

## 技术进步偏向研究述评

李太龙,朱 曼

(浙江理工大学经济管理学院,杭州 310018)

**摘 要:** 技术进步偏向研究是经济发展新常态的必然要求。文章通过系统梳理技术进步偏向研究的主要视角,对有关重要文献进行综述评论后表明,现有研究大多关注技术进步偏向对要素收入分配、技能溢价(工资不平等)和环境质量(能源强度)的影响并取得较为丰富的研究成果,鲜有注意到技术进步偏向具有经济增长效应。研究技术进步偏向的经济增长效应问题是重要的潜在研究方向。

**关键词:** 技术进步偏向;要素收入分配;技能溢价;环境质量;经济增长

**中图分类号:** F061.2      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1673-3851(2016)04-0317-07      **引用页码:** 080101

我国经济发展进入新常态,经济增长再次成为关系国计民生的焦点问题。在新常态下创新和技术进步成为推动经济增长的关键因素。2014年底的中央经济工作会议明确指出:“要素的规模驱动力减弱,经济增长将更多依靠人力资本质量和技术进步,必须让创新成为驱动发展新引擎。”这种提法与内生经济增长理论相符。

现实中,技术进步的促进作用不是孤立的,而是与各种生产要素耦合的。技术进步偏向是对这种耦合关系的提炼和比较(当然这并不是唯一的提炼方式)。技术进步偏向某种生产要素是指,技术进步更有助于提高该要素的边际产出。发达国家的经验和我国的发展经历都表明技术进步是有偏向的。新常态下,面对不断消逝的人口红利和资源红利,要更多依靠人力资本来实现经济增长。这意味着技术进步必须是提高人力资本的利用效率,即提高边际产出,否则无法实现经济从要素驱动、投资驱动转向创新驱动。同时,劳动力和资源约束的加强意味着技术进步也要大幅提高它们的边际产出,否则无法实现经济从规模速度型粗放增长转向质量效率型集约增长。因此,经济发展新常态特别需要关注技术进步

偏向。

理论上,经济增速围绕潜在增长率合理波动。只有在承认耦合关系发生变化即技术进步偏向起作用的前提下,才能正确判断经济增速合理区间,才能正确认识技术进步促进经济增长的增速调整机制。因此,新常态下,抓住技术进步与生产要素的耦合关系,深化技术进步偏向研究,对正确认识我国当前经济发展的阶段性特征意义重大,对政策界和学术界不可谓不是一个新挑战。笔者按照技术进步偏向与内生经济增长、技术进步偏向测算、技术进步偏向影响要素收入分配、技术进步偏向影响技能溢价与技术进步偏向影响环境质量和能源强度等五个视角,梳理、归纳技术进步偏向研究的重要文献,综述、比较既有研究成果,并引出拓展该领域研究的一个可能方向及其潜在逻辑。

### 一、技术进步偏向与内生经济增长理论研究

Schumpeter<sup>[1]</sup>指出经济增长中的不是由外生因素引起的,而是由内生因素即生产要素和生产条件的“新结合”引起的,新结合的过程就是“创造性破坏”的过程。现代经济增长理论历经多次具有革命

收稿日期:2015-11-11

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金项目(71503234);浙江省自然科学基金青年科学基金项目(LQ13G030018);浙江省软科学研究计划项目(2014C35049);浙江省高校人文社科重点研究基础(浙江理工大学应用经济学)项目(2014JDLXZD03、2015YJ CX09);浙江理工大学521人才培养计划

作者简介:李太龙(1981-),男,山东泰安人,副教授,主要从事区域与资源环境经济方面的研究。

意义的构建逐渐成长为内生经济增长理论。近30年,内生经济增长研究主要沿着三个方向获得长足发展:a)、扩大资本范围,将人力资本等其它资本包括进来,认为资本积累是经济增长的动力;b)、强调资本积累和技术扩散过程中的“干中学”,把这种外部溢出当作经济增长的主导力量;c)、强调创新和技术进步。Grossman等<sup>[2]</sup>认为,虽然前两种观点也提供了逻辑一致的解释和富有洞察力的见解,但技术进步和创新才是经济持续增长的动力和原因。

