

基于 Web 服务的航空项目管理与 PDM 系统集成

马少峰, 李原, 张杰, 沈琴

(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, 西安 710072)

摘要: 针对航空产品协同开发中工程信息和管理信息相互分离的问题, 提出了基于 Web 服务的项目管理与产品数据管理(PDM)系统集成模型。模型以基于产品 BOM 的项目 WBS 分解、映射与关联技术为基础, 应用 XML 中间文件实现项目管理与 PDM 之间的数据关联与更新, 借助 PDM 电子仓库实现 BOM 节点相关项目文件的 PDM 管理, 使项目文件通过 PDM 文档管理平台实现统一、安全的共享。该模型在某航空研究所实现有效应用。

关键词: 产品数据管理; 项目管理; Web 服务; 系统集成

Integration of Aviation Project Management and PDM System Based on Web Services

MA Shao-feng, LI Yuan, ZHANG Jie, SHEN Qin

(Key Laboratory of Contemporary Design and Integrated Manufacturing Technology, Ministry of Education, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072)

【Abstract】 Aiming at the separation of engineering information and management information during collaborative product development in aviation enterprise, a model of Project Management(PM) system integrated with Product Data Management(PDM) system based on Web services is put out. In this model, the technology of WBS break-down, reflection and correlating based on the BOM is proposed. The bidirectional-refreshing of engineering information and management information is realized by utilizing XML technology. Based on the electronic data bank of PDM system, the project document correlated to the BOM-node is managed by PDM document management platform and shared uniformly and safely in PDM and PM system. The system achievement in an aviation research institute is introduced.

【Key words】 Product Data Management(PDM); Project Management(PM); Web services; system integration

1 概述

产品数据管理(Product Data Management, PDM)系统作为支撑企业协同产品开发的集成框架, 需要为企业的产品开发提供强大的项目管理功能, 然而, 目前 PDM 系统的项目管理模块大多侧重于对项目文档的管理, 不能有效地进行产品开发的进度计划管理、任务跟踪和资源调配。同时, 项目管理(Project Management, PM)系统可以实现项目的进度计划管理、任务跟踪与控制 and 资源分配与优化, 然而对工程信息的获取和控制能力较弱, 任务相关产品信息的获取需要任务负责人员的及时获取与上报, 造成管理信息与工程信息的脱节。因此有必要从数据和功能两方面集成两大系统, 协同利用产品开发过程信息和项目管理过程信息, 为企业产品协同开发和管理提供一个有效的支持工具。

国内对 PDM 与项目管理集成作了很多研究, 文献[1]从文件、资源、过程方面分析了项目管理与 PDM 系统集成策略, 并利用组件技术开发了 SmarTeam 与 Project 2000 的集成接口; 文献[2]提出了基于面向对象技术(COBRA)的项目管理与 PDM 系统集成技术, 分析了集成过程; 文献[3]分析了基于 PDM 系统的项目管理技术, 从数据、过程两方面分析了如何利用 PDM 实现产品项目管理功能。这些研究对如何集成 PDM 与项目管理进行了有力的分析, 然而在实施层次上, 缺少对两系统数据结合方式的有效分析; 在实施方式上, 由于通用对象请求代理体系结构(CORBA)、通用对象模型

(COM)等组件技术主要针对局域网设计, 对于目前的分布式企业、动态企业等网络制造模式缺乏高效率的开发手段。

针对该问题, 在分析了航空产品开发和管理特点的基础上, 本文提出了基于 Web 服务的 PDM 和 PM 系统集成模型。

2 项目管理系统与 PDM 系统集成模型

本文分析建立了基于 Web 服务的 PDM 和项目管理系统集成模型, 如图 1 所示, 模型以 Web 服务技术为支撑构建两系统集成平台, 模型中 PDM 系统和 PM 系统互为 Web service 的提供者和请求者, 两者通过 Web 服务互相调用, 关系是对等的。模型通过集成关键技术对两系统进行数据层的集成: 以基于产品结构(BOM)的分解结构(WBS)映射技术为基础, 构建项目 WBS 与 BOM 的数学模型和映射关系; 针对此数学模型和映射关系, 建立基于 XML 文件的任务与产品信息关联技术, 通过 XML 中间文件实现产品信息与项目任务信息的共享和关联; 以映射编码为入口, 建立基于 PDM 的项目文档管理技术, 实现项目文件的安全、共享管理。通过这 3 项技术推动工程信息和管理信息在产品开发中的双向协同利

基金项目: 国家科技支撑计划基金资助项目(2006BAF01A03)

