

大国科技竞争背景下俄罗斯 强化技术主权的实践与启示*

高际香

【内容提要】 在俄乌冲突和西方极限制裁下，俄罗斯科技领域受到极大冲击，普京总统强调，要实现真正的技术主权，必须建立一个核心要素完全独立于外国机构且完整的经济运行体系，自此开始了俄罗斯维护技术主权的实践。面对西方围堵打压，俄罗斯采取加快重构技术供应链、努力推动软件自主研发、着重支持信息技术产业、大力扶持微电子产业、密集出台关乎国计民生的技术进口替代项目等一系列应急举措。以发布有关技术发展和技术主权的政策文件为标志，俄罗斯对强化技术主权进行了长远布局和制度设计，明确了2030年实现技术主权的总体目标，围绕目标确定国家支持优先项目的六大原则，明确了国家支持的优先项目的选择标准，并且在创新科研生产组织管理模式、发挥中小型科技公司和大学创新主体作用，开展“先行先试”项目试点，完善创新政策支持工具，推动技术供给和需求对接等方面进一步探索实践。俄罗斯强化技术主权的应急措施、长期布局和制度设计，是在西方制裁导致的半封闭状态下的务实之举。然而，在政策实施过程中，尚需解决创新体系效能不强、创新主体有效联动不够、科研团体稳定性欠佳、研发投入持续性不足、技术生态系统打造困难等诸多问题。

【关键词】 俄罗斯技术主权 交叉技术 科研生产管理模式
技术生态系统 技术竞争

【作者简介】 高际香，中国社会科学院俄罗斯东欧研究所俄罗斯经济研究室副主任，研究员。

* 本文为国家社科基金后期资助项目“俄罗斯远东开发：历史·现实·前瞻”（23FGJB017）、中国社会科学院创新工程学者资助计划项目“俄罗斯经济地理与地区投资环境研究”（XJ2022008）的阶段性成果。

一 技术主权概念的提出与要义解析

“主权”源自拉丁文 *supremitas* 或 *supremapotestas*，意为最高权力，后逐渐被赋予现代内涵。“技术主权”是一个相对较新的概念，关于其内涵外延的界定，国际上尚未形成统一认知。从政治学视角看，技术主权显然是国家主权的一部分；从安全视角看，技术主权是保障国家安全的基础；从技术视角看，技术主权意指国家对关键技术和核心技术的掌控力；从地缘竞争视角看，技术主权强调国家追逐世界技术主导权。文献追踪显示，“技术主权”概念最早出现于 20 世纪 70 年代，当时的主要涵义是，任何技术依赖都可能妨碍一国全球竞争力的提升^①。可见，这是地缘政治竞争语境下的概念。欧盟科学组织弗劳恩霍夫系统与创新研究所（Fraunhofer ISI）将“技术主权”诠释为“一个国家或国家联盟拥有对其福祉和竞争力至关重要的技术能力，以及在无单方面结构性依赖情况下开发这些技术或从其他经济体获取这些技术的能力”^②，这是从技术和安全两个视角对“技术主权”概念的解析。当前，国内对“技术主权”的研究文献较少，且集中于探讨欧洲的“技术主权”。洪延青、朱玲凤、张朝、谢晨曦^③以及忻华^④对欧洲“技术主权”概念及内涵进行了解析。蔡翠红、张若扬将欧洲的“技术主权”视作“数字主权”^⑤。余南平、冯峻锋侧重分析欧洲技术主权战略的形成与框架、技术主权建设实施路径、技术主权战略实施面临的现实挑战与制约因

① Paul Grant, “Technological Sovereignty: Forgotten Factor in the ‘Hi-Tech’ Razzamatazz”, *Prometheus*, 1983, Vol. 1, No. 2, pp. 239-270.

② Edler, J., Blind, K., Frietsch, R., Kimpeler, S., Kroll, H., Lerch, C., Reiss, T., Roth, F., Schubert, T., Schuler, J., Walz, R. “Technology Sovereignty. From Demand to Concept”. Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research. https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/publikationen/technology_sovereignty.pdf, 访问时间: 2023 年 11 月 1 日。

③ 洪延青、朱玲凤、张朝、谢晨曦:《欧盟提出“技术主权”概念 引领欧盟数字化转型战略》,载《网境纵横》2020 年第 3 期。

④ 忻华:《“欧洲经济主权与技术主权”的战略内涵分析》,载《欧洲研究》2020 年第 4 期。

⑤ 蔡翠红、张若扬:《“技术主权”和“数字主权”话语下的欧盟数字化转型战略》,载《国际政治研究》2022 年第 1 期。

素等^①。周顺杰和陈娟强调，单纯的国家行为不足以获得技术主权，需要利用欧盟内部统一市场开辟进入世界市场的路径并制定标准，其中德国需要发挥核心驱动作用^②。

俄罗斯有关“技术主权”的概念最早出现在1992年关于“总统办公厅信息和分析中心问题”总统令中，其中提到，该中心从事“收集和分析影响俄罗斯政治、经济、科技主权问题的信息”^③。2014年克里米亚入俄之后，美欧对俄实施制裁。在2015年6月的科教委员会会议上，普京总统提及“科技主权”问题^④。之后，为了维系科技主权，保障食品安全、药品安全和军事工业安全，俄罗斯宣布对医药医疗、机械制造、石油化工、轻工、信息、航空航天、原子能等20多个行业实施大规模进口替代。2022年俄罗斯对乌克兰发起特别军事行动后，美国联合盟友利用各种制裁手段对俄罗斯进行体系化围堵，试图将俄罗斯变成“孤岛”。其中利用高科技产品和服务的垄断优势，对俄罗斯实施各种断供，使俄罗斯真正意识到技术主权的重要性及改变技术依赖的紧迫性。2022年6月在圣彼得堡经济论坛上，普京总统强调，要实现真正的技术主权，必须建立一个核心要素完全独立于外国机构、完整的经济运行体系^⑤。自此，“技术主权”一词频繁出现在俄联邦政府和地方政府的各种文件中^⑥，学界以“技术主权”为题的论文也大量涌现。在2023年3月中俄元首会晤期间，普京总统特别强调，技术主权是未来几十年国家稳定的关键。

① 余南平、冯峻锋：《新技术革命背景下的欧洲战略重塑——基于技术主权视角的分析》，载《欧洲研究》2022年第5期。

② 周顺杰、陈娟：《德国未来技术主权布局研究》，载《全球科技经济瞭望》2022年第2期。

③ Распоряжение Президента РФ “О вопросах Информационно – аналитического центра Администрации Президента РФ” (20.07.1992 № 385 – рп). <http://www.kremlin.ru/acts/bank/1721>, 访问时间：2023年12月15日。

④ Заседание Совета по науке и образованию. <http://science.gov.ru/events/sten/2049/>, 访问时间：2023年12月15日。

⑤ Пленарное заседание Петербургского международного экономического форума. <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/speeches/68669>, 访问时间：2023年12月15日。

⑥ Минпромторг предложил способ достичь технологического суверенитета. <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2022/11/03/948680-minpromtorg-predlozhit-sposob-dostich-te>, 访问时间：2023年12月15日。

