

现代设计知识服务平台框架体系及其知识流动规律

李军宁, 陈渭, 谢友柏

(西安交通大学现代设计及转子轴承系统教育部重点实验室, 710049, 西安)

摘要: 针对已有知识服务平台无法很好支持设计知识的顺畅流动及与设计过程集成的问题, 在对拟开发平台进行功能分析及需求分析的基础上, 通过引入一体化交付设计及流程规划等理论方法, 构建了一种能够有效集成分布式知识资源并促进其流动、支持产品全生命周期设计的设计知识服务平台架构模型. 提出了采用设计流程的知识服务集成模式, 并分别从宏观和微观层次对设计知识服务平台中的知识流动规律进行了系统性研究. 从宏观上提出一种集成式网络资源整合策略, 结合实例分析了平台中各种耦合知识流的分层次运行机制, 从微观上提出了运用能量视角来揭示设计知识流动的本质规律. 通过构建知识场效应模型及单知识能量模型, 分析了知识流动过程中的知识场效应及知识集聚效应, 研究结果表明, 从流程及能量角度进行设计知识服务, 其本质规律及其支持平台运行机制的研究是可行的. 这些相关研究将为知识流理论的深入研究提供一定的支持.

关键词: 现代设计; 知识流; 流动规律; 知识场; 知识集聚

中图分类号: TH122; TB472 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-987X(2012)01-0060-06

Novel Frame System of Knowledge Service Platform for Modern Design and Its Knowledge Flow Rules

LI Junning, CHEN Wei, XIE Youbai

(Key Laboratory of Education Ministry for Modern Design and Rotor-Bearing System, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: The existing knowledge service platform is unable to effectively support design knowledge flow and integration during design process. Following the functional analysis and requirement analysis, a new framework model of the knowledge service platform for modern design is developed with the integration design and flow planning theory and methods, and the platform provides overall technical support for knowledge integration and flow and the life cycle design process in distributed resource environment. A network resources integration strategy is also proposed and knowledge flow pattern of the platform is thoroughly studied from the view of macro-level and micro-level design process respectively. At the macro-level, a network resources integration strategy in distributed resource environment is suggested and operating mechanism of multi-discipline knowledge flows on the platform is investigated. At the micro-level, the knowledge field and knowledge agglomeration effect are analyzed from energy view point. The result shows the feasibility for essential knowledge service rules and its supporting platform.

Keywords: modern design; knowledge flow; flow rules; knowledge field; knowledge agglomeration

制造业竞争重在设计竞争, 现代设计以知识为基础, 以新知识获取为中心, 知识和知识的获取是资源依赖的. 激烈的市场竞争与日益增长的用户需求, 对产品开发提出了更高的要求, 客观要求充分利用

地域上呈现分布式特点的最优资源合作设计,设计出更具竞争力的新产品,较快较优地完成设计任务以赢得市场先机。面对设计环境的改变及设计竞争的全球化挑战,谢友柏院士提出并构筑了现代设计理论和方法架构体系,主要分为理论基础、支撑平台及应用技术3大块。理论基础主要包括设计过程理论、性能需求驱动理论、知识流理论和多利益方协调理论^[1-2],其中知识流理论的研究与实现是现代设计理论和方法的关键与核心,它将设计过程描述为一种知识集成、知识流动的过程,主要解决分布式资源环境下机械系统的集成设计问题,以提高知识在实际设计中的流动与集成效率,从而使设计具有更大的竞争力。知识流理论的难点在于如何应用于实际设计中及与设计过程的有效集成问题,如何达到这些目标,则需要构建一个现代设计知识服务平台,以促进分布式资源环境下设计知识的顺畅流动,从而支持设计人员高效率与高质量地完成设计工作。

