

---

# 设备投资、体现型技术进步与生产率增长： 跨国经验分析

黄先海 刘毅群\*

---

**内容提要** 新古典模型往往只强调设备投资对产出增长的资本深化效应,而忽略其技术进步作用。实际上内嵌于设备资本的体现型技术进步是生产率增长的重要原因之一,它与非体现型技术进步共同构成了全要素生产率的增长。本文将 S-N 时期模型扩展为 ETC 两部门模型,并以发明专利计数来量化体现型技术进步。本文对 26 个国家或地区在 1980~2004 年期间的经验分析显示,设备投资在 GDP 中的比重每提高 1%,劳均 GDP 增长将提高 0.393%;设备资本的 ETC 对 TFP 增长的平均贡献为 35.82%;比较分析显示,包括中国在内的六个新兴经济体的 ETC 对 TFP 增长的贡献要高于发达国家 4.78%。为保持经济的持续性增长,中国应转变资本投资结构并加强对设备资本的研发。

**关键词** 设备投资 体现型技术进步 生产率

---

## 一 引言

近 20 多年来,不少经济学者在评价资本积累在产出增长中的作用时总是强调它在资本深化方面的效应:在人均资本量较低时,资本的边际产出效率较高,增加资本积累将有利于总产出水平的提高,但是随着资本投入进一步提高,资本产出效率将下降,资本积累对产出增长的贡献将越来越小。因此,在长期增长中应更多关注诸如教育、人力资本培养和组织效率等问题,而不是有形的物质资本积累。前苏联的例子总是被举证出来,尽管它有着高物质资本投资率,但并没有实现持续快速的经济增长。部分经济学者对东亚新兴工业经济体 (NIEs) 和中国的经济增长的可持续性持怀疑态度,他们认为这些国家与地区的高速经济增长是由大量的物质资本、劳动投入增加所驱动,而全要素生产率 (TFP) 增长的作用很小 (Krugman, 1994; Lau and Kim, 1994; Young, 1995, 2000)。

上述学者的观点存在一种偏误,即技术进步与物质资本积累不相关,是两个独立的过程。但历史经

---

\* 黄先海:浙江大学经济学院 310027 电子信箱:hxhhz@126.com 电话:0571-87953738;刘毅群:咸宁学院经济学系 437100 电子信箱:lyqyc@126.com。

本文得到教育部“新世纪优秀人才支持计划”基金项目(编号:NCET-07-0746)的资助。作者感谢匿名审稿人提出的建设性修改意见,当然文责自负。

对于“前苏联是否是一个投资密集型国家”存在争议(De long and Summers, 1991)。较确切的观点是,前苏联是军事集中制国家,其投资更多用于军事目的,而不是经济活动中包含有技术进步的资本形成。

验表明,资本形成特别是新机器的投入应用,同时也是技术进步的过程。资本投资可以区分为两种类型:一种是简单的重复性投资,资本品质量不变,只是投资数量增加;另一种是内嵌有体现型技术进步(embodied technical change, ETC)的设备投资,投资数量与质量都在增加,后一种投资类型在经济增长过程中更为普遍。体现型技术进步的概念把设备资本积累与技术进步联系在一起,它对经济增长核算产生两方面影响:一是设备投资的作用需要被重新评估,它对总产出的增长具有资本深化效应和部分技术进步效应;二是在TFP增长较小的情况下,不能判定没有技术进步,因为TFP增长可被细分为设备资本ETC和非ETC(主要指生产效率),当TFP增长较小时,可能是非ETC很小或为负,而ETC却较大。新古典模型假定各时期资本是同质的,因此资本积累仅具有资本深化的效应,但ETC概念提出资本积累与部分生产率增长紧密相关。De Long和 Summers(1991)论证了在1960~1985年期间设备投资与跨国生产率增长之间存在强的相关关系,并且这种关系具有因果性,即设备投资导致生产率的增长。Jones(1994)引入设备资本相对价格这一变量并通过经验分析发现,它与经济增长呈显著的负向关系。对体现型技术进步与生产率增长的关系研究则包括:Solow(1960)、Nelson(1964)、Hulten(1992)以及Greenwood等(1997)。Hulten利用Gordon(1990)计算的设备资本质量价格调整数据,测算了ETC在1949~1983年期间对美国经济增长的贡献,研究结果显示美国的设备资本ETC速率为3.44%,设备资本存量的ETC构成了美国20%的增长“余值”,而Greenwood等建立一个一般均衡框架,分析设备资本“专业性”技术进步对人均GDP增长的影响。郑玉歆(1998)、易纲等(2003)以及林毅夫和任若恩(2007)等中国经济学者指出,传统增长核算方法在考虑东亚经济问题上存在缺陷,它不能衡量体现在新资本品上的技术进步,特别是这些国家与地区的技术进步是靠引进国外先进技术设备实现的。黄先海和刘毅群(2006)对中国工业全要素生产率增长中的物化型(即体现型)技术进步贡献进行了测算,认为该贡献率为45.31%,但其假定投资设备的ETC速率为2.5%,沿用的是传统Solow-Nelson时期模型。

本文内容分三部分:一是将S-N模型扩展为ETC两部门模型,分析设备研发部门的努力是如何引致体现型技术进步并导致长期生产率增长的,提出以发明专利申请计数来构建衡量体现型技术进步的指标。二是分析比较多个国家与地区在1980~2004年期间设备投资/GDP比例的变动,以及它对劳均GDP增长的影响效应,并把本文结果与De Long和 Summers(1991)所做的1960~1985年的分析做比较。三是对TFP增长的分解,在扣除各投入要素对GDP增长的贡献后,着重分析设备资本ETC对TFP增长的贡献。最后是文章结论和政策建议。

## 二 体现型技术进步的两部门模型

### (一) ETC与设备有效资本 $J_t$

在S-N时期模型中(Solow, 1960; Nelson, 1964),假定设备投资品的ETC速率为一固定值 $\epsilon$ ,由此导出设备资本存量的总质量变动与 $\epsilon$ 、资本的平均役龄结构相关。假定资本存量是由许多不同役龄、不同效率的机器组成,新一轮投资的机器比前一时期的机器更为有效,则可建立以相同效率(或等质)为基础的设备资本总存量:

$$J_t = \sum_{v=0}^t q_v I_{e,v} (1 - \epsilon)^{t-v} = \sum_{v=0}^t q_0 (1 + \epsilon)^v I_{e,v} (1 - \epsilon)^{t-v} \quad (1)$$

实际还存在一个影响,即物质资本存量的估算是存在争议的,特别是在体现型技术进步情况下,资本折旧将加快,而这影响到物质资本存量的估算,如果估算不准确,将使全要素生产率增长的核算产生偏误。

这里下标“ $e$ ”代表设备,  $J_t$ 是所有时期设备的“总效率资本”,简称设备有效资本存量。 $q_v$ 为第 $v$ 期投资设备的技术效率指数,  $q_v = (1 + \delta) q_{v-1}$ ,反映不同时期投资设备的技术效率差异,这个差异可以等质地转换为设备数量上的差异,假定  $q_0 = 1$ ,可以定义第 $v$ 时期实际投资的设备有效资本为  $H_v = q_v I_{e,v} / (1 - \delta)^{t-v}$ 是第 $v$ 时期投资的但在第 $t$ 时期仍使用的物质资本,  $\delta_e$ 是设备资本的物质折旧率。

与上述  $J_t$ 所对应的是传统模型所衡量的设备物质资本存量  $K_{e,t}$ :

$$K_{e,t} = \sum_{v=0}^t I_{e,v} (1 - \delta_e)^{t-v} \quad (2)$$

Nelson(1964)曾经推导过  $J_t$ 与  $K_{e,t}$ 之间的关系,它们之间的差异就是设备资本的总质量变动,定义设备资本的总质量指数为  $Q_t = J_t / K_{e,t}$ ,总质量指数  $Q_t$ 的变动不仅与投资设备 ETC 速率 ( $\delta$ ) 有关而且与设备资本存量的平均役龄  $\bar{a}_t$  相关。 $\bar{a}_t$ 以折旧后的各时期投资品占总物质资本存量的比例为权重,并以各投资时期距现今时刻(即第 $t$ 时期)的年份差(为正)为各投资品服役年龄,计算出整个物质资本存量的平均役龄:

$$\bar{a}_t = \sum_{v=0}^t (t-v) \frac{I_{e,v} (1 - \delta_e)^{t-v}}{K_{e,t}} \quad (3)$$

