

评论 国际 深度

美国《芯片法案》解析：地缘政治焦虑与令人生疑的效果

《芯片法案》对于美国来说，不一定利己，但绝对损人。其对美国半导体制造业的助益有限，但对中国半导体产业的杀伤力则比较确定。



2022年8月9日，美国总统拜登在白宫草坪签署《2022年芯片和科技法案》。摄：Chip Somodevilla/Getty Images



杨路 ✓

| 2022-08-22

半导体 中美冷战 美国对华科技铁幕 新冷战 中美科技竞争 杨路 评论

西方国家的政府大部分时候对产业政策不屑一顾——除非是在面对中国的时候。

在此前讨论欧洲的反垄断政策时，我提过一个有趣的[调查](#)：芝加哥大学布斯商学院在欧盟否决了西门子-阿尔斯通并购案之后，对数十位欧洲知名经济学家进行了问卷调查，大部分受访者认为以政府手段扶植一个本地龙头企业无助于消费者利益。但是，当问题变成了“如果中国或者其他国家这样做，那么欧洲是否也应该这样做时”，同样一群受访者就出现了明显的意见摇摆，甚至是倒转。

以前当我们说产业政策的时候，基本上只会考虑其经济维度。但越来越多的，今天的产业政策开始呈现为某种经济政策和地缘政治的组合，有的时候其经济政策的一面甚至完全沦为似是而非的点缀。美国最近落地的《芯片法案》（CHIPS and Science ACT of 2022）就是这样一个例子。

《芯片法案》能让美国跑得更快吗？

经历近三年时间各方来回拉锯博弈和无数版本修改，《2022年芯片与科学法案》终于在8月9日由拜登总统签署施行。这个五年2700亿美元的拨款法案如其名字所描述的那样，是由“芯片”和“科学”两个部分组成。其中“芯片”部分最受媒体关注：五年一共会有390亿美元真金白银的直接补贴。

390亿什么概念？全球所有半导体企业一年的资本支出大概是1900亿美元，5年增加390亿美元，约相当于全行业资本开支每年提升了4%。如果我们假设补贴的对象集中于晶圆厂的话，这个比例就要更大一些。台积电2022年资本支出预算大约是400亿美元——也就是说美国的这个补贴计划相当于全世界最能花钱的晶圆厂一整年的资本开支。

根据BCG（波士顿咨询）的[测算](#)，芯片部分共500亿美元的政府资助（包括上述390亿美元的直接补贴和110亿美元的研发支持）能在十年内于美国本土额外增加十座中等量级的晶圆工厂，这相当于同期全球新增产能的近四分之一。这样的变化会将美国在全球半导体制造中的市场份额，从基准情形的10%，提高到13%-14%。

