

中国经济双循环的贸易壁垒分析

——关联效应、因素分解与福利效应

方玉文 张少军 李善同

目录

附录 I 理论模型推导.....	1
附录 II 数据说明.....	5
附录 III 中国经济内循环贸易壁垒的空间特征.....	8
附录 IV 中国经济外循环贸易壁垒的空间特征.....	9
附录 V 中国经济双循环贸易壁垒的对比分析及关联效应.....	10
参考文献.....	12

附录 I 理论模型推导

正文中的理论模型相关推导具体如下:

1. 等式 (3) 的证明

令 j 地区 s 部门 ω 商品的价格为 $p_j(\omega)$; s 部门商品总消费支出为 E_{js} 。则 j 地区 s 部门商品消费效用最大化时, 结合正文等式 (2) 有:

$$\begin{aligned} \max_{q(\omega)} U_{js} &= \left[\int_{\omega \in \Omega_s} q_j(\omega) \frac{\sigma_s - 1}{\sigma_s} d\omega \right]^{\frac{\sigma_s}{\sigma_s - 1}}, \\ \text{s. t. } \sum_{\omega \in \Omega_s} p_j(\omega) q_j(\omega) &\leq E_{js}. \end{aligned} \quad (\text{I.1})$$

构建拉格朗日最优化等式有:

$$\mathcal{L} = \left[\int_{\omega \in \Omega_s} q_j(\omega) \frac{\sigma_s - 1}{\sigma_s} d\omega \right]^{\frac{\sigma_s}{\sigma_s - 1}} + \lambda \left[E_{js} - \sum_{\omega \in \Omega_s} p_j(\omega) q_j(\omega) \right].$$

根据消费效用水平最大化的一阶条件有:

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial q_j(\omega)} = \frac{\sigma_s}{\sigma_s - 1} \left[\int_{\omega \in \Omega_s} q_j(\omega) \frac{\sigma_s - 1}{\sigma_s} d\omega \right]^{\frac{1}{\sigma_s - 1}} \frac{\sigma_s - 1}{\sigma_s} q_j(\omega)^{-\frac{1}{\sigma_s}} - \lambda p_j(\omega) = 0.$$

整理得到:

$$q_j(\omega) = U_{js} [\lambda p_j(\omega)]^{-\sigma_s}. \quad (\text{I.2})$$

将等式 (I.2) 代入 (I.1) 得到:

$$U_{js} = \left[\int_{\omega \in \Omega_s} [U_{js} [\lambda p_j(\omega)]^{-\sigma_s}]^{\frac{\sigma_s - 1}{\sigma_s}} d\omega \right]^{\frac{\sigma_s}{\sigma_s - 1}}.$$

整理得到:

$$\lambda = \left[\int_{\omega \in \Omega_s} p_j(\omega)^{1 - \sigma_s} d\omega \right]^{\frac{1}{1 - \sigma_s}} = (p_{js})^{-1}.$$

即得到等式 (3):

$$p_{js} \equiv \left[\int_{\omega \in \Omega_s} p_j(\omega)^{1 - \sigma_s} d\omega \right]^{\frac{1}{1 - \sigma_s}}.$$

2. 等式 (5) 的证明

令 i 地区 s 部门商品 ω 的生产率为 $Z_{is}(\omega)$, 并且独立同分布于 Fréchet 分布, 分布函数为: $F_{is}(z) = e^{-T_{is}z^{-\theta_s}}$ 。则 j 国从 i 国进口 s 部门商品的价格分布可以表示为:

$$G_{ijs}(p) = \Pr[p_{ijs}(Z) \leq p] = \Pr \left[\frac{c_{is} \tau_{ijs}}{Z_{is}(\omega)} \leq p \right] = 1 - e^{-T_{is}(c_{is} \tau_{ijs}/p)^{-\theta_s}}. \quad (\text{I.3})$$

令 j 国 s 部门商品最低进口价格为 $p_{js}(z) = \min \{p_{1js}(Z), \dots, p_{njs}(Z)\}$ 。则 j 国价格分布

可以表示为:

$$\begin{aligned}
 G_{js}(p) &= Pr[p_{js}(z) \leq p] \\
 &= Pr[\min \{p_{1js}(Z), \dots, p_{njs}(Z) \leq p\}] \\
 &= 1 - Pr[\min \{p_{1js}(Z), \dots, p_{njs}(Z) > p\}] \\
 &= 1 - \prod_{i=1}^N Pr[p_{ijs}(Z) > p] \\
 &= 1 - \prod_{i=1}^N [1 - G_{ijs}(p)]. \tag{I.4}
 \end{aligned}$$

将等式 (I.3) 代入等式 (I.4) 得到:

$$G_{js}(p) = 1 - \exp[-\Phi_{js} p_{js}^{\theta_s}]. \tag{I.5}$$

其中, $\Phi_{js} = \sum_{i=1}^N T_{is}(c_{is}\tau_{ijs})^{-\theta_s}$.

