

中国高技术产业在国际分工中的地位及产业升级：

以集成电路产业为例

陈玲 薛澜

(清华大学公共管理学院)

摘要：首先，基于集成电路设计业、制造业和封装测试业的生产要素特征、技术特征和投资规模，总结国际集成电路产业向国内转移的步骤和原因。其次，通过研究中国集成电路产业价值链各环节设计业、制造业和封装测试业的发展规模和技术水平，揭示了中国集成电路产业在国际分工中的地位。最后，对比研究设计业、制造业和封装测试业的技术来源和生态格局。对集成电路产业的案例研究表明，中国高技术产业在国际产业分工中占据价值链低端，价值链各环节的内在联系较弱，不足以形成产业链整体升级的能力。高技术产业升级……

关键词：高技术产业，国际分工，产业链，产业升级，技术能力，产业生态

一、引言

随着上个世纪 90 年代以来经济全球化的加速发展，高技术产业也深刻地融入全球分工体系里。特别是最近几年，以信息产业、飞机制造业、集成电路产业为代表的高技术产业向中国转移，使得中国成为高技术产品的“制造工厂”。同时，中国高技术产品的出口持续上升，甚至引发美国等发达国家的担忧，进而对中国不断采取种种贸易措施。新的问题浮现了：被国际分工“肢解”的高技术产业，如何在国际产业竞争中体现国家竞争力？中国高技术产业在全球价值链中的地位究竟如何？简单地以一国的高技术产品产量或国际贸易数据作为判断依据，显然过于武断。本文通过对中国集成电路产业的实证研究，考察高技术产业的国际分工，分析其各生产环节的价值构成和技术能力，研究各价值链环节的产业生态格局，试图对此问题给出回答。

二、文献综述和研究方法

价值链及产业升级

价值链是指在垂直一体化的企业内部，从原材料供应、生产加工、市场营销到产品服务等一系列企业生产环节和其他研究设计、人力资源、战略规划等辅助环节的总称（迈克尔·波特，竞争优势，1985）。随着国际外包业务发展和生产网络的全球化，价值链突破单一企业的限制，形成全球价值链（Gereffi，张辉）。产业升级表现为四种形式，即流程升级、产品升级、功能升级和价值链的整体升

级 (Humphrey&Schmitz, 2000)。企业通过提高内部效率、改进制程技术来实现流程升级;通过推出新产品或改进老产品完成产品升级;通过调整自身的生产活动内容和核心竞争力(例如由制造商转变为设计商或技术服务商)转移到价值链中的高附加值环节,实现功能升级;最终,价值链整体升级到新的价值链,实现产业的整体升级。

以往的研究认为,世界产业转移和国际分工都是从低附加值的劳动密集型产业开始,形成一定的加工、制造能力后再向更高的价值链环节升级,进而实现产业链的整体升级。其背后的逻辑是,一国的产业能够通过较低价值链的产品生产和对技术的消化吸收,逐渐内化为本土的技术并升级到较高的技术水平。但是,研究也指出,技术不会向其他要素如劳动力、资金一样自动的从高的到价值链向低的价值链、或者从价值链的高端向低端扩散。一方面,技术“物化”在机器设备等生产要素中,机器设备的转移不会自动地提高接收方对技术的理解和运用;另一方面,技术以专利和商业秘密的方式掌握在跨国公司的手中,可能导致东道国企业获取技术的高成本,造成当地企业对国外技术的长期依赖,甚至阻碍东道国企业的技术进步。(Kokko, 1994;¹ McIntyer, 1986²; 彭纪生, 2003³)。

IC 产业的国际转移

IC 产业的发展和国际转移与产业形态相关系。最初世界主要的半导体企业均为整机厂商(即 IDM, Integrated Device Manufacturer)。上个世纪 80 年代以后, IC 封装、测试、制造先后从主业中分离,成为独立的封装测试厂和代工企业(Foundry),相应地诞生了一批无工厂的 IC 设计企业(Fabless)。独立出来的封装测试业、制造业绝大部分转移到劳动力成本和资源价格低廉的亚洲地区,实现了 IC 产业的全球分工。

