

《2022 芯片与科学法》对我国集成电路产业的影响和建议

朱 晶^{1,2}

(1.北京国际工程咨询有限公司,北京 100055;2 北京半导体行业协会,北京 100191)

摘 要: 集成电路是关系国民经济和社会发展的基础性、先导性和战略性产业。当前,国际环境日趋复杂,百年变局和世纪疫情相互交织,中美之间持续升级的大国博弈和不断深化的利益脱钩对全球集成电路产业链格局产生了深远影响。近日美国出台《2022 芯片与科学法》并联手日本、韩国等组建“四方芯片联盟”,构建“围堵”中国的“统一战线”,试图将中国集成电路产业孤立在全球供应链体系之外。通过梳理美国在科技立法上的历史沿革和主要特点,以及《2022 芯片与科学法》在集成电路领域的最新战略部署,对由此带来的全球集成电路产业格局新变化以及对我国的影响进行研判,并提出相关发展建议。

关键词: 集成电路;2022 芯片与科学法;供应链

中图分类号: F062.9;F49

文献标识码: A

DOI: 10.16157/j.issn.0258-7998.223253

中文引用格式: 朱晶.《2022 芯片与科学法》对我国集成电路产业的影响和建议[J].电子技术应用,2022,48(9): 32-38.

英文引用格式: Zhu Jing. The impact and suggestions of the “CHIPS and Science Act of 2022” on China’s IC industry[J]. Application of Electronic Technique, 2022, 48(9): 32-38.

The impact and suggestions of the “CHIPS and Science Act of 2022” on China’s IC industry

Zhu Jing^{1,2}

(1.Beijing International Engineering Consulting Company, Beijing 100055, China;

2.Beijing Semiconductor Industry Association, Beijing 100191, China)

Abstract: Integrated circuits are the basic, leading and strategic industries related to national economic and social development. At present, the international environment is becoming more and more complex, and the changes in the century and the epidemic of the century are intertwined. The continuous escalating game between major powers and the deepening decoupling of interests between China and the United States has had a profound impact on the global integrated circuit industry chain. Recently, the United States introduced the “CHIPS and Science Act of 2022”, and joined hands with Japan, South Korea to form a “Quartet Chip Alliance” to build a “united front” to “contain” China, attempts to isolate China’s integrated circuit industry from the global supply chain system. By sorting out the historical evolution and main characteristics of the United States in science and technology legislation, as well as the latest strategic deployment of the “Chip and Science Act of 2022” in the field of integrated circuits, this article provides insights into the resulting new changes in the global integrated circuit industry, as well as its impact on China’s impact, and put forward relevant development suggestions.

Key words: integrated circuits; CHIPS and Science Act of 2022; supply chain

0 引言

当前,我国进入新时代新发展阶段,正逢世界处于百年未有之大变局。随着我国在高科技领域逐步崛起,以美国为首的先进国家对中国采取制裁、脱钩、遏制等一系列打压手段,试图推进全球产业链重构“去中国化”,集成电路产业首当其冲。美国对外不断采取“小院高墙”政策遏制中国集成电路领域关键科技进步,同时拉拢盟友组建“四方芯片联盟”;对内强推《2022 芯片与科学法》^[1],试图通过大额度的投资补贴,引导先进制造等高

附加值集成电路产业环节回归本土。一系列“筑墙”“脱钩”的做法,严重扰乱全球集成电路供应链的同时,也使得我国集成电路产业发展面临着严峻的外部竞争形势。在全球集成电路供应链体系深度调整和产业链加快重塑的大趋势下,我们需要认真梳理美国在集成电路领域立法的历史沿革、特点和趋势,也要客观研判当前外部竞争形势下带来的发展挑战,在此基础上,作出我国集成电路产业新发展格局下的应对之策,具有重大的理论意义和现实紧迫性。

1 美国在集成电路领域立法的历史沿革、特点和趋势

长期以来,科技立法就是美国激烈争夺尖端技术领导地位不可或缺的手段,并且非常重视与科技发展的同步性。受大国竞争、科技变革叠加新冠肺炎疫情的冲击,新发展格局下全球集成电路产业更加重视产业链的安全稳定,更加注重维护或争取大国优势地位,更加受到大国内部政治力量的推动和国际政治格局的影响。近期美国出台《2022 芯片与科学法》,更是高科技产业泛政治化、泛安全化的表现。

