

doi: 10.15936/j.cnki.1008-3758.2018.06.005

多组织知识学习超网络模型及其学习绩效研究

——面向复杂产品产业集群

阒 双, 郭 伏, 杨童舒
(东北大学 工商管理学院, 辽宁 沈阳 110169)

摘 要: 按照系统科学视角网络建模的研究范式,对复杂产品产业集群知识活动的主体、资源、动力机制等进行了分析,构建形成了具有动态特征的多组织知识学习超网络模型。深入该模型的演化过程,通过仿真实验发现:不同项目团队组建特征会带来不同的产业集群学习绩效,存在着一个能够实现最高绩效的最优项目团队规模;当项目团队所在的组织子网络拓扑结构处于小世界特征下,则多组织知识学习超网络知识水平能够快速上升,学习绩效高启;当项目团队规模小于最优规模时,组织子网络的小世界结构存续时长与项目团队规模成反比等。结合相关结论,提出了一些对策,如要优化网络公共知识与信息平台载体,加强对复杂产品产业集群项目团队规模和结构特征以及多组织知识学习网络的管理等,以提升知识管理绩效。

关 键 词: 超网络模型; 复杂产品产业集群; 知识管理; 学习绩效

中图分类号: F 276.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1008-3758(2018)06-0578-08

Research on Super Network Modeling of Multi-organization Knowledge Learning and Its Learning Performance

—— For Complex Product Industrial Clusters

KAN Shuang, GUO Fu, YANG Tong-shu
(School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110169, China)

Abstract: According to the research paradigm of network modeling from the perspective of system science, the main body, resources and dynamic mechanism of the knowledge activities in complex product industrial clusters are analyzed. A super network model of multi-organization knowledge learning with dynamic characteristics is constructed. It is found by going deep into the evolution process of the model through simulation experiments that the organizing characteristics of different project teams will bring different industrial clusters' learning performance and there exists an optimal project team size that can achieve maximum performance. When the topological structure of the organizational sub-network where the project team located is in the small world characteristic, the knowledge level of multi-ganization knowledge learning super network can rise rapidly, and learning performance is high. When the project team size is smaller than the optimal scale, the duration of the small world structure of the organizational sub-network is inversely proportional to the project team scale, etc. There are still

收稿日期: 2018-06-15
基金项目: 东北大学“双一流”学科建设资助项目(02050021940101); 沈阳市社会科学课题资助项目(SYSK2018-01-02); 2018 年度沈阳市科技创新智库决策咨询课题 170 号。
作者简介: 阒 双(1972-),女,辽宁本溪人,东北大学讲师,管理学博士,主要从事知识网络管理研究; 郭 伏(1964-),女,辽宁铁岭人,东北大学教授,博士生导师,主要从事人因工程研究。

some works to improve the learning performance of the complex product industrial cluster, including optimization of the public knowledge and information platform, control of the size and structure characteristics of the project team, and management of the multi-organization learning network, etc.

Key words: super network modeling; complex product industrial cluster; knowledge management; learning performance

Hobday 将生产规模大、技术密集、产品单件或小批量生产的大型产品或基础设施称为复杂产品,典型的行业包括航空航天、船舶制造、大型装备制造制造业等。与大规模制造特征的一般产品不同,复杂产品高度依赖多组织间的合作,通常会构成配套完善的研发、生产和服务等系统,即复杂产品产业集群^[1]。复杂产品的经济附加值高,对经济发展具有重要基础装备地位,是国家战略性竞争的重要产业。近年来基于六度分离理论和 150 法则而构建的 SNS(社会性网络服务)网站在网络上取得蓬勃发展,WEB 2.0 模式的知识共享技术(例如 blog、wiki、digg 等)实现了跨越时间和空间进行知识与信息的集成、共享和交互的功能,促使很多服务于复杂产品产业集群的公共知识平台应运而生,代表性的包括技术协同服务平台^[2]、ITRI 网络平台^[3]等。基于公共知识平台的研究受到人们的不断重视,复杂产品产业集群的竞争优势也越来越演变为产业集群知识学习能力的竞争,复杂产品产业集群的学习绩效管理日益成为知识管理的研究热点和焦点。

