

长三角集成电路产业链现代化发展路径

刘樱霞¹, 鬻谦², 仝雷雷¹, 陈大明¹, 杨露^{1*}

1. 中国科学院上海生命科学信息中心, 中国科学院上海营养与健康研究所, 上海 200231

2. 上海市国资国企改革研究中心, 上海 200233

摘要 从长三角集成电路产业链现代化发展、提升长三角集成电路产业竞争力角度出发, 分析了长三角集成电路产业链现代化发展现状, 通过对产业现状的摸排提出了长三角集成电路产业链现代化发展面临的问题, 从加强关键核心技术攻关、优化产业链分工协作、依托领军企业引领全产业链协同发展及加快高端人才引进等4方面阐述了长三角集成电路产业链现代化发展路径。

关键词 长三角; 集成电路; 产业链现代化

集成电路是信息产业发展的支柱, 是高质量发展的基石, 也是中国塑造新的全球价值链、奠定新时代大国地位必须攻占的战略制高点。长三角区域集成电路创新能力关系到中国整个信息产业能否自主持续发展^[1]。当前, 长三角已成为中国集成电路产业基础最扎实、产业链最完整、技术最先进的区域之一, 要成为全球集成电路价值链上的领军者, 长三角必须发挥一体化战略带来的新机遇, 在核心关键环节上锻长板、强弱板、补短板, 聚焦产业链现代化能力建设, 不断提升产业链的集聚力、辐射力、带动力和影响力^[2], 从而促进产业链与创新链精准对接。

1 产业链现代化的基本要义

习近平总书记在2019年8月中央财经委员会第五次会议上提出要打好产业链现代化攻坚战, 开启了中国推进产业链供应链现代化的新征程。产业链现代化是中美贸易摩擦背景下国家对产业现代化发展所作出的重大谋划和部署, 产业链现代化的过程是支撑中国高质量发展的必要条件, 对于跨越“中等收入陷阱”实现国家现代化具有长远和重要的战略意义^[3]。通过产业链现代化, 可以彻底解决中国目前部分领域受到制约、产业基础能力不足的问题, 是中国现代化发展的必经之路^[4]。

收稿日期: 2022-10-09; 修回日期: 2023-01-12

作者简介: 刘樱霞, 馆员, 研究方向为产业情报, 电子信箱: yxliu@sinh.ac.cn; 杨露(通信作者), 副研究馆员, 研究方向为产业与技术情报, 电子信箱: yanglu@sinh.ac.cn

引用格式: 刘樱霞, 鬻谦, 仝雷雷, 等. 长三角集成电路产业链现代化发展路径[J]. 科技导报, 2023, 41(6): 47-54; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2023.06.005

分析认为,产业链现代化是在全球视野下,基于全球产业发展水平,在可实现技术突破、供给保障和服务应用基础上的更高层次要求,主要指产业链上下游关键环节的核心技术掌握在中国企业手中并持续不断创新演化,保持产业额持续进步并能引领全球产业发展的过程,要求产业链具备更强大的产业基础、更高的韧性、更高效的协同性。

产业链现代化的核心就是实现工业“四基”为核心的产业基础高级化,包括材料技术可控性、工艺技术精湛性、零部件质量的可靠性、知识产权的自主性和网络软件的安全性等持续改进和技术的自主可控过程^[5]。要提升集成电路产业链现代化水平,亟需推进集成电路产业“从0到1”的原始技术创新,重点突破集成电路产业高端芯片、装备和工艺技术、关键材料、设计工具等“卡脖子”难题。

产业链的韧性可定义为产业链应对内外部冲击的能力,即产业链在受到国内外市场、环境等冲击扰动时能够维持链条稳定、防止断裂、调整适应恢复到受冲击前的运行状态、甚至化危为机实现产业链条升级的能力^[6]。如光刻技术是制约中国芯片产业发展的重要阻力之一,没有先进的光刻机制造能力,就没有先进的芯片加工工艺制程,就无法制造出具有国际竞争力的芯片。在当前受美国技术管制的背景下,长三角的集成电路产业或出现断链风险,便是产业链韧性不足的表现。

