

附录 1. 关于本文有效转移熵定义式的详细信息与特征解释

根据对转移熵的定义，Sandoval (2014)^①在 Marschinski 和 Kantz (2002)^②的基础上，根据复杂网络特性拓展了转移熵的定义式，即当时间序列变量 x 是 k 度的马尔可夫过程时， x 的 i_{n+1} 状态取决于相同变量在 k 度之前的状态，即：

$$p(i_{n+1} | i_n, i_{n-1}, \dots, i_0) = p(i_{n+1} | i_n, i_{n-1}, \dots, i_{n-k+1}) \dots \dots \dots (1)$$

如果 x 取决于另一变量 y ，假设 x 的 i_{n+1} 状态取决于 y 的前一期状态 j_n ， y 到 x 的转移熵被定义为一种“平均信息”（average information），其包含在源发地 y 中有关 x 的下一期状态信息，但又与 x 过去的状态无关。我们假设 x 的下一期状态 i_{n+1} 受 k 期内每个 x 状态和 l 期内每个 y 状态的影响， k 和 l 都表示前期且可取值不同。那么，由 y 到 x 的转移熵的定义式为：

$$TE_{Y \rightarrow X}(k, l) = \sum_{i_{n+1}, i_n^{(k)}, j_n^{(l)}} [p(i_{n+1}, i_n^{(k)}, j_n^{(l)}) \log_2 \frac{p(i_{n+1} | i_n^{(k)}, j_n^{(l)})}{p(i_{n+1} | i_n^{(k)})}] \dots \dots \dots (2)$$

其中， i_n 为 x 序列中的 n 元素， j_n 为 y 序列中的元素。

由于数据规模、数据非平稳性以及其它系统外可能的影响因素，转移熵(Transfer Entropy, TE)通常包含大量噪声。修正方法根据对复杂系统中信息流测度的不同需求而存在诸多选择。由于本文的测度对象为金融时序序列，因此，我们选择借鉴 Ahmet (2014)^③对转移熵的修正方法，通过将随机时间序列的转移熵从原始转移熵中剔除，以最大程度地消除噪声对因果关系的干扰，即得到有效转移熵，其计算式为：

$$ETE_{Y \rightarrow X}(k, l) = TE_{Y \rightarrow X}(k, l) - RTE_{Y \rightarrow X}(k, l) \dots \dots \dots (3)$$

其中， $RTE_{Y \rightarrow X}(k, l)$ 为随机转移熵 (Randomized Transfer Entropy, RTE)，是随机时间序列与相应时间序列之间转移熵的平均值，其定义式为：

$$RTE_{Y \rightarrow X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N RTE_{Y(i) \rightarrow X} \dots \dots \dots (4)$$

$Y(i)$ 为 Y 的随机时间序列， N 为总模拟次数。

在随机时间序列中，每个时间序列的元素都被单独随机洗牌 (randomly shuffled)，以达到打破变量间因果关系的目，但每个时间序列都保持单独概率分布。通过计算随机时间序列和另一个时间序列之间的传递熵，来消除部分噪声影响，这些影响值便是随机转移熵。

从 (3) 式可以看出，有效转移熵实际上是一种信息论度量，可以用来衡量时间序列中某一变量对另一变量的信息传递效率。在由金融资产时间序列构成的金融网络中，有效转移

^① Sandoval Jr., L. Structure of a global network of financial companies based on transfer entropy[J], Entropy, 2014, 16: 4443-4482.

^② Marschinski, R. & Kantz, H. Analysing the information flow between financial time series: an improved estimator for transfer entropy[J]. European Physics Journal B, 2002, 30, 275-281.

^③ Ahmet S, Cihat. S, Effective transfer entropy approach to information flow between exchange rates and stock markets[J], Chaos Solitons Fractals, 2014, 68: 180-185.

熵可以用来揭示不同金融资产之间的信息传递关系、量化信息传递效率，即一个资产的价格变化对其他资产产生的重要影响。因此，在金融网络分析中，有效转移熵通常被用来量化不同金融资产间的风险传递效率、识别哪些金融资产更易受市场冲击影响及其影响路径、揭示不同金融资产间的依赖关系的强度和方向、优化投资者投资组合等。

由于本文的时间序列由金融资产价格的对数收益率构成，而金融资产价格的对数收益率通常具有低记忆性，即前一交易日的对数收益率对当前交易日的的影响最大。因此，我们令 $k = l = 1$ ，即使用滞后一天的时序序列，则（3）式可被简化为：

$$ETE_{Y \rightarrow X} = TE_{Y \rightarrow X} - RTE_{Y \rightarrow X} \quad ETE_{Y \rightarrow X} = TE_{Y \rightarrow X} - RTE_{Y \rightarrow X} \dots\dots\dots (5)$$

其中：

$$TE_{Y \rightarrow X} = \sum_{i_{n+1}, i_n, j_n} [p(i_{n+1}, i_n, j_n) \log_2 \frac{p(i_{n+1} | i_n, j_n)}{p(i_{n+1} | i_n)}] \dots\dots\dots (6)$$

$$RTE_{Y \rightarrow X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N RTE_{Y(i) \rightarrow X} \dots\dots\dots (7)$$

附录 2. 关于本文构建的小规模网络合理性说明

根据样本国家数量，本文所构建的网络属于小规模网络。小规模网络更适合研究网络内信息传播模式和策略，以及信息在网络内的扩散路径和关键影响者。但小规模网络可能存在样本代表性偏差、结构信息不足和统计不稳定等问题，本文的处理方法如下。对于样本代表性问题，本文的 12 个国家，无论是经济体规模，还是其国有金融机构在金融体系中的地位，都符合本文研究主题对样本代表性的要求。本文的样本国家中有 10 个属于全球 20 个国家资本主义国家（Babic, 2023）^④，且 GDP 规模位列中上水平。对于结构信息不足问题，我们选择了适用于分析中小规模网络的 *ucinet* 软件对网络结构的基本信息进行计算，以避免引入过多参数产生过度拟合导致不稳健。对于随机波动和统计不稳定性问题，由于本文是以有效转移熵作为网络边值，在计算有效转移熵过程中，对组界（bin）、随机模拟次数以及相应阈值的确定，是经过敏感性分析而确定的最优值（具体处理方法详见后文），极大地降低虚假关联概率和噪声影响。且在后文实证分析中，未选择需要引入先验分布、以及易因小样本量而产生过度拟合的复杂网络统计分析模型验证因果关系，而是采用固定效应面板和时变系数网络模型，将相对稳健的网络中心度数据计算出来作为被解释变量，既保留了个体在网络结构内的关键信息，又能进一步确保统计稳健性。

^④ Babic, M. State capital in a geoeconomic world: Mapping state-led foreign investment in the global political economy[J]. *Review of International Political Economy*, 2023, 30 (1) : 201-228.

