工作论文系列

Working Paper Series

人工智能的财富分配效应研究

刘凤良 吴孟非 徐少锋

ETBMWP2022028

2022.05.18

* 本刊编辑部推出工作论文项目,将"拟用稿"而尚未发表的稿件,以工作论文的方式在官网呈现,旨在及时传播学术成果,传递学术动态。

本刊所展示的工作论文,与正式刊发版可能会存在差异。如若工作论文被发现存在问题,则仍有被退稿的可能。各位读者如有任何问题,请及时联系本刊编辑部,期待与您共同努力、改进完善。

联系人: 李老师; 联系电话: 010-62515330

人工智能的财富分配效应研究*

刘凤良 吴孟非 徐少锋

[提 要] 人工智能对经济不平等的影响引起了学术界的广泛重视,但是现有研究以分析其对劳动收入不平等的影响为主,关于人工智能对财富分配从而对财产性收入不平等影响的相关研究尚有欠缺。本文通过构建一个连续时间异质性个体动态一般均衡模型,将人工智能对生产技术的影响看作一揽子偏向性技术进步,研究人工智能技术对财富分配的影响。分析发现,人工智能对财富不平等的影响在短期和长期表现有所不同,短期中人工智能技术的应用会提高经济中财富分配不平等程度,而长期中其财富分配效应则取决于人工智能对不同类型技术进步的促进程度。核心机制在于,人工智能技术进步的多样性在短期和长期中对资本回报率产生不同影响,短期中各类技术进步总是会提高资本回报率,而在长期,不同类型的技术进步对资本回报率的影响出现差异。基于以上结论,本文就中国如何在应用人工智能促进增长的同时预防不平等程度扩大提出了政策建议。

[关键词] 人工智能;财富分配;异质性个体动态一般均衡模型

一、引言

近年来,随着人工智能技术在生产领域逐渐显示出应用价值,包括中国在内的世界主要经济体开始将科技创新和产业升级聚焦于人工智能领域。^① 党的十九大报告提出"推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合"。2017年,国务院印发《新一代人工智能发展规划》,进一步将发展人工智能上升到国家战略层面。作为人工智能的重要载体,工业机器人使用量可以在一定程度上体现人工

智能对一国经济领域的影响。据国际机器人联盟 (IRF) 统计,中国已成为全球最大工业机器人市场;2019年,装机140492台,超过欧洲和美洲安装的机器人数量总和。可以预见,人工智能将对中国经济产生深刻的影响。

作为新一代通用技术,人工智能对经济增长的作用不可小觑,但已有学者指出,人工智能技术的应用可能会在贫富差距层面上引发一系列问题。② 在世界范围内收入和财富不平等加剧的当下,我们尤其需要对人工智能可能带来的分配效应给予足够的关注。总体而言,人工智能的应用对生产技术的

^{*} 刘凤良,吴孟非(通讯作者),徐少锋,中国人民大学经济学院,邮政编码:100872,电子信箱:wumengfei@ruc.edu.cn。本研究得到国家社科基金项目"中高速增长阶段收入分配调整与产业结构升级研究"(14AZD019)、国家社科基金项目"市场结构、企业进入和非平衡增长中的产业结构升级研究"(16BJL082)、中国人民大学科研究基金(中央高校本业务费专项资助)(20XNH047)的资助。感谢匿名评审人提出的修改意见,笔者已做了相应修改,本文文责自负。

① 根据中国通信院发布的《全球人工智能战略与政策观察》(2019): 2013 年以来,中国、美国、英国、日本、等 20 余个国家和地区发布了人工智能的相关战略规划或重大计划,推动人工智能的发展和应用已逐渐成为全球主要经济体共识。

② Korinek & Stiglitz (2017) 对人工智能潜在的负面效应做了较为全面的论述,他们尤其对人工智能很可能在未来造成技术性失业和收入分配问题表示出担忧。

影响可以被视为一揽子偏向型技术进步,其会促进 经济增长,也会改变各类要素的价格和份额。因 此,人工智能技术可以通过改变要素报酬分配、财 富积累速度等方式对贫富差距造成影响。本文的主 题就在于分析人工智能技术应用通过这些渠道对不 平等的影响。

在上一世纪50年代及之后的30多年中,世界 范围内的收入分配状况遵从着库兹涅茨假说 (Kuznets, 1955), 不平等程度趋于下降。但 80 年 代以来,世界各国的收入不平等程度却再次扩大, 并且这一趋势持续至今(见图1)。中国的收入不 平等也在1978年之后出现持续的扩大趋势(见图 2)。对于人工智能技术是否会扩大这一趋势,国内 外已有许多文献对此进行了研究。不过,现有文献 往往集中在人工智能对劳动收入不平等的讨论上。 Karz & Murphy (1992), Acemoglu (1998), Acemoglu (2002), Autor et al. (2006), Prettner & Strulik (2020) 等研究发现,技术进步的渠 道可以较好地解释美国劳动力市场极化以及技能工 资溢价的现象。近年来的文献将技术进步对劳动收 入差异的影响进一步地聚焦于自动化和人工智能 上,例如,Acemoglu & Autor (2011) 和 Autor (2019) 讨论了为什么自动化水平的提升会导致劳 动市场极化; Acemoglu & Restrepo (2018) 研究 了人工智能对不同技能工人的就业以及工资的影 响。近期,以中国视角研究人工智能对劳动工资影 响的研究也不在少数,例如,孙早和侯玉琳 (2019) 研究了在中国区域发展不平衡背景下,人 工智能技术应用如何影响劳动就业结构; 杨飞和范 从来(2020)研究了人工智能技术在生产领域的使 用是否有利于中国益贫式发展; 王林辉等 (2020) 探讨了人工智能技术的运用是否会加剧中国的劳动 收入不平等。

虽然劳动收入差异是总收入不平等的重要因素,但是财产性收入差异是总收入不平等的另一个重要因素。Piketty(2014)指出,相较于劳动收入,财产性收入的分配在社会中更加不平等。而财产性收入不平等则是由财富不平等所决定的,所以



图 1 欧美国家前 1%居民的收入占总收入的比重 资料来源: 世界不平等数据库 (World Inequality Database)

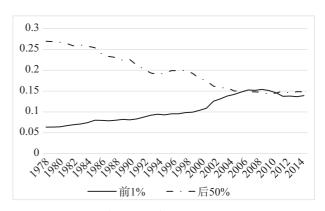


图 2 中国前 1%和后 50%居民的收入占总收入的比重资料来源: 世界不平等数据库 (World Inequality Database)

财富差异是一个劳动收入之外影响不平等的另一个重要因素。的确,中国的现实同样表明,财富不平等在贫富差距中扮演了更为重要的角色。从图 2 可以看到,1978 年中国前 1%和后 50%居民的收入占比分别为 6.35%和 26.96%,2015 年分别为13.66%和 14.86%。尽管收入不平等迅速拉大,但是对比财富不平等的扩大,仍显得相对温和。图 3 给出了中国 1995 年之后财富不平等的演变,前 1%居民所拥有的财富在 1996 年就已经超过了后 50%居民财富的总和,并且这一差距在之后迅速扩大。到 2015 年,前 1%居民所拥有的财富占比已 经是后 50%居民的 4.6 倍之多。

资本收入比^①也可以在一定程度衡量财富不平等在贫富差距问题上的地位。保持其他条件不变,资本收入比越高表明个体想通过收入累计获得社会的平均资本量所需的时间越长,财富不平等更难通过收入的渠道来缓解,同时社会阶级的流动性也更低。图 4 展示了 1990 年以来各国的资本收入比。从世界范围来看,二战之后各个主要经济体的资本收入比都出现了迅速提高的趋势,而且中国在这1978 年之后的增长尤为迅猛,在 2015 年时这个比已经达到了 710%。因此,在当下的中国,相比较劳动收入不平等,财富不平等可能是更重要的不平等因素。

