

一般通用技术与经济增长的国外研究综述

潘维军*

摘要: 技术进步是经济增长的源泉,但是以往研究关注的只是微小的、增量式的技术进步,这使得经济增长理论的解释能力受到局限。一般通用技术理论是 20 世纪 90 年代以来在经济增长领域发展起来的一种增长理论,与传统的经济增长理论不同,它关注具有广泛应用而且能够推动其他部门技术进步的重大技术进步。经济学家使用博弈论、DGE 等方法对一般通用技术进行研究,并将其应用到其他领域,对经济增长停滞与波动、工资不平等等问题提出了全新而且相当有说服力的解释。通过对一般通用技术文献的回顾,本文一方面总结了一般通用技术理论研究取得的成果及在不同领域的应用;另一方面,在此基础上指出了一般通用技术研究中存在的理论问题以及进一步的发展方向。

关键词: 一般通用技术 经济增长 技术进步

一、引言

重大技术变革对经济增长有深远的影响,从工业革命时代的蒸汽机到现在的计算机,都对经济增长产生了巨大的推动作用,甚至深刻地改变了经济结构。将这种重大技术变革纳入经济增长的研究中,是一个重要的研究方向,一般通用技术(general purpose technology,简称 GPT)就是这一方面研究的重要成果。在这个理论框架下,经济学家对重大技术变革进行了深入的研究,取得了很多重要的理论成果:GPT 理论对经济增长中的生产率波动、技能溢价、工资不平等以及国际贸易都有较强的解释能力,对于经济政策具有很强的借鉴意义。但是在国内经济学文献中,还没有对 GPT 的研究,也没有关于 GPT 的文献综述。本文将国外 20 世纪 90 年代以来至今的 GPT 理论的研究成果进行分类整理,希望能对国内研究有所裨益。本文首先明确 GPT 的含义,然后按照 GPT 对经济增长的影响、GPT 对工资不平等的影响以及 GPT 模型的扩展,分类综述 GPT 的理论文献,最后讨论 GPT 理论存在的问题及可能的研究方向。

二、一般通用技术的定义

在 GPT 这一概念正式出现之前,经济学家已经对重大技术变革从理论上作了考察,并提出与 GPT 类似的概念。Mokyr(1990)区分了“宏观发明”和“微观发明”,宏观发明是没有明显先兆的情况下出现的根本性的创新,代表了同先前技术的彻底决裂;微观发明则是微小的、逐步递增的提高,改造和流水线化已存在的技术。Lipsey 和 Bekar(1995)提出了“启动技术”(enabling technologies)的概念,启动技术不提供最终解决方案,而是开启新的技术机会,为进一步的技术创新提供平台。但是这两个更早出现的概念都没有成为公认的理论框架,最终被认可的是 GPT。GPT 这一概念最早是在 Bresnahan 和 Trajtenberg(1995)中首先提出的,Bresnahan 和 Trajtenberg(1995)认为,整个技术进步和经济增长的时代都表明经济增长是由少数一般通用技术推动的,GPT 存在以下几个特征:普遍深入性(GPT 广泛适用于多个产业)、技术进步的内在潜力(GPT 能推动应用部门技术的持续进步)以及创新互补性(GPT 提高了应用部门的研发生产率,这反过来促进了 GPT 自身的进步)。其后的 GPT 文献大部分沿袭这一最早的定义。Lipsey 等(1998)对 GPT 的概念作了更广泛的

* 潘维军,上海财经大学现代经济哲学研究中心,邮政编码:200433,电子信箱:sisuoazhe@gmail.com。

考察 将 GPT 定义为一种起初存在很大的改进范围、最终导致广泛的应用 ,并有多种不同的用途 ,以及存在大量希克斯互补性和技术互补性的技术。Lipsey 等(1998) 还对存在的对 GPT 的错误认识进行了纠正 ,认为能够满足大量需求 ,具有通用功能、外生的、没有明显先例的、激进的技术并不一定是 GPT。

