

文章编号:1000-582X(2008)04-0387-06

# 基于集成服务的协同产品开发按需服务平台

李彩娟<sup>1</sup>,段爽月<sup>2</sup>,张 涵<sup>2</sup>,张晓冬<sup>2</sup>

(1. 河北建筑工程学院 数理系,河北 张家口 075024;2. 重庆大学 机械工程学院,重庆 400030)

**摘 要:**针对网络化产品开发协同需求和协同方式的多样性与动态性问题,首先提出了服务平台的集成服务构架,详细讨论了基于代理的服务提供机制、自组织的项目管理机制和多层次冲突协调支持方法,给出了集成服务实现的关键技术,最后开发出一个实现按需服务机制网络化按需服务平台。实例研究表明,基于集成服务构架的协同产品开发按需服务较好地解决了多样性和动态性问题,可使中小企业动态、低成本地获取所需的协同支持服务。

**关键词:**产品开发;集成服务;按需服务;支持平台

中图分类号:TB472

文献标志码:A

## A service-on-demand platform based on integrated service and for use in collaborative product development

LI Cai-juan<sup>1</sup>, DUAN Shuang-yue<sup>2</sup>, ZHANG Han<sup>2</sup>, ZHANG Xiao-dong<sup>2</sup>

(1. Hebei Civil Engineering and Architecture College, Zhang Jiakou 075024, P. R. China;

2. College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, P. R. China)

**Abstract:** Aiming at the diversity and dynamics of product development collaboration requirements, we studied a service-on-demand platform based on an integrated service structure. An integrated service framework was constructed based on a hierarchy model. An agent-based service providing mechanism, a self-organizing project management mechanism, and multi-level conflict coordinating methods of the platform were illustrated. Key technologies of integrated service were presented. A networked collaboration service platform was developed based on the service-on-demand as the service mechanism. A case study shows that the collaboration service platform based on a service-on-demand mechanism can solve diversity dynamic problems effectively, and can help small and medium-sized enterprises acquire dynamically collaboration services supporting networked product development and with low cost.

**Key words:** product development;integrated service;service-on-demand;support platform

为提高新产品的创新性、缩短设计周期并最终赢得市场,越来越多的新技术、新工具和新理念被运用到产品开发过程中。其中,网络化协同产品开发已成为企业提高其产品竞争力的有效途径。

面对协同产品开发日益多样化的协同需求,近年来软件市场上涌现出众多的协同产品设计平台与支持系统,如 IBM、UGS 等公司提供的面向产品生命周期管理的解决方案 Smarteam、Teamcenter 等

产品,为产品开发团队提供了企业协同、工程协同、制造协同、项目协同、可视化协同等大型协同平台;ANSYS 等工程分析供应商提供了各种协同分析平台,如基于 Workbench 的协同仿真环境等,使企业顺利实现 CAD/CAE 的协同;EAI、NexPrise 等公司提供的复杂产品开发的协同工作环境 eVis、ipTeam 等。此外,大量的网络化会议系统、设计项目管理系统、产品数据管理系统、CSCW (computer supported

收稿日期:2007-12-08

基金项目:国家自然科学基金资助项目(70501036);重庆市科技攻关项目(2007AC2039)

作者简介:李彩娟(1971-),女,河北建筑工程学院讲师,主要从事数理统计、系统仿真等研究,(E-mail)zjklcj@163.com。  
欢迎访问重庆大学期刊网 <http://qks.cqu.edu.cn>

cooperative work) 协同工作环境、以及网络化协同设计服务平台的快速发展,也为企业实现产品开发的协同提供了多样化的支持并得到了广泛的应用<sup>[1-3]</sup>。

网络化协同产品开发的另一个特征是协同需求和协同方式的动态性。随着协同需求的变化,协同产品开发必须采取动态的组织方式和动态的协同方式。例如在某些开发项目中只需要借助简单的网络会议系统进行协同,而某些项目却需要分布式协同仿真等高层次的协同支持环境<sup>[4-5]</sup>。

