

# 知识网格辅助下基于知识地图的 协同产品设计链管理

蒋佳利<sup>1</sup>, 陈友玲<sup>2</sup>

(重庆大学 机械工程学院, 重庆 400030)

**摘要:** 产品设计中知识的复杂性和分布性容易造成知识共享和重组等方面的困难, 协同产品设计对知识共享与重用提出了更高要求。将知识网格、知识地图与协同产品设计三者进行集成, 提出了基于知识地图的协同产品设计链的新思想, 构建了基于知识地图的协同产品设计链系统层次模型。以知识网格为支持, 建立了基于知识地图的产品设计知识重用、知识共享模型, 减少了知识孤岛现象, 辅助实现了产品设计的协同工作, 提高了产品协同设计工作效率。

**关键词:** 知识网格; 知识地图; 协同产品设计链; 知识管理; 产品设计

**DOI:** 10.3969/j.issn.1001-7348.2011.02.030

**中图分类号:** F406.3

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-7348(2011)02-0138-04

## 0 引言

市场的竞争归根结底是产品与服务的竞争, 市场对产品设计要求的提高使得产品设计的范围扩展至产品整个生命周期, 企业已不再单独设计产品, 而必须整合自身和合作伙伴的核心竞争力<sup>[1]</sup>。越来越多的企业意识到, 整条设计链的设计过程决定了上市产品的竞争力和成本<sup>[2]</sup>, 成熟可靠的设计链固然可使产品成本大幅降低, 但一个优化的设计链以及与合作伙伴的密切合作, 则可以缩短产品面市的时间, 取得市场竞争优势; 协同的产品设计链更能提高企业产品的设计效率, 从而赢得市场。

近年来, 知识在产品设计中发挥着重要作用, 对知识资源的管理已成为企业提高效率和增强竞争力的必要手段<sup>[3]</sup>。研究表明, 在企业产品开发中, 约80%的设计活动是通过重用以往的设计知识来解决当前的设计问题<sup>[4]</sup>。产品设计知识的共享与重用, 能大大提高设计效率及产品创新能力, 使企业在激烈的市场竞争中获得优势。在协同商务环境下, 知识管理不仅局限在单一组织内部, 而且扩大到参与协同的各组织全部知识的协同管理<sup>[5]</sup>。知识地图作为可视化知识管理工具, 利用网络和计算机技术, 将不同类型的知识连接起来, 给知识的使用者提供了整体的视野, 同时为人机交互地

处理知识提供了一个平台, 从而促进了知识的重用和创新<sup>[6]</sup>。知识网格作为一种基于语义 Web 的信息、知识和服务资源共享和管理平台, 为实现知识供应目标提供了一个载体<sup>[7]</sup>。它能提供知识服务, 并能辅助实现知识创新、协同工作、问题解决以及决策支持; 在产品设计中还能辅助实现设计的协同, 同时为知识地图系统提供支持。

激烈的市场竞争对协同产品设计的快速响应提出了更高要求, 如何在协同产品设计中实现知识的共享与重用以提高协同工作效率, 是当前面临的主要问题。本文对此问题进行了探索与研究, 建立了一个优化的协同产品设计链, 实现了协同产品设计中知识的共享与重用。

## 1 协同产品设计链与设计任务的分解

### 1.1 协同产品设计链

协同产品设计链是一个由一群组织合作开发产品或服务以满足用户需要的系统<sup>[8]</sup>, 强调的是设计中所有相关人员对信息资源的无障碍快速交流与共享, 协调处理各种设计问题以满足产品设计需求。

产品开发与设计是多领域知识汇聚的过程。从知识管理角度看, 协同产品设计过程是一个知识共享、互换、整合与创新的过程。产品设计知识在产品开发过

**收稿日期:** 2010-02-22

**作者简介:** 蒋佳利(1984—), 女, 四川德阳人, 重庆大学机械工程学院硕士研究生, 研究方向为知识管理、生产管理; 陈友玲(1964—), 女, 重庆人, 博士, 重庆大学机械工程学院工业工程系副主任, 研究方向为生产管理、企业信息化、物流管理、项目管理、知识管理、危机预警。

程中,随着各设计任务的进行,加入由获取、选择、产生(重用和创新)、内化、外化等活动构成的知识链,形成了动态演化的知识流,可达到开发新产品、使知识资产增值的目的<sup>[9]</sup>。

