

科研仪器国产替代的动态机制

——基于永新光学的纵向案例研究

刘电光 彭新敏 张祺瑞

[摘要] 在全球贸易摩擦和科技竞争的新形势下，高端科研仪器国产替代日益迫切，然而现有文献忽视了科研仪器这类专业供应商部门的国产替代机制及其动态性。本研究按照“机会窗口—关系能力—学习顺序”的思路，通过永新光学的纵向案例研究发现，在设计技术阶段，后发企业借助需求机会窗口，以外部战略伙伴能力为先导，接续内部咨询学习为支撑，实现了科研入门级光学显微仪器国产替代；在新产品开发阶段，后发企业借助制度机会窗口，以外部战略伙伴能力为先导，接续内部增强学习顺序为支撑，实现了科研专业级光学显微仪器国产替代。本研究提出了后发企业“借助机会窗口以关系能力为先导并以学习顺序为支撑”实现科研仪器国产替代的理论模型，为中国企业科技自立自强提供了管理启示。

[关键词] 科研仪器；国产替代；动态机制；机会窗口；关系能力

一、引言

“科研是铁，仪器是钢”，科研仪器是人类观察新现象、获取新数据、发现新机理、揭示新规律的基础工具，广泛应用于科学研究、工业生产和生物医疗等重要领域，属于基础性和战略性产业。科研仪器涉及光学成像、电子显微、探测、传感、激光、质谱、核磁共振等关键核心技术，对国家战略安全、产业转型升级和企业技术追赶具有重大意义。^① 然而，根据海关总署统计，2021年中国高端科研仪器进口率依然高达90%以上。在中国科学院及其下属主要研究所中，国产高端显微仪器不足5%，国产替代需求极为迫切。2023年，习近平总书记在中共中央政治局第三次集体学习时强调：“要打好科技仪器设备、操作系统和基础软件国产化攻坚战，鼓励科研机构、高校同企业开展联合攻关，提升国产化替代水平和应用规模，争取早日实现用我国自主的研究平台、仪器设备来解决重大基础研究问题。”^② 在外部压力和内在驱动之下，科研仪器国产替代问题引发实践界和

作者：刘电光，宁波大学商学院讲师，liudianguang@nbu.edu.cn；彭新敏（通讯作者），宁波大学商学院教授，宁波大学中国非公有制经济研究院研究员，pengxinmin@nbu.edu.cn；张祺瑞，宁波大学商学院讲师，zhangqirui@nbu.edu.cn。

* 本文系国家自然科学基金面上项目“最优区分视角下后发企业超越追赶的机制研究”（72172068）、教育部人文社会科学研究青年基金项目“最优区分对后发企业超越追赶的影响机制研究”（22YJC630084）、国家自然科学基金面上项目“从分隔到自洽：超越追赶阶段后发企业二元学习的演进机制研究”（71772097）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。

① 陈劲等：《“十四五”时期“卡脖子”技术的破解：识别框架、战略转向与突破路径》，载《改革》，2020（12）。

② 《习近平在中共中央政治局第三次集体学习时强调 切实加强基础研究 夯实科技自立自强根基》，载《人民日报》，2023-02-23。

理论界的高度关注。

在理论上,已有文献从产业、企业和项目等不同层面对国产替代问题展开探讨。欧阳桃花和曾德麟关注大型盾构机,提炼出国产替代“双循环创新组织模式”,找到了化解技术“冷启动”悖论并解决新技术升级与老产品矛盾的路径。^①赵晶等聚焦超级工程“特高压输变电工程”,提出“链长主导”“科研—工程耦合”和“产学研用协同”的国产替代机制^②。胡登峰等针对智能语音技术,提出“基于科学研究与市场应用纵横交替”的国产替代模型。^③虽然现有研究取得不少理论成果,但是仍然存在两处缺口:第一,忽略科研仪器国产替代及其产业技术情境特殊性。科研仪器属于 Pavitt 产业分类中的“专业供应商”(specialized suppliers)部门^④,与高铁、盾构机、特高压、智能语音、北斗导航等“基于科学”的部门^⑤在产业技术情境上存在差异。第二,国产替代的动态过程及其微观机制尚不明晰。科研仪器的国产替代是一个分阶段的长期过程,涉及外部环境变化和企业内部变化,仍存在诸多未解之谜。

因此,本研究以“科研仪器如何实现国产替代”为研究问题,探讨国产替代的动态过程和微观机制,旨在揭示后发企业国产替代的内在规律,为中国企业科技自立自强提供启示。

二、文献综述

(一) 国产替代的相关研究

后发国家的国产替代难以一蹴而就,而是一个分阶段逐步实现的动态过程。^⑥从产业发展历史来看,后发国家的国产替代经历了曲折路径。在全球化盛行时期,新兴经济体可以通过融入全球价值链网络,从 OEM 到 ODM 再到 OBM 而缓慢地实现国产化。^⑦从技术追赶理论来看,国产替代与中国后发企业的技术追赶历程相互叠加重合。在国产替代初期,后发企业的核心技术国产替代是由于缺少原始的核心技术,与先发企业相比存在先天劣势,其初始技术能力薄弱,并非自始即有自主创新能力,而是需要经历一个从无到有、由弱到强逐步提升的过程,也是一个技术追赶的动态过程。如 Miao 等提出“技能学习—工艺技术学习—设计技术学习—新产品开发”四个阶段。^⑧又如 Kim 提出“仿制能力—创造性模仿能力—自主创新能力”的三阶段步序。^⑨再如吴晓波发现“模仿创新能力—创造性模仿能力—改进型创新能力”的三阶段路径。^⑩可见,国产替代通常始于后发企业的技术引进并终到自主创新,是一个从模仿、改进到创新的进阶过程。在工业化早期,中国企业可以通过“市场换技术”或者利用劳动力等比较优势实现进口替代战略,谋求快速发展。当进入工业化后期,中国企业则难以继续以往经验,而要转向自主创新。

国产替代是一个复杂的过程,企业不仅要借助机会窗口,还要采取与之相适配的行动。机会窗口理论认为,机会窗口为后发企业通过技术追赶实现国产替代提供前提。从产业创新系统层面,

① 欧阳桃花、曾德麟:《拨云见日——揭示中国盾构机技术赶超的艰辛与辉煌》,载《管理世界》,2021(8)。

② 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)。

③ 胡登峰等:《关键核心技术突破与国产替代路径及机制——科大讯飞智能语音技术纵向案例研究》,载《管理世界》,2022(5)。

④ K. Pavitt. “Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory”. *Research Policy*, 1984, 13 (6): 343-373.

⑤ 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);赵耀升等:《“北斗”闪耀——初探中国卫星导航产业发展之道》,载《管理世界》,2021(12)。

⑥ 彭新敏、刘电光:《基于技术追赶动态过程的后发企业市场认知演化机制研究》,载《管理世界》,2021(4)。

⑦ 李显君等:《核心技术微观机理与突破路径——以中国汽车 AMT 技术为例》,载《中国软科学》,2018(8)。

⑧ Y. Miao, et al. “Technological Catch-up by East Asian Firms: Trends, Issues, and Future Research Agenda”. *Asia Pacific Journal of Management*, 2018, 35 (3): 639-669.

⑨ L. Kim. *Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning*. Harvard Business School Press, 1997.

