

知识创新服务的模块化分工研究

杨丰强, 芮明杰

(复旦大学 管理学院, 上海 200433)

摘要:介绍了知识创新服务模块化分工的研究背景,回顾了知识创新服务分工模式的演变,提出了知识创新服务模块化分工的基本方法,从知识依赖和共同知识基础的角度提出了知识创新服务的功能分解方法,并根据服务中涉及的知识特性设计了模块界面。最后,指出了进一步研究的方向。

关键词:知识创新服务;模块化分工;功能分解;界面设计

DOI:10.6049/kjbydc.2014051320

中图分类号:F272.4

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2014)19-0137-05

0 引言

知识经济时代,知识已成为企业最重要的资源,在快速变化的市场环境中,知识创新则是企业持续保持竞争优势的关键。随着知识创新复杂性日益增加,单个企业已无法完成知识创新的所有环节,知识创新活动逐渐从企业内部分离出来,使得其分工不断深化,出现了专门为知识创新活动提供服务的企业。这些围绕知识创新全过程,为知识创新主体开展知识创新活动、获得知识创新成果提供的所有相关性服务活动,均可称之为知识创新服务。知识创新服务是知识创新活动的重要支撑,知识创新服务如何分工,企业间又如何合作,这一分工与合作的状况和效率在很大程度上决定了知识创新的效率。目前我国知识创新服务的分工不精细,分工效率不高,关于知识创新服务分工的理论研究不足。如何对知识创新服务进行更加高效的分工,急需相应的理论指导。

模块化是与分工密切相关的经济现象,可以看作是传统分工方式进一步深化的结果。它兴起于制造业,并于20世纪末为学术界所关注。传统的分工是基于生产工艺和生产流程的线性分工方式,是基于专业化收益与交易成本之间权衡的效率分工。而模块化分工是基于功能的分工方式,将系统按照功能进行重新分解,并根据一定的规则进行重新组合。知识创新的核心过程通常有着比较严格的先后顺序,要将其按照功能进行重新安排相对困难。而知识创新服务本身是为知识创新提供相应的服务功能,当知识创新服务从

知识创新过程中分离出来,为多个知识创新过程提供服务,成为通用性服务之后,根据服务内容对其进行归纳,按功能重新分解和组合就成为可能。模块化理论源于制造业,如何将模块化理论应用于知识创新服务还需要深入的研究。本文试图运用模块化理论与方法针对知识创新服务这一特定的内容进行创新性研究,深入分析知识创新服务模块化分工的方法,希望在服务模块化分工的理论上有突破,填补理论界在此方面研究的空白。

1 知识创新服务分工模式演变

知识创新服务分工模式经历了由传统分工模式向模块化分工模式的转变。

1.1 知识创新服务的传统分工模式

在过去,知识内容较少,知识创新可能由一个人就能完成,因此不存在组织方式问题,也就不存在分工问题。随着知识的积累,新产品新技术越来越复杂,新产品的设计和生产制造也变得越来越复杂,知识创新由单个人完成变得不可能。因此产品的设计、生产、分销开始出现分工,这就产生了知识创新组织方式的问题。知识创新分工模式是随着时间而不断演变的。传统的知识创新组织方式,经历了由线性分工到并行分工的演进。对这一组织方式的研究,主要是从知识创新过程中参与成员的组成来看。传统的知识创新过程是一体化的,知识创新服务嵌入到知识创新过程之中,并为之紧密配合。因此,知识创新服务分工模式就包含在

收稿日期:2014-07-09

基金项目:国家自然科学基金项目(71072001)

作者简介:杨丰强(1986—),男,福建三明人,复旦大学管理学院博士研究生,研究方向为产业与企业发展;芮明杰(1954—),男,江苏宜兴人,复旦大学管理学院教授、博士生导师,研究方向为产业经济学。

知识创新分工模式之中。

1.1.1 线性分工

较早之前,知识创新过程是一种线性的分工方式,并且是贯序展开的。以新产品开发为例,传统的开发过程是一种线性开发过程,下一环节的开发必须在上一环节结束之后才能进行,每一环节都是由某一领域内的专业人员组成,各环节之间相互分割,不存在功能的重叠。如 20 世纪中期产生的所谓“隔墙式”(Over-the-wall)^[1]设计过程和 20 世纪 60 年代产生的 Phased Review 开发过程^[2]。“隔墙式”设计过程是一种顺序设计,不同环节之间相互隔离,依次进行。不同环节由不同的专业人员负责,市场营销人员把产品要求告诉设计人员,设计人员将产品设计出来,交给生产人员,最终将产品生产出来。Phased Review 是一种分阶段开发方式,在每一阶段结束之后对前一阶段进行评估,考虑是否进入下一阶段。传统的美国企业通常采用线性的产品开发方式,不同的开发阶段环环相扣,下一阶段必须在上一阶段完成之后才能进行。