## 1.2 协同产品设计的特点

### 1.2.1 设计知识的特点

在协同产品设计过程中,设计知识的获取、选择、共享与重用比传统的设计过程更难实现。设计知识不同于普通的信息,其表达方式更加复杂,并与产品的结构、功能、特质等有着动态关联的关系,因此在进行设计任务时,对知识的检索、传递、更新将十分困难。协同产品设计过程对知识的共享与重用提出了更高的要求,因此应当围绕产品设计任务来进行知识的检索与运用,并通过对知识资源的动态选择、匹配和评价来支持产品的设计活动。

### 1.2.2 设计任务的分解

产品设计任务可根据功能——结构分解为多个相对独立而又相互关联的设计子任务,每个设计子任务又可以继续分解,形成产品设计任务树<sup>[6]</sup>。在协同的产品设计中,每个设计活动之间均存在不同的逻辑关系,这些关系使其组成了一个交错的设计任务网络。该网络中存在众多的可供选择的设计路径与设计循环,可与设计任务树结合形成网状产品设计任务树。对网状任务树中的知识资源进行管理,可建立网状设计知识树,形成互有交叉的知识资源。每个设计任务对应给相关的设计工作者,设计者根据任务不同进行领域、位置等的设计知识描述,并调用相应层次的设计知识以完成任务。任务一般是设计者所擅长的,体现了协同设计中设计者优势互补、效率提高、资源外配的特点。对网状知识树中各结点知识按照内在关联进行可视化处理,就能生成知识地图。

## 1.3 基于知识地图的协同产品设计链

协同产品设计要求各协同设计者能快速准确地从网状设计知识树中提取相关设计知识,并对设计知识的共享、重用和创新提出了更高的要求。知识网格是一个能使用户获取、发布、共享、管理知识资源及提供知识服务,并辅助协同工作的智能互联环境。知识地图作为一种快速提取知识资源的可视化导航系统,能有效地实现协同设计中知识的共享、重用、快速准确提取及新知识的发现。由此,将知识网格、知识地图与协同产品设计三者进行集成,提出了基于知识地图的协同产品设计链的新思想。

基于知识地图的协同产品设计链的思想,即是在实现从产品开发到销售的全过程协同的基础上,在其产品设计过程中,运用知识地图这一可视化导航系统,协助各协同设计者快速准确提取所需设计知识,并实现设计知识的重用与创新。

## 2 基于知识地图的协同产品设计链模型

### 2.1 知识地图系统框架

知识地图作为一种指南、导航系统,以可视化技术显示各种知识及其相互关系,可帮助用户方便快捷地找到他们所需要的知识<sup>[10]</sup>。知识地图并不包含知识资源本身,而只是告诉使用者知识所在的位置,揭示显性与隐性知识的存储地与关联关系,并以可视化的形式展现其关联关系,有助于发现新知识。

产品设计链中的知识地图是将设计者具有的关键的显性知识和隐性知识进行关联和图示。通过该知识地图可以快速检索到相关产品设计的核心知识、挖掘知识间的关联关系,并指向产品设计知识资源分布与知识资源存储量。在知识地图系统中,可通过不同的模块对相应知识地图的功能进行定义。

通过建立知识地图五步法:识别知识资源、知识获取、建立知识间的联系、对知识进行链接并形成知识网络、生成知识地图,构建如图1所示的知识地图系统框架。

在产品设计中,每个设计人员既可以是知识专家,也可以是知识用户。知识用户通过知识地图界面进行知识查询、选择、调用等,知识专家或管理者通过管理界面对其索引进行维护、更新;不同用户的不同浏览和调用权限通过知识地图系统中的权限管理模块实现。用户在提出知识需求时,知识地图系统通过语义分析模块将用户知识需求描述转化为知识查询语句,通过搜索引擎在知识索引库中找出相关知识点,再由可视化引擎根据领域本体定义的知识关联生成知识地图视图。知识资源层包括各种知识库,以及可以提供该类知识服务的知识专家。

