

中国半导体设备行业发展研究

——基于美国出口管制视角

张希颖 王艺环 吴佳钧 李涵 王超杰 宋雨

摘要：本文通过对美国出口管制具体内容展开叙述，并基于我国半导体设备发展现状，指出美国出口管制对我国半导体设备行业在企业受处罚因素、供应链、企业发展、技术进步四个方面可能会面临的问题，并提出相应的对策建议。

关键词：美国出口管制 半导体设备 技术外溢 供应链

一、引言

2014年6月，国务院印发《国家集成电路产业发展推进纲要》，阐述了我国集成电路发展现状与形势，制定了相应的保障措施，由此可见国家对于我国集成电路发展给予高度重视，而半导体相关检验、筛选、制造设备又是开发出高质量集成电路的保障，因此对半导体设备展开研究，对于加快我国集成电路追赶和超越的步伐，努力实现集成电路产业跨越式发展具有重要意义。

2020年中国大陆的半导体制造能力占全球的15%，在尖端半导体领域技术落后，与中国半导体设备需求量与有限设备供给能力形成巨大反差，结果是我国只能大量依靠国外进口满足国内需求。但美国新实施的出口限制声明中，明确提到把半导体设备和其他先进技术加入到出口管制清单中，对华出口管制范围与内容进一步扩大。而美国半导体设

备制造水准在全球位于首位，并且从全球半导体设备供应量来看也几乎由美国垄断，美国对华更严格的出口管制内容，会让我国半导体相关企业发展受阻。因此，在美国对我国实施高科技出口限制背景下，研究美国出口限制对我国半导体设备发展的影响，具有非常重要的意义。

二、美国出口管制基本内容

(一) 扩大出口管制内容与管制范围

2020年10月15号，美国商务部工业安全局(BIS)宣布将六项新兴技术添加到《出口管理条例》(EAR)的商务部管制清单(CCL)中，出口管制内容进一步增加。过去该协定出口限制的对象，以常规武器及部分机床等为主，此次管制对象新追加了可转为军用的半导体基板制造技术及被用于网络攻击的军用软件

表1 BIS新增管制清单具体内容

2020年10月15号BIS最新添加到CCL中的六项新兴技术	混合增材制造 / 计算机数控工具
	特定的计算光刻软件
	用于为5nm生产精加工晶圆的某些技术
	有限的数字取证分析工具
	用于监测电信服务通信的某些软件
	亚轨道航天器

表2 BIS行政处罚措施的主要内容

处罚形式	处罚内容
警告通知书	出具警告信函
行政处罚	OEE结合裁量因素，确定“基准罚款金额”，进行罚款
其他行政制裁措施	1. 变更、暂停或撤回许可证、禁止出口、禁止执业(如相关律师、会计、顾问、货运代理或其他人员以代理的身份行事的)或作为和解条件之一 2. 要求被调查对象必须为员工提供合规培训 3. 内部审计或接受第三方审计

数据来源：美国商务部。

等。不仅如此，美国出口管制法律对于高新技术“出口”这一术语进行了新界定，包括出口、再出口、转卖、视为出口等概念，进一步扩大了出口范围管制。

（二）新增违反出口管制的行政处罚措施

美国商务部下设的产业和工业安全局颁布实施了《行政案件处罚指引》，其中新增的行政处罚措施主要包括警告通知书、行政处罚、其他行政制裁措施等三个方面内容。

《行政案件处罚指引》同时规定，自我报检和主动披露可以减轻处罚，同时对于初犯者审裁处可考虑降低基准刑罚数额，但降低比例不得超过 25%。如果违反出口管制还涉及刑事责任，也可就与出口管制执法有关的刑事罪行，将调查提交美国司法部起诉。

（三）提高美国出口审查制度稳定性

根据 2018 年 8 月 13 日《美国出口管制改革法案》（ECRA）规定，当 ECRA 正式生效实行后，于 1979 年实施的《出口管理法》（EAA）和美国商务部制定的 EAR 相关的法规、行政令、行政许可等将继续生效，为美国出口管制提供了永久的法律基础。这同时也解决了早在 2001 年 EAA 终止到期后，只能基于《国际紧急经济授权法》（IEEPA）依靠总统通过行政命令和“年度延续通知”对 EAR 进行重新授

权来临时延期美国出口管制相关规定。ECRA 凭借其长期有效性，使得美国现行出口管制法律和管制措施更稳定、明确、可预测，但也意味着与美国有相关物项贸易往来的国家将会进入有史以来最严格、范围最广出口管制时代。

三、中国半导体设备发展现状

（一）半导体设备供需不平衡

据国际半导体设备与材料协会（SEMI）数据显示，2013-2020 年中国半导体设备市场需求规模持续增长，2019 年中国大陆半导体设备市场规模达到 134.5 亿美元，同比增长 2.6%；2020 年达到 187.2 亿美元，比上年增长 39%。即使在疫情下，我国半导体设备需求规模依然不断扩大。

