

依托重大工程实现大中小企业 融通创新的路径及机制

——基于螺山长江大跨越特高压工程的案例研究

赵 晶 付珂语 刘玉洁 刘 博 张 慧

[摘要] 重大工程作为重大共性关键技术突破的重要平台，是大中小企业实现融通创新的有效载体。本文聚焦世界级难度的螺山长江大跨越特高压工程，采用案例研究方法，对依托重大工程实现大中小企业融通创新的路径及机制进行分析，研究发现：（1）依托重大工程实现融通创新的过程分为学习、应用、扩散三个阶段，并分别达成“合作结构建立—协同创新突破—价值溢出实现”三个目标；（2）在学习阶段，业主主导、中小企业被动跟随，通过技术要素集成、管理经验共享、建设运营共同体凝聚等方式建立合作结构；（3）在应用阶段，业主带领、中小企业主动创新，通过科研工程闭环、有组织技术创新以及“问题—检验—完善”等方式协同取得技术突破；（4）在扩散阶段，大中小企业共同配合，通过隐性管理知识外显传承、技术人才梯队协同培育以及前瞻产业技术布局等方式实现价值溢出。

[关键词] 重大工程；大中小企业；融通创新；价值溢出

一、引言

我国是全球唯一拥有联合国产业分类中全部工业门类的国家，已经形成规模庞大、配套齐全的产业体系，然而，我国产业体系的发展还存在一定局限性：一是部分环节存在“卡脖子”威胁，西方国家在技术领域筑起“小院高墙”围堵中国的技术追赶，因此，实现产业自主可控的创新升级能力亟须加强；二是全链条协同性不强，存在部门分割、区域分割的壁垒，企业间沟通渠道与平台需进一步构筑，2023年，中共中央、国务院印发的《数字中国建设整体布局规划》指出，要“健全大中小企业融通创新工作机制”；三是在制造业快速扩张的过程中，存在产业结构失调、对数据要

作者：赵晶，中国人民大学商学院教授，中国人民大学企业治理与国际化研究中心主任，zhaojing@rmbs.ruc.edu.cn；付珂语，中国人民大学商学院博士研究生，fukeyu@ruc.edu.cn；刘玉洁（通讯作者），中国人民大学商学院博士研究生，liuyujie@ruc.edu.cn；刘博，全球能源互联网集团有限公司正高级工程师；张慧，国家电网有限公司特高压建设分公司高级政工师。

* 本文系国家自然科学基金面上项目“跨国情境下企业社会责任披露研究”（71972178）、国家电网“集团管控效能评价与管理优化关键技术研究”（1400-202157225A-0-0-00）、国家电网“‘双碳’背景下特高压品牌工地建设研究与实践”（SGTYHT/21-WT-255）的阶段性成果。感谢《中国人民大学学报》“化解‘卡脖子’难题，促进产业链创新升级”案例研究专题研讨会评审专家的建设性修改意见，文责自负。

素在制造业智能化中的作用关注不高^①、环境污染严重等问题，产业链现代化水平仍待提升^②。

党的二十大报告指出，通过实施产业基础再造工程和重大技术装备攻关工程建立现代产业体系。^③ 重大工程作为重大共性关键技术突破的重要平台，是产业链技术水平与管理能力实现创新升级的关键载体，是大中小企业实现融通创新的有效途径。重大工程具有投资规模巨大、环境与技术复杂、建设与生产周期长、各主体间协调难度高、创新需求强等特征^④，需要科研攻关、工程设计、现场建设、物资供应、商业转化等上下游产业链上企业、高校、科研院所、政府等主体间的密切合作，最终形成联系紧密、交互演化的独特产业生态系统。^⑤ 重大工程已经成为带动世界各国产业核心竞争力提升的关键因素。美国“阿波罗”计划建立了庞大的航天工业和技术体系，促进了一系列高新技术产业快速发展；英国希思罗机场集反无人机系统、云计算、AI决策辅助等开创性技术于一身，引领国际机场产业的数字化转型；德国通过布局建设大型绿氢工厂，助推从氢气生产、管道建设、燃料运输到工业应用的能源产业链绿色高质量发展。中华人民共和国成立70多年来，以原子弹、人造卫星、运载火箭、载人航天、特高压输电工程、大飞机、高铁、三峡工程等为代表的一批重大工程，带动了上下游企业、高校、科研院所等共同实现技术突破，推动了相关工业制造产业链的纵向整合与技术追赶，持续带动其所在产业链创新升级。然而，在学理层面，尚未有研究深入剖析重大工程如何助推产业链创新升级及企业间融通创新。因此，需要以案例研究揭示其中的过程逻辑，丰富产业链创新领域的学术理论，为重大工程更好发挥带动引领作用提供实践参考。

特高压输电工程是以1000千伏交流和±800千伏及以上直流输电技术为基础，囊括基础研发、设备制造、建设运维等产业链环节，具有技术攻关难度大、工程优化平衡要求高、设备自主研制挑战大、工程管理统筹协调难度大等特点的国家重点整体性工程。目前，我国已有33条已经投运的特高压线路及17条完成前期工作或在建的特高压线路，本文选取特高压输电工程建设中具有独特性、代表性、先进性的螺山长江大跨越特高压工程作为研究对象。本文研究团队长期深耕电力装备领域的重大工程，通过课题合作、项目研讨、实地调研、专家访谈等方式，与螺山长江大跨越特高压工程项目团队以及其直管公司国家电网有限公司特高压建设分公司（下文简称国网特高压建设公司）建立了深度的联系。研究团队采用质性研究方法，揭示重大工程如何带动大中小企业融通发展，研究成果丰富了重大工程创新、产业创新生态系统的相关理论，并为重大工程在高端装备等领域带动产业链创新升级提供实践参考价值。

二、文献综述与理论基础

（一）重大工程创新

重大工程具有显著的独特性和复杂性，其投资大、生命周期长、相关利益者众多，呈现出技术复杂、主体交融、阶段动态的特性，其创新亦具有多主体、非线性、动态性、集成性的复杂创新系统特征。^⑥ 重大工程技术创新不同于一般企业技术创新，具有创新主体间相互嵌套，在可研、设

① 黄阳华：《工业革命中生产组织方式变革的历史考察与展望——基于康德拉季耶夫长波的分析》，载《中国人民大学学报》，2016（3）。

② 中国社会科学院工业经济研究所课题组：《提升产业链供应链现代化水平路径研究》，载《中国工业经济》，2021（2）。

③ 习近平：《高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告》，载《人民日报》，2022-10-26。

④ 刘云等：《国家重大工程背景下的颠覆性创新模式探究》，载《科学学研究》，2019（10）。

⑤ 金治州等：《重大工程创新生态系统共生逻辑及治理》，载《管理科学学报》，2022（5）。

⑥ J. Lehtinen, et al. "Megaprojects as Organizational Platforms and Technology Platforms for Value Creation". *International Journal of Project Management*, 2019, 37（1）: 43-58；曾赛星等：《重大工程创新生态系统演化及创新力提升》，载《管理世界》，2019（4）。

