

doi:10.19920/j.cnki.jmsc.2024.04.007

## 房地产行业冲击下的系统性风险<sup>①</sup>

杨涛<sup>1</sup>, 杜在超<sup>2</sup>, 张栋浩<sup>3\*</sup>

(1. 山东大学商学院, 威海 264209; 2. 复旦大学经济学院, 上海 200433;  
3. 西南财经大学中国金融研究院, 成都 611130)

**摘要:** 房地产是当前中国最大的“灰犀牛”之一。本文首次就房地产行业冲击对我国所有行业可能造成的系统性风险影响进行了压力测试。为克服以往二维压力测试无法刻画所有行业之间联动的问题, 本文提出了一种新的动态高维 Copula (DHDC) 宏观压力测试方法。还提出了一种新的系统性风险度量—条件市值损失 (CoMVL), 它结合了已有风险度量 CoES 和 MES 的优点, 又融入了市值信息, 从而更好地测量负向冲击的影响。利用中国 18 个行业的指数回报数据, 基于 DHDC 压力测试的实证分析表明: 房地产行业冲击对其他各个行业产生了广泛的不利影响, 如果未来一个月内房地产行业累积收益率下跌 20%, 将会导致制造业、金融业、信息技术业和采矿业的市值分别下跌 10.14 万亿元、0.81 万亿元、0.65 万亿元和 0.42 万亿元, 收益率分别下跌 29.10%、7.81%、15.27% 和 10.92%; 房地产行业冲击对一个行业造成的市值损失 75% 以上归结于间接影响, 即房地产行业通过影响其它行业而其它行业又对目标行业造成的影响。风险溢出网络分析表明, 房地产行业冲击主要通过信息技术业、采矿业、批发零售业、交通运输业、水电煤气业和建筑业六个行业对制造业和金融业产生了不利影响。拓展分析还表明, 房地产行业冲击时间越长, 对其他行业产生的不利影响也就越大; 而且房地产行业负向冲击产生的影响要大于同等幅度下正向冲击产生的影响, 即当前稳定房地产下跌预期对防范系统性风险相对更加重要。一系列稳健性检验都证实了本文结果的可靠性。本研究对于全面理解和防范房地产行业冲击对其它各行业可能带来的系统性风险具有重要的政策指引意义。

**关键词:** 房地产行业冲击; 系统性风险; DHDC 压力测试; 条件市值损失

**中图分类号:** F832.5; C81 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2024)04-0119-23

### 0 引言

党的二十大报告指出, 我国发展进入战略机遇和风险挑战并存、不确定难预料因素增多的时期, 各种“黑天鹅”、“灰犀牛”事件随时可能发生。由于房地产行业占 GDP 比重高、上下游关联行业多、房地产企业高杠杆经营模式、房价收入比失衡以及疫情叠加影响等原因, 需要谨防房地产市场的灰犀牛风险。正如郭树清<sup>[1]</sup> 所讲, 要坚决抑制

房地产泡沫, 房地产是现阶段我国金融风险方面最大的“灰犀牛”。住房与建设部倪虹在第十四届全国人民代表大会第一次会议上还表示, 要防范化解房地产“灰犀牛”风险, 避免和金融风险、地方债风险交织, 发生系统性风险。

房地产行业在中国是最可能引发系统性风险的来源之一。首先, 房地产及相关行业占 GDP 比重高。许宪春等<sup>[2]</sup> 发现, 房地产开发投资和房地

① 收稿日期: 2022-12-22; 修订日期: 2023-05-27。

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金资助项目(72003155); 国家自然科学基金资助项目(72173029); 国家自然科学基金创新研究群体项目(72121002); 上海市教育委员会科研创新计划资助重大项目(2023SKZD01)。

通讯作者: 张栋浩(1990—), 男, 河南濮阳人, 博士, 副教授。Email: zhangdh@swufe.edu.cn

产业增加值对 GDP 增长的贡献率分别达到 9.3% 和 4.6%, 房地产相关行业对 GDP 增长的贡献率达到 24.8%。到 2019 年, 房地产开发投资和房地产业增加值占 GDP 比重分别上涨至 13.3% 和 6.96%。其次, 房地产关联行业众多, 特别是与金融业存在紧密联系。房地产相关贷款占银行业贷款 39%, 还有大量债券、股本、信托等资金进入了房地产行业, 并且房地产行业还与制造业、交运仓储业、建筑业和批发零售业等众多上下游行业紧密关联。再者, 我国房价收入比严重失衡, 房地产企业债务高企, 在去杠杆和房地产金融宏观审慎监管下, 房地产企业依靠借债和高杠杆进行疯狂扩张的发展模式难以为继。与此同时, 由于我国城市化率增长放慢、旧城改造总量减少、人均住房面积基本平衡等原因, 房地产行业未来将很难保持高速增长, 中国房地产市场规模会逐渐缩减<sup>[3]</sup>。进入 2021 年, 房地产业快速下行, 销售价格和销量同比持续下降, 房地产企业开工、投资和拿地都非常谨慎, 更有中国恒大等房企遭遇严重流动性危机。

因此, 研究房地产行业冲击下的系统性风险尤为必要。现有文献对房地产业的风险问题进行了一定的研究, 但是主要集中在房地产行业与金融行业之间的波动或风险溢出<sup>[4-8]</sup>, 而较少将其置于整个宏观经济体系或全部行业之中进行分析<sup>②</sup>。此外, 现有系统性风险文献重在进行房地产行业系统性风险建模和使用历史数据进行系统性风险溢出分析<sup>[9-13]</sup>, 而没有对房地产行业冲击下的全行业系统性风险进行规范的压力测试。由此, 很难进行系统性风险预警机制建设, 也无法得知房地产行业的未来变化对整个经济系统或全行业可能造成的影响。

本文首次将压力测试、高维建模和系统性风险结合起来, 提出一套新的基于动态高维 Copula 模型 (Dynamic High-Dimensional Copula) 的 DHDC 压力测试方法。与已有压力测试相比, 新方法刻画了不同个体之间的高维动态关联性, 而不是静态二维线性相关性。考虑高维相关性是因为个体之

间不仅存在直接联系, 还会通过其他个体对另一个个体产生影响。考虑时变性是因为风险会随时间发生变化。此外, 本文的 DHDC 压力测试方法可以计算冲击对目标变量任意统计量的影响, 比如期望、方差、分位数 (VaR) 和期望损失 (expected shortfall, ES) 等。而以往的压力测试方法好多只能考虑冲击对某一个统计量的影响, 比如期望。特别的, 为了确保压力测试模型设定的恰当性, 本文还强调应该对模型进行一系列严格的检验, 包括边缘分布、动态高维 Copula 以及系统性风险度量等, 这对于高维建模问题尤为重要。以往的压力测试文献往往忽略了模型设定检验的问题, 因而难以保证压力测试模型以及压力测试结果的可靠性。

本文在理论上的另外一个贡献是提出条件市值损失 (CoMVL) 这一新的系统性风险度量。已有的风险度量大多只包含回报信息, 如 VaR, ES, CoVaR, CoES 和 MES 等<sup>③</sup>。另外的一个风险度量 SRISK 除了包含日度回报信息, 还用到了资本充足率和负债等季度数据, 但数据频率的不同导致 SRISK 的估计中需要模拟未来多个月的日度数据, 从而影响了度量的可靠性和时效性。本文提出的 CoMVL 结合了已有风险度量 CoES 和 MES 的优点, 又在其中加入了同频率的市值信息, 可以更好的反应负向冲击的影响。

实证方面: 1) 利用本文提出的 DHDC 压力测试方法, 系统地分析了房地产行业冲击对所有行业可能造成的影响。发现房地产行业冲击对其他所有行业造成了显著的条件市值总损失, 尤以对制造业、金融业、信息技术业、采矿业、批发零售业和交运仓储业等上下游行业和融资来源行业造成了较大的不利影响, 而对卫生与社会工作业、综合企业、住宿餐饮业和教育业的影响相对较小。当未来一个月内 (四周内) 房地产行业累积收益率下跌 20%, 会造成其他所有行业市值损失 13.50 万亿, 约占其他所有行业总市值的 18.77%。2) 除了度量房地产行业冲击对某一行业的直接影响, 本文

② 少数文献虽然利用全行业数据考虑了系统性风险问题, 但是并未从房地产行业出发针对性的考察房地产行业对其他所有行业可能的风险溢出, 而只是进行了不同行业之间的简单交叉分析<sup>[13-14]</sup>。

③ 严格来说, 利用不同的方法估计 CoVaR 可以包含不同的信息, 当利用分位数回归估计 CoVaR 时可以在状态变量中包含金融机构经营和宏观基本面信息, 当利用 DCC-GARCH 方法估计 CoVaR 时则只包含了回报信息。

还度量了房地产行业通过影响其它行业进而对该行业造成的间接影响.发现房地产行业冲击对各个行业的直接影响要远小于间接影响.以制造业和金融业为例,未来四周内房地产行业指数的累积收益率下跌20%,将会分别导致制造业和金融业的市值总损失10.14万亿和0.81万亿,其中市值分别直接损失1.10万亿和0.20万亿,分别占总效应的10.85%和24.29%.3)进一步地,本文构建了一个风险溢出网络来分析房地产行业冲击的风险传导路径,发现房地产行业冲击主要通过建筑业、信息技术业、批发零售业、采矿业、水电煤气业和交运仓储业等六个行业对制造业和金融业产生了不利影响.4)最后,本文还做了两个拓展分析,考察了房地产行业冲击时长效应和非对称性.一系列稳健性检验也都证实了研究结果的可靠性.

## 1 文献综述

围绕系统性风险,一类文献是进行系统性风险建模与度量<sup>[15-17]</sup>,另一类文献是研究不同行业之间的系统性风险溢出,特别是金融和能源市场的风险溢出.比如,Bernal等<sup>[18]</sup>以CoVaR衡量系统性风险,发现在欧洲国家中另类金融机构的系统性风险最高、其次是银行、最后是保险机构,而在美国则是保险机构的系统性风险最高,银行的系统性风险最低. Anginer等<sup>[19]</sup>利用跨国银行数据,以银行违约概率回归的R-square和CoVaR作为系统性风险指标,发现银行竞争增加了金融系统性风险,而有效的制度环境有助于缓解竞争对系统性风险的负向影响. Laeven等<sup>[20]</sup>研究了银行规模与资本充足率对银行系统性风险的影响. Tiwari等<sup>[21]</sup>利用CoVaR和MES作为系统性风险指标,研究了G7经济体石油价格和股票市场指数之间的系统性风险和相关性,发现在不同国家之间存在着不同的相依结构,并且经济动荡时期石油价格变动对G7经济体股市回报的贡献比在平静时期更大.

对于房地产市场,文献考察了不同地区之间的房价溢出或泡沫传染.比如,Zimmer<sup>[9]</sup>利用美国加利福尼亚等四个州的季度房价指数数据,通

过刻画二维相关性和计算条件概率比较了不同Copula函数估计地区房价关联性时的效果,发现混合型Copula函数相比高斯Copula等其他几种函数能够更好地估计地区房价关联度. Zhang和Fan<sup>[10]</sup>利用向量自回归方法研究了中国各地区房价之间的短期动态相关性,发现各个城市房价之间的关联性不断增强,由此将会导致住房市场更高的系统性风险. Tsai和Chiang<sup>[11]</sup>利用递归单位根检验和DY溢出指数方法研究了中国一线城市对二线城市的房价溢出效应,发现北京作为一线城市会首先表现出旺盛的活力,然后再传导到了二线城市.

由于房地产在中国的重要性,学者们还就房地产市场风险从以下三个方面做了相关研究. 1)考察房地产行业和金融行业的波动溢出. 此类研究大多借助GARCH模型刻画行业波动,并利用BEKK方法估计两个行业间的相关性<sup>[22]</sup>. 2)研究房地产行业与金融行业的风险溢出. 此类文献大多借助CoVaR或风险关联网络刻画风险溢出,并利用分位数回归或Copula函数方法进行建模与估计<sup>[5,7,23]</sup>. 比如杨子暉等<sup>[5]</sup>利用VaR、MES、CoVaR和衿CoVaR四类风险测度方法研究了我国上市金融机构和房地产公司的系统性风险,并结合风险溢出网络方法考察了我国金融风险的跨部门传染. 方意等<sup>[24]</sup>基于持有共同资产网络模型,研究了中国房地产市场通过贷款违约及其与银行业耦合作用引发的银行业系统性风险,发现房地产贷款违约造成的直接风险远小于降价抛售带来的间接风险. 3)少数文献研究了包括房地产行业在内的多个行业之间的风险溢出<sup>[13,14]</sup>. 比如,李政等<sup>[13]</sup>利用Hardle提出的系统性风险度量新方法TENET模型,基于11个行业指数研究了我国行业间系统性风险溢出网络,发现信息技术、房地产和材料业是主要的系统性风险源头,是整个经济金融网络中最具系统性的三个行业. 李守伟等<sup>[25]</sup>提出了一种新的DebtRank模型度量具有风险反馈的系统性风险,利用中国2013年—2017年银行与11个行业的实体企业相关数据研究表明,忽视实体经济的作用,将会造成低估银行系统性风险,其中在2017年时造成大规模银行的系统性风险低估超过70%.

