

基于技术学习的台湾地区 IC 产业链升级

卢 锐, 黄海艳, 王军伟

(南京审计学院 管理系, 江苏 南京 210029)

摘 要 通过对台湾地区 IC 产业发展的回顾, 讨论在技术学习过程中, 国家、研究机构(大学)与企业所扮演的角色与不同阶段中的主导支配性。研究产业技术学习过程中, 企业如何克服先进技术的寻找问题, 并将之成功转移到后进区域, 建构整个生产体系的产业技术能力, 并针对我国内地的发展提出相关建议。

关键词 技术学习; 台湾地区; IC 产业; 产业链升级

中图分类号: F416.471

文献标识码: A

文章编号: 1671-4970(2009)04-0057-04

随着经济全球化浪潮的不断推进, 在贸易、投资、人力资源跨国流动等不同侧面展现出与历史时期迥然不同的时代特征。由于各国的要素禀赋结构不同, 国家或地区之间的区位优势主要体现为价值链某一特定环节的优势, 比较优势成为整个价值链各个环节在国家或地区之间如何进行空间配置的决定性因素。

20 世纪 80 年代以来, 我国台湾地区半导体产业的发展取得了巨大的成功。按产值计算, 台湾地区是仅次于美国、日本、韩国的全球第四大半导体生产地。在其产业链中, 台湾地区的晶圆代工、封装、测试居世界第一位, 设计居第二位。目前台湾地区集成电路(Integrated Circuit, 简称 IC)产业仍在积极开发下一代关键技术, 以期在人才、设计、工艺、封装、测试、材料及设备等领域全面的发展。面对全球化的环境以及国际产业在新的经济环境下的分工格局, 应该如何实现产业链的升级呢?

一、技术学习理论与发展中国家或地区产业链升级的战略选择

20 世纪 60 年代以后, 国际经济环境发生重要变化。技术学习是关于发展中国家技术创新和发展的中心问题之一^[1], 从本质上说是指后来企业积累和提高技术能力的过程或行为。从韩国等新兴工业化国家的发展经验看, 产业链升级常常是在参与跨国公司全球生产网络之中, 主要经历仿制、模仿创新和自主创新 3 个阶段。技术扩散不仅仅是对生产技

术的简单获取, 而且要构建引进方的技术能力。技术扩散包括技术在产品、设计和能力等 3 个不同层面上的扩散方式。产品技术, 主要包括原材料、最终产品、部件、设备, 旨在提供实际生产能力或产品本身; 设计技术, 包括设计、蓝图、以前设计的产品或设备的技术诀窍, 旨在为创造能力的形成提供基本的信息、数据和指南; 能力, 包括技术诀窍和软件, 使用现有技术和产品设计新产品的创新等。

Cohen 等^[2]认为企业应在内部提升组织吸收能力, 有助于组织快速吸收外部知识。因此, 组织学习新的领域的外部知识或不熟悉的技术之前, 应该先着重内力提升而增加外部学习能力。

Bierly 等^[3]认为技术学习是指在组织内产生新知识, 通过 R & D、训练或是生产经验来获得知识。同时, 技术学习是将组织外的知识带进组织内的流程, 并且将新知识和组织内现有的知识进行整合。外部知识主要是通过看守人在组织和组织外的环境进行联系。另外, 外部学习可以通过战略联盟等方式取得技术知识, 而且在技术密集型产业, 战略联盟是一个很重要的学习渠道。外部学习流程开始于知识来源。知识来源来自于客户、竞争者和本身产业之外的来源, 组织可以从相关产业获取知识, 也可以通过客户、供货商取得技术知识。相当多产品的创新不仅仅来自于组织内的 R & D, 也会来自于客户意见。

Bierly 等^[4]认为外部学习需要有效的环境学习系统, 分为客户、竞争者、网络学习和学会学习。整

收稿日期: 2009-04-01

基金项目: 国家自然科学基金(70973088)

作者简介: 卢锐(1969—), 男, 安徽长丰人, 研究员, 从事企业成长、创新管理研究。

合外部知识到组织内是困难的流程 ,除非企业对于技术方面有专业人才能了解外部知识。在有限的资源下 ,组织着重在某一特定领域知识 ,也就是发展自身的核心能力。但是组织需要有广泛的知识基础才能在变动的技术环境中整合相关知识 ,所以需要获取相关外部信息。

