

# Empirical Analysis of Economic Growth in Jiangxi Province Based on Solow Model

Juanjuan Wang

Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang Jiangxi  
Email: 750408793@qq.com

Received: Jul. 20<sup>th</sup>, 2017; accepted: Aug. 3<sup>rd</sup>, 2017; published: Aug. 10<sup>th</sup>, 2017

---

## Abstract

After the reform and opening to the outside world, China's economy has developed by leaps and bounds. It has provided better prospects for the economic development of Jiangxi Province, but there is still a gap between the average level of China's development and that of the Jiangxi Province. In order to study the factors that influence the economic development of Jiangxi Province, this paper choose data from 2000 to 2014 at Jiangxi province, combine with the Solow model and use SPSS software to do linear regression, later, we estimate the contribution rate of labor input, capital investment and technological progress to economic growth, and finally put forward the corresponding policy recommendations according to the actual quantitative results.

## Keywords

Economic Growth, Solow Model, SPSS, Contribution Rate

---

# 基于索洛模型对江西省经济增长的实证分析

汪娟娟

江西财经大学, 江西 南昌  
Email: 750408793@qq.com

收稿日期: 2017年7月20日; 录用日期: 2017年8月3日; 发布日期: 2017年8月10日

---

## 摘要

改革开放后中国经济突飞猛进, 给江西省的经济发展提供了更好的发展前景, 但是与全国发展的平均水平还是存在一定的差距。为了研究影响江西省经济发展的因素, 本文选取了江西省的2000~2014年的统计数据, 结合索洛模型, 通过运用SPSS软件, 对数据进行线性回归, 估算出劳动投入、资本投入和技术

进步对经济增长的贡献率，最后根据实际量化的结果提出相应的政策建议。

## 关键词

经济增长，索洛模型，SPSS，贡献率

Copyright © 2017 by author and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

## 1. 引言

改革开放以来，江西省经济飞速发展，其发展成果也是有目共睹的。2016年，全省实现生产总值18,364.4亿元，增长9%，财政总收入3143亿元，同口径增长9.6%，主要经济指标增速位居全国“第一方阵”。规模以上工业增加值7803.6亿元，增长9%，其中高新技术产业增加值增长10.8%，占规模以上工业增加值的比重达30.1%。服务业增加值占GDP比重突破40%，三大产业结构进一步优化。新技术、新产业、新模式也是不断涌现，人民生活水平进一步改善。

但是可以看到江西省的各项经济指标与全国平均水平相比还是存在着较大的差距的。因此，在当前的背景下，探讨影响江西省经济发展的因素，在此基础上分析江西省经济增长的前景和方向，从而促进江西省经济更好地发展。

## 2. 索洛模型及其相关研究

### 2.1. 索洛模型

自经济学产生伊始，经济增长的原因、内在机制以及途径就是经济学家们所关心和感兴趣的问题，而对于大多数国家而言，如何取得持续的经济增长也是国家经济政策的主要目标之一。

经济增长理论最早可以追溯到古希腊，如柏拉图就曾分析过分工对经济增长的作用。而现代西方经济增长理论主要源于R. F. Harrod和E. Domar的研究，他们在John Maynard Keynes经济学理论的基础上，分别于1939年和1946年发表了论文“An Essay in Dynamic Theory”[1]与“Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment”[2]，这标志着西方经济增长理论史上第一个经济增长模型的诞生，即哈罗德-多马模型(简称为“H-D模型”)。

第二次世界大战以后，西方国家面临着经济重建的局面，而此时的哈罗德-多马模型已经不能很好地解释西方经济增长现实的失败。在这样的背景下，一些西方经济学家开始对哈罗德-多马模型作了重要的修正，1956年Robert M. Solow和Trevor W. Swan同时提出了索洛-斯旺模型(简称为“索洛模型”)[3]，该模型奠定了新古典经济增长理论的框架。

索洛模型修订了哈罗德-多马模型中的劳动力与资本固定比例的假定，并内生化了资本、劳动和总产出之间的比例关系，而索洛模型的假设条件主要有：

- 1) 全社会只有一个生产单位，只生产一种复合产品；
- 2) 经济封闭，处于完全竞争，保持充分就业；
- 3) 生产函数具有新古典性质；
- 4) 劳动力和资本可以相互替代，即资本产出的比率可以改变；

