

机器人、劳动收入份额与货币政策*

陈利锋 钟春平 李良艳

内容提要:中国数据显示,货币政策冲击发生后劳动收入份额表现出逆周期特征,这一发现与基于基准新凯恩斯主义模型得出的结论相反,导致二者差异的原因在于机器人技术的发展改变了货币政策通过劳动力市场影响宏观经济的传导机制。基于此,本文通过建立多阶段新凯恩斯主义动态随机一般均衡模型,考察不同阶段货币政策对劳动收入份额的影响。结果显示,在机器人技术发展水平较低阶段,货币政策冲击发生后劳动收入份额表现出逆周期特征;而在机器人技术发展水平较高阶段,货币政策冲击发生后劳动收入份额则表现出顺周期特征。在此基础上,本文基于社会福利分析法考察了机器人技术不同发展阶段货币政策机制设计。在机器人技术发展水平较低阶段,货币政策应该关注劳动力市场就业因素;在机器人技术发展水平较高阶段,货币政策应该以支持产出增长为目标。

关键词:机器人 劳动收入份额 货币政策 新凯恩斯主义 动态随机一般均衡模型

作者简介:陈利锋(通讯作者),海南大学经济学院教授、柔性引进高层次人才,570228,中共广东省委党校中国特色社会主义研究所教授,510053;

钟春平,中国社会科学院财经战略研究院教授、博士生导师,100836;

李良艳,中共广东省委党校经济学教研部副教授,510053。

中图分类号:F015 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-8102(2021)02-0103-16

一、引言

新凯恩斯主义经济学理论的代表性研究者 Galí(2018)指出,紧缩性货币政策冲击引起收益在企业与劳动者间重新分割,导致企业获得的加成(Markups)增加、劳动收入份额下降。这一结论表明,货币政策冲击发生后劳动收入份额表现出顺周期特征。部分研究者对这一结论持怀疑态度。钟春平(2010)、Bils 等(2018)研究发现,紧缩性货币政策冲击发生后劳动收入份额与产出变化方

* 基金项目:广东省哲学社会科学规划项目“广东省城市绿色发展绩效量化测算及空间关联研究”(GD19CYJ04)。感谢匿名审稿专家提出的建设性修改意见,文责自负。陈利锋电子邮箱:lifengchen2012@126.com。

向相反;Nekarda 和 Ramsey (2021) 基于美国相关数据发现,劳动收入份额对货币政策冲击做出逆周期反应。Cantore 等 (2020) 使用英国、美国、澳大利亚和加拿大的跨国面板数据考察了货币政策对劳动收入份额的影响,表明劳动收入份额与产出对货币政策冲击的反应相反。显然,基于现实数据的研究均表明,货币政策冲击发生后劳动收入份额的变化具有逆周期特征。这意味着,关于劳动收入份额如何对货币政策冲击做出反应这一问题,理论模型与经验数据所得出的结论相反:前者认为劳动收入份额做出顺周期反应,而后者则指出劳动收入份额将表现出逆周期变化。劳动收入份额变化一直是我国研究者关注的重要现实问题 (张车伟、赵文, 2020; 蓝嘉俊等, 2019)。国内研究者关注的两个重要研究主题是: (1) 我国货币政策的分配效应 (陈利锋, 2018; 江春等, 2018), 即经历货币政策冲击后劳动收入份额的变化具有何种特征; (2) 关于货币政策对劳动收入份额的影响, 基于理论模型与现实数据得出的结论是否一致。

通过构建包含货币供给、名义利率、实际工资、劳动收入份额及通胀的向量自回归模型,发现扩张货币政策下劳动收入份额呈现下降趋势,意味着基于现实数据分析的结论表明我国劳动收入份额对货币政策冲击的反应表现出逆周期特征。同时,结合 Galí (2018) 构建的基准新凯恩斯主义模型考察货币政策对劳动收入份额的影响。在参数校准基础上,基准新凯恩斯主义模型中货币政策冲击的脉冲响应函数显示,紧缩性货币政策冲击引起劳动收入份额下降,即劳动收入份额在货币政策冲击后表现出顺周期特征。因此,关于货币政策对劳动收入份额的影响,基于我国现实数据与基于我国数据校准的基准新凯恩斯主义模型所得出的结论完全相反。那么,何种原因导致这一现象呢? Galí (2018) 指出,基准新凯恩斯主义模型中,货币政策调整通过劳动力市场影响整个宏观经济:货币政策冲击发生后,经济中的工资水平将得以调整进而使劳动力市场重新达到均衡。基于这一结论,Nekarda 和 Ramsey (2021) 指出,现实经济中可能存在阻碍货币政策这一传导机制发挥作用的元素,导致货币政策无法通过劳动力市场调整这一渠道影响宏观经济。Acemoglu 和 Restrepo (2018)、郭凯明 (2019)、余玲铮等 (2019)、陈利锋和钟玉婷 (2020a) 则进一步指出,机器人替代人工使企业在面临外部冲击时可能无须进行工资调整,这一新机制的出现削弱了通胀与实际经济活动之间的联系,进而改变了货币政策传导机制。

现实经济中,生活成本上升、“用工荒”以及人口老龄化等因素推动了用工成本上升。为节省生产成本并提高生产效率,“机器换人”成为世界范围内的重要趋势。相关数据显示,2016 年我国工业机器人销售量占全球销售量的 30%,增速达到 16.9%,几乎是全球平均增速的 2 倍。《中国机器人产业发展报告 (2019)》数据显示,2018 年中国工业机器人产业规模超过 87 亿美元,2020 年这一数字仍将继续增加,并且机器人总产量将达到 87 万台。与机器人技术密切相关的人工智能技术在近年来也获得长足进步。2017 年全球与人工智能有关的交易额达到 220 亿美元。据麦肯锡公司的估测,2030 年人工智能产业的产值将达到 13 万亿美元。在我国,德勤会计师事务所估计 2020 年中国人工智能市场规模将达到 710 亿元。机器人与人工智能技术发展逐渐成熟、市场应用不断扩大,推动研究者更加关注机器人技术发展与应用对劳动力市场、宏观经济以及相应的公共政策产生的影响。因此,建立相应的理论模型,分析机器人技术发展与应用对劳动收入份额的影响以及相应的货币政策机制设计将具有重要的现实意义。

现实需要推动研究者关注机器人技术发展与应用产生的经济影响。例如,Aghion 等 (2017)、DeCanio (2016) 主要关注机器人对人工的替代作用以及相关的社会就业问题,他们认为机器人的使用必然引起就业减少和劳动收入份额下降。而 Acemoglu 和 Restrepo (2018)、Fueki 和 Maehashi (2019)、Autor 等 (2020) 则通过使用美国现实数据和数值模拟等方法考察了机器人使用产生的影

响,他们认为机器人使用并不必然引起劳动收入份额下降,因为机器人使用可以提高社会生产效率,而工人的工资取决于生产效率。这些研究的共同点是认可机器人可以对人工产生替代作用。与之不同,Berg等(2016)、Graetz和Michaels(2018)则认为机器人使用可能无法替代人类劳动,反而是人类劳动的延伸和补充,并且认为机器人使用可能引起劳动收入份额上升。近年来,国内研究者开始关注机器人技术与应用产生的影响。陈彦斌等(2019)、杨蕙馨等(2020)认为机器人使用有助于推动我国经济增长,但同时会造成失业风险。陈利锋和钟玉婷(2020a)主要考察了机器人使用范围扩大和机器人投资效率提高产生的宏观经济影响。余玲铮等(2019)、韩民春和韩青江(2020)、陈利锋和钟玉婷(2020b)分别基于调查数据和新凯恩斯主义动态随机一般均衡模型分析了机器人使用对我国劳动力市场的影响,研究指出,机器人使用将增加失业并降低劳动收入份额,但对工资的影响不明朗。以上研究均基于单部门模型考察机器人使用产生的宏观经济效应,还有部分研究基于多部门模型考察机器人使用产生的影响。郭凯明(2019)通过建立多部门经济增长模型考察机器人使用对劳动收入份额的影响,研究显示,机器人使用对劳动收入份额的影响存在部门差异。岳昌君等(2019)认为机器人对不同行业劳动的替代作用存在差异,进而分析了就读重点大学对降低被机器人替代概率的影响。国内外相关研究的结论具有重要启示意义,但仍存在可深入讨论的元素:(1)机器人技术与应用应该具有阶段性,不同阶段机器人替代的劳动力类型也应存在差别;(2)在机器人技术与应用的不同阶段货币政策宏观经济效应存在的差异以及不同阶段货币政策机制设计。

