PDM与ERP系统之间信息集成的实现方法

乔立红 张毅柱

(北京航空航天大学 机械工程及自动化学院, 北京 100083)

摘 要: 提出了一种产品数据管理(PDM, Product Data Management)与企业资源计划(ERP, Enterprise Resource Planning)系统间的信息转换方法以及信息集成方式. 分析了PDM与ERP系统集成信息,定义了包括物料、产品的层次结构及资源的集成信息模型. 通过组合、删除、调整、分解4种物料清单(BOM, Bill of Materials)结构转换算子以及继承型和派生型2种BOM属性映射方法,讨论了设计BOM经由工艺BOM向制造BOM的转换机制,实现了PDM与ERP系统间集成信息的信息传递与同步操作. 通过一个PDM与ERP系统间集成信息转换的应用实例,对所提出的集成方法的应用进行了说明. 该方法为PDM与ERP系统集成的研究提供了一条可行的解决方案.

关 键 词: 信息集成; 产品数据管理; 企业资源计划; 物料清单

中图分类号: TH 166; TH 186

文献标识码: A **文 章 编 号**: 1001-5965(2008)05-0587-05

Implementation approach to information integration between PDM and ERP systems

Qiao Lihong Zhang Yizhu

(School of Mechanical Engineering and Automation, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083, China)

Abstract: An information conversion and integration method between product data management (PDM) systems and enterprise resource planning (ERP) systems was presented. Based on the information in PDM and ERP systems, an integrated information model was built to describe the information of materials, product hierarchical structures and resources. The information transformation and data synchronization between the two systems were addressed by developing a conversion mechanism, with which an engineering bill of materials (BOM) can be converted to manufacturing BOM via process planning BOM, so as to achieve information semantic unification between the two systems. The mechanism consisted of four BOM structural conversion operators including composition, deletion, reorganization and decomposition, and two BOM property mapping methods of inheriting and deriving. The implementation of the proposed method was illustrated with an application practice of information integration between a PDM system and an ERP system in a specific enterprise. This integration method provides an effective way for further study of PDM and ERP integration.

Key words: information integration; product data management; enterprise resource planning; bill of materials

随着企业信息化的不断深化,许多企业已将产品数据管理(PDM, Product Data Management)系统作为产品工程信息管理与集成的平台,统一存储与管理产品设计、工艺及资源信息. 这些信息是企业资源计划(ERP, Enterprise Resource Planning)系统工作运行的重要输入信息. PDM与ERP系统间有大量信息都存在共享现象. 因此,在PDM与ERP系统之间实现信息集成,不仅能

收稿日期: 2007-05-08

基金项目: 国家863计划资助项目(2006AA04Z155);国家科技支撑计划制造业信息化工程资助项目(2006BAF01A43)

作者简介: 乔立红(1961-),女,辽宁本溪人,教授, lhqiao@buaa.edu.cn.

使产品的设计制造过程更加顺畅,而且能避免由于信息重复输入而可能带来的错误,精确地传递信息,促使整个企业设计制造部门之间协同工作. PDM与ERP系统间的集成是企业信息化应用的必然需求.

PDM与ERP系统之间需要集成的信息包括产品信息、工艺信息及资源信息等内容. 然而,2个系统中集成信息往往以不同的结构、不同的语义表现和储存,因而不能被对方直接识别读取,信息集成必须经过适当的转换才能完成.

在制造业企业的生产运行管理中,通常以物料清单(BOM, Bill of Materials)的形式表达产品的设计信息、制造信息和各种管理信息[1]. PDM与ERP系统之间需要集成的信息也大量存在于BOM中. 本文以BOM为信息载体,研究PDM与ERP系统之间的信息集成机制,提出一种基于信息转换的PDM与ERP系统间的信息集成方法.

