

通用人工智能导引下的产业组织技术基础

——基于机器学习算法的经济学分析

李怀政 何大安

摘要 生成式 AI 拉开通用人工智能 (AGI) 序幕的重要结果之一,是促动了产业组织技术基础的变化,这些变化的理论反映是经济学开始围绕人工智能技术开发和应用来研究数字产业化和产业数字化。在 AGI 导引下,人工智能技术是如何通过提升人工神经网络 (机器学习),使产业组织技术基础进一步发生变化? AGI 未来发展与产业组织技术基础之间存在什么样的关联?我们可否通过分析机器学习算法来解说这种关联?这样的研究至少包括以下内容:(1) AGI 对“算力、算法和数据”的综合处理,通过何种途径影响企业决策和产业组织架构;(2) 针对 AGI 的导引作用,经济学可考虑将产业组织技术基础、数字技术生态圈、数字经济生态圈等放置于同一框架展开分析;(3) AGI 未来发展以及产业组织技术基础的技术层级发生变化,可看成 AGI 导引下产业组织技术基础之于数字技术进步的逻辑基础。基于机器学习算法或人工神经网络对产业组织技术基础变化的导引作用,经济学有必要以机器学习算法作为内生变量来回答以上问题。

关键词 通用人工智能 (AGI) 机器学习 人工神经网络 产业组织技术基础

作者李怀政,浙江工商大学经济学院教授,浙江工商大学现代商贸研究中心教授(浙江杭州 310018);何大安,浙江工商大学人文社会科学资深教授,浙江工商大学现代商贸研究中心教授(浙江杭州 310018)。

中图分类号 F49

文献标识码 A

文章编号 0439-8041(2025)08-0045-10

一、引言

互联网应用、人工智能应用为标志的数字化转型,随着生成式 AI 的长足发展而进入通用人工智能 (Artificial General Intelligence, AGI) 的发展轨道。从 OpenAI 的 ChatGPT 大模型到 DeepSeek-R1 (V3) 大模型的横空出世,AGI 深不见底的“算力、算法和数据”的技术构成,凸现了机器学习算法或人工神经网络技术的博大精深。在 AGI 的导引下,产业组织技术基础受 AGI 技术层级变化的影响最为直接,但社会经济、文化乃至思想意识形态等也会在 AGI 导引下发生变化。从 AGI 技术发展的前景看,无论是依赖强大算力进行算法训练的 ChatGpt 或 Sora 大模型,还是运用人工神经网络的蒸馏技术降低算力成本而注重算法推理的 DeepSeek-R1 (V3),AGI 要达到的最高技术境界,都是试图用人工神经网络替代人脑神经网络。笔者曾根据这种网络替代的程度,将 AGI 技术层级划分为低、中、高三种形式^①,我们研究产业组织技术基础的变化,在一些分析场合仍然可考虑以这样的划分作为背景。

概括来讲,产业组织技术基础是指可以改变或决定企业投资经营决策的软硬件技术条件配置,以及与此相对应的技术、经济生态。AGI 技术层级变动之于产业组织技术基础变动,是一个涉及数字经济运行很多方

① 何大安:《通用人工智能的技术、经济与文化》,《学术月刊》2024 年第 11 期。

面的复杂问题：企业运用 AGI 技术的边际生产率变化，政府运用 AGI 技术进行宏观治理的效率差异，产业内提供的人工智能技术服务与采用人工智能技术的行业、企业数量及其比率的变化，数字产业化和产业数字化的格局变动及其发展趋势，AGI 技术对产品和服务数量、价格水平、就业率等变动的影响，等等。关于 AI 技术层级变动对产业组织技术基础的影响，哈尔·范里安^①曾围绕机器学习、数据特性及其权益归属和边际收益等，概要地对企业规模、定价、竞争和规模报酬等展开了关联于产业结构变动的分析。不过，在后期有关数字技术分析的文献中，学者们主要是结合 AI 应用对数字经济占 GDP 比率、就业率、产业转型、政府治理效率等问题进行分析，而对企业投资经营行为、产量和价格决定、竞争和垄断等问题并没有引起足够的关注。^② 其实，AGI 未来发展的重要图景之一，将是不断重塑产业组织技术基础。

经济理论研究之所以会出现以上情况，是因为学者们联系 AI 来分析宏观经济问题时，太注重于科技手段带来的商业效用、管理（治理）效率等的缘故。例如，学者们联系生成式 AI 模型研究经济问题时，关注点通常集中在人工神经网络（机器学习）的数据训练、优化、推理，集中在如何处理“算力、算法和数据”对商业效用的影响上。其实，数字经济下企业经营、政府治理的效率基础，是信息通信技术、互联网、大数据、人工智能等相互渗透和融合所构筑的数字技术生态圈，产业组织技术基础与数字技术生态圈之间存在关联。

未来学家、大数据专家和社会物理学家对大数据和人工智能技术的前瞻性描述，在一定程度上和范围内涉及了数字技术生态圈的分析。未来学家认为，万事万物的变化都可以通过大数据分析得以揭示，都可以通过数字技术而解析为“算法”^③；大数据专家认为，大数据分析具有多维度、完备性、兼容性、包容性和纠错能力^④；社会物理学家认为，建立在硅基文明基础上的大数据思维，将有助于人们依据现有数据来推测未来数据。^⑤——数字技术生态圈是人类挖掘、搜集、储存、整合、分类、加工和处理大数据的结果，而产业组织技术基础的形成，则是大数据分析技术广泛运用于企业产供销活动的结果。当人们运用信息通信技术、大数据技术、互联网技术和人工智能技术等投资经营和宏观治理时，数字化转型会改变原有的产业组织技术基础。理解这一点很重要，它是我们解说 AGI 未来发展与产业组织技术基础相互关联的分析基点。