目前,美国联邦层面有《国家科学基金会法》^[1]《国家标准技术研究院法》^[3]《美国国家标准局机构法》^[3]《美国竞争法案》^[4]《振兴美国制造业和创新法案》^[5]等;科技专项立法^[6]有 1980 年修订的《专利法》、1980 年《拜杜法案》和《史蒂文森—怀勒技术创新法》、1984 年《陆地遥感商业法案》和《半导体芯片保护法》^[7]、1993 年《绿色技术促进法》等。《2022 芯片与科学法》则是最新出台的联邦层面的法案。其中与集成电路密切相关的除了《2022 芯片与科学法》,还有 1984 年《半导体芯片保护法》、2007 年的《美国竞争法案》以及 2014 年的《振兴美国制造业和创新法案》。

1.1 美国在集成电路领域立法的历史沿革

美国是最早制造出集成电路的国家,因此也是世界上第一个单独立法保护集成电路知识产权的国家。1979 年美国国会就开始讨论“以知识产权保护集成电路掩膜”的议案,1984 年美国通过了《半导体芯片保护法》,为固定在半导体芯片中的掩膜产品建立了一种新型的知识产权保护,并把它编入《美国法典》第 17 编——《版权》第 9 章。此后短短的几年里,先后制定类似单行法的国家有日本、瑞典、德国、英国、法国、荷兰、丹麦、西班牙等。尽管各国给法律所取的名称不同,但其实质内容大致都是一样的。

2007 年,《美国竞争法案》由时任美国总统布什正式签署后生效。《美国竞争法案》的主旨为保持美国在 21 世纪的创新性,增强美国竞争力,要求对联邦政府一系列科学、技术和研究项目投入多达 336 亿美元的资金。按法案的规划,在 2007~2010 年内,联邦政府将对一系列与科学有关的联邦机构实施注资计划,包括国家标准与技术研究所、国家科学基金会、能源部下属的一些科学计划等。在法案提议下,还将在半导体、新能源等领域支持一批新的政府项目,另外再新设一个“技术创新项目”,资助中小型公司进行那些“高风险、高回报”的研究^[8]。

2014 年,《振兴美国制造业和创新法案》在美国国会获得通过,其前身为美国国家制造业创新网络计划,源于美国在金融危机后推动制造业回归的重大国家战略。该法案对《国家标准与技术研究院(NIST)法案》进行修改,授权商务部部长在 NIST 框架下实施制造业创新网络计划,在全国范围内建立制造业创新中心。该法案还明确了制造业创新中心重点关注纳米技术、先进陶瓷、光

子及光学器件、复合材料、生物基和先进材料、混动技术、微电子器件工具开发等领域。2014~2024 财年商务部和能源部资助金额分别不超过 0.5 亿美元和 2.5 亿美元^[5]。

2022 年 8 月 9 日,美国总统拜登正式签署了资金规模庞大的《2022 芯片与科学法》。此法案从酝酿到正式签署经历三年立法拉锯,几易其名,在通常势不两立的美国民主、共和两党的共同推动下,反复磋商,最终形成。这份两党联合推动的法案涉及对集成电路产业的资金支持规模和覆盖范围都远远超越了之前的所有相关法案,被认为是“数十年来政府对产业政策最重大的干预”,将为“与中国的地缘政治竞争”提供长期战略支持,可能将对美国产生有史以来最重大、最深远的影响之一。

1.2 美国《2022 芯片与科学法》的内容与影响

2020 年 6 月,美国集成电路行业的产能现状与战略危机促使美国参议院提出《为美国制造芯片创造有利倡议》,后历经多轮修改和博弈,2022 年 8 月 9 日,美国总统拜登正式签署《2022 芯片与科学法》^[9],标志着该法案正式成为法律。《2022 芯片与科学法》总额 2 800 亿美元,分 5 年执行。其中涉及支持芯片发展的资金额度在 527 亿美元,旨在鼓励企业在美国研发和制造芯片,并为这些企业提供 25% 的投资税抵免,价值 240 亿美元。因此未来 5 年内美国在芯片领域投入的政府资金接近 800 亿美元。

1.2.1 美国重点支持先进芯片制造产能建设

《2022 芯片与科学法》中资金分配计划如表 1 所示,对集成电路领域的金额中接近 3/4 的部分直接支持了芯片制造业,显示出了美国急于改变当前全球集成电路先进制造能力在亚太地区过于集中(全球芯片制造 75% 的产能已转移到亚太地区)的局面,旨在扭转美国在全球芯片制造业中所占份额从 1990 年的 38% 下降到 12% 的趋势。《2022 芯片与科学法》对制造业的直接支持额度达到了 390 亿美元,其中有 20 亿美元用于传统芯片生产,其余 370 亿美元则全部投入先进工艺节点(14 nm 及以下)的产能建设。根据《2022 芯片与科学法》中规定的流程,每个项目获得的补贴额度最大不超过 30 亿美元,则说明五年内在美至少会增加 12 条先进工艺生产线。按照为这些企业提供 25%,价值 240 亿美元的投资税抵免来测算,企业对先进工艺生产线的总投资接近千亿,加上政府补贴的 370 亿元,预计五年内美国将有接近 1 400 亿美元的资金投入到先进制造产能建设中,按照先进工艺产能每万片/月投资额在 20 亿美金测算,也就是未来五年在美国将会增加超过 70 万片/月的先进产能。而目前全球的先进工艺产能仅为 122 万片/月,而五年后,可以预计,美国的新增先进产能将占据全球先进工艺产能总量的 30%~40%,有望全面提升美国芯片制造业在全球的话语权。

