
开放型产业创新生态系统与传统产业集群升级

——以安徽省无为县高沟镇特种电缆产业集群为例

刘刚 刘捷¹

(南开大学 经济研究所, 天津 300071)

【摘要】:持续提升企业产品研发能力,推动传统生产型产业集群向创新型集群的转型和升级,是经济高质量发展的基本支撑。基于价值网络动态分析方法,对安徽省无为县特种电缆的研究表明,在集群内部创新资源匮乏的条件下,通过构建开放的产业创新生态系统,有效连接、引进和集聚外部创新资源增加技术供给,是提升企业产品研发能力和推动产业升级的基本动力和机制。其中创新企业和新型研发组织的出现和发展,是传统产业集群开放型产业创新生态系统形成和发展的主导因素。

【关键词】:传统产业集群 产业升级 创新生态系统

【中图分类号】:F427 **【文献标志码】:**A **【文章编号】:**1001-2435(2019)02-0039-12

一、问题的提出

改革开放以来,工业化的成功使中国快速成长为“世界工厂”。而构筑“世界工厂”的基石则是遍布全国各地的生产型产业集群。如何继“世界工厂”之后成长为具有全球影响力的科技创新中心和创新型国家,是新的发展阶段我国经济实现高质量发展的方向。其中,生产型集群向创新型集群的转型和升级,是创新型国家建设的基本推动力。如何通过创新资源的引入和集聚,构建产业创新生态系统实现产品的高端化,提升国际竞争力,是当前产业集群升级的主题。

从技术来源看,我国现有产业集群可以划分为两种类型:外生型产业集群和内生型产业集群。外生型产业集群的技术是外源型的。跨国公司通过技术和管理输出成为当地产业集群的主导者,本地企业则通过引进发达国家成熟产品和标准化生产技术从事加工制造活动。对国外标准化生产技术的依赖,使外生型产业集群长期处于全球价值链的低端环节。

内生型产业集群则是指改革开放以来依托当地技术、产业和创新资源发展起来的产业集群。根据技术和知识的密集度不同,内生型产业集群可以划分为传统产业集群和高科技产业集群。其中,高科技产业集群是依托当地的创新资源,通过新兴技术的研发和产业化发展起来的产业集群,一般位于科技创新资源富集的大城市和中等城市。内生型传统产业集群主要依赖当地原有的产业和技术,数量众多,广泛分布在科技创新资源匮乏的县和镇域范围。在发展的初期,传统产业的技术主要来自计划经济时期国有企业的技术转移和扩散,通过不断吸收和引进发达国家的先进制造技术逐步发展壮大。随着市场条件的变化、如要素成本的上涨和环境保护政策的加强,因为缺乏创新资源和自主创新能力,传统产业集群面临着巨大的转型升级压力。

¹收稿日期:2018-11-04;修回日期:2019-01-17

基金项目:天津市科技战略研究计划重点招标项目(软科学研究项目)(17ZLZDZX00520)

作者简介:刘刚(1965-),男,山东济宁人,教授,博士,博士生导师,主要研究方向为创新经济和创新政策;刘捷(1992-),女,山西晋中人,博士研究生,主要研究方向为产业创新生态系统。

作为典型的内生型传统产业,电线电缆产业的产品广泛应用于各行各业,被誉为国民经济发展的动脉。伴随着我国工业化和城市化进程,2010年电线电缆产业快速成长为产值规模仅次于汽车及零部件的制造业部门^①,形成了包括江苏省宜兴市官林镇、安徽省无为县高沟镇、河北省宁晋县、江苏省吴江市、广东省东莞市虎门镇、浙江省富阳市和临安县在内的电线电缆产业集群。

随着市场条件的变化,在产品结构上电线电缆产业出现了低端产品产能过剩和高端产品短缺并存的局面。因为低端电线电缆产品技术水平较低,生产工艺简单,进入门槛低,出现了严重的产能过剩现象。而包括环保、阻燃和耐火方面的特种电线电缆产品生产工艺较为复杂,存在着较高的进入壁垒。尤其是国家重大工程和战略性新兴产业发展急需的高端电缆产品的供给方主要是跨国公司。

为了实现高端产品的进口替代,以企业为主体,以市场为导向,电线电缆产业开始自发地走上产业升级的道路。电线电缆产业的升级沿着两条路径发展:一是依托大企业的产品研发能力和品牌提升,辐射带动中小企业发展,走规模化和产品高端化并重的路线;二是以集群内中小企业为主导,通过集群内部的协作积极连接和引进外部创新资源,探索走产品的多品种小批量和高附加值发展道路。前者的典型是江苏省宜兴和吴江市,后者的代表则是安徽省无为县和河北省宁晋县。作为内生型传统产业集群升级的典范,安徽省的无为县高沟镇,以创新型中小企业为主体通过连接、引进和集聚创新资源,逐渐从低端普通电线电缆产业集群发展为高端特种电线电缆产业集群。

为了探索经济高质量发展的动力和机制,本文以安徽省无为县高沟镇电线电缆产业集群^②升级为案例,通过实际调查和文献分析,概括和总结内生型传统产业集群升级的基本路径。尤其是考察和分析无为县高沟镇特种电线电缆产业集群如何以创新型中小企业为主导,积极连接外部创新资源,通过政产学研协同创新,实现产品高端化和进口替代的动力和机制。

二、文献综述

在经济全球化背景下,作为后发国家,对中国产业升级的理论研究包括多个维度。从现有文献看,大致存在着产业结构、全球价值链和产业集群三个分析视角。

从产业发展的视角看,产业升级可以看作是产业结构的调整。产业结构调整不仅包括第三次产业在产业结构中占比的提高,而且包括战略性新兴产业的发展及其与三次产业的融合。随着我国经济步入高质量发展阶段,学者们更多地从生产型服务业和战略性新兴产业的视角考察产业升级问题。尤其是以第四次工业革命为背景,考察如何通过创新驱动发展战略推动战略性新兴产业发展成为当前产业结构调整理论研究的焦点^[1-3]。全球价值链的分析视角则重点考察外生型产业集群的升级问题,探讨如何通过积极引进跨国公司研发机构和提高创新能力推动产业链从低端嵌入型向高附加值型攀升^[4-6]。从集群发展的实际看,满足国内市场的高端化需求和提升产品的自主研发能力是内生型传统产业集群升级的基本动力。而集群的网络结构^[7]、集群环境^[8]和集聚程度^[9]等因素,都会影响产业集群创新的水平和绩效。

