

The Application Research of the Knowledge Evolution for School-Enterprise Collaborative Model under the Big Data Environment

Yongqin Tao^{1,2}

¹Xi'an International University, Xi'an

²Xi'an Jiaotong University, Xi'an

Email: tyq_123@126.com

Received: Dec. 30th, 2014; accepted: Jan. 14th, 2015; published: Jan. 22nd, 2015

Copyright © 2015 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

School-enterprise cooperation is an inevitable trend of the operation and development of businesses and schools. In view of the existing problems about school-enterprise cooperation under the big data environments, the paper analyzes the concept and characteristics of knowledge cooperation, explores the corresponding relationship between the characteristics of the big data and the cooperation co-evolution of the school-enterprise, constructs the evolution model of school-enterprise cooperation through the perfect combination of granular computing and knowledge evolution based on school-enterprise cooperation motivation mechanism and takes the three library fusion mechanism to storage and to mine rules of data hidden. The model has realized function of the enterprise complementary, resource sharing, culture communion, and reference guide. The experimental results have proved the feasibility and effectiveness of this model.

Keywords

Knowledge Evolution, School-Enterprise Cooperation, Mode, Dynamic Mechanism, Big Data

大数据环境下知识进化在校企协同模型中应用研究

陶永芹^{1,2}

¹西安外事学院工学院, 西安

²西安交通大学, 西安

Email: tyq_123@126.com

收稿日期: 2014年12月30日; 录用日期: 2015年1月14日; 发布日期: 2015年1月22日

摘要

校企合作是企业 and 学校运作及发展的必然趋势,针对大数据环境下校企合作存在的问题,分析了知识协同概念和特点,探索了大数据的特点与校企合作协同进化的对应关系,通过粒计算和知识进化的完美结合,在校企合作动力机制的基础上,构建了校企知识协同模型,并采取三库融合机制对数据筛选和存储、挖掘隐藏在数据背后的规律,意旨通过此模型,实现校企互补、资源共享、文化共融,借鉴性指导的作用,实验结果证明了该模型的可行性和有效性。

关键词

知识进化, 校企协同, 模型, 动力机制, 大数据

1. 引言

大数据颠覆了人类探索和认知世界的方式,为教育打开了一扇大门。大数据技术可以“数据化”教师和学生的行为表现,深入挖掘学生成长规律,让学生思维“透明”。为此,在大数据环境下如何培养社会所需要的应用型人才使校企合作协同化发展已成为重要趋势,校企的竞争优势将更多表现在校企内部各要素及校企间协同运作的方面。企业是创新的主体,而高校是巨量知识创新的重要源头。知识是推动企业创新的重要资本,是创造企业竞争优势的关键因素。融合校企机构内部及外部资源,实现知识的优化配置与最大效应,提高自身知识创新与应用能力已成为众多学者关注的焦点。然而,我国校企合作系统是一个包括人在内的复杂大数据系统,由于系统的多变性、多样性和模糊性,长期以来,校企研究和实践工作多集中于定义、特征、形成机理、竞争优势等理论的分析与研究[1],有关如何构建具有普遍指导意义的校企群知识协同问题尚未有相关的研究成果,鉴于此,本文探索大数据环境下知识进化的校企群协同进化的动力学问题及其模型,积极寻求学校与企业、学校与学校、企业与企业互相合作,相互学习,基于各自不同的核心能力,构建协同运作的校企群模型。在校企群中使企业和高校相互联系,相互作用、相互影响,通过知识的交互与协同,进而建立群内,群外机构粘合的纽带,在合作协同过程中使知识实现快速有效的流动和增值,从而增强市场的竞争力和响应力,最终实现校企群“双赢”甚至“多赢”的协作目标。

2. 大数据下校企合作知识协同的构成

大数据也称巨量资料,是指那些大小已经超出了传统意义上的尺度,一般的软件工具难以捕捉、存储、管理和分析的数据。人类可以通过大数据的交换、整合和分析,发现新知识,增长新智慧,创造新价值。大数据具有4v特点[2],即数量(Volume):是指数据规模“巨大”;多样性(Variety):是指管理多种数据类型的复杂性。速度(Velocity):是指数据在运动中,创建、处理和分析的速度在持续加快;价值(Value):价值密度低,商业价值高。这样就要求我们校企合作也应达到4v。为了达到这4v,本研究采用以下技术:数量采用三库融合机制;多样性采用粒化的方法,将其分成粗细粒方式;速度采用搜索区

