

评美国审计总署对中国半导体工业 实施出口限制的建议*

冼国明 张岸元

(南开大学跨国公司研究中心 天津 300071)

摘要：半导体工业在产业链中具有独特地位；该技术在军事领域的应用前景引人瞩目。美国审计总署认为近年来中美两国在半导体核心技术方面的差距已经大大缩小，以至于对美国的安全利益造成了威胁，建议对该领域的对华出口政策进行必要调整。针对这一观点，本文认为：该行业的技术特征决定了中国半导体工业的发展仍然十分有限，在军工方面的应用前景更不明朗；同时，即使中国在该领域的发展对美方形成潜在威胁，美方对此也无能为力。

关键词：半导体；出口限制；中美关系

中国分类号：F **文献标识码：**A

引言

1992年以来，外国在华直接投资无论是在数量上，还是在质量上都取得了长足的进步。除了传统劳动密集型产业之外，一些资本、技术密集型产业的外国直接投资发展迅猛；大型跨国公司越来越倾向于将产业链中最具增值力、最不可或缺的部分转移到中国来。其中，国际半导体工业的在华投资极为引人注目。着眼于中国庞大的商用半导体市场¹，在国内相关产业政策以及各级、各类投资优惠措施的鼓励下，外商在华企业的半导体生产规模急剧扩大，在核心技术方面与国际先进水平的差距迅速缩小。

正如中国在其他领域取得的所有进展一样，我国半导体工业的发展，引起了美国少数人的高度紧张。他们认为，先进的半导体制造技术属于敏感的军民两用技术，这种技术在中国的转移扩散，对美国的国家安全造成了潜在威胁。因此主张通过各种手段，对中国半导体行业的发展，实施力所能及的限制。为此，2002年2月，美国审计总署向参议院政府事务委员会主席提交了名为《出口限制：美国急需就中国半导体产业快速发展作基本政策评估》的报告，该报告集中了美国有关方面对这一问题的观点。

一、美方的观点

该报告全文约两万三千字。为完成这份报告，作者在华盛顿、北京走访了学术界、业界、情报部门以及商务部、国防部、国务院等各方面专家；与中国主要半导体生产厂商进行了接触；在专业技术方面咨询了美国主要的半导体研究机构。对台湾的相关机构也进行了访问。

在此基础上，报告首先认为，自1986年以来，得益于外国直接投资，中国与美国在半导体制造技术方面的差距迅速缩小。如果从芯片的特征尺寸(feature size)上看，“中国的先进制造能力已经能够生产与当前商用顶尖水平差距不到一代的芯片”²。虽然美国有关出口管理部门宣称，这一领域通常的惯例，是通过对华出口审批，在半导体的生产方面使中国保持与世界顶尖水平落后两代的水平，但是由于现有对华出口限制体制“模糊而多变”³，

* 感谢上海社科院世界经济研究所黄仁伟教授、浦东美国经济研究中心王国兴研究员。他们慷慨提供了报告的中译本；与他们的交流，深深影响了本文观点的形成。

¹ 按照国际半导体工业协会的估计，2003年，半导体生产设备的市场规模即可达到70亿美元；而到2010年，中国将成为全球第二大集成电路市场。

² 通常认为特征尺寸越小，芯片的技术含量越高。目前世界上最先进的商用半导体特征尺寸为0.13微米，中国最先进的半导体厂商已经可以生产出特征尺寸为0.18微米的芯片。

³ 本文的引文部分，除特别注明，都引自审计总署的报告。

导致业界对于美国出口许可决策的基本过程把握不准。因此，报告建议美国商务部长、国防部长以及国务卿应该对美国向中国出口半导体制造设备和原材料的政策和管理，进行重新评估、备案并修正。

报告接着认为，半导体技术属于敏感的军民两用技术。该领域的技术进步将改进中国的军事工业基础，从而推动中国军事现代化的进程。在对中国的军事现代化纲要进行一系列臆断之后⁴，美方指出，就特征尺寸而言，中国最先进的制造厂已经能够生产比“美国最先进的武器系统所使用的还要先进的半导体”。以此同时，报告也强调，先进的半导体器件仅仅是未来武器系统的一个重要组成部分，中国国防工业的体制存在诸多问题，以至于在将“理论和设计转化为可靠的武器系统方面”存在诸多障碍。报告没有对这些问题详细展开。

