

DOI: 10.13504/j.cnki.issn1008-2700.2023.05.005

“探索-利用”视角下 企业技术能力分类建构与案例研究

朱正浩¹, 戚聿东²

(1. 南京工业职业技术大学 商务贸易学院, 南京 210023;
2. 北京师范大学 经济与工商管理学院, 北京 100875)

摘要: 单一维度的技术能力分类难以解释快速变化环境下特定企业如何获得竞争优势。为更全面地反映企业整体技术能力, 提出包括技术探索能力和技术利用能力的二维构念, 将企业技术能力分为探索导向型、利用导向型、二元 I 型和二元 II 型四类。通过对金陵药业、安科生物、华兰生物以及新和成四家上市公司的跨案例比较分析, 从技术体制、研发活动、产品等维度归纳了不同技术能力类型特征, 为全面理解技术能力提供了系统和动态的视角。

关键词: 技术能力; 技术探索; 技术利用; 技术体制; 研发; 产品

中图分类号: F273.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-2700 (2023) 05-0065-14

企业技术能力指企业使用专利、数据库、工程设计、熟练工程师等特定技术资源来组合或重组产品组件, 建立组件、方法、工艺和技术间的联系以提供产品的能力^[1]。企业技术能力为企业管理和发展技术变革提供所需的技能、知识和制度结构, 是企业开发新产品、提高财务绩效、保持持续竞争优势的最重要资源^[2-3]。企业技术能力的分类主要有两种, 一种是基于技术能力发展过程的纵向分类, 主要是从技术追赶视角进行的分类。金 (Kim, 1999) 根据韩国企业实践提出技术获取能力、实施能力、消化吸收能力、改进能力以及创新能力^[4]。赵晓庆和许庆瑞 (2002) 在此基础上将企业技术能力简化为复制仿制能力、创造性模仿能力和自主创新能力三种技术能力^[5]。刘海兵等 (2020) 提出模仿创新能力、初级二次创新能力、成熟二次创新能力、集成创新能力的分类^[6]。

另一种是按照企业内技术活动参与领域进行的横向分类。世界银行于 1984 年将技术能力分为生产能力、投资能力和创新能力三类。国外学者将企业技术能力分为生产能力、投资能力、连通性和创新能力, 或者技术开发、产品开发、生产过程、制造工艺和技术预测等^[7-8]。魏江等 (2008) 提出企业技术能力可分为人员能力、设备能力、信息能力、组织能力和技术储备能力^[9]。胡振亚 (2016) 提出基础性技术能力和专业性技术能力等能力分类^[10]。随着技术环境变动加剧和技术周期变短, 技术能力的商业价值取决于企业对主导设计变化的适应水平, 基于资源基础观的分析难以充分解释特定企业为何在快速变化环境

收稿日期: 2022-10-13; 修回日期: 2023-03-07

基金项目: 国家社会科学基金重大项目“技术标准与知识产权协同推进数字产业创新的机理与路径研究”(19ZDA077); 江苏省教育科研规划重点课题“面向共同富裕的江苏职业院校技术适应性提升机制与实践路径”(B/2022/02/21); 江苏高校学习贯彻党的二十大精神专题研究项目“职业院校技术适应性服务江苏共同富裕实践的机制和路径研究”(SJZT202320); 南京工业职业技术大学引进人才科研启动基金项目“需求侧视角下技术标准化推进数字产业创新的机制与实践路径”(2022SKYJ01)

作者简介: 朱正浩 (1972—), 男, 南京工业职业技术大学商务贸易学院教授, 通信作者; 戚聿东 (1966—), 男, 北京师范大学经济与工商管理学教授、博士生导师。

下具有竞争优势^[11], 基于知识学习和动态能力观点的分类开始涌现。例如, 莱昂纳多-巴顿 (Leonard-Barton, 1995) 将技术能力分为人员技能系统、物质技术系统、管理系统和价值观^[12]。佩拉里等 (Peeraly et al., 2022) 把数字化时代企业技术能力分为技术改装和准备能力、系统集成能力、水平与纵向数字化能力、自我优化能力^[13]。加西亚-穆纳和纳瓦斯-洛佩兹 (García-Muiña & Navas-López., 2007) 在组织二元学习观基础上将企业技术能力分为技术利用能力 (technological exploitative capability) 和技术探索能力 (technological explorative capability)^[14]。

本文在加西亚-穆纳和纳瓦斯-洛佩兹 (2007)^[14] 研究基础上提出新的技术能力分类。面对快速变化的技术环境, 企业既要活在当下, 在现有技术轨道下开展利用性活动以累积能力、支撑产品更新和效率提升; 又要活在未来, 为适应技术轨道转化和主导技术变革, 展开探索性活动并储备知识。因此, 单一维度的技术探索能力或技术利用能力已经难以解释快速变化环境下特定企业如何获得竞争优势。在加西亚-穆纳和纳瓦斯-洛佩兹 (2007)^[14] 技术利用能力和技术探索能力分类基础上, 本文提出“探索-利用”二维能力分析框架, 将企业技术能力分为四类: 探索导向型、利用导向型、二元I型、二元II型。在对 2011 年至 2020 年沪深股市 255 家制药企业数据进行分析的基础上, 本文通过对安科生物、华兰生物、金陵药业以及新和成四家公司跨案例比较, 从技术体制、研发活动和产品等维度归纳了不同类型技术能力企业的特征。

一、“探索-利用”视角下企业技术能力定义、分类框架与特征维度

(一)“探索-利用”视角下企业技术能力相关定义

自马奇 (March, 1991)^[15] 提出探索性学习和利用性学习构念之后, 基于“探索-利用”视角的组织二元学习构念被广泛引入战略管理和创新管理研究领域。学者们认识到组织二元性的重点不在活动本身, 而在企业能力。“探索-利用”组织二元性被定义为企业探索新机会和利用现有知识的能力^[16], 探索性活动和利用性活动的平衡选择成为解释企业竞争优势的重要战略视角。加西亚-穆纳和纳瓦斯-洛佩兹 (2007) 将二元性思想引入对技术能力分析中, 从战略视角将技术能力定义为调动不同科技资源的通用知识密集型能力, 使企业能够在特定环境下实施竞争战略、创造企业价值、成功开发新产品和新工艺^[14]。詹湘东和谢富纪 (2019) 认为技术能力是企业以外部技术资源与内部知识资源为基础, 完成工艺、产品改进和研发的能力^[17]。此观点, 与贝尔和帕维特 (Bell & Pavitt, 1995) 的观点一脉相承, 后者认为技术能力是企业获取的知识和发展的技能^[18]。本文采用加西亚-穆纳和纳瓦斯-洛佩兹 (2007) 对技术能力的理解^[14], 强调环境动荡背景下企业调动不同类型技术资源的能力, 符合动态能力、组织二元理论和知识基础理论对企业能力的理解^[19-20]。随着技术迭代加速, 主导技术稳定期变短, 颠覆性技术创新不断涌现, 企业要在强化现有能力和追求新能力之间保持适度平衡, 将技术资源分配给内部开发和外部知识探索, 以确保公司当前和未来的生存和繁荣。

