

台湾产业技术需求与创新效率危机

熊俊莉

摘要：理性的产业定位与有效的技术创新是提升国家（地区）产业与经济竞争力的关键因素。由于受到产业规模与技术基础、适应与接收能力、产业生命周期地位等因素影响，台湾产业形成“重应用轻基础”的技术需求型态。尽管立足于效用最大化原则，但这种以应用为主的技术需求使台湾的内部创新出现研发投入经济效率低、论文与专利影响力有限、产业设备自制率不高等创新效率危机。

全球化和科技化趋势下，理性的产业定位与有效的技术创新成为提升国家（地区）产业与经济竞争力的关键因素，如何把有限的资源，分配在能给产业发展带来最大效用的技术创新上，是各个国家或地区产业定位的根本原则。由于受到产业规模与技术基础、适应与接收能力、产业生命周期地位等因素影响，台湾产业形成重应用轻基础的技术需求型态，这一点无论从创新投入或产出中都可得到验证。然而，尽管立足于效用最大化原则，这种以应用为主的技术需求还是使台湾的内部创新出现研发投入经济效率低、论文与专利影响力有限、产业设备自制率不高等创新效率危机。

一、台湾产业技术需求形成的根本原则

理性的产业定位，选择可能给产业发展带来最大满足的各种技术优先发展。依据效用理论，技术需求根据各种技术的效用排序，以高效服务于区域产业技术发展者优先。然而，效用的评估却高度依赖于人的主观判断。比如，人们熟悉的需求理论就是以消费者对商品的心理满意程度作为效用评估的标准。技术效用的评估虽然无法脱离人的主观判断，却能依靠理论与经验使它更具可靠性，甚至还可以局部或阶段性的量化其指标。

产业规模与技术基础、适应与接收能力、产业生命周期地位等都是一个国家或地区评估技术效用、确定技术需求的重要指标。产业规模小与技术基础薄弱的地区很少形成基础性技术需求，更多以发展应用型技术为主，但是在这些地区，即便是应用型技术，其对产业发展的效用也不容小觑；一个国家或地区对某个产业或某种技术的适应与接收能力越强，发展该产业与技术的效用越大，适应与接收能力不仅取决于技术基础，和区域的社会经济环境有关；产业生命周期地位对技术需求的影响更为重要，国家（地区）发展那些产业演化处于生命周期初期的技术，效用一定优于发展处于生命周期中后期的产业与技术，如果形势所迫不得不

选择演化至成熟期或衰退期的产业，那么发展产业相关应用型技术，比如工艺或制程改进技术，自然比基础技术的研究更具效用，收益明显。

（一） 产业规模与技术基础对台湾产业技术需求的影响

当前台湾产业的技术需求型态并不是某种因素可以单独形成，而是多元的、复杂的因素复合作用的结果。需要首先考虑的一个因素是，台湾经济发展伊始的产业规模与技术基础。从 50 年代进口替代工业发展至 60 年代出口工业化的发展，台湾经济发展的历史中，中小企业迅速崛起，成为台湾出口贸易的主要承担者。而台湾经济的最大特点，是其经济发展的主要承担者竟然是中小企业。^[1] 即便中小企业的经营条件比大企业差，包括经营规模、资金、管理、技术、市场等方面都处于较为不利的地位，70 年代到 80 年代，台湾中小企业与零细企业依旧显著增长，而大企业却基本停滞不前。1976 年与 1986 年相对构成比重的数据对比显示，雇用职工人数、资本额、产值、附加价值额、工资支付额等各指标，大企业所占比重均不断趋于下降，而中小企业所占的比重则不断增大，小型企业与零细企业的增长尤其显著。

