

# 广东省经济增长影响因素探讨

## ——基于柯布道格拉斯生产函数

黄晓旋, 何月华, 阎虎勤

厦门国家会计学院, 福建 厦门

Email: [hyh09871010@163.com](mailto:hyh09871010@163.com), [fd\\_candidate@163.com](mailto:fd_candidate@163.com), [yanhuqin@xnai.edu.cn](mailto:yanhuqin@xnai.edu.cn)

收稿日期: 2021年5月9日; 录用日期: 2021年5月23日; 发布日期: 2021年6月7日

---

### 摘要

实现经济的稳定增长是货币政策的目标之一, 而柯布道格拉斯生产函数能够在一定程度上解释劳动、资本和能源等因素对经济增长的贡献。本文选取广东省2000~2019年劳动量、资本存量、化石能源投入量以及GDP等时间序列数据, 利用柯布道格拉斯生产函数进行拟合, 初步探讨影响广东省经济增长的因素。

### 关键词

柯布道格拉斯生产函数, 广东省, 经济增长

---

# Discussion on Influencing Factors of Economic Growth in Guangdong Province

## —Based on Cobb Douglas Product Function

Xiaoxuan Huang, Yuehua He, Huqin Yan

Xiamen National Accounting Institute, Xiamen Fujian

Email: [hyh09871010@163.com](mailto:hyh09871010@163.com), [fd\\_candidate@163.com](mailto:fd_candidate@163.com), [yanhuqin@xnai.edu.cn](mailto:yanhuqin@xnai.edu.cn)

Received: May 9<sup>th</sup>, 2021; accepted: May 23<sup>rd</sup>, 2021; published: Jun. 7<sup>th</sup>, 2021

---

### Abstract

Achieving stable economic growth is one of the objectives of monetary policy, and the Cobb Douglas product function can explain to some extent the contribution of factors such as labor, capital and energy to economic growth. This paper selects time series data such as labor volume, capital stock, fossil energy input and GDP in Guangdong Province from 2000 to 2019, and uses the Cobb

文章引用: 黄晓旋, 何月华, 阎虎勤. 广东省经济增长影响因素探讨[J]. 统计学与应用, 2021, 10(3): 394-404.

DOI: [10.12677/sa.2021.103039](https://doi.org/10.12677/sa.2021.103039)

Douglas product function to fit, and discusses the factors affecting the economic growth of Guangdong Province.

## Keywords

Cobb Douglas Product Function, Guangdong Province, Economic Growth

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

改革开放以来,广东省的经济发展水平蒸蒸日上。1992年邓小平南方谈话之后,广东省的发展更是进入了一个全新的历史阶段,2019年全省实现生产总值107,986.90亿元,在1978年地区生产总值的基础上翻了11,465.5倍,人均地区生产总值为94,172元,成就瞩目。广东省的经济发展成果为其他同样作为改革开放先行者的地区提供了很好的示范作用,因此,探讨广东省的经济增长驱动因素,对于其他地区探索经济持续发展之道具有重要的意义。

柯布道格拉斯生产函数(Cobb Douglas Product Function, CD函数),最初是由美国数学家柯布(C. W. Cobb)和经济学家保罗·道格拉斯(Paul H. Douglas)于20世纪30年代初期共同提出的用来研究投入和产出关系的数学模型。经过长久发展和完善,该模型逐渐拓展至预测国家和地区工业系统或大企业的生产发展分析应用[1]。因此,本文选取广东省2000~2019年的相关经济数据,利用柯布道格拉斯生产函数进行拟合,分析广东省GDP增长与劳动、资本以及能源之间的关系,并提出合理看法。

## 2. 文献综述

经济增长是指一个经济体所生产的物质产品和劳务在相当长的一段时期内的持续增长[2]。关于经济增长要素问题的探讨,早在古典经济学时期就有了相关论述,但该时期的主要观点是经济增长不具有持续性。19世纪后期,新古典经济学以“边际分析”为特征,对经济增长的分析着重在经济增长动力和分析运用方面[3]。Alwyn Young在《收益递增和经济进步》一文中,在斯密劳动分工理论基础上提出迂回生产和社会收益递增理论[4],之后舒尔茨进一步发展了前者的理论。哈罗德-多马通过将经济增长理论模型化,索罗对资本进行内生生化,拉姆齐·卡斯·库普曼斯和戴蒙德将储蓄进行内生生化[5],从而完善并丰富了新古典经济学理论。自20世纪80年代中期以来,由于经济理论和分析技术的发展,技术进步因素开始被列入经济增长生产函数之中。新旧古典经济理论对经济增长的研究主要涉及生产要素作用、模型运用以及边际报酬规律三个方面,对于相关要素对经济增长的贡献的关系则缺乏深层次的研究,这是因为影响经济增长的因素是多方面的,但是在实际运用当中,相关因素之间又具有一定的重合性。因此,目前人力资本、资本投资以及能源消费等是新经济增长要素研究的主要方面。

