



项目合作企业之间 观点耦合的动力学特征

朱振涛^{1,2}, 周晶¹, 李平³, 陈星光¹, 吴孝灵¹

1 南京大学 工程管理学院, 南京 210093

2 南京工程学院 经济管理学院, 南京 211167

3 南京工程学院 基础部, 南京 211167

摘要:运用动力学、自组织理论和项目管理理论相结合的方法研究有多个企业参与的合作项目中各成员企业观点的演化规律。根据提炼出的影响项目成员组织观点一致性的主要因素,建立考虑企业文化的凝聚作用和合作企业间耦合作用的观点演化动力学模型,分别研究线性和非线性耦合作用下成员企业观点演化的动力学行为。在非线性的耦合作用下,组织观点演化存在观点冻结区、观点类线性收敛区和观点分岔区三个区域,推导得到可以用来判别观点演化所处区域的企业间初始观点分歧的临界值,发现在观点分岔区可能出现由企业间沟通强度阈值决定的组织观点趋同突变和决裂突变的演变现象,通过计算仿真验证这两种突变还与成员企业的凝聚作用强度、对相异观点的开放度以及观点演化的历史状态有关。研究结果对于揭示项目合作组织观点的自组织演化特性具有重要的理论价值,有助于项目管理者加深对观点演化的多样性和涌现机制的认识。

关键词:项目合作;耦合作用;非线性系统;临界现象

中图分类号:C931

文献标识码:A

文章编号:1672-0334(2010)02-0011-09

1 引言

随着经济全球化和技术进步的快速发展,企业间的超竞争环境已经逐渐形成。越来越多的企业感到仅凭自己的力量在激烈的市场环境中已经难以存续,从而改变以往一味的竞争模式而转向合作竞争^[1,2]。项目合作是企业间合作竞争的基本形式之一,本研究所讨论的项目合作组织特指为了完成共同的项目目标由两个或更多独立经营体通过合同和协议缔结起来的各种合作组织,是产业组织理论中组织协调意义上的一种生产组织形式^[3]。在项目合作组织中,项目成员企业的地位平等,任何一方不能依靠权力、行政命令而必须依靠协调、合同、法律解决项目中的问题。因此,项目合作组织间观点的一致性是其进行有效合作的前提条件,项目的目标能否实现、项目管理运作模式是否有效、项目成员企业矛盾和冲突能否合理地解决等都必须要在观点相对一致的框架内加以协调。如果在这些方面出现不可调和的差异和冲突,则会导致合作的低效乃至失败。

由于各个企业的成长经历和特质不同,项目成员企业在项目伊始总会在观点上存在差异,怎样使彼此观点尽快达到一致无疑是项目合作领域一个有重要理论意义和实际意义的研究课题。

2 相关研究评述

Gareis 等认为塑造良好的项目文化是项目管理过程中的众多目标之一^[4]; Gray 等也强调缺少统一的文化将成为达到项目整体目标的障碍,因而项目经理有责任塑造一种项目文化来激励团队工作和提高人员工作的积极性以及培养迅速发现和解决威胁项目运行的各种问题的能力^[5]。这里的项目文化是指各项目参与方在项目的工作实践中共享的基本假设、价值观点、行为准则及其外部表现。本研究所指的观点是指影响成员企业行为并对项目完成有重要影响的价值观点,如项目的全面质量观点或项目与环境和谐观点。根据组织文化理论,成员企业在自身发展过程中形成的以对员工具有强大凝聚力

收稿日期: 2009-09-29 修返日期: 2010-01-25

基金项目: 国家自然科学基金(70831002)

作者简介: 朱振涛(1974-),男,浙江余姚人,南京大学工程管理学院博士研究生,南京工程学院经济管理学院副教授,研究方向:企业系统工程、复杂性管理等。E-mail: zztnt@gmail.com

的组织文化为代表的集体心智模式和认知模式决定了该企业固有的观点,本研究将企业文化对组织观点的影响作用称为企业凝聚作用。企业凝聚作用将企业应对市场环境挑战中发展起来的行之有效的思维模式固化成为一种心理程序^[6],在初期通过诱导企业内部成员观点与行为的高度一致性,有力促进了企业的高效运营和发展。但随着市场环境的变化会逐渐失去自身变革的活力,蜕变为企业的强势思维逻辑而制约企业的持续发展,如组织的心智模式被过度的强化导致自满、保守、自大的组织情绪,使组织改善途径被弱化甚至完全割断^[7]。从组织学习理论的角度看,组织对新观点的学习要经历直觉感知、解释说明、归纳整合和制度化4个子过程。学习过程的前3个子过程关系是递进和连续的,但制度化过程却是不连续的。制度化的过去的学习成果(旧观点)产生的锁定效应将对未来新观点的直觉感知、解释说明、归纳整合和制度化这一系列的学习过程产生阻碍作用。从组织生态理论看,企业凝聚作用将导致 Hannan 等提出的结构惯性,使组织结构形式难以与环境同步变化, Hannan 等认为在组织内部限制组织变革的因素包括组织在资本、设备和人员培养方面的投入、组织信息传递和处理的限制、打破平衡的政治成本以及组织历史和传统势力的约束^[8]。

项目中不同参与主体的自主性赋予了项目合作组织的自组织涌现的内在规定性,使项目合作组织表现为一个复杂社会系统。在管理组织复杂性方面,任佩瑜等将熵增定律和耗散结构理论分别映射到管理科学中,提出管理熵、管理效率递减规律和管理耗散以及管理耗散结构,并揭示了复杂的企业组织结构演化和管理决策临界点的内在规律,对构建具有更强的自适应能力的自组织结构提出理论上的建议^[9];吴昊等应用耗散理论对企业间合作竞争关系进行自组织模型分析^[10]。社会网络的复杂性正成为多学科交汇的热点,一些学者分别利用演化博弈、统计物理、复杂网络等理论方法对人类社会普遍存在的社会合作和共识涌现的复杂现象从系统结构和个体间互动的微观机制方面做出独到的分析^[11-16]。上述文献虽然在组织管理复杂性和组织合作竞争管理、共识的涌现等方面进行了研究,但是缺少考虑组织原有文化的凝聚作用和合作意愿共同作用下项目合作组织的观点演化机制以及信息沟通在其中发挥作用的研究,本研究拟建立项目合作组织观点演化的动力学模型,对上述问题进行探讨。

3 问题的假设和一般模型

在项目合作系统中成员企业的观点演化受企业内部凝聚作用和企业之间耦合作用的共同影响。一方面,不同的成员企业自身的组织文化决定了其组织观点和行为取向;另一方面,企业间签订的合同和完成共同项目目标的组织意愿又会促使成员企业努力协调彼此在观点上的分歧,作出妥协和改变,以期协调一致,提高合作绩效,本研究将这种作用称为企

