



网络嵌入性与技术创新： 间接联系及联盟多样性如何影响企业技术创新

杨张博^{1,2}

(1. 西安交通大学 人文学院, 西安 710049; 2. 西安交通大学 实证社会科学研究所, 西安 710049)

摘要:关注战略联盟网络中,间接联盟关系及联盟类型多样性对技术创新数量和质量是否存在差异化影响。以网络理论和技术创新理论为基础,基于USPTO专利数据库、Recap联盟数据库和Compustat上市企业数据库,使用泊松回归对假设进行验证,研究发现:企业间接联系增加仅对创新质量有负向影响;企业联盟类型多样性增加对创新数量和创新质量都具有正向影响。

关键词:技术创新;战略联盟;战略网络

中图分类号:F273.1;F273.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-0241(2018)07-0051-14

0 引言

这是一个创新的时代。复杂、动态、多变的企业外部环境使技术创新成为决定企业生产效率、竞争位势,乃至企业存续的关键影响因素之一^[1]。与创新收益相伴随的,是创新成本和风险的增加,这引发创新参与主体的多样化。突破性和原始性创新需要巨大的研发投入,如一类新药的研发费用一般在10亿~15亿美元之间,研发时间长达5~10年^[2]。因此,获取企业外部具有差异性的知识和资源是企业能否创新的关键^[3],而这些资源和知识往往属于其他组织,难以通过市场交易获得,需要通过组织间关系获取。

组织间关系有许多种,其中最重要的形式是战略联盟(strategic alliance)。联盟是企业应对开放创新挑战的普遍做法,也是企业跨组织边界获取创

新所需的资源和知识的重要方式之一。实践中,许多企业已经不满足于建立单一联盟,而是倾向于建立不同的联盟组合^[4],以期获得来自更多联盟伙伴的,具有多样性的知识、技术和信息,避免过度依赖单一的合作伙伴。而合作伙伴和其他组织间亦会结成联盟关系,数量众多的联盟参与者和彼此之间复杂的联盟关系构成了联盟网络^[5]。

在网络中,联盟有不同的形式和类型,很难认为不同形式和类型的联盟具有相同的性质^[6]。例如,企业建立研发联盟与企业建立生产联盟的目的、过程乃至联盟结果都存在很大差异。相应的,企业在创新方面也需要依赖许多类型的伙伴,如原材料供给者、消费者、研究机构和渠道商等^[7]。网络中不同类型的关系对企业技术创新也会存在差异化的影响。此外,联盟伙伴也有其伙

收稿日期:2018-04-16

基金项目:中国博士后科学基金(2016M602791);陕西省软科学项目(2017KRM118);陕西省博士后科学基金(2017BSHED-ZZ131);西安交通大学基本科研业务费(SK2018030)

第一作者简介:杨张博(1986—),男,山西运城人,西安交通大学人文学院社会学系、西安交通大学实证社会科学研究所,副教授,博士,研究方向:社会网络和组织网络。

通信作者:杨张博, yang_zb@xjtu.edu.cn

伴,伙伴的伙伴可能会对焦点企业的技术创新有所影响。

因此,本文试图回答这样一个问题:企业的间接联系和联盟多样性对技术创新数量和质量是否存在差异化影响?

1 理论回顾

1.1 创新数量和创新质量

企业的技术创新可以视为一个问题解决过程,起始于问题的提出或者新观点的产生(idea generation)^[8]。这意味着,若企业能够提出更多的新的问题或新的想法,则能够启动更多的创新计划。在其他条件不变的情况下,企业的创新数量会有所增加。新的问题和观点往往来自于企业外部和内部的新信息以及新知识,以及企业对这些信息和知识进一步整合所创造出的有价值的额外知识和信息^[9]。这也表示,企业的创新绩效可以由创新数量进行度量。这也是现有大部分研究所采用的测量指标。

技术创新的完成可以认为企业解决了特定的问题。但实践中,相同的问题往往存在着不同的解决方案,方案间存在优劣。方案间的差异体现在解决问题所需的成本、解决的速度,甚至解决问题的形式等方面。优秀的问题解决方案则可被认为创新质量较高。高质量创新需要创新过程中创新主体不断获取资源和知识的支持。创新质量往往用来定义一种创新与其他创新相比的新颖程度(degree of newness)^[10]。从宏观角度来看,创新质量是其改变产业内科学、技术和市场结构的能力;从微观角度来看,创新质量是创新影响企业资源、能力、知识和战略的能力^[11]。因此,企业的创新产出亦可以由创新质量进行度量。

单独以企业的创新数量或者质量度量企业的创新绩效是不全面的,会无法准确反映企业的创新绩效。因此,本研究同时使用创新数量和质量2个概念度量企业的创新产出。

1.2 战略联盟网络

联盟可以看成多种关系的集合^[12],是重复的、持久的组织间正式关系^[13]。从关系视角来看,联盟是为创造关系租而在公司间建立的联系^[14-15]。最初,对于联盟的研究多集中在联盟双方的层面上^[5],这些研究只考虑联盟双方的关系而忽略了多方联盟和联盟网络。将联盟仅视为联盟伙伴间联系无疑忽视了他企业之间的彼此互动^[5]。而在现实中,企业的经济行为是复杂和互相影响的。

战略网络(strategic networks)是组织间战略联盟形成的组织间网络,属于组织间网络的子集。企业通过建立联盟形成战略联盟网络。在网络中,每一个企业都是行动者,边则是组织间所缔结的联盟关系。对战略网络的研究兴起于2000年左右,标志是战略管理杂志(strategic management journal, SMJ)出了一辑特刊,在这之前并无系统的对战略网络的研究^[16]。

战略网络是组织间关系的集合,这些关系有2个特点:一是关系的持久性,二是进入这样一种关系对组织有着战略上的意义^[17]。

1.3 战略联盟网络与技术创新

总体来说,网络能够通过3种机制影响企业技术创新^[18]:(1)网络存量机制,即单个联盟提供的信息共享、互补技术、规模经济等会对焦点企业(focal firm)产生直接影响;(2)网络流量机制,联盟组成了相应的知识和技术流动网络,企业可从网络内获取外部其他间接联系的行动者的信息和知识,进而获益;(3)结构机制,网络结构影响着知识在网络中传递的速率,决定着企业从网络中获取多少收益。网络资源使小企业可以通过借助大企业的资源更好的进行创新商业化活动,进入新的市场^[19]。

