
基于 PLS 的湖北省经济增长水平分析

李旭军

(华中师范大学数学与统计学学院, 武汉430079)

摘要: 采用新型的多元统计分析方法—偏最小二乘回归(PLS) 分析方法, 利用1988~2004年的统计数据对湖北省经济增长情况进行了科学的分析。分析结果表明: 人口增长因素对湖北省的经济增长有阻碍作用; 湖北省的进出口水平不平衡, 对经济增长有很大的影响。还有一些其他因素分别对经济增长有不同程度的积极作用。

关键词: 湖北省; 偏最小二乘回归; 经济增长

中图分类号: 0212.4; F222.33 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-0143 2007 04-0025-04

经济增长是衡量一个国家、一个地区经济发展的重要因素。自改革开放以来, 湖北省的经济增长取得了显著成效。推进发展模式转型是湖北本世纪头 20 年实现经济持续快速协调健康发展和构建和谐湖北的必然选择, 也是实现湖北率先在中部崛起的目标方向。因此通过科学的方法研究湖北省经济增长的影响因素, 进而制订和实施相应的政策与措施, 对保证湖北省经济持续快速发展有非常重要的意义。

本文采用偏最小二乘回归(PLS) 分析方法, 通过建模对湖北省的经济增长情况进行分析。

1 偏最小二乘回归(PLS) 简介

偏最小二乘回归(PLS) 集中了主成分分析、典型相关分析和经典多元线性回归分析方法的特点。特别当两组变量的个数很多, 且变量间都存在多重相关性, 而观测数据的数量偏少时, 用偏最小二乘回归分析方法建立的模型比传统的经典回归分析方法有更好的效果。

2 PLS 的建模思路

考虑单个因变量与 m 个自变量 $X_1, X_2, \dots, X_m$ 的建模问题。

收稿日期: 2007-04-19

作者简介: 李旭军(1982), 女, 湖北天门人, 硕士生, 主要从事概率与数理统计研究。

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mp} \end{pmatrix}, \quad Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_p \end{pmatrix}.$$

第一步，从中提取第一成分 $t_1 = E_0 w_1$ ，成分 t_1 应尽可能多地携带中的变异信息，并且要求 t_1 对因变量 y 有最强的解释能力。

其中 w_1 是对应于矩阵 $E_0' F_0 F_0' E_0$ 最大特征值所对应的特征向量，且 $w_1 = \frac{E_0' F_0}{\|E_0' F_0\|}$ ，求出 E_0 对 t_1 回归后的

残差矩阵 $E_1 = E_0 - t_1 p_1'$ ，其中 $p_1 = \frac{E_0' t_1}{\|t_1\|^2}$ 。

第二步，用残差矩阵 E_1 代替 E_0 ，按照第一步的方法求出第二成分 $t_2 = E_1 w_2$ ，其中 $w_2 = \frac{E_1' F_0}{\|E_1' F_0\|}$ 是对应于矩阵

$E_1' F_0 F_0' E_1$ 的最大特征值所对应的特征向量。设 E_1 对 t_1 回归后的残差矩阵为 $E_2 = E_1 - t_1 p_1'$ ，其中 $p_1 = \frac{E_1' t_1}{\|t_1\|^2}$ 。

如此循环反复直至第 m 步。设求得第 m 个成分 $t_m = E_{m-1} w_m$ ，其中 $w_m = \frac{E_{m-1}' F_0}{\|E_{m-1}' F_0\|}$ 是矩阵

$E_{m-1}' F_0 F_0' E_{m-1}$ 最大特征值所对应的特征向量。

$$F_0 = r_1 t_1 + r_2 t_2 + \cdots + r_m t_m.$$

第三部，作 F_0 对 m 个成分的多元线性回归

最后，采用“交叉有效性”来确定被提取的综合成分的个数 h ，记 y_i ($i=1, 2, \dots, n$) 为因变量原始数据； $t_1, t_2, \dots, t_m$ 为在偏最小二乘回归过程中提取的成分； y_{hi} 是在建模时删去第 i 个样本点，取 h 个成分建模后，再用此模型计算的 y_i 的拟合值。