基于正文等式 (3) 有:

$$E[p_{js}^{1-\sigma_s}] = \int_0^1 E[p_j(\omega)^{1-\sigma_s}] d\omega = E[p_s(\omega)^{1-\sigma_s}].$$

则有:

$$E[p_{js}^{1-\sigma_s}] = \int_0^\infty p_s(\omega)^{1-\sigma_s} dG_{js}(p) = \int_0^\infty p_s(\omega)^{1-\sigma_s} \Phi_{js} \theta_s p_s^{\theta_s} dp. \tag{I.6}$$

令 $x = \Phi_{js} p_s^{\theta_s}$, 则 $dx = \Phi_{js} \theta_s p_s^{\theta_s-1}$; $p_s^{1-\sigma_s} = (x/\Phi_{js})^{\frac{1-\sigma_s}{\theta_s}}$, 则等式 (I.6) 可以改写为:

$$p_{js}^{1-\sigma_s} = \int_0^\infty \left[(x/\Phi_{js})^{\frac{1-\sigma_s}{\theta_s}} e^{-x} dx \right] = (\Phi_{js})^{-\frac{1-\sigma_s}{\theta_s}} \Gamma\left(\frac{1-\sigma_s}{\theta_s} + 1\right). \tag{I.7}$$

整理得到等式 (5):

$$p_{js} = \gamma(\Phi_{js})^{-\frac{1}{\theta_s}},$$

其中, $\Phi_{js} = \sum_{i=1}^N T_{is}(c_{is}\tau_{ijs})^{-\theta_s}$; $\gamma = \left[\Gamma\left(\frac{1-\sigma_s}{\theta_s} + 1\right) \right]^{1/(1-\sigma_s)}$, $\frac{1-\sigma_s}{\theta_s} + 1 > 0$, Γ 为 Gamma 函数,

满足 $\Gamma(a) \equiv \int_0^\infty x^{a-1} e^{-x} dx$.

3. 等式 (9) 的证明

j 地区在 i 地区 s 部门商品上的支出份额可以表示为:

$$\eta_{ijs} = \frac{X_{ijs}}{X_{js}} = \frac{T_{is}(c_{is}\tau_{ijs})^{-\theta_s}}{\sum_{i=1}^N T_{is}(c_{is}\tau_{ijs})^{-\theta_s}}. \tag{I.8}$$

j 地区在本地区 s 部门商品上的支出份额可以表示为:

$$\eta_{jjs} = \frac{X_{jjs}}{X_{js}} = \frac{T_{js}(c_{js}\tau_{jjs})^{-\theta_s}}{\sum_{i=1}^N T_{is}(c_{is}\tau_{ijs})^{-\theta_s}}. \tag{I.9}$$

i 地区在 j 地区 s 部门商品上的支出份额可以表示为:

$$\eta_{jis} = \frac{X_{jis}}{X_{is}} = \frac{T_{js}(c_{js}\tau_{jis})^{-\theta_s}}{\sum_{j=1}^N T_{js}(c_{js}\tau_{jis})^{-\theta_s}}. \quad (\text{I.10})$$

i 地区在本地区 s 部门商品上的支出份额可以表示为:

$$\eta_{iis} = \frac{X_{iis}}{X_{is}} = \frac{T_{is}(c_{is}\tau_{iis})^{-\theta_s}}{\sum_{j=1}^N T_{js}(c_{js}\tau_{jis})^{-\theta_s}}. \quad (\text{I.11})$$

结合等式 (I.10) - (I.11) 得到:

$$\frac{\eta_{jjs}\eta_{iis}}{\eta_{ijs}\eta_{jis}} = (\tau_{ijs})^{2\theta_s}. \quad (\text{I.12})$$

等式 (I.12) 整理得到等式 (9):

$$\tau_{ijs} = \left(\frac{\eta_{jjs}\eta_{iis}}{\eta_{ijs}\eta_{jis}} \right)^{\frac{1}{2\theta_s}}.$$

4. 等式 (12) 的证明

结合正文等式 (4)、(5) 和 (8) 得到:

$$\eta_{jjs} = \frac{X_{jjs}}{X_{js}} = \frac{T_{js}(c_{js}\tau_{jjs})^{-\theta_s}}{\sum_{i=1}^N T_{is}(c_{is}\tau_{ijs})^{-\theta_s}} = \frac{T_{js}(w_{js}^{\phi_{js}} p_{js}^{1-\phi_{js}})^{-\theta_s}}{(p_{js}/\gamma)^{-\theta_s}}. \quad (\text{I.13})$$