## 3. 数据来源及研究方法

### 3.1. 数据来源

本文选取广东省2000~2019年的相关经济数据,如表1,包括劳动力投入量、资本存量、化石能源投入量以及GDP等。劳动力投入量以广东省各年末就业人口数表示,资本存量以各年固定资本形成总额

表示,化石能源投入量以各年煤、石油以及天然气三大能源的消费量之和表示。数据主要来源于广东省统计局出版的《2020 广东统计年鉴》。数据资料显示,2000 年以来广东省的 GDP 以及三种要素的投入量均呈现明显的上升趋势。

**Table 1.** Historical GDP of Guangdong Province and economic growth factor input table  
**表 1.** 广东省历史 GDP 及经济增长要素投入表

| 年份   | 劳动投入量<br>(万人) | 资本存量<br>(亿元) | 化石能源投入量<br>(万吨标准煤) | GDP<br>(亿元) |
|------|---------------|--------------|--------------------|-------------|
| 2000 | 3989.32       | 3160.12      | 7983.46            | 10,810.21   |
| 2001 | 4058.63       | 3531.49      | 8169.60            | 12,126.59   |
| 2002 | 4134.37       | 4119.36      | 9036.40            | 13,601.89   |
| 2003 | 4395.93       | 5096.72      | 10,462.09          | 15,979.77   |
| 2004 | 4681.89       | 6093.41      | 12,013.14          | 18,658.34   |
| 2005 | 5022.98       | 7577.75      | 13,086.58          | 21,962.99   |
| 2006 | 5250.11       | 8694.07      | 15,281.00          | 25,961.24   |
| 2007 | 5402.65       | 10,230.11    | 17,344.10          | 31,742.61   |
| 2008 | 5553.67       | 11,803.75    | 17,679.13          | 36,704.16   |
| 2009 | 5652.40       | 14,452.53    | 19,235.86          | 39,464.69   |
| 2010 | 5870.48       | 17,035.10    | 21,942.15          | 45,944.62   |
| 2011 | 5960.74       | 20,118.29    | 23,318.44          | 53,072.79   |
| 2012 | 5965.95       | 22,860.84    | 23,786.60          | 57,007.74   |
| 2013 | 6117.68       | 25,966.92    | 24,930.93          | 62,503.41   |
| 2014 | 6183.23       | 29,021.09    | 25,636.29          | 68,173.03   |
| 2015 | 6219.30       | 30,478.30    | 26,999.64          | 74,732.44   |
| 2016 | 6797.72       | 33,279.65    | 28,179.17          | 82,163.22   |
| 2017 | 6962.70       | 38,390.85    | 29,253.74          | 91,648.73   |
| 2018 | 7132.99       | 42,319.88    | 30,154.66          | 99,945.22   |
| 2019 | 7150.25       | 46,649.20    | 31,122.99          | 107,986.90  |

### 3.2. 柯布道格拉斯函数原理介绍

柯布道格拉斯函数是研究经济体活动中投入和产出关系的函数,其基本形式如下:

$$y = f(x) = f(x_1, x_2, x_3) = Ax_1^\alpha x_2^\beta x_3^\gamma, \theta = \alpha + \beta + \gamma$$

其中,变量  $x_1, x_2, x_3$  为三种不同类别的投入要素,  $y$  表示投入要素所带来的产出,  $\alpha, \beta, \gamma$  表示投入要素  $x_1, x_2, x_3$  的边际弹性,一般要求大于零,本文中假设规模报酬不变,即  $\theta = \alpha + \beta + \gamma = 1$ 。

参数  $A > 0$ , 表示技术发展水平对于产出的影响,或者称为技术进步因子。由于技术进步与时间变量  $t$  有关,故可以将技术进步因子表示为时间  $t$  的指数函数:  $A = e^{g(t)}$ , 那么柯布道格拉斯函数可以表示为:

$$y = f(x) = f(x_1, x_2, x_3) = e^{g(t)} x_1^\alpha x_2^\beta x_3^\gamma, \quad \theta = \alpha + \beta + \gamma$$

