



# 中国创新型企业内外部研发合作网络 对组织二元学习平衡的影响

汤超颖 李美智 张桂阳

(中国科学院大学 经济与管理学院,北京 100190)

**摘要:**组织的二元学习包括探索式学习和挖掘式学习,二元学习平衡有助于创新型企业保持持续的竞争力。中国企业处于挖掘式学习多于探索式学习的阶段,二元学习平衡需要进行更多的探索式学习。外部新知识进入有利于企业探索式学习,内部既有知识利用有利于企业的挖掘式学习,企业二元学习的平衡则需要两者的结合。企业外部和内部研发合作网络的特征分别影响企业的外部新知识进入与内部知识的识别和吸收。通过分析31家中国创新型企业2000—2016年在德温特创新索引数据库上的134 814个发明专利数据,结果发现:中国创新型企业在外外部研发合作网络中的程度中心性和结构洞均正向影响企业二元学习平衡,企业内部研发合作网络的中介中心势正向调节企业在外外部研发合作网络的程度中心性与二元学习平衡的关系,企业内部研发合作网络的程度中心势负向调节企业在外外部研发合作网络的结构洞与二元学习平衡的关系。最后,就企业如何通过内外部研发合作策略提升中国企业的二元学习平衡展开了讨论。

**关键词:**研发合作网络;二元学习平衡;程度中心性;结构洞;中心势

**中图分类号:**F273.1; **文献标识码:**A **文章编号:**1002-0241(2018)05-0076-13

## 0 引言

组织学习和创新是企业获得竞争优势、提升绩效的重要来源<sup>[1]</sup>。面对快速变化的竞争环境,企业需要采取合理的组织学习策略,在提升自身已有业务优势的同时,探索和学习新知识,即开展二元学习。探索式学习是追求新知识;挖掘式学习是对已知事物的利用和发展<sup>[2]</sup>。只进行探索式学习或者只进行挖掘式学习都是不均衡的发展,难以实现企业的长期发展。探索与挖掘式学习对于企业来说是2种不可或缺的组织学习方式,企业既要通过探索式学习来开拓新的技术和业务领域以保证未来的收益,又必须通过挖掘式学习来深度挖掘现有的技术和业务领域以确保当前的利润<sup>[3]</sup>。

本文拟研究的企业外部研发合作网络是企业主动组建的组织间关系网络,属于自我中心网。企业内部研发合作网络是指企业内部的研究者在创新活动和学习中建立的网络<sup>[4]</sup>。

以往研究认为企业外部合作网络影响企业对外部知识的获取,进而影响企业的二元学习平衡<sup>[5]</sup>。企业在外外部研发合作网络中的2个特征影响企业外部知识的获取,一是程度中心性,它是指企业直接合作的机构数量<sup>[6]</sup>,它影响到企业通过直接合作所获取的知识和信息的数量<sup>[7]</sup>。二是企业在外外部研发合作网络中的结构洞,结构洞高的企业指在其他合作者之间担任“桥”<sup>[8]</sup>,高结构洞意味着容易获得和控制异质知识和信息<sup>[9]</sup>。外部新知识的获取,既有利于现有技

收稿日期:2017-11-21

基金项目:国家自然科学基金项目(71473238,71673264)

第一作者简介:汤超颖(1970—),女,浙江临海人,中国科学院大学经济与管理学院,教授,管理学博士,研究方向:创造力、组织行为与创新管理、知识网络。

通信作者:汤超颖,tcy@ucas.ac.cn

术和产品完善的挖掘式学习,也有利于推动潜在需求识别和创造的探索式学习<sup>[10]</sup>,即有助于企业的二元学习平衡。

另一方面,企业内部研发合作网络的整体特点也会影响到企业对外部知识的吸收。其中内部合作网络的2个重要特征是中介中心势(指网络中经过合作者的最短路径的比例的分布)和程度中心势(指网络中合作者与其他合作者直接联系的整体分布)<sup>[11-13]</sup>。高中介中心势的网络里存在核心的研发主体,可以更有效地识别和吸收外部知识<sup>[14]</sup>。而在高程度中心势的网络中内部联系不平衡<sup>[15]</sup>,合作者间的潜在知识分享被阻,不利于企业识别和吸收外部知识。而知识吸收能力是组织外部学习的重要能力<sup>[16]</sup>。研究还发现,企业内部跨部门的知识整合将影响企业利用外部知识搜索学习的成效<sup>[17]</sup>,内部知识整合也有助于企业利用外部知识提升新产品利润率<sup>[18]</sup>。因此,内部研发合作网络的特征将影响企业外部研发合作网络对企业二元学习平衡的作用。

长久以来,中国企业存在着“强生产—弱创新”的能力鸿沟。《中国制造2025》指出,中国制造业企业的自主创新能力还较弱,需要持续推进企业技术改造和创新,在主要领域具备全球创新引领能力和明显竞争优势<sup>[19]</sup>。对中国企业而言,大量的创新是渐进性的,只有一部分创新是突破性创新<sup>[20]</sup>。所以中国企业实现现阶段的二元学习平衡需提高探索式学习的比例。

当前有关企业二元学习平衡的研究主要涉及企业的战略联盟对企业探索式学习和挖掘式学习的影响<sup>[5,21-25]</sup>。有关企业内外部研发合作网络对二元学习平衡的共同作用有待开展。为此,本研究吸纳前人有关外部研发合作网络影响外部知识进入,以及内部研发合作网络影响企业内部识别和吸收知识的研究,探索企业怎么组建自身外部研发合作网络和内部研发合作网络对二元学习平衡的影响,并选择中国创新型企业进行实证分析,相关结论对于企业研发管理有积极的借鉴价值。

## 1 理论背景和研究假设

### 1.1 中国企业在外部研发合作网络中的程度中心性对二元学习平衡的影响

中心性是企业在网络中由于与其他成员直接联结而在网络中占据中心位置的程度<sup>[6]</sup>,程度中心性指标常用于研究企业和其直接合作者的关系<sup>[26]</sup>。

