

引文格式: 汪小龙, 周亚平. 半导体产业、数字产业与高质量发展 [J]. 常州大学学报(社会科学版), 2022, 23 (2): 45-53.

# 半导体产业、数字产业与高质量发展

汪小龙, 周亚平

**摘要:** 依据新结构产业经济理论、产品空间理论, 基于哈佛大学 Atlas 和世界银行数据库的数据, 探讨半导体产业促进高质量发展, 以及数字产业对半导体产业促进高质量发展的中介效应。研究表明: 第一, 半导体产业可以促进经济高质量发展。在引入数字产业做中介变量、2014《国家集成电路产业发展推进纲要》颁发等外生冲击情况下, 结论能通过稳健性检验。第二, 半导体产业通过数字产业促进高质量发展。具体而言, 半导体产业促进高质量发展存在曲线关系, 存在最优外部性; 半导体产业政策稳定性对经济复杂度的作用为直线关系。第三, 地理邻近度、经济周期和“先发优势”经济体分组检验显示, 半导体产业存在溢出效应。

**关键词:** 半导体产业; 数字产业; 高质量发展

**作者简介:** 汪小龙, 经济学博士, 无锡太湖学院会计学院副教授; 周亚平, 哲学博士, 兰州大学哲学社会学院教授。

**基金项目:** 江苏省政策引导类计划(软科学研究)资助项目“双循环背景下半导体产业转型路径、方法及政策研究”(BR2021007)。

**中图分类号:** F822 **文献标志码:** A **Doi:** 10.3969/j.issn.2095-042X.2022.02.006

半导体产业是中国经济发展最为活跃的领域之一。《2020年中国集成电路产业运行情况》数据显示: 2020年中国对全球半导体市场的贡献度为33%~35%; 尽管受到新冠肺炎疫情的影响, 全球经济增长仅为5.2%, 但是中国半导体产业还是维持了20%的增长率, 全年收入超过8000亿元, 进口总额突破3000亿美元。半导体产业是中国基本实现新型工业化、信息化, 建成现代化经济体系的关键, 被认为是推动高质量发展的重要依托。半导体产业与数字产业快速融合, 逐渐成为国民经济增长的重要动力。中国经济进入新常态之后, 增长模式亟须从投资驱动换挡到创新驱动, 中国“2035远景目标”也指出, 要全面贯彻新经济理念, 以绿色经济培养新动能, 用新动能推动社会新发展。因此, 如何有效释放半导体产业对中国高质量发展的推动力量, 成为近年来政府和社会各界广泛探讨的议题。数字产业在全球疫情背景下快速发展, 其产出和应用效率持续增加, 推动了经济增长。中国先后发布了《“十二五”国家战略性新兴产业发展规划》《智能制造发展规划(2016—2020年)》《智能制造“十三五”发展规划》等一系列鼓励数字产业发展的政策文件, 先后三次将数字产业发展写入政府工作报告, 并在《中共中央关于制定国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》提出, 要发展数字产业, 推进数字产业化和产业数字化, 推动数字经济和实体经济的深度融合。

新结构产业经济理论认为, 促进高质量发展的重要途径之一是产业结构升级及其变迁。即以资源配置范式为核心的传统产业将向以技术复杂度、经济复杂度为核心的半导体产业、数字产业

等新兴产业转移。半导体产业与数字产业为产业链条关系,即半导体产业的发展促进数字产业的企业链提升,例如,数字产业中,通讯产业链大致可以分为显示屏、芯片、电池、结构件、摄像头和PCB等,其中显示屏、芯片、摄像头和PCB等配件均来自半导体企业。现有研究还指出半导体产业、数字产业对高质量发展的影响是多层面的。在微观层面上,郑小碧等<sup>[1]</sup>分析认为,数字产业将推动均衡的分工结构从传统外包向网络外包和网络众包转变,即数字产业在优化劳动力配置、改进劳动生产率、扩大市场规模、提高人口红利等方面具有明显优势。在宏观层面上,宁朝山<sup>[2]</sup>研究指出,数字产业促进高质量发展的效应显著为正,且东部地区高于中西部地区。丁志帆<sup>[3]</sup>分析指出,数字产业驱动高质量发展的内在机理在微观层面体现为要素成本递减与网络效应增强;中观层面体现为产业创新效应、关联效应和融合效应增强;宏观层面则体现为数字产业通过丰富的要素资源来改善资源配置效率,促进经济发展。

