

组织结构的立体多核网络模型

李鹏翔¹, 席酉民¹, 张萌物²

(1. 西安交通大学管理学院, 西安 710049; 2. 西安理工大学人文学院, 西安 710048)

摘要: 对立体多核网络模型进行了新的阐释, 将原来的概念模型向操作层次推进了一步, 该模型是将组织作为一个由相互作用的元素构成的、动态的复杂系统来考虑的, 它高度概括了组织结构的包括关系多样性、要素多样性、动态特性和层次交错性等方面在内的复杂性和网络中节点的异质性和差异性, 是为研究复杂组织而进行仿真设计的前期建模工作. 从要素的多样性和关系的多样性出发, 初步勾画出立体多核网络的图论描述框架, 对以后的仿真设计和计算机编程提出了粗略的设想. 最后用一个学术群体的网络研究案例对立体多核网络模型在组织行为宏观处理方面的优点进行了示例性的说明.

关键词: 计算与数理组织理论; 复杂性; 组织结构; 多图; 超图; 核度; 仿真

中图分类号: C935; F224.33 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2004)05-0001-08

0 引言

计算与数理组织理论 (computational and mathematical organization theory, CMOT) 是近十年来组织理论研究中的一个新兴的分支, 它运用计算机仿真、逻辑规则和人工智能来从事组织理论研究^[1,2]. 而仿真计算的前提是必须建立一个高度概括但又易于操作 (计算和编程) 的组织结构模型, 该模型不能仅仅是概念上的, 而应该是形象具体和便于操作的模型.

概括组织结构模型的理想数学工具是图论, 其实质是基于组织中各种要素之间的多种关系用网络 (即数学上的图) 来描述组织结构. 尽管刻画组织结构的理论模型多种多样^[3~15], 但用网络的概念来描述组织结构的模型并不多, 其中具有代表性的有两种模型: 其一是组织结构的 PCANS 模型^[16,17], 主导思想是通过组织内部各要素之间的相互依赖性来更好地理解、分析甚至管理复杂的组织结构, 模型考虑了组织中的三种要素 (人员、任务和资源) 和五种基本关系任务优先关系

(precedence)、资源配置关系 (commitment of resources)、任务分配关系 (assignment of individuals to tasks)、人事与人际关系 (networks of relations among personnel)、技能链接关系 (skills linking individuals to resources), 用网络方法来描述组织结构, 其优点在于可运用分块矩阵或超矩阵 (meta-matrix) 来描述组织结构, 便于计算和进行二进制的数据结构处理, 缺点是随着人数、任务数和资源种类的增加, 超矩阵的规模会不断膨胀. 模型侧重于从微观角度来描述组织结构, 目前还没有见到基于该模型的仿真器. 其二是组织结构的立体多核网络模型 MMKN^[18], 该模型注重从宏观角度描述组织结构, 主导思想是对现实世界中一切组织中的共同特性进行抽象描述, 通过找出网络中的“核心要素”并根据其行为特性来把握组织行为的基本走向. “立体”体现了网络在关系多样性、要素多样性、动态特性和层次交错性等方面的复杂性, “多核”则反映了网络中节点的异质性和差异性. 其优点是不会触发网络规模增加后的 NP 难题, 抓住组织运作中的主要矛盾, 从宏观上能够大体把握

收稿日期: 2002-12-20; 修订日期: 2004-07-07.

基金项目: 国家自然科学基金优秀创新研究群体基金资助项目 (7012001); 国家自然科学基金资助项目 (70202003).

作者简介: 李鹏翔 (1964—), 男, 博士生.