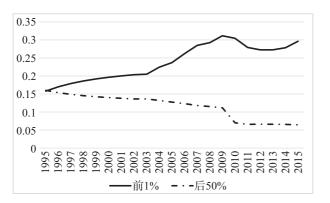


图 3 中国前 1%和后 50%居民的财富占总财富的比重

资料来源: 世界不平等数据库 (World Inequality Database)



图 4 世界主要经济体的资本/收入比

资料来源:世界不平等数据库 (World Inequality Database)

那么从短期和长期来看,人工智能在经济生产 中的应用是否会延续财富不平等扩大的趋势,抑或 是有助于缓解财富不平等?针对这一问题已有一些 相关研究,但总体而言还不完善,有待进一步深入 研究。Aghion (2017) 和郭凯明 (2019) 的研究 都表明人工智能技术的应用会提升资本收入份额, 进而表明可能会扩大总收入不平等。然而,这些研 究都是基于代表性个体的研究, 所以无法直接探讨 人工智能对财富不平等的影响。Moll et al. (2021) 在一个异质性个体框架下分析了自动化技术对不平 等的影响。在同时考虑了自动化对资本和劳动收入 的作用渠道条件下,他们的研究表明自动化水平的 提高会扩大经济中的收入和财富分配不平等。不 过,虽然对自动化水平的影响是人工智能技术的一 个重要特点,但却不能被视为人工智能的全部内 涵。本文的直接贡献在于,构建一个全面分析人工 智能对财产性收入和财富不平等影响的框架,深入 研究其产生的多方面作用机制,强调人工智能在长 期和短期中的分配效应的差异。

现有文献对人工智能技术的刻画可以划分为四 类:第一类是将人工智能视作一种可以替代传统资 本和劳动的高效率新型资本(Hanson, 2001; 郭 凯明, 2019); 第二类是把人工智能视作新型的自 动化技术 (Acemoglu & Restrepo, 2018), 人工 智能技术进步体现为资本可以从事任务范围的扩 大; 第三类是将人工智能技术进步纯粹地视作资本 或劳动生产效率的提高(Sachs & Kotlikoff, 2012; Nordhaus, 2015; Bessen, 2018); 第四类 是将人工智能技术的进步视作自动化技术和要素增 进型技术的组合(Aghion, 2017; 陈彦斌等, 2019)。由此观之,人工智能应用对经济生产方式 的影响本质上体现为一揽子偏向性技术进步。因 此,本文将人工智能技术对生产的影响刻画为其对 自动化、资本增进型、劳动增进型和希克斯中性技 术进步的促进, 从而尽可能全面体现人工智能的特 征,从更为一般的视角考察人工智能技术的发展对 于财富分配不平等所产生的影响。

① 指特定年份中一国的资本存量对当年国民收入的比值。

本文建立了一个连续时间异质性个体动态一般 均衡模型,并将人工智能在生产过程中表现出的技 术特点纳入模型之中,通过对模型的稳态均衡与转 移动态的研究,分析了人工智能技术应用的短期和 长期财富分配效应。我们在模型化经济时,采用了 Blanchard (1985) 永葆青春模型中居民的生灭过 程来刻画居民个体异质性,以此方式生成的财富异 质性既可以保持模型的简洁性又可以获得稳态时个 体财富分布函数的解析解;①代表性厂商使用劳动 和资本来生产总产品,生产过程采用基于任务的模 型来刻画。对理论模型的分析发现, 在短期中, 人 工智能带来的技术进步总是对财富分配产生不利影 响。但从长期来看,人工智能技术对资产性收入和 财富不平等的影响取决于人工智能对不同技术类型 进步促进的程度。具体而言, 若其促使自动化水平 提高,会扩大财富分配不平等;促使资本增进型和 希克斯中性的技术进步,会缩小财富分配不平等; 而推动劳动增进型技术进步,就不会对财富分配产 生任何影响。这四类技术进步各自呈现的分配效应 共同构成了人工智能技术总的财富分配效应, 因此 人工智能在长期中的总财富分配效应取决于它对不 同技术进步的促进程度。

上述结果的作用机制需要从三个方面予以解释:一是人工智能技术的分配效应来源;二是不同技术进步的分配效应存在差异;三是这些分配效应在长期与短期存在差异。第一,人工智能之所以会对财富不平等造成影响,是因为人工智能技术会影响资本回报率,资本回报率又会影响要素份额。当资本回报率增加时,原本富有的居民会获得更多的财产性收入从而提高其财富积累速度,扩大财富不平等;反之亦然。将居民的总财富分为人力财富和金融财富,资本份额提高会导致金融财富占总财富比例增加,原本富有的居民会相对变得更加富有;反之亦然。第二,不同类型的技术进步对资本回报率产生不同的影响,所以人工智能作用于不同技术类型的技术进步就会产生不同的分配效应。第三,

人工智能的财富分配效应在长短期中的差异来自于 其在长短期中对资本回报率的不同影响。短期中技 术进步总会导致资本相对劳动的稀缺,而长期中通 过资本积累这一机制,稀缺程度总是会不同程度得 到缓解,因此相比较人工智能的短期分配效应,长 期的分配效应总是较小的。

本文其余部分安排如下:第二部分介绍异质性 个体动态一般均衡模型的设定;第三部分求解模型 的一般均衡,并计算财富分布函数;第四部分使用 中国数据对模型进行校准,并进行数值模拟;第五 部分给出政策建议。

二、模型框架

(一) 居民

本文讨论人工智能技术对经济造成的财富分配效应,需要在异质性个体一般均衡模型的框架下进行研究,本文采用 Blanchard(1985)的永葆青春模型(Perpetual Youth Model)所描述的生灭过程对居民的个体异质性进行刻画。具体而言,假设经济中的居民个体在能力上没有差别,在死亡前可以同时从劳动力市场和资本市场上获得报酬,居民的死亡符合速率为p的泊松过程,即每个时刻居民都有p? dt的概率死亡。 是民个体的目标是最大化终生效用:

$$\int_{0}^{\infty} e^{-(\theta+p)t} \frac{c(t)^{1-\theta}}{1-\theta} dt \tag{1}$$

其中,主观贴现率 $\vartheta \in (0, \infty)$,相对风险规避系数 $\theta \in (0, \infty)$,单位时间内居民的死亡概率均为 $p \in (0, 1)$, c(t)表示 t 时刻的居民消费量。居民个体的预算约束满足:

$$a(t) = W(t) + r(t)a(t) - c(t)$$
 (2)

a 表示个体金融财富, a 表示个体金融财富的

① 根据 Gabaix (2009) 一个变量符合随机增长且有下界,其分布密度函数随时间趋向于幂律函数。

② 一个看似更加合理的假设方式是将这里的居民替换为家族,而将居民的死亡替换为一个家族的没落,但是两种假设方式对模型的分析结果并没有影响。

变化率,r 表示实际利率,居民收入分为工资收入 W 和资本收入 ra ,收入只用于消费和储蓄。经济中的居民数量为 L ,假设经济中的人口总量保持不变,居民死亡时没有遗赠,居民会在死亡的前一刻消费掉所有财富。每当一个居民死亡时会立刻有一个新居民出生从而保持经济中的总人口不变,新生居民的金融财富持有量为 0 。

对居民采用无能力差异且无遗赠的永葆青春模型刻化主要基于两点原因:第一,生成居民的财富异质性的同时也保证了模型的简洁性以及稳态时个体财富分布函数解析解的可得性。第二,尽管大量研究表明现阶段的机器自动化特性之一是,相比较高技能劳动力,低技能劳动力更有可能会被资本替代。但是人工智能技术未来的发展尚不明朗,无法确认未来这一特性是否会有所改变,因此本文的模型中没有保留居民能力上的差异。

(二) 厂商

本文对人工智能技术的刻画由生产侧引入。基于 Aghion (2017) 关于人工智能技术的研究,将人工智能技术对生产的影响视作是对自动化技术、希克斯中性技术、资本增进型技术和劳动增进型技术的共同影响。假设经济的总产出由多种任务共同产出,任务之间的替代弹性不变:

$$Y(t) = A\left(\int_{0}^{1} Z_{i}(t)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} di\right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}$$
(3)