附表1 样本国有金融机构列表

	公司名称	股票代码	所属国家	是否存在海外投资者	行业代码NACE Rev. 2
1	EMIRATES NBD BANK PJSC DUBAI	EMIRATESNBD.AE	UAE	Yes	6419
2	FINANCIAL MARKET BANCO DO ESTADO DO ESPIRITO SANTO S.A. - BANESTES	DFM.AE	UAE	Yes	6419
3	BANCO ABC - BRASIL SA INDUSTRIAL AND COMMERCIAL BANK OF CHINA LTD	BEES4.SA	Brazil	No	6419
4	BANCO ABC - BRASIL SA INDUSTRIAL AND COMMERCIAL BANK OF CHINA LTD	ABC4.SA	Brazil	Yes	6419
5	BANK OF CHINA LTD	601398.SS	China	Yes	6419
6	BANK OF CHINA LIMITED	601988.SS	China	Yes	6419
7	CHINA CITIC BANK CORPORATION LIMITED	601998.SS	China	Yes	6419
8	AGRICULTURAL BANK OF CHINA LIMITED	601288.SS	China	Yes	6419
9	HUA XIA BANK CO., LIMITED	600015.SS	China	Yes	6419
10	CHINA CONSTRUCTION BANK CO., LTD	601939.SS	China	Yes	6419
11	SHENWAN HONGYUAN BANK LIMITED	000166.SZ	China	Yes	6612
12	CHINA CONSTRUCTION BANK INDONESIA TBK., PT	MCOR.JK	China	Yes	6419
13	CHINA DEVELOPMENT BANK	1062.HK	China	Yes	6619

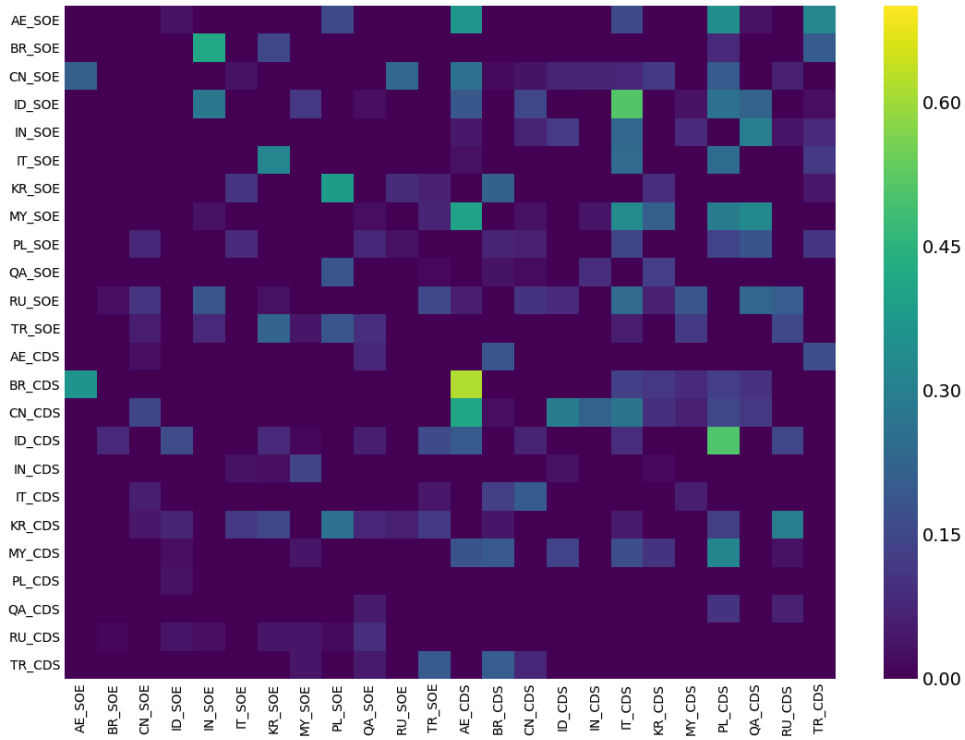
	INTERNATIONAL INVESTMENT LIMITED					
1 4	ICBC TURKEY BANK A.S. BANK	ICBCT.IS	China	Yes	6419	
1 5	TABUNGAN NEGARA (PERSERO) PT BANK	BBTN.JK	Indonesi a	Yes	6419	
1 6	RAKYAT INDONESIA AGRONIAGA TBK BANK MANDIRI (PERSERO) TBK	BBRI.JK	Indonesi a	Yes	6419	
1 7	BALMER LAWRIE INVESTMENTS LTD	BMRI.JK	Indonesi a	Yes	6419	
1 8	POWER FINANCE CORPORATION LIMITED	BLIL.BO	India	Yes	6619	
1 9	UNION BANK OF INDIA	PFC.BO	India	Yes	6499	
2 0	BANK OF INDIA RURAL	UNIONBANK.BO	India	Yes	6419	
2 1	ELECTRIFICATIO N CORPORATION LIMITED	BANKINDIA.NS	India	No	6419	
2 2	PNB GILTS LTD	RECLTD.NS	India	Yes	6499	
2 3	CANARA BANK	PNBGILTS.NS	India	No	6612	
2 4	JAMMU AND KASHMIR BANK LTD	CANBK.NS	India	Yes	6419	
2 5	INDBANK MERCHANT BANKING SERVICES LTD	J&KBANK.NS	India	Yes	6419	
2 6	PUNJAB & SIND BANK	INDBANK.NS	India	No	6419	
2 7	PUNJAB	PSB.NS	India	No	6419	
2		PNB.NS	India	Yes	6419	

8	NATIONAL BANK					
2	INDIAN BANK	INDIANB.NS	India	Yes		6419
9						
3	STATE BANK OF					
0	INDIA	SBIN.NS	India	Yes		6419
3	CENTRAL BANK					
1	OF INDIA	CENTRALBK.NS	India	Yes		6419
3	BANK OF					
2	BARODA	BANKBARODA.NS	India	Yes		6419
3	BANK OF					
3	MAHARASHTRA	MAHABANK.NS	India	No		6419
3	IFCI LIMITED	IFCI.NS	India	Yes		6419
4						
3	INDIAN					
5	OVERSEAS BANK	IOB.NS	India	No		6419
3	UCO BANK	UCOBANK.NS	India	No		6419
6						
3	BANCA MONTE					
7	DEI PASCHI DI	BMPS.MI	Italy	Yes		6419
	SIENA SPA					
3	TONG YANG LIFE					
8	INSURANCE	082640.KS	Korea	Yes		6511
	CO.,LTD					
3	INDUSTRIAL					
9	BANK OF KOREA	024110.KS	Korea	Yes		6419
4	AFFIN BANK					
0	BERHAD	5185.KL	Malaysia	Yes		6419
4	BANK OCHRONY					
1	SRODOWISKA SA	BOS.WA	Poland	Yes		6419
	- BOS SA					
4	QATAR					
2	NATIONAL BANK	QNBK.QA	Qatar	Yes		6419
4	QATAR ISLAMIC					
3	BANK SAQ	QIBK.QA	Qatar	Yes		6419
4	QATAR					
4	NATIONAL BANK	QNBK.QA	Qatar	Yes		6419
	- SYRIA SA					
4	QNB					
5	FINANSBANK	QNBFB.IS	Qatar	Yes		6419
	A.S.					
4	SBERBANK OF					
6	RUSSIA	SBER	Russia	Yes		6419
4	DENIZ					
7	GAYRIMENKUL	DZGYO.IS	Turkey	No		6430