那么,半导体产业、数字产业是否驱动了中国经济的高质量发展?数字产业作用于经济发展的中介效应是否存在?如果存在中介效应,其影响机制是什么?理论上,有关这些问题的研究成果较为匮乏。现有的相关文献孤立地研究半导体产业或者数字产业对经济发展的影响,并未考察半导体产业通过数字产业的中介作用促进经济发展的作用机制。而且,基于城市群的样本数据也可能导致数据选择的偏差性问题,进而造成高质量发展研究的片面性。要解决以上问题,需要在梳理相关理论的基础上,分析全球半导体产业、数字产业作用于高质量发展的机制,并结合中国的现实进行实证研究。

## 一、理论基础与研究假设

### (一) 半导体产业影响高质量发展的机制

第一,半导体产业发展带来数字产业创新能力提升,为通信、计算机基础技术、软件等数字产业的发展奠定基础。金帆<sup>[4]</sup>研究认为,半导体产业创造的包括开发OA办公系统设备、终端智能交互机、后台大数据处理器等在内的互联网生态圈,提升了经济发展质量。第二,半导体产业发展能推动数字产业形成规模效应。刘湖等<sup>[5]</sup>研究认为,半导体产业发展促进了“互联网+”企业形成规模经济,促进了电子商务企业的增长水平。Palos-sanchez等<sup>[6]</sup>研究指出,半导体产业技术带来软件产业“SaaS企业”规模效应,促进区域经济发展。第三,半导体产业发展增强了工业与互联网的融合深度,特别是在新冠肺炎疫情背景下,数字产业发展对高质量发展具有重要意义。王立娜等<sup>[7]</sup>研究认为,半导体产业是经济现代化体系的重要根基,半导体技术竞争不仅是科技与产业的竞争,还是各国在政治、经济和国家安全领域话语权的竞争。王娟<sup>[8]</sup>研究认为,数字要素已经成为核心生产要素,具有要素报酬递增的规律。

综上,本文提出研究假设H1:半导体产业通过促进数字产业发展提升高质量发展水平。

### (二) 半导体产业对高质量发展的非直线递增效应

半导体产业对高质量发展的促进作用并不是简单的直线关系。一方面,半导体产业本身需要兼顾产业规模和产业技术的平衡;另一方面,半导体产业通过促进数字产业提升高质量发展水平,而数字产业发展具有“梅特卡夫法则”和“网络效应”,因此,社会交易的边际成本持续降低,企业主体获取的经济利益呈几何式增长。宏观政策研究层面,金乐琴等<sup>[9]</sup>指出,数字产业是发达国家为应对全球气候变化而提出的新的经济发展模式,影响着各国经济社会发展进程,中国作为发展中的温室气体排放大国,数字产业促进高质量发展意义重大。林伯强等<sup>[10]</sup>研究发现,数字产业发展有利于全要素生产率的提高,通过加快城市化进程为中国经济转型提供动力。

Noseleit<sup>[11]</sup>认为, 数字产业是经济发展的内生活力, 对经济结构转型具有推动作用, 可以实现经济共享式发展。微观实证研究方面, 李百兴等<sup>[12]</sup>研究认为, 2015 年新《环境保护法》实施后, 半导体产业创新投入有所增加, 但呈现出时间滞后性的特点, 半导体产业影响高质量发展呈非直线关系。原伟鹏等<sup>[13]</sup>研究认为, 数字产业通过产业结构效应和资源配置效应推动高质量发展, 而半导体产业通过数字产业加速高质量发展阈值拐点的到来。

综上, 本文提出研究假设 H2: 半导体产业对高质量发展的促进作用并非简单的直线关系。

### (三) 半导体产业对高质量发展的溢出效应

半导体产业的重要特征是生产链条长、企业规模大、技术密集、以创新研发为导向, 且与区域产业政策引导密切相关。半导体产业增强了区域间经济活动关联的广度和深度, 且通过“官产学研”合作模式形成空间溢出效应, 增强半导体产业促进高质量发展的程度。Glaeser 等<sup>[14]</sup>研究认为, 半导体产业是经济发展的内生动力, 对数字经济等高质量发展内容具有推动作用, 能实现经济共享式发展。朱坦<sup>[15]</sup>分析认为, 半导体产业是促进国内经济大循环的重要着力点, 中国应以政策支持、法治保障、技术支撑以及信息平台为推手, 促进中国经济向绿色低碳、循环发展经济体系转型升级, 中西部地区应做好承接东部地区半导体产业转移的准备。

