异质性主体宏观模型研究进展*

郝大鹏　李 力

摘要：异质性主体宏观模型建立在微观主体和微观数据的基础上，它能把理论模型与微观数据紧密地结合起来以更好地刻画现实经济。本文着重从异质性主体宏观模型的前提假设、主要分类、应用领域和求解算法等方面，系统总结相关重要文献和研究新进展，并分析异质性主体和代表性主体宏观模型的异同。结果表明，异质性主体宏观模型的解释力明显优于代表性主体宏观模型，它能够解释代表性主体宏观模型所无法解释的现象和问题，并能提供新的政策内涵。多源异构大数据的更易获得和异质性主体宏观模型求解算法的快速发展将有利于我们结合特殊国情运用该模型来分析现实问题，并使其成为宏观政策调控的基础分析工具。

关键词：异质性主体　代表性主体　不完全市场　宏观政策

一、引言

过去近 30 年，越来越多的学者致力于研究和构建带有异质性特征的宏观模型来更好地刻画现实世界。现实微观数据揭示经济个体之间存在众多的异质性特征，正如 Yellen(2016)所强调的那样，异质性特征对于理解宏观经济的动态变化至关重要。虽然越来越多的学者开始强调异质性主体(heterogeneous agents)宏观模型的重要性，但目前这类模型被政策制定者应用得还不够广泛。主要有两个原因：一是模型求解的困难，由于这类模型包含大量不同特征的经济个体，求解稳态值和模拟外部冲击造成的影响都比较复杂，费时费力；二是部分政策制定者认为没必要考虑现实中的异质性特征，因为代表性主体(representative agents)宏观模型仍拥有足够的解释力。例如，Rios-Rull(1996)构建了年龄分布与现实更接近的有限生命个体组成的异质性 OLG 模型，发现总体消费和投资的相对波动率以及产出和其他总体变量的相关性与代表性主体模型中的模拟结果相一致。在 Krusell & Smith(1998)构建的带有异质性特征的 RBC 模型中，虽然居民偏好的异质性可以更好地刻画现实中的财富分布，但技术冲击对总体产出、消费和投资的影响与代表性主体 RBC 模型的结果十分相似。

代表性主体宏观模型求解算法简洁易懂，并且主要计量软件均具有比较完善的求解工具箱，便于研究者使用。但是随着计算机软硬件性能的快速提升和求解异质性主体宏观模型方法的完善，目前求解异质性主体宏观模型的难度逐渐降低，求解速度也大幅度提升，因此模型求解的困难已经不是限制这类模型发展和应用的主要因素。另外，虽然部分文献(Rios-Rull, 1996; Krusell & Smith, 1998)的结果证明代表性主体宏观模型仍有一定的解释力，但越来越多的文献指出异质性主体宏观模型能解释许多代表性主体宏观模型所无法解释的经济现象。如 Guvenen(2006)认为，传统 RBC 模型为解释产出和投资的波动对跨期替代弹性(EIS)的影响而设定的模型参数值高于实际数据的估计值，并通过区分高跨期替代弹性和低跨期替代弹性的家庭研究发现，异质性主体宏观模型模拟的

* 郝大鹏，中国人民大学汉青经济与金融高级研究院，邮政编码：100872，电子邮箱：haodp@ruc.edu.cn；李力，北京大学光华管理学院，邮政编码：100871，电子邮箱：nklili0903c@163.com。基金项目：国家社科基金重大专项“防范化解重大风险”(18VFH007)。感谢南开大学金融学院王博教授和匿名审稿专家的宝贵意见，文责自负。

财富和消费不平等情况与美国数据更相符。Kaplan et al(2018)认为,在异质性家庭宏观模型中,货币政策对消费的影响渠道与代表性家庭宏观模型有显著差别。近期的文献指出,不但宏观状况会影响经济个体的异质性特征,而且经济个体的异质性也会对总体冲击的效果产生影响,进而对宏观变量造成影响。如 Ahn et al(2018)指出,个体之间的不平等对宏观变量的动态变化至关重要,但代表性主体模型无法解释这种影响机制。因此,虽然代表性主体宏观模型比较简洁明了,并且易于刻画主要宏观变量之间的动态关系,但其简洁性也限制了其研究问题的深入性,对现实经济现象的解释力更是明显弱于异质性主体宏观模型。随着微观数据揭示的经济个体之间异质性特征的逐渐增多,异质性主体宏观模型的应用越来越普及,这也为宏观政策制定者提供了更多的政策研究工具。

当下我国市场化改革正持续推进,家庭部门在财富、收入和消费等各方面呈现出越来越多的差异,而且随着民营企业的壮大,企业之间在生产效率、融资约束、劳动需求等方面的差异愈发明显。家庭和企业的异质性对我国宏观经济发展和宏观政策的制定十分重要,但目前国内学者利用异质性主体宏观模型来研究中国实际问题的文献还比较少,而代表性主体 RBC、OLG 和 DSGE 等宏观模型仍占据主流。随着我国经济统计数据的不断完善,微观数据库日益丰富,这有利于国内学者应用异质性主体宏观模型来研究中国宏观经济。因此,本文依据异质性主体宏观模型的主流文献,从异质性主体的前提假设、主要分类、经济内涵和模型求解算法等方面来进行梳理和评述,并对异质性主体宏观模型在我国的应用前景进行展望,以期对我国宏观经济的发展提供更多的理论支撑和政策启示。

二、异质性主体宏观模型的前提假设和主要分类

(一)异质性主体宏观模型的前提假设

异质性主体宏观模型是建立在经济个体的异质性和不完全市场的前提假设上,二者不可或缺,这与代表性主体宏观模型的假设完全不同。

代表性主体宏观模型的重要前提假设是经济个体之间是同质的,如有相同的信念、风险偏好、折现因子和边际消费倾向等,这样众多的经济个体可以组成一个代表性主体,以达到简化模型的目的。但现实中经济个体的经济行为在众多维度上都是异质性的,简单地套用代表性主体来刻画现实世界往往会存在一定的偏差。另外,如果假设经济个体之间都是同质的,这时他们之间就缺乏相互影响机制,而经济个体之间的差异会对宏观经济的动态变化产生重要影响。想具体探究经济个体之间的不平等、借贷关系等对宏观经济波动和宏观政策的影响,就必须允许个体之间存在异质性。因此,为更好地刻画现实经济,异质性主体宏观模型通常假设经济个体的某些特征存在异质性。

代表性主体宏观模型的另一个重要前提假设是经济个体所处的市场是完全的。所谓的完全市场是指经济个体有丰富的资产组合或工具,能在不同时间或状态下转换财富或者资源,以达到平滑跨期消费、效用或利润最大化的目的。当某些经济个体受到特质性冲击(idiosyncratic shock)时,在完全市场状态下,这些经济个体能够完全对冲掉冲击,这时不同的经济个体仍能够组成代表性主体。然而,现实中由于经济个体在拥有财富、资源和偏好等方面的差异,部分经济个体会受到一定的借贷约束,他们不能完全地对冲特质性风险的冲击。例如,当存在借贷约束的经济个体的收入受到特质性冲击时,由于融资约束的限制和资产流动性的差异,他们无法平滑各期的消费,进而无法实现效用最大化(Kaplan et al, 2018)。因此,现实中的经济个体往往生活在不完全市场中。基于此,不完全市场是异质性主体宏观模型的重要假设,而且是必不可少的。这是因为如果具有异质性特征的经济个体生活在完全市场中,这时异质性经济个体可以通过完全市场对冲掉风险,并且能得到与代表性主体模型相似的结果(Heathcote et al, 2009)。

