

文章编号:1000-2995(2013)08-008-0001

企业网络能力、创新结构与复杂产品 系统创新关系研究

冉 龙^{1,2}, 陈 劲³, 董富全³

- (1. 浙江大学管理学院, 浙江 杭州 310027;
2. 杭州市地铁集团有限责任公司, 浙江 杭州 310020;
3. 浙江大学公共管理学院, 浙江 杭州 310027)

摘要:随着我国基础设施的持续投资以及现代工业体系的建设推进,复杂产品的系统创新问题已经成为政府和理论界所共同关注的话题。本文以案例研究作为主要方法,对浦镇公司1949年至2012年的创新过程进行研究,主要结论如下:复杂产品系统创新通过企业网络能力、创新结构和创新模式共同协同演化而成,并在这个过程中呈现出自组织行为的阶段性特征,即:(1) 涨落阶段:系统企业通过网络能力形成了有利于利用式创新模式的结构;(2) 役使阶段:系统企业通过网络能力形成了有利于探索式创新模式的结构;(3) 相变阶段:系统企业通过网络能力形成了利用式创新和探索式创新协同的结构。

关键词:复杂产品系统创新;网络能力;创新结构

中图分类号: F272.3

文献标识码: A

1 引言

1.1 研究价值

近年来,随着我国在基础设施方面的投资规模不断增大,以大型计算机、高铁、航空航天业、港口造船业等为代表,具有典型复杂产品系统特征(Miller et al., 1995)^[1]的现代工业体系建设已经逐步在当今社会中扮演着越来越重要的角色。复杂产品系统是指研发成本高、技术密集型的、单件或小批量生产的大型产品、系统或基础设施(Hobday 1998; Hansen&Rush 1998)^[2,3]。复杂产品系统通过在系统网络内占据主导地位的焦点企业与其他成员之间的相互作用(Miller et al.,

1995)^[1],形成具有寡头垄断结构、有限的交易数量、有限竞争等结构性特征(Hobday 2000)^[4]。然而,京沪高铁故障频发,723 动车追尾事故等现象屡见报端,核心技术和关键零部件制造能力仍严重依赖国外,使人们逐渐认识到我国复杂产品系统创新建设存在一系列的问题。因此,如何提高复杂产品系统创新能力,进一步提高产品国际竞争力已经是亟待解决的现实问题。

1.2 研究现状

(1) 复杂产品系统创新的自组织理论。Mike (1998)^[5], Hansen 和 Rush (1998)^[6]在定义复杂产品系统概念的时候指出,复杂产品系统创新具有系统网络结构形成与技术创新模式协同演化的特征,这个过程有别于大规模制造的产品创新

收稿日期:2012-04-05;修回日期:2013-06-05.

作者简介:冉 龙(1981-),男(汉),贵州湄潭人,浙江大学管理学院(博士生),研究方向:技术创新,创新管理。

陈 劲(1969-),男(汉),浙江余姚人,浙江大学公共管理学院(教授、博士生导师),研究方向:创新管理,技术创新。

董富全(1975-),男(汉),山东商河人,浙江大学公共管理学院(博士生),研究方向:服务业创新,知识管理。

(Brady&Tools 1995, 盛亚 & 尹宝兴, 2009)^[7,8], 它具有将研发过程和生产过程相融合的阶段性特征(陈劲等, 2005)^[9]。Kash 和 Rycroft(2000)^[10]进一步将复杂产品系统创新的演化分为变化转换阶段、正常阶段和跳跃式发展阶段,并分析了不同阶段中焦点企业学习能力与技术创新模式之间的关系特征。Gann 和 Salter(2000)^[11], Mike(2000)^[12]研究了在创新的不同阶段中焦点企业是如何进行有效创新的,他们认为动态的项目管理有利于焦点企业与供应商、用户之间的合作。Davis(1997)通过分析电信企业的复杂产品系统创新过程研究了焦点企业、系统创新网络演化之间的关系。