三、一般通用技术理论

(一) GPT 与经济增长

作为 GPT 理论的第一篇文献 ,Bresnahan 和 Trajtenberg(1995) 分析了 GPT 的外部性导致均衡状态下产出水平的下降。GPT 存在两种外部性: 垂直外部性由创新互补性产生 ,类似于资本专用性问题 ,由于涉及到双边的道德风险 ,任何价格机制都不能激励 GPT 部门和应用部门进行创新; 水平外部性则是一般通用性的直接结果 ,因为 GPT 类似于公共品 ,任何应用部门对 GPT 部门的支付的提高都最终导致所有的应用部门水平提高 ,每个应用部门都选择搭便车 ,最终应用部门的数量就太少 ,这又导致了 GPT 部门创新率下降。所以分散经济不能充分开发 GPT 的增长机会 ,社会优化的结果高于分散经济的纳什均衡结果。在动态分析中 ,由于存在对对方技术预测的困难 ,动态均衡结果要低于静态均衡结果 ,并随技术预测难度的提高而提高。改进技术预测主要依赖于能促使合作的制度设计 ,更多 GPT 部门与应用部门之间的合作会产生更高的均衡水平。这个结果得到了实证分析的支持 ,Dudley(2010) 使用 1700 – 1850 年间 116 个创新检验了 GPT 的溢出 ,实证分析发现 ,约一半的创新需要合作 ,先前的 GPT 对创新有很强的正的溢出。

Helpman 和 Trajtenberg(1998a) 通过将 Bresnahan 和 Trajtenberg(1995) 引入 Romer(1990) 以及 Grossman 和 Helpman(1991) ,建立了第一个动态一般均衡的 GPT 增长模型 ,并使用这个模型解释了 GPT 的出现导致经济增长停滞的现象。GPT 的出现诱导了资源从生产部门转移出来进行互补性投资 ,导致第一阶段产出和生产率增长缓慢甚至下降 ,实际工资停滞 ,利润在 GDP 中的份额下降; 第二阶段 ,在充分的互补性投入开发出来之后 ,产出、工资、利润都上升; 整个周期中的增长率取决于 GPT 的进步率。扩展模型考虑了应用部门的异质性和 GPT 的扩散顺序 ,应用部门从 GPT 获得的生产率收益存在不同等级 ,GPT 从收益最高的应用部门到收益最低的应用部门扩散 ,扩展模型的动态与前面类似; 由于 GPT 扩散到所有相关产业部门需要一定时间 ,所以长期均衡将涉及到更长时间的周期 ,GPT 扩散的速度也影响了 GDP 的增长率。这个 GPT 模型还澄清了很多增长文献中模糊不清的概念——“报酬递增”和“技术非凸性” ,报酬递增或技术非凸性的原因在于 GPT 培育了应用部门互补性的技术进步。

Helpman 和 Trajtenberg(1998a) 仅仅涉及到 GPT 扩散需要的时间 ,从而导致周期变长 ,但是并没有深入地研究 GPT 扩散的动态特征。经济学家很早就发现技术进步的扩散是非常缓慢的 ,其时间轨迹是决定其收益的关键因素 ,这在传统的经济增长模型中是不能解释的 ,因为传统增长模型研究微小的增量技术进步 ,所以不存在增长的延迟。与其不同的是 ,Helpman 和 Trajtenberg(1998b) 研究 GPT 在整个经济范围的收益。从宏观来看 ,第一阶段出现断断续续的增长过程 ,直到关键数量的部门采用新 GPT ,从而产生了持续增长; 与上一个模型不同 ,在这个模型中实际工资和实际收入都是稳定上升的。采用 GPT 较早的部门有较低的过渡门槛和研发成本 ,以及高支出收益; 对后来者而言 ,决定性的障碍来自于其历史积淀 ,后来者错误地预计了新 GPT 的相对技术收益 ,而不是由于采用新 GPT 的门槛。这个模型存在多重均衡 ,但没有市场机制能够选择做有效的采用顺序的均衡。

Atkeson 和 Kehoe(2001) 对经济增长滞后于 GPT 发明的现象也持有类似的观点。技术的实施需要专门的资本设备和使用这种设备的专门知识 ,旧技术在长期使用过程中积累了庞大的资本设备和专门知识 ,体现新技术的资本设备的设计和专门使用新技术设备的知识的积累是缓慢的 ,在新 GPT 出现之后 ,工厂主为是否放弃旧技术的设备和知识而犹豫 ,从而延缓了经济增长 ,这类似于熊彼特“创造性破坏”的观点。模拟结果与美国第二次工业革命中的新技术缓慢扩散以及增长滞后类似。已有的知识存量越低 ,过渡到新经济的速度就越快 ,在过渡状态 ,扩散是逐渐加速的 ,这与蒸汽机、电力的扩散过程相吻合。

