

# 科技企业孵化器、风险投资、在孵企业三方合作网络演化过程的系统动力学分析

赵黎明, 曾鑫

(天津大学 管理与经济学部, 天津 300072)

**摘要:**采用系统动力学对三方合作网络的演化过程进行了研究,意图探讨关键变量对合作绩效与网络优化的影响。研究得出,首先,风险投资机构、在孵企业通过合作参与者的满意度、信任关系直接影响合作绩效,孵化器对在孵企业的投入强度是吸引风投合作的重要因素;其次,网络协调水平依赖于网络中节点的组织能力,它可以促进社会资本的流动、提高网络的集聚程度;第三,节点淘汰率是孵化器可以主动控制的重要调节变量,对保证孵化器的孵化质量、控制网络规模和管理成本具有显著意义。

**关键词:**科技企业孵化器;风险投资;在孵企业;三方合作;系统动力学

**DOI:**10.6049/kjbydc.2012020042

**中图分类号:**G311

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-7348(2012)14-0069-06

## 0 引言

科技企业孵化器、风险投资、在孵企业三方合作是以科技企业孵化器为平台,为推动在孵高新技术创业企业成长,促进风投为其投资而进行的三方合作。与风险投资机构合作是科技企业孵化器网络式发展的一部分,但也是最重要的一部分。Chonwoo Lee<sup>[1]</sup>研究证明,风险投资在众多中介机构中,与孵化器、创业企业绩效提升的相关度最高。三方合作不仅与合作方各自的利益紧密相关,而且能够极大地激发区域经济活力、形成产业集群效应、促进高新技术产业化,从而带来高价值。尽管三方合作一举多得,但我国孵化器的发展水平滞后,风险投资偏向成长性企业,针对在孵企业的孵化工作尚停留在初级阶段。据对深圳孵化器的实地调研结果显示,三方真正能够达成紧密合作的较少,合作网络的聚合程度低,而且大部分孵化器的产业集群效应并不显著,孵化器除提供优良的孵化环境以外,并未发挥 $1+1>2$ 的协同效应。

目前针对孵化器多元化发展的研究多局限于理论框架和单一影响因素,缺乏实证性和多变量相互作用的探讨。以实地调研和理论分析为基础,针对我国孵化器功能滞后的问题,本文将三方合作网络视为一个整体系统,试图应用系统动力学来模拟三方合作网络

的演化过程,从而探讨三方合作影响因素间的相互关系与反馈作用,并针对关键变量,测度其对三方合作绩效及合作网络演化的影响。

## 1 理论分析

### 1.1 三方合作绩效

在现有研究中,针对绩效的研究往往局限于合作对参与者盈利能力、经营绩效以及成本控制的意义。但在实际合作中,各类机构参与合作的目的不尽相同,合作绩效针对不同参与者难以形成统一的标准,因此合作绩效是一个多维复杂的构念,加之合作渗透于企业日常经营,故更难以区分合作带给企业的具体可辨效益。根据行为心理学的理论,合作参与者对其它合作方的信任度、对合作预期结果的满意度往往决定了其合作行为,从而影响合作的未来走向。因此,利用合作者自评有利于测度合作的真实绩效。另外依照社会资本理论,企业通过合作嵌套在某一特定社会网络中,在获取社会资本的同时影响网络结构演化,从而改变企业未来发展的外生网络环境。由此,我们从两方面对三方合作进行绩效测度,即企业层面的经营优化绩效和宏观层面的网络优化绩效。经营优化绩效是由合作带来的短期效应;相互渗透的三方合作嵌入在相对稳定的状态中,但随着合作预期绩效的激励、合作模式

收稿日期:2012-02-05

基金项目:国家自然科学基金项目(70972117)

作者简介:赵黎明(1951—),男,北京人,天津大学教授、博士生导师,研究方向为技术经济及管理、企业战略、科技管理;曾鑫(1985—),女,辽宁沈阳人,天津大学管理与经济学部博士研究生,研究方向为技术经济及管理、企业管理、科技管理。