在俄罗斯政界和学界的语境中，并没有对“技术主权”概念形成统一认知。从安全保障能力视角看待技术主权的代表人物是俄总统数字和技术发展领域特别代表德米特里·佩斯科夫，他认为实现技术主权必须解决安全保障、能源保障、粮食独立、基本商品供应、交通互联、信息生产以及生产资料获取等问题^①。《2030 年俄罗斯技术发展构想》^②从技术视角定义“技术主权”，即国家拥有基于自身技术路线的关键技术和交叉技术，并以这些技术为基础组织生产，确保国家和社会可持续发展，完成国家发展目标，维护国家利益。技术主权的实现方式有二：一是根据预先确定的清单进行关键技术和交叉技术研发；二是在上述技术基础上生产高科技产品。从地缘竞争视角解读技术主权的代表是俄罗斯核研究领域的专家，他们对“技术主权”的定义是：一国在不受外部影响的情况下独立选择、开发、获取、利用、传播技术的能力，并以此保障地缘政治领导力和长期发展优势^③。

综合上述表述，本文对俄罗斯语境下“技术主权”概念的界定是：在遭受西方全面技术脱钩、处于类似“技术孤岛”的情境下，拥有独立开发或从友好国家获取关乎国家战略安全、国防安全、经济安全和社会安全的关键技术的能力。以技术主权为基础达成三项重点任务：保障关键产品和服务的生产；稳固国际技术交流与合作的谈判地位；培育未来产业发展竞争力，谋求国家长期发展优势。

二 极限制裁下俄罗斯技术主权面临的威胁

当前全球战略竞争主要在两个维度展开，一是以军事实力为基础的地缘政治竞争，二是以追求技术领导力为目标的技术竞争。俄罗斯作为承继于苏联的大国，仍然保持较强的军事实力，但技术实力相对较弱。从创新产品在总产出中的

① Андрей Ваганов, Остров технологического суверенитета. https://www.ng.ru/nauka/2022-06-21/9_8466_sovereignty.html?ysclid=lg6bn9ymw209523422, 访问时间：2023 年 12 月 15 日。

② Концепция технологического развития на период до 2030 года (20 мая 2023 г. № 1315 – р). <http://government.ru/docs/all/147621/>, 访问时间：2023 年 12 月 15 日。

③ Файков Д. Ю., Байдаров Д. Ю. На пути к технологическому суверенитету: теоретические подходы, практика, предложения//Экономическое возрождение России. 2023, № 1.

比重看，俄罗斯为 6%，领先国家为 20% ~ 27%^①。2005 ~ 2020 年统计数据显示，俄罗斯是技术净进口国，技术进口额为 382 亿美元，逆差达 176.6 亿美元^②。尽管从 2015 年起俄罗斯开始实施进口替代政策，但截至 2022 年初，成功完成进口替代的项目屈指可数，除卫星超高频开关、即时支付系统（SPFS）、米尔卡系统和 PD-14 飞机发动机之外，其他成功项目乏善可陈。俄罗斯重要领域相关设备仍严重依赖进口。电子产业最为薄弱，电子开发商和制造商协会（АПИЭ）数据显示，俄罗斯市场每年销售价值约 75 亿美元的计算机设备，其中俄罗斯制造的设备价值约为 5 亿美元，而且所有俄罗斯制造的计算机设备都使用来自欧盟和亚洲的进口原件。2022 年初，90% 的俄罗斯公司使用外国软件^③。

2022 年 2 月俄罗斯采取特别军事行动之后，西方对俄罗斯最具科技创新能力且关系未来发展的行业和实体实施极限制裁。主要采用三种手段：出口管制、实体制裁和“长臂管辖”。上述制裁措施对俄罗斯技术主权构成严重威胁。

其一，高度依赖进口设备和服务的行业遭受较大冲击。制裁对俄罗斯本土芯片设计制造和数据服务等领域的冲击已然显现。英飞凌、三菱集团、安森美、意法半导体等全球主要芯片供应商停止供货。基于 ARM 架构的自研芯片“贝加尔”因 ARM 公司停止授权而遭遇困境；采用自主 VLIW 架构的“厄尔布鲁士”芯片依赖台积电代工生产，因美国出口管制，台积电暂停了代工合同。西方云存储服务企业撤出后，国内云存储服务提供商难以填补空白，使得俄罗斯移动运营商 MEGAFON、MTS、VK 遭遇严重的存储危机。

其二，技术和关键基础设施安全风险增加。一方面是关键信息基础设施安全处于高度不确定状态。俄罗斯关键信息基础设施高度依赖国外硬件和软件，由此造成关键基础设施的脆弱，“不友好国家”可以借机进行网络攻击，制造恐慌，引发社会动荡。另一方面，由于无法获得官方使用许可，企业和机构不得使用盗版软件或仿制产品，可能引发权利人的法律诉讼，也得不到质保承诺和保修服务。此外，开源软件的安全性也让人存疑，如全球最大的开源软件平台 GitHub 在俄乌冲突之初曾讨论限制俄罗斯软件开发者访问，而且其对古巴、朝鲜、伊

① 2022 年 6 月 18 日俄罗斯政府副总理别洛乌索夫在战略发展和国家项目委员会上的讲话内容，<http://kremlin.ru/events/president/news/69019>，访问时间：2023 年 12 月 15 日。

② 根据俄罗斯高等经济大学和俄罗斯海关数据计算。

③ Горячева Т. В., Мызрова О. А. Роль и место технологического суверенитета в обеспечении устойчивости экономики России//Экономика. Управление. Право, 2023, Т. 23.

朗和叙利亚等国用户访问设限的先例。

其三，被西方主导的世界科教体系边缘化。一是终止或冻结国际科教合作项目。俄乌冲突升级后，欧盟委员会宣布暂停与俄在科研创新领域的合作，停止在欧盟“地平线计划”框架下与俄签署新的协议，并暂缓原有合作项目拨款。欧洲原子能研究中心（CERN）、欧洲自由电子激光装置运行方、德国马克斯·普朗克地外物理研究所、欧洲航天局等均终止或暂停与俄合作。欧洲大学联盟取消了 12 所俄罗斯高校的欧洲大学联盟身份。德国大学校长联席会议冻结了与俄在科研、教育和培训项目上的合作。英国停止向 50 多个英俄科学合作项目拨款等。二是对专利申请和教育服务进行封堵。一方面，将俄罗斯排除在美欧专利体系之外。美国专利商标局、欧洲专利局等终止与俄知识产权机构以及位于俄境内欧亚专利组织的合作。世界知识产权组织也停止与俄合作。另一方面，将俄罗斯排除在世界教育体系之外。夸夸雷利·西蒙兹公司（QS）发表的世界大学排名已不再将俄罗斯大学纳入排名系统，不再推荐学生到俄罗斯高校接受教育。世界最大的私立非盈利教育考试和评估机构（ETS）取消了俄境内所有托福考点，雅思也实施了类似限制。三是学术出版与数据库访问遭到封禁。西方大部分出版商停止接受俄罗斯学者的文章，97% 的科技信息数据库对俄罗斯实施封禁。如爱思唯尔、施普林格自然、英国物理学会出版社等终止了俄罗斯学术机构和大学访问其期刊数据库。国际科学引文数据库（Web of Science）对俄罗斯关闭。爱思唯尔旗下的文献摘要和引文数据库（Scopus）虽未将俄罗斯期刊从数据库中剔除，但已暂停对俄罗斯新期刊的审查和收录。