这一方式的主要问题是各阶段之间缺乏沟通,因此,他们可能对其它环节缺乏足够的认识,并且在信息沟通上容易失真。如设计人员可能无法正确理解营销人员对产品的要求,产品设计与生产环节没有沟通,会导致设计出的产品无法生产而又不能及时发现。因此,开发过程可能会在产品设计和过程设计之间反复进行,大大延长开发时间。在这种模式下,不同环节由各环节的专家组成,学习是基于个体的经验积累,知识组织方式是相互分割的,新知识的创造方式是线性的,知识在各环节之间的流通相对低效。线性分工模式如图 1 所示。

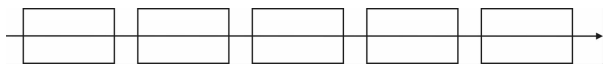


图 1 知识创新的线性分工

1.1.2 并行分工

针对线性分工存在的问题,并行分工开始流行。并行分工强调多部门之间的合作和功能重叠,并强调各阶段同时进行。如 20 世纪 70 年代开始流行的并行设计和并行开发。在并行设计中,企业开始让制造人员等参与整个设计过程,后来又让营销人员、财务人员等参与到设计过程中,以提高产品的可制造性和效率。关于并行设计的详细论述可以参考《机械设计过程》^[1]一书。并行设计强调的是对不同部门人员,以及不同领域知识的整合。在不同的研发阶段,不同领域的人员都会参与到新产品开发中,从而解决“隔墙式”设计存在的问题。并行开发同样强调多部门的合作和参与,如 Takeuchi 和 Nonaka^[3]提出的重叠式开发过程和 Stage-Gate 过程^[4]。Takeuchi 和 Nonaka 认为,开发过程中最重要的问题通常发生在不同阶段的过渡上,因此,下一阶段的开发要在上一阶段结束之前就开始,各

阶段之间存在重叠,便于沟通和反馈,促进不同阶段之间的协调合作。Stage-Gate 过程是针对 Phased Review 开发过程的改进,同样将开发过程分为几个阶段,每个阶段结束之前都需要进行评估。但是开发过程并不是贯序的,而可能是并行的和循环的,下一阶段可以在上一阶段结束之前就开始,不同阶段的开发可以同时进行。Stage-Gate 过程强调跨部门的合作和不同阶段之间的协调。

由于知识创新过程的复杂性,简单的线性分工协作相对困难,不同环节之间的功能重叠反而有利于协调。因此,在并行分工下,各个环节都有来自不同领域人员参与,每个成员都要学习不同领域的知识。在创新过程中,不同环节之间需要持续地沟通,接受其它环节的反馈,对创新过程不断进行修正。在并行分工条件下,学习过程发生在不同部门、不同组织层面,甚至跨越组织边界。知识流动更加频繁,并且是跨部门、跨环节、双向的流动。知识创新的并行分工模式如图 2 所示。

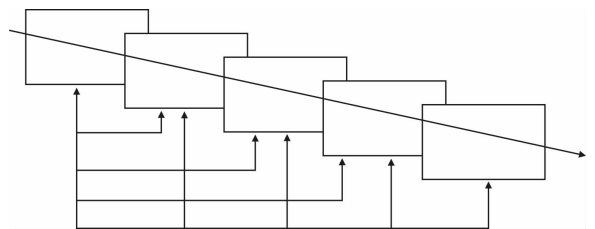


图 2 知识创新的并行分工

1.1.3 传统知识创新分工模式的特点

在知识创新线性分工模式下,各环节的知识是线性流动的;而在并行分工模式下,各环节的知识是非线性流动的,知识以网络状的方式组织起来,各环节的知识紧密相连、相互依赖。这与知识创新的复杂性和不确定性相契合。知识创新过程充满了不确定性,一个环节需要不断地接受后面环节的反馈,不断修正创新过程,其知识流动不是线性的,也不是单向的。因此,线性分工模式是低效的。但是并行分工模式下,各环节的边界是模糊的,知识高度相互依赖,创新过程需要更强的沟通能力,而且容易职责分工不清,产生搭便车行为。更重要的是,由于各环节知识的相互依赖,某一环节的调整变化,可能导致整个创新过程的重复,在高度不确定性条件下,有可能导致整个创新过程的不断循环。因此,并行分工并不是一种十分有效的组织方式。