等式 (I.13) 整理得到等式 (12):

$$GT_{js} = \frac{w_{js}}{p_{js}} = (\eta_{jjs})^{-1/\theta_s} \phi_{js} T_{js}^{1/\theta_s} \phi_{js} \gamma^{-1/\phi_{js}}.$$

5. 等式 (13) 的证明

$$\hat{p}_{js} = \frac{p'_{js}}{p_{js}} = \frac{\gamma(\Phi'_{js})^{-\frac{1}{\theta_s}}}{\gamma(\Phi_{js})^{-\frac{1}{\theta_s}}} = \frac{\gamma\left(\sum_{i=1}^N T'_{is}(c'_{is}\tau'_{ijs})^{-\theta_s}\right)^{-\frac{1}{\theta_s}}}{\gamma\left(\sum_{i=1}^N T_{is}(c_{is}\tau_{ijs})^{-\theta_s}\right)^{-\frac{1}{\theta_s}}}. \quad (\text{I.14})$$

假设技术水平不变, 等式 (I.14) 进一步可以改写为:

$$\hat{p}_{js} = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (c'_{is}\tau'_{ijs})^{-\theta_s}}{(c_{is}\tau_{ijs})^{-\theta_s}} \frac{(c_{is}\tau_{ijs})^{-\theta_s}}{\sum_{i=1}^N (c_{is}\tau_{ijs})^{-\theta_s}} \right]^{\frac{1}{\theta_s}}. \quad (\text{I.15})$$

等式 (I.15) 整理得到等式 (13):

$$\hat{p}_{js} = \left(\sum_{i=1}^N \eta_{ijs} (\hat{c}_{is} \hat{\tau}_{ijs})^{-\theta_s} \right)^{\frac{1}{\theta_s}}.$$

6. 等式 (14) 的证明

$$\hat{\eta}_{jjs} = \frac{\eta'_{jjs}}{\eta_{jjs}} = \frac{T'_{js}(c'_{js}\tau'_{jjs})^{-\theta_s}/(p'_{js}/\gamma)^{-\theta_s}}{T_{js}(c_{js}\tau_{jjs})^{-\theta_s}/(p_{js}/\gamma)^{-\theta_s}} = \hat{T}_{js} \frac{(\hat{c}_{js} \hat{\tau}_{jjs})^{-\theta_s}}{(\hat{p}_{js})^{-\theta_s}}. \quad (\text{I.16})$$

假设技术水平不变, 结合正文等式 (13), 等式 (I.16) 整理得到等式 (14):

$$\hat{\eta}_{jjs} = \frac{(\hat{c}_{js}\hat{t}_{jjs})^{-\theta_s}}{(\hat{p}_{js})^{-\theta_s}} = \frac{(\hat{c}_{js}\hat{t}_{jjs})^{-\theta_s}}{\sum_{i=1}^N \eta_{ijs}(\hat{c}_{is}\hat{t}_{ijs})^{-\theta_s}}.$$

7. 等式 (15) 的证明

基于市场均衡条件得到:

$$w_{is}L_{is} = \sum_j X_{ijs} = \sum_j \eta_{ijs}X_{js} = \sum_j \eta_{ijs}w_{js}L_{js}.$$

令 $Y_{is} = w_{is}L_{is}$ 。

$$\frac{w'_{is}L'_{is}}{w_{is}L_{is}}Y_{is} = \sum_j \frac{\eta'_{ijs}w'_{js}L'_{js}}{\eta_{ijs}w_{js}L_{js}}Y_{js}\eta_{ijs}. \quad (\text{I.17})$$

等式 (I.17) 整理得到等式 (15):

$$\hat{w}_{is}\hat{L}_{is}Y_{is} = \sum_j \eta_{ijs}\hat{\eta}_{ijs}\hat{w}_{js}\hat{L}_{js}Y_{js} = \sum_j \frac{\eta_{ijs}(\hat{c}_{js}\hat{t}_{ijs})^{-\theta_s}}{\sum_{i=1}^N \eta_{ijs}(\hat{c}_{is}\hat{t}_{ijs})^{-\theta_s}}\hat{w}_{js}\hat{L}_{js}Y_{js}.$$

附录 II 数据说明

本文使用的国内贸易和国际贸易数据来自中国省际间投入产出表(李善同等,2023),共包括 1987 年、1992 年、1997 年、2002 年、2007 年、2012 年和 2017 年七个年份。其中,1987 年和 1992 年的投入产出表为 33 部门,1997 年的投入产出表为 40 个部门,2002 年、2007 年、2012 年和 2017 年的投入产出表为 42 部门。为了统一口径,本文对历年中国省际间投入产出表的部门分类进行了归类合并,最终合并为 29 个部门,具体情形见表 III。