对  $J_t$ 的增长率可以做近似推导:

$$\frac{\dot{J}_t}{J_t} = \frac{\dot{K}_{e,t}}{K_{e,t}} + \frac{\dot{Q}_t}{Q_t} \approx \frac{\dot{K}_{e,t}}{K_{e,t}} + \frac{\dot{\bar{a}}_t}{\bar{a}_t} \quad (4)$$

其中,  $\dot{\bar{a}}_t$ 为设备资本的平均役龄变动。 $\dot{Q}_t / Q_t = \frac{\dot{Q}_t}{Q_t} - \frac{\dot{\bar{a}}_t}{\bar{a}_t}$ 是设备资本的总质量变动率或资本存量的 ETC 速率,除了新投资设备的 ETC 速率 ( $\delta$ ) 影响到  $Q_t$ 的变动率外,新投资设备的数量也将影响  $Q_t$ 的变动率,因为当某一期新投资设备较多时,将改变原有资本存量的役龄结构,即  $\dot{\bar{a}}_t$ 为负,而  $\dot{Q}_t / Q_t$ 增大;反之,则  $\dot{\bar{a}}_t$ 为正,而  $\dot{Q}_t / Q_t$ 变小。这也肯定了在体现型技术进步假设下,设备投资数量与技术进步速率有关。另外,在  $\dot{\bar{a}}_t = 0$ 时,即设备资本存量的平均役龄不变时,则  $\dot{Q}_t / Q_t = \delta_e / q_t$ 。

## (二) ETC 两部门模型:物质产品生产部门和设备研发部门

借鉴 Romer(1990)以及 Jones(1998)提供的框架,我们构建包含 ETC 的两部门模型。假定经济体的总劳动人口为  $L_t$ ,其以匀速  $n$ 增长,劳动人口按比例分为三部分:一部分是消费品与建筑资本品的制造者 ( $L_{Y,t}$ )、一部分是设备制造者 ( $(1 - \alpha) L_{Y,t}$ ),另一部分是设备研发人员  $L_{E,t}$ ,  $L_t = L_{Y,t} + (1 - \alpha) L_{Y,t} + L_{E,t}$ ,  $0 < \alpha < 1$ 。假定  $z$ 为非体现型或中性技术进步,  $J_t$ 是设备有效资本存量,  $K_x$ 是建筑资本品存量(包括厂房、办公楼等),同时假定消费品和建筑资本品不存在 ETC,则经济体的生产函数为:

$$C_t + I_{x,t} = z_t (L_{Y,t})^{1-\alpha_1-\alpha_2} (\phi J_t)^{\alpha_1} (K_{x,t})^{\alpha_2} \quad (5)$$

$$0 < \alpha_1 < 1, \quad 0 < \alpha_2 < 1, \quad 0 < \alpha_1 + \alpha_2 < 1$$

$$H_t = I_{e,t} q_t = z_t q_t [(1 - \alpha) L_{Y,t}]^{1-\alpha_1-\alpha_2} [(\phi J_t)]^{\alpha_1} [(1 - \alpha) K_{x,t}]^{\alpha_2} \quad (6)$$

其中  $C_t$ 、 $I_{x,t}$ 和  $I_{e,t}$ 分别为第 $t$ 时期生产出来的消费品、建筑投资品和设备投资品,设备投资品以效率单位衡量则为  $H_t$ 。 $\alpha_1$ 和  $\alpha_2$ 分别是投入生产消费品与建筑品时所占的设备有效资本比例和建筑资本比例。比较方程(5)和(6)可知,第 $t$ 时期设备效率资本  $H_t$ 的生产具有一个更高的中性技术进步速率 ( $z_t q_t$ ),在

$\bar{a}_t$ 的表达式还可做进一步推导,在平衡增长路径中,  $\bar{a}_t$ 为一常数,即  $\dot{\bar{a}}_t = 0$ 。

这种假定是考虑到建筑资本所发生的技术进步远不及设备资本那么明显。但实际上,建筑资本也存在体现型技术进步,例如摩天大楼就反映了工程和设计上的进步,更舒适、宽敞的空间可以增加该建筑的租金。如果考虑建筑资本的体现型技术进步,则模型会更复杂,但基本结论不受太大影响。

相同投入情况下，一单位  $H_t$  的生产成本相对于消费品的生产成本呈现递减，如果表现在价格方面则为有质量调整的设备投资相对价格递减，即  $P_{h,t}/P_c$  的递减，假定  $P_{h,t}$ 、 $P_c$  分别为第  $t$  时期有质量调整的设备效率资本价格和消费品价格。

方程 (5) 和 (6) 具有相同的资本 - 劳动比 (由生产要素的充分流动性决定)，将方程 (6) 两边同时除以  $q_t$ ，则所得等式方程与消费品生产方程并无实际差异。我们将这一部门称为物质产品生产部门，方程 (5) 和 (6) 可以合并为一个总的物质产品生产方程：

$$C_t + I_{e,t} + I_{s,t} = Y_t = z_t L_{Y,t}^{1-\alpha} J_t^{1-\beta} K_{s,t}^2 \quad (7)$$

第二个部门是设备研发部门，即它开发出新的技术或创意，并把这些新创意体现在质量更先进的资本品上，例如新的计算机芯片、传真机、印刷机等。该部门获得生产特定资本品的专利权，但并不亲自制造这样的设备资本，而是把生产任务转交给物质产品部门，但它实际控制着该设备的制造。该部门的体现型技术研发方程为：

$$\dot{q}_t = L_{E,t} q_t \quad (8)$$

其中， $\dot{q}_t = \partial q_t / \partial t$  是单位时间内体现型技术的变动量。在本模型中， $\dot{q}_t$  受两个因素的影响：一是服从泊松过程创新实现率  $L_{E,t}$ ，是研发技术的生产力参数， $0 < L_{E,t}$  是参与设备研发的技术人员数量；二是依赖于已存的技术效率指数  $q_t$ ，而参数  $\beta > 0$  则反映了在研究中存在一个正的知识溢出效应，如果参数  $\beta < 0$  则类似于“鱼池”的例子，可能最简单的创意最早被发现，到后来随着质量复杂性的增加，创意越来越难被发现了。可以证明在  $\beta > 1$  的条件下，经济增长率将展现一条发散的路径，本文假定  $0 < \beta < 1$ 。

假定物质产品生产部门最大化其利润：

$$\max_{L_{Y,t}, K_{e,t}, K_{s,t}} Y_t - w_{Y,t} L_{Y,t} - p_{e,t} K_{e,t} - p_{s,t} K_{s,t}$$

解决最大化问题的一阶条件如下：

$$w_{Y,t} = (1 - \alpha - \beta) z_t L_{Y,t}^{1-\alpha} J_t^{1-\beta} K_{s,t}^2 \quad (9)$$

$$p_{K_{e,t}} = Q_t^{-1} z_t L_{Y,t}^{1-\alpha} J_t^{1-\beta} K_{s,t}^2 \quad (10)$$

$$p_{K_{s,t}} = \beta z_t L_{Y,t}^{1-\alpha} J_t^{1-\beta} K_{s,t}^{2-1} \quad (11)$$

这里  $w_{Y,t}$ 、 $P_{K_{e,t}}$  和  $P_{K_{s,t}}$  分别为物质产品生产部门的工人工资、一单位设备物质资本的租金价格和建筑资本的租金价格。租金价格与设备物质资本的实际出售价格有区别，假定以大写字母“ $P$ ”标示的  $P_{K_{e,t}}$  为单位物质资本的出售价格，则可以推得  $P_{K_{e,t}} = (1 - \alpha - \beta) P_{e,t} / r$ ， $r$  是利息率，为一常数。由于体现型技术进步的原因所致， $P_{K_{e,t}}$  与第  $t$  时期的投资设备价格  $P_{e,t}$  存在区别， $P_{K_{e,t}}$  是一个加权价格，因为一单位设备物质资本 ( $K_{e,t}$ ) 与一单位第  $t$  时期的投资设备 ( $I_{e,t}$ ) 在技术效率上不相等，两者之间的关系为  $P_{K_{e,t}} / Q_t = P_{e,t} / q_t$ 。