Miller 等人(1995)^[1], Kash 和 Rycroft(2000)^[10]从网络自组织演化的视角研究复杂产品系统创新,他们认为复杂产品系统的创新过程不仅需要网络中承包商、集成商、供应商、客户等在产业链、技术链上的合作(Gann & Salter 2000)^[11];还需要政府、研究机构等形成跨组织知识联盟(童亮 & 陈劲, 2007)^[13],具有开放性、非线性和非平衡性的自组织网络特征(Miller et al., 1995)^[1]。Dosi(1982)^[14]从自组织视角解释了集群系统创新过程的两个阶段,即技术范式——技术轨道模式,以此说明了在原有技术范式中的自稳定过程和新旧技术范式交替时表现出来的自重组过程。以往研究指出了复杂产品系统创新是一个阶段性的动态演化过程,而对于这种阶段性演化的产生途径,内在的作用机理等问题并未有太多的涉及。本文认为主要有以下两个方面的原因:首先,复杂产品系统创新是一个多主体共同作用的结果,其作用过程是一个时间函数,由于研究对象的复杂性和动态性,很难对其进行有效观测。其次,复杂产品系统创新的产生原因、作用关系以及不同阶段影响因素的复杂性都使得现有的理论研究很难抽象出其内在逻辑分析框架。鉴于传统研究的局限性,借助自组织理论来对复杂产品创新系统进行有效分析就显得十分必要。

(2)复杂产品系统创新模式。有关创新模式的研究主要集中在技术创新领域中, Benner 和 Tushman(2002)^[15]、He 和 Wong(2004)^[16]根据企业技术创新发展轨迹将创新模式分为探索式创新和利用式创新两种。其中,探索式创新是指在

打破传统的技术束缚基础上的突破式创新行为,是新技术模式的开发和新机会的探求(March, 1991)^[17],反映了企业通过全新的知识获取或创造,获得重大的技术创新、工艺创新及产品创新,譬如:设计新产品、进入新市场等。利用式创新往往是在传统的技术基础上进行改良的渐进式创新行为,是知识、技能的积累和技术、设计的延伸(Levinthal & March, 1993)^[18],譬如:技术或产品的升级等。Dosi(1982)、Miller 等人(1995)、Hobday(1998)、Kash 和 Rycroft(2000)^[1,2,10,14]的研究指出,在复杂产品系统创新的初始阶段,企业更多的采用的是利用式创新模式;当进入更为深层次的创新过程时,企业往往会采用探索式创新模式。然而,针对在复杂产品系统创新的不同阶段,不同的创新模式之间是如何转化的,系统内成员是如何构建相应的组织结构以适应不同阶段的创新模式这些问题,现有研究却并未涉及。本文就是通过对现有案例进行研究,以此探究复杂产品系统创新的理论分析框架。

2 研究设计

2.1 研究假设

复杂产品系统创新的过程实质上是面对不同的创新环境的变化时企业创新结构、创新模式的共同演化过程。企业会通过发现、评估和有效选择合作伙伴的网络能力(Hakansson et al., 2009; MÖller & Halinen, 1999)^[19,20],并管理和利用与每个合作伙伴关系的网络能力(Ritter, 1999; Salman & Saives, 2005)^[21,22],从而形成以企业、研究机构、大专院校为核心元素,以政府、中介机构为辅助要素的多主体协同创新的网络结构(陈劲, 2011)^[23]。进一步分析,由于创新结构的变化,使得企业技术创新与企业知识基础、创新幅度、技术轨迹关系的变化(Benner et al., 2002; He & Wang, 2004)^[24,16]。因此,企业创新模式的选择的也会发生相应的变动。

对此,本文提出假设 1:复杂产品系统创新是一个系统演化的过程,它通过网络能力、创新结构和创新模式共同协同演化而成。

复杂产品系统创新并不是一个“突进式”的过程,而是一个具有“渐进式”演变过程,具有典

型的非线性阶段协同的创新特征(Sahal, 1985; Arthur, 1993; Hobday, 1998)。^[25,21]

由此,本文提出研究假设2:在企业网络能力、创新结构和创新模式协同演变下,复杂产品系统创新呈现出自组织行为的阶段性特征。

2.2 研究方法

复杂产品系统创新是一个复杂的动态过程,其理论分析框架的构建是一个全新的构思领域。因此,本文决定采用探索式时序案例分析方法对其进行研究。采用时序分析方法的目的在于找到前后时间跨度中的变化轨迹(Yin, 2003)^[26],能够对复杂产品系统创新的动态过程进行更为细致与精确的检验。采用探索式案例研究是通过直接观察原始的社会现象来发现理论(Glaser, 1967),其目的在于解决处于理论空白或已有文献所不能解释的问题(吴金希,于永达, 2004)^[27],并构建严格的分析框架(Tellis, et al., 1997)^[28]。