1.2 知识创新服务的模块化分工模式

传统的知识创新活动大多由企业内部完成,知识创新活动被视为企业的核心竞争力之一。而随着技术更新的加快,国际竞争的加剧,以及知识创新复杂性的增加,越来越多的企业开始将知识创新活动外包出去。例如产品的技术测试、市场测试,甚至是产品设计和技术开发都开始外包出去,产生了专门提供知识创新服

务的企业。知识创新分工的深化和知识创新服务的产生,使得对知识创新服务进行新的分工变得可能。知识创新的复杂性和不确定性,使得传统分工模式的有效性大大降低。并行分工的逻辑就在于各个环节之间的高度配合,因此,各个环节相互之间是高度依赖的,使得知识创新活动中的沟通任务大大增加,并且由于知识创新的不确定性,使得创新过程需要不断修正,而任一环节的修正都会通过依赖性传导至整个过程,从而使得创新过程不断循环,大大降低了创新效率。

针对传统分工模式存在的问题,20世纪末兴起的模块化分工提供了很好的解决思路。模块化分工是将系统按照功能进行分解,形成具有标准化接口的相对独立的子系统的分工方式。目前模块化大多应用于有形产品的设计与生产上,虽然在服务模块化方面已经有了很多尝试^[5-7],但多数集中在IT、金融等某一特定领域或是基于某一具体案例的分析,而且以描述性分析为主,缺乏系统的理论分析,在知识创新服务模块化方面的研究更是少之又少。

知识创新服务的模块化分工,就是运用模块化分工原理和方法,将知识创新服务分解为相对独立的功能模块,模块内部的知识包裹化,模块之间通过界面进行沟通。模块化的本质是将相互依赖的系统分解为相对独立的子系统,如此一来,系统变成了由子系统组成的松散耦合。知识创新服务与知识创新过程的高度匹配使得各环节之间相互影响,系统的知识流动程度大大增加,提高了沟通成本。通过模块化分工,使得知识创新服务的独立性大大提高。这一过程既降低了沟通成本,又加快了知识创新速度,而这一目标是通过界面规则的确定实现的。

知识创新服务可以运用模块化方法进行重新分工。根据服务的组成,知识创新服务过程可以分为3个层次,即服务要素、服务模块和服务过程。知识创新服务过程可以分解为最小的可定义的服务单元,即服务要素(Service Element),每个服务要素都是一个完整的服务功能和可以单独实现的服务目标^[8-9]。而不同的服务要素,根据其特征,以及它和其它服务要素之间的关系,可以组合成更大功能的服务模块。知识创新服务过程就是由不同服务模块组成的。这样,就可以把一个知识创新服务过程分成3个层次,如图3所示。

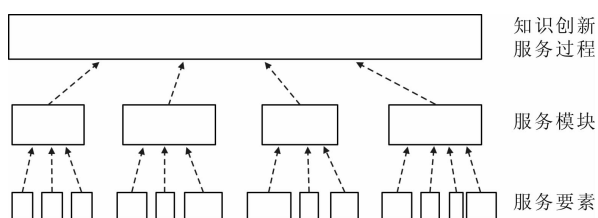


图3 知识创新服务过程的3个层次

因此,为了对知识创新服务过程进行模块化分工,需要将知识创新服务过程分解为最小的服务要素。非

模块化分工时,各服务要素之间很可能是紧密联系的,服务要素的边界也是不清晰的,而且在知识创新服务过程中,可能存在很多相同的、重复出现的服务要素。通过模块化的方法,就可以根据服务要素之间的关系和服务要素的知识内涵进行模块的划分和组合,将联系紧密的服务要素划分为同一模块,将服务功能相似的服务要素归纳为同一模块。最后不同的服务模块就组成了知识创新服务过程所需的所有服务。

