

基于离散型航空制造业 ABOM 数据分析

Surface Extension Technology and Its Application

中航工业西安航空动力控制有限责任公司 雷焕丽 阎红 呼延刚毅 董会波
西安微电子技术研究所 苑绍磊

[摘要] 针对航空发动机燃油控制系统装配 BOM 数据结构化程度低及数据离散分布等问题,分析了燃油控制系统装配 BOM 的类型及特点,提出了基于 PDM 系统进行装配 BOM 数据管理的结构化定义模型。从数据构建、流程管理、IT 技术应用等方面提出了有效 ABOM 准确率的措施,希望能给我们企业自身 ABOM 数据的管理提升提供参考。

关键词: 离散 BOM ABOM 虚拟件

[ABSTRACT] Aero engine fuel control system assembly technics foundation data is low degree of structure and data is discrete distributed. In order to deal with these problems, fuel control system assembly BOM data type and features is analyzed. Structure definition model of assembly BOM data management based on PDM system. Aspect built from data, process management, IT technology application proposes effective measures to build assembly ABOM accuracy rate, we hope to give their own assembly ABOM data management to enhance the reference.

Keywords: Discrete BOM ABOM Virtual part

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.21.077

随着航空制造企业信息化技术的深入,我们对工艺信息的产生、流动、共享等的管理和维护提出了更高的要求。BOM (Bill of Material)作为传递工艺信息的载体被国内外各航空制造企业采用,作为企业技术工作和生产活动的技术基础和企业生产技术工作的法规、依据,有效指导和协调着各部门的工作,在完成生产任务、确保产品质量、提高总体效益以及促进技术发展等方面起着关键作用,良好的 BOM 管理能给企业带来长久可持续发展的动力。

目前,虽已有学者对树形 BOM 的流程化建模展开研究,并取得了一定的理论成果。但这些研究是以设计 BOM 为出发点,其研究缺乏针对性,使得其成果难以在实际中得到应用。文中结合航空制造业现状及调研走访同行多个企业开展 BOM 数据整理和维护,特别是数据规范化工作中所表现出来的难点,提出了作为产品数据末端 ----- 装配 BOM 数据的规范化研究。以装配型生产为研究对象,装配 BOM 为基础,构建了一种适用

于 ERP 系统需求的装配 BOM 数据模型方法。一方面,从产品装配工艺设计初期出发,到产品总成,明确了装配 BOM 数据研究对象的范畴;另一方面,从产品信息流出发,以设计信息为源头,明确装配 BOM 数据产生的过程。

1 国内航空制造业 BOM 数据的现状

随着工信部推进两化深度融合,也迫使我们航空制造业信息化建设进程不断深入,越来越多的企业不再局限于一个部门、车间或分厂的信息化管理如制造执行系统(MES)、试验数据管理系统(TDM)、采购管理系统等,伴随着企业资源规划(ERP)和产品数据管理(PDM)等公司级别信息系统的引入,一个多系统集成、多部门参与、多视图融合的基础数据需求逐渐显现出来(见图 1)。而物料清单 BOM 数据在实际应用时,可以是被计算机高效识别的产品数据文件,是产品中重要数据在整个寿命周期中相互传递信息的载体。构建有效的产品数据管理系统离不开物料清单的支持。同时,产品数据管理系统也对各个阶段的物料清单提供了管理平台,并贯穿于产品的设计、制造、装配和试验,直至使用维护和报废的寿命周期,而且不同阶段有不同的物料清单。

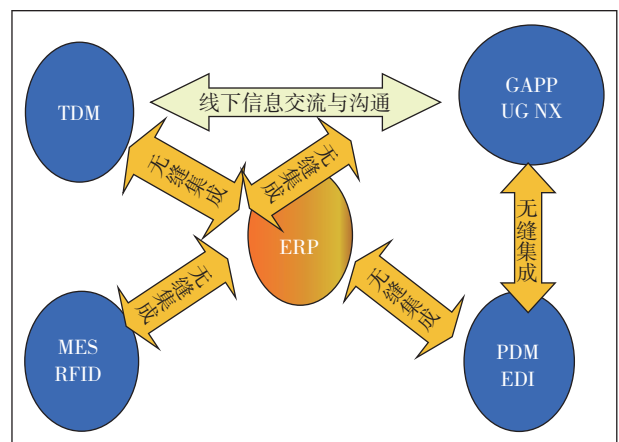


图1 基于多系统全面集成的装配基础数据信息架构
Fig.1 Frame of assembly foundation date based on multiple system intergrated fully

