

基于改进索洛余值的科技进步贡献率测算研究

王 俊, 李南凯, 刘晶晶

(安徽省科学技术情报研究所, 合肥 230011)

摘 要: 本文在国内外研究的基础上, 提出测算安徽省科技进步贡献率的可行方法, 结合本省实际情况选择测算指标和参数, 对安徽省科技进步贡献率进行实证研究, 得出安徽省经济发展模式从资本推动逐步转变成科技推动模式的结果, 并提出相关对策建议。

关键词: 安徽; 科技进步; 贡献率; 索洛余值

中图分类号: G307 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2019.09.005

科技作为影响经济发展的重要因素之一, 概念起源于全要素生产率, 即除资本和劳动之外, 其他因素导致的经济增长, 包括生产布局的变化、核心技术的变革、生产管理的改善、经济结构的调整等^[1]。在经济新常态下, 科技进步逐步成为影响经济增长的重要因素之一, 对提高地区经济发展有重大影响。目前安徽省面临由规模增长向质量发展的转变, 科技进步对经济发展的作用与日俱增。因此, 测算与研究安徽省科技进步对经济增长的贡献率具有重要的现实意义。

1 科技进步贡献率的测算方法

科技进步早在 20 世纪 20 年代就引起了西方经济学家的重视。1928 年美国芝加哥大学经济学教授道格拉斯与数学家柯布合作, 在对美国制造业 1899–1922 年的历史资料进行深入分析的基础上, 提出 C-D 生产函数, 并建立数学模型用数学方法精确地对经济活动进行分析, 使得对经济的研究从抽象的纯理论转向实证分析, 为该领域研究奠定坚实基础^[2,3]。其公式是:

$$Y = AK^\alpha L^\beta \quad (1)$$

式中, Y 为产量, K 为资本投入量, L 为劳动

投入量, A 是一个常数, 代表地区的技术水平, α 、 β 是固定参数, 且满足 $\alpha + \beta = 1$ 。

1957 年索洛从经济增长速度中去除“资本”和“劳动”两个生产要素后, 剩余的速度看作科技进步速度, 测量出了科技进步对经济增长的贡献, 即索洛余值法。从整体看, 索洛余值法把复杂经济问题进行高度概括并对之简化处理, 计算方法简便, 方便实际操作^[4,5]。对 (1) 式求全微分, 得到

$$\frac{dA}{A} = \frac{dY}{Y} - \alpha \frac{dK}{K} - \beta \frac{dL}{L} \quad (2)$$

将 (2) 式简化, 分别用来表达式中的各项增长速度, 于是有

$$a = y - \alpha k - \beta l \quad (3)$$

式 (3) 中 y 为产出增长速度, a 为技术进步速度, k 为资本投入量的增长速度, l 为劳动投入量的增长速度, α 为资本投入的弹性系数, β 为劳动投入的弹性系数。该式可以理解为, 科技进步对经济增长的贡献等于扣除资金和劳动力投入两个因素作用外, 所有其他因素作用的总和。

将 (3) 式中的科技进步速度与产出增长速度相除, 就得到科技进步贡献率, 即

第一作者简介: 王俊 (1985—), 女, 助理研究员, 硕士, 主要研究方向为科技统计。

项目来源: 安徽省科技创新战略与软科学项目“安徽省科技进步贡献率测算研究” (201806a02020013); 安徽省重点研究和开发计划项目“基于科技大数据的安徽省高新技术产业分析及应用研究” (1804a09020059)。

收稿日期: 2019-08-25

$$\frac{a}{y} \times 100\% = 100\% - \frac{ak}{y} \times 100\% - \frac{\beta l}{y} \times 100\% \quad (4)$$

方程(4)等号左边, $\frac{a}{y} \times 100\%$ 就是科技进步贡献率。

我国学者对科技进步贡献率相关问题研究起步比较晚,始于20世纪80年代,如今基本处于吸收和消化国外理论阶段,国内基本采用索洛余值法计算科技进步贡献率^[6-11]。十三五以来,为与国际接轨,我国将R&D经费资本化后纳入国民经济核算,而R&D经费资本化会引导经济中资本投入的增加,则资本对经济的贡献率增加。它的公式为

$$A = \frac{a + \gamma r}{y} \times 100\% \quad (5)$$

式(5)中,除计算右侧 $\frac{a}{y} \times 100\%$ 外,还要加入R&D经费支出增长速度 r 及其对应权重(权重 γ 可以用地方R&D经费支出占全国R&D经费支出比重表示),而纳入“无形资本”的公式就表示科技进步贡献率,即左侧 A 。本文中采用此方法。