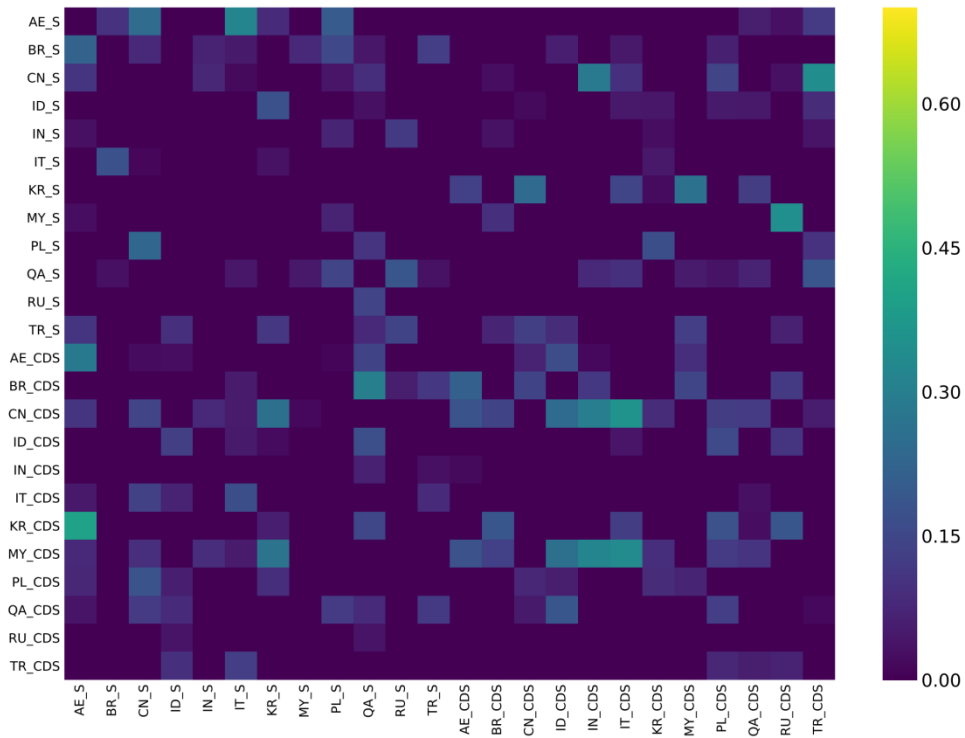
	YATIRIM				
	ORTAKLIGI A.S.				
	VAKIF				
4	GAYRIMENKUL	VKGYO.IS	Turkey	Yes	6492
8	YATIRIM				
	ORTAKLIGI A.S.				
4	TURKIYE HALK	HALKB.IS	Turkey	Yes	6419
9	BANKASI A.S.				
	QNB FINANS				
5	FINANSAL	QNBFL.IS	Turkey	Yes	6492
0	KIRALAMA				
	ANONIM SIRKETI				
5	VAKIF FINANSAL	VAKFN.IS	Turkey	No	6492
1	KIRALAMA A.S				
	TURKIYE				
5	VAKIFLAR	VAKBN.IS	Turkey	Yes	6419
2	BANKASI TAO				
	DEVELOPMENT				
	AND				
5	INVESTMENT	TSKB.IS	Turkey	No	6499
3	BANK OF				
	TURKEY INC				

附表2 样本国家股票市场指数列表

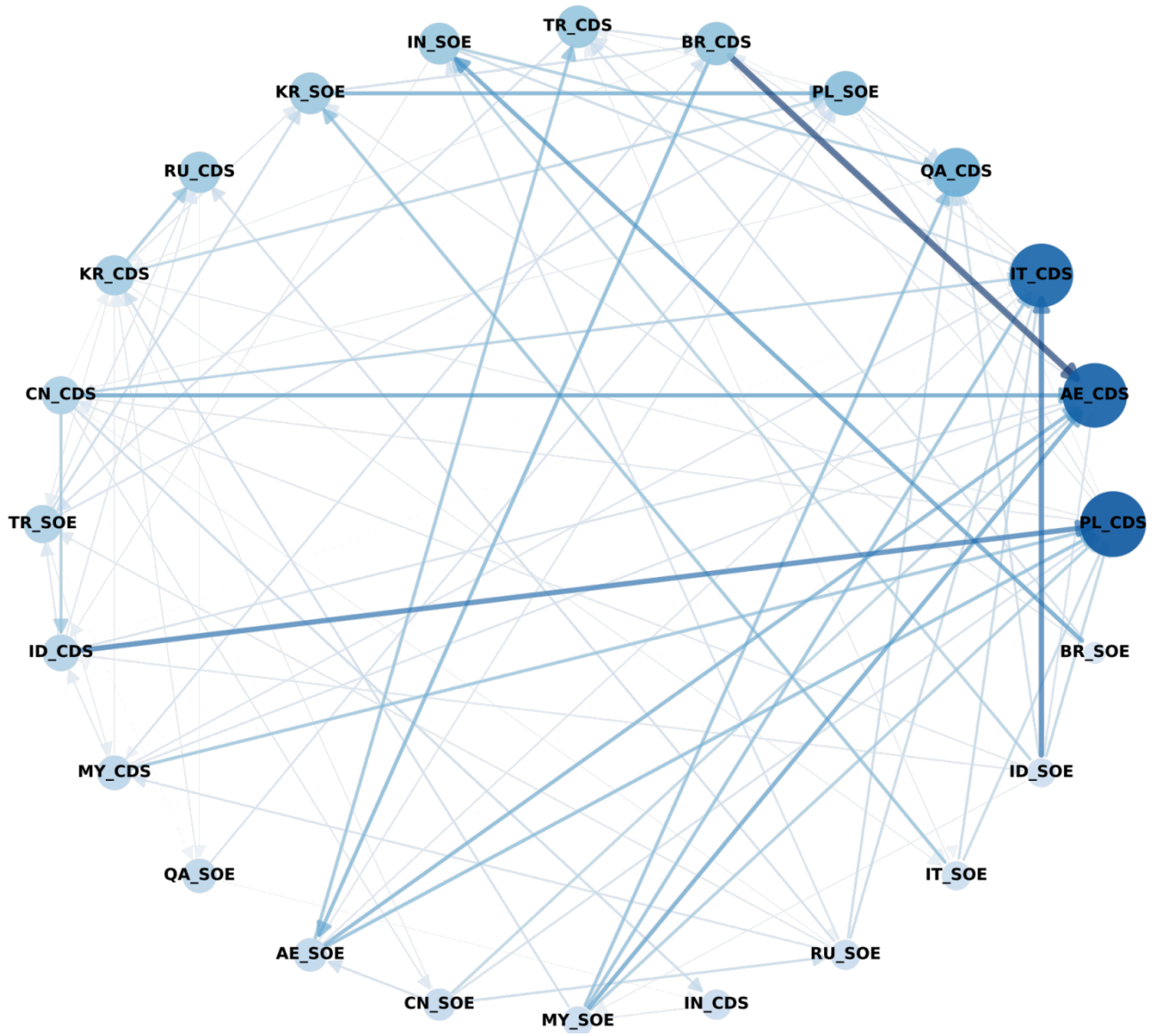
样本国家	股票市场指数名称
UAE	DFMGI
Brazil	IBOV
China	SHSZ300
India	SENSEX
Indonesia	JCI
Italy	FTSEMIB
Korea	KRX100
Malaysia	FBMKLCI
Poland	WIG
Qatar	DSM
Russia	INDEXCF
Turkey	XU100



