

Revisions to U.S. Export Control Rules for Chip Manufacturing Equipment: A “Boost” for the Incoming Trump Administration to Protect U.S. Tech Security and Leadership

Author: YUAN, Shuaiqi

2024年12月2日，美国商务部工业与安全局（Bureau of Industry and Security, BIS）公布《临时最终规则：增加外国直接产品规则，对先进计算和半导体制造物项管控的优化》（《临时最终规则》），对美国《出口管理条例》（Export Administration Regulations, EAR）进行了修订。本次《临时最终规则》的修订通过新增对24种半导体制造设备和3种用于开发或生产半导体的软件工具的管制、对高带宽内存（high bandwidth memory, HBM）的管控、新增两项外国直接产品规则，以及增列140个实体至实体清单等，旨在减缓中国先进人工智能的发展和试图遏制中国对本土半导体生态系统的发展。本次《临时最终规则》的多数规则（包括对于新的外国直接产品规则的合规要求）于12月31日生效。关于实体清单的增列、红旗行为更新以及有关软件密钥的管控措施于12月2日生效。

本次《临时最终规则》预计将成为拜登政府为限制向中国销售先进芯片和芯片设备而采取的最后重大举措之一，是即2022年10月开始大幅修改针对中国的先进芯片出口管制规则，并于2023年10月和2024年4月更新后的又一次较为系统的、有针对性的遏制中国先进制程半导体生产能力的管控。美国商务部部长雷蒙多表示，拜登政府领导下的商务部“在使用出口管制措施方面是最积极的”，她相信他们为即将上任的特朗普政府留下了一份蓝图，供其制定自己的半导体相关国家安全控制方法。“我们让BIS比以往任何时候都更强大、更具战略性、更有效，”新规则“为一届政府奠定了基础，以继续保持维护美国技术安全和领导地位所需的重要助力”。

相较于第一届特朗普政府主要为交易型、以事件驱动、以公司为中心的出口管制措施的应用，如针对华为和中芯国际等实体的实体清单增列，拜登政府制定了“小院高墙”战略，旨在精确定位和限制中国获取对中国军事和监视能力最有利的特定技术。即将上任的特朗普政府在第二任期可能会选择比拜登政府更为灵活的方式实施出口管制措施，但是也不排除会进一步扩大拜登政府的“小院高墙”这一战略，并继续试图说服盟友和合作伙伴也采取同样措施。

中国政府也针对本次美国出口管制措施域外效力的进一步扩大迅速作出反击。2024年12月3日中国商务部发布2024年第46号《关于加强相关两用物项对美国出口管制的公告》（《公告》）。本次的措施加强了2023年8月采取的矿产出口贸易管制措施，并且仅适用于美国市场。

小文针对本次《临时最终规则》的重大修改以及中国政府的反制措施，作如下浅析。

一、新增对HBM的出口管制

由于HBM作为一种高级存储器，对大规模人工智能训练和推理起到关键作用，并且也是先进计算集成电路的关键组成部分，因此BIS在本次《临时最终规则》中修订《商业管制清单》（Commercial Control List, CCL）：在ECCN3A090.c中，针对具有特定内存带宽密度（memory bandwidth density）的HBM堆栈（stacks）新增基于“区域稳定”理由适用的许可证管控措施，即，出口到EAR第740部分1号补编D:5国家组（包括中国）与澳门适用许可证措施。另外，HBM也适用新的“半导体生产设备（Semiconductor Manufacturing Equipment, SME）”外国直接产品规则，即，非美国生产的列入ECCN 3A090.c的HBM如符合EAR§734.9(h)高级计算外国直接产品（Foreign Direct Product）规则规定的范围，则也将受到EAR的许可证要求。

根据新增的技术注释的定义，“内存带宽密度”是指，封装（package）或堆栈的内存带宽（以GB/秒为单位）除以封装或堆栈的面积（以平方毫米为单位）。当堆栈包含在封装中时，应使用封装设备的内存带宽和面积对物项进行计算。《临时最终规则》设定的管控阈值为内存带宽密度每秒每平方毫米2GB（GB/s/mm²），参数大于该阈值的HBM将受到管控。BIS指出，目前所有正在生产的HBM堆栈均超过这一阈值。并且，HBM还包括动态随机存取存储器集成电路（dynamic random access memory integrated circuits），无论其是否符合HBM的JEDEC标准（联合电子设备工程委员会，Joint Electron Device Engineering Council，简称JEDEC，JEDEC制定并发布

