

# 欧盟凭何参与全球“芯片战”？

——生产性权力、中介节点与非对称竞争\*

赵 柯 柯 好

**内容提要:**传统观点认为,欧盟在全球半导体产业中发挥的作用有限,半导体制造能力上的相对弱势致使欧盟拥有较小的市场份额和较少的半导体收益,且在半导体供应上高度依赖其他国家,竞争力有限。本文认为,全球半导体价值链中存在非对称相互依赖的网络结构。欧盟虽然在半导体制造环节存在弱势,但它在半导体研究设计、装备与原材料供应等上中游环节具备占据相对优势的物质产品与知识体系的生产能力,占有高附加值的生产环节,而只有实现了这些环节的生产才能到下游完成半导体的制造,因此,欧盟的生产能力实现了价值链的增值,是下游尖端芯片制造的基础。这种生产能力在与其他国家的互动中形成了欧盟的生产性权力,使其成为价值链上重要的中介节点,具有较强的中介性,许多国家需要通过欧盟才能与下游国家建立链接,这让欧盟获得与其市场份额不相匹配的非对称竞争力。欧盟以生产性权力为基础,选择“非对称竞争”策略参与全球“芯片战”。

**关键词:** 芯片战 欧盟 生产性权力 中介节点 非对称竞争

## 一 问题的提出

芯片创造了现代世界。如果说钢铁和铝决定了第二次世界大战的走向,核武器定义了此后不久的冷战,那么当今的大国竞争则由算力决定。从机器学习到导弹系统,从自动驾驶到武装无人机,所有先进技术都需要高端芯片,各国的发展前途取决于对算力的驾驭。<sup>①</sup> 芯片是电子产品的基础构件,在现代经济社会中扮演着中心角色。芯片产业引领正在进行的数字革命,也影响着地缘政治力量的平衡,世界主要大国都将

\* 感谢评审专家的宝贵建议,也感谢李晓耕博士对本文写作的启发和帮助,文中错漏由笔者承担。

<sup>①</sup> Chris Miller, *Chip War: The Fight for the World's Most Critical Technology*, Simon and Schuster, 2022.

芯片产业的发展视为关乎本国命运前途的支柱性战略。作为牵动国际格局的战略力量,欧盟高度重视自身的芯片产业竞争力,认为这是维护技术主权的关键所在。2023年9月21日,《欧洲芯片法案》正式生效,从2022年2月发布草案到最终生效,该法案仅用了19个月,这在欧盟复杂而冗长的立法程序中实属罕见。欧盟据此将调动430亿欧元来“复兴”芯片产业,此举也标志着欧盟正积极加入全球“芯片战”。

在全球半导体产业链中,<sup>①</sup>传统观点认为,欧盟在全球半导体产业中发挥的作用及其潜力有限,<sup>②</sup>从市场份额来看,自20世纪90年代起,全球半导体产业的市场规模在逐步扩张,而欧洲却没有赶上这一趋势,其市场份额呈下降趋势,从1998年的峰值23%下降到2010年的13%,到2022年已不足10%,在半导体价值链的主要参与者中,处于劣势地位。<sup>③</sup>从生产能力来看,欧盟生产的主要是传统芯片,高端芯片制造能力不足,高度依赖外国供应商,其芯片供应链存在明显的脆弱性,特别是新冠疫情之下欧盟企业饱受芯片供应短缺和价格上涨之苦。<sup>④</sup>基于上述事实,传统观点认为,欧洲芯片产业竞争力较弱,投入不足,对外依存度高,全球影响力小。<sup>⑤</sup>然而传统观点无法解释当前欧盟在全球“芯片战”中的国际战略角色及其牵动全球芯片产业链的能力。比如,虽然美国拥有全球半导体产业霸权,<sup>⑥</sup>但一直视欧盟为保障半导体供应链安全、强化美国科技领导权的关键伙伴,在2021年6月成立的欧盟—美国贸易和技术委员会

---

① 半导体是制作芯片必需的导电性材料,具有控制电流和电压的能力,可以集成到复杂的微电子电路中,是芯片的基石,目前一个芯片上能够承载数十亿个半导体,芯片是半导体元件产品的统称。因此,文中的“芯片”与“半导体”是可以交替使用的概念。

② 根据国内外学界惯例,以及欧盟官方文件的惯用表述,“欧洲(Europe)”和“欧盟(EU)”交替使用,指代主体均是“欧盟”。出于行文方便和尊重所引用文献/数据的原始表述,本文的“欧洲”均指代“欧盟”及其成员国。

③ Niclas Frederic Poitiers and Pauline Weil, “A New Direction for the European Union’s Half-hearted Semiconductor Strategy,” *Bruegel Policy Contribution*, No.17, 2021, p.8; “European Chips Act—Questions and Answers,” European Commission, 30 November 2023, [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda\\_23\\_4519](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_23_4519).

④ 关于尖端或高端芯片尚未形成官方定义,目前可以认为尖端芯片指的是5纳米及以下的工艺节点的芯片,而高度先进的10纳米和7纳米芯片处于“尖端芯片”定义的灰色地带,参见 Sujai Shivakumar, Charle Wessner and Thomas Howell, “The Strategic Importance of Legacy Chips,” CSIS, 3 March 2023, <https://www.csis.org/analysis/strategic-importance-legacy-chips>。本文根据研究需求和欧洲的芯片制造情况,将7纳米及以下的芯片定义为“尖端芯片”,10纳米及以下的芯片可被定义为“高端芯片”。

⑤ Niclas Frederic Poitiers and Pauline Weil, “A New Direction for the European Union’s Half-hearted Semiconductor Strategy,” pp.1-21; Kjeld van Wieringen, “Strengthen EU Chip Capabilities,” EPRS Strategic Foresight and Capabilities Unit, 8 July 2022, <https://epthinktank.eu/2022/07/08/strengthening-eu-chip-capabilities/>; Paul Timmers, “How Europe Aims to Achieve Strategic Autonomy for Semiconductors?” Brookings, 9 August 2022, <https://www.brookings.edu/techstream/how-europe-aims-to-achieve-strategic-autonomy-for-semiconductors/>; Afiq Fitri, “The European Chips Act Will not Restore the Continent’s Semiconductor Industry to Its Former Glory,” Tech Monitor, 28 November 2022, <https://techmonitor.ai/technology/silicon/the-european-chips-act-will-not-restore-the-continent-semiconductor-industry-to-its-former-glory>.

⑥ 李巍、李琦译:《解析美国的半导体产业霸权:产业权力的政治经济学分析》,载《外交评论》,2022年第1期,第23-24页。

(TTC)中,半导体产业是美欧核心合作项目,美国遏制中国高端芯片产业发展的图谋也离不开欧盟的支持;<sup>①</sup>欧盟推出芯片法案以加强在全球半导体竞争中的领导力,<sup>②</sup>更是搅动了大国竞争半导体产业优势的格局。<sup>③</sup>据此,本文提出的问题是,欧盟积极参与“全球芯片战”的底层逻辑和战略依托是什么?笔者认为,全球半导体产业的发展具有鲜明的网络化生态体系的特征,同时蕴含强烈的地缘政治属性,单纯用市场份额、生产能力和对外依存度等经济指标无法理解欧盟在半导体产业链中的核心竞争力。本文从国际政治经济学的视角出发,引入“生产性权力”的概念,认为在网络化的全球半导体产业生态系统中,欧盟基于在研究设计、装备制造和关键材料生产等方面的优势,<sup>④</sup>在与其他国家大规模的交易互动中形成了“生产性权力”,使得欧盟成为全球半导体产业链上的中介节点,具有很强的中介性,从而获得了非对称竞争力,这正是欧盟参与全球“芯片战”的战略路径。

## 二 基本概念与文献回顾

全球“芯片战”的背后,是各国对半导体产业优势地位的争夺趋于地缘政治化。<sup>⑤</sup>既有文献对全球半导体产业竞争的研究在方法上主要侧重于对经验事实的概括与分

---

<sup>①</sup> Volker Perthes, “Dimensions of Rivalry: China, the United States and Europe,” *China International Strategy Review*, Vol.3, No.1, 2021, pp.56-65; Sarah Kreps, Richard Clark and Adi Rao, “A Holistic Approach to Strengthen the Semiconductor Supply Chain,” Brookings, 7 April 2022, <https://www.brookings.edu/techstream/a-holistic-approach-to-strengthening-the-semiconductor-supply-chain/>; Toby Sterling and Philip Blenkinsop, “ASML, China Customers Haunted by Uncertainty on New Dutch Chip Export Rules,” Reuters, 10 March 2023, <https://www.reuters.com/technology/asml-china-customers-haunted-by-uncertainty-new-dutch-chip-export-rules-2023-03-09/>.

<sup>②</sup> “REPORT on the Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council Establishing a Framework of Measures for Strengthening Europe’s Semiconductor Ecosystem (Chips Act),” European Parliament, 31 January 2023, [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2023-0014\\_EN.html#\\_section1](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2023-0014_EN.html#_section1).

<sup>③</sup> 参见李俊峰、张颖:《“欧盟半导体危机”的成因、对策与启示——围绕〈欧洲芯片法案〉的解读》,载《中国科学院院刊》,2023年第2期,第315-323页; Bob Hancké and Angela Garcia Calvo, “Mister Chips Goes to Brussels: On the Pros and Cons of a Semiconductor Policy in the EU,” *Global Policy*, Vol.13, No.4, 2022, pp.585-593; Niclas Frederic Poitiers and Pauline Weil, “A New Direction for the European Union’s Half-hearted Semiconductor Strategy,” pp.1-21; Daniel S. Hamilton, “Enhancing Semiconductor Supply Chain Resilience and Competitiveness: Recommendations for U.S.-EU Action,” Transatlantic Leadership Network, March 2022, <https://www.transatlantic.org/wp-content/uploads/2022/03/TTC-supply-chains-semiconductors-January-2022.pdf>; Sarah Kreps and Paul Timmers, “Bringing Economics Back into EU and U.S. Chips Policy,” Brookings, 20 December 2022, <https://www.brookings.edu/techstream/bringing-economics-back-into-the-politics-of-the-eu-and-u-s-chips-acts-china-semiconductor-competition/>.

<sup>④</sup> “European Chips Act,” European Commission, [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-chips-act\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-chips-act_en); Lauly Li, “The Global Microchip Race: Europe’s Bid to Catch Up,” *Financial Times*, 12 December 2022, <https://www.ft.com/content/b31e27fd-0781-4ffd-bb69-9af985abff41>.

<sup>⑤</sup> Chris Miller, *Chip War: The Fight for the World’s Most Critical Technology*.

析,以此展现全球半导体产业的发展图景,在一定程度上忽略了全球半导体产业链本身具有的网络化结构特征对国家间竞争的影响;在区域上更为聚焦中国或者东亚地区与美国的半导体产业竞争,<sup>①</sup>较少涉及欧盟作为一支重要的战略力量在全球“芯片战”中扮演的关键角色。全球半导体产业已形成复杂的网络化结构,作为网络化结构中的不同节点,每个国家的地位是不同的,处于中介节点地位的国家通过网络效应会放大自身生产对其他国家的影响力,进而形成生产性权力,在全球“芯片战”中拥有非对称竞争优势。生产性权力、节点地位、非对称关系是构成本文分析框架的关键概念,笔者将通过文献回顾对其进行分析和定义。

第一,关于生产性权力的研究。<sup>②</sup>对生产与权力关系的探讨可以追溯至18世纪大卫·休谟的文章《论贸易的猜忌》,他观察到其所处的重商主义时代中,国家间普遍存在“贸易猜忌”心理,认为别国的进步与繁荣会危害本国的发展,<sup>③</sup>用权力政治的逻辑来看待贸易,把商品生产作为“国家间政治”的工具与砝码。19世纪的弗里德里希·李斯特(Friedrich List)进一步提出“国家生产力”的概念,认为一个国家的财富生产能力比财富本身更重要,他批评亚当·斯密的自由贸易理论重“交易”轻“生产”,是假想一个没有“国家”的世界市场。<sup>④</sup>李斯特强调现实世界里国家间竞争激烈,国家生产力是立国之基。休谟和李斯特也都意识到由于国家间竞争,生产力不再是一个纯粹的经济概念,而是具有了权力属性。

阿尔伯特·赫希曼(Albert Hirschman)则明确将生产和贸易与国家权力直接联系在一起,提出了供给效应(supply effect)的概念,即一国通过供给更多数量的产品或者提供市场更需要的产品来获得强制性权力。<sup>⑤</sup>史蒂芬·克拉斯纳(Stephen Krasner)用

---

① 关于数字技术和半导体产业竞争的学理性研究,参见李明月、顾圆缘:《技术合作与同盟压力:美国对华科技制裁中美国盟友的政策选择》,载《当代亚太》,2022年第2期,第115页-141页;李巍、李琦译:《解析美国的半导体产业霸权:产业权力的政治经济学分析》,第22-58页;李巍、李琦译:《解析美国对华为的“战争”——跨国供应链的政治经济学》,载《当代亚太》,2021年第1期,第4-45页;Yan Xuotong, “Bipolar Rivalry in the Early Digital Age,” *The Chinese Journal of International Politics*, Vol.13, No.3, 2020, pp.313-341; Ming-chin Monique Chu, *The East Asian Computer Chip War*, Routledge, 2013; Doojoo Baek, “‘Chip War’ Between U.S. and China: Restructuring the Trans-Pacific Semiconductor Value Chain,” *Journal of Global and Area Studies*, Vol.6, No.3, 2022, pp.25-54; Thomas J. Shattuck, “Stuck in the Middle: Taiwan’s Semiconductor Industry, the U.S.-China Tech Fight, and Cross-Strait Stability,” *Orbis*, Vol.65, No.1, 2021, pp.101-117.