整体而言,已有文献虽然就中国房地产行业

的系统性风险开展了研究,但是仍存在很多不足之处。在研究问题上:文献主要集中在房地产行业与金融行业两者之间的波动溢出或系统性风险溢出,而较少将房地产行业置于整个经济系统或全行业之中研究其系统性风险问题。由于房地产业在中国宏观经济中的重要地位,如果只考虑房地产业与金融业的关系,极可能低估房地产业的系统性风险。在研究方法上:一来,文献主要是利用历史数据进行系统性风险建模与估计,而没有对房地产行业冲击下的系统性风险进行规范的压力测试,由此将很难进行系统性风险预警机制建设,也无法得知房地产行业的未来变化对整个宏观经济可能造成的影响;二来,文献在研究不同行业之间的风险溢出时大多只考虑了二维相依关系,即便是以多个行业为研究对象也是如此,无论是利用分位数回归、还是 Copula 模型等也都刻画了二维相关、而非高维相关。考虑到真实世界中不同行业存在广泛、复杂、时变的相依关系,简单的二维相依关系建模极可能导致系统性风险溢出的有偏估计。

## 2 DHDC 压力测试

压力测试由于可以用于模拟潜在极端事件对金融体系稳定的影响,引起了国内外各类组织和金融监管的普遍重视。比如,国际货币基金组织 2007 年和国际清算银行 2009 年分别发布了压力测试的指导文件,中国银监会 2014 年和中国证券业协会 2016 年也相继发布了我国商业银行和证券公司的压力测试指引。在实践层面,IMF 对中国金融体系稳定性进行了评估,中国人民银行近年来连续对中国银行体系进行压力测试,银保监会也在 2008 年金融危机发生后不定期组织了房地产业对银行业的压力测试。

传统的压力测试方法大概可以分为以下几类:一类是 Wilson<sup>[26]</sup>提出的 Credit Portfolio View。该方法通过 Logit 一类的模型建立起各种宏观经济变量对违约概率的影响,自提出之后就有很多的应用,如 Drehmann 等<sup>[27]</sup>, Buncic 和 Melecky<sup>[28]</sup>,童中文等<sup>[29]</sup>,熊一鹏等<sup>[30]</sup>;第二类方法是简约模型法。该类方法考虑线性回归和向量自

回归(VAR)等简约模型作为压力传导模型,直接将宏观经济因子的变化反映在承压指标上,参见 Jimenez 和 Mencia<sup>[31]</sup>等;第三类方法是结构模型法。该类方法运用 DSGE 或者结构向量自回归模型(SVAR)对宏观变量进行建模和模拟数据,进而进行压力测试,参见 Adrian 等<sup>[32]</sup>里面提到的参考文献。除了上述三大类,另外值得一提的,也是跟本文的方法有相通之处的,是 Acharya 等<sup>[33]</sup>提出的 V-Lab 压力测试,该方法基于公开可得的市场数据,假设市场和机构二者的回报服从二维的 DCC-GARCH 模型,基于该模型他们模拟未来期的回报,设定压力情景并计算未来的系统性风险度量 SRISK。

除 DSGE 以外,以上模型:一则,刻画的都是(广义)线性关系,而现实世界不同经济变量之间,尤其是金融市场中,往往是随时间变化的、非线性关系;二则,通常不适用于因变量为高维的情况。DSGE 模型虽然在一定意义上可以克服上述问题,但涉及的变量及其关系均来自于均衡模型,容易受到模型误设及参数校准的影响,往往不够稳健。

在此,本文提出一套新的基于动态高维 Copula 模型的 DHDC 压力测试方法。与已有压力测试相比,该新方法:1)刻画了不同个体之间的高维动态关联性,而非二维线性相关性,如此能够更好地反映现实世界中个体间的复杂时变相依关系。考虑高维相关性是因为个体之间不仅存在直接联系,还会通过其他个体对另一个个体产生影响。考虑时变性是因为风险会随时间发生变化,正如 Acharya 等<sup>[33]</sup>所指出,存在“风险将发生变化的风险”问题,即随着时间推移,一些目前安全的资产类别(如抵押贷款或主权债券)风险会增加,由传统压力测试方法得到的资本要求可能难以满足危机时期的真正需求。2)可以得到压力情景下目标变量的概率分布,由此可以估计冲击对目标变量任意统计量的影响,比如说期望、方差、分位数(VaR)和期望损失(expected shortfall, ES)等。而以往的压力测试方法好多只能考虑冲击对某一个统计量的影响,比如期望。3)利用了公开可得的市场数据构建了盯市框架的压力测试方法。市场价格信息相比于财务报表更好地反映了市场参与者对行业发展或宏观经济的预期,风险评估更

具前瞻性,估计结果更具时效性,且可以避免会计数据不一致导致财务信息难以完全对应的问题。

具体而言,本文提出的 DHDC 压力测试主要包括以下三个步骤:第一步,利用 DHDC 模型拟合数据并估计模型参数;第二步,对 DHDC 模型进行设定检验,以确保模型的可靠性和准确性;第三步,基于通过检验的 DHDC 模型进行数据模拟,并设定压力情景,计算压力下的目标统计量。

### 2.1 DHDC 建模

根据 Skar 定理,  $Y_t = [Y_{1t}, \dots, Y_{Nt}]'$  的条件联合累积分布函数(CDF)  $G_t$  可以分解为条件边缘累积分布函数和连接这些边缘分布的条件 Copula 函数,即

$$Y_t | \Omega_{t-1} \sim G_t = C_t(G_{1t}(\gamma), \dots, G_{Nt}(\gamma); \gamma) \quad (1)$$

其中  $\Omega_{t-1}$  是  $t-1$  期的信息集,  $C_t$  为  $t$  期的 Copula 函数,即  $N$  个随机变量的边缘累积分布函数  $G_{1t}, \dots, G_{Nt}$  的连接函数。

因此,先对  $Y_{it}$  的边缘分布进行建模,然后再对 Copula 函数  $C_t$  进行建模。

#### 2.1.1 边缘分布建模

对于回报数据,参照文献的通常做法,假设第  $i$  个个体收益率  $Y_{it}$  的条件边缘分布服从如下的 ARMA(1,1)-GJRARCH(1,1,1)-Skewed  $t$  模型

$$\begin{aligned} Y_{it} &= \phi_{oi} + \varphi_{1i} Y_{i,t-1} + e_{it} - \theta_{1i} e_{i,t-1} \\ e_{it} &= \sigma_{it} \eta_{it} \\ \sigma_{it}^2 &= \omega_i + \beta_{1i} \sigma_{i,t-1}^2 + \alpha_{1i} e_{i,t-1}^2 + \alpha_{2i} e_{i,t-1}^2 \mathbb{1}\{e_{i,t-1} < 0\} \\ \eta_{it} &\equiv \frac{e_{it}}{\sigma_{it}} \sim \text{iidSkewed } t(v_i, \psi_i) \end{aligned} \quad (2)$$

即  $Y_{it}$  的条件期望服从 ARMA(1,1) 模型,条件方差服从 GJRARCH(1,1,1) 模型,而标准化误差服从自由度为  $v_i$  偏度为  $\psi_i$  的 Skewed  $t$  分布。

#### 2.1.2 动态高维 Copula

这里考虑的个体数量  $N$  较大,在下面的例子中  $N=18$ ,但也允许  $N$  取值为几百。对于如此大的  $N$ ,传统的 Copula 函数不再适用。为了避免“维度灾难”的问题,难免要涉及到降维。这里参照 Oh 和 Patton<sup>[34]</sup> 因子 Copula 的做法,假设引起这  $N$  个变量联动的是一些公因子。具体来说,假设联合标准误差  $\eta_t = [\eta_{1t}, \dots, \eta_{Nt}]$  与潜变量  $X_t = [X_{1t}, \dots, X_{Nt}]$  有着相同的 Copula 函数,而  $X_{it}$  之间的联动性是由公因子  $Z_t$  驱动,即

$$\begin{aligned} X_{it} &= \lambda_{it}(\gamma_\lambda) Z_t + \varepsilon_{it}, \\ \ln \lambda_{it} &= \omega_{\lambda i} + \beta_\lambda \ln \lambda_{i,t-1} + \alpha_\lambda s_{i,t-1}, \\ & i = 1, 2, \dots, N \end{aligned} \quad (3)$$

参考 Oh 和 Patton<sup>[34]</sup>,假设:公因子  $Z_t$  服从自由度为  $v_z \in (2, \infty]$ ,偏度为  $\psi_z \in (-1, 1)$  的 Skewed  $t$  分布,即  $Z_t \sim F_{zt}(v_z, \psi_z)$ ;特异因子  $\varepsilon_{it}$  服从自由度为  $v_\varepsilon$  的 i. i. d. 标准  $t$  分布,即  $\varepsilon_{it} \sim$  i. i. d.  $F_{\varepsilon t}(v_\varepsilon)$ ;对任意的  $i$ ,都有  $Z_t \perp \varepsilon_{it}$ 。因子载荷  $\lambda_{it}$  服从 GAS (Generalized Autoregressive Score) 动态过程,其中  $s_{i,t-1} \equiv \partial \ln c(u_i; \lambda_i, v_z, \psi_z, v_\varepsilon) / \partial \ln \lambda_{it}$ ,  $c$  为  $X_t$  的 Copula 函数的密度函数,  $u_t = [F_{1t}(X_{1t}), \dots, F_{Nt}(X_{Nt})]$ ,  $F_{it}$  为  $X_{it}$  的 CDF,  $\lambda_t = [\lambda_{1t}, \dots, \lambda_{Nt}]$ 。该动态高维 Copula 模型中共有  $N+5$  个参数:  $\beta_\lambda, \alpha_\lambda, v_z, \psi_z, v_\varepsilon$  和  $\omega_{\lambda i}, i = 1, 2, \dots, N$ 。虽然  $c$  一般没有解析解,但可以用数值积分来近似,进而通过近似极大似然法来估计模型中的未知参数。

### 2.2 模型设定检验

模型设定恰当是确保后续压力测试结果可靠的重要环节,尤其是这里涉及到高维建模以及未来多期预测。因此在压力测试之前,本文对模型设定进行检验。以往压力测试的文献大多忽略了这一环节。由于“维度灾难”,在操作上很难对全模型进行整体的设定检验,但依然可以对边缘分布、因子 Copula 的相依结构以及由模型推导出来的风险度量进行设定检验。

#### 2.2.1 边缘分布设定检验

为了检验边缘分布是否设定正确:本文将通过检验标准化误差序列  $\eta_{it}$  是否存在自相关来检验边缘分布的条件期望是否设定正确;通过检验  $\eta_{it}^2$  是否存在自相关来检验边缘分布的条件方差是否设定正确;利用 Komolgrovo-Smirnov (KS) test 检验  $\eta_{it}$  是否服从 Skewed  $t$  分布。

#### 2.2.2 因子 Copula 模型的相依结构

如果对任意的  $i$ ,都有  $\omega_{\lambda i} = \omega_\lambda$ ,那么任意两个个体之间的相依结构都相同 (dynamic equidependence);反之,对不同的  $i, \omega_{\lambda i}$  取值不同,则会有动态异质性相依结构 (dynamic heterogeneous dependence)。前者的模型设定过于严格,而后者则更加灵活。为此,本文将利用极大似然函数值、赤池信息准则 (AIC) 和贝叶斯信息准则 (SBIC) 进行模型选择。

### 2.2.3 DHDC 模型推导出的风险度量检验

在压力测试中,经常关心的是一些风险度量指标.因而可以检验由 DHDC 模型推导出来的风险度量模型设定正确与否.这些风险度量可以是 CoVaR、CoES 或 SRISK.但针对此问题,更好的风险度量指标是下文给出的 *CoMVL*,因此这里重点讲述如何检验 DHDC 模型推导出的 *CoMVL* 设定正确与否.

*CoMVL* 的定义与如下的统计量,姑且称之为 *CoES* (与原始的 CoES 定义有关联却又不同),密切相关

$$CoES_{j,t}(\alpha, \theta_0) = E(Y_{jt} | Y_{ht} \leq VaR_{ht}(\alpha, \theta_0), \Omega_{t-1}) \quad (4)$$

其中  $VaR_{ht}(\alpha, \theta_0)$  为个体  $h$  在  $t$  时期  $\alpha$  置信水平下的条件 VaR.

借鉴 Du 和 Escanciano<sup>[35]</sup>、Banulescu-Radu 等<sup>[36]</sup> 分别对 ES 和 MES 的后验分析方法,为检验 DHDC 模型推导出的统计量(4) 设定正确与否,本文考虑如下的联合累积碰撞序列

$$H_t(\alpha, \theta_0) = (1 - u_{jht}(\theta_0))1(u_{ht}(\theta_0) \leq \alpha) \quad (5)$$

其中  $u_{ht}(\theta_0) = F_{Y_{ht}}(Y_{ht}, \Omega_{t-1}, \theta_0)$ ,  $F_{Y_{ht}}(\cdot, \Omega_{t-1}, \theta_0)$  为  $Y_{ht}$  的条件 CDF,  $u_{jht}(\theta_0) = F_{Y_{jt} | Y_{ht} \leq VaR_{ht}(\alpha, \theta_0)}(Y_{jt}, \Omega_{t-1}, \theta_0)$ ,  $F_{Y_{jt} | Y_{ht} \leq VaR_{ht}(\alpha, \theta_0)}(\cdot, \Omega_{t-1}, \theta_0)$  为  $Y_{jt}$  在给定  $Y_{ht} \leq VaR_{ht}(\alpha, \theta_0)$  条件下的 CDF.