由于航空工业的历史原因,人为的造成部分产品的研制、生产呈现出参研、参制单位之间“厂所分离”、“一

厂多所”、“一所多厂”的格局,使得基础数据不可避免的出现设计属性与制造属性不连贯,属性的设计纬度和制造维度不一致问题,影响到系统的正常运行问题日益凸显。

BOM 表达的是产品的结构或装配视图,是一种以产品为中心的建模方法。航空制造企业 BOM 管理领域虽然具体实现形式多样,根据企业不同的业务管理流程有不同的管理模式,并没有实现完全统一,但其中涉及工艺规划设计过程的一般只有 3 类: EBOM、PBOM、MBOM。根据《HB7802 BOM 通用要求》中的内容,其定义如下:

设计 BOM (Engineering BOM, EBOM): 包含按设计要求划分而成的结构和各零部件组成的组成关系,反应产品的属性和零件间设计关系的物料清单。EBOM 是企业产品设计部门用来组织和管理构成某种产品所需的零部件物料清单。产品设计人员根据客户需求或者设计要求进行产品设计,在产品设计工程师完成产品设计后,设计 BOM 从设计图纸提取相关数据,包括: 产品名称、产品结构、零部件版本和有效性、物料明细等。

工艺 BOM (Process Bill of Material, PBOM): 包含 EBOM 的部分属性信息,工艺组件和零组件工艺分工路线等工艺信息,反映生产交付顺序的物料清单。工艺 BOM 是企业的工艺设计部门用来组织和管理生产某种产品及相关零部件的工艺文件,它是工艺部门在设计 BOM 的基础上,根据企业工艺装备特点,编制产品的装配件、零部件和最终产品的制造方法。PBOM 可能修改 EBOM 中定义的零部件装配顺序,同时可能因为工艺需要添加工艺虚拟件。PBOM 以制造零件为项目,包含制造零件的车间流转信息及工艺分工信息,不包含产品件及标准件信息。

制造 BOM (Manufacturing BOM, MBOM): 包含产品所有的装配、制造零组件,反映工艺装配关系,并说明配套来源的分层次的物料清单。是企业生产制造部门用来组织和管理在实际的制造和生产管理过程中生产某种产品所需的零部件物料清单。MBOM 主要根据 EBOM 信息,结合 PBOM 中对 EBOM 的修改信息以及零部件的工艺信息,决定零部件之间的装配关系和装配数量以及零部件和最终产品的制造流程及方法,MBOM 在 MPR II /ERP 中起着相当重要的作用。

任何企业实施或上线任何先进信息管理系统来辅助企业“各种活动或业务流程的管理”,必须结合企业自身实际状况与需求进行业务流程的重新梳理与系统设计,包括基础数据准备。对于 ERP 系统,整个核心就是各类 BOM 数据的准备与系统运算处理。

国内大部分中小型企业(制造企业)编制 BOM 都停

留在产品设计人员手工操作阶段,主要存在以下问题: 各部门之间 BOM 工作脱节,业务流程管理不够规范,产品数据基础非常薄弱。

对于我们厂所合一的企业来讲,最终数据是以产品的成台配套为核算依据,装配属于企业制造的末端,又是最重要的一个环节,但装配又不能完全按照制造加工的模式流程进行生产,装配有自己独特的生产模式与流程。企业在实施 ERP 系统之初,经过与实施顾问的多番沟通与方案论证之后,没有按照已有的 BOM 构建模式进行数据整理,而是结合企业本身的数据现状与生产管理现状,将制造阶段的 BOM 数据分割为两个阶段即制造 BOM 与装配 BOM。直接将航标中规定的 PBOM 与 MBOM 所包含的信息属性合二为一为 MBOM 进行企业 MBOM 数据构建,装配 BOM 作为产品成品配套与出库。因此,装配 BOM 即 ABOM (Assembly Bom, ABOM)就此诞生。

装配 BOM 由生产单位的装配人员从制造装配的角度来对工艺 BOM 进行调整得到。目前,大部分生产单位没有将装配 BOM 在信息系统中进行结构化管理,配套明细表也都是纸质文档,由手工编辑创建。作为 ERP 的数据源,装配 BOM 是物料资源计划(ERP)计算和成本核算的基础和依据。

