

doi:10.19920/j.cnki.jmsc.2024.04.002

领军企业创新链模式研究： 基于不同创新情境的多案例分析^①

杨忠¹, 花磊^{2*}, 余义勇³, 金丹⁴, 邵记友⁵, 田鸣宇⁶, 宋孟璐¹, 徐颖¹, 李嘉¹

(1. 南京大学商学院, 南京 210093; 2. 临沂大学商学院, 临沂 276000; 3. 南京师范大学商学院, 南京 210023; 4. 南京信息工程大学管理工程学院, 南京 210044; 5. 南京财经大学工商管理学院, 南京 210023; 6. 山东财经大学工商管理学院, 济南 250014)

摘要: 加快构建领军企业创新链是我国科技发展征程中面临的一个重要理论和现实问题。然而, 目前对领军企业创新链的模式尚缺乏深入研究。本文聚焦产品类型和技术创新路径这两个重要的情境因素, 选择四家分属不同情境的中国领军企业作为案例企业, 通过对案例企业在其关键产品研发中的创新链部署过程进行多案例比较分析, 探究领军企业创新链的模式及其与创新情境的匹配。研究发现, 产品类型和技术创新路径对领军企业创新链的结构与运行特征产生重要影响; 通过在数据资料中对案例企业创新链部署过程进行扫描, 分别从创新链的结构与运行视角对不同情境下领军企业创新链的特征进行了归纳, 提炼了领军企业创新链的四种模式, 分别是: “共生开放型”、“线性开放型”、“共生聚合型”和“线性聚合型”; 并采用模式匹配技术构建了情境因素与领军企业创新链模式之间的关联。研究结论可以为不同行业的领军企业根据所处情境有效部署创新链提供理论指导, 并为政府制定创新链相关政策提供有效参考。

关键词: 领军企业; 创新链; 模式匹配; 产品类型; 技术创新路径

中图分类号: F270 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2024)04-0021-20

0 引言

面对当下科技创新资源分散、创新难度升级、转化率低下以及创新效益难以合理分配等管理难点, 加快构建领军企业创新链成为我国科技发展征程中面临的一个重要理论和现实问题^[1]。习近平总书记提出要围绕产业链部署创新链、围绕创新链布局产业链, 并指出实现创新驱动发展的具体策略之一是要培育一批核心技术能力突出、集成创新能力强的创新型领军企业, 推动企业成为技术创新的主体。领军企业具有创新能力强、资源整合能力广、带动性大的特点, 能够有效协同大量企业、高校以及科研院所等不同类型的创新主体,

从而在构建创新链的过程中起到不可替代的主导作用^[2]。因此, 领军企业应该如何合理部署创新链成为兼具理论和实践意义的重要课题。

当前创新链领域的理论研究还处于起步阶段, 相关研究多集中于创新链的概念界定^[2-4]、绩效评估^[5, 6]以及效能提升^[7]等方面, 对于创新链模式尚缺乏深入研究。与之相近的文献主要从结构视角或运行视角出发对创新链的运行规律进行分析^[2]。其中, 结构视角的相关研究主要关注创新主体之间的相互关系和连接方式; 运行视角的相关研究主要关注创新活动的阶段划分和运行效率。另外, 也有一些学者以特定领军企业为研究对象, 对领军企业创新链上的创新协同问题进行研

① 收稿日期: 2022-11-10; 修订日期: 2023-08-20。

基金项目: 国家自然科学基金资助重点项目(71732002)。

通讯作者: 花磊(1981—), 男, 山东临沂人, 博士。Email: hualei@lyu.edu.cn

究^[8-11]. 这类研究表明, 领军企业创新链的构建与运行过程会受到多种情境因素的影响^[12, 13], 体现出不同的结构与运行特征, 进而可以被划分为不同的模式^[3]. 因此在创新链研究中有必要将重要的情境因素纳入考量. 然而, 现有研究多从某一特定视角出发对创新链的属性和规律进行探索, 一方面缺乏对创新链模式的系统性提炼; 另一方面尚未在创新情境和创新链模式之间建立充分的联系. 对于诸多情境因素如何影响创新链的结构与运行特征, 现有研究所提供的证据仍然是模糊且缺乏一致性的; 少数与创新链模式相关的研究也缺乏对情境因素的深入分析和企业如何行动的相关细节.

因此, 本文聚焦于领军企业在创新链中所发挥的主导性作用, 探究领军企业创新链的模式及其与创新情境的匹配. 选择四家分属不同行业的中国领军企业(华为、国网、中车和恒瑞)作为案例企业, 开展了一个比较性的多案例研究. 这一设定非常适合本文的研究目的, 原因有三: 1) 四家企业均是相关行业头部的领军企业; 2) 四家企业均成功构建了高效运行的创新链; 3) 四家企业所在的行业具有显著的不同特征, 能够按照研究选择的情境因素进行合理区分.

通过对案例企业部署创新链的过程细节进行对比, 本文首先识别了影响领军企业创新链结构与运行特征的两种重要的情境因素(产品类型和技术创新路径), 然后基于这两种情境因素构建了一个 2×2 分析框架, 提炼了不同情境下领军企业创新链的四种模式, 并采用模式匹配技术构建了情境因素与领军企业创新链模式之间的关联. 本研究可以为不同行业的领军企业根据所处情境有效部署创新链提供重要的理论指导, 并为政府制定创新链相关政策提供有效参考.

1 理论基础

1.1 创新链概念与创新链研究的两个视角

创新链是采用链路思维, 对逻辑上具有序贯性的大量不同类型创新活动和多样化创新主体进行整体协同的有效工具^[2]. 在创新链的早期研究中, 一部分研究者将创新链看作一系列创新活动

形成的链条, 将创新链定义为从实验室到产业应用之间的一系列前后衔接的技术创新活动所形成的多阶段过程^[14]; 也有一些研究者将创新链看作大量创新主体以创新为纽带连接在一起形成的链条, 将创新链定义为多种不同类型创新主体之间通过相互协作在较大范围内实现协同创新的一种链式功能结构^[15]. 学者们分别沿着这两条路径对创新链进行解构, 从而形成了创新链研究的两个视角, 即: 创新链研究的结构视角与运行视角.

结构视角的创新链研究主要从创新主体之间的连接和互动出发对创新链进行解读. 如: 王玉冬等^[16]将创新链看作是基于共同创新导向的各创新主体依托价值关联而形成的一种合作结构. 早期研究普遍将创新链上不同主体之间的连接形式总结为线性模式, 随后 Turkenburg^[17]进一步将其分为正向线性和反向反馈两种. 其中, 正向线性强调创新主体之间的关联和互动从基础研究到技术产业化的单向传递, 而反向反馈强调创新主体之间存在相反方向上的双向交流. 随着研究的进一步深入, 企业创新过程不再被看作简单的线性流程, 而是呈现出更复杂的循环开放、互融互通的非线性特征. 相应地, 创新链体现为多种不同类型创新主体之间形成的复杂关联. 余义勇和杨忠^[18]对创新链上不同创新主体所扮演的角色进行了解读, 认为创新链功能的有效发挥得益于作为主体角色的领军企业、智援角色的高校院所、市场导向角色的用户、辅助角色的供应商和引导角色的政府间的高效协同与合作. 屠建飞等^[19]通过对模具产业集群技术创新的分析提出, 集群内各种不同类型的创新主体间通过相互协作关系形成的技术创新链具有一种复杂的“蛛网式”结构. 学者们对创新链结构特征的认识不再是简单的线性结构, 而是由大量不同类型创新主体通过多种复杂关系形成的一种共生体^[20].

运行视角的创新链研究主要从创新活动之间的协同与配合出发对创新链进行解读. 如何对创新链上不同类型的创新活动进行合理安排, 从而提高整个创新链的运行效率, 是这个研究视角的重要主题. 余泳泽和刘大勇^[5]按照创新活动的不同类型和先后顺序, 将创新链划分为知识创新、科研创新和产品创新等不同环节, 并认为这些环节之间的有效链接和协同是创新链高效运行的关

键。Lhuillery 和 Pfister^[14]提出了创新链的循环运行模式,强调创新链的不同环节之间存在复杂关系。江鸿和石云鸣^[21]识别了共性技术创新在创新链中所面临的关键障碍问题,认为设计合理的产业政策能够促进创新链有效运行。周建等^[22]提出创新链的不同环节之间存在多向反馈,并着重强调创新资源和创新要素流动对创新链高效运行起到重要作用。梁丽娜等^[23]也从资源流动的角度出发,提出了创新链运行的开放融通模式,并提出跨界创新资源互通互融的重要性,以及创新链上存在资源关系权力地位中心化的特征。创新链运行过程中体现出的这种创新主体内外部资源相互融通的特点符合开放式创新范式^[24],其中资源流动有由内而外和由外而内两种基本形式^[25],这两种不同的资源流动方式均能有效提高创新链的运行效率。

现有文献为本文从结构和运行两个视角开展创新链研究提供了重要借鉴,但是目前尚缺乏融合两个视角的综合性研究。不难看出,由于创新主体和创新活动的内在统一性,对创新链模式进行深入探索有必要将结构和运行视角进行整合。

1.2 影响领军企业部署创新链的情境因素

近年来,随着我国产业升级,已经有许多不同行业的领军企业成功部署了创新链,实现价值链攀升,走在了世界前列,进而推动了对领军企业科技创新机制的大量研究^[8-11]。这些领军企业创新发展的成功经验无不表明,其内在机制与关键举措均有很强的情境化特征。其中,产品类型和技术创新路径是现有文献给出的两种重要的情境因素,相关研究大多从这两个角度出发对领军企业创新情境进行界定。例如,江鸿和吕铁^[8]对中国高速铁路产业的研究、郭艳婷等^[9]对中集海工创新发展的研究,以及刘云等^[10]对我国高档数控机床产业的研究均聚焦于产品类型为复杂产品系统和技术路径为后发追赶的情境;赵晶等^[11]对特高压输电工程的研究则聚焦于产品类型为复杂产品系统,技术路径为从规划设计、设备制造、施工安装、调试试验到运行维护全链条升级的创新情境。因此本文在探究领军企业创新链模式时,亦将这两种重要的情境因素纳入考量。