综上, 本文提出研究假设 H3: 半导体产业可以通过溢出效应对邻近经济体高质量发展产生促进作用。

## 二、研究设计与描述性统计

### (一) 模型构建

为验证上述研究假设, 运用因果步骤法检验半导体产业对高质量发展的显著性、半导体产业对数字产业的显著性、半导体产业和数字产业对高质量发展的显著性。如果回归系数均显著, 表明存在数字产业中介效应。故针对半导体产业总效应的直接传导机制构建如下基本模型。

$$EDHQ_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 LCE_{it} + \alpha_2 Z_{it} + \mu_i + \delta_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中,  $EDHQ_{it}$  表示  $i$  经济体  $t$  时期的高质量发展水平;  $LCE_{it}$  表示  $i$  经济体  $t$  时期半导体产业发展水平; 向量  $Z_{it}$  代表一系列控制变量;  $\alpha_0$  为截距;  $\alpha_1$  为半导体产业总效应;  $\alpha_2$  为控制变量的回归系数;  $\mu_i$  表示  $i$  经济体不随时间变化的个体固定效应;  $\delta_i$  表示  $i$  经济体控制时间的固定效应,  $\varepsilon_{it}$  为随机扰动项。

为了探讨半导体产业对高质量发展可能存在的作用机制, 除了运用模型 (1) 检验总效应, 还要验证数字产业是否为半导体产业作用高质量发展的中介变量。具体检验步骤如下:

第一, 在通过  $\alpha_1$  显著性检验的基础上, 构建半导体产业对数字产业的线性回归模型、半导体产业与数字产业对高质量发展的回归模型。

$$DE_{it} = \beta_0 + \beta_1 LCE_{it} + \beta_2 Z_{it} + \mu_i + \delta_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$EDHQ_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 LCE_{it} + \gamma_2 DE_{it} + \gamma_3 Z_{it} + \mu_i + \delta_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

式中,  $DE_{it}$  表示  $i$  经济体  $t$  时期的数字产业水平;  $\beta_0$  为截距;  $\beta_1$  为半导体产业的间接效应;  $\beta_2$  为控制变量的回归系数;  $\gamma_1$  为半导体产业的直接效应;  $\gamma_2$  为数字产业的间接效应。

第二, 依据  $\beta_1$ 、 $\gamma_1$  和  $\gamma_2$  的显著性判断中介效应是否存在。中介效应量 (ME) 和中介效应量占比 (RME) 分别为

$$ME = \alpha_1 - \gamma_1 = \beta_1 \cdot \gamma_2 \quad (4)$$

$$RME = (\alpha_1 - \gamma_1) / \alpha_1 \cdot 100\%$$

(5)

第三,将多元二次模型引入模型(1),考察半导体产业对高质量发展的非线性关系,探讨半导体产业促进高质量发展的最优经济性。

$$EDHQ_{it} = \varphi_0 + \varphi_1 LCE_{it} + \varphi_2 LCE_{it}^2 + \varphi_3 Z_{it} + \mu_i + \delta_i + \varepsilon_{it}$$

(6)

式中, $EDHQ_{it}$ 代表被解释变量; $\varphi_0$ 代表多元二次模型的截距; $\varphi_1$ 代表半导体产业相关系数; $\varphi_2$ 代表半导体产业曲率系数, $\varphi_3$ 为控制变量回归系数。通过 $\varphi_2$ 的正负和显著性可判断半导体产业作用于高质量发展的非直线关系。

第四,为探讨半导体产业对高质量发展的空间溢出效应,在模型(1)中引入半导体产业和高质量发展的交互项、其他控制变量的交互项。

$$EDHQ_{it} = \omega_0 + \rho W \times EDHQ_{it} + \varphi_1 W \times LCE_{it} + \omega_1 LCE_{it} + \varphi_2 W \times Z_{it} + \omega_2 Z_{it} + \mu_i + \delta_i + \varepsilon_{it}$$

(7)

式中, $W$ 为空间权重矩阵; $W \times EDHQ_{it}$ 为高质量发展空间权重矩阵; $W \times LCE_{it}$ 为半导体产业空间权重矩阵; $W \times Z_{it}$ 为控制变量空间权重矩阵; $\rho$ 代表空间自回归系数; $\omega_0$ 为回归方程截距; $\omega_1$ 为半导体产业回归系数; $\omega_2$ 为控制变量回归系数; $\varphi_1$ 和 $\varphi_2$ 分别为核心解释变量半导体产业和控制变量空间交互项的弹性系数。为提高实证结果的稳健性,采用地理距离矩阵、经济距离矩阵两种方法进行回归。

第五,检验主效应回归模型(3)中各自变量的Pearson系数。结果显示:主要变量的Pearson系数不超过0.3,表明自变量间不存在明显的多重共线性问题。模型整体拟合优度 $F$ 为427.60,调整后 $R^2$ 为0.804,模型基本正确,可以进行回归分析。