有关程度中心性与二元学习的关系,一类观点认为程度中心性高的企业可以更快地获取更多的合作伙伴的信息<sup>[27]</sup>,提升获取多样化信息与知识的机会<sup>[25]</sup>。占据中心位置,可以获得需要的战略资源<sup>[28]</sup>,并通过获得有利于产生新想法的外部知识来促进创新<sup>[27,29-31]</sup>。因此,位于中心位置的企业有获取更多新知识的机会<sup>[32]</sup>,可以更好开展探索式学习<sup>[13]</sup>。

另一类观点则认为,当企业遭遇技术难题时,通常会向合作网络中心性高的企业咨询<sup>[33]</sup>。高中心性企业在合作伙伴中拥有更高的权利和地位<sup>[7]</sup>,有利于企业开展协调分工与合作<sup>[34]</sup>。

因此,程度中心性可能同时有助于2类学习,正向影响二元学习平衡。刘寿先通过问卷测量发现合作网络程度中心性越高,使得企业能够接触更多的外部创新伙伴,从而获取大量的新知识,既有利于现有技术和产品完善的挖掘式学习,也有利于推动潜在需求识别和创造的探索式学习<sup>[10]</sup>,从而有助于二元学习平衡。

因此,本文提出以下假设:

H1: 中国企业在外部研发合作网络中的程度中心性正向影响二元学习平衡。

### 1.2 中国企业在外部研发合作网络中的结构洞对二元学习平衡的影响

结构洞是指一组无联系的合作者之间的联结<sup>[9]</sup>,即与核心主体相联结的其他主体之间是否存在联结,如果存在非直接联结时,就产生了结构洞<sup>[9]</sup>;如果主体之间彼此均有联结时,网络则处于闭合<sup>[35]</sup>。

结构洞高的企业更容易开展探索式学习,由于高结构洞的企业是其他合作者之间的“桥”<sup>[9]</sup>,联结了其他合作者没有联系的群体<sup>[9,36-37]</sup>,可能有得到新信

息和知识的优势<sup>[38-39]</sup>,在信息和知识控制上也具有优势<sup>[9]</sup>。因此,结构洞高的企业有更多渠道发现新的异质知识,对行业新趋势(机会和威胁)做出反应,提高效率<sup>[8]</sup>,并加深对获得知识的理解<sup>[40]</sup>。来自生物医药企业间授权网络的205家企业的数据分析说明网络的结构洞有助于探索式学习<sup>[41]</sup>。同时,一些学者提出结构洞高的企业更容易被识别,也有更高的整合网络的水平<sup>[42]</sup>。Andreuski等对12家全球汽车制造企业2016年的37 520个联盟的研究发现,联盟的结构洞带来了企业创新机会和探索式学习能力,合作联盟的结构洞属性和机会识别能力有关<sup>[23]</sup>。

因此,结构洞高有利于中国企业探索式学习。由于中国企业绝大多数倾向于从事挖掘式学习,高结构洞将有助于企业的二元学习平衡。因此,本文提出以下假设:

H2:中国企业在外部研发合作网络中的结构洞正向影响二元学习平衡。

### 1.3 中国企业内部研发合作网络中介中心势与外部研发合作网络对二元学习平衡的交互影响

网络中心势是指网络中所有合作者的中心性的差异<sup>[6]</sup>,反映了网络中的关系集中于少数几个人的程度<sup>[35]</sup>。高度中心势的网络是一个分散的网络<sup>[9]</sup>。组织对外部知识的利用需要一定的内部吸收能力<sup>[28]</sup>,内部网络的中心势关系到企业对外部知识的吸收。

其中,中介中心势是指网络中合作者中介中心性的分布<sup>[11]</sup>。合作者的中介中心性是指网络中经过该合作者的最短路径的比例。处在其他合作者之间的最短路径越多,中介中心性越高<sup>[12,43-45]</sup>。内部合作网络中介中心性高的研发人员作为企业的研发明星,影响知识在企业内部的识别和吸收<sup>[46]</sup>。中介中心势高的网络指所有的联结只通过一小部分核心研发人员,这类研发明星是整个网络中其他合作者的“桥”<sup>[6]</sup>,许多其他的研发人员需要通过研发明星进行联结<sup>[47]</sup>。研发明星的存在对企业技术转移成功具有积极的意义<sup>[48]</sup>,因为他们提升了企业对外部知识的识别和吸收能力。

因此,中介中心势高的企业内部研发合作网络更有助于企业识别和吸收外部知识,从而促进外部研发合作网络对企业二元学习平衡的积极影响。因此,本文提出以下假设:

H3:中国企业内部研发合作网络中介中心势对企业在外部研发合作网络的程度中心性与二元学习平衡的关系起正向调节作用,企业内部研发合作网络中介中心势越高,企业在外部研发合作网络中的程度中心性对二元学习平衡的正向影响越强。

H4:中国企业内部研发合作网络中介中心势对企业在外部研发合作网络的结构洞与二元学习平衡的关系起正向调节作用,企业内部研发合作网络中介中心势越高,企业在外部研发合作网络中的结构洞对二元学习平衡的正向影响越强。

### 1.4 中国企业内部研发合作网络程度中心势与外部研发合作网络对二元学习平衡的交互影响

网络程度中心势是基于合作者联结的路径数量<sup>[11]</sup>,根据网络中合作者的程度中心性计算<sup>[11]</sup>,描述了网络中合作者程度中心性的整体分布特点<sup>[12]</sup>。高程度中心势表明一些合作者处于中心位置<sup>[49]</sup>,而大多数其他合作者则处于边缘位置<sup>[14]</sup>。

在程度中心势高的网络中,合作者间的潜在知识分享被阻,网络中的知识流动向一部分人倾斜,整体网络的知识分享降低<sup>[50]</sup>,不利于网络内资源的有效流通<sup>[51]</sup>,将带来组织对外部知识识别和吸收的下降。因此,这样的内部网络特征不利于企业对外部获取的知识进行识别和吸收,因而它对外部研发合作网络与企业二元学习平衡的关系有负向影响。

因此,本文提出以下假设:

H5:中国企业内部研发合作网络程度中心势对企业在外部研发合作网络的程度中心性与二元学习平衡的关系起负向调节作用,企业内部研发合作网络程度中心势越高,企业在外部研发合作网络中的程度中心性对二元学习平衡的正向影响越弱。