表 III 29 个部门分类对照表

合并后名称	1987 年和 1992 年投入产出表	1997 年投入产出表	2002 年、2007 年、2012 年和 2017 年投入产出表
农业	农业	农林牧渔业	农林牧渔业
煤炭采选业	煤炭采选业	煤炭开采和洗选业	煤炭开采和洗选业
石油天然气开采业	石油和天然气开采业	石油和天然气开采业	石油和天然气开采业
金属矿采选业	金属矿采选业	金属矿采选业	金属矿采选业
非金属矿采选业	其他非金属矿采选业	非金属矿及其他矿采选业	非金属矿和其他矿采选业
食品及烟草业	食品制造业	食品制造及烟草加工业	食品制造及烟草加工业
纺织业	纺织业	纺织业	纺织业
服装及其他纤维品	缝纫及皮革制品业	纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品业	服装皮革羽绒及其制品业
木材及家具业	木材加工及家具制造业	木材加工及家具制造业	木材加工及家具制造业
造纸及文教业	造纸及文教用品制造业	造纸印刷及文教体育用品制造业	造纸印刷及文教用品制造业
石油加工炼焦业	石油加工业	石油加工、炼焦及核燃料加工业	石油加工、炼焦及核燃料加工业
化学工业	化学工业	化学工业	化学工业
非金属矿物制品	建筑材料及其他非金属矿物制品业	非金属矿物制品业	非金属矿物制品业
金属冶炼压延业	金属冶炼及压延加工业	金属冶炼及压延加工业	金属冶炼及压延加工业
金属制品业	金属制品业	金属制品业	金属制品业
机械工业	机械工业	通用、专用设备制造业	通用设备、专用设备
交通运输设备业	交通运输设备制造业	交通运输设备制造业	交通运输设备制造业
电气机械器材业	电气机械及器材制造业	电气机械及器材制造业	电气机械和器材
电子及通信设备业	电子及通信设备制造业	通信设备、计算机及其他电子设备制造业	通信设备、计算机和其他电子设备
仪器及文化机械业	仪器仪表及其他计量器具制造业	仪器仪表及文化办公用机械制造业	仪器仪表及文化办公用机械制造业
其他制造业	机械设备修理业、其他工业	机械设备维修业、工艺品及其他制造业、废品废料	其他制造产品和废品废料、金属制品机械和设备维修服务
电气水业	电力及蒸汽、热水生产和供应业、炼焦、煤气及煤制品	电力、热力的生产和供应、燃气生产和供应业、水的生产和供应	电力热力的生产和供应、燃气生产和供应、水的生产和供应

	业	业	
建筑业	建筑业	建筑业	建筑业
运输邮政及仓储业	货运邮电业、旅客运输业	货物运输及仓储业、邮电业、旅客运输业	交通运输及仓储业、邮政业
批发和零售业	商业	商业	批发和零售业
商务服务及社会服务业	饮食业、公用事业及居民服务业	饮食业、房地产业、社会服务业	住宿和餐饮业、房地产业、其他社会服务业、旅游业、信息传输计算机服务和软件业、租赁和商务服务业
金融保险业	金融保险业	金融保险业	金融保险业
文教卫生科研事业	文教卫生科研事业	卫生体育和社会福利业、教育文化艺术及广播电影电视业、科学研究事业、综合技术服务业	研究和试验发展、综合技术服务、水利环境和公共设施管理、教育、卫生和社会工作、文化体育和娱乐
公共管理和社会组织	行政机关	行政机关及其他行业	公共管理社会保障和社会组织

本文使用的世界其他国家内部贸易数据,来自 OECD 全球区域间投入产出表,共包括 1997 年、2002 年、2007 年、2012 年和 2017 年五个年份,每个年份的投入产出表为 45 个部门。根据研究需要,首先,对 OECD 全球区域间投入产出表中的除中国外的世界其他国家的投入产出数据进行合并,在此基础上计算得到世界其他国家的内部贸易流量;其次,将省级间投入产出表和 OECD 全球区域间投入产出表中的部门进行匹配,合并得到 23 个部门;最后,基于 Caliendo and Parro (2015),设定各部门的贸易弹性参数 (θ_s),最终合并为 17 个部门;具体情形见表 II2。