其中,任务之间的替代弹性 $\varepsilon \in (0, \infty)$,式 (3) 表示总产品生产函数。规定任务集 Z 的测度 为 1 ,用 Z_i 表示总任务集 Z 中的一个任务,每个任务由资本或者劳动生产,具体由哪种要素生产取决于该任务是否被自动化以及生产要素的相对价格。如果一个任务已经实现了自动化,并且资本生产相对于劳动更能节省成本则使用资本生产,否则使用劳动生产。

单个任务 Z_i 以如下方式生产:

$$Z_{i}(t) = \begin{cases} A_{K}K_{i}(t) + A_{L}L_{i}(t) \text{ 如果实现了自动化} \\ A_{L}L_{i}(t) \text{ 如果没有实现自动化} \end{cases}$$

其中, A_K 和 A_L 分别代表资本增进型和劳动增进型技术, A_K 和 A_L 的提高会提升资本和劳动生产任务 Z_i 的效率, K_i 和 L_i 分别表示任务 Z_i 生产所使用的资本和劳动。

为了保证自动化水平提升对生产总是有正向作用,假设 $R/A_K \le W/A_L$,即用资本生产已经实现了自动化的任务总是比用劳动生产更具成本优势。 R 表示资本租金率,r 表示实际利率, δ 表示折旧率,且 $R=r+\delta$ 。由于相同要素在进行不同的任务生产时,效率是相同的,所以资本会被平均分配在所有已经自动化的任务生产中,劳动会平均分配在所有未被自动化的部门中,从而总产品的生产函数可以转化为式如下形式:

$$Y(t) = A \left(\beta^{\frac{1}{\epsilon}} \left(A_K K(t) \right)^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} + \frac{1}{\epsilon} \left(A_L L(t) \right)^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} \right)^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}}$$

$$(5)$$

其中, β 表示已经实现自动化的任务数量。①

(三) 定义一般均衡

本文中一般均衡要求居民根据终身效用最大化 选择其消费和储蓄,厂商根据利润最大化决定要素 投入和产出,要素市场、产品市场、金融市场同时 出清。本文一般均衡的定义如下:

居民: 给定 t 期的要素价格 [W(t), R(t)] ,居民个体通过最大化终身效用来确定消费的政策函数从而确定消费和金融财富的时间路径 [c(t), a(t)] 。

厂商:给定时间t的要素价格 [W(t),R(t)],代表性厂商也根据要素价格的信息进行成本最小化决策决定资本的投入量K(t),并生产总产品Y(t)。

要素市场:劳动和资本都充分就业,又要素的供给方和需求方共同决定要素价格 [W(t), R(t)]。

金融市场:厂商所使用的资本来源于居民的金融 财富,金融市场无摩擦,居民的金融财富的收益率等于 厂商的资本回报率。

产品市场: 总产品只有投资和消费两个去向。

经济的一般均衡决定了要素价格 [W(t), R(t)] 的时间路径;资本积累的时间路

① 在这里本文没有考虑四类技术参数 β 、A、 A_K 和 A_L 如何随时间变化。Uzawa(1965)表明在使用劳动和可积累资本进行生产的增长模型中,只有技术进步是纯粹的劳动增进型时经济才存在平衡增长路径。

径: [K(t)]; 所有居民的消费、金融财富和总财富的时间路径: [c(t), a(t), x(t)]; 居民个体总财富的分布函数的时间路径 [g(x, t)]。 当经济达到稳态时利率、工资和人均资本保持不变,同时个体财富量的分布函数保持不变。因此稳态均衡定义为: 产出、工资、实际利率等变量符合 $[Y(t), W(t), r(t), K(t), C(t), g(x, t)] = [Y^*, W^*, r^*, K^*, C^*, g^*(x)]$ 。

三、一般均衡求解

本节的目的是将模型按上文定义的一般均衡的意义下进行求解,从而理解人工智能技术对财富分配的影响。虽然,人工智能对于财富分配的影响是一个动态的过程,但是由于模型只有稳态下才可以求解财富分布函数的解析解,为了方便从直觉上理解文章模型的机制,本节的前五小节均是在稳态一般均衡的意义下对模型的求解,在第六小节中展示模型偏离稳态时的情形。

(一) 居民的最优化

上文给出了经济中居民个体的终身效用最大化优化问题,用 Hamilton-Jacobi-Bellman 方程的方式进行表述:

$$\rho V(a) = \max_{c} \frac{c^{1-\theta}}{1-\theta} + V(a) \left[W + ra - c\right]$$

$$st: a = W + ra - c$$

当经济处于稳态时,实际利率r和工资W保持不变,此时求解上述HJB方程可得居民存活时的政策函数和总财富累计函数:

$$c = (r - (r - \rho/\theta))x \tag{6}$$

$$x = \frac{r - \rho}{\theta} x \tag{7}$$

式 (6) 表示的居民的消费政策函数,式 (7) 表示其总财富的积累方程,其中 x = W/r + a 表示个体居民所拥有的总财富。由总财富 x 的定义式可知,对经济个体来说,其总财富分为两个部分,一是人力财富 h = W/r ,二是金融财富 a 。在一个居民存活期间,其总财富始终按照式 (7) 所表述

的方式增长,在居民死亡时财富会被瞬间消费掉, 死亡是随机到来并服从泊松过程的。

(二) 厂商的最优化

假设产品市场是充分竞争的,所有厂商都获得 0 经济利润,资本和劳动都获得和其边际生产价值 相等的回报。以总产品作为一般计价物,并将其价 格标准化为 1,根据式(5)得到总产品厂商的资 本和劳动的反需求函数以及总产品的价格指数:

$$W = (1 - \beta)^{\frac{1}{\epsilon}} A_L^{\frac{\epsilon - 1}{\epsilon}} A^{\frac{\epsilon - 1}{\epsilon}} \left(\frac{Y}{I}\right)^{\frac{1}{\epsilon}} \tag{8}$$

$$R = \beta^{\frac{1}{\epsilon}} A_{K}^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} A^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} \left(\frac{Y}{K}\right)^{\frac{1}{\epsilon}}$$
(9)

$$1 = P = A^{-1} \left[\beta A_K^{\varepsilon - 1} R^{1 - \varepsilon} + (1 - \beta) A_L^{\varepsilon - 1} W^{1 - \varepsilon} \right]^{\frac{1}{1 - \varepsilon}}$$

$$(10)$$

如果给定资本 K 和劳动 L 的量,式 (8)、式 (9) 和式 (10) 共同决定了稳态下要素市场的均衡 条件。

(三) 一般均衡

金融市场出清意味着,经济中厂商所持有的资本可以看作是居民的金融财富所购买的,对经济中所有居民个体的储蓄决策进行加总,获得经济中总体财富的积累方程(11):

$$X = \frac{r - \rho}{\theta} X - pK \tag{11}$$

式(11)右边的 $(r-\rho)X/\theta$ 表示居民个体由于最优储蓄决策所决定的财富增长率,-pK 是居民的死亡所带来的总的财富减少。居民个体的死亡过程符合速率为 p 的泊松过程,则居民个体死亡所带来的财富蒸发服从复合泊松过程 $S=\sum_{0}^{N(r)}(-a)$ 。S 代表个体居民死亡所带来的财富减少。由大数定律可知,经济中每个时刻由于居民死亡所导致总的财富蒸发为的个体居民死亡导致的财富蒸发的期望加总 -pK。