函数  $g(t)$  可以是一个多项式，也可以是其他类型的函数，这样表示的函数具有一定的动态特征[6]。

### 3.3. 拟合过程及结果

基于以上假设，我们通过 Python 程序编写来拟合广东省 GDP 增长与劳动投入量、资本存量以及能源消费量之间的关系，具体步骤如下：

首先将表 1 中的数据转化为 Python 可以识别的 txt 文本格式，对 Python 的运行环境进行定义，完成相关的基础工作。

然后进行程序的第一步编写，通过 `data=np.loadtxt`、`data[:0]`、`data[:1]` 等语句将数值赋值给数组 `data`。

第二步，通过 `t[i]=2*(x0[i]-a)/(b-a)-1` 定义时间变量，将普通年份转换为符合切比雪夫多项式定义域  $[-1, 1]$  要求的变量，再通过 `deffunc()` 定义 CD 函数。

第三步，利用 `curve_fit()` 函数进行拟合。前文提到， $g(t)$  可以是多项式，因此我们通过调整  $g(t)$  的阶数，得到四个模型，并利用程序检验各模型的误差水平，得到各模型的劳动力、资本、能源以及误差系数  $R^2$  如表 2 所示，当阶数为 0 时，能源系数小于 0，不符合生产函数要求和经济发展的规律，因此排除。余下的三组结果，均符合生产函数的要求，根据误差  $R^2$  检验结果，当阶数  $n = 3$  时拟合结果最优，且投入要素系数合理。

**Table 2.** Summary table of various factor coefficients

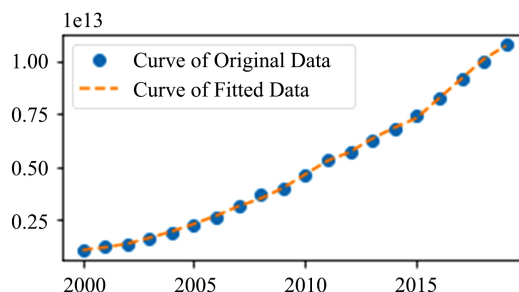
**表 2.** 各因素系数汇总表

| 阶数 $n$ | 劳动力 $\alpha$ | 资本 $\beta$ | 能源 $\gamma$ | 误差 $R^2$ |
|--------|--------------|------------|-------------|----------|
| 0      | 0.2852       | 0.8270     | -0.1122     | 0.9910   |
| 1      | 0.2387       | 0.4452     | 0.3161      | 0.9906   |
| 2      | 0.5035       | 0.1841     | 0.3123      | 0.9985   |
| 3      | 0.5038       | 0.2029     | 0.2932      | 0.9997   |

基于  $n = 3$ ，广东省地区生产总值的模型为：

$$y = e^{0.0253x^3 - 0.076x^2 + 0.556x + 8.8425} x_1^{0.5038} x_2^{0.2029} x_3^{0.2932}$$

由模型可知，劳动力对广东省地区生产总值的影响程度最大，大约占 50%，其次是能源，约占 30%，最后是资本，占比约为 20%。最后，根据函数绘制广东省地区生产总值预测图如图 1 所示：



**Figure 1.** Guangdong Province GDP forecast map

**图 1.** 广东省地区生产总值预测图

## 4. 拟合结果分析

### 4.1. 基于边际弹性分析广东省经济增长驱动力

边际弹性就是当某种投入要素按照某一增长率增长时产出所应该拥有的增长率，不同投入要素的边际弹性可以由微分关系式来表示，如下所示。

$$e_1 = \frac{dy}{y} \bigg/ \frac{dx_1}{x_1} = \alpha$$

$$e_2 = \frac{dy}{y} \bigg/ \frac{dx_2}{2} = \beta$$

$$e_3 = \frac{dy}{y} \bigg/ \frac{dx_3}{3} = \gamma$$

关系式中  $\frac{dy}{y}$  表示产出变量的增长率； $\frac{dx_1}{x_1}$ ， $\frac{dx_2}{x_2}$ ， $\frac{dx_3}{x_3}$  表示不同投入要素  $x_1$ ， $x_2$ ， $x_3$  的增长率，该关系式表示一单位投入要素的增长率会带来与边际弹性绝对值相等的产出增长率的变动，这揭示了生产函数的参数  $\alpha$ ， $\beta$ ， $\gamma$  的性质。如果  $\alpha + \beta + \gamma = 1$ ，那么边际弹性  $\alpha$ ， $\beta$ ， $\gamma$  便表示每种投入要素对总产出的贡献率所占的份额。

由前述可知，本文拟合过程选取了  $n = 3$  时的  $g(t)$  三阶函数，此时  $\alpha = 0.5038$ ， $\beta = 0.2029$ ， $\gamma = 0.2932$ 。可以发现，作为改革开放前沿的广东，2000~2019 年 20 年间的经济增长第一推动力是劳动力，为广东经济增长贡献超过 50% 的动力，而资本、化石能源带动的经济增长则相对逊色，分别占比 20% 和 30%。接下来我们将根据实际情况，分析劳动力、资本、化石能源对广东省的经济增长形成不同贡献率的渊源。