为考察机器人技术与应用对货币政策宏观经济效应产生的影响,本文构建了包含机器人技术发展不同阶段的动态随机一般均衡模型,并结合这一模型考察了不同阶段货币政策冲击对劳动收入份额的影响。参考Stevenson(2019)的划分方法,模型经济第一阶段,机器人技术发展仍处于较低水平,机器人仅可替代低技能劳动力;模型经济第二阶段,机器人技术发展处于较高水平,机器人逐渐替代高技能劳动力,人类开始从劳动中脱离并从事更加需要脑力劳动的工作(如艺术鉴赏等)。研究结果表明,(1)机器人技术发展处于较低水平时,紧缩性货币政策冲击发生后劳动收入份额表现出逆周期特征;(2)机器人技术发展处于较高水平时,紧缩性货币政策冲击发生后劳动收入份额呈现下降趋势,即表现出顺周期特征。显然,本文基于包含机器人技术不同发展阶段的动态随机一般均衡模型得出的结论与基于基准新凯恩斯主义模型得出的结论并不一致。本文的研究结论表明,货币政策冲击发生后劳动收入份额的变化与机器人技术发展阶段有关。^①

在此基础上,本文基于社会福利损失函数考察了机器人技术不同发展阶段的货币政策机制设计问题。研究结果表明,第一,机器人技术发展水平处于较低阶段,机器人对低技能劳动力产生的替代效应占优,经济中的就业问题随着机器人技术发展越发严峻,从最小化政策引致的社会福利损失的角度来看,考虑就业因素的货币政策的效果较好;第二,机器人技术发展水平达到高级阶段,机器人逐渐替代高技能劳动力,劳动生产率达到较高水平,Stevenson(2019)认为此阶段生产率获得效应占优,较高的劳动生产率使物价和就业更加稳定,采用支持增长型货币政策具有较好的政策效果。

① 机器人使用对劳动收入份额的影响取决于两个效应:替代效应与生产率获得效应(Stevenson,2019;陈利锋、钟玉婷,2020a)。在模型经济第一阶段,机器人使用对低技能劳动力产生替代,导致低技能劳动力大量失业,进而劳动收入份额下降,这一阶段替代效应占优。在模型经济第二阶段,机器人开始替代高技能劳动力,表明模型经济劳动生产率达到了相当高的水平,此时生产率获得效应占优,机器人使用对生产率的影响大于对就业的影响,而劳动生产率提高引起实际工资较大幅度上升,抵消了就业减少产生的影响,最终劳动收入份额呈现上升趋势。

二、货币政策与劳动收入份额:基于现实数据与基准新凯恩斯主义模型的结论

为考察货币政策对劳动收入份额的影响,本文构建了包含货币供给、名义利率、实际工资、劳动收入份额以及通胀的向量自回归 (VAR) 模型,并选取我国 1998 年第一季度至 2019 年第四季度广义货币供给量 M2、银行同业拆借利率 (Shibor)、平均实际工资、劳动收入份额、CPI 数据作为观测值,广义货币供给量 M2 取自然对数,平均实际工资使用季度工资总额与就业人口比值的自然对数表示,劳动收入份额使用工资总额与季度 GDP 比值的自然对数表示,通胀则使用环比法处理后的 CPI 表示。在对数据进行处理之后,平稳性检验结果显示各数据均为一阶单位根过程,进一步采用 Johanson 协整检验,迹检验和最大特征根检验结果均表明本文选取的变量之间存在 3 个协整关系。模型最优滞后长度检验结果显示,大多数选取准则均指向二阶滞后。因此,在模型估计过程中,本文将 VAR 模型的滞后阶数设定为 2。

在对 VAR 模型进行估计的基础上,图 1 给出了 1 个单位标准差扩张性货币政策冲击对劳动收入份额的影响。显然,扩张性货币政策冲击发生后,劳动收入份额呈现明显的下降趋势。图 1 分析的结论与 Cantore 等(2020)的结论基本一致,后者使用多国面板 VAR 模型考察了货币政策对劳动收入份额的影响,结果显示货币政策对劳动收入份额的影响并不具有顺周期特征,甚至表现出逆周期特征。

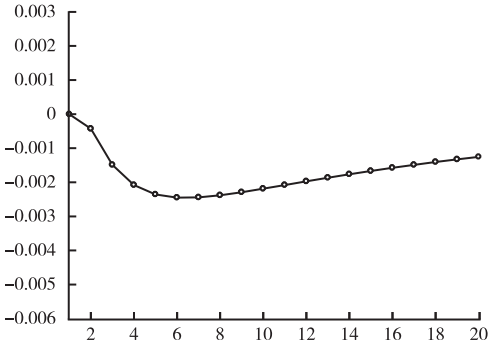


图 1 扩张性货币政策的脉冲响应:基于现实数据的分析

结合 Galí(2018)的基准新凯恩斯主义模型,可以分析货币政策对劳动收入份额的影响。图 2 显示了 1 个单位标准差紧缩性货币政策冲击对劳动收入份额的影响。图 2 显示,紧缩性货币政策引起通胀与工资膨胀下降。同时,货币紧缩、总需求减少导致价格水平下降和总产出减少,最终通过企业利润减少而导致劳动力需求减少和名义工资下降。不过,由于物价下降幅度超过名义工资下降幅度,因而实际工资上涨。实际工资上涨不足以抵消产出下降带来的影响,最终劳动收入份额呈现下降趋势。因此,基于基准新凯恩斯主义模型得出的结论是,货币政策对劳动收入份额的影响具有顺周期特征,即紧缩性货币政策引起劳动收入份额下降。显然,这一结论与基于我国现实数据得出的分析结论相反。

为何基于我国现实数据与基于基准新凯恩斯主义模型得出的结论相反? 对这一问题的回答需要剖析基准新凯恩斯主义模型中货币政策的传导机制。依据 Galí(2018)的研究,紧缩性货币政

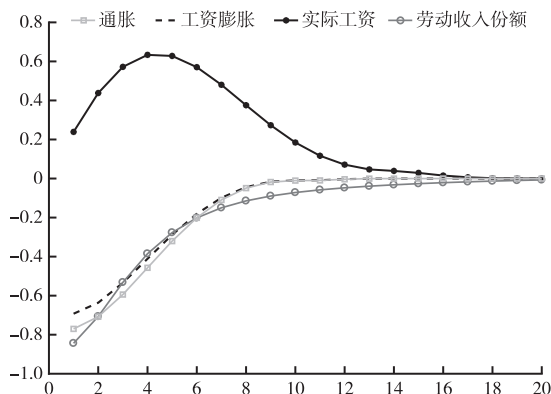


图2 紧缩性货币政策的效应:基于基准新凯恩斯主义模型的分析

策冲击发生后,企业与劳动力进行工资议价以使劳动力市场重新恢复均衡,新工资的设定改变了企业生产的边际成本,并最终影响整个宏观经济。如果经济中存在某种因素干扰或者阻碍货币政策通过劳动力市场影响宏观经济的传导路径,那么货币政策的宏观经济效应可能发生改变(Nekarda和Ramsey,2021)。Acemoglu和Restrepo(2018)、郭凯明(2019)、余玲铮等(2019)、陈利锋和钟玉婷(2020a)指出,机器人(或人工智能)的出现及其对人类劳动的替代作用最终导致货币政策通过劳动力市场使宏观经济的传导路径发生改变:由于机器人具有替代人类劳动的作用,因而当外生因素对经济产生冲击时,企业无须与工人进行工资议价以实现劳动力市场均衡,因为企业可以使用机器人替代人工。Fueki和Maehashi(2019)、陈利锋和钟玉婷(2020a)认为,机器人的使用使得企业在货币政策冲击之后无须调整工资,弱化了通胀与实际经济活动的联系,进而改变了货币政策的传导机制。