如果 DHDC 模型推导出的统计量(4) 设定正确,可以证明下式成立

$$E[H_t(\alpha, \theta_0) - \alpha/2 | \Omega_{t-1}] = 0 \quad (6)$$

由此可以构造如下的无条件覆盖检验 (Unconditional Coverage Test, UC)

$$UC = \frac{\sqrt{n}(\bar{H}_t(\alpha, \hat{\theta}_T) - \alpha/2)}{\sqrt{\alpha(1/3 - \alpha/4)}} \quad (7)$$

其中  $\bar{H}_t(\alpha, \hat{\theta}_T) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H_t(\alpha, \hat{\theta}_T)$ ,  $\hat{\theta}_T$  为基于前面  $T$  个观测值的  $\theta_0$  的估计值,并且在式(7)的分母中用到了  $H_t(\alpha, \theta_0)$  的方差等于  $\alpha(1/3 - \alpha/4)$ .

还可以构造出如下的条件覆盖检验 (Conditional Coverage Test, CC)

$$CC(m) = n \sum_{j=1}^m \hat{\rho}_j^2 \quad (8)$$

其中  $\hat{\rho}_j(\hat{\theta}_T) = \frac{\hat{\gamma}_j(\hat{\theta}_T)}{\hat{\gamma}_0(\hat{\theta}_T)}$ ,  $\hat{\gamma}_j(\hat{\theta}_T) = \frac{1}{n-j} \sum_{i=1+j}^n (H_t(\alpha,$

$\hat{\theta}_T) - \alpha/2)(H_{t-j}(\alpha, \hat{\theta}_T) - \alpha/2)$ . 该统计量的构造是考虑到如果式(6)成立,那么  $H_t(\alpha, \theta_0)$  应该与  $\Omega_{t-1}$  不相关;特别的,  $H_t(\alpha, \theta_0)$  的前  $m$  阶自相关系数应全部为 0.

### 2.3 模拟数据和压力测试

当 DHDC 模型通过了上述的各种模型设定检验之后,就可以利用该模型模拟未来期的数据并进行压力测试.

#### 2.3.1 模拟数据

基于前面的模型和参数估计,可以模拟得到所有  $N$  个个体在未来  $m$  期的联合分布的大量实现路径,为压力测试奠定基础.模拟的起始点通常设为可观测数据的最后一期,记为  $T$ ,当然也可以根据研究需要来设定其它的起始点.具体来说,首先根据模型(3)的第二个式子计算下一期的  $\lambda_{t+1}$ ,进而按照模型(3)的第一个式子生成  $X_{t+1}$ ,这样就可以得到  $T+1$  期的 Copula 函数  $C_{T+1}$  及  $[u_{1T+1} = G_{1T+1}(\eta_{1T+1}), \dots, u_{NT+1} = G_{NT+1}(\eta_{NT+1})]$ ,然后可以反解出  $[\eta_{1T+1}, \dots, \eta_{NT+1}]$ ,再利用模型(2)便可以生成  $Y_{T+1} = [Y_{1T+1}, \dots, Y_{NT+1}]$ .再以  $T+1$  为起始点,并利用刚刚模拟生成的  $Y_{T+1}$  等信息,重复刚才的步骤,便可以生成  $Y_{T+2}$ ,以此类推,可以一直模拟生成未来  $m$  期的数据  $[Y_{T+1}, \dots, Y_{T+m}]$ ,这可以被视为未来  $m$  期的一条模拟路径.重复这个过程  $K$  次,便得到未来  $m$  期的  $K$  条模拟路径.

几点需要注意的事项.首先,我国股票市场存在每日 10% 涨跌幅限制,如果模拟的是日度数据,那么应该把模拟出的在  $\pm 10\%$  范围之外的实现值用  $\pm 10\%$  代替;如果模拟的是周度或月度数据,也可以算出相应的周度和月度涨跌幅的上下限,然后对于上下限之外的实现值做类似的缩尾处理.此外,关于模拟路径的条数  $K$ ,可以根据研究需要进行设定.一个大的  $K$  值可以给出更大的空间来设定不同的压力情形,在给定的压力情景下也会有更多的满足条件的实现值.本文在实证中选取了  $K = 100$  万,这样即使考虑一个个体处在压力状态而另外  $N - 2$  个个体都在正常状态的情形,仍有大量的实现值.最后,压力测试的结果与模拟起始点的选取是有关系的.在实证中的一些实验表明,随着起始点的改变,本文关心的压力

测试统计量的大小及在不同个体中的排名会有些许改变,但变化不明显,其结论依然成立.当然在本文的实验中经济环境没有发生显著改变.在现实压力测试中,应该尽可能地采用最新的数据,以更好的反映新的市场环境.

### 2.3.2 压力情景

在压力测试中,一般都要考虑不同的压力情景造成的不同影响.压力情景的选择往往涉及到冲击的大小,冲击持续的时间以及冲击影响的个体等.在本文的框架下,由于上一步的模拟中得到了所有  $N$  个个体在未来  $m$  期的联合分布的大量实现路径,可以自由的选取任何合理的压力情景.在冲击大小上,参照文献的做法,可以选取其大小为分布的分位数 (VaR),或者历史上的一些极端事件的冲击大小,或者简单的取为  $-10\%$ 、 $-20\%$  等.关于冲击持续的时间,既可以设定未来几期的总冲击大小为某个值,或者一个特定大小的冲击一次性的作用在某一期上.关于冲击影响的个体,既可以是只影响到单个个体,也可以是影响到几个个体.

## 2.4 系统性风险度量 $CoMVL$

针对本文的实证分析,为了更好的刻画一个行业冲击对另一个行业造成的影响,本文提出一个新的系统性风险度量,条件市值损失  $CoMVL$ <sup>④</sup>.  $CoMVL$  结合了已有风险度量 CoES 和 MES 的优点,又在其中加入了同频率的市值信息,可以更好的反应负向冲击的影响.

### 2.4.1 条件市值总损失

本文首先给出条件市值总损失的定义.

**定义 1** 条件市值总损失 ( $CoMVL^{total}$ ): 当行业  $h$  受到一个负向冲击时,目标行业  $j$  市值损失的期望值,即

$$CoMVL_{j,T}^{total} = MV_{j,T} \times E(Y_{j,T+1:T+m} | S(Y_{h,T+1:T+m})) \quad (9)$$

其中  $MV_{j,T}$  表示行业  $j$  在  $T$  期的市值,  $Y_{j,T+1:T+m}$  和  $Y_{h,T+1:T+m}$  分别表示行业  $j$  和  $h$  在  $T+1$  期到  $T+m$  期的累积收益率,  $S(Y_{h,T+1:T+m})$  表示行业  $h$  处于压

力情景,如  $Y_{h,T+1:T+m} \leq -20\%$  或者  $Y_{h,T+1:T+m} \leq -10\%$ .

本文  $CoMVL$  定义的条件期望部分类似于 CoES 和 MES<sup>⑤</sup>,因此这部分既满足一致性风险度量要求的次可加性和凸性,又考虑了尾部极端风险,这些是 VaR 和 CoVaR 等风险度量所不具备的.在条件期望之外,本文的  $CoMVL$  又加进了市值,以更全面的反应负向冲击对另一个行业的影响.与  $CoMVL$  有些相似的风险度量是 SRISK,但二者至少有如下几点不同:SRISK 刻画的是当市场处于压力状态下单个机构的资本损失状况,而  $CoMVL$  刻画的是某一行业处于压力状态下其他行业的市值损失状况;估计 SRISK 同时用到资本充足率和负债等低频数据以及市值和回报等高频数据,需要模拟未来多个月的日度数据,这些都可能影响到估计的可靠性和时效性,而  $CoMVL$  只涉及到周度数据,通过模拟未来几周的数据即可获得,有很高的准确性和时效性.另外,各行业的  $CoMVL$  的加总很自然的得到负向冲击下整个市场市值损失的期望值.

类似的,可以考虑当行业  $h$  处在正常状态时,目标行业  $j$  市值损失的期望值,用  $CoMVL^{total}$  和该期望值的差,即  $\Delta CoMVL^{total}$ ,来刻画行业  $h$  冲击对行业  $j$  市值损失的影响.

**定义 1'**  $\Delta CoMVL^{total}$

$$\Delta CoMVL_{j,T}^{total} = MV_{j,T} \times [E(Y_{j,T+1:T+m} | S(Y_{h,T+1:T+m})) - E(Y_{j,T+1:T+m} | M(Y_{h,T+1:T+m}))] \quad (10)$$

其中  $M(Y_{h,T+1:T+m})$  表示行业  $h$  处于正常状态,参照 Girardi 和 Ergun<sup>[38]</sup>,即  $\mu_{h,T+1:T+m} - \sigma_{h,T+1:T+m} \leq Y_{h,T+1:T+m} \leq \mu_{h,T+1:T+m} + \sigma_{h,T+1:T+m}$ ,这里  $\mu_{h,T+1:T+m}$  和  $\sigma_{h,T+1:T+m}$  分别表示  $Y_{h,T+1:T+m}$  的期望和标准差.

### 2.4.2 条件市值直接损失

条件市值总损失  $CoMVL$  反映了行业  $h$  冲击对目标行业  $j$  的总影响.这个总损失既包括行业  $h$  冲击对行业  $j$  的直接影响,也包括行业  $h$  通过影响行业  $i$  而行业  $i$  又影响行业  $j$  带来的间接影响.区分

④ 当然,  $CoMVL$  还可以应用到涉及到市值的其它问题,比如世界主要国家对全球市场风险的贡献、各金融机构或板块对金融系统性风险的影响等等.

⑤ 与 Adrian 和 Brunnermeier<sup>[37]</sup> 的 CoES 相似而与 MES 不同之处在于条件部分是某个行业处于风险之中而不是整个市场处于风险之中;与 MES 相似而与 CoES 不同之处在于期望部分是行业  $j$  整个分布的期望而不是小于  $CoVaR$  部分的期望.

直接影响和间接影响可有助于识别出任意行业  $i$  对任意行业  $j$  影响的主要途径,这是本文的一个创新之处.根据条件市值直接损失,还可以构建一个风险溢出网络,为此,做如下定义.

**定义 2** 条件市值直接损失 ( $CoMVL^{direct}$ ):当行业  $h$  受到一个负向冲击而其它行业处于正常状态时,目标行业  $j$  市值损失的期望值,即

$$CoMVL_{j,T}^{direct} = MV_{j,T} \times E(Y_{j,T+1:T+m} | S(Y_{h,T+1:T+m}) \wedge \bigcap_{i \neq j,h} M(Y_{i,T+1:T+m})) \quad (11)$$

其中  $M(Y_{i,T+1:T+m})$  表示行业  $i$  处于正常状态,其定义同上  $M(Y_{h,T+1:T+m})$  的定义.

同样的,可以考虑当行业  $h$  和其它行业都处于正常状态时,目标行业  $j$  市值损失的期望值,用  $CoMVL^{direct}$  和该期望值的差,即  $\Delta CoMVL^{direct}$ ,作为行业  $h$  冲击对行业  $j$  市值损失直接影响的度量.

**定义 2'**  $\Delta CoMVL^{direct}$

$$\Delta CoMVL_{j,T}^{direct} = MV_{j,T} \times [E(Y_{j,T+1:T+m} | S(Y_{h,T+1:T+m}) \wedge \bigcap_{i \neq j,h} M(Y_{i,T+1:T+m})) - E(Y_{j,T+1:T+m} | \bigcap_{i \neq j} M(Y_{i,T+1:T+m}))] \quad (12)$$

### 3 房地产行业冲击下的系统性风险——基于 DHDC 压力测试的结果

作为上述 DHDC 压力测试方法的一个重要应用,在此本文研究我国房地产行业冲击对其它行业的影响.由于行业众多,而且不同行业之间呈现出动态的、非线性关系,因此 DHDC 压力测试非常契合本文的问题.

房地产行业冲击会对宏观经济中的很多行业产生直接和间接的影响.就直接影响而言,当房地产行业遭遇冲击开始衰退、甚至萧条,将会严重影响上下游行业的景气程度,导致相关行业出现产品滞销、库存挤压严重、企业亏损甚至行业整体萧条.就间接影响而言,房地产行业冲击会影响房价,进而对企业抵押资产价值和居民财富产生不利影响,这既会加大其他行业生产经营风险、抑制全社会投资需求,还可能抑制居民消费需求并进一步扩大冲击影响.再者,在极端情况下,房地产行业冲击还可能对中国经济增长产生显著的不利影响,这对所有行业而言都将是巨大的风险来源.

为此,利用 DHDC 压力测试方法,实证分析房地产冲击对中国各个行业的系统性风险溢出影响.不仅分析房地产行业冲击产生的总体影响,还将分析房地产行业冲击的直接影响和间接影响,并进一步刻画出房地产行业冲击的风险传染路径,用以全面剖析房地产冲击对中国宏观经济体系中各个行业的风险溢出影响及其作用机理.