经济稳态要求人均资本、实际利率和工资保持不变,又已知人口数保持不变,所以在稳态下式(11)方程左侧等于0,因此有式(12):

$$0 = \frac{r - \rho}{\theta} (K + \frac{WL}{r}) - pK \tag{12}$$

式(12)本质上提供了经济中资本供给的信息,将经济中的居民量标准化为1,经过些许变换可以得到以工资标准化的资本供给函数式(13)。类似的,生产者的最优化条件提供了要素的需求函数的信息,对式(8)、(9)进行一定的变换可以得到以工资标准化的资本需求函数式(14)。

$$\left(\frac{K}{W}\right)^{S} = \frac{\left(1 - \frac{\rho}{r}\right)}{(\theta p + \rho - r)} \tag{13}$$

$$\left(\frac{K}{W}\right)^{D} = \left[\frac{\left(\frac{K}{r} + \delta\right) / \beta^{\frac{1}{\epsilon}} (AA_{K})^{\frac{\epsilon - 1}{\epsilon}} \right)^{\epsilon - 1} - \beta^{\frac{1}{\epsilon}} (A_{K}A)^{\frac{\epsilon - 1}{\epsilon}} \right]^{\frac{1}{1 - \epsilon}}}{1 - \beta (AA_{K})^{\frac{\epsilon - 1}{\epsilon}} (r + \delta)^{1 - \epsilon}} \tag{14}$$

要素市场出清要求资本的供给函数等于需求函数,联立式(13)、(14)可得式(15)。

$$(r - \rho) (r + \delta)^{\epsilon} - \delta\beta (AA_K)^{\epsilon^{-1}} (r - \rho) + \rho\theta\beta$$

$$(AA_K)^{\epsilon^{-1}} r = 0$$
(15)

式 (15) 中只包含实际利率r 一个内生变量,由此可以确定r 的值,模型中的其他变量均可由r 表述。通过式 (13) 可以建立利率和资本净份额之间的关系式 (16):

$$r = \rho + \theta p \sigma_{K_{net}} \tag{16}$$

其中的 σ_{Knet} 表示净资本份额,具体定义为 $\sigma_{Knet}=rK/(rK+WL)$ 。

(四) 财富分配

经济中有大量居民,可以将每个居民在特定时刻所拥有的总财富量x看作是一个随机变量,而x的分布提供了经济中有关财富分配的所有信息。由个体的总财富x的积累的规则和模型所规定的生灭过程,可计算相应的柯尔莫戈洛夫前向等式(Kolmogorov forward equation),从而得到稳态中x的分布随时间变化的规律,即式(17)。

$$\frac{\partial g(x,t)}{\partial t} = -\left(\frac{r-\rho}{\theta}xg(x,t)\right)_{x} - pg(x,t)$$
(17)

上述方程描述了个人财富的分布函数如何随时间演化,等式右边的第一项描述个体总财富积累过程所导致的概率密度函数的变化,第二项描述个体死亡过程导致的概率密度函数的变化。随着经济向稳态收敛,x(t) 会依概率收敛为一个平稳过程,从而,稳态下有 $\partial g(x,t)/\partial t=0$ 。假设稳态下 x 符合帕累托分布 $g^*(x)$,并代入式(17),计算参数可以得到个人总财富的分布密度函数:

$$g^{*}(x) = \begin{cases} 0, ifx < \frac{W}{r} \\ \frac{1}{\sigma_{Knet}} \left(\frac{W}{r}\right)^{\frac{1}{\sigma_{Knet}}} \\ \frac{1}{x^{\frac{1}{\sigma_{Knet}} + 1}}, ifx \ge \frac{W}{r} \end{cases}$$

用稳态下的个体财富的概率密度函数可以进一步计算衡量财富分配的相关指标,本文以两种指标衡量财富的不平等:一是财富的顶层份额(top share),二是基尼系数。首先计算个人总财富的尾部分布:

$$\Pr(x > \hat{X}) = \int_{\hat{x}}^{\infty} \frac{1}{\sigma_{Knet}} \left(\frac{W}{r}\right)^{\frac{1}{\sigma_{Knet}}} dx = \left(\frac{W}{r\hat{X}}\right)^{\frac{1}{\sigma_{Knet}}}$$
(19)

定义财富量在所有个体中的排名处在上分位数 q 水平的居民所拥有的财富量为 x(q) ,根据式 (19) 可以算得 $x(q) = W/rq^{\sigma_{Knet}}$ 。进一步计算经济中财富排名在上分位数 q 以前居民的财富量:

$$T(q) = qE(x \mid x \ge x(q)) = \frac{Wq^{1-\sigma_{K_{net}}}}{r(1-\sigma_{K_{net}})}$$

只需要用 T(q) 除以国民总财富即可得最富有的 q 分位数以上居民的财富占社会总财富的份额,也就是顶层份额:

$$S(q) = \frac{T(q)}{X} = q^{1-\sigma_{Knet}}$$
 (20)

净资本份额越大的时候,q 分位数以上的居民 所拥有的财富份额越大,也就表示经济中的财富分

配越是不均。 $^{\odot}$ 进一步地,利用顶层份额式(20)能得到经济中的财富的洛伦兹曲线,从而可以计算财富的基尼系数 GI:

$$GI = \frac{\sigma_{Knet}}{2 - \sigma_{Knet}} \tag{21}$$

从顶层份额和基尼系数的表达式可以看出两种 衡量方式的结论基本是保持一致的,即净资本份额 与财富分配不平等之间由正向关系。

(五) 人工智能技术对财富分配的影响

上文中,式(16)建立实际利率r与人工智能技术之间的关系,式(17)表明实际利率r与净资本份额 σ_{Knet} 是正相关的,式(20)、(21)阐明了净资本份额和财富分配不平等之间同样有正向关系。这里进一步说明为什么净资本份额可以与财富分配不平等之间建立直接的关系。首先,经济中每个居民个体的总财富都被分为人力财富和金融财富,所以特定群体的所拥有的财富份额也可以被分解为金融财富份额和人力财富份额,因此q分位数以上居民的财富份额可以被分解为:

$$S(q) = \sigma_{Knet} S_k(q) + (1 - \sigma_{Knet}) S_l(q)$$
 (22)

对式(22)进行微分可得:

$$dS(q) = [S_k(q) - S_l(q)]d \sigma_{Knet} + \sigma_{Knet}d$$

$$S_k(q) + (1 - \sigma_{Knet})dS_l(q)$$
 (23)

(23) 式表明净资本份额是通过构成效应 $[S_k(q)-S_l(q)]d\sigma_{Knet}$ 和要素份额内部变动 $\sigma_{Knet}d$ $S_k(q)+(1-\sigma_{Knet})dS_l(q)$ 两个渠道共同对顶层财富份额造成影响的。第一,在经济中金融财富的分配不平等是高于人力财富的不平等的,即 $S_k(q)-S_l(q)>0$,资本净份额的提高会通过这种构成效应影响总财富的分配不平等,这是由于资本净份额的提升导致金融财富在总财富中的重要性上升;第二,在模型中由于没有假设劳动力之间的能力差异,资本净份额变动不会对 $S_l(q)$ 产生影响,但是对金融财富的顶层份额会造成影响,资本净份额提升会导致金融财富顶层份额的提升。这是因为原

本富人就拥有更多金融财富,资本净份额提高导致 富人可以以更快的速度积累金融财富。

由于模型中实际利率与净资本份额之间有正向 关系,净资本份额与财富分配不平等之间有正向关 系, 所以分析人工智能技术对财富分配的影响, 可 以通过考察人工智能技术对实际利率的影响来进 行。经济稳态中实际利率由资本在要素市场上的供 给与需求决定,技术对于资本供给没有直接影响, 但是资本需求会直接受到技术进步的影响。通过式 (15) 可知 $\beta(AA_K)^{\epsilon^{-1}}$ 的提高会使资本需求曲线向 右移动,从而提高实际利率,反之则会降低实际利 率。如果 $\epsilon > 1$,即经济中的各个任务之间是总替 代的,人工智能不论以何种方式对技术进步造成影 响, $\beta(AA_K)^{\epsilon-1}$ 都会提高, 抬高实际利率, 导致经 济中的财富不平等的扩大,最终人工智能技术会导 致经济会陷入绝对不平等。但是 Nordhaus (2015) 以及 Acemoglu & Restrepo (2019) 的实证研究表 明,现实中任务之间的替代弹性是小于1的。在这 种条件下,如果人工智能对技术进步的影响更多体 现在对资本增进型技术、劳动增进型技术以及希克 斯中性技术的提升上,就不会扩大财富不平等,其 至会缩小经济中的财富不平等。反之,如果人工智 能的发展更多的体现在对自动化水平提升上,就有 会扩大财富分配不平等。所以人工智能技术对财富 不平等的影响取决于人工智能技术会提高还是降低 $\beta(AA_K)^{\epsilon-1}$,若人工智能技术提高了 $\beta(AA_K)^{\epsilon-1}$, 则财富分配不平等趋于扩大, 反之趋于缩小。