(二) 变量测度与选择依据

本文实证研究中的因变量为高质量发展( $EDHQ$ )、自变量为半导体产业( $LCE$ )、中介变量为数字产业( $DE$ ),具体维度、定义和选择依据见表1。

表 1 变量指标定义及选择依据

变量类型	变量名称(符号)	定义
因变量: 高质量发展 (EDHQ)	经济安全 (GINI)	经济体基尼系数
	经济活力 (TECH)	经济体居民专利申请数量
	经济生态 (LIVE)	经济体移民净流入数量
	经济法治 (GOVE)	经济体设立公司所需天数
	经济质量 (ECI)	经济体经济复杂度指数
自变量: 半导体产业 (LCE)	半导体产业转型 (TRAN)	经济体半导体产业产出比例
	半导体产业碳减排 (CARB)	经济体半导体产业碳排放年人均吨数
	半导体产业政策稳定性 (COI)	经济体半导体产业政策稳定系数
中介变量: 数字产业 (DE)	数字产业基础设施 (INFR)	经济体数字移动产品百人拥有量
	数字产业应用 (APPL)	经济体数字应用产品出口额
	数字产业发展 (INDU)	经济体数字产业投资比例
控制变量	经济体发展类别 (DEVE)	经济体是否为发达经济体,不是取0,是取1
	经济体洲别 (CONT)	经济体所在洲类别
	经济周期类别 (ECON)	经济体数值所处年份类别,1995—2007年为0,2008—2019年为1

(三) 数据来源与变量描述性统计

以全球199个经济体为研究对象,选择1995—2019年为时间区间,形成超过30万个面板观测数据。研究数据主要来自世界银行(2021)数据库,经济复杂度指标、产业政策稳定性指标来自哈

佛大学“Atlas 数据库”。描述性统计结果（见表 2）显示：变量数据峰值普遍大于 0，且为尖顶峰，与正态分布相比数据总体分布较为陡峭。变量数据的偏度介于-1.10 与 1.65 之间，表明数据分布形态与正态分布的程度偏离不大，可以进行 OLS 回归分析。

三、实证分析与稳健性检验

（一）实证分析

半导体产业影响经济体高质量发展的回归结果（见表 3）表明：第一，半导体产业转型对缩小贫富差距、提高居民专利申请量、增加移民吸引力、减少企业设立所需天数、提升经济复杂度的相关系数均有显著性。第二，半导体产业碳减排通过提高产品技术含量实现产业升级，基尼系数降低，居民专利申请增加，移民净流入提高，企业设立所需天数减少，经济复杂度提高。但横向对比半导体转型指标，碳减排的作用程度相对较小。第三，半导体产业政策稳定性可以降低贫富差距，增加专利水平，提高移民吸引力，促进政府效率和经济复杂度，而且，对基尼系数、政府效率和经济复杂度的作用程度高于其他两个自变量。

半导体产业促进数字产业发展的回归结果（见表 4）表明：第一，半导体产业转型增加手机拥有量，提高数字产业产品出口额，提升数字产业投资比例，相关系数均显著。第二，半导体产业碳减排通过提高技术含量实现数字产业升级，包括提升数字产业基础设施，扩大数字产业应用，增加数字产业投资比例，相关系数均显著。而且，横向对比结果表明，对基础设施建设的促进更明显。第三，半导体产业政策稳定性可以促进数字产业基础设施建设，提高数字产业应用水平。

表 2 变量描述性统计

变量	均值	标准差	最小值	最大值
GINI	39.37	7.87	20.20	65.80
TECH	5947.00	49014.00	1.00	1393815.00
LIVE	-44791.00	882468.00	-7348127.00	8859954.00
GOVE	39.00	53.00	0.50	697.00
ECI	-0.04	1.45	-3.10	77.00
TRAN	0.43	0.85	0.01	20.18
CARB	4.73	6.47	0.01	70.04
COI	0.01	0.80	-3.68	2.96
INFR	58.67	52.08	0.01	345.32
APPL	7072.00	31879.00	0.01	682000.00
INDU	6.72	14.25	8.32	82.63

注：样本数  $n=4871$

表 3 半导体产业影响高质量发展的回归结果

变量	EDHQ				
	GINI	TECH	LIVE	GOVE	ECI
TRAN	-0.46* (-3.60)	9733.35* (11.76)	45803.33* (3.11)	-3.61* (-3.99)	0.30* (13.30)
CARB	0.25* (15.29)	-720.10* (-6.75)*	-33465.39 (-17.65)	0.99* (8.51)	-0.03* (-13.04)
COI	-1.61* (-11.72)	210.09 (0.23)	19411.11 (1.24)	-4.42* (-4.60)	0.53* (22.13)
截距	40.82* (283.52)	-1669.22*** (-1.82)	-182983.72* (-11.22)	45.90* (45.72)	-0.36* (-14.48)
F 值	142.46*	66.71*	106.61*	41.86*	347.13*
观测值	4871	4871	4871	4871	4871

