

# 国内外集成电路产业发展差距及启示

## ——基于全球价值链实证分析

汪俊杰 钟若愚

**摘要：**集成电路产业作为战略性新兴产业，对经济发展至关重要。中国大陆集成电路产业的发展与其他国家或地区差距究竟有多大？差距能否量化？文章创新性地借助全球价值链地位指数（GPO）对国内外集成电路产业差距进行了计算，并将中国大陆集成电路产业价值链上的龙头企业与其他国家或地区企业进行了实证对比分析。结果表明，近年来中国大陆集成电路产业的全球地位指数逐年上升，但排名依旧靠后，远低于“芯片四方联盟”中的美国、日本、韩国及中国台湾地区，中高附加值环节依赖进口。基于代表性企业的全球价值链分析，发现中国大陆集成电路龙头企业与海外企业在毛利率、市占率等差距较大，尤其在中高附加值环节，如知识产权、光刻胶、特种气体、光刻机、刻蚀机等。本研究为全球价值链分工体系下中国大陆集成电路产业的政策制定及国产替代提供了重要依据。

**关键词：**全球价值链；集成电路；差距；实证分析

**中图分类号：**F424 **文献标识码：**A **文章编号：**1673-5706（2023）02-0099-09

集成电路是指把一定数量的常用电子元件，如电阻、电容、晶体管等，以及这些元件之间的连线，通过半导体工艺集成在一起的具有特定功能的电路。集成电路的应用已经渗透到国民经济的各个方面，如手机、智能家居、电视、电脑、大数据等，成为国民经济的基础性产业。经历近六十年的发展，我国集成电路产业规模日益壮大。“十三五”期间，我国集成电路全产业实现跨越

式发展，到2021年，整个产业的销售收入达到10458亿元，同比提升18.20%，增速远高于全球。

尽管如此，中国大陆集成电路产业和国外相比仍有一定差距，高端产品较为缺失，依赖进口。那么集成电路产业发展过程中存在哪些问题？国内外差距具体在哪？如何进行产业升级？陈文馨等<sup>[1]</sup>总结了我国集成电路产业发展过程中的问题，认为主要存在三方面的问题：第一，我国核心知

基金项目：教育部人文社会科学重点研究基地重大项目“粤港澳大湾区建设综合性国家科学中心和区域性创新高地的路径与机制探索研究”（22JJD790057）。

识产权缺失,在光刻机、高端芯片工艺技术等方面缺乏核心技术;第二,产业链各环节缺乏协同,我国尚未建立由芯片设计、芯片制造、芯片封装的一体化产业链,缺乏 IDM 模式的公司;第三,高端芯片依赖进口,低端芯片供需失配矛盾突出。而杨道州等<sup>[2]</sup>则结合我国实际情况从芯片设计、芯片制造、封装测试、设备、材料几个方面深入对比分析了我国集成电路与国外集成电路的差距,认为坚持系统观念与原创导向打通从基础研究到产业实践的技术发展路线、完善产业政策支撑体系与服务体系、充分发挥制度优势集中突破薄弱环节、以龙头企业为中心引领创新链发展进而形成现代化创新网络体系等策略是我国集成电路产业突破“卡脖子”困境、增强国际竞争力的重要途径。何峻<sup>[3]</sup>则基于全球价值链理论,对我国集成电路产业发展进行了研究,并认为将高附加值的集成电路设计作为突破口是提升我国集成电路产业整体实力的有效方法。

虽然有大量的研究工作分析了我国集成电路产业存在的问题并给出了一些建议,但是大部分研究工作在分析我国集成电路产业时存在一定的局限性:一是在评价我国集成电路产业在全球的地位以及国内外集成电路差距时,没有充分的理论研究支撑,同时缺少量化指标去衡量中国集成电路产业在全球的地位;二是在我国集成电路产业与国外差距的实证研究上,缺少足够数据去对比国内外集成电路产业的上下游具体差距;三是我国集成电路目前在中、低附加值环节也存在被“卡脖子”的现象,而部分研究工作只强调了集成电路的高附加值环节,如芯片设计环节,缺乏全产业链的研究与分析。对集成电路产业国内外差距进行定量评价,并对差距的来源进行系统而深入的分析,有助于理解现阶段中国大陆集成电路产业在全球的发展水平,对下一步的产业政策制定以及国产替代具有重要理论与现实指导意义。

