

# 供应链安全的定义、测算和国际比较

赵可金 郎 昆

**内容提要：**近年来，受国际政治经济形势变化和新冠肺炎疫情冲击的影响，供应链安全成为全球共同关心的重大课题。本文首先对供应链安全的内涵进行界定，将一国参与全球供应链体系过程中的安全形态界定为要素安全、结构安全和系统安全三类。接着，讨论影响供应链安全的四个因素，即经济、政治、地理和行业，并提出了供应链安全水平的测算框架。进一步，使用经合组织世贸组织增加值贸易数据库（TiVA），对主要国家在 1995 年至 2018 年间制造业供应链安全水平及其变化趋势进行测算分析，先以纯经济因素下的供应链安全水平作为基准测算结果，进而分别加入国际政治、地理距离、行业异质性因素改进供应链安全水平的测算方式，分析不同因素对供应链安全的影响。最后，本文提出了共同体安全理论，从安全的视角将全球供应链作为一个社会体系进行整体性研究，分析不同国家在体系中所处的地位以及对其国内政治与国际行为的影响。

**关键词：**供应链安全；国家安全；共同体安全理论

**基金项目：**国家社会科学基金重大项目(18ZDA320)

**作者简介：**赵可金，清华大学社会科学学院副院长，教授，100084；

郎 昆，清华大学经济管理学院博士研究生，100084

供应链是指在商品的生产过程中，原材料、产品、资金、信息在生产、流通、消费等各个环节的运转过程。<sup>①</sup> 二战以后，伴随着运输成本的下降和通讯技术的发展，企业开始在全球范围内进行生产布局，跨国企业数量迅速上升，产业内分工逐渐取代产业间贸易成为国际贸易的主要形式，全球供应链由此形成。在全球供应链体系中，一国的企业专注于特定环节的生产活动，为其他国家企业提供零部件等中间产品。<sup>②</sup> 自 20 世纪 90 年代以来，全球供应链贸易蓬勃发展，目前已占到全球贸易比重的 50% 左右。<sup>③</sup> 伴随着经济全球化的深入发展，所有国家都不同程度被卷入一个巨大的供应链、产业链和价值链旋涡之中，相互依赖度不断上升，国家安全的概念也超越了传统的领土、军事和政治范畴，拓展到了经济领域，供应链安全应运而生。特别是近年来受新冠肺炎疫情、俄乌冲突等因素影响，全球供应链体系的敏感性和脆弱性被充分暴露，供应链安全已经成为各国不得不面对的重大理论问题和战略课题。

供应链安全作为一个跨学科的问题，在经济学、管理学和政治学等领域都有对该问题的研究探讨。然而，不同学科的学者们在研究问题和方法选择上各有侧重。经济学学者们把供应链全球化视为国际分工和产业组织的形式，提出了企业纵向一体化理论，从成本收益分析的角度，探讨在契约不完备背景下能够实现社会福利最大化的企业最优边界选择。管理学学者则提出了供应链管理理论，从企业战略制定和运营管理的角度研究供应链安全问题，探讨库存管理、系统规划、信息共享、供应商关系等因素对企业供应链管理能力的影 响，寻求优化供应链管理的最佳方案。政治学学者把供应链放在国家安全的整体框架下进行研究，并提出了安全化理论，认为供应链之所以被视为安全问题是政治选择和社会建构的结果，并着重分析安全化的社会条件与机制，探讨供应链安全对国家战略和国际关系的影响。总的来说，尽管近年来有大量的文献研究供应链安全问题，但对于什么是供应链安全，如何测度供应链安全水平，主要国家供应链安全的现状等基础问题，已有的研究尚未进行有效回应。为此，本文从供应链安全的概念界定出发，在分析了供应链安全的决定因素的基础上，提出了对各国供应链安全水平的测算框架，进而使用全球贸易数据库（TiVA）、联合国大会投票数据，对主要国家的供应链安全水平进行测算比较。

## 一、供应链安全的概念界定

一般而言，安全（security）概念的内涵主要指客观上不存在威胁、主观上不存在恐惧的社会状态。<sup>④</sup> 从这个意义上来说，供应链本不是一个安全问题，本质上是基于劳动分工基础

---

① 对外经济贸易大学全球价值链研究院：《后疫情时代的全球供应链革命——迈向智能、韧性的转型之路》，2020 年 9 月，<http://rigvc.uibe.edu.cn/docs/2020-09/20200917103232957970.pdf>，2022 年 9 月 1 日。

② Li Xin, Bo Meng and Zhi Wang, "Recent Patterns of Global Production and GVC Participation," in *Global Value Chain Development Report 2019*, Washington: World Bank Publications, 2019, p. 10.

③ The World Bank. *World Development Report 2020: Trading for Development in the Age of Global Value Chains*, Washington: World Bank Publications, 2020, p. 2.

④ Arnold Wolfers. *Discord and Collaboration: Essays on International Politics*, Baltimore: The Johns Hopkins Press, 1962, p. 150.

上的生产方式问题，之所以被视作安全问题，学界主流的解释是安全化理论。根据该理论，安全是基于对威胁的认知与判定而产生的一种“自我指涉的活动”，安全问题的产生也不是客观既定的，而是很大程度上在政治选择和社会建构中被认定的。<sup>①</sup> 因此，在讨论供应链安全的学术定义之前，有必要对其概念的提出过程进行回顾。

### （一）供应链安全的概念提出与文献回顾

供应链安全（supply chain security）的概念从提出至今只有二十年左右的时间，在此期间，其内涵也发生了较大变化。2001年“9·11”恐怖袭击发生后，美国政策界和学术界就开始重视并讨论供应链安全问题，并发布了《加强国际供应链安全战略》报告，围绕保障供应链运输安全、防止恐怖主义渗入采取了一系列措施。<sup>②</sup> 这一时期，对供应链安全的讨论主要局限于物流领域，侧重于物流中的货物和人员的控制。奥巴马政府时期进一步加强了对供应链安全议题的重视，并发布《全球供应链安全国家战略》报告，明确提出全球供应链是一项“重要的全球性资产”，美国政府要推动成立稳定、安全、高效、有弹性的供应链系统，一方面促进商品高效安全地运输，另一方面培养一个有弹性的供应链。<sup>③</sup> 尽管奥巴马政府将保障全球供应链安全提到了国家战略高度，然而其所讨论的仍是企业层面的供应链安全，影响供应链安全的因素也聚焦于自然灾害、犯罪和恐怖袭击等传统风险。以2016年特朗普当选美国总统为转折点，全球政治经济格局发生了深刻变化。特朗普政府把经济问题政治化了，无论是钢铁、汽车进口还是5G通讯技术，都被贴上了“国家安全”的标签，导致了供应链安全问题无处不在，甚至把供应链作为遏制和打击竞争对手的工具，对华部分高科技企业实施断供和制裁。<sup>④</sup> 拜登政府执政后，虽然尝试重建美国全球领导，但在供应链安全议题上依然延续了特朗普时代的模式，将供应链与意识形态挂钩，把中国塑造成“对美供应链安全构成首要威胁的国家”，发起“供应链安全审查”，着手推动形成“民主供应链同盟”等新供应链安全策略，主张将中国排除在全球供应链体系之外。特别是近年来受新冠肺炎疫情、俄乌冲突等因素影响，全球供应链体系的敏感性和脆弱性被充分暴露，供应链安全问题受到众多国家的高度关注。例如，韩国出台了“海外进军企业的国内回归支援法律”，促进重点企业回迁；<sup>⑤</sup> 德国颁布了《供应链法》，将环境和人权保护纳入供应链安全的框架；<sup>⑥</sup> 日本、印度和澳大利亚还启动了“供应链弹性计划倡议（SCRI）”，打造三国之间的供应链互补关系；

① Barry Buzan and Ole Wæver, et al., *Security: A New Framework for Analysis*, Lynne Rienner Publishers, 1998, pp. 23-26.

② United States Department of Homeland Security, “Strategy to Enhance International Supply Chain Security”, July 2007, <https://www.dhs.gov/xlibrary/assets/plcy-internationalsupplychainsecuritystrategy.pdf>, September 1, 2022.

③ The White House, “National Strategy for Global Supply Chain Security”, January 23, 2012, [https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/national\\_strategy\\_for\\_global\\_supply\\_chain\\_security.pdf](https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/national_strategy_for_global_supply_chain_security.pdf), September 1, 2022.

④ 陈若鸿：《从效率优先到安全优先：美国关键产品全球供应链政策的转变》，《国际论坛》2021年第5期。

⑤ 白玫：《韩国产业链供应链政策变化及其影响研究》，《价格理论与实践》2022年第1期。

⑥ 商务部：《德国联邦政府推进供应链法》，2021年3月21日，<http://munich.mofcom.gov.cn/article/jmxw/202103/20210303046034.shtml>，2022年9月1日。

① 与此同时，中国领导人也越来越密集地阐述保障供应链安全的战略意义。不难看出，今天保障供应链安全已经成为各国国家安全的重要组成部分，被摆在了内政外交的突出位置。

在学术界，关于供应链安全的概念界定也尚未形成共识，根据不同学者研究出发点的差异，可以分为以下三类。第一类定义从供应链的运输环节出发，强调产品在物流运输过程中的安全和稳定。例如，扎卡里·威廉姆斯（Zachary Williams）将供应链安全定义为“应用政策、程序和技术来保护供应链资产（产品、设施、设备、信息和人员）免遭盗窃、损坏或恐怖主义，并防止将或未经授权的违禁品、人员或大规模杀伤性武器引入供应链”。② 陈国权认为供应链安全是通过对整个供应链系统进行计划、协调、操作、控制和优化，从而将顾客所需的正确的产品（Right Product）能够在正确的时间（Right Time）、按照正确的数量（Right Quantity）、正确的质量（Right Quality）和正确的状态（Right Status）送到正确的地点（Right Place），即“6R”。③