直觉上,自动化水平的提升意味着资本生产的任务范围变广,劳动被挤入一个更小的任务生产范围,又由于任务之间的总互补性,劳动会相对过剩,从而使劳动的份额下降;资本增进型技术提高了资本的效率,导致有效资本量的提升,导致资本的相对过剩,从而使资本的相对份额下降;希克斯中性技术提升了经济的总体产出,使稳态时的人均资本量提高,导致资本相对过剩,进而降低资本份额;劳动增进型技术虽然会提高有效劳动量,但资本积累量也会相应提升,从而抵消了劳动增进型技

① 例如,q取 20%,S (0.2) 就表示前 20%的富人所拥有的财富量,净资本份额取 50%时,这些富人拥有的财富份额为 44.72%,而净资本取 65%时,则前 20%的富人所拥有的财富份额为 59.93%。

术对要素份额的影响。而资本和劳动份额的相对大小表明了总财富的构成中究竟是人力财富和金融财富孰轻孰重。进入经济体时间较短的居民拥有较少的金融财富,而原本存活时间较长的居民拥有较多的金融财富,资本份额的增加导致金融财富的重要性提高,导致财富不平等扩大。

(六) 转移动态

当经济偏离稳态时,要素价格会随时间发生改变,因此居民所面临的动态规划问题会发生改变。此时,以 HJB 方程表达居民的动态规划问题应为:

$$\rho V(a,t) = \max_{c} \frac{c(t)^{1-\theta}}{1-\theta} + \frac{\partial V(a,t)}{\partial a} [W(t) + r(t)a - c(t)] + \frac{\partial V(a,t)}{\partial t}$$
(24)

$$st: a = W(t) + r(t)a - c(t)$$

其中 c(t) 表示居民个体在时间 t 的消费量。 定义财富的边际消费倾向 $\mu(t)$,即 c(t) = $\mu(t)x(t)$ 。对 HJB 求解其必要条件可得欧拉方程:

$$\frac{\mu(t)}{\mu(t)} = \mu(t) - r(t) + \frac{1}{\theta}(r(t) - \rho)$$

同时可以得到个体财富的积累方程:

$$x(t) = (r(t) - \mu(t))x(t)$$

由个体财富的积累函数可得个体居民财富分布 密度函数对应的柯尔莫戈洛夫前向等式:

$$\frac{\partial g(x,t)}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x} \left[(r(t) - \mu(t)) xg(x,t) \right] - pg(x,t) + p\hat{\delta} \left[x - \frac{W(t)}{r(t)} \right]$$
(25)

这里 δ(?) 表示的是狄拉克 Delta 函数。 (24)、(25) 式共同构成了一个耦合偏微分方程组, 通过求解(24)、(25) 式便可以得到模型中个体居 民的各个时刻的消费和储蓄政策函数、要素价格、 资本存量、经济产出以及财富的分布函数。

四、数值模拟

本节以中国的数据作为模型校准依据,通过数值模拟来分别探讨人工智能技术在长期和短期中对财富不平等的影响。需要说明的是,本文数值模拟的目标并不是准确地预测未来,而是探讨人工智能技术对经济影响范围和方向。本节分为两个部分:第一部分是长期稳态对技术参数的敏感性分析,表现人工智能在长期稳态中对财富分配的影响;第二部分是模型受到技术参数变化的冲击之后的动态转移路径,说明人工智能技术的应用对经济的短期和长期影响是如何随着时间变化的。我们选择 2010 年作为模型动态转移的初始点以及敏感性分析的基准点,模型一共需要校准 5 个参数和 4 个基准技术水平,分别为 θ 、 ρ 、 δ 、 δ 、 δ 、 ϵ 和 β_0 、 A_0 、 A_{K0} 、 A_{L0} 。

 θ 表示不变的跨期替代弹性,采用文献中较为 标准的参数值 $\theta=3$ 。 ρ 表示死亡率,使用中国 1995 年至 2019 年的平均值,取 0.007。资本折旧率 δ 的值参考已有中文文献中对中国资本折旧率的估 算,取 $\delta=0.1$ 。^① 因为 $\rho=\vartheta+p$,所以通过对 ρ 校 准就可以得到 ϑ 的校准值,参数 ρ 的校准使用式 (16) 作为目标, 即 $\rho = r - \theta p_{\sigma_{Knet}}$ 。我们利用国家 统计局的收入法 GDP 数据测算资本份额,得到 σ_K =0.49, 进而可以得到净资本份额 $\sigma_{Knet}=0.34$ 。实 际利率 r 等于中国人民银行所提供的中国 2006 年 到 2015 年的银行间同业拆借利率的平均值,并依 此得出 $\theta = 0.021$ 。 ϵ 表示任务之间的替代弹性,以 往文献中的校准通常采用 O * NET 的数据进行估 计(如 Acemoglu & Restrepo, 2016; Acemoglu & Restrepo, 2019), 中国没有类似的数据可以使 用,我们采用 Acemoglu & Restrepo (2019) 的估 计,取 ϵ =0.8。

根据 Acemoglu & Restrepo (2019) 的估算, 自动化后的任务就平均意义而言可以较自动化之前 节省 30%的成本,因此可以得到 WA_{KO}/RA_{LO} =

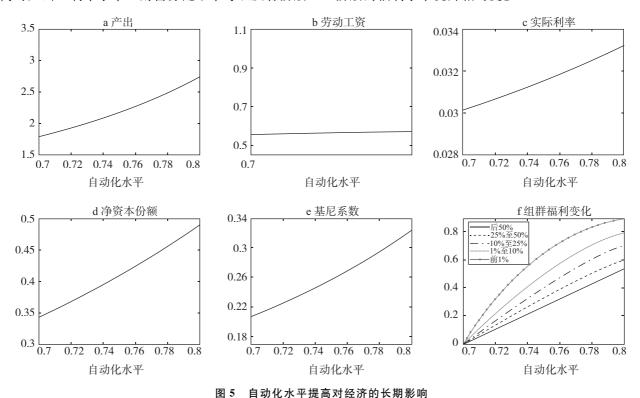
① 依据现有文献,例如,张军等(2004)、王晓霞和白重恩(2007)和陈昌兵(2014)、王维、陈杰和毛盛勇(2017),中国资本的年折旧率约为10%左右。

1.3。由于希克斯中性技术可以与劳动增进型技术和资本增进型技术合并,令希克斯中性技术的基准值 A_0 = 1,结合资本和劳动的反需求函数式(8)、式(9)作为校准目标就进行基准技术水平的校准。其中,劳动工资的取值依据的是中国 2006 年到 2015 年的国家统计局收入法 GDP 所计算的城镇人口人均工资,实际利率与之前相同利用的是中国 2006 年到 2015 年的银行间同业拆借利率,而资本产出比采用张军等(2004)、王晓霞和白重恩(2007)和陈昌兵(2014)估算的平均值 2.3,最终得到 β_0 = 0.7、 A_{K0} = 0.14、 A_{L0} = 0.47。

(一) 稳态的敏感性分析

用上面校准的参数计算模型在稳态时的利率、 工资、产出等变量水平,进而计算稳态时的财富分 配不平等程度。下面将分别分析自动化水平、希克 斯中性技术、资本增进型技术、劳动增进型技术提 高对产出、利率水平、财富分配不平等以及各阶层 的福利所带来的变化,在分析时保持其他技术不变。其中,财富分配不平等使用财富基尼系数进行衡量;各阶层的福利变化使用值函数进行衡量。^①

