

创新生态系统中企业的价值共创共享 与新兴产业竞争优势形成 ——以中国光伏产业发展为例

柳卸林, 葛爽

[摘要] 新兴产业核心竞争优势是如何形成的? 创新生态系统作为第四种创新驱动力量,能够通过企业价值共创共享助推新兴产业核心竞争优势的形成。本文以中国光伏产业为例,基于探索性案例分析,探究产业发展各阶段核心企业的价值主张和生态行为变化,进而从创新生态系统的视角探索企业价值共创共享促进新兴产业竞争优势形成的过程和机制。研究发现,新兴产业竞争优势的形成包括生态关系结构变化、价值共创共享方式转变、企业资源能力重塑等过程。新兴产业竞争优势的持续产生需要通过核心企业的更迭不断提供新的价值主张,引导其他企业根据外部环境的变化转变价值共创共享方式,从而获取新的资源和能力,推动产业竞争优势不断提升。因此,新兴产业的持续发展需要以产业创新生态系统不断完善和演化作为动力支撑。在这个过程中,核心企业可能会放弃部分自身利益,与其他企业共享价值。本文的研究确立了创新生态系统、核心企业、共同价值主张的重要贡献,也否定了国外部分学者关于中国新兴产业难以克服制度空洞、完全依赖政府补贴的说法;同时,对于理解新兴产业发展的长期推动力具有参考意义,为中国新兴产业政策的制定提供了理论参考。

[关键词] 创新生态系统; 价值共创共享; 新兴产业; 光伏产业

[中图分类号] F124 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-480X(2025)06-0140-19

一、引言

党的二十届三中全会通过的《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》提出,要引导新兴产业健康有序发展。新兴产业健康发展是中国式现代化推进的具体体现,是国家培育发展新动能、赢得未来竞争新优势的关键,是中国实现从创新追赶向创新引领转变的重要决定

[收稿日期] 2024-06-20

[基金项目] 国家社会科学基金重大项目“国家创新体系整体效能提升的关键问题研究”(批准号 23&ZD132);北京市自然科学基金青年项目“创新生态系统视角下战略性新兴产业突破性创新的驱动机制与实现路径研究”(批准号 9254040)。

[作者简介] 柳卸林,首都经济贸易大学工商管理学院教授,管理学博士;葛爽,中国政法大学商学院讲师,管理学博士。通讯作者:葛爽,电子邮箱:geshuang@cupl.edu.cn。感谢匿名评审专家和编辑部的宝贵意见,文责自负。

因素。目前,中国在以高铁、核电、新能源汽车、光伏产业等为代表的新兴产业领域达到了世界领先的技术水平,以大数据、人工智能、物联网、半导体、芯片等为代表的战略性新兴产业也在加速培育和发展。然而,目前大多数国外学者对中国新兴产业未来发展的可持续性持悲观态度。制度空洞理论认为,中国存在关键制度缺失的问题,不利于新兴产业的形成和竞争力的提升(Khanna and Palepu, 1997)。新自由主义的观点认为,近年来中国能够在部分新兴产业领域有所突破并且达到全球领先水平,主要依赖产业政策,产业整体并不具备核心竞争优势(Barbieri et al., 2021)。如果从这些角度看,中国新兴产业的发展似乎只是“昙花一现”,难以长久维持快速发展。但就目前实际情况看,中国新兴产业竞争优势逐渐凸显。

国内学者对中国新兴产业兴起和发展的解释多从产业政策(柳卸林等, 2023)、数据要素(郭凯明等, 2024)、科技金融(沈强, 2023)等单一要素视角展开,研究结论呈“碎片化”,缺乏从系统性角度进行综合分析,导致当前推动中国新兴产业竞争优势形成的长期作用机制尚不明确。当前的创新范式已经开始向生态化、有机化转变,新兴产业的快速发展取决于新兴技术研究、新兴产品开发以及新兴市场应用等各环节的有机联动。此外,创新主体之间通过产业链、竞争、合作等复杂关系形成的创新网络,以及技术、人才、环境、政策等创新要素的紧密协同(柳卸林等, 2023),同样发挥着至关重要的作用。因此,需要以更加宏观、整体的研究视角对中国新兴产业竞争优势形成的过程进行系统化研究,探索出符合中国国情的新兴产业发展规律,为中国其他新兴产业的培育提供经验指导。

创新生态系统作为区别于市场、集体行动、社会力量以外的第四种创新推动力,对于新兴产业核心竞争优势的形成有较强的解释力。与其他创新驱动力量不同的是,创新生态系统通过共同的价值主张协调生态参与者的创新行为,共同推进群体创新目标的实现,从而在产业层面形成整体的竞争优势。在这一过程中,生态系统内的核心成员通过生态合作和资源共享与其他参与者共同创造新的价值,并通过价值合理分配使所有参与者都能共享价值(柳卸林和王倩, 2021)。同时,创新生态系统开放创新的特性会吸引更多新的生态参与者加入价值共创共享的行列,不断增强系统的复杂性和稳定性(Adner, 2006; 吕一博等, 2015),从而实现创新生态系统向高阶演化,形成新兴产业整体层面的核心竞争优势。因此,创新生态系统作为第四种创新驱动力量能够通过价值共创共享助推新兴产业核心竞争优势的形成。

然而,目前关于企业层面的价值共创共享行为推动产业层面核心竞争优势形成的具体过程仍缺乏深入研究。已有关于产业创新生态系统的研究,一部分基于中宏观层面研究产业的生态结构特征如何影响生态成员的行为并创造价值(Jacobides et al., 2016),但是没有阐释生态系统结构特征的生成机理;另一部分基于微观层面研究企业的生态战略行为及其对企业竞争优势形成的影响(王海军等, 2021; 谭劲松等, 2021),而关于企业价值共创共享行为具体如何在产业层面形成竞争优势的过程和机制还少有研究。一些新的量化研究试图从社会网络的角度分析企业价值创造与分享方式,但没有进一步阐释清楚中国制度环境下企业的这些行为如何促进新兴产业持续发展。基于此,本文旨在回答以下问题:创新生态系统中企业如何通过价值共创共享推动新兴产业形成竞争优势?

本文从创新生态系统的视角出发,研究维度兼顾企业生态行为与产业发展变迁。基于对中国光伏产业为期10年的跟踪研究,本文通过访谈和实地调研获得大量一手数据,通过探索性案例研究法对产业的形成背景、发展过程进行归纳,系统分析光伏产业核心竞争优势形成和演化的过程。研究结果表明:新兴产业竞争优势的形成过程包括生态关系结构变化、价值共创共享方式转变、企业资源能力重塑、产业竞争优势形成等微观环节;新兴产业竞争优势的持续产生需要创新生态系统提供共同价值主张引导企业进行价值共创,以度过产业危机;核心企业可能需要放弃部分自身利

益,从长远的角度与其他企业共享价值,共同促进产业整体发展;在新兴产业创新生态系统不断成熟演化的过程中,不同阶段会出现新的核心企业引领其他创新主体进行价值共创共享,在产业内逐渐形成自主创新知识体系和全产品创新能力,推进产业竞争力不断上升。本文的研究确立了创新生态系统、核心企业与共同价值主张的重要贡献,也否定了部分国外学者关于中国新兴产业难以克服制度空洞、完全依赖政府补贴的说法;同时,对于理解中国新兴产业竞争优势的形成机制和发展过程具有参考意义,为新兴产业政策的制定提供了理论参考。

二、文献回顾

1. 国内外学者关于中国新兴产业的观点

关于中国新兴产业的竞争与发展,国外学者传统的观点多偏向于否定,认为中国在新兴产业领域取得成功的难度较大,其中包括制度空洞理论(Institutional Voids Theory)。Khanna and Palepu (1997)提出制度空洞的概念,即后发国家新兴市场普遍缺乏支持商业运行的市场支持制度,或者市场支持制度未能发挥预期的作用。中国制度环境的不确定性较高,尤其是对于本身就缺乏合法性的新兴产业来说,获得市场支持和制度支撑的难度更大。他们认为,制度空洞带来的以下问题会给中国新兴产业的形成和发展带来阻碍:①合作机制落后,企业之间缺乏信任,不适合基于信任的合作和对研发的长期投资。各企业从自身利益出发,进行防范而有保留的合作,落后的合作方式导致企业在合作过程中的商业秘密与核心技术安全难以保障,信任与亲密程度降低。企业为保守各自的商业机密,不敢共享信息,使合作效果受到极大的影响,造成企业交易成本的上升。②企业缺乏核心技术,造成低端价格竞争。国内不少企业因缺乏关键领域的核心技术,知识产权意识和品牌意识不强等原因,致使产品出现同质化问题,容易陷入低水平重复生产、盲目打“价格战”的低端竞争之中。甚至有些新兴产业表面上看起来是科技主导,但实际走的还是劳动密集、低价竞争的路线。③知识产权保护意识薄弱,不利于保护创新领先者。知识产权侵害的频繁发生使企业之间更加缺乏合作信任,从而不愿意共享知识,导致企业的技术发展缓慢。这又加剧了恶性价格竞争,从而形成恶性循环,难以构成紧密的产业合作和生态关系。因此,缺乏信任、技术以及知识产权保护成为中国新兴产业构建核心竞争优势的三大阻力。

