

中国集成电路产业发展： “十三五”回顾与“十四五”展望

李先军 刘建丽¹

【摘要】：“十三五”时期，中国集成电路产业总体规模快速增长，全球竞争力有序提升，在产业链部分环节实现了一定突破。“十四五”时期，中国集成电路产业将总体上延续“十三五”时期的基本态势，尽管依然面临较大的外部压力，但产业规模将持续增长，部分领域国产替代和自主可控能力将得以改善。为此，需要进一步加强集成电路产业的支持力度，尤其是发挥新型举国体制优势，强化对基础教育、基础研究、基础材料和制造过程的支持，在重点突破的同时推动多点布局，同时防范与全球市场的“真脱钩”风险。

【关键词】：集成电路产业 高质量发展 “十三五” “十四五”

【中图分类号】：F426 **【文献标识码】**：A **【文章编号】**：1009-2382(2021)03-0087-10

一、引言

“十三五”时期是我国集成电路产业发展极不平凡的一个时期，美国的技术遏制打破了我国集成电路产业发展的“进口替代”预期。但是，在高质量发展理念的引导下，在新一轮技术革命尤其是信息革命的大好机遇下，依托庞大的国内市场以及深度融入全球产业链和价值链，我国集成电路产业在“十三五”时期依然保持快速发展态势，产业规模高速增长，在全球集成电路产业的参与深度进一步加大，产业竞争力不断提升，且在部分产业链环节取得一定突破。“十四五”时期是进一步推动经济社会高质量发展的重要阶段，准确把握集成电路产业发展基本态势，找准未来支持产业发展的着力点，对于推动我国进一步打破集成电路产业的“卡脖子”问题、实现战略性新兴产业高质量发展具有重要意义。

二、“十三五”时期我国促进集成电路产业发展的主要措施

“十三五”时期我国经济社会发展的内外部环境发生了显著变化，以集成电路产业为代表的高科技行业面临美国等发达国家的打压，我国经济从高速转向中高速的高质量发展阶段，内外环境的变化迫切需要转变经济发展思路，以创新驱动经济社会的高质量发展成为“十三五”时期经济社会发展的主基调。由于自身的战略性、基础性和先导性特征（刘建丽和李先军，2019），集成电路产业成为我国优先发展的重要产业之一。“十三五”时期，通过多策并举，发挥政府和产业界的合力以及整合全球资源和注重全球协调，我国集成电路产业迎来了良好的发展环境。

1. 战略上高度重视，为产业发展创造良好的制度环境

党中央和国务院高度重视集成电路产业发展。早在《国家中长期科学技术发展规划纲要（2006-2020年）》中，就将“核高基”（核心电子器件、高端通用芯片及基础软件）和集成电路（极大规模集成电路制造技术及成套工艺）作为16项国家科技重大专

¹**作者简介**：李先军，中国社会科学院工业经济研究所助理研究员；
刘建丽，中国社会科学院工业经济研究所研究员（北京100836）。

基金项目：中国社会科学院国情调研重大项目“我国智能芯片产业链布局与产业安全调研”（编号：GQZD2020005）；国家社会科学基金重点项目“中国关键核心技术突破路径研究”（编号：20AGL002）

项中的 2 项,确定了到 2020 年实施的内容和目标。“十二五”时期,国家制定了《国家集成电路产业发展推进纲要》(以下简称《纲要》),对 2020 年和 2030 年集成电路产业发展的规模和技术目标作了明确的要求,并对集成电路产业链各个环节也制定了具体目标,进而出台了一系列配套措施。2016 年发展半导体技术和集成电路产业体系进入《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》(以下简称《十三五规划》),进而围绕《纲要》的实施以及《十三五规划》,国务院及有关部门出台了税收、资金、人才、教育、科技等方面的政策,且在相关政策中将支持集成电路发展的相关要求融入其中,形成了较为立体的政策体系。2020 年国务院发布《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》,这是新时期对《国务院关于印发鼓励软件产业和集成电路产业发展若干政策的通知》以及《国务院关于印发进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展若干政策的通知》的进一步完善,为半导体行业发展提供财税、投融资、研发、进出口、人才、知识产权、市场应用、国际合作等全方位支持,对于新时期我国集成电路产业发展起到有效的促进作用。此外,各地政府也出台了一系列支持政策。集成电路产业发展迎来了前所未有的制度环境。

表 1 “十三五”时期中国集成电路产业发展主要政策汇总

时间	文件	发布单位	主要内容
2005 年 12 月	《国家中长期科学技术发展规划纲要(2006-2020 年)》	国务院	确定了核心电子器件、高端通用芯片及基础软件、极大规模集成电路制造技术及成套工艺等 16 个重大专项。
2014 年 6 月	《国家集成电路产业发展推进纲要》	国务院	设定了 2020 年我国集成电路产业发展的主要目标。
2015 年 5 月	《中国制造 2025》	国务院	提出将集成电路作为“新一代信息技术产业”纳入大力推动突破发展的重点领域,着力提升集成电路设计水平,提升国产芯片的应用适配能力,掌握高密度封装及三维组装技术,形成关键制造装备供货能力。
2015 年 6 月	《关于支持有关高校建设示范性微电子学院的通知》	教育部、国家发改委等 6 部委	对建设示范性微电子学院提出了具体的方向和要求。
2016 年 3 月	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》	十二届全国人大四次会议	提出大力推进先进半导体、机器人等新兴前沿领域创新和产业化,形成一批新增长点。培育集成电路体系,大力发展磷化铟、碳化硅等下一代半导体材料。
2016 年 5 月	《国家创新驱动发展战略纲要》	国务院	提出加大集成电路、工业控制等自主软硬件产品和网络安全技术攻关和推广力度;攻克高端通用芯片、集成电路装备的关键核心技术。
2016 年 5 月	《关于软件和集成电路产业企业所得税优惠政策有关问题的通知》(财税[2016]49 号)	财政部、国税总局、国家发改委、工信部	明确了集成电路企业的税收优惠资格认定的非行政许可审批取消,规定了享受税收优惠的条件,进一步从政策上支持集成电路产业发展。
2016 年 7 月	《国家信息化发展战略纲要》	中共中央办公厅、国务院办公厅	制定国家信息领域核心技术设备发展战略纲要,以体系化思维弥补单点弱势,打造国际先进、安全可控的核心技术体系,带动集成电路、基础软件、核心元器件等薄弱环节实现根本性突破。
2016 年 7 月	《“十三五”国家科技创新规划》(国发[2016]43 号)	国务院	提出持续攻克“核高基”、集成电路装备等关键核心技术,建成体系化研发平台进而科技创新平台,形成具有国际竞争力的高新技术