2.3 研究样本

作者在具体样本的选择中,走访了中国南车南京浦镇车辆有限公司、杭州南车城市轨道交通车辆有限公司、中国南车株洲电力机车有限公司、杭州汽轮机股份有限公司等数家具有生产复杂产品特性的企业的过程中发现如下现象:(1)不同企业对复杂产品系统创新的发生过程的观点不尽相同:有的认为复杂产品系统创新并不是“一蹴而就”的事情,而是在大量历史经验的累积下完成的,有的认为复杂产品系统创新是在一系列偶然机会下促成的;(2)不同创新模式下,企业发展轨迹和成功模式有巨大差异。因此,基于理论和现实的需要,作者邀请来自高校、企业等不同背景的3位专家对收集到的典型案例进行初步审核,以确保选取的案例的代表性,在获得专家们一致认可后,确定了南京浦镇作为本文的样本。

为提高研究的内在信度,作者对调研获得的案例材料进行归纳和整理,并及时以邮件和电话形式与浦镇公司有关访谈人员进行多次沟通确认,以确保材料的真实性和准确性。本研究通过对企业内部报刊及高校财经数据库(infobank)的检索收集了国内外相关权威媒体对浦镇公司的报道,有效补充了样本资料。

2.4 研究变量

网络能力:从企业主体的角度出发,网络能力

就是企业在网络中处理各种关系的能力,这是基于关系联结视角认识的网络能力(Möller et al., 1999)^[20]。从整个网络的角度出发,网络能力是处在网络不同结构位置的企业适应网络结构要求、改善自身所处网络位置、调节结构密度的能力(Gilting et al., 2005)^[29]。

创新结构:是指在复杂产品系统创新过程中由核心企业(系统集成商)与为其配套的其他企业、高校、研究机构、政府等组成的网络结构。复杂产品系统创新就是由这些网络主体间发生的物质、资金、信息、技术等资源要素流动所构成的。本文所定义的复杂产品系统创新的网络结构范畴是由核心企业及其相关联企业所构成的网络集合。

创新模式:本文根据技术创新与企业知识基础、创新幅度、技术轨迹关系的差异将技术创新模式分为了探索式创新和利用式创新两种模式(Benner & Tushman, 2002; He & Wang, 2004)^[24,16]。

2.5 数据获取

作者首先通过网络公开资料的搜集获取生产复杂产品企业样本的基本信息,进而与样本企业取得联系,获得企业的基础信息,由此确定每家样本企业的访谈对象和访谈计划。中国南车南京浦镇车辆有限公司专门派请技术部门的领导与作者进行直接交流,通过一对一的半结构化访谈获取了更加直观具体的案例信息。作者最后将样本企业的案例材料进行整理,发回相应的访谈对象征求意见以确保材料能够真切地反映现实情况,访谈对象都通过电话提出了他们的补充或修改建议。

3 案例分析

3.1 中国南车南京浦镇车辆有限公司概况

南车南京浦镇车辆有限公司(简称浦镇公司)始建于1908年,位于江苏省南京市浦口区,是中国南车股份有限公司旗下的全资子公司。自公司创建以来,始终以技术创新作为发展的重点战略,通过产学研合作、企业间技术合作等多种创新模式,逐步建立了具有核心竞争力的自主创新体系,并因此取得了一系列成果,成为中国四大铁路

客车制造企业之一。

浦镇公司目前生产的各型铁路客车产品配属全国 19 个铁路局(公司),自主研制的具有国际一流水准的动车组和城市轨道车辆批量出口到多个国家和地区,已成为中国南车重要的出口基地,是城市轨道交通车辆国产化首批定点生产企业。2009 年实现销售收入达 50.16 亿元,从事研究和新产品开发的员工有 523 名,占员工总数的 12.17%。随着公司业务阶段性发展,浦镇公司与供应商、研究机构、高校等组织,构建相应的技术合作等方面的网络关系,形成多层次的技术创新体系,例如:通过产学研与铁科院、同济大学等院校产学研合作项目 27 项。从 2006 年到 2009 年,公司累积申报和获授权专利 100 余项是江苏省高新技术企业。

3.2 浦镇公司创新网络演化

Kash 和 Rycraft (2000)^[10]认为影响复杂产品系统创新的主要因素集中在创新网络的形成和创新模式的选择上。本文主要从合作范围和规模来衡量创新网络(Baum et al., 2000; Cummings, 2004; Gilsing et al., 2005)^[29,30],从利用式创新和探索式创新两种模式来刻画创新模式的演变特征的(Hansen, 1999; Dyer & Nobeoka, 2000; Levin & Cross, 2004)^[31-33]。根据创新网络和创新模式的不同特征可以将浦镇公司的发展史分为三个阶段,从对这三个阶段的分析可以得出浦镇公司创新结构和创新模式的演化规律。

