

DOI: 10.16538/j.cnki.fem.2019.01.002

扩展适应:创新的另一个源泉

——研究述评与展望

任声策^{1,2}, 高天昊¹, 许 晖¹

(1. 上海海事大学 经济管理学院, 上海 201306; 2. 同济大学 上海国际知识产权学院, 上海 200092)

摘 要: 扩展适应(exaptation)作为一个跨学科的概念,在企业的创新过程中时常发生却鲜被关注。它具体是指在意外发现(serendipity)的条件下,某种产品的功能发生了转移从而产生了创新,其中大部分属于激进式创新。这是一种从产品创造出市场、先有答案再寻找问题的逆向创新机制,能够帮助企业打破原有的创新思路,成为企业的另一个创新源泉。本研究从基本理论出发,围绕扩展适应的内涵和分类、产生过程、影响因素和影响效应等方面对已有研究进行了回顾和述评。经过整理和提炼后研究发现:扩展适应不仅是一种值得重视的逆向创新方法,在企业战略意义上也有十分重要的价值。据此,本研究综合已有研究成果和核心研究问题,梳理了扩展适应的基本概念,并以此为基础构建了扩展适应研究的整合框架,提出了未来研究的若干方向。旨在帮助企业理解扩展适应在创新过程中的新颖性和重要性,并使其成为企业的战略工具,本文的研究还有助于促进扩展适应的进一步研究。

关键词: 扩展适应; 意外发现; 功能转移; 创新机制

中图分类号: F270 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4950(2019)01-0016-14

一、引 言

创新从何而来?这是创新研究中的核心问题。熊彼特认为创新来自于知识的重新组合,并指出创新包括推出新产品、新工艺、已有技术在新领域的应用等类型。现有研究对新产品、新工艺创新的讨论较为深入,但是对于已有技术在新领域的应用,即扩展适应(exaptation)这一现象却关注得比较少(Andriani和Carignani, 2014)。事实上在科学和创新的历史中,许多重要的发现是由于新功能在新环境中偶然出现的结果,即源于扩展适应。例如,最初用来治疗结核病的

收稿日期: 2018-04-19

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(71572105); 上海市软科学研究计划项目(18692102300)

作者简介: 任声策(1975—),男,上海海事大学经济管理学院教授,同济大学上海国际知识产权学院教授,博士生导师(通讯作者);
高天昊(1995—),男,上海海事大学经济管理学院硕士研究生;
许 晖(1983—),女,上海海事大学经济管理学院讲师。

药物异丙烟肼,被意外发现能够很大程度上改变患者的情绪,并成为了第一种抗抑郁的药物(Mukherjee, 2012)。又如, Raytheon公司的工程师Spencer在1945年意外发现雷达组件磁控管融化了他口袋里的一块糖果, Raytheon公司迅速识别出这个可以用于革新烹饪方式的机会,他们修改了磁控管的功能,并于1947年申请了专利,推出了世界上第一台微波炉(Osepchuk, 1984)。这两个例子展示了扩展适应所能带来的激进式创新,它可将现有事物中潜在的功能提取出来,并且仅基于已有的技术开创新市场。就创新成本而言,提取这样的潜在价值比为了某一新功能特意去开发一款新产品要便宜得多,毕竟创新的代价是高昂的。因而扩展适应可以成为另一个创新的源泉。

扩展适应与当今企业最核心的问题相关,即企业该如何搜寻远方的机会(Andriani等, 2017)。任何产品的功能都是依赖于产品、环境和用户的复杂交互(Andriani等, 2017),然而由于交互的数量是不可数的,所以产生的效果也是不能预估的,这种不确定性被称为“奈特不确定性(Knightian uncertainty)”(Boudreaux和Holcombe, 1989)。如果企业能具有一定的远见能力,即使是现有的技术也能产生新的激进式创新。比如大型玻璃制造商康宁分析了玻璃的制造工艺后选择玻璃纤维来作为远距离通信的媒介,从而使光纤工业蓬勃发展。Cattani(2005)发现,远见知识的存量和企业和技术性能上的发展程度呈正比。换句话说,人类可以预见现有的科学发现在新环境中遇到意想不到的新功能,并且可以为此做准备。

在此背景下,尽管这样一种逆向的创新过程早已存在,但它未能成为创新研究中公认的认识和分析工具,相关理论也尚不成熟,我们在EBSCO与ScienceDirect上以“exaptation”和“exaptive”为关键词检索时仅有10余篇管理学相关文献,可见这方面的问题有很大的研究潜力。本文的目标在于结合已有文献总结梳理目前扩展适应的研究概况和未来发展空间,为企业的创新管理提供另一个思路,并将扩展适应这个概念加以深入研究,供后续研究者参考。

本文通过对目前的主要研究成果进行整理,对已有文献按照四个方面进行归纳述评:扩展适应的内涵和分类、产生过程、影响因素和影响效应。文章的主要内容包括:第一,梳理扩展适应的相关定义,确立了扩展适应的两大核心概念“功能转移”以及“意外发生”,并且将其与预适应和一般适应做了对比和分类;第二,整理了扩展适应的产生过程,从一个新发现到逐渐形成产品的过程来看,大部分扩展适应的产品遵循如下顺序:企业有一系列扩展池用于维护新发现,某些扩展活动激活了新发现,最后在扩展论坛上情景化新发展并形成雏形;第三,详细介绍了扩展适应的影响因素,梳理了在企业内外部和微观层面上对之前的产生过程有影响的因素,例如用户创新、企业文化、专业范围等因素;第四,探究了扩展适应在企业创新和战略上的影响效应,即一种全新的创新思路以及“影子选项”的产品战略;第五,总结了扩展适应的研究框架以及未来研究的若干方向,从而为企业提供关于扩展适应全面的认识,为进一步的研究提供参考。

二、扩展适应的内涵与类型

(一)扩展适应的内涵

1. 扩展适应的定义

扩展适应原本是进化生物学中的概念,后来由Mokyr(2000)引入管理学。他将扩展适应解释为“某种技术意外在另一领域内使用后获得了成功”。国外已有了不同学者在不同情境下对其进行定义(见表1)。

综合前人理论,本文提取出管理学中扩展适应最核心的两个要点:

(1)功能转移:扩展适应需要有功能或技术的转移。因为它促使一个产品根据它们本身的能力在一个新环境中获得了一个新的功能或技术。而新功能的出现是创造一个全新市场的第

一个必要条件,更加严格地说,还要产生一个可以商业化的市场。另外,扩展适应过程中功能转移的距离越长,越有可能产生激进式创新(Andriani等,2017),Andriani等(2017)还发现越是在不同的环境里,新转移功能的新颖性越高。所以功能转移是扩展适应的第一步,也是我们观测一个产品是否发生了扩展适应的重要因素。