无论是外生型产业集群还是内生型传统产业集群,产品从低端向高端的发展只是产业升级的表现,本质上则是企业和产业创新能力的提升。产品创新能力的提升不仅涉及原材料、中间产品和装备制造水平的提高,而且涉及研发服务和人力资本的培养,也是产业创新生态系统的培育和完善过程^[10-12]。

20世纪90年代以来,随着美国新经济的兴起和发展,复杂适应系统理论和方法开始引入创新研究^③。如果说产业升级的本质

^①参见中国电器工业协会电线电缆分会2011年发布的《中国电线电缆行业“十二五”发展指导意见》(简称“指导意见”),在指导意见中指出“按产值规模算,电线电缆制造业在全国机械工业的细分行业中,仅次于汽车整车制造和零部件及配件制造业位居第二。”

^②安徽省无为县电线电缆产业20世纪80年代初起源于高沟镇,经过30多年的发展,目前形成了以高沟镇为中心辐射周边乡镇的特种电缆产业集群。因而,在本文中,我们用高沟镇电线电缆产业集群指称无为县电线电缆产业集群。

^③①在复杂适应系统理论看来,创新是多元创新主体适应环境变化条件的知识和技术创造和应用过程。多元创新主体相互联系和作

是技术和知识供给能力的提升,那么培育和构建产业创新生态系统则是增加技术和知识供给的基础。作为复杂适应系统,产业创新生态系统在适应创新需求的条件下通过多元主体的互动,为产业升级提供持续的技术和知识供给。与产业创新生态系统相近,1992年库克(Philip Nicholas Cooke)提出了区域创新系统(RIS)概念。库克指出,“区域创新系统主要是由在地理上相互分工与关联的生产企业、研究机构和高等教育机构等构成的区域性组织体系,这种体系支持并产生创新”^[12]。David Doloreux等认为区域创新体系理论的核心在于一个经济体的创新绩效依赖于公司和研究机构的创新能力,以及他们与公共机构之间的相互作用^[13]。

Patrick Ronder and Caroline Hussler对法国制造业区域创新体系决定因素的分析表明,构建与外部组织交流和互动的机制往往比仅仅关注内部创新资源的发展更为重要,区域创新政策的重点在于支持区域内部和区域之间创新主体之间的互动网络。尤其是在本地创新资源匮乏的条件下,能否建立与外部创新主体之间的技术和知识交流和互动机制,对传统产业的转型升级而言显得更为重要^[14]。

Gu指出,与发达国家相比,发展中国家和地区的创新系统研究应该置于经济发展的框架中^[15]。Edquist的研究进一步提出“发展创新系统”的概念,认为与发达国家创新系统相比,后发国家的发展创新系统存在着四个方面的关键性区别:一是产品创新比工艺创新更重要;二是渐进性创新比根本性创新更容易获得成功;三是对处于扩散中的技术的吸收比进行原始性创新更重要;四是中低技术领域的创新比高技术领域的创新更容易取得突破性进展^[16]。Viotti关注到发展中国家和地区创新生态系统中要注重技术扩散、吸收和学习^[17]。从产业集群的视角看,区域创新系统就是指产业创新生态系统,“一个区间内各种创新群落之间及与环境之间,通过物质流、能量流、信息流的联结传导,形成共生竞合、动态演化的开放、复杂系统”^[18]。

与区域创新体系相比,产业创新生态系统更加强调创新主体的多元化及其自组织过程。RonAdner融合了仿生学的理念,第一次明确提出创新生态系统是“一种协同整合机制,将系统中各个企业的创新成果整合成一套协调一致、面向客户的解决方案”,系统的主体是企业^[19]。曾国屏等考察了目前关于创新生态系统的概念、框架和模型,探讨了创新生态系统的动态性、栖息性与生长性^[20]。李万等系统梳理了近年来创新3.0范式演变的理论基础与实践探索,认为其实质是以创新生态系统为核心特征的新一代创新范式^[21]。

尽管国内外许多学者对产业创新生态系统进行了多视角讨论,但是如何通过构建产业创新生态系统和构建什么样的产业创新生态系统更有效地推动产业升级,尚缺乏深层次的理论分析。尤其是对于我国内生型传统产业集群的升级而言,面对的是两类特殊情境:一是因为受国家和地区创新资源布局的影响,分布在县域甚至乡镇范围内的产业集群内部创新资源极其匮乏;二是集群产品的高端化更多地表现为高端产品的进口替代,即对发达国家高端产品的模仿创新。如何基于中国情境培育开放型产业创新生态系统,通过内外部多元创新主体的互动和协作,学习、吸收和模仿发达国家同类高端产品的研发和生产技术以提升企业产品研发能力和产业创新能力,是目前传统产业集群转型升级的实践和理论前沿。

三、研究方法和设计

1. 研究对象和方法

对于不同类型的产业集群而言,因为市场、技术和资源环境差异,可能存在不同的产业升级路径。本文以内生型传统产业集群作为研究对象^④,考察在集群内部创新资源匮乏的条件下如何通过连接和引进外部创新资源,基于现有生产网络构建创新网络和培育产业创新生态系统,实现产品从低端向中高端升级的动态演进过程。