第二类定义从供应链的生产角度出发，强调一国产业抵御外部风险和关键零部件自主可控能力。国际标准化组织（ISO）将供应链安全定义为“对供应链遭受损害或破坏的抵抗力”。④ 安德鲁·托马斯（Andrew R. Thomas）和塞巴斯蒂安·瓦杜瓦（Sebastian Vaduva）将供应链安全概括为“（供应链）可以有效应对并抵御威胁，并能从中断中迅速恢复”。⑤ 徐奇渊等认为供应链安全是“产业链自主可控、不依赖进口”。⑥ 苏庆义把中间品完全自给自足视为一国供应链安全的理想情形，进一步给出了供应链安全水平的测算方式。⑦

第三类定义则从供应链中的权力关系出发，强调了在经济全球化背景下，供应链成为国家权力的重要来源，非对称性的权力又导致了供应链安全问题。小约瑟夫·奈（Joseph Nye Jr.）、苏珊·斯特兰奇（Susan Strange）、沃尔特·拉塞尔·米德（Walter Russell Mead）、安妮-玛丽·斯劳特（Anne-Marie Slaughter）、亨利·法雷尔（Henry Farrell）和亚伯拉罕·纽曼（Abraham L. Newman）等学者围绕各国在全球供应链中的权力关系，分别提出了“相互依赖”“结构性权力”“粘性权力”“网络型权力”“武器化相互依赖”等概念，阐述全球供应链中非对称性权力的来源及对国家安全的影响，在国际关系和国际政治经济学界引发了广泛的

---

① Scott J. Australia, "Japan and India Form Supply Chain Initiative to Counter China", April 28, 2021, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-04-27/supply-chain-initiative-from-japan-india-australia-under-way>, September 1, 2022.

② Zachary Williams, Jason E. Lueg and Stephen A. LeMay, "Supply Chain Security: an Overview and Research Agenda," *The International Journal of Logistics Management*, vol. 19, no. 2 (2008), pp. 254-281.

③ 陈国权：《供应链管理》，《中国软科学》1999年第10期。

④ International Organization for Standardization, "Specification for Security Management Systems for the Supply Chain", September 2020, <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:28000:ed-1:v1:en>, September 1, 2022.

⑤ Andrew R. Thomas and Sebastian Vaduva, *Global Supply Chain Security*, New York: Springer-Verlag, 2016, p. 1.

⑥ 徐奇渊、东艳等：《全球产业链重塑：中国选择》，北京：人民出版社，2022年，第7页。

⑦ 苏庆义：《全球供应链安全与效率关系分析》，《国际政治科学》2021年第2期。

讨论。<sup>①</sup> 庞珣和何晴倩进一步基于全球价值链网络数据，测算了不同国家权力水平的演变。

<sup>②</sup>

综上所述,当前无论是在理论研究还是政策实践中对供应链安全的概念界定尚未形成共识。事实上,供应链安全并没有单一的确切定义,在不同的情境下往往呈现不同内涵。例如,倘若一个国家在经济上完全独立自主,不参与全球供应链体系,那么他将不受任何全球供应链风险和波动的影响,这是供应链安全的一种形式(参见图 1a);再者,如果一个国家虽然参与了全球生产分工,但处于供应链网络的核心节点位置,在供应链系统中拥有远超其他参与者的影响力和风险分散度,不存在被“卡脖子”的风险,那么也可认为这个国家供应链安全水平较高(参见图 1b);同样,如果在一个供应链系统中所有国家都与其他任意国家之间有直接的贸易合作往来,形成一个深度融合、高度分散的供应链网络,那么任何一个局部的风险都会被相邻的网络所替代吸收,整个供应链系统高度稳定,这也是一类供应链安全(参见图 1c)。上述三种情况虽然都实现了供应链安全,但由于对于安全内涵的不同界定,相应的,供应链网络的呈现形态、各国的参与方式、安全的实现路径也截然不同,而已有研究很少关注这种差异,因此有必要对供应链安全的内涵进行重新界定。

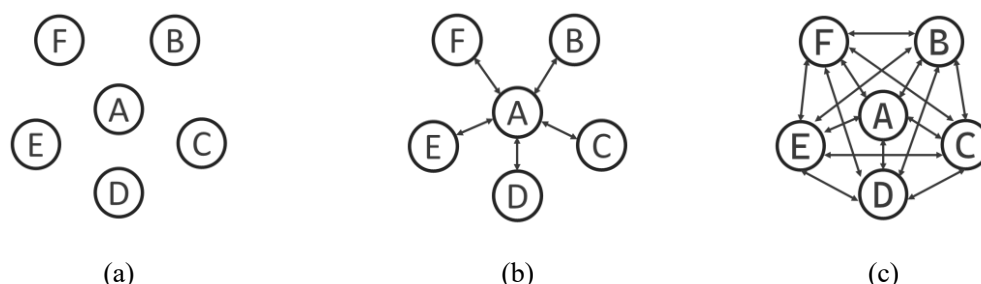


图 1 不同形式的供应链安全示意图

资料来源:作者自制

## (二) 本文对供应链安全的概念界定

本文认为供应链安全本质上是一个国家安全问题,其产生的背景是各国在参与全球供应链分工过程中,国家的主权边界和权力基础被重构,从而导致了国家安全内涵的拓展。从概念内涵来讲,供应链安全既意味着一国能有效抵御外界的风险冲击,也意味着在供应链系统中具有较强的影响力,此外,作为一个整体的全球供应链生态具有自我维持和有序运行的韧

<sup>①</sup> 罗伯特·基欧汉、约瑟夫·奈:《权力与相互依赖》,门洪华译,北京:北京大学出版社,2012年,第11页; Susan Strange, *States and Markets*, Bloomsbury Publishing, 2015, p. 47; Walter Russell Mead, "America's Sticky Power," *Foreign Policy*, vol. 141 (March 2004), pp. 46-53; Anne-Marie Slaughter, "America's Edge: Power in the Networked Century," *Foreign Affairs*, (2009), pp. 94-113; Henry Farrell and Abraham L. Newman, "Weaponized Interdependence: How Global Economic Networks Shape State Coercion," *International Security*, vol. 44, no. 1 (2019), pp. 42-79.

<sup>②</sup> 庞珣、何晴倩:《全球价值链中的结构性权力与国际格局演变》,《中国社会科学》,2021年第9期。

性和适应性，不会发生系统性的溃败也是供应链安全的重要组成部分。综合上述三个层次的内涵，可以将供应链安全的内涵界定为凡是涉及一国在参与全球供应链体系中所面临的要素安全、结构安全和系统安全。

第一，要素安全指一国供应链应对外界冲击的能力。只要一国参与全球供应链分工，无论参与程度和参与方式为何，不管进口还是出口，都会或多或少产生要素安全问题。衡量供应链要素安全主要有两个维度，即短期的敏感性和长期的脆弱性。敏感性指供应链受外部冲击影响的敏感程度，可以用对国外生产或消费的依赖度来衡量；脆弱性指外部冲击造成本国供应链的损失程度，可以用对国外供给或需求依赖的多元化程度来衡量。总的来说，对外依赖度越低、多元化程度越高的国家其要素安全水平越高，越不容易受到全球供应链风险的影响。因此，提升供应链要素安全水平的路径主要有两条：其一，提高国内供应链的自主程度，减少对国外生产和市场的依赖；其二，拓展多元化、分散化的供应链网络，减少对特定国家的依赖，保证在面临外部供应链中断时有可替代性的解决方案。

第二，结构安全指一国通过供应链对他国施加影响的能力。在参与全球供应链的过程中，国与国之间形成了复杂的相互依赖和影响关系，而非对称的相互依赖和影响则构成了一种国家权力。结构安全就是在这种互动和比较中产生的，衡量了一国在全球供应链中的影响力和重要性。在现实中，处于供应链网络的中心节点位置的国家往往拥有对其他国家施加影响的非对称权力，从而获得更高的结构安全水平。因此，提升供应链结构安全水平的路径主要有两条：其一，提升本国在供应链网络中的中心性，从而获得更大的影响力；其二，降低其他国家在供应链网络中的中心性，从而提高本国的相对优势。

第三，系统安全指整个供应链系统应对外部冲击和维持内部稳定的能力。系统安全衡量了全球供应链的整体安全水平，而并非针对于个体国家。系统安全包含两个方面：第一，应对外部冲击能力，是指面对新冠肺炎疫情之类的突发情况，全球供应链体系能否迅速恢复、有效运转；第二，维持内部稳定的能力，是指全球供应链体系能否有效化解成员之间的冲突，维持系统长期稳定运转。影响系统安全的因素有很多，包括但不限于外生冲击的概率及强度、内生冲击的概率及强度、供应链网络结构的稳定性等。

总之，要素安全、结构安全和系统安全，三者既各自独立又相互作用影响，从不同维度衡量了一国的供应链安全水平。要素安全本质上是一种内向型安全，反映了一国在遭受冲击的情况下供应链受损程度及其抗打击能力；结构安全本质上是一种外向型安全，反映了一国能够通过供应链对他国施加影响的能力；系统安全本质上是一种总体型安全，反映了整个供应链系统应对外部冲击和维持内部稳定的能力。

在政策实践中，不同语境下对供应链安全的定义和侧重点也有不同：“要着力打造自主可控、安全可靠的产业链、供应链，力争重要产品和供应渠道都至少有一个替代来源，形成必要的产业备份系统”<sup>①</sup>，强调了提高国内供应链应对外界冲击的要素安全水平的重要性；

---

<sup>①</sup> 习近平：《国家中长期经济社会发展战略若干重大问题》，2020年10月31日，[http://www.qstheory.cn/dukan/qs/2020-10/31/c\\_1126680390.htm](http://www.qstheory.cn/dukan/qs/2020-10/31/c_1126680390.htm)，2022年9月1日。