众多学者从多方面对技术进步进行了广泛而深入的研究,一些研究注意到有偏技术进步的重要性。技术进步偏向是技术进步在生产要素间的相对偏向,如果技术进步更有利于提高某种生产要素的边际产出,就称技术进步偏向该要素<sup>[3-4]</sup>。在研究全要素生产率、技能溢价(工资不平等)和跨国收入差距等问题时,有学者发现技术进步有偏向,强调资本偏向的技术进步和技能偏向的技术进步<sup>[5-6]</sup>。Acemoglu等、林毅夫等、潘士远和李尚骞等学者在将跨国收入差距和工资不平等归因到技术进步偏向和技术适宜性时,已经意识到技术进步偏向和经济增长的相关性,但未能对此进行深入研究<sup>[6-9]</sup>。

事实上,早至80多年前,就有学者以要素节约型技术进步概念提出过技术进步偏向思想。以劳动和资本两种生产要素来看,如果技术进步对劳动和资本边际产出之比没有影响,就称技术进步是中性的(即无偏向);如果技术进步更有利于提高劳动的边际产出,就称技术进步是资本节约型的(即偏向劳动);如果技术进步更有利于提高资本的边际产出,就称技术进步是劳动节约型的(即偏向资本)。然而,当考虑三种或以上生产要素时,“要素节约型”术语就无法准确表达技术进步偏向思想,而必须采用“偏向”术语。所以,在一定意义上,技术进步偏向概念是对Hicks要素节约型技术进步概念的推广。在技术进步偏向与内生经济增长理论研究方面,Acemoglu<sup>[3,5,10-12]</sup>的系列工作是非常突出的。Acemoglu在内生技术进步的思想下,模型化了Hicks的观点:要素的相对充足使偏向该要素的技术价值增加,企业不断研发并使用偏向该要素的技术。而且,Acemoglu证明出,当要素替代弹性大于2时,技术进步偏向将导致被偏向要素的相对报酬增加,吸引该要素变得更充足。如此,内生技术进步的模型深化为“内生技术进步偏向”的模型。Pan等<sup>[13]</sup>在内生技术进步偏向模型中引入知识创新部门,通过内生技能劳动(创新资源)的跨部门配置,克

服要素替代弹性大于2的约束条件,证明了即便要素替代弹性小于2,技术进步偏向也会导致被偏向要素的相对报酬增加,即Acemoglu的理论命题无论要素替代弹性是否大于2都同样成立。Pan等<sup>[13]</sup>还分析了国际贸易对双方知识创新部门技能劳动(创新资源)配置的影响,从理论上深化了有关文献认为国际贸易影响技术进步偏向的经验观点。潘士远<sup>[14]</sup>在关联专利保护、技术进步偏向和技能溢价的内生经济增长模型中,针对性地研究了技能密集产业技术专利和劳动密集产业技术专利的最优宽度问题,结果表明,劳动力禀赋结构影响技术进步偏向、技能溢价和经济增长的途径有二:通过价格和市场规模效应影响,或通过最优专利制度影响。

## 二、技术进步偏向测算研究

长期以来,学者对技术进步偏向的研究大都与要素收入分配或技能溢价(工资不平等)问题相关,且以经验实证为主。通常,先提出某种技术进步偏向具有特定的要素收入分配效应或技能溢价效应,然后测算证实技术进步具有这种偏向性,再以此解释要素收入占比或工资差距的变化。解释逻辑主要有二:技术进步偏向技能使技能溢价上升(工资不平等加剧);技术进步偏向资本导致劳动收入占比下降。如此,测算技术进步偏向就成为经验研究的必需环节,有关文献可以按照测算地区的不同分为对发达国家或地区的测算和对发展中国家或地区的测算,也可以按照测算要素的不同分为劳动或资本偏向的测算和技能或非技能劳动偏向的测算。测算方法主要有两种:一种是两步法,在测算要素替代弹性和要素效率(在CES生产函数中,要素增强型技术进步系数即要素效率)的基础上得出技术进步偏向;另一种是利用联立方程同时估计要素替代弹性和技术进步偏向,如标准化供给面系统方法。