的创新,导致节点增减、网络集聚程度变化,网络结构特征成为网络节点合作演变、合作经验积累的独特轨迹,因此网络优化绩效是由合作带来的长期效应。

### 1.2 合作参与者的投入程度

在“竞合赢得市场”的现代市场经济时代,经济环境的快速变化是促进各方寻求合作的最直接外部动力,企业希望通过与具有丰富市场拓展能力的机构合作来弥补自身资源的不足,从而缩短其高新技术产业化进程。而在各合作方进行合作网络嵌入的过程中,那些具有更强运营能力、更高信任度的机构更容易获取网络中其它节点的青睐。针对本研究中的三方合作,孵化器在合作中的投入类似于为在孵企业的发展提供某种担保,从而为吸引风险投资投入提供了支持平台,而在孵企业对合作的投入则从根本上体现了其合作诚意。正如 Axelrod 和 Keohane<sup>[2]</sup> 和 Oye<sup>[3]</sup> 所提到的 the shadow of future,过去的投入行为影响人们对未来发展的预判,而未来预判的结果又像投影一样,反过来决定现在的行为,因此合作中各方的投入程度与沟通协调水平为合作的顺利发展奠定了基础。

### 1.3 孵化器的中介作用

根据美国孵化器的发展经验,孵化器的作用不仅仅是空间和简单物业服务的供应者,在孵化器多元化发展过程中,其已经成为一个合作平台的搭建者。通常在三方合作网络中,每个风投节点和在孵企业节点均与孵化器保持连接,那么孵化器作为一个对风投和在孵企业双方的合作需求、运营状态最为了解的中介者,其在合作过程中扮演着重要的“桥梁”作用。

“投资已经开始,尤其是过半之后,如果要改变投资方向或暂停投资,都是一个颇为困难的事情”,因此孵化器对在孵企业严格的培育与筛选机制、全面的孵化服务支撑、税费优惠、运营监督,是促进风投参与合作的重要道德监督与企业保障。能够获得孵化器投入的合作,意味着有更好的发展环境,从而从一定程度上减少投资失败的可能性。另外一方面,蒋同明<sup>[4]</sup> 在研究中指出,科技园区发展成功的关键在于园区内形成了一个完善的创新网络,通过创新网络,园区内企业可以建立长期稳定的创新协作关系。作为各经济区域中高新技术园区的核心组织,孵化器的规模化、品牌化、网络化发展有利于形成园区内的协同效应与产业内的集群效应,成为连接资金网络、资源网络与在孵企业创新网络的中介。

## 2 模型构建

### 2.1 系统界定

根据系统思维理论,系统不仅受宏观环境影响,而且与多个相关系统关联,适度边界的界定有利于将研究重点聚焦在重点影响因素上,从而建立清晰的因果

关系反馈回路模型。从因果关系回路来看,三方合作包含经营优化与网络演化两条回路,子系统内部与子系统之间通过多种形式实现信息交流、知识传递、资金转移,整个网络通过合作进度与网络演化两条反馈回路来实现合作方个体与合作网络系统整体的优化演变。

现有的联盟研究基于不同理论,对公平性、信任、满意、运营能力等主要影响因素均有涉及,但对各因素之间的互动关系、反馈回路尚缺乏深入研究。本文以文献法、问卷调查法、访谈法相结合,应用主成分分析法的实证研究,最终确定三方合作绩效与三方合作网络结构的主要影响因子,并采用路径分析法确立影响因素之间的路径系数,以此作为系统动力学模型建立的依据。

### 2.2 因果关系分析

基于上述理论分析,我们将三方合作网络中的因果关系回路归纳为经营优化反馈回路与网络演化反馈回路,具体分析如下:

(1)经营优化反馈回路。三方合作的动力来源于对自身收益提高的预期,即风投机构为获得利益寻求合作,在孵企业为获取必要的社会资源而寻求合作,孵化器由于具有政府支持背景,故为实现促进区域经济发展的社会责任而寻求合作。三方合作嵌入合作网络的动机虽然不同,但合作目的均是通过在孵企业的成活来实现投资回报的。各方机构的合作绩效预期越高,合作动力越强,合作概率就越大。在具体合作过程中,三方机构分别向合作网络投入自己的资金、技术、市场拓展资源、管理技能等;在孵企业通过对社会资本的吸收、内化来加速企业发展、增强企业竞争力。各方投入力度越大,其他合作者的满意度、信任度就越强,在孵企业的成活率也就越高。合作各方实际从合作中所获取的收益达到预期收益的程度,决定了合作者所感受到的合作能带来的绩效高低,从而进一步刺激其寻求新合作的动力。