但我国半导体设备行业刚处于起步阶段，部分半导体设备国产化率处于较低水平。长江存储项目初期的成膜设备国产化率约为 2%-3%；量测设备的国产化率约为 1%-2%；光刻机、涂胶显影、测试、研磨抛设备的国产化率几乎为 0。在美国出口管制下，我国不断扩张的市场需求规模与国产化水平不足导致的我国供需不平衡问题更加突出。

（二）半导体设备发展结构不平衡

2018 年中国半导体设备主要集中在前道制程设备，其比重为

78%，测试设备占比为 10%，封装设备比重约为 7%。根据中国大陆海关数据显示，2020 年 1-11 月，中国大陆半导体设备行业整体进口金额达到 168.6 亿美元，前道半导体制造设备的进口金额达到 127.3 亿美元，同比增长 38.4%；晶圆制造设备进口达到 7.8 亿美元，同比下降 17.8%；封装辅助设备的进口达到 33.5 亿美元，同比增长 9.4%。这表明我国半导体设备发展结构失衡明显。

（三）国内半导体设备企业规模较小

据中国电子专用设备工业协会数据显示，2019 年中国半导体设备 TOP10 企业共完成销售收入 143.43 亿元，排列首位的浙江晶盛机电公司销售收入达到 28.86 亿元，其次为北方华创科技公司，为 28.42 亿元。但我国半导体设备企业规模仍处于较低水平，设备需求多依赖于国外进口。从企业性质来看，这 10 家企业中只有 1 家企业是国有控股，其他 9 家是民营企业。在 2020 年全球前十半导体设备厂商当中，都是美国、日本、荷兰厂商。这些均表明我国半导体设备企业规模较小。

四、美国出口管制下中国半导体设备行业面临的问题

（一）企业受处罚因素增加

BIS 通过一些裁量因素对企业受处罚程度进行评定，既可能

让违法企业从重处罚，也可能从轻处罚。当 OEE 认定企业违反了出口管制条例，对于情节严重、案件性质恶劣的企业将处以最高 100 万美元罚款，以及相关企业法人可能会面临长达 10 年监禁。但 OEE 也会考虑违反企业是否采取补救措施，是否积极配合 OEE 调查，是否可获得许可证等三方面。若企业符合以上三点之一，OEE 将会考虑降低罚款金额，但降低比例不会超过 25%。对于新细化的处罚因素、处罚措施，让中国与美国相关物项贸易往来的企业如履薄冰，稍有闪失就会遭受巨额处罚以及监禁。如何让中国企业在美国出口管制新规下良性运营，减少处罚风险是中国企业急需解决的问题。

（二）半导体设备行业供应链受冲击

美国出口管制政策使我国半导体设备行业海外供应链面临被切断风险。我国半导体设备主要依靠外国厂商提供，全球前十大半导体设备企业基本上来自美国、日本、欧洲，而包括中电科集团、晶盛机电等企业在内的中国半导体设备企业规模普遍较小，且大部分在光伏、LED 领域占比较高，并不涉及集成电路核心生产设备光刻机，所以国内半导体设备行业对海外供应链具有严重的进口依赖。2020 年 4 月 28 日，路透社报道美国出台并实施新一轮针对半导体设备的出口管制，这就意味着美国以国

家安全之名，针对我国半导体设备企业加大了出口管制力度。事实上，近几年美国联邦政府一直在出台有意针对中方企业的限制政策，不断阻碍我国对半导体设备从美国及“长臂管辖权”范围内其他国家的引进。在我国半导体设备严重依赖进口的行业背景下，美国愈演愈烈的出口管制给我国半导体设备行业供应链带来破裂风险。

（三）企业发展资金受限

资金是企业发展的的重要因素之一，制造半导体设备的民营企业如果没有得到充足的资金支持，将面临破产风险。而美国 2018 年生效的 ECRA 和《外国投资风险审查现代化法》（FIRRMA）不但在 ECRA 中进一步强化技术出口管制，而且还建立了外资安全审查制度与技术出口管制制度的联动关系，从而形成对中国相关企业投资领域的封锁。这样既限制了外国投资者的资金流入，又影响了国内投资者的心理预期，使相关行业的上市公司股价大跌。以中芯国际为例，在美国出口管制影响下，当天开盘和收盘差价跌逾 7%。因此如何恢复投资者的信心，鼓励民间资本介入和加强资金支持也是发展半导体设备的重点。

（四）企业获取技术渠道受限

美国商务部以国家安全和外交利益为由，通过推出各种出口管制法案和政策，对华实施技术封锁，导致我国半导体设备企业

获取技术渠道受限，主要包括商品进口和技术引进两个方面。一是美国出口管制限制了我国大多数半导体设备进口贸易，使我国获取技术渠道减少。二是美国对华产品出口限制的同时，还伴随着高技术出口阻断。半导体高技术领域的知识产权和技术转让都将中断发展，或者另起炉灶，或者技术路线实现突破，否则永远受制于美国。虽然中国半导体制造设备并非完全依赖美国，但美国通过出口管制多边机制，施压其盟友对中国实施“围堵”。一系列更高端化管制致使半导体设备行业技术外溢渠道变窄，且除美国外其他的替代技术源欠缺，这将进一步减少我国半导体设备行业技术外溢，严重遏制中国半导体设备行业技术进步。