Aghion 和 Howitt(1998) 对 GPT 导致生产率暂时下降的机制提出了不同的观点。Helpman 和 Trajtenberg (1998a ,1998b) 的模型面临如下经验问题: 主要的技术创新需要经过几十年才能对宏观经济活动产生重大影响 ,难以相信劳动的转移能对遥远的未来经济活动产生大范围的影响。Aghion 和 Howitt(1998) 使用“社

会学习”来解释产出的暂时下降,未掌握 GPT 使用的公司通过向已掌握 GPT 的公司学习如何使用新的 GPT,这些成功的公司的程序可以当作模板,每个产业为新 GPT 开发的模板降低了更多产业的模板开发成本。GPT 发明之后,应用部门起初不知道如何开发使用新 GPT,所以很长时间只有微小的进步,总量指标没有显著变化;通过长时间的探索和学习之后,大部分公司会发现使用新 GPT 是值得的;此时大部分昂贵的试验将集中在 GPT 扩散之后相对较短的时期,在这个时期将产生研发的雪球效应,由于资源从生产部门转移到研发部门,从而总产出会出现下降。数值模拟显示,这个模型比不存在社会学习的模型产出下降的时间要晚得多,相对产出(年度产出与发现 GPT 那一年的产出的比值)先下降后上升。

Helpman 和 Rangel(1999)则认为 GPT 对人力资本需求的不同是决定产出是否下降的原因,需要更多教育和训练的 GPT 会产生起初的下降。Helpman 和 Rangel(1999)区分了两种类型的人力资本,通过运用技术获得的特定技术经验及通过教育和训练获得的一般知识,经验在技术间不可转移,一般知识则可以用于不同的技术。新 GPT 的出现产生两种效应,转换效应与进入效应。当 GPT 产生后,旧生产部门的部分工人会转移到新生产部门,由于旧部门的生产经验不能转移到新部门,在工人形成新部门的生产经验之前,会出现暂时的产出下降,这就是转换效应;进入效应则是由新 GPT 对一般知识的需求提高产生的,新技术越复杂,操作所需的一般技能就越高,因此提高了教育的吸引力,在劳动力市场中的一部分工人选择继续教育来升级自身技能,这种情况下有效劳动力收缩,从而短期内产出下降。

Howitt(1998)从经济核算的角度解释了在引入新 GPT 后,实际产出和实际收入的可测水平下降的原因。GPT 的引入从两种渠道引起了可测产出的显著放缓,一是新 GPT 吸引部分资源离开产品生产而转入知识生产,但知识创造活动的产出在国民核算中被排除了,这导致可测的 GDP 伪下降;二是 GPT 引发剧烈的技术变革将降低已有资本的净收益率,引起物质资本和人力资本的加速折旧,国民核算中的折旧率不能及时调整以反映 GPT 导致的加速折旧,这是真实的下降。数值模拟显示,已有资本的折旧问题在数量上比研发活动价值的低估要重要得多,可测的国民收入可能低估了 GPT 导致的放缓。另外这个模型显示,研发和经济增长存在比通常所认为的更长期的滞后,这与前面文献中的结论是一致的。

(二) GPT 与工资不平等

工资不平等是经济增长文献中关注的重点问题,已有文献注意到隐含在工资不平等背后的技术进步的加速以及技术进步的偏向,但忽略了技术的一般通用性对工资不平等影响。不少 GPT 文献涉及到这个问题,Helpman 和 Trajtenberg(1998a)通过引入技能劳动与非技能劳动的区分,考察 GPT 对工资不平等的影响。在第一阶段增长停滞时,非技能劳动的真实工资停滞,技能劳动的真实工资增长;第二阶段,非技能劳动的真实收入增长,技能劳动的真实收入停滞,甚至在第二阶段末尾有所下降。Aghion 和 Howitt(1998)也得出了类似结果,在模型中引入技能差异之后,数值模拟显示技能溢价起初上升然后下降。Violante(2002)和 Hornstein 等(2005)都认为 GPT 导致了部门间或企业间生产率差异扩大,这导致了同质工人的个体产出的差异的提高,而个体工资又由个体产出决定,从而 GPT 导致了组内工资不平等的扩大。