域的动态控制和调节法，加快协同速度；价值采用分析动力学方法，使学校和企业协同进化，共同发展从而实现“双赢”甚至“多赢”的协作目标。

2.1. 校企群知识协同的构成

校企群是大量联系密切，相互作用、相互影响的学校和企业构成的生态系统，学校与企业是两种不同的知识活动系统，两者的目标与核心不同：学校的核心是教育，目标是提高学生对社会与生产的适应能力；企业的核心是经济，目标是促进科技成果转化。其次，两者的合作主体不同：学校是以学生为主体，企业是以职工为主体。两者的特征也不同：学校的基本特征是学习与实践相结合，企业的基本特征是生产与效益相结合。两者合作形成了基于知识传播与应用的知识转移，它使得参与合作的个体和组织都受益。一方面，教育与培训活动是知识的传播过程，它并不是简单地将知识输入学生的头脑，而是将各种知识转化为学生的知识和能力；另一方面，通过这种专业知识的传播过程企业可以有效提高人力资源水平并进而获得竞争优势[3]。此外，学校还可以通过技术服务将技术用在生产实践中，缩短技术与实际应用之间的距离。这种合作最主要的目标是提高办学质量，学校的主要任务是教学、科研和服务，而企业的主要任务是生产、培训和开发，通过校企合作使知识得以创新、传播和应用，校区群知识协同可通过创新知识库、领域知识库(知识传播)和优化知识库(知识应用)将协同的知识有机结合[4]，从而实现校企群知识的协同发展，它们的关系如图1所示。

2.2. 三库融合机制

三库融合机制本质是领域知识库、创新知识库和知识优化库的一种协调，将这三库有机地统一在校企协同系统中，使他们能相辅相成，有效地为校企系统服务。本研究大体经历如下库的形成阶段：

1) 创新知识库的形成

在校企协作群的演化和知识进化中，用知识进化算法解决校企群的有关优化问题，获得问题的最优解，然后将解的有关数据及方法存入创新知识库。重复进行上述工作，直到创新知识库中有足够的数

2) 领域知识库的形成

通过对所需解决的校企问题有关知识库的数据运用归纳、挖掘等方法获取解该领域问题知识库，以

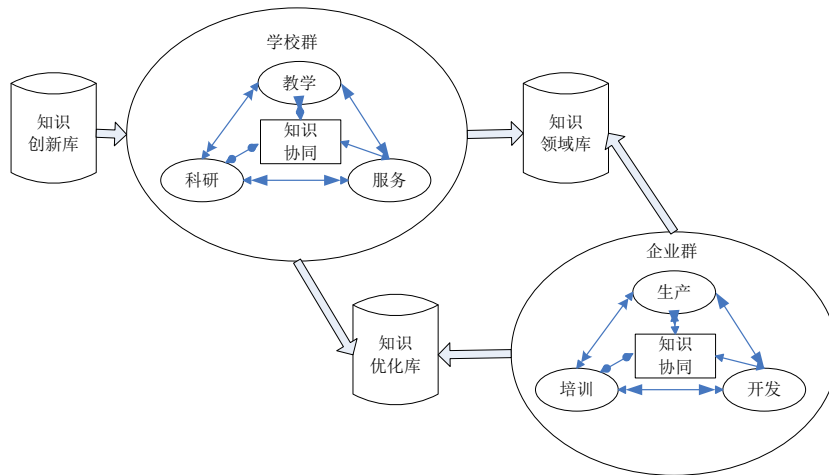


Figure 1. The composition of the knowledge cooperation in the school-enterprise group
图 1. 校企群知识协同的组成

及由主体提出相关优化问题，解题方法的专家知识作为先验知识，将它们一并加入领域知识库中，直到领域知识库中有足够的数据。

3) 优化知识库的形成

针对某些特定的问题，运用领域知识库的相关知识进行求解。根据求解的结果对这些知识进行评判，去粗取精，去伪存真，从而形成对解某类问题具有指导价值的知识库。

2.3. 校企知识粒化方案设计

众所周知，由于人类从自然界中所获得的知识是有限的，故要表达知识只能用有限个属性来表示。因此，如果要有效地处理领域知识，就必须对领域知识粒化。然而，知识的粒化不是随意的，它很大程度上受求解问题的有效度决定。求解问题的有效度与知识粒的粗细、求解成本和计算复杂度密切相关。在问题求解过程中，知识粒度的粗细决定了由各种各样粒度世界所描述的知识含量及其相互转换关系，由于知识分类不同会导致校企分层的层数差异较大。知识粒计算的目的就是在误差允许的范围内，尽量找到计算复杂度小、分层数目少、求解代价低的足够满意的可行近似解。因此，求解有效度可作为知识粒化的标准。图 2 是信息粒化的有效度和复杂度关系图。

