

文章编号:1005-2542(2018)02-0319-10

# 基于复杂网络的劳动力群体离职传播动力学模型及治理策略

乐云<sup>1a,1b</sup>, 白居<sup>1a,1b,2</sup>, 李永奎<sup>1a,1b</sup>, 郑弦<sup>1a,1b,3</sup>

(同济大学 1a. 经济与管理学院; 1b. 复杂工程管理研究院, 上海 200092;

2. 中国建设基础设施有限公司, 北京 100044; 3. 中南财经政法大学 金融学院, 武汉 430073)

**【摘要】**针对劳动力群体离职问题,基于复杂网络理论,以劳动力个体、劳务公司和地域来源作为网络节点,各节点间关系作为边,建立了劳动力组织网络。在该网络基础上,构建离职信息的产生、扩散、响应、叠合、衰减的传播动力学模型。以上海市某重大基础设施工程为例进行仿真,分析了正式组织约束力、均匀免疫策略和熟人免疫策略对抑制离职感染的效果与规律。研究发现:该网络内离职信息的多点叠合传播是离职人数不断增长的主要原因;处于正式组织领导地位的节点初始传播能力强,而在网络中起群体中介作用的节点后续传播能力显著提升;群体间中介节点及其邻居节点具有较高的响应频次,是出现群体离职的潜在源;通过提高正式组织约束力可弱化个体离职倾向,但对各节点效果不一;采用均匀免疫或熟人免疫策略可降低离职率,且熟人免疫策略更优。研究有利于揭示劳动力组织离职群体化的内在机理,给出了新的治理策略。

**关键词:**复杂网络;群体离职;信息传播;治理策略

**中图分类号:**C 936

**文献标志码:**A

## Collective Turnover Transmission Dynamics Mode and Management Strategy in Laborer Organization Based on Complexity Network Theory

LE Yun<sup>1a,1b</sup>, BAI Ju<sup>1a,1b,2</sup>, LI Yongkui<sup>1a,1b</sup>, ZHENG Xian<sup>1a,1b,3</sup>

(1a. School of Economics and Management; 1b. Research Institute of Complex Engineering & Management, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. Infrastructure Business of China State Construction, Beijing 100044, China; 3. School of Finance, Zhongnan University of Economics and Law, Wuhan 430073, China)

**【Abstract】**By taking laborers, labor service companies, and geographical origin as the network nodes, and by taking the relationship between them as the edge, a laborer organization network is established for the collective turnover issue. Based on the network, this paper proposes a dynamic model for information transmission which reflects the generation, diffusion, response, superposition, and decay of collective turnover information. Taking a Shanghai mega infrastructure project as an example for simulation, the analytic result illustrates the effects and rules on inhibiting collective turnover infection in terms of formal organization constraints, uniform immunization strategies and acquaintances immunization strategies. More specifically, the multi-information superposition of collective turnover information exhibits the feature of contagion and non-linear amplification within the network. Nodes representing leaders in formal organization possess a strong information spreading capability for the first time, while the spreading capability of intermediate nodes between different groups grow significantly in the second information superposition. Besides, the intermediate nodes and their neighbor have a higher response frequency than

收稿日期:2016-03-24 修订日期:2016-10-21

基金项目:国家自然科学基金重大项目(71390523);国家自然科学基金面上项目(71471136);上海市浦江人才计划资助项目(17PJ101)

作者简介:乐云(1964-),男,博士,教授,博士生导师。研究方向为工程项目管理与复杂项目组织。E-mail:yunle@kepm.com.cn

the other nodes, which are potential sources of collective turnover. In order to mitigate the turnover intention of workers, it is significantly important to improve the formal organization constraints, but the simulation outcome shows distinct effectiveness to each node. Two kinds of management strategies, i. e., the uniform immunization strategy and the acquaintances immunization strategy, can lower the turnover infection rate, of which, the latter is more effective. This research reveals the inner mechanism of the collective turnover phenomenon in labor service companies and provides a new management strategy.

**Key words:** complexity network; collective turnover; information transmission; management strategy

伴随现代社会信息传播能力的飞速提升和传播工具的多样化,孤立的劳动力离职事件发展为群体离职事件的概率显著提高,且呈现出突发性趋势<sup>[1]</sup>。大量劳动力群体离职事件将会对组织系统造成巨大冲击,显著影响组织绩效的实现<sup>[2]</sup>。而且,近年来,随着人口红利的逐渐消失和劳动力结构的逐步调整,产业界普遍面临劳动力老龄化,新生代农民工短缺,离职频繁乃至离职群体化的困境<sup>[3]</sup>。针对群体离职问题,Hausknecht 等<sup>[4]</sup>的文献统计发现,截止2010年,英文文献中仅有115篇讨论群体离职现象的文献,且多数集中在近10年。这说明,群体离职问题正成为理论界关注的热点。

值得注意的是,与管理技术人员或知识型员工这一类相对岗位稳定、个体择业与去职决策独立性强的主体相比,以第一产业转移劳动力为主体的产业工人群体,由于具有较低的知识文化水平和就业信息获取能力,普遍依靠同乡关系、邻里关系进行从业与流动,呈现出显著的群体行为特征<sup>[5]</sup>。费孝通<sup>[6]</sup>提出“差序格局”的社会网络结构,认为乡土中国的人际关系模式在社会行为取向上是基于亲疏程度依次排列的涟漪网络结构。因此,包含大量第一产业转移劳动力的劳务工人在内部关系上其实是具有强地缘联系的群体<sup>[7-8]</sup>,地缘关系是其非正式组织关系的重要组成部分。而在正式组织关系上,则通过合同关系归属于劳务派遣公司。这使得劳动力组织成为一个由基于劳务合同的正式关系网络与基于地缘关系的非正式关系网络构成的多元复合网络,这为基于复杂网络理论的劳动力离职群体问题研究创造了可行性。

目前对离职问题的研究主要基于心理契约<sup>[9]</sup>、社会交换<sup>[10]</sup>、组织支持与组织承诺<sup>[11-12]</sup>等理论,主要进行实证分析。从网络的角度,对离职信息的组织网络传播和群体化发展过程的量化仿真分析还相对缺乏。本文基于复杂网络信息传播理论,借鉴流行病学和计算机病毒传播的感染与免疫策略。通过将劳动力、劳务公司和地域来源作为网络节点,各节点间关系作为边,构建由正式关系网络与非正式关

系网络组成的劳动力组织网络。模拟离职信息在网络内的产生、扩散、响应、叠合、衰减的动态过程,将离职事件的起始、人际传播过程以及最终呈现的结果串联起来,为劳动力管理提供新的治理策略和管理方法。

