

# 福建省高等教育水平的影响因素

## ——基于BMA方法的实证研究

张华<sup>1</sup>, 卢建华<sup>2</sup>

(1. 华侨大学 党委组织部, 福建 泉州 362021; 2. 华侨大学 社会科学研究所, 福建 泉州 362021)

**[摘要]**党的十八大提出推动高等教育内涵式发展,就是要不断提高高等教育的效率。基于投入产出的视角,采用DEA分解测度福建省高等教育水平。为最大限度避免人为事先设定模型及变量导致的系统性偏差,引入模型及变量的不确定性,采用贝叶斯模型平均(BMA)方法对所有可能影响福建省高等教育水平的因素按照其重要性进行分类和排序。结果发现:高等教育投入和高等教育环境对福建省高等教育水平的作用明显但影响方向各异。提升福建省高等教育水平短期应调整资源投入方式,长期应更加注重投入产出的效率。

**[关键词]**高等教育影响因素; BMA

doi: 10.3969/j.issn.1673-9477.2015.03.028

**[中图分类号]** G64

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1673-9477(2015)03-095-05

### 一、引言

高等教育是在完成中等教育基础上进行的专业教育,是培养高级专门人才的社会活动。高等教育处于整个国民教育体系的顶端,主要承担培养专门人才、从事科学研究和服务社会发展的重任。党的十八大提出推动高等教育内涵式发展<sup>[1]</sup>,就是要不断提升高等教育的质量,形成高等教育良性竞争软实力,从而为稳步实现教育现代化进而实现全面建成小康社会的宏伟目标服务。

福建地处我国东南沿海,作为海上丝绸之路的起点省份和对接台湾完成祖国统一大业的前沿省份,在国家战略中处于重要位置。长期以来,由于特定的历史、地理和政策原因,福建在我国沿海省份中的经济发展水平和经济增长速度一直靠后,高等教育投入严重不足,高等教育的水平无法满足企业发展、产业转型、经济结构调整和创新驱动发展战略的要求。因此,科学测度福建高等教育水平,深入系统地研究福建高等教育的影响因素,对福建建设21世纪海上丝绸之路核心区具有战略意义。

### 二、模型的不确定性与BMA方法

由于高等教育系统的开放性和复杂性,影响高等教育水平的因素相当多元,研究者无法确定应该将哪些因素作为解释变量,这已经被“模型不确定

性及影响因素多样性”的相关研究所证实<sup>[2]</sup>。因此,在传统的分析框架内很难对各个解释变量的作用达成一致见解。导致这一现象的主要原因就是没有考虑模型的不确定性。因此,这种人为事先设定模型及变量的研究方法可能存在系统性偏差。

BMA方法对包含不同解释变量的所有可能模型根据一切先验信息赋予其相应的先验概率,在贝叶斯分析的框架内计算出所有潜在解释变量的后验包含概率(PIP),并以此作为解释变量相对重要性的排序依据,而且还可以计算出与各个解释变量相对应的系数的后验均值(PM)、后验标准差(PSD)和符号确定率(Robustness)等反映变量确定性和稳健性的指标。

如果列出的解释变量共有 $K$ 个,由于解释变量的任何一种组合均可以构成一个模型,因此可能组合而成的模型共有 $2^K$ 个。下面给出线性BMA方法中后验包含概率、后验均值及后验方差的计算公式<sup>[3]</sup>。

如果列出的解释变量共有 $K$ 个,由于解释变量的任何一种组合均可以构成一个模型,因此可能组合而成的模型共有 $2^K$ 个。下面给出线性BMA方法中后验包含概率、后验均值及后验方差的计算公式<sup>[3]</sup>。

令 $M_j$ 表示第 $j$ 个模型, $P(M_j)$ 表示模型 $M_j$ 的先验概率,则模型 $M_j$ 的后验概率如下:

$$P(M_j | y, X) = \frac{P(y | M_j, X)P(M_j)}{P(y | X)} = \frac{P(y | M_j, X)P(M_j)}{\sum_{i=1}^{2^K} P(y | M_i, X)P(M_i)} \quad (1)$$