数字经济下产业组织技术基础的变化会导致产业组织架构的重塑，这种情形可抽象地划分为前后相继的两个阶段：（1）数字技术的广泛运用使产业组织技术基础得以重塑。（2）产业组织技术基础变化会致使微观经济基本格局变化。关于产业组织技术基础的分析性描述，前一阶段的重点，是分析数字技术发展（AGI 是其最高形式）如何构筑产业组织技术基础；后一阶段的分析重点，是分析产业组织技术基础变化对企业投资经营或产供销活动的影响。基于两阶段在现实中融合的事实，我们要分析 AGI 发展对企业投资经营的影响，要分析企业运用 AGI 内蕴的科技手段的选择行为。AGI 处理“数据、算法和算力”属于人工神经网络或机器学习技术，但从广义上讲，AGI 对数字技术生态圈的重塑，会越发显现出机器学习算法在这两个前后相继阶段中的作用，因而 AGI 就凸现出其对产业组织技术基础变化的推动力。是故，我们有必要把 AGI 引导下产业组织技术基础的变化作为一个专题来研究。

AGI 未来发展→产业组织技术基础重塑→产业组织架构变化，是数字经济发展到一定高度会出现的一条

① Hal Varian, “Artificial Intelligence, Economics, and Industrial Organization,” NBER Working Paper, 2018.

② 例如，McKinsey & Company（2017）、泰普斯科特（2016）、尼葛洛庞蒂（2017）等尤为关注数字经济规模占国民经济比重的分析，Jones, et al（2020）构建了以数据为要素的内生经济增长模型，运用大数据分析来解说生产效率的提升，分析了机器学习、计量经济学的不同因果推理（Athey, 2018）；国内学者对中国数字经济增加值和结构变动进行了测算和分析（蔡跃州、牛新星，2021），对数据要素通过何种机制影响经济增长进行了研究（徐翔、赵墨非，2020），对机器学习技术之于厂商市场预测的改进进行了分析（洪永森、汪寿阳 2021）。参见 McKinsey & Company, *Digital China: Powering The Economy to Global Competitiveness*, New York: McKinsey & Company, 2017；唐·泰普斯科特：《数字时代的经济学》，毕崇毅译，北京：机械工业出版社，2016 年；尼古拉·尼葛洛庞蒂：《数字化生存》，胡泳、范海燕译，北京：电子工业出版社，2017 年；Jones, Charles I., and Christopher Tonetti, “Nonrivalry and the Economics of Data,” *American Economic Review*, 110(9), 2020, pp. 2819–2858；Athey S., “The Impact of Machine Learning on Economics,” in *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, National Bureau of Economic Research (ed.), 2018, pp. 507–547；蔡跃州、牛新星：《中国数字经济增加值规模测算及结构分析》，《中国社会科学》2021 年第 11 期；徐翔、赵墨非：《数据资本与经济增长路径》，《经济研究》2020 年第 10 期；洪永森、汪寿阳：《大数据如何改变经济学研究范式？》，《管理世界》2021 年第 10 期。

③ 尤瓦尔·赫拉利：《未来简史：从智人到神人》，林俊宏译，北京：中信出版社，2017 年，第 354–361 页。

④ 维克托·迈尔·舍恩伯格：《大数据时代》，周涛译，杭州：浙江人民出版社，2012 年。

⑤ 阿莱克斯·彭特兰：《智慧城市——大数据与社会物理学》，汪小帆、汪容译，杭州：浙江人民出版社，2015 年，第 7–19 页。

逻辑链，这条逻辑传递链在 AI 运用初期只是雏形，但在 AGI 迅速发展的今天已经十分清晰。我们可以将 AGI 导引的这条逻辑链理解为：人工神经网络技术或机器学习算法被广泛运用于企业投资经营，从而使产业组织技术基础和产业组织架构产生变化。事实上，企业运用人工神经网络技术进行产品设计、生产管理、质量控制、市场预测等过程，也就是企业将 AGI 大数据分析技术一般化的应用过程。当众多企业能够将 AGI 内蕴的机器学习技术广泛运用于投资经营时，产业组织技术基础就会上一个新台阶。经济学需要特别关注这种新技术台阶，需要分析它在多大程度和范围内能够使企业相对准确预测市场供求，需要解释它如何才能使企业准确确定产量和价格，需要说明它如何使企业改变竞争路径，需要解析它如何重塑产业组织架构。

机器学习算法是 AGI 技术的核心，它用什么级别的算力支撑人工神经网络技术来处理何种级别的数据，构成了 AGI 最主要的内容。经济学需要关注的，是机器学习算法所表征的 AGI 技术层级对产业组织技术基础的作用过程，以及对产业组织架构的影响。基于产业组织架构的内涵和外延，我们可从以下几方面理解产业组织技术基础的功能：（1）对产品和服务数量及价格确定的作用；（2）对企业产供销活动所采用的技术手段的影响；（3）奠定企业之间行为互动及其竞争路径选择的技术基础；（4）通过研发新科技产品来推动技术层级变动，等等。这些功能所型构的图景在短期和长期有不同的规定（可以 AGI 为例），它在短期内会引发技术变革，但只有在长期内才会改变产业组织技术基础和产业组织架构。主流经济学关于产量和价格、竞争和垄断、市场占有率、经济增长等的研究，是以既定的工业化产业组织技术基础为分析前提，尽管这些研究对科技因素有一定程度的重视，但很少以科技为主线对产业组织技术基础变化展开专门的研究。AGI 正在塑造着新的产业组织技术基础，我们要重视数字经济下的这种新情况。

二、AGI 神经网络及其技术外溢的经济学理解

AI 神经网络技术分为监督学习、无监督学习、强化学习、深度学习等，较之于专用 AI，生成式 AI 神经网络技术的突破性，在于它能够预训练数据，并具有对算法进行优化和推理的强大算力能力。正是基于这种能力，生成式 AI 被划归 AGI 大模型，如 ChatGpt、Sora、DeepSeek 等。生成式 AI 可看成 AGI 初级发展阶段的产物，其科技层级不断提升代表着 AGI 的未来。这里需要讨论的问题是，若 AGI 进入中后期发展阶段，它是否会改变生成式 AI 模式，AI 神经网络技术会不会催生新的机器学习算法。其实，无论生成式 AI 模式或 AI 神经网络技术发生怎样的变化，机器学习算法始终是 AGI 的关键技术，大数据分析始终是机器学习算法的技术主干。我们对 AGI 神经网络技术运用的经济学考量，可围绕机器学习算法与大数据分析的关联来展开。