与之相对，“巩固提升优势产业的国际领先地位，提升产业质量，拉紧国际产业链对我国的依存关系，形成对外方人为断供的强有力反制和威慑能力”<sup>①</sup>，则强调了要提升对全球供应链体系影响力的结构安全水平；“在经济全球化时代，各国安全相互关联、彼此影响。没有一个国家能凭一己之力谋求自身绝对安全，也没有一个国家可以从别国的动荡中收获稳定”<sup>②</sup>，则是一种维持全球供应链稳定运转的系统安全思维。而事实上，即使是同样的政策，对不同维度供应链安全的影响也可能是复杂的，有时甚至截然相反。例如，一国减少对全球供应链体系的依赖程度可以提升本国的要素安全水平，但同时也可能损失本国在全球供应链体系中的影响力，导致结构安全水平的降低；再如，一国在提升自己的结构安全水平的同时，往往会降低其他国家的结构安全水平，这种外部性影响很可能导致国家间的不满，阻碍了供应链系统的内部稳定，降低了系统安全水平。因此，在进行相关学术研究和政策讨论之前，应当先清晰界定供应链安全的内涵，厘清不同类型安全之间的关系。

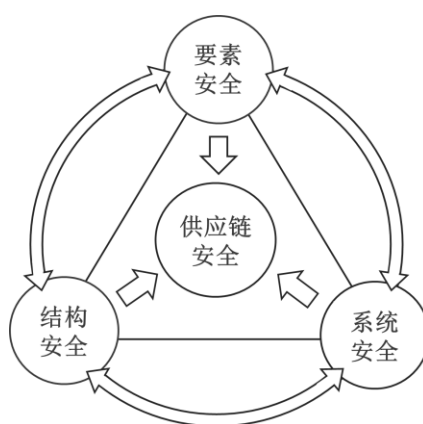


图2 供应链安全内涵的示意图

资料来源：作者自制

## 二、供应链安全的测算框架

### （一）供应链安全的影响因素与数据来源

围绕什么因素影响一国的供应链安全水平，国内外学者们也进行了诸多讨论。斯蒂芬·瓦格纳（Stephan Wagner）和克里斯托夫·博德（Christoph Bode）将影响供应链安全的因素分为五类：供给侧风险、需求侧风险、监管和法律风险、基础设施风险、灾难性风险，其中灾难性风险包括自然灾害、社会政治不稳定和恐怖袭击等。<sup>③</sup> 保罗·克雷恩多佛（Paul

① 习近平：《国家中长期经济社会发展战略若干重大问题》，2020年10月31日，[http://www.qstheory.cn/dukan/qs/2020-10/31/c\\_1126680390.htm](http://www.qstheory.cn/dukan/qs/2020-10/31/c_1126680390.htm)，2022年9月1日。

② 习近平：《习近平谈治国理政（第2卷）》，北京：外文出版社，2017年，第523页。

③ Stephan M. Wagner and Christoph Bode, "An Empirical Examination of Supply Chain Performance Along Several Dimensions of Risk," *Journal of Business Logistics*, vol. 29, no. 1 (2008), pp. 307-325.

Kleindorfer) 和杰曼·萨德 (Germaine Saad) 则根据影响程度的不同, 将影响供应链安全的因素分为一般性供求协调方面的风险和造成重大供应链中断的风险, 后者主要包括运营突发事件、自然灾害、恐怖主义和政治不稳定。<sup>①</sup> 苏庆义从经济和政治两个维度, 探讨了影响一国供应链安全的四个变量, 即外国依赖度、多元化程度、政治关系、断供能力。<sup>②</sup> 波尔·安特拉斯 (Pol Antràs) 强调大国关系是影响全球供应链安全的关键变量, 并指出 20 世纪 80 年代以来伴随着中国改革开放和美苏冷战结束, 东西方关系的缓和是推动全球供应链发展的重要因素, 并认为中美关系的好坏将直接影响未来全球供应链发展。<sup>③</sup>

基于上文对供应链安全概念的界定, 本文认为供应链安全本质上是全球化生产分工所带来的权力问题, 而这个权力的基础就是国家间的相互依赖。具体来说, 各国在参与全球供应链的过程中, 也形成了一张无形的相互依赖关系网络, 在网络中处于不同节点位置的国家其要素安全、结构安全水平各异, 同时相互依赖的网络结构也影响着其系统安全水平。因此, 讨论供应链安全的影响因素本质上就是在讨论什么因素影响国家间的相互依赖关系。本文认为影响一国供应链安全水平主要有以下四个因素, 即经济因素、政治因素、地理因素、行业因素。

第一, 经济因素是影响供应链安全的基础性因素。供应链的本质就是全球化生产分工, 表现为国家间的中间品贸易往来, 而这种贸易往来导致了国家间的相互依赖关系, 构成了供应链安全的权力基础。需要强调的是, 这种相互依赖关系往往是双向的, 例如, 当 A 国从 B 国进口某种中间品时, A 国就面临对 B 国的生产依赖, 与此同时, B 国也产生了对 A 国的市场依赖。为了刻画这种经济相互依赖关系, 学术界主流的做法是构造各国中间品贸易的有向加权网络模型 (directed-weighted network)。<sup>④</sup> 其中, 每个节点代表一个国家, 节点间的连线代表国家间的中间品贸易往来, 贸易量越大连线的权重越高。经合组织世贸组织增加值贸易 (Trade in Value Added, TiVA) 数据库提供了 1995-2018 年间 66 个主要国家和经济体、45 个行业之间的中间品贸易数据, 是目前研究全球供应链所广泛使用的数据库。<sup>⑤</sup> 使用该数据, 本文构造了纯经济因素影响下的相互依赖网络, 并测算各国基准情形下的供应链安全水平。

第二, 政治因素是影响供应链安全的决定性因素。如果只考虑经济因素, 本质上就假设了一国只要从国外进口或出口中间品都会面临同样概率和强度的供应链风险, 而无论同对方国家的政治关系如何。纯经济因素下的供应链安全在解释新冠肺炎疫情、宏观经济波动等外

---

① Paul R. Kleindorfer and Germaine H. Saad, "Managing Disruption Risks in Supply Chains," *Production and Operations Management*, vol. 14, no. 1 (2005), pp. 53-68.

② 苏庆义. 全球供应链安全与效率关系分析[J]. 国际政治科学, 2021, 6(02):1-32.

③ Pol Antràs, "De-globalisation? Global value chains in the post-COVID-19 age," *National Bureau of Economic Research*, No. w28115 (2020).

④ Fan Tianlong, et al., "The Rise and Fall of Countries on World Trade Web: A Network Perspective," *International Journal of Modern Physics C*, vol. 32, no. 8 (2021); 庞珣、何晴倩:《全球价值链中的结构性权力与国际格局演变》,《中国社会科学》2021 年第 9 期; 黄祖南、郑正喜:《复杂产业网络度中心性研究》,《统计研究》2021 年第 5 期。

⑤ OECD, "OECD Statistics on Trade in Value Added", OECD Statistics on Trade in Value Added (database), September 1, 2022, <https://doi.org/10.1787/data-00648-en>, September 1, 2022.



生冲击对本国影响时具有较强的解释力,但不易于解释中美战略竞争背景下全球政治格局演变对供应链安全的影响。因为安全本质上来源于对威胁发生概率的感知,以美国为例,从其盟国进口中间品显然比依赖竞争对手要承担更低的供应链风险。因此,本文在测算供应链安全水平时同样强调政治因素的影响。具体来说,本文基于全球中间品贸易网络模型,在投入产出表中国家*i*出口到国家*j*中间品增加值 $x_{ij}$ 的基础上,增加了两国的国际政治关系 $politics_{ij}$ 权重,即将国家*i*出口到国家*j*政治加权中间品增加值定义为 $x_{ij}^* = x_{ij} * politics_{ij}$ ,从而构造了政治加权的中间品贸易网络模型,据此测算同时考虑经济和政治因素的各国供应链安全水平。其中,国际政治关系指标 $politics_{ij}$ 构造参考了迈克尔·贝利(Michael A. Bailey)等人的研究,使用联合国大会投票数据测算出各国投票理想点(ideal point),将国家之间理想点距离作为国际政治关系的代理变量。<sup>①</sup> 两国的投票理想点距离越小,代表两国政治偏好更接近,影响两国供应链安全的政治风险越小。为了避免离群值对结果的影响,本文对国际政治关系指标进行了前后 0.5%的缩尾处理。

第三,地理因素是影响供应链安全的重要变量。通常认为由于运输过程中的不可控因素,相距较远的国家间的贸易很可能会承担更大的供应链安全风险。本文进一步将地理因素纳入供应链安全的测算框架,在国家*i*出口到国家*j*中间品增加值 $x_{ij}$ 的基础上,增加了两国的地理距离 $distance_{ij}$ 权重,构造了地理加权的中间品增加值 $x'_{ij} = x_{ij} * distance_{ij}$ ,据此测算同时考虑经济和地理因素的各国供应链安全水平。其中,地理距离指标 $distance_{ij}$ 构造参考了 Gravity 数据库,使用两国人口最多的城市之间距离的加权平均数的对数值作为地理距离的代理变量。<sup>②</sup>

第四,行业因素同样影响着供应链安全。由于各国要素禀赋、技术水平和产业结构的差异,不同行业的供应链安全水平也有明显差异。因此,除了考察一国总体供应链安全水平,也要关注其行业的异质性。具体来说,本文基于 TiVA 数据库,使用同时考虑经济、政治因素的供应链安全测算方式的基础上,对各国在 17 个制造业行业内的供应链安全水平分别进行测算比较,试图从行业层面呈现供应链安全水平的全貌。

总之,经济、政治、地理、行业这四个因素共同作用影响一国的供应链安全水平。为了分别观察比较不同因素的影响程度,本文首先提出纯经济因素下的供应链安全水平测算框架,进而以此为基础,先后引入政治因素、地理因素和行业因素,分析不同因素对供应链安全水平的影响。

## (二) 供应链安全的测算框架

基于本文对供应链安全的概念界定和影响因素分析,结合国际政治经济学、国家安全学

---

① Michael A. Bailey, Anton Strezhnev and Erik Voeten, "Estimating Dynamic State Preferences From United Nations Voting Data," *Journal of Conflict Resolution*, vol. 61, no. 2 (2017), pp. 430-456; 庞珣、王帅:《中美对外援助的国际政治意义——以联合国大会投票为例》,《中国社会科学》2017年第3期。

② Keith Head and Thierry Mayer, "Gravity Equations: Workhorse, Toolkit, and Cookbook," *Handbook of International Economics*, vol. 4, 2014, pp. 131-195.

