

高端装备国产化替代应用的主要障碍与突破路径

王昶, 何琪, 周依芳*

中南大学商学院, 长沙 410083

摘要 高端装备制造是国民经济和国防建设的重要支撑, 也是中国赢取国际话语权和推动工业转型升级的核心引擎和关键抓手。深入剖析了高端装备国产化替代应用的内在逻辑, 识别了中国高端装备国产化替代应用的关键障碍, 结合实践案例探讨了主配协同型、需求牵引型、示范引领型和生态整合型高端装备国产化替代应用的突破路径, 并提出了从促进产业链上下游协同融合、优化国产高端装备应用生态和加强国产高端装备试点示范方面的政策建议。

关键词 高端装备; 国产化替代应用; 主要障碍; 突破路径

高端装备制造以高端和新兴技术为基础, 位于价值链高端和产业链核心, 是国民经济和国防建设的重要支撑, 也是中国赢取国际话语权和推动工业转型升级的核心引擎和关键抓手^[1]。中国高端装备制造涵盖轨道交通装备、航空装备、卫星及应用、海洋工程装备、智能制造装备等高精尖领域, 具有高技术复杂性、高集成度、高附加值和强竞争力等特点^[2], 展现了综合性的民族工业实力和科技实力。大力培育和发展高端装备制造业, 对实现由制造大国向强国转变具有重要战略意义^[3]。当前, 中国高端装备发展面临“有”与“用”的双重难题, 前者决定了能否有效突破“卡脖子”瓶颈, 后者决定了能否通过国产技术的市场化应用扭转对进口依赖的局面。

现有实践已针对“有”的问题提出新型举国体制构建、揭榜挂帅、点将配兵等多种方案, 推动了国产高端装备“从无到有”的发展, 初步缓解了“卡脖子”困境。但“用”的难题仍未得到有效解决, 难以完成产业发展的“科学-技术-应用-市场”闭环, 阻碍国产高端装备的技术创新和商业化, 也难以快速有效应对全球产业链和供应链“去中国化”的趋势。在全球供应链中断危机与技术脱钩风险日益明显的关键时期, 党的二十大报告明确提出要着力提升产业链和供应链韧性与安全水平。国产化替代应用作为保障产业链与供应链自主可控和安全可靠重要手段的重要性进一步凸显, 如何有效推动高端装备制造国产化替代应用, 是当前亟需解决的现实问题^[4]。

收稿日期: 2022-11-29; 修回日期: 2023-02-06

基金项目: 中南大学高端智库项目(2020znzk01); 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(1053320214834)

作者简介: 王昶, 教授, 研究方向为创新战略与政策, 电子信箱: changw1000@163.com; 周依芳(通信作者), 助理研究员, 研究方向为国产化替代战略, 电子信箱: yifangz@csu.edu.cn

引用格式: 王昶, 何琪, 周依芳. 高端装备国产化替代应用的主要障碍与突破路径[J]. 科技导报, 2023, 41(6): 13-21; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2023.06.002

本研究以高端装备国产化替代应用的内在逻辑为基础,以国产化替代应用的主要障碍为突破口,分类设计主配协同、需求牵引、示范引领、生态整合型4种国产化替代应用路径,并进一步提出政策建议,以期为提升产业链供应链安全水平和推进制造强国建设提供支撑。

1 高端装备国产化替代应用的内在逻辑

高端装备制造产业是国家装备制造业由大到强转变的关键突破口,实现高端装备国产化替代应用对加强制造业的产业链供应链安全可靠、自主可

控具有重要意义。由于高端装备产品的技术复杂度高、生态依赖性强、场景应用多样,其国产化替代是由装备制造商不断创新突破与优化提升、应用厂商试探性采购验证、再到逐步扩大替代应用范围的渐进过程。以高档数控机床为例,中国高档数控机床在数十年间经历了自主创新起步、核心技术突破与重点领域示范应用阶段的发展,但其国产化替代应用进程缓慢,国产化率仍然不超过10%^[5]。因此,高端装备的国产化替代进程具有长周期与复杂性特征,国产化替代应用行为受到国产装备性能、应用场景、任务需求、外部环境等多种因素的综合影响,不同企业的国产化替代应用逻辑也有所差异(表1)。