文章的最后部分，重点讨论了对中国实施出口控制的可能性。作者意识到对华出口限制将损害美国相关行业的商业利益。同时认为，巴黎统筹委员会解散以后，取而代之的瓦圣纳协定组织（Wassenaar Arrangement）虽然声称关注那些军民两用技术在某些国家的“不稳定积聚”（destabilizing accumulations），但是发挥的作用极为有限。该组织的报告制度不能提供足够的信息，规则中也没有成员国之间“禁止互相拆台（no undercut）”的规定（甚至在成员国中，美国是唯一对中国进行关注的国家）。这样一来，美国单方面实施对华出口限制毫无疑问，其结果只能是导致美国企业眼巴巴地看着竞争对手抢走几乎到手的合同⁵。

作为结论，报告指出，美国现有出口限制体系未能发挥“有效减缓”中国半导体工业现代化进程的作用；有必要对该体制进行重新评估，以便在美国的国家安全与商业利益之间进行权衡。

二、中国半导体业的片面发展及其影响

全面评估一项技术对中美两国经济安全、国家安全的影响，显然超出了本文的能力（或许根本不存在如此重要的技术）。就这份报告而言，我们认为，它基本上对中国半导体工业的发展状况作了客观的描述，只是由于作者偏执的立场及思维方式，导致最终的结论难以令人信服。

自1986年以来，中国确实致力于发展自己的半导体工业，“八五”计划更是明确提出了该行业的发展纲要。但是客观地说，这一领域的“中国民族工业”发展并不尽如人意。一些重要的国有半导体生产企业基本上尚未投产，其产品所使用的技术，就已经被市场淘汰。近年来，国内半导体工业虽然发展迅猛，但真正核心的技术依然掌握在外国厂商手中。这一点从中国最先进半导体制造厂的股权结构上可见一斑：

表一：目前中国最先进的半导体厂商

厂商	建厂年份	特征尺寸（微米）	晶片直径（英寸）	月产量（估计）	股权结构
先进半导体（ASMC）	1988	0.6	5和6	40000	飞利浦（38%）/中方（62%）
上海贝岭	1988	0.8	4和5	13300	阿尔卡特（36%）/中方（64%）
首钢 NEC	1991	0.35	6	8000	NEC（49%）/中方（51%）
摩托罗拉	1996	0.25	8	24000	摩托罗拉（100%）/中方（无）
上海华虹 NEC	1996	0.35	8	20000	NEC（29%）/中方（71%）
上华半导体（CSMC）	1997	0.3	5和6	12000	香港上华（51%）/中方（49%）
宏力半导体	2000	0.25	8	25000	国际资本（100%）/中方（无）
中芯国际	2000	0.18	8	45000	国际资本（100%）/中方（无）

资料来源：美国审计总署提交给参议院政府事务委员会主席的报告，《出口限制：美国

⁴ 美国国防部有关官员称，中国的目标是要突出发展具有“精选技术（pockets of excellence）”性质的技术领域，以便获得在潜在冲突中的“不对称利益”。比如直接使用集成电路的定向阵列雷达等。

⁵ 报告中列出了若干起这类事例，并配有详细的图片。

急需就中国半导体产业快速发展作基本政策评估》，浦东美国经济研究中心编译，2002年7月。

特别是宏力半导体、中芯国际两家公司都是外商独资企业，中方并不拥有股权，外方是背景复杂的国际资本，企业由台湾人负责管理⁶。这些厂商仅仅是作为生产基地设在中国，除了税收、就业，中国从中获得的利益相当有限。

