

# 面向供需网协同管理的企业知识建模研究 \*

梁 莹<sup>1</sup>, 徐福缘<sup>2</sup>

(1. 韶关学院 计算机科学学院, 广东 韶关 512005; 2. 上海理工大学 管理学院, 上海 200093)

**摘 要:** 为了在供需网环境下实现企业知识的协同管理,提出了供需网企业知识本体(SDNKO)的概念,根据 SDNKO 的多粒度特性,将 SDNKO 的概念空间划分为元概念层、领域模型层和应用实例层。在分析元概念类的层次结构和概念类的关联集后,针对电梯行业领域的企业知识本体概念空间进行了详细的说明。为表达供需网的协同知识语义,阐述了 SDNKO 概念框架的巴科斯范式和文档类型定义。最后,给出了供需网企业产品订单生成的知识协同管理实例。

**关键词:** 供需网; 协同管理; 知识本体; 概念空间; 巴科斯范式; 可扩展标记语言

**中图分类号:** TP391

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1001-3695(2012)02-0586-04

doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2012.02.049

## Study on enterprise knowledge modeling oriented to SDN collaboration management

LIANG Ying<sup>1</sup>, XU Fu-yuan<sup>2</sup>

(1. School of Computer Science, Shaoguan University, Shaoguan Guangdong 512005, China; 2. School of Management, University of Shanghai for Science & Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** In order to realize the enterprise knowledge collaboration management in SDN, this paper proposed the concept of SDN knowledge ontology (SDNKO). According to multi-granularity characteristics of SDNKO, divided the concept space of SDNKO into meta-concept layer, domain model layer and application instance layer. After analyzing on hierarchy structure of meta-concept class and association set of concept class, specified the concept space of SDNKO in elevator industry domain. Discussed the BNF for conceptual framework and document type definition of SDNKO for expressing the collaborative knowledge semantics of SDN. Finally, gave an example of product order generation for SDN knowledge collaboration management.

**Key words:** SDN; collaboration management; knowledge ontology; concept space; BNF; XML

随着全球大市场的逐步形成,客户需求的多样化和实效性,企业越来越深刻地认识到,企业内部与企业之间供需关系需要加强协同,减少对抗,优化环境,最大限度地减少经济成本和社会成本,寻求共同获利的最佳方法和途径。供需网(supply and demand network with multi-function and opening characteristics for enterprises, SDN)是指以全球资源获取、全球制造、全球销售为目标,相关企业之间由于“供需流”的交互作用而形成的一种多功能的、开放式的、供需动态网络结构<sup>[1]</sup>。供需网通过知识的协同可以促使“知识”全球化、“智力”全球化,形成强大的知识共享团队。供需网中知识的协同管理是企业对外寻求生存和发展的一种方式,可以快速实现知识在企业之间的流动与增值,提高知识获取的效率,降低创新成本,最终达到企业合作“多赢”的协同目标<sup>[2]</sup>。

在供需网协同环境下对成员企业跨平台跨系统进行的大规模知识共享、管理与重用,对构建知识系统的模型与知识标志方法都提出了更高的要求<sup>[3]</sup>。早期的知识库开发只关注特定问题的求解,使知识模型只应用于狭窄的领域,知识标志方法难以统一且不具备描述知识语义信息的能力,造成知识共享和重用的困难,不能满足供需网环境下知识协同管理的需要。

由于实现异构、分布式、自治的供需网成员企业的信息系统间语义互操作是供需网知识协同的前提,因此迫切需要一个能够准确地表示概念以及概念间关系的知识模型,来支持面向语义的知识搜索、集成、处理和推理等应用。

### 1 供需网企业知识本体的概念

本体论(ontology)是关于客观世界的一个特定分类体系,近年来广泛用于知识表示、知识共享、知识集成、知识重用和知识管理等领域中。本体能够澄清领域知识的结构,获得统一的术语和概念,并使知识的共享成为可能。作为一种新兴的方法,本体已逐渐应用于企业建模领域中,尤其在需求分析方面,较为著名的研究有英国爱丁堡大学的 Enterprise 项目<sup>[4]</sup>,加拿大多伦多大学的 TOVE 本体论<sup>[5]</sup>。