表1 高端装备国产化替代应用的内在逻辑

国产化替代应用条件		国产化替代应用行动逻辑	国产化替代应用结果
任务需求	国产装备特征		
技术复杂性较低,对装备精度和性能要求相对宽松	国产装备的性价比与成本优势	效益逻辑主导下的高端装备国产化替代应用	降低供应成本
对装备的环境适应性、应用灵活性与任务匹配性要求较高	国产装备的定制化与灵活性优势	效率逻辑主导下的高端装备国产化替代应用	提高供应效率
对装备的采购不确定性、供应稳定性与可靠性要求高	国产装备的自主可控与安全可靠优势	安全逻辑主导下的高端装备国产化替代应用	增强供应链韧性

1.1 效益逻辑

效益逻辑实质上反映了高端装备国产化替代应用以经济效益提升为主导的行动逻辑。在效益逻辑主导的国产化替代应用过程中,下游制造企业往往以生产成本降低与经济效益提升为出发点,基于国产装备的性价比优势与成本优势推进国产装备的试点应用与全面替代,进而实现较低的供应链成本。效益逻辑主要适用于对装备精度和可靠性要求相对宽松的企业,当生产应用场景对装备性能与质量要求较为严苛时,大多企业不会忽视国产装备与进口装备的技术差距,仅仅在价格优势的驱动下开展国产化替代应用。以木工机械行业的数控机床为例,数控木工加工机床曾长期被德国、意大利等国外品牌所垄断,以六面钻产品为代表的钻孔类机床却在2020年实现了反向逆袭与国产化替代,究其原因在于国产数控机床在性价比、服务便

捷性等方面具有优势,下游家居企业更倾向于采购国产的加工机床。工业机器人领域也是如此,新能源用机器人对性能的要求要低于焊接冲压用工业机器人,因此新能源厂商更可能受性价比优势驱动选择国产机器人进行替代。

1.2 效率逻辑

效率逻辑反映了高端装备国产化替代以生产效率提升为主导的行动逻辑。在效率逻辑主导的国产化替代应用过程中,下游制造企业往往以设备商对产品需求的高效响应、供需精准匹配与协同联动为决策重点,基于国产装备的灵活性响应、定制化生产与服务优势推进国产装备的试点应用与全面替代,进而实现较高的供应链效率。然而,这一逻辑主要适用于对装备环境适应性、应用灵活性与任务匹配性要求较高的企业,当企业需要高端装备产品满足其多样化、特殊化的任务要求,装备产商

提供精准及时的技术服务时,国内设备产商往往能够更好地满足条件。以盾构机为例,该设备需要结合施工现场环境进行定制化生产,由于国外地铁修建的地质以硬岩硬土为主,而国内具有更加独特、复杂多变的地质环境,应用场景的差异导致“一机多用”的进口盾构机难以匹配国内的多样化施工需求^[6],国内产商则紧密围绕任务需求进行高度定制化的设备研发与适应性创新,在产品功能与任务场景匹配、快速响应生产需求等方面具有更强的优势^[7],施工企业也会基于此增强对国产设备的关注与采购意愿,进而加速其国产化替代应用进程。

1.3 安全逻辑

安全逻辑体现了高端装备国产化替代应用以加强供应链安全可靠、自主可控为主导的行动逻辑。在安全逻辑主导的国产化替代应用过程中,下游制造企业往往以供应稳定、技术可靠为立足点,基于国产设备的供应保障、风险可控优势开展高端装备的国产化替代应用,进而提高供应链韧性和降低供应不确定性。然而,这一逻辑主要适用于对装备供应稳定性与可靠性要求较高的企业,当企业需要快速交付与稳定有效的供货保障时,地理位置临近与沟通便捷高效往往会赋予国内设备产商一定的天然优势。尤其在当前经济逆全球化趋势加剧、全球供应链回缩与断链风险凸显的发展环境下,安全逻辑成为了国家与重点产业加速推进国产化、本地化的主导逻辑^[8]。以制药设备为例,2020年新冠肺炎疫情暴发叠加全球政治局势的不确定性,跨国企业的供货周期普遍延长,欧美进口药机厂商的供货周期延长至12~24月,国内药机厂商的交付周期则约为2~6月,面临下游市场需求与供应链安全问题,国内药厂纷纷转向性能达标、交付及时、安全可靠的国产制药设备,为加速推进医疗行业高端装备国产化替代应用进程创造契机。