⑩ 吴晓波:《二次创新的进化过程》,载《科研管理》,1995(2);彭新敏等:《中国企业的超越追赶》,3-5页,科学出版社,2020;于畅、邓洲:《工业化后期国产替代的方向调整与推进策略》,载《北京工业大学学报》(社会科学版),2021(1)。

Lee & Malerba 将机会窗口分为三种类型：技术（technological）窗口、需求（demand）窗口和制度（institutional）窗口。^① 此外，现有文献还指出关系能力和学习顺序的重要作用。从外部来看，在开放式创新时代，企业与客户、供应商、高校、科研院所和政府之间缔结和发展各类关系。所谓关系能力（relational capabilities）^②，主要是指企业开发、维系和协调相关主题等并与之发展深层合作能力的关系^③。关系能力的来源或基础包括但不限于交易、信任、长期互动、身份、影响力等。^④ 根据关系涉及的主体，关系能力可以分为客户关系能力、供应商关系能力、产学研合作关系能力和政企关系能力等。^⑤ 从内部来看，国产替代还得益于后发企业以某种学习顺序持续提升技术能力。学习顺序（learning sequences）是在区分和整合经验学习与借鉴学习的基础上，按照某种先行后续的“次序”关系，将原本相对孤立、高度离散的不同学习过程整合起来的动态学习过程。^⑥ 其中，经验学习（experiential learning）是指企业自身通过“亲力亲为”的直接经验获取知识的学习过程，如试错、试验、数学分析、组织实践的追溯分析等方式^⑦；借鉴学习（vicarious learning）则是企业通过观察、模仿、研究其他组织的间接经验获取知识的学习过程^⑧，如技术咨询、管理咨询、会议、贸易展览、公开资料、专家网络、供应商来源信息等方式。当然，国产替代的最终结果不能仅停留于工艺技术层面，而是要最终落到产品技术层面^⑨。

（二）帕维特的产业分类理论

各个产业部门具有不同的产业技术特征，国产替代机制可能不尽相同。从产业技术变革角度，Pavitt 根据创新技术来源、技术创新类型、企业规模和技术多样性（强度和方向）四个维度的特征，将主要工业企业分为四大部门：供应商主导（supplier dominated）部门、规模密集（scale intensive）部门、专业供应商（specialized suppliers）部门和基于科学（science based）的部门（如表 1 所示）^⑩。

① K. Lee, and F. Malerba. "Catch-up Cycles and Changes in Industrial Leadership: Windows of Opportunity and Responses of Firms and Countries in the Evolution of Sectoral Systems". *Research Policy*, 2017, 46 (2): 338 - 351.

② W. Abernathy, and K. Clark. "Innovation: Mapping the Winds of Creative Destruction". *Research Policy*, 1985, 14 (1): 3 - 22.

③ K. Petersen, et al. "Supplier Integration into New Product Development: Coordinating Product, Process and Supply Chain Design". *Journal of Operations Management*, 2005, 23 (3 - 4): 371 - 388; A. Parmigiani, et al. "Building Greener Motorhomes: How Dual-Purpose Technical and Relational Capabilities Affect Component and Full Product Innovation". *Strategic Management Journal*, 2022, 43 (6): 1110 - 1140.

④ M. Ozer, and W. Zhang. "The Effects of Geographic and Network Ties on Exploitative and Exploratory Product Innovation". *Strategic Management Journal*, 2015, 36 (7): 1105 - 1114; P. Trott, and C. Simms. "An Examination of Product Innovation in Low- and Medium-Technology Industries: Cases from the UK Packaged Food Sector". *Research Policy*, 2017, 46 (3): 605 - 623.

⑤ 孙玉涛、张一帆：《产学研合作网络演化的异质性机制——以北京为例》，载《科研管理》，2020（9）；赵晶等：《产学研合作与企业创新——基于企业博士后工作站的研究》，载《中国人民大学学报》，2020（2）；谭劲松、郑国坚：《产权安排、治理机制、政企关系与企业效率——以“科龙”和“美的”为例》，载《管理世界》，2004（2）。

⑥ C. Bingham, and J. Davis. "Learning Sequences: Their Existence, Effect, and Evolution". *Academy of Management Journal*, 2012, 55 (3): 611 - 641.

⑦ J. Baum, et al. "Making The Next Move: How Experiential and Vicarious Learning Shape the Locations of Chains' Acquisitions". *Administrative Science Quarterly*, 2000, 45 (4): 766 - 801; A. Schwab. "Incremental Organizational Learning from Multilevel Information Sources: Evidence for Cross-Level Interactions". *Organization Science*, 2007, 18 (2): 233 - 251.

⑧ J. Denrell. "Vicarious Learning, Under Sampling of Failure, and the Myths of Management". *Organization Science*, 2003, 14 (3): 227 - 243; J. Kim, and A. Miner. "Vicarious Learning from the Failures and Near-Failures of Others: Evidence from the US Commercial Banking Industry". *Academy of Management Journal*, 2007, 50 (3): 687 - 714.

⑨ 路风：《论产品开发平台》，载《管理世界》，2018（8）。

⑩ K. Pavitt. "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory". *Research Policy*, 1984, 13 (6): 343 - 373.

表1 Pavitt的产业分类简表

产业部门	创新技术来源	创新类型	企业规模	技术多样性	代表性产业
供应商主导部门	供应商	工艺创新	小	低, 垂直	食品加工和制造业、纺织服装业、文教体育用品制造业、化学纤维制造业、塑料制品业等
规模密集部门	内部, 供应商	工艺创新	大	高, 垂直	非技术矿物制品业、黑色金属冶炼及压延加工业、有色金属冶炼及压延加工业、石油加工业、金属制品业等
专业供应商部门	用户	产品创新	小	低, 水平	通用设备制造业、专用设备制造业(例如仪器仪表)等
基于科学的部门	内部, 供应商	混合创新	大	低, 垂直 高, 水平	交通运输设备制造业、电气机械制造业、医药制造业、通信设备、计算机及电子设备制造业

从中可知, 科研仪器属于“专业供应商”部门, 其创新技术来源于用户, 而这些用户通常是具备专业知识的厂商。例如, 光学显微仪器的用户大多为高校、科研院所、医疗机构等, 此类用户更关注产品性能而非价格。仪器仪表的创新类型为产品创新, 即形成独立的产品开发平台, 才能最终将隐性的技术能力转化为显性的新产品开发。属于专业供应商部门的企业规模通常较小, 以单项冠军或专精特新企业居多; 技术多样性低, 即专业化程度高。Pavitt强调, 专业供应商部门的核心竞争力在于持续改进技术设计和产品性能的能力, 以及对用户需求快速反应的能力。

(三) 研究评述

已有关于机会窗口、关系能力和学习顺序的文献为本研究提供了理论基础。机会窗口为后发企业带来赶超所需的新知识和新资源, 有助于克服技术和市场双重劣势, 可以作为国产替代的切入点。此外, 国产替代还有赖于密切关系网络并加强自身技术学习, 这就关乎企业的关系能力和学习顺序。虽然现有研究取得不少理论成果, 但仍然存在两处缺口: 第一, 忽略科研仪器作为“专业供应商”部门所具有的独特产业技术情境。第二, 缺乏对后发企业国产替代的动态过程及其微观机制的解析。因此, 本研究按照“机会窗口—关系能力—学习顺序”的分析思路, 对科研仪器国产替代的动态机制展开研究。

