

弱市场模式的曲折成长： 俄罗斯人工智能产业发展探微^{*}

华 盾 封 帅

【内容提要】 俄罗斯是全球人工智能发展史的重要分支。苏联模式既留下宝贵科技遗产，也制约今天俄罗斯人工智能快速发展。当代俄罗斯人工智能产业已形成独特的“弱市场模式”，主要表现为政府、军事与市场三大板块平行推进，政府版块占据强势主导地位，军事版块形成独立发展闭环，市场版块受多重挤压而艰难成长。由于产业结构重心完全倒向政府一侧，政府力量取代市场体制成为沟通产业体系内各要素的桥梁。由于市场调节能力欠缺，俄罗斯人工智能产业难以克服人才流失、资本不足与数据匮乏等弱点。虽发展模式不均衡特征突出，但依托基础研究、人才培养和军事工业等个别领域的比较优势，俄罗斯在全球人工智能产业的实际地位应高于目前主流评估体系中的位置。俄罗斯在未来10年将不会对现有发展模式进行根本变革，而是通过政策层面的适当调整推动技术与产业发展，这将限制其发展空间与速度。中俄两国在人工智能民用科技、国家安全、全球治理等领域仍有较大合作潜力。

【关键词】 俄罗斯 人工智能 弱市场模式

【作者简介】 华盾，俄罗斯科学院普里马科夫世界经济与国际关系研究所博士候选人；封帅，上海国际问题研究院国际战略研究所副研究员，教育部人文社会科学重点研究基地华东师范大学俄罗斯研究中心兼职青年研究员。

引 言

如何准确评估俄罗斯当前人工智能产业的发展状况，如何准确定位俄罗斯在

^{*} 本文系国家社科基金青年项目“人工智能时代的国际关系研究”（18CGJ013）的阶段性成果。感谢编辑部与匿名评审专家提出的宝贵意见。

当前全球人工智能技术发展版图中的位置，这是困扰着当代所有人工智能领域研究者和区域问题专家的共同难题。作为目前最为前沿的科技创新领域，全球人工智能行业已形成了较为稳定和成熟的国别产业发展评估体系，每年都会有大量的专业研究机构发布各种基于国别的人工智能产业评估报告。但在现有的分析报告中，俄罗斯或者不见踪影，或者排位极低，与很多尚处于工业化起步阶段的发展中国家相当。

虽然这种状况在一定程度上确实反映了俄罗斯当前在发展人工智能技术方面所存在的诸多问题，但对于任何俄罗斯科技领域比较了解，或者熟悉计算机行业、控制论相关理论发展史的研究者都不会完全认同这个结论。从苏联时代开始，俄国科学家就对人工智能理论和实践发展产生过重要影响，并且形成了具有鲜明特色的技术发展思路，这些在成长中累积下来的特殊发展思路逐渐形成了俄罗斯人工智能发展的特殊模式，直到今天仍然对俄罗斯相关产业的建设和推进构成重要影响。然而，历史模式一旦定型则必然会在制度层面产生路径依赖效应，最终使得俄罗斯人工智能产业的发展思路与全球主流发展模式存在明显区别。因此，现有通用评价体系并不能完整展示俄罗斯人工智能产业的发展全貌，对于俄罗斯人工智能技术在全球版图中的定位也存在一定偏差，这种偏差可能对相关领域重要议题的研判造成误导。

迄今为止，俄罗斯国内虽然对人工智能技术本身及其社会影响已有相对深厚的学科积淀甚至哲学思考，但对于人工智能产业发展的研究仍然稀少，且大都停留在即时性描述或国际比较层面，而未有从产业结构角度出发并结合俄罗斯历史、政治、经济及对外关系特征的系统性考量，当然，现有成果仍对本研究提供了较为丰富的知识积累^①。在欧美学术界，随着人工智能相关研究的兴起，部分研究者也开始对苏联时代和当代俄罗斯人工智能及相关领域的发展状况进行分析和阐释，尽管大部分研究仍然很难摆脱以西方视角评论俄罗斯问题的传统套路，且主要都集中于对现象进行描述和简要分析，并未深入考察现象背后的机制与动

^① 参见：Рынок искусственного интеллекта в России, АБВУУ, ноябрь 2019; Акулинин Ф. В., Адамов Д. В., Россия на пороге сингулярности. Искусственный интеллект, основные аспекты и сложности развития и внедрения в России и в мире//Экономические отношения журнал, No 2, 2019 (Апрель - июнь); Сергей Карелов, Каким будет место России в мире реализованных ИИ - стратегий?, 07.11.2019, <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/kakim-budet-mesto-rossii-v-mire-realizovannykh-ii-strategy/>; Сергей Шумский, Искусственный интеллект: вызовы и угрозы России, 18.12.2018, <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/iskusstvenny-intellekt-vyzovy-i-ugrozy-rossii/>

力,但相关成果也具有一定参考价值^①。而在中国学术界,对于俄罗斯人工智能议题的关注则是在 2019 年年底刚刚出现,相关研究仍是凤毛麟角^②。在此之前,已有部分青年学者对于俄罗斯科技领域及相关议题进行了一定研究,其成果也对本文写作形成一定帮助^③。但总的来说,针对俄罗斯人工智能产业发展的深度研究分析在中国学术界尚属空白,从这个意义上讲,本文具有一定的开创性意义。

综上所述,笔者将在全面了解产业发展数据的基础上,简要总结苏联人工智能发展历史,并从当前俄罗斯人工智能产业的表现形态出发,总结俄罗斯人工智能产业的特殊发展模式,评估俄罗斯在全球人工智能领域的准确定位。本文的目标是全面阐述俄罗斯发展人工智能产业的特点、优势与挑战,希望能够较好地勾勒出俄罗斯人工智能产业发展的宏观图景,并且对其未来发展前景及中俄合作的可能性作出阐述。

一 历史遗产与桎梏: 苏联人工智能发展简史

从历史时间线上看,俄罗斯是全球人工智能技术的先行者之一,其独特的技术发展思路构成了人工智能技术在早期成长阶段的有益探索,是全球人工智能发展史上一条拥有独特地位的支线。

(一) 苏联人工智能发展的特殊路径

虽然“人工智能”(artificial intelligence)概念诞生于 1956 年美国达特茅斯夏季研讨会,但在俄罗斯,人工智能元年则被普遍认为是 1954 年。在那一年,

^① 参见: Samuel Bendett, *The Development of Artificial Intelligence in Russia*, in Nicholas D. Wrighted., *AI, China, Russia, and the Global Order: Technological, Political, Global, and Creative Perspectives, A Strategic Multilayer Assessment (SMA) Periodic Publication*, December 2018; Benjamin Peters, *How Notto Network a Nation: The Uneasy History of the Soviet Internet*, Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2016.

^② 目前国内学术界直接讨论俄罗斯人工智能问题的文章很少,仅有两篇介绍性短文公开发表于学术刊物上,分别为:张晓慧、肖斌《俄罗斯努力谋求 AI 强国地位》,载《世界知识》2020 年第 2 期;赵勋《美俄人工智能军事应用对比研究》,载《国防科技工业》2020 年第 1 期。此外,本文作者参与写作的部分研究报告曾涉及到俄罗斯人工智能的内容,参见:赵华胜、谢·卢加宁主编《中俄对话:2019 模式》,复旦大学国际问题研究院、俄罗斯国际事务委员会、俄罗斯科学院远东研究所联合研究报告,2019 年 9 月,第 58~61 页,等等。

^③ 虽不是直接讨论人工智能主题,但作为相关背景知识对本文写作研究产生了一定影响的相关中文文章包括:崔铮《俄罗斯科技发展制约因素与优先政策选择》,载《俄罗斯东欧中亚研究》2017 年第 3 期;张冬杨《俄罗斯数字经济发展现状浅析》,载《俄罗斯研究》2018 年第 2 期;封帅《人工智能时代的国际关系:走向变革且不平等的世界》,载《外交评论》2018 年第 1 期;王玉柱《数字经济重塑全球经济格局——政策竞赛和规模经济驱动下的分化与整合》,载《国际展望》2018 年第 4 期;高际香《俄罗斯数字经济战略选择与政策方向》,载《欧亚经济》2018 年第 4 期,等等。

著名数学家，同时也是俄罗斯控制论奠基人之一阿列克谢·利亚普诺夫（А. А. Ляпунов）在莫斯科国立大学组织了由多名数学家、语言学家、生理学家、心理学家参加的名为“自动装置与思维”研修班。这被写入了俄罗斯信息学教材，并被认为是俄国人工智能研究的起点^①。

人工智能技术能够在20世纪50年代中期的苏联科学界萌芽并非偶然。在20世纪早期，俄罗斯数学家在数学领域的多项研究成果，特别是马尔科夫（А. А. Марков）、柯尔莫哥洛夫（А. Н. Колмогоров）对于概率论的研究，为此时尚未出现的人工智能技术提供了重要的数学理论基础。1945年起在列宁格勒（圣彼得堡）设立的逻辑决策研究项目也为随后人工智能研究的出现提供了有利条件。在20世纪50年代中期，人工智能研究的最初理念在两个超级大国的科学界几乎同时萌芽，这种时间上的相近是否意味着人工智能技术在这一时期诞生具有某种科技史意义上的必然性，还有待我们进一步深入研究。但苏联的人工智能——虽然在早期相当长的时段内并没有直接使用“人工智能”这个美国人创造的概念——在苏维埃经济社会模式下自然成长，却给我们留下了观察科学技术与特定社会形态互动的宝贵机会。

苏联时代的人工智能研究在绝大部分时间里都被视为是控制论的一个下属部门而非一个独立学科，与人工智能相关的研究成果也主要表现在数学与控制论范畴内。1965年，20世纪最伟大的数学家柯尔莫哥洛夫再次开辟了他学术生涯的新篇章，独立开创了算法信息论，将“柯尔莫哥洛夫复杂性”这一重要理论概念引入计算机科学中，对此后人工智能发展产生深远影响^②。同样在1965年，另一位重要的苏联科学家，情境控制论奠基人德米特里·波斯佩洛夫（Д. А. Поспелов）开始研究情境表示的特殊模式——“知识表示”，围绕着这一

^① Информатика: Учебник. 3-е перераб. изд. /Под ред. проф. Н. В. Макаровой. - М.: Финансы и статистика, 2009.

