

doi: 10.3969/j.issn.1673-2340.2019.03.014

引文格式: 章星影, 申远. 基于DEA-BCC模型的江苏省属高校人才发展效率研究[J]. 南通大学学报(自然科学版), 2019, 18(3): 85-94.

基于DEA-BCC模型的江苏省属高校 人才发展效率研究

章星影, 申远*

(南京财经大学 应用数学学院, 江苏 南京 210023)

摘要: 基于2017年江苏省高水平大学建设全国百强省属高校申报公示材料, 收集了17所省属大学各项师资建设指标和学校人才培养等综合指标, 建立了高层次人才、科学技术奖等含25个指标的评价体系并建立数据包络分析(DEA)的BCC模型。结果表明:南京师范大学等13所高校的人才投入-产出规模DEA有效, 而南京艺术学院与江苏大学的人才发展规模非DEA有效。对比15所高校的人才发展规模综合效率排名与2017年武书连师资力量和综合实力排名, 提出具有针对性与建设性的建议。

关键词: 数据包络分析; BCC模型; 人才发展效率

中图分类号: Q213.9

文献标志码: A

文章编号: 1673-2340(2019)03-0085-10

Study on the Talents-Development-Effectiveness of Provincial Universities in Jiangsu Based on DEA-BCC Model

ZHANG Xingying, SHEN Yuan*

(College of Applied Mathematics, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing 210023, China)

Abstract: Based on the proposals for the construction of 100 national top provincial universities from the high-level universities of Jiangsu Province in 2017, this studies collected the comprehensive indicators of faculty construction and talent cultivation of 17 universities to establish an evaluation system of 25 indicators including the number of high-level talents and science & technology awards, and used the BCC model of data envelopment analysis (DEA) to evaluate the efficiency development of provincial universities in Jiangsu further. The results show that the talent input-output scale of 13 Jiangsu provincial universities is DEA effective, such as Nanjing Normal University, while the talent-development scales of Nanjing University of the Arts and Jiangsu University are DEA ineffective. Compared the ranking list of 15 provincial universities according to the talent-development efficiency with the charts of faculty and comprehensive strength of universities by Wu Shulian in 2017, some corresponding and constructive suggestions are put forward.

Key words: data envelopment analysis; BCC model; efficiency of talent-development

收稿日期: 2019-03-04

第一作者简介: 章星影(1995—), 女, 硕士研究生。

*通信联系人: 申远(1982—), 男, 副教授, 博士, 主要研究方向为最优化理论与算法。E-mail: ocsiban@126.com

江苏省教育现代化正处于向更高水平迈进的转折时期,各项教育指标位居全国前列^[1]。江苏省各大高等院校均取得了巨大的建设成就,吸引了大批国内外人才,为江苏省高等教育事业稳步发展提供了必要的条件。目前,江苏高校规模、地域、突出专业、社会效应等方面都具有不同特色,对比不同高校之间的人才发展水平,其效率是最直观的衡量指标。

从高校人才建设现状来看,有的高校缺少科学有效的引智规划;部分高校建校时间较晚,在总体规划与项目执行上不如有经验的老牌高校;有的甚至出现人力资源浪费、规划失当的现象。故而,规划全省的高校人才发展蓝图,各校根据自身的发展制订突出重点、统筹全局、功能明确的高校人才培养规划,并严格实施是当务之急^[2]。

目前学者常用比例分析法、层次分析法、SWOT分析法、数据包络分析和统计回归分析等对企业、高校、城市发展情况进行研究。李蒙等利用因子分析法与BP神经网络评价方法对湖北省高校研究基地智库人才考评体系进行研究^[3],然而统计回归分析对样本的数量、类型、相关性等都有要求^[4];田尧通过SWOT经典管理学分析方法对高校师资队伍建设和管理进行研究^[5],但SWOT分析法中隐含的内外区分的假定过于简化研究对象的特征信息,影响分析结果;比例分析方法只能简单说明变量的比例特征;赵蓉英、张心源对中国高校人才与大学排名进行层次分析^[6],但运用层次分析法需要研究者对研究课题有专业的认识,具有较强的主观性,缺乏客观说服力。这些方法虽然各有优势,但不可避免的是对决策单元(decision making units, DMU)的投入-产出评价研究的局限性。故而,笔者考虑到,数据包络分析(data envelopment analysis, DEA)模型是将主观思路条理化和数学问题模型化相结合的典型评价模型,它与其他评价模型对比有不可忽视的优势:

- 1)适用于输出-输入的效率综合评价问题;
- 2)DEA模型的评价对象不是数据本身,故不必要要求数据无量纲化处理;
- 3)通过决策单元实际数据求得指标最佳权重,减少主观因素影响,强化实验客观性;

4)无需确定每个输入与任意输出之间的表达式。

本文从17所高校目前所拥有的人才资源、科研平台、获奖成果等方面着手,在文献研究的基础上,运用DEA评价模型,对高校人才培养方面的投入-产出规模效率进行评估,提出完善各校人才发展效率规模的建议,以期为江苏省高校建设活动提供参考。

1 评价指标体系的构建

1.1 数据来源与描述

1.1.1 数据来源

本研究从《2017年江苏省高水平大学建设全国百强省属高校申报材料公示》中获取面板数据,筛选江苏大学、江苏科技大学等17所江苏省属大学关于两院院士数、国家教学平台数等25个具体指标的数据。