表1 扩展适应的定义

研究视角	研究者	定义
进化生物学	Gould和Vrba(1982)	指代某些实体进化出了其他用途,并在之后取代了它们原来的用途
管理学	Ader和Levinthal(2002)	在技术发展中,现有技术应用于新领域,类似于物种在生物进化中的事件
管理学	Gregory(2008)	现存的组件,一开始没有什么功能或有着另外功能,它们被重新安排组合到一种新的更复杂的形式,使其有了新的功能
管理学	Arthur(2009)	当一个新环境出现时,或是一个应用领域出现新需求时,使用旧技术或旧的基本原则,通过“延伸”来适应新的环境
管理学	Marquis和Huang(2010)	机构会在组织创立时形成特定的能力,然后在组织内制度化。当环境变化后,这些内部组织能力会被用于新用途
管理学	Ganzaroli和Pilotti(2011)	扩展适应不同于一般适应,不是为了对现有功能的优化而选择,而是用现有功能的可用性来执行一个新功能。因此,扩展适应不是被选中的,而是选中一个环境来激发它们的潜力
经济学	Sedita(2012)	偶然的创新,来源于功能转移
经济学	Bonifati(2013)	微观层面上新产品是由现有产品中开发出来的,宏观层面上是在现有的生产和消费市场上创造出新的市场
社会学	McLennan(2008)	只有当人类有意改变一个物体的功能时,扩展适应才会发现,比如人在利用旧物开发新功能。进化是没有任何征兆的,伴随着一个机会来临

资料来源:根据相关文献整理。

(2)意外发生:扩展适应是非预期到的结果,即功能或技术的转移是不能被事先预料到的。在当初古生物学中的定义中,意外就是扩展适应过程中的一个重要概念(Gould和Vrba,1982)。在管理学中,扩展适应是一种拿着答案寻找问题的机制,意想不到的解决方案“推”着新问题的出现,而不是从已有的问题中“拉”出来一个方案。这个过程产生,有十分重要的运气因素,但是通过企业层面的影响,也可以提高扩展适应发生的概率。

已有研究证实了扩展适应确实存在,并且对创新有着巨大的贡献(Dew等,2004)。扩展适应是短暂的快速变化(Tushman和Anderson,1986),扩展适应的这个特性为间断平衡理论提供了支持,即扩展适应引起的激进式创新过程能在短暂的时间内改变整个环境。本文更加关注于这个产品从发生扩展适应到形成商业化市场的过程,文章后续会重点分析从企业层面来解释扩展适应的前因后果。

本文整理了较为成功的扩展适应例子(见表2),它们大部分都引起了巨大的变革或开辟出了一个全新的市场。

2. 扩展适应与适应和预适应的区别

早在Gould和Vrba(1982)的定义中,就将扩展适应与适应做过比较,他们认为所有的适应都可以是扩展适应的子集。Larson等(2013)也认为扩展适应和一般适应二者有重叠。也有学者认为,扩展适应与适应有区别,不同于适应只关注当前的环境,被动的改变用途。扩展适应不是“适应”,它不是达尔文主义中适者生存的结果(Villani等,2009),扩展适应的出现也证明了自然选择不是进化的唯一动力。它发挥着创造性的作用,这些特征不仅是为了提高效率,也是为了建立新的发展机会,甚至能够影响到环境。只有接受了多维的进化观点时,扩展适应才有意

义(Ganzaroli和Pilotti, 2011)。它解释了进化过程中出现的相对短暂的突然变化,这些相对较短的革命性变化不是由宏观的变化而触发的,需要有个能够预见未来的外部力量的存在。

表2 扩展适应的典型例子

案 例	原始功能	扩展功能	分 类	来 源
报事贴	粘合剂	书签型便条	内部扩展适应	Garud等(2011)
拖拉机引擎	发动机	车辆底盘	内部扩展适应	Kauffman(2000)
留声机	记录声音	自动唱机	外部扩展适应	Basalla(1988)
三硝酸甘油酯	甘油炸药原料	血管舒张药	外部扩展适应	Li(2006)
石炭酸	抗疟疾药	杜松子酒	外部扩展适应	Burkhardt等(2010)
盐酸氮芥	生化武器	癌症化疗	外部扩展适应	Smyth(1972)
亚甲蓝	纺织染剂	微生物染剂	外部扩展适应	Clark等(1925)
戒酒硫	橡胶硫化	治疗慢性醇中毒	外部扩展适应	Kragh(2008)
肉毒杆菌	治疗眼科斜视	美容手术	外部扩展适应	DeMonaco等(2005)
风筝	儿童玩具	风筝推进系统	完全扩展适应	Naaijen等(2006)
弓矢	坑洞式弹簧陷阱	冷兵器弓箭	完全扩展适应	Lombard 和Phillipson(2010)
印刷机	酿酒用压力机	活字印刷机	完全扩展适应	Johnson(2010)
三级真空管	检测电子信号	扩音器	完全扩展适应	Nebeker(2009)
磁控管	雷达组件	微波炉加热	完全扩展适应	Osepchuk(1984)
光纤	玻璃	传输介质	完全扩展适应	Cattani(2006)

资料来源:根据相关文献整理。

扩展适应也曾被替换成预适应(pre-adaptation),Cattani(2006)最先使用了预适应的概念,认为一个技术的预适应是“一个公司的技术知识基础的一部分,它在没有预见其后续功能时先累积起来,尽管以后才可能被证明对另一个未知的领域有价值”,这需要某种形式的远见。他认为公司可以用两阶段法来进入一个新兴市场:第一阶段,预适应:累积知识并无需对未来的使用有任何预期;第二阶段,利用机会:公司利用现有的知识体系在新产业中获得技术优势,与扩展适应一样强调了机会的重要性。Ganzaroli和Pilotti(2011)指出,预适应倾向外部,扩展适应倾向内部。

本文将学者们对其中的具体区别归结为表3。

表3 扩展适应、适应与预适应的区别

不同点	扩展适应	适 应	预适应
是否有功能转移	有	有	有
进化模式	偶然和机会	自然选择	偶然和机会
作用	适应当前环境和新环境	适应当前环境	提前为新环境准备
进化过程	间断,不连续的	渐进,连续的	间断,不连续的
与环境的交互	主动改变市场	被动适应市场	被动等待市场
动因	内部	内部	外部