组织行为的基本特征,但模型总体上仍然处于概念模型阶段。

MMKN 模型的提出无疑是一大贡献,但距离计算机仿真的实施还有许多工作要做。文献[18]中对立体多核网络的定义与说明用到了“立体结构”和“立体禀赋”的概念,在核度的定义中用到了“拓扑势”、“拓扑效能示性数”和“吸聚系数”等概念,这些概念让人感到晦涩难懂,难以获得直观形象的理解;对组织中要素的多样性没有展开,不能具体地描述出组织结构的粗略框架,没有将 MMKN 模型由一般性的抽象过渡到具体的可操作层次,而且也不便于运用二进制的数据结构。此外,关于如何通过“核”的行为来把握整个组织的行为特征以体现该模型在宏观处理上的优点,还没有进行具体的研究或用案例进行说明。总之,MMKN 模型仍然是一个概念模型,在对组织结构的复杂性和异质性的刻画上,还没有进行具体的、操作意义上的深入描述。

本文对立体多核网络的定义进行了新的阐释,说明了该模型的本质所在。在吸收 PCANS 结构模型思想的基础上,采用多图(多重边图)和从属关系网络(二分图或超图)对立体多核网络进行了具体形象的刻画,并给出了组织结构描述的基本框架。最后用一个学术群体的网络研究案例对 MMKN 模型在组织行为宏观处理方面的优点做了示例性的说明。

1 关于 MMKN 模型定义的阐释

所谓立体多核网络就是由对网络功能起不同重要作用的动态节点依据其相互作用关系构成的一种多个层级的立体空间网络。当将任何系统或组织抽象为网络(节点表示元素或成员,边表示元素或成员之间的互动关系)进行研究时,如果这种网络满足以下四个假设,该网络即为立体多核网络。

1) 动态节点假设:网络节点在时间、空间和寿命维度上是不断变化的。

2) 动态多重关系假设:网络节点之间的互动关系是随时间变化的动态多重关系。

3) 层次结构假设:网络按照某种标准或在某种意义上具有显性或隐性的层次结构。

4) 作用差异假设:网络中的节点或作为整体的节点集合对网络功能的影响作用是有差异的,其重要程度是不同的,这种差异体现在一种或多种关系的网络中。

通俗地讲,“核”是组织中的核心人物或关键要素,核度作为“核”在某种属性上的度量指标,是区分组织中核心成员或关键要素的一种标志,对不同的属性可以有不同的指标。如,就一个无向连通网络来说,节点的度(degree)^[19](与该节点关联的边数)指标反映了节点在与其他节点的沟通联系中的“活跃程度”,接近度(closeness)^[19]指标反映节点在网络中位置的居中程度,中介性(betweenness)^[19]指标反映节点与其他节点间沟通的控制能力,特征向量指标(eigenvector)^[20]和累计提名指标(cumulated nomination centrality indices)^[21]反映的是节点的名望(rank)和地位(status)特性,而信息指标(information)^[22]反映的是网络路径中所包含的信息量。

实质上,MMKN 模型是将组织作为一个由相互作用的元素构成的、动态的复杂系统(网络)来考虑的,它高度概括了组织结构的包括关系多样性、要素多样性、动态特性和层次交错性等方面在内的复杂性和网络中节点的异质性和差异性。从系统论的角度上讲,任何组织都是由相互联系、相互依赖和相互作用的元素构成的(可用网络和图表示)。系统中的元素之间存在不止一种关系(多重关系),这些要素和关系在时间、空间和寿命维度上是不断变化的(动态特性),系统中的要素是多种多样的(要素多样性),每种(个)要素在系统中所发挥的作用大小是不同的(异质性和差异性),而系统的特性之一就是层次性,无论是显性的还是隐性的,关键在于用什么标准来划分。

MMKN 模型的建立实际上是在描述所谓的“复杂组织”^[23~26],这种组织内部及组织之间的相互作用非线性的,不可能用简单的模型来反映其本质,只有将实证观察与理论仿真相结合,才能较好地描述这样的复杂组织。尽管组织科学家们对复杂组织的研究已有多年,但从概念到计算的一整套工具仍然在开发之中,复杂的适应性系统(complex adaptive systems)是当前组织科学研究的热点^[27],也正是 MMKN 模型的理论出发点。