国外学者另一主流观点认为,中国新兴产业的发展主要归因于政府补贴(Barbieri et al., 2021)。例如,部分学者认为,中国光伏产业之所以具备强大的国际竞争力,原因在于:①中国拥有丰富的煤炭资源且价格低廉,能够提供廉价的电力用于晶硅提炼;②中国幅员辽阔,具备充足的发电场地;③中国政府在国内实施上网电价补贴,并对出口进行补贴。然而,首先,许多国家(如德国)的光伏产业同样获得了政府的支持;其次,中国光伏企业在国际市场上的成功,更多依赖于产品的高性价比和技术优势,而非单纯依靠价格优势和政府补贴。因此,从这一视角对中国新兴产业发展进行概括,显然存在偏颇。

相较于国外学者的批判态度,国内学者更关注于探索中国新兴产业发展的驱动要素。已有研究主要从产业政策、数据要素、科技金融等要素投入的角度分析哪些核心要素能够推动新兴产业发展(沈强,2023;郭凯明等,2024)。也有研究关注新兴产业的动态发展过程和演化模式,这部分研究的视角可以分为三个方面:①产业发展过程机理。例如,柳卸林和王倩(2021)基于创新生态系统视角发现核心价值主张、开放生态系统边界、平衡竞争与合作这三个相互关联的产业演化过程;谭劲松等(2021)基于架构者战略行为分析产业创新生态系统的演进机制;肖建华(2022)从价值共识、技

术确定的维度分析新兴产业的发展路径。②政府定位与作用。例如,柳卸林等(2023)基于央地政策协同分析了促进新兴产业发展的产业政策制定机制;王建华等(2024)厘清了政府干预在区域战略性新兴产业技术发展中的作用。③利益相关者战略行为。例如,王海军等(2021)分析了核心企业构建与塑造 OLED 创新生态系统的策略;戴海闻等(2024)基于量化研究提出多种核心企业标准竞争战略及战略组态演化路径。

综合看,国内学者对新兴产业发展核心要素和阶段过程的研究已有不少成果,也通过案例研究说明了新兴产业发展需要哪些条件因素,以及会经历哪些过程。但是,对于推动新兴产业竞争优势形成的机制,已有文献还没有阐释清楚,即在具备相似政策环境、资源环境的新兴产业中,为什么有的产业能够形成核心的竞争优势,而有些产业却遭受发展瓶颈?这些竞争优势是如何形成的?本文认为,新兴产业的发展尚不完善和成熟,其竞争优势形成和发展的过程需要不同领域、不同主体的相互配合与协同。因此,对新兴产业的研究需要从更综合和整体的视角切入,同时需要兼顾对产业中主要创新主体的具体微观行为进行观察研究。尤其是对于竞争优势形成的长期机制和积累过程,需要在一个较长的观测期内对产业内各创新主体行为进行系统的过程性研究(柳卸林等, 2023)。因此,从创新生态系统视角出发分析中国新兴产业发展具有合理性和必要性。

2. 产业创新生态系统的相关研究

创新生态系统理论源于 1993 年 Moore 提出的“商业生态系统”概念,将生态学理论应用于竞争战略。Adner(2006)提出创新生态系统并将其定义为:为了实现共同价值主张所建立的具有互动需求的多边、异质参与者之间的联盟结构。此后,创新生态系统理论研究快速发展,并逐步成为一种新的创新范式。Jacobides et al.(2018)强调生态成员之间的互补关系,提出生态系统应该是由一系列具有不同程度的多边、非通用互补性的成员构成,这些成员并未受到完全的等级控制,进一步明确了生态的概念。于是,基于对生态参与者之间多样化的生态关系结构分析,学者们逐渐发现创新生态系统中各主体相互作用、相互依存形成的共生网络能够实现价值创造与增值,有效地促进了科技创新与经济结合的紧密结合。创新生态系统成为技术创新和产业发展的重要战略选择。

在已有文献中,大多数学者关注创新生态系统成员结构以及各种角色在创新生态系统形成过程中的作用。一些学者强调了新领导者如何响应市场变化,并通过创造新价值推进生态系统的转型(Oghazi et al., 2022)。但很少有研究关注一个产业的创新生态系统动态进化机制。随着科技创新的复杂化和系统化,单个企业已难以独立完成产业链全部的创新活动,产业内多个企业进行协同创新日益普遍(李晓华和刘峰,2013)。于是,学者们对产业创新生态系统的关注度逐渐提高。目前,产业创新生态系统的研究分为两大流派:一部分学者在中观层面研究生态系统结构(Adner, 2017),关注产业生态的整体结构特征如何影响生态系统成员间价值创造和价值分享的模式,如电动汽车、节能产业、工程机车等新兴产业的价值创造机制(陈衍泰等,2015)、核心驱动力(姜李丹等, 2022)、形成机理(韩少杰和苏敬勤,2023)等;另一部分学者在微观层面研究生态系统交互机理(Jacobides et al., 2018),如 OLED、人工智能芯片、轨道交通装备等新兴产业的核心企业(王海军等, 2021)、互补企业(Adner, 2017),以及用户等多元主体的竞合共生、价值共创等生态协同行为对产业创新和生态演化的影响(谭劲松等,2021;柳卸林等,2023)。

产业创新生态系统强调产业内的生态参与者明确共同的产业价值愿景,在创新过程中进行价值共创与分享(Kapoor, 2018)。通过不同产业的案例研究,学者们阐明了产业创新生态系统中生态参与者的协同能够有效促进产业发展(柳卸林和王倩,2021)。比如,汽车行业多元主体的多边互动会随着互补产品的升级而改变,从而形成新的生态链接(Adner, 2017);新能源汽车产业的发展会受

到创新、需求和政策的动态影响(柳卸林等,2023)。综上,生态参与者通过共同价值愿景集聚力量产生新资源、新产品和新技术以实现价值增值(王倩和柳卸林,2023),同时共同价值愿景的实现使产业内的生态参与者共享创新成果(柳卸林和王倩,2021),从而促进产业快速发展。

3. 价值共创共享相关研究

在创新生态系统中,企业价值共创共享行为呈现出多维度且复杂的特性,涵盖了多方参与者的协作及资源整合过程。已有研究中企业的价值共创共享行为主要包括三种方式:①开放创新与联合研发。企业通过与高校、科研机构、供应链伙伴等主体进行合作,共同开展研发活动,实现知识、技术和资源的互补和共享(Chesbrough,2003)。②用户参与的价值共创。企业通过与用户的互动,将用户纳入价值创造过程(Prahalad and Ramaswamy, 2004)。用户作为创新生态系统的重要参与者,通过反馈、定制化需求等方式参与价值创造(李树文等,2023)。③平台经济与生态构建。平台型企业利用平台领导力构建生态系统(依绍华和梁威,2023),通过制定规则和提供基础设施,可以引导多方参与者之间进行互动与交易,促进生态系统的价值共创(Gawer and Cusumano, 2014)。同时,创新生态系统中的价值共创共享对生态系统的演化和产业竞争力的提升具有重要意义(Gomes et al., 2016)。本文将已有研究中企业价值共创共享行为推动产业发展的路径机制归纳为知识协同、资源互补、网络嵌入与制度协同四条主要路径。

知识协同路径强调企业之间通过隐性知识与显性知识的共创共享推动产业发展,即企业通过开放式创新平台实现知识流动,形成“知识池效应”,加速技术迭代与产业升级。例如,在人工智能领域,DeepSeek通过开源显著降低了行业技术门槛。这种知识的共创和共享行为可以加速互补的技术、资源在生态企业之间扩散和使用,能够保证创新成果的成功应用和推广(Adner, 2006),促进产业整体技术水平的快速提升。

资源互补路径强调企业之间通过异质性资源的整合与共享推动产业发展。企业通过共享互补性资源(如信息、数据、渠道、品牌)实现模块化资源重组,从而形成协同效应,突破单一企业的资源约束(Jacobides et al., 2018)。例如,随着人工智能、大数据技术的发展,用户逐渐在智能汽车、智能家居等应用场景中成为生态系统的需求中心。这使企业不能仅提供产品和服务,而是需要从用户的角度出发,为其提供更高价值或更深层次的满足感。在此情景下,市场信息(价值)的共享使得生态系统各方能够快速了解市场需求和变化趋势,产业链各环节企业针对客户需求协同创新,共同提高最终产品的市场适应性。产业创新生态系统的竞争力也因此得到有效提升。另外,互补性资源的整合使生态系统中的参与者能够充分利用彼此的优势降本增效,从而加速新一轮的价值创造。这一机制在平台型生态系统中尤为显著,如苹果 App Store 通过共享开发者之间的资源,推动了移动应用产业的爆发式增长。

网络嵌入路径强调信任机制与新参与者生态嵌入对产业发展的推动作用。Nambisan and Baron(2021)发现,企业通过重复博弈建立的信任关系可以降低交易成本,从而促进价值共享的可持续性。例如,在生物医药领域,企业间通过专利联盟形成的信任网络加速新药的研发进程。而且,这种企业间信任关系的建立有利于生态系统吸引更多外部参与者不断加入,新生态参与者的嵌入可以形成新的生态关联关系和信任关系,产生正向反馈和网络效应(Gawer and Cusumano, 2014),生态系统的效能也因此显著提升。例如,腾讯的微信生态系统是国内成功的创新生态系统之一,最早起源于微信对即时通信服务的创新实践,通过领先的技术水平和产品设计与国内大量用户建立了信任机制。这使得微信生态系统吸引了更多的参与者(如企业、机构、用户等)不断加入,逐渐演变成一个覆盖社交、支付、服务、内容等众多领域的综合性创新生态系统,提升其吸引力和竞