[投稿日期] 2015-06-19

[基金项目] 福建省教育科学“十二五”规划2013年度课题(项目编号: FJJKCG13-090)成果之一

[作者简介] 张华(1987-),男,四川南充人,研究实习生,数量经济学硕士,研究方向:高等教育管理。

上式中  $y$  为被解释变量,  $X$  为由所有潜在解释变量组成的矩阵,  $X_i$  为模型  $M_i$  中包含的解释变量

$$P(\beta | y, X) = \sum_{i=1}^{2^k} P(\beta | M_i, y, X) P(M_i | y, X) \quad (2)$$

$$E(\beta | y, X, g) = \sum_{i=1}^{2^k} \frac{g}{1+g} \hat{\beta}_i P(M_i | y, X) \quad (3)$$

$$Var(\beta | y, X, g) = \sum_{i=1}^{2^k} \frac{(y - \bar{y})(y - \bar{y})'}{N-3} \frac{g}{1+g} (1 - \frac{g}{1+g} R_i^2) (X_i' X_i)^{-1} P(M_i | y, X) \quad (4)$$

上面的式子中,  $\hat{\beta}_i$ 、 $R_i^2$  分别是模型  $M_i$  中标准的 OLS 统计量和样本可决系数,  $N$  是样本容量。这里的  $g$  是 BMA 方法引入的外生参数, 主要用来调控解释变量回归系数的后验均值和方差。

### 三、福建省高等教育水平的测度及其潜在影响因素的选取

#### (一) 福建省高等教育水平的测度

教育经济学认为, 高等教育也是一种投入产出行为, 投入主体包括政府、高校和学生个人。高等教育投入包括高等教育人力投入、高等教育设施投入和高等教育经费投入。高等教育的产出则通常包括人才培养、科学研究和社会服务三方面的产出数量和质量及其集成。由于高等教育水平测量与现有国民经济核算体系无法完全兼容, 研究者经常选取不同的指标来衡量高等教育水平。具体来说, 当下的实证研究大都使用高等教育人才培养情况(毕业生数)、科学研究成果(论文发表数、专利数量)或者社会服务(毕业生就业率)等指标来衡量高等教育水平。虽然诸如毕业生数、论文发表数和

矩阵。根据  $P(M_j | y, X)$  计算各个解释变量对应回归系数的后验包含概率、后验均值和后验方差如下:

专利数量具有一定的可靠性、通用性和数据的易得性等特点, 但它们都只能测量高等教育的产出规模。然而高等教育投入产出效率更能科学和全面地反映高等教育水平<sup>[4]</sup>。DEA 作为一种评价同类部门或单位间相对有效性的决策分析方法, 不需要明确的生产函数, 无需统一指标量纲, 可以进行多投入、多产出的分析, 也可以进行效率比较<sup>[5]</sup>。因此, 本文采用基于投入导向的 DEA 非参数方法, 以普通高校教职工总数、普通高校固定资产值和普通高校教育经费支出作为投入, 以普通高校毕业生数、高校研究与发展课题数和高校专利授权数为产出分解得到高等教育水平<sup>[6]</sup>。

#### (二) 福建省高等教育水平的潜在影响因素

从高等教育系统角度出发, 影响高等教育水平的因素包括高等教育主体、高等教育投入和高等教育环境三类。参考大量国内外同类文献<sup>[7][8][9][10]</sup>, 考虑数据的可得性, 本文最终确定了 15 个可能影响福建省高等教育水平的因素作为解释变量, 详见表 1。下面对选取的各个变量分类说明如下:

表 1 福建省高等教育水平影响因素一览表

变量名	变量含义	选取依据	分类
1 $X_1$	普通高校教职工总数	人力投入	
2 $X_2$	普通高校固定资产值	物力投入	高等教育投入
3 $X_3$	普通高校教育经费支出	财力投入	
4 $X_4$	地区生产总值	经济规模	
5 $X_5$	人均 GDP	经济增长	
6 $X_6$	普通高校数	高校数量	高等教育环境
7 $X_7$	普通高校专任教师数	教师数量	
8 $X_8$	普通高校在校学生数	学生数量	
9 $X_9$	每所高校平均在校学生数	高校规模	