(1)第一阶段(1949—1999):早在 1980 年代前,铁道部南京浦镇车辆厂主要是铁路客车修理工厂,主要从事修理铁路运行的各种型号的 22 型客车生产,此时公司的技术创新能力还未形成。1980 年开始,公司开始对铁路新型转向架和 25 型新型客车以及 25 型双层客车进行研发和生产,由于铁路产品的专业性,南京浦镇车辆厂通过一系列的网络合作伙伴的筛选与协调(M?ller & Halinen, 1999)^[20],与西南交通大学、北方交通大学等国内铁路高校以及铁道部科学研究院、西方机车车辆研究所等国内铁路研究所之间建立了合作关系,进行产品研发;同时为提高企业的技术能力,专门针对重点技术突破与南京大学、东南大学等国内重点大学之间建立了合作关系。正是通过这种发现、评估和有效选择合作伙伴的能力

(Hagedoom et al., 2006),公司从对铁路客车、动车及关键零部件的制造开始,积累了大量的城轨技术和生产城轨车辆的能力。此时的创新网络显现出以下两方面特征:第一,合作范围和规模都较窄。当时,浦镇公司选择合作的对象一般都是铁道专业院校为主,合作范围全部都是国内大专院校且合作规模一般都比较小;第二,技术创新模式以利用式创新为主,主要是在原有技术上进行修改、提升,例如公司研制的中短途空调双层客车和准高速空调双层客车等。

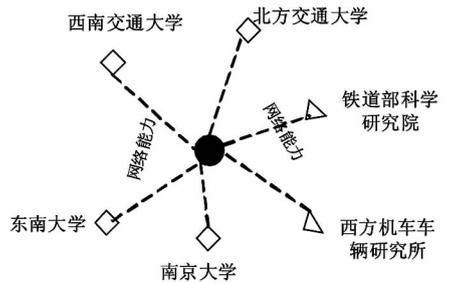


图 1 浦镇公司创新网络结构图(1949—1999 年)

Figure. 1 Innovative network structure of Puzhen Corporation (1949—1999)

(2)第二阶段(1999—2008):这个阶段是南车南京浦镇车辆有限公司城轨产品和技术的发展关键期。1999 年 3 月 19 日,国家计委发文明确中国南车集团南京浦镇车辆厂为我国城轨车辆生产定点厂,此后公司城轨事业部得到了快速的发展。2006 年,浦镇公司、新加坡麦达斯控股有限公司、新力博交通装备投资租赁有限公司、南京高新技术开发总公司和南京市浦口区国有资产投资经营有限公司,共同筹资组建了南京南车浦镇城轨车辆有限责任公司,该公司具备设计、制造现代化城轨车辆的能力。该阶段浦镇公司的创新网络呈现出以下特征:第一,合作对象发生变化,由原来的仅和高校、研究院的合作转向行业内供应商、集成商等的协同合作,并通过管理和利用与每个成员之间的关系能力(Ritter, 1999)^[21],形成相应的创新体系。例如:2000 年 2 月 18 日公司与法国 ALSTOM 公司签订关于上海明珠线地铁车辆项目车体、转向架制造及车辆总装的合作协议。从 2002 年到 2008 年以浦镇公司牵头和 ALSTOM 公司组成的联合体又分别签订了南京 1 号线、上

海2号线西延线等7个项目的城轨项目。第二,合作规模和范围开始迅速增加,公司合作范围从原来的国内研究机构扩展到国际研究机构。开始和上海同济大学、西南交通大学、铁道部科学研究所、法国MBD公司、瑞士ABB公司、德国柏林工业大学、德国LOGOMOTIVE公司等国内外高等院校、研究所以及世界知名公司进行技术上合作,并形成了由供应商、集成商、研究机构、大学共同组成的技术创新网络的雏形(如图2)。第三,创新模式发生了重大变化,公司由原来仅仅在消化和吸收技术的基础上,开始形成探索式创新为主的技术、工艺及产品等方向的突破性发展,如在2003年公司专门成立了城轨技术研究所,从原来仅仅是消化和吸收ALSTOM公司的城轨技术向开发、形成自己的核心技术转变。