本体论提出了规范化描述领域知识的理论和方法,解决了知识交互、共享混乱现象,在众多的知识管理技术中显示出明显的优势。知识本体是对知识对象及其内在关系的一种深刻描述,某个领域的知识本体就是关于该领域知识的公认概念集,该概念集包括确定的语义与概念之间的关联。知识本体的研究主要是解决对异构知识的抽取、聚合以及存储和检索,并

**收稿日期:** 2011-07-05; **修回日期:** 2011-08-17 **基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(70672110);上海市(第三期)重点学科项目(S30504)

**作者简介:** 梁莹(1978-),女,广西桂林人,博士,主要研究方向为信息管理与信息系统、知识管理(sdjsjly@yahoo.com.cn);徐福缘(1948-),男,教授,博导,主要研究方向为工业工程、企业信息化管理。

以人机可理解的方式对知识进行表示,减少或消除概念以及术语上的混乱,成为知识通信、共享和互操作的基础。企业的知识往往是离散的、无序的,分散在各个业务系统之中。基于本体对企业知识进行描述和组织,可以将原来分散的企业知识进行有机集成,更好地实现知识的共享与重用。国内已有一些学者对不同领域的知识本体模型进行了研究,例如文献[6]中构建了飞机装配工艺设计领域知识的本体模型,文献[7]提出了一个建立在异构信息源上的通用知识表示模型。

供需网中企业的知识浩如烟海,因为企业的知识在运作过程中会随着市场和消费者需求的变化而变化,而且企业中各种领域的知识复杂多样,对知识的描述不一致会导致知识语义异构,给知识协同带来困难。因此需要建立完善而全面的企业知识本体模型,以规范化企业中复杂知识的表示。

供需网企业知识本体(SDN knowledge ontology,SDNKO)可以形式化定义为  $SDNKO = (Sko, Con, Att, Ass)$ 。其中:Sko 表示供需网企业多个知识建模领域的并集,Con 为供需网知识建模领域中概念实体的有限集,Att 为 Con 的特征属性的有限集,Ass 为 Con 的概念实体之间的关联函数。

在供需网中解决复杂问题一般都需要通过企业间的协作来解决。在面向供需网的协同过程中,企业之间往往受到彼此不同的知识背景、语言、协议等的制约,以知识本体作为知识表示的宏观结构,可以有效地减少或消除知识传播、理解和应用中的不确定性,对复杂系统的认知过程进行有效的进化规约。知识本体的构建是供需网企业间知识协同管理的基础,知识本体应具有严格的语义定义和概念规范,以使不同的应用系统和不同知识背景的企业能够无二义性地共同理解。

2 面向供需网的企业知识本体建模

在基于本体的知识管理中,知识建模过程被认为是在经过分析和获取并形成一系列知识集合以后,通过基于本体的知识表示方法来组织和表达不同类型的知识,利用形式化的知识表示方法获取知识语义信息的过程<sup>[8]</sup>。建立面向供需网的知识本体模型,对供需网运作中所涉及到的对象、规则、任务、目标以及过程进行概念化描述,刻画供需网内事物间的知识性联系,并用一定的概念框架和描述语言表示,将有利于供需网中异构知识源间知识的互通和共享,实现现有系统的升级、开放式接入和知识性协同<sup>[9]</sup>。

供需网企业的知识本体是具有多粒度特性的,根据所表达的供需网概念及其关系的抽象程度、复杂程度和适用领域的不同,可以建立面向供需网的企业知识本体的多粒度视图,有助于根据供需网企业知识建模领域的不同,采用恰当的知识本体进行准确的描述。依据“由抽象到具体”的分析方法将供需网企业知识本体的概念空间划分为元概念层、领域模型层和应用实例层三个层次来定义。

元概念层主要描述供需网企业知识建模领域的一些通用的概念,这些概念独立于某个特定的行业范畴中,提供了通用的供需知识描述能力;领域模型层继承了元概念层通用概念的含义,并与具体行业、企业的业务模式或知识模型相结合,通过融入具体领域的知识,形成定义供需网中企业知识元的专业概念集和关联约束集;应用实例层是对领域模型层的概念和关系的实例化,用于描述相关系统实际运作过程中,在构建供需网企业知识元时动态生成的概念实例及关联实例。