由图 2 我们可看出随着知识粒度的细化，求解有效度单调增加到某一值后，开始下降，这说明在指导高层决策中随着细化程度的增加，计算复杂度或冗余知识到某一值时会剧增。所以在粒化知识时，需要选择一个适当的粒化层，只有这样，知识的有效值才是最佳的，这是知识粒的一个关键内容之一。

3. 校企协同动力机制的分析研究

3.1. 校企协同优势获取的动力要素分析

校企协同优势获取的动力机制是校企获取的动力要素在校企发展演化过程中互相作用而成的具有一定结构和功能的有机体。由于校企协同优势获取的外部动力，如制度环境、市场情况等因素都必须通过校企协同内部动力要素才会真正发生实质性的推动作用，所以校企协同优势获取的动力机制应强调系统内部角度。经过综合归纳，校企协同优势动力机制归纳为由知识动力要素、创新动力要素、关系动力要素和利益动力要素构成的系统[5]。其他动力要素则融入这四方面动力要素中。

1) 动力要素：是校企协同优势获取的核心动力要素，来源于校企的学习能力、合作学习文化、协同知识积累等要素。

2) 创新动力要素：是指推动协同中各种创新的力量或各种创新新力量的集合，主要来源于校企协同的技术能力、制度创新、市场创新、协同创新文化及利润趋动等要素。

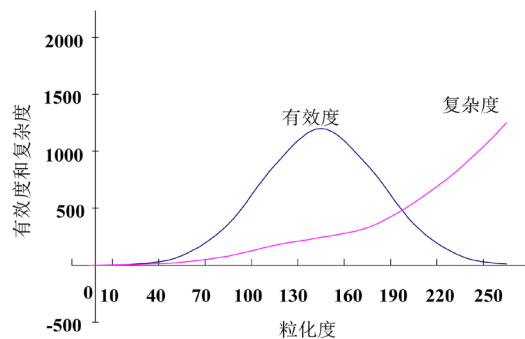


Figure 2. The relation chart of the validity and complexity about knowledge granulating

图 2. 知识粒化的有效度和复杂度关系图

3) 关系动力要素：关系动力要素主要来源于社会资本的积累。校企协同由不同的学校和企业组成。包括协同学校和企业间学习、创新、分配、交流等各环节的合作与竞争的关系，也包括校企之间以及企业、学校与政府等环节之间的关系等。社会资本存在于协同这种关系结构中，通过行为者相互作用产生。社会资本强调了组织所处的社会和经济环境及协同内部社会关系网络环境，相对于组织能力的资本载体，社会资本是校企文化更高级体现，校企协同通过关系网络交流更易达到其组织目标及相互协同，更易于知识的传播与转移。

4) 利益动力要素：利益动力要素主要来自于制造能力以及获取利润能力。其中，制造能力主要指校企从协同产品研发、制造角度、相对快速、低成本的高效生产产品的能力，协同获利能力指校企协同整体获取利润的能力，在协同利益获取过程中，由于各个协同校企投入及各种能力的差别，体现出一部分成员校企获利程度要大于另一部分成员，对此需要校企协同提供切实可行的协同机制，加以协同。

3.2. 知识协同算法搜索区域的动态控制和调节的设计

在大数据环境下，搜索区域和规模是影响进化的两个重要因素。如果随着种群的进化，搜索区域能不断缩小，将会加快找到优化解的速度，也可减小种群的规模，即降低了算法复杂度。现设 N_p 个演化子种群在决策空间 $s = [a_1, b_1] \times [a_2, b_2] \times \dots \times [a_{nd}, b_{nd}]$ 中搜索，现考虑第 r 次搜索区域缩小前的决策变量 x ，其第 i 个决策分量为 x_i ，取值范围为 $[a_i^{r-1}, b_i^{r-1}]$ ，