和社会网分析等领域的既有研究，本文尝试提出对要素安全度、结构安全度和系统安全度的测算框架。

### 1. 要素安全度的测算

要素安全度衡量了一国在全球供应链体系中的敏感性和脆弱性。本文参考了苏庆义、贺俊、徐奇渊等的研究，使用中间品进口（出口）的依赖度作为敏感性的测度指标，使用中间品进口（出口）的集中度作为脆弱性的测度指标，进而构造要素安全度的测算方法。<sup>①</sup>

首先讨论纯经济因素下的要素安全度测算方式，具体测算过程如下。假设国家*c*在生产过程中投入的中间品来自国家*i*进口的部分为 $x_{ic}$ ，生产出的中间品出口到国家*j*的部分为 $x_{cj}$ ，且假设供应链中一共有*N*个国家。那么，国家*c*的供应链进口依赖度 $DI^{im}(c)$ 可以表示为来自国外中间品投入占总中间品投入的比重，即 $DI^{im}(c) = \frac{\sum_{i=1, i \neq c}^N x_{ic}}{\sum_{i=1}^N x_{ic}}$ ，该指数介于 0 到 1 之间，数值越大代表供应链进口依赖度越高、风险越大。赫芬达尔—赫希曼指数（Herfindahl-Hirschman Index, HHI）是国际经济学中计算产业集中度的常用指标，本文将国家*c*的供应链进口集中度 $HHI^{im}(c)$ 表示为各国占本国所有进口中间品的份额的平方和，即 $HHI^{im}(c) = \sum_{j=1, j \neq c}^N \left( \frac{x_{jc}}{\sum_{i=1, i \neq c}^N x_{ic}} \right)^2$ ，该指数介于 $1/N$ 和 1 之间，数值越大代表供应链进口集中度越高、风险越大。同样道理，可以构造一国供应链出口依赖度 $DI^{ex}(c)$ 、出口集中度 $HHI^{ex}(c)$ 表达式： $DI^{ex}(c) = \frac{\sum_{i=1, i \neq c}^N x_{ci}}{\sum_{i=1}^N x_{ci}}$ ， $HHI^{ex}(c) = \sum_{j=1, j \neq c}^N \left( \frac{x_{cj}}{\sum_{i=1, i \neq c}^N x_{ci}} \right)^2$ 。进一步，我们将国家*c*的供应链进口要素安全度 $FS^{im}(c)$ 表示为供应链进口依赖度 $DI^{im}(c)$ 和进口集中度 $HHI^{im}(c)$ 几何平均数的倒数并取自然对数，即 $FS^{im}(c) = \ln \left( \frac{1}{\sqrt{DI^{im}(c) \cdot HHI^{im}(c)}} \right)$ ，该指标衡量了一国应对全球供应链中间品供给冲击的能力。同理，可以得到该国出口要素安全度 $FS^{ex}(c)$ 的表达式， $FS^{ex}(c) = \ln \left( \frac{1}{\sqrt{DI^{ex}(c) \cdot HHI^{ex}(c)}} \right)$ 。最后，参考有向加权网络的处理方式<sup>②</sup>，综合进口侧和出口侧的结果，我们得到国家*c*总要素安全度 $FS(c)$ 的表达式为：

$$FS(c) = \sqrt[3]{FS^{im}(c) \cdot FS^{ex}(c) \cdot \frac{FS^{im}(c) + FS^{ex}(c)}{2}} \quad (1)$$

上述的测算方式只考虑了经济因素对供应链要素安全度的影响，以此为基准情形，本文进一步给出考虑政治、地理和行业因素的测算方式。当纳入政治因素时，需要将基准测算方式中所使用的国家*i*出口到国家*j*中间品增加值数据 $x_{ij}$ 的基础上，乘上两国的国际政治关系 $politics_{ij}$ 权重，把新构造的政治加权中间品增加值数据 $x_{ij}^* = x_{ij} * politics_{ij}$ 代入到式（1）求解，即可得到同时包含经济、政治因素的要素安全度。与此相似，在纳入地理因素时，只需进一步在 $x_{ij}^*$ 的基础上，乘上两国的地理距离 $distance_{ij}$ 权重，使用新构造的地理、政治加权

① 贺俊：《从效率到安全：疫情冲击下的全球供应链调整及应对》，《学习与探索》2020年第5期；苏庆义：《全球供应链安全与效率关系分析》，《国际政治科学》2021年第2期；徐奇渊、东艳等：《全球产业链重塑：中国选择》，北京：人民出版社，2022年，第50-53页。  
② 赵构恒、贾鹏、周安民：《有向加权网络中的改进度中心性》，《计算机应用》2020年第S1期。

中间品增加值数据 $x'_{ij} = x_{ij} * politics_{ij} * distance_{ij}$ 代入到式(1), 此时得到的要素安全度就综合考虑了经济、政治和地理因素。最后, 在考虑行业因素时, 只需将上述测算中使用的 $x_{ic}$ 替换为国家 $c$ 在 $b$ 行业生产过程中投入的中间品来自国家 $i$ 进口的部分 $x_{ic}^b$ , 将 $x_{cj}$ 替换为国家 $c$ 的 $b$ 行业生产出的中间品出口到国家 $j$ 的部分 $x_{cj}^b$ , 并重新代入式(1), 即可得到国家 $c$ 在 $b$ 行业的供应链要素安全度。

## 2. 结构安全度的测算

结构安全度衡量了一国在全球供应链体系中的相对影响力。本文参考了庞珣、黄祖南、范天龙等人的研究, 将各国中间品贸易的有向加权网络中的节点度中心性(degree centrality)作为不同国家在全球供应链体系中的重要性和影响力的测度指标, 进而构造结构安全度的测算方法。<sup>①</sup>

同样, 先讨论纯经济因素下的结构安全度测算方式, 具体测算过程如下。首先, 对某一个产业或者国家整体的中间品贸易情况构造世界贸易网络模型(World Trade Web), 其中每个节点代表一个国家, 节点间的连线代表国家间的中间品贸易往来, 相邻节点间边的权重 $w_{ic}$ 定义为从国家 $i$ 出口到国家 $c$ 的中间品 $x_{ic}$ 占全球中间品贸易总量的比重, 即 $w_{ic} = \frac{x_{ic}}{\sum_{j=1}^N \sum_{i=1, i \neq j}^N x_{ij}}$ 。

接着, 参考托尔·奥普萨尔(Tore Opsahl)等的方法, 本文将节点在网络中的度中心性 $DC(c)$ 定义为其相邻节点个数 $k_c$ 和连边的权重之和 $\sum w_{ic}$ 的几何平均数, 其中, 相邻节点个数越多意味着该节点越可能被包含在更多的局部网络结构中, 对整体网络的影响更大, 边的权重之和越大意味着该节点越容易影响到周围的节点。<sup>②</sup> 由此, 国家 $c$ 的进口度中心性可以表示为

$$DC^{im}(c) = \sqrt{k_c^{im} \cdot \sum_{j=1, j \neq c}^N w_{jc}}, \quad \text{出口度中心性可以表示为 } DC^{ex}(c) = \sqrt{k_c^{ex} \cdot \sum_{j=1, j \neq c}^N w_{cj}}。$$

进一步, 考虑到结构安全度衡量了一国在全球供应链体系中的相对影响力, 因此将国家 $c$ 的进口结构安全度 $SS^{im}(c)$ 表示为该国进口度中心性 $DC^{im}(c)$ 和所有国家进口度中心性均值的比例, 即 $SS^{im}(c) = \frac{N \cdot DC^{im}(c)}{\sum_{j=1}^N DC^{im}(j)}$ 。同理, 该国的出口结构安全度 $SS^{ex}(c)$ 可以表示为 $SS^{ex}(c) =$

$\frac{N \cdot DC^{ex}(c)}{\sum_{j=1}^N DC^{ex}(j)}$ 。最后, 综合进口侧和出口侧的结果, 我们得到国家 $c$ 总结构安全度 $SS(c)$ 的表达式

为:

$$SS(c) = \sqrt[3]{SS^{im}(c) \cdot SS^{ex}(c) \cdot \frac{SS^{im}(c) + SS^{ex}(c)}{2}} \quad (2)$$

式(2)给出了纯经济因素下的供应链结构安全度的测算方式, 以此为基准情形, 本文进一步引入政治、地理和行业因素。与测算要素安全度时的处理方式类似, 我们在基准测算

① Tore Opsahl, Filip Agneessens and John Skvoretz, "Node Centrality in Weighted Networks: Generalizing Degree and Shortest Paths," *Social Networks*, vol. 32, no. 3 (2010), pp. 245-251; Fan Tianlong, et al., "The Rise and Fall of Countries on World Trade Web: A Network Perspective," *International Journal of Modern Physics C*, vol. 32, no. 8 (2021); 庞珣、何晴倩:《全球价值链中的结构性权力与国际格局演变》,《中国社会科学》2021年第9期; 黄祖南、郑正喜:《复杂产业网络度中心性研究》,《统计研究》2021年第5期。

② Tore Opsahl, Filip Agneessens and John Skvoretz, "Node Centrality in Weighted Networks: Generalizing Degree and Shortest Paths," *Social Networks*, vol. 32, no. 3 (2010), pp. 245-251.