#### 3.1 数据来源与描述性统计

各个行业数据来源于 WIND 数据库中国证监会行业分类指数,时间段是从 2007 年 1 月 12 日 ~ 2023 年 3 月 31 日,包括了各个行业指数收益率和 A 股流通股市值数据.本文采用的是周度数据,一方面能有足够多的观察数据,另一方面只需要模拟数期未来周的数据,就可以得到几个月内房地产行业有一个大的负向冲击等比较接近现实又让人感兴趣的压力情景.风险本身在随着时间变化,所以持有的头寸风险也会随着持有期限的变化而变化,市场投资者持有头寸的期限大多会多于一周,因此只关注短期风险的风险度量将会失效,而关注未来几周的风险度量变得更有意义.正如 Engle<sup>[39]</sup>指出,只关注短期风险(比如未来一天)是导致 2008 年金融危机时风险管理模型预测失效的一个主要原因.

WIND 数据库中国证监会行业分类指数共包含了 19 个行业指数,但是居民服务、修理和其他服务业只有一家上市公司,出于各个行业样本量的一般可比性,本文不再将其考虑在内.主要考虑如下 18 个行业:房地产业、农林牧渔业、采矿业、制造业、水电煤气业、建筑业、批发零售业、交运仓储业、住宿餐饮业、信息技术业、金融业、租赁商务业、科研技术业、水利环境业、卫生和社会工作、文化体育业、综合企业、教育业.

表 1 汇报了各个行业指数收益率的描述性统计.首先,各个行业收益率存在“尖峰厚尾”的特点.其次,卫生与社会工作、科研技术业的指数收益率最高,交运仓储业和教育业的指数收益率则最低,市值规模最大的制造业收益率均值排名第四.最后,房地产行业指数的收益率在全部行业中排名下游,低于制造业和金融业的收益率,反映了近年来房地产行业整体上不太景气.

表1 行业指数收益率的描述性统计(%)

Table 1 Summary statistics of industry index returns

行业	mean	st. dev.	skewness	kurtosis	5/%	25/%	median	75/%	95/%
房地产	0.098	4.735	-0.377	5.139	-7.700	-2.373	0.142	2.911	7.788
农林牧渔	0.200	5.039	-0.432	6.265	-8.600	-2.342	0.410	2.908	7.937
采矿业	0.129	4.267	-0.141	5.116	-6.436	-2.255	0.175	2.493	6.970
制造业	0.220	4.111	-0.677	6.104	-6.432	-1.831	0.641	2.574	6.219
水电煤气	0.121	3.678	-1.077	9.766	-5.575	-1.572	0.270	2.025	5.548
建筑业	0.177	4.373	-0.150	7.382	-6.240	-2.128	0.191	2.403	6.739
批发零售	0.108	4.308	-0.697	7.850	-6.511	-1.875	0.328	2.365	6.300
交运仓储	0.061	4.017	-0.572	6.381	-6.246	-1.930	0.176	2.145	6.223
住宿餐饮	0.230	5.114	-0.614	5.715	-7.694	-2.405	0.501	3.218	7.751
信息技术	0.199	4.669	-0.637	5.608	-7.464	-2.119	0.434	3.032	7.173
金融业	0.120	4.065	0.122	5.603	-6.266	-2.058	0.047	2.248	6.715
租赁商务	0.196	4.612	-0.257	5.471	-7.785	-2.270	0.285	2.772	7.098
科研技术	0.331	5.588	0.299	10.821	-8.803	-2.528	0.530	3.559	7.975
水利环境	0.101	4.526	-0.191	5.922	-6.974	-2.251	0.121	2.572	7.579
卫生社会	0.483	6.110	-0.122	6.950	-9.775	-2.556	0.753	3.804	10.292
文化体育	0.106	4.803	-0.377	5.274	-7.679	-2.404	0.238	2.788	7.834
综合企业	0.182	5.200	-0.405	5.642	-7.819	-2.628	0.254	3.001	8.527
教育	0.045	7.229	0.232	10.449	-10.961	-3.139	0.169	3.305	10.537

### 3.2 DHDC 建模与模型设定检验结果

按照前述的方法,用 DHDC 模型拟合上述 18 个行业的联合分布,并用实际数据检验模型设定合理与否.结果表明,不论是边缘分布,还是由整个 DHDC 模型推导出的风险度量的设定,都是非常合理的.这些结果为后续压力测试的可靠性提供了保障.

#### 3.2.1 边缘分布的估计与检验结果

关于边缘分布模型 ARMA(1,1)-GJRGARCH(1,1,1)-Skewed  $t$  的参数估计结果<sup>⑥</sup>.首先,AR 项的系数  $\varphi_{1i}$  大多显著为正,各行业指数收益率存在一阶正自相关性.再者,GARCH 项的系数  $\beta_{1i}$  都显著为正,即各行业收益的波动率也存在显著的正自相关性;反映非对称效应的参数  $\alpha_{2i}$  基本都不显著,即负向冲击的影响与正向冲击相比没有明显的差别.最后,自由度参数  $v_i$  和非对称参数  $\psi_i$  大多在 10% 水平上显著,可见引入 Skewed  $t$  刻画标准化误差的分布很有必要.

关于边缘分布设定检验的结果<sup>⑦</sup>.为检验条件均值 ARMA(1,1)和条件方差 GJRGARCH 设定正确与否,本文用 LM 统计量检验  $\{\eta_{it}\}$  和  $\{\eta_{it}^2\}$  是否存在自相关性.另外,用 KS 统计量检验  $\eta_{it}$  是否服从 Skewed  $t$  分布.结果显示,  $\eta_{it}$  和  $\eta_{it}^2$  与各自的前 10 阶滞后项之间都不存在显著的自相关性,  $\eta_{it}$  的分布与 Skewed  $t$  无显著差异,因此边缘分布设定是合理的.

#### 3.2.2 因子 Copula 模型的估计与选择结果

表 2 汇报了因子 Copula 模型的估计与选择结果<sup>⑧</sup>.有两种方法来刻画时变因子载荷  $\lambda_{it}$ :一种是动态异质相依结构,不同行业  $\omega_i$  取值不同;另一种是动态同质相依结构,不同行业  $\omega_i$  取值相同.结果显示,异质相依结构下的似然函数值更大,AIC 和 SBIC 取值也更小,因此采用异质相依结构模型.此外,  $\beta_{GAS}$  大于 0.9,表明相邻两期的  $\lambda_{it}$  存在很强的关联性;  $\psi_2$  小于 0,表明公共因子存在着负向非对称性;  $v_2^{-1} > v_2^{-1}$ ,表明公共因子的自由度小于特异因子的自由度.

⑥ 因篇幅所限,文中不再汇报该结果,读者可联系作者索取.

⑦ 因篇幅所限,文中不再汇报该结果,读者可联系作者索取.

⑧ 高维动态因子 Copula 模型由于模型复杂性,没有办法得到一个显示表达式,只能利用数值积分方法得到目标函数,故而在模型估计时无法直接得到系数的标准差和显著性水平.退而求其次,可以利用 Bootstrap 近似得到一个标准差和显著性水平,在数据量很大的情况下这将会很耗时.

表 2 因子 Copula 模型估计及检验结果  
Table 2 Factor Copula model estimation and test results

变量	Heterogeneous dependence	Equidependence
$\omega_i$		0.023
$\alpha_{GAS}$	0.059	0.024
$\beta_{GAS}$	0.980	0.920
$v_z^{-1}$	0.045	0.073
$v_e^{-1}$	0.242	0.225
$\psi_z$	-0.143	-0.148
$LL$	-7 139.005	-6 852.972
$AIC$	-14 268.01	-13 693.945
$SBIC$	-14 244.409	-13 665.623

注：在 heterogeneous dependence 下不同行业的  $\omega_i$  取值不同,限于篇幅不再汇报。

3.2.3 DHDC 模型推导出的风险度量的检验结果

由于“维度诅咒”,要检验整个 DHDC 模型设定正确与否是一件非常困难的事情. 本文转而检验由 DHDC 模型推导出来的  $CoMVL$  风险度量模型设定正确与否,  $CoMVL$  度量也是本文后面压力测试重点关注的对象. 具体的检验统计量是式(7)和式(8)给出的无条件和条件覆盖检验,它们都是基于联合累积碰撞序列  $H_t$ . 由于下面分别涉及到未来两周和四周的压力情景,在  $H_t$  的计算中要考虑如下两个条件分布,即  $F_{Y_{j,t+1:t+2}^1 | Y_{h,t+1:t+2} \leq VaR_{h,t+1:t+2}}$  以及

$F_{Y_{j,t+1:t+4}^1 | Y_{h,t+1:t+4} \leq VaR_{h,t+1:t+4}}$ , 虽然它们没有显式解,但可以通过数据模拟来近似这两个分布.

表 3 汇报了 5% 水平下,即各检验统计量中  $\alpha = 5\%$ , 的无条件和条件覆盖检验的结果. 前 3 列是考虑未来两周压力情景的结果,而后 3 列是考虑未来四周压力情景的结果. 可见,除制造业和批发零售业以外的所有其他行业,由 DHDC 模型推导出来的  $CoMVL$  风险度量模型基本都同时通过了无条件和条件覆盖检验. 整体而言,DHDC 模型能够很好的拟合本文的数据.

表 3  $CoMVL$  后验分析结果

Table 3  $CoMVL$  backtesting results

行业	前二周			前四周		
	UC	CC(1)	CC(5)	UC	CC(1)	CC(5)
农林牧渔	0.720	0.983	0.245	0.473	0.966	0.436
采矿业	0.741	0.968	0.208	0.748	0.902	0.211
制造业	0.001***	0.197	0.001***	0.000***	0.004***	0.000***
水电煤气	0.067	0.707	0.312	0.076	0.794	0.177
建筑业	0.420	0.942	0.074	0.355	0.914	0.139
批发零售	0.001***	0.138	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***
交运仓储	0.159	0.687	0.167	0.151	0.780	0.307
住宿餐饮	0.640	0.601	0.428	0.450	0.582	0.237
信息技术	0.159	0.440	0.026	0.107	0.496	0.022
金融业	0.094	0.863	0.732	0.087	0.881	0.651
租赁商务	0.211	0.907	0.355	0.159	0.945	0.209
科研技术	0.274	0.410	0.011	0.679	0.460	0.094
水利环境	0.465	0.416	0.030	0.464	0.506	0.061
卫生社会	0.442	0.751	0.896	0.333	0.756	0.878
文化体育	0.373	0.370	0.309	0.319	0.453	0.323
综合企业	0.099	0.507	0.203	0.165	0.490	0.197
教育	0.424	0.950	0.385	0.435	0.985	0.322

注：表中汇报了后验分析检验统计量的  $p$  值,\*\*\* 代表 1% 显著性水平. 10% 置信水平、滚动模拟未来一周和未来三周数据,以及滞后其他期数进行条件覆盖检验可以得到类似的结果,限于篇幅、不再汇报。

### 3.3 房地产行业冲击的系统性风险估计：压力测试结果

在估计和检验完 DHDC 模型之后,便可以基于该模型模拟数据和进行压力测试了.首先报告数据模拟和压力情景的一些设定.用估计出来的 DHDC 模型模拟房地产等 18 个行业未来一周(2023 年 4 月的第 1 周)、未来两周、未来三周和未来四周的收益率.由于之后研究房地产行业冲击带来的直接影响时需要控制其他行业的状态,这里模拟了 100 万条路径,从而确保有足够的实现路径来估计直接影响.把轻度、中度和重度压力情景分别设定为房地产行业累积收益率下降 5%、10% 和 20%.

大量的模拟路径可以得到房地产行业冲击下任意一个行业市值损失的近似分布.图 1 以制造业、金融业、信息技术业和批发零售业等受房地产行业冲击影响较大的行业为例,报告了房地产行业不同冲击下各个行业市值损失的分布的变化.从图 1 可知,随着房地产行业负向冲击的变大,一方面,各行业市值损失的分布整体向左偏移,即各行业的市值损失随着房地产行业冲击增强而变得越来越大;另一方面,制造业和批发零售业的方差、偏度和峰度随着房地产行业冲击增强也呈现出不同程度的改变.虽然可以得到房地产冲击下其它行业市值损失的任意统计量,但是本文主要考虑冲击对其它行业市值损失的期望的影响,即条件市值损失.