用构成了价值创造的网络。因而,创新表现为价值网络的形成和演化过程。通过价值网络分析,可以揭示科技创新和产业化的动力和机制。

^④①因为外源型产业集群的技术进步涉及跨国公司的产品内分工和全球价值链的变动,较为复杂。因而,本文首先分析较为简单的内生型产业集群的升级过程。

在我国内生型传统产业集群转型升级的实践过程中,位于安徽省无为县高沟镇的特种电线电缆产业集群是一个典型案例。从20世纪90年代中期到2007年,通过外出务工人员的集体创业,在安徽省无为县高沟镇及周边乡镇形成了一个拥有268家企业的电线电缆产业集群。与其他地区类似,无为县电线电缆产业集群是生产型的,主要生产低端电线电缆产品。随着低端产品市场竞争的加剧和国内高端产品市场需求的出现,2008年之后,无为县高沟镇电线电缆产业集群开始探索产业升级道路。为了满足高端电线电缆产品市场需求,通过连接和引进外部创新资源构建开放的产业创新生态系统,逐步升级为以高端产品为主导的特种电线电缆产业集群。集群研发和生产的高铁、核电、军工、机器人和新能源汽车产业领域使用的特种电线电缆,成为中国制造的重要元素。

为了分析无为县高沟镇电线电缆产业集群如何从生产网络发展为创新网络的动力和机制,本文选择从事新产品研发和生产的14家创新型企业 and 1家检测机构为样本进行实地调查^①。样本企业研发和生产的產品覆盖了包括军工、舰船、轨道交通、工业机器人和新能源汽车在内的高端装备制造所需的高端特种电线电缆产品。作为创新型企业,样本企业一方面来源于普通电线电缆生产企业的转型升级;另一方面是近年来新创建的企业。与一般生产型企业不同,样本企业都拥有产品研发能力^②。除了样本企业,研究样本还包括2014年成立的国家特种电线电缆产品质量监督检验中心(安徽)(以下简称特缆中心(安徽))。表1列出了调研样本的基本情况。

表1 无为县电线电缆产业集群调研样本的基本情况^③

分类	名称	成立时间	主营产品应用领域	技术资质	专利数量
电 缆 企 业 检 测 机 构	华源	1976	轨道交通、军工舰船	国家级高新技术企业省级企业技术中心	39
	华能	1986	轨道交通	省级博士后科研工作站省级企业技术中心	
	江淮	1986	轨道交通、军工、航天航空	国家重点项目及军工配套生产企业省级企业技术中心	
	华菱	1989	轨道交通	省级企业技术中心省级工程技术中心	78
	凌宇	1989	矿用	省级企业技术中心	11
	明星	1999	轨道交通	省级企业技术中心	
	新亚特	1992	轨道交通、核电、军工航空航天	国家重点高新技术企业省级企业技术中心省级工程技术中心	125
	宏源	1993	航空航天	省级企业技术中心省级工程技术中心	
	瑞之星	1993	轨道交通、军工	省级企业技术中心	
	新科	1994	轨道交通	国家高新技术企业省级技术中心首家电气绝缘研究所	
	华星	1995	电力设备	省级企业技术中心省级工程技术中心	
	纵横高科	1998	高铁、新能源汽车	省级技术中心	18
	华宇	2004	舰船	省级企业技术中心省级工程技术中心	
	国电	2006	计算机和控制设备	省级企业技术中心	
特缆中心(安徽)	2014	为特种电线电缆产业提供研发和检测服务	我国投资规模最大和最具影响力的电线电缆检验机构之一		

^①②14家电线电缆企业都拥有专利,因为我们只获得了5家企业准确的公开数据,只列出5家企业的专利数,其他企业的专利数没有列出。同时,无为县拥有专利的电线电缆企业不仅包括14家企业。

资料来源:整理自各企业和检测机构官网,2018。

2. 数据的收集和分析

本文运用复杂系统和创新生态系统的基本分析方法——价值网络分析方法,以14家企业和1家机构为样本节点,从样本节点出发,搜集与产品研发相关的关系节点和关系数据。关系节点和关系数据的搜集包括三个维度:(1)样本企业从哪些组织和机构获得新产品的市场需求信息,如何获取?(2)样本企业与哪些组织和机构进行新产品研发合作和获得检测检验服务,如何合作和获取?(3)与样本企业合作的与新产品研发和生产工艺创新相关的人力资本培训组织和机构包括哪些?^⑥为了统计分析的方便,当节点之间存在着上述三种关系时,则赋值为“1”,否则为“0”。

基于搜集的关系数据,分析样本节点和关系节点之间如何通过相互联系和作用展开新产品研发与合作、推动产品的高端化和产业升级的动力和机制。研究中所搜集的关系数据来自两个方面:一是样本企业和机构的实际调查数据;二是文献和网络资料数据。其中,15个样本节点的关系数据主要来自实际调查,关系节点的数据则来自网络和文献资料。

四、无为县高沟镇电线电缆产业集群升级的价值网络分析

把所搜集的关系数据输入Gephi社会网络分析软件,得到49个节点(其中,15个为样本节点,34个为关系节点)和142条边(关系)^⑥。本文首先通过对无为县高沟镇特种电线电缆产业集群价值网络关系数据的统计分析,找出影响产业升级过程的关键节点;其次,基于关系数据和资料,分析价值网络样本节点和关系节点之间如何通过相互联系和作用推动新产品的研发和生产工艺创新,实现产品的高端化的动力和机制。

(一)无为县高沟镇特种电线电缆产业集群创新网络的基本结构

^⑥①根据无为县政府和行业协会提供的资料,无为县共有27家电线电缆企业拥有省级技术中心和工程技术中心资质。本文主要选择发源于高沟镇的14家拥有省级技术中心和工程技术中心资质的企业作为样本进行调查和数据搜集,占拥有省级技术中心和工程技术中心资质企业的51.8%。

②与集群内的生产型企业不同,作为创新型企业的样本企业都拥有省级企业技术中心和工程技术中心,都拥有多项技术专利和专门的研发团队。

③由于目前中小企业产业集群的创新主要是学习、模仿的进口替代,所以市场需求、人力资本为核心的技术获取和重组是创新的核心要素。

④无为县高沟镇电线电缆产业价值网络的节点数是样本节点数的3.67倍。因为关系节点主要是大学、科研院所和检测机构,涵盖了与产业集群直接相关的科技创新资源,因而基于15家样本节点构建的价值网络是无为县高沟镇产业集群的创新网络,各节点之间的相互联系和作用的动力和机制构成了产业创新生态系统的基本结构和内容。