方式中所使用的国家*i*出口到国家*j*中间品增加值数据 $x_{ij}$ 先后加入国际政治关系 $politics_{ij}$ 权重、地理距离 $distance_{ij}$ 权重,重新带入式(2),此时得到的结构安全度就同时考虑了经济、政治和地理因素。最后,将 $x_{ij}$ 从国家整体的中间品贸易数据替换为特定行业的数据,便可得到行业层面的供应链结构安全度。

### 3. 系统安全度的测算

上文讨论的要素安全度和结构安全度分别衡量了某一具体国家供应链的抗风险能力和相对影响力。不同于上述两个指标,系统安全度则衡量了整个供应链系统维持稳定运转的能力,并非针对特定的国家。系统安全是在全球供应链参与者的复杂互动中产生,并无差别影响所有国家供应链安全水平的一个系统变量。近年来,国内外学者基于投入产出模型、贝叶斯网络建模等方式提出了供应链风险的测算方式,但由于系统安全的形成机制复杂、影响因素繁多,学界尚未形成公认的模型和算法。<sup>①</sup> 本文仅从定性角度分析讨论影响系统性安全度的三个主要因素。

第一,外生冲击。不可预测的外部冲击是影响供应链系统安全水平的重要因素。历史的经验表明,无论是飓风、地震等自然灾害,还是战争、恐怖主义等不稳定因素,或是非典、新冠肺炎等全球流行病,都会不同程度地引发全球供应链的震荡。这些外生冲击的发生概率、范围、时间和强度都会对系统安全度产生影响。该因素既不可预测也无法抗拒,外生冲击一旦发生,所有供应链参与国必须接受并承担相应的损失。

第二,内生冲击。经贸摩擦、恶意断供等供应链体系的内生冲击也是影响系统安全度的重要因素。在参与全球供应链分工的过程中,各国形成了复杂的相互依赖网络,一国的国内政策往往会通过供应链网络传导到其他国家,并产生不可忽视的外部性影响。例如,如果一国以提高国内供应链安全水平为由,通过压缩中间品贸易规模来降低其对外依赖度,尽管其自身的安全度得到改善,对于其他贸易伙伴而言则可能是一种人为的断供冲击。倘若这类外部性不能被有效化解,往往会发展演化为国家间的矛盾争端,进而威胁整个供应链系统安全的实现。

第三,网络结构。无论是外生冲击还是内生冲击,最终还是需要通过供应链网络传导至系统中的各个参与者,因此供应链网络结构也是影响其系统安全度的重要因素。即使面对完全相同的冲击,供应链的网络结构越稳定,其化解冲击、抗风险能力就越强,系统中的国家受到冲击的影响程度就越小。

系统安全度作为衡量供应链整体安全水平的指标,其与个体国家的安全度有着密不可分的联系:一方面,系统安全会沿着供应链网络传递,最终影响到每个个体国家的安全水平,

---

<sup>①</sup> David Bogataj and Marija Bogataj, "Measuring the Supply Chain Risk and Vulnerability in Frequency Space," *International Journal of Production Economics*, vol. 108, no. 1-2 (2007), pp. 291-301; Iris Heckmann, Tina Comes and Stefan Nickel, "A Critical Review on Supply Chain Risk-Definition, Measure and Modeling," *Omega*, vol. 52 (2015), pp. 119-132; Ritesh Ojha, Abhijeet Ghadge, Manoj Kumar Tiwari and Ummit S. Bititci, "Bayesian Network Modelling for Supply Chain Risk Propagation," *International Journal of Production Research*, vol. 56, no. 17 (2018), pp. 5795-5819; 王灿、朱建军:《基于贝叶斯网络的复杂产品研制供应链风险缓解策略优选》,《工业工程与管理》2020年第1期。

通常来说，一国的要素安全度越高，受系统安全的影响就越小；另一方面，供应链网络是所有参与国家在互动中形成的，各国参与全球分工的形式和深度决定了其对系统安全度的影响力，通常来说，一国的结构安全度越高，对系统安全的影响就越大。

### 三、供应链安全的国际比较

基于对供应链安全的概念定义和测算框架，本文进一步使用经合组织世贸组织增加值贸易（TiVA）数据库，对 1995-2018 年间全球人口超过 1000 万人的 39 个主要国家制造业的供应链安全水平及其演变进行测算比较。本部分将以纯经济因素下的供应链安全水平作为基准测算结果，进而分别加入国际政治、地理距离、行业异质性因素改进供应链安全水平的测算方式，力图从更多维度刻画主要国家供应链安全的现状，并进行分析比较。

#### （一）纯经济因素的供应链安全

首先，根据本文提出的供应链安全水平测算方法，计算了 2018 年全球人口超过 1000 万人的 39 个主要国家制造业的要素安全、结构安全水平。图 3 展示了主要国家供应链安全水平分布图，有以下几个主要发现。第一，只考虑经济因素，中国是当前全球供应链安全水平最高的国家，无论是要素安全水平还是结构安全水平都高于同时期的其他国家，表明中国制造业自给自足能力较强，不但自身能有效应对全球供应链的外部冲击，而且能够通过供应链对其他国家产生重要影响。第二，从国际比较来看，各国供应链安全水平的分化较为明显，通常只有少数几个中心国家对全球供应链安全产生重要影响，大部分国家则位于边缘位置。本文的测算结果表明，中国、美国、德国依次是全球供应链安全水平最高的三个国家，这三国不仅分别是亚洲、美洲和欧洲最大的经济体，也是区域内跨国供应链合作的中心国家，三国的货物贸易进出口额占全球的 30% 左右，能够对全球供应链体系产生关键影响。<sup>①</sup> 第三，尽管要素安全和结构安全衡量了一国供应链安全水平的两个不同维度，但从各国的测算结果来看，两者数值高度正相关，几乎找不到一个要素安全度低且结构安全度高的国家。如果不考虑其他因素影响，对 2018 年各国供应链结构安全度和要素安全度进行简单的线性回归，发现回归系数为 2.0，t 值为 2.64，在 95% 的置信区间上显著，表明了那些对全球供应链产生重要影响的国家往往其自身的自给自足能力也较强。

---

<sup>①</sup> 商务部国际贸易经济合作研究院：《2018 年世界主要经济体货物贸易统计摘要》，2019 年 9 月，<https://www.caitec.org.cn/upfiles/file/2020/0/20200119101614285.pdf>，2022 年 9 月 1 日。

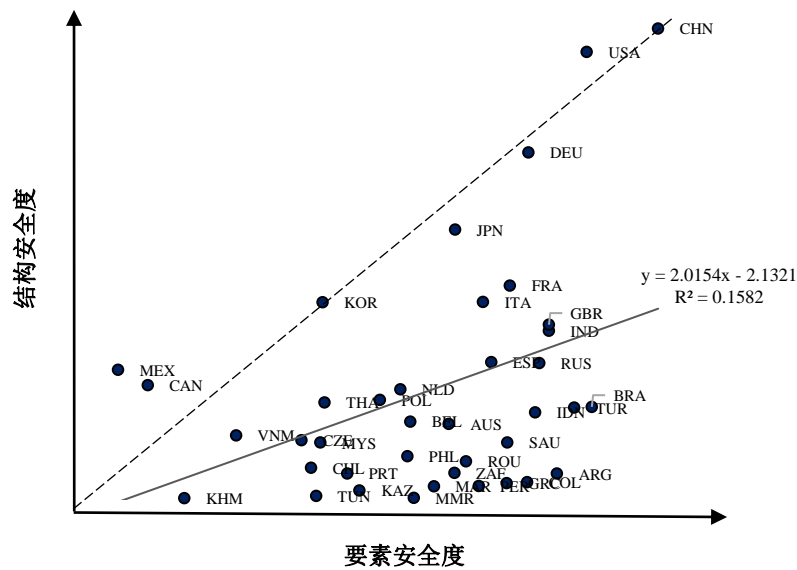


图3 主要国家供应链安全水平分布（2018年）

资料来源：世界投入产出数据库，作者测算

其次，本文对中国、美国、德国三个主要国家在1995至2018年间供应链安全水平的演变趋势进行测算比较，结果如图4所示。可以发现，在过去20多年间全球供应链安全格局发生了深刻变化，中国在供应链系统中的重要性大幅上升，而美国的相对优势却在不断下降，德国则长期保持相对稳定水平。20世纪末，美国是全球供应链的中心，长期以来维持着以“美国—德国—东亚四小龙”为核心的全球供应链体系，这一时期尽管中国的供应链对外依赖度较低、要素安全水平较高，但结构安全水平较低、对全球供应链体系影响力有限。伴随着2001年中国入世并逐步参与全球供应链分工，在初期，中国经济的对外依赖度有小幅上升，表现为1995至2004年要素安全度的下降。然而，随着时间的推移，中国国内产业体系不断升级完善，国际竞争力日益提高，相关产业的对外依赖程度也随之开始下降，自2005年起中国的要素安全度和结构安全度就长期保持同步上升趋势，到2013年中国的供应链安全水平已超越美国，稳定成为对全球供应链安全产生关键影响的国家，形成了“中国—美国—德国”三足鼎立的全球供应链安全格局。美国方面，自2000年开始，美国供应链的结构安全度水平呈持续下降趋势，对全球供应链体系的影响力不断下滑，这和美国金融市场的持续繁荣和长期“去工业化”趋势是一致的。直到2008年全球金融危机后，美国政府和企业才开始反思过度金融化的后果，并采取一系列措施推动“再工业化”，着手重塑美国制造业的竞争优势，这一时期美国供应链的结构安全度才开始维持在相对稳定水平，甚至有小幅度上升。与中、美两国形成鲜明对照，德国的供应链安全水平整体上处于较为稳定水平，这和德国长期以来坚持“工业立国”的原则，以及政府重视培养本国制造业竞争优势等做法密不可分。