以前的组内工资不平等的文献基本上都依赖于外生的先天能力的固定差异,但这不能解释实证文献中发现的工资不稳定的提高,以及暂时性的冲击能够解释一半以上的组内工资不平等的现象。Aghion 等(2000)发展了一个动态一般均衡模型分析当工人同质但对新技术的适应受随机因素影响时,GPT 怎样影响组内工资不平等。GPT 提高了技术进步率,这使得适应领先技术的工人的市场溢价上升;GPT 的通用性提高了适应性强的工人将新获得的知识转移到新机器(技术)的能力,从而扩大了组内工资不平等;GPT 的通用性还降低了重组旧机器来适应新技术的成本,从而提高了对适应性强的工人的需求,扩大了工资不平等。这个模型同样可以解释组间工资不平等,研究发现:受教育的工人供给的提高将降低组间工资不平等,但对组内不平等是中立的;另外,GPT 扩散加速会提高教育溢价;在工资方差分解中,组内差异所占的比重随着工人适应性和技能可转移性的提高而上升。Aghion 和 Howitt(2009)也认为由于对适应性无法准确度量,所以无论怎样以可观测的特征对工人分组,组内工资不平等仍是不可避免的;工人对于 GPT 的适应性具有随机性,从而造成了工人工资变化的不稳定。

Gould 等(2001)发展了一个教育选择模型来考察工资不平等,高技能工人在大学里获得了不随技术进步折旧的通用技能,低技能工人没有通用技能,只有从工作中获得特定技术的技能。GPT 提高了对高等教育

的预防性需求 在大学门槛降低的情况下 技能工人内部的工资差异扩大了 非技能工人内部的工资差异缩小了。技术进步导致了高技能工人与低技能工人工资差异扩大依赖于技术进步变化的分布是异方差的。Krueger 和 Kuma(2004) 也证明一般教育比专业教育更促进经济增长 ,一般教育的收益随着技术进步逐渐提高。

Aghion 等(2002) 在 Aghion 等(2000) 的基础上更深入地分析了 GPT 对工资不平等的影响。GPT 的一般通用性分为两方面: 一方面 GPT 使得技能在经济中不同部门的可转移性提高; 另一方面 GPT 提高了新旧资本之间的兼容性水平。当工人对 GPT 的适应性外生时 ,如果 GPT 一般性的两个方面都上升 ,就会扩大长期组内工资不平等 ,在过渡阶段 ,工资不平等将暂时超过均衡状态; 当工人对 GPT 的适应性内生时 ,GPT 一般性的上升 ,提高了对教育的需求 ,从而高适应性工人的供给增长了 ,这削弱了工资不平等的扩大。这个模型还揭示了 GPT 对经验溢价的影响 ,而其他文献很少关注这一点。一个允许技能更具有转移性的 GPT 提高了老工人的相对工资 ,因为积累的知识和经验能更好地适应新 GPT 从而提高了其溢价; 反之 ,一个提高资本设备的兼容性的 GPT 降低了经验溢价 ,因为新工人和老工人对新 GPT 的适应性是相同的 ,经验在这种情形下不起作用。这个结果对内生化老工人的适应能力是稳健的。

(三) GPT 模型的扩展

除了使用 GPT 理论解释经济现象之外 ,GPT 模型本身也处于不断发展中 ,先前的 GPT 文献都包含递增规模报酬的特征 ,Jones(1995) 、Young(1998) 指出规模效应与工业化国家的时间序列数据不符。Petsas(2003) 将 GPT 引入由 Dinopoulos 和 Segerstrom(1999) 发展的无规模效应的熊彼特增长模型 ,考察了无规模效应假设条件下的 GPT 的动态效应。研究发现: 经济长期增长率正向依赖于质量创新的大小 ,任何影响创新的政策都存在长期效应; GPT 的 S 型扩散假设产生了 GPT 扩散前后的两种均衡 ,后一个均衡相比前一个均衡 ,其长期增长率更高 ,总体投资水平更高 ,单位资本消费支出更低。Petsas(2003) 特别研究了 GPT 扩散对股票市场的影响 ,股票市场增长率负向依赖于 GPT 扩散率以及 GPT 驱动的研发生产率收益的大小 ,正向依赖于人口增长率 ,并且遵循 U 型路径 ,这与 Jovanovic 和 Rousseau(2001) 对美国 114 年的股票数据的实证研究一致。Hobijn 和 Jovanovic (2001) 对 1970 年代以来的信息技术的研究也有类似的结果 ,GPT 扩散开始阶段 ,股票总值下降 ,更多的企业采用 GPT 后 ,股票总值上升。Petsas(2009) 将 Petsas(2003) 模型扩展到国际贸易领域 ,分析了无规模效应下 ,新 GPT 对两国之间贸易模式的影响。在假定两个国家大小不同、两国人口都以给定增长率外生增长的前提下 ,只要外国人口与本国人口之比充分大 ,本国相对工资(本国工资与外国工资之比) 就大于 1; 本国在一定范围的产业内存在比较优势 ,外国则在其他产业存在比较优势; 本国在某些产业使用新 GPT ,而在另一些产业使用旧 GPT; GPT 被采用前后存在两种稳态均衡 ,在最终稳态均衡中 ,本国生产、研发和出口更多 ,相对工资也更高。