业间的耦合作用。耦合作用是企业间的相互影响作用,它既包括合同、协议等硬性约束作用,也包括企业之间情感、信息的沟通等柔性互动作用。合同的约束体现了法律、法规的影响力,情感的沟通体现了企业间组织文化的认同,而信息沟通则反映了技术、知识和组织意愿等因素的共同影响。耦合作用受各组织的资源和系统所处的社会、技术、经济、法律等外部环境的制约和影响。为了清晰分析硬性约束作用和柔性互动作用对组织观点演化的影响,本研究将项目合作系统所处环境对组织观点的影响映射到这两种作用的相关参数上予以讨论。

设项目合作系统中成员企业 i 在 t 时刻对某先进观点的支持率为 x_i ,用企业中认同和采用该观点的人数占企业总人数的比例表示,建立有 n 个成员企业的项目合作系统观点演化的一般动力学模型。

项目合作组织的观点演化系统(S_1)为

$$\dot{x}_i = F_{ii}(x_i, \theta_i) + \sum_{j \neq i} F_{ij}(x_i, x_j) \quad (1)$$

$i, j = 1, \dots, n$

其中, \dot{x}_i 为企业 i 的观点支持率的变化率; $F_{ii}(x_i, \theta_i)$ 为企业凝聚作用函数,反映企业 i 在 t 时刻对先进观点的支持率 x_i 受固有的企业对该观点的认同率 θ_i 的影响,当不存在与其他成员企业的耦合作用时,企业凝聚作用将使企业对该观点的支持率维持在该基值上; θ_i 为观点认同率基值; $F_{ij}(x_i, x_j)$ 为企业间耦合作用函数,表明在项目合作中企业 i 受到的来自企业 j 的影响,其大小与这两个企业中该观点的支持率有关,这一耦合作用驱使企业 i 中支持该观点的人数比例向企业 j 中支持该观点的比例靠拢。

本研究讨论一维观点的演化,组织观点支持率空间为 $[0, 1]$ 。由于篇幅所限,仅讨论有两个成员企业($n = 2$)的项目合作系统观点演化的情况。设两企业的观点初始分歧为 $\Delta\theta$, t 时刻观点差异为 u , $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$, $u = x_2 - x_1$; 另外,不失一般性,设企业 1 和企业 2 的观点认同率基值满足 $0 < \theta_1 < \theta_2 < 1$, 即企业 2 对先进观点的认同率较高,可称企业 1 为观点后进企业,企业 2 为观点先进企业。由于两个企业交互作用的情况下,观点先进企业在交互过程中始终比观点后进企业具有高的先进观点支持率,即 $u \cdot \Delta\theta \geq 0$, 所以本研究只考虑 u 和 $\Delta\theta$ 都非负的情况, u 和 $\Delta\theta$ 都非正的情况与之对称。

4 观点演化的线性动力学

在系统模型 S_1 中,令 $F_{ii}(x_i, \theta_i) = -h_{ii}(x_i - \theta_i)$, $F_{ij}(x_i, x_j) = \mu_{ij}(x_j - x_i)$, 可得项目合作组织观点演化的线性动力系统(LS_1)为

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -h_{11}(x_1 - \theta_1) + \mu_{12}(x_2 - x_1) \\ \dot{x}_2 = \mu_{21}(x_1 - x_2) - h_{22}(x_2 - \theta_2) \\ \theta_1, \theta_2, h_{11}, h_{22}, \mu_{12}, \mu_{21} \in (0, 1) \end{cases}$$

其中, h_{ii} 为企业 i 的凝聚强度, μ_{ij} 为企业 j 对企业 i 施加的耦合强度。耦合作用函数 $F_{ij}(x_i, x_j)$ 的表达式表明,在仅考虑耦合作用下企业 i 的观点支持率的变化

速率与两个企业观点支持率的差值成正比。为了简化表示,设两企业的平均耦合强度为 μ , $\mu = \frac{\mu_{12} + \mu_{21}}{2}$;两企业的耦合作用强度与凝聚作用强度比

的均值为 γ , $\gamma = \frac{\frac{\mu_{12}}{h_{11}} + \frac{\mu_{21}}{h_{22}}}{2}$,简称为平均内外作用比。

当两个企业的凝聚强度相同(即 $h_{11} = h_{22} = h$)时,有 $\gamma = \frac{\mu}{h}$ 。

命题1 在观点演化 LS_1 系统中,两个成员企业的观点初始分歧越大,组织凝聚强度越大,耦合强度越小,则双方最终观点差异越大。项目合作双方的 γ 越大,则最终双方的观点差异越小。

证明:求解 LS_1 系统可得企业1和企业2的观点支持率稳态值分别为

$$\tilde{x}_1 = \frac{\theta_1 + \frac{\theta_1\mu_{21}}{h_{22}} + \frac{\theta_2\mu_{12}}{h_{11}}}{1 + 2\gamma} \quad (2)$$

$$\tilde{x}_2 = \frac{\theta_2 + \frac{\theta_1\mu_{21}}{h_{22}} + \frac{\theta_2\mu_{12}}{h_{11}}}{1 + 2\gamma} \quad (3)$$

两企业观点差异的均衡值为

$$\tilde{x}_2 - \tilde{x}_1 = \frac{\Delta\theta}{1 + 2\gamma} \quad (4)$$

命题1说明,最终双方的观点一致程度受双方各自的凝聚作用和耦合作用的共同作用。即使在项目合作系统中某一企业处于强势地位(如动态联盟中的盟主企业),具有较强的自身凝聚强度和对另一方施加影响的能力,但这并不能保证相对弱势的企业会与强势企业持有相似的观点,来保证项目的协同完成。一方面,耦合强度不仅与签订的合同条款的约束力、被影响企业的易妥协性有关,还与双方的沟通强度、沟通的频度有关,缺乏必要的沟通即使是强势企业也无法将另一个企业长期秉承的观点改变,没有合理地将新观点形式化为合同语言而借助法律和规程的约束力在另一个企业中推广新观点同样也是难以奏效的。另一方面,由于项目具有一次性和时限性,不可能像普通企业那样在经营中经常调整自己的合作伙伴,为了在规定的时间内高质量地完成项目任务,必须在招投标阶段做好合作伙伴的甄选工作。除了考察候选企业的工程资质和软硬件条件,还应考虑选择在企业文化、价值观点相似(即观点支持率相近)且富有合作精神和勇于求新求变的组织(企业凝聚作用强度低)。这样在项目初期就拥有了观点一致性较高的合作伙伴,可以在合作中的组织协调上起到事半功倍的效果。

由于企业间的耦合作用不仅使双方分歧缩小,而且也使每个企业的观点发生改变,这对观点先进企业产生负面影响,使该组织中先进观点的支持率减少,所以有必要研究双方在合作交流达到均衡时的观点让步幅度(组织观点支持率改变幅度)之差。