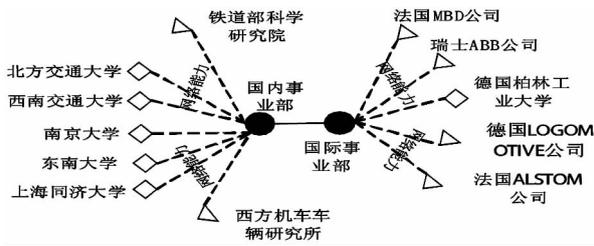


图2 浦镇公司创新网络结构图(1999-2008年)

Figure.2 Innovative network structure of Puzhen Corporation (1999-2008)

(3)第三阶段(2008—至今):经过前期的积累,南车南京浦镇车辆有限公司城轨车辆技术进入了成熟期。在公司经历城轨技术第二阶段的跨越后,在城轨车辆方面开始形成自主创新能力。特别是2008年4月,浦镇公司签订了南京1号线南延线项目国产化4列(24辆)A型铝合金车供货合同,是该公司从负责生产组装到独立设计制造城轨车辆的首个项目。在这个阶段,浦镇公司通过不断调整其网络范围和位置,形成了以浦镇为核心,以供应商、集成商、客户、国内外科研院所、高等院校、政府以及其他城轨制造企业为节点的创新网络,并具有以下特征:第一,合作范围和规模进一步扩大。在这个阶段,由于网络联系的多向性和复杂性,迅速提高了浦镇公司网络管理能力,公司利用这种跨关系能力、信息优势、位置优势(Ritter, 1999; Ritter et al., 2002; Ritter &

Gemüden, 2003)^[21, 34, 35],显著提升了创新水平。例如:公司后续在印度孟买地铁1号线、杭州地铁1号线、苏州地铁1、2号线、上海13号线、深圳4号线、南京3、10号线、东莞线等项目的跟进中就充分发挥了创新网络优势,使得公司从设计到制造的能力得到显著提高,并得到业内的一致认可。第二,创新模式呈现出多样化趋势。在共建实验室、合资、战略联盟等多种形式的合作模式下,公司除了在原有技术的基础上进一步开发外,还积极进行以自主创新为基础下的探索式创新研究。例如:在城轨车辆关键技术如列车牵引、CANopen网络技术等方面的突破。形成了利用式创新和探索式创新协同发展的模式。

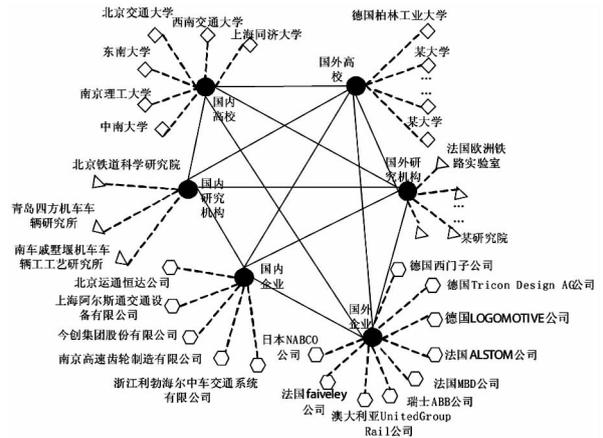


图3 浦镇公司创新网络结构图(2008-至今)

Figure.3 Innovative network structure of Puzhen Corporation (2008 -)

3.3 实证结果

为进一步分析复杂产品系统协同创新的理论机理,本文依据Yin(1999)所提出的单案例时间序列分析法,按照时间发生的先后顺序及内在因果逻辑分析的法则,把浦镇公司作为一个整体来分析复杂产品系统创新的过程(如表1)。由上述案例结果归纳得出:复杂产品系统创新是一个系统演化的过程,它通过网络能力、创新结构和创新模式共同协同演化而成,即假设1得证。

通过单案例时间序列分析法分析发现,复杂产品系统创新事实上存在一个阶段性演化的过程(图4)。

表 1 浦镇公司复杂产品系统创新演变过程
 Table 1 Evolution of CoPS. Innovation, Puzhen Co.