IC 产业国际转移的路径,是从价值链的低端逐渐向中高端转移。封装测试业处于产业链低端,为劳动密集型产业,技术门槛低,70 年代最先被转移到日本、韩国等亚洲国家;随着这些国家劳动力价格逐渐上涨,80 到 90 年代,封装测试业又逐渐转移到马来西亚、菲律宾、中国等国家,形成了目前封装业 80%以上在亚洲地区的格局。90 年代以后,美、日等主要半导体大国开始将制造业转移到国外,只保留价值链高端的研发和设计环节。IC 设计业属知识密集型企业,其核心技术一部分表现为布图专利、设计工具等编码技术,一部分则表现为不可编码的缄默知识。成熟的系统级 IC 设计人员往往需要经过十年左右的开发经验。

¹ E K Y. “Chen. Multinational Corporations and Technology Diffusion in Hong Kong Manufacturing”. Applied Economics. 1983(15). 309-321

² J. McIntyre & Papp. The Political Economy of International Technology Transfer. Quorum Books. 1986

³ 彭纪生. 论经济全球化背景下的中国技术创新. 中国经济出版社. 北京. 2003 年

正因如此，发达国家利用专利战略及人力资源优势牢牢占据了 IC 设计业的领先优势。目前，美国 Fabless 企业数量和产值占全球 80%左右。

表 1 显示国际 IC 产业的生产要素特征、技术形态与国际转移的相互关系：

表 1 IC 产业转移的要素特征、技术形态和转移情况

价值链	IC 设计业	IC 制造业	IC 封装、测试业
增加值	高	较高	低
要素特征	知识密集型	技术和资金密集型	劳动密集型
技术形态	编码知识、 缄默知识	物化技术、 Knowhow 技术	物化技术
产业转移的状况	不转移，技术差距显著	转移，保持 1-2 代技术差距	最先转移，技术差距小

在 IC 产业国际转移的过程中，日本、韩国、台湾等国家和地区的 IC 产业不但逐步建立了完整的 IC 产业链，而且还获得了产业升级的技术能力，成为国际领先的 IC 大国。但在另外一些国家和地区，如马来西亚、菲律宾等国，IC 产业的技术和规模仍然不足称道。那么，在承接国际产业转移的过程中，决定该产业升级与否的因素究竟是什么呢？

中国的 IC 产业

中国 IC 产业的发展极具戏剧性。中国从上个世纪七十年代开始引进 IC 技术和生产线，结果陷入“代代引进、代代落后”的恶性循环，错失了上个世纪七、八十年代国际 IC 产业的黄金发展期。戏剧性的转折出现在 2000 年，以“18 号文件”⁴的出台为标志，中国的 IC 产业发生了巨变，产能迅速扩展，技术水平也得到快速提高。“18 号文件”拉开了外资的闸门，以“中芯国际”为代表的一批 IC 制造企业在华建设、投产，同时，IC 产业价值链的其他环节如芯片设计业、封装测试业也得到快速发展。图 1 显示 2000 年前后中国 IC 产量增长的巨大变化（考虑到建设周期，产量增长在 2002 年才显现）。

⁴ 2000 年 6 月，国务院发布了《鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政策》（国发[2000]18 号文件，简称 18 号文件）。