显然,已有研究倾向于认为机器人的出现改变了货币政策影响宏观经济的传导路径,而传统的基准新凯恩斯主义模型中并未刻画机器人带来的影响,因而在分析货币政策对劳动收入份额的影响时,基于基准新凯恩斯主义模型与基于现实数据得出的结论不一致。

三、模型与设定

本部分构建了包含技能差异与机器人技术发展不同阶段的动态随机一般均衡模型。依据技能差异,可将劳动者分为低技能劳动力与高技能劳动力。为简单起见,本文将管理、研发等活动的参与者均视为高技能劳动力。在模型经济第一阶段,机器人替代低技能劳动力;在模型经济第二阶段,机器人逐渐替代高技能劳动力。因此,模型经济中存在两类不同的投资:物质资本投资与机器人资本投资。物质资本投资形成物质资本,其对劳动力具有互补性;机器人资本投资形成机器人资本,其对劳动力具有替代性。

(一)家庭行为

模型经济第一阶段的家庭由两类劳动力构成,即高技能劳动力与低技能劳动力,二者的劳动力供给分别为 L_t^H 和 L_t^L 。假定家庭成员完全风险共享并且两类劳动力的供给弹性均为 $\frac{1}{\eta}$ 。定义 C_t 为家庭消费,那么家庭的终身效用函数可以表示为:

$$E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ \ln C_t - \frac{1}{1+\eta} \exp(\varepsilon_t^l) [(L_t^H)^{1+\eta} + (L_t^L)^{1+\eta}] \right\}$$

其中, β 为贴现因子, ε_t^l 为劳动力供给冲击。定义两类劳动力获得的名义工资分别为 W_t^H 和 W_t^L , 陶爱萍等(2020)指出, 中国劳动力市场技能溢价显著存在, 因而 $W_t^H > W_t^L$ 。设定家庭成员完全风险共享, 那么家庭可以将两类劳动力的工资收入纳入家庭收入并统一支配。家庭将总收入用于消费、购买无风险债券 B_t 、物质资本投资 I_t^k 和机器人投资 I_t^z , 定义 U_t^k 与 U_t^z 分别表示物质资本(K_t)和机器人资本(Z_t)的使用率, 函数 $\Psi(\cdot)$ 表示物质资本和机器人资本使用引起的成本(即使用成本), R_t^k, R_t^z, R_t 分别为物质资本实际租金率、机器人资本实际租金率和名义利率, O_t 表示家庭获得的其他收入, 那么家庭的预算约束条件为:

$$C_t + \frac{B_t}{P_t} + I_t^k + I_t^z + \Psi(U_t^k)K_t + \Psi(U_t^z)Z_t \leq \frac{W_t^H}{P_t}L_t^H + \frac{W_t^L}{P_t}L_t^L + R_t^k U_t^k K_t + R_t^z U_t^z Z_t + R_{t-1} \frac{B_{t-1}}{P_t} + O_t$$

参考 Christiano 等(2020)的研究, 设定物质资本和机器人资本使用成本函数为:

$$\Psi(U_t^k) = (v^k)^{-1} R^k \{ \exp[v^k (U_t^k - 1)] - 1 \} \quad (1)$$

$$\Psi(U_t^z) = (v^z)^{-1} R^z \{ \exp[v^z (U_t^z - 1)] - 1 \} \quad (2)$$

其中, v^k 和 v^z 分别为物质资本和机器人资本使用成本函数的曲率, R^k 和 R^z 分别为物质资本和机器人资本实际租金率的稳态值。定义 $S_k(\cdot)$ 和 $S_z(\cdot)$ 分别为物质资本和机器人资本调整成本函数, 并且满足 $S_k(\delta_k) = \delta_k, S'_k(\delta_k) = 1, S_z(\delta_z) = \delta_z, S'_z(\delta_z) = 1, \delta_k$ 和 δ_z 分别为物质资本和机器人资本的折旧率, ε_t^k 和 ε_t^z 分别为物质资本和机器人资本的投资冲击, 那么物质资本和机器人资本的动态累积方程为:

$$K_{t+1} = (1 - \delta_k)K_t + \exp(\varepsilon_t^k) S_k\left(\frac{I_t^k}{K_t}\right)K_t \quad (3)$$

$$Z_{t+1} = (1 - \delta_z)Z_t + \exp(\varepsilon_t^z) S_z\left(\frac{I_t^z}{Z_t}\right)Z_t \quad (4)$$

家庭的优化决策问题为在预算约束以及约束条件(3)、(4)下最大化终身效用函数, 由此可以得出家庭消费、高技能劳动力供给、低技能劳动力供给条件以及物质资本、机器人资本投资最优数量。定义 Q_t^k 和 Q_t^z 分别为物质资本和机器人资本的实际价格, 即对应物质资本和机器人资本而言的托宾 Q, 由方程(3)、(4)可知 Q_t^k 和 Q_t^z 满足:

$$Q_t^k = [S'_k(I_t^k/K_t)]^{-1} \quad (5)$$

$$Q_t^z = [S'_z(I_t^z/Z_t)]^{-1} \quad (6)$$

模型经济第二阶段的所有劳动力均为高技能劳动力, 效用函数与家庭预算约束缩减为:

$$E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ \ln C_t - \frac{1}{1+\eta} \exp(\varepsilon_t^l) (L_t^H)^{1+\eta} \right\}$$

$$C_t + \frac{B_t}{P_t} + I_t^k + I_t^z + \Psi(U_t^k)K_t + \Psi(U_t^z)Z_t \leq \frac{W_t^H}{P_t}L_t^H + R_t^k U_t^k K_t + R_t^z U_t^z Z_t + R_{t-1} \frac{B_{t-1}}{P_t} + O_t$$

无论是模型经济第一阶段还是第二阶段,高技能劳动力均具有较强的议价能力,因而其工资调整面临名义刚性。定义 θ_w 表示高技能劳动力的名义工资刚性,与陈利锋(2018)的研究类似,高技能劳动力工资采用 Calvo 交错调整方式设定。定义 $W_t^{H^*}$ 为高技能劳动力最优工资, ε_w 为不同高技能劳动力之间的替代弹性系数。高技能劳动力选择最优工资 $W_t^{H^*}$ 以最大化效用函数,其对应的一阶条件为:

$$E_t \sum_{k=0}^{\infty} (\beta \theta_w)^k \left(\frac{L_{t+k,t}^H}{C_{t+k,t}} \right) \left\{ \left(\frac{W_t^{H^*}}{P_{t+k}} \right) - \left[\frac{\varepsilon_w}{(\varepsilon_w - 1)} \right] MRS_{t+k,t} \right\} = 0 \quad (7)$$

其中, $L_{t+k,t}^H$ 与 $C_{t+k,t}$ 分别为工资保持不变条件下 $t+k$ 期高技能劳动力的就业与消费, MRS_t 表示就业与消费的边际替代率。