文献[18]认为,“立体禀赋描述了影响网络结

构、运行过程的环境及其与网络的互动”，这意味着该模型不仅要考虑组织本身，还要考虑组织运行的环境以及组织与组织之间的相互作用。我们认为组织结构建模应该逐步推进，首先就组织边界内部的各种要素之间的关系进行建模，即 MMKN 模型。其次，将组织运行的环境做为一组状态变量来考虑，将该模型运作起来，成为比较实用的仿真器。最后再考虑组织与组织之间的相互作用。

以上对立体多核网络、核与核度的定义进行了新的阐释，说明了 MMKN 模型建立的初衷与实质，并界定了模型涉及的范围。关于网络节点的重要性度量和核心成员的识别问题在社会网络分析^[19]中已有比较成熟的方法和软件。

2 MMKN 模型的图论描述观点

从要素的多样性考虑，组织是由其成员（或决策单元）构成的，作为组织成员，他们要完成所分配的任务，为完成特定的任务对资源的使用有一个约定，这就是 PCANS 模型将组织作为任务处理器来考虑的三个基本假设^[16,17]。在此基础上还可以考虑组织中的人员隶属于不同的部门，组织人员之间或部门之间的协调需要一定的信息沟通，另外组织成员还会参加一些党派、工会、社会团体或其他的非正式组织。

从关系的多重性考虑，人员与人员之间会有各种各样的关系，如公司中上下级之间的正式汇报关系，部门成员在业务上的互助关系，人员之间的私人友谊关系等等；在任务与任务之间会有执

行顺序上的优先关系，任务之间相互包含的关系；同样在资源与资源之间会有相互替代关系，相互衍生的关系。

概括起来，无非是两类关系：单模式关系（one-mode）和双模式关系（two-mode）。对应的网络就是单模式网络（one-mode networks）和双模式网络（two-mode networks）^[19]。单模式网络由一个节点集构成，考虑到关系的多重性，可以用多图（多重边图）来描述；双模式网络则由一个节点集和一个事件集构成，它表示某个成员隶属于某个事件或某个事件参与的成员有哪些，可以用一个隶属关系矩阵或二分图（超图）来表示。

多图（multigraph）^[19]由点集 $A = \{ a_1, a_2, \dots, a_g \}$ ，关系类型的集合 $R = \{ R_1, R_2, \dots, R_m \}$ ，关系网络图的集合 $G = \{ G_1, G_2, \dots, G_m \}$ 构成。如果关系 R_k 对应的网络图是有向图，则 $l_{ij,k}$ 表示从节点 i 出发到达节点 j 存在关于关系 R_k 的连接。此时 $l_{ij,k} \neq l_{ji,k}$ ，即关联矩阵是不对称的。如果关系 R_k 对应的网络图是赋值图，则 $l_{ij,k}$ 的取值为 $0 \sim C_k$ ， C_k 是关系 R_k 的最大赋值，表示关系强度的最大值，一般为正整数。图 1 所示的图是 5 个顶点、3 种关系的多图。第 1 层是咨询（互助）关系（实线），第 2 层是友谊关系（长点画线），第 3 层是信息情报关系（短点画线）。三种都是有向关系。图 1 左边按照关系类型分 3 层网络表示，右边将 3 种关系画在一层网络中。节点 1 和节点 4 之间有 3 种连接关系，节点 1 和节点 2 之间有 2 种连接关系，节点 4 和节点 5 之间只有 1 种连接关系，其他依此类推。实际上，每层网络可以是无向网络、有向网络或赋值网络，相应的图为无向图、有向图或赋值图。

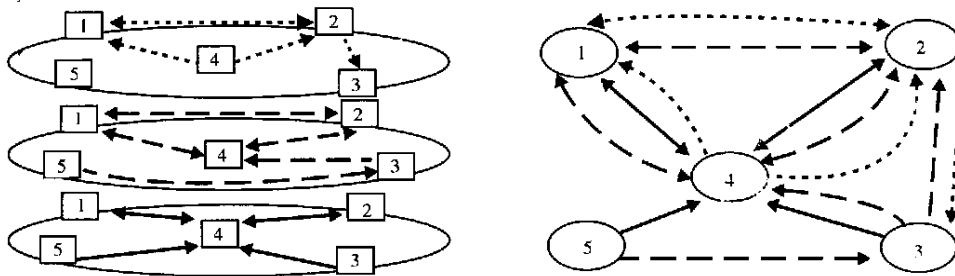


图 1 多重关系网络举例

Fig. 1 Example of multi-relationship network

超图（hypergraph）^[28] H 由两个集合构成：点集 $A = \{ a_1, a_1, \dots, a_g \}$ ，边集 $B = \{ B_1, B_2, \dots, B_h \}$ ，