### (一)对发达国家或地区的测算

20世纪60至70年代,受劳动收入占比问题的激发,考察美国技术进步对劳动或资本的偏向成为学界一大热点。之后,在新数据和新方法的基础上,技术进步偏向测算研究不断得到深化并扩展到其他国家和地区。这些文献大都得到相似的结论:20世纪发达国家或地区的技术进步总体上偏向资本。

David等<sup>[15]</sup>考虑劳动和资本两种生产要素,将生产函数设定为不变替代弹性(CES)形式,在估算劳动与资本的要素替代弹性小于1且劳动效率比资本效率增长更快后证实,美国1899—1960年的技术

进步总体上偏向资本。近年,基于同样的逻辑,Antras<sup>[16]</sup>将样本更新为1948—1998年,测算结果表明美国二战后的技术进步仍偏向资本。Klump等<sup>[17]</sup>采用标准化供给面系统方法,利用美国1953—1998年的数据重新测算,也得出技术进步偏向资本的结果。利用1970—2005年的数据,Klump等<sup>[18]</sup>对欧元区也证实技术进步偏向资本。Ripatti等<sup>[19]</sup>测算得到芬兰1975—2000年的技术进步总体上偏向资本的结果。Sato等<sup>[20]</sup>利用1960—2004年日本和美国的数据测算,发现它们的技术进步偏向资本。

几乎在同一时期,受技能溢价(工资不平等)问题的激发,学界对技术进步偏向技能或非技能劳动(后者也称为技能替代)问题也十分关注。主要观点认为二战后,尤其是20世纪70年代后,发达国家的技术进步是技能偏向的,而工业化初期的技术进步是技能替代的<sup>[3,21]</sup>。Acemoglu<sup>[10]</sup>详细综述了这方面的文献。事实上,近年受Acemoglu<sup>[3,5,10-12]</sup>一系列“内生技术进步偏向”研究的推动,技术进步偏向成为劳动经济学和宏观经济学研究的重要议题之一。Baltagi等<sup>[22]</sup>利用美国1959—1996年制造业部门数据,使用一般指数法测算得到技术进步偏向技能劳动的结果。在假定技能和非技能劳动的替代弹性为1.4的情况下,Acemoglu<sup>[10]</sup>对美国技术进步技能偏向的动态测算结果为:二战后,美国的技术进步呈现技能偏向加速趋势,20世纪60年代的技术进步技能偏向强度为0.030,70年代为0.069,80年代为0.157,90年代为0.470。这一结果基本上代表了发达国家技术进步技能偏向研究的前沿和共识。

## (二)对发展中国家或地区的测算

长期以来,少有文献细致考察发展中国家的技术进步偏向。发达国家学者通常认为,受国际贸易、设备投资和知识溢出效应的影响,当前发展中国家的技术进步也偏向资本和技能劳动。对此,我国学者近年做出许多重要的研究工作,以下按偏向资本的测算和偏向技能的测算分别评述。

总的来看,技术进步偏向资本的测算研究较为丰富,主要有:黄先海等<sup>[23]</sup>通过分解1990—2006年的劳动收入比重变化,发现我国劳动密集型和资本密集型两类制造业部门的技术进步都偏向资本;张莉等<sup>[24]</sup>利用1980—2007年的跨国数据(包含49个发展中国家和26个发达国家)证实,发展中国家引进发达国家先进的技术设备使得其技术进步偏向资本;陈晓玲等<sup>[25]</sup>采用标准化供给面系统方法估算得到,1978—2008年我国各省区的劳动资本要素替代