计、施工、运维等全生命周期阶段创新主体动态更替的特征。^① 单纯的自主创新和开放式创新已无法满足重大工程的复杂性需求，而具有集成创新属性和复杂演化特征的创新生态系统成为目前重大工程创新的重要形态。

与一般的创新体系相比，创新生态系统强调创新要素的有机聚集，包括创新制度、创新政策和创新文化等环境要素，从而形成创新主体多样、创新网络健全、创新要素完备的系统，具有动态演化和自组织生长的特性。^② 重大工程创新生态系统是重大工程技术创新过程中，创新主体为重大工程面临的技术挑战寻求有效解决方案所形成的多主体联系紧密、交互演化的系统，其创新主体之间表现为共生、竞争和合作三种关系模式，在全生命周期不同阶段通过不同创新范式以满足重大工程创新需求。^③

重大工程创新生态系统方面的研究主要侧重于生态系统内部各主体的相互作用关系，以及是如何推动整个系统提升创新能力的。Wynn 等指出成功的创新生态系统是创新主体、创新组织与外部运行环境等关键要素有序结合形成的高效合作网络。^④ 张贵和刘雪芹等从生态学的视角研究认为，生态系统内部创新组织之间的追赶竞争力、合作外溢力、环境根植力以及外部扰动力是整个系统不断螺旋上升和演化的重要推动力。^⑤ 赵晶等基于产业创新生态系统理论视角，提出大型央企在重大工程中扮演产业链链长角色，掌握核心关键技术，通过资源整合协同其他主体共同创新。^⑥

重大工程创新虽极具挑战性和风险性，但一旦创新成功实现会对整个产业生态系统产生显著的驱动效果。路风通过对中国高铁的案例研究，揭示高铁伟大成就背后的深层次原因，并指出高铁作为大系统集成者将经济、政治和社会需求以及技术变化可能性结合起来，实现了系统层次的自主创新。^⑦ 柳卸林等指出我国重大工程创新方面遇到的挑战，提出加强自下而上的创新模式、提高基础研究比例、确立企业为创新驱动发展的主体、强调创新性人才战略等对策，努力实现创新驱动发展。^⑧ 还有学者对中国北斗卫星工程、港珠澳大桥跨海工程等重大工程实践进行了研究探索，研究结论可以总结出重大工程在“创新驱动发展”过程中具有引领作用，对于科技创新功不可没。^⑨

（二）产业创新生态系统

重大工程创新嵌套在整个产业创新生态系统内，是实现融通创新的重要载体。产业创新生态系统由企业、供应商、分销商、产品与服务制造商、技术提供者等创新主体共同构成，主体企业为了完成技术创新活动，按照合作共赢、共同生存的原则实现协同目标，系统内部参与者共生，在不同的发展阶段创新主体共生模式和演化特征不同。^⑩ 而融通创新是当前创新生态系统研究中新提出的概念，是一种通过资源融合互补、知识协同共享、价值共创共得而实现不同主体协同创新的跨组织

① C. Brockmann, et al. "Innovation in Construction Megaprojects". *Journal of Construction Engineering and Management*, 2016, 142 (11): 04016059.

② 曾国屏等：《从“创新系统”到“创新生态系统”》，载《科学学研究》，2013（1）。

③ A. Davies, et al. "Innovation in Megaprojects: Systems Integration at London Heathrow Terminal 5". *California Management Review*, 2009, 51 (2): 101 - 125.

④ Donald E. Wynn, Jr., et al. "Making Open Innovation Ecosystems Work: Case Studies in Healthcare". *IBM Center for the Business of Government*, 2015, 49: 377 - 387.

⑤ 张贵、刘雪芹：《创新生态系统作用机理及演化研究——基于生态场视角的解释》，载《软科学》，2016（12）。

⑥ 赵晶等：《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》，载《管理世界》，2022（5）。

⑦ 路风：《冲破迷雾——揭开中国高铁技术进步之源》，载《管理世界》，2019（9）。

⑧ 柳卸林等：《寻找创新驱动发展的新理论思维——基于新熊彼特增长理论的思考》，载《管理世界》，2017（12）。

⑨ 麦强等：《重大航天工程整体性、复杂性及系统融合：北斗卫星工程的实践》，载《管理世界》，2019（12）；林鸣：《建造世界一流超大型跨海通道工程——港珠澳大桥岛隧工程管理创新》，载《管理世界》，2020（12）。

⑩ S. Zahra, and S. Nambisan. "Entrepreneurship in Global Innovation Ecosystems". *AMS Review*, 2011, 1 (1): 4 - 17.

合作创新模式。^①

从产业创新生态系统的构成来看,创新主体与所处自然、社会和经济环境构成了复杂网络^②,创新主体在生态系统中相互传递知识思想,彼此互相推动形成创新发展的源动力^③。产业创新生态系统的运行涉及内部各相关主体活动,包括政府决策、企业经营、科研活动以及自然、社会环境等诸多方面的影响,主体活动之间的有机交互是技术创新的前提和条件。Adner & Kapoor 从复杂网络的角度提出系统创新主体由核心企业、上游供应商、下游供应商和客户这四大要素构成,其通过紧密协作共同构成复杂网络。^④

在产业创新生态系统的创新机制方面,学者们提出了利益分配机制、网络协同机制、知识扩散机制等。^⑤ Boschma & Ter Wal 研究表明创新生态系统中企业间存在复杂交织的网络关系,企业嵌入本地及外部创新网络都会促进其创新绩效。^⑥ Leten 等研究发现,隐性知识传递和共享能够对创新生态系统内主体企业发展产生积极的促进作用。^⑦

关于产业创新生态系统与融通创新的关系,有少部分学者进行了探索。融通创新发展有利于推动传统产业升级^⑧,融通创新模式下各类创新主体形成优势互补、资源共享、互利共赢、价值共创的创新生态体系,通过寻求全新的创新范式以实现各类创新主体之间以及各种创新要素之间的融合互通,推动产业创新生态系统中创新链与产业链的深度融合与相互支撑,最终实现“卡脖子”技术突破。^⑨ 但当前研究鲜有从融通创新视角展开产业创新生态系统的综合研究,对于产业创新生态系统中大中小企业之间相互协作的前因和机制关注不足,为本文留下了研究空间。

综上所述,现有研究对重大工程创新、产业创新生态系统等领域进行了一定的探索,为本文的研究奠定了基础。但鲜有研究探究重大工程创新的各阶段对于工程产业链上的大中小企业融通创新的具体作用和影响机制。这也正是本文关注的研究问题。重大工程进行复杂创新活动的过程中,面临哪些关键阶段与重点问题,如何解决这些问题?工程链条上大中小企业的创新活动是否受其影响,如何影响?这些问题都有待于我们通过案例研究探寻背后的规律,从而为重大工程创新及大中小企业融通创新提供理论支持与实践指导。

三、案例背景与研究设计

(一) 案例背景

1. 螺山长江大跨越特高压工程介绍

螺山长江大跨越特高压工程是南阳—荆门—长沙特高压交流工程跨越长江、连接湘鄂两省的重要节点,是世界上输电线路施工难度最大的工程之一。工程于2021年5月31日开工,并于2022年10月启动投运。工程以“耐一直一直—耐”方式跨越长江,高度与重量均为特高压工程跨越之

① 陈劲等:《融通创新的理论内涵与实践探索》,载《创新科技》,2020(2)。

② M. Iansiti, and R. Levien. "Strategy as Ecology". *Harvard Business Review*, 2004, 82(3): 68-78.