三、研究设计

(一) 方法选择

本研究选择纵向单案例研究方法, 主要基于三点考虑: 首先, 本研究问题属于 How 和 Why 的问题, 而案例研究擅长解答这类问题; 其次, 本研究问题需要丰富细致的案例数据支撑, 而单案例研究恰恰适合在有限的篇幅内充分展开案例故事, 并在“深描”的基础上得出更为坚实的研究结论; 最后, 本研究试图从多维动态视角考察科研仪器国产替代的动态机制, 而纵向单案例研究有助于充分展现多因素间复杂关系及其动态演化过程。

(二) 案例选择

遵循理论抽样原则, 本研究选择宁波永新光学股份有限公司(以下简称永新光学)作为案例研究样本的主要理由是: 第一, 案例企业极端性。永新光学所在的仪器仪表行业属于专业供应商部门, 具有技术密集, 富含隐性知识、涉及多学科交叉融合(光、机、电、算、软等), 应用场景广泛(遍布教学、科研、工业、医疗、生物、环保和司法等多个领域)等特征。而永新光学是中国首批开发出科研级显微镜的厂商, 打破蔡司、徕卡、尼康和奥林巴斯“四大家”长期垄断。第二, 案例故事启发性。为了实现科研光学显微仪器的国产替代, 永新光学在利用机会窗口、外部战略行动和内部战略行动方面开展了一系列工作: 不单准确识别市场需求变化带来的机会, 还及时把握政策变化带来的机会; 不但与蔡司、尼康等国外领先用户关系密切, 而且与科技部、工信和信息化部、上游供应商、浙江大学、中国科学院、大型三甲医院等“政产学研用”长期合作; 不仅积极借鉴外

部先进经验，还注重积累自身经验，现已掌握多项关键核心技术。第三，一手数据可得性。永新光学为本研究提供了稀缺且详实的一手数据，如配合深度访谈、邀请参加会议、分享内部档案、引导参观车间、开放产品展厅等，从不同侧面展现光学显微科研仪器国产替代背后鲜为人知的故事。

（三）数据收集

1. 实地观察

2018—2022年研究团队持续跟踪案例企业，围绕“科研仪器国产替代”主题开展实地调研，全面了解行业背景、企业发展史、主导产品、核心技术、客户和供应商、产学研合作、承接国家项目、重要荣誉等情况；反复查看并实际操作多款科研用生物显微镜，听取专业人员讲解，了解关键技术点；三次参观生产制造车间，熟悉显微镜的取料、制造、组装、调校、质检、出厂等生产流程；造访企业研究院，深入获取研发条件、过程和细节等数据。

2. 现场访谈

在案例企业的高度配合下，研究团队与总经理、高管团队、主要部门负责人均开展深度访谈。最初，为了确定访谈方向和要点，研究团队选择半结构化访谈；随着双方了解和信任的增进，研究团队采用开放式访谈，获取了更生动、更具体、细颗粒度的案例数据。通过访谈，本研究着重获取了显微镜行业特征、企业发展战略、客户关系、供应链管理、产学研合作、政企关系、国际交流与合作、员工培训、技术研发、运营管理、新产品开发、专利情况、市场绩效等相关数据，得到约1 751分钟的访谈录音，转录文字约41.6万余字，形成案例数据库。为了便于检索，本研究对访谈人员标记不同代号，并在每次访谈结束后24小时内完成转录与整理（如表2所示）。

表2 访谈情况

序号	访谈对象		访谈内容	次数	时长 (分)	转录 字数
	代号	职位				
1	ML	总经理兼技术总监	历史沿革，行业特征，环境洞察，企业战略，变革和创新举措	9	688	159 106
2	ZXF	总经理助理	营销渠道、高端品牌建设	3	210	55 145
3	CJJ	销售总监	客户关系、国际展会经验、品牌推广	3	224	51 374
4	CZY	技术副总兼研究院院长	代表性产品的设计与开发，研究院建设，专利概况，行业发展趋势	3	230	51 934
5	ZHX	事业部副部长	显微镜元件和架构技术，科研类显微镜研发过程、生产制造流程	1	64	15 957
6	SWG	运营副总	科研类显微镜产品的整体运营管理	1	170	37 639
7	PXP	运营部经理	科研类显微镜产品的具体运营管理	1	57	14 939
8	HY	质管部经理	供应链管理，质量管理与服务	1	108	30 005
合计				22	1 751	416 099

3. 文档资料

研究团队从永新光学档案室调取了《公司年鉴》《永新报》《江南永新辉煌66年》《企业管理制度汇编》（共8个部类）、《NESCOPE产品简介》《“至诚至善，求是创新”永新企业文化手册》等内部文档（代号NJ），为系统掌握案例的企业战略、组织结构、业务调整、客户情况、产品变化等历史和现实数据提供了文档来源和书面依据。

为了确保研究的信度和效度，本研究注重通过多重数据来源对所获数据进行交叉验证，形成了“数据三角形”。在一手数据之外，本研究还通过企业官网、招股说明书、上市公司历年年报（2018—2021年，含部分季度报告）、企业公众号、期刊报纸数据库、新闻媒体报道、行业协会网站等公开渠道获取二手数据，实现多重来源数据互相印证和补充强化。

(四) 数据分析

1. 阶段划分

本研究参照 Miao 等的研究^①从后发企业技术追赶的角度，将案例企业科研仪器国产替代过程分为设计技术阶段和新产品开发阶段（如图 1 所示）。其中，第一阶段为 2007—2016 年的“设计技术阶段”，永新光学主要围绕科研显微镜的设计技术开展攻关。其中，2007 年永新光学控股江南永新、曹其东新任董事长并发布第一次战略规划，故为起始点；2016 年永新光学推出 NIB-900 倒置生物显微镜和 NE-950 荧光显微镜，标志着科研入门级光学显微仪器的国产替代（如表 3 所示）。第二阶段为 2017 年至今的“新产品开发阶段”，永新光学主要围绕科研显微仪器的产品技术进行开发。其中，2017 年永新光学正式启动国家“十三五”重大专项，并制定第二次战略规划，故为起始点；2021 年，永新光学发布 NCF-950 四色激光共聚焦显微系统，并升格为国家级制造业单项冠军示范企业，标志着科研专业级光学显微仪器的国产替代（如表 3 所示）。