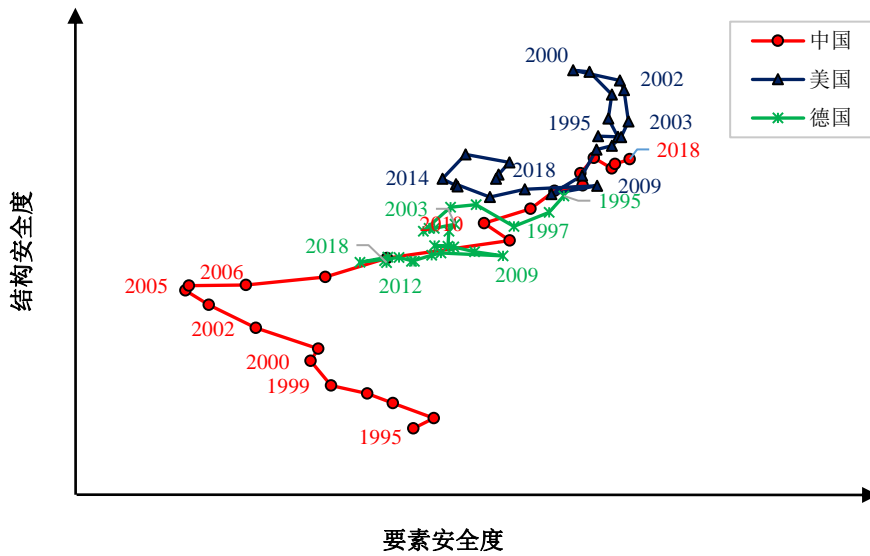


图4 中、美、德三国供应链安全水平演变（1995-2018年）

资料来源：世界投入产出数据库，作者测算

## （二）纳入政治因素的供应链安全

上述纯经济因素框架下的测算方式假设所有贸易伙伴都是同质的，事实上政治因素也是影响供应链安全水平的重要变量。本文先后采用两种方式将政治因素纳入供应链安全的分析框架。其一，考察国际关系对供应链安全的影响。具体来说，本文使用联合国大会投票数据，测算出各国投票理想点，将国家之间理想点距离作为双边政治关系的代理变量，据此重新测算并比较各国的供应链安全水平。其二，考察联盟因素对供应链安全的影响。今天经济联盟日益成为影响一国供应链安全水平的重要变量，特别是在新冠肺炎疫情冲击后，主要国家纷纷开始筹备建立双边或区域联盟，以保障本国供应链的安全稳定。

### 1. 国际关系的影响

首先，本文考察国际关系对供应链安全的影响。图5展示了在同时考虑经济和政治因素情况下，对主要国家2018年供应链安全水平的测算结果，通过与纯经济因素框架下的测算结果（图3）比较，可以有以下三点发现。第一，在加入了政治因素后，美国的供应链安全水平有了较大提升，并取代中国成为了全球供应链安全水平最高的国家，同时具有较强的自给自足能力和全球影响力。第二，与之前的测算结果相比，德国的供应链要素安全度有了明显提升，这主要是由于德国的中间品贸易中很大一部分都是同欧盟成员国的贸易，这部分贸易承担的政治风险较小，因此在纯经济因素的测算框架下其供应链安全水平被低估了。第三，尽管在考虑政治因素的影响后，各国供应链安全的绝对水平和相对位置有所微调，但美国、中国、德国仍然是目前全球供应链安全体系中仅有的三个同时拥有高要素安全度和高结构安

全度的国家，也是能对全球供应链安全产生重要影响的关键国家。

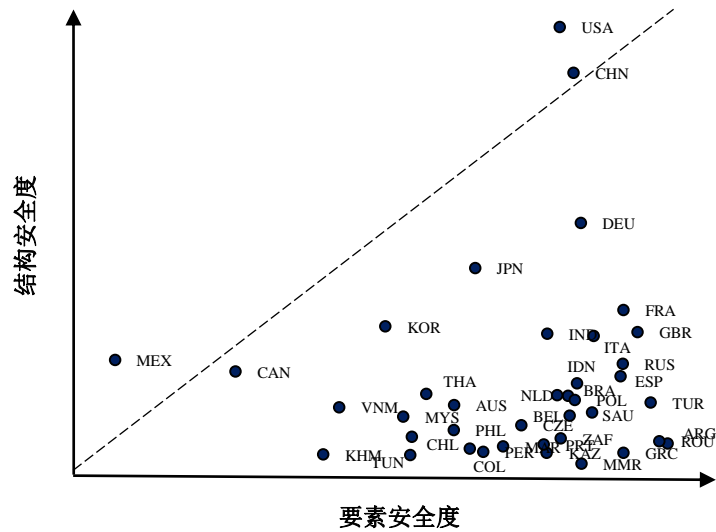


图5 纳入政治因素后的主要国家供应链安全水平分布（2018年）

资料来源：世界投入产出数据库，作者测算

## 2. 联盟的影响

接下来，本文考察联盟因素的影响。本文认为，联盟因素对供应链安全的影响主要体现在以下两个方面：一方面，一国通过和他国建立供应链联盟关系，减少同对方国家经贸往来过程中的不确定性，从而改善本国供应链的要素安全水平；另一方面，建立联盟关系的国家形成了一个“供应链共同体”，能够通过一致行动，合作对供应链体系中的第三国施加影响，从而提升联盟国家供应链的结构安全水平。为了定量分析联盟因素对一国供应链安全的影响，本文在前文基础上，进一步改进了对供应链安全水平的测算方式。具体来说，假设A国同B国建立了联盟关系，给定联盟的可靠性，认为A、B两国间的中间品贸易往来不存在供应链安全风险，因此在计算A国的要素安全水平时就这部分双边贸易都视同在A国国内生产并消费的部分。同时，由于联盟的存在使得A、B两国形成一个供应链共同体，因此在计算A国的结构安全水平时应将A、B两国视为一个整体，来评估其对于全球供应链体系的影响力。

使用上述测算方式，本文以中国、美国、德国三国作为典型案例，分别讨论了在不同的供应链联盟情况下对三国供应链安全水平的影响，结果如图6所示。以美国为例，本文先后测算了美国加入“美英澳三边安全伙伴关系（AUKUS）”、“四方安全对话（QUAD）”、“五眼联盟（FVEY）”、“七国集团（G7）”、“印太经济框架（IPEF）”等多边机制对其供应链安全水平的影响，并假设参与联盟的国家都能在供应链安全议题上有效合作。可以发现，美国在加入上述联盟后都能不同程度地显著提高其供应链的全球影响力（结构安全水平），但对于



提升美国供应链抗风险能力（要素安全水平）并无明显效果。这主要由于这些国家同美国的产业结构相似度较高，对特定中间品的结构性互补优势并不明显。然而，本文发现，倘若中、美两国能够在供应链安全领域结成同盟关系，便可同时显著提高美国的要素安全和结构安全水平，其对美国供应链安全水平的改善效果要远超过拜登政府正在推动成立的“四方安全对话”、“五眼联盟”、“印太经济框架”等国际机制，从而大幅提升美国供应链应对外部风险的能力。

对中国的测算结果表明，中国深化同俄罗斯的供应链同盟关系、加入“区域全面经济伙伴关系协定（RCEP）”可以一定程度上改善中国的供应链安全水平。与之相比，中国加强同日本、韩国的供应链合作对要素安全和结构安全水平的提升效果更为明显，表明中、日、韩三国产业互补程度较高，在供应链安全议题上具有广阔的合作空间。与美国的测算结果类似，本文发现倘若中、美两国能就供应链安全议题结成同盟关系，对中国供应链安全的改善效果要远超过中俄、中德、中日韩等双边多边合作机制。

综上所述，政治因素是影响供应链安全的关键变量。一方面，本文发现，在纳入国际关系因素的影响后，各国供应链安全的绝对水平和相对位置有显著改变。因此，一国可以通过优化同贸易伙伴的政治关系，从而在保持原有的供应链分工格局不变的前提下，同步提升供应链安全水平。另一方面，本文对联盟因素影响的分析结果表明，中、美两国供应链的互补性极强，双方互为影响对方国家供应链安全水平的最重要贸易伙伴。因此，维护好中美双边关系对于两国供应链安全目标实现至关重要：倘若双边关系处理得当，将成为保障两国供应链安全目标实现的“压舱石”；倘若双边关系持续紧张，将成为影响两国供应链安全的最大风险来源。

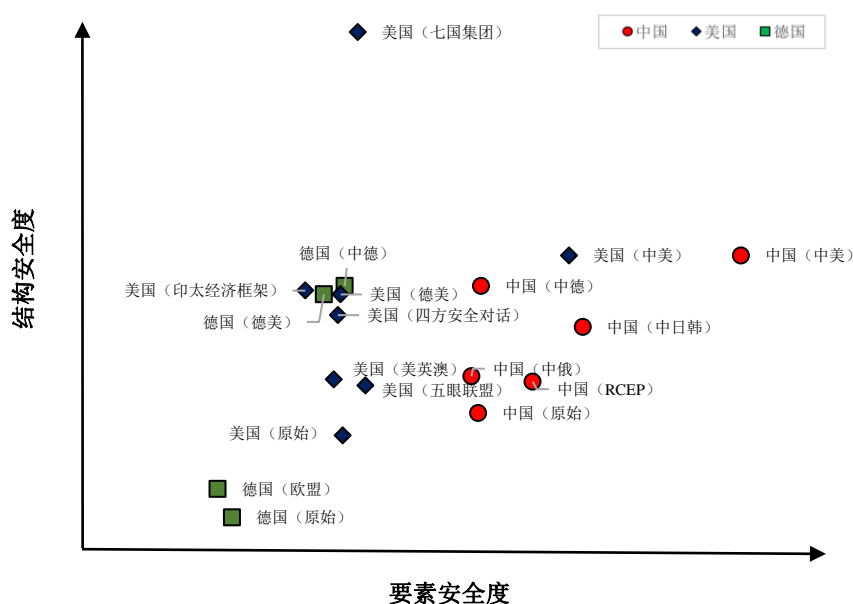


图6 纳入联盟因素后的中、美、德三国供应链安全水平（2018年）

资料来源：世界投入产出数据库，作者测算

### （三）纳入地理因素的供应链安全

在考察了经济和政治因素影响的基础上，本文进一步将地理因素纳入供应链安全水平的测算框架。具体来说，使用两国人口最多的城市之间距离的加权平均数的对数值来作为地理距离的代理变量，重新计算了主要国家制造业供应链的要素安全度和结构安全度，结果如图 7 所示。通过与图 5 的结果对比，可以发现，加入地理因素对各国供应链安全的绝对水平和相对关系影响并不明显，之前的结论依然稳健成立。