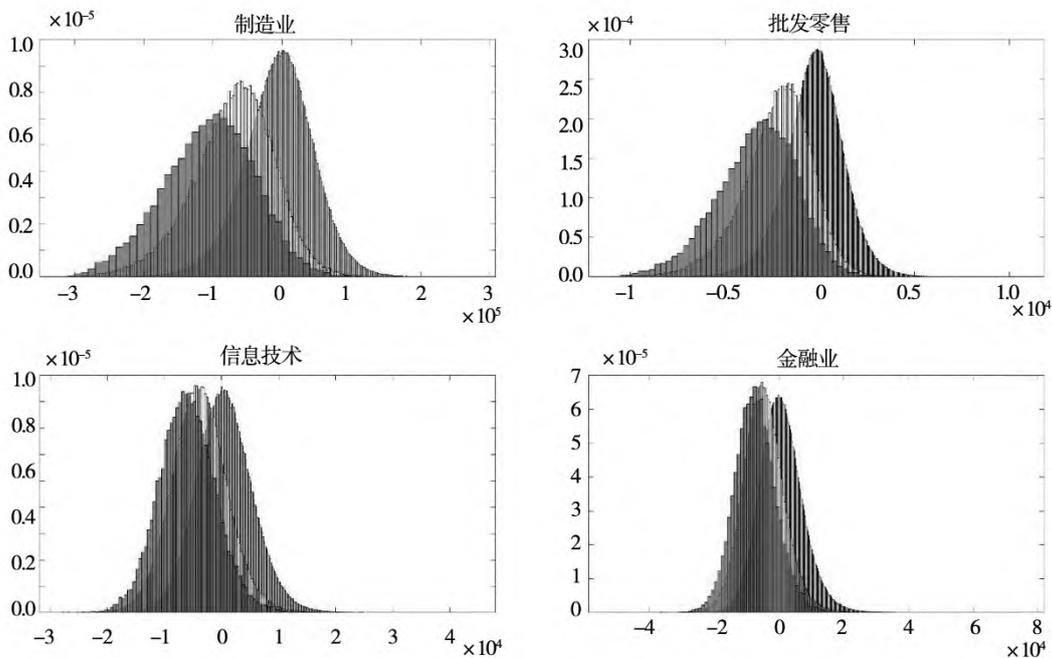


图 1 各行业市值损失的分布直方图

Fig. 1 Distribution histogram of market value loss of each industry

注:黑色部分代表模拟期内房地产行业处于正常状态时相应行业市值损失的分布,灰色(白色)部分代表模拟期内房地产行业收益率小于或等于 -10%(-20%)的情况下相应行业市值损失的分布.

#### 3.3.1 条件市值总损失 $CoMVL^{total}$ 的结果

表 4 汇报了在未来四周内房地产行业收益率分别下跌 10% 和 20% 的压力情景下,其它各个行业条件市值总损失的估计结果.前两列为条件市值总损失  $CoMVL_{j,t}^{total}$ ;表 4 第 3 列和表 4 第 4 列为  $\Delta CoMVL_{j,t}^{total}$ ,衡量了房地产行业冲击对目标行业条件市值损失的贡献,由  $CoMVL_{j,t}^{total}$  与房地产行业处于正常状态时各行业市值损失期望值的差得

到;最后一列则是按照 20% 冲击下  $|\Delta CoMVL_{j,t}^{total}|$  由大到小的排名.

由表 4  $\Delta CoMVL_{j,t}^{total}$  及其排名的结果可知,房地产行业冲击对制造业、金融业、信息技术业、采矿业、批发零售业和交运仓储业的条件市值总损失影响较大,而对卫生与社会工作、综合企业、住宿餐饮业和教育业的条件市值总损失影响较

小. 其中,未来一个月内房地产行业累积收益率下跌 20%,将会导致制造业、金融业、信息技术业和采矿业的市值分别下跌 10.14 万亿元、0.81 万亿元、0.65 万亿元和 0.42 万亿元,收益率分别下跌 29.10%、7.81%、15.27% 和 10.92%. 在这些遭受房地产行业冲击影响较大的行业中,除了与房地产行业存在资金往来、为房地产业提供大量资金支持的金融行业以外,还包括制造业、采矿业和交运仓储业等与房地产业紧密相关的上下游行业,以及与居民需求端直接关联的批发零售业. 由于住房构成了中国家庭财富的主要来源,房地产业发展前景会通过居民财富变化对批发零售业构成了重要冲击.

就房地产行业冲击对其他所有行业条件市值总损失的贡献  $\Delta CoMVL_{j,T}^{total}$  而言,当未来四周内房地产行业累积收益率下跌 20%,会造成其他所有

行业市值损失 13.50 万亿元,约占其他所有行业总市值的 18.77%. 具体到各个行业来说,以风险溢出效应最大的制造业和金融业为例,未来四周内房地产行业累积收益率下跌 20% 会造成制造业市值损失 10.14 万亿元,约占制造业总市值的 25.43%,并造成金融业的市值损失为 0.81 万亿元,约占金融业总市值的 7.65%. 过去十多年来,我国制造业只是在 2008 年全球金融危机和 2016 年初 A 股推出熔断机制时月度市值损失超过 26%,金融业也只是在 2008 年全球金融危机、2010 年欧洲主权债务危机、2013 年钱荒、2015 年股灾和 2016 年 A 股熔断等事件中月度市值损失超过 7.5%,由此可见房地产行业冲击对制造业和金融业的影响程度,凸显了房地产业与我国宏观经济各个行业之间的紧密联系、以及建设房地产宏观审慎监管制度的重要性.

表 4 条件市值总损失  $CoMVL^{total}$  的估计结果/(亿元)

Table 4 Estimation results of total conditional market value loss  $CoMVL^{total}$  / (100 million)

冲击大小: $Y_{h,T+1:T+4} \leq$	$CoMVL_{j,T}^{total}$		$\Delta CoMVL_{j,T}^{total}$		$\Delta CoMVL_{j,T}^{total}$ 排名
	-10/%	-20/%	-10/%	-20/%	
农林牧渔	-298.05	-453.04	-334.75	-489.74	13
采矿业	-2 539.20	-3 847.83	-2 849.12	-4 157.75	4
制造业	-70 452.19	-105 932.92	-65 911.30	-101 392.03	1
水电煤气	-1 587.09	-2 349.76	-1 537.71	-2 300.38	7
建筑业	-1 235.64	-1 811.83	-1 262.08	-1 838.27	8
批发零售	-2 235.19	-3 330.78	-1 971.14	-3 066.73	5
交运仓储	-1 967.30	-2 909.59	-1 832.37	-2 774.65	6
住宿餐饮	-77.01	-113.81	-77.62	-114.42	16
信息技术	-3 847.40	-5 978.82	-4 370.36	-6 501.78	3
金融业	-4 813.68	-7 382.18	-5 486.57	-8 055.07	2
租赁商务	-855.48	-1 301.87	-887.73	-1 334.13	9
科研技术	-571.37	-864.76	-620.97	-914.36	10
水利环境	-395.98	-593.71	-404.94	-602.67	12
卫生社会	-127.11	-209.46	-176.87	-259.22	14
文化体育	-518.25	-782.99	-565.32	-830.06	11
综合企业	-155.54	-232.12	-155.75	-232.33	15
教育	-59.68	-89.63	-58.61	-88.57	17
总体	-91 736.16	-138 185.11	-88 503.22	-134 952.18	

3.3.2 条件市值直接损失  $CoMVL^{direct}$  的结果

在此本文关注房地产行业冲击对某个行业的直接影响,即条件市值直接损失,进而由总损失和直接损失的差可以得到间接损失. 区分直接和间接影响对于防范化解系统性风险意义重大. 如果

房地产行业与某个行业之间只存在直接影响,那么只需针对这两个行业采取风险防范化解举措即可. 但如果房地产行业与某个行业之间还会通过其它行业产生间接影响,那么就需要考虑多个行业相互影响的风险网络,进而进行更加综合和全

面的宏观审慎监管。

表5汇报了在未来四周内房地产行业收益率分别下跌10%和20%的压力情景下,其它各个行业条件市值直接损失的估计结果<sup>⑨</sup>。表5前2列为条件市值直接损失  $CoMVL_{j,T}^{direct}$ ;表5第3列和表5第4列为  $\Delta CoMVL_{j,T}^{direct}$ ,衡量了房地产行业冲击对目标行业条件市值直接损失的贡献;最后一列则是按照20%冲击下  $|\Delta CoMVL_{j,T}^{direct}|$  由大到小的排名。

比较表4和表5的结果可知,房地产行业冲击对各个行业造成的条件市值直接损失要明显小于条件市值总损失,即房地产行业冲击主要是通过其他行业对目标行业产生了间接影响。以制造业和金融业为例,当未来四周内房地产行业收益率下跌20%时,对制造业和金融业带来的市值直接损失贡献  $\Delta CoMVL_{j,T}^{direct}$  分别是1.10万亿元和

0.20万亿元,大约分别占二者市值总损失的10.85%和24.29%。这主要因为,房地产业在我国宏观经济中占据着重要地位,也是我国过去十多年以来的支柱产业,所以它与各个行业存在着紧密的联系,既包括采矿业和建筑业等生产端行业,也包括信息技术业、批发零售业和交运仓储业等需求端行业,而这些行业又与制造业和金融业有着密切的联系。

可见,房地产行业冲击不仅会对某一行业造成直接风险溢出,更重要的,还会通过其它行业对该行业带来间接风险溢出。如果只对房地产行业 and 某一行业,例如金融业,两两建模,那么将无法区分房地产业对该行业的直接影响和间接影响,而且有可能低估房地产业对该行业的风险溢出,这将不利于风险防范化解的有效展开。

表5 条件市值直接损失  $CoMVL^{direct}$  的估计结果(亿元)

Table 5 Estimation results of direct conditional market value loss  $CoMVL^{direct}$  (100 million)

冲击大小: $Y_{h,T+1:T+4} \leq$	$CoMVL_{j,T}^{direct}$		$\Delta CoMVL_{j,T}^{direct}$		$\Delta CoMVL_{j,T}^{direct}$ 排名
	-10%	-20%	-10%	-20%	
农林牧渔	-30.22	-16.95	-63.54	-50.27	13
采矿业	-209.03	-324.45	-453.56	-568.98	4
制造业	-13 165.77	-15 384.21	-8 777.54	-10 995.98	1
水电煤气	-291.10	-358.80	-222.17	-289.87	7
建筑业	-224.00	-158.28	-201.32	-135.60	11
批发零售	-556.02	-649.96	-277.45	-371.40	6
交运仓储	-488.01	-532.25	-341.86	-386.10	5
住宿餐饮	-14.03	-17.36	-12.81	-16.14	16
信息技术	-374.41	-1 179.90	-808.06	-1 613.55	3
金融业	-603.92	-1 467.94	-1 092.36	-1 956.38	2
租赁商务	-116.57	-155.23	-136.22	-174.88	9
科研技术	-87.08	-141.86	-124.86	-179.64	8
水利环境	-72.68	-104.88	-71.57	-103.76	12
卫生社会	23.32	11.39	-21.38	-33.31	14
文化体育	-81.15	-119.44	-110.78	-149.08	10
综合企业	-28.18	-35.52	-23.92	-31.26	15
教育	-10.88	-5.98	-9.64	-4.73	17
总体	-16 329.72	-20 641.62	-12 749.04	-17 060.94	

3.3.3 风险溢出网络分析

前文分析表明,房地产行业冲击对制造业和

金融业的影响主要是通过其他行业对这两个行业带来的间接影响。在此本文根据行业之间直接影

<sup>⑨</sup> 由于同时控制了  $N-1$  个行业的状态,可用于估计直接效应的模拟路径数量一方面取决于模拟路径总数量的多少,另一方面也取决于设定的压力情景大小。在100万次模拟中,用于计算  $\Delta CoMVL_{j,T}^{direct}$  的路径数量,在轻度压力情景下大约占模拟总路径数量的1%,在中度压力情景下大约占模拟总路径数量的0.35%,在重度压力情景下大约占模拟总路径数量的0.03%。

响的大小,建立起一个详细的风险溢出网络,从而厘清了行业之间风险传导的路径.考虑到制造业和金融业对于我国宏观经济增长的重要性,系统性风险溢出网络分析有助于在房地产行业冲击后采取针对性举措最大程度降低对制造业和金融业的不利影响,进而对稳定金融体系和宏观经济发挥积极作用.

基于条件市值直接损失来构造风险溢出网络.具体来说,对于每个行业  $i$ ,利用 DHDC 压力测试方法,计算该行业未来四周负向冲击,表现为累积收益率  $Y_{i,T+1,T+4} \leq -10\%$  或  $-20\%$ ,对行业  $j$  的市值直接损失的贡献  $\Delta CoMVL_{i,j,t}^{direct}$ .进而可以构造一个风险溢出矩阵,矩阵的  $(i, j)$  元素为  $\Delta CoMVL_{i,j,t}^{direct}$ .由于本文重点研究行业之间风险传染的主要途径,借鉴 Hardle 等<sup>[40]</sup>的做法,用风险溢出矩阵所有元素绝对值的中位数作为阈值来构建邻近矩阵:当  $|\Delta CoMVL_{i,j,t}^{direct}| \geq \text{阈值}$  时,定义邻近矩阵的  $(i, j)$  元素为 1,否则为 0.也就是说,只有当行业  $i$  对行业  $j$  的风险溢出大到一定程度,才认为这是一个重要的风险传染渠道.

图 2 和图 3 展示了房地产行业冲击对制造业和金融业的风险溢出网络.设定冲击状态是未来四周内房地产行业累计收益率下跌 20%,图 2 为房地产行业冲击对制造业的风险溢出网络,图 3 为房地产行业冲击对金融业的风险溢出网络.从中可知,房地产行业冲击主要是通过信息技术业、采矿业、金融业、交运仓储业、租赁商务业、水电煤气业、批发零售业和科研技术业产生了系统性风险溢出,并且主要是通过信息技术业、采矿业、制造业、交运仓储业、租赁商务业、水电煤气业、批发零售业和科研技术业对金融业产生了系统性风险溢出.设定冲击状态是未来四周内房地产行业累计收益率下跌 10% 时,除了建筑业的风险传导路径凸显,而租赁商务业和科研技术业的风险传导路径不再突出外,本文得到了基本一致的发现.整体上,风险溢出网络分析表明,房地产行业冲击主要通过信息技术业、采矿业、批发零售业、交运仓储业、水电煤气业和建筑业六个行业对制造业和金融业产生了影响,并且房地产行业冲击越大,越可能通过更多的行业对制造业和金融业产生间接风险溢出效应.