2.1 SDNKO 的元概念层

元概念层可定义为一个由 CS、CAS、CH 组成的三元组。其中:CS 表示元概念类集,CAS 表示元概念类的关联集,CH 表示企业元概念类的抽象层次结构。

图 1 描述了元概念类的层次结构。SDNKO 表示全域概念,下一层为顶层概念,包括需方、需求、供方、供应、群体、个体等。SDNKO 重用了企业本体(EO)的部分概念。企业本体是企业中或者企业间公共的知识化描述,涉及企业级应用的对象,如组织、产品、资源、目标、行为、状态以及企业的基本情况,它有利于企业之间通过智能代理实现自动化、智能化的交互与共享、协同与合作。在顶层概念的基础上进行概念的组合和引申,派生出适合描述相关供需网企业知识的概念类集,比如需方与群体派生出概念“客户群”,需方、供方与群体派生出概念“供需链”,需方与个体派生出概念“客户”,需求与个体派生出概念“供应商”,需求与群体派生出概念“共性需求”,需求与个体派生出概念“个性需求”,供应与群体派生出概念“多方供应”,供应与个体派生出概念“单方供应”,知识与共性需求派生出概念“知识库”,知识与个性需求派生出概念“个性化知识”等。

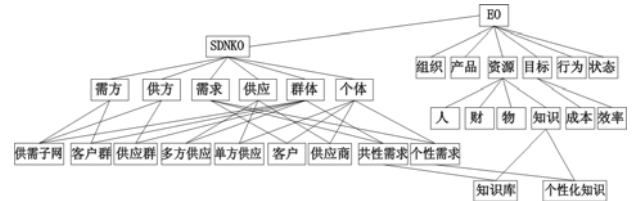


图1 元概念类的层次结构

概念类关联定义了概念之间的关联语义。表 1 列出了部分概念关联,概念关联用箭头表示,箭头左边是关联的源概念节点,箭头右边是关联的导出概念节点,描述了关联的源节点和导出节点的概念类型。

表 1 概念类的关联集

| 概念关联               | 关联规则构成                  | 关联描述     |
|--------------------|-------------------------|----------|
| subclass-of        | Con→Con                 | 父概念与子概念  |
| instance-of        | Ins→Con                 | 概念与概念的实例 |
| require            | Con→Con                 | 必要概念     |
| optional           | Con→Con                 | 可选概念     |
| demand/demand_by   | demand→requirement      | 需方提出要求   |
| fulfill/fulfill_by | supplier→requirement    | 供方满足需求   |
| clustering         | individual→group        | 个体组成群体   |
| assign             | requirement→task        | 需求产生任务   |
| realize            | task→requirement        | 任务实现需求   |
| produce            | task→requirement        | 任务产生资源   |
| consume            | task→requirement        | 任务消耗资源   |
| is_cooperate       | requirement→requirement | 需求协同约束   |
| ...                | ...                     | ...      |

2.2 SDNKO 的领域模型层

领域模型层由 DCS、DCAS 和 DMF 三个部分组成。其中:DCS 表示领域的概念类集,DCAS 表示领域概念类的关联集,DMF 表示元概念层到领域概念空间的映射关系。领域的概念及关联表达了特定领域(如汽车、电梯、齿轮箱等行业)的知识体系。通过对元概念层的继承和派生,并结合领域知识,可构建出具体化和精细化的供需网中某一领域应用的协同模型。图 2 描述了电梯行业领域的 SDNKO 概念空间。

如图 2 所示,元模型空间的需方、供方、需求、产品、组织、任务等元概念及其关联,在融合了电梯行业的领域知识后通过

层间映射生成了领域模型的 SDNKO 概念空间。元概念节点映射面向电梯行业的领域概念节点,比如,需方概念精化为建筑商、电梯分销商和电梯用户等,供方概念精化为电梯制造商、钢材供应商、安装代理商、服务代理商等,需求概念精化为电梯订单、电梯使用需求、商务需求、电梯安装需求、维修服务需求等。元概念的关联节点也融合了具体化的领域知识,映射为领域概念关联节点,比如生产部制定自制件加工、部件组装的生产计划;采购部制定电梯的电器件、原材料的采购计划;设计部发布电梯配置设计任务等都是组织概念与任务概念之间的发布任务关联“assign”经层间映射生成电梯领域概念关联的结果。在规范化的共享领域知识的引导下,供需网中的领域知识模型为相关企业(包括企业各业务部门、销售商、供应商等)协同参与知识建模活动提供了有效支持<sup>[10]</sup>。