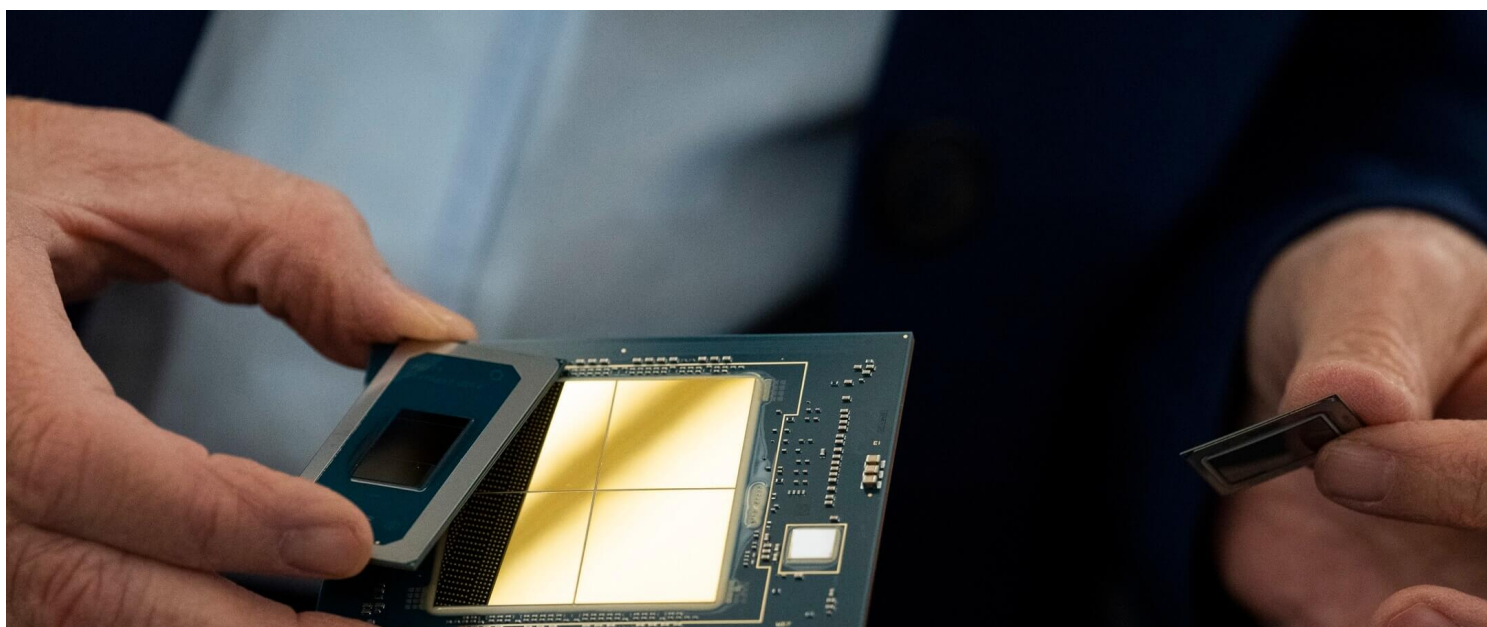
虽然看上去还不错，但《芯片法案》的实际经济效果很有可能要小得多。美国的本土晶圆制造全球占比从20年前的37%下降到今天的10%不是没有原因的。《芯片法案》这样的补贴方案或许能够在一个时期内略微提升美国本土半导体制造的全球比重，但要彻底改变行业趋势是非常困难的。

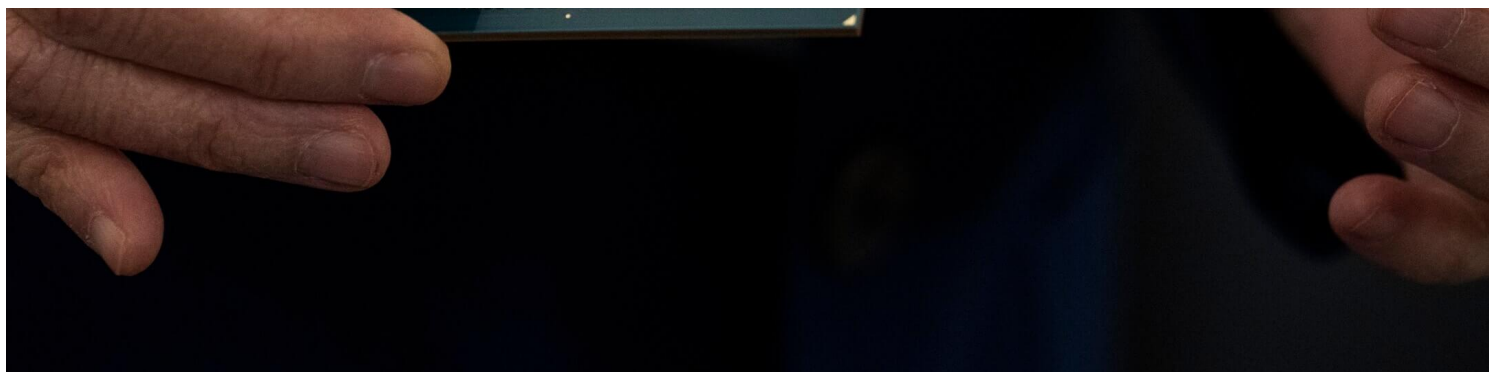
按照台积电创始人张忠谋的[说法](#)，在美国制造半导体的成本比台湾要高出50%。BCG的测算显示，建造和运营一座同样的晶圆厂，在美国的成本比台湾和新加坡要高出25-30%，比中国大陆高出50%。这个成本差异主要来自三个方面：政府补贴差异，劳动力和水电成本差异，以及建设成本差异。

