

【区域格局与产业发展】

世界级先进制造业集群竞争力提升机制及启示*

——以德国工业4.0旗舰集群为例

张佩 赵作权

摘要:以德国工业4.0旗舰集群“It's OWL”为例,系统剖析世界级先进制造业集群的竞争力提升机制,结果发现:世界级先进制造业集群主要是依靠集群组织和工业互联网平台提升竞争力;通过创建集群组织、加强网络化建设运营解决治理运营问题;通过搭建工业互联网平台、推进先进制造模式,最终实现创新发展。这些对中国世界级先进制造业集群的培育及其竞争力的提升都有非常重要的借鉴价值。在中国培育世界级先进制造业集群的具体实践中,应注重网络化建设运营,要搭建工业互联网平台,在“互联网+”的背景下,推进工业化与信息化的融合,通过工业大数据实现产品市场和要素市场的供需均衡,以及产业间的创新合作与技术转移,进而顺利贯彻落实“数字经济”与“实体经济”的深度融合,实现先进制造。

关键词:世界级先进制造业集群;集群组织;工业互联网平台;It's OWL;工业4.0

中图分类号:F062.9 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-5766(2020)05-0131-09 **收稿日期:**2020-04-20

***基金项目:**国家自然科学基金面上项目“基于产业集聚机制的我国新动能培育与产业集聚政策协调研究”(71774155)。

作者简介:张佩,男,中国科学院科技战略咨询研究院博士生(北京 100190);中国科学院大学公共政策与管理学院博士生(北京 100049)。

赵作权,男,中国科学院科技战略咨询研究院研究员,博士生导师(北京 100190);中国科学院大学公共政策与管理学院研究员、博士生导师(北京 100049)。

一、引言

近年来,培育世界级先进制造业集群引发全球范围的广泛关注。作为一种创新型网络组织,以世界级先进制造业集群为代表的具有全球竞争力的产业集群,已成为欧美等发达国家谋求全球竞争新优势的核心战略工具(赵作权等,2018;张佩和赵作权,2020)。党的十九大明确提出“培育若干世界级先进制造业集群”,国家工业和信息化部为此颁发了相应政策文件并在当前遴选培育对象,以此部署

落实制造强国战略,推进中国产业迈向全球价值链中高端。

世界级先进制造业集群是一种涉及先进制造业范畴的世界级竞争力集群,已有研究为探讨世界级先进制造业集群提供了一定的理论基础和必要的范式框架。2010年,《欧洲世界级产业集群发展白皮书》通过3大类15项指标将世界级竞争力集群界定为一种能够促进企业、区域或国家等在世界水平上提高全球竞争力的生态系统(Europa Inter Cluster,2010)。自此之后,大量学者从获取竞争优势(Magdalen,2011)、概念发展(Safavi

和 Bagheria, 2014)、遴选标准(成长春和王曼, 2016)、培育模式(张佩和赵作权, 2019)、网络组织(赵作权等, 2018)等诸多角度分析了世界级竞争力集群。但针对世界级先进制造业集群的研究, 仅有少量学者涉足。其中, Safavi 和 Bagheria(2014)认为世界级先进制造业集群内部的中小型企业在产品、质量和成本等方面能够实现世界级制造。余川江(2019)从企业、产业、区域和网络组织等4个维度阐明了世界级先进制造业集群的理论内涵。整体来看, 国内外目前对世界级先进制造业集群的研究才刚起步, 尤其对其竞争力提升机制的案例剖析更显不足。基于此, 本文通过文献与资料梳理和案例搜索, 发现德国工业4.0旗舰集群It's OWL的竞争力提升机制极具代表性。该集群不仅通过创建集群组织, 将企业、大学、研究机构和支持机构等行为主体组成创新命运共同体, 而且通过搭建工业互联网平台主动利用互联网、大数据和人工智能等信息技术, 推进了“互联网+制造业”的深度融合。进一步地, 依托集群组织对世界级先进制造业集群的良好治理、监管和控制, 加之工业互联网平台的高效运作与创新增值, 进而实现全球竞争力与影响力的提升。

世界级先进制造业集群模式背后, 对已有理论提出了新的挑战: 第一, 传统产业集群分析视角难以充分解释世界级先进制造业集群的模式, 特别是应对世界经济新格局和全球价值链新分工, 单纯依靠地理临近和区域集聚的解释思路将不再适用。学术界普遍接受 Porter(1999)的观点, 认为集群就是某一领域内相互关联的企业和机构在地理上的集聚, 通过网络化生产、传递和积累知识来获取持续的创新力, 以此保障集群的可持续发展(蔡宁和吴结兵, 2005), 因而集群的竞争力提升主要来源于地理临近提供的低交易成本和知识溢出的正外部性(魏江和李拓宇, 2018), 但本案例打破传统集群地理临近的思维范式, 而是强调跨区域、跨行业、跨部门的合作。第二, 打造世界级先进制造业集群的关键是创建集群组织, 集群组织是一个将集群内部成员整合成创新命运共同体的枢纽型组织(赵作权等, 2018), 它使得世界级先进制造业集群不仅具有传统集群的竞争优势, 更具有本地网络和跨区域网络(刘霞等, 2019)、国际协作网络及其强大的网络治理优势。第三, 以先进制造为核心特征的世界

级先进制造业集群, 通过搭建工业互联网平台将制造业设备、软件、硬件等整合在一起, 通过平台包络、平台协同治理(蔡宁等, 2015; 王节详等, 2018)和虚拟集聚(张帆, 2016)等策略实现增值创造。基于此, 世界级先进制造业集群的竞争力提升机制是否依靠集群组织和工业互联网平台? 如何在世界级先进制造业集群的竞争力提升进程中行使职能?