5) 存在中性技术进步, 并作为外生变量。

在这些假设条件的基础上, 索洛将技术进步引入到柯布-道格拉斯生产函数中, 并作了如下的改进:

$$Y = A(t)K^aL^b, \quad (1)$$

假设  $A(t) = A_0e^{at}$ , 其中  $Y$ 、 $K$ 、 $L$  分别表示产出、资本投入量和劳动力投入量,  $t$  代表时间,  $a$ 、 $b$  分别代表资本的产出弹性系数和劳动的产出弹性系数。这里,  $a = \frac{\partial Y}{\partial K} \cdot \frac{K}{Y}$ ,  $b = \frac{\partial Y}{\partial L} \cdot \frac{L}{Y}$ , 其中当  $a+b$  的值大于 1 时, 表明生产函数规模报酬递增, 当  $a+b$  的值小于 1 时, 函数是规模报酬递减的, 当  $a+b$  的值等于 1 时, 函数是规模报酬递减的[4]。

通过转换将(1)式记为:

$$Y = A(t)f(K, L)$$

上式左右两边对  $t$  求导得:

$$\frac{dY}{dt} = \frac{dA}{dt} \cdot f + \frac{\partial Y}{\partial K} \cdot \frac{dK}{dt} + \frac{\partial Y}{\partial L} \cdot \frac{dL}{dt} \quad (2)$$

将(2)式两边乘以  $\frac{dt}{Y}$ , 得:

$$\frac{dY}{Y} = \frac{dA}{dt} \cdot \frac{f}{Af} \cdot dt + \frac{\partial Y}{\partial K} \cdot \frac{dK}{Y} + \frac{\partial Y}{\partial L} \cdot \frac{dL}{Y}$$

即可以表示为

$$\frac{dY}{Y} = \frac{dA}{A} + a \cdot \frac{dK}{K} + b \cdot \frac{dL}{L}$$

用差分代替微分, 当  $\Delta t \rightarrow 1$  时有:

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{\Delta A}{A} + a \cdot \frac{\Delta K}{K} + b \cdot \frac{\Delta L}{L}$$

再令  $y = \frac{\Delta Y}{Y}$ ,  $u = \frac{\Delta A}{A}$ ,  $k = \frac{\Delta K}{K}$ ,  $l = \frac{\Delta L}{L}$ .

则上式可表示为  $y = u + ak + bl$ .

其中,  $y, k, l$  分别代表产出、资本和劳动力的年平均增长率,  $(y - ak - bl)/y$ ,  $ak/y$ ,  $bl/y$  分别表示技术进步、资本和劳动对产出增长的贡献率[5]。

## 2.2. 相关研究

自 1956 年索洛模型被提出以后, 作为新古典经济增长理论的基石, 国内外诸多学者对它进行了一系列的研究。其中很大一部分研究集中于理论上的延伸和实证研究, 当然也不乏一些关于索洛模型不足之处的研究。

### 1) 理论上的拓展及延伸

为了解释不同的经济现象, 不少研究对该模型做了理论上的延伸, 引入索洛模型的多种变形。如 Cass (1965) 通过建立无限期界模型来修正了索洛模型, 并且他提出了使社会福利最大化的资本条件; Mankiw, Romer and Weil (1992) 在索洛模型的基础上, 引入了人力资本这个要素, 建立了一个扩展的计量经济模型, 为经济增长回归提供了一个简单的框架[6]。

我国也有不少研究对索洛模型进行了完善。熊俊(2005)认为索洛模型的假设条件过于严峻, 他通过借

鉴内生增长理论对索洛模型的假设进行了放松,从而扩展了索洛模型[7];孙建召、曾巧明(2006)在索洛模型的基础上,引入信息化投入因素,并依据修正后的模型测量了企业信息化的作用[8]。

## 2) 实证研究及应用

由于索洛模型对经济现象有一定的解释和分析作用,很多研究都致力于将该模型作为工具分析经济现象,并提出经济建议。

杨超、刘桂荣(2009)将 FDI 看作为独立的投入要素,外商直接投入作为另一个变量引入到索洛增长模型中,进一步研究 FDI 和上海经济增长之间的关系。同时重新定义  $K$  为国内资本存量,并建立模型  $Y = AK^\alpha F^\beta L^\gamma$ ,再进行回归分析,通过 ADF 平稳性检验和脉冲响应,并给出系列建议[9]。