单一的 GPT 模型未涉及到经济史中发现的更多的重要特征。Rosenberg (1982) 证明技术存在复杂的结构 ,技术的使用需要其他特定补充的技术 ,不同的技术沿着不同的依赖路径发展。Lipsey 和 Bekar(1995) 也认为 ,只有经济的支持结构适应新 GPT ,新 GPT 的收益才能广泛、显著的实现。Lipsey 等(1998) 考察了生产结构中的 GPT 与其他要素的相互作用。一个生产结构包括投入(劳动、原材料) 、技术、经济便利结构(facilitating structure ,如物质资本、生产组织、地理位置等要素) 以及政策结构。经济便利结构将技术、投入、政策结构组合在一起进行生产。生产率的全部效应取决于新 GPT 与新 GPT 取代的技术的生产率差异 ,当新 GPT 与已有的技术是互补的时候 ,生产率效应由两种技术的生产率共同决定; 由于两种技术都处于改进过程中 ,生产率效应是时间依赖的 ,不能单独从对新 GPT 的考察中获得。经济便利结构的要素主要通过最大化潜在的 GPT 收益而改变; GPT 不仅扩大了可使用的物质资本 ,也改变了生产组织结构以及产业的地理布局; GPT 的扩散和经济便利结构的改变都需要政策的支持 ,即政策结构的改变。

以上 GPT 模型只包含一种 GPT ,这隐含地假设了每个 GPT 对整体经济行为都存在独立的效应 ,并且将不同的 GPT 视为同质的 ,而没有考虑多种异质性 GPT 及其相互关系。Carlaw 和 Lipsey(2011) 通过经验研究发现: GPT 分不同的类(材料、信息与通信技术、动力、交通等) ,同一类 GPT 相互竞争 ,不同类的 GPT 通常互补; 任何时期都有几个不同质的 GPT 共存 ,不同的 GPT 对生产率的效应不同 ,新 GPT 的发明和扩散面临很多不确定性 ,所以代表性个体最大化 GPT 是不可能的 ,而这些特征不能被单一 GPT 的模型解释。Carlaw 和

Lipsey(2011) 将 GPT 模型扩展到同时存在多个异质性 GPT 的情形 ,但放弃了单一 GPT 模型中的动态均衡、完美预见、个体在无限期期的最大化均衡等假设 ,个体行为被模型化为在几种不同的不确定性下的利益搜寻;这个模型包含了内生产生和改进的一组相互作用的 GPT 驱动的动态增长过程 ,能够解释经验发现的多种 GPT 的特征。

