

# 自主创新 技术学习与产业竞争力的提高 ——以台湾 IC 业为例

卢锐<sup>1,2</sup>, 盛昭瀚<sup>2</sup>

(1. 南京审计学院管理系, 南京 210029; 2. 南京大学工程管理学院, 南京 210093)

**[摘要]** 自主创新、技术学习是台湾集成电路(IC)产业遵循比较优势的产业政策和技术政策的结果,是基于本土市场的自主创新以及企业在技术学习上的努力,是发展中国家的企业能够在开放市场条件下获得竞争优势的原因。

**[关键词]** 技术学习; 自主创新; 产业竞争力; IC 产业

**[中图分类号]** F273.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2007)08-0035-05

台湾集成电路(IC)产业发展始于20世纪60年代,在推行工业化进程中,1966年成立的高雄电子开创台湾半导体产业先河。到了70年代,受当时国际经济衰退影响,台湾的工业生产发展迟缓,半导体产业作为信息电子工业的代表,成为台湾积极发展战略性工业的焦点。80年代,以信息业为主的电子产业在台湾渐露头角,1987年包括电子、电机行业的电工器材业,取代长期盘踞台湾第一的石化、塑料行业。进入90年代乃至21世纪,产业产值持续扩大,为台湾IC产业提供了本土市场的优势。目前台湾IC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。按产值计算,台湾是仅次于美国、日本、韩国的全球第四大半导体生产地。在其产业链中,台湾的晶圆代工、封装、测试居世界第一位,设计居第二位。为什么台湾的半导体产业发展如此成功?

Saxenian and Hsu<sup>[1]</sup>强调地理聚集、新竹科学园留美工程师与美国硅谷的人际关系网络对台湾半导体业技术扩散的作用。Mathews<sup>[2]</sup>认为制度、政府部门与厂商之间的动态互动所促进的技术扩散与技术

升级对台湾半导体产业作出重要贡献,主要考虑政府干预、企业家和技术专家三者互动的影 响。然而,这些文献都指出了政府政策干预的重要性,但是,同样有各种政府干预,为何在许多国家却失败了?社会人际网络的观点也与事实不符,因为台湾IC产业主要是由本地人建立。另外,这种观点对其他后进国家也缺乏借鉴意义,因为他们往往并不具备这种社会资本。地理聚集和垂直分工的观点也不能完全解释台湾IC业的成功,它们其实是台湾IC业发展的结果而非原因。笔者尝试通过创新与技术学习视角来研究台湾IC产业的发展。

## 1 技术学习与台湾 IC 产业自主创新

从技术发展路径来看,台湾IC产业一开始为发达国家提供OEM生产,积累生产性知识,提升产业技术能力,然后发展成为发达国家提供技术和服 务。台湾IC产业的技术升级是在参与跨国公司全球生产体系中,主要采取垂直专业化生产方式来实现的,一般经历三个阶段,如表1所示。

**[收稿日期]** 2006-06-07; **修回日期** 2006-10-03

**[基金项目]** 国家自然科学基金资助项目(70272037);中国博士后基金资助项目(2004036418);江苏省博士后基金资助项目(0401019C)

**[作者简介]** 卢锐(1969-)男,安徽长丰县人,南京审计学院管理系教授、博士,研究方向:企业成长等

表1 台湾半导体产业的技术发展阶段<sup>[3]</sup>

Table 1 Technology development stage of Taiwan IC industry<sup>[3]</sup>

技术发展阶段	引进和消化	改进和消化	部分自主
技术特征	常规的	可复制的	先进的、有风险的
生产特征	加工设计	加工技术	改进工艺
	产品设计	引进吸收	质量改善
	产业设计	建立车间操作	提高生产率
产业联系特征	较少的本土联系	本土的企业联系加强	技术学习扩散到本土的企业

Bierly 等<sup>[4]</sup>认为技术学习是指在组织之内产生新的知识,它是通过 R&D、训练或是生产经验获得知识。技术学习是将组织之外知识带进组织之内的流程,并且将新的知识和组织现有的知识基础整合。外部知识主要通过守门人(Gatekeeper)在组织和组织之外环境进行联结。另外,外部学习可以通过战略联盟方式取得技术知识,在技术密集产业,战略联盟是一个重要的学习渠道。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。组织能从相关产业获取知识,可以通过客户、供货商取得技术知识。很多产品的创新不只是来自组织内的 R&D,也来自于客户意见。