表 4 半导体产业影响数字产业的回归结果

变量	DE		
	INFR	APPL	INDU
TRAN	2.06* (2.42)	10865.67* (20.92)	2.17* (3.13)
CARB	-2.25* (-20.54)	-557.28* (-8.33)	-0.09 (-1.11)
COI	8.12* (9.01)	1084.01** (1.97)	0.23* (3.32)
截距	46.99* (49.84)	-278.33 (-0.48)	6.25* (8.15)
F 值	179.86*	190.10*	3.65*
观测值	4871	4871	4871

注：\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 1%、1%~5%、5%~10%的水平相关，括号内数值为  $T$  值，表 4~8 同。

半导体产业、数字产业促进高质量发展回归结果（见表 5）表明：第一，经济安全方面，除数字产业应用不具有显著降低贫富差距的功能外，其他指标均有助于降低基尼系数，缩小贫富差距。

第二,经济活力方面,除半导体产业碳减排、数字产业发展不具有显著提高居民专利申请量之外,其他指标均有助于提高居民专利申请数量。第三,经济生态方面,半导体产业、数字产业对经济体移民净流入数量均具有显著促进作用。第四,经济法治方面,半导体产业、数字产业可以降低企业设立所需天数,提高政府效率。第五,经济质量方面,除数字产业投资比例指标外,其他指标均可以提高经济复杂程度。而且,半导体产业转型与半导体产业政策稳定性,对提高经济复杂度的作用最大。

综上,模型(1)验证了半导体产业对高质量发展具有显著的促进作用,模型(2)验证了半导体产业对数字产业的促进作用具有显著性,模型(3)中半导体产业对高质量发展的影响系数相比模型(1)有所下降。H1得到验证,数字产业在半导体产业促进高质量发展过程中起中介作用。

表 5 半导体产业、数字产业影响高质量发展的回归结果

变量	EDHQ				
	GINI	TECH	LIVE	GOVE	ECI
TRAN	-0.40* (-2.98)	5279.02* (12.44)	62207.60* (4.14)	-2.59* (-2.80)	0.23* (9.96)
CARB	0.21* (-12.48)	-48.47(-0.88)	-28336.10* (-14.62)	0.47* (-3.93)	-0.02* (-8.78)
COI	-1.47* (-10.69)	922.70** (2.12)	35577.17** (2.31)	-2.58* (-2.72)	0.49* (20.83)
INFR	-0.01* (-8.15)	46.38* (6.74)	1602.44* (6.58)	-0.21* (-14.57)	0.01* (10.23)
APPL	-0.01(-0.10)	1.39* (123.81)	2.01* (5.05)	-0.01** (-2.19)	0.65* (9.17)
INDU	-0.01* (-4.36)	5.67(0.67)	4029.97* (13.51)	-0.01(-0.47)	0.01(0.94)
截距	41.73* (237.33)	933.55*** (1.68)	-232508.07* (-11.85)	56.11* (46.37)	-0.54* (-18.00)
F 值	87.82*	2696.63*	97.31*	59.20*	215.42*
观测值	4871	4871	4871	4871	4871

(二) 非直线性效应分析

考虑半导体产业的产业规模与产业技术研发的均衡性问题,以及数字产业的网络效应及其边际效应递增的“梅特卡夫法则”,建立多元二次回归模型(6)进行实证检验。半导体产业对高质量发展的非线性影响回归结果(见表6)表明:第一,半导体产业转型对基尼系数、居民专利申请量、移民净流入、设立公司所需天数以及经济复杂度均有促进作用,但存在异质性。具体而言,半导体产业转型对基尼系数、移民净流入数量、设立公司所需天数的影响为正U型曲线关系,具有显著性;对居民专利申请量和经济复杂度的影响为倒U型曲线关系,具有显著性。可见,半导体产业对于移民净流入数量具有积累效应,但对于基尼系数、设立公司所需天数、居民专利申请量和经济复杂度则是从一开始就具有正向促进作用的。第二,半导体产业碳减排对基尼系数、居民专利申请数量、移民净流入数量、设立公司所需天数以及经济复杂度具有促进作用,与移民净流入数量为倒U型曲线关系。第三,半导体产业政策稳定性对基尼系数的影响为倒U型曲线关系,与其他高质量发展因变量呈直线正向关系。