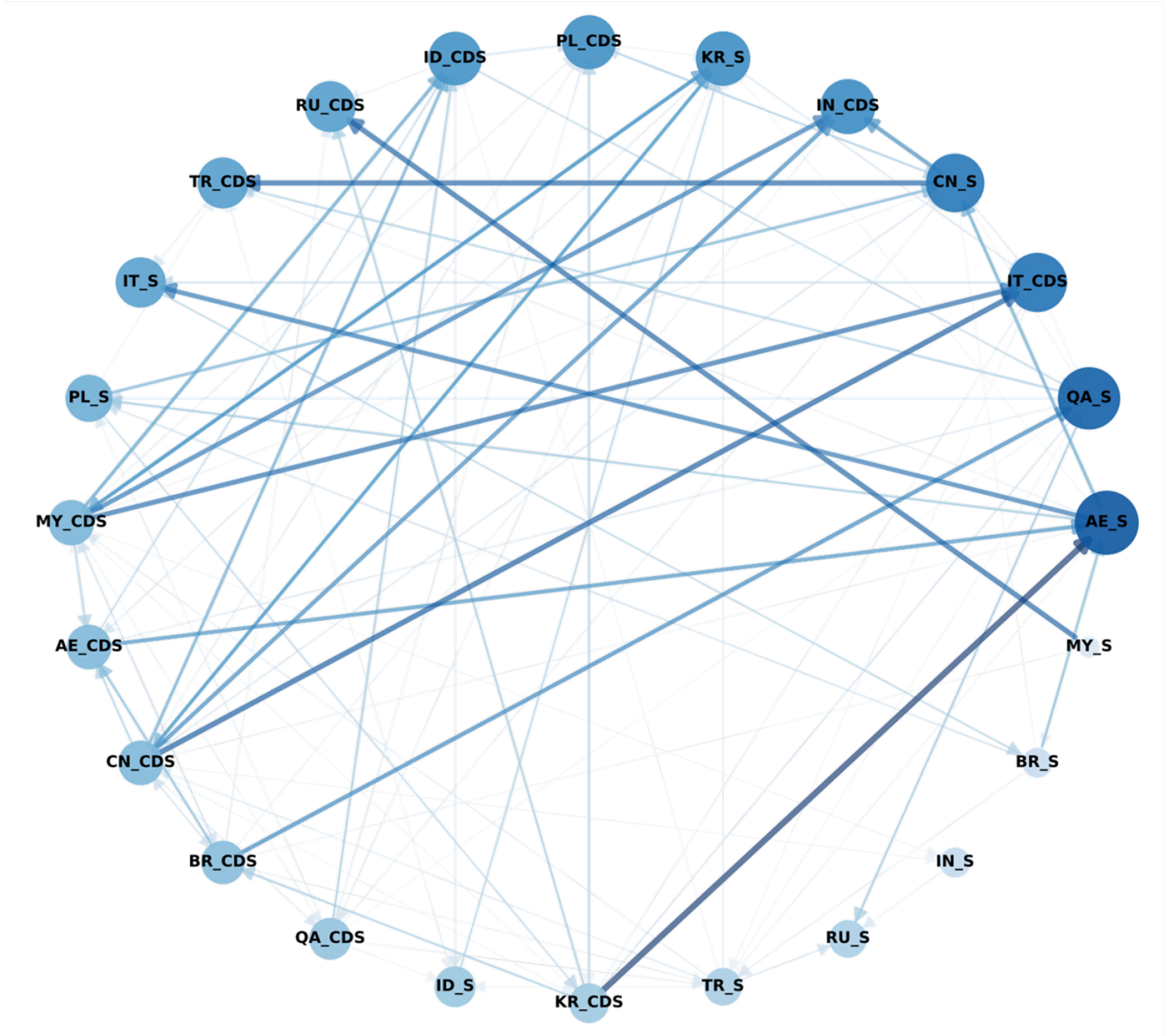
附图 1 主权 CDS 息差与国有金融机构股票指数有效转移熵矩阵热力图



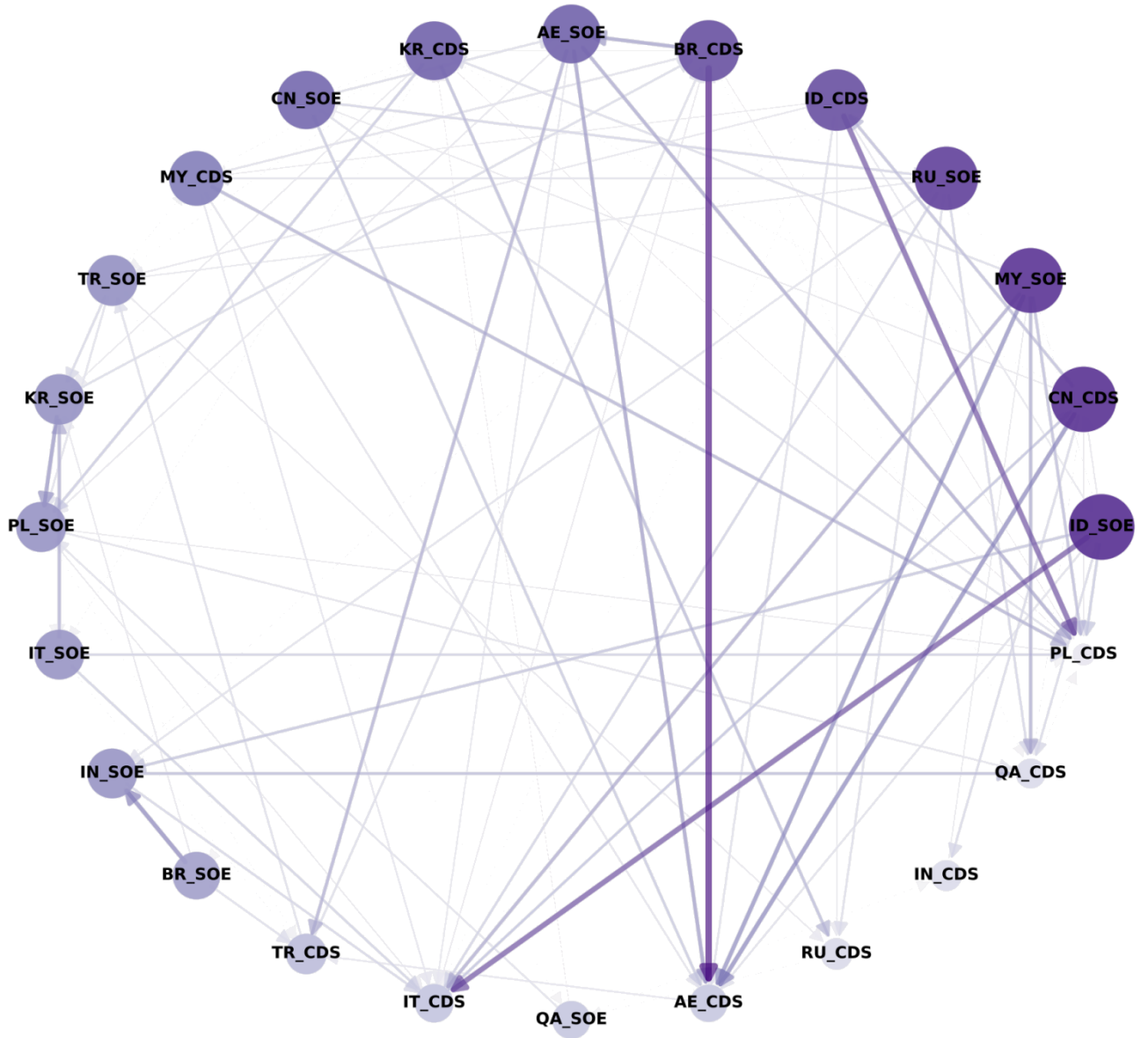
附图 2 主权 CDS 息差与股票市场指数有效转移熵矩阵热力图



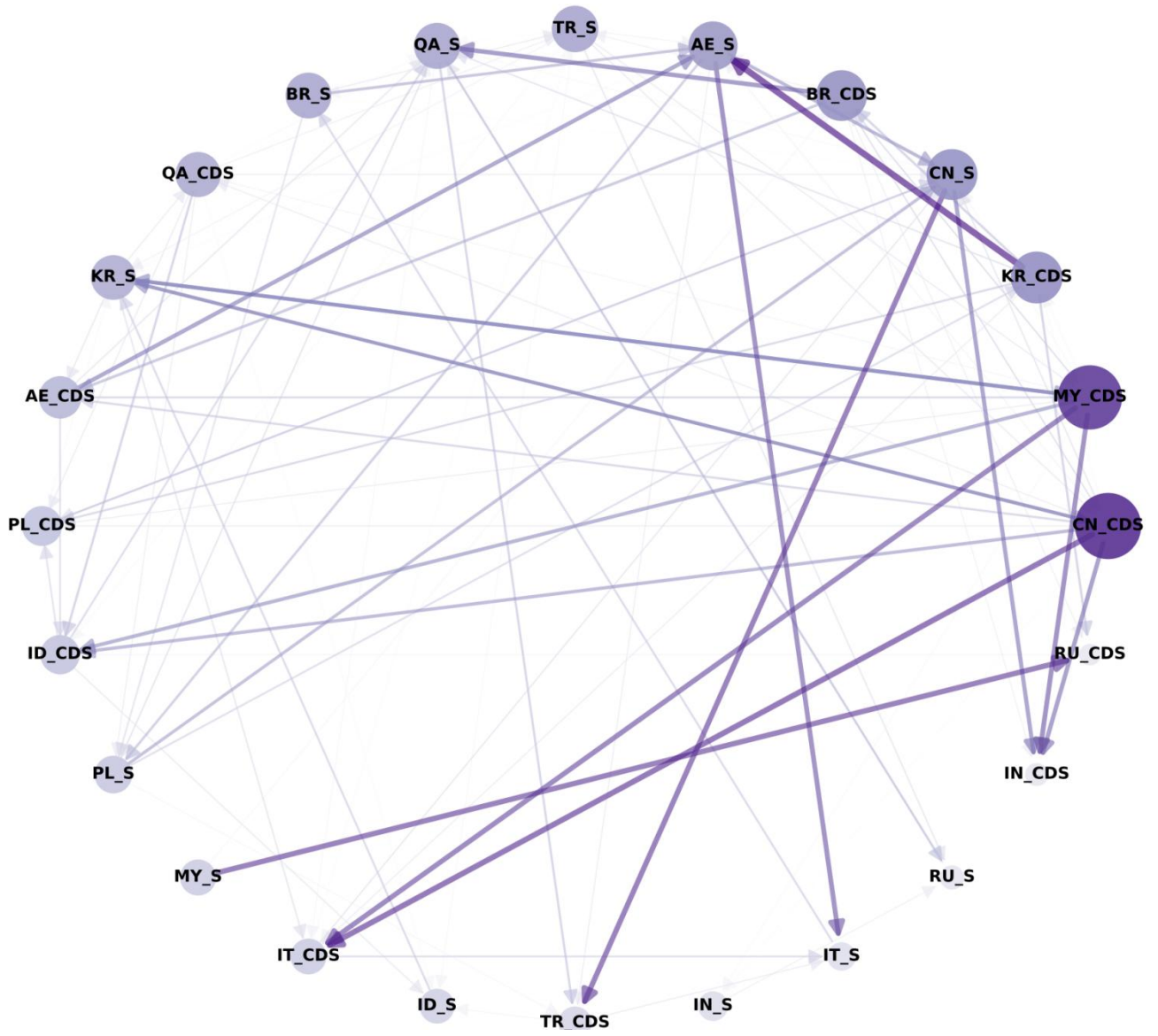
附图 3 主权网络金融资产有效转移熵的发出强度



附图 4 市场网络金融资产有效转移熵的发出强度



附图5 主权网络金融资产有效转移熵的吸收强度



附图 6 市场网络金融资产有效转移熵的吸收强度

附录 3. 经济基本面变量的选择依据与数据处理说明

由于溢出强度可能与国内和全球经济状况有关，结合前文的机制分析，溢出效应的经济因素应来自主权债务渠道、投资者渠道和贸易渠道。因此，从三个渠道出发选择6个经济变量。

来自主权债务渠道的驱动因素通常与政府偿付能力有关，进而影响主权CDS的定价。政府外债可以度量一个经济体的外部融资能力及其对外部融资条件的脆弱性(Chernov等, 2020)^①。以政府外债与外汇储备之比表示政府外债占比(*external*)，并进行对数化处理。虽然政府外债规模为季度数据，但外汇储备为月度数据，政府外债占比可被转换为月度数据。*external*是评估一国(或地区)政府支付其对外债务的能力、外部融资可持续性以及国家国际信用评级的重要指标^②。国际储备(*reserve*)有助于抵御外部金融风险冲击、稳定本币币值、降低政府外债的违约风险(Dieckmann和Plank, 2012)^③。

来自投资者渠道的驱动因素通常与加速跨境资本流动有关，因引起市场恐慌和汇率波动，从而影响主权CDS定价。股票市场收益率所引致的资本流动和信息传播，使其与主权CDS风险溢出效应息息相关(Xiao等, 2022)^④。股票市场指数的回报率(*return*)的计算式为 $return_{i,t} = \ln(index_{i,t}) - \ln(index_{i,t-1})$ ，其中*index*为股票市场指数。用本国10年期国债收益率减去美国10年期国债收益率，得到10年期国债收益率的国别利差(*spread*)。由于美国国债收益率被视为全球无风险利率，因此，与美国国债收益率差异越大，意味着本国国家信用风险可能越高。投资者情绪在主权CDS风险中的作用也不容小觑。Ang和Longstaff(2013)验证了系统性主权风险更可能由金融市场情绪而非宏观经济基本面驱动^⑤。S&P 500指数的波动性指数(*vix*)被广泛用于量化投资者预期，数值越大，全球投资者恐慌情绪越高。有研究表明，*vix*是海湾合作委员会(Gulf Cooperation Council)国家和金砖国家主权CDS变化的重要因素(Naifar, 2020)^⑥。