资料来源:根据相关文献整理。

(二)扩展适应的理论意义

本研究结合了种群生态学和基于网络的创新理论的研究。在种群生态学中,种群的变化会经历“变异、选择、保留”三个阶段。企业的“变异”与生物的变种类似,扩展适应弥补了某些企业突变原因的空白,它大大扩展了企业变异的路径;从选择的角度来看,扩展适应作为进化论中的特例,并不是由市场在优胜劣汰中选择企业,而是企业的新产品突然在市场中出现,这解释了一些在市场中短暂快速出现的明星产品的来源;并且由于扩展适应的大部分结果都是激进

式的,企业的新形态保留下来后很容易成为新环境的主要部分。根据组织生态学的观点,环境是决定企业成败的决定性因素,扩展适应的研究补足了在一个完全不同的环境里,企业同样有可能找到自己的机会并且保留下来。另外,通过整合开放式创新、基于网络的创新理论和多样性研究,我们能更好地理解网络、多样性和创新之间的关系(Perry-Smith和Mannucci, 2015)。这些都共同显示了一次成功的创新往往取决于从不同的网络中链接了不同的知识领域。通过这种链接,可能会获得意想不到的创造性想法,而且往往被证明是高度重要的,因为它们可能导致创造新的技术轨迹、市场或行业。扩展适应正是这样的一种值得重视的链接方法,特别是其具有情景化的重要性,对网络中知识的交互提出了新的指导意义。

(三)扩展适应的分类

学者们按照不同的标准对扩展适应进行了分类。

第一种分类方法根据扩展适应的功能转移过程将其分为三类(Weible, 2013)。第一类是首次优势扩展适应(first-use exaptation):原先没有优势,后来在别处使用时才有了优势。这种类型较为少有,比如货币的发明,由原先没有价值的贝壳第一次变成了重要的货币流通工具;第二类是额外用途扩展适应(extra-use exaptation):原来就有某种功能,后来在这之上又有了另一种功能,这种类型较为普遍,比如一枚硬币既可以当做货币来交易,又可以当做彩票的刮擦器,这种扩展适应又称为Franklin式,源自印有美国总统Franklin的一美分硬币;第三类是永久转移扩展适应(transfer exaptation):伴随着旧功能的失去,由原有的功能彻底转移到新功能,比如人脑的进化。在管理学中,大部分关注的是Franklin式的扩展适应。

Andriani和Carignani(2014)则提出了一种“模块化”扩展适应的概念,他们将产品的功能看作是一种内部功能模块,当发生扩展适应时,根据产品本身或者模块的变化分为以下四类:无扩展适应(no exaptation),产品本身和功能模块都没有发生变化。内部扩展适应(internal exaptation),产品内部的功能模块发生了变化,但是没有对整个产品的功能进行任何显著的改变。它通常由设计人员或制造商执行,以改进工件的性能而不改变其功能,比如肉毒杆菌原本用于治疗眼睛斜视,随着研究人员的发现,它还可以用于医疗美容中麻痹面部肌肉达到消皱的效果(DeMonaco, 2005)。外部扩展适应(external exaptation),一个现有的产品中产生了一个新的功能,但是并没有改变产品内部的功能模块,它通常由用户执行,比如笑气原本是用于娱乐表演,后来被用于医用(Li, 2006)。完全扩展适应(racial exaptation),内部模块和产品的功能同时发生了功能转移,可能导致一个完全崭新的产品并最终创造出一个新市场,如上文介绍的微波炉磁控管的案例。具体分类如图1所示,并在表2中体现了各案例的分类。

		模块化功能	
		不变	改变
产品本身的功能	不变	无扩展适应	内部扩展适应
	改变	外部扩展适应	完全扩展适应

图1 模块化扩展适应分类

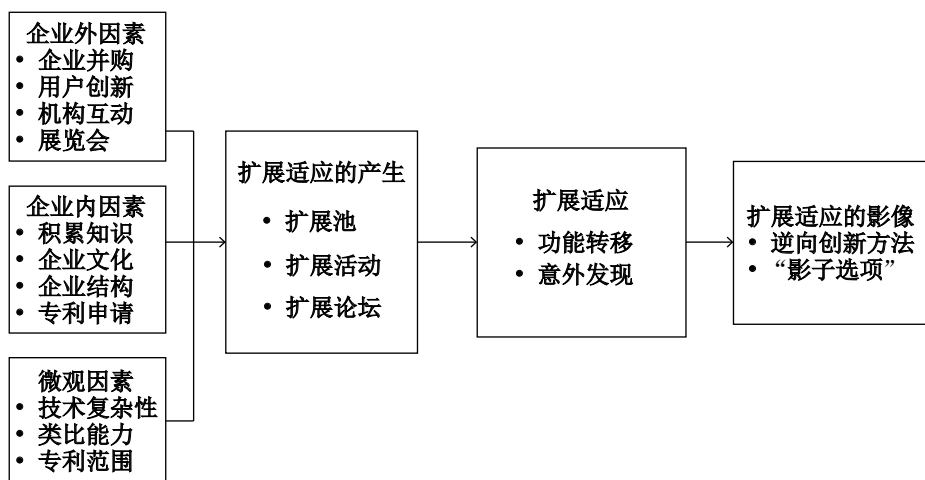


图2 扩展适应研究框架

三、扩展适应的产生

在企业的日常活动与科学研究中必然会产生许多新发现,其中一些可能不具有直接的商业效用。即使公司有意地组织和准备意外的发现,也并不意味着新的技术发展和机遇就一定被发现。更确切地说,公司可以从过去的研发经历中显著的提高公司抓住机会的能力。本文整理了主要来自Garud等(2018)所提出的诱发扩展适应的三个重要环节:扩展池、扩展活动和扩展论坛,分别对应着维持、激活、情景化三个步骤来进行综述。

(一)扩展池(exaptive pools)

扩展池的目的在于维持那些偶然产生的新发现,当这些新颖的功能在一起被储存下来就形成了一个“扩展池”,供每个人参阅。这些发现大多数具备异步性和历时性(Garud等,2018)。所谓的异步性指和现有功能存在差异,从而在特定的情景产生效用;历时性则指随着时间的推移发现的新功能。对异步性和历时性的认识提出了关于一个新发现该如何保持维护以及等待再发现的问题。那些正在使用的发明被维持的可能性就很高,但是那些还在沉寂或者还没有投入使用的产品就需要有一些措施来帮助维持。就可用措施中举例来说,申请专利是形成扩展池可用的方法之一。企业将新专利进行申请意味着披露被保护的内容,不仅可以将知识产权证券化,还能对新发现产生记忆。此外,对专利发现的分类,结合文献计量分析,还能允许人们通过专利搜索来识别那些可能有用的专利。