^② 美国学者所罗门诺夫（Ray Solomonoff）于1960年率先发表了相关理论成果，但由于冷战的影响，苏联科学家并未获知这一研究成果。1965年，柯尔莫哥洛夫独立发表了被称为“柯尔莫哥洛夫复杂性”的完整理论。后来柯尔莫哥洛夫在了解到所罗门诺夫的工作之后，承认所罗门诺夫的发现先，但由于柯尔莫哥洛夫的理论更加系统和完整，科学界的共识仍将“柯尔莫哥洛夫复杂性”的主要工作归功于他。从1968年起，柯尔莫哥洛夫在研究成果中开始引用所罗门诺夫的文章，这位所罗门诺夫赢得了在苏联科学界的普遍赞誉。另一个值得注意的细节是，所罗门诺夫本人也是1956年达特茅斯夏季研讨会的重要参会者，亲自见证了“人工智能”概念的诞生。二人在这一问题上的“意外相逢”从某种意义上说也是美苏人工智能领域的高端对话。

议题的研究一直延续到 1980 年^①。波斯佩洛夫本人也一直在苏联人工智能研究的学术组织建设方面发挥着关键作用。1974 年，苏联第七届全国控制论会议上专门就人工智能问题进行讨论，并把人机对话作为控制问题的解决方案之一。在苏联科学院控制论学术委员会内设立了人工智能部，标志着人工智能的概念正式被苏联官方所接受。1978 年，苏联《哲学问题》杂志专门组织研讨会，讨论与人工智能技术相关的社会哲学问题^②。

然而，从 70 年代中后期开始，曾在很长时间与美国同行并驾齐驱的苏联人工智能研究却呈现出后劲不足的状况，渐渐落后于西方国家主流学界的发展水平，这种新兴科技部门发展逐渐失速的现象在计算机、互联网等多个领域都有明显表现，这显然与苏联时期的社会结构与学术管理体制有着直接的联系^③。

一方面，苏联的学术管理模式直接影响了人工智能的学术体系建设。从麦卡锡（John McCarthy）、明斯基（Marvin Minsky）等人组织达特茅斯会议开始，美国学者就是以开启一个新的研究领域为目标来推动人工智能研究。所以人工智能领域的研究在早期就是一个松散的、多元路径并行推进的自然生长过程。各种思想理论流派围绕着机器智能的终极目标，从不同角度向前推进。在这种自由发展过程中逐渐形成不同理论流派，最终使一个学科从萌芽逐渐发展为树大根深、枝叶繁茂的学术系统，这也是新兴学科成长的一般过程。然而，对于苏联人工智能研究者来说，他们并没有这样宽松的环境。在苏联学术体系下，人工智能研究必须证明他们能够为苏联庞大的计划经济体系提供有力服务才能获得政府支持，所以苏联的人工智能研究始终沿着控制论路径向前推进，而该研究的限定目标则更多指向与自动化技术相结合，打造无人工厂推进生产。根据逐步公开的部分苏联时期的会议报告，苏联似乎尝试采用模拟生物学的方案实现这一目标，但始终进展有限。

事实上，任何一个新兴学科在创立初期都很难对本学科今后几十年的发展进行准确预测，因为对于未知领域的探索必然伴随着各种错误与挫折。多元发展路

^① Гаврилова Т. А. , Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем, СПб: Питер, 2000. С. 14.

^② Там же. 相关会议情况亦可参见刘伸《苏联对人工智能的社会哲学问题的讨论》，载《国外社会科学》1980 年第 12 期。

^③ 近年来，有学者对于苏联时期的互联网技术发展史进行了深入研究，其结论可以从另一个侧面展示苏联时期新兴科技领域发展所遇到的制度性障碍。参见：Benjamin Peters, *How Not to Network a Nation: The Uneasy History of the Soviet Internet*, Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2016.

径的意义在于为学科发展提供更多可能性，能够使整个学科具有更强的适应能力。而苏联科技管理体系的问题也正在于此，新兴学科必须证明其有直接实用价值才能获得支持，而且过于严格的条块管理体制也决定了新兴学科必须选择与某个现存学科挂钩才能最快获得体制的接纳。在这种情况下，苏联人工智能发展被限制在控制论路径中，一旦这条发展路径在一定时期内无法推进，整个学科发展便陷入僵局。

另一方面，苏联经济体制也对人工智能研究的推进构成很大限制。美国人工智能技术的持续发展与源源不断的资本注入密不可分，人工智能技术在经济领域具有巨大的想象空间，从诞生伊始就得到了大资本的关注，资本注入使得各种高成本科研实验成为可能，更重要的是，它吸引了大量青年人才投身于这一行业，为学科发展提供了不竭动力^①。科技与产业的频繁互动是主流人工智能科技得以持续发展的重要条件，也是苏联人工智能发展的关键短板。

总的来说，苏联经济与社会体制对于新兴学科发展是不利的，从某种意义上说，正是体制的制约使得苏联无法跟上 20 世纪下半叶新一轮科技革命的脚步，苏联最终的命运也与此相关。苏联人工智能技术发展不可能摆脱体制限制，在缺少市场机制调节的情况下，苏联时期的人工智能发展始终处于偏狭与跛足的状态。所谓偏狭，指的是苏联人工智能的有效成果过分集中于某几个特定领域，无法带动整个学科全面系统的发展。所谓跛足，即苏联人工智能科技发展始终没有办法与市场机制形成有机联系，始终无法形成足够的内生动力。这种“偏科”式的发展模式尽管能够获得一定早期收获，但由于基础不牢，学科建设系统性较弱，容易出现后劲不足的现象。随着 20 世纪 70 年代以后，西方学者通过专家系统等早期成果使人工智能技术走向实践应用，苏联人工智能发展也开始陷入困境，逐渐与国际主流研究界在人工智能领域出现明显差距，而且这种差距在随后 20 年里被进一步拉大。

1988 年苏联成立了以波斯佩洛夫为会长的人工智能联合会，会员有 300 余人，工作地点遍及莫斯科、圣彼得堡、新西伯利亚和佩列斯拉夫尔—扎列斯基等地^②。至此人工智能研究终于摆脱了控制论下属分支方向的尴尬地位，成为苏联

^① 美国人工智能先驱明斯基 (Marvin Minsky) 甚至不无幽默地说：“一门年轻的学科，一开始都需要一点‘过度营销’”，换言之，就是说需要人为制造一些噱头吸引资本和普通民众的注意。

^② Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский, Базы знаний интеллектуальных систем, СПб: Питер, 2000. С. 14

科学界一个独立的学术方向。但此时苏联人工智能研究已经与西方主流学界形成了明显代差，再也无法并驾齐驱。而且，在这一时刻，苏联作为一个整体即将走到终点，苏联时期特殊经验所累积的发展模式也成为了后继者的新起点，该模式所遗留的遗产与缺陷，都成为塑造今后俄罗斯人工智能行业形态的关键力量。

（二）苏联人工智能发展的遗产与桎梏

虽然苏联的历史已经远去，但体制和模式转型的过程却并不容易完成。至少在人工智能领域，俄罗斯尚未走出对于传统的惯性依赖。苏联时代人工智能发展的特殊模式对于当代俄罗斯相关产业发展的影响极其深远，一方面，历史模式在一些方面为后续研究留下宝贵资源，但另一方面，历史模式所累积的偏好与惯性也在潜移默化中对俄罗斯人工智能发展形成制约。

从积极方面来看，历史模式留给俄罗斯未来人工智能产业发展的最宝贵遗产是完整且高水平的、以数学为核心的科学传统和相应的教育体系。俄罗斯数学家阿列克谢·索辛斯基（Алексей Сосенский）曾撰文指出，俄国大众数学传统来源于两方面：一是文化意义上（集东方人对“宗教领袖”的尊崇与德国人对“绅士教授”的尊敬于一体）科学职业在俄国长时期内拥有威望，人们传统上对自谦的钦佩，以及知识分子“走向人民”的努力。二是苏联政治原因对数学发展造成的独特而决定性作用，即与生物学、历史学等其他学科要遵从某一原理不同，数学是唯一的一门其自身发展不受意识形态权威人物严密监督和左右的科学。因此，数学在俄国通过数学兴趣小组、数学学校、数学班、科普读物、奥林匹克竞赛得到广泛发展^①。由此形成的教育培训体系因而能够为俄罗斯持续培养人工智能领域的人才，保持其在相关产业方面的竞争力。

直到今天，俄罗斯仍然延续着苏联时期的特长化基础教育制度——特长化中小学（精英教育）。数学—物理学校、数学—信息学学校与音乐、美术、体育等学校均属这一体系。数学特长学生可以进入此类学校接受专业教育，参加全俄中小学生学习奥林匹克竞赛。目前，莫斯科有约 55 所数学、物理或信息学特长学校，圣彼得堡有约 15 所。其中圣彼得堡第 239 中学被认为是全俄最好的数学—物理中学。

在良好的中学数学教育的基础上，俄罗斯的高等院校和研究机构在培养人工智能领域的人才方面表现突出，这也是历史路径的重要成果。在教学方面，俄国

^①（俄）斯米尔诺夫《斯米尔诺夫高等数学》第一卷，斯米尔诺夫高等数学编译组译，哈尔滨工业大学出版社 2018 年版，第 463 ~ 466 页。

数学家或教授可以指导优秀的本科生甚至中学生，俄罗斯学生开展科研工作较早。在俄罗斯 286 所大学中，已经形成了 65 个人工智能研究相关硕士专业，包括数据分析、机器学习、语音与图像识别、计算机语言等等领域，每年在读硕士研究生约 5 万名^①。此外，俄罗斯大学还与 IT 公司在教学、资助、用工环节保持着良性互动，大学与企业合作制定教学计划^②。其国内企业会直接举办面向大学的编程竞赛，并赞助俄罗斯队参加国际比赛^③。成熟且系统的教育培训体系支撑着俄罗斯在人工智能领域的技术资本。在国际大学生程序设计竞赛中，2000 年至今俄罗斯队总共赢得 14 次冠军，2012 ~ 2019 年蝉联 8 届冠军。更重要的是，它孕育出俄罗斯国内一种程序设计的文化氛围，形成了活跃且不断扩大的人工智能数据处理专家群体，有助于俄罗斯在人工智能算法方面的竞争优势的形成。可以说，年轻人才培养是俄罗斯在目前人工智能领域所享有的为数不多的比较优势，这也是苏联人工智能历史模式的重要遗产。

但从消极方面来看，苏联时代遗留下来的发展路径仍然在结构层面上对当代俄罗斯人工智能产业发展构成制约。

由于苏联经济体制中缺少市场机制，新技术的潜在影响力难以通过系统内的信号在经济体系中形成反馈。换言之，人工智能技术本身是计划经济体系中的后来者，在研发之初尚未取得实际效果时，该领域科学家无法通过市场机制像美国同行那样在研究早期即获得充足的资金支持，也很难聚集大量人才到这一领域。虽然依靠少数天才科学家的自身努力可以在某几个点上获得不亚于西方学界的成就，但始终无法形成完备的学科体系与数量较为丰富的研究队伍，更难以实现在人工智能领域的持续快速发展。

有效的市场机制建设始终是俄罗斯的软肋，时至今日，虽然人工智能技术本身已经实现了新的迭代进步，但俄罗斯人工智能产业仍然没有走出苏联时代缺少市场机制下偏狭与跛足发展的制度陷阱。特殊的发展模式也使得俄罗斯成为全球

① Исследование SAP: в разработки искусственного интеллекта за 10 лет в России вложено около 23 млрд рублей, 23.05.2017, SAP News, <https://news.sap.com/cis/2017/05/исследование-сап-в-разработке-искусстве/>

② JetBrains 与 Acronis 在莫斯科物理技术大学共同开办硕士项目；Mail.Ru 与莫斯科鲍曼国立技术大学、莫斯科国立大学、莫斯科物理技术大学、圣彼得堡国立大学联合创办了 5 个教学项目，专业涵盖网页和移动开发、人工智能和高负载项目。Yandex 面向高年级学生或毕业生创立“数据分析学校”，并给高等经济大学计算机学院的一年级奥赛选手设立奖学金。

③ 例如，国内竞赛包括“Yandex 算法”竞赛、“VK 杯”竞赛等，在国际竞赛方面，Lookery 创始人沙布罗夫、VK、JetBrains 一直赞助俄罗斯队参加国际计算机协会国际大学生程序设计竞赛。