③ V. Luoma-aho, and S. Halonen. "Intangibles and Innovation: The Role of Communication in the Innovation Ecosystem". *Innovation Journalism*, 2010, 7(2): 1-20.

④ R. Adner, and R. Kapoor. "Innovation Ecosystems and the Pace of Substitution: Re-examining Technology S-curves". *Strategic Management Journal*, 2016, 37(4): 625-648.

⑤ S. Gensemer, and K. Kanagaretnam. "Alliances and Cost Declaration". *Managerial and Decision Economics*, 2004, 25(3): 121-136.

⑥ R. Boschma, and Anne L. J. Ter Wal. "Knowledge Networks and Innovative Performance in an Industrial District: The Case of a Footwear District in the South of Italy". *Industry and Innovation*, 2007, 14(2): 177-199.

⑦ B. Leten, et al. "IP Models to Orchestrate Innovation Ecosystems: IMEC, a Public Research Institute in Nano-electronics". *California Management Review*, 2013, 55(4): 51-64.

⑧ 刘众、杨永红:《融通创新促进传统产业升级的现实蕴意和路径抉择》,载《价格理论与实践》,2022(6)。

⑨ 陈劲、阳镇:《融通创新视角下关键核心技术的突破:理论框架与实现路径》,载《社会科学》,2021(5)。

最，两座跨越塔同为世界上最高、最重、塔头尺寸最大的特高压铁塔，同时也是世界上最高的纯钢管主材的铁塔。螺山长江大跨越特高压工程建成后将打通湘鄂间电力交换通道，电力出入湖南省的能力将提升约 40%。

2. 螺山长江大跨越特高压工程主要特征

作为世界级的输电线路特高压工程，螺山长江大跨越特高压工程具有工程创新性强、工程难度大、工程质量精度要求高以及建设环境复杂的显著特征。螺山长江大跨越特高压工程在特高压领域首次突破 300 米以上的高塔组立，建成世界上最高空心钢管塔。在施工方面，300 米以上高塔组立、2 400 米以上跨越长江施工在行业内施工经验并不充分，无标准工艺可以借鉴使用。高空作业量大，安全风险突出，湖南侧跨越塔位于密集房屋区，需要确保安全防护万无一失。对钢管安装精度、钢管塔杆件挠度控制、螺栓紧固要求极高，需要更先进的管控手段助力工程建设。工程地处长江经济带核心区域，两侧跨越塔因长江天堑分属湖南、湖北两省，常规的巡查方式不利于现场管控。长江流域自然条件多变，高空微气象复杂，环境监测亟须依托数字化手段加强。跨江段涉及白鳍豚、江豚保护区，环水保管控要求严苛。

3. 螺山长江大跨越特高压工程的产业链体系

螺山长江大跨越特高压工程由国家电网有限公司（下文简称国网）总部负责决策管控，在科研攻关、工程设计、现场建设、物资生产与供应、试验调试以及线路运行等环节，由中国电力科学研究院、国网北京经济技术研究院、国网信息通信股份有限公司、国网物资有限公司、国网电力科学研究院、国网湖南省电力有限公司超高压输电公司（下文分别简称中国电科院、国网经研院、国网信通公司、国网物资公司、国网电科院、国网湖南超高压输电公司）等进行牵头，与浙江省建设机械集团（下文简称浙江建机）、中国能源建设集团浙江省电力设计院有限公司、山东送变电工程有限公司、山东电工电气集团有限公司、北京洛斯达科技发展有限公司、紫光软件系统有限公司等企业展开合作。

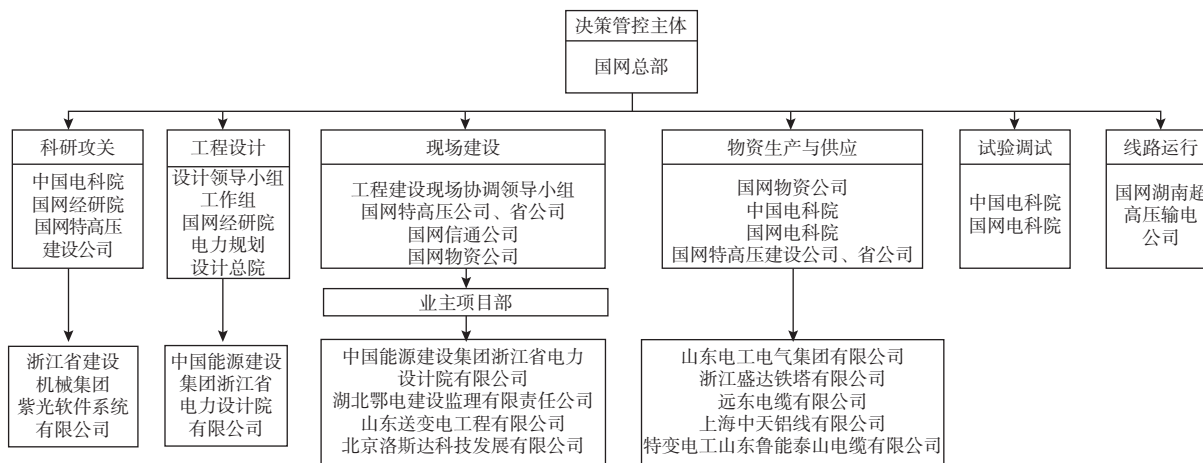


图 1 螺山长江大跨越特高压工程总体建设管理产业链体系图

（二）研究设计

1. 研究方法

本文采用探索性单案例研究方法探究依托重大工程实现大中小企业融通创新的路径及机制，原因如下：首先，本文关注的研究问题是“如何”依托重大工程实现大中小企业融通创新，以及内在的机制是“什么”，试图厘清重大工程在大中小企业融通创新中扮演何种角色、起到什么作用，而案例研究能够深入探寻现象背后的理论规律，正适合回答“是什么”以及“怎么做”此类过程和机

理性问题。^①其次,由于重大工程助推大中小企业融通创新的过程较为复杂,涉及的环节较多,采用探索性单案例研究可以更为详尽地展现案例内容,对案例发生的过程进行“深描”,有助于揭示案例现象背后的理论及规律,通过深入探讨重大工程对于大中小企业融通创新的过程机制达到理论建构的目的。