(二) 最终产品生产商

定义 Y_t 为模型经济的最终产品产出, $Y_t(i)$ 为中间产品 $i, i \in (0, 1]$, 定义 $P_t, P_t(i)$ 分别为最终产品与中间产品的价格, ε_p 为不同中间产品之间的替代弹性, 那么最终产品生产商优化问题一阶条件为:

$$Y_t(i) = \left[\frac{P_t(i)}{P_t} \right]^{-\varepsilon_p} Y_t$$

(三) 中间产品生产商

1. 模型经济第一阶段生产函数及优化行为

定义 ε_t^a 为中间产品生产商采用的技术, 依据惯例, 可以将 ε_t^a 视为外生冲击, 并服从平稳的 AR(1) 过程。中间产品生产函数与模型经济发展阶段有关: 在模型经济第一阶段, 机器人替代的主要是低技能劳动力, 而高技能劳动力不受影响, 因而第一阶段中间产品生产商的生产函数为如下具有一般性的常替代弹性 (CES) 形式:

$$Y_t(i) = \exp(\varepsilon_t^a) \{ \gamma_1 [U_t^k K_t(i)]^{\alpha_1} + (1 - \gamma_1) N_{1t}(i)^{\alpha_1} \}^{\frac{1}{\alpha_1}}, \alpha_1 < 0 \quad (8)$$

其中, α_1 为第一阶段生产函数中有效物质资本对复合劳动投入 $N_{1t}(i)$ 的替代率, 由于物质资本对劳动力投入具有互补性, 因而 α_1 的取值为负; γ_1 为物质资本产出份额。复合劳动投入包含三类要素: 机器人、低技能劳动力和高技能劳动力。在模型经济第一阶段, 机器人替代低技能劳动力, 而与高技能劳动力具有互补性, 因而复合劳动投入可以表示为如下形式:

$$N_{1t}(i) = \{ \vartheta \Gamma_t(i)^{\mu} + (1 - \vartheta) [L_t^H(i)]^{\mu} \}^{\frac{1}{\mu}}, \mu < 0 \quad (9)$$

$$\Gamma_t(i) = \{ v_1 [U_t^z Z_t(i)]^{\phi} + (1 - v_1) (L_t^L)^{\phi} \}^{\frac{1}{\phi}}, \phi > 0 \quad (10)$$

其中, Γ_t 为由机器人与低技能劳动力构成的复合投入; μ 为复合劳动投入函数的曲率, 反映了第一阶段复合投入与高技能劳动力之间的互补性, 因而 μ 的取值为负; ϑ 为第一阶段复合投入的权重; ϕ 反映了机器人与低技能劳动力的替代性, 由于第一阶段机器人对低技能劳动力具有替代作用, 因而 ϕ 取值为正; v_1 为有效机器人资本在第二阶段复合劳动投入中的权重。基于以上生产函数设定方程可知, 在模型经济第一阶段, 高技能劳动力与低技能劳动力、高技能劳动力与机器人之间存在互补关系, 机器人仅对低技能劳动力具有完全替代性。

2. 模型经济第二阶段生产函数及优化行为

在模型经济第二阶段,低技能劳动力从事的岗位已经全部被机器人替代,并且机器人逐渐替代高技能劳动力。不过,相比低技能劳动力,机器人对高技能劳动力的替代性较低。经济中的生产函数为:

$$Y_t(i) = \exp(\varepsilon_t^a) \{ \gamma_2 [U_t^k K_t(i)]^{\alpha_2} + (1 - \gamma_2) N_{2t}(i)^{\alpha_2} \}^{\frac{1}{\alpha_2}}, \alpha_2 < 0 \quad (11)$$

其中, γ_2 为第二阶段生产函数中物质资本产出份额, α_2 为有效物质资本对复合劳动投入 $N_{2t}(i)$ 的替代率,由于物质资本与复合劳动之间存在互补性,因而 α_2 取值为负。第二阶段复合劳动投入 $N_{2t}(i)$ 包含机器人和高技能劳动力两种元素,即:

$$N_{2t}(i) = \{ v_2 [U_t^z Z_t(i)]^\zeta + (1 - v_2) [L_t^H(i)]^\zeta \}^{\frac{1}{\zeta}}, \zeta > 0 \quad (12)$$

其中, v_2 为有效机器人资本在第二阶段复合劳动投入中的权重, ζ 为机器人对高技能劳动力的替代率,由于第二阶段机器人逐渐替代高技能劳动力,因而 ζ 取值为正。

3. 最优价格设定行为

定义 θ_p 为中间产品的名义价格刚性,表明每一时期仅有 $1 - \theta_p$ 比例的中间产品可以进行价格调整;定义 P_t^* 表示中间商的最优产品定价,中间产品价格 $P_t(i)$ 依据 Calvo 交错定价形式确定;定义 $Y_{t+k|t}(i)$ 为价格保持为最优价格 P_t^* 条件下 $t+k$ 期的中间产品产出, $Y_{t+k}(i)$ 为价格灵活调整条件下 $t+k$ 期的中间产品产出。那么,决定 P_t^* 的一阶条件为:

$$E_t \sum_{k=0}^{\infty} (\beta \theta_p)^k \left\{ \left(\frac{P_t^*}{P_{t+k}} \right) - \left[\frac{\varepsilon_p}{(\varepsilon_p - 1)} \right] \lambda_{t+k}(i) \right\} Y_{t+k|t}(i) = 0 \quad (13)$$

(四) 市场出清与货币政策当局

依据支出法核算准则,经济中的总产出应等于模型经济的最终产品产出 Y_t , 而最终产品产出为家庭消费、物质资本投资、机器人资本投资以及物质资本和机器人资本使用成本,即:

$$Y_t = C_t + I_t^k + I_t^r + \Psi(U_t^k) K_t + \Psi(U_t^z) Z_t \quad (14)$$

设定模型经济的通胀 Π_t^p 为当期价格水平与上期价格水平之比,即 $\Pi_t^p = P_t/P_{t-1}$ 。货币政策当局遵循如下政策规则:

$$\frac{R_t}{R} = \left(\frac{R_{t-1}}{R} \right)^{\rho_R} \left[\left(\frac{\Pi_t^p}{\Pi^p} \right)^{r_p} \left(\frac{Y_t}{Y} \right)^{r_y} \right]^{1-\rho_R} \exp(\varepsilon_t^R) \quad (15)$$

其中, ρ_R 为名义利率平滑参数, R 、 Π^p 、 Y 分别为稳态名义利率、通胀和产出, r_p 和 r_y 分别为名义利率对通胀、产出的反应系数, ε_t^R 为货币政策冲击。

定义 LS_t 表示劳动收入份额,等于高技能劳动力获得的名义工资、低技能劳动力获得的名义工资之和与总产出的比值;定义 LS_t^H 和 LS_t^L 分别表示高技能劳动力和低技能劳动力各自的劳动收入份额。那么, LS_t 可以表示为:

$$LS_{1t} = \frac{W_t^H L_t^H + W_t^L L_t^L}{P_t Y_t} = LS_t^H + LS_t^L \quad (16)$$

在模型经济第二阶段,由于无低技能劳动力,因而劳动收入份额 LS_t 等于高技能劳动力获得的

名义工资与总产出的比值,即:

$$LS_{2t} = \frac{W_t^H L_t^H}{P_t Y_t} \quad (17)$$

外生冲击包括劳动力供给冲击 ε_t^l 、物质资本投资冲击 ε_t^k 、机器人资本投资冲击 ε_t^z 、技术冲击 ε_t^a 及货币政策冲击 ε_t^R , 均服从平稳 AR(1) 过程: $\varepsilon_t^x = (1 - \rho_x) \varepsilon^x + \rho_x \varepsilon_{t-1}^x + e_t^x$ 。其中, ρ_x 为冲击持续性, e_t^x 是均值为 0、方差为 σ_x 的独立白噪声。