目前,在异质性主体宏观模型文献中,造成市场不完全的因素主要包括对冲特质性风险的保险的丰富程度(Guvenen,2011)、家庭的理性程度(Misra & Surico, 2014; Farhi & Werning, 2017)、融资约束(McKay et al, 2016; Gopinath et al, 2017)、资产期限结构(Auclert, 2017)、资产流动性的限

制(Luetticke, 2018; Kaplan et al, 2018; Ahn et al, 2018)等。在不完全市场环境下,经济个体无法利用市场工具来完全有效地对冲掉所有特质性风险,由异质性风险加总的总体冲击对宏观经济的影响就与代表性主体宏观模型中总体冲击带来的影响存在较大差异,此时宏观调控政策的效力在这两种模型下的结果也会有所不同。因此,依据现实经济的微观数据来校准异质性主体宏观模型对确保宏观政策的效力至关重要,这也是研究异质性主体宏观模型的重要意义所在。

(二)异质性主体宏观模型的主要分类

在异质性主体宏观模型中,主体主要可分为异质性家庭、异质性企业和异质性金融中介,最早的异质性主体宏观模型的文献是研究家庭部门的异质性,其异质性主要体现在资产、劳动生产率、边际消费倾向、风险偏好和闲暇偏好等方面的差异,并且它们面临的风险冲击和借贷约束也不同。异质性家庭宏观模型不仅可以模拟出社会财富、收入和消费的不平等现象,也可以用来分析货币政策、财政支出政策、税收政策等宏观政策带来的影响,并且能用来研究货币政策的"前瞻性指引之谜"和失业陷阱等。另一部分学者开始考虑企业的异质性,其异质性主要体现在公司规模、投资偏好、生产效率和融资能力等方面的差异。目前,异质性企业宏观模型主要用来研究企业动态变化、资本错配、投资与宏观经济波动等,也有部分文献开始研究宏观政策的影响,如货币政策的投资影响渠道等。近期还有少量文献也开始将异质性金融中介纳入宏观模型中,其异质性主要体现在金融中介的运营效率、风险承担能力等方面的差异,这可以用来研究银行系统之间的风险传导机制以及对宏观经济的影响等。

三、异质性主体宏观模型的应用领域

异质性主体宏观模型能够灵活多样地设定模型结构,更好地刻画现实经济和宏观政策对微观主体影响的差异性,因此它比代表性主体宏观模型具有更强的解释力。本节主要从社会不平等、货币政策、财政政策、税收政策、失业陷阱、企业动态变化、资本错配、企业投资、金融中介和经济波动等方面,分析异质性主体宏观模型的应用领域与经济内涵。

(一)社会不平等

运用异质性主体宏观模型研究社会不平等的文献最早是从财富不平等开始的。目前,拟合财富不平等分布的方式主要有:一是通过劳动生产率冲击的差异来刻画财富的不平等,即部分幸运家庭的劳动生产效率受到有利冲击,劳动收入增加,从而变得富有;而受到不利冲击的其他家庭会变得贫穷(Huggett, 1996; Castaneda et al, 2003)。二是家庭理性和节约程度的差异,如 Krusell & Smith (1998)通过设定家庭部门具有不同的贴现率来实现财富积累的差异;Laitner(2002)假定家庭为后代留遗产所产生的效用存在差异,进而其积累的财富也存在差异。三是资产回报率,即高资产回报率的家庭会变得比低资产回报率的家庭更富有,如 Guvenen(2006)通过设定股票收益率高于债券收益率,使得股票持有者更富有;Quadrini(2000)和 Cagetti & De Nardi(2006)通过区分企业家和普通员工,假定企业家会积累更多资本,进而模拟得到了与现实更为相符的财富分布。

要想研究收入或工资的不平等,需要在模型中内生化劳动供给或工资决定。早期文献假设家庭收入的差异外生给定(Aiyagari, 1994; Krusell & Smith, 1998),随后部分文献开始内生化劳动供给决策、外生化工资的差异,进而来研究收入的不平等(Heathcote et al, 2010)。家庭工资的决定方程也十分关键,因此部分文献将工资差异内生化,如依据人力资本积累程度来决定工资等。Huggett et al(2006)研究表明,过大的初始人力资本异质性的程度反而会导致家庭生命周期内工资不平等的下降,而学习能力的异质性能模拟得到与数据中工资不平等上升趋势相符的结果。随后 Huggett et al (2011)、Guvenen et al(2013)又将人力资本的特质性冲击引入模型中,研究发现人力资本增长率的异质性对工资不平等起主导性作用。另外,Ahn et al(2018)根据劳动力与资本的互补性将劳动力区分为高技能和低技能进行研究发现,对低技能劳动力的生产效率施加负向冲击时会带来衰退,更不利于低技能员工,从而收入和消费的不平等增大;而对资本的生产效率施加正向冲击会提振经济,更

有利于高技能员工,但同样会导致收入和消费的不平等增大。

由于家庭的消费主要受其预算约束的限制,家庭的消费状况与其拥有的财富和收入密切相关,因此消费不平等与财富和收入不平等密切相关。但部分文献研究表明,金融服务、税收和社会救济等会缓解家庭消费不平等受收入不平等影响的程度。Krueger & Perri(2006)使用美国消费者调查数据研究发现,从 1980 年到 2003 年,组内(即具有相同特征的消费者)收入不平等上升趋势明显大于消费不平等,而组间收入不平等和消费不平等上升趋势相同。他们通过构建包含内生化的借贷合约的异质性家庭宏观模型研究发现,其能够很好地拟合现实中的数据,并以此证明金融服务的发展可以缓解消费的波动。Heathcote et al(2014)也认为家庭可以通过金融市场缓解收入冲击,减轻收入冲击带来的消费不平等的波动。其中,收入冲击只有将近 40%会传导到消费,其他的会被保险、税收和劳动调整缓冲掉。但是 Aguiar & Bils(2015)通过区分高收入和低收入家庭、奢侈品和耐用品,实证结果表明消费不平等的变动与收入不平等的变动十分接近。

另一方面,家庭持有资产的类型对拟合不同边际消费倾向(MPC)家庭的分布至关重要。早期研究社会不平等的文献中假设家庭持有一种资产,并且在模型内会有一定比例的家庭存在借贷约束(Aiyagari, 1994; Krusell & Smith, 1998)。然而当使用微观数据进行校准时,如果根据总体的资产与收入比例进行校准,刻画出的高边际消费倾向的家庭要低于微观数据中的观测值;而如果只根据流动资产与收入比例进行校准,尽管能比较好地与数据中的不同边际消费倾向家庭的分布进行匹配,但这会低估社会总资本。为解决此问题,Ahn et al(2018)进一步将居民持有的资产区分为流动资产和非流动资产,模型模拟结果与数据中总体消费对收入变动的敏感度和总体消费变动的平滑性更接近。这是因为将非流动资产转换为流动资产或用来消费时需要支付一定的成本,当未来收入增加时,持有非流动资产的家庭由于交易成本的存在会限制消费变动的幅度;勉强糊口(hand-to-mouth,也可称为"月光族")的家庭由于借贷能力的限制也不能立即大幅提升消费,而是逐渐增加其消费,这样其消费会变得更加平滑。