H6:中国企业内部研发合作网络程度中心势对企业在外部研发合作网络的结构洞与二元学习平衡



的关系起负向调节作用,企业内部研发合作网络程度中心势越高,企业在外部研发合作网络中的结构洞对二元学习平衡的正向影响越弱。

本文的研究模型如图1所示。

## 2 研究设计

### 2.1 样本来源

根据《中国创新型企业发展报告2013—2014》,创新型企业分布较集中的行业包括:计算机、通信和其他电子设备制造业、软件和信息技术服务业、汽车、设备制造业、钢铁矿业、化学、电气机械及器材制造业。通过行业百强企业报告、收入排名报告提取出属于国家创新型(试点)企业的41家中国上市企业。

本研究所用的专利数据来自于德温特专利数据库。数据搜集和清洗的步骤如下:第一步,从德温特专利数据库中,以企业名称作为专利权人检索词,逐个对41家企业在2000—2016年间的专利进行专利检索,并根据第一次检索的结果总结出企业可能出现的名称形式,包括简称等;第二步,将总结的所有企业名称作为专利权人检索词进行检索,得到所有企业2000—2016年间的发明专利数据;第三步,如果某一企业在连续的任何3年中由于专利数量较少而无法建立合作网络,则将企业剔除;第四步,将所有企业的合作专利进行筛选,保留发明权人为2个以上(即有外部合作)的专利数据以建立企业的外部研发合作网络,同时清洗专利权人的名称,以免重复计

算;第五步,在Wind数据库检索样本企业的基本信息和财务数据(包括成立时间、所在地、产业、研发强度)等;第六步,构建研发合作网络,由于网络联结可能会衰退或消失,时间窗口太长可能会不利于观察合作者之间的联结状况的变化。另一方面,网络联结的黏性使得联结往往要在合作结束以后才发挥主要作用。因此,时间窗口太短又不便于追踪合作者之间的联系变化,对于网络影响解释力度不够,因此,网络窗口太长或太短都不适合,本研究采用3年的时间窗口<sup>[52]</sup>,根据企业和外部企业、研究机构等外部合作者的共同专利发明,以 $t$ 期前的3年为一个时间窗口(即 $t-3$ 至 $t-1$ 期)进行专利权人外部研发合作网络的构建和网络指标计算。同时,选取与外部合作网络窗口期对应的企业所有专利数据,根据企业内部合作者的共同专利发明,建立企业内部研发合作网络(发明人网络),即内部研发合作网络。最后,得到了31家企业共186个外部研发合作网络和同样数量的内部研发合作网络。31家企业的共134 184个专利数量如表1所示。由于样本企业外部合作专利的起始年代不同,将按照企业各自的企业年限,以3年为窗口期,进行连续建网。

### 2.2 变量描述

因变量是企业的二元学习平衡。现有研究中对二元学习测量主要包括2步,第一步先对探索式学习和挖掘式学习进行测量<sup>[53-57]</sup>,第二步是对探索式和挖

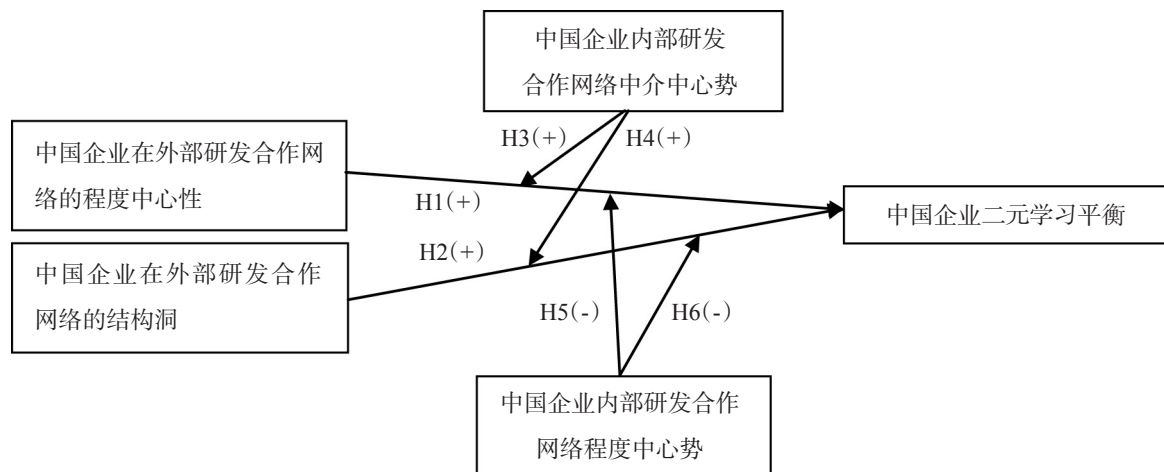


图1 研究模型

表1 研究样本企业专利数量

企业名称	专利年份	发明专利数量/件
安徽江淮汽车股份有限公司	2000—2014	2 873
北京信威科技集团股份有限公司	2000—2016	13
比亚迪股份有限公司	2003—2016	4 961
东软集团股份有限公司	2003—2016	815
北汽福田汽车股份有限公司	2002—2016	5 877
广西柳工机械股份有限公司	2010—2016	664
海尔集团	2004—2016	8 790
汉王科技股份有限公司	2008—2011	385
厦门宏发电声股份有限公司	2008—2014	190
浪潮电子信息产业股份有限公司	2004—2016	9 057
美的集团	2007—2016	14 346
三一重工股份有限公司	2009—2016	4 204
厦门金龙汽车集团股份有限公司	2011—2015	112
上海宝信软件股份有限公司	2009—2013	142
上海汽车集团股份有限公司	2004—2016	4 392
北京首钢股份有限公司	2002—2015	2 690
曙光信息产业股份有限公司	2009—2016	1 119
太极计算机股份有限公司	2001—2015	123
太原钢铁(集团)有限公司	2005—2015	1 798
特变电工股份有限公司	2006—2015	311
同方股份有限公司	2001—2016	1 102
万华化学集团股份有限公司	2002—2014	165
西部矿业股份有限公司	2007—2015	34
新疆金风科技股份有限公司	2012—2016	577
徐州工程机械集团有限公司	2010—2016	5 352
浙江正泰电器股份有限公司	2009—2016	1 515
中国第一汽车集团公司	2007—2016	3 028
中联重科股份有限公司	2011—2016	4 121
中兴通讯股份有限公司	2005—2016	41 375
重庆长安汽车股份有限公司	2007—2016	4 787
珠海格力集团有限公司	2013—2016	9 896

