



研发模式对企业创新的影响 ——知识基础的调节作用

于飞, 蔡翔, 董亮

桂林电子科技大学 商学院, 广西 桂林 541004

摘要: 在创新日益呈现出复杂性、系统性和不确定性的背景下, 企业对合作研发和内部研发两种研发模式的合理选择及组合运用是提升创新效果的重要途径, 但目前的相关研究仍存在一定局限性。一方面, 合作研发和内部研发两种研发模式对不同类型创新(如突破式创新和渐进式创新)的影响机理和影响效果是否存在差异还未被厘清; 另一方面, 企业层面特征(如知识基础)对企业研发模式与企业创新关系的调节作用在已有研究中较少涉及。

针对上述研究现状和现实背景, 整合知识基础观和创新管理相关理论, 采用层级回归分析方法, 收集310家制造企业数据, 进行实证分析, 研究企业合作研发和内部研发对其突破式创新和渐进式创新绩效的作用机理, 以及知识深度和知识宽度对企业研发模式与企业创新关系的调节作用。

研究表明, 相对于内部研发, 合作研发对突破式创新绩效的影响更突出; 相对于合作研发, 内部研发对渐进式创新绩效的作用更为明显。知识深度在合作研发对突破式和渐进式创新绩效的影响中起正向调节作用, 并正向调节内部研发与渐进式创新绩效的关系, 但负向调节内部研发与突破式创新绩效的关系; 知识宽度在内部研发对突破式和渐进式创新绩效的影响中起正向调节作用, 并正向调节合作研发与突破式创新绩效的关系, 负向调节合作研发与渐进式创新绩效的关系。

在理论层面, 考虑了不同研发模式对不同创新类型的影响, 丰富了研发模式与企业创新领域的研究成果; 引入知识基础作为调节变量, 也为研发模式与企业创新之间权变因素的研究做出增量贡献; 跳出了相关研究中关于合作研发与内部研发究竟是替代性还是互补性关系的争论, 为后续研究提供了新思路。在管理实践层面, 企业应根据自身的知识基础以及期望提升的创新类型来选择合适的研发策略。

关键词: 合作研发; 内部研发; 突破式创新; 渐进式创新; 知识基础

中图分类号: F273.1

文献标识码: A

doi: 10.3969/j.issn.1672-0334.2017.03.009

文章编号: 1672-0334(2017)03-0097-13

引言

进入新世纪之后, 随着信息化技术的突飞猛进和经济全球化的加剧, 创新呈现出复杂性、系统性和

不确定性的态势。一方面, 企业只依靠内部有限的资源和能力几乎无法满足现代创新的要求^[1]。因而在创新过程中与各类外部知识源深入广泛地展开合

收稿日期: 2016-10-11 **修返日期:** 2017-03-20

基金项目: 国家自然科学基金(71662006, 71463010); 广西高校中青年教师能力提升项目(ky2016YB136)

作者简介: 于飞, 管理学博士, 桂林电子科技大学商学院副教授, 研究方向为战略管理、知识与创新管理等, 代表性学术成果为“组织演化理论视角下的股权结构与子公司生存——环境突变、冗余资源的调节作用”, 发表在2014年第5期《中国管理科学》, E-mail: yf2008a@163.com

蔡翔, 管理学博士, 桂林电子科技大学商学院教授, 研究方向为技术创新管理等, 代表性学术成果为“我国地区R&D效率及其影响因素探究——基于‘科研产出-成果转化’视角”, 发表在2013年第3期《软科学》, E-mail: gdcx0816@126.com

董亮, 经济学博士, 桂林电子科技大学商学院副教授, 研究方向为创新理论等, 代表性学术成果为“基础创新与最优专利侵权补偿机制”, 发表在2016年第5期《科研管理》, E-mail: dongliang0918@163.com

作,获取异质性创新资源,已成为许多企业弥补和调整内部创新资源,提高创新的重要途径^[2]。另一方面,为了提高企业在合作创新中对知识和技术的获取和利用效率,企业需要积极开展内部研发活动,以加强对知识的消化和整合能力,培养自身的创新能力^[3]。因此,许多企业同时运用合作研发和内部研发两种策略。在学术界,学者们也认为对合作研发和内部研发两种研发模式的合理选择以及组合运用,可以提高企业对内外部资源的利用效率,减少不必要的成本,从而提升创新的效果^[4]。虽然目前很多学者都意识到外部合作研发与内部研发在创新中具有不同的作用^[5-6],但这两种研发模式对企业创新的作用机理在已有研究中还未被厘清,特别是不同的研发模式对不同类型的创新(如渐进式创新和突破式创新)是否存在差异化的影响,也较少在已有研究中涉及。一些研究表明两类研发模式没有优劣之分,企业需根据自身情况,主要是研发投入和吸收能力等企业层面特征,选择合适的研发模式^[5,7]。除此之外,知识基础观认为,企业拥有的知识基础是其进行创新的重要资源。因此,在研发模式与不同类型的创新间,知识基础或许也是需要关注的重要的调节变量。PISANO^[8]从知识权变的视角提出类似的观点,认为企业在进行技术研发时,需要结合自身知识基础特征(如知识广度和深度等)选择合适的研发模式。然而在已有研究中上述观点没有被学者们充分捕捉,知识基础更多的是被视为影响企业创新的前因。虽然学者们认为不同的知识基础特征(规模、广度和深度等)会对企业技术创新产生差异化影响^[9],但对于知识基础的各类特征在企业研发模式选择与创新之间具有的作用机理尚缺乏理论和实证研究。

因此,针对目前研究现状和现实背景,本研究运用知识基础观和创新管理相关理论,将企业研发模式、知识基础和不同类型的创新置于同一研究框架内,考察研发模式对企业不同创新类型的影响存在何种差异化,在此基础上,从知识存量角度揭示知识深度和宽度如何调节研发模式与不同创新类型的关系。以期帮助企业根据自身知识基础的情况,选择最优的研发模式,从而为获取最优创新绩效提供理论参考和政策建议。

1 相关研究评述

企业研发模式是指企业研发活动采取何种形式的策略选择,以组织边界和知识来源为标准,企业研发模式可划分为合作研发和内部研发。合作研发是企业进行知识共享的一种重要模式,指企业与科研机构、各类政府部门和中介组织等通过契约、社会网络等正式或非正式的关系治理模式,展开技术创新和开发合作,以实现资源互补、分摊研发费用、减少交易费用并提高创新成功率^[10]。ARTZ et al.^[11]将内部研发定义为在组织边界内部进行各类研发创新活动,或将技术创新部门进行垂直一体化。目前学术

界在该领域的研究主要集中在企业合作研发与内部研发之间的关系以及对创新后果的影响方面,对于这个议题传统的研究存在两种完全相反的观点。一种是以交易成本理论为核心的研究,认为合作研发与内部研发策略是相互替代的关系^[12-13]。持有替代观的学者认为,企业与外部主体广泛而深入的合作研发会对其内部研发活动产生挤出效应,降低自主创新的效果,减弱自主创新的意愿^[14]。这一研发模式的替代效应在现实中也能被大量观察到:过多开展合作研发的公司容易对外部合作伙伴产生依赖,期望从他们那获取所需的各类创新资源,并逐步减少自身的研发活动,最终导致自主创新能力的丧失。另一种观点被称之为互补观,主要由CASSIMAN et al.^[15]提出,该观点认为企业等各方主体在进行合作研发的过程中,不仅能够获取互补性的创新资源,提高创新效果,也能够提升企业的自主创新能力,改善内部研发的绩效^[16]。