$$PRESS_h = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{i(-h)})^2$$

记预测误差平方和为 $PRESS_h$ ，使预测误差平方和 $PRESS_h$ 达到最小的 h 值就是所要提取的成分个数。

3 实证分析

采用PLS 回归方法,通过建立模型来分析湖北省经济增长的影响因素。以湖北省国内生产总值(亿元)表示湖北省的经济增长。在选取湖北省经济增长的影响因素变量时,除了以经济学理论为基础和吸收已取得的研究成果之外,还考虑了变量数据的客观性和可获得性,从要素角度、需求因素、产业角度三个方面,选出了以下12个变量作为影响湖北省经济增长的因素: X_1 劳动投入(万人)、 X_2 人力资本投入(万人)、 X_3 物质资本投入(亿元)、 X_4 技术水平、 X_5 进口额(万美元)、 X_6 出口额(万美元)、 X_7 外资(万美元)、 X_8 居民消费支出(亿元)、 X_9 城乡结构(%)、 X_{10} 产业结构(%)、 X_{11} 政府消费支出(亿元)、 X_{12} 人口增长率。其中技术水平以湖北省历年3项专利申请批准数量表示。所有数据均来自湖北省统计年鉴。本文对湖北省1988~2004年的数据进行分析。其中对1988~2002年的数据进行回归分析,用2003、2004年的数据进行预测检验。

3.1 对自变量相关程度检验

通过SAS 程序计算其相关系数,可以看出自变量之间存在密切的相关性。自变量矩阵记为 X ,计算 $X'X$ 的特征根 r_i ,排序得 $r_1 = 10.2271842$, $r_2 = 0.0000715$ 。条件数 $K = 143037.5$,远远大于1000,说明自变量间存在多重共线性。如果直接用传统的多元分析方法,效果将受到影响。本文选用偏最小二乘回归(PLS)方法对数据进行回归。

3.2 PLS 成分数的选取

本文使用交叉验证法,利用SAS8.0PLS 过程实现。当选取4个成分时,方差最小为0.0862,此时对模型因子的说明程度达到97.4251%,对因变量的说明程度达到99.7425%,模型效应显著。

3.3 各自变量的权重(表1)

表 1 各自变量的权重

变量	标准偏回归系数	偏回归系数
X_1	0.0298105545	0.206123
X_2	0.0017450146	0.000020
X_3	0.2076936425	0.567290
X_4	0.0418732599	0.099343
X_5	0.1060517247	0.002947
X_6	0.0068832626	0.000188
X_7	0.0586967255	0.001279
X_8	0.2022370136	0.522617
X_9	0.1925671120	123.613358
X_{10}	0.0624446868	13.748235
X_{11}	0.1336713279	1.408373
X_{12}	-0.1845721401	-66.444945

注：表中偏回归系数的截距为 3111.279202

3.4 回归方程及还原为原始自变量的回归方程

用回归方程进行拟和并预测，根据实际值与其预测值计算绝对百分比误差（APE），结果见表2。

表 2 1988 ~ 2002 年绝对百分比误差值

年份	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
APE / %	3.15	3.77	11.58	8.40	9.15	1.07	4.15	0.84
年份	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
APE / %	2.41	4.34	3.59	2.06	1.19	0.34	0.07	

由表2 可以看出，其回归误差很小，平均绝对百分比误差仅为3.7 %，用回归方程对2003、2004 年进行预测，结果见表3。

表 3 2003、2004 年预测值

年份	真实值	预测值	误差	误差率 / %
2003	5401.71	5331.9469	69.7631	1.29
2004	6309.92	6876.7481	566.828	8.98

通过表3 可以看出，模型的预测效果很明显，其平均绝对百分比误差仅为5.14%

3.5 分析

通过标准偏回归系数可以看出：人口增长、进口量的系数为负数，说明人口增长和进口量对经济发展起阻碍的作用。这与经济增长理论是一致的。

通过回归系数可以看出，湖北省的人口增长速度对经济的影响程度很大。虽然自2000 年以来湖北省人口增长已进入稳定的低速增长期，这在一定程度上缓解了人口对资源和环境的压力，但人口增长压力仍然存在。对经济增长有影响的3 个最基本要素是劳动、资本、技术。通过表1 可以看到，物质资本投入的作用表现最为显著，而劳动力投入、人力资本与技术水平对湖北省经济增长的作用表现较弱，这说明改革开放以来，湖北省经济增长主要依靠物质资本生产要素的增加而获得，而人力资本与技术水平增长的贡献相对来说较有限。而从长远来看，一个国家或地区经济增长主要依靠技术进步及人力资本的积累，而人力资本积累主要表现在对教育的投入上。因此，为了实现湖北省经济的持续稳定增长及经济增长方式的转变，湖北省必须大力增加科技投入以及技术的引进，不断提高科技因素在经济增长中的作用。同时，在现有人力资本积累的基础上，对专业教育和职业