技术探索能力指通过探索性活动积累的支持企业未来发展的技术能力。探索性活动通过搜索可能会发现新信息从而提高未来回报, 包括新产品发现、新知识积累和技术人员培训等。探索性活动获取的异质性技术使企业能够在现有知识边界之外进行新设计、新试验, 快速评估和确定可能的技术趋势^[21]。当企业发展出这种能力时, 扩展了自身的知识基础, 增加了发现技术机会的可能性, 更能有效应对环境动荡。这一定义与加西亚-穆纳和纳瓦斯-洛佩兹 (2007) 理解吻合, 后者认为技术探索能力可以帮助企业获得外部知识并形成新的主导设计, 而不是改进产品和工艺流程特性的渐进式创新^[14]。技术探索能力刻画了企业面对高度不确定性竞争情况时创造性和非常规的技术适应过程, 正如温特 (Winter, 2003)^[22] 提出的特别问题解决系统 (ad hoc problem solving systems), 是企业在不确定条件下对竞争对手保持优势的唯一方式^[23]。

技术利用能力指通过利用性活动积累的支撑企业当前竞争的技术能力, 这一定义与加西亚-穆纳和纳瓦斯-洛佩兹 (2007) 的研究一致, 后者认为技术利用能力是企业的主导技术过时前, 逐步提高现有知识领域的技术能力以保持竞争力^[14]。利用性活动重点在于通过投资熟悉的技术领域提升技术能力, 当企业在特定领域积累一定能力后, 更可能在邻近领域展开搜索, 得以系统地实现短期回报^[24]。从技术积累角

度看,利用性活动有助于提高技术能力。这是因为在特定技术轨道下技术积累使企业能够更好地利用现有知识,企业在吸收相关知识方面更有效率,更能与现有企业惯例妥协并相互强化^[25]。

(二) 企业技术能力分类框架

技术信息通常是隐性的,不能在企业间共享、轻易模仿和转让。因此,企业掌握技术知识是一个学习过程,企业必须通过战略制定、企业投资等各种方式来改变和发展现有技术能力^[26-27]。面对快速变化的技术与竞争环境,组织学习面临着双重任务。一方面,企业需要提升短期生存能力,延长现有产品生命周期,降低现有产品生产成本等。另一方面,企业需要适应外部环境变化以保持企业长期竞争优势。只注重短期生存能力将面临与外部环境逐渐脱节的风险,只注重长期竞争优势将难以把新知识转化为利润,短期内企业面临生存挑战。因此,两种相互竞争的学习方式适当平衡是组织生存和长期繁荣的关键要素^[28]。动态能力的相关文献表明,企业需要同时发展内部和外部来源能力,以保持长久繁荣^[29]。企业能够利用和保护特定知识,协调内部能力发展,同时通过收购、联盟和采购合同等方式从外部获得新能力,以减轻组织惰性困扰^[21]。在内部和外部之间进行适当权衡,可以更有效地更新企业能力,使企业获得长期竞争优势。

上述理论可以映射到企业技术能力领域。从短期来看,企业需要在现有技术轨道下开展以渐进式创新为主的利用性活动以提升效率获取利润。从长期来看,企业需要保持敏捷性以适应主导技术变革并开展探索性活动。单一维度的技术探索能力或技术利用能力难以解释快速变化环境下特定企业如何获得竞争优势。面对外部环境扰动,本文在“探索-利用”战略视角下,将技术利用能力和技术探索能力共同构成了企业技术能力的两大维度:第一,技术利用能力对企业生存至关重要,企业在利用活动中形成的能力围绕当前产品和工艺知识,有助于提升产品品质、提高生产率和降低成本。技术探索能力嵌入到企业对技术环境变革响应中,提升了识别技术机会的能力,反映了企业在不确定环境下获得超越组织已有知识边界的技术敏捷和动态能力^[30]。第二,技术探索和利用能力的平衡,关系到企业的生存和发展。过度偏向于技术探索能力的公司难以从现有技术中获益,而过度开发利用现有技术的公司则会遭受技术过时的困扰。两种技术能力相互支撑是强化技术能力的关键,技术利用能力为企业探索新技术提供见解和方向,探索活动可能增强企业现有技术能力的生命周期。例如,把数字技术结合到常规操作中体现了技术探索能力和现有技术利用能力的相互强化。第三,有限资源约束下企业不得不权衡两种技术能力的投资,由于技术利用能力是高系统回报的当前能力,企业会为获得短期回报采用更多利用性活动。技术探索能力代表具有不确定和不可预测回报的实验能力。马奇(1991)指出,学习轨迹和实现回报轨迹之间的时间和空间距离,通常在探索活动情况下比在利用性活动情况下大,不确定性也是如此^[15]。为了生存和可持续发展,多数企业会同时从事技术探索和利用活动。不同水平的技术探索和技术利用能力组合,反映了企业短期和长期技术能力的战略选择,如图1所示。

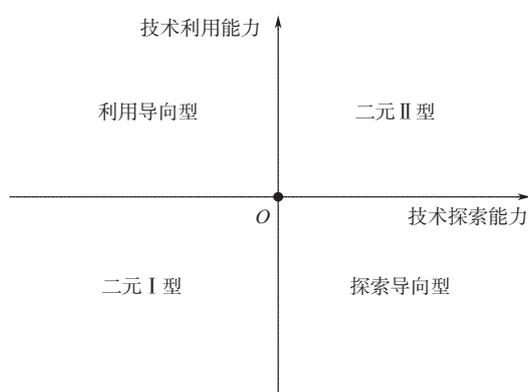


图1 “探索-利用”视角下技术能力分类框架

横轴和纵轴分别表示技术探索能力和技术利用能力水平。整合不同技术“探索-利用”水平, 本文提出了四种技术能力分类: 二元II型, 如第一象限所示, 企业兼具较高水平的技术探索能力和技术利用能力; 利用导向型, 如第二象限所示, 企业拥有强技术利用能力和弱技术探索能力, 在现有技术轨道上追求技术完善; 二元I型, 如第三象限所示, 企业技术探索和利用能力都较弱, 在利用已有技术和探索新技术方面能力有限; 探索导向型, 如第四象限所示, 企业拥有强技术探索能力和弱技术利用能力, 可获得更多机会来发展新技术。

(三) 企业技术能力分类的特征维度

根据类型理论, 组织有效分类表现为每个类型的组织其内部情境、结构和战略因素高度一致^[31]。为更好地探索四种技术能力类型是否做到了内部要素间高度一致, 本文遵循技术能力“制度条件—积累活动—价值实现”的逻辑, 从技术体制、研发活动和产品三要素着手探索不同技术能力的分类特征。首先, 技术体制涵盖了技术的经济性质与学习过程特征, 反映了企业所处的特定技术学习体制条件, 本文使用知识累积性和独占性机制来表述。知识累积性体现了技术能力的增量本质, 反映了企业在多大程度上倾向于沿着熟悉的技术路径活动。不同性质创新活动的知识累积性有很大差异, 与利用性活动相关的学习更趋向于呈现高知识积累特征, 与探索性活动相关的学习更趋向于呈现低知识积累特征。独占性机制体现了企业从技术努力中获益的机制条件, 体现了技术在多大程度上不被模仿。高独占性机制有利于企业将技术能力转化为利润, 从而激励企业知识积累和创新。其次, 研发活动是企业实现知识与能力积累, 实现内生技术能力增长的主要途径。研发活动包括研发强度和技术战略, 研发强度反映技术能力形成的努力程度, 技术战略体现技术能力进化的期望与承诺, 反映企业对自身及所处社会经济技术条件的理解, 并为企业寻求与定义独特性提供逻辑贯通的战略支持。最后, 产品是企业技术能力价值实现的载体。产品维度包括产品关联与产品生命周期, 产品关联从技术角度看是产品间生产技术和工艺的相似程度, 高关联性产品体现企业持续将相似技术转化为系列产品的能力。产品生命周期的导入期、成长期、成熟期和衰退期构成了企业技术能力形成和变迁的市场条件。