（一）AGI 神经网络技术基础是人类挖掘、搜集、整合、储存、加工和处理大数据的能力，该能力决定机器学习算法的技术层级

机器学习算法可概括性地理解为：为了解决特定问题或实现特定目标，AI 神经网络技术所遵循的一套步骤或规则，主要有文本输入、中间处理步骤、文本输出等三个阶段构成，AGI 神经网络技术是迄今为止的最高技术层级。以 ChatGPT 的机器学习算法为例，在文本输入阶段，它离不开精准技术提示（prompt）；在中间处理步骤阶段，它要对诸如 prompt 格式、上下文格式或其他样本格式进行预训练（pre-trained）、优化和推理；在文本输出阶段，它给出了解决特定问题或特定目标的文本输出。这三个前后相继阶段的衔接，需要有服务器（芯片）、算力（芯片）和 IDC 数据中心等软硬件的支持。在以上机器学习算法的三阶段，AGI 便显示出要比专用 AI 高得多的技术层级。从人工智能技术发展看，机器学习算法的技术史，也就是 AI 神经网络技术的创新史。

我们对 AGI 神经网络技术展开经济学考察，先要从机器学习算法所内蕴的大数据分析来认识：（1）依据特定问题或目标来输入智能化文本，这样的文本输入格式是通过海量数据进行挖掘、搜集、整合和储存才能完成；（2）中间处理步骤的数据预训练、优化和推理，要运用人工神经网络技术（机器学习）对海量数据进行加工和处理；（3）文本输出则实现了特定问题或目标的数据处理，它标志着一轮机器学习算法的终结。专用 AI 向 AGI 的技术发展表明，机器学习算法所内蕴的大数据分析技术会不断提高。例如，生成式 AI 向 AGI 发展，从基本语言单元（token）输入到预训练和推理，其注意力（attention）模型向网络架构（transformers）模型的转换，便是大数据分析技术层级提高的结果。关于这种转换，与其说它是机器学习或人工神经网络技术的提升，倒不如说在本质上是大数据分析技术层级的提升。人工神经网络技术一直是 AGI 未

来发展的核心，这个核心就是人工神经网络替代人脑神经网络。

经济学对机器学习算法阶段性的“感悟”，不是对数据预训练和推理过程的参数构成及其变动的解说，那是人工智能专家和计算机专家的活。针对人工神经网络替代大脑神经网络的技术发展，经济学要关注的，是这一发展在挖掘、搜集、整合、储存、加工和处理大数据的技术层级变化，并据此说明 AGI 神经网络技术外溢对宏观经济运行的影响。AGI 神经网络技术层级的划分，是一项要求有哲学思维的抽象研究工作，我们可考虑通过机器学习算法，将人工神经网络对人脑神经网络的局部替代、大部分替代、完全替代，作为划分 AGI 神经网络技术层级变动的依据。需要明确的是，生成式 AI 是人工神经网络对人脑神经网络的局部替代，AGI 神经网络技术的未来发展将长期处于局部替代与完全替代之间的大部分替代阶段，机器学习算法在这个替代阶段还有漫长的路要走，至于能不能走完这段路而实现完全替代，我们既不能全然坚信也不应该断然否定。

（二）经济学可用机器学习算法作为参照，对 AGI 神经网络的技术外溢如何影响微观经济活动展开分析

随着硅基文明的突飞猛进，AI 各种芯片已成为人工神经网络技术的载体，如服务器芯片、储存芯片、算力芯片、算法芯片等。这些芯片在表征人工神经网络之技术高度的同时，也代表着大数据分析的技术层级，认知这一点非常重要。在笔者看来，机器学习算法对制造业和服务业的技术外溢，已成为大数据分析 with 微观经济活动关联的纽带。AGI 技术外溢对生产、交易、消费、就业等所带来的场景，很容易使人们偏重于机器学习算法的具体分析。例如，一些学者把低层级特征数据与高层级特征数据结合起来，对多层次人工智能神经网络展开深度学习。^① 再例如，针对无监督学习会产生“机器意识”的景况，一些学者跨越了具体的机器学习技术对人工神经网络技术未来发展，展开了涉及对 AGI 有可能产生理性和情感的讨论。^② 但从 AGI 导引下产业组织技术基础的变化看，经济学需要研究机器学习算法所内蕴的大数据分析。

AGI 大模型的文本输入、中间处理、文本输出等包含的数字技术机理，可以从以下几方面理解：（1）文本输入是以搜集、加工和处理海量数据为前提，这些数据或已经出现或正在出现或尚未发生，AGI 要精准实现目标必须具有高超的大数据分析技术；（2）AGI 对数据预训练和推理的中间处理过程是机器学习算法，它的技术水准即是 AGI 神经网络的技术水准；（3）AGI 不同的文本输出代表着不同的机器学习算法或人工神经网络的技术层级，这些技术层级可以用人工神经网络对人脑神经网络的局部替代、大部分替代、完全替代来抽象描述。经济学以机器学习算法作为参照来分析 AGI 神经网络技术外溢，要研究人工神经网络技术外溢对微观经济活动的影响。

人工神经网络技术外溢会展现出数字技术生态圈对微观经济活动的全面映射，即信息通信技术、互联网、大数据技术以及各种人工智能手段，会通过这种技术外溢对微观经济活动发挥作用。在通常情况下，产业组织技术基础会随数字技术生态圈变化而变化，这便涉及数字技术各个子系统之间关联，但无论这些关联发生怎样的变化，AGI 技术外溢到制造业和服务业，一定会使产业组织技术基础发生改变。基于数字技术生态圈对产业组织技术基础有决定作用，在 AGI 技术没有发生突破的情形下，数字技术各个子系统之间的交互作用就会处于闭环状态，但这种闭环状态是靠既定的 AGI 技术维系的，它具体到对产业组织技术基础的影响，则是企业一旦运用这些既定的 AGI 技术，就可以在生产和流通领域增强市场势力和提高效益。关于 AGI 技术外溢对微观经济活动的影响，经济学需要结合 AGI 技术层级变动与市场制度、厂商行为等之间的相互联系来展开研究。

（三）AGI 神经网络技术外溢会在一定程度和范围内重塑市场调节机制，使厂商投资经营行为发生变化

这个问题的讨论属于微观经济学基础理论范畴。众所周知，微观经济学理论力图要解决的，是企业生产什么、生产多少和怎样生产的资源合理配置问题。具体地说，就是企业在市场经济体制下依据什么决策，根据什么确定产量和价格，采取什么样的途径进行市场竞争，以及会形成什么样的产业组织架构。微观经济学依据价格波动和供求变化等市场信号来解析资源配置，这一主流分析框架直到现在都没有改变。追溯其源，

① Lecun, Y., Bengio, Y., and Hinton, G., “Deep Learning,” *Nature*, 521(7553), 2015, pp. 436–444; Goodfellow, I., Bengio, Y., and Courville, A., *Deep Learning*, The MIT Press, 2016.