1.1.2 变量描述

本文应用DEA评价模型研究江苏省属高校人才发展效率,该模型需要选择投入与产出变量,变量的选取会直接影响投入-产出模型的线性规划结果及评价效率的准确性,因此要综合考虑,科学选择。在此先将25个具体指标按照其含义与经验分为20个投入指标 $x_i, i=1, \dots, 20$ 与5个产出指标 $y_j, j=1, \dots, 5$,具体设置如表1所示。

1.1.3 模型介绍

数据包络分析方法是由美国运筹学家Charnes、Cooper和Rhodes于1978年提出的。该方法是研究同类型决策单元的输入-输出规模及其相对效率的非参数方法,其本质是使DMU的输入保持不变,借助于数学的凸分析与线性规划确定生产可能集(production possibility set, PPS)的生产前沿面,PPS的生产前沿面是有效DMU_j所有产出的点集合,即DEA包络面,并通过比较DMU_j偏离DEA包络面的程度来评价其相对有效性^[7-8]。

面对恶性竞争、资金受限等现实问题,部分决策单元难以满足固定规模效益模式(CRS)的锥性条件。对于此类实验,为避免规模收益不变的发生,不妨考虑可变规模收益模式(VRS)下的BCC(Banker, Charnes, Cooper, BCC)模型^[9],该模型允许技术效益(technology efficiency, TE)的计算不受规模效益

表 1 江苏省高校发展水平指标体系

Tab.1 Development level index system of colleges and universities in Jiangsu province

指标	符号表示	指标	符号表示
两院院士	X_1	国际合作平台	X_{14}
“长江学者”特聘教授	X_2	中外合作办学情况	X_{15}
“千人计划”创新千人	X_3	2016年境外教师比例	X_{16}
国家杰出青年基金获得者	X_4	2016年外国留学生比例	X_{17}
“万人计划”杰出人才和领军人才	X_5	境外学习经历学生比例	X_{18}
学科创新团队	X_6	授予学位的留学生	X_{19}
“长江学者”青年学者	X_7	近三年举办国际学术会议	X_{20}
“青年千人计划”入选者	X_8	国家级教学成果获奖情况	Y_1
国家优秀青年基金获得者	X_9	近三年获批国家精品开放课程和规划教材	Y_2
“万人计划”青年拔尖人才	X_{10}	国家科学技术奖	Y_3
国家级教学名师	X_{11}	国家重大代表性科研项目	Y_4
国家级教学平台	X_{12}	近三年获得的教育部高等学校科学研究 优秀成果奖(人文社会科学)	Y_5
国家级科研平台	X_{13}		

(scale efficiency, SE)的影响。VRS下的DEA评价分析是对DEA效率评价方法的CCR(Charnes, Cooper, Rhodes, CCR)模型的线性规划增添凸性假设条件的改进, BCC模型(B)如下:

$$\begin{cases} \min[\theta - \varepsilon(\sum_{j=1}^m s^- + \sum_{j=1}^r s^+)] = \nu_d(\varepsilon) \\ \text{s.t.} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j - s = \theta y_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ \theta \text{无约束}, s^+ \geq 0, s^- \leq 0 \end{cases} \quad (B)$$

可得最优解 $\theta^0, \lambda^0, s^{0+}, s^{0-}$, 则 $(\hat{x}_{j_0}, \hat{y}_{j_0})$ 为DMU $_{j_0}$ 对应的 (x_0, y_0) 在DEA相对有效面上的投影, 它是DEA有效的。

1.2 数据预处理(异常值分析)

在保证指标有效性的基础上, 本研究还需要对各个高校的同类性进行研究, 而异常值分析能够利用各个高校的指标信息在总体信息中的差异性来体现个别高校的特殊性。各高校的极端值情况可从其箱线图(图1)中直观看出。

异常值于各校数据的分布和异常值信息表分别如图2和表2所示。从图2和表2可知, 苏州大学存在5个异常数据, 占该校总体数据20%, 其异常指标为: 近三年获得的教育部高等学校科学研

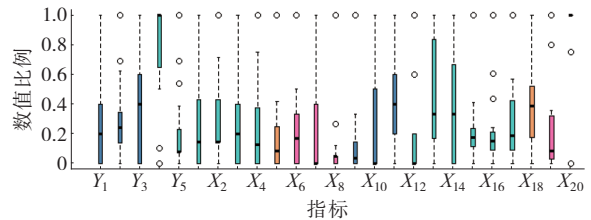


图 1 变量箱线图
Fig.1 Boxplot of variables

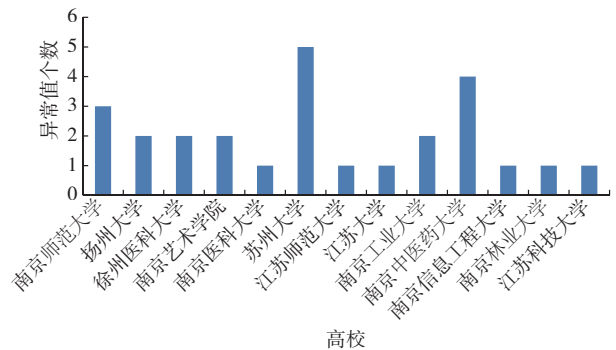


图 2 异常值于高校数据的分布情况
Fig.2 Distribution of outliers in university data

究优秀成果奖(人文社会科学)(Y_5)、国家杰出青年基金获得者(X_4)、“青年千人计划”入选者(X_8)、国家优秀青年基金获得者(X_9)、授予学位的留学生(X_{19})。作为省属一流高校, 苏州大学引智指标远高于其他高校, 可见其对高层次人才具有巨大吸引力, 在人才培养方面具有巨大潜力。南京中医药大学存在4个异常数据: 国家级教学名师(X_{11})、