四、模型参数化

依据惯例,时间偏好参数 β 校准为 0.98;依据龚敏等(2016)估计的结果,物质资本使用成本函数的曲率 v^k 的取值校准为 5.5;与郭凯明(2019)的做法相同,本文设定机器人资本使用成本函数的曲率与物质资本使用成本函数的曲率相同,即 v^z 的取值校准为 5.5。依据陈利锋(2018)、邓贵川和谢丹阳(2020)的研究,季度物质资本折旧率 δ_k 的取值校准为 4%;与郭凯明(2019)、陈利锋和钟玉婷(2020a)的做法相同,本文设定机器人资本折旧率与物质资本折旧率相同,即 δ_z 的取值校准为 4%。依据范爱军和卞学宇(2018)的研究,名义价格刚性 θ_p 、名义工资刚性 θ_w 以及货币政策参数 ρ_R 、 r_p 、 r_y 的取值分别校准为 0.75、0.5、0.8、0.35 和 1.25。

依据陈登科和陈诗一(2018)估算的结果,第一阶段生产函数中有效物质资本对复合劳动投入的替代率 α_1 的取值可以校准为 -0.16,表明二者存在互补性。依据邓贵川和谢丹阳(2020)、陈利锋和钟玉婷(2020b)的研究,第一阶段生产函数中物质资本产出份额 γ_1 的取值校准为 0.6。对于第一阶段复合劳动投入函数的曲率 μ ,由于国内目前仍无相关研究对这一参数进行估计,本文参考 Anzoategui 等(2019)通过股票市场数据对不同技能水平劳动力互补性估算的结果,将 μ 的取值校准为 -0.25。参数 ϑ 度量了低技能劳动力占比,依据陈利锋(2018)估算的结果,将 ϑ 的取值校准为 0.93。由于机器人资本可以高度替代低技能劳动力,因而机器人对低技能劳动力的替代弹性 ϕ 的取值应接近 1,不失一般性,可以将这一参数的取值校准为 0.9。对于有效机器人资本在第一阶段复合劳动投入中的权重 v_1 ,考虑到第一阶段机器人技术发展水平仍处于较低阶段(机器人只能替代低技能劳动力),因而可以将 v_1 的取值校准为 0.1。

第二阶段生产函数中有效物质资本对复合劳动投入的替代率 α_2 、物质资本产出份额 γ_2 的取值与第一阶段对应参数取值相同,即 $\alpha_2 = -0.16$ 、 $\gamma_2 = 0.6$ 。由于第二阶段机器人逐渐替代高技能劳动力,但与机器人对低技能劳动力的近乎完全替代不同,机器人难以近乎完全替代高技能劳动力。基于此且不失一般性,本文将机器人对高技能劳动力的替代率 ζ 的取值校准为 0.7。考虑到第二阶段机器人逐渐替代高技能劳动力,这意味着低技能劳动力已经被机器人所替代,机器人的使用范围已经较广,并且越来越智能化。基于此且不失一般性,可以将参数 v_2 的取值校准为 0.5。

五、机器人技术发展阶段与劳动收入份额

在参数校准的基础上,本部分分别考察模型经济第一阶段与第二阶段货币政策对劳动收入份额的影响,并与基于我国现实数据、基准新凯恩斯主义模型得出的结论进行对比。

(一) 机器人技术发展水平较低阶段模型动态分析

首先考察在机器人替代人工的第一阶段货币政策对劳动收入份额的影响。我们将模型经济中货币政策冲击的持续性设定为 0.9, 冲击的标准差设定为 1 个单位。图 3 显示的是模型经济第一阶段紧缩性货币政策冲击的脉冲响应: 紧缩性货币政策冲击引起经济中产出减少、通胀下降和低技能劳动力就业减少, 同时引起机器人资本投资增加、高技能劳动力就业增加和劳动收入份额上升。

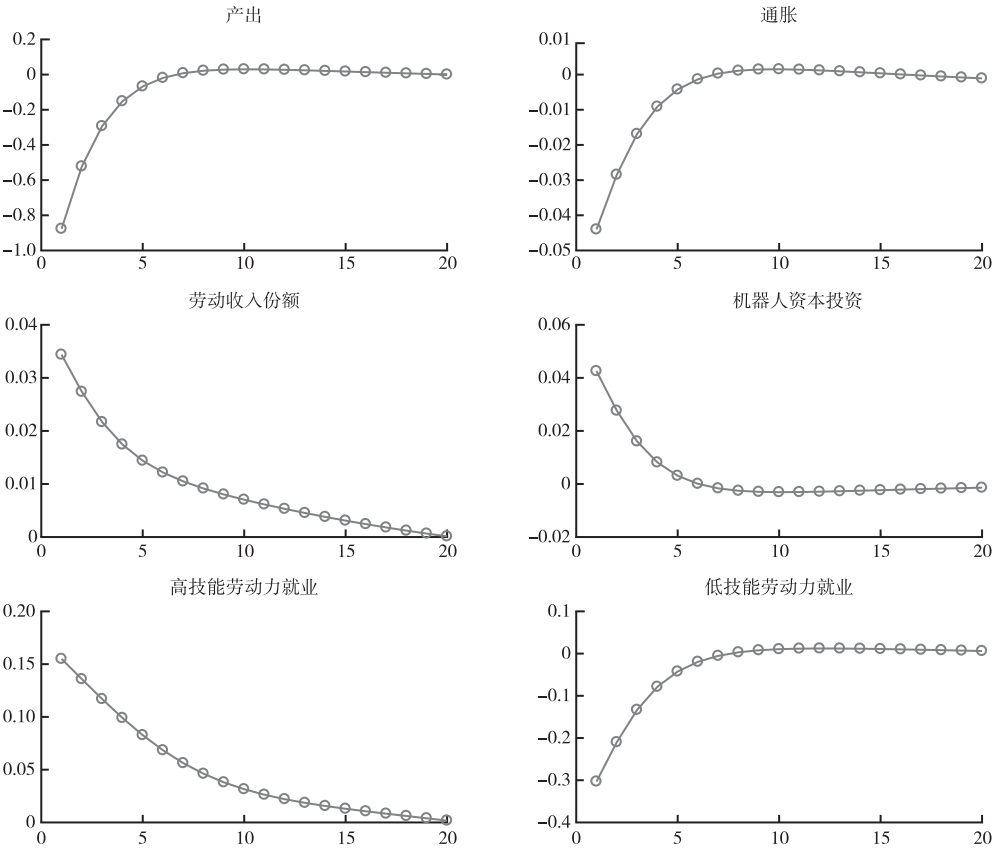


图 3 模型经济第一阶段紧缩性货币政策冲击的脉冲响应

为何模型经济第一阶段紧缩性货币政策冲击的脉冲响应表现出如此特征? 紧缩性货币政策抑制了物价上涨, 因而提高了整体实际工资 (Galí, 2018)。实际工资提高意味着机器人价格相对下降, 因而企业将更多使用机器人替代低技能劳动力。由于第一阶段机器人仅能替代低技能劳动力, 高技能劳动力与机器人之间仍存在互补性, 因而机器人资本投资增加必然使企业增加高技能劳动力投入, 从而引起高技能劳动力就业增加。不过, 低技能劳动力就业减少的幅度大于高技能劳动力就业增加的幅度, 这意味着经济中总就业减少。同时, 紧缩性货币政策还导致经济中总需求减少, 进而引起总产出下降。

与基准新凯恩斯主义模型中紧缩性货币政策冲击的脉冲响应不同, 模型经济第一阶段紧缩性货币政策冲击引起劳动收入份额呈现上升趋势, 并且劳动收入份额与总产出的变化方向相反, 即货币政策冲击发生后劳动收入份额表现出逆周期特征。这一发现与本文基于我国现实数据得出