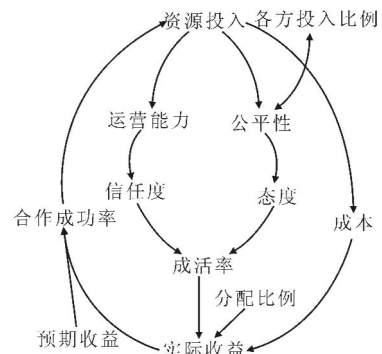


图1 三方合作经营优化绩效影响因素的因果关系

(2)网络演化反馈回路。根据理论分析,三方的合

作绩效不仅仅停留于盈利层面,还包括三方机构在各自行业网络中结构地位、影响力的提升,以及三方合作网络整体结构的优化,具体包括规模的扩大、网络集聚程度的提升、网络粘性的增强等方面,我们将其定义为网络优化绩效。提升网络优化绩效最根本的动力,是嵌入网络的机构能够从中获取足够的互补性资源和网络节点活跃度。对于本文中的网络而言,网络合作成功率是网络优化的推动力,合作成功率越高,能够吸引到的新节点越多,再次合作或新合作的概率也越高,而反复合作的经历能够加强合作参与者的网络组织能力,使网络节点的协同能力得到提升,网络粘度越来越高,最终使得稀松的网络结构向小世界网络模型演化。

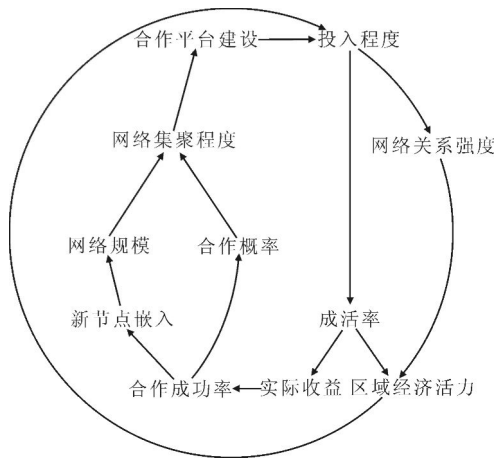


图 2 三方合作网络优化绩效影响因素的因果关系

### 2.3 系统动力流图

在考虑了各影响因素因果关系可量化的基础上,将两个因果关系图进行适当简化并耦合,得出三方合作网络演化过程流图(如图 3 所示)。本研究的初始数据以及变量关系的确定主要来自 2011 年针对“三方合作绩效影响因素调研”的路径分析结果。该调研在山东、天津、深圳总共发放调查问卷 1 000 份,收回有效问卷 204 份,有效回收率 20.4%,问卷信度与结构效度较高。

### 3 三方合作网络的演化仿真模拟

应用三方合作网络模型进行仿真模拟的意义在于,更为形象地体现合作网络中关键变量的演化过程和相互关系。通过这一模型,合作参与者可以形象地看到不同合作行为对目标实现与网络演化的影响,同时帮助科技企业孵化器以及政府决策者通过对变量的控制,实现孵化器发展目标和区域经济发展目标。

#### 3.1 改变三方合作者投入强度

合作中的投入主要来自风投、在孵企业、孵化器和政府。三方合作的投入强度通过在孵企业运营能力的提升、各方投入公平性的权衡,决定了参与者对合作的信任度与满意度,进而影响合作的未来走势。下面假设影响合作发展的各主体投入强度分别增加 1%,通过模型仿真模拟,主要绩效评价指数的输出结果如图 4 所示。