其四，科技创新潜力受到抑制。影响主要来自三个方面。一是人才外流。西方高科技企业陆续停止在俄罗斯境内运营，撤离带走了大量高科技人才，特别是 IT 人才。2022 年约有 10 万 IT 专家离开俄罗斯，约占其 IT 专家总数的 1/10^①。二是融资困难、专利申请遇阻和设备断供使得俄罗斯技术突破难度增加。俄罗斯许多科技公司，诸如 Ozon、Yandex 等，很难再从国际市场融资。俄专利在欧美注册或使用将遇到问题，从而长久地影响俄科技公司的国际地位。依赖国外部件和仪器的俄科技公司和科研机构举步维艰。俄罗斯大约 90% 的科学仪器由外国制造，在西

^① Андрей Злобин, Глава Минцифры сообщил о 100 000 уехавших из России айтишников. <https://www.forbes.ru/tekhnologii/482755-glava-mincifry-soobsil-o-100-000-uehavsih-iz-rossii-ajtisnikov?ysclid=lgg78lgkzy828723943>, 访问时间：2023 年 12 月 15 日。

方制裁下不仅难以购买新设备，而且现有设备维护也较为困难。专家估计，现有仪器设备仅能再维持5~7年^①。三是数字前沿技术研发受困。英特尔、微软、英伟达、甲骨文思科、IBM、SAP、西门子等外国科技公司在俄罗斯市场上具有垄断地位，难以找到替代企业，从而使俄罗斯前沿技术研发受到较大影响，特别是人工智能、物联网技术、超级计算和量子技术、机器人、传感技术等领域。

三 俄罗斯维护技术主权的应急之举

面对西方严厉制裁，俄罗斯采取一系列应急措施，意在维护技术主权。

首先，突破西方专利和商标限制，重构技术供应链。2022年3月8日，普京总统签署第46号联邦法，对《俄联邦民法典》关于商标和专利保护的条款进行修订^②。一方面，俄罗斯不再保护“不友好国家”和地区权利人的专利，如果专利持有人和商标权人来自“不友好国家”和地区，其专利和商标等可以在未经授权的情况下在俄罗斯使用；另一方面，为“平行进口”合法化奠定了法律基础^③。“平行进口”意指进口商未经权利人授权或同意，将在其他国家或地区市场合法销售的商品进口到某一国家的行为，由于这种未经许可的进口往往与正式许可的进口平行，故称“平行进口”。基于第46号联邦法，2022年4月俄联邦工业和贸易部发布第1532号部长令，确定了允许“平行进口”的商品和品牌目录。商品和品牌目录实行动态更新机制，每季度或每两个月审查一次，根据国内市场状况酌情增减。紧随其后，当年6月普京总统签署第213号联邦法，从法律层面对“平行进口”的合法性予以最终确认^④。

^① Денис Гриценко, Аппаратное шествие: в России разработают более ста видов научных приборов. <https://iz.ru/1418779/denis-gritsenko/apparatnoe-shestvie-v-rossii-razrabotaiut-boleestavidov-nauchnykh-priborov>, 访问时间: 2023年12月15日。

^② ФЗ “О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации” (08.03.2022 № 46). <http://www.kremlin.ru/acts/bank/47600>, 访问时间: 2023年12月15日。

^③ 高际香:《俄乌冲突下的制裁与反制裁:博弈、影响及展望》,载《欧亚经济》2022年第4期。

^④ ФЗ “О внесении изменения в статью 18 Федерального закона ‘О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации’” (28.06.2022 № 213). <http://www.kremlin.ru/acts/bank/48008>, 访问时间: 2023年12月15日。

其次，创新组织管理，推动软件自主研发。2022 年 3 月普京签署总统令，规定自 2025 年 1 月 1 日起，关键信息基础设施部门将全面禁用外国软件。当年 4 月，俄罗斯安全会议下设“确保国家在关键信息基础设施中的技术主权问题跨部门委员会”^①，作为关键信息基础设施领域保障技术主权的最高管理和监督机构。委员会负责管理和协调各级政府部门和地方自治机构在重要信息基础设施领域的工作，向各级政府和地方自治机构提出进口替代建议和方案，要求使用国产电子产品、国产设备和国产软件，同时对关键信息基础设施的技术自主程度进行评估。为保障软件领域的技术主权，俄罗斯加大了国产软件开发力度。数字发展、通信与传媒部于 2022 年 7 月发布了需要实施进口替代的软件清单。为加快软件国产化替代进程，对组织管理体系进行创新，联邦政府成立了机械工程、冶金、电子和微电子、通信、教育、运输、环保等 16 个软件开发行业委员会，负责管理 33 个行业能力中心（ИЦК）。同时专门成立了系统和应用软件委员会，由数字发展、通信与传媒部副部长马克西姆·帕尔申领导，负责两个全系统应用软件能力中心（ЦКР）。一方面，行业能力中心是将开发者、管理者、企业和政府聚合在一起的研发平台，可以最大限度降低交易成本，以保障在最短时间内开发出国产替代产品。另一方面，行业能力中心又是供需对接平台，有助于推动产业内合作和产业间合作^②。从供给端看，由公司、大学和研究机构组成联合体，可以共谋技术路线，聚合资金和人才，共同开发最为重要的数字技术和软件。从需求端看，可以推动软件开发商与主要客户（国有公司和政府）签订长期采购合同，以保证市场需求稳定。2024 年前俄罗斯支持软件开发与应用的资金达 371 亿卢布，分别通过三家基金拨付：俄罗斯信息技术发展基金、创新促进基金、斯科尔科沃基金。此外，2022 年 10 月第 1804 号政府令宣布创建国家开源软件库^③，建

① Указ Президента Российской Федерации “О Межведомственной комиссии Совета Безопасности Российской Федерации по вопросам обеспечения технологического суверенитета государства в сфере развития критической информационной инфраструктуры Российской Федерации” (14.04.2022 № 203). <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202204140035?ysclid=lovzureqv8575023647>, 访问时间：2023 年 12 月 15 日。

② 高际香：《极限制裁下的俄罗斯数字化转型：困境、应对与启示》，载《欧亚经济》2023 年第 6 期。

③ Постановление 10 октября 2022 г. № 1804. <http://government.ru/docs/all/143569/>, 访问时间：2023 年 12 月 15 日。

立开源软件监管框架，打造没有制裁风险的开源软件开发生态。参与国家开源软件库创建的有俄联邦数字发展、电信和大众传媒部，俄联邦内务部，联邦国家登记、地籍和制图局，俄罗斯信息技术发展基金等。联邦权力执行机构、预算外基金、联邦主体权力执行机构、国有企业，以及自愿参与开源软件试点的法人和个人均可提交申请参加。上述举措旨在确保俄罗斯软件开发在设计、测试、生产、售后服务等全生命周期中的技术独立，确保自主安全。