除了申请专利以外,扩展池还可以通过平台等形式来维持发现。例如3M公司在许多技术平台都维持着胶粘剂、磨料、光管理和微晶等方面的新产品。3M的技术平台是围绕知识领域的松散耦合资产的累积,就其在组织内部的定位而言,这一平台介于高层管理团队和业务部门之间。正是这些中间级别的平台跨越了企业间的业务单元,从而确保发现的维持和多个部门的可用性。为了增加从平台获得的机会,员工通过企业内部文化和结构的影响与另外的员工相互交互。扩展池的构建使发现和使用者的生态系统之间建立联系,重点更在于人们有可能对其未来的效用形象化并尝试新的想法。除了公司内部的平台,宝洁公司采用了一种“连接和发展”的方法,其中源自公司内部发现与公司外部的想法相联系,从而产生新的扩展池(Huston和Sakkab,2006)。

更多组织也开始使用开放的创新和众包模式来构建更广阔的扩展池。例如,Chesbrough和Chen(2013)指出,开放创新模式允许在不立即使用的情况下识别药物分子的未预期用途。他们认为开放式创新扩大了发明者可利用的认知资源,从而增加了更多的扩展池。

(二) 扩展活动(exaptive event)

在构建扩展池后,扩展活动的目的在于激活那些沉寂着的发现,其方式是在有限的时间和空间内将这些资产集中在一起。比起在构建扩展池时松散耦合的场合,时间和空间的压缩增加了交互的复杂性。当人们在一起建立快速而短暂的联系,各自从不同的观点进行非专业性的沟通从而创造出新的可能性,这样的方法叫做扩展活动。

常见的扩展活动是科学技术展览会。这些展会汇集了来自不同技术和学科的专家,将实验室的发现转化为市场可用的产品。企业在这其中获得投资公司的资助,使得原来在扩展池中的概念被激活。除了经济和技术上的支持以外,也是企业找寻市场化商业伙伴的时机。比如在高级研究项目机构中研究能源技术(ARPA-E)的能源创新峰会中,ARPA-E方面帮助企业提供风险和科技方面的支持,使得产品原型渡过第一个“死亡之谷”。一家名为SkyCool Systems的公司在这次展会上获得了ARPA-E的资助。他们公司研究的被动冷却技术的方法是基于一个被放置了几十年的科学理念,由于其他科学技术的进步使这一技术如今变得可行。SkyCool Systems的首席执行官Aaswath Raman博士承认了这种指导的价值,他指出,将科学技术应用到市场上的一个关键挑战是弄清楚谁会关心产品,以及他们为什么关心。更重要的是展会恰好是可以提供这个机会的平台。

(三) 扩展论坛(exaptive forum)

除了维持和激活这些元素,最终要将出现的结果情景化,即放置在特定环境中引起扩展适应的发生,这样的方法叫做扩展论坛。其特点是有不同的观点纠缠混合在一起。这种纠缠是指比相互作用更久的影响,促进了集体的灵感、创意和想象力。当参与者借助他们发明的原型放在具体情景思考问题的时候,这样的纠缠能使情景中复杂的文化内嵌转译出来,在这个过程中新发现就会产生。

典型扩展论坛的代表例如“1871”计划,这是成立于2012年的一项芝加哥重塑计划,该项目以1871年芝加哥大火命名。最初的项目包含了5万平方英尺的范围,在2016年扩展到12万平方英尺,包括了225个创业公司、天使投资人、大学团体、个人企业家和小团队。这导致了超过800个工作岗位,1 270万美元的收入,以及2 760万美元的风险投资(Baverman, 2013)。在计划中有一个最初于1930年开业的商品市场,在今天它仍然是一个25层楼的低层建筑,但是各种技术和科技的交互使其成为了一个充满设计理念的空间。换句话说,“1871”计划体现了“重塑”的字面意义和象征意义(Beunza, 2007)。不仅建筑本身被挖掘出来,它也被转化成了一个积极进行扩展适应的空间,通过它的组织和创新体系(Allen和Henn, 2007),“1871”计划培育了许多“积极的意外”,通过培养与众多参与者和机构的互动和联系,形成了芝加哥城市的创业生态系统。

综上,扩展适应的产生过程中三种过程的构成和性质各不相同。扩展池是为了保持发现的活跃性,通过代表性的机制比如申请专利,提供了一个有利于保持他们的价值的活跃记忆。扩展活动是在压缩的时间和空间内激活一些休眠的想法,通常是在演讲和展示过程中。这些想法的具体用途是通过扩展论坛这样一种情景化行为来探索的,在这些论坛中,参与者和情景相互纠缠在一起,形成原型解决方案。总的来说,维护、激活和情景化是从发现走向创新的三个步骤。

四、扩展适应的影响因素

除了Garud等(2018)提到的三种方法外,还有许多行之有效的方式来维持、激活以及情景化那些意外新发现,最终达成创新。正如Abatecola等(2016)所言,内部和外部力量共同进化的结果引起了扩展适应,在企业内外,同样有很多方法来促进扩展适应。本文将扩展适应的影响因素从企业外部、内部以及微观层面进行了综述(见表4)。

表4 扩展适应的影响因素

影响层面	影响因素	影响对象	相关文献
企业外部	企业并购	扩展活动(激活)	Dew等(2004), Marquis和Huang(2010)
	用户创新	扩展论坛(情景化)	Ganzaroli和Pilotti(2011), Andriani等(2017)
	科学与技术展览会	扩展活动(激活)	Garud等(2018)
	机构互动	扩展论坛(情景化)	Garud等(2018)
企业内部	积累多样性知识	扩展池(维持)	Dew等(2004), Cattani(2006), Larson等(2013), Ganzaroli(2014), Abatecola等(2016), Andriani等(2017)
	营造企业文化	扩展池(维持)	Ganzaroli和Pilotti(2011)
	易于外部访问的组织结构	扩展活动(激活)	Andriani等(2017)
	申请专利	扩展池(维持)	Garud等(2018)
微观层面	产品的技术复杂性	扩展活动(激活)	Mastrogiorgio和Gilsing(2016)
	研究人员的类比能力	扩展活动(激活)	Mastrogiorgio和Gilsing(2016)
	专利范围	扩展论坛(情景化)	Mastrogiorgio和Gilsing(2016)