表 1 美国芯片法案中资金分配计划

序号	相关计划	主要内容	总金额	具体分配策略
1	半导体制造激励计划	在 5 年内提供资金,60 亿美元可能用于直接贷款和贷款担保的成本。在先进芯片制造方面,提供 25% 的投资税收抵免	390 亿美元	2022 年将拨款 190 亿美元,其中 20 亿美元用于传统芯片生产,优先考虑汽车行业等关键制造业。2023~2026 年每年 50 亿美元
2	商业研发和劳动力发展计划	在 5 年内提供资金,支持包括国家半导体技术中心(NSTC)、国家先进封装制造计划以及其他研发和劳动力发展计划	110 亿美元	2022 年将拨款 50 亿美元,其中 20 亿美元用于 NSTC(国家半导体技术中心)、25 亿美元用于先进封装。其他项目 5 亿元。2023~2026 年分别拨款 20、13、11、6 亿美元
3	美国劳动力和教育基金	在 5 年内提供资金,支持国家科学基金会,以促进半导体劳动力的增长	2 亿美元	
4	国防部国防基金	用于实施微电子军民共享计划,更快将实验室成果转化为军事和其他应用	20 亿美元	
5	国际技术安全和创新基金	资金将在 5 年内分配给国务院,与美国国际开发署等合作,旨在与外国政府合作伙伴协调通信、电信、半导体技术等先进技术的协作,建立安全可靠的半导体供应链	5 亿美元	

1.2.2 美国首次通过立法方式针对性的遏制中国集成电路产业崛起

《2022 芯片与科学法》文本中关于补贴资助对象资格的内容里,明确写到,禁止接受联邦奖励资金的企业,在中国等对美国国家安全构成威胁的特定国家扩建或新建某些先进半导体的新产能,期限为 10 年,违反禁令或未能修正违规状况的公司,可能需要全额退还联邦补助款。法案中还要求接受 NSF(国家科学基金会)资助的机构,每年披露对受重点关注的外国(中国、俄罗斯、朝鲜、伊朗)的财政支持,并允许 NSF 在某些情况下减少、暂停或终止资助。这是美国首次通过立法方式,有针对性地通过限制补贴资格遏制中国集成电路产业发展。这与法案出台前,美国拉拢欧洲、日本、韩国等盟友和合作伙伴,成立“四方芯片联盟”多管齐下全面压制中国的策略遥相呼应,对我国集成电路产业开启“围剿”之势,企图通过控制欧日韩和中国台湾在集成电路工艺、封装、设备、材料以及存储器等领域的关键资源、关键技术和关键供应链,将中国挤出全球集成电路产业版图。

1.2.3 美国通过法案构建完备的生态化支持体系将继续拉大与中国的技术代差

《2022 芯片与科学法》对美国集成电路产业的支持不仅仅局限在先进制造层面,还包括高达 110 亿美元的资金支持提供给国家半导体技术中心(NSTC)、国家先进封装制造计划以及其他研发和劳动力发展计划,以及接近 30 亿美元的资金用于集成电路领域的人才和劳动力培养,军民融合以及美国及其盟友之间在先进半导体技术及供应链上的协作。另外,该法案还将在五年内拨款 1 700 多亿美元,授权美国国家科学基金会、美国商务部等增加对关键领域科技研发的投资,主要应用于人工智能、量子计算、先进制造、6G 通信、能源与材料等领域;部分用于科学、技术、工程、数学领域的教育和人才培养,促进美国在尖端科学研究能力。由此可见,《2022 芯片与科学法》通过精心的顶层设计,为美国继

续引领集成电路产业构建了一套从先进制造能力、前沿技术研发、再到人才培养、技术应用以及联盟合作等完备的生态化支持体系,足见其对集成电路产业的长远布局之心,旨在逐渐拉大与中国的技术代差。

1.3 美国在集成电路领域立法的主要特点和趋势变化

1.3.1 美国在集成电路领域立法的主要特点

从美国自建国以来的科技政策与立法中,涉及与集成电路技术及产业相关的法案数量不多,但价值越来越大。根据这些法案,可以总结出以下几个特点^[6]:

一是与时俱进的立法政策。美国的科技立法非常注重与时代的同步性,科技立法政策随着科技的发展而不断地调整 and 适应。例如在 20 世纪 80 年代,美国政府为了加强开发工作和促进高技术产业的发展,制定和修改了一系列法规,如修改反托拉斯法;颁布 1984 年《国家合作研究法》;颁布促使科研成果商品化的 1986 年《联邦技术转让法》;支持小企业创新活动,制定 1982 年《小企业创新研究法案》及 1987 年《技术竞争力法案》。而在集成电路愈加重视的今天,为争取更多先进芯片制造能力回归美国本土,即出台了《2022 芯片与科学法》。

二是特别注重对科技前沿领域的法律保护。纵观美国的科技立法,其保护范围几乎涵盖了所有科学技术前沿领域。对集成电路的法律保护,充分体现了这一点。例如在 1984 年《半导体芯片保护法》、2007 年的《美国竞争法案》以及《2022 芯片与科学法》中,都对前沿领域的关键集成电路技术予以资金支持。这些对于促进美国的科技发展与创新都起到了很大的作用。这也使得美国的集成电路成就长期领先于世界其他国家,前沿领域的科技成果更是源源不断。

三是在对集成电路领域的立法尤其体现其霸权至上的价值取向。美国当前科技发展速度和力量出现明显颓势,尤其是在集成电路先进制造产能方面,在全球占比从 1990 年的 38% 下降到 2021 年的 12%。因此希望通过高额的产业补贴政策 and 严格紧密的法律制度,阻止获

得补贴的全球顶尖芯片制造厂商在 10 年内在我国扩张集成电路先进制造产能业务,同时禁止相关机构人员参与“外国人才招聘计划”,以防止科技交流带来他国技术进步,压缩他国企业,特别是中国企业在我国和国际上的生存空间,增强本国科技领域的排他性。

四是对集成电路领域的法案执行的连续性和实施效率难以保证。美三权分立的制度设定,使得一些重大政策落地程序繁琐,即使相关政策经由法案的形式出台,也会由于往往要向有利于选举倾斜,相关政策很容易追求形式,力求短期震慑效应,而影响其实施的连续性和稳定性。例如 2007 年《美国竞争法案》的执行,就因为次贷危机触发了财政资源短缺遭遇阻滞,在 2007 年 12 月核准的美国 2008 财年拨款当中,《美国竞争法案》所承诺的条目几乎全部消失。在随后布什政府建议的 2009 年国会预算案当中,科技和教育两部分经费也都大幅度跳水^[10]。

1.3.2 美国在集成电路领域立法的趋势变化

随着美国在集成电路领域的立法对其意识形态、国家安全保护的价值取向不断加强,美国在集成电路领域立法未来可能具有以下发展趋势:

一是对集成电路领域立法涉及的支持资金规模将越来越大。在本次推出《2022 芯片与科学法》之前,美国科技立法中涉及集成电路领域的法案屈指可数,且从来没有针对集成电路产业给予大规模的资金补贴。2007 年的《美国竞争法案》和 2014 年的《振兴美国制造业和创新法案》中,集成电路产业都不是重点支持的产业领域,涉及的支持资金规模也非常有限。《2022 芯片与科学法》是美国历史上首次如此大规模的对单一行业进行补贴。随着集成电路产业对国家安全及战略地位的作用与日俱增,加之先进集成电路技术的研发成本呈指数级提升,未来美国对集成电路领域立法涉及的支持资金额度将会越来越高。

二是出口管制水平不断加强,尤其是前沿集成电路技术领域的出口管制。一直以来,美国就不断推进《出口管理法》《出口管理条例》的修订工作,企图进一步收紧以集成电路为代表的高技术、高附加值技术的出口,尤其是会特别关注高科技领域战略储备物资的出口,以及出口与转卖等间接出口方式。本次《2022 芯片与科学法》提出针对中国的各项限制就凸显了这一趋势。同时紧随法案的关于 14 nm 以下先进制造设备和 3 nm GAA 技术需要用到的 EDA 工具禁运,也验证了这个趋势。随着集成电路进入后摩尔时代,下一代前沿技术可能改变“竞争赛道”和“游戏规则”,因此美国更加会限制中国去抢抓技术变革的制高点和下一代技术引领的话语权,而加强前沿技术领域出口管制,限制高科技人才国际化合作和交流则是最直接有效的方式之一,而由此也会导致中国获取相关技术资源的环境更加恶劣。

三是通过美国联邦通信委员会和美国联邦贸易委员会加强对中国相关企业数据的审核,并通过各种非政府组织推动隐私保护、数据保护等议题,限制中国企业的创新模式,以此来限制、排挤中国企业。同时通过国家标准与技术研究院制定各种网络安全标准,以保护美国国家供应链为由,进行全面的网络安全审查,审核中国高科技企业的商业数据和科技成果,并且通过美国龙头企业的主动配合,向中国企业施压,逼迫中国企业就范。此外美国还会进一步加强对科研机构的监管,强调科研安全,与其他法律联动对科研人才、活动的外国影响力进行管控。

