

# 协同设计环境下的产品数据管理及应用研究

白晓明, 郭银章

(太原科技大学 计算机科学与技术学院, 山西 太原 030024)

**摘要:**将产品数据管理置于协同设计环境下进行研究是现阶段众多学者研究的热点之一,也是文中的研究重点。文中在研究与分析协同设计环境下产品数据管理业务需求的基础之上,提出了产品数据管理系统的总体框架结构。针对产品数据管理的基本功能范围,将其划分为基础数据管理、工作流/过程管理、产品结构 with 配置管理和系统资源管理四个功能模块。采用面向对象的UML,进行系统模型描述与构建。基于J2EE环境进行了PDM原型系统的实现。

**关键词:**协同设计;产品数据管理;体系架构;模型描述

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)04-0166-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.04.042

## Research and Application of Product Data Management in Cooperative Design

BAI Xiao-ming, GUO Yin-zhang

(School of Computer Science and Technology, Taiyuan University of Science and Technology, Taiyuan 030024, China)

**Abstract:** At present, product data management under collaborative design environment has been the research hotspot in this field, which is also the research key in this paper. Based on analysis and study of the business demand of product data management under collaborative design environment, put forward the overall frame structure of product data management system. According to the basic function of product data management, divide the PDM system into four functional module, which are basic data management, workflow/process management, product structure and configuration management, system resource management. Adopt the UML of object-oriented to describe and construct system model. Realize the PDM prototype system at the basis of J2EE environment.

**Key words:** collaborative design; product data management; system architecture; model description

### 0 引言

协同设计技术是近年来在先进制造技术发展策略中最具代表性的关键技术,是计算机支持的协同工作在设计领域中的应用<sup>[1]</sup>。计算机支持的协同设计(Computer Supported Cooperative Design, CSCD)是以计算机支持的网络环境为基础环境,通过一定的共享、相互协作和信息交换机制,由两个或两个以上的设计主体(或称专家)分别参与不同的设计任务而共同完成同一个设计目标的<sup>[2-4]</sup>。

随着制造企业在不断的发展壮大,大量企业引入CAX、PDM等软件应用于企业,这些软件的应用提高了产品的设计制造效率、提升了设计人员的设计水平<sup>[5-6]</sup>。但与此同时,伴随着计算机网络技术的广泛

应用,产品在协同设计过程中产生的各种数据信息也在迅速增加。例如一个企业要设计一种产品,从需求文档、设计图纸、配置信息到设计人员分配合作以及各种报表和说明书等等,都会产生大量的产品数据,面对如此繁杂的数据该如何高效的进行管理,也是企业面临的一大难题。鉴于此,产品数据管理(Product Data Management, PDM)技术应运而生,其主要目的就是在产品的协同设计开发环境中高效地管理与产品相关的各类数据、过程和资源信息,PDM技术为企业在应用协同设计系统中提供了强有力的技术支持<sup>[7]</sup>。

在PDM发展的早期就得到了许多国际上知名企业的认可,如美国的波音公司、福特公司,德国的大众汽车公司等等都相继投入巨资购买商品化的PDM产

收稿日期:2013-06-12

修回日期:2013-09-23

网络出版时间:2014-01-28

基金项目:山西省自然科学基金项目(2012011015-5);山西省大学生科技创新项目(2011255)

作者简介:白晓明(1991-),男,山西运城人,研究方向为协同设计;郭银章,博士,教授,研究方向为数字化协同与网络交互设计。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140128.1152.047.html>

品来建立自己企业的产品数据管理系统。在 PDM 产品化研究方面,美国 Spectra 图形公司推出的一个面向工作组的 CSCD 工具系统 Team-Solutions,包括同步协作支持工具 TeamConference 和异步协作支持工具 TeamExchange。加拿大 Toronto 大学的 Chen 等则提出了一种支持在 Internet 环境中进行实时协同装配建模的主装配模型<sup>[8]</sup>。田凌等提出建立网络化产品协同设计支持系统<sup>[9]</sup>。张定华等研究了构建数字化协同平台的 3 项关键技术—并行工作组织与实施、协同工作平台建设和型号工程数据中心<sup>[10]</sup>