针对这种现状,尝试从系统工程的视角,对装配 BOM 数据作为设计数据的延伸,尝试以 ERP^[1]对末端数据的需求出发,依照总装作为数据流末端的供给者,追溯至源头数据的提供者: 跨越从设计研发开始到制造这个冗长的制造信息供应链条中,分析装配 BOM 对源头数据的重复调用与结构规律,以期解决航空制造业面临的装配 BOM 数据离散式分布存储导致的提取过程日益复杂化的矛盾。

2 BOM 基础数据的意义

基础数据(Foundation Data)是针对零件或产品对象本身具有的属性、信息、特征的描述和表达的数据。基础数据与元数据(Meta Data)、主数据(Master Data)不同,其针对的是具体的对象,但又与对象所处的业务环节、应用系统无关。对其所赋予的各类信息的后续应用通过不同的业务场景进行数据筛选而实现。BOM 基础数据作为各种信息系统中信息的基本单位和信息的显性承载形式,其重要性受到越来越多的单位所关注。在企业业务运行的各个不同阶段,不同的部门将产生不同形式的 BOM,而 BOM 之间又存在互相依赖关系。如何对其进行有效地管理一直是企业非常关心的问题。

一个具有良好结构的装配 BOM 最重要的是能清晰的表达企业产品的装配层次结构,并方便企业在各业务

系统中管理和应用。

根据企业产品自身生产制造特点,梳理对自身企业利用价值比较大的是 ABOM (Assemble bill of material) 数据,同时也是构建其他 BOM 数据类型中结构最复杂的基础数据,需综合考虑产品在形成过程中的所有消耗,实际的产成品成本、生产计划完全依赖于 ABOM 数据的准确性与完整性, ABOM 数据作为 ERP 系统中产品配套、出库的最重要基础数据,其组织格式设计和合理与否直接影响到各系统的处理性能。因此,根据实际的使用环境,灵活地设计合理且有效的 ABOM 是十分重要的。

3 ABOM 数据分析

ABOM 以 EBOM 作为基础数据,是以 EBOM 作为基础数据内容,在 EBOM 结构基础上形成具有装配结构关系和实现装配过程的物料清单,包括装配配套明细、二次必换件明细、随机备件明细和包装箱等信息,称为装配 ABOM。

3.1 ABOM 数据形成过程

基础数据主要是以成台产品 ABOM 作为 ERP 数据的核心,它管理与产品相关的“信息”(ERP)和“过程”(CAD/CAPP/UG NX)技术,是过程技术向信息转化、信息向过程技术转化的重要中间过程。装配 BOM 包含五类装配虚拟件需在 ERP 系统中处理,即:随机备件、二次必换件、选配件、部件、小组件。需要在系统中设计虚拟件的数据结构,再开发相应的程序进行处理,同时研究复杂的配套库存计算算法,实现零组件的配套出库系统计算。

通过分析,涉及 ABOM 虚拟件的处理、多版本、状态及有效性管理,此过程是相当复杂。尤其技术状态的临时变更将导致 ABOM 数据不断更新与维护而产生的动态数据,必须确保产品技术状态信息正确。

3.2 各 BOM 的转换关系

ABOM 是以 EBOM 作为源数据、依据工艺 MBOM 的分工路线为指导,从而进行 ABOM 的构建,通过预留接口达到无缝导入公司 ERP 系统,实现基础数据共享(见图 2)。

3.3 ABOM 构建难点分析与解决方案

根据梳理的基础数据信息传递方向,确立构建的主要技术难点:一是基于 PDM 系统下 ABOM 的构建规则;二是 ERP 和 PDM 系统 ABOM 数据的属性差异;

原因分析:(1)EBOM 的构建规则^[2]与特点差异性比较大,研究 ABOM 的构建规则必须结合 EBOM 的构建特点,寻找二者的结构差异,方能进行 ABOM 数据创建;(2)ABOM 构建过程虚拟件的设置;(3)企业 TC 升