命题2 在观点演化 LS_1 系统中,项目合作双方

中内外作用比 $\frac{\mu_{ij}}{h_{ii}}$ 大的企业 i ,均衡时观点让步幅度大。

证明:根据(2)式和(3)式,可求出双方在合作交流达到均衡时的观点让步幅度的差值,即

$$(\theta_2 - \tilde{x}_2) - (\tilde{x}_1 - \theta_1) = \frac{(\frac{\mu_{21}}{h_{22}} - \frac{\mu_{12}}{h_{11}})\Delta\theta}{1 + 2\gamma} \quad (5)$$

命题2说明,观点先进企业若试图在与观点后进企业的合作中保持组织观点的先进性不退化,就必须打好内功,提高企业的凝聚强度,不断推动企业内部在个人、团队、组织层面对先进观点的学习,用恰当的规章制度固化企业的先进观点,提高思想上的抗干扰能力。而为了帮助观点后进的企业改变观点,就需要增加对该企业的耦合强度,并减少后进企业维系旧观点的凝聚作用的能量和资金的供给,弱化其凝聚强度。如借鉴Partnering项目管理模式的做法,在项目策划阶段由中立的第三方主持协调,签订确定项目长期目标、合作原则和有效沟通机制的合作协议,高级管理层大力推广先进观点,对因持旧观点而造成的工作失误予以惩罚等^[17]。

下面研究观点演化 LS_1 系统的一个特例,即两企业有相同的组织凝聚强度($h_{11} = h_{22} = h$)的情况。

命题3 在观点演化 LS_1 系统中,当双方凝聚强度相同时,双方在任何时刻的观点妥协比都等于他们所受耦合作用的耦合强度之比。当双方平均耦合强度越大时,双方能更快进入观点的均衡状态。

证明:求出凝聚强度相同时两企业的观点演化解 x_1 和 x_2 ,得到两个企业的观点差异 u 关于时间 t 的表达式为

$$u = \frac{\Delta\theta}{h + 2\mu} [h + 2\mu e^{-(h+2\mu)t}] \quad (6)$$

双方观点妥协比的表达式为

$$\frac{\theta_2 - x_2}{x_1 - \theta_1} = \frac{\mu_{21}}{\mu_{12}} \quad (7)$$

由(6)式可知 LS_1 系统的收敛速度由 $h + 2\mu$ 决定。显然平均耦合强度越大,收敛得越快。

命题3说明,若企业2对企业1的影响力大于企业1对企业2的影响力,使在任意时刻企业1做出的妥协幅度大于企业2做出的妥协幅度。从企业观点过渡到均衡状态的收敛速度看,主要由 $h + 2\mu$ 决定,企业对最初观点越坚持或者对他方企业观点越妥协,都会使观点过渡过程越短。但由(6)式可知,凝聚强度 h 增加使最终双方分歧增加。理想的情况是观点先进企业通过增加对后进企业的耦合强度 μ_{12} 来提高 μ ,使整个项目合作组织尽快达到对先进观念的较一致的认可状态。

5 观点演化的非线性动力学

Stacey和McMaster认为企业系统是个复杂的自适应系统^[18,19],它的环境只是个更大的自组织复杂系统。项目合作系统由于包含了多个企业组织,无

疑是一个开放的动态复杂系统,复杂系统的一个本质特征就是要素之间存在着非线性的相互作用。项目合作系统中,成员企业在观点交互的耦合作用下的非线性表现在当两个企业对先进观点认同率相差太大时,通过耦合作用相互妥协的程度将会减少,甚至不再妥协。但是由于存在合作完成项目的意愿,一般不会出现双方交流后两企业观点分歧增加的情况。所以,非线性耦合作用函数应具备随着双方观点分歧增加而先增后减的非单调形式。本研究采用泛化的Gabbay模型^[20]研究组织观点的非线性耦合作用机理。

组织观点演化的非线性动力系统(NS₁)为

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -h_{11}(x_1 - \theta_1) + \mu_{12}B(x_2 - x_1) \\ \dot{x}_2 = \mu_{21}B(x_1 - x_2) - h_{22}(x_2 - \theta_2) \\ B(u) = u \cdot \exp\left[-\frac{(u)^\beta}{\beta}\right] \\ \theta_1, \theta_2, h_{11}, h_{22}, \mu_{12}, \mu_{21} \in (0, 1) \end{cases}$$

其中, λ 为组织积极接受度,反映组织对相异观点的开放性和学习能力; β 为衰减指数,反映组织对相异观点的排斥心理, β 为大于等于2的偶数; λ 和 β 是表征耦合作用的抑制因素的两个参数。非线性耦合函数 $F_{ij}(x_i, x_j) = \mu_{ij}B(x_j - x_i)$ 。函数 $B(u)$ 描述了在 μ_{ij} 不变的条件下,耦合作用的大小正比于线性增长因子 u

和指数衰减因子 $\exp\left[-\frac{(u)^\beta}{\beta}\right]$ 的乘积,说明耦合作用同时受到积极接受和消极排斥两类因素的影响。耦合作用的大小正比于线性增长因子和指数衰减因子的乘积,说明耦合作用同时受到积极接受和消极排斥两类因素的影响。原有的Gabbay模型只是简单地将 λ 和 β 分别设为1和2,从而不能对抑制耦合作用线性增长的因素进行深入研究。泛化模型通过引入 λ 和 β ,详细分析不同非线性耦合参数对系统观点演化的影响。不考虑凝聚作用时,当两个企业的观点差异 $0 < |u| < \lambda$ 时,线性增长因子占主导地位,随着观点差异 $|u|$ 的增加,该组织观点妥协的幅度变化率 $|\dot{x}_i|$ 也增加;当两企业观点差异 $|u| = \lambda$ 时,耦合作用对该组织观点的变化率产生最大的影响;函数到达极值后, $|u| > \lambda$,指数衰减因子占据主动,随着观点差异 $|u|$ 的增加,该组织观点变化率的幅度反而减少直至不再妥协。衰减速度主要由衰减指数 β 控制,衰减指数 β 越大,妥协衰减得越快。

显然,该模型中,当 $\lambda \rightarrow \infty$ 时, $F_{ij} \rightarrow \mu(x_j - x_i)$,即线性耦合函数;当 $\beta \rightarrow \infty$ 时,

$$F_{ij} \rightarrow \begin{cases} \mu(x_j - x_i), & |x_j - x_i| \leq \lambda \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$

是一个只在有限区域内线性耦合的函数。

函数 $B(u)$ 是奇函数,有

$$\begin{aligned} \frac{\partial B(x_2 - x_1)}{\partial x_1} &= -\frac{\partial B(x_2 - x_1)}{\partial x_2} = -\frac{\partial B(x_1 - x_2)}{\partial x_1} \\ &= \frac{\partial B(x_1 - x_2)}{\partial x_2} = -B'(u) \end{aligned}$$