协同产品开发需求和协同方式的多样性与动态性特点,为中小企业的协同开发过程带来了许多困难。

### 1) 经费紧张

①协同项目对协同方式的动态需求,导致不停追加协同工具和平台的投资;②协同的层次越高,所需要的协同工具和平台的价格越高、投资越高。

### 2) 技术受限

①产品开发团队对于 IT 技术和协同技术的缺乏使得产品开发难以及时采用先进的协同方式;②产品开发部门在异构系统集成、数据库互联、协同系统的建设等方面缺乏必要的技术和人力资源。

### 3) 管理薄弱

①开发团队缺乏统一的网络化项目组织和管理环境,导致组织过程效率低下;②协作伙伴缺乏必需的协同工具和协同环境,导致在产品开发过程中不得不采取低层次协同。

为解决上述问题,笔者开发了一个基于集成服务构架的协同产品开发按需服务平台,旨在通过专业化的按需服务模式使广大中小企业动态、低成本地获取多样化的协同支持服务。首先提出了服务平台的集成服务构架,详细讨论了基于代理的服务提供机制、自组织的项目管理机制和多层次冲突协调支持方法,给出了集成服务实现的关键技术,并运用于一个具体运行实例。

## 1 平台的集成服务构架

根据企业对协同服务的需求,首先对平台所提供的服务进行了规划,将平台用户可使用的协同服务从协同深度上划分为消息层服务、数据层服务和应用层服务三大类,从协同内容上划分为技术服务和管理服务两大类,从而形成了一个集成的服务构架(如图 1 所示)。

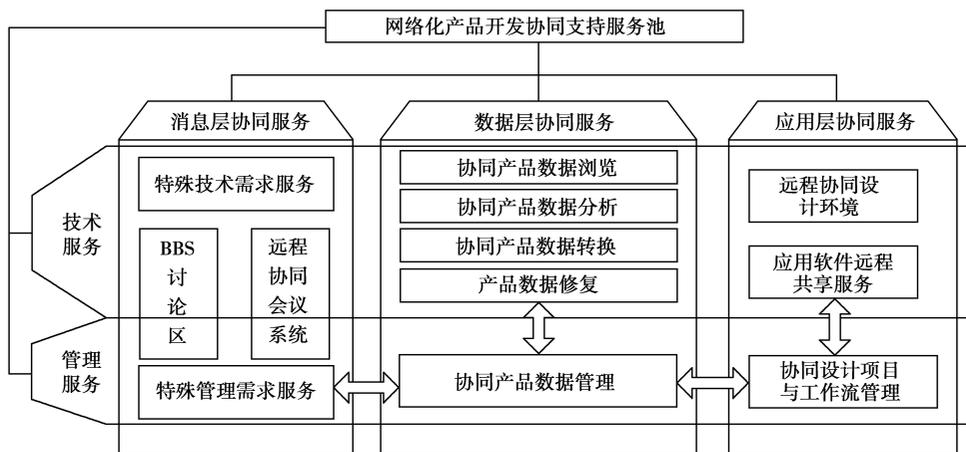


图 1 平台的集成服务构架

图 1 中的技术服务是指对协同设计任务的技术支持服务,如产品数据的集成以及协同设计环境等;管理服务是对网络化产品开发过程管理的支持服务,如协同数据、开发组织和开发项目的管理。产品开发的各项协同任务直接通过获取技术服务完成,管理服务则为技术服务提供所需的产品数据、组织信息和流程信息,同时在技术服务中所产生的新的共享产品数据和任务状态的变更也通过管理服务来进行管理。在集成服务构架下,服务池中的各类服务应尽量丰富,从而满足不同用户的多样化需求。