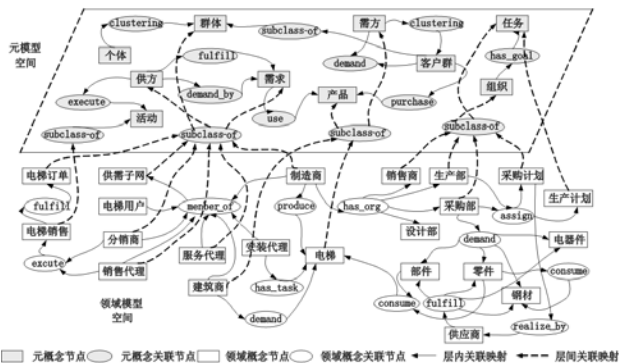


图2 电梯行业领域的SDNKO概念空间

2.3 SDNKO 的应用实例层

应用实例层是供需网系统运作过程中领域知识模型动态实例化的结果集,由 IS、IAS 和 DIMF 三个部分组成。其中:IS 表示概念实例集合,IAS 表示各个概念实例之间的相互关系,DIMF 表示某一领域供需网知识模型到供需网实例空间的映射关系。应用实例层的载体是供需网企业知识元的实例,通过供需网企业实例层实现与相关系统的嵌入式集成和供需网协同驱动效应。

供需网企业知识本体对构建供需网企业知识元涉及到的概念层次进行了清晰的划分,符合供需网企业知识获取和处理由抽象到具体的演化过程,在恰当的阶段融入领域知识,利用本体对供需网企业知识进行规范化的表达,使供需网企业知识在本体建模的全过程中具有可重用性,保证了供需网协同管理过程中知识表达的一致性和准确性。

3 面向供需网协同语义的知识表达

3.1 基于知识表达的 SDNKO 实现

供需网企业知识元的形式化表达是实现供需网中知识建模系统化、规范化的基础和关键。本文采用框架、槽、槽值、侧面和侧面值实现供需网知识本体多层次概念的形式化定义。框架中的槽可以是子框架。通过框架之间的嵌套,可以表达供需网协同知识本体概念类的层次和关联关系。SDNKO 的概念框架的巴科斯范式(BNF)语法如下:

```
<Concept>::= Concept: <概念名>
[ Super: { <概念类名> } * ; ]
{ <槽名>: <槽值> } *
[ Constration: { <规则表达式> } * ; ]
END[ <概念名> ]
<槽值>::= { <侧面名> <侧面值> } *
```

```
<侧面名>::= Constant | Type | Mode | Restriction | Carrier
<Constant>::= <常量> /* 常量可以为 Instance */
<Type>::= <数值类型> | <概念名> | ( { <概念名> . <槽名> } * )
| <Association>
<数值类型>::= integer | long | numeric | real | boolean | string |
datetime | image
<Association>::= <关联名> /* 表示不同概念之间的关联 */
<Mode>::= necessary | default | input | deduce
<Restriction>::= Rule | Function | Limitation
<Rule>::= { <规则名> } *
<Function>::= <函数表达式> /* 函数是一种特殊的规则 */
<Limitation>::= ( { <上界> “,” <下界> } * ) | ( { <条件表达式> } * )
<Carrier>::= ( { <数据库表名> . <字段名> } * ) | ( { <XML 文件名> . <元素名> } * )
```

其中,Super 为上层概念,即 Concept 可由一个或多个概念派生而来。Instance 为概念实例。每个概念实例至少包括一组属性。属性可以是其他原子概念或派生概念。槽用于定义概念具有的属性或概念间的关系。Constration 表示不同槽(槽值)之间的约束规则。每个槽由多个侧面组成。侧面可以是常量、某类型的变量、提供方式、规则、载体等。Type 表示概念实例槽值的类型(槽值可以是另一概念或概念的槽)。Mode 表示槽值的提供方式,包括必要值(必须出现)、默认值(包括从上层概念继承的侧面值)、输入值、推导值(可由 Restriction 侧面提供的计算公式或规则推导出)。Restriction 侧面定义槽取值的约束规则或范围。Carrier 侧面定义了概念知识存储的载体,可通过框架中的槽与关系数据库的字段或 XML 文档的元素建立映射关系来实现。