1 常用的信息共享实现方法

目前,PDM与ERP系统之间比较流行的集成方式主要有3种,分别是接口式、直接访问数据库和间接式[2]. 然而,这3种集成方式并不能满足PDM与ERP系统间对于不同结构和语义信息的集成需求.

为了保证从设计到生产整个过程的数据一致性,文献[2]利用PDM工程变更流程技术,提出了一套通过工作流进行数据发布,由中间件将数据传输到ERP系统的集成方法. 文献[3]通过建立通用视图与功能视图,定义了产品信息的集成信息模型,并提出了基于集成信息模型的PDM与ERP集成方法.

目前,PDM与ERP系统集成的研究中,比较关注两系统间的协同信息传递和驱动,而缺乏对异构系统间集成信息内容语义的统一规范和转换. 如果需要集成的信息存在语义不同的现象,即使实现了PDM向ERP系统的信息传递,集成信息也很难被直接利用. 因此,PDM与ERP系统间的集成信息必须完成转换和语义统一.

BOM是PDM与ERP系统间集成信息的重要载体,它以树状层次结构表现了产品结构、产品配置状态、库存状态等产品相关信息,这些信息共同构成了连接产品设计和生产经营管理的桥梁[4-5].

根据承载信息的不同,BOM信息可以分为设计BOM(EBOM, Engineering BOM)、工艺BOM(PPBOM, Process Planning BOM)和制造BOM(MBOM, Manufacturing BOM)等类型,分别是设计部门、工艺部门和生产制造部门组织和管理的信息,MBOM是ERP运算的重要输入信息[6-8].

应用系统中,BOM信息的2种常见的存储方法是单层结构表示法和多层结构表示法[9-10]. 单层BOM结构采用"单父-单子"的数据结构,清晰定义了产品结构,易于反查零件,但在BOM分解时效率较低. 多层BOM结构采用"单父-多子"的数据结构,详尽地记录了从产品到零部件的每个层次结构与零部件配置关系信息. 该方法分解速度快,维护方便,但数据冗余度大,产品结构定义不清晰,零件不能反查.

在目前的大多数ERP系统中,多依据单层结构存储BOM. PDM与ERP系统的信息集成中,也需要按ERP系统的要求拆分为单层BOM数据的格式[10].

2 PDM与ERP集成信息内容

PDM与ERP系统间共享的信息有很多,主要包括产品结构、零组件、工艺信息、原材料、设备、工装、组织结构等,这些信息可以归纳为物料信息、产品的层次结构类信息、资源信息3方面.

1) 物料信息是集成信息中的基础信息,主要包括零组件、产品、原材料等信息,是对物料基本属性内容的描述;

2) 产品的层次结构类信息是以层次结构进行存储的信息,包括产品结构、工艺过程结构等,层次结构类的制造信息是PDM与ERP系统实际运作中密切相关的内容,其表现形式通常为MBOM;

3) 资源信息包括组织结构信息及制造资源信息,组织结构信息中包含企业的部门结构与人员信息,制造资源信息包括设备、工装信息,用于具体的生产制造.

PDM与ERP系统间,3类集成信息与产品结构、工艺、资源等信息的逻辑关系如图1所示.

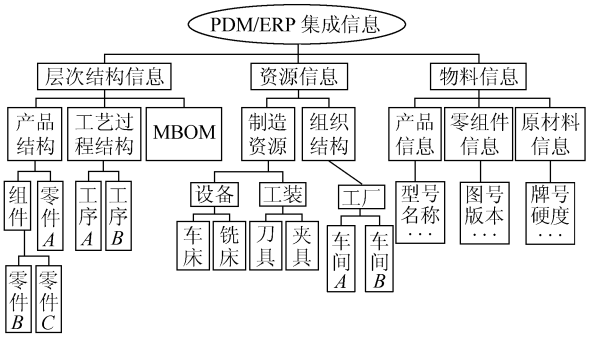


图1 PDM与ERP系统集成信息

按照 PDM与 ERP系统间需要集成的信息分类,分别定义零组件、产品结构、工艺计划、工艺规程、设备、工装、组织结构等信息实体,以及实体之间的关系、实体中的属性信息,建立以 PDM与 ERP系统间的集成信息 IDEF1x模型,如图 2所示.