二、技术能力测量与跨案例研究设计

(一) 技术探索能力和技术利用能力的测量

本文使用技术宽度来衡量技术探索能力。技术宽度表明企业技术资源的多元化程度^[32-33], 探索活动是技术丰富性的主要来源。技术探索能力是通过探索性活动累积知识和技术的能力, 决定了技术多元化程度。因此, 技术宽度可看作技术探索能力的近似估计, 技术探索能力越强, 技术宽度值越大。对技术宽度的测量方法之一是计算组织拥有技术资源的数量^[34], 这一方法假设企业对不同种类技术资源的掌握和应用能力相同, 这与现实相去甚远。另一种方法是基于专利被引来定义技术宽度^[35], 此方法关注技术纵向关联而非企业间技术的横向关联, 企业出于专利策略与竞争策略的考虑会造成专利引用数据缺乏。因此, 这一方法也有一定局限性, 不宜采用。根据朱正浩等(2021)^[36]的做法, 使用肖恩-惠纳(Shannon-Wiener)多样性指数计算技术宽度, 具体公式为:

$$NW_i = - \sum_{j=1}^r P_j \lg P_j$$

NW_i 代表企业 i 技术宽度, r 代表企业 i 技术资源等级数, P_j 代表企业 i 在技术资源 j 上的利用占其全部技术资源利用频度, 即 $P_j = n_j / N_i$, $N_i = \sum_{j=1}^r n_j$, NW_i 的值域为 $[0, \lg r]$ 。此方法体现了企业技术资源的种类数量, 企业技术资源种类分布反映了企业对不同技术资源的掌握能力。

本文使用技术重叠度来衡量技术利用能力。技术利用能力是企业通过利用性活动积累知识和技术的能力。技术重叠度可以测量企业间技术能力的相似性或异质性^[37]。技术重叠度水平主要是企业技术利用

性活动的结果,企业在技术利用性活动中形成的能力决定了自身与其他企业的技术重叠水平。如图2所示,A和B表示企业A和企业B的知识基础,阴影部分表示两企业的共同知识,技术重叠度通过阴影面积除以A或B的面积来计算。当企业B持续提升现有技术并开发出企业A无法掌握的新技术时,企业B减少了其与企业A的技术重叠关系。企业也可通过技术探索活动扩大知识基础,但是技术探索活动主要增加技术丰富性,对技术总量影响有限,因而对技术利用能力影响有限。综上,技术重叠度可用作技术利用能力近似估计。技术利用能力越强,技术重叠度越低,采用Pianka公式^[38],即:

$$NO_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^r P_{ij} P_{kj}}{\sqrt{\sum_{j=1}^r P_{ij}^2 \sum_{j=1}^r P_{kj}^2}}$$

其中, NO_{ik} 代表企业*i*和企业*k*之间技术重叠度, r 代表两企业技术资源等级数(即技术类别总数), P_{ij} 代表企业*i*在技术资源*j*上的利用占其对全部技术资源利用频度, P_{kj} 代表企业*k*在技术资源*j*上的利用占其对全部技术资源利用频度。影响企业间技术重叠度的因素有两个:一是拥有共同技术资源(同类别专利)的程度,只有当 P_{ij} 和 P_{kj} 都不为0时, NO_{ik} 才可能不为零;二是拥有共同技术资源在企业技术资源中的比例, P_{ij} 和 P_{kj} 分别代表了*i*企业和*k*企业使用共同技术*j*占全部技术资源的比例。 NO_{ik} 的值域为 $[0, 1]$ 。

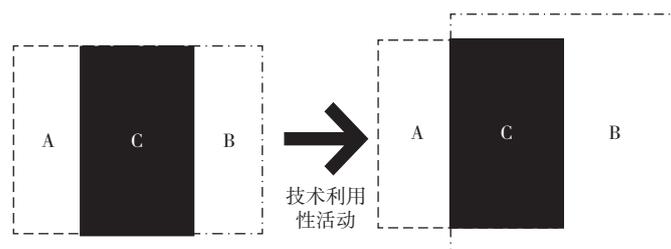


图2 技术重叠度与技术利用性活动

(二) 跨案例研究设计与数据搜集

为更好地探索四种技术能力类型是否在内部情境、结构和战略因素间高度一致,采用跨案例分析方法是必要的。案例研究的关键优势是可以将构念解释得更透彻^[39]。医药制造业是公认的以技术创新为主要驱动力的行业,研发投入大,投资风险高。相比其他行业,专利保护对于制药企业意义重大。制药企业更倾向于将研发成果申请专利,符合以专利信息为基础对技术宽度和技术重叠度进行测量的要求。本文通过对不同技术能力类型的四家医药上市公司跨案例进行分析,揭示四类企业的共性特征,并验证分类有效性。

考虑到单一年份企业技术能力类型可能存在不稳健问题,本文选取2011—2020年不同技术能力类型医药上市公司作为研究样本。所选公司的业务应涵盖原料药领域、化学制药领域、生物制药领域、中成药领域以及医疗服务领域。案例选取步骤如下:首先,根据国泰安中国经济金融数据库(CSMAR)中上市公司基本信息年度表的相关信息,提取2011—2020年度所有医药制造业(行业代码:C27)上市公司目录,剔除ST、涉嫌财务造假等公司,形成医药上市公司及子公司名录。登录国家知识产权局专利检索及分析网页,搜集各年度医药上市公司发明专利和实用新型专利申请的IPC分类号频数,完成基础数据搜集。其次,使用前述公式,运用软件Stata 17.0分别计算出各年度医药上市公司的技术宽度和技术重叠度值。最后,为保证技术宽度和技术重叠度的时间序列可比,本文对2011—2020年255家沪深医药上市公司1654个观测值的技术宽度(Nw)和技术重叠度(No)在每一横截面进行标准化处理(ZNw 和 ZNo)。设定聚类数为4,进行中位数聚类分析,得到历年二元I型、探索导向型、利用导向型、二元

II型企业的聚类结果,如表1所示。结合案例选取标准,本文选取了金陵药业股份有限公司(以下简称金陵药业)、安徽安科生物工程(集团)股份有限公司(以下简称安科生物)、华兰生物工程股份有限公司(以下简称华兰生物)、浙江新和成股份有限公司(以下简称新和成)四家案例企业,如表2所示。