尽管中小企业成为台湾出口工业化时代的主角，为台湾当时的经济发展做出难以磨灭的贡献，然而随着劳力密集型产业向资本与技术密集型产业转型的要求加深，其在技术含量逐渐提升的新兴产业发展过程中则逐渐暴露出弊端，无论资金与技术基础都很薄弱，无法承担前瞻性的技术开发。一个国家或地区要致力于基础性的产业技术研究开发，往往需要较长期的投资，技术的商业化过程也存在较大的技术和市场风险，因而多数依赖大企业或集团企业的研发投入。指望中小企业积极从事资本投资回收期长、投资风险大的技术研究开发项目或者是高技术产业的投资都是不现实的，既缺乏技术积累，经营规模也不足以进行高技术产业的基础创新，台湾亦不例外。

由此可见，基础技术的开发决不是以中小企业为主体的台湾产业发展的最优选择，技术需求很自然作了次优选择，正是中小企业的产业规模与技术基础所适于的应用技术的开发，例如工艺或制程的改进。事实上，尽管中小企业在资本、技术、人才等方面相对大企业有“资源劣势”，但也在接近市场与消费者、组织灵活、方式多样等方面表现出“行为优势”，^[2] 对许多贴近市场与消费者的应用技术开发，还有一些传统产业的技术改进都表现出较高的效率，有利地推动了这些产业的技术进步。

（二） 适应与接收能力对台湾产业技术需求的影响

台湾的技术适应与接收能力，在产业链中以制造为最，其次为研发，最后是行销。最有说服力的证据，是代工生产模式在台湾以不可思议的速度蔓延，不仅在许多产业包括高科技产业，使台湾成为全球最具竞争优势的地区，更重要的是，在这种模式中台湾逐渐累积量产

与成本控制的制造技术。

从早期的劳力密集型制造业开始，如成衣、制鞋、小五金或自行车等，台湾几乎都是以代工模式发展。当劳力密集型产业失去竞争力，台湾的资讯电子产业仍然依赖代工模式迅速发展起来，成为经济发展的支柱产业。制造业结构虽然得到合时的转变，成长方式与企业经营模式却始终如一，仍然依赖出口产业的发展，仍然依赖代工模式进行生产，区别仅在于从出口劳力密集型产品转变为出口技术密集型产品（以电子产品为主），从由中小企业代工转变为由高科技大厂代工。代工模式在台湾从劳力密集型制造业到资本与技术密集型制造业成为通用的成功准则，充分证明了台湾制造业不仅拥有异常卓越的技术适应与接收能力，而且是同质的、全方位的、可以在产业间推而广之的一种能力。

台湾将代工模式的优势发挥得淋漓尽致，在台湾代工生产成为许多高科技产品的主要生产方式。2007年底的统计发现，台湾五大笔记本电脑代工厂商广达、仁宝、纬创、英业达、华硕出货量占全球笔记本电脑产业的比重共计 88.5%；2007 年全球近 50% 的数码相机（约 5000 万台），由鸿海、华晶科、佳能、亚光等四家台湾厂商进行代工；台湾还有全球最大的两家晶圆代工厂商台积电和联电，合计占全球晶圆代工总量超过 60%。换个角度来看，代工制造业一直是台湾高科技产业的主要成长来源，到目前为止台湾大多数高科技厂商，如广达、仁宝、光宝、鸿海、纬创、英业达等，还都是纯粹的代工制造厂商，专注于研发、设计、营销的自有品牌企业（如宏基，没有制造工厂）甚至是两者兼营的企业（如华硕、明基、英华达、大众等）很少。^[3]

台湾的代工模式形成岛内产业经济的主导地位，及至在全球高科技制造业中举足轻重的作用，都归功于对制造业敏锐的适应与接收能力，在此基础上发展起来的生产制造上的模仿创新，主要是制程与工艺上的技术创新，成为台湾产业技术需求的主要形式，而与之相对应的，则是基础性研发与设计层面的技术，看起来远没有发展生产技术的效用大而且实现快，因此台湾的基础性技术需求也远不如应用型技术需求。