			产业集群。
2016年8月	《装备制造业标准化和质量提升规划》(国质检标联[2016]396号)	质检总局、国家标准委、工信部	提出在产业链各个环节和具体领域完善相关标准体系。
2016年11月	《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》(国发[2016]67号)	国务院	提出做强信息技术核心产业,组织实施集成电路发展工程,启动集成电路重大生产力布局规划工程。
2016年12月	《“十三五”国家信息化规划》(国发[2016]73号)	国务院	提出到2020年,集成电路、基础软件、核心元器件等关键薄弱环节实现系统性突破,形成若干战略性先导技术和产品。大力推进集成电路创新突破。完善产业投资基金机制,鼓励社会资本发起设立产业投资基金。

(续表)

时间	文件	发布单位	主要内容
2016年12月	《信息产业发展指南》(工信部联规[2016]453号)	国家发改委、工信部	从创新中心建设、集成电路布局、系统建设、财政支持、税收政策、人才政策等方面提出具体明确的指导性政策。
2017年4月	《国家高新技术产业开发区“十三五”发展规划》(国科发高[2017]90号)	科技部	提出优化产业结构,采取差异化策略和非对称路径,聚焦尖端领域,推进集成电路及专用装备、信息通信设备、高档数控机床和机器人等关键核心技术突破和应用。
2018年3月	《关于集成电路生产企业有关企业所得税问题的通知》(财税[2018]27号)	财政部、国税总局、国家发改委、工信部	对集成电路生产企业所得税优惠政策作了进一步规定和调整。
2019年5月	《关于集成电路设计和软件产业企业所得税政策的公告》(财政部税务总局公告2019年第68号)	财政部、税务总局	依法成立且符合条件的集成电路设计企业和软件企业,在2018年12月31日前自获利年度起计算优惠期,第一年至第二年免征企业所得税,第三年至第五年按照25%的法定税率减半征收企业所得税,并享受至期满为止。
2020年7月	《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》(国发[2020]8号)	国务院	对新时期促进我国集成电路产业发展,从财税、投融资、研发、进出口、人才、知识产权、市场应用以及国际合作等方面给予了更加优惠的政策。

2. 资源上加大投入,为产业发展提供有效的资源支持

高投资、长周期和高风险特征使得集成电路产业发展离不开有效的外部支持,这也是日本和韩国集成电路行业赶超发展的科学经验(冯昭奎,2018)。为此,我国在“十三五”时期加大资金投入和人才支持力度,为集成电路产业发展提供了有效的资源支持。2014年9月国家集成电路产业投资基金一期正式启动,募集资金1387.2亿元,2019年底完成直接投资1387亿元,撬动地方

和社会资本 5145 亿元,¹为“十三五”时期我国集成电路产业发展提供了有效的资金支持。2019 年 10 月基金二期启动,注册资本为 2041.5 亿元,将进一步充实我国集成电路产业的资金力量。在国家基金的引导下,在产业升级和经济增长的双重压力下,各地也大量布局集成电路。据不完全统计,仅 2020 年上半年,江苏、安徽、浙江、山东的 24 个城市已签约超过 20 个半导体项目,金额达到了 1600 亿元,²半导体行业投资热潮显现。此外,作为支持高科技企业直接融资的科创板,也发挥了支持集成电路企业发展的重要角色。截至 2020 年 10 月底,科创板上市的 191 家企业中,有 171 家为新一代信息技术产业,集成电路产业在 5G、人工智能、大数据、新基建的催生下得以快速发展,尤其是规模相对较小的集成电路企业迎来了前所未有的发展机遇。人才培养方面,自 2015 年教育部等 6 部委决定建设示范性微电子学院之后,截至 2019 年底,全国共有 28 所高校新建了微电子学院,55.08%的本科及以上学历毕业生选择进入集成电路产业,³为集成电路产业输送了大量人才。此外,摩尔定律驱动着集成电路产业快速变革,我国集成电路行业相关企业的研发投入强度较高。根据欧盟委员会数据,2019 年我国大陆研发投入前 10 位的企业中,有 5 家企业涉足集成电路的研发投入。⁴