表1 2011—2020年沪深医药上市公司技术宽度与技术重叠度聚类结果

类别	技术能力指标	观测数	均值	方差	最小值	最大值
二元I型	ZNw	384	-1.236	0.524	-3.084	-0.569
	ZNo	384	0.642	0.351	-1.227	1.002
探索导向型	ZNw	359	1.145	0.468	0.344	2.597
	ZNo	359	0.079	0.498	-1.257	0.922
利用导向型	ZNw	575	-0.017	0.377	-0.686	0.773
	ZNo	575	0.521	0.373	-0.710	0.971
二元II型	ZNw	336	0.218	0.953	-2.521	3.229
	ZNo	336	-1.710	0.619	-3.707	-0.494

表2 四家医药上市公司的技术能力类型

公司名称	技术能力指标	观测数	均值	方差	最小值	最大值	技术能力类型	业务领域
金陵药业	ZNw	10	-0.784	0.392	-1.233	0.048	二元I型	化学制药、中成药、 医疗服务
	ZNo	10	0.732	0.053	0.628	0.803		
安科生物	ZNw	10	1.284	0.131	1.063	1.451	探索 导向型	生物制药、化学制药、 中成药
	ZNo	10	0.526	0.128	0.328	0.691		
华兰生物	ZNw	10	-0.170	0.598	-1.163	0.734	利用 导向型	生物制药
	ZNo	10	-0.041	0.714	-1.442	0.608		
新和成	ZNw	10	1.264	0.285	0.848	1.645	二元II型	化学制药、生物制药、 原料药
	ZNo	10	-2.455	0.346	-3.334	-2.231		

资料来源:技术能力指标根据国家知识产权局网站公开数据计算整理得到,业务涵盖领域根据各上市公司年报整理获得。

所有企业案例数据搜集截至2020年底,数据来源包括公司网站、CSMAR、国家知识产权局网站公开数据、知网研究文献、公司年报、券商报告、百度、新浪等。本文通过比较和验证不同渠道来源资料以确保最终研究材料尽可能符合案例企业实际情况,从而保障案例研究的真实性与严谨性。本文搜集了各案例企业上千条信息,通过数据清洗、剔除无效数据等步骤,提炼出不同技术能力类型的具体内容。

三、案例分析

(一) 案例概况

金陵药业是国务院国有资产监督管理委员会控股的南京市医药上市企业,拥有医药和医疗康养两个产业平台,生产脉络宁注射液、速力菲等近百个中西药品。金陵药业属于二元I型企业,如表2所示,技术宽度标准化均值为-0.784,反映弱技术探索能力,企业技术重叠度标准化均值为0.732,反映弱技术利用能力。如表3所示,截至2020年底,金陵药业专利申请数共165项,技术领域主要集中在A61K和

A61P, 与主营产品脉络宁注射液、琥珀酸亚铁片等相关。同期 A61K 和 A61P 有效专利总数分别为 125 609 和 106 510, 表明金陵药业在主要技术领域面临激烈竞争。

安科生物是国内最早从事基因工程药物研发生产的企业, 属于探索导向型企业。如表 2 所示, 其技术宽度标准化均值为 1.284, 反映强技术探索能力, 企业技术重叠度标准化均值为 0.526, 反映弱技术利用能力。截至 2020 年底, 安科生物专利申请数 582 项, 集中在遗传工程、获得肽基因工程方法、灌注封装技术等专利项目。主要技术领域为 C12Q、A61K、A61P、C12N、C07K、G01N6。比照同期同类技术领域有效专利总数, 安科生物未能在任何技术领域超过 1‰, 表明企业面临激烈的行业竞争。

华兰生物长期聚焦于血液和疫苗制品的研发生产, 属于利用导向型企业。如表 2 所示, 其技术宽度标准化均值为-0.17, 反映弱技术探索能力, 企业技术重叠度值为-0.041, 反映强技术利用能力。如表 3 所示, 截至 2020 年底, 华兰生物专利申请数 308 项, 主要集中于 C07K、B01D、A61K、A61P 技术领域。比照同期同类技术领域有效专利总数, 华兰生物在 C07K 领域占比达到 1.6‰, 表明其在该领域拥有一定技术竞争力。

新和成是一家从事营养品、香精香料、高分子新材料生产和销售的高新技术企业, 属于二元 II 型企业。如表 2 所示, 技术宽度标准化均值为 1.264, 反映强技术探索能力, 企业技术重叠度标准均值为-2.455, 反映强技术利用能力。截至 2020 年底, 新和成公司专利申请数 862 项, 主要集中在 C07C、B01J、C07D、B01D、A61K、A61P、C12P 技术领域。比照同期同类技术领域有效专利总数, 企业在 C07C 和 B01J 技术领域占比分别达到 4.7‰和 1‰, 表明其在多个技术领域拥有一定竞争力。

表 3 四家医药上市公司技术能力类型数据概况 (截至 2020 年底)

公司名称	技术能力类型	主要技术领域数量	专利申请总数	主要技术领域竞争力
金陵药业	二元 I 型	2 个 (A61P、A61K)	165	弱
安科生物	探索导向型	6 个 (C12Q、A61K、A61P、C12N、C07K、G01N6)	582	弱
华兰生物	利用导向型	4 个 (C07K、B01D、A61K、A61P)	308	强 (C07K)
新和成	二元 II 型	7 个 (C07C、B01J、C07D、B01D、A61K、A61P、C12P)	862	强 (C07C、B01J)

注: 主要技术领域数量指专利申请数大于等于 20 的 IPC 小类数量。主要技术领域竞争力是通过公司主要技术领域专利申请数占同期全行业该技术领域专利总数得出, 有主要技术领域大于 1‰的为强, 没有任何技术领域大于 1‰的为弱。

数据来源: 国家知识产权局网站公开数据计算整理得到。

(二) 跨案例分析

1. 技术体制分析

首先考察知识累积性。二元 I 型企业金陵药业的主产品有脉络宁注射液 (用于血栓治疗)、香菇多糖注射液 (用于恶性肿瘤辅助治疗) 等。其技术相对独立, 在研科技项目多以仿制药为主, 体现了低知识累积性特点。探索导向型企业安科生物的主要产品包括生物制品、核酸检测产品、多肽药物等多个产业领域, 在研项目涉及生物制品、体外诊断试剂、化药分类等多个医学注册分类, 技术类型间相对独立, 知识累积性低。利用导向型企业华兰生物的产品主要有血液制品、疫苗制品、创新药和生物类似药。血液制品涵盖 11 个品种, 疫苗类药物包括流感病毒裂解疫苗、甲型 H1N1 流感病毒裂解疫苗等, 已有产品间体现出强技术关联和高知识累积特征。公司持续在血液制品生产工艺、基因重组及单克隆药物等领域进行开发, 新产品的研发投入反映出高知识累积特征。新和成的产品覆盖营养品、香精香料和高分子新材料等, 大类产品间关联不大, 但是大类产品内部品种丰富, 知识累积性高。高分子新材料产品是新和成公司近年来新开发品类, 与原有产品知识相对独立, 知识累积性低。二元 II 型企业新和成在进行高分子聚合物大产品及关键中间体的技术研发时, 提升已有产品质量和工艺, 研发投入兼具高知识累积性和低知识累积性的特征。