从技术上看，美方的报告显然过分强调了特征尺寸对半导体行业的重要性。据我们所知，外资厂商在华主要从事的是消费类电子产品的专用集成电路（ASIC）生产。这类嵌入式芯片的生产，是在客户、厂家、专业设计服务公司密切协作下完成。首先，由客户提出要求，描述所需功能，以确定设计方案。而后通过“硬件描述语言”（VHDL）确定线路基本状况以及测试、仿真模拟方法。以上这些技术领域进入的壁垒相对较低。再进一步就开始涉及半导体芯片制造的核心技术，大体包括网表制作、版图设计、测试程式开发、流片、晶片测试等过程。最后才是晶片封装、测试、出厂⁷。在整个制造过程中，硬件技术与软件技术缺一不可。没有高水平的软件设计服务作支撑，再先进的半导体制造设备也只能是摆设。而中国恰恰在软件设计与服务领域非常落后。精通相关核心算法、语言的专业人士极度缺乏；几乎无人通晓在中间虚拟环节中，如何为客户处理有关布线、系统优化、测试等事项。

因此，有理由认为，外商在华设立了先进特征尺寸的半导体工厂，并不意味着我们掌握了从设计开发到生产制造的完整的技术路线。近年来，国内的一些风险资本也已经开始和国外的设计公司合作，在中国成立集成电路设计研究机构。但是主要工作还都仅停留在 VHDL 设计之前的阶段，对那些与具体硬件设备结合紧密、经验性强的软件服务，仍然是一知半解。

如果着眼于技术溢出效应，那么在华半导体厂商对中方人力资本队伍的培育或许最具意义。在外资企业中设身处地工作的中方员工，能够获得操作、运营先进半导体工厂的技能和经验。外方为中方雇员提供的必不可少的高级培训机会，也使得中方可以获取一些有价值的专有知识（know-how）。但是这些零散的信息真正汇集成关于半导体制造的系统性知识，还需假以时日。

中国商用半导体产业的片面发展，对军事领域的影响更为有限。商用半导体业的技术进步，可能会提高可用于军事领域的通用可编程逻辑器件的质量，但在复杂的军用定制集成电路生产方面，短期内几乎不会产生什么影响。军用半导体器件通常对元件在不同环境下适应性、稳定性特别是相互之间的适配性，有着严格的要求。这类器件对开发、设计的要求高，而需求量小，有的只要加工十几块晶片。因此并不像商用元器件那样，追求其制造技术如何先进、特征尺寸如何小，进而制造成本如何低廉。一些具有一定水平的适用技术就完全可以满足军工生产的需要（比如，俄罗斯在国际半导体市场上无足轻重，但这丝毫不妨碍其拥有足以与美国抗衡的武器系统）。按照美方的说法，中国早在十几年前就拥有了美国最先进的 F-22 战斗机上所使用半导体的制造技术，该类半导体就特征尺寸而言，比“中国现在能生产的集成电路至少要落后四代”。可是我们至今尚未观察到这一状况引起了什么美方担心的危险后果。

无论如何，我们认为，美国试图对中国实施出口限制都存在诸多困难。首先，美国国内的半导体原料及设备生产厂商是一个稳定的利益群体，相关产品的出口额动辄都以数百万美元计。经济利益的高度集中，使有关利益集团很容易克服“集体行动的困难”。他们有足够的动力卷入贸易政策制定的政治过程，通过国会这样的公开政策市场“购买”自己所需的政策⁸。从以往美国贸易政策制订的实践来看，利润、“议员选民利益政治”（pork barrel

⁶ 中芯国际的海外投资者主要来自美国、新加坡、香港，设备主要从美国进口。2001年，该企业与美国 Applied Materials 公司签订的两台电子束系统的进口合同，被布什当局取消。中芯国际不得不因此调整其生产规划。

⁷ 一些外资工厂实际上仅从事最后的晶片封装、测试工作。

⁸ 通常认为，组织良好、规模较小的利益团体容易克服团体成员“搭便车”的倾向，从而在公共政策制定中发挥较大的作用（奥尔森，1993）。

politics) 的力量, 经常可以战胜少数人对美国安全利益杞人忧天似的判断⁹。

其次, 从官僚机构的行政效率来看, 在这一领域进行严格出口管制也不可行。半导体行业的研发投入高, 产品生命周期短, 如果没有庞大的海外市场来分担成本, 厂商很难在业内生存。美国国务院、商业部、国防部、贸易代表办公室 (USTR) 等部门都对出口管制承担部分责任。这些官僚机构的运作往往存在很大的政策惯性、惰性, 事事强调自己的逻辑。他们无法根据该行业中技术变化的特点, 及时出台明确、可操作的具体标准; 审批结束之时, 可能也就是产品为市场淘汰之日。因此将这类产品纳入严格的出口审批程序, 只会导致厂商在各行政部门之间的相互牵制、推诿、议程中丧失商业机会。