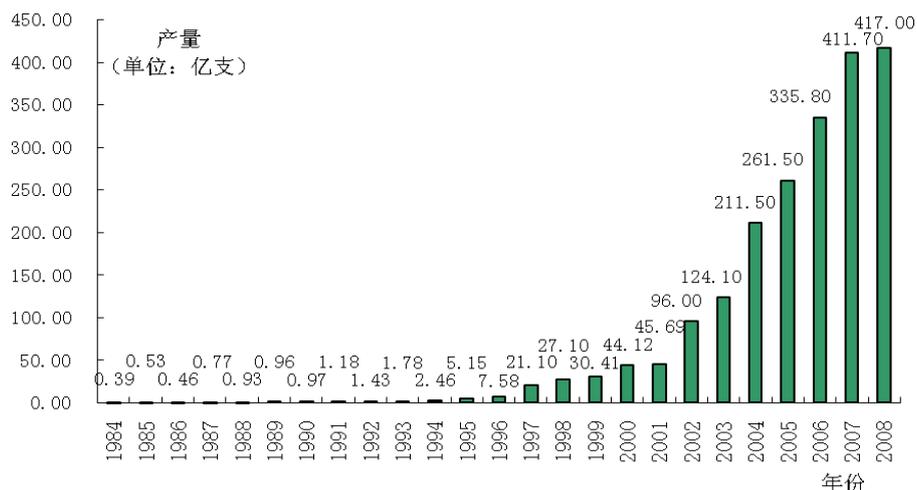


图 1 中国集成电路产量 (1984-2008 年)

资料来源：根据陈文华《中国半导体行业的历史、现状及展望》，《半导体技术》，1997年6月第3期，以及《电子工业年鉴》、《信息产业年鉴》(1993-2008)整理。

2000 到 2007 年，中国 IC 制造业的总产量的从 44 亿块增长到 411.7 亿块，年均增长率为 37.6%。此外，IC 产业（包括设计、制造和封装测试业）的总产值从 186 亿元增加到 1246 亿元，年均增长率为 31.3%。这两项指标均远高于全球 IC 产业的平均水平。中国成为世界芯片业最炙手可热的投资乐土。

那么，中国 IC 产业是否已经形成了完整的产业链？2000 年后中国 IC 产业的规模扩张是否带来产业技术升级？IC 产业升级的驱动力是什么、由谁主导？由不同的投资主体形成的产业生态格局，是怎样影响该产业的技术能力形成和国际分工地位？对这些问题的回答，有助于我们真正了解中国高技术产业在全球产业链和国际分工中的地位和作用。

二、中国 IC 产业在国际产业链中的位置

中国 IC 产业链

滞后于国际 IC 产业的发展，中国 IC 产业从 2000 年后才逐渐形成三业分离的产业组织形态。一大批引进大规模集成电路生产线的 IC 制造业厂家采用国际流行的代工生产模式 (Foundry)，与之配套的集成电路设计企业、封装测试企业也逐渐发展起来。而在此之前，国内的骨干 IC 企业除了华虹 NEC 以外，基本上都是 IDM。表 2 显示 2000-2008 年中国集成电路产业分行业的销售收入及增长率：

表 2 中国集成电路产业分行业销售收入（2000-2008 年）（单位：亿元）

年份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
设计业	9.8	14.8	21.6	44.9	81.8	124.3	186.2	225.7	235.2
制造业	48	27.7	33.6	60.5	180	232.9	323.5	397.9	392.7
封装测试业	128.4	161.1	213.3	246	283.5	344.9	496.6	627.7	618.9
合计	186.2	203.6	268.5	351.4	545.3	702.1	1006.3	1251.3	1246.8

数据来源：《中国信息产业年鉴(电子卷)》(2001-2008)。2008 年的数据收集自媒体报道。

从 2001 年到 2007 年，中国 IC 产业结构发生了显著变化、更趋合理：封装测试业在 IC 产业中的比重从 79% 下降到 50%，而设计业从 7% 增加到 19%，制造业从 14% 增加到 31%。设计、制造和封装测试的比例约为 2:3:5，与全球 IC 产业 3:4:3 的均衡比例仍有差距，设计业比重较低，而封装测试业比重仍然过高。中国集成电路产业链构成如图 2 所示：



图 2 中国集成电路产业的产业链构成（2000-2008 年）

中国 IC 产业在全球分工中的位置

IC 产业在全球形成国际分工，其中 IC 设计业 80% 左右的产值在美国，IC 制造业和封装测试业则 80% 以上分布在亚洲地区。中国 IC 产业也深刻地融入到全球 IC 产业链中。其中，封装测试业最早转移到中国境内，国际大厂如 Intel、AMD、STMicro、东芝等都在中国设立封装厂。IC 制造业的增长也主要来自境外投资和产能转移。IC 设计业主要面向本土需求，增长虽快但规模仍然有限。