随着研究的深入,部分学者认为,造成上述研究结论矛盾的原因有两个。一个原因在于探讨合作研发和内部研发对企业创新的作用时,没有明确区分创新的类型。按照创新程度的差异,创新可划分为两种,一种是渐进创新,另一种是突破创新。突破式创新是对熊彼特“破坏式创新”的延伸,是从根本上突破现有的技术,依托全新的技术平台开发出全新的产品或服务,甚至颠覆整个产业原有的运行准则和竞争环境,满足潜在消费者或市场^[17]。渐进式创新又可称为维持性创新或演化性创新,是指深化和完善现有的知识和技术,对目前的产品和服务进行改良^[18]。学者们在该领域的研究主要是探讨各类因素对渐进式创新和突破式创新的作用。其中,一部分研究也探讨了研发模式对上述两类创新的影响,但都局限于考察单一的研发模式,如单独研究合作研发或内部研发对这两类创新绩效的影响^[19-20],因而无法回答不同的研发模式对这两类创新是否存在差异化的影响。虽然也有少数研究探讨各种研发模式的组合对企业创新绩效的影响^[21],但没有比较不同研发模式对不同类型创新的影响有何差异,因而也难以了解当企业想要改善某类型的创新时(如渐进式创新或突破式创新),究竟采用哪一种研发模式会更加有效。

另一个原因在于,已有研究在探讨合作研发和内部研发对企业创新影响时未充分考虑情景变量,如研发投入的密度和技术能力等^[5,22]。原毅军等^[22]的研究表明,企业对于研发模式的选择不是随机的,会依据技术能力的强弱进行调整。当技术能力较弱时,两者具有替代性,这时应该选择内部研发,增加研发投入;反之,则应该采取两种方式并用的策略。同时,企业研发方式的选择应该与企业自身情况相匹配的观点也逐渐被学者们重视。大量研究探讨不同吸收能力情景下合作研发和内部研发对企业创新的影响^[7,21]。受此启发,本研究认为知识基础很可能也是决定企业合作研发与内部研发选择的重要因

素。根据知识基础观理论,知识基础是企业创新过程中最独特也是最重要的资源,不同研发模式侧重使用的知识可能也存在较大差异^[23]。因此,知识基础很大程度上决定了企业采用的研发模式以及创新的类型和效果,也即知识基础可能是研发模式与创新关系间的一个重要调节变量,企业需要选择与知识基础相匹配的研发方式。遗憾的是,虽然已经有学者提出过相似的观点,认为知识基础是企业在进行技术研发时需要考虑的重要因素^[7],但很少有学者通过实证研究深入探讨知识基础在企业研发模式与不同创新类型之间存在的调节作用。

2 理论基础和研究假设

2.1 研发模式对企业突破式创新的影响

根据上述定义不难发现,突破式创新是对现有产品和服务产生重要变革的创新,而企业外部合作研发和内部研发对这种创新的作用机制存在一定差异。

一方面,突破式创新需要对现有知识基础进行重大变革。FLEMING^[24]的研究表明,企业因自身资源限制和结构特点等原因,只通过内部研发难以实现突破式创新需要的知识基础变革。首先,企业研发人员在利用企业内部原有知识进行研发时,容易受到过去研发活动中技术路径的影响,产生路径依赖效应^[25]。开展的创新项目更多是基于对原有知识的小幅深化和组合,在技术上会与之前的较为类似。而突破式创新往往涉及新的知识领域^[26],因而单纯地通过企业的内部研发活动难以达到这种知识和技术系统化的要求。其次,内部研发一般遵循过去形成的一系列组织惯例和制度,包括组织流程、企业文化、激励机制等,并习惯于沿用以往的技术路径进行创新。而突破式创新往往需要改变以往的组织惯例和研发流程,这种组织上的调整和变革对企业而言并非易事^[27],这在一定程度上阻碍了企业突破式创新。因而,当企业选择内部研发时,对突破式创新贡献十分有限。

另一方面,突破式创新需要企业突破现有的知识基础,跨越组织边界在更广泛的范围内搜寻并获取突破式创新所需的知识,并将其与现有的知识基础进行重组和整合^[26],而合作研发活动具有的资源共享、优势互补、知识源广泛等特点能够较好地支持上述要求^[11]。企业边界之外的知识源,如顾客、供应商和科研机构等,能够为企业提供其所不具备的各类异质性知识^[28]。例如,在与以高校和科研机构为代表的技术知识源合作创新的过程中,企业能够获得有关产品设计、制造工艺、工程技术等方面的知识;而在在与以顾客、竞争对手和供应商为代表的市场知识源合作创新过程中,能够获取与顾客需求及竞争者情况相关的市场知识,如融资理财、法律顾问以及市场建立、开拓和维护等^[29]。并且,通过接触和获取这些异质性知识,有助于企业不断更新内部的知识库,完善知识基础和结构,使企业知识体系更为

丰富和多元化,从而改善企业的突破式创新。同时,合作创新中获取的信息和知识也有助于企业发现市场机会和技术趋势,引导企业进行有针对性的创新。因此,积极探索企业外部的、异质性知识资源,与这些知识源展开合作创新更有利于突破式创新。综合上述分析,本研究提出假设。

H₁ 合作研发和内部研发均对企业突破式创新有正向影响,但合作研发对突破式创新的影响强于内部研发。

2.2 研发模式对企业渐进式创新的影响

ETTLIE^[18]认为渐进式创新主要体现为企业在已有的知识基础上,对目前技术进行局部的改良,以提升或扩展其某些功能、质量和用途等。这就意味着渐进式创新是在企业相关知识积累的基础上展开的,往往需要企业遵循已有的知识轨迹、组织惯例和技术路径,并按照一套标准化的创新程序对原有知识进行深化和系统化。因此,企业内部研发活动的特征更加符合渐进式创新的要求。首先,企业在进行内部研发的过程中,会演化出相对固定的和标准化的知识运用机制,帮助企业在特定技术路线上逐渐聚集知识和能力,强化对已有知识领域的理解^[30],从而能够使其更加有效地对原有技术进行局部改进,因而会更容易提高渐进式创新效果。其次,资源基础观认为,内部研发有助于提高企业整合外部知识的能力,使企业能够更有效地利用这些知识来推动特定技术的改良和进步^[31]。

外部合作研发虽然可以促使企业在一定程度上改变内部原有的技术创新轨迹,帮助企业获取互补性知识,填补企业知识空白,但也容易导致企业对外部知识的依赖,不利于吸收能力的培养,并妨碍企业知识积累、提炼和进一步创新。高强度的合作研发会导致搜寻成本急剧增加,并且搜寻范围越大,有效知识的获取率也越低。另外,一些学者认为,中国知识产权的相关法律法规有较多缺陷,使企业在进行合作研发时,出于保护知识产权、防范知识外溢的考虑,往往倾向于在新的知识领域进行技术开发,而对原有技术的改进表现出不积极和漠视的态度^[32]。因此,合作研发对渐进式创新的作用有限。综合上述分析,本研究提出假设。

H₂ 合作研发和内部研发均对企业渐进式创新有正向影响,但内部研发对渐进式创新的影响强于合作研发。

2.3 知识基础的调节作用

知识基础理论认为,企业的创新过程本质上是企业从外部搜寻并吸收知识,在企业内部进行转化和重组,最终输出产品和服务的过程。在此过程中,企业的知识基础通过影响外部知识搜寻和吸收以及内部知识转化和重组两个过程对企业创新产生影响。KOGUT et al.^[33]将知识基础定义为,企业在所有领域中涉及的各种知识元素(包括信息、专利、经验和技术的)的总和。关于知识基础的维度划分,学界中引用最广泛的是KATILA et al.^[27]提出的观点,他们按

照知识存量的覆盖范围和纵向垂直程度,将知识基础划分为知识宽度和知识深度两个维度。本研究也采用这种主流的知识基础分类观点。

知识深度反映知识的垂直维度,即企业对已有知识的熟悉程度^[34]。随着知识深度的提高,企业在进行合作研发时,吸收、消化和利用外源性知识的能力也会显著增强。一方面,知识深度在一定程度上由企业熟悉领域的知识高频率的使用形成,在这一过程中,知识转移、扩散和运用的流程制度逐渐标准化和系统化^[35],从而能够有效改善企业吸收和转化外部知识的能力。特别是这些外部知识与企业内部知识相关程度较高时,合作研发的效果会更好。另一方面,企业知识基础越深,内部成员对知识的理解越透彻,即使在合作研发过程中接收到的外部知识存在较大的异质性,也能在已有的符号体系下展开编码,从而提高知识整合的效果^[36]。此外,知识基础的深化能帮助企业运用外部知识进行新产品和新服务的研发。这是因为知识深度意味着企业在某个领域内掌握大量知识,有助于企业识别外部知识的价值。并且在使用这些外部知识时,能够更容易地将其与企业现有的知识融合,发现新的技术机会,形成新的知识和技术^[37]。因此,在合作研发中,知识深度有助于提高企业突破式创新和渐进式创新。