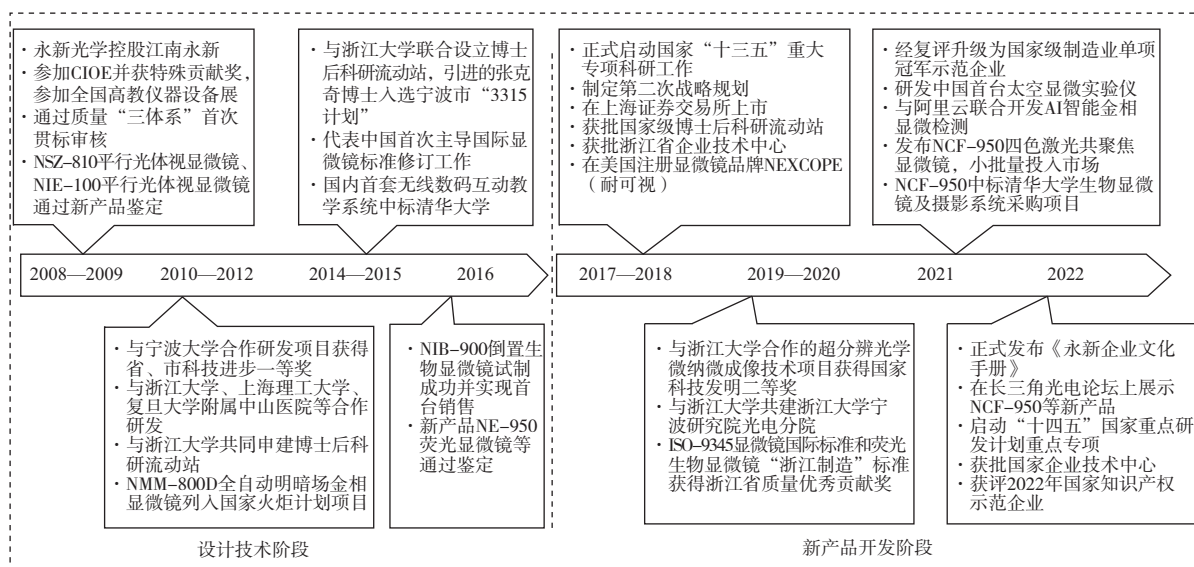


图 1 永新光学校研仪器国产替代的故事线

表 3 永新光学的代表性产品（以光学显微仪器设备为例）

阶段	产品类型	产品性能	产品价位	产品档次	进口厂商
低端切入 (2008 年之前)	NE-600 系列倒置生物显微镜	高分辨 180nm~200nm	5 万元~10 万元	教学级 单机产品	尼康等
设计技术阶段 (2008—2016 年)	NIB-900 系列倒置生物显微镜	超分辨 50nm~60nm	20 万元~ 30 万元	科研入门级 单机产品	奥林巴斯等
新产品开发阶段 (2017 年至今)	NCF-950 激光四色 共聚焦生物显微系统	超分辨 50nm~60nm	100 万元~ 150 万元	科研专业级 系统产品	蔡司、奥林巴斯、 徕卡、尼康

2. 数据结构

本研究采用 Gioia 等的编码结构^②，按照“一阶概念—理论范畴—聚合维度”呈现数据结构（如图 2 所示）。

① Y. Miao, et al. "Technological Catch-up by East Asian Firms: Trends, Issues, and Future Research Agenda". *Asia Pacific Journal of Management*, 2018, 35 (3): 639 - 669.

② D. Gioia, et al. "Seeking Qualitative Rigor in Inductive Research: Notes on the Gioia Methodology". *Organizational Research Methods*, 2013, 16 (1): 15 - 31.

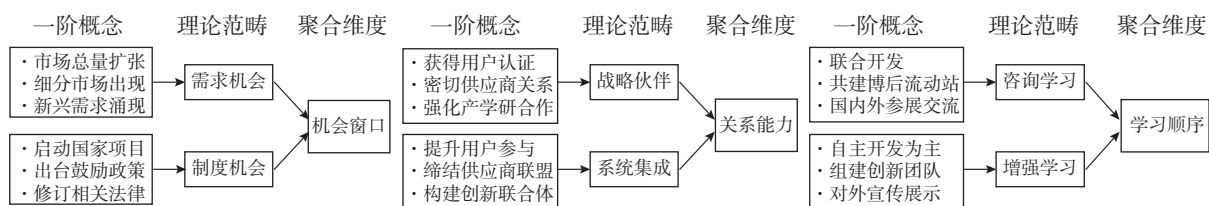


图2 数据结构

首先，根据案例数据所蕴含的原本意义，本研究创建了18个一阶概念。如市场总量扩张、启动国家重大项目、获得专业用户认证、提升用户参与、联合开发和自主开发为主等。其次，根据一阶概念所蕴含的共同意义，并结合已有理论文献，本研究归纳得到6个理论范畴，具体而言：本研究参考 Lee & Malerba^①、吴晓波等^②、周江华等^③关于机会窗口的文献，将市场总量扩张、细分市场出现和新兴需求涌现等归纳为需求机会；将启动国家项目、出台鼓励政策和修订相关法律等归纳为制度机会。本研究参考 Parmigiani 等^④、Rapp 等^⑤、Chatterji & Fabrizio^⑥关于关系能力的文献，将获得专业用户认证、密切供应商关系和强化产学研合作等归纳为战略伙伴能力（strategic-partnering capabilities），即能够与客户、供应商、高校和科研院所等创新主体形成长期的、互补的战略性联盟的关系能力；将提升用户参与、缔结供应商联盟和构建创新联合体等归纳为系统集成能力（system-integrating capabilities），即能够在创新生态系统中深度整合多元主体的关系能力。本研究依据 Bingham & Davis^⑦、魏江等^⑧关于学习顺序的文献，将联合开发、共建博士后科研流动站、国内外参展交流等归纳为咨询学习顺序（consulting learning sequences），即在经验学习中穿插借鉴学习；将自主开发、组建创新团队、对外宣传展示等归纳为增强学习顺序（enhancing learning sequences），即先经验学习后借鉴学习。最后，本研究将6个理论范畴归纳为3个聚合维度，即机会窗口、关系能力和学习顺序。

四、案例发现

（一）初始阶段（2008年之前）：低端切入

永新光学的前身可追溯至20世纪40年代南京的江南光仪厂和50年代的宁波光仪厂，两家均是中国最早批量生产光学显微镜的企业，曾创造多项“中国第一”纪录，被誉为“中国光学摇篮”。经过十几年的建设，永新光学的主营聚焦在光学显微镜、精密光学元件的研发、生产和销售，是中国仪器仪表制造业、光学仪器制造行业及光学光电子行业的龙头企业。1997年，香港嵘光集团与宁波光仪厂合资成立永新光学，曹光彪先生担任董事长并聘请浙江大学光学专业毕业、原江南永

① K. Lee, and F. Malerba. “Catch-up Cycles and Changes in Industrial Leadership: Windows of Opportunity and Responses of Firms and Countries in the Evolution of Sectoral Systems”. *Research Policy*, 2017, 46 (2): 338 - 351.

② 吴晓波等：《后发企业如何从追赶超越？——基于机会窗口视角的双案例纵向对比分析》，载《管理世界》，2019（2）。

③ 周江华等：《双重机会窗口下管理认知模式与创新追赶路径选择——以中国风电产业的后发企业为例》，载《中国工业经济》，2022（3）。

④ A. Parmigiani, et al. “Building Greener Motorhomes: How Dual-Purpose Technical and Relational Capabilities Affect Component and Full Product Innovation”. *Strategic Management Journal*, 2022, 43 (6): 1110 - 1140.

⑤ A. Rapp, et al. “Performance Implications of Customer-linking Capabilities: Examining the Complementary Role of Customer Orientation and CRM Technology”. *Journal of Business Research*, 2010, 63 (11): 1229 - 1236.

⑥ A. Chatterji, and K. Fabrizio. “Using Users: When Does External Knowledge Enhance Corporate Product Innovation?”. *Strategic Management Journal*, 2014, 35 (10): 1427 - 1445.