的结论一致。比较基准新凯恩斯主义模型与模型经济第一阶段紧缩性货币政策冲击的脉冲响应发现,机器人的出现及其对低技能劳动力的替代效应可能是导致货币政策冲击发生后劳动收入份额呈现逆周期变化的重要因素:由于机器人可以替代低技能劳动力,紧缩性货币政策冲击发生后企业可以不进行工资调整而转向使用机器人替代低技能劳动力。由于高技能劳动力具有更高的工资水平,紧缩性货币政策冲击发生后高技能劳动力就业增加最终仍引起劳动收入份额上升。

(二) 机器人技术发展水平较高阶段模型动态分析

在模型经济第二阶段,机器人技术相比第一阶段更加成熟和智能化,机器人开始替代高技能劳动力。图 4 显示了这一阶段紧缩性货币政策冲击的脉冲响应。结合图 4 可以发现,模型经济第二阶段紧缩性货币政策冲击引起产出、通胀、高技能劳动力就业以及劳动收入份额下降。显然,这一发现与基准新凯恩斯主义模型中紧缩性货币政策冲击的脉冲响应基本一致:紧缩性货币政策冲击发生后劳动收入份额表现出顺周期特征。

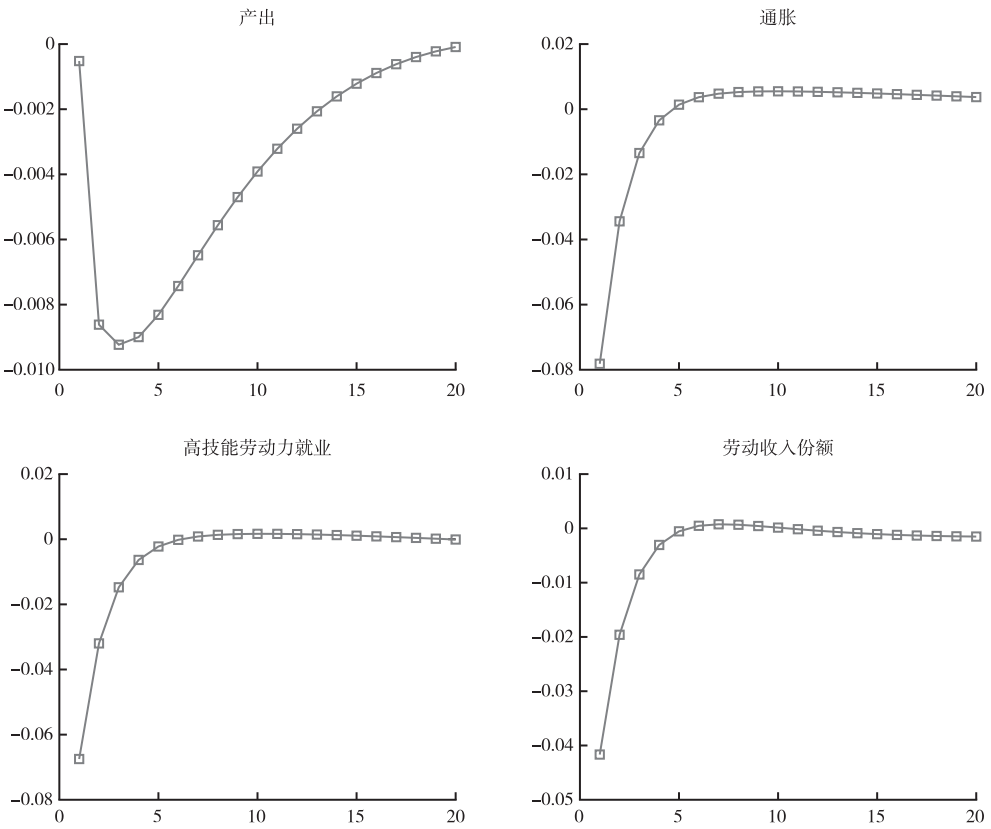


图 4 模型经济第二阶段紧缩性货币政策冲击的脉冲响应

比较图 3 与图 4 可以发现,与模型经济第一阶段相比,第二阶段紧缩性货币政策冲击的脉冲响应存在两个显著差异:(1) 紧缩性货币政策冲击引起高技能劳动力就业减少;(2) 紧缩性货币政策冲击发生后劳动收入份额呈现下降趋势。导致这一差别的原因是机器人技术发展阶段差异:在模型经济第二阶段,机器人逐渐替代高技能劳动力,因而紧缩性货币政策冲击引起高技能劳动力就业减少。尽管紧缩性货币政策冲击引致工资水平上升,但机器人对高技能劳动力的替代作用引起

高技能劳动力就业减少,并最终导致劳动收入份额下降。

综合模型经济第一阶段与第二阶段的结论可以发现,紧缩性货币政策对劳动收入份额的影响取决于机器人技术发展阶段:在机器人技术发展早期阶段,机器人仅仅能够替代低技能劳动力,紧缩性货币政策冲击发生后劳动收入份额表现出逆周期特征;在机器人技术发展高级阶段,机器人逐渐替代高技能劳动力,紧缩性货币政策冲击发生后劳动收入份额表现出顺周期特征。

六、机器人技术发展阶段与货币政策机制设计

通过比较模型经济不同发展阶段紧缩性货币政策冲击的脉冲响应函数,可以发现机器人对人工的替代作用导致货币政策传导机制发生变化,这一结论与 Fueki 和 Maehashi (2019)、陈利锋和钟玉婷 (2020a) 的结论一致,后者指出机器人(或人工智能)的出现及其对人类劳动的替代作用削弱了通胀与边际成本间的联系,进而导致货币政策传导机制发生变化。这一结论意味着在机器人技术发展水平不断提高以及应用越来越广泛的背景下,货币政策决策者需要考虑货币政策传导机制变化以促进决策科学化。那么,在此背景下,如何进行货币政策机制设计是决策者需要面对的重要问题(刘金全、张龙,2019)。

本文构建的包含机器人技术不同发展阶段的动态随机一般均衡模型的分析结果显示,紧缩性货币政策冲击的脉冲响应与机器人技术发展阶段相关。基于此,结合不同阶段机器人技术发展特征考虑货币政策机制设计可能更为合理。与以往相关研究类似,本文选取如下几类货币政策进行比较。

一是盯住通胀型货币政策。为突出这类政策机制下货币政策当局对通胀的敏感程度,本文将方程(15)中名义利率对通胀的反应系数 r_p 的取值校准为 1.5,将名义利率对产出的反应系数 r_y 的取值校准为 0.25,表明货币政策更加关注通胀。

二是考虑就业型货币政策。就业是劳动力市场的重要变量,也是政府关注的重要宏观经济指标,结合 Galí (2018) 的研究,本文在机器人替代人工背景下分析考虑就业型货币政策产生的影响。定义 r_n 为货币政策对就业变化的反应系数,那么这一货币政策机制可表述为:

$$\frac{R_t}{R} = \left(\frac{R_{t-1}}{R} \right)^{\rho_R} \left[\left(\frac{\Pi_t}{\Pi^p} \right)^{r_p} \left(\frac{Y_t}{Y} \right)^{r_y} \left(\frac{L_t}{L} \right)^{r_n} \right]^{1-\rho_R} \exp(\varepsilon_t^R) \quad (18)$$

其中, L_t 为总就业,模型经济第一阶段总就业为高技能劳动力就业与低技能劳动力就业之和,第二阶段总就业等于高技能劳动力就业。

三是支持增长型货币政策。货币政策是否应该盯住经济增长是一个传统的研究主题,以往研究得出的结论并不一致。Walsh (2015) 指出,在相机行事条件下,央行应考虑将经济增长作为货币政策调整的依据。Chen 等 (2016) 则指出,尽管中国货币政策具有明显的支持增长特征,但支持增长型货币政策会导致较大的福利损失。Nakata 和 Schmidt (2019)、Mertens 和 Williams (2019) 指出,超低利率环境下以盯住增长为目标的货币政策效果可能较好。与 Nakata 和 Schmidt (2019) 的研究相同,本文引入如下支持增长型货币政策,即:

$$\frac{R_t}{R} = \left(\frac{R_{t-1}}{R} \right)^{\rho_R} \left\{ \left(\frac{\Pi_t}{\Pi^p} \right)^{r_p} \left(\frac{Y_t}{Y} \right)^{r_y} \left[\left(\frac{Y_t}{Y} \right) / \left(\frac{Y_{t-1}}{Y} \right) \right]^{r_g} \right\}^{1-\rho_R} \exp(\varepsilon_t^R) \quad (19)$$