目前,从知识流动及知识服务视角对知识支撑平台的研究很少,相关项目研究主要是从网络化协同设计的视角展开的,如美国航空航天局(NASA)开发的CEE(Collaborative Engineering Environment)支持地理上分布的设计团队进行有效的协同工作,其目的是进行集成的多学科设计和全生命周期的分析^[3]。加拿大多伦多大学企业集成实验室的DITL(Design in The Large)项目主要研究如何使工程师之间进行高效率的协同工作^[4]。重庆大学机械传动国家重点实验室构造了采用TCP/IP协议的异构C/S结构的协同设计工作环境,支持分布式环境下并行工程设计小组协同工作^[5]。这些研究都从不同层面上研究了通用性知识服务体系架构的创建,对于知识的传播与共享进行了有利的探讨,在此基础上开发了相应的原型系统,以支持知识的有效获取与共享、知识服务及网络化协同工作的实现。然而,这些研究大多只侧重于已有通用性知识资源的发布、发现与共享,并未对知识作为一种动态资源的流动全过程加以分析,也未对知识流动规律进行研究。本文针对已有知识服务平台无法很好地支持设计知识的顺畅流动,以及与设计过程集成的问题,在对拟开发平台进行功能分析及需求分析的基础上,通过引入一体化交付设计及流程规划等理论与方法,构建了一种能够有效集成分布式的知识资源,并促进其知识流动、支持产品全生命周期设计的设计知识服务平台架构模型。

1 设计知识服务平台功能及需求分析

现代设计知识服务平台的目标和宗旨,是在产品设计全生命周期集成广泛意义上的各种分布式设计知识资源,以推动我国制造企业在产品自主创新中提高产品设计的竞争力。设计涉及的范围广泛,所需知识资源量巨大,且零散的知识单元很难被不熟悉该领域的人所检索到并有效集成到实际设计过程之中。因此,应针对设计流程的具体阶段提取共性并加以整理,形成一种规范化引导机制,帮助用户正确而高效地使用知识服务,从本质上帮助用户培养一种流程化、规范化的集成设计思想,从而从更高层面上解读设计知识流的本质,帮助使用者有效地处理跨领域的广义设计任务。因此,平台的开发重点在于如何实现一种有效的知识发布与发现机制,以及如何对大量广义的知识进行获取并具体应用到实际设计工作中,这需要对平台进行功能分析与需求分析,从而为平台的具体开发方案提供支持。

1.1 需求分析

现代设计知识服务平台面向的主要潜在用户一般包括企业、科研单位、高校、个人等,企业的主要需求在于获取市场信息与发布产品信息,找寻适合产品开发全过程中所需的资源单元,以及服务提供者等。科研单位的主要需求在于获取科研任务、推介自身科研信息及发布资源单元、找寻科研合作者,以及科研过程中所需的资源单元等。高校的主要需求与科研单位相类似,主要在于获取科研项目、推介自身科研信息及发布资源单元、找寻科研过程中所需资源单元等。对于个人的需求则比较分散与多变,主要需求集中在获取资源单元与发布资源单元、推介自我、互动交流等方面。

现代设计知识服务平台可持续发展的一个潜在推动力在于同知识流理论的全面结合,以支持产品设计创新,进而提高产品的市场竞争力。

1.2 功能分析

现代设计是在分布式资源环境下,以知识为基础,以获取新知识为核心。现代设计的主要研究工作为:①现代设计理论和方法的研究;②现代设计应用技术的研究;③现代设计支撑平台的研究(即现代设计知识服务平台)。其中,现代设计知识服务平台的研究是理论研究的一个支撑点。

本文对已有设计类网站进行了调查与分析,已有设计类网站大体上分为以下3类:①数据共享类,主要侧重已有数据信息的采集与共享,可提供信息

目录与信息更新功能;②设计在线类,主要侧重已有设计成果的在线展示,提供实时交流平台以促进设计任务的获取与进行;③专业设计软件公司门户主要侧重对公司及产品的介绍,提供已有成功案例的展示与咨询服务的发布。