（三） 产业生命周期地位对台湾产业技术需求的影响

区域经济是由不同类型的产业结合而成，每种产业成长的时间与阶段各不相同，根据产业技术成长的新发明阶段、科技发展阶段、科技成熟阶段，产业生命周期也对应区分为萌芽期、成长期、成熟期与衰退期，选择在产业生命周期中的不同阶段进入产业，将形成不同的技术需求。

20 世纪 90 年代，日本学者伊崎光男以“雁形理论”解释东亚各国（地区）的产业发展模式，以日本为雁首，其次为台湾、韩国、香港、新加坡四个东亚新兴经济个体，雁尾则是

中国大陆与东协各国（印度尼西亚、马来西亚、菲律宾、泰国等）。产业重心从日本转移到台湾、韩国等地，再转移到大陆与东协各国，是产业成长与成熟的过程。台韩承接移转自日本的成熟产业与技术，从生命周期成熟阶段进入产业，将可能使日本长期居于产业与技术的领先地位，而台韩则始终呈现“追赶状态”。

台湾中华经济研究院的朱云鹏在《雁形理论的检定》中指出，台湾等地区以成衣产业为代表的传统产业发展过程，很符合“雁形模式”。尽管他也认为，以电子产业为代表的知识密集型产业，各国（地区）在进入产业的时间落差上，已经呈现越来越模糊的现象，很难由时间上去判断领导者与追随者，但是我们仍然可以找到足够的证据，来说明即便是台湾 90 年代以后发展起来的最引以为傲的“两兆双星”产业，台湾进入这些产业的阶段也多以成长与成熟期为主，很难摆脱技术追随者的角色。产业组合分析模式就是一种有效的研究方法，台湾学者用该方法对台湾重点产业的技术能力与生命周期的定位分析结果表明，台湾切入半导体、光电、生物科技和通讯等高科技产业几乎都在成长期末期或成熟期，主要定位于产业价值链的制造代工区块。^[4]在生命周期的晚期进入产业发展，技术门槛较低、风险较小，需要的研发时间与成本投入也相对较少，适合台湾对日、美等发达国家的经济追赶，但同时也使台湾陷入基础技术需求不足的困境，因为产业技术标准已经确定，核心的技术、设备与主要零组件由外部输入比自行研发具有比较成本与效用优势，技术或制程的改良成为技术需求的最优策略，台湾于是很难参与产业技术标准的制定与发展基础性技术创新，也很难改变技术追随者的角色。

二、 台湾产业形成重应用轻基础的技术需求型态

持续几十年的追赶型经济形态，使台湾产业的技术需求立足效用最大化原则，当然也不可避免地形成重应用型技术轻基础性技术的需求型态。其表现于，台湾无论研发投入与产出都很大程度偏向于应用型技术。

从研发投入看，一般根据研究性质不同，分为基础研究、应用研究和技术发展三类进行统计。以增进科学知识为目的，并未预期有任何特殊应用的研究被归于基础研究；应用研究，主要目的是开发技术、材料、制程、方法、设施或工艺于科学发明或技术改良方面，或是以某一特定的实用目的为主要导向的研究；技术发展，是利用科技知识设计、发展、测试与评估新产品（服务），或既有产品（服务）的改良、作业程序的改善、提高生产效率方法的研究。台湾的研发经费（包括政府与企业）很大部分投入技术发展和应用研究，基础研究的

比重多年一直徘徊于 10% 左右，没有明显的提高。2006 年，台湾投入基础研究、应用研究和技术发展的科研经费比重为 10: 27: 63（见下图），相对来说，“政府”为了科技水平的长期发展，在基础研究的 R&D 投入上略高于 10%，企业则更大比重投入应用研究和技术发展的 R&D，但总体来看，台湾科研经费的投入因为技术需求体现出重应用轻基础的特征，而且处于极不均衡的状态中。