② Ray Kurzweil, *The singularity is near: when humans transcend biology*, New York: Viking Press, 2005; Ray Kurzweil, *How to Create a Mind: The Secret of Human Thought Revealed*, New York: Viking Press, 2012; Y. Bengio, G. Hinton, et al., “Managing extreme AI risks amid rapid progress,” *Science*, 384(6698), 2024, pp. 1–11.

大概是因为工业化时代不具有数字技术生态圈，企业只能根据市场信号进行决策的缘故。企业数字化转型尤其是 AGI 技术外溢到制造业和服务业所催化的 AI 多模态经营，企业边际生产率和市场预测能力的不断提高，产量和价格决定以及企业竞争路径选择等，越来越受到 AGI 技术外溢的影响。于是，价格和供求等市场信号对企业投资经营的影响力大大减弱，纯粹以价格和供求等为核心的市场机制的调节范围开始收缩，这给微观经济学基础理论的创新打开了一扇窗口。

这扇创新窗口的出现是基于以下事实：数字经济下的产量和价格决定以及竞争和垄断的形成路径，已不像以前那样完全受市场机制调节，也就是说，过去企业主要依据市场信号的事后决策，开始转向主要运用科技手段的事前决策。市场机制调节范围开始收缩的事实，给我们以下启示：（1）大数据直面企业投资经营实际，经济学可以舍弃诸如无差异曲线、预算线、生产可能性边界等抽象假设和推论；（2）机器学习算法或神经网络技术会通过制造业和服务业的技术外溢，提升企业大数据分析能力和扩大数字化转型的覆盖面；（3）数字技术生态圈的科技层级会随 AGI 不断升级，从而带动数字经济生态圈发展；（4）市场调节机制不再完全由价格波动和供求关系的作用机理独占，大数据分析技术会成为确定产量和价格之市场调节机制的新内容。——AGI 神经网络技术外溢对市场调节机制的重塑，使企业投资经营的决策行为发生变化，微观经济学需要关注这一基础理论问题。

这一基础理论问题需要讨论的：（1）AGI 是否会出现独立于人类的（机器）意志。例如，无监督学习不接收科学家任何输出要求，但其机器学习算法有可能在训练和推理中找到隐藏模型，以至于根据这些隐藏模型的分布结构“训练”出反映“机器意识”的输出结果。再例如，通过环境互动及其反馈的强化学习，其机器学习算法通过建立“奖励”和“惩罚”的自我调节机制，也可以获取旨在实现最大化“奖励”的反映“机器意识”的输出结果。（2）企业运用机器学习技术会在多大程度和范围内提高边际生产率和市场预测能力。（3）AGI 技术层级提升及其技术外溢对市场调节机制的重塑。（4）AGI 技术运用对企业理性决策行为的改变，以及与此对应的产业组织架构的变化。很明显，以上讨论都是基于内蕴着大数据分析的 AGI 改变了产业组织技术基础，因此，我们对 AGI 未来发展的分析离不开对产业组织技术基础的研究。

三、AGI 促动产业组织技术基础变化的机理分析

数字技术生态圈呈现以下画面：信息通信技术正在消除数据时滞并试图彻底实现万物互联，互联网平台解决了厂商与厂商、厂商与消费者之间的行为互动，大数据技术可全方位搜集、加工和处理各种类型的数据，AGI 机器学习算法技术使各种 AI 应用模式落地。AGI 是数字技术生态圈中最高科技层级的代表，我们要重视 AGI 促动产业组织技术基础变化的机理。同时，针对 AGI 未来发展与产业组织技术基础之间的关联机理，我们要紧扣机器学习算法，从人工神经网络替代人脑神经网络的技术创新来展开分析，而不是专对产业组织技术基础变化所导致的某些经济问题或其他社会问题做文章。

（一）大数据思维是 AGI 技术形成、技术升级和技术创新的基础

大数据思维可以“一切用数据说话”概括，但也不是如此简单，其要义是人们用大数据分析为决策依据的因果思维，代替纯粹以事物现象形态的互动为决策依据的机械因果思维。一句话，大数据思维意味着企业的制度建立以及决策和行为的实施等都要以大数据分析为根据。AGI 对同类大模型的技术升级或大模型类型的技术创新，都是信息通信技术、大数据技术、互联网技术、人工智能技术等综合应用的结果。如果人类没有坚持大数据思维或坚持得不彻底，以上各种技术便不可能达到创新 AGI 的技术高度，数字技术生态圈也不可能立竿见影地影响产业组织技术基础。这是一种需要透视数字经济运行层面才能察觉的机理，它蕴含在企业产供销决策、产量和价格决定、竞争和垄断路径选择等的现实行为中。

AGI 技术本质是大数据分析技术，它的技术外溢会影响企业投资经营决策、进而影响到产业组织技术基础的变化。从 ChatGPT、Sora、DeepSeek 等大模型的实际运作看，AGI 是技术提示和输出效应的智能化，而机器学习算法或人工神经网络是这种智能化的技术主干，ChatGPT 语言大模型和 Sora 视频大模型的技术特征显示了 AGI 的未来发展方向。生成式 AI 提升预训练（pre-trained）的机器学习算法，就是注意力（attention）关注模型转换成网络架构（transformers）模型的神经网络技术，是人工智能神经网络替代人脑智能神经网络的技术手段。撇开 AGI 智能化输入的数据训练过程，撇开 AGI 文本输出的超强语言能力、知识能力和逻辑能