四、存在的问题与进一步的研究

GPT 对经济增长存在复杂的影响 ,而对 GPT 的研究仅仅十几年的时间 ,尽管在此期间已经取得了很重要的成果 ,但是还有很多重要的问题需要解决。

很多实证文献证实了 GPT 与经济增长之间存在延迟的观点 ,Crafts(2004) 使用增长核算的方法估计了蒸汽机在 19 世纪英国经济增长中的作用。1830 年以前蒸汽机对经济增长的影响可以忽略不计 ,直到 1850 年之后 ,蒸汽机技术才完全发挥出它的潜能 ,推动了经济的快速增长。Basu 和 Fernald(2007) 发现美国信息和通信技术 (Information and Communication Technologies) 产业与 GPT 理论一致 ,1990 年代中期之后的全要素生产率加速 ,主要是因为信息和通信技术应用部门的扩张 ,而不是信息和通信技术生产部门;信息和通信技术资本增长与全要素生产率加速有 5 ~ 15 年的滞后 ,这是因为信息和通信技术部门的投资涉及到重新组织生产和学习而使得全要素生产率下降;2000 年代的加速与 1990 年代的信息和通信技术资本的增长正相关;控制先前的信息和通信技术资本增长 ,当前资本增长与全要素生产率加速存在负相关。但另外一些 GPT 实证文献发现 GPT 动态中不存在产出停滞的现象 ,Crafts 和 Mills (2004) 通过考察 19 世纪蒸汽机的案例 ,发现没有证据支持 GPT 框架的宏观假设 ,对电力的研究也没有发现存在增长放缓的阶段 ,相反的是长期的生产率增长。Ristuccia 和 Solomou(2010) 应用各国的电力制造业中利用的数据集 ,从 GPT 的角度评估了电力的扩散。无论对于世界经济的领导者美国 ,还是其他跟随国家 ,都没有发现生产率下降的事实 ,相反则是与电力利用相关的制造业的生产率突飞猛进。如何从理论上解释这种矛盾的现象 ,是 GPT 理论面临的最重要问题。

大部分文献将 GPT 视为外生的 ,只考察 GPT 出现后对经济产生的效应 ,Bresnahan 和 Gambardella (1998) 从分工角度探讨了 GPT 内生的问题 ,但仅限于市场规模对 GPT 出现产生的影响 ,而没有进一步考察 GPT 产生的原因。已有的文献仅仅探讨了 GPT 对于应用部门产生的影响 ,而没有讨论应用部门对 GPT 部门的效应 ,Bresnahan 和 Trajtenberg(1995) 也仅仅从博弈论的角度考察了 GPT 部门与应用部门之间的外部性 ,没有涉及到应用部门如何影响 GPT 的动态。Atkeson 和 Kehoe(2001) 认为适合电力技术的假设不适用于信息技术; Crafts(2004) 也发现蒸汽机对经济增长的影响小于信息和通信技术 ,如何在 Carlaw 和 Lipsey(2011) 基础上进一步研究异质性 GPT 的动态均衡是另一个重要的问题。Javanovic 和 Rousseau(2005) 发现 ,不同的 GPT 对技能溢价影响相反 ,在 19 世纪末至 20 世纪初 ,电力技术的产生和扩散导致了技能溢价的猛烈下降 ,而 20 世纪 80 年代以来 IT 技术却提高了技能溢价 ,如何解释这种看似矛盾的现象是另一个可能的研究方向。在工资不平等性的研究中 ,工人适应性的随机性是解释工资不稳定的重要原因 ,怎样描述工人适应性的随机分布是实证研究中的重要课题。

五、结语

本文对 GPT 理论的发展脉络进行了简单的梳理概括。与仅仅是微小的增量的技术变革相比 ,作为具有广泛应用性的技术变革 ,GPT 在经济增长中扮演更加重要的角色。GPT 的产生不仅导致了经济增长的暂时停滞 ,还改变了经济结构的要素 ,并对收入差距、国际贸易等方面产生了显著的影响 ,因而在最近十几年内 ,吸引了众多经济学家的研究。但是作为一个年轻的理论 ,GPT 理论还不够完善 ,很多 GPT 模型隐含着过强的假设条件 ,一些 GPT 理论结果与实证研究相冲突 ,这都是需要进一步研究的问题。

参考文献:

1. Aghion Philippe ,and Peter Howitt. 1998. "On the Macroeconomic Effects of Major Technological Change. " In *General Purpose Technologies and Economic Growth* ,ed. E. Helpman ,121 - 144. Cambridge: MIT Press.