针对以上问题, 本文以引发政策界广泛关注的德国工业4.0旗舰集群It's OWL为例, 深入剖析世界级先进制造业集群的竞争力提升机制, 为中国世界级先进制造业集群的培育及建设提供有价值的决策参考。

二、分析框架

本文将从“集群组织”和“工业互联网”两个角度探讨世界级先进制造业集群的竞争力提升机制, 并在分析框架中回答两个基本问题: 一是世界级先进制造业集群和集群组织的结构关系, 以及集群组织的基本职能; 二是工业互联网平台的基本含义及其模式内涵是什么。

1. 世界级先进制造业集群与集群组织

第一, 世界级先进制造业集群与集群组织的结构关系。世界级先进制造业集群以先进性为核心, 以提高全球竞争力与影响力为导向, 是一种拥有牢固的地方根治性、完善的技术路线图、强劲的创新驱动力、高效的技术扩散力等属性的超级创新网络组织。从网络组织的角度, 世界级先进制造业集群由集群组织、企业(产业界)、大学、研究机构和支持机构等5个节点要素构成(见图1)。其中, 处于集群网络中心位置的集群组织是一种不以盈利为目的的枢纽型组织, 能够把企业(包括具有竞争关系的企业)、大学和研究机构等各种组织整合成创新命运共同体(赵作权等, 2018); 企业(产业界)是从事产品或服务生产与交易等活动的直接行为主体, 是世界级先进制造业集群的微观基础, 是引领全球先进制造业科技创新、技术扩散的“活力源头”; 大学是人才培养与输送的基地, 它与研究机构形成研发合作网络, 进而拓展基础研究、促进知识创新, 与企业对接, 弘扬创业文化、支持大学生创业、吸引风险投资, 最终孵化出双创企业; 研究机构可以弥补大学支持的基础研究与产业之间存在的裂隙, 支持

技术发展,提供共享设施,方便企业使用这些设施去试验并适应不断发展的技术,同时与社区学院和大学共同对企业员工进行培训,通过集群网络将技术和流程学习传递给各企业;支持机构通过向企业、大学和研究机构等行为主体提供服务,连接产业界、大学和科研机构等行主体提供服务,连接产业界、协助学术界,支持并保障集群网络的高效运行。

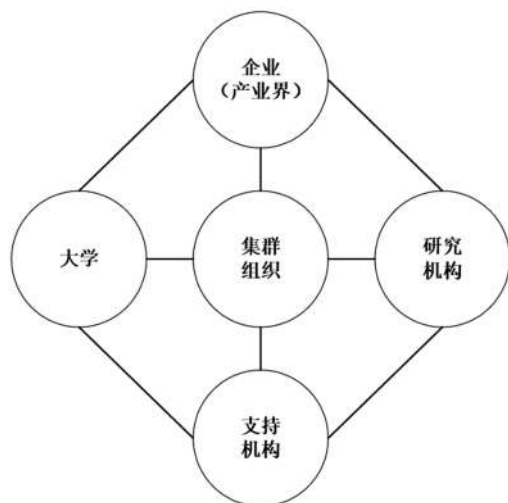


图1 世界级先进制造业集群网络结构示意图

资料来源:参考张佩和赵作权(2019)。

第二,集群组织的基本职能。根据发达国家的经验,集群组织是由来自集群内部各实体的董事长、CEO和行业专家等组成负责集群运营治理的一种机构。关于集群组织的职能,赵作权等(2018)认为集群组织是一种连接政府和市场的枢纽型组织,不仅能够提升产业与技术的地方根治性,也能提高它们的全球竞争力。此外,大量研究从构建集群网络(Philipp, 2012)、对接需求市场(Klerkx 和 Leeuwis, 2009)、创新过程管理(Batterink, 2009)、创新经济人(Winch, 2007)、构建国际协作网络(Omta 和 Fortuin, 2013)等角度分析了集群组织的基本职能。总体来说,集群组织是世界级先进制造业集群的“大脑”,是整个集群网络的中心枢纽,是跨行业和跨区域边界的企业、大学和研究机构等主体开展合作的联络者,是打破政府部门、学术界、产业界和社会组织之间壁垒的开创者和驱动者,是解决多个实体间的激励相容并促进其智力共享、合作创新的关键力量。