2 知识创新服务模块化分工方法

一个系统的模块化主要包括两大内容^[10]:①结构。确定系统包括哪些模块,以及各模块的功能;②界面。界面是模块的边界,描述模块之间如何互动,各模块如何连接与沟通。因此,可以把知识创新服务模块化分工分为两个阶段:一是对知识创新服务进行功能分解,形成各个服务模块;二是设计服务模块界面。

2.1 知识创新服务的功能分解

模块化分工是基于功能的分工。因此,知识创新服务的模块化分工,其首要任务就是对知识创新服务进行功能分解。要实现功能分解,首先需要对知识创新服务进行细化,形成服务要素,然后针对服务要素进行模块划分与组合。

从功能的角度对产品进行模块化分解已有较多研究,并形成了多种方法。Stone等^[11]通过分析单个产品中的物质流、能量流、信息流来确定产品中的子功能,并形成功能模块;McAdams等^[12]通过对大量产品功能的分析,找到相似的功能,并形成通用模块;Hölttä等^[13]通过分析输入输出找到功能结构中相似的输入输出流,从而发现通用模块;Kamrani和Nasr^[14]将产品功能进行层层分解,然后将功能和产品组件对应起来,将相似的产品组件进行归类,形成模块。对产品进行功能分解的研究多数是从具体产品出发进行的。从现有研究可以看出,模块化功能分解主要从两个层次进行,一个是从产品内部,通过功能分析,将产品总体功能划分为一个个独立子功能,形成产品内部子模块,这一方法比较适合新产品的模块化设计;一个是从产品簇中归纳出相似的功能,形成通用模块,这一方法比较适合对现有产品进行重新设计,形成模块化。

具体的功能分解主要包括两个方面:①目的描述。产品要实现的最终功能,这一功能要实现的具体目的,是对功能的抽象描述;②输入和输出分析。通过输入输出流来间接描述产品的功能,并对功能进行归类。输入输出分析主要是对有形产品中物质流、能量流、信号流变化的分析,然后按照一定规则对功能进行归类。

由于知识创新服务具有高度的知识依赖性,知识创新服务主要以信息处理和知识转移为主,功能实现更多地依赖于所拥有的知识和技术。因此,知识创新服务的输入输出,应该依赖于对知识的输入和输出分

析。由于在知识创新服务过程中,每经过一个环节知识都会发生变化,因而不能根据知识的转换来归纳功能模块,但是相似的功能所需要的知识是相似的,也就是说,知识创新服务的输入输出分析应该基于服务功能所依赖的知识,而不是服务产品中所包含的知识。根据模块化的特点,功能模块内部的知识联结比模块之间更加紧密。由于模块内部沟通的需要,内部各环节之间应该有更多的共同知识基础^[15]。此时,可以根据不同环节之间所拥有的共同知识基础对功能进行归类,形成模块。借用对有形产品的模块化功能分解,可以从以下两个维度对知识创新服务进行功能分解:①目的,每一个具体服务要实现的具体目的,即对服务总体功能的描述,并将总体功能分解为具体的子功能;②共同知识基础,包括需要具备的知识和使用的技术,根据不同环节之间所拥有的共同知识基础进行归类。

知识创新服务的模块化分工是基于对服务内容的分解,在服务要素的基础上,将联系紧密的服务要素划分为同一模块,将服务功能相似的服务要素归纳为同一模块。因此,知识创新服务的功能分解至少包含两部分:一是根据服务要素之间联系的紧密程度,对相邻知识创新服务环节模块的划分;二是不同服务环节之间,根据服务要素内容的相似性,进行重新分解与组合。

(1)相邻知识创新服务环节模块的划分。将知识创新服务过程中,具有较多共同知识基础的相邻环节,划分为一个模块,而将拥有较少共同知识基础的相邻环节归入不同模块,如图 4 所示。因为模块内需要更多的沟通,因此通常拥有更多的共同知识基础;而模块之间需要的沟通较少,反映在服务所需的知识上,就是拥有较少的共同知识基础。通过这一步骤,可以把知识创新服务分解为相对独立的、服务功能较为完整的服务模块。此时形成的服务模块,反映了知识创新服务过程不同环节之间的模块分割。