设备研发部门一旦获得某一特定资本品的设计方案，它在专利权的保护下将垄断该资本品的制造，并把设备资本租借给物质产品部门，获得最大利润。由方程 (10) 知， $P_{K_{e,t}}$  是设备物质资本存量 ( $K_{e,t}$ ) 的函数。因此，设备研发部门利润最大化的一阶条件为：

$$\begin{aligned} \max_{K_{e,t}} &= p_{K_{e,t}} K_{e,t} - (r + e) K_{e,t} \\ \frac{\partial p_{K_{e,t}}}{\partial K_{e,t}} K_{e,t} + p_{K_{e,t}} - (r + e) &= 0 \end{aligned} \quad (12)$$

整理得到：

$$p_{K_{e,t}} = \frac{1}{1-\beta} (r + e) \quad (13)$$

上述利润总是作为设备技术研发人员的工资，以补偿发明者在构思新设计上所花费的时间。对于个

体而言,在物质产品部门和科研部门的工作必定是无差异的,假定  $w_{E,t}$  为设备研发人员所获得的工资,它等于研发人员的边际产出乘以每项新专利的价格  $P_{E,t}$ ,因此有:

$$w_{E,t} = \frac{\partial q_t}{\partial L_{E,t}} P_{E,t} = w_{Y,t} = (1 - \alpha_1 - \alpha_2) \frac{Y_t}{L_{Y,t}} \quad (14)$$

依据 Jones(1998)关于专利价格决定的论述,假定一项专利即代表一单位的体现型技术进步,潜在专利价格  $P_{E,t}$  的决定依靠一个套利过程:任何人都可以对一项专利开价,并且专利权可以转售,那么购买某一时期的专利所带来的收益必等于其他投资选择所获得的收益。由前述可知,  $Q_t$  是设备资本的总质量指数,实际也是一个加权平均的体现型技术指标,利润  $\pi_t$  除以  $Q_t$  即为每单位体现型技术所分配的利润,因此设备研发部门的专利定价公式为:

$$rP_{E,t} = \frac{\pi_t}{Q_t} \quad (15)$$

综合上述方程,最后可以推导设备研发人员与物质产品生产部门的劳动力投入比例。假定两部门模型的平衡经济增长率为  $g$ ,则:

$$\frac{L_{E,t}}{L_{Y,t}} = \frac{\alpha_1 (1 - \alpha_1)}{(1 - \alpha_1 - \alpha_2) r(1 - a)} \left(1 + \frac{1}{n}\right) \quad (16)$$

$\bar{a}$  为平衡增长时的设备资本平均役龄,等于常数  $(1 - \delta) / [\delta(1 + g)]$ 。

### (三) TFP增长核算框架

增长核算的方法主要是 Solow“剩余法”,其目标是将总产量的增长率分解为来自投入增长——主要是劳动、设备物质资本、建筑资本的贡献和技术进步的贡献。技术进步的贡献则包含体现型技术进步和非体现型技术进步,两者共同构成 TFP 的增长。在包含 ETC 的增长核算分析中会涉及到两个问题:一是 TFP 的增长是否会扩大?二是如何量化设备资本 ETC 对经济增长的贡献?首先,如果对设备物质资本存量  $K_e$  的衡量准确,则所计算的 TFP 增长就和传统模型的结果一样,设备资本存量的 ETC 贡献已作为经济增长的“剩余部分”被包括在 TFP 增长中,如方程 (17) 所示。但若以设备有效资本存量  $J_t$  的增长作为设备资本的增加,则 ETC 的贡献被包括在  $J_t$  的增长中,TFP 增长仅表现为非 ETC 的贡献  $\dot{z}_t/z_t$ ,如方程 (18) 所示。两个方程的 TFP 增长差额  $(\dot{Q}_t/Q_t)$  即为体现型技术进步对经济增长的贡献。

$$\frac{\dot{Y}_t}{Y_t} = \left(\frac{\dot{z}_t}{z_t} + \frac{\dot{Q}_t}{Q_t}\right) + (1 - \alpha_1 - \alpha_2) \frac{\dot{L}_t}{L_t} + \alpha_1 \frac{\dot{K}_{e,t}}{K_{e,t}} + \alpha_2 \frac{\dot{K}_{x,t}}{K_{x,t}} \quad (17)$$

$$\frac{\dot{Y}_t}{Y_t} = \frac{\dot{z}_t}{z_t} + (1 - \alpha_1 - \alpha_2) \frac{\dot{L}_t}{L_t} + \alpha_1 \frac{\dot{J}_t}{J_t} + \alpha_2 \frac{\dot{K}_{x,t}}{K_{x,t}} \quad (18)$$

其次,对  $q_t$  与  $J_t$  的正确计量是量化 ETC 贡献的重要前提,如果已知  $q_t$ ,则可以直接建立  $J_t$ 。确知  $q_t$  的途径之一是利用有质量调整的设备投资价格  $P_{h,t}$ ,依据 Hulten(1992)所示的  $P_{h,t}$  与投资设备价格  $P_e$  的关系,有:

$$P_{h,t} H_t = P_{e,t} I_{e,t} \quad (19)$$

$$\frac{P_{h,t}}{P_{e,t}} = \frac{P_{h,t}/P_{c,t}}{P_{e,t}/P_{c,t}} = \frac{I_{e,t}}{H_{e,t}} = \frac{1}{q_t} \quad (20)$$

其中,  $P_{e,t}/P_{c,t}$  为实际设备投资价格,  $P_{h,t}/P_{c,t}$  是有质量调整的设备投资相对价格。随 ETC 的变动,  $P_{h,t}/P_{c,t}$  与  $q_t$  呈反向变动。Gordon(1990)测度了美国经济中 17 类资本品的质量调整价格指数,他采用的是特征回归方法(Hedonic Regression Technique)。该方法是建立一个设备资本品的特征(Hedonic)价格函数,将影响设备资本价格的各种技术性能指标考虑进来,并用回归方法剔除其他因素带来的价格变化,

只剩下质量变动对价格变化的影响,即可得到  $q_t$ 。该方法较精确,但对数据样本要求过高,特别是需要大量有关各种设备技术性能的数据,因此该方法不适合发展中国家的经济增长核算。

在本模型中我们利用世界知识产权组织(WIPO)的发明专利统计数据来模拟体现型技术进步,并量化  $q_t$ ,反过来求  $P_{h,t}$ 。采用该方法基于三个方面理由:一是发明专利的统计数据最能反映技术变动,并且与生产率变动密切相关。在所有衡量技术成果的指标中,申请或授权专利最具有代表性,而且在三个专利分类中,发明专利的含金量又高于实用新型专利和外观设计专利,因此可以利用发明专利统计数据来反映整个技术变革的速度。Griliches(1990)论证了专利计数是计量技术进步和研究与开发(R&D)创新活动成果的一个很好指标,而Lach(1990)以及Christiansen(2007)则从经验角度论证发明专利数量与生产率变动密切相关。二是大多数发明专利与设备质量改进有关。根据De Long和Summers(1991)的估计,在很多国家与地区的制造业R&D占有所有行业的R&D比重超过90%,而设备制造业又集中超过了一半以上的制造业R&D。同时WIPO的报告也显示专利合作条约(PCT)专利申请的前50名申请者中95%为大制造公司,其中接近75%的技术领域与电子、仪表、机械等制造相关。三是WIPO的发明专利统计数据的时间跨度为1883~2005年,以此可计算各国累计的创意总量,即计算  $q_t$ 。假定在第  $t$  时期已存在的发明专利总计数为  $N_t$ ,则体现型技术效率指数  $q_t$  等于  $N_t/N_{t-1}$ ,这也较符合两部门模型。当然采用发明专利数据作为衡量体现型技术指标的方法还存在不足与争议,譬如不是所有的技术进步都申请了专利,另外每项专利的技术含量与其经济价值不等同,不过在考虑数据获得性及可操作方面,以发明专利计数作为衡量  $q_t$  的指标仍是相当可靠的。