来自贸易渠道的驱动因素，一方面通过增加贸易部门利润从而增加政府收入，另一方面贸易顺差增加也通常是实体经济整体向好的重要指标，两者均有助于而降低政府债务的违约风险。本文借鉴Deahler等(2021)中所构建的石油收入效应指标(*oil*)，将其作为贸易渠道变量^⑦，*oil*与经济体对石油价格的依赖程度直接相关。高石油收入效应的经济体更有可能直接或间接地从油价上涨中增加政府收入，而对于低石油收入效应的经济体，油价上涨更可能导

^① Chernov M, Lukas S, Andres S. A Macrofinance View of US Sovereign CDS Premiums[J]. The Journal of Finance, 2020, 75(5): 2809–2844.

^② *external*这一指标中的“外汇储备”与“国际储备(*reserve*)”不同。前者为除黄金储备之外的总储备，包括外汇储备、一国在IMF的储备头寸以及SDRs，后者为外汇储备与黄金储备之和。*external*与*reserve*这两个变量之间的相关系数为-0.169，不存在多重共线性。相关系数矩阵请见附表4。

^③ Dieckmann S, Plank T. Default Risk of Advanced Economies: An Empirical Analysis of Credit Default Swaps during the Financial Crisis[J]. Review of Finance, 2012, 16 (4): 903–934.

^④ Xiao Y, Yan H, Zhang J. A Global Version of Samuelson's Dictum[J]. American Economic Review: Insights, 2022, 4(2): 239–254.

^⑤ Ang A, Longstaff F. Systemic Sovereign Credit Risk: Lessons From the US and Europe[J]. Journal of Monetary Economics, 2013, 60(5): 493–510.

^⑥ Naifar N. What Explains the Sovereign Credit Default Swap Spreads Changes in the GCC Region?[J]. Journal of Risk and Financial Management, 2020, 13(10): 245.