Bierly & Hamalainen<sup>[5]</sup>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。整合外部知识到组织之内是困难的流程,除非企业对于技术方面有专精才能了解外部知识。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技术,所以需要获取外部信息。技术学习与台湾 IC 企业的衍生如图 1 所示。

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,从当时新成立的工研院电子所派遣一批工程师,同时也学习企业管理、物料管理以及品质控制等经营方法。然而选定美国 RCA 公司作为技术转移的对象,并非只是政府单方面的决策,相反地可以看出在决策过程中所具有的社会网络关系。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 的设计及制造移至台湾,同时在后来电子所开始移入 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。

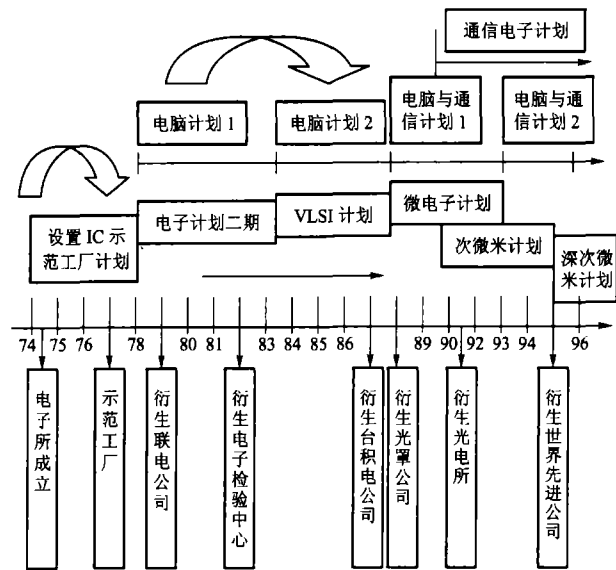


图1 技术学习与台湾 IC 企业的衍生

Fig. 1 Technology learning and Taiwan IC enterprises

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,推动该产业的技术转移。

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 20 世纪 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。

IC 示范工厂与衍生联电(1974—1980): 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,而联电的成功衍生经验,也给予进一步推进半导体产业创新奠定良好的基础,因此才有台积电的后续成立。

VLSI 计划与衍生台积电(1983—1987): 台积电成立的目的是为进一步推进半导体产业创新,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。

次微米计划与衍生世界先进(1990—1994):进入90年代,台湾IC产业遭遇国际的竞争压力,国际大厂已不愿转移先进技术给台湾,而韩国在内存产业的技术能力也已超越台湾,因此推动次微米计划并衍生成立世界先进。其目的是为建立台湾内存产业的国际竞争力,发展自主的内存设计与制造能力,并带领台湾IC产业进入次微米210 mm(8 in)晶圆的制造技术领域。

而1995年以后,台湾半导体产业规模与实力已大幅增加,产业进入扩张期,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。

Hobday<sup>[6]</sup>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PC业。而在半导体工业中,乍看之下台湾也确实由60年代中期跨国公司在台进行后段的封装与测试阶段,演进到70年代末期的前段制造与设计阶段,但事实上这个过程却与Hobday的模型中所认为主要动力不一样。如果没有实施的有效的技术学习,事实上很难想象台湾的半导体产业会在70年代中期从后段技术直接跳跃到前段技术。其实,Hobday的模型有两个问题:首先,忽略了半导体后段与前段技术之间的重大歧异,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,需要经过不断的技术学习才有机会转化与跃升。其次,就台湾发展半导体历程来看,并不存在高雄加工区所在的由外商设立的集成电路封装厂,有技术外溢到地处在新竹的本土集成电路制造商。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,而非高雄加工区。因此,台湾半导体产业成功的原因归为产业技术政策和有效的技术学习。

## 2 企业衍生与台湾IC产业的竞争力提升

产业竞争力所描述的是一个产业与国内或者国际市场上的竞争对手相比可能具有的某种优势地位。产业竞争力直接决定于产业的产品成本和产品市场的需求情况两因素。相对于国外的同类产业,能够以相对较低的成本来生产产品是产业取得竞争优势的基本途径之一。产业产品市场的需求情况是指企业能否在某产品的市场上占有更多的市场份额或一个国家的某个产业能否取得更多的国际市场占有率,这些都取决于目标市场上的客户对该产业产