一旦建立  $q_t$ ,则由前述方程可知,整个  $Y_t$  的增长源泉主要分为四部分:TFP增长、劳动力增加的贡献  $((1 - \alpha_1 - \alpha_2) \dot{L}_t / L_t)$ 、设备物质资本存量增加的贡献  $(\alpha_1 \dot{K}_{e,t} / K_{e,t})$  以及建筑资本增加的贡献  $(\alpha_2 \dot{K}_{s,t} / K_{s,t})$ 。其中,TFP的增长为:

$$TFP = \frac{\dot{z}_t}{z_t} + \alpha_1 \left( \frac{\dot{q}_t}{q_t} - \frac{\dot{q}_t}{q_t} - \frac{\dot{a}_t}{a_t} \right) \quad (21)$$

### 三 设备投资与劳均 GDP 增长的经验分析

#### (一) 各国设备投资变动

分析样本包括中国大陆、台湾地区、韩国、印度、巴西和墨西哥六个新兴经济体和15个欧盟成员国以及美国、日本、加拿大、澳大利亚和新西兰,样本区间为1980~2004年,部分国家与地区的数据为1980~2002年期间。统计数据分别来自各年份《中国统计年鉴》,GGDC数据库(欧盟15国与美国),OECD生产率数据库(澳大利亚、加拿大、新西兰与日本),ECLAC(拉美与加勒比经济委员会)数据库(墨西哥与巴西),《印度经济统计手册》(印度中央银行),《台湾2004年统计年鉴》,韩国银行数据库。中国的固定资产投资分为三类:建筑安装工程、设备与工、器具购置和其他投资,其中其他投资为消耗性投资,不予考虑,本文主要以前两项投资作为建筑投资和机器与设备投资,同时在建筑投资中扣除住宅投资。其他国家与地区的建筑投资同样扣除住宅性投资,建筑投资与设备投资构成总的固定资本形成(GFCF)。

源自网上WIPO的2007年报告“WIPO Patent Report: Statistics on Worldwide Patent Activity”,[http://www.wipo.int/ipstats/en/statistics/patents\\_patent\\_report\\_2007.html#foreword](http://www.wipo.int/ipstats/en/statistics/patents_patent_report_2007.html#foreword)

表 1

各国或地区设备投资增长

%

	中国 大陆*	台湾 地区*	澳大利 亚	加拿大	新西兰	日本	韩国*	印度*	美国	欧盟	墨西哥*	巴西*
设备投资增长												
1980~1990	16.2	6.75	0.92	2.22	3.27	6.38	12.1	9.89	2.98	3.26	-1.2	-5.1
1990~2002	11.4	4.98	4.53	1.46	3.57	0.38	4.78	7.39	5.33	1.75	3.89	3.69
1980~2002	13.6	5.78	2.87	2.48	3.43	2.64	8.03	8.53	4.26	2.43	1.53	-0.4
ICT投资/GDP												
1980	0.58	2.58	1.42	1.42	1.24	1.43	2.19	—	2.03	1.32	—	—
1990	1.01	3.75	2.55	2.03	2.42	2.2	3.22	0.64	2.86	2.17	1.31	1.66
2002	2.65	5.49	3.99	2.69	2.76	2.86	4.84	1.63	3.85	2.37	2.84	3.02

说明:设备投资增长以不变价格计算,所有地区的增长率都以指数增长形式计算; \*所示国家或地区的 ICT/GDP比值为 ICT设备制造业的增加值占当年 GDP的比重。

数据来源:GGDC数据库和作者根据相关国家统计年鉴资料整理得到。

De Long和 Summers(1991)分析了 1960~1985年期间世界各国与地区的设备投资,但与这一时期有所不同,近期 20年里出现了以信息通讯技术(Information and Communication Technology, ICT)设备为主导的设备投资,它的增长带动了新一轮的经济增长。表 1给出了 1980~2002年期间各国与地区的设备投资增长。在 1980~2002年期间六个新兴经济地区的实际设备投资增长较为迅速,平均高出其他发达国家约 3个百分点。其中中国大陆的设备投资增长最为迅速,平均为 13.6%;台湾地区、韩国和印度的设备投资增长分别为 5.78%、8.03%和 8.53%。其原因一方面是发展中国家所表现的资本深化现象,另一方面是与发达国家一样由技术革新所推动的新设备投资增长。几乎所有国家的 ICT投资在上世纪 90年代都有较大幅度增长,ICT投资不仅影响到设备投资的内部质量构成,而且带动总量的增加。墨西哥与巴西在 80年代的设备投资增长为负,但在 90年代两者的实际增长分别达到 3.89%和 3.69%。尽管日本的设备投资增长在 90年代相对于 80年代有较大幅度降低,但设备投资增长率仍为正。

图 1与图 2分别是各国或地区设备投资/GDP比例(1980~2004年期间平均值)与 2000年相对劳均 GDP水平和实际设备投资价格( $P_{e,t}/P_{c,t}$ )的平均变动率之间的关系。由图可以看到两个特点:一是相对劳均 GDP越高的国家,其设备投资/GDP比例越高且越接近。在 De Long和 Summers(1991)的分析中,那些劳均 GDP水平在美国劳均 GDP水平 70%以上的国家其平均设备投资率为 8.2%。在本文分析中,像欧盟等发达国家或地区都具有较高的设备投资率,它在 2000年相对美国的劳均 GDP水平为 74.86%,它的设备投资/GDP平均比例为 8.94%。中国和印度尽管具有较高的设备投资率,但其相对劳均 GDP水平仍很低。另一个特点是实际设备投资价格的变动率与设备投资/GDP比例呈负相关,如图 2所示,实际设备投资价格下降越快的国家或地区,其设备投资率越高。De Long和 Summers认为,这两者之间互为促进,一方面实际设备投资价格越低,越有利于设备投资;另一方面设备投资率越高,经济增长越快,它使设备资本供给曲线上移,并导致实际设备投资价格下降。本文还认为存在一个技术进步效应,设备资本的体现型技术进步(ETC)会首先使设备制造业受益,该行业一般是设备资本使用密集型行业,因此它使设备制造的生产率迅速提高,并有可能使设备资本的供给能力大大超过消费品的供给能力,从而造成两者

根据 GGDC数据库的定义,与 ICT设备相关的行业分为两部分:一是制造 ICT设备的行业,包括办公、会计与计算设备制造、无线电、电视及通讯设备制造、电信与计算机设备制造等共五个行业;使用 ICT设备的行业则包括出版、批发贸易、金融服务等共计 15个行业。

的相对价格递减。

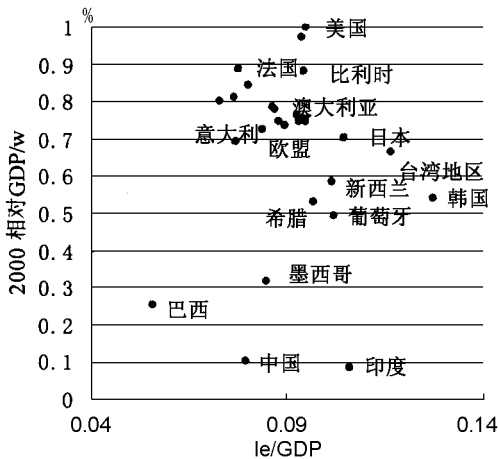


图 1 设备投资 /GDP比例与 2000年相对劳均 GDP

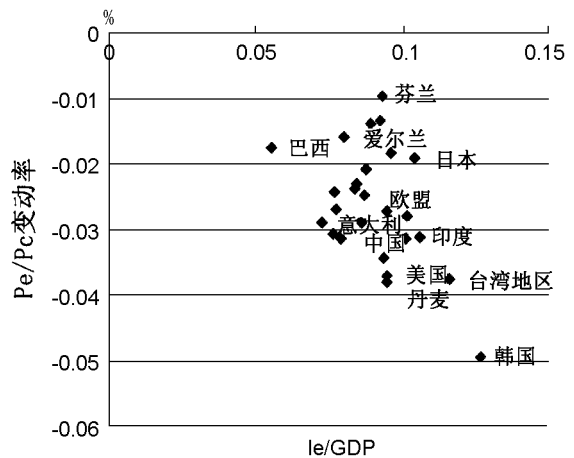


图 2 设备投资 /GDP比例与 (Pe/Pc)变动率

图 3与图 4是各国家和地区的固定资本投资结构 (1980~2004年期间平均值)。亚洲国家与地区是固定资本投资的密集型地区,它们的建筑投资比例 ( $S_t/GDP$ )和设备投资比例 ( $I_t/GDP$ )都明显高于其他国家。图 4还显示在固定资本形成 (GFCF)方面,许多国家与地区倾向于设备投资而非建筑投资,特别是发达国家与地区,如美国、欧盟等。中国的建筑投资在 GFCF中所占的比重高达 62.06%,尽管本文在所有的建筑投资中已扣除住宅建筑投资,但这一比重仍相对过高。如果包括住宅投资,则中国整个建筑投资比重在 1991~2004年期间高达 72.58%。造成中国这一情况的原因可能与大量的基础设施建设有关,如迅速增长的交通、水电建设,另外与国家投资体制也紧密相关,由国家主导的投资更偏重于基础设施建设,在经济发展较为成熟时期,经济体会转变投资结构,更多地转向设备投资。