最后, 美国并不是这类技术的唯一拥有国, 日本、欧盟以及台湾相关产业的发展, 几乎与美国并驾齐驱, 并且相互间存在着激烈的竞争关系¹⁰。也就是说这类技术市场呈现出垄断竞争的状况。因此, 与价格卡特尔的不稳定性相类似, 在没有严格惩罚机制的情况下, 根本无法实现对华技术封锁。近年来国际半导体市场不景气, 众多厂商都在努力寻找商业机会渡过难关; 人们不大会理会美国耸人听闻的预言; 美方难以拼凑起类似当初巴统的技术封锁线。

三、基本结论

总结以上内容, 可以得出一下结论:

首先, 中国确实从国家战略的角度看待国内半导体工业的发展。但是近年来中国在该领域的技术进步、生产规模扩大, 很大程度上是外国直接投资的结果。这种发展是片面的, 在很大程度上仅仅具有统计方面的意义。中国还未能掌握该行业从初始设计到系统优化直至生产制造的完整技术路线。

其次, 国内该行业的有限发展, 在军工领域的应用前景极不明朗。若干重要的技术特征, 决定了军事工业并不需要建立在最先进的商用半导体生产技术之上。目前人们很难在外资工厂的先进加工技术, 与中国满足军事用途的集成电路之间, 建立有价值的联系。

第三, 先进的外资半导体厂商进入中国, 将不可避免地导致技术扩散, 从而切实推动中国半导体行业的发展。这一发展虽极为缓慢, 但趋势却是不可逆转。在该过程中, 中国发展高新技术的一些具体政策、体制、法律因素, 将扮演重要角色。

最后, 鉴于半导体工业的商业利益规模、军民两用技术界线难以划分的特点, 以及该技术在国际市场上垄断竞争的竞争格局, 可以预测, 美国将难以采取切实可行的措施实施有效的出口限制; 少数人试图制约中国半导体工业发展的努力将很难奏效。

参考文献

[1]美国审计总署提交给参议院政府事务委员会主席的报告,《出口限制:美国急需就中国半导体产业快速发展作基本政策评估》,浦东美国经济研究中心编译,2002年7月。

[2]杰里佛·奥尔森,《国家兴衰探源》,北京商务印书馆,1993年版,第48页。

[3]与非,《美国国会》,中国民主与法制出版社,2001年版,第177—194页。

⁹ 1987年的所谓“东芝事件”就是一个例子。当时东芝公司的一家子公司向苏联出售了一种机床设备。美国一些人认为,这种机床加工设备可以显著降低苏联潜艇噪声,躲过美国的声纳监测,从而威胁了美国的安全利益,准备对东芝公司实施制裁。结果包括GE、AT&T、IBM在内的多家在日本有着广泛商业利益的美国公司,针对国会议员展开了卓有成效的游说。其他类似的例子可参见(与非,2001)。

¹⁰ 比如台湾有关当局就可能批准台商向大陆转移16英寸晶圆生产线。

Export Management Policy of the U. S and the Semiconductor Industry's Development in China

Xian Guoming Zhang Anyuan

(Center for transnational corporation's Study, Nankai University, Tianjin 300071, China)

Abstract: Generally, the developments of semiconductor technology are very important to military industry. The U.S Ministry of Audit pointed that the key technology difference between China and American in this Industry has been reduced so rapidly that American national security benefit will be threatened. Ministry of Audit makes suggestions that American government should apply a more rigid export management policy to China. This Paper point that: the key technology development in China is limited, and the foreground of apply this new technology development to improve Chinese military industry is misty. Even Ministry of Audit's estimation is true, such policy adjustments will meet many counteracts.

Key words: semiconductor; export management; Sino-American relationship