2 高端装备国产化替代应用的主要障碍

高端制造装备的国产化进程受到许多因素的复杂影响。从2015年开始,中国高端装备制造业

进入加快进口替代的新阶段,装备制造与国外先进水平的差距逐步缩小,一些领域已达到甚至超过世界先进水平,行业自给率不断提升。然而在推进国产化替代应用和加快实现装备自主可控的过程中,仍然面临着产业链上下游信息不对称、国产劣势的刻板印象显著、转换成本带来的应用壁垒高、技术生态系统复杂关系等障碍,引发了“不愿用”“不敢用”“不好用”等突出问题,阻碍了国产高端装备的快速发展。

2.1 国产劣势的刻板印象

由于国产装备的自主品牌弱势与技术积累弱势,部分企业对国产装备形成了“我无人有”“我有人优”的固化认知与刻板印象,始终以不信任的思维看待快速发展中的国产产品,认为国产装备的精度、稳定性、可靠性差,对风险的畏惧、对国产技术的不信任和使用信心不足使得企业迟迟不愿开展高端装备的替代应用,导致首台(套)国产装备即便拥有自主知识产权与技术认证也难以得到客户的接受和快速进入市场。以半导体设备为例,由于国产半导体设备缺乏相关应用数据,客户普遍认为国产半导体设备比进口设备差,因此第一选择往往更倾向成熟度高的进口设备,目前国内半导体厂商使用国产设备的比例约为16.8%,中国半导体设备贸易逆差达到244亿美元。

2.2 高转换成本

由于高端装备具有较高的技术复杂性特点,当企业进行装备的国产化替代时,需要不间断地测试装备精度、可靠性、与现有生产体系兼容性等性能,在测试评估与配套设备更换等方面需投入大量财务、时间与精力成本。此外,高端装备的更换也可能带来较高的不确定性与应用风险,这对企业的国产化替代应用造成巨大压力和难度,进而导致了下游企业“能用进口就不用国产”的行为惯性。以工业机器人为例,尽管部分国产机器人龙头产品性能已接近国外先进技术水平,但高端制造领域的试错成本较大,一条生产线上的任一机器人出现故障,都会带来整条产线的停工与巨额的经济损失,因此客户往往以“求稳”为决策重点,无明显优势的情况下选择尝试国产机器人的意愿不高,目前国产

工业机器人品牌在国内的出货量市占率仅 32.8%。

2.3 产业链上下游信息不对称

在政策支持与市场牵引下,许多国产高端装备取得了一定进展与突破,但上下游信息的不畅通与不对称使得供给侧的国产装备产品无法与市场需求精准匹配,导致关键的国产装备缺乏应用场景与试错机会,进一步加剧了国产产品的“冷启动”悖论^[6]。以氢能设备为例,氢能设备的成熟需要经过长时间的研发、试用、验证与改进完善,这一过程需要产业链上下游企业协同发力,然而由于信息不对称、国产化装备标准与规范不健全等原因,下游企业难以对设备参数信息进行深入了解与有效评估,只能选择国际知名品牌,而国内部分氢能设备即使技术水平达到国外商业化产品也难以跨越样品与产业化之间的鸿沟。

2.4 技术生态系统复杂关系

高端装备作为技术密集型产品,是多学科和多领域结合的高精尖技术,具有高系统复杂性的特点,这也导致高端装备的技术体系存在相互依赖关系,其成功国产化替代应用高度依赖于相关技术生态系统和健全的配套供应链。中国高端装备制造发展缓慢,多个技术配套供应商高度依赖进口技