上述3类网站,从功能上实现了已有静态设计资源的集成与共享,开放论坛功能有利于用户的互动与交流,提供交互链接从而实现了优势专业资源的集成化。由于网站缺乏对于动态设计资源及其设计过程的支持,大多侧重广泛意义上的通用性知识共享研究,因此不能很好地满足具体设计领域的知识需求。网站在结构上大都分为4大块,即上部菜单栏、左中集成目录、右中核心功能区和下部交换链接与版权项。

2 平台框架体系及其关键技术的研究

现代设计知识服务平台的主要目标是辅助设计人员在海量的知识资源环境下,能够快速找寻到可用的设计资源,并应用到实际设计过程中,以提升设计效率与质量。考虑到平台对分布式资源环境下存在的海量设计知识资源,及其设计任务的动态响应与支持、平台的可扩展性,以及平台建设的难易程度,因此采用当前代表下一代网络发展趋势的网格技术建设。平台开发中主要关注问题在于设计流程的优化及设计资源的有效组织问题,有关设计资源自身的建设与封装问题由服务提供者自行开发,完成后,以网格组件形式通过平台中的辅助工具加以实现与发布。这样就大大减轻了平台建设的难度,同时也提升了平台的可扩展性与柔性。

2.1 基于设计流程的知识服务集成模式

考虑到实际设计工作的广泛性与复杂性、设计流程的涵盖广度与深度的矛盾性,提炼并精确定义知识流动的过程是非常困难的。但是,正如摩擦学设计也是以层流为主,紊流为辅,实际设计工作总是从总体上趋于某一确定过程与方向。本文尝试从设计流程出发来描述设计过程,构建了一种设计知识服务集成模式(见图1),通过流程分解与重组、与此相对应的知识单元的建立与重组,以及知识服务平台,实现了分布式资源环境下的知识服务。

2.2 设计知识服务平台的架构模型及其实现方法

面对目前设计环境的微观变化和研究的需要,通过整合知识流理论及流程规划等,对文献[6]中的知识服务平台体系架构进行了深化与细化。如图2所示,构建的支持全生命周期设计的设计知识

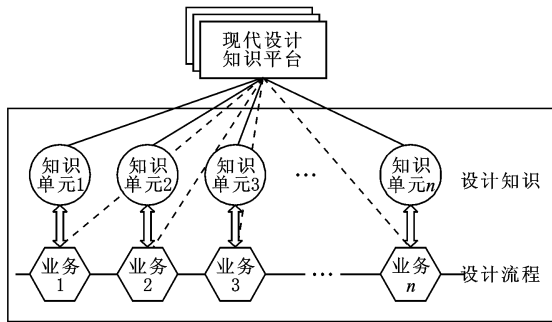


图1 采用设计流程的知识服务集成模式

服务平台体系架构为:①对于第1级子菜单中的每一项,也采用多选项页面组织资源,以利于页面的紧凑与整洁;②对于第3级目录中的确定用户需求一项,可考虑采用通用搜索引擎与其他已有通用性知识服务网站、行业网站、专业网站对接,然后进行知识服务的匹配,对于所属的新创意需求的获取,应更多地考虑专家的介入,而改进已有产品与新产品的需求,其获取方法是一样的;③上述体系的底层分别由相对应的知识服务来具体支持,应考虑与其他通用型知识服务网站、专业网站、行业网站、零部件供应商的合作,以共享设计资源,取得共赢。

网格的目标在于实现网络环境下各种异构资源的共享与集成,它与分布式资源环境下的现代设计工作很类似,其目标也是通过有效集成各种分布式的设计资源,以促进设计效率与质量的提高。充分借鉴网格的思想,拟开发平台可采用网格技术来构建,通过动态调用整个设计流程上需要用到的已封装好的组件集,实现对整个设计工作的支持,而逐步发展成熟的网格技术与工具,也为网格思想的实现提供了可能。

本文思想的一种可行实现方案为引入网格技术^[7-8],根据开放式网格服务架构(OGSA),参照具体研究内容与目标进行了平台架构的设计。提出的现代设计知识服务平台总体构架实现方案如图3所示,系统为4层结构,采用集成化分布式网络架构,能够支持分布式资源环境下的产品设计工作。

