

芯片产业国际标准化趋势及对我国芯片 标准国际化发展的影响

姜冠男 施琴

（上海市质量和标准化研究院）

摘 要：芯片产业是大国博弈的重点产业，芯片标准是芯片产业国际竞争力的重要方面。近年来美国和欧盟等国家和地区大力推进本土芯片产业发展，并联合打压我国芯片产业。芯片标准尚未能支持技术和产业破局。本文研究国际和美国及欧盟等主要国家和地区推进芯片产业标准化发展的战略和举措，并结合我国芯片产业和标准化情况，分析国际芯片产业标准化趋势对我国芯片标准国际化发展的影响，提出提升我国芯片产业标准国际竞争力的建议，旨在以标准助力我国芯片产业发展。

关键词：芯片产业，国际标准化，标准国际竞争力

DOI编码：10.3969/j.issn.1674-5698.2024.04.002

International Standardization Trend of Chip Industry and Its Impact on Development of Chip Standards

JIANG Guan-nan SHI Qin

（Shanghai Institute of Quality and Standardization）

Abstract: The chip industry is of vital importance to a country's competitiveness, and chip standard is a significant factor to evaluate international competitiveness of the industry. In recent years, the United States, Europe and other countries and regions in the global chip industry chain have taken actions to facilitate the development of the chip industry. This paper studies the strategies and measures taken by concerned countries to enhance their standardization in the chip industry, and analyzes the trend and subsequent impact on China's chip industry and international standardization, with the aim to improve the international competitiveness of China's chip standards.

Keywords: chip industry, international standardization, international competitiveness

基金项目：本文受国家市场监督管理总局标准创新管理专项（项目编号：2013811）和2022年度上海市标准化推进专项资金项目（项目编号：2022-A-0977）资助。

作者简介：姜冠男，硕士，工程师，主要从事国际标准化研究工作。

施琴，硕士，正高级工程师，主要从事国际标准化、质量和标准化研究工作。

0 引言

芯片产业是我国实现高水平科技自立自强的关键所在,具有重要战略意义。芯片标准是科技竞争的重点之一,是奠定产业国际竞争力的关键一环。芯片领域技术发展迅速、标准竞争激烈,美国和欧盟等国家和地区对于芯片技术和标准给予极高重视,将其作为大国博弈的重点领域。

近年来我国芯片产业发展迅速,引起美国对于自身科技领先地位的担忧,因而主导实施了对华科技封锁策略。标准作为技术载体,支撑关键技术破局功能尚未能充分发挥,需要以战略视角重视和布局,使标准与技术“齐头并进”。本文梳理国际芯片产业标准化情况,重点研究美国和欧盟等主要国家和地区推进芯片产业标准化发展的战略和举措,分析对我国芯片产业国际化的影响,进而提出提升我国芯片产业国际竞争力的相关建议,为标准助力我国芯片产业发展提供支撑。

1 国际及主要国家和地区芯片产业政策和标准化现状

1.1 国际标准组织芯片产业标准现状

芯片产业链主要包括设计、制造、封装和测试等环节,涉及知识产权、软件、材料、设备等众多方面。因其具有高度复杂性^[1],国际上没有一个国家或组织可以覆盖产业链上下游所有环节,也尚未有标准组织开发出完整的标准体系。国际上芯片标准组织的标准均专注于产业链中的一部分。目前,应用广泛的主流标准来自国际标准化组织(ISO)、国际电工委员会(IEC)和若干具有国际影响力的专业技术组织,涵盖了产业链的众多环节。

ISO的工作中,与芯片密切相关的主要是ISO/IEC联合技术委员会JTC 1“信息技术”下设的分技术委员会(SC 17)“个人身份证明和识别卡”、SC 31“自动识别和数据捕获技术”,分别涉及身份识别、数据识别和捕获。SC 17秘书处由英国担任,已发布121项ISO标准,另有31项在研;美国现担任SC 31秘书处,已发布135项ISO标准,另有21项在研。

除JTC 1外,IEC的芯片标准研究主要包括TC 46/SC 46F“射频和微波无源元件”和TC 47“半导体器件”^[2,3]的工作。TC 46/SC 46F由美国担任秘书处,已发布IEC标准135项,另有12项在研。TC 47秘书处由韩国担任,其下设4个分技术委员会:集成电路、半导体器件封装、分立半导体器件、微机电系统,已发布IEC标准144项,另有17项在研。