中外合作办学情况(X_{15})、2016年外国留学生比例(X_{17})、授予学位的留学生(X_{19}),占该校总体数据16%。作为一所医学类院校,南京中医药大学在中医传播方面贡献巨大,它在国际交流方面的指标

远高于其他高校,是中外交流中医文化的先锋高校。为避免上述两所高校在后续建模过程中影响模型有效性,不妨将其剔除,以保证数据的普遍性、代表性、可行性。

表2 异常值信息
Tab.2 Outlier information

指标	类型	高校	值	指标	类型	高校	值
Y_2	最高	南京师范大学	3.167 7	X_{12}	最高	南京中医药大学	1.000 0
		扬州大学	2.217 4			南京师范大学	0.600 0
Y_4	最低	徐州医科大学	0	X_{15}	最高	南京信息工程大学	0.600 0
		南京艺术学院	0.126 4			南京中医药大学	1.000 0
		南京师范大学	4.604 2			南京工业大学	1.000 0
Y_5	最高	南京医科大学	3.187 5	X_{16}	最高	扬州大学	0.608 7
		苏州大学	2.479 2			南京林业大学	0.434 8
X_2	最高	江苏师范大学	3.718 7	X_{17}	最高	南京中医药大学	1.000 0
X_4	最高	苏州大学	4.059 7	X_{19}	最高	南京中医药大学	1.000 0
X_5	最高	江苏大学	6.181 8			苏州大学	0.800 8
X_6	最高	南京工业大学	1.000 0	X_{20}	最低	徐州医科大学	0
		苏州大学	1.000 0			江苏科技大学	0
X_8	最高	南京工业大学	0.268 3			南京艺术学院	0.750 0

1.3 投入指标与产出指标的选择(因子分析)

1.3.1 项目分析

数据包络分析是通过对比决策单元的相对效率来评判研究对象综合效率的评价模型^[10]。高校活动的复杂性、投入-产出规模的多样性,使得在评价指标(尤其是投入指标)数量偏多的情况下,指标体系大多以多层次呈现^[11]。在DMU数量有限的情况下,如果直接应用BCC模型来进行评价会导致DEA模型辨识能力下降,使得大多数DMU被判断为DEA有效的情况发生。为了满足评价的客观性、真实性,同时保证DEA方法的辨识能力,很多学者尝试利用各种方法来精简指标的个数,然后再用相应的DEA模型进行计算。为保证信息完整性且方便建模,基于本文数据的特点,通过对原始数据进行因子分析,提炼出二级指标再进行DEA分析。表3为各校在DEA评价模型中的符号表示。

1.3.2 因子分析(主成分分析方法)

本节通过SPSS19统计分析软件对15所高校的25个指标(20个投入指标与5个产出指标)进

表3 决策单元与高校匹配表

Tab.3 Matching table between DMU and universities

决策单元	高校	决策单元	高校
DMU ₁	常州大学	DMU ₉	南京信息工程大学
DMU ₂	江苏大学	DMU ₁₀	南京医科大学
DMU ₃	江苏科技大学	DMU ₁₁	南京艺术学院
DMU ₄	江苏师范大学	DMU ₁₂	南京邮电大学
DMU ₅	南京财经大学	DMU ₁₃	南通大学
DMU ₆	南京工业大学	DMU ₁₄	徐州医科大学
DMU ₇	南京林业大学	DMU ₁₅	扬州大学
DMU ₈	南京师范大学		

行因子分析,从中提取具有共性的公共因子。因子分析结果中各个公共因子的累积贡献率高达85%以上,能够有效表达原始数据信息,且根据各个公共因子指标的成分矩阵信息可为每个公共因子命名^[12],构成DEA模型中的二级指标,例如:产出公共因子FY的构成为国家级教学成果获奖情况、国家科学技术奖等5个关于获奖成果的指标,不妨将其命名为“成果指数”;投入公共因子FX₁的