弹性有差别,多数省区的技术进步偏向资本;雷钦礼<sup>[26]</sup>使用我国1990—2010年的数据测算,得出我国当前的技术进步偏向资本;陆雪琴等<sup>[4]</sup>采用两种手段测算我国1978—2011年的技术进步偏向,也得出偏向资本的结论;张月玲等<sup>[27]</sup>研究发现1996—2010年间我国技术进步表现出资本技能双重偏向特征,虽然资本对技能和非技能劳动都富有替代弹性但对技能劳动替代更严重;钟世川等<sup>[28]</sup>针对工业部门分时段测算了技术进步偏向,得到我国1978—2011年的工业技术进步整体上偏向资本但1987年前(后)偏向劳动(资本)的结论;董直庆等<sup>[29]</sup>以省际和行业数据证实,1979—2010年我国的技术进步整体上偏向资本,但省际或分行业的偏向速度均有较大差异;李太龙等<sup>[30]</sup>利用长三角地区1978—2012年的数据测算得出江苏、上海和浙江的资本劳动替代弹性均显著小于1、劳动效率持续上升、资本效率有所下降、技术进步大体偏向资本的结论,但长三角地区的偏向程度比全国平均水平更高,偏向指数波动幅度更大,虽然江苏和上海的偏向变化趋势与全国一致,但上海的偏向程度仅为浙江和江苏的一半左右。这与钟世川等<sup>[28]</sup>、董直庆等<sup>[29]</sup>的研究共同表明我国转型期各地区的技术进步偏向存在一定程度的复杂性和不同步性。

由于测算技术进步技能偏向需要考虑资本、技能劳动和非技能劳动三种要素,所以这比测算技术进步资本偏向要求更高。宋冬林等<sup>[31]</sup>利用1978—2007年的数据,测算证实现阶段我国的技术进步呈现技能偏向,并认为先进设备投资的高增长引发了技能偏向的技术进步,这一解释逻辑与张月玲等<sup>[27]</sup>有所不同。王林辉等<sup>[32]</sup>在设定双层嵌套CES生产函数后,构建技术进步技能偏向指数,采用标准化供给面系统方法考察我国1979—2010年的技术进步偏向,得出技术进步明显偏向技能劳动但变化强度逐年减弱的结论。

## 三、技术进步偏向影响要素收入分配研究

近年,世界范围普遍出现国民收入分配中劳动收入占比不断下降的趋势,这引起学界广泛关注,并认为技术进步偏向是重要原因之一。前文已经指出,测算技术进步偏向资本的研究很大程度上受劳动收入占比问题激发,所以主要的测算工作大都证实技术进步偏向资本并导致劳动收入占比下降。下文不再复述这些文献,只补充评述部分国外学者的研究工作并追踪国内学者的研究进展。

### (一)国外学者的研究

国外学者非常重视通过改进测算方法得到更准确的实证结果。如 Klump 等<sup>[17-18]</sup>使用标准化供给面系统方法测算证实,二战后美国和欧元区的技术进步偏向资本并导致劳动收入占比下降等问题。

在理论研究方面,国外学者也做出不少重要结果。Acemoglu<sup>[11]</sup>在内生技术进步偏向的框架下构建模型分析了要素增强型技术进步和要素收入分配问题,得到在均衡增长路径上要素收入占比保持不变而在转型路径中要素收入占比出现偏移的结论。而且,转型路径上会发生资本增强型技术进步改变要素收入占比现象。Acemoglu<sup>[3]</sup>还证明,要素收入占比由要素禀赋结构、CES 生产函数中的要素增强型技术进步系数(要素效率)和要素替代弹性决定。如果要素替代弹性为 1 或者要素的相对增强速度与相对深化速度相等,那么要素收入占比保持不变。如果要素替代弹性小于 1,那么,以劳动和资本要素为例,劳动增强型技术进步将偏向资本并导致劳动收入占比下降。