(二)货币政策

货币政策是调控宏观经济、实现经济增长的重要宏观调控工具,它不仅会影响市场的总供给和总需求,还会影响家庭部门的收入和财富的变化,因此货币政策一直是代表性主体新凯恩斯(Representative Agent New Keynesian,简称为 RANK)模型的重要研究内容。随着异质性主体宏观模型的兴起,越来越多的学者开始把异质性主体纳入传统新凯恩斯模型的研究框架中,构建起异质性主体新凯恩斯(Heterogeneous Agent New Keynesian,简称为 HANK)模型。HANK 模型能得到与 RANK 模型不同的结果和政策含义,并与现实实证结果更为相符,这为我们利用货币政策来调控宏观经济和实现政策目标提供了更多的政策启示。

1. 货币政策的影响。主要包括货币政策对家庭消费的影响与对企业投资的影响两方面。

(1)货币政策对家庭消费的影响。消费是 GDP 的重要组成成分,也关系到居民的生活质量和社会福利,因此研究货币政策冲击对消费的影响十分重要。在 RANK 模型中,外生货币政策冲击对个体和总体消费的影响主要有两个渠道:一是跨期替代渠道,即消费对真实利率变动的直接反应,真实利率的变动会影响家庭在不同时期消费的分配;二是收入乘数效应渠道,即真实利率变动会影响家庭的总体收入,而总体收入的变动会导致消费的变动。虽然在 HANK 模型中,新凯恩斯模型中的菲利普斯曲线和利率规则不直接受模型的异质性特征的影响,但由于 HANK 模型可以考虑家庭的异质性特征,因此,Auclert(2017)认为 HANK 模型能提供另外的三种影响渠道。一是收入异质性导致的收入再分配渠道,即外部冲击对不同家庭收入的影响不同,这导致部分家庭的收入变动相对总体收入变动出现改善,而其他家庭出现损失,这会影响家庭的消费;二是"费雪渠道"(Fisher channel),即未预期的通胀会降低名义资产的价值,因此不同家庭在不同时点持有的名义资产和实际资产的组合比例会影响家庭资产的实际价值,货币政策会影响通胀水平,因而会对不同家庭持有资产的实际价值产生影响;三是未对冲的利率风险敞口渠道,即不同资产和负债的久期不同,这样其利率

风险敞口不同，当家庭无法对冲掉利率风险敞口时，利率变动会影响家庭的资产价值，进而会影响家庭的消费。而要确定不同渠道的影响程度，需要测度这些渠道变动与家庭的边际消费倾向（MPC）的相关性。Auclert（2017）使用意大利和美国的实际统计数据研究发现，这三种新渠道能放大货币政策对消费的影响，并在 Bewley-Huggett-Aiyagari 不完全市场模型基础上进一步考虑价格粘性和资产的期限结构，研究结果表明，在资产具有合理的高久期和反常识的通货膨胀指数时能得到与实证相符的结果。Kaplan et al（2018）进一步考虑了资产流动性渠道，并在 Aiyagari-Huggett-Imrohoroğlu 不完全市场模型基础上将资产区分为流动性资产和非流动性资产，将异质性收入生成过程设为能产生尖峰分布的形式，并将新凯恩斯模型的粘性价格纳入其中，研究结果表明，未预期到的利率下降对消费产生的间接效应（即需求变动对劳动供给的影响所引起的收入变动等）远大于直接效应（即跨期替代效应等）的作用，这与现实实证分析数据更为相符。而在传统的 RANK 模型中直接效应发挥主导作用，这是因为在代表性主体宏观模型中家庭消费选择符合持久收入假说，收入的暂时变化对消费影响较小，只有收入的永久变化才会影响家庭消费。在 Kaplan et al（2018）的模型中，非流动资产转换为流动资产或用来消费时需要一定的成本，即存在资产的流动性限制。当利率出现未预期的变动时，家庭通过调整资产配置来最优化不同时期消费的能力会受到限制，这一定程度上会弱化跨期替代效应。另一方面，由于借贷约束的限制，模型中没有资产的“月光族”无法利用资产跨期配置来平滑各期消费，这会限制跨期替代效应，因此“月光族”越多，模型中的跨期替代效应越弱。Luetticke（2018）在与 Kaplan et al（2018）比较相近的框架下也发现，家庭资产流动性的限制能弱化利率变动对消费影响的直接效应，此外，收入的再分配和债务紧缩虽然能放大消费对利率变动的响应，却能降低投资对利率变动的响应。

（2）货币政策对企业投资的影响。投资是 GDP 的另一重要组成部分，同样显著地受到货币政策的影响。在新凯恩斯宏观模型中，货币政策会对投资产生明显影响，并且金融摩擦会加大影响程度，即“金融加速器效应”。在传统的 RANK 模型中，由于企业是同质的，因此无法研究货币政策对不同类型企业的影响。受异质性家庭宏观模型的影响，异质性企业宏观模型文献也开始考虑货币政策对不同类型企业的影响以及影响渠道。Ottonello & Winberry（2018）通过区分具有不同违约率的企业所构建的 HANK 模型进行研究发现，货币政策对高违约率企业投资的影响小于对低违约率企业的影响。而且，他们将货币政策对投资的影响区分为三个渠道：一是直接影响渠道，即真实利率会影响企业的折现率和借贷成本，这会影响企业投资；二是间接效应渠道，即利率水平会影响总体需求状况，这会影响企业的现金流和信用利差；三是调整成本渠道，即调整成本会影响新资本的相对价格，进而会对投资产生影响，这会加强前两个渠道的影响，产生“金融加速器效应”。其研究结果表明，这三个影响渠道均发挥着重要作用。

2. 最优货币政策。当考虑家庭的异质性特征时，最优货币政策与传统 RANK 模型的最优货币政策往往很不相同，并能得到新的经济内涵，因为这时需要考虑的影响渠道有货币政策的财富再分配效应、家庭持有资产类型的差异和预防性储蓄动机等。Nuño & Thomas（2016）在 Huggett 不完全市场模型基础上，允许家庭交易非或有债券以应对特质性收入风险冲击，进而来平滑消费，并允许风险中性的国外投资者持有债券。他们假定央行根据社会福利最大化来调节经济，并刻画出经典的货币政策的“费雪渠道”，对比分析在相机抉择（discretion）和承诺（commitment）条件下的最优货币政策。研究结果表明，财富的分布会影响央行货币政策的制定，在相机抉择和承诺条件下，央行均有动力去创造通胀以使得财富从存款家庭流向借款家庭，由于借款家庭的边际效用较高，此时有利于提升社会整体福利。而在传统的 RANK 模型中，因为无法刻画家庭的财富分布，也就无法探究财富再分配效应的影响。Bilbiie & Ragot（2017）在 Bewley-Huggett-Aiyagari 不完全市场模型基础上考虑价格粘性，区分流动和非流动资产，其中流动资产可以用来应对未对冲的特质性风险，即发挥保险功能，并且总体需求会受到流动性影响。研究结果发现，当货币政策有流动性保险动机时，会存在偏离价格稳定的最优值，这是因为价格稳定会带来福利损失，价格波动会有利于受约束家庭减轻消费

波动。这与传统的 RANK 模型的结果大不相同,传统的 RANK 模型的福利分析表明价格的波动会造成福利损失,因此货币政策往往以稳定物价水平为目标。Challe(2019)在 HANK 模型中考虑了未保险的失业风险,即家庭需要用预防性储蓄来应对失业风险。当发生比较大的失业风险冲击时,居民储蓄会增加,进而需求下降,进一步加大失业风险,即存在通缩反馈效应。研究结果表明,当发生通缩冲击(即生产率或成本推动型冲击)时,未完全保险条件下的政策利率应该比完全保险条件下的更低和持续期更长,完全保险条件下的结果与传统的 RANK 模型的结果比较相似;而在传统的 RANK 模型中,应对这种负向供给冲击(即生产率或成本推动型冲击)的最优货币政策应该是提高利率,这与该模型的结果完全相反。