2.世界级先进制造业集群与工业互联网平台

从工业互联网平台的基本含义来看,工业互联网平台是为了让工业要素可以互联互通并实现要素整合的平台化载体,其本质是借助互联网,提供

工业领域的工业操作系统,实现工业要素互联与整合(何强和李义章,2019)。工业互联网平台通过汇集海量工具、系统、硬件资源,如各种计算机辅助设计、仿真分析、研发管理、工艺和制造、即时通讯、视频会议等软件,数控加工中心、3D打印设备、测试设备等硬件,以及海量技术知识体系和海量技术人才、专家、企业资源等,为形成智慧的工业体系、智能制造的建设奠定了坚实的知识技术基础。

从工业互联网平台模式内涵来看,工业互联网平台就像“工业大脑”一样,通过连接机器、设备等“工业躯体”,实现“数字经济”和“实体经济”的融合,进而高效配置、整合要素资源,同时避免产能过剩。如图2所示,工业互联网平台汇集了海量工业数据和工业知识、技术与方法等。一方面,通过工业互联网平台连接设备和机器,采集、传输和积累工业大数据,进而挖掘提炼工业知识并形成工业互联网软件;另一方面,工业互联网平台为企业和互联网模式下的社会化交易提供了技术服务,供需双方通过平台进行交流分享、需求发布、协同工作和供需对接等活动。

三、研究设计

在研究世界级先进制造业集群竞争力提升机制之前,需要对采用的研究方法、分析策略等进行探讨分析。

1.研究方法 with 案例选择

案例研究方法更适用于新研究领域(Eisenhart 和 Graebner, 2007),而世界级先进制造业集群的建设实践还处于未成形的初级阶段,故而选择扎根方法来进行案例探索(Yin, 2017)。案例研究在回答“是什么”(What)和“如何”(How)的问题上具有突出优势,本文研究的核心问题是世界级先进制造业集群是如何提升竞争力的(How),因而案例研究方法十分适合。同时,本文希望构建一个世界级先进制造业集群创新模式与网络运行的过程模型(Process Model),这恰恰是案例研究方法相对于其他方法的关键优势所在。在案例数量选择上,本文采取单案例分析,单案例能够突出研究的深度,并且适合开展过程模型构建分析(Eisenhart 和 Graebner, 2007)。本案例研究目的是构建理论而不是检验理论,因而理论抽样是合适的。选择德国工

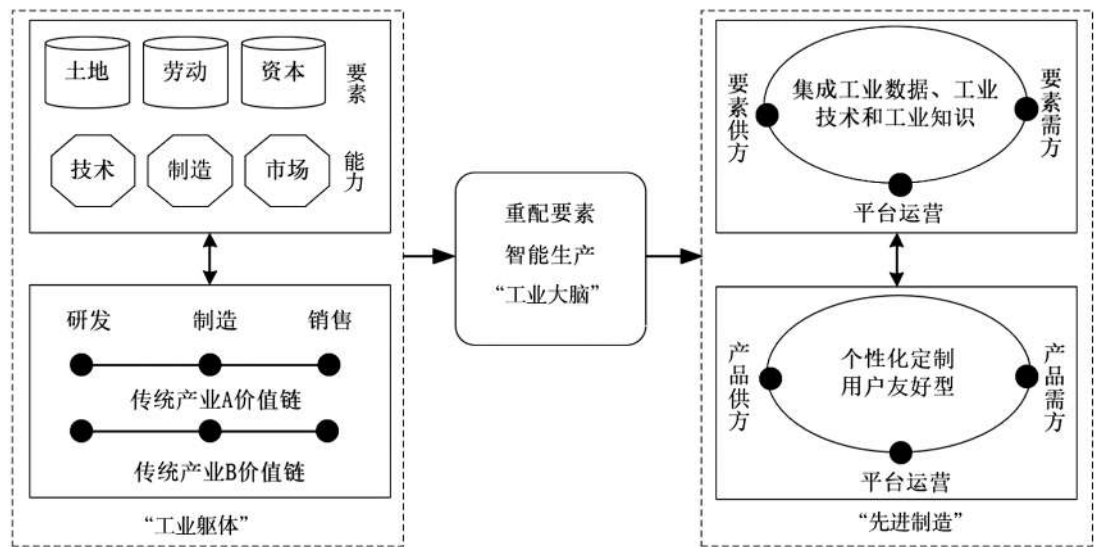


图2 工业互联网平台模式内涵

资料来源: <https://www.its-owl.com/home/>等。

业4.0旗舰集群It's OWL作为研究对象,原因在于:第一,典型性。It's OWL是德国15个世界级竞争力集群的典型代表,它不仅是德国工业4.0技术应用的主引擎,也是世界级智能制造产业高地。第二,代表性。It's OWL集群拥有更高的技术含量、更快的科技创新和技术转移、更广的网络协作、更大的经济社会影响等特点,对其研究对中国培育世界级先进制造业集群的理论指导与相应实践探索具有一定的启示意义。

2.数据来源与分析策略

本文数据获取途径:一是文献资料。通过搜索CNKI、Elsevier、Wiley和Springer等中外文献数据库,获得相关报纸新闻报道及已有文献,为案例的多角度、全方位理解做准备工作,并对结论给出一些表层印证。二是网站资料。It's OWL集群门户网站的数据库(<http://www.its-owl.com/home/>),包括181家集群成员(企业、大学、研究机构和支持机构);德国第三方企业数据库Firmenwissen(<http://www.firmenwissen.de/de/index.html>)和beAddress(<http://beaddress.de/#start>)。三是侧面印证。借助2019年北京世界园艺博览会的运作实践分析,再次理解It's OWL集群的运作思路,此后从侧面进行相关信息搜集和印证。