1.2.1 产品类型与领军企业创新链的结构视角

创新研究领域的相关文献通常按照产品结构

的复杂程度将产品类型划分为复杂产品系统和大规模制成品两种类型。复杂产品系统是指成本高昂且技术密集的可交付成果^[26],如大型系统(如飞机、高速列车)、网络(如电信网络)、基础设施和工程构造(如机场、智能建筑)以及复杂软件服务(如大型 ERP、软件项目)等^[27];而大规模制成品是指面向大众消费市场的、基于标准组件的低成本、大规模生产的商品,如汽车、半导体设备、消费电子等产品^[28]。

Hobday^[29]总结了复杂产品系统和大规模制成品在产品属性方面存在三个主要区别:一是从产品结构来看,复杂产品系统由大量定制化的组件构成,而大规模制成品的结构通常较为简单或者由技术较为成熟的标准化组件构成;二是从产品生产方式来看,复杂产品系统通常是单件或者小批量生产,而大规模制成品则是采用大批量生产;三是从单件产品价值来看,复杂产品系统单件产品的成本高昂,而大规模制成品的单件产品价值较低。

由于复杂产品系统和大规模制成品在产品属性上存在上述区别,导致其创新模式亦体现出较大的差异。目前我国学者正在积极尝试依托中国情境构建复杂产品系统创新理论,其研究对象包括高速列车^[8, 30]、国产大飞机^[31, 32]、特高压输电工程^[11]、国产化核电技术^[33, 34]、北斗卫星导航系统^[35]、风电产业^[36],以及软件产品^[37, 38]等。同时在大规模制成品创新模式方面的研究也在推进一般性创新追赶理论的构建,如半导体^[39]、新型平板显示产品^[40]、医药^[41]、汽车零部件^[42]等。大量的相关研究表明,复杂产品系统和大规模制成品在创新模式上存在以下几个方面的明显差异:一是在产品的设计阶段,复杂产品系统的每个不同部分都有不同的多个设计路线,在设计过程中不同参与者之间的交互存在大量的反馈循环,其相互关系具有明显的非线性特征;而大规模制成品的的设计路线相对明确,因此不同参与者之间的关系体现出较为明显的线性特征。二是复杂产品系统涉及的知识宽度较大,参与者之间具有很高的知识异质性,因此相互之间需要更多的协调配合,创新管理过程中的组织复杂性较高。三是复杂产品系统一般处于非市场或部分市场竞争机制中,往往受制于政府的高度调控,而大规模制成品则

更多地受市场机制的调控。

由此可见,产品类型对领军企业的创新管理模式会产生重要影响,因此在探究领军企业创新链模式时有必要将其作为一个重要的情境因素。同时,通过上述分析可知,产品类型对创新模式的影响主要体现在创新主体的数量、性质和相互关系方面,因此主要与创新链研究的结构视角相呼应。

1.2.2 技术创新路径与领军企业创新链的运行视角

逆向工程和正向设计是创新研究文献中采用较多的一种对技术创新路径进行分类的方法^[43]。其中,逆向工程是指选定仿制对象,参照仿制对象表现出来的性状和功能特点,反推仿制对象的制造方法和工艺,使自身产品尽可能向其靠近的技术创新过程;正向设计则是以用户需求为起点,按照从概念提出、规划设计,直到新产品生产制造的顺序展开的技术创新过程^[44]。西方发达国家通常将正向设计作为产品开发的一般理念和主流做法。而中国作为后发工业化国家的现实,使中国学术界和实践界对逆向工程给予了更多关注。相关研究提出了逆向工程的三种实现方法:一是技术引进消化吸收再创新的技术追赶路径^[45];二是从仿制能力到创造性模仿能力再到自主创新能力的创新能力提升路径^[46-48];三是从产品的集成创新到基于核心关键技术的渐进式追赶再到全面自主创新的产品创新赶超路径^[49,50]。

从创新活动所具备的特征来看,逆向工程和正向设计存在两个方面的重要区别:一是逆向工程具有确定的仿制对象和技术搜索范围,其技术发展目标和路径较为明确,而正向设计的知识搜索范围和应用方式具有更高的不确定性;二是相比于逆向工程,正向设计对技术创新过程中的设计能力和创新自主性都有更高的要求。

相应地,两种技术创新路径在创新模式上也存在较大差异。对于逆向工程而言,其重点在于获取外部的重要创新资源以提升创新活动的效能。企业通常采取的措施包括:嵌入全球价值链,融入跨国公司构建的全球网络,接触先进技术并学习其背后蕴含的隐性知识^[51];通过并购或者建立海外研发机构以获取东道国的技术溢出^[52,53];在扎实地做好加工制造的基础上逐步面向设计和品牌

升级^[54]。对于正向设计而言,其重点在于利用自身的创新能力加强与外部的创新合作^[55]。企业通常采取的措施包括:不断进行技术探索以维持行业内的领先地位^[56];积极与各类外部主体开展合作研发,共同实现技术突破与能力升级^[57];主动适时调整产品性能,完善产品谱系,满足新的用户需求,掌握产品线扩展和供应商的主动权^[44]。

由此可见,不同技术创新路径会对领军企业的创新管理模式产生重要影响,因此在探究领军企业创新链模式时有必要将其作为一个重要的情境因素。同时,通过上述分析可知,技术创新路径对创新模式的影响主要体现在对不同类型创新活动的选择与安排部署方面,因此主要与创新链研究的运行视角相呼应。

综上所述,本研究基于“结构与运行”的整合视角,选择产品类型(复杂产品系统 vs. 大规模制成品)和技术创新路径(逆向工程 vs. 正向设计)两种情境因素,构建一个 2×2 理论分析框架。针对分析框架的四个象限,分别选取四家已经构建起完整高效创新链的领军企业,并以其成功研发的代表性产品作为研究对象,开展比较性的多案例研究。通过案例间的两两比较,对领军企业创新链的模式进行识别,并在创新情境和创新链模式之间建立关联。

2 研究方法

2.1 研究设计

本文采用探索性多案例研究设计。首先,旨在探究领军企业创新链模式及其与创新情境的匹配,属于“what”和“why”的问题类型。其次,案例研究非常适用于在现有理论很少的情况下从丰富的现象中进行归纳^[58,59]。而现有理论尚未对领军企业创新链模式进行较好的提炼,也没有将其与重要情境因素进行充分联系。第三,由于研究过程中需要分析情境的差异,因此采用多案例的研究设计。多案例对比不仅有利于全面展示研究背景,深入了解主题的发生过程以及相关机理,更有利于拓展现有理论体系的解释范围,构建新的理论框架^[60]。同时,多案例研究存在复制逻辑,每个案例都可以用来验证或否认从其他案例中得出的推断,不同案例之间的比较更有助

于提高结论的普适性和说服力,进而提炼出更加稳健的理论^[61]。

在案例选取方面,本研究依据理论抽样原则,聚焦“中国制造2025”十大重点领域,从中选择新一代信息技术领域的华为技术有限公司(简称:“华为”)、医药领域的江苏恒瑞医药股份有限公司

(简称:“恒瑞”)、先进轨道交通领域的中国中车股份有限公司(简称:“中车”)和电力装备领域的国家电网有限公司(简称:“国网”)四家案例企业,分别以华为的5G设备、恒瑞的创新药、中车的高速列车,以及国网的特高压设备为案例分析对象(见表1)。

表1 案例企业概况

Table 1 Case enterprises overview

案例企业	华为	恒瑞	中车	国网
所在行业	新一代信息技术	医药	先进轨道交通	电力装备
主营业务	通信网络、IT、智能终端和云服务	抗肿瘤药、手术麻醉类用药、特色输液、造影剂、心血管药等	铁路机车、客车、动车组、城轨地铁车辆及重要零部件	电网建设和运营
代表性创新产品	5G 通讯设备	创新药	高速列车	特高压设备
代表性产品的“领军”表现	全球5G标准必要专利榜单排名世界第一,在市场份额和设备体验等方面均为全球领先	多款创新药为国内首发原研药并获批上市,连年问鼎国内医药行业诸多研发实力排行榜榜首	高速列车产品在技术水平、运营速度和营业里程等方面均为世界领先,且拥有完全自主知识产权	特高压技术核心设备全球领先,实现输送量、电压级别、输送距离和技术水平四个世界第一

案例对象的选择非常适合本文的研究目的。第一,四家案例企业均是相关行业头部的领军企业,所取得的成就和行业地位受到社会各界的高度关注和广泛认可。既符合领军企业的定位,又具有大量的前期研究和公开披露的二手资料,能够保证数据来源的多样性与丰富性。第二,四家案例企业都是创新型企业,被选为研究对象的代表性产品均体现出很高的技术含量和创新水平。在长期的创新发展过程中,四家案例企业围绕代表性产品的研发,均成功构建起完整高效的创新链。第三,四家企业在构建创新链的过程中所面临的情境各不相同,符合本研究所构建的2×2理论分析框架。其中,华为的5G设备属于大规模制成品,其技术创新路径为正向设计;恒瑞的创新药属于大规模制成品,其技术创新路径为逆向工程;中车的高速列车属于复杂产品系统,其技术创新路径为逆向工程;国网的特高压设备属于复杂产品系统,其技术创新路径为正向设计。这既符合案例选择的典型性,同时又确保了案例的多样性和对比性。

2.2 数据收集与分析

研究者在2017年—2022年的5年之间带领研究团队分别对四家案例企业进行了深度调研。

数据收集的主要流程如下:第一,半结构化访谈。研究团队选择工作时长、工作职能与研究内容契合度高的中层管理人员或技术负责人,以及具有全局视野的企业高层管理人员作为访谈对象,以开放式问题为主,每次访谈时间为1.5h~2h。研究团队就企业“产品创新的过程是怎样的,由哪些阶段构成”、“如何构建创新体系”、“各创新主体分别发挥什么作用”等问题展开访谈。为确保对访谈资料的准确把握,访谈人员遵循完全转录原则对访谈笔记进行及时整理,访谈情况汇总表2。第二,二手资料。为确保所得数据的真实性与可靠性,本研究通过多个信息渠道来获取多样化的数据类型:1)公司文件。主要包括公司内部研究报告、年度报告、项目资料、领导文章与讲话等,使团队对企业的发展历程、发展阶段、发展转折以及企业内部高层管理人员的战略决策和业务实施过程都有了清晰了解,帮助研究者还原企业创新链构建和运行的完整过程和重要细节;2)公开资料。主要包括已经发表的学术研究、专家著述、研究报告、新闻报道和媒体访谈等。第三,现场观察。团队成员实地参观企业研发及制造现场,通过对研发和生产过程进行近距离观察,积累了大量的原始素材,帮助研究者对企业创新链构建机