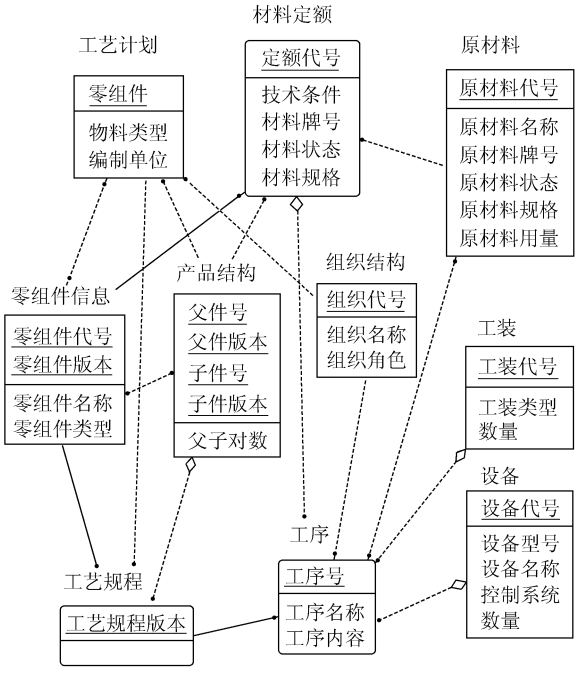


图 2　PDM与 ERP系统间的集成信息模型

3　集成技术及原理

3.1　集成信息的演变与转换

PDM与 ERP系统对信息管理的侧重点不同,PDM系统存储的信息不能直接为 ERP系统所使用,两系统间的共享信息必须进行信息转换,以实现集成信息的语义一致.

PDM与 ERP系统间的集成信息转换过程可以分为 BOM结构的转换和 BOM属性信息的映射 2部分.

3.1.1　BOM结构转换

BOM结构变换可以归纳为增加零组件、删除零组件、BOM结构调整和 BOM结构细化分解等内容. 对应上述 4种 BOM结构的转换操作,定义 4种 BOM结构转换算子,分别是组合算子、删除算子、调整算子与分解算子. 4种算子的图形化描述如图 3所示. 结合运用 4种算子,就可以实现 BOM变换过程中可能发生的结构转换.

EBOM去掉外协件、外购件,根据工艺要求增加工艺件或调整 EBOM的结构,对不易加工的组件做进一步分解,完成 EBOM向 PPBOM的转换. 工艺设计部门根据 PPBOM的分派进行工艺设

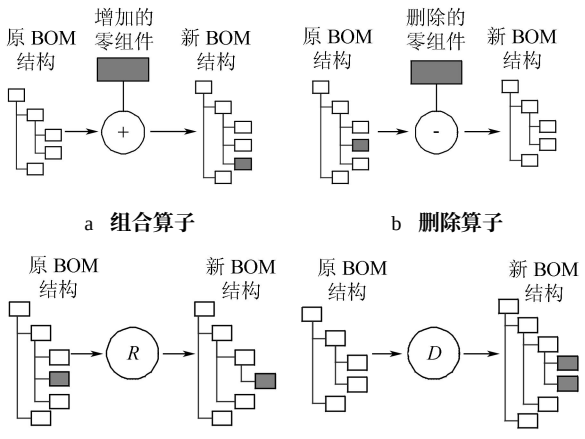
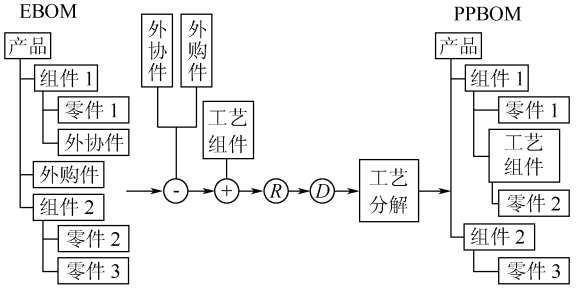