### 一、文献评述

“价值链(value chain)”最早源自 20 世纪 80 年代,迈克尔·波特(Michael E Porter)<sup>[4]</sup>的价值链理论最为流行,他认为企业创造价值的过程可以分解为设计、生产、营销、交货以及对产

品起辅助作用的一系列互不相同但又互相联系的经济活动,或称之为“增值作用”,其总和即构成企业的价值链。波特还将研究领域从一家企业拓展到企业与企业之间的经济活动,提出价值系统概念,价值系统是全球价值链理论的基础。公司和公司之间的竞争是整条价值链的竞争,价值链上每个环节的竞争力之和决定了企业的竞争力。

不少学者对价值链理论进行了完善,如布鲁斯·寇加特(Bruce Kogut)<sup>[5]</sup>将价值链理论聚焦在价值链的垂直分离和全球空间再配置之间的关系上,提出价值链就是技术与原料和劳动融合在一起形成各种投入环节的过程,然后通过组装把这些环节结合起来形成最终商品,最后通过市场交易、消费等最终完成价值循环过程。价值链经历若干年的发展,逐渐演化为全球价值链理论<sup>[6]</sup>,并被广泛应用在全球各地的产业升级研究里<sup>[7-8]</sup>。联合国工业发展组织在《2002-2003 年度工业发展报告——通过创新和学习来参与竞争》中定义了全球价值链,即在世界范围内为实现某一商品或服务价值而结合生产、销售、回收处理等环节的全球性跨企业网络组织,涉及从原料购买和运输、商品生产及分销,最后到终端消费和回收处理的整个过程。全球价值链是基于全球分工理论的,即商品在全球进行生产和组装,实现价值创造过程,附加值逐渐提高。

施振荣于 1992 年在《再造宏碁》中基于全球价值链理论提出了微笑曲线<sup>[9]</sup>。制造业在微笑曲线上按照附加值高低,可以分为高、中、低附加值的环节。高附加值指利润空间大的环节,包含上游的产品研发、设计、品牌与售后服务等;中等附加值环节包括核心零部件生产、销售等;低附加值环节指利润空间小的环节,包括下游的产品组装、模块化生产、物流配送等环节。

发达国家企业的技术更先进、品牌附加值更高,高附加值环节掌握在国内,低附加值环节放在其他国家或地区,在全球价值链中处于上游位置,拥有对产业生产过程各个环节的定价权,控制全球价值链中高附加值部分<sup>[10]</sup>,而发展中国家大多从事低附加值环节,如果不愿意永远停留在价值链的最低点,就要在本国不断积累研发经验

和创新,通过在更加发达的国家直接投资进行国际扩张,不断向价值链的高端位置移动<sup>[11]</sup>。随着金融危机及贸易战的产生,贸易保护主义及逆全球化<sup>[12-14]</sup>日趋严重,这使传统的价值链升级方式受到了严重阻碍。塞巴斯蒂恩·米鲁多(Sebastien Miroudot)等<sup>[15]</sup>基于2018年的经合组织贸易数据,认为经济全球化在21世纪初达到顶峰,而在2012年以后,供应链开始以国内为主导,逆全球化趋势逐渐加深。发展中国家长期处于全球价值链的低附加值环节,面对无法攀升、“低端锁定”的困境<sup>[16]</sup>。

虽然全球价值链体系受到一定程度挑战,但参与全球价值链仍然是各国的重要发展方向,大量研究工作讨论了如何在全球价值链中实现产业的价值链升级<sup>[17-18]</sup>。全球价值链理论在产业分析中仍然具有理论指导价值,刘仕国、吴海英<sup>[19]</sup>等认为,我国要对外开放,融入全球产业循环之中,成为全球价值链的一部分,必须利用全球价值链升级来促进产业升级。鉴于此,本文在全球价值链的理论框架下,构建中国大陆集成电路产业的地位指数模型,定量计算中国大陆集成电路产业在全球的地位指数,并基于产业链的代表性企业的实证分析,对国内外集成电路产业的价值链差距进行了深入研究。