制以及管理实践产生感性认知,并且在实际情境、访谈资料与抽象理论之间建立逻辑关联。

表 2 访谈情况汇总

Table 2 Summary of interviews

企业	访谈人数	字数	受访者
中车	12	13.9 万字	总经理、副总经理、CRH380A 总设计师、各部门部长(科技发展部、运营管理部、战略规划部和人力资源部)
	6	7.4 万字	副总经理、CRH380A 总设计师、战略规划部、科技发展部及海外研发部等各部门领导
华为	8	8.5 万字	战略 Marketing 总裁、车总、供应链主管、研发部负责人
恒瑞	12	7.9 万字	恒瑞医药董事长兼创始人、总经理、运营总监、研究院院长、研究院合成技术总监、创新药研究所所长
	8	5.2 万字	生物医药产业园办公室主任、经开区科技局局长、经开区新医药和生物技术招商局局长、医药办主任等
国网	11	6.3 万字	总经理助理、科研处处长、副总经理等

数据分析包含三个阶段. 第一,四位独立研究者分别对不同案例企业进行梳理与分析. 根据所得数据梳理关键事件,按照相同准则划分创新链的主体、连接方式、创新活动、运行机制等内容,然后按照预先构建的分析框架(复杂产品系统 vs. 大规模制成品)/(逆向工程 vs. 正向设计)对创新链模式进行初步归纳. 第二,四位独立研究者基于统一的编码方案进行背对背编码(数据编码规则见表 3). 通过案例间对比分析,四名研究者通过

讨论找出其中的相似性与差异性. 第三,通过案例间比较,分别确定不同情境下的创新链模式,并对少数冲突观点进行深入讨论和资料补充. 将企业数据、构念关系和现有理论进行反复匹配和迭代,探索构念之间的关系并形成稳健的证据链,发掘潜在的理论规律,从而形成稳健且一致性的理论框架;同时不断比较案例数据和涌现的理论,将提炼出的理论框架与现有文献对比,直至理论达到饱和.

表 3 数据编码规则

Table 3 Data coding rules

数据来源	数据分类	编号
访谈素材	访谈资料	I1
二手资料	企业内部档案、宣传册、领导文章讲话等	S1
	企业官网、媒体报道、行业信息披露、学术论文、行业专家著述等	S2
	企业年报、白皮书等公开出版文档	S3

最后,在研究者认为理论框架足够清晰后,将理论框架和主要研究结论向案例企业的受访者进行了反馈,并请求他们对研究结果进行思考,判断是否与其观察和经验相一致. 受访者表示,从他们的角度来看,研究框架有效地总结了他们的观点,并提出了少量改进建议,研究者在随后的研究中予以采纳.

3 案例分析与发现

依据预先构建的研究框架,本研究在数据资料中对情境因素与案例企业部署创新链的具体过

程之间的关联进行了扫描,分别从结构视角和运行视角对领军企业创新链的特征进行了归纳,提炼了领军企业创新链的四种模式;并采用模式匹配技术^[62],构建了情境因素与领军企业创新链模式之间的关联.

3.1 产品类型如何影响领军企业创新链的结构特征

案例数据的分析过程印证了产品类型对领军企业创新链的影响主要与创新链研究的结构视角相呼应的观点. 对案例数据的深入分析显示:相同产品类型的领军企业在创新链结构特征上表现出明显的相似性,不同产品类型的领军企业在创新

链结构特征上表现出明显的差异性.其中,作为复杂产品系统的国网特高压设备和中车高速列车在创新链结构上表现出“共生型”特征,其共生性主要体现在时序共生、设计共生和效益共生三个方

面;作为大规模制成品的华为5G设备和恒瑞创新药在创新链结构特征上表现出“线性型”特征,其线性特征主要体现在时序线性、设计线性和效益线性三个方面(典型示例见表4).

表4 不同产品类型下领军企业创新链结构特征的典型例证

Table 4 Typical examples of the structural characteristics of leading enterprises' innovation chain under different product types

产品类型	结构特征	解释性引用	企业
复杂产品系统	时序共生	国家电网同时和各个领域的合作企业进行特高压交流输电技术,比如在基础原理突破阶段和国内高校进行合作,由于特高压包含多个模块,在各个零部件的研制上同时与国内的企业进行合作(I1、S2).	国网
		我每一个项目的创新一定会带动跟我相配套的产品的创新,你自己创新没有用,不仅是我车的创新过程,也是我产品的,就是叫系统供应商的产业链同步创新,这个必须要同步推进(I1、S2).	中车
	设计共生	国家电网公司作为集成企业,在一开始的产品设计中就实行模块化分工,先规划好每个模块要做什么,性能指标是什么等,然后大家进行相互配合(S2、I1).	国网
		整个设计来跟市场协同,设计跟供应商的协同,设计跟工艺的协同,模块化的东西整个一个都在做,要把你整个研发体制上的东西要进行一定的更新(I1、S1).	中车
	效益共生	不是说谁的技术好,就要用谁的,而是要追求各个模块之间的匹配性,只有各个模块之间能够高效配合才能发挥最大的性能(I1).	国网
		当列车从时速300公里提升到350公里时,即便使用相同的材料,噪声也会增强,科研人员为此需重新分析了噪声源头,对车体结构、端部空调、转向架的钢轮都进行了新一轮的降噪处理(I1、S1、S2).	中车
大规模制成品	时序线性	华为5G极化码技术的研发历程是先基础研究阶段发现极化码编码原理帮助华为确定了应用技术研发的方向,然后应用研究阶段提出的概念模型、产品原型等又是试验研究阶段的先导设计(I1、S1).	华为
		医药行业是一个漏斗形行业,在药物研发后,进行细胞、老鼠、狗、猴子等实验,再进行一二三期临床试验,随后是药物批准和审批,是一个很漫长的过程(I1).	恒瑞
	设计线性	5G技术产品研发的过程中,只有把前沿的技术研发出来,并将这些技术转化为产业层面的标准,才能进行产品层面的架构设计和大规模生产(I1、S2).	华为
		恒瑞选定此药物领域,通过靶点确认、先导化合物确定及优化、药代和药效学评价、毒理安全性评价及剂型研究、细胞动物临床实验和I、II、III期临床试验等步骤,进行药物研发(S2).	恒瑞
	效益线性	对于产品研发而言,整个流程中任何一个环节的小失误或者小缺陷,都会导致最终产品性能的不完善,甚至不可用(I1);先进技术只有和先进硬件设备结合在一起,才能产生更优的产品性能(I1).	华为
		创新药的研究需要极高的技术能力,我们在每一步的研发过程中都选择这个领域较强的合作者来进行共同研发,创新药只有每一步都做到最好,才能保证最后的结果是最好的(I1、S2).	恒瑞

3.1.1 面向复杂产品系统的领军企业创新链结构特征
国网的特高压设备和中车的高速列车是本研

究中属于复杂产品系统类别的分析对象.国网的特高压设备在研发过程中以开放式创新为主导原则,通过广泛联合内外部各类不同创新主体共同

研发,实现特高压工程的顺利实施.与之类似,中车高速列车的创新过程包含了“九大关键技术”和“十项配套技术”,分别由企业、高校和科研院所等不同创新主体共同协作完成,中车则负责将所有创新成果进行最终集成.因此,面向复杂产品系统的领军企业创新链在结构上表现出明显的“共生型”特征.同时,通过对案例数据的分析和归纳,本研究提炼出案例企业创新链体现出共生型特征的三个重要方面,分别是时序共生、设计共生和效益共生.

时序共生是指由于创新链中创新活动的开展形式具有并发性特征,并非按照序贯方式逐步开展,因此在同一时刻需要有大量不同类型的创新主体同步参与.如:在国网特高压设备的研发过程中,国家电网打破常规模式,直接以工程需求为中心,既要突破科学技术上的难题,也要配套自主研发、开发全新的整套技术和设备,使产业部分的试验发展活动与科研部分的应用研究活动在紧密协同下同步开展(I1、S2).在中车高速列车的研发过程中,按照整车研发的模块化需求,各不同领域创新主体分别在自身所处的产业链环节进行同步研发和生产,最后向中车集团交付功能成熟、性能稳定的高铁子系统、元器件及零部件(I1、S3).也就是说,创新链各环节的创新活动要齐头并进,创新主体相互交叠,多个学科领域、多种关键技术的研发同步开展.

设计共生是指创新链上的诸多不同类型创新主体需要共同参与到产品的工程设计当中.如:在国网特高压设备的研发过程中,国家电网总公司在早期的产品设计中就实行模块化分工,创新链上各创新主体(高校院所、产业机构、供应商和用户)各自负责研发相应的模块任务,并围绕核心企业形成紧密的合作连接(I1).在中车高速列车的研发过程中,整车企业作为集成单位,从全局角度进行产品设计和工程统筹,分工组织几百家配套企业和供应商同步进行子系统、元器件、零部件的模块创新,最后再由核心企业实现架构创新.例如在高速列车的设计中,中车下属的株洲所联合浙江大学、株洲电机等单位负责牵引系统核心技术突破;戚墅堰所、四方所、浦镇海泰及铁科院负责关键部件钩缓装置、基础制动单元及齿轮传动技术的突破等.也就是说,复杂产品系统的工程设

计具有明显的模块化特征,需要创新链上的领军企业进行集成,其他主体共同参与.