2. Aghion ,Philippe and Peter Howitt. 2009. *The Economics of Growth*. Cambridge ,Mass: MIT Press.
3. Aghion ,Philippe ,Peter Howitt ,and Giovanni L. Violante. 2002. "General Purpose Technology and Wage Inequality. " *Journal of Economic Growth* 7(4) : 315 – 345.
4. Aghion ,Philippe ,Peter Howitt ,and Giovanni L. Violante. 2000. "General Purpose Technology and Within – Group Inequality. " C. E. P. R. Discussion Papers 2474.
5. Andrew ,Atkeson and Patrick J. Kehoe. 2001. "The Transition to a New Economy after the Second Industrial Revolution. " NEBR Working Paper 8676.
6. Basu ,Susanto and John Fernald. 2007. "Information and Communications Technology as a General – Purpose Technology: Evidence from US Industry Data. " *German Economic Review* 8(2) : 146 – 173.
7. Bresnahan ,Timothy F. and M. Trajtenberg. 1995. "General Purpose Technologies 'Engines of Growth' ?" *Journal of Econometrics* , 65(1) : 83 – 108.
8. Bresnahan ,Timothy and Alfonso Gambardella. 1998. "The Division of Inventive Labor and the Extent of the Market. " In *General Purpose Technologies and Economic Growth* , ed. E. Helpman 253 – 282. Cambridge: MIT Press.
9. Carlaw ,Kenneth I. and Richard G. Lipsey. 2011. "Sustained Endogenous Growth Driven by Structured and Evolving General Purpose Technologies. " *Journal of Evolutionary Economics* 21(4) 563 – 593.
10. Crafts ,Nicholas. 2004. "Steam as a General Purpose Technology: A Growth Accounting Perspective. " *The Economic Journal* , 114(4) : 338 – 351.
11. Crafts ,Nicholas ,and Terence C. Mills. 2004. "Was 19th Century British Growth Steam – powered? The Climacteric Revisited. " *Explorations in Economic History* 41(2) : 156 – 171.
12. Dinopoulos ,E. and P. Segerstrom. 1999. "A Schumpeterian Model of Protection and Relative Wages. " *American Economic Review* , 89: 450 – 472.
13. Dirk ,Krueger and Krishna B. Kuma. 2004. "Skill – Specific rather than General Education: A Reason for Us – Europe Growth Differences?" *Journal of Economic Growth* 9(2) : 167 – 207.
14. Dudley ,Leonard. 2010. "General Purpose Technologies and the Industrial Revolution. " The Series Papers on Economics and Evolution No. 1011.
15. Gould ,E. D. ,O. Moav ,and B. A. Weinberg. 2001. "Precautionary Demand for Education ,Inequality and Techno – Logical Progress. " *Journal of Economic Growth* 6 285 – 315.
16. Grossman ,Gene M. and Elhanan Helpman. 1991. *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge ,Mass: MIT Press.
17. Helpman ,Elhanan and Antonio Rangel. 1999. "Adjusting to a New Technology: Experience and Training. " *Journal of Economic Growth* 4(4) : 359 – 383.
18. Helpman ,Elhanan ,and Manuel Trajtenberg. 1998a. "A Time to Sow and a Time to Reap: Growth Based on General Purpose Technologies. " In *General Purpose Technologies and Economic Growth* ,ed. E. Helpman 55 – 84. Cambridge: MIT Press.
19. Helpman ,Elhanan and Manuel Trajtenberg. 1998b. "Diffusion of General Purpose Technologies. " In *General Purpose Technologies and Economic Growth* ,ed. E. Helpman 85 – 120. Cambridge: MIT Press.
20. Hobijn ,B. ,and B. Jovanovic. 2001. "The Information – Technology Revolution and the Stock Market: Evidence. " *American Economic Review* 91: 1203 – 1220.
21. Hornstein ,Andreas ,Per Krusell and Giovanni I. Violante. 2005. "The Effects of Technical Change on Labor Market Inequalities. " In *Handbook of Economic Growth* ,ed. Philippe Aghion and Steven N. Amsterdam ,1275 – 1370. Netherlands: Elsevier.
22. Howitt ,Peter. 1998. "Measurement ,Obsolescence ,and General Purpose Technologies. " In *General Purpose Technologies and Economic Growth* ,ed. E. Helpman 219 – 252. Cambridge: MIT Press.
23. Jones ,Charles I. 1995. "R&D – Based Models of Economic Growth. " *Journal of Political Economics* ,103: 759 – 784.
24. Jovanovic ,B. and Peter L. Rousseau. 2001. "Vintage Organization Capital. " NBER Working Paper 8166.
25. Jovanovic ,Boyan and Peter L. Rousseau. 2005. "General Purpose Technologies. " In *Handbook of Economic Growth* ,ed. Philippe Aghion and Steven N. Amsterdam ,1181 – 1224. Netherlands: Elsevier.
26. Krueger ,Dirk and Krishna B. Kumar. 2004. "Skill – Specific rather than General Education: A Reason for Us – Europe Growth Differences. " *Journal of Economic Growth* 9(2) : 167 – 207.
27. Lipsey ,Richard G. ,Cliff Beker ,and Kenneth Carlaw. 1998. "The Consequences of Changes in GPTs. " In *General Purpose Technologies and Economic Growth* ,ed. E. Helpman ,193 – 218. Cambridge: MIT Press.
28. Lipsey ,Richard G. ,Cliff Beker ,and Kenneth Carlaw. 1998. "What Requires Explanation?" In *General Purpose Technologies and Economic Growth* ,ed. E. Helpman ,15 – 54. Cambridge: MIT Press.
29. Lipsey ,R. ,and C. Beker. 1995. "A Structuralist View of Technical Change and Economic Growth. " *Bell Canada Papers on Economic and Public Policy* 3: 256 – 275.
30. Mokyr ,J. 1990. *Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress*. New York: Oxford University Press.
31. Petsas ,Jordanis. 2003. "The Dynamic Effects of General Purpose Technologies on Schumpeterian Growth. " *Journal of Evolutionary*