② 本文回顾了与“生产性权力”的概念有关的学术研究,其中一些研究没有直接使用这一概念,比如“生产力”和“生产结构”等,但是这些研究对本文“生产性权力”的内涵具有重要的启发意义。

③ [英]大卫·休谟:《休谟经济论文选》,陈玮译,商务印书馆2011年版,第74页。

④ [德]弗里德里希·李斯特:《政治经济学的国民体系》,陈万煦译,商务印书馆1961年版,第106-118页。

⑤ Albert O. Hirschman, *National Power and the Structure of Foreign Trade*, University of California Press, 1980, p.14.

商品流通的开放程度来界定国际贸易结构,进一步探索了国家权力与国际贸易结构存在的因果关系。<sup>①</sup> 罗伯特·考克斯(Robert Cox)提出每一种生产关系结构都是一种权力关系,有的权力关系更具支配性,有的更具平衡性。<sup>②</sup> 苏珊·斯特兰奇(Susan Strange)以更加综合的视角提出了结构性权力,这种权力不是存在于某种特定结构(比如阶级和贸易)中,而是存在于安全、知识、生产和金融四个各不相同但互有联系的结构中,是形成和决定全球各种政治经济结构的权力,这些结构可以导致权力中心的变化,不过这种权力是非强制性的。<sup>③</sup> 斯特兰奇的“结构性权力”彰显了全球化时代所形成的跨国网络状经济社会结构的巨大力量,这样的结构具有显著的扩散性,即有利于行为体某种影响力跨越国家政治边界进行传播与渗透的特性。尤其是在生产领域,不断延展的全球产业链具有了越来越浓重的权力色彩。此后,许多学者结合全球化中新的经验领域深入探究了生产能力与国家获取权力的关系,他们不仅关注物质生产,也越来越多地强调知识的生产(知识产权、技术标准等)。这种基于生产能力而产生的国家间权力关系为分析当下诸如大国间经贸与科技争端、价值链安全等备受关注的经济安全议题提供了敏锐的理论视角。<sup>④</sup> 迈克尔·巴内特(Michael Barnett)和雷蒙特·杜瓦尔(Raymond Duvall)进一步指出,权力可以通过社会结构、规范和网络互动逐步扩散,无须依赖于直接的强制性控制。<sup>⑤</sup> 生产本身无法成为权力,权力需要有被作用的对象,生产能力只有在与其他国家的互动中,才能转化为权力,全球产业链则是这种互动最为关键的载体。据此,我们将生产性权力定义为:在由不同国家组成的具有扩散性的全球价值链网络结构中,各国在物质产品与非物质产品上的生产通过互动构成的一个国家对其他国家生产能力的约束。

第二,关于节点地位的研究。亨利·法瑞尔(Henry Farrell)和亚拉伯罕·纽曼(Abraham L. Newman)根据网络分析理论指出,网络由“节点”和“链接”组成,每个节

<sup>①</sup> Stephen D. Krasner, "State Power and the Structure of International Trade," *World Politics*, Vol.28, No.3, 1976, pp.317-347.

<sup>②</sup> Robert W. Cox, *Production, Power, and World Order: Social Forces in the Making of History*, Columbia University Press, 1987, p.5.

<sup>③</sup> [英]苏珊·斯特兰奇:《国家与市场》(第二版),杨宇光等译,上海人民出版社2019年版,第29-30页。

<sup>④</sup> 例如马尔金(Anton Malkin)延续斯特兰奇的“结构性权力”概念,认为一国的“生产性权力”包括在全球价值链的中心性、市场权力、财产所有权和技术标准这四个类别,中美科技与贸易冲突正是体现了生产性权力的竞争,参见 Anton Malkin, "The Made in China Challenge to US Structural Power: Industrial Policy, Intellectual Property and Multinational Corporations," *Review of International Political Economy*, Vol.29, No.2, 2022, pp.538-570; 有观点认为,生产性权力可以通过知识与话语实践产生,参见 Michael Barnett And Raymond Duvall, "Power in International Politics," *International Organization*, Vol.59, No.1, 2005, pp.39-75; Alexander Bukh, "The Productive Power of Rising China and National Identities in South Korea and Thailand," *The Pacific Review*, Vol.35, No.4, 2022, pp.676-704.

<sup>⑤</sup> Michael Barnett and Raymond Duvall, "Power in International Politics," p.55.

点代表网络中的一个行为体,“链接”代表节点之间的联系,通过“链接”,节点之间可以传递信息、资源和影响力。<sup>①</sup> 学界的不同研究提出了多种指标来衡量节点在网络中位置,其中有两个指标是几乎所有研究都会采纳的,即度中心性(degree centrality)和介数中心性(betweenness centrality)。度中心性指节点拥有的链接数量,介数中心性指在一对或多对节点之间充当桥梁(中介者)的频率,即这两个节点只有通过中介者才能连接,<sup>②</sup>本文将这种中介者称为中介节点。皮特·马库斯·克里斯滕森(Peter Marcus Kristensen)认为,有时仅凭节点链接数量的绝对值(度中心性)难以判断节点的地位,尽管一个节点可能拥有大量的链接,但这些链接却未必都具备战略意义。因此,介数中心性更能反映节点在网络中连接其他节点的方式,以及节点对信息流通的控制能力。<sup>③</sup> 中介能力更强的节点可以在不同的群体之间扮演桥梁角色,控制资源的流动和信息的传递,从而在网络中发挥更重要的中介作用。中介节点作为中介行为者(brokerage),具有十分重要的地位和作用。克斯利蒂娜·博阿里(Cristina Boari)和费德里科·里博德兹(Federico Riboldazzi)认为,中介行为者能够增强内部成员互动、在自己的群体和其他群体之间传播知识、在不同群体之间起协调作用。<sup>④</sup> 在网络结构中,约翰·帕吉特(John F. Padgett)和克里斯多夫·安思尔(Christopher K. Ansell)发现,中介行为者具有搭建桥梁的作用,能将许多重要的行为体连接起来,从而增强自己对网络的控制能力。<sup>⑤</sup> 上述研究表明,介数中心性是一个数量指标,用于衡量一个节点充当中介者的频率或次数。它通常只能评估节点在物质产品生产中的地位,而在非物质产品(如知识体系)的生产中,具体的中介次数难以计算。因此,本文认为“中介性”是一个更具解释力的概念,它不仅涵盖了中介次数,还强调节点在包括非物质产品的生产网络中实际发挥的作用,如协调、控制和资源分配的能力。节点的中介能力是中介性的具体表现,指的是节点通过其在网络中的中介位置和链接方式所能发挥的影响力和协调能力。

<sup>①</sup> Henry Farrell and Abraham L. Newman, “Weaponized Interdependence: How Global Economic Networks Shape State Coercion,” *International Security*, Vol.44, No.1, 2019, p.50.

<sup>②</sup> Michal Onderco, “Collaboration Networks in Conference Diplomacy: The Case of the Nonproliferation Regime,” *International Studies Review*, Vol.22, No.4, 2020, p.742.

<sup>③</sup> Peter Marcus Kristensen, “Dividing Discipline: Structures of Communication in International Relations,” *International Studies Review*, Vol.14, No.1, 2012, p.39.

<sup>④</sup> Cristina Boari and Federico Riboldazzi, “How Knowledge Brokers Emerge and Evolve: The Role of Actors’ Behaviour,” *Research Policy*, Vol.43, No.4, 2014, p.684.

<sup>⑤</sup> John F. Padgett and Christopher K. Ansell, “Robust Action and the Rise of the Medici, 1400–1434,” *The American Journal of Sociology*, Vol.98, No.6, 1993, p.1259.

中介节点对于全球半导体价值链的研究具有重要意义。全球半导体价值链是一种具有精密分工特征的网络结构,这种网络呈现出明显的空间分散性,既存在于(跨国)公司内部,又与独立的供应商和客户在日益复杂的采购、生产、分销和消费系统中产生联系。<sup>①</sup>同时,全球半导体价值链还具有高度的相互依赖性,从上游至下游主要分为研究与设计、原材料与装备生产、芯片制造三个环节,由于半导体生产环节的复杂性,没有国家能够实现半导体供应的自给自足。<sup>②</sup>由此可见,在全球半导体产业网络中,半导体的生产需要各个国家相互配合,那么每个节点都会拥有大量的链接,难以反映节点的相对重要性。拥有大量链接不代表该节点具有不可替代性,因此,用度中心性,即节点拥有的链接数量,难以衡量全球半导体价值链中的节点地位,还需要关注节点之间的链接方式和关系,也就是关注价值链的中介节点及其中介性,这有利于判断节点地位及其可能产生的权力。

第三,关于非对称关系的研究。行为体地位的差异会形成非对称关系,影响国家间的竞争。布兰特利·沃马克(Brantly Womack)对非对称关系的概念与理论进行了系统的研究,认为能力的差异是非对称关系的基础,A国对B国形成的非对称效应源于A国的固有禀赋,比如A国拥有更大的市场、更高的生产力、更多的游客,而非A国施加给B国的行为。<sup>③</sup>这意味着占有相对优势地位的国家不需要向其他国家直接施加压力就有可能发挥非对称性影响力,许多研究由此把非对称性视为改变国家间权力格局的重要因素。罗伯特·基欧汉(Robert O. Keohane)和约瑟夫·奈(Joseph S. Nye, Jr.)将非对称关系与相互依赖联系起来分析全球化中的网络结构。在非对称相互依赖中,大国也有敏感性和脆弱性,不能塑造小国的依赖。<sup>④</sup>自由主义视角下的网络结构是“去中心化”的,非对称关系不一定能成为大国的权力工具。小国或者相对弱势的一方也可能利用非对称关系来重塑自己的优势,改变权力分配。赫希曼对非对称关系中的权力性质进行了界定,认为对外贸易中存在经济相互依赖,这会产生非对称关系,成为国家获得强制权力的工具。<sup>⑤</sup>庞珣和陈冲沿袭这一观点,并进行了补充,

<sup>①</sup> Stefano Ponte and Timothy Sturgeon, “Explaining Governance in Global Value Chains: A Modular Theory-Building Effort,” *Review of International Political Economy*, Vol.21, No.1, 2014, p.200.

<sup>②</sup> Andrea Ciani and Michela Nardo, “The Position of the EU in the Semiconductor Value Chain: Evidence on Trade, Foreign Acquisitions, and Ownership,” JRC Working Paper in Economics and Finance, March 2022, p.8.

<sup>③</sup> Brantly Womack, *Asymmetry and International Relationships*, Cambridge University Press, 2016, p.57.

<sup>④</sup> [美]罗伯特·基欧汉、[美]约瑟夫·奈:《权力与相互依赖》(第四版),门洪华译,北京大学出版社2012年版,第18、286页。

<sup>⑤</sup> Albert O. Hirschman, *National Power and the Structure of Foreign Trade*, p.13.

认为经济非对称相互依赖可以产生的不仅是强制性权力,还带来了塑造性权力,使被塑造者出于自愿而改变自己的行为。<sup>①</sup>

第四,关于全球价值链治理的研究。由于全球价值链中存在的非对称关系,行为体为了争取有利的位置和更多的权力,需要针对全球价值链进行治理,协调各环节的生产关系。学界针对此问题发展出纵向和横向两种研究视角,纵向视角主要研究企业的地位,从全球价值链上游至下游的企业间垂直关系出发,根据主导企业对价值链的控制能力,把价值链的驱动模式分为生产者驱动型(producer-driven)和购买者驱动型(buyer-driven),前者指由掌握关键产品生产和核心科技的大型跨国企业控制价值链,后者则由专注于品牌设计和市场营销的大型零售商与品牌公司控制价值链,它们一般采用而不生产。<sup>②</sup> 基于这两种模式,加里·杰罗菲(Gary Gereffi)、约翰·汉弗莱(John Humphrey)和蒂莫西·斯特金(Timothy Sturgeon)从交易的复杂程度出发,以交易和供应能力为衡量标准,将全球价值链治理类型分为市场型、模块型、关系型、俘获型和层级型,阐释了权力在价值链中的运作模式,自市场型至层级型,企业间权力不对称性逐渐增强。<sup>③</sup> 由此可见,全球价值链本质上是一种不平等的生产关系,基于利润和效率,处于不同位置的企业具有支配或被支配的地位。

横向视角主要研究不同国家或企业在价值链的关键环节的竞争,体现的是价值链中行为体地位的可变化性。学者通常从内部与外部途径探讨地位升级。从内部途径视角看,创新起到十分关键的作用,直接关乎价值创造与价值获取。熊彼特(Joseph A. Schumpeter)的创新理论指出,工业组织形式的创新,比如形成或打破垄断地位,对于企业和经济发展至关重要。<sup>④</sup> 他的理论对于后来全球价值链的创新与升级的研究很有启发,拉斐尔·卡普林斯基(Raphael Kaplinsky)和迈克·莫里斯(Mike Morris)延续了熊彼特的观点,提出生产过程、产品质量、功能、设计与营销是价值链创新与升级的重要因素。<sup>⑤</sup> 因此,创新始终是地位升级的根本内生性因素。从外部途径视角看,学者大多关注主体间通过互动获取与施加权力,从权力类型和运行过程的角度看待行为

① 庞珣、陈冲:《国际金融的“赫希曼效应”》,载《世界经济与政治》,2020年第6期,第139页。

② See Gary Gereffi and Miguel Korzeniewicz, eds., *Commodity Chains and Global Capitalism*, Praeger, 1994, pp.95-122; John Humphrey and Hubert Schmitz, “Governance in Global Value Chains,” *IDS Bulletin*, Vol.32, No.3, 2001, pp.19-29.