国际上芯片企业主要遵循和参与较多的标准组织包括:国际半导体产业协会(SEMI)和固态技术协会(JEDEC),具有全球广泛影响力;SD存储卡协会(SD Association)主要制定存储卡标准;汽车电子协会(AEC)制定并推广汽车电子元器件标准;电气与电子工程师协会(IEEE)的相关技术委员会制定集成电路设计、射频识别、传感器和传感系统等方面的技术标准;通用芯粒高速互连联盟(UCIe)推广芯粒(Chiplet)接口规范标准(UCIe 1.0)。此外,还有国际Wi-Fi联盟组织、蓝牙技术联盟等组织管理着全球广泛应用的测试认证和商标授权。值得注意的是,技术自主性对于芯片标准发展有着决定性影响,目前,在国际主要芯片标准组织中,深度参与、话语权较高的国家和企业多是在技术上发展较早、技术底蕴较深厚,对于国际芯片标准的制定和采用具有强大的影响力。

1.2 美国芯片产业政策及标准化发展现状

美国的芯片产业政策主要体现两大核心方针,一是大力推进芯片产业本土化发展;二是强力打压他国芯片产业发展。

为推进芯片产业本土化发展,美国先后提出《美国晶圆代工法案》《促进美国制造半导体法案》等提案,力图掌握全球半导体供应链主导权。2021年2月,美国针对包括半导体在内的4种关键产品开展为期100天的供应链审查。后在其百日审查报告中^[4],提出一系列措施支持美国本土芯片制造。2022年8月,美国出台具有历史意义的《芯片和科学法案》^[5],提出三大重点措施:为美国本土的芯片研发和制造提供高达527亿美元的巨额补贴;为在美国建设半导体制造设施的企业提供25%的投资税收抵免;提供巨额资金激励美国多个领域科技创新。2023年5月,美国发布《关键和新兴技术

国家标准战略》^[6]，再次指出半导体和微电子是对美国竞争力和国家安全至关重要的新兴技术重点领域之一，要求推动公私合作在该领域制定高质量的标准。

同时，为打压他国芯片产业发展，美国也采取了一系列的措施，包括单边制裁、立法限制、出口管制、投资审查等。2018年起，美国就以“国家安全”为借口，针对我国华为和中兴芯片采取了一系列的单边制裁措施。《芯片和科学法案》中设置了严格的资金“护栏”限制，禁止受资助企业在10年内在我国扩大或升级先进芯片产能。2022年起，美国政府大幅扩大了针对中国芯片行业的出口管制，陆续公布了针对先进计算和半导体制造的广泛出口管制新规^[7]，全面限制向中国出口先进芯片和芯片制造工具及技术。2023年8月，美国再次发布行政令^[8]，对半导体和微电子等领域设立对外投资审查机制。这一系列的措施，都充分体现了美国对华科技封锁的“小院高墙”策略^[9]。

在标准化方面，美国《芯片和科学法案》集中体现了推动本土芯片产业标准化策略^[10]：一是高度重视国际标准化发展，通过商务部及其下属机构国家标准与技术研究院（NIST），加强政府在标准化工作中的参与甚至主导；二是大力资助标准化研究，特别是通过NIST牵头，在测量技术和标准化预研方面夯实技术基础；三是支持和激励芯片应用和标准化需求领域研究，包括云计算、人工智能、先进通信、生物识别等多个领域。

NIST作为领导芯片法案实施的主要政府机构，大力配合白宫的产业政策，迅速推进芯片标准相关研究。一方面，通过制定标准化策略^[11]、领导实施芯片计划、开展公私合作等途径，为芯片标准研发奠定技术优势。另一方面，建立国家半导体技术中心（NSTC）^[12]，通过NSTC整合资源直接协调标准的制定，以及与标准组织的协调合作。

据查询，截至2023年底，已批准的芯片直接相关美国国家标准约40项。虽然从国家标准数量上看并不多，且主要为采用ISO/IEC国际标准；但是实际上，由于芯片标准主要由市场驱动，而美国众多半导体和芯片企业已深度参与到SEMI、JEDEC等

主要标准组织的活动和标准研制中，已经在行业应用中形成广泛采用的国际性标准，占据了较高的标准话语权。

1.3 欧盟芯片产业政策及标准化发展现状

欧盟持续实施的一系列科技创新资金资助计划，包括“欧洲地平线”和“数字欧洲”等，均对芯片相关的项目研究提供资助。2020年12月，欧盟22个成员国签署了《关于处理器和半导体技术的联合声明》^[13]，承诺共同加强处理器和半导体生态系统，提高欧洲先进芯片的设计和制造能力。