在经济全球化背景下 ,旨在利用集中的 R & D 设施、降低开支、分散风险和协调竞争的战略联盟是技术学习的主要形式 ,它通常存在于垂直专业化生产 ,即产品供应链企业间的技术共享和专业化生产之中。除了上述技术学习模式外 ,还存在着许多其他路径 ,如培训、商业访问、商业印刷品、内含技术的产品销售、售后服务或岗位培训、会议中发生的信息传播、示范效应或逆向工程等。由于跨国公司拥有技术或信息上的优势 ,当其与当地供应商或客户发生联系时 ,当地厂商有可能通过这种联系 ,获得跨国公司先进的产品、工艺、技术、设备或管理方面的知识。在这种情况下就产生了跨国公司的技术外溢 ,即使跨国公司会向当地供应商或客户收取一定的费用 ,但是在大部分情况下也不可能攫取当地供应商或客户由此而获得的全部收益。

跨国公司是全球知识创新的主导者 ,其散布于全球的生产活动促进了知识传播。通过技术学习 ,跨国公司带来了相对先进的生产设备、产品制造技术和管理经验 ,激励东道国企业和劳动者进行更多的技术培训和投资 ,在一定程度上促进了东道国的技术进步 ,给东道国带来明显的外溢效应 ,特别是节省发展中国家获取最新技术的投资成本和时间成本。

二、台湾地区 IC 产业的技术学习过程

台湾地区的 IC 产业兴起于 1965 年 ,当时美国通用仪器公司在台湾投资生产晶体管 ,随之德州仪器、日立、三洋电机等外资企业纷纷进入台湾 ,为台湾地区 IC 产业的发展打下了基础。20 世纪 70 年代 ,虽然美国企业在台湾地区 IC 产业生产中占据主、导地位 ,但台湾地区已开始发展自己的 IC 产业。1986 年 ,台湾地区行政部门通过超大型集成电路 (VLSI) 发展计划 ,投入 2.07 亿美元作为扶持资金。1990 年 ,台湾地区制订了 6 年建设计划 (1991 ~ 1996 年) ,将半导体工业确定为未来重点扶持发展的十大新兴工业之一。同时 ,台湾相关科研机构重视开发拥有自主知识产权的 IC 技术^[5]。

1. 初始的技术引进

一般来说 ,后发企业的技术学习主要是模仿和改进先进技术国家的技术 (至少是在早期) ,所以往往受

到已经确立的主导设计的制约 ,即后发企业的技术学习往往局限于在给定产品建构下的模仿和改进。但建构技术变化不是产品的任何局部变化 ,而是整个产品系统的变化 ,所以寻求建构创新要求企业在产品系统的层次上 (而不仅仅是零部件层次上) 进行技术学习。这种学习不仅必须包括对元件技术的理解 ,而且包括对产品形式和产品的使用系统之间匹配性的把握。

台湾从 20 世纪 70 年代中期派人到美国 RCA 公司接受技术转移的训练 ,从当时新成立的工业技术研究院 (以下简称工研院) 电子所派遣一批工程师 ,同时也学习运营管理、物料管理以及质量管控等经营方法。虽然由于新国际分工的趋势 ,已有一些美国半导体公司在高雄加工区建立了半导体封装厂 ,但这些跨国公司并无意将 IC 的设计及制造转移到台湾 ,同时在今后电子所开始移入 IC 产业的阶段中也没有任何人力或技术由这些封装厂转移出来。在选择以半导体作为发展战略上 ,政府投入人力、物力与财力 ,以直接介入方式 ,推动该产业的技术学习。

选择了目标产业后 ,必须选择进入的技术与有意愿转移的厂商。在 70 年代中期 ,主要的集成电路技术分为单极与双极 ,而单极中又分为 CMOS 与 NMOS 两种。而决定以 CMOS 为切入技术 ,主要考虑的是该技术应用广泛 ,同时在当时处在产品技术周期的成长期 ,尚未完全成熟 ,易抢占学习曲线的有利地位 ,但同时也较不易制造生产、风险性较大。经过从 RCA 转移回来的技术 ,电子所建立了实验工厂。实验工厂在政府支持下 ,制造电子表 IC 等消费性产品所需的 IC ,这也是首批由台湾本土制造的 IC 产品。早期台湾 DRAM 企业取得技术也付出了昂贵的费用 ,如力晶、华邦等都付出较多的转让费 ,如力晶、华邦等都付出 较多的转让费 ,见表^[6]。