③ Gary Gereffi, John Humphrey and Timothy Sturgeon, “The Governance of Global Value Chains,” *Review of International Political Economy*, Vol.12, No.1, 2005, p.78.

④ Joseph A. Schumpeter, *The Theory of Economic Development*, Transaction Publishers, 1983, pp.17-19.

⑤ Raphael Kaplinsky and Mike Morris, *A Handbook for Value Chain Research*, Institute of Development Studies, 2001, p.76.

体的地位动态演进。马克·达拉斯(Mark P. Dallas)、斯特凡诺·蓬特(Stefano Ponte)和蒂莫西·斯特金(Timothy J. Sturgeon)认为,根据传导机制和行为体所处的互动范围,全球价值链会产生四种权力类型:议价权力、示范性权力、制度性权力和构成性权力。<sup>①</sup> 这些类型背后体现了在不同场合权力的性质存在强制性与塑造性之分。余南平、黄郑亮探讨了全球价值链时代的权力性质,认为国际权力从传统的军事征服、经济制裁这样的“控制权”逐渐演进为能影响制度规划、带动发展方向和领导议程的“主导权”。<sup>②</sup> 这体现了权力对国际秩序与规则的塑造作用,在权力互动的过程中,合理运用施加权力的类型和性质对价值链中的地位升级存在促进作用。

全球价值链治理的相关研究对于研究价值链中的国家地位具有重要启示,纵向视角下主导企业的权力体现了对价值链的主导能力,是国家地位产生的基础。而横向视角更关注竞争导致的国家地位动态变化,国家地位的变化与该国的价值创新与增值能力(内因)及获得的权力(外因)有密切关系。在全球价值链的庞大而精细的分工网络中,国家的比较优势会形成非对称关系,影响其获得的权力。比较优势与国家资源的配置方式有关,而一国资源的总量是有限的,很难在生产的所有环节都拥有比较优势,<sup>③</sup>因此,全球价值链上的国家具有相互依赖性,一国使用强制力控制他国可能会扰乱自己的正常生产秩序,甚至影响与更多国家的联系,因此使用强制力的成本较高。拥有权力优势的国家通过网络结构的扩散性也能塑造自己的影响力,获得主导权,这显然是一种成本更低的方式,所以有必要对于全球价值链非对称关系中的非强制性权力的产生及传导机制进行深入研究。

### 三 分析框架

本文借鉴了斯特兰奇结构性权力的理论框架,将重点放在生产结构上,认为国家的生产结构会影响它在产业中的地位和获得的权力。斯特兰奇将生产结构定义为决定生产什么、由谁生产、为谁生产、用什么方式生产和按什么条件生产等各种安排的总

---

<sup>①</sup> Mark P. Dallas, Stefano Ponte and Timothy J. Sturgeon, “Power in Global Value Chains,” *Review of International Political Economy*, Vol.26, No.4, 2019, p.666.

<sup>②</sup> 余南平、黄郑亮:《全球与区域中的国际权力变化与转移——以德国全球价值链的研究为视角》,载《欧洲研究》,2019年第2期,第48-49页。

<sup>③</sup> Bruce Kogut, “Designing Global Strategies: Comparative and Competitive Value-Added Chains,” *Sloan Management Review*, Vol.26, No.4, 1985, p.15.

和,<sup>①</sup>基于此,本文衍生出“生产性权力”的概念,不同于斯特兰奇将生产结构主要投射在物质产品的生产上,笔者认为,生产性权力不仅体现在物质产品的生产能力上,还体现在知识体系这样的非物质产品的生产能力上。本文所指的知识体系除了无实物形态的知识本身,还包括知识的载体,比如专利或技术标准。

生产能力是生产结构的重要组成部分,是形成生产性权力的基础。物质产品的生产性权力与非物质产品的生产性权力是互为基础、互相补充和互相促进的关系。本文重点关注全球价值链中的生产性权力,这种权力的大小与产品的附加值密切相关,在附加值越高的环节,越能产生更大的生产性权力。一国想要生产拥有高附加值的物质产品,离不开技术支持及其成熟完善的知识体系。生产物质产品是实践的过程,在这个过程中积累的经验能够继续丰富知识体系并提升该国的技术水平,同时,高附加值物质产品的生产有利于提高国家在价值链中的地位,从而增加其知识体系和技术标准的吸引力,加强这种非物质产品的对外扩散能力。就知识密集型产业而言,比如半导体产业,这两者的关系则会更加紧密。

生产性权力是如何发挥作用的?这是理解生产性权力的关键,需要将生产性权力置于全球价值链这样一个相互依赖的网络结构中进行分析。法瑞尔和纽曼认为,网络结构能对权力分配产生重要影响,他们将相互依赖视为一种能够在国家间产生持久的、结构性的权力不均衡的网络结构,而国家所处的节点地位与这种权力有关。<sup>②</sup>生产性权力与斯特兰奇的结构性的权力的性质相似,不具备强制性,但是能够影响全球价值链中的节点地位。生产性权力与生产能力有关,国家的生产能力影响了国家间权力分配的基线,导致每个国家在价值链中的权力基础和起点不同。

高新技术产业的发展源于知识的积累,半导体产业正是如此。高新技术产业的生产成本更多取决于知识的积累和经验,具有广泛行业经验积累的国家,产品的合格率较高,在投入不变的情况下,产量增加会使单位成本降低。按照同样的逻辑,没有经验或经验较少的国家,其产品的单位成本更高,不具备市场竞争力,难以进入市场。<sup>③</sup>而先进入市场的国家会对自己的技术以专利等形式进行保护,设置了技术准入门槛,后发国家难以在短时间内积累类似经验,因此长期处于相对落后的地位,先发国家则能

<sup>①</sup> [英]苏珊·斯特兰奇:《国家与市场》(第二版),第72页。

<sup>②</sup> Henry Farrell and Abraham L. Newman, “Weaponized Interdependence: How Global Economic Networks Shape State Coercion,” p.75.

<sup>③</sup> Paul R. Krugman, Maurice Obstfeld and Marc J. Melitz, *International Economics: Theory and Policy*, Pearson Education Limited, 2023, p.189.

继续稳固自身优势地位。同时,技术创新具有“自我强化”和“正反馈”效应,布莱恩·阿瑟(W. Brian Arthur)指出,新技术往往基于已有技术发展而来,技术体系会不断通过自身的扩展、深化、专业化和复杂化来演进。因此,较早掌握关键技术的国家不仅能够巩固其现有优势地位,还可以更快地推动新技术的发展,实现“强者更强”的局面。<sup>①</sup>先发国家的优势既体现在知识体系的生产,也体现在由知识和经验转化成物质产品的生产上。生产能力影响了价值链中权力的分配,生产性权力塑造了每个国家参与全球价值链的权力基线,这是形成国家节点地位的基础。

如上所述,在全球半导体价值链的研究中,用中介性来衡量国家(节点)的产业地位,中介性越强,节点的地位越高。而生产性权力更大的节点更可能生产出具有竞争力的产品,占据价值链中的有利位置,成为价值链上其他节点与下游节点建立链接以完成生产的中介者。节点地位能影响一个国家获得的权力和资源,代表国家参与全球价值链的基础能力。艾伯特-拉斯洛·巴拉巴西(Albert-László Barabási)的复杂网络理论认为,网络的演进受两种共存的机制驱使:一种是生长机制,即网络具有扩张性,通过不断增添新节点来实现持续扩张;另一种是链接偏好机制,即新加入网络的节点更倾向于和网络中已经有大量链接的节点建立链接。这一机制对更早进入网络的节点十分有利,因为在网络中存在时间更长的节点有更多的时间去获取链接,也会拥有更多数量的链接,对新节点的吸引力也更强。<sup>②</sup>生长机制表明,节点的加入有先后顺序,在具有知识积累效应的价值链中,先进入价值链的节点更早地积累足够的经验,达到技术门槛,因而拥有先发优势,成为领先企业,占据价值链的关键分工环节,这种环节通常能够产生高附加值。加里·杰罗菲(Gary Gereffi)发现,在具有战略意义的价值链环节中,保持寡头垄断(仅有少数竞争者)的地位是领先企业增强盈利能力的有效途径,这也会给其他公司造成进入壁垒,<sup>③</sup>后发或者次级企业需要通过和领先企业建立链接来实现自身的发展。<sup>④</sup>这一观点在经济合作与发展组织(OECD)、世界贸易组织和世界银行联合发布的报告中得到印证,它们结合数据与全球价值链现状分析,认为领先企业对于经济发展具有关键作用,进入价值链的中小型企业需要和领先企业

<sup>①</sup> W. Brian Arthur, *The Nature of Technology: What It Is and How It Evolves*, Penguin Books, 2009, pp.45-46.

<sup>②</sup> G. Bianconi and A.-L. Barabási, "Competition and Multiscaling in Evolving Networks," *Europhysics Letters*, Vol.54, No.4, 2001, pp.436-442.

<sup>③</sup> Gary Gereffi, "International Trade and Industrial Upgrading in the Apparel Commodity Chain," *Journal of International Economics*, Vol.48, No.1, 1999, p.43.

<sup>④</sup> Gary Gereffi, "Shifting Governance Structures in Global Commodity Chains, With Special Reference to the Internet," *American Behavioral Scientist*, Vol.44, No.10, 2001, pp.1633-1634.

进行合作,得到协助,从而增强自己的能力,更好地融入全球价值链。<sup>①</sup>由此可见,全球价值链作为动态演进的网络,符合网络演进的规律,占有优势地位的节点更可能获得更多的链接,产生更大的权力。在全球半导体价值链中,中介节点是优势节点,节点的中介性体现了节点控制关键资源的能力,使节点能够获得某种程度的权力,<sup>②</sup>因此,中介性越强的中介节点,在价值链中的节点地位就越高,越能成为更多对节点之间的中介者。

全球价值链的网络结构扩大了行为体的互动范围,从传统的二元结构逐渐转变为多元结构。当二元结构嵌入全球价值链中,通过节点链接形成多元互动,以分工的方式将多个行为体连接在一起,产生以结构为介质的相互影响,塑造了全局性相互依赖网络。巴内特和杜瓦尔在分析国际政治中的权力时指出,结构是由行为体相互建构出来的,体现了结构中不同位置的内在关系,决定了社会行为体的类型。结构导致了行为体所处位置的不同,即地位的差异,会给不同地位的行为体分配不同的能力与优势,从而产生非对称权力。<sup>③</sup>而网络结构的行为体是节点,这种结构导致节点地位的不同,那么节点建立链接的方式也不相同。节点的链接具有赋予节点特定权力的能力,就有可能形成非对称关系。<sup>④</sup>全局性相互依赖的网络会增强占据优势地位的节点的权力扩散性,使非对称关系更加显著。在全球半导体价值链中,由于节点的中介性是判断节点地位的主要标准,因此,中介节点在产业竞争中更可能产生非对称的权力。一个节点能够成为更多对节点之间的中介者,或者成为价值链中领先节点获得与其他节点建立链接能力的中介者,这个节点的中介性就越强,更可能取得非对称的地位,再通过相互依赖的关系与网络化扩散效应,形成非对称相互依赖,获得有利于该节点的网络权力。

非对称性主要通过横向对比来衡量,即在同一生产环节中,节点或国家之间,如果本国对另一国家形成竞争优势,就会存在非对称性。本文认为,非对称性还可以从纵向对比的角度观察,即从一国价值链的上游到下游的生产能力入手,把该国作为比较对象。在具有明确分工和高度相互依赖的价值链中,单一国家往往难以在上游至下游

---

① OECD, WTO and World Bank Group, "Global Value Chains: Challenges, Opportunities, and Implications for Policy," Report Prepared for Submission to the G20 Trade Ministers Meeting, Sydney, 19 July 2014, p.22.

② Daniel J. Brass, "Being in the Right Place: A Structural Analysis of Individual Influence in an Organization," *Administrative Science Quarterly*, Vol.29, No.4, 1984, p.520.

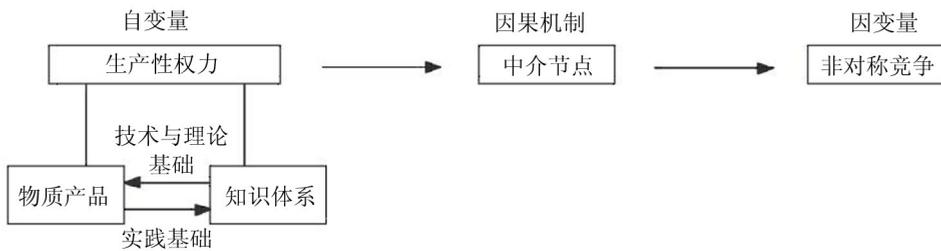
③ Michael Barnett and Raymond Duvall, "Power in International Politics," pp.55-56.

④ Emilie M. Hafner-Burton and Alexander H. Montgomery, "War, Trade, and Distrust: Why Trade Agreements Don't Always Keep the Peace," *Conflict Management and Peace Science*, Vol.29, No.3, 2012, pp.258-259.