资料来源:根据相关文献整理。

(一)企业外部的影响因素

企业外部的影响因素包括企业并购和用户创新等。当发生企业并购这个事件后,通过并购企业后将某项技术运用于自己的企业中得到新的内部能力,以此激发可能的扩展适应来获得竞争优势。由于在每个企业内部都有其独特的制度与惯例,即制度化的组织能力,这些组织能力也可能被用作与原有不同的用途。举例说明,最初为银行分支管理而开发的印迹(imprint)功能,在环境转移后,对银行收购管理和整合也很有用(Boeker, 1988)。当银行收购其他银行时,通过转化这些银行为他们当地的分支机构来扩展他们的版图和产品市场(Winter, 2001)。更通俗地说,并购提高了银行在新环境中的适应力(Dew, 2007)。综上所述,在组织创立初期时形成特定的能力在组织内形成制度化,当环境变化后,这些内部组织能力可能会被重新激发用于新用途并获得竞争优势(Marquis和Huang, 2010),从激活功能的角度来看,企业并购有助于扩展活动的形成。

除了并购以外,许多的扩展适应是由用户发现的。用户可以根据他们的主观判断修改现有产品,或者以功能新颖的方式使用它们,以满足用户个人的特殊需求,当这些需求从个人经历、心理框架、教育和其他活动的混合中涌现出来时,它们形成了新的环境,可能就会重新定义产品的使用方式(Andriani等, 2017)。从情景交互的角度来看,用户创新有助于扩展论坛的构建。比如,在软件市场中,用户修改现有的软件作为特定问题的适应性解决方案,然后再单独进行商业化,很多原始的软件开发都是这样进行的,即消费者反馈是一个十分积极的导致创新的方法。Ganzaroli和Pilotti(2011)在这一基础上更进一步,认为这是知识组织和可用性的问题,需要将现有的知识体系与可能的新领域联系起来。这单单是消费者的单向反馈,更需要该知识的生产者与用户之间的双向交互。但是当前的知识产权过度保护降低了这种合作的强度,而开源代码的应用是一种提高扩展适应概率的可行性解决方案。

(二)企业内部的影响因素

企业内部的影响因素包括积累多样性的知识、营造创新企业文化和易于外部访问的企业组织结构等方面。首先企业需要做好知识的贮备工作,科学家们通过不断警惕偶尔发生的事件来培养意外的发现,这可能导致新的解释和发现(Merton, 2011),换句话说,人类也可以积累知识来预见可能意想不到的新环境(Garud等, 2016)。虽然说“意外”“机遇”等不确定因素在扩展

适应中确实占了很大的比重,但是只等待机会是不够的,企业应该积极利用他们现有的技术,并在新的应用领域加以利用创造机会(Ganzaroli,2014)。在这一基础上,企业也要注重知识的多样性,只有某种特定的知识会在某时某处得以使用(Abatecola等,2016),拓展在不同领域的知识会帮助研发人员对事物有更广阔的理解。通过简单的记录和阅读不同领域的不同类型的技术表征描述,这样的文档和积累便产生了一个库,可以提高人们对技术上的“缺失”概念的认识,从而形成可以加强扩展适应可能性的行为,即形成了一个扩展池。

同样的,公司的创新文化也赋予员工进行创新的能力,他们通过传播创新的故事来激励和衍生其他创新的方式。例如3M公司规则的15%就是在开发的同时进行探索,管理者鼓励员工运用他们独特的知识和经验来构思和开发可能为他们组织创造价值的项目,员工认知多样性与组织资源和能力的互动,成为了创新的一个重要贡献者。在这其中,企业精神同样也发挥了重大作用,刺激企业摆脱制度化(Ganzaroli,2014)。

除了组织内部的方法,也有学者从组织结构方面考虑,Andriani等(2017)提出的方法有:首先确保企业资源可以再组合;另外要在组织资源和能力与外部网络之间创造一个可渗透的借口,使得外部可以访问组织资源和能力,因此增加新功能开发的可能性,这与用户创新的想法基本是类似的。

(三)微观层面的影响因素

从微观角度看,也有许多因素影响着扩展适应,例如技术的复杂性、研发人员的类比能力与专利范围等。关于技术的复杂性,这是使扩展适应成为可能的必要条件(Fleming和Sorenson,2001)。技术的复杂性由一个技术的物理组件之间互相依存的程度来定义。扩展适应可能是从一个技术分解出来的某个组件中产生(Dew等,2004)。Andriani和Carignani(2014)也提出技术分解可以被视为增加一个技术能够扩展的选项,最终结果可能产生爆炸性多的创新可能性。但是当技术复杂性很高的时候,技术分解与修改的创新过程就会被复杂的组件之间的相互依存性所限制,高水平的技术复杂度增加了发明者分解的难度,使他们不得不致力于理清技术中复杂的相互依存关系,这将减少他们探究额外功能的能力,同时也意味着巨大的成本;而低水平的技术复杂性确实容易梳理技术中的相互依存关系,帮助发明者重点探索更多额外内容,但是能探索到的可能性也大大减少了。所以中等程度的复杂性才能可以显著的增加扩展适应的自由性,产生新的技术或实现新的功能。

关于研发人员的类比能力,这是研发人员能够实践操作技术复杂性的能力。新创意的合成往往是来源于不同的知识领域的交叉连接。可以理解为研发人员在不同技术领域内发现创造性类比的能力,研发人员接触到的领域越多越广,那么他的类比能力就越能影响扩展适应的出现。技术复杂性和类比能力都在一定程度上影响了扩展适应的激活。

关于专利范围,这是发明者通过技术复杂性实现扩展适应的制度范围。专利范围即专利权的保护范围,是指专利权效力及发明创造成果的技术范围,也就是某一专利所包含的技术特征。Andriani和Carignani(2014)也强调过,在创新和概念化的过程中,扩展适应会有许多的阻碍,知识产权是会受到管制的。Merges和Nelson(1990)认为,扩大专利范围可能会严重限制探索新技术配置的可能性,即不利于扩展适应的情景化。所以,有时企业选择将知识披露出去,才能够更好的促进在这一领域的扩展适应。