网络建模是研究复杂系统知识活动的一种重要研究范式。代表性的成果包括 Seufert、Teo H. 等在同质节点网络的基础上构建的异质节点网络,王众托院士等提出的“知识超网络”建构思想。因为能够深刻刻画复杂系统的多资源要素、多流量、多层次的活动特征,超网络模型近年来已经成为描述复杂系统、巨系统知识活动的良好载体^[4]。目前,知识超网络已经形成了三种研究视角:一是基于变分不等式、投影算法的数学研究方法,主要是解决知识与信息的流量平衡问题^[5];二是基于超图的物理统计方法,主要描述超网络的聚类系数、子图向心性、拓扑结构特性等,主要成果体现在描述各类知识网络、词汇网络的共性发展趋势,如无标度等科学规律^[6-7];三是基于系统科学视角,结合系统动力学、物理学等学科成果描述复杂系统的知识活动,主要研究成果集中于知识网络中主体间的联系强度、鲁棒性^[8]等。

目前,系统科学研究方兴未艾,建模研究也面

临着进一步拓展和深化。一方面,模型独特性的重要基础是系统独特的动力机制(包括择优机制、增长机制等),但现有模型的动力机制大多属于理论设定,例如节点批量增长演化机制、双重优先联结^[9]等等。这些机制通常仅仅与复杂网络的特殊阶段或者局域网络相关联,并不是复杂系统整体的、全局的演化驱动机制,需要从实践中抽象、提炼不同系统的特色动力机制。另一方面,为了进一步深化建模研究,需要面对更多的研究领域和研究对象,构建自微观而宏观的研究范式,在系统演化中发现局域网络、子网络与超网络、超网络各组成要素之间的互相作用、因果关系,挖掘知识活动的深刻机理,为知识管理实践提供理论支撑和管理对策。复杂系统各阶段的连续性衔接、关联性上多层次之间的互动分析等内容,将不断丰富复杂系统运行机理的研究内容,推进超网络建模的研究发展。

基于前期研究成果及研究发展需要,本文面向复杂产品产业集群探索其知识学习绩效管理提升的技术路线是:基于系统动力学的研究视角,面向复杂产品产业集群知识系统,分析其主体、资源等要素,在提炼其动力机制并形成算法的基础上,将二者结合,构建复杂产品产业集群的多组织知识学习超网络(organization-knowledge-product learning super network,简称 O-K-P 超网络)模型,并通过仿真实验深入 O-K-P 超网络动态演化的过程,发现相关参数对超网络宏观变量的影响等,进一步拓展复杂产品产业集群知识学习绩效管理研究。

一、O-K-P 超网络演化模型

按照系统科学网络建模的研究范式,在深入分析复杂产品产业集群知识活动的静态因素(主体、资源和映射关系)的基础上,从复杂产品产业集群知识活动实践中总结和提炼其动力机制,并构建 O-K-P 超网络演化模型如下。

1. 静态 O-K-P 超网络构建

首先,复杂产品产业集群知识超网络的“行为主体”是组织。产业集群内组织的存在形式各异,

包括企业、科研院所、高等院校、中介机构、行业协会、政府及派出机构等。本研究将具有独立知识学习能力的组织看做是一个组织节点。复杂产品产业集群内,众多组织之间的知识活动以项目制合作为主体,以两方(或多方)合同、培训等为辅助,共同进行知识开发、技术创新等知识活动,它们通过项目内的分工、协作结成知识学习关系,或者以契约、协议、组织互信为基础建立知识学习关联,构成组织子网络(organization-organization sub-network,简称 O-O 子网络)。

其次,复杂产品产业集群知识超网络的“资源”是知识和产品。目前不失一般性的知识发现方法是以语义分类为基础,即以知识分类为基础,将知识按照 13 种学科分类,再按知识领域或应用领域逐步划分,最终可以得到与其他知识单元不存在知识交叉的有限个最小知识单位(或“知识点”)^[10]。借助一定的知识发现技术(知识地图、知识挖掘技术等),可以将知识关联显现化,就形成知识点网络^[11]。按此方法,就可以描述整个复杂产品产业集群的全部知识点及其网络边共同形成知识点子网络(knowledge point-knowledge point sub-network,简称 K-K 子网络)。复杂产品产业集群的知识成果通常表现为一个具象化的最终产品(例如飞机、机床产品等),也包括凝结在产品过程中的各种专利、工艺、论文、图纸等。对于产品,可以将其考虑为可组合的功能性部件,这些部件的不同组合方式构成不同产品。复杂产品系统中,知识学习和知识创新的过程也是功能性部件不断增加、部件不断组合成新产品过程。本文将功能性部件考虑为节点,多个节点之间的网络关联关系,构成了部件子网络(part-part sub-network,简称 P-P 子网络)。

描述整个复杂产品产业集群的组织子网络状态、知识点子网络状态和产品子网络状态及其知识映射关系,可构成两层级、三主体的 O-K-P 静态超网络。对于 O-K-P 超网络的动力机制,本文借鉴相关研究成果的系统动力学思想,充分考虑实践中复杂产品知识活动的驱动力、运行机制进行提炼和抽象,并借助物理学和模糊数学知识量化描述其构建算法,进而形成动态 O-K-P 超网络模型。