10	X <sub>10</sub>	普通高校平均每—专任教师负担学生数	师生比	
11	X <sub>11</sub>	每万人口拥有大学在校学生数	人口受教育程度	
12	X <sub>12</sub>	专科以上学历人数占就业人数比例	就业环境	
13	X <sub>13</sub>	公共财政支出中普通高等教育的比例	政府重视程度	
14	X <sub>14</sub>	普通高校专任教师占普通高校教职工的比例	高校重视程度	高等教育主体
15	X <sub>15</sub>	学杂费支出占教育经费比重	个人重视程度	

### 1. 高等教育投入类变量

高等教育投入包括高等教育人力投入、高等教育设施投入和高等教育经费投入。其中投入高等教育的人力主要包括高等教育系统内所有的教职工，如专任教师、科研人员、行政人员、教辅人员以及工勤人员等。一般而言，高等教育投入的人员越多尤其是专任教师和科研人员投入的数量越多，教学科研水平越高，高等教育水平会越高。设施投入指高等教育系统所投入的资产情况，如占地面积、图书音像资料、教学科研仪器设备等，这些往往是高等教育系统内专任教师和科研人员教学科研的作用对象。试验设备越先进，图书等资料数量越多，利用率越高，会助力提升高等教育水平。经费投入从根本上决定了人力投入和设施投入的数量和质量。综上所述，本文在高等教育人员投入上，选用普通高校教职工总数（X1）作为变量。在高等教育设施投入上，选用普通高校固定资产值（X2）作为变量。在高等教育经费投入上，选用普通高校教育经费支出（X3）作为变量。

### 2. 高等教育环境类变量

高等教育环境是高等教育所处的经济、政治、文化和社会环境。一般而言，一国或地区的经济规模越大，能够为高等教育系统提供的资源就越丰富，高等教育的规模扩大和质量提升的可能性也越大；一国或地区的可持续经济增长能力越强，就越能保证高等教育活动的延续性，能够保证高等教育成果有充足的时间转化为现实生产力；高校、专任教师和在校学生数量越大，高等教育成果的产生范围就越广；高校规模和师生比重决定了每位学生能够获得到的高等教育资源，对高等教育的人才培养质量至关重要。接受高等教育的人员范围以及高等教育毕业学生的社会就业率则能检验和进一步推动高等教育水平提升。因此，本文选取地区生产总值（X4）衡量福建省的经济规模；选取人均GDP（X5）衡量福建省经济增长能力；选取普通高校数、普通高校专任教师数、普通高校在校学生数（X6，X7，X8）衡量福建省总体高等教育情况；选取每所高校平均在校学生数和普通高校平均每—专任教师负担学生数

（X9，X10）分别衡量福建高校规模和受教育环境；选取每万人口拥有大学在校学生数和专科以上学历人数占就业人数比例（X11，X12）分别衡量福建高等教育环境和高等教育就业环境。

### 3. 高等教育主体类变量

高等教育主体主要指参与高等教育活动的各类个体和组织机构，主要包括政府、高校及个人三类。政府主要是从“国家战略”高度出发，参与高等教育主要是为蓄积人力资本为经济社会发展提供充足动力；高校是高等教育主体中的中介，扮演承上启下角色。对上吸引政府的各类投入从而改善教学科研环境，对下通过招收学生实现人才培养。增强劳动市场竞争力和实现自我价值追求是个人参与高等教育活动的根本目的所在。关于高等教育主体的分析大都停留在定性层面，本文从各个主体投入高等教育的资源来定量分析。结合数据可得性，本文选取公共财政支出中普通高等教育的比例（X13）来反映政府对高等教育活动的重视程度；选取普通高校专任教师占普通高校教职工的比例（X14）来反映高校对人才培养的重视程度；选取学杂费支出占教育经费比重（X15）来衡量个人对高等教育的重视程度。

表1中所选15个解释变量数据来源于《福建省统计年鉴》、《中国教育统计年鉴》、《中国教育经费统计年鉴》、《中国科技统计年鉴》，个别变量的数据根据年鉴资料计算获得，选取时间范围从1996年到2013年共计18年。