本文采取的分析策略包括:第一,将收集到的数据与相关主题(例如,工业4.0、科技创新、技术转移)和It's OWL集群动态性发展以及已有研究串联起来,在此过程中,记录多个理论备忘录,并进一

步收集相关数据。第二,采用时间序列和模式匹配分析相结合的分析策略,并将企业时间序列分析的惯例(蔡宁等,2015)拓展到It's OWL集群发展进程中,分析世界级先进制造业集群的建设实践。

3.It's OWL案例介绍

自2012年以来,世界级先进制造业集群It's OWL一直是德国制造业竞争力的主导力量。作为“尖端集群竞赛”(Leading-Edge Cluster Competition)的杰出代表,It's OWL获得德国联邦政府4000万欧元的资助。目前,该集群由181个合作伙伴组成,比勒费尔德应用科技大学和德伯恩大学等6所大学,弗劳恩霍夫ENAS研究所等16个研究机构,以及6家负责技术转移的企业和136家赞助企业。为了帮助集群成员有效应用工业4.0智能技术的研究成果,It's OWL搭建了科技创新平台(Technology and Innovation Platform),即工业互联网平台。因此,智能系统、社会技术系统、数字基础设施、安全保障、价值网络和先进系统工程等新科技领域正在重构It's OWL的技术网络,进而有利于开发出用户友好型的机器设备、软件和系统来提高交易效率及资源配置效率。

四、案例分析与讨论

基于案例素材,本文以世界级先进制造业集群的竞争力提升机理统领It's OWL集群案例分析过

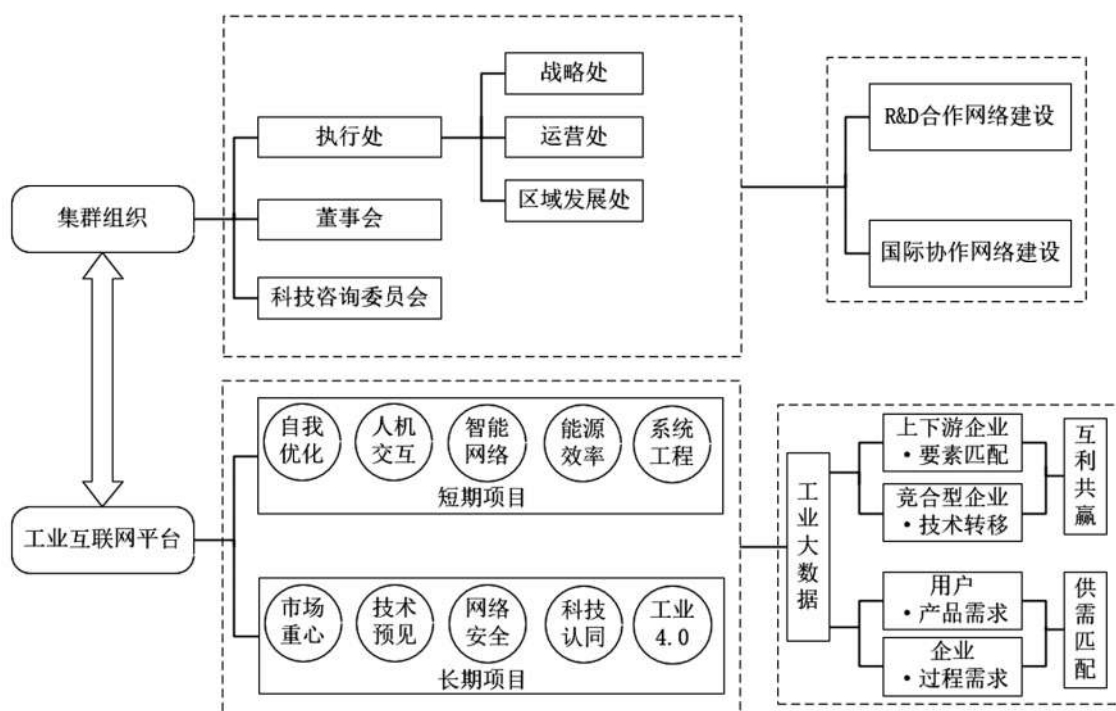


图3 世界级先进制造业集群It's OWL的竞争力提升机理框架

资料来源：<https://www.its-owl.com/home/>等。

程,即按照集群组织和工业互联网平台两条脉络,及创建集群组织、网络化建设运营、搭建工业互联网平台和落实先进制造等4个方面展开论述,基本分析框架如图3所示。

1. 构建集群组织,推进网络化建设运营

第一,创建集群组织。设立董事会、执行处和科技咨询委员会等3个部门,It's OWL的集群组织(It's OWL Clustermanagement GmbH)是一种结构上类似公司型组织的非盈利机构。其中,董事会由20位来自集群内部企业、大学和研究机构等部门的权威人士构成,他们共同决定集群发展的战略方向;执行处下设战略处、运营处和区域发展处等负责三个不同职能领域的子部门,共涉及18名成员;科技咨询委员会主要由来自大学和研究机构的4位国际知名的科技专家构成,他们为集群组织提供战略决策与技术预见等方面的智力支持。3个部门各司其职、同舟共济,通过良好的运营与治理,该集群组织获得欧盟金标集群(Cluster Management Excellence Label GOLD)称号,代表着其在集群网络化、治理、融资、战略和服务等方面达到卓越水平。