表 1 台湾 DRAM 企业技术转让费用情况

亿新台币				
企业	成立时间	技术合作对象	技术转让费	1998 年营业收入
德嫫	1990	德仪、IBM	13.3	59.5
力晶	1994	三菱	39	67.4
南亚	1995	IBM	7.5	54.6
华邦	1987	东芝	59.4	155.5
茂德	1996	西门子	51.6	85
茂矽	1987	西门子	73.6	126.1
世界先进	1994	政府次微米计划	12.3	98.6

资料来源 :台湾工研院经资中心 (2002/03)。

2. 本土创新能力的渐现 :代工模式

在 1983 年 ,台湾工研院电子所提出了总金额达 7000 万美元的超大型 IC 计划。这一次 ,电子所寻求一家由华人在硅谷创设的 VLSI 设计公司 ,进行合

作开发 ,双方同意开发先进的 DRAM 技术。然而 ,就在技术开发接近完成时 ,该公司将产品卖给日本的新力以及韩国的现代公司去制造。这一变故 ,迫使电子所决定要兴建 VLSI 实验室。与此同时 ,张忠谋作为旅美多年的 IC 专家 ,被工研院召回。张忠谋带来一个创新的概念即设立一座 VLSI 代工厂 ,纯粹为别的厂商制造 IC ,而不生产自己品牌的产品。在张忠谋的努力下 ,政府同意衍生电子所的 VLSI 实验工厂为一商业规模的 IC 制造企业。至此 ,全球第一家代工企业台积电正式成立 ,董事长为张忠谋。

台积电的市场目标放在提供美国半导体厂商及设计公司所需特殊应用 IC 的制造上。它将技术的执行加以模块化 ,如此可以随顾客的需求加以迅速组合。这使得台积电能够多样化并弹性地回馈顾客的要求。台积电容许 IC 设计以及制造分开 ,设计公司不再需要去考虑 IC 制造厂所需的成本 ,这也使得设立 IC 设计专门公司在实际上变得可行许多。

Hobday 的模型普遍适用在台湾的传统劳力密集产业(例如鞋业与脚踏车业等) ,甚至包括了个人计算机工业^[1]。但 Hobday 的模型有两个问题 :首先 ,该模型对于半导体后段与前段技术之间的重大歧异难以处理 ,熟练了后段工作并不意味着能爬升到前段工作 ,这其中存在一个技术的断层 ,需要经过外力干预与研发机制的参与 ,才有机会出现转化与跃升。事实上台湾发展 IC 向国外众多领先技术学习 ,由于张忠谋等的帮助 ,成功实现了先进技术的寻找。而学习领先技术也花费了不少年(见表 2)。其次 ,台湾发展 IC 在 70 年代中期阶段也看不出在前后段之间有着任何人才、理念与资本的移动。换言之 ,并不存在着由高雄加工出口区所在的由外商设立的 IC 封装厂 ,会外溢到新竹的本土 IC 制造商。而且事实上 ,当联华电子成立后 ,主要的封装工作也是外包到东南亚的封装厂 ,而非高雄加工出口区。

表 2 1986~2000 年台湾 IC 技术学习状况^[7]

尺寸/ μm	台湾技术拥有年份	世界领先技术拥有年份	待学习年数/年
1.5	1986	1980	6
1.2	1988	1983	5
1	1990	1986	4
0.8	1991	1990	1
0.5	1994	1992~1993	1~2
0.35	1996	1996	0.75
0.18~0.13	2000	2000	

三、从 OEM、ODM 向 OBM 转变与台湾 IC 产业链的升级

在激烈竞争环境下 ,自主品牌和代工同时并举

可以分享产能和降低成本 ,提高竞争力。完全集中于某种业务活动不会好于原始设备制造商(Original Equipment Manufacturers ,简称 OEM) ,原始设计制造商(Original Design Manufacture ,简称 ODM)和原始品牌制造商(Original Brand Manufacture ,简称 OBM)模式同时并行的业务活动。保持自主品牌业务比完全代工企业所具有的优势在于能够亲自感受和回馈消费者购买行为的市场信息 ,这将有助于针对市场需求变化做出灵活的产品研发与设计调整。做 OBM 还可在市场上推出自主品牌产品 ,向寻求外包业务的企业发出具备产品研发与制造代工能力的信号 ,以便接到更多的代工订单 ,从而带给代工企业学习、吸收和创新的新机遇。