人工智能产业版图上一块难以准确评价的“例外”区域。然而，在当代科技发展中，理论建构、技术落地与产业发展已经是不可分割的统一整体，国家间的科技竞争也是各自技术、制度与系统集成能力的全面较量，俄罗斯的特殊状态事实上已经极大地限制了其人工智能产业的发展空间，如何突破发展模式的制约将成为未来俄罗斯人工智能产业能否取得跨越式发展的关键。

二 政府、军事与市场：俄罗斯人工智能产业的基本形态

2010 年后，随着多层神经网络与深度学习技术的成熟，人工智能迎来了新一轮高速发展周期。尤其是随着互联网时代的发展，大数据、云计算等信息技术的飞速进步，本轮人工智能技术的进步开始触及大规模商业应用的门槛。由于展现出巨大的发展潜力，人工智能技术被世界各国视为新一轮产业革命的引领性技术，世界主要大国围绕技术本身与产业发展的国际竞争也逐渐拉开帷幕。

面对人工智能技术的发展浪潮和随之而来的国际竞争压力，俄罗斯也表现出对于人工智能技术与产业发展的充分重视。2017 年 9 月 1 日，俄罗斯总统普京在面向中小学生的全俄公开课暨开学式活动上明确表示“人工智能不仅是俄罗斯的未来，也是全人类的未来……谁成为这个领域的领导者，谁就将是世界的主宰者。”^①

在这种情况下，在很大程度上仍然受到历史发展路径影响的俄罗斯人工智能产业被推入了新的全球人工智能竞技场之中。在内外多重因素的共同影响下，俄罗斯形成了独特的产业发展形态。由于这种独特的业态与国际主流业态差异较大，难以被通用评估体系完整呈现，但我们可以根据其业态的特点对其发展状况进行全景式呈现，并且对其发展过程中存在的主要问题进行分析，并且结合其发展模式对于俄罗斯人工智能产业在全球的位置给予合理评估。

从形态上说，目前俄罗斯人工智能产业主要由三个平行的产业版块组成，三个版块分别为：政府版块、军事版块与市场版块，三个产业版块之间存在联系，但在很大程度上也是在各自的领域平行推进，从而建构了独特的人工智能产业发展形态。

（一）处于主导地位由政府版块

政府版块由俄罗斯中央政府及大型国有企业等国家机构组成，这一版块的主

^① Путин рассказал, кто может стать властелином мира, 01.09.2017, https://tvrzvezda.ru/news/vstrane_i_mire/content/201709011425-qb2f.htm

要功能是制定人工智能的发展战略，协调人工智能战略的落实，推动俄罗斯人工智能领域的研究。

第一，在制定人工智能发展战略方面，俄罗斯政府是以数字经济的发展作为切入点来理解和规划俄罗斯人工智能在民用领域的发展战略^①。2017年7月，俄罗斯政府批准了《俄罗斯联邦数字经济规划》，将数字经济的发展作为实现经济复苏的重要依托^②。在这一框架内，俄罗斯政府层面开始组织力量讨论俄罗斯人工智能在国民经济系统内的发展，并最终于2019年10月批准了《2030年前国家人工智能发展战略》，并且在联邦数字发展委员会下成立了人工智能分委员会，具体指导国家发展战略的实施。以此为标志，人工智能技术的发展和正式成为俄罗斯国家发展战略议程的组成部分^③。

第二，在协调落实人工智能发展战略落实方面，俄罗斯政府主要借助国有企业、国有控股公司、国家公司等与政府关系紧密的机构进行组织和协调^④。这也是目前俄罗斯推动高科技产业发展的通用方式。在整个信息通讯技术领域，5G技术发展由俄罗斯电信（РОСТЕЛЕКОМ）和俄罗斯技术公司（РОСТЕХ）负责，俄罗斯技术国家集团还掌管量子传感器、区块链、窄带物联网的发展，俄罗斯国家原子能公司（РОСАТОМ）专攻量子计算和新材料，俄罗斯铁路公司（РЖД）负责量子通信。而官方确定的人工智能发展的领导者则是俄罗斯最大的国有商业银行——储蓄银行（СБЕРБАНК），《2030年前人工智能发展战略》也

① 需要特别注意的是，这里所说的战略思路中不包括军事领域的人工智能问题，所有涉及军事与安全的人工智能议题都属于军队版块的内容。

② 关于《俄罗斯联邦数字经济规划》的分析可参见张冬杨《俄罗斯数字经济现状浅析》，载《俄罗斯研究》2018年第2期。

③ Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 г. № 490. О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации, <http://www.kremlin.ru/acts/bank/44731> 该战略中文版已由我国部分旅俄青年学者翻译完成，并通过社交媒体公开发表，本文作者也参与了该文件中文版的翻译和校对工作。中文版文件可见：<https://mp.weixin.qq.com/s/73meTyFy6pj4Rjz5hpBSfg>

④ “国家公司”是由国家拨付资金或者资产建立、用于促进公共利益或者提供公共产品的组织，这些企业的目标设定不是为了利润最大化，而是希望把能源出口积累下的资金导入技术创新，从而帮助实现俄罗斯经济结构升级和重建俄罗斯产业国际竞争力，或者是帮助俄罗斯政府推动重要基础设施建设。国家公司的设立，在现有政府官僚体系效率低下的背景下，给予总统对于这些国家公司管理层和监事会的人事任免权，从而确保了总统在现有政府的行政体系之外对于大规模政府资金的直接控制权。国家公司的特殊法律地位，意味着这些公司由政府创立，而不是私人企业。但是这些企业又不是传统意义上的“国有企业”，因为一旦依法设立，由政府拨付的资金或者资产就成为公司本身的资产，尤其是国家对它们的控制已不再具有正式所有权基础，而主要依靠对管理层的任命。相关情况可以参考：张昕《国家资本主义、私有化与精英斗争——近期俄罗斯“国家—资本”关系的双重逻辑》，载《俄罗斯研究》2012年第6期。

是由该机构领衔起草^①。

在《2030 年前人工智能发展战略》颁布后，俄罗斯还成立了由国内大型企业组成的“俄罗斯人工智能联盟”，其成员包括俄罗斯储蓄银行、俄罗斯天然气工业石油公司（Газпромнефть）、Yandex、Mail.ru、MTS 和俄罗斯直接投资基金（РФПИ），联盟的任务是掌控人工智能发展战略的执行^②。这种安排也再次显示出国有大型企业的绝对主导是俄罗斯人工智能产业发展的核心思路。

第三，在推进人工智能研究方面，政府资金占据了绝对主导地位。2007 ~ 2017 年，俄罗斯总共支持了 1 386 个人工智能科研项目，其中 1 229 个是在联邦专项计划框架下、或由各种基金出资支持的非商业项目，总计 230 亿卢布的国家财政支持流向交通、国防与安全等政府部门^③。

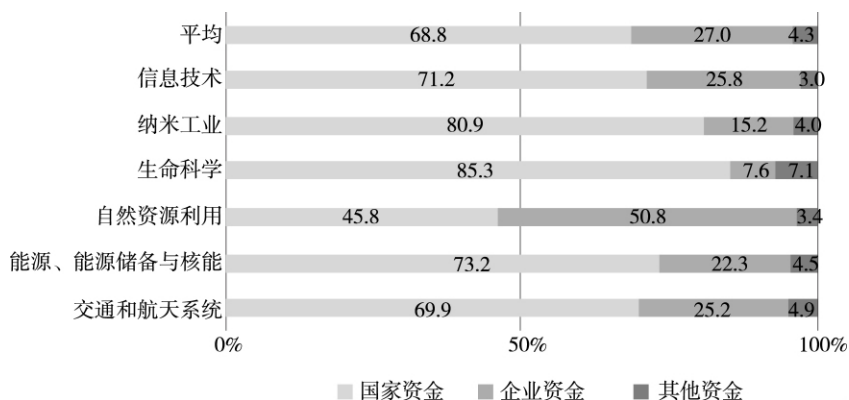


图 1 俄罗斯科技领域研发投资来源结构 (2017 年)

资料来源: Наука. Технологии. Инновации: 2019: краткий статистический сборник / Н. В. Городникова, Л. М. Гохберг, К. А. Дитковский и др.; Нац. исслед. ун-т "Высшая школа экономики" . - М.: НИУ ВШЭ, 2019. - 84 с. - 300 экз. - ISBN 978-5-7598-1773-4 (в обл.) . С. 43.

① 主管数字经济发展的俄罗斯联邦政府副总理马克西姆·阿基莫夫在 2019 年 5 月 30 日“人工智能发展问题”会议上的讲话。该会议由俄罗斯总统普京主持，列席及发言人包括联邦政府多位副总理、莫斯科市长、数字技术发展问题总统特别代表、总统顾问，以及俄罗斯储蓄银行、俄罗斯直接投资基金、俄罗斯天然气工业石油公司、俄罗斯技术国家集团、俄罗斯电信公司、俄罗斯国家原子能公司、Yandex、Mail.Ru 等企业相关负责人。http://kremlin.ru/events/president/transcripts/60630; https://habr.com/en/post/456208/

② Альянс ИИ за стимулирующее регулирование технологий искусственного интеллекта, 12. 11. 2019, https://digital.ac.gov.ru/news/1572/

③ Исследование SAP: в разработки искусственного интеллекта за 10 лет в России вложено около 23 млрд рублей, 23. 05. 2017, SAP News, https://news.sap.com/cis/2017/05/исследование-sap-в-разработке-искусстве/

如图 1 所示，在现行的科技管理体制下，俄罗斯的科技研发投入大部分来自国家资金。在信息技术领域，2017 年，71.2% 的研发资金为国家资金、25.8% 为企业资金，但其中多少为国有企业或国有控股公司的投资尚未可知，预计国有企业资金应该占据更大比重。

此外，俄罗斯国家主权基金负责吸引国际投资。俄罗斯直接投资基金依靠其与 15 个不同国家主权基金的合作关系，得到了 20 亿美元的人工智能投资，希望帮助俄罗斯公司进入国际市场^①。

毫无疑问，在当前俄罗斯人工智能产业的结构中，政府版块是俄罗斯人工智能技术研发与产业发展的主导者，而且其强势影响力已经超越了通常的产业规划范畴，而是试图通过国有大型企业的作用直接对产业的微观发展进行规制。这种发展思路实际上仍然是对苏联人工智能发展模式的惯性延续，科技管理体制层面上并未出现根本改变，高度强势的政府版块从根本上决定了俄罗斯人工智能产业的形态。

（二）构建独立闭环的军事版块

人工智能技术的进步能够对国际军事与安全形势产生重大影响，这一点已经成为了全球军事安全部门的共识。在理论上说，智能化武器的出现不仅会提升武器本身的作战效能，而且具有承载作战关键节点的能力，且相互之间能够实现数据和策略共享，从而改变整个军事作战的体系，为使用者带来巨大的军事优势，也可能改变全球军事安全的动态平衡。俄罗斯军事部门对于人工智能技术的发展也非常关注，并且通过各种方式积极参与人工智能技术的发展进程中来。

