

飞机制造过程中的 MBOM 实现技术

MBOM Realization Technology in Airplane Manufacturing Process

西北工业大学现代设计与集成制造技术教育部重点实验室 张厚道 许建新 孙树栋 田锡天

[摘要] 根据我国飞机制造企业的实际需求,从分析 MBOM 的形成入手,同时指出 EBOM 是 MBOM 的源头,AO、FO 是 MBOM 的基本特征;然后以此为出发点,提出基于工艺核心制造流程构建 MBOM 技术及其相关管理技术;最后实现面向集成、以 MBOM 为核心的 CAPP 与 ERP 的无缝链接。

关键词: MBOM EBOM AO FO

[ABSTRACT] According to the actual requirements of chinese aircraft manufacturing enterprises, the formation of MBOM is analyzed. It is pointed out that MBOM stems from EBOM, and AO and FO are basic characteristic of MBOM. Based on this point, the concept that MBOM and its related management technology are built based on manufacture process is defined. And the seamless chain of the integration-oriented system between CAPP and ERP can be realized based on MBOM.

Keywords: MBOM EBOM AO FO

在飞机制造过程中,MBOM (Manufacturing Bill of Material) 广泛用于生产计划、工艺分工、质量保证、物料供应、图纸发放以及工时定额、材料定额、产品成本的汇总计算等各个方面,是一种基础性的制造数据共享资源。MBOM 可为 CAD、CAPP、ERP、PDM 等的有机集成及企业集成提供统一有效的数据基础,以满足数据的唯一性、实时性、有效性、安全性等需求。MBOM 的管理是制造数据管理的核心内容,以工艺信息为基础的 MBOM 管理的研究内容包括:设计 BOM (Engineer BOM, EBOM) 向 MBOM 的映射转换,MBOM 的数据组织、管理模式及数据交换接口,MBOM 与工艺、材料、工时、质量数据集成管理的唯一数据源技术等。

目前,很多国内外学者主要针对 BOM 数据不同阶段的转换模式进行技术研究^[1-2],尚未有结合企业工艺数据实际内容动态形成 MBOM 数据的相关研究,更未有针对飞机制造企业的、复杂庞大的 MBOM 数据结构的研究。本文提出了利用工艺核心制造流程构

建 MBOM 的技术,很好地解决了飞机制造企业信息共享程度低、复用性差等问题。

1 飞机 MBOM 的产生

1.1 飞机 MBOM 的概念

MBOM 从英文字面直译为制造物料清单,也可以称之为产品工艺树。MBOM 主要反映在产品装配过程中,指参装件按工艺流程划分的先后安装顺序及其体现的父子关系。飞机 MBOM,即针对飞机制造企业的机型工艺树。

MBOM 反映的是零件与零件之间的制造关系。在工艺 BOM (Process Bill of Material, PBOM) 的基础上,工艺设计人员利用工艺信息系统建立起来的装配工艺、产品装配指令(工序)间的树状层次关系及装配指令(工序)与零部件之间的相互依赖关系(即一道工序将涉及哪些零部件)是形成 MBOM 的原始数据。MBOM 的结构如图 1 所示。

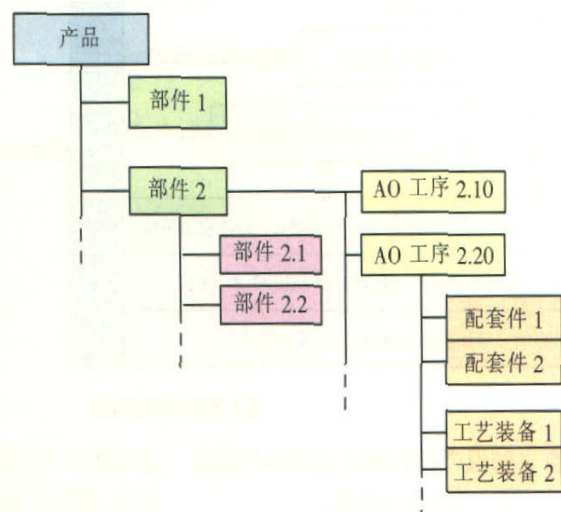


图 1 MBOM 的结构

Fig.1 Structure of MBOM

装配车间在设计好装配工艺后,可从中提取出 MBOM 的完整信息。MBOM 的表现形式为一种树状的数据结构,反映父子关系,支持任意层次的查询、展开和汇总,其对象模型一般包含以下关键属性^[3]:

(1) 工艺层次。它表示零组件实际的制造和装配

顺序,是 EBOM 提供的产品树的异构。工艺层次用阿拉伯数字表示,由 0、1、2……依次增加,其中 0 层表示装配完成的最终产品(飞机),1、2……层表示飞机的各级部组件。

(2) 工艺零组件号/成品号/标准件号。它是 MBOM 的基本管理单位,一般情况下,工艺零组件号与 EBOM 和工程图纸一致,或者是由工艺部门按照工艺构型管理规范定义的工艺零组件/虚拟件号,成品号/标准件号与 EBOM 和工程图相一致。

(3) 工艺零组件/成品/标准件名称。该属性是为了便于使用者查阅而设置的,与工艺零组件号/成品号/标准件号一一对应。

(4) 类别。分为一般件、关键件和重要件。

(5) 原材料牌号。主要用于统计汇总。

(6) 材料尺寸。主要用于统计汇总。

(7) 版次。它指工艺零组件对应的工程图号版次,虚拟工艺组件、成品件和标准件版次不填,“版次”可以反映装机零组件的工程状态。

(8) 装机数量。它表示工艺零组件/成品/标准件在某道工序处的安装数量,“装机数量”主要用于汇总及工程、制造数据一致性核查。

(9) 下一级工程装配图号。指工艺零组件/成品/标准件的装配图图号,该数据项是 EBOM 和 MBOM 数据一致性核查的依据。

(10) 工艺路线。它是工艺零组件/成品的生产供应路线,同时也是生产派工的主要依据。

(11) 安装 AO 号。它指完成工艺零组件/成品/标准件对应的 AO 号,该数据项可派生出装配(AO)树,为生产派工提供方便。

(12) 有效性。表示工艺组件/成品/标准件适用的架次。

(13) 计划投产时间。表示工艺零组件/成品/标准件投产/下达采购的计划时间。

(14) 计划交付时间。表示工艺零组件/成品/标准件交付下道工序的计划时间。

1.2 飞机 MBOM 的形成

从 EBOM 到 MBOM,本文提出分阶段产生的方法。

第一阶段主要是从 EBOM 到 PBOM 的数据转换。在该阶段根据从 CAD 系统获取的 EBOM 数据,结合装配顺序表和组件交付规范等技术文档进行工艺路线划分,在此基础上进行工艺划分从而形成 PBOM。

第二阶段主要是完成从 PBOM 到 MBOM 的数据转换。在这阶段零件制造车间根据 BOM 树上的零件信息和路线分工信息进行零件加工指令(Fabrication Order, FO)的编制,组件装配车间根据 BOM 树上的组件装配顺序、装配关系以及各组件的工序划分、零件工艺号和参装件表进行装配指令(Assemble Order, AO)的编制。在 AO 工艺通过审批流程进行审批定版的同时,形成 MBOM 数据。在第二阶段,工艺数据是形成 MBOM 数据的关键。MBOM 的形成路线如图 2 所示。

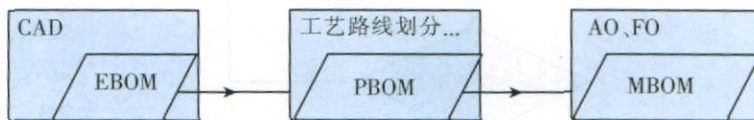


图 2 MBOM 的形成路线简图

Fig.2 MBOM's forming route

2 MBOM 的管理

2.1 MBOM 的数据提取

在完成 PBOM 相关数据的录入和 AO 工艺编制后,在 MBOM 核心数据库中包含了某一机型下所有架次飞机的 MBOM 信息,但是在生产实际中所需要的是单架次的 MBOM 数据以进行生产计划安排以及成本核算等,所以在 MBOM 生成后还需要按架次提取飞机的 MBOM 信息,这就需要在生成的 MBOM 核心数据库中将某一架次飞机的全机 MBOM 进行编制,单架次飞机的编制流程如图 3 所示。