我国在 PDM 技术方面的发展与发达国家相比,还具有一定的差距。国内许多企业实施 PDM 系统仍是采用国外厂商开发的。如海尔集团、康佳等使用的 PDM 产品是来自美国 EDS 公司的 IMAN<sup>[11]</sup>;航天部二院 204 所采用的 PDM 产品是 SDRC 公司的 Meta-phase。也有许多国内厂商自己开发的 PDM 系统,如清华紫光企业开发的清华紫光档案管理系统(TH-AMS)、上海斯普信息技术有限公司的 SIPM/PDM 等。

根据协同设计技术在实际研究中的特点,并结合我国制造业目前的设计现状及发展趋势,文中提出一种适合国内企业的基于协同设计环境下的 PDM 系统模型。

## 1 产品数据管理系统的体系框架

PDM 系统的数据组织和管理具有以下特点:

(1)开放的体系结构,采用组建好的结构相关对象和功能模块形成独立功能组件,组装式系统既满足了客户的不同需求,又适应了不同企业的实际应用。这样不但可以保证数据的安全性和降低系统的复杂性,又可以在需要时方便地进行新对象的增加或删除等操作,也实现了用户对该系统中数据操作能力的充分表达。

(2)数据库的易操作性,所有参与该系统的对象都可通过统一的数据接口完成与数据库的操作。最大的好处就是保留了数据的安全性和一致性,同时也方便为其他应用程序提供数据接口和程序接口,进而也提高了系统的开放性。

PDM 系统的体系架构图如图 1 所示。

该系统基于三层 B/S 模式结构建立:最顶层是用户访问层,完成人机交互的界面管理;中间层是逻辑处理层,用以完成系统的各个功能模块实现和程序接口;位于系统最底层的是数据服务层。主要功能如下:

(1)用户访问层:分为浏览器、分布式客户端应用程序、Web 服务器(CGI/ASP/Java 接口)、协同应用组件与应用工具的集成四部分。用户访问层给用户提供了 PDM 的功能描述和用户友好界面,用户对产品数

据的各种输入输出操作不涉及到任何业务逻辑,只拥有部分应用逻辑功能。其主要功能有:管理用户接口、数据的输入输出操作、应用逻辑处理、向服务器发送请求和接收结果等。

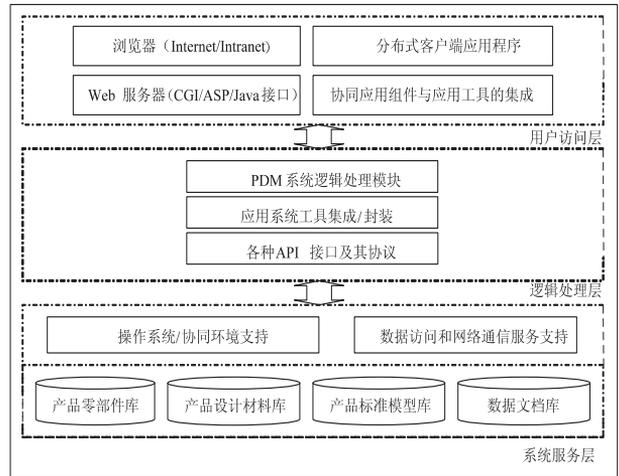


图 1 PDM 系统架构图

(2)逻辑处理层:逻辑处理层可进一步分为三部分:系统逻辑处理模块、应用系统功能集成封装模块和各种 API 接口。系统逻辑处理模块主要完成产品数据管理系统的核心功能,如产品数据的存取控制、用户及权限管理、零部件管理、项目管理、过程及其控制管理和系统资源管理等等;应用系统工具集成/封装是 PDM 与 CAX、MRPII 等应用软件集成的重要开放工具;各种 API 接口及其协议是连接系统服务层的重要工具。作为 PDM 系统的核心层次,它包括了异构环境处理、PDM 系统逻辑处理模块、产品数据处理的核心功能、应用系统功能集成封装和各种数据处理逻辑模块。这些模块完成了产品数据管理的大部分工作,逻辑处理层的主要目的是对业务逻辑的处理,同时能够保证数据的安全性、一致性和高效性。