争力,也加快了即时通信产业创造价值的速度。

制度协同路径强调企业之间共享规范与标准对产业发展的推动作用。Gawer and Phillips (2013)通过对Intel案例的研究,揭示了企业如何通过对制度的设计实现平台领导地位的转变,即企业之间通过制定行业规范、标准、收益分配规则和激励机制等,能够协调多方利益,推动产业协同进化。这一机制在新能源汽车产业中也作用显著,如特斯拉开放专利引发的技术共享网络,加速了产业标准化进程,产业标准的确定和共享进一步促进了技术迭代和产业快速发展。

虽然价值共创和共享是推动产业竞争优势形成和创新生态系统发展的重要因素,但是以新兴产业为样本的研究还较为稀缺;并且,现有研究多聚焦静态分析,即企业价值共创共享行为推动产业发展的四条路径机制多为静态机制,对企业的价值共创共享在整个产业发展过程中的动态变化过程和影响产业竞争优势的动态机制还少有研究。尤其是在中国经济结构转型及新兴产业快速崛起的背景下,新兴产业构建核心竞争优势的路径随着产业发展阶段的演进而迅速改变,那么企业价值共创共享的方式在新兴产业发展的整个过程中是如何动态变化的?不同产业发展阶段的企业共创共享行为是如何促进产业竞争优势形成的?其作用机制有着怎样的变化过程和规律?目前这些问题仍有待深入研究。

三、研究设计

1. 研究方法

本文选择探索性案例研究的方法探讨中国光伏产业核心竞争优势构建背后的机制和过程。一方面,本文旨在探索中国光伏产业的发展历程和产业核心优势构建过程,研究内容更适合用案例研究方法进行揭示(Jacobides et al., 2016);另一方面,本文基于“创新生态系统是创新的第四种推进力量”的视角,试图揭示企业通过价值共创共享对产业核心竞争优势形成的推动机制。因此,本文的研究内容涉及现有研究尚未回答的内容,需要运用探索性案例研究方法进行挖掘,以形成新的理论思路。此外,不同时期核心企业的竞争策略和价值主张不同,各阶段企业生态结构的特征和产业创新推动方式也不同,通过多家企业的案例对比分析可以对初步分析结果进行归纳,以形成统一的理论框架。

2. 案例选择

本文选择中国光伏产业作为案例产业。光伏产业是近年来中国发展较快的新兴产业之一,无论是市场份额还是技术水平、标准制定方面都实现了快速追赶,是从后发者转变为全球领先者的典型案例(Zhang and White, 2016;董彩婷等, 2022)。根据中国光伏行业协会的数据,2022年中国多晶硅、硅片、电池和组件产量占全球比重分别为85.6%、97.4%、90.3%和84.8%。2022年,中国企业刷新晶体硅太阳能电池实验室效率14次,其中,隆基绿能创下26.81%的全球硅太阳能电池效率最高纪录。截至2023年3月,中国已发布和主导的IEC/TC82国际标准项目有12个,由中国编制或修订的项目达到11个。因此,研究中国光伏产业的发展模式对思考其他新兴产业以及未来产业如何发展有重要的参考和启示意义。

有针对性的抽样方法对本文而言,更有助于高效获取所需数据(Oghazi et al., 2022)。本文选取了4家产业链不同环节的领先企业作为案例企业(见表1)。因为本文对新兴产业竞争优势构建过程的分析是回顾性研究,所以被选择的案例企业应在所有企业的价值共创共享行为中起引领作用或在构建产业生态的过程中具有较强的参与感,对产业发展起到一定的推动作用,并能感知企业之间的生态关系和生态结构变化。因此,本文可以通过案例企业的访谈资料,充分了解不同产业发

展阶段中价值共创共享的行为变化过程。由于中国光伏产业整个演化过程的时间线比较连贯,核心技术路线发展和演变的关键时间节点清晰,且每个阶段都有对产业发展起推动作用的核心企业,所以,本文根据核心企业演替的时序,结合2008年国际金融危机、2014年核心技术路线变更、2020年中央取消光伏补贴三大产业发展关键事件节点,将中国光伏产业生态系统的发展分为四个阶段:2001—2007年、2008—2013年、2014—2019年、2020年至今。本文的数据收集历时10年,选取了4家光伏产业各发展阶段最具代表性的核心企业(即天合光能、协鑫集团、隆基绿能和尚德电力)。由于部分企业调研时间较早,部分访谈资料可能存在论据缺失的情况,本文还选取了3家企业(即晶澳科技、阿特斯和东方日升)的访谈资料进行论据补充和数据验证。

表1 案例及访谈企业概况

企业名称		公司主营范围	访谈对象	数据来源/时间(年)
案例企业	天合光能	光伏电池、组件、光伏系统、配套服务	董事长、全球产品战略及市场负责人	半结构化访谈(2012) 公开对话(2021)
	协鑫集团	全产业链、装备制造	副总经理、智慧车间经理	两次半结构化访谈(2018、2019)
	隆基绿能	硅片、光伏电池、组件	战略经理	半结构化访谈(2019)
	尚德电力	光伏电池、组件	/	二手数据
访谈企业	晶澳科技	硅片、光伏电池、组件	经理	半结构化访谈(2012)
	阿特斯	硅锭、硅片、光伏电池、组件、太阳能集成解决方案提供商	总裁办公室主任、研发工程师	半结构化访谈(2013)
	东方日升	电池、组件	创始人	半结构化访谈(2021)

3. 数据收集

本文的数据收集采用一手数据与二手数据收集相结合的方法,从2012—2021年进行了为期10年的产业跟踪研究。一手数据主要是通过对4家案例企业和3家访谈企业的高层管理人员进行半结构化访谈获得。每家企业进行1—2次访谈和1次线上回访,访谈内容围绕企业的发展历程和生态战略,每次访谈时长超过1小时。在实地调研的过程中,本文也获得了部分企业的内部资料信息。二手数据主要来源于企业网站、企业相关新闻报道、创始人传记、管理层参与公开采访的记录以及相关年份《中国光伏产业年度报告》等。

在数据收集的过程中,本文采用三角验证方法保证数据的真实性,即围绕同一事件将不同渠道获得的数据进行比较和对照,以保证所收集数据的客观性。具体来说,本文研究团队人员分别对收集的资料进行整理,并就关键信息在组内交叉对比分析,最终形成统一意见。基于相互支持的数据,研究团队对案例企业在产业结构中的生态布局过程进行了描述和初步分析。然后,通过企业回访的二次核查,向访谈对象确认访谈资料整理记录和分析结论,保证访谈资料信息传达的准确性。

4. 数据分析

在中国光伏产业发展过程中,历代领先企业都存在着对生态系统的重构行为,这种生态活动会改变原有的生态结构。因此,本文根据受访者的描述,采用案例分析框架对关键事件进行梳理,整合各发展阶段之间的演进和逻辑关系,把中国光伏产业竞争优势构建过程划分为四个阶段。在此基础上,进一步探索各阶段内部的价值主张变化和领先企业生态行为,分析各阶段产业演化的动力机制,形成初步的分析结论。最后进行跨案例比较分析,从四阶段分析的初步结论中提取内在规律,得出研究结论。

四、案例分析

2008年以前,中国光伏产业属于“野蛮生长”的初期阶段,此时众多海外创业者纷纷归国,投身于光伏产业,使产能迅速扩张占领海外市场(Zhang and White, 2016)。2008—2013年是光伏产业的艰难时期,产业接连遭受国际金融危机和“双反”,迫使企业开始考虑转型升级。2014—2019年,中国光伏产业主流产品从多晶转向单晶,掌握高端单晶核心技术的企业迅速崛起,国外企业纷纷退出国际市场,中国光伏产业的国际竞争力迅速提升(董彩婷等,2022)。2020年,中国政府终止了补贴政策,中国光伏产业由此逐步脱离政府扶持,迈入市场化竞争的新阶段。至此,中国光伏产业进入成熟、稳定的可持续发展阶段。由于中国光伏产业整个演化过程的时间线比较连贯,关键时间节点清晰,且每个阶段都有对产业发展起推动作用的核心企业,所以,本文根据核心企业演替的时序,结合关键事件节点,将中国光伏产业生态系统的发展分为四个阶段:第一阶段(2001—2007年):嵌入全球产业链;第二阶段(2008—2013年):完善产业布局;第三阶段(2014—2019年):发展核心技术;第四阶段(2020年至今):全产业链协同创新。

1. 嵌入全球产业链:以尚德电力的价值共创共享为例

中国光伏产业的蓬勃发展,正是众多中国企业家成功践行绿色能源梦想的显著成果。迄今为止,这一内生的驱动力已持续推动中国光伏产业发展二十余载。2001年,施正荣从澳大利亚新南威尔士大学留学归来。因为他攻读的方向是太阳能光伏电池领域,因此,他抱着在国内开拓光伏产业、发展绿色能源的梦想回国,创办了尚德电力。当时国内太阳能光伏产业尚未形成规模,回国创办光伏企业是一个很好的发展机会。尚德电力首先发现了海外市场的巨大需求,决定从光伏电池制造环节进入全球光伏产业链。尚德电力的价值主张是在政府的资金支持下以低成本获取价格优势打开海外市场。2002年8月,尚德电力利用600万美元的政府投资启动了第一条太阳能电池生产线,其中,设备从破产的美国Astropower公司购买,上游材料从德国Wacker和美国Astropower进口,产品出口到欧洲。2002年11月至2003年4月,施正荣先后参加德国、荷兰、日本、新加坡等国家的展会,赢得了欧洲市场的认可,并获取了大量订单。2003年,公司销售额达到1.5亿元(朱晋伟等,2013),尚德电力嵌入全球产业链的方式初见成效。2004年,尚德电力从各级政府获得共3700万元的补贴,从一家濒临破产的日本公司购买了二手设备,并凭借其成本优势在德国赢得了大量订单,在德国的销售收入一度达到占总收入的72%(朱晋伟等,2013)。2005年12月,尚德电力在纽约证券交易所成功上市,首次公开募股时筹集了3.96亿美元。