具体来说,Uzzi认为企业在网络中的嵌入性联系为其提供了信任、信息和联合解决问题的机会^[20]。Dyer和Singh发现,企业能够通过4种机制能够从联盟关系中获取关系租,形成竞争优势,分别是:关系

资产、知识共享路径、互补资源和能力、有效的联盟治理机制^[14]。Shan 等对美国生物技术初创企业的研究发现,与商业化公司的联盟数量正向影响着企业的创新产出^[21]。通过缔结战略联盟,企业可以获得资源、知识、合法性,并藉由网络位置向其他组织表明企业能力的多少^[22]。Ahuja 发现,在化学产业中,企业直接联系和间接联系的数量都对创新具有正向作用,而过多的直接联系却会阻止企业从间接联系中获益^[23]。这些研究都证明战略网络对企业创新有所影响。

之后的许多学者开始进一步探讨除联盟数量外的其他因素对企业技术创新的影响。Stuart 等的研究发现在美国半导体和生物技术产业中,联盟伙伴的性质,如联盟伙伴的技术能力、技术多样性和资源丰富程度,影响着焦点企业的销售额、上市时间和创新速率^[24-26]。此外,焦点企业与联盟伙伴间的技术距离、治理结构和联盟经验也都影响着企业的创新绩效^[18]。Phelps 基于追踪数据发现,联盟技术多样性正向影响着企业的探索式创新,网络密度调节着两者的关系^[27]。

1.4 已有研究小结

可以看出,关于网络与技术创新的关系的研究已经比较丰富了。但这些研究往往未深入涉及以下3点问题:

首先,现有研究多从个体网视角出发,分析直接联系和个体网结构对企业绩效的影响。较为忽视间接联系对技术创新的作用机制,Ahuja 的分析是一个例外^[23]。

其次,现有研究往往将网络中的联盟关系视为同质性的。在许多研究中,研究者并不讨论联盟类型的差别,或是仅关注某一特定类型的联盟现象。但在实际中,企业对不同的联盟伙伴有着相同的联盟目的,也会与相同的联盟伙伴缔结不同类型的联盟关系,如研发联盟、营销联盟和供应联盟等。对于2个具有相同联盟数量的企业来说,他们创新绩效

的差异很可能来源于两者相异的联盟类型。

最后,已有研究对企业技术创新绩效的测量指标过于简单。实践中,创新是一个复杂的过程,现有研究往往仅使用专利数量作为企业技术创新产出的测量指标,单一指标无法全面揭示出战略联盟网络对创新的作用,也导致了在不同背景下研究结果的不一致^[11]。战略联盟网络极有可能对企业技术创新数量和创新质量的影响并不一致。

2 研究假设

2.1 间接联系对技术创新的影响

战略网络中的间接联系指焦点企业联盟伙伴的伙伴,焦点企业与他们并未缔结联盟关系,但通过联盟伙伴间接相联。

直接联系是企业间的联盟关系,属于强联系的一种,属于短路径。间接联系在很多情况下属于弱联系。联系强度的差异决定了两者所传递的事物的不同。强联系适于传递具有某种特质的资源,因为强连接意味着信任、承诺,更有利于传递复杂的、隐性的资源和知识^[28-29]。与直接联系不同,间接联系很难传递资源,他们传递的是信息。信息指易于编码的知识。而当知道解码规则时,信息在传递过程中不会出现丢失的情况^[14]。这决定了间接联系对创新的影响与直接联系不同。焦点企业间接联系的增加如图1所示。

间接联系增加对焦点企业技术创新的作用主要体现在以下几方面。

首先,间接联系是信息的导管^[23],焦点企业获取的外部信息有部分来自于间接联系。间接联系的数量往往大于直接联系,它能带来更加丰富的非冗余信息,这是由它弱联系的性质决定的。如果将创新看成一个问题解决过程,则创新需要企业能力和信息的整合^[30]。创意的触发则来源于企业对新机会的感知^[8],这种新机会往往以外部信息为载体。间接接触性资源越多,则意味着所传递信息的多样性有可能增加^[31]。信息的多样性使信息可以互相印证,

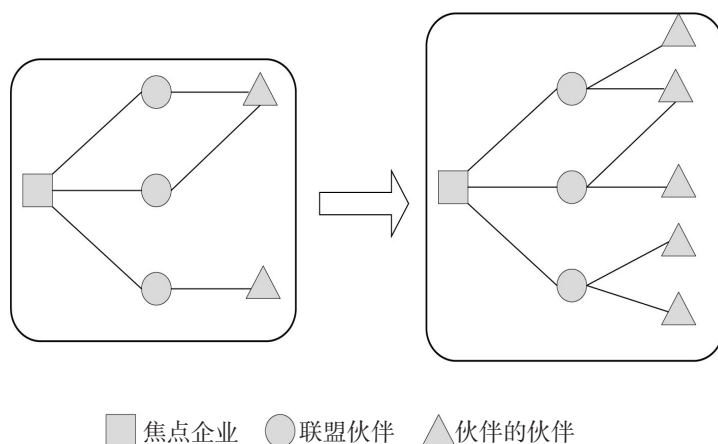


图1 间接联系的变化(增加)

降低因距离带来的信息失真。多样的非冗余信息使企业可以更好的利用来自于不同性质组织的知识,扩大了创新搜寻范围,信息的整合会产生新的解决问题的思路,企业能够从多样性的信息中发现更多的创新机会^[9]。

同时,企业在维持间接联系时并不需要额外的成本,因为间接联系存在与否取决于联盟伙伴,而建立和维持联系的成本也由联盟伙伴来承担。这使企业能够以几乎零成本的代价获得外部信息。有研究表明弱联系可以有效缓解强联系造成的锁定效应^[32]。因此,保持大规模的间接联系是通过网络获益的有效方法^[23]。