理论模型	网络能力	创新结构	创新模式	阶段
第一阶段 (1949 - 1999)	①为产品研发,选择与国内铁路高校及研究院建立合作关系	①成西南交通大学、北方交通大学等国内铁路高校的创新结构	①利用式创新模式为主	涨落阶段
	②为提升技术能力,选择国内重点大学建立合作关系	②形成铁道部科学研究院、西方机车车辆研究所等国内铁路研究所的创新结构	②合作范围和规模相对较小	
第二阶段 (1999 - 2008)	①项目制的形式选择法国 ALSTOM 公司联合开发	①在原先的创新结构基础上增加了上海同济大学等国内著名高校的合作	①形成探索式创新为主	役使阶段
	②选择性的拓展合作范围,积极开展与国内知名院校以及国际研究机构的合作	②在原先的创新结构基础上与法国 MBD 公司、瑞士 ABB 公司、德国柏林工业大学、德国 LOGOMOTIVE 公司形成新的创新结构	②合作范围和规模开始迅速增加	
第三阶段 (2008 - 至今)	①通过不同合作模型的选择,管理合作伙伴间关系	①分别与国内、国外著名高校、研究机构和企业形成了合作创新网络	①用式创新和探索式创新协同发展	相变阶段
	②随着合作范围的扩大,浦镇公司通过调整在其网络中的位置,构建其核心地位	②形成了以浦镇公司为核心,以供应商、集成商、客户、国内外科研院所、高等院校、政府以及其他城轨制造企业为节点的创新网络	②合作范围和规模得到进一步提升,并形成了自主创新创新能力	

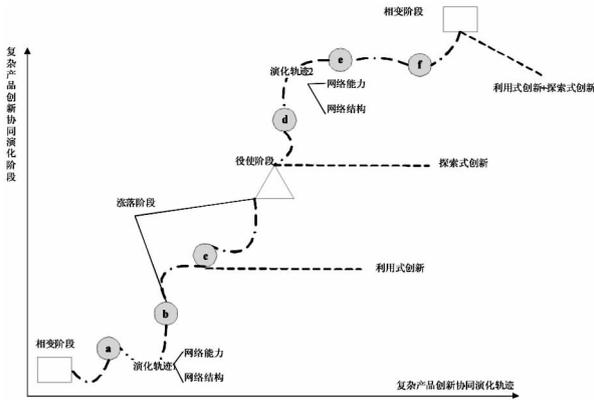


图 4 复杂产品系统协同创新的自组织行为

Figure. 4 Collaborative innovation self-organizing behavior of complicated product system

第一阶段:系统涨落阶段。此阶段,复杂产品系统创新能力尚未形成。例如,案例中浦镇公司在城轨车辆研发的初始阶段,其通过对铁路新型转向架、25 型新型客车、25 型双层客车的子项目系统的开发形成了系统间各种形态的耦合。这些子系统的局部耦合所形成的涨落,不断冲击处于初始状态下无序而混乱的浦镇公司的城轨技术体系。在这种状态下,由数个子系统推动的技术涨落引致了局部演化波及系统整体的自组织行为。从而将这种涨落效应得到放大,成为推动浦镇公司由原铁路客车修理向城轨产品系统结构转型的

巨涨落。这个阶段的复杂产品系统创新特征是系统企业通过网络能力形成了有利于利用式创新模式的结构。

第二阶段:系统役使阶段。此阶段,复杂产品创新系统开始逐渐形成了影响系统演化的数个关键序参量,并且这些序参量之间通过合作、妥协、协同一致地控制了整个复杂产品创新系统,从而组成了有序系统结构。例如,案例中浦镇公司与法国 ALSTOM 公司形成的城轨合作“联合体”;浦镇公司与国内外著名高校、研究结构、知名企业形成的各项技术合作等事件,反映的就是浦镇公司通过这些以事件为载体的序参量协同演化而共同构成其城轨产品系统。这个阶段的复杂产品系统创新特征是系统企业通过网络能力形成了有利于探索式创新模式的结构。

第三阶段:系统相变阶段。此阶段,复杂产品创新系统突破了临界点,此时进一步增强了子系统之间的相关性,形成彼此间的协同效应,并最终表现为系统自主创新能力的构建。例如,案例中浦镇公司先后跟进的一系列国内外重大项目,并在城轨车辆关键技术中有了重大突破,形成了有序的结构和子系统间的协同演化,最终成为从生产组装向具有独立设计、制造城轨车辆能力的类企业。这个阶段的复杂产品系统创新特征是系统企业通过网络能力形成了利用式创新和探索式创

新协同的结构。

由此,我们可以得出:在企业网络能力、创新结构和创新模式协同演变下,复杂产品系统创新呈现出自组织行为的阶段性特征,即假设2得证。

4 研究结论

本文以南京浦镇车辆有限公司时序案例分析,提出了复杂产品系统协同创新的理论模型,并对复杂产品系统协同创新的自组织行为进行了详细阶段性分析,并得到如下结论:第一,复杂产品系统创新是一个系统演化的过程,它通过企业网络能力、创新结构和创新模式共同协同演化而成。第二,在企业网络能力、创新结构和创新模式协同演变下,复杂产品系统创新呈现出自组织行为的阶段性特征,主要包括:涨落阶段、役使阶段和相变阶段。