## 四、福建省高等教育水平影响因素的实证分析

以福建省高等教育水平为被解释变量，以表1中15个变量为解释变量，使用R软件中的BMA程序包，按照后验包含概率的大小排序得到表2的实证结果。根据后验包含概率的大小，表2中的15个解释变量大致可以分为三组。第一组包括专科以上学历人数占就业人数比例（X12）、每所高校平均在校学生数（X9）和每万人口拥有大学在校学生数（X11）3个解释变量。这3个解释变量的后验包含概率均超过0.6，解释能力最强，符号确定率也都大于98%，

稳健性也最好。第二组包括普通高校平均每一专任教师负担学生数(X10)、普通高校教育经费支出(X3)、普通高校教职工总数(X1)、普通高校数(X6)、普通高校在校学生数(X8)和普通高校专任教师数(X7)6个解释变量。这些解释变量的后验包含概率小于0.6,但都大于0.4,同时符号确定率

均大于65%,说明这些解释变量也具有较强的解释能力和稳健性。第三组包括剩余6个变量,它们的符号确定率较高,但后验包含概率均小于0.4,说明解释能力相对较弱。下面分组对各个解释变量的实证结果进行分析解释。

表2 福建省高等教育水平影响因素的BMA实证结果

变量 (Variable)	后验包含概率 (PIP)	后验均值 (PM)	后验标准差 (PSD)	符号确定率 (Robustness)
X <sub>12</sub>	0.6627	-0.2377	0.2273	0.9869
X <sub>9</sub>	0.6576	-0.1092	0.1250	0.9871
X <sub>11</sub>	0.6063	0.1499	0.1663	0.9828
X <sub>10</sub>	0.5725	-0.0037	0.0046	0.9798
X <sub>3</sub>	0.5663	0.0710	0.0957	0.9320
X <sub>1</sub>	0.5463	-0.2070	0.4687	0.9185
X <sub>6</sub>	0.5104	-0.0775	0.2039	0.6747
X <sub>8</sub>	0.4184	0.0202	0.1335	0.6204
X <sub>7</sub>	0.4057	-0.0488	0.4783	0.6732
X <sub>5</sub>	0.3764	0.0224	0.3670	0.7438
X <sub>4</sub>	0.3753	0.0270	0.3751	0.6817
X <sub>13</sub>	0.3488	0.1642	0.4154	0.8791
X <sub>14</sub>	0.3216	0.0570	0.4389	0.7850
X <sub>2</sub>	0.3211	0.0136	0.0474	0.7619
X <sub>15</sub>	0.3014	-0.0286	0.0723	0.9756

### (一) 高等教育投入

高等教育3个投入变量均未进入解释能力最强的第一组变量。普通高校教育经费支出(X3)和普通高校教职工总数(X1)解释能力较强,位于第二组。普通高校固定资产(X2)解释能力较弱,位于第三组。这一结果表明,高等教育投入在现阶段福建高等教育水平的提升中并未占据绝对重要地位,但仍然不可或缺。其中,普通高校教育经费支出(X3)对福建省高等教育水平的影响为正,但促进作用有限。这说明,随着福建省经济发展,投入高等教育的经费快速增长,高等教育的投入已经趋于饱和。单纯经费的投入对福建省高等教育水平的提升作用十分有限。同时,普通高校教职工总数(X1)甚至出现了阻碍福建省高等教育水平提升的现象。说明高校教职工总数的增加在高校扩招的进程中已经完全饱和,除去继续吸引高层次技术人才外,福建省应该理性控制高校教职工总数。普通高校固定资产(X2)解释能力不强,可能是由于高校面积

和场馆等的扩张已经无法显著影响福建高等教育水平,教学和科研的软实力更具影响力。在今后的资源投入和使用过程中,应该在维持投入合理增长的同时更加注重投入产出的效率。

### (二) 高等教育环境

高等教育环境类变量中专科以上学历人数占就业人数比例(X12)、每所高校平均在校学生数(X9)和每万人口拥有大学在校学生数(X11)3个解释变量位于第一组;普通高校平均每一专任教师负担学生数(X10)、普通高校数(X6)、普通高校在校学生数(X8)和普通高校专任教师数(X7)4个解释变量位于第二组;人均GDP(X5)和地区生产总值(X4)2个解释变量位于第三组。专科以上学历人数占就业人数比例(X12)、每所高校平均在校学生数(X9)对福建省高等教育水平的影响效应为负,说明就业市场中高学历与就业能力没有直接关系,而福建省高校规模扩张的负面效应开始显现。每万人口拥有大学在校学生数(X11)越多,对福建省高等教育水