⑦ C. Bingham, and J. Davis. “Learning Sequences: Their Existence, Effect, and Evolution”. *Academy of Management Journal*, 2012, 55 (3): 611 - 641.

⑧ 魏江等：《研发网络分散化，组织学习顺序与创新绩效：比较案例研究》，载《管理世界》，2014（2）。

新总工程师、曾赴日本进修的毛磊担任总经理。

当时,中国光学显微镜产业“大而不强”,主要集中在教学级光学显微仪器,属于中低端产品,而科研级光学显微产品则是清一色的进口设备。亚洲金融危机导致永新光学原有东南亚外贸市场急剧萎缩,被迫转向国内教学市场,但是却面临技术匮乏、资金短缺和效益不佳的生存困境。于是,永新光学颁布并实施“1658工程”,即一系列的产品开发、六大技术工艺的改革、五个相对稳定的客户的建立和八项内部管理制度。1999年,江南永新与尼康成立合资公司,批量生产当时的高端教学级光学显微镜。与此同时,永新光学还以OEM方式为讯宝、蔡司、摩托罗拉和乐模等国际领先厂商持续提供条码扫描仪、光学镜头、模组及相关光学元组件。

在2008年之前,永新光学在光学原理、显微镜元组件、整机设计、附件和软件等方面大量引进和借鉴前人成熟经验,通过技术引进、技术模仿、逆向工程等方式,快速习得显微镜相关的通用和专用技术知识,着重对精磨、清洗、镀膜、装配等六大基础工艺进行改进,产品质量得到明显提升。在集中解决了功能缺陷、外观陈旧、操作不便、型号单一等突出问题之后,永新光学接连开发出XS-2100、N-500、N-50、N-600系列生物显微镜等教学级科研仪器,技术水平达到国内领先,屡次获得部、省、市各类奖项。由于更好地契合了当时市场追新求变的需求,永新光学极大地缓解了转制后过渡期的资金困境,实现了扭亏为盈,积累了相对雄厚的技术能力,培养和储备了一大批研发相关的技术和管理人员。然而,与教学级市场相比,科研级光学显微镜的产品附加值高,用户以大型科研院所为主,对价格不太敏感,更注重产品质量。经过长期积累,永新光学已经初具规模,“做优做强”日益成为新的发展导向,伺机推动科研级光学显微仪器的国产化。

(二) 设计技术阶段(2008—2016年):科研入门级光学显微仪器的国产替代

在机会窗口方面,需求机会率先为永新光学国产替代提供了有利条件。2008年全球金融危机时,科研级光学显微仪器需求不降反增,引起永新光学高度关注。从全球市场总体规模来看,光学显微仪器的年均增速稳定保持在14%~16%,而中国市场的增速高于世界平均值。2015年,全球光学显微仪器市场规模超过20亿美元。从细分市场来看,光学显微仪器市场开始分化,特别是专业级光学显微市场不再是牢不可破。随着世界“四大家”继续面向前沿领域投入,科研入门级市场空间逐渐显现。从新兴需求来看,生命科学、纳米技术以及半导体技术等新技术领域对光学显微仪器提出新需求。此外,数字技术为光学显微仪器赋能并带来新的转型升级机会。

在关系能力方面,永新光学优先发展战略伙伴关系。随着并购整合江南厂,永新光学与更多高校和科研院所建立了更深层次关系,包括但不限于南京理工大学、南京医科大学、上海理工大学、复旦大学附属医院等。特别是永新光学旗下子公司江南永新与南京理工大学合作的“高性能智能化三维显微成像关键技术研发”被列入2017年度江苏省重点研发计划项目。此外,江南永新获评南京市工程技术研究中心。永新光学与新老国内用户、国外客户、高校等长期开展预研、联合申报项目、参与开发产品、协同完成订单任务等,屡获成功。

在学习顺序方面,永新光学以咨询学习为支撑。受到前期外来知识的启发,永新光学开始有意识地结合自身生产技术条件对切割、滚圆、粗磨、精磨、抛光、磨边、检验、镀膜、胶合、涂墨等工序进行细节优化,逐渐积累自身经验并培养内部人才,逐渐转变为咨询学习顺序为主。例如,2014年永新光学完成镜头组装车间的自动化改造,有效提升生产效率和产品品质;建立镀膜特种工艺技术中心。永新光学在显微镜领域的设计、制造、检测、服务相关直接经验逐渐增多,并得到国际业界认可。2015年,在国际显微镜标准会议上,永新光学代表中国首次主导制定ISO-9345国际显微镜标准。当然,永新光学也离不开参考和对照国际先进经验,依然高度注重生产管理与国际接轨,相继通过“三体系”(即GB/T19001—2008质量管理体系、YY/T0287—2003医疗器械质量管理体系、GB/T24001—2004环境管理体系)等重要国际认证,生产管理的标准化程度和国际化水平显著提升。

在此阶段,永新光学的国产替代绩效集中体现为科研入门级光学显微仪器的国产替代。通过对

宁波和南京两家老厂原有产品系列进行系统梳理和重新整合，永新光学进一步明确了新产品研发的分工与合作等关键工作，不仅明显地加快了产品迭代速度，而且有意识地从教学类产品向科研类产品扩展。特别是在2010年全自动显微镜及其控制系统技术改造项目通过验收之后，永新光学正式开始涉足科研级光学显微仪器领域。2016年，永新光学推出NIB-900系列倒置光学显微镜的样机并对外公开展示，国外厂商和用户对中国高端光学显微镜产品刮目相看。设计技术阶段的编码结果与案例证据展示如表4所示。值得注意的是，在此阶段永新光学内部知识基的宽度得到拓展（涉及光源、聚光器、物镜和目镜的材料和工艺、设备调校等新的知识），而知识基的深度仍有待加强，特别是专业级技术还需要相对稀缺、难以模仿和传递的隐性知识。