术和设备,导致现有技术配套体系无法支持制造业向高端转型^[9]。在高端半导体装备领域,半导体材料、半导体零部件、半导体设计和电子设计自动化(EDA)工具等技术组成了装备体系,其总体国产化率低于 20%;在重型燃气轮机领域,材料、冶金、机械制造、试验以及测量等配套技术直接关联重型燃气轮机的替代应用,而中国企业仍属于产业链中的部件供应商^[10]。究其原因,一是企业缺乏设备技术测试参数,无法有效且全面地验证高端装备内各模块的性能;二是单个企业无法独立完成整体装备的研制,导致零部件、架构与整机的技术发展速度有参差,无法保证高端装备技术体系的可用性和及时性^[11]。

3 高端装备国产化替代应用路径

结合高端装备特征、国产化替代成功案例等方面对高端装备国产化替代应用的实现路径进行总结和分类,将其分为主配协同型、需求牵引型、示范引领型、生态整合型 4 类路径,并对路径的内涵、适用条件及优势进行分析描述,为加速推进高端装备国产化进程提供指引(表 2)。

表 2 高端装备国产化替代应用的实现路径

路径	内涵	适用条件	优势
主配协同型	主机企业与配套设备供应商紧密协同推进国产化的过程	技术复杂性高、非标准化的复杂设备系统	缓解产业链上下游信息不对称性,提升对国产设备的信任
需求牵引型	企业在自身生产需求、政策要求与市场需求驱动下推动国产化替代应用的过程	资本投入高、产品价值高的高端装备产品	降低高端装备国产化替代应用过程中的转换成本与市场不确定性
示范引领型	行业龙头企业、国有企业对高端装备进行率先应用来推进国产化的过程	高市场需求和高国产化率的高端装备	改善国产高端装备刻板印象,增加替代应用意愿
生态整合型	企业对高端装备进行整体突破和提供一站式服务来推进国产化的过程	高配套要求、高生产成本、产业链体系不健全的高端装备	解决技术生态系统间的复杂关系

3.1 主配协同型高端装备国产化替代应用

主配协同型高端装备国产化替代应用是指主机企业与配套设备供应商紧密协同推进国产化的过程,这一路径以设备商与主机客户企业的协同研发为起点,通过设备商精准识别客户生产需求、基

于参数标准定制化研发高端装备、客户积极试用与反馈、设备商迭代创新与优化等正向循环过程提升国产设备的性能与技术任务匹配度,实现高端装备国产化替代应用的过程^[12]。以生物医药行业的制药装备为例,该行业龙头企业楚天科技就采用了主

配协同的组团作战模式,当企业发现制药装备潜在的“卡脖子”技术问题时,会积极搜索与培育一批有较强技术背景的小型公司,实行组团作战,提高国产制药装备的性能与可靠性。

主配协同型高端装备国产化替代路径适用于技术复杂性高、非标准化的复杂设备系统,能够有效缓解产业链上下游信息不对称性、加强国产设备供需匹配和提升国产设备客户信任。一方面,制造商与设备商间的合作往往是长周期的,设备商往往在客户企业的新产品研发阶段之前就进行绑定了,这也有利于提升设备商的定制化研发与即时服务能力,提供更符合客户需求、性价比更高、可靠性更强的产品,凭借相对优势提高国产化率。另一方面,紧密的主配协同有利于用户企业增强对国产复杂装备的信任程度,提升国产装备的市场认可度与接受度,同时有助于设备商获得创新试错与迭代发展的机会,在反复的试验、反馈和调试中不断提高国产装备的精度与可靠性,并带动零部件领域技术进步,实现全链条共同提升,形成本土化的高效能供应体系,逐步摆脱企业对国外供应商的依赖^[7]。