## 2 基于代理的自组织按需服务机制

面对动态的协同需求,服务平台要解决的一个

关键问题是服务的适应性和灵活性。为此,平台采取的是一种 ASP(application service provider)应用服务供应商按需服务(service on demand)机制<sup>[6]</sup>。在 ASP 发展的初期,其应用的重点在于为用户提供基于网络的标准应用软件租赁。近年来,为不断适应用户个性化的需求,产生了按需服务这一新的 ASP 服务形式。根据按需服务的思想,服务平台应建立内容丰富的协同支持服务池,提供给用户全方位的协同服务和协同软件工具。服务池中的各项服务相对独立,用户在使用过程各取所需。然而,协同产品开发通常是一个较为长期的项目,用户使用平台的过程也较为复杂。单纯的按需服务方式会使用户在使用平台的过程中感到无从下手,也为协

同设计项目的管理和组织带来了困难<sup>[7-8]</sup>。为解决这一问题,服务平台在普通按需服务方式的基础上,采用了一种基于代理的自组织按需服务机制(如图

2 所示)。该机制由基于代理的服务提供机制、自组织与自控制项目管理机制以及团队冲突协调机制组成。

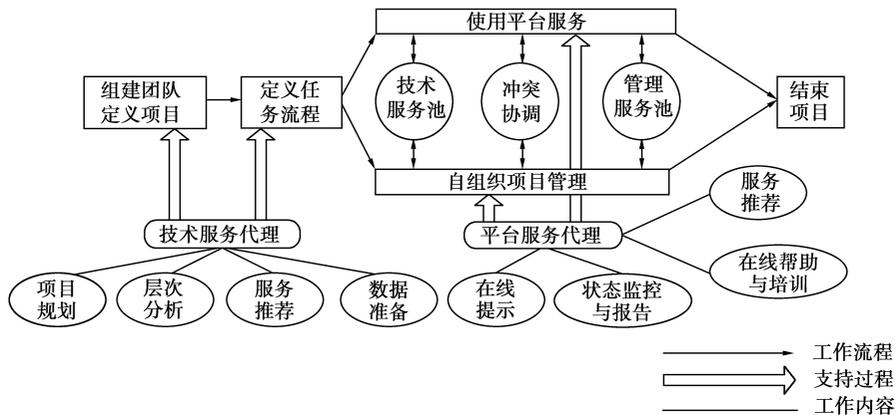


图 2 基于代理的自组织按需服务机制

1) 基于代理的服务提供机制。平台所引入的代理包括咨询服务代理和平台服务代理两大类。咨询服务代理指平台的开发商或由开发商指定的技术机构,为企业用户提供各种技术和管理咨询服务,如协同项目的规划、协同层次与影响因素分析、协同服务的选择、协同数据的准备及整理等。平台服务代理是在平台内部开发的一系列代理程序。企业用户在使用平台的过程中,代理程序运行在平台的后台,可根据用户定义的任务内容为用户提供在线引导服务,如提示服务池中各种服务的技术特点与使用说明、监控并报告任务的执行状态、推荐合理的协同工具等。在技术服务代理和平台服务代理的协助下,用户可以有的放矢地使用适合自身项目特点的协同服务。

2) 自组织与自控制的项目管理机制。项目管理服务是指通过服务平台对协同设计项目进行组织和管理,以避免各成员在协同过程中各自为政的局面<sup>[9]</sup>。然而,协同设计项目的动态性和设计任务的并行性,使得项目管理无法预定义通用的项目计划。为此,平台提出了一种自组织和自控制的项目管理机制。该机制中,盟主负责项目计划制定、任务分工以及项目执行过程的监控、管理和调整。团队成员在项目计划的指导下协同工作,自主地提交任务状态、最新的产品数据和设计变更,并根据权限及时获取项目的进展情况和共享产品数据。当各成员在协作过程中发生异常情况,如需要添加新的协作任务或修改已分配任务的内容,则可申请任务的变更。任务变更需要由盟主组织各成员进行确认,然后由盟主对项目流程进行动态地调整。这一机制一方面避免了任务流程的动态性带来的困难,另一方面可以保证项目进程中各方成员协调一致地开展工作。