其次,间接联系对焦点企业的技术创新也可能存在负向效应。因为步长的原因,间接联系传递的信息存在或多或少的失真,真实度和时效性存在一定瑕疵,这增加了企业分析信息的花费,即增加了创新成本。而即使企业进行了相应数据的分析,负担了相应成本。但若分析后,这些信息是错误的、过时的或者无用的,企业也难以获取相应的创新收益。此外,需要注意的是,间接联系所传递的信息往往是非排他性的,焦点企业的竞争者也可以利用这些信息^[23]。

最后,分析间接联系对焦点企业技术创新的作用时,有必要重点关注替代性问题。根据网络交换

理论,当二节点交换变为三节点交换时,仅有一条交换关系的行动者从联系中获得的收益会下降。这是因为变换增加了原交换关系中位于中间位置行动者的外部选项,中间行动者有权力将其他2个行动者排除在交换关系之外,其他行动者对中间行动者存在很强的依赖性^[33]。

在联盟网络中,两步间接联系的增加其实就是使原有的双方联盟关系变为三方联盟关系,处于中心节点的企业是焦点企业的联盟伙伴。对于焦点企业的合作伙伴来说,两步间接联系的企业与焦点企业都是直接联盟伙伴,这会提升跟双方的谈判能力和获取关系租的数额。因此,当焦点企业的间接联系越多时,意味着联盟伙伴有较多的其他第三方的联盟伙伴,焦点企业可被替代性就越强。这会降低焦点企业从联盟关系中获取的专有性技术资源。同时,焦点企业与联盟伙伴的员工接触也会减少,造成隐性知识溢出的降低。此外,较多的间接联系也表明联盟伙伴的联盟经验丰富,具有较强的联盟管理能力和完善的知识保护机制。焦点企业很难从联盟伙伴处获取超额的知识溢出,尤其是技术秘密和诀窍。最后,过多的间接联系对焦点企业意味着过宽的搜寻范围。Laursen 和 Salter 对英国制造业的研究表明,企业外部搜寻的宽度对创新的影响存在一个阈值,当搜寻过宽时,创新回报会有所下降^[34]。

因此,当企业的间接联系数量增加时,企业能够获取更多的非冗余的显性信息,这为企业带来更多可能的创新机会。但因为信息失真和非排他性,从间接联系获得的信息难以提升企业的创新质量;间接联系的增加也意味着焦点企业替代性的提高,进而会影响企业从联盟伙伴处获取的资源 and 知识,对创新质量造成负面效果。因此,本文提出如下假设:

H1:企业间接联系数量增长对技术创新数量有正向影响。

H2:企业间接联系数量增长对技术创新质量有负向影响。

2.2 联盟多样性对技术创新的影响

企业建立联盟的原因很多,包括共担研发成本和风险,开发或进入新市场,或者通过联盟方式进行资源专有化战略^[35]。不同的联盟目的需要不同的联盟伙伴或相同伙伴不同的资源和能力,企业建立联盟的过程也不尽相同。因此实践中,联盟存在不同的形式,如研发联盟、制造联盟、营销联盟等^[15]。这些不同类型的联盟反映着网络中边的异质性,他们将企业战略网络分为多个层面,不同的企业可能偏重于不同的层面。企业网络提供了重要的关于潜在合作伙伴的资源、能力和风险等参考性信息^[6]。而不同类型的联盟关系也对企业传递着不同的资源和信息。

联盟类型按照联盟关系目的和性质的不同,可以具体分为:研发阶段、生产制造阶段、市场阶段;以及可能在各个阶段有所体现的收购和并购行为、资金股权行为、许可行为、权利保证行为以及其他行为。很难在一篇论文中分析所有的联盟类型,因此在总计的8个主要联盟类型中,本文仅取产业链上最为主要的4种类型:研发联盟、金融联盟、市场联盟和制造联盟。

对于企业来说,不同联盟类型传递的是不同性质的资源和知识。联盟网络中,焦点企业存在多个联盟伙伴,与每个伙伴的联盟类型并不一定相同,多样性(diversity)则衡量一个联盟组合中,联盟类型的丰富程度,反映了企业接触到的资源类型的丰富程度。按联盟类型划分,企业嵌入在不同的网络内。不同网络内所蕴含的资源性质不一样,对知识的发现和利用是有所差异的^[36]。要厘清网络资源影响创新的机制,必须分析在性质和数量上差异化的资源以及他们的集合。联盟网络多样性的增加如图2所示,为焦点企业带来以下收益。

(1)多种类型的联盟为企业提供更多的创新机会。如果将创新视为一个问题解决的启发式过程(heuristic process),多样的联盟类型提供更广阔也更有效的搜寻范围,企业搜索对象包括上中下游的各类组织的知识和资源,这使企业能够达到搜寻过程中的局部最优,也能帮助企业避免被锁定在特定

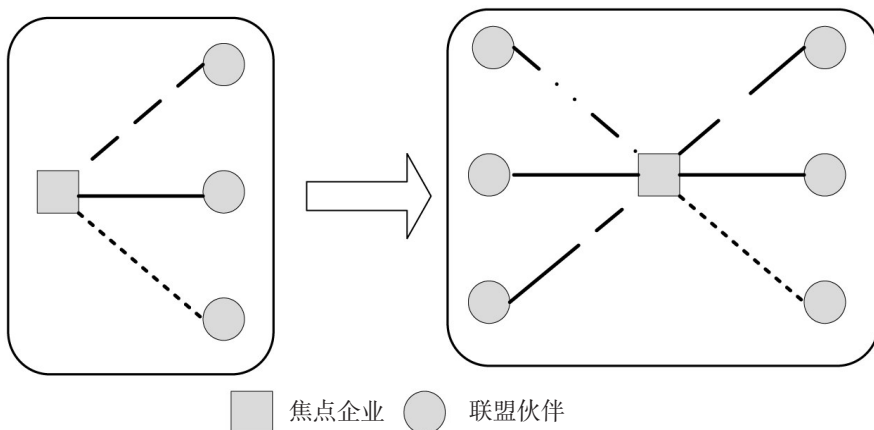


图2 多样性的变化(增加)