本文的理论意义主要有以下三点:第一,通过浦镇公司的纵向案例分析,提出了复杂产品系统协同创新构成的理论模型,并以此提炼出网络能力、创新结构、创新模式这三个构念。第二,运用自组织理论的相关观点,揭示了复杂产品系统创新的阶段性行为,进而总结出系统涨落阶段、系统役使阶段、系统相变阶段三个阶段特征。第三,根据复杂产品系统协同创新的理论模型和系统阶段性自组织行为,进一步归纳出网络能力、创新结构和创新模式之间的阶段协同关系。

本文的研究对复杂产品系统创新管理以及创新绩效的提升具有一定的现实意义。网络能力是复杂产品系统协同创新的关键所在,企业网络能力概括起来可以分为“关系管理能力”和“配置管理能力”(Möller & Halinen, 1999; Ritter et al, 2002)^[20, 35]两大类。因此,如何利用网络能力推动供应商、集成商、客户、国内外科研院所、高等院校、政府之间协同发展必然是一个需要深入研究的课题。同时,由于构成复杂产品系统的创新结构迥异,使得企业创新模式的选择也会发生重大差异,因此如何依据企业内部结构的特征构建适应的创建模式也是未来值得研究的重要选题。此外,在复杂产品系统协同创新的三个阶段的研究中,制约企业创新绩效提升的关键是网络能力、创新结构和创新模式的构建。因此,从系统自组织

的视角来看,如何在演化过程中有效选择主序参量,进而构建相应的系统主模,推进企业自主创新能力的形成,对提升我国企业的国际竞争力具有非常重要的实践意义。

参考文献:

- [1] Miller R, Hobday M, Demers T. L, Ollerros X. Innovation in Complex Systems Industries: the Case of Flight Simulation [J]. *Industrial and Corporate Change*. 1995, 4(2):363-400.
- [2] Hobday M. Product complexity, innovation and industrial organization [J]. *Research policy* 1998, 26: 689-710.
- [3] Hansen K. I., Rush H. Hotspots in Complex Product and Systems Emerging Issues in Innovation Management [J]. *Technovation* 1998, 18 (9):555-561.
- [4] Hobday M. The project-based organization: an ideal form for managing complex products and systems [J], *Research Policy*, 2000, 29:871-893.
- [5] Mike H. Product complexity, innovation and industrial organization [J]. *Research policy* 1998, 26: 689-710.
- [6] Hansen K. I, Rush H. Hotspots in Complex Product and Systems Emerging Issues in Innovation Management [J]. *Technovation* 1998, 18 (9):555-561.
- [7] Brady T. Tools, Management Of Innovation and Complex Product Systems [C]. Working Paper prepared for CENTRIM/SPRU Project on Complex Product Systems/EPSRC Technology Management Initiative, 1995, 110-115.
- [8] 盛亚,尹宝兴. 复杂产品系统创新的利益相关者作用机理:ERP为例[J]. *科学学研究*, 2009(1):154-160.
- [9] 陈劲,周子范,周永庆. 复杂产品系统创新的过程模型研究[J]. *科学学研究*, 2005(3):61-67.
- [10] Kash D. E, Rycroft R. W. Patterns of Innovating Complex Technologies: A Framework for Adaptive Network Strategies [J]. *Research Policy*, 2000 (29):820-831.
- [11] Gann D. M., Salter A. J. Innovation in Project-based, Service-enhanced Firms: The Construction of Complex Products and Systems [J]. *Research Policy*, 2000(29):955-972.
- [12] Mike H. The Project-based Organization: an Ideal Form for Managing Complex Products and Systems [J] *Research Policy*, 2000(29):871-893.
- [13] 童亮,陈劲. 复杂产品系统创新过程中跨组织知识管理的障碍因素[J]. *管理学报*, 2007(3):204-210.
- [14] Dosi G. Technological Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change [J]. *Research Policy*. 1982, 11(3):147-162.
- [15] Benner M. J., Tushman M. Process Management and Technological Innovation: A Longitudinal Study of the Photography and Paint Industries [J]. *Administrative Science Quarterly*,