品的需求强度。在一个国家的某个产业的内部,每一个企业面临几乎完全相同的外部竞争环境。因此,对企业竞争力的分析应当专注于对企业如何改造自己的价值链与价值体系的分析。与之相对应,不同国家的相同产业所面临的外部环境一般会有较大的差异。因此对产业竞争力的分析就需要重点分析产业的外部环境对竞争力的影响。

台湾IC产业的发展,在工研院电子所提供的技术研发带领下,科学园区提供了一个完善的企业孵化环境,这两个因素互相配合,导致联电、台积电、世界先进等企业陆续由工研院衍生成立,促使台湾IC产业走向世界舞台。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,是技术孵化网络的产物。对台湾的产业和技术升级而言影响深远,这个网络分别存在是工研院电子所、衍生公司、新竹科学园区三条重要的影响路径。

从新竹科学园企业衍生规律看,工研院在1980年将整厂技术转移至联华电子公司,开启晶圆制造的序幕。1987年在技术转移成立专业晶圆代工的台积电,强化了晶圆制造的实力。1988年由工研院衍生的台湾光罩公司、立卫公司(IC测试),1993年成立的台湾应用材料公司(IC设备),1994年成立的中德电子材料公司(晶圆材料),均使台湾IC产业结构更加完整。

另外,新竹科学园区内的工研院、台湾交通大学、清华大学及精密仪器发展中心等6个“国家实验室”共同对园区内的企业提供大量的研究成果,还在设备、人力资源等方面提供帮助。新竹科学园区成立后,政府对园区提供了大量直接与间接资助,先后承担台湾“经济部”的前瞻性研究项目等,大部分以成果转移到相关产业为最终导向。工研院以台湾地区的产业利益为目标,扫描跟踪全球科技发展前沿,通过技术联合开发,或授权进口技术然后吸收消化并与台湾企业合作利用该新技术,最终通过产品、设备和技术诀窍来推动商业化发展。

衍生公司的模式为研究机构的人员随同技术成果一同转移,并成立独立自主的全新公司,继续推动技术创新与研究成果的商品化。就技术转移的问题来看,Morone & Ivins<sup>[7]</sup>认为衍生公司没有缺乏动机的问题,也没有学习与采用技术的困难。因为衍生公司的创业者,本身就是技术的创新者,而充分应用与开发技术,就是这些科学家或工程师创立企业的主要目的。衍生公司模式,在短期间可能造成研究

机构人员流失的现象,但长期而言有助于丰富研究机构与产业间人际与技术网络的关系,并增加研究机构的研究动机与人员士气。

台湾 IC 产业采用衍生公司技术转移的主要考虑是:一是为促成新兴高科技产业的发展,并克服产业萌芽期需要大量人才与资本的瓶颈,因此以政府研究资源转移成立衍生公司来引领产业创新动力;二是该项产品技术不但具有时效性,且可以大幅提升产业的国际竞争力,但当时国内或无业者可以完全接受研究成果转移,或认为一般技术转移方式不能达到产业创新的预期目标,因此需要设立衍生公司;三是研究机构的研发成果极可能因人员解散而无法维持,因此将研发团队与相关技术设备转移成立衍生公司,以继续扩大研发成果,并迅速提供产业界所需的科技产品与技术服务。

在台湾 IC 产业衍生过程中,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,台湾的 IC 产业在一开始,一面倒地依靠向外国技术学习,这一初步的技术转移努力,使得台湾的 IC 产业得以进入技术领域。然而,随着技术体系逐渐成熟,越来越多本土企业创业并进行互补的工作,这也形成更多机会让本土企业可以在 IC 生产过程中合作。跨国界的技术关联并没有为这种本土技术合作关系所削弱,相反地两者之间互为增强。基于过程的台湾 IC 产业链布局见图 2。