其次考察独占性机制。专利是医药企业主要独占性机制之一。如表3所示,新和成公司、安科生物和华兰生物有较高的专利申请数量,金陵药业专利申请总数最低,未能形成强独占机制。知识累积形成的创新壁垒是另一个考察因素,技术创新有“时间压缩不经济”的特征^[40]。华兰生物和新和成在特定技术领域累积的知识形成了高进入壁垒,提升了企业从创新中盈利的能力。独占性机制还体现在企业对互补资产和产业链上下游的控制上。华兰生物主营血液制品具有极高行业壁垒。2001年起,中国不再批准新的血液制品生产企业。华兰生物在全国控制单采血浆站25家,意味着公司能够利用采血站和营销渠道等重要的专用资产,以较低成本将研发成果迅速推向市场,形成先发优势并从中获利,实现了采血、研发、生产和销售的全产业链强控制,形成了创新的强独占机制。新和成公司在全球精细化工行业中累积了良好的市场口碑和荣誉,在维生素、香料产品等多个细分领域有较强市场优势,成为公司技术创新的重要独占性机制。安科生物虽然有较多专利申请,但是未能构成产品进入壁垒,产品面临激烈的市场竞争,企业对产业链上下游的控制能力较弱,未能形成强独占性机制。

2. 研发活动分析

研发强度指企业研发投入在销售收入中的比重。相比二元I型,其他类型的企业有更高研发强度。截至2020年,金陵药业历年研发强度均低于其他三家企业。安科生物的高研发强度证实了关于产品多样性和研发强度间呈显著正相关的讨论,华兰生物和新和成的高研发强度与强独占性机制密切相关,华兰生物稳定独占的采血站和强销售能力是将其研发产出转化为企业收益的重要互补资产,新和成在多个细分领域的强市场优势是其将研发成果转化为企业收益的强互补资产。金陵药业缺乏在创新中获益的强互补资产或专属机制,在创新中获益的不确定性大,从而影响了企业研发投入意愿,在选择研发方向时会更重视研发风险而非技术机会。如金陵药业在2017年年报中强调,公司会谨慎选择研发项目,优化研发格局和层次,集中力量推进重点研发项目的进度,最大限度控制研发风险。

根据弗里曼和苏特(2004)对企业技术创新战略的分类^[41],考察不同技术能力类型企业的技术战略。二元I型企业金陵药业采用模仿型技术战略,获得领先企业知识溢出是其获取知识的主要渠道。公司研发重点是仿制药,对开发创新药十分谨慎。技术探索导向企业安科生物采用主动模仿型战略,公司通过并购或自主研发等方式获得相关产品的核心技术,涉足多肽类生物制药领域、基因测序技术领域、现代中药以及创新化学药等领域。利用导向型企业华兰生物采用防守型战略,力求巩固已有领域技术和市场地位,公司持续加快已有血液制品领域新产品的研发和注册工作。二元II型企业新和成采用进攻型战略。进攻型战略是竞争领先者通过推出新产品以获得技术和市场优势的战略。新和成在C07C、B01J等技术领域拥有明显优势,并持续追求超临界反应等领域的技术突破和领先。通过新技术开发、已有技术新场景应用扩大、行业共性技术和关键性技术研发等举措,提升识别和利用技术的能力,支撑其实施进攻型技术战略。

3. 产品分析

产品关联指产品在生产技术和工艺、要素投入、生产环境、市场需求的相似程度^[42]。从产品关联看,二元I型企业金陵药业生产的脉络宁注射液、速力菲、香菇多糖注射液等产品关联度低,新产品开发主要考虑市场需求,技术多以仿制为主。探索导向型企业安科生物生产的生物制品、核酸检测产品、多肽药物等产品间关联度较低。利用导向型企业华兰生物生产的血液制品和疫苗制品体现出了强技术关联。新和成生产的营养品、香精香料和高分子新材料等大类间关联度不大,大类内部品种关联性高。从产品生命周期看,二元I型企业金陵药业的重点产品如心脑血管药物、补铁剂、胃药等领域均处于产品成熟期,市场竞争激烈。探索导向型企业安科生物是国内最早探索基因工程药物的企业,生物制品新剂型开发、抗体药物研究转化、肿瘤靶向基因治疗等细分领域正处于产品导入期。利用导向型企业华兰生物主营血液制品,其所处行业已步入成熟期,行业集中度高。目前中生集团、华兰生物、上海莱士和泰邦生物四家企业的采浆量总和占全国采浆量的50%以上,竞争重点在提升产品质量和安全性。华兰生物另一主要业务疫苗制品处于成长期,疫苗产业链的研发和生产端不断涌现出新企业。

二元Ⅱ型企业新和成主营食品添加剂和香精香料,这两类产品正步入成熟期。近年来,中国食品添加剂市场年平均增长率约7%,香精香料行业也由原来的高速增长步入成熟期,行业年均增长率为3%~5%。新和成从事的新材料产业处于由导入期向成长期转变过程中,新材料产业是发展新兴产业的先锋,目前中国高分子新材料产业关键产品依赖进口,预计到2025年国内高分子新材料市场规模将达到1.2万亿元,属于高成长性行业。

四、讨论与启示

(一) 进一步讨论与命题

跨案例比较有利于激发可能的共性分析。本文通过总结四家医药上市公司在技术体制、研发活动和产品三要素上呈现出的不同特征,初步验证了四种技术能力分类的有效性。技术能力的形成与学习方式密切相关,“探索-利用”视角下技术能力与二元学习融合在一起,二元学习是组织构建技术能力的核心方式,探索和利用活动构成了技术探索能力和技术利用能力的重要基础。技术能力分类体现了企业通过不同技术能力累积和平衡以应对短期与长期、生存与发展、效率与柔性等一般性问题。如表4所示。

表4 四种技术能力的维度特征比较

技术能力类型	技术能力特征	案例公司	技术体制	研发活动	产品
二元Ⅰ型	低技术探索能力和低技术利用能力	金陵药业	低知识累积性;未形成强独占性机制	弱研发强度;模仿型技术战略	低产品关联度;产品成熟到衰退期
探索导向型	高技术探索能力和低技术利用能力	安科生物	低知识累积性;未形成强独占性机制	高研发强度;主动模仿型技术战略	低产品关联度;产品导入到成长期
利用导向型	低技术探索能力和高技术利用能力	华兰生物	高知识累积性;强独占性机制	高研发强度;防守型技术战略	强产品关联度;产品成长到成熟期
二元Ⅱ型	高技术探索能力和高技术利用能力	新和成	高知识累积性;强独占性机制	高研发强度;进攻型技术战略	品类间低关联度、品类内高关联度;技术迭代期

1. 技术体制要素讨论

技术体制体现了企业的特定创新模式、知识性质与来源等方面。知识累积性指技术探索过程中“成功孕育成功”的程度,是随机过程中以历史成果为条件实现未来成功的可能性。高累积性意味着新知识的产生高度依赖于原有知识,低累积性意味着新知识的产生相对独立于已有知识。因此,知识累积性反映了新知识来源于已掌握知识的程度,构成了探索或利用性活动的重要特征。案例分析证实了技术利用导向型和二元Ⅱ型企业具有知识高累积性特征,二元Ⅰ型和技术探索导向型企业具有低累积性特征。根据马奇(1991)的研究,利用性活动是对已知事物的开发与应用,是现有知识、能力的提炼与拓展^[15]。利用导向型和二元Ⅱ型企业在特定领域内长期积累知识,这种积累来源于产品改进升级过程中的专有知识,此类利用已有知识发展出来的内生型技术具有高知识累积性特点。探索导向型企业脱离原有知识,在开发新产品过程中产生能力,具有低累积性特点。二元Ⅰ型企业在特定领域获取知识的能力比较弱,知识累积水平不高。