表4 设计技术阶段的编码结果与案例证据展示

理论范畴	一阶概念	典型案例证据援引
需求机会	市场总量扩张	近五年，全球光学显微仪器市场的增长率都保持在年均14%~16%，而中国市场增速明显高于全球，2015年全球市场规模超过25亿美元。(ML) 其实光学显微镜的应用场景非常宽广，除了大学、研究所、工业、国防和医疗卫生，还有电子、化工、环保、生命科学、畜牧、刑侦、司法鉴定等。在下游用户需求拉动下，市场总量一直不断扩张。(ML)
	细分市场出现	科研级产品也分不同档次，并非清一色高端，还有大量入门级产品市场，这就给永新光学带来了新机会。(ML) 随着技术升级，科研级市场也不断分化，逐渐留出一定空间。世界“四大家”虽然也有一些产品布局，但是他们的优势和重点不在这里。(ML)
	新兴需求涌现	生命科学、纳米技术以及半导体技术等近几年兴起的新技术领域，也爆发出对光学显微镜的很大需求，增长非常强劲。(ML) 受到数字技术的影响和渗透，传统的光学显微仪器市场也开始向数字化、网络化、智能化转变，带来新的增量需求。(CZY)
战略伙伴	获得用户认证	永新光学相继获得美国摩托罗拉、德国蔡司的质量管理认证，被德国蔡司公司显示技术部授予全球第6家A级供应商的资格。(NJ) 我们不仅成为徕卡、蔡司、ZEBRA等国际一流专业厂商核心供应商，而且在2018年获得索尼公司全球优秀供应商的荣誉。(PXP)
	密切供应商关系	2012年，子公司江南永新与日本尼康的合资公司被尼康授予“年度销售增长率最快经销商”称号。(ZXF) 再次获得高教仪器设备优质供应商称号，受邀参加原解放军总后勤部主办的“国际医疗仪器设备展览会”，并成为南京医疗器械管理协会会员单位。(PXP)
	强化产学研合作	2010年，公司与宁波大学共同研发的“显微镜视频图像处理与压缩技术创新及应用”项目获得宁波市科技进步一等奖、浙江省科技进步一等奖。(NJ) 我们与浙江大学、上海理工大学、复旦大学附属中山医院、南京医科大学等多家单位合作，共同研发“高分辨荧光显微成像仪”，获得2014年科技部重大科学仪器设备开发重点专项立项。(CZY) 子公司江南永新与南京理工大学联合承接的“高性能智能化三维显微成像关键技术研发”被列入2017年度江苏省重点研发计划项目。同年，江南永新获评南京市工程技术研究中心。(NJ)
咨询学习	联合开发	为了提升生产运营效率，我们与多家信息管理领域的头部企业联合开发，并在2010年上线当时最先进的MTF测量系统，大幅提升检测水平。(CZY) 2010年，公司完成镜头组装车间的自动化改造，有效提升生产效率和产品品质；建立镀膜特种工艺技术中心。(NJ) 2011年，子公司江南永新的培训中心正式奠基。(NJ)
	共建博士后科研流动站	2010年，我们与浙江大学共同申建博士后科研流动站并获批，为培养内部人才和引进高端人才搭建了更大的研究型平台。(ML) 2014年，我们引进的张克奇博士成功入选宁波市“3315计划”，之后继续留任企业负责高端显微镜研发工作。(ZXF)
	国内外参展交流	2008年，我带队去深圳市参加第十届中国国际光电博览会(CIOE)，和业内同行开展交流学习活动，永新光学被授予特殊贡献奖。(ML) 2008年，我们去西安市参加全国秋季高教仪器设备展示会，一边展示我们自己的新产品，一边也在观察同行企业的新动向。(CJJ)

(三) 新产品开发阶段(2017年至今): 科研专业级光学显微仪器的国产替代

在机会窗口方面,新的制度机会为永新光学国产替代提供了有利环境。自2017年起,中美贸易摩擦和科技竞争日趋激烈,全球产业链和供应链不确定性增大。在2018年9月A股上市之后,永新光学意识到国内科研级市场正在兴起,开始关注新的国家政策导向。随着“十三五”规划正式出台,国务院、科技部、工业和信息化部等也密集发文,例如《“十三五”先进制造技术领域科技创新专项规划》《增强制造业核心竞争力三年行动计划(2018—2020年)》《“十三五”国家科技创新规划》《“十三五”先进制造技术领域科技创新专项规划》《仪器仪表行业“十三五”发展规划建议》等,并启动多项国家重大项目。同时,财政部、商务部和税务总局等也接连出台国产化鼓励政策。特别是新修订的《中华人民共和国科学技术进步法》对政府采购的国产设备比例提出明确要求,进一步扩大了制度机会窗口。

在关系能力方面,永新光学以构建系统集成能力为先导。一方面,永新光学以内循环为主,在国内积极构建“政产学研用”多主体参与的创新联合体。例如,永新光学联合浙江大学、宁波大学、中国科学院宁波材料技术与工程研究所等多家单位,参与国家“十三五”和“十四五”重大专项,参与国家航天项目并提供关键设备(如“天和”核心舱太空显微实验仪等),连续申报科技部、工业和信息化部、发展改革委、浙江省、宁波市支持的各类科技项目,中央部委、浙江省、宁波市等多位领导来厂视察调研。另一方面,永新光学的关系能力水平也在提升,特别是与高校共同创建创新网络实体和平台,建立优势互补、深度嵌入和长期信任的长效机制。例如,2019年永新光学与浙江大学宁波“五位一体”校区教育发展中心、浙江大学光电学院合作,共建浙江大学宁波研究院光电分院并落户企业。为了进入科研专业级国内外市场,永新光学在欧洲和美国注册新品牌 Nexcope(耐可视),集中打造高端产品形象,并将今后科研级产品纳入该自主品牌旗下。

在学习顺序方面,永新光学以增强学习为支撑。鉴于外部知识获取愈发困难,永新光学将技术学习的主导方式切换为“以我为主”,更多采取亲历亲为地试错、试验、分析计算等方式总结直接经验。如永新光学连续举办8期内部研修班,请高管团队、技术骨干和基层劳模结合亲身经历,讲述“永新经验”,传播“永新精神”。不仅如此,永新光学还有意识地增强新产品开发平台自主性,创设新的高水平研发机构,持续培养自己的高水平专业技术人才。2020年底,永新光学经复评升级为国家级制造业单项冠军示范企业。2021年,永新光学完成第二次战略规划,提出“赋能型精准突破式发展战略”;紧接着,原有企业研发机构升格为省级重点企业研究院;同年,永新光学获准设立国家级博士后科研流动站。2022年7月,永新光学推出第一版《永新光学企业文化手册》,以“至诚至善,求是创新”为主题,组织中层以上管理人员和专业技术骨干集体学习,提升对企业发展史的认知、核心价值观的认同和企业文化的自信。

在此阶段,永新光学的国产替代绩效集中体现为科研专业级光学显微仪器的国产替代。在精简中低端产品的同时,永新光学加大在生命科学和医疗领域的战略布局,重点建设 Nexcope 品牌下的高端产品系列,逐步实现国产替代。例如,2021年永新光学成功开发出中国首台 NCF-950 激光共聚焦显微镜,提供精确的三维成像及准确的细胞结构及动态过程的成像,其关键技术指标达到国内领先水平,打破国外技术垄断,售价达百万元级。新产品开发阶段的编码结果与案例证据展示如表5所示。值得注意的是,在此阶段永新光学内部知识基的宽度和深度均得到发展,特别是导入了更多高校和科研院所的原理知识以及专业级用户的市场知识。