2 指标的选择和测算方法

由以上的测算方法可知,只要计算出4个变量(产出量 Y 、资本投入量 K 、劳动投入量 L 、地区R&D经费支出)的增长速度(分别是 y 、 k 、 l 、 r),以及两个参数(α 和 β),就能算出科技进步贡献率。

2.1 产出量的选择和测算方法

常用的产出量选择增加值指标,我国通常采用生产总值(GDP)。关于GDP的增长速度,对应的指标是“生产总值指数”,它的含义就是剔除价格因素的产出增加值,可以直接从国家统计年鉴中获得。

2.2 劳动投入量的选择和测算方法

劳动投入量的选择有劳动者人数、劳动时间、劳动者报酬、人力资源存量等,从实际操作和数据可得性方面出发,常用的变量是劳动者人数,也称“全社会从业人员人数”。一般认为,全社会从业人员包括:①城镇单位从业人员;②个体私营从业人员;③乡村从业人员。从数据的获取性来看,这里选择“城镇单位从业人员”的增长速度。在统计年鉴里可找到当年“城镇非私营单位从业人员”这

一指标。

2.3 资本投入量的选择和测算方法

资本投入量的计算方法相比上述两类变量复杂得多,国内一般使用永续盘存法计算资本存量。这里就用“固定资本形成”,其又指“固定资产净值”,它的含义就是固定资产原价减去历年已提折旧额后的净值。简单来说用公式表示为 $K_t = I_t + (1 - \delta)K_{t-1}$, 或者 $K_t = I_t + K_{t-1} - P_t$, 这两个公式里, I_t 表示第 t 期的固定资本形成, K_{t-1} 表示第 $t-1$ 期资本存量, δ 表示固定资产折旧率, P_t 表示第 t 期的固定资产折旧额。这里不对永续盘存法作解释,重点对资本投入量的增长速度 k 进行计算,

显然, $k_t = K_t \div K_{t-1} - 1$, 进一步推算为: $k_t = \frac{I_t}{K_{t-1}} - \frac{P_t}{K_{t-1}}$ 。

使用永续盘存法计算资本存量的公式如下:

$$K_i = \sum_{t=1978}^{i-1978+1} I_t - \sum_{t=1978}^{i-1978+1} P_t + \sum_{t=1977}^{1977-1953+1} (1-\delta)^{1977-t} I_t + (1-\delta)^{1977-1953+1} K_{1952} \quad (6)$$

在式(6)里, K_i 表示第 i 年资本投入量的增长速度。其中 I_t 和 P_t 都是以1952年为基期的可比价变量,而公式之所以分成1952—1977年和1978到第 i 年两个阶段计算,主要是由于1978年后国民经济合算中才开始按收入法纳入固定资产折旧额的统计。

2.4 产出弹性系数的确定

确定资本和劳动产出弹性系数 α 、 β 的方法主要有回归分析法、经验估值法和比值法3类,本文采用回归法。回归分析法是将生产函数线性化:

$$\ln Y_t = \ln A + \alpha \ln K_t + \beta \ln L_t \quad (7)$$

利用最小二乘法就可以估计出 α 、 β 参数值。

参考科技部做法,无形资产产出弹性系数则选择“地方R&D经费支出占全国R&D经费支出比重”。

3 安徽省科技进步贡献率测算与结果分析

根据上述计算出的 α 、 β 和 γ 值,对2006年至2017年安徽省科技进步贡献率测算结果进行实证研究,具体见表1。

按照上述指标测算结果及参数选择,可以计算出资金投入贡献率、劳动投入贡献率以及剔除劳动和资本贡献的全要素生产率,即上述 $\frac{a}{y} \times 100\%$,再

加上无形资本贡献率,则得到全省科技进步贡献率,即 $\frac{\alpha+\gamma r}{y} \times 100\%$ 。2006 年至 2017 年测算结果,详见表 2。