产业链的协同性可定义为长三角地区依据产业分工和资源配置构建以价值链为主导的产业链体系,通过发挥各地比较优势、共建现代化产业链,是增强产业链协同性的重要方向。自主可控的集成电路产业发展是全产业链区域协同的结果,产业链协同发展需兼顾长三角一市三省集成电路产业发展水平的差异,如上海应发挥集成电路产业的龙头带动作用,浙江和江苏充分发挥芯片设计优势,安徽发挥芯片制造和封测优势,共同促进长三角产业链向高端价值环节迈进,推动集成电路产业重点突破和整体提升。

可见,产业链现代化有助于进一步提升产业的质量效率水平、复杂应变能力和协作融合层次^[7]。

2 长三角集成电路产业链现代化发展现状

长三角地区是国内集成电路产业链最完整、技术水平最高、综合竞争力最强的地区,在中国集成电路发展过程中,具有举足轻重的地位。长三角集成电路产业规模在全国占比为58.3%,其中设计业、制造业和封测业在全国占比分别为48.9%、47.2%、78.4%^[8]。

从2016—2021年长三角地区集成电路产量及全国占比情况(图1)来看,2021年全年,长三角“三省一市”集成电路产量共计为1793亿块。其中,江苏省、上海市、浙江省集成电路产量分别为1186.1亿、364.9亿、229.7亿块,位居全国前5位(数据来源:国家统计局),长三角地区集成电路产业发展势头迅猛,近6年来长三角地区集成电路产量占全国比重始终在50%左右。长三角集成电路产业链现代化发展呈现以下3方面的特征。

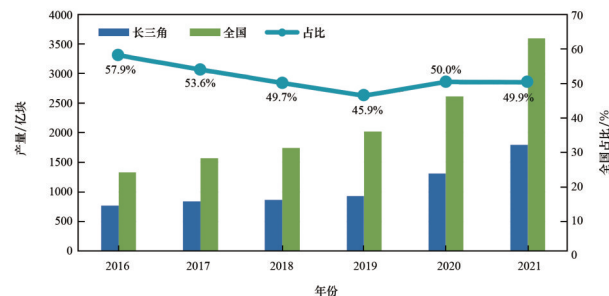


图1 2016—2021年长三角地区集成电路产量及全国占比

2.1 组建科技创新共同体,开展技术联合攻关

为落实《长三角科技创新共同体建设发展规划》,提升长三角产业链创新链资源配置效率,推动重点产业链关键核心技术自主可控,切实推动建立长三角科技创新共同体联合攻关机制,科技部会同三省一市人民政府共同制定了《长三角科技创新共同体联合攻关合作机制》^[9]。在集成电路领域聚焦“面向感存算一体化芯片的晶圆级集成工艺研究”“自主可控智能毫米波雷达芯片”“基于国产 GPG-

PU的类脑异构智能计算服务器及软硬件一体化开发平台”等10个方向布置揭榜任务,推动企业成为技术创新决策、科研投入、组织科研和成果转化的主体,协同突破一批关键核心技术,合力推动集成电路产业链关键核心技术实现自主可控,提升产业链供应链安全性和竞争力^[10]。

近年来,长三角一直通过国际合作引进先进芯片技术和发展模式、不断自主创新,在经历了多年的发展磨合期后,已经形成了相对完善的集成电路产业体系并取得了大量自主知识产权,产业创新发展取得巨大成效,专利申请量和公开量逐年递增,2021年专利公开量达到2.7万件,同比增长率近12%,创新发展势头迅猛。然而,从长三角地区专利合作申请来看,仅10%的专利为合作申请成果(数据来源:Incopat数据库),可见长三角地区集成电路技术合作创新还需进一步加强,复旦大学、中国科学院上海微系统研究所、东南大学、浙江大学等高校及科研院所为长三角地区集成电路领域的合作研究的主要节点。

2.2 发挥优势企业引领作用,提升产业链完整度

集成电路产业链分为上游的材料和设备支撑,

中游的核心产业链包括集成电路设计、制造和封装测试,下游则是产品和应用。随着长三角一体化深入,集成电路产业链分工布局进一步优化,一大批优势企业在集成电路产业链上下游环节带动作用显著(图2)。