表 5 新产品开发阶段的编码结果与案例证据展示

理论范畴	一阶概念	典型案例证据援引
制度机会	启动国家项目	自从《中国制造 2025》提出以来，被冷落和搁置多年的科研仪器迎来春天。国家密集启动重大项目，为光学显微仪器设备提供了项目支持。(ML) 依据《“十三五”先进制造技术领域科技创新专项规划》《增强制造业核心竞争力三年行动计划（2018—2020 年）》《“十三五”国家科技创新规划》《“十三五”先进制造技术领域科技创新专项规划》《仪器仪表行业“十三五”发展规划建议》等文件，各部委设立了配套项目。(CZY)
	出台鼓励政策	2019 年，财政部、商务部和税务总局联合颁布《关于继续执行研发机构采购设备增值税政策的公告》明确：继续对内资研发机构和外资研发中采购国产设备全额退还增值税。(CJJ) 2021 年，财政部、工业和信息化部发布《政府采购进口产品审核指导标准》，提出政府机构和事业单位采购国产医疗器械及仪器的比例要求：生物显微镜、手术显微镜要求 100% 采购国产；荧光（生物）显微镜要求 50% 采购国产。(NJ)
	修订相关法律	2021 年，第十三届全国人大常委会修订通过《中华人民共和国科技进步法》，明确“对境内自然人、法人和非法人组织的科技创新产品、服务，在功能、质量等指标能够满足政府采购需求的条件下，政府采购应当购买；首次投放市场的，政府采购应当率先购买，不得以商业业绩为由予以限制。”(NJ)
系统集成	提升用户参与	在测试阶段，我们就引入复旦大学附属医院、南京医科大学附属医院、宁波大学附属医院等目标用户，让他们在日常操作和使用中找问题、提意见，效果非常好。(ZXF) 在产品早期，我们也会邀请中国科学院宁波材料技术与工程研究所的专家来指导，他们拥有多年使用进口产品的丰富经验，可以为改进和提升国产产品质量提供专业意见甚至批评，但很有参考价值。(CJJ)
	缔结供应商联盟	在 2021 年度永新光学供应商大会上，线下到场一百多家国内外供应商。(ML) 我们和供应商形成了紧密的联盟关系，秉承“共同成长，合作共赢”的理念。曾经从永新光学离职打算回乡创业的员工，我们也尽量提供支持，有些现已发展成为我们的重要供应商。(ML)
	构建创新联合体	2019 年，永新光学与浙江大学宁波“五位一体”校区教育发展中心、浙江大学光电学院合作，共建浙江大学宁波研究院光电分院，联合培养光、机、电、算、软等专业人才，建立实习基地和工程实训中心。(HY) 永新光学拥有国家级企业技术中心，与浙江大学、上海理工大学、宁波大学、英国诺丁汉大学、复旦大学附属中山医院等长期开展合作，汇聚各方资源。(HY)
增强学习	自主开发	2020 年底，永新光学成功通过复评，升级为国家级制造业单项冠军示范企业。(CZY) 现在永新光学“以我为主”，依托省级企业研究院，全力开发科研级产品。(ML)
	组建创新团队	超分辨率荧光显微镜制造技术及产业化创新团队获评领军型创新团队。(ML) 截至 2022 年，公司国家级博士后科研流动站累计已进站 8 名博士后并留企业担任重要研发工作，形成了具有一定规模、稳定、持续的高水平创新团队。(CZY)
	对外宣传展示	在第 56 届中国高等教育博览会上，我们同期举行 NCF-950 激光共聚焦显微镜的新品发布会，向国内高校、实验室和科研院所等进行全方位展示。(ML) 2022 年，第九届中国上海国际光学产业展览会（光学仪器展会）上，我们向国内外客户用中英双语重点介绍 NCF-950 激光共聚焦显微镜。(CJJ)

五、讨论与结论

（一）理论模型

本文按照“机会窗口—关系能力—学习顺序”的框架，通过对永新光学在光学显微领域国产替代的纵向案例分析，提炼出科研仪器国产替代动态机制的理论模型（如图 3 所示）。在初始阶段，后发企业低端切入教学级光学显微仪器，积累技术能力，为切入高端替代作前期必要准备。在设计技术阶段，后发企业借助需求机会窗口，以战略伙伴关系为先导，接续内部咨询学习为支撑，实现科研入门级光学显微仪器的国产替代。在新产品开发阶段，后发企业借助制度机会窗口，以外部系统集成为先导，以内部增强学习为支撑，实现科研专业级光学显微仪器的国产替代。

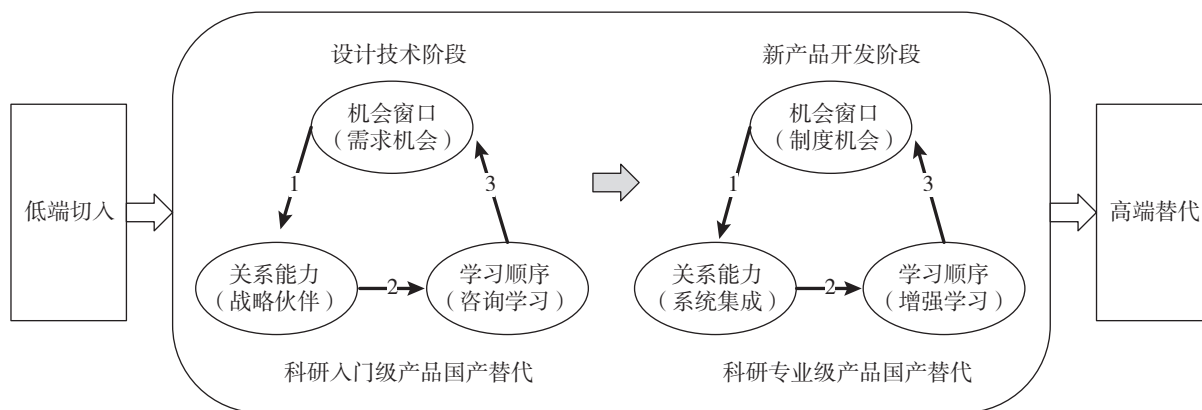


图3 科研仪器国产替代动态机制的理论模型

从中可知，后发企业从设计技术阶段到新产品开发阶段经历了一次充满挑战性的“蛙跳”（leapfrogging），才最终实现科研仪器国产替代。显然，对科研仪器国产替代而言，后发企业这种“蛙跳”并非颠覆已有技术范式而实现赶超的“路径创造”，而是属于沿着已有技术范式而实现赶超的“路径跨越”^①，但依然富有挑战性。在“蛙跳”过程中，后发企业需要克服的关键难题是知识基的限制，主要包括技术知识基和市场知识基，涉及知识基宽度和深度两个维度。为了克服内部原有知识基的限制，一方面后发企业通过扩展和重构外部关系网络，推动关系能力不断提升，例如导入新的“产学研用”主体的异质性知识。另一方面，后发企业通过提高经验学习的优先性，推进学习顺序持续进阶，例如完善自主研发体系。当机会窗口变化时，后发企业还会增加环境扫描的频次，进而扩大知识搜索范围，从中发现新的创新机会。总而言之，本研究发现了后发企业“借助机会窗口以关系能力为先导并以学习顺序为支撑”实现科研仪器国产替代的内在规律。

（二）理论贡献

第一，强调不同产业技术特征，深化对科研仪器国产替代情境的理解。科研仪器国产替代具有鲜明的产业技术情境特征。根据 Pavitt 的产业分类理论^②，本研究所关注的科研仪器属于“专业供应商”部门。这类厂商相对离散，在核心知识上仅具备相对优势。在企业之外，高校、科研院所和医疗机构等专业用户也掌握着异质性的核心知识，是创新技术的重要来源。因此，科研仪器国产替代特别需要“厂商—用户”之间持续开展深度交互。本研究案例中，永新光学与高校、科研院所和医疗机构等主要用户在科学原理、概念设计、产品开发、新技术实施和采纳等创新环节开展长期的战略合作，进而形成“黏滞关系”和“利益捆绑”。永新光学以关系能力为先导引入外部异质性知识，为后续技术学习创设场景，有效推动了光学显微科研仪器的国产替代。相比而言，现有研究所关注的盾构机、特高压、智能语音、高铁和北斗导航等属于“基于科学的部门”，其国产替代更倾向于基础科学研究推动或重大工程项目带动。这与本研究发现显然不同：一方面，“大国重器”属于复杂产品系统（complex product systems），少数大型国有企业甚至中央企业拥有明显优势的核心知识，因此围绕“链长”充分发挥新型举国体制优势可以实现国产替代。但是，科研仪器的国产替代则以广大中小型民营企业为主，需要以发展“厂商—用户”关系能力为先导。另一方面，智

① K. Lee, and C. Lim. “Technological Regimes, Catching-up and Leapfrogging: Findings from the Korean Industries”. *Research Policy*, 2001, 30 (3): 459 - 483.