2 全球集成电路产业格局新变化及对我国的影响

当前,我国进入新时代新发展阶段,正逢世界处于百年未有之大变局。美国等发达国家从大国竞争的政治利益出发,无视全球集成电路产业链分工给各国带来的互利共赢的基本事实强行切断产业链,利用技术优势试图推进“去中国化”的集成电路产业链重构,遏制和延缓中国集成电路产业链升级步伐,使现有的全球集成电路产业格局陷入混乱和无序状态,并通过切断、打压、遏制别国发展的负面竞争手段,维持其在全球产业链中的优势地位,同时也对中国深度参与全球集成电路价值链分工、持续获得全球化红利带来诸多不确定性。

2.1 我国在集成电路关键领域追赶阻碍加大

《2022 芯片与科学法》出台前,韩国政府于 2021 年 5 月发布《K-半导体战略》^[11],以“打造世界最强的半导体供应链”为愿景,围绕构建“K-半导体产业带”、加大半导体基础设施建设、夯实半导体技术发展基础、提升半导体产业危机应对能力四大方面制定了 16 项推进课题,提出到 2030 年将半导体年出口额增加到 2 000 亿美元,并将相关就业岗位增至 27 万个,并且由国会及相关部门就是否制定《半导体特别法》及立法方向进行协商,立法方向包括但不限于:人才培养、基础设施支持、投资支持、研发加速化方案等。日本政府紧接着在 2021 年 6 月对半导体、数字基础设施及数字产业做出综合部署,制定了以扩大国内半导体生产能力为目标的《半导体数字产业战略》^[12]。欧洲于 2022 年 2 月出台《欧洲芯片法案》^[13],提出将在 2030 年前充分调动公共和私营部门资金,投入 430 亿欧元(约合 3 000 亿人民币)构建起繁荣的生态系统,确保欧盟在半导体领域的领先地位。韩国、日本、欧洲集成电路相关法案及政策如表 2 所示。先进国家将上述政策以法案的形式推出,体现出美欧等国将支持集成电路产业发展作为一个长期的、既定的目标来执行,并且一定程度上确保了其产业扶持政策的延续性。这将使得大量资金、关键人才和企业热衷于向美国、欧洲等先进国家和地区转移,削弱我国获取国际产业资源和创新要素的能力;同时,几乎所有先进国家新推行的集成电路领域相关法案或政策,都对加大技术出口管

表 2 韩国、日本、欧洲集成电路相关法案及政策

国家及区域	法案名称	主要内容
韩国	《K-半导体战略》 ^[11]	产能方面:增建 8 英寸晶圆代工厂,提升 7 nm 及以下工艺产能,推进 5 nm 工艺量产。 供应链方面:构建“尖端设备联合基地”,吸引 EUV 光刻机、尖端蚀刻机相关外资企业,弥补供应链短板。 相关政策支持:一是加大税收优惠力度;二是新设 1 万亿韩元规模的“半导体设备投资特别资金”,以低息向半导体企业提供贷款;三是加强政府跨部门合作,共同开发技术泄露监测预警系统;加强对企业、高校和公共研究机构的技术保护力度,严防技术泄露。同时加强对掌握国家核心技术人才的管理,如进行出国管理、签订竞业禁止协议等
日本	《半导体数字产业战略》 ^[12]	产能方面:开展先进逻辑半导体制造技术研发,并尽快实现在日本建成先进半导体量产工厂。 供应链方面:大力支持半导体制造设备及材料先导研究和敏感技术开发。 相关政策支持:灵活应用供应链补贴,保障日本国内半导体产业供应链上重要产品的生产;加强与海外企业合作,支持在日本国内建设中高端逻辑半导体生产基地;重组国内现有的半导体厂商,综合利用研发税制、投资促进税制及金融支持等手段扩大相关企业设备投资;加强与美国、欧洲国家在提高半导体生产与供应能力方面开展战略合作;依据《外汇法》实施出口管制和投资管制,并根据技术外流路径,综合制定防止技术外流的对策
欧洲	《欧洲芯片法案》 ^[13]	公共投入 110 亿欧元实施“欧洲芯片计划”,全面加强欧盟在芯片研究、设计、生产制造和封装方面的能力; 设立规模为 20 亿欧元的“芯片基金”,重点支持半导体价值链上的中小企业和初创企业; 对具有“首创性”的先进芯片生产制造设施进行补贴,最高补助比例可达设施建设所需资金的 100%; 加强与志同道合的国家构建半导体伙伴关系,就共同关心的倡议制订合作框架,并寻求危机时期供应链的稳定性