### (二)国内学者的研究

国内学者已对技术进步偏向影响劳动收入占比形成共识,但在技术进步偏向导致劳动收入占比下降的机制解读上存在一些分歧。王林辉等<sup>[33]</sup>提出技术进步不断偏向资本使资本报酬升高,造成我国劳动收入占比下降。董直庆等<sup>[34]</sup>利用我国 1978—2010 年的数据证实了这一判断。董直庆等<sup>[29]</sup>的研究认为,1979—2010 年间技术进步偏向资本导致劳动收入占比下降 27.2%。钟世川等<sup>[35]</sup>利用我国工业 1979—2011 年的数据证实,1987 年后工业技术进步偏向资本是导致工业部门劳动收入占比下降的主要原因。另外,虽然黄先海等<sup>[23]</sup>、雷钦礼<sup>[26]</sup>在研究中没有使用“偏向”术语,但其结果均说明技术进步偏向资本是我国劳动收入占比下降的主要原因。

张莉等<sup>[24]</sup>证实发展中国家技术进步偏向对要素收入分配存在重要影响,认为技术进步偏向资本导致要素收入分配向资本倾斜;同时,张莉等、宋冬林等和董直庆等强调国际贸易导致发展中国家复制发达国家的技术进步偏向,资本深化、贸易和设备投资高增长使技术进步具有“物化特征”和“资本技能双重偏向特征”<sup>[24,31,34]</sup>。王永进等<sup>[36]</sup>的观点有所不同,他们认为技能偏向的技术进步能够同时影响劳动收入分配和资本收益,导致劳动收入占比下降。

在理论研究方面,王林辉等<sup>[37]</sup>通过构建模型分析得到技术进步偏向同劳动收入占比呈现相依性。

通过现有生产技术尤其是要素对产出的作用特性,技术进步偏向和要素耦合模式共同决定要素收入分配结构的变化;而反向作用存在临界效应,劳动收入占比对技术进步偏向的影响会发生临界改变。

## 四、技术进步偏向影响技能溢价研究

二战后,发达国家出现技能劳动需求增加且报酬升高的现象,即技能劳动对非技能劳动的溢价上升。特别是 1970 年后,技能劳动和非技能劳动的工资差距拉大更为突出,并呈现两极化趋势,技术进步偏向技能劳动以及设备资本与技能劳动互补成为解释这一现象的主要视角<sup>[3,5,10,12]</sup>。前文已经说明,测算技术进步技能偏向的研究很大程度上受技能溢价问题激发,所以主要的测算工作大都证实发达国家 20 世纪 70 年代后以及我国转型期的技术进步都偏向技能,并导致技能溢价上升。

### (一)国外学者的研究

Krusell 等<sup>[21]</sup>认为,相比可观测的常规要素变量,技能偏向的技术进步就技能溢价——技能劳动需求比非技能劳动增长更快的现象做了解释。Acemoglu<sup>[10,12]</sup>从理论上证明,企业对技术创新利润的追求以及技能劳动丰裕程度的上升引致技术进步偏向技能劳动,导致在技能需求增加的同时,技能溢价也在上升(需要假定技能与非技能劳动的替代弹性大于 2)。Krusell 等<sup>[21]</sup>利用美国 1963—1992 年的数据,在资本与技能劳动互补的假定下,证实技能偏向的技术进步导致美国的技能溢价上升。值得注意的是,Haskel 等<sup>[38]</sup>利用 10 个 OECD 国家 1970—1980 年的数据得到一个技能溢价诱致技术进步偏向技能劳动的经验结果。这与上述观点有较大不同。

### (二)国内学者的研究

与其他国家相似,我国也出现技能劳动需求增加同技能溢价并存的现象。对此,我国学者基本已形成共识,认为可归因于技能偏向的技术进步。王忠<sup>[39]</sup>认为,我国技术进步偏向技能劳动使工资差距拉大,但与发达国家不同的是,我国非技能劳动的工资率在上升,收入状况没有恶化,工资差距的扩大主要源于技能劳动工资率的上升速度超过非技能劳动。宋冬林等<sup>[31]</sup>的研究结果表明现阶段我国技术进步呈现技能偏向特征,引致技能劳动需求增长并导致工资差距拉大,并且他们认为设备资本与技能劳动存在互补关系的判断,认为设备投资高增长是引发技术进步偏向技能的重要原因,这与王林辉等、