采用现有网格技术实现一种分布式松耦合服务平台,平台可直接对接各种封装好的服务组件,其最大好处在于可以将网站与服务独立建设与维护,从而最大程度地降低了平台开发的难度,提高了平台的柔性性与可扩展性,并有利于平台的改进(见图4)。

根据网格技术模式下知识服务的建设过程,可以针对理论研究、数值仿真、实验研究和工程验证等知识获取过程来构建相对应的知识服务组件,在整

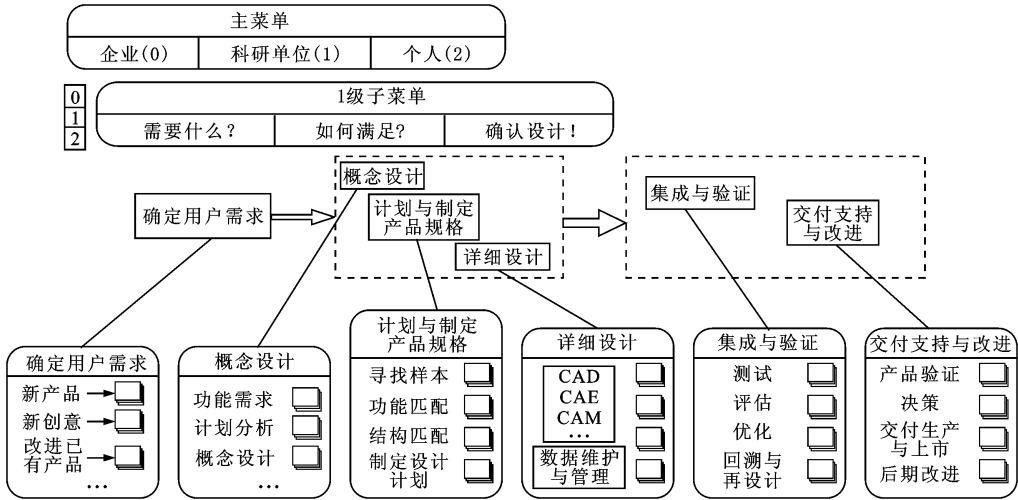


图 2 现代设计知识服务平台的体系架构

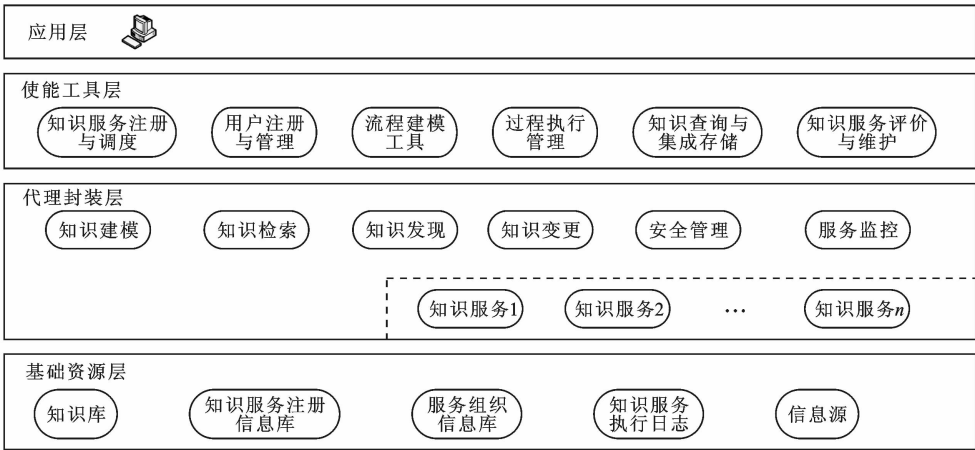


图 3 现代设计知识服务平台总体架构的实现方案

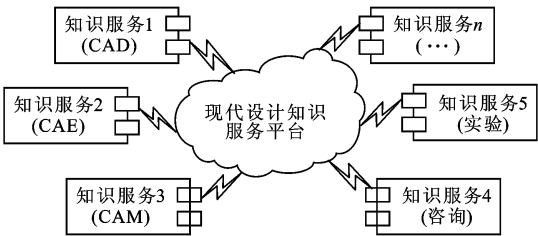


图 4 一种松耦合式知识服务平台的组织形式

个设计流程中以组件集形式进行支持,来辅助完成产品的设计工作。

3 知识服务平台中的知识流动规律

在支持知识流理论的现代设计知识服务平台的设计中,需要考虑的一个核心问题是如何获取知识及其流动规律,并将其实际应用于具体的产品开发过程. 从宏观及微观层次上,对分布式资源环境下参

与机械系统集成设计的各种资源单元,以及各成员内部的知识流、各成员之间的知识流进行了研究。

3.1 宏观知识流动规律