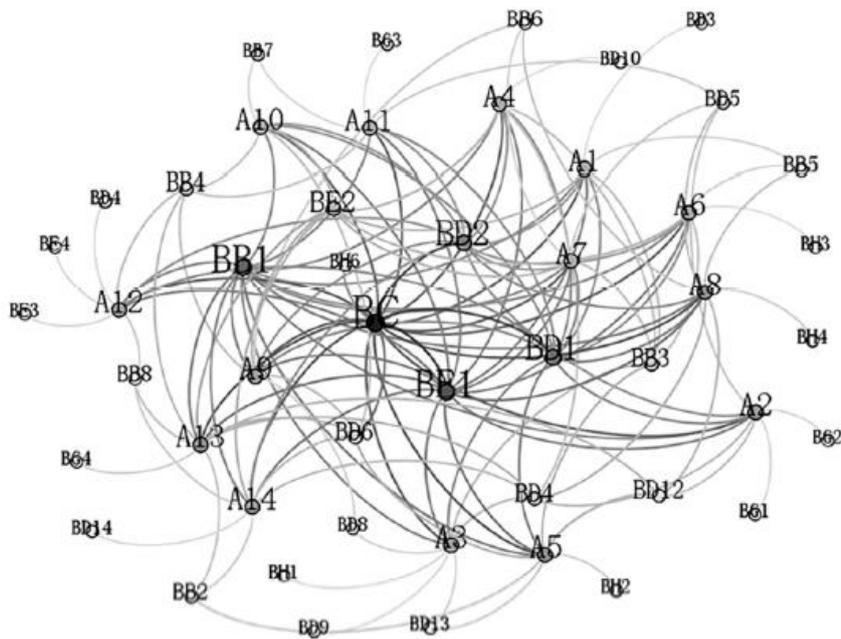


图 1 无为县高沟镇特种电线电缆产业集群创新网络图
资料来源：作者绘制，2018。

图 1 为 Gephi 软件输出的无为县高沟镇特种电线电缆产业集群创新网络的拓扑结构图。在创新网络图中，主要节点类别包括：(1)无为县高沟镇特种电线电缆样本企业，用符号 A1-A14 表示；(2)与新产品研发市场信息获取相关的关系节点，包括电力设计院和产业联盟，用符号 BB1-BB8 表示；(3)特缆中心(安徽)，用符号 BC 表示；(4)与新产品研发相关的高校和科研院所。其中符号 BD1-BD14 表示国内高校，符号 BE1-BE4 表示科研院所；(5)客户。其中，符号 BF1-BF4 表示国内企业，BG1-BG6 表示国外企业。

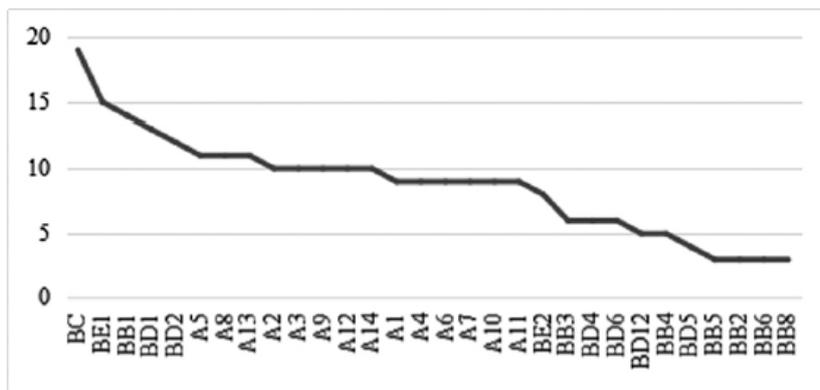


图 2 无为县高沟镇特种电线电缆产业集群创新网络主要节点度数中心度分布
资料来源：作者根据 Gephi 文件输出结果整理，2018。

图 2 列出了无为县高沟镇特种电线电缆产业集群创新网络节点的度数中心度的分布情况。在创新网络中，度数中心度的分布分为三个阶梯。第一个阶梯包括特缆中心(安徽)(BC)、上海电缆研究所(BE1)、电力设计院(BB1)、哈尔滨理工大学(BD1)和西安交通大学(BD2)。除了特缆中心(安徽)之外，上海电缆研究所、电力设计院、哈尔滨理工大学和西安交通大学都是位于产业集群外部

的关系节点,是创新资源的拥有者。样本企业与这些节点的相互联系和互动,一方面获取新产品研发所需要的技术和知识,另一方面获取新产品研发的市场需求信息。第二阶梯是14家样本企业;第三个阶梯则包括国内外企业客户、高校、科研院所和产业联盟在内的其他关系节点。

表2列出了无为县高沟镇特种电线电缆产业集群创新网络的结构指标。无论从样本企业的个体还是整体网络结构看,都具有很高的开放性。网络与外部创新资源的高连接度表明,无为县特种电线电缆产业集群的创新网络及其产业创新生态系统是高度开放型的^⑦。

表2 无为县高沟镇特种电线电缆产业集群创新网络的结构指标

类别	网络直径	图密度	平均聚类系数	平均路径长度
数值	4	0.121	0.062	2.664

资料来源:作者根据 Gephi 文件输出结果整理,2018。

(二)无为县高沟镇特种电线电缆产业新产品研发合作关系分析

根据搜集的关系数据和赋值,对无为县高沟镇特种电线电缆产业集群创新网络的新产品研发合作关系进行统计分析。围绕新产品的开发,合作关系的内容主要包括:获取新产品研发的市场需求信息、技术和开展人力资本培训。

1. 新产品研发市场需求信息的获取

新的高端产品市场需求,是拉动高沟镇产业集群升级的基本动力。因为特种电线电缆属于多品种和小批量产品,获取准确的市场需求信息,是产品研发和生产的前提。如图3所示,无为县高沟镇特种电线电缆产业集群新产品研发市场需求信息的主要来源包括:以上海电缆研究所为代表的研发机构、以电力设计院为代表的工程设计机构、战略性新兴产业联盟和企业客户。