制有明确规定,这使得国际企业在我国的技术溢出和人才培养贡献将会减小,长期以来我国依靠“外源式”创新获得的技术提升机会将会大打折扣,从而在集成电路关键领域实现追赶的阻碍将显著加大。

2.2 我国集成电路供应链“断供”风险加大

近年来,美国、欧洲等先进国家和地区不断对我国集成电路产业实施打压。以美国为例,从特朗普时期的对华集成电路全面封锁政策,到拜登政府实施的定向封锁和选择性脱钩,对华竞争立场并没有发生实质性转变。此外,拜登政府还提出“投资、联合、竞争”的新三策略,拉拢欧洲、日本、韩国等盟友和合作伙伴,成立“四方芯片联盟”多管齐下全面压制中国,对我国集成电路产业开启“围剿”之势。一方面美国试图通过控制欧日韩和中国台湾在集成电路工艺、封装、设备、材料以及存储器等领域的关键资源,关键技术和关键供应链,将中国挤出全球集成电路产业版图,并由此破坏当前以中国为核心的数十万亿产值规模的电子信息制造生产网络和产业链,动摇中国制造业大国的市场地位,延滞中国产业升级和经济发展。另一方面,美国又准备通过不断升级对华制裁和禁运,在存储器设备、14 nm 及以下先进工艺设备、先进 EDA 工具等领域进行进一步围追堵截,同时阻断我国跟欧洲、日本、韩国等进行尖端技术合作的通路,实现在尖端技术领域与中国“精准脱钩”。由此可见,美国在关键技术领域加强进出口管制,在高端产品上阻碍我国国际化合作和自力更生,使我国集成电路供应链断供风险大幅增加,给我国集成电路产业的稳定和安全发展带来极大挑战。

2.3 我国集成电路市场周期波动不确定性加大

一直以来,集成电路行业普遍受到宏观经济的影响,

周期性特点非常明显。但近年来受到贸易保护主义“抬头”以及新冠肺炎疫情全球大流行的冲击,全球集成电路产业链分工合作的态势被打破,企业寻求建立兼具韧性与稳健性供应链的意愿更加迫切,纷纷加强备货和安全库存,加上美国对中国特定企业实施针对性制裁和“断供”威胁,也打乱了全球集成电路供应链体系的正常运转,导致 2021 年出现全球芯片紧缺的局面。而 2022 年由于全球经济下行,俄乌局势和欧美爆发高通胀带来的消费力下降,以及国内新冠疫情反复不断大量抑制投资和消费需求,使得全球集成电路供应链体系从全面缺芯的态势逐步转变为结构性缺芯,尤其是消费电子类芯片产品从 2022 年 3 季度开始进入到漫长的去库存过程。而新能源汽车、数据中心、工业领域的芯片需求仍然饱满且维持一定的紧缺态势。这种由全球供应链不确定性和不透明而引发的集成电路市场供应关系转变和调整,将有可能成为常态,将会使得我国集成电路市场周期波动不确定性加大,给我国集成电路企业的生存和发展带来更多考验。

2.4 我国集成电路高质量国产替代难度加大

21 世纪以来,我国先后出台了一系列鼓励集成电路产业创新发展的政策文件(如表 3 所示),二十年间有力支撑了国内在集成电路领域的技术追赶和市场拓展。随着美国不断收紧对我国集成电路产业的技术和供应链限制,我国开始实施关键技术和产品的国产替代,并在一系列产业政策的推动下取得了阶段性的成效^[14]。例如在信创、北斗等领域,已经实现国产芯片全链条的替代能力,为保障国家“新基建”战略和党政军用基础设施建设贡献力量。但目前我国集成电路的加速替代进程开始面临天花板,大量中低端产品完成浅层替代,迫切需要

表 3 我国集成电路领域主要政策及作用

年份	政策名称	主要作用	政策类型
2000	《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》(国发[2000]18号,简称“18号文”)	我国政府首次从行业整体视角为集成电路产业发展予以引导扶持	产业专项引导政策
2000	《关于鼓励软件产业和集成电路产业发展有关税收政策问题的通知》财税[2000]25号	“18号文”的具体落实,重点对集成电路制造业予以了财税支持	税收政策
2011	《进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展若干政策》(国发[2011]4号,简称“4号文”)	18号文的延续,继续对集成电路产业发展予以引导扶持	产业专项引导政策
2012	《关于进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展企业所得税政策的通知》(财税[2012]27号)	“4号文”的具体落实,重点对集成电路制造、设计业予以了财税支持	税收政策
2014	《国家集成电路产业发展推进纲要》	提出设立国家集成电路产业投资基金,简称“大基金”。大基金一期、二期共投资集成电路产业项目总金额超过3000亿元,撬动社会资本超过万亿元	产业专项引导政策
2020	《关于印发新时期促进集成电路产业和软件产业高质量发展若干政策的通知》(国发[2020]8号,简称“8号文”)	18号文、4号文的延续,继续加大力度,对集成电路产业发展予以引导扶持	产业专项引导政策
2021	《财政部 税务总局 发展改革委 工业和信息化部关于促进集成电路产业和软件产业高质量发展企业所得税政策的公告》	“8号文”的具体落实,将对集成电路产业的税收支持扩大到全产业链,包括设计、制造、封装、测试、设备及材料等。特定项目税收优惠持续10年	税收政策

