



程实：“卡脖子”技术面前， 中国突围方向何在



文/新浪财经意见领袖专栏作家 程实、张弘硕



中国可以通过算法和软件的应用创新在四个方面持续强化中国现有价值链。

在上一篇文章《中国突围中高端价值链，应发力硬科技》中，我们采用机器学习聚合分类研究，在全球 5228 种产品类别中系统性地识别了当前中国高度进口依赖的 88 种“卡脖子”关键产品。而为了突破西方对中国在关键技术上的制裁，本文基于美国麻省理工学院经济学家阿西莫格鲁 (Acemoglu) 提出的偏向性技术进步理论，结合近期我们对全球及国内顶级学术机构及科技互联网公司共计 20 位人工智能科学家、算法工程师和数据分析师的调研分析，发现了当前发达国家对中国在中高端价值链上的

制裁主要集中在以芯片、光刻机和半导体为代表的硬件技术上。

而相比硬件，近年来中国在软件方面的自主研发和迭代速度进步明显。因此，我们建议中国可通过自身市场、资本与数据要素优势，集中突破部分“卡脖子”的关键软件和算法技术。具体来说，中国可利用对软件与算法的创新应用，持续强化现有的七大优势产业链。在稳固现有价值链竞争优势的基础上，围绕一些数据敏感度较低且可贸易度较高的行业（如光学器件、化学、机电控制等），不断提升中国软件技术与西方高端硬件技术相互间的依赖性，最终帮助中国顺利迈入全球中高端价值链。

破局之机：数据密集型产业的崛起

回顾人类历史上的经济增长变化，东西方世界真正出现巨大经济增长差距就是从 19 世纪工业革命初开始。围绕这种差异，一大批经济学家试图解释经济增长的源泉到底是什么。古典增长理论认为劳动和资本要素是经济增长的核心动力。而新古典经济学家在此基础上进一步纳入了全要素概念将技术视为外生变量解释经济增长。而从 20 世纪 80 年代开始，卢卡斯（Lucas）和罗默（Romer）等人试图把技术进步内生化的，并解释了经济增长的源泉是知识的分享和积累。

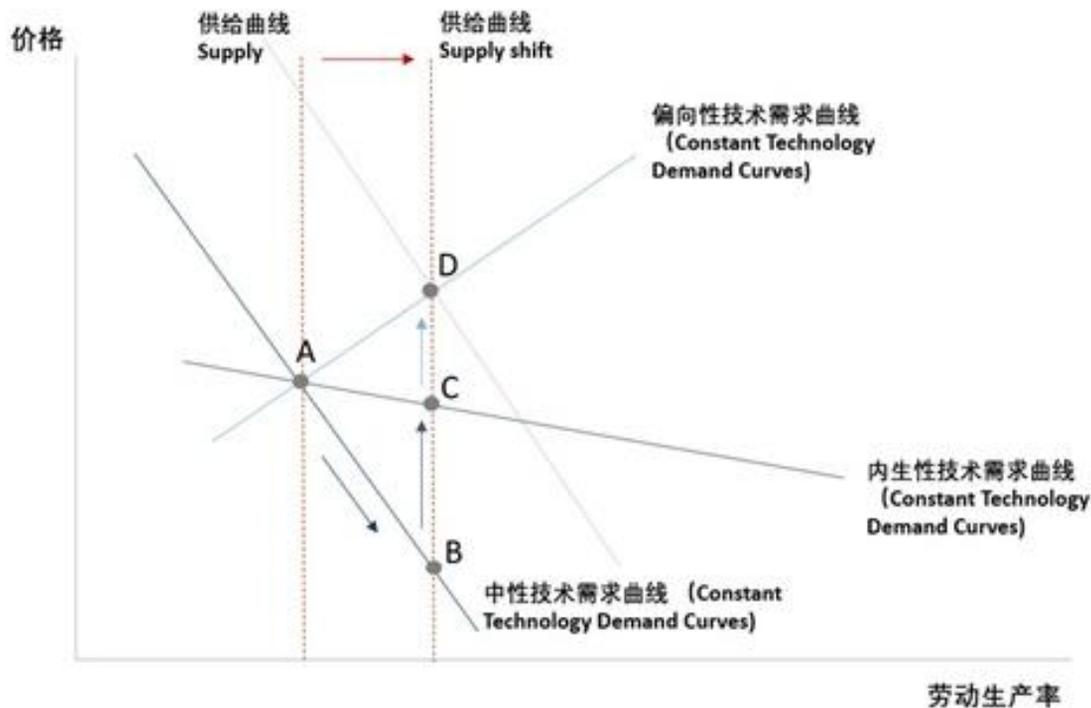
近 10 年来，随着以大数据、云计算和人工智能为代表的新一代信息技术的发展，琼斯（Jones）和托内特（Tonetti）研究了数据在生产过程中的基本模式，并定义了数据作为生产要素对经济增长的作用。尽管数据作为信息，其本身无法被直接应用于生产，但通过分析和预测数据（信息）