## 1 劳动力组织网络构建

复杂网络通常具有节点数量大,节点类型多样,节点间连接关系多样以及动力学机制复杂等特征<sup>[13]</sup>。从劳动力的正式和非正式关系网络来看,劳动力组织网络属于复杂网络中内部子网相互作用的多元复合网络。该领域的研究目前正处于快速发展阶段<sup>[14]</sup>。Szell 等<sup>[15]</sup>通过网网交互研究了在线社会中大规模社会网络的多关系组织。Wakolbinger 等<sup>[16]</sup>研究了电子商务中社会网络和供应链网络的集成超网络问题。杨婧等<sup>[13]</sup>提出了大型工程项目系统的组织-任务相互作用网络模型,并给出了二元网络建模分析的方法。Kurant 等<sup>[17]</sup>通过将道路网络和交通流抽象为相互作用的网络系统,提出了分层网络模型。这些不同领域的多元复合网络建构例证为本文提供了建模基础。

本文的劳动力组织网络考虑到劳务工人在正式组织上归属于劳务公司,在非正式组织上主要依靠同乡关系、邻里关系建立基于地缘的强联系群体。因此,一个完整的劳动力组织网络模型如图1所示。其构成包含:①节点,包含劳务人员(Agent)、劳务公司(Org.)和地域来源(Loc.);②正式组织关系,包含劳务人员与劳务公司的隶属关系、劳务人员中的总负责人以及各工种子负责人与普通劳务人员间的职能结构关系;③非正式组织关系,将其划分为两个层级:来自同一区县、地级市的紧密地缘关系;来自同一省、直辖市的一般地缘关系。

上述关系中劳务人员间组织职能关系,即上下级关系,存在传递方向上的差异性,是有向逻辑关系,其构成的子网络是有向网络;劳务人员间地缘关系,即同乡关系,是无向逻辑关系,其构成的子网络是无向网络。各类关系的强度也存在差异,如上级

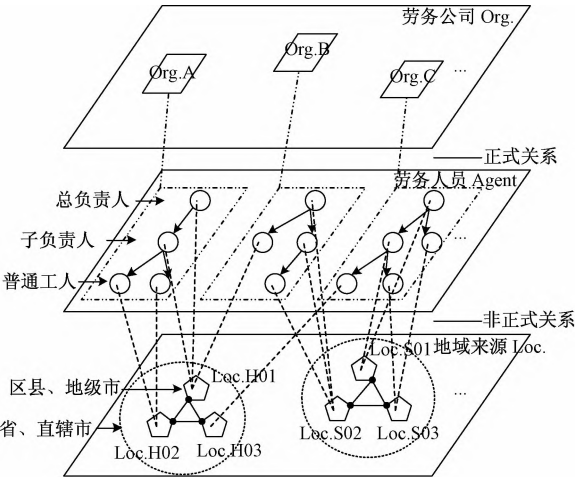


图1 劳动力组织网络模型

对下级的影响关系与下级对上级的影响关系,来自同一区县、地级市的紧密地缘关系与来自同一省、直辖市的一般地缘关系,因此,以这些关系为基础构成的网络是一个加权网络。此外,随着时间的变化,网络内的节点和边的强度会不断演化,离职信息在该网内的传递也会随着时间的进程而产生、扩散、响应、叠合、衰减,表现出动态性。

2 离职信息传播动力学模型

离职信息传播动力学模型主要基于复杂网络传播动力学理论。该领域的研究起源于流行病学,并在计算机病毒网络传播、电力网络传输分配与级联效应及恐怖组织网络打击策略等领域研究广泛。网络传播理论研究主要应用渗流模型和平均场<sup>[18-19]</sup>方法,其中典型的传播模型有 SIS 模型和 SIR 模型<sup>[18]</sup>。Zanette<sup>[20]</sup>研究了谣言在小世界网络中的传播情况,谭跃进等<sup>[21]</sup>对复杂网络如何降低失效概率,控制级联失效、提高抗毁性进行了研究。张晓军等<sup>[22]</sup>运用复杂网络理论对 Bass 模型进行扩展,研究了创新扩散的主要渠道。Kimura 等<sup>[23]</sup>则利用 SIR 模型,研究了冲突信息在社会网络上传播的群体特征,用以解释群体极化和群体多样性等社会群体现象。下文主要对离职信息在网络内的产生、扩散、响应、叠合、衰减的过程进行分析,构建全过程的传播动力学模型。

2.1 离职信息传播阶段划分

将离职信息的传播过程分为 5 个主要步骤:

(1) 信息发送。将某个劳务人员 (Agent) 的离职事件记为一次输入,认定为一次信息在网内的发送。考虑到现实情况中有些人会主动对外强化传播效果,有些人却会弱化处理。为了区分其强度的差别,引入初始传播强度系数  $\eta_i$  来表征这一现象。

(2) 扰动与响应。网络中的每一个个体由于其自身情况的差异,在不同时刻具有不同的  $t$  时刻离职反应阈值  $\mu_j(t)$ ,当受到来自传播源  $i$  的信息扰动时,如果扰动值低于阈值,则认为该个体不会做出离职响应;如果高于阈值,则认为该个体会做出离职响应。

(3) 多点传播。复杂网络信息传播具有增益、蔓延、放大的特征,第 1 阶段做出离职响应的个体会成为离职信息的二级传播源,以多点传播的方式在劳动力组织网络内扩散离职信息。

(4) 叠合效应。对于首次受到信息扰动但没有达到阈值的个体,二次多点传播与首次传播的信息叠合会造成新的信息增益,如果在叠合后仍然低于阈值,则视为未响应;如果叠合后超过阈值,则意味着将产生新的离职个体。该过程是对现实情况中个体在多次接收某一信息扰动叠加后出现动摇现象的模拟。

(5) 约束与衰减。在信息的传播过程中,正式组织为了维持团队的稳定性,会采取相应的管理措施来提升组织忠诚度、降低成员离职倾向,用约束系数  $\epsilon_m$  表示不同劳务公司的约束力。另外,信息从发出者到接受者的过程中会经过  $n$  个节点与  $n+1$  条边的路径,在传播路径中会出现信息的衰减现象,用  $\zeta^n$  表示这一过程。

2.2 模型构建

对劳动力组织网络离职传播动力学模型的构建需要解决如下问题:① 不同边属性上信息传播的规律;② 节点响应阈值取值;③ 多次扰动的叠合计算规则;④ 组织约束强度定义;⑤ 传递路径衰减定义。基于此,本文将从上述 5 个方面构建离职信息传播动力学模型。