(1) 设计业比重低、规模小

设计业在IC产业链中处于上游地位，产业增加值高。全球具有一定规模以上的Fabless公司约有 600 家，其中美国有 476 家，其销售额约占全球销售额的 80%，而中国台湾地区为第二，占 10%以上。而包括日本、韩国等在内的全球其它地区在IC设计业中的比例都很小，中国大陆IC设计业的比重不到 3%。⁵ 2008 年，国内IC设计业十强销售额合计 94.02 亿元，只相当于国外Fabless第九名的水平（表 3）。

表 3 IC 设计业的世界十强和中国大陆十强（2008）

全球十强	Sales (亿美元)	国内十强	Sales (亿美元)
Qualcomm – QCT	64.77	深圳市海思半导体	4.53
Broadcomm	46.58	华大集团	2.11
Nvidia	34.25	大唐微电子	1.22
Marvell Semiconductor	29.51	杭州士兰微电子	1.19
MediaTek	27.55	珠海炬力	0.99
LSI	26.77	无锡华润矽科微电子	0.91
Xilinx	19.06	上海华虹	0.90
Avago Technologies	16.65	北京中星微电子	0.91
Altera	13.67	北京同方微电子	0.58
Sandisk – OEM Division	10.30	日电电子（中国）	0.41
合计	289.11	合计	13.76

数据来源：GSA, 中国半导体协会（国内数据按 2008 年 12 月 31 日汇率 1 美元兑人民币 6.8346 元折算）

（2）IC 制造业出口为主，规模经济显著

由于 IC 制造业的规模经济显著，通常一条生产线每月的投片量要维持在 5 万片才能够盈利。国内以小规模专用芯片为主导的设计市场不能满足制造业的产能要求。因此，与 IC 设计业面向本土市场的情况不同，IC 制造业主要满足国外的需求。以 2007 年为例，当年国内 IC 产量为 58.7 亿片，销量为 55.9 亿片，其中出口 44.1 亿片，占总销量的 78.9%。

2008 年，我国 IC 制造业在 IC 产业中所占比例为 31%，占世界 IC 总产量的比例不足 5%^[验证?]。全球销售额超过 1 亿美元的 17 家单一业务代工企业中，

⁵俞忠钰 关于我国集成电路产业未来发展思考 2006 年 2 月

5 家企业位于中国大陆，其中中芯国际（SMIC）位列第四，华虹 NEC 和和舰分别排在第 8、9 名。另外宏力也位于第 11 名、上海先进位于第 15 名（表 4）。

表 4 全球 IC 制造业中单一业务代工企业排名（2008）

排名	IC 制造企业	所在地	销售收入（亿美元）
1	TSMC（台积电）	中国台湾	105.56
2	UMC（台联电）	中国台湾	34.00
3	Chartered（特许半导体）	新加坡	17.43
4	SMIC（中芯国际）*	中国大陆	13.54
5	Vanguard		5.11
6	Dongbu Hitek		4.90
7	X-Fab		4.00
8	HHNEC（华虹 NEC）*	中国大陆	3.50
9	He Jian（和舰）*	中国大陆	3.45
10	SSMC		3.40
11	Grace（宏力）*	中国大陆	3.35
12	Tower		2.52
13	Jazz		1.90
14	Silterra		1.75
15	ASMC（先进）*	中国大陆	1.49
16	Polar Semiconductor		1.10
17	Mosel-Vitellic		1.00
	合计		208

注：加*为中国企业。数据来源：IC Insights

（3）IC 封装测试业主要出口

封装测试业属于劳动密集型产业，其投资额一般在 5000 万到 1 亿美元之间，是美国等先进国家最早向国外转移的集成电路产业。近年来，封装测试业主要分布在以日本、马来西亚、中国台湾、菲律宾、中国内地和韩国为主的亚洲国家，其产值占全球半导体封装业的 80% 左右。中国内地约占全球封装业的 10% 左右。2008 年我国集成电路封装测试业销售额为 627.7 亿元，占国内 IC 总产值的 50%。