图 5 显示,如果生产中的自动化水平相对于基准值提高 0.1,稳态产出会相应提高 58%,但同时财富基尼系数会上升 32%。人工智能带来的自动化水平的提高会同时带来经济产出、劳动工资、实际利率的提升,但同时财富分配不平等扩大。从上文的理论可知自动化水平的提高导致资本净份额的提升,这点与图 5.d 中结果相符,资本净份额提升导致居民总财富构成中金融财富占了更重要的地位,造成了图 5.e 中显示的财富不平等扩大。另外,图 5.f 给出了自动化对福利水平的影响,由于自动化导致的技术进步会导致经济中的工资和实际利率的绝对水平同向增长,所以经济中所有阶层的福利都会因为自动化水平的提高而提高,但是富人阶层的福利水平提升相对更多。



① 具体而言,计算居民组群的值函数,令 $V(x(q); \beta, A, A_K, A_L) = V((1+\gamma)x(q); \beta_0, A_0, A_{K0}, A_{L0})$,其中 $\beta_0, A_0, A_{K0}, A_{L0}$ 分别表示四类技术的基准值, γ 表示技术提升对福利提升的水平。也就是说 γ 衡量了,技术的提升相当于在技术保持不变时对财富提升的幅度。

图 6 显示人工智能带来的希克斯中性技术进步会同时带来经济产出、劳动工资、实际利率的提升,经济中的财富分配不平等有缩小的趋势。这是因为希克斯中性技术进步导致资本和劳动效率的同步提升,改变了稳态时的有效劳均资本量,进而使劳动在要素市场上相对稀缺引发劳动份额的提高,

进而传导至财富分配不平等。福利方面,经济中贫 困阶层的福利水平提高的幅度要大于富人阶层,这 点由图 6. f 给出,希克斯中性技术的进步导致居民 的财富总构成中金融财富的重要性随着资本净份额 的下降而下降,而富人阶层的总财富构成中金融财 富占比是更高的。

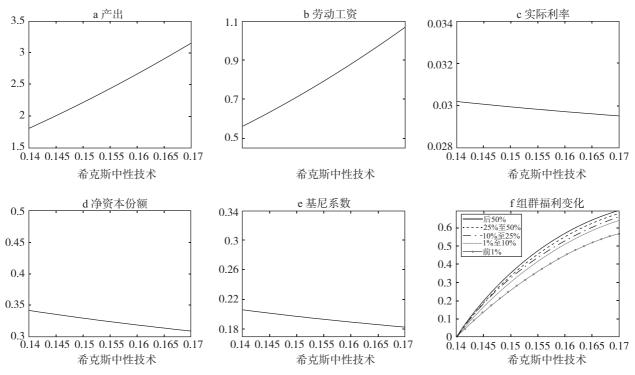
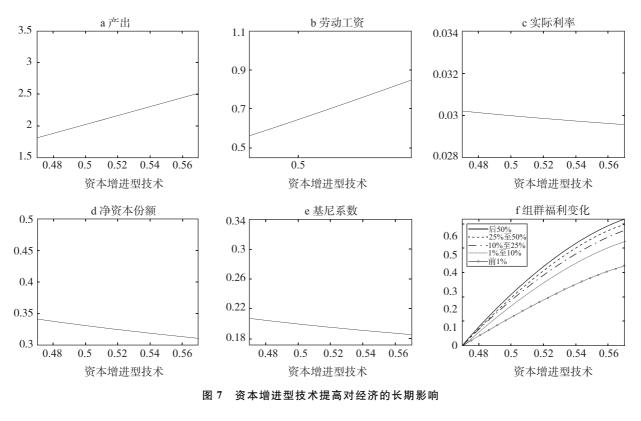


图 6 希克斯中性技术提高对经济的长期影响

图 7 显示人工智能带来的资本增进型技术进步对经济的影响与希克斯中性技术进步是类似的,这两种技术进步都会同时带来经济产出、劳动工资、实际利率提升,财富不平等缩小,经济中贫困阶层的福利水平提高的幅度要大于富人阶层。过不,对比希克斯中性技术,在提高同样的幅度的情况下,它们对实际利率、财富分配以及各阶层的福利影响是相同的,但是对产出的影响是不一样的。同样较基准技术水平提高 20%,资本增进型技术对产出提升为 47%,而希克斯中性技术对产出的提升为 82%。

图 8 给出了人工智能带来的劳动增进型技术进 步对经济的影响。劳动增进型技术进步会提高经济 产出和劳动力工资,但是对利率、资本净份额以及 财富分配不平等不会造成任何影响,且经济中所有 阶层的福利将有一个相同幅度的提升。这是由于劳 动增进型技术最终会导致稳态下的有效资本和有效 劳动同步增长,所以不会对经济中的要素份额产生 任何影响。

本文的数值模拟的长期结果符合上文的理论分析,即人工智能技术体现为不同的技术种类时对财富分配的影响是不同的。当人工智能体现在对自动化程度的提升时,财富分配不平等会扩大,但是人工智能体现为资本增进型技术和希克斯中性技术时会缩小财富不平等,在表现为劳动增进型技术时人工智能对财富不平等没有影响。相比较 Moll et al. (2021) 关于自动化对财富分配影响的研究,本文考察了更为多样的技术类型,在人工智能表现为自



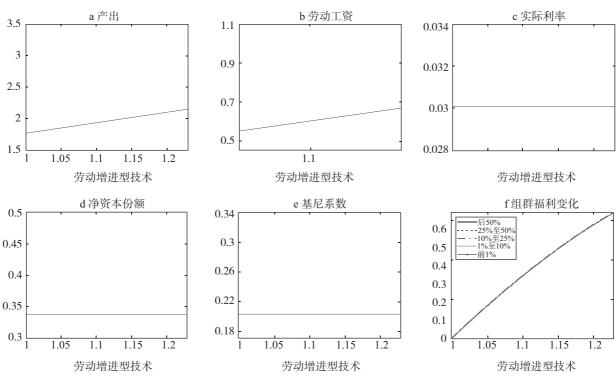


图 8 劳动增进型技术提高对经济的长期影响

动化水平提升时得到了与之相同的结论,但是其他 三类技术则不在 Moll et al. (2021) 的考察范围 内。从模型的长期模拟结果来看,本文的结论与杨 飞和范从来 (2020) 的结论是有相通之处的,即在 一定条件下,人工智能技术的发展是有利于社会中 贫困群体的。但是本文与其有所区别,本文研究的 是人工智能对居民总财富分配的影响,但杨飞和范 从来 (2020) 的出发点在于人工智能对不同类型工 人工资的影响。

(二) 转移动态

上一小节提供了人工智能技术对经济的长期稳态影响的分析,本小节继续考察人工智能技术的变化在经济偏离稳态时对产出和财富分配的影响。根据上文的理论分析可知,人工智能技术对经济中的财富分配的影响是不确定的,具体的方向取决与人工智能对不同种类技术的提升的程度,从量上取决于人工智能对参数组合 $\beta(AA_K)^{\epsilon-1}$ 大小的影响。因此,本小节的分析分为三类情形,即人工智能技术分别提高、降低 $\beta(AA_K)^{\epsilon-1}$,以及令 $\beta(AA_K)^{\epsilon-1}$ 保持不变。情形一:保持其他技术水平

不变,自动化水平提高 5%;情形二:保持其他技术水平不变,资本增进型技术提高 5%;情形三:保持其他技术水平不变,自动化技术提高 2%,资本增进型技术提高 2%,资