3. 货币政策的"前瞻性指引之谜"。近些年来,货币政策的前瞻性指引逐渐成为实施货币政策的重要工具,特别是当面临零利率下限约束时,在传统的 RANK 模型框架下,货币政策的前瞻性指引能对当下产生较大的影响,并且这种影响随着前瞻性指引的提前期数递增。这是因为实际利率的变动会影响跨期替代效应,当央行承诺未来将降低名义利率时,经济个体会产生未来经济繁荣的预期,因而通胀预期会上升,这相当于降低当下实际利率。然而,越来越多的文献认为货币政策的前瞻性指引作用并不那么强,即所谓的"前瞻性指引之谜"(Del Negro et al, 2012)。在异质性家庭宏观模型框架下,部分文献能有效解释"前瞻性指引之谜"。McKay et al(2016)指出前瞻性指引的效力与完全市场的假设密切相关,在不完全市场下的异质性家庭宏观模型中,由于家庭面临不可保险的收入风险和借贷约束,预防性储蓄动机将弱化居民对未来利率变化的响应,这将显著降低前瞻性指引刺激经济的作用。Farhi & Werning(2017)进一步在不完全市场下构建包含有理性预期的异质性家庭宏观模型,用以研究现在和未来利率变化对总体产出的影响,并在模型中加入两个摩擦:一是不可保险的特质性冲击和或有的借贷约束;二是家庭的 k 层有限理性。研究发现这两个摩擦能弱化货币政策变化的影响,并且在时期较长时更为显著,这能有效解释"前瞻性指引之谜"。

(三)财政政策

1. 财政支出。财政政策是促进就业、减少经济波动和稳定经济的重要手段。在传统的代表性主体宏观模型中,由于假设家庭是同质的,因此将财政收入从一个群体转移到另一个群体对总体就业、消费和经济不会产生影响,此时财政转移支付对整体经济的影响是中性的。而在异质性主体宏观模型中,家庭的财富、边际消费倾向和借贷能力等存在差异,因此能够更好地刻画财政政策对家庭部门的效果,而这往往会得到不同于代表性主体宏观模型的结果。

Heathcote(2005)研究表明,代表性主体宏观模型中暂时的一次总付税收(lump-sum taxes)减免在完全市场条件下对消费和投资的影响是中性的,而在家庭是异质的和存在借贷约束的模型中,税收减免对不同边际消费倾向的家庭的影响不同,它可以较强地刺激消费。Alonso-Ortiz & Rogerson(2010)研究表明,在代表性主体宏观模型中,最优的分配政策是零税收和转移支付,而在异质性家庭宏观模型中,税收和转移支付政策可以有效提高社会福利,而且通过对就业选择的影响能对平均劳动生产率产生很大影响。Misra & Surico(2014)通过假设不同家庭的耐心程度和跨期替代弹性不同进行研究发现,在异质性家庭宏观模型中,税收返还刺激消费的程度小于代表性家庭宏观模型,但此结果更接近美国 2001 年和 2018 年税收返还的真实情况。Kaplan & Violante(2014)通过区分流动性资产和非流动性资产所构建的异质性家庭宏观模型研究发现,与单个资产模型相比,模型中受资产预算约束的家庭比例较低,这与现实数据更相符。他们还指出税收返还刺激消费的效果受宏观环境的影响,即在轻度衰退期的刺激效果明显大于严重衰退期,当税收返还覆盖中间收入以下的家庭时,税收返还刺激消费的效果最佳。

另一部分文献则将新凯恩斯模型的要素纳入异质性家庭宏观模型中。Oh & Reis(2012)在新古典增长模型基础上吸纳 Aiyagari(1994)不完全市场和新凯恩斯模型的价格粘性因素,进而构建异质性家庭宏观模型来研究应对大衰退的财政政策。研究结果发现,从高收入群体到低收入群体的一次总付转移支付可以通过两个渠道有效刺激就业和产出:一是新古典渠道,即越高的转移支付促使处

在工作边缘的高收入人群会投入更多时间来工作，因此这会有利于劳动供给的增加，进而会刺激经济增长；二是凯恩斯渠道，即财政转移支付会影响不同收入家庭的消费量，因为将资源从低边际消费倾向（即高收入）的人群转移到高边际消费倾向（即低收入）的人群会刺激总体需求，也可以称为收入再分配渠道。McKay & Reis(2016)将消费和收入不平等的不完全市场模型与新凯恩斯的价格粘性结合起来，进而研究税收和转移支付政策对稳定经济和减轻经济周期的作用。研究结果表明，传统的稳定可支配收入渠道在经济周期变动中发挥较小的作用，而收入再分配渠道和社会保险渠道对宏观经济波动有很大的影响力；当货币政策受制于零利率下限时，财政政策能发挥出更大的作用，并且通过社会保险对社会福利产生较大的影响。

2. *税收政策*。财政政策的另一个重要工具是税收政策，税收是政府收入的主要来源，也是调节社会分配的重要手段。当下，针对家庭收入的税收一般采用累进税率（progressive taxes rate）。累进税率一方面可以缓解家庭收入的不平等，但另一方面会对劳动供给和技能投资造成扭曲，因此采取何种形式的累进税率一直是学界研究的重要问题。由于代表性家庭模型假设家庭是同质的，税收政策对不同家庭的影响也是同质的，很难详细刻画累进税率制度对政府收入和不同家庭造成的影响，因此异质性家庭宏观模型成为研究税收政策的常用手段。

目前，一部分文献基于社会福利最大化来探究最优的累进税率制度。Conesa & Krueger(2006)基于异质性家庭 OLG 模型，在研究收入税的最优累进税率时，假设家庭受到无法对冲的特质性劳动生产率冲击，研究结果表明，免税额度固定为 9400 美元、边际税率固定为 17.2%是美国最优的累进税率制度。Conesa et al(2009)进一步考虑了是否要征收资本税，结果表明最优的资本税率为 36%，此时最优的累进税率制度为免税额度 7200 美元、边际税率固定为 23%。Krueger & Ludwig(2013)构建了包含借贷约束、收入风险、内生化的人力资本积累、财富能跨期转移的大型 OLG 模型，研究存在教育补贴时收入税的最优累进税率，结果表明最优的累进税率和教育补贴程度大于美国当时的政策。Heathcote et al(2017)构建的异质性主体宏观模型中还考虑了异质性偏好、多技能生产技术、公共商品等，研究结果表明，在包含功利主义社会计划者（utilitarian social planner）的基准模型中，收入税的最优累进税率小于美国当时的税率。这是因为过高的税率会抑制技能投资和家庭工作时长，要想有越多的公共产品供给也需要较低的累进税率。如果政策制定者更看重社会公平，则会得到更高的最优累进税率，但当模型设为贫穷能限制技能投资时，最优累进税率与美国现实值接近。

另一部分文献基于政府税收的最大化来研究累进税率制度对政府税收的影响。Holter et al(2014)利用异质性家庭 OLG 模型研究了劳动收入的累进税率对 OECD 国家政府税收的影响，研究发现，与恒定不变的税率相比，累进税率会使得政府税收减少，但与代表性主体宏观模型相比，考虑家庭异质性时政府税收对累进税收更不敏感。Guner et al(2016)进一步研究发现，提高高收入人群的累进税率只能小幅提高政府收入，但会对产出和劳动供给产生显著影响。