2023年9月，《欧洲芯片法案》^[14]正式生效。该法案设定了到2030年将欧洲芯片产量提升4倍，在全球芯片制造业中的份额提高到20%的目标，预计动员超过430亿欧元的公私投资。法案重点提出三大支柱：第一支柱“欧洲芯片倡议”，主要是整合欧盟、成员国和私营部门的资源，支持尖端芯片技术能力建设和创新，并支持初创企业和中小企业。第二支柱“供应链安全”，核心目标是建立一个确保供应安全的框架，支持两种新型创新生产设施，“综合生产设施”——用于垂直整合芯片设计、制造、先进封装，服务于自身市场；“开放式欧盟代工工厂”——用于提供代工产能。第三支柱“监测和危机应对”，重点在于发生危机预警时，欧盟有权要求相关企业接受和执行优先级订单，以保障欧洲市场内部的需求。

《欧洲芯片法案》中提出了欧洲芯片产业标准化方针，包括：与成员国和私营机构合作，并在欧洲标准化组织的支持下制定芯片采购的共同要求；加强半导体生态系统，推动《关于处理器和半导体技术的联合声明》实施等。其中最值得关注的是，法案将标准与认证紧密联系起来，强调围绕芯片安全性和可靠性认证制定标准，提出绿色、安全、可信芯片证书政策，这将有利于欧盟利用芯片技术和知识产权优势提高准入标准。在标准数量上，欧洲标准化委员会（CEN）和欧洲电工标准化委员会（CENELEC）围绕芯片、半导体、集成电路等研制274项标准，涵盖集成电路、半导体器件机械标准化、分立半导体器件、微机电系统等多个领域。

1.4 国际芯片产业合作与特点趋势

全球芯片产业链已发展形成美欧主导芯片设计,美日欧领先芯片制造设备供应,日韩成为材料核心供应商,韩国和中国(包括大陆和台湾)在制造和封测占优势的分工局势。近年来,日本、韩国、印度、泰国等各国政府均在加快芯片投资步伐,促进本土芯片产业发展。从各国政策总体来看,全球芯片产业正从全球高度分工合作模式向各自发展侧重的分化趋势转变。

在标准化方面,ISO、IEC中与芯片标准密切相关的分技术委员会秘书处主要由美国、韩国等全球芯片产业链的主要参与方担任。同时,美日韩企业大量参与到国际主要芯片标准组织中,主导着全球芯片标准制定的重要话语权。特别是,美国在芯片产业起步早,积累了技术优势,在该行业里最早建立技术标准,美国企业在芯片主要国际标准组织中也已深度参与,通过标准制定维护美国芯片企业利益。

美国近年来持续强化在芯片领域与盟友的合作,先后与欧盟建立了美欧贸易和技术委员会(TTC),与韩国成立半导体工作小组,与日本建立先进半导体联合研究中心,又联合韩国、日本等组成“芯片四方联盟(CHIP4)”,与日本和荷兰达成“美日荷同盟”,想方设法达到联手影响全球半导体产业链、围堵压制我国芯片产业发展的企图。TTC正迅速推进美欧在标准方面的协同合作,而受美国影响,国际上一些标准组织也曾一度暂停我国华为的会员资格。可以看出,美国已然将标准纳入了打压政策的“工具箱”中。

但与此同时,美国盟友对于配合美国实施其政策也保持一定的审慎。韩国和荷兰担心因与美国同盟而损失中国的巨大市场,欧盟则倾向于追求“技术主权”。目前来看,美国的各方盟友并不愿意完全追从美国政策、彻底放弃中国市场。随着我国芯片自主研发和产能提高,中国在国际芯片市场中的地位提升,美国的联合打压必然被破解。我国芯片标准同样需要加紧步伐,配合技术发展、助力技术破局,在国际标准舞台上发挥更大作用。

2 对我国芯片标准国际化发展的影响

2.1 我国芯片产业标准化概况

我国是全球最大的芯片需求市场,拥有丰富的创新性芯片应用场景。我国芯片产业在封装测试等环节取得了显著成果,目前正向着产业自主可控的方向稳步前进。芯片是我国“十四五”规划优先考虑的7项科技前沿攻关领域之一。近年来我国先后发布了多项规划,支持芯片产业及标准化发展,设立了国家集成电路产业投资基金(“大基金”),推动对芯片产业投资,并通过税收优惠等措施促进集成电路企业发展和项目实施。