2. 案例选择

在案例选择方面,按照理论抽样的方法,遵循典型性和极端性原则^②,螺山长江大跨越特高压工程项目是较为合适的研究样本。第一,螺山长江大跨越特高压工程是世界上输电线路施工难度最大的工程之一,其工程要求高、创新性极强,满足了案例选择的极端性原则。第二,螺山长江大跨越特高压工程的创新实践丰富,显著提升了大中小企业的融通创新能力与技术水平,是符合本文研究问题的典型性案例。第三,从案例数据完整性和可获得性来看,本文作者包括:螺山长江大跨越特高压工程的主要负责人和参与人,他们对于该工程有直接深入的认识;还有长期调研、跟踪国网及国网特高压建设公司,并承担了该工程相关课题项目的研究人员,他们积累了丰富的重大工程科研项目的研究基础。作者团队曾前往湖南省岳阳市临湘市螺山长江大跨越工程建设现场进行实地调研,同时与相关专家进行了多轮访谈,对该工程案例的具体信息有了比较全面系统的掌握。因此本研究案例具备信息可信度和信息充裕度。

3. 数据收集

本研究的数据收集可大致分为三个阶段:

第一阶段为2021年10月至2021年12月。研究人员持续关注“重大工程创新”“融通创新”等前沿研究与现实问题,并通过参与国网的科技攻关课题系统了解了特高压工程的发展历程、各参与企业的特征等,初步积累了重大工程创新的相关资料,包括文献、新闻报道和企业内部资料等。

第二阶段为2022年1月至2022年7月。本文研究团队在参与国网特高压建设公司研究课题过程中,重点了解和收集了螺山长江大跨越特高压工程的详细资料,并与国网特高压建设公司等单位的领导、管理骨干、技术骨干、行业专家等进行多次正式与非正式的访谈与交流。这一阶段研究人员明确了以螺山长江大跨越特高压工程为单案例样本的研究设计,将研究问题和访谈内容聚焦于重大工程对大中小企业融通创新的作用。

第三阶段为2022年7月至2022年11月。本文研究团队赴临湘市实地调研考察螺山长江大跨越特高压工程,对工程各参与方进行深度访谈,包括国网特高压建设公司业主项目部、山东送变电工程有限公司施工项目部、紫光软件系统有限公司等,并不断就案例细节与相关专家咨询迭代,最终形成完整的案例信息。

本文在数据收集时对多种数据来源和多个访谈者进行“三角验证”,以确保研究的信度和效度。^③数据来源主要有三种:(1)一手数据来自半结构化访谈,主要访谈对象见表1;(2)内部二手数据包括《螺山长江大跨越工程工地第一至十一次例会汇报材料汇编》等;(3)外部二手数据来自公开资料,如书籍、学术论文、政策文件、官方和权威媒体报道等。数据来源详情见表2。

表1 访谈基本信息汇总

访谈时段	访谈次数	访谈对象	访谈总人次	访谈总时长
2021年10月至 2021年12月	4次	国网特高压建设公司管理人员(4人)、高级工程师(4人);国网能源研究院首席专家(1人)、高级研究员(5人)	14人	30小时

① K. Eisenhardt. "Building Theories from Case Study Research". *Academy of Management Review*, 1989, 14 (4): 532-550.

② A. Pettigrew. "Longitudinal Field Research on Change: Theory and Practice". *Organization Science*, 1990, 1 (3): 267-292.

③ B. Glaser, and A. Strauss. *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. Routledge, 2017; R. Yin. *Case Study Research: Design and Methods*. John Wiley & Sons, Ltd, 2010.

续前表

访谈时段	访谈次数	访谈对象	访谈总人次	访谈总时长
2022 年 1 月至 2022 年 7 月	6 次	国网特高压建设公司管理人员（3 人）、高级工程师（4 人）；国网二级公司（直属单位）管理人员、技术人员（6 人）	13 人	25 小时
2022 年 7 月至 2022 年 11 月	6 次	工程现场：业主方国网特高压建设公司管理人员（4 人）；施工方山东送变电工程有限公司管理人员（2 人）；监理方湖北鄂电电气集团有限公司管理人员（2 人）；国网能源研究院高级研究员（5 人）；国网信通公司管理人员（1 人）；国网物资公司管理人员（1 人）	15 人	24 小时

表 2 数据来源	
数据来源	数据分类
访谈数据	工程业主项目部（国网特高压建设公司）访谈，工程施工项目部（山东送变电工程有限公司）访谈，工程监理项目部（湖北鄂电电气集团有限公司）访谈，国网能源研究院、国网信通公司、国网物资公司等访谈，国网特高压建设公司内部研讨会
内部资料	《螺山长江大跨越工程工地第一至十一次例会汇报材料汇编》《“党建+特高压建运质效共同体”建设实施方案》《螺山大跨越建设管理纲要》《国网特高压建设公司内部工作报告》《国网特高压建设公司工程建设管理总结》
公开资料	书籍：《螺山长江大跨越宣传手册》《大国工程》《走进特高压》等 学术论文：与特高压工程产业链、螺山长江大跨越特高压工程相关的文献、报告等 新闻报道：政府报告、政策文件、与螺山长江大跨越特高压工程相关的媒体报道

4. 数据分析

本文基于扎根理论，分三步对文本数据进行编码与归纳。^① 第一步，整理访谈数据和二手资料导入 nvivo 软件，通读所有数据，对涉及的重大工程创新实践进行开放式编码，归纳出典型特征形成一级编码。例如，根据工程内部研讨会访谈资料，“我们基本上每周或者隔周就要举办一次螺山夜校，请一些行业知名专家给我们做专业性的讲解”，得到“构建平台定期进行交流”的一级概念。第二步，进行主轴编码，将一级概念归纳为二级主题，此过程不断在数据、概念和文献中迭代，直到提炼出足够的二级编码。例如，将“产业链上游企业预合作”“业主主导质量管理体系”“联合研发、共同持有专利”等提炼为“有组织技术创新”。第三步，将二级主题归纳聚合为三级层面，形成“合作结构建立—协同创新突破—价值溢出实现”三阶段理论模型，总结出依托重大工程实现大中小企业融通创新的路径和机制。分级编码情况参见表 3。

表 3 分级编码表			
聚合概念	二级编码	一级编码	证据举例
学习—合作结构建立	技术要素集成	构建平台定期进行交流 组织产业链专家解决技术难题 整合各方资源形成完整方案	我们基本上每周或者隔周就要举办一次螺山夜校，当遇到工程中的技术管理难题时，我们就会通过螺山夜校来请一些行业知名专家、设计厂家或者公司内部的知名专家做专业性的讲解。（工程内部研讨会，2022 年 8 月） 我们在湖南侧施工的时候遇到串珠状的溶洞，这是对基础施工很不利的一个地址，当出现这些问题的时候，我们就会组织外部各个单位的专家，一起研讨。（施工项目部访谈，2022 年 9 月） 这种机制在我们这里很常见，当出现问题之后，马上就能形成这样一种机制来一起探讨或者解决问题。业主单位整合资源能力比较强，管得多管得细，很有前瞻性。（施工项目部访谈，2022 年 9 月）

^① J. Corbin, et al. “Grounded Theory Research: Procedures, Canons, and Evaluative Criteria”. *Qualitative Sociology*, 1990, 13 (1): 3-21.