创新路径上。焦点企业通过分析不同伙伴的不同知识,可以对这些不同的知识参照引证,更好的认识产业技术的发展,降低企业面临的技术不确定性。此外,多种联盟类型为企业带来来自上下游不同组织的异质性资源和知识,对这些知识的整合以及这些知识本身都会是焦点企业新想法和新方案的来源。例如,对供应商的建议和顾客需求的整合能激发企业的新想法,使企业开展更多的创新活动。

(2) 创新过程也往往同时需要多类资源和知识的整合。如技术资源和顾客资源^[37],前者来自于研发联盟,后者来自于营销联盟。供应商和顾客同时的知识转移能够带来协同效应,进而有效降低交易成本^[38]。与供应商和顾客间的交流能够为企业带来有效的市场、技术和产品信息,这些信息能够帮助企业改进创新结果^[39]。此外,多样性的资源和知识能够有效解决企业面临的资源稀缺困境,资源和知识的稀缺既有量上的稀缺,也可指种类上的稀缺。例如,金融资源的接触能够为创新的实现提供充足的资金,有效缓解生物技术创新中的高成本问题。对不同性质知识和资源的整合有利于企业更好的解决创新问题,提供技术解决的新方案或改善已有的技术方案,从而提升企业的创新质量。

因此,当企业联盟类型多样性增加时,相应的资源和知识的整合程度和丰富程度都会有所上升,带来的创新收益也会增加。因此,本研究提出如下假设:

H3:企业联盟类型多样性增长对技术创新数量有正向影响。

H4:企业联盟类型多样性增长对技术创新质量有正向影响。

3 数据和方法

3.1 数据

为避免特定产业结构特性对回归结果产生影响,进而影响研究结论的准确性,论文采用单一行业样本^[40]。本文选择生物技术和医药产业作为研究的

样本行业,主要基于以下具体理由。

(1) 生物技术和医药产业中的战略联盟现象非常普遍。联盟主体涵盖小型生物技术企业、大型制药企业、公共研究机构和金融企业^[41]。(2) 生物产业中的技术创新绝大多数通过专利形式进行保护,易于观察和测量^[42]。(3) 已有大量联盟和战略领域的研究在相同行业背景下进行^[22,43],有利于论文进行研究结果的对比。

本文使用的数据为追踪研究数据(panel data),该类型的数据可以提供每个观测者每个时期的精确数据。因变量来自于USPTO专利引文数据库。作为自变量的联盟数据来自于Recap数据库。作为控制变量的企业属性数据来自于Compustat数据库。

数据时间被限定在1990—2001年,总计12年。主要有以下几点考量:(1) 所限定的时间范围需要尽量涵盖生物技术与医药产业发展的主要时期,从1990—2001年这12年涵盖了生物技术产业发展的2个高峰期:20世纪90年代初和21世纪初期^[42]。此外,生物技术药品从研发到上市需要10~15年的时间。选取该时间段比较符合生物技术和医药产业发展的特点。(2) 研究使用专利引文作为因变量之一,用来测量企业的创新质量。因此需要考虑引文的迟滞性(lag effect)。一般来说,授予专利5年后,该专利的被引数量达到最大峰值,之后会迅速下降^[44]。而USPTO数据中的引文数据截至2006年,为保证各个年份的被引数量不会因为专利存续时间存在过大差异,数据库中的时期需要从2006年向前追溯5年,即2001年。(3) 产业内的战略联盟数量是逐年递增的,越往后,每年的联盟数量越大。选取的12年的数据时间跨度可以控制网络规模。

3.2 变量测量

技术创新:本文使用*i*企业在*t*年申请并在随后申请成功的专利数量测量创新数量,使用*i*企业在*t*年申请并授予的专利截至2006年的被引数量测量创新质量。2个因变量皆是非负整数。不论在研究

还是实践中,专利数据被广泛用于企业创新成果的测量^[45-46]。专利非常适合测量生物技术产业的创新,原因在于产业内的企业会积极的进行专利申请^[47]。这里采用申请的年份而不是授予专利的年份,因为在申请时企业必须拿出完整的专利申请书,表示创新在申请时实际上已经完成了。

间接联系数量:假设 H1 和假设 H2 需要测量间接联系的变化对焦点企业技术创新的影响。间接联系数量通过位于三步(3-step length)可达距离之内组织的总数量减去直接联盟的组织数量而得到,即企业在当年伙伴的伙伴和伙伴的伙伴的伙伴的总数量。研究表明,个人的间接联系在三步以上就对个体不存在明显影响^[48]。与之类似,因为企业间联系的复杂性,步长的增加只会加速间接联系所传递信息的失真程度,超过三步以上的联系所传递的信息在时效性和真实度上对焦点企业的价值非常低,企业可以通过公共媒体、公共研究机构等其他渠道获得相似的信息。因此,本文对间接联系的研究仅关注二步和三步间接联系。

联盟类型多样性:假设 H3 和假设 H4 需要测量不同联盟类型组合的变化对焦点企业技术创新的影响。研究使用布劳异质性指标(Blau's heterogeneity index)测量个体网的异质性^[49],即战略联盟类型多样性。这里的指标测量的是边的多样性,而不是行动者的多样性。计算方式如(1)式。

$$di_i = \sum_{n=4} \frac{1}{p_{in}} \quad (1)$$

式中: p_{in} 表示*i*企业在*t*年缔结的某一联盟类型占当年其缔结的所有联盟总数的比值。数值越高表示多样性越大。

除战略联盟网络相关指标外,企业内部还有许多因素影响着企业的技术创新。为更准确估计战略联盟网络对创新的影响,本研究使用以下控制变量,这些变量全部来自于Compustat数据库。模型中所有控制变量都滞后一期。