3.2 需求牵引型高端装备国产化替代应用

需求牵引型高端装备国产化替代应用是指企业在自身生产需求、政策要求与市场需求驱动下推动国产化替代应用的过程,这一路径建立在企业对内外部需求的有效识别、判断与把握的基础之上,根据需求类型可进一步划分为内生需求驱动型与外生需求牵引型。内生需求型高端装备国产化替代应用是企业为了实现性价比优势、供应安全稳定、把握市场机会而积极开展国产化替代应用的过程,即企业受经济理性与效益驱动,选择环境适应性、与任务匹配性更强、服务便捷与供应保障优势明显的国产装备作为进口装备的互补品或替代品^[13],尤其在当前供应链断供风险加剧、国外装备采购风险与成本高的条件下,医药、汽车等诸多领域的高端装备都依托这一路径得到了国产化替代应用契机,许多企业从最开始的“不愿用”转变为“主动用”。外生需求牵引型高端装备国产化替代主要是在政府政策引导与制度型市场创造下涌现形成的,强调利用本土制度优势与超大市场规模优势并通过制度的市场创造、资源支持与议价能力设定国产

化替代目标与要求,进而加速企业国产化替代应用的过程,中国高铁、风电、安防,以及韩国通信等产业快速发展及技术能力跃迁都离不开政府政策和制度创造的市场机会。以风电技术为例,原国家计划委员会推出“乘风计划”后要求逐步提高风电设备国产化率,明确提出优先支持国产化率高的发电厂,大力刺激了国内市场需求,有效推动了风电装备的自主可控与替代应用进程。

需求牵引型高端装备国产化替代路径适用于资本投入高、产品价值高的高端装备产品,能够有效降低国产化替代过程中的感知风险与不确定性。一方面,市场需求是企业发展的基础,当市场的国产化需求较强时,企业开展装备的国产化替代将面临更低的客户接受难度与市场不确定性;另一方面,政府采用国产化率要求、首台(套)保险等手段降低了企业对国产装备的转换成本与替代应用风险,有助于形成需求拉动技术、技术驱动需求的良性互动机制,为国产高端装备提供有效的试验性用户、应用市场和试错机会^[7]。

3.3 示范引领型高端装备国产化替代应用

示范引领型高端装备国产化替代应用是指行业龙头企业对高端装备进行率先应用来推进国产化的过程,这一路径以加大对行业龙头企业的扶持力度、引导中央及各省市政府和行业龙头企业发挥好示范引领作用、积极参与国产装备采购为前提,通过试点示范项目推动高端装备国产化应用的实施与普及推广,极大地推动高端装备在整个制造市场的拓展,为助推制造业高质量发展和保障供应链安全提供有力支撑。一方面,对于跟随企业,政府和大型企业的示范作用为国产高端装备应用提供了范例参考^[6]。另一方面,国产高端装备通过政府和大型企业多阶段的测验和应用,倒逼国产高端装备供应商技术和能力的全面提升^[14]。例如,中国C919国产大型客机在示范应用的推动下自2017年5月成功首飞后,东方航空成为全球首家用户,国内外用户达到28家,订单总数达815架^[15]。

示范引领型高端装备国产化替代路径适用于高市场需求和高国产化的高端装备,能够有效改善国产装备质量差的刻板印象、提升国产高端装备的市场信心和品牌效应,推动高端装备的持续创新迭

代。一方面,企业可以利用市场传导机制助推国产高端装备打开国内装备市场,在模仿压力下,跟随企业会效仿领先企业使用国内自主研发的高端设备;另一方面,政府通过运用阶段性采购手段,增强自主研发高端装备的市场预期或创造利基市场。

3.4 生态整合型高端装备国产化替代应用

生态整合型高端装备国产化替代应用是指企业对高端装备进行整体突破和提供全程服务来推进国产化的过程,这一路径以多主体协同合作来打通和整合全产业链生态资源为基础,从组件、产品、服务、支持和基础设施等方面发力,依靠多种技术间的动态和高度相互依赖关系,以高端装备的领先部件或核心系统开始替代应用,进而激发技术系统中其他相关技术的全体系统替代。由于高端装备存在需求多样化、应用细分化的特点,国内厂商通过对终端厂商紧密地跟踪服务、快速地响应需求来获取市场份额。在新能源汽车产业中,驱动电机、动力电池、整车电控和充电桩设备供应商会根据下游汽车厂商的需求进行个性化定制,及时响应售后服务,为客户提供整体解决方案,这些做法为新能源汽车全体系统替代奠定了基础,随后相关支持设备如高速试验台和自动变速器都实现了国产化应用。