一方面，俄罗斯国防部及其下属关键机构在俄罗斯人工智能国家发展战略制定过程中拥有巨大话语权，对推动国内人工智能研究发挥了重要作用。

以国防工业为龙头带动整体科技进步一直是俄罗斯科技战略的重要一环，俄罗斯国防部和其他军事管理部门对于智能武器，特别是军用机器人系统的关注由来已久。在国家俄罗斯总体人工智能战略形成前，俄罗斯国防部主导的《2025 年前未来军用机器人技术装备研发》专项计划就已经通过并开始执行。为了保证相关军事技术目标的实现，俄罗斯国防部及其下属机构一直在积极资助人工智能

^① Альянс ИИ за стимулирующее регулирование технологий искусственного интеллекта, 12. 11. 2019. <https://digital.ac.gov.ru/news/1572/>

领域的很多科研项目和科技竞赛。在这一过程中，以美国国防高级研究计划局（DARPA）为模板，而于2012年创立的俄罗斯先期研究基金会（Фонд Перспективных Исследований）扮演了非常重要的角色。先期研究基金会不仅以“智能系统”作为资助的重点方向，并且为俄罗斯国防部确定了人工智能领域的主要科技研究方向^①。

2018年3月，由俄罗斯国防部牵头，联邦教育与科学部、科学院联合参与组织了俄罗斯第一次旨在衡量俄罗斯人工智能发展总体进展的高级别人工智能会议。出席本次会议的俄罗斯国防部长绍伊古明确表示，人工智能会对俄罗斯联邦科技安全和经济安全产生威胁，军方与科学家需要共同努力发展人工智能技术，这些合作的优先目标是提升俄罗斯联邦的军事潜力^②。这次研讨会最重要的成果是提出了俄罗斯人工智能发展的路线图，为俄罗斯人工智能发展战略的确定奠定了基础。

另一方面，俄罗斯在人工智能军事应用方面已经积累了很多成功经验。

俄罗斯国防部副部长尼古拉·潘科夫（Nikolai Pankov）曾公开表示，“俄罗斯国防部共有388家科研机构……大部分都在积极从事人工智能、机器人、军事控制论等朝阳领域的研究。”^③事实上，俄罗斯国防部正在积极整合军事版块内的研究力量，并为系统内的人工智能研究提供更好的基础条件。按照俄国防部规划，俄罗斯正在黑海沿岸的阿纳帕市建设占地17公顷的“时代”（ERA）科技城，将其作为军事技术创新的大本营。它将在8个领域为2000多名年轻军事科学家提供研究条件，其中人工智能、机器人、自动化技术是研究重点，国防部也将在该城内组建人工智能实验室。科技城的建设始于2018年，计划在2020年完工^④。

在人工智能军事运用方面，俄罗斯具备了很强的专业知识，堪称在全球范围内开展军事领域人工智能研究的先行国家之一。俄罗斯是目前全球极少数拥有人

^① Samuel Bendett, *The Development of Artificial Intelligence in Russia*, in Nicholas D. Wright ed., *AI, China, Russia, and the Global Order: Technological, Political, Global, and Creative Perspectives*, A Strategic Multilayer Assessment (SMA) Periodic Publication, December 2018, p. 163.

^② Ministry of Defence of the Russia Federation, Russian Minister of Defence welcomes the Artificial Intelligence Conference, 14. 03. 2018, http://eng.mil.ru/en/news_page/country/more.htm?id=12166652@egNews

^③ Большинство научных школ Минобороны работает над искусственным интеллектом и роботами, 15. 03. 2018. <http://tass.ru/armiya-i-opk/5034153>

^④ Инновационный технополис Минобороны РФ появится в Анапе, 22. 02. 2018. <https://defence.ru/article/innovacionnii-tekhopolis-minoboroni-ri-poyavitsya-v-anape/>

工智能武器实践经验的国家之一，在叙利亚战场上，使用了配备人工智能的地面军事车辆和无人水下航行器，用以寻找未爆弹药^①。根据先期研究基金会的研究，俄罗斯军事系统将以图像识别、语音识别、自主武器系统与武器声明周期支持系统作为重点研究方向，全力推动自主武器系统的建设。除此之外，俄罗斯军事部门也制定了在作战飞机、导弹以及电子战系统中应用人工智能技术的计划^②，努力将人工智能要素充分纳入原有的各种武器系统之中，形成全方位的军事作战能力提升。

总的来说，俄罗斯军事部门涉足人工智能发展的程度极深，它既从一开始就参与到俄罗斯人工智能发展战略制定的过程中，又直接负责执行军事安全领域的人工智能技术研发与应用。可以说，军事部门在俄罗斯人工智能领域集战略设计、资本筹集、技术开发、产品应用等诸多系统于一体，形成了完整产业闭环，其成果直接服务于俄罗斯军事和安全战略目标。然而，由于军事部门参与人工智能研究与应用的相关内容与军事安全密切相关，保密程度较高，各国研究者对于其发展状况很难有全面和准确的了解。在很多时候只能通过各种被简单披露的公开信息，对其发展现状给予粗线条的描述。但这信息的封闭同时也反映出军事板块的另一个关键特点，即军事板块是在整个人工智能体系中独立存在和闭环发展的条块，它直接对接联邦中央的军事战略目标，但与私营企业及市场部门几乎没有交集，军事部门的资源叠加与技术进步并未外溢到民用市场，这也是俄罗斯人工智能产业发展的重要结构性特征。

（三）艰难成长中的市场版块

对于大部分国家来说，每当谈到人工智能产业时，它所指涉的对象实际上都默认为是参与市场活动的人工智能企业及研发机构，然而，在俄罗斯，市场板块却是目前整个人工智能产业体系中最为弱小的门类。在全球范围内比较，无论是市场规模还是企业发展状况，俄罗斯人工智能市场都处于较为落后的位置，在激

^① 例如，俄罗斯的 Uran-6 排雷机器人已经在叙利亚战场获得使用，用于清除伊斯兰国恐怖组织留在帕米尔的诱杀装置和爆炸装置。俄罗斯的“Galtel”无人潜水器被成功地用于在叙利亚的塔尔图斯港搜寻未爆炸的炸弹。

^② Russia Today, Russian Skynet to lead military robots on the battlefield, <https://www.rt.com/news/319082-russia-militaryartificial-intelligence/>; TRISTAN GREENE, Russia is developing Almissiles to dominate the new arms race, <https://thenextweb.com/artificial-intelligence/2017/07/27/russia-is-developing-aimissiles-to-dominate-the-new-arms-race>

烈的国际市场竞争中处于艰难探索的初期发展阶段。

第一，俄罗斯国内人工智能的市场规模较小。

据俄罗斯电子通信协会统计，2017 年人工智能市场和机器学习市场规模为 7 亿卢布（约 1 250 万人民币）。但预计到 2020 年前，市场规模将增至 280 亿卢布（约合 5 亿美元）^①。尽管看上去预计增幅很大，但俄罗斯人工智能市场规模在全球人工智能市场中所占比重非常低，过于狭小的国内市场对于支撑俄罗斯创业公司的成长极为不利。

俄罗斯国内人工智能市场规模不足的根本原因在于对于人工智能技术的消费需求有限，90% 的俄罗斯生产企业仍在应用古典的“前数字化”生产模式^②，截至 2019 年 11 月，大约只有 30% 的俄罗斯大型企业已在使用人工智能技术或内嵌人工智能技术的软件。尽管统计显示其他 70% 的公司计划在未来 1~2 年内引入人工智能和认知技术，但基于俄罗斯人对纸质保存的依恋，技术的应用范围与规模仍无法得到保证^③。“经济社会数字化度”是间接影响人工智能发展潜力的重要指标，俄罗斯较低的数字化成熟度导致数据资源短缺，数据质量和可用性也较低，进而使俄罗斯得俄国国内人工智能的市场需求始终无法形成几何级数的增长。

第二，俄罗斯国内人工智能企业的数量较少，且技术与产品的竞争力不足，难以在全球人工智能市场竞争中获得优势。

企业是人工智能市场版块最重要的参与者，也是衡量一国人工智能发展水平的通用形式。而对于俄罗斯人工智能企业的数量，不同机构由于统计口径差异，最终呈现的数据差异较大。Asgard & Roland Berger 在 2018 年的统计为 19 家^④；而 Accuracy 的数据显示为 40 家^⑤；Tracxn 截至 2019 年 8 月的统计为 163 家^⑥。而根据俄罗斯 OpenTalks. AI 公司的统计，截至 2018 年，俄罗斯共有 351 家从事人工智能各领域开发的公司（如表 1 所示）^⑦。

① 俄国方面信息可参见：http://www.cnews.ru/news/top/2017-11-27_rynok_iskusstvennogo_intellekta_v_rossii_otseivaetsya 同时，中国相关部门和学者也注意到了这个信息，参见：张冬杨（编译）：《俄罗斯 2018 年互联网经济盘点》，中国国际贸易促进会电子信息行业分会，<http://www.ccpitecc.com/article.asp?id=7640>

② Королев Игорь，Игры искусственного разума，*Коммерсантъ*，23 октября 2019 No. 194.

③ Рынок искусственного интеллекта в России，*АВВУ IDC Research*，ноябрь 2019，с. 8

④ Asgard& Roland Berger. Artificial Intelligence A strategy for European startups，2018.

⑤ Accuracy. Overview of leading artificial intelligence clusters around the globe，2019.

⑥ Artificial Intelligence Startups In Russia，11.08.2019，Tracxn，<https://tracxn.com/explore/Artificial-Intelligence-Startups-in-Russia/>

⑦ Карта искусственного интеллекта России v1.16，<http://airussia.online>

事实上，OpenTalks. AI 公司在制定这一榜单时，标准是极为宽松的。列入该统计表的很多企业显然不具备人工智能技术的基础，或仅仅是在传统业务的主流赛道之外初涉与人工智能相关的业务。但即便以如此宽松的条件罗列，俄罗斯人工智能企业的数量也仅相当于中、美等国人工智能企业数量的 1/10^①，且无任何企业进入全球人工智能高增长企业的名单^②。

表 1 俄罗斯人工智能企业统计

行业	公司数量	场景融合度	备注
计算机视觉	48	无	相关企业 122 家， 占比 35%
神经语言程序	40		
网络安全	16		
数据分析	13		
语音识别	5		
商业情报与分析	54	低	相关企业 108 家， 占比 31%
法律技术	24		
金融科技	22		
物流	8		
健康	41	高	相关企业 82 家， 占比 23%
零售业	11		
广告投放	30		
机器人	18		相关企业 39 家， 占比 11%
工业	12		
物联网	9		
总计	351		

资料来源：作者根据 Карта искусственного интеллекта России v1.16 数据自制，available at: <http://airussia.online>

在现有的俄罗斯企业中，仅有 Yandex，ABBYY 等少数企业在全全球人工智能市场上拥有一定声望和竞争力。Yandex 致力于使用人工智能技术完善其搜索引

^① 《全球人工智能发展报告》显示，截至 2018 年，美国拥有 4567 家人工智能企业，中国拥有 3341 家人工智能企业。参见：张晓东、李津等 《全球人工智能发展报告（2018）》，乌镇智库研究报告，2019 年 4 月发布，第 7 页。