3. 注重全球资源整合,促进全球产业链更有效的分工与协作

为突破我国集成电路产业所面临的“卡脖子”困境以及总体发展滞后的问题,遵循集成电路产业长短期发展的基本规律,“十三五”时期,我国集成电路企业通过全球范围内资源整合,尤其是通过有效的资本投资,迅速在部分领域集中有效产能,成为全球半导体行业的积极参与者。一方面,我国集成电路企业注重与发达国家和地区企业的合作,根据 ICInsights 数据,2019 年中国大陆的晶圆制造中,本土企业产值仅占 6.1%,而台积电、SK 海力士、三星、英特尔等我国台湾地区和国外企业在大陆设立的晶圆制造厂贡献了主要产能⁵。行业内领先的集成电路生产企业进驻我国市场,会形成有效的示范效应和知识溢出效应,助推我国集成电路产业发展。另一方面,超长产业链、全球化分工以及快速变化的技术和市场,使得集成电路产业成为高度资本化产业,行业内以及行业间的并购频繁发生。“十三五”时期,我国企业积极进入全球资本市场,通过并购、参股等多种形式,实现在全球范围对集成电路特定领域的技术、人才、客户的整合。据不完全统计,2016-2020 年,我国在海外并购的标的额超过 150 亿美元。此外,由于经验等默会知识在集成电路产业的重要性,加之我国集成电路产业人才尤其是高端人才的稀缺性,我国集成电路企业注重全球人才的引进,目前已成为促进国际人才流动的重要窗口。

4. 注重国际协调,以应对美国对我国高科技领域的打压

为打压我国在新一代信息技术尤其是 5G 方面的优势,美国对我国包括集成电路产业在内的高科技产业采取了极端的限制性乃至排除性政策。从不断升级的《瓦森纳协议》到“301 调查”再到不断扩大的贸易“实体清单”,美国以“技术脱钩”试图将我国排除在半导体这一战略性产业全球体系之外,从光刻机整机、12 英寸及以上硅片、光刻胶、光源系统、EDA 设计软件到高端芯片出口,对半导体行业的设备、软件、材料、中间品、高端制成品都予以全所未有的“封锁”,且对使用美国技术的相关企业也进行了严格限制,这对我国目前主动融入全球集成电路产业链、价值链的发展造成了巨大冲击。面对美国的强势“打压”,我国从全球产业发展的大生态出发,在加强自身集成电路领域技术研发的同时,积极主动进行全球层面的协调。一方面注重与美国磋商,以国际贸易相关条款的协商来解决中美贸易摩擦尤其是集成电路方面的问题,避免贸易摩擦进一步升级,维护全球经济竞争秩序;另一方面,注重多边机制建设,进一步加强与日韩以及我国台湾地区集成电路企业的合作,寻求与全球企业在集成电路产业最广泛的合作。

三、“十三五”时期我国集成电路产业发展基本情况

通过多策并举,“十三五”时期我国集成电路产业在保持规模快速增长的同时结构得到进一步优化,在全球供应链和价值链的参与度进一步提高,且在部分领域取得了一定突破,在进一步增强全球竞争力方面取得一定成效。

表 2 “十三五”时期中国集成电路产业部分海外并购案例

时间	并购方	并购标的	核心业务	交易金额
2015 年 12 月	武岳峰资本(后于 2019 年 11 月被北京君正以 72 亿元收购)	芯成 (ISSI)	存储芯片及模拟芯片	7.64 亿美元
2016 年 2 月	中信资本、清芯华创、金石投资(后于 2019 年 4 月被韦尔股份收购)	豪威科技	CMOS	19 亿美元
2016 年 4 月	通富微电	AMD 在苏州及马来西亚槟城的两家封测厂	封测	3.71 亿美元
2016 年 5 月	长电科技	新加坡金科兴朋	封测	7.8 亿美元
2017 年 2 月	建广资产	荷兰安世半导体(恩智浦半导体标准部门)	逻辑器件、分立器件、MOSFETs 器件	27.5 亿美元
2017 年 4 月	山海昆仑资本	美国硅谷数模	高速混合信号芯片	5 亿美元
2017 年 11 月	凯桥资本	英国 Imagination	图形处理芯片	7.46 亿美元
2018 年 4 月	闻泰科技	荷兰安世半导体	逻辑器件、分立器件、MOSFETs 器件	39 亿美元
2019 年 6 月	紫光国微	法国 Linxens	安全芯片组件	26 亿美元
2019 年 11 月	新唐科技	Panasonic Semiconductor Solutions	晶圆代工	2.5 亿美元
2020 年 8 月	汇顶科技	德国 Dream Chip Technologies GmbH 公司	汽车芯片设计	未披露

1. 产业规模快速增长, 结构和质量不断优化

“十三五”时期, 我国集成电路产业规模不断增长, 行业销售收入从 2015 年 3609.8 亿元增长到 2019 年 7562.3 亿元, 年均增速 20.31%, 实现了《纲要》中提出“2020 年集成电路产业销售收入年均增速超过 20%”的目标。



图 1 2015 年至 2020 年上半年中国集成电路产业销售额

资料来源:中国半导体行业协会:《2020 年 1-6 月中国集成电路产业运行情况》, <http://www.csia.net.cn/Article/ShowInfo.asp?InfoID=95179>, 2020 年 8 月 12 日。图 2 同。

从结构来看, 集成电路产业设计、制造和封测三个环节的结构发生显著变化, 附加值更高的设计和制造环节比重稳步增长。2015 年至 2020 年上半年, 设计和制造环节销售额占比分别从 36.71%和 24.95%上升到 42.12%和 27.30%, 与之相对应的是, 封装测试环节占比从 38.34%下降到 30.58%。

2. 参与全球深度加大, 全球竞争力逐步提升

根据美国半导体产业协会 (Semiconductor Industry Association, SIA) 发布的数据, 2015-2018 年全球半导体行业销售额从 3372.8 亿美元增长到 4689.6 亿美元, 2019 年小幅回落到 4110 亿美元, 2020 年 1-8 月出现小幅回弹, 月均销售额 350.1 亿美元, 较 2019 年月均增长 2.22%。