生态整合型高端装备国产化替代路径适用于高配套要求、高生产成本、产业链体系不健全的高端装备,能有效缓解技术生态的复杂关系、增加设备产品间兼容性和标准化,实现高端装备的全链条安全可控。一方面,装备制造通过统一技术生态系统中各配套设备的应用标准来为客户提供一站式全生态解决方案,利用产品性能、参数和连通检

测,保障同款规格产品在不同客户设备中的性能表现;另一方面,技术生态中的软硬件厂商高效协同,通过自动化、数智化等方式让智能软件与高端装备有机融合,实现为客户及时高效的提供运维服务。

4 高端装备国产化替代应用的政策建议

1) 加强国产高端装备的试点示范。

一是加强高端装备国产化替代应用的清单管理(表3)。发挥政府的顶层设计与战略规划作用,把握国产化替代应用的重点与难点技术领域,根据高端装备特征制定不同的国产化方案,有计划、有重点地逐步推进高端装备的国产化替代应用,并实现国产装备从有到优、由优变强的跨越。二是积极开展重大技术装备试点示范。聚焦国产装备的不同应用场景,遴选一批示范试点项目,设立国产化示范工程,加强试点示范项目的跟踪监测与分析评估,为新产品实际应用效果提供科学数据支撑,增强企业购买和使用首台(套)装备信心。三是在重要产业部门和龙头企业内部优先使用已经验证安全稳定可靠的国产装备。坚持市场化运作和政府引导推动相结合,以试点为契机,实现大企业率先应用、中小企业全面跟随的国产化替代应用行动。

2) 促进产业链上下游协同融合。

一是构建产业链上下游交流平台。鼓励行业协会利用平台优势与资源优势,积极开展产业链上下游交流活动,促进供需对接和降低信息不对称性。二是促进客户参与设备商产品创新。借鉴发

表3 高端装备国产化替代应用的重点清单

主要细分领域	国产化替代应用重点
航空装备	碳纤维、航空发动机、大丝束碳纤维设备、机载设备等
轨道交通装备	碳纤维、高性能焊材、转向架部分核心器件、轴承、运行控制系统、高温碳化炉等
新能源装备	高端半导体材料、高端石英制品、伺服电机、真空泵、涂布机模头、质子交换膜、激光控制系统、加氢机、风机轴承等
工程机械装备	高端液压件、高端密封件、超快激光器、放大器、脉冲展宽及压缩机、数控刀具等
高技术船舶装备	高端动力设备、高端自动化装备、通信导航装备等
高端诊疗装备	超高分子量聚乙烯、大功率CT球管、高压发生器、超声探头、高端医疗影像设备、内窥镜、手术机器人、高端放疗设备等
智能制造装备	光刻胶、工业传感器、主轴、丝杆、线轨、减速器、伺服电机、研发设计类工业软件、高端数控机床等

达国家机床行业“用户参与创新”的模式,推动高端装备领域的下游用户积极参与产品创新与优化,建立及时反馈机制,促进需求拉动技术、技术驱动需求的协同发展。三是强化产业链链主企业的“龙头”效应。借鉴韩国应对日本制裁的经验,积极开展主配协同,发挥链主企业的资源控制力与产业链影响力,加快推进产业链上下游断链替代工作,发展本土供应链。