^② 德勤 《全球人工智能发展白皮书》，2019 年发布，第 12 页。

擎，取得了较大成果。ABBYY 则是全球有影响力的以人工智能技术推动文本识别和数据处理解决方案的供应商，它所开发的 Compreno 系统在自然语言文本理解方面取得重要成就，并已在俄罗斯国内和国际市场得到广泛使用。除此之外，创立于 2012 年的 VisionLabs 专注于机器视觉领域，其开发的 LUNA 人脸识别平台是当前俄罗斯国内最重要的智能识别系统之一。成立于 2015 年的 N - Tech. Lab 也致力于利用神经网络进行面目识别，并且在很多国际竞赛中取得好成绩^①。整体上看，机器视觉、决策算法与图像/文本/视频识别是目前俄罗斯人工智能企业所选择的主要方向，但与全球行业领先者相比，俄罗斯企业并无任何明确的比较优势，在全球市场的竞争力有限。

第三，人才流失、投资不足与数据获取方面的限制对于俄罗斯人工智能企业发展形成严重制约。

虽然凭借高质量的数学教育体系，俄罗斯为人工智能行业提供了丰富的人才储备，但俄罗斯有大量本土人才进入外国企业工作。这样的结果使得俄罗斯深厚且可持续的科技底蕴和相应的人工智能人才储备并未完全转化为本土市场的实际效益。

俄罗斯人工智能人才被外国公司大量吸收主要通过两种途径实现。一方面，30% ~ 50% 的编程竞赛获奖者会流向海外，或被国际 IT 巨头（IBM、Google 等公司）挖走，或移居美国、加拿大、德国从事科研或教职^②。另一方面，外国公司在俄罗斯本土建立研发中心，雇佣俄罗斯专家进行科研工作。例如，英特尔在莫斯科和下诺夫哥罗德有两所研发中心，共 850 名专家，主要从事人工智能、机器学习、计算机视觉、无人驾驶和数据分析研究。三星莫斯科研发中心有 300 多名专家，2018 年加入由 100 名专家组成的人工智能版块。思爱普从 2012 年开始在莫斯科和圣彼得堡创立研发中心，共有约 300 名专家。微软的俄罗斯开发者也超过 100 名^③。中国企业也非常重视吸收俄罗斯人工智能人才，例如华为在莫斯科和圣彼得堡研发中心分别有 400 和 150 名俄罗斯专家，未来五年，华为俄罗斯科

① Андрей Иванов, Искусственный интеллект в России. Достижения и основные направления развития, <https://iot.ru/gorodskaya-sreda/iskusstvennyy-intellekt-v-rossii-dostizheniya-i-osnovnye-napravleniya-razvitiya>

② Почему русские программисты сильнее всех, 24.05.2016. https://nauka-novosti.ru/blog/43529539857/Pochemu-russkie-programmistyi-silnee-vseh?nr=1&utm_referrer=mirtesen.ru

③ Huawei усиливает российский центр разработки, 14.08.2019. <https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2019/08/14/808833-huawei-usilivaet>

研团队将扩充至 1 000 人^①。事实上，华为早在 1999 年就成立了俄罗斯数学研究所^②，正是俄罗斯数学家创造出 SingleRAN 分布式基站使华为在 2G、3G 算法层面取得了革命性突破^③。

这种结果的出现并不是偶然的，俄罗斯民用人工智能产业的发展现状是人才外流的关键原因。

一方面，俄罗斯信息技术行业的工资相对较低。如图 2 所示，以软件工程师为例，俄罗斯软件工程师平均年收入约为 120 万卢布，约合 1.9 万美元，远远低于欧美国家。即便将卢布贬值因素考虑在内，俄罗斯软件工程师的收入最高也可能只有 4 万美元左右。较低的收入使得俄罗斯人工智能人才自然流向收入更高的外国企业。

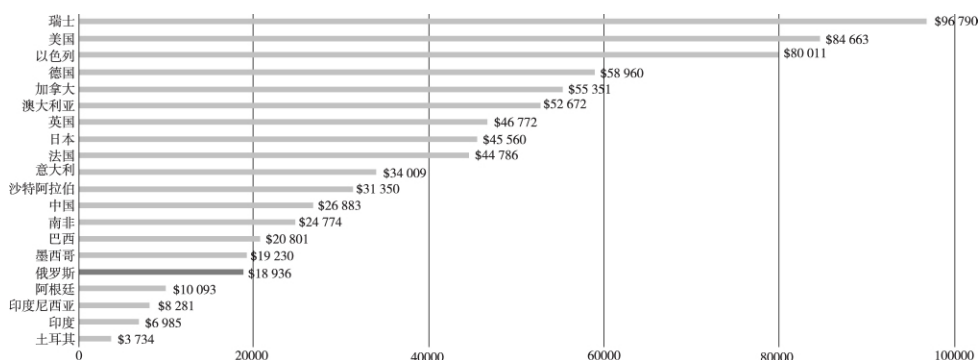


图 2 G20 国家软件工程师年平均工资 (单位: 美元)

资料来源: 作者根据 <https://www.payscale.com/research> 网站数据自制。

注: 各国工资按 <https://www.xe.com> 网站 2019 年 11 月 19 日兑美元汇率换算; 韩国数据因有明显错误而未收录; 加入以色列数据。

另一方面，俄罗斯人工智能市场的规模不足，无法提供足够的高级岗位。有效需求不足间接导致了其大量的编程人才无法在国内得到充分就业，或不具备较

① 华为俄罗斯研究所包括 7 个“能力中心”：非线性能力中心、算法工程化能力中心、最优化能力中心、信道编译码能力中心、信源编解码能力中心、大数据分析能力中心、并行编程能力中心。

② 2016 年成立法国数学研究所。华为数学家更恰当地说应该是通信工程、计算机工程相关的专家，或者信息论、图像处理相关的应用数学工程师，他们与做底层理论研究的主流数学家还是不同的。

③ SingleRAN 是一体化基站建网理念和解决方案，它解决了运营商多制式、多网络同时运营的困难，它在一个机柜内实现 2G、3G、4G 三种无线通信制式的融合，理论上可以节约 50% 的建设成本。其背后是极为复杂的数学运算。

高的市场议价能力。由于有意愿且有能力发展人工智能的俄罗斯本土公司较少，大量俄罗斯人工智能专家不得不为外国企业工作。

投资不足是长期困扰俄罗斯人工智能市场版块发展的另一个关键障碍。俄罗斯对于创业企业的风险投资额始终较低，虽然风险投资的信息通讯产业本身是俄罗斯风投行业最为活跃的领域（2018 年俄罗斯风投交易额 94% 的资金都流入了信息技术领域），但由于总量有限，对于人工智能这样的资本密集型行业来说仍是杯水车薪。据统计，2017 年全年，在信息通讯领域产业的风险投资交易次数为 126 次，交易额约 2 亿美元；2018 年有 124 次交易，交易额约 4 亿美元；2019 年上半年共有 73 次交易，交易额约 2.2 亿美元^①。其中只有部分资金流入了人工智能初创企业。相比而言，2018 年，美国人工智能企业融资 373.6 亿美元，中国人工智能企业的融资额 276.3 亿美元^②。巨大的资本差异使得俄罗斯人工智能创业企业在与国际同行的竞争中难以取得优势。

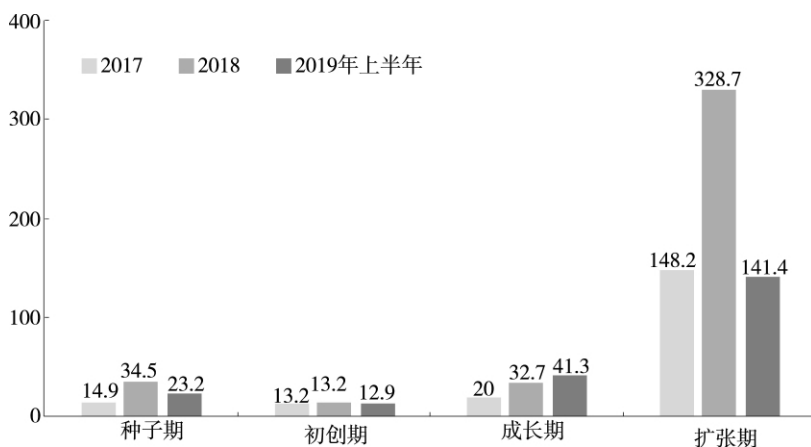


图 3 俄罗斯信息技术领域投资情况（单位：百万美元）

资料来源：Money Tree TM Навигатор венчурного рынка: обзор венчурной индустрии России за 2018 год и первое полугодие 2019 года, PwC and PwK, 2019.

不仅如此，俄罗斯投资者在信息通讯领域大部分投资都集中在后期项目

^① Money Tree TM: Навигатор венчурного рынка: обзор венчурной индустрии России за 2018 год и первое полугодие 2019 года, PwC and PwK, 2019.

^② 张晓东、李津等 《全球人工智能发展报告（2018）》，乌镇智库研究报告，2019 年 4 月发布，第 9 页。

(扩张期), 早期(种子期、初创期、成长期)投资很少。如图3所示, 2017年, 整个信息技术行业风险投资扩张期的投资有1.5亿美元, 种子期、初创期、成长期一共只有4800万美元; 2018年, 扩张期的投资是3.3亿美元, 种子期、初创期、成长期一共只有8000万美元。换言之, 俄罗斯投资者对于人工智能创业企业的投资主要集中于那些已经获得初步成功的企业, 企业在创业之初很少有机会获得投资。这种投资方式使得俄罗斯人工智能领域的初创公司数量较少。

难以获得足够丰富的数据也是俄罗斯人工智能企业发展受限的重要原因。在深度学习带动新一轮人工智能技术进步过程中, 拥有海量数据是任何人工智能技术提升的必要条件, 而数据则需要在社会各领域场景中进行长期广泛地积累和搜集。全球所有较强的人工智能企业都会通过各种应用场景的数据搜集为自身发展提供动力。然而, 俄罗斯人工智能企业所能接触的应用场景却非常有限。如表1所示, 在现有俄罗斯人工智能企业列表中, 大约只有1/3能够在具有高场景融合度的领域进行商业开发, 其他企业或者是在从事无场景融合度的基础技术研究, 或是在低场景融合度的领域探索。即便在已经出台的《2030年前人工智能发展战略》中, 也仅将卫生、教育、政府事务三个公共服务场景规定为人工智能在社会领域的优先应用方向。基于俄罗斯较少的人口基数, 以上场景能够积累的数据量非常有限。

此外, 造成俄罗斯人工智能领域投资少、初创公司少、整体公司少、场景有限、数据匮乏的另外一个原因在于俄罗斯所特有的具有垄断性质的商业文化。一方面, 国有企业和行业巨头垄断或控制俄罗斯市场并强调自我发展需求。当某一产业里出现了较为成功的创业公司, 它并不是通过融资的方式发展壮大, 而是被大企业迅速收购, 成为大公司的一部分, 其新兴技术转而为大公司内部服务。这种内部需求和想象空间是有限的, 因此, 初创公司的规模化扩大和雪崩式的市场化没办法发生。另一方面, 由于害怕自身优势资源泄露, 俄罗斯大公司经常只做内部研究, 相关数据并不公开^①。这样的商业模式严重限制了初创企业在产业中的创新和开拓作用, 尤其是应用场景拓展能力, 同时也限制了俄罗斯商业科技力量在更多领域的再利用。

^① Акулинин Ф. В. , Адамов Д. В. , Россия на пороге сингулярности. Искусственный интеллект , основные аспекты сложности развития и внедрения в России и в мире//Экономические отношения журнал , No 2 , 2019 (Апрель – июнь) .