作者简介: 马少峰(1981-), 男, 硕士研究生, 主研方向: PDM, 现代集成制造, 项目管理; 李原, 教授; 张杰, 博士; 沈琴, 硕士

收稿日期: 2007-11-15 **E-mail:** msf-show@sohu.com

用, 促进 PDM 与 PM 系统的协同开发管理。

造工期 t_{ij} 的集合; R 为零部件资源 r_{ij} 的集合。

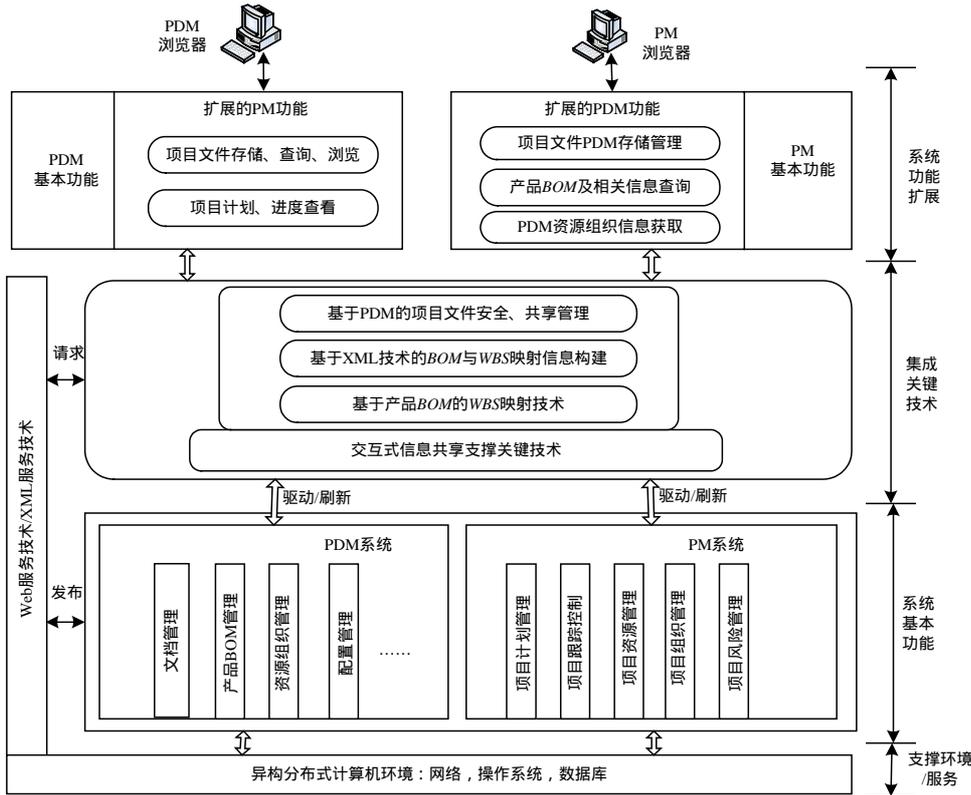


图 1 基于 Web 服务的 PDM 和 PM 系统集成模型

2.1 基于 BOM 的 WBS 映射

在产品开发过程中, 开发和管理是一个相互促进的过程, 管理人员需要掌握产品开发状态, 工程人员需要掌握开发过程中产品的动态计划, 因此, 需要在两系统之间建立一种信息关联关系, 促进两系统数据的有效结合。

BOM 是企业组织和管理生产的主线, 以 BOM 为主线, 保证产品开发过程中 BOM 信息和计划信息在项目管理系统与 PDM 系统之间交流的流畅, 可以使项目管理人员及时掌握产品开发进度, 为项目管理提供大量产品信息作为项目管理的基础与依据, 同时使工程人员掌握动态的开发计划, 对开发和生产做出合理安排。项目管理系统的基本单元是任务, 任何产品开发可以拆分成若干任务的形式, 包括设计任务、制造任务、装配任务等多个方面, 同时需要多方面工作人员、部门和企业进行协作。在项目任务和部件之间建立一种关联关系, 使产品各个部件都有相应的项目任务去控制, 可以实现产品开发的有效协同管理。

项目管理系统是以工作 WBS 为中心, PDM 系统是以 BOM 为中心, WBS 与 BOM 在数据结构上存在着天然的应对关系, 合理地根据 BOM 完成项目任务分解和分配, 可以实现以产品为中心的精细化控制。为此需要设计 WBS 节点与 BOM 节点的映射关系:

WBS 与 BOM 信息数学模型如下:

定义 1 用五元组表示 BOM 节点, 记为

$$BOM = (A, N, C, T, R)$$

其中, A 为零部件 a_{ij} 的集合, i 表示零部件在 BOM 中的层次, j 表示其在第 i 层所处的位置; N 为零部件名称 n_{ij} 的集合; C 为零部件装配关系及装配数量; T 为零部件设计或制

定义 2 五元组表示 WBS, 记为

$$WBS = (ID, N', C', T', R')$$

其中, ID 为 WBS 编码 id_{ij} 的集合; N' 为 WBS 工作单元名称 n'_{ij} 的集合; C' 为表示 WBS 单元之间的上下级关系及紧前紧后关系; T' 为工期 t'_{ij} 的集合, t'_{ij} 为工作单元 id_{ij} 的工期; R' 为资源 r'_{ij} 的集合, r'_{ij} 为工作单元 id_{ij} 所占用的资源。

将 BOM 中的一个零部件单元记为 $BOM(a_{ij}) = (a_{ij}, n_{ij}, c_{ij}, t_{ij}, r_{ij})$, 将 WBS 中的一个工作单元记为 $WBS(id_{np}) = (id_{np}, n'_{np}, c'_{np}, t'_{np}, r'_{np})$ 。则 BOM 中某一零部件的开发制造映射为 WBS 的一个工作单元可记为

$$BOM(a_{ij}) \rightarrow WBS(id_{np})$$

台映射原则:

(1) BOM 中所有零部件都有相应的工作任务供工作单位

和人员去处理。

(2) WBS 任务之间时序逻辑性与 BOM 的装配制造逻辑性一致。

(3) BOM 中的一个或一组零部件及其节点映射为 WBS 中的一个工作单元。

2.2 基于 XML 文件的任务与产品信息关联

基于 BOM 的 WBS 映射构建了 WBS 节点与 BOM 节点映射的数学模型, 为了实现基于此数学模型的信息关联, 需要将 WBS 信息和 BOM 信息建立在统一的文件模型下。Web 服务使用 XML 作为信息描述和交换的标准手段, 同时 PDM 中 STEP 格式的 BOM 信息很容易转换到 XML 文件, 以 XML 文件作为中间文件可以实现 WBS 与 BOM 信息的有效共享。

建立 XML 格式的 WBSInterface, BOMInterface 接口文件, 借助该文件格式表达工程中所需要的 WBS 与 BOM 信息; 建立 XML 格式的 BOMWBSInterface 关联信息文件, 借助该文件实现信息交互, 驱动双方进行数据动态刷新, 原理如图 2 所示。

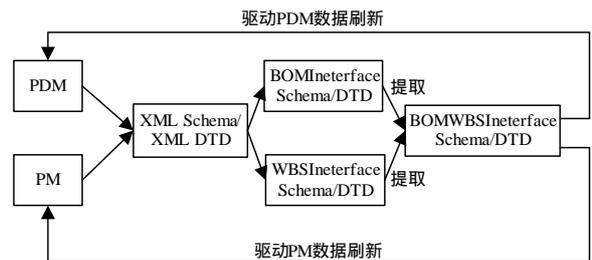


图 2 基于 XML 文件的 BOM 与 WBS 信息共享

XML 文档结构有 XML DTD 和 XML Schema 2 种，本文选用 DTD 作为模型定义文件。

以下为部分 BOMWBSInterface 文档类型定义文件 Bom Wbs.dtd：

```
<?XML version "1.0" ?>
<!DOCTYPE DOCUMENT[
<! ELEMENT BomNode(NodeInfo,WBSNodeInfo,subNodeInfo)>
<! ELEMENT NodeInfo(BomNodeID,IsAssembly,Employee,...)>
<!--产品节点信息-->
<! ELEMENT subNodeInfo(BomNode*,...)> <!--子节点信息，
形成树形嵌套结构-->
<!ENTITY % WBSNode System "WBSNode.dtd"> <!--引用产
品节点对应的任务节点文档格式，组织节点管理信息-->
<!ELEMENT BomNodeID(#PCDATA)><!--产品节点的 ID 号-->
<!ELEMENT IsAssembly(#PCDATA)><!--产品节点是否是装配
节点-->
<!ELEMENT Employee (#PCDATA)> <!--产品节点负责人-->
...]>
```