Economics ,13(5) : 577 – 605.

32. Petsas ,Jordanis. 2009. “General Purpose Technologies and Their Implications for Schumpeterian Growth and Trade. ” MPRA Paper No. 14446.

33. Ristuccia ,Cristiano Andrea ,and Solomos Solomou. 2010. “General Purpose Technologies and Economic Growth: Electricity Diffusion in the Manufacturing Sector before WWII. ” Cambridge Working Papers in Economics No. 1048.

34. Romer ,Paul M. 1990. “Endogenous Technological Change. ” *Journal of Political Economy* 98(1) : S71 – S102.

35. Rosenberg ,N. 1982. *Inside the Black Box: Technology and Economics*. Cambridge: Cambridge University Press.

36. Violante ,Giovanni L. 2002. “Technological Acceleration ,Skill Transferability ,and the Rise in Residual Inequality. ” *The Quarterly Journal of Economics* ,117(1) : 297 – 338.

37. Young ,Alwyn. 1998. “Growth without Scale Effects. ” *Journal of Political Economy* ,10(1) : 41 – 63.

A Review on Foreign Research in General Purpose Technologies and Economic Growth

Pan Weijun

(Research Center for Modern Economic Philosophy ,Shanghai University of Finance and Economics)

Abstract: It’s a common sense for economists that technological progress is the source of economic growth ,but previous studies only care the micro and incremental technological progress ,which makes the explanatory power of the economic growth theory limited. The general purpose technology (GPT) theory is a growth theory which was developed in 1990s. Being differ from the traditional economic growth theory ,GPT theory pays close attention to those major technological progresses which are widely used to promote other sectors’ technological progresses. Economists study the GPT by using game theory and DGE model ,etc. ,and apply it in other fields to put forward it a new and quite persuasive theory to explain the economic stagnation and fluctuation ,wage inequality ,etc. Through the review of GPT literatures ,we summarize the GPT theory achievement and its application in different fields; on the other hand ,based on generalizing the literatures ,we point out the flaws in GPT literatures and the further development of the GPT theory.

Key Words: General Purpose Technology; GPT and Economic Growth; Technological Change and Economic Growth

JEL Classification: O15 ,O31 ,O33

(责任编辑: 陈永清)

(上接第 108 页)

A Study on the Imbalances and Measurement of the US – Sino Current Account

Chen Jiyong and Guo Xiajie

(College of Economics and Management ,Wuhan University)

Abstract: Nowadays global economic imbalances are one of the complex macroeconomic issues ,and the imbalance between China and the U. S. current account has become one of the most interesting focuses. Based on the assessment indicators about global economic imbalances identified by G20 and the description of the Sino – US economic phenomenon ,the paper builds up a global equilibrium model including factors such as the real effective exchange index ,economic growth ,fiscal deficits and some other factors ,and studies the effects and extent of the above factors on the imbalance of US – Sino current account through the empirical test of VECM. According to the assessment indictors by G20 ,the paper essentially explores and measures how and what extent the factors affect the US – Sino current account imbalances and gets the following conclusions: the devaluation on US dollar works little for lessening the imbalance of US – Sino current account in the long term; the US’s deficit ,economic growth of US and China have positive impacts on US – Sino current account imbalances.

Key Words: Global Economic Imbalance; Real Effective Exchange; Current Account; Economic Growth; Fiscal Deficit

JEL Classification: F113 ,F74

(责任编辑: 陈永清)