## 二、模型设定与数据来源

### (一) 计算模型

罗伯特·库普曼(Robert Koopman)等<sup>[20]</sup>提出了全球价值链地位指数(GVC Position Index, GPO),用于计算本国某产业在全球价值链上地位。具体计算模型如下:

$$GPO_{is} = \ln(1 + IV_{is}/E_{is}) - \ln(1 + FV_{is}/E_{is}) \quad (1)$$

其中,  $i$  和  $s$  分别代表了国家和行业,  $E_{is}$  代表  $i$  国  $s$  行业的总出口额;  $IV_{is}/E_{is}$  表示国家某个行业参与全球价值链下游生产环节的出口国内增加值占总出口的比重,在全球价值链活动中,称为前向参与度。 $FV_{is}/E_{is}$  表示国家某个行业的总出口中来自上游生产环节的进口国外增加值占比,在全球价值链活动中被称为后向参与度。

$IV_{is}/E_{is}$  值越高,  $FV_{is}/E_{is}$  值越低,表明本国某产业的前向参与度高, GPO 计算值就越高,在全球价值链中倾向于提供中间投入品,出口较多,处于上游位置,附加值越高,相关企业在全球的

市占率及毛利率都较高<sup>[21-22]</sup>,国产替代越好。反之,  $IV_{is}/E_{is}$  值越低,  $FV_{is}/E_{is}$  值越高,表明本国某产业的后向参与度高, GPO 计算值低,在全球价值链中倾向于依赖外国的中间投入品,依赖进口,处于下游位置,附加值越低,相关企业在全球的市占率及毛利率都较低,国产替代越差。

### (二) 原始数据来源与说明

全球价值链地位指数主要是基于全球投入产出表计算的,现有的全球投入产出表主要包括 WIOD、OECD-ICIO、GTAP-ICIO 等。对外经贸大学的王直教授团队为了方便研究者对全球价值链进行研究,避免重复计算,对各类数据库进行了加工汇总,发布了 UIBE GVC Index,最新的 ADB-MRIO2022 数据库更新到了 2007-2021 年,时间跨度能反映近几年全球各大产业的发展情况,该数据库被广泛引用在各类产业研究中<sup>[23-25]</sup>。因此,本文选取了对外经贸大学全球价值链 UIBE GVC Index 中的 ADB-MRIO2022 作为原始资料来源。ADB-MRIO2022 数据库将国家或地区分为 63 个,行业分为 35 个。根据国家统计局国民经济行业分类标准 GB/T 4754—2017,集成电路行业属于 C 大类,在 ADB-MRIO2022 中属于 C14 “电子和光学设备”类。由于数据库中没有集成电路明细的单独划分,且集成电路产业范围较广,包含了电子器件、光学器件、电子设备、电子材料等各类领域,因此,本文用 C14 类别中的“电子和光学设备类”原始数据计算集成电路产业全球价值链地位指数。

## 三、实证结果与分析

### (一) 计算结果

集成电路产业在全球主要分布在中国大陆、美国、德国、日本、韩国、印度、英国、中国台湾地区这几个国家或地区,因此,本文选取了这些国家或地区进行计算和对比。

从表 1 中可以看出,受益于中国加入世界贸易组织以及经济全球化的影响,2007-2014 年间中国大陆集成电路产业 GPO 值逐年增加,但整体仍为负值,后向参与度高于前向参与度,严重依赖其他国家或地区提供的中间投入品。在 2015-2017 年,中国大陆集成电路产业 GPO 值转为正值,

表 1 2007-2021 年主要国家及地区集成电路产业地位指数 (GPO) 对比

时间	中国大陆	德国	英国	印度	美国	日本	韩国	中国台湾地区
2007	-0.1168	0.1149	0.0872	-0.1707	0.0671	0.1218	0.0557	0.1337
2008	-0.0905	0.1135	0.0949	-0.1456	0.0822	0.0943	0.0473	0.1362
2009	-0.0729	0.1259	0.0277	-0.1471	0.1024	0.0940	0.0252	0.1200
2010	-0.0599	0.1305	-0.0007	-0.1504	0.1144	0.1046	0.0203	0.1137
2011	-0.0622	0.1168	-0.0075	-0.1630	0.1012	0.0903	0.0035	0.1077
2012	-0.0560	0.1221	-0.0185	-0.1656	0.1017	0.0855	0.0136	0.1344
2013	-0.0428	0.1443	-0.0009	-0.1303	0.0738	0.1035	0.0617	0.1609
2014	-0.0208	0.1510	0.0052	-0.1155	0.0709	0.1026	0.0685	0.1819
2015	0.0074	0.1587	-0.0039	-0.0820	0.0849	0.1243	0.0919	0.2139
2016	0.0019	0.1822	-0.0064	-0.0589	0.0894	0.1408	0.1027	0.2217
2017	0.0021	0.1651	0.0144	-0.0702	0.0896	0.1333	0.0989	0.2137
2018	-0.0762	0.1102	-0.0095	-0.1291	0.1580	0.1773	0.1551	0.2403
2019	-0.0686	0.1531	-0.0060	-0.1329	0.1402	0.1628	0.2116	0.2068
2020	-0.0528	0.1147	0.0663	-0.1170	0.1077	0.2056	0.2248	0.1595
2021	-0.0667	0.1084	0.0543	-0.1441	0.1189	0.2259	0.2217	0.1740