究其原因,一方面是因为这些行业与房地产行业紧密关联,包括了生产端、需求端等上下游相关行业,下图中的黑色粗线即显示它们显著受到了房地产行业冲击的影响;另一方面,这些行业也是与制造业和金融业紧密相关的行业,下图中的红色粗线即显示它们对制造业和金融业产生了显著影响,因此这些行业构成了房地产行业冲击的重要风险传染路径.

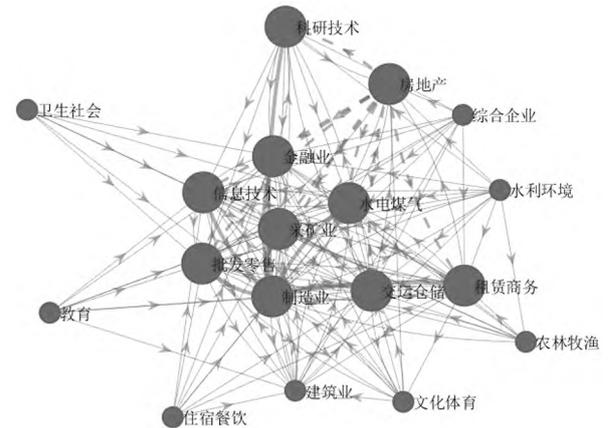


图 2 基于  $\Delta CoMVL$  直接效应的房地产行业冲击对制造业风险溢出网络

Fig. 2 The risk spillover network of real estate industry shock to manufacturing industry based on  $\Delta CoMVL_{i,j,t}^{direct}$

注:虚粗线反映了房地产行业对哪些行业产生了较大影响,实粗线反映了哪些行业继而对制造业产生了较大影响.

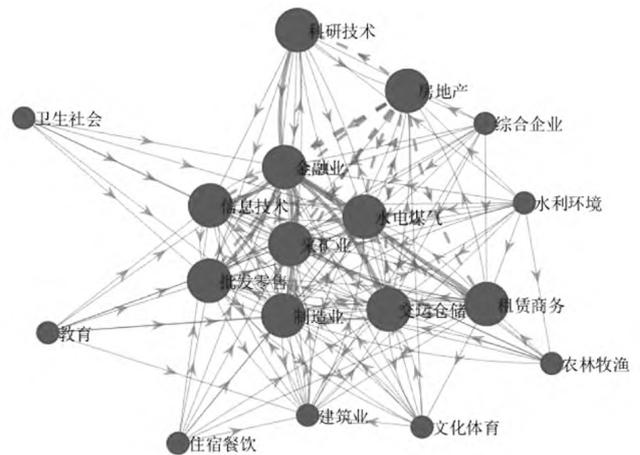


图 3 基于  $\Delta CoMVL$  直接效应的房地产行业冲击对金融业风险溢出网络

Fig. 3 The risk spillover network of real estate industry shock to finance industry based on  $\Delta CoMVL_{i,j,t}^{direct}$

注:虚粗线反映了房地产行业对哪些行业产生了较大影响,实粗线反映了哪些行业继而对金融业产生了较大影响.

### 3.3.4 拓展分析:房地产行业冲击时长与冲击非对称性

首先,调整房地产行业冲击未来期限的设定,

考察房地产行业冲击时长如何影响系统性风险溢出大小.其次,研究房地产行业正向冲击的系统性风险问题,考察房地产行业冲击是否存在非对称效应及其可能的效应大小.

考虑到未来两周内房地产行业累积收益率下跌20%是一个较为极端的负向冲击,而且为了和前文设定的未来四周内房地产行业累积收益率下跌20%更具可比性,表6汇报了未来两周内房地产行业累积收益率下跌10%的结果.表6前两列是条件市值总损失的结果,表6后两列是条件市值直接损失的结果.从表中可知:1)相比于房地产行业未来四周内累积收益率分别下跌10%和20%,房地产行业未来两周内累积收益率下跌

10%对其他行业条件市值损失的影响都有所变小,即房地产冲击时间越长所产生的系统性风险也越大.这主要因为,房地产行业更长期限的冲击更容易造成市场恐慌情绪,悲观情绪在冲击发生前期形成之后会随着冲击时间的延长而不断蔓延,进而导致更大的系统性风险问题.这意味着,房地产冲击发生后迅速有效的风险应对举措有助于防范化解房地产冲击造成的系统性风险;2)无论是总效应还是直接效应,房地产行业冲击仍然对制造业、金融业、信息技术业、采矿业、交通运输业和批发零售业的市值损失产生了较大影响,而且房地产行业冲击对各个行业的直接影响也仍然小于总体影响.

表6 房地产行业未来两周冲击下的CoMVL估计结果/(亿元)

Table 6 CoMVL estimation results caused by real estate industry shocks in the next two weeks(100 million)

冲击大小: $Y_{h,T+1;T+2} \leq -10\%$	$CoMVL_{j,t}^{total}$	$\Delta CoMVL_{j,t}^{total}$	$CoMVL_{j,t}^{direct}$	$\Delta CoMVL_{j,t}^{direct}$
农林牧渔	-287.47	-309.86	-24.30	-40.82
采矿业	-2 218.46	-2 390.77	-230.60	-355.94
制造业	-48 302.64	-47 105.29	-8 583.90	-6 532.29
水电煤气	-1 304.16	-1 283.48	-243.85	-195.13
建筑业	-1 079.75	-1 101.50	-132.28	-123.73
批发零售	-1 514.13	-1 422.87	-291.38	-165.93
交通运输	-1 597.16	-1 544.91	-262.48	-176.12
住宿餐饮	-67.94	-68.89	-9.22	-9.02
信息技术	-3 238.81	-3 635.95	-177.65	-472.44
金融业	-4 421.53	-4 791.20	-327.93	-580.19
租赁商务	-708.91	-734.01	-79.70	-88.29
科研技术	-504.49	-523.63	-40.88	-50.21
水利环境	-345.63	-352.70	-49.89	-48.12
卫生社会	-128.55	-154.67	0.58	-21.67
文化体育	-431.46	-472.97	-41.06	-70.61
综合企业	-128.57	-128.74	-21.53	-17.87
教育	-52.01	-51.87	-5.01	-4.24
总体	-66 331.68	-66 073.33	-10 521.08	-8 952.62

注:考虑了房地产行业未来两周内收益率下跌20%的压力情景,结果与该表基本保持一致,限于篇幅不再汇报.

表7汇报了房地产行业正向冲击下 $\Delta CoMVL$ 的估计结果,其中表7前两列是房地产行业未来四周内收益率分别上涨10%和20%时的条件市值总损失,表7后两列是条件市值直接损失.从中可知:1)未来房地产行业上涨带来的收益小于房地产行业下跌同样大小造成的损失,这表明相比于稳定房价上涨预期,稳定房价下跌预期对目前防范系统性风险更为重要.当然,如果眼下放任房价继续快速上涨,未来稳定房价下跌预期的难度

也会更大、成本也会更高;2)无论是总效应还是直接效应,房地产行业正向冲击都导致了各个行业市值的增加,并且此时行业排名与房地产行业负向冲击下行业排名基本保持一致,进一步证实了房地产行业与这些行业之间的紧密关联;房地产行业正向冲击的直接效应仍显著小于总效应,表明房地产行业正向冲击也会通过其它行业对目标行业产生影响.总之,DHDC压力测试方法可以有助于同时评估房地产行业上涨带来的收益和

下跌导致的损失,从而为未来的房地产调控政策制定和长效机制建设提供一定的依据。

表 7 房地产行业正向冲击下的  $CoMVL$  估计结果/(亿元)

Table 7  $CoMVL$  estimation results under the positive shock of the real estate industry(100 million)

冲击大小: $Y_{h,T+1:T+4} \geq$	$\Delta CoMVL_{j,t}^{totalP}$		$\Delta CoMVL_{j,t}^{directP}$	
	10%	20%	10%	20%
农林牧渔	338.09	491.88	57.47	58.63
采矿业	2 985.25	4 459.69	524.98	526.00
制造业	60 812.06	89 194.32	9 173.77	9 733.97
水电煤气	1 527.91	2 257.10	290.67	219.13
建筑业	1 367.29	2 045.87	236.57	211.65
批发零售	1 851.20	2 754.54	287.06	259.75
交运仓储	1 780.61	2 614.57	311.44	311.89
住宿餐饮	78.07	115.72	17.46	15.03
信息技术	4 482.95	6 560.49	764.89	749.59
金融业	5 822.74	8 720.70	971.03	1 211.81
租赁商务	895.75	1 326.40	141.38	131.84
科研技术	614.20	896.10	129.96	128.40
水利环境	421.66	632.98	74.76	77.57
卫生社会	175.52	252.56	30.81	43.02
文化体育	609.48	909.68	107.01	181.39
综合企业	168.45	256.40	26.38	35.91
教育	56.73	83.57	10.42	14.20
总体	83 987.95	123 572.57	13 156.08	13 909.79

3.3.5 稳健性检验

1) 更改数据时间段. 如前文所述, 当市场环境没有发生大幅变化时, 更改数据时间段或最后一期样本时间点  $T$  不会显著改变研究结果. 本文将样本时

间段设定为 2007 年 1 月 12 日 ~ 2021 年 9 月 30 日重新考察房地产行业冲击下的系统性风险, 结果如表 8 所示, 房地产行业冲击对其他各个行业造成的市值损失大小及排名没有发生显著改变.

表 8 稳健性检验: 更改数据时间段

Table 8 Robustness test: Change data period

冲击大小: $Y_{h,T+1:T+4} \leq$	$CoMVL_{j,T}^{total}$		$\Delta CoMVL_{j,T}^{total}$		$\Delta CoMVL_{j,T}^{total}$ 排名
	-10%	-20%	-10%	-20%	
农林牧渔	-354.21	-550.72	-400.05	-596.55	11
采矿业	-3 071.58	-4 629.36	-3 438.52	-4 996.29	3
制造业	-79 323.60	-115 730.00	-70 121.20	-106 528.00	1
水电煤气	-1 465.19	-2 345.67	-1 777.49	-2 657.97	7
建筑业	-1 139.92	-1 697.49	-1 193.04	-1 750.61	8
批发零售	-2 451.11	-3 531.58	-2 098.89	-3 179.36	5
交运仓储	-2 117.13	-3 095.26	-1 947.87	-2 926.00	6
住宿餐饮	-84.62	-125.59	-85.71	-126.68	16
信息技术	-3 064.67	-4 504.50	-3 040.50	-4 480.33	4
金融业	-4 856.35	-7 502.59	-5 685.57	-8 331.81	2
租赁商务	-992.62	-1 476.99	-999.49	-1 483.87	9
科研技术	-633.95	-1 000.68	-756.77	-1 123.51	10
水利环境	-341.36	-513.25	-353.93	-525.82	13
卫生社会	-273.13	-431.20	-349.05	-507.12	14
文化体育	-409.24	-588.36	-382.09	-561.21	12
综合企业	-156.21	-222.31	-141.64	-207.74	15
教育	-46.60	-69.14	-44.79	-67.33	17

2)更改数据频率.利用周度数据的出发点是更多地考察房地产行业冲击在更具宏观意义上、更长期限内对其他各个行业系统性风险溢出的影响.但是,当市场波动较大时,日度数据的重要性会提升.为此,本文利用日度数据进行100万次模拟重新考察了未来20d(未来四周/一个月的交易日数量)房地产行业冲击造成的影响,也得到了与本文基本一致的结论,如表9所示.但是,与周度数据结果略有不同的是,利用日度数据进行估计时房地产行业冲击对制造业产生了更大的

不利影响,当未来20d内房地产行业累积收益率下跌20%会造成制造业市值损失大概12.76万亿元(周度数据估计是10.14万亿元),这也导致了房地产行业冲击对其他各个行业市值损失总计达到16.07万亿元(周度数据估计是13.50万亿元).一种可能的原因是,日度数据包含了比周度数据更多的噪音,利用日度数据进行估计时也更容易把噪音带入模拟和压力测试,特别是对制造业这类市值规模很大的行业而言,噪音极可能增大房地产行业冲击对其带来的不利影响.