系数构成均为(0, 1)间的正数, 对整体投入指标 其他二级指标构成同理可得。二级指标及其表达式如表 4 所示。

表 4 投入-产出指标体系
Tab.4 Input-output index system

二级指标	公共因子	表达式
成果指数	FY	$FY=0.84Y_1+0.90Y_2+0.58Y_3+0.68Y_4+0.84Y_5$
综合水平指数	FX_1	$FX_1=0.68X_1+0.85X_2+0.85X_3+0.89X_4+0.46X_5+0.87X_6+0.03X_7+0.84X_8+0.69X_9+0.35X_{10}+0.83X_{11}+0.39X_{12}+0.60X_{13}+0.47X_{14}+0.59X_{15}+0.68X_{16}+0.11X_{17}+0.50X_{18}+0.28X_{19}+0.56X_{20}$
创新人才指数	FX_2	$FX_2=-0.38X_1-0.02X_2-0.18X_3+0.14X_4-0.04X_5-0.38X_6+0.40X_7-0.26X_8+0.48X_9+0.64X_{10}+0.11X_{11}+0.79X_{12}-0.33X_{13}-0.53X_{14}-0.02X_{15}-0.48X_{16}+0.78X_{17}+0.01X_{18}+0.76X_{19}+0.19X_{20}$
国际交流指数	FX_3	$FX_3=-0.45X_1-0.00X_2-0.02X_3+0.04X_4+0.63X_5+0.63X_6+0.06X_7-0.56X_8+0.03X_9-0.02X_{10}-0.03X_{11}-0.29X_{12}-0.02X_{13}+0.46X_{14}-0.51X_{15}+0.15X_{16}+0.33X_{17}-0.03X_{18}+0.37X_{19}-0.03X_{20}$
社会服务指数	FX_4	$FX_4=0.09X_1-0.41X_2-0.07X_3-0.05X_4-0.02X_5+0.08X_6+0.47X_7-0.05X_8-0.33X_9-0.45X_{10}+0.09X_{11}+0.06X_{12}-0.36X_{13}+0.40X_{14}-0.01X_{15}+0.15X_{16}+0.14X_{17}+0.53X_{18}+0.32X_{19}+0.47X_{20}$
国际引智指数	FX_5	$FX_5=0.04X_1-0.20X_2+0.35X_3+0.00X_4-0.34X_5-0.10X_6+0.30X_7+0.14X_8+0.03X_9-0.41X_{10}+0.11X_{11}-0.02X_{12}+0.38X_{13}-0.08X_{14}+0.05X_{15}-0.19X_{16}+0.33X_{17}-0.49X_{18}+0.20X_{19}-0.10X_{20}$
科学研究指数	FX_6	$FX_6=0.14X_1-0.11X_2-0.01X_3-0.39X_4+0.38X_5-0.17X_6-0.23X_7-0.36X_8-0.10X_9+0.14X_{10}+0.04X_{11}+0.04X_{12}+0.46X_{13}-0.01X_{14}+0.26X_{15}-0.26X_{16}-0.07X_{17}+0.26X_{18}-0.09X_{19}+0.38X_{20}$

2 数据包络分析 (DEA) 模型

2.1 数据无量纲化处理 (极差标准化)

Cooper 等曾指出关于 DEA 模型选择投入、产出指标数量的首要规则, 要求 $n+1 \geq m+s$, 其中 n 为 DMU_j 的数量, m 和 s 分别为投入和产出指标的数量^[12]。由因子分析得出 6 项投入指标与 1 项产出指标, 满足上述对决策模型 DMU_j 的数量要求。此外, 由于原始数据中各项指标的量纲存在较大差异, 且存在负值, 无法进行 DEA 分析。目前常见无量纲化处理方法多样, 有极值化、标准化、均值化等^[13], 本文通过公式

$$\hat{x}_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)} \quad (1)$$

进行极值标准化处理, 其中 x_{ij} 为原始数据, \hat{x}_{ij} 为标准化后新数据, 使所有数据在 (0, 1) 内, 具体实验数据如表 5 所示。

2.2 DEA-BCC 评价模型建立

将江苏省 15 个省属高校视为决策单元, 记为 $DMU_j (j=1, 2, \dots, 15)$ 。有 6 种类型的投入要素和 1 种类型的产出要素, 可用 x_{ij} 表示第 i 种投入中第 j 个 DMU 的投入量 ($i=1, 2, \dots, 6; j=1, 2, \dots,$

15), y_{ij} 表示第 j 个 DMU 的第 t 种产出量 ($t=1; j=1, 2, \dots, 15$), DMU_j 表示第 j 个决策单元。由此可知 DMU_j 的投入和产出向量为

$$X_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{6j}), \quad (2)$$

$$Y_j = (y_{1j}). \quad (3)$$

为避免锥性条件的发生, 增加凸性假设条件

$$\sum_{j=1}^{15} \lambda_j = 1. \quad (4)$$

为更好地评价各个决策单元, 根据 DEA 理论引入 15 个 DMU 的组合权重 $\lambda_j (\lambda_j \geq 0)$, 同时引入参数松弛变量 s^+ 、剩余变量 s^- 和非阿基米德无穷小量 ε , 由此可见其 DEA 效率评价的 BCC 模型^[14] 为

$$\begin{cases} \min[\theta - \varepsilon(\sum_{j=1}^m s^- + \sum_{j=1}^r s^+)] = \nu_d(\varepsilon) \\ \text{s.t.} \sum_{j=1}^{15} \lambda_j x_j - s = \theta y_0 \\ \sum_{j=1}^{15} \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0, j=1, 2, \dots, 15 \\ s^+ \geq 0, s^- \leq 0 \end{cases} \quad (B^*)$$