数据来源：笔者根据 ADB-MRI02022 数据库计算。

注：笔者所选数据库广泛用于全球价值链地位指数计算，最新数据库更新到 2021 年。

前向参与度逐渐超过后向参与度，中间投入品出口逐渐增加，发展情况有明显好转。在 2018-2021 年，中国大陆集成电路 GPO 值又变为负值，开始更多依赖其他国家或地区供应，这主要是由于国际形势突变，以美国为首的西方国家对我国集成电路产业“卡脖子”，遏制我国集成电路产业发展。

中国大陆集成电路产业地位指数在全球主要国家或地区中排名较为靠后，仅高于印度。这说明中国大陆集成电路产业相对其他国家或地区，仍然依赖国外中间投入品，在全球价值链中处于低附加值领域，而日本、韩国、美国、中国台湾等国家或地区，掌握着高附加值环节，主要出口中间投入品到诸如中国大陆、印度等地区。

通过计算集成电路产业地位指数的变化，可以发现，从 2007 年至 2021 年，中国大陆集成电路产业地位指数增加了 0.05，远高于德国 (-0.0065)、英国 (-0.0329)、印度 (0.0266)，表明中国大陆集成电路产业发展迅速，在逐渐向高附加值环节攀升。

据海关总署及中国半导体行业协会统计，

2007 年我国集成电路进口额为 1287 亿美元，出口额为 238.80 亿美元，2022 年我国集成电路进口额增加到了 4155.79 亿美元，出口额 1540.45 亿美元，15 年间我国集成电路进口额增加了 2.23 倍，出口额增加了 5.45 倍。中国集成电路产业进出口额均迅速提升，其中出口额增加更为明显，显示出中国集成电路在全球价值链中的地位逐步提升，与表格 1 中的中国大陆集成电路 GPO 值逐渐增加的趋势一致。不过，我国集成电路贸易逆差达到 2615.34 亿美元，进口额是出口额的 2.7 倍，表明我国集成电路产业仍然依赖其他国家或地区的供应。这也导致了我国集成电路产业的地位指数整体相较美国、日本、韩国等国仍然偏低，在全球价值链中仍然处于低附加值环节，依赖进口严重，该数据结果与表格 1 中的各国或地区 GPO 值对比趋势一致。

(二) 基于代表性企业的国内外集成电路价值链实证分析

上述研究结果表明，中国大陆集成电路产业在全球的地位指数较低，处于低附加值环节，中高附加值环节严重依赖其他国家或地区。为了进

一步对国内外集成电路产业价值链差距进行实证分析，笔者基于代表性企业对国内外集成电路价值链进行了实证分析。市占率能够反映企业生产的产品在全球的竞争力及地位，而毛利率能够反映企业生产的产品在全球附加值高低<sup>[26-27]</sup>。

芯片设计是上游高附加值环节，也是我国企业与其他国家或地区有明显差距的环节。芯片设计中的高附加值环节是IP及EDA，相关公司的毛利率高达96.00%，而我国企业在这类高附加值环节上的参与度却非常低，如表2所示。IP公司中，全球前十企业的市占率之和达到80.03%，而中国大陆只有中国芯原股份上榜，其市占率仅仅达到1.93%。EDA企业中，全球前五大企业的市占率之和达到86.36%，中国大陆的EDA龙头华大九天市占率只有0.66%。这些高附加值环节领域是我国芯片设计与其他国家或地区的主要差距所在。一方面，在核心IP及EDA软件上，我国对外依赖明显，国内集成电路设计企业从国外购买IP之后进行二次开发，掌握不了核心技术；另一方面，国内主要的EDA软件被美国的新思、楷登、西门子EDA垄断，高端芯片上，中国大陆没有与之配套的操作系统、基础软件、应用软件、流片技术，