《芯片法案》试图解决的是政府补贴的差异，虽然金额不小，但有几个明显的缺陷：第一，这个拨款计划只有五年。而一座晶圆厂从开工建设到调试完成，差不多要三年时间。而这次的立法过程耗费将近三年时间。那么五年之后会发生什么？还会有补贴吗？还要等多久才会有新的补贴？未来政策高度不确定的状况下，大多数晶圆企业很容易将这次的补贴视为某种一次性的免费午餐，而不会改变对于美国长期的投资态度。第二，目前的所有假设都是基于“其他国家什么都不做”这一条件做出的。而事实上，补贴政策很容易引发“产业政策军备竞赛”，韩国、日本都在相应加大本地的产业扶持力度，这将部分抵消美国的补贴效果。第三，《芯片法案》并不能够解决美国的劳动力水电成本以及建设成本高企的问题。美国的产业工人平均薪资比台湾和新加坡高出40%，比中国高一倍。工厂的建设成本差异则可能因为美国土地权益和环境法规成本的特点比亚洲高出更多。这些“结构性竞争劣势”加在一起可以占到美国和亚洲地区半导体制造成本差异的一半左右，而一次性的投资补贴并不能解决这些问题。

当然，聪明的企业是不会轻易放过任何领取免费午餐的机会的。因此我们很有可能会看到除了中资之外的全球半导体制造企业，在接下来的几年里，会纷纷到美国开展一些有限的投资项目，目的是以最小的投资换取最大的补贴，这些投资很有可能是象征性的，很难实质性改变全球半导体制造业的布局。我们甚至已经可以预见到一些舆论争议了：例如英特尔在最近一期灾难性财报之后选择以削减投资，同时回购股票的方式安抚资本市场，牺牲了技术研发买股东平安，招致极多“饮鸩止渴”批评。假使英特尔接下来通过《芯片法案》获得可观的政府补贴，同时继续削减研发，省出钱来维持股价，那岂不是让美国纳税人的钱，变相补贴给了华尔街？

影响《芯片法案》实施效果的另一个巨大不确定因素，是市场周期变化。随着美联储加息，消费降温，消费类电子产品订单大减。同时加密货币投资热情减退，GPU和相应“挖矿”算力需求缩水。再加上中国经济急剧减速，汽车消费不振，车载芯片短缺问题也随之自行缓解。半导体行业的产能需求在今年年中已经进入了周期切换的转折点，未来1-2年制造商将大概率缩减资本开支，减慢扩产速度。





2022年3月23日，英特尔行政总裁格尔辛格与民主党参议员坎特威尔在一次参议院商务、科学和交通委员会听证会前会面。摄：Tom Williams/CQ-Roll Call, Inc via Getty Images

有一个行业资深的朋友曾这样向我解释半导体下行时的“订单甩尾效应”：在产能紧缺市场供不应求时，晶圆厂的客户常常会在实际需要的产能上再多加一部分（比如20%）。也就是实际需要100万的货，但会下单120万，以提高自己在晶圆厂的客户优先级，同时提高库存安全边际；但一旦进入市场冷却周期，同一个客户除了根据实际市场需求减少订单之外（100万下降到80万），还会因为风险偏好改变而把之前那额外的20万“缓冲”一起砍掉，订单就变成60万。对于晶圆厂来说，市场实际需求可能只出现了20%的下调，但自己的订单量却发生了50%的变化，也难怪中芯国际CEO在最近的业绩报告会上，将行业动态形容为“急停急冻”。

而《芯片法案》在这个节点主要面向晶圆厂推出补贴，如同在秋天卖夏装——效果恐怕不会太好。

美国产业政策（不太成功的）历史

预测《芯片法案》前景的另一个方法，就是去看美国产业政策的历史。

美国历史上的产业政策试验以失败案例居多。美国彼德森国际经济研究所（PIIE）去年年底发表了一个信息量巨大的研究报告，梳理了最近50年美国从联邦政府到地方政府执行过的三类（贸易壁垒、直接补贴、科研支持）共18个产业政策案例，并以“是否提高了本土行业的国际竞争力”，“是否以合理代价创造或者保护了本土就业岗位”，“是否在多个行业中推进了前沿科技”三个评判标准进行打分。在这个评价标准下，美国最近50年大部分产业政策结果都不令人满意。