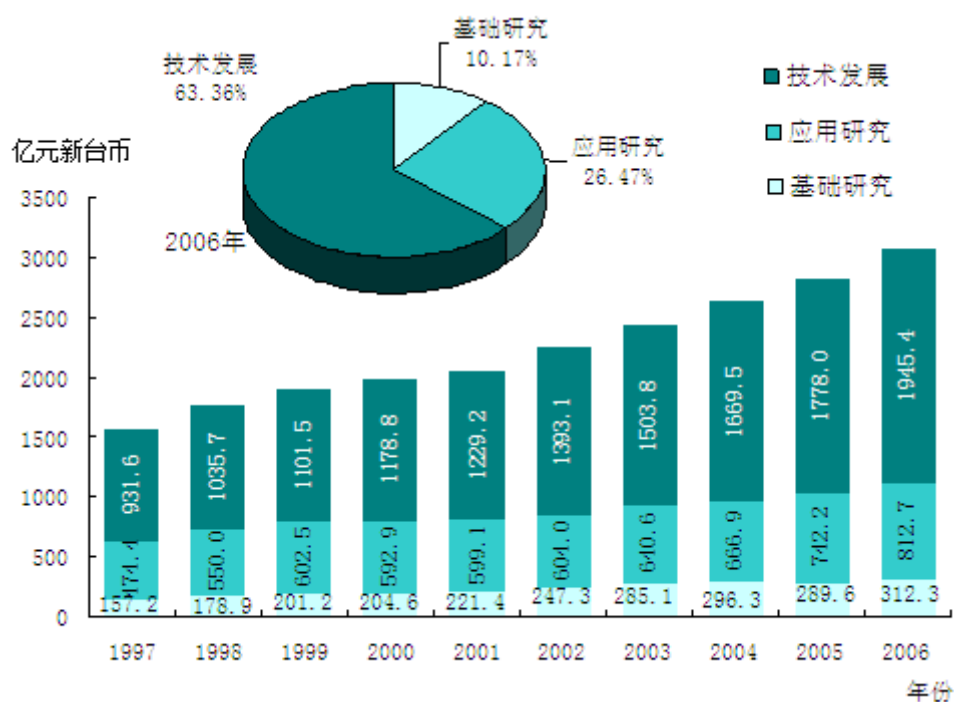


图 1 1997—2006 年台湾各类研究性质 R&D 经费比重

资料来源：台湾“行政院国家科学委员会”（2007）. 科学技术统计要览（2007 年版）. 作者整理绘制。

从研发产出看，在科研产出尚未建立根据研究性质分类的应用研究成果与基础研究成果指标统计，有时一些对台湾重点科技产业的调查研究，在专利结构中根据技术性质尝试进行统计分析，其结果大多一致，即台湾科研产出（这里指专利）主要集中于制程、应用技术，对于基础、核心的元件与设备创新显得相对薄弱。例如光电产业，^[5]对各国（地区）TFT-LCD 产业专利结构的研究发现，元件与设备的专利是台湾企业与机构在该领域研发最少的领域，台湾产业技术的专利很大程度集中于制程与应用技术上。

表 1 主要国家/地区 TFT-LCD 产业的专利结构

国家/地区	专利结构排名				
	1	2	3	4	5
日本	制程	材料	元件	应用	设备
	36.47%	34.87%	15.11%	7.17%	6.37%
美国	制程	材料	元件	设备	应用
	32.22%	32.04%	13.82%	11.84%	10.08%
韩国	制程	材料	元件	设备	应用
	56.37%	19.96%	13.54%	6.28%	3.87%
台湾	制程	应用	材料	元件	设备
	42.52%	23.16%	17.41%	11.41%	5.49%
德国	材料	制程	应用	设备	元件
	58.27%	22.10%	6.67%	6.54%	6.42%

注：%表示该类占该国（地区）专利数量的比率。

资料来源：卢素涵（2008b）. 转引自台湾 ITIS 科技发展政策报导（2006 年 2 月）。

三、台湾产业技术需求引致创新效率危机

台湾应用型技术主导的技术需求，虽然是经济发展效用最大化的现实要求，然而产业与经济发展效率却因为重应用轻基础的特点很难得到优化，相反这种应用为主的技术需求还使台湾的内部创新出现效率危机，最明显的三个特征为：研发投入的经济效率低、论文与专利影响力有限、产业的设备自制率不高。