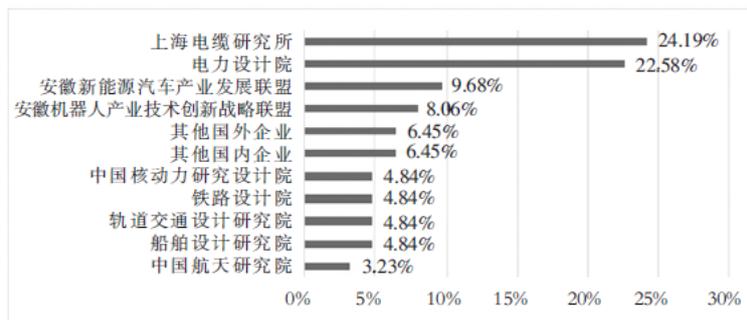


图3 无为县高沟镇特种电线电缆产业集群创新网络新产品市场需求获取渠道的关系分布

资料来源:作者绘制,2018。

从图3中列出的产品研发的市场需求信息获取渠道看,无为县高沟镇特种电线电缆产业集群与一般产业集群升级存在明显的

^⑦从价值网络图中可以看出,与无为县高沟镇电线电缆企业获取创新资源的连接对象都是外部的大学和科研机构,因而产业创新生态系统是高度开放的。

区别。因为高端电缆产品的需求主要来自包括航空航天、军用舰船、高铁和新能源汽车在内的国家大型项目和战略性新兴产业。在自主可替代产品出现之前,主要产品供应方是跨国公司。在国家大型项目的上马之前,国家级设计院、研究院和检测机构是最早掌握产品技术参数和市场需求的单位。同样,在战略性新兴产业的启动过程中,产业联盟则是获取产品信息的基本渠道。

2. 新产品的研发合作

在产业集群内部创新资源匮乏的条件下,获取外部创新资源的支持,通过合作研发高端产品是企业技术能力提升的基本途径。从新产品研发技术合作关系的组织类型看,主要包括两种类型:一是以特缆中心(安徽)和上海电缆研究所为代表的检测检验机构;二是以哈尔滨理工大学、西安交通大学为代表的高校和科研机构。作为重要的检测检验机构,无论是特缆中心(安徽)^①还是上海电缆研究所都掌握着新产品的技术、品质和原材料方面的信息和技术。在外部创新资源的推动下,高沟镇产业集群逐步从普通电线电缆发展为特种电线电缆产业集群。

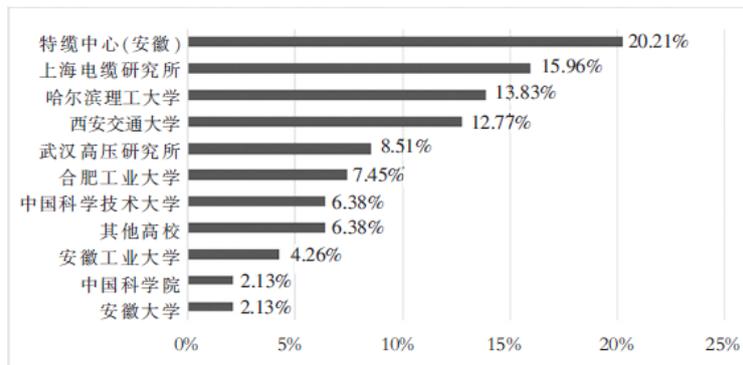


图 4 无为县高沟镇电线电缆创新网络产品研发技术合作关系的分布

资料来源:作者绘制,2018。

因为电线电缆行业的特殊性,在产品研发、生产和销售过程中始终需要检测活动。在 2014 年特缆中心(安徽)在无为县成立之前,主要依赖上海电缆所进行新产品的检测。随着无为县电线电缆产业向特种电线电缆产业的升级,检测的频繁性和知识积累的专用性推动了特缆中心(安徽)的成立。上海电缆研究所的检测业务面向全国,同时为高沟镇的产品做一些高端和特殊要求的检测。在产品外销的过程中,德国莱茵集团负责无为县电线电缆企业进行出口的检测和认证,其中的 TUV 标志是德国 TUV 专为元器件产品定制的一个安全认证标志,是产品出口欧洲的要件。随着特缆中心(安徽)的成立,企业不再依赖上海电缆所和国际机构的认证,而是通过特缆中心联系外部资源展开检测活动,大大降低了检测成本和提高了新产品研发的速度和效率。

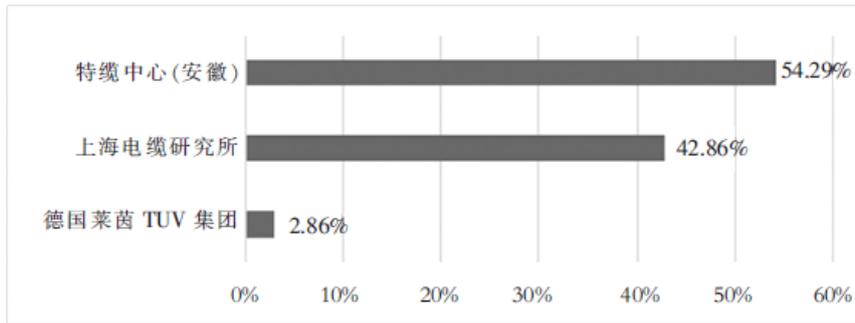


图 5 无为县电缆创新网络检测机构分布

资料来源：作者绘制，2018。

3. 人力资本培训合作关系

在无为县电缆创新网络的人力资本培训方面，哈尔滨理工大学和西安交通大学分别作为国内电线电缆科研领域的高校，掌握着电线电缆的技术前沿。通过人力资本培养，为无为县高沟镇特种电线电缆产业输送了大量人才。