3) 优化国产高端装备的应用生态。

一是优化国产高端装备替代应用政策体系。适当采用国产化率、政府采购等相关政策创造与培育国产装备的需求市场,通过完善高端装备重点领域的首台(套)、首批次应用保险与补贴政策促进企业对国产高端装备的初次采用;构建替代应用投融资体系,结合税收减免、财政补贴等方式推动企业对国产核心技术的持续采用,构建“愿用、敢用、持续用”的良好应用生态。二是健全国产装备发展的公共服务平台。引导建立高水平装备技术研发、检验检测、试验与信息交流平台,完善国产装备的行业标准与认证体系,推动核心部件的互通互用和配套服务能力的建设,降低国产化替代应用的技术不确定性,构筑良好的产业生态系统。三是增强增强社会宣传推广。充分发挥主流媒体的舆论主阵地作用,高度重视网络媒体,加大对国产化替代示范性工程、典型案例与代表性人物的专题报道,发挥意见领袖的影响力,凝聚多方共识,营造有利于关键核心技术国产化替代的良好舆论环境,打破国产技术“后发者劣势”的刻板印象。高端装备国产化替代应用路径与政策建议适配如图1所示。

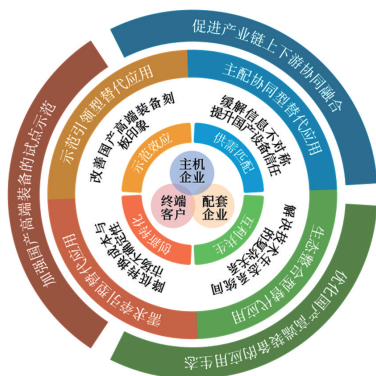


图1 高端装备国产化替代应用路径与政策建议适配

5 结论

1) 剖析了不同条件下高端装备的替代应用逻辑。其中,效益逻辑是企业以增加经济效益为替代导向,为实现较低的供应链成本而对高端装备的精度和可靠性要求相对宽松;效率逻辑是企业以需求高效响应、供需精准匹配与协同联动为替代导向,为实现较高的供应链效率而对高端装备的装备环境适应性、应用灵活性与任务匹配性要求较高;安全逻辑是企业以加强供应链安全可靠和自主可控为替代导向,为加强供应链韧性和降低供应不确定性而对高端装备供应稳定性与可靠性要求较高。

2) 识别了中国高端装备国产化替代应用的关键障碍。自主品牌弱势和技术积累弱势造成的国产劣质刻板印象让国产高端装备的精度、稳定性和可靠性遭受质疑,导致首台(套)国产装备即便拥有自主知识产权与技术认证也难得到市场认可;高技术复杂性和市场不确定性让国产高端装备需要进行反复的性能和适配性测试,其中产生的高转换成本给企业替代应用造成较大压力和难度;产业链上下游信息不对称导致高端装备供需端不匹配,国产装备缺乏应用场景与试错机会,加剧了国产产品的“冷启动”悖论;高端装备的技术体系存在相互依赖关系,复杂的技术生态系统和供应链配套导致装备的零部件、架构与整机的技术发展速度参差不齐,无法支持高端装备制造。

3) 分类设计了高端装备国产化替代应用的路径。技术复杂性高、非标准化的高端装备走“主配协同”替代应用路径,主要通过精准识别客户需求、定制化研发高端装备、推动客户积极试用与反馈和设备性能迭代创新与优化,实现高端装备点对点的替代应用;高配套要求、高生产成本、产业链体系不健全的高端装备走“生态整合”替代应用路径,通过多主体协同合作、打通和整合全产业链生态资源、激发相关技术替代行为,实现高端装备全体系的替代应用;资本投入高、产品价值高的高端装备走“需求牵引”替代应用路径,通过增加市场需求、出台国产化率要求和首台(套)保险,为国产高端装备提供有效的试验性用户、应用市场和试错机会。高市场