数据来源:德温特专利数据库

掘式学习的关系做进一步计算。本研究采用 Katila 和 Ahuja 的方法<sup>[58]</sup>,根据企业的专利数据计算企业的研究深度和研究广度,分别表示挖掘式学习和探索式学习。本研究使用专利的 IPC 分类代码作为代理变量。IPC 分类代码对任一专利都根据部、大类、小类、大组和小组进行了划分,很多研究将四位码的分类号表示为一个知识元素<sup>[59-60]</sup>,即涵盖了专利所属的部、大类和小类信息,主要是因为四位码实际上可以充分反映专利的技术或知识特征。如果专利中的一个技术分类(IPC 四位代码)在企业以往的技术分类存储中均未出现,而在观察年份内出现,则该技术分

类被看做是探索式学习<sup>[61-62]</sup>,而将该专利包含的所有技术分类中除去新技术分类以外的知识要素个数作为挖掘式学习。参考前人研究<sup>[52]</sup>,根据每个发明专利信息中包括的所有 IPC 分类号,首先提取其四位码的分类号,将每一个 IPC 分类号与该专利出现以前的企业以往发明的所有专利中包含的 IPC 分类号进行对比,以该专利研发团队研发出来专利中新出现的 IPC 分类号个数作为探索式学习的衡量。

关于二元学习平衡,当二者之间差值较少时趋向二元学习平衡<sup>[53]</sup>。学者们采取“绝对平衡”与“相对平衡”指标。“绝对平衡”是将探索式学习和挖掘式学

习得分相减的绝对值来测量二元学习<sup>[53]</sup>,即两者的差值越接近“0”越好。但是,在二元学习作用关系中的“绝对平衡”维度受到一些学者的质疑和挑战。探索式学习和挖掘式学习的最优平衡点,不是探索和利用水平的绝对相等,而是“相对平衡”<sup>[63-66]</sup>。Uotila等,Wei等通过“探索导向指标”测量二元学习平衡,即探索/(探索+挖掘),认为探索与挖掘的平衡是“相对平衡”,而非两者相等<sup>[64-65]</sup>。因为中国企业的挖掘式学习和探索式学习差值较大,本研究采用探索/(探索+挖掘)计算二元学习“相对平衡”,对应合作网络的窗口期( $t-3$ 期至 $t-1$ 期),分别计算对应期( $t$ 期)的滞后二元学习平衡。

本研究利用ORA动态网络分析软件进行网络指标的计算。自变量是企业在外部研发合作网络的程度中心性和结构洞。

程度中心性指标。网络的程度中心性标准化数值的计算公式为<sup>[5]</sup>:

$$C_D(n_i) = \frac{\sum_j X_{ij}}{V \times (g-1)}, i \neq j \quad (1)$$

式中: $X_{ij}$ 取值1或0,代表网络中 $i$ 和 $j$ 是否有关系; $g$ 是此网络中的主体数; $g-1$ 即某一主体在网络中最大可能的关系数; $V$ 是任意2个主体间的最大联结强度。

结构洞指标。衡量结构洞的方法有很多种,常用的指标包括网络约束系数,系数越高,结构洞越少,本文结构洞数值采用“1-网络约束系数”,其值越大,结构洞水平越高。网络中第 $i$ 个主体的结构洞指标由以下公式给出<sup>[36]</sup>:

$$i = 1 - C_{ij} = 1 - \left( P_{ij} + \sum_q P_{iq} P_{qj} \right)^2, q \neq i, j \quad (2)$$

式中: $C_{ij}$ 为主体 $i$ 受到 $j$ 的约束程度; $P_{ij}$ 是主体 $i$ 的全部关系中,投入 $q$ 的关系占总关系的比例强度; $P_{qj}$ 是 $q$ 在他人 $j$ 身上关系的比例强度; $\sum_q P_{iq} P_{qj}$ 是 $i$ 在 $j$ 身上的间接关系投资,当取遍 $i$ 所有的联络人 $j$ 得到的总和就测量了主体 $i$ 在网络中的机会<sup>[36]</sup>。

调节变量是企业内部研发合作网络的中介中心势和程度中心势。

合作网络中介中心势的计算公式为<sup>[11]</sup>:

$$C_B = \frac{\sum_{i=1}^g [C_B(n^*) - C_B(n_i)]}{g^3 - 4g^2 + 5g - 2} \quad (3)$$

式中: $C_B(n_i)$ 指网络中主体 $i$ 的中介中心性; $C_B$ 指网络的中介中心势; $C_B(n^*)$ 是 $C_B(n_i)$ 的最大值; $g$ 指网络中的主体数。

合作网络程度中心势的计算公式为<sup>[11]</sup>:

$$C_D = \frac{\sum_{i=1}^g [C_D(n^*) - C_D(n_i)]}{\max \sum_{i=1}^g [C_D(n^*) - C_D(n_i)]} \quad (4)$$

式中: $C_D(n_i)$ 指网络中主体 $i$ 的程度中心性; $C_D$ 指网络的程度中心势; $C_D(n^*)$ 是 $C_D(n_i)$ 的最大值; $g$ 指网络中的主体数。

控制变量。本研究有以下控制变量,均采用上一期的值( $t-1$ 期)。第一,企业上一期的专利数量,由于不同企业的专利数量有明显差异,故加以控制;第二,产业,按照企业所属产业,分为4个产业(计算机、通信及其他电子设备制造、软件和信息技术服务业;汽车业;设备制造业、化学及钢铁矿业;电气机械及器材制造业);第三,所有制,按照企业所有制性质,分为4个类型(中央国有企业,地方国有企业,民营企业,公众/集体企业);第四,地区,按照企业所在地,分为7个地区(华东,华南,华中,华北,西北,西南,东北);第五,企业年龄,即企业成立的日期与数据收集日期的年份差值;第六,企业研发强度,已有研究发现企业研发强度对于二元式学习有积极影响,由于较早年份的上市公司年报中对研发投入的披露不足,本研究采用研发人员所占比例作为研发强度。