平的促进作用越明显。这主要是因为大学生数占总人口比例越高, 潜在的培养人才的面越广, 成才的概率越大。普通高校平均每一专任教师负担学生数(X10)、普通高校数(X6)、普通高校专任教师数(X7)也对福建省高等教育水平呈现负面作用, 说明高校数量、专任教师数量和专任教师负担学生数已达到上限, 不能继续盲目扩张。普通高校在校大学生数(X8)虽影响方向为正, 但影响能力也十分有限。地区生产总值(X4)和人均GDP(X5)是环境类变量中解释能力最弱的两个变量, 说明福建省高等教育水平与其经济规模和经济增长无必然关联。

### (三) 高等教育主体

公共财政支出中普通高等教育的比例(X13)、普通高校专任教师占普通高校教职工的比例(X14)和学杂费支出占教育经费比重(X15)三个解释变量均位于解释能力最弱的第三组。这不能完全说明福建高等教育主体的作用不重要, 只是由于变量的选取和数据来源的限制导致无法完全体现。事实上, 高等教育主体的资源分配方案和发展思路在很大程度上决定了高等教育水平的提升路径。

### 参考文献:

[1] 中国共产党第十八次全国代表大会报告, 2012-11-8.

[2] Fernandez C, Ley E, Steel M.F.J. Model Uncertainty in Cross-country Growth Regressions. *Journal of Applied Econometrics*, 2001, 16(5):563-576.

[3] 许培源, 张华. 福建省技术创新能力的影响因素: 基于贝叶斯模型平均方法的研究[J]. *东南学术*, 2014(10):124-133.

[4] 赵彦志. 我国高等教育生产率增长、技术进步与效率变化[J]. *财经问题研究*, 2011(6):20-26.

[5] 毛盛勇, 喻晓琛. 中国高等教育效率的省际比较: 基于DEA的分析[J]. *调研世界*, 2011(5):31-35.

[6] 王巍, 王志浩, 刘宇新. 高等教育投入产出的DEA规模效率研究[J]. *中国管理科学*, 2013(11):726-730.

[7] 李元静, 王成璋. 高等教育资源配置效率测度及影响因素分析: 基于Malmquist指数的研究[J]. *西南交通大学学报(社会科学版)*, 2015(3):77-81.

[8] 黄海涛. 高等教育质量标准: 影响因素、基本特征与制定原则[J]. *江苏高教*, 2015(4):26-29.

[9] 魏梅. 我国高等教育效率增长率区域差异及其影响因素分析: 基于空间计量模型的实证研究[J]. *清华大学教育研究*, 2012(1):97-102.

[10] 夏焰, 崔玉平. 我国省域高等教育管理效率及其影响因素的量化研究[J]. *中国高教研究*, 2012(7):7-11.

[责任编辑 王云江]

## The factors influencing higher education of Fujian Province

—An empirical study based on bayesian model averaging (BMA)

ZHANG Hua<sup>1</sup>, LU Jian-hua<sup>2</sup>

(1. Party Committee Organization Department, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China; 2. Social Science Research Department, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

**Abstract:** Promoting connotative development of the higher education means improving efficiency of the higher education. Based on the input-output perspective, this paper firstly established the framework of calculating the efficiency of Fujian's higher education according to the Data Envelopment Analysis (DEA) method to measure the level of Fujian's higher education. To avoid the routine of setting models and choosing variables artificially before the estimation by most previous studies which may lead to systematic deviations, this paper then introduced the model uncertainty and the use of Bayesian Model Averaging (BMA) to filter the potential influencing factors of Fujian's higher education and finally classified and sorted the chosen variables of affecting Fujian's higher education in accordance with their importance measured by Posterior Including Probability (PIP) and robustness. The results showed that inputs and environment have significant impacts on Fujian Province's higher education but the positive and negative effects co-existed. Therefore, Fujian Province should regulate the way of resource inputs into higher education in the short term; but in the long run, Fujian Province must strive to enhance the input-output efficiency.

**Key words:** higher education influencing factors; BMA