对于一个个体离职导致的另一个体离职现象,用“感染”这个词汇来描述。在该网络中,每一个节点都有可能成为传播源向网内输入信息,根据节点间的相对关系即边的属性,其路径系数各不相同。主要存在两类关系属性:正式组织关系(上级对下级的离职感染系数  $\alpha$ ,下级对上级的离职感染系数  $\beta$ );基于地缘的非正式关系(紧密地缘关系相互感染系数  $\gamma$ ,普通地缘关系相互感染系数  $\delta$ )。因此,假设给定一条 OD 对子之间的路径中存在  $a$  个上级至下级传递关系, $b$  个下级至上级传递关系, $c$  个紧密地缘关系和  $d$  个普通地缘关系,则有:

节点  $j$  接受节点  $i$  的正式组织网络(用 formal 标记)扰动值

$$B_{ij}^{\text{formal}} = \eta_i \zeta^{a+b-1} \alpha^a \beta^b \tag{1}$$

节点  $j$  接受节点  $i$  基于地缘的非正式组织网络



(用 informal 标记)扰动值

$$B_{ij}^{informal} = \eta_i \zeta^{c+d-1} \gamma^c \delta^d \tag{2}$$

节点  $j$  接受节点  $i$  的多网络相互作用叠合扰动值

$$B_{ij} = 1 - (1 - \eta_i \zeta^{a+b-1} \alpha^a \beta^b)(1 - \eta_i \zeta^{c+d-1} \gamma^c \delta^d) \tag{3}$$

式中： $\eta_i$  为  $i$  节点初始传播强度系数， $\eta_i \in [0,1]$ ， $i = 1,2,\cdots,N$ ，其中  $N$  为节点数量； $\zeta$  为每经过一个节点所造成的信息衰减系数。通过将叠合值  $B_{ij}$  与  $j$  点在该时刻的阈值  $\mu_j(t)$  做比较，并考虑正式组织的约束系数  $\epsilon_m$  ( $m = 1,2,\cdots,M$ ， $M$  为该网络内正式组织个数，即劳务公司数量) 即可判断  $j$  节点在受到  $i$  节点发出的信息扰动后的响应情况，用一个布尔变量表示，即

$$S_{ij}(t) = \begin{cases} 1, & (1 - \epsilon_m)B_{ij} - \mu_j(t) \geq 0, & \text{响应} \\ 0, & (1 - \epsilon_m)B_{ij} - \mu_j(t) < 0, & \text{静默} \end{cases} \tag{4}$$

式(1)是一条 OD 子对路径  $(i,j)$  的正式组织网络扰动值，将其推而广之，则可得到整个正式组织网络的扰动矩阵为

$$\mathbf{B}^{formal} = [B_{ij}^{formal}]_{N \times N} \tag{5}$$

同理，式(2)是一条 OD 子对路径  $(i,j)$  基于地域的非正式组织网络扰动值，将其推而广之，则可得到整个非正式组织网络的扰动矩阵为

$$\mathbf{B}^{informal} = [B_{ij}^{informal}]_{N \times N} \tag{6}$$

则由式(5)、(6)，通过阿达马乘积运算，可得劳动力组织网络的离职信息扰动总矩阵为

$$\mathbf{B} = [B_{ij}]_{N \times N} = 1 - [1 - \mathbf{B}^{formal}] \times [1 - \mathbf{B}^{informal}] \tag{7}$$

设由传播源  $i$  节点发出的信息共造成  $k$  个节点响应，响应节点构成响应集  $R$ 。该响应集  $R$  内的任意节点  $r$  即为多点传播的信息源，对整个网络进行信息的二级传播。对网络中的任一节点  $j$ ，它将受到二级传播源发出的  $k$  个信息扰动，即

$$B_{Rj} = \sum_{r=1}^k B_{ir} \eta_r B_{rj}, \quad \forall r \in R \tag{8}$$

在信息的传播过程中，正式组织为了维持团队的稳定性，会采取相应的管理措施来控制 and 降低成员的离职倾向，用约束系数  $\epsilon_m$  表示。因此，引入组织的约束系数来模拟该过程，式(8)可修正为

$$B_{Rj} = \sum_{r=1}^k B_{ir} (1 - \epsilon_m) \eta_r B_{rj}, \quad \forall r \in R \tag{9}$$

将响应集  $R$  传播的  $k$  个二次扰动值与节点  $j$  受到的  $i$  节点首次扰动值相叠合，即构成节点  $j$  的二次扰动叠合值，其叠合式为

$$B_{ij}^{2nd} = (B_{ij}^{1st} - 1)e^{-B_{Rj}} + 1 \tag{10}$$

通过将得到的二次扰动叠合值  $B_{ij}^{2nd}$  与  $j$  点在该时刻的阈值  $\mu_j(t)$  做比较，并考虑正式组织对离职的约束系数  $\epsilon_m$ ，即可判断  $j$  节点在受到  $i$  节点和响应集  $R$  发出的信息扰动叠合后的响应情况，同样用一个布尔变量表示，即

$$S_{ij}^{2nd}(t) = \begin{cases} 1, & (1 - \epsilon_m)B_{ij}^{2nd} - \mu_j(t) \geq 0, & \text{响应} \\ 0, & (1 - \epsilon_m)B_{ij}^{2nd} - \mu_j(t) < 0, & \text{静默} \end{cases} \tag{11}$$

通过重复式(4)~(11)，还可以获得 3 次扰动和高阶扰动的离职扰动迭代影响结果。但考虑到影响值呈指数形式衰减，故仅取前两次的扰动叠合值，将后续高阶舍去。

3 案例仿真及控制策略

3.1 案例仿真

本文以上海市某重大基础设施工程项目的 4 个劳动力群体作为数据来源，采用由卡内基梅隆大学 CASOS 开发的组织风险分析 (Organizational Risk Analysis,ORA) 平台进行可视化建模<sup>[24]</sup>。抽取施工阶段  $t_0$  时刻的正式组织结构信息，得到其正式组织关系网络，如图 2 所示。该网络包含 4 个劳务公司的班组，记为 Org. A、Org. B、Org. C 和 Org. D，每一班组存在 1 个总负责人和若干个子负责人，围绕每一负责人均有数个普通成员，这一典型的职能层级结构形式构成了该劳动力组织的正式关系网络。

同理，抽取施工阶段  $t_0$  时刻的劳务人员地域来源信息，构建基于地缘的非正式网络，如图 3 所示。在该工程组织中共包含来自 4 个省域、13 个区县或地级市的 112 名劳务人员。由此构成由 4 个地域性团体 Loc. SC、Loc. CQ、Loc. HN 和 Loc. JX 组成的劳动力组织非正式关系网络。

将上述两个子网络按照节点间关系叠合，得到如图 4 所示的劳动力组织总网络。为方便后续分析，对网络内的 112 个个体 (Agent) 进行编码。以 A001SC01LL 为例，其编码规则为：首字母 A 表示其所属劳务公司，001 表示其在全体劳动力中的序列号，SC 为其省份来源，01 为区县或地级市编号，LL 为 A 组织内的总负责人标记，L 为子负责人，其余为普通个体。