3) 多层次冲突协调支持机制。为了能够支持对设计过程中冲突的管理与协调,建立了多层次的冲突协调支持机制。首先,在项目管理环境中设置了任务状态的变更功能,由盟主来动态协调在组织分工、设计进度等项目管理方面出现的冲突;其次,平台提供了一个网络化协同会议环境,通过视频会议、文档白板、图像说明、动态演示等方式对设计结构、设计方案等大的设计冲突由盟主组织会议进行协调;第三,通过产品数据远程同步协同环境,团队成员可以对具体的设计细节冲突进行实时分析和交流,得到一个冲突最少的解决方案;第四,平台还为团队成员提供了 BBS 讨论区,以支持非正式的冲突协商。

### 3 按需服务平台实现的关键技术

#### 3.1 异构服务的集成

平台的开发采用 J2EE 体系结构,包括客户端、Web 服务器、逻辑服务器和资源服务器,其服务集成方案如图 3 所示。

客户端属于平台的表示层,完全以浏览器方式工作,所开发的功能包括显示用户界面、支持与用户的动态交互、提出服务请求并显示 Web 服务器端的反馈结果、从 Web 服务器下载需要执行的程序或脚本。Web 服务器根据用户的服务要求,通过统一的定位器查找对应的 JDP 服务页(Java server page, JSP) 或者 Servlet,然后将 JSP 或者 Servlet 处理生成的超文本标记语言(hyper text Markup language, HTML) 或可扩展标记语言(extensible markup language, XML) 文件以 HTML 文件的形式反馈给用户。逻辑服务器由企业级 Java bean (enterprise java bean, EJB) 组件在 J2EE Web 程序中实现,EJB 组件从客户端或 Web 容器中收到数据

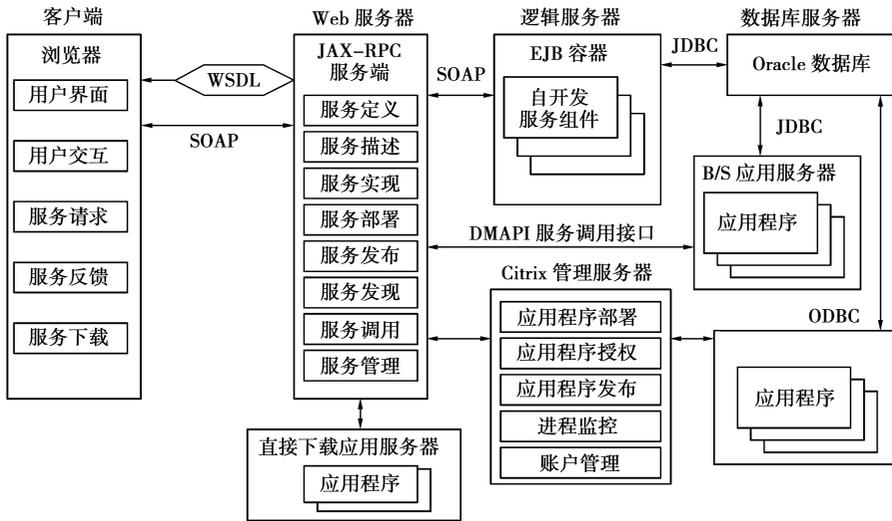


图 3 异构服务的集成方案

并将处理过的数据传送到数据库系统存储,并从数据库检索数据送回客户端。资源服务器包括数据库服务器和应用服务器。应用服务器集成了各种协同支持应用软件,按照不同的服务类型分为 B/S 应用服务器、单机应用服务器和直接下载应用服务器。数据库服务器使用 Oracle 数据库,负责存储和管理用户数据、设计数据、项目数据和设计资源,采用 Java 数据库连接(java database connection, JDBC)与业务逻辑层相连。

根据图 3,在服务平台中所集成的异构服务可分为 4 大类: B/S 结构自开发程序在线使用服务,如数据管理、项目管理等管理服务程序; B/S 结构商品化应用程序在线使用服务,如 Autovue for Java、CQEI 等协同环境; 单机商品化应用程序在线使用服务,如 Transmagic、CADLook 等技术服务软件; 商品化应用程序下载使用服务,如 VNC Server/Viewer 等。各类服务的具体内容如表 1 所示。下面说明各类服务的集成技术和管理方法。