且有

$$\begin{aligned} B'(u) &= \exp\left[-\frac{(u)^\beta}{\beta}\right] \left[1 - \frac{(u)^\beta}{\lambda}\right] \\ &= \frac{B(u) \left[1 - \frac{(u)^\beta}{\lambda}\right]}{u} \end{aligned}$$

根据平衡点定义 $\dot{x}_1 = \dot{x}_2 = 0$,若 h_{11} 或 h_{22} 为零,易知NS₁系统中最终两企业观点完全同化为有企业凝聚作用一方的观点。而 h_{11} 和 h_{22} 同为零时,组织观点演化轨迹与 $h_{11} = h_{22} = 0$ 的线性系统相同,最终两企业观点同化为原来双方观点认同率基值以耦合强度为权的加权平均值 $\frac{\mu_{21}\theta_1 + \mu_{12}\theta_2}{2\mu}$ 。

命题4 在观点演化NS₁系统中,若双方的凝聚作用都不为零,则最终的双方组织观点的妥协幅度与组织的凝聚强度成反比,与组织受到的耦合作用的强度成正比。

证明:若 h_1, h_2 不为零,根据平衡点定义 $\dot{x}_1 = \dot{x}_2 = 0$ 可整理得

$$x_1 - \theta_1 = \frac{B(x_2 - x_1)\mu_{12}}{h_{11}} \quad (8)$$

$$x_2 - \theta_2 = -\frac{B(x_2 - x_1)\mu_{21}}{h_{22}} \quad (9)$$

两式相除后整理可得项目合作系统中两个企业最终观点 x_1^* 与 x_2^* 的让步幅度之比,即

$$\frac{\theta_2 - x_2^*}{x_1^* - \theta_1} = \frac{\mu_{21}}{h_{22}} \frac{h_{11}}{\mu_{12}} \quad (10)$$

命题4说明,在项目合作系统中,企业凝聚作用越强且对另一方有更强耦合作用的企业妥协的幅度小,这一特征与观点演化LS₁系统命题的结论类似。这一命题的实际意义是项目合作中先进企业为了提高项目绩效,不仅要巩固自身的优秀企业文化,还应不断与后进企业沟通,施加影响力,帮助其培养先进的观点,共同进步,如沃尔玛在与供应商的合作项目中就经常向供应商灌输先进的供应链服务理念。

引理1 观点演化NS₁系统存在鞍结点的必要条件是 $G(u, \Delta\theta) \triangleq (u - \Delta\theta)u^\beta + \Delta\theta\lambda^\beta = 0$ 。

证明:将(9)式和(8)式相减,可得

$$u - \Delta\theta = -B(u) \left(\frac{\mu_{21}}{h_{22}} + \frac{\mu_{12}}{h_{11}} \right) = -2\gamma B(u) \quad (11)$$

微分动力方程组(NS₁)的Jacobi矩阵为

$$DF(x) = \begin{bmatrix} -h_1 + \frac{\mu_{12}\partial B(u)}{\partial x_1} & \frac{\mu_{12}\partial B(u)}{\partial x_2} \\ -\frac{\mu_{21}\partial B(u)}{\partial x_1} & -h_2 - \frac{\mu_{21}\partial B(u)}{\partial x_2} \end{bmatrix}$$

其行列式为

$$\begin{aligned} \det[DF(x)] &= h_{11}h_{22} - (h_{11}\mu_{21} + h_{22}\mu_{12}) \cdot \\ &\quad \exp\left[-\frac{(u)^\beta}{\beta}\right] \left[\left(\frac{u}{\lambda}\right)^\beta - 1 \right] \end{aligned}$$

令 $v = (\frac{u}{\lambda})^\beta$, 可以看出行列式在 $v = \beta + 1$ (即 $u = \pm \lambda(\beta + 1)^{\frac{1}{\beta}}$) 时有极值。

根据鞍结点的定义, 有

$$h_1 h_2 - (h_1 \mu_{21} + h_2 \mu_{12}) \exp[-\frac{(\frac{u}{\lambda})^\beta}{\beta}] [(\frac{u}{\lambda})^\beta - 1] = 0 \tag{12}$$

将(12)式乘以 $\frac{u}{h_1 h_2}$, 再将(11)式代入, 可得

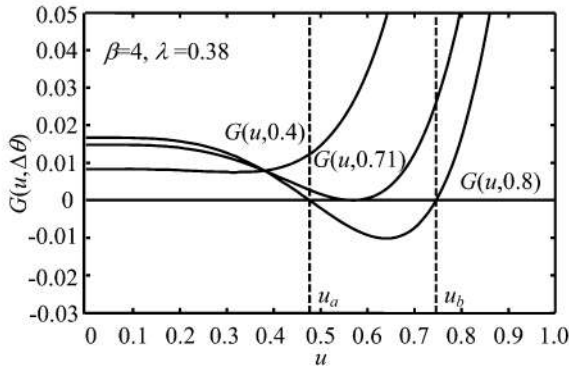
$$u + (u - \Delta\theta) [(\frac{u}{\lambda})^\beta - 1] = 0$$

$$G(u, \Delta\theta) \triangleq (u - \Delta\theta) u^\beta + \Delta\theta \lambda^\beta = 0 \tag{13}$$

可见, NS_1 系统是否存在鞍结点可以用多项式 $G(u, \Delta\theta)$ 能否为零来判断。

命题5 观点演化 NS_1 系统的临界点 $\Delta\theta_c^* = \frac{\lambda(\beta + 1)^{\frac{\beta+1}{\beta}}}{\beta}$ 。当 $\Delta\theta < \Delta\theta_c^*$ 时, 系统有唯一的均衡值; 当 $\Delta\theta > \Delta\theta_c^*$ 时, 随着组织平均内外作用比 γ 的连续变化, 两企业观点均衡值可能会出现两次突变。

证明: 根据引理1可利用多项式 $G(u, \Delta\theta)$ 的根的情况来判断 NS_1 系统是否会发生鞍结点分岔。 $G(u, \Delta\theta)$ 为 $(\beta + 1)$ 阶多项式, 由于系统讨论的范围为 $u \in [0, 1]$, 可以用解析几何的方法分析其在实数的研究域中的多项式根的情况。先画出几个特定参数的 $G(u, \Delta\theta)$ 曲线图, 观察函数的形状, 如图1。可见, 在 $u \in [0, 1]$ 时至多有两个实根。



注: $G(u, \Delta\theta)$ 在 $\beta = 4, \lambda = 0.38$ 的条件下, 在 $[0, 1]$ 区间, $\Delta\theta$ 为 0.40 时没有实根, $\Delta\theta$ 为 0.71 时有 1 个实根, $\Delta\theta$ 为 0.80 时, 有 2 个实根。