（一）研发投入的经济效率低

一般认为，研发投入对一国（地区）产业或经济有显著的贡献，这在不少发达国家的发展经验中已经得到验证。不过，为了说明台湾研发投入的经济效率，并与其它地区进行比较，这里引入美国、英国、日本、法国、德国、韩国、台湾、爱尔兰、意大利等 9 个国家（地区）在 1997—2006 年间的面板数据，主要是这些国家（地区）历年人均 GDP 与滞后一期（1996—2005 年）人均 R&D 的数据，构建一个科研投入对人均所得的计量模型，相关数据来源于 OECD 出版的《Main Science and Technology Indicators(2008.1)》。建立面板数据模型而没有分别对各国（地区）两变量直接回归的原因是，面板数据综合了时间序列和截面数据两方面的信息，在时间序列上取多个截面，在这些截面上同时选取样本观测值构成样本数据，不仅大大增加了观测样本量，提高了样本自由度，而且可以减弱解释变量多重共线性的影响，降低估计误差。

在 Eviews5.0 软件中用变截距模型和变系数模型分别估计各国（地区）科研投入与经济发展的关系，发现人均 R&D（名义值，\$）投入与人均 GDP（名义值，\$）确实存在正相关性，

随着研发投入的加大人均收入也相应增加，人均 R&D 对人均 GDP 的弹性为 42.87，达到 99% 以上显著性水平；然而，从变系数模型中我们也不难看出，台湾的人均 R&D 投入(滞后一期) 反馈在人均 GDP 上的比例明显比其它国家(地区)少，弹性系数仅为 19.46 (99% 显著)，其它地区除日本外都比台湾显示出研发投入更大的贡献(模型中只有对日本不显著)，意大利为 93.87、英国 67.33、韩国 31.36，在图形中反映为台湾的直线较为平缓而其它国家或地区(除日本外)较为陡峭。

$$\text{人均 GDP}_t = C_1 + 3237.50 + 42.87 * \text{人均 R\&D}_{t-1} \quad (1.98) \quad (14.47) \quad (\text{Adjust } R^2=0.947)$$

$$\text{台湾人均 GDP}_t = C_1 + 4429.66 + 19.46 * \text{台湾人均 R\&D}_{t-1} \quad (2.92) \quad (4.31) \quad (\text{Adjust } R^2=0.977)$$