表 6 半导体产业影响高质量发展的非线性回归结果

变量	EDHQ				
	GINI	TECH	LIVE	GOVE	ECI
TRAN	-0.62* (-3.21)	17824.49* (14.44)	129609.76* (5.92)	-7.24* (-5.30)	0.57* (17.37)
TRAN <sup>2</sup>	0.03** (2.02)	-973.04* (-9.31)	7551.55* (4.07)	0.43* (3.75)	-0.03* (-12.18)
CARB	0.60* (-18.24)	-1672.95* (-7.93)	-75496.49* (-20.19)	1.33* (5.69)	-0.15* (-16.00)
CARB <sup>2</sup>	0.01* (12.49)	-31.11* (-5.65)	-1258.59* (-12.90)	0.01*** (1.77)	-0.01* (-11.21)
COI	-1.05* (-7.37)	2932.93* (3.19)	50409.13* (3.09)	-3.33* (-3.27)	0.41* (16.53)
COI <sup>2</sup>	-0.37* (-3.73)	603.36 (0.93)	-5352.60 (-0.46)	0.54 (0.75)	-0.01 (-0.97)
截距	42.03* (244.53)	-7121.25* (-6.47)	-267676.4* (-13.73)	47.60* (39.05)	-0.58* (-19.63)
F 值	104.75*	56.29*	84.20*	24.23*	235.50*
观测值	4871	4871	4871	4871	4871

### (三) 溢出效应分析

由于经济体资源禀赋和发展阶段不同,无论半导体产业发展水平还是经济发展质量在区域分布上都存在明显的异质性,半导体产业对高质量发展的影响也可能因为洲别和经济周期的不同而存在异质性,要对此进行检验。为了检验方便,将发达国家取值 1,非发达国家取值 0;将 1995—2007 年间取值 0,2008—2019 年间取值 1。为验证半导体“先发优势”对时间溢出效应的影响,将 1995 年各经济体的半导体产业转型数值再细分为  $ECON(1)$  和  $ECON(2)$ ,  $ECON(2)$  的经济体半导体产业转型数值高于样本均值。具体的,亚洲经济体为柬埔寨、马来西亚、日本、新加坡、中国香港、菲律宾、中国、泰国、以色列和韩国;欧洲经济体为马耳他、爱尔兰、瑞典、芬兰、安道尔、德国、奥地利、摩纳哥、英国和马恩岛;美洲经济体为墨西哥、美国、波多黎各、巴拿马、加拿大、哥斯达黎加、多米尼加、萨尔瓦多、巴西和巴巴多斯;大洋洲经济体为萨摩亚、图瓦卢、圣基茨和尼维斯、新西兰、澳大利亚、汤加以及斐济;非洲经济体为博茨瓦纳、突尼斯、布隆迪、马里、吉布提、多哥、南非、津巴布韦、纳米比亚和尼日尔。

空间和时间溢出效应的回归结果(见表 7)表明:第一,地理空间溢出效应方面,亚洲为半导体产业的传统优势地区,自美国半导体产业迁出后,亚洲的日本、韩国以及中国的香港和台湾地区先后成为半导体产业集聚区域。所以,亚洲经济体半导体产业促进经济复杂度发展的程度比其他洲要高,系数具有显著性。第二,时间溢出效应方面,2008—2019 年这一经济周期并不比 1995—2007 年这一经济周期更能促进高质量发展,除大洋洲存在正向作用外,其他经济体正向作用均不显著,因此,有必要对经济周期进一步分组考察。第三,将经济周期细分为是否具有半导体产业“先发优势”来考察,回归结果显示:经济体时间溢出效应存在显著差异。具有半导体产业“先发优势”的经济体  $ECON(2)$  在时间溢出效应方面具有显著性。

综上,地理空间、时间空间以及“先发优势”检验结论可以支持假设 H3:半导体产业可以通过溢出效应作用于邻近经济体的高质量发展。

### (四) 稳健性检验

2014《国家集成电路产业发展推进纲要》的发布构成对半导体产业发展的政策性事件。以 2014 年为时间节点,将数据分为政策前和政策后两个比较组,并将中国经济体作为处理组,非中国经济体作为对照组,考察数字产业对中国高质量发展的影响。分别构建考虑了政策事件和中国经济体固定效应的双重差分模型式(8)和交互项模型式(9)。

$$EDHQ_{it} = \delta_0 + \delta_1 DE_{it} + \delta_2 LCE_{it} + \delta_3 (LCE \times CONT)_{it} + CV_{it} + \alpha_i + \varphi_t + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

