5): 43-47.

(责编 良辰)