

引用格式: 于亚笛, 贾媛媛, 张育润, 等. 标准化支撑半导体产业链破解“卡脖子”难题的路径研究——基于国家标准制修订情况的分析与思考[J]. 标准科学, 2025(7):85-89.

YU Yadi, JIA Yuanyuan, ZHANG Yurun, et al. Research on the Path of Standardization Supporting the Semiconductor Industrial Chain to Solve the Bottlenecks—Analysis and Thinking Based on the Development and Revision of [J]. Standard Science, 2025(7):85-89.

标准化支撑半导体产业链破解“卡脖子”难题的路径研究 ——基于国家标准制修订情况的分析与思考

于亚笛 贾媛媛 张育润 杜永生 高艳玲 刘奂辰 李秋艳*

(国家市场监督管理总局国家标准技术审评中心)

摘要: 【目的】研究标准化在半导体产业链发展过程中发挥的作用, 助力半导体产业链高质量发展。【方法】以半导体领域相关国家标准制修订情况为切入点, 分析标准化在半导体产业链建设发展过程中发挥作用的主要方面。【结果】总结提炼出该领域标准化工作面临的主要挑战和对策建议, 为如何通过标准化破解半导体产业链“卡脖子”难题提供了路径参考。【结论】标准化在全球半导体产业格局重构过程中, 对提升产业链韧性和安全水平具有重要作用。

关键词: 半导体; 产业链; 标准化

DOI编码: 10.3969/j.issn.1674-5698.2025.07.012

Research on the Path of Standardization Supporting the Semiconductor Industrial Chain to Solve the Bottlenecks —Analysis and Thinking Based on the Development and Revision of National Standards

YU Yadi JIA Yuanyuan ZHANG Yurun DU Yongsheng GAO Yanling
LIU Huanchen LI Qiuyan*

(National Center of Standards Evaluation, SAMR)

Abstract: [Objective] The paper aims to study the role of standardization in the development of the semiconductor industry chain and promote the high-quality development of the semiconductor industry chain. [Methods] Taking the development and revision of relevant national standards in the semiconductor field as the starting point, the main aspects of standardization in the construction and development of the semiconductor industry chain are analyzed. [Results] The main challenges and countermeasures faced by standardization work in this field are summarized, providing path reference for how to solve the bottleneck problems of the semiconductor industry chain through standardization. [Conclusion] Standardization plays an important role in improving the resilience and security level of the industrial chain in the process of reconstructing the global semiconductor industry pattern.

Keywords: semiconductor; industrial chain; standardization

基金项目: 本文受国家市场监督管理总局科技计划项目“标准化支撑半导体产业链优化升级研究”(项目编号: 2023MK222)资助。

作者简介: 于亚笛, 硕士, 高级工程师, 研究方向为标准技术评估、标准体系建设。

李秋艳, 通信作者, 硕士, 工程师, 研究方向为信息技术、消费品等领域标准化。

0 引言

习近平总书记在《国家中长期经济社会发展战略若干重大问题》文章中指出：“产业链、供应链在关键时刻不能掉链子，这是大国经济必须具备的重要特征。^[1]”当前，新一轮科技革命和产业变革蓬勃兴起，全球半导体产业链加速重构，确保关键核心技术自主可控，是世界百年未有之大变局下实现科技自立自强亟待解决的重要问题^[2-3]。《国家标准化发展纲要》要求：“加强核心基础零部件（元器件）、先进基础工艺、关键基础材料与产业技术基础标准建设，加大基础通用标准研制应用力度。”并指出“实施标准化助力重点产业稳链工程，促进产业链上下游标准有效衔接，提升产业链供应链现代化水平。”通过标准化提升半导体产业链韧性和安全水平，既是落实《国家标准化发展纲要》的重要举措，也是推动标准化工作高质量发展的创新探索。

1 国家标准制定与实施情况

1.1 总体情况

半导体产业链条长、结构复杂，涉及原材料、器件、电路、传感、装备、光伏等多个领域。我国建立了全国印制电路标准化技术委员会（TC 47）、全国半导体器件标准化技术委员会（TC 78）、全国半导体设备和材料标准化技术委员会（TC 203）等多个全国性标准化技术组织。特别是在2022年11月，成立了全国集成电路标准化技术委员会（TC 599），专门负责集成电路设备、半导体集成电路、膜集成和混合膜集成电路、微波集成电路、电路模块、集成电路芯片及知识产权模块（IP核）、集成电路微电子机械系统（MEMS）等产品的设计、生产和应用等方面的标准化工作，为我国半导体产业标准化发展提供了坚实的技术组织保障。