(3)系统服务层:PDM 系统以产品对象为核心,通常以关系型数据库为基础,在操作系统、协同环境、数据访问和网络通信服务的支持下,采用面向对象的数据存储和组织方式,通过产品自身组织结构和层次化特点分解产品对象信息,实现了数据的易操作性。

## 2 产品数据管理系统的功能模型描述

PDM 系统是对协同设计环境下的产品数据管理中涉及到的四大模块<sup>[12]</sup>:基础数据管理、产品结构/配置管理、工作流/过程管理和系统资源管理进行网络化的管理与控制,实现对产品相关数据、过程和资源的有效管理,通过需求分析及业务流程分析得出系统的功能层次结构图,如图 2 所示。

协同设计环境下的产品数据管理系统在功能上要求软件以产品为中心,对其相关的数据、过程和资源进

行管理,并使其具备安全的权限管理功能。同时,在经过对企业协同设计部门调研之后,高度抽取企业最迫切的需求,按照功能和结构相结合的方式对系统进行划分,并结合产品数据管理的基本业务流程,将产品数据管理系统分为 4 大功能模块,其主要功能描述如下:

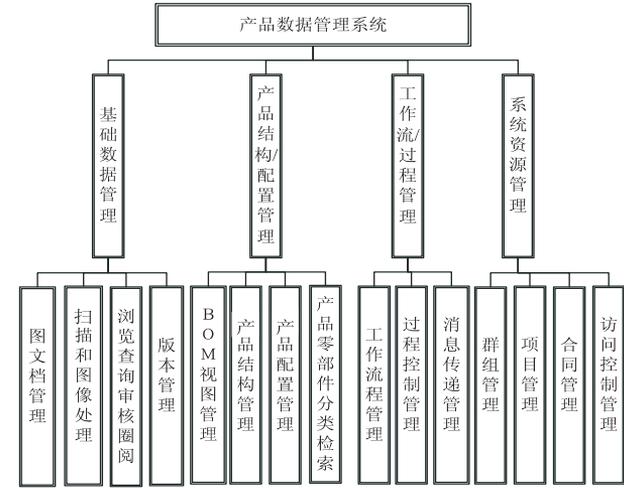


图 2 PDM 系统功能层次结构图

(1) PDM 基础数据管理。

它作为连接数据库和文件系统的逻辑单元,支持入库/出库 (Check-in/Check-out);对存放在其内部的全部数据的所有变化过程进行监控和记录;具有将产品相关数据信息的生成、存储、检索、查询、编辑、恢复、和记录的能力;为用户和应用程序之间完整性的数据传递提供了一种安全有效的管理方法。它的创建和使用对用户来说是透明的,并且不受用户和数据地理位置的限制,借助于分布式数据库技术,允许用户迅速地访问企业的产品数据信息<sup>[13]</sup>。

基础数据管理子系统可具有以下功能:图文档管理功能、扫描和图像处理功能、浏览查询审核圈阅功能和版本管理功能。基础数据管理的相关功能体系可描述为:

$$BDM ::= (BDM, SBH, BIVC, VM)$$

(2) PDM 产品结构与配置管理。

产品结构与配置管理是以基础数据管理为底层支持,以物料清单 (BOM) 为组织核心,以系列化产品的相关数据作为管理对象,把定义最终产品的所有工程数据和图文档数据结合起来,保存设计状态以便于设计和回溯。实现了产品数据的组织、管理和控制,并在一定的产品设计目标和规则约束下向用户或应用系统提供产品的不同视图及其相关描述。

产品结构与配置管理子系统可具有以下功能:产品结构管理功能、产品配置管理功能、BOM 视图管理功能和产品零部件分类与检索功能。产品结构与配置管理的相关功能体系可描述为:

$$SACM ::= (PSM, PCM, BVM, PPCR)$$

(3) PDM 工作流/过程管理。

工作流/过程管理是用来定义、执行、跟踪及监控产品开发过程和工程更改过程中的所有事件、活动及用户创建和修改数据的方法。它是在一个项目的全生命周期内跟踪所有与产品相关的事物和数据的活动,用于管理不同用户之间的数据交流,并且同时控制数据变化的过程和数据的流向、帮助改进和优化产品的开发过程。