力,撇开 transformers 模型具有的人机对话的普适性,机器学习算法或人工神经网络技术,本质上是大数据思维的产物。虽然,大数据思维并不直面产业组织技术基础,但它会致使产业组织技术基础产生变化,据此,我们可以将大数据思维看成促使产业组织技术基础变化的底层机理。

(二) AGI 处于不同技术层级,它对产业组织技术基础将会有不同的影响

AGI 技术外溢能在多大程度上提高制造业和服务业的边际生产率和市场预测能力,一方面取决于 AGI 技术外溢的覆盖面,另一方面要取决于 AGI 智能化处于何种技术层级。换言之,我们分析 AGI 未来发展与产业组织技术基础的关联,可以分别从 AGI 技术外溢覆盖面及技术层级差异来考察。如果说技术外溢覆盖面的影响比较直观,即覆盖面越广影响越大,那么,从技术层级高低来考察它对产业组织技术基础的影响,则需要从 AGI 技术层级高低与企业投资经营的不同组合所产生的不同程度的影响力来进行研究。在理论上,对 AGI 技术层级作出划分是一件很困难的事。人脑神经网络是由十万亿神经元构成,而现阶段 AGI 人工神经网络只能“模拟”千亿级神经元,因此 AGI 智能化要全面替代人脑神经网络仍然困难重重。一种可供经济理论对之作出划分的思路,是依据这两种神经元替代的程度来划分 AGI 智能化的技术层级,以描述 AGI 未来发展对产业组织技术基础变化的作用力。

人工智能专家试图对人工神经网络替代人脑神经网络做出定量分析,从而为划分 AGI 智能化技术层级提供依据,不过,目前还不具备这样的定量分析水平。以 ChatGPT 为例,有学者将不同类型人群与 ChatGPT 进行过智商水平比较,如著名的“巴西智力测试”,曾得出聊天机器人智商分优于高等学位者甚至高于大学教授^①;也有学者认为 ChatGPT 自然语言可执行文本生成和语言翻译等的智能化正逐渐接近 AGI 智能^②,但这些研究只是说明 ChatGPT 对文本输入具有概率优化的回答输出功能,还算不上对确定性事实的准确回答。这种状况说明,ChatGPT 只是对人脑神经网络的局部替代。经济学根据什么来衡量 AGI 技术层级呢?如果不能回答这个问题,经济学就难以解读 AGI 导引下产业组织技术基础变化的深邃机理。

AGI 机器学习算法所完成的文本生成和语言翻译等智能化,其人工神经网络替代人脑神经网络的技术层级,要低于机器学习算法能够模拟情感、理性的技术层级;AGI 模拟情感、理性的机器学习算法,要低于人工神经网络可以产生 AI 意识的技术层级。这里有一点需要说明,AGI 人工神经网络与机器学习算法是同一技术的不同表述,我们用机器学习算法解析 AGI 技术层级,实际上就是用人工神经网络替代人脑神经网络来衡量 AGI 技术层级。值得经济理论研究的是,即便 AGI 人工神经网络处于局部替代人脑神经网络的技术阶段(如 ChatGPT、Sora、DeepSeek),它对产业组织技术基础的影响也是显著的。这是因为,机器学习算法处于局部替代人脑神经网络的技术层级,其技术外溢到制造业和服务业会大大提高企业市场预测能力,能够在很大程度上解决企业生产什么、生产多少以及怎样生产问题,使企业能够在较高技术层级上确定产量和价格,使企业能够运用较高级技术进行竞争,从而使产业组织技术基础发生变化。

当 AGI 机器学习算法能够实现对人脑神经网络的大部分替代,甚或在未来有可能进入全面替代人脑神经网络的技术层级时,制造业和服务业就可以运用更高的 AGI 外溢技术来展开投资经营,其市场预测能力、产量和价格确定能力、竞争路径选择能力等,较之于人工神经网络只能局部替代人脑神经网络的技术层级阶段,它们对产业组织技术基础的影响就会出现翻天覆地的变化。因此,AGI 技术外溢对产业组织技术基础的影响,要受到人工神经网络技术层级的约束。我们可以将产业组织技术基础随 AGI 不同技术层级的变化而变化,理解为是 AGI 技术外溢促动产业组织技术基础变化的一种内在机理。经济学对这一机理的研究,将有助于建构数字经济下微观经济学的基础理论框架。

(三) AGI 导引下产业组织技术基础变化,会改变工业化时代的产业组织架构

工业化背景下的产业组织架构,是企业产供销的上下游关联、区域资源分布、产业集群、产品(服务)市占率、竞争和垄断结构等所形成的综合体。产业组织技术基础之于产业组织架构的作用,是产量和价格决定、竞争和垄断形成路径、产业结构调整等的动态演变。在市场体制模式下,产品和服务数量取决于供求关

① Campello de Souza et al., *Are the New AIs Smart Enough to Steal Your Job? IQ Scores for ChatGPT, Microsoft Bing, Google Bard and Quora Poe*, 2023. 04. 07, <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4412505>.

② Chen L., Chen X., Wu S., et al., “The future of ChatGPT-enabled labor market: A preliminary study,” *arXiv*, 2304.09823, 2023, pp. 1–11.