我国芯片产业标准化工作主要由TC 78“半导体器件标准化技术委员会”、TC 203“半导体设备和材料标准化技术委员会”、TC 599“集成电路标准化技术委员会”负责。其中,TC 78下设半导体分立器件和半导体集成电路2个分技术委员会,TC 203下设气体、材料、封装、微光刻4个分技术委员会。此外,TC421“生物芯片标准化技术委员会”以及TC 60“电力电子系统和设备标准化技术委员会”下的分技术委员会也涉及相应专业范围内的半导体器件和设备标准。

2.2 目前存在的主要问题

我国芯片产业标准化目前存在的主要问题,一是高端芯片缺乏技术自主权。技术标准是由科技研发所驱动,又反过来对技术创新发挥着助力作用,缺乏技术自主掌控力将导致标准化活动缺乏坚实的基础支撑。二是国际影响力相对较弱。缺乏具有国际影响力的标准组织,在当前的国际标准组织中也较少担任领导角色,因而在面临国际标准组织因外部影响而采取限制措施时较为被动。三是中小企业和初创企业在标准化工作中参与度不够。我国国内外芯片标准领域的参与仍主要以龙头企业为主,实际上中小企业在芯片价值链中占据重要地位,可以帮助制定针对特定市场和细分领域的标准,广泛参与国际标准化也能帮助增强我国在国际市场中的声音。

2.3 国际现状对我国芯片标准国际化发展的影响分析

2.3.1 加速技术脱钩诱发技术遏制

美国的政策和措施表明,在芯片等关键技术领

域,美国坚决实施“硬脱钩”战略,限制打压中国技术发展将是美国在此后一段时间内的优先事项。在我国全面掌握技术自主权之前,中美科技竞争或将持久化。尽管目前其政策主要针对芯片领域,但显示出一种技术遏制思想和策略,充分反映了美国国家安全的扩大泛化和技术霸权的核心思想。美国的举措极易诱发多米诺效应,诱使发达国家为了维持技术优势,针对有可能对其造成技术挑战的发展中国家进行更为广泛的技术遏制。

2.3.2 加剧国际贸易壁垒中的标准限制

WTO要求标准和合格评定程序不得给国际贸易造成不必要的障碍;然而,美国 and 欧盟的政策举措显然都不符合这一原则。美国不断升级对半导体出口的管制措施,对我国芯片相关企业进行制裁,并向盟友施加影响以推广其政策;欧盟则将标准与认证紧密联系,提出绿色、安全、可靠芯片证书政策,有利于欧美利用技术和知识产权优势制定更严苛的芯片标准,进一步对发展中国家生产的芯片进行限制。基于欧美在芯片领域的已有优势和合作趋势,可以预测双方各自主导的芯片标准体系将相互渗透,将对我国以及其他发展中国家的芯片发展和国际贸易产生巨大壁垒。

2.3.3 强化国际标准化领域的对抗

美国将我国视为战略竞争对手,通过立法、行政令等提高美国政府对标准化的参与甚至主导,指示NIST针对中国新兴技术标准化的影响面向公众各界开展调查,一定程度上会引导各层面更多地以对立的态度看待中国参与国际标准化工作。特别是,美国还通过TTC、CHIP4等,加速与盟友在芯片技术开发和部署、标准化、出口管制和投资筛选等方面的协调。通过技术、贸易和标准的结盟,美国正牵头在关键技术领域国际标准化中制造和强化全面对抗局势,力图阻止我国获得标准话语权。

3 提升我国芯片产业标准国际竞争力的建议

3.1 重点解决标准化发展面临的问题

(1) 从整体上布局芯片产业标准化发展。我国

目前正加快芯片领域自主研发,在调动各级资本、加大芯片产业投入、加快技术突破的同时,需要同步推进构建芯片标准路线图,明确标准发展差距和优先事项,促进技术与标准的协同发展,通过前瞻部署充分发挥标准对加强行业指导、引领产业升级的先导性作用。

(2) 建设具有国际影响力的芯片标准组织。鼓励业内龙头企业牵头成立标准联盟,吸纳不同规模企业共同制定标准,为中小企业和创新型芯片企业参与国际标准化活动提供更多支持、指导和培训,扩大联盟的影响力。可以选择人工智能、新能源汽车、超级计算机、量子通信等我国具有技术优势的芯片创新应用领域,联合企业、高校、研究所等技术组织,积极制定和推广具有先进技术水平标准,在创新领域中形成国际标准优势,逐步发展成为细分领域的国际性标准组织。