由于晶片设计的全球分工 ,整合的成本也相对大幅增加。另外 ,由于电子设计自动化(Electronic Design Automatic ,简称 EDA)工具费用的昂贵(对台湾小公司而言 ,大约每年费用是 1000 万美元) ,这使得新成立的小型设计公司无法负担。另外 ,既有的大型公司(如苹果电脑) ,开始外包晶片设计 ,使得晶片设计业开始分化为既有的设计业、设计代工及设计服务业。后二者从事为客户代工设计 ,收集和分析既有硅知识产权和专利费用等 ,晶片设计业者开始更细致的分工。典型的系统单晶片团队 ,需要整合至少 6 种设计平台 :系统设计者、硅知识产权提供者、软件开发商、EDA 厂商、认证团队和晶圆代工厂。这使得企业技术学习的压力更大 ,需要解决不同平台间沟通问题。

新的半导体全球分工中 ,系统单晶片愈来愈重要 ,其设计和生产也愈来愈依赖晶圆代工厂的协助。台积电和联电都积累了数量甚多的硅知识产权 ,成立资料库查询。为避免与设计业利益冲突 ,也各自成立设计代工公司(创意电子和智原科技) ,为客户代为设计晶片。根据调查 ,台湾的晶片设计企业有高达 95% 的比例采用晶圆代工服务 ,其中 84.6% 的公司在台湾选择晶圆厂服务。这显示了产业链的效应 ,有利于台湾晶片设计业的发展。在产品结构方面 ,近 70% 的产品集中在资讯应用与消费性电子领域 ,尤其是在笔记本电脑、PC 晶片组、LCD、记忆体、消费性电子等相关零部件产品 ,并朝向网络、通讯晶片及数字电视等产品布局。

台湾 IC 业从外商来台投资 ,到本土企业崛起 ,到本土企业对外投资的转型 ,是产业自身技术学习的产物。对产业和技术升级而言 ,这个学习模式分别存在工研院电子所、衍生公司、新竹科学园区 3 条重要的学习影响路径。在学习过程中 ,呈现了全球性的技术与本地化的社会网络与政策之间的互动。

作为一个技术的后来者 ,台湾 IC 业在开始依靠向外国的技术学习 ,这一初步的技术转移努力 ,使得台湾 IC 业得以进入技术领域。随着产业技术体系逐渐成熟 ,越来越多的本土企业创业并进行互补工作 ,形成更多机会让本土企业可以在 IC 生产过程中合作。

自 1987 年全球第一家提供晶圆代工企业台积电成立 ,到 1995 年世界先进等公司的成立 ,对台湾半导体产业发展具有重要意义。联电为台湾第一家半导体工厂 ,联电成立的目的 ,是为引进国外技术、半导体产品设计与制造产业 ,而联电的成功给予进一步推进半导体产业创新奠定良好的基础。台积电成立的目的是为进一步推进 IC 产业链升级 ,提升台湾 IC 制造技术于 VLSI 技术层次 ,并支持 IC 设计产业的发展。而台积电在专业代工领域的杰出成就 ,带动台湾进入半导体专业分工的新时代 ,IC 设计业也因此快速成长到 60 多家 ,而台积电经营模式与其建厂经验 ,成为驱动民间投资的动力。进入 90 年代 ,台湾 IC 产业遭遇国际的竞争压力 ,跨国公司已不愿转移先进技术给台湾 ,而韩国在内存业的技术能力也已超越台湾地区 ,因此推动次微米计划并成立世界先进 ,其目的是为建立台湾地区内存业的国际竞争力 ,发展自主的内存设计与制造能力 ,并带领台湾 IC 业进入次微米 8 寸晶圆的制造技术领域。1995 年以后 ,台湾半导体产业规模与实力已大幅增加 ,民间大量投入半导体技术研发 ,并纷纷开始朝产业上、下游投资。图 1 说明了这个从 OEM、ODM 向 OBM 演化过程中技术、流程和企业的变化。