（四）失业陷阱

当家庭受到未保险的特质性收入或失业冲击时，借贷约束的存在会使得家庭无法最优地平滑消费，这就迫使家庭进行预防性储蓄。预防性储蓄的增加会导致总体需求的下降，需求的下降又会导致就业下降，进而有可能陷入失业陷阱。由于代表性家庭宏观模型无法刻画不同家庭之间的异质性特征和所受的特质性外部冲击，因此无法有效解释此现象，而异质性家庭宏观模型有较强的解释力。Ravn & Sterk(2017)基于异质性家庭宏观模型，设定价格是粘性的，并且考虑了劳动力市场中存在匹配摩擦和缺乏弹性的工资。研究结果发现，较高的失业风险和寻求工作的悲观预期会引起家庭进行预防性储蓄，这会导致商品需求的减少，而商品需求减少又会导致就业的减少，这种相互反馈的扩大机制会导致经济衰退。Challe et al(2017)也同样发现，预防性储蓄和失业风险之间存在相互反馈的扩大机制。Sterk & Ravn(2017)在预防性储蓄动机和失业风险的相互反馈的基础上，又加入家庭的悲观预期，悲观预期会引发就业、通胀和实际利率的下降，低需求和高失业率又会导致经济进入持续的失业陷阱，这时传统新凯恩斯模型中的泰勒规则可能会失效。并且，在零利率下限（ZLB）时，预

防性储蓄的增加会导致实际利率的下降,实际利率的下降又会通过费雪恒等式引起通胀的上升;但是在传统的新凯恩斯模型下,这种情景会导致通缩,因为在经济衰退时,家庭会通过借钱来平滑消费,导致实际利率上升,当名义利率为零时,这意味着通胀为负,即产生通缩效应。

(五)企业动态变化和资本错配

1. 企业动态变化。企业部门是经济的核心部门,企业的竞争淘汰机制和企业构成的动态变化对宏观经济有重要影响。代表性企业宏观模型通常是假设部分企业被淘汰,新进入的企业填补被淘汰的企业,进而达到均衡状态,这只能简单地刻画企业的动态变化,因此研究动态企业变化的文献通常采用异质性企业宏观模型。Luttmer(2007)使用异质性企业宏观模型刻画了经济的平衡增长与企业分布,并探讨了企业异质性生产率的改善、成功企业的选择机制和新进入者的模仿对经济增长的显著影响。Clementi & Palazzo(2013)从企业的动态变化角度证明,企业的进入和退出会扩大和传播总体冲击的作用,并对宏观波动产生重要影响。部分文献还研究了国际贸易与企业动态变化之间的关系。Melitz(2003)通过构建包含不同生产率企业的异质性宏观模型进行研究发现,国际贸易的存在会促进较高生产率的企业参与到国际贸易中去,而最低生产率的企业会被淘汰掉,这也会促进总体生产率的提升和社会福利的增加。Melitz & Ottaviano(2008)进一步基于异质性企业宏观模型研究了不同大小的市场规模和国际贸易一体化政策对总体生产率的影响,并为贸易和区域一体化政策提供了一个有用的分析框架。

另一部分文献还研究了金融市场对企业的影响。Caggese & Cuñat(2013)从金融约束的角度研究了企业进出国内外市场、出口决策和总体生产率的关系,结果表明金融约束会降低由贸易自由带来的总体生产率的增加,这是因为固定运营成本和金融约束会迫使企业自己积累财富,并有可能导致企业预防性地延缓出口决策以防止破产,进而导致生产率较高的企业出口决策的扭曲。Wang et al(2018)通过研究金融发展对不同生产效率企业的影响发现,金融市场的发展有利于高生产率的企业通过外部借贷融资来增加资本规模,而低生产率的企业通过在金融市场进行投资来减少损失,这会增大个体层面的波动性。但金融市场的发展会降低总体的波动性,因为金融的发展会促使企业减少对内部融资和现金流的依赖程度,因此总体冲击对企业投融资决策和产出的影响会降低。

2. 资本错配。由于企业规模和融资能力存在差别,高生产率的企业不一定能融到足够资金,而大量资金有可能会流向低生产率的企业,这会造成资本错配问题。资本错配问题已经在实证研究中得到充分证明,特别是在新兴市场国家更为严重。要想使用理论模型来刻画或者解决资本错配现象,这就需要使用异质性企业宏观模型。Gopinath et al(2017)通过构建企业借贷能力与其资本规模呈现正的非线性关系的模型研究发现,利率下降导致 TFP 的下降,这是因为资本流向净值大但生产效率不一定高的公司,这会导致资源错配,模型模拟结果与意大利和葡萄牙等国的生产率下降趋势相似。关于如何缓解资本错配问题,Moll(2014)通过区分不同生产率的企业家,研究了当存在金融摩擦时企业家自我资本积累能否消除资本错配。企业家由于面临借贷约束,可以通过储蓄来实现自我资本积累,并且时变的 TFP 依赖于财富的分布。该结果表明特质性冲击的持续性决定稳态下生产率损失的程度和资本转移的速度,如果特质性冲击在长期比较持续,自我资本积累能消除由于金融摩擦导致的资源错配,这是因为企业家能够通过以前的成功获得足够的资本积累来完成想要的投资。

(六)企业投资、异质性金融中介与宏观波动

1. 企业投资变动与宏观波动。异质性企业宏观模型可以将特质性冲击和借贷能力纳入模型中,动态研究外部冲击对企业融资、投资和产出等方面的影响,也能得到宏观层面的波动状况。Khan & Thomas(2008)通过区分企业在资本和 TFP 上的异质性,并且设定企业会面对总体和特质性冲击来研究投资的动态变化,研究结果表明,当模型中含有持续的特质性冲击和小规模的投资调整成本时,能模拟出与实证结果相符的投资率分布,并且真实利率和工资发挥着不可或缺的作用。另外,他们还得出非凸的调整成本会减轻大额一次性投资(lumpy investment),这与以往文献的结果

不同。Bachmann et al(2013)通过分离出投资动态变化受价格和调整成本影响的部分,得到微观层面的大额一次性投资调整状况对解释投资动态变化至关重要的结论,这与以往文献的观点相左。

关于外部冲击对宏观波动的影响,Khan & Thomas(2013)从生产异质性角度设定企业会受到总体和特质性的生产率冲击,并且企业会面临抵押借贷约束和部分投资不可逆,结果表明对借贷状况的负向冲击会通过资本的再分配产生持续的大衰退,这与 TFP 冲击的结果大不相同。Senga et al(2017)进一步从生产异质性角度研究了违约风险对宏观波动的作用,模型中非线性的贷款利率会驱动逆周期的企业违约率和退出率,结果表明负的 TFP 和信贷冲击均会造成违约率上升,但信贷冲击的结果与美国 2007 年的经济衰退更接近。

2. *异质性金融中介与宏观波动*。金融中介是连接借贷双方、为实体经济提供资金的重要工具。现实中,金融中介在融资能力、风险管控和盈利状况等方面存在一定的差别,而金融中介的异质性对金融市场的稳定至关重要。代表性主体宏观模型只能刻画整个金融中介与其他部门之间的关系,无法研究金融中介内部的差别对宏观经济的影响,而异质性金融中介模型能更好地解释金融中介的异质性行为和风险传导机制。Boissay et al(2016)通过区分不同生产效率的银行来构建银行间市场,结果表明银行的道德风险和信息不对称可能导致银行危机、信贷紧缩和严重的金融衰退,而且金融衰退往往发生在信用膨胀之后,因此金融衰退不一定是外部负向冲击导致的。Coimbra & Rey(2017)通过构建包含异质性金融中介的内生进入和退出机制的宏观模型来刻画金融中介的风险转移行为和内生的宏观风险动态变化,其中,金融中介的异质性主要体现为在险价值(VaR)的差异。研究结果发现,当利率处于较高水平时,降低利率可以刺激投资和提升金融稳定;而利率处于较低水平时,降低利率会造成风险溢价的降低和系统风险的上升,这时货币政策需要在刺激经济和保证金融稳定之间做出权衡。