上游集成电路材料是集成电路产业链的重要支撑,主要应用在晶圆制造和芯片封测阶段,涉及硅片、光刻胶、靶材、高纯气体等原材料。由于集成电路材料领域高端产品技术壁垒高,大部分产品的自给率相对较低,主要是技术壁垒较低的封装材料,而晶圆制造材料主要依靠进口^[11]。然而长三角地区有一大批上市公司纷纷开始在集成电路材料领域布局,其中上海硅产业集团股份有限公司是中国大陆规模最大的硅片制造企业之一,金宏气体股份有限公司是国内超纯氨龙头企业,常州强力先端电子材料有限公司是光刻胶专用化学品的公司供应商,杭州格林达电子材料股份有限公司、江阴江化微电子材料股份有限公司在抛光液等细分领域上不断拓展其核心产品。集成电路装备作为集成电路产业发展的关键基础,是集成电路产业链结构中的重要环节,其中关键产品主要包括光刻

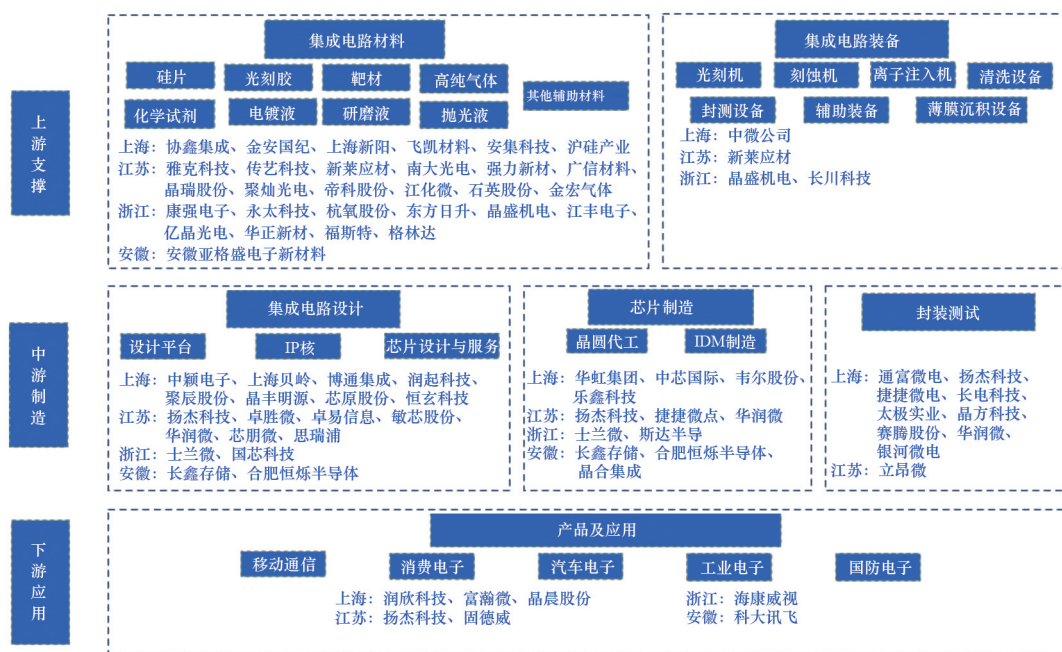


图2 长三角集成电路产业链上下游重点企业分布

机、刻蚀机、离子注入机、清洗设备、封测设备、薄膜沉积设备等。全球高端光刻机市场几乎是荷兰阿斯麦(ASML)公司一家独大,长三角区域内,中微半导体(上海)有限公司的高精度蚀刻机打破了美国在蚀刻机领域的封锁,突破了中国在技术领域的一大短板。此外,长三角地区也有新莱应材科技(淮安)有限公司、浙江晶盛机电股份有限公司、杭州长川科技股份有限公司等一批集成电路装备企业处于早期发展阶段。