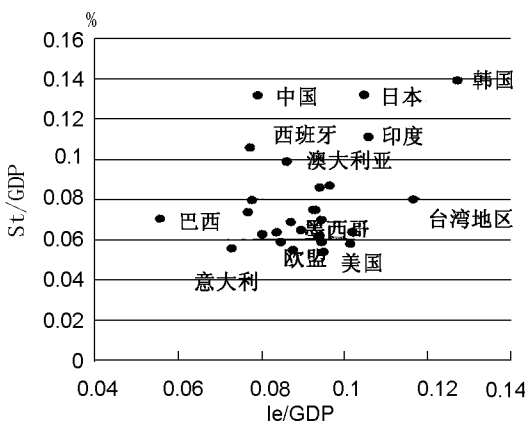


图 3 设备投资 /GDP比例与建筑投资 /GDP比例

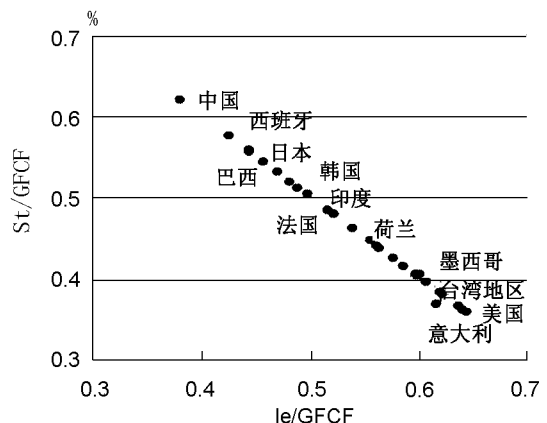


图 4 设备投资 /GFCF比例与建筑投资 /GFCF比例

## (二)劳均 GDP增长与设备投资的回归分析

在分析固定投资对经济增长的影响时一般是以总资本形成为变量,但如果设备投资与建筑投资各自对经济增长的贡献不一样,这样分析就有局限性,因此应考虑区分设备投资和建筑投资。表 2给出了劳均 GDP增长与设备投资率的基本回归结果。本文将部分回归结果与 De Long和 Summers(1991)的分析



对照。其中 *LF. Growth*、*Equip Share*、*Struct Share*、*GDP/w. Gap*和 *GFCF. Share*分别是劳动力增长率、设备投资/GDP比例、建筑投资/GDP比例、劳均GDP水平差异以及固定资本形成/GDP比例。这里需要注意的一个问题是各回归方程的拟合优度  $R^2$  比较低,如同 De Long和 Summers的结果 ( $R^2$ 大约为 0.29),本文改善拟合优度的方法是在参数估计时采用随机效应模型。造成拟合优度低的原因可能来自数据方面,本文的数据取样来自不同渠道,其中欧盟15国和美国的数据来自GDC数据库,而其他地区数据来自各地统计局,尽管很多变量是比值,具有可比性,但数据的不一致性仍可能产生影响。同时本文也发现,数据问题可能不是最重要的,样本个体的特性很重要。本文在直接采用欧盟15国数据做回归时发现,其拟合优度更低,仅为 0.078,但在采用随机效应模型回归后其拟合优度提高到 0.246。因此,拟合优度低主要是样本包括不同发展水平的国家而造成的异方差问题,欧盟地区尽管在很多方面比较接近,但内部经济差异实际也很大,本文发现它的许多经济指标图示呈现集聚散状。另外,遗漏其他重要解释变量也可能造成拟合优度低,本文在后面分析中会引入附加变量。

表 2 劳均 GDP增长与设备投资率的回归结果

变 量	<i>LF. Growth</i>	<i>Equip Share</i>	<i>Struct Share</i>	<i>GDP/w. Gap</i>	<i>GFCF Share</i>	S E E	$R^2$
本文回归结果							
1980~2004 (n=26)	- 0.367 (0.044)	0.393 (0.064)	- 0.097 (0.056)	0.038 (0.009)		0.019	0.447
1980~2004 (n=6) 新兴经济地区	- 0.606 (0.125)	0.566 (0.162)	- 0.085 (0.143)	0.078 (0.034)		0.027	0.578
1980~2004 (n=20) 发达国家与地区	- 0.301 (0.046)	0.251 (0.066)	- 0.180 (0.056)	- 0.007 (0.011)		0.017	0.235
1980~2004 (n=26)	- 0.324 (0.045)			0.037 (0.009)	0.126 (0.038)	0.019	0.414
De Long和 Summers回归结果							
1960~1985 (n=61)	- 0.031 (0.198)	0.265 (0.065)	0.062 (0.035)	0.020 (0.009)		0.013	0.291
1960~1985 (n=20) 高生产率样本	- 0.002 (0.146)	0.337 (0.054)	- 0.015 (0.033)	0.030 (0.009)		0.008	0.662

说明:台湾地区、韩、日、印、澳、新、墨与巴西的回归数据区间是 1980~2002年;系数下面括号里的数字是标准误差。

由表 2可见,劳均 GDP增长与设备投资比例的回归系数在大样本中为 0.393,意味着这些地区在 1980~2004年期间设备投资/GDP的比例每提高 1%,劳均 GDP增长将提高 0.393%。同 De Long和 Summers(1991)的分析结果相比,设备投资的这个正效应随时间推移而加强,他们的大样本回归系数为 0.265,而在其高生产率样本中(几乎为发达国家)结果也达到 0.337。表 2还给出新兴经济地区与发达国家相比较的回归结果,很明显在新兴地区设备投资对劳均 GDP增长的影响效应要大于发达国家或地区,前者几乎为后者的两倍多。对这一结果的解释是,新兴地区有着更大的设备资本需求,越是落后地区,其更新设备资本而产生的生产率增长效应越大,新兴地区通过设备进口一方面可以实现技术上的“蛙

De Long和 Summers(1991)的分析样本包括 61个国家与地区,但不包括本文所选样本的中国大陆、台湾地区、澳大利亚、新西兰和瑞典这五个地区。

跳”,另一方面有利于总产出的增长。与此相反,增加建筑投资比重对劳动生产率增长有负效应,如果使用固定资本形成(GFCF)对劳均GDP增长回归,发现GFCF的回归系数降低为0.126,其对劳均GDP增长的效应要远小于设备投资。另外从劳均GDP增长与建筑投资比例的直接回归系数看,它在1980~2004年期间的26个样本中为-0.097,说明在保持其他条件不变的情况下,增加建筑投资占GDP的比重1%,则劳均GDP增长会下降0.097%,这个负效应在发达国家或地区表现得更明显,在本文的分析中(1980~2004)发达国家或地区的系数为-0.18,在De Long和Summers的分析中(1960~1985)该系数为-0.015;在新兴经济地区,建筑投资对劳均GDP增长的负效应要相对弱些。

表3是分时期与增加附加变量时劳均GDP增长与设备投资比重的回归分析结果。本文选择的附加变量分别为:政府支出占GDP比重、出口占GDP比重、制造业增加值占GDP比重以及该国或地区人口平均受教育年限、25岁以上人口中初等教育比重、中等教育的比重和高等教育比重。其中,政府支出/GDP比例反映政府行为的影响,出口/GDP比例反映经济开放度的影响,而制造业/GDP比例衡量的是工业化程度,最后四个附加变量是人力资本衡量指标,取自Barro和Lee(2000)给出的国际受教育程度数据,具体计算是以1980、1985、1990、1995与2000年五个时段的数据为依据,假定各阶段的受教育程度以匀速增长,计算得到1980~2004年期间整个的受教育程度数据。