表9 利用日度数据估计的条件市值总损失  $CoMVL_{j,T}^{total}$  / (亿元)

Table 9 Estimation results of total conditional market value loss  $CoMVL_{j,T}^{total}$  using daily data(100 million)

冲击大小: $Y_{h,T+1,T+20} \leq$	$CoMVL_{j,T}^{total}$		$\Delta CoMVL_{j,T}^{total}$		$\Delta CoMVL_{j,T}^{total}$ 排名
	-10%	-20%	-10%	-20%	-20%
农林牧渔	-411.15	-605.91	-437.38	-632.15	12
采矿业	-2362.89	-3420.91	-2439.32	-3497.33	5
制造业	-99047.32	-131752.03	-94864.30	-127569.02	1
水电煤气	-1310.52	-1922.92	-1251.46	-1863.86	7
建筑业	-1230.85	-1792.36	-1273.53	-1835.04	8
批发零售	-3542.71	-4674.90	-3392.21	-4524.4	4
交运仓储	-2235.25	-3235.48	-2079.72	-3079.95	6
住宿餐饮	-73.79	-105.57	-76.12	-107.90	16
信息技术	-4040.54	-5771.82	-4115.34	-5846.62	3
金融业	-4464.66	-6921.78	-5353.83	-7810.95	2
租赁商务	-885.22	-1284.57	-864.12	-1263.47	9
科研技术	-635.58	-934.77	-664.72	-963.92	10
水利环境	-407.32	-587.17	-386.93	-566.77	13
卫生社会	-97.52	-169.19	-173.65	-245.32	14
文化体育	-458.40	-645.30	-447.87	-634.77	11
综合企业	-127.00	-180.65	-115.12	-168.77	15
教育	-40.55	-59.35	-43.23	-62.03	17

3)对制造业采用证监会二级行业分类.在正文利用了证监会的一级行业分类指数,但是制造业公司数量及总市值占比过大会影响行业分布均衡性.为此,利用证监会二级行业分类标准,对制造业采用二级分类、对非制造业采用一级分类重新进行100万次模拟,也得到了与本文基本一致的结论.如表10所示,房地产行业冲击仍然是对制造业、金融业、信息技术业、采矿业、批发零售业

和交运仓储业产生了较大影响;进一步还可知,在全部的制造业中,房地产行业冲击对计算机通信和电子设备业、电气机械和器材制造业、化学原料和化学制品业、专用设备业、汽车制造业、饮料和精制茶制造业等二级行业产生了较大影响,而对石油炼焦和核燃料业、其他制造业、印刷和媒介业、木材加工业和皮革制鞋等二级行业则产生了较小的影响.

表10 制造业二级分类下条件市值总损失  $CoMVL^{total}$  的估计结果/(亿元)Table 10 Estimation results of total conditional market value loss  $CoMVL^{total}$  under the secondary classification of manufacturing industry(100 million)

冲击大小: $Y_{h,T+1;T+4} \leq$	$CoMVL_{j,T}^{total}$		$\Delta CoMVL_{j,T}^{total}$		$\Delta CoMVL_{j,T}^{total}$ 排名
	-10%	-20%	-10%	-20%	
农副食品加工	-567.09	-885.42	-602.31	-920.64	22
食品制造	-568.41	-862.69	-615.70	-909.98	24
饮料和精制茶制造	-1 619.25	-2 717.02	-2 242.49	-3 340.26	9
纺织	-175.12	-259.69	-153.94	-238.50	35
纺织服装服饰	-215.49	-316.02	-193.59	-294.12	31
皮革制鞋	-28.09	-42.01	-25.38	-39.30	43
木材加工	-30.78	-45.52	-29.64	-44.38	42
家具制造	-186.54	-277.95	-177.12	-268.52	34
造纸和纸制品	-200.52	-299.17	-190.63	-289.27	32
印刷和媒介	-64.76	-96.48	-61.93	-93.64	39
石油炼焦和核燃料	-143.49	-208.26	-130.73	-195.50	37
化学原料和化学制品	-5 357.40	-7 775.91	-4 776.86	-7 195.37	3
医药制造	-1 769.18	-2 717.38	-1 850.53	-2 798.72	12
化纤制造	-570.08	-872.41	-610.55	-912.88	23
橡胶塑料	-871.28	-1 291.73	-781.76	-1 202.21	20
非金属	-1 338.46	-1 974.08	-1 276.89	-1 912.50	15
黑色金属	-525.15	-746.94	-478.46	-700.25	26
有色金属	-1 651.69	-2 414.02	-1 567.31	-2 329.64	13
金属制品	-932.73	-1 368.31	-826.80	-1 262.37	19
通用设备	-2 129.56	-3 124.69	-1 900.57	-2 895.69	11
专用设备	-3 202.15	-4 777.63	-2 999.98	-4 575.46	6
汽车制造	-2 325.13	-3 443.84	-2 258.02	-3 376.73	8
运输设备制造	-1 041.42	-1 548.49	-984.16	-1 491.23	18
电气机械和器材制造	-5 288.24	-7 879.38	-5 069.69	-7 660.83	2
计算机通信和电子设备	-7 468.51	-11 352.10	-7 607.40	-11 490.96	1
仪器仪表	-358.50	-536.57	-350.06	-528.14	29
其他制造业	-63.72	-99.73	-65.98	-102.00	38
农林牧渔	-229.15	-361.46	-270.58	-402.89	30
采矿业	-2 080.43	-3 278.42	-2 395.40	-3 593.38	7
水电煤气	-1 230.14	-1 858.56	-1 218.64	-1 847.06	16
建筑业	-1 086.92	-1 626.62	-1 118.82	-1 658.51	17
批发零售	-2 259.61	-3 395.17	-1 978.40	-3 113.96	10
交运仓储	-1 489.88	-2 225.88	-1 395.08	-2 131.08	14
住宿餐饮	-56.62	-85.90	-58.7356	-88.01	40
信息技术	-3 590.30	-5 607.82	-4 124.27	-6 141.79	5
金融业	-3 875.55	-6 024.47	-4 496.89	-6 645.81	4
租赁商务	-682.29	-1 062.98	-724.24	-1 103.93	21
科研技术	-535.05	-832.17	-587.10	-884.22	25
水利环境	-413.42	-628.81	-420.62	-636.01	28
卫生社会	-98.01	-172.03	-148.96	-222.98	36
文化体育	-404.22	-627.19	-457.76	-680.73	27
综合企业	-183.98	-274.97	-182.46	-273.45	33
教育	-50.68	-77.52	-50.15	-76.99	41

4) 更改直接效应的冲击设定方式. 在本文中遵循了现有国内外顶级文献在考察  $i$  对  $j$  的系统性风险溢出时的设定方式, 即对  $i$  和  $j$  都设定为相同的时间点, 例如 Adrian 和 Brunnermeier<sup>[15]</sup> 的做法. 但是, 一个疑惑是, 在压力测试时  $i$  和  $j$  两者考虑的时期都是  $T+1$  至  $T+m$ , 没有时间上的领先滞后, 那么直接效应是否会为  $j$  行业反过来影响房地产行业、又或者两者受到某第三方行或共同宏观因素的影响. 为此, 本文做了如下工作, 即设定房地产行业在未来第一周出现一个负向冲击, 考察该冲击在未来第一周、未来第二周、未来第三周和未来第四周对其他行业造成的系统性风险影响, 本文将此定义为“跨期影响”. 相比于原有房地产行业冲击的设定方式, 此处的设定方式一定程度体现了冲击与影响的先后顺序, 即房地产行业冲击在前、而系统性风险影响在后. 表 11 汇报了房地产行业收益率在未来第一周下跌 10% 时

$\Delta CoMVL_{j,t}^{direct}$  的跨期影响. 此处设定压力状态为 -10%, 一是考虑到房地产行业收益率未来一周下跌 20% 是一个很极端的冲击, 二是考虑到和其他结果更具可比性, 其他结果大多是房地产行业收益率在未来四周下跌 10% 或 20%. 研究发现: 1) 房地产行业冲击对其他行业直接造成的系统性风险溢出的行业排名没有显著改变, 其中对制造业、金融业、信息技术业、采矿业和交运仓储业仍然产生了较大的影响, 而对卫生与社会工作业、综合企业、住宿餐饮业和教育业仍然产生了较小的影响, 对批发零售业的影响略有降低; 2) 对每一期各个行业的直接效应加总还可看到, 跨期影响呈现“先快速上升、后趋于平稳”的趋势, 这是因为冲击发生前期的市场恐慌情绪会快速蔓延, 由此导致各个行业市值损失大幅上升, 而在冲击发生后后期市场逐渐恢复冷静, 各个行业市值损失也开始逐渐趋于平稳.

表 11 跨期影响估计结果/(亿元)

Table 11 Estimation results of the cross period effect(100 million)

冲击大小: $Y_{h,T+1} \leq -10\%$	$\Delta CoMVL_{j,t}^{direct}$				$\Delta CoMVL_{j,t}^{direct}$ 排名
	$t = T + 1$	$t = T + 2$	$t = T + 3$	$t = T + 4$	$t = T + 4$
农林牧渔	-26.32	-23.35	-34.35	-27.28	13
采矿业	-149.82	-343.13	-301.87	-354.25	4
制造业	-2 237.80	-6 109.39	-5 662.03	-6 642.51	1
水电煤气	-101.82	-150.41	-143.26	-186.12	6
建筑业	-49.24	-114.83	-170.30	-150.65	8
批发零售	-91.30	-147.94	-146.00	-180.71	7
交运仓储	-83.11	-195.59	-150.21	-227.48	5
住宿餐饮	-1.47	-11.01	-8.50	-8.04	16
信息技术	-276.06	-426.88	-441.61	-520.06	3
金融业	-73.57	-811.65	-533.15	-523.21	2
租赁商务	-58.05	-73.38	-99.52	-92.22	9
科研技术	-58.21	-35.54	-65.15	-79.84	10
水利环境	-30.27	-32.80	-48.97	-42.55	12
卫生社会	-12.94	-10.10	-22.55	-22.25	14
文化体育	-54.15	-22.61	-64.64	-67.16	11
综合企业	-13.08	-9.91	-19.45	-18.57	15
教育	-4.20	-5.34	-3.73	-6.61	17

## 4 结束语

房地产市场是当前中国最大的“灰犀牛”之

一. 在守住不发生系统性风险底线的现实背景下, 本文提出了一种新的 DHDC 压力测试方法, 并以此研究了房地产行业冲击下的系统性风险问题, 以期为我国政府和金融机构防范化解重大风险和

促进经济高质量发展提供科学的技术工具和经验证据。具体地,基于公开可得的市场数据,利用动态高维因子 Copula 模型刻画多个行业之间高维动态相依关系,构建了 DHDC 这一可以用于系统性风险预警与防范的逐日盯市框架的压力测试方法,并进一步结合本文新提出的系统性风险度量——条件市值损失 *CoMVL*,研究了房地产行业冲击对其他所有行业的系统性风险溢出的影响,包括总体风险溢出、直接风险溢出和风险传染路径。

针对 DHDC 建模的边缘分布检验、因子 Copula 模型相依结构检验、系统性风险度量 *CoMVL* 的后验分析检验,都证实了 DHDC 压力测试方法的可靠性。

利用该压力测试方法,基于 Wind 数据库中国证监会 18 个行业指数收益率 2007 年 1 月 ~ 2023 年 3 月的周度数据,研究了房地产行业冲击下的系统性风险问题。首先,研究发现,房地产行业冲击对我国各个行业的造成了范围广泛、程度深远的不良影响。在总体效应下,房地产行业冲击对制造业、金融业、信息技术业、采矿业、批发零售业和交运仓储业等上下游行业和融资来源行业的条件市值损失影响较大,而对卫生与社会工作、综合企业、住宿餐饮业和教育业的条件市值损失影响则相对较小。如果未来一个月内(未来四周内)房地产行业累积收益率下跌 20%,将会造成其他所有行业市值损失 13.50 万亿元,大约占其他所有行业总市值的 18.77%,其中造成制造业市值损失 10.14 万亿元、大约占制造业总市值的 25.43%,造成金融业市值损失 0.81 万亿元、大约占金融业总市值的 7.65%。

进一步,研究发现,在直接效应下,制造业、金融业、信息技术业、采矿业、批发零售业和交运仓储业等仍然遭受了房地产行业冲击较大的影响,而卫生与社会工作、综合企业、住宿餐饮业和教育业受到的影响较小。但是,房地产行业冲击对各个行业造成的条件市值直接损失明显小于条件市值总损失,这意味着房地产行业冲击不仅会对各

个行业的造成直接风险溢出,还会通过不同行业之间的风险传染产生间接风险溢出,从而放大房地产行业冲击对各个行业条件市值损失的影响,特别是房地产行业冲击产生的直接风险溢出效应小于间接风险溢出。继而,基于条件市值直接损失,本文还构建了各行业间的风险溢出网络,厘清了房地产行业冲击主要通过信息技术业、采矿业、批发零售业、交运仓储业、水电煤气业和建筑业等六个行业对制造业和金融业产生了间接风险溢出。

最后,拓展分析还发现,房地产行业更长期限的冲击更容易造成市场恐慌情绪,悲观情绪在前期形成之后会随着冲击时间的延长而不断蔓延,进而导致更大的系统性风险问题;房地产行业正向冲击对各个行业市值增加的影响小于负向冲击导致的市值损失。更改数据时间段、更改数据频率、对制造业采用证监会二级行业分类、以及更改直接效应的冲击设定方式等一系列稳健性检验都证实了本文结果的可靠性。