当时绿色能源的概念在国内还未兴起,尚德电力通过开拓海外市场,服务于国外的客户,抓住了全球光伏产业发展机遇,积累了巨大财富。无锡市在培育世界级光伏初创企业方面取得的显著成效,激励了更多地方政府纷纷效仿。因此,全国各级政府开始高度关注绿色能源领域,并积极为光伏初创企业提供资金支持。当时光伏产业的创新生态系统并未建立起来,尚德电力产品的价格优势主要来源于政府补贴和国内廉价劳动力。由于不具有技术优势,如何持续降低成本成为当务之急,尚德电力急需生态成员的合作努力。尚德电力通过宣传施正荣的创业历程及其传奇故事,持续传递其对绿色能源的愿景,并着重强调嵌入全球产业链所带来的巨大收益。这一举措吸引了众多拥有海外技术和管理经验的海归人才回国,在地方政府的支持下,共同推动中国光伏产业蓬勃发展。当时全国培育了一批具有全球绿色环保意识的中国光伏企业不断开拓海外市场,阿特斯等一批光伏企业相继成立,并迅速登陆纽约证券交易所和纳斯达克。2002—2008年,中国光伏产业从

几家公司发展到100多家,中国一跃成为全球最大的光伏生产国。为世界提供绿色能源成为光伏产业内企业的共同价值主张。这进一步形成了产业创新的合力,意味着中国光伏产业以单一产业链环节为基础的初代生态系统初具雏形。

尚德电力在海外市场的成功使政府开始关注绿色能源产业的巨大价值,为中国光伏生态系统的初步建立提供了合法性(这是典型的价值创造);降低了早期很多光伏企业创立的制度阻碍和市场准入门槛。通过号召更多海归人才回国发展新能源产业的生态行为,合法性产生的价值也共享给了其他企业;越来越多新创企业在地方政府的扶持下进入国外市场。这种价值的创造与共享为其他光伏企业的创立提供了大量的资金、土地、人才等早期资源,解决了产业合法性缺失和缺少国内市场的问题,也为中国光伏产业带来了政府财政支持下的资本优势和制度优势,提升了中国光伏产业在海外市场的竞争力。但在这一阶段,上游多晶硅环节、生产设备和下游市场均在国外,中国企业只分布于全球产业链的电池组件环节,竞争对手多为海外企业。中国光伏企业之间的关系也主要是竞争关系,复杂、稳定的生态连接和秩序尚未形成,产业链的脆弱性使产业存在巨大的潜在风险。

2. 完善产业布局:以协鑫集团的价值共创共享为例

持续降低成本、抵御产业风险的目标推动了中国光伏产业进入新一轮发展阶段。作为产业发展第二阶段的领先企业,协鑫集团曾经的主营业务是火力发电。2005年,协鑫集团意识到多晶硅环节存在被国外企业垄断的风险,决定从硅材料这一上游环节进入光伏产业。2006年,协鑫集团与保利集团共同出资成立合资子公司保利协鑫。保利协鑫直接投资建设了1500吨多晶硅(当时国内外主要使用的原料)生产线,打破了中国光伏行业多晶硅原材料被国外垄断的格局。2008年,当多晶硅价格上升至400美元/千克时,保利协鑫的价值创造方式转向控制上游原材料,利用硅材料预付款积累了大量的资金,成为掌握产业瓶颈资源的领先企业。协鑫集团进入上游原材料环节的战略行动完善了中国光伏的产业链布局,是中国从嵌入全球产业链到构建全产业链的开始,也是从解决“卡脖子”问题思路出发解决产业脆弱性的一次尝试。

在之后的硅原料价格暴跌时,协鑫集团没有利用行业危机进行恶性竞争,而是综合考虑整个行业的生存发展,将之前签订的高价长单转变为价格随行就市的订单。协鑫集团的这一举措维持了国际原材料价格的稳定,打破了国外企业的恶意垄断,为下游企业提供了生存机会,促进了中国光伏产业生态系统的持续发展。2009年,由于国外市场在国际金融危机后急剧紧缩,中国政府出台了金太阳工程等一系列光伏产业扶持政策,打开了国内光伏下游市场。作为中央企业注资公司的保利协鑫,具有项目合作优势,以及扩大国内下游电站市场份额的合法性。在产业扶持政策的扶持下,保利协鑫硅片的产能在2011年达到3.5GW,成为全球最大的多晶硅供应商。

即使此时已经成为行业内领先企业并掌握着上游核心原材料和下游电站,协鑫集团也没有立即进入中游制造环节与其他企业竞争,而是持续深耕上游多晶硅和硅片制造环节,给中游的阿特斯、天合光能等合作企业保有足够的生存空间,以维持行业生态关系。2014年,协鑫集团并购了破产重组的上海超日。尽管协鑫集团进入了电池组件环节,但仍未通过垄断原材料等措施进行恶性竞争,而是通过垂直一体化战略成功布局全产业链各个环节,以规模优势大幅降低了产品的交易成本和生产成本。同时,作为原材料供应商,保利协鑫主动利用产业集群效应,采取“贴近客户”(Co-location)战略在尚德电力、天合光能等主要下游企业附近建立硅片生产线,生产出的产品直接出售给附近下游企业。短途运输降低了运输成本和产品损耗,加强了与用户的联系,提高了供货效率,从而大幅降低产品成本。

保利协鑫从解决产业资源瓶颈出发,成为新一代创新生态系统的核心企业,然后开始联合产业内其他企业持续进行价值共创:①保利协鑫成为产业领先企业后,坚持通过与本地企业联合创新以

促进生产设备国产化,从而进一步降低成本。协鑫集团对设备制造企业的重视以及技术支持使产业内本土设备生产中小企业开始注重技术创新,提升了产业内互补性中小企业的地位,也拉动了互补性技术的发展。②协鑫集团的联合创新活动实际是对其他生态系统参与者的价值主张传递。通过制定双方都能接受的合作协议和达成创新共识,其他公司也逐渐开始进行必要的创新投资并认同设备国产化的价值主张(Foss et al., 2023),尝试通过自主创新不断降本增效。这种联合研发的创新本质是一种价值共创,使协鑫集团与上下游、互补企业之间通过联合创新、共享利润形成了稳定的生态关系。③与保利协鑫合作的中小企业逐渐形成了多晶硅技术创新生态系统,并以产业园区的模式出现。晶澳科技的经理指出:“我们从上游到下游,涵盖了铸锭、切片、电池片、组件等环节,尽管产业链看似完整,但无论是垂直方向还是横向层面,都缺乏有效的整合。对于一个地区而言,在危机时应当团结一致,共同应对挑战;若各自为战,实力将变得薄弱。保利协鑫的加入,使得上下游环节得以相互配套,未来在面对市场变化时,有望通过两大集团的协同合作,共同应对市场挑战。”这也证实,产业园内部逐渐通过上下游关系、互补关系、联合创新等关系的构建形成了小型的创新生态系统。

2009—2012年,通过协鑫集团的示范效应,以中环、英利集团等大型企业为核心的产业园开始兴起,全行业形成了多个专注于多晶硅技术国产化的产业园。产业园内的企业共享基础设施和技术资源,合作关系更加紧密,相当于在全产业内出现了多个分散的小型创新生态系统。创新生态系统的集中也为企业间过程创新提供了机会。例如,阿特斯实现了供应链上的“零库存”创新。阿特斯的访谈对象指出:“如何实现零库存管理?当客户订单下达时,订单信息会同步传递至企业及其上游供应商。上游供应商将根据企业的决策安排供货。例如,企业计划生产某产品,先需要哪些物料、后需要哪些物料,均可准时供应,无需依赖仓库储备。仓库中物品存放时间越长,成本越高,且占用资金。若所需生产物料能按时送达,即可立即投入生产,产品完成后随即发货,最终资金回笼,整个周转过程便顺利完成。”

总体看,协鑫集团通过国产化的共同价值主张协调产业内的中小企业联合创新,并通过垂直一体化的价值主张鼓励各环节的核心企业在国内布局全产业链,这是价值的共创行为。价值的共创推动了国产设备自主创新,降低了对国外设备的依赖,生产成本大幅下降;上游原材料、下游用户、互补设备企业等生态成员不断加入使产业链完整性大幅提升,交易成本快速下降,原材料和市场的稳定性得到保障;产业园内的核心企业与中小企业之间深度合作逐渐加强,形成了产业园模式的小型分散生态系统,产业生态结构逐步形成(Khanna and Palepu, 1997)。小型分散生态系统的形成使中小企业可以与核心企业共享技术、人才、基础设施等创新资源,也能帮助中小企业快速提升技术创新能力。这一系列的生态活动使产业链脆弱的问题得以解决,全产业链集中资源共同降本增效的生态行为赋予了中国光伏产业供应链一体化后的集成优势,使中国光伏产业能够推出高性价比的产品。这个阶段,中国光伏企业的技术创新虽然在整个产业链呈碎片化分布,但是国产化和垂直一体规模化的生产方式推动产业快速发展、生态结构向高阶演化,中国光伏产业在国际市场上的影响力进一步增强。