再次，通过提供优惠贷款和暂缓兵役等措施，支持信息技术产业发展。2022年3月2日，普京总统签署第83号令《关于保障俄联邦信息技术产业加速发展措施的总统令》^①，提出了以下支持措施：2024年底之前俄罗斯IT公司免征所得税，暂停监管部门检查和税务审计；开发新项目可以享受利率低于3%的优惠贷款；27岁以下在职员工可延期服兵役；IT专家可以享受住房抵押贷款优惠等。可以延期服兵役的IT人员包括：软件和数据库、PAC（可编程自动化控制器）、电子模块、计算机设备、计算机技术开发人员，网络设备、物联网设备、电信和外围设备开发人员，机器人技术和传感器开发人员，基于区块链的系统设计人员以及网站创建者等。住房优惠贷款年利率为5%。百万人口以上地区最多可贷1800万卢布，其他地区最高贷款额为900万卢布，首付比例为15%。2022年政府用于支持IT行业发展的拨款为215亿卢布^②。

紧接着，通过资金支持和政府采购，大力扶持微电子产业。2023年年初，批准《2030年及未来俄罗斯电子工业发展国家政策基本原则》^③，计划在2030年前投资约3.19万亿卢布，用于国产半导体生产技术、国产芯片和数据中心基础设施开发等，目标是2030年之前实现28纳米国产芯片量产。在芯片设计

① Указ Президента Российской Федерации О мерах по обеспечению ускоренного развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации (02.03.2022 г. № 83), 访问时间: 2023年12月15日。

② Владимир Кузьмин, Правительство выделяет 21,5 млрд рублей на поддержку IT-отрасли. <https://rg.ru/2022/04/02/pravitelstvo-vydeliaet-215-mlrd-rublej-na-podderzhku-it-otrasli.html?ysclid=le0gngqbjj53099919>, 访问时间: 2023年12月15日。

③ Дмитрий Бевза, Василий Шпак, Национальная электроника – основа технологического суверенитета. <https://rg.ru/2023/10/10/vasilij-shpak-nacionalnaia-elektronika-osnova-tehnologicheskogo-suvereniteta.html?ysclid=lovfn53uer901493820>, 访问时间: 2023年12月15日。

架构选择方面，在英特尔 X86 架构和 ARM 架构断供之后，俄罗斯数字发展部宣布将加入 RISC-V 架构，并投入巨额资金支持基于该架构的芯片处理器发展。在俄罗斯第二大电信运营商 MegaFon 的主导下，服务器与存储系统制造商 Yadro、贝加尔电子、莫斯科国立电子技术学院和 Astra Linux 操作系统开发商 RusBITech Astra 等成立了俄罗斯 RISC-V 联盟，共同致力于建立基于 RISC-V 的行业标准，开展以大规模工业应用为目标开发，为软件开发人员提供专业支持，开展基于 RISC-V 架构的技术培训。在光刻机研制领域，莫斯科国立电子技术学院承接了工业和贸易部下发的 X 射线光刻机研发项目。在光刻胶研发方面，俄罗斯分子电子学研究所（НИИМЭ）承接工贸部的光刻胶研制项目，连同其他项目，将获得约 14 亿卢布资金。在芯片制造领域，米克朗控股公司获得 70 亿卢布的政府资金支持，用于提升芯片产能。此外，通过政府采购支持国内微电子生产商的政策也已开始实施。自 2023 年 4 月 20 日起，在俄罗斯销售的电子设备分为两级，其中安装国产处理器的电子设备为“一级”，安装外国零部件的电子设备为“二级”，上述两级产品纳入工业和贸易部登记册。政府采购将优先采购“一级”产品，只有不存在“一级”产品时，才允许采购“二级”产品。

最后，密集推出关乎国计民生的进口替代项目。在药品进口替代方面，2022 年共有七家制药厂投产，实现了对国外药物的有效替代，全年医药行业产值增长超过 10%。联邦政府于 2023 年初又签署了一项关于为国产药物研发提供支持的政府令，用于开发外国专利即将到期的药物，以便在专利到期后，快速组织生产。在农机进口替代方面，2022 年农机产量增长了 15%，1 000 多台联合收割机已经配备了国产自动驾驶系统。在飞机进口替代方面，正在加快推动超级喷气-100、MS-21，伊尔-114-300、小型飞机“拉多加”和“贝加尔”的上市。计划三年内向航空公司交付约 120 架飞机。在船舶制造领域，2022 年世界上最大的核动力破冰船系列的第四艘“雅库特”号下水，22220 型核动力破冰船“乌拉尔”号实现首航。在汽车制造领域，利佩茨克州建立了电动汽车生产基地，鞅鞅斯坦经济特区“阿拉布加”开始制造轻型商用车。在机床制造领域，2022 年国产机床产量增长近 25%。在电子领域，2022 年启动近 150 个新项目，开始生产电子元器件、打印机、电脑及配件等产品。在航天领域，开始启动被称为“俄版星链”的“球体”卫星星座建设项目。“球体”星座将由 600 多颗卫星组成，可以提供通信、导航、广播、宽带互联网接入等服务。在科学仪器进口替代方面，

计划推出科学仪器国家规划，到 2030 年开发超过 100 种尖端科研设备。莫斯科物理与技术学院、全俄光学与物理测量研究院等高等院校和科研机构达成协议，组建科学仪器联盟，共同开展研发。

四 俄罗斯强化技术主权的长远谋划与政策设计

在采取应急措施应对西方科技围堵的同时，俄罗斯政府为强化技术主权进行了长远布局与制度设计。2023 年 5 月俄罗斯批准《2030 年技术发展构想》和《技术主权项目和经济结构调整项目优先方向》^①，意在 2030 年前实现技术主权目标、国家支持技术发展的原则和路径进行整体布局。

（一）总体目标

俄罗斯政府确定了 2030 年实现技术主权的总体目标：技术对外依赖度下降 75%；创新积极性提高 1.3 倍；申请专利的积极性增加 2 倍；创新产品数量增加 90%^②。具体而言，着重在两个方向发力：在关键技术领域，力图实现与领先国家的技术对等；在交叉技术领域，通过发挥科技潜力和商业模式创新来追求领先地位。主要实施路径是促进科技与经济结合，加快推动科技成果转化和产业化。国家支持技术发展的重点集中在自主研发，保障在知识产权、生产资料、关键部件、人员和能力上实现自主可控，推动从研发到大规模生产的创新全链条本地化。

（二）国家支持技术发展的六项原则

为将人力、财力、基础设施资源最大限度地集中用于科技发展的优先领域，并尽快产生经济效益，《2030 年技术发展构想》提出了国家技术支持政策的六大原则：一是资源集中原则，将有限资源集中于选定的优先技术领域；二是激发企业创新积极性原则，在政企合作框架内优先支持私人倡议；三是合理竞争原则，鼓励创新产品制造商之间展开竞争、鼓励竞争性技术解决方案之间展开竞争，在优胜劣汰的基础上提供支持；四是全创新周期支持原则，支持贯穿从技术研发到

^① Приоритетные направления проектов технологического суверенитета и проектов структурной адаптации экономики Российской Федерации (15 апреля 2023 года №603).