综上所述，市场板块是俄罗斯人工智能产业体系中最为弱势的一环，却需要直接面对激烈的国际竞争和全球人工智能企业的挑战。由于历史惯性与现实体制等多方面的限制，俄罗斯人工智能企业的发展并不顺利，除了个别大企业外，大多数私营企业在国家人工智能战略制定中缺少话语权，而大多数人工智能企业都受困于人才流失、资本短缺和数据不足等负面因素而艰难成长。

主导的政府版块、闭环的军事版块与弱势的市场版块同时存在且以特殊的方式相互影响，构成了当前俄罗斯人工智能产业的主要形态，这种生态体系与全球人工智能发展的主流模式大相径庭，形成了独特的发展路径。因此，在分别描述几个版块形态的基础上，分析其总体结构和特点，才能够给出俄罗斯在国际人工智能领域的准确定位。

三 “弱市场模式”：俄罗斯人工智能产业结构与全球定位

一切现实都带有历史的影子，一切未来都源于现在的创造。俄罗斯人工智能产业发展既受益于苏联时期遗留下来的学科积累与教育体系，也并没有完全脱离苏联时代的技术积累方式与市场要素缺失的路径依赖。在历史发展路径的影响与当代俄罗斯国家政治体制的共同作用下，俄罗斯人工智能产业发展形成了特殊的

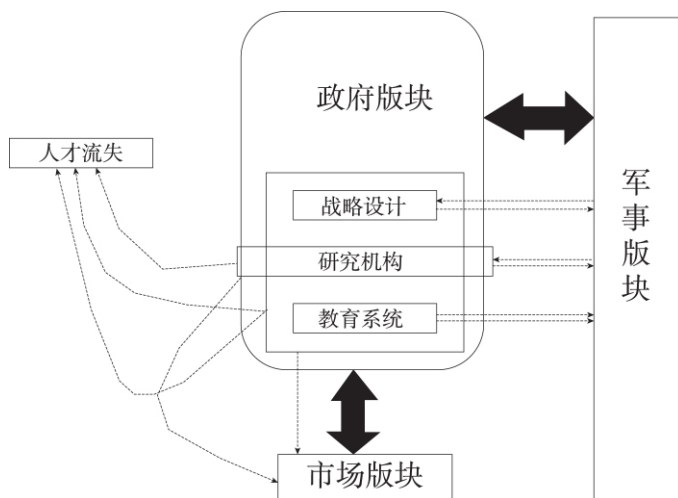


图 4 俄罗斯人工智能产业的“弱市场模式”结构示意图

资料来源：作者自制。

“弱市场模式”，也正是在这种特殊模式的影响下，外界对于俄罗斯人工智能在全球范围内的定位常常出现偏差。

（一）“弱市场模式”的结构与特征

俄罗斯人工智能产业弱市场模式的总体结构如图4所示，该模式在全球人工智能产业中几乎是独一无二的。弱市场模式的关键特征有三：

其一，在政府—市场的责权划分时重心全面倒向政府一侧。

对于所有国家的人工智能发展来说，政府因素与市场因素按照某种标准划分职能都是产业结构形成的基础原则。由政府制定产业发展战略，引领人工智能协调发展的模式是很多国家的共同选择。但对于大部分国家已经形成共识的是，充分利用市场力量是促进人工智能发展的最有效方式，政府制定战略目标并创造有利于企业发展的外部环境，推动本国企业在特定领域脱颖而出，在国际市场竞争中取得优势是全球主流方案。当前由超级平台型企业聚集资本、人才和数据等关键要素，系统推动人工智能产业发展就是这种主流思路自然的逻辑结果。

然而，在俄罗斯的弱市场模式中，政府与市场两个维度的力量是彻底失衡的，由中央政府、超大型国有企业、各级国家机构等组成的政府版块完全引领和主导着人工智能研究，无论是战略设计、科研支持与人才培养都高度依赖政府力量。其他所有要素都要通过与政府力量的联系才能进入整个发展体系之中。相比之下，其国内市场版块特别是私营企业规模较小，资金有限，对人才的吸引力小，国际竞争力有限，且对于国家人工智能战略制定很难产生实际影响。这种“强政府、弱市场”的分工方式构成了当前俄罗斯人工智能产业发展的核心特征，也是“弱市场模式”这个概念的根源。

其二，独立军事系统的长期存在进一步强化了失衡的政府—市场关系。

俄罗斯人工智能产业体系中另一个典型特征就是在体系中存在一个强势且独立的军事版块。军事版块的独立性表现为它从发展战略制定，科学研究，人才吸纳到资金获取的各个环节都仅与政府保持紧密互动关系，与市场版块很少形成互动。该版块以国家军事与战略目标为导向，并且从俄罗斯军事和安全行动中获得应用场景与数据资源。尽管该板块的成果信息披露较少，但我们还是能从公开的

媒体报道中获得相关进展信息^①。

独立且强势的军事板块在整个体系中的存在从一个侧面强化了俄罗斯人工智能产业的弱市场模式结构。因为军事机构作为国家机器的组成部分，必然附属于政府版块而存在，可以被视为政府版块在特定战略目标方向上的拓展。但在目前俄罗斯国内经济和市场体制下，军事版块与市场版块的距离较远，军事领域的技术进步很难通过不完善的市场体制外溢到民用领域。而在市场版块力量较弱的情况下，军事版块又在以更大的力量吸纳俄罗斯的科研力量和经过较好训练的年轻人才，对于市场版块的成长构成了双重挤压，进一步加剧了政府与市场力量的失衡。

其三，政府取代市场成为沟通体系内各要素之间的桥梁。

在大部分国家的人工智能产业结构中，市场机制都发挥着调动所有相关要素的中介功能。人工智能技术的进步本身无法凭空产生，而是需要依托于丰富的应用场景与庞大的数据积累才能在实践应用中实现迭代发展。通过巨大的商业想象空间，人工智能产业可以吸引海量资本注入，同样凭借大量资本，该行业可以利用高薪等方式吸引人才聚集。市场力量作为体系内各要素运作的枢纽沟通整个体系，为人工智能产业发展提供核心动能。

然而，在俄罗斯的弱市场模式中，市场板块的弱势与边缘化使得它无法有效发挥要素聚合与分配功能，唯一能够发挥体系内枢纽和桥梁作用的只有政府力量。但政府本身又无法直接完成这项工作，于是，俄罗斯政府通过大型国有企业作为代理人来负责执行。这种情况下，俄罗斯储蓄银行成为官方确定的人工智能领导者。但这种非市场的调节方式具有明显缺陷，没有充分竞争的市场，就无法借助资本和金融的力量聚集社会资本，也就更加无法以更具竞争力的薪资水平聚合人才。在现有模式下，资本匮乏与人才流失是俄罗斯人工智能产业难以解决的问题。而政府与大型国企对于数据本能的垄断倾向也加大了俄罗斯企业获取数据的难度。从长远来看，弱市场模式本身是一种有利于政府对于行业的掌控但并不利于人工智能企业成长的发展模式。

^① 可参见：赵勋 《美俄人工智能军事应用对比研究》，载《国防科技工业》2020 年第 1 期；此外还可参考：石海明、贾珍珍 《人工智能颠覆未来战争》，人民出版社 2019 年版。在该书中专门针对俄罗斯人工智能技术在军事领域的应用撰写了一篇短文，题目为《俄军眼中的智能化战争》，文中介绍了很多俄军事系应用人工智能技术的案例。但由于该文注释很少，相关军事成果的介绍均未指明原始出处，因此，笔者无法考证相关案例是否可信，故并未在本文中转引此文。但此文的内容仍有参考价值，可供该主题的研究者拓展阅读。

综上所述，当前俄罗斯人工智能产业的发展就是在这样一种特殊的弱市场模式中推进，这种模式在一定程度上是苏联时代人工智能发展过程中政府绝对主导、市场缺位以及条块分割等传统体制特征的自然延续，虽然市场力量在苏联解体之后已经有所成长，但仍然没有改变政府在新技术产业发展中的主导地位，仅是将苏联时期的“无市场模式”推进到了“弱市场模式”，仍然没有达到与人工智能全球主流发展模式接轨的程度。在市场机制无法发挥中介作用时，政府成为唯一的体系枢纽，技术与产业仍旧沿着孤立的路径缓步前行，虽在某些领域能够取得一定成果，但迟迟无法形成拥有强大内生动力的产业体系，与人工智能主流前沿发展水平的差距仍然较大，对其未来发展前景仍需谨慎观察。

（二）俄罗斯人工智能产业的全球定位

对于俄罗斯人工智能产业弱市场模式分析的另一项重要价值是有助于我们解决另一个困扰全球人工智能研究者的问题，即如何对俄罗斯在全球人工智能版图中的地位给出准确评价。

目前全球通用的人工智能评价模型大体上都是以市场逻辑为核心制定的，特别关注人工智能企业数量、融资额、顶刊顶会论文数量、专利数量、人才数量、应用场景数量等全球通用标准。这种评价标准符合大多数国家人工智能产业发展的形态需求，又具有容易量化和可比较性强等优势，因此得到业界普遍使用^①。但在几乎所有的通用排名系统中，俄罗斯的排位都十分靠后，大体上与很多工业和科技基础相当薄弱的亚非发展中国家难分伯仲。造成这种认知错位的根本原因就在于俄罗斯人工智能产业特殊的弱市场模式。

如图4所示，在国际通用的评估模型中，市场版块被视为人工智能产业的核心，所有评估的指标体系都是针对市场内容的分类拆解。但在俄罗斯的发展模式中，市场版块是整个体系中最为弱小的一环，而对于政府版块与军事版块的内容，由于信息开放程度的限制，尚无法像市场环节一样进行定量评价和跨国比较。现有评价体系中对于俄罗斯地位的较低评价一方面有其合理性，因为它较为客观地反映出当前俄罗斯人工智能企业在全全球市场竞争中的弱势地位。但另一方

^① 目前国内外主要人工智能技术评估报告大体上都采取这种评价标准，对于国别评价和国际比较评价都可适用。可参考《中国人工智能发展报告2018》，清华大学中国科技政策研究中心，2018年7月发布；张晓东、李津等《全球人工智能发展报告（2018）》，乌镇智库研究报告，2019年4月发布。

面，这种结论实际上忽视了俄罗斯人工智能产业体系的特殊结构，没有将其相对具有优势的领域展示出来。如果完全以现有评价体系的结论来认定俄罗斯人工智能的发展状况，也会让我们做出错误判断，并且错过很多开展国际合作，补齐短板，实现共赢的机会。

综上所述，结合数据与产业特性的综合分析，较为准确的评估结论应该是：俄罗斯在全球人工智能产业的实际定位应该明显高于目前主流评估体系中的地位，在G20国家中总体属于中等偏上位置，但发展模式的不均衡特征突出，主要比较优势表现在与数学相关的基础理论、人才培养体系和军事工业等个别领域。总体发展效率较低，但产业的韧性较好，预计将在相当长时间内维持低速却比较稳健的成长态势。

四 新战略规划与俄罗斯人工智能产业的发展前景

2019年10月，俄罗斯总统普京签署总统令，正式批准《2030年前国家人工智能发展战略》（以下简称“《战略》”），人工智能的发展和正式成为俄罗斯国家战略议程的组成部分。国家发展战略的提出是俄罗斯人工智能发展进程中的重要标志，我们可以通过对战略文本的解读，在一定程度上管窥俄罗斯在未来十年推动人工智能产业发展的思路。