② K. Pavitt. “Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory”. *Research Policy*, 1984, 13 (6): 343 - 373.

能语音等属于新兴领域，技术不确定性高，多条技术轨道并行，不同技术范式相互激烈竞争，因此企业倾向于通过提高战略灵活性和资源敏捷性来实现国产替代。但是，科研仪器则属于传统领域，战略行动的集中性和一致性更强。在本研究中，光学显微科研仪器具有 300 多年的技术发展史，技术轨道相对清晰、技术范式变革较少、产业发展周期偏长、组织惯性更强。因此，在位企业倾向于保持战略定力和资源承诺，通过长时间技术积累和持续性追赶以实现国产替代。

第二，明晰动态过程和微观机制，细化对科研仪器国产替代机制的理解。本研究从“设计技术”和“新产品开发”两个阶段详细解析了“机会窗口—关系能力—学习顺序”的动态变化，打开了科研仪器国产替代动态过程和内在机制的“黑箱”。虽然新近的少数文献探讨了国产替代的若干机制，但是大多笼统抽象。与已有文献相比，本研究在不同阶段分别剖析了科研仪器国产替代机制的差异性，并从机会窗口、学习顺序和产品序列的维度予以细化，厘清不同阶段科研仪器国产替代机制的区别和联系。首先，机会窗口变化是科研仪器国产替代的外部条件。在本研究案例中，高端光学显微仪器全球市场的八成长期被“四大家”所垄断，市场高度成熟、产品类别清晰、寡头竞争为主。对此，中国后发企业是通过敏锐识别并充分把握机会窗口，特别是需求机会窗口和制度机会窗口，从而探索出一条从“低端切入”到“高端替代”的路径。其次，关系能力构建是科研仪器国产替代的先导行动。现有研究更多强调企业内部的技术学习，但本研究还关注外部的关系能力构建。Dyer & Singh 强调，关系能力是理解企业竞争优势的重要维度，已经成为一种新的难以被模仿的无形资产。^① 通过发展关系能力，厂商与用户之间可以形成更为广泛和深入的知识共享，引入异质性资源。本研究进一步丰富和发展了关系能力，发现关系能力不但可以增强用户黏性、提升创新参与度、降低新产品开发失败风险，而且能够帮助企业更好地识别客户需求并将其融入新产品设计，并为其提供更有竞争优势的产品或服务。关系能力从“战略伙伴”向“系统集成”演进，不但有助于企业以更低成本或更快速的学习技术，最大限度地减少不确定性和机会主义以促进彼此信任^②，而且可以促进顺利的日常交易，以及创建定制化组件或中间产品，形成显著而可持续的竞争优势^③。最后，产品创新是科研仪器国产替代的最终标志。路风指出，新产品开发有别于相对隐性的技术学习，是表征后发企业创新能力和创新绩效的显性标志。^④ 产品平台的变化将引发技术活动系统状态的变化，这就意味着产品开发平台发生演进，最终体现为企业技术能力的提升。本研究从产品序列层面考察国产替代绩效，并将其背后隐含的学习能力与知识系统赋予可操作性解释，响应了已有研究的呼吁。

（三）管理启示

本研究主要为中国企业国产替代提供三点启示：第一，中国企业首先要对所在产业技术情境特征有清晰和准确的认识，再根据自身资源能力而采取相应的国产替代策略，避免盲目效仿。第二，国产替代是一个长期而艰巨的历史进程，后发企业从低端切入之后，还会依次经历“设计技术”和“新产品开发”两个阶段，才能循序渐进地实现高端替代。第三，中国政府要加强顶层设计并注重科学精准施策，中国企业也要善于利用机会窗口变化实现国产替代。特别是在“新产品开发”的关键阶段，中国政府和企业均要充分发挥和利用制度型市场的优势，在新形势下更好地推动国产替代。

^① J. Dyer, and H. Singh. "The Relational View: Cooperative Strategy and Sources of Interorganizational Competitive Advantage". *Academy of Management Review*, 1998, 23 (4): 660 - 679.

^② T. Holcomb, and M. Hitt. "Toward a Model of Strategic Outsourcing". *Journal of Operations Management*, 2007, 25 (2): 464 - 481.

^③ X. Castañer, et al. "Governance Mode vs. Governance Fit: Performance Implications of Make-or-Ally Choices for Product Innovation in the Worldwide Aircraft Industry, 1942 - 2000". *Strategic Management Journal*, 2014, 35 (9): 1386 - 1397.

^④ 路风：《论产品开发平台》，载《管理世界》，2018（8）。

(四) 研究结论

本研究按照“机会窗口—关系能力—学习顺序”的思路,通过永新光学的纵向案例研究发现,在设计技术阶段,后发企业借助需求机会窗口,以外部战略伙伴能力为先导,接续内部咨询学习为支撑,实现了科研入门级光学显微仪器国产替代;在新产品开发阶段,后发企业借助制度机会窗口,以外部战略伙伴能力为先导,接续内部增强学习顺序为支撑,实现科研专业级光学显微仪器国产替代。本研究提出了后发企业“借助机会窗口以关系能力为先导并以学习顺序为支撑”实现科研仪器国产替代的理论模型,通过强调不同产业技术特征深化了对科研仪器国产替代情境的理解,通过明晰动态过程和微观机制细化了对科研仪器国产替代机制的理解,为中国企业科技自立自强提供了管理启示。

On the Dynamic Mechanism for the Substitution of Imported Equipment of Scientific Research with Domestic Product: A Case Study Based on the Experiences of Novel Optics

LIU Dianguang¹, PENG Xinmin^{1,2}, ZHANG Qirui¹

(1. Business School, Ningbo University; 2. China Institute of Non-public Economy, Ningbo University)

Abstract: Under the background of global trade friction and technological competition, the need to have domestically made high-end instruments for scientific research replace imported kinds is increasingly urgent. However, the existing literature ignores the dynamic mechanism for the substitution of imported products of these kinds with domestic equipment. In the framework consisting of windows of opportunity, relational capabilities, and learning sequence, this study of the Novel Optics experience finds that: at the stage focusing on the design of technology, the companies that have only recently entered the business can take advantage of the demand opportunity to get support from internal consulting learning sequences with the guide of strategic-partnering capabilities, so as to have domestically made scientifically low-level microscopes replace imported products of the same kind. At the stage of developing new product, these companies can take advantage of the institutional opportunity to get support from enhancing learning sequences with the guide of system-integrating capabilities so as to have domestically made scientifically professional-level microscopes replace imported products of the same kind. This study proposes a theoretical model of taking advantage of the window of opportunity to get supports from learning sequences with the guide of relational capabilities those Chinese companies that have only recently entered the business to develop their capability of self-reliance and self-improvement in science and technology.

Key words: Instruments for scientific research; Substitution with domestic product; Dynamic mechanism; Window of opportunity; Relational capabilities

(责任编辑 王伯英)