2. 对 O-K-P 超网络的系统动力运行机制分析

复杂产品产业集群的知识活动经常采用项目团队形式,通常由集成商按照项目要求择优、组建

项目团队;被择优选入项目团队的多组织开展知识交流、合作和创新,组织间原有的网络连边状态被打破,组织间增加网络连边、个体组织的原有知识结构得到补充、项目合作的知识创新为项目组成员带来了知识点的增加,等等,周而复始,不断进行。可以看出,项目团队组建驱动了 O-K-P 超网络开始动态演化,带来了 O-K-P 超网络中子网络及其映射关系不断演化。

通过上述对复杂产品产业集群知识活动特征的分析,以及理论抽象和共性机制提炼,本研究提出, O-K-P 动态超网络的研究以项目团队成员组织择优及团队组建为驱动机制。其驱动延展表现在:复杂产品产业集群的项目团队成员组织择优和团队组建的不间断进行,引发了组织子网络、部件子网络不断扩展、知识点子网络不断增加节点、组织和知识点之间的映射关系不断新增, O-K-P 超网络模型的动态演化模型就此生成。

相关文献表明,知识活动的主要内容划分为知识搜索、知识重组、知识创新、知识扩散几个阶段。美国学者 Lazasfield 等提出了“二级传播理论”,将知识与信息流动的方向划分为“大众传播——传播中心——一般受众”的两个阶段^[12],本文根据此理论,将 O-K-P 超网络模型的知识学习机制划分为两阶段:第一阶段是项目团队内部,项目团队成员间的知识学习。这一知识学习过程中,项目团队成员间建立知识联结、进行知识输送,并实现知识创造。这一阶段的特点是 O-K-P 超网络动态演化全部局限在项目团队成员组织间完成。第二阶段是项目团队成员以自身为中介,自动成为知识扩散源,依托历史上形成的 O-O 子网络,对与自己有直接网络关联的组织(扩散汇)进行知识扩散。在 O-K-P 超网络模型设计中考虑到:首先,第一阶段项目团队成员组织间的知识转移属于多边转移,知识交流的顺序具有交叉性和不确定性,因此参考包北方等的“公共知识库”的思路^[13],提供一个简化的模型构建原则,即项目知识库是一个虚拟组织,是项目内全部成员组织的知识集合,具有最高的知识势能。依据系统动力学的级差思想,每个项目团队参与组织都同时从“项目知识库”中进行知识转移,转移的内容为自己不具备的全部知识点。其次,这个阶段的知识扩散与传递,可能具有无数组扩散源和扩散汇,本文考虑到复杂产品产业集群中知识高度复杂,间接联系的企业间知识的学习效益不明显,因

此在仿真时只考虑一次知识扩散过程。但在不同复杂系统中,知识扩散可以根据实践情况进行设定。第二阶段的知识扩散结束后,项目组建引发的知识学习活动结束。

综上所述,O-K-P超网络的动态运行机制如

下:受项目团队组建驱动,引发O-K-P超网络项目团队内的知识学习、项目团队成员组织在O-O子网络中的知识扩散、功能性部件创新。该驱动力周而复始,驱动O-K-P超网络动态演化,图1是逻辑自洽的O-K-P超网络模型示意图。