在分析宏观知识流动规律时,重点在于对设计知识来源中的已有知识、市场信息及已有产品运行中的表现、反馈资源的获取与整合,提出了一种集成式网络资源整合策略(见图 5),从理论层次上理清了需要采集和集成的具体资源及其整合形式. 对网站的后续开发进行统一规划,其中关键问题在于对分布式资源环境下呈高度分散性的网络资源进行细分与重新组合,通过开发实现集成式资源整合引擎及资源池,形成一种集成式知识流网,以利于用户从浩瀚的网络知识孤岛中快速搜寻并定位所需知识. 利用 UDDI 资源单元注册中心与相关网站进行合作与对接,结合各资源单元服务项目构建一个集成式的现代设计知识服务平台,实现服务请求及服

务提供信息的发布、产品及资源信息的搜索和中介服务.

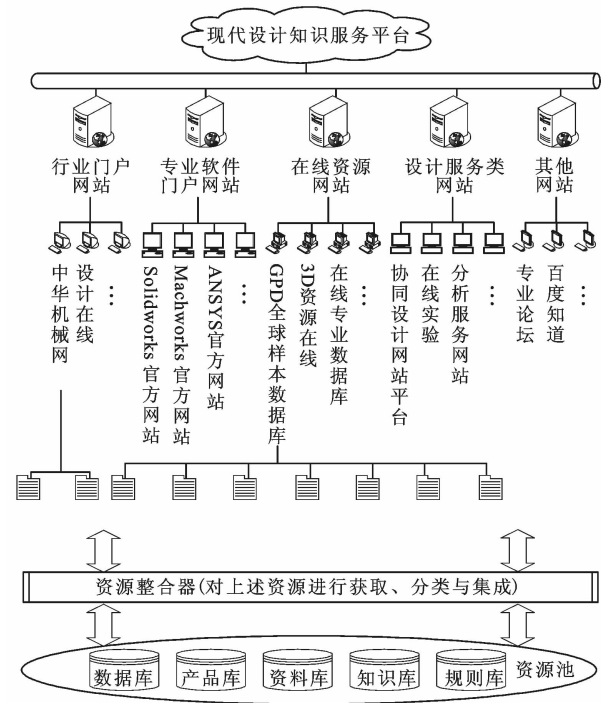


图 5 现代设计知识服务平台的资源整合模式

现代设计知识服务平台的宗旨是推动我国制造企业在产品自主创新中提高产品设计的竞争力,因此应重点从用户视角进行平台的整体规划与建设.对于上述认识,在对知识源初分的基础上,对平台中各种耦合知识流分层次运行机制进行了研究,绘制的相应知识流拓扑关系如图 6 所示.平台中的知识流不仅包括平行单元之间的交互流动,还包括单元间的相互流动,是一种分布式集成化知识的多向流动.