五、促进中国半导体设备行业发展的对策

（一）建立企业合规体系

在美国出口管制体系下，中方企业为能够健康发展，需要对美国出口管制下有关行政处罚措施和裁量因素进行全面了解，尽快建立健全企业自身出口管制合规体系，将出口管制合规管理纳入日常业务中。能够准确判断和反映中美贸易往来时可能存在的出口管制合规风险和预警因素，并对存在可能的违规情况提供有效的证据进行自我检查和自我纠正。同时，在企业可能面临美国

出口管制处罚风险时,应立即寻求外部律师的帮助和专业建议,并及时检视和梳理风险,采取美国法律鼓励的自我检举和主动披露、及时补救和积极配合调查等对减轻处罚有积极帮助的应对措施,争取避免遭受美国方面的严厉处罚。

(二) 优化国内外供应链结构

面对我国半导体设备行业严重进口依赖与美国出口管制的两难困境,我国企业应在国内大力培育本土供应商,同时在国外加强国际产能合作。国内方面,在现有高新技术产业园区的基础上,基于比较优势建立园区内企业专业分工机制,利用引导企业间相互合作竞争、加强“产学研”合作等方式,加速我国半导体设备行业 R&D 中心自主研发成果转化落实,积极进行高新技术产业集群发展转型,从产业聚集转型为创新聚集,逐步形成我国国内半导体设备行业本土产业链。国外方面,我国应积极寻求与欧盟国家贸易合作可能性,欧盟国家对美方具有牵制作用,荷兰、德国、法国等国家均有可能成为我国半导体设备进口的稳定贸易伙伴。另外,我国应以实际行动抵制美国单边贸易保护主义,不断在国际平台中发声表明开放立场,加强与其他国家自由贸易往来与技术交流,重新搭建我国半导体设备行业海外供应链。

(三) 拓宽融资渠道

半导体设备的发展除了国

家的财政支持之外,仍需要大量的民间资本介入。但是由于部分半导体设备的制作要求高,专业性强和周期性明显,造成商业银行、证券公司等金融机构进入门槛高。这些金融机构必须了解半导体产业发展规律,积极探索与半导体设备行业的合作点。如银行可以进行政策性倾斜,对北方华创、中微公司等这样的龙头企业放宽贷款条件,为相关企业尤其是 IC 设备和光刻设备设置专门的融资渠道。另外政府可以建设相关设备专项基金和地方基金,充分发挥基金在全产业链布局的优势,加强基金所投企业间上中下游的结合和提高产品设备的资金周转率,为本土半导体设备企业发展提供更多资金支持。

(四) 挖掘本土技术潜力

随着半导体设备性能不断优化、信息传递更快,为半导体设备企业提供了机遇,这也令其他与半导体设备行业有联系的企业注意到新的增长点。由此,我国半导体设备企业在攻克半导体核心设备的同时,可以开发并充分利用有限的资源,开拓细分市场,积累一些基础专利和核心专利,提高每个细分领域的生产效率,着力发展新的增长点。拥有一些高科技含量专利可以为其他竞争公司建起技术壁垒,并成为半导体设备细分市场的潜力股。半导体设备产品新细分市场上,企业可以利用不同的技术或新功能进行技术创新,确立自己的本

土核心技术优势,占据一定的市场份额,为中国半导体设备行业提供技术保障,在国际半导体设备行业获得竞争优势。■

参考文献:

- [1] 吕文栋,林琳,赵杨,钟凯. 美国对华高技术出口管制与中国应对策略研究[J]. 科学决策,2020,(08).
- [2] 李广建,王锴,张庆芝. 基于多源数据的美国出口管制分析框架及其实证研究[J]. 数据分析与知识发现,2020,4(09).
- [3] 姜辉. 美国出口管制与中国高技术产业全球资源配置风险[J]. 中国流通经济,2020,34(07).
- [4] 刘馨阳,许实清,郑丽香,聂国健. 美国电子元器件出口管制体系对我国的启示[J]. 电子产品可靠性与环境试验,2020,38(03).
- [5] 张逸. 降低企业受美国出口管制法规掣肘的风险[J]. 上海企业,2020,(06).
- [6] 李峥. 美国推动中美科技“脱钩”的深层动因及长期趋势[J]. 现代国际关系,2020,(01).
- [7] 徐程锦. 美国的十大经贸法律武器与中国的对策[J]. 人民论坛,2019,(05).

(作者单位:河北经贸大学)

责任编辑:张莉莉