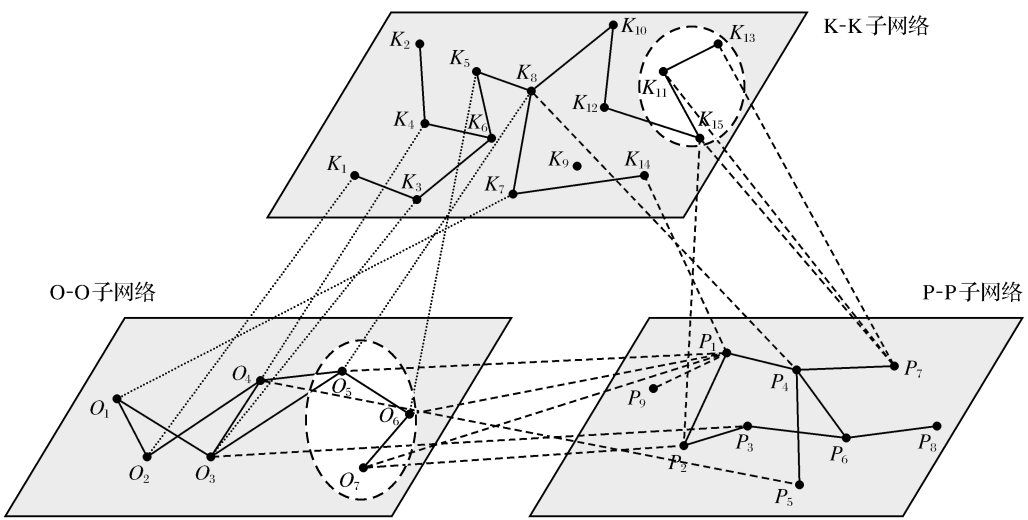


图1 O-K-P超网络模型示意图

3. 动态O-K-P超网络的构建算法

根据O-K-P超网络演化模型内涵——基于驱动力引发的两阶段学习机制,结合数学、物理学成果,所形成的构建算法如下。

一是模型的驱动力是复杂产品产业集群内项目团队的择优和组建,所涉及到的构建算法归属于多属性决策问题。考虑到复杂产品产业集群项目知识的模糊、不确定属性,本研究前期已经开发出基于直觉不确定模糊区间值集成算子(I-IIFWG算子)的项目团队成员择优算法^[14],本文对此不再赘述。在本文的仿真实验中,基于复杂产品集群中某产品创新的项目目的,使用此算法进行项目成员组织择优。

二是两阶段知识学习机制中,构建算法主要涉及到:网络节点间的知识转移强度、以O-O子网络为知识扩散依托的产业集群整体组织知识水平测度。网络节点间知识转移的相互作用强度和节点属性相关,王铮等提出了知识转移强度公式^[15]:

$$w_{ij}^T = \alpha_{O_i}^T e^{\beta_{ij}^T} [x_{O_j}^T - x_{O_i}^T] \quad (1)$$

其中, α 为组织知识接受能力; β 知识转移失效程度; x 为知识转移动力差; w_{ij} 为 T 时刻两组织 O_i 与 O_j 间的知识转移强度。

本文结合实践中复杂产品系统知识学习活动特征,出于模型的简单化设定,考虑基于信息化知

识管理服务平台的知识活动无需考虑地理距离造成的知识转移失效,同时将组织节点间的动力差考虑为二节点知识存量差,将知识接受能力考虑同比于组织的知识存量,即可获得O-K-P超网络的知识水平测度函数:

$$AKL^T = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N V_{O_i}^T \quad (2)$$

其中 T 为时间; V_{O_i} 为组织 O_i 的知识水平; AKL 为产业集群的平均知识水平。

本文所提出的构建算法,是基于本研究所设定的知识学习两阶段特征基础上形成的。如果考虑到不同复杂产品的个体组织知识学习选择性,可以在构建算法中具体区分个体组织的学习意愿,放弃对“公共知识库”中有关知识点的学习(即个体组织的知识水平自主提升),该构建算法仍然适用。

二、基于演化模型的O-K-P超网络学习绩效影响机理研究

本文所构建的O-K-P超网络演化模型,是从微观到宏观、自下而上的研究范式,有利于在O-K-P超网络演化过程中,从微观变量(本文选取项目团队特征)为切入点,分析产业集群整体学习绩效的影响机理。

1. O-K-P 超网络模型的演化路径

图 2 是本研究构建的 O-K-P 超网络模型的演化路径。首先,系统集成商进行项目立项,目的是制造新的功能性部件,以此为起始点对应展开项目团队成员组织择优和项目团队组建,这是 O-K-P 超网络模型动态演化的驱动力;其次,O-O 子网络是 O-K-P 超网络进行知识汇集、知识转移、知识合作、知识创新与知识扩散的载体和依托,经过两阶段知识学习机制,以 O-O 子网络为初始网络与后续多层级网络的互动,最终将实现创新功能性部件的目标。由项目团队组建开始,到项目任务结束,是 O-K-P 超网络的一次整体演化。如此循环往复,O-K-P 超网络中各类节点将不断增加,节点间边和超边将不断复杂化,O-K-P 超网络模型实现了动态演化。