若 $a^{r-1} = (a_1^{r-1}, a_2^{r-1}, \dots, a_{nd}^{r-1})$ ， $b^{r-1} = (b_1^{r-1}, b_2^{r-1}, \dots, b_{nd}^{r-1})$ ，则 $x^{r-1} \in [a^{r-1}, b^{r-1}]$ 。

其搜索区域动态变化的条件为：

$$D^{r-1} < \lambda \cdot \|a^{r-1} - b^{r-1}\|_2, \lambda \left(0, \frac{1}{N_p} \right) \quad (1)$$

即若公式(1)满足，则改变下一代子种群的搜索区域，直到该区域再次被改变为止。其中 λ 可以是一个固定的值，也可以根据种群的进化而自适应地改变。

搜索的粒度是反映搜索“细化程度”的度量。一般，种群规模越大，个体之间的距离越小，则搜索粒度越小，反之，搜索粒度比较大。在 $[a_i^r, b_i^r]$ 上的搜索粒度为 $\frac{1}{N_{ii}}$ ，则此协同进化子种群的规模为：

$$N_i^r = \left\lfloor \prod_{i=1}^{N_d} N_{ii} \cdot (b_i^r - a_i^r) \right\rfloor \quad (2)$$

其中 $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整函数。可见当搜索区域不断减小时，进化种群的规模也成比例地减小，这样就大大降低了进化后期的计算复杂度。

4. 校企知识协同模型的构建

本协同模型基本思想是先将需要优化的校企协同变量粒化，转变成多个等价类变量系统优化问题，而后分别对变量系统编码，产生多个独立进化的子种群。由于单个子种群的个体只是代表校企协同系统的一个部分。所以进行个体优化适应度评估时必须使用其他子种群的个体信息，各子种群只有互相协作方可完成优化任务，即由各个子种群中的个体解才能组成待优化系统的完整解集。在整个搜索空间中种群进化分为种内进化(学校或企业内部的进化)和种外进化(校企协同群进化)。其具体算法为：1) 种外进化。首先对学校或企业的变量进行粒化处理，形成不同层次的子系统，然后按照学校或企业群进行演化处理(选择、交叉和变异)。在处理过程中，用原有的领域知识去指导进化，寻求学校或企业群的最优解，如果该问题是最优结构，则将此算法放入创新知识库中，供以后使用。若该结构不是最优结构，则到知识优

化库中去寻找是否有有关优化知识可供指导，如有则进行下一轮的进化，否则重新粒化处理。2) 种内进化。若有新的知识进入创新知识库，则对知识结构去掉重复、进行约简和进化处理(传递和创新)，接着通过评价函数进行知识评价，如此知识是最优解则将此知识放入知识优化库中，否则进行下一轮进化。综上所述可见，通过三库融合，将优化的知识作用于校企协同群，从而加速了校企群的进化，其具体流程如图3所示。

5. 仿真实验及分析

5.1. 仿真的思路

一般来说，要对校企知识管理提供有效支持，必须解决以下3个问题[6]：1) 如何把校企中不同部门和各级员工所拥有的大量信息和知识，按不同信息源与知识源的特点，寻找合适的匹配对象，将恰当的知识在恰当的时间传递给恰当的需要者，实现信息流与知识流的有序化。2) 如何使学生和员工根据其业务活动环节的需要，能够迅速有效地从形形色色的知识资源中找到其所需的知识。3) 如何把校企的学生、教师、职员与合作伙伴集成到校企的网络资源中来，以最简单的方式向内部和外部提供信息和知识，实现校企成员之间、企业与合作伙伴之间多种形式的信息交流与知识交流。要做到这些就要求校企协同模型的算法与知识局部搜索算法的互补，其互补性表现在以下方面：1) 互利互用。在搜索空间中，一校