中游核心产业链中,在设计领域,包含逻辑芯片、存储芯片、处理器芯片、模拟芯片等。集成电路(IC)设计环节研发费用高,具有较高的技术壁垒,加之高昂的流片成本,导致对资本的要求较高。近年来,中国芯片设计产业在提升自给率、政策支持、规格升级与创新应用等要素的驱动下,凭借庞大的下游应用市场,成长进步较快。高端方面,华为海思已经成为全球前10大的芯片设计公司,在工艺上处于全球第一梯队。在5G芯片市场,全球目前共有5家可以提供5G基带芯片——华为海思、紫光展锐、三星、高通和联发科,中国大陆占据2家。中低端方面,中国芯片设计企业产品涵盖了射频芯片、触控芯片、闪存芯片、存储芯片、蓝牙芯片、显示芯片等多个种类,在部分领域已经处于全球领先状态。长三角集聚了上海贝岭股份有限公司、浙江国芯科技有限公司、华润微电子有限公司、长鑫存储技术有限公司等知名企业,其业务主要集聚在芯片设计与服务方面。集成电路产业历来极其依赖知识产权,长三角乃至中国的集成电路产业在核心架构知识产权方面,高度依赖海外公司的知识产权授权。芯原微电子(上海)股份有限公司,是全球排名第7、中国第1的半导体知识产权(IP)核供应商,然而,芯原微电子在全球半导体IP市场的份额占比尚不足2%,半导体IP目前整体还处于初级阶段,IP公司整体规模较小,在高端领域缺乏话语权,且同质化比较严重,短期内难以突破^[9]。在制造领域,包括IC制造设备(晶圆处理设备、封装设备、测试设备、厂务设施设备、掩模版制造设备、光罩及晶圆片制造设备)和晶圆制造(晶圆加工)。IC制造是集成电路产业链中的核心环节,属于典型的资金密

集型、技术密集型行业,制造工业的高低直接影响集成电路行业的先进程度。长三角集聚了中芯国际集成电路制造(上海)有限公司、上海华虹(集团)有限公司、杭州士兰微电子股份有限公司、华润微电子有限公司、长鑫存储技术有限公司等一批知名企业,中芯国际、华虹集团的年销售额在国内位居前两位。中芯国际2021年营收总额为54.43亿美元,同比涨幅为39%,是当前全球前四大纯晶圆代工厂中成长最快的公司(数据来源:wind资讯)。随着中芯国际14 nm工艺的量产,目前已经可以生产满足大部分行业中低端应用的产品。但是在高端芯片的制造上,与世界先进水平差距较大。14 nm工艺研发已实现量产。在封测领域,包括封装和IC测试。相较于设计和制造环节,封装测试附加值较低,劳动密集度高,技术壁垒也相对较低。其中,封测领域的代表企业长电科技已经位居全球第3,并发布了世界上首个超宽频双极化5G毫米波无线芯片晶圆级集成封装工艺。封测产业环节中,江苏省在全国排名领先,不仅拥有国内排名第1的封测大厂江苏长电科技股份有限公司、国内排名第3的封测厂商通富微电子股份有限公司,此外还有无锡市太极实业股份有限公司、苏州晶方半导体科技股份有限公司等知名封测厂商。可见,集成电路核心产业链中IC设计环节成长较为迅速,但在IC制造环节中还缺乏高端产品,而IC封测环节则已逐步进入高端市场。

在下游产品和应用方面,长三角集聚了一批集成电路下游应用企业,如上海富瀚微电子股份有限公司、杭州海康威视数字技术股份有限公司、扬州扬杰电子科技股份有限公司、科大讯飞股份有限公司等。随着人工智能的快速发展,以及在5G、物联网、节能环保、新能源汽车等战略性新兴产业的推动下,移动通信、消费电子、汽车电子、工业电子、国防电子等领域对半导体的需求将持续增加。

2.3 产业链条分工合作,推进区域产业协同发展

长三角G60科创走廊集成电路产业联盟、长三角集成电路产业公共服务机构联盟等的成立,在产业体系、生态环境、公共服务等领域深化了全方位、多层次的合作,更大范围地构建了公平公正、开放

包容的集成电路发展环境,使区域内的相关产业都能通过长三角的公共服务机构联盟通道,更好地服务产业链上的各个企业。项目合作方面,紫光展锐集团、中芯国际、华虹集团均已分别与浙江、江苏等的城市签约,围绕设计和制造项目展开合作^[2]。