^② Андрей Белоусов: Россия входит в новый этап технологического развития. <http://government.ru/news/48329/>, 访问时间: 2023 年 12 月 15 日。

商业化的整个创新链条；五是经济性原则，最大限度减少用于技术开发的时间投入和其他资源投入，提升技术开发经济效益；六是容错原则，承认技术研发可能存在难以实现预期效果的风险，引入“风险权”概念，在获得国家资助的技术创新项目未能取得成果的情况下，只要不存在主观故意，即可推定诚信，旨在鼓励企业大胆创新。

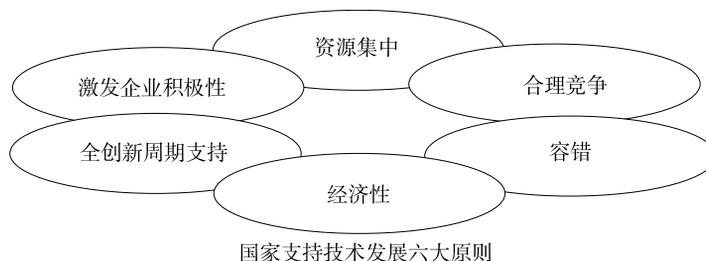


图 1 国家支持技术发展原则示意图

资料来源：作者自制。

（三）国家支持的优先项目选择标准

国家对优先项目的贷款支持根据技术种类选择。到 2030 年，对优先项目的贷款支持总额将达到 15 万 ~ 20 万亿卢布，由此，制造业在企业贷款组合中的比重将在目前 12% ~ 15% 的基础上翻一番^①。从技术种类选择看，交叉技术项目是支持的重点。交叉技术是决定未来 10 ~ 15 年生产体系和技术体系的跨行业技术，其创造的产品和服务将对经济发展产生重大影响，并将从根本上改变现有市场格局或催生新市场，是技术主权可持续的关键。《2030 年技术发展构想》中确定的交叉技术包括 11 大类，分别是人工智能、现代移动通信网络、量子计算、量子通信、新工业软件和全系统软件、储能技术、电力传输和分布式智能电力系统、天然气和核能制氢技术、先进航天系统和服务、新材料技术、生命系统技术（包

^① Евгения Крючкова, Диана Галиева, Именем технологического суверенитета. <https://www.kommersant.ru/doc/5954450?ysclid=1h8e0f2bvk963032277>, 访问时间：2023 年 12 月 15 日。

括遗传技术)等。《技术主权项目和经济结构性调整项目优先方向》^①确定的技术主权项目所属行业包括13个,分别是航空工业、汽车工业、铁路工程、医疗行业、油气工程装备、农机制造、特种机械装备、机床制造、造船、制药、化工、电子工业和电力行业等。技术主权项目是基于自身开发路线,利用关键技术^②和交叉技术生产高科技产品的全创新周期项目。根据设想,2030年前至少将启动10~15个大型项目,包括研发制造中高速柴油机、铁路设备(内燃机车、电力机车、高速列车和轨道机械)、工业机械、液化天然气生产装备、涡轮机、航空器、船舶、无人驾驶飞行器、微电子产品和药物等。为了明确企业对这些任务的定位,工业和贸易部编制了近300种优先生产的工业产品清单。

(四) 科研生产管理模式创新

为强化“技术主权”,俄罗斯对科研管理与组织模式进行了调整。顶层设计与推动实施由政府第一副总理别洛乌索夫牵头,主管数字事务的副总理切尔尼申科负责。经济发展部组建技术主权和经济结构调整部门间委员会,并在各部委设立主管科技发展的副部长,作为连接企业、大学和科研机构的纽带,切实推动“智政产学研”融合发展,将诸多创新单元、创新要素进行系统集成和动态组合,形成大纵深、全链条的合作。企业界(风险基金、发展机构、主要银行)、科学教育界(俄罗斯科学院、主要大学和科学组织)和政府(联邦政府各部委、联邦主体政府)共同参与创新过程,形成企业、政府、研究机构和大学的互动,力图建立协同共生、创新导向的创新生态系统,提升整体创新能力和技术实力。组织管理模式调整的主要特点:一是增强政府作用,各级政府主要部门全程参与创新组织与管理,形

^① Постановление об утверждении приоритетных направлений проектов технологического суверенитета и проектов структурной адаптации экономики РФ и Положения об условиях отнесения проектов к проектам технологического суверенитета и проектам структурной адаптации экономики РФ, о представлении сведений о проектах технологического суверенитета и проектах структурной адаптации экономики РФ и ведении реестра указанных проектов, а также о требованиях к организациям, уполномоченным представлять заключения о соответствии проектов требованиям к проектам технологического суверенитета и проектам структурной адаптации экономики РФ (15 апреля 2023 г. № 603). <http://static.government.ru/media/files/8JsiO5kSlJA1g5IHhGd5qiQVACelECn.pdf>,访问时间:2023年12月15日。

^② 俄罗斯于2011年确定关键技术清单,包括27种技术,截至目前尚未更新。<http://www.kremlin.ru/supplement/988>,访问时间:2023年12月15日。

成了垂直的科技创新管理体系；二是平台化，通过设立行业能力中心、搭建技术需求与供给对接平台、组建研发联盟等方式提升创新综合效能。

（五）注重发挥中小型科技公司的创新主体作用

俄罗斯在资源调度与支持工具调整方面侧重向中小型科技公司倾斜。在将技术转化为经济增长驱动力的过程中，中小型技术公司发挥着至关重要的作用。2022 年 3 月俄罗斯经济发展部启动“腾飞：从创业到上市”联邦项目，涉及 16 个优先领域的中小科技企业可以在该联邦项目框架内获得支持，包括人工智能、互联网通信技术、物联网、新生产技术、新材料技术、基因技术、生物技术和制药技术等领域的企业。在该项目框架下，中小科技企业可以获得年利率为 3% 的优惠贷款，贷款期限为三年，贷款金额最高为 5 亿卢布。中小企业银行是该联邦项目优惠贷款计划的运营商，中小科技企业可以通过数字平台 МСП. РФ 申请参与。支持中小科技公司发展的长效机制及主要举措也基本确定。

《2030 年技术发展构想》提出应重视支持中小型技术公司的发展，将采取的具体举措包括四个方面。一是明确小型科技公司的界定标准，并以此作为获得国家扶持的依据。2022 年底俄罗斯经济发展部宣布制订相应联邦法，对小型科技公司进行界定，即在研发中创造智力成果或在使用智力活动成果的商业组织。认定标准主要依据四项指标：营收额、科技潜力、经营活动类型、从事科研或生产经营活动的条件。符合标准的小型科技公司将被自动登记在册，获得发展机构提供的“无缝衔接”支持。对于初创公司来说，进入登记册意味着自动获得小型科技公司地位，获得政府支持。二是为小型科技公司打造数字信息系统。该系统作为展示平台，可以用投资者易于理解的技术、投资和市场成熟度等术语，显示小型科技公司的发展史、经营项目及当前状态，诸如技术就绪度（TRL）、商业就绪度（CRL）、市场就绪度（MRL）、集成化就绪度（IRL）等术语。从本质上讲，这是向风险投资者、大型工业公司和金融机构展示小型科技公司的窗口，为小型科技公司进入大企业的生产链条创造条件。俄罗斯经济发展部、科学和高等教育部和数字发展部已经完成该信息系统的原型，目前约有 1.9 万家中小科技公司可以在此展示其发展历程和技术成熟状况^①。三是发展机构协