刘伟(2014)在《资本、劳动及技术水平与西部经济增长——基于陕西省 1952~2011 年的数据》中以陕西省为研究对象,运用索洛模型研究了资本、劳动及技术水平对经济增长的影响,并估算了西部经济增长中资本、劳动及技术水平的贡献率,并对经济增长方式进行了判定[10]。

韩立杰、于海波和刘喜(2007)、范颖(2010)、俞林(2011)、丁然(2011)等研究了资本投入、劳动投入和技术进步对我国经济增长的影响。

赵玉杰(2006)利用索洛模型比较了济南和青岛两个城市的经济增长模式;陈体标、饶晓辉(2011)通过索洛模型分析了我国区域经济增长转移动态特征,并提出了索洛模型的局限性。

## 3) 模型存在的不足

毋庸置疑,索洛模型的提出对经济增长的分析产生了巨大的影响,它为世界各国的经济增长的研究提供了思路和方法,但是不能否认索洛模型也是存在着一些不足,如假设条件过于严苛、技术因素的外生性等。

赛恩(1970)在《Growth Economics》中认为索洛模型仅仅考虑了保证增长率和自然增长率之间的关系,而并没有关注到增长率和保证增长率之间的均衡问题,而且索洛模型忽略了投资函数的影响,一旦引入投资因素,索洛模型将会出现如哈罗德-多马模型一样的问题,即不稳定性问题[11]。

杨依山(2008)在《经济增长理论的成长》中对索洛模型做了评价,他认为该模型在求解时间阔度方程时,运用了均衡和动态优化的方法,该方法运用一定工具处理后,可以得到良好性质的模型,但由此得到的抽象的模型与现实的经济现象是不符的[12]。

吴易风(2003) [13]、李政军(2007) [14]、刘国栋(2009) [15]提到了虽然索洛模型改变了哈罗德-多马模型的假定条件,使得经济增长具有稳定性,但是它自身也是存在问题的,如该模型只能在给定技术进步的前提下才能得到稳定长期增长,该模型还把技术进步和投资率外生化,而这些问题恰恰促进了经济增长模型的进一步完善。

## 3. 数据来源及模型建立

### 3.1. 数据来源

本文选用江西省 1991~2014 年的相关数据,以区生产总值、全社会固定资产投资和就业人数分别表示产出  $Y$ 、资本投入量  $K$  和劳动投入量  $L$ ,从而研究资本、技术进步和劳动力对经济增长的影响。具体数据如表 1。

### 3.2. 模型建立

参照索洛模型,对产出、劳动、资本的模型建立为:

$$\ln Y = \ln A + a \ln K + b \ln L$$

**Table 1. Initial data**  
**表 1. 原始数据**

年份 地区 $X$	地区生产 总值 $Y$	固定资产投资 $K$	就业人员 $L$
1991	479.37	91.07	1875.00
1992	572.55	125.36	1870.40
1993	723.04	185.50	1904.00
1994	948.16	237.45	2008.40
1995	1169.73	284.18	2101.00
1996	1409.74	355.85	2107.20
1997	1605.77	384.30	2120.60
1998	1719.87	454.76	2094.30
1999	1853.65	491.48	2089.00
2000	2003.07	548.20	2060.90
2001	2175.68	660.49	2054.80
2002	2450.48	924.60	2130.60
2003	2807.41	1379.96	2168.30
2004	3456.70	1819.65	2213.98
2005	4056.76	2292.54	2276.71
2006	4820.53	2683.57	2321.10
2007	5800.25	3301.94	2369.60
2008	6971.05	4153.21	2404.50
2009	7655.18	5442.37	2445.20
2010	9451.26	6859.34	2498.80
2011	11702.82	8404.21	2532.63
2012	12948.88	10387.07	2555.95
2013	14410.19	12850.25	2588.72
2014	15714.63	15079.25	2603.30

数据来源：《江西省统计年鉴》。

对于时间序列数据，取对数可以将指数趋势转化为线性趋势，这样做不会改变其时序性质，而且不会改变变量之间的统计性质，同时可以消除时间序列存在的异方差性，而且对数化后的数据容易得到平稳序列[16]。

## 4. 实证分析

### 4.1. 建立回归模型

通过 SPSS 软件，对数据进行多元回归分析。在 analyze 的 regression 中选择 linear，将地区生产总值  $\ln Y$  选为 dependent，固定资产投资  $\ln K$  和就业人员  $\ln L$  选为 independent，在 statistics 中选择 durbin-watson，