从市场结构情况来看, 美国、日本、欧洲、韩国以及我国台湾地区是全球半导体的主要生产地和消费地, 市场份额未发生显著变化, 半导体市场的全球竞争格局相对稳定。2019 年美国半导体行业市场份额占据全球的 46.8%, 较 2015 年的 50%略有下降, 而韩国则从 17.4%增加到 19.1%, 我国总体市场规模相对稳定但全球份额较小, 2019 年为 4.9%。

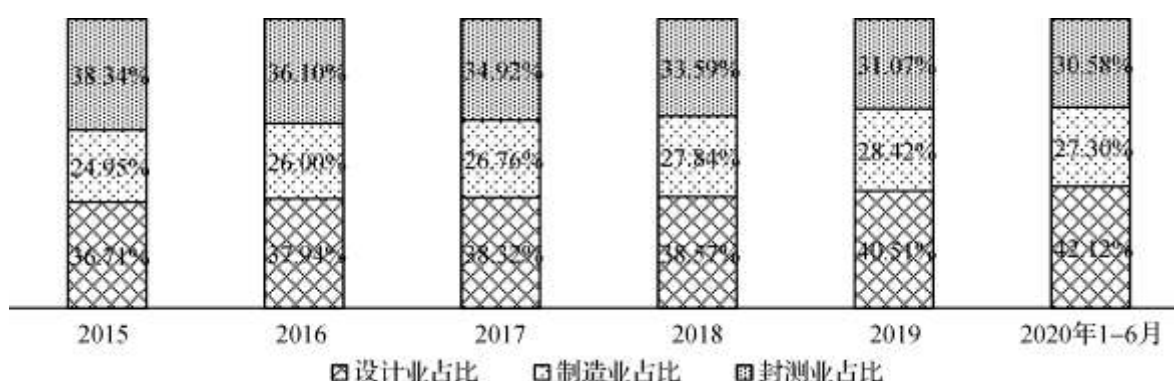


图 2 2015 年至 2020 年上半年中国集成电路产业三大环节销售额占比

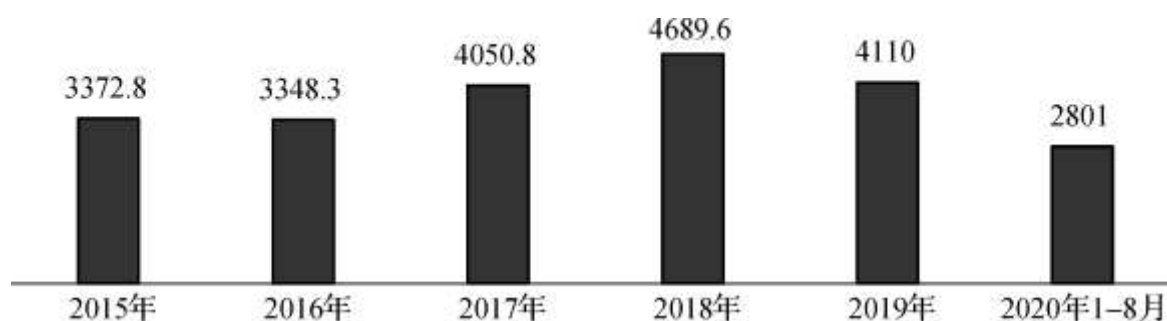


图 3 2015 年至 2020 年 8 月全球半导体行业销售额 (单位: 10 亿美元)

资料来源: SEMI. WorldFabForecast. <https://www.semi.org/en/products-services/market-data/worldfab-forecast>, Aug

31, 2020。

表 3 2015-2019 年全球半导体产业市场份额（单位：%）

	美国	日本	欧洲	韩国	中国台湾	中国
2015 年	50	10.6	9.4	17.4	6.1	5
2016 年	48.3	11	9.9	17.2	6.9	3.8
2017 年	45.8	9.9	8.8	21.5	5.7	4
2018 年	44.6	9.4	8.8	24.5	5.5	4
2019 年	46.8	10.4	9.8	19.1	6.1	4.9

由于在集成电路下游应用端产品的制造优势以及国内庞大的消费市场,我国在集成电路产业链下游竞争力显著,成为全球最大的集成电路进口国,集成电路也成为我国最大的贸易逆差品类。2019 年集成电路出口金额为 1015.78 亿美元,而进口金额高达 3055.5 亿美元,单品类逆差高达 2039.72 亿美元。但是,剔除外国和我国台湾地区半导体公司在大陆的活动,2018 年大陆企业在全中国半导体销售和制造中的总体份额仅为 3%~4%,我国半导体行业需求庞大但自身供给能力不足。从变化情况来看,受美国“技术脱钩”压力影响,我国在“十三五”末期加速集成电路产业的国产替代进程,集成电路产业国产化率稳步提升。

3. 部分领域实现突破,国产替代成效显著

集成电路产业的战略性、基础性和先导性特征决定了我国作为大国必须要保证在该产业的有效竞争地位。总体来看,我国集成电路产业较美欧日韩等发达国家有较大差距,且在关键领域和环节存在突出的“卡脖子”问题。“十三五”时期,通过有效政策引导和市场竞争,围绕集成电路“设计-制造-封测”以及设备和材料这一超长产业链,我国企业的一些细分领域取得突破,基本实现了 2014 年制定的《纲要》目标,国产替代取得了一定成效。例如,在传统上被国外垄断的高性能计算以及服务器芯片领域,飞腾、龙芯、海光、海思等设计企业有所突破,尤其是海思半导体在芯片设计领域尤其是移动芯片设计领域已经步入全球一线阵营;芯片制造领域,中芯国际 2019 年 8 月实现了 14 纳米量产,华虹半导体也取得制程突破,长江存储在 2020 年 4 月宣布 128 层 QLC3D NAND 闪存芯片研发成功;封测领域,长电科技、通富微电以及华天科技位居全球封测行业的第三、第六和第七名,也为我国在封测领域贡献了全球 28.1%的市场份额;设备制造方面,中微公司已向台积电供应 7 纳米刻蚀机设备,但光刻机目前只有上海微电子 90 纳米的量产水平。