4 科技进步贡献率测算结果分析

4.1 各要素贡献率分项评价

由表 2 可知,资本投入贡献率远高于无形资本投入和劳动投入贡献率,因此资本投入仍然是影响安徽省科技进步的主要因素。2006—2017 年,资本投入贡献率略有波动,近几年,资本投入贡献率存在逐步降低的趋势,这与我省经济增长方式逐步从粗放式增长模式向高质量增长方式转变的基本情况相吻合。把表 2 的结果用图标的形式展现更具效果,具体见图 1。

劳动投入贡献率存在上下波动的情况,有时甚至出现负值,这主要跟当年国内外经济运行环境有关,导致劳动力数量相对过剩,失业率上升。

无形资本贡献率一直处于低位徘徊,且基本呈

现增长趋势。无形资本对经济发展影响有限,其中个别年份,其贡献率超过劳动投入贡献,因此具有较大发展潜力。

科技进步贡献率基本呈现稳定增长的趋势,“十一五”以来,我省大力发展自主创新,积极推进创新驱动发展战略实施,科技对经济发展的贡献率呈现持续上升的局面。这表明,在经济新常态下,随着全省对科技工作的重视程度逐年增加,经济发展对科技的依赖日益加深,科技对经济发展发挥着越来越重要的作用。

4.2 要素贡献率总体评价

以每 5 年为一个发展周期,2006—2010 年,资本投入对经济发展的平均贡献率最高,其次是科技进步,然后是劳动力投入和无形资本投入;2011—2015 年,科技进步对经济发展的平均贡献率最高,其次是资本投入,然后是劳动力投入和无形资本投入;2016—2017 年,对经济发展贡献最高的是科技进步,其次是资本投入,然后是无形资本投入和

表 1 安徽省科技进步贡献率主要数据

年份	资本投入量 增长速度 k	劳动投入量 增长速度 l	GDP 增速 y	研发投入 增速 r	资本投入量产出 弹性系数 α	劳动投入量 产出弹性 系数 β	无形资本 投入量产出 弹性系数 γ
2006	0.125 3	-0.050 0	0.125 3	0.0197	0.54	0.46	0.019 7
2007	0.128 7	0.008 1	0.141 7	0.019 6	0.70	0.30	0.019 6
2008	0.135 8	-0.002 8	0.126 7	0.366 8	0.63	0.37	0.023 4
2009	0.133 1	0.047 0	0.129 4	0.366 3	0.56	0.44	0.023 2
2010	0.141 3	0.036 3	0.145 9	0.204 3	0.40	0.60	0.024 7
2011	0.135 9	0.103 5	0.135 1	0.311 0	0.45	0.55	0.027 4
2012	0.132 0	0.061 4	0.121	0.312 9	0.53	0.47	0.029 7
2013	0.125 7	0.189 3	0.104 4	0.249 4	0.45	0.55	0.030 2
2014	0.117 5	0.004 3	0.092	0.117 9	0.34	0.66	0.030 5
2015	0.106 8	-0.015 2	0.087	0.097 1	0.39	0.61	0.030 8
2016	0.104 4	0.006 3	0.086 8	0.100 3	0.49	0.51	0.032 3
2017	0.106 8	-0.001 6	0.084 6	0.189 0	0.41	0.59	0.032 0

表2 安徽省科技进步贡献率测算结果表 (单位: %)

年份	资金投入贡献率	劳动投入贡献率	剔除劳动和资本贡献的全要素生产率	无形资本贡献率	科技进步贡献率
2006	27.85	30.84	28.59	4.92	33.51
2007	68.05	-11.98	55.13	3.65	58.78
2008	55.28	2.12	42.60	5.58	48.18
2009	57.53	-0.97	42.66	6.79	49.45
2010	38.77	14.52	46.71	3.65	50.36
2011	41.18	12.87	45.94	5.27	51.21
2012	50.57	3.39	46.05	6.34	52.38
2013	45.74	7.15	47.11	6.12	53.23
2014	36.81	12.04	51.16	3.42	54.57
2015	45.27	2.86	51.87	3.21	55.08
2016	56.50	-8.91	52.41	3.54	55.95
2017	45.42	4.31	50.27	7.03	57.30