$$(LCE \times CONT)_{it} = DE_{it} \times CONT_{it} \quad (9)$$

式中:  $EDHQ_{it}$  为高质量发展;  $(LCE \times CONT)_{it}$  为 2014《国家集成电路产业发展推进纲要》二元数值变量与是否中国经济体二元数值变量的交互项;  $CV_{it}$  为控制变量指标;  $\delta_0$  为回归方程截距;  $\delta_1$  为数字产业回归系数;  $\delta_2$  为半导体产业回归系数;  $\delta_3$  为交互项回归系数;  $\varepsilon_{it}$  表示随机误差项;  $LCE$  为 2014《国家集成电路产业发展推进纲要》政策事件处理组虚拟变量,1 表示 2014 年以后年份,0 表示 2014 年之前年份;  $CONT$  表示为中国经济体处理组虚拟变量,1 表示中国经济体,0 表示其他经济体。检验结果(见表 8)表明:2014《国家集成电路产业发展推进纲要》政策事件之后,数字产业提高 GDP 的作用程度具有正向显著性。

进一步绘制变量残差散点图发现  $E(\varepsilon) = 0$ ,各自变量残差没有表现出明显趋势,意味着模型没有被错误假定。预测  $\hat{y}$  残差图符合随机分布,符合误差方差为常数的假定。模型生成的残差直方图,正态误差假定合理。按照时间顺序绘制的残差图显示,残差值为正数的概率要明显大于为负数概率,且多重独立误差的假定合理。综上,OLS 回归合适。

表 7 半导体产业影响高质量发展的空间、时间溢出效应检验

变量	ECI				
	亚洲	欧洲	美洲	大洋洲	非洲
DEVE	2.15* (9.70)	0.37* (9.40)	0.79* (11.93)	0.29* (2.87)	0.01* (65.53)
ECON (1)	0.12 (0.95)	-0.02 (-0.58)	0.03 (0.70)	0.31* (4.09)	-0.03 (-0.97)
ECON (2)	1.61* (9.24)	0.59* (12.47)	0.83* (17.51)	0.37* (3.41)	0.51* (10.88)
截距	-0.35* (-3.56)	0.63* (17.39)	-0.17* (-5.16)	-0.33* (-5.70)	-0.80* (-28.70)
F 值	47.47*	44.43*	71.45*	12.67*	1.34
观测值	1180	1169	871	400	1251

表 8 双重差分回归结果

变量	ln GDP			
	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\beta_1$	$\beta_2$
INFR	0.011* (10.95)	0.014* (8.02)	0.008* (13.50)	0.030** (1.64)
APPL	0.010* (21.91)	0.014* (9.56)	-0.001** (-2.18)	0.010** (2.14)
INDU	-0.005* (-6.54)	-0.0031* (-3.09)	0.001 (0.31)	0.002* (4.62)
截距	22.26* (201.04)	21.98* (122.14)	24.85* (186.38)	24.95* (40.96)
F 值	369.38*	84.11*	1242.66*	2062.64*
观测值	3790	1009	57	15

四、结论与启示

本文选择世界银行和哈佛大学 Atlas（2021）数据库 1995—2019 年 199 个经济体数据，运用多元二次回归、双重差分检验以及中介效应分析模型，探讨了半导体产业、数字产业对高质量发展影响的一般规律。

第一，半导体产业可以促进经济体高质量发展。半导体产业已成为新时期世界经济体高质量发展的重要力量。在引入数字产业中介变量、2014《国家集成电路产业发展推进纲要》政策事件外生冲击等情况下，结论能通过稳健性检验。

第二，半导体产业通过中介数字产业促进高质量发展。半导体产业促进高质量发展存在曲线关系，具有最优外部性。半导体产业政策稳定性对经济复杂度的作用为正向线性关系。

第三，地理邻近度、经济周期和“先发优势”经济体分组检验显示，半导体产业存在溢出效应。伴随着世界半导体产业转移，亚洲成为半导体产业促进高质量发展溢出效应最显著的洲别。半导体产业促进高质量发展具有“先发优势”效应，在各洲别的“先发优势”经济体中，半导体产业促进高质量发展的相关系数明显高于全样本均值。

据此，提出以下建议：

第一，半导体产业通过中介数字产业促进高质量发展效应显著为正，数字产业“梅特卡夫法则”对高质量发展具有显著作用，因此，世界经济体应以半导体产业转型升级为抓手，重点发展数字产业，形成“半导体+数字”的紧密产业同盟，促进高质量发展。