^① 2022 年 6 月 18 日俄罗斯政府第一副总理别洛乌索夫在战略发展和国家项目委员会会议上的讲话，<http://www.kremlin.ru/events/councils/by - council/1029/69019>，访问时间：2023 年 12 月 15 日。

力为小型科技公司提供“无缝衔接”支持。参与的发展机构包括斯科尔科沃基金、创新促进基金、基础设施和教育规划基金、国家技术倡议平台、先期研究基金、FOF基金^①和工业发展基金等。如在最初的种子期，由促进创新基金和斯科尔科沃基金提供支持；在技术和实验设计阶段，基础设施和教育规划基金、科技倡议平台、斯科尔科沃基金、工业发展基金、先期研究基金可以提供支持；在技术成熟阶段，主要由FOF基金和工业发展基金提供支持。上述措施旨在为小型科技公司创造成长环境，直至其达到较高的成熟度，能够完成国家赋予的具体技术任务，承接大公司的技术需求。四是在交叉技术研发方面给予中小科技公司平等参与权。以往俄罗斯主要通过国家技术订单和与行业头部企业签订协议（路线图）的方式研发交叉技术。但“路线图”在执行过程中，存在头部企业研发投入不足等问题。

在强化技术主权范式下，交叉技术研发的运行方式将进行较大调整。一是“路线图”制订采用标准格式，明确培育的初创企业数量、产品开发、专利和创新产品发布等目标，成果评价更加侧重特定创新产品。二是管理、监控、评估机制更加完善。交叉技术领域的“路线图”执行由政府副总理主抓，设立独立的科学技术专业评估机制。评估机构由两级构成：一级是由俄罗斯科学院、国防部、国家技术倡议署和主要专家组成的专家委员会；另一级是副总理统领下的行业特别委员会。经济发展部每个季度对路线图执行情况进行审查，并向政府和总统汇报。最重要的是第三个方面的变化，任何有能力生产或销售某领域高科技产品的公司，包括中小型科技企业都可能成为“路线图”执行方，相关部门将与之签订相应协议。为此，在交叉技术研发路线图管理中纳入了一个单独模块，专门针对高科技领域实施项目的初创公司，实际上赋予了中小科技公司与头部企业近乎平等的参与权。

（六）充分发挥大学的创新创业平台作用

在发挥大学的创新创业平台作用方面，俄罗斯主要从五个方面入手。一是支持大学创新创业。俄罗斯实施“大学科技创业平台”联邦项目，通过竞争选拔进入“大学科技创业平台”的大学将获得资助。在项目框架内，创新促进基金、斯科尔科沃创新中心、基础设施和教育规划基金对建立学生科技园和企业孵化器、大学生设立初创公司给予资金支持。二是以科研机构 and 大学为基础设立技术转移中心。俄罗斯的技术转移中心旨在建立大学、科学组织与从事实体经济的企

^① 专门投资于其他基金的基金，不直接投资于股票或债券，是基金的一种创新品种。

业之间的长期合作关系。根据规划，到 2024 年年底，将建成 38 个技术转移中心^①。三是重点支持工科院校发展。俄罗斯实施了先进工科院校支持项目，为保障技术主权提供人力资本支持。选取 30 所领先的工科大学，与高科技公司合作，并根据这些公司具体人力资源要求，采用共同资助的方式培养工程技术人员。2023 年联邦预算拨款超过 100 亿卢布用于支持工科大学发展。四是助力世界级科教中心建设，培养科技新生力量并打造科技创新生态。《2019 ~ 2030 年俄联邦科学技术发展国家规划》提出，2030 年前计划设立 15 个世界级科教中心（НОЦ）。俄罗斯科学与高等教育部已通过试点先行、有序推进的方式累计选拔认证了 15 个世界级科教中心^②。科教中心是汇聚高等院校、科研机构和企业资源和力量的平台，致力于在培养高层次研究型人才、创造高科技工作岗位、服务所在地区经济发展等方面共同发力，开展跨学科、跨领域研究活动，积极打造科技创新生态。五是以大学和科研机构为基础设立“科技谷”。“科技谷”也被称为“科技创新中心”（ИНТЦ），旨在发展前沿科技，使科研更贴近经济发展实际需求，推动对科技成果的商业化投资，生产科技密集型产品。“科技谷”实施特殊税收和海关制度，入驻企业可以享受一系列税收优惠，诸如所得税、增值税和财产税为零，保险费率为 14% 等。在经济发展部参与下，已有三个科技谷投入运行，如莫斯科大学的“麻雀山”科技谷、索契的“天狼星”科技谷、诺夫哥罗德州的“智能电子—瓦尔代”科技谷。还有一些“科技谷”项目处于筹建进程中，分别位于莫斯科州、图拉州、卡卢加州、下诺夫哥罗德州、加里宁格勒州以及远东联邦大学所在的“俄罗斯岛”。

（七）落实“先行先试”项目积累经验

首先，启动“灯塔”项目，支持数字技术应用。在国家技术倡议项目（НТИ）框架内，选取具有良好商业声誉，且在研发、市场化和销售科技产品方面具备经验的企业，支持其研发新型产品，以此打造试验项目，即行业“灯塔”项目。打造“灯塔”项目的政策目标主要在于两方面：一方面是为新技术商业应用创造各方都易于理解的生态，包括监管机制、融资模式等；另一方面是培育

^① В России появятся 20 новых центров трансфера технологий в 10 регионах — на их развитие выделено в этом году более 235 млн рублей. <https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/novosti-ministerstva/66404/>, 访问时间：2023 年 12 月 15 日。

^② <https://xn--mlacy.xn--plai/centers>, 访问时间：2023 年 12 月 15 日。

对新的高科技产品和服务的需求，确保其规模化生产或大规模推广应用。目前俄罗斯已启动五个灯塔项目。其中三个灯塔项目是无人技术在三种场景下的商业应用，包括“无人物流走廊项目”（无人卡车和无人货运服务）、“自主航行项目”（无人海运）、“无人机货物运输项目”。另外两个是电动汽车和氢能源汽车项目和个性化数字医疗项目（个人医疗助理项目）。

其次，支持“逆向工程”项目。“逆向工程”是指在难以获得必要生产信息的情况下，对目标产品进行逆向分析及研究，从而推导出该产品的设计原理、处理流程、组织结构、功能特性、技术规格等设计要素，以便制作出功能相近，但又不完全一样的产品。西方制裁下的断供对俄罗斯工业体系造成严重冲击，为确保工业体系正常运行，需要修补或重建技术产业链，对大约 300~400 项工业产品和零部件进行本地化生产^①。为此，作为对关键部件生产的综合支持方式之一，政府推动“逆向工程”项目，在短时间内重新设计和恢复零部件的制造技术，以便产品能够快速进入量产。技术开发署成为国家支持“逆向工程”项目的运营商，为关键部件的设计开发、原型生产、测试和认证（如有必要）项目提供资金。此外，技术开发署还负责培训“逆向工程”专家，联合乌拉尔联邦大学、莫斯科电子技术学院和托木斯克国立大学，重点推进三个方向的“逆向工程”人才培养。其中乌拉尔联邦大学致力于机械工程领域，莫斯科电子技术学院着力于仪器工程领域，托木斯克国立大学专事化工领域。