将两网叠合后发现，原先相互独立的小群体连接为一个整体网络，而其中一些个体充当了团体间的连接中介。以 A013CQ11 为例，其在正式组织关系上归属于 Org. A，而在地域来源关系上归属于 Loc. CQ。而 Org. A 中的主要成员以 SC 省为主，Org. B 中的主要成员以 CQ 省为主，A013CQ11 以非正

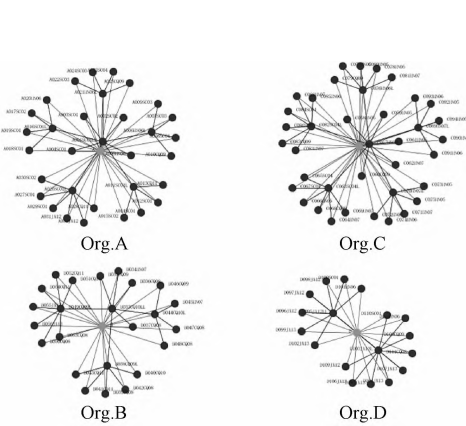


图2 基于职能结构的正式关系网络

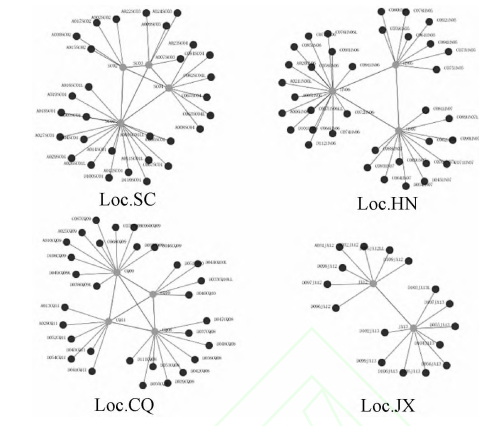


图3 基于地域来源的非正式关系网络

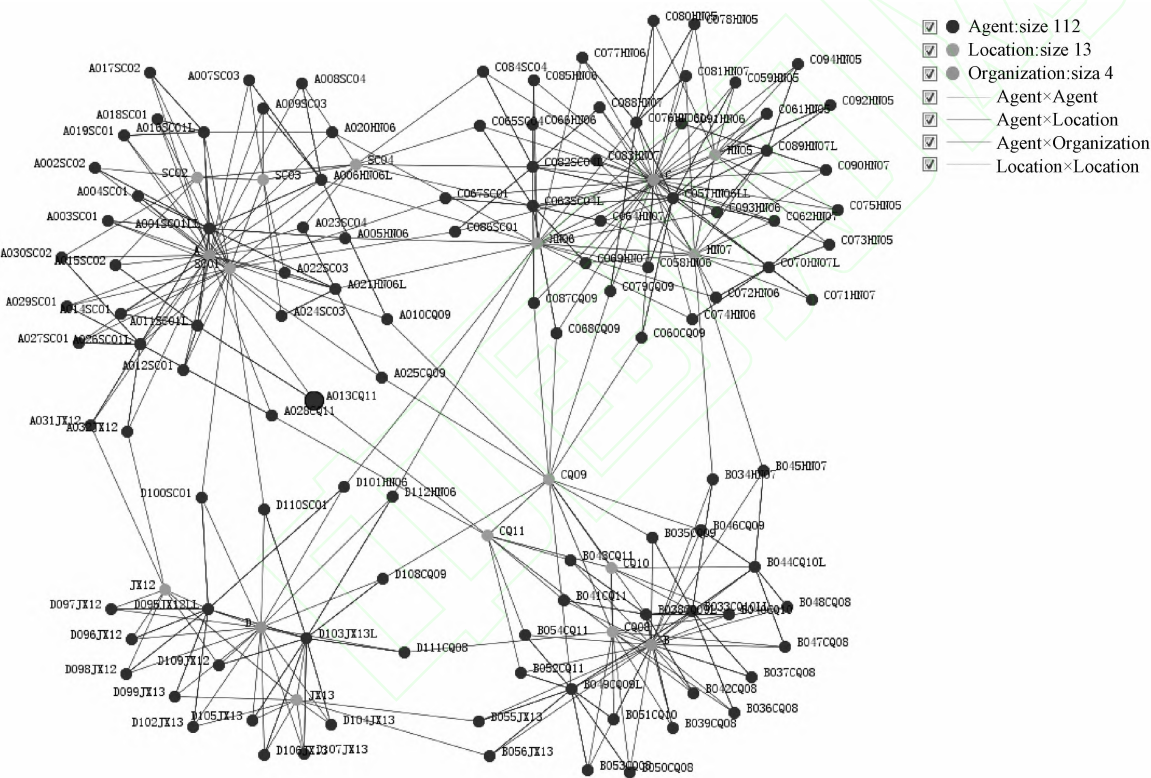


图4 劳动力组织多元复合网络

式关系为纽带,将正式组织网络层面无衔接的 Org. A 和 Org. B 连接在一起,成为团体间的连接中介节点。

通过对 4 名劳务班组总负责人、9 名子负责人和 27 名普通劳务人员的问卷调查,量化初始仿真参数,如表 1 所示。以上级对下级的离职影响系数

$\alpha$  为例,在问卷的李克特 7 点式问项中,被调查对象需要选择一个认可值,然后对所有问卷求均值并归一化,得到影响系数。由于无法准确量测每个劳动力的离职传播意愿,故对初始传播强度系数统一设为 1,不做个性化的区分。

表 1 变量均值与标准差(N=40)

变量	数据样本(N=40)		变量	数据样本(N=40)	
	平均值	标准差		平均值	标准差
上级对下级的离职影响系数 $\alpha$	0.711 4	0.118 7	A 组织约束系数 $\epsilon_A$	0.201 4	0.092 3
下级对上级的离职影响系数 $\beta$	0.524 2	0.104 2	B 组织约束系数 $\epsilon_B$	0.187 5	0.075 9
紧密地缘影响系数 $\gamma$	0.691 2	0.085 8	C 组织约束系数 $\epsilon_C$	0.222 6	0.095 4
普通地缘影响系数 $\delta$	0.513 1	0.101 6	D 组织约束系数 $\epsilon_D$	0.204 2	0.097 1
人际传播信息衰减系数 $\zeta$	0.725 9	0.082 9	初始传播强度系数 $\eta$	1.000 0	0.000 0
$t_0$ 时刻离职阈值 $\mu(t_0)$	0.609 5	0.114 2			



3.2 离职信息传播能力分析

离职信息传播能力分析主要用来确定每个个体在离职时,向群体传播离职信息的感染能力强弱。将 112 个节点逐一作为传播源,计算其潜在的首次传播响应节点集(一级传播)和多点叠合传播响应节点集(二级传播),则响应节点集内的节点数多少即表征了该节点的感染能力强弱。图 5、6 通过节点直径的相对大小显示了节点一级和二级传播感染能力的分布情况。