工作流过程管理子系统可具有以下功能:工作流程管理功能、过程控制管理功能和消息传递机制管理功能。工作流/过程管理的相关功能体系可描述为:

$$WPM ::= (WM, PCM, NTM)$$

(4) PDM 系统资源管理。

系统资源管理就是对 PDM 系统实施过程中涉及到的用户、项目、合同和全局的访问控制进行管理,管理涉及到所有资源信息及其资源信息的可操作性。

系统资源管理子系统可具有以下功能:群组管理功能、项目管理功能、合同管理功能、访问控制管理功能。系统资源管理的相关功能体系可描述为:

$$SRM ::= (GM, PM, CM, ACM)$$

### 3 协同设计环境下产品数据管理原型系统的实现

(1) 采用面向对象的统一建模语言进行系统的总体需求分析,通过分层设计思想,并采用基于 Internet 的三层 B/S 模式给出系统总体框架结构图;

(2) 根据以上需求分析,采用结构化的设计思想对 PDM 系统进行功能的划分,通过综合与分析、抽象与概括提取出系统的对象模型,并给出系统的功能层次结构图;

(3) 给出系统的 UseCase 用例图和 Sequence 时序控制图分别来直观地描述系统间的活动者与活动识别和数据及信息流的控制顺序;

(4) 在 PowerDesigner15.0 环境中完成数据库的建模与设计,并在基于 J2EE 的软件开发工具 Myeclipse9.0 的平台上进行原型系统的开发。

用户通过身份认证进入该系统,然后通过通过对界面的直接操作完成系统的具体模块功能。下面列出几个主要功能模块介绍。

(1) 基础数据管理界面。

以基础数据管理模块为例,来简单描述系统的功能实现。点击左侧的基础数据管理模块下的图文档管理,可以进行图文档数据信息的增删查改操作。

(2) 工作流程管理界面。

该模块主要以系统工作流程定义和工作流程的描述为基础展开管理,重点在于工作流程的模版设计、创

建、审批、更改、执行、在线维护等产品设计过程中涉及到的阶段。完善的工作流程管理包括定义、工作流程模型实例化和流程控制三部分。这里可以对工作流程进行增删查改和停止操作。点击新增工作流程,可跳出新增工作流程管理界面,进行工作流程模版实例化操作之后,便可进行新的工作流程的执行与控制。

#### 4 结束语

文中对协同设计环境下的 PDM 系统进行了分析与研究,分析其软件体系结构、功能层次结构和系统模型的构建等多方面内容,最终实现了协同设计环境下 PDM 系统的原型系统。这对于提高协同设计效率、提升产品设计质量、缩短产品生命周期具有重要的现实意义和实用价值。虽然取得了一些进步,但是网络化产品协同设计技术和产品数据管理技术都是一个新兴并且发展非常迅速的前沿研究领域,涉及的领域非常广,包括计算机网络技术、计算机集成制造、管理科学和并行工程等众多学科,协同设计理论和实施方法以及产品数据管理方面都需要再进一步的深化与研究。

#### 参考文献:

- [1] 郭银章,曾建潮.基于元模型调用的机械产品协同设计过程建模[J].计算机集成制造系统,2011,17(5):915-923.
- [2] 殷国富,于静,胡晓兵,等.面向信息时代的机械产品现代设计理论与方法研究进展[J].四川大学学报(工程科学版),2006,38(5):38-47.
- [3] Pikosz P, Malmqvist J. A comparative study of engineering

(上接第 165 页)

文中提出的基于数据库管理的数据采集系统是以数据管理为中心的通用测控系统,以高、低速数据采集卡配合工作的方式,满足不同的工作需求,改变了以往的专用系统只为实现单一的测控任务而设计的弊端。在实际工作中系统运行稳定,重组灵活,实现了大量数据的采集、分析和显示任务,提高了产品的开发效率。