效益共生是指创新链中的创新主体在相互匹配的前提下追求性能最优,进而实现整体效益最大化.如:国家电网在合作伙伴的选择中尽力追求能力的耦合与匹配,而不是一味追求合作伙伴在全球绝对领先与技术在全世界绝对先进,通过与国内学府清华、西交大建立长期紧密的合作关系,实现了整体效益最大化(I1、S1).在高速列车从时速200 km变成350 km时,对构架的承载能力、车辆运行的安全舒适性、悬挂系统的防震减噪、轮轨和制动装置的关系就都必须重新设计,且其关键是如何解决相关装置和系统之间的匹配问题,只有各个系统相互匹配才能实现整车性能的提升(I1、S1).也就是说,由于复杂产品系统是众多复杂技术的集成,只有创新链各环节相互匹配,功能实现相互耦合才能达到产品整体效益最大化;反之,即便单个关键部件的技术水平达到顶尖,若无法与其他组件或子系统进行适配,仍然会导致产品研发最终失败.

3.1.2 面向大规模制成品的领军企业创新链结构特征

华为的5G通讯设备和恒瑞的创新药是本研究中属于大规模制成品的分析对象.华为5G通讯设备的研发并非4G技术的迭代升级,其技术轨道是全新的,因为内嵌于5G技术产品中的底层技术(如信道编码技术等)之前并不存在.其研发过程是首先在基础研究领域突破Polar码,然后是应用研究领域的各类标准和专利的研发,最后是面向各类不同具体场景的商业应用开发.同样,恒瑞医药的创新药研发也必须遵循一定的序贯性,即研发过程必须从基础研究的疾病机理与靶点确定,到应用研究的药物分子设计与合成以及后续的细胞实验与动物实验,最终实现产业化阶段的新药上市.因此,面向大规模制成品的领军企业创新链在结构上表现出“线性型”特征,创新过程按照创新活动的序贯性进行组织.同时,通过对案例数据的分析和归纳,本研究提炼出案例企业创新链体现出线性型特征的三个重要方面,分别是时序线性、设计线性和效益线性.

时序线性是指由于创新链中的创新活动需要按照时间上的序贯性进行组织,主要环节需要按

照先后顺序分步骤实施与反馈,大多数情况下难以同步开展,因此承担不同创新活动的创新主体需要按顺序依次参与其中。如:在华为5G通讯设备的研发过程中,如果在基础研究阶段未能发现土耳其Arikan教授发明的Polar码及其潜在的巨大价值,就无法确定后续的技术研发方向,自然也就无法开展应用研究和试验发展阶段的工作(I1、S1)。在恒瑞医药创新药研发过程中,其创新活动同样依次经历了基础研究、应用研究和试验发展三个阶段。正如恒瑞高管所说:“医药行业是一个漏斗型行业,在靶点确定后,需进行药物分子筛选,之后还需进行细胞以及动物试验,再进行一二期临床试验,随后是药物批准和审批,这是一个很漫长的渐进过程”(I1)。也就是说,创新链上游环节的产出是下游环节的输入,这意味着如果上游环节没有有效完成,下游环节也就无法启动。

设计线性是指创新链中产品设计的主要环节在逻辑上具有明确的先后顺序,而非结构上的模块化关系。如:华为在5G技术研发的早期阶段,首先需要明确产品的主导设计。在主导设计明确后,其他后续工作才可以相应开展。但由于5G技术产品属于全新技术轨道,华为只有研发出5G相关的底层技术(如信道编码技术、空口技术)后,才能设计产品架构(I1、S1)。恒瑞医药创新药的产品设计也表现为逐步探索的过程,而非整体层面的产品设计,其整个创新药研发过程依次表现为靶点确认、先导化合物确定及优化、药代和药效学评价、毒理安全性评价及剂型研究、细胞动物临床实验和I期、II期、III期临床试验等步骤(S1、S2)。也就是说,创新链上的领军企业在产品设计过程中需要遵循底层技术研发先行、产品架构设计跟进的原则。

效益线性是指创新链的最终效益来源于各阶段效益的逐步叠加。如:对于华为5G的研发而言,从基础研究到最终的产业化的每个阶段,后一个阶段效益的实现都依赖于前一个阶段的高效完成。如华为技术专家所说:“对于产品研发而言,整个流程中任何一个环节的小失误或者小缺陷,都会导致最终产品性能的不完善,甚至不可用”(I1)。恒瑞在每一个创新阶段均会选择合适类型的创新主体进行连接,以达到每一阶段创新效益的最优,从而充分发挥创新链整体效能。如“在每

一个创新阶段,恒瑞均会选择不同类型的创新主体,并结合自身研发特征,选择合适的伙伴,从而提高创新效率”(I1、S2)。也就是说,创新链前一环节的效益是后续环节效益的基础,每一个环节的效益是将本环节效益叠加到前一环节效益之上而形成的。

3.2 技术创新路径如何影响领军企业创新链的运行特征

案例数据的分析过程印证了技术创新路径对领军企业创新链的影响主要与创新链研究的运行视角相呼应的观点。对案例数据的深入分析显示:相同技术创新路径的领军企业创新链在运行特征上表现出明显的相似性,不同技术创新路径的领军企业创新链在运行特征上表现出明显的差异性。其中,作为正向设计的国网特高压设备和华为5G通讯设备在创新链运行上表现出“开放型”特征,其开放性主要体现在路径开放、资源开放、治理开放三个方面;作为逆向工程的中车高速列车和恒瑞创新药在创新链运行上表现出“聚合型”特征,其聚合性主要体现在路径聚合、资源聚合和治理聚合三个方面(典型示例见表5)。

3.2.1 面向正向设计的领军企业创新链运行特征

国网的特高压设备和华为的5G通讯设备是本研究中属于正向设计的分析对象。国网特高压设备的研发通过与高校、科研院所以及大型供应商开展广泛合作,将自身的技术优势与我国电网系统内外部不同领域的优势资源相结合,进而推动了特高压设备的顺利研发。与之类似,华为5G通讯设备的研发则是在全球范围内选择世界领先的学者、高校、科研机构和相关企业开展广泛的创新合作,将自身先进的技术能力与全球优势资源相结合,进而实现了5G技术的突破。因此,面向正向设计的领军企业创新链在运行中表现出明显的“开放型”特征。同时,通过对案例数据的分析和归纳,本研究提炼出案例企业创新链体现出开放型特征的三个重要方面,分别是路径开放、资源开放、治理开放。

路径开放是指创新链的主导者在确定研发方向时需要长期保持对多条不同路径的探索。如:国网的领导提出:“由于特高压没有可借鉴的经验,它的技术发展路线不清楚,存在多种可能性,需要广泛的合作与试错,从而找到有效的技术研发方

向”(II). 华为在开展 5G 技术研发初期提出的研发方向有三个,分别是:Turbo Code、LDPC Code 和 Polar Code. 在研发过程中,华为在每个方向上都有大量的投入资源,并拥有自己的专利储备. 只是相比较而言,华为在 Polar Code 方向投入的资源更多,所积累的专利也更多(S2). 正如被访谈者

所说:“(包括华为在内的)很多大厂在技术研发的过程中从来都不会押宝到一个方向上,因为这样被颠覆的风险很高,梯度研发策略在华为内部极为普遍”(II). 也就是说,领军企业在确定研发路径时并非沿着固定方向或特定路径进行开发,而是采用多条路径并行的方式.

表 5 不同技术创新路径下领军企业创新链运行特征的典型例证

Table 5 Typical examples of the operational characteristics of leading enterprises' innovation chain under different technological innovation paths

技术路径	运行特征		解释性引用	企业
正向设计	路径开放		由于特高压没有可借鉴的经验,它的技术发展路线不清楚,存在多种可能性,我们需要广泛的合作与试错,从而找到有效的技术研发方向(II).	国网
			5G 技术的研发方向事实上有 3 个方向:Turbo code、LDPC Code 和 Polar Code,在每个研发方向上华为都有投入资源,并拥有自己的专利储备(II).	华为
	资源开放		我们是应用的主体,需求是我们出的,资金是我们出的(II) 国家电网公司 28 日宣布,面向全社会开放 100 个实验室,其中包括 19 个国家级实验室(II、S2).	国网
			华为会将众多研究成果以论文形式公开发表,每年向国际组织、开源社区贡献大量技术提案、代码,以推动产业加速发展(II、S2).	华为
	治理开放		高校、其他科研机构、专家团队和工程设计院负责国家电网创新链结构上的基础研究工作,直属科研机构主要负责创新链的研发活动,直属产业机构主要负责创新链的试验发展活动(II、S2)	国网
			在基础研究阶段,我们不干预专家的研究工作,支持他们进行独立探索(II);针对技术应用的研究,和老师签订创新研究计划项目,项目会明确要求老师最后递交概念模型、报告等(II);我们利用 ICT 技术优势,它们利用它们在行业中的资源优势,大家共同合作来建设繁荣的生态(II).	华为
逆向工程	路径聚合		通过两次招标采购,中车成功实现对国外先进成熟动车技术的引进,而多种产品平台的引进有利于消化吸收不同产品的技术特点,在消化吸收的基础上建立模仿创新能力,从而进一步进行技术创新(II、S2、S3).	中车
			恒瑞的项目有相当一部分是仿创,在仿创过程中研究出来一些很有价值的药物;他们(发达国家)的基础研究完了,有东西出来了,有文章出来了,或者已经做过一个概念验证,这时候我们赶快去跟他们(II).	恒瑞
	资源聚合		实际上您也很清楚,在原铁道部的十几所高校中,基础理论都有,有人的储备,再到我们这些,当时有四个主机厂的,以及技术研发能力,增强了工业上,工业化实现的可能(II、S1).	中车
			公司开展了众多临床项目,与国内外知名专家教授建立了良好、持续的合作关系,如与北京天广实生物技术股份有限公司达成独家授权协议,以进一步提升公司临床研发的层次与内涵(S2).	恒瑞
	治理聚合		大概我们每半年有一次这个对接会,然后会对整个的这样的一个研究中心下一步的发展或者方向定出来,把我们企业的诉求和他们目前高校的技术前沿的掌握的程度,怎么能跟我有机的结合,然后定下一年的规划(II、S1).	中车
			恒瑞与大量医院、企业、高校和科研院所展开合作,各主体相互连接,形成了以恒瑞为主导者,这些主体协助恒瑞,共同验证恒瑞研发药物的有效性(S2).	恒瑞

资源开放是指创新链的主导者将自身的创新资源主动开放给产业伙伴,以吸引更多伙伴协同解决创新过程中遇到的难题. 如:国家电网还会在构建创新链的过程中,大规模地开放各类科技合