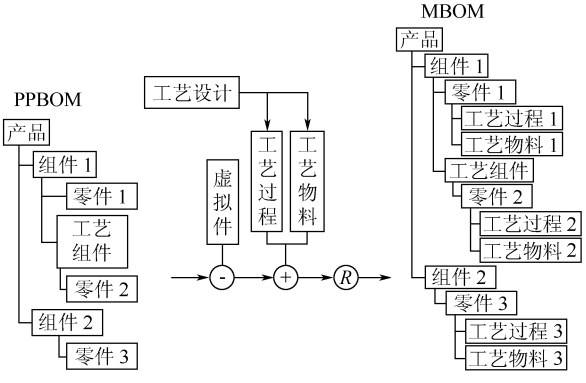
图 3　BOM结构转换算子

计,去掉不需要制造的虚拟件,添加工艺过程以及工艺所需的物料、子装配件信息,完成 PPBOM向 MBOM的转换. 利用 BOM结构变换算子,变换过程如图 4所示.

4种 BOM结构变换算子使 BOM结构变换过程保持了信息的继承性和一致性.



a　EBOM向 PPBOM转换



b　PPBOM向 MBOM转换

图 4　BOM结构转换

3.1.2　BOM属性映射

BOM属性变换主要分为继承型映射和派生型映射 2种类型.

1) 继承型映射

直接引用原有 BOM属性. 新 BOM通过继承获得原 BOM的属性并直接利用,新 BOM属性与

原 BOM属性保持一致,这种映射主要针对零组件属性、材料属性等基础数据.

2) 派生型映射

适用于属性衍生的情况.根据原有 BOM的属性,经过派生和推理生成新 BOM属性,新旧属性间具有逻辑因果关系.派生型映射既可以通过原 BOM属性直接推理得到新 BOM属性,也可以经过多次属性转换或利用其它信息推理得到新 BOM属性.

MBOM引用 EBOM中的零组件设计属性,属于继承型映射; PPBOM中的零组件编制单位是根据零组件设计信息推理得出的,属于直接派生型映射;MBOM的装配顺序信息是工艺过程设计得到的,其原材料和制造资源信息又是装配工艺过程信息推理得到的,属于间接派生型映射,如图 5所示.

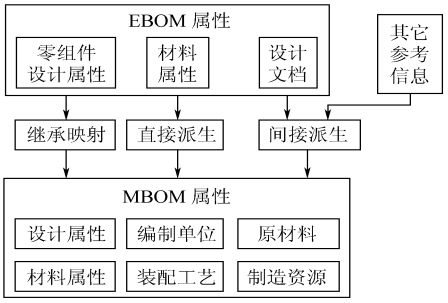


图 5 BOM属性映射

可见,通过 BOM结构变换和属性映射的结合应用,就可以将 PDM系统中的 EBOM经由 PPBOM转换成为 ERP所需的 MBOM,使 PDM与 ERP系统间的集成信息达到语义一致.

3.2 集成方式与机制

PDM系统中需要集成的信息经过转换与映射,形成符合 ERP系统要求的 MBOM信息,可以为 ERP系统所使用.通过两系统间的集成,对语义互通的集成信息进行传递与共享.

3.2.1 PDM与 ERP系统集成方式

PDM与 ERP系统相互独立,数据组织各不相同,是异构系统,集成需要由两系统协调完成.从系统集成的信息流方向和主动性来讲, PDM与 ERP系统的集成方式包括 PDM主动、ERP主动、两系统共同主动 3种.