再次，落实“全生命周期”项目。综合科学和技术规划（КНТП）是推动俄罗斯科技发展的机制之一。支持涵盖整个创新周期的所有阶段，从基础知识获取到实际应用、技术开发、产品和服务开发，直至产品和服务进入市场。目前正在实施三个全生命周期项目：“婴儿食品”项目、“石化集群”项目和“清洁煤—绿色库兹巴斯”项目。“婴儿食品”项目由俄罗斯农业部推动，将有可能开发并投产一种尽可能接近母乳的蛋白质成分，从而显著降低未来儿童罹患糖尿病和心血管疾病的风险。“石化集群”项目由工业和贸易部推进，项目参与者有俄罗斯科学院西伯利亚分院催化研究所、俄罗斯科学院石化合成研究所、莫斯科大学化学系等，旨在生产不损害公众健康和环境的石油产品。“清洁煤炭—绿色库兹巴斯”项目由能源部全程跟进。

^① Юрий Литвиненко, Никита Королёв, Тимофей Корнев, Технологиям обрисовали механизмы. <https://www.kommersant.ru/doc/5783922>, 访问时间：2023 年 12 月 15 日。

（八）推动支持工具创新，注重技术供给和技术需求对接

完善工业抵押贷款机制。工业抵押贷款旨在为企业购买用于工业生产的设施，进行本地化生产提供优惠贷款，贷款可以用于厂房建设、现代化改造和重建。一般情况下，工业抵押贷款设定的年利率为 5%，最长贷款期限为七年，贷款最大额度为 5 亿卢布。对于技术创新公司，可以提供利率为 3% 的贷款，贷款利率和市场利率之间的利差由国家补贴。2023 年年初，俄罗斯工贸部已确定可发放工业抵押贷款的信贷机构名单，阿尔法银行、外贸银行、俄罗斯农业银行、联邦储蓄银行等 16 家银行在列。

利用“集群投资平台”支持重点投资项目。“集群投资平台”由工业发展基金与工业和贸易部共同启动。工业发展基金是“集群投资平台”的运营商，由其对项目进行全面审查，支持项目的决策最终由工业和贸易部下属的部门间委员会做出。“集群投资平台”作为一种支持机制，旨在为重点投资项目提供长期资金，并为项目生产的产品提供销售保障。一方面，集群投资平台为 1 000 亿卢布以上的投资项目提供长期低息贷款。在资本投资阶段，即量产之前的两年，将按优惠利率提供贷款，贷款利率的计算方法是：央行关键利率 $\times 30\% + 3\%$ 。利差将通过联邦预算补贴补偿给银行。此外，“集群投资平台”还为项目参与者的产品销售提供保障。“集群投资平台”支持项目所生产的首批产品，其购买者将获得补贴。“集群投资平台”的所有参与者可以在政府采购框架内获得有长期保障的订货，一般通过签订特别投资合同、长期合作协议、公私伙伴关系协议和“全生命周期合同”来实现。“集群投资平台”支持的优先领域包括化工、木材加工、汽车制造、冶金、铁路机械和造船等。

通过政府采购和平台方式支撑技术需求与供给对接。为支撑对国内科技产品的可持续需求，鼓励国有企业购置基于国内设计路线的高科技产品，在重大投资项目中，特别是基础设施项目、有国家参与和（或）国家支持的项目，要求使用国产创新产品，并为购买（租赁）国产高科技产品提供财政支持。对于某些高科技产品，诸如航空装备、电信设备、涡轮机、机车、高精度机床、医疗设备等的本土化生产项目，订货人对产品价格和技术规格提出要求，在符合既定要求情况下，承担长期购买产品的义务，即所谓的承购（“off-take”）。与此同时，搭建技术需求方与技术供给方对接的平台。一是信息搜索服务平台，为产品本地化的工业公司匹配合适的研发设计公司；二是研发平台，将技术需求方和高科技产品供给方纳入其中，根据技术需求方要求进行研发，即在“逆向工程”框架下展开研

发合作；三是搭建技术交易平台，联通区域间技术转让中心，形成技术转让中心网，推动专利进入商业流通，包括技术诀窍和工业样品；四是搭建示范平台，为研发成果的工业利用建立示范区，推动专有技术和工业样品转化为实际产能。

结 论

上述强化技术主权的应急措施、长期布局乃至制度性设计，是俄罗斯在西方制裁导致的半封闭状态下维护技术安全的务实之举。目前“平行进口”政策效果已经显现，其他政策效果有待进一步观察。总体而言，俄罗斯在强化技术主权的政策实施过程中，尚需解决如下问题。

第一，提升创新体系效能问题。2022年全球创新指数显示，俄罗斯创新潜力只被利用了61%，主要问题是国家创新体系、制度环境和创新监管方面的效率不高。从科研管理体系看，2021年3月15日第143号“关于提高国家科技政策效率措施”的总统令明确赋予总统直属的科学委员会和政府下设的科技发展委员会确定科技发展战略目标和优先事项的职能。但新机制尚未理顺，缺乏一个为科技发展优先方向制定科技目标的协调机制，导致在资源配置和管理上难以依照目标行事。根据对2030年前实现技术主权的布局，经济发展部组建技术主权和经济结构调整部门间委员会，并在各部委设立主管科技发展的副部长，试图切实推动“智政产学研”融合发展，提升整体创新能力和技术实力。但是在后续推进落实方面，还将需要有效解决三个方面的问题。首先是职能分工与相互配合问题。主要职能部门能否明晰各自角色及与其他部门角色的关联性，从而协同制定融合财政、金融、科技、产业创新、中小企业、教育、监管等多维度内容的政策工具箱。政界、学界、产业界和社会各界的利益相关者能否找准自身定位、各得其所、开展有效对话、定期评估成果。其次是政策手段的战略性和可持续性问题。制裁下确保国家技术主权的一些政策手段具有反危机的应急性质，如何保证政策手段的可持续性，吸引各类资金开展长期研发活动并提升投资效率，且与国家发展长期战略方向一致，也是需要考虑的问题。再次是相应配套机制的健全问题。这方面目前需要解决最棘手的三个问题。一是需要建立超越预算周期的长期优惠机制和工具，为研发项目提供优惠资金、促进研发成果的商业化。二是解决用知识产权做抵押获取贷款问题。为了加速技术公司的资本化并获得信贷，必须承认知识产权是一种高质量的抵押资产，进而确定知识产权的估值方法，制定相

应政府担保机制和知识产权纠纷仲裁机制（现在由具有一般管辖权的法院处理）。为此，需要立法并确定相应操作规则，还需要获得俄罗斯银行的支持。三是创新服务体系的有效支撑问题。高科技成果孵化器和相应风险投资较少，对科技管理人员也缺乏创新管理方面的系统培训。