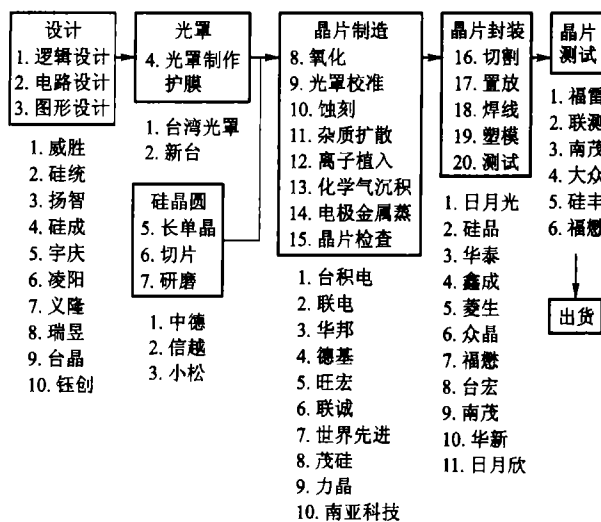


图 2 基于过程的台湾 IC 产业链布局

Fig. 2 Distribution of Taiwan IC industry chain based - on process

### 3 启示

1999—2003 年中国大陆 IC 产业规模扩大了 4 倍,年均增长率达到 45%;市场需求保持年 35% 的增长速度,2003 年突破  $20\,000 \times 10^8$  元,成为全球第三大 IC 市场。目前已形成设计、芯片制造、封装测试三业并举的产业格局。台湾 IC 产业的发展,主要是有效的技术学习。台湾在技术引进的消化吸收中,不但及时将消化了的成熟技术和人才转移到产业界,而且提供技术支持和跟踪服务,衍生出台积电、台湾光罩公司、世界先进等。因此,台湾 IC 产业发展经验对大陆具有可借鉴之处:第一,政府的自主创新政策的出台对产业发展有重要影响。一方面,应采用比较优势的发展战略,建立和保护市场规则,维持有效的金融、劳动力和产品市场的运作;另一方面,政府应负担起信息传递和社会协调的责任,支持和帮助自主创新的产业和企业。第二,引进的技术和产业应与自身的要素禀赋条件相适宜。在相当长的一段时间内,大陆的资源禀赋结构仍以劳动力丰富资本稀缺为特征,因而所采用的技术和产业结构应集中于劳动密集型。即使发展高新技术和产业,也应该以较为劳动密集型的适合技术为主。

#### 参考文献

- [1] Saxenian A, Hsu J Y. The silicon valley - hsinchu connection: technical communities and industrial upgrading [J]. *Industrial and Corporate Change*, 2001, 10(4): 893 - 920
- [2] Mathews J A. A silicon valley of the east: creating Taiwan's semiconductor industry [J]. *California Management Review*, 1997, 4(2): 277 - 302
- [3] Cyhn J W. Technology Transferr and International Production: the Development of the Electronic Industry in Korea [M]. UK: Edward Elgar Publishing Limited, 2001
- [4] 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
- [5] Bierly P E, Hamalainen T. Organizational learning and strategy [J]. *Scand J Mgmt*, 1995, 11(3): 209 - 224
- [6] Hobday M. Innovation in East Asia: the Challenge to Japan [M]. Brookfield: Edward Elgar, 1995
- [7] Morone J, Richard I. Problems and opportunities in technology transfer from the national laboratories to industry [J]. *Research Management*, 1982, 5: 35 - 44

# Innovation-self, Technology Learning and Elevation of Industry Competence — Case of Taiwan IC Industry

Lu Rui<sup>1</sup>, Sheng Zhaohan<sup>2</sup>

(1. Department of Management, Nanjing Audit University, Nanjing 210029, China;

2. School of Engineering Management, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

[Abstract] Following Taiwan IC industry development, the paper analyzes its technology innovation and its elevation of industry competence by technology learning and innovation-self. Moreover, the paper advance some suggestions for chinese mainland.

[Key words] technology learning; innovation - self; industry competence; IC industry

---

(上接第 34 页)

## Syndrome Differentiation for AIDS

Wang Wenkui, Wang Feng, Wang Ling

(Beijing Taiyihe Research Institute of Chinese Medicine, Beijing 100071, China)

[Abstract] According to modern medicine, AIDS is a kind of acute acquired immune deficiency syndrome. This happens to hold an identical view with “essential qi” in traditional Chinese medicine. “Qi” relies on vigour, and vigour is based on the scent and the essence of food. The transformation of the essential substance depends on the performance of zangfu functions. The functional actions of zangfu organs are the foundation of life. For the five zang organs, each has something to dominate and each performs its own functions. They are interdependent with each other and in harmony with each other. Only when the five zang organs are in vigorous state and in harmony with each other, can the life-force of body be full of vital power and the body be full of “essential qi”. Amid the five zang organs, as long as the functions of liver, spleen and kidney remain in harmony, heart and lung will naturally be in the harmonious state, hence a healthy body and extended life expectancy can be achieved, That is the rule of “keeping relative balance of three internal systems” (or “three-dynamic balancing method”).

[Key words] AIDS; syndrome differentiation; five zang function; keeping relative balance of three internal systems