图1 函数 $G(u, \Delta\theta)$ 与 u 的关系图
Figure 1 $G(u, \Delta\theta)$ versus u

根据多项式 $G(u, \Delta\theta)$ 关于 u 的极值一阶条件, 可求得多项式 $G(u, \Delta\theta)$ 的极小点为

$$u^* = \frac{\Delta\theta\beta}{\beta + 1} \tag{14}$$

而且当 $0 < u < u^*$ 时, $\frac{\partial G(u, \Delta\theta)}{\partial u} < 0$; 当 $u > u^*$ 时, $\frac{\partial G(u, \Delta\theta)}{\partial u} > 0$ 。

所以, $u = u^*$ 为 $[0, 1]$ 区间内的唯一局部极小值点。

令 $k_c = \frac{\beta}{(\beta + 1)^{\frac{\beta+1}{\beta}}} < \frac{\beta}{\beta + 1} < 1$, 容易验证 k_c 是 β 的

增函数, 且 $\beta \rightarrow \infty, k_c \rightarrow 1$ 。

将(14)式代入多项式 $G(u, \Delta\theta)$, 可得多项式的极小值为

$$G(u^*, \Delta\theta) = \Delta\theta [\lambda^\beta - (k_c \Delta\theta)^\beta] \tag{15}$$

这说明突变只有在 $\lambda < k_c \Delta\theta$ 的情况下才可能发生。

曲线 $G(u, \Delta\theta)$ 与横轴相切时, 可得

$$G(u^*, \Delta\theta) = \Delta\theta [\lambda^\beta - (k_c \Delta\theta)^\beta] = 0$$

当 $\Delta\theta \in (0, 1)$ 时, 可解得

$$\Delta\theta_c^* = \frac{\lambda}{k_c} \quad u_c^* = \frac{\Delta\theta_c^* \beta}{\beta + 1} = \lambda(\beta + 1)^{\frac{1}{\beta}}$$

当 $\Delta\theta < \Delta\theta_c^*$ 时, $G(u, \Delta\theta)$ 极小值为正, NS_1 系统只有一个汇点; 当 $\Delta\theta > \Delta\theta_c^*$ 时, $G(u^*, \Delta\theta)$ 为负值, 结合多项式一阶导数的情况可知, 这时多项式有两个相异实根 $0 < u_a(\Delta\theta) < u_b(\Delta\theta)$, 对应于 NS_1 系统的两个鞍结点。随着平均内外作用比 γ 的变化, 系统可能发生两次鞍结点分岔, 每次分岔将导致一次组织观点的突变。所以, NS_1 系统的临界点有 $\Delta\theta_c^* = \frac{\lambda}{k_c}$ 。

图2描绘了 $\beta = 4, \lambda = 0.38$ 时, 两企业平均内外作用比 γ 的变化对项目合作系统观点演化稳定值的影响。当 γ 由小变大到达突变阈值 γ_b (对应 $u = u_b$) 后, 两企业观点一致性将急剧提高, 本研究将这个突变为趋同突变; 当 γ 由大变小到达突变阈值 γ_a (对应 $u = u_a$) 后, 两组织观点分歧将急剧增大, 本研究称之为决裂突变。

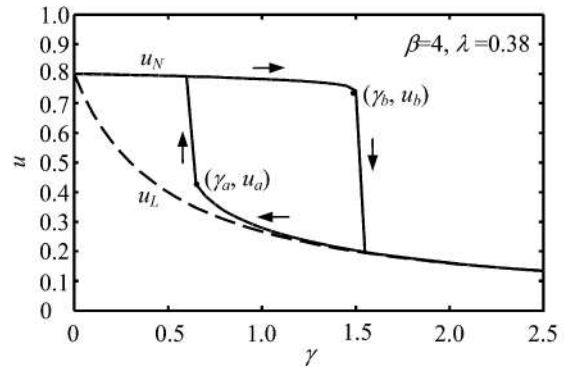


图2 两企业观点差异的稳定值与平均内外作用比的关系图

Figure 2 Steady State Value of the Opinion Difference between Two Parties as a Function of the Mean Value of the Ratio of Coupling Force to Cohesive Force

图2中 u_L 为 LS_1 系统观点演化稳定值(以虚线表示), u_N 为 NS_1 系统观点演化稳定值(以实线表示)。对于线性系统 LS_1 , 当平均内外作用比变化时, 观点演化结果是单稳态的, 而非线性系统 NS_1 在 $\gamma \in [\gamma_a, \gamma_b]$ 区间出现了双稳态现象。图3给出了成员企业观点初始分歧 $\Delta\theta$ 与两次突变时企业观点差异的阈值之间的关系。由图3可以清楚地看到临界现象。

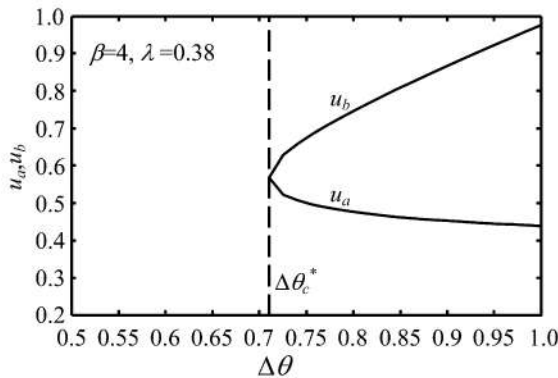


图3 组织观点突变阈值
与组织观点初始分歧的关系图

Figure 3 The Opinion Difference at Bifurcation Points
as a Function of the Initial Opinion Difference

命题5说明,当成员企业的观点初始分歧 $\Delta\theta$ 较小时,通过合作交流,企业的观点会连续地变化到均衡值。这使组织容易根据双方合作的历史情况预测组织员工的观点走势,从而分析出组织观点对项目运作的影响。从耗散理论的角度看,意味着当两个企业的观点差异较小时,整个系统的观点处于平衡态附近,成员企业观点的小涨落并不会对系统产生质的影响,很快会回归到平衡态。而当 $\Delta\theta > \frac{\lambda}{k_c}$ 且企业之间的耦合强度不断增强后,系统会逐渐进入到远离平衡态的非线性区。当平均内外作用比 γ 到达趋同突变阈值 γ_b 附近时,成员企业观点的小涨落将被放大为组织观点趋同的巨涨落,使系统观点达到一个更高级的有序状态。而一旦达到这一状态,项目合作系统的观点的一致性将稳定在较高的水平,而无需投入更多的资源、资金和人员通过高频度的沟通来维系。 γ 的小涨落不会改变这种良好的观点一致状态,这表现为观点演化的路径依赖性。在项目合作初期,如果双方通过细致设计体现先进观点意志的合同以及足够的沟通使双方的观点尽快达到较高的一致状态,则维护组织观点的一致性的成本可以较小;如果因某种原因,如合同、协调规程不合理或沟通不足,在项目合作过程中双方意见始终有较大的差异,因观点差异在合作项目中造成的失误甚至事故将给项目合作组织改变这一状况带来更大的转换成本。