国内封装测试厂的业务主要来自国外，例如 2007 年，中国 IC 封装测试业的

总产量为 121.5 亿块，其中出口量为 110.4 亿块，占 90.9%。2007 年底，国内有一定规模的 IC 封装测试企业有 74 家，其中本土企业或内资控股企业 21 家，其余均为外资及合资企业。表 8 显示中国前 10 家 IC 封装测试企业的销售收入，其中只有江苏新潮和南通富士通为内资或内资控股的本土企业。

表 8 中国 IC 封装测试企业前 10 家（2008 年）

集成电路封装测试企业	销售收入（亿美元）
飞思卡尔半导体(中国)有限公司	16.98
奇梦达科技（苏州）有限公司	12.58
威讯联合半导体(北京)有限公司	6.59
江苏新潮科技集团有限公司*	5.84
上海松下半导体有限公司	5.72
深圳赛意法半导体有限公司	5.19
瑞萨半导体（北京）有限公司	4.22
南通富士通微电子有限公司*	3.89
英飞凌科技（苏州）有限公司	3.39
三星电子（苏州）半导体有限公司	3.20
合计	67.60

数据来源：中国半导体协会（按 2008 年 12 月 31 日汇率 1 美元兑人民币 6.8346 元折算）。

总体而言，中国 IC 产业经过了近十年的快速增长，已经建立起从设计、制造，到封装和测试的完整产业链，产业结构日趋合理。但中国 IC 产业的总体规模仍然偏小，占全世界 IC 总产量的比例不足 5%。中国国内 IC 市场的需求量 80% 仍然依靠进口。

其次，中国 IC 产业的增长直接得益于产业的全球分工，尤其是 IC 制造业和封装测试业销售量的八成以上出口。IC 设计业则有所不同，由于 IC 设计业增加值最高，发达国家不愿意主动转移 IC 设计业。中国 IC 设计业不具有承接国际分工的特征，而主要面向国内的整机厂商，并显示出自主创新的发展潜力。

最后，中国 IC 产业链的内在联系还很弱。出口导向的制造、封装和测试极易受到国际市场波及的影响。IC 设计业面向国内需求市场，仅满足了一小部分国内中低端的 IC 制造和封装测试的产能。IC 设计业的发展是未来 IC 产业链整体升级的基础和动力。

三、中国 IC 产业的技术水平及其来源

从产业链的分析可以看出，与日本、韩国等国 IC 产业发展历程不同的是，中国的 IC 产业并没有形成产业链各个环节之间的功能升级、也没有形成产业链整体的升级，而是产业链的各个环节分别嵌入到国际和国内市场、各自完成了流程升级和产品升级。其原因何在？对这个问题的回答，就要深入了解各个产业的技术水平和升级动力。

(1) 自主开发的 IC 设计能力

中国 IC 设计业面向国内市场，技术主要源于自主创新。事实上，由于芯片设计的技术主要附着于人力资本和专利技术，不易于从国外转移，因而只能“被动的”实行自主创新。2000 年之后 IC 设计业的快速发展则得益于三个因素：(1) 本土消费电子产品如国产手机、数字电视、汽车电子等的快速增长；(2) 政府推动的技术创新和政府采购；(3) 以及国内大型科研机构长期积累的技术能力与市场需求的结合。

上文提及，IC 设计业的发展瓶颈在于高端人才缺乏和外国知识产权的限制。因此，国内芯片设计公司分成两类：一类是由海归创业团队成立的小型企业，拥有国外同类企业工作的经验和芯片产品设计的专利，产品通常是专用芯片，如助听器芯片、手机芯片、音频和视频处理芯片等。开发专用芯片要求对终端消费市场非常敏感，直接服务于各种类型的消费电子产品，而对芯片的线宽和集成度要求相对较低，技术门槛和专利壁垒也比较低。但是，单款专用芯片的需求量往往不太大，通常在几千片左右，因而分摊到单位成本上的流片和测试的成本很高，难以通过规模经济降低成本。