第二，经济体分组检验结果证实了半导体产业的“先发优势”、“溢出效应”和“时期窗口期”，因此，世界经济体应优先在首都城市、省会城市经济带发展半导体产业，利用区域半导体产业“先发优势”，实现半导体产业对周边城市经济发展的拉动作用，形成半导体产业、数字产业区域发展协调机制。落后经济体还应抓住“时期窗口期”，实现高质量发展的“弯道超车”。

第三，在半导体产业促进高质量发展作用中，数字产业起了非常重要的中介作用，因此，在全球新冠肺炎疫情未能得到有效控制的背景下，要在无接触配送、教育、办公、电子商务等领域大力发展数字产业，实现国家经济复苏。

参考文献：

[1] 郑小碧，庞春，刘俊哲. 数字经济时代的外包转型与经济高质量发展：分工演进的超边际分析 [J]. 中国工业经济，2020（7）：117-135.



- [2] 宁朝山. 数字经济、要素市场化与经济高质量发展 [J]. 长白学刊, 2021 (1): 114-120.
- [3] 丁志帆. 数字经济驱动经济高质量发展的机制研究: 一个理论分析框架 [J]. 现代经济探讨, 2020 (1): 85-92.
- [4] 金帆. 价值生态系统: 云经济时代的价值创造机制 [J]. 中国工业经济, 2014 (4): 97-109.
- [5] 刘湖, 张家平. 互联网+时代背景下 ICT 与经济增长关系的实证分析: 来自中国省级面板数据研究 [J]. 统计与信息论坛, 2015, 30 (12): 73-78.
- [6] PALOS-SANCHEZ P R, ARENAS-MARQUEZ F J, AGUAYO-CAMACHO M. Cloud computing (SaaS) adoption as a strategic technology: results of an empirical study [J]. Mobile information systems, 2017 (3): 20-25.
- [7] 王立娜, 唐川, 房俊民, 等. 2018 年全球半导体领域规划与发展态势分析 [J]. 世界科技研究与发展, 2019, 41 (2): 120-126.
- [8] 王娟. 数字经济驱动经济高质量发展: 要素配置和战略选择 [J]. 宁夏社会科学, 2019 (5): 88-94.
- [9] 金乐琴, 刘瑞. 低碳经济与中国经济发展模式转型 [J]. 经济问题探索, 2009 (1): 84-87.
- [10] 林伯强, 孙传旺. 如何在保障中国经济增长前提下完成碳减排目标 [J]. 中国社会科学, 2011 (1): 64-76.
- [11] NOSELEIT F. Entrepreneurship, structural change, and economic growth [J]. Journal of evolutionary economics, 2013, 23 (4): 735-766.
- [12] 李百兴, 王博. 新环保法实施增大了企业的技术创新投入吗?: 基于 PSM-DID 方法的研究 [J]. 审计与经济研究, 2019, 34 (1): 87-96.
- [13] 原伟鹏, 孙慧, 闫敏. 双重环境规制能否助力经济高质量与碳减排双赢发展?: 基于中国式分权制度治理视角 [J]. 云南财经大学学报, 2021, 37 (3): 67-86.
- [14] GLAESER E L, KERR S P, KERR W R. Entrepreneurship and urban growth: an empirical assessment with historical mines [J]. Review of economics and statistics, 2015, 97 (2): 498-520.
- [15] 朱坦. 新发展格局下的循环经济发展研究 [J]. 人民论坛·学术前沿, 2021 (5): 46-51.

## Semiconductor Industry, Digital Industry, and High-quality Development

Wang Xiaolong, Zhou Yaping

**Abstract:** Based on the new structure industrial economic theory, product space theory and the Atlas database of Harvard University and the database of the World Bank, this paper discusses the promotion of high-quality development by semiconductor industry and the intermediary effect of digital industry on the promotion of high-quality development by semiconductor industry. The results show that firstly, semiconductor industry can promote high-quality economic development. In the situation of exogenous shocks such as the intermediary variable of digital industry and the issue of *National Integrated Circuit Development Outline* in 2014, this conclusion is still valid in the robustness tests. Secondly, semiconductor industry can promote high-quality development by digital industry. To be specific, there exists a curve relation of semiconductor industry promoting high-quality development and the optimal externality, and a linear relation of the effect of policy stability of semiconductor industry on economic complexity. Thirdly, geographical proximity, economic cycle and the economy packet detection of the “first-mover advantage” show that there exists a spillover effect in semiconductor industry.

**Keywords:** semiconductor industry; digital industry; high-quality development

(收稿日期: 2021-09-07; 责任编辑: 沈秀)