本文具有重要的政策启示。第一,防范化解房地产行业系统性风险,不能局限于某一个行业或少数几个行业,而要从宏观视角出发,既关注房地产行业冲击对金融业的风险溢出,也要关注房地产行业冲击对制造业等其他行业的风险溢出。第二,要特别防范跨行业风险传染导致房地产行业冲击放大的问题,及早切断风险传染路径有助于最大程度降低房地产行业冲击的不利影响。第三,本文提出的 DHDC 压力测试方法为金融监管、防范房地产行业系统性风险提供了很好的技术工具,并且该方法还可以也用于其他高维时变性的系统性风险问题研究。第四,守住不发生系统性金融风险,需要执行房地产金融宏观审慎管理机制,一来要限制银行业的房地产贷款增速、贷款集中度、金融行业资金违规流向房地产市场等,二来也要利用诸如“三道红线”的举措限定房地产开发企业融资,并且在消费端限定居民房贷首付比、债务收入比等,从供需两端着手、多管齐下才能更加有效地防范金融风险和促进经济高质量发展。

## 参考文献:

- [1]郭树清. 完善现代金融监管体系[A]. 中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议, 辅导读本, 2020.  
Guo Shuqing. Improve the Modern Financial Supervision System[A]. Tutorial Book on the Proposal of the Central Committee of the Communist Party of China on formulating the 14th Five-Year Plan for National Economic and Social Development and the long-term goals for 2035, 2020. (in Chinese)
- [2]许宪春, 贾海, 李皎, 等. 房地产经济对中国国民经济增长的作用研究[J]. 中国社会科学, 2015, (1): 84-101.  
Xu Xianchun, Jia Hai, Li Jiao, et al. On the role played by real estate in the growth of China's national economy[J]. Social Science in China, 2015, (1): 84-101. (in Chinese)
- [3]黄奇帆. 关于房地产业供给侧结构性趋势的若干思考[R]. 上海: 世界华人不动产学会 2019 年会暨房地产业高质量发展转型发展国际研讨会, 2019.  
Huang Qifan. Some Thoughts on the Supply Side Structural Trend of Real Estate Industry[R]. Shanghai: 2019 Annual Meeting of the World Chinese Real Estate Society, 2019. (in Chinese)
- [4]陈迅, 胡成春, 花拥军. 我国银行业与房地产业极端风险溢出效应研究[J]. 系统工程, 2017, (8): 127-133.  
Chen Xun, Hu Chengchun, Hua Yongjun. The spillover effect of extreme risk between banking and real estate [J]. Systems Engineering, 2017, (8): 127-133. (in Chinese)
- [5]杨子晖, 陈雨恬, 谢锐楷. 我国金融机构系统性金融风险度量与跨部门风险溢出效应研究[J]. 金融研究, 2018, (10): 19-37.  
Yang Zihui, Chen Yutian, Xie Ruikai. Research on systemic risk measures and cross-sector risk spillover effect of financial institutions in China[J]. Journal of Financial Research, 2018, (10): 19-37. (in Chinese)
- [6]袁园, 戚逸康. 金融危机和地产调控冲击下地产板块和整体股市的波动性研究[J]. 统计研究, 2019, (2): 38-49.  
Yuan Yuan, Qi Yikang. An empirical study on the volatility of the real estate sector and the overall stock market in the shocks of financial crisis and real estate regulations[J]. Statistical Research, 2019, (2): 38-49. (in Chinese)
- [7]叶莉, 王远哲, 陈勇勇. 基于尾部风险关联网络的中国金融机构间风险溢出效应研究[J]. 统计与信息论坛, 2019, (3): 54-63.  
Ye Li, Wang Yuanzhe, Chen Yongyong. Study on the risk spillover effect between Chinese financial institutions [J]. Statistics & Information Forum, 2019, (3): 54-63. (in Chinese)
- [8]方意, 荆中博, 马晓. 中国房地产市场对银行业系统性风险溢出的溢出效应[J]. 经济学(季刊), 2021, 21(6): 2037-2060.  
Fang Yi, Jing Zhongbo, Ma Xiao. The spillover effect of Chinese real estate market on banking systemic risk [J]. China Economic Quarterly, 2021, 21(6): 2037-2060. (in Chinese)
- [9]Zimmer D. The role of copulas in the housing crisis[J]. The Review of Economics and Statistics, 2012, 94(2): 607-620.
- [10]Zhang D, Fan G. Regional spillover and rising connectedness in China's urban housing prices[J]. Regional Studies, 2019, 53(6): 861-873.
- [11]Tsai I, Chiang S. Exuberance and spillovers in housing markets: Evidence from first- and second-tier cities in China[J]. Regional Science and Urban Economics, 2019, (77): 75-86.
- [12]Brunnermeier M, Rother S, Schnabel I. Asset price bubbles and systemic risk, review of financial studies[J]. 2020, 33(9): 4272-4317.
- [13]李政, 刘淇, 梁琪. 基于经济金融关联网络的中国系统性风险防范研究[J]. 统计研究, 2019, (2): 23-37.  
Li Zheng, Liu Qi, Liang Qi. A study on forestalling China's systemic risk based on financial industry and real economy interacted network[J]. Statistical Research, 2019, (2): 23-37. (in Chinese)
- [14]叶五一, 谭轲祺, 缪柏其. 基于动态因子 Copula 模型的行业间系统性风险分析[J]. 中国管理科学, 2018, (3): 1-12.

- Ye Wuyi, Tan Keqi, Miao Baiqi. Analysis of systemic risk among industries via dynamic factor copulas[J]. Chinese Journal of Management Science, 2018, (3): 1–12. (in Chinese)
- [15] Adrian T, Brunnermeier M. CoVaR[J]. American Economic Review, 2016, 106(7): 1705–1741.
- [16] Brownlees C, Engle R. SRISK: A conditional capital shortfall measure of systemic risk[J]. The Review of Financial Studies, 2017, 30(1): 48–79.
- [17] Acharya V, Pedersen L, Philippon T, et al. Measuring systemic risk[J]. Review of Financial Studies, 2017, 30(1): 2–47.
- [18] Bernal O, Gnabo J, Guilmin G. Assessing the contribution of banks, insurance and other financial services to systemic risk [J]. Journal of Banking & Finance, 2014, (47): 270–287.
- [19] Anginer D, Demircuc-Kunt A, Min Z. How does competition affect bank systemic risk? [J]. Journal of Financial Intermediation, 2014, (23): 1–26.
- [20] Laeven L, Ratnovski L, Tong H. Bank size, capital, and system risk: Some international evidence[J]. Journal of Banking & Finance, 2016, (69): S25–S34.
- [21] Tiwari A, Trabelsi N, Alqahtani F, et al. Systemic risk spillovers between crude oil and stock index returns of G7 economies: Conditional value-at-risk and marginal expected shortfall approaches[J]. Energy Economics, 2020, (86): 1–27.
- [22] 胡颖毅, 周嘉伟. 基于相互关联性视角的我国金融体系系统性风险和体系内风险传导的时变研究[J]. 南开经济研究, 2018, (3): 117–135.
- Hu Yingyi, Zhou Jiawei. Time-varying analysis on systemic risk and risk transmission in the financial system of China in the perspective of interconnectedness[J]. Nankai Economic Studies, 2018, (3): 117–135. (in Chinese)
- [23] 刘向丽, 顾舒婷. 房地产对金融体系风险溢出效应研究——基于 AR-GARCH-CoVaR 方法[J]. 系统工程理论与实践, 2016, (34)增: 106–111.
- Liu Xiangli, Gu Shuting. Research on risk spillovers from the real estate department to financial system based on AR-GARCH-CoVaR[J]. Systems Engineering: Theory & Practice, 2016, (34)S: 106–111. (in Chinese)
- [24] 方 意, 赵胜民, 黄丽灵, 等. 房地产市场与银行业系统性风险[J]. 管理科学学报, 2021, 24(11): 26–43.
- Fang Yi, Zhao Shengmin, Huang Liling, et al. The real estate market and systemic risk in the banking system [J]. Journal of Management Sciences in China, 2021, 24(11): 26–43. (in Chinese)
- [25] 李守伟, 王 虎, 刘晓星. 系统性风险: 金融系统与实体经济间反馈效应[J]. 管理科学学报, 2022, 25(11): 25–42.
- Li Shouwei, Wang Hu, Liu Xiaoxing. Systemic risk: Feedback effect between the financial system and the real economy [J]. Journal of Management Sciences in China, 2022, 25(11): 25–42. (in Chinese)
- [26] Wilson T. Portfolio credit risk[J]. Economic Policy Review, 1998, 4(Oct): 71–82.
- [27] Drehmann M, Sorensen S, Stringa M. The integrated impact of credit and interest rate risk on banks: A dynamic framework and stress testing application[J]. Journal of Banking & Finance, 2010, 34(4): 713–729.
- [28] Buncic D, Melecky M. Macro prudential stress testing of credit risk: A practical approach for policy makers[J]. Journal of Financial Stability, 2013, 9(3): 347–370.
- [29] 童中文, 解晓洋, 邓曼利. 中国银行业系统性风险的“社会性消化”机制研究[J]. 经济研究, 2018, (2): 124–139.
- Tong Zhongwen, Xie Xiaoyang, Deng Manli. A study on the social-digestion mechanism of banks’ systemic risk in China [J]. Economic Research Journal, 2018, (2): 124–139. (in Chinese)
- [30] 熊一鹏, 熊正德, 姚 柱. 宏观压力测试下商业银行零售信贷产品 PD 模型预测研究[J]. 中国管理科学, 2020, (7): 13–22.
- Xiong Yipeng, Xiong Zhengde, Yao Zhu. Under the macroscopic stress test commercial bank retail credit products PD model prediction research[J]. Chinese Journal of Management Science, 2020, (7): 13–22. (in Chinese)
- [31] Jimenez G, Mencia J. Modelling the distribution of credit losses with observable and latent factors[J]. Journal of Empirical Finance, 2009, 16(2): 235–253.
- [32] Adrian T, Morsink J, Schumacher L. Stress Testing at the IMF[R]. IMF Working Paper No. 20/04, Washington: DC : International Monetary Fund, 2020.
- [33] Acharya V, Engle R, Pierret D. Testing macroprudential stress tests: The risk of regulatory risk weight[J]. Journal of Monetary Economics, 2014, (65): 36–53.

- [34] Oh D, Patton A. Time-varying systemic risk: Evidence from a dynamic copula model of cds spreads[J]. *Journal of Business & Economic Statistics*, 2018, 36(2): 181 – 195.
- [35] Du Z, Escanciano J. Backtesting expected shortfall: Accounting for tail risk[J]. *Management Science*, 2017, 63(4): 940 – 958.
- [36] Banulescu-Radu D, Hurlin C, Leymarie J, et al. Backtesting marginal expected shortfall and related systemic risk measures [J]. *Management Science*, 2021, 67(9): 5730 – 5754.
- [37] Adrian T, Brunnermeier M. CoVaR[R]. NBER Working Paper No 17454, Cambridge: National Bureau of Economic Research, 2011.
- [38] Girardi G, Ergun A. Systemic risk measurement: Multivariate GARCH estimation of CoVaR[J]. *Journal of Banking & Finance*, 2013, (37): 3169 – 3180.
- [39] Engle R. Long-term skewness and systemic risk[J]. *Journal of Financial Econometrics*, 2011, 9(3): 437 – 468.
- [40] Hardle W, Wang W, Yu L. TENET: Tail-event driven NET work risk[J]. *Journal of Econometrics*, 2016, (192): 499 – 513.

## Systemic risks analyses under real estate shocks

*YANG Tao*<sup>1</sup>, *DU Zai-chao*<sup>2</sup>, *ZHANG Dong-hao*<sup>3\*</sup>

1. School of Business, Shandong University, Weihai 264209, China;

2. School of Economics, Fudan University, Shanghai 200433, China;

3. Institute of Chinese Financial Studies, Southwestern University of Finance and Economics, Chengdu 611130, China

**Abstract:** Real estate is currently one of the biggest "grey rhino" in China. This paper is the first attempt to stress test the systemic risks of real estate shocks on all industries in China. To address the limitations of the previous two-dimensional stress tests in capturing the interconnections among all industries, we propose a new dynamic high-dimensional copula (DHDC) macro stress test method. A new systemic risk measure, conditional market value loss (CoMVL) is proposed. This new measure not only combines the advantages of existing systemic risk measures, CoES and MES, but also incorporates market value information to better assess the impact of adverse shocks. Using the index return data of 18 industries in China, our empirical analyses based on the DHDC stress test show that the real estate shock has a wide range of adverse effects on other industries. Specifically, if the real estate cumulative return declines by 20% in the next month, the market value of the manufacturing, financial, information technology and mining industries will fall by 1014, 81, 65 and 42 billion yuan, respectively, or 29.10%, 7.81%, 15.27%, and 10.92% in percentage terms. Meanwhile, more than 75% of the market value losses can be attributed to indirect effects, i. e., real estate affects other industries, which in turn impact the target industry. Risk spillover network analyses reveal that real estate shock primarily affects the manufacturing and financial industries through six industries: information technology, mining, wholesale and retail, transportation and warehousing, electricity and gas, and construction. Further analyses show that the longer the duration of real estate shock, the greater the adverse effects on other industries; negative real estate shocks have a larger impact than positive shocks of the same magnitude. A series of robustness tests confirm the reliability of the results. This study provides some important policy guidance for a comprehensive understanding of and prevention against the systemic risks posed to other industries by real estate shocks.

**Key words:** real estate shock; systemic risk; DHDC stress test; conditional market value loss