北京中星微电子有限公司是这类海归企业中的佼佼者。该公司于 1999 年在国家电子发展基金直接投资及科技部政策支持下，由邓中翰、杨晓东等一批留美归国博士在中关村科技园区组建，致力于数字多媒体芯片的研发、设计及产业化工作。2005 年 11 月，中星微公司在纳斯达克上市，为第一家在纳斯达克上市的中国芯片设计公司。中星微公司的技术主要来自于自主开发，其销售收入的 20% 左右用于研发，在国内外申请了 1300 多项专利，其中 85% 为发明专利，并且拥有自主研发的商标、版权、著作权和集成电路布图设计等。在其技术发展过程中，政府各部门如发改委、信息产业部、地方政府等曾先后给予多项科研资助，总额约 6800 万元，约占企业研发投入的 10% 左右。目前，该公司推出的手机多媒体处理芯片、数码相机核心芯片、摄像头监控芯片等产品已经占据国内主流市场。

另一类是由国内科研机构和国有企业设立的芯片设计公司，企业规模较前者

大，专注于通用芯片的开发，如中央处理器芯片（CPU）、存储芯片等。通用芯片的集成度和模块化程度非常高，其专利技术被国外巨头如英特尔、AMD、NEC 等公司垄断，因而开发难度很大。但因为通用芯片具有经济、国防等战略上的重大意义，国内科研机构 and 国有企业从未放弃过这个领域的技术追踪和探索。例如以中科院计算所的研发团队为核心的神州龙芯集成电路设计公司推出“龙芯”系列产品，就是一款具有自主知识产权的 CPU 芯片，大量用于政府部门、军工企业和本土微电子公司（这些本土微电子公司因为采用了龙芯的 CPU 核而得到进一步的政府支持）。另一家大型的国内 IC 设计公司中国华大集成电路设计集团有限公司（简称“华大集团”）是一家国有企业，其前身是原中国电子工业部的研究机构。华大集团的芯片产品包括社会保障卡芯片、税控芯片、组织机构代码卡芯片等由政府采购的批量产品。同时，华大集团也是国内领先的安全芯片设计公司，安全芯片产品在国防、金融等部门有着广泛的应用。

（2）自主引进并本土化的 IC 制造能力

IC 制造企业的技术主要体现在 3 个方面：（1）“物化”在生产设备上的制造工艺，包括设备提供商提供的软件，如工艺菜单、工艺控制和工艺集成等服务的总体解决方案；（2）代工企业从高端客户中获得的技术授权，体现在产品的工艺水平上；（3）体现在流程管理、质量控制、知识产权战略上的制程技术和组织能力。

我国 IC 制造业自上个世纪七十年代以来一直依赖引进国外生产线。2000 年之前，国内 IC 企业基本上是 IDM 企业，引进生产线的同时引进芯片产品，如彩电芯片、存储器芯片等。产品更新换代后，企业又无力开发新的产品，造成生产线产能闲置、亏损严重。2000 年后新建的 IC 企业如中芯国际、和舰、宏力、无锡海力士-意法、台积电（上海）等均为单一业务代工企业（pure-play foundries），2000 年前建的 IDM 公司如华虹、华微、华晶、先进等企业也引进新的生产线，承接国际代工业务。

通过承接国际代工业务，国内 IC 制造企业的技术能力得到很大提升。以中芯国际（SMIC）为例，SMIC 最早采取 0.25 微米工艺，2001 年，SMIC 从新加坡特许半导体那里取得 0.18 微米标准逻辑制程技术及专利使用权，也曾从日本东芝获得低功率静态存储制程技术（Low power SRAM）的授权和定单。2002 年，中芯国际从德国英飞凌公司（Infineon）获得 0.14 微米标准存储器芯片（DRAM）的生产技术。通过消化吸收，SMIC 将 0.14 微米技术扩展到 0.15 微米和 0.13 微米。SMIC 的 90 纳米技术得到德州仪器(TI)、英飞凌、ARM 等公司的授权许可。最近，中芯国际与 IBM 签定 45nm 技术许可协议，IBM 将其 45 纳米低功耗以及高速 bulk CMOS 技术转让给中芯国际，这是目前为止最先进的量产技术。

除了技术授权，SMIC同时也进行自主开发和合作开发，以取得技术的自主权。在国内，SMIC与北京大学、清华大学以及中科院等研究机构建立了紧密的技术合作关系，甚至独立承担政府基础研究的课题。例如 2009 年新立项 973 及重大研究计划项目中就有SMIC上海公司承担的项目。⁶