教育等方面应进一步加大投入，不断提高国民的整体教育水平，增加人力资本积累。同时湖北省的劳动力投入也是很少的，这与湖北省的实际情况是吻合的。虽然湖北省是农业大省，在农业税收改革之前，由于农业负担沉重，很多农民外出打工，对湖北省的经济增长也造成一定的影响。从表1 还可以看出，居民消费支出对湖北省经济增长的解释作用也是很强的。从实际情况看，居民消费是拉动经济增长的主要因素，居民消费支出是构成内需的主体，居民消费能力的持续快速增长是拉动内需的重要因素。因此，为保证经济持续增长，应积极鼓励和刺激居民消费，改变高投资、低消费的经济格局，要采取提高居民消费率的各项政策措施，刺激居民消费，鼓励居民消费，拉动经济持续、快速、健康增长。政府消费对湖北省经济增长的影响作用也是很大的，其权重排在第5 位。政府消费构成了内需的一部分，拉动内需，从而可促进经济的增长。因此适当增加政府的消费，对湖北省经济增长有积极的推动作用。

在对外的因素中，出口、进口、外资对湖北省经济增长的作用都不是很明显，这说明对外因素在湖北省经济增长中的作用是有限的。进口量的系数为负，说明湖北省的过量进口与出口还没有达到平衡，从而对湖北省的经济存在负面影响。作为内陆省份的湖北省，对外开放度一直很低，外贸对湖北经济的拉动作用十分微弱，对经济增长的贡献率一直在1%以下。贸易依存度，即进出口总额与其国内生产总值之比，反映经济总量的实现对外国市场的依赖程度，该比值越高，贸易国际化程度越高。2000~2004 年我国外贸依存度分别为43.9%、43.35%、48.85%、60.11%、70.01%，并呈现出加速增长的趋势。湖北省对外开放水平不高，贸易依存度低于全国水平。2000~2004 年湖北省的外贸依存度分别为6.24%、6.35%、6.58%、7.84%、8.87%。尽管湖北省外贸依存度也在逐年攀升，但不论是其规模还是增长速度都远低于全国平均水平，这说明湖北省外向型经济总体规模仍然偏小，发展速度相对缓慢，对外开放程度还远远不够。

从结构指标中的城乡结构与产业结构对湖北省经济增长的作用来看，表现均较突出，而且城乡结构对经济增长的作用要大于产业结构。城乡结构代表一个国家或地区的城市化水平，“十五”以来，湖北人口、资源、环境初步走上协调发展的轨道，城镇化水平进一步提高，到2004 年底，湖北城镇化比重达43.68%，比2000 年提高了3.46个百分点，对湖北省的经济发展起到了很好的推动作用。城市化水平往往是一个国家或地区工业化程度的标志，因此，湖北省必须加大城镇化建设，加快工业化进程，以保证经济持续快速增长。从数据可以看出，尽管改革开放以来湖北省的第二、三产业，尤其是第三产业有了较快的发展，但是与全国平均水平相比还有一定的差距。经济学家通过对100 多个不同收入水平国家的分析，得出结论：经济增长过程其核心是产业结构的转变过程。因此湖北省的产业结构还有待于进一步的调整与提升，以促进经济的高速增长。

3.6 建议

为了使湖北省经济能保持高速稳定的增长，可以采取以下措施：

（1） 积极鼓励和刺激社会消费，适当加大政府的消费。

（2） 在保持物质资本投入的同时，通过加大对教育的投入，增加人力资本积累，增加科技投入和技术引进，提高技术水平对经济增长的作用。

（3） 加大对外开放的力度，特别是在我国已加入WTO 的情况下进一步加大出口，保持进出口的相对平衡。根据湖北省目前经济发展需求有选择地增加商品进口，改善投资环境，积极引进外资，尤其是大跨国公司的直接投资。

（4） 积极调整产业结构，加大第二和第三产业的份额，特别是要加大第三产业的比重，提升和优化产业结构，加快城镇化速度，提高城市化水平。

（5） 一如既往地执行国家的计划生育政策，降低人口增长率。

参考文献:

- [1] 李占风. 湖北省经济增长模型及实证分析[J]. 中南财经政法大学学报, 2005, (1): 61-64, 69.
- [2] 沈坤荣. 新增长理论与中国经济增长[M]. 南京: 南京大学出版社, 2003.
- [3] 肖琳, 何大卫. PLS 回归在消除多元共线性中的作用[J]. 山西医科大学学报, 2002, 33 (3): 228-231.
- [4] 王惠文. 偏最小二乘回归方法及其应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 1999.