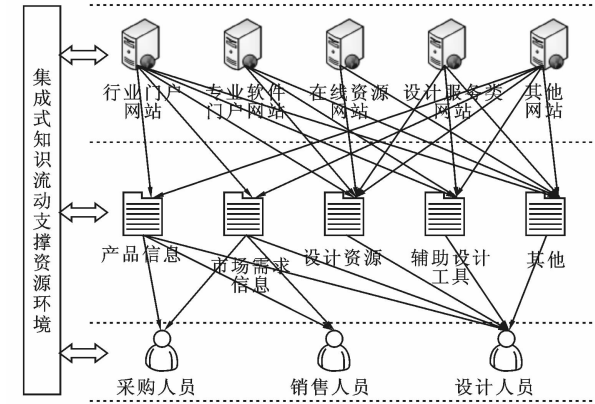


图 6 现代设计知识服务平台耦合知识流拓扑关系图

3.2 微观知识流动规律

在研究知识流动过程中,当产生知识场效应及

知识集聚效应时,对知识流动过程中的知识动态效应进行了分析^[9-11].知识流动是在知识场效应的作用下进行的,如图 7 所示.在图 7 中,针对设计任务,将设计实体作为动态知识吸收场并先接收该设计任务,在各种相关知识单元及环境因素的综合作用下,对该设计任务进行明确化并加以解决,完成后将解决方案输出.由于是设计过程中的一个动态设计节点,因此设计结果一般作为下一个设计任务的输入.作为设计过程中的最小基元,设计任务节点的有机集成可以构成整个设计过程.

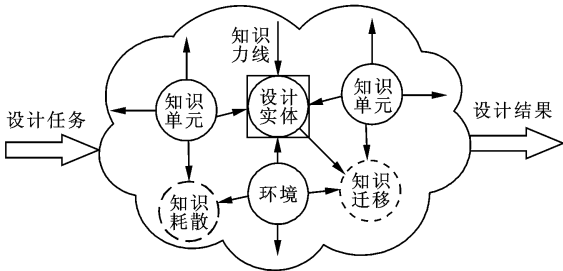


图 7 设计节点知识场效应示意图

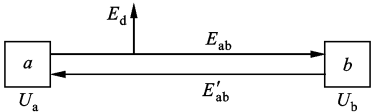
在知识场效应中,知识单元及环境因素作为知识扩散场,属于知识势相对高的单元,在知识势差的作用下流向知识吸收场,与设计实体一起参与完成设计任务.在设计知识流动过程中,由于客观及人为的原因,都可能造成知识的耗散与迁移,因此知识吸收场的知识力线以知识基因为中心进行集聚,而知识扩散场的知识力线则以知识基因为中心进行扩散,知识力线越多,表明与其相关的知识场的强度就越大,扩散和吸收知识的能力越强,越易促成知识的流动.

从能量角度对知识流动过程进行阐述,知识流动的基本规律为:知识从高能流动到低能量处,流动过程中总能量保持不变.设计单元之间知识流动过程中单知识能量的模型如图 8 所示.这种流动针对具体知识对象进行,单元 a 与 b 的知识势差即为知识势能 ΔU ,对单知识能量模型作为基本单元进行扩展,便可对复杂知识流动的全过程进行建模与分析.

对于由 a、b 构成的系统,其能量动态平衡为

$$U_a = U_b + E_{ab} + E_d \tag{1}$$

对于知识流动过程,可以区分为 2 种情况:①知识完



a:知识提供者;b:知识接收者;E_d:知识耗散;E_{ab}:知识流;E'_{ab}:虚拟流;U_a、U_b:知识势

图 8 知识流动过程中的单知识能量模型

全传递,最终 $U_a = U_b$, $\Delta U = 0$, 这是一种理想状态,有利于知识的充分流动与传播;②知识不完全传递,最终 $U_a > U_b$, $\Delta U > 0$, 这种情况一般是知识流动受阻所致,不利于知识的传播与充分利用。