表 1 各类服务的具体内容

服务类型	服务名称
B/S 结构自开发程序在线使用服务	组织数据管理、项目数据管理、任务数据管理、共享数据管理、设计文件管理、联盟组建、计划制定、任务分配、任务确认、任务查询、任务变更、冲突协调
B/S 结构商品化应用程序在线使用服务	AutoVue for Java、CQEI、PTC-Viewer、Cult3D
单机商品化应用程序在线使用服务	3DView、Transmagic、CADLook
商品化应用程序下载使用服务	VNC Server/Viewer、PC Anywhere

B/S 结构自开发程序在线使用服务:平台采用 J2EE 构架下的 Web 服务技术实现自开发 Java 服务程序的发布和调用。Web 服务环境包含了一系列定义标准服务的协议、协议发布机制和创建、传输及处理 Web 服务请求的机制,能够统一地封装信息、行为、数据及商务流程,把应用程序改变成可重用的和柔性的组件。J2EE 平台包含的 JAX-RPC 模块可以很好地封装与支持远程过程调用,因此平台中的客户端通过 SOAP (simple object access protocol, SOAP) 消息和 JAX-RPC (Java API for XMLbased RPC, JAX-RPC) 服务端交互。JAX-RPC 服务端运行在 Servlet 容器中,它通过调用 EJB 容器中的 EJB 组件来处理相应的服务业务。根据上述原理,该类服务具体的开发工作主要包括 Web 服务端开发及客户端服务请求程序的开发。其中 Web 服务端相当于图 2 所示的服务代理,其服务开发包括服务定义、服务描述、服务实现、服务部署、服务发布、服务发现、服务调用等环节。其中 WSDL 文档中不仅包含有该 Web 服务的抽象定义,而且也包含有实现该 Web 服务的细节,因此建立和发布 WSDL (web service description language, WSDL) 文档是服务开发的关键。对于 Web 服务客户端的服务请求,主要包括各类服务请求程序(SOAP 消息)的开发:根据 Web 服务 WSDL 文档中所定义的该服务方法需要的参数,通过引用该方法的数据类型和终端信息来生成 SOAP 客户端代码,然后再把产生的 SOAP 客户代码嵌入到客户机中,从而发出该 Web 服务的请求。Web 服务端接收服务请求并通过服务调用把它们映射到对应的 Java 组件或应用程序,同时提供 Web 服务请求的单个控制、访问和验证等管理功能。

B/S 结构商品化应用程序在线使用服务:对该类服务,其服务开发的内容与自开发程序服务基本相同,不同之处在于要开发调用接口才能实现服务的调用。调用接口程序的开发可根据该应用程序所提供的访问机制与管理机制进行。以 AutoVue for Java 为例,该软件提供 DMAPI (document management application programming interface) 支持调用接口的开发,具体内容包括:配置 Jvue 服务器连接属性、文档存取地址、文档管理属性、使用授权、Java 虚拟机客户端下载等,基于 DMAPI 的调用接口程序如下。

```
<? xml veraion="1.0"? >
<! DOCTYPE CSIDATA SYSTEM "cai.dtd">
<CSIDATA>
  <Request>
    <OriginalURL>
      <![CDATA[filename_parameter]]>
    </originalURL>
    <Authorization>
      <Cookie value="value"/>
      <Property name="id1"> value="
value"/>
      <Property name="id2"> value="
value"/>
      ;ETC.
    </Authorization>
    <Open/>
  </Request>
</CSIDATA>
```

由于该类服务开放性较强、需要在线使用,其服务管理比较复杂。使用该服务的各协作方首先要通过平台进行服务预约,在服务订单中说明该服务的需求、开始使用的时间及授权需求。平台服务人员根据服务订单提前设置客户端地址和访问权限、控制权限、文件存取路径及目录、协作开始时间。在服务的使用过程中,由平台的服务人员作为主控方组织各协作方发起协作,并控制整个协作的进程和文件的安全存取。