系和价格波动，企业竞争和垄断路径等会在一定程度上取决于科技发展的现实，通常会驱动企业以科技为手段并利用市场机制来排斥对手以扩大市场占有率，而产业结构调整之动态，则是企业之间、企业与消费者之间在投资、产供销、消费上行为互动的结果。由于产品和服务的市场出清与投资和生产、交易方式、供应链、地理区位、运输成本等密切相关，产业组织架构便呈现出产品和服务上下游关联、区域经济结构、供应链衔接、运输成本约束等为内容的垂直整合状态。因此，工业化背景下的产业组织架构对应于该背景下的产业组织技术基础。主流经济学关于产业组织理论的研究，主要是基于这样的背景来分析和论证的。

一些学者曾对互联网交易、数字化与经济摩擦、数字化政府与宏观管理等问题进行了分析，但这些分析尚不是对产业组织技术基础变动的专门研究。^① AGI 作为数字技术及其综合运用的凝结，其导引产业组织技术基础变动以下列场景为前提：互联网交易平台的“时空统一、同步并联、实时评价”，打破了产业垂直整合架构的上下游关联和区域结构等的约束；企业不像过去那样主要依赖市场信号来预测投资经营决策或产供销活动，而是运用 AGI 人工神经网络技术；企业开始用 AGI 机器学习算法所内蕴的技术作为市场竞争手段，以解决企业之间、企业与消费者之间错综复杂的行为互动。概言之，当企业能够运用 AGI 机器学习算法准确预测市场供求，产业组织技术基础将不可避免地发生改变，产业组织会从垂直整合架构转变为网络协同架构。

从产业组织网络协同架构的形成进而具体到 AGI 机器学习算法对制造业和服务业的技术外溢来讲，产业组织的网络协同架构受数字技术进步及其应用范围的制约会呈现以下图景：信息通信技术达到一定高度→互联网技术应用扩张→数据的搜集、加工和处理会达到的技术层级→AI 大模型的强大算力支撑→机器学习算法完成特定目标和任务→AGI 技术全面外溢于制造业和服务业→产业组织技术基础发生明显改变。这些反映数字技术进步及其应用扩张的“箭头”，在说明 AGI 机器学习算法是重塑产业组织架构的重要技术的同时，也在一定程度上揭示了 AGI 导引下产业组织技术基础变化的机理。我们研究 AGI 机器学习算法对产业组织架构的影响，重点要放在 AGI 技术层级的提升上。一方面，AGI 导引下的产业组织技术基础变化的程度和范围，是由 AGI 技术层级决定；另一方面，AGI 机器学习算法的技术层级提升在改变产业组织架构的同时，对决定产业组织技术基础的数字技术生态圈和数字经济生态圈也会发生影响。经济学对 AGI 未来发展与产业组织技术基础关联的分析，离不开对这两个生态圈的研究。

四、AGI 机器学习算法之于数字生态圈的理论分析

数字生态圈=数字技术生态圈+数字经济生态圈。如上所述，数字技术生态圈对产业组织技术基础具有直接作用力，它可以通过最先进技术得以显现，如 AGI 机器学习算法对产业组织技术基础的影响。同时，最先进的数字技术会经由数字技术生态圈，并通过技术、经济和文化对数字经济生态圈产生影响。这是因为，数字技术生态圈是数字经济生态圈的子系统，当前者发展到一定高度时，对后者的作用力会通过数字技术外溢而使社会经济和文化等发生变化。学术界有关 AI 未来发展将会引发失业问题的讨论，便是数字技术外溢对社会经济和文化等发生影响的例证。基于最先进技术对这两个生态圈的影响，我们考察数字经济下产业组织技术基础的变化，有必要分析 AGI 机器学习算法与这两个生态圈的关联。

（一）通过划分产业组织技术基础的技术层级，对 AGI 机器学习算法与数字技术生态圈展开关联分析

产业组织技术基础的主要内容，说到底，就是影响或决定企业投资、生产、交易、竞争、垄断等的硬件技术及其应用的条件配置。现实中，数字技术生态圈的科技层级，取决于数字技术软硬件及其应用手段。依据“算力、算法和数据”对 AI 技术层级的内在规定，AGI 理应是当下数字软硬件及其应用手段的最先进技术。AGI 机器学习算法的每次重大的技术提升，都会引致产业组织技术基础变化，都会导致数字技术生态圈的变化。AGI 机器学习算法与数字技术生态圈的关联，要经由产业组织技术基础传递。经济学研究数字技术

① 例如，阿维·古德法布等人运用实证模型对数字经济展开了分析，Farboodi and Veldkamp 通过建立类似索洛增长框架的数据经济增长模型，研究了非竞争性衍生性的数据要素积累对数字经济运行的影响。但从严格意义上讲，这些分析主要是针对数字经济现象形态的研究，并没有关注产业组织技术基础的变动。参见阿维·古德法布、谢恩·M. 格林斯坦、凯瑟琳·E. 塔克：《数字经济的经济分析》，赵志云等译，大连：东北财经大学出版社，2021 年；M. Farboodi and L. Veldkamp, “A Model of the Data Economy,” NBER Working Papers, 2021, No. 28427. C。

生态圈，首先要分析产业组织技术基础的变化。为分析方便计，我们可以将产业组织技术基础划分为初等技术层级（层级Ⅰ）、中等技术层级（层级Ⅱ）和高等技术层级（层级Ⅲ），并分别从这三个技术层级来分析 AGI 机器学习算法与数字技术生态圈的关联。

根据数字化实践，产业组织技术基础层级Ⅰ是企业的数字化转型。在层级Ⅰ阶段，企业采用了互联网和专用 AI 等外溢技术，企业通过搜集、存储、整合、分类、加工和处理大数据，对投资经营实施数字化产供销管理和数字化市场预测，意味着企业互联网+逐步向人工智能+的过渡。层级Ⅰ下的数字技术生态圈表明，AGI 机器学习算法尚处于端倪状态，产业组织技术基础并不反映 AGI 机器学习算法与数字技术生态圈的关联。在层级Ⅱ阶段，数字技术生态圈技术提升，数字技术应用开始得到大数据分析、互联网平台、数据云、云计算、专用 AI 等的支撑，生成式 AI 大模型纷纷出现，产业组织技术基础的经济主体是人工智能+企业，AGI 机器学习算法的覆盖面开始扩大，数字技术生态圈随产业组织技术基础提升而提升。目前世界 AI 技术领先国家的产业组织技术基础正接近层级Ⅱ。

产业组织技术基础之层级Ⅲ，是反映“算力、算法和数据”的智能模块、智能芯片等贯穿人工神经网络的技术顶峰阶段，或者说，AGI 机器学习算法已走向可以产生理性和意识的阶段。在层级Ⅲ阶段，产业组织技术基础是关联 AGI 机器学习算法与数字技术生态圈的中介，它是推动数字经济运行的技术底座。但要说明的是，产业组织技术基础从层级Ⅱ进入层级Ⅲ是很困难的事，层级Ⅲ意味着 AGI 机器学习算法可以在不受人类“监督”下，可以“解决”理性思维和情感意识等问题，意味着 AGI 机器学习算法达到了人工神经网络可以全面替代人脑神经网络的技术标准。关于这种全面替代，学术界争议颇大，我们姑且不论这种替代的可行性，仅就这种替代会涉及产业组织技术基础的变化而论，则需要分析 AGI 机器学习算法与数字技术生态圈的关联。