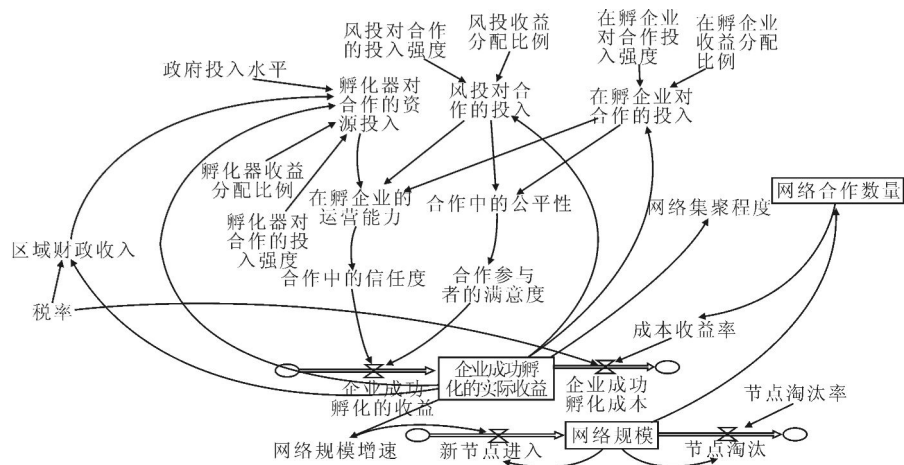


图 3 三方合作网络演化过程流

由图 4 可以看出,在孵企业和风投作为合作的直接参与者与受益者,其投入强度的变化对经营优化绩效与网络优化绩效的影响最为显著;其次是孵化器的投入强度,孵化器作为合作的中介,其通过降低在孵企业运营成本、提供便利资源和适度监督,间接实现了对合作的投入,说明孵化器对合作建立的引导与促进作用至关重要;最后是政府投入,孵化器通常肩负着激发区域经

济发展活力的重任,具备政府支持背景,因此政府对高新技术新创企业与孵化器发展的支持也构成三方合作中重要的外部投入,但政府对高新技术企业的支持往往体现在宏观层面上,相比之下,孵化器的支持更为直接。