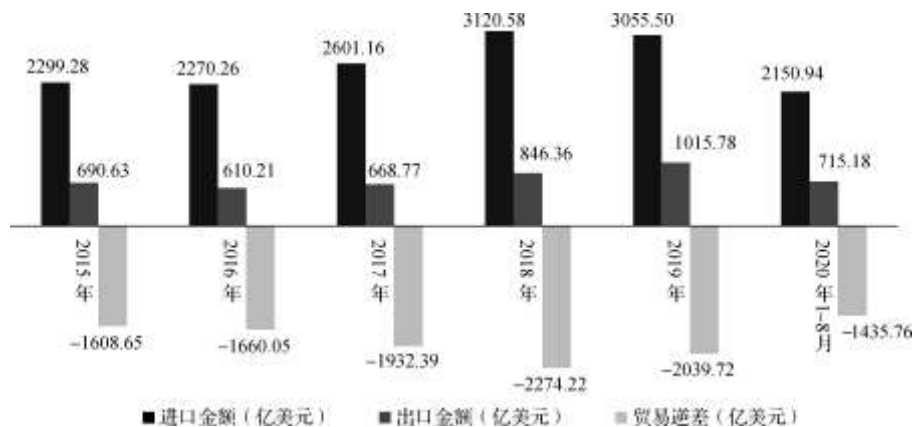


图 4 2015 年至 2020 年 8 月中国集成电路进出口情况

资料来源:中华人民共和国海关总署海关统计数据在线查询平台, <http://43.248.49.97/>。

四、“十四五”时期我国集成电路产业发展的总体趋势

延续“十三五”时期的总体趋势,“十四五”时期我国集成电路产业发展的外部环境依然严峻,但在一系列政策、技术和市场利好环境下将会继续保持快速发展态势,并表现出更为集聚和激烈的竞争态势。

1. 产业保持高速增长,部分领域和环节会有效突破

新一轮技术革命不断深化,5G、物联网、大数据、云计算、人工智能、新基建等步入快速发展阶段,巨大的市场需求为集成电路产业发展带来巨大机会,未来保持高速增长的总体趋势不会发生变化。根据世界半导体贸易统计(WSTS)的预测,2020 年和 2021 年世界半导体行业增长率为 3.3%和 6.2%,其中亚太地区增长率为 2.6%和 6.4%⁸。我国作为全球集成电路产业的重要消费国,ISS 披露的数据显示,2019 年我国半导体消费量占全球的 53%,并预测 2030 年将达到 58%⁹,我国在全球集成电路产业的消费比重将进一步提高。在总量进一步增长的同时,随着我国经济进入中高速的高质量发展阶段,推动战略性新兴产业发展成为未来促进我国高质量发展的根本,我国在集成电路产业尤其是产品应用方面具有显著优势。可以预见,未来我国集成电路产业的高速成长趋势依然不减,并成为促进我国经济高质量发展的重要支撑。

不可忽视的是,尽管我国集成电路产业市场规模大,但在关键领域和环节的自我保障能力较弱(安筱鹏,2005;刘碧莹和任声策,2020),尤其制造环节以及支撑半导体发展的设备和材料领域“短板”突出。随着产业界和政府对我国集成电路产业现实认识的不断深化,进一步补足“短板”成为“十四五”时期提升我国集成电路国产供应水平的关键。在此背景下,加大对相关领域的支持和社会投资成为发展的必然。未来我国在集成电路材料(例如大尺寸硅片、光刻胶、掩模版、电子气体、湿化学品、溅射靶材、化学机械抛光材料等),制造设备(光刻机、刻蚀机、镀膜设备、量测设备、清洗设备、离子注入设备、化学机械研磨设备、快速退火设备等),制造环节(制造高端逻辑和存储芯片的大型制造企业以及制造特殊设备的中小制造企业)等领域将涌现一大批企业,它们将成为未来支撑我国集成电路产业发展的重要载体,其中一大批将在利基市场中具有领先地位,一部分“卡脖子”问题将会得到明显缓解。

2. 外部压力依然严峻,产业全球化进程存在较高风险

集成电路产业是高度全球化产业,“十四五”时期我国集成电路产业要更加主动融入全球供应链和价值链之中,但是,我国集成电路产业将面临更加复杂的全球竞争环境。

一方面,美国以国家安全、保护知识产权、平衡贸易赤字等“缘由”发起贸易战,试图遏制我国在集成电路等高科技产业领域的发展。早在 2017 年 1 月,奥巴马政府总统科技顾问委员会(PCAST)发布《如何确保美国在半导体行业的长期领导地位》¹⁰,提出通过“正式的贸易谈判、非正式的贸易和投资协定以及 CFIUS 外资投资审查机制”对限制中国半导体行业的发展是“十分有效的”,并提出“要继续限制美方认为与国防有关的半导体技术出口到中国,直到中国有一天确保这些技术是‘安全的’”。2017 年 12 月 18 日,特朗普政府发布的首份《国家安全战略报告》称中国为美国的“战略竞争对手”。2020 年 7 月 24 日,美国兰德公司发布《中国大战略:趋势、轨迹与长期竞争》¹¹,提出从军事对抗的角度应对中国。在美国视中国为“战略竞争对手”的条件下,美国对我国实施了前所未有的技术“遏制”。例如美国外资投资委员会(CFIUS)对我国企业海外并购案件的限制,升级《瓦森纳协议》对高端设备和产品出口予以限制,实施“301 调查”对我国产品大量提高关税,以国家安全之名不断扩大“实体清单”,这些对于未来我国集成电路产业参与全球供应链、创新链和价值链产生巨大威胁,不利于我国集成电路产业融入全球化进程。