3.2 SDNKO 的文档类型定义

对于广义供需网知识的产生、传递和处理过程,从空间视图考虑是在全球供需网范围进行的,从系统级视图考虑是在多种异地异构的应用系统之间协作完成的,这就要求供需网知识模型应该适用于 Web 应用环境。XML (extensible markup language,可扩展标记语言)是当前 Web 信息建模的一种通用规范化语言,提供了将信息组织转换为具有确定意义的整体结构的功能。XML 文档的基本单元是元素(element)。元素之间不仅具有严格的次序关系,而且具有明确的从属、依赖等关系。因此 XML 是一种面向数据语义的标志语言。本文将 XML 与 SDNKO 相结合作为构造供需网的知识元工具,实现系统级供需网知识的表达、存储、传递和重用。前面定义的 SDNKO 概念框架可进一步转换为 XML 描述,用 SDNKO 元素实现供需网知识本体的规范化定义。SDNKO 元素包括名称 Name、描述 Description 等属性和多个 CONCEPT 子元素。CONCEPT 子元素定义了供需网中知识本体所涉及的概念。SLOT 元素定义了概念中的槽。CONSTRAINT 元素定义了概念的约束规则。SDNKO 的文档类型定义(document type definition, DTD)如下:

```
<! ELEMENT SDNKO (CONCEPT +)>
<! ATTLIST SDNKO NameID#REQUIRED>
<! ATTLIST SDNKO Description CDATA " ">
<! ATTLIST SDNKO, ... >
<! ELEMENT CONCEPT(SLOT +, CONSTRAINT *)>
<! ATTLIST CONCEPT ConceptNameID#REQUIRED>
<! ATTLIST CONCEPT Super CDATA " ">
<! ELEMENT SLOT(Restiction? | Carrier?)>
<! ATTLIST SLOT SlotNameID#REQUIRED>
<! ATTLIST SLOT Constant CDATA " ">
<! ATTLIST SLOT Type(( integer|long|numeric|real| boolean|string
|datetime|image ) | ( ConceptName | ConceptName. SlotName ) | ( Asso-
```

```
ciationName))“string”)  
  <! ATTLIST SLOT Mode( necessary|default|input|deduce)“input”  
  <! ELEMENT Restriction( Rule? |Function? |Limitation?))  
  ...
```

3.3 供需网企业产品订单生成知识协同实例

面向供需网协同语义的知识模型利用本体规范供需语义的概念,使参与供需网企业知识协同的各方在共享领域知识本体的引导下实现供需网中企业知识的重用。通过 Web 应用系统与客户交互,获取的供需网知识经过映射生成供需协同知识元。供需网知识元描述的知识可以传递到相关的各个执行系统进行共享和使用,并驱动相关的业务活动来实现知识的协同管理。

下面以供需网订单系统的知识模型为例阐述该方法的应用,根据产品订单生成的 SDNKO 所描述的部分供需网知识协同管理内容如下:

```
<SDNKO ID = “N0769531” Creator = “Salesman002” Createtime =  
“2011-05-11”>  
  <Property>  
    <Order No = “ODI3086” SignDate = “2011-05-10”>  
      <OrderItem> /* 订货清单 */  
        <ProductType>GF01</ProductType> /* 产品型号 */  
        <Quantity>3</Quantity> /* 数量 */  
        <Price>900,000</Price> /* 单价 */  
        <Delivery>  
          <DeliveryDate>“2011-09-01”</DeliveryDate> /* 交货期 */  
          <Constraint><DownPayment>IS-Paid</DownPayment></Constraint>  
        /* 交货条件 */  
        </Delivery>  
      </OrderItem>  
      <TechParameter> /* 技术参数 */  
        <Load unit = “kg”>800</Load> /* 载重量 */  
        <ElevationHeightunit = “m”>45</ElevationHeight> /* 提升高度 */  
        <CarSize>...</CarSize> /* 轿厢尺寸 */  
      </TechParameter>  
    </ORDER>  
  </Property>  
  <Association>  
    <Demand-by> /* 需方关联 */  
      <Customer No = “CU010207 ”>上海宏海房地产公司</Customer>  
    </Demand_by>  
  </Association>  
  <Status>  
    <IS-Confirm>Yes</IS-Confirm> /* 订单审核状态 */  
    <IS-Paid>No</IS-Paid> /* 付款状态 */  
    <IS-Delivery>No</IS-Delivery> /* 发货状态 */  
  </Status>  
  <Task>  
    <Driving><Design>Configration</Design></Driving>  
  /* 驱动配置设计 */  
  <Driving><Commerce>DueAmount</Commerce></Driving> /* 驱动  
商务催款 */  
  </Task>  
  <Interface>  
    <Link><PDM>TechParameter</PDM></Link> /* PDM 接口 */  
    <Link><ERP>OrderItem</ERP></Link> /* ERP 财务接口 */  
  </Interface>  
</SDNKO>
```