表 II2 17 个部门分类对照表

合并后名称	省级投入产出表 29 个部门	OECD 投入产出表 45 个部门 (ISIC Rev.4)	CP (2015) 弹性
农业	农业	D01T02; D03	9.11
采掘业	煤炭采选业; 石油天然气开采业; 金属矿采选业; 非金属矿采选业	D05T06; D07T08; D09	13.53
食品及烟草业	食品及烟草业	D10T12	2.62
纺织服装业	纺织业; 服装及其他纤维品	D13T15	8.1
木材及家具业	木材及家具业	D16	11.5
造纸及文教业	造纸及文教业	D17T18	16.62
石油加工炼焦业	石油加工炼焦业	D19	64.85
化学工业	化学工业	D20; D21; D22	2.4
非金属矿物制品	非金属矿物制品	D23	2.41
金属冶炼压延业	金属冶炼压延业	D24	3.28
金属制品业	金属制品业	D25	6.99
机械工业及设备	机械工业; 电气机械器材业; 仪器及文化机械业	D28	12.93
交通运输设备业	交通运输设备业	D29; D30	1.12
电子及通信设备业	电子及通信设备业	D26; D27	3.95

其他制造业	其他制造业	D31T33; D36T39	5
电气水业	电气水业	D35	5
服务业	建筑业; 运输邮政及仓储业; 批发和零售业; 商务服务及社会服务业; 金融保险业; 文教卫生科研事业; 公共管理和社会组织	D41T43; D49; D50; D51; D52; D53; D45T47; D55T56; D61; D62T63; D68; D94T96; D97T98; D64T66; D58T60; D69T75; D85; D86T88; D90T93; D77T82; D84	5

本文将 30 个省级行政区划分为沿海和内陆两大区域,其中沿海包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、广西和海南;内陆包括山西、内蒙古、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南、重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆。

本文从要素禀赋视角,将工业 14 个部门划分为劳动密集型部门和资本密集型部门,其中劳动密集型部门包括纺织服装业、木材加工及家具业、造纸文教业、金属制品业、机械工业及设备、电子及通信设备业;资本密集型部门包括采掘业、食品及烟草业、石油加工炼焦业、化学工业、非金属矿物制品、金属冶炼及压延加工业、交通运输设备业、电气水业。

附录 III 中国经济内循环贸易壁垒的空间特征

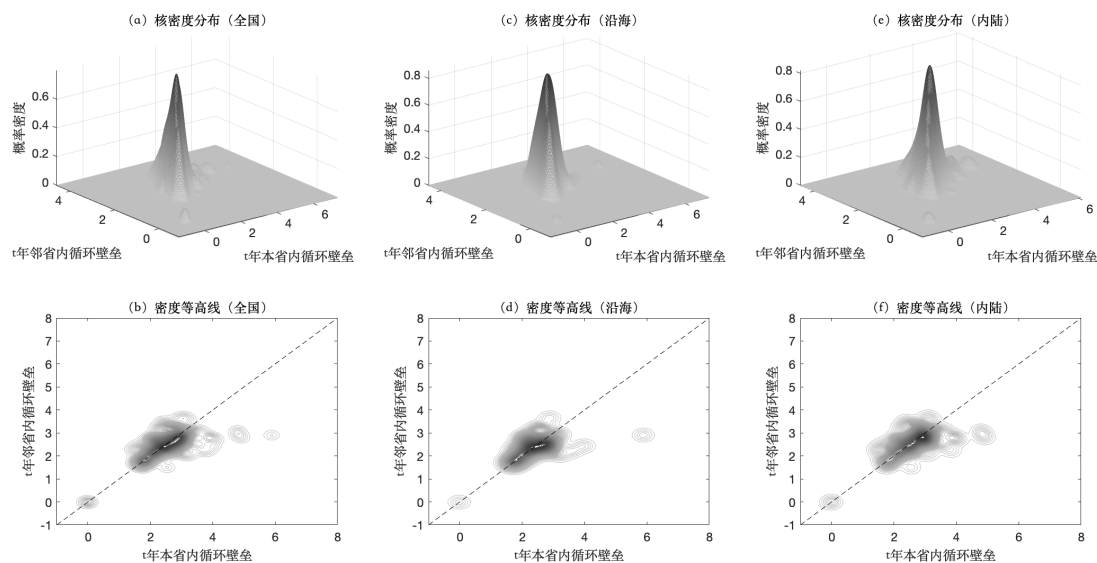


图 1111 中国各省内循环贸易壁垒的空间特征

注：在核密度分布图中，X 轴为 t 年本省份的内循环贸易壁垒；Y 轴为 t 年相邻省份的内循环贸易壁垒均值；Z 轴为概率密度，表示 XY 平面内对应点的条件概率。在密度等高线图中，横轴为 t 年本省份的内循环贸易壁垒；纵轴为 t 年相邻省份的内循环贸易壁垒均值。