企业规模,本文使用雇员数量和企业销售额(sale)代表企业的规模,并对雇员的数量取对数。**企业绩效,**论文使用焦点企业当年的市值(market value)表示企业当年的绩效。**企业内部资源,**使用以下变量测量企业内部资源:企业储备的现金(cash);企业拥有的机器设备和不动产等有形资产(property, plant and equipment);企业的无形资产的价值(intangible assets)。企业获取的外部资源和知识。论文使用企业当年并购资产的总金额测量企业获取的外部资源和知识。

3.3 模型设定

研究使用专利计数和引文计数来测量企业的创新产出,计数符合泊松分布而不是正态分布,无法使用普通最小二乘法^[26,50],因此论文使用泊松回归(Poisson regression)。

为避免离群值和极端值对回归结果的影响,对因变量做winsor处理^[51]。为避免伪回归问题,需要进行平稳性检验。因为所使用的面板数据为非平衡数据,论文采用fisher检验,检定方式为augmented Dickey-Fuller^[52]。设定滞后阶数为一阶。检验结果表明数据不存在单位根,序列是平稳的(专利数量:卡方=1005.7814, $p=0.004$;引文数量:卡方=1309.7800, $p=0$),可以进行回归,不存在相应的趋势问题。

本研究使用Hausman检验来检验模型适用随机效应还是固定效应,当满足随机效应的约束条件时,采用随机效应能得到更为有效的回归结果。否则,采取固定效应的方式。

4 统计结果

表1是面板数据的基本描述性数据。表2是变量间的相关矩阵。两表都包含了所有的因变量、自变量、调节变量和控制变量。主要自变量和控制变量间的相关系数都低于0.6。面板数据起始于1990年,结束于2001年,每3年为一个时期(period),跨度为10个时期,包含企业503个,各年相加的总观测

样本有3 829个。

以创新数量(专利数量)为因变量的假设检验结果如表3中模型a1—模型a3所示;以创新质量(专利引文数量)为因变量的假设检验结果如表3中模型b1—模型b3。表中各个变量对应的系数是事件发生率(*incidence-rate ratios*, *IRR*),是原方程回归系数的指数化形式,表示自变量提升一个单位对因变量的影响。当*IRR*大于1表示自变量的增加带来因变量的增加,即正向作用;小于1时表示自变量的增加导致因变量的减少,即负向作用。*IRR*下括号内的是数值是标准误。

在表3中,论文也提供了Hausman检验的*P*值和模型的具体设定。*P*值小于0.05表示固定效应和随机效应模型在系数估计上有差异,不满足随机效

应的前提条件,这时应选择固定效应模型。*P*值大于0.05则选择随机效应模型。

在泊松回归中,模型拟合优度可以通过似然函数进行考察,或者使用AIC和BIC信息准则进行判断^[53]。本文同时采取这两种方式。在表3中,每次在控制变量的基础上增加新的变量,*AIC*和*BIC*都在减小,似然值都在增大,表示新增加的变量使方程更有效解释了因变量的变化。这表明统计模型拟合情况良好。

从模型a1和模型b1可以看出,雇员数量对创新数量和创新质量都有正向影响,而销售额仅对创新质量有正向影响,这表明企业规模对创新具有有限的影响。在企业内部资源方面,企业持有现金数量的多少对创新数量有负向的影响,却对创新质量有正

表1 描述性统计

变量	均值	标准差	最小值	最大值
专利数量	20.60	37.39	0	139
专利被引数量	128.6	228.3	0	801
间接联系数量	294.5	331.1	0	1 847
多样性	2.359	1.602	0	6
并购资产/万美元	99.22	790.7	-324.1	16 319
现金/万美元	290.7	1 354	0	31 945
雇员数量/对数	6.112	2.160	4.75e-08	12.62
无形资产/万美元	456.3	2 665	0	41 047
固定资产/万美元	1 511	5 840	0	52 897
销售额/万美元	2 417	9 510	0	120 793
市值/万美元	4 230	33 793	0	665 370

表2 变量间相关矩阵

变量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.专利被引数量	1										
2.专利数量	0.854	1									
3.间接联系数量	0.374	0.475	1								
4.多样性	0.285	0.288	0.545	1							
5.并购资产/万美元	0.302	0.337	0.183	0.087 1	1						
6.现金/万美元	0.427	0.496	0.319	0.155	0.288	1					
7.雇员数量/对数	0.645	0.693	0.373	0.230	0.320	0.479	1				
8.无形资产/万美元	0.391	0.451	0.244	0.088 3	0.418	0.425	0.442	1			
9.固定资产/万美元	0.587	0.674	0.352	0.159	0.514	0.690	0.654	0.722	1		
10.销售额/万美元	0.589	0.669	0.369	0.177	0.443	0.719	0.648	0.730	0.951	1	
11.市值/万美元	0.320	0.354	0.315	0.099 5	0.089 6	0.406	0.300	0.375	0.462	0.601	1

向影响。无形资产和固定资产的数量都显著正向影响着创新数量和创新质量。并购资产数量对创新数量有正向的影响,但对创新质量并无影响^①,这意味着企业外部获取的知识可以立即带来创新数量的显著提升,但因为需要一定的吸收和内化过程,对创新质量的提升可能需要较长的过程。企业前一年的市值也会导致企业产出更多的创新,创新质量也越高,表明企业绩效对创新具有作用,暗示产业内企业创新具有一定的连续性,也符合产业内创新周期长的特点。

对联系数量对创新影响的考察体现在模型 a2

和模型 b2 中。间接联系增加对创新数量的影响并不显著,但却对创新质量有负向影响。焦点企业每增加一个间接联系,专利被引数量会降低 0.04%。假设 H1 未通过,假设 H2 则获得了支持。这与 Ahuja 的研究并不完全一致^[23],他的研究发现间接联系对创新数量具有正向作用。

模型 a3 和模型 b3 报告联系类型多样性对创新影响的结果。多样性增加对创新数量和创新质量都有正向影响。多样性每增加一个单位,专利数量增加 3.068%,被引数量会增加 2.687%。假设 H3 和假设 H4 都获得了通过。