#### 3.2 改变沟通协调能力的影

各方主体对合作的投入并不是简单的叠加关系,而是通过各机构之间的协调沟通,包括伙伴筛选、信息

协同、知识协同、组织协同等多方面,实现不同机构之间的协同,达到 1+1>2 的效果。下面假设依次提升

合作中的沟通协同水平,通过模型的仿真模拟,主要绩效评价指数的输出结果如图 5 所示。

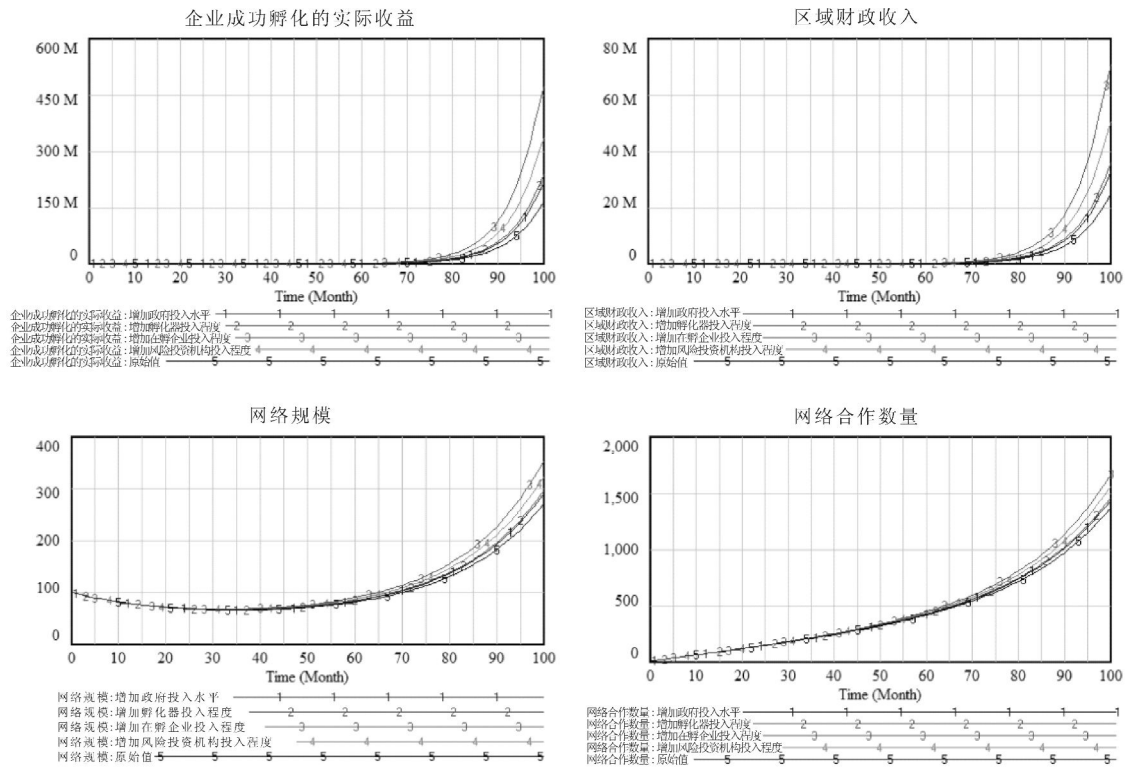


图 4 增加合作参与者投入强度对合作绩效的影响

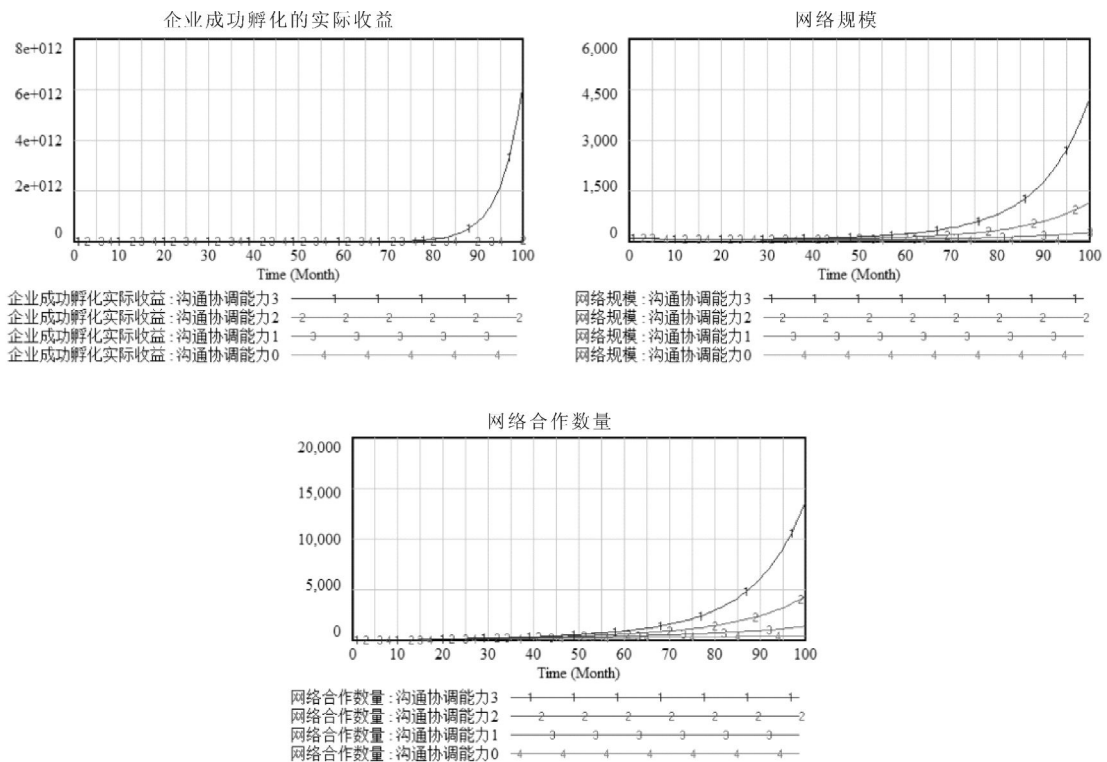


图 5 参与者沟通协调水平的改变对合作绩效的影响

从图中可以看出,无论是经营优化绩效还是网络优化绩效,都对沟通协调水平的改变具有较强的敏感度,而经营优化绩效的提升尤为显著。经过初始的积累阶段,沟通协调水平的提升能够大大增加合作收益,而网络中的合作数量以超过网络规模的增长速度增加,能够有效提高网络聚合系数,实现网络社会资本存量的增加、流速的加快与优化利用。

### 3.3 改变孵化器节点淘汰率的影响

孵化器作为在孵企业主要的孵化机构,通过一定的筛选机制可以达到提升整体孵化质量和孵化效率的作用,使有限资源得到更好的配置。下面假设依次提高孵化器节点的淘汰率,经过模型的仿真模拟,主要绩效评价指标输出结果如图 6 所示。

