

The Effective Analysis of Graduate Student Education in Universities for Guizhou Province Based on DEA Model

Xiaohua Liu

School of Data Science and Information Engineering, Guizhou Minzu University, Guiyang Guizhou
Email: lxhjkk1@yeah.net

Received: Feb. 28th, 2019; accepted: Mar. 12th, 2019; published: Mar. 19th, 2019

Abstract

The scale and effectiveness of postgraduate education play an important guiding role in talents cultivation. We study the postgraduate education for the six universities with academic postgraduate education in Guizhou province. Selecting the structure of source to students, the process of education, structure of teaching staff, the average funding investment and the hardware facilities of each student for input index of the model, and the postgraduate's published papers (core journals and above), the ratio of the outstanding papers on the provincial level and the first employment rate for the output index of model, DEA-C²R is established and solved by excel. The conclusion shows that the investments of the six universities have reached the largest level. But all of them are non-scale effective. It indicates that we can appropriately change some inputs, so that the scale of postgraduate education is the effectiveness of DEA.

Keywords

Effectiveness of DEA, Model of DEA-C²R, Excel

基于DEA模型贵州省高校研究生培养的有效性分析

刘小华

贵州民族大学数据科学与信息工程学院, 贵州 贵阳
Email: lxhjkk1@yeah.net

收稿日期: 2019年2月28日; 录用日期: 2019年3月12日; 发布日期: 2019年3月19日

摘要

研究生培养规模和技术的有效性,对人才培养起着重要的指导意义。对贵州省六所高校的学术型研究生培养进行了研究。选取生源结构、培养环节、师资结构、生均资金投入、硬件设施生均投入作为DEA模型的输入指标,以及选取研究生发表论文数(核心及其以上)生均比、生均省级优秀论文比和一次性初次就业率作为DEA模型的输出指标建立DEA-C²R模型,并利用Excel对其进行求解。结论表明,六所高校在现有的投入下,产出已经达到最大。但是都是非规模有效,说明可以适当改变某些项的投入,使得研究生培养规模达到DEA有效。

关键词

DEA有效, DEA-C²R模型, Excel

Copyright © 2019 by author(s) 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

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020)》第(十九)条指出提高人才培养质量,牢固树立人才培养在高校工作中的中心地位,着力培养信念执著、品德优良、知识丰富、本领过硬的高素质专门人才和拔尖创新人才。作为人才培养的一个重要环节——硕士研究生教育承担两大主要任务:一是为各行各业培养高层次应用型人才,另外是为博士阶段输送优秀生源。随着我国经济社会的快速发展,各行各业实际部门对高层次应用人才的需求持续增长,对研究生质量都有着更大的需求,有更迫切的愿望。

自20世纪80年代中期,学术界、教育界对研究生培养中如何提高研究生教育质量、如何加强研究生科研创新能力等问题一直都在进行讨论和研究。国内外许多的学者给出了一些举措和成果。薛天祥[1]认为研究生教育是本科后以研究为主要特征的高层次的专业教育,突出了研究生教育的本质是科学研究为主。杨颖[2]定义研究生教育为第一级学位资格后的、以获得更高层次学位或文凭的高等教育。刘瑞儒,葛妍君[3]以延安大学研究生培养为个案研究对象,深入调研了目前影响中国西部高校研究生培养质量的诸多因素。余峰[4]以问卷调查的方式,总结我国研究生在创新能力培养过程中的经验和存在的诸多问题,并且运用模糊数学模型,实现对培养模式的科学评估。Emest Rudd [5]以及 Solomon Hobemran, Sidney Mailiek [6]这两部著作对不同学科的研究生教育从历史、现状和问题的角度进行了剖析。Geogre Venrardakis [7]和 Clotfn F [8]分别详细介绍了英国和美国的研究生教育情况。蒋华林[9]对我国的“块块分割”教育模式进行了分析和讨论。王琳,昌广东,吴耀宏[10]借助层次分析法(AHP),以研究型大学为例,构建出了研究生拔尖创新人才培养绩效评价体系。朱亚宗,侯俊霞,杨柳群[11]在分析大量杰出人才创新案例的基础上提出大跨度交叉创新应是指引当代研究生教育改革的重要而可靠的路标,继而从交叉创新理念培育、课程设置调整和教学模式改进等三个方面提出了中国研究生教育改革的具体建议。从现有的成果[1]-[16]可以看出,大多数作者对研究生培养模式进行了一些探讨和研究,也给出了一些可以借鉴的成果。