总体而言，国内 IC 制造企业的技术能力直接受益于设备提供商和高端客户，并提高了市场能力和组织能力。目前，国内 IC 企业从全球获取技术、资金和人才资源，进行资源的整合、利用和再开发，形成了良性循环。例如，企业引进生产线时不是整条生产线一揽子买进，而是全球采购技术先进的重点设备、自行组建生产线。通过对制造装备的理解、比较和组装，国内企业从组织层面上构建起相应的技术能力。其次，代工企业不得不从全球市场获取代工订单，从而锻炼了国内 IC 企业的市场能力。尽管如此，由于世界半导体技术发展十分迅速，研发投入巨大，国际半导体巨头往往形成技术联盟来开发下一代技术，分担承担研发费用和 risk。但中国企业还未跻身先进技术联盟的行列。

(3) 内嵌于跨国公司全球网络的 IC 封装测试能力

与 IC 设计业和制造业相比，封装测试业由于技术限制管制较为宽松，再加上整体投资相对较少，国外众多 IDM 起初在中国的投资基本都集中在封装测试领域。目前，Intel、ST、Infineon、瑞萨、东芝等国际主要半导体公司已经在上海、无锡、苏州、深圳、成都等地投资设立了封装测试基地，全球前 20 大半导体厂商中已经有 14 家在国内独资或者合资建立了封装测试企业。这些企业无论在生产规模上还是技术水平上，都在中国封装测试行业内占据了主导地位。

国内外资 IDM 型封装测试企业主要为母公司服务，如英特尔的产品 100% 出口，飞思卡尔的产品 99.6% 出口。外资 OEM 型封装测试企业所接订单多为中高端产品，而内资封装测试企业的产品则集中在 DIP、SOP 等传统低端产品。

近几年来，中国崛起的 IC 设计和制造业的发展，对中国本土封测业的拉动效应已开始显现。中国内地企业已经在 BGA、CSP 和 MCM 等先进封装技术上开始取得一些突破，而且 QFN 等无引线封装技术也已经开始量产。南通富士通、江苏长电、天水华天等企业在 PGA、BGA 和 CSP 以及 MCM 等先进封装形式的开发和应用方面取得了显著成果。而在外资企业中，BGA、CSP、MCP、MCM、MEMS 等封装技术已经开始进入量产。中国封测行业的整体技术能力与国际水平的差距正在逐步缩小。

⁶ 纳米磁性自旋存储器 and 半导体硅量子点存储器的研制及其器件物理研究
明华

总体而言，中国 IC 产业的技术水平与世界先进水平的差距正在缩小，尤其 IC 制造业、IC 封装测试业的技术水平已经接近或达到国际主流的技术水平。但从其技术来源而言，IC 设计业的技术以国内自主开发为主，IC 制造业和封装测试业的技术主要来自国外。

四、中国 IC 产业的生态格局

2000 年后中国 IC 产业的规模扩张、技术进步，及其参与国际分工的深度令人印象深刻。在全球产业分工的态势下，一国高技术产业的生产规模和技术水平是否代表了该国的产业竞争力？

两种外国资本：金融投资者和策略投资者

对于高技术产业的外国资本，区别两种类型的投资者是必要的：一类是来自金融市场的资本投资者，包括股票市场和私募基金，其投资目的是为了获取高技术产业的高额增值利润，资本拥有者关注企业的经营绩效，但通常不介入企业的运营战略和技术能力构建。中芯国际、宏力、和舰等 IC 制造企业属于该类型。这类企业生长于本地，专注于发展和积累自身的技术能力，并且基于市场需求和自身能力，逐渐形成技术发展和产业升级的内生动力。不仅如此，随着企业的不断发展壮大，企业还会不断吸引新的投资者加入，投资者对企业的影响被进一步稀释。因此，对于金融投资者为投资主体的企业，从其产业生态格局而言，应被视为本地化的成分。