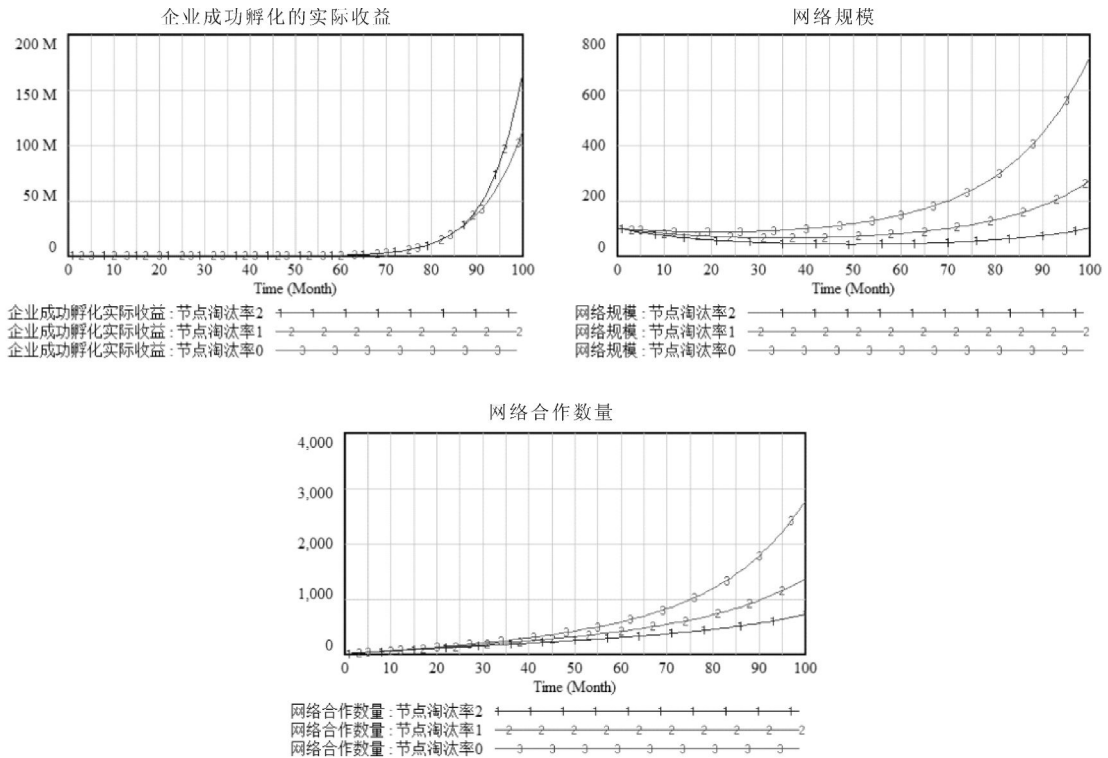


图 6 改变孵化器节点淘汰率对合作绩效及网络特性的影响

从图中可以看出,节点淘汰率的提高在一定程度上可以增大企业成功孵化的实际收益,尽管它会降低合作网络的整体规模与网络中可能存在的合作数量,但从质量上保证了每一个具体合作项目的收益率。此外在开始阶段,网络规模可能因为节点被淘汰而呈现增速放缓趋势,甚至负增长,但随着时间的推移,成功孵化后的收益吸引新节点的增速将超过节点的淘汰率,从而实现网络规模的有效扩大。

## 4 实践指导意义和局限性

本文采用系统动力学对科技企业孵化器、风险投资、在孵企业三方合作网络的演化过程进行研究,立足于三方合作价值创造与合作网络的演化过程,试图探讨三方合作中参与主体的投入程度、孵化器中介机制,以及孵化器的淘汰机制对合作经营优化绩效与网络优化绩效的影响,从而为实际改善三方合作现状、优化合作网络、促进孵化器运营能力提升提供指导性的建议。

首先,风险投资机构和在孵企业作为合作的直接参与者和受益者,其对合作的投入包括资金、技术、信

息等。投入程度不仅决定了各方投入收益的公平性,而且能够影响合作参与者的满意度和信任关系。公平感能带来积极的合作行为,而任何一方的失衡状态都可能通过采取负面的合作行为而进行纠正,以达到低标准的平衡<sup>[5]</sup>。其次孵化器依靠政府支持,肩负振兴区域经济发展的重任,其对在孵企业的税费减免、服务支持、协助管理、产品推介等的投入,是吸引风险投资合作的重要砝码,因此在未来发展中对孵化器的自身品牌建设、功能升级等工作亟待完善。