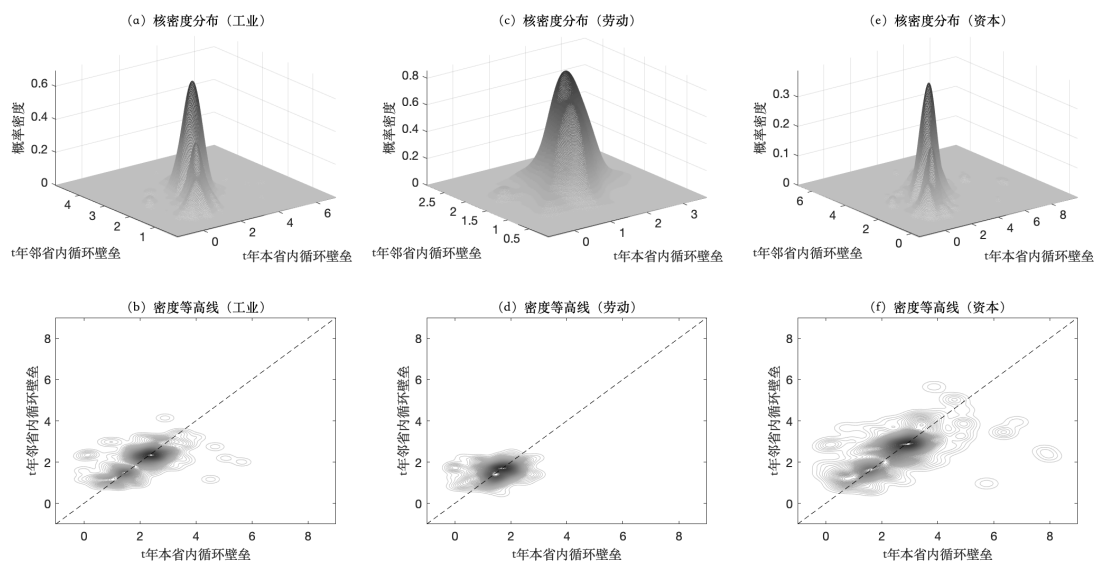


图 1112 中国各部门内循环贸易壁垒的空间特征

注：在核密度分布图中，X 轴为 t 年本省份某部门的内循环贸易壁垒；Y 轴为 t 年相邻省份的同部门内循环贸易壁垒均值；Z 轴为概率密度，表示 XY 平面内对应点的条件概率。在密度等高线图中，横轴为 t 年本省份某部门的内循环贸易壁垒；纵轴为 t 年相邻省份同部门的内循环贸易壁垒均值。

附录 IV 中国经济外循环贸易壁垒的空间特征

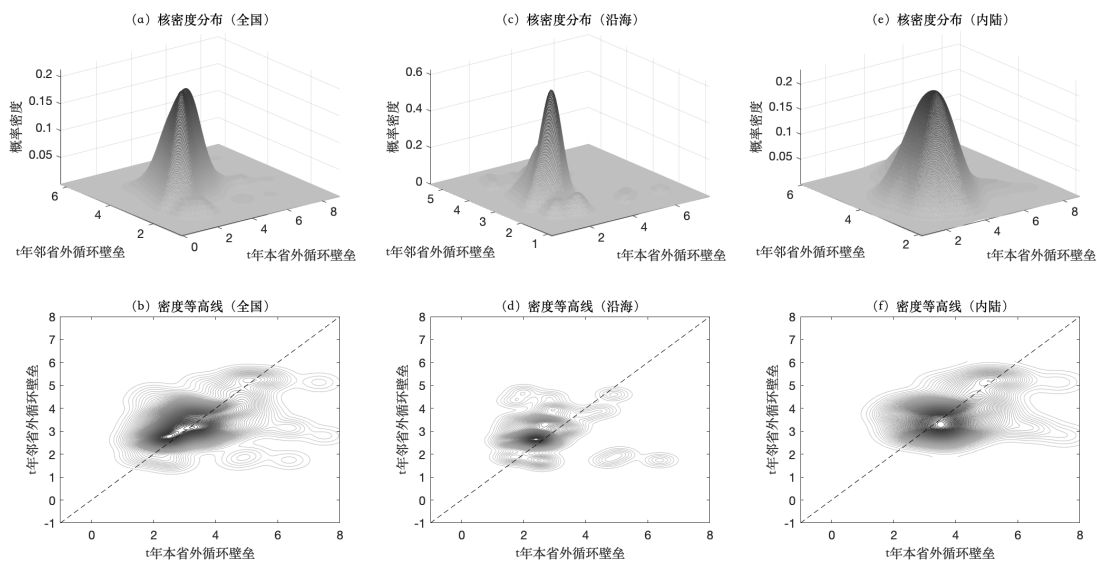


图 IV1 中国各省外循环贸易壁垒的空间特征

注：在核密度分布图中，X轴为 t 年本省份的外循环贸易壁垒；Y轴为 t 年相邻省份的外循环贸易壁垒均值；Z轴为概率密度，表示 XY 平面内对应点的条件概率。在密度等高线图中，横轴为 t 年本省份的外循环贸易壁垒；纵轴为 t 年相邻省份的外循环贸易壁垒均值。