的所有环节中都拥有强大的生产能力,如果它在某个环节生产能力较弱,但在其他环节的生产能力较强,使得本国依然在价值链中获得重要地位,那么非对称性也存在。除了横向的非对称性,中介节点依然能促进这种纵向非对称性的产生,因为国家可以凭借在优势生产环节的中介性而获得在价值链中的权力,克服自己的弱势带来的影响,从而成为价值链中具备竞争力的节点。

总体而言,在网络结构中,生产性权力需要通过中介节点这一机制才能产生非对称竞争力,即生产性权力产生了中介节点,中介节点凭借它的中介性在价值链的关键环节占据领先地位,从而与更多的节点建立链接,而它在价值链中的产品质量、品牌名誉以及知识体系都会塑造自身的影响力,并通过节点之间的链接传递和扩散,继而产生非对称竞争力(见图1)。

图1 生产性权力产生非对称竞争力的因果关系与因果机制



注:图由作者自制。

#### 四 欧盟在装备制造环节的生产性权力

在全球半导体价值链中,企业若要实现从研究设计的芯片构想到产出芯片实体的跨越,需要通过芯片的生产装备进行制造。装备本身就具有中介性,能够将设计构想与现实生产联结起来,而装备的附加值高低以及可替代性的强弱体现了生产性权力的大小,及其产生的中介节点的中介性强弱。半导体装备通常分为两类:第一类是机器,即光刻机、刻蚀设备和沉积设备;第二类是机器的元器件,比如镜片、镜头和激光放大器。全球最大的半导体装备供应商主要有荷兰阿斯麦尔(ASML)、美国科林研发公司(Lam Research Corporation)、美国应用材料公司(Applied Materials)和日本东京电子

(Tokyo Electron)。<sup>①</sup>来自荷兰的阿斯麦尔公司市值位列第一名,其在光刻机设备供应上享有无可争议的垄断地位。<sup>②</sup>

根据摩尔定律(Moore's Law),每单位面积半导体上的晶体管数量大约每两年增加一倍,这就要求晶体管的体积越来越小,如此才能在半导体面积不变的情况下,容纳更多数量的晶体管。工艺节点(technology node)是衡量晶体管物理体积的指标,工艺节点越小,每单位面积半导体上的晶体管体积就越小,晶体管数量越多,半导体性能就越先进。半导体产业的发展恰好符合摩尔定律,大约每两年工艺节点的技术就需要更新。21世纪以来,工艺节点经历了从90纳米、32纳米、22纳米再到7纳米和5纳米,主流的制造商正在持续突破,争取研发出3纳米甚至更小的芯片。<sup>③</sup>随着工艺节点技术的不断更新,摩尔定律仍然指引着半导体产业的发展趋势,实现尖端半导体高精度制造工艺是全球主流芯片制造商最重要的竞争方向,而光刻技术是达到这一目标的关键。只有运用了极紫外光刻技术(Extreme Ultra-violet, EUV),10纳米及以下工艺节点的芯片才能被生产出来。<sup>④</sup>在这一趋势下,光刻机自然成为芯片生产中最重要的一环。荷兰的阿斯麦尔公司是全球EUV光刻机的唯一供应商,没有这样的光刻机,尖端芯片就无法产出。<sup>⑤</sup>由此可见,阿斯麦尔在装备领域的生产能力使得它在全球半导体价值链中具有重要的中介地位,只有通过它,才能将尖端芯片从设计构想变为现实存在的产品。

阿斯麦尔占据全球光刻机市场90%以上的份额,属于垄断厂商。<sup>⑥</sup>它不仅在中高端芯片制造市场具有吸引力,在普通芯片制造市场也有巨大优势。阿斯麦尔的先进生产能力不只体现在EUV光刻机的生产上,还体现在其拥有一套完整的一体化光刻技术系统(holistic lithography systems)。这一系统既包括光刻机这样的硬件设备,还搭配有独特的软件系统,硬件与软件的相互配合能使芯片生产商不断实现工艺突破和规模生

<sup>①</sup> “Semiconductor Manufacturing Equipment Companies—Applied Materials, Inc. (US) and ASML (Netherlands) Are the Key Players,” Markets and Markets, 5 May 2023, <https://www.marketsandmarkets.com/ResearchInsight/semiconductor-manufacturing-equipment-market.asp>.

<sup>②</sup> Thomas Alsop, “Leading Semiconductor Companies Worldwide 2024, by Market Cap,” Statista, 29 August 2024, <https://www.statista.com/statistics/283359/top-20-semiconductor-companies/>.

<sup>③</sup> Ann Kelleher, “Moore's Law—Now and in the Future,” Intel, <https://www.intel.com/content/www/us/en/newsroom/opinion/moore-law-now-and-in-the-future.html#gs.fcrru>.

<sup>④</sup> “ASML Annual Report 2022,” ASML, 15 February 2023, <https://www.asml.com/en/investors/annual-report/2022>.

<sup>⑤</sup> “ASML Annual Report 2022”.

<sup>⑥</sup> Toby Sterling, “Computer Chip Giant ASML Places Big Bets on a Tiny Future,” Reuters, 21 May 2022, <https://www.reuters.com/technology/computer-chip-giant-asml-places-big-bets-tiny-future-2022-05-20/>.

产。在光刻技术方面,阿斯麦尔同时具备先进的 EUV 技术和深紫外光刻技术(Deep Ultra-violet, DUV),因此,它除了生产 EUV 光刻机外,还生产 DUV 光刻机。DUV 光刻机生产的芯片一般工艺节点在 10 纳米以上,在这一市场,阿斯麦尔不再是唯一的供应商,但是搭配上它的软件系统,依然是该领域的领先者,它能够完全满足从普通到高端芯片生产的装备供应。阿斯麦尔的软件系统优势体现在两方面:一方面是计算光刻系统(computational lithography),这一系统在光刻机投入使用之前根据芯片研究设计阶段的参数来计算光刻机最合适的运行模式,使后期的工作中能更精准地按照芯片的设计要求刻制芯片;另一方面是量测与检测系统(metrology and inspection),这一系统在光刻机的工作过程中发挥作用,能优化光刻机的设置,及时检测问题,减少光刻机在制造芯片过程中的失误。阿斯麦尔软硬件相互配合的一体化光刻技术系统能使芯片制造商在已有生产条件下达到最高的芯片良率(yield rate),即产出最大数量的合格芯片。<sup>①</sup> 半导体产业具有规模效应,而在规模经济中,产品的平均成本会随着产量的增加而下降。<sup>②</sup> 使用阿斯麦尔的光刻机能够为芯片制造商带来更低的生产成本,这样的优势不仅能吸引高端芯片制造商,还能吸引普通芯片的制造商。所以,唯有阿斯麦尔能生产的 EUV 光刻机是制造高端芯片的必需装备,它保证了高端芯片价值链的完整,而其一体化光刻系统通过硬件和软件的双重优势同时为高端芯片与普通芯片的制造商带来了明显的成本优势,这也能解释为什么阿斯麦尔能够垄断光刻机市场,实现超过 90% 的市场占有率。

阿斯麦尔在欧盟内部拥有十分可靠的合作伙伴,德国的蔡司集团(Carl Zeiss Jena)和通快公司(Trumpf)作为全球顶尖的半导体装备元器件供应商,与阿斯麦尔存在长期的合作,三者紧密协作,形成了完备稳固的装备供应网络。蔡司集团在光学与光电子领域是全球领先的科技公司,半导体制造科技是其一项重要子业务。它是世界上唯一一家能够生产用于最先进芯片制造装备的镜片和镜头的公司,其超精确的镜子和镜头的精度比韦伯太空望远镜高出 200 倍。阿斯麦尔光刻机所需的镜片只有蔡司集团才能提供,它对阿斯麦尔而言是不可替代的。没有蔡司的光学元件,阿斯麦尔就无法制造其 EUV 光刻机;而没有阿斯麦尔的光刻机,就不可能制造出未来技术(人工智

<sup>①</sup> “ASML Annual Report 2022”.

<sup>②</sup> Paul R. Krugman, Maurice Obstfeld and Marc J. Melitz, *International Economics: Theory and Policy*, p.199.

能、自动驾驶和量子计算)所需的最先进芯片。<sup>①</sup> 蔡司集团保障了阿斯麦尔制造光刻机所需的关键镜片供应的稳定,为其持续向世界供应先进光刻机及垄断全球光刻机市场起到了无法忽视的作用。

通快公司则为阿斯麦尔的光刻机提供激光放大器。随着半导体结构尺寸逐渐接近原子级,该公司的高功率激光放大器在芯片制造中发挥了至关重要的作用。通过生成发光等离子体,它能够提供极紫外光(EUV)用于芯片曝光,而 EUV 激光光刻技术正是制造尖端芯片的关键。现代计算机芯片通常以纳米级别构建,生产过程中需要激光器进行复杂的曝光工艺。传统的激光器难以满足小于 10 纳米的结构制造需求,这类精细结构需要更短波长的 EUV 光束。通快公司与阿斯麦尔、蔡司集团共同合作,研制出全球独一无二的二氧化碳激光系统,能将平均功率为数瓦的二氧化碳激光放大超过 10000 倍,输出超过数十千瓦的平均脉冲功率。搭配上阿斯麦尔的扫描仪和其他组件,以及蔡司的镜头,这一整套设备每秒可制造 100 多个芯片,足以支持大规模生产,在技术和经济方面均为全球芯片制造商带来了显著的成功。<sup>②</sup>

阿斯麦尔的客户网络体现了其在全球半导体价值链中的重要中介地位,它与亚洲、北美洲、欧洲和中东地区的主要国家都有贸易联系,全球领先的芯片制造商都会购进阿斯麦尔的产品。<sup>③</sup> 阿斯麦尔的三个最大客户是台积电(TSMC)、三星电子(Samsung Electronics)和英特尔(Intel)<sup>④</sup>,这三家公司正好是芯片制造界的三巨头。<sup>⑤</sup> 它与海力士(SK Hynix)、美光科技(Micron Technology)等数家拥有相当市值的重要芯片制造企业也有贸易往来。<sup>⑥</sup> 由此可见,阿斯麦尔的产品具有极高的科技含量和门槛,拥有高附加值,也难以被替代,几乎垄断了光刻机的生产环节,因而使欧盟在装备制造环节享有显著的生产性权力,在整个半导体价值链中成为十分重要且难以被替代的中介

---

<sup>①</sup> See Christoph G. Schmutz, “Chipmaschinen-Hersteller ASML: 《Wir sind dabei, das wichtigste Unternehmen der Welt zu werden》,” NZZ, 23 January 2023, <https://www.nzz.ch/wirtschaft/chipmaschinen-hersteller-asml-wir-sind-dabei-das-wichtigste-unternehmen-der-welt-zu-werden-ld.1720787?reduced=true>; Lauly Li, “The Global Microchip Race: Europe’s Bid to Catch Up”.

<sup>②</sup> 根据通快公司的官网信息整理,参见“Generation of EUV Radiation Using a CO<sub>2</sub> High-power Laser System and Tin,” Trumpf, [https://www.trumpf.com/en\\_INT/solutions/applications/euv-lithography/](https://www.trumpf.com/en_INT/solutions/applications/euv-lithography/).

<sup>③</sup> “ASML Annual Report 2022”.

<sup>④</sup> Toby Sterling, “ASML Beats Earnings Forecasts, Sees 2023 Growth Amid China Worries,” Reuters, 25 January 2023, <https://www.reuters.com/technology/asml-reports-net-profit-198-billion-q4-sees-25-sales-growth-2023-01-25/>.

<sup>⑤</sup> “Top Semiconductor Companies 2007/2022,” Statistics & Data, <https://statisticsanddata.org/data/top-semiconductor-companies/>.

<sup>⑥</sup> Toby Sterling, “Computer Chip Giant ASML Places Big Bets on a Tiny Future”.

节点。它的装备供应能够将芯片的设计构想变为现实,直接关乎芯片制造的质量和产量,也是芯片工艺突破技术瓶颈的关键环节。

欧盟在沉积设备的生产上也拥有显著优势,法国的磊备公司(Riber)就是其中的代表。这家公司专注生产分子束外延(molecular beam epitaxy, MBE)设备。这是制造化合物半导体(compound semiconductor)的关键设备,能以非常高的控制精度将极薄的材料层沉积在基片上。该公司在 MBE 设备市场中占据主导地位,拥有超过 50% 的市场份额和最大的 MBE 机器装机量(约 750 台),它的产品在同类设备中性能最佳,即控制精度最高。化合物半导体具有广泛的应用前景,包括高频 4G 和 5G 通信芯片、光纤网络的发射/接收设备、自动驾驶汽车的 3D 传感芯片以及未来的量子计算。<sup>①</sup> 化合物半导体的市场需求日益强劲,带动了对 MBE 设备的需求。2022 年至 2023 年,磊备公司的 MBE 设备的年销售额上升了 96%,达到 2900 万欧元,2024 年的年销售额预计还会增长。磊备公司通过数十年的努力,赢得了大量的海外业务,构建了自己的客户网络。亚洲地区是其主要的客户来源,占据磊备公司 2023 年约三分之二的销售额。<sup>②</sup> 与阿斯麦尔相似,该公司的 MBE 设备拥有高附加值和较低的可替代性,特别是对于化合物半导体的制造。磊备公司、阿斯麦尔、蔡司集团和通快公司共同形成了欧盟在装备制造环节的生产性权力,增强了对该分工环节的控制力,使欧盟成为价值链上具有较强中介性的中介节点。

## 五 欧盟在关键原材料环节的生产性权力

芯片的制造需要高质量的原材料,材料的品质是决定芯片质量的重要因素。制造芯片的原材料主要包括硅片、化学制品和气体等,<sup>③</sup>因此,芯片的材料也是使芯片从设计构想变为现实存在的重要中介者,在原料生产上占有优势的国家更有可能在芯片价值链中获得相对有利的位置。欧盟在高附加值的关键原材料生产环节具有较强的不可替代性,这使其获得了广泛的客户网络,涵盖了全球领先的芯片制造商。

芯片是在硅片上按照一定的设计图案刻制并切割而成,硅片是芯片的载体,它的

---

<sup>①</sup> “Riber—Key Technology for Compound Semiconductors,” Edison, 18 June 2020, <https://www.edisongroup.com/research/key-technology-for-compound-semiconductors/27088/>.