续前表

聚合构念	二级编码	一级编码	证据举例
学习— 合作结构 建立	管理经验 共享	开展“月计划、周协调、日管控” 实施“腿长制”正反激励 依据信息优势 展开合作	这个工程还有一个很重要的特点是它是国网特高压建设公司直管工程，他们的专业性和对细节的把控，包括月计划、周协调、日管控的管理要求，他们的管理经验、对工程的把握，以及他们的业务水平都是很高的。（监理项目部访谈，2022年9月） 我们充分学习其他电力建设工程项目经验，实施“腿长制”强化风险作业现场管控，按月进行积分公示，严格执行违章责任追究和考核，进行正反向激励，将班组安全责任压紧压实。（施工项目部访谈，2022年9月） 包括对工程的前瞻性把握，原来他们在全国各地的工程做技术支撑，因此对工程非常熟悉，对每家送变电的特点，以及各种优势，也都很了解，他们把多年的管理经验都运用到工程的管理中。（施工项目部访谈，2022年9月）
	建设运营 共同体凝聚	开展定期会商 与交换意见 建议 联合开展战略 人才培养 促进党建与业务 融合	我们与产业链上其他施工经验丰富的本地单位开展合作，针对工程建设不同时期的主要工作重点、工作推进过程中遇到的梗阻、人员协作方面遇到的痛点，组织双方党员干部和相应人员进行交流沟通，确保对接畅通、工作顺畅。（特高压工地课题会，2022年5月） 挑选业务骨干组成由1名建设管理人员和1名运维人员组成的若干“1对1”小组，取长补短，共同提升。（特高压工地课题会，2022年5月） 双方党组织开展共同体建设工作和业务工作经验交流总结会，总结共同体建设的创新成果和实践经验，加强课题研究协作，深化巩固工作成效。（《“党建+特高压建运质效共同体”建设实施方案》，2022年3月）
应用— 协同创新 突破	科研工程 闭环	为科研试点提供 应用场景 持续迭代更新 产品版本	螺山大跨越将建成世界上最高的特高压输电铁塔，也是世界上最高的空心输电钢管塔，为新装备、新技术以及数字新基建的科研提供了应用场景。（《螺山长江大跨越特高压工程建设纪实》，2021年9月） 在BIM产品的试点过程中，业主、施工、监理等各方也相应地提出了建议，为产品的不断完善提供了方向。（螺山长江大跨越工地例会，2021年9月）
	有组织 技术创新	产业链上游企业 预合作 业主主导质量管理体系 联合研发、共同 持有专利	我们的工程之所以主塔现在这么顺利，与前期抱杆的设计融入我们的需求有很大的关系，在前期设计阶段提早介入，给厂家提了一些非常有针对性的改进建议和意见。（工程内部研讨会，2022年8月） 建立业主管控和厂家管控高效协同的质量管理机制。从技术、管理等方面采取综合保障措施，着力保障质量体系有效运行，全力保障国产设备批量生产质量稳定性。（《螺山长江大跨越建设管理纲要》，2021年8月） 这个塔是我们线路工程特有的，首先是对于主塔装备全新研发了超大型抱杆，吊幅40米，吊重20吨，最大顶升高度为440米，这个抱杆基本上可以说是达到国际先进水平，研究的时候并不是全部委托他们，我们也深度参与，共同持有专利。（工程内部研讨会，2022年8月）
	问题— 检验— 完善	基层问题驱动 研发 技术应用即时 检验 技术反馈跟进 完善	在前期讨论的过程中，有员工提出螺栓的安全问题，因为以前出过一些事情，大概是螺栓小螺帽大，实际上它咬的不是那么紧。后来大家全面规范螺栓，包括供材的质量问题，但是工地上怎么防止错拿错用，其实我们研究认为这是可以通过技术手段来解决的。（工程内部研讨会，2022年8月） 我们这些发明基本上很快就可以有应用的场景，智慧扳手研发出来后就立即用来加强螺栓紧固质量管控，积极运用智能扭矩扳手加强螺栓紧固质量检查，提升了螺栓紧固效果。（螺山长江大跨越工地例会，2022年5月） 我们根据实际使用的场景进一步跟进智能扭矩扳手后续功能。根据最新功能要求，推动完成后续功能开发。针对跨越塔螺栓种类及数量多的结构特点，采用数控充电式定扭矩电动扳手及检测扳手，能够实现对每种型号螺栓设定扭矩值进行实时监测，能根据需要远程传输施工者的工号、使用时间、使用地点等信息。配置摄像头，能够自动识别套筒的形状、尺寸及套筒标记，提升施工精度与效率。（《螺山长江大跨越宣传手册》，2022年7月）

续前表

聚合构念	二级编码	一级编码	证据举例
扩散— 价值溢出 实现	隐性管理 知识外显 传承	打造样板工程 2.0 “五库一平台” “最佳实践” 模板 品牌工地 开放日	在工程伊始我们就确立了打造新时代特高压样板工程 2.0 的目标，在这个过程中我们需要坚持目标导向和问题导向，系统总结特高压建设、运行经验，在系统、设备、设计、施工、管理等方面将本工程打造为新时代“特高压升级版”样板工程。（《螺山长江大跨越建设管理纲要》，2021 年 8 月） 我们记录了铁塔组立每段每吊就位的过程，制作了新型抱杆全过程教学视频，积累了现场施工的第一手资料，将这些学习资料上传至特高压技术标准库与知识管理的“五库一平台”（技术标准库、规程规范库、标准工艺库、典型经验库、典型案例库和知识管理平台），共享传承经验。（《螺山长江大跨越宣传手册》，2022 年 7 月） 根据大跨越基础、组塔、架线施工三阶段，开展过程工程总结工作，不断根据实际落实效果总结提升优化，在过程中培养参建人员创新解决问题的思路。工程结束后，高质量推进工程成果总结，为特高压工程建设提供“最佳实践”。（工程内部研讨会，2022 年 10 月） 特高压品牌工地是由党建引领、生态保护、主体协同、科技驱动、品质铸造五个关键维度构成的特高压工程工地要素系统。在全行业范围内推广品牌工地优秀经验，交流品牌建设经验。（工程内部研讨会，2022 年 11 月）
	技术人才 梯队协同 培育	产业领军工程师培育 青年储备人才 师徒制传承 基层员工数字化技能提升	建立科学的人才培养机制，构建人才培养交流平台，培养一批工程建设及管理方面的领军工程师人才。根据工程进展情况定期组织人才交流，组织现场参观学习，组织相关专家开展讲座，以及组织参加相关工程论坛等。（工程内部研讨会，2022 年 11 月） 综合考察人员能力、素养、责任心，优选 13 名专业导师。经充分征求导师、徒弟双方意愿，综合考虑人员专业背景、发展方向、性格特点，螺山长江大跨越特高压工程三组新老员工确认师徒关系，并通过师带徒手把手传承经验的方式，引导青年储备工匠的成长。（工程内部研讨会，2022 年 9 月） 操控设备对工人提出了更高的要求，但是因为设备的先进性，它减少了工人的劳动强度。这些设备都是用户友好的，工人都在学。员工的能力也在提升，随着高级设备的使用，施工团队自身的智能化水平提升了，自然就带动了整个行业的技术水平。（工程内部研讨会，2022 年 8 月）
	前瞻产业 技术布局	5D 沉浸式培训系统 全景式监控指挥平台 生态环境评价体系	创新搭建大跨越工程 5D 沉浸式培训系统，对施工过程技术、质量、安全等关键点进行沉浸式培训，有效提升培训效果。（螺山长江大跨越智慧工地建设材料，2022 年 11 月） 工地充分应用搭建的智慧建设管控平台，转变传统的安全管理思维，发挥远程监控、智能预警等辅助决策模块作用，提高远程安全管理能力，通过数字化升级不断完善项目全过程安全管理，为特高压电网建设提供“智慧方案”。（螺山长江大跨越工地例会，2021 年 5 月） 在施工过程中实施低碳化的建设技术，构建了“压力—状态—响应”（PSR）模型。剖析影响生态环境的压力指标，基于这些压力指标分析对于生态环境的状态影响，给出状态指标，最后根据状态给出具体的响应措施。（特高压工地课题会，2022 年 3 月）