### 3 研究结果

#### 3.1 相关性分析

首先对研究变量进行相关性分析,表2包含主要研究变量的平均值、标准差及相关系数。从表2可以看出,企业的二元相对平衡均值为0.122,相对来说我国企业处于探索式学习较低的水平。企业在外部研发合作网络中的程度中心性与企业二元学习平衡显著正相关( $r = 0.279, p < 0.05$ ),企业在外部研发合作

网络中的结构洞与企业二元学习平衡显著正相关( $r = 0.237, p < 0.05$ )。

### 3.2 假设检验

下文对提出的假设进行检验。本文采用 Stata 14.0 对数据进行非平衡面板回归。由于回归分析中包括不随时间改变的虚拟变量(产业、所有制、地区),固定效应模型无法估计,因此选择了随机效应模型进行检验。具体步骤与结论如表3所示。首先加入控制变量(企业专利数量、产业哑变量、所有制哑变量、地区哑变量、成立时间、研发强度,见模型1),然后加入自变量(企业在外部研发合作网络中的程度中心性和结构洞,见模型2),第三步是加入调节

变量(企业内部研发合作网络的中介中心势和程度中心势及对应的交互项,见模型3和模型4)。

模型2的回归结果表明,中国企业在外部研发合作网络中的程度中心性对二元学习平衡有显著正向影响( $\beta = 0.151, p < 0.01$ ),中国企业在外部研发合作网络中的结构洞对二元学习平衡有显著正向影响( $\beta = 0.245, p < 0.01$ )。假设H1和假设H2得到支持。

模型3的回归结果表明,企业内部研发合作网络中介中心势对二元学习平衡无显著影响( $\beta = -0.263, p > 0.05$ ),企业内部研发合作网络中介中心势和企业在外部研发合作网络中的程度中心性的交互项对二元学习平衡有显著正向影响( $\beta = 0.908, p < 0.05$ ),企

表2 描述性统计和相关性分析

变量名称	平均值	标准差	1	2	3	4	5	6	7	8
1.企业二元学习平衡	0.122	0.179								
2.企业专利数量	654.437	1217.250	-0.297*							
3.成立时间	21.049	26.768	-0.182*	0.025						
4.研发强度	0.239	0.213	-0.110	-0.010	0.018					
5.企业在外部研发合作网络的程度中心性	0.464	0.306	0.279*	-0.094	-0.109	-0.149*				
6.企业在外部研发合作网络的结构洞	0.169	0.186	0.237*	-0.110	-0.175*	0.069	-0.213*			
7.企业内部研发合作网络中介中心势	0.129	0.126	0.219*	-0.271*	-0.096	0.075	0.246*	0.112		
8.企业内部研发合作网络程度中心势	0.040	0.051	0.580*	-0.310*	-0.203*	-0.184*	0.325*	0.332*	0.268*	—

注:\*表示 $p < 0.05$ ;产业、所有制、地区作为分类变量分别生成 $n-1$ 个0-1虚拟变量,此处不作相关性汇报;下同

表3 回归分析结果

自变量	模型1	模型2	模型3	模型4
常数项	0.550***	0.340**	0.365**	0.207
企业专利数量	-0.002	-0.002	-0.001*	-0.001
产业哑变量	Y	Y	Y	Y
所有制哑变量	Y	Y	Y	Y
地区哑变量	Y	Y	Y	Y
成立时间	-0.020***	-0.015***	-0.015***	-0.010*
研发强度(研发人员比例)	-0.210*	-0.221*	-0.193*	-0.177*
企业外部研发合作网络的程度中心性		0.151**	0.171**	0.093*
企业外部研发合作网络的结构洞		0.245**	0.236*	0.258*
企业内部研发合作网络中介中心势			-0.263	
企业内部研发合作网络程度中心势				1.555**
企业外部研发合作网络的程度中心性×企业内部研发合作网络中介中心势			0.908*	
企业外部研发合作网络的结构洞×企业内部研发合作网络中介中心势			0.777	
企业外部研发合作网络的程度中心性×企业内部研发合作网络程度中心势				-0.727
企业外部研发合作网络的结构洞×企业内部研发合作网络程度中心势				-2.991*
Wald $\chi^2$	61.02	82.71	94.38	107.23
Prob > $\chi^2$	0.000	0.000	0.000	0.000
N	186	186	186	186

注:\*\*表示 $p < 0.01$ ;\*\*\*表示 $p < 0.001$



业内部研发合作网络中介中心势和企业在外部研发合作网络中的结构洞的交互项对二元学习平衡无显著影响( $\beta = 0.777, p > 0.05$ )。假设H3得到支持,假设H4没有得到支持。

模型4的回归结果表明,企业内部研发合作网络程度中心势对二元学习平衡有显著正影响( $\beta = 1.555, p < 0.01$ ),企业内部研发合作网络程度中心势和企业在外部研发合作网络中的程度中心性的交互项对二元学习平衡无显著影响( $\beta = -0.727, p > 0.05$ ),企业内部研发合作网络程度中心势和企业在外部研发合作网络中的结构洞的交互项对二元学习平衡有显著负向影响( $\beta = -2.991, p < 0.05$ )。假设H6得到支持,假设H5没有得到支持。

#### 4 结论解释

通过对企业外部研发合作网络和内部研发合作网络对二元学习平衡的研究,本研究主要有以下结论:

第一,中国企业在外部研发合作网络中的程度中心性正向影响二元学习平衡。位于自身组建的外部研发合作网络中心的企业,作为各种关系和大量信息的交汇点,在合作关系中占据主导地位,更有可能获取更多新知识<sup>[9, 29, 67]</sup>,既可能促进挖掘式学习,也可能促进探索式学习。特别是,在我国这样的后发展国家中,企业在外部合作网络中的高程度中心性,对于获取更多的核心技术知识,都具有重要意义。因此,程度中心性对于企业二元学习平衡具有正向的促进作用<sup>[68]</sup>。

第二,中国企业在外部研发合作网络中的结构洞正向影响二元学习平衡。外部研发合作网络中结构洞高的企业有更多的位置优势来进行发明活动<sup>[9, 36, 69]</sup>,具有控制和整合知识和信息的优势,有助于企业提高识别行业新趋势和探索外部多样知识要素的效率<sup>[8, 52]</sup>,因此,在外部研发合作网络中结构洞高的中国企业能够促进探索式学习,这将有助于企业的二元学习平衡。