#### 参考文献:

- [1] 孔慧芳,蒋本兵.基于 LabVIEW 的 AMT 数据采集分析系统[J].仪器仪表学报,2006,27(S1):442-443.
- [2] 张波,陈岩申,张桂芝.外军电子自动测试系统及其相关技术的应用与发展情况研究[J].计算机测量与控制,2002,10(1):1-4.
- [3] 杨乐平,李海涛,肖相生,等. LabVIEW 程序设计与应用[M].北京:电子工业出版社,2001.
- [4] 张维娜,苏中,康春鹏,等.基于虚拟仪器的舵机开发平台[J].仪器仪表学报,2008,29(6):1310-1313.
- [5] 李文涛,曹彦红,卜旭芳,等. LabVIEW 数据库访问技术的实现及应用[J].工矿自动化,2012(3):69-72.

change management in three Swedish engineering companies [C]//Proceedings of ICRP2000 conference. Bangkok, Thailand:[s. n.],2000:78-85.

- [4] Huang G Q, Yee W Y, Mak K L. Development of a Web-based system for engineering change management[J]. Robotic and computer integrated manufacturing,2001,17(3):255-267.
  - [5] 邵鲲.基于软件企业信息化平台的应用系统集成研究[D].武汉:华中科技大学,2009.
  - [6] 童伟.网络化协同工作环境中群组协同工具研究[D].南京:南京理工大学,2006.
  - [7] 牟玉洁.网络化协同设计产品开发环境中的产品数据管理[D].南京:南京理工大学,2001.
  - [8] Chen L, Song Z, Liavas B. Master assembly model for real-time multi-user collaborative assembly modeling on the Internet[C]//Proceedings of 2002 ASME design engineering technical conferences. Montreal, Canada:[s. n.],2001.
  - [9] 田凌,童秉枢.网络化产品协同设计支持系统的设计与实现[J].计算机集成制造系统,2003,9(12):1097-1104.
  - [10] 张定华,李山.航空发动机数字化协同平台关键技术研究[J].中国制造业信息化,2009,38(17):35-39.
  - [11] 姚怡,莫锋.产品数据管理的发展趋势[J].广西大学学报(自然科学版),2001,26(4):319-322.
  - [12] 李晓娟,郭银章.复杂产品协同设计过程管理系统的设计与实现[J].太原科技大学学报,2013,34(1):21-27.
  - [13] Tang D B, Eversheim W, Schuh G, et al. CyberStamping: A Web-based environment for cooperative and integrated stamping product development[J]. International journal of computer integrated manufacturing,2004,17(6):504-519.
- 
- [6] 黄豪彩,杨灿军,陈道华,等.基于 LabVIEW 的深海气密采水器测控系统[J].仪器仪表学报,2011,32(1):40-45.
  - [7] 任浩然,苗洪利,田庆震.基于 LabVIEW 的太阳能电池测试系统[J].微计算机信息,2012,28(4):181-183.
  - [8] 罗秋风,肖前贵,杨柳庆.无人机自动检测系统的设计与实现[J].仪器仪表学报,2011,32(1):126-131.
  - [9] 赵奇峰,闵涛,杨黔龙,等.基于 LabVIEW 串口数据采集系统设计[J].计算机技术与发展,2011,21(11):224-226.
  - [10] Gao Jingge, Wang Shuqiang. Research on monitoring system for granary based on LabVIEW[C]//Proceedings of the 8th international symposium on test and measurement. [s. l.]: [s. n.],2008:1683-1686.
  - [11] Chen M, Chen S H. Virtual and remote control laboratory development[J]. IEEE control system magazine,2005(5):78-80.
  - [12] Zhu X P, Xiao M Q. Modeling on parallel test system based on object oriented[C]//Proceedings of instrumentation and measurement technology conference. Piscataway, NJ, USA: IEEE,2005:2076-2081.

# 协同设计环境下的产品数据管理及应用研究

作者: [白晓明](#), [郭银章](#), [BAI Xiao-ming](#), [GUO Yin-zhang](#)  
作者单位: [太原科技大学 计算机科学与技术学院, 山西 太原, 030024](#)  
刊名: [计算机技术与发展](#)

---

ISTIC

英文刊名: [Computer Technology and Development](#)

---

年, 卷(期): 2014(4)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_wjfz201404042.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201404042.aspx)