B 中的元素是 A 的子集。 A 中每个顶点至少属于一个子集，并且没有一个子集是空集，那么超图就

记为 $H = (A, B)$. 比如图 2 中有 5 个成员要完成三种任务, 成员 1 (No1) 只参与任务 T1, 成员 2 (No2) 参与任务 T2 和任务 T3, 成员 3 (No3) 参与任务 T2, 成员 4 (No4) 参与所有三项任务, 而成员 5 (No5) 参与任务 T1 和任务 T2.

根据组织要素的多样性, 可以将组织要素分

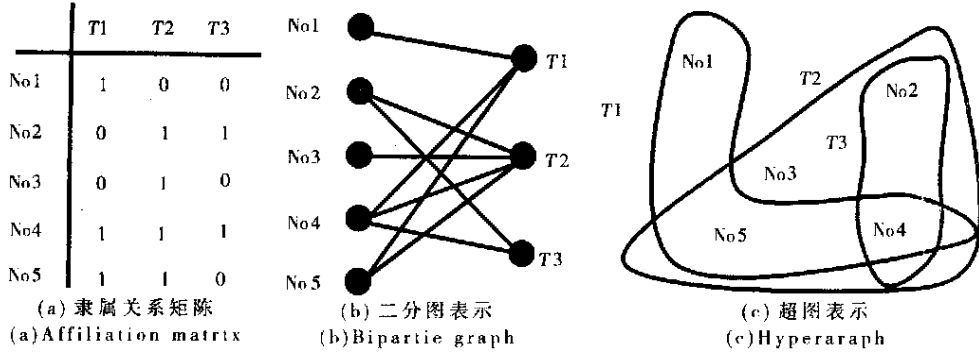


图 2 人员与任务关系表示: 隶属关系矩阵、二分图和超图

Fig2. Relationship between individuals and tasks: Affiliation matrix, bipartite graph and hypergraph

表 1 组织结构的图论描述

Table1 Graph theory expression of organization structure

要素分类	人员	任务	资源	部门	其他组织
人员	人际关系 (多图)	任务分配 (超图)	资源配置 (超图)	人事关系 (超图)	外部联系 (超图)
任务	(对称)	流程关系 (多图)	分配关系 (超图)	生产组织 (超图)	外部合作 (超图)
资源	(对称)	(对称)	替代关系 (多图)	配置关系 (超图)	资源获取 (超图)
部门	(对称)	(对称)	(对称)	结构协调 (多图)	客户关系 (超图)
其他组织	(对称)	(对称)	(对称)	(对称)	组织环境 (多图)

当就一个具体的组织及其情景进行仿真模型设计和参量设定时, 要视具体关注的问题来决定需要获取哪些关系的数据. 关系数据可以通过问卷调查、访谈和查阅组织中相应的制度和规则来获取. 在数据的存储与数据结构设计中, 可以考虑采用分块矩阵或重新设计新的数据格式, 重要的是要便于计算机的读写操作和空间资源的充分利用. 在组织结构的基本框架建立之后, 就可以考虑规则的设计和检验假设的提出问题, 也就是如何让代理运作起来, 成为具有实用价值的仿真器.

为人员、任务、资源、部门和其他组织五类. 这五类要素之间的关系及其描述的图论方法如表 1 所示. 所有要素之间的所有关系网络就构成了组织结构的立体多核网络. 当然组织成员间的信息传递和成员所拥有的技能将在代理(agent)的设计中有所反映.