而一个罕见的成功案例是美国国防部高级研究计划局（DARPA）对于前沿科技的资助计划。互联网、GPS、自动驾驶、大数据——当然还有半导体，这些革命性科技在当年从0到1的发展阶段，背后都有DARPA的身影。

然而DARPA的成功经验非常特殊。首先，1958年成立的DARPA是美国国防部下属部门，最初目的是与苏联太空竞赛。虽然其单独部门预算不算太多（每年40亿美元左右），但背后倚仗的是怪兽级别的美军产

共同体资源。这样的条件，即使在美国，也不是每个部门都有。

DARPA参与的项目一般都属于极早期（所谓“moonshot”）高风险科研，大部分注定失败。在50多年的实践中，DARPA发展出了一种独特的组织文化和评价体系。与常见的厌恶风险选择保守的政府官僚不同，DARPA的风险偏好和对失败的容忍度非常之高，甚至鼓励失败，在研究者中常有“如果项目很快成功，DARPA可能会觉得难度不够”这样的说法。许多在其他政府部门那里根本不可能得到资助的项目可以在DARPA拿到钱。与此同时，DAPRA科研一旦取得突破，只要有国防或者军工相关性，起初的量产和应用很容易得到国防预算和政府采购加持，这可以让许多项目扛过早期的商业亏损阶段。

这样的“前难后易”模式在其他国家，包括中国在内，或受限于资源，或受限于体制，都是很难复制的。即使是在美国，其他政府机构例如情报部门（IARPA），国土安全部（HSARPA），能源部（ARPA-E）对于DARPA模式的复制，到目前为止也没有取得同等程度的成功。

从模式到细节，《芯片法案》与DARPA的成功经验基本上没有可比性：DARPA从1958年就开始深耕美国科研，而美国商务部主导产业政策的历史经验几乎为零；DARPA经费拨付形式灵活，当年没有拨出的款项自动结转下年，而《芯片法案》则设定了一堆细节管理的条规，1000多页的法案，从商务部的“管理费”，到具体每个项目每个年度的拨款上限，有非常繁琐的规定。如果说DARPA是美国产业政策的成功标尺，那么《芯片法案》怎么看都不像是可以成功的样子。

美国对台积电的焦虑

如果真的要给《芯片法案》找个合理性出口，那就是美国的地缘政治焦虑。而科技领域，这种焦虑则集中体现在对台积电的看法上。

半导体行业极度依赖国际分工，少了谁都不行。从上游的设计，到中游的制造，再到下游的封装测试，一个典型的半导体产品生产全流程需要花费100天，其中12天在路上运输，70次穿越各种国境，横跨2-3个大洲更是平常。一家美国的大型半导体企业可能有16000个供应商，而其中一半在美国以外的地方。在这个巨大的网络中，大概有50个生产节点有“一个地理区域集中了全球65%以上产能”的特征。不同国家在不同环节的地位和角色也差别极大。

比如中国在“自给自足”方针引导下在所有半导体供应链都有布点，但在大部分环节都排在第二梯队甚至更后面；而有一些国家则走高度专精的方向，专于一点：比如荷兰的光刻机（ASML），英国的架构专利（ARM），日本的化学材料，还有韩国和台湾的制造工艺。如果要论“综合实力”，美国最强应该是无争议的判断，但其领导力主要体现在附加值最高的上游设计（EDA软件和IP）行业，以及一部分设备制造。在中游晶圆制造和下游的封装测试环节，美国企业不具备竞争优势。

美国虽然在封测行业也没太大存在感，但这个行业和其他生产环节相比，相对劳动力密集，技术门槛和资本密度不高，替代和转移难度小，且亚洲产能有一大部分在东南亚（比如马来西亚），地缘政治风险相对较低。而只有晶圆制造这个环节，特别是先进制程逻辑芯片制造，满足了“集中度高，替代难，风险大”这三个筛选条件，成为了美国“半导体地缘战略”的旗舰议题。

先进制程逻辑芯片占据了整个逻辑芯片市场营收的大头，应用场景对能耗和性能的要求越高（比如iphone和数据中心），就越需要先进制程。全世界只有台湾和韩国拥有10纳米以下逻辑芯片的制造能力（最近媒体中有中芯国际技术突破的传言，但是无法证实。而即使中芯国际实现技术突破，离良率达到量产标准一般也还有很长的路要走），而其中92%的产能在台积电，8%在三星。