3. 发展核心技术:以隆基绿能的价值共创共享为例

隆基绿能是第三个光伏发展阶段的领先企业。在进入光伏产业以前,隆基绿能主要从事面向半导体业务的单晶硅产品的开发生产,所以隆基绿能用单晶产品取代以协鑫集团为代表的多晶硅产品是一个破坏性创造的过程。当时,由于多晶硅的生产成本低于单晶硅,下游企业倾向采用价格更低的多晶硅产品,所以市场上95%的产品都是多晶硅产品。同时,欧美的“双反”政策使中国光伏企业海外市场大幅下滑,使光伏产业发展陷入危机。

与此同时,国内电站的大规模建设使终端用户开始寻找更低成本、更高效率的产品。而隆基绿

能的出现为光伏产业提供了新的核心技术路线。2012年,隆基绿能发现金刚线切割技术(DWS)具有损耗低、速度快的优点,且单晶硅的天然物理性质使其采用DWS后的成本下降幅度高于多晶硅。单晶硅本身的发电性能就高于多晶硅,加上DWS带来的成本降低效应,使单晶产品获得了显著的度电成本(BOS成本)优势,为单晶制造企业提供了极好的市场机会。于是,隆基绿能先后从日本的旭金刚石工业株式会社和长沙的岱勒新材采购金刚石丝,并于2013年与大连的连城数控达成合作,成功完成传统砂浆切片机升级为金刚线切割机的改造实验。由于当时金刚线被日本厂商垄断,隆基绿能从2012年就开始培育国内金刚线的生产厂商,包括长沙的岱勒新材、杨凌的美畅股份、西安的魔力石等企业。这些企业后来逐步形成了基于金刚线切割的互补性技术子生态,成功实现金刚线切割机和金刚线切割机的国产化。隆基绿能的访谈对象指出:“这一技术出自日本的企业,由于日本企业不愿意合作,我们支持了全新成立的一家企业美畅股份来共同开发生产金刚线切割机……我们没有申请知识产权,也鼓励这一技术在行业快速推广……其实我们当时引入金刚线,也希望其他的单晶企业引入,因为金刚线技术对降低单晶硅片成本的贡献非常大。”

“掌握核心技术”的新价值创造模式使隆基绿能逐渐成为可以与保利协鑫竞争的产业领军企业。2014年,隆基绿能收购了浙江乐叶光伏有限公司,开始进入组件领域,展开与多晶硅产品的直接竞争。2015年,隆基绿能引进PERC(Passive Emitter and Rear Cell)技术,并进一步推出Hi-MO1低衰减高效单晶硅组件。随后,隆基绿能在单晶硅电池核心技术领域不断深耕。2017年,隆基绿能PERC电池转换效率达到23.6%,成为全球技术领先的单晶硅组件制造企业。

作为新晋领先企业,隆基绿能后续之所以能与协鑫集团竞争,是因为其以知识开放共享这种全新的生态战略引领全产业链单晶企业共同创造价值。2017年4月20日,隆基绿能免费公开了其世界领先的降低单晶低衰减技术——LIR(光致再生)技术,完美解决了P型单晶产品的光初始衰减(LID)问题,进一步提升了单晶组件的发电性能。隆基绿能宣布将提供免费技术支持,帮助隆基绿能客户把PERC太阳能电池组件的第一年衰减控制在2%以内,把线性衰减控制在0.65%以内。一方面,利用该技术可以吸引产业内更多企业选择单晶技术路线,从而扩大市场份额;另一方面,多家企业可以共同解决单晶技术创新的瓶颈问题,协同攻关单晶光衰问题,提高产品的稳定性和竞争力。面对技术路线的竞争,隆基绿能通过主动免费披露核心技术,使传统竞争对手(其他单晶硅企业)接受“通过技术创新降本增效”的合同约定,将竞争关系转化为竞合关系,在单晶企业内部建立了更加稳固的生态合作关系。隆基绿能的访谈对象指出:“无论是单晶还是多晶,第一年的衰减率都相对较高,其中,多晶大约为3%,而单晶会更高一些。为解决这个问题,我们与悉尼新南威尔士大学、帝尔激光联合研发了光质再生技术。该技术成功开发后,我们立即面向全行业免费公开,旨在扩大单晶的市场份额。客户一直担心单晶的光衰,这不利于我们产品和技术的推广。我们希望通过将这项技术公之于众,让更多同行参与应用,共同解决这一难题。”

虽然以协鑫集团为代表的多晶企业后来也尝试通过免费技术公开的方式构建创新生态子系统,但单晶硅天然的结构优势以及隆基绿能单晶技术的快速迭代创新使单晶产品更具性价比。截至2022年,单晶硅产品的市场份额已高达97.5%,形成了压倒性的市场优势。两个子系统之间的竞争以单晶硅企业的胜利而告终,从此中国光伏产业明确以单晶作为主流技术路线,隆基绿能与其他单晶企业共享了技术路线变更带来的巨大价值。技术路线的趋同使企业之间的合作关系更加紧密,各企业技术创新的目标更加明确和趋同,为未来的全产业链协同创新奠定基础。

在中国光伏生态系统逐渐成熟的第三阶段,形成了内部既有竞争又有合作的竞合型创新生态子系统。隆基绿能积极感知和把握DWS的技术机会窗口,并围绕“掌握核心技术”的价值主张,不

断加强单晶硅核心技术自主创新;通过披露核心技术和联合技术创新来控制子系统内的竞争者,加快核心技术在子系统内的扩散和创新迭代;以竞合的方式加强单晶子系统内部的生态合作关系,使其他企业能够共享核心技术。自此,中国光伏企业在核心技术领域不断打破纪录,进行技术迭代升级,并不断开发新的技术路线,构建自主创新知识体系,解决了产业技术创新“碎片化”的问题。此时,中国光伏产业最大的竞争优势是能够完成自主创新的技术优势,尤其是以单晶为主的技术路线和系统化的合作创新,促进中国企业核心技术不断加快迭代,以至达到国际领先水平。2014—2022年,中国企业研究机构在晶硅电池实验室的效率总共打破了世界纪录56次。2023年,隆基绿能自主研发的新型晶硅——钙钛矿电池光电转换效率达到33.9%,刷新了世界纪录。在这一阶段,子系统内部的生态关系得到了前所未有的加强,通过技术和知识的共同开发,建立了更加稳定的共生和共创关系。与前一阶段相比,价值创造的主要方式已从“通过垂直一体化和国产化降低成本”转向“通过技术创新降低成本+提高效率”。此时,生态企业逐渐脱离政府的扶持政策,技术实力和市场实力空前增强。随着海外光伏企业不断退出市场,全球光伏产业的竞争逐渐从中国与海外企业之间转向中国企业内部。企业之间的合作也不仅仅局限于产业园内部的互补企业之间,而是围绕统一的技术目标进行竞争者之间的深度知识共创(价值共创)与知识产权共享(价值共享),竞合关系的出现使中国太阳能光伏产业生态系统结构逐渐复杂化。

4. 全产业链协同创新:以天合光能的价值共创共享为例

2018年5月,中国调整了光伏产业补贴政策,首次通过降低度电补贴倒逼光伏企业发展,从而加快中国光伏产业从“补贴时代”向“平价时代”过渡。中国光伏产业创新生态系统进入具有全产品创新能力的时期。2021年8月,中央财政不再对新备案的集中式光伏电站、工商业分布式光伏项目进行补贴,即实行并网平价。再加上公共卫生事件导致的中国光伏市场需求大幅萎缩,中国光伏产业发展的重点从扩大规模迅速转向提质增效。然而,当时市场上各家企业的产品创新较为独立,导致市场上的硅片尺寸以及对应安装配件参差不齐,缺乏统一的行业标准。整个行业迫切需要一场全产业的大规模产品创新改革,快速统一行业产品标准,才能明确未来技术和企业转型方向,促进产能出清和市场化交易。此时,光伏产业创新生态系统,已经构建了平衡和稳定的结构,创新的核心从关键技术向产品创新发展,核心企业逐渐发现可以通过生态合作实现产品创新。

在此阶段,天合光能是主要的产业领导者。天合光能成立于1997年,主营业务为组件和电站运营。多年来,天合光能的发展战略专注于核心技术持续研发,已经树立了行业质量和技术的标杆。2010年,天合光能依托自身技术实力,建成光伏科学与技术国家重点实验室,连续20次打破光伏电池效率和组件输出功率的世界纪录。2017年,天合光能作为新标准提案向国际电工委员会(IEC)提出的EVA交联度测试方法已完成制定程序并正式发布,开创了中国光伏企业参与国际标准制定的先河,标志着中国光伏行业从产品制造到技术创新再到标准制定的全面领先。天合光能以核心技术研发和国际标准制定为价值创造路径,成为中国光伏产业生态的新一代核心企业。

2020年,天合光能联合产业内其他领先企业,提出了“大尺寸产品联合创新”的价值主张。天合光能认为210mm尺寸几乎是当前光伏硅片的极限尺寸,预计未来至少5—10年内不会有变化。基于210mm尺寸硅片制成的600W+超高功率组件和新型系统集成技术平台是未来太阳能光伏产业发展的重要方向,所以全产业链企业应按此产品尺寸和标准进行协同创新。天合光能的张映斌指出:“我们过去一直以来在尺寸上已做到极致,需要换一个新的赛道或者一个产品平台。现在我们应该摆脱一个企业的创新,我们需要协同创新,需要产业的力量。”2020年7月,天合光能正式发布叠加了210mm尺寸硅片、高密度封装、MBB多主栅等多项前瞻性创新技术的600W至尊组件。同