五、扩展适应的影响效应

扩展适应对于企业来说不仅是一种重要的创新机制,还是一种具有战略价值意义的工具。

(一)扩展适应是一个等待问题的答案,是一个逆向完成创新的方法。它最直接的作用就是

可以引起激进式的创新,特别是当情景化的新市场相距原来的产品市场很远时。Andriani等(2017)指出,距离越远的市场中,发现未知的可能性就越高,引起竞争的可能性就越小,而且产品的扩展适应的新功能更依赖与原始功能不同的情景或机制,这可能让以前不现实的条件满足,甚至发现新的需求和帮助公司成为先行者。关于“不现实”这一点,von Hippel和von Krogh(2015)区别了传统的问题解决(问题先于解决方案)和同时识别新问题的备选方案(方案先于问题,也被称为need-solution pairs, NSPs),可以说扩展适应是NSPs的一个重要来源之一,并且开启了一条全新的技术轨迹。那些称之为现实的是可以用当前技术可以满足的需要,而不现实的是目前无技术来完成的不可能被满足的需要,比如我们如何在火箭被发明之前进行太空探索,或者在肉毒杆菌发现之前进行非注射性技术除皱手术,这样的问题在当时无法直接找到答案来解决,却都是扩展适应的成果,即一个意外的发现可以帮助解决看起来当时“不现实”的问题。Wiener(1994)称其为“发明的逆向过程”,科学家们在研究过程中不止会问:“我该如何解决这个问题?”还会问:“我已经取得了一系列成果,我解决了什么问题?”逆向过程的使用对科学的发展有着巨大的价值,在涉及特定问题时更是如此。例如,历史上的许多重要医学发现不是因为有人想出了一个假说,测试之后发现它是正确的,而更通常因为某人偶然发现了一个答案、一些创造性思维后,发现已经无意中解决什么问题(Andriani和Carignani, 2014)。所以,企业可以通过有意识地贮备各种各样的知识,来帮助他们来探索远方的机会,

(二)扩展适应为企业战略制定提供了一个新工具——“影子选项”。Andriani等(2017)曾对医药业中扩展适应的频率进行了测量,得出了每种药物还有2.2种新的功能的结论,其中有1个还是有较强创新性。换句话说,每种产品都包含了可以转化为新市场的潜在选项,Cattani(2006)称其为“影子选项”,因为其不可估量而且只存在于概率意义上。但这并非毫无意义,企业可以根据他们产品的影子选项来确定存在于远方的机会。当随着企业积累的知识与恰当的情景诱发了功能转移时,影子选项可能就转为企业的实际价值。在战略意义上,影子选项是先前投资的结果和未来投资的机会。换句话说,投资时不仅应当考虑产品的实际价值,而且要考虑到产品的影子选项能够带来的价值。另外,在影子选项的情景化过程中,研究人员倡导一种混合制造商和用户或社区的混合组织模型(Baldwin和 von Hippel 2011)来更好的加速影子选项的形成,混合模型的异质性因其非专业化的沟通性和自由的环境制度使得员工和用户有更多的空间去注意到意想不到的模式,这也是用户创新所擅长的领域,通过鼓励尽可能多的用户群来试验产品,由于用户数量远远大于设计人员的数量,因此他们所能实现的探索影子选项的范围也随之扩大。

六、研究框架及展望

扩展适应自概念出现以来,尚处于探索的起步阶段,扩展适应作为企业创新的一个重要来源,如何将这样一种逆向创新机制运用到企业的创新活动中以及绩效如何?这是当前仅有的部分研究关注的重点。但在现实中,已有许多企业有意无意地进行知识的积累以期产生扩展适应。本文对已有研究进行了回顾,在扩展适应的内涵和分类基础上,对扩展适应的产生过程、扩展适应的影响因素以及扩展适应的影响效应进行了综述。综合当前已有研究,本文整理了如图2所示的扩展适应整合研究框架。

扩展适应作为一个新兴研究领域,在未来还有极大的研究空间:

(一)如何度量扩展适应?即确定适当的和可以广泛使用的量化方法度量扩展适应。直到2016年扩展适应才有了第一篇关于微观层面的实证文章,其中一些重要问题包括“扩展适应需

要占创新的百分比是多少?”“对激进性创新的实际贡献是什么?”“与其他行业相比,在某些行业的扩展适应过程是否更突出?”等等都还没有解决,量化的扩展适应也提出了几个挑战:它要求产品的数量与功能的数量都有迹可循。然而,大多数行业都没有关于功能的数据库。Mastrogiorgio和Gilsing(2016)从专利的分类入手,利用专利交叉情况等数据来计算这样一种测量方法解决了一定的量化难题。这种方法在制药行业中尤为可靠,通过将药物的数量与药物批准前后的使用情况相匹配,就有可能研究一组给定的产品(药物)的功能演变。但是在其他行业中该如何操作则有待进一步研究。

(二)企业如何保留自己的扩展适应能力。企业可以通过将自己的知识应用到新的情景中来提高他们的创新能力。然而要做到这一点就必须首先在企业中存储知识。但是知识本身的属性会显著地影响知识积累的速度、保留的数量,以及它在企业内的扩散难易度”(Argote, 1999)。例如,对于那些隐性和难以表达的知识就难以传播(Polanyi, 1962)。另外,具有特殊技能和专业知识的个人的离开,实际上也是对企业扩展池的损失。对许多组织来说,管理的挑战不仅仅是用与其他具有相似技能和专业知识的人来取代具有多年经验的人,而是要保留或再现“与离开的员工具有类似的情景化专业知识”(DeLong, 2004)。

(三)当扩展适应发生后该如何处理。从一个意外发现到扩展适应的出现再到新产品的雏形是一连串的过程。有学者指出值得注意的一点是扩展适应完成后是有一段缓冲适应期的(Andriani和Carignani, 2014)。正如微波炉发明后,由于其绝对新颖性(Osepchuk, 1984),企业花了将近20年来完善这项技术和在市场中实践。Teece(1986)称其为新产品出现后的附加过程。扩展适应后的产品的确有着全新的市场潜力,但是其他的项目或模块还没有很好的适应这种新功能,在这段过渡期内,还伴随着补充产品的创建和现有产品的改进。特别是扩展适应并非创造出了一个全新的产品。目前的文献研究了如何为意外发现做准备,但是对产品原市场的变化,以及企业在这段时间的战略选择,都是值得深入研究的。

总之,扩展适应作为一个新兴研究领域,已有研究为进一步的理论探索提供了一定基础,将来非常有必要围绕上述问题开展研究,当前研究在研究方法和研究情境方面具有很大的拓展空间。从研究方法角度看,扩展适应研究需要案例和实证研究;从研究情境角度看,扩展适应研究可以基于不同行业、不同文化背景展开研究。