<sup>②</sup> Richard Stevenson, “The Growth of MBE,” *Compound Semiconductor*, Vol.30, No.2, 2024, p.14.

<sup>③</sup> “TSMC Annual Report 2021,” TSMC, 12 March 2022, [https://investor.tsmc.com/static/annualReports/2021/english/pdf/e\\_all.pdf](https://investor.tsmc.com/static/annualReports/2021/english/pdf/e_all.pdf).

制作需要非常精细的工艺和极高的技术标准,而随着芯片市场的逐渐扩大,对硅片的需求也在迅速上升,硅片供应量明显跟不上需求的上升,导致全球硅片供应短缺。<sup>①</sup>硅片在芯片的生产中具有基础作用和较高附加值,属于生产芯片的关键原材料。全球最大的5家硅片生产商分别是日本信越化学(Shin Etsu)、日本胜高(Sumco)、中国台湾环球晶圆(GlobalWafers)、德国世创(Siltronic)、韩国鲜京矽特隆(SK Siltron),合计市场占有率超过90%。其中,欧盟的企业——德国世创,常年稳居市场占有率前5名,<sup>②</sup>属于全球硅片生产的龙头企业。硅片有尺寸之分,其直径有150毫米、200毫米、300毫米不等。理论上讲,硅片的直径越大,就能在它上面切割出数量更多的芯片,从而降低大规模芯片制造中的单位成本。<sup>③</sup>硅片的尺寸越大,需要的工艺就越高端,背后的科技附加值就越高,因此,在保证质量的前提下实现大尺寸硅片规模生产的企业更容易提高在产业中的地位。目前,硅片市场上能大量投入使用的最大直径是300毫米,而上述5家全球最大的硅片公司同时也位居300毫米硅片市场占有率的前5名。<sup>④</sup>

德国世创在硅片市场稳定的领先地位确保了欧盟在半导体原材料供应环节的重要性,也为欧盟在全球半导体价值链中争取了相对有利的位置。世创公司是全球半导体价值链上重要的中介节点,硅片作为半导体的核心原材料,使用世创公司供应的高品质硅片是全球众多一流芯片制造商进行生产的关键环节。它拥有十分广泛的客户网络,全球领先的芯片制造商都选择从世创公司进口硅片,台积电、英特尔、三星、格芯(GlobalFoundries)和海力士等知名企业是它最主要的客户。在全球硅片供应短缺的情况下,世创公司一直努力保持它的优势并加强自身在产业内的领先地位,积极拓展国外市场。早在2006年,为了应对300毫米硅片市场需求的快速增长,它与三星公司合作在新加坡建厂生产300毫米硅片,它们的产品成为高品质硅片的稳定供应商。<sup>⑤</sup>

<sup>①</sup> Takashi Mochizuki and Vlad Savov, “Key Supplier of Wafers for Chips Has Sold Out Through 2026,” Bloomberg, 2 September 2022, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-02-09/key-supplier-of-wafers-for-chips-says-it-s-sold-out-through-2026>.

<sup>②</sup> “Siltronic—Factbook 2021,” Siltronic AG, March 2022, [https://www.siltronic.com/fileadmin/investorrelations/Pr%C3%A4sentation/2021/20220309\\_Siltronic\\_Fact\\_Book\\_March\\_2022\\_01.pdf](https://www.siltronic.com/fileadmin/investorrelations/Pr%C3%A4sentation/2021/20220309_Siltronic_Fact_Book_March_2022_01.pdf).

<sup>③</sup> Biljana Ogenova, “Update on Wafer Fabs: Shortages, Slowdowns, and New Facilities,” All About Circuits, 4 May 2022, <https://www.allaboutcircuits.com/news/update-on-wafer-fabs-shortages-slowdowns-and-new-facilities/>.

<sup>④</sup> Adele Hars, “Wafer Shortage Improvement In Sight For 300mm, But Not 200mm,” Semiconductor Engineering, 19 May 2022, <https://semiengineering.com/wafer-shortage-improvement-in-sight-for-300mm-but-not-200mm/>.

<sup>⑤</sup> Gerald Ondrey, “Siltronic and Samsung Start Joint Venture of 300 mm Wafers in Singapore,” Siltronic AG, 19 June 2008, <https://www.siltronic.com/en/press/press-releases/siltronic-and-samsung-start-joint-venture-of-300-mm-wafers-in-singapore.html>.

世创公司于 2022 年在新加坡开始建设具备全球先进水准的硅片工厂,建成之后将重点供应高质量 300 毫米硅片,<sup>①</sup>缓解硅片供应的不足。2024 年 6 月 12 日,它在新加坡开设了第三家工厂,耗资 29 亿美元,并且首次在新加坡采用外延工艺(epitaxy)以增强硅片的导电性,达到更好的性能。世创公司之所以将新加坡作为重要的工厂选址,除了其较为完善的基础设施和人员配置以外,更靠近客户和市场也是不可忽视的原因。<sup>②</sup> 世创公司拓展海外市场的努力不仅增强了它在关键原材料环节的生产性权力,笼络了更广泛的客户网络,也更加稳固了作为半导体价值链中重要的中介节点的地位。

目前,硅片短缺,200 毫米硅片甚至比 300 毫米硅片的短缺程度更严重,硅片前五大供应商均在加大投资建设新生产线,扩大 300 毫米硅片的产量。这些新生产线将在 2024 年投入使用。而对于 200 毫米硅片,由于新建生产线涉及大量成本、购置专属生产装备难度大等因素,在主要供应商中,只有现为世界第七大硅片供应商的芬兰奥克麦蒂克公司(Okmetic)明确表示会专门扩大 200 毫米硅片的生产。<sup>③</sup> 200 毫米硅片具有独特优势,比如汽车雷达、智能手机、洗衣机传感器等涉及物联网(Internet of Things)装备的零部件所需要的芯片使用 200 毫米硅片生产成本更低。进入 21 世纪后,300 毫米硅片技艺的成熟及其优势凸显,市场需要大量增加,200 毫米硅片产量大幅降低。然而随着近年来物联网技术的普及,大约自 2015 年起,200 毫米硅片的需求明显增加,但是过去十几年市场的衰落导致相关生产线被大量关闭,200 毫米硅片的生产装备供应商停产,短时间内实现复产十分困难,其产量目前无法跟上需求的增长,导致持续数年供不应求。<sup>④</sup>

随着智能手机的兴起,特别是 5G 技术的普及,这一趋势极大地促进了以绝缘体上硅技术(Silicon-On-Insulator, SOI)生产的硅片市场的迅速扩大。通过 SOI 技术生产的 RF-SOI 硅片是制造所有智能手机所必需,它能最大程度保证信号的完整性,对

---

<sup>①</sup> “Siltronic Achieves Record Sales and Ebitda in 2022,” Siltronic AG, 2 February 2023, <https://www.siltronic.com/en/press/press-releases/siltronic-achieves-record-sales-and-ebitda-in-2022.html>.

<sup>②</sup> Timothy Goh, “Wafer Manufacturer Siltronic Opens \$2.9b Facility in S’ pore, Will Expand Hiring,” The Straits Times, 13 June 2024, <https://www.straitstimes.com/business/companies-markets/wafer-manufacturer-siltronic-opens-new-29b-facility-in-s-pore-will-expand-hiring>.

<sup>③</sup> Adele Hars, “Wafer Shortage Improvement in Sight for 300mm, But not 200mm”.

<sup>④</sup> Mark LaPedus, “200mm Shortages May Persist For Years,” Semiconductor Engineering, 20 January 2022, <https://semiengineering.com/200mm-shortages-may-persist-for-years/>; “Silicon Wafers Used to Fabricate IoT Devices,” University Wafer, <https://www.universitywafer.com/silicon-internet-of-things.html?srsId=AfmBOoqZBD5h1Pr6nKrVdXOu5610YWKGyIjklwyv2Mowm08RWpTCqfU1>.

于5G技术的发展非常关键。<sup>①</sup>目前,欧洲占有全球最大的SOI硅片市场,法国索泰克公司(Soitec)全球市场占有率排第一,瑞士的意法半导体公司(STMicroelectronics)和荷兰的恩智浦半导体公司(NXP)都是这一行业的领军企业。<sup>②</sup>SOI硅片在遵循摩尔定律的半导体产业中具有十分广泛的应用前景,闸极长度在25纳米及以下的晶体管(可以换算成工艺节点约22纳米及以下的半导体)在SOI硅片上的工作效率明显比在没有运用SOI技术的硅片更高,也就是说,SOI硅片对于高端芯片的制造有可观的实用价值。智能切割技术(Smart Cut™)<sup>③</sup>是实现SOI硅片工业生产的主导性技术,<sup>④</sup>而这一技术正是索泰克公司的专利。索泰克公司的硅片还具有高效节能性,使用该公司的SOI硅片制造出来的产品比用传统的平面体硅(Bulk Si)硅片制造的产品节能50%。索泰克公司强大的生产能力使其技术或产品出现在当今几乎所有的智能手机配件上。<sup>⑤</sup>该公司也由此产生了很好的产业示范效应,它凭借Smart Cut™技术和旗舰产品RF-SOI硅片确保了在4G和5G市场的不可或缺性,因而产生了强大的中介性。其示范效应逐渐扩散成为集体共识,为此类硅片生产和庞大的智能手机市场设立了技术标准,即SOI硅片的生产和智能手机生产商的主流选择都是索泰克公司的技术和产品。除此之外,索泰克公司通过签署技术许可协定,与环球晶圆、日本信越化学公司等诸多公司建立了伙伴关系,扩展了自己的产业网络。<sup>⑥</sup>

除了硅片生产领域,欧盟还是半导体产业最大的化学制品和气体供应商之一,2020年占据全球34%的市场营业额。<sup>⑦</sup>德国的巴斯夫(BASF)、默克(Merck)和法国液化空气集团(Air Liquide)是这一领域的主要供应商。<sup>⑧</sup>其中,巴斯夫公司目前已经连续5年(2019—2023年)成为全球最大的化学制品公司,其产品覆盖面广,涵盖了半导体工艺中的清洗、蚀刻、光刻、化学机械平坦化(CMP)和湿法沉积等主要环节。该

---

① Mark LaPeduc, "RF SOI Wars Begin," *Semiconductor Engineering*, 17 May 2018, <https://semiengineering.com/soi-wars-begin/>.

② "Silicon on Insulator (SOI) Industry Worth \$2.9 Billion by 2027," *Markets and Markets*, December 2022, <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/soi-market.asp>.

③ Smart Cut™是法国索泰克公司专有的晶圆键合和分离技术,它能将超薄的晶体材料从一个衬底转移到另一个衬底之上,从而打破原有的物理限制并改变整个衬底行业的状况。

④ G. K. Celler and Sorin Cristoloveanu, "Frontiers of Silicon-On-Insulator," *Applied Physics Review*, Vol.93, No.9, 2003, pp.4956-4957.

⑤ "2020-2021 Universal Registration Document," Soitec, 5 July 2021, <https://d2za3aw7vtguly.cloudfront.net/production/releases/financial/20210706-Soitec-PR-Availability-of-the-Universal-Registration-Document-VF.pdf>.

⑥ "2020-2021 Universal Registration Document".

⑦ Andrea Ciani and Michela Nardo, "The Position of the EU in the Semiconductor Value Chain: Evidence on Trade, Foreign Acquisitions, and Ownership," pp.1-35.

⑧ "TSMC Annual Report 2021".

公司在全球有 93 家子公司,其产品享有广阔的海外市场,客户众多。<sup>①</sup> 默克公司在半导体气体领域拥有 40 多种产品,是目前市场上种类最齐全的气体供应商,涵盖蚀刻、清洗、沉积等环节。默克自主研发的定向自组装(Directed Self-Assembly, DSA)技术及其在原材料上的应用可以打破传统光刻的衍射极限,突破了 EUV 光刻技术面临的光子不足的瓶颈。<sup>②</sup> 其坚持不懈的技术研发不断为新材料开发、制造、过程控制以及客户供应设立新的标准。<sup>③</sup> 法国液化空气集团专注于为半导体制造的各个关键环节提供超高纯度的气体和液体化学品,以确保制造过程的洁净与稳定。该集团的两大产品线——用于生产超高纯度气体的 ALOHA™ 技术<sup>④</sup>以及适用于等离子增强化学气相沉积工艺的 Voltaix™ 技术<sup>⑤</sup>,专门针对纳米级晶体管的制造,不仅提升了器件的精度和适应性,还推动了新一代更高效芯片的开发。<sup>⑥</sup> 这些企业代表了欧盟在化学品和气体供应的生产能力。

欧盟在装备制造和关键原材料环节的生产性权力不仅源于其企业的实力,也离不开欧盟的政策协调。比如《欧洲芯片法案》中的巨额补贴措施,进一步强化了其内部企业的集群效应,支持了阿斯麦尔、索泰克等关键装备制造和原材料生产商的发展。这些企业在欧盟的协作环境中共同构建了具有高度集中度和联动效应的网络节点,为欧盟在半导体装备制造环节中的生产性权力提供了坚实的支撑。

## 六 欧盟在知识体系的生产性权力

一个国家的知识体系在全球半导体价值链中可以扮演中介者的角色,知识体系带来的附加值越高,其本身或基于知识体系生产的产品的可替代性就越弱,该国的生产

---

<sup>①</sup> 根据巴斯夫官方网站的数据以及 Statista、Globaldata、Chemical & Engineering News 等数据和新闻报道整理。

<sup>②</sup> Jerome Wandell and Durairaj Baskaran, “Overcoming EUV Lithography Barriers Through Directed Self-Assembly (DSA) Technology,” SEMI, 12 April 2022, <https://www.semi.org/eu/events/overcoming-EUV-lithography#overview>.