利用线性规划的最优解判定 DMU_j 的 DEA 有效性, 易知其有效性是相对于其他所有的决策单元而言的, 即最后能够得出每一所高校与其他高

校的人才发展水平效率对比分析, 但非绝对评价。

所示。

利用上述模型(B*), 建立15所高校的BCC模型, 通过DEAP2.1软件求得各决策单元效率表、投入产出松弛变量和剩余变量取值表, 如表6和表7

从表6可以看出: 在15所高校中8所高校综合效率指数为1, 即其发展规模相对有效, 占总体53.33%; 大于0.8而小于1为近似有效, 其中1所高

表5 DEA模型指标体系
Tab.5 DEA model index system

项目 (DMU _j)	成果指数 (FY)	综合水平 指数(FX ₁)	创新人才 指数(FX ₂)	国际交流 指数(FX ₃)	社会服务 指数(FX ₄)	国际引智 指数(FX ₅)	科学研究 指数(FX ₆)
DMU ₁	0.193 7	0.349 4	0.527 5	0	0.208 1	0.406 6	0.733 4
DMU ₂	0.431 8	0.437 7	0.495 2	1.000 0	0.417 2	1.000 0	1.000 0
DMU ₃	0.132 9	0.073 6	0.352 7	0.380 1	0	0.525 9	0.307 0
DMU ₄	0.277 4	0.251 2	0.370 9	0.237 1	0.219 6	0.560 9	0.997 7
DMU ₅	0.106 6	0.122 1	0.366 4	0.513 4	0.554 3	0.324 3	0.763 0
DMU ₆	0.399 6	1.000 0	0	0.449 7	0.240 3	0.526 3	0.159 7
DMU ₇	0.382 3	0.408 5	0.233 2	0.586 4	1.000 0	0	0.727 1
DMU ₈	1.000 0	0.590 7	1.000 0	0.625 6	0.038 4	0.087 2	0.696 4
DMU ₉	0.294 8	0.617 4	0.731 3	0.146 5	0.920 2	0.818 2	0.472 9
DMU ₁₀	0.476 8	0.513 6	0.760 4	0.524 3	0.293 8	0.470 7	0
DMU ₁₁	0.063 0	0.081 7	0.384 0	0.543 7	0.511 4	0.426 9	0.452 7
DMU ₁₂	0.277 2	0.625 0	0.380 8	0.135 7	0.133 7	0.414 4	0.956 4
DMU ₁₃	0.048 1	0.167 2	0.587 5	0.150 5	0.904 2	0.639 9	0.379 7
DMU ₁₄	0	0	0.384 9	0.473 6	0.004 5	0.493 8	0.172 9
DMU ₁₅	0.6040	0.3504	0.495 2	0.558 0	0.737 5	0.322 0	0.247 1

表6 决策单元效率表
Tab.6 Efficiency table of DMU

决策单元	综合效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬	参考集合
DMU ₁	1.000	1.000	1.000	-	1
DMU ₃	1.000	1.000	1.000	-	3
DMU ₆	1.000	1.000	1.000	-	6
DMU ₇	1.000	1.000	1.000	-	7
DMU ₈	1.000	1.000	1.000	-	8
DMU ₁₀	1.000	1.000	1.000	-	10
DMU ₁₂	1.000	1.000	1.000	-	12
DMU ₁₅	1.000	1.000	1.000	-	15
DMU ₉	0.933	1.000	0.933	irs	9
DMU ₄	0.739	1.000	0.739	irs	4
DMU ₂	0.723	0.826	0.876	irs	15,3,6,8
DMU ₅	0.500	1.000	0.500	irs	5
DMU ₁₁	0.433	0.986	0.439	irs	7,5,14
DMU ₁₃	0.189	1.000	0.189	irs	13
DMU ₁₄	0	1.000	0	irs	14
均值	0.768	0.987	0.778	irs	-

注: 综合效率=纯技术效率×规模效率;“-”表示规模收益不变;irs表示规模收益递增;参考集合指同类高校参考。

校发展规模近似有效; 剩余 6 所高校的综合效率小于 0.8, 则其发展规模无效。总体决策单元的综合效率指数均值为 0.768, 超过半数高校发展规模有效, 表明江苏省省属高校发展规模效率近似有效。

若决策单元投入指标的松弛变量与剩余变量值为 0, 则说明该校在人才发展各方面的投入得到充分利用。从表 7 可以看出, 在各个决策单元中, 投入指标松弛变量为 0 的有 13 个单元(南京师范大学、南京信息工程大学等), 则这些单元都是 DEA 有效, 在资源投入与消耗基本持平的情况下实现了效率最大化, 达到投入的帕累托最优。同理, 有 2 个决策单元(江苏大学、南京艺术学院)的投入指标松弛变量不为 0, 则说明投入要素没有充分发挥, 针对这些非 DEA 有效的决策单元, 利用松弛变量对其投入指标恰当调整可得到合理预期下的有效目标值。此时, 需要进一步对未利用的投入要素开发, 从原因的多重性和指标的结构性入手, 针对不同高校实行重点引导。