其中, r_g 为货币政策对产出(经济)增长的反应系数。参考 Chen 等(2016)使用我国数据估计的结果,本文设定参数 r_g 取值为 0.39。

为评价不同货币政策的宏观经济效应,引入如下社会福利损失函数:

$$\ell = \frac{1}{2}[\text{var}(\hat{y}_i) + g_1 \text{var}(\hat{\pi}_i^p)], i = 1, 2$$

(20)

其中,参数 g_1 依据范爱军和卞学宇(2018)、陈利锋(2018)估计的结果取值为 0.33。

表 1 分别给出了模型经济第一阶段与第二阶段不同货币政策引致的社会福利损失。为便于比较,我们将第一阶段盯住通胀型货币政策引致的社会福利损失标准化为 1,然后计算其他类型货币政策的相对社会福利损失。基于表 1 可以发现,(1)在机器人技术发展早期,相比盯住通胀型货币政策,支持增长型货币政策引起产出和通胀发生更大波动,考虑就业型货币政策相对降低了产出波动但扩大了通胀波动;(2)从社会福利损失的角度看,在机器人技术发展早期,考虑就业型货币政策引致的社会福利损失最小,盯住通胀型货币政策次之,支持增长型货币政策引致的社会福利损失最大。因此,基于稳定宏观经济和最小化社会福利损失考虑,在机器人技术发展早期,货币政策应考虑就业。

表 1 机器人技术发展阶段与货币政策引致的社会福利损失

变量	模型经济第一阶段		
	盯住通胀型货币政策	考虑就业型货币政策	支持增长型货币政策
σ_y	0.3396	0.2851	0.4460
σ_p	0.2777	0.3329	0.5516
ℓ	1.0000	0.8378	2.1294

变量	模型经济第二阶段		
	盯住通胀型货币政策	考虑就业型货币政策	支持增长型货币政策
σ_y	0.2644	0.2313	0.1651
σ_p	0.1989	0.2467	0.2155
ℓ	0.5895	0.5213	0.3026

基于表 1 还可以得出如下结论。(1)相比第一阶段,模型经济第二阶段货币政策引致的社会福利损失均较小。具体来看,第二阶段盯住通胀型货币政策、考虑就业型货币政策以及支持增长型货币政策引致的社会福利损失分别是第一阶段盯住通胀型货币政策引致的社会福利损失的 0.5895 倍、0.5213 倍和 0.3026 倍,与第一阶段相比,第二阶段货币政策对应的社会福利损失均较小。这一发现意味着,随着机器人技术发展逐渐成熟及其对人类劳动的替代,社会福利将得到改进。显然,本文这一结论支持了机器人技术发展乐观派的观点。不过,与传统乐观派相比,表 1 显示模型经济第一阶段货币政策仍引致了较大的社会福利损失。(2)与第一阶段不同,模型经济第二阶段支持增长型货币政策引致的社会福利损失最小,考虑就业型货币政策次之,而盯住通胀型货币政策引致的社会福利损失最大。这意味着,从最小化社会福利损失的角度看,在机器人技术发展至相对成熟阶段,以支持经济增长为目标的货币政策较好。

那么,为何机器人技术不同发展阶段货币政策机制选择存在差异呢?一个可能的原因是,不

同阶段机器人技术发展水平不同,机器人技术对宏观经济的影响存在显著差异。具体来看,在模型经济第一阶段,机器人技术发展仍处于较低水平,其替代的对象是劳动力中占较大比例的低技能劳动力,失业引致的经济波动是这一阶段旨在实现宏观经济稳定的货币政策关注的重点问题。因此,第一阶段以考虑就业为特征的货币政策引致的社会福利损失小于其他两类货币政策。Aghion 等(2017)认为机器人或人工智能技术发展初期,机器人对劳动力的替代效应占优,这一阶段机器人使用带来了社会福利恶化。这与本文所得出的结论基本一致。在模型经济第二阶段,机器人技术已经非常成熟,机器人开始逐渐替代高技能劳动力。Aghion 等(2017)认为这一阶段社会劳动生产率已经达到非常高的水平,人类开始从繁重的劳动中脱离出来,并从事更高层次的脑力劳动,即社会生产率的提高使人类整体社会福利水平提升。Eden 和 Gaggi(2018)、Stevenson(2019)指出,机器人或人工智能对社会福利的影响主要由替代效应和生产率获得效应共同决定,在机器人或人工智能技术处于较低水平时,替代效应占优,这一阶段失业增加和就业减少引致社会福利损失增加;当机器人或人工智能技术处于较高水平时,生产率获得效应占优,生产率水平提高最终改进了社会福利。

七、结论与展望

通过使用我国现实数据,本文构建了向量自回归模型并计算了货币政策冲击的脉冲响应,结果显示货币政策冲击发生后劳动收入份额表现出逆周期特征,这一结果与基准新凯恩斯主义模型所得出的结果相反,后者发现劳动收入份额对货币政策冲击的脉冲响应表现出顺周期特征。结合相关研究,本文认为导致二者结论相反的原因可能在于现实经济中机器人技术发展及其对劳动力的替代作用改变了货币政策传导机制。基于此,本文构建了包含机器人技术不同发展阶段的动态随机一般均衡模型,并基于这一模型考察货币政策对劳动收入份额的影响。研究结果显示,(1)机器人技术发展水平较低阶段,机器人仅可替代低技能劳动力,劳动收入份额对货币政策调整的反应表现出逆周期特征;(2)机器人技术发展达到高水平阶段,机器人逐渐替代高技能劳动力,紧缩性货币政策冲击发生后劳动收入份额表现出顺周期特征。在此基础上,本文进一步考察机器人技术不同发展阶段货币政策机制设计问题,结果表明,(1)当机器人技术发展处于较低水平,机器人对低技能劳动力的替代效应占优,货币政策应该考虑劳动力市场就业因素;(2)当机器人技术发展水平达到高级阶段,尽管机器人技术对高技能劳动力产生替代效应,但高劳动生产率带来的生产率获得效应占优,更高的劳动生产率使人类从劳动中脱离出来而从事更高层次的脑力劳动,采用支持增长型货币政策是较优的选择。

目前,我国机器人技术发展势头迅猛,但主要替代的仍是低技能劳动力,使用机器人替代人工的产业也主要集中于劳动密集型产业(余玲玲等,2019;岳昌君等,2019)。这一现实情况与本文模型经济第一阶段基本吻合。依据本文研究结论,机器人对我国低技能劳动力的替代效应可能引致失业增加,在发展机器人等先进制造业的同时,如何有效缓解社会就业压力是政府面临的重要现实问题。本文的研究结论显示,在这一阶段,货币政策当局应推行将劳动力市场就业因素考虑在内的货币政策,因为这一政策引致的社会福利损失较小。依据以往相关研究如 Galí(2018)的结论,失业率快速上升背景下该类货币政策对劳动力市场及宏观经济均具有较好的稳定作用。

需要进一步深入研究的内容包括以下两个方面。(1)机器人替代人工对经济不平等的影响。在机器人技术发展水平较低阶段,机器人对低技能劳动力产生替代效应可能造成消费不平等与收