需交纳昂贵的EDA软件使用费给国外软件厂商。据市场研究公司集邦咨询发布的2021年全球前十大芯片设计公司营收排名，美国公司占据6家，位居三甲的高通、英伟达、博通均为美国公司，中国台湾地区4家，分别是联发科、联咏科技、瑞昱半导体、奇景光电。受限于高昂的IP及EDA软件费用，中国大陆的知名芯片设计品牌企业较少。

芯片制造是中高附加值环节，我国在设备、材料及芯片制程工艺等核心环节上依赖其他国家或地区，如表3所示。设备上，中国大陆只有中微公司、拓荆科技、北方华创等企业有一定市场，但其市场占有率和毛利率都较低，主要依赖美国、欧洲等国，其中荷兰ASML的光刻机毛利率高达52.70%，且占据全球85.80%的市场；美国应用材料及LAM公司的刻蚀机平均毛利率达到45.90%，且占据全球市场的71.00%；这两家公司的CVD设备也占据全球53.00%的市场，PVD则占据全球85.00%的市场。材料上，中国大陆的光刻胶、抛光液等主要依赖日、美等国家或地区，日本的JSR、东京应化等公司占据全球光刻胶市场的87.00%，美国的空气化工、林德集团、法国液化空气、日本的大阳日酸等占据全球特种气体市

表2 全球主要IP及EDA企业的市场占有率及毛利率对比

分类	公司	2021 销售额 / 亿美元	毛利率	市占率
IP	英国 ARM	22.02	94.00%	40.40%
	美国 Synopsys	10.74	78.40%	19.70%
	美国 Cadence	3.16	91.00%	5.80%
	英国 Imagination Technologies	1.80	-	3.30%
	美国 SST	1.36	59.00%	2.50%
	美国 Ceva	1.25	89.30%	2.30%
	中国大陆芯原股份	1.05	96.00%	1.93%
	美国 Alphawave	0.87	95.00%	1.60%
	中国台湾 ememory technology	0.87	47.00%	1.60%
	美国 Rambus	0.49	75.30%	0.90%
EDA	美国楷登	42.48	89.00%	32.00%
	美国新思	38.63	79.50%	29.10%
	德国西门子	22.04	-	16.60%
	德国 Ansys	6.37	86.60%	4.80%
	美国 Keysight Technology	4.25	60.00%	3.20%
	中国大陆华大九天	0.88	87.00%	0.66%

数据来源：笔者根据各公司的公布整理。

注：部分公司只公布了2021年的数据，2022年的数据尚未公布，故选取2021年数据。

表3 全球主要设备及材料企业的市场占有率及毛利率对比

分类	公司	2021 销售额 / 亿美元	毛利率	市占率
光刻机	荷兰 ASML	208.32	52.70%	85.80%
	日本 NiKon	17.48	37.60%	7.20%
	日本佳能	17.00	44.80%	7.00%
	中国大陆上海微电子	-	-	-
CVD	美国应用材料	26.04	47.32%	28.00%
	美国 LAM	23.25	45.90%	25.00%
	日本 TEL	15.81	40.38%	17.00%
	荷兰 ASMI	10.23	47.00%	11.00%
	日本 Kokusai	7.44	41.3%	8.00%
PVD	中国大陆拓荆科技	1.13	34.06%	1.22%
	美国应用材料	35.79	47.30%	85.00%
	瑞士 Evatec	2.53	-	6.00%
	日本 Ulvac	2.11	27.30%	5.00%
刻蚀机	中国大陆北方华创	1.26	36.70%	3.00%
	美国 LAM	93.08	45.90%	52.00%
	日本 TEL	35.80	40.38%	20.00%
	美国应用材料	34.01	47.32%	19.00%
光刻胶	中国大陆中微公司	4.64	37.67%	2.59%
	日本 JSR	6.16	36.50%	28.00%
	日本东京应化	4.62	16.00%	21.00%
	美国罗门哈斯	3.3	-	15.00%
	日本信越化学	2.86	36.30%	13.00%
	日本富士电子	2.20	40.80%	10.00%
	中国大陆南大光电	1.54	41.10%	7.00%
特种气体	美国空气化工	11.06	33.90%	25.00%
	美国林德集团	11.06	43.50%	25.00%
	法国液化空气	10.17	65.00%	23.00%
	日本大阳日酸	7.96	38.50%	18.00%
	中国大陆华特气体	2.01	26.00%	4.54%