3 如何识别核心成员并分析组织行为的主要特征 —— 案例说明

Barabasi 和 Bonabeau^[29] 研究发现, 少数高频度连接的网页基本上能保持世界范围内万维网的整体性, 80% 的网页其链接数不足 4 个, 不到 0.01% 的网点具有超过 1 000 个链接. 找出网络中的核心成员并分析核心成员的行为特征, 就能够基本把握整个网络连接的宏观概况. 下面以一个学术群体的网络研究为案例来说明这种思想.

研究对象是师生学术群体, 这种群体的结构是高度扁平化的网络结构, 整个群体的所有成员几乎都处在同一个组织层级上. 组织的目标就是在培养研究生的同时, 完成各种级别的科研项目, 这与以盈利为目的的企业或公司组织不同. 组织成员的沟通渠道有正式的汇报与指导、学术讨论会及业余生活中的吃饭、打球、串门、聊天等. 在共同的学习与生活中, 群体成员逐渐建立了个人之间的友谊关系.

群体成员之间的相互作用主要体现在以下四个方面: 在信息和知识交流方面相互帮助; 个人友谊; 撰写论文、专著或完成科研项目中的合

作； 相互联系沟通.所以在问卷设计中提出下列四个问题来了解群体中的咨询网络、友谊网络、科研合作网络和沟通网络.

问题 1 在与学习(或工作)有关的活动(如查找资料、写(修改、发表)论文、学术讨论会等)中,谁曾给与过您一定的帮助?

问题 2 您认为群体成员中,哪些人称得上是您的朋友(如一起吃饭、打球、串门聊天,愿意说知心话,或倾诉烦恼等)?

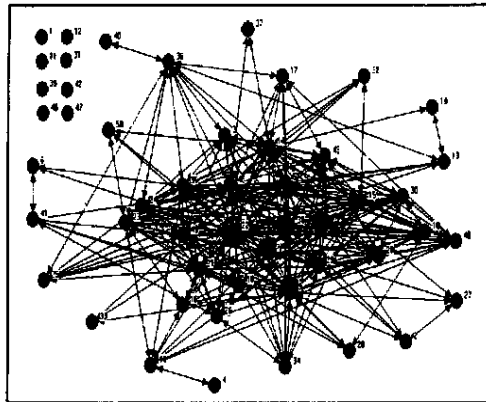
问题 3 您曾与群体中的哪些人合作写过(包括已发表和未发表)文章?目前正在考虑与谁合作撰写文章?您曾与群体中的哪些人合作写(编)过书,或正打算与哪些人合作写(编)书?

问题 4 您与每位成员的联系强度是:

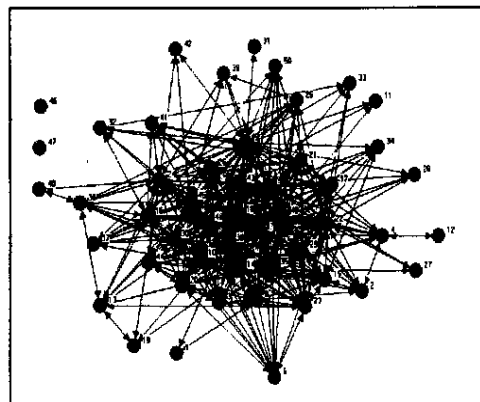
- 1) 经常见面且通过通讯(电话和电子邮件)联系;
- 2) 偶尔见面但通过通讯(电话和电子邮件)联系;

3) 几乎不联系.