表3 间接联系和联盟多样性对技术创新的影响

因变量	模型 a1	模型 a2 (创新数量)	模型 a3	模型 b1	模型 b2 (创新质量)	模型 b3
间接联系增加		1.000 01 (0.000 04)	0.999 98 (0.000 04)		0.999 63*** (0.000 02)	0.999 60*** (0.000 02)
多样性增加			1.030 68*** (0.006 88)			1.026 87*** (0.002 62)
并购资产	1.000 01** (0.000 00)	1.000 01*** (0.000 00)	1.000 01** (0.000 00)	1.000 00 (0.000 00)	1.000 00 (0.000 00)	1.000 00 (0.000 00)
现金	0.999 98*** (0.000 00)	0.999 99*** (0.000 00)	0.999 99*** (0.000 00)	1.000 01*** (0.000 00)	1.000 01*** (0.000 00)	1.000 01*** (0.000 00)
雇员数量	1.443 86*** (0.015 14)	1.435 03*** (0.016 13)	1.435 71*** (0.016 14)	1.368 91*** (0.006 17)	1.376 82*** (0.006 29)	1.378 08*** (0.006 30)
无形资产	1.000 01*** (0.000 00)	1.000 01*** (0.000 00)	1.000 01*** (0.000 00)	1.000 01*** (0.000 00)	1.000 01*** (0.000 00)	1.000 01*** (0.000 00)
固定资产	1.000 01** (0.000 00)	1.000 01** (0.000 00)	1.000 01** (0.000 00)	1.000 00*** (0.000 00)	1.000 00 (0.000 00)	1.000 00 (0.000 00)
销售额	1.000 00 (0.000 00)	1.000 00 (0.000 00)	1.000 00 (0.000 00)	1.000 00*** (0.000 00)	1.000 00*** (0.000 00)	1.000 00*** (0.000 00)
市值	1.000 00** (0.000 00)	1.000 00** (0.000 00)	1.000 00** (0.000 00)	1.000 00*** (0.000 00)	1.000 00* (0.000 00)	1.000 00** (0.000 00)
N	2 248	2 184	2 184	2 248	2 043	2 043
AIC	18 819.469	14 655.1	14 636.558	101 830.462 2	95 983.042 7	95 877.190 76
BIC	18 870.929	14 706.3	14 693.447	101 881.922 4	96 033.642 27	95 933.412 51
似然值	-9 400.734 5	-7 318.550 2	-7 308.279 1	-50 906.2311 2	-47 982.521 35	-47 928.595 38
chi2	1 430.468 5	1 296.810 7	1 316.503 3	5 497.867 91	6 042.700 63	6 153.863 64
Hausman 检验 p 值	0.942 1	0	0	0.097 6	0.015 1	0
模型选择	随机效应	固定效应	固定效应	随机效应	固定效应	固定效应

注:* $p<0.1$ ** $p<0.05$ *** $p<0.01$;回归系数为 IRR 形式

①需要注意的是,表3中有些控制变量,如并购资产的系数为1,标准误为0。实际上为1的系数都要大于1,但因为小数点后位数太多,因此统计软件自动做了省略。标准误也是同理。

5 结论和讨论

研究发现,企业间接联系数量的增加不影响企业的技术创新数量,但对企业的技术创新质量具有负向影响。企业战略联盟类型多样性的增加会提高企业的技术创新数量和质量。

间接联系增加仅仅影响焦点企业的技术创新质量,而对创新数量并无影响,与假设H1的推论并不一致。间接联系数量变化与企业创新数量关系的实证结果与Ahuja的结果并不一致^[23],他通过对化学产业的研究认为间接联系是信息的导管,因此,会带来企业创新数量上的提升。虽然Ahuja的研究考虑了五步以内的间接联系^[23],但当三步以内的联系都不影响企业创新,很难说更远的联系会对创新数量产生影响。

间接联系对技术创新数量影响不显著的结果,本文认为主要可能由以下原因导致:(1) 联盟伙伴内部存在知识保护机制,伙伴通过其他直接联系获得的知识又对该组织自身的创新有关键作用。在此情况下,为保持竞争优势,联盟伙伴不会轻易传递和分享从他的联盟伙伴中获取的信息和知识,特别是隐性知识。(2) 即使存在联盟伙伴溢出和泄漏的、从第三方处获得的信息,这些信息往往也是显性的、模糊的、甚至错误的,这提升了焦点企业的分析成本。这些低价值的信息往往也难以扭转企业已有的创新路径,使企业投入新的创新活动。(3) 这些信息存在时效性,当通过联盟伙伴传递至焦点企业并经过分析时,可能也失去了它的新颖性,从而难以激发新的观点的产生。

对战略联盟网络与创新领域已有研究,本文的理论贡献主要有以下几方面。

首先,对技术创新采取创新数量和创新质量两种测量方式。之前的研究往往使用单一指标测量创新,无法体现战略网络对技术创新的差异化影响。在本研究中,论文试图最大程度上还原技术创新的本质,因而将创新视为一个复杂过程。相应的,论文

在研究中同时使用2个指标(专利申请数量和专利被引数量)来测量创新绩效,结果显示网络对两者的作用并不一样,这体现出了战略网络对企业创新作用机制的复杂性,对已有研究是一个扩展。

其次,在战略网络研究中引入间接联系,使分析范围不再局限于个体网范围之内。先前研究往往仅分析企业的直接联盟关系,而忽视了企业网络嵌入的广泛性。研究发现间接联系仅对创新质量有负向作用。这暗示,对于企业来说,“道听途说”的信息不但没有什么价值,反而对企业有所损害。正如论文在假设部分所做的推理,这些信息增加了企业的创新成本,也会模糊企业的创新焦点。对于高度专业化和理性的企业来说,通过间接联系传递的显性信息显然没有通过直接联系传递的隐性知识有用。间接联系概念的引入进一步扩展了战略网络研究的内涵。

最后,引入了联盟类型多样性的概念。对企业网络的已有研究绝大部分聚焦于企业的个体网层面,在这些研究中,一个默认的理论前提假定是所有联盟关系都是一样的,或者仅关注一种联盟类型。实践中并非如此。已有研究对联盟多样性的研究多关注联盟伙伴的多样性,即行动者的多样性,而不是联盟关系本身的多样性。研究表明,多样性对创新的作用不仅体现在联盟伙伴的类型上,也体现在关系的类型上。本文的研究设计将边的属性纳入了战略网络对创新的作用机制内,利于更好的识别企业间在网络层面的异质性。实证结果表明网络效应不仅体现在“联系的多少”、“与谁存在联系”等方面,也体现在“是什么样的联系”方面。