攻关更多“卡脖子”领域的关键技术,去实现高水平的深度替代。然而集成电路产业链条上那些“硬骨头”的攻关,往往对创新资源的有效获取及科学筹划组织提出了更高的要求,但我国当前则面临着高质量的国产替代难度显著加大的局面。一方面由于美国等先进国家有意识地控制先进技术外溢,为我国通过科研合作、尖端人才引进等渠道实现技术升级设置诸多障碍。另一方面当前国内存在大量的低水平重复建设,导致资金、人才等创新资源极度分散,无法集中力量形成合力进行高水平的国产替代。此外,对光刻机、14 nm 先进工艺等对我国集成电路产业链供应链起到“堡垒”作用的最核心领域,我国还缺乏大力度、可持续的资金投入,以及缺乏高效科学的统筹和组织布局。

3 结论

大国竞争背景下的全球集成电路产业链重构正在加速演进,一方面全球集成电路产业链布局的成本与效率导向势必要在一定程度上让位于国家安全原则和战略偏好,我国利用比较优势获得全球化红利的机遇减少,传统的后发赶超道路受阻,为我国加快推进集成电路产业链升级带来极大挑战。另一方面,各国纷纷效仿我国以“国家力量”推进集成电路产业发展,也从侧面印证了长期以来我国坚定不移以国家意志发展集成电路产业的总体策略是完全正确的,只要进一步强化战略定力,探索建立新型举国体制,积极在社会主义市场经济条件下开展“卡脖子”领域攻关,就可以有效应对全球集成电路价值链重构的挑战和风险,在大国竞争中立于不败之地^[15]。

在当前形势下,我们还需要在以下几方面进一步完善:

一是建议在国家层面加大组织力度,全力解决“卡脖子”领域关键技术自主化问题。例如在先进工艺、光刻

机及部分关键设备、先进 EDA 工具、关键半导体材料和零部件等领域的攻关问题,我们仍需要在国家层面加大组织力度。建议在上述领域继续设立国家重大科技专项,加快立项工作,借鉴发改委“揭榜挂帅”模式,加速实现国产化替代。其次对于参与上述专项集中攻关的尖端领军人才和工程师人才,给予丰厚且完善的激励机制,以保障攻关的效率和连续性。

二是全力保障国产集成电路制造供应链安全稳定发展。根据大生产线的切实需要,加快国产设备、材料的验证进程,同时积极推进先进工艺所需的设备及材料、零部件的开发和验证。鼓励企业积极采取多源和国产化应对措施,抓住窗口期,提前采购关键设备,防范美国极限施压,同时在对美依赖高的关键领域积极寻找非美和国内供应商进行联合开发和验证,重新布局自主供应链体系。

三是充分发挥国内超大规模市场优势,强化前沿新技术领域的“内源式”创新能力^[16]。支持相关企业开展新技术和新工艺研发,在 Chiplet(芯粒)、硅光、异质集成、RISC-V 等方面积极布局,围绕东数西算、双碳战略、新基建等改善民生和促进可持续发展的国家战略,采取“赛马”和“揭榜”机制,给予新技术新工艺“上场竞技”的机会,争取在新赛道建立一定的基础引领优势,以绕过现有技术领域的供应链限制。

四是继续发挥政策和金融对产业的助力作用,有序及合理引导产业发展。《国家集成电路产业发展推进纲要》出台接近 10 年,建议结合当前国内外竞争形势和供应链布局的变化,进一步加强产业发展的顶层设计,统筹规划。出台我国集成电路产业新的“十年计划”和到 2035 年的中长期发展规划,以强化集成电路产业发展的国家意志。此外,继续发挥大基金和科创板对集成电路产业的激励和撬动作用,加快集成电路企业上市进