为了避免重复建设,根据集成电路产业各环节的发展重点,三省一市主要城市也在根据自身特点差异化发展。上海一直是中国本土集成电路制造业的主要基地,覆盖了集成电路全产业链,本土龙头芯片制造厂商中芯国际和华虹均位于上海。江苏的集成电路产业链初具规模,整体实力在国内领先。近年来,江苏逐步形成了以无锡、苏州和南京等市为中心的沿江集成电路产业带。目前,苏州是国内仅次于上海的半导体封装测试产业重镇。无锡全力推进超大规模集成电路产业园建设,已经形成了从集成电路设计、软件开发、电路掩模、芯片加工、封装测试一个完整的产业链。随着集成电路芯片产能的快速扩张,浙江分别在杭州、绍兴、宁波和金华建立了集成电路测试和封装专业厂。安徽省紧紧抓住半导体产业发展的战略机遇,大力发展与主导产业相融合、有巨大市场需求的驱动芯片、存储芯片、家电芯片等特色芯片,半导体产业实现了“从无到有、从有到多”的跨越发展^[3]。

3 长三角集成电路产业链现代化发展面临的问题

3.1 关键核心技术落后,产业发展受限

随着中国集成电路行业市场规模的不断提升,各个地区都加入了集成电路研发和生产的环节,但长三角目前仍然是国内最主要的集成电路开发和生产基地,在国内集成电路产业中占有重要地位。尽管长三角集成电路的产业链体系与国内其他城市圈相比更加完备,但对标国际仍处追赶阶段,特别是在疫情叠加、大国博弈的内外部环境,仍旧面临产能供给缺口大、自主创新能力不够等问题。

长期以来,由于中国企业在集成电路研发方面投入严重不足,自主知识产权非常少,特别是在核心技术上落后国际先进水平5~10年,而且核心技

术的发展速度与国外相比也较慢。这导致集成电路产业核心技术严重依赖国外,产业附加值偏低,增长质量较差。长三角是移动智能终端、微型计算机、电视、数码相机等多种产品的主要生产地,但生产这些产品所需的关键元器件、电子材料和专用设备仪器大量依赖进口,芯片设计方面,高端芯片技术积累薄弱,中央处理器(CPU)、存储器、现场可编程门阵列(FPGA)、高速数模转换器(AD/DA)等产品与国外差距较大,市场占有率低。制造工艺方面,国产化芯片主要以发展中低端芯片为主,特别是在中芯国际被美国加入实体清单后,10 nm、7 nm以及更先进制程节点研发受到了明显阻碍。此外,集成电路产业链关键环节仍存在短板,光刻机等关键设备、光刻胶、12英寸硅片、光掩模板、EDA工具等国产化程度较低,核心技术仍受制于人。

3.2 科创资源壁垒未打破,协同创新能力不强

由于行政区经济而导致的市场分割、适应产业特点的创新政策不完善,导致的各种阻碍人才、技术、资金和信息等创新要素在区域顺畅流动藩篱依然坚固。

一方面,企业对科技成果的需求相对疲软,企业创新意识淡薄,企业对科技成果的吸纳能力受到抑制;另一方面,科技成果的评价机制缺乏科学性,科技成果供给能力偏弱,大部分科技资源集聚于科研院所和高校,激励机制不是以成果转化应用为重点,导致研究成果与市场需求不匹配,无法满足企业对技术的需求。这不仅是集成电路产业设计开发技术、电子材料技术、专用设备仪器研发技术与发达国家差距的直接体现,同时也是长三角地区集成电路产业链协同创新能力不足的间接体现。

3.3 产业链各环节缺乏联动,集聚优势未能充分发挥

长三角尚未形成产业链各环节紧密协同的产业生态,产业链各环节的有效互动仍有不足。突出体现在集成电路产业芯片设计和芯片制造能力不匹配、高端集成电路国产化制造装备依然缺位、芯片项目同质化重复建设和恶性竞争。