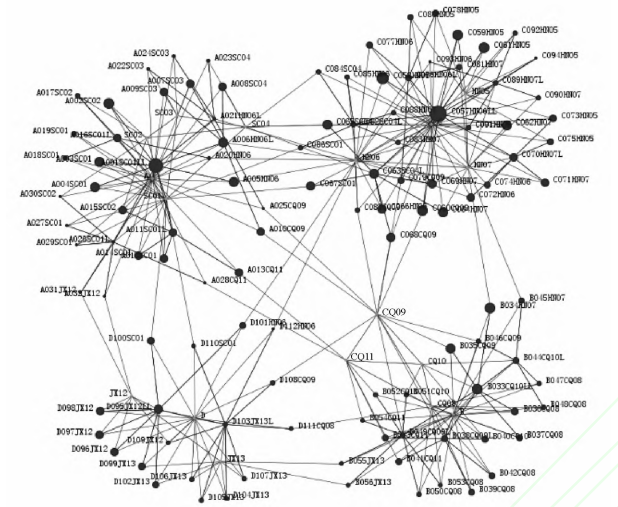


图 5 一级传播感染能力分布

对比图 5、6 可以发现,整体上,节点的二级传播感染能力比一级传播感染能力要强,这说明,离职信息的多点叠合效应确实会强化个体的离职倾向。离职信息的一次扰动造成的人员离职是有限的,而由于组织内信息的回荡叠加会使得原先没有抱定离职决心的人员在观察到其他人的响应行为后选择离职。这与被访谈者所反映的现实情况相吻合,在本

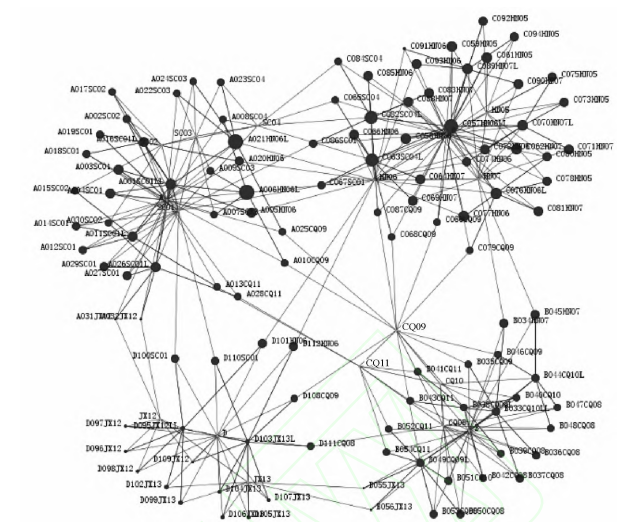


图 6 二级传播感染能力分布

文所仿真的上海市某重大基础设施工程项目上的确出现过劳务人员在首次听闻他人离职时选择继续工作,而在观察到陆续有人响应后,受群体鼓动又选择跟随离职的情况。

为进一步分析复杂网络内多点叠合传播的规律,甄别哪些个体在哪个时段更容易造成离职的群体化,图 7 以 Org. A 和 Org. B 为例,详细列出了节点传播能力的排序与变迁。

可以发现,一级传播能力排序靠前的均为 Org. A 和 Org. B 中的总负责人和子负责人,即处于正式组织领导地位的人员具有高于普通人员的首次离职传播感染能力,是该阶段离职群体化的关键点。而在二级传播能力排序中则出现了显著变化,以节点 A006HN06L 为例,其传播能力排序从第 4 位跃升至第 1 位。遍历所有节点发现,Org. A 中具有 HN

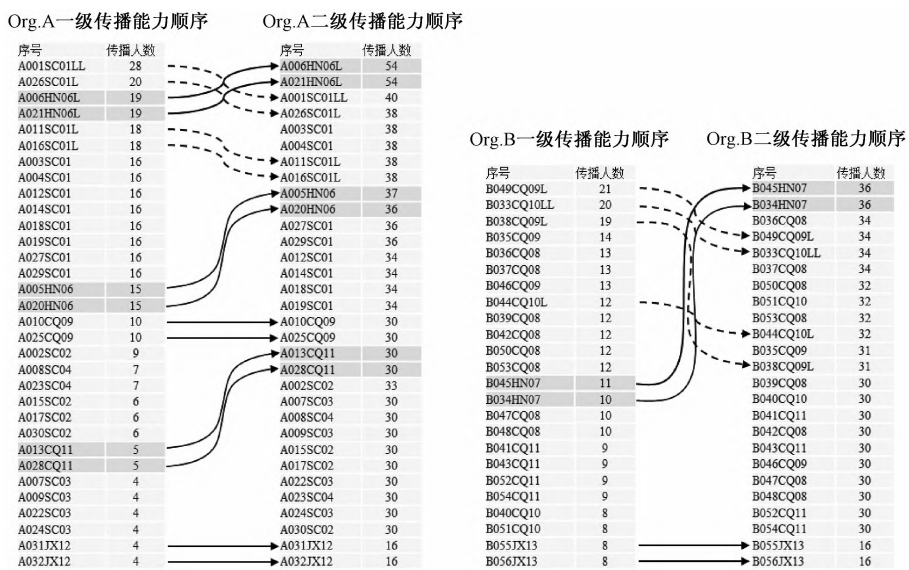


图 7 节点传播感染能力排序

或 CQ 标记的节点和 Org. B 中具有 HN 标记的节点均出现了明显的排序跃迁,取代了前一阶段正式组织领导人员的地位,呈现出更强的离职传播感染能力。这一类节点的共同特点是它们在地域来源上与其他正式组织成员相异,这使得它们在正式关系网络与非正式关系网络中的邻居节点具有较低的重叠性,在复杂网络中以中介节点的身份沟通了不同组织与不同地域群体的联系,从而具有节点分布广泛的后续传播能力,响应人数明显增多。

由上述分析发现,对于由两个相互作用的子网络复合而成的劳动力组织网络,在网络传播初期,组织中的领导者具有强传播能力,而在后续过程中,具有较高传播能力的节点从组织领导者迅速转变为网络集群中起中介作用的节点。因此,从对离职群体化的治理角度出发,组织管理者除应关注传统意义上的组织内领导者外,对劳动力组织中处于团体连接位置上的个体进行管理是抑制离职群体化的又一重点。

3.3 离职响应频次分析

离职响应频次主要统计各节点面对不同离职事件做出跟随响应的频次,从而分析劳动力群体中哪些个体容易发生离职,哪些个体相对离职概率较低。图 8、9 通过节点方块的相对大小显示了一级和二级传播阶段节点响应频次的分布情况。