<sup>③</sup> “Digital Solutions New Standards for Semiconductor Materials,” SEMI, 25 April 2023, <https://www.semi.org/eu/webinar/Digital-Solutions-Semiconductor-Materials>.

<sup>④</sup> 一种为原子层沉积(Atomic Layer Deposition, ALD)和化学气相沉积(Cheical Vapor Deposition, CVD)工艺提供超高纯度气体的技术,专门设计用于生产高性能纳米级晶体管,确保材料的高洁净度和均匀性。

<sup>⑤</sup> 专为纳米电子学应用设计的气体产品线,特别用于等离子增强化学气相沉积(Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition, PECVD)工艺,提供专门优化的气体,以生产高性能纳米级晶体管,确保材料的高洁净度和均匀性。

<sup>⑥</sup> 参见法国液化空气集团的官网,“Semiconductors,” Air Liquid, <https://electronics.airliquide.com/who-we-are/our-markets/semiconductors-0>。

性权力就越强,从而可能产生更强的中介性。此外,知识体系具有外溢性,能够扩散至其他国家,从而增强该国的影响力。外溢性的强弱可以通过技术扩散性和知识的相对开放性等特征来衡量。外溢能力越强的国家,就越可能在全球半导体产业的研究设计和生产中发挥中介作用,并塑造产业形态。

### (一) 欧盟半导体产业知识体系的生产能力

半导体产业作为技术密集型产业,其价值链上的每一个环节都依赖于知识生产。某一环节的知识储备越丰富,就越有可能形成更高水平的技术,生产出更高附加值的产品,成为重要的中介节点,从而在价值链上取得更有利的地位。当前,芯片工艺节点正进入 3 纳米时代,由于尺寸的物理限制,进一步缩小芯片变得极为困难。仅仅降低工艺节点难以带来与成本相称的收益,新材料、创新设备体系结构和系统工艺协同优化(System-technology Co-optimization, STCO)将成为摩尔定律发展的下一个阶段。这意味着,除了缩小尺寸外,材料和设备创新、软件和硬件系统的协同优化将对芯片性能产生越来越大的影响,制造之外的其他环节在价值链中的重要性逐渐增加。系统工艺协同优化的提出表明,芯片价值链的每一个环节,从软件设计、体系结构到生产进程,都需要协调共同优化,才能最大化最终产品的价值。<sup>①</sup> 因此,如果一国的知识体系能够参与全价值链的各个环节,就更有可能促进各环节的协同优化,为最终产品提供更多的附加值,从而提升其在价值链中的地位。

尽管欧盟在芯片制造环节的产量不大,但其知识体系为全球芯片制造的革新做出了重要贡献。欧盟拥有世界一流的半导体科研机构,如比利时的微电子研究中心(IMEC)、法国的电子和信息技术实验室(CEA-Leti)和德国的弗劳恩霍夫协会(Fraunhofer)。这些机构在各环节不断创新和积累知识,并将各环节的成果整合,实现整体优化。例如,比利时微电子研究中心联合装备和原材料供应商、芯片设计公司、制造商和学术研究中心,进行协同合作和研究来进行知识体系的构建,其每年在业界高认可度的期刊、书籍和会议上发表超过 1800 份公开出版物,显示出强大的知识生产能力。它还拥有全球最大的 300 毫米研发无尘室,吸引了全球领先的设备和原材料供应商前来进行研发。在芯片制造技术领域,比利时微电子研究中心处于前沿,创新了名为分叉片(Forksheet)晶体管的架构,能超越 2 纳米工艺节点的性能,有望推动芯片制造进

---

<sup>①</sup> Samuel K. Moore, "Intel's Take on the Next Wave of Moore's Law," IEEE Spectrum, 5 December 2022, <https://spectrum.ieee.org/whats-next-for-moores-law>.

入 1 纳米时代。<sup>①</sup> 比利时微电子研究中心凭借先进的知识生产能力在全价值链上赢得了相当数量的客户,包括台积电、三星、英特尔、格芯、阿斯麦尔、华为、苹果和微软等业界领先企业,<sup>②</sup>这使它成为全球半导体价值链上重要的中介节点。与此相同,法国电子和信息技术实验室和德国弗劳恩霍夫协会也属于全球最具创新性研究机构之列。<sup>③</sup>

在半导体领域,欧盟的学术和人才优势明显,与半导体研究有关的专业大类主要是电子与电气工程(Electrical and Electronic Engineering)和工程与技术(Engineering and Technology)。根据 2022 年 QS 世界大学排名,在这两个专业的前 25 所大学中,欧盟国家的大学分别占了 4 所,分布于荷兰、德国、法国、瑞典和意大利。如果将欧盟视为一个国家来比较的话,在这两个专业中,欧盟的大学数量在全球范围内仅次于美国,位居全球第二,<sup>④</sup>显示了深厚的学术和人才潜力。欧盟通过伊拉斯谟计划(Erasmus+)和欧洲科技大学联盟(EuroTech Universities Alliance),<sup>⑤</sup>提升高等教育质量,结合各国科研能力,推动科技创新和人才储备。1995—2020 年间,欧盟在半导体三大顶级国际学术会议上的论文发表数量居全球第三,并且占比呈上升趋势,<sup>⑥</sup>显示了欧盟在半导体领域的科研实力不断增强。欧盟重视将学术研究与实践生产相结合,通过欧洲科技大学联盟等举措,推动学校、学术机构与半导体企业的合作,形成了知识三角(knowledge triangle)网络,促进了技术突破和高附加值产品的生产。<sup>⑦</sup>

## (二) 欧盟半导体产业知识体系的外溢能力

欧盟知识体系在全球半导体价值链中的生产能力和开放性使其具有显著的外溢性。知识体系的强弱不仅体现在产品上,专利也是重要指标。通过在国外申请专利或授权他国,可以实现技术扩散与外溢,获取经济利润,并扩大影响力,提升在价值链中

① 根据比利时微电子研究中心官方网站的信息整理。

② 根据比利时微电子研究中心、英特尔官方网站整理。

③ “Reuters Top 25 The World’s Most Innovative Research Institutions 2019,” Reuters, 18 September 2019, <https://www.reuters.com/innovation/most-innovative-institutions-2019>.

④ 根据 2022 年 QS 按照学科排名的世界大学榜单整理。参见“QS World University Rankings by Subject 2023,” QS Top Universities, [https://www.topuniversities.com/subject-rankings/2023?qs\\_qp=topnav](https://www.topuniversities.com/subject-rankings/2023?qs_qp=topnav).

⑤ “European Universities Initiative,” European Commission, <https://education.ec.europa.eu/education-levels/higher-education/european-universities-initiative>.

⑥ Anna Semenova et al., “Who Is Developing the Chips of the Future?” Stiftung Neue Verantwortung, 16 June 2021, [https://www.stiftung-nv.de/de/publication/who-developing-chips-future#collapse-newsletter\\_banner\\_bottom](https://www.stiftung-nv.de/de/publication/who-developing-chips-future#collapse-newsletter_banner_bottom).

⑦ 根据欧盟官网 European Education Area 专栏信息整理; Margriet Van Schijndel-de Nooij and Brian de Bart, “Chips for Europe: Why Industry–university Collaboration Is Key,” EuroTech Universities Alliance, <https://eurotech-universities.eu/news-and-events/news/chips-for-europe-industry-university-collaboration/>.

的地位,增强节点的中介性。欧盟在全球半导体专利申请方面表现突出。近年来,全球半导体的专利总数存在明显的上升趋势,2022 年,全球半导体专利数量较五年前增长了 59%,其中美国、欧洲和中国最为强劲。<sup>①</sup> 专利技术不再局限于国内,而是向国外扩散,比如在 2020 年和 2021 年,根据专利类别,欧盟在中国申请成功的半导体所属小类的专利数量位列所有外国国家的前 5 名。<sup>②</sup> 欧盟的专利优势体现在研究机构和半导体企业上。在半导体专利领域,法国电子和信息技术实验室是唯一进入全球前五的欧洲研究机构。<sup>③</sup> 比利时微电子研究中心目前拥有 1000 多项专利技术,大多授权给美国和日本,半导体技术是其最主要的专利来源。<sup>④</sup> 德国弗劳恩霍夫协会持有 2 万多项专利,半导体技术也是其重要的专利来源之一。<sup>⑤</sup> 这些研究机构推动了欧盟在全球范围内塑造半导体市场的技术标准和产业规则,提高了其在价值链中的地位。

欧盟的代表性企业同样为获得半导体专利技术做出了重要贡献,法国索泰克公司的智能切割技术广泛应用于智能手机生产,塑造了市场技术标准。<sup>⑥</sup> 荷兰的阿斯麦尔在全球拥有近 3 万多项专利,专利领域主要包括光刻设备和深度学习(deep learning)等半导体产业需要的核心技术。美国、日本、中国台湾、韩国和中国大陆是其专利分布最多的国家或地区,超过了荷兰和欧洲本土,其数量甚至超过了欧洲本土所拥有的专利。获得阿斯麦尔专利授权的包括台积电、英特尔、三星等数家一流半导体企业,<sup>⑦</sup> 阿斯麦尔与这些企业形成了长期稳定的专利授权关系。早在 2005 年,它就与英特尔达成许可协议,授予英特尔数项光刻专利使用权,包括提高制造工艺和产量的散射条技术(Scattering Bar Technology),这一技术增强了阿斯麦尔光刻系统的性能和价值,提高了芯片制造的良率,被全球二十多家领先的芯片制造商和代工厂采用。<sup>⑧</sup> 蔡司作为半

---

① Edd Cavanna, "Semiconductor Patents Rise by 59% in Five Years to Reach to Record High," Mathys & Squire, 20 February 2023, <https://www.mathys-squire.com/insights-and-events/news/semiconductor-patents-rise-by-59-in-five-years-to-reach-to-record-high/>.

② 根据中国国家知识产权局 2020 年和 2021 年的知识产权统计年报整理,目前只更新至 2021 年,按照国际专利分类标准(IPC),半导体属于 H 大类(电气类),可细分至 H01 小类,本文整理的是 H01 类的数据。

③ "CEA-Leti: A Top 5 Global Leader of Semiconductor Patents," CEA-Leti, <https://www.leti-cea.com/cea-tech/leti/english/Pages/What%27s-On/News/CEA-Leti-a-Top-5-global-leader-of-semiconductor-patents.aspx>.

④ "IMEC Innovation Strategy," GoodIP, <https://goodip.io/iq/assignee/imec>.

⑤ "Fraunhofer-ges-forschung Innovation Strategy," GoodIP, <https://goodip.io/iq/assignee/fraunhofer-ges-forschung>.

⑥ "2020-2021 Universal Registration Document".

⑦ "ASML Holding Patents—Insights and Stats (Updated 2024)," GreyB, 14 August 2024, <https://insights.greyb.com/asml-holding-patents/>.

⑧ "ASML Licenses Technology Patents to Intel," ASML, <https://www.asml.com/en/news/press-releases/2005/asml-licenses-technology-patents-to-intel>.

导体装备制造的领先企业之一,拥有超过 2000 项关于极紫外光刻技术的核心专利。<sup>①</sup>阿斯麦尔和蔡司分别与佳能公司签订了专利交叉许可协议,涵盖光刻设备和光学元件领域的专利,促进了技术共享。<sup>②</sup> 欧盟这些企业通过专利技术展示了其技术优势和知识体系的外溢性,增强了欧盟在全球半导体价值链中的地位。

欧盟知识体系的开放性也体现在国际教育和人才培养上。与美国相比,欧盟对留学生的限制更少,特别是其半导体领域,吸引了越来越多的外国学生。<sup>③</sup> 欧洲教育体系的相对中立、友好和实惠吸引了较多国际学生,推动了知识体系的外溢。2015—2022 年间,德国的留学生数量增长了 29.4%,这些学生更青睐工程、数学和自然科学类专业,半导体研究也包含在内。<sup>④</sup> 毕业后,这些留学生将先进的半导体科技带回祖国或其他国家,进一步扩散欧盟知识体系,间接增强了欧盟在全球半导体领域的影响力。

科研共享是欧盟知识体系开放性的另一体现。比利时微电子研究中心等机构提供中立、开放的研发平台,各国供应商均可使用。此外,欧盟的一些研究机构推行“开放获取”政策,提供免费获取的文献,促进知识扩散和再生产。例如,德国弗劳恩霍夫协会自 2003 年起推行此项政策,设立了“开放获取战略 2020”目标,开放年度出版物总量的一半。<sup>⑤</sup> 这些措施缩短了创新周期,增加了社会各层面的学术和生产实践相结合的机会,提升了研究机构的影响力,扩展了客户网络。总之,欧盟知识体系的生产能力和开放性促进了技术扩散,提升了其在全球半导体价值链中的地位。通过专利、技术许可和开放教育,欧盟形成了强大的技术标准和影响力,成为全球半导体价值链中的重要中介节点。

通过对欧盟物质产品与知识体系生产性权力的分析可以看出,欧盟与全球一流半

---

<sup>①</sup> “Semiconductor Giants Continue to Invest in EUV Lithography Machine,” TrendForce, 30 April 2024, <https://www.trendforce.com/news/2024/04/30/news-semiconductor-giants-continue-to-invest-in-euv-lithography-machine/>.