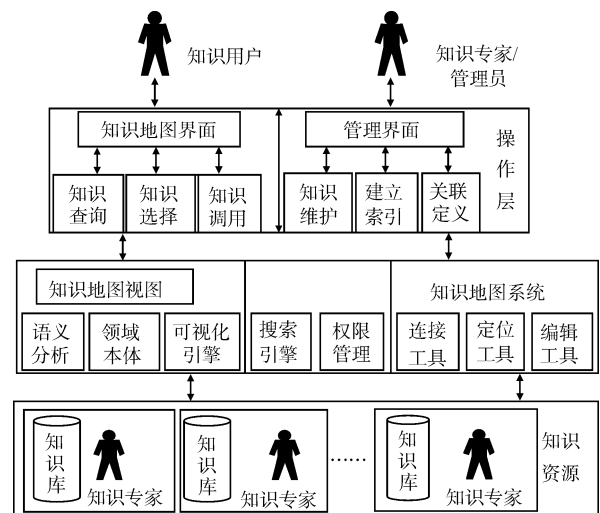


图1 知识地图系统框架

### 2.2 基于知识地图的协同产品设计链系统层次模型

协同产品设计是多领域知识汇聚与整合的过程,

其设计链是基于市场需求,将地理上分散的设计者、制造商、供应商和客户等协同组成的产品设计网络。张劲松等<sup>[12]</sup>对产品开发链的相关理论进行了研究,提出了产品开发链的层次体系结构,但该体系结构缺乏对设计链规划、运营以及协同的分析。王有远等<sup>[8]</sup>在该体系结构的基础上提出了产品设计链系统层次模型,对设计链运营及管理进行了分析,但缺乏对协同产品设计以及设计链中知识的有效定义与管理。

在协同产品设计过程中,不仅要求各方能有效协同合作与管理,同时对产品设计中的知识管理提出了较高要求:①设计知识的快速准确提取;②以往设计知识与设计经验的重用;③设计知识的创新。

知识地图作为一种可视化导航系统,能快速提取相关知识并发现新知识;借用知识地图工具,能在各方协同的基础上有效地进行设计知识管理,优化产品设计链。基于此,本文提出了基于知识地图的协同产品设计链系统层次模型,如图2所示。

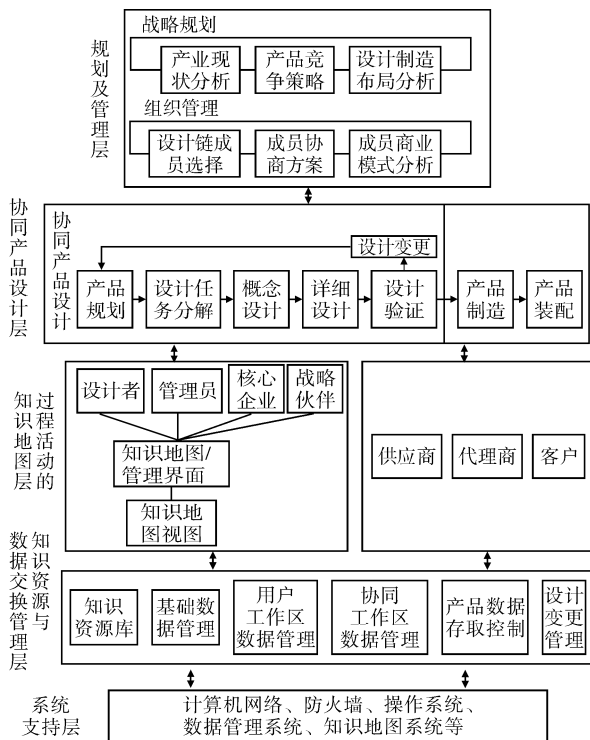


图2 基于知识地图的协同产品设计链系统层次模型

基于知识地图的协同产品设计链系统层次模型分为5个层次:规划及管理层、协同产品设计层、过程活动的知识地图层、知识资源与数据交换管理层和系统支持层。

(1)规划及管理层。该层主要包括战略规划和组织管理。

(2)协同产品设计层。该层定义了协同产品设计模式中各成员间的协同操作方式,实现了从设计到制造的全过程协同。

(3)过程活动的知识地图层。该层建立了基于知识地图的协调产品设计过程活动。协同产品设计不仅

是设计者之间的协同,同时也是设计者、核心企业、战略伙伴、供应商、客户等之间的多方协同。知识地图可为设计者及相关协同方提供快速准确的知识导航并有助于新知识的发现。

(4)知识资源与数据交换管理层。产品设计存在大量的数据交换及管理,因此知识地图也需要强大的、不断更新的知识资源支撑。为实现设计各协同方向的数据转换,需要对不同格式的数据进行转换和管理。