(1) 芯片代工企业工艺IP核或IP资源库积累不足,对设计企业的技术支持、服务能力还较弱,国

内(及上海本地)设计企业在高端芯片的代工上还是主要依赖台积电等企业;(2)由于缺乏测试、验证平台以及量产规模,重点设备、材料企业产品在长三角集成电路生产线应用比重还比较低;(3)缺少本地品牌的电子整机和系统集成企业,难以发挥整机、系统企业对集成电路产业需求引领、带动作用。这些因素导致中国集成电路产业链协同差,整个产业链存在受制于人的风险。

3.4 人才供需存在较大缺口,高端人才尤其缺乏

长三角是国内集成电路人才最集聚的地区之一,但是相关人才短缺问题一直困扰产业发展。国内集成电路产业发展时间较短,高端人才积累较少,特别是具有技术研发管理、产品开发管理、生产线管理等经验的高端人才严重不足,尤其缺乏具备全局视野和国际视野的行业领军人才。此前,通过海外人才引进在一定程度上解决了国内高端人才缺乏问题,但随着贸易摩擦、海外政府对技术管控等升级,海外人才引进的难度、限制也将大大增加。近年来,由于国家、地方政府的政策支持,各地集成电路投资热潮的兴起,对长三角集成电路人才的分流加剧,使得长三角的集成电路人才供需缺口进一步扩大。

4 提升长三角的集成电路产业链现代化的路径选择

4.1 加强关键核心技术联合攻关,破解“卡脖子”技术难题

加强核心技术和前沿技术的攻关,提升科学发现能力。加大基础研究、应用基础研究、产业共性关键技术研究投入,夯实新材料、新结构、新器件、新工艺等关键技术的理论基础。加强产业“卡脖子”领域技术的攻关,提升技术突破能力。聚焦EDA软件、IP核、光刻机、光刻胶、大尺寸硅片等领域,融合优势力量,形成合力,加快实现自主可控,保障满足产业链、供应链、创新链的安全^[14]。

在长三角科技创新共同体建设工作专班指导下,持续推进长三角科技创新共同体联合攻关重点任务揭榜工作,组织实施一批集成电路“卡脖子”重

大科技项目,协同攻关重大装备、关键环节,形成一批基础研究和应用基础研究的原创性成果。建立“小核心+大协作”“公司+联盟”的组织模式,通过技术授权、专利许可等方式实现自我循环、持续发展;赋能传统研发机构,加快与新型研发机构深度对接,共同推进关键核心技术产品国产化。

4.2 编制集成电路产业地图,促进产业链全国联动

编制长三角集成电路产业链地图,通过标识三省一市各地区集成电路产业链上各环节的特色、发展基础和发展方向,整体设计长三角产业组织、产业方向、产业布局、产业结构优化升级、区域产业协作配套等产业发展政策,既防止同质竞争、浪费资源,又推进资源共享、产业联动。通过产业地图,找到集成电路产业发展的短板,共同出资,加强产业关键共性技术突破,利用长三角大市场优势,联合推动创新成果的产业化^[15]。

按照新型分工的原则,实现功能互补、错位发展。以上海为代表的发达地区在保留传统产业高附加值环节的同时,利用各大都市圈丰富的创新资源加快布局新兴产业,完成产业结构升级,并把重点放在总部经济打造、研发、设计、品牌、市场营销等环节,上海市郊和周边苏浙则应重点发展生产制造、零部件配套、仓储采购等环节。加强政策引导和协调,打造一体化的投资信息平台,实施产业链招商引资,促进以上海主导的长三角集成电路高端产业链打造^[16]。

此外,长三角地区要积极推进与全国其他区域的战略联动,大湾区的深圳也是中国集成电路产业的核心城市,长三角城市可通过与深圳构建战略联盟,在人才培养、研发平台建设、国际展览展示等方面加强合作,共同推进集成电路产业发展。

4.3 依托领军企业带动作用,加强产业集聚效应

领军企业凭借强大的市场优势,直接面向市场需求,整合、优化配置产业链上下游诸多参与方的创新资源要素,并协调其创新活动以实现统一的创新目标。通过领军企业的跨区域布局和深层次产业合作机制,促进各种生产要素在城市群中流动,形成完整的产业链条,构建起优势互补、合理分工

的一体化产业格局^[17]。通过鼓励长三角地区集成电路行业领军企业跨区域兼并重组,建立总部-基地等多种方式,实施一批区域产业合作重大工程和重点项目,实现科研、生产以及营销资源利用的最大化。