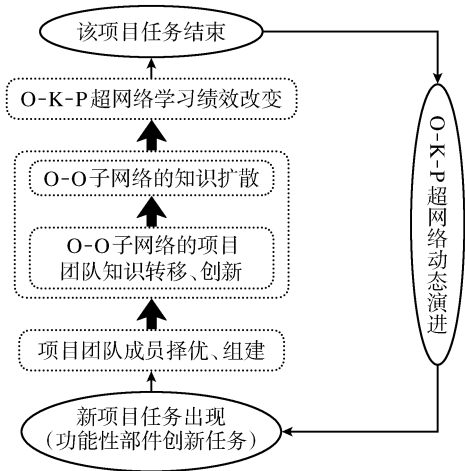


图 2 O-K-P 超网络模型的演化路径

O-K-P 超网络演化模型的构建过程,是以项目产品创新为切入点,以项目团队组建为自变量,经历了两级子网络的传递,属于从节点到超网络整体、自下而上生成的研究范式。因为其动力机制很好地模拟了复杂产品系统知识创新的学习过程,因此能够更好地反映复杂产品系统知识学习的独特性和深刻性。循此研究路径,基于此模型,可用于研究微观参数的变化对宏观变量的影响机理。以仿真实验的方式,深入探索项目团队特征对 O-K-P 超网络学习绩效的影响机理。

2. 仿真实验:O-K-P 超网络模型的学习绩效研究

应用上述 O-K-P 超网络演化模型,即可以模拟某复杂产品产业集群学习活动开展仿真实验,

根据实验及所得数据探究系统学习绩效提升的影响机理。

仿真研究选取项目团队特征为自变量,具体采用团队规模、团队成员结构两项指标。团队规模指的是团队的组织成员数量,团队成员结构指的是同样团队规模下的有项目参与经验的组织数量。仿真实验中,组织规模 $N=500$,存在 2 个系统集成商,初始状态下组织节点间不存在合作关系。对系统集成商赋予较多的知识点(本次仿真中为集群总知识点的 40%),其他组织以随机的方式赋予知识结构。项目任务设定为一个新功能部件的创新。团队规模设定为 4~20 个组织,对团队成员结构(有经验成员)取整数,实验中取 $[1,n]$ (n 为团队总人数的一半,四舍五入取整数)。知识点规模 $M=1\ 000$,依据平均分布 $U[0,1]$ 产生 20 层的知识层级关系,并根据层级顺序赋予知识含量,知识含量赋值区间为 $(0,10)$ 。每个组织被随机赋予彼此不重复的知识结构,任意两个组织的知识结构不重复。同时,在仿真过程中执行以下规则:仿真按照团队特征分组进行,在无法继续再组建项目团队时仿真自动结束;整个仿真全过程中,每一组始终采用同一个项目团队特征;项目的功能性部件创新任务接续发出,功能性零部件任务用随机给予的 5 个知识点的集合表示^①;知识点的知识含量不随时间改变;一个仿真时钟中,项目团队完成全部知识活动,包括择优组建项目团队、项目团队内知识学习、以项目团队组织为中介的知识扩散。

仿真过程中,需要判别 O-O 子网络的拓扑结构状态,采用的指标是 O-O 子网络的聚类系数、平均路径,使用的方法是王健伟等提出的拓扑结构简易判定方法:用目标网络的聚类系数、平均最短与 $\frac{\ln N}{\ln K}$ 相比(其中, N 是网络节点数; $K = \frac{2E}{N(N-1)}$, E 是网络边数),若目标网络具有高聚类、短路径的特征,则目标网络属于小世界网络结构;若呈现低聚类、短路径的特征,则属于随机网络^[16-17]。

3. 对 O-K-P 超网络的学习绩效影响机理分析

本研究通过编程实现 O-K-P 超网络的仿真

① 例如: $G5(k_1, k_2, k_3, k_9, k_{16})$ 表示组建的第 5 个项目团队任务是基于 $k_1, k_2, k_3, k_9, k_{16}$ 这 5 个知识点。

运行。对仿真实验的数据进行归纳、整理后,发现O-K-P超网络演化过程中,不同的项目团队特征参数下,呈现一些共性规律。

(1) O-O子网络结构呈现出小世界网络——随机网络的趋势

在周而复始、不断循环组建项目团队的过程中,不同特征团队的O-O子网络拓扑特性出现了相同的规律:随着仿真时钟的增加,O-O子网络由小世界网络逐步过渡到随机网络。以团队规模为4、有经验成员为1(简称为4p-1团队)的仿真运行为例,第20次仿真中的O-O子网络平均最短路径为9.28,而对应的随机网络为15.16,此时O-O子网络处于小世界网络结构下。仿真时钟运行到140次时,O-O子网络的平均最短路径为20.4,与随机网络平均最短路径20.88,基本持平,而此后,O-O子网络的平均最短路径开始超越随机网络的平均最短路径,属于完全随机网络结构特征,见图3。