由理论分析已知,参数组合 $\beta(AA_K)^{e^{-1}}$ 与长期问题中的财富分配不平等会同向变化,但是技术变化在短期中对财富分配的影响则与长期中是有所区别的。图 9、图 10、图 11 分别对应三种情形下技术冲击所对应的动态转移。从三种情形中可以看到,不同的技术冲击对产出以及资本存量的影响从方向上看,不管长期或短期总是相同,即技术的提升总是会提高产出和资本存量。但是,在短期中不同技术对产出的影响的方式会有一定区别,对比图 9. a 和图 10. a 可以发现,由资本增进型技术造成的技术冲击会让产出有一个立刻的跳跃,但是自动化水平的提升则不会。这是由于自动化技术的特殊性导致的区别,增进型技术的提高可以立刻提高经济中的产出效率,而自动化提升产出的机制则是改变经济生产中的资源配置方式从而提高产出的。

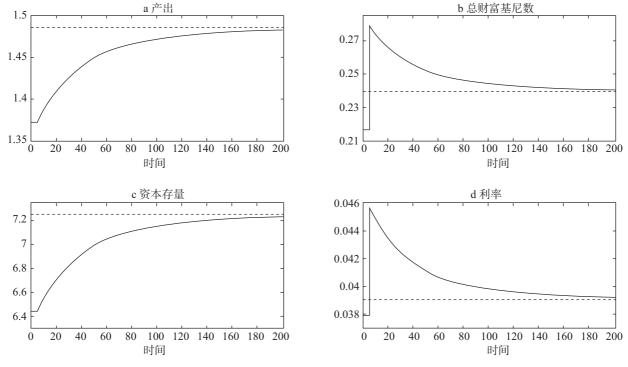
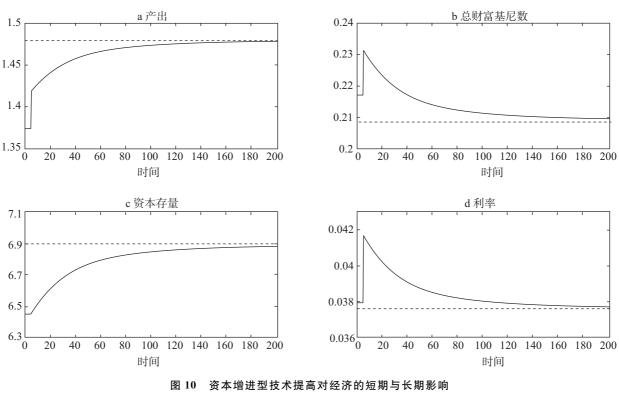


图 9 自动化水平提高对经济的短期与长期影响



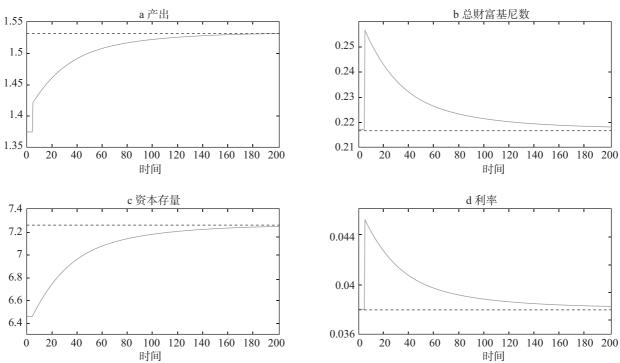


图 11 自动化水平与资本增进型技术的同时提高对经济的短期与长期影响

与产出和资本存量不同,人工智能技术对财富分配不平等以及利率的影响在长期和短期中是不同的。尽管长期中技术对财富分配的影响取决于技术参数组合β(AAκ) ε-1 的变动,但是在短期中利率和基尼系数均会出现超调现象。这是因为技术的提升均会导致长期稳态中的资本存量提高,但是短期中资本存量无法立刻进行调整,所以在短期中资本会变成相对稀缺的要素,从而导致利率在短期中资本会变成相对稀缺的要素,从而导致利率在短期会有一个向上的跳跃。利率在短期中的跳跃,虽然不会影响金融财富的分布,但是会导致所有人的人力财富占总财富的比例下降,因此金融财富的分配不平等会会总财富的不平等做出更大的贡献,以至于在短期内利率超调会导致总财富分配不平等程度出现同样的超调。

在情形一中,自动化水平的提升不仅会在短期导致财富不平等的扩大,在长期中仍然会提高财富分配不平等。但是,观察图 9. b,可以发现情形二中,资本增进型技术提升虽然会在短期内同样导致利率超调从而造成财富分配不平等扩大,但在长期中会降低财富分配的不平等。因此,相对与 Moll et al. (2019) 比较悲观的结论,本文提供了一个相对乐观的可能性。如果可以在经济生产中以一定的形式应用人工智能技术的发展带来的成果,则可以只在短期内令经济承受更大的财富不平等,而在长期中避免人工智能技术对财富不平等的冲击。

情形三中则给出了一种具体的方式,令自动化水平和资本增进型技术同时提高,从而保持整体上参数组合 $\beta(AA_K)^{\epsilon-1}$ 不变,这样财富不平等在长期中就不会受到人工智能技术的冲击。观察图 11. b,在对经济给出了相应的技术冲击之后,尽管总财富的基尼系数在短期内会有一个向上跳跃,但是随着时间推移,基尼系数会逐渐回归至初始水平。同时观察图 11. a,可以看到经济的总产出在长期中会到达更高的水平,也就是说如果在经济生产中合理的应用人工智能技术,就可以在长期中达到更高的产出水平,而只在短期内承受财富分配不平等的阵痛。

本节数值模拟的结果表明人工智能技术的发展 与应用虽然在短期内总是会造成财富不平等的扩 大,但是在长期中可以带来经济产出的提升以及社 会的帕累托改进。不过人工智能技术的发展对财富分配的长期影响则取决于人工智能技术的发展以什么样的技术进步组合出现。具体而言,如果人工智能的发展与应用总体上提高 $\beta(AA_K)^{\epsilon-1}$ 则会带来长期的财富不平等扩大,如果降低 $\beta(AA_K)^{\epsilon-1}$ 则会反而降低财富的不平等水平。也就是说,如果在未来人工智能技术的进步主要体现在自动化水平的提高上,那么人工智能技术的进步就会扩大财富分配的不平等。如果人工智能技术的进步主要体现在资本增进型技术和希克斯中性技术上,未来的财富分配不平等现象则会趋于缓和。因此,在未来的好了。如果可以产量的运用人工智能技术的成果,则可以避免在长期中对财富分配不平等的冲击,而享受人工智能技术对生产带来的贡献。

五、结论与政策建议

本文从经济学的视角将人工智能技术应用对经济生产的影响分解为对自动化、劳动增进型技术、资本增进型技术和希克斯中性技术进步的促进。基于异质性个体动态一般均衡模型得出两个基本结论: 1. 短期中人工智能技术的应用总是会导致资本相对稀缺,并使资本回报率和资本份额上升,进而导致财富分配不平等程度扩大; 2. 长期中人工智能总的财富分配效应由其带动的不同类型技术进步各自的财富分配效应共同决定。长期中,自动化水平的提升总是会加剧财富分配的不平等,资本增进型技术和希克斯中性技术进步则会缓和财富不平等,而劳动增进型技术的进步只会带来总财富的增加但不会产生任何分配效应。因此,人工智能技术在长期中总的财富分配效应取决于其对四种技术进步促进的相对程度。

本文的数值分析进一步表明,促进人工智能技术进步的政策从总体上有利于产出增长和福利增进。从这个视角上看,可以认为现在中国政府发布的《互联网十人工智能》、《中国制造 2025》、《新一代人工智能发展规划》等政策大致是合意的。人工智能技术在未来很有可能成为中国新的增长动能,为中国经济增长注入新的活力。但是在我们享受人工智能所带来的增长红利的同时,也需要正视

其对财富分配的影响,尤其是人工智能的短期财富分配效应。从本文的结论来看,人工智能的短期分配效应总会导致财富分配不平等程度大幅度扩大,而相较于短期,人工智能的长期分配效应要显得缓和很多,甚至在一定条件下会帮助缓解财富分配不平等的问题。因此,短期来看,在获取人工智能增长红利的前提下,要解决财富分配不平等问题,只能寄希望于二次分配。从长期来看,人工智能技术的应用导致财富分配不平等的力量主要来源于单纯的自动化水平提高,而对资本增进型和希克斯中性技术进步的激励。