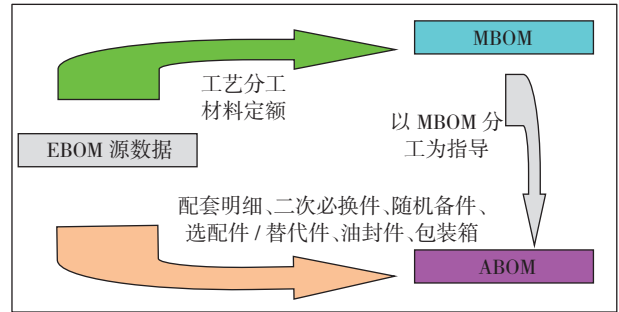


图2 EBOM、MBOM、ABOM的转换关系
Fig.2 Conversion of EBOM, MBOM, ABOM

级过程, PDM 系统 ABOM 数据的定期维护、清理、更新 PDM 系统 ABOM 数据库数据迁移问题。

解决方案如下:

(1)通过梳理 ABOM 构建范围,研究 EBOM 的构建特点,寻求与 ABOM 异同点,定制 ABOM 的构建规则,实现对唯一数据源 EBOM 的直接引用,降低人工参与编辑与更改错误,如图 3、图 4 所示。

确定好哪些属性是 ERP 和 PDM 的共有属性后,才能做同步更改, BOM 作为 PDM 和 ERP 的系统集成的关键,是产品结构和产品数据管理的核心,分析了 PDM 和 ERP 两系统的 BOM,研究集成中的 BOM 和 EBOM、PBOM 的数据结构,给出 PDM 和 ERP 集成的两个共有属性。

