

综合型一流大学建设高校科研绩效评价研究

——基于 DEA-Malmquist 模型

任慧颖

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2022年3月10日; 录用日期: 2022年4月12日; 发布日期: 2022年4月19日

摘要

一流建设院校作为发展教育领域的重大国家战略, 重点在于增强高等学校综合实力。以一流建设高校中的综合型院校为重点研究对象, 收集并整理各高校科研投资和产出的数据, 通过DEA-BCC模型测算科研的静态效果, 并运用投影分析高校科研产出的不足情况。此外, 利用DEA-Malmquist指数对2013年至2017的综合型院校的科研动态绩效进行统计分析并观察其科研绩效趋势。研究结果表明: 院校之间科研绩效存在差异明显、使用效率不高的问题。在此基础上, 对一流建设院校中的综合型高校, 给出科研工作改进措施。

关键词

一流大学建设, 综合型院校, 数据包络分析, 科研绩效

Research on the Performance Evaluation of Scientific Research in the Construction of Comprehensive First-Class Universities

—Based on DEA-Malmquist Model

Huiying Ren

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Mar. 10th, 2022; accepted: Apr. 12th, 2022; published: Apr. 19th, 2022

Abstract

As a major national strategy for the development of education, the first-class construction of colleges and universities focuses on enhancing the comprehensive strength of colleges and universities. Focusing on the comprehensive colleges and universities in the first-class construction universities as the key research objects, collect and organize the data of scientific research investment and output of various colleges and universities, calculate the static effect of scientific research through the DEA-BCC model, and use projection to analyze the shortage of scientific research output in colleges and universities. In addition, the DEA-Malmquist index was used to statistically analyze the dynamic performance of scientific research of comprehensive universities from 2013 to 2017 and observe the trend of their scientific research performance. The research results show that there are obvious differences in scientific research performance among institutions and low utilization efficiency. On this basis, for the comprehensive colleges and universities in the first-class construction colleges and universities, the improvement measures for scientific research work are given.

Keywords

First-Class University Construction, Comprehensive Colleges, DEA, Scientific Research Performance

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

建立社会主义创新型国家、实行创新驱动发展是当前国家的重大战略部署，而高等学校又是科学技术创造的关键主体，高等教育科研活动对技术进步、经济建设和社会发展都有着巨大的促进意义。因此，我国将继续制定政策措施不断推动高教事业发展和高水平高校建设[1]。为提升国家科研实力，国家提出“双一流”建设目标，同时对一流建设高校投入大量科研资源。一流建设高校在政策支持下获得了优越的科研资源条件，但资源在不同类型高校中是否得到均衡配置，以往研究多数集中于教育部直属高校或一流建设高校中选取部分高校[2]进行研究，缺乏对综合型一流建设院校的科研投入与产出情况分析，导致综合型院校的科研效率仍未可知。因此，研究收集了 2014~2018 年的一流建设高校综合型院校科研数据，即 2013~2017 年高校的科研产出情况，并采用超效率 DEA-Malmquist 模型，分析一流建设高校中 33 所综合型院校的科研效率。

2. 文献综述

目前，各地区高校的科研工作取得了一定的成绩。翁状怡(2017)采用了随记前沿分析方法，评价了我国高等院校科研成果。研究表明，在教学和社会服务效益方面，我国 10 年间的科研绩效基本在前沿值周围上下波动，与东部和中部地区的大学相比，西部大学在科研方面的表现较好[3]。马玲玲(2018)运用 Malmquist 指数模型，对部分 985 工程高校科研效率进行了动态测算，并就外部审计、激励机制等方面提出了对策建议[4]。刘长清等学者(2019)通过统计资料和大学研究报告，运用 DEA 分析了黑龙江省高校科研投入与产出情况，认为黑龙江省各高校科研发展不平衡，需要解决配置的科学性[5]。张家峰等学者

(2020)基于 DEA-Malmquist-Tobit 模型,通过对长三角高校科研绩效水平的分析,探讨了影响长三角高校科研创新水平的因素。数据显示,长三角高校科研创新绩效水平较低,全要素生产率呈下降趋势,需要从高校管理方面对资源有效配置[6]。廖帅等学者(2021)基于分类 DEA 模型,从全国 31 所地方高校的数据来看,我国不同区域的资源投入差距较大,科研绩效有待提高[7]。杨敏等学者(2022)基于资源共享与子系统交互的两阶段 DEA 评价方法,对我国 40 所“一流大学”科研系统绩效进行评价,根据现状提出针对性的建议[8]。

综上所述,现有关于高校的科研绩效评价研究以数据包络分析方法为主,但多数学者只是从静态角度分析高校的科研绩效情况,而从科研绩效动态维度的研究数量较少。Engert [9]从统计应用的角度出发,提出了衡量教育投入与产出效率的三种方法:比率分析法、回归分析法和数据包络分析法。其中,数据包络分析(DEA)方法是通过可观察以及收集到的多投入、产出数量来建立一个相对最有效率的生产前沿,用以评估产业整体的生产效率。高校的科学研究属于多投入、多产出的活动,而绩效在管理学的定义中表示为效率和效果。因此,高等教育的科研绩效是一种投入与产出的效率衡量。基于此,研究选择我国一流大学建设高校中的综合型院校(由于师范类高校与理工科类高校非单一学科办学的性质,因此列为综合性院校)作为研究对象,采用 DEA-Malmquist 模型方法,从动态维度分析一流建设高校中综合型院校的科研绩效水平。

3. 研究设计

3.1. 绩效评价模型构建

数据包络分析法(DEA)是由运筹学家 Charnes 等人开发的[10][11],用于测度效率水平。DEA 方法是通过投入—产出数据分析效率水平,以综合效率、纯技术效率、生产规模效率以及产量呈现的数据,再通过产量规模报酬变化分析效率水平提高、不变和下降的趋势,DEA 在综合效益中为 1 则有效。DEA 中的 BCC 模型主要是为了反映高等教育的投资—生产效益,即高等教育科研水平。所以,在 DEA 中的 BCC 模式主要是:假设高校数量为 s ,每个高校有 m 种类型科研投入和 n 种类型科研产出,即 DMU。 X 表示投入, Y 表示产出。即:

$$\begin{aligned} X_j &= (X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{mj})^t \\ Y_j &= (Y_{1j}, Y_{2j}, \dots, Y_{nj})^t \\ Z &= \min \left[\theta - \varepsilon \left(\sum_{j=1}^m s_j^- + \sum_{j=1}^n s_j^+ \right) \right] \\ \sum_{j=1}^k x_j \lambda_j + s^- &= \theta x_0 \\ \sum_{j=1}^k y_j \lambda_j + s^+ &= y_0 \\ \sum_{j=1}^k \lambda_j &= 1, j = 1, 2, \dots, k \\ \theta \in \forall, s^+ \geq 0, s^- \geq 0, \lambda_j &\geq 0 \end{aligned}$$

其中, θ 表示总体效率评价值; A 表示决