人不平等。因此,一个可能的拓展是在本文构建的模型中考察机器人技术不同发展阶段对经济不平等的影响。(2)机器人使用决策内生化的。本文将机器人技术使用看作外生选择,直接将其引入生产函数,这一做法降低了分析难度,但可能与现实情况存在一定差距。余玲铮等(2019)通过调查发现,不同类型企业对机器人使用的态度存在显著差异,这一结论意味着机器人使用应该是一种内生化的选择。因此,如何把机器人使用作为一种企业内生化的选择引入本文分析框架将是需要深入研究的问题。

参考文献:

1. 陈登科、陈诗一:《资本劳动相对价格、替代弹性与劳动收入份额》,《世界经济》2018 年第 12 期。
2. 陈利锋:《货币政策盯住目标应该考虑不平等吗》,《财贸经济》2018 年第 4 期。
3. 陈利锋、钟玉婷:《人工智能发展的宏观经济效应:动态随机一般均衡视角》,《上海金融》2020a 年第 1 期。
4. 陈利锋、钟玉婷:《人工智能、劳动收入份额与社会福利》,《华中科技大学学报(社会科学版)》2020b 年第 4 期。
5. 陈彦斌、林晨、陈晓亮:《人工智能、老龄化与经济增长》,《经济研究》2019 年第 7 期。
6. 邓贵川、谢丹阳:《支付时滞、汇率传递与宏观经济波动》,《经济研究》2020 年第 2 期。
7. 范爱军、卞宇宇:《美元定价约束下通货膨胀目标冲击的国际传导与福利效应》,《世界经济》2018 年第 2 期。
8. 龚敏、谢攀、李文博:《中国资本利用率、企业税负与结构调整——基于内生化的资本利用率的视角》,《学术月刊》2016 年第 10 期。
9. 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。
10. 韩民春、韩青江:《机器人技术进步对劳动力市场的冲击——基于动态随机一般均衡模型的分析》,《当代财经》2020 年第 4 期。
11. 江春、向丽锦、肖祖沔:《货币政策、收入分配及经济福利》,《财贸经济》2018 年第 3 期。
12. 蓝嘉俊、方颖、马天平:《就业结构、刘易斯拐点与劳动收入份额:理论与经验研究》,《世界经济》2019 年第 6 期。
13. 刘金全、张龙:《新中国 70 年财政货币政策协调范式:总结与展望》,《财贸经济》2019 年第 9 期。
14. 陶爱萍、钱星星、吴文韬:《外资进入、市场化与技能溢价》,《经济与管理评论》2020 年第 6 期。
15. 杨蕙馨、孙孟子、杨振一:《中国制造业服务化转型升级路径研究与展望》,《经济与管理评论》2020 年第 1 期。
16. 余玲铮、魏下海、吴春秀:《机器人对劳动收入份额的影响研究——来自企业调查的微观证据》,《中国人口科学》2019 年第 4 期。
17. 岳昌君、张沛康、林涵倩:《就读重点大学对人工智能就业替代压力的缓解作用》,《中国人口科学》2019 年第 2 期。
18. 张伟伟、赵文:《国民收入分配形式及建议》,《经济学动态》2020 年第 6 期。
19. 钟春平:《失业波动之谜与搜寻匹配模型的进展与争议》,《经济学动态》2010 年第 6 期。
20. Acemoglu, D., & Restrepo, D., Artificial Intelligence, Automation and Work. NBER Working Papers, No. w24196, 2018.
21. Aghion, P., Jones, B., & Jones, C., Artificial Intelligence and Economic Growth. NBER Working Papers, No. w23928, 2017.
22. Anzoategui, D., Comin, D., Gertler, M., & Martinez, J., Endogenous Technology Adoption and R & D as Sources of Business Cycle Persistence. *American Economic Journal: Macroeconomics*, Vol. 11, No. 3, 2019, pp. 67 – 110.
23. Autor, D., Dorn, D., Katz, L., & Patterson, C., The Fall of the Labor Share and the Rise of Superstar Firms. *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 135, No. 2, 2020, pp. 645 – 709.
24. Berg, A., Buffie, E., & Zanna, L., Robots, Growth, and Inequality. *Finance & Development*, Vol. 53, No. 3, 2016, pp. 10 – 13.
25. Bilal, M., Klenow, P., & Malin, B., Resurrecting the Role of the Product Market Wedge in Recessions. *American Economic Review*, Vol. 108, No. 4 – 5, 2018, pp. 1118 – 1146.
26. Cantore, C., Ferroni, F., & Leon-Ledesma, M., The Missing Link: Monetary Policy and the Labor Share. Bank of England Working Papers, No. 857, 2020.
27. Chen, K., Higgins, P., Waggoner, D., & Zha, T., China Pro-growth Monetary Policy and Its Asymmetric Transmission. NBER Working Papers, No. w22650, 2016.
28. Christiano, L., Eichenbaum, M., & Trabandt, M., Why is Unemployment So Countercyclical?. NBER Working Papers, No. w26723, 2020.

29. DeCanio, S. , Robots and Humans; Complements or Substitutes? . *Journal of Macroeconomics*, Vol. 49, No. 1, 2016, pp. 180 – 191.
30. Eden, M. , & Gaggi, P. , On the Welfare Implications of Automation. *Review of Economic Dynamics*, Vol. 29, No. 1, 2018, pp. 15 – 43.
31. Fueki, T. , & Maehashi, K. , Inflation Dynamics in the Age of Robots; Evidence and Some Theory. Bank of Japan Working Papers, No. 19 – E – 9, 2019.
32. Gali, J. , The State of New Keynesian Economics; A Partial Assessment. *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 32, No. 3, 2018, pp. 87 – 112.
33. Graetz, G. , & Michaels, G. , Robots at Work. *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 100, No. 5, 2018, pp. 753 – 768.
34. Mertens, T. , & Williams, J. , Monetary Policy Frameworks and the Effective Lower Bound on Interest Rates. Federal Bank of New York Staff Reports, No. 877, 2019.
35. Nakata, T. , & Schmidt, S. , Gradualism and Liquidity Traps. *Review of Economics Dynamics*, Vol. 31, No. 1, 2019, pp. 182 – 199.
36. Nekarda, C. , & Ramsey, V. , The Cyclical Behavior of the Price-Cost Markup. *Journal of Money, Credit and Banking*, 2021, Forthcoming.
37. Stevenson, B. , Artificial Intelligence, Income, Employment, and Meaning. In Agrawal, A. , Gans, J. , & Goldfarb, A. (eds.), *The Economics of Artificial Intelligence; An Agenda*, Vol. 1, No. 1, 2019, pp. 113 – 137.
38. Walsh, C. , Goals and Rules in Central Bank Design. *International Journal of Central Banking*, Vol. 11, No. S1, 2015, pp. 295 – 352.

Robots, Share of Labor Income and Monetary Policy

CHEN Lifeng (Hainan University, 570228; Party School of the
Guangdong Provincial Committee of CPC, 510053)

ZHONG Chunping (Chinese Academy of Social Sciences, 100836)

LI Liangyan (Party School of the Guangdong Provincial Committee of CPC, 510053)

Abstract: Empirical evidence shows that the share of labor income will be countercyclical after monetary policy shocks hit the economy, which is at odds with the basic new Keynesian models, and the reason can attributed to that the development and application of robots alters the transmission mechanism of monetary policy. Then this paper proposes a new Keynesian dynamic stochastic general equilibrium model with multiple stages of robotics development and application, and examines the impacts of monetary policy on the share of labor income. The result shows that, the share of labor income displays countercyclical (procyclical) response to monetary policy shocks at the stage of low (high) level of robotics development. Further, we analyze monetary policy design with the method of social welfare analysis, and the result shows that monetary policy should consider employment factors in labor market at the stage of low robotics development level, and support output growth at the stage of high robotics development level.

Keywords: Robots, Share of Labor Income, Monetary Policy, New Keynesianism, Dynamic Stochastic General Equilibrium

JEL: E32, J31, G18

责任编辑: 非同