表3 劳均GDP增长与设备投资率的回归:分时期与附加变量

变量	<i>LF. Growth</i>	<i>Equip Share</i>	<i>Struct Share</i>	<i>GDP/w. Gap</i>	附加变量系数	S E E	R <sup>2</sup>
总体 (n=26)							
1980~1990	-0.488 (0.075)	0.407 (0.105)	-0.085 (0.112)	0.027 (0.011)		0.021	0.430
1991~2004	-0.183 (0.058)	0.394 (0.092)	-0.057 (0.072)	0.034 (0.008)		0.016	0.547
总体 (n=26)							
政府支出 占GDP比重	-0.405 (0.046)	0.381 (0.064)	-0.116 (0.056)	0.029 (0.010)	-0.130 (0.047)	0.018	0.456
出口 占GDP比重	-0.389 (0.044)	0.395 (0.063)	-0.092 (0.055)	0.047 (0.009)	0.025 (0.008)	0.019	0.455
制造业增加值 占GDP比重	-0.366 (0.043)	0.357 (0.060)	-0.080 (0.050)	0.024 (0.007)	0.145 (0.024)	0.018	0.454
平均受教育 年限	-0.365 (0.044)	0.386 (0.064)	-0.094 (0.056)	0.044 (0.012)	0.001 (0.001)	0.018	0.448
25岁以上 初等教育比重	-0.374 (0.045)	0.394 (0.064)	-0.095 (0.056)	0.041 (0.010)	-0.018 (0.013)	0.019	0.448
25岁以上 中等教育比重	-0.361 (0.044)	0.372 (0.064)	-0.105 (0.056)	0.046 (0.010)	0.029 (0.016)	0.018	0.447
25岁以上 高等教育比重	-0.369 (0.046)	0.395 (0.064)	-0.099 (0.057)	0.039 (0.011)	0.004 (0.017)	0.019	0.447

由表3可见,设备投资的回归系数对分时期样本与增加解释变量并不敏感,该系数在分时期的回归中基本稳定在0.40左右,而在增加附加变量后也基本稳定在0.38左右,说明这些因素并不能显著改变

设备投资对劳动生产率增长的正向影响。另外,回归方程的拟合优度提高也不大。在 De Long 和 Summers 的分析中,设备投资变量对分时期和附加变量也显示不敏感。不过本文发现,在保持设备投资比重不变的情况下,政府行为变量对劳均 GDP 增长存在负效应,政府支出 /GDP 比重每增加 1%,则劳均 GDP 增长会下降 0.13%;而出口 /GDP 比重和制造业 /GDP 比重对劳均 GDP 增长存在正效应,特别是增加制造业变量会较大地改变原有设备投资变量的回归系数,该系数降为 0.357,显然这两者对劳均 GDP 增长的影响具有重合效应,因为制造业集中了最大部分的设备投资。提高人口受教育程度对劳均 GDP 增长具有正效应,特别是增加中等教育以上的人口比重,但增加初等教育人口比重则有负效应。

#### 四 ETC 在 TFP 增长中的贡献

##### (一) 专利统计数据对 ETC 速率的量化

本文以发明专利计数来量化体现型技术指标  $q_t$ ,发明专利统计数据取自 WIPO 的数据库,假定专利不存在折旧,统计数据的时间跨度为 1940~2004 年。本文以 1940~1979 年期间的发明专利总计数作为初始体现型技术存量,其后每年新发明专利计数反映设备资本的技术流量  $q$  或  $\partial q_t / \partial t$ 。

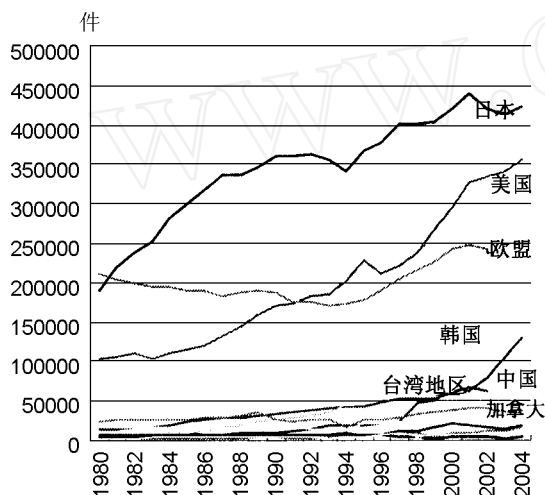


图 5 各国与地区发明专利申请计数

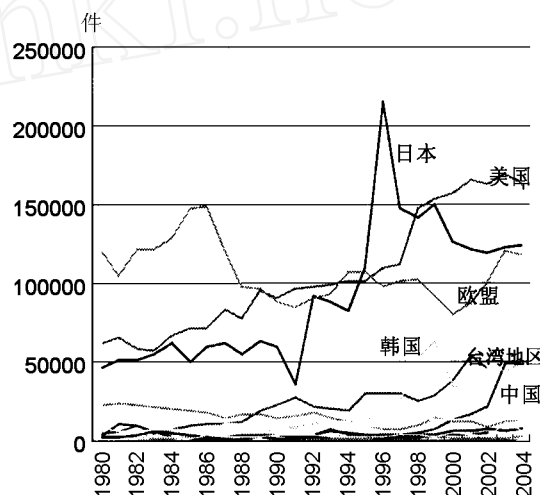


图 6 各国与地区发明专利授权计数

图 5、图 6 分别显示了 1980~2004 年各国与地区的发明专利申请计数和授权计数。不少学者采用专利申请计数而不是专利授权计数来反映创新产出, Griliches (1990) 论证了专利申请计数比专利授权计数更能反映创新的真实水平, 因为专利授权计数受到政府专利机构等人为因素的影响较大, 使得专利授权计数由于不确定性因素增大而容易出现异常波动。通过图 5 与图 6 的对比我们发现, 各国与地区的授权发明专利计数的波动性远大于发明专利申请计数的波动, 因此本文选用发明专利申请计数作为计算体现型技术指标  $q_t$  的依据。目前中国公布的发明专利申请计数是 1985~2004 年的数据, 对于这之前的数据我们采取近似估算, 1980 年初始的专利计数为 156 050 件, 由于在 1959 年以前中国的技术受前苏联的影响很大, 取前苏联在 1940~1958 年新增专利计数的一半作为新中国初始专利计数。本文依据中国国家财政支出项目中的科技三项费用来估计 1959~1984 年的数据。上世纪 80 年代科技三项费与专利申请计数的比率在 0.015 附近, 而且一般认为研发投入与专利申请几乎没有滞后效应 (Griliches, 1990), 因此本文以这个比率来推测 1959~1984 年中国的发明专利申请计数。

在确立体现型技术效率指数  $q_t$  以后,可以依据公式 (20) 计算有质量调整的设备投资价格 ( $P_{h,t}$ )。图 7 与图 8 是各国家与地区的设备投资增长和  $P_{h,t}/P_c$  变动率、 $P_{e,t}/P_c$  变动率的关系。设备投资相对价格下降速率快的那些国家与地区同时也是设备投资增长快的地区,如韩国、中国与美国等。但图 7 与图 8 存在不同,前者趋势线的斜率为 -0.5217,后者趋势线的斜率为 -0.1642,图 7 反映的是有质量调整的设备投资相对价格下降速率与设备投资增长的关系,相对于图 8,在前者的相对价格里包含有体现型技术进步的影响,所以前者的相对价格下降速率更快,它们之间的差额是投资设备的 ETC 速率。日本尽管其实际设备投资价格下降速率不快,但经过质量调整,其设备投资相对价格下降速率提高很多。 $P_{h,t}/P_c$  变动率与设备投资增长的关系中存在双层效应:一层来自设备资本的供给方面,由于技术进步或其他因素使得设备资本的生产供给能力大大提高,造成设备资本相对更便宜,引发短期和长期的设备投资增长;另一层来自体现型技术进步,假定消费品不存在 ETC,1 单位消费品转换为 1 单位设备投资品,但随着设备资本的 ETC,单位设备资本的效率在上升,而其中的单位效率价格却在不断递减。就单一质量来说,单位效率资本是与单位消费品同质的,但两者的相对价格随前者的 ETC 而不断递减。如果实际生产中的技术不变,给定某一数量的效率资本制造 1 单位产出,则随 ETC 而增加设备投资会在实际生产中越有利,因为实际投入的效率资本在不断扩大。