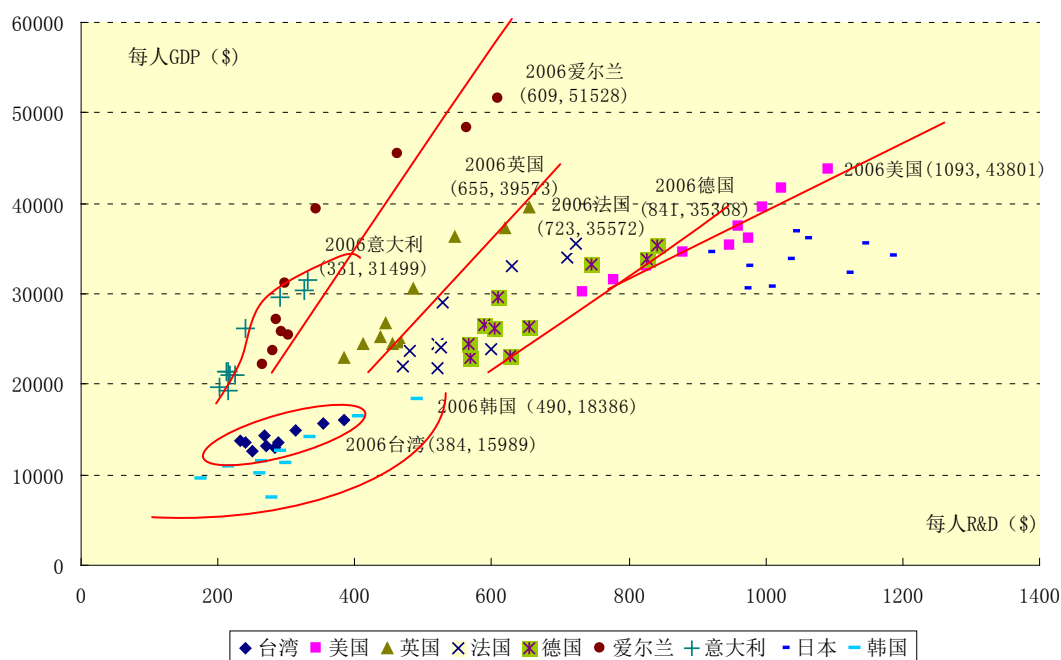


图 2 1997—2006 主要国家(地区)人均 R&D 与人均 GDP 相关性

资料来源：根据 OECD, Main Science and Technology Indicators (2008.1) 计算绘制。

(二) 论文与专利影响力有限

论文的数量与质量常常作为一国(地区)学术创新产出的指标，用来衡量科学水平的高低；产业技术创新产出的指标则一般使用专利的数量与质量为标准，用来衡量技术水平的高低。论文与专利的数量与质量与一国(地区)产业技术的内部创新效率有正面相关性。台湾近年来尽管论文与专利的数量不断增长，但由于科学与技术研究发展的方向长期重视应用型

技术开发而轻视基础性研究，论文与专利在国际上的影响力始终表现平平，内部创新的效率有限。

根据 Thomson Scientific Index Database 对 2001—2005 年间各国（地区）论文的统计，台湾科学论文总数为 62,773 件，占全球的 1.6%。然而，台湾全部领域的论文影响力均低于全球平均水平，影响力最高的是农业科学领域的论文，也仅约为全球平均的 92% 水平，其它很多领域的论文影响力都与全球平均水平差距很大，比如经济、企管等社会人文科学，以及生物科技、生命科学等领域，影响力仅为全球的一半左右。对 1996—2006 年间的论文统计结果显示，尽管台湾发表论文的数量在评比的 148 个国家（地区）中排名第 18 名（124,940 篇），但被引证数（662,480 次）与平均被引证数（5.3 次）分别排第 24 名与 92 名，其在国际上的影响力弱势由此可见一斑。（见表 2）

表 2 2001—2005 年台湾科学论文的全球影响力

领域	论文数占全球比重 (%)	对世界相对影响力
电脑科学 (computer science)	4.22	0.62
工程(engineering)	3.81	0.76
材料科学 (materials science)	3.14	0.87
物理学 (physics)	2.22	0.77
药理学 (pharmacology)	1.96	0.72
化学 (chemistry)	1.72	0.77
经济与企管 (economics&business)	1.56	0.45
生态与环境 (ecology&environmental)	1.56	0.67
临床医学 (clinical medicine)	1.35	0.61
数学 (mathematics)	1.30	0.89
农业科学 (agricultural sciences)	1.23	0.92
微生物学 (microbiology)	1.22	0.73
地球科学 (geosciences)	1.05	0.88
生技与生化 (biology&biochemistry)	0.98	0.56
动植物学 (plant&animal sciences)	0.84	0.75
神经科学与行为科学(neurosciences&behavior)	0.81	0.56
社会科学 (social sciences)	0.77	0.59
免疫学 (immunology)	0.75	0.53
生命科学 (molec. biol. & genetics)	0.71	0.54
太空科学 (space science)	0.62	0.63
心理学 (psychology&psychiatry)	0.53	0.58
总计 (overall)	1.60	--

注：台湾论文认定原则为只要作者中住址为台湾，即认定为台湾论文。

资料来源：台湾“经济部技术处”（2007）. 2007 产业技术白皮书——台湾产业研发创新现况与动向[M]. 台湾“经济部技术处”.