第二，创新主体有效联动问题。一直以来，俄罗斯大量研发活动由公共机构执行并由政府预算资助，形成了国家主导的科技创新体系，科研机构和企业主体分列运行，研发部门和实体经济部门脱节。在强化技术主权的过程中，俄罗斯虽然极力推动“智政产学研”联动，但至少需要解决三大阻碍。首先是企业创新内生动力不足。从企业创新积极性方面看，俄罗斯落后于大多数领先国家，2021 年仅有 11.9% 的企业开展研发活动^①。企业创新积极性不足的原因中，最需要解决的问题之一是创新风险。众所周知，应用研究和开发是资本密集领域，企业进行科技成果转化需要承担技术成熟度、市场变化和资金回报等方面的风险，往往最为困难。俄罗斯科技成果转化通常很难跨越“死亡之谷”，即按照技术成熟度等级^②划分的 TRL 4 ~ 7 阶段，也即从研究和实验室样品过渡到试验工厂和小规模生产阶段，这一直是俄罗斯科技创新中最薄弱的环节。在俄乌冲突、制裁与反制裁博弈下，经济和政治环境不确定性增加，企业更不愿为高风险的项目投资，提升企业在实验性生产方面的能力，因此进入大规模量产更加困难。其次是科研机构和企业之间建立合作联系是一个缓慢的过程，在此过程中需要克服官僚主义障碍和学术界保守思想。再次是研发机构整合后的运行效率提升问题。自 2013 年起，俄罗斯有意将科研主体从以科学院为主调整到以大学为主，即遵循美国的方式，由大学带头发展科学，并建立风险投资市场作为创新技术和项目的实施基础。俄罗斯科学传统更接近德国模式，其优势在于存在强大的科学院系统和行业研究机构，包括国家科学中心，虽然经过多年整合，特别是对俄罗斯科学院反反复复的改革，以及对高等教育机构的改革，但并未取得明显效果。2022 年科学院被纳入国家决策体

① 高等经济大学统计研究和知识经济学研究所，Индикаторы инновационной деятельности: 2023: статистический сборник. <https://publications.hse.ru/en/books/820489012>, 访问时间: 2023 年 12 月 15 日。

② 技术成熟度等级 (TRL)，是对技术成熟程度进行度量和评测的一种标准。目前比较通用的做法是分成九级，分别是 TRL1 发现基本原理、TRL2 形成技术方案、TRL3 关键功能已作分析与实验、TRL4 形成单元并验证、TRL5 形成分系统并验证、TRL6 形成原型并验证、TRL7 现实环境的应用、TRL8 用户验证、TRL9 推广应用。

系，其职能是为基础研究和国家战略项目提供立项鉴定。科学院是否能与其他机构实现有效联动，发挥应有作用，尚有待观察。

第三，科研团体稳定性与素质问题。苏联解体以来，俄罗斯科研团队萎缩问题严重，2010~2020年，科研人员数量缩减1/3。目前俄罗斯科研团体存在四方面问题。首先是人员老化。截至2020年，科研人员平均年龄为46岁，其中拥有博士学位的科研人员的平均年龄为64岁^①。其次是科研人才后继乏力。29岁以下研究人员群体持续减少：2010~2020年减少20.5%，在研究人员总数中的比例从19.3%下降到16.3%。俄罗斯研究生培养堪忧，2010~2021年研究生人数下降38.6%。再次是工科人才储备后劲不足。苏联时期工科曾是传统优势学科，工科类院校的招生人数排名第一，目前已降至第二，或将对未来理工科科研人员数量和质量造成影响。世界知识产权组织全球创新指数排名变化已初露端倪。2019年俄罗斯自然科学和工程专业毕业生人数排名第10位，2021年已排至第13位。最后是科研人才进一步流失的风险。目前受西方国家歧视性反俄政策限制，科研人员外流受到抑制，但在可预见的将来，“不友好国家”从俄罗斯吸引有全球竞争力的研究人员、工程师、开发人员的行动或将开启，人员流失或将加剧。

第四，研发投入问题。苏联时期，研发投入占GDP的比重最高时接近5%。苏联解体后，俄罗斯研发强度大幅下降，2021年约为1%，在世界排名第34位。按研发投入总量计算，俄罗斯是美国的1/15，是中国的1/12，排名世界第8位。在世界经济衰退概率增加、全面制裁下俄罗斯能源产品出口收入下降的趋势下，未来增加研发投入较为困难。从预算投入看，国家对科研的总体投入水平或将下降，且有限的资金将更多被分配到科研人员工资上，用于更新研发设施的资金将减少。目前俄罗斯研发设备设施老化问题比较严重，设备设施平均使用年限为十年以上。在筹集科研资金方面，风险投资也难以发挥有效作用。从风险投资占GDP的比例来看，俄罗斯是经合组织国家平均水平的1/11，难以形成一个成熟的风险投资市场，而且制裁严重影响了俄罗斯风险投资市场的发展。一直以来，俄罗斯风险投资市场发育不足，加之开放创新生态没有形成，初创企业数量较少，且存续年限较短，很多因商业模式失败、产品需求不足或资金不足而关闭，取得重大成功的初创公司不足5%，且很难成长为独角兽企业。在风险资本市场低水平发展，债务筹资和股权筹资能力较弱的情况下，对于科技公司而言，如果

^① 高等经济大学统计研究与知识经济研究所数据。

没有政府的支持，难以生存和发展。然而政府支持也捉襟见肘，且只能用于最需要支持的方向，诸如关键技术和交叉技术领域等，而这些领域往往需要海量资金，且需要持续不断投入。

第五，技术生态系统打造与融入问题。目前看，制裁下，俄罗斯正在被逐出美西方主导的全球技术生态体系，这在一定程度上激发了俄罗斯技术民族主义意识，打造自主可控的技术生态系统成为其必选项之一。然而，依靠自身能力打造技术生态系统面临诸多限制，诸如技术水平、市场规模、资金投入可持续性、生态系统吸引力、与其他系统兼容等问题。鉴于此，打破西方技术生态壁垒、融入其他生态系统以弥补自身劣势也将成为俄罗斯的重要选项。显然，俄罗斯强化技术主权并不排斥国际技术合作，特别是与友好国家的合作。目前俄罗斯与友好国家技术合作的设想集中在四个方面。一是侧重与友好国家开展研发合作与产业化应用合作。在共同开发新技术和开拓高科技产品市场方面加强与友好国家合作，与友好国家联合开发关键技术和交叉技术，并推动在俄罗斯和伙伴国的本土化生产或应用。为此，吸纳友好国家合作伙伴参与俄罗斯的技术研发活动，诸如签署交叉技术研发协议、共建“科技谷”、联合组织大型科研项目、建立联合项目小组，或者共同开发助力国际直接投资的工具和风险投资工具等。二是建立国际合作监管框架，推动开放开源共享。通过合作保障俄罗斯软件开发者能访问全球开源代码库，设立国家开源代码库并提供给其他国家开发者使用；与伙伴国家共同打造有关国际科技合作和产业合作的法规基础和监管框架；保护本国企业在海外的知识产权；与友好国家的产品合格评估系统对接等。三是支持跨境合作与出口。部署跨境技术转让平台（包括研发平台），支持高科技产品走向最具潜力的世界市场，推动跨境技术转移中心网络建设；设立工业园，用于在友好国家制造高科技产品。四是人才交流合作。建立国际科技能力中心、科学设备共享中心、技术园和众创空间；支持在友好国家教育和科研机构设立分支机构和联合实验室；联合培养科学和工程人员；实施国际教育和学术交流项目，包括针对研究生和青年专家学者的项目等。东南亚、南亚、中亚、中东、非洲等区域技术实力较强的人口大国或将成为其打造技术生态系统的关键支撑，融入上述区域国家引领的技术生态系统也不失为理性选择。

（责任编辑 王效云）