第三,中国企业内部研发合作网络中介中心势

对企业在外部研发合作网络中的程度中心性与二元学习平衡的关系起正向调节作用,企业内部研发合作网络中介中心势越高,企业在外部研发合作网络中的程度中心性对二元学习平衡的正向影响越强。内部合作网络中介中心性高的研发人员影响知识在企业内部的识别和吸收<sup>[46]</sup>,中介中心势高,说明内部存在研发明星,能够更好地识别和吸收外部知识。

第四,中国企业内部研发合作网络程度中心势对企业在外部研发合作网络中的结构洞与二元学习平衡的关系起负向调节作用,企业内部研发合作网络程度中心势越高,企业在外部研发合作网络中的结构洞对二元学习平衡的正向影响越弱。内部合作网络程度中心势高,则内部合作关系的分布较分散,合作者间的潜在知识分享被阻,不利于对外部知识的识别和吸收,从而弱化企业在外部研发合作网络的结构洞对二元学习平衡的影响。

第五,本文发现中国企业内部研发合作网络中介中心势对企业在外部研发合作网络的结构洞与二元学习平衡的关系的调节作用不显著。对此,本文的解释是虽然企业内部研发合作网络中介中心势高有助于培育内部研发明星,然而由于我国企业研发实力积累较弱,内部研发明星的能力可能不能够消化与整合来自企业外部研发合作网络结构洞的外部异质知识。因此,调节效应并不存在。

第六,企业内部研发合作网络程度中心势对企业在外部研发合作网络的程度中心性与二元学习平衡的关系的调节作用不显著。主要的理由包括,企业在外部研发合作网络的程度中心性高,该企业的研发人员将有更多的机会直接与外部企业合作,这将加大研发人员直接接受外部知识的机会,从而削弱了通过内部知识分享接触外部知识的依赖性。而企业内部研发合作网络程度中心势高低将影响企业内部知识分享。因此,它对企业外部合作网络程度中心性与二元学习平衡的关系不具备调节作用。



## 5 理论贡献与管理建议

### 5.1 理论贡献

本研究的理论贡献如下:前人对外部合作联盟与二元学习平衡的研究主要在战略联盟领域<sup>[21-23]</sup>,有关企业内外部研发合作网络对二元学习平衡共同作用的研究存在空白。第一,本文从知识的外部获取和内部识别与吸收入手,从外部研发合作网络和内部研发合作网络出发,分析了外部研发合作网络的结构特点通过外部知识获取对探索式学习和挖掘式学习平衡的影响,以及内部研发合作网络的结构特点通过对获取知识的识别和吸收与外部研发合作网络共同影响二元学习平衡。

第二,将外部研发合作网络的特征进行细化:从程度中心性的角度研究企业从外部获取更多知识对二元学习平衡的影响,从结构洞的角度研究企业占据信息和知识控制优势,从外部获取更多异质性知识对二元学习平衡的影响。

第三,将内部研发合作网络的特征进行细化:从中介中心势的角度研究企业内部研发明星对识别和吸收外部知识的作用,从程度中心势的角度研究了内部知识分享对吸收外部知识的作用,从而研究了内部研发合作网络对外部研发合作网络和二元学习平衡关系的调节作用。

因此,本研究深化了企业内外部研发合作网络与企业二元学习平衡关系的理解。

### 5.2 管理建议

基于以上结论,对企业研发管理实践提出以下建议:企业内部资源有限时,可以通过2个策略进行学习——通过内部研发合作发展或者利用外部资源<sup>[70]</sup>。第一,企业在组建自身的外部研发合作网络时要提高程度中心性和结构洞,提高与其他企业直接合作的频率,获取更多的外部异质知识。构建松散的研发合作网络,形成对研发合作网络的居间地位,为整合外部不同知识源的技术知识创造更多机会,促进二元学习平衡。

第二,企业内部研发合作网络的管理对二元学

习平衡 also 具有重要意义,企业内部研发合作网络的设计关系到企业对外部获得的知识的识别和吸收。企业在内部研发项目的人员分配工作上,可以给予核心研发人员参与更多研发项目的机会,促进其技术知识的积累,培育企业技术学习的领头羊,提升企业对外部技术知识的识别和吸收。同时,企业内部研发合作网络不宜松散,以避免企业内部的知识分享效率降低以及对外部技术知识的有效吸收降低。

本研究的不足包括以下方面:第一,以专利代码的首次利用和重复利用代表探索式学习和挖掘式学习,缺少专利引用数量等指标,虽然这样处理专利指标较为广泛地使用在以往的研究中<sup>[52,61-62]</sup>,但是,它无法全面地反映企业的2类学习。第二,本研究样本全部来自中国企业,在样本数量与行业来源上均有一定局限。样本的构成将影响到企业二元学习的分布倾向,后续研究应当进一步扩大样本数量与来源,提升研究结论的外推性。

## 参考文献

- [1] Gupta A K, Smith K G, Shalley C E. The interplay between exploration and exploitation[J]. *Academy of Management Journal*, 2006,49(4):693-706.
- [2] Levinthal D A, March J G. The myopia of learning[J]. *Strategic Management Journal*, 1993,14(8):95-112.
- [3] 朱朝晖,陈劲. 探索性学习和挖掘性学习的协同与动态:实证研究[J]. *科研管理*,2008,29(6):1-9.
- [4] Nerkar A, Paruchuri S. Evolution of R&D capabilities: The role of knowledge networks within a firm[J]. *Management Science*, 2005,51(5):771-785.
- [5] Lavie D, Rosenkopf L. Balancing exploration and exploitation in alliance formation[J]. *Academy of Management Journal*, 2006,49(4):797-818.
- [6] Wasserman S, Faust K. *Social Network Analysis: Methods and Applications*[M]. London: Cambridge University Press, 1994.
- [7] Gnyawali D R, Madhavan R. Cooperative networks and competitive dynamics: A structural embeddedness perspective[J]. *Academy of Management Review*, 2001,