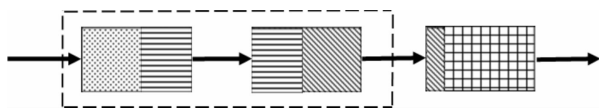


图 4 相邻知识创新服务环节模块划分

(2)知识创新服务模块的重新分解与组合。将拥有相似功能和知识的模块归纳为一个通用模块。有些服务模块拥有相似的功能和知识,只是在很少的环节需要专业知识,这时可以把这些服务模块变成一个通用模块,包含通用知识和很少的专业知识,然后在提供服务时,根据需要结合不同的专业知识,如图 5 所示。这一点类似于模块的移植^[16]。在将某一模块进行移植时,为了使模块能运用于其它系统,将模块分成两个模块:隐藏模块内部信息的隐模块、连接隐模块和外部系统的翻译模块。在不同的系统中可能需要不同的翻译模块。因此,在图 5 中,包含通用知识的部分可以看作

隐模块,包含专业知识的模块可以看作翻译模块。

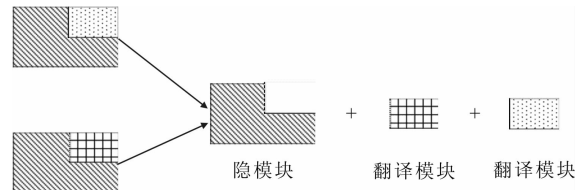


图 5 知识创新服务模块的重新分解和组合

2.2 知识创新服务模块界面设计

模块界面是模块之间互动和连接的原则,是为了使模块之间的协调和信息传递更为有效。传统的模块化设计是通过设计结构矩阵来确定模块之间的界面规则,将一部分设计参数固定下来,成为系统中的可见信息,这些固定下来的设计参数即是指导模块之间互动的原则^[16]。传统的产品模块化,可以用一系列具体指标作为设计参数,因此,模块界面可以用一些可具体衡量的指标来确定。例如,电脑硬盘可以用尺寸、接口类型来描述界面,包括接口形状、大小、针数等,这些都是可以具体衡量的指标,模块之间的信息就通过这些设计参数进行传递,界面标准也可以通过具体指标衡量。

知识创新服务根据其不同特性,其模块界面规则的设计与传统产品模块有所不同。有些知识创新服务结果可以用一些具体的指标进行衡量,这些知识创新服务的界面就是标准化的,界面设计就相对简单。例如产品技术测试,其结果可以用一些具体指标衡量。而有些知识创新服务结果是无法用具体指标衡量的,例如产品的工业设计,其结果需要得到市场反馈之后才能知道,这类服务的界面设计就较为困难。还有一类知识创新服务涉及的主要是默会知识^[17],需要交易双方的知识存在一定程度的重叠才能发生,这时服务界面就需要包含双方的重叠知识。例如制造工艺设计服务,需要购买服务的一方对制造工艺有一定程度了解才能运用服务成果。这里知识创新服务的模块界面,实际上是指服务的产出或服务结果的界面,而非服务过程的界面。与产品模块相似,产品模块界面实际上也是指产品界面,而非生产过程本身的界面。这一知识创新服务的结果是下一环节的投入要素。因此,知识创新服务模块界面就是对服务产出特征的规定性描述,即通过确定服务产出的某些具体特征来确定服务模块的界面。

由于知识创新服务的特殊性,可以通过以下两个方面来克服模块界面设计的困难:①界面标准尽可能量化,可量化的界面标准使得模块检测更容易;②知识重叠,知识创新服务方和被服务方在交易内容上需要有一定的知识重叠,这样在模块界面难以衡量时,双方可以依靠专业知识对服务结果进行判断。

按照这一原则,可以根据知识创新服务模块的特征来设计模块界面,将知识创新服务模块分为标准化和非标准化两种类型:①标准化服务模块。对于具有

标准化、量化的服务产出,可以设计标准化的界面规则,包含一系列可量化的指标;②非标准化服务模块。对于非标准化服务模块,服务模块与其它模块之间包含着较多的知识传递和沟通,交易双方需要在交易界面上有知识的重叠,才能实现有效的交易。可以参考模块移植中的翻译模块,在模块界面上设立翻译层,帮助交易双方进行知识沟通和转移。两种类型的服务模块界面如图 6 所示。