其次,网络协调水平依赖于网络节点的组织能力,组织能力强的节点更能有效地将外部社会资本内化,从而促进社会资本的流动。Gulati<sup>[6]</sup>指出,组织能力(organizational capabilities)能够使企业更容易地嵌入到合作这一复杂的组织形式中,而企业“建立合作”能力的积累往往源于过去合作经验的积累<sup>[7][8]</sup>。在三方合作中,由于资源、经验的稀缺,新创企业的组织能力受到限制,所以合作网络的沟通协调水平更多地依赖于风投和孵化器,其中孵化器是重要途径。孵化器的协同工作在促进产业集群发展、信息透明度方面具有

优势,即通过增强合作网络的聚集程度来改善三方合作网络松散的现状,逐渐形成 Watts 和 Strogatz 提出的小世界网络模型特性<sup>[9]</sup>,通过较短的网络路径与较高的聚合系数,使网络中的资源与信息更迅速地流动,从而提高网络整体协同效应。

第三,节点淘汰率是孵化器可以主动控制的重要调节变量,对保证孵化器孵化质量、控制网络规模、降低管理成本具有显著意义。同时随着孵化器的发展,提高孵化器运营水平、建立孵化器品牌已经成为一种趋势,对淘汰率的灵活控制是树立孵化器品牌形象的重要手段。

本文研究受数据限制,仅仅对三方合作网络的演化进行系统动力学的模拟仿真,研究的意义在于提供了对关键变量影响力的直观认识,但还需要对三方合作网络的演化模型进行深一步的实证研究与检验。

#### 参考文献:

[1] CHOONWOO LEE, KYUNGMOOK LEE, JOHANNES M. PENNING. Internal capabilities, external networks, and performance: a study on technology-based ventures[J]. Strategic Management Journal, 2001, 22: 615-640.

- [2] AXELROD, R. & KEOHANE, R. O. Achieving cooperation under anarchy: strategies and institutions [J]. In K. A. Oye (Ed.), Cooperation Under Anarchy, Princeton [M]. NJ: Princeton University Press, 1986: 226-254.
- [3] OYE, K. A. (Ed.). Cooperation under anarchy. Princeton [M]. NJ: Princeton University Press, 1986.
- [4] 蒋同明. 科技园区创新网络结构特征测度的仿真研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2011, 32(1): 78-81.
- [5] 李垣, 杨知评, 史会斌. 程序公平和分配公平影响联盟绩效的机理研究[J]. 管理学报, 2009, 6(6): 759-766
- [6] RANJAY GULATI. Network location and learning: the influence of network resources and firm capabilities on alliance formation [J]. Strategic Management Journal, 1999, 20(5): 397-420.
- [7] BARNEY, J. B. . Firm resources and sustained competitive advantage [J]. Journal of Management, 1991, 17: 99-120.
- [8] DIERICKX, I. AND K. COOL. Asset stock accumulation and the sustainability of competitive advantage [J]. Management Scienc, 1989, 35: 1504-1511.
- [9] DUNCAN J. WATTS, STEVEN H. STROGATZ. Collective dynamics of "small-world" networks [J]. Nature, 1998, 393(4): 40-442.

(责任编辑:胡俊健)

## System Dynamic Analysis on the Evolution of the Tripartite Collaboration Network of "Technology Business Incubator, Venture Capital, and Start ups"

Zhao Liming, Zeng Xin

(School of Management, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

**Abstract:** This paper made a system dynamics analysis on the tripartite collaboration network, trying to explore the effect of key variables on cooperative performance and optimization of network. And the following conclusions were drawn: first, venture capitals and start-ups' investment to collaboration affects the performance of collaboration through participants' satisfaction and trust, while incubator's investment in the tenants is the key factor to attract venture capital. Secondly, the network coordination level, depending on participants' organizational capability, promotes social capital flow and network clustering coefficient. Third, attrition rate is an important variable of remarkable significance, which incubator can actively control to ensure the incubation quality, control network scale and management cost.

**Key Words:** Technology Business Incubator; Venture Capital; Incubated Enterprises; Tripartite Collaboration; System Dynamics