资料来源：笔者根据各公司的公布整理

注：部分公司只公布了 2021 年的数据，2022 年的数据尚未公布，故选取 2021 年数据。

场的 91.00%。我国集成电路设备及材料依赖其他国家或地区，导致国内中下游企业的经营成本高、毛利率低。芯片制程上，中国大陆在工艺可靠性及工艺先进性等方面与国外均有差距。在工艺可靠性方面，以 IGBT 为例，目前国内减薄可以做到 175  $\mu\text{m}$ ，再薄便会出现易碎、卷曲等现象，而国外英飞凌可以做到 40  $\mu\text{m}$  以下，主流晶圆尺寸在国外能到 8 英寸，英飞凌甚至达到 12 英寸，而国内主流晶圆尺寸在 4-6 英寸，导致成本大幅提升。在工艺先进性方面，目前中国台湾地区的台积电

能量产 4nm 芯片，韩国三星量产 7nm 芯片，美国的英特尔和格罗方德量产 7nm 和 14nm 芯片，中国大陆的中芯国际量产 14nm 芯片，华虹集团量产 28nm 芯片。受限于对国外设备、材料等的依赖，我国芯片制造企业无法自主扩产，整个制造产业的产能不足，先进的生产线少，尤其在 14nm 以下制程的芯片无法自主生产。这些因素，慢慢拉开了我国集成电路与国外的差距，也使得中国大陆集成电路 GPO 地位指数低于美国、德国、日本等国家或地区。

封装测试是集成电路的下游环节，附加值较低，也是中国大陆与其他国家或地区差距最小的领域。传统封装的技术门槛相较芯片设计和芯片制造是最低的，附加值也是最低的，国外的集成电路厂商对其技术管制相对较为宽松。全球集成电路产业的转移是从这一环节开始的，为了降低成本，国外集成电路厂商在2000年后纷纷来到中国大陆投资建设封装测试厂，我国集成电路产业的发展从这一环节迅速开始。据Chip Insights统计，2021年全球前十大封装测试工厂中中国台湾地区有五家企业上榜，市占率达到40.72%，其中日月光以市占率27.00%排名第一。中国大陆有三家企业上榜，分别为排在第三的长电科技、第五的通富微电、第六的华天科技，在全球整体市占率达到20.08%，高于美国的13.50%。封装测试环节是我国集成电路产业起步最早的领域，但由于是重资产、研发人员相对少、劳动密集型行业，带来的附加值却并不高，毛利率普遍不足20.00%。

在集成电路的中高附加值IP、EDA、材料、设备等领域，中国大陆集成电路企业的毛利率普遍比其他国家或地区低，集成电路企业的产品在全球的附加值低、市占率较低，反映了我国企业的全球竞争力弱，出口能力较弱，主要依赖进口，这导致了我国集成电路产业的前向参与度较低，而后向参与度相对较高，使得计算出的GPO值较低。基于代表性企业的价值链分析，佐证了全球价值链地位指数的计算结果，反映了我国集成电路产业在全球价值链上整体处于低附加值环节。

#### 四、启示

我国集成电路产业的全球价值链地位指数较低，在中高附加值环节依赖海外严重。加强对中高附加值环节的国产替代，能够减少来自上游生产环节的进口国外增加值占比，即全球价值链中的后向参与度 $FV_{is}/E_{is}$ ，增加参与全球价值链下游生产环节的出口国内增加值占比，即全球价值链活动中的前向参与度 $IV_{is}/E_{is}$ ，以提高我国集成电路产业的全球价值链地位指数。