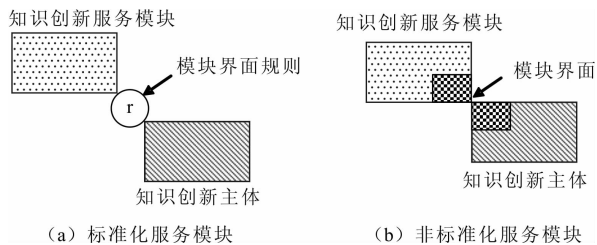


图 6 知识创新服务模块界面

3 结语

目前关于模块化分工的理论和方法主要集中在制造业领域,模块化理论在知识创新领域的应用还处于探索阶段。本文从宏观层面探讨了知识创新服务模块化分工的基本原则和方法。下一步研究需要在微观层面上对知识创新服务模块化的分解和界面设计进行更深入的分析。现有模块化分工方法的研究主要来自设计结构矩阵法和可分解系统。设计结构矩阵法强调系统设计者的主动性,运用设计者的知识将系统进行有效的分解,通常只考虑参数之间的相互依赖性,从交易成本的角度出发对系统进行分解,分解时更多地依赖设计者的知识^[16-18];可分解系统强调结果可量化,运用数理模型对系统进行分解^[19-20]。在产品制造或标准化服务中,可以用标准化、量化的参数进行描述,但是知识创新服务通常都是非标准化的,服务内容通常涉及默会知识,服务结果经常是不确定的。在这样的条件下,可分解系统不能用于知识创新服务的模块化分工。同时,现有设计结构矩阵需要将系统依赖关系转化为一组明确的参数,要将其运用于知识创新服务的模块化分工,也存在一定的困难。一方面,当涉及默会知识时,系统内部的依赖关系是模糊的,难以准确描述;另一方面,依赖结果的不确定性,使得通过寻找交易成本最小点形成模块界面变得更加困难。因此,要借助设计结构矩阵的思想,对知识创新服务进行模块化分工,需要考虑交易过程中知识的特殊性,包括知识的默会程度和交易双方的共同知识基础,进而对知识创新服务的模块化分解和界面设计作更深入的研究,包括服务内部知识的具体依赖关系和知识如何通过界面进行沟通。

参考文献:

- [1] DAVID ULLMAN. The mechanical design process[M]. McGraw-Hill Science/Engineering/Math, 2009.
- [2] ROBERT G. COOPER. Perspective third-generation new product processes[J]. Journal of Product Innovation Management, 1994, 11(1): 3-14.
- [3] HIROTAKE TAKEUCHI, IKUJIRO NONAKA. The new new product development game. [J]. Harvard Business Review, 1986, 64(1): 137-146.
- [4] ROBERT G. COOPER. Stage-gate systems: a new tool for managing new products[J]. Business Horizons, 1990, 33(3): 44-54.
- [5] MARTIN BÖTTCHER, STEPHAN KLINGNER. Providing a method for composing modular B2B services[J]. Journal of Business & Industrial Marketing, 2011, 26(5): 320-331.
- [6] R DORBECKER, T BOHMANN. The concept and effects of service modularity-a literature review[C]. System Sciences(HICSS), 2013 46th Hawaii International Conference, 2013.
- [7] ANU BASK, MERVI LIPPONEN, MERVI RAJAHONKA, et al. The concept of modularity: diffusion from manufacturing to service production[J]. Journal of Manufacturing Technology Management, 2010, 21(3): 355-375.
- [8] KENT D. LARSON. The role of service level agreements in IT service delivery [J]. Information Management & Computer Security, 1998, 6(3): 128-132.
- [9] G LYNN SHOSTACK. How to design a service[J]. European Journal of Marketing, 1982, 16(1): 49-63.
- [10] CARLISS Y BALDWIN, KIM B CLARK. Managing in an age of modularity[J]. Harvard Business Review, 1997, 75(5): 84-93.
- [11] ROBERT B STONE, KRISTIN L WOOD, RICHARD H CRAWFORD. A heuristic method for identifying modules for product architectures[J]. Design Studies, 2000, 21(1): 5-31.
- [12] DANIEL A MCADAMS, ROBERT B STONE, KRISTIN L WOOD. Functional interdependence and product similarity based on customer needs[J]. Research in Engineering Design, 1999, 11(1): 1-19.
- [13] KATJA HÖLTTÄ, VICTOR TANG, WARREN SEERING. Modularizing product architectures using dendrograms[C]. International Conference on Engineering Design ICED 03 Stockholm, 2003.
- [14] ALI K KAMRANI, EMAD ABOUEL NASR. Engineering design and rapid prototyping[M]. London: Springer, 2010.
- [15] E A ISAACS, H H CLARK. References in conversation between experts and novices[J]. Journal of Experimental Psychology: General, 1987, 116(1): 26-37.