四、异质性主体宏观模型的解法

(一)异质性主体宏观模型解法的难点

异质性主体宏观模型解法的难点主要表现为:模型求解难度大、求解的算法程序复杂、计算机资源需求量大和匹配矩条件要求较高等方面。

早期的异质性主体宏观模型(Aiyagari, 1994; Huggett, 1996)只包含特质性个体的冲击,因此模型易于求解。随后逐渐加入总体性冲击(aggregate shock),此时个体会受到总体变量的影响,个体的特征分布会因总体变量的变化而变化。而总体变量又是由个体变量加总得到,因此个体变量和总体变量之间会相互影响,这会导致个体的决策方程受到众多参数的影响,此时模型的求解难度会大幅上升。

当采用离散时间下的解法时,模型必须离散化出能体现异质性变量的不同状态值,进而将这些状态值组成不同的状态组合。模型的状态组合越多,模拟结果会越精确,但这会导致状态组合数量和模拟时间大幅增加,因此必须进行相应的权衡。随后需要根据目标效用函数找到每种状态组合在下一期的决策和对应的概率,即得到决策转移规则(decision rule)和概率转移矩阵(probability transition matrix)。要实现这些求解过程,需要进行相应的程序编写,因此该求解过程不但需要较高的编程能力,还会消耗大量的计算机资源。

随着异质性主体宏观模型复杂程度的上升,离散时间下求解模型的时间会显著变长,并且基于模拟的解法还容易产生偏差,而连续时间下模型求解方法的精度和速度会明显提升(Achdou et al, 2017)。当采用连续时间下的解法时,模型需要使用连续时间形式来表示,与离散时间下的解法相比,该解法能够通过公式推导求出决策转移规则和概率转移矩阵。如果模型想要模拟出经济个体的分布,这时还需要离散化得出不同状态组合下的分布。另外,连续时间下的求解方法刚刚兴起,目前还不够成熟和完善,在求解特别复杂的模型时还存在一定的局限性。

此外,要想对异质性主体宏观模型的参数进行校准,必须匹配实际数据中的矩条件。代表性主体宏观模型主要匹配宏观经济的总体变量,而异质性主体宏观模型要匹配实际数据中变量的分布情况,这对参数校准要求较高,因此求解最优的校准参数需消耗大量的时间和计算机资源。

(二)异质性家庭宏观模型的解法

1. 离散时间下的解法。早期文献在离散时间下求解异质性主体宏观模型,开始主要依赖模拟方法来求解,后来逐步将其他数值求解方法(如投影算法、扰动算法等)引入。Krusell & Smith(1998)提出基于模拟的近似加总(approximate aggregation)解法来得出总体变量的运动方程,即社会资本存量的均值能够充分预测下一期的价格水平。这是因为他们认为除了特别贫穷的个体外,其他不同财富和收入水平的个体的边际储蓄倾向非常相似。由于特别贫穷的个体不是很多且他们的财富少,根据其他个体边际储蓄倾向的相似性,财富的再分配不会对总体储蓄产生影响,进而不会对市场价格产生影响,因此社会资本存量的均值能够决定下一期的价格水平。关于如何判断模型求解的精度是否达到要求,Den Haan(2010a)认为 Krusell & Smith(1998)采用 R^2 和回归标准误来判断模型是否达到精度的方法可能会不够精确,并提出了更有效的判断方法。

由于 Krusell & Smith(1998)的求解方法的假设过于严格,这可能会导致模型求解精度的下降,近年来其他求解方法也不断涌现出来。部分文献对该求解方法进行改进,如 Reiter (2010)使用逆向归纳法来求解,Young(2010)使用非随机模拟来求解,而 Maliar et al(2010)使用随机模拟来求解。另一部分文献使用投影算法来求解异质性模型,如 Algan et al(2008, 2010)等;而 Den Haan & Rendahl(2010)仅使用投影法从个体决策方程推导出总体决策方程,不使用横截面分布的信息,因此被称为显示加总(explicit aggregation)解法。还有一部分文献使用扰动算法来求解模型,如 Preston & Roca(2007)、Kim et al(2010)等,而 Reiter(2009)将模拟、投影算法和扰动算法结合起来求解模型。关于何种求解方法更优,Den Haan(2010b)对比上述的六种主要方法①,研究结果发现,Reiter(2010)和 Den Haan & Rendahl(2010)中的算法的精度最好,速度也较快。虽然 Kim et al(2010)的方法求解速度是最快的,但当存在不等式约束时,扰动法很难处理不连续性,尽管 Kim et al(2010)使用惩罚函数来处理不等式约束,但效果不是很理想。

2. 连续时间下的解法。近期文献的求解方法逐渐从离散时间转向连续时间,求解模型的速度和精度明显提升。连续时间下求解异质性主体宏观模型的主要优点有:一是更容易处理或有预算约束,如 Achdou et al(2017)假定借贷约束在状态空间内部不存在,只在状态空间边缘状态下存在,而离散时间下经常假定预算约束一直存在,如 Krusell & Smith(1998)等;二是连续时间下模型的一阶条件能更简便地描述最优政策函数,离散时间下经常需要模拟出大量个体来刻画它们横截面分布在时间上的动态变化,而连续时间下可以使用柯尔莫哥洛夫前向(Kolmogorov forward)方程来描述个体的联合分布在时间上的连续变化趋势,这会大大提升连续时间下模型的求解速度;三是连续时间下能自然产生稀疏转移矩阵以更好地刻画模型的均衡条件,离散时间下则比较难产生稀疏转移矩阵,而转移矩阵的稀疏对模型求解的精度至关重要。

Achdou et al(2017)首先构建了 Aiyagari-Bewley-Huggett 型模型,家庭受到不可保险的特质性劳动收入冲击并且面临借贷约束,异质性企业家受到抵押和固定生产成本的约束。他们运用汉密尔顿—雅可比—贝尔曼方程描述家庭和企业家的储蓄决策,运用柯尔莫哥洛夫前向方程描述居民、企业家的财富和生产率的联合分布,结果表明连续时间下的求解方法能更准确地刻画一些特殊情况和更好地处理借贷约束,并且其算法能很好地应用到其他模型中。Ahn et al(2018)在 Achdou et al(2017)方法的基础上,构建了模型自由降维方法来解决维度过多问题,结果表明在连续时间下求解 Krusell & Smith(1998)模型的速度和精度均好于 Den Haan(2010b)对比的五种主要方法②的结果。

(三)异质性企业宏观模型的解法

异质性企业宏观模型的求解方法是在异质性家庭宏观模型的求解方法的基础上逐渐发展起来的。Terry(2017)在 Khan & Thomas(2008)模型的基础上对比分析了求解异质性企业宏观模型的

①分别由 Algan et al(2010)、Den Haan & Rendahl(2010)、Kim et al(2010)、Maliar et al(2010)、Reiter(2010)、Young(2010)所使用的方法。

②由于 Kim et al(2010)的精度较差,因此主要对比另外五种方法。

五种方法①，结果表明改进的 Krusell-Smith 算法是最优的投影算法，而 Reiter(2009)中所使用的投影算法与扰动算法结合的算法是最优的扰动算法。当存在大的冲击和非线性变动时推荐采用投影算法，而当需要精确的分布渠道时推荐采用扰动算法。Winberry(2018)在 Krusell & Smith(1998)和 Algan et al(2008)估计方法的基础上构建了一个新估计方法，通过使用一个灵活的参数族得到近似分布，进而来降低参数维度，并运用扰动算法来求解参数的动态变化。他还提供了相关的 dynare 工具箱，并在 Khan & Thomas(2008)模型的基础上证明该方法是有效和准确的。