2.2 MBOM 的数据更改

MBOM 数据由 PBOM 转换而来,所以会受到 PBOM 数据更改的影响,同时制造部门的工装、夹具、材料等信息也影响到工艺的制定,进而能影响到工程设计。因此从整个数据流程看,从 EBOM 到 PBOM 再到 MBOM 的过程是一个动态的、相互影响的、连锁变化的过程。在 MBOM 数据完成初始审批生效后,MBOM 数据的更改主要通过 CAPP 系统中的 MBOM 数据更改管理功能来实现。当 MBOM 数据发生更改时,MBOM 核心数据通过设置在 CAPP 系统底层数据表中的触发器来完成实时的一致性维护和更改。

MBOM 数据的更改主要分为设计更改和工艺更改。设计更改是设计部门对原设计的修改引起的 BOM 更改,它对 MBOM 的结构将产生影响,也就是说 EBOM 的更改将直接引起 PBOM 的更改,从而影响

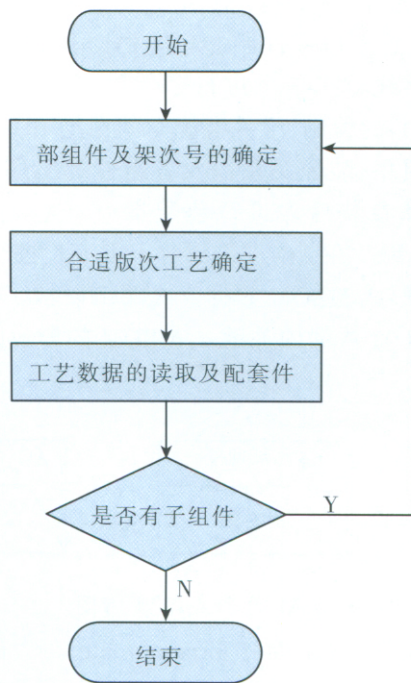


图3 单架次 MBOM 数据提取流程

Fig.3 Flow of extracting data for MBOM of one ship airplane

MBOM。工艺更改是工艺部门对不合理的工艺设计进行的改进，工艺更改一般只对 MBOM 产生影响。MBOM 数据的更改流程如图 4 所示。

(1) 用户需求变更。在飞机制造业中，不同的用户对同一产品甚至同一用户对同一产品的不同架次都会有不同的要求，有时可能用户对自己的需求也并不十分清楚，在用户不断改变或者完善自己需求的过程中，会对设计产生影响，从而影响到 EBOM，这样就间接影响了 MBOM。