本研究的理论验证过程是在北美已经非常发达的产业背景下进行的,未选择国内数据的重要原因中国没有专利引文数据,无法支持双因变量的研究设计。研究使用的数据期限为1990—2001年,这段时间刚好是北美生物技术和医药产业高速发展的时期。中国生物医药产业在经历了萌芽阶段后,现

在也正处于类似的发展阶段。同时,国内企业所处的并不是一个封闭的网络,企业同样面临着来自国际上的无法避免的竞争和合作,而北美是竞争者和合作者的主要来源之一,国内企业也会面临着与本研究相同的国外网络环境,而论文所研究的网络中亦包含美国企业与中国企业和研究机构联盟的数据。在网络经济时代,企业需要具有制定网络战略和管理网络伙伴的能力^[54]。本研究揭示了战略联盟网络对技术创新的影响是一个复杂和动态的过程。企业需要从单个联盟、个体网和整体网3个层面制定相应的网络战略。

(1) 企业管理者应该根据组织内部战略目标制定相应的网络战略。研究揭示了外部网络对企业的创新数量和创新质量有所差异。企业在制定网络战略时应考虑。

(2) 论文的研究结果建议管理者最好同时建立多种类型不同的联盟,以更好的获取异质性的资源和知识。研究证明,联盟类型多样性能够使企业获得更好的创新收益,同时提升创新数量和质量。

研究不可避免的仍然存在一定理论和方法应用上的局限,但亦相应指出一定的未来研究方向,希望未来有研究可以进一步考虑并解决这些问题。主要有:因为所使用的数据和研究设计的原因,本文未涉及其他产业和除北美、中国外其他地区的分析。因为专利引文数据可获得性的原因,无法使用2006年之后的数据进行分析,尤其考虑到生物医药产业的战略联盟网络在2008年经济危机前后可能会存在较有趣的变动。研究也缺乏联盟结束的数据,为此研究设计采取滚动面板的方式。虽然已有研究表明该种缺乏并不影响结果的稳健性^[6],但还是希望未来的研究可以进一步完善研究结论的外部效度和数据完备度等问题。

参考文献

[1] Howell J M, Higgins C A. Champions of technological innovation[J]. *Administrative Science Quarterly*, 1990,

35(2):317-341.

[2] 孟祥海,高山行,舒成利. 生物技术药物发展现状及我国的对策研究[J]. *中国软科学*,2014(4):14-24.

[3] Powell W W, Koput K W, Smithdoerr L. Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology[J]. *Administrative Science Quarterly*, 1996,41(1):116-145.

[4] Wassmer U, Dussauge P. Value creation in alliance portfolios: The benefits and costs of network resource interdependencies[J]. *European Management Review*, 2011, 8(1):47-64.

[5] Gulati R. Alliances and networks[J]. *Strategic Management Journal*, 1998,19(4):293-317.

[6] Gulati R. Social structure and alliance formation patterns: A longitudinal analysis[J]. *Administrative Science Quarterly*, 1995,40(4):619-652.

[7] Ritter T, Gemunden H G. Network competence: Its impact on innovation success and its antecedents[J]. *Journal of Business Research*, 2003,56(9):745-755.

[8] Kanter R M. When a thousand flowers bloom: Structural, collective, and social conditions for innovation in organization[J]. *Research in Organizational Behaviour*, 1988(10):169-211.

[9] Hargadon A, Sutton R I. Technology brokering and innovation in a product development firm[J]. *Administrative Science Quarterly*, 1997,42(4):716-749.

[10] Valentini G. Measuring the effect of M&A on patenting quantity and quality[J]. *Strategic Management Journal*, 2012,33(3):336-346.

[11] Ahuja G, Lampert C M, Tandon V. Moving beyond Schumpeter: Management research on the determinants of technological innovation[J]. *Academy of Management Annals*, 2008,2(1):1-98.

[12] Contractor F J, Lorange P. The growth of alliances in the knowledge-based economy[J]. *International Business Review*, 2002,11(4):485-502.

[13] Podolny J M, Page K L. Network forms of organization[J]. *Annual Review of Sociology*, 1998,24(1):57-76.