本文将利用数据包络分析方法(DEA)对贵州省高校硕士研究生的培养规模进行探讨。数据包络分析方法是美国运筹学家 Charnes 等人以相对效率概念为基础发展起来的一种效率评价方法[17][18]。目前,适合于不同需要的 DEA 模型已提出多种[19][20],一些新的模型还在不断涌现[21][22][23][24][25]。数

据包络分析方法(DEA)中的 C^2R 模型是比较基础的 DEA 模型, 它从公理化的模式出发, 刻画出生产的规模和技术有效性。从 C^2R 模型出发, 1984 年, Banker 和 Charnes [26] [27] 等针对生产可能集中的锥性假设不成立, 给出了另一个评价生产技术相对有效的 DEA 模型—— BC^2 模型。同时, Fare 和 Grosskopf [27] 也给出了满足规模收益非递增的 DEA 模型——FG 模型。1990 年, Seiford 和 Thrall [28] 给出了满足规模收益非递减的 DEA 模型——ST 模型。这些都是非常经典的 DEA 模型, 它们对经济学中的规模收益评价问题构成一个完整的体系。并且 DEA 方法已经发展成为管理科学, 系统工程和决策分析, 评价技术等领域一种重要的分析工具和研究手段。特别是 2000 年以后, DEA 方法的应用迅速增长, 应用的范围也在不断扩大, 已经成为经济管理科学科中的热点研究领域。

2. 数量指标的确定

2.1. 指标的选取

主要以贵州省的贵州大学, 贵州民族大学, 贵州师范大学, 贵州医科大学, 贵州中医学院和遵义医学院的学术型硕士研究生为研究对象。把二本及其以上录取人数与总录取人数比、应届生和往届生比、本科学历录取人数与总录取人数比、省内录取人数和省外人数录取人数比这些因素作为生源结构的二级指标。把各个高校的学术讲座和学科竞赛人均次数、实践课的开设人均次数、实践项目和基地人均数这些因素作为培养环节的二级指标。把学校生师比、导师职称比(正高与导师人数比)、学位比(博士学位与导师人数比)、导师发表高质量论文数比(核心及其以上)、导师承担课题数比(省部级及其以上)作为师资结构的二级指标。把学校每年投入的研究生奖学金、研究生激励机制(研究生课题研究费等)、助学岗位津贴额作为资金投入的二级指标。把图书馆生均图书册作为硬件设施投入的指标。根据二级指标的数据, 利用层次分析法分别得出一级指标——生源结构、培养环节、师资结构、生均资金投入、硬件设施生均投入的数量指标。这些数量指标作为 DEA 模型的输入指标。通过同样的方法确定研究生发表论文数(核心及其以上)生均比、生均省级优秀论文比和一次性初次就业率的数量指标。这些数量指标作为 DEA 模型的输出指标。

2.2. 指标值的确定

通过实证调查以及根据互联网, 贵州省学位与研究教育信息平台中每年每所高校提交的年度研究生质量报告中提供的数据, 对 2014、2015、2016 年的数据取平均值作为指标值, 得到贵州大学, 贵州民族大学, 贵州师范大学, 贵州医科大学, 贵州中医学院和遵义医学院六所高校的 6 个决策单元的五个输入指标值(见表 1)以及三个输出指标值(见表 2)。

Table 1. Values of input index

表 1. 输入指标值

决策单元 \ 指标	生源结构	培养环节	师资结构	生均资金投入	硬件设施生均投入
贵州大学	0.53	0.02	0.54	0.07	92.8
贵州民族大学	0.51	0.08	0.29	0.09	173.7
贵州师范大学	0.60	0.06	0.35	0.13	174.4
贵州医科大学	0.61	0.05	0.65	0.13	119.8
贵州中医学院	0.64	0.06	0.49	0.10	162
遵义医学院	0.12	0.11	0.61	0.12	128.2

Table 2. Values of output index
表 2. 输出指标值

决策单元	指标	生均发表论文比	生均省级优秀论文	初次就业率
贵州大学		0.09	0.005	0.73
贵州民族大学		0.051	0.003	0.81
贵州师范大学		0.14	0.014	0.60
贵州医科大学		0.19	0.01	0.76
贵州中医学院		0.13	0.04	0.74
遵义医学院		0.25	0.024	0.76