四、螺山长江大跨越工程助推大中小企业融通创新的路径及机制

（一）学习：合作结构建立

在工程建设的学习阶段，由业主主导、中小企业被动跟随，大中小企业间通过技术要素集成、管理经验共享、建设运营共同体凝聚等方式建立了合作结构。

1. 技术要素集成

螺山长江大跨越特高压工程业主国网特高压建设公司通过构建平台定期与其他中小企业进行交流、组织产业链专家解决技术难题，最终整合各方资源形成具有前瞻性的完整方案，为项目的顺利

推进提供了技术基础。项目团队通过创办“螺山夜校”，解决施工过程中实际遇到的难题，项目团队在湖南侧施工的时候遇到串珠状的溶洞等对施工不利的地址时，项目团队组织地质专家解决问题，在抱杆方面遇到技术问题时，找到了产业链上其他供应商企业的技术专家进行协商研讨。

2. 管理经验共享

工程业主将产业链上过往项目的管理经验进行聚合与复用，借鉴了自身以及其他企业在全国各地的工程项目管理经验，为项目顺利完成提供技术支撑。工程业主对于项目进行精细把控，结合螺山长江大跨越特高压工程的特点，业主项目部按照“月计划、周安排、日管控”管理要求，定期组织监理及施工人员梳理重点工作、查找工作漏洞、细化具体措施。在调研访谈时，施工、监理单位负责人多次提到，“业主单位整合资源能力强，管得很细，介入很深，业主经理亲自给项目成员讲课，这在我们以往参与的其他项目是没有的，业主的主导对于带动各方主体协同具有很强的示范作用”。实施“腿长制”强化风险作业现场管控，对塔腿负责人按月进行积分公示，严格执行违章责任追究和考核，进行正反向激励，将班组安全责任压紧压实。同时，业主充分掌握产业链上其他企业的特点及优势，为项目合作方的选择与合作的顺利开展奠定了信息与资源优势。

3. 建设运营共同体凝聚

螺山长江大跨越特高压工程的业主单位通过与产业链内其他施工经验丰富的本地企业构建产业链建设运营共同体的方式，充分发挥现场单位之间的协同联动作用。螺山长江大跨越特高压工程与其他施工单位开展不限次数的定期问题会商，深度推进建设施工、设备安装、跟踪验收、资料移交、调试投运等工作。与产业链上其他主体协作联合开展战略人才培养，相互开展至少一次业务培训，双方根据自身主要工作内容和共同协商，确定相互培训的主题和内容，由党员骨干开展理论授课讲解或现场实操培训，共同学习提升业务水平。双方挑选业务骨干组成由1名建设管理人员和1名运维人员组成的若干“1对1”小组，在工作中相互学习对方好的管理思路、管理方法、管理经验，取长补短，达到共同提升的目的。依托党组织开展经验交流，双方党组织开展共同体建设工作和业务工作经验交流总结会，总结共同体建设的创新成果和实践经验，加强课题研究协作，深化巩固工作成效。

（二）应用：协同创新突破

在工程建设的应用阶段，由业主带领、中小企业主动创新，大中小企业间通过科研工程闭环、有组织技术创新以及“问题—检验—完善”等方式协同取得技术突破。

1. 科研工程闭环

螺山长江大跨越特高压工程将建成世界上最高的特高压输电铁塔，也是世界上最高的空心输电钢管塔，为新装备、新技术以及数字新基建的科研提供了应用场景，推进相关需求的试点，并在试点过程中不断进行产品的迭代更新。螺山长江大跨越作为建筑信息模型（BIM）的试点工程，设计公司浙江省电力设计院搭建了相应的精细化模型，在大跨越工程中实现了应用。在BIM产品的试点过程中，业主、施工、监理等各方相应地提出了建议，为产品的不断完善提供了未来方向。设计方对精细化模型建立相应规范，将模型应用范围扩大，并在施工、管理、运行等各流程中寻找应用场景，进行相对应的开发，将数字化加工的效益最大化。BIM产品打磨完成后在国网特高压建设公司普通线路中的部分塔型逐步开展，根据实际试用情况，不断迭代更新版本，实现了科研工程的闭环体系。

2. 有组织技术创新

螺山长江大跨越特高压工程的独特性，对电力电气设备提出了更高的要求，在项目前期即确定了要研制一批特高压升级版施工机具的目标。在前期，国网特高压建设公司提早介入产业链上游合作企业设计环节，在开工前给厂家提了非常有针对性的改进建议和意见。保证了安全及施工效率，同时也考虑了抱杆在以后其他工程的继续使用，节省了公司费用，体现了业主在设备管理上的前瞻性。在生产过程中，建立了业主主导和厂家管控高效协同的质量管理机制，依托国网特高压事业部

/中国电科院—监造单位—制造厂商组成的“特高压交流工程变电设备质量三级管控体系”，推行标准化和差异化相结合，从技术、管理等方面采取综合保障措施，着力保障质量体系有效运行，全力保障国产设备批量生产质量稳定性。业主与作为供应商企业方的浙江建机合作联合研发、共同持有专利，浙江建机工作人员进驻建设现场与工地人员深度合作，在已有工程抱杆的基础上，总结经验，共同研制了超大型抱杆，吊幅 40 米，吊重 20 吨，最大顶升高度为 440 米，是使用高度最高的电力抱杆，填补了行业内的空白，形成了技术规范。

3. 问题—检验—完善

在施工过程中，项目团队注重基层基于实际问题导向的研发，在前期讨论的过程中，有员工提出螺栓的安全问题，跨越塔螺栓数量约为 20 万颗，大部分为高强度大规格螺栓，螺栓数量大、规格多，螺栓紧固工作量大。如何规范螺栓的质量以及防止错拿错用，需要更加先进的管控手段。通过反复的需求调研、设备研制以及方案修改讨论，在调研过程中充分集成员工智慧、听取一线使用人员的经验，最终形成集成电源系统、扭矩感应器、实时传输、扭矩值显示与管理、扭矩值合格提示、夜间照明的智能扭矩扳手。项目团队根据实际使用的场景反馈进一步跟进完善智能扭矩扳手后续功能。根据最新功能要求，推动完成后续功能开发，采用数控充电式定扭矩电动扳手及检测扳手，能够实现对每种型号螺栓设定扭矩值进行实时监测，根据需要可远程传输施工者的工号、使用时间、使用地点等信息。配置摄像头，能够自动识别套筒的形状、尺寸及套筒标记，提升施工精度与效率。