(2)ABOM 中虚拟件的定义。

虚拟件的原始定义:是指在实际制造过程中并不形成的物料,作为一种过渡件处理。为处理设计图纸和实际制造工艺之间的差异,如图 5 所示, P 则为设计设置

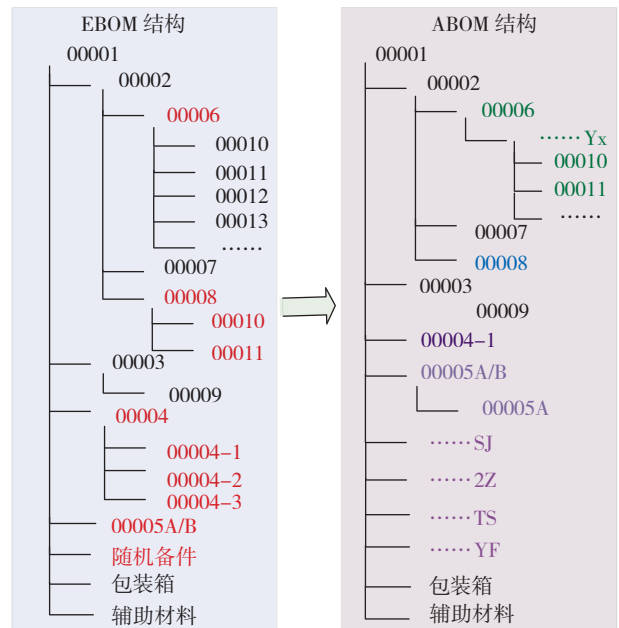


图3 产品EBOM To ABOM的结构变化
Fig.3 Structure transformation from EBOM to ABOM

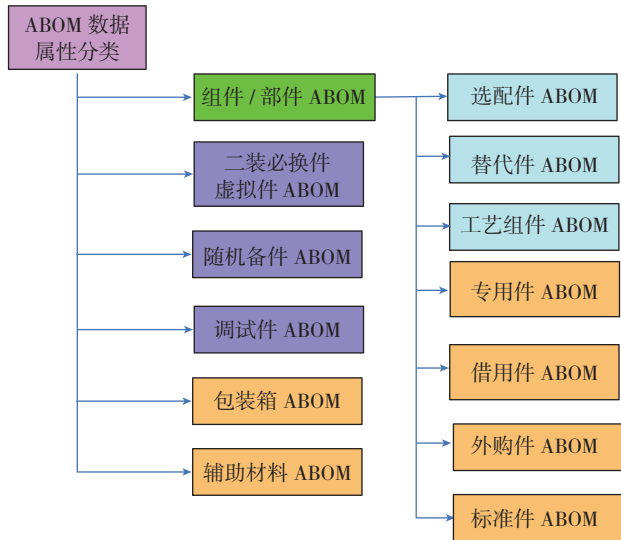


图4 ABOM数据模型
Fig.4 Data model of ABOM

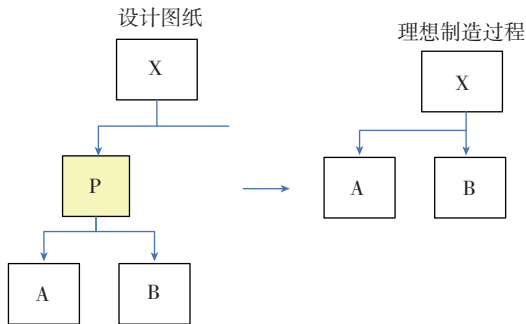


图5 原始虚拟件的定义
Fig.5 Definition of virtual part

的设计虚拟件,这种类型的虚拟件提前期为零,一般无须存储,只有虚拟件下属的子件才有出入库事物。这类虚拟件的设置通常出现在设计图纸上,但却不出现在实际加工过程中的组件。通常分为3种情况。

虚拟件的衍伸含义:是指为适应实际物流过程需要,建立物料清单经常用到的一种说明产品结构的形式,它可以出现在产品结构的任意一层,在工程设计、制造过程、物流过程通过定义物料类型来标识。

• 作为一组物料的代表。

作为一组物料的代表虚拟件可用来代表规格和数量完全相同的一组物料,如二装必换件*** (2Z)、随机备件*** (SJ)。

• 一组可选件的统称。

一组可选件的统称在模块化产品结构中,具有一系列可选物料的基本组件(特征件),也具有虚拟件的性质。代表的是一组必选其一的物料,是一个没有具体化的抽象的物料,可以出现在BOM的任何一层出现。

• 装配虚拟件。

装配虚拟件是装配过程中实际不存在但需要展开

存在的各类零组件信息数据,装配过程中包含6类装配虚拟件在ERP系统中的处理,即:二次必换件、油封件、选配件/替代件、部件、小组件、随机备件等,如图6所示。

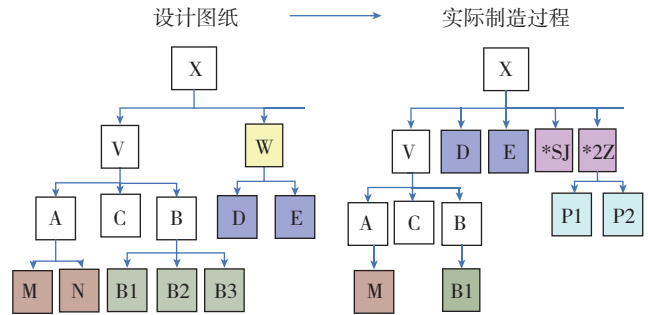


图6 实际制造过程虚拟件的定义
Fig.6 Definition of virtual parts manufacturing process

注1:物理虚拟件如图中*2Z、*SJ,真实存在,需要配套出库的零组件;注2:逻辑虚拟件如图中V、A、B、W等,只表示一种逻辑或归属关系或者是一组可选件的统称。

图6中,A为替代件通过设置优先级来保证ABOM的配置;B为选配件可以是弹簧、喷嘴、调整件、层板、油嘴、选配类锁紧件等零组件,可以通过优化参数进行初始ABOM配置。

(3)TC升级过程,建立数据备案风险预案,做好ABOM数据迁移准备,基础数据远程备份与管理维护。

4 结束语

文中主要通过对ABOM基础数据相关信息进行系统分析,对在ERP系统建设中ABOM数据做了重点分析与模型构建,明确PDM系统管理的ABOM基础数据结构^[2]。在2014年ERP系统二期实施过程中,形成了企业级别的标准:《基于模型定义产品装配工艺设计规范XXXX-2014》、《ABOM构建和管理要求XXXX-2014》等。为进一步推动设计制造并行协同与一体化奠定了坚实的基础,同时也为基于MBD技术的装配工艺设计全面实现做好了源头数据梳理与预先探索;为后续满足下游用户ERP/MES/TDM/DPM/RFID/EDI等系统对结构化数据的迫切需求做好了集成基础准备。

管理的变革,流程的优化整合是永无止境的,没有最好,只有更好。对于制造企业来说,物料需求总是ERP/MRP II的核心,为系统提供完美、科学的数据结构,将是我们一直努力与探索的方向。

参考文献

[1] 程国卿,吉国力.企业资源计划ERP教程.北京:清华大学出版社,2008:131-133.
[2] 雷宁宇,李文华,王政.工程机械行业PLM&ERP集成下的BOM研究.现代制造工程,2013(8):28.

(责编 宁军)