随着知识深度的增加,企业在进行内部研发时,在特定领域积累知识和技术优势的同时,也会在技术路线上产生较深的路径依赖,导致研发路径锁定的概率上升,从而对企业渐进式创新产生积极影响而不利于突破式创新的提升。一方面,当企业在某些领域具备扎实的知识深度时,考虑到资源的有限性,一般会资源集中在这些技术领域进行投资,并侧重在该领域搜寻机会^[38]。企业在这些领域投入的资源越多、进行研发的时间越长,就越容易在该技术领域形成技术优势,提高研发效率,降低研发成本^[39]。同时,进一步激励企业将知识等创新资源不断投入到对现有产品、服务和技术的改进及优化上^[40],因而有利于企业渐进式创新。另一方面,知识的深度也增加了企业内部研发中的路径依赖。TRIPSAS et al.^[41]从创新灵活性的视角出发,认为过深的知识基础使企业在面临环境突变时受到较强的技术约束,降低了企业的创新灵活性;LEONARD-BARTON^[25]和LEVINTHAL et al.^[42]认为长期专注于技术创新形成的深厚知识基础也容易产生“核心刚性”,导致技术路径锁定,增加从原有的技术路径转向新的技术路径的研发成本和风险;而DAS et al.^[43]从研发人员层面的研究发现,企业研发人员必须投入大量的时间和努力才能使知识基础达到一定深度,而突破式创新的出现很可能会减少他们拥有的知识的价值,削弱他们的竞争优势,因而他们会对突破式创新活动有抵触情绪。此外,CARLO et al.^[44]通过对121家美国中小软件企业的研究也发现,知识深度对重大创新活动存在一定程度的负面作用。综合上述学者的研究,当企业知识基础较深时,不论是在主观意愿

上还是客观条件上,都难以将创新资源用于新领域的研发。这种只在特定领域开展研发的策略,将减弱企业对于市场前沿和技术变革的敏感程度,从而不利于突破式创新。综合上述分析,本研究提出假设。

H_{3a} 知识深度正向调节合作研发与突破式创新之间的关系;

H_{3b} 知识深度正向调节合作研发与渐进式创新之间的关系;

H_{3c} 知识深度负向调节内部研发与突破式创新之间的关系;

H_{3d} 知识深度正向调节内部研发与渐进式创新之间的关系。

知识宽度主要指一个企业拥有的所有知识元素,体现了企业知识库的横向维度^[32]。当企业进行合作研发时,知识基础越宽,其渐进式创新的难度越大。首先,从风险规避的层面,企业在进行合作研发活动时,会侧重于在熟悉的技术领域中搜寻和挖掘机会,过宽的知识基础容易导致企业在数个熟悉的领域中摇摆,不仅阻碍了企业的研发进程,也稀释了创新资源。其次,随着知识宽度的增加,企业吸收、转换和利用外部知识进行渐进式创新的阻力和成本也相应提高。一方面,XU^[36]的研究表明,为使企业能吸收和整合外部知识,其内部成员间需要拥有共同的知识基础,而较宽的知识基础会增加企业内部成员间建立共同知识的难度,使企业难以将获取的外部知识吸收、整合到原有知识体系中。另一方面,刘岩等^[45]对中国制造业上市企业知识获取策略进行研究,认为企业在进行技术许可引进时,知识基础越宽,企业的创新资源也越容易被分散,吸收和熟练运用外部知识的时间也越长。同样,吴晓波等^[46]也认为知识广度会分散企业的人力和财力,从而减弱技术合作对创新的作用。并且,合作研发一般需要成员各方进行多维度的交流沟通和深入学习,导致关系维护、管理难度以及创新过程中的不确定性增加,使合作研发的成本不断攀升^[47-48]。上述这些都不利于企业利用外部知识改进现有产品和服务。

较宽的知识基础却有助于企业在合作研发中改善突破式创新。WERNERFELT^[49]认为实现突破式创新的一个重要条件是:企业具备多元化异质性的知识以识别技术的动态性和前沿性。首先,较宽的知识基础可以提高企业感知新知识和新技术领域的机会,更容易在与其他组织合作创新中实现知识互补,共享创新资源,并愿意与其他企业展开合作研发。其次,较宽知识宽度也有助于企业找到内部知识与外部知识的关联点和结合点,实现内外部知识的对接。此外,由于突破式的创新成果通常来自于多样化和异质性知识的整合,是各类不同技术领域知识耦合的结晶^[50]。因此,知识基础越宽的企业,跨界搜寻的技术领域也越多,整合异质性知识的能力也越强,产生重大技术创新的概率也更高。

另外,随着知识宽度的扩展,企业内部研发产生

新知识的潜力会增强,发明新技术的概率也会提高。一般而言,内部研发通常伴随着较高的风险且投资巨大,如果不具备相关的知识,企业很少愿意在一个全新的领域进行研发。广泛的知识基础使企业在多个技术领域内都拥有相应的专业知识和创新潜能^[40]。当企业在新的技术领域进行内部研发时,上述这些条件有助于企业将现有领域的知识转移到全新领域,提高企业在新技术领域研发成功的概率。此外,知识基础越宽,企业具备的知识多样性也越多,越容易感知潜在的市场机会,并判断何种技术在这些市场机会中更具开发空间^[51]。同时,企业处理信息的效率和能力也会大大增强,能够有效地把研发资源配置在更有潜力的产品和服务上。总之,较宽的知识基础使企业拥有广泛的路径去搜寻和挖掘新知识,对异质性创新资源进行整合,提高新技术产生的可能性,改善突破式创新和渐进式创新。综合上述分析,本研究提出假设。

H_{4a} 知识宽度正向调节合作研发与突破式创新之间的关系;

H_{4b} 知识宽度负向调节合作研发与渐进式创新之间的关系;

H_{4c} 知识宽度正向调节内部研发与突破式创新之间的关系;

H_{4d} 知识宽度正向调节内部研发与渐进式创新之间的关系。

3 研究设计

3.1 数据收集

本研究数据分为问卷数据和专利数据。问卷数据通过深度访谈和量表问卷调查获取,专利数据来自国家知识产权局官网的专利检索与服务系统。本研究于2015年10月至12月选取12家武汉东湖高新区的制造企业进行深度访谈,获取这些企业在合作研发和内部研发方面的细节和事例以及他们突破式创新和渐进式创新的现状。在此基础上,结合国内外相关研究,根据中国企业的实际情况,设计测量题项,并对问卷的测量内容、题项、问卷格式、问题易懂性、术语准确性等方面进行多次修改。随后,选取广东、湖北、浙江、广西、上海、湖南等省市的614家企业作为样本企业。样本企业的选取主要从当地开发区管委会或政府统计部门提供的具有一定生产和研发能力的制造类企业目录中随机抽样产生,问卷调研对象主要为企业的高级管理人员。于2016年3月至6月通过电子邮件和实地发放问卷的方式进行调研,共发放问卷614份,收回390份问卷,其中有效问卷310份。样本企业的特征见表1。

3.2 变量度量

本研究问卷量表均采用Likert 5点评分法。合作研发、内部研发、突破式创新和渐进式创新4个变量的KMO值分别为0.902、0.895、0.899和0.905, Bartlett's球形检验卡方值均达到非常显著水平, $p < 0.001$ 。具体测量指标、信度和效度检验见表2。