指导经济物品的生产与应用，将显著降低经济物品的交易成本，从而提高劳动生产率。

偏向性技术进步理论指出了当技术创新使某生产要素边际产出相对于其他生产要素显著增长时，技术就会“青睐”（偏向）该要素。同时，该要素的边际产出和规模报酬将呈现递增特征。结合中国经济增长的实际情况，依靠传统生产要素投入拉动中国经济增长的潜力越来越小，无论是劳动还是资本要素的边际产出近年来均呈现显著递减特征。相反，以数据为代表的新生产要素近年来呈现出边际产出递增的特征。这是因为信息时代下新一代技术创新（比如云计算、大数据、人工智能、区块链等）几乎都是围绕数据要素生产和发展的。正如偏向性技术进步理论的核心观点，技术创新偏向数据要素从而带动市场资源集中流入数字产业，最终导致数字密集型产业规模报酬显著递增。

根据我们的预测，2025 年中国所拥有的数据规模将占世界数据圈的 30%，这意味着中国将成为拥有数据规模全球第一的经济体。庞大的数据规模将进一步支持中国发展数据密集型产业以支持中国经济增长。

图 1：偏向性技术进步



注：中性技术需求曲线说明了在技术进步下，劳动生产率提高，由于产品生产难度下降，生产成本下降（A点至B点）；内生性技术进步意味着人力资本将推高产品最终成本（这是由于拥有知识和技能劳动者的工资水平提高了，B点至C点）；偏向性技术进步说明了当技术创新使其生产要素边际产出相对其他生产要素显著增长时，技术创新就会“青睐”（偏向）该要素。比如大数据、云计算与人工智能等新一代技术均偏向数据要素。因此，数据密集型产业的边际产出水平显著提高，同时呈现数字密集型产业规模报酬递增的特征。在图中反映为需求曲线的斜率向上倾斜（C点至D点）。

数据产业的核心竞争力：软件和算法

尽管中国数据规模正以惊人的速度持续扩张，但如何高效地使用数据来指导经济产品服务创新，是数据密集型产业向高质量方向发展的关键，也是中国经济持续增长的源泉。我们认为，真正对数据密集型产业拥有绝对控制权，不仅仅取决于数据规模，更取决于核心算法和软件系统。

基于我们的研究，长期以来，中国在软件与核心算法上依旧整体处于被西方国家“卡脖子”的状态。比如，在核心工业软件领域，国产EDA（电

子设计自动化)与发达国家 EDA 工具相比,在性能上(如工具完整性、稳定性、工艺设计等)仍存在代际差距。在操作系统上,绝大部分手机和个人电脑依旧被三家美国公司(谷歌、苹果、微软)所垄断。在核心算法方面,中国国产的高端机器人在稳定性和易用性上仍与日本、美国、德国和瑞士等国家存在差距,反映了中国在中高端制造业上仍未能掌握相匹配的核心算法。

然而,基于我们对全球和中国顶级高校及科技互联网公司 20 位人工智能科学家和工程师的最新调研情况来看,相比当前“卡脖子”的硬件技术,中国在关键软件领域率先突破的可能性更高。这是基于目前中国在算法和软件领域具备的三大优势:

一是在经济层面。中国拥有数据、人力资本与市场要素优势。正如我们提到的,中国拥有全世界最大的数据圈。同时,庞大的消费市场能够为数据密集产业提供丰富的应用场景。另外,根据 2020 年中国专业 IT 社区 CSDN (ChineseSoftwareDeveloperNetwork) 的统计,在中国从事软件开发与算法设计相关的学生或工程师已经超过 800 万人(根据 CSDN 活跃用户计算),其中一线开发人员已经超过 60%。强大的人力资本优势使得软件和算法开发可以快速在丰富的场景中进行迭代应用。

二是在制度层面。政府将大力支持数据要素市场的培育。2020 年 4 月中共中央、国务院公布了《关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见》,明确了将数据作为新型生产要素。意见同时指出了未来中国将

围绕数据要素在数据共享、数据融合、数据确权、数据定价以及数据安全等一系列方面推行改革。毫无疑问，国家“数据红利”的释放将推动数据密集型产业的发展应用，这将有利于软件和算法的迭代创新。