那么,是否只要双方观点初始分歧大于临界值 $\Delta\theta_c^*$ 就一定会发生分岔现象,事实并非如此。根据(11)式可得

$$\gamma = \frac{\Delta\theta - u}{2B(u)} \quad (16)$$

利用多项式 $G(u, \Delta\theta)$ 求根,可以得到项目成员企业观点差异的趋同突变阈值 $u_b(\Delta\theta)$ 和决裂突变阈值 $u_a(\Delta\theta)$ (仿真结果见图3),将其代入(16)式,可以分别求出发生观点决裂突变和趋同突变时组织平均内外作用比的阈值 γ_a 和 γ_b 。根据(13)式和(16)式可以得到如下命题。

命题6 观点演化 NS_1 系统中,两企业观点均衡值出现决裂突变和趋同突变时对应的组织平均内外作用比的阈值 γ_a 和 γ_b 仅与组织观点初始分歧 $\Delta\theta$ 、组织积极接受度 λ 和衰减指数 β 有关。

命题6的意义在于可以通过改变平均内外作用比 γ 争取对企业有利的趋同突变,避免对项目合作不利的决裂突变, γ 的改变又可以通过改变凝聚强度和耦合强度两条途径达到。而以何种程度改变成员企业的原有文化和推进企业间的沟通,又是由成员企业对新观点的开放性和对变化的抵触两种力量的博弈结果决定的,这说明管理实践中成功的项目合作并非有统一的模板,而是具有形式的多样性。

对于组织凝聚强度相同的情况,还可求出平均耦合强度的决裂突变和趋同突变时的阈值 $\mu_a = h\gamma_a$, $\mu_b = h\gamma_b$ 。计算仿真结果可以发现 $\mu_a(\Delta\theta)$ 随观点初始分歧 $\Delta\theta$ 线性增长, $\mu_b(\Delta\theta)$ 随 $\Delta\theta$ 的增加而以超过指数函数的速度增加。由于企业间信息沟通有信息系统构建成本、单位信息沟通成本等资源的制约,必然导致平均耦合强度有个上限 $\hat{\mu}$ 。当 $\mu_b(\Delta\theta)$ 超出上限 $\hat{\mu}$,趋同突变这一有利事件将不可能再发生。如果设 $\hat{\mu} = 0.50$,对于不同的组织积极接受度 λ 和组织观点认同率差值 $\Delta\theta$ 进行计算,可以得到企业间观点演化状态在这两个参数变化时的相图,见图4。

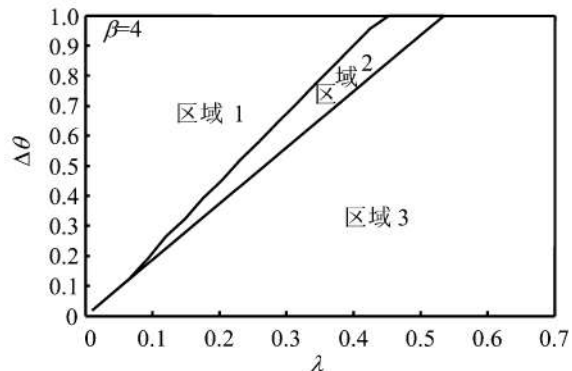


图4 $\lambda, \Delta\theta$ 参数空间中项目合作企业观点演化相图
Figure 4 The Phase Portrait of Opinion
Evolution in the $\lambda, \Delta\theta$ Space

对图4有如下几点说明。①项目成员企业观点交互的均衡状态有3个区域,即组织观点冻结域(区域1)、组织观点分岔域(区域2)和组织观点类线性收敛域(区域3)。②组织观点冻结域中两个企业观点初始分歧相差大且组织对先进观点的积极接受度相对于观点初始分歧又过小,从而双方观点彼此的妥协非常有限,犹如被冻结,这种两个观点差异很大的组织无疑会阻碍合作的有效进行;组织观点类线性收敛域中,两个企业对先进观点的积极接受度相对于观点初始分歧足够大,表现为对合作方的观点有较强的学习意愿,从而在行为上表现为通过合作加深彼此了解,观点逐渐趋同,项目合作的效率也随之提高;组织观点分岔域是个不平凡的区域,在这个区域组织对新观点的积极接受度介于组织观点冻结

域和组织观点类线性收敛域的相应组织之间,这导致初始观点相差较大的组织可能有多稳态的演化结果,既可能是观点冻结也可能是观点趋同。而实际的结果表现出一定的路径依赖性,当双方的平均耦合强度始终没有达到趋同突变的阈值时,双方的观点处于冻结状态;若双方的平均耦合强度突破了趋同突变的阈值,则由于双方足够深入的信息沟通和相互学习使两企业的认同感有了质的飞跃。一旦发生质的飞跃,观点的认同状态就不需要太多的沟通强度来维系,只要能保持不低于决裂突变阈值的信息沟通强度就可以保持较高的成员企业的观点一致性。组织观点分岔域中观点突变现象的存在给予项目管理者一个重要的警示,即项目绩效评价体系除了要包括效果度量、过程度量,还必须将包含合作各方观点交互的关系度量作为合作组织健康状况监控的重要内容^[21]。

最后讨论项目合作组织观点一致性和先进性的矛盾关系。组织观点一致性高,意味着先进观点在两个企业有相近的支持率,但可能是较高的支持率也可能是较低的支持率。高质量的项目需要先进观点在所有成员企业中具有高的支持率,所以必须兼顾观点的一致性和先进性。如前文假设由一个观点先进企业和后进企业组成的项目合作组织中,通过命题4和命题6反映的观点演化均衡的特征和趋同突变的规律可以发现,提高观点先进企业的内外作用比 $\frac{\mu_{21}}{h_{22}}$,会在更易使系统跨越平均内外作用比趋同突变阈值的同时付出企业观点较大让步的代价,而增加后进企业的内外作用比 $\frac{\mu_{12}}{h_{11}}$,既可以让其观点有较大转变,又可以更利于观点趋同突变的发生。所以,提高后进企业的耦合强度和减少其对旧观点的依赖是实现项目合作组织观点兼具先进性和一致性的关键所在。