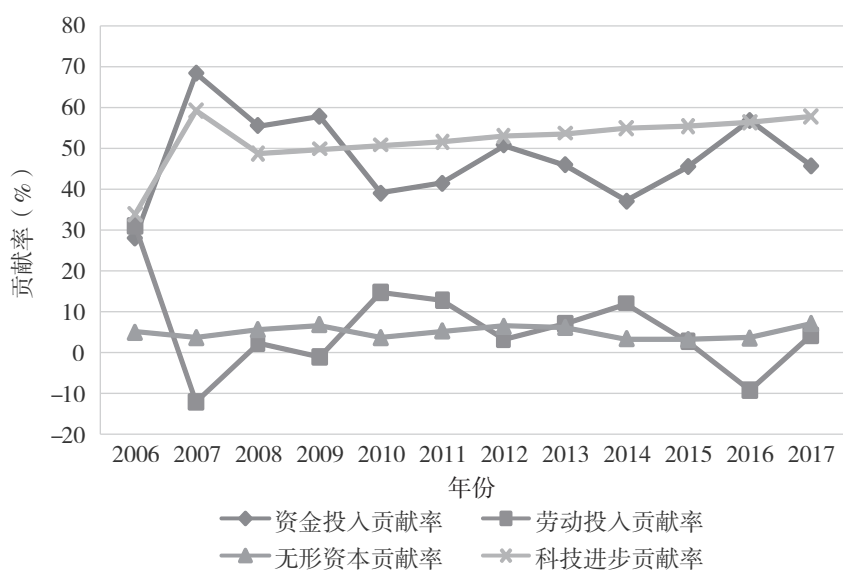


图1 各要素贡献情况 (2006—2017年)

劳动力投入。可以得出,一是“十二五”以来,安徽省经济发展模式从资本推动逐步转变成科技推动模式,可见近年来安徽省大力推进科技创新驱动

战略略显成效;二是最低的要素由无形资本投入逐步转变成劳动力投入,无形资本对经济发展拉动作用日益凸显。

5 相关对策建议

5.1 优化投资结构, 加快产业转型升级

科技进步贡献率与资本贡献率几乎呈现反比的关系, 因此平衡科技进步和资本对经济增长的贡献, 是提升地区科技进步贡献率的关键。政府需要根据地区自身情况, 增加对高技术产业领域投资比重, 优化投资结构, 从而推动投资高质量发展。一方面, 政府要发挥其积极作用, 做好资源的合理分配工作。政府通过优化固定资产投资结构, 将投资转向科技含量高的高技术新兴产业, 推动产业高质量发展。另一方面要加快产业转型升级。政府加快传统产业改造升级, 发展先进装备制造业, 提升传统产业的竞争力与产业效益。政府大力发展农业现代化, 健全农业科技产业化发展体系, 实现农业产业化, 推动安徽省产业实现全面转型升级。

5.2 加大科技创新投入, 促进科技进步发展

科学技术的不断发展对经济的持续稳定增长起着不可磨灭的作用, 而很多研究也表明, 科技进步对经济发展的贡献率越来越高。因此, 要进一步提高思想认识, 加大科技创新投入。一是政府加大财政对科研方面的投入力度, 引导社会资本参与重大科技基础设施建设并投向科技创新。二是鼓励企业等创新主体加大研发投入, 将研发支出合理资本化, 直接提升科技进步对经济增长的贡献。

5.3 提升企业创新能力, 建立技术创新体系

企业是创新的主体, 创新能力决定企业的核心竞争力。近年来, 安徽省企业创新积极性逐步提高, 但从总体上看, 安徽省企业在技术创新能力方面还比较薄弱。通过完善和落实激励企业自主创新的相关政策、加大对企业技术创新的支持力度、改善企业研发条件、加强人才队伍建设、组织和动员科研院所和高校的科技人员深入企业开展多元化的创新创业服务等途径加快推进技术创新工程, 综合应用政策、金融、服务、投入等多元化的支持方式, 引导各类创新资源向企业集聚, 使企业真正成为研究开发投入的主体, 并成为创新活动和成果应用的主体。

5.4 加大人力资本投资, 提升劳动者素质

提升劳动人口素质, 充分发挥劳动投入对经济

增长的作用, 可间接提升科技进步贡献率。因此, 安徽省可以通过改进人才引进体制机制, 优化用人环境, 提高劳动人口素质, 最大限度吸引高质量的人力资本从而达到经济稳定增长和科技进步贡献率逐步提升的双赢局面。具体可以从以下 3 个方面采取措施。一是加大高校基建投入, 建立以市场为导向的人才培养模式。二是企业引进高端科研人才, 并为人才提供良好的工作环境。三是政府加强政策引导。