表 7 决策单元投入-产出松弛变量取值表

Tab.7 Input-output relaxation variable value table of DMU

单元	s_1^-	s_2^-	s_3^-	s_4^-	s_5^-	s_6^-	s_1^+
DMU ₁	0	0	0	0	0	0	0
DMU ₂	0	0	0.343	0	0.417	0.536	0
DMU ₃	0	0	0	0	0	0	0
DMU ₄	0	0	0	0	0	0	0
DMU ₅	0	0	0	0	0	0	0
DMU ₆	0	0	0	0	0	0	0
DMU ₇	0	0	0	0	0	0	0
DMU ₈	0	0	0	0	0	0	0
DMU ₉	0	0	0	0	0	0	0
DMU ₁₀	0	0	0	0	0	0	0
DMU ₁₁	0	0.013	0.038	0.206	0	0	0
DMU ₁₂	0	0	0	0	0	0	0
DMU ₁₃	0	0	0	0	0	0	0
DMU ₁₄	0	0	0	0	0	0	0
DMU ₁₅	0	0	0	0	0	0	0
均值	0	0.001	0.025	0.014	0.028	0.036	0.001

2.3 投影分析

南京信息工程大学、江苏师范大学等 8 所高校均为 DEA 有效, 即在投入要素一定的情况下已得到最大可能产出, 高校的各方面投入均物尽其

用, 所以其技术效率最佳; 江苏大学、南京艺术学院为非 DEA 有效, 则其投入产出规模不是技术效率最佳。从非 DEA 有效性的理论视角出发, 由投影分析理论可知, 设 $s_r^{+0}, s_i^{-0}, \theta^0, \lambda^0$ 是相应 DMU_j 的 BCC 模型(B)的最优解, 则 $(\hat{x}_{i_0}, \hat{y}_{r_0})$ 为 DMU_j 对应的 (x_0, y_0) 在 DEA 的包络面上的投影, 故它是 DEA 有效的。但对非 DEA 有效的决策单元, 若将其投影到 DEA 包络面上, 即对非 DEA 有效的决策单元提出可行的调整投入产出规模的方案, 则可实现有效目标值。

令:

$$\hat{X}_0 = \theta_0 X_0 - s_0^- = \sum_{j=1}^n \lambda_j^0 X_j, \quad (5)$$

$$\hat{Y}_0 = Y_0 + s_0^+ = \sum_{j=1}^n \lambda_j^0 Y_j. \quad (6)$$

根据各决策单元松弛变量取值(表 7)及原始数据进行“投影”, 投影分析结果如表 8 所示。

投影理论下有效目标值的求解为高校发展提供理论支持, 各高校可根据有效目标值对自身发展优势与劣势的把握制订针对性措施, 避免资源投入浪费或不足来确保资源利用的高效率。

表 8 投影下的有效目标值表

Tab.8 Table of valid target values under projection

单元	\hat{F}_{X_1}	\hat{F}_{X_2}	\hat{F}_{X_3}	\hat{F}_{X_4}	\hat{F}_{X_5}	\hat{F}_{X_6}	\hat{F}_Y
DMU ₁	0.349	0.528	0	0.208	0.407	0.733	0.194
DMU ₂	0.361	0.409	0.482	0.344	0.409	0.290	0.432
DMU ₃	0.074	0.353	0.38	0	0.526	0.307	0.133
DMU ₄	0.251	0.371	0.237	0.220	0.561	0.998	0.277
DMU ₅	0.122	0.366	0.513	0.554	0.324	0.763	0.107
DMU ₆	1.000	0	0.450	0.240	0.526	0.16	0.400
DMU ₇	0.409	0.233	0.586	1.000	0	0.727	0.382
DMU ₈	0.591	1.000	0.626	0.038	0.087	0.696	1.000
DMU ₉	0.617	0.731	0.146	0.920	0.818	0.473	0.295
DMU ₁₀	0.514	0.760	0.524	0.294	0.471	0	0.477
DMU ₁₁	0.081	0.365	0.498	0.298	0.421	0.446	0.072
DMU ₁₂	0.625	0.381	0.136	0.134	0.414	0.956	0.277
DMU ₁₃	0.167	0.588	0.151	0.904	0.640	0.380	0.048
DMU ₁₄	0	0.385	0.474	0.005	0.556	0.173	0
DMU ₁₅	0.350	0.495	0.558	0.738	0.322	0.247	0.604

3 总结

3.1 结果与分析

运用 DEA 模型对江苏省属高校发展情况进行

评价,通过以上实证分析,现总结如下:

第一,决策单元综合效率排名与2017年武书连中国高校师资力量与综合实力排名对比结果如

表9所示。由表9可见,各个大学排名相对稳定,可见本文DEA评价模型符合客观现实评价,对各校人才发展具有一定的参考意义。

表9 江苏省15所省属高校评价结果

Tab.9 Evaluation results of 15 provincial universities in Jiangsu Province

排名	DEA 综合效率排名	武书连高校师资力量排名	武书连高校综合实力排名
1	南京师范大学	南京师范大学	江苏大学
2	南京工业大学	江苏大学	南京师范大学
3	扬州大学	南京医科大学	扬州大学
4	南京邮电大学	南京工业大学	南京工业大学
5	南京医科大学	南京邮电大学	南京信息工程大学
6	南京林业大学	南京信息工程大学	南京邮电大学
7	江苏科技大学	扬州大学	南京医科大学
8	常州大学	常州大学	南通大学
9	南京信息工程大学	南京艺术学院	江苏师范大学
10	江苏师范大学	南京林业大学	南京林业大学
11	江苏大学	江苏师范大学	常州大学
12	南京财经大学	南京财经大学	南京财经大学
13	南京艺术学院	南通大学	江苏科技大学
14	南通大学	江苏科技大学	南京艺术学院
15	徐州医科大学	徐州医科大学	徐州医科大学