表1 样本特征描述

Table 1 Character Description of Samples

企业特征		样本量	百分比/%
所属行业	医药制造	70	22.581
	专用设备制造	42	13.548
	计算机、通信和电子设备	101	32.581
	电气机械和器材制造	55	17.742
	化学原料及制品制造	20	6.451
	交通运输设备制造	14	4.516
	橡胶和塑料制品制造	8	2.581
	合计	310	100
	资产总额	1 000人以上	23
500人~1 000人		162	52.258
100人~499人		109	35.161
100人以下		16	5.161
合计		310	100
地区	广东	83	26.774
	湖北	61	19.677
	浙江	78	25.161
	广西	13	4.194
	上海	54	17.420
	湖南	21	6.774
	合计	310	100

3.2.1 自变量

(1)合作研发。目前通过问卷量表测量合作研发的研究大部分借鉴CASSIMAN et al.^[15]和BERCHICCI^[52]的研究。CASSIMAN et al.^[15]的量表的题项主要从企业与不同外部主体合作的能力和角度进行测量,BERCHICCI^[52]的量表侧重于合作创新的能力和意愿角度。本研究在综合上述研究的基础上,结合前期访谈结果对量表进行适当调整和改编,从合作内容、意愿和过程等方面,共设计3个题项进行测量。

(2)内部研发。在JONES et al.^[53]开发的量表的基础上,结合前期访谈结果进行改编,设计4个题项进行测量。

3.2.2 因变量

突破式创新和渐进式创新的测量量表主要是在综合参考KOBBERG et al.^[54]和JANSEN et al.^[55]研究的基础上,结合前期访谈结果做适当调整和改编,要求填答者回答过去3年里企业的创新情况。用4个题项测量突破式创新,用4个题项测量渐进式创新。

3.2.3 调节变量

(1)知识宽度(KB)。根据蔡虹等^[34]的研究,本研究将专利的国际技术分类的每一个大类视为一个独立的知识元素。一个专利可以拥有多个专利分类号,因此企业的知识宽度可以通过企业申请的专利所包含的国际技术分类的专利大类来测量。样本企业申请的专利包含的大类越多,意味着企业的知识宽度越大。在本研究中,样本企业一共涉及108个国际技术分类的专利大类,单个样本最多涉及32个大类,最少涉及1个大类。

(2)知识深度(KD)。知识深度可以以企业在每个国际技术分类的大类的专利数量衡量。根据张晓黎等^[56]的观点,企业的知识深度计算公式为

$$KD = \sum_j P_j W_j \quad (1)$$

其中, P_j 为企业在j大类专利中获得的专利数目, W_j 为j大类专利在该行业领域的权重系数。

3.2.4 控制变量

(1)企业年龄。部分学者认为成立历史较长的企业会有更多的时间聚集知识,从而创新能力更强^[57]。因此,本研究对企业年龄进行控制。根据已有研究的常用处理方式,本研究用此次问卷回收的年份(2016年)与制造企业成立时间之间的差值测量企业年龄。

(2)企业规模。已有研究表明,企业规模是影响企业创新较为关键的变量,因而在研究企业创新时对该变量进行控制十分必要。本研究根据AHUJA^[58]的研究,采用企业员工人数作为企业规模的测量指标,并将其划分成4个等级,100人以下取值为1,100人~499人取值为2,500人~1000人取值为3,1000人以上取值为4。

(3)区域创新。企业所在区域创新体系会影响企业创新行为,参照SINGH^[59]的研究,用企业所属省份前4年的专利申请总量的对数形式测量,该数据来源于2012年至2015年共4年的中国统计年鉴。需要特别说明,虽然中国统计年鉴只统计了规模以上工业企业的专利数,但仍然可以代表一个省份的创新情况。首先,从行业层面看,工业企业包含了医药制造业,计算机、通信和电子设备制造业,专用设备制造业,电气机械和器材制造业等41个工业大类行业,其中相当一部分属于资金和技术密集型,研发实力较强;其次,从规模层面看,规模以上企业的研发能力通常强于其他企业。如根据国家知识产权局的统计,2013年全国企业拥有的122.8万件发明专利中,规模以上工业企业拥有40.03万件,占32.6%^[60]。因此,规模以上工业企业申请和拥有的专利数量对一个区域的专利总量有较大贡献,使用中国统计年鉴的专利数据度量区域创新情况是合适的。

表2 信度和效度检验结果
Table 2 Results of Reliability and Validity Test

变量	测量题项	因子载荷	α 值	CR	AVE
突破式创新	企业的创新淘汰主流的产品或服务	0.825	0.781	0.790	0.542
	企业经常开发全新的产品	0.743			
	使用旧技术的同类产品很难取代我们的创新产品	0.739			
	企业通过创造新的主流产品或服务扩大市场份额	0.698			
渐进式创新	相对于以前的技术,企业的创新仅有较小的改进	0.892	0.834	0.784	0.637
	企业经常改良现有的产品	0.754			
	企业对生产或服务的工具和设备进行局部改进	0.667			
	企业对工序流程等进行改进	0.632			
合作研发	合作各方相互学习和交流新产品及服务开发技能	0.835	0.868	0.846	0.723
	合作各方积极参与对方在产品开发等方面的决策	0.798			
	合作各方共同致力于开发新技术和新市场	0.757			
内部研发	企业内部自主研发新产品	0.816	0.891	0.885	0.775
	企业内部自主研发新工艺	0.766			
	企业内部自主研发新生产方式或服务方式	0.719			
	企业内部自主研发新技术	0.691			

4 结果分析

本研究各变量之间的相关系数矩阵见表3。由表3可知,自变量与因变量之间具有很强的相关性,可以进一步进行回归分析。并且,控制变量与知识深度和知识宽度等其他变量也具有显著相关性,说明本研究对这些变量进行控制是必要的。

在进行回归分析之前需要对问卷调查数据进行共同方法变异的检验,本研究借鉴PODSAKOFF et al.^[61]的研究,利用Harman单因子检验法进行共同方法变异检验。通过对全部变量进行未旋转主成份分析,提取4个特征值大于1的因子,累计方差贡献率为68.672%,且其中解释方差最多的一个因子解释了21.973%,不存在单个因子解释大部分方差变异的情况。因此,可以判断本研究不存在显著的共同方法变异。

表4给出回归分析和共线性检验的结果,共线性检验结果表明,所有变量的方差膨胀因子(VIF)值均小于4.407,容忍度(TOL)大于0.492,可排除变量间的共线性问题。

表4中,模型1和模型6为只包含控制变量的基准模型,模型2在模型1的基础上、模型7在模型6的基础上均增加了合作研发和内部研发,模型3在模型2的基础上、模型8在模型7的基础上均增加了知识深度和知识宽度,与基准模型比较,模型2、模型7、模型3和模型8的 ΔR^2 都显著增加,说明本研究选择的自变量确实提高了方程的解释力,可以对各自的被解释变量产生影响。由模型2可知,合作研发和内部研发对突破式创新均具有显著正向影响,合作研发对突破式创新的回归系数为0.081, $p < 0.010$;内部研发对突破式创新的回归系数为0.036, $p < 0.010$ 。虽然合作研发的回归系数大于内部研发的,但由于上述

数值都是参数估计值,因而不能直接对比它们的差异是否具有统计意义,需要进一步检验。本研究参照LI et al.^[62]的研究,利用结构方程模型对其进行卡方检验。检验结果表明,合作研发和内部研发对突破式创新的回归系数存在显著差异, $\Delta\chi^2 = 4.563, p < 0.050$,意味着合作研发每变动一个单位,突破式创新将与合作研发同向变动8.100%;内部研发每变动一个单位,突破式创新将与内部研发同向变动3.600%,显著小于前者。因而可以判断,合作研发对突破式创新的影响要强于内部研发, H_1 得到验证。

由模型7可知,合作研发对渐进式创新的回归系数为0.031, $p < 0.050$;内部研发对渐进式创新的回归系数为0.073, $p < 0.010$ 。同理,为确定上述两项数值差异是否具有统计意义,采取上述方法对其进行检验。检验结果显示上述两项回归系数存在显著差异, $\Delta\chi^2 = 6.132, p < 0.050$,同时可以判断内部研发对渐进式创新的影响强于合作研发的影响, H_2 得到验证。