作项目,筛选、披露、释放自身的知识资源. 如:2019 年,国网宣布开放 100 个国家实验室,并将实验室 30 万元及以上重大仪器设备全部对外开放,助推全社会创新(S2). 华为在研发过程中,会

将众多研究成果以论文形式公开发表,每年向国际标准组织、开源社区贡献大量技术提案、代码,以推动产业加速发展(I1、S2)。也就是说,作为创新链的主导者,领军企业需要将自身拥有的各类创新资源通过不同方式向外界释放,促使创新链的其他参与者共同探究多条研发路径的可能性,同时帮助其他参与者更好地实现成长,共同提升创新链的整体效能。

治理开放是指创新链的主导者并不完全主导创新链的所有环节,而是采用“轮换主导”的方式与创新链上的其他参与者开展创新合作。如:国网在特高压设备的研发过程中,产品研发的不同阶段分别由相应领域的优势单位来主导。高校、科研院所负责攻克基础理论问题;直属产业单位牵头开发具有核心竞争力的配套产品部件;下游厂商负责科技成果转化和市场推广工作;配网设备、电网建设及战略咨询公司负责支持维护。在华为5G研发过程中,基础研究阶段的工作任务主要由不同领域的学者主导完成;在应用研究阶段,华为主导各项应用技术的开发,同时会与特定领域研究者签订权责明确的正式合同,进行协助开发(I1);在试验发展阶段,华为与客户、供应商、竞争者等商业主体基于资源互补性原则分工协作,采取联合主导的形式将新技术转化为新一代产品的主导设计(I1)。也就是说,在创新链的不同环节,多方参与的合作创新应该在领军企业的总体把控下,由各阶段具有特殊优势的主体轮换主导。

3.2.2 面向逆向工程的领军企业创新链运行特征

中车的高速列车和恒瑞的创新药是本研究中属于逆向工程的分析对象。中车的高速列车研发是基于既有技术轨道开展的。在早期技术积累的基础上,中车将自身走过的创新之路总结为“引进消化吸收再创新”,并在实现代表性产品的成功研发之后,最终发展出能够开展正向设计的自主创新能力。恒瑞的创新药研发同样属于逆向工程,其特点是在明确的药物研发方向指引下,从外部引入重要创新资源并将其与企业自身能力相结合,成功实现产品研发。因此,面向逆向工程的领军企业创新链在运行中表现出明显的“聚合型”特征。同时,通过对案例数据的分析和归纳,本研究提炼出案例企业创新链体现出聚合型特征的三个方面,分别是路径聚合、资源聚合、治理聚合。

路径聚合是指产品研发沿着已有技术路径进行,其研发的总体方向是较为明确的。如:在中车的高速列车研发早期,由于当时我国基础薄弱,研发主体分散,技术起点低,核心技术掌握在日本和德国等几家外国企业手中。为此,2004年在原铁道部主导下,中车先后从加拿大庞巴迪、日本川崎重工、法国阿尔斯通和德国西门子引进技术,在探索自身技术发展路径之前首先沿着引进技术的既有方向进行开发(S1、S2)。在恒瑞创新药的研发过程中,首先要根据世界先进产品明确自身的研发方向,后续的研发过程也就相对高效。正如恒瑞一位高管所言:“对于研发效率最重要的是方向,方向错了,就无效率;只有方向走正确,通过人的认知能力进行决策判断,才能提高效率”(I1)。也就是说,逆向工程使得领军企业能够在产品研发早期明确技术路径,无需对研发方向做过多探索,其重点在于集中力量对特定技术路线进行攻关。

资源聚合是指在产品研发过程中充分吸收和整合外部存在的创新资源,进而实现技术能力的突破与升级。如:在中车的高速列车研发早期,虽然技术能力较为薄弱,但国内却具有一定的、较为完整的技术体系。因此,充分聚合各领域的已有创新资源能够为技术追赶提供极大助力。我国高铁技术的成功追赶正是得益于我国在传统铁路装备上有着深厚的技术积累和人才队伍,在原有铁路系统的基础上,形成了产业生态系统,存在紧密相连、持久合作、长期延续的资源池。正如“复兴号”的总工程师梁总所言,高速列车成功的一个关键原因在于“经过几十年的积累,有一支能够适应企业发展需求的队伍”(I1)。恒瑞的创新药研发过程也非常重视外部资源的利用,特别是国际医药领域的基础性先进成果,对其药物研发过程提供了及其重要的参考。正如恒瑞某些高管所言:“恒瑞的项目有相当一部分是仿创,在仿创过程中研究出来一些很有价值的药物”(I1)，“他们(发达国家)的基础研究完了,有东西出来了,有文章出来了,或者已经做过一个概念验证,这时候我们赶快去跟他们”(I1)。也就是说,领军企业在逆向破解的过程中,需要吸收关键性的外部创新资源为我所用,为自身的产品研发提供必要的助力。

治理聚合是指领军企业对整个研发过程中的设计、开发和实验进行全面管控与集中治理。如：对于高铁领域的九大关键技术和十大配套技术，虽然中车作为主机厂并不自己生产相应的模块，而是交由相应的配套企业进行完成，但在实验验证阶段，中车四方则组织各创新主体以及客户一起跟车测试，通过列车运行状况决定部件是否合格，进而实现对整个创新过程进行全面把控(I1、S2)。恒瑞在创新药研发过程中同样非常重视主导权的把控。大量研发活动都在恒瑞内部完成。在临床试验阶段恒瑞需要与大量医院、企业、高校和科研院所展开合作，这一过程也是以恒瑞为主导，其他主体协同，共同验证恒瑞研发药物的有效性(S2)。也就是说，创新链各环节均由领军企业主导。

3.3 模式匹配与理论框架的浮现

3.3.1 领军企业创新链特征与创新情境的模式匹配

依据当前创新链研究的两个视角(结构视角与运行视角)，本研究选择产品类型和技术创新路径两个情境因素对领军企业在部署创新链时面临的不同情境进行了划分。在此基础上，采用模式匹配技术将四个案例企业的案例数据与不同创新情境进行对照，建立情境因素与领军企业创新链结构与运行特征之间的匹配关系，结果如图1所示。

结果显示，两类情境因素对四个案例企业的创新链模式产生了不同的重要影响。其中，国网的特高压设备在产品类型方面属于复杂产品系统，在技术创新路径方面属于正向设计。与之相应，国网特高压设备在创新链结构维度体现出共生型特征，具体表现为时序共生、设计共生和效益共生；在创新链运行维度体现出开放型特征，具体表现为路径开放、资源开放和治理开放。华为的5G通讯设备在产品类型方面属于大规模制成品，在技术创新路径方面属于正向设计。与之相应，华为5G通讯设备在创新链结构维度体现出线性型特征，具体表现为时序线性、设计线性和效益线性；在创新链的运行维度体现出开放型特征，具体表现为路径开放、资源开放与治理开放。中车的高速列车在产品类型方面属于复杂产品系统，在技术创新路径方面属于逆向工程。与之相应，中车高速列车在创新链结构维度体现出共生型特征，具体表现为时序共生、设计共生和效益共生；在创新链运行维度体现出聚合型特征，具体表现为路径聚合、资源聚合和治理聚合。恒瑞的创新药在产品类型方面属于大规模制成品，在技术创新路径方面属于逆向工程；与之相应，恒瑞创新药在创新链结构维度体现出线性型特征，具体表现为时序线性、设计线性和效益线性；其创新链运行维度体现出聚合型特征，具体表现为路径聚合、资源聚合和治理聚合。

企业	产品/项目	产品类型 (复杂产品系统vs.大规模制成品)		技术创新路径 (正向设计vs.逆向工程)	
		共生	线性	开放	聚合
国网	特高压设备	X		X	
华为	5G通讯设备		X	X	
中车	高速列车	X			X
恒瑞	创新药		X		X

图1 领军企业创新链特征与情境因素的模式匹配

Fig. 1 Pattern matching between the characteristics of leading enterprises' innovation chain and the situational factors

3.3.2 理论框架的浮现

图2所示的理论框架对领军企业创新链模式进行了提炼,并给出了不同模式与创新情境之间的关联.本研究提供的证据显示,领军企业创新链模式受到两个情境因素的重要影响,即:产品类型和技术创新路径.根据两个情境因素的不同取值共得到四种情境,每种情境下领军企业创新链的结构与运行特征各不相同,从而得出领军企业创新链的四种模式.

具体而言,第一象限:以华为5G通讯设备创新链为代表,在产品类型为大规模制成品且技术创新路径为正向设计的情境下,领军企业创新链具有线性型和开放型特征,因此本研究将其命名为线性开放型创新链;第二象限:以国网特高压设备创新链为代表,在产品类型为复杂产品系统且技术创新路径为正向设计的情境下,领军企业创新链具有共生型和开放型特征,因此本研究将其命名为共生开放型创新链;第三象限:以中车高速列车创新链为代表,在产品类型为复杂产品系统且技术创新路径为逆向工程的情境下,领军企业创新链具有共生型和聚合型特征,因此本研究将其命名为共生聚合型创新链;第四象限:以恒瑞创新药的创新链为代表,在产品类型为大规模制成品且技术创新路径为逆向工程的情境下,领军企业创新链具有线性型和聚合型特征,因此本研究将其命名为线性聚合型创新链.

领军企业创新链的不同模式拥有不同的结构特征与运行规律.从图2中的产品类型维度来看,对于复杂产品系统而言,其主要特点是产品结构复杂,集成度高.因此,其创新链上的创新活动具有并发性特征,需要大量不同类型创新主体的同步参与;工程设计具有模块化特征,需要各类创新主体共同参与工程设计;整体效益的最大化在各类创新主体相互匹配的前提下取得.对于大规模制成品而言,其主要特点是产品研发环节多,技术水平要求高.因此,其创新链上的创新活动需要按照时间维度上的序贯性进行组织,主要环节需按照先后顺序分步实施和反馈,多数情况下难以同步展开;产品设计具有严格的流程性和非模块化特征,按照底层技术研发先行、产品架构设计跟进

的顺序进行;创新链的最终效益来源于各阶段效益的线性叠加.