独占性机制指企业从创新中获利的能力,包括知识产权制度、商业秘密、持续学习、对技术及服务的控制,对生产链上下游必要投入的控制等^[43]。强独占性机制意味着企业能有效抵御模仿者的竞争威胁并从创新中获利。利用导向型和二元Ⅱ型企业在特定领域形成了高独占性机制,专业知识累积形成高进入壁垒,以及对产业链上下游的强控制能力。如华兰生物累积的血液制品技术知识、高行业准入门槛、强采血能力和对销售渠道的强有力控制共同构成了企业创新产品转化为利润的强独占性机制。强独占性机制提升了企业从创新中获利的可能性,强化了企业进行技术创新的动机,使企业逐渐在特定领域累积

起更高的技术利用能力。反之,探索导向型企业更关注多领域知识探索,在有限的资源约束下其独占性机制相对较弱。二元I型企业受限于产业链分工而仅有较少知识基础,未能形成强独占性机制。

综上,本文提出命题1:知识累积性和独占性机制共同构成了观察技术能力类型的技术体制特征,二元II型和利用导向型企业拥有高知识累积性和强独占性机制,二元I型和探索导向型企业具有低知识累积性和弱独占性机制特征。

2. 研发要素讨论

研发强度把二元I型企业和其他类型企业区分开来。探索导向型企业的高研发强度源于产品和技术多样化,这一点已被文献验证,产品和技术多样性与研发强度间存在显著正相关关系^[44]。利用导向型企业的高研发强度来自从创新中获利的强预期,这种强预期与企业已有的强独占性密切关联。二元II型企业兼具探索导向型企业和利用导向型企业的特征,在不同技术领域有不同水平的高强度研发投入。相比之下,有限的知识基础与弱互补能力限制了二元I型企业的研发动力,正如金陵药业更重视研发带来的风险而非机遇,表现出弱研发强度特征。

技术战略将进一步将不同技术能力类型的企业区分开来。探索导向型企业借助较宽的知识基础和对技术机会的强判断能力,更可能抓住机会,更乐意主动进行技术创新,属于积极模仿型技术战略。例如,安科生物持续通过并购或自主研发获得多肽类生物制药领域和基因测序技术领域的产品核心技术。利用导向型企业倾向于在已有领域深耕,在特定技术领域有高知识积累,不断巩固专业领域竞争地位,属于防守型战略。例如,华兰生物不断升级血液制品和疫苗制品领域的生产工艺技术。二元II型企业通过强研发投入和抢先利用技术机会以获得竞争优势,属于进攻型技术战略。企业既要探索新技术领域以保持战略弹性,又要深耕已有领域以确保产品竞争优势,如新和成在香精香料和维生素类饲料添加剂等传统优势领域,以及高分子新材料等新领域同时推进研发投入。二元I型企业面临强竞争与较小知识基础,技术变革来自客户和供应商的压力或技术溢出,缺乏主动技术改进,对开拓新技术十分谨慎,属于模仿型技术战略。

综上,本文提出命题2:研发强度和技术战略共同构成了观察技术能力类型的研发特征。二元II型、利用导向型和探索导向型企业有高研发强度特征,二元I型有低研发强度特征。二元II型企业采用进攻型战略,利用导向型企业采用防守型战略,探索导向型企业采用积极模仿型战略,二元I型企业采用模仿性技术战略。

3. 产品要素讨论

企业技术能力最终通过产品实现价值,从产品视角观察企业技术能力尤为重要。产品关联是不同技术能力类型在企业内产品关系上的映射,反映了“探索-利用”视角下不同类型技术能力的演化结果。产品组合的高度关联性体现了在同一产品领域深度开发过程中形成的技术利用导向,产品组合的低关联性则反映了在不同产品领域探索过程中形成的技术探索导向。企业主动回应外部环境的扰动,在新产品开发过程中形成对新领域技术的理解。外部环境扰动具有高度不确定性,因此新产品与原有产品关联性也不确定。二元I型企业主要复制或二次研发其他企业已有技术,企业对产品的选择更重视市场的接受程度而非技术能力的扩展,新开发产品与原有产品间同样是不确定和低关联的。二元II型企业在大类产品领域内体现出高产品关联度。

产品生命周期包括导入期、成长期、成熟期和衰退期四个阶段^[45],不同阶段产品的生产具有不同技术要求。产品生命周期构成了技术能力形成和转化的市场条件。参考陈久美和刘志迎(2018)^[46]的研究,产品导入期与探索导向型企业密切相关,导入期内新产品未形成主导设计,用户-生产者互动比较有限,强技术探索能力能够适应产品导入期对技术的要求,安科生物对基因工程药物领域的早期探索是一个例证。产品成长期与利用导向型企业密切相关,随着产品主导设计形成,用户-生产者互动增强,产品市场潜力进一步显现,企业技术能力发展进入利用导向阶段。企业通过特定产品领域的技术积累和改进,提高产品性能,降低产品成本,兑现技术价值。华兰生物血液制品和疫苗产品处于这一阶段。产品成熟

期和衰退期与二元 I 型企业密切相关,此阶段用户-生产者互动充分,产品市场潜力完全显现,产品性能提升空间不大,创新收益持续下降,二元 I 型企业通过模仿复制成熟技术能力来承接该类产品生产,金陵药业从事的心脑血管、补铁剂、胃药等产品处于这一阶段。二元 II 型企业一方面在产品代际切换时发挥作用,通过技术探索适时推出新产品,另一方面通过技术创新持续改进现有产品,获取最大化利润。

综上,本文提出命题 3:产品关联和产品生命周期共同构成了观察技术能力类型的产品特征。利用导向型和二元 II 型企业具有高产品关联特征,探索导向型和二元 I 型企业具有低产品关联特征。产品导入期与探索导向型企业密切相关,产品成长期与利用导向型企业密切相关,产品成熟与衰退期与二元 I 型企业密切相关,二元 II 型企业在产品代际切换时发挥作用。

(二) 启示

本文从“探索-利用”视角对企业技术能力进行分类,并使用跨案例分析方法,整合技术体制、研发活动和产品要素提出了技术能力分类特征的三个命题,如图 3 所示。本文提出了探索导向型、利用导向型、二元 I 型、二元 II 型四种技术能力分类,是在已有知识学习和动态能力视角下对技术能力分类的进一步发展。“探索-利用”视角下的分类较为全面地描述了企业应对动态环境、保持可持续性发展所需的技术能力,通过技术体制、研发和产品维度特征相互印证,系统地提供了单个测量维度所不具备的技术能力整体特征。