注:武书连中国大学排名是由中国管理科学研究院《中国大学评价》课题组组长武书连发起,包括专业实力、师资力量、生源质量、综合实力等分项排名。本文采用2017年武书连师资力量与综合实力排名,体现高校人才发展水平。

在三类排名中名列第一的分别为南京师范大学与江苏大学,但江苏大学的人才发展综合效率落后于大部分省属高校;而徐州医科大学在三类排名中始终为最后一名。上述院校类型不同,发展特点各异,将其发展规模模块化分析能够直观体现发展缺陷,有助于决策者及时补救。

以南京师范大学与徐州医科大学为例说明。南京师范大学作为本文研究的15所省属高校中唯一的一所“211工程”建设高校,始终在众多省属高校中起着带头作用。通过长期积累和建设,目前南京师范大学的人才培养与引进水平进入全国百强行列,人才培养质量逐步提高,创新团队建设成效显著,科研综合实力大幅提升,服务地方能力不断提高,国际交流合作日益密切。

对比之下,徐州医科大学除了在突出学科麻醉学领域培养了一名高层次人才,在师资人才、创新团队、学生科研成果、国际交流合作等方面成果寥寥。在本次DEA评价模型中,徐州医科大学

的人才发展规模效率为0,即其人才发展结构的优化对人才建设的作用不够理想。回顾徐州医科大学的成果指数与综合水平指数均为0,社会服务指数为0.0045,创新人才指数、国际交流指数、国际引智指数与科学研究指数均在0.5以下。各方面水平不足导致徐州医科大学在高校竞争中处于弱势,发展受阻。就其社会服务方面,不妨突出其在麻醉、肿瘤领域的优势,均衡其他学科稳健发展,积极吸纳社会各界资源与力量,开发实验室,建设大学科技园,与社会企业合作推动医疗事业发展,服务大众。

第二,南京工业大学、南京信息工程大学等13所高校为DEA有效,其经济含义表示上述高校近年对高校人才发展所实施的举措技术有效,各类人才培养与引进、科研、教学资源得到充分利用,取得了期望的最大输出效果;不存在弱DEA有效的决策单元,可见绝大部分高校近年的发展趋于稳定。以南京信息工程大学(以下简称“南信大”)

为例,近年来,作为“中国气象人才摇篮”,南信大对其大气科学、地球科学等优势学科重点扶持;建设具有国际先进水平的人才培养基地;积极引进国内外优秀高层次人才,丰富师资力量;深化政产学研合作,引领气象业务发展,聚焦信息技术、卫星通信等江苏省“十三五”战略新兴产业,提供人才、智力和技术支撑;积极与多家高校联合办学,推进学校综合办学水平的进一步提升。正是南信大在各个方面合理有效地投入资源,才使得学校人才建设水平明显提高,质量不断提升,创新团队引育逐步优化,科学研究实力不断增强,社会服

务特色持续凸显,国际交流合作逐步推进,在众多江苏省省属高校中脱颖而出。

第三,对于非DEA有效的南京艺术学院(DMU₂)与江苏大学(DMU₁₁)而言,其发展活动既非技术有效,也非规模有效,近年对于高校品牌建设所实施的举措与普通高校发展规律不完全一致,存在投入冗余或不足,使得其发展水平并没有达到预期结果,不妨对相应投入进行调整和改进以适应激烈的高校竞争环境。不同高校所存在的问题各不相同,需要对其发展规模进行调整的方式也各有差异。部分决策单元的投入与产出差如表10所示。

表10 部分决策单元的投入与产出差

Tab.10 The difference between input and output of some DMU

项目 (DMU _j)	成果指数 (FY)	综合水平 指数(FX ₁)	创新人才 指数(FX ₂)	国际交流 指数(FX ₃)	社会服务 指数(FX ₄)	国际引智 指数(FX ₅)	科学研究 指数(FX ₆)
DMU ₂	-0.076 7	-0.086 2	-0.518 0	-0.073 2	-0.591 0	-0.710 0	0.000 2
DMU ₃	0.000 4	0.000 3	-0.000 1	0	0.000 1	0	0.000 1
DMU ₇	0.000 5	-0.000 2	-0.000 4	0	0	-0.000 1	-0.000 3
DMU ₁₁	-0.000 7	-0.019 0	-0.045 7	-0.213 4	-0.005 9	-0.006 7	0.009 0
DMU ₁₅	-0.000 4	-0.000 2	0	0.000 5	0	-0.000 1	0

以南京艺术学院(以下简称“南艺”)为例,从其松弛因子的数值上可以明显看出 $s_1^- = s_5^- = s_6^- = 0$,即南艺在国际引智与专业研究方面的资源投入-产出规模尚佳,不存在资源冗余或不足现象。但在创新人才培养与引进、社会服务和国际交流合作方面,南艺的发展效率低于15所省属高校的平均水平,究其原因不乏资源分配不均,甚至在发展过程中出现单边效应,部分资源没有充分发挥,各要素之间缺乏耦合,对高校整体发展有延迟劣势,造成资源利用效率较低。所以,面对这种情况,该校管理层不妨借鉴同类高校中的江苏科技大学(DMU₃)、南京林业大学(DMU₇)和扬州大学(DMU₁₅)的发展模式,依据本校发展特色,充分发挥各要素之间的关联度,挖掘剩余资源的利用效率,强化溢出效应,发挥关联优势,明确资源投入方向,注重各校之间的竞争趋势,促进高校发展资源有效性的提高,实现高校发展水平的提升。