<sup>②</sup> “ASML, Zeiss and Canon Cross-license Lithography Equipment Patent Portfolios,” ASML, 21 December 2007, <https://www.asml.com/en/news/press-releases/2007/asml-zeiss-and-canon-cross-license-lithography-equipment-patent-portfolios>.

<sup>③</sup> See Zhao Huanxin, “Students from China ‘Welcome’ at US Colleges,” China Daily, 16 November 2022, Students from China ‘Welcome’ at US Colleges—World—Chinadaily.com.cn; Sha Hua, Karen Hao and Melissa Korn, “Chinese Student Visas to U.S. Tumble From Prepandemic Levels,” The Wall Street Journal, 11 August 2022, <https://www.wsj.com/articles/chinese-student-visas-to-u-s-tumble-from-prepandemic-levels-11660210202>.

<sup>④</sup> “Germany International Student Statistics (Updated 2023),” Erudera, <https://erudera.com/statistics/germany/germany-international-student-statistics/>.

<sup>⑤</sup> 根据比利时微电子研究中心和德国弗劳恩霍夫协会的官方网站信息整理。

导体企业存在紧密的贸易联系,它们都需要欧盟提供的产品(见表1)。欧盟的生产性权力使其能够占据附加值较高的分工环节,在与其他国家的竞争中形成了比较优势。凭借其中上游(研究设计与装备及原材料供应环节)的生产性权力,欧盟在一定程度上缓解了它在下游制造环节的劣势,通过非对称竞争成为全球“芯片战”中一支关键力量。欧盟的半导体产业展现了生产性权力与非对称竞争力的关系,即生产性权力通过中介节点发挥作用,使本国获得非对称竞争的地位,生产性权力与非对称竞争力呈正向相关关系。

表1 欧盟企业与主要客户的贸易关系

其他企业 \ 欧盟企业	装备:阿斯麦尔	硅片:世创、索泰克、意法半导体公司、恩智浦半导体	化学品与气体:巴斯夫、默克、法国液化空气集团	研究机构:比利时微电子研究中心、德国弗劳恩霍夫协会、法国电子和信息技术实验室
台积电 (中国台湾)	● ▲	● ▲	●	▲
三星 (韩国)	● ▲	● ▲	● ▲	▲
英特尔 (美国)	● ▲	●	● ▲	▲
格芯 (美国)	● ▲	● ▲	●	▲
海力士 (韩国)	●	●	●	▲
美光科技 (美国)	● ▲	●	● ▲	▲
松下电器 (日本)	●	● ▲	●	▲
精工爱普生 (日本)	●	● ▲	● ▲	

资料来源:作者根据相关企业的公司年报与官方报道自制。●产品供应,▲研发合作与专利许可。

注:其中“产品供应”与“专利许可”指欧盟是产品供应方与专利许可方。

## 七 欧盟参与全球“芯片战”的路径选择

从生产性权力视角来看,欧盟在全球半导体产业链中的影响力和控制力不完全由最终产品的市场份额来衡量。欧盟是全球半导体产业链上的中介节点,其他国家生产者需要通过欧盟提供的物质产品或者知识体系才能与下游节点建立联系,这使欧盟获

得了与其市场份额不相匹配的非对称竞争力。由此,欧盟选择“非对称竞争”策略参与全球“芯片战”,强化自身优势环节,同时也努力弥补在最终产品生产上的不足,积极嵌入全球价值链网络,保持战略灵活性,与其他国家和地区建立更多的链接,确保其他行为体对自己的需求和依赖,稳固其中介节点的地位,提升对全球半导体产业的控制力。

### (一) 强化既有优势

欧盟委员会预计,到2030年,欧盟半导体领域的公共和私人投资总额将达到430亿欧元,以全面提升其研发和制造能力。其中,117亿欧元将专门用于支持创新中心、试验生产线和下一代技术研发,尤其是在装备制造方面的突破。成员国对研发投资的税收优惠也是鼓励装备创新的有效途径。<sup>①</sup>《欧洲芯片法案》在成员国政府层面得到了积极的响应。在装备制造上,荷兰政府启动了“贝多芬计划”(Project Beethoven),总投资将达25.1亿欧元,从人才培养和基础设施等方面改善企业的营商和生产环境,希望此举使阿斯麦尔继续在本土投资并将其运营基地设在荷兰。<sup>②</sup>荷兰于2023年发布的《国家科技战略》(National Technology Strategy)旨在确保荷兰在技术和半导体领域的领先地位,将投资2.3亿欧元用于半导体和光子学领域的战略性研究项目,阿斯麦尔是重点投资对象。<sup>③</sup>这些措施得到了阿斯麦尔的回音,它持续在极紫外光刻这一最关键的技术上投资。阿斯麦尔与比利时微电子研究中心合作研发生产了全球首台高数值孔径极紫外光刻机(High-NA EUV lithography machine),价值高达3.5亿欧元,进一步提升了光刻的精度,是制造2纳米及以下芯片的关键设备。<sup>④</sup>目前,这台光刻机已被英特尔于2024年1月购入,台积电、三星和美光科技也纷纷向阿斯麦尔订购此款光刻机。德国也是装备制造的领先国家,为了保持既有优势,计划为半导体发展投资500亿欧元。<sup>⑤</sup>作为重要的装备制造企业,蔡司积极响应政府决策,与欧洲以外的半导

<sup>①</sup> See Kjeld van Wieringen, “Strengthen EU Chip Capabilities”; “EU Chips Act Position Paper,” ASML, February 2022, <https://edge.sitecorecloud.io/asmlnetherlaaea-asmlcom-prd-5369/media/project/asmlcom/asmlcom/asml/files/news/2022/asml-position-paper-on-eu-chips-act.pdf>.

<sup>②</sup> “The Netherlands to Invest €2.5 Billion to Strengthen Business Climate for Chip Industry in Brainport Eindhoven,” Governments of the Netherlands, 28 March 2024, <https://www.government.nl/latest/news/2024/03/28/the-netherlands-to-invest-%E2%82%AC2.5-billion-to-strengthen-business-climate-for-chip-industry-in-brainport-eindhoven>.

<sup>③</sup> “The Netherlands’ Semiconductor Industry—June 2023,” New Zealand Foreign Affairs and Trade, June 2023, <https://www.mfat.govt.nz/en/trade/mfat-market-reports/the-netherlands-semiconductor-industry-june-2023>.

<sup>④</sup> “EUV lithography Systems,” ASML, <https://www.asml.com/en/products/euv-lithography-systems>.

<sup>⑤</sup> “Semiconductor Industry in Germany,” Germany Trade and Invest, <https://www.gtai.de/en/invest/industries/industrial-production/semiconductors>.

体企业开展合作研发。三星和蔡司已达成协议,同意扩大在极紫外光刻技术和尖端半导体装备方面的合作。蔡司计划到 2026 年在韩国投资 480 亿韩元,建立一个研发中心。它是阿斯麦尔 EUV 光刻机组件的独家供应商,每台 EUV 光刻机中包含由其制造的超过 30000 个组件。它拥有超过 2000 项关于 EUV 技术的核心专利,其专业知识能够显著提升先进芯片的生产。<sup>①</sup> 欧盟在全球最顶尖的半导体装备制造技术优势进一步增强。

在关键原材料上,2024 年 2 月,欧盟委员会提出了一项在先进原材料上加强欧洲工业领导力的倡议,半导体领域的先进原材料供应也包含在内。欧盟计划建立“材料公地”,一个用于先进材料研究和创新的欧洲数字基础设施,这将显著加速新型先进材料的设计、开发和测试。在制度方面,欧盟成立先进材料技术委员会以协调成员国还有各行业在先进原材料领域的合作关系。在资金方面,欧盟将增加资本投资和融资机会,在“欧洲地平线”(Horizon Europe)框架下与工业界建立新的伙伴关系,目标是 2025—2027 年投资 5 亿欧元,其中至少 2.5 亿欧元来自私人投资。在原材料研发的人才培养方面,欧盟与欧洲创新技术研究院合作建立先进材料学院。<sup>②</sup> 欧盟的政策得到了企业的积极回应,世创公司在《欧洲芯片法案》出台后,扩建了其位于德国萨克森州的工厂,以增加 300 毫米硅片的产量。<sup>③</sup>

在知识体系上,欧盟十分重视研究机构的作用。欧洲的半导体研究实验室将获得 25 亿欧元的资金支持,<sup>④</sup>以推动欧洲的技术研发。欧盟的成员国也同样关注半导体的研发和专利,比如芬兰在 2024 年的《国家半导体战略》中表示,已通过多个大型项目、工业联盟和各种组织发展半导体产业,将研发上的投资增加了 2 亿欧元。芬兰拟重点强化其在研发设计领域的优势,力图使其专利申请数量排在欧洲前三(目前排第六)。在资金方面,芬兰未来 10 年将投资 50 亿欧元,同时启动新的旗舰研究计划,专注于研发微电子学、6G 技术、光子学和量子芯片。<sup>⑤</sup> 同时,欧盟重视解决半导体人才短缺问

① “Semiconductor Giants Continue to Invest in EUV Lithography Machine” .

② “Commission Presents New Initiatives Boosting European Industrial Leadership in Advanced Materials,” European Commission, 27 February 2024, [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_24\\_1121](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_24_1121).

③ Michael Heckmeier, “Speech Annual General Meeting 2024,” Siltronic AG, 13 May 2024, [https://www.siltronic.com/fileadmin/investorrelations/HV\\_2024/20240513\\_Siltronic\\_HV-Rede\\_Heckmeier\\_EN.pdf](https://www.siltronic.com/fileadmin/investorrelations/HV_2024/20240513_Siltronic_HV-Rede_Heckmeier_EN.pdf).

④ Toby Sterling, “European Labs to Receive Billions in Chip Funding,” Reuters, 21 May 2024, <https://www.rcrwireless.com/20240521/chips/european-labs-to-receive-billions-in-chip-funding>.

⑤ Tomy Runne, “Chips from the North Semiconductor Strategy for Finland,” Technology Industries of Finland, 26 April 2024, [https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/inline-files/Chips%20from%20the%20North%20-%20Semiconductor%20Strategy%20for%20Finland\\_0.pdf](https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/inline-files/Chips%20from%20the%20North%20-%20Semiconductor%20Strategy%20for%20Finland_0.pdf).

题,积极促进知识体系的传承和可持续发展。这些措施包括提高对女性学生的关注,发挥她们的潜能;开设最前沿的课程和发放专业奖学金;与工业界合作,提供持续的职业培训,为本科生提供在职体验机会等。<sup>①</sup> 欧盟成员国政府还为人才培养投入大量资金,比如荷兰的“贝多芬计划”显示,一直到2030年,政府将额外投资4.5亿欧元用于人才发展,在此之后每年追加8000万欧元。<sup>②</sup>

## (二)嵌入式合作

半导体价值链具有全球相互依存和灵活性有限的特点,欧盟需要嵌入全球半导体价值链中,才能最大化其非对称竞争力。为此,欧盟采取了两种核心模式——“贸易和技术委员会模式”(简称“TTC模式”)和“数字伙伴关系”模式,以深化其在全球半导体市场中的嵌入度。

首先,欧盟通过TTC模式与美国、印度等国展开深度合作。欧盟和美国作为全球半导体价值链中的重要参与者,在分工和企业合作上具有很强的互补性。例如,从2015年至2021年,非欧盟投资者在欧盟电子元件制造公司投资超过330亿欧元,这些资金主要来自美国投资者,<sup>③</sup>显示了双方在半导体领域的紧密依赖关系。2021年,拜登政府和欧盟委员会成立了欧盟—美国贸易和技术委员会,这是双方在战略性关键问题上重新合作的重要平台。<sup>④</sup> 在此框架下,双方重点在增强半导体供应链的韧性、建立早期预警机制、提升补贴透明度以及避免补贴竞赛等领域展开合作,此外,还涉及对关键原材料的保护和技术出口限制等议题。<sup>⑤</sup> 双方的半导体企业也互相积极嵌入对方的生产,比如美国格芯就与意法半导体达成协议,共同运营一个高产量的半导体制造工厂。英特尔则计划在德国马格德堡市投资330亿美元建设两个工厂。<sup>⑥</sup> 此后,欧盟继续推广这一模式。2022年4月,欧盟与印度成立了贸易和技术委员会(EU-In-

<sup>①</sup> 根据欧盟关于半导体人才培养的官方文件整理,参见 Kjeld van Wieringen, “Strengthen EU Chip Capabilities”; “Reinforcing Skills in Semiconductors,” European Commission, 2 May 2023, [https://hadea.ec.europa.eu/calls-proposals/reinforcing-skills-semiconductors\\_en](https://hadea.ec.europa.eu/calls-proposals/reinforcing-skills-semiconductors_en); “European Chips Skills 2030 Academy,” SEMI, 22 June 2022, <https://www.semi.org/sites/semi.org/files/2022-09/European%20Chips%20Skills%202030%20Academy%2021-06-2022.pdf>.