- 2002, 10(47):676-707.
- [16] He Z, Wang P. Exploration vs. Exploitation: An Empirical Test of the Ambidexterity Hypothesis [J]. *Organization Science*, 2004(15):481-494.
- [17] March, J. G. Exploration and Exploitation in Organizational Learning [J]. *Organization Science*, 1991(2):71-87.
- [18] Levinthal D. A., March J. G. The Myopia of Learning [J]. *Strategic Management Journal*, 1993(14):95-112.
- [19] Hardstone G. A. Capabilities, Structures and Strategies Re-examined: Incumbent Firms and the Emergence of Complex Product Systems in Mature Industries, *Technology Analysis & Strategic Management*, 2009, (2):173-196.
- [20] Moller K. K., Halinen A. Business Relationships and Networks: Managerial Challenge of Network of Network Era [J]. *Industrial Marketing Management*, 1999, 28(5):413-427.
- [21] Ritter T. The Networking Company: Antecedents for Coping with Relationships and Networks Effectively [J]. *Industrial Marketing Management*, 1999, 28:467-479.
- [22] Salman N., Saives A. L. Indirect Networks: an Intangible Resource for Biotechnology Innovation [J]. *R & D Management*, 2005, 35(2):203-215.
- [23] 陈劲, 刘振. 开放式创新模式下技术超学习对创新绩效的影响 [J]. *管理工程学报*, 2011, 4(25):1-7.
- [24] Banner, Mary and Michael L. Tushman. Process Management and Technological Innovation: a Longitudinal Study of the Photography and Paint Industries [J]. *Administrative Science Quarterly*, 2002, 47:676-706.
- [25] Sahal, D. Technological Guideposts and Innovation Avenues [J]. *Research Policy*, 1985, 14(2):61-82.
- [26] Yin R., K. Case Study Research: Design and Methods(3rd ed.) [M], Sage Publications, Inc, 2003.
- [27] 吴金希, 于永达. 浅议管理学中的案例研究方法—特点、方法设计与有效性讨论 [J]. *科学学研究*, 2004, 12(22):105-110.
- [28] Tellis J. G., Stefan S., Yin E. The International Takeoff of New Products: the Role of Economics, Culture, and Country Innovativeness [J]. *Marketing Science*, 2003, 2(22):188-208.
- [29] Gilsing V., Nootboom B. Density and Strength of Ties Innovation Networks: an Analysis of Multimedia and Biotechnology [J]. *European Management Review*. 2005, 2:179-197.
- [30] Baum J. C., Calabrese T., Silverman B. S. Don't Go It Alone: Alliance Network Composition and Startups' s Performance in Canadian Biotechnology [J]. *Strategic Management Journal*, 2000 21:267-294
- [31] Hansen M. T. The Search - Technological Development: A Network Approach [M]. Croom Helm, London, 1987.
- [32] Dyer J. H., Nobeoka K. Creating and Managing a High Performance Knowledge sharing Network: The TOYOTA Case [J]. *Strategic Management Journal*, 2000, 21:345-67.
- [33] Levin D. Z., Cross R. The Strength of Weak Ties You Can Trust: The Mediating Role of Trust in Effective Knowledge Transfer [J]. *Management Science*, 2004, 50:1477-1490.
- [34] Ritter T., Gemnden H. G. The Impact of a Company's Business Strategy on Its Technological Competence, Network Competence and Innovation Success. *Journal of Business Research*, 2004, 57(5):548-556.
- [35] Ritter T. Wilkinson I. F., Johnston W. J. Measuring network competence: Some international evidence. *Journal of Business and Industrial Marketing*. 2002, 17(3):119-138.

Study on relationship between enterprise network ability, innovation structure and complex product system innovation

Ran Long^{1,2}, Chen Jin³, Dong Fuquan³

(1. School of management, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China;

2. Hangzhou Metro Group Co., Ltd, Hangzhou 310020, China;

3. School of Public Administration, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: With the increase of China's infrastructure investment and the advance of modern industrial system, the innovation of the complex product system has attracted great attention from both the Chinese Government and the academia. By selecting Puzhen Company as the subject of research on the innovation process spanning from 1949 to 2012, this paper obtains the following conclusions: the innovation of the complex product system co-evolves from the enterprise network ability, innovation structure and innovation mode of such system and shows the multi-phase characteristics of self-organization, namely: (1) in the fluctuation stage; the system enterprise forms the structure conducive to the exploitative innovation mode by means of the network ability; (2) in the slaving stage; the system enterprise forms the structure conducive to the exploratory innovation mode by means of the network ability; (3) in the phase transition stage; the system enterprise forms the co-structure, both exploitative and exploratory, by means of the network ability.

Key words: the system innovation of complex products; the network ability; the innovation structure