^⑦ 计算式为 月度油价×[(石油占出口份额×出口占GDP份额)–(石油占进口份额×进口占GDP份额)]

致生产成本增加，制造业利润下降，并诱发通货膨胀。

附表 3 变量描述性统计

Variable	Obs	Mean	P50	Std. dev.	Min	Max
<i>Dsoecds</i>	1,332	0.705	0.665	0.333	0.000	1.929
<i>Dcdssoe</i>	1,332	0.671	0.633	0.348	0.000	2.117
<i>Dstockcds</i>	1,332	0.633	0.611	0.332	0.000	2.049
<i>Dcdsstock</i>	1,332	0.639	0.600	0.347	0.000	2.239
<i>GPR</i>	1,332	0.290	0.130	0.497	0.000	8.970
<i>WUI</i>	1,332	0.220	0.172	0.203	0.000	1.922
<i>external</i>	1,332	1.891	0.254	4.842	0.000	22.502
<i>reserve</i>	1,332	464.065	119.929	877.934	13.147	4010.834
<i>return</i>	1,332	0.002	0.005	0.063	-0.482	0.265
<i>spread</i>	1,332	1.789	1.778	1.054	-0.652	5.082
<i>vix</i>	1,332	2.854	2.787	0.343	2.252	3.980
<i>oil</i>	1,320	0.120	-0.032	0.455	-0.622	3.196
<i>fed</i>	1,332	0.622	1.000	0.485	0.000	1.000
<i>ecb</i>	1,332	0.351	0.000	0.478	0.000	1.000

附表 4

变量相关系数矩阵

Variable	<i>Dsoecds</i>	<i>Dcdssoe</i>	<i>Dstockcds</i>	<i>Dcdsstock</i>	<i>GPR</i>	<i>WUI</i>	<i>external</i>	<i>reserve</i>	<i>return</i>	<i>spread</i>	<i>vix</i>	<i>oil</i>	<i>fed</i>	<i>ecb</i>
<i>Dsoecds</i>	1.000													
<i>Dcdssoe</i>	0.018	1.000												
<i>Dstockcds</i>	0.001	0.034	1.000											
<i>Dcdsstock</i>	0.037	-0.059	-0.001	1.000										
<i>GPR</i>	-0.006	0.012	-0.026	-0.073	1.000									
<i>WUI</i>	0.049	0.032	0.014	-0.001	0.060	1.000								
<i>external</i>	0.055	-0.098	0.015	0.071	-0.102	0.120	1.000							
<i>reserve</i>	0.007	0.023	-0.064	-0.038	0.319	-0.033	-0.169	1.000						
<i>return</i>	0.001	-0.030	-0.017	0.003	-0.063	0.007	0.002	0.017	1.000					
<i>spread</i>	0.000	0.048	0.028	0.007	0.009	0.084	-0.348	-0.162	-0.009	1.000				
<i>vix</i>	-0.015	0.008	-0.031	-0.012	0.053	-0.049	-0.027	0.012	-0.235	-0.047	1.000			
<i>oil</i>	-0.044	0.016	0.057	-0.004	0.068	-0.067	-0.163	-0.150	0.032	0.498	-0.058	1.000		
<i>fed</i>	-0.039	-0.011	-0.003	-0.010	0.026	0.045	-0.001	0.000	0.050	-0.001	-0.058	-0.015	1.000	
<i>ecb</i>	0.004	0.002	0.027	-0.028	0.086	0.001	-0.024	0.004	-0.015	-0.033	0.311	-0.018	0.188	1.000

附表5 主权网络中心度驱动因素回归结果

	<i>F.D_{soecds}</i>		<i>D_{cdssoe}</i>	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>GPR</i>	-0.023*** (0.01)	-0.036*** (0.01)	-0.039*** (0.01)	-0.043*** (0.01)
<i>WUI</i>	0.056 (0.08)	0.045 (0.08)	0.048 (0.03)	0.048* (0.03)
<i>external</i>		-0.004 (0.00)		-0.014*** (0.00)
<i>reserve</i>		0.000 (0.00)		-0.000 (0.00)
<i>return</i>		-0.039 (0.12)		-0.220 (0.16)
<i>spread</i>		0.046 (0.03)		-0.016 (0.04)
<i>vix</i>		0.056 (0.03)		-0.002 (0.03)
<i>oil</i>		-0.067*** (0.02)		0.011 (0.03)
<i>fed</i>		0.066*** (0.02)		-0.007 (0.02)
<i>ecb</i>		-0.026 (0.02)		0.003 (0.03)
<i>_cons</i>	0.700*** (0.02)	0.421*** (0.13)	0.671*** (0.01)	0.790*** (0.13)
Fix Effect	Yes	Yes	Yes	Yes
R ²	0.001	0.018	0.002	0.007
N	1212	1201	1332	1320

注：*，**和***分别表示显著性水平为10%，5%和1%；括号内为标准误。下同。

附表6 市场网络中心度驱动因素回归结果

	<i>F.D_{stockds}</i>		<i>D_{cdsstock}</i>	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>GPR</i>	-0.010 (0.01)	-0.003 (0.01)	-0.046* (0.03)	-0.040 (0.03)
<i>WUI</i>	0.002 (0.06)	0.002 (0.06)	0.007 (0.06)	0.009 (0.06)
<i>external</i>		0.005 (0.01)		0.008 (0.01)
<i>reserve</i>		-0.000* (0.00)		0.000 (0.00)
<i>return</i>		-0.117 (0.13)		-0.045 (0.16)
<i>spread</i>		-0.029 (0.03)		-0.044 (0.04)
<i>vix</i>		0.017 (0.03)		-0.011 (0.03)
<i>oil</i>		0.048 (0.03)		-0.023 (0.04)
<i>fed</i>		-0.011 (0.01)		-0.004 (0.02)
<i>ecb</i>		-0.037 (0.02)		-0.015 (0.02)
<i>_cons</i>	0.629*** (0.01)	0.711*** (0.11)	0.651*** (0.02)	0.704*** (0.13)
Fix Effect	Yes	Yes	Yes	Yes
R ²	0.000	0.008	0.002	0.006
N	1212	1201	1332	1320

注：*，**和***分别表示显著性水平为10%，5%和1%；括号内为标准误。

附表7 投资者预期在市场网络和主权网络中对外部风险的弱化对比

	$F.D_{cdsstock}$			$F.D_{cdssoe}$		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>GPR</i>	-0.041** (0.02)	-0.029* (0.01)	0.284* (0.14)	-0.026* (0.01)	-0.027* (0.01)	0.147 (0.26)
<i>WUI</i>		-0.022 (0.05)	-0.019 (0.05)	0.099 (0.07)	0.077 (0.06)	0.079 (0.07)
<i>external</i>		0.004** (0.00)	0.005** (0.00)		-0.017*** (0.00)	-0.017*** (0.00)
<i>reserve</i>		0.000* (0.00)	0.000** (0.00)		-0.000 (0.00)	-0.000 (0.00)
<i>return</i>		0.229** (0.10)	0.214* (0.10)		-0.225 (0.17)	-0.233 (0.17)
<i>spread</i>		-0.063* (0.03)	-0.059* (0.03)		-0.025 (0.04)	-0.023 (0.04)
<i>vix</i>		-0.028 (0.03)	-0.000 (0.03)		-0.067 (0.04)	-0.052 (0.05)
<i>oil</i>		-0.002 (0.02)	-0.008 (0.03)		0.021 (0.03)	0.017 (0.02)
<i>fed</i>		-0.019 (0.02)	-0.020 (0.02)		0.063** (0.03)	0.062** (0.03)
<i>ecb</i>		0.011 (0.02)	0.012 (0.02)		-0.005 (0.01)	-0.004 (0.01)
<i>GPR</i> × <i>vix</i>			-0.100** (0.04)			-0.056 (0.08)
<i>_cons</i>	0.649*** (0.01)	0.809*** (0.09)	0.707*** (0.11)	0.658*** (0.01)	0.914*** (0.18)	0.858*** (0.21)
Fix Effect	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
R ²	0.002	0.008	0.010	0.003	0.018	0.019
N	1212	1201	1201	1212	1201	1201