HBM内存标准)。只要动态随机存取存储器集成电路的参数超过上述阈值,就适用ECCN3A090.c的管控。

ECCN3A090.c主要针对作为独立商品出口、再出口或进行国内转移的HBM,并且ECCN3A090.c包括永久固定在“被设计为控制接口并集成了物理层(physical layer, PHY)功能的逻辑集成电路”上的HBM。但是,ECCN3A090.c的管控范围不包括共同封装(co-packaged)的且主要功能为具有处理(processing)性能的共同封装集成电路,即使共同封装的集成电路同时具备HBM和逻辑功能。如果HBM被集成到集成电路或更高级别的商品(例如计算机或电子组件)中,则ECCN3A090.a、.b、4A090.a或.b或相应的.z管制可能会对含有HBM的物项实施管制。

另外,对于ECCN3A090.c被纳入另一种商品的情形,还有一项特殊规定:如果该商品不属于一般命令第4号(d)(2)(i)段规定的产品范围(除本次新增的ECCN3A090.c之外,原产品范围包括ECCN3A001.z、3A090.a、3A090.b等),则该商品将被一般命令第4号授权在任何目的地使用;如果该商品属于(d)(2)(i)段规定的产品范围,则这些物品的最终的使用,需要发生在国家组D:1、D:4或D:5(不包括国家组A:5或A:6)中所列目的地以外的目的地,并且由总部或其最终母公司总部不在澳门或国家组D:5中所列目的地的实体使用,才能适用授权。上述ECCN3A090.c相关的一般命令授权有效期截止2026年12月31日。

《临时最终规则》在EAR§740.25中新增许可证例外HBM。但该许可证例外仅适用于总部设在美国或国家组A:5所列目的地的出口商、再出口商和转移商,并且其最终母公司的总部不能在澳门或国家组D:5所列目的地。同时,为满足新增的许可证例外HBM,除了符合上述前提条件,出口、再出口和(国内)转移还面临如下限制:(a)HBM的内存带宽密度需小于3.3GB/s/mm²;(b)出口、再出口或转移至澳门或国家组D:5所列目的地的3A090.c物项,必须由共同封装的设计者直接购买;(c)为防止转用,3A090.c物项必须被直接运送到封装站点(packaging sites),对于总部在不同国家和地区的封装站点,可能适用对物项流转、文件保存和技术阈值的进一步要求。

二、新增两项外国直接产品规则

(1) 脚注5实体清单实体的外国直接产品规则

《临时最终规则》对实体清单上被指定为脚注5的实体实施一项新的外国直接产品规则。脚注5实体被增列的原因主要涉及国家安全或外交政策问题,例如通过生产先进节点集成电路参与支持中国的军事现代化。具体而言,如果出口商、再出口商或转移商“知悉”(包括有理由知悉):(a)这些外国生产的有关物项将被纳入由脚注5实体生产、购买或订购的任何“部件”、“组件”或“设备”中,或(b)任何脚注5实体是涉及这些外国生产的商品的交易的一方,则需要获得许可证。

该项外国直接产品规则所管控的商品与半导体生产和相关活动有关。所适用的外国直接产品的美国原产技术与软件的范围为:(a)以下技术或软件的直接产品:ECCN3D001(针对3B商品)、3D901、3D991(针对3B991和3B992)、3D993、3D994、3E001(针对3B商品)、3E901(针对3B903)、3E991(针对3B991和3B992)、3E993或3E994;(b)由位于美国境外的完整设备或设备的“主要部件”生产,且该完整设备或“主要部件”无论是在美国还是在外国制造,其本身属于以下美国原产技术或软件的直接产品:ECCN3D001(针对3B商品)、3D901、3D991(针对3B991和3B992)、3D992、3D993、3D994、3E001(针对3B商品)、3E901(针对3B903)、3E991(针对3B991和3B992)、3E992、3E993或3E994;(c)包含由位于美国境外的完整设备或设备的“主要部件”生产的直接产品,完整设备或设备的“主要部件”的范围同(b)项。且,外国生产的直接产品为如下物项:3B001(3B001.a.4, c, d, f.1, f.5, g, h, k to n, p.2, p.4, r除外)、3B002(3B002.c除外)、3B903、3B991(3B991.b.2.a至3B991.b.2.b除外)、3B992、3B993或3B994。

(2) 半导体制造设备(SME)外国直接产品规则

《临时最终规则》规定,如果“知悉”涉及国家安全的某些外国生产的商品将运往澳门或D:5国家组所列目的地,则可能适用SME外国直接产品规则。外国生产的商品属于以下其中一项:(a)为3D992或3E992规定的技术或软件的直接产品;(b)外国生产的商品由位于美国境外的完整设备或设备的“主要部件”生产,且该完整设备或“主要部件”无论是在美国还是在外国制造,其本身属于以下美国原产技术或软件的直接产品:ECCN3D001(针对3B商