PDM主动方式由 PDM系统将需要集成的信息与文档传递到 ERP的开放数据环境中,并通知 ERP系统读取信息.该方式在确保了两系统间信息集成的同时,也保证了数据同步的特性.其余 2种方式由于缺乏数据同步机制的保障, ERP系统无法及时获得集成信息,降低了集成效率.因此, PDM主动方式是较为理想的集成方式.

3.2.2 基于集成信息模型的集成机制

在 ERP系统中,根据集成信息模型建立数据存储结构,分别对应于物料、层次结构与资源等相关信息,提供一套开放数据环境,以及供外部系统读写信息的接口方法,同时提供一个消息监听服务. PDM系统根据集成信息模型对产品信息进行重新组织和提取,通过 ERP系统的开放数据环境的接口,将 PDM系统转换后的产品相关信息写入到开放数据环境中,实现对集成信息的传递.

信息传递完成之后, PDM系统利用网络消息机制向 ERP系统发送一个集成完成的消息. ERP系统的消息监听服务获得这个消息后,通知 ERP主程序及工作人员从开放数据环境中接收已集成的信息,并将其应用到生产计划与制造中,如图 6所示.

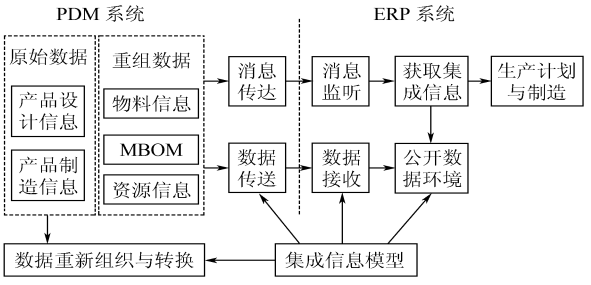


图 6 基于集成信息模型的系统集成过程

通过上述系统集成方式, ERP系统可以及时准确地获得集成消息,并根据 PDM系统输入信息做出响应,避免了由于缺乏通信而引起的系统资源浪费,提高了集成的效率.

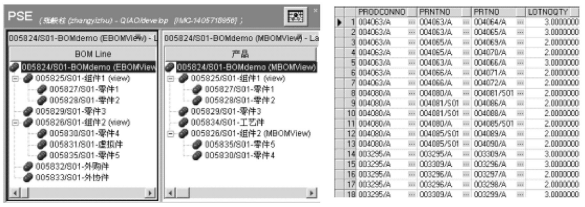
4 应用与实现

本文所研究提出的 PDM与 ERP系统间的信息集成方法已在一个企业的实际应用中实施.该企业采用美国 UGS公司的 TeamCenter Engineering(TCEng)软件作为其 PDM系统.利用本文介绍的集成方法,企业实现了该 PDM系统与一个正在应用的 ERP系统间的信息集成.

在应用实践中,采用 TCEng系统内部的产品结构编辑 (PSE, Product Structure Editor)模块对产品的 BOM信息进行编辑和管理,采用作者所在课题组开发的集成工艺设计与管理系统 (IPPM, Integrated Process Planning and Management)进行工艺过程设计.利用 2个模块完成了对 BOM结构的插入、删除、结构调整、细化分解等操作,以及

BOM属性的自动继承和推理派生的操作. 完成了基于 PSE模块的工艺分解和基于 IPPM的详细工艺设计功能,分别实现了由 EBOM向 PPBOM与 PPBOM向 MBOM的转换,并最终输出了 MBOM信息,如图 7a所示. 通过 TCEng系统中对 BOM信息的转换,实现了与 ERP系统间关于集成信息的语义互通.