3.2 多方面统筹应对国际影响和挑战

(1) 针对国外打压制定反制策略。美国一系列举措扭曲国际自由市场竞争,严重违反多项WTO基本原则。针对美国一系列违规行为,包括对标准组织施加影响、违反WTO《技术性贸易壁垒协议》标准相关措施与原则的行为,宜面向企业充分收集受影响证据,诉诸WTO争端解决机制,维护我方芯片企业的合法权益。

(2) 探索标准制度性开放推进国际合作。选取在芯片领域具有发展优势的试点城市,探索推进标准制度性开放,吸纳国际成员参与标准共研共用,积极与其他国家、组织以及利益相关方进行合作,以标准共识巩固国际支持与合作,共同应对不公平竞争行为。

3.3 从未来角度部署标准化生态建设

(1) 建设和完善芯片产业标准化人才培育机制。将产业与标准融合,推动芯片龙头企业技术专家深度参与国内和国际标准研制;将产业与教育融合,联合芯片企业、科研机构、国内外高校,协同建设技术+标准专业人才定向培养基地,将标准纳入培养评价体系。同时,鼓励和支持引进高层次海外人才和高技能人才,通过激励机制吸引产业人才常驻。

(2) 全面建设芯片产业国际标准化生态。团

体标准能够迅速适配技术发展、切合市场需求、树立市场优势^[15]。在推进我国芯片技术自主研发与标准协调建议的过程中,建议以团体标准为发力点,充分调动各种规模的经营主体活力,将经市

场检验的先进标准转化为面向国际标准组织的高质量提案,从而建立起我国芯片标准向国际标准转化的机制,提高我国芯片标准在国际市场中的影响力。

参考文献

- [1] 汤朔,李锐. 集成电路国际标准分析[J]. 中国标准化, 2021(S1):170-177.
- [2] 王宝友,张秋. IEC TC47半导体器件标准化最新动态[J]. 信息技术与标准化, 2008(Z1):26.
- [3] 彭博,崔波,吴亚光,等. IEC TC47/SC47D标准体系研究[J]. 标准科学, 2023(S1):27-32.
- [4] 建立有弹性的供应链, 振兴美国制造业, 促进广泛增长[EB/OL]. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/06/100-day-supply-chain-review-report.pdf>.
- [5] 芯片和科学法案[EB/OL]. https://science.house.gov/imo/media/doc/chips_and_science_act_section_x_section.pdf.
- [6] 美国政府关键和新兴技术国家标准战略[EB/OL]. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/05/US-Gov-National-Standards-Strategy-2023.pdf>.
- [7] 实施额外出口管制[EB/OL]. <https://www.federalregister.gov/documents/2022/10/13/2022-21658/implementation-of-additional-export-controls-certain-advanced-computing-and-semiconductor>.
- [8] 美国白宫. 关于解决美国对相关国家安全技术和产品的投资问题的行政令[EB/OL]. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/08/09/president-biden-signs-executive-order-on-addressing-united-states-investments-in-certain-national-security-technologies-and-products-in-countries-of-concern>.
- [9] 国家安全事务助理杰克·沙利文就拜登-哈里斯政府的安全战略发表讲话[EB/OL]. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/speeches-remarks/2022/10/13/remarks-by-national-security-advisor-jake-sullivan-on-the-biden-harris-administrations-national-security-strategy>.
- [10] 姜冠男,施琴.从《芯片和科学法》看美国高科技领域标准化发展趋势[J].质量与标准化,2022(11):36-38.
- [11] 半导体材料和制造设备设施的成功愿景[EB/OL]. <https://www.nist.gov/chips/vision-success-facilities-semiconductor-materials-and-manufacturing-equipment>.
- [12] 国家半导体技术中心的愿景与战略[EB/OL]. <https://www.nist.gov/system/files/documents/2023/04/27/A%20Vision%20and%20Strategy%20for%20the%20NSTC.pdf>.
- [13] 关于处理器和半导体技术的联合声明[EB/OL]. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/joint-declaration-processors-and-semiconductor-technologies>.
- [14] 建立加强欧洲半导体生态系统的措施框架(芯片法案)[EB/OL]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52022PC0046>.
- [15] 张佩玉. 团体标准:新要求 新目标 新机遇[J]. 中国标准化, 2022(11):6-15.