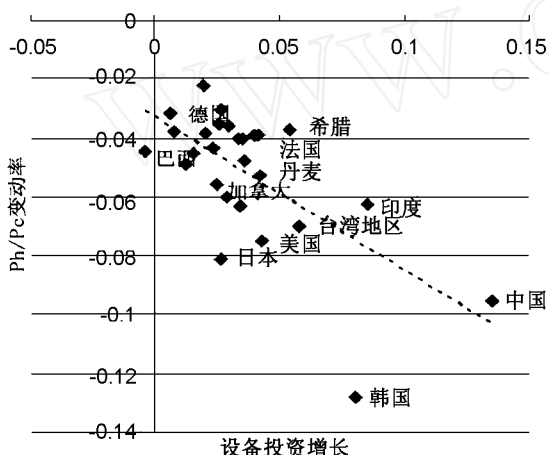


图 7 设备投资增长与  $P_h/P_c$  变动率 (%)

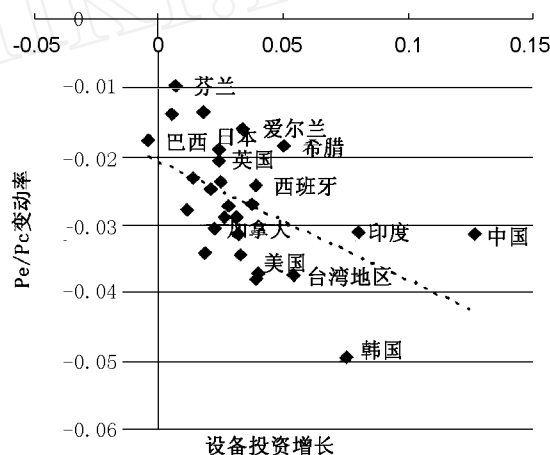


图 8 设备投资增长与  $P_e/P_c$  变动率 (%)

(二) ETC 在 TFP 增长中的贡献

中国设备资本与建筑资本存量的估计主要依据永续盘存法,数据主要来源于《1950~2000 中国固定资产投资统计资料》。资本存量初始值(1952年)的估计参考 Young (2000) 推荐的方法,即等于 1952 年实际投资除以 1952~1957 年期间的实际投资增长率与折旧率之和 ( $K_0 = I_0 / (g_t + \delta)$ );设备资本与建筑资本的物质折旧率在 1952~1979 年分别为 8% 与 4%,而在 1980~2004 年确定为 10% 与 5%,设备投资与建筑投资的价格平减参考黄先海和刘毅群 (2006) 提供的方法。要素报酬份额的估计:劳动者报酬份

区分两个阶段不同的物质折旧率,是考虑到国家一直在更新变动固定资产的基本折旧率,《中国统计年鉴》显示的全民所有制工业企业固定资产折旧率在 1952~1979 年为 3.7~4.2,其后在 1980~1990 年期间变动为 4.2~5.3;同时参考 1985 年《国营企业固定资产折旧条例》,设备资本平均使用年限为 15~20 年,建筑资本的平均使用年限为 30~40 年,因此本文选取的设备资本与建筑资本物质折旧率基本合理。

额平均为 0.59779, 设备资本与建筑资本份额的确定依据  $(p_{K_{e,t}}K_{e,t}) / (p_{K_{s,t}}K_{s,t}) = 1/2$ , 其中  $p_{K_{e,t}}$  为单位设备资本收益或租金价格,  $p_{K_{s,t}}$  为单位建筑资本收益或租金价格, 比值  $p_{K_e} / p_{K_s}$  的确定依据欧盟与美国的经验数据的计算结果取值为 2。欧盟与美国、澳大利亚、加拿大、新西兰、日本的资本存量数据来自 GDC 和 OECD 生产率数据库, 要素份额的确定已有给定数据。墨西哥、巴西、韩国与中国台湾地区的资本存量估计分别来自 ECLAC 数据库以及 Timmer 和 Ark (2002), 印度资本存量数据为净设备资本存量与净建筑资本存量。

表 4 给出本文计算的各国家与地区各投入要素对 GDP 增长的贡献份额。其中中国在 1980~2004 年期间的 GDP 增长率最快, 达到 9.519%; 亚洲其他三个地区, 包括台湾、韩国与印度次之; 墨西哥与巴西的 GDP 增长相对较低, 在该期间年平均分别为 2.679% 和 2.078%, 但这两个地区的劳动增长最快, 分别达到 3.15% 和 2.322%。与发达国家相比, 新兴经济地区的传统要素如劳动、建筑资本存量和设备物质资本存量增长对 GDP 增长的解释仍占相当重要的地位, 特别是物质资本积累的贡献, 新兴经济地区的设备物质资本与建筑资本对 GDP 增长的平均贡献为 43.59%, 而发达国家的这一贡献仅是 23.84%。TFP 增长的贡献是设备资本存量的 ETC 贡献和非 ETC 的贡献, 其中中国的设备资本存量的 ETC 对 GDP 增长的贡献在该期间年平均为 14.12%, 其他贡献较大的地区为日本、韩国、美国与巴西。新兴地区的 ETC 对 GDP 增长的贡献平均为 19.43%, 而发达国家的 ETC 对 GDP 增长的贡献平均为 17.88%。另外, 在扣除劳动、设备资本存量、建筑资本以及 ETC 对 GDP 增长的贡献后, 即为狭义的“Solow 剩余”或非 ETC 对 GDP 增长的贡献, 在中国这一贡献额度为 21.21%, 但是巴西与墨西哥的非 ETC 贡献为负值, 表明在这两个地区存在非体现型技术“退步”, 实际上它们很大部分的 GDP 增长可以由投入要素的增长解释, 特别是劳动增长的贡献分别为 81.17% 和 83%。整个设备有效资本增长对 GDP 增长的贡献, 也即  $J_e / J_t$ , 表示在表 4 的最后一行, 在所有国家与地区平均达到 35.85%。

表 4 各投入要素对 GDP 增长的贡献份额 %

	中国 大陆	台湾 地区	澳大 利亚	加拿大	新西兰	日本	韩国	印度	美国	欧盟	墨西哥	巴西
时期	1980~2004	1980~2002	1980~2002	1980~2004	1980~2002	1980~2002	1980~2002	1980~2002	1980~2004	1980~2004	1980~2002	1980~2002
GDP 增长	9.519	6.557	3.324	2.772	2.508	2.413	7.212	5.546	3.207	2.144	2.679	2.078
各要素贡献份额												
劳动	15.20	15.93	33.36	44.23	29.82	15.03	20.94	24.21	31.20	18.66	83.00	81.17
设备物质资本	28.81	33.12	11.82	12.15	13.65	16.13	29.09	21.80	17.34	14.77	19.96	10.85
建筑资本	20.66	16.70	4.67	6.97	3.58	7.72	17.20	13.91	10.64	23.60	19.46	29.99
设备资本 ETC	14.12	12.69	15.28	10.67	17.63	33.06	19.43	13.07	18.17	12.52	15.23	18.78
非 ETC	21.21	21.55	34.86	25.98	35.31	28.06	13.35	27.01	22.63	30.45	-37.64	-40.79
其中: 设备物质资本 + 设备 ETC 贡献	42.93	45.82	27.10	22.82	31.28	49.19	48.52	34.87	35.52	27.29	35.19	29.63

表 5 是设备资本存量的 ETC 对 TFP 增长的贡献。中国在 1980~2004 年期间的 TFP 增长率年均均为 3.36%, 高于其他所有地区。在整个期间所有地区的 ETC 对 TFP 增长的贡献平均为 35.82%。尽管墨西