五、异质性主体宏观模型的应用前景与展望

本文通过对文献的梳理与分析表明，异质性主体宏观模型的解释力明显优于代表性主体宏观模型，它能够解释代表性主体宏观模型所无法解释的现象和问题。异质性主体宏观模型建立在微观主体和微观数据的基础上，能很好地把理论模型与实证微观数据紧密地结合起来，这对解决现实问题具有重要意义。在信息时代下，数据收集能力和处理能力的快速提高，尤其是多源异构大数据的更易获得，将为研究异质性主体宏观模型提供新的可能。同时，计算机技术和异质性主体宏观模型求解方法的快速发展也更便于我们使用异质性主体宏观模型分析现实问题，并促使异质性主体宏观模型能够成为宏观政策调控的基础分析工具。

随着我国市场化改革的深入推进，社会财富、收入和消费的不平等问题日益凸显，大型企业与中小型企业在生产效率、政策扶持力度和融资能力等方面的差异明显。且随着我国对家庭、企业等调查数据的开展和完善，微观数据库的覆盖范围日益扩大，这将有利于我们结合异质性主体宏观模型研究我国微观层面的异质性特征，以更好地制定宏观调控政策。目前使用异质性主体宏观模型来研究中国实际问题可重点考虑以下四个方面：一是研究与刻画我国社会财富、收入和消费的不平等，探究财富和收入不平等对社会消费造成的影响，是否会造成社会需求不足；二是研究最优的财政刺激政策和货币政策，如何避免中小型民营企业融资难、资金的错配和产能过剩等问题；三是研究最优的累进税率制度，面对我国居民的高储蓄率和高房价的现实状况，探究选择何种累进税率制度能有效刺激社会消费，进而实现社会福利最大化，以期对当下的税改提供政策建议；四是应用异质性主体宏观模型，尤其是异质性金融中介宏观模型来研究我国宏观经济的波动和金融市场稳定问题。当然，我国经济中的异质性特征纷繁复杂，可供研究的问题十分众多，相信异质性主体宏观模型能成为未来研究中国问题的有力工具。

参考文献：

Achdou, Y. et al(2017), "Income and wealth distribution in macroeconomics: A continuous-time approach", NBER Working Paper, No. w23732.

Aguiar, M. & M. Bils(2015), "Has consumption inequality mirrored income inequality?", *American Economic Review* 105(9):2725－2756.

Aiyagari, S. R. (1994), "Uninsured idiosyncratic risk and aggregate saving", *Quarterly Journal of Economics* 109(3):659－684.

Ahn, S. H. et al(2018), "When inequality matters for macro and macro matters for inequality", *NBER Macroeconomics Annual* 32(1):1－75.

Algan, Y. et al(2008), "Solving heterogeneous-agent models with parameterized cross-sectional distributions", *Journal of Economic Dynamics and Control* 32(3):875－908.

Algan, Y. et al(2010), "Solving the incomplete markets model with aggregate uncertainty using parameterized cross-sectional distributions", *Journal of Economic Dynamics and Control* 34(1):59－68.

Alonso-Ortiz, J. & R. Rogerson(2010), "Taxes, transfers and employment in an incomplete markets model", *Journal of Monetary Economics* 57(8):949－958.

①这五种方法分别为 Khan & Thomas(2008)基于 Krusell & Smith(1998)改进的方法、Sunakawa(2012)基于 Den Haan & Rendahl(2010)改进的方法以及 Reiter(2009)、Algan et al(2010)、Winberry(2018)所使用的方法。

Auclert, A. (2017), "Monetary policy and the redistribution channel", NBER Working Paper, No. w23451.

Bachmann, R. et al(2013), "Aggregate implications of lumpy investment: New evidence and a DSGE model", *American Economic Journal: Macroeconomics* 5(4):29—67.

Bilbiie, F. O. & X. Ragot(2017), "Optimal monetary policy and liquidity with heterogeneous households", CEPR Discussion Paper, No. DP11814.

Boissay, F. et al(2016), "Booms and banking crises", *Journal of Political Economy* 124(2):489—538.

Cagetti, M. & M. De Nardi(2006), "Entrepreneurship, frictions, and wealth", *Journal of Political Economy* 114(5): 835—870.

Caggese, A. & V. Cuñat(2013), "Financing constraints, firm dynamics, export decisions, and aggregate productivity", *Review of Economic Dynamics* 16(1):177—193.

Castaneda, A. et al(2003), "Accounting for the US earnings and wealth inequality", *Journal of Political Economy* 111(4):818—857.

Challe, E. (2019), "Uninsured unemployment risk and optimal monetary policy in a zero-liquidity economy", *American Economic Journal: Macroeconomics*, forthcoming.

Challe, E. et al(2017), "Precautionary saving and aggregate demand", *Quantitative Economics* 8(2):435—478.

Clementi, G. L. & B. Palazzo(2016), "Entry, exit, firm dynamics, and aggregate fluctuations", *American Economic Journal: Macroeconomics* 8(3):1—41.

Coimbra, N. & H. Rey(2017), "Financial cycles with heterogeneous intermediaries", NBER Working Paper, No. w23245.

Conesa, J. C. & D. Krueger(2006), "On the optimal progressivity of the income tax code', *Journal of Monetary Economics* 53(7):1425—1450.

Conesa, J. C. et al(2009), "Taxing capital? Not a bad idea after all!", *American Economic Review* 99(1):25—48.

Del Negro, M. et al(2012), "The forward guidance puzzle", FRB of New York Staff Report, No. 574.

Den Haan, W. J. (2010a), "Assessing the accuracy of the aggregate law of motion in models with heterogeneous agents", *Journal of Economic Dynamics and Control* 34(1):79—99.

Den Haan, W. J. (2010b), "Comparison of solutions to the incomplete markets model with aggregate uncertainty", *Journal of Economic Dynamics and Control* 34(1):4—27.

Den Haan, W. J. & P. Rendahl(2010), "Solving the incomplete markets model with aggregate uncertainty using explicit aggregation", *Journal of Economic Dynamics and Control* 34(1):69—78.

Farhi, E. & I. Werning(2017), "Monetary policy, bounded rationality, and incomplete markets", NBER Working Paper, No. w23281.

Gopinath, G. et al(2017), "Capital allocation and productivity in South Europe", *Quarterly Journal of Economics* 132(4):1915—1967.

Guvenen, F. (2006), "Reconciling conflicting evidence on the elasticity of intertemporal substitution: A macroeconomic perspective", *Journal of Monetary Economics* 53(7):1451—1472.

Guvenen, F. (2011), "Macroeconomics with heterogeneity: A practical guide", NBER Working Paper, No. w17622.

Guvenen, F. et al(2013), "Taxation of human capital and wage inequality: A cross-country analysis", *Review of Economic Studies* 81(2):818—850.

Guner, N. et al(2016), "Heterogeneity and government revenues: Higher taxes at the top?", *Journal of Monetary Economics* 80:69—85.

Heathcote, J. (2005), "Fiscal policy with heterogeneous agents and incomplete markets", *Review of Economic Studies* 72(1):161—188.

Heathcote, J. et al(2009), "Quantitative macroeconomics with heterogeneous households", *Annual Review of Economics* 1:319—354.