6 不同参数条件下观点演化的仿真分析

通过计算仿真考察刻画成员企业在对待相异观点的集体心智特征的积极接受度 λ 和衰减指数 β 对项目合作系统观点演化的影响。图5描述了衰减指数 β 对系统突变阈值的影响。当 β 增加,即组织中排斥先进观点的力量较强时,一方面使两企业观点可能发生突变现象的临界值 $\Delta\theta_c^*$ 减小,另一方面也使要实现趋同突变的平均耦合强度阈值增加,也就是说为了能够实现观点趋同突变,企业间必须付出加倍努力来沟通。 β 的继续增加会使观点趋同突变越来越困难,最终导致观点演化只剩下收敛或冻结两种结果。 β 主要由该组织的集体认知模式决定,但是企业之间在项目合作中发生争议和对争议的处理也会对 β 产生一定的影响。争议在项目过程中固然是不可避免的,但处理不当无疑会使 β 增大,从而使达成共识更为困难。所以,建立有效的争议处理系统是保持良好的合作关系的重要措施。

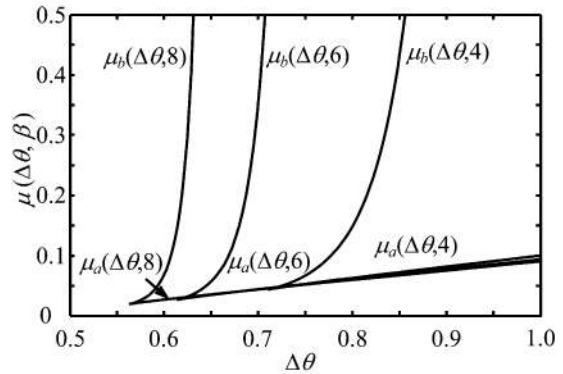


图5 平均耦合强度阈值与组织观点初始分歧的关系图

Figure 5 The Mean Coupling Strength at Bifurcation Points as a Function of the Initial Opinion Differences

图6描述了衰减指数一定($\beta = 4$)的条件下,组织积极接受度 λ 的变化对系统突变的影响。对 λ 在 $[0.400, 0.775]$ 等间距选择了15个数据点,仿真计算出15个不同 λ 值下 μ_c, μ_b 随 $\Delta\theta$ 变化的曲线。由图6可见,组织积极接受度增加,一方面会使两企业观点发生突变现象的临界值 $\Delta\theta_c^*$ 增加,另一方面会使实现趋同突变和决裂突变的平均耦合强度阈值降低。这说明组织以更为开放的心态对待不同的观点,求新求变,会使企业之间的共识更易达成,而且在达成后容易维持。 β 和 λ 是描述企业间观点耦合的关键参数,它们从相对的两个角度反映了企业间观点耦合的非线性特征。

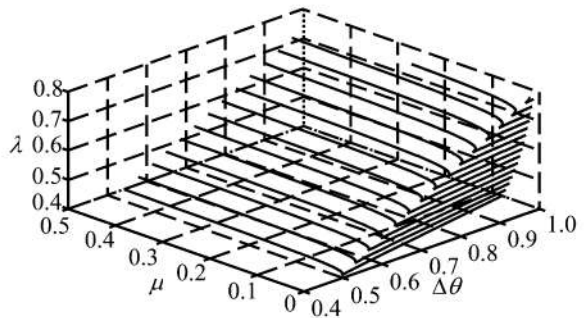


图6 平均耦合强度阈值与积极接受度以及组织观点初始分歧之间的关系图

Figure 6 The Mean Coupling Strength at Bifurcation Points versus Positive Acceptance and the Initial Opinion Difference

7 结论

项目合作组织观点演化系统是一个开放的复杂系统,多元的参与主体增加了项目管理的复杂性。本研究不囿于仅利用复杂系统科学理论对项目合作系统的理论演绎,更进一步利用非线性动力学模型,建立项目合作系统中成员企业观点存在自身凝聚作用和相互耦合作用的一般观点动力学模型,对项目合作组织的观点演化进行深入的分析。在观点的线

性动力学模型中,观点演化的规律与常识相符,但是不会发生协同效应;在与实际更为相符的观点的非线性动力学模型中,观点演化呈现出初始敏感性和路径依赖性。通过数学推导和计算仿真发现观点演化系统存在一块观点分岔域,并找到了演化系统的临界点。当两个成员企业初始观点分歧小于临界值时不会发生突变;当初始观点分歧超过临界值就可能进入观点分岔域,这时当两企业平均内外作用比 γ 超过 γ_0 时,将会形成对项目合作非常有利的趋同突变,而 γ 低于较低的阈值 γ_0 会导致可能对项目合作不利的观点决裂突变。此外,当初始分歧大于临界值时,是否发生以及发生何种突变与成员企业的凝聚强度、耦合强度、对相异观点的开放性以及观点演化的历史状态有关。

通过对观点演化均衡结果的特征和突变阈值的分析发现,对于项目合作组织的管理有如下几点重要启示。①合作项目具有初始敏感性,必须在一开始就要将合作候选企业的企业文化的差异和特征以及合作的历史状态作为重要的考察指标,志同道合的合作伙伴对于项目的合作管理非常重要。②推动企业领导者在企业推行企业文化的改革和项目管理者加强成员企业的沟通是两条能有效地促进项目合作系统产生协同效应的途径。当合作组织在观点上存在较大分歧时,应尽快加强沟通和协商,签订约束参与方行为的合作协议,建立有效的争议处理系统;另一方面,也可以培育后进企业的文化活性,减少其自身的凝聚强度,以便尽快使平均内外作用比到达观点趋同突变的阈值,跳过观点耦合的壁垒自组织地进入更为高级和有序的观点认同状态。建立包含关系度量绩效评估体系和沟通的预警机制,保证必要的沟通,避免发生观点的决裂突变。③为了兼顾组织观点的一致性和先进性,双方组织耦合时的关键是加强对观点后进企业的沟通和培训教育。一方面抓跨组织信息系统和沟通机制建设,提高对其的耦合强度;另一方面抓组织文化的交流,削弱后进企业对旧观点的惯性依附。从耗散理论看,本研究探讨的这种相变也是一种有信息参与的非平衡态转移的相变^[22]。这里的均衡是中小时间尺度的,相对于项目的整个生命周期是短暂的非平衡态。当观点演化到一个均衡后的一段时间,组织的凝聚作用将把新的观点固化,形成新的组织观点基值,如此往复,组织的观点不断从一个有序结构迁移到另一个有序结构。

需要指出的是,本研究模型尽管没有显性地给出系统与环境交换物质、能量、信息的变量,但是模型已经将这种交互作用映射到耦合作用和凝聚作用之中。企业之间加强耦合作用,需要提高耦合的强度,而耦合强度的提高与企业之间的沟通频率和支持沟通的信息系统的建设密不可分,这些都需要组织从外界吸取资金、信息、技术和人才。本研究只对有两个成员企业的项目合作进行分析,对于多个成员企业观点的耦合机制因涉及聚类效应,更为复杂,

这将是以后研究的方向。

参考文献:

- [1] D'aveni R A, Gunther R E. Hypercompetition: Managing the Dynamics of Strategic Maneuvering [M]. New York: Free Press, 1994.
- [2] Nalebuff B J, Brandenburg A M. Co-operation [M]. Philadelphia: Harper Collins Business, 1996.
- [3] Richardson G B. The Organisation of Industry [J]. The Economic Journal, 1972, 82(327): 883-896.
- [4] Gareis R, Huemann M. Project Management Competences in the Project-oriented Organization [M]. Aldershot: Gower, 2000.
- [5] Gray C F, Larson E W. Project Management: The Managerial Process [M]. Chicago: Irwin Professional Pub, 2003.
- [6] Hofstede G J. Cultures and Organizations: Software of the Mind [M]. London: McGraw-Hill Publishing Co., 2005.
- [7] 戴万稳, 赵曙明, 蒋建武, Foster S F. 复杂系统、知识管理与组织学习过程动态模型研究 [J]. 中国软科学, 2006(6): 120-128.
Dai W W, Zhao S M, Jiang J W, Foster S F. Study on the Dynamic Model of Organizational Learning Processes in the Context of Knowledge Management: A Complex System Perspective [J]. China Soft Science, 2006(6): 120-128. (in Chinese)
- [8] Hannan M T, Freeman J. Structural Inertia and Organizational Change [J]. American Sociological Review, 1984, 49(2): 149-164.
- [9] 任佩瑜, 张莉, 宋勇. 基于复杂性科学的管理熵、管理耗散结构理论及其在企业组织与决策中的作用 [J]. 管理世界, 2001(6): 142-147.
Ren P Y, Zhang L, Song Y. Management Entropy Based on Complexity Science, the Theory of Management Dissipative Structure and Their Application in Business Organization and Decision-making [J]. Management World, 2001(6): 142-147. (in Chinese)
- [10] 吴昊, 杨梅英, 陈良猷. 企业间合作竞争关系的自组织分析 [J]. 北京航空航天大学学报(社会科学版), 2004, 17(4): 59-63.
Wu H, Yang M Y, Chen L Y. Analyses of the Complexity and Self-organizing Evolution in Co-competition [J]. Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics (Social Sciences Edition), 2004, 17(4): 59-63. (in Chinese)
- [11] Nowak M A. Five Rules for the Evolution of Cooperation [J]. Science, 2006, 314(5805): 1560-1563.
- [12] Assenza S, Gómez-Gardñes J, Latora V. Enhancement of Cooperation in Highly Clustered Scale-free Networks [J]. Physical Review E, 2008, 78(1): 17101-17103.

- [13] Pusch A, Weber S, Porto M. Impact of Topology on the Dynamical Organization of Cooperation in the Prisoner's Dilemma Game [J]. *Physical Review E*, 2008, 77(3):36120–36125.
- [14] Bordogna C M, Albano E V. Statistical Methods Applied to the Study of Opinion Formation Models: A Brief Overview and Results of a Numerical Study of a Model Based on the Social Impact Theory [J]. *Journal of Physics, Condensed Matter*, 2007, 19(6):65144–65159.
- [15] Fu F, Wang L. Coevolutionary Dynamics of Opinions and Networks: From Diversity to Uniformity [J]. *Physical Review E*, 2008, 78(1):16104–16107.
- [16] Kozma B, Barrat A. Consensus Formation on Adaptive Networks [J]. *Physical Review E*, 2008, 77(1):16102–16111.
- [17] Chan A P C, Chan D W M, Chiang Y H, Tang B S, Chan E, Ho K S K. Exploring Critical Success Factors for Partnering in Construction Projects [J]. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2004, 130(2):188–198.
- [18] Stacey R D. *Experiencing Emergence in Organizations: Local Interaction and the Emergence of Global Pattern* [M]. NY: Routledge, 2005.
- [19] McMaster M D. *The Intelligence Advantage* [M]. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1996.
- [20] Gabbay M. The Effects of Nonlinear Interactions and Network Structure in Small Group Opinion Dynamics [J]. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 2007, 378(1):118–126.
- [21] 孟宪海, 李誉魁, 李小燕. Partnering 模式的组织结构与实施流程 [J]. *建筑经济*, 2006(8):35–38.
- Meng X H, Li Y K, Li X Y. Organizational Structure and Implementation Processes of Partnering Model [J]. *Construction Economy*, 2006(8):35–38. (in Chinese)
- [22] 顾基发, 王浣尘, 唐锡晋. 综合集成方法体系与系统学研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- Gu J F, Wang H C, Tang X J. *Meta-synthesis Method System and Systematology Research* [M]. Beijing: Science Press, 2007. (in Chinese)

Opinion Coupling Dynamics between Cooperative Parties in a Project

ZHU Zhen-tao^{1,2}, ZHOU Jing¹, LI Ping³, CHEN Xing-guang¹, WU Xiao-ling¹

1 School of Management and Engineering, Nanjing University, Nanjing 210093, China

2 College of Economics and Management, Nanjing Institute of Technology, Nanjing 211167, China

3 Department of Basic Sciences, Nanjing Institute of Technology, Nanjing 211167, China

Abstract: The opinion evolution of cooperative enterprises in a project is studied from an integrated perspective of nonlinear dynamic theory, self-organization theory and project management theory. An opinion evolution dynamic mode is developed that allows for the initial opinion difference between member enterprises, the cohesive effect of their own corporate culture and the coupling effect of their cooperative willingness. Dynamic behaviors of member enterprises' opinions in the project is investigated in details under the circumstances of the linear and nonlinear coupling of two cooperative enterprises, respectively. It is found that under the circumstance of nonlinear coupling, three distinctive evolutionary regimes, i. e. an opinion deadlock regime, an opinion linear convergence regime, and an opinion bifurcation regime, may take place. Moreover, the critical value of initial opinion discrepancy between two companies for judging the existence of the opinion bifurcation regime is also derived. In the opinion bifurcation regime, the abrupt convergence of organization's opinions may take place if the communication strength between two member enterprises reaches the upper threshold, while the abrupt divergence happens if the communication strength reduces to and becomes less than the lower threshold. It is also found through the simulation that the abrupt convergence and divergence of organization's opinions are also related to the cooperative enterprises' cohesive force, opening degree to different opinions and cooperative history. The research results reveal the self-organization characteristics of opinion evolution in project cooperative organizations, and may be helpful for project managers in understanding the diversity and emerging mechanism of opinion evolution.

Keywords: project cooperation; coupling effect; nonlinear system; critical phenomenon

Received Date: September 29th, 2009 **Accepted Date:** January 25th, 2010

Funded Project: Supported by the National Natural Science Foundation of China(70831002)

Biography: ZHU Zhen-tao, a Zhejiang Yuyao native(1974 –), is a Ph. D. candidate in the School of Management and Engineering at Nanjing University and is an associated professor in the College of Economics and Management at Nanjing Institute of Technology. His research interests include business systems engineering and complexity management, etc. E-mail: zztnt@gmail.com □