（三）扩散：价值溢出实现

在工程建设的扩散阶段，由大中小企业共同配合，通过隐性管理知识外显传承、技术人才梯队协同培育以及前瞻产业技术布局等方式实现价值溢出。

1. 隐性管理知识外显传承

螺山长江大跨越在工程伊始就确立了打造新时代特高压样板工程 2.0 的目标，在施工过程中系统总结特高压建设、运行经验，在系统、设备、设计、施工、管理等方面，将本工程打造为新时代“特高压升级版”样板工程。同时，在施工过程中，各方企业共同配合通过影像资料记录铁塔组立每段每吊就位的过程，制作新型抱杆全过程教学视频，积累现场施工的一手资料。将这些学习资料上传至特高压技术标准化与知识管理的“五库一平台”（技术标准库、规程规范库、标准工艺库、典型经验库、典型案例库和知识管理平台），共享传承经验。根据大跨越基础、组塔、架线施工三个阶段，开展过程工程总结工作，在过程中培养参建人员创新解决问题的思路。强化施工方案的专项管理，注重施工方案与现场的一致性核查，形成一整套高质量的施工方案集。工程结束后，推进工程成果总结，为特高压工程建设提供“最佳实践”。同时，在全行业范围内推广品牌工地优秀经验做法，开展现场观摩活动，通过品牌工地开放日等可观、可触、可感的方式，互相交流学习优秀的品牌建设经验，对外输出成套解决方案，为电力建设行业品牌工地的打造提供样板和蓝本。

2. 技术人才梯队协同培育

螺山长江大跨越特高压工程项目建立科学的人才培养机制，构建人才培养交流平台，培养了一批工程建设及管理方面的领军工程师人才。根据工程进展情况定期组织人才交流，组织现场参观学习，组织相关专家开展讲座、开展会议，以及组织参加相关工程论坛等。在青年人才的培育上，通过储备工匠的形式以师带徒推动传承，综合考察人员能力、素养、责任心，优选 13 名专业导师。经充分征求导师、徒弟双方意愿，综合考虑人员专业背景、发展方向、性格特点，三组新老员工确认师徒关系，并通过师带徒手把手传承经验的方式，引导青年储备工匠的成长。同时，以智能化设备带动基层员工数字化水平的提升，通过学习运用智能化数字化的软件系统及硬件设备，施工团队员工自身的数字化技能得到提升，自然就带动了整个行业的技术水平。

3. 前瞻产业技术布局

螺山长江大跨越特高压工程创新搭建大跨越工程 5D 沉浸式培训系统,对施工过程技术、质量、安全等关键点进行沉浸式培训,有效提升培训效果,未来在电网智慧工地应用中将发挥更为重要的作用,以功能模块化建设为核心,便于定制化应用与推广。大中小企业合作研发了全景式监控指挥平台,通过应用全景式监控指挥平台,加强现场安全、质量、进度管控,避免返工、材料浪费、进度延后等问题。实现工程建设过程零事件,工程投运零缺陷。同时,智能化的设备对施工人员的人力资本也提出更高的要求,工人需要对高级的设备进行学习,其自身的智能化水平也随之提升,随着工人在项目工地间的轮转,也带动了整个行业的技术水平。螺山长江大跨越特高压工程在施工过程中实施低碳化的建设技术,构建了“压力—状态—响应”(PSR)模型。从特高压工程建设期的建设行为出发,剖析影响生态环境的压力指标,基于这些压力指标分析对于生态环境的状态影响,给出状态指标,最后根据状态给出具体的响应措施。螺山长江大跨越特高压工程的绿色施工管理模式为后续重大工程建设提供了成功经验,具有显著的生态环境保护示范引领作用。

五、结论与启示

(一) 主要结论

本文聚焦螺山长江大跨越特高压工程,采用基于扎根理论的案例研究方法,对依托重大工程实现大中小企业融通创新的路径及机制进行分析。本文研究结论如下:

第一,螺山长江大跨越特高压工程助推大中小企业融通创新的路径机制可以划分为三阶段:合作结构建立—协同创新突破—价值溢出实现。在每一阶段内,项目团队精确把控关键技术或管理要素,与工程其他主体开展多种形式的协作,最终实现打造智慧绿色精品工程、助推大中小企业融通创新的目标。

第二,在学习阶段,由业主主导、中小企业被动跟随,工程内部大中小企业间建立了合作结构,通过技术要素集成、管理经验共享、建设运营共同体凝聚等方式,实现以网络构建为基础的知识交流和组织学习,促进了知识、技术、管理、人才要素在大中小企业融通体中交互流动。

第三,在应用阶段,由业主带领、中小企业主动创新,工程内部大中小企业之间协同取得技术突破,通过科研工程闭环、有组织技术创新以及“问题—检验—完善”等方式,实现场景验证、需求迭代、协同创新三者之间的循环往复,充分发挥了大企业的组织优势以及中小企业的创新灵活性优势。

第四,在扩散阶段,由大中小企业共同配合,实现价值溢出,通过隐性管理经验外显传承、技术人才梯队协同培育以及前瞻产业技术布局等方式,实现自身模式整合、人才培育以及对外知识扩散,以企业融通创新促进了要素沉淀,推动了产业链创新升级。参见图 2。

(二) 理论贡献

第一,本文丰富了重大工程创新的研究视角,为重大工程创新生态系统的构建和演进提供了新的理论框架。本文创新性地解析了重大工程创新不同阶段的特征,并分析了工程不同阶段大中小企业实现融通创新的独特作用机制。研究发现:在重大工程建设的学习阶段,大中小企业合作结构建立;在应用阶段,大中小企业协同创新突破;在扩散阶段,大中小企业共同配合实现价值溢出。该结论进一步拓展了重大工程创新生态系统从内部微观结构、中观创新网络到宏观创新生态系统的理论研究。

第二,本文拓展了融通创新的相关研究,提出了重大工程助推大中小企业融通创新的详细理论机制。首先,工程的学习阶段实现了以网络构建为基础的知识交流和组织学习,促进了大中小企业间的知识与资源交互流动;其次,工程的应用阶段实现了场景验证、需求迭代、协同创新三者之间的循环往复,充分发挥了大中小企业的独特优势;最后,工程的扩散阶段实现了自身模式整合、人才培育以及对外知识扩散,有利于增强融通创新整体效果、助推产业升级。该研究结论阐明了大中