(5)系统支持层。该层为产品设计生命周期的各个阶段提供了相应的信息集成、数据存储与传输、知识提供以及相关的应用等。

### 3 知识网格辅助下基于知识地图的知识重用过程

#### 3.1 知识网格体系结构

知识网格是一个智能互联的环境,能使用户(或虚拟化身)有效地获取、发布、共享和管理知识资源,并为用户和其它服务提供所需的知识服务,辅助实现知识创新、协同工作、问题解决和决策支持。知识网格体系结构如图3所示。

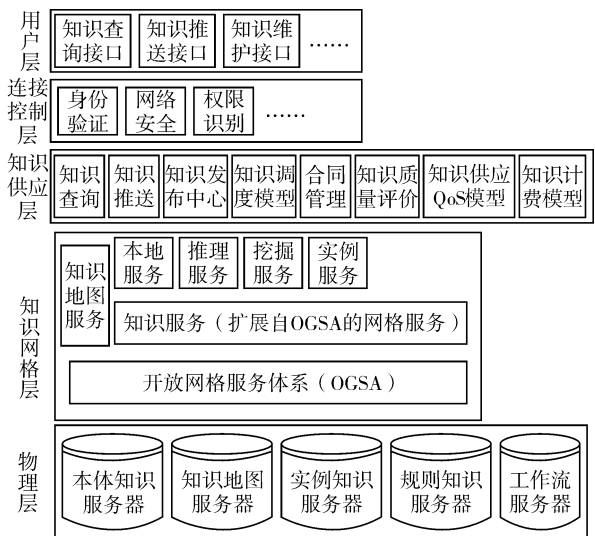


图3 知识网格体系结构

图3中物理层包含了各类知识服务器:

(1)本体知识服务器。它提供最基本本体知识服务,包括概念、实例、属性等信息以及它们之间的关系等。

(2)实例知识服务器。它对设计知识、经验、案例、专利都以知识实例的形式进行存储。

(3)规则知识服务器。它包括设计准则、创新原理、TRIZ 矛盾矩阵等设计规则类知识。

(4)知识地图服务器。它提供知识索引服务,帮助知识节点的服务注册、发布、语义注册等;也可向高层的知识地图服务器进行注册。

(5)工作流服务器。它用于存储企业内工作流模型,包括工作流程中任务的分解和顺序关系、工作描述

以及员工特征等信息, 方便知识的主动配送。每个企业的子网格中的这些服务器彼此间可以组成一个虚拟组织, 在一个共享本体的指导下, 提供面向特定领域的知识服务。

3.2 知识网络辅助下的知识重用过程

3.2.1 知识重用的必要性

在产品设计中, 在已有的设计经验基础上, 寻找灵感与借鉴, 是帮助设计者突破瓶颈, 实现产品设计的一条捷径。因此, 设计知识的重用能有效地支持产品的快速设计, 并避免重复性的设计错误。

3.2.2 知识网络辅助下的知识重用过程

知识网络作为构建在网络之上的一个智能互联的知识库, 为快速实现产品设计、知识重用与设计者的协同合作提供了一个物理载体和基础。构建知识网络辅助下的知识重用, 就是为了能够更高效、智能化地在协同产品设计中快速获取及利用知识, 以满足对新产品设计的需求。在知识网络辅助下, 运用知识地图导

航系统, 能更快速准确地提取知识库中相关设计知识, 推动设计知识的重用及新知识的发现, 满足新设计对产品功能的需求。

在图 3 的知识供应层中, 基于知识查询、推送、发布与调度, 可创建产品设计平台, 以知识网络为辅助, 推动产品设计知识的重用。利用知识网络并通过知识网络辅助产品设计平台, 可将各个企业组织中的设计知识、设计经验、设计专利、设计软件等资源整合成一个可以共享的知识库; 利用可视化技术生成知识地图, 各子任务设计者根据知识地图的描述, 参考已有的类似产品, 可寻找到完成类似任务需要的知识, 对知识进行获取、选择和重用, 将有用的知识纳入协同产品设计链, 辅助设计任务的进行。基于此, 建立知识网络辅助下基于知识地图的知识重用模型, 如图 4 所示。