- 26(3):431-445.
- [8] Zaheer A, Bell G G. Benefiting from network position: Firm capabilities, structural holes, and performance[J]. *Strategic Management Journal*, 2005,26(9): 809-825.
- [9] Burt R S. *Structural Holes: The Social Structure of Competition*[M]. Boston: Harvard University Press, 1992.
- [10] 刘寿先. 企业社会资本与技术创新关系研究:组织学习的观点[D]. 济南:山东大学,2008.
- [11] Zhang Y, Zheng H M, Shi H, et al. Network analysis of eight industrial symbiosis systems[J]. *Frontiers of Earth Science*, 2006,10(2):1-14.
- [12] Freeman L C. Centrality in social networks: Conceptual clarification[J]. *Social Networks*, 1979,1(3):215-239.
- [13] Scott J. *Social Network Analysis: A Handbook*[M]. Thousand Oaks: Sage, 1991.
- [14] Leenders R T A J, Dolfsma W A. Social networks for innovation and new product development[J]. *Journal of Product Innovation Management*, 2015,33(2): 123-131.
- [15] Leenders R T A J, Kratzer J, Engelen J M L V. Innovation team networks: The centrality of innovativeness and efficiency[J]. *International Journal of Networking and Virtual Organisations*, 2007,4(4):459-478.
- [16] Cohen W M, Levinthal D. Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation[J]. *Administrative Science Quarterly*, 1990,35(1):128-152.
- [17] Martini A, Neirotti P, Appio F P. Knowledge searching, integrating and performing: Always a tuned trio for innovation?[J]. *Long Range Planning*, 2017,50(2): 200-220.
- [18] Laursen K, Salter A J. The paradox of openness: Appropriability, external search and collaboration[J]. *Research Policy*, 2014,43(5):867-878.
- [19] 何郁冰,张思. 技术创新持续性对企业绩效的影响研究[J]. *科研管理*,2017,38(9):1-11.
- [20] 高太山,柳卸林. 企业国际研发联盟是否有助于突破性创新?[J]. *科研管理*,2016,37(1):48-57.
- [21] Lavie D, Kang J, Rosenkopf L. Balance within and across domains: The performance implications of exploration and exploitation in alliances[J]. *Organization Science*, 2011,22(6):1517-1538.
- [22] Phene A, Tallman S, Almeida P. When do acquisitions facilitate technological exploration and exploitation?[J]. *Journal of Management*, 2012,38(3):753-783.
- [23] Andreovski G, Brass D J, Ferrier W J. Alliance portfolio configurations and competitive action frequency[J]. *Journal of Management*, 2013,20(10):1-27.
- [24] 高展军. 战略网络结构对企业技术创新的影响研究[J]. *科学学研究*,2006,124(3):474-478.
- [25] Phelps C C, Heidl R A, Wadhwa A. Knowledge, networks, and knowledge networks: A review and research agenda[J]. *Journal of Management*, 2012,38(4): 1115-1166.
- [26] Everett M, Borgatti S P. Ego network betweenness[J]. *Social Networks*, 2005,27(1):31-38.
- [27] Powell W W, Koput K W, Smith-Doerr L. Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology[J]. *Administrative Science Quarterly*, 1996,41(1):116-145.
- [28] Tsai W P. Knowledge transfer in intraorganizational networks: Effects of network position and absorptive capacity on business unit innovation and performance[J]. *Academy of Management Journal*, 2001,44(5):996-1004.
- [29] Dougherty D, Hardy C. Sustained product innovation in large, mature organizations: Overcoming innovation-to-organization problems[J]. *Academy of Management Journal*, 1996,39(5):1120-1153.
- [30] Ibarra H. Network, centrality, power, and innovation involvement: Determinants of technical and administrative roles[J]. *Academy of Management Journal*, 1993, 36(3):471-501.
- [31] Ven A H V D. Central problems in the management of innovation[J]. *Management Science*, 1986,32(5): 590-607.
- [32] 钱锡红,杨永福,徐万里. 企业网络位置、吸收能力与创新绩效:一个交互效应模型[J]. *管理世界*,2010(5):118-129.

- [33] 王晓娟. 知识网络与企业竞争优势:浙江产业集群的经验研究[M]. 上海:上海社会科学院出版社,2009.
- [34] Nooteboom B, Gilting V A. Density and strength of ties in innovation networks: A competence and governance view[J]. *European Management Review*, 2004, 2(3):179-197.
- [35] 汤超颖,黄冬玲. 知识网络与创造力的国内外研究综述[J]. *科学学与科学技术管理*,2016,37(3):43-49.
- [36] Burt R S. Structural holes and good ideas[J]. *American Journal of Sociology*, 2004,110(2):349-399.
- [37] Burt R S. Second hand brokerage: Evidence on the importance of local structure for managers, bankers, and analysts[J]. *Academy of Management Journal*, 2007,50(1):119-148.
- [38] Granovetter M S. The strength of weak ties[J]. *Social Network*, 1973,78(6):1360-1380.
- [39] Granovetter M S. Getting a Job: A Study of Contacts and Careers[M]. Boston: Harvard University Press, 1974.
- [40] Ruan A J, Chen J. Does formal knowledge search depth benefit Chinese firms' innovation performance? Effects of network centrality, structural holes, and knowledge tacitness[J]. *Asian Journal of Technology Innovation*, 2017,25(4):1-19.
- [41] Lucena A, Méndez-Durón R. Ambidexterity in networks: The effect of pooling knowledge from different network structures[J]. *SSRN Electronic Journal*, 2012,42(2):96.
- [42] Dang X H, Sun Y L. Impact of technological innovation network position on network routines: Taking inter-organizational trust as a mediative variable[J]. *Science Research Management*, 2013,34(4):1-8.
- [43] Datta A, Jessup L. Expanding opportunities in a shrinking world: A conceptual model explicating the role of social networks and internet-based virtual environments in social entrepreneurship[J]. *International Journal of Virtual Communities and Social Networking*, 2009,1(4):33-49.
- [44] Freeman L C. A set of measures of centrality based on betweenness[J]. *Sociometry*, 1977,40(1):35-41.
- [45] Freeman L C. The gatekeeper, pair-dependency, and structural centrality[J]. *Quality and Quantity*, 1990, 14(4):585-592.
- [46] Newman M E J. A measure of betweenness centrality based on random walks[J]. *Social Networks*, 2005, 27(1):39-54.
- [47] Yang H B. Behind acquisitions of alliance partners: Exploratory learning and network embeddedness[J]. *Academy of Management Journal*, 2011,54(5): 1069-1080.
- [48] O'Shea P R, Allen T J, Chevalier A, et al. Entrepreneurial orientation, technology transfer and spinoff performance of US universities[J]. *Research Policy*, 2005, 34(7):994-1009.
- [49] Scott J, Tallia A, Crosson J C, et al. Social network analysis as an analytic tool for interaction patterns in primary care practices[J]. *Annals of Family Medicine*, 2005,3(5):443-448.
- [50] 袁康,汤超颖,李美智,等. 导师合著网络对博士生科研产出的影响[J]. *管理评论*,2016,28(9):228-237.
- [51] 周涵婷,余晓,宋明顺. 浙江省高校产学研协同创新网络结构特征分析[J]. *科研管理*,2017,38(S1):164-170.
- [52] Wang C, Rodan S, Fruin M, et al. Knowledge networks, collaboration networks, and exploratory innovation[J]. *Academy of Management Journal*, 2014,57(2): 484-514.
- [53] He Z L, Wong P K. Exploration vs exploitation: An empirical test of the ambidexterity hypothesis[J]. *Organization Science*, 2004,15(4):481-494.
- [54] Gibson C B, Birkinshaw J. The antecedents, consequences, and mediating role of organizational ambidexterity[J]. *Academy of Management Journal*, 2004,47(2): 209-226.
- [55] Atuahene-Gima K. Resolving the capability: Rigidity paradox in new product innovation[J]. *Journal of Marketing*, 2005,69(4):61-83.
- [56] Jansen J J P, Van Den Bosch F A J, Volberda H W. Exploratory innovation, exploitative innovation, and performance: Effects of organizational antecedents and