上面 SDNKO 的信息内容反映了供需网中的电梯生产领域在某个订单处理流程中的动态知识协同过程。其中 Order 元素包含了订单的订货信息、交货协定和技术参数等静态协同知识,Demand-by 元素关联了对应的客户档案,Staus、Task 和 Interface 元素包含了动态的状态信息和驱动信息,Interface 元素根据 Task 元素的任务列表提供了相应的信息接口。

该订单处于刚通过审核尚未开始产品设计的状态,客户的款项未付清,因此系统生成了配置设计任务和商务催款任务,通过相关系统接口分别驱动相关功能和业务。通过将知识进行统一定义(如产品的技术参数等),使制造商、供应商、销售商、建筑商、用户、设计部门、服务代理之间的业务往来能够遵循规范进行相关领域知识的表达,各业务执行单元围绕动态的知识协同过程展开相应业务活动,削减了传统生产模式下冗余而不增值的业务流程(如通过传真、电话、书面通知、调度会议、各种单据等方式来协调和控制各种业务活动的进程),降低了供需网企业的运营成本,增强了对知识协同管理的敏捷响应能力,提高了企业的整体效益。

4 结束语

由于供需网中企业的知识协同管理具有虚拟性、动态性、开放性、跨组织的整合、深层次、全方位等特点,因此供需网协同环境下的知识表示将更加复杂和困难<sup>[11]</sup>。为了统一供需网成员企业之间的知识交流系统,使得信息和知识自由的共享,必须解决知识语义转换的问题,实现知识表达和共享的标准化。

本文提出的供需网企业知识本体模型,能够准确地表示供需网中概念以及概念间关系,支持面向语义的供需网企业知识搜索、集成、处理和推理等应用。建立面向供需网的企业知识本体的多粒度视图,有助于根据供需网企业知识建模领域的不同,采用恰当的知识本体进行准确的描述。基于 SDNKO 建立的供需描述模型利用本体规范供需语义的概念,使参与供需网企业知识协同管理的各方在共享领域知识本体的引导下提高知识描述的准确性,实现了供需网中企业知识的重用。该方法可以支持供需网协同环境中跨企业的知识交流,帮助各成员企业及时准确地沟通,促进协同环境中的全面合作和创新,推进供需网企业知识协同管理的研究和应用。

参考文献:

[1] 唐卫宁. 面向 MC 的 SDN 企业协同管理理论及关键技术研究[D]. 上海:上海理工大学,2008.  
[2] 何静,徐福缘. SDN 的复杂性及其协同发展的一般理论[J]. 软科学,2004,18(1):6-8,12.  
[3] 徐琪,徐福缘. 企业供需网及其协同管理[J]. 科学与科学技术管理,2004,25(2):141-144.  
[4] USCHOLD M, KING M, MORALEE S, et al. The enterprise ontology [D]. [S.l.]: AIAI The University of Endinburgh, 1997.  
[5] FOX M S, GRUNINGER M. Enterprise modeling[J]. AI Magazine, 1998, 19(3):109-121.  
[6] 丘宏俊,陶华,高晓兵,等. 飞机装配工艺设计知识本体[J]. 西北工业大学学报,2007,25(1):39-43.  
[7] 徐琪, QIU R. 制造业信息系统多源异构知识集成[J]. 计算机集成制造系统,2004,10(7):732-736.  
[8] LAI L F. A knowledge engineering approach to knowledge management[J]. Information Sciences, 2007, 177(19):4072-4094.  
[9] 刘勇军. 基于语义 Web 服务的供应链知识协同模式研究[D]. 武汉:武汉理工大学,2006.  
[10] 谭建荣,冯毅雄. 设计知识建模、演化与应用[M]. 北京:国防工业出版社,2007:42-49.  
[11] 梁莹,徐福缘. 基于语义网的企业知识协同管理研究[J]. 计算机应用研究,2009,26(11):4159-4161,4165.