（二）数字技术生态圈在时间和空间上有不同的规定，这对产业组织技术基础变化有不同影响

数字技术生态圈的内容非常宽泛，它包括一切数字技术的软硬件开发、创新、应用及其融合所产生的场景和效应，但无论它的内容多么宽泛，技术进步和创新始终是这种场景和效应的决定因素。AGI 机器学习算法作为最先进的数字技术，它对数字技术生态圈的推动是一个复杂且漫长的过程。当 AGI 机器学习算法的创新局限于单项技术的突破时，如发生在信息通信技术方面，它只能局部重塑数字技术生态圈，并不能重塑数字技术生态圈整体；只有当 AGI 机器学习算法在所有技术领域出现全面创新，它才有可能全面重塑数字技术生态圈。因此，AGI 机器学习算法的技术提升对数字技术生态圈的推动，有单项技术创新和全面创新的场景和效应之别，从而对产业组织技术基础有不同的影响。这可以理解为是 AGI 机器学习算法技术创新对数字技术生态圈重塑的空间约束。当空间约束明显时，产业组织技术基础就不会发生很大的变化。

产业组织技术基础与数字技术生态圈实际上是同一枚硬币的两面，AGI 机器学习算法创新可谓是两者齐头并进的技术催化剂。这个催化剂在受到空间约束的同时，也要受到时间的约束。从短期看，AGI 机器学习算法很难出现持续性的技术创新，并且创新技术在短期内很难外溢到制造业和服务业的投资经营或产供销活动之中，即便创新技术能够被制造业和服务业运用，但由于企业短期内很难消化和掌握这些创新技术，并且企业对技术的诉求也不可能迅速反馈给技术创新者。因此，AGI 机器学习算法与产业组织技术基础之间的短期关联是弱相关，对数字技术生态圈的重塑也不甚明显。以上推论是基于 AGI 机器学习算法是信息通信技术、互联网技术、大数据技术、人工智能技术等凝结的判断，我们可以将 AGI 机器学习算法看成数字技术生态圈发生变化的指示器。换言之，只有当 AGI 机器学习算法不断创新时，产业组织技术基础才会不断被重塑。

但从长期看，随着人类对“算力、算法和数据”掌控能力的迅速提高，AGI 机器学习算法会出现持续性的技术创新，这些创新在长期内会外溢到制造业和服务业的投资经营或产供销活动之中，企业技术诉求可以通过 AGI 机器学习算法创新而得到解决，从而可以消除 AGI 机器学习算法与产业组织技术基础关联在短期内的空间约束。AGI 机器学习算法与产业组织技术基础之间在长期内的强相关，可以让数字技术生态圈得到技术升级。对现实中产业组织技术基础进入层级Ⅰ，尤其是从层级Ⅰ上升到层级Ⅱ的理论解析，要围绕短期内弱相关、长期内强相关来展开。不过，层级Ⅲ阶段的产业组织技术基础，要以顶端的人工神经网络技术为前提，我们在理论上解析层级Ⅱ到层级Ⅲ的转变会涉及一些超越技术范围的问题，即要涉及对人工神经网络替代人脑神经网络场景和效应等的讨论。

（三）AGI 机器学习算法的技术层级变动，会决定数字经济生态圈的不同维度

学术界在相当长时期内对人工智能是否会产生意识问题进行了讨论。人工智能之父辛顿^①认为，AGI 依据强大算力和运用人工神经网络系统对算法的处理，使机器学习模拟人脑神经网络的技术日益提升，反映了 AGI 对外部世界的感知体验功能。辛顿的观点实际上是对“感知体验仅是人类依据现有知识系统描述外部世界”之传统理念的质疑，强调感知体验并不完全被人心独占。由于 AGI 独立于人类意志所具有的功能，已在无监督学习和强化学习上得到反映，这两种神经网络技术便可以通过对数据的训练和优化，推论出具有“人工神经网络意识”的输出结果。对此，经济学要解释的问题是，人工神经网络对人脑神经网络替代，会在多大程度和范围内改变数字经济生态圈维度。

这里所说的数字经济生态圈维度，是对数字技术渗透人类社会活动从而影响人类行为方式的刻画。如上所述，人工神经网络对人脑神经网络可以有局部替代、大部分替代和全面替代。从机器学习算法的难易程度看，ChatGPT 语言大模型实现了局部替代，而预测蛋白质结构的 AlphaFold 大模型，则可认为是介于局部替代和大部分替代之间的一种替代。随着 AGI 机器学习算法的不断进步，未来必定会出现更高级神经网络的 AGI 大模型，但 AGI 要达到全面替代仍是困难重重。当下，ChatGPT、Sora、AlphaFold 等渗透人类社会活动，从而对人类行为方式的影响，在就业、医疗等领域有明显扩散，它们在提高产业组织技术基础的同时，已经从技术、经济领域渗透到文化等领域。AGI 从技术到经济再到文化的渗透过程，是数字经济生态圈维度不断扩大的过程，是硅基文明逐步替代碳基文明的过程，针对这些过程的演变，经济学、社会学乃至政治学有许多内容值得研究。

假定未来 AGI 机器学习算法可以达到技术顶峰，则人工神经网络就有可能全面替代人脑神经网络，数字经济生态圈维度就会大大增加。事实上，数字技术生态圈维度的扩张在前，数字经济生态圈的扩张在后，如果我们以这两大生态圈为背景，透过 AGI 机器学习算法来解析产业组织技术基础的变化，并据此对企业决策行为、产量和价格决定、竞争路径选择、产业组织架构等展开分析，便是对 AGI 未来发展之于数字经济运行重要侧面的前瞻性分析。面对数字经济生态圈维度的不断扩大，经济学对数字经济的研究是不是要以 AI 哲学为背景呢？这个问题值得学术界思考。