董直庆和蔡啸、张莉等的观点相近;同时,他们还得出教育回报效应存在且大于劳动力禀赋结构效应,即人力资本投资能够促进技能偏向的技术进步<sup>[24,32,40]</sup>。

许志成等<sup>[41]</sup>的观点有所不同,他们认为不应忽视教育系统效率对教育成本和收益的影响,所以存在技能偏向的技术进步短期提高技能溢价而长期降低技能溢价的可能。另外,王永进等<sup>[36]</sup>构建模型,用技能偏向的技术进步同时解释我国工资差距拉大和劳动收入占比下降的现象,发现技能劳动同技能溢价和劳动收入占比之间存在“驼峰”特征和倒“U”型关系。

### 五、技术进步偏向影响环境质量与能源强度研究

近两年,技术进步偏向研究的最新动态是考察技术进步偏向对环境质量与能源强度的影响,其解释逻辑与技术进步偏向影响收入分配等问题基本一致,但由于这一研究方向关系到人类发展的核心问题——环境保护问题和可持续发展及其政策制定,所以有关文献甫一报道即引起学界极大兴趣。最先是 Acemoglu 等<sup>[42]</sup>在原有技术进步偏向模型基础上,将中间产品(即技术进步)分成非清洁产品和清洁产品两类,据此发展了环境技术进步偏向模型,并证明合理的政策优化及技术转型升级可以实现可持续发展。短短几年,Acemoglu 等<sup>[42]</sup>的论文已被国际社会科学引文索引(SSCI)引用七百余次,足见其重要影响。董直庆等<sup>[40]</sup>研究技术进步偏向对环境产生的影响,结果表明我国可以通过控制城市用地规模和激励清洁技术创新实现环境质量改善。

在要素替代的分析框架下,技术进步偏向能够影响能源强度。王班班等<sup>[43]</sup>将能源视为一种生产投入要素并纳入要素替代的分析框架,通过要素替代效应,有偏向的技术进步对能源强度影响显著。他们的研究表明,要素来源不同,技术进步偏向不同,对能源强度的影响不同。陈晓玲等<sup>[44]</sup>扩展技术进步偏向模型包含资本、能源和劳动,认为不同行业的技术进步偏向不同,要针对性的利用要素替代和偏向型技术进步机制降低各行业的能源强度。

### 六、结 语

技术进步偏向研究受到宏观经济学、劳动经济学等领域的广泛关注,从国际前沿研究来看,内生技术进步偏向的理论模型构建是研究热点<sup>[3,5,11-13]</sup>。

当前,学者们对利用技术进步偏向解释劳动收入占比或技能溢价问题持较为一致的观点。国际前沿的经验分析通常需要使用新方法和新数据或做跨国比较研究<sup>[17,20]</sup>。另外,发达国家特别关注劳动力禀赋结构、人力资本和国际贸易对技术进步偏向的影响<sup>[3,5,12]</sup>。

从国内研究来看,经验研究比理论研究发展更快。经验实证主要关注我国转型期的技术进步偏向属性、动态特征及其对劳动收入占比和技能溢价的影响。从分析框架上看,往往涉及教育、人力资本、设备资本投资、专利保护制度、国际贸易等因素。当前,经验研究的最新动态是考察技术进步偏向对环境质量与能源强度的影响,这是拓展该领域研究的主要方向之一。

特别需要指出的是,现有文献大都没有注意到技术进步有偏向意味着研发部门的创新资源(例如人力资本)配置有偏向,进而影响平均研发效率和经济增长,即鲜有文献注意到技术进步偏向具有经济增长效应。然而,对处于开放经济条件下的发展中国家而言,这种效应不容忽视。因此,在经济发展新常态下,研究技术进步偏向的经济增长效应问题将是拓展该领域研究的又一重要方向。