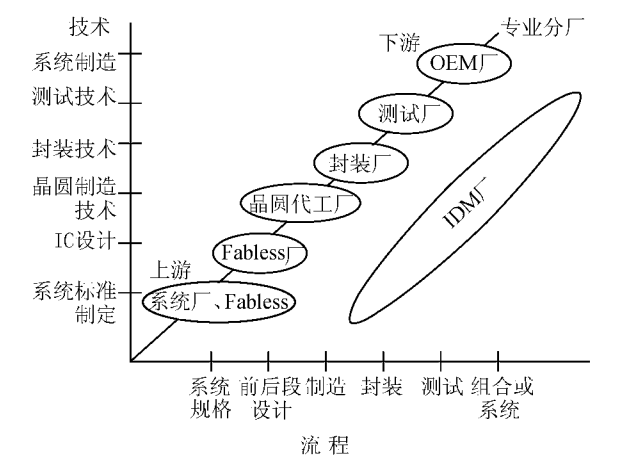


图 1 台湾 IC 业的演化过程

资料来源 :台湾工研院经资中心(2002/07)

注 :Fabless 系无晶圆 IC 设计公司 ,IDM Integrated Device Manufacturer 系整合元件制造商。

四、启 示

台湾 IC 产业的发展 ,主要是有效的技术学习。台湾从国外引进半导体技术后 ,由工研院电子所承

担了消化、吸收工作以及发展初期的技术风险和人才培养。联电、台积电、世界先进等企业在技术引进的消化吸收中发挥重要作用 ,而且创新性推出代工模式 ,建构整个生产体系的产业技术能力 ,大大有助于产业链的升级^[5]。

我国内地已成为集成电路产业发展最快的地区之一 ,2005 年全行业实现销售收入 702.1 亿元 ,设计、制造和封装测试业销售额分别为 124.3 亿元 ,232.89 亿元和 344.91 亿元 ,同比分别增长 52.5% ,28.5%和 22.1%。全年共生产集成电路 265.78 亿块 ,同比增长 25.68% ;销售 265.77 亿块 ,同比增长 28.22% ;出口 216.09 亿块 ,同比增长 33.18% ,金额为 137.54 亿美元 ,同比增长 30.71% ;进口 753.7 亿块 ,同比增长 20% ,金额为 810.24 亿美元 ,同比增长 34.87%。内地晶圆制造业的发展 ,除了早期与贝尔、阿尔卡特、摩托罗拉、NEC 等合资建厂并从事生产外 ,近年来的发展主轴是以提供晶圆代工生产为重点 ,除中芯国际、台积电之外 ,还包括和舰、宏力、华晶、先进与华虹 NEC 等 ,共有 7 家建设或量产中的晶圆代工厂商。近几年 ,我国集成电路产业发展最快的是制造业 ,但集成电路辅助行业的实力(包括半导体材料、芯片封装、芯片配件、先进封装、专用设备制造等)还相当弱小。集成电路生产线设备、仪器和材料主要依靠进口的局面尚未改变 ,制约了企业的技术升级换代步伐。因此 ,我国集成电路产业链整体仍有待完善 ,并与自身的要素禀赋条件相适宜。

参考文献 :

[1] HOBDAY M. Innovation in East Asia :the challenge to Japan [M]. Brookfield :Edward Elgar ,1995.

[2] COHEN W M ,LEVINTHAL D A. Absorptive capacity :a new perspective on learning and innovation[J]. Administrative Science Quarterly ,1990 3 :128-152.

[3] BIERLY P E ,CHAKRABARTI A K. Technological learning ,strategic flexibility ,and new product development in the pharmaceutical industry[J]. IEEE Transactions on Engineering Management ,1996 43(4) 35-50.

[4] BIERLY P E ,HAMALAINEN T. Organizational learning and strategy[J]. Scand Inavian Journal of Management ,1995 ,11 (3) 209-224.

[5] 卢锐 ,盛昭瀚 .自主创新与台湾半导体产业的竞争力 [J]. 中国工程科学 2007(8) 35-39.

[6] HSU ,CHIUNG-Wen ,HSUEH-Chiao Chiang. The government strategy for the upgrading of industrial technology in Taiwan [J]. Technovation 2001 21 :123-132.

[7] 杨建梅 ,马凤彪 .大陆台资 IT 产业结构演变研究[M]. 北京 :经济科学出版社 ,2004.