程, 长期保持我国集成电路产业健康快速发展态势。

参考文献

- [1] 倪雨晴. 美国芯片法案签署 半导体产业格局生变[N]. 21 世纪经济报道, 2022-08-11(003).
- [2] 朱建红. 美国国家科学基金会成立背景述评[J]. 自然科学史研究, 2003(2): 173-184.
- [3] 林婉岚, 李哲. 美国国家标准与技术研究院的立法特点及启示[J]. 全球科技经济瞭望, 2016, 31(11): 60-64.
- [4] 项煜虹. 美国竞争法案及其政策理念初探[J]. 科技与法律, 2011(3): 1-5.
- [5] 黄健. 美国通过《振兴美国制造业和创新法案 2014》[J]. 军民两用技术与产品, 2014(18): 7.
- [6] 廖小文. 美国科技立法的历史沿革及其启示[J]. 中国高新技术企业, 2009(6): 10-11.
- [7] 孙新强. 美国 1984 年半导体芯片保护法[J]. 科技与法律, 1998(2): 71-77.
- [8] 张忠霞. 美国打造科技发展“路线图”[J]. 瞭望, 2007(38): 57.
- [9] 清风. 美国《芯片与科学法案 2022》摘要[N/OL]. 通信产业网, 2022-08-11.
- [10] 王程韡. 《美国竞争法》执行阻滞原因探析[J]. 中国科技

论坛, 2010(5): 151-156.

- [11] 郑思聪. 韩国发布《K—半导体战略》[J]. 科技中国, 2021(7): 100-102.
- [12] 张丽娟, 刘亚坤. 日本制定《半导体数字产业战略》[J]. 科技中国, 2021(10): 101-103.
- [13] 张丽娟. 欧盟委员会推出《欧洲芯片法案》[J]. 科技中国, 2022(7): 99-102.
- [14] 罗茜, 王海燕, 康志男. 中国集成电路产业政策焦点变迁与演进规律[J/OL]. 科学学研究: 1-17[2022-08-14]. DOI: 10.16192/j.cnki.1003-2053.20220305.001.
- [15] 朱晶. “十三五”时期我国集成电路产业发展情况分析及对“十四五”展望[J]. 全球科技经济瞭望, 2021, 36(4): 28-33.
- [16] 朱晶. 集成电路前沿技术趋势研判及对北京的启示[J]. 电子技术应用, 2021, 47(12): 51-56, 63.

(收稿日期: 2022-08-15)

作者简介:

朱晶(1984-), 女, 硕士, 高级经济师, 主要研究方向: 集成电路、新一代信息技术、技术经济学。



扫码下载电子文档

(上接第 5 页)

2019, 13(8).

- [6] 邹成晓, 张海霞, 程玉堃. 雷达恒虚警率检测算法综述[J]. 雷达与对抗, 2021, 41(2): 29-35.
- [7] 何友, 关键, 孟祥伟. 雷达目标检测与恒虚警处理. 第 2 版[M]. 北京: 清华大学出版社, 2011.
- [8] 李红霞. 雷达信号数字脉冲压缩技术分析及其 MATLAB 仿真[J]. 信息化研究, 2018, 44(1): 69-73.
- [9] 付康. 复杂背景下雷达恒虚警检测方法研究[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2019: 11-12.
- [10] STIMSON G W. 机载雷达导论[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005: 341-342.
- [11] SKOLNIK M I. 雷达系统导论[M]. 左群声, 等译. 北京: 电子工业出版社, 2014.
- [12] 柳向, 李东生, 刘庆林. 基于 OS-CFAR 的 LFM 脉压雷达多假目标干扰分析[J]. 系统工程与电子技术, 2017, 39(7): 1486-1492.
- [13] 孙梦茹, 郝程鹏, 刘明刚. 具有提升抗干扰能力的距离扩展目标模糊 CFAR 检测方法[J]. 信号处理, 2019, 35(9): 1580-1589.

- [14] 柳超, 王月基. 对海探测雷达多目标跟踪技术综述[J]. 雷达学报, 2021, 10(1): 100-115.
- [15] 谢建民, 钟璠. OS-CFAR 门限系数研究[C]// 电子科技大学电子科技大学研究院第三届学术交流会论文集, 2007: 141-143.
- [16] 柏雪. 基于 Ka 波段安防 LFMCW 雷达信号处理的研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2015: 40-41.
- [17] 赵利凯. 雷达目标恒虚警率检测算法研究[D]. 北京: 北京理工大学, 2016: 30-33.
- [18] 郭辰锋. 复杂背景目标检测技术研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2020: 20-25.

(收稿日期: 2022-06-12)

作者简介:

秦天慈(1998-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 雷达信号处理。

王中训(1965-), 男, 博士, 教授, 主要研究方向: 信源信道编码。

黄勇(1978-), 通信作者, 男, 博士, 副教授, 主要研究方向: 雷达信号处理, E-mail: huangyong_2003@163.com。



扫码下载电子文档

版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《电子技术应用》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、DOAJ、美国《乌利希期刊指南》、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《电子技术应用》编辑部

中国电子信息产业集团有限公司第六研究所