### 参考文献:

- [1] SCHUMPTER J A. The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle [J]. Social Science Electronic Publishing, 1934, 25(1): 90-91.
- [2] GROSSMAN G M, HELPMAN E. Endogenous innovation in the theory of growth [J]. American Economic Review, 1994, 84(4): 833-850.
- [3] ACEMOGLU D. Directed technical change [J]. Review of Economic Studies, 2002, 69(4): 781-809.
- [4] 陆雪琴,章上峰. 技术进步偏向定义及其测度 [J]. 数量经济技术经济研究, 2013(8): 20-34.
- [5] ACEMOGLU D. Why do new technologies complement skills? Directed technical change and wage inequality [J]. Quarterly Journal of Economics, 1998, 113(4): 1055-1090.
- [6] ACEMOGLU D, ZILIBOTTI F. Productivity differences [J]. Social Science Electronic Publishing, 2000, 116(2): 563-606.
- [7] 林毅夫,潘士远,刘明兴. 技术选择、制度与经济发展 [J]. 经济学(季刊), 2006, 5(2): 695-714.
- [8] 潘士远. 贸易自由化、有偏的学习效应与发展中国家的工资差异 [J]. 经济研究, 2007(6): 98-105.

- [9] 李尚鹭. 跨国收入差距的收敛性[J]. 经济研究, 2010(5):110-122.
- [10] ACEMOGLU D. Technical change, inequality and the labor market [J]. Journal of Economic Literature, 2002, 40(1): 7-72.
- [11] ACEMOGLU D. Labor-and capital-augmenting technical change[J]. Journal of the European Economic Association, 2003,1(1): 1-37.
- [12] ACEMOGLU D. Patterns of skill premia[J]. The Review of Economic Studies, 2003, 70(2): 199-230.
- [13] PAN S, ZOU H, LI T. Directed technological change: A knowledge-based model [J]. Macroeconomic Dynamics, 2015, 19(1): 116-143.
- [14] 潘士远. 最优专利制度、技术进步方向与工资不平等[J]. 经济研究, 2008(1):127-136.
- [15] DAVID P A, KLUNDERT T V D. Biased efficiency growth and capital-labor substitution in the US, 1899-1960[J]. The American Economic Review, 1965, 55(3): 357-394.
- [16] ANTRAS P. Is the US aggregate production function Cobb-Douglas? New estimates of the elasticity of substitution [J]. Contributions in Macroeconomics, 2004, 4(1): 1-36.
- [17] KLUMP R, MCADAM P, WILLMAN A. Factor substitution and factor-augmenting technical progress in the United States: A normalized supply-side system approach[J]. The Review of Economics and Statistics, 2007,89(1): 183-192.
- [18] KLUMP R, MCADAM P, WILLMAN A. Unwrapping some euro area growth puzzles: Factor substitution, productivity and unemployment [J]. Journal of Macroeconomics, 2008, 30(2): 645-666.
- [19] RIPATTI A, VILMUNEN J. Declining labour share: evidence of a change in underlying production technology? [J]. Research Discussion Papers, 2001, 22(5-6):20-98.
- [20] SATO R, RAMACHANDRAN R V. Quantity or quality: The impact of labor-saving innovation on US and Japanese growth rates, 1960-2004 [J]. Japanese Economic Review, 2009,60(4): 407-434.
- [21] KRUSELL P, OHANIAN L E, RIOS-RULL J V. Capital-skill complementarity and inequality: A macroeconomic analysis[J]. Econometrica, 2010, 68(5): 1029-1053.