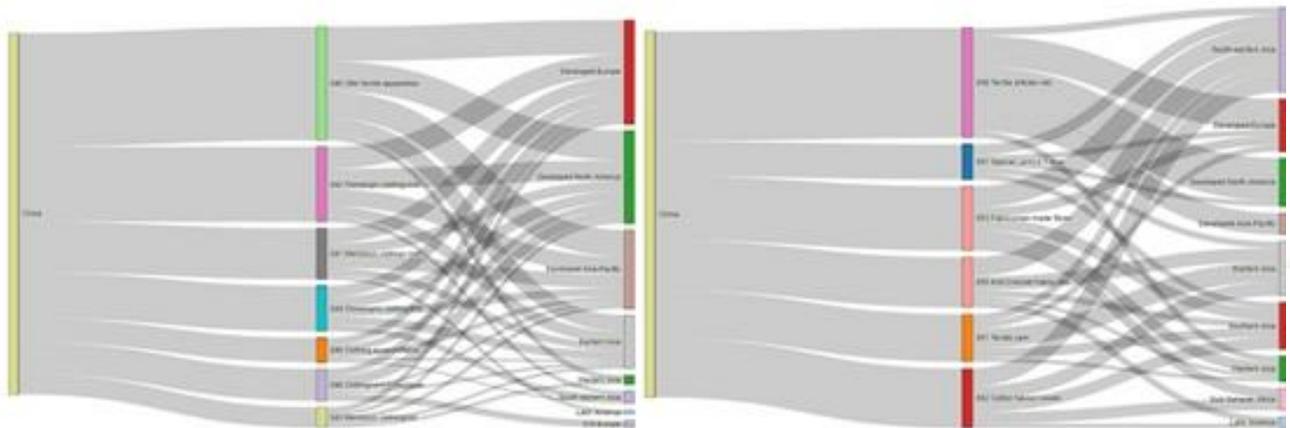
三是在技术层面。受益于开源软件运动，高级算法与软件的可得性不再困难。开源软件被描述为其源码可以被公众使用的软件，并且此软件的使用、完善和分享方面不受许可证的限制。根据全球最大开源项目托管平台 GitHub 统计，到 2025 年全球参与开源软件的平台用户数量将达到 1 亿用户。其中，中国开源软件参与者的数量及开源贡献度增长已成为全球最快。

破局之道：加快软件与算法在中国价值链上的应用与创新

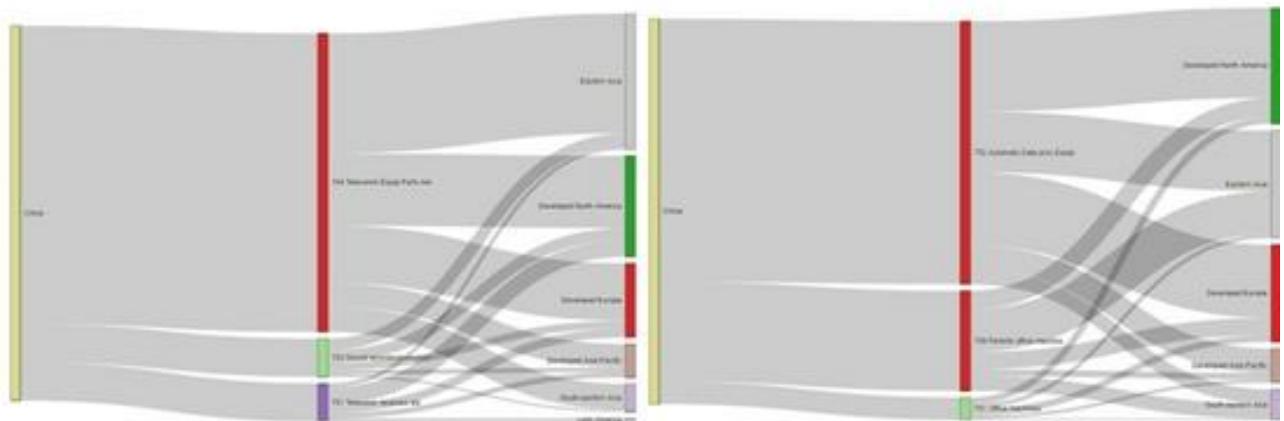
正如上述分析，我们认为中国有能力通过自身市场、人力资本与数据要素优势，集中突破部分“卡脖子”的关键软件和算法技术。进一步，利用软件与算法的快速迭代和持续创新强化中国现有的七大优势产业链。在稳固现有价值链的竞争优势基础上，围绕一些数据敏感度较低且可贸易度较高的行业，不断提升中国软件技术与西方高端硬件技术间的依赖性，最终帮助中国顺利迈入全球中高端价值链。

图 2：中国七大优势产业链（接近 600 亿美元或以上净出口规模行业）

服装和配饰（中国对主要经济体净出口规模） 纺织（中国对主要经济体净出口规模）



电子电器（中国对主要经济体净出口规模） 办公设备（中国对主要经济体净出口规模）



一般工业设备（中国对主要经济体净出口规模） 金属制品（中国对主要经济体净出口规模）

预览已结束，完整报告链接和二维码如下：

https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=1_34537