此外,加强工业机器人、汽车等行业系统大厂和国产芯片及上游供应链厂商的协同联动合作。鼓励系统集成商对其上下游集成电路产业链上国内集成电路企业提供支持帮助,对规模化采购长三角集成电路企业产品的厂商按照采购额给予一定比例的奖励,在帮助企业开拓市场的同时,提升长三角集成电路产业高端化突破和对基础工业的支撑保障能力和产业链协同能力^[18]。

4.4 加快高端人才引进培育,打造集成电路人才高地

通过组织开展长三角集成电路产业人才开发路线图,协调长三角相关高层次人才引进计划将集成电路产业列入重点支持方向。引导复旦大学、上海交通大学、浙江大学、南京大学、中国科技大学等高校围绕集成电路产业需求调整学科专业设置,建设国家示范性微电子学院,推进国家集成电路培训中心建设,加快引进和培育一批集成电路高层次人才、海外专才和专业技能人才。

以开放态度优化人才政策,消除阻碍人才自由流动的政策壁垒。逐步探索扩大政策辐射范围,建立与其他都市圈互联互通的政策通道,例如,在长三角区域内探索制定京津冀、珠三角等区域一、二线城市高端人才的跨省市认定标准,对跨省市工作、创业的集成电路高端人才进行联合认定。共同组建市场化的人才发展主体,通过经济一体化和治理结构一体化深化人才一体化。上海可发挥自身优势,探索与其他地区合作成立长三角集成电路专项人才基金,将专项基金与用人单位待遇相配套,形成立体化人才吸引体系^[19-20]。

5 结论

集成电路产业是国民经济和社会发展的战略性、基础性和先导性产业,是转变经济发展方式、调

整产业结构、保障国家安全的重要支撑,也是培育和发展战略性新兴产业、推动信息化与工业化深度融合的核心和基础。疫情与百年大变局叠加,保护主义、单边主义上升,全球产业链供应链因非经济因素而面临冲击,全球产业转移、产业分工调整和全球产业链、供应链、价值链都在发生深刻调整,如何提升长三角集成电路产业链现代化发展水平,建议从完善组织协调机制,完善产业发展生态环境,推进重点项目建设等方面持续优化。

1) 加强长三角地区与周边区域的协同联动发展,梳理长三角范围内产业链布局和技术攻关清单,强化集成电路领域合作。建立集成电路产业发展定期会商制度,研究集成电路产业发展的重大问题,在规划编制、资金投入、资源配置、项目安排、重点领域改革试点等方面统筹推进产业发展。

2) 建立国家高新技术企业在长三角范围内互认机制、集成电路企业证照互通体系,打破创新资源在长三角范围内自由流动的壁垒,加大集成电路产业链重点企业、主要环节、关键设备、先进材料的支持力度。

3) 围绕国家中长期科学和技术发展规划(集成电路)的要求,梳理一批集成电路设计、制造、封装测试、装备、材料、系统集成等领域牵动性强的重大项目,建立长三角集成电路产业重点项目库,以长三角地区龙头企业为引领,按照“重大项目-龙头企业-产业基地”的发展思路,按照“一事一议”的方式予以支持。

参考文献(References)

- [1] 张卫. 突破关键核心技术,大力发展集成电路产业[J]. 张江科技评论, 2022(1): 24-25.
- [2] 熊世伟, 俞彦, 龔谦. 以高端产业集群引领上海产业链现代化的路径研究[J]. 现代管理科学, 2021(6): 3-11.
- [3] 刘志彪. 产业链现代化的产业经济学分析[J]. 经济学家, 2019(12): 5-13.
- [4] 黄大恩. 产业链现代化的产业经济学分析[J]. 中国市场, 2022(16): 68-70.
- [5] 产业链现代化的内涵[EB/OL]. (2022-05-30)[2022-09-12]. http://www.360doc.com/content/22/0520/16/33479191_1032354957.shtml.