首先，改革开放以来，得益于大量劳动力的迁入和逐渐降低的人口出生率[7]，广东劳动力年龄人口比重不断提高，大量适龄人群成为就业人口，对近 20 年间广东的经济增长产生较强的积极作用，使得广东自 20 世纪 80 年代开始享受优越的人口红利。其次，作为全国第一经济大省，广东的经济发展伴随着巨大的能源消耗，改革开放初期，广东省加工制造企业较多，省内分布着大量全国性重要加工制造基地，主要包括陶瓷、建材、纺织服装、金属材料制品等高能耗产业，这些产业为当前广东傲人的经济发展成果做出不小的贡献，使得化石能源成为次于劳动力的广东经济增长动力第二顺位；最后，相较于劳动力和化石能源对广东省经济增长的驱动强度，资本作为改革开放后陆续涌进广东的生产要素，提供了最小占比的贡献率。资本作为生产要素参与经济社会的运转主要是以形成能够长期存在的生产资料形式如机器设备、建筑物和交通基础设施等，与其他生产要素一起创造当前和未来的生产能力[8]。改革开放前，广东省内不同区域间产业和经济发展水平存在明显差异，累积至 1978 年时省内大部分地区主要以第一和第二产业为主，劳动力和化石能源成为经济增长两大主要驱动力，而改革开放特别是 1992 年邓小平的南巡讲话，稳定国内外投资者的信息，对投资起到极大的刺激作用，大量资本涌进广东的制造业、建筑业、服务业等领域，在 2000~2019 年短短 20 年间，资本对广东省经济增长的贡献就达到 20%，在这个过程中，产出的增加又进一步成为新的资本进行再投资，如此循环，形成可观的资本积累。我们可以看到，资本积累打破改革开放前广东靠人口红利和高能耗产业发展的困境，有效弥补广东经济起飞所需资金的缺口，推进工业化进程，在较短时期内提高广东省的生产能力。

### 4.2. 基于边际产出和边际技术替代率探索广东未来发展新动力

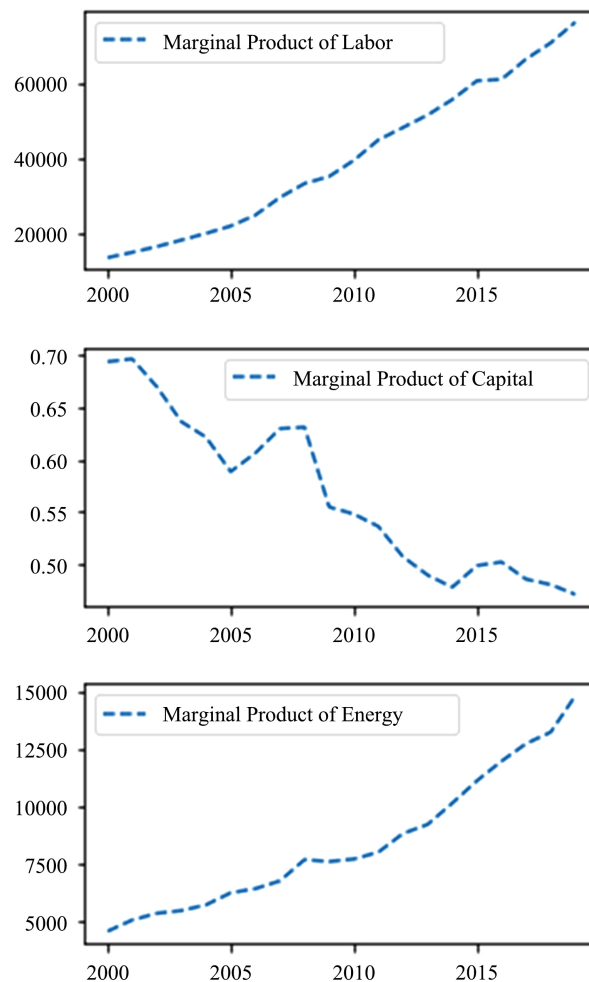
边际产出是当某个投入要素增加一个单位时总产出所能增加的单位，其实质是对于生产函数求一阶偏导数，用公式具体表示如下；当与收益函数一起考虑时边际产出则表示该生产要素的价格。

$$MP_1 = \frac{\partial y}{\partial x_1} = \alpha A x_1^{\alpha-1} x_2^\beta x_3^\gamma = \frac{\alpha y}{x_1}$$

$$MP_2 = \frac{\partial y}{\partial x_2} = \beta A x_1^\alpha x_2^{\beta-1} x_3^\gamma = \frac{\beta y}{x_2}$$

$$MP_3 = \frac{\partial y}{\partial x_3} = \gamma A x_1^\alpha x_2^\beta x_3^{\gamma-1} = \frac{\gamma y}{x_3}$$