需求和高国产化“示范引领型”替代应用路径,通过引导政府和行业龙头企业参与国产装备采购,利用试点示范项目推动高端装备国产化应用的实施与普及推广。

4) 从促进产业链上下游协同融合、优化国产高端装备的应用生态、加强国产高端装备的试点示范等方面提出了政策建议。试点示范方面,加强高端装备国产化替代应用的清单管理;积极开展重大技术装备试点示范;在重要产业部门和龙头企业内部优先使用已经评审证明安全稳定可靠的国产装备。协同融合方面,构建产业链上下游交流平台;促进客户参与设备商产品创新;强化产业链链主企业的“龙头”效应。应用生态方面,优化国产高端装备替代应用政策体系;健全国产装备发展的公共服务平台;增强增强社会宣传推广。

参考文献(References)

- [1] 杨瑾, 郝姿容. 生产性服务外包、产品模块化与高端装备制造企业竞争力:动态能力调节的视角[J]. 研究与发展管理, 2017, 29(6): 38-48.
- [2] 张俊, 卢秉恒. 面向高端装备制造业的高端制造装备需求趋势分析[J]. 中国工程科学, 2017, 19(3): 136-141.
- [3] 陈艺灵, 陈关聚. 高新技术企业认定对技术生态位的动态政策效应研究:来自高端装备制造业A股上市公司的

- 经验证据[J]. 科技进步与对策, 2021, 38(5): 105-114.
- [4] “新一代绿色照明高端制造装备自主发展战略研究”课题组. 我国LED照明产业高端制造装备自主发展战略[J]. 中国工程科学, 2017, 19(3): 142-148.
- [5] 刘云, 郭栋, 翟晓荣. 我国高端装备制造制造业创新发展演进特征与政策优化研究:以高档数控机床为例[J]. 科学与科学技术管理, 2022, 43(8): 19-31.
- [6] 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[J]. 管理世界, 2021, 37(8): 194-207.
- [7] 吕铁, 贺俊. 政府干预何以有效:对中国高铁技术赶超的调查研究[J]. 管理世界, 2019, 35(9): 152-163.
- [8] 江小涓, 孟丽君. 内循环为主、外循环赋能与更高水平双循环:国际经验与中国实践[J]. 管理世界, 2021, 37(1): 1-19.
- [9] 刘兰剑, 张田, 牟兰紫薇. 高端装备制造制造业创新政策评估实证研究[J]. 科研管理, 2020, 41(1): 48-59.
- [10] 束国刚, 余春华, 沈国华, 等. 新时期我国重型燃气轮机发展研究[J]. 中国工程科学, 2022, 24(6): 184-192.
- [11] 程永波, 陈洪转, 何利芳, 等. 复杂装备主制造商-供应商主从合作激励协调Stackelberg模型[J]. 中国管理科学, 2016, 24(1): 91-96.
- [12] 曾德麟, 欧阳桃花. 复杂产品后发技术追赶的主供模式案例研究[J]. 科研管理, 2021, 42(11): 25-33.
- [13] 黄阳华, 吕铁. 深化体制改革中的产业创新体系演进:以中国高铁技术赶超为例[J]. 中国社会科学, 2020(5): 65-85.
- [14] 李显君, 熊昱, 冯堃. 中国高铁产业核心技术突破路径与机制[J]. 科研管理, 2020, 41(10): 1-10.
- [15] Wu G. A trio of commercial aircraft developments in China[J]. Engineering, 2021, 7(4): 424-426.

Main obstacle and breakthrough path of domestic substitution and application of high-end equipment

WANG Chang, HE Qi, ZHOU Yifang*

Business School, Central South University, Changsha 410083, China

Abstract High-end equipment manufacturing is an important support for national economy and national defense construction, and it is also the core engine and key point for China to win the right of international discourse and promote industrial transformation and upgrading. This paper analyzes the internal logic and identifies key obstacles of substitution adoption the high-end equipment made in China, and then discusses the breakthrough path based on practical cases, which are main and distribution cooperation, demand traction, demonstration leading and ecological integration. It also puts forward some policy suggestions in terms of promoting the synergy of upstream and downstream of the industrial chain, optimizing the application ecology of domestic high-end equipment and strengthening the pilot demonstration of domestic high-end equipment.

Keywords high-end equipment; domestic substitute adoption; major obstacle; breakthrough path ●



(责任编辑 刘志远)