注：*，**和***分别表示显著性水平为10%，5%和1%；括号内为标准误。

附录4. 稳健性检验补充说明

(1) 稳健性检验方法一：调整核心解释变量衡量方式

改变核心解释变量的衡量方式。基准回归中核心解释变量 *GPR* 和 *WUI* 仅是基于国别的文本分析和宏观变量所编制的指数，并未在衡量方式上体现出网络内各经济体间的相似性或差异性。因此，分别计算国别地缘政治风险与全球基准地缘政治风险指数、国别不确定性指数与世界不确定性指数之间的欧式距离，以突出国别地缘政治风险和不确定性指数在网络内的差异性。检验结果与基准回归结论保持一致。

附表4-1 调整核心解释变量衡量方式后的稳健性检验回归结果

	调整地缘政治风险指数衡量方式				调整不确定性指数衡量方式			
	$F.D_{soecds}$	D_{cdssoe}	$F.D_{stockcds}$	$D_{cdsstock}$	$F.D_{soecds}$	D_{cdssoe}	$F.D_{stockcds}$	$D_{cdsstock}$
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)	(2)
<i>GPR</i>	-7.810*** (2.26)	-7.111** (2.78)	1.284 (2.34)	-4.956 (4.17)	-0.035*** (0.01)	-0.048*** (0.01)	0.012 (0.01)	-0.041 (0.03)
<i>WUI</i>	0.020 (0.07)	0.031 (0.03)	0.052 (0.06)	-0.026 (0.06)	0.095 (0.18)	0.193 (0.13)	0.071 (0.17)	-0.049 (0.14)
<i>external</i>	-0.060* (0.03)	-0.066*** (0.01)	0.002 (0.01)	0.047* (0.03)	-0.060* (0.03)	-0.067*** (0.01)	0.002 (0.01)	0.047* (0.03)
<i>reserve</i>	-0.090* (0.05)	-0.017 (0.06)	-0.064 (0.07)	-0.038 (0.06)	-0.091* (0.05)	-0.016 (0.06)	-0.066 (0.06)	-0.036 (0.06)
<i>return</i>	0.049 (0.14)	-0.153 (0.15)	-0.134 (0.11)	-0.010 (0.15)	0.055 (0.15)	-0.159 (0.15)	-0.134 (0.11)	-0.012 (0.15)
<i>spread</i>	-0.052* (0.03)	-0.060 (0.04)	0.104*** (0.03)	-0.025 (0.03)	-0.048* (0.02)	-0.057 (0.04)	0.103*** (0.03)	-0.026 (0.03)
<i>vix</i>	0.078** (0.03)	0.024 (0.04)	-0.016 (0.03)	-0.008 (0.03)	0.078** (0.03)	0.025 (0.04)	-0.015 (0.03)	-0.008 (0.03)

<i>oil</i>	-0.083 ^{***} (0.02)	0.002 (0.03)	0.058 (0.04)	-0.029 (0.04)	-0.083 ^{***} (0.02)	-0.000 (0.03)	0.059 (0.04)	-0.031 (0.04)
<i>fed</i>	0.069 ^{***} (0.02)	-0.015 (0.02)	-0.020 (0.01)	-0.008 (0.02)	0.069 ^{***} (0.02)	-0.016 (0.02)	-0.019 (0.01)	-0.008 (0.02)
<i>ecb</i>	-0.031 (0.02)	0.000 (0.02)	-0.035 (0.02)	-0.023 (0.02)	-0.029 (0.03)	0.003 (0.02)	-0.035 (0.02)	-0.022 (0.02)
<i>_cons</i>	0.939 ^{***} (0.23)	0.709 [*] (0.33)	0.930 ^{**} (0.34)	0.961 ^{***} (0.30)	0.932 ^{***} (0.23)	0.686 [*] (0.32)	0.942 ^{**} (0.34)	0.948 ^{***} (0.30)
Fix Effect	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
R ²	0.024	0.010	0.018	0.007	0.023	0.012	0.018	0.007
N	1201	1320	1201	1320	1201	1320	1201	1320

注：*，**和***分别表示显著性水平为10%，5%和1%；括号内为标准误。

（2）稳健性检验方法二：更换被解释变量

改变被解释变量的衡量方式。电流中介中心度（current-flow betweenness centrality），用于识别网络中具有高度影响力的节点，且其也将边的权重纳入中心度的计算中。与加权度数中心度的重要区别在于它涉及随机游走概念，着重考察节点在网络中作为中介传递信息的潜力，而不仅仅依赖于与节点直接连接的数量。^①因此，将电流中介中心度作为被解释变量进行稳健性检验，再次验证了本文的主要结论。

附表 4-2 更换被解释变量（电流中介中心度）的稳健性检验回归结果

	<i>F.D_{soecds}</i>	<i>D_{cdssoe}</i>	<i>F.D_{stockcds}</i>	<i>D_{cdsstock}</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>GPR</i>	-0.036 ^{***} (0.01)	-0.048 ^{***} (0.01)	0.012 (0.01)	-0.040 (0.03)
<i>WUI</i>	0.020 (0.07)	0.031 (0.03)	0.052 (0.06)	-0.026 (0.06)
<i>external</i>	-0.060 [*] (0.03)	-0.066 ^{***} (0.01)	0.002 (0.01)	0.047 [*] (0.03)
<i>reserve</i>	-0.091 [*] (0.05)	-0.016 (0.06)	-0.065 (0.07)	-0.037 (0.06)
<i>return</i>	0.059 (0.14)	-0.152 (0.15)	-0.133 (0.11)	-0.013 (0.15)
<i>spread</i>	-0.049 [*] (0.02)	-0.060 (0.04)	0.104 ^{***} (0.03)	-0.026 (0.03)
<i>vix</i>	0.078 ^{**} (0.03)	0.025 (0.04)	-0.016 (0.03)	-0.007 (0.03)
<i>oil</i>	-0.083 ^{***} (0.02)	0.000 (0.03)	0.059 (0.04)	-0.031 (0.04)
<i>fed</i>	0.069 ^{***} (0.02)	-0.015 (0.02)	-0.020 (0.01)	-0.008 (0.02)
<i>ecb</i>	-0.029 (0.03)	0.002 (0.02)	-0.035 (0.02)	-0.021 (0.02)
<i>_cons</i>	1.608 ^{***} (0.23)	1.442 ^{***} (0.32)	1.726 ^{***} (0.34)	1.752 ^{***} (0.30)
Fix Effect	Yes	Yes	Yes	Yes
R ²	0.023	0.011	0.018	0.007
N	1201	1320	1201	1320