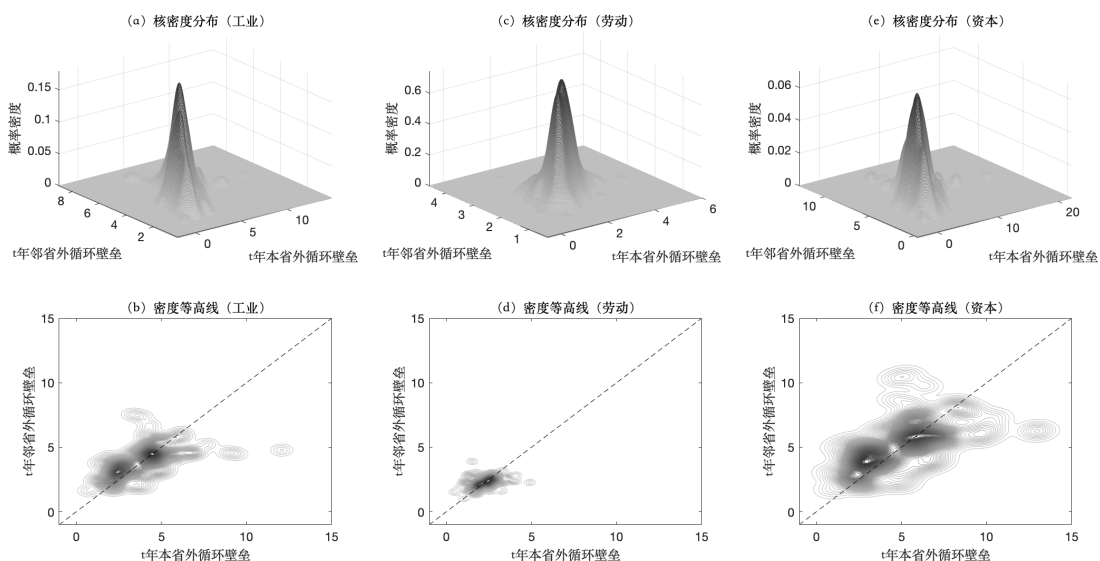


图 IV2 中国各部门外循环贸易壁垒的空间特征

注：在核密度分布图中，X轴为 t 年本省份某部门的外循环贸易壁垒；Y轴为 t 年相邻省份的同部门外循环贸易壁垒均值；Z轴为概率密度，表示 XY 平面内对应点的条件概率。在密度等高线图中，横轴为 t 年本省份某部门的外循环贸易壁垒；纵轴为 t 年相邻省份同部门的外循环贸易壁垒均值。

附录 V 中国经济双循环贸易壁垒的对比分析及关联效应

表 V1 1997—2017 年中国各省内循环贸易壁垒/外循环贸易壁垒

	1997	2002	2007	2012	2017	均值
全国	0.97	1.13	1.08	1.33	0.94	1.09
沿海	1.05	1.16	1.09	1.37	0.98	1.13
内陆	0.61	0.73	0.70	0.90	0.70	0.73
工业	1.09	1.32	1.12	1.34	1.25	1.22
劳动	1.01	1.16	1.15	1.19	1.04	1.11
资本	0.90	0.95	0.88	1.11	1.10	0.99