首先，俄罗斯已经比较清醒地认识到自身在人工智能领域的很多不足，特别关注在民用人工智能市场竞争中的落后状态，并提出了较高的发展目标。

本版《战略》的一个突出特点是将技术应用界定在民用技术和国民经济框架以内，全文并未涉及军事应用的相关内容。显然，这是一项特定指向俄罗斯人工智能体系中市场版块发展的战略规划。这种规划凸显了俄罗斯政府对于目前本国人工智能产业发展状况的不满。俄罗斯政策制定者已经充分认识到，发展人工智能是保障本国技术独立性和竞争力、以及科技与经济可持续发展的必要条件，俄罗斯要进入人工智能技术开发和应用的世界领导者行列^①。为此，俄罗斯在人工智能领域的发展目标被设定为“保障居民福祉和活质量的提，保障国家安全和法治，实现俄罗斯经济的可持续竞争力，包括在人工智能领域处于世

^① 《2030年前国家人工智能发展战略》，第17、18条。

界领先地位。”^① 俄罗斯为完成这一目标设定的时间节点是 2030 年，换言之，俄罗斯希望在未来 10 年内，通过各种方式实现在民用人工智能领域的跨越式发展^②。

其次，俄罗斯并不希望改变现有的弱市场模式，而是希望在现有模式的基础上，通过政策层面的调整解决困扰俄罗斯人工智能产业发展的资本、人才与数据三大障碍。

正如我们前文所言，对于俄罗斯民用人工智能产业发展而言，最大的掣肘因素是现有的人工智能产业结构。换言之，如不能改变弱市场模式，充分发挥市场机制的作用，为俄罗斯国内私营企业创造出更好的参与人工智能产业的机会，市场板块的弱势地位很难解决。然而，在现有的《战略》中，几乎对私营企业没有任何提及，而是反复强调国有企业、国有控股公司等政府版块要素的重要作用。这与美国等沿用主流发展路径的国家的人工智能发展战略形成了鲜明对比^③。这种状况表明，俄罗斯尚无意改变现有的发展模式，而是希望在政府及大型国有企业的主导下，改善俄罗斯人工智能发展面临的重要障碍。

针对资本短缺问题，《战略》提出“实施本战略的财政保障是俄罗斯联邦预算和国家预算外资金，包括国有企业、国有控股公司的发展资金和私人投资。”^④“通过完善人工智能研发项目中投资人与政府的共参机制，并为从事人工智能技术开发与应用的机构提供专属财政支持，鼓励投资（前提是引进这些技术将对俄罗斯经济产生重大积极影响）”^⑤。

针对人才流失问题，主要将目标设定为争取海外俄籍人工智能专家回流，为此，《战略》提出“吸引海外俄罗斯顶尖专家和世界一流外国专家来俄工作创造条件，包括：要在俄罗斯全境，保障能够使他们自我实现的、富有竞争力的工资

^① 《2030 年前国家人工智能发展战略》，第 23 条。

^② 这种“跨域式发展”的意涵在于，不仅要在现有的弱人工智能（Narrow AI）技术领域获得推进，还要在创立强人工智能（即通用人工智能，General AI）的基础理论方面实现赶超。参见《战略》第 24 条第 1 款、第 29 条、第 30 条、第 31 条。

^③ 例如，在美国的人工智能发展战略文献中明确提及公共部门和私营企业的互动、向私营企业开放公共数据等内容。这种强调企业作用的现象在大部分人工智能技术和产业较为领先的国家战略中普遍存在。可参考：Office of science and Technology Policy, “Accelerating America’s leadership in Artificial intelligence”, 2019 - 2 - 12, <https://www.whitehouse.gov/articles/accelerating-america-s-leadership-in-artificial-intelligence/>

^④ 《2030 年前国家人工智能发展战略》，第 55 条。

^⑤ 《2030 年前国家人工智能发展战略》，第 49 条第 6 款。

及待遇水平”^①。同时，也要充分利用俄罗斯教育体系培养本土人工智能人才。为了贯彻这一战略思路，莫斯科大学在 2020 年 1 月宣布将成立新的人工智能研究院，进一步加强相关领域的人才培养^②。

针对数据获取方面的问题，《战略》的处理相对较为模糊，仅仅笼统地强调要“提高人工智能技术发展所必须的数据可用性和数据质量”^③。在其他表述中，更多强调国家对于数据的保护和垄断，对于企业的数据需求并未给予清晰回应。

虽然《战略》回应了当前困扰当前阻碍俄罗斯人工智能市场发展的部分问题，但并未触及发展模式改革这样一个关键因素，这也意味着俄罗斯人工智能产业仍将沿着弱市场模式的轨迹继续前行。其发展前景有待进一步观察。

最后，将人工智能软件开发作为俄罗斯人工智能发展的重点方向之一，这是俄罗斯人工智能产业发展规划中的有益创新。

加强人工智能软件开发是《2030 年前国家人工智能发展战略》明确的发展任务之一，这也是其他国家人工智能政策中少有提及的独特目标^④。

俄罗斯人工智能软件开发的主要方针是：为建设开源人工智能库创造条件^⑤。包括鼓励本国专家参加国内外人工智能库建设项目；将专家成功参与开源人工智能库建设认定为科技成就等。其目标是，到 2024 年，俄罗斯专家参与国际知识交换的水平、其对开源人工智能数据库建设的贡献应大幅提高。俄罗斯专家应创建出在世界范围内广泛使用的开源人工智能库（由俄罗斯研究人员和科学团体调教出的）和其他使用人工智能技术的软件。到 2030 年，应开发出人工智

① 《2030 年前国家人工智能发展战略》，第 45 条，第 6 款。

② Катерина Тихонова возглавила Институт искусственного интеллекта МГУ, 28. 02. 2020. <https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2020/02/28/824052-katerina-tihonova>

③ 《2030 年前国家人工智能发展战略》，第 24 条，第 3 款。

④ Сергей Карелов, Каким будет место России в мире реализованных ИИ – стратегий?, 07. 11. 2019. <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/kakim-budet-mesto-rossii-v-mire-realizovannykh-ii-strategiy/>

⑤ 俄罗斯将“开源人工智能库”定义为研究人工智能技术解决方案而设计的、用编程语言撰写并发布在互联网上的算法集。库的英语为 Library，框架的英语为 Framework。库是将代码集成的一个产品，供程序员调用。面向对象的库叫类库，面向过程的库叫函数库。在函数库中的可直接使用的函数叫库函数。开发者在使用库的时候，只需要使用库的一部分类或函数，然后继续实现自己的功能。框架则是为解决一个（一类）问题而开发的产品，框架用户一般只需要使用框架提供的类或函数，即可实现全部功能。可以说，库是框架的基础，框架是库的升级版。开发者在使用框架的时候，必须使用这个框架的全部代码。

能软件，以解决各项事业中的任务。开发此类软件的俄罗斯机构应进入全球市场的领导者之列^①。

俄罗斯人工智能软件开发作为市场版块的发展重点之一有其内在逻辑性。一方面，人工智能软件市场前景广阔。在全球范围内，2017年，包含人工智能元素的软件销量为30亿美元，2018年为81亿美元，2025年，该数字预计将达到1058亿美元^②。如果能够在该领域取得优势地位，能够有力地促进俄罗斯相关企业的成长。另一方面，算法、算力与数据作为当代人工智能技术的核心基础条件，对于人工智能技术的发展产生关键影响。目前俄罗斯在算力、数据两方面已经显然无法与人工智能技术前沿国家竞争^③，在算法领域通过软件设计取得突破也是其发挥比较优势，介入国际人工智能产业链的一种必然选择。

然而，尽管算法软件开发在俄罗斯自身的人工智能体系中属于比较优势，但在全球范围内，这种优势并不明显。由于俄罗斯自身缺乏完善的人工智能产业体系，如果不能通过国际合作形成更加合理的机制性安排，在该领域的潜能很难被完全释放。

总的来说，俄罗斯通过《2030年前国家人工智能发展战略》描述了自身在人工智能领域的雄心与梦想。俄罗斯迫切加快人工智能技术与产业的全面发展，既避免在未来的大国竞争中处于下风，也防止其在全球经济中被边缘化^④。但在这种雄心背后，传统的思维仍支配着俄罗斯在产业发展方面的总体设计，始终回避对现有产业模式的深度改革，希望继续通过国家完全主导和对产业发展全面深度干预的方式解决发展所遇到的阻碍，以实现预期目标。这种调整方式的优点是较为稳妥，对原本稳定的产业系统冲击较小，但缺陷在于无法从根本上解决困扰产业发展的桎梏，只能在有限空间内进行微调。因此，笔者对于俄罗斯人工智能

① 《2030年前国家人工智能发展战略》，第34、35、36条。

② Artificial Intelligence Software Market to Reach \$105.8 Billion in Annual Worldwide Revenue by 2025, 20.08.2018, <https://www.tractica.com/newsroom/press-releases/artificial-intelligence-software-market-to-reach-105-8-billion-in-annual-worldwide-revenue-by-2025/>

③ 例如，在算力方面，截至2019年6月，人工智能发展能力的指标“高算力计算机数量”来衡量，截至2019年6月，全球算力排名前500的超级计算机，中国拥有228台，美国有117台，而俄罗斯只有2台。一台由莫斯科国立大学研究中心拥有，排名第93位，另一台排名第364位，由俄罗斯水文气象和环境监测局所有。这两方面的差距在短期内很难弥补。TOP500 List - June 2019, <https://www.top500.org/list/2019/06/>

④ Сергей Шумский, Искусственный интеллект: вызовы и угрозы России, 18.12.2018, <https://russiancouncil.ru/analytiks-and-comments/analytiks/iskusstvennyy-intellekt-vyzovy-i-ugrozy-rossii/>

未来的产业发展前景仍保持谨慎观望的态度。

余论：中俄两国在人工智能领域的合作空间

作为重要的战略伙伴，中俄两国在诸多领域都已建立卓有成效的深度合作机制。就目前两国产业发展状况而言，中俄两国在人工智能领域仍有很大的合作潜力可供进一步挖掘^①：

首先，在民用科技方面，中俄两国可以加强在人工智能基础理论研究和人才培养等方面的合作。

中俄两国在人工智能领域的比较优势存在差异，有建立互补合作机制的潜力。在当前美国在科技领域同时对中俄施压的宏观背景下，两国合作对彼此人工智能科技发展都有重要意义。俄罗斯科学家擅长基础理论研究，在算法软件方面有较好的人才积累。而中国是全球最重要的人工智能市场之一，拥有很多具有竞争力的人工智能企业和较好的资本、基础设施与数据积累。中俄两国在科技与商业领域的协同合作一方面有利于释放俄罗斯在算法方面的潜力，使其能够更好地参与到产业链合作中来，分享中国市场的发展红利，另一方面也有助于中国人工智能企业在基础理论方面的突破，解决很多关键技术难题。目前，俄罗斯科学院与中国科学院已经签署科技合作协议^②，中国企业与俄罗斯企业的战略合作也在稳步推进^③。此外，中俄在教育合作领域的扩展也能够为两国人工智能合作提供动力，目前两国在大学阶段的教育合作已有积累，例如，深圳北理莫斯科大学（Shenzhen MSU - BIT University）以及由哈尔滨工业大学和莫斯科鲍曼国立技术大学共同牵头建设的哈工大鲍曼工学院和“中俄工科大学联盟”都是两国教育合作的重要成果。