Heathcote, J. et al(2010), "The macroeconomic implications of rising wage inequality in the United States", *Journal of Political Economy* 118(4): 681—722.

Heathcote, J. et al(2014), "Consumption and labor supply with partial insurance: An analytical framework", *American Economic Review* 104(7):2075—2126.

Heathcote, J. et al(2017), "Optimal tax progressivity: An analytical framework", *Quarterly Journal of Economics*

132(4):1693－1754.

Holter, H. A. et al(2014), "How does tax progressivity and household heterogeneity affect Laffer curves?", NBER Working Paper, No. w20688.

Huggett, M. (1996), "Wealth distribution in life-cycle economies", *Journal of Monetary Economics* 38(3): 469－494.

Huggett, M. et al(2006), "Human capital and earnings distribution dynamics", *Journal of Monetary Economics* 53(2):265－290.

Huggett, M. et al(2011), "Sources of lifetime inequality", *American Economic Review* 101(7):2923－2954.

Kaplan, G. et al(2018), "Monetary policy according to HANK', *American Economic Review* 108(3):697－743.

Kaplan, G. & G. L. Violante(2014), "A model of the consumption response to fiscal stimulus payments", *Econometrica* 82(4):1199－1239.

Kim, S. H. et al(2010), "Solving the incomplete market model with aggregate uncertainty using a perturbation method", *Journal of Economic Dynamics and Control* 34(1):50－58.

Khan, A. & J. K. Thomas(2008), "Idiosyncratic shocks and the role of nonconvexities in plant and aggregate investment dynamics", *Econometrica* 76(2):395－436.

Khan, A. & J. K. Thomas(2013), "Credit shocks and aggregate fluctuations in an economy with production heterogeneity", *Journal of Political Economy* 121(6):1055－1107.

Krueger, D. & A. Ludwig(2013), "Optimal progressive labor income taxation and education subsidies when education decisions and intergenerational transfers are endogenous", *American Economic Review* 103(3): 496－501.

Krueger, D. & F. Perri(2006), "Does income inequality lead to consumption inequality? Evidence and theory", *Review of Economic Studies* 73(1):163－193.

Krusell, P. & J. A. A. Smith(1998), "Income and wealth heterogeneity in the macroeconomy", *Journal of Political Economy* 106(5):867－896.

Laitner, J. (2002), "Wealth inequality and altruistic bequests", *American Economic Review* 92(2):270－273.

Luetticke, R. (2018), "Transmission of monetary policy with heterogeneity in household portfolios", CFM Discussion Paper Series, No. 2018－19.

Luttmer, E. G. J. (2007), "Selection, growth, and the size distribution of firms", *Quarterly Journal of Economics* 122(3):1103－1144.

Maliar, L. et al(2010), "Solving the incomplete markets model with aggregate uncertainty using the Krusell-Smith algorithm", *Journal of Economic Dynamics and Control* 34(1):42－49.

McKay, A. et al(2016), "The power of forward guidance revisited", *American Economic Review* 106(10):3133－3158.

McKay, A. & R. Reis(2016), "The role of automatic stabilizers in the US business cycle", *Econometrica* 84(1): 141－194.

Melitz, M. J. (2003), "The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity", *Econometrica* 71(6):1695－1725.

Melitz, M. J. & G. I. P. Ottaviano(2008), "Market size, trade, and productivity", *Review of Economic Studies* 75(1): 295－316.

Misra, K. & P. Surico(2014), "Consumption, income changes, and heterogeneity: Evidence from two fiscal stimulus programs", *American Economic Journal: Macroeconomics* 6(4):84－106.

Moll, B. (2014), "Productivity losses from financial frictions: Can self-financing undo capital misallocation?", *American Economic Review* 104(10):3186－3221.

Nuño, G. & C. Thomas(2016), "Optimal monetary policy with heterogeneous agents", Banco de Espana Working Paper, No. 1624.

Oh, H. & R. Reis(2012), "Targeted transfers and the fiscal response to the Great Recession", *Journal of Monetary Economics* 59:S50－S64.

Ottonello, P. & T. Winberry(2018), "Financial heterogeneity and the investment channel of monetary policy", NBER Working Paper, No. w24221.

Preston, B. & M. Roca(2007), "Incomplete markets, heterogeneity and macroeconomic dynamics", NBER Working Paper, No. w13260.

Quadrini, V. (2000), "Entrepreneurship, saving, and social mobility", *Review of Economic Dynamics* 3(1):1－40.

Ravn, M. O. & V. Sterk(2017), "Job uncertainty and deep recessions", *Journal of Monetary Economics* 90: 125—141.

Reiter, M. (2009), "Solving heterogeneous-agent models by projection and perturbation", *Journal of Economic Dynamics and Control* 33(3):649—665.

Reiter, M. (2010), "Solving the incomplete markets model with aggregate uncertainty by backward induction", *Journal of Economic Dynamics and Control* 34(1):28—35.

Ríos-Rull, J. V. (1996), "Life-cycle economies and aggregate fluctuations", *Review of Economic Studies* 63(3): 465—489.

Terry, S. J. (2017), "Alternative methods for solving heterogeneous firm models", *Journal of Money, Credit and Banking* 49(6):1081—1111.

Senga, T. et al(2017), "Default risk and aggregate fluctuations in an economy with production heterogeneity", Society for Economic Dynamics, Meeting Papers 889.

Sterk, V. & M. Ravn(2017), "Macroeconomic fluctuations with HANK & SAM: An analytical approach", Society for Economic Dynamics, Meeting Papers 1067.

Sunakawa, T. (2012), "Applying the explicit aggregation algorithm to discrete choice economies: With an application to estimating the aggregate technology shock process", Manuscript, Ohio State University.

Wang, P. et al(2018), "Financial development and long-run volatility trends", *Review of Economic Dynamics* 28: 221—251.

Winberry, T. (2018), "A method for solving and estimating heterogeneous agent macro models", *Quantitative Economics* 9(3):1123—1151.

Yellen, J. L. (2016), "Macroeconomic research after the crisis", Speech given at the 60th Annual Economic Conference, Federal Reserve Bank of Boston, Boston.

Young, E. R. (2010), "Solving the incomplete markets model with aggregate uncertainty using the Krusell-Smith algorithm and non-stochastic simulations", *Journal of Economic Dynamics and Control* 34(1):36—41.

Research Progress on Heterogeneous Agent Macroeconomic Models

HAO Dapeng[1] LI Li[2]

(1. Renmin University, Beijing, China; 2. Peking University, Beijing, China)

Abstract: Heterogeneous agent macroeconomic models are based on micro agents and data, which can closely combine theoretical models with empirical microdata to better explain the real world. This paper systematically summarizes relevant key literature and recent developments from the perspectives of premise assumption, main classifications, application fields and solving algorithms of heterogeneous agent macroeconomic models. This paper also compares and contrasts heterogeneous agent macroeconomic models and representative agent macroeconomic models. The results show that the explanatory power of heterogeneous agent macroeconomic models is obviously higher than representative agent macroeconomic models. Heterogeneous agent macroeconomic models can explain the phenomena and problems that representative agent macroeconomic models cannot explain, and they can provide new policy implications. The more easily obtained multi-source heterogeneous big data and the rapid development of solving algorithms for heterogeneous agent macroeconomic models will help us to analyze real problems by using heterogeneous agent macroeconomic models with China's special conditions taken into account, and make heterogeneous agent macroeconomic models to become the basic analytical tools of China's macro policy regulation.

Keywords: Heterogeneous Agent; Representative Agent; Incomplete Market; Macroeconomic Policy

(责任编辑:刘洪愧)

(校对:李仁贵)