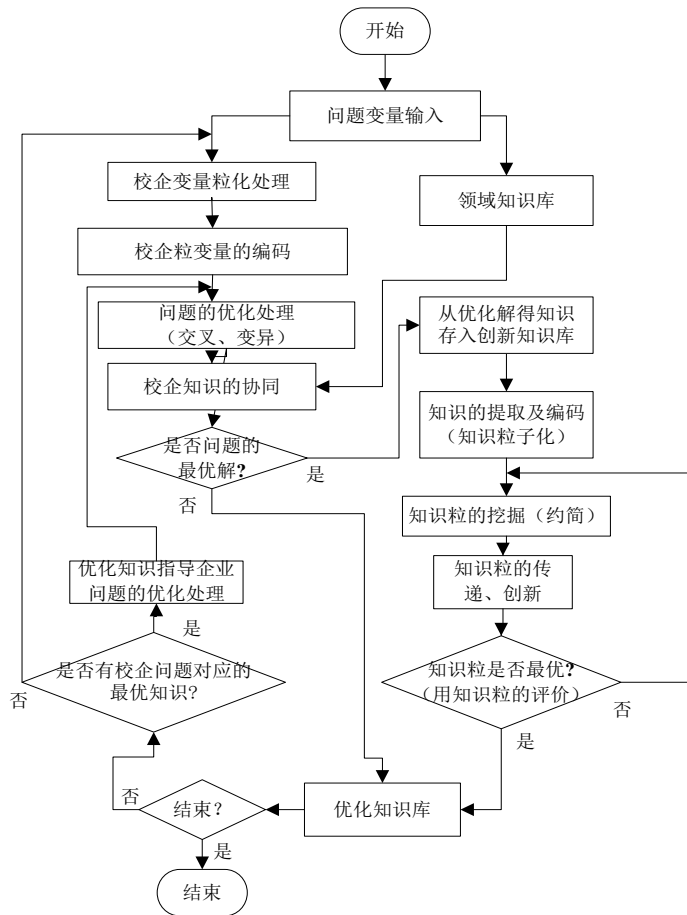


Figure 3. The collaborative model of the knowledge evolution and school-enterprise evolution

图3. 知识进化与校企演化协同模型

企子系统演化算法搜索到较优的区域，在知识局部搜索算法中，极优的局部寻优能力得以充分发挥，使其迅速地收敛到该区域最优解。2) 协同。知识搜索算法的引进使校企子系统演化算法对采样空间的搜索能力得以进一步提升。当校企子系统演化算法在搜索空间中进行大范围的搜索和采样时，其采样的密度和方向会被适应值函数控制，从而使知识局部搜索算法在小范围的细粒度进行查找和搜索。校企子系统演化范围采样与知识搜索算法同步进行搜索，特别是当校企子系统演化算法搜索到了一个不太好的点时，在一定的范围内知识搜索查找会将其拉回到好的区域中来。3) 修复。运用知识搜索可对交叉、变异等操作生成的不可行或非法个体进行修复生成合法的个体。

在使用协同进化算法进行实际问题的求解时，其校企协同子系统和知识子系统是共同作用的。当知识子系统中用于求解问题的知识库生成之后，在求解新的问题时，算法首先从优化知识库中寻找相应的知识(求解方法)。如果有相应的知识，则选择其中最优的知识，并启动校企子系统进行演化。如果没有相应的知识，则直接启动校企协同演化子系统，使用其中可用的协同演化算法进行求解，并将求解结果加入创新知识库中，当积累了足够多的算例后，通过归纳、挖掘和验证，形成这一类新的问题优化专用知识，将此专用知识放入知识优化库中为后期的优化问题服务。

5.2. 仿真实验

为了验证本模型实际的效果，本文选择了文献[6]和[7]的生产批量数据，并分别采用独立决策和协同决策模型的知识进化算法方案来进行实验，由于篇幅限制，算法方案的具体细节不再赘述。基于知识协同进化算法的参数如下：认知参数 $c1 = 0.002$ ， $c2 = 0.002$ 和 $c3 = 0.009$ ，5 群体空间数为 5 个，每个空间的种群规模均为 7 最大进化代数为 50。求解生产采购协同决策的算法程序在 window 5 上运行，20 次。20 次的运行结果中有 24 次达到了最优值，平均耗时不到 1.2 s，平均进化代数为 25.7 代。针对仿真实验的数据，本文将独立决策和协同决策的计算结果进行了比较，具体比较数据如表 1 所示，从表 2 可以看