与论文的影响力指标如出一辙，台湾的专利影响力也表现不佳。2006 年台湾通过美国专利商标局（USPTO）核准的发明型专利数量排名全球第四（6,360 件），但专利引证次数却仅 0.51，与美国（7.28）、英国（5.69）等发达国家或地区有较大差距，甚至也不如韩国（1.10）。^[6]专利的引证指标（Citation Index）是平均每件发明型专利引用科学文献的次数，体现专利的品质和影响力。如果引证次数高，代表该国家（地区）技术属于较基础性或较为领先；反之，正如台湾专利引证指标之表现，则代表应用型与追随型技术居多。在另一个体现专利质量的指标 CII 上，台湾从 2000 年的 1.19 降低至 2006 年的 0.91，也表明台湾近期增加的专利数，大多是应用型专利，原创性并不高，因此 CII 指数，即在美国发明型专利平均被引证的次数在减少，而且低于整体平均水平。^[7]CII（current impact index）是在美国各国（地区）发明型专利的现行冲击指标，2006 年发明型专利件数超过 1,000 件的国家（地区）中，CII 大于 1 的有美国（1.25）、以色列（1.17）、韩国（1.05）、澳洲（1.01）等，大于 1 代表这些国家发明型专利平均被引证的次数高于平均水平。

（三） 产业的设备自制率不高

台湾对于产业技术研发表现出重应用轻基础的特征，不仅反映在研发的投入产出效率低与科学论文、专利的影响力微弱上，对产业发展更为直接的影响是，因为无法掌握产业标准与核心技术，台湾的大多数产业，甚至是半导体、光电等在台湾表现出蓬勃生机的高科技制造业，关键零组件与设备的自制率都不高，不得不依靠进口。

台湾目前最具竞争力的“两兆”产业之一，半导体产业的生产产值在全球首屈一指（2007 年台湾半导体产业产值达 1.5 兆新台币），对半导体制造设备的市场需求也迅速上升，但制造所需关键设备的自给率却不见提高。台湾“工研院”2003 年针对岛内半导体设备产业所做的研究调查中，岛内厂商前后段设备与零组件产值约为新台币 53.1 亿元，当时岛内设备市场规模约达新台币 1,002 亿元，换言之，本土设备自给率仅有 5.3%。在 2005 年的统计结果中，岛内设备市场规模快速增长至新台币 2,200 亿元，本土设备产值为新台币 120 亿元，设备自制率却仍然介于 5.4—5.5%，与 2003 年比较变化并不大。^[8]相对而言，台湾厂商对于半导体后段封装设备，因为制程大部分属于成熟技术层次，自给率较高些，但也仅占 25%，耗材零组件的自制率大约占 20%，而前段制程设备与后段测试设备的自给率非常低，前者为 3.2%，后者小于 1%。^[9]

对于台湾其它的支柱产业，设备本土化程度与水平也不高。例如光电产业的主要产品 LCD，生产设备的技术多数掌握在日本厂商手中，不得不从日商进口，2005 年台湾 LCD 制程

设备自给率不到 20%。比较而言,韩国的设备本土化进程要快得多,TFT-LCD 生产设备的自给率从 2000 年的 30%,快速成长到 60%以上,更预定在 2010 年达成设备与材料自制率 80%的目标。^[10]2007 年台湾 TFT-LCD 设备产业发展加快,自制率达到 41.4%,然而台湾“工业局”的材料显示,这些设备厂商一般属于中小企业形态,生产的本土制程设备,仍然基本属于技术层次较低的设备类型,技术门槛较高的设备,比如曝光机、PVD、CVD 还是依赖海外进口。^[11]类似的情况也出现在通讯产业的 WiMAX 零组件产业中,目前台湾 35.1%的自制率,虽然比大陆的 28.4%略强,但与日本 81.1%、韩国 85.1%的差距仍然很大。^[12]