3. DEA-C²R 模型的建立与求解

3.1. C²R 模型的建立

分别用 x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 以及 x_6 代表贵州大学, 贵州民族大学, 贵州师范大学, 贵州医科大学, 贵州中医学院和遵义医学院六个决策单元, $x_j = (x_{1j}, x_{2j}, x_{3j}, x_{4j}, x_{5j})^T$, 其中 $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$, x_{ij} 为第 j 个决策单元的第 i 个输入指标, $y_j = (y_{1j}, y_{2j}, y_{3j})^T$, 其中 $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$, y_{rj} 为第 j 个决策单元的第 r 个输出指标, 上标 $(\dots)^T$ 为列向量。权系数 $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5)^T$ 和 $\mu = (\mu_1, \mu_2, \mu_3)^T$ 为实数向量。决策单元 j 的效率评价指数为

$$h_j = \frac{\sum_{r=1}^3 \mu_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^5 \lambda_i x_{ij}}.$$

当对第 j_0 个决策单元的效率进行评价时, 以权系数 λ, μ 为变量, 以第 j_0 个决策单元的效率指数为目标, 以所有决策单元的效率指数 $h_j \leq 1$ 为约束条件, 构成如下的 C²R 模型:

$$(C^2R) \begin{cases} \max Z = h_{j_0}, \\ \text{s.t. } h_j \leq 1, \\ \lambda \geq 0, \mu \geq 0, \end{cases} \quad (1)$$

其中 “ \leq ” 表示向量的每个分量都小于或等于, “ \leq ” 表示每个分量都小于或等于并且至少有一个分量不等于, “ $<$ ” 表示每个分量都小于并且不等于。

定理 3.1 [20] 决策单元的最优效率评价指数 Z 与输入量 x_{ij} 以及输出量 y_{rj} 的量纲选取无关。

对模型(1)使用 Charnes-Cooper 变换:

$$m = \frac{1}{\lambda^T x_{j_0}}, \quad \alpha = m\lambda, \quad \beta = m\mu,$$

简单计算可以将其化为如下等价的线性规划模型:

$$(LP) \begin{cases} \max W = \beta^T y_{j_0}, \\ \text{s.t. } \alpha^T x_j - \beta^T y_j \geq 0, \\ \alpha^T x_{j_0} = 1, \\ \alpha \geq 0, \beta \geq 0, \end{cases} \quad (2)$$

定理 3.2 [20] DEA-C²R 模型(1)与线性规划 LP 模型(2)的最优解在下述意义下是等价的:

1) 若 α^0, β^0 为线性规划 LP(2)的最优解, 那么 α^0, β^0 也是 DEA-C²R 模型(1)的最优解, 并且最优值相等;

2) 若 λ^0, μ^0 为 DEA-C²R 模型(1)的最优解, 那么

$$\alpha^0 = m^0 \lambda^0, \quad \beta^0 = m^0 \mu^0$$

为线性规划 LP 模型(2)的最优解, 并且最优值相等, 其中

$$m^0 = \frac{1}{\lambda^{0T} x_{j_0}}.$$

定义 3.3 [20] 若线性规划 LP 模型(2)的最优解 α^0, β^0 满足

$$W = \beta^{0T} y_{j_0} = 1,$$

那么称决策单元 j_0 为弱 DEA 有效。

定义 3.4 [20] 若线性规划 LP 模型(2)的最优解中存在 $\alpha^0 > 0, \beta^0 > 0$ 满足

$$W = \beta^{0T} y_{j_0} = 1,$$

那么称决策单元 j_0 为 DEA 有效。

3.2. C²R 模型的求解

根据表 1 和表 2 的数据以及线性规划模型 LP, 决策单元 1 对应的线性规划 LP 为:

$$\left\{ \begin{array}{l} \max W = 0.09\beta_1 + 0.005\beta_2 + 0.73\beta_3, \\ \text{s.t. } 0.53\alpha_1 + 0.02\alpha_2 + 0.54\alpha_3 + 0.07\alpha_4 + 92.8\alpha_5 - 0.09\beta_1 - 0.005\beta_2 - 0.73\beta_3 \geq 0, \\ \quad 0.51\alpha_1 + 0.08\alpha_2 + 0.29\alpha_3 + 0.09\alpha_4 + 173.7\alpha_5 - 0.051\beta_1 - 0.003\beta_2 - 0.81\beta_3 \geq 0, \\ \quad 0.60\alpha_1 + 0.06\alpha_2 + 0.35\alpha_3 + 0.13\alpha_4 + 174.4\alpha_5 - 0.14\beta_1 - 0.014\beta_2 - 0.60\beta_3 \geq 0, \\ \quad 0.61\alpha_1 + 0.05\alpha_2 + 0.65\alpha_3 + 0.13\alpha_4 + 119.8\alpha_5 - 0.19\beta_1 - 0.01\beta_2 - 0.76\beta_3 \geq 0, \\ \quad 0.64\alpha_1 + 0.06\alpha_2 + 0.49\alpha_3 + 0.10\alpha_4 + 162\alpha_5 - 0.13\beta_1 - 0.04\beta_2 - 0.74\beta_3 \geq 0, \\ \quad 0.12\alpha_1 + 0.11\alpha_2 + 0.61\alpha_3 + 0.12\alpha_4 + 128.2\alpha_5 - 0.25\beta_1 - 0.024\beta_2 - 0.76\beta_3 \geq 0, \\ \quad 0.53\alpha_1 + 0.02\alpha_2 + 0.54\alpha_3 + 0.07\alpha_4 + 92.8\alpha_5 = 1 \\ \quad \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \beta_1, \beta_2, \beta_3 \geq 0 \end{array} \right. \quad (3)$$

利用 Excel 对线性规划模型 LP(3)进行求解得最优解为

$$\alpha_1^0 = (0, 0, 0, 0, 0.10)^T, \beta_1^0 = (0, 0, 1.37)^T \quad (4)$$

以及最优值为 $Z_1^0 = 1$ 。改变模型(3)中目标函数的系数和第七个约束条件的系数, 可以分别得到决策单元 2, 3, 4, 5, 6 对应的线性规划模型, 同样用 Excel 求解, 可以得到决策单元 2 对应模型的最优解为

$$\alpha_2^0 = (0, 0, 0, 0.95, 0.004)^T, \beta_2^0 = (0, 0, 1.23)^T \quad (5)$$

以及最优值为 $Z_2^0 = 1$ 。决策单元 3 对应模型的最优解为

$$\alpha_3^0 = (0, 0, 0, 2.23, 0.001)^T, \beta_3^0 = (3.51, 0, 0.85)^T \quad (6)$$

以及最优值为 $Z_3^0 = 1$ 。决策单元 4 对应模型的最优解为

$$\alpha_4^0 = (0, 1.1, 0, 0, 0.007)^T, \beta_4^0 = (2.24, 0, 0.76)^T \quad (7)$$

以及最优值为 $Z_4^0 = 1$ 。决策单元 5 对应模型的最优解为

$$\alpha_5^0 = (0, 2.8, 1.2, 0, 0.001)^T, \beta_5^0 = (2.07, 1.8, 0.89)^T \quad (8)$$

以及最优值为 $Z_5^0 = 1$ 。决策单元 6 对应模型的最优解为

$$\alpha_6^0 = (0.53, 0, 0, 0, 0.007)^T, \beta_6^0 = (0, 0, 1.32)^T \quad (9)$$

以及最优值为 $Z_6^0 = 1$ 。

4. 结论

根据最优解(3)~(9)，六个决策单元都是弱 DEA 有效，也就是技术有效非规模有效，保证在产出不减少的情况下，无法等比例的缩小各项投入的数量。说明贵州省具有硕士研究生授予权的贵州大学、贵州民族大学、贵州师范大学、贵州医科大学、贵州中医学院和遵义医学院这六所高校，在现有的投入下，产出已经达到最大。但是都是非规模有效，说明可以适当改变某些项的投入，使得研究生培养规模达到 DEA 有效。

基金项目

资助项目：贵州省教育厅研究生教育教学改革重点课题(黔教研合 JG 字[2016]07)，贵州省教育厅高等学校教学内容和课程体系改革(20161111040)资助项目，贵州省科学技术厅项目(黔科合基础[2019]1162)。