- [6] 陈晓东, 刘洋, 周柯. 数字经济提升我国产业链韧性的路径研究[J]. 经济体制改革, 2022(1): 95-102.
- [7] 王洋, 于君. 产业基础高级化、产业链现代化路径研究: 以新一代信息技术基础产业为例[J]. 经济论坛, 2021(10): 25-33.
- [8] 长三角目前集成电路产业规模占全国 58.3%[EB/OL]. (2022-08-16) [2022-09-12]. <https://finance.eastmoney.com/a/202208162481299922.html>.
- [9] 科技部关于印发《长三角科技创新共同体建设发展规划》的通知[EB/OL]. (2020-12-20)[2022-09-12]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-12/30/content_5575110.htm.
- [10] 安徽省科学技术厅. 关于试点开展长三角科技创新共同体联合攻关重点任务揭榜工作的通知[EB/OL]. (2022-08-31) [2022-09-29]. <http://kjt.ah.gov.cn/kjzx/tzgg/121166891.html>.
- [11] 长三角地区集成电路产业发展战略研究报告[R]. 上海: 复旦大学, 2018.
- [12] 打造世界级集成电路产业地图, 长三角三省一市如何错位发展[EB/OL]. (2019-09-10)[2022-09-29]. <https://news.sina.cn/2019-09-10/detail-iicezzrq4945717.d.html>.
- [13] 中金公司. 长三角一体化: 潮起江海阔, 扬帆正当时[R]. 北京: 中金公司, 2020.
- [14] 魏伟. 上海集成电路领域创新策源能力的研究[J]. 中国集成电路, 2022, 31(8): 34-39.
- [15] 蒋颖. 构建长三角一体化“产业地图”打造具有全球竞争力世界级城市群[J]. 中国政协, 2020(3): 18-19.
- [16] 加强长三角产业分工协作 [EB/OL]. (2019-10-23) [2022-09-26]. http://www.cssn.cn/skyskl/skyskl_yw/201910/t20191023_5019630_1.shtml.
- [17] 世界级产业集群, 长三角还有多远? [EB/OL]. (2018-05-08) [2022-09-26]. https://www.sohu.com/a/230848096_100098381.
- [18] 朱晶. 我国集成电路产业高端化突破面临的问题研究及有关建议[J]. 中国集成电路, 2020, 29(增刊 3): 14-19.
- [19] 深化人才一体化, 赋能长三角高质量发展[EB/OL]. (2021-10-08)[2022-09-26]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1713017041100295484&wfr=spider&for=pc>.
- [20] 上海提升集成电路产业链现代化的路径研究 [EB/OL]. (2022-5-26) [2022-09-26]. <https://mp.weixin.qq.com/s/n8g6z4YR6PZRDto6bJv3lQ>.

Analysis of the modernization development path of the integrated circuit industry chain in Yangtze River Delta

LIU Yingxia¹, CUAN Qian², TONG Leilei¹, CHEN Daming¹, YANG Lu^{1*}

1. Shanghai Information Center for Life Sciences, Shanghai Institute of Nutrition and Health, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200031, China
2. Shanghai State Owned Assets and State Owned Enterprise Reform and Development Research Center, Shanghai 200233, China

Abstract At present, the new round of scientific and technological revolution and industrial change is accelerating the evolution. The Yangtze River Delta has obvious advantages in science and technology innovation, regional talents, science and technology, and manufacturing industry. Moreover, The Yangtze River Delta also possess a number of innovation communities and industrial clusters with strong international competitiveness whose industry and supply chain is relatively complete, and market potential is huge, which has the foundation and advantages to construct and develop the modernization of IC industry chain. This paper focuses on the modernization development of the IC industry chain and the improvement of the competitiveness of the IC industry in Yangtze River Delta. Firstly, we analyze the current situation of the development modernization of the IC industry chain, and put forward the problems faced by the IC industry chain in the Yangtze River Delta through the pattern of the current situation of the industry. To sum up, we pointed out the modernization development path of the IC industry chain in Yangtze River Delta from four aspects: strengthening key core technologies, optimizing the division of labor and collaboration of the industry chain, relying on leading enterprises to lead the synergistic development of the whole industry chain, and accelerating the attraction of high-end talents.

Keywords Yangtze River Delta; integrated circuit industry; industrial chain modernization ●



(责任编辑 刘志远)