时,天合光能通过《至尊组件技术白皮书》正式发布了多项核心技术,推动行业正式进入 600W+高效组件时代。2020 年 7 月 9 日,“600W+光伏开放创新生态联盟”正式成立,由硅片、电池、组件、跟踪支架、逆变器、材料和设备制造商等太阳能光伏产业链上下游 39 家企业组成。联盟成员共同推广采用 210mm 尺寸硅片和 60 片电池的 600W+组件(简称 600W+组件),专注于 600W+组件解决方案在应用端的价值最大化。在矩形硅片领域,天合光能、阿特斯、东方日升等 9 家光伏组件公司宣布,已于 2023 年 7 月就新一代矩形硅片中型版 238Xmm×1134mm 组件的标准化尺寸达成共识。新一代矩形硅片尺寸的统一,减少了因硅片组件尺寸差异带来的产业链供应困难,降低了为客户设计电站的成本。矩形硅片标准化对行业内更多产品的标准化尺寸发展起到了示范作用。

天合光能以 600W+大功率组件产品创新为契机,通过统一产品标准和成立产业联盟,使全产业链采用开放共赢的合作模式,协同产业链各环节的优势资源,打通研发、制造、应用等核心环节,共同推动全行业产品的标准化(价值共创)。产业内企业基于标准的产品创新平台进行协同技术研发,通过各环节的迭代创新,各领域企业核心技术不断叠加,共同推出低成本、大功率、高效率、高发电量、高可靠性、低功耗成本的超级组件产品,从而大幅降本增效,帮助整个产业快速向平价上网过渡(价值共享)。企业价值共创共享在中国光伏产业构建了高度协同的生态结构,赋予中国光伏产业全产品创新的能力,解决了标准缺失和市场化转型的问题,实现产品层面的系统创新,逐渐引领全球光伏产业未来产品设计和创新的方向。生态系统进入成熟稳定阶段,中国光伏产业在此阶段的核心竞争优势转变为创新生态系统成熟后的“协同创新形式”。中国太阳能光伏产业通过大尺寸产品协同创新实现了大幅降本增效,彻底摆脱政府补贴,向竞争市场成功转型,真正拥有了和传统发电产业竞争的實力。

5. 新兴产业竞争优势的形成

通过前文对中国光伏产业各阶段竞争优势形成过程的归纳分析,本文总结出新兴产业竞争优势的形成路径,如图 1 所示。新兴产业竞争优势的形成实际是核心企业通过价值主张和一系列生态行为形成新的生态关系结构,引领其他创新主体转变价值共创共享方式,进而影响并塑造企业的资源和能力,形成新的产业竞争优势,以解决当前产业问题的过程。直到外部环境的变化引起新一轮的产业危机,新的核心企业则提出新的价值主张再次改变生态关系结构,形成新阶段的产业竞争优势,解决新的产业问题。产业创新生态系统在生态关系结构的不断完善中向着成熟化演进,并开启下一轮的循环。随着发展问题的不断解决,产业竞争优势也在不断强化。

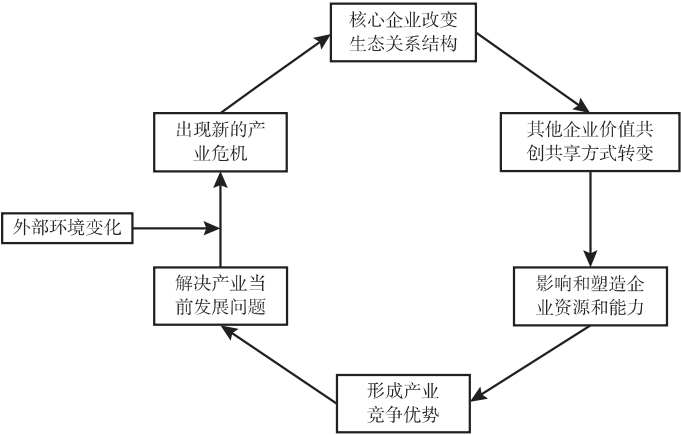


图 1 新兴产业竞争优势的形成路径

在产业形成的早期阶段,光伏企业在政府的支持下获得了资金、土地、人才等资源,产业的竞争优势是基于政府财政支持下的资本优势和制度优势。当时的主要竞争对手为产品价格较高的国外企业。虽然解决了合法性和国内市场缺失的问题,但是产业链脆弱的问题仍然需要解决。随着国内市场的逐步打开,中国企业开始通过垂直一体化和设备国产化等方式不断完善产业链,互补企业

提升技术能力,上下游企业降低交易成本,此时产业的竞争优势是供应链一体化后的集成优势。此时的竞争对手主要是国外企业,或者国内企业之间竞争。虽然产品具有性价比的优势,但技术创新呈现“碎片化”,缺乏核心技术创新能力。随着企业技术水平的逐步提升,中国光伏产业通过知识共享构建起了自主创新知识体系,加快了产业整体技术创新迭代的速度,形成了能够自主创新的技术优势——技术创新开始体系化。此时的竞争主要集中于国内单晶企业和多晶企业之间的技术路线竞争,国外企业大部分已退出市场。产业开始面临政府补贴取消之后的市场化转型问题。当技术达到国际领先水平之后,中国光伏产业通过全产业链协同创新实现产品层面的系统创新,中国光伏产业获得了全产品创新能力,此时的产业竞争优势是创新生态系统成熟后的协同创新形式。由于平价上网政策,中国光伏产业的竞争对手转变为传统能源产业。光伏产业通过协同创新大幅降本增效,成功实现市场化转型,进入“平价时代”。所以,中国光伏产业竞争优势的变化趋势是与当时的产业环境变革、竞争对手变化以及产业发展瓶颈同步和契合的。在这个变化的过程中,产业创新生态系统逐渐成熟稳定:生态系统从脆弱的产业链一环走向高度协同的完整生态结构,从缺乏核心技术、“碎片化”技术创新走向体系化的核心技术和产品层面的系统创新,参与的创新主体逐渐复杂化、多元化。不同企业在各自的细分领域发展核心技术,在协同创新的基础上仍保有企业自身独特的竞争优势。中国光伏产业竞争优势形成与生态演化过程见表2。

表2 中国光伏产业竞争优势形成与生态演化过程

发展阶段	核心企业	价值共创方式	价值共享方式	参与的生态主体	获取的资源或能力	产业竞争优势	解决的产业问题	竞争者	产业生态特征
阶段一:嵌入全球产业链	尚德电力	打开国外市场;获得产业合法性	号召海归人才回国创业	新创企业	资金、土地、人才等早期发展资源	政府财政支持下的资本优势和制度优势	合法性缺失;缺少国内市场	国外光伏企业	缺乏核心技术;全球产业链的一环;产业链脆弱
阶段二:完善产业布局	协鑫集团	垂直一体化;联合创新	构建全产业链;设备国产化	上下游企业、互补企业	互补企业提升技术能力;上下游企业降低交易成本	供应链一体化后的集成优势	产业链脆弱性	国外光伏企业	技术创新碎片化:产业园形式分散的小型创新生态系统;产业链完整
阶段三:发展核心技术	隆基绿能	核心技术知识共创	知识产权共享	竞争者	自主创新知识体系	能进行自主创新的技术优势	缺乏核心技术	中国光伏企业	核心技术体系化:内部呈竞合关系的两个子系统;生态关系复杂化
阶段四:全产业链协同创新	天合光能	统一产品标准;成立产业联盟	产品协同创新	产业各环节创新主体	全产品创新能力	创新生态系统成熟后的协同创新形式	标准缺失;市场化转型	传统能源产业	产品层面系统创新:高度协同的产业生态系统;生态结构成熟稳定

五、结论与启示

1. 研究结论

本文以中国光伏产业为例,通过案例研究方法,分析了新兴产业创新生态系统的形成和演化过程,并通过具体分析各阶段核心企业的生态行为,揭示了新兴产业竞争优势构建的长期过程机制。

核心企业的更迭推动其他企业价值共创共享方式持续转变,会促进创新生态系统不断演化。中国光伏产业在经历四个发展阶段的过程中,逐步获得产业合法性、完善产业链、提升技术水平、掌握产业标准,持续形成自主创新知识体系和获得全产品创新能力,伴随着生态系统的成熟逐渐从追赶者转变为领先者,最终成为中国新兴产业快速发展的典型案例。本文研究发现,新兴产业竞争优势的生成与持续发展具有以下过程机制和路径规律:

(1)新兴产业竞争优势的微观形成过程包括生态关系结构变化、价值共创共享方式转变、企业资源能力重塑等环节。面对当前产业危机,核心企业通过价值主张和一系列生态行为形成新的生态关系结构,引领其他创新主体转变价值共创共享方式,从而影响和塑造企业的资源和能力,形成产业竞争优势,以解决当前产业问题。直到外部环境的变化引起新一轮的产业危机,新的核心企业则提出新的价值主张再次改变生态关系结构,伴随着新的价值共创共享方式形成新阶段的产业竞争优势。产业竞争优势在一次次循环中得以强化,创新生态系统在循环中向着成熟化演进。