5.5 推进科技成果落地, 加快科技成果转化

科技成果是指科学研究与技术开发所产生的高水平成果, 要以理论为依托, 使用多种途径, 尽快实现科技成果的转化推广, 充分发挥科技进步对经济发展的促进作用。一是要不断创造和引进高质量科技成果; 二是深入推进各类科技成果转化平台建设; 三是设立运行省科技成果转化引导基金, 更好地发挥政府促进科技成果转化的作用。■

参考文献:

- [1] 朱迎春. 无形资产应纳入科技进步贡献率测算 [J]. 发明与创新 (大科技), 2013 (3): 22-23.
- [2] 孙玉蛟. 科技进步贡献率测算方法综述 [J]. 天津科技, 2017 (8): 72-74.
- [3] 李灵. 科技对经济增长贡献的效率及影响因素分析 [J]. 科技与管理, 2014 (9): 5-11.
- [4] 刘洪, 刘晓洁, 李云. 基于改进索洛余值法的湖北省科技进步贡献率测算 [J]. 统计与决策, 2018 (15): 107-110.
- [5] 曹子坚, 赵敏. 科技进步对经济增长贡献率的测算与分析——基于甘肃省 1995 年—2015 年数据 [J]. 河北地质大学学报, 2018 (4): 83-88.
- [6] 张姗姗. 安徽省科技进步对经济贡献率的区域差异分析 [J]. 铜陵学院学报, 2016 (5): 24-28.
- [7] 董浩. 科技贡献率测算方法与新常态下经济增长分析 [J]. 山东纺织经济, 2018 (1): 19-20.
- [8] 张国成. 科技进步贡献率的测算与预测 [J]. 科技和产业, 2019 (2): 89-94.
- [9] 杨朝峰. 青海省科技进步贡献率测算与分析 [J]. 全球科技经济瞭望, 2018 (11): 35-39.
- [10] 肖玲. 唐山市科技进步贡献率测算研究 [D]. 河北: 石家庄铁道大学, 2018.

(下转第 57 页)

- [8] 四川省统计局, 国家统计局四川调查队. 四川统计年鉴 2014[M]. 北京: 中国统计出版社, 2014.
- [9] 武汉市科技局发展计划处, 武汉科技统计分析研究中心. 武汉市科技创新活动主要指标(2010—2016年)[R].

- 武汉: 武汉市科学技术局, 2017.
- [10] 朱巍等. 基于专利角度的创新投入产出绩效比较研究——以北京、上海、深圳、青岛、杭州等九城市为样本[J]. 科技管理研究, 2018(5): 77-86.

Research on Different Development Paths under the Guidance of the Same Goal: Taking Urban Invention Patents as an Example

ZHU Wei, CHEN Hui-hui

(Wuhan Promotion Centre of Science & Technology Development, Wuhan 430023)

Abstract: For high-quality urban development, the formulation of development goals and development paths and the relationship between them are of great significance. This paper makes an empirical study on the paths of urban invention patent creation under the same goal, selecting Shenzhen, Qingdao, Chengdu, Wuhan and Hangzhou as samples, constructing the indicator system for identifying patent creation paths of urban inventions with four sub-indicators: input, output, efficiency and quality. Then it discriminates on different paths of invention patent creation in sample cities, and discusses the differences and the interaction among them, and analyses the enlightenment to urban development and target setting.

Key words: development goal; development path; invention patent authorization; path identification index system

(上接第34页)

Research on Calculation of the Contribution Rate of Science and Technology Progress in Anhui Province

WANG Jun, LI Nan-kai, LIU Jing-jing

(Scientific and Technological Information Institute of Anhui Province, Hefei 230011)

Abstract: Based on the research at home and abroad, this paper puts forward a feasible method to measure the contribution rate of scientific and technological progress in Anhui Province, selects the measurement indicators and parameters in combination with the actual situation of Anhui Province, conducts an empirical study on the contribution rate of scientific and technological progress in Anhui Province, obtains the result that the economic development mode of Anhui Province gradually changes from capital promotion to scientific and technological promotion mode, and puts forward relevant countermeasures and suggestions.

Key words: Anhui; technological advancement; contribution rate; solow residual