五、几点理论感悟

AGI 导引下产业组织技术基础的变化，伴随着数字技术革命对微观经济制度、主体和行为等的重塑，经济学对之展开分析，要在揭示数字技术生态圈、数字经济生态圈与 AGI 关联的基础上，说明产业组织技术基础的变化。这样的分析理路几乎囊括了数字经济运行的方方面面。关于 AGI 与数字技术生态圈的关联，经济学对数字技术创新及其运用的解说，最能直接揭示产业组织技术基础的变动；关于 AGI 与数字经济生态圈的关联，则需要联系数字技术生态圈对它展开涉及技术、经济、文化的分析，才能通过多重且复杂的场景以揭示产业组织技术基础的变动；关于 AGI 与数字技术生态圈、AGI 与数字经济生态圈的关联，则必须关注它们的交叉场景，以便最贴近现实地揭示产业组织技术基础的变动。所以，就这些关联的复杂性来讲，本文对 AGI 导引下产业组织技术基础的分析，只是针对这些复杂性关联的一种粗线条式勾勒，尚存在一些要填补的理论分析空间。

经济学可考虑将数字技术作为研究产业组织技术基础变化的内生变量。基于机器学习算法（人工神经网络）是 AGI 技术核心且具有极强的技术外溢效应，我们可选择机器学习算法作为内生变量。这样的选择突出了数字技术创新及其应用对产业组织技术基础的作用。由于机器学习算法是一种技术过程，据此，可以尝试用它的技术层级变动来描述产业组织技术基础的变动。AGI 技术层级变动对应于产业组织技术基础、数字技术生态圈、数字经济生态圈的技术层级变动，经济学可以在理论上尝试建构一个技术层级分析系统，对 AGI 导引下的产业组织技术基础展开研究，这样的分析系统有助于对数字经济运行的全面描述，可以使我们通过分析 AGI 未来发展与产业组织技术基础的内在关联，延伸至数字技术生态圈、数字经济生态圈的分析，实现对数字经济理论研究的细化。

机器学习算法充满着技术过程的繁琐，但经济学对它的文本输入、中间处理步骤、文本输出等三个阶段

^① Y. Bengio, G. Hinton, et al., “Managing extreme AI risks amid rapid progress,” *Science*, 384(6698), 2024, pp. 1–11.

的解析,大体上可以揭示机器学习算法的层级变化脉络,从而推论出产业组织技术基础之层级变化的概貌,这是问题的一方面。另一方面,AGI 机器学习算法的技术外溢是重塑产业组织技术基础的关键,AGI 影响人类经济活动的一般图景是:在制造业和服务业能够消化和运用外溢的 AGI 技术的情况下,并且企业对应的诉求也可以得到解决的情况下,数字技术生态圈和数字经济生态圈就会进一步扩大和完善。这种图景给经济学打开了研究数字经济运行的窗口,经济学应该在分析机器学习算法之技术层级变化的基础上,论证机器学习算法成为内生变量的条件,将这个内生变量贯穿于微观经济活动的始终,从而尝试建构数字经济下的微观经济理论。

微观经济理论糅合于数字技术的创新和应用,是经济学家正在探索的专题。以专题的深度来讲,它集中体现在数字技术之于企业投资经营的内生化分析,这种内生生化分析可以从不同角度切入,但数字技术创新、技术层级变化的作用力是不可忽视的。就专题的宽度而论,微观经济理论要贴合于数字技术实际,首先需要以大数据分析来解说企业产供销或投资经营活动,即解释企业如何运用数字技术来决定生产什么、生产多少以及怎样生产,力图在微观层面对产量和价格决定给出有数字技术运用支撑的经济学论证;其次,要解释数字技术创新和应用对市场机制的重塑作用,研究数字经济下企业对产品和服务的市场认知的改变,从而在理论上对市场调节机制的新内容作出符合市场竞争实际的解析;再次,面对数字经济下产业组织架构的新格局,则需要用数字智能化和网络协同化来展开分析论证。不过,无论是从这个专题的深度还是从宽度来考察,经济学家要重塑微观经济理论,都必须紧扣产业组织技术基础、数字技术层级、数字生态圈化等进行研究。

[本文为国家社会科学基金面上项目“隐含能源贸易网络地位对中国能源定价权的影响机制及提升政策研究”(20BJY080)、国家商务部国内贸易智库浙江工商大学现代商贸研究中心重点项目“中国企业内外贸一体化经营机制、路径及支持政策研究”(1050KU1423001)的阶段性成果。何大安为本文通讯作者。]

(责任编辑:沈敏)

The Technological Foundation of Industrial Organization Guided by Artificial General Intelligence

—— Economic Analysis Based on Machine Learning Algorithms

LI Huaizheng, HE Da'an

Abstract: One significant outcome of generative AI heralding the advent of Artificial General Intelligence (AGI) is its impetus for changes in the technological foundation of industrial organization. The theoretical reflection of these changes is that economics has begun to focus digital industrialization and industrial digitization around the development and application of artificial intelligence technology. Under the guidance of AGI, how does AI technology further reshape the technological foundation of industrial organization by enhancing artificial neural networks (machine learning)? What is the relationship between the future development of AGI and the technological foundation of industrial organization? Can we interpret this relationship by analyzing machine learning algorithms? Such research should at least encompass the following aspects: the comprehensive processing of “computing power, algorithms, and data” by AGI, and how it affects enterprise decision-making and industrial organizational structures; in response to the guiding role of AGI, economics may consider analyzing the technological foundation of industrial organization, the digital technology ecosystems, and the digital economy ecosystems within a unified framework; regarding the future development of AGI and the evolving technological hierarchy of technological foundation of industrial organization, these phenomena may be interpreted as the logical basis for the technological foundation of industrial organization guided by AGI and the progress of digital technology. Based on the guiding role of machine learning algorithms or artificial neural networks in transforming the technological foundation of industrial organization, it is necessary for economics to answer the above questions by using machine learning algorithms as endogenous variables.

Key words: Artificial General Intelligence, machine learning, artificial neural networks, technological foundation of industrial organization