从图2中的技术创新路径来看,对于正向设计而言,其特点是探索性强,不确定性大.因此创新链的主导者在确定研发方向和研发路径时长期保持对多条不同路径的探索;主导者需要将自身的知识及技术资源主动开放给产业伙伴,共同解决技术难题;在创新链的不同环节由不同类型的创新主体轮换主导创新合作.对于逆向工程而言,其特点是路线较为明确,对创新资源较为依赖.因此,创新链上的产品研发方向较为明确,重点在于集中力量对特定技术路线进行攻关;需要充分吸收和整合外部存在的创新资源为我所用;领军企业全面主导整个研发过程中的设计、开发和实验.

技术创新路径	正向设计	共生开放型创新链 国网	线性开放型创新链 华为
	逆向工程	共生聚合型创新链 中车	线性聚合型创新链 恒瑞
		复杂产品系统	大规模制成品
		产品类型	

图2 领军企业创新链的模式划分

Fig. 2 Patterns of leading enterprises' innovation chain

4 结束语

4.1 理论贡献

对事物进行分类是将因果关系组织成连贯叙述的重要方法,是战略和组织领域对理论进行构建的基石^[63].然而,目前尚缺少对领军企业创新链进行深入的类型研究.已有研究主要从结构与运行两个不同视角出发对创新链的结构特征与运行规律进行探索,对创新链的模式提炼和类型划分尚缺乏统一框架^[3,4].本研究基于领军企业创新模式受产品类型和技术创新路径两大情境因素

的显著影响^[8-11]这一重要现实,构建了基于产品类型(复杂产品系统 vs. 大规模制成品)和技术创新路径(逆向工程 vs. 正向设计)两个维度的 2×2 理论分析框架,面向四种创新情境对领军企业创新链的不同模式进行了系统性识别,并采用模式匹配技术构建了创新情境与领军企业创新链模式之间的关联。

具体而言:首先,本研究面向四种不同创新情境构建了一个 2×2 理论分析框架,对领军企业创新链模式进行了系统性识别,并提炼了不同创新链模式的主要特征。现有研究多从某一特定视角或因素出发对创新链模式与特征进行提炼。例如:结构视角的创新链研究在早期提出的“线性模式”^[20]和近年来出现的“蛛网模式”^[19];运行视角的创新链研究依据创新活动的先后顺序提出的“循环运行模式”^[21],以及依据资源流动方向提出的“开放融通模式”^[22]等。这些研究更多地是提出创新链具有的某种属性或规律,其模式提炼尚未采用某种完整的逻辑框架对创新链进行系统性分类,其现实证据也较为模糊和缺乏一致性。本研究构建了逻辑严谨的分析框架,采用案例研究方法,分别选取四家符合相应情境特征并且已经成功部署完整高效创新链的领军企业,以其代表性创新产品为研究对象,通过多案例比较分析提炼了“共生开放型”、“线性开放型”、“共生聚合型”和“线性聚合型”四种领军企业创新链模式,并分别从“时序”、“设计”和“效益”维度,以及“路径”、“资源”和“治理”维度对不同创新链模式的结构和运行特征进行了归纳。这些结论深化了现有文献对创新链本质特征的认识,同时为现有理论提供了更加坚实的实证证据。

其次,本研究构建了情境因素与领军企业创新链模式之间的匹配。当前已有学者对某些特定行业领军企业的科技创新机制展开了较为深入的案例研究。例如:江鸿和吕铁^[8]研究了中国高速铁路产业通过不同创新主体关系和能力的共同演化,成功实现技术追赶的内在机制;郭艳婷等^[9]研究了中集海工的技术追赶过程,探讨了海洋工程装备产业特有的技术创新模式;刘云等^[10]探讨了我国数控机床产业实现技术追赶的特征、机制

与发展策略;赵晶等^[11]通过对中国特高压输电工程的案例研究,探讨了大型国有企业实现创新突破的机制和路径。这些研究虽然关注到了创新情境的重要性,但大都聚焦于其中某一特定情境,尚缺乏开展跨情境综合比较的相关研究,亦未在创新情境与创新模式之间建立充分的联系。本研究充分探讨了领军企业创新链的结构和运行特征与两大情境因素(产品类型和技术创新路径)之间的关系,采用模式匹配技术建立了领军企业所面临的四种创新情境与创新链模式之间的关联。从产品类型来看,复杂产品系统对应于领军企业创新链结构维度的“共生型”特征,大规模制成品对应于领军企业创新链结构维度的“线性型”特征;从技术创新路径来看,正向设计对应于领军企业创新链运行维度的“开放型”特征,逆向工程对应于领军企业创新链运行维度的“聚合型”特征。这些结论为领军企业创新链研究带来了新的理论洞见,能够更好地指导领军企业根据不同创新情境部署创新链,而且为领军企业科技创新领域的已有研究建立起更加清晰的理论边界。

4.2 实践启示

本研究可以为不同行业的领军企业根据自身所处情境有效构建创新链提供重要的理论指导,并为政府制定创新链相关政策提供有效参考。

第一,研究结论为不同行业的领军企业根据自身情境成功部署高效能创新链提供了重要参考。为了成功部署高效能创新链,在关键产品的研发过程中实现大范围有效协同,领军企业的管理层需要首先建立对重要情境因素的相关认知。具体而言,需要明确当前企业正在开发的关键产品所属的产品类型以及拟采用的技术创新路径特征,从而有针对性地采取合适的创新链构建策略。产品类型为复杂产品系统且技术路径为正向设计的领军企业应部署共生开放型创新链;产品类型为复杂产品系统且技术路径为逆向工程的领军企业应部署共生聚合型创新链;产品类型为大规模制成品且技术路径为正向设计的领军企业应部署线性开放型创新链;产品类型为大规模制成品且技术路径为逆向设计的领军企业应部署线性聚合型创新链。相应地,本研究提炼了不同创新链模式

的结构与运行特征,亦能对领军企业创新链的具体部署过程提供重要指导。

第二,研究结论可以帮助政府有针对性地制定相应创新政策,引导不同行业的领军企业根据所处情境采取相应的创新链部署策略,在整体上促进我国各行业、各领域的创新发展。具体而言:对于具有共生型特征的创新链,政府一方面需协助领军企业打通上下游的合作难点和堵点,引导领军企业广泛吸纳优秀的合作伙伴;另一方面可牵头开展具有战略科技意义的重大研发项目,汇聚各类不同创新主体,发挥集中力量办大事的制度优势。对于具有线性型特征的创新链,由于其创新动力来源于强大基础研究力量的驱动,政府一方面需加大对基础研究的投入,从源头增加创新动能;另一方面需做好科技成果转化工作,畅通转化通道。具有开放型特征的创新链通常侧重于对前沿技术的探索,因此政府一方面要大力培养科技创新氛围,增加探索式创新机会;另一方面需加强知识产权保护力度,为企业解决开放合作的后顾之忧。具有聚合型特征的创新链通常侧重于对

多方资源的整合利用,政府一方面要在宏观层面进行顶层设计并推动总体目标的制定与创新活动的规划,另一方面需给予企业更多的自主空间,创造良好有序的市场环境和营商环境,通过政策优惠和资金扶持等手段来激活并发挥好市场强大的资源配置能力。

4.3 局限与展望

案例研究对构建理论有着独特的优势,但所得结论的普适性通常需要谨慎对待。首先,虽然本研究对复杂现象背后的逻辑进行了深入挖掘,并基于可靠数据对典型案例进行了多角度反复比较,但研究结论的普适性仍有待更多案例进一步扩充。同时,未来可采用大样本数据对本研究所提出的理论观点进行实证检验,以进一步验证相关结论。最后,本研究所选案例都是相关领域的成功典范,然而现实中同样存在不成功的案例,它们在创新链构建过程中所显露的问题同样具有很高的参考价值。未来可选取一些不成功的案例开展比较研究,以此对本研究结论进行进一步丰富与完善。

参考文献:

- [1]杨忠,巫强. 加快构建创新联合体[N]. 人民日报, 2021-08-16(10).
Yang Zhong, Wu Qiang. Accelerate the Construction of Innovation Consortium[N]. People's Daily, 2021-08-16(10). (in Chinese)
- [2]杨忠,李嘉,巫强. 创新链研究:内涵、效应及方向[J]. 南京大学学报(哲学·人文科学·社会科学), 2019, 56(5): 62-70, 159.
Yang Zhong, Li Jia, Wu Qiang. On innovation chain: Its connotation, effect and direction to future[J]. Journal of Nanjing University(Philosophy, Humanities and Social Sciences), 2019, 56(5): 62-70, 159. (in Chinese)
- [3]吴晓波,吴东. 论创新链的系统演化及其政策含义[J]. 自然辩证法研究, 2008, 24(12): 58-62.
Wu Xiaobo, Wu Dong. Systematic evolution of innovation chain and its policy implications[J]. Studies in Dialectics of Nature, 2008, 24(12): 58-62. (in Chinese)
- [4]史璐璐,江旭. 创新链:基于过程性视角的整合性分析框架[J]. 科研管理, 2020, 41(6): 56-64.
Shi Lulu, Jiang Xu. Innovation chain: An integrated analysis framework from the procedural perspective[J]. Science Research Management, 2020, 41(6): 56-64. (in Chinese)
- [5]余泳泽,刘大勇. 我国区域创新效率的空间外溢效应与价值链外溢效应——创新价值链视角下的多维空间面板模型研究[J]. 管理世界, 2013, (7): 6-20.
Yu Yongze, Liu Dayong. The effect of the space outflow of China's regional innovation and the effect of the outflow of value chains: A study, from the perspective of the innovative value chain, on the model of the panel of multidimensional space [J]. Management World, 2013, (7): 6-20. (in Chinese)
- [6]余泳泽,张莹莹,杨晓章. 创新价值链视角的创新投入结构与全要素生产率分析[J]. 产经评论, 2017, 8(3): 31-46.