第二,R&D合作网络建设。R&D合作是世界级先进制造业集群提升集群竞争力的内在动力,因为它不仅可以激发集群内各主体的创新热情,也

能在更大范围内吸引创新资源和人才,进而在更高水平上开展R&D活动、挖掘创新潜力。目前,It's OWL的R&D主体包括比勒费尔德应用科技大学、比勒菲尔德大学和帕德伯恩大学等6所大学,以及弗劳恩霍夫IOSB-INA研究所、CITEC、OWITA和COR-Lab等16个研究机构。同时,在集群组织的协助下,集群中的企业、大学和研究机构等主体通过网络化合作实现智力共享、科技创新和技术转移,但R&D合作网络共同开发的技术在投入市场前需要在科技创新中心进行试验。为顺利迈向工业4.0,It's OWL在OstWestfalenLippe地区建立3个示范中心:第一个是人机交互(Human-Machine Interaction,简称HMI),它设立在比勒菲尔德大学(Bielefeld University)的CITEC研究大楼,汇集了Paderborn地区Heinz Nixdorf研究所、认知与机器人研究所(COR实验室)和认知互动技术卓越中心等机构;第二个是弗劳恩霍夫和OWL科技应用大学的智能工厂,它是一个独立的工业4.0应用和示范中心,也是一个中小企业部门的测试区;第三个是Paderborn地区的弗劳恩霍夫IEM的系统工程实验室,它是一个检测、比较并使用技术系统开发的最新方法与工具的应用和传输中心。在这些示范中心,企业可以选择体验新技术,然后与研究部门

的专家交流自己的感受。此外,R&D合作网络的建设也涉及创业活动的参与。当创业者拥有商业理念和创业意愿时,R&D合作网络为他们提供广泛的支持。例如,4所国立大学的创新实验室提供培训和咨询服务;Bielefeld校区的Innovationszentrum、创业基金和Denkwerk Herford等孵化器提供特定的方案和合作空间;Technologiefonds OWL和Business Angels OWL基金提供投资资本等。

第三,国际协作网络建设。It's OWL当前已成为全球范围内数字化领域的标杆,加之深厚的合作文化底蕴已使它的合作伙伴超越了地域边界。世界级一流企业、隐形冠军等地方企业和研究机构,以及与商业相关的其他组织联合创建了一个独特的创新生态系统。在区域成功的基础上,It's OWL不断寻找、吸引世界各地的优秀伙伴,截至2019年年底,It's OWL已经与加拿大、中国、芬兰、印度、日本和美国等国家建立了合作关系。同时,It's OWL在产品和生产系统数字化领域能够就当前主题、趋势和解决方案等提供了一个杰出的意见交换平台,所以它是一个在欧洲和国际项目中备受青睐的合作伙伴。此外,该集群的国际协作网络允许全球各地的合作伙伴与其他任何伙伴进行参观交流,体验It's OWL为产业与研究所提供的卓有成效的共生网络。所以,It's OWL为技术和项目成果转移到更广泛的社区提供了宝贵的技术诀窍,也正是这种国际协作网络的良好运营为应对数字化转型的挑战及其在全球范围的影响奠定了基础。然而,为了提升并维持全球竞争力,It's OWL致力于建设一个更加兼容、互补的国际协作网络。

2.搭建工业互联网平台,落实先进制造

第一,搭建工业互联网平台。为搭建这一工业互联网平台,德国研发支持计划从2012年到2019年共向工业4.0科技解决方案投入45亿欧元,但并不是所有的成果都转化为成功的产品、服务和商业模式,只有以科技创新为导向的技术从研究和科技领域转移到工业应用中,德国才能成功迈向工业4.0。这就要求中小型企业务必通过科学恰当的方式和创新机制参与并经济地利用研究领域的最新发展,譬如,使用试点应用程序或最佳实践策略。经过大量的实践探索与尝试,工业互联网平台在It's OWL科技创新战略实施下应运而生(见图3),涉及短期项目和长期项目。短期项目包括自我优