第四,南通大学、南京信息工程大学、江苏大学的2017年武书连高校师资力量排名与综合实力排名均在DEA综合效率排名之上,现以南通大学

为例,对三类排名差异进行分析。南通大学综合效率为0.189,纯技术效率为1,规模效率为0.189,可见综合效率较低的主导因素是部分资源配置不够合理,且其规模收益呈现递增状态,建议南通大学适当增加投入,扩大其人才发展规模。对此,结合表5中体现的信息,南通大学在各方面投入由多到少依次为社会服务、国际引智、创新人才、科学研究、国际交流,故建议南通大学在未来对国际交流与科学研究领域更多地投入人才发展资源,例如加强与国际领先高校在交通等相关学科专业的科研项目研究,积极主办与优势学科相关的国际研究会议等,以提升其成果指数以及在15所高校中的排名。

第五,从社会新闻、文献研究中可以看出,普通高校对于自身建设的投入基本上处于投入不足、利用不足的状态,所以对人才培养与引进政策的改革将有助于获取更多投入资源,在强化高校自身特色的同时兼顾科研、教学、社会服务、国际交流等方面的均衡发展,不断推动人才规模符合高校人才发展水平所需。为此,本文就江苏省属17所高校的人才发展情况提出以下建议:

1)适当增加人才培养与引进项目的投入,对科研项目、人才引智等方面提供恰当的政策、资金与技术支持。

2)因“校”制宜:结合高校自身特色专业,培养一流人才,争创顶尖人才。

3)调整人才发展结构,减少资源浪费,严格把控人才引进“门槛”,避免“人才泡沫”。

4)成立本校人才发展研究小组,建立本校人才建设框架,为提高本校综合实力所需的人才资源提供有效理论保障。

3.2 展望

武书连中国大学排名是根据公开数据,对科学研究因子,如SCI论文及引用、发明专利等,对人才培养因子,如规划教材、教学成果奖等等来计算权重因子得分,并以此做出不同类型的排名^[15]。武书连排名的指标体系相对稳定、权重和指标赋值分配明确^[16],但缺乏对于高校人才发展效率的评估,高校人才发展效率是高校在一定时期内的成果体现,对其后期的发展态势有一定的参考意义。而中国大学排名是一次综合性、社会性的考量,对参与排名的高校在后期招生、引智等方面都有巨大影响。所以,本文建议《武书连中国大学排名》考虑高校人才发展效率因素,挖掘具有发展潜力的中国大学。

参考文献:

- [1] 蒋廷玉. 大力立德树人, 支撑高质量发展: 访省教育厅厅长葛道凯[N]. 新华日报, 2018-05-10(1).
- [2] 钟华, 韩琨. “从引进开始”的人才发展问题[N]. 中国科学报, 2016-01-28(7).
- [3] 李蒙, 余宏亮, 龚雨洁. 高校智库人才考核评价体系及人才建设策略[J]. 黑龙江高教研究, 2018, 36(3): 42-45.
- [4] 余园园. 基于学生满意度的独立学院声誉测评研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2007.
- [5] 田尧. 高校师资队伍建设与管理研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2017.
- [6] 赵蓉英, 张心源. “双一流”建设背景下中国高校人才与大学排名相关性分析: 基于RCCSE2017年中国大学及学科专业评价报告[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2018, 24(3): 117-127.
- [7] 余澄. 基于数据包络分析的我国教育部直属高校科研效率评价研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2012.
- [8] CHARNES A, COOPER W W, SEIFORD L, et al. Invariant multiplicative efficiency and piecewise Cobb-Douglas envelopments[J]. Operations Research Letters, 1983, 2(3): 101-103.
- [9] BANKER R D, CHARNES A, COOPER W W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis[J]. Management Science, 1984, 30(9): 1078-1092.
- [10] 童康. DEA模型在高等学校内部院系效益评估中的运用[J]. 大学研究与评价, 2007(4): 32-38.
- [11] 孟激, 张大群, 刘文斌. 多层次结构DEA模型及其应用[J]. 中国管理科学, 2008, 16(4): 148-154.
- [12] 何晓群. 多元统计分析[M]. 4版. 北京: 中国人民大学出版社, 2015: 142-147.
- [13] 王晓云, 魏琦, 胡贤辉. 我国城市绿色经济效率综合测度及时空分异: 基于DEA-BCC和Malmquist模型[J]. 生态经济, 2016, 32(3): 40-45.
- [14] 马立杰, 崔玉泉, 何志红. 一种评价决策单元DEA有效性的新方法[J]. 山东大学学报(理学版), 2005, 40(6): 57-61.
- [15] 张小欣. 武书连大学排行榜是怎样诞生的: 中国大学第三方科学评价体系的拓荒牛[J]. 管理观察, 2016(36): 8-11.
- [16] 王雪燕. 中国大学综合实力排行榜的实证分析与建议: 基于高等教育机构排名柏林原则的视角[J]. 情报杂志, 2019, 38(3): 75-79.

(责任编辑: 张燕)