半导体是国家标准研制的重点领域。根据全国标准信息公共服务平台数据统计，截至2025年3月底，共研制相关国家标准1 011项，覆盖了半导体

设计、生产、封装、应用等多个领域，形成了较为完备的国家标准体系。在与国际标准一致性程度方面（如图1所示），353项标准采用国际标准，占35%，主要集中在产业链上游和中游的基础标准领域；658项标准为自主制定，占65%，主要集中在产业链下游的应用领域。在标准功能类型方面（如图2所示），规范标准709项，占70%，主要为半导体领域相关器件、电路、传感器等提供技术要求和证实方法；试验标准231项，占23%，主要是为半导体的设计、制造等提供测试依据。

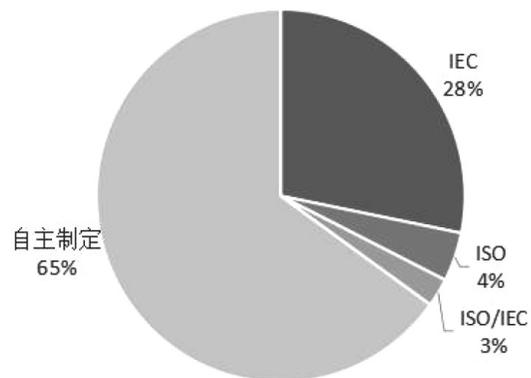


图1 与国际标准一致性情况

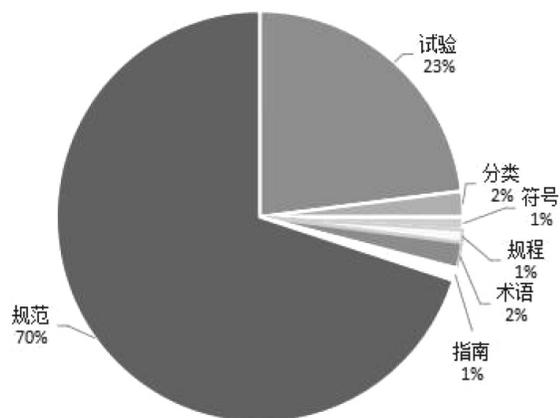


图2 标准功能类型情况

1.2 主要作用体现

1.2.1 支撑新兴环节建链

以碳化硅、氮化镓等为代表的第三代半导体材料，具有功耗低、体积小、抗高温、耐高压等优良特性，是引领半导体产业未来发展的新赛道^[4]。

在其新产业链建设过程中,标准发挥了促进科研、生产、分配、消费等环节有序协同、要素流通的重要作用。例如,围绕第三代半导体材料的加工、检测、交付等需求,全国半导体设备和材料标准化技术委员会在国家标准体系优化过程中,制定了多项解决“卡脖子”问题的国家标准,有效促进了技术攻关和产业应用的联动融通,受到了一致好评。

1.2.2 保障短板环节补链

半导体生产包含设计、生产、封装测试、设备制造、材料研发等多个环节。标准是解决材料和设备的系列化不足、工艺体系化弱、质量控制不牢固等问题的重要手段,是补齐产业链短板、实现自主可控的技术保障。例如,电子特种气体是集成电路、器件等制造过程中不可或缺的重要材料,在刻蚀、沉积、扩散等工艺过程广泛应用,被称为半导体制造的“血液”,长期以来被美、日、德等国的公司垄断。针对半导体工业“缺气”短板,围绕六氯乙硅烷、一氧化氮等大宗气体研制国家标准,有效补齐了半导体产业链在电子特种气体产品质量、实验测试、安全管理、充装等方面的技术短板,形成了具有自主知识产权的技术体系。

1.2.3 引领优势环节延链

近年来,我国在半导体产业的自主研发能力快速增强,部分领域已实现进口产品替代^[5],形成了较强的产业优势。在此过程中,标准的研制和实施有效促进了产业链上下游供给和需求的技术对接,提升了整体竞争力和实力。例如,半导体分立器件作为电力电子领域的基础产品和核心器件,相关标准化技术组织围绕重点器件产品质量及抗扰度测量、三维封装、应力迁移测试等技术要求发力,组织业内相关单位共研制和实施国家标准,有效促进了消费电子、仪器仪表、自动控制、网络通信等众多领域企业的协同合作,实现了产业链的快速拓展与延伸。