另一方面,在中美贸易摩擦趋于常态化的基本假设下,集成电路产业全球化分工模式将面临巨大挑战,安全将成为产业链和供应链布局的重要考量因素,主要经济体寻求更广泛的全球布局和“回流”成为未来一段时期的重要选择。例如台积电不仅在大陆和台湾地区开设工厂,也在美国新建最新工艺制程的代工厂;日本企业为应对日韩争端,将一些原料生产企业搬迁到本土;东南亚诸国由于地缘位置和劳动力成本优势,正成为各国集成电路低附加值制造业转移的首选之地,例如新加坡已成为全球集成电路代工厂的重要安置地,三星已将部分生产基地迁移到越南,马来西亚槟城成为全球半导体组装和封测的重要基地,泰国的电子产品组装也吸引了日本企业大量投资;美日韩鼓励本国制造企业包括集成电路企业向本土回流,并在全球新冠肺炎疫情爆发后表现出加速态势,同时通过强化“美墨加三国协议”强化其在数字经济和半导体行业供应链的安全性。

3. 产业内竞争更激烈,产业集中和集聚特征将逐步显现

随着一系列支持和促进集成电路产业发展政策的出台,加之高质量发展对产业升级的压力,“十四五”时期集成电路产业的社会投资将快速增长,尤其是将迎来大量新资本和新企业进入的新机遇。据《瞭望》披露的数据,截至2020年7月20日,我国共有芯片相关企业4.53万家,仅2020年二季度就新注册企业0.46万家,同比增长207%,环比增长130%,这一趋势预期在“十四五”时期将会继续保持。大量资本进入集成电路产业,必然导致产业竞争更加激烈,行业内和跨行业并购将成为“十四五”时期集成电路产业发展的常态。然而,由于集成电路产业高风险、高投资、长周期等特征,在大量进入者之后必然面临市场的“重新洗牌”,表现为“企业数量快速增加—行业竞争更加激烈—企业分化—市场出清—领先企业出现—行业集中度上升”的趋势,产业集中度将在“十四五”时期表现出先分散后集中的基本态势。

当前,我国集成电路产业主要集中在长三角、珠三角、京津冀以及中西部地区部分省市,产业集聚度相对较高且特色明显。其中,以上海为核心的长三角地区居于绝对领先地位,尤其是在制造和设备领域优势显著;以深圳为核心的珠三角地区在设计环节具有显著优势;以北京为核心的京津冀地区在设计和制造方面特色明显;中西部地区重点城市例如合肥、武汉、长沙、西安、成都、重庆等有一些代表性集成电路产业项目。从目前各地加大集成电路产业布局的现实来看,“十四五”时期我国集成电路产业“遍地开花”将成为必然。由于集成电路产业代表的先进产业方向,对产业链配套尤其是人才配套的需求极为迫切,集成电路产业在“遍地开花”后将会迎来新一轮布局调整期,产业集聚度将进一步调整,尤其是向毗邻高校、科研机构的大城市及周边集中,向营商环境表现更优的地区转移,部分高排放环节向环境容量更高的地区转移(吴海贤等,2010),集成电路不同领域和环节的企业将围绕核心企业集聚,形成以产业园区为基本构成单元的大型产业集聚区。

五、促进“十四五”时期我国集成电路产业高质量发展的对策建议

为推动“十四五”时期我国集成电路产业高质量发展,需要进一步加强对集成电路产业的支持力度,尤其是强化对基础研究的支持,在重点突破的同时推动多点布局,同时防范与全球市场的“真脱钩”风险。

1. 发挥新型举国体制优势,支持集成电路产业快速发展和有效追赶

作为关乎科技安全、信息安全、经济安全、军事安全的集成电路产业,要发挥社会主义市场经济条件下关键核心技术攻关新型举国体制优势,实现在短期内快速发展和有效追赶。强化政府、市场与社会的有效协同,明确各方在集成电路产业中的有效角色。政府在提供公共品供给(基础研究投入、人才培养等)、维护市场秩序(知识产权保护、反垄断等)和保护企业权利(跨境并购、跨境贸易中的争议解决和权益保护)的同时,要结合集成电路产业特征,参考日本和韩国集成电路产业发展的经验,在财政政策、产业政策、税收政策、进出口、市场应用等方面适当倾斜,为产业发展营造良好环境;要发挥市场在资源配置中的决定性作用,优化营商环境,减少行政干预,为社会资本、境外资本进入集成电路产业创造良好条件,鼓励国内企业进行境内境外投资组合和并购,鼓励产业上下游以及竞争性企业整合,形成大中小企业融通发展的良好生态,利用好我国超大规模市场优势为集成电路产业发展提供有效市场需求;注重发挥社会组织等主体的作用,尤其是行业协会、研究机构、高校的重要作用,促进行业内企业市场合作、共同研发、协同发展,促进企业、高校、科研院所合作研发,推动基础研究应用和转化,推动关键核心技术的重点突破。