另一类型的投资者是跨国企业的策略投资者。跨国公司基于企业自身规模扩张和全球布局的策略，对华转移其制造部门和封装测试部门，以求降低成本、扩大产能和市场份额。策略投资者以独资或合资控股的方式介入在华企业的战略管理，其生产经营规划和技术能力构建均服从于母公司的统一部署，而与本地市场的联系很弱。在遇到全球市场紧缩或企业战略调整的情况下，在华工厂随时可能被停产、关闭或转移。这类企业并非产业生态格局中的本地化的成分。

本土企业和跨国公司分支机构

因此，考虑到高技术产业的投资特性，我们将中国 IC 企业分成两类，即本土企业和跨国公司分支机构。据此，IC 产业的生态格局呈现出如下特征：

(1) 中国 IC 设计业 10 强企业中的前 9 家均为本土企业，收入占十强总收

入的 97%。如排名第 1 的深圳海思半导体有限公司，前身是华为集成电路设计中心。海思公司总部位于深圳，在北京、上海、美国硅谷和瑞典设有设计分部。排名第 10 的日电电子（中国）有限公司是外商独资的 MNC 分支，服务于日本 NEC 公司在中国的 IC 设计、开发、销售和技术支持工作。

（2）中国 IC 制造业十强中本土企业共 8 家，收入占十强总收入的 65%。十强中的无锡海力士-意法、台积电（上海）均为跨国公司策略投资者类型的企业。海力士、意法和台积电分别是国际市场上领先的芯片制造商。台积电的芯片代工产量占世界代工的近五成，但在 2008 年金融危机的影响下，TMC 迅速收缩大陆工厂产量，其大陆工厂的产量不足台湾工厂的 1%（验证？）

（3）中国 IC 封装测试业基本上被外资垄断，10 强中有 5 家外商独资企业、3 家外商控股企业，只有江苏新潮和南通富士通 2 家本土企业。本土企业的收入仅占十强总收入的 14%。不仅如此，本土的封装测试企业在技术水平和市场竞争中也处于劣势。

总体而言，在快速发展的绚丽光芒下，中国 IC 产业呈现出来的生态格局令人喜忧参半。一方面，作为产业链龙头和高附加值的设计业已经构建了本土化的技术能力，根植于中国本地的市场需求，初步具备技术升级的内生动力和能力。同时，作为产业链主体的 IC 制造业，得益于新的资本募集和企业运营模式，本土化的制造产能得以发展，技术基本接近国际主流的制造水平。另一方面，占据中国 IC 产业总产值半壁江山的 IC 封装测试业，却是跨国企业独霸天下的局面。绝大多数产能和技术掌握在跨国公司的分支机构中，本地化联系较弱。随着劳动力和资源成本优势的下降，可以预见未来将转移到更具成本优势的东南亚地区。

五、结论

首先，作为高技术产品的生产大国，中国的崛起令世界瞩目。在规模扩张的背后，仍需谨慎剖析中国高技术产业的技术水平和生态格局，从生产、技术和市场的本土化程度来考察产业链的发展趋势。具有升级潜力的产业链不仅应该具备完整的产业结构，而且还应该具备如下两个因素：

- （1） 产业链内部各功能环节之间的联系；
- （2） 本土企业内生的技术能力。

其次，高技术产业在承接国际分工的过程中，只有部分企业形成了技术升级的内生动力。究竟哪些企业能够在国际分工中进入价值链的上升通道呢？以下几点要素是必要的：

- (1) 本地企业，而非跨国公司的策略性分支机构；
- (2) 海归团队或本国科研机构、国有企业的长期技术积累；
- (3) 政府和倾斜性政策对技术自主创新和产业化的推动。

第三，高技术产业普遍具有高投资、高风险的特征，国际资本市场包括国际私募基金对产业的发展至关重要。对于国际资本市场支持下高技术产业，简单的划分内资和外资的资本属性无法有效揭示国际分工对东道国的技术植入性。相比而言，是否属于跨国公司策略性分支机构，更具有现实分析意义。

本文对高技术产业参与国际分工的研究仅限于集成电路产业。我们欢迎和鼓励更多的学者提供其他产业的相关研究。