(2) 设计本身变更。飞机设计人员在产品设计完

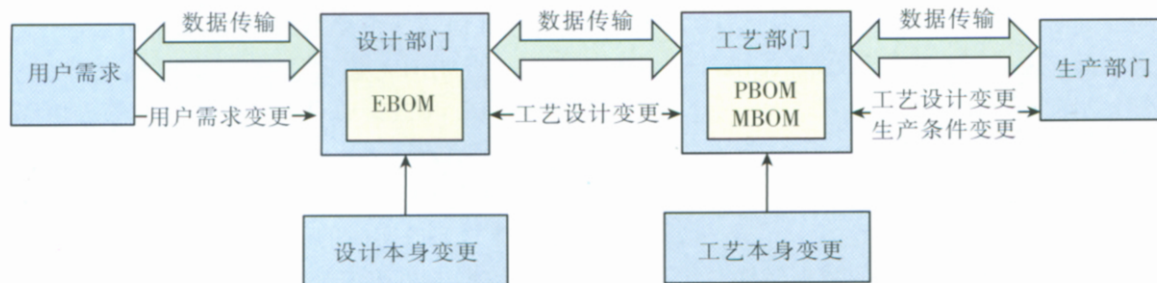


图4 MBOM 数据更改流程

Fig.4 Flow of changing MBOM data

成后或者是在新机研制过程中，发现设计中的缺陷或不足，而对原设计进行修改，从而间接影响到了 MBOM。

(3) 工艺本身变更。与设计本身的改变类似，工艺变更是指工艺人员对原工艺设计的不足进行的改进。

(4) 工艺条件变更。包括这种更改是由于工厂采用了新设备或新技术，使工厂的工艺能力有了很大的进步，从而使工艺设计人员有了更大的发挥空间，工艺设计人员就可以提出原来无法实现的工艺设计思路。

(5) 生产条件变更。包括生产部门材料供应不足或采用了新材料、生产设备的损坏或更新换代，引起设计或工艺人员对原设计采取的应对更改措施。

2.3 MBOM的数据发放

按照使用阶段的性质不同，MBOM 的数据发放被分成两个阶段：预发放阶段和正式发放阶段。预发放数据只能用于工艺准备和生产准备，不能用于生产。授权的工艺人员无需办理任何手续即可更改预发放数据。数据设计者(编制和校对)、主管工艺科领导和型号副总工艺师均有权决定产品工艺数据预发放的频次。在正式发放阶段，产品工艺数据以工艺组件为单位进行定义、审批、入库。已经批准的产品工艺数据，可以用于产品生产和验收。如果 MBOM 数据已经处于正式发放阶段，但还要更改，将严格按照 MBOM 数据更改流程来进行。MBOM 数据的发放流程如图 5 所示。

3 以MBOM为核心的CAPP与EPR集成

在 CAPP 与 ERP 软件系统集成的过程中，BOM 数据具有重要作用^[4-5]。CAPP 系统通过对 AO 工艺中相关工艺数据(工装、零组件配套等)的提取，可以按照机型 / 架次生成产品制造数据(MBOM)并提供给