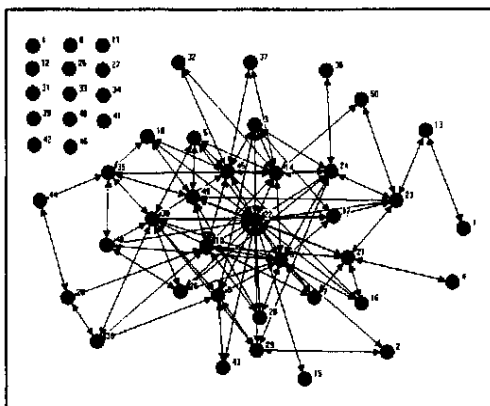
在数据整理与分析中,通过随机数字表^[30]用编号来代替真实姓名.将问题 1~3 的回答用二进制(1/0)来表示,如用 1 表示给与过帮助,0 表示没有给与帮助,对问题 4 的回答可用 2、1、0 来分别代表对应的 1)、2)、3) 三种选择.所有四种网络都进行了对称化处理(采用文献[31]中的最大值方法,即如果 $x_{ij} = 1$ or $x_{ji} = 1$, 那么 $x_{ij} = x_{ji} = 1$).原因是:1) 研究核与外围结构时,只关心网络的整体结构,而不在意一对具体的二元关系的特性; (2) 合作和沟通关系是对称关系,友谊关系也在一定程度上可以认为是对称的; (3) 关联矩阵中的列包含了许多有价值的信息,对称化处理能够解决未回收问卷的信息缺失问题,如导师的信息是从其他人对他的联系中推测出来的.经过数据处理得到四种网络的网络图,如图 3 所示.



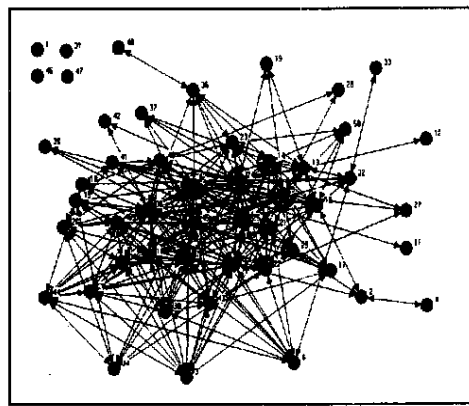
(a) 咨询网络图
(a) Advice network



(b) 沟通网络图
(b) Communication network



(c) 合作网络图
(c) Friendship network



(d) 友谊网络图
(d) Cooperation network

图 3 师生学术群体的四种网络图

Fig. 3 Four kinds of networks in academic group of doctoral mentor and his graduates

对图3中的四种网络用核与外围结构^[32]的离散模型进行了分析处理,结果见表2.在推荐的核心成员中,取在四种网络中都是核心成员的成员来作为最终确定的核心成员,即5、7、8、9、10、14、21、22、23、24、38、45、49共13人.同理取四种

网络中都是外围成员的成员作为最终确定的外围成员,即1、2、4、6、11、12、13、19、27、28、31、32、33、34、36、37、39、40、41、42、44、46、47、50,共24人,而中间的其他13人为由外围向核心过渡的过渡带成员.

表2 用离散模型对四种网络中核与外围结构的分析结果

Table 2 Results of core/periphery structures in four kinds of networks by discrete model

核心成员划分:																																																		
咨询网络	3	5	7	8	9	10	14	15							18	20	21	22	23	24						29	30	35	38	43	45		49	Corr = 0.784																
沟通网络	3	5	7	8	9	10	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24					26						30	35	38	43	45	48	49	Corr = 0.835																
合作网络			5	7	8	9	10	14									21	22	23	24									38		45	49	Corr = 0.560																	
友谊网络			5	7	8	9	10	14	15	16						20	21	22	23	24	25					29	30	35	38	43	45	48	49	Corr = 0.615																
外围成员划分:																																																		
咨询网络	1	2			4	6	11	12	13						16	17				19					25	26	27	28			31	32	33	34		36	37	39	40	41	42		44	46	47		48	50		
沟通网络	1	2			4	6	11	12	13										19						25			27	28	29			31	32	33	34		36	37	39	40	41	42		44	46	47		48	50
合作网络	1	2	3	4	6	11	12	13	15								18	19	20	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	39	40	41	42	43	44	46	47		48	50							
友谊网络	1	2	3	4	6	11	12	13								17	18	19								26	27	28			31	32	33	34		36	37	39	40	41	42		44	46	47		48	50		

这13名核心成员就是该群体中的骨干力量(核),他们作为整个群体最具代表性的一个样本,其行为特征代表了群体行为的主要特征和主流方向.他们的研究方向就是整个群体研究工作的主流方向,所面临的问题就是整个群体面临的主要问题,他们的学术水平就反映了整个群体的大致水平.只要了解了核心成员的绩效(学术成果),就能推知整个群体的绩效.“核”的思想在于研究组织行为的宏观概况,以避免细枝末节的干扰,使我们能够透过现象抓住问题的关键和本质,同时又大大降低了问题的复杂性.