在 TCEng与该 ERP系统集成中,以 PDM主动的方式,完成了信息向 ERP系统的传递. 按照集成信息模型的定义,在 ERP系统中建立了包括零组件基本信息、MBOM结构、MBOM更改、原材料基本信息、工艺基本信息等内容的开放数据库,并由 TCEng系统将集成信息写入到开放数据库的对应数据表中,如图 7b所示,完成集成信息的传递,实现了两系统间的信息集成.



a　BOM信息转换　　b开放数据库中的集成信息

图 7　TCEng系统中 BOM信息转换及信息集成

5　结 束 语

本文对 PDM系统与 ERP系统间需要集成的信息进行了分析,总结了集成信息内容,讨论了信息传递方式与集成方式. 通过 PDM与 ERP系统间的集成信息模型,规范了 PDM与 ERP系统间集成信息的定义,提供了广泛适用的集成信息定义方式和集成信息模型. 本文提出的 BOM信息转换方法解决了 PDM与 ERP系统集成的信息语义不一致问题. 通过本研究内容在企业实际 PDM和 ERP系统中的应用实施,既验证了本文提出的集成方法和信息控制的可行性,解决了企业多应用系统间的数据共享、集成和一致性问题,也为 PDM与 ERP系统间集成提供了一种可行的解决方案.

参考文献 (References)

[1] Xiong Mohua, Tor Shu Beng, Khoo Li Pheng, et al. A web-enhanced dynamic BOM-based available-to-promise system [J]. International Journal of Production Economics, 2003, 84: 133 - 147

[2] 杨田田,李世其. 以工作流驱动的 PDM与 ERP集成方法研究 [J]. 计算机集成制造系统, 2005, 11(11): 1571 - 1575
Yang Tiantian, Li Shiqi. Research on workflow driven integration method for PDM and ERP [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2005, 11(11): 1571 - 1575 (in Chinese)

[3] 余军合,祁国宁,吴昭同,等. PDM与 ERP系统集成方法及应用研究 [J]. 计算机集成制造系统—CIMS, 2001, 7(6): 49 - 53
Yu Junhe, Qi Guoning, Wu Zhaotong, et al. Research on method and application of integrating PDM and ERP [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2001, 7(6): 49 - 53 (in Chinese)

[4] 蒋辉,范玉青. 基于单一产品数据源的 BOM管理 [J]. 北京航空航天大学学报, 2003, 29(5): 447 - 450
Jiang Hui, Fan Yuqing. BOM management based on SSPD [J]. Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics, 2003, 29(5): 447 - 450 (in Chinese)

[5] Kuo Tsai C. Enhancing disassembly and recycling planning using life-cycle analysis [J]. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 2006, 22: 420 - 428

[6] 于勇,范玉青. 飞机构型管理研究与应用 [J]. 北京航空航天大学学报, 2005, 31(3): 278 - 283
Yu Yong, Fan Yuqing. Study and application of aircraft configuration management [J]. Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics, 2005, 31(3): 278 - 283 (in Chinese)

[7] 郭建飞,乔立红,刘文安. 物料清单视图演绎及在产品数据管理中的实现 [J]. 计算机集成制造系统, 2005, 11(9): 1301 - 1306
Guo Jianfei, Qiao Lihong, Liu Wenan. Deduction of bill of material views & its implementation in product data management [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2005, 11(9): 1301 - 1306 (in Chinese)

[8] Lee Y, Shin H. CIM implementation through JIT and MRP integration [J]. Computers and Industrial Engineering, 1996, 31: 609 - 612

[9] 郭钢,程静波,刘飞. 产品生命周期中的单/多层 BOM表示与应用 [J]. 计算机集成制造系统, 2004, 10(1): 59 - 64
Guo Gang, Cheng Jingbo, Liu Fei. Expression and application of mono-tier and multi-tier BOM within product lifecycle [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2004, 10(1): 59 - 64 (in Chinese)

[10] 陈猛,马路,刘林海,等. 企业级信息集成关键技术研究 [J]. 制造业自动化, 2006, 28(5): 30 - 33
Chen Meng, Ma Lu, Liu Linhai, et al. Study on the key techniques of enterprise information integration [J]. Manufacturing Automation, 2006, 28(5): 30 - 33 (in Chinese)

(责任编辑:文丽芳)