化、人机交互、智能网络、能源效率和系统工程等五大模块,其中自我优化涉及潜力挖掘、智能辅助系统、机器学习和工艺设备监控等内容。其中,人机交互的内容包括控制理念、交互式机器人、虚拟设计评审和增强现实等;智能网络涉及自我配置、远程监控、即插即用和通信结构等方面;能源效率涉及电力电子、能源管理、资源效率和能源获取等方面;系统工程涉及机电系统类型、建模分析、机电一体化模块和接口标准化等内容。长期项目涉及市场中心、技术预见、网络安全、技术认同和工业4.0等五个领域。其中,市场重心主要包括联合分析和市场分析等;技术预见涉及情景分析、技术路线图和商业模型等方面内容;网络安全包括保护产品与专有技术、障碍分析和保护理念等;科技认同包括可用性研究、技术效应评估和技术设计等方面;工业4.0涉及工业组织及其结构、交互技术、协助系统和限定条件等方面内容。德国正在步入第四次工业革命,目标是创建动态、实时动态和自我组织的价值链,不仅包括生产设施,也涉及企业之外增值链的各个环节,乃至整个生产过程的全面数字化与信息化。为此,德国企业界,特别是中小型企业(中小型企业占据德国99%的商业市场,提供60%的就业,创造德国经济总量的55%不得不投资数字化并搭建工业互联网平台,这是保证科技和相应竞争力衔接的唯一方式。因此,It's OWL特别重视对中小型企业应对数字化挑战的支持,58家企业在前两轮尖端集群竞赛中共引进73项科技创新项目,同时集群内的大学和研究机构为智能科技系统搭建了工业互联网平台。

第二,实现上下游企业之间的要素匹配。It's OWL为企业全面的数字转型支持,通过诸如研讨会、课程培训、专家团队、示范中心和快速审查等,帮助企业熟悉并熟练应用工业互联网平台。基于工业互联网平台获取的工业大数据,位于产业链上下游的企业能够构建新型生产关系,实现工业要素在生产关系中的优化配置。在集群组织的监管指引下,企业每年在约30个活动和研讨会上了解数字转型的新研究方法和解决方案,并与上下游企业建立伙伴关系。同时,集群组织提供的培训课程向企业员工传授有关新技术及其应用领域的知识,而且工业4.0和系统工程专家组在讨论数字生产前沿问题时,鼓励企业之间进行互动,进一步

提升上下游企业之间的协同性;在此基础上,企业通过在线问卷形式的自我检查可以独立地对其业务在数字化方面的情况进行评估,针对评估结果企业能够快速与专家建立联系,进而调整下一步的优化方案。最终,上下游企业借助工业互联网平台提升了数字化分析决策能力,进而优化了基于数据协同分析的产业链环节互通,极大地降低了交易费用并有效地规避了负外部性的发生。

第三,实现竞合型企业之间的技术转移。为了提高制造业的竞争力,企业必须把握工业4.0带来的机遇,掌握智能科技系统相关的核心技术。为此,It's OWL建立了一套面向中小型企业需求的系统方法来消除企业(特别是竞争型企业)之间的技术转移壁垒,继而激发了R&D活力、宣扬合作文化。根据Roman等(2017),该套技术转移流程共需四步:首先,通过参加展览会等活动建立兴趣;其次,有意向的企业参加科技创新论坛和课程培训等活动深入了解工业互联网平台;然后,根据本企业内部的具体问题试验检测;最后,实施技术转移项目。在过去的3年内,It's OWL共实施了150项技术转移项目,同时这些项目的成果和经验也被纳入到工业互联网平台,以便集群内各成员共享。

第四,实现企业与用户之间的供需匹配。借助工业互联网平台,企业和用户之间建立交易关系,同时辅助产品或服务创新,进而更有效地实现企业与用户之间的供需匹配。为推进工业4.0,It's OWL激励企业增加产品和生产过程的智能化,并开辟潜在客户的准入渠道,同时支持企业和研究机构等主体共同开发新基础技术、可重复利用的解决方案模型和软件库等,促进工业互联网平台更好地服务企业与客户之间的对接。此外,创业者通过工业互联网平台不仅能够通过接触潜在客户完善创业理念,而且可以获得集群合作伙伴的广泛支持,这为初创企业建立、占领新市场带来了巨大的机遇。

五、结论与启示

本文立足于“现代经济体系建设如何将着力点落实到制造业领域”这一社会经济热点问题,以德国工业4.0旗舰集群It's OWL作为典型案例,剖析了世界级先进制造业集群的竞争力提升机制。得

到以下几点结论与启示。

1. 结论

世界级先进制造业集群主要是依靠集群组织和工业互联网提升竞争力;通过创建集群组织、加强网络化建设运营,进而解决治理运营问题;通过搭建工业互联网平台、落实先进制造,最终实现创新增长。It's OWL的具体实践包括:第一,创建集群组织,它拥有公司型组织结构,通过下设具有不同职能的部门并配备合适的人才,进而负责整个集群的建设、运营与治理,它能够将跨行业和跨地理边界的企业、大学、研究机构和支持机构等主体连接成命运共同体。第二,在集群组织的协助下,世界级先进制造业集群通过建设运营R&D合作网络和国际协作网络,提升了研发创新能力和国际影响力。第三,基于互联网,将工业领域的各种资源、设备、软件、人等统一在一起,搭建工业互联网平台,为整合社会化资源进行价值创造和交易提供平台化载体。第四,利用工业互联网平台,实现上下游企业要素匹配和竞争型企业之间的技术转移,以及实现企业与用户之间的供需(要素/产品/服务)匹配,极大地提高了资源配置效率和交易效率,进而实现先进制造。因此,世界级先进制造业集群是制造业改革的新范式,是提高区域创新能力和竞争力的绝佳途径,通过网络合作、智力共享激发科技创新、技术进步,加速知识溢流、技术扩散,转化为新的生产流程和商业模式,进而提高竞争力。