每一次设计完成之后, 更新设计知识网络, 并通过辅助平台更新知识库, 从而对知识地图进行更新, 以供以后的设计调用。

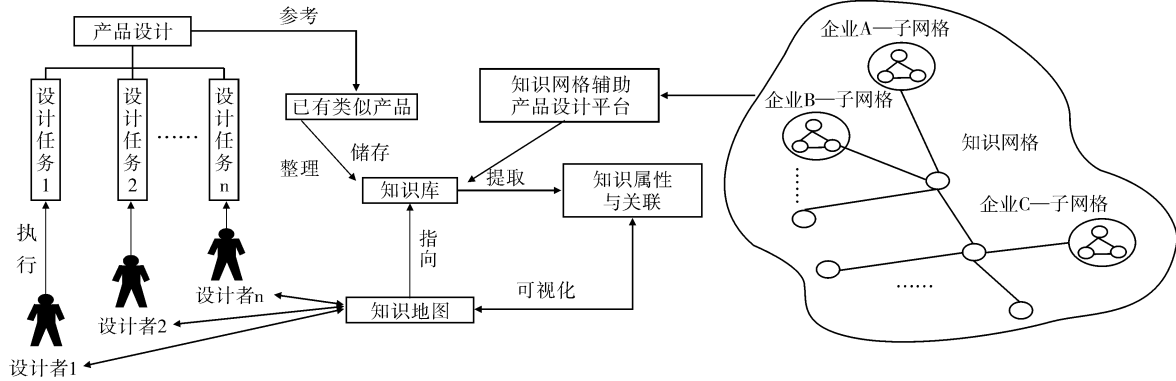


图 4 知识网络辅助下基于知识地图的知识重用过程

4 结语

知识网络、知识地图、协同产品设计目前都是国内外研究的热点, 各领域内都有大量的成果涌现。本文将上述三者进行集成, 即将知识地图与协同产品设计链结合起来, 建立基于知识地图的协同产品设计链, 并以知识网络为支持, 建立知识网络辅助下的基于知识地图的设计知识重用模型。它可辅助实现产品的协同设计, 减少知识孤岛现象, 优化产品设计链, 缩短产品设计周期, 增强企业竞争力。本文研究成果为知识地图、知识网络在协同产品设计中的运用奠定了基础, 但三者的有机集成有待进一步的深入研究。

参考文献:

[1] CADENCE DESIGN SYSTEMS. Design chain optimization: competing in the disaggregated electronics industry [R]. Cadence Design Systems, White Paper, 2003.  
 [2] PARAMETRIC TECHNOLOGY CORPORATION. Collaborative design chain management-The next wave of opportunity for B2B trading exchanges [EB/OL]. <http://www.ptc.com/>

products/windchill/projectlink\_manufacturers.htm, W indchill projectlink B2B whiter paper, 2002.  
 [3] STUDER R, BENJAMINS V R, FENSEL D. Knowledge engineering: Principles and methods [J]. Data & Knowledge Engineering, 1998, 25 (122): 161-197.  
 [4] REGLIL W C, CICIRELLO V A. Managing digital libraries for computer2aided design [J]. Computer Aided Design, 2000, 32: 119-132.  
 [5] 张喜征, 李海滔, 谢琼, 等. 面向协同产品开发过程的知识地图建构 [J]. 情报杂志, 2008(6): 10-12.  
 [6] 苏海, 蒋祖华, 梁军. 网络环境下基于知识地图的产品设计知识链管理 [J]. 上海交通大学学报, 2007, 41(7): 1061-1065.  
 [7] 镇璐, 蒋祖华, 苏海, 等. 知识网络辅助产品创新平台及其关键技术 [J] 上海交通大学学报, 2007, 41(6): 876-880.  
 [8] 王有远, 王云, 冯雪飞, 等. 协同产品设计链管理模式下的产品开发 [J]. 科学学研究, 2007, 25(1): 152-156.  
 [9] HOLSAPPLE C W, SINGH M. The knowledge chain model: activities for competitiveness [J]. Expert Systems with Applications, 2001, 20 (1): 77-98.  
 [10] 司莉, 陈欢欢. 国内外知识地图研究进展 [J]. 图书馆杂志, 2008(8): 13-17.

(责任编辑: 赵 峰)