- Yu Yongze, Zhang Yingying, Yang Xiaozhang. The structure of innovation investment and total factor productivity: Based on the perspective of innovation value chain[J]. *Industrial Economic Review*, 2017, 8(3): 31–46. (in Chinese)
- [7] 金丹. 领军企业创新链整体效能提升机制研究[D]. 南京: 南京大学, 2022.
- Jin Dan. Research on Overall Efficiency Improvement Mechanism of Innovation Chain of Leading Enterprises[D]. Nanjing: Nanjing University, 2022. (in Chinese)
- [8] 江 鸿, 吕 铁. 政企能力共演化与复杂产品系统集成能力提升——中国高速列车产业技术追赶的纵向案例研究[J]. *管理世界*, 2019, 35(5): 106–125, 199.
- Jiang Hong, Lü Tie. Government-firm capability coevolution and development of CoPS integration capabilities: A longitudinal case study of technological catch-up in the Chinese high-speed train industry[J]. *Management World*, 2019, 35(5): 106–125, 199. (in Chinese)
- [9] 郭艳婷, 郑 刚, 刘雪峰, 等. 复杂产品系统后发企业如何实现快速追赶? ——中集海工纵向案例研究(2008—2021)[J]. *管理世界*, 2023, 39(2): 170–186.
- Guo Yanting, Zheng Gang, Liu Xuefeng, et al. How do latecomers catch up fast in complex product systems?: A longitudinal case study of CIMC Off shore (2008—2021) [J]. *Management World*, 2023, 39(2): 170–186. (in Chinese)
- [10] 刘 云, 郭 栋, 黄祖广. 我国高档数控机床技术追赶的特征、机制与发展策略——基于复杂产品系统的视角[J]. *管理世界*, 2023, 39(3): 140–158.
- Liu Yun, Guo Dong, Huang Zuguang. Characteristics, mechanism and development strategy of China's high-grade CNC machine tool technology catch-up: From the perspective of complex product system[J]. *Management World*, 2023, 39(3): 140–158. (in Chinese)
- [11] 赵 晶, 刘玉洁, 付珂语, 等. 大型国企发挥产业链链长职能的路径与机制——基于特高压输电工程的案例研究[J]. *管理世界*, 2022, 38(5): 221–240.
- Zhao Jing, Liu Yujie, Fu Keyu, et al. The path and mechanism for large state-owned enterprises to play the function of industry chain leader: A case study based on UHV transmission project[J]. *Management World*, 2022, 38(5): 221–240. (in Chinese)
- [12] 金治州, 陈宏权, 曾赛星. 重大工程创新生态系统共生逻辑及治理[J]. *管理科学学报*, 2022, 25(5): 29–45.
- Jin Zhizhou, Chen Hongquan, Zeng Saixing. Logic of symbiosis in the megaproject innovation ecosystem and relevant governance[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2022, 25(5): 29–45. (in Chinese)
- [13] 谭劲松, 赵晓阳. 创新生态系统主体技术策略研究——基于领先企业与跟随企业的演化博弈与仿真[J]. *管理科学学报*, 2022, 25(5): 13–28.
- Tan Jinsong, Zhao Xiaoyang. Firms' technological strategies in an innovation ecosystem: A dynamic interaction between leading firms and following firms based on evolutionary game theory and multi-agent simulation[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2022, 25(5): 13–28. (in Chinese)
- [14] Lhuillery S, Pfister E. R&D cooperation and failures in innovation projects: Empirical evidence from French CIS data[J]. *Research Policy*, 2009, 38(1): 45–57.
- [15] 蔡 翔. 创新、创新族群、创新链及其启示[J]. *研究与发展管理*, 2002, 14(6): 35–39.
- Cai Xiang. Innovation, innovation cluster, innovation chain and their implications[J]. *R&D Management*, 2002, 14(6): 35–39. (in Chinese)
- [16] 王玉冬, 张 博, 武 川, 等. 高新技术产业创新链与资金链协同度测度研究——基于复合系统协同度模型[J]. *科技进步与对策*, 2019, 36(23): 63–68.
- Wang Yudong, Zhang Bo, Wu Chuan, et al. Research on the measure of synergy degree of high-tech industry's innovation chain and fund chain[J]. *Science & Technology Progress and Policy*, 2019, 36(23): 63–68. (in Chinese)
- [17] Turkenburg W C. The Innovation Chain: Policies to Promote Energy Innovations, Energy for Sustainable Development: A Policy Agenda[M]. New York, UNDP, 2002: 137–172.
- [18] 余义勇, 杨 忠. 如何有效发挥领军企业的创新链功能——基于新巴斯德象限的协同创新视角[J]. *南开管理评论*, 2020, 23(2): 4–15.
- Yu Yiyong, Yang Zhong. How to promote the effective play of the leading enterprise's innovation chain: A synergy innovation perspective based on the new Pasteur quadrant[J]. *Nankai Business Review*, 2020, 23(2): 4–15. (in Chinese)

- [19]屠建飞,冯志敏.基于创新链的模具产业集群技术创新平台[J].中国软科学,2009,(5):179-183.
Tu Jianfei, Feng Zhinmin. The technology innovation platform of mould industrial clusters based on the innovation chain [J]. China Soft Science, 2009, (5): 179-183. (in Chinese)
- [20]蔺雷,吴家喜,王萍.科技中介服务链与创新链的共生耦合:理论内涵与政策启示[J].技术经济,2014,33(6):7-12.
Lin Lei, Wu Jiayi, Wang Ping. Symbiosis and coupling between S&T intermediary service chain and innovation chain: Theory building and policy implication[J]. Journal of Technology Economics, 2014, 33(6): 7-12. (in Chinese)
- [21]江鸿,石云鸣.共性技术创新的关键障碍及其应对——基于创新链的分析框架[J].经济与管理研究,2019,40(5):74-84.
Jiang Hong, Shi Yunming. Key obstacles of generic technology innovation and corresponding measures: Analytical framework based on innovation chain[J]. Research on Economics and Management, 2019, 40(5): 74-84. (in Chinese)
- [22]周建,周杨雯倩,叶梁.两类创新及其与经济增长的协同演化机理[J].管理科学学报,2022,25(3):1-21.
Zhou Jian, Zhouyang Wenqian, Ye Liang. Two types of innovations and its co-evolution mechanism with economic growth [J]. Journal of Management Sciences in China, 2022, 25(3): 1-21. (in Chinese)
- [23]梁丽娜,于渤,吴伟伟.企业创新链从构建到跃升的过程机理分析——资源编排视角下的典型案例研究[J].研究与发展管理,2022,34(5):32-47.
Liang Lina, Yu Bo, Wu Weiwei. Mechanism analysis of the process from construction to leap of innovation chain mode of enterprises: A case study based on the perspective of resource orchestration[J]. R&D Management, 2022, 34(5): 32-47. (in Chinese)
- [24]Chesbrough H W. Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology[M]. Boston: Harvard Business School Press, 2003.
- [25]Bereznoy A, Meissner D, Scuotto V. The intertwining of knowledge sharing and creation in the digital platform based ecosystem: A conceptual study on the lens of the open innovation approach[J]. Journal of Knowledge Management, 2021, 25(8): 2022-2042.
- [26]Kwak K, Yoon H D. Unpacking transnational industry legitimacy dynamics, windows of opportunity, and latecomers' catch-up in complex product systems[J]. Research Policy, 2020, 49(4): 103954.
- [27]Hobday M, Brady T. Rational versus soft management in complex software: Lessons from flight simulation[J]. International Journal of Innovation Management, 1998, 2(1): 1-43.
- [28]Hobday M, Rush H. Technology management in complex product systems (CoPS)-ten questions answered[J]. International Journal of Technology Management, 1999, 17(6): 618-638.
- [29]Hobday M. Product complexity, innovation and industrial organisation[J]. Research Policy, 1998, 26(6): 689-710.
- [30]谭劲松,宋娟,陈晓红.产业创新生态系统的形成与演进:“架构者”变迁及其战略行为演变[J].管理世界,2021,37(9):167-191.
Tan Jinsong, Song Juan, Chen Xiaohong. The formation and evolution of industrial innovation ecosystem: “Architect” transition and the evolution of its strategic behavior[J]. Management World, 2021, 37(9): 167-191. (in Chinese)
- [31]曾德麟,欧阳桃花.复杂产品后发技术追赶的主供模式案例研究[J].科研管理,2021,42(11):25-33.
Zeng Delin, Ouyang Taohua. A case study of the main manufacturer-supplier mode in the latecomer technology catch-up of complex products[J]. Science Research Management, 2021, 42(11): 25-33. (in Chinese)
- [32]张亚豪,李晓华.复杂产品系统产业全球价值链的升级路径:以大飞机产业为例[J].改革,2018,(5):76-86.
Zhang Yahao, Li Xiaohua. Upgrading path of complex product system industry in global value chain: Taking big airplane industry as an example[J]. Reform, 2018, (5): 76-86. (in Chinese)
- [33]张文彬,蔺雷,廖蓉国.架构能力引领的复杂产品系统产业链协同创新模式研究——以中广核工程有限公司为例[J].科技进步与对策,2014,31(6):57-62.
Zhang Wenbin, Lin Lei, Liao Rongguo. Research on collaborative innovation model of complex product system industry chain led by architecture capability: Taking Zhongguang Nuclear Engineering Co., Ltd as an example[J]. Science & Technology Progress and Policy, 2014, 31(6): 57-62. (in Chinese)
- [34]汪涛,韩淑慧.重大工程中国国有企业主导整合实现产业技术追赶机制[J].技术经济,2021,40(9):56-64.