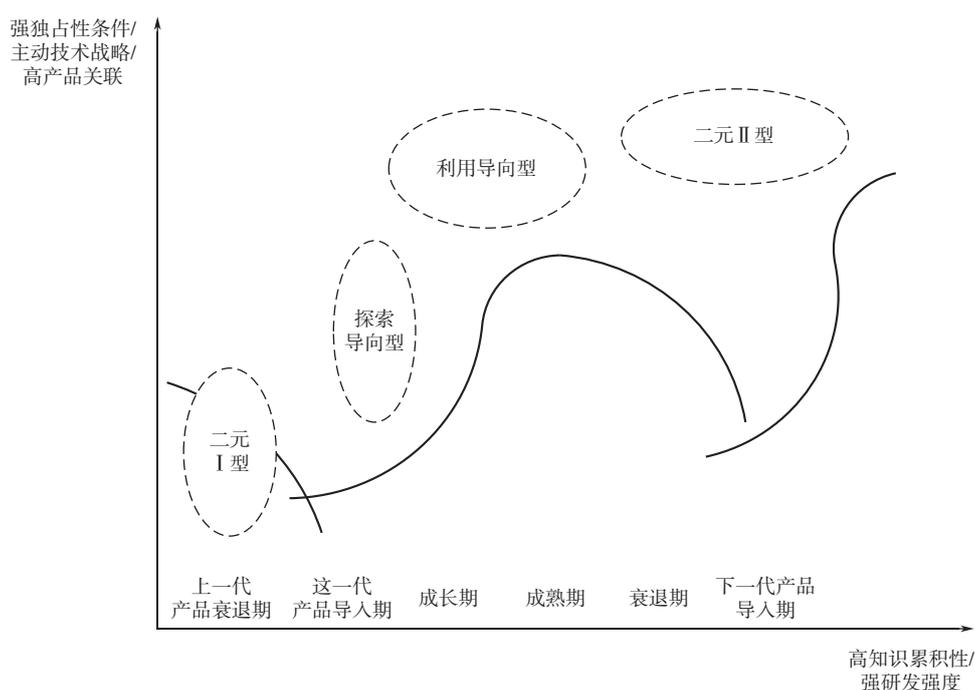


图 3 “探索-利用”视角下企业技术能力分类特征

管理启示方面,本文提出的技术能力分类为企业获得异质性技术能力累积,应对短期与长期、生存与发展、效率与柔性等一般性问题提供了分析工具。企业一方面可以通过技术探索能力和技术利用能力判断企业技术能力类型,另一方面可从技术体制、研发和产品特性三方面系统地理解企业技术能力转型升级的路径。例如,技术利用导向企业在产品成长期和成熟期条件下,可以依靠持续工艺改进提升产品效率,通过高知识积累强化对产业链上下游的控制,强化从创新中获利的能力,服务企业的防守型技术战略。技术探索导向企业在新产品导入期,可以通过产品创新强化对新技术机会的识别和把握,服务

企业的积极模仿技术战略。二元Ⅱ型企业在新老产品更替阶段,可以通过产品创新把握主导技术更替机会,避免跌入能力僵化陷阱,服务进攻型技术战略。

本文的不足之处在于使用技术宽度和技术重叠度测量的方法主要适用于以专利为技术轨迹决定因素的行业,例如制药产业。参考帕维特(Pavitt, 1984)^[47]产业分类和朱正浩等(2021)^[36]对企业技术生态位分类的研究成果,适用行业还包括以科学为基础的产业、专业化供应商以及规模密集型产业,不适用以供应商主导性行业。此外,尽管通过跨案例研究发展理论有着不可替代的优势,但潜在概化问题也同样值得重视。本研究概括的技术能力类型,未来需要更多质性和实证研究来加以检验。

参考文献:

- [1] AFUAH A. Mapping technological capabilities into product markets and competitive advantage: the case of cholesterol drugs[J]. *Strategic Management Journal*, 2002, 23(2): 171-179.
- [2] MORRISON A, PIETROBELLI C, RABELLOTTI R. Global value chains and technological capabilities: a framework to study learning and innovation in developing countries[J]. *Oxford Development Studies*, 2008, 36(1): 39-58.
- [3] PARK J H, CHUNG H, KIM K H, et al. The impact of technological capability on financial performance in the semiconductor industry[J]. *Sustainability*, 2021, 13(2): 489.
- [4] KIM L. Building technological capability for industrialization: analytical frameworks and Korea's experience[J]. *Industrial and Corporate Change*, 1999, 8(1): 111-136.
- [5] 赵晓庆,许庆瑞. 企业技术能力演化的轨迹[J]. *科研管理*, 2002(1): 70-76.
- [6] 刘海兵,杨磊,许庆瑞. 后发企业技术创新能力路径如何演化?——基于华为公司1987-2018年的纵向案例研究[J]. *科学学研究*, 2020, 38(6): 1096-1107.
- [7] BHAVANI T A. Towards developing an analytical framework to study technological change in the small units of the developing nations[Z]. Working Paper Series No. E/216/2001, 2001.
- [8] DI BENEDETTO C A, DESARBO W S, SONG M. Strategic capabilities and radical innovation: an empirical study in three countries[J]. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2008, 55(3): 420-433.
- [9] 魏江,王铜安,刘锦. 企业技术能力的要素与评价的实证研究[J]. *研究与发展管理*, 2008(3): 39-45.
- [10] 胡振亚. 论企业的技术能力及其形成机制[J]. *科学管理研究*, 2016, 34(3): 76-79.
- [11] DUBEY R, GUNASEKARAN A, CHILDE S J. Big data analytics capability in supply chain agility: the moderating effect of organizational flexibility[J]. *Management Decision*, 2019, 57(8): 2092-2112.
- [12] LEONARD-BARTON D. *Wellsprings of knowledge: building and sustaining the source of innovation*[M]. Boston, MA: Harvard Business School Press, 1995.
- [13] PEERALLY J A, SANTIAGO F, DE FUENTES C, et al. Towards a firm-level technological capability framework to endorse and actualize the Fourth Industrial Revolution in developing countries[J]. *Research Policy*, 2022, 51(10): 104563.
- [14] GARCÍA-MUIÑA F E, NAVAS-LÓPEZ J E. Explaining and measuring success in new business: the effect of technological capabilities on firm results[J]. *Technovation*, 2007, 27(1/2): 30-46.
- [15] MARCH J G. Exploration and exploitation in organizational learning[J]. *Organization Science*, 1991, 2(1): 71-87.
- [16] 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.
- [17] 詹湘东,谢富纪. 外部知识网络与企业技术能力:知识距离的调节作用[J]. *科学学与科学技术管理*, 2019, 40(4): 76-93.
- [18] BELL M, PAVITT K. The development of technological capabilities[R]//UL HAQUE I, BELL M, DAHLMAN C, et al. *Trade, technology and international competitiveness*. Washington, DC: World Bank, 1995: 67-101.
- [19] COHEN W M, LEVINTHAL D A. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation[J]. *Administrative Science Quarterly*, 1990, 35(1): 128-152.
- [20] NONAKA I, TAKEUCHI H. *The knowledge-creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation*[M]. New York: Oxford University Press, 1995.
- [21] ROSENKOPF L, NERKAR A. Beyond local search: boundary-spanning, exploration, and impact in the optical disk industry[J]. *Strategic Management Journal*, 2001, 22(4): 287-306.
- [22] WINTER S G. Understanding dynamic capabilities[J]. *Strategic Management Journal*, 2003, 24(10): 991-995.