1.2.4 赋能重点环节强链

一些相关企业和技术机构认为,虽然我国在先进芯片制造方面与美国等西方发达国家还存在较大差距,但只要我国实现14 nm、28 nm芯片的自

给自足,就能满足我国市场约80%的芯片需求^[6],这是当前我国半导体产业链的重点环节,通过技术标准来巩固和提升产品、技术的可靠性与稳定性受到格外重视。例如,电子化学品广泛用于集成电路的清洗、光刻、刻蚀、显影、互联等工艺,对成品率、电性能及可靠性影响十分重要,其要求主体成分纯度极高,围绕用量较大的电子化学品研制国家标准,重点解决了芯片制造过程中电子化学品的自给自足问题,提高了产业链安全稳定水平。

2 主要挑战

研究发现,要充分发挥标准化支撑半导体产业发展的积极作用,还面临一些挑战。

2.1 存在标准断链风险

与我国快速发展的半导体产业链相比,与产业链相配套的产品标准、设计标准、工艺标准、试验标准、材料标准、工装标准、零部件标准、管理标准如何在产业链更新迭代、拓展延伸中协同发挥作用的机理模式还不清晰,没有形成一条完整、循环、互动的标准链。半导体产业链条长、专业范围广,直接相关的全国、行业、团体专业化技术组织数量较多,工作协同效应尚未形成,各标准化技术组织在标准体系规划时相对独立和封闭,导致不同领域标准体系不能衔接,在跨界融合标准制定时,个别标准化技术组织的“抢地盘”意识严重增大了协调难度,常导致一些重要标准“难产”。

2.2 标准供给质量亟需提升

标准供给质量是决定标准化效益能否充分发挥的重要基础。一方面表现为标准供给慢,与业内对标准的需求效率相比还存在一定差距,既因为标准起草过程中需要大量的实验验证以确保标准的科学性,也因为个别行业主管部门审批环节过多、周期过长,在标准报批后滞留在审批环节未能推动。另一方面表现为标准供给不足,我国半导体产业基础能力相对较弱、成熟度低、标准基础研究能力不足、人力物力投入有限。有的标准化组织受经费等因素掣肘,人才流动较为频繁,标准化技术

传承难以为继,加重了行业的“标准荒”,产业急需的工艺化学品、封装材料、微光刻材料、杂质检测等重要标准还存在大量空白。此外,在与国际标准一致性方面,虽然部分领域国家标准采标率较高,但与最新版国际标准的一致性程度差距较大,难以有效满足技术导入市场的迫切需求。

2.3 标准国际化难度加大

国际标准的竞争是国际竞争的高级形式,将自主知识产权融入国际标准是维护产业链安全稳定的重要手段。美欧日韩等主要经济体纷纷通过法案,给本地半导体行业提供政策和资金支持,提升研发和生产能力,并大力推动将本国标准转化为国际标准,争夺国际标准化活动中的领导权和发言权。美国《芯片与科学法》生效后,其国家标准和技术研究院在50亿美元的基准线之上额外得到了50亿美元的资助,用于支持其在半导体、人工智能、先进通信技术等方面的标准研究和国际标准化活动^[7-8],其对我国实行技术封锁、产品封锁再叠加标准封锁的遏制格局基本成形,我国被排除在半导体产业链高端国际标准制定外的风险正逐渐加大。

3 对策建议

充分发挥标准化在支撑半导体产业链高质量发展中的重要作用是一项系统工程,需要强化顶层设计,做好统筹布局。

3.1 强化标准化工作协同

针对半导体产业链长、技术融合深、涉及标准化技术组织多的特点,组织业内标准化技术组织、科研院所、协会团体、骨干企业等建立标准化总体组,负责统筹开展半导体领域国际和国内标准化工作,进一步提升标准供给质量;充分发挥领域专家的技术支持和业务指导作用,针对半导体设计、制造、封装、测试等重点环节成立专家工作组,专门负责为半导体标准体系建设、发展规划等提供决策建议,同时根据实际需要参与重要标准研制、技术验证等工作。

3.2 健全半导体产业链标准体系

围绕半导体产业链重点技术领域、应用方向,组织相关标准化技术组织以标准化协同发展为目标,对标准体系进行优化、重构,对现行标准进行复审、整合、调整,并对标准未来的技术发展方向、标准项目需求进行预测分析。在标准制修订过程中强化顶层设计和信息共享,解决标准间不协调、不兼容的问题,实现关联领域标准体系相互兼容、相互衔接,打造适应半导体产业链高质量发展和国际竞争需要的“标准链”。