品）、3D901、3D991（针对3B991和3B992）、3D992、3D993、3D994、3E001（针对3B商品）、3E901（针对3B903）、3E991（针对3B991或3B992）、3E992、3E993或3E994；（c）包含由位于美国境外的完整设备或设备的“主要部件”生产的直接产品，完整设备或设备的“主要部件”的范围同（b）项。且，外国生产的直接产品为如下物项：ECCN3B001.a.4、c、d、f.1、f.5、k至n、p.2、p.4、r或3B002.c的外国生产的商品。

三、《商业管控清单》的修订

除上述新增的ECCN3A090.c对HBM的管控之外，《临时最终规则》对CCL作出了其他多项修订，共新增了6项新的ECCN编码。有关修订主要对以下物项实施新的管制：生产先进节点集成电路所需的半导体制造设备，包括某些蚀刻、沉积、光刻、离子注入、退火、计量和检测以及清洁工具；以及开发或生产先进节点集成电路的软件工具，包括某些可提高先进机器生产率或允许较低端的机器生产先进芯片的软件。具体而言，该等新增的ECCN编码所管制的物项，目前基于反恐（AT）、区域稳定（RS）或国家安全（NS）原因进行管制，根据不同管制原因和具体ECCN，出口、再出口或（国内）转移至EAR第738部分1号补编反恐表1（AT Column 1）所列目的地、澳门或D:5国家组目的地、或某些情况下出口相关物项至全世界，适用出口管制的许可证要求。

具体修订内容如下表所示。

对原有 ECCN 的修改	
ECCN 编码	修改内容
3B001	3B001.a.2 中新增 “氧气” 相关内容；3B001.a.4 更新外延材料清单、更新相关参数；新增蚀刻设备相关的 3B001.c.3、3B001.c.4；澄清 3B001.d.3；更新 3B001.d.4 和 3B001d.12 的描述；更新 3B001.d.5、3B001.d.14 参数；删除 3B001.d.11、3B001.d.16；新增沉积设备相关的 3B001.d.17、3B001.d.18、3B001.d.19、3B001.d.20；更新 3B001.e.1、3B001.f.1.b 范围；新增 3B001.f.5 光刻设备；删除 3B001.o；新增清洗设备相关的 3B001.p.4；新增 EUV 图案成型相关的 3B001.r。
3B002	从某些许可证要求中删除了 3B002.b。此外，3B002 的相关控制中增加了 3B993。
3B991、 3B992	将 3B993 和 3B994 添加到 ECCN 3B991 或 3B992 管制的设备中。
3D002	取消了 3D002 许可证要求中之前添加的 SME，并对其进行修订。
新增的 ECCN	
ECCN 编码	管控内容
3B993	能够进行先进节点集成电路生产的物项。7 种物项被从原 3B001 中移至 3B993；BIS 另新增几项管制，包括离子注入设备、蚀刻设备、沉积设备、光刻设备、退火设备等。
3B994	可支持先进节点集成电路生产的物项。包括离子注入设备、高能量低电流系统等。
3D992	特定 SME 软件。
3D993	用于开发或生产 3B993 所列商品的软件等。
3E992	生产或开发 3B001 和 3B002.c 中某些物项的技术。
3E993	用于开发或生产 3B993；提高受管制的光刻设备生产率的相关技术。

四、新增红旗警示

红旗（Red Flags）行为，是指出口目的地可能是不当最终用途、最终用户或目的地的交易。《临时最终规则》在EAR第732部分3号补编“BIS了解您的客户（know your customer）指南及红旗”一章新增8个红旗行为，以协助各方及时识别风险。目前，BIS一共列举

了27个红旗行为，包括本次新增的8个红旗行为，共13个红旗行为针对中国出口先进芯片以及有关设备的管制。本次新增的红旗行为如下：（1）非先进制造工厂订购专为先进节点集成电路生产而设计的设备（例如，EAR§742.4(a)(4)所列ECCN），而以该工厂技术水平，并不需要这些设备；（2）出口商、再出口商或转移商收到的订单的最终所有者或用户不确定；（3）出口商、再出口商或转移商收到与某项物项相关的订单或请求，该物项需要相关许可证，而该物项的许可证历史存在不确定性（例如许可证审查政策为推定拒绝）；（4）出口商、再出口商或转移商收到请求，要求对某件在出口、再出口或转移后被第三方改装的物项提供服务、安装、升级或其他维护，而相关改装情况使该物项可被用于更高级的最终用途，且在相关目的地使用通常需要申请许可；（5）出口商、再出口商或转移商收到新客户的商品或服务请求，该新客户的高级管理层或技术领导为实体清单实体；（6）出口商、再出口商或转移商收到新客户提出的请求，要求提供为现有或以前的客户设计或修改的商品或服务，而该客户现已被列入实体名单；（7）在分析脚注5和SME外国直接产品规则的范围时，如果外国生产的物项符合EAR§734.9(e)(3)(i)或§734.9(k)(1)中的相关3B类ECCN中的描述，并且包含至少一个集成电路，则可能表明该外国生产的物项符合适用外国直接产品规则的产品范围；以及，（8）最终用户是与生产先进节点集成电路的设施物理连接（例如通过桥梁、隧道与另一栋建筑物相连）的设施。