参考文献

- [1] 薛天祥. 研究生教育学[M]. 桂林: 广西师范大学出版社, 2001: 63-64.
- [2] 杨颖. 国际研究生教育现状与动态分析[J]. 学位与研究生教育, 2005(8): 48-53.
- [3] 刘瑞儒, 葛妍君. 提升西部高校研究生培养质量的绩效研究——基于延安大学研究生培养的个案研究[J]. 延安大学学报(社会科学版), 2009, 31(3): 110-116.
- [4] 余峰. 基于创新能力的研究生培养模式改革研究[D]: [博士学位论文]. 武汉: 华中师范大学, 2009.
- [5] Emest, R. (1985) A New Look at Postgraduate Failure. Society for Research into Higher Education & NEFR, Nelson.
- [6] Solomon, H. and Sidney, M. (1994) Professional Education in the United States. Praeger, Westport.
- [7] Geoger, V. (1998) Graduate Education in Government in England, France and the United States. University Press of America, Lanham.
- [8] Cliotfn, F. (1993) A Silent Success: Master's Education in the United States. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- [9] 蒋华林. 我国高等教育“块块分割”的效应及制度分析[J]. 高等教育研究, 2016, 37(4): 14-22.
- [10] 王琳, 昌广东, 吴耀宏. 研究生拔尖创新人才培养绩效评价研究[J]. 科技管理研究, 2010(3): 75-78.
- [11] 朱亚宗, 侯俊霞, 杨柳群. 大跨度交叉创新: 研究生教育改革的重要路标[J]. 高等教育研究学报, 2016, 39(1): 5-11.
- [12] 袁本涛, 李锋亮. 对我国学科评估发展的调查与分析[J]. 高等教育研究, 2016, 37(3): 28-34.
- [13] 王桂艳. 美国高校内部质量指标研究[D]: [博士学位论文]. 厦门: 厦门大学, 2013.
- [14] 郭伟, 张翼飞, 杨克军. 农学专业学位研究生课程教学中案例教学法的应用[J]. 高等农业教育, 2016(1): 93-95.
- [15] 白龙, 韩奎, 唐军, 等. 国家创新体系下物理专业研究生的创新能力培养与实践[J]. 教育教学论坛, 2016(19): 106-107.
- [16] 周香均, 罗志敏. 关于研究生综合素质测评的思考——基于第四代评价理论[J]. 教育探索, 2016(3): 95-99.
- [17] Charens, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E. (1978) Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)

- [18] Charens, A., Cooper, W.W., Golany, B., *et al.* (1985) Foundations of Data Envelopment Analysis for Pareto-Koopmans Efficient Empirical Production Functions. *Journal of Econometrics*, **30**, 91-107. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(85\)90133-2](https://doi.org/10.1016/0304-4076(85)90133-2)
- [19] 魏权龄. 评价相对有效性的 DEA 方法[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1988.
- [20] 马占新. 数据包络分析模型与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [21] 马占新. 经济社会整体发展水平综合评价的 DEA 方法[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 2002, 33(5): 499-504.
- [22] 马占英. 高等学校计算机实验室综合效率评估方法研究[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 2003, 34(6): 727-731.
- [23] 孙娜, 马生昫, 马占新. 广义模糊模型及其有效性研究[J]. 数学的实践与认识, 2015,45(3): 181-186.
- [24] 木仁, 李蒙, 马占新. 数据包络分析方法中一种新偏序关系确定方法[J]. 内蒙古大学学报(自然科学版), 2016, 47(1): 1-7.
- [25] 马生昫, 马占新. 基于样本前沿面移动的广义有效性排序[J]. 系统工程学报, 2014, 29(4): 443-457.
- [26] Banker, R.D., Charens, A. and Cooper, W.W. (1984) Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, **30**, 1078-1092. <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- [27] Fare, R. and Grosskop, S. (1985) A Nonparametric Cost Approach to Scale Efficiency. *Scandinavian Journal of Economics*, **87**, 594-604. <https://doi.org/10.2307/3439974>
- [28] Seiford, M. and Thrall, R.M. (1990) Recent Development in DEA, the Mathematical Programming Approach to Frontier Analysis. *Journal of Econometrics*, **46**, 7-39.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2324-7991, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

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

期刊邮箱: aam@hanspub.org