其次，在安全领域，中俄在防范人工智能时代的国家安全风险与防止新一轮人工智能军备竞赛方面具有共同利益。

^① 中俄两国在人工智能领域的合作笔者曾在相关研究报告中进行过总结，相关成果可参见：赵华胜、谢·卢加宁主编《中俄对话：2019模式》，复旦大学国际问题研究院、俄罗斯国际事务委员会、俄罗斯科学院远东研究所联合研究报告，2019年9月，第58~61页。

^② 《中国科学院与俄罗斯科学院签署合作协议》，2018年6月10日，http://www.cas.cn/tt/201806/t20180611_4652220.shtml

^③ 例如，阿里巴巴集团在2018年9月与俄罗斯直接投资基金、俄罗斯移动通讯公司 Megafon 以及网络公司 Mail.ru 组建大型合资企业。参见：<http://www.mofcom.gov.cn/article/i/jyjle/201809/20180902785485.shtml>

俄罗斯人工智能体系中独立的军事版块的存在，为中俄两国在安全领域开展深度合作提供了有利条件。

人工智能技术快速发展催生了新的国家安全风险，对于中俄两国构成了共同的潜在威胁。中俄双方应该在与人工智能相关的风险识别能力建设、风险预防能力建设和风险化解能力建设方面开展广泛的协商对话与深度合作。利用两国既有的技术水平和实践经验，在缺乏足够经验的情况下，提升风险识别的准确性，提前预判国家安全的威胁来源。对于已经能够识别的风险领域，应当根据自身脆弱性，制定相应预案，并且寻求风险降级方法。对于未能识别的风险，则需要投入更多精力，制定相应规划，评估处置措施。最终目标是针对人工智能技术自身的发展特征，制定行之有效的行动方案，建立相应的国际合作机制，实现跨国、跨部门的要素重构，增强化解风险的能力^①。

此外，人工智能技术的进步在理论上能够大幅提升作战系统的能力，为国家提供低成本和低风险的军事系统，并且具有改变战争形态的潜力。因此，随着人工智能技术的不平衡发展，国际行为体之间军事力量的差距将会在短时间内放大，这种结构性压力很可能会迫使具有相关技术能力的国家卷入新一轮军备竞赛，对全球体系构成重大威胁，也会对中俄两国的安全利益产生影响。

当前，在全球范围内，对于如何对待人工智能驱动的致命性武器问题，各方仍存在较大分歧^②，但避免开展人工智能军备竞赛这一基本原则符合中俄两国的利益。在国际法层面尚未完善的情况下，中俄两国应该在此问题上展开对话，其目标是推动各国在军事领域克制使用人工智能武器的冲动，并且对于违反道德伦理标准的研究提前进行规范和限制，规划相关技术标准，避免技术进步所导致的未知风险，防止出现新一轮军备竞赛和武器技术扩散^③。

最后，在战略层面，中俄应共同努力，推动建构符合人工智能时代特点的治

^① 参见：封帅、鲁传颖《人工智能时代的国家安全：风险与治理》，载《信息安全与通信保密》2018年第10期。

^② 2018年9月在日内瓦召开的联合国常规武器公约的讨论中，与会各方就制定禁止人工智能驱动的致命性完全自主武器的条约开展讨论。全球约有26个国家支持全面禁止人工智能武器，而绝大多数国家还在观望，会议并未达成共识。相关情况可参见：UNIDIR, *The Weaponization of Increasingly Autonomous Technologies: Concerns, Characteristics and Definitional Approaches*, Geneva: 2017, <http://www.unidir.org/files/publications/pdfs/the-weaponization-of-increasingly-autonomous-technologies-concerns-characteristics-and-definitional-approaches-en-689.pdf>

^③ 封帅《人工智能时代的国际关系：走向变革且不平等的世界》，载《外交评论》2018年第1期。

理体系。

除了被动应对与管控之外，中俄两国还应积极投入到新的全球治理体系建设中来。人工智能是知识密集与资本密集领域，贡献者呈现出明显的多元化特征，发展路径与传统意义上的自上而下路径存在明显差异。因此，传统的以政府为绝对主导的治理体系面临着严峻考验。

在新的发展模式下，建构多方参与的新型治理体系将是推动人工智能治理问题的主要路径^①。在这种治理体系内倡导开放和多方参与的过程，政府作为监管部门不能排斥私营部门、社群对于治理活动的参与。但从国家安全的角度来说，政府又是所有安全风险的最后保证人，它有责任也有义务确保人工智能技术风险保持在可控状态下。因此，如何在新的技术条件下合理确定政府与其他利益主体的互动合作方式，是各国政府在新的发展阶段所面临的挑战。

中俄两国在国内治理体系建构方面有很多共同特征，在参与全球治理体系的过程中也积累了丰富经验。面对人工智能技术进步所带来的挑战，两国应加强各层级的沟通协调，在治理主体定位，治理程序规范与相关法律法规建设方面有所作为，从双边合作开始，逐渐将有益的治理经验拓展到多边层面，推动符合人工智能时代特点的治理体系构建。

一言以蔽之，中俄两国在人工智能领域有很大的合作潜力尚待挖掘。中俄合作既可以为中国人工智能产业的发展提供有益补充，又能够使长期处于特殊发展模式中的俄罗斯人工智能产业获得与全球主流发展路径对接的渠道，对于全球人工智能产业的全面推进也将产生重要的积极影响。

（责任编辑 张红侠）

^① ITU, “AI for Good Global Summit Report”, Geneva, June 2017, p. 7, <https://www.itu.int/en/ITU-T/AI/Pages/201706-default.aspx>

Russia , and Japan faces a dilemma between Russia and the US. At the same time , the Ukrainian crisis and the “Trump Shock” have also put Russia–US relations and the Japan–US alliance in trouble , and increased the uncertainty of negotiations between Japan and Russia. In the future , Japan–Russia territorial negotiations will be confined within the framework of the Japan–US alliance and Russia–US relations and can hardly make substantial progress in the short term.

Key Words “Northern Territory” issue , Japanese–Russian Relationship , Russian–American Relations , Japan–US Alliance

Asymmetric Interdependence of Energy between Poland and Russia and Russia – Poland Relations: Taking the Nord Stream II Project as an Example

Wang Hongyi and Zhang Ziyang

Since the end of the Cold War , Russia–Poland relations have experienced many ups and downs , among which the historical entanglement , geopolitical issues , and the game between the big powers have become the constant factors influencing the Russia–Poland relations. Nevertheless , these factors are not fluctuating variables that touch the sensitive nerves of the current Russia–Poland relations. After the Ukrainian crisis , with the launch of the “Nord Stream II” project , Poland’s long–standing and asymmetrical dependence on Russian energy has continued to expand and this becomes a weapon of Russia to exert political influence on Poland. From the perspective of energy , this paper takes the sensitivity and vulnerability as two core variables and builds an analysis framework for the asymmetric interdependence of energy between Poland and Russia. It aims to explain Poland’s endeavor to reduce its vulnerability and its reliance on Russia after the launch of Nord Stream II , and the potential political and economic impact on the bilateral relations.

Key Words: Nord Stream II , Energy Politic , Asymmetrical Dependence , Russia – Poland Relations

Tortuous Growth of the Weak Market Model: Development of Russia’s Artificial Intelligence Industry

Hua Dun and Feng Shuai

Russia plays a crucial role in the developmental history of global artificial intelligence (AI). The Soviet model left a valuable scientific and technological heritage , but also restricted the rapid development of AI in Russia today. The contemporary AI industry in Russia has formed a unique “weak market model” which is mainly manifested in the parallel advancement of government , military and market. The government sector occupies a dominant position. The military sector has formed a closed loop for independent development. While the market sector is difficult to grow due to multiple squeezes. Since the gravity of its industrial structure has completely shifted to the government side , the government has replaced the market system as a bridge to link the various elements in the AI industrial system. Due to the weak market regulation capabilities , its AI industry is difficult to overcome the problems of brain drain , insufficient capital and lack of data. Although the development model is uneven , relying on the comparative advantages in basic research and development , personnel training and military industry , Russia’s actual position in the global AI industry should be higher than that in the mainstream evaluation system. Russia will not make fundamental changes to the existing AI development model in the next 10 years , but will promote the development of technology and industry through appropriate adjustments at the policy level. Such a choice will limit its development space and speed. For China and Russia , they still have great potential for cooperation in the fields of AI , civil technology ,

national security , and global governance.

Key Words: Russia , Artificial Intelligence , Weak Market Model

Russia ' s Eco – City Construction and Mutual Learning between China and Russia

Sun Lu and Pang Changwei

Ecological city planning and design embody the idea of ecological modernization and lead the construction of ecological civilization. Russia has always paid attention to ecological construction and the perfection of the legal system of ecological and environmental protection to overcome the “urban diseases” such as dense population , traffic jams , and air pollution in industrialized societies. At the same time , Russia promotes the implementation of the UN ' s “Sustainable Development Strategy ” initiative. Based on its ecological cultural and historical resources and the concept of ecological cities , it has formulated contemporary ecological city design principles and launched preliminary practices. The Russian eco-city concept is an ideal city model , emphasizing the integration of technology and nature , maximizing human creativity and productivity , protecting of residents ' physical and mental health and environmental quality , thereby achieving the efficient use and ecological virtuous circle of materials , energy and information. In recent years , China has attached great importance to the legislation of ecological governance and environmental protection , accelerated the revolution in energy production and consumption , promoted the development of low – carbon energy use , ecological agriculture and industry , and transformed the economy into green and ecological development. Drawing lessons from Russia ' s relevant theories and practices is enlightening to the construction of China ' s ecological city.

Key Words: Russia , Eco – City , Ecological Environment , Sustainable Development

Status Quo of International Central Asian Studies: Based on “Collected Translations of Studies on Ethnic Relations and Ethnic Conflicts in Central Asia”

He Keyong and Liu Li

The geopolitics of Central Asia is of great significance and directly related to the implementation of the “Belt and Road” initiative. The knowledge and research materials of Chinese scholars on modern Central Asia mostly come from Russian literature , which limits the systematicness , comprehensiveness , depth and breadth of the research. In 2015 , the Major Project of National Social Science Fund , “Collected Translation of Studies on Central Asia Ethnic Relations and Ethnic Conflict” selected and translated 10 English monographs from top experts , covering ethnic relations and political transformation , foreign relations and geopolitics , and radical Islamic issue. This article first uses the CiteSpace software to analyze the academic papers in the field of international Central Asian studies from 2001 to 2019 , sorts out the hot issues of great concern to the international academic community , and contrasts with the “collected translation”. It finds out that the topics of “selected translations” are quite representative , reflecting the latest trends and academic achievements in the field of international Central Asian research. Secondly , it introduces the main contents of the 10 works selected. The authors study Central Asia in the context of globalization , breaking the Western Centralism , analyze how Central Asian countries deal with external relations and political game of big powers in Central Asia , and conduct in – depth research on the formation and impact of radical Islam. Finally , on the basis of the above discussion , this paper summarizes the significance and enlightenment of the collected translation to the study of Central Asia in China.

Key Words: International Studies of Central Aisa , Cite Space Software , Ethnic Relations , Political Transformation , Geopolitics