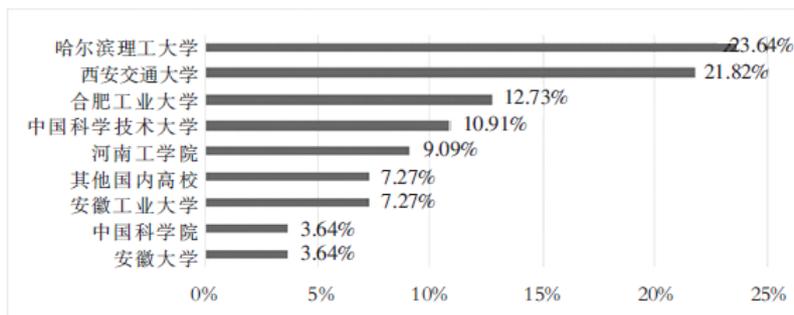


图 6 无为县高沟镇特种电线电缆产业创新网络人力资本培训合作关系分布

资料来源：作者绘制，2018。

(三) 以创新型企业为主导的开放型产业创新生态系统

从创新网络的结构和产品研发合作关系的分析中，可以得出以下基本判断：一是无为县高沟镇电线电缆产业集群的升级是由创新型企业主导的；二是产业创新生态系统是高度开放的，外部创新资源的连接、引进和合作，是实现产品高端化的重要途径；三是政府的协同作用，集中表现为新型研发组织——公共研发和检测平台的建设^⑧；四是积极参与战略性新兴产业联盟是研发和生产作为新兴产业关键零部件的重要渠道。

无为县电线电缆产业集群升级的直接动因来自国内电线电缆同类低端产品市场饱和、同质化竞争和原材料价格的持续上涨。与低端产品的产能过剩不同，中高端产品，尤其是作为高端产品的特种电缆市场却存在着严重的供给不足。因为特殊的安全性和环保要求，高端电缆产品的研发和生产面临较高的技术壁垒，基本上由美国、日本和欧洲企业垄断。

^⑧①在调查中发现，特缆中心（安徽）尽管位于集群内部，但是主要功能是连接外部创新资源的“结构洞”。

②在案例中，公共研发平台是指检测检验中心，属于新型研发组织，带有公共研发性质。

如何替代国外高端进口产品,成为无为县电线电缆产业集群的升级基本方向。为了研发和生产替代国外生产的电缆高端产品,无为县特种电线电缆产业集群的升级是在政府政策支持下,从生产型企业建立技术中心开展新产品研发活动开始的。在 248 家生产企业中,设立省级企业技术中心的为 27 家,设立省级工程技术中心的企业为 9 家,有 1 家企业设立了院士工作站和 5 家企业设立了博士后工作站。通过内部设立技术中心的方式,部分生产型企业转型为创新型企业并成为产业升级的主导者。

因为当地科技创新资源高度匮乏,依托内部设立的技术中心,无为县高沟镇特种电线电缆生产企业通过自主研发和外部创新资源的连接和引进,展开新产品的研发和生产。新产品研发的主要方式是合同研发,即通过与科研院所科研人员和单位签订正式和非正式合同的方式进行合作研发^①。

因为在产业升级过程中,对国内市场需求而言所谓的新产品往往是发达国家企业已经批量生产的高端产品。对国外高端产品的分析、模仿和生产工艺的改进,成为新产品研发和生产的关键。而掌握国外高端产品技术参数和质量信息的是与国外企业和科研院所存在广泛联系的国内高校和科研院所。以上海电缆研究所为代表的具有研发和检测能力的高校和科研院所,成为企业连接和引进创新资源的对象。同时,因为国内市场需求主要是国家大型工程,国有工程设计院往往成为新产品市场需求、技术和质量信息最先的掌握者。与国有工程院的合作,有利于掌握新产品的技术参数和需求信息^②。

当新产品研发进入批量生产阶段,企业则通过与包括哈尔滨理工大学在内的高校和科研院所合作,改进生产工艺流程和培训人力资本。例如,有“电缆专业黄埔军校”之称的哈尔滨理工大学,在电缆生产工艺方面处于前沿地位。通过与哈尔滨理工大学的合作,无为县电线电缆企业能够快速改进和掌握新生产工艺方面的知识和技术。

从 2008 年开始,在自建技术中心的基础上,无为县电线电缆企业通过与高校和科研院所展开广泛的研发合作,不断提升企业产品研发能力。截至 2017 年,在高沟镇工业园区已经聚集了 70 多家民营特种电缆制造企业,300 多家上下游配套企业,形成了无为县特种电缆产业创新集群。围绕着高端产品研发和生产、关键零部件和原材料的上下游配套,培育出以创新型企业为主导的开放型创新生态系统。在产业升级中发展起来的产业创新生态系统囊括了研发、检测、知识产权、技术转移和中介咨询服务在内的服务体系。

在无为县高沟镇产业创新生态系统中,最引人关注的是 2014 年政府主导建立的特缆中心(安徽)。与产品使用环境的特殊要求相关,特种电线电缆属于产品标准繁多的产业类别。每一种新产品的研发和生产都要频繁地进行检测,检测机构是当地产业知识积累的重要载体。特缆中心(安徽)的建立,使无为县高沟镇特种电线电缆产业拥有属于自己的创新平台。作为公共服务平台,在为集群内的企业进行产品检测和检验过程中,特缆中心(安徽)发挥了技术、知识和经验集聚和扩散的功能。因为在每家企业新产品的检测过程中,都要借鉴其他企业产品检测的信息。公共检测平台的建立,一方面使集群内部企业能够更好地学习和掌握外部的创新资源和知识,另一方面通过专业性知识和技术的积累,平台促进了集群内部企业之间的学习和模仿^③。

除了参与国家重点工程建设,随着包括新能源汽车和机器人在内的战略性新兴产业的兴起,无为县高沟镇特种电线电缆产业成为高端装备制造领域的关键零部件供应商。新兴产业创新联盟成为无为县高沟镇特种电线电缆企业获取新产品研发市场和技术信息的重要来源。产业联盟内企业之间的技术和知识交流,成为产业升级的重要推动力。

从 2005 年开始,经过 10 多年的努力,无为县高沟镇电线电缆产业集群由过去以生产普通电线电缆产品为主的产业集群升级为以特种电缆为主的高端产品产业集群。作为配套产品,无为县高沟镇特种电线电缆产业集群不仅参与国内包括水电、核电、军工和高铁在内的一系列国家重点工程建设,而且成为包括新能源汽车和机器人在内的战略性新兴产业的发展关键零部件供应商。