汇总 1991~2003 年各省市劳动者报酬份额的数据, 计算得到全国劳动者报酬份额稳定在 0.60 附近。资料来源于国务院发展研究中心信息网。

哥与巴西的 TFP 增长为负值,但它们在 1980~2002 年期间的设备资本存量的 ETC 仍为正值,因此以公式  $ETC/[ETC - \text{非} ETC]$  计算其 ETC 贡献分别为 28.81% 和 31.53%。与同期的其他地区相比,中国设备资本存量的 ETC 对 TFP 增长的贡献较高,为 39.96%,仅次于韩国的 59.27% 和美国的 44.54%。新兴地区与发达国家的比较,在 1980~2004 年期间,新兴经济地区的 ETC 对 TFP 增长的贡献为 38.21%,而发达国家地区的 ETC 贡献为 33.43%,前者高于后者 4.78%。造成这一差异的原因可以分为两个方面:一是新近一期投资设备的 ETC 速率,即  $\bar{a}_t$ ;另一个则与整个设备资本存量的役龄结构变动相关,即  $\bar{a}_t$ ,后者反映了新近一期投资设备的数量影响,它同样具有技术进步效应。在  $\bar{a}_t$  方面,发达国家与新兴经济地区相差不大,发达国家比新兴地区平均低 0.749%,但两者的新投资设备数量增长差异大,新投资迅速提高了整个资本存量的技术水平。

表 5 设备资本 ETC 在 TFP 增长中的贡献 %

	中国 大陆	台湾 地区	澳大利 亚	加拿大	新西兰	日本	韩国	印度	美国	欧盟	墨西哥	巴西
TFP 年均增长率												
1980~1990	2.40	3.09	1.22	0.69	1.34	2.54	3.00	2.13	1.18	1.03	-1.58	-2.16
1980~2004	3.36	2.25	1.67	1.02	1.33	1.47	2.36	2.22	1.31	0.92	-0.60	-0.46
ETC 对 TFP 增长贡献												
1980~1990	26.58	21.74	41.49	46.63	32.09	38.72	26.43	24.29	43.20	27.53	17.86	11.78
1980~2004	39.96	37.08	30.47	29.10	33.30	34.09	59.27	32.60	44.54	29.13	28.81	31.53

说明: \* 所示国家或地区的 TFP 增长率和 ETC 贡献的计算时期为 1980~2002; 由于墨西哥与巴西的 TFP 增长为负,因此其 ETC 贡献计算公式设为:  $ETC/(ETC - \text{非} ETC)$ 。

## 五 结论

设备投资与生产率增长是工业化过程的两个典型特征,投资于体现有最新技术的机器设备,不仅能实现资本深化而且也能实现技术的跟进。部分经济学者在经济增长核算中往往割断设备投资与技术进步的关系,把资本积累简单地理解为粗放型或外延式经济增长,忽视了体现型技术进步的作用。本文试图纠正这方面的偏误,通过对 26 个国家与地区的比较分析我们发现:(1)设备投资占 GDP 的比重每提高 1%,劳均 GDP 增长将提高 0.393%;设备投资增长对劳均 GDP 增长具有很强的解释力。(2)在 26 个国家与地区中,设备资本存量的 ETC 在 TFP 增长中的贡献平均为 35.82%,其中,新兴经济体的 ETC 贡献平均为 38.21%,高于发达国家 4.78%。发达国家可以利用创新和 R&D 支出获得长期生产率增长的源泉,但发展中国家也可以利用技术“后发优势”和模仿追求一定程度上的生产率增长收益。

目前中国的设备投资/GDP 比重偏低,设备投资与建筑投资之比为 0.61:1,而主要国家与地区平均比重为 1.24:1。因此,我们认为中国要保持经济的持续性增长,应注意两方面的问题:一是转变资本投资结构并加强效率资本的积累;二是增加针对设备资本质量改进的 R&D 支出,只有这样才能形成长期生产力。

在对体现型技术进步与经济增长关系的研究上,本文认为仍需解决三个方面的问题:一是在理论方面如何把 R&D 支出包括进模型中。在本文模型中,与 R&D 支出相关的仅是设备研发部门的技术人员的工资,即  $w_{E, L_{E,t}}$ ,它是通过部分垄断利润获得补偿。显然还应有其他方面的 R&D 支出,例如研发部门的

物质资本投入等,并且这些 R&D 支出可能对设备资本的定价行为产生影响。在本文分析中我们假定对设备物质资本存量  $K_e$  的衡量不包含 R&D 投入,但实际中设备资本的价格会包含 R&D 成本,因此 TFP 增长的计算会更趋于复杂。二是如何更为精确地对设备资本的 ETC 加以衡量。本文所采用的以发明专利申请计数来衡量 ETC 的方法是比较粗糙和有局限的,应对专利统计数据进一步细化,特别是以行业划分的专利统计数据来改进对 ETC 的衡量,制造业或设备制造业方面的专利统计数据更能反映体现型技术进步。三是考虑进口设备的影响,区分国内生产设备和进口设备,把进口设备的影响考虑到 TFP 增长核算中。一个解决办法是通过分析贸易往来数据,以各国贸易量为权重建立外国技术指标,再结合本国技术指标来推断整个设备资本的 ETC 速率及其对经济增长和 TFP 增长的影响。

#### 参考文献:

- 黄先海、刘毅群(2006):《物化性技术进步与我国工业生产率增长》,《数量经济技术经济研究》第4期。
- 林毅夫、任若恩(2007):《东亚经济增长模式相关争论的再探讨》,《经济研究》第8期。
- 易纲、樊纲、李岩(2003):《关于中国经济增长与全要素生产率的理论思考》,《经济研究》第8期。
- 郑玉歆(1998):《全要素生产率的测算及其增长规律》,《数量经济技术经济研究》第10期。
- Barro, Robert J. and Lee, J. "International Data on Educational Attainment: Update and Implications" *CD Working Paper*, April 2000, No 42
- Christiansen, Lone E. "Do Technology Shocks Lead to Productivity Slowdown? Evidence from Patent Data" Unpub. Ph. D. Dissertation, University of California, San Diego, 2007.
- De Long, J. and Summers, L. "Equipment Investment and Economic Growth" *Quarterly Journal of Economics*, 1991, 106, pp. 445 - 502
- Gordon, R. *The Measurement of Durable Goods Prices* Chicago: University of Chicago Press, 1990.
- Greenwood, J.; Hercowitz, Z. and Krusell, P. "Long-run Implications of Investment-Specific Technological Change" *The American Economic Review*, 1997, 87, pp. 342 - 362.
- Griliches, Zvi "Patent Statistics as Economics Indicators: A Survey" *Journal of Economic Literature*, 1990, 28, pp. 1661 - 1707.
- Hulten, R. "Growth Accounting when Technical Change Is Embodied in Capital" *The American Economic Review*, 1992, 82, pp. 964 - 980.
- Jones, C. "Economic Growth and the Relative Price of Capital" *Journal of Monetary Economics*, 1994, 34, pp. 359 - 382.
- Jones, C. *Introduction to Economic Growth* W. W. Norton & Company, Inc, 1998.
- Krugman, P. "The Myth of Asia's Miracle" *Foreign Affairs*, December 1994, pp. 62 - 78.
- Lau, L. and Kim, J. "The Sources of Growth of the East Asian Newly Industrialized Countries" *Journal of the Japanese and International Economics*, 1994, 8, pp. 235 - 271.
- Lach, Saul "Patents and Productivity Growth at the Industry Level: A First Look" *Economics Letters*, 1990, 49, pp. 101 - 108.
- Nelson, R. "Aggregate Production Functions and Medium-range Growth Projections" *American Economic Review*, 1964, 5, pp. 575 - 606.
- Romer, Paul M. "Endogenous Technological Change" *Journal of Political Economics*, 1990, 98, pp. 71 - 102.
- Solow, R. "Investment and Technical Progress," in K Arrow, S Karlin and P Suppes eds., *Mathematical Methods in Social Sciences*, Stanford, CA: Stanford University Press, 1960, pp. 89 - 104.
- Timmer, M. and Ark, B. van "Capital Formation and Productivity Growth in the South Korea and Taiwan: Beating Diminishing Returns through Realising the Catch-Up Potential" GGDC Research Memorandum 2002.
- Young, A. "The Tyranny of Numbers: Confronting the Statistical Realities of the East Asian Growth Experience" *Quarterly Journal of Economics*, 1995, 110, pp. 641 - 680.
- . "Gold into Base Metals: Productivity Growth in the People's Republic of China during the Reform Period" *NBER Working Paper*, August 2000, 7856.

(截稿:2007年8月 责任编辑:杜亚平)