(2)新兴产业竞争优势的持续产生需要创新生态系统不断提供新的共同价值主张引导企业持续进行价值共创,以度过产业危机。在普遍存在制度空洞的环境下,产业所面临的企业缺乏信任、核心技术缺乏以及知识产权保护等问题在一定程度上可以通过构建创新生态系统解决(柳卸林和王倩, 2021)。光伏产业把发展绿色能源作为产业构建的起点和运营创新生态系统的价值主张,为产业早期在国内的形成提供了合法性。中国光伏产业在形成之初缺乏政策支持、产业链和国内市场需求,是一个基于国外市场得以发展起来的产业。行业面临的危机感使企业在一开始就选择了以生态系统为基础的发展模式,而不是激烈竞争的模式。发达国家发展绿色能源的价值外溢为中国光伏产业的形成提供了最初的使命性共同价值主张和机会窗口。2000年前后,来自发达国家绿色环保的价值理念传到国内,转化为中国光伏产业形成的价值来源,也因此为中国太阳能光伏产业赋予了生存的合法性。中国企业无需借助额外力量进行动员,便能获得国内外用户及政府的广泛支持。这种支持给中国光伏产业早期的发展提供了一个相对友好的制度环境,降低了制度阻力,提供了产业形成的制度基础(Zhang and White, 2016)。来自欧盟国家对终端用户的补贴,给中国企业带来了巨大的市场机会。供需缺口和政府补贴使欧美用户对技术要求的门槛较低,降低了企业的生存压力。中国地方政府对绿色新兴产业的支持吸引了一大批海外技术人才归国创业,为中国初代光伏制造企业积累了早期的技术基础(董彩婷等, 2022)。发展中国绿色光伏产业的使命感让归国创业者之间形成信任关系,迅速扩张的市场机会降低了企业之间的竞争压力和生存压力,缓解了新兴产业形成之初面临的制度空洞问题。至此,中国光伏产业得以顺利形成。

在之后的演化过程中,核心企业通过不断提出新的共同价值主张协调或编排生态成员的创新行为,在生态参与者之间构建紧密的生态合作关系。各企业遵循同一价值主张形成统一的生态愿景,使多边合作伙伴保持互动关系,企业间的信任因生态连接的建立而逐步加强;企业之间通过价值共创共享进行资源的统一编排和配置,增强系统资源的效率;产业链内企业通过协同创新的方式加快技术扩散和迭代创新,有利于核心技术的快速发展;生态企业之间的知识共享使知识产权不再作为商业秘密被保护起来,而是逐渐作为共有资源被生态参与者共同用于价值创造,使知识作为核心资源发挥了更大的作用。因此,创新生态系统共同价值主张的引领在企业克服制度空洞、加快创新生态系统演化、促进产业竞争优势形成的过程中起到了关键作用。

(3)核心企业可能需要放弃部分自身利益,从长远的角度与其他企业共享价值,共同促进产业整体发展。早期尚德电力嵌入全球用户市场和资本市场,成为生态系统的开拓者:尚德电力在中国光伏产业起步阶段,明确开拓海外市场的价值主张,并号召更多海归技术人员归国发展绿色能源,

共同发展光伏产业。协鑫集团在第二阶段实现了产业链本土化:协鑫集团在掌握了上游硅原料这一核心资源之后,没有立刻实行一体化战略,而是进一步强调产业链各环节企业的分工优势,甚至通过让利为中游的电池组件制造企业提供更大的生存空间;对于互补企业,协鑫集团、英利集团通过技术合作甚至技术转让,培育扶持本土中小企业进行技术研发,通过设备国产化大幅降低成本。隆基绿能解决了关键技术突破问题,并实现产业内核心技术共享:隆基绿能作为单晶技术领先企业,没有选择技术垄断,而是愿意免费分享技术给竞争对手,以促进单晶技术在产业内的快速扩散;阿特斯、中环等企业为中小型互补企业建立产业园,为企业提供基础设施和生产技术,加快形成国内产业链闭环,为中国打造完整的光伏产业链做出巨大贡献。天合光能在第四阶段带领全产业链企业走向协同产品创新:天合光能没有利用自己在产业标准方面的优势进行恶性竞争,而是基于自身对未来产品发展方向的预测和判断,为全产业链企业搭建协同创新的平台,联合全产业链企业共同完成大尺寸产品的创新以最大化实现降本增效,推动中国光伏产业市场化转型。

(4)新兴产业创新生态系统不断向成熟演化的过程中,不同阶段会出现新的核心企业引领其他创新主体转变价值共创共享方式,应对产业危机和生态问题,推进产业竞争力不断上升。在中国光伏产业发展的第一阶段,尚德电力等核心企业通过开辟全球市场,为创新生态系统的初步构建提供了合法性、资本积累以及人才吸纳。第二阶段是产业生态快速扩张期,成功获得产业瓶颈资源的企业成为生态系统新的领导者。协鑫集团在掌握上游原材料的基础上通过垂直一体化和国产化构建全产业链,引领中小企业进行联合自主创新,提高产品性价比,使中国企业跳出低价恶性竞争的陷阱。产业发展的重要标志是产业生态系统能够推出核心技术创新和不可替代的产品。第三和第四阶段是创新生态系统逐渐成熟的时期,隆基绿能通过知识共享和竞争企业一起技术开发,形成基于单晶路线的自主创新知识体系;天合光能通过标准化和产业联盟引领全产业链企业进行产品系统化创新,推动中国光伏产业获得全产品创新能力,拥有和传统能源产业竞争的实力,从而渡过产业政策危机。

本文从创新生态系统的视角探索光伏产业核心竞争优势的形成过程,对理解中国新兴产业竞争优势形成的机制具有参考意义。产业内企业通过构建创新生态系统可以实现价值共创共享,弥补后发国家在一些制度方面的不足,引领新兴产业快速提升国际竞争力。这是对产业竞争力理论的深入拓展,也是对中国未来产业发展方向的探索性思考,即创新生态系统作为推动创新发展的第四种力量,可以成为中国探索未来产业发展路径的主要方向之一。另外,本文的研究确立了核心企业与共同价值主张的重要贡献,也否定了国外部分学者关于中国新兴产业难以克服制度空洞、完全依赖政府补贴的说法。虽然中国光伏产业早期的发展有政府补贴的助力,但是产业内部形成的共同价值主张和分享机制才是企业不断克服制度空洞、解决行业危机、应对环境动荡的主要原因。不同阶段领先企业价值主张的更替构成了核心企业领导力,为产业提供明确的短期发展目标,推动产业不断朝着降本增效、市场化转型的方向持续发展。

2. 研究启示

本文的研究结论对于中国新兴产业、战略性新兴产业以及未来产业的有效培育具有重要的实践意义和政策启示。

(1)新兴产业的持续发展需要以产业创新生态系统不断演化作为动力支撑,核心企业的培养是关键。中国光伏产业具有合法性缺乏、新生弱性、竞争激烈、产业环境不稳定等其他新兴产业所共有的特点。动荡的环境会给新兴产业发展带来产业危机和现实挑战,使中国新兴产业经常面临“卡脖子”瓶颈,包括产业链不完善、核心技术缺乏、企业恶性竞争、行业发展方向不明晰、盲目投资、发达国家打压等情况。本文的研究结论表明,产业发展瓶颈问题的解决并不一定只有技术创新一条

路径,尤其是在产业发展初期阶段。即使在企业普遍缺乏核心技术的情况下,创新生态系统参与者通过相互协调和配合,也能集聚力量创造和分享新的价值,共同面对产业危机,如产品协同创新、统一行业标准、设备国产化、技术共享等。当产业渡过新生弱性的早期阶段或渡过产业危机后,随着产业生态系统的构建和日益成熟,企业也会逐渐拥有自主创新和掌握核心技术的能力,此时新兴产业会在核心企业的带领下快速发展。需要强调的是,创新生态系统构建和协同的过程需要核心企业发挥领导力作用,即做出准确判断、提出价值主张、明确产业发展方向。所以,培养具有生态领导力的核心企业,是新兴产业、战略性新兴产业以及未来产业培育的重要一环。

(2)从政策制定的角度看,新兴产业领域的政策制定需优先考虑功能性产业政策。尤其是后发国家在制定新兴产业政策时,不能急于求成地过分干预产业内的市场竞争机制。对于光伏、新能源汽车、人工智能等新兴产业,功能性产业政策优于选择性的产业政策,营造好的创业和商业环境比挑选赢家更高效。在多数情况下,发展中国家倾向于采用计划经济管理体制,以选择性的产业政策引领产业短期快速发展。然而,这种对市场的直接干预所带来的负向效应将随着行业发展而日益凸显。在中国光伏产业发展初期,地方政府曾通过产业补贴政策直接对企业进行扶持。这虽然促进了产业规模的迅速扩大,但也导致了企业之间的低端竞争,削弱了企业抗风险能力,从而在欧洲市场遭受“双反”危机。在经历了国际金融危机和“双反”之后,中国光伏产业逐步转向以功能型政策为主的产业政策体系,以完善市场机制、维护公平竞争、促进创新为重点,推动产业开放式发展,为企业提供了公平竞争、平等包容的产业环境。这可以让光伏企业在解决生存危机之余,共同关注技术创新,以降本增效为共同愿景,逐步形成成熟的创新生态系统。

受限于本文研究目的和案例研究的局限性,需要结合对其他新兴产业的分析和需要更多的实证研究,才能使本文结论更具一般性。后续可以基于复杂网络对产业创新生态系统结构演化过程进行分析,为本文的研究结论提供实证支撑。