注：*，**和***分别表示显著性水平为10%，5%和1%；括号内为标准误。

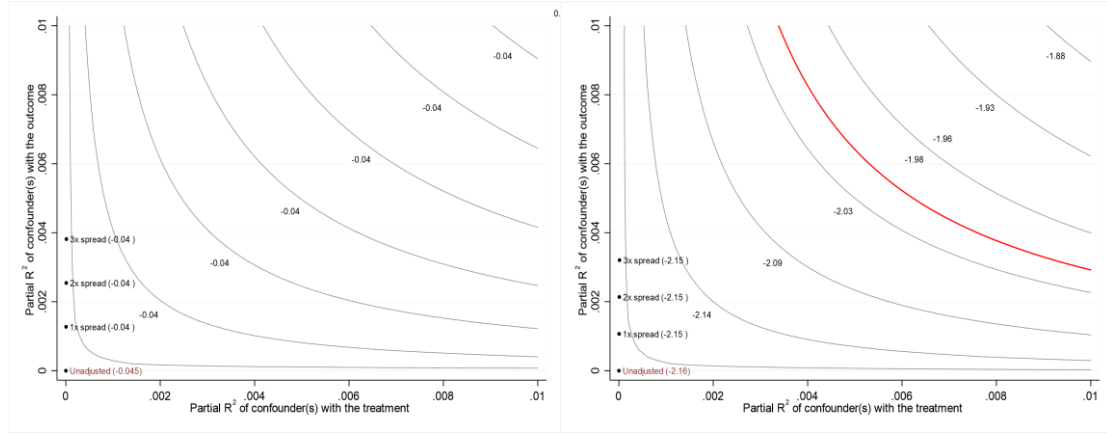
（3）稳健性检验方法三：遗漏变量敏感性检验

本文将控制变量中的国债收益率差异 *spread* 作为潜在遗漏变量的对比变量，对 *GPR* 对主权网络 W_{soecds} 在 $t+1$ 期的中心度 $F.D_{soecds}$ 和主权网络 W_{cdssoe} 的中心度 D_{cdssoe} 的影响进行稳健性检验。估计结果如附图 7 和 8 所示，其中横轴 $R2_D_Z/X$ 表示控制所有控制变量 X 情况下遗漏变量 Z 对核心解释变量的偏 R^2 ；纵轴 $R2_Y_Z/X$ 表示控制 *GPR* 和控制变量下遗漏变量 Z 对被解释变量 Y 的偏 R^2 。（a）图为核心解释变量估计系数的等值图，（b）图为估

^①关于电流中介中心度的详细推导与介绍，请参见 Newman（2005）。

计系数对应的 t 统计量等值图。

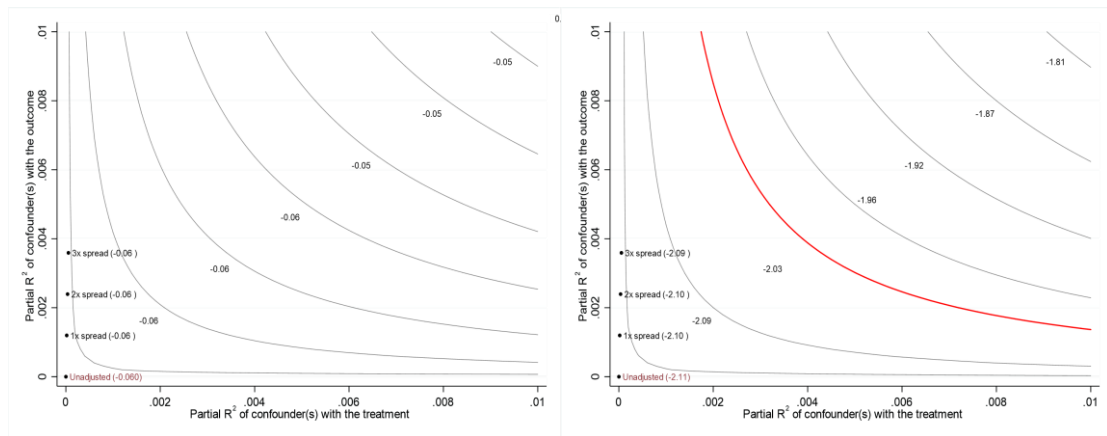
结果表明，即使在潜在遗漏变量为 3 倍 $spread$ 强度的情况下， GPR 的估计系数仍然为负，因此可以确定遗漏变量并不会改变基准回归中估计系数的符号。统计显著性方面，当遗漏变量强度为 3 倍 $spread$ 时，估计系数的 t 值仍然小于 -1.96 ，在 5% 置信度水平上显著。这表明基准回归结果受到遗漏变量强烈干扰的可能性不大。



(a) GPR 估计系数

(b) GPR 估计系数的 t 值

附图 4-1 遗漏变量敏感性检验：主权网络 W_{soecds}



(a) GPR 估计系数

(b) GPR 估计系数的 t 值

附图 4-2 遗漏变量敏感性检验：主权网络 W_{cdssoe}

(4) 稳健性检验方法四：更改固定效应

考虑到一国可能会同时受到来自多个地理区域的外部风险影响，因此，为保证估计结果的稳健，需要控制地理区域层面的不可观测异质性。假定一国在当期受到自身所在地理区域的外部风险影响最大。将样本国家分别匹配在亚洲（不含东盟）、东盟、欧洲、拉美和中东地区五个地理区域，然后在基准回归基础上控制区域固定效应。此外，为控制区域层面随年份变化的异质性因素，本文还控制了“区域-年份”交叉固定效应。结果显示，核心解释变量的估计系数符号与基础回归保持一致，且其系数大小也没有大幅的改变，本文主要结论的稳健性再次得以验证。

附表 4-3 更改固定效应的稳健性检验回归结果

	$F.D_{soecds}$ (1)	D_{cdssoe} (2)	$F.D_{stockcds}$ (3)	$D_{cdsstock}$ (4)
GPR	-0.045**	-0.060**	0.015	-0.067

	(0.02)	(0.02)	(0.02)	(0.03)
<i>WUI</i>	0.071	0.042	0.024	0.030
	(0.06)	(0.06)	(0.06)	(0.06)
控制变量	是	是	是	是
个体固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
区域固定效应	是	是	是	是
区域*年份效应	是	是	是	是
R^2	0.156	0.129	0.134	0.145
<i>N</i>	1201	1320	1201	1320

注：*，**和***分别表示显著性水平为10%，5%和1%；括号内为标准误。

附表8 影响主权网络加权重数中心度的贸易渠道机制的进一步分析检验

	D_{soecds} (1)	$F.D_{soecds}$ (2)	D_{cdssoe} (3)	$F.D_{cdssoe}$ (4)
<i>GPR</i>	0.004 (0.01)	-0.040*** (0.01)	-0.043*** (0.01)	-0.027** (0.01)
<i>WUI</i>	0.068 (0.06)	0.045 (0.07)	0.052* (0.03)	0.081 (0.07)
<i>external</i>	-0.067*** (0.01)	-0.063*** (0.01)	-0.055** (0.02)	-0.055** (0.02)
<i>reserve</i>	0.000* (0.00)	0.000 (0.00)	-0.000 (0.00)	0.000 (0.00)
<i>return</i>	0.033 (0.23)	-0.044 (0.12)	-0.209 (0.16)	-0.210 (0.18)
<i>spread</i>	0.053** (0.02)	0.054* (0.03)	-0.008 (0.04)	-0.015 (0.04)
<i>vix</i>	-0.021 (0.03)	0.056 (0.03)	0.005 (0.03)	-0.059 (0.04)
<i>oil</i>	-0.081*** (0.01)	-0.050** (0.02)	-0.006 (0.03)	0.007 (0.03)
<i>fed</i>	-0.035* (0.02)	0.066*** (0.02)	-0.009 (0.02)	0.062* (0.03)
<i>ecb</i>	0.018 (0.02)	-0.023 (0.02)	0.008 (0.03)	0.001 (0.02)
<i>GPR×oil</i>	0.056** (0.02)	-0.062** (0.03)	0.072** (0.02)	0.055** (0.02)
<i>_cons</i>	0.560*** (0.10)	0.335** (0.14)	0.662*** (0.13)	0.773*** (0.19)
Fix Effect	Yes	Yes	Yes	Yes
R^2	0.013	0.022	0.008	0.018
<i>N</i>	1320	1201	1320	1201

注：*，**和***分别表示显著性水平为10%，5%和1%；括号内为标准误。