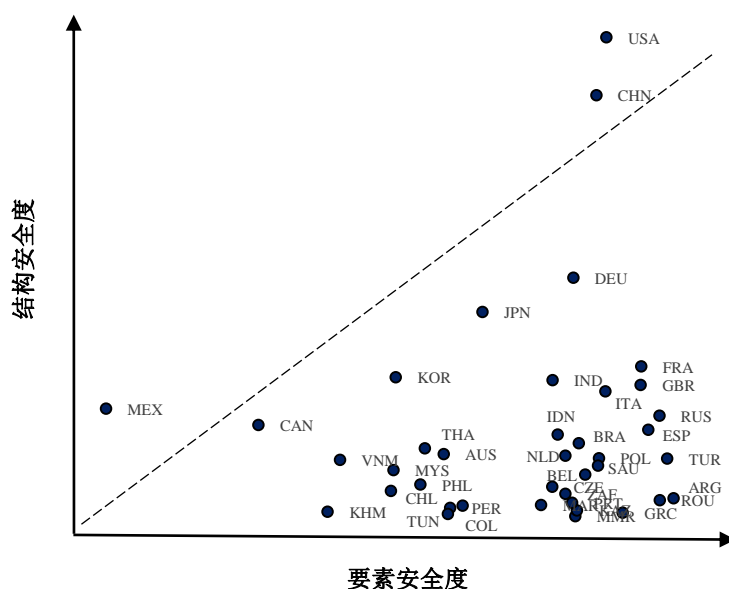


图 7 纳入地理因素后的主要国家供应链安全水平分布（2018 年）

资料来源：世界投入产出数据库，作者测算

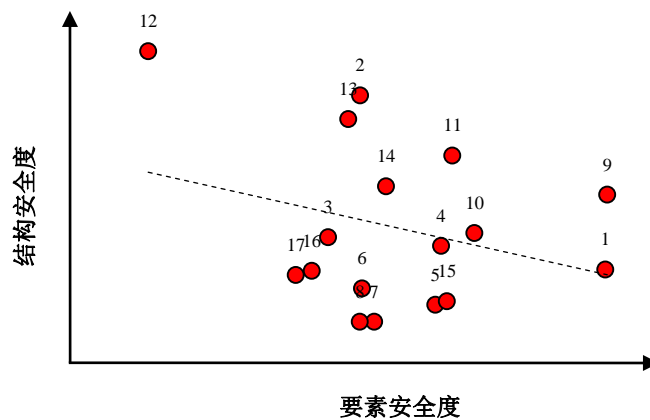
### （四）纳入行业因素的供应链安全

本文考察行业因素对供应链安全的影响。基于 TiVA 数据库，使用同时考虑经济、政治和地理因素的供应链安全测算方式，对中、美、德三国 2018 年在 17 个制造业行业内的供应链安全水平进行测算比较，结果如图 8 所示。可以发现尽管美国的总体供应链安全水平高于中国和德国，但考虑到行业因素，三国各自的优势行业有显著差异。美国在航空航天、医药制造、石油加工等行业的结构安全水平显著高于中国和德国，表现出对全球供应链体系较强的影响力。中国则在通信设备和计算机制造、电气机械制造、服装纺织、金属制品等行业具

有较高的供应链安全水平。德国则在汽车制造、电气机械制造等传统优势行业中保持供应链安全水平领先。这与三国的社会经济发展水平以及在全球供应链中的不同分工是一致的。

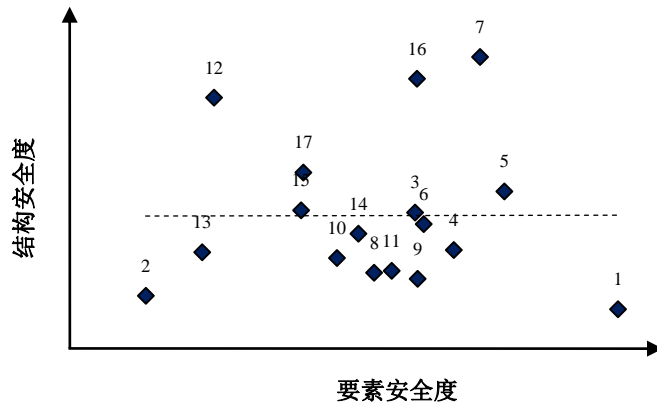
进一步，本文分别对三个国家内不同行业的要素安全度、结构安全度进行线性拟合，以检验某一行业供应链的自给自足水平与其在全球供应链中影响力两者间的关系。本文发现在中国线性拟合系数为负，该结果与徐奇渊等发现的“产业链的二元悖论”相一致，即在某个产业链领域的全球影响力与在该产业领域的完全自主可控两者难以兼得。<sup>①</sup> 然而，对美国、德国的拟合结果则表明，一国要素安全度和结构安全度的关系并非当然负相关，在美国相关系数为 0，在德国相关系数为正，说明尽管“产业链的二元悖论”在中国确实存在，但该规律能否推广至其他国家仍有待商榷。

最后，本文对不同行业内中、美两国的供应链安全水平演变进行测算比较。根据两国 1995 年至 2018 年供应链安全水平的演变趋势，大致可以把行业分为以下两类。第一类，中国安全度弯道超车的行业，是美国供应链安全焦虑的焦点。这类行业以计算机和通信设备制造业、电气机械制造业、纺织服装制品业、金属冶炼行业等为代表。在这类行业中，中国通过参与全球供应链分工，充分发挥比较优势和学习能力，相关产业在全球的竞争力大幅提升，在全球供应链安全体系中的地位不断攀升，目前已基本取代美国曾经的领先优势，无论是要素安全度还是结构安全度都实现了弯道超车。这类行业是美国当下供应链安全焦虑的焦点行业，也是近年来中美贸易摩擦中美国对华施压的重点领域。第二类，美国长期保持安全领先优势的产业，这是中国未来努力的方向。这类行业以石油加工业、航空航天设备制造业、医药制造业等为代表。这类行业或是比较依赖自然资源禀赋，或是技术赶超门槛较高，尽管中国在融入全球生产分工过程中，相关产业得到了发展，但美国仍在全球供应链安全体系中占据着绝对优势地位。虽然这些行业目前还不是美国对华断供制裁的焦点，但中国方面应做好充足准备，充分发挥社会主义制度的优越性，主动提升这类行业的供应链安全水平和全球竞争力，助推中国经济实现高质量发展。

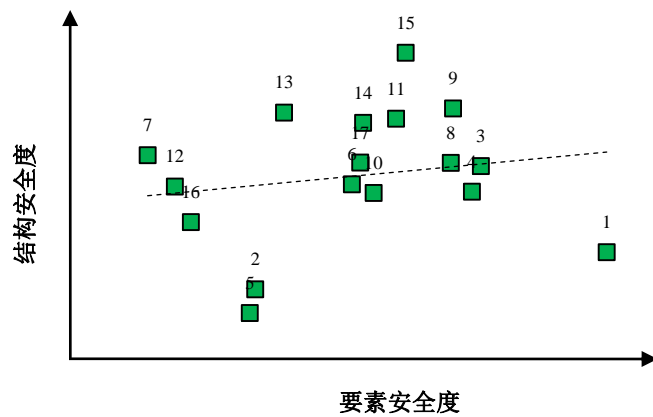


(a) 中国分行业供应链安全分布

<sup>①</sup> 徐奇渊、东艳：《全球产业链重塑：中国选择》，北京：人民出版社，2022 年，第 5-7 页。



(b) 美国分行业供应链安全分布



(c) 德国分行业供应链安全分布

图8 中、美、德三国不同行业的供应链安全水平分布（2018年）

注：标签中的数字分别代表不同的行业，对应规则如下：1代表食品制造及烟草加工业；2代表纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品业；3代表木材加工业；4代表纸制品和印刷业；5代表石油加工、炼焦及核燃料加工业；6代表化学工业；7代表医药制造业；8代表橡胶和塑料制品业；9代表其他非金属矿物制品业；10代表金属冶炼及压延加工业；11代表金属制品业；12代表通信设备、计算机及其他电子设备制造业；13代表电气机械及器材制造业；14代表其他机械和设备的制造；15代表汽车制造业；16代表铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业；17代表其他制造业。

资料来源：世界投入产出数据库，作者测算

## 四、共同体安全理论

基于本文对供应链安全的概念界定、测算框架以及国际比较，我们尝试在已有研究的基础上提出一个解释供应链安全的新理论，本文称之为共同体安全理论。共同体安全理论认为全球供应链本质上是一个基于国与国之间的经济相互依赖关系而形成的全球生产网络，因此对供应链安全问题的分析也应立足安全视角，强调分析全球供应链体系的结构特征以及各国

在体系中所处的地位，并研究这种地位对其国内政治与国际行为的影响。简单来说，共同体安全理论就是尝试用供应链安全的视角来改造传统的世界体系理论，进而解释供应链安全问题。