(2) 不同项目团队特征下的O-K-P超网络学习绩效曲线,均呈现出快速上升——缓慢上升——基本稳定的趋势

仍然以4p-1团队为例:图4中的B点处MAKL取得最高值,其对应的仿真次数是22次。从学习绩效数值区间看,运行到B点以前的仿真区间是整个MAKL曲线的较高值区域,这表明O-K-P超网络运行到第22次以前,O-K学习超网络处于较高效的学习绩效提升状态。而B点以后是MAKL曲线的逐步下降阶段,通过模拟数据可以看出,从仿真的第120次开始,MAKL值处于数值极小、无法提升的区域,该区域的学习绩效形成了稳定又低效的趋势——MAKL既不保持提升状态,也不会下落,尤其是仿真运行到C

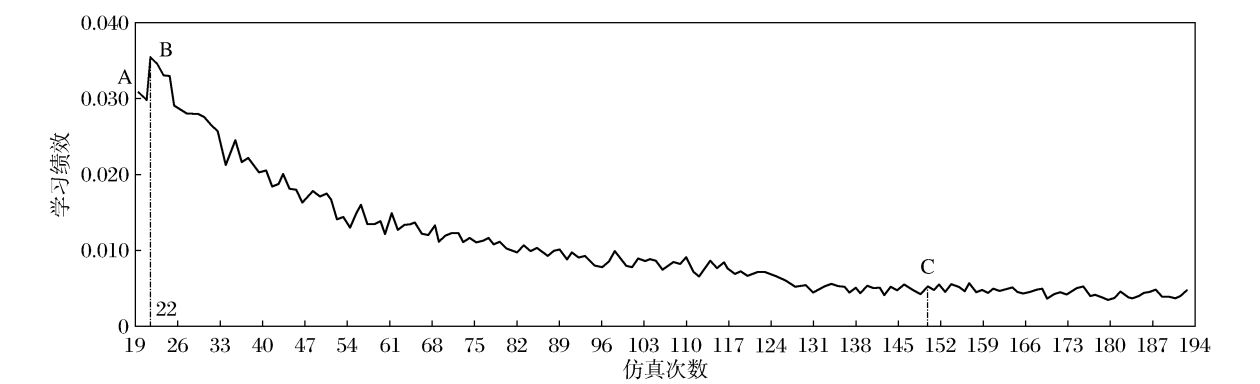


图4 4p-1项目团队的MAKL曲线

① 存在最优项目团队规模和最优项目团队结构(本文的参数条件下,最优项目团队规模是

点以后,O-K学习超网络无论怎样继续组建团队开展知识活动,学习绩效已经基本无法继续提升。

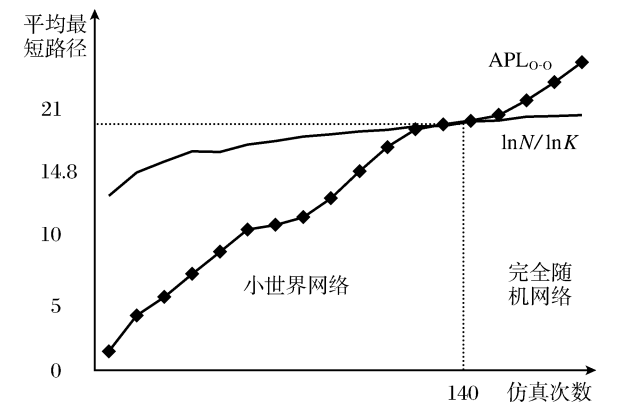


图3 多组织学习网络的拓扑结构特征
(以4p-1团队演化为例)

注: APL_{O-O} 表示4p-1团队的O-O多组织学习网络平均最短路径;
 lnN/lnK 表示与4p-1团队相对应的随机网络的平均最短路径

(3) 不同项目团队机制引发的O-O子网络拓扑结构特征与O-K-P超网络学习绩效密切相关

与随机网络结构特征相比,小世界结构特征下,O-K-P超网络学习绩效能够快速上升;而当O-O子网络进入完全随机网络结构状态后,O-K-P超网络学习绩效处于较低水平且不再上升,直至仿真实验结束。深入数据分析还可以发现,随着小世界网络结构特征的逐步增强,O-K-P超网络学习效应更加高效;随着小世界结构特征的逐步减弱,边际学习绩效同步降低。