- [22] BALTAGI B H, RICH D P. Skill-biased technical change in US manufacturing: A general index approach [J]. Journal of Econometrics, 2005,126(2): 549-570.
- [23] 黄先海, 徐圣. 中国劳动收入比重下降成因分析:基于劳动节约型技术进步的视角[J]. 经济研究, 2009(7): 34-44.
- [24] 张莉,李捷瑜,徐现祥. 国际贸易、偏向型技术进步与要素收入分配[J]. 经济学(季刊), 2012, 11(2): 409-428.
- [25] 陈晓玲,连玉君. 资本劳动替代弹性与地区经济增长: 德拉格兰德维尔假说的检验[J]. 经济学(季刊), 2013,11(4): 93-118.
- [26] 雷钦礼. 技术进步偏向、资本效率与劳动收入份额变化[J]. 经济与管理研究, 2012(12):15-24.
- [27] 张月玲,叶阿忠. 中国的技术进步方向与技术选择:基于要素替代弹性分析的经验研究[J]. 产业经济研究, 2014(1): 92-102.
- [28] 钟世川,刘岳平. 中国工业技术进步偏向研究[J]. 云南财经大学学报, 2014, 30(2):64-73.
- [29] 董直庆,安佰珊,张朝辉. 劳动收入占比下降源于技术进步偏向性吗? [J]. 吉林大学社会科学学报, 2013(4):65-74.
- [30] 李太龙,朱曼,王志斌. 长三角地区技术进步偏向的测算与分析[J]. 浙江理工大学学报, 2015,34(5): 363-370.
- [31] 宋冬林,王林辉,董直庆. 技能偏向型技术进步存在吗?: 来自中国的经验证据[J]. 经济研究, 2010(5):68-81.
- [32] 王林辉,蔡啸,高庆昆. 中国技术进步技能偏向性水平: 1979—2010[J]. 经济学动态, 2014(4):56-65.
- [33] 王林辉,韩丽娜. 技术进步偏向性及其要素收入分配效应[J]. 求是学刊, 2012(1):56-62.
- [34] 董直庆,戴杰,陈锐. 技术进步方向及其劳动收入分配效应检验[J]. 上海财经大学学报(哲学社会科学版), 2013, 15(5):65-72.
- [35] 钟世川,雷钦礼. 技术进步偏向对要素收入份额的影响:基于中国工业行业数据的研究[J]. 产经评论, 2013, 4(5):16-27.
- [36] 王永进,盛丹. 要素积累、偏向型技术进步与劳动收入占比[J]. 世界经济文汇, 2010(4):33-50.
- [37] 王林辉,董直庆,刘宇清. 劳动收入份额与技术进步偏向性[J]. 东北师大学报(哲学社会科学版), 2013(3): 33-39.
- [38] HASKEL J E, SLAUGHTER M J. Does the sector bias of skill-biased technical change explain changing wage inequality? [J]. European Economic Review, 1998, 46(10): 1757-1783.
- [39] 王忠. 技术进步的技能偏向性与工资结构宽化[J]. 中国劳动经济学, 2006(4): 64-85.
- [40] 董直庆,蔡啸,王林辉. 技术进步方向、城市用地规模和环境质量[J]. 经济研究, 2014, 49(10):111-124.
- [41] 许志成,闫佳. 技能偏向型技术进步必然加剧工资不平等吗? [J]. 经济评论, 2011(3):34-44.

- [42] ACEMOGLU D, AGHION P, BURSZTYN L. The environment and directed technical change[J]. The American Economic Review, 2012, 102(1): 131-166.
- [43] 王班班, 齐绍洲. 中国工业技术进步的偏向是否节约能源[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(7): 24-31.
- [44] 陈晓玲, 徐舒, 连玉君. 要素替代弹性、有偏技术进步对我国工业能源强度的影响[J]. 数量经济技术经济研究, 2015(3): 58-76.

## Literature Reviews and Comments of Technical Progress Bias

*LI Tailong, ZHU Man*

(School of Economics and Management, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** The study on technical progress bias is an inevitable requirement of new economic development normality. This paper systematically settles main perspectives of researches on technical progress bias, summarizes and comments relevant important literatures. The results show that most existing researches focus on the influence of factor income share, skill premium (wage inequality) and environment quality (energy intensity), and gain rich research results. Few researches pay attention to economic growth effect of technical progress bias. The research on economic growth effect of technical progress bias is an important research direction.

**Key words:** technical progress bias; factor income share; skill premium; environmental quality; economic growth

(责任编辑: 陈和榜)