- [14] Dyer J H, Singh H. The relational view: Cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage[J]. *Academy of Management Review*, 1998, 23(4):660-679.
- [15] Lavie D. The competitive advantage of interconnected firms: An extension of the resource-based view[J]. *Academy of Management Review*, 2006,31(3):638-658.
- [16] Gulati R, Nohria N, Zaheer A. Guest editors' introduction to the special issue: Strategic networks[J]. *Strategic Management Journal*, 2000,21(3):199-201.
- [17] Gulati R, Nohria N, Zaheer A. Strategic networks[J]. *Strategic Management Journal*, 2000,21(3):203-215.
- [18] Sampson R C. R&D alliances and firm performance: The impact of technological diversity and alliance organization on innovation[J]. *Academy of Management Journal*, 2007,50(2):364-386.
- [19] Tolstoy D, Agndal H. Network resource combinations in the international venturing of small biotech firms[J]. *Technovation*, 2010,30(1):24-36.
- [20] Uzzi B. Social structure and competition in interfirm networks: The paradox of embeddedness[J]. *Administrative Science Quarterly*, 1997,42(1):35-67.
- [21] Shan W, Walker G, Kogut B. Interfirm cooperation and startup innovation in the biotechnology industry[J]. *Strategic Management Journal*, 1994,15(5):387-394.
- [22] Baum J A, Calabrese T, Silverman B S. Don't go it alone: Alliance network composition and startups' performance in Canadian biotechnology[J]. *Strategic Management Journal*, 2000,21(3):267-294.
- [23] Ahuja G. Collaboration networks, structural holes, and innovation: A longitudinal study[J]. *Administrative Science Quarterly*, 2000,45(3):425-455.
- [24] Stuart T E. Network positions and propensities to collaborate: An investigation of strategic alliance formation in a high-technology industry[J]. *Administrative Science Quarterly*, 1998,43(3):668-698.
- [25] Stuart T E, Hoang H, Hybels R C. Interorganizational endorsements and the performance of entrepreneurial ventures[J]. *Administrative Science Quarterly*, 1999, 44(2):315-349.
- [26] Stuart T E. Interorganizational alliances and the performance of firms: A study of growth and innovation rates in a high-technology industry[J]. *Strategic Management Journal*, 2000,21(8):791-811.
- [27] Phelps C C. A longitudinal study of the influence of alliance network structure and composition on firm exploratory innovation[J]. *Academy of Management Journal*, 2010,53(4):890-913.
- [28] Gulati R, Singh H. The architecture of cooperation: Managing coordination costs and appropriation concerns in strategic alliances[J]. *Administrative Science Quarterly*, 1998,43(4):781-814.
- [29] Verspagen B, Duysters G. The small worlds of strategic technology alliances[J]. *Technovation*, 2004,24(7): 563-571.
- [30] Von Hippel E. Sticky information and the locus of problem-solving-implications for innovation[J]. *Management Science*, 1994,40(4):429-439.
- [31] Reagans R E, Zuckerman E W. All in the family: Reply to Burt, Podolny, and Van De Rijt, Ban, and Sarkar[J]. *Industrial and Corporate Change*, 2008,17(5): 979-999.
- [32] Capaldo A. Network structure and innovation: The leveraging of a dual network as a distinctive relational capability[J]. *Strategic Management Journal*, 2007,28(6): 585-608.
- [33] Cook K S, Yamagishi T. Power in exchange networks: A power-dependence formulation[J]. *Social Networks*, 1992,14(3):245-265.
- [34] Laursen K, Salter A. Open for innovation: The role of openness in explaining innovation performance among UK manufacturing firms[J]. *Strategic Management Journal*, 2006,27(2):131-150.
- [35] Mariti P, Smiley R H. Co-operative agreements and the organization of industry[J]. *Journal of Industrial Economics*, 1983,31(4):437-451.

- [36] Osborn R N, Baughn C C. Forms of interorganizational governance for multinational alliances[J]. *Academy of Management Journal*, 1990,33(3):503-519.
- [37] Danneels E. The dynamics of product innovation and firm competences[J]. *Strategic Management Journal*, 2002,23(12):1095-1121.
- [38] Capello R. Spatial transfer of knowledge in high technology milieux: Learning versus collective learning processes[J]. *Regional Studies*, 1999,33(4):353-365.
- [39] Fu W Y, Diez J R, Schiller D. Interactive learning, informal networks and innovation: Evidence from electronics firm survey in the Pearl River Delta, China[J]. *Research Policy*, 2013,42(3):635-646.
- [40] Basberg B L. Foreign patenting in the US as a technology indicator: The case of Norway[J]. *Research Policy*, 1983,12(4):227-237.
- [41] Powell W W, Koput K W, Smithdoerr L. Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology[J]. *Administrative Science Quarterly*, 1996,41(1):116-145.
- [42] Porter M E, Stern S. Innovation: Location matters[J]. *MIT Sloan Management Review*, 2001,42(4):28-36.
- [43] Powell W W, White D R, Koput K W, et al. Network dynamics and field evolution-interorganizational collaboration in the life sciences[J]. *American Journal of Sociology*, 2005,110(4):1132-1205.
- [44] Hall B H, Jaffe A B, Trajtenberg M. The NBER Patent Citation Data File Lessons, Insights and Methodological Tools[R]. Cambridge: NBER Working Papers, 2001.
- [45] Hausman J, Hall B H, Griliches Z. Econometric models for count data with an application to the patents-R&D relationship[J]. *Econometrica*, 1984,52(4):909-938.
- [46] Henderson R, Cockburn I. Scale, scope, and spillovers: The determinants of research productivity in drug discovery[J]. *Rand Journal of Economics*, 1996, 27(1):32-59.
- [47] March R W. Text mining patent literature: A case scenario of a methodology for analyzing unstructured data[J]. *Searcher*, 2008,16(2):30-35.
- [48] Christakis N A, Fowler J H. The spread of obesity in a large social network over 32 years[J]. *New England Journal of Medicine*, 2007,357(4):370-379.
- [49] Lee G K. The significance of network resources in the race to enter emerging product markets: The convergence of telephony communications and computer networking, 1989-2001[J]. *Strategic Management Journal*, 2007,28(1):17-37.
- [50] Hall B H, Griliches Z, Hausman J A. Patents and R&D: Is there a lag?[J]. *International Economic Review*, 1984,27(2):265-283.
- [51] Barnett V, Lewis T. *Outliers in Statistical Data*[M]. 2nd ed. Chichester: Wiley, 1984.
- [52] Maddala G S, Wu S. A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test[J]. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 1999,61 (S1):631-652.
- [53] Cameron A C, Trivedi P K. *Regression Analysis of Count Data*[M]. London: Cambridge University Press, 2013.
- [54] 罗家德,张田,任兵. 基于“布局”理论视角的企业间社会网络结构与复杂适应[J]. *管理学报*,2014,11(9):1253-1264.

Network Embeddedness and Technological Innovation: How Indirect Ties and Diversity of Alliance Types Affect Technological Innovation?

YANG Zhangbo^{1,2}

(1. School of Social Science and Humanities, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China; 2. Institute for Empirical Social Science Research, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: This study focuses on how indirect alliance partners and diversity of alliance types affect innovation quantity and quality. This study is based on theory of network and technological innovation, and panel data of biotechnology and pharmaceutical industry from 1990 to 2001 based on USPTO patent database, Recap alliance database and Compustat database. Then this study uses Poisson regression model to test hypotheses. Here are the main conclusions: a, the increase of indirect ties has a negative impact on innovation quality; b, the increase of diversity of alliance types has a positive impact on innovation quantity and quality.

Key words: technological innovation; strategic alliance; strategic network