3.3 建立重要标准研制的新机制

习近平总书记多次强调:“可以探索搞揭榜挂帅,把需要的关键核心技术项目张出榜来,英雄不论出处,谁有本事谁就揭榜”^[9]。围绕半导体领域标准交叉融合发展、标准国际化等方面的短板弱项,开展核心技术标准的揭榜挂帅攻关试点,破解交叉融合领域标准质量不高、协调难度大等问题,促进标准化技术组织提升工作和科研能力;探索以“赛马制”激发标准研制的创造性,如在晶圆生长、薄膜沉积、光刻、蚀刻、掺杂等关键技术标准研制方面选择2个以上优质主体开展并行攻关,加速先进技术转化为标准的步伐,积极推动相关标准实施应用。

3.4 加大对标准化基础研究的支持力度

标准的公益性较强,半导体相关标准研制过程中的实验验证投入也比较大,而相关投入在短期难以看到明显的经济收益,需要在科研经费分配、奖励设置、政策制定等方面向导电、磁阻特性、光学、热电、压阻效应等半导体标准化基础研究予以适当倾斜,进一步激发相关企业、科研机构等在半导体领域加强重要标准研制、注重标准化基础研究、参与国际标准化活动的积极性,筑牢半导体标准化技术底座。

3.5 加强标准化专业人才培养

针对半导体产业标准化需求多样性特点,构建涵盖标准研制与实施、标准化管理、国际标准化等多层次的人才培养模式,在半导体设备、软件、平台、服务等方面探索培养一批半导体标准化领军

人才,促进标准化人才体系相互融通。完善标准化领域职业技能培训和水平评价机制,围绕半导体产业链标准化专业能力较为薄弱的环节,进一步提高标准化从业人员的职业技能水平,夯实科研人员标准化专业基础。

3.6 积极促进标准实施应用

积极推动在半导体产业政策制定时引用标准,通过标准的实施支撑产业管理和质量监管,综合运用认证认可、监督检查、市场准入、行业采信等手段,推动重要标准的推广应用。围绕集成电路、消费电子、光伏、照明、电源转换等重要领域应用成体系开展标准实施效果评估,健全标准实施信息反馈机制和渠道,及时掌握标准实施范围、效益和存在的不足,快速更新不适用的标准技术内容。

3.7 加快标准国际化工作步伐

围绕我国半导体产业战略布局和需求,支持科研机构开展国际化相关理论、方法、规则研究,积极参与相关国际组织的标准化工作,提升

我国在该领域国际化发展的影响力。积极跟踪国际标准制修订动态,同时根据我国技术和产业实际需求,加大国际标准转化力度,进一步提升我国标准与国际标准一致性程度。积极承担业内具有较大影响力的国际组织相关标准化活动、技术机构职务、秘书处等工作,支撑我国具有产业优势、技术特色的技术标准转化为国际标准。

4 结 语

展望未来,半导体仍会是国际竞争的热点领域,主要经济体在该领域标准化工作中持续发力,争夺技术、标准的制高点。做好半导体领域标准化工作是一项系统工程,需要强化顶层规划和多方面的统筹协调,在标准制定、实施方面加强引导,还需要注意与计量、认证认可、检验检测的工作协同,全面提升标准化工作效能,从而更好发挥标准实施效益,支撑产业高质量发展。

参考文献

- [1] 求是网.国家中长期经济社会发展战略若干重大问题[EB/OL].(2020-10-31)[2025-03-10].http://www.qstheory.cn/dukan/qs/2020-10/31/c_1126680390.htm.
- [2] 曾繁华,吴静.自主可控视角下中国半导体产业链风险及对策研究[J].科学管理研究,2021,39(1):63-68.
- [3] 孙宇宁,王静雅,于钢.日本半导体行业技术创新和贸易战略研究[J].标准科学,2024(8):129-132.
- [4] 蔡蔚,孙东阳,周铭浩,等.第三代宽禁带功率半导体及应用发展现状[J].科技导报,2021,39(14):42-55.
- [5] 孙天昊,郝碧榕.中美欧芯片产业链竞争优势比较研究[J].中国物价,2023(7):49-52.
- [6] 秦耳.国产28nm、14nm芯片量产将满足大部分市场需求[J].数字经济,2021(5):92-96.
- [7] 薛澜,魏少军,李燕,等.美国《芯片与科学法》及其影响分析[J].国际经济评论,2022(6):9-44.
- [8] 杨忠,巫强,宋孟璐,等.美国《芯片与科学法案》对我国半导体产业发展的影响及对策研究:基于创新链理论的视角[J].南开管理评论,2023,26(1):146-160.
- [9] 求是网.“揭榜挂帅”激发无限创新活力[EB/OL].(2021-03-16)[2025-03-10].http://www.qstheory.cn/dukan/qs/2021-03/16/c_1127209264.htm.