4 结 论

本文对文献[18]定义的立体多核网络模型进行了新的阐释,使大家能够对该模型有一个形象、具体和清晰的理解,将原来的概念模型向操作层次推进了一步.该模型实质上是将组织作为一个由相互作用的元素构成的、动态的复杂系统来考虑的,它高度概括了组织结构的关系多样性、要素多样性、动态特性和层次交错性等方面在内的复杂性和网络中节点的异质性和差异性,是为研究

复杂组织而进行仿真设计的前期建模工作.本文从要素的多样性和关系的多样性出发,初步勾画出立体多核网络的图论描述框架,对以后的仿真设计和计算机编程提出了粗略的设想.一个学术群体的网络研究案例是通过问卷调查获得的实际网络,本文用社会网络分析软件对该群体的四种网络进行了核与外围结构分析,找出了该群体中的核心成员,并以此对MMKN模型在组织行为宏观处理方面的优点作了示例性的说明.

关于模型的动态特性描述和层次性分析需要在仿真器初步建立之后,逐步添加进来.目前的工作距离实际仿真还有一定的距离,因为代理的设计、代理相互作用的规则、验证假设的提出及组织绩效的衡量等问题尚未解决.将组织作为一个复杂的适应性系统的研究工作是当前组织科学研究中的一个热点,尽管难度很大,但毫无疑问,前景将是光明和灿烂的.

致 谢:衷心感谢所有那些在百忙之中为我们的网络研究填写了问卷的群体成员,为他们而感到自豪.同时对在西安交通大学管理学院席西民教授举办的《优秀群体学术交流会》上为本文提出宝贵意见的各位老师和学友表示感谢.