对比图 8、9 可以发现,二级传播的节点响应频次在整体上高于一级传播,说明离职信息的二次传播和信息叠合使得每一节点被感染的次数显著增大,呈现出离职向群体化蔓延的趋势。同时,网络中高响应频次的节点大量出现在 4 个主要群体的交界面附近。为了清晰地识别高响应频次节点的特征,图 10 以 Org. A 和 Org. B 为例,列出了各个节点的

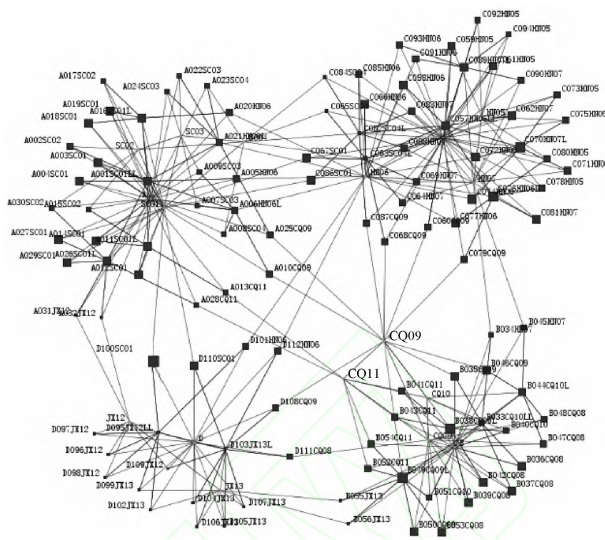


图 8 一级传播响应频次分布

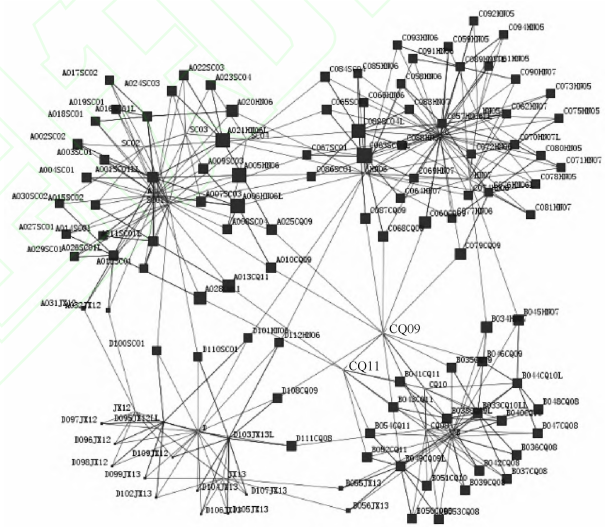


图 9 二级传播响应频次分布

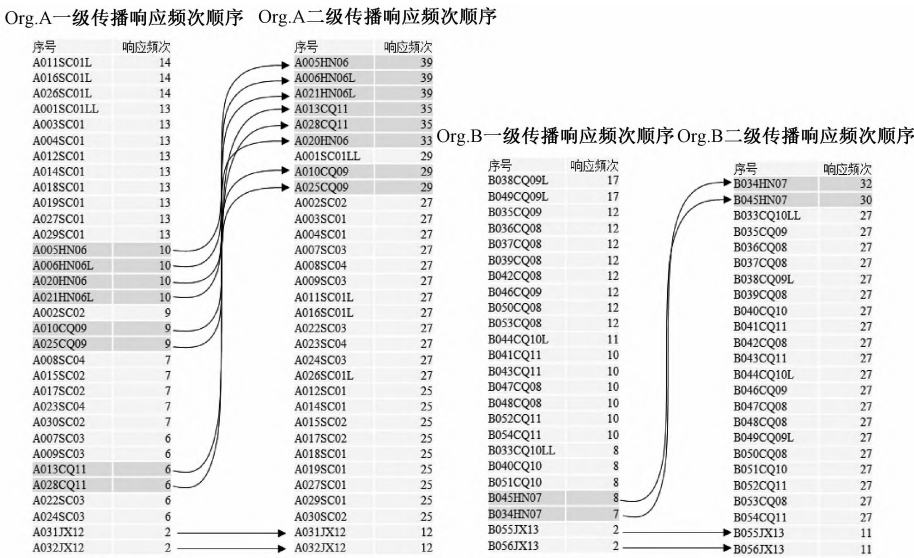


图 10 节点响应频次排序



响应频次排序与跃迁。

由图 10 可以发现,Org. A 中带有 HN 和 CQ 标记,Org. B 中带有 HN 标记的个体及其邻居节点均呈现出极高的响应频次,是具有高离职倾向的个体。

将离职传播能力分析和离职响应频次分析相结合,研究结果显示,在劳动力组织网络中,处于组织间连接界面上的中介节点不仅在离职信息的传播上具有较强的能力,其本身以及与其密切联系的邻居节点作为离职信息的受体,容易接收并累计较高的扰动叠合值,更为频繁的产生响应行为,是离职群体化的潜在源。因此,从组织管理的角度出发,应强化对这一类个体的管理,从而控制传播路径和抑制离职群体化趋势。

3.4 治理策略分析

降低组织的离职率、抑制离职群体化对维持团队的稳定十分重要。为获得有效的劳动力组织群体

离职的治理策略,设计了如下实验:

(1) 讨论通过加强正式组织约束力,即提高组织约束系数  $\epsilon_m$ , 来提升网内全体成员的组织忠诚度,降低离职倾向。

(2) 针对传播感染的网络特征,借鉴复杂网络中流行病病毒和计算机病毒的免疫策略,分别讨论均匀免疫和熟人免疫策略<sup>[23]</sup>在劳动力组织网络内抑制离职传播感染方面的应用效果。

将表 1 中各劳务班组组织约束系数作为初始值,图 11 显示了通过不断提高组织约束系数  $\epsilon_m$ , 所获得的各节点免疫效果。其中,免疫率是指通过提高组织约束系数后,不再响应的人数占原响应集总数的比率。由图 11 可见,加强正式组织的约束力可以不同程度的提高组织成员的免疫率,降低离职感染人数,但对于各个节点的免疫效果存在较大差异。