- [23] WIGGINS R R, RUEFLI T W. Schumpeter's ghost: is hypercompetition making the best of times shorter? [J]. *Strategic Management Journal*, 2005, 26(10): 887-911.
- [24] LEVINTHAL D A, MARCH J G. The myopia of learning[J]. *Strategic Management Journal*, 1993, 14(S2): 95-112.
- [25] ZHOU K Z, WU F. Technological capability, strategic flexibility, and product innovation[J]. *Strategic Management Journal*, 2010, 31(5): 547-561.
- [26] NELSON R R, WINTER S G. *An evolutionary theory of economic change*[M]. Cambridge, MA: Belknap Press, 1982.
- [27] WU S M, DING X H, LIU R H, et al. How does IT capability affect open innovation performance? The mediating effect of absorptive capacity [J]. *European Journal of Innovation Management*, 2021, 24(1): 43-65.
- [28] O'REILLY C A, TUSHMAN M L. Organizational ambidexterity in action: how managers explore and exploit[J]. *California Management Review*, 2011, 53(4): 5-22.
- [29] HELFAT C E, FINKELSTEIN S, MITCHELL W, et al. *Dynamic capabilities: understanding strategic change in organizations*[M]. Malden, MA: Wiley, 2007.
- [30] 尹丽萍. 技术范式转变视角下的企业动态能力——基于战略过程维度的研究[J]. *首都经济贸易大学学报*, 2009, 10(2): 37-42.
- [31] DOTY D H, GLICK W H. Typologies as a unique form of theory building: toward improved understanding and modeling[J]. *Academy of Management Review*, 1994, 19(2): 230-251.
- [32] KIM J, LEE C Y, CHO Y. Technological diversification, core-technology competence, and firm growth[J]. *Research Policy*, 2016, 45(1): 113-124.
- [33] PAN X, CHEN X J, NING L T. Exploitative technological diversification, environmental contexts, and firm performance[J]. *Management Decision*, 2018, 56(7): 1613-1629.
- [34] PRENCIPE A. Breadth and depth of technological capabilities in CoPS: the case of the aircraft engine control system[J]. *Research Policy*, 2000, 29(7/8): 895-911.
- [35] TRAJTENBERG M, HENDERSON R, JAFFE A. University versus corporate patents: a window on the basicness of invention[J]. *Economics of Innovation and New Technology*, 1997, 5(1): 19-50.
- [36] 朱正浩, 戚聿东, 赵志栋. 技术生态位对企业绩效的影响研究: 技术宽度和技术重叠度整合视角[J]. *南方经济*, 2021(4): 86-105.
- [37] STUART T E, PODOLNY J M. Local search and the evolution of technological capabilities[J]. *Strategic Management Journal*, 1996, 17(S1): 21-38.
- [38] PIANKA E R. Ecology of the agamid lizard *Amphibolurus isolepis* in Western Australia[J]. *Copeia*, 1971, 3: 527-536.
- [39] SIGGELKOW N. Persuasion with case studies[J]. *Academy of Management Journal*, 2007, 50(1): 20-24.
- [40] DIERICKX I, COOL K. Asset stock accumulation and sustainability of competitive advantage[J]. *Management Science*, 1989, 35(12): 1504-1511.
- [41] 弗里曼, 苏特. *工业创新经济学: 第三版*[M]. 华宏勋, 华宏慈, 译. 北京: 北京大学出版社, 2004.
- [42] HIDALGO C A, KLINGER B, BARABASI A L, et al. The product space conditions the development of nations[J]. *Science*, 2007, 317(5837): 482-487.
- [43] TEECE D J. Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy[J]. *Research Policy*, 1986, 15(6): 285-305.
- [44] HENDERSON R, COCKBURN I. Scale, scope, and spillovers: the determinants of research productivity in drug discovery[J]. *The Rand Journal of Economics*, 1996, 27(1): 32-59.
- [45] RINK D R, SWAN J E. Product life cycle research: a literature review[J]. *Journal of Business Research*, 1979, 7(3): 219-242.
- [46] 陈久美, 刘志迎. 基于产品生命周期的二元创新与商业模式动态匹配——多案例比较研究[J]. *管理案例研究与评论*, 2018, 11(6): 592-611.
- [47] PAVITT K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory[J]. *Research Policy*, 1984, 13(6): 343-373.

Type Construction and Case Study of Firm's Technological Capability Under the View of 'Exploration-Exploitation'

ZHU Zhenghao¹, QI Yudong²

(1. Nanjing Vocational University of Industry Technology, Nanjing 210023;

2. Beijing Normal University, Beijing 100875)

Abstract: Technological capability (TC) refers to a firm's ability to combine or reorganize product components and establish connections between product components, methods, processes, and technologies using specific technical resources such as patents, databases, engineering design, and skilled engineers. TC is one of the most important resources for a firm to develop new products, improve financial performance, and maintain a sustainable competitive advantage. Facing a rapidly changing environment, firms should not only focus on accumulating capabilities that support product renewal and efficiency improvement under the existing technology trail but also explore knowledge that adapts to technological change. Therefore, ambidextrous technological capability is needed to maintain the sustainable success of firms.

Building on the work of Garcia-Muina et al., who classify TC into technological exploratory capabilities and technological exploitative capabilities, we present a two-dimensional TC analysis framework and divide TC into four categories: exploration-oriented, exploitation-oriented, ambidextrous mode I, and ambidextrous mode II. Based on the data analysis of 2011–2020 panel data from 255 listed pharmaceutical firms in China, we summarize the characteristics of different types of TC by conducting a cross-case study of four listed firms, including JINLIN PHARMACEUTICAL, ANKEBIO, HUALAN BIO, and NHU, from the dimensions of technological regime, R&D activities, and products.

We put forward three propositions. Proposition 1: A firm's degree of knowledge accumulation and appropriability together constitute the characteristics of the technological regime in observing TC type. Compared to exploration-oriented and ambidextrous mode I firms, ambidextrous mode II and exploitation-oriented firms have a higher level of knowledge accumulation and a strong appropriation mechanism. Proposition 2: A firm's degree of R&D intensity and technology strategy together constitute the characteristics of R&D in observing TC type. Compared to ambidextrous mode I firms, others have a higher R&D intensity. Regarding technology strategy, ambidextrous mode II firms adopt an offensive strategy, exploitation-oriented firms take a dependent strategy, exploration-oriented firms take an opportunistic strategy, and ambidextrous mode I firms take an imitative strategy. Proposition 3: Product relatedness and product life cycle together constitute the product characteristics of TC type. Ambidextrous mode II and exploitation-oriented firms have a high level of product relatedness, while exploration-oriented and ambidextrous mode I firms have a low level of product relatedness. The introduction stage is closely related to the exploration-oriented firms, the growth stage is closely related to the exploitation-oriented firms, and the maturity and decline stages are closely related to the ambidextrous mode I firms. The ambidextrous mode II firms play an essential role in generation upgrade.

Keywords: technological capability; technological exploration; technological exploitation; technological regime; R&D; product

(责任编辑: 姚望春; 沈娟)