其余默认，运行得出结果，结果如表 2。

通过建立回归模型，可以得到如下结果：

$$\ln A = -13.007, a = 0.525, b = 2.243$$

回归结果为

$$\ln Y = -13.007 + 0.525 \ln K + 2.243 \ln L$$

## 4.2. 模型分析

### 1) 显著性检验

显著性检验是用于检测科学实验中实验组与对照组之间是否有差异以及差异是否显著的方法，它是事先对总体做一个假设，然后利用样本信息来判断这个假设是否合理。此模型的结果如表 3。

由表 3 可以看出，回归平方和为 12.437，总平方和为 25.031，F 统计量为 1669.723，对应的  $P$  值近似为 0。由于概率  $P$  值小于显著性水平  $\alpha = 0.05$ ，拒绝原假设，因变量和自变量之间线性关系显著。

### 2) 拟合优度检验

拟合优度检验了回归模型对  $Y$  变化的解释程度。若等于 1，则表示非常拟合，即此模型完全解释  $Y$  的变化；若等于 0，则表示  $Y$  与解释变量之间无线性关系[17]。此模型的结果如表 4。

此模型回归结果显示  $R^2 = 0.994$ ，调整后的  $R^2$  为  $\bar{R}^2 = 0.993$ ，都比较接近于 1，说明回归模型对样本的拟合效果很好，模型比较贴近实际。

**Table 2.** Regression results

**表 2.** 回归结果

模型	非标准化系数		标准系数		相关性				
	B	标准误差	试用版		零阶	偏	部分		
1	常量	-13.007	6.582	-1.976	0.061				
	lnK	0.525	0.060	0.779	8.701	0.000	0.996	0.885	0.150
	lnL	2.243	0.909	0.221	2.467	0.022	0.986	0.474	0.043

**Table 3.** Significance test

**表 3.** 显著性检验

模型	平方和	df	均方	F	Sig.	
1	回归	24.874	2	12.437	1669.723	0.0002 <sup>a</sup>
	残差	0.156	21	0.007		
	总计	25.031	23			

**Table 4.** Test of agreement

**表 4.** 拟合优度检验

模型	$R$	$R$ 方	调整 $R$ 方	标准估计的误差	更改统计量					Durbin-Watson
					$R$ 方更改	$F$ 更改	df1	df2	Sig. $F$ 更改	
1	0.997 <sup>a</sup>	0.994	0.993	0.08631	0.994	1669.723	2	21	0.000	0.441

### 3) *t* 检验

由表 2 中各变量的 *t* 统计量可以看出, 各要素对江西省的经济增长确实存在着显著的影响。

## 4.3. 结果分析

由表 2, 我们可以得到如下的江西省经济增长的索洛模型:

$$y = -13.007 + 0.525k + 2.243l$$

利用 excel 软件计算得到  $y = 16.578\%$ ,  $k = 25.312\%$ ,  $l = 1.451\%$ , 根据索洛模型, 它们分别表示江西省地区生产总值、资本投入和劳动力投入年平均增长率分别为 16.578%、25.312% 和 1.451%。

则还可以计算出如下结果:

资本投入的贡献率  $ak/y \times 100\% = 0.525 \times 0.25312 \div 0.16578 \times 100\% = 80.155\%$ .

劳动力投入的贡献  $bl/y \times 100\% = 2.243 \times 0.01451 \div 0.16578 \times 100\% = 19.621\%$ .

技术进步的贡献率  $(y - ak - bl)/y \times 100\% = 0.2236\%$ .

由以上结果可知, 经济增长的三大要素中, 资本投入对江西省经济增长贡献率最大, 为 80.155%, 快要达到 2/3, 技术进步的贡献率最低, 为 0.2236%。

由索洛模型可知, 江西省资本的产出弹性为 0.525, 这说明资本投入处于规模报酬递减阶段, 即当劳动力数量固定时, 资本增加会导致产出减少。因此, 江西省专注于依靠资本投入的经济增长的效率是削弱的。

资本投入对江西省经济增长贡献率快超过 2/3, 而技术进步对经济的贡献率却很小, 可以推断出江西省经济增长主要是依靠物资资本的投入, 主要还是进行简单粗加工的产品(主要为自然资源)来获得财富, 其增长方式还是处于低增长、高消耗的阶段。但是科学技术是第一生产力, 近些年江西省的经济仅仅利用资本投资来推动其大幅增长, 而并没有很好的依靠技术进步来促进其增长, 纵观江西省近年的发展, 可以看出这种粗放式的经营方式是不可能持续的。早在二战以后, 美国、英国等西方发达国家就发起了技术革命, 这对西方国家的生活和经济都起到了深刻的影响, 统计资料显示, 20 世纪 80 年代以来, 西方发达国家就很重视科学技术的发展, 它们的技术进步对经济增长的贡献率已高达 60%~80% [18]。相比之下, 江西省的技术进步对经济增长的平均贡献率却是很小的。