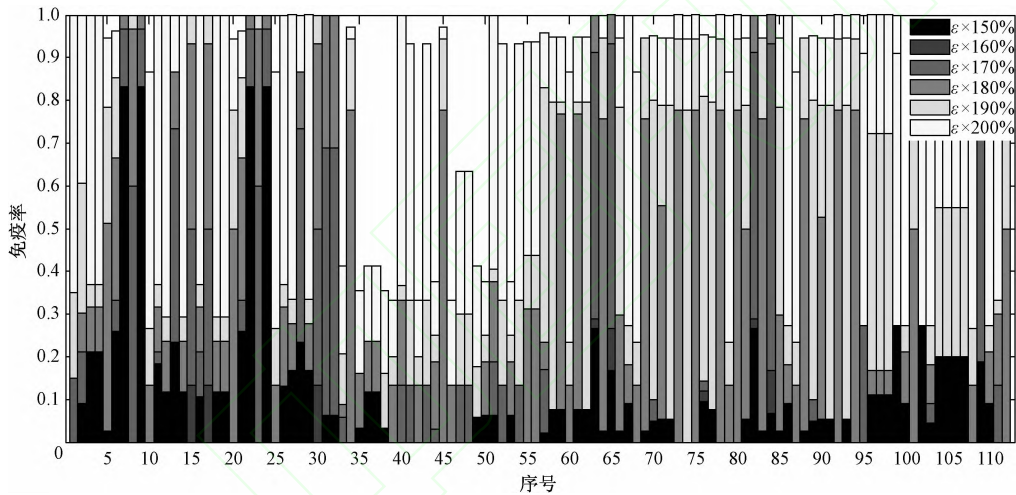


图 11 不同组织约束系数下的节点免疫效果

为了详细分析不同节点提高正式组织约束力对降低离职率的作用效果,图 12 分别以 6、35、49 和 63 号节点为例,绘制了各节点在不同组织约束系数  $\epsilon_m$  下的免疫效果曲线。对于节点 35,当  $\epsilon_m$  提高 60% 时,其免疫率可提高 29%;当  $\epsilon_m$  提高 70% 时,免疫率达到 92%;当  $\epsilon_m$  提高 80% 时,可以实现对原响应集中全体节点的抑制。但对于节点 6、49 和 63,即使  $\epsilon_m$  提高 100%,依然无法实现对所有响应集节点的抑制,且节点 49 和 63 所达到的免疫效果仅有 35%~40%。

这说明,不同传播源所引起的响应人群在离职意向的强度上存在差异,这可能源于离职人群中存在坚定拥护者和一般跟随者的区别。通过加强组织约束力,提高约束系数的方法在传统的管理实践中运用十分普遍,如加强组织制度建设、签订用工合同等。但其主要的缺点是约束提升的效果不一,且作用对象必

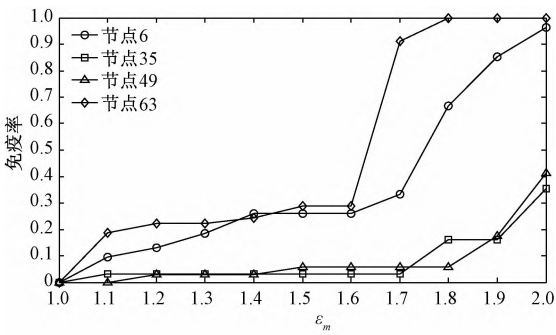


图 12 节点 6、35、49 和 63 的免疫效果曲线

须是全体成员,这意味着巨大的工作量。同时,在实践中要保持和持续提升约束力的难度会越来越大,且容易引起员工的对立情绪甚至加速离职。因此,在提高组织约束力这一传统思路之外,有必要寻找新的治理策略。下面从信息传播的复杂网络特征出发,对均匀免疫策略和熟人免疫策略进行探讨。



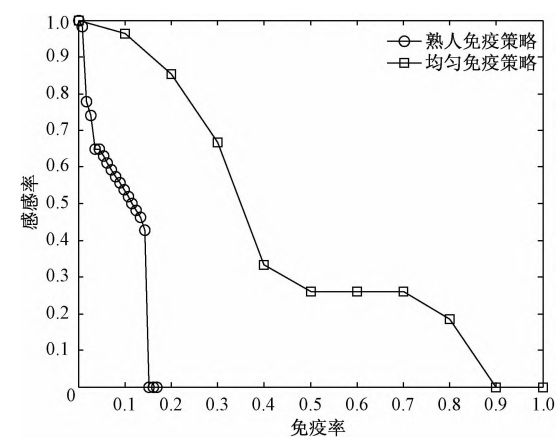


图 13 节点 6 均匀免疫策略和熟人免疫策略对比

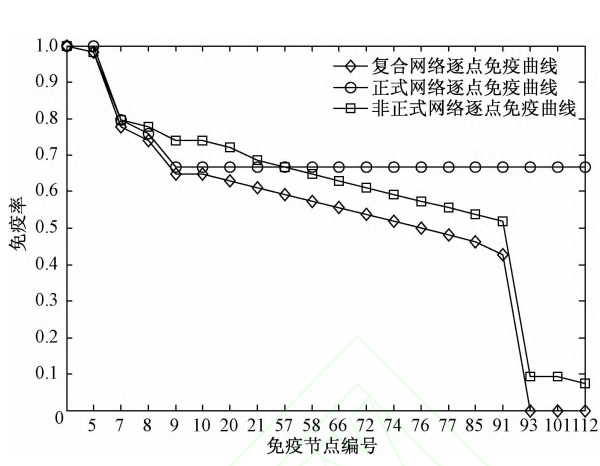


图 14 节点 6 熟人免疫策略结果分解

4 结 语

针对现代劳动力组织管理中面临的高离职率和离职群体化问题,本文首先基于复杂网络理论构建了劳动力组织网络模型,并在此基础上基于复杂网络传播动力学理论,建立了劳动力组织网络离职信息传播动力学模型。依托上海市某重大基础设施建设工程项目的劳动力群体数据作为仿真对象,研究了离职信息在多元复合网络内的产生、扩散、响应、叠合、衰减的现象。探讨了正式组织约束系数 $\epsilon_m$ 、均匀免疫和熟人免疫策略在控制离职信息传播方面的效果和规律。

研究发现,劳动力组织网络内离职信息的多点叠合传播是离职感染人数不断增长的主要原因,具有复杂网络蔓延与非线性放大的特征。在正式组织中具有领导地位的个体在传播初期具有较强的影响力,而在组织中具有群体中介作用的个体在后续传播过程中的影响力更强。因此,对于劳动力管理,除了应继续加强对正式组织中领导个体的关注外,对于具有多样属性背景,在群体间具有连接作用的个体还应引起重视。

研究还发现,在组织中具有群体中介作用的个体及其紧密联系的邻居节点具有比其他个体更高的响应频次,被感染几率更高,是出现群体离职现象的潜在来源。因此,在劳动力组织管理中应重视对这一群体的识别,以避免群体离职对组织运作与组织绩效造成冲击。

对于离职治理策略,研究发现,通过提高正式组织的约束力可以降低组织成员的感染率,但对各节点效果不一,在实际中持续提升的难度大。而采用均匀免疫策略和熟人免疫策略可以达到降低响应率(感染率)的作用。但均匀免疫策略需要对整个网络中大部分节点进行免疫才能达到完全控制的效