利用模型3、模型4和模型5检验知识基础在合作研发和内部研发与突破式创新的关系中的调节作用,利用模型8、模型9和模型10检验知识基础在合作研发和内部研发与渐进式创新的关系中的调节作用,模型4在模型3的基础上、模型9在模型8的基础上加入知识深度与合作研发和内部研发的交互项,模型5在模型3的基础上、模型10在模型8的基础上加入知识宽度与合作研发和内部研发的交互项,且在计算交互项时与合作研发、内部研发、知识深度和知识宽度都进行中心化后再相乘,避免变量间的多重共线性。结果表明,相对于模型3,模型4的解释力显著提高, ΔR^2 增加,且知识深度与合作研发的交互项回归系数为0.039, $p < 0.050$,根据温忠麟等^[63]的观点,可以认为知识深度正向调节合作研发对突

表3 变量描述性统计和相关系数分析结果

Table 3 Analysis Results of Descriptive Statistics and Correlation Coefficient of Variables

变量	均值	标准差	合作研发	内部研发	知识深度	知识宽度	突破式创新	渐进式创新	企业年龄	企业规模	区域创新
合作研发	3.477	0.831	1								
内部研发	3.526	0.759	0.239**	1							
知识深度	5.051	0.682	0.231**	0.221**	1						
知识宽度	4.656	0.799	0.169**	0.209**	0.305**	1					
突破式创新	3.618	1.294	0.752**	0.749**	0.699**	0.155*	1				
渐进式创新	3.564	1.221	0.724**	0.738*	0.167*	0.702**	0.169*	1			
企业年龄	8.299	4.519	0.211	0.141	0.131*	0.167**	0.230	0.211	1		
企业规模	2.619	0.698	0.228**	0.259**	0.187**	0.211**	0.146*	0.144*	0.398*	1	
区域创新	10.582	1.665	0.067	0.052	0.093*	0.085*	0.072*	0.070*	-0.033	-0.061	1

注:**为 $p < 0.050$, *为 $p < 0.100$, 样本数为310,下同。

表4 回归分析结果
Table 4 Results of Regression Analysis

	突破式创新					渐进式创新				
	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5	模型6	模型7	模型8	模型9	模型10
合作研发		0.081***	0.067***	0.069***	0.074***		0.031**	0.028***	0.036***	0.039***
内部研发		0.036***	0.030***	0.032***	0.035**		0.073***	0.070***	0.075***	0.079***
知识深度			0.053***	0.060***	0.063***			0.057***	0.068***	0.069***
知识宽度			0.059***	0.058***	0.052***			0.051***	0.062***	0.064***
知识深度 × 合作研发				0.039**					0.040**	
知识深度 × 内部研发				-0.041**					0.047**	
知识宽度 × 合作研发					0.031**					-0.029**
知识宽度 × 内部研发					0.038**					0.032**
企业年龄	0.139**	0.078**	0.064**	0.061**	0.066**	0.146**	0.073**	0.070**	0.059**	0.063**
企业规模	-0.029**	-0.083**	-0.075**	-0.079**	-0.086**	-0.032**	-0.089**	-0.069**	-0.084**	-0.081**
区域创新	0.006**	0.007**	0.009**	0.008**	0.008**	0.005**	0.006**	0.007**	0.009**	0.008**
R^2	0.116	0.598	0.631	0.657	0.662	0.111	0.616	0.678	0.705	0.701
ΔR^2		0.482**	0.515**	0.026***	0.031***		0.505**	0.567**	0.027***	0.023***
F	2.674**	3.493**	4.326**	4.863**	4.836**	2.527**	3.588**	4.179**	4.794**	4.801**
$TOL(\geq)$	0.912	0.778	0.751	0.511	0.547	0.856	0.926	0.694	0.643	0.492
$VIF(\leq)$	1.935	2.466	3.125	4.363	4.407	1.747	3.082	3.564	3.950	4.153

注：***为 $p < 0.010$ ，表中回归系数已进行标准化处理。

破式创新的影响， H_{3a} 得到验证；知识深度与内部研发的交互项回归系数为 -0.041 ， $p < 0.050$ ， H_{3c} 得到验证。利用同样的步骤，结合模型3和模型5，可判断知识宽度正向调节合作研发和内部研发与突破式创新的关系， H_{4a} 和 H_{4c} 得到验证。

为进一步考察在不同知识深度和知识宽度情景下，合作研发和内部研发对突破式创新的影响，本研究按照AIKEN et al.^[64]对检验调节作用的建议，将知识深度和知识宽度划分为低、高两个水平（按照均值加减1个标准差划分），将合作研发和内部研发划分为强、弱两个水平（按照均值加减1个标准差划分），以刻画在不同知识深度和知识宽度情景下的两类研发模式对突破式创新的影响，其直观的调节作用示意图分别见图1~图4。以图1为例，在知识深度较高情景下，突破式创新受合作研发的影响较大，即合作研发程度越强，突破式创新效果越好；在知识深度较低情景下，突破式创新受合作研发的影响非常小，即无论合作研发程度是强还是弱，突破式创新的效果都没有明显变化。

对于渐进式创新，利用上述步骤，结合模型8和

模型9，可判断知识深度正向调节合作研发和内部研发对渐进式创新的影响， H_{3b} 和 H_{3d} 得到验证；同理，结合模型8和模型10，可判断知识宽度正向调节内部研发对渐进式创新的影响，负向调节合作研发对渐进式创新的影响， H_{4d} 和 H_{4b} 得到验证。关于其调节作用的描绘，与图1~图4的原理相似，由于篇幅所限，不再列出。

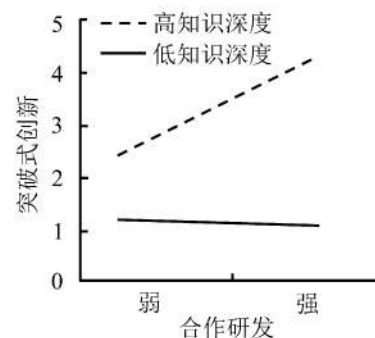


图1 知识深度对合作研发与突破式创新的调节作用
Figure 1 Moderating Effect of Knowledge Depth on Collaborative R&D and Radical Innovation

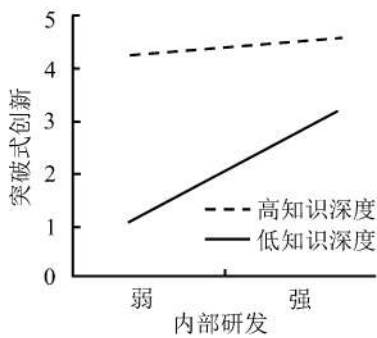


图2 知识深度对内部研发与突破性创新的调节作用
Figure 2 Moderating Effect of Knowledge Depth on Internal R&D and Radical Innovation

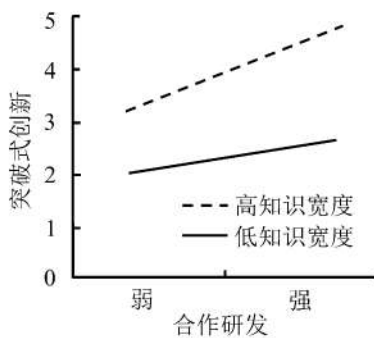


图3 知识宽度对合作研发与突破性创新的调节作用
Figure 3 Moderating Effect of Knowledge Breadth on Collaborative R&D and Radical Innovation

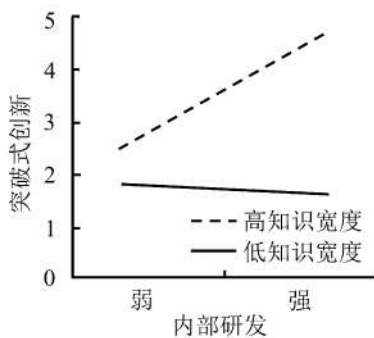


图4 知识宽度对内部研发与突破性创新的调节作用
Figure 4 Moderating Effect of Knowledge Breadth on Internal R&D and Radical Innovation