第一，鼓励不同附加值环节的领域协同发展，培育龙头创新网络。集成电路是高技术壁垒行业，目前国内被“卡脖子”的领域有芯片设计、

制造、设备、材料等环节。为保障供应链安全，不能只重视高附加值环节而忽视中、低附加值环节，应鼓励集成电路价值链上的设备、材料、设计、制造、封装及测试协同发展，各环节相互配合进行产品研发、创新与技术攻关，形成龙头创新网络，如芯片制造厂商要与设备厂商一起合作，帮助国产设备进行研发，提高国产设备水平，敢于导入国产设备，逐步替代进口设备。而国产设备商要为芯片制造商提供低成本的设备，并配合其需求进行设备改良与升级。另外，国内目前的芯片制造企业以代工为主，缺少整合元件制造商（Integrated Device Manufacture, IDM）的创新生态系统。IDM模式是在国外较为流行的一种运作模式，如三星、德州仪器，它集芯片设计、制造、封装、测试等多个环节于一体；其优势是设计与制造等环节协同优化，有助于充分发掘技术潜力，便于快速实验并推出新的半导体技术；其劣势是公司规模庞大，管理成本、运营成本较高，资本回报率偏低。目前，我国主要以芯片代工为主，如中芯国际、华虹半导体等，这也带来了一些问题。如硅片从研发到应用，需要先经过代工厂验证、再到工厂的客户去认证，这会延长整个新品交货周期，不利于新材料的及时导入。尤其是在一些特色的集成电路产品上，如功率半导体领域，新材料、新产品的研发及更新替代会较多，IDM模式将会是对代工模式的一个补充。所以适当鼓励在国内建立一些IDM模式的大厂将会有利于进一步完善产业布局，促进我国集成电路产业的自主可控和快速发展。

第二，针对产业发展情况，定制化产业政策，引导集成电路产业发展。集成电路是关乎国家战略的重要产业，发展过程中离不开政策的引导。近几年，中央及各级地方政府出台了大量政策，国家政策主要方向是通过免税引导集成电路企业、软件设计企业向小线宽制程芯片进行深入探索。结合我国集成电路企业的实际生产情况，近几年我国集成电路的主流线宽制程到了28纳米，因此，国务院在2020年出台了《新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展的若干政策》，规定“集成电路线宽小于28纳米（含），且经营期在15

年以上的集成电路生产企业或项目，第一年至第十年免征企业所得税”。可以看出国家的政策是比较及时和具有针对性的。集成电路产业非常复杂，在不同芯片类型、不同发展阶段、不同生产制造环节上需要的政策扶持力度和方向也是不一样的，以功率半导体为例，目前我国功率半导体行业与国外的差距较大，将线宽做小并不是这个行业的唯一方向，还有多种技术发展路径，比如第三代半导体、先进封装等，那么相应的政策扶持就需要根据产业发展方向进行调整。另外，集成电路上游不同材料及设备的国产化率水平不一样，目前鼓励下游企业对上游相关环节国产化替代的政策还不足。所以，针对我国集成电路的现状，需要政策引导产业差异化发展。

第三，着力建立完善的人才培养机制，加大育才引才。集成电路产业对经验型人才需求非常多，我国大学未来可以通过加强与企业的合作，将本科生及研究生输送到集成电路企业实践，提高学生动手能力，积累其产业经验，将实践纳入其考核标准，帮助培养工程师型的毕业生。如操作熟练的技术员可以从事一些技术性的生产操作等工作，助理工程师可以从事一些设备维护、芯片失效分析等有一定技术门槛的工作，高级工程师及教授级高级工程师从事一些专利发明、牵头研发项目的工作。大力引进集成电路产业人才，完善人才评价和薪酬体系。加快建立与国际接轨的人才分类评价体系，通过“薪酬谈判制”在全球招募高端人才团队，在住房保障、子女教育、创新创业等方面给予优先支持，优化人才“愿意来、乐意留”的环境。

第四，提升基础研发与应用研究的结合，突破产学研融瓶颈。目前，我国基础研发与应用研发仍然偏弱，并且相互间还存在脱节的问题。在摩尔定律逐渐接近物理极限的情况下，未来将会有新的技术去主导这次产业变革，如材料、芯片的架构算法或者其他技术。而不管是哪种技术，都需要强大的基础研发与应用研究的结合，应奋力打造集成电路重大科学研究平台和载体，如加快建设国家实验室、工程实验室等，培养一流高校及一流的集成电路学科，聚焦在“卡脖子”领域，

加大对基础研究及应用研究的投入，开展前瞻性、战略性、系统性的研究工作，积蓄“卡脖子”攻坚力量。

第五，丰富并完善耐心资本支持机制。集成电路企业对资金的需求非常大，而社会资本往往只重视中短期的项目，对于集成电路这类需要长期且大量资金支持的产业，无法给予足够支持。因此，我们应丰富并完善资本支持集成电路产业发展的机制，如政府与市场化的机构及专业化的管理人员进行合作，设立各类母基金及子基金等，支持需要长期资金支持的企业发展，提高其研发能力，促进科技创新，协助其进行技术攻关和产业化落地，早日实现集成电路产业的国产化替代。