四、 结论

适当的产业定位与有效的技术创新是提升国家(地区)产业与经济竞争力的关键因素,如何把有限的资源,分配在能给产业发展带来最大效用的技术创新上,是各个国家或地区产业定位的根本原则。由于台湾持续扮演“技术追随”角色,受到产业规模小且技术基础薄弱、对制程与工艺上的技术创新有敏锐的适应与接收能力,以及选择在产业生命周期的成熟期发展产业等因素影响,形成重应用型技术轻基础性技术的需求型态。一方面表现在研发投入中,大部分经费被用于技术发展和应用研究,基础研究所占比重始终很低;另一方面是研发产出,用专利统计对台湾技术需求性质进行定位,结果显示台湾产业技术创新集中于制程、应用技术,对于基础、核心的元件与设备创新显得相对薄弱。

尽管这种“重应用轻基础”的技术需求符合效用理论,并为台湾 50 年来的产业与经济快速发展提供了有利的技术支持,但同时它也导致台湾的内部创新出现效率危机。其一是研发投入经济效率低,通过构建台湾等九个国家(地区)科研投入对人均所得的计量模型,发现台湾的人均 R&D 投入(滞后一期)反馈在人均 GDP 上的比例明显比其它国家(地区)少;其二是论文与专利影响力有限,尽管台湾在国际上发表论文与核准专利的数量不断增长,但各领域论文影响力均低于全球平均水平,专利引证次数也低于平均水平;其三是产业设备自制率不高,由于无法掌握产业标准与核心技术,台湾的大多数产业关键零组件与设备的自制率都不高,不得不依靠进口。

由此可见,台湾若想摆脱技术创新的效率危机,不能忽视从产业技术需求的影响因素中寻求解决的途径。只有从根本上改变“应用技术重基础技术轻”的需求型态,才能从“技术追随”与“技术依赖”的困境中脱身而出。

注释:

- [1] 隅谷三喜男、刘进庆、涂照彦：《台湾经济发展的成就与问题——新兴工业化经济群体的典例分析》，厦门大学出版社 1996 年版。
- [2] 顾卫东：《我国中小企业技术创新过程问题研究》，辽宁大学企业管理专业博士学位论文，2002 年。
- [3] 蔡崇祺：《从全球代工产业到国际品牌经营的策略研究——Acer 转型和国际化个案分析》，台湾大学国际企业研究所硕士学位论文，2006 年。
- [4] 徐作圣、唐迎华、朱玫黛：《高科技产业个案分析》，台湾全华科技图书股份有限公司 2005 年版。
- [5] 卢素涵：《台湾 LCD 制程设备产业形貌（中）》，台湾“经济部技术处”ITIS 智网，2007 年，<http://www.itis.org.tw>。
- [6] 台湾“经济部技术处”：《2007 产业技术白皮书》，台湾“经济部技术处”2008 年版。
- [7] 林欣吾、林秀英：《台湾创新系统之竞争力与成长挑战》，“2005 产业科技创新：新价值创造的年代”国际研讨会，2005 年。
- [8] 陈慧娟：《台湾半导体设备市场概况》，台湾“经济部技术处”ITIS 智网，2007 年，<http://www.itis.org.tw>。
- [9] 陈慧娟：《台湾半导体设备厂商发展概况》，台湾“经济部技术处”ITIS 智网，2008 年，<http://www.itis.org.tw>。
- [10] 卢素涵：《设备国产化对 LCD 设备关键零组件之影响初探（下）》，台湾“经济部技术处”ITIS 智网，2007 年，<http://www.itis.org.tw>。
- [11] 卢素涵：《台湾 LCD 制程设备产业形貌（上）》，台湾“经济部技术处”ITIS 智网，2008 年，<http://www.itis.org.tw>。
- [12] 郭家蓉：《台日韩中 WiMAX 产业聚落体系比较分析》，台湾“经济部技术处”ITIS 智网，2007 年，<http://www.itis.org.tw>。