- environmental moderators[J]. *Management Science*, 2006,52(11):1661-1674.
- [57] Rothaermel F T, Alexandre M T. Ambidexterity in technology sourcing: The moderating role of absorptive capacity[J]. *Organization Science*, 2009,20(4): 759-780.
- [58] Katila R, Ahuja G. Something old, something new: A longitudinal study of search behavior and new product introduction[J]. *Academy of Management Journal*, 2002,45(6):1183-1194.
- [59] Guan J, Liu N. Invention profiles and uneven growth in the field of emerging nano-energy[J]. *Energy Policy*, 2015,76(1):146-157.
- [60] Park H, Yoon J. Assessing coreness and intermediarity of technology sectors using patent co-classification analysis: The case of Korean national R&D[J]. *Scientometrics*, 2014,98(2):853-890.
- [61] Gilsing V, Nooteboom B, Vanhaverbeke W, et al. Network embeddedness and the exploration of novel technologies: Technological distance, betweenness centrality and density[J]. *Research Policy*, 2008,37(10):1717-1731.
- [62] Vanhaverbeke W, Beerkens B, Gilsing V, et al. Explorative and Exploitative Learnings Strategies in Technology-based Alliance Networks[R]. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven, 2003.
- [63] Lin Z, Yang H, Demirkan I. The performance consequences of ambidexterity in strategic alliance formations: Empirical investigation and computational theorizing[J]. *Management Science*, 2007,53(10):1645-1658.
- [64] Uotila J, Maula M, Keil T, et al. Exploration, exploitation, and financial performance: Analysis of S&P 500 corporations[J]. *Strategic Management Journal*, 2009,30(2):221-231.
- [65] Wei Z L, Yi Y, Guo H. Organizational learning ambidexterity, strategic flexibility, and new product development[J]. *Journal of Product Innovation Management*, 2014,31(4):832-847.
- [66] Zhao J, Li Y. Organizational ambidexterity, comparative balance, and coordination electiveness[C]. Wuhan: International Association for Chinese Management Research, 2014.
- [67] Rogers E. *Diffusion of Innovations*[M]. New York: Free Press, 1995.
- [68] 林春培. 企业外部创新网络对渐进性创新与根本性创新的影响:基于广东省创新型企业的实证研究[D]. 广州:华南理工大学,2012.
- [69] Shipilov A V. Firm scope experience, historic multi-market contact with partners, centrality, and the relationship between structural holes and performance[J]. *Organization Science*, 2009,20(1):85-106.
- [70] Marhold K, Kang J. The effects of internal technological diversity and external uncertainty on technological alliance portfolio diversity[J]. *Industry and Innovation*, 2017,24(2):1-21.



## The Influence of the Internal and External R&D Cooperative Network of Chinese Innovative Enterprises on the Organizational Ambidexterity

TANG Chaoyin, LI Meizhi, ZHANG Guiyang

(School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

**Abstract:** The organizational ambidexterous learning includes exploring learning and exploiting learning, and the organizational ambidexterity contributes to continuous competitiveness of the innovative enterprises. Chinese enterprises are in a phase in which exploiting learning is more than exploring learning, and the organizational ambidexterity requires more exploring learning. The entrance of new knowledge outside the organization is beneficial to the exploring learning, and the new utilization of the existing knowledge is beneficial to the exploiting learning, and the organizational ambidexterity requires the combination of the two kinds of knowledge. The characteristics of the enterprises' external R&D cooperative network influence the entrance of new knowledge outside the organization, while the characteristics of the enterprises' internal R&D cooperative network influence absorption of knowledge. Based on the analysis of 134,814 invention patents from 2000 to 2016 from the Derwent Innovations Index of 31 Chinese innovative enterprises, the results showed that: both of the degree centrality and the structural hole of the Chinese innovative enterprises in the external R&D cooperative network had positive influence on the organizational ambidexterity. The betweenness centralization of the internal R&D cooperative network of the Chinese innovative enterprises positively moderated the relationship between the degree centrality of the Chinese innovative enterprises in the external R&D cooperative network and the organizational ambidexterity; the degree centralization of the internal R&D cooperative network of the Chinese innovative enterprises negatively moderated the relationship between the structural hole of the Chinese innovative enterprises in the external R&D cooperative network and the organizational ambidexterity. Finally, the theories and suggestion about the organizational ambidexterity of the Chinese enterprises through internal and external R&D cooperation strategy were discussed.

**Key words:** cooperative network; organizational ambidexterity; degree centrality; structural hole; centralization