进一步强化集成电路产业发展的问题研究,找准“卡脖子”环节和难点。新型举国体制的重要内涵之一是能够压缩产业追赶周期,降低市场“试错成本”。对于集成电路产业来说,从设备、材料到设计、制造、封测和应用,产业链极长,关联产业极多,短期内寄希望于全面突破难度极大。在当前国际环境下,需要进一步对集成电路产业深入研究,找到我国在集成电路产业亟需突破限制的关键领域和环节,并制定产业发展优先顺序清单,引导市场力量在特定领域和环节集中投入和快速突破,对于需要长期攻关的领域和环节设定长期发展目标。集成电路产业发展的关键不仅在于技术领先性和科学发展,还在于生产制造过程中工艺等“隐性知识”以及人才的有效支撑。为此,在加快推进集成电路产业发展基础技术、产业化技术的同时,要重视制造工艺以及过程中所需设备、材料的投入,尤其是人才培养。在进一步注重在全球范围内引进人才的同时,要加大对集成电路产业领域的人才培养,尤其是要培养具有工匠精神、团队精神和敬业精神的人才(冯昭奎,2018)。这对于我国集成电路产业长远发展意义重大。

2. 加大基础研究支持力度,进一步发挥市场力量强化技术尤其是底层技术的自主可控

尽管目前产业界和决策层已形成加大支持集成电路产业发展的共识,但从目前的政策支持对象来看,主要关注于短期产品和制造技术的国产替代方面,对集成电路未来发展的基础性、原始性技术重视度不够,对于产业链更底层的材料、设备、软件工具等重视度不够。根据美国国家科学基金会(National Science Foundation)披露的数据,2018年美国研发投入达到5800亿美元,研发强度为2.82%,其中,在基础研究、应用研究和实验开发方面的投入比重分别为16.6%、19.8%和63.5%¹²。与之形成鲜明对照的是,2019年我国研发经费22143.6亿元,投入强度为2.23%,基础研究、应用研究和实验开发经费占比分别为6.0%、11.3%和82.7%¹³。着眼于集成电路产业发展的现实需要,未来需要进一步加大集成电路领域的基础研究,强化底层技术知识供给,为集成电路产业发展夯实基础知识。重点是加大对共性技术平台、大企业、高校、科研机构的基础研究支持力度,要以新建国家实验室为契机,探索与美国EUV技术联盟模式、日本超大规模集成电路技术研究组合类似的企业间技术共同研发实验室,形成有效的联合研发机制,并发挥好中小企业的数量巨大和边缘创新的优势(李先军,2020)。

值得关注的是,美国的研发投入从联邦政府为主导的投入模式转变为商业企业主导的投入模式,尽管自20世纪60年代以来美国的研发强度整体未有较大上升,但商业领域的研发强度不断增加,从1965年0.88%上升到2018年1.96%,而联邦政府投入的研发强度则从1965年1.86%下降到2018年0.62%,市场化研发投入为集成电路产业探索性发展提供了良好的契机。为此,在“十四五”乃至更长时期,要进一步创新体制机制,构建官产学研共同合作的公共技术平台,引导社会资本投入基础研究领域。在加大基础研究投入的同时,需要在整体导向上加强对基础教育学科的重视程度,在人才培养上进一步强化对基础教育的倾斜。在现有示范性微电子学院的基础上,要从整体教育方向上予以引导,加大基础学科投入,强化基础学科尤其是化学、材料、物理、电磁等领域的教育和研究,注重产业工匠的培养和成长,避免教育和科研工作的过度商业化和工程化。

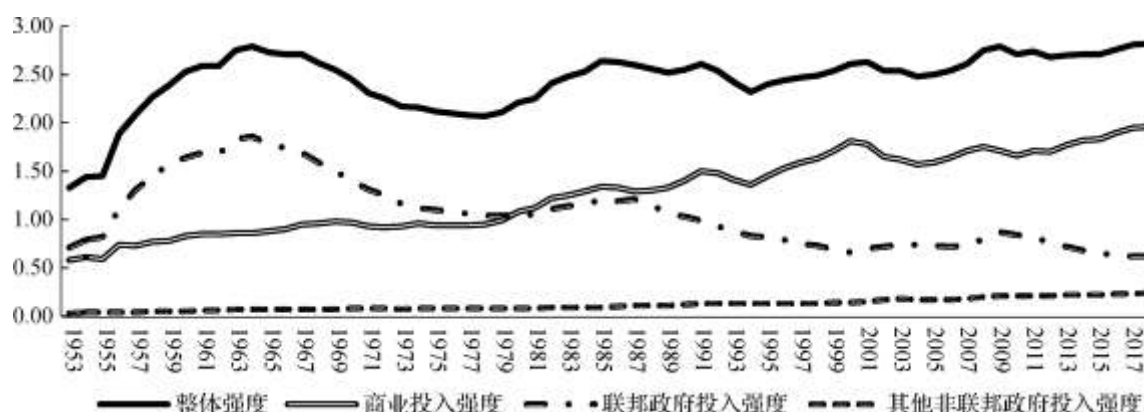


图5 1953-2018年美国R&D强度(单位:%)

资料来源: National Center for Science and Engineering Statistics. U. S. R&D Increased by\$32 Billion in 2017, to\$548

Billion; Estimate for 2018 Indicates A Further Rise to \$580 Billion. <https://www.nsf.gov/statistics/2020/nsf20309/#fig1>, January 8, 2020.