另一方面,在O-K-P超网络知识学习机制不变的情况下,项目团队特征参数(规模、结构)对产业集群学习绩效具有不同影响,具体体现在以下三方面。

16,其最优成员结构是1),能带来更优的产业集群知识平均水平。

② 项目团队规模若低于最优团队规模时,其团队规模越接近最优团队规模,学习绩效值越高。

③ 项目团队成员结构并不是有经验成员多多益善,超越了有经验成员的最优数量后,项目团队带来的学习绩效最高值数值更低、提升更慢、最高值更晚出现。

三、对复杂产品产业集群学习绩效的管理启示

本研究所形成的项目团队特征、O-O 子网络结构、O-K-P 超网络学习绩效三要素之间的影响机理,为复杂产品产业集群的知识管理尤其是学习绩效管理带来了新的启示。

1. 在管理载体上,科学优化网络公共知识与信息平台

基于本模型,复杂产品产业集群学习绩效提升的前提是基于网络的知识与信息公共平台建设^[18-19]。相关管理部门首先要保证网络公共平台的知识与信息获取的便捷与全面,其次在产业集群组织知识活动有限理性的前提下,需要引导产业集群吸收更多高知识含量、高技能的组织作为节点加入产业集群知识网络,加快引进和传播最新知识、技术和产品发展趋势等,通过这一系列措施提升产业集群基础知识水平^[20],为两阶段知识学习中知识转移、知识扩散的质量提升奠定基础。

2. 在管理技术上,关注项目团队组建特征

上述学习绩效的影响机理研究表明,项目团队特征参数对学习绩效具有重要影响。因此,相关部门的知识管理与服务,可以在明确产业集群内个体组织知识状态的前提下,通过平台提供优化的项目团队择优技术,提前预测项目团队择优驱动引发的产业集群知识学习状态^[21](包括集群知识水平阈值、知识结构、技术方向等),辅助集成商进行项目团队优化组建,进而科学改变项目团队的规模、成员结构、知识结构等;引导项目团队的“老带新”合作方式,以实现跨项目的组织链接等^[22],进而促进学习绩效提升、知识水平升级。

3. 在管理过程中,关注产业集群内多组织学习网络结构指标

复杂产品产业集群组织子网络的拓扑结构特征对学习绩效具有重大影响。一方面,聚类系数反映着集群内组织间知识学习、合作的密度,高密

度有利于提高学习绩效;平均最短路径决定了知识传输的便捷性和直通性,短路径有利于提高学习绩效。另一方面,组织子网络的拓扑结构特征又直接影响集群知识能力(如:小世界结构带来更高的学习绩效)。因此,在知识管理服务中,可用以往网络研究成果为基础,推进有利于小世界结构的网络形成,具体措施包括:挖掘和发现各级子网络中具有重要影响的关键节点(关键知识节点、产品创新必要知识点、核心组织或若干个组织节点构成的“模块”等),促进这些关键节点与其他节点的广泛联结等^[23-24]。

除上述直接从建模角度形成的管理启示之外,在管理服务对策上,还包括提高集群内多组织间合同、协议、会员制章程等契约的执行力,积极探索系统中行业协会的重要衔接作用,科学管理知识产权、专利等创新成果的共享机制和利益保护等^[25],为学习绩效提升创造良好的知识运行环境,共同推进复杂产品产业集群学习绩效的可持续发展。

四、结 语

本研究基于信息对称的前提,面向复杂产品产业集群,从系统科学视角,构建了 O-K-P 超网络演化模型,并以驱动参数为切入点,深入复杂产品产业集群知识学习过程,通过仿真实验研究了 O-K-P 超网络学习绩效的影响机理,并据此提供了复杂产品产业集群知识管理的启示和管理建议。今后,对于产业集群知识管理创新的研究,还需要从复杂产品产业集群知识活动整体和知识个体组织的多角度,深入知识活动中的作用机理,以期提供更多的理论支撑和应用工具,进一步推进复杂产品产业集群知识管理。

参考文献:

[1] Hobday M. Product Complexity, Innovation and Industrial Organization[J]. Research Policy, 1998, 26: 689 - 710.

[2] 郭伏, 阚双, 李森. 产业集群发展面临的问题及管理创新服务对策研究[J]. 东北大学学报(社会科学版), 2014, 16(5): 462 - 467.

[3] 管利荣, 刘思峰, 张瑜, 等. 基于产学研知识集成的 ITRI 网络型模式研究[J]. 科学学研究, 2014, 32(11): 1689 - 1697.

[4] 刘向, 马费成, 陈满俊, 等. 知识网络的结构与演化[J]. 情报科学, 2011, 30(6): 801 - 809.

[5] 沈秋英, 王文平. 基于社会网络与知识传播网络互动的集

群超网络模型[J]. 东南大学学报(自然科学版), 2009, 39(2): 413-418.

[6] 马涛,郭进利. 基于加权超图的区域校企合作申请专利超网络模型——以浙江 ICT 产业为例[J]. 技术经济, 2016(12): 76-81.

[7] Cancho R F I, Sole R V. The Small World of Human Language[J]. Proceedings of the Royal Society of London Series Biological Sciences, 2001, 268(14): 2261-2265.