<sup>②</sup> “The Netherlands to Invest €2.5 Billion to Strengthen Business Climate for Chip Industry in Brainport Eindhoven”.

<sup>③</sup> Nicola Bilotta, “Chips: EU’s Ambition in a Transatlantic Technology Bridge,” *Istituto Affari Internazionali*, Vol.24, No.6, 2024, p.12.

<sup>④</sup> Julia Tréhu, “Transatlantic Cooperation on Semiconductors: A US Perspective,” *Istituto Affari Internazionali*, Vol.24, No.5, 2024, p.3.

<sup>⑤</sup> “EU-US Trade and Technology Council,” European Commission, [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/stronger-europe-world/eu-us-trade-and-technology-council\\_en#areas-of-cooperation](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/stronger-europe-world/eu-us-trade-and-technology-council_en#areas-of-cooperation).

<sup>⑥</sup> Federico Guerrini, “Europe’s Bid To Become A Semiconductor Superpower,” *Forbes*, 23 September 2023, <https://www.forbes.com/sites/federicoguerrini/2023/09/23/europes-bid-to-become-a-semiconductor-superpower/>.

dia Trade and Technology Council), 并签署了一份关于半导体的谅解备忘录, 旨在加强交流、分享实践经验、提升半导体行业技能、加强研发、促进半导体制造, 并确保补贴透明。<sup>①</sup>

其次, 欧盟通过“数字伙伴关系”模式, 与更多国家和地区在半导体领域建立合作机制并使之制度化。欧盟作为全球半导体价值链重要的中介节点, 为了稳固自己的地位, 需要与更多的国家建立链接, 积极融入全球半导体市场。2022年11月, 欧盟与韩国建立了数字伙伴关系(Digital Partnership), 双方计划在半导体供应链信息交流和扩大研发上进行合作。<sup>②</sup> 2022年5月, 欧盟与日本建立了数字伙伴关系, 在半导体方面的合作包括对供应链的联合监测, 以及在设计、汽车和电力技术、传感器和集成光子学方面的研发推广。<sup>③</sup> 2022年6月, 欧盟与中国台湾地区建立了贸易和投资对话机制, 其中包括专门针对半导体的对话, 并通过与企业的直接接触进一步跟进。2023年10月, 欧盟委员会在台北举办了第四届欧洲投资论坛, 重点讨论半导体领域的合作。台湾企业也付诸实际行动, 积极对欧投资, 比如台积电宣布将在德国投资100亿美元建设半导体基地。<sup>④</sup> 2023年2月, 欧盟与新加坡建立了数字伙伴关系, 双方计划进一步推进在先进封装和特色工艺半导体的研发合作。<sup>⑤</sup> 2023年11月, 欧盟与加拿大建立了第四种也是最新的数字伙伴关系, 计划探索在下一代半导体技术上的研发合作。<sup>⑥</sup>

### (三) 选择性合作

美国对中国高科技发展特别是半导体科技施加了严厉的限制措施, 作为美国的重要盟友, 欧盟在一定程度上也被迫接受了这些限制性措施。但欧盟对华半导体政策仍然表现出一定的灵活性和独立性, 依然将中国视为半导体产业的重要伙伴, 在美国

---

<sup>①</sup> See “EU-India: New Trade and Technology Council to Lead on Digital Transformation, Green Technologies and Trade,” European Commission, 6 February 2023, [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_23\\_596](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_596); “Memorandum of Understanding on Semiconductors with India,” European Commission, 23 November 2023, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/memorandum-understanding-semiconductors-india>.

<sup>②</sup> “Republic of Korea-European Union Digital Partnership,” European Commission, 28 November 2022, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/republic-korea-european-union-digital-partnership>.

<sup>③</sup> “Japan-EU Digital Partnership,” European Commission, <https://www.consilium.europa.eu/media/56091/%E6%9C%80%E7%B5%82%E7%89%88-jp-eu-digital-partnership-clean-final-docx.pdf>.

<sup>④</sup> “Chip Giants Investing in Germany,” Germany Trade and Invest, <https://www.gtai.de/en/invest/industries/chip-giants-investing-in-germany-812100>; “EU and Taiwan Hold Trade and Investment Dialogue,” European Commission, 2 June 2022, [https://policy.trade.ec.europa.eu/news/eu-and-taiwan-hold-trade-and-investment-dialogue-2022-06-02\\_en](https://policy.trade.ec.europa.eu/news/eu-and-taiwan-hold-trade-and-investment-dialogue-2022-06-02_en).

<sup>⑤</sup> “EU and Singapore Launch Digital Partnership,” European Commission, 1 February 2023, [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_23\\_467](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_23_467).

<sup>⑥</sup> “EU and Canada Launch Digital Partnership to Strengthen Strategic Cooperation,” European Commission, 24 November 2023, [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_23\\_5953](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_5953).

的限制性框架下与中国进行“选择性合作”。这样的战略选择不仅是基于经济利益的考量,也是为了维持欧盟在全球供应链中的重要地位。中国拥有广阔的半导体市场,对欧盟的产品和技术需求较高。与中国建立贸易链接,增强中国对欧盟的依赖,既能增加欧盟的贸易收入,还有利于进一步稳固欧盟作为中介节点的地位,发挥其产业影响力。因此,美国对华的单边出口限制措施并没有在欧盟得到广泛一致的支持,成员国与欧盟官方机构的态度存在分歧。尤其是欧盟企业认为,实施类似美国的出口管控会减缓欧盟半导体产能的发展,应尽量以相对灵活的方式处理对华合作,因此,并未将中国视为一个“令人担忧的国家”(a country of concern)。<sup>①</sup> 欧洲半导体产业协会(SEMI Europe)代表了大约 300 家总部位于欧洲的半导体公司和机构,其中包括阿斯麦尔、英飞凌意法半导体以及比利时微电子中心、法国电子和信息技术实验室、德国弗劳恩霍夫协会等欧洲一流半导体企业和研究机构。该协会在 2024 年 7 月发布的立场文件中明确反对在半导体产业领域施加过度限制措施,认为半导体企业需要保持足够的投资自由,以确保在全球市场中保持灵活性和竞争力。<sup>②</sup>

虽然美国一直向荷兰政府施压,要求其禁止阿斯麦尔向中国出售最新型号的设备。荷兰政府也在相当程度上配合美国的出口管制措施,但政治压力并未完全隔绝双方的贸易往来。在 2023 年,中国是阿斯麦尔的第二大客户,占其销售额的 29%,超过 64 亿欧元。在 2024 年第一季度,中国跃升为阿斯麦尔的第一大客户,占其销售额的 49%。<sup>③</sup> 可以预见,在美国不断加强对华竞争的背景下,未来荷兰很可能在美国压力下对向中国出口光刻机实施进一步管制。但从维护其中短期商业利益和未来长期全球竞争力来考量,失去与中国庞大半导体市场的链接显然会直接损害阿斯麦尔的全球市场地位,小心谨慎地在经济与安全之间进行平衡,在维持出口管制的同时与中国进行“选择性合作”,将会是荷兰政府的理性选择。在关键原材料方面,欧盟也在维持和中国的合作。法国的索泰克公司是首个加入中国移动 5G 创新中心的材料供应商。

<sup>①</sup> See Cristina Gallardo, “European Chip Startups Plan Future without China,” Sifted, 8 January 2024, <https://sifted.eu/articles/european-chip-startups-plan-future-without-china>; Sujai Shivakumar, Charles Wessner and Thomas Howell, “Balancing the Ledger: Export Controls on U.S. Chip Technology to China,” CSIS, 21 February 2024, <https://www.csis.org/analysis/balancing-ledger-export-controls-us-chip-technology-china>.

<sup>②</sup> “SEMI Europe Recommendations on Outbound Investments,” SEMI Europe, [https://www.semi.org/sites/semi.org/files/2024-07/EAB\\_Recommendations\\_on\\_Outbound\\_Investments\\_final.pdf](https://www.semi.org/sites/semi.org/files/2024-07/EAB_Recommendations_on_Outbound_Investments_final.pdf).

<sup>③</sup> See Toby Sterling, “ASML Expects US, Dutch Export Rules to Hit China Sales by 10-15%,” Reuters, 4 January 2024, <https://www.reuters.com/technology/asml-expects-us-dutch-export-rules-hit-china-sales-by-10-15-2024-01-24/>; Sarah Jacob and Cagan Koc, “China Is Still ASML’s Top Market Despite US Chip Gear Curbs,” Bloomberg, 17 April 2024, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2024-04-17/china-is-still-asml-s-top-market-despite-us-chip-equipment-curbs>.

该中心是一个国际联盟,旨在为拥有 9.25 亿移动用户的全球最大无线通信市场——中国,开发 5G 通信解决方案。索泰克的旗舰产品 RF-SOI 硅片对于 5G 市场具有不可替代性,对中国的 5G 技术研发具有重要意义。<sup>①</sup>除此之外,索泰克也积极在华开展技术合作,与中国企业合作生产的 SOI 硅片,就是由其提供技术,这种合作关系持续至今。<sup>②</sup>

## 八 结语

半导体定义了我们生活的世界,决定着国际政治的形态、世界经济的结构和军事力量的平衡,<sup>③</sup>获取在全球半导体价值链中的优势地位,是大国间战略竞争的必然选项。仅从最终产品,即制成的半导体来衡量一个经济体的地位是失之偏颇的。欧盟在装备、关键原材料及知识体系环节的生产性权力使其成为全球半导体价值链上重要的中介节点,并构建了自己的客户网络,这样的地位使得欧盟获得了纵向与横向的非对称竞争力,从而成为全球半导体价值链上关键力量之一。对欧盟半导体产业进行的案例研究在三个方面为进一步的讨论留下了空间。

第一,生产性权力对全球半导体价值链竞争至关重要。生产性权力不仅存在于半导体成品制造环节,在设备、原材料和知识体系等环节的生产性权力同样重要。在半导体产业这样技术密集型的全球价值链中,生产性权力越大,行为体就越有可能成为中介节点,其节点地位就越重要,影响多对节点之间获取链接的能力和价值链中的主导力越强,产生的网络权力也就越大。

第二,生产性权力本质上形成的都是非对称竞争优势。全球半导体价值链具有极高的技术与资金门槛,目前没有一个国家能够垄断全价值链,在所有环节都形成强大的生产性权力。因此,即使一个经济体在部分生产环节可能存在弱势,但是它如果能在其他环节拥有相对优势并形成生产性权力,那么这种权力越大,它的非对称竞争力也越大,对全球半导体价值链的控制力就越强。

---

<sup>①</sup> “Soitec Joins China Mobile 5G Innovation Center,” Soitec, 25 February 2019, <https://www.soitec.com/en/press-releases/soitec-joins-china-mobile-5g-innovation-center>.

<sup>②</sup> “Soitec and Singui Announce Enhanced Partnership and Increased Production Capacity of 200mm SOI Wafers in China, Securing Future Growth,” Soitec, 19 February 2019, <https://www.soitec.com/en/press-releases/soitec-and-singui-announce-enhanced-partnership-and-increased-production-capacity-of-200mm-soi-wafers-in-china-securing-future-growth>.

<sup>③</sup> Chris Miller, *Chip War: The Fight for the World's Most Critical Technology*.

第三,生产性权力需要在全球市场主体间的互动中产生。只有深度嵌入全球半导体价值链,积极参与国际分工与竞争,才能在互动中形成生产性权力。虽然嵌入全球价值链意味着会暴露自己在某个生产环节的薄弱点,导致对外依赖度上升,但全球市场主体间的互动是价值链演进的内在动力,只有在互动中才能更为精准地把握产业发展趋势和匹配价值链的功能需求,提高自身在价值链上的地位,形成新的竞争优势,旧的薄弱点也就不会永久存在。脆弱性和竞争力不完全是相斥的概念,而是一枚硬币的两面。

欧盟在半导体产业中的“生产性权力”是支撑其采取“非对称竞争”策略参与全球“芯片战”的基石,欧盟利用非对称优势进行“质量”竞争的同时,也在努力克服自身在最终产品生产和市场份额方面的“数量”劣势,《欧洲芯片法案》的一个重要战略目标就是弥补其芯片制造能力的不足。欧洲本土企业博世、英飞凌、恩智浦与台积电合作投资成立欧洲半导体制造公司(ESMC),并于2024年8月20日在德国德累斯顿设厂,欧盟慷慨地给予该项目高达50亿欧元的补贴,<sup>①</sup>就是这一意图的具体体现。这种全产业链的布局意味着,欧盟不仅在强化其既有的生产性权力,还在积极寻求形成更为完整的半导体产业生态。随着其半导体制造能力的逐步提升和技术创新的不断推进,欧盟在全球半导体价值链中的角色将更加不可忽视,它会深刻影响未来全球半导体产业结构的平衡和演变方向。

(作者简介:赵柯,中共中央党校(国家行政学院)国际战略研究院副教授、俄罗斯与欧洲研究所所长;柯好,中共中央党校(国家行政学院)研究生院硕士研究生;责任编辑:张海洋)

---

<sup>①</sup> “Commission Approves €5 Billion German State Aid Measure to Support ESMC in Setting up a New Semiconductor Manufacturing Facility,” European Commission, 20 August 2024, [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_24\\_4287](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_24_4287).