主要参考文献

- [1]Abatecola G, Belussi F, Breslin D, et al. Darwinism, organizational evolution and survival: Key challenges for future research[J]. *Journal of Management & Governance*, 2016, 20(1): 1-17.
- [2]Adner Ron, Daniel A. Levinthal. The emergence of emerging technologies[J]. *California Management Review*, 2002, 45(1): 50-66.
- [3]Allen T, Henn G. The organization and architecture of innovation[M]. Routledge, 2007.
- [4]Andriani P, Ali A, Mastrogiorgio M. Measuring exaptation and its impact on innovation, search, and problem solving[J]. *Organization Science*, 2017, 28(2): 320-338.
- [5]Andriani P, Carignani G. Modular exaptation: A missing link in the synthesis of artificial form[J]. *Research Policy*, 2014, 43(9): 1608-1620.
- [6]Argote L. Organizational learning: Creating, retaining, and transferring knowledge[M]. Boston: Kluwer Academic, 1999.
- [7]Arthur W B. The structure of invention[J]. *Research Policy*, 2007, 36(2): 274-287.
- [8]Baldwin C, Hippel E V. Modeling a Paradigm Shift: From Producer Innovation to User and Open Collaborative Innovation[M]. INFORMS, 2009.
- [9]Basalla, George. The evolution of technology[M]. Cambridge University Press, 1988.

- [10]Beunza D. In praise of ambiguity: a commentary on exaptation[J]. *European Management Review*, 2011, 4(3): 157–159.
- [11]Boeker W. *Organizational Origins: Entrepreneurial and Environmental Imprinting of the Time of Founding*[J]. Social Science Electronic Publishing, 2009.
- [12]Bonifati G. Exaptation and emerging degeneracy in innovation processes[J]. *Economics of Innovation and New Technology*, 2013, 22(1): 1–21.
- [13]Boudreaux D J, Holcombe R G. The coasian and knightian theories of the firm[J]. *Managerial and Decision Economics*, 1989, 10(2): 147–154.
- [14]Cattani G. Preadaptation, Firm Heterogeneity, and Technological Performance: A Study on the Evolution of Fiber Optics, 1970-1995[J]. *Organization Science*, 2005, 16(6): 563–580.
- [15]Cattani G. Technological pre-adaptation, speciation, and emergence of new technologies: how Corning invented and developed fiber optics[J]. *Industrial & Corporate Change*, 2006, 15(2): 285–318.
- [16]Chesbrough H, Chen E L. Recovering abandoned compounds through expanded external IP licensing[J]. *California Management Review*, 2013, 55(4): 83–101.
- [17]Clark W M, Cohen B, Gibbs H D. Studies on oxidation-reduction: VIII. Methylene blue[J]. *Public Health Reports (1896-1970)*, 1925, 40(23): 1131–1201.
- [18]Demonaco H J, Ali A, Hippel Ev. The major role of clinicians in the discovery of off-label drug therapies[J]. *Pharmacotherapy: The Journal of Human Pharmacology and Drug Therapy*, 2012, 26(3): 323–332.
- [19]Dew N. Pre-adaptation, exaptation and technology speciation: a comment on Cattani (2006)[J]. *Industrial & Corporate Change*, 2007, 16(1): 155–160.
- [20]Dew N, Sarasvathy S D, Venkataraman S. The economic implications of exaptation[J]. *Journal of Evolutionary Economics*, 2004, 14(1): 69–84.
- [21]Doyle S. *Lost knowledge—Confronting the threat of an ageing workforce*[M]. Oxford University Press, 2004.
- [22]Fleming L, Sorenson O. Technology as a complex adaptive system: evidence from patent data[J]. *Research Policy*, 2001, 30(7): 1019–1039.
- [23]Ganzaroli A, Pilotti L. Exaptation as source of creativity and innovation[R]. *Departmental Working Papers*, 2011: 351.
- [24]Ganzaroli A, Noni I D, Pilotti L. The role of social entrepreneurship in leveraging exaptation in locked-in industrial districts: the case of Idrogenet in the industrial district of Lumezzane[J]. *Innovation the European Journal of Social Science Research*, 2014, 27(3): 254–274.
- [25]Garud R, Gehman J, Giuliani A P. Technological exaptation: A narrative approach[J]. *Industrial and Corporate Change*, 2016, 25(1): 149–166.
- [26]Garud R, Gehman J, Giuliani A P. Serendipity arrangements for exapting science-based innovations[J]. *Academy of Management Perspectives*, 2018, 32(1): 125–140.
- [27]Garud R, Gehman J, Kumaraswamy A. Complexity arrangements for sustained innovation: Lessons from 3M corporation[J]. *Organization Studies*, 2011, 32(6): 737–767.
- [28]Gregory T R. The Evolution of Complex Organs[J]. *Evolution Education & Outreach*, 2008, 1(4): 358–389.
- [29]Gould S J, Vrba E S. Exaptation—A missing term in the science of form[J]. *Paleobiology*, 1982, 8(1): 4–15.
- [30]Hirdman D, Burkhart J F, Sodemann H, et al. Long-term trends of black carbon and sulphate aerosol in the Arctic: Changes in atmospheric transport and source region emissions[J]. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2010, 10(19): 9351–9368.
- [31]Huston L, Sakkab N. Connect and develop[J]. *Harvard Business Review*, 2006, 84(3): 58–66.
- [32]Johnson S. *Where good ideas come from*[M]. New York: Riverhead Books, 2010: 62–64.
- [33]Kauffman, Dorothy, Gary. *Oxford Picture Dictionary For The Content Areas*[M]The Oxford picture dictionary for the content areas. Oxford University Press, 2000.
- [34]Kragh H. From disulfiram to antabuse: The invention of a drug[J]. *Bulletin for the History of Chemistry*, 2008, 33(2): 82–88.
- [35]Larson G, Stephens P A, Tehrani J J, et al. Exapting exaptation[J]. *Trends in Ecology & Evolution*, 2013, 28(9): 497–498.