本文的理论贡献包括:第一,为世界级先进制造业集群研究提供了网络组织视角,世界级先进制造业集群将一个地区的企业、大学、研究机构和其他参与者沿着价值链连成网络,整合了各自的优势,创造了能促进研发与创新的协同效应,使所在的地区变的更具吸引力。第二,理清了世界级先进制造业集群的竞争力提升机理:依靠集群组织解决治理运营问题,依靠工业互联网平台实现创新增长问题,最终实现世界级先进制造业集群网络运营的稳健性及全球竞争力的稳步提升。第三,为世界级先进制造业集群研究提供了一个新素材,It's OWL集群R&D、劳动力培训、工程与工程再造、论证、测试和市场创造等活动于一体,通过强劲的科技創新、高效的技术扩散和卓越的网络运作等路径提高全球竞争力与影响力,为中国世界级先进制造业集群的培育提供了实践参考。

2. 启示

第一,创建集群组织,加强网络化建设运营。德国工业4.0旗舰集群It's OWL通过创建集群组织(集群网络化促进机构),设立负责不同职能领域的下属部门,突破了传统产业要么依靠政府部门治理,要么依靠市场逻辑治理的思维局限,为世界级先进制造业集群实现网络化治理奠定了基础。因为集“联络者”“协调者”“经营者”“决策者”“治理者”等职能于一身的集群组织不仅有能力且愿意为企业、大学、研究机构和支持机构等主体的合作仲裁调解,而且具备足够的眼界使各主体接受目所不及的远景构想并激励其相互接触、自愿建立合作关系。此外,市场运行的基本逻辑是价格机制,科层运行的基本逻辑是权利机制(Powell, 1990),而作为一种网络组织的世界级先进制造业集群的理应注重网络化建设运营。It's OWL集群通过建设R&D合作网络和国际协作网络,一方面,通过信息互通、智力共享促进研发创新;另一方面,通过开放合作、优势互补实现互利共赢。所以,在中国培育世界级先进制造业集群的具体实践中,应注重网络化建设运营,特别是对于往往缺乏人才、资源和资金等的中小型企业来说,网络化合作发展不仅有利于它们加强交流、建立信任,继而有效地将正外部性内部化,也是它们规避风险、发挥比较优势,实现互惠互利的有效途径。

第二,搭建工业互联网平台,贯彻落实先进制造。在“互联网+”的背景下,推进工业化与信息化的融合,助力先进制造需要构建工业互联网平台。It's OWL集群搭建的工业互联网平台将工业领域的资源、设备和软件等统一在一起,并用统一的语言描述工业知识和技术,快速重构整个价值链。相比德国,中国制造业的体量全球第一,拥有巨量的工业数据,这是中国建设工业互联网平台的巨大优势。不过,中国搭建工业互联网平台,仍需突破智能设计与仿真及其工具、制造物联与服务、工业大数据处理等高端工业软件核心技术,开发自主可控的高端工业平台软件和重点领域应用软件,建立完善工业软件集成标准与安全测评体系,推进自主工业软件体系化发展和产业化应用。这也是加快中国推动新一代信息技术与制造业融合发展,顺利实现智能转型的主攻方向(何强和李义章,2019)。同时,相当于“工业大脑”的工业互联网平台将工业设

备、工业软件和硬件等有机地整合在一起,It's OWL集群通过利用工业互联网平台提供的工业大数据,实现了上下游企业的要素匹配和竞合型企业的技术转移,以及企业与用户之间的产品供需匹配。在新一轮全球工业化竞争中,中国应认识到工业互联网平台是推动工业智能化转型升级的利器,并在满足工业互联网的安全前提下充分应用工业互联网平台,不仅让它承载起工业知识、工业体系和行业标准,而且要通过工业大数据实现产品市场和要素市场的供需均衡,以及产业间的创新合作与技术转移,进而顺利贯彻落实“数字经济”与“实体经济”的深度融合,进而实现先进制造。

本文从集群组织和工业互联网两个角度系统分析了德国工业4.0旗舰集群It's OWL的竞争力提升机制,为中国培育世界级先进制造业集群提供了一定价值的实践参考。但是除集群组织和工业互联网外,世界级先进制造业集群的竞争力提升机制可能还受其他方面因素的影响,这是文中没有涉及的,同时采用更多的案例对本文提出的理论框架进行验证也是下一步研究的方向。

参考文献

- [1]赵作权,田园,赵璐.网络组织与世界级竞争力集群建设[J]. 区域经济评论,2018(6).
- [2]张佩,赵作权.如何培育世界级竞争力集群?——以挪威为例[J].科学学研究,2020,38(2).
- [3]Europa Inter Cluster. White Paper: the Emerging of European World-Class Clusters[R].Belgium,2010.
- [4]Magdalena B D. An Investigation of a New Concept of World-Class Clusters in Europe: A Case Study of the Visegrad Group of Countries [J]. Journal of Competitiveness, 2011(2).
- [5]Safavi B, Bagheria A. The Role of Industrial Cluster in order to Create a Competitive Advantage for SMEs to Achieve World-Class Manufacturing: The Case of Khuzestan Date Cluster [J]. Academic Journal of Research in Business & Accounting, 2014,2(1).
- [6]成长春,王曼.长江经济带世界级产业集群遴选研究[J]. 南通大学学报(社会科学版),2016(5).
- [7]张佩,赵作权.世界级竞争力集群培育的欧盟模式及其启示[J].中国软科学,2019(12).
- [8]余川江.培育世界级智能制造产业集群的理论框架及重庆实践[J].重庆理工大学学报(社会科学),2019(5).
- [9]Porter M E. Competitive Advantage of Nations [M]. The Free Press,1999.