5 结论

本研究运用知识基础观和创新管理相关理论,考察310家中国制造企业,实证研究企业合作研发和内部研发对突破性创新和渐进式创新的作用机理,并从知识存量视角探讨知识深度和知识宽度在研发模式与企业创新关系中的调节效应,得出如下结论。

(1)在对企业突破性创新的作用上,合作研发更为有效。这也与知识基础理论的观点相呼应,表明企业需要从外部获取和吸收新的知识,并与原有知识结合,才能激发突破性的创新灵感,实现重大的技术变革和创新^[65]。在对企业渐进式创新的作用上,内部研发模式的回归系数大于合作研发,说明通过

自主创新来提升知识存量是企业改进现有技术的更好方式。

(2)知识深度正向调节合作研发对突破性创新和渐进式创新的影响,正向调节内部研发与渐进式创新之间的关系,但负向调节内部研发与突破性创新的关系。该结论进一步证实了TRIPSAS et al.^[41]的观点,在特定技术领域内具备的深厚知识基础容易导致认知上的惯性,虽然有助于对目前特定市场和技术的渐进提升,但也弱化了企业进入新领域、实施重大技术开发的能力。知识宽度正向调节内部研发对突破性创新和渐进式创新的影响,正向调节合作研发与突破性创新的关系,负向调节合作研发与渐进式创新的关系。该结论也部分支持LAURSEN et al.^[66]的研究,尽管多样化的知识可能会刺激各种新想法,提高突破性创新出现的概率,但也提高了合作各方整合和共享知识的难度,使合作成员难以建立共同知识并在此基础上逐渐改善现有技术。

(3)关于合作研发与内部研发这两种模式的选择,或许不能简单用互补或替代来进行思考,而要综合考虑两方面因素,第一要考虑创新类型的差异,不同研发模式对不同创新类型的作用有差异;第二要考虑企业层面的某些关键因素,如知识基础在其中的调节作用。

已有研究主要集中在研发模式之间的替代互补关系以及某种单一研发模式对创新效果的作用,较少综合考虑不同研发模式对不同创新类型的影响。本研究将研发模式与不同类型的创新置于同一研究框架内,丰富了研发模式与企业创新领域的研究成果;引入知识基础作为调节变量,进一步证实了知识基础在企业创新中的重要作用,同时也为研发模式与企业创新之间权变因素的研究作出了增量贡献;跳出了研发模式领域研究中关于合作研发与内部研发究竟是替代性还是互补性关系的争论,为研发模式选择研究提供了新的思路,研究成果可以为企业根据所期望实现的创新类型以及自身知识基础的情况选择合适的研发模式提供理论依据。

研究结果对于管理实践的重要启示在于:企业管理者应评估企业的知识基础以合理选择企业的研发策略。当需要在突破性创新方面有所作为时,拥有较深知识基础的企业应加强与外部组织的合作研发,从而能更广泛地为创新提供知识来源,改善创新。而知识基础较宽的企业则应注重通过内部研发策略发展知识转化和应用能力,从而降低其创新成本,并避免进入技术陷阱。当企业想要提升渐进式创新的效果时,拥有较宽知识基础的企业应侧重内部研发,从而把有限的研发资源投入到对现有技术和产品的改善及拓展上;而知识基础较深的企业一方面要注重自主创新,另一方面也要加强与外部组织的合作创新,关注新技术和新市场的发展趋势,以达到最优创新效果。但在实践中企业的知识基础会随着发展阶段的不同而不断变化,其对研发策略的选择也要随之变化。研发模式的选择要综合考虑企

业自身知识基础以及期望提升的创新类型。

本研究的局限主要有两个方面。①由于时间和精力有限,本研究选取的样本数较少且为截面数据,无法反映研发模式与企业创新的关系随时间的动态变化,未来研究可扩大样本量并采用动态案例跟踪的方法和面板数据进行分析。②本研究对于研发模式的划分略显粗糙,未来研究可对研发模式进一步细分,如将外部研发细分为与客户、与供应商、与同行业企业合作研发等,并综合考虑不同研发模式的组合对企业创新的影响。

参考文献:

- [1] ESCRIBANO A, FOSFURI A, TRIBÓ J A. Managing external knowledge flows: the moderating role of absorptive capacity. *Research Policy*, 2009, 38(1): 96-105.
- [2] 白让让, 谭诗羽. 研发模式、纵向一体化与自主品牌导入期的创新绩效. *管理科学*, 2016, 29(4): 70-79.
BAI Rangrang, TAN Shiyu. R&D mode, vertical integration and innovation performance of indigenous brand in the introduction period. *Journal of Management Science*, 2016, 29(4): 70-79. (in Chinese)
- [3] 李艳华. 中小企业内、外部知识获取与技术能力提升实证研究. *管理科学*, 2013, 26(5): 19-29.
LI Yanhua. Research on the impact of internal and external knowledge acquisition on technological capability upgrading of SMEs. *Journal of Management Science*, 2013, 26(5): 19-29. (in Chinese)
- [4] 陈钰芬, 叶伟巍. 企业内部R&D和外部知识搜寻的交互关系: STI和DUI产业的创新战略分析. *科学学研究*, 2013, 31(2): 266-275, 285.
CHEN Yufen, YE Weiwei. The interaction between internal R&D and external knowledge sourcing: the study on innovation strategy of STI and DUI industries. *Studies in Science of Science*, 2013, 31(2): 266-275, 285. (in Chinese)
- [5] 樊霞, 任畅翔, 刘炜. 产学研合作与企业独立研发关系的进一步检验: 基于企业R&D投入门槛效应的分析. *科学学研究*, 2013, 31(1): 85-91, 84.
FAN Xia, REN Changxiang, LIU Wei. Research on the university industry cooperation and enterprise internal innovation: empirical analysis based on the threshold effect of enterprise R&D investment. *Studies in Science of Science*, 2013, 31(1): 85-91, 84. (in Chinese)
- [6] 高鹏, 聂佳佳, 陆玉梅. 研发模式对再制造闭环供应链R&D投资策略的影响. *研究与发展管理*, 2016, 28(2): 51-62.
GAO Peng, NIE Jiajia, LU Yumei. Impact of R&D mode for remanufacturing closed-up supply chain R&D investment strategy. *R&D Management*, 2016, 28(2): 51-62. (in Chinese)
- [7] 吴晓波, 陈颖. 基于吸收能力的研发模式选择的实证研究. *科学学研究*, 2010, 28(11): 1722-1730.
WU Xiaobo, CHEN Ying. An empirical research on the choice of R&D patterns based on absorptive capacity. *Studies in Science of Science*, 2010, 28(11): 1722-1730. (in Chinese)
- [8] PISANO G P. Learning-before-doing in the development of new process technology. *Research Policy*, 1996, 25(7): 1097-1119.
- [9] 潘清泉, 唐刘钊. 技术关联调节下的企业知识基础与技术创新绩效的关系研究. *管理学报*, 2015, 12(12): 1788-1796.
PAN Qingquan, TANG Liuzhao. The impact of knowledge bases on innovation performance: the moderating effect of technological relatedness. *Chinese Journal of Management*, 2015, 12(12): 1788-1796. (in Chinese)
- [10] GE Z, HU Q, XIA Y. Firms' R&D cooperation behavior in a supply chain. *Production and Operations Management*, 2014, 23(4): 599-609.
- [11] ARTZ K W, NORMAN P M, HATFIELD D E, et al. A longitudinal study of the impact of R&D, patents, and product innovation on firm performance. *The Journal of Product Innovation Management*, 2010, 27(5): 725-740.
- [12] SPITHOVEN A, TEIRLINCK P. Internal capabilities, network resources and appropriation mechanisms as determinants of R&D outsourcing. *Research Policy*, 2015, 44(3): 711-725.
- [13] MENGUC B, AUH S, YANNOPOULOS P. Customer and supplier involvement in design: the moderating role of incremental and radical innovation capability. *The Journal of Product Innovation Management*, 2014, 31(2): 313-328.
- [14] KIM Y, CHOI T Y, SKILTON P F. Buyer-supplier embeddedness and patterns of innovation. *International Journal of Operations & Production Management*, 2015, 35(3): 318-345.
- [15] CASSIMAN B, VEUGELERS R. In search of complementarity in innovation strategy: internal R&D and external knowledge acquisition. *Management Science*, 2006, 52(1): 68-82.
- [16] OERLEMANS L A G, KNOBEN J, PRETORIUS M W. Alliance portfolio diversity, radical and incremental innovation: the moderating role of technology management. *Technovation*, 2013, 33(6/7): 234-246.
- [17] CHANDY R K, TELLIS G J. The incumbent's curse? Incumbency, size, and radical product innovation. *Journal of Marketing*, 2000, 64(3): 1-17.
- [18] EITTLIE J E. Organizational policy and innovation among suppliers to the food processing sector. *Academy of Management Journal*, 1983, 26(1): 27-44.
- [19] 付敬, 朱桂龙. 知识源化战略、吸收能力对企业创新绩效产出的影响研究. *科研管理*, 2014, 35(3): 25-34.
FU Jing, ZHU Guilong. Effect of knowledge sourcing strategy, absorptive capacity on innovation output. *Science Research Management*, 2014, 35(3): 25-34. (in Chinese)
- [20] 王龙伟, 任胜钢, 谢恩. 合作研发对企业创新绩效的影响研究: 基于治理机制的调节分析. *科学学研究*, 2011, 29(5): 785-792.
WANG Longwei, REN Shenggang, XIE En. The effect of R&D collaboration on firm's innovation performance. *Studies in Science of Science*, 2011, 29(5): 785-792. (in Chinese)
- [21] 陈岩, 翟瑞瑞, 姜鹏飞. 研发方式组合与吸收能力的匹配对企业创新绩效的影响. *中国科技论坛*, 2015(7): 34-39.
CHEN Yan, ZHAI Ruirui, JIANG Pengfei. Research on impact of fit of R&D portfolio and absorptive capacity on firm innovation performance. *Forum on Science and Technology*