^①研发外包是目前的一种研发方式,发包企业是研发的主导者。

^②因为国外的高端产品进入中国市场同样需要国家检测机构的检测,这为国内科研机构掌握国外高端产品的技术参数、原材料来源和品质要求提供了条件。

^③例如,在高沟镇,某家企业研发出新产品,一年左右时间就会转变为公开知识,其他企业就会掌握新产品的研发和生产能力。

产品的高端化只是无为县高沟镇特种电线电缆产业集群升级的表现,而本质则在于以企业为主导的开放型创新生态系统的构建和企业创新能力的提升。除了创新型企业发挥主导作用之外,特缆中心(安徽)成为无为特种电线电缆产业创新生态系统的关键节点。作为公共服务平台,特缆中心(安徽)成为新产品研发、生产知识和技术共享与积累的载体,是产业创新生态系统的核心节点。

五、内生型传统产业集群升级的动力和机制

无为县高沟镇电线电缆的发展,是我国内生型传统产业集群升级的代表。以高沟镇为例,通过对我国内生型传统产业集群升级的路径进行理论抽象和概括,本文提出一个简单的探索性理论模型,为传统产业的转型升级提供理论解释和指导。为了进行理论抽象和概括,我们做出两个前提假设:

第一,产业升级过程中的产品高端化主要目标是对国外产品的进口替代。因为国外存在着同类产品,我国传统产业集群升级的基本方向是掌握国外高端产品的研发、设计和生产技术。

第二,传统产业集群大都属于由中小企业构成的生产网络,企业自主创新能力不足。因为我国绝大部分传统产业集群是在农村工业化阶段发展起来的,远离中心城市。而我国的科技创新资源则主要分布在包括省会城市、区域中心城市和直辖市。与产业升级相关的创新资源分布的空间特征,决定了远离中心城市的内生型传统产业集群必须以现有企业为主导,通过连接外部创新资源提升企业和产业的创新能力,实现产品的高端化。

在两个前提假设的条件下,本文提出了一个解释我国内生型传统产业集群升级动力和机制的理论分析模型(图7)。如图7所示,在初始状态下,产业集群升级的基础是基于满足国内低端产品市场发展起来的生产网络。作为生产网络的主体,生产型企业通过模仿和引进国内成熟产品和标准化生产技术进行规模生产。

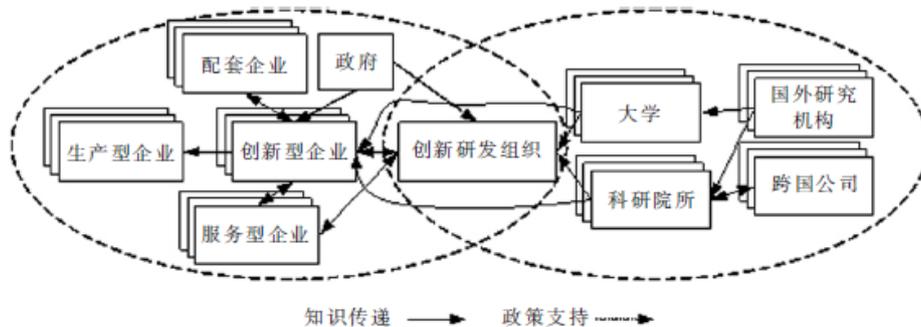


图7 内生型传统产业集群升级动力和机制

资料来源：作者绘制，2018。

在低端产品市场需求饱和和竞争加剧的条件下,如何满足高端产品市场需求获取更高利润成为企业努力的方向。当国外高端产品生产企业限制技术转移的情况下,企业只能通过自主创新才能突破技术壁垒,研发和生产出高利润率高端产品。

在适应市场环境变化的过程中,部分生产型企业和新创企业通过成立技术研发部门开展创新活动,逐步发展为创新型企业。因为集群内部缺乏创新资源,在升级过程中,创新型企业依托自身的技术部门连接集群外部的创新资源,通过构建开放创新网络形成自主创新能力。包括具有相关技术的大学、科研院所和检测检验机构成为创新型企业的连接和技术引进对象。

推论 1:在集群内部创新资源匮乏的条件下,创新型企业通过连接外部创新资源建立开放的创新网络和产业创新生态系统,是提升企业和产业创新能力的基本路径。

当响应高端产品市场和实施自主创新战略成为集群内部的集体行动时,如何把外部创新资源内部化成为企业的共同需求。当与研发和技术创新有关的服务需求达到一定规模的条件下,政府则通过引进和创建新型研发组织的方式满足企业的集体创新需求,进而推动整个集群的产业升级。新型研发组织的功能表现在三个方面:一是政府推动产业转型升级的举措;二是集群关键技术、共性技术和知识积累的载体;三是联系集群内部企业创新需求与外部创新资源的连接者。因而,新型研发组织是政产学研协同和内部与外部创新资源结合的结果。

推论 2:新型研发组织服务于集群企业创新的规模化需求,集合政府政策、技术和知识载体、创新资源连接功能,是开放型产业创新生态系统的核心节点。

新型研发组织的出现无法完全替代包括高校和科研院所所在的外部创新资源。与创新企业和新型研发组织连接的高校和科研院所都拥有与国内外其他高校和企业的广泛联系。尤其是与发达国家研发机构和跨国公司的联系,是不断获取新产品研发市场、技术和质量信息的重要渠道,是集群升级所需的开放型创新生态系统的重要组成部分。

推论 3:内生型产业集群所构建的产业创新生态系统是高度开放性的,一方面表现为集群内部的企业与外部创新机构的连接,另一方面表现为所连接的外部创新机构与国外其他创新机构和跨国公司的连接。

国内的创新机构是国家和区域创新体系的重要组成,而国外创新机构则是全球产业创新体系的重要环节。在经济全球化背景下,产业集群的创新生态系统与国家全球产业创新体系的连接和融合,是内生型产业集群升级的重要机制。除了大学、科研院所和检测机构之外,围绕新兴技术的应用和新兴产业的发展而建立的产业创新联盟同样是重要的外部创新机构。因为产业发展的高度不确定性,积累参与新兴产业创新联盟能够敏锐地洞察产业发展的机遇,准确把握新产品研发的市场和技术信息。