- [10] 蔡宁, 吴结兵. 产业集群的网络式创新能力及其集体学习机制[J]. 科研管理, 2005, 26(4).
- [11] 魏江, 李拓宇. 知识产权保护与集群企业知识资产的治理机制[J]. 中国工业经济, 2018(5).
- [12] 刘霞, 夏曾玉, 张亚楠. 不确定环境下本地与跨区域网络对集群企业创新影响研究[J]. 科研管理, 2019, 40(6).
- [13] 蔡宁, 王节详, 杨大鹏. 产业融合背景下平台包络战略选择与竞争优势构建——基于浙江传媒的案例研究[J]. 中国工业经济, 2015(5).
- [14] 王节详, 蔡宁, 盛亚. 龙头企业跨界创业、双平台架构与产业集群生态升级——基于江苏宜兴“环境医院”模式的案例研究[J]. 中国工业经济, 2018(2).
- [15] 张帆. 金融产业虚拟集群知识溢出效应的理论研究[J]. 科研管理, 2016, 37(4).
- [16] Philipp J., Garbade P., Frances T.J.M. Fortuin, & S.W.F. (Onno) Omta. Coordinating Clusters: A Cross Sectoral Study of Cluster Organization Functions in The Netherlands [J]. International Journal on Food System Dynamics, 2012, 3(3).
- [17] Klerkx, L., Leeuwis, C. Establishment and Embedding of Innovation Brokers at Different Innovation System Levels: Insights from the Dutch Agricultural Sector [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2009, 76(6).
- [18] Batterink, M.H. Profiting from External Knowledge: How Firms Use Different Knowledge Acquisition Strategies to Improve Their Innovation Performance [M]. Wageningen, Netherlands, Academic Publishers, 2009.
- [19] Winch, G.M., Courtney, R. The Organization of Innovation Brokers: An International Review [J]. Technology Analysis & Strategic Management, 2007, 19(6).
- [20] Omta, S.W.F., Fortuin, F.T.J.M. The Effectiveness of Cluster Organizations in Facilitating Open Innovation in Regional Innovation Systems. The Case of Food Valley in the Netherlands. In: Garcia, M. (ed.), Open Innovation in the Food and Beverage Industry. Concepts and Case Studies [M]. UK, Woodhead Publ. Ltd, 2013.
- [21] 何强, 李义章. 工业APP开启数字工业时代[M]. 机械工业出版社, 2019.
- [22] Eisenhardt, K. M., and M. E. Graebner. Theory Building from Cases: Opportunities and Challenges [J]. Academy of Management Journal, 2007, 50(1).
- [23] Yin, R. K. Case Study Research and Applications: Design and Methods [M]. New York: Sage Publications, 2017.
- [24] Roman Dumitrescu, Günter Korder, Herbert Weber. On the Road to Industry 4.0: Technology Transfer in the SME Sector [R]. It's OWL Clustermanagement GmbH, 2017.
- [25] Powell W. W. Neither Market nor Hierarchy: Network Forms of Organization [J]. Research on Organizational Behavior, 1990(12).

Competitiveness Improvement Mechanisms of World-Class Advanced Manufacturing Clusters and Their Implications

——Taken the German Industry 4.0 Flagship Cluster as An Example

Zhang pei Zhao Zuoquan

Abstract: With the German industry 4.0 flagship cluster It's OWL as an example, this paper systematically analyzes the competitiveness enhancement mechanisms of world-class advanced manufacturing clusters. It shows that : world-class advanced manufacturing clusters enhance their competitiveness mainly through building cluster organizations and industrial internet platforms; by creating cluster organizations and strengthening networked construction and operations to solve governance and operation problems; by building industrial internet platforms and promoting advanced manufacturing models to ultimately achieve innovation and growth. These experiences have very important value for the cultivation of world-class advanced manufacturing clusters and the enhancement of their competitiveness in China. For cultivating world-class advanced manufacturing clusters in China, more emphasis should be put on networking and operation, building an industrial internet platform, and promoting the integration of industrialization and informatization under the umbrella of "Internet +". Industrial big data can help realize the balance of supply and demand between the product market and the factor market, promote innovation cooperation and technology transfer between industries, and facilitates deep integration of the "digital economy" and the "real economy" to realize advanced manufacturing.

Key Words: World-Class Advanced Manufacturing Cluster; Cluster Organization; Industrial Internet Platform; It's OWL; Industry 4.0

(责任编辑:晓 力)