[8] Milo R, Shen O S, Itzkovitz S, et al. Network Motifs: Simple Building Blocks of Complex Networks [J]. Science, 2002, 298(8): 824-827.

[9] Guimera R, Uzzi B, Spiro J, et al. Team Assembly Mechanisms Detemine Collaboration Net-work Structure and Team Performance [J]. Science, 2005, 308: 697-702.

[10] 席运江,党延忠. 基于知识网络的专家领域知识发现暨表示方法研究[J]. 系统工程, 2005(8): 110-115.

[11] Borner K, Mane K K. Mapping Topics and Topic Bursts in PNAS [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2004, 101(1): 5287-5290.

[12] Lazarsfield P F. The Use of Panels in Social Research[J]. Proceedings of the American Philosophical Society, 1948, 92(5): 405-410.

[13] 包北方,杨育,李斐,等. 产品定制协同开发任务分解模型[J]. 计算机集成制造系统, 2014(7): 1538-1545.

[14] Kan Shuang, Guo Fu, Li Shen. An Approach to Evaluating the Knowledge Management Performance with Interval-valued Intuitionistic Uncertain Linguistic Information[J]. Journal Intelligent & Fuzzy Systems, 2016, 30: 1557-1565.

[15] 王铮,马翠芳,王露,等. 知识网络动态与政策控制(I)——模型的建立[J]. 科研管理, 2001, 22(3): 126-133.

[16] 王建伟,蒋晨,孙恩慧. 耦合网络边相继故障模型研究[J]. 管理科学, 2014(6): 132-142.

[17] 何士产. 复杂网络基本模型分析[J]. 科技、经济、市场, 2007(2): 57-58.

[18] 乐承毅,徐福缘,顾新建,等. 复杂产品系统中跨组织知识超网络模型研究[J]. 科研管理, 2013, 34(2): 128-135.

[19] 夏吴翔,王国秀,宜照国,等. 针对科研合作网络演化建模的基于 Agent 实验平台原型[J]. 情报学报, 2010, 29(4): 634-640.

[20] 尹惠斌,游达明. 合作团队知识冲突对企业突破性创新绩效影响的实证研究[J]. 管理学报, 2014, 11(3): 383-389.

[21] 黄中伟. 基于网络结构的复杂产品系统集群创新机制和绩效分析[J]. 宁波大学学报(人文科学版), 2004, 17(3): 94-98.

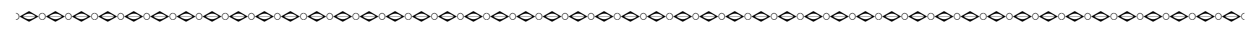
[22] 孙薇,马钦海,于洋. 基于知识超网络的科技创新团队的组建方法[J]. 科学学与科学技术管理, 2013(8): 166-171.

[23] 马宁,田儒雅,刘怡君,等. 基于动态网络分析(DNMA)的意见领袖识别研究[J]. 科研管理, 2014, 35(8): 83-92.

[24] Song C, Havlin S, Makse H A. Self-similarity of Complex Networks[J]. Nature, 2005, 433: 392-395.

[25] 高凯,邓方安. 协同创新中心网络信息平台的设计与实现[J]. 电脑知识与技术, 2016, 12(23): 51-53.

(责任编辑:王 薇)



(上接第 577 页)

[19] 何枫,陈荣. 基于 SFA 测度的企业效率对企业绩效与企业价值的影响效果研究——来自于中国数个行业上市公司的证据 2002—2006[J]. 金融研究, 2008(9): 152-163.

[20] 夏业良,程磊. 外商直接投资对中国工业企业技术效率的溢出效应研究——基于 2002—2006 年中国工业企业数据的实证分析[J]. 中国工业经济, 2010(7): 55-65.

[21] Chen Shimin, Sun Zheng, Tang Song, et al. Government Intervention and Investment Efficiency: Evidence from China[J]. Journal of Corporate Finance, 2011, 17(2): 259-271.

[22] 李勃昕,韩先锋,宋文飞. 环境规制是否影响了中国工业 R&D 创新效率[J]. 科学学研究, 2013, 31(7): 1032-1040.

[23] 陈海强,韩乾,吴锴. 融资约束抑制技术效率提升吗?——基于制造业微观数据的实证研究[J]. 金融研究, 2015(10): 148-162.

[24] 史金艳,陈婷婷. 融资约束下异质债务对中小企业投资效率的影响[J]. 大连理工大学学报(社会科学版), 2016, 37(1): 37-43.

(责任编辑:王 薇)