- in China*, 2015(7):34-39. (in Chinese)
- [22] 原毅军,于长宏.产学研合作与企业内部研发:互补还是替代?关于企业技术能力“门限”效应的分析. *科学学研究*, 2012,30(12):1862-1870.
YUAN Yijun, YU Changhong. Industrial-university cooperation and internal R&D from the perspective of enterprise technological capabilities. *Studies in Science of Science*, 2012, 30(12):1862-1870. (in Chinese)
- [23] ROPER S, HEWITT-DUNDAS N. Knowledge stocks, knowledge flows and innovation: evidence from matched patents and innovation panel data. *Research Policy*, 2015,44(7):1327-1340.
- [24] FLEMING L. Recombinant uncertainty in technological search. *Management Science*, 2001,47(1):117-132.
- [25] LEONARD-BARTON D. Core capabilities and core rigidities: a paradox in managing new product development. *Strategic Management Journal*, 1992,13(S1):111-125.
- [26] ROSENKOPF L, NERKAR A. Beyond local search: boundary-spanning, exploration, and impact in the optical disk industry. *Strategic Management Journal*, 2001,22(4):287-306.
- [27] KATILA R, AHUJA G. Something old, something new: a longitudinal study of search behavior and new product introduction. *Academy of Management Journal*, 2002,45(6):1183-1194.
- [28] 张峰,刘侠.外部知识搜寻对创新绩效的作用机理研究. *管理科学*, 2014,27(1):31-42.
ZHANG Feng, LIU Xia. Study on the influencing mechanism of external knowledge search on innovation performance. *Journal of Management Science*, 2014,27(1):31-42. (in Chinese)
- [29] MINA A, BASCAVUSOGLU-MOREAU E, HUGHES A. Open service innovation and the firm's search for external knowledge. *Research Policy*, 2014,43(5):853-866.
- [30] JAYARAM J, PATHAK S. A holistic view of knowledge integration in collaborative supply chains. *International Journal of Production Research*, 2013,51(7):1958-1972.
- [31] 路风,慕玲.本土创新、能力发展和竞争优势:中国激光视盘播放机工业的发展及其对政府作用的政策含义. *管理世界*, 2003(12):57-82.
LU Feng, MU Ling. Product creation based on local markets, ability development and competitive advantage. *Management World*, 2003(12):57-82. (in Chinese)
- [32] 张婧,何勇,段艳玲.渐进式创新与激进式创新:前因变量、绩效结果和交互作用. *中国科技论坛*, 2014(5):5-15.
ZHANG Jing, HE Yong, DUAN Yanling. Incremental innovation and radical innovation: antecedents, performance consequence and interaction effect. *Forum on Science and Technology in China*, 2014(5):5-15. (in Chinese)
- [33] KOGUT B, ZANDER U. Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology. *Organization Science*, 1992,3(3):383-397.
- [34] 蔡虹,刘岩,向希尧.企业知识基础对技术合作的影响研究. *管理学报*, 2013,10(6):875-881,889.
CAI Hong, LIU Yan, XIANG Xiyao. The influence of knowledge base on technology collaboration: a test in Chinese electrical & electronic industry. *Chinese Journal of Management*, 2013,10(6):875-881,889. (in Chinese)
- [35] MACHER J T, BOERNER C. Technological development at the boundaries of the firm: a knowledge-based examination in drug development. *Strategic Management Journal*, 2012,33(9):1016-1036.
- [36] XU S. Balancing the two knowledge dimensions in innovation efforts: an empirical examination among pharmaceutical firms. *The Journal of Product Innovation Management*, 2015,32(4):610-621.
- [37] 张钢,王宇峰.组织模块性、知识基础与创新绩效:以动态能力为中介变量的实证研究. *浙江大学学报:人文社会科学版*, 2012,42(2):206-220.
ZHANG Gang, WANG Yufeng. Organizational modularity, knowledge base and innovation performance: an empirical research with dynamic capabilities as a mediating variable. *Journal of Zhejiang University: Humanities and Social Sciences*, 2012,42(2):206-220. (in Chinese)
- [38] WU J, WANG Y, LI S. Search depth, knowledge characteristics, and innovation performance. *Journal of Chinese Management*, 2014,1(1):1-15.
- [39] CANER T, TYLER B B. The effects of knowledge depth and scope on the relationship between R&D alliances and new product development. *The Journal of Product Innovation Management*, 2015,32(5):808-824.
- [40] WU J, SHANLEY M T. Knowledge stock, exploration, and innovation: research on the United States electromedical device industry. *Journal of Business Research*, 2009,62(4):474-483.
- [41] TRIPSAS M, GAVETTI G. Capabilities, cognition, and inertia: evidence from digital imaging. *Strategic Management Journal*, 2000,21(10/11):1147-1161.
- [42] LEVINTHAL D A, MARCH J G. The myopia of learning. *Strategic Management Journal*, 1993,14(S2):95-112.
- [43] DAS T K, TENG B S. A resource-based theory of strategic alliances. *Journal of Management*, 2000,26(1):31-61.
- [44] CARLO J L, LYYTINEN K, ROSE G M. A knowledge-based model of radical innovation in small software firms. *MIS Quarterly*, 2012,36(3):865-895.
- [45] 刘岩,蔡虹,张洁.企业技术合作、知识基础与技术创新绩效关系研究:基于中国电子信息行业的实证分析. *科技进步与对策*, 2014,31(21):59-64.
LIU Yan, CAI Hong, ZHANG Jie. Technological collaboration, knowledge base, and innovative performance: based on a test in Chinese electrical & electronic industry. *Science & Technology Progress and Policy*, 2014,31(21):59-64. (in Chinese)
- [46] 吴晓波,彭新敏,丁树全.我国企业外部知识源搜索策略的影响因素. *科学学研究*, 2008,26(2):364-372,408.
WU Xiaobo, PENG Xinmin, DING Shuquan. Chinese firm's influential factors in search tactics for external knowledge sources. *Studies in Science of Science*, 2008,26(2):364-372,408. (in Chinese)
- [47] LI-YING J, WANG Y, SALOMO S. An inquiry on dimensions of external technology search and their influence on