按照公式，对上述数据进行处理，我们分别得到劳动力、资本以及化石能源三种生产要素的边际产出，拟合图如图 2 所示。



**Figure 2.** A summary chart of the marginal product of economic factors in Guangdong Province

**图 2.** 广东省经济要素边际产出汇总图

可以看出，随着时间的推移，劳动力和化石能源的边际产出不断提高，而资本的边际产出则在波动中呈现下降趋势。结合收益函数，我们发现劳动力和化石能源价格水平在不断提高，而资本价格即利率在不断下降，结合当前适龄劳动人口规模变化与人口年龄结构的变化，可见随着人口老龄化的加快，广东的人口红利已经出现转折性变化，劳动力成本不断上升，这一现象我们可以从图 3 的 2000~2019 年间

城镇单位职工年平均工资(单位:元)变化中得以印证;同时由于化石能源属于高能耗行业必不可少的动力来源,而其又不可再生,因此供需关系的不平衡使得化石能源的价格不断增高,而按照我国人民银行公布的国有银行贷款利率表,2000~2019年间,1~3年贷款利率经历了从2000年5.94%缓慢上涨到2007年的峰值7.56%,在接下来的13年间持续下降一直到2019年的4.75%,贷款利率的降低切实解决企业尤其是小微企业融资难、融资贵的问题,是金融系统向实体经济让利的表现[9],从前述分析我们也看到资本的引进在短短20年间便占据广东经济增长超过20%的拉动力。

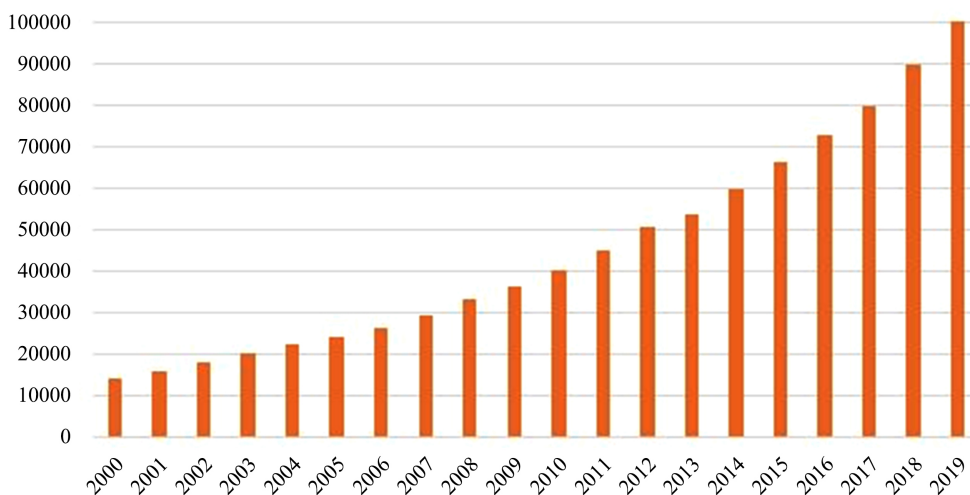


Figure 3. Changes in annual average wages of urban employees in Guangdong Province  
图 3. 广东省城镇单位职工年平均工资变化图

与此同时,我们还可以从要素间的边际技术替代率,了解不同要素在形成同等产出时所需的不同比例,进而从另一个角度分析广东经济增长的主要驱动力。

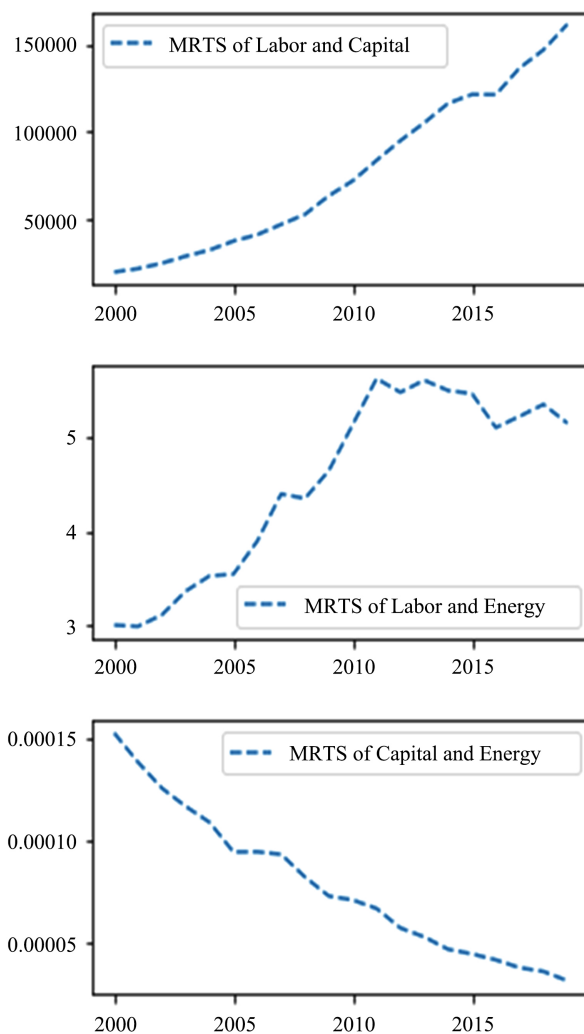
两个投入要素之间的边际技术替代率,就是它们各自的边际产出之间的比率,具体公式表示如下。它表示了两种生产要素对于产出的不同影响程度,即对于相同产出来说不同产出投入要素之间的变化如果相互替代所应该遵守的比率关系。