共同体安全理论主张将供应链安全作为一个社会体系进行整体性研究，既要关注个体国家的要素安全、结构安全水平，也要考察各国同整体系统安全的互动机制。这与已有的研究有根本不同，目前国内外学者们往往根据研究需要而侧重供应链安全的某个或某几个方面。例如，在分析个体国家供应链应对外部冲击的能力时，学者往往关注要素安全，重视对其敏感性和脆弱性的分析<sup>①</sup>；在分析个体国家供应链的对外影响力时，学者则通常聚焦结构安全，从权力结构的角度解释安全来源<sup>②</sup>；在分析整个供应链体系的韧性和稳定度时，学者往往关注系统安全，探讨提升供应链安全水平的最优路径<sup>③</sup>。而事实上，全球供应链本质上是一个基于国与国之间的相互依赖关系网络而形成的国际体系，对供应链安全的分析也应从安全层面分析国家在国际体系中所处的地位，并研究这种地位对其国内政治与国际行为的影响。

本文根据各国在全球供应链体系中所处地位的不同，将国家分为四类，即中心国家、中间国家、边缘国家和原子国家（参见图9）。不同类型国家的定义如下。第一，要素安全度高且结构安全度高的中心国家，这类国家不但自身能有效应对供应链冲击，且其他国家对其依赖程度较高，能够单向对系统安全产生重要影响。第二，要素安全度低且结构安全度高的中间国家，这类国家深度参与全球供应链分工，自身对外部依赖度高，同时外部对其依赖性也高，能够同系统安全产生双向的重要影响。第三，要素安全度低且结构安全度低的边缘国家，这类国家容易受到全球供应链风险因素的影响，同时本国又难以影响其他参与国，只能单向受到系统安全重要影响。第四，要素安全度高而结构安全度低的原子国家，这类国家自身受供应链冲击影响较小，且外部对其依赖性也不高，与系统安全无涉。可以发现不同类型国家不但在要素安全水平和结构安全水平上有明显差异，且同系统安全的互动机制也存在显著不同。需要强调的是，这是一种基于理论层面的国家分类，而现实中，不同类型国家数量有显著差异。根据本文对2018年不同国家供应链安全水平的测算结果，中心国家的数量很少，目前仅有美国、中国、德国，且几乎找不到一个要素安全度低且结构安全度高的中间国家。这就意味着，由于全球供应链安全的集中度很高，事实上，绝大部分国家都处于边缘国家和原子国家位置。

- 
- ① Ms Yevgeniya Korniyenko, Magali Pinat and Brian Dew, *Assessing the Fragility of Global Trade: The Impact of Localized Supply Shocks Using Network Analysis*, International Monetary Fund, 2017, pp. 12-17; 贺俊：《从效率到安全：疫情冲击下的全球供应链调整及应对》，《学习与探索》2020年第5期；苏庆义：《全球供应链安全与效率关系分析》，《国际政治科学》2021年第2期；徐奇渊、东艳等：《全球产业链重塑：中国选择》，北京：中国人民大学出版社，2022年，第5-6页。
- ② Fan Tianlong, et al., "The Rise and Fall of Countries on World Trade Web: A Network Perspective," *International Journal of Modern Physics C*, vol. 32, no. 8 (2021); 庞珣、何晴倩：《全球价值链中的结构性权力与国际格局演变》，《中国社会科学》2021年第9期。
- ③ David Bogataj and Marija Bogataj, "Measuring the Supply Chain Risk and Vulnerability in Frequency Space," *International Journal of Production Economics*, vol. 108, no. 1-2 (2007), pp. 291-301; Iris Heckmann, Tina Comes and Stefan Nickel, "A Critical Review on Supply Chain Risk—Definition, Measure and Modeling," *Omega*, vol. 52 (2015), pp. 119-132; 王灿、朱建军：《基于贝叶斯网络的复杂产品研制供应链风险缓解策略优选》，《工业工程与管理》2020年第1期。

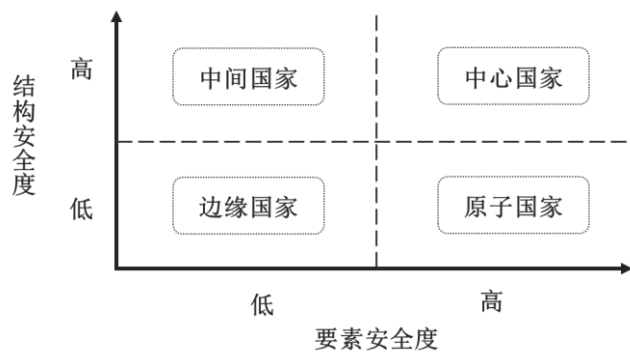


图9 根据安全度水平的国家分类

资料来源：作者自制

基于上文对全球供应链中国家的分类，进而分析供应链安全视角下的国际体系。不同于沃勒斯坦的世界体系理论认为国家在参与全球分工过程中，会根据其经济实力的大小而形成了“中心—半边缘—边缘”的国际体系。<sup>①</sup> 本文强调，在国际社会无政府状态下，参与全球供应链分工中的各国都或多或少面临供应链安全问题。从个体国家来看，每个国家都面临着效率与安全之间的权衡，并据此选择自己的最优安全水平；从整个国际体系来看，参与全球供应链中的各国还根据其安全水平差异，形成了“中心国家—中间国家—边缘国家”结构的三个运转“轨道”，越靠近中心轨道的国家其供应链安全水平越高，并且存在一类不参与任何“轨道”运行的原子国家（参见图10）。

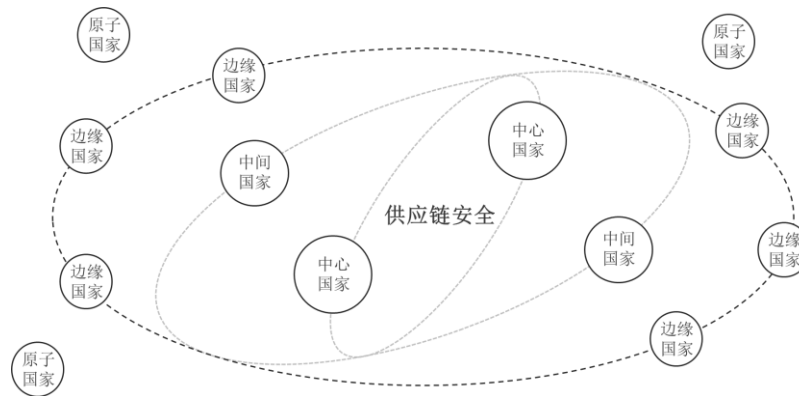


图10 供应链安全视角下的国际体系示意图

资料来源：作者自制

共同体安全理论提供了从供应链安全视角研究国际体系的分析框架，即通过考察国家在供应链安全体系中所处的地位，进而探究这种地位对其国内政治与国际行为的影响。该理论至少有以下三个推论。

<sup>①</sup> 伊曼纽尔·沃勒斯坦：《现代世界体系（第1卷）》，北京：高等教育出版社，1998年，第194页。

第一，短期来看，全球供应链安全体系能够自发维持稳定。一国只要参与全球供应链分工都会带来供应链安全问题，是否参与以及如何参与很大程度上是各国基于“效率—安全”权衡比较的最优选择。因此，全球供应链安全体系本质上是个各国博弈互动的均衡结果，即短期内各国都会满足于自己的供应链安全水平，并推动维持整个供应链系统稳定运行。

第二，长期来看，全球供应链安全体系会发生动态演变。尽管短期内会自发维持稳定，但长期来看，由于各国要素禀赋、生产分工和国际关系的变化，全球供应链安全体系也在不断演变。在这个结构演变的过程中，不同国家在国际安全体系中所处的地位也会发生变化。例如，伴随着中国入世并参与全球生产分工，供应链安全的国际格局呈现“东升西降”的明显趋势；再如，近年来随着中美关系由“战略合作伙伴”转为“战略竞争对手”，也同时影响了两国的供应链安全水平。

第三，在全球供应链安全体系中地位下降的国家，会产生供应链安全焦虑。在全球供应链安全体系的演变过程中，各国在体系中的地位也可能发生“转轨”，即在中心国家、中间国家、边缘国家和原子国家类型之间的相互转化。例如，原子国家可以通过主动开放并持续提高在全球供应链系统中的影响力，最终上升为中心国家；再如，中心国家也可能由于国内产业链外迁，而下降为中间国家或原子国家。在这个“转轨”过程中地位下降的国家会产生供应链安全焦虑。

## 五、总结

本文首先从供应链安全的概念出发，在已有研究的基础上，将一国参与全球供应链过程中的安全形态界定为要素安全、结构安全和系统安全三类。接着，我们讨论了影响一国供应链安全水平的四个因素，即经济、政治、地理和行业，并提出了供应链安全水平的测算框架。进一步，本文使用 TiVA 世界投入产出数据库对主要国家在 1995 年至 2018 年间的供应链安全水平进行测算比较，我们先以纯经济因素下的供应链安全水平作为基准测算结果，进而分别加入国际政治、地理距离、行业异质性因素改进供应链安全水平的测算方式，分析不同因素对供应链安全的影响。最后，本文提出了共同体安全理论，主张从安全的视角将全球供应链作为一个社会体系进行整体性研究，分析不同国家在体系中所处的地位，以及对其国内政治与国际行为的影响。

本文结果发现，只考虑经济因素，中国、美国、德国三国是当今世界上供应链安全水平最高的三个国家，能对全球供应链体系产生关键影响。从演变趋势来看，在过去 20 多年间，全球供应链安全体系呈现“东升西降”的格局变化，作为传统供应链安全中心国家的美国的安全水平下降，而逐步融入全球供应链分工体系的中国的安全水平上升，德国的供应链安全度则长期维持在稳定水平。在加入了国际关系因素后，美国超越中国成为全球供应链最安全的国家，表明改善同贸易伙伴的双边关系是提高一国供应链安全水平的有效路径。在纳入联盟因素影响后，本文发现倘若中、美两国在供应链安全议题上能够展开有效合作，对两国供应链安全的改善效果要远超过中俄合作、RCEP 以及五眼联盟、印太经济框架等双边多边合

作机制。这表明中、美两国供应链的互补性极强，双方互为影响对方国家供应链安全水平的最重要贸易伙伴，维护好中美双边关系对于两国各自供应链安全目标实现至关重要。