3. 兼顾重点突破和多点布局,保障我国集成电路产业的可持续竞争力

超高规模投资和“隐性知识”使得集成电路产业的后发者面临极高的风险和压力,但其超长产业链以及技术快速迭代也为后发者提供了新机会。此外,我国超大规模国内市场需求也为未来进入集成电路产业多个领域和环节提供了可能。“十四五”时期,在继续关注产业关键环节和领域追赶和破解“卡脖子”问题的同时,要引导市场投资“多点布局”,在一些细分领域形成一定竞争力,保障我国集成电路产业可持续发展。一是高度关注精密设备制造,除了光刻机、刻蚀机需要集中力量快速突破之外,镀膜设备、量测设备、清洗设备、离子注入设备、化学机械研磨设备、快速退火设备等也需要相关企业进入和配套;二是在精密材料制造领域,在优先攻克大尺寸硅片、掩模版生产技术以及制造工艺的同时,在光刻胶、电子气体、湿化学品、溅射靶材、化学机械抛光材料等方面有所突破,既要通过工艺创新推动相关高精密材料的产业化,形成在成本和质量上的优势,也要提前布局第二代和第三代先进半导体材料的研究和产业化(“先进半导体材料及辅助材料”编写组,2020);三是培育一批专业化生产性服务企业,例如超高洁净室设计和运维企业、污染物回收与处理企业等,通过专业化分工和有效市场协作实现在特定领域和环节的快速突破;四是关注集成电路应用细分领域,例如在汽车芯片、新能源、智能电网、高速轨道交通等领域形成差异化优势。通过“多点布局”,不仅可以有效避免大量投资集中在热点环节造成的产能过剩风险,也能有效把握产业最新的发展态势和动向,支撑我国集成电路产业长期可持续发展。

4. 规避与全球产业链脱钩,防范“加拉帕戈斯岛综合症”发生

为应对美国及其盟友对我国集成电路产业的封锁,借鉴日本在应对日美贸易摩擦尤其是半导体行业摩擦的策略,在强化国际合作的同时,以新型举国体制实现国产替代、获取在部分领域的领先优势是当前和未来的必然应对之举。但是需要予以高度关注的是,由于集成电路产业的高技术特征,对于用户表现出显著的“黑箱”特征,过度强调国产替代会导致国外企业对中国芯片的不信任问题,国产芯片或者“中国制造”集成电路产品市场开拓将面临较大风险。要进一步深化对外开放,强化多边合作。要平衡好国产替代和国际合作之间的关系,进一步加强与标准化组织以及行业组织的关系,加强参与甚至主导国际标准,探索与国外竞争和共赢模式。要发挥半导体行业协会等集成电路产业相关组织的作用,通过与美国半导体企业集聚区企业间的有效合作来推动美国对我国集成电路产业相关政策的缓和和调整(李巍和赵莉,2020)。

参考文献:

- [1]. “先进半导体材料及辅助材料”编写组:《中国先进半导体材料及辅助材料发展战略研究》,《中国工程科学》2020年第10期。
- [2]. 安筱鹏:《电子信息产业发展模式的探讨》,《现代经济探讨》2005年第7期。
- [3]. 冯昭奎:《日本半导体产业发展的赶超与创新——兼谈对加快中国芯片技术发展的思考》,《日本学刊》2018年第6期。
- [4]. 李巍、赵莉:《产业地理与贸易决策——理解中美贸易战的微观逻辑》,《世界经济与政治》2020年第2期。
- [5]. 李先军:《以新基建助推经济高质量发展》,《经济日报》2020年6月16日第11版。
- [6]. 刘碧莹、任声策:《中国半导体产业的技术追赶路径——基于领先企业的经验对比研究》,《科技管理研究》2020年第11期。

[7]. 刘建丽、李先军：《当前促进中国集成电路产业技术突围的路径分析》，《财经智库》2019 年第 4 期。

[8]. 吴海贤、王鹏、吴涛：《中国高新技术产业环境治理的困境与突破——以多晶硅为例》，《现代经济探讨》2010 年第 3 期。

注释：

1 国泰证券：《大基金助力产业发展, 国产生态日趋完善》，2020 年 5 月 31 日。

2 刘远举：《芯片的进口替代与出口导向》，金融时报网站, <https://www.ft.com/>, 2020 年 9 月 9 日。

3 《中国集成电路产业人才白皮书(2019-2020 年版)》。

4 Hernández, H., N. Grassano, A. Tübke, et al. The 2019 EU Industrial R&D Investment Scoreboard; EUR 30002 EN; Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-11261-7, doi:10.2760/04570, JRC118983.

5 德勤：《亚太四大半导体市场的崛起》(2020 年)。

6 Semiconductor Industry Association. 2020 Factbook. https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2020/04/2020-SIA-Factbook-FINAL_reduced-size.pdf, 2020.

7 Boston Consulting Group. How Restrictions to Trade with China Could End US Leadership in Semiconductors, 2020-03-20.

8 WSTS. WSTS Semiconductor Market Forecast Spring 2020. 9. June 2020.

9 PETESINGER. ISS: The 2020 China Outlook. <https://www.semiconductor-digest.com/2020/01/28/iss-the-2020-china-outlook/>, JANUARY 28, 2020.

10 Executive Office of the President, President's Council of Advisors on Science and Technology. Report to The President Ensuring Long-Term U.S. Leadership in Semiconductors. Washington, D. C. January 2017.

11 Scobell, A, E. J. Burke, C. A. Cooper III, et al. China's Grand Strategy: Trends, Trajectories, and Long-Term Competition. Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2020. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR2798.html.

12 National Center for Science and Engineering Statistics. U.S. R&D Increased by \$32 Billion in 2017, to \$548 Billion; Estimate for 2018 Indicates A Further Rise to \$580 Billion. <https://www.nsf.gov/statistics/2020/nsf20309/#fig1>, January 8, 2020.

13 国家统计局、科学技术部、财政部：《2019 年全国科技经费投入统计公报》，2020 年 8 月 27 日。