Table 1. The related parameters of the production
表 1. 生产相关参数

| 项目号 | 外部需求 | | | | | 生产费用系数 | | | | | 生产库存费用系数 | | | | | 项目调整费用系数 | | | | |
|-----|------|----|----|----|----|--------|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|----------|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 12 | 11 | 18 | 16 | 10 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 20 | 35 | 30 | 35 | 20 |
| 2 | 13 | 11 | 18 | 10 | 10 | 4 | 4 | 5 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 16 | 30 | 16 | 23 | 30 |
| 3 | 12 | 11 | 18 | 16 | 12 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 19 | 20 | 13 | 20 | 30 |
| 4 | 12 | 11 | 14 | 13 | 12 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 24 | 31 | 25 | 24 | 30 |
| 5 | 12 | 11 | 18 | 13 | 12 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 19 | 24 | 25 | 27 | 28 |

Table 2. The compared results of the collaborative and independent decision
表 2. 协同决策和独立决策结果比较

| 项目号 | 协同决策 | | | | | | | | | | 独立决策 | | | | | | | | | |
|-----|---------|----|---|----|---|------------|----|---|----|---|---------|----|----|----|---|------------|----|----|----|----|
| | 各周期生产批量 | | | | | 各周期原材料生产批量 | | | | | 各周期生产批量 | | | | | 各周期原材料生产批量 | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 0 | 43 | 0 | 0 | 25 | 0 | 43 | 0 | 0 |
| 2 | 44 | 0 | 0 | 22 | 0 | 44 | 0 | 0 | 22 | 0 | 43 | 0 | 0 | 24 | 2 | 44 | 0 | 10 | 12 | 0 |
| 3 | 14 | 58 | 0 | 0 | 0 | 14 | 57 | 0 | 0 | 0 | 12 | 24 | 0 | 35 | 2 | 14 | 58 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 13 | 48 | 0 | 0 | 0 | 13 | 48 | 0 | 0 | 0 | 13 | 48 | 0 | 0 | 0 | 10 | 22 | 0 | 0 | 29 |
| 5 | 13 | 50 | 0 | 0 | 0 | 67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 51 | 0 | 0 | 0 | 28 | 0 | 35 | 0 | 0 |

出, 协同决策可以降低总费用。

6. 总结

本文首先分析的大数据的特点以及校企合作存在的问题。在此基础上, 构建了知识进化的校企协同模型, 探索了校企协同模型合作的动力机制以及搜索机制, 最后通过实验和实验分析, 验证了该模型的有效性和可行性, 此研究可为校企群有效实施知识协同合作、增强协同运作成效提供了具有实践性的指导建议。

基金项目

陕西省教育厅自然科学基金资助(2013JK1122, No. 2013JK0428); 陕西教育科学“十二五”规划项目资金资助(SGH13482, SGH140874); 西安外事学院高等教育教学改革研究项目资金资助(2013B47); 陕西科技厅计划项目(No. 2014JM8352)。

参考文献 (References)

- [1] 屈莉莉, 陈燕 (2014) 大数据背景下数据挖掘课程的教学改革与探索. *教育教学论坛*, **16**, 57-58.
- [2] 方璐 (2014) 浅析大数据时代的科学研究方法. *信息通信*, **6**, 150-151.
- [3] Wang, Y.M. (2010) Build the network coordination model for knowledge innovation based on the factor analysis. *Practice Research*, **33**, P70-P74.
- [4] Guo, W.J., Li, W.F., et al. (2014) A collaborative production model for products with components of different colors. *Proceedings of the 2014 IEEE 18th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design*, Hsinchu, 21-23 May 2014, 6-11.
- [5] 周美兰, 孟大伟, 戈宝军 (2013) 产学研协同培养电气工程急需人才的探索. *中国电力教育*, **14**, 15-19.
- [6] 谢海涛, 张智光 (2014) 供应链协作研究综述及其理论模型构建. *山东工商学院学报*, **2**, 71-77.
- [7] 曹庆奎, 杜春芬 (2014) 供应链企业间知识共享能力评价研究. *物流科技*, **5**, 1-4.

汉斯出版社为全球科研工作者搭建开放的网络学术中文交流平台。自2011年创办以来，汉斯一直保持着稳健快速发展。随着国内外知名高校学者的陆续加入，汉斯电子期刊已被450多所大中华地区高校图书馆的电子资源采用，并被中国知网全文收录，被学术界广为认同。

汉斯出版社是国内开源（Open Access）电子期刊模式的先行者，其创办的所有期刊全部开放阅读，即读者可以通过互联网免费获取期刊内容，在非商业性使用的前提下，读者不支付任何费用就可引用、复制、传播期刊的部分或全部内容。