以下为部分 WBSInterface 文档类型定义文件 WBSNode.dtd：

```
<?XML version "1.0" ?>
<!DOCTYPE DOCUMENT[
<! ELEMENT WBSNode(WBSNodeID,StartTime,EndTime,Fore
Node,Schedule...)>
<! ELEMENT WBSNodeID (#PCDATA)> <!--WBS 节点的 ID 号
-->
<! ELEMENT StartTime (#PCDATA)> <!--任务节点的开始时间
-->
<! ELEMENT EndTime (#PCDATA)> <!--任务节点的结束时间
-->
<! ELEMENT ForeNode (ForeNodeID,RelationType)> <!--WBS
节点的前置任务信息-->
<! ELEMENT Schedule (#PCDATA)> <!--任务节点的进度状态
-->
<! ELEMENT ForeNodeID (#PCDATA)> <!--前置任务 ID 号-->
<! ELEMENT RelationType (#PCDATA)> <!--前置任务
与此任务搭接类型-->
...]>
```

WBSNode.dtd 定义了 WBS 节点信息的格式，包括任务时间信息、进度信息、搭接关系等， BomWbs.dtd 中每个产品节点有一个 WBSNode.dtd 实体引用，通过此实体引用，建立 BOM 节点与 WBS 节点关联关系。在完成基于 BOM 的分解后，形成如下所示的 BOM, WBS 关联文件。BOM 信息与 WBS 信息统一在此关联文件下，Web 服务通过此关联文件信息驱动 PDM 与 PM 系统刷新数据。

```
<AssNode>
<IsAssembly>True</IsAssembly>
<PartID>001</ PartID >
<Employee>liuqiang</ Employee>
<WBSNode>
< WBSNodeID >1< /WBSNodeID>
< StartTime >2007-5-7< /StartTime>
< EndTime>2007-10-10< /EndTime>
<Schedule> 20% </Schedule>
...
</ WBSNode >
<Childrens>
```

```
<AssNode>
<IsAssembly>True</IsAssembly>
<PartID>001001</ PartID >
<WBSNode>
<WBSNodeID>1.1</ WBSNodeID>
<StartTime>2007-5-7</ StartTime>
<EndTime>2007-7-10</ EndTime >
<Schedule>40%</ Schedule>
...
</ WBSNode >
<Childrens>
<AssNode>
...
<AssNode>
</Childrens>
<AssNode>
...

```

2.3 基于 PDM 系统的项目文档管理

项目文件是 PM 系统进行项目进度计划管理、任务跟踪和资源调配的记录和依据，也是项目组协同工作的依据。航空项目具有很强的安全保密性，需要一个安全的文档管理平台实现电子文档的管理。PDM 系统有强大安全的文档管理功能，可以实现文件的安全管理，将项目文件通过 PDM 进行统一管理，通过 PDM 的文档安全机制确保项目文件在项目成员之间安全共享，是集成两大系统的重要环节。

PDM 文档管理系统利用电子仓库的概念对文档进行管理，电子仓库是一逻辑单元，用来连接数据库与文件系统，通过建立在数据库之上的相关联指针建立不同类型文档之间的联系，实现对文档的管理。基于 Web 服务实现 PM 与 PDM 的集成，PDM 文档管理系统只要为 PM 和 PDM 系统提供文档管理接口，将项目文件按照所对应的 BOM 节点编码进行编码处理存放在 PDM 系统中，即可实现两系统文档的共享，其原理如图 3 所示。

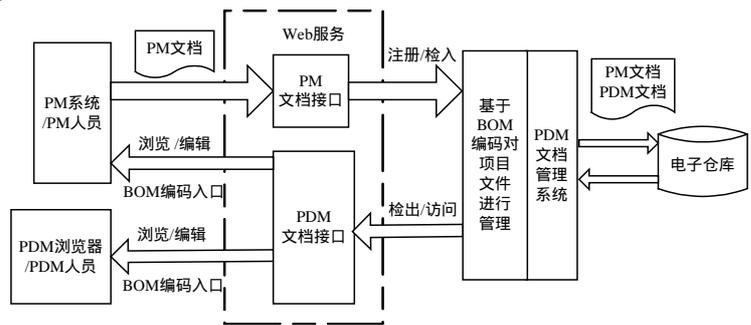


图 3 基于 BOM 编码的项目文件 PDM 管理

通过 PM 接口，PM 系统将其所生成的项目文档在 PDM 系统中按照任务所映射的 BOM 编码对文件进行注册、检入，使项目文档成为 PDM 的管理对象。PDM 的电子仓库记录 PM 对象的元数据信息和物理位置信息，通过 PM 项目对象访问相关文件。

3 实例分析

目前航空科研院所和企业大多应用 SmarTeam(PDM 系统)作为其数据管理平台，以专用项目管理系统对企业项目进行管理。基于 Web 服务的航空项目管理系统与 SmarTeam 集成

(下转第 85 页)