在和平年代，供应链聚集反映的是利润和效率的最大化。但到了动荡时期，产能集中的反身性弱点就暴露出来了。台积电在先进制程芯片制造领域的压倒性地位，固然向世人展示了一个强大商业组织的形象，但对于全球半导体需求排名第一第二，且政治军事剑拔弩张的美国和中国来说，台积电在先进芯片制造环节的统治地位就成了一个棘手问题。

拜登政府《百日供应链安全报告》多次“点名”台积电：“美国高度依赖台积电一家企业供应先进制程芯片”、“如果台湾生产先进制程逻辑芯片的晶圆厂受到扰乱，将可能导致相关电子设备制造商损失5000亿美元的收入”。

中国舆论也开始冒出一些“夺取台积电”的狂想，比如官方背景的中国国际经济交流中心总经济师陈文玲在今年的一个研讨会上公开呼吁“一定要把台积电抢到手”，言辞之露骨让人心惊肉跳。而在美国鹰派眼里，台积电也随时有可能落入北京之手，让中国反手得到一个掐美国脖子的机会。一些有特朗普政府背景的美国前政府官员，私下里表达出来的对台积电的敌意和焦虑，与其对中芯国际或者华为的态度不相上下。





2022年4月，台湾台中市中部科学园区的台积电厂房。摄：I-Hwa Cheng/Bloomberg via Getty Images

台海情势或难以预测，但有一点比较肯定：台积电可以被摧毁，但绝没有可能被中国大陆以武力“抢到”。原因很简单：解放军或许可以占领台积电的厂房，控制其设备，但很难强迫其核心技术人员继续服务；即使可以留住一些工程师，北京也很难说服台积电那些韩国、日本、美国、欧洲的供应商继续保持合作。而没有技术人员，没有供应商的配合，台积电就没有任何产业价值。

当然这不妨碍台积电成为地缘政治人质。考虑到台积电的产能，特别是先进制程产能高度集中于台湾岛内，一旦发生战事，其生产能力将即时从全球生产网络中“下线”。这一情景对于全球半导体产业来说不亚于一场核爆炸。因此，无论是北京还是华盛顿，真正要考虑的不是“谁能够夺取台积电”，而是“没了台积电怎么办”。

基于此逻辑，中美都在试图降低本国产业链对于台积电的依赖。在中国，这一努力体现于官方对于中芯国际的全方位支持（虽然仍差得很远，但中芯国际是唯一的希望）。美国的选项多一些：英特尔、格芯、三星，每一个都无法单独取代台积电的地位，各有各的长处，如果合在一起，也不失为一个有效预案。这也就是为什么，《芯片法案》的补贴条件是在美国本土投资，但并不限于美资企业。这样做一方面是为了避免落下“贸易保护主义”、“歧视外资”口实（中国产业政策的常见问题），另一方面则是为了拉拢一切可以拉拢的力量：韩国的三星，阿布扎比控股的格芯，甚至是台积电，只要愿意在美国本土建立产能，分散东亚的产能比重，统统欢迎。

所有人都盯着台积电，也难怪台积电万年避谈政治的刘德音董事长，最近要主动去上[CNN](#)，提醒全世界“没有人能够控制台积电”，而如果台海开战，“芯片就不是我们最需要担心的问题了”。这都是大实话，但从台积电董事长嘴里说出，无奈之感更是加倍。

《芯片法案》怎样“绊”中国？

《芯片法案》对于美国来说，不一定利己，但绝对损人。其对美国半导体制造业的提振效果有很高的不确定性。台积电在美国本土建立产能，分散东亚的产能比重，统统欢迎。

定性，但对中国半导体产业的杀伤则比较确定。

为了“防止美国补贴流入中国”，该法案包含了一系列“中国护栏”（China Guardrail）条款。具体来说就是，领取补贴的企业，无论是否美资，未来十年内都不能够在中国投资任何28纳米以下制程逻辑芯片产能，或者是美国政府定义的先进存储芯片及先进封装测试技术产能。