## 5. 建议

要实现江西省经济增长方式的转变, 从而向科学技术推动型经济增长方式转变, 最开始的任務就是提高对教育的重视程度, 加大对教育资金的投入, 促进教育的均衡发展, 完善教育体制。现行的教育质量走下坡路, 江西省就出现了受过高等教育的人才, 他们的实践能力却不强, 而经过专科教育的人才, 他们的理论素质较差等现象。为缓解这样的现象, 江西省可以考虑实行实践与教育相结合的体制, 以提高教育质量为核心, 勇于实践, 大胆创新, 从而培养一大批综合性和专业性技术人才。

其次, 邓小平提出“科学技术是第一生产力”, 科学技术在生产生活中起着巨大的作用, 因此江西省应该大力发展技术行业, 不断提高技术水平, 还应加大对技术的投入经费, 强化高新技术及其产业化工作, 加快政策扶持和引导, 以此来促进对科学技术的研究力度。无论从我国的发展历史看, 还是国际上的激烈竞争来看, 当今世界科学技术的地位和作用已经凸显, 它已经成为衡量一个国家综合国力的关键性因素, 因此江西省应该从以下几点来促进技术的发展: 加强政策的引导, 产业与技术相结合, 带动技术革命, 建立科技带动产业的发展, 促进产业振兴, 大力培养一批高水平的科学家与技术人员, 积极引进国外先进技术, 通过技术的进步促使江西省经济长期、稳定的增长。

最后，江西省应该让技术与产业相结合，将研究成果运用到实践之中，以免走入光说不练的误区。

### 参考文献 (References)

- [1] Harrod, R.F. (1939) An Essay in Dynamic Theory.
- [2] Domar, E. (1946) Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment.
- [3] Solow, R.M. (1956) A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, **70**, 65-94.  
<https://doi.org/10.2307/1884513>
- [4] 李子奈, 潘文卿. 计量经济分析[M]. 北京: 经济科学出版社, 2005.
- [5] 李子彪, 胡保民, 于建朝. 一种索洛模型的扩展应用[J]. 技术进步与对策, 2006(5): 158-160.
- [6] George, M.N., Romer, D. and Weil, D.N. (1992) A Contribution to the Empirics of Economic Growth.
- [7] 熊俊. 经济增长因素分析模型\_对索洛模型的一个扩展[J]. 数量经济技术经济研究, 2005, 22(8): 25-34.
- [8] 孙建召, 曾巧明. 索洛余值法模型研究与应用[J]. 计算机技术发展, 2006, 16(9): 139-141.
- [9] 杨超, 刘桂荣. 索洛模型实证分析 FDI 与上海地区经济增长[J]. 金融经济, 2009(11): 42-44.
- [10] 刘伟. 资本、劳动及技术水平与西部经济增长——基于陕西省 1952-2011 年的数据[J]. 大连理工大学学报, 2014(1): 63-68.
- [11] Sen, A.K. (1970) *Growth Economics: Selected Readings*, Penguin.
- [12] 杨依山. 经济增长理论的成长[D]: [博士学位论文]. 济南: 山东大学, 2008.
- [13] 吴易风. 经济增长理论的历史辨析[J]. 学术月刊, 2003(2): 40-48.
- [14] 李政军. 哈罗德-多马模型与索洛模型的一个比较分析[J]. 江苏社会科学, 2007(5): 49-57.
- [15] 刘国栋. 现代经济增长理论的发展历程[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海交通大学, 2010.
- [16] 丁然. 我国经济增长因素的实证分析——基于索洛模型[J]. 重庆与世界, 2011, 28(9): 20-24.
- [17] 茆诗松, 程依明, 濮晓龙. 概率论与数理统计教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2011.
- [18] 汪伟. 对我国 20 年来经济增长的实证分析——基于 Solow 新古典增长模型[J]. 华中科技大学学报, 2006, 20(3): 70-73.

#### 期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [ass@hanspub.org](mailto:ass@hanspub.org)