- Wang Tao, Han Shuhui. The integration mechanism of industrial technology catching-up led by state-owned enterprises based on major projects[J]. *Journal of Technology Economics*, 2021, 40(9): 56–64. (in Chinese)
- [35] 宋立丰, 区钰贤, 王 静, 等. 基于重大科技工程的“卡脖子”技术突破机制研究[J]. *科学学研究*, 2022, 40(11): 1991–2000.
- Song Lifeng, Ou Yuxian, Wang Jing, et al. Research on the breakthrough mechanism of “Stuck Necking” technology based on major scientific and technological projects[J]. *Studies in Science of Science*, 2022, 40(11): 1991–2000. (in Chinese)
- [36] 周江华, 李纪珍, 刘子譔. 双重机会窗口下管理认知模式与创新追赶路径选择——以中国风电产业的后发企业为例[J]. *中国工业经济*, 2022, (3): 171–188.
- Zhou Jianghua, Li Jizhen, Liu Zixu. Innovation catching-up in simultaneous market and technology opportunity windows: The case study of latecomers in Chinese wind turbine industry[J]. *China Industrial Economics*, 2022, (3): 171–188. (in Chinese)
- [37] 李 敏, 周 洁, 曾 昊, 等. 后发企业如何获取竞争优势——金蝶董事长徐少春的生态思维探索[J]. *管理学报*, 2021, 18(10): 1423–1434.
- Li Min, Zhou Jie, Zeng Hao, et al. How do latecomers gain competitive advantage: Exploration of ecological management thought of Xu Shaochun, chairman of Kingdee[J]. *Chinese Journal of Management*, 2021, 18(10): 1423–1434. (in Chinese)
- [38] 彭新敏, 张祺瑞, 刘电光. 后发企业超越追赶的动态过程机制——基于最优区分理论视角的纵向案例研究[J]. *管理世界*, 2022, 38(3): 145–162.
- Peng Xinmin, Zhang Qirui, Liu Dianguang. The dynamic mechanism of latecomer firms in the beyond catch-up stage: A longitudinal case study from the perspective of optimal distinctiveness theory[J]. *Management World*, 2022, 38(3): 145–162. (in Chinese)
- [39] 吴晓波, 张馨月, 沈华杰. 商业模式创新视角下我国半导体产业“突围”之路[J]. *管理世界*, 2021, 37(3): 123–136, 9.
- Wu Xiaobo, Zhang Xinyue, Shen Huajie. Business model innovation perspective on how could China’s semiconductor industry to break out the blocks[J]. *Management World*, 2021, 37(3): 123–136, 9. (in Chinese)
- [40] 马 丽, 邵云飞. 二次创新中组织学习平衡与联盟组合网络匹配对技术能力的影响——京东方 1993~2018 年纵向案例研究[J]. *管理学报*, 2019, 16(6): 810–820.
- Ma Li, Shao Yunfei. The influence of the matching of the organizational learning balance model and alliance portfolio network on technical capability in secondary innovation: A case study on BOE in 1993–2018[J]. *Chinese Journal of Management*, 2019, 16(6): 810–820. (in Chinese)
- [41] 王 艳, 沈伶俐, 周小豪, 等. “创新-资本”互动共演与后发企业追赶——以药明康德为例[J]. *管理评论*, 2022, 34(6): 325–340.
- Wang Yan, Shen Lingyu, Zhou Xiaohao, et al. “Innovation-Capital” interaction and the catch-up of latecomers: The case of WuXi AppTec[J]. *Management Review*, 2022, 34(6): 325–340. (in Chinese)
- [42] 彭新敏, 刘电光, 徐泽琨, 等. 基于技术追赶过程的后发企业能力重构演化机制研究[J]. *管理评论*, 2021, 33(12): 128–136.
- Peng Xinmin, Liu Dianguang, Xu Zekun, et al. Research on the evolution mechanism of firms’ capability reconfiguration base on the process of technological catch-up[J]. *Management Review*, 2021, 33(12): 128–136. (in Chinese)
- [43] Razavi H, Jamali N. Comparison of Final Costs and Undervalues between Reverse and Forward Engineering Products[C]. 2010 Second International Conference on Engineering System Management and Applications, Sharjah: IEEE, 2010: 1–5.
- [44] 吕 铁, 江 鸿. 从逆向工程到正向设计——中国高铁对装备制造业技术追赶与自主创新的启示[J]. *经济管理*, 2017, 39(10): 6–19.
- Lü Tie, Jiang Hong. From reverse engineering to forward engineering: The implications of high-speed railway equipment industry on technological catch-up and independent innovation in the Chinese equipment manufacturing industry[J]. *Business and Management Journal*, 2017, 39(10): 6–19. (in Chinese)
- [45] Hobday M. East Asian latecomer firms: Learning the technology of electronics[J]. *World Development*, 1995, 23(7):

- 1171 - 1193.
- [46] 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.
Zhao Xiaqing, Xu Qingrui. The path of technological capability evolution[J]. Science Research Management, 2002, (1): 70 - 76. (in Chinese)
- [47] Altenburg T, Schmitz H, Stamm A. Breakthrough? China's and India's transition from production to innovation[J]. World Development, 2008, 36(2): 325 - 344.
- [48] 吴晓波. 二次创新的进化过程[J]. 科研管理, 1995, (2): 27 - 35.
Wu Xiaobo. The evolution process of secondary innovation[J]. Science Research Management, 1995, (2): 27 - 35. (in Chinese)
- [49] 张坚志, 朱方伟, 蒋兵. 消费电子企业技术发展路径的案例研究[J]. 中国软科学, 2008, (10): 23 - 30.
Zhang Jianzhi, Zhu Fangwei, Jiang Bing. A case study on the technological development path of consumer electronics enterprises[J]. China Soft Science, 2008, (10): 23 - 30. (in Chinese)
- [50] 蒋兵, 朱方伟, 张坚志. 后发国家消费电子企业核心关键技术发展路径研究[J]. 预测, 2010, 29(1): 1 - 7.
Jiang Bing, Zhu Fangwei, Zhang Jianzhi. Research on the development path of the core-component technology for the consumer electronics enterprise in late coming countries[J]. Forecasting, 2010, 29(1): 1 - 7. (in Chinese)
- [51] 盛世豪. 经济全球化背景下传统产业核心竞争力分析——兼论温州区域产业结构的“代际锁定”[J]. 中国软科学, 2004, (9): 114 - 120.
Sheng Shihao. Analysis on core competitiveness of traditional industrial cluster under the background of economic globalization: Also on “lock in” of regional industrial structure in Wenzhou[J]. China Soft Science, 2004, (9): 114 - 120. (in Chinese)
- [52] 陈爱贞, 刘志彪, 吴福象. 下游动态技术引进对装备制造业升级的市场约束——基于我国纺织缝制装备制造业的实证研究[J]. 管理世界, 2008, (2): 72 - 81.
Chen Aizhen, Liu Zhibiao, Wu Fuxiang. The market restriction of downstream dynamic technology introduction on the upgrading of equipment manufacturing industry: An empirical study based on China's textile sewing equipment manufacturing industry[J]. Management World, 2008, (2): 72 - 81. (in Chinese)
- [53] 杜江, 宋跃刚. 知识资本、OFDI 逆向技术溢出与企业技术创新——基于全球价值链视角[J]. 科技管理研究, 2015, 35(21): 25 - 30.
Du Jiang, Song Yuegang. Knowledge based-capital, OFDI reverse technology spillover and technological innovation of enterprises: Based on the perspective of global value chain[J]. Science and Technology Management Research, 2015, 35(21): 25 - 30. (in Chinese)
- [54] Kadarusman Y, Nadvi K. Competitiveness and technological upgrading in global value chains: Evidence from the Indonesian electronics and garment sectors[J]. European Planning Studies, 2013, 21(7): 1007 - 1028.
- [55] Gulati R, Nohria N, Zaheer A. Strategic networks[J]. Strategic Management Journal, 2000, 21(3): 203 - 215.
- [56] March J G. Exploration and exploitation in organizational learning[J]. Organization Science, 1991, 2(1): 71 - 87.
- [57] Cassiman B, Veugelers R. In search of complementarity in innovation strategy: Internal R&D and external knowledge acquisition[J]. Management Science, 2006, 52(1): 68 - 82.
- [58] Eisenhardt K M. Building theories from case study research[J]. Academy of Management Review, 1989, 14(4): 532 - 550.
- [59] Siggelkow N. Persuasion with case studies[J]. Academy of Management Journal, 2007, 50(1): 20 - 24.
- [60] Yin R K. Case Study Research: Design and Methods[M]. London: Sage, 2009.
- [61] 陈晓萍, 徐淑英, 樊景立. 组织与管理研究的实证方法[M], 北京: 北京大学出版社, 2002.
Chen Xiaoping, Xu Shuying, Fan Jingli. The Empirical Method of Organization and Management Research[M]. Beijing: Peking University Press, 2002. (in Chinese)
- [62] Ossenbrink J, Hoppmann J, Hoffmann V H. Hybrid ambidexterity: How the environment shapes incumbents' use of structural and contextual approaches[J]. Organization Science, 2019, 30(6): 1319 - 1348.
- [63] Fiss P C. Building better causal theories: A fuzzy set approach to typologies in organization research[J]. Academy of Management Journal, 2011, 54(2): 393 - 420.

Patterns of leading enterprises' innovation chain: A multi-case analysis based on different innovation scenarios

*YANG Zhong*¹, *HUA Lei*^{2*}, *YU Yi-yong*³, *JIN Dan*⁴, *SHAO Ji-you*⁵, *TIAN Ming-yu*⁶, *SONG Meng-lu*¹, *XU Ying*¹, *LI Jia*¹

1. School of Business, Nanjing University, Nanjing 210093, China;
2. School of Business, Linyi University, Linyi 276000, China;
3. School of Business, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China;
4. School of Management Science and Engineering, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044, China;
5. School of Business Administration, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing 210023, China;
6. School of Business Administration, Shandong University of Finance and Economics, Jinan 250014, China

Abstract: Accelerating the construction of leading enterprises' innovation chain is an important theoretical and practical issue in the development of Chinese science and technology. However, at present, there is a lack of in-depth research on the patterns of leading enterprises' innovation chain. This paper focuses on two important situational factors, product type and technological innovation path, and selects four Chinese leading enterprises in different scenarios as case enterprises. Through a multi-case comparative analysis of the innovation chain deployment processes of the case enterprises in their R&D of the key products, this paper explores the patterns of leading enterprises' innovation chain and their matching with the innovation scenarios. The results show that product type and technological innovation path have important impacts on the structural and operational characteristics of leading enterprises' innovation chain. By scanning the deployment processes of the leading enterprises' innovation chain in the data, the characteristics of leading enterprises' innovation chain under different scenarios are summarized from the perspectives of structure and operation of innovation chain, and four patterns of leading enterprises' innovation chain are extracted, which are: "symbiotic openness", "linear openness", "symbiotic aggregation" and "linear aggregation". Pattern matching technology is used to construct the correlation between the situational factors and the patterns of leading enterprises' innovation chain. The research conclusions can provide theoretical guidance for leading enterprises in different industries to effectively deploy their innovation chains according to their scenarios, and provide effective reference for the government to formulate relevant policies of innovation chain.

Key words: leading enterprises; innovation chain; pattern matching; product type; technological innovation path