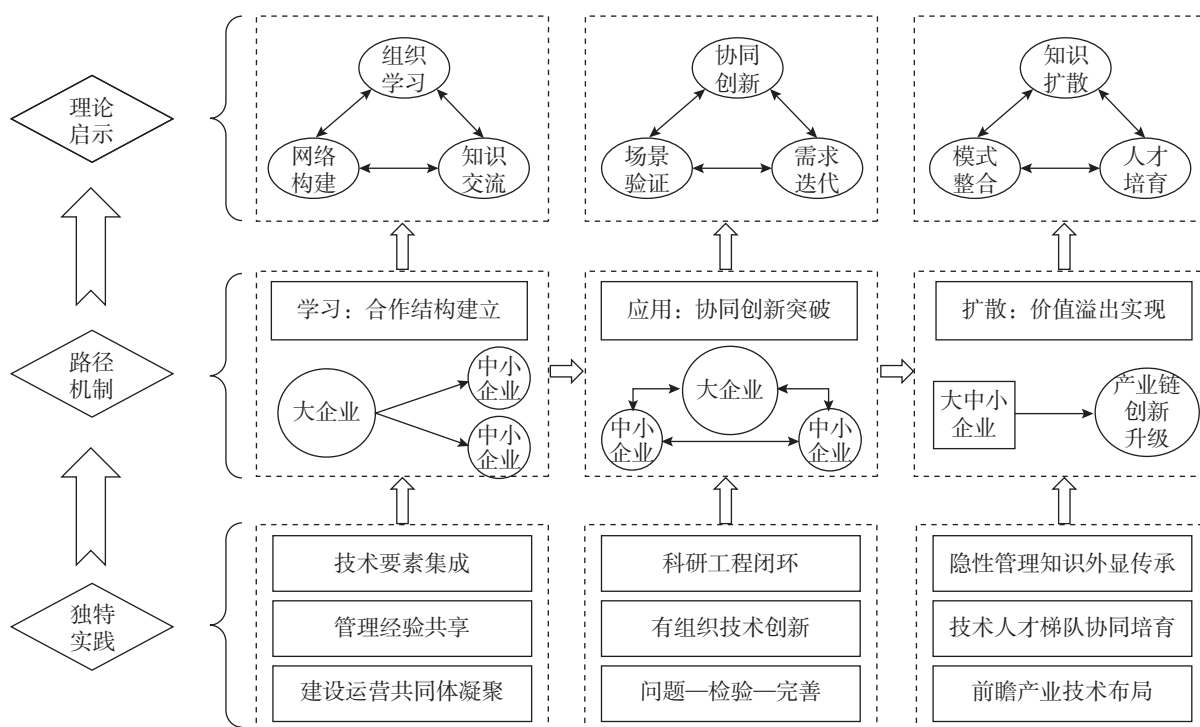


图2 螺山长江大跨越特高压工程助推大中小企业融通创新模型

小企业融通创新的动态过程，揭示了每个阶段中大中小企业间的互动演化特点，对于融通创新的理论模式研究有一定贡献。

(三) 实践启示

螺山长江大跨越特高压工程通过吸纳产业链管理经验与技术资源，不仅实现了自身建设高质量示范工地、“双碳”智慧工地的管理目标，同时，带动了电力施工产业链的创新升级，与链上企业协作研制了特高压升级版施工机具，填补了高塔施工技术空白，培养了高素质管理人才。该种依托重大工程实现大中小企业融通创新的管理体系充分发挥了大企业在技术、标准、资金以及人才等方面的优势，以及中小企业在产业创新和强链稳链中的支撑作用，使得中小企业深度融入大企业创新链，形成了大中小企业融通发展的良好生态。

1. 政府层面

第一，政府要成为大中小企业融通创新的“架构师”，实现政策的“精准滴灌”。政府要通过协同运用供给、需求和环境等多种政策工具，汇聚各类创新资源，推动建设重大工程共性技术平台，推动重大工程基础材料、核心零部件、重大装备、先进科学仪器等领域研发，促进前沿科技在重大工程上的应用与融合，以工程培育、检验、应用创新成果，同步带动全产业链融通创新。

第二，政府以重大工程为依托，优化市场环境，促进产业链上大中小企业之间的交流互信。政府要发挥信息平台优势，着力解决重大工程产业链各方信息不对称问题，如组织工程大中小企业各相关方面对面研讨、组建大中小企业党建联盟、引领大中小企业互帮互助等，实现融通过程上下游创新要素的集聚，提高大中小企业融通创新水平，推动产业协同高质量发展。

2. 企业层面

第一，重大工程中所有主体要具备产业链融通思维，找准自身在产业链中的功能定位，发挥协同作用。重大工程的大型业主企业要承担起产业链链长职能，在融通创新中发挥领头效应和战略支撑作用，通过知识溢出和网络合作等机制带动中小企业共同攻关。参与重大工程的中小企业要发挥

产业链补链、强链的协同配套作用,积极融入工程创新合作网络,在知识创新、研发创新、产品创新等环节贡献力量,在重大工程创新引领下实现自身技术升级。

第二,重大工程产业链上大中小企业要形成战略与资源的价值协同机制。重大工程的平台效应可以实现知识与资源外溢传导,促进产业链上企业实现战略协同与资源协同,企业间应通过定期交流经验、联合开展战略人才培养、共同打磨创新产品、研发共同持有专利,以及组建面向共性技术的联合研发中心、技术创新联盟、产业研究院^①等方式,促进产业链上中下游贯通,实现产业链上大中小企业融通创新。

The Path to and Mechanism for the Integration and Innovation of Large, Medium, and Small Enterprises in Carrying out Megaprojects: A Case Study Based on the Luoshan Yangtze River Great Crossing Ultra High Voltage Engineering

ZHAO Jing^{1,2}, FU Keyu¹, LIU Yujie¹, LIU Bo³, ZHANG Hui⁴

(1. School of Business, Renmin University of China;

2. Corporate Governance and Internationalization Research Center, Renmin University of China;

3. Global Energy Interconnection Co. Ltd.;

4. State Grid UHV Engineering Construction Company)

Abstract: As an important platform for key technology breakthroughs, megaprojects are effective carriers for large, medium, and small enterprises to achieve integration and innovation. This research focuses on the Luoshan Yangtze River Great Crossing Ultra High Voltage Engineering as a case of study and finds that: (1) The process of relying on megaprojects to realize the integration and innovation can be divided into three stages: learning, application, and diffusion. Three objectives are respectively aimed to achieve through these three stages: establishment of cooperative structure, breakthrough of collaborative innovation, and realization of value spillover. (2) At the stage of learning, led by the owner and followed by small and medium-sized enterprises, the cooperative structure is established through the integration of technical elements, sharing management experience, and uniting the community of construction and operation. (3) At the stage of application, the owner continues to lead, and small and medium-sized enterprises, actively create, so that the technological breakthroughs can be achieved through the closed loop of scientific research and engineering, organized technological innovation, and the process of “finding problems, examining them, and perfecting the solution. (4) At the stage of diffusion, the value spillover is realized by the joint cooperation of large, medium, and small-sized enterprises through the outward transmission of implicit knowledge of management, the collaborative cultivation of the echelon of technical talent, and the layout of forward-looking industrial technology.

Key words: Megaprojects; Large, medium and small-sized enterprises; Integration and innovation; Value spillover

(责任编辑 王伯英)

① 熊鸿儒:《我国产学研深度融合的短板和挑战在哪里?》,载《学习与探索》,2021(5)。