注：表中数值表示各省份（或部门）内循环贸易壁垒与外循环贸易壁垒的比值。

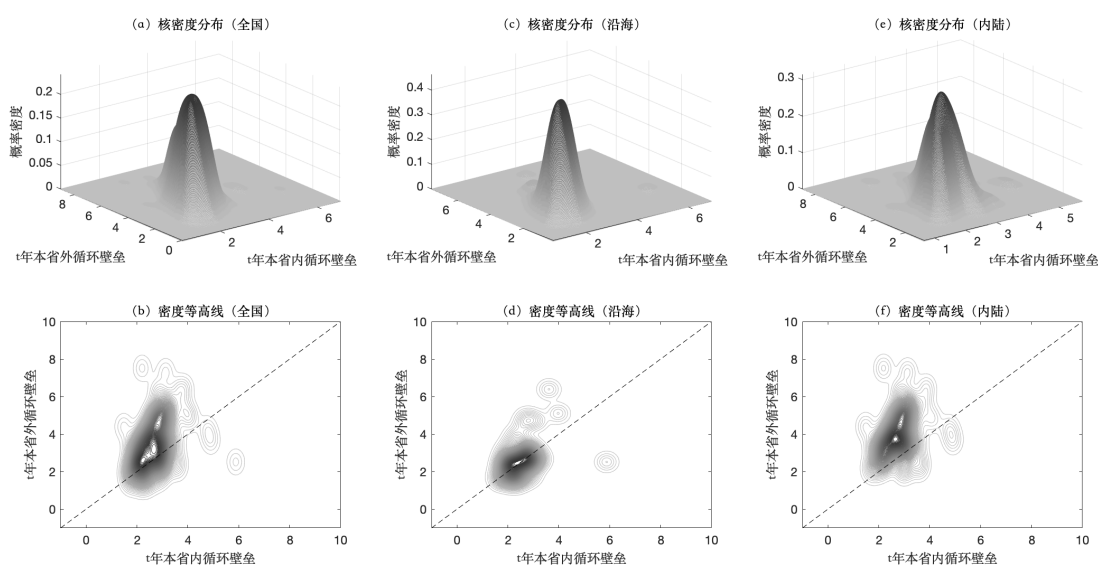


图 V1 中国各省双循环贸易壁垒的关联效应

注：在核密度分布图中，X 轴为 t 年本省份的内循环贸易壁垒；Y 轴为 t 年本省份的外循环贸易壁垒；Z 轴为概率密度，表示 XY 平面内对应点的条件概率。在密度等高线图中，横轴为 t 年本省份的内循环贸易壁垒；纵轴为 t 年本省份的外循环贸易壁垒。

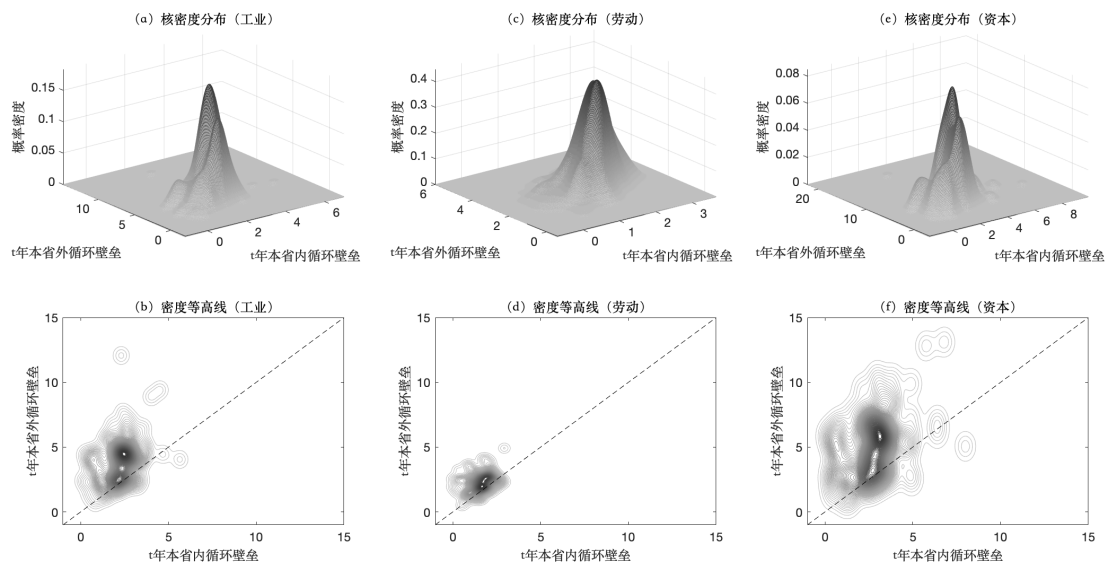


图 V2 中国各部门双循环贸易壁垒的关联效应

注：在核密度分布图中，X 轴为 t 年本省份某部门的内循环贸易壁垒；Y 轴为 t 年本省份同部门的外循环贸易壁垒；Z 轴为概率密度，表示 XY 平面内对应点的条件概率。在密度等高线图中，横轴为 t 年本省份某部门的内循环贸易壁垒；纵轴为 t 年本省份同部门的外循环贸易壁垒。

参考文献

- [1] Caliendo, L., and F. Parro, “Estimates of the Trade and Welfare Effects of NAFTA”, *Review of Economic Studies*, 2015, 82(1), 1-44.
- [2] 李善同、何建武、祝坤福、张增凯、潘晨等,《中国多区域投入产出模型: 1987—2017 年》。北京: 经济科学出版社, 2023 年。

注: 该附录是期刊所发表论文的组成部分, 同样视为作者公开发表的内容。如研究中使用该附录中的内容, 请务必在研究成果上注明附录下载出处。