〔参考文献〕

- [1]陈衍泰,孟媛媛,张露嘉,范海霞. Assimakopoulos, D. 产业创新生态系统的价值创造和获取机制分析——基于中国电动汽车的跨案例分析[J]. 科研管理, 2015, (S1): 68-75.
- [2]戴海闻,吴锐,安雯雯,马文聪. 战略性新兴产业标准竞争战略组态及其演化路径研究——基于动态 QCA[J]. 软科学, 2024, (12): 36-42.
- [3]董彩婷,柳卸林,高雨辰,王曦. 从创新生态系统视角分析中国光伏产业的追赶与超越[J]. 科研管理, 2022, (12): 44-53.
- [4]郭凯明,王钰冰,杭静. 数据要素规模效应、产业结构转型与生产率提升[J]. 中国工业经济, 2024, (8): 5-23.
- [5]韩少杰,苏敬勤. 企业中心型开放式创新生态系统的构建逻辑形成机理研究[J]. 管理评论, 2023, (6): 335-352.
- [6]姜李丹,薛澜,梁正. 人工智能赋能下产业创新生态系统的双重转型[J]. 科学学研究, 2022, (4): 602-610.
- [7]李树文,罗瑾琰,张志菲. AI能力如何助推企业实现价值共创——基于企业与客户间互动的探索性案例研究[J]. 中国工业经济, 2023, (5): 174-192.
- [8]李晓华,刘峰. 产业生态系统与战略性新兴产业发展[J]. 中国工业经济, 2013, (3): 20-32.
- [9]柳卸林,王倩. 面向核心价值主张的创新生态系统演化[J]. 科学学研究, 2021, (6): 962-964.
- [10]柳卸林,杨培培,丁雪辰. 央地产业政策协同与新能源汽车产业发展:基于创新生态系统视角[J]. 中国软科学, 2023, (11): 38-53.
- [11]吕一博,蓝清,韩少杰. 开放式创新生态系统的成长基因——基于 iOS、Android 和 Symbian 的多案例研究[J]. 中国工业经济, 2015, (5): 148-160.

- [12]沈强.科技金融支撑战略性新兴产业发展研究——评《科技金融支持战略性新兴产业发展》[J].科技管理研究,2023,(17):253.
- [13]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,(9):167-191.
- [14]王海军,金姝彤,郑帅,束超慧.全球价值链下的企业颠覆性创新生态系统研究[J].科学学研究,2021,(3):530-543.
- [15]王建华,赵柯,谢清泉.创新策源与城市战略性新兴产业技术路径发展[J].科学学研究,2024,(11):2454-2464.
- [16]王倩,柳卸林.企业跨界创新中的价值共创研究:基于生态系统视角[J].科研管理,2023,(4):11-18.
- [17]肖建华.价值共识、技术确定与新兴产业发展[J].科学学研究,2022,(5):830-840.
- [18]依绍华,梁威.传统商业企业如何创新转型——服务主导逻辑的价值共创平台网络构建[J].中国工业经济,2023,(1):171-188.
- [19]朱晋伟,吴媛媛,韩朝华.尚德太阳能电力公司考察[M].北京:经济管理出版社,2013.
- [20]Adner, R. Ecosystem as Structure: An Actionable Construct for Strategy[J]. Journal of Management, 2017, 43(1): 39-58.
- [21]Adner, R. Match Your Innovation Strategy to Your Innovation Ecosystem[J]. Harvard Business Review, 2006, 84(4): 98-107.
- [22]Barbieri, E., M. R. Di Tommaso, M. Tassinari, and M. Marozzi. Selective Industrial Policies in China: Investigating the Choice of Pillar Industries[J]. International Journal of Emerging Markets, 2021, 16(2): 264-282.
- [23]Chesbrough, H. Open innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology [M]. Boston: Harvard Business School Press, 2003.
- [24]Foss, N. J., J. Schmidt, and D. J. Teece. Ecosystem Leadership as a Dynamic Capability[J]. Long Range Planning, <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2022.102270>, 2023.
- [25]Gawer, A., and M. A. Cusumano. Industry Platforms and Ecosystem Innovation[J]. Journal of Product Innovation Management, 2014, 31(3): 417-433.
- [26]Gawer, A., and N. Phillips. Institutional Work as Logics Shift: The Case of Intel's Transformation to Platform Leader[J]. Organization Studies, 2013, 34(8): 1035-1071.
- [27]Gomes, L. A. V., A. L. F. Facin, M. S. Salerno, and R. K. Ikenami. Unpacking the Innovation Ecosystem Construct: Evolution, Gaps and Trends[J]. Technological Forecasting & Social Change, 2016, 136(22):30-48.
- [28]Jacobides, M. G., C. Cennamo, and A. Gawer. Towards a Theory of Ecosystems [J]. Strategic Management Journal, 2018, 39(8): 2255-2276.
- [29]Jacobides, M. G., J. P. Macduffie, and C. J. Tae. Agency, Structure, and the Dominance of Oems: Change and Stability in the Automotive Sector [J]. Strategic Management Journal, 2016, 37(9): 1942-1967.
- [30]Kapoor, R. Ecosystems: Broadening the Locus of Value Creation[J]. Journal of Organization Design, 2018, 7: 1-16.
- [31]Khanna, T., and K. Palepu. Why Focused Strategies May Be Wrong for Emerging Markets [J]. Harvard Business Review, 1997, 75(4): 41-51.
- [32]Nambisan, S., and R. A. Baron. On the Costs of Digital Entrepreneurship: Role Conflict, Stress, and Venture Performance in Digital Platform-Based Ecosystems[J]. Journal of Business Research, 2021, 125: 520-532.
- [33]Oghazi, P., V. Parida, J. Wincent, and R. Mostaghel. Ecosystems Transformation through Disruptive Innovation: A Definition, Framework and Outline for Future Research [J]. Journal of Business Research, 2022, 147: 16-26.
- [34]Prahalad, C. K., and V. Ramaswamy. The Future of Competition: Co-Creating Unique Value with Customers [M]. MA: Harvard Business Review Press, 2004.
- [35]Zhang, W., and S. White. Overcoming the Liability of Newness: Entrepreneurial Action and the Emergence of China's Private Solar Photovoltaic Firms [J]. Research Policy, 2016, 45(3): 604-617.

Value Co-creation and Sharing of Enterprises in Innovation Ecosystem and the Formulation of Core Competitive Advantages in Emerging Industries: A Case Study of China's Photovoltaic Industry

LIU Xie-lin¹, GE Shuang²

(1. School of Business Administration, Capital University of Economics and Business;

2. Business School, China University of Political Science and Law)

Abstract: How are the core competitive advantages in emerging industries formed? As the fourth driver of innovation, the innovation ecosystem can promote the formation of core competitive advantages in emerging industries through the value co-creation and sharing of enterprises. However, at present, there is still a lack of in-depth research on the specific process of value co-creation and sharing behaviors at the enterprise level promoting the formation of core competitive advantages at the industrial level.

This paper conducts a ten-year follow-up study on China's photovoltaic industry. Through interviews and field investigations, this paper obtains a large amount of first-hand data. According to the sequence of hub firm successions, the development process of China's photovoltaic industry is divided into four stages. Based on the exploratory case analysis, this paper explores the changes in the value propositions and ecological behaviors of hub firms at each stage, as well as the formation and evolution process of core competitive advantages in the photovoltaic industry. Furthermore, from the perspective of the innovation ecosystem, this paper explores the mechanism of enterprise value co-creation and sharing promoting the formation of competitive advantages in emerging industries. This paper finds that the changing trend of the competitive advantage of China's photovoltaic industry is synchronous and consistent with changes in the industrial environment and competitors. At different stages, new hub firms emerged and led others to transform the way of value co-creation and sharing, in response to industrial crises and ecological issues. During the entire process of change, the industrial innovation ecosystem gradually evolved to a mature and stable state. The conclusions show that the formation of competitive advantages in emerging industries includes sub-processes such as changes in the ecological relationship structure, transformations in the mode of value co-creation and sharing, and reshaping of enterprise resource capabilities. The continuous generation of competitive advantages in emerging industries requires the constant provision of new value propositions through the hub firm successions, guiding others to transform the way of value co-creation and sharing in accordance with changes in the external environment, thereby obtaining new resources and capabilities and promoting the continuous improvement of industrial competitive advantages. Therefore, the sustainable development of emerging industries requires the continuous improvement and evolution of the industrial innovation ecosystem as the driver. During this process, the hub firms may give up some of their interests and share value with other enterprises.

The research conclusions establish the important contributions of the innovation ecosystem, hub firms, and common value propositions. This paper refutes the claims made by some Western scholars that China's emerging industries have difficulty overcoming institutional voids and are completely dependent on government subsidies. It is of reference significance for understanding the long-term driver of the development of emerging industries and provides a theoretical reference for the formulation of policies for emerging industries in China. This paper suggests that during the sustainable development of emerging industries and the continuous evolution of the industrial innovation ecosystem, the cultivation of hub firms is the key. Policy-making in emerging industries should give priority to functional industrial policies. The government should not be overly eager to intervene in the market competition mechanism within emerging industries. This paper is an expansion of the industrial competitiveness theory and an attempt to think about how to develop future-oriented industries in China.

Keywords: innovation ecosystem; value co-creation and sharing; emerging industries; photovoltaic industry

JEL Classification: L16 L22 O30

[责任编辑:崔志新]