$$MRTS_{1,2} = \frac{MP_1}{MP_2} = \frac{\frac{\alpha y}{x_1}}{\frac{\beta y}{x_2}} = \frac{\alpha}{\beta} \left( \frac{x_2}{x_1} \right)$$

$$MRTS_{1,3} = \frac{MP_1}{MP_3} = \frac{\frac{\alpha y}{x_1}}{\frac{\gamma y}{x_3}} = \frac{\alpha}{\gamma} \left( \frac{x_3}{x_1} \right)$$

$$MRTS_{2,3} = \frac{MP_2}{MP_3} = \frac{\frac{\beta y}{x_2}}{\frac{\gamma y}{x_3}} = \frac{\beta}{\gamma} \left( \frac{x_3}{x_2} \right)$$

将前述数据代入上述公式进行计算,我们得到劳动力、资本以及化石能源三大生产要素之间的边际技术替代率的变化趋势,如图4所示:



**Figure 4.** Marginal technology substitution rate between the three major factors of production

**图 4.** 三大生产要素两两间边际技术替代率

由图 4 可以看出，首先看劳动力与资本的边际技术替代率，2000~2019 年间这一比率呈现稳步上升趋势，这表明在经济增长率不变的前提下，减少一单位的劳动力投入需要更多的资本投入，也即过去 20 年间劳动力对经济增长的贡献率大于资本，同理，根据另外两幅子图，我们可以推出过去 20 年间对经济增长的贡献率从大到小排列依次是劳动力、化石能源和资本，这与我们拟合曲线所得的  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  之间的大小关系相一致，这也从侧面印证我们的分析。

综合前两部分的分析，我们知道，劳动力和化石能源过去 20 年间为广东省经济增长注入强大动力，但是随着人口红利的退去、高能耗产业对不可再生资源的大量消耗，劳动力成本和化石能源价格不断攀升，广东不得不在挑战中寻找新的可持续增长驱动，举例来说，由于传统化石能源的高污染和不可持续性，广东省积极寻找替代能源如电能、太阳能、氢能等其他能源作为新的能源供给，如图 5 所示。资本方面，由于中央推行稳健中略微宽松的货币政策，贷款利率波动中呈下降趋势，解决企业资金压力，刺激投资，同时我们也可以看到资本大量涌进广东弥补了原有产业的资金缺口，助力经济腾飞，说明这一生产要素的投入占比要继续稳中有增，发挥其对经济增长的积极作用。



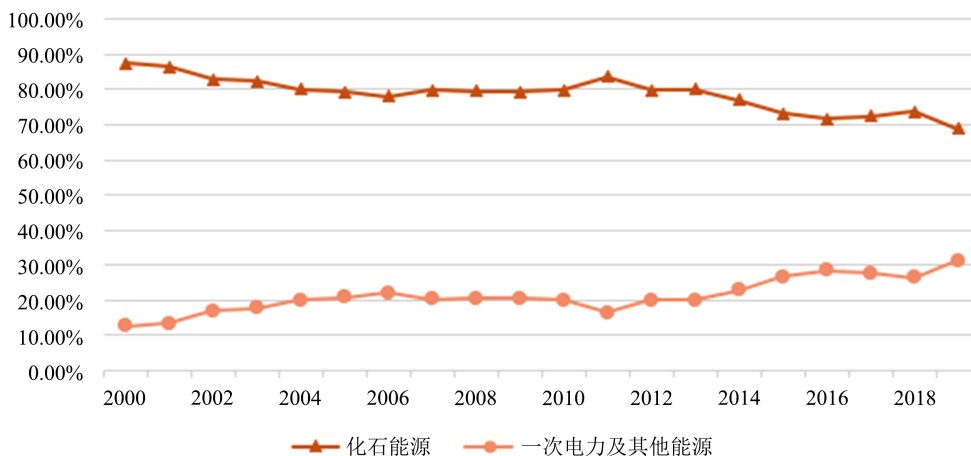


Figure 5. Changes in the proportion of different energy consumption in Guangdong from 2000 to 2019  
图 5. 2000~2019 年广东不同能源消耗占比变化图