单机商品化应用程序在线使用服务:对这类服务,采用基于 Citrix 的服务器计算模式,将单机程序 Web 化的方法进行集成。该原理基于两项技术:一是 Citrix ICA (independent computing architecture),将应用程序的执行逻辑从用户界面中分离开来;另一项是 Citrix MultiWinTM,允许多个用户在不同的客户端平台上,同时访问和运行服务器上的同一个应用软件。平台中具体的集成方法为:在应用服务器(组)上设置 Citrix MetaFrame 平台软件,将各种应用程序集中安装并进行发布;客户端通过

安装简单的 ICA 软件保持与服务器的通信。这样,客户端所需的应用程序完全在服务器上执行,然后在客户端本地得到界面结果。该类服务的管理通过 Citrix 提供的管理工具实现,包括:管理员通过管理控制台,完成包括服务器应用程序许可证、打印机和在任何地方的用户个人账户管理;基于应用程序和用户环境,定制负载平衡规则,以便使服务器的资源利用最大化;对应用程序进行脱机维护;将应用程序部署到台服务器上,并向客户端发布应用程序;集中监视所有的应用服务,在这一过程中进行性能优化和最大并发用户数量的控制。

商品化应用程序下载使用服务:对于 VNC Server/Viewer、PC Anywhere 等类型的应用程序,只涉及两个企业用户相互共享桌面和应用,因此不必在线使用,可采用提供下载的服务方式。企业用户经过平台的验证后直接下载该类应用的安装程序,然后自行安装使用,不再通过平台进行管理和控制。

### 3.2 与企业用户本地数据库的数据集成

企业用户本地设计任务所涉及的产品数据和项目数据将由成员单位本地的数据管理系统进行管理,平台只管理协同任务所涉及的共享数据。因此,平台开发了数据的导入和导出功能。在组建协同项目的初期,各成员将需要共享的产品数据从本地数据库中导入平台数据库中,在协同项目结束阶段再将平台数据库中的产品数据导出到本地 PDM 中。在协同项目进行的过程中,则由平台数据库对所有的共享产品数据进行统一管理。这种数据管理方案避免了平台数据与企业本地之间频繁的数据转换和传输,保证了共享数据的一致性,降低了系统实现的难度。

## 4 运行实例

通过运行实例说明按需服务平台在中小企业协同产品开发中的应用。

某割草机制造公司的某些部件由于采用了新的造型,因此需要对这些部件的关键受力零件进行 CAE 工程分析。然而该公司本身不具备 CAE 分析的技术人员和软件系统。为此,该公司与某新产品开发研究所联合进行该新产品的开发。基于按需服务平台,首先由制造公司作为盟主,使用平台提供的管理服务,在服务平台上注册了一个设计联盟“割草机部分零件协同开发团队”,定义了该设计项目的基本信息,制定了项目计划并进行了任务分工。项目定义完成后,制造公司与研究所分别根据任务分工导入需要共享的产品数据,并应用自身的 CAD/CAE 系统和服务平台的技术服务进行产品开发。

开发过程中盟主与成员均可自主查看当前的项目及任务信息,从而及时发现问题或开始新的任务。

图5(a)为割草机手柄设计中,研究所使用服务平台的 Transmagic 数据转换服务将制造公司设计的 CAD 三维模型转换为 CAE 分析软件接受的格式。由于在转换过程中出现了数据失真的情况,因此继续使用平台提供的修补服务进行数据修复,如图5(b)所示。