五、新增实体清单实体

在发布本次《临时最终规则》对EAR进行修订的同时，BIS同步于实体名单中增加了140个实体，其中136个为中国企业。本次BIS增列的实体中，大多数中国实体因协助开发或生产用于军事最终用途的集成电路被增列，其获得所有受EAR管辖的物项都必须取得许可证，并适用推定拒绝的许可证申请审查政策。对于某些涉及支持在实体清单所列实体的设施生产先进节点集成电路、开发用于军事最终用途的先进节点集成电路等活动的实体，BIS将其指定为脚注5实体，它们将额外适用如上所述脚注5外国直接产品规则的有关限制。具体而言，本次被增列的实体涉及：

- 三家涉及参与投资半导体领域的投资机构：BIS将其增列实体清单的理由为，这三家投资机构参与协助中国政府收购具有敏感半导体制造能力的实体，并计划将被收购实体迁移至中国，以协助实现半导体制造生态系统的本土化。而这些被收购的实体对美国及其盟友的国防工业基础至关重要。
- 七家微电子公司、集成电路设备公司以及软件和信息技术公司：与先进节点制造设施共同开发光刻技术以生产用于军事最终用途的芯片。
- 四家半导体测试设备公司：有可能将原产于美国的物项转移给实体清单上的各方，包括在中国军事现代化中发挥重要作用的实体。

对于以下实体，BIS将其指定为脚注5实体：

- 一家半导体制造公司：有很大风险将参与先进节点集成电路开发或生产。
- 十家集成电路、半导体科技公司、设备制造商：可能协助华为实现其自主生产先进节点集成电路的目标，以支持其军事现代化。
- 两家集成电路技术公司：已经获取或试图获取美国的工具或部件，可能支持在实体名单实体的设施生产先进节点集成电路。
- 两家集成电路创新、技术型机构：协助开发或生产军事用途的集成电路，并参与开发或生产先进节点集成电路的活动。
- 一家微电子研究所：支持中国先进节点集成电路和军事现代化努力，包括为军事最终用途开发或生产先进节点集成电路以及与实体名单上的各方合作。

另外，BIS还对此前已经被增列实体清单的7家集成电路制造相关的公司新增脚注5，以进一步限制其获取支持先进节点集成电路生产的相关物项。

六、中国政府的反制措施

2024年12月3日，在美国商务部发布《临时最终规则》修订EAR以加强半导体相关管制一天后，中国商务部迅速作出反击，发布2024年第46号《公告》。《公告》宣布：（1）禁止对美国军事用户或军事用途出口两用物项；（2）原则上不予许可镓、锗、锑、超硬材料相关两用物项对美国出口；（3）对石墨两用物项对美国出口，实施更严格的最终用户和最终用途审查。

本次的措施加强了2023年8月采取的矿产出口贸易管制措施，并且仅适用于美国市场。2023年7月时，中国商务部曾发布海关总署公告2023年第23号《关于对镓、锗相关物项实施出口管制的公告》，对镓、锗相关物项实施出口管制，未经许可不予出口。本次中国商务部所限制和禁止出口的上述物项具有包括军事用途在内的广泛用途。

中国是全球最大的镓和锗来源国，镓和锗可用于半导体和其他电子产品，并且锗还可用于红外技术、光纤电缆和太阳能电池等领域。锑可用于制造子弹和其他武器，而石墨是电动汽车电池的重要构成材料。根据美国地质调查局于2024年11月发布的报告，2023年中国对镓、锗相关物项实施的限制措施导致的进口量减少，对美国市场所造成的经济损失主要集中于半导体设备制造业，约占净损失的40%以上。如果全面禁止出口，镓价格可能上涨150%以上，锗价格可能上涨26%。根据路透社12月4日的最新报道，对于中国商务部的行动，白宫发言人表示，美国正在评估新的限制措施，并将采取“必要措施”予以应对，但没有透露进一步的细节。