### 4.3. 全要素生产率

除了最常见的劳动力、资本和化石能源三大主要的生产要素，我们还将考虑其他可能的经济增长动力，由此引进全要素生产率这一概念。全要素生产率无法由投入要素直接表示，是指扣除资本、劳动力、化石能源三大物质要素的贡献后由其他所有生产要素，如教育、创新、规模收益、科技进步等所带来的产出增长率。从本质上说，其衡量的是技术进步、规模效益、组织效率、管理水平、劳动力素质等对产出的作用[10]。其计算公式的推演过程如下：

$$y = f(x) = f(x_1, x_2, x_3) = Ax_1^\alpha x_2^\beta x_3^\gamma$$

$$dy = A(MP_1 dx_1 + MP_2 dx_2 + MP_3 dx_3)$$

$$\frac{dy}{y} = A \left( \frac{MP_1}{y} dx_1 + \frac{MP_2}{y} dx_2 + \frac{MP_3}{y} dx_3 \right)$$

又由前述可知

$$\frac{MP_1}{y} = \frac{\alpha}{x_1}, \quad \frac{MP_2}{y} = \frac{\beta}{x_2}, \quad \frac{MP_3}{y} = \frac{\gamma}{x_3}$$

因此

$$\frac{dy}{y} = A \left( \frac{\alpha}{x_1} dx_1 + \frac{\beta}{x_2} dx_2 + \frac{\gamma}{x_3} dx_3 \right)$$

$$\frac{dy}{y} = A \left( \alpha \frac{dx_1}{x_1} + \beta \frac{dx_2}{x_2} + \gamma \frac{dx_3}{x_3} \right)$$

$$A = \frac{\frac{dy}{y}}{\alpha \frac{dx_1}{x_1} + \beta \frac{dx_2}{x_2} + \gamma \frac{dx_3}{x_3}}$$

全要素生产率 A (也叫技术进步系数)表示当投入要素  $x_1, x_2, x_3$  分别以权重  $\alpha, \beta, \gamma$  增加变化时，产出  $y$  的变化率。本文考虑时间因素，将全要素生产率表示为时间的函数。

将前述数据代入公式计算, 我们可以得到 2000~2019 年全要素生产率即技术进步系数的发展趋势, 如图 6 所示。可以清晰地看到, 技术进步对广东省经济增长的影响与日俱增, 过往依赖劳动密集产业、高能耗产业驱动经济的粗放式增长所存在的弊端逐渐暴露并成为制约经济进一步发展的瓶颈。技术进步、劳动力素质的提高和管理方法的改进(广义技术进步)将重构经济增长动力机制, 实现经济增长由粗放型向集约型转变[11], 这是广东省未来发展的新动力, 是促进经济增长方式转变的根本途径。

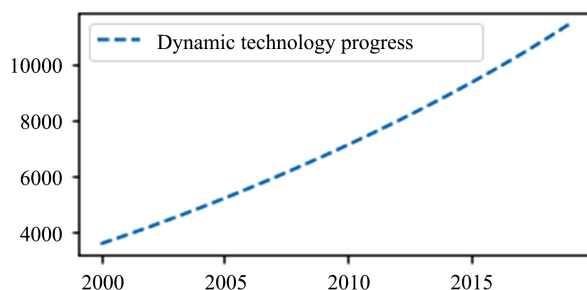


Figure 6. Trend chart of total factor productivity from 2000 to 2019

图 6. 2000~2019 年间全要素生产率趋势图

## 5. 总结和政策建议

本文运用 python 语言, 对 2000~2019 年广东省时间序列数据建立柯布道格拉斯函数模型, 分析了这 20 年间广东省经济增长的驱动因素, 定量计算驱动因素对经济增长的贡献份额, 拟合出相应图表, 并通过要素之间的边际替代率印证前述贡献份额大小的排序, 再计算出不同生产要素的边际产出, 结合收益函数分析不同要素的价格随时间的变动以及全生产要素对经济增长的影响, 通过前面一系列的定性定量论述, 本文一方面阐明 20 年间带动广东省经济增长的主要动力是劳动力, 而后是化石能源, 再者就是资本; 另一方面, 本文通过图表显示劳动力和化石能源价格的不断提高对广东未来经济增长形成阻碍, 在对贷款利率和全要素生产率的分析中探究未来广东形成稳定可持续经济增长的新动力, 基于此, 本文提出如下政策建议:

第一, 加快高等教育发展, 加大人才引进力度。人口红利的减退意味着传统劳动密集型低附加值行业在新一轮经济增长中驱动力度的大幅削弱, 广东正处于产业转型升级的关键时期, 依靠人力资本积累的高精尖行业才是主流[12]。改革开放以来广东高等教育快速发展, 毛入学率位居全国前列, 但是高等教育的规模和水平相比沿海其他发达地区还存在较大差距, 要培育大量高精尖人才, 广东需着力推进高水平研究型大学的建设, 加大人才培养力度, 积累高层次人力资本, 同时进一步加大人才引进力度, 完善人才引进政策, 解决高端人才基本日常生活所需, 努力留住人才。

第二, 改善能源消费结构, 开发新能源和可再生能源。传统化石能源的消耗并不可持续, 广东作为一个能源消费大省, 由于地理位置分布, 能源无法自我供给, 要依靠进口和跨省调入, 能源对外依存度很高, 因此, 要想形成稳健的可持续增长, 广东一方面要调整自身产业结构, 提升第三产业在产业结构中的比重, 对于能耗非常大的第二产业要积极实现转型; 另一方面, 广东省要继续致力于发展清洁能源、优质能源和可再生能源, 使能源利用走上可持续发展和绿色环保之路, 提高能源的供应能力[13]。

第三, 加大科技投入, 完善自主创新体系。技术进步系数的稳步上升揭示了“科学技术是第一生产力”, 广东省一方面要增加科技投入, 加大对企业研发投入的补贴力度, 完善企业研发费用税前扣除等税收优惠政策, 降低企业自主创新成本, 扶持企业的创新活动; 另一方面要完善政府对自主创新企业和自主创新产品的认定和政府采购政策, 建立更加完善的科技创新服务体系, 由政府牵头成立为企业创新

服务的技术咨询、技术检测、投融资支持的平台和机构,继续助推创新科技发挥对经济增长的拉动作用。

## 致 谢

在此,我们要由衷地感谢阎虎勤老师。在悉心听取了阎老师在《Python 财务数据分析》课上的讲解内容后,我们对柯布道格拉斯函数有了深刻的认识,这为我们完成本篇论文提供了至关重要的帮助。

此外,本文在写作上尚有许多不足之处,感谢正在阅读本文的读者的耐心与包容。今后,我们将努力改进,争取进步。

## 基金项目

本论文得到了厦门国家会计学院“云顶课题:Python 财务数据分析”项目和大米(厦门)科技股份有限公司的支持。

## 参考文献

- [1] 王虹,任宇杰. 陕西省影响经济增长的因素研究——基于柯布道格拉斯生产函数[J]. 商, 2015(20): 262.
- [2] 金伟娜,张卓涵. 1993-2008年广东省经济增长的要素贡献分析——基于新柯布-道格拉斯生产函数[J]. 现代工业经济和信息化, 2012(8): 19-22.
- [3] 朱道才. 安徽省经济增长因素实证分析——基于1996-2007年数据[J]. 平顶山学院学报, 2009, 24(2): 17-23.
- [4] 骆娜,黄文姗. 安徽省经济增长要素贡献率的实证分析——基于经济增长模型和柯布-道格拉斯函数的检验[J]. 南京航空航天大学学报(社会科学版), 2018, 20(3): 33-39.
- [5] 余时飞. 经济增长理论文献综述[J]. 科技经济市场, 2009(8): 38-39.
- [6] 阎虎勤. Python 财务数据分析(讲义) [M]. 厦门: 厦门国家会计学院, 2021.
- [7] 刘三林,吴华维,彭穗生. 人口红利与经济增长: 基于广东 1987-2010 年数据的分析[J]. 商业研究, 2013(3): 132-136.
- [8] 何杰锋. 广东经济增长的驱动因素: 1978-2012 [D]: [硕士学位论文]. 广州: 华南理工大学, 2014.
- [9] 李凤文. 引导贷款利率下降要多措并举[N]. 中国银行保险报, 2021-03-15(002).
- [10] 张炳君,孙习武. 经济增长的全要素生产率研究[J]. 中国海洋大学学报(社会科学版), 2015(5): 73-78.
- [11] 唐未兵,傅元海,王展祥. 技术创新、技术引进与经济增长方式转变[J]. 经济研究, 2014, 49(7): 31-43.
- [12] 许长青. 人力资本、高等教育与区域经济增长——基于广东省的实证分析[J]. 高等工程教育研究, 2013(2): 90-96.
- [13] 李雪莉. 广东省能源消费与经济增长关系研究及能源预警分析[D]: [硕士学位论文]. 广州: 暨南大学, 2013.