参考文献：

- [1] Carley K M, Prietula M J. Computational Organization Theory[M]. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Inc, Publishers, 1994.
- [2] Drenick R F. A Mathematical Organization Theory[M]. New York: Elsevier Science Publishing Company Inc, 1992.
- [3] Blau P M. A formal theory of differentiation in organizations[J]. American Sociological Review, 1970, 35: 201—218.
- [4] Blau P M, Schoenherr R A. The Structure of Organizations[M]. New York: Basic Books, 1971.
- [5] Hummon N P. A mathematical theory of differentiation in organizations[J]. American Sociological Review, 1971, 36: 297—303.
- [6] Hummon N P, Doreian P, Teuter K. A structure control model of organizational change[J]. American Sociological Review, 1975, 40: 813—824.
- [7] Mayhew B H. Baseline models of system structure[J]. American Sociological Review, 1974, 39: 173—142.
- [8] Mayhew B H, Levinger R L, McPherson J M, et al. System size and structural differentiation in formal organizations: A baseline generator for two major theoretical propositions[J]. American Sociological Review, 1972, 37: 629—633.
- [9] Mayhew B H, James T F, Childers G W. System size and structural differentiation in military organizations: Testing a harmonic series model of the division of labor[J]. American Journal of Sociology, 1972, 77: 750—765.
- [10] Meyer M W. Some constraints in analysis data on organizational structures: A comment on Blau's paper[J]. American Sociological Review, 1971, 36: 294—297.
- [11] Specht D A. System size and structural differentiation in formal organizations: An alternative baseline generator[J]. American Sociological Review, 1973, 38: 497—480.
- [12] Specht D A. On baseline models of system structure[J]. American Sociological Review, 1974, 39: 143—146.
- [13] Mackenzie K D, Frazier G D. Applying a model of organization structure to the analysis of a wood products market[J]. Management Science, 1966, 12(8): 345—352.
- [14] Seiyama K. A review of mathematical models of formal organizations—Why and how they failed[J]. Journal of Mathematical Sociology, 1986, 12(1): 71—96.
- [15] Gomez P Y, Jones B C. Conventions: An interpretation of deep structure in organizations[J]. Organization Science, 2000, 11(6): 696—708.
- [16] Krackhardt D M, Carley K. A PCANS model of structure in organizations[A]. In: Proceedings of the 1998 International Symposium on Command and Control Research and Technology[C]. Monterey, CA: 1998.
- [17] Carley K, Krackhardt D M. A Typology for Network Measures for Organizations[ED/OL]. http://www.casos.cs.cmu.edu/publications/working_papers/org-general.pdf, 2000.
- [18] 席酉民, 唐方成. 组织的立体多网络模型研究[J]. 西安交通大学学报, 2002, 36(4): 430—435.
Xī Yǒumín, Tāng Fāngchéng. Research of organizational multiplex multi-kernal network model[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University, 2002, 36(4): 430—435. (in Chinese)
- [19] Wasserman S, Faust K. Social Network Analysis: Methods and Applications[M]. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1994.
- [20] Bonacich P. Power and centrality: A family of measures[J]. American Journal of Sociology, 1987, 92: 1170—1182.
- [21] Poulis R, Boily M C, Masse B R. Dynamical systems to define centrality in social networks[J]. Social Networks, 2000, 22: 187—220.
- [22] Stephenson K, Zelen M. Rethinking centrality: Methods and applications[J]. Social Networks, 1989, 11: 1—37.
- [23] Anderson P, Meyer A, Eisenhardt K, et al. Introduction to the special issue: Applications of complexity theory to organization science[J]. Organization Science, 1999, 10(3): 233—236.
- [24] Cohen M. Commentary on the organization science special issue on complexity[J]. Organization Science, 1999, 10(3): 373—376.
- [25] Jermier J M, Clegg S R. Critical issues in organization science: A dialogue[J]. Organization Science, 1994, 5(1): 1—13.
- [26] Dooley K J, Van de Van A H. Explaining complex organizational dynamics[J]. Organization Science, 1999, 10(3): 358—372.
- [27] Anderson P. Complexity theory and organization science[J]. Organization Science, 1999, 10(3): 216—232.

- [28] Berge C. *Hypergraphs: Combinatorics of Finite Sets*[M]. Amsterdam: North-Holland, 1989.
- [29] Barabási A L, Bonabeau E. Scale-free networks[J]. *Scientific American*, 2003, 288(5): 60—71.
- [30] McClave J T, Terry S. *Statistics* [M]. 8th ed. Upper River, New Jersey: Prentice Hall Inc, 2000. 797—799.
- [31] Analytic Technologies Inc. *UCINET 6 for Windows: Software for Social Networks Analysis*[CR/DK]. Harvard, MA: Analytic Technologies Inc, 2002.
- [32] Borgatti S P, Everett M G. Models of core/periphery structures[J]. *Social Networks*, 1999, 21: 375—395.

MMKN model of structure in organizations

LI Peng-xiang¹, XI You-min¹, ZHANG Meng-wu²

1. Management School, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China;

2. Human School, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China

Abstract: Computational & mathematical organization theory based on modeling and simulation is a new branch of organization theory studies in recent 10 years. The precondition of simulation is that the organizational structure model, which should be highly general and easily operated, must be established. Proposed in this paper is the multiplex multi-kernel network (MMKN) model used to characterize organizational structure. This model abstracted highly the complexity such as the diversity of relationships and elements, dynamical character and hierarchical structure, and the feature of different nature and differentiation of actors in networks. A rough framework of MMKN described by graph theory was outlined in terms of the diversity of relationships and elements, and some suggestions for future simulation and programming was presented. Finally the advantage of MMKN in macroscopical processing of organizational behavior was demonstrated through a case of network research in an academic group consisted of doctoral mentor and his graduates.

Key words: computational & mathematical organization theory; complexity; organization structure; multigraph; hypergraph; coreness; simulation