在与芯片补贴项目合并通过的超过2000亿美元基础科研拨款法案中，也有禁止受资助人加入外国人才计划，以及要求受资助人定期披露外国资金来源的要求，并强烈暗示拨款机构会将与中国的联系在拨款决定中视为负面因素。

第一类限制意味着，在可见的未来，不会再有外资企业在中国投资先进晶圆工厂。当前中国的产能情况是，除了中芯国际，逻辑芯片方面台积电有28纳米以下产能，而三星和SK在中国有存储芯片的先进制造能力。这三家虽然都不是美资，但都在美国有新投资计划，极有可能获得美国补贴，因而大概率会遵守《芯片法案》设定的中国护栏，在中国未来只会建设专供中国市场的成熟产能（也就是差不多十年或者更早之前的技术）。

投资限制对于中国半导体最大的负面影响，倒不在于拖慢中国的晶圆制造技术研发。因为即使没有美国限制，外资晶圆厂出于保护自身核心技术的考量也不会在中国投放最先进的技术，本土企业在其中学习和效仿的空间更是极为狭小（比如缺乏关键设备）。此次限制造成的新冲击在于上游设计企业。缺乏先进产能支持，中国这两年如雨后春笋一般崛起的大批半导体设计公司届时只能排队去国外流片，到时候是不是每个国家都欢迎中国公司不说，即使能够下单，多半优先级也是落后的，这会严重影响中国半导体设计未来的成长空间。





2022年1月9日，中国山东省滨州市，一名工作人员在一所半导体工厂内工作。摄：Chu Baorui/Costfoto/Future Publishing via Getty Images

而第二类限制除了在中美科研合作层面进一步脱钩之外，还会进一步引发“人的脱钩”的问题。中国留美博士毕业生长期以来的第一选择都是留在美国继续从事研究或者教学工作，其中受到美国公共机构乃至政府部门资助的比例很高，而这个群体在中国有银行账户或者工作外的收入来源是非常常见的事情，有一些人在中国还有正当的兼职或者在不同学校的研究项目。美国此前的“[中国行动计划](#)”已经极大地震撼了中国留美科研人员的信心 and 安全感。此番美国加强“科研安全”，中国背景的留美科研人员，特别是参与前沿科技项目的研究人员，很有可能受到新的系统性压力和排斥，处境进一步恶化。中美之间一息尚存的社会信任也会随着人员交流的减少而崩塌，未来的相互不信任只会越来越深。这当然是芯片之外的问题，但其后果可能更为深远。

“这无关经济，笨蛋”

390亿美元的直接补贴，总拨款规模近520亿美元。有些媒体将《芯片法案》[形容](#)为“美国有史以来最大规模的政府产业发展计划”。

然而这并不是什么产业政策。以经济逻辑来评价，《芯片法案》只能算是一种“垃圾食品”：能量很高，感官诱人，但没有什么营养，副作用也很明显。我此前批评过“什么都想要自己做”的[中国产业政策](#)。以相同的标准，《芯片法案》的经济逻辑也基本不成立。

但这并不妨碍《芯片法案》或者类似的想法在今天的美国或者欧洲都拥有很高的政治支持度。这款垃圾食品现在加上了名为“制衡中国”的神奇调味剂。因为有了中国因素，即便是口口声声最反对“大政府”的共和党议员也转为支持政府补贴，平日最坚信无形之手的市场经济布道者也开始煞有介事地发出“面对中国不要太幼稚”的警告。《芯片法案》在本质上不是经济战略而是安全战略，而且是零和博弈的安全战略。补贴、排他、滥用安全概念，这些西方过往对于中国的常见批评，现在正越来越多地出现在西方自己的行动中。欧美今天的产业政策辩论，一旦引入了中国元素，经济学就迅速退居二线，让位给国防政策、安全政策、地缘战略。

经济问题政治化，科技问题安全化，悲哀的是，从华盛顿到布鲁塞尔，类似的情形正在反复上演。政府和议会照旧请一些经济学家参加政策听证，经济学家们会抗议说这个事情在经济学上根本说不通，政府记录下他们的反对意见——然后不加修改地原样推出。

各位读者当然尽可以在地缘政治问题上做出自己的判断。但如果有人告诉你《芯片法案》这种事情对经济有什么好处，你大可以回答：“这无关经济，笨蛋。”