- technological innovations; evidence from Chinese firms. *R&D Management*, 2014, 44(1):53-74.
- [48] YAYAVARAM S, CHEN W R. Changes in firm knowledge couplings and firm innovation performance: the moderating role of technological complexity. *Strategic Management Journal*, 2015, 36(3):377-396.
- [49] WERNERFELT B. A resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal*, 1984, 5(2):171-180.
- [50] 袁博, 刘文兴, 张亚军. 基于创新氛围视角探讨知识产权保护能力对重大科研项目技术创新的影响. *管理学报*, 2014, 11(12):1834-1840.
YUAN Bo, LIU Wenxing, ZHANG Yajun. The effect of protection ability of intellectual property on the technology innovation of important science research teams based on innovation climate view. *Chinese Journal of Management*, 2014, 11(12):1834-1840. (in Chinese)
- [51] ZHOU K Z, LI C B. How knowledge affects radical innovation: knowledge base, market knowledge acquisition, and internal knowledge sharing. *Strategic Management Journal*, 2012, 33(9):1090-1102.
- [52] BERCHICCI L. Towards an open R&D system: internal R&D investment, external knowledge acquisition and innovative performance. *Research Policy*, 2013, 42(1):117-127.
- [53] JONES G K, LANCTOT, Jr A, TEEGEN H J. Determinants and performance impacts of external technology acquisition. *Journal of Business Venturing*, 2001, 16(3):255-283.
- [54] KOBERG C S, DETIENNE D R, HEPPARD K A. An empirical test of environmental, organizational, and process factors affecting incremental and radical innovation. *The Journal of High Technology Management Research*, 2003, 14(1):21-45.
- [55] 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. *Management Science*, 2006, 52(11):1661-1674.
- [56] 张晓黎, 覃正. 知识基础能力、研发投入与技术创新绩效关系研究: 基于全球 R&D 领先通信及技术设备制造类企业的实证分析. *科技进步与对策*, 2013, 30(11):140-144.
ZHANG Xiaoli, QIN Zheng. The relationship of knowledge base, R&D investment and innovation performance: based on global R&D leading communications and technology equipment manufacturing enterprises. *Science & Technology Progress and Policy*, 2013, 30(11):140-144. (in Chinese)
- [57] SØRENSEN J B, STUART T E. Aging, obsolescence, and organizational innovation. *Administrative Science Quarterly*, 2000, 45(1):81-112.
- [58] AHUJA G. Collaboration networks, structural holes, and innovation: a longitudinal study. *Administrative Science Quarterly*, 2000, 45(3):425-455.
- [59] SINGH J. Distributed R&D, cross-regional knowledge integration and quality of innovative output. *Research Policy*, 2008, 37(1):77-96.
- [60] 中华人民共和国国家知识产权局规划发展司. 2013年我国规模以上工业企业专利活动与经济效益状况报告. 北京: 中华人民共和国国家知识产权局规划发展司, 2015.
State Intellectual Property Office of the P. R. China. *A report on the patent activities and economic benefits of industrial enterprises above designated size of China in 2013*. Beijing: State Intellectual Property Office of the P. R. China, 2015. (in Chinese)
- [61] PODSAKOFF P M, MACKENZIE S B, LEE J Y, et al. Common method biases in behavioral research: a critical review of the literature and recommended remedies. *Journal of Applied Psychology*, 2003, 88(5):879-903.
- [62] LI J J, POPPO L, ZHOU K Z. Relational mechanisms, formal contracts, and local knowledge acquisition by international subsidiaries. *Strategic Management Journal*, 2010, 31(4):349-370.
- [63] 温忠麟, 侯杰泰, 张雷. 调节效应与中介效应的比较和应用. *心理学报*, 2005, 37(2):268-274.
WEN Zhonglin, HAU Kit-Tai, CHANG Lei. A comparison of moderator and mediator and their applications. *Acta Psychologica Sinica*, 2005, 37(2):268-274. (in Chinese)
- [64] AIKEN L S, WEST S G. *Multiple regression: testing and interpreting interactions*. Newbury Park, CA: Sage, 1991:116-137.
- [65] OZMAN M. The knowledge base of products: implications for organizational structures. *Organization Studies*, 2010, 31(8):1129-1154.
- [66] LAURSEN K, SALTER A. Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among U. K. manufacturing firms. *Strategic Management Journal*, 2006, 27(2):131-150.

Impact of R&D Mode on Firm Innovation: The Moderating Effect of Knowledge Base

YU Fei, CAI Xiang, DONG Liang

Business School, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China

Abstract: With innovation becoming increasingly complex, systematic and uncertain, firms are taking collaborative R&D or internal R&D, or the combination of both as the main approaches to promote their innovation effects. However, previous research in

the fields has two limitations. First, the impact of firms' R&D modes on their different types of innovation (i. e., radical innovation and incremental innovation) remain vague, while whether there is any difference between these influencing effects remains unclassified. Second, few prior research has studied the moderating effect of the firm characteristics, such as the knowledge base, on the relationship between R&D modes and firm innovation.

This paper, in response, by a survey of 310 manufacturing firms and a hierarchical regression analysis, studies the impact of firms' collaborative and internal R&D on their incremental and radical innovation by knowledge base and innovation management theory. In addition, the moderating effect of firms' knowledge depth and knowledge breadth on the relationship between R&D mode. Firm innovation has also been discussed in this study.

Our findings reveal that firms' collaborative R&D has a stronger positive effect on their radical innovation than what firms' internal R&D does, while firms' internal R&D has a stronger positive effect on their incremental innovation than what firms' collaborative R&D does. The results also show that firms' knowledge depth positively moderates the effect of collaborative R&D on incremental and radical innovation, and the effect of internal R&D on incremental innovation, but negatively moderates the relationship between internal R&D and radical innovation. Furthermore, the findings suggest that firms' knowledge breadth positively moderates the effect of internal R&D on radical and incremental innovation, and the effect of collaborative R&D on radical innovation, but negatively moderates the relationship between collaborative R&D and incremental innovation.

This paper contributes to the following fields. Theoretically, the findings enrich the studies on the impact of firms' different R&D modes on their different types of innovation, and the relationship between R&D mode and firm innovation by introducing the knowledge base as a moderator variable. It thus provides a new perspective for further research by going beyond the controversy of whether it is "substitutability" or "complementarity" relationship between firms' collaborative R&D and internal R&D. For managerial practice, the research results suggest that firms should choose the appropriate R&D mode by their own knowledge base and the type of innovation they expect to improve.

Keywords: collaborative R&D; internal R&D; radical innovation; incremental innovation; knowledge base

Received Date: October 11th, 2016 **Accepted Date:** March 20th, 2017

Funded Project: Supported by the National Natural Science Foundation of China (71662006, 71463010) and the Promotion Project for Young Teachers' Ability of Guangxi Universities (ky2016YB136)

Biography: YU Fei, doctor in management, is an associate professor in the Business School at Guilin University of Electronic Technology. His research interests cover strategic management, knowledge and innovation management. His representative paper titled "The relationship of ownership structure and survival of subsidiary based on evolutionary theory: the moderating effect of environmental jolt and slack resources" was published in the *Chinese Journal of Management Science* (Issue 5, 2014). E-mail: yf2008a@163.com

CAI Xiang, doctor in management, is a professor in the Business School at Guilin University of Electronic Technology. His research interest focuses on technology innovation management. His representative paper titled "R&D efficiency and its influencing factors of China region—a study based on the perspective of 'research outputs & achievements conversion'" was published in the *Soft Science* (Issue 3, 2013). E-mail: gdcx0816@126.com

DONG Liang, doctor in economics, is an associate professor in the Business School at Guilin University of Electronic Technology. His research interest focuses on innovation theory. His representative paper titled "Basic innovation and optimal compensation mechanism of patent infringement" was published in the *Science Research Management* (Issue 5, 2016). E-mail: dongliang0918@163.com □