因而,驱动内生型产业集群升级的产业创新生态系统包括三个关键构成元素:一是集群内部创新型企业的涌现,创新型企业来自生产型企业的转型和新创企业;二是政产学研协同的新型研发组织。新型研发组织承担的主要职能是实施创新政策、连接外部创新资源和积累共性技术知识;三是作为产业创新生态系统重要组成部分的外部创新机构和组织。作为集群内部和外部创新主体的连接者,创新机构和组织不仅能够为集群内企业的产品研发提供技术支持,而且能够为集群内部识别前沿新产品研发的市场机会。

有效促进多元创新主体的相互联系和作用,是推动内生型传统产业集群创新和转型升级的动力和机制。因为集群内部企业的新产品研发主要依赖外部创新机构的知识和技术溢出,一方面通过创新型企业与外部创新机构之间技术交流,获取新产品研发所需的知识和技术;另一方面新型研发组织则通过集群内部企业之间和与外部创新机构的交流,实现共同知识和技术的积累与扩散。因而,制定有效促进多元创新主体交流和互动的激励措施,是政府政策的出发点和落脚点。

六、结论与启示

基于对一个内生型传统产业集群升级的调查研究和价值网络分析,本文的主要结论是:对于后发国家而言,产品从低端向高端的发展仅仅是产业升级的表现,本质上则是通过开放型产业创新生态系统的构建提升企业和产业创新能力的过程。创新型企业是产业升级的主导者,通过积极创建企业研发部门和连接外部创新资源,共同推动开放型产业创新生态系统的构建。政府的作用集中表现为响应集群内部企业集体创新能力提升过程中对关键共性技术和知识的需求,推动新型研发组织的建立。作为开放型产业创新生态系统的核心节点,新型研发组织集合了政府政策、技术和知识载体与外部创新资源连接诸多功能。集群产业创新生态系统的开放性不仅表现为与国内创新机构的广泛连接,而且表现为通过国内创新机构与国际创新机构的广泛连接。

本研究结论主要内含两方面启示。第一,因为大量的内生型传统产业集群都远离创新资源密集的中心城市,应积极推动集群内部创新型企业的的发展和新型研发组织的建立、吸收、引进和集聚创新资源。第二,产业升级过程中产业集群的创新生态系统是高度开放的,不仅与国家和区域而且与全球产业创新体系存在广泛而密切的联系。在从中国制造到中国创造的转型过程中,服务产业升级需求的高度开放的国家或区域创新体系建设是实施创新驱动发展和建设创新型国家的重要内容。

参考文献:

- [1] 陈国铁. 信息技术下创新驱动的动力和产业转型升级研究[J]. 产业与科技论坛, 2017, 16(18):15-17.
- [2] 孙娜,王君. 创新驱动产业发展的案例研究[J]. 经济纵横, 2017(9):62-68.
- [3] 林平凡. 创新驱动实现区域竞争优势重构的路径选择[J]. 广东社会科学, 2016(2):29-37.
- [4] 王珏,黄光灿. 全球价值链下制造业嵌入式升级研究[J]. 区域经济评论, 2017(5):86-93.
- [5] 刘志彪. 从全球价值链转向全球创新链:新常态下中国产业发展新动力[J]. 学术月刊, 2015(2):5-14.
- [6] 邵安菊. 基于“产品内分工视角”的上海制造业价值链重构与产业升级研究[J]. 经济体制改革, 2013(4):106-109.
- [7] 何明芮,张小玲. 产业集群网络结构特征对集群企业知识升级的影响——基于结构洞和网络封闭结构[J]. 电子科技大学学报(社科版), 2018(2):1-9.
- [8] 刘新艳,赵顺龙. 集群氛围对集群内企业创新绩效的影响研究——以企业创新能力为中介变量[J]. 科学学与科学技术管理, 2014(7):31-39.
- [9] He Z and Rayman-Bacchus L. Cluster network and innovation under transitional economies[J]. Chinese Management Studies, 2013, 4(4):360-384.
- [10] 李其玮,顾新,赵长铁. 影响因素、知识优势与创新绩效——基于产业创新生态系统视角[J]. 中国科技论坛, 2018(7):62-69.
- [11] 赖红波. 设计驱动型创新系统构建与产业转型升级机制研究[J]. 科技进步与对策, 2017(23):71-76.
- [12] Cooke P. Hans, Joachim Braczyk and Hjärd Heidenreich. Regional innovation system: the role of governance in the globalized world [M]. London: UCL Press, 1996.
- [13] David Doloreux, Charles Edquist and Leif Hommen. The Institutional and Functional Underpinnings of the Regional Innovation System of East-Gothia in Sweden[R]. Paper Presented at the DRUED Summer Conference 2003 on Creating, Sharing and Transferring Knowledge: The Role of Geography, Institutions and Organizations. Copenhagen, June 12-14, 2003.
- [14] Patric Ronde and Caroline Hussler. Innovation in regions: what does really matter[J]. Research Policy, 2005, 34(8):1150-1172.

[15] Gu S. Implications of National Innovation Systems for Developing Countries: Managing Change and Complexity in Economic Development [R]. UNVINTECH Discussion Paper, 1999.

[16] Edquist, C. Systems of Innovation for Development Background Paper for Chapter 1: “Competitiveness, Innovation and Learning: Analytical Framework” [R]. The UNIDO World Industrial Development Report, 2001.

[17] Viotti E B. National Learning Systems: A new approach on technological change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea [J]. Technological Forecasting & Social Change, 2001, 69 (7): 653-680.

[18] 朱学彦. 创新生态系统: 动因、内涵和演化机制 [C] // 第十届中国科技政策和管理学术年会论文集. 2014.

[19] Adner R. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem [J]. Harvard Business Review, 2006, 84 (4): 98-107.

[20] 曾国屏, 苟尤钊, 刘磊. 从“创新系统”到“创新生态系统” [J]. 科学学研究, 2013, 31 (1): 4-12.

[21] 李万, 常静, 王敏杰, 等. 创新 3.0 与创新生态系统 [J]. 科学学研究, 2014, 32 (12): 1761-1770.