- [36]Li J J. Laughing gas, Viagra, and Lipitor: The human stories behind the drugs we use[M]. New York: Oxford University Press, 2006.
- [37]Lombard M, Phillipson L. Indications of bow and stone-tipped arrow use 64 000 years ago in KwaZulu-Natal, South Africa[J]. *Antiquity*, 2010, 84(325): 635–648.
- [38]Marquis C, Huang Z. Acquisitions as exaptation: The legacy of founding institutions in the U. S. commercial banking industry[J]. *Academy of Management Journal*, 2010, 53(6): 1441–1473.
- [39]Mastrogiorgio G, Gilsing V. Innovation through exaptation and its determinants: The role of technological complexity, analogy making & patent scope[J]. *Research Policy*, 2016, 45(7): 1419–1435.
- [40]Mclennan D A. The Concept of Co-option: Why Evolution Often Looks Miraculous[J]. *Evolution Education & Outreach*, 2008, 1(3): 247–258.
- [41]Merton R K, Barber E. *The Travels and Adventures of Serendipity: A Study in Sociological Semantics and the Sociology of Science*[M]. Princeton University Press, 2011.
- [42]Mokyr J. *Evolutionary phenomena in technological change*[A]. Ziman J. *Technological innovation as an evolutionary process*[C]. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.
- [43]Mokyr J. *The Gifts of Athena: Historical Origins of the Knowledge Economy*[M]. Princeton University Press, 2011.
- [44]Mukherjee. Post-Prozac nation: The science and history of treating depression[N]. *The New York Times*, 2012-04-25(29).
- [45]Naaijen P, Koster V, Dallinga R P. On the power savings by an auxiliary kite propulsion system[J]. *International Shipbuilding Progress*, 2006, 53(4): 255–279.
- [46]Nebeker F. *Dawn of the electronic age: Electrical technologies in the shaping of the modern world, 1914 to 1945*[M]. Hoboken: Wiley, 2009.
- [47]Osephchuk J M. A history of microwave heating applications[J]. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 1984, 32(9): 1200–1224.
- [48]Perry-Smith J E, Mannucci P V. From creativity to innovation: The social network drivers of the four phases of the idea journey[J]. *Academy of Management Review*, 2015, 42(1): 53–79.
- [49]Polanyi M. Tacit knowing: Its bearing on some problems of philosophy[J]. *Reviews of Modern Physics*, 1962, 34(4): 601–615.
- [50]Robert P. Merges, Richard R. Nelson. On the Complex Economics of Patent Scope[J]. *Columbia Law Review*, 1990, 90(4): 839–916.
- [51]Sedita S R. Leveraging the intangible cultural heritage: Novelty and innovation through exaptation[J]. *City, Culture and Society*, 2012, 3(4): 251–259.
- [52]Smyth H M. Disaster at Bari[J]. *The American Historical Review*, 1972, 77(3): 749.
- [53]Teece D J. Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy[J]. *Research Policy*, 1986, 15(6): 285–305.
- [54]Tushman M L, Anderson P. Technological Discontinuities and Organizational Environments[J]. *Administrative Science Quarterly*, 1986, 31(3): 439–465.
- [55]Villani M, Bonacini S, Ferrari D, et al. Exaptive processes: An agent based model[A]. Lane D, Pumain D, van der Leeuw S F, et al. *Complexity perspectives in innovation and social change*[C]. Dordrecht: Springer, 2009.
- [56]Von Hippel, Eric, Georg Von Krogh. Crossroads—identifying viable “Need–solution pairs”: Problem solving without problem formulation[J]. *Organization Science*, 2015, 27(1): 207–221.
- [57]Weible D. Approaching a semiotics of exaptation: At the intersection between biological evolution and technological development[J]. *Sign Systems Studies*, 2013, 41(4): 504–527.
- [58]Wiener N, Drazin P G. Invention: The Care and Feeding of Ideas[J]. *Physics Today*, 1994, 47(6): 76–77.
- [59]Winter S G, Szulanski G. Replication as Strategy[J]. *Organization Science*, 2001, 12(6): 730–743.

Exaptation as a Source of Innovation: A Literature Review

Ren Shengce^{1,2}, Gao Tianhao¹, Xu Hui¹

(1. *School of Economics and Management, Shanghai Maritime University, Shanghai 201306, China;*
2. *Shanghai International College of Intellectual Property, Tongji University, Shanghai 200092, China*)

Summary: The word “exaptation” originally coined in 1982, a term in the evolutionary biology which refers to a structure showing another function that is not the same as before after entering a new environment during the process of biological evolution. A typical example is the feather of birds: Archaeopteryx can’t fly at the very first; its feathers were originally used to keep warm; and the function of flying was evolved later. Since 1994 scholars in management have also started using the term as an important mechanism for generating innovation, because many products, or artifacts, have been found to have similar functional transitions. For example, the magnetron, which was originally used as a part of the radar, became the core component of the microwave because of an accident, and there were drugs like Viagra, which was used to treat high blood pressure at first, becoming the little blue pill later. Such a reverse innovation mechanism, which creates the market from the product and finds the answer before finding the question, can help the enterprise to break the original way to innovate and become another source of innovation. In terms of the cost of innovation, it is cheaper to extract such potential value than to develop a new product specifically for a new function. After all, the cost innovation is high and exaptation could be another source of innovation. In this background, although the phenomenon already exists before, it fails to become a recognized cognitive and analytical tool in the innovative research because the relevant theory has not yet been mature. No one ever before has collected the concepts of the literature system. So in this paper, by analyzing and summing up predecessors’ research conclusions, we collect existing literature according to four aspects: the connotation and classification of exaptation, the process of exaptation, the influencing factors of exaptation, and the impact effect of exaptation. First of all, the paper combs the related definitions of exaptation, confirming two core concepts of exaptation—“transfer function” and “serendipity”. Second, the paper compiles the process of how an exaptation happens. According to the process of a new discovery gradually forming a product, most of the exaptated products comply with the following order: the enterprise has a series of exaptation pools used to maintain the new finding; then certain activities activate the finding; in the end, the finding is contextualized by exaptation forums and becomes a prototype. Third, this paper introduces the influencing factors of exaptation in detail, sorting out the factors from internal and external of the enterprise that have an impact on the process before, such as user innovation, enterprise culture, and patent scope. Fourth, this paper explores the influence effect of exaptation on the enterprise innovation and strategy, that is, a brand new innovation source and the product strategy called “shadow option”. Exaptation is related to the core issue of the enterprise nowadays, that is, how the enterprise should search for distant opportunities. It provides strategic guidelines for the enterprise. In the future, scholars can conduct further research based on this paper, and the current research has great room for expansion in research methods and research situations. From the perspective of research methods, the study of exaptation needs case and empirical studies. From the perspective of research situations, the study of exaptation needs to put in different industries and different cultural backgrounds.

Key words: exaptation; serendipity; function transfer; innovation mechanism

(责任编辑:王雅丽)