针对人工智能的财富分配效应,本文提出以下的政策建议:第一,旨在激励人工智能创新的政策手段应更加侧重于鼓励资本增进型技术进步,以提高资本的生产效率为导向,而不是仅仅局限于提高自动化程度。从现在已有的人工智能技术应用来看,无人收银、无人驾驶等技术应用更加偏向于对自动化水平的提升;图像识别、语音识别、工业机器人等技术更偏向于对资本的效率提升。在现有的政策选项中适度向后一种技术类型倾斜,可以有效地改善人工智能技术在长期中的分配效应。第二,在长期中,希克斯中性技术进步同样可以一定程度上缓解不平等。希克斯技术进步类型表现为总体提高各种要素投入的效率。在人工智能应用领域,语音助手、可穿戴设备等技术可以加强人机协同,同

时提高人机效率,可将这些技术视作对希克斯中性 技术进步的促进。因此,政策支持也应侧重于此类 技术的发展。第三,再分配政策始终是一个对抗不 平等的有效手段,尤其在短期中,人工智能技术总 会导致不平等的扩大。因此,可以对资本持有者征 收额外的资本收入所得税,以作为对工资或低收入 群体补贴的转移支付。同时,加大教育资源投入, 提升低收入群体的劳动技能,从而获取更多人工智 能带来的新技术创新红利。

本文仍然还存在一些不足之处, 但可能构成未 来研究的方向。第一,为了保证模型的可解性,本 文并没有对人工智能技术如何随时间演变进行刻 画。同时,在本文的转移动态分析中技术进步采取 一次性冲击的方式引入,这可能会夸大技术在短期 内对经济的影响。在未来的研究中可以考虑引入更 为细致的技术增长刻画方式,从而可以更好地评估 人工智能对产出以及分配的影响。第二, 文章没有 考虑人工智能应用可能带来的失业问题。如果人工 智能造成了更多人的失业,则本文的模型就在一定 程度上低估了人工智能对财富不平等的影响。在未 来的研究中可以加入失业机制,这对本文的研究会 是一个很好的扩展。第三,文章中总结了人工智能 在生产技术上可能造成的影响, 但是对人工智能技 术的一些重要特征的刻画尚有不足, 在未来的研究 中如果可以用更丰富的方式刻画人工智能的内涵, 则会有助于我们更好地了解人工智能技术对于财富 分配的影响。

参考文献

陈昌兵:《可变折旧率估计及资本存量测算》,《经济研究》2014年第12期。

陈彦斌、林晨、陈小亮:《人工智能、老龄化与经济增长》,《经济研究》2019年第7期。

郭凯明:《人工智能发展、产业结构转型升级与劳动收入份额变动》,《管理世界》2019年第7期。

孙早、侯玉琳:《工业智能化如何重塑劳动力就业结构》,《中国工业经济》,2019年第5期

王林辉、胡晟明、董直庆:《人工智能技术会诱致劳动收入不平等吗——模型推演与分类评估》,《中国工业经济》, 2020 第 4 期

王维、陈杰、毛盛勇:《基于十大分类的中国资本存量重估:1978~2016年》,《数量经济技术经济研究》2017年第10期。

王晓霞、白重恩:《劳动收入份额格局及其影响因素研究进展》,《经济学动态》2014年第3期。

杨飞、范从来:《产业智能化是否有利于中国益贫式发展?》,《经济研究》2020年第5期。

张军、吴桂英、张吉鹏:《中国省际物质资本存量估算:1952-2000》,2004年《经济研究》第10期。

Acemoglu, D., 1998, "Why Do New Technologies Complement Skills? Directed Technical Change and Wage Inequality",

Quarterly Journal of Economics, 113 (4): 1055 - 1089.

Acemoglu D., 2002, "Directed technical change", The review of economic studies, 69 (4): 781 - 809.

Acemoglu, D., and D. Autor, 2011, "Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings", in The Handbook of labor economics, Edited by O. Ashenfelter and D. Card, Elsevier.

Acemoglu, D. and P. Restrepo, 2016, "The Race between Machine and Man: Implications of Technology for Growth, Factor Shares and Employment", NBER Working Papers, No. 22252.

Acemoglu, D., and P. Restrepo, 2018, "Artificial intelligence, automation and work", NBER Working Papers No. w24196.

Acemoglu, D., and P. Restrepo, 2019, "Automation and new tasks: how technology displaces and reinstates labor", Journal of Economic Perspectives, 33 (2): 3-30.

Aghion, P., B. F. Jones and C. I. Jones, 2017, "Artificial Intelligence and Economic Growth", NBER Working Papers No. 23928.

Autor, D., L. F. Katz, and M. S. Kearney, 2006, "The polarization of the US labor market.", NBER Working Paper No. 11986.

Autor, D., 2019, "Work of the Past, Work of the Future", NBER Working Paper No. 25588.

Bessen, J., 2018, "AI and Jobs: The role of demand", NBER Working Paper No. 24235.

Blanchard, O. J., 1985, "Debt, Deficits, and Finite Horizons", Journal of Political Economy, 93 (2): 223-247.

Gabaix, X. 2009. "Power Laws in Economics and Finance", Annual Review of Economics, Annual Reviews, vol. 1 (1): 255 - 294,

Hanson, R., 2001, "Economic growth given machine intelligence, Technical Report", Working Paper, University of California, Berkelev.

Katz, L. F., & Murphy, K. M., 1992, "Changes in relative wages, 1963-1987; supply and demand factors", The quarterly journal of economics, 107 (1), 35 - 78.

Korinek, A. and J. E. Stiglitz, 2017, "Artificial Intelligence and Its Implications for Income Distribution and Unemployment", Working Paper.

Moll, B., L. Rachel, and P. Restrepo, "Uneven Growth: Automation's Impact on Income and Wealth Inequality", NBER Working Paper No. 28440.

Nordhaus, W. D., 2015, "Are we approaching an economic singularity? Information technology and the future of economic growth", NBER Working Papers No. 21547.

Piketty, T., 2014, Capital in the Twenty - First Century, Harvard University Press, Cambridge.

Prettner K, Strulik H., 2020, "Innovation, automation, and inequality: Policy challenges in the race against the machine", Journal of Monetary Economics, 116: 249 - 265.

Sachs, J. D., and L. J. Kotlikoff, 2012, "Smart machines and long-term misery", NBER Working Papers No. 18629. Uzawa, H., 1965, "Optimum technical change in an aggregative model of economic growth.", International economic review 6.1 (1965): 18-31.

The Wealth Distribution Effect of Artificial Intelligence

LIU Fengliang WU Mengfei XU Shaofeng

(School of Economics, Renmin University of China)

Abstract: The influence of artificial intelligence on economic inequality has attracted wide attention in

academic circles, but the existing research focuses on analyzing its impact on labor income inequality. There is still a lack of relevant research on the impact of artificial intelligence on wealth distribution and thus on property income inequality. This paper establishes a continuous-time heterogeneous agent dynamic general equilibrium model, regards the influence of artificial intelligence on production technology as a package of biased technological progress, and studies the influence of artificial intelligence technology on wealth distribution. It is found that the influence of artificial intelligence on wealth inequality is different in the short term and in the long run, and the application of artificial intelligence technology will increase the degree of wealth distribution inequality in the economy in the short term. In the long run, the wealth distribution effect of artificial intelligence depends on its promotion to different types of technological progress. The core mechanism is that the diversity of technological progress in artificial intelligence has different effects on the return on capital in the short term and in the long run. In the short term, all kinds of technological progress will always increase the return on capital, while in the long run, different types of technological progress have different effects on the return on capital. Based on the above conclusions, this paper puts forward some policy suggestions on how to apply artificial intelligence to promote growth and prevent the expansion of inequality in China.

Key words: Artificial intelligence; Wealth distribution; Heterogeneous agent dynamic general equilibrium model