均匀免疫策略又称随机免疫策略,是完全随机地选取网络中的一部分节点进行免疫,它对高响应频次节点(高感染率)和低响应频次节点(低感染率)均平等对待。熟人免疫策略则不同,它有针对性地选取紧邻传染源的邻居节点进行免疫<sup>[25]</sup>。由于节点 6 作为离职信息传播源的响应人数最多,故以节点 6 为例,分别运用均匀免疫策略和熟人免疫策略比较免疫效果,所得结果如图 13 所示。其中,免疫率为选取的免疫节点数占总节点数的比率,感染率为网络中响应节点(感染节点)占总节点数的比率。

由图 13 可见,均匀免疫策略和熟人免疫策略存在明显差别。采取均匀免疫策略,当免疫率为 40% 时,感染率降低至 34%;当免疫率为 90% 时,可完全控制离职信息的传播。采取熟人免疫策略,随机选取节点 6 在复合网络中的邻居节点,当选取 17 个节点,免疫率为 15% 时,可将感染率降低至 42%;当选取 19 个邻居节点,免疫率为 17% 时,就可将感染率降为 0。从数据对比来看,采取熟人免疫策略的效果优于均匀免疫策略,对于信息的网内传播控制,降低离职人数的效率更高。

为了对熟人免疫策略中每一个邻居节点的免疫贡献进行分析,对免疫结果进行了分解,如图 14 所示。节点 6 熟人免疫策略选取的 19 个邻居节点可分为正式网络邻居节点和地缘网络邻居节点两大类,其中节点 5、20 和 21 具有双重属性。由图 14 可见,劳动力组织网络这一复合网络的熟人免疫曲线其实是正式网络和非正式网络免疫效果的叠合。对正式网络邻居节点的免疫贡献了前面部分的下降段,对地域网络邻居节点的免疫贡献了中部和后面部分的下降段。因此,对于劳动力组织网络这一由多网叠合而成,且子网相互作用的复合网络,应用熟人免疫策略,同时加强其正式组织邻居节点和非正式组织邻居节点的控制,是抑制离职信息传播的占优策略。

果,而熟人免疫策略在对有限的邻居节点进行免疫后即可将感染率降为零,是更优的免疫策略。进一步分析发现,熟人免疫策略的控制效果是由正式网络邻居节点免疫效果和非正式网络邻居节点免疫效果叠加而成的。

本文基于复杂网络理论,从复杂网络信息传播动力学的角度研究工程中的离职问题,对于分析劳动力组织离职现象的内在动态传播过程,如何降低离职率和控制离职群体化趋势,以及改进现有离职治理策略具有一定意义。

参考文献:

[1] Cooper D P. Innovation and reciprocal externalities: Information transmission via job mobility[J]. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2001, 45(4): 403-425.

[2] Dess G G, Shaw J D. Voluntary turnover, social capital, and organizational performance[J]. *Academy of Management Review*, 2001, 26(3): 446-456.

[3] 朱信凯. 农民市民化的国际经验及对我国劳动力问题的启示[J]. *中国软科学*, 2005 (1): 28-34.

[4] Hausknecht J P, Trevor C O. Collective turnover at the group, unit, and organizational levels: Evidence, issues, and implications[J]. *Journal of Management*, 2011, 37(1): 352-388.

[5] 管明. 农村劳动力技能培训及其对经济结构的影响[J]. *系统管理学报*, 2010 (3): 248-254.

[6] 费孝通. 乡土中国[M]. 北京: 北京大学出版社, 2012.

[7] Calvó-Armengol A, Jackson M O. Networks in labor markets: Wage and employment dynamics and inequality[J]. *Journal of Economic Theory*, 2007, 132(1): 27-46.

[8] Zhao Y. The role of migrant networks in labor migration: The case of China [J]. *Contemporary Economic Policy*, 2003, 21(4): 500-511.

[9] 李敏, 黄翠龙. 心理契约对农民工工作绩效影响的实证研究[J]. *管理学报*, 2012, 9(4): 522-528.

[10] 徐燕, 赵曙明. 社会交换和经济交换对员工情感承诺和离职意向的影响研究——领导-成员交换关系的调节作用[J]. *科学学与科学技术管理*, 2011, 32(11): 159-165.

[11] 倪昌红, 叶仁荪, 黄顺春, 等. 工作群体的组织支持感与群体离职: 群体心理安全感与群体凝聚力的中介作用[J]. *管理评论*, 2013, 25(5): 92-101.

[12] 张莉, 夏莹, 孙达. 基于集体主义情境的变革型领

导, 组织承诺与离职倾向研究[J]. *管理学报*, 2013, 10(9): 1316-1322.

[13] Xu D, Su Z. Synchronization criterions and pinning control of general complexity networks with time delay[J]. *Applied Mathematics and Computation*, 2009, 215(4): 1593-1608.

[14] 杨婧, 陈英武, 沈永平. 基于相互作用网络的大型工程项目组织结构风险分析[J]. *系统工程理论与实践*, 2011, 31(10): 1966-1973.

[15] Szell M, Lambiotte R, Thurner S. Multirelational organization of large-scale social networks in an online world[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2010, 107(31): 13636-13641.

[16] Wakolbinger T, Nagurney A. Dynamic supernetworks for the integration of social networks and supply chains with electronic commerce: Modeling and analysis of buyer-seller relationships with computations [J]. *NETNOMICS: Economic Research and Electronic Networking*, 2004, 6 (2): 153-185.

[17] Kurant M, Thiramp P. Layered complexity networks [J]. *Physica Review Letters*, 2006, 96 (13): 138701.

[18] Pastor-Satorras R, Vespignani A. Epidemic spreading in scale-free networks[J]. *Physical Review Letters*, 2001, 86(14): 3200-3203.

[19] Grassberger P. On the critical behavior of the general epidemic process and dynamical percolation [J]. *Mathematical Biosciences*, 1983, 63(2): 157-172.

[20] Zanette D H. Dynamics of rumor propagation on small-world network[J]. *Physical Review E*, 2002, 65(4): 041908.

[21] 谭跃进, 吕欣, 吴俊. 复杂网络抗毁性研究若干问题的思考[J]. *系统工程理论与实践*, 2008, 28: 116-120.

[22] 张晓军, 李仕明, 何铮. 基于复杂网络的创新扩散特征[J]. *系统管理学报*, 2009, 18(2): 186-192.

[23] Kimura M, Saito K, Nakano R, et al. Extracting influential nodes on a social network for information diffusion[J]. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 2010, 20(1): 70-97.

[24] Kathleen M C. Computational organizational science and organizational engineering [J]. *Simulation Modeling Practice and Theory*, 2002, 10 (5-7): 253-269.

[25] 汪小帆, 李翔, 陈关荣. 复杂网络理论及其应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.