(a)转换后发生数据失真的 CAD 模型

(b)修补后的 CAD 模型

图5 手柄 3D 数据的修补服务

由于 CAD、CAE 双方还需要就某些关键设计问题进行同步沟通,因此该项目还需要使用平台的应用层协同服务功能。CAD、CAE 工程师在服务平台提供的远程实时协同设计环境 autovue for java 中进行实时协作。基于网络数据库 Oracle、手柄的 CAD 模型、CAD/CAE 转换修补报告、CAE 模型、CAE 分析报告、CAD/CAE 协同分析报告等共享产品数据由平台进行统一存储与管理。当项目完成后,这些由平台托管的产品数据由设计团队导出到各自的产品数据管理系统中。由于该项目结合了各设计团队 CAD 造型和 CAE 分析的专业优势,并通过服务平台快速获取了所需的数据转换、修补和协同服务,因此节约了购置数据转换、修补和协同设计工具的投资,显著缩短了产品的开发周期。

## 5 结 语

随着网络化产品开发的迅速发展和广泛应用,企业所采取的协同开发方式呈现明显的多样性和动态性。这种多样性和动态性为中小企业选择恰当的协同方式带来了困难。为此,提出了基于集成服务构架的协同产品开发按需服务平台的研究与开发,提出了集成服务构架和一系列的服务机制,较好地解决了多样性和动态性问题。平台的应用实践表明,按需服务能提供给用户更大的自主性和灵活性,可使中小企业动态、低成本地获取多样化的协同支持服务,是当前 ASP 发展的一个重要方向。然而,平台所提出的自组织与自控制的技术服务和管理服

务策略,适合于中小企业较小规模的协同开发项目;如果项目的任务关系、产品数据、团队组织复杂,则不宜采用这种按需服务机制的公共服务平台。

## 参考文献:

- [1] DAHAN E, HAUSER J R. Managing a Dispersed Product Development Process [C] // WEITZ B, WENSLEY R. The Handbook of Marketing. New York: Sage Publications, 2002.
- [2] ZHANG X, YANG Y, LIU S, et al. Realization of a development platform for Web-based Product Customization System [J]. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 2007, 20(2-3): 254-264.
- [3] SETHI R, PANT S, SETHI A. Web-Based Product Development Systems Integration and New Product Outcomes: A Conceptual Framework [J]. Journal of Product Innovation Management, 2003, 2(20): 37-56.
- [4] YANG YU, ZHANG XIAO-DONG, LIU FEI, et al. An Internet-based Product Customization System for CIM [J]. Robotics and Computer Integrated Manufacturing, 2005, 2(21): 109-118.
- [5] 孙东光. 价值链驱动的产品协同商务研究[D]. 北京: 北京航空航天大学, 2002.
- [6] 戴建华, 蔡铭, 林兰芬, 等. 面向网络化制造的 ASP 服务平台若干关键技术研究[J]. 计算机集成制造系统 (CIMS), 2005, 11(1): 48-52.  
DAI JIAN-HUA, CAI MING, LIN LAN-FEN, et al. Research on some key technologies for ASP platform oriented to networked manufacturing systems [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2005, 11(1): 48-52.
- [7] 王云莉, 肖田元, 杨楠, 等. 协同产品开发平台的研究与实现[J]. 计算机集成制造系统 (CIMS), 2002, 8(8): 640-644.  
WANG YUN-LI, XIAO TIAN-YUAN, YANG LAN, et al. Research and Implementation of Collaborative Product Development Platform [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2002, 8(8): 640-644.
- [8] 孙林夫. 面向网络化制造的协同设计技术[J]. 计算机集成制造系统 (CIMS), 2005, 11(1): 1-6.  
SUN LIN-FU. Networked manufacturing-oriented collaborative design technology [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2005, 11(1): 1-6.
- [9] 孔建寿, 张友良, 汪惠芬, 等. 协同开发环境中项目管理与 workflow 管理的集成[J]. 中国机械工程, 2003, 14(13): 122-112.  
KONG JIAN-SHOU, ZHANG YOU-LIANG, WANG HUI-FEN, et al. Study on Integration of Distributed PM and Workflow in Collaborative Product Development Environment [J]. China Mechanical Engineering, 2003, 14(13): 122-112.

(编辑 陈移峰)