#### 参考文献：

- [1] 陈文馨，卫平. 中国集成电路产业发展与贸易中的问题及提升对策[J]. 对外经贸实务，2017，（11）：21-24.
- [2] 杨道州，苗欣苑，邱祎杰. 我国集成电路产业发展的竞争态势与对策研究[J]. 科研管理，2021，42（5）：47-56.
- [3] 何峻. 基于价值链的中国集成电路产业发展对策[J]. 经济与管理，2004，18（10）：94-96.
- [4] Porter M E. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance[M]. New York: The Free Press, 1985.
- [5] Kogut B. Designing global strategies: comparative and competitive value-added chains[J]. Sloan Management Review, 1985, 26(4): 15-28.
- [6] Mahutga M C. When do value chains go global? A theory of the spatialization of global value chains[J]. Global Networks, 2011, 12(1): 1-21.
- [7] Tian K, Dietzenbacher E, Jong\_A-Pin R. Global value chain participation and its impact on industrial upgrading[J]. The world Economy, 2022, 45(5): 1362-1385.
- [8] Giuliani E, Pietrobelli C, Rabellotti R. Upgrading in Global Value Chains: Lessons from Latin American Clusters[J]. World Development, 2005, 33(4): 549-573.

[9] 施振荣. 再造宏碁 [M]. 上海: 上海远东出版社, 1996.

[10] Tajoli L, Felice G. Global value chains Participation and knowledge Spillovers in Developed and Developing Countries: An Empirical Investigation[J]. European Journal of Development Research, 2018, 30(3): 505-532.

[11] Pananond, Pavid. Where Do We Go from Here? Globalizing Subsidiaries Moving Up the Value Chain[J]. Journal of International Management, 2013, 19(3): 207-219.

[12] Evenett S J. Protectionism, state discrimination and international business since the onset of the Global Financial Crisis[J]. Journal of International Business Policy, 2019, 2(1): 9-36.

[13] James H. Deglobalization: The Rise of Disembedded unilateralism[J]. Annual Review of Financial Economics, 2018, 10(1): 219-237.

[14][15] Miroudot S, Nordstrom H. Made in the world? Global Value Chains in the Midst of rising Protectionism[J]. Review of Industrial Organization, 2020, 57(2): 195-222.

[16] 王岚. 融入全球价值链对中国制造业国际分工地位的影响 [J]. 统计研究, 2014, 31(5): 17-23.

[17] Dilyard J, Zhao S S, Jacqueline J Y. Digital innovation and Industry 4.0 for global value chain resilience: Lessons learned and ways forward[J]. Thunderbird International Business Review, 2021, 63(5): 577-584.

[18] Wang Y, Wang Z X, Zameer H. Structural characteristics and evolution of the “international trade-carbon emissions” network in equipment manufacturing industry: international evidence in the perspective of global value chains[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2021, 28: 25886-25905.

[19] 刘仕国, 吴海英, 马涛, 张磊, 彭莉, 于建勋. 利用全球价值链促进产业升级 [J]. 国际经济评论, 2015, (1): 65-84.

[20] Koopman R, Wang Z, Wei S J. Estimating domestic content in exports when processing trade is pervasive[J]. Journal of Development Economics, 2012, 99(1): 178-189.

[21][26] 邵争艳, 侯旭彤. 基于收入质量五维透视法的营业收入案例分析 [J]. 商业会计, 2016, (2): 80-82.

[22][27] 赵明珠. 中国钢铁工业的国际市场占有率与价值研究 [J]. 中国金属通报, 2020, (3): 225+227.

[23] 连增, 刘星彤, 苏畅, 李美君. 中日韩制造业参与全球价值链分工的测度研究 [J]. 区域与全球发展, 2021, 5(5): 57-79.

[24] Wang Z, Wei Z J, Yu X D, Zhu K F. Measures of Participation in Global Value Chain and Global Business Cycles[J]. NBER Working Paper, 2017, 23222.

[25] Gilhaim é Mouanda-Mouanda. Global Value Chains Participation for African Countries: An Overview from UIBE GVC Index System[J]. Open Journal of Business and Management, 2019, 07(2): 941-962.

作者: 汪俊杰, 深圳大学理论经济学博士后, 深圳市鲲鹏股权投资管理有限公司研究员  
钟若愚, 深圳大学经济学院教授、博导

责任编辑: 周修琦