对于 E_d , 它与环境因素及知识提供者和知识接收者的自身因素等有关,是一种动态过程,即

$$E_d = E_d(e, f_a, f_b, t) \quad (2)$$

式中: e 代表环境; f_a 代表知识提供者对知识耗散的影响; f_b 代表知识接收者对知识耗散的影响; t 代表时间。

4 结 论

本文构建了一种能够支持产品全生命周期创新设计的设计知识服务平台架构模型,从宏观上提出了一种集成式网络资源整合策略,并结合实例对平台中各种耦合知识流分层次运行机制进行了研究。在微观上从能量视角尝试揭示设计知识流动的本质规律,分析了知识场效应及知识集聚效应。

由于设计过程涉及多领域的知识,需调用其他学科与领域的设计业务过程,因此现代设计不排除其他设计理论与方法,属于一个可扩展的理论。关于如何更好地整合已有设计资源与设计理论、方法与工具是一个难题,但也是在我国目前设计环境及资源薄弱的情况下提高我国产品竞争力需要解决的一个关键问题。因此,本文仅提出了一种现代设计知识服务平台的框架体系,并对其知识流动规律进行了分析,但未来还需要做更多、更系统的研究工作,才能更好地提升我国产品设计的效率与质量。

参考文献:

- [1] 谢友柏. 知识服务:互联网上合作设计的基础 [J]. 中国机械工程, 2002, 13(4): 290-297.
XIE Youbai. Knowledge service: the base of collaborative design on internet [J]. China Mechanical Engineering, 2002, 13(4): 290-297.
- [2] 谢友柏. 现代设计理论中的若干基本概念 [J]. 机械工程学报, 2007, 43(11): 7-16.
XIE Youbai. Some basic concepts in modern design theory [J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2007, 43(11): 7-16.
- [3] DONALD W M, WILLIAM M P. Aerospace systems design in NASA's collaborative engineering environment [J]. Acta Astronautica, 2000, 47(5): 255-264.
- [4] TANER B, MARK S F. A framework for design-in-the-large [EB/OL]. (1999-06-28). [2011-07-20]. www.ie.boun.edu.tr/~taner/publications/papers/ditl.pdf.
- [5] 陈小安, 尹佑盛, 郑小光, 等. 分布式协同设计技术及其模型实例设计 [J]. 机械工程学报, 2000, 36(4): 1-4.
CHEN Xiao'an, YIN Yousheng, ZHENG Xiaoguang, et al. Distributed collaborative design technologies and its experimental model [J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2000, 36(4): 1-4.
- [6] LI Junning, CHEN Wei, XIE Youbai. Approach to knowledge service platform for modern design based on knowledge flow theory [C]// Proceedings of the 2011 International Conference on Consumer Electronics Communications and Networks. Piscataway, NJ, USA: IEEE Computer Society, 2011: 2006-2010.
- [7] FOSTER I, KESSELMAN C, NICK J M, et al. Grid services for distributed system integration [J]. IEEE Computer, 2002, 35(6): 37-46.
- [8] FOSTER I, KESSELMAN C, NICK J M, et al. The physiology of the grid: An open grid services architecture for distributed systems integration [EB/OL]. (2002-06-22). [2011-07-20]. http://www.globus.org/research/papers/ogsa.pdf.
- [9] 何荣利. 知识场的考证与知识场的生成及场效应分析 [J]. 图书情报工作, 2008, 52(10): 48-50.
HE Rongli. The textual research on knowledge field and analysis on the field effect and generation [J]. Library and Information Service, 2008, 52(10): 48-50.
- [10] 吴春玉, 苏新宁. 各种场及其在知识创造中的应用 [J]. 情报学报, 2004(2): 247-251.
WU Chunyu, SU Xinning. All kinds of field and their effect in the process of knowledge creation [J]. Journal of The China Society For Scientific and Technical Information, 2004(2): 247-251.
- [11] 吴迪. 场效应理论与知识共享过程分析 [J]. 上海管理科学, 2005(6): 38-40.
WU Di. Analysis of field effect theory and knowledge sharing process [J]. Shanghai Management Science, 2005(6): 38-40.

(编辑 管咏梅 赵大良)