ERP 系统，作为完成生产计划的制定、物料采购及库房管理的工艺基础数据。

面向集成，CAPP 系统中的 MBOM 管理有以下关键点：

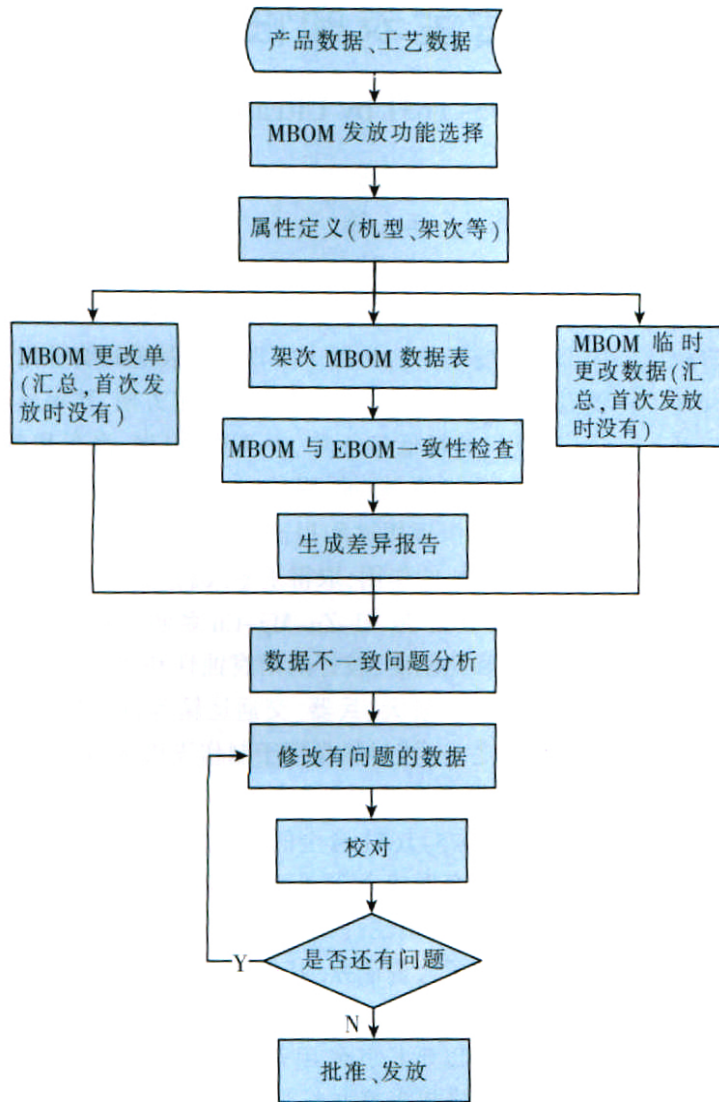


图5 MBOM数据发放流程

Fig.5 Flow of releasing MBOM data

(1) CAPP用户、部门与ERP的集成: CAPP系统进行处理,集成的工艺数据中的用户及部门按照ERP管理的代码规范进行维护。

(2) 基于架次的MBOM数据组织: 在CAPP系统中,采用基于架次的工艺数据组织方式,规范工艺中架次信息的录入和管理,面向集成提供的工艺数据可

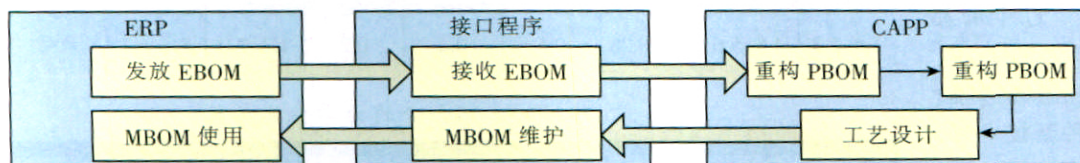


图6 以MBOM为核心的CAPP与ERP集成总体流程

Fig.6 Overall flow of CAPP and ERP integration based on MBOM

实现基于单架次的MBOM数据提取,能够满足所有架次MBOM数据获取的要求。

(3) MBOM工艺数据管理: 在CAPP系统中,与ERP集成相关的工艺数据按照集成的数据管理规范进行校验,保证数据的规范性。在CAPP系统AO工艺定版时,自动将工艺中的MBOM相关数据刷新到统一的MBOM核心数据库中。

(4) 工艺数据更改的处理: 对于现场的工艺更改,采用MBOM管理进行格式化数据的更改,生效后刷新到统一的MBOM核心数据库中。

以MBOM为数据核心,构建CAPP与ERP集成平台,总体流程如图6所示。

4 结束语

构建了以MBOM数据为核心的信息化平台,解决了工艺数据及时性、一致性的问题。通过数据共享,加快产品制造进度,提高了工艺技术人员工作效率并使其能够从繁重的重复劳动中解脱出来,保证产品工艺设计质量,同时初步形成系统、完整、开放的体系结构,实现制造信息管理的计算机化、信息化、集成化和网络化。

参考文献

- [1] 刘方,乔元志.产品全生命周期模型中的BOM映射研究.计算机工程与应用,2004,40(9):200-202.
- [2] Grabowik C, Kalinowski K, Moncia Z. Integration of the CAD/CAPP/PPC systems. Journal of Materials Processing Technology,2005,164-165:1358-1368.
- [3] 高强.飞机制造工艺信息集成系统关键技术研究[D].西安:西北工业大学,2000:20-25.
- [4] 曾富洪,吴国洋,李明.ERP中的BOM核心技术.机械与电子,2001(6):22-24.
- [5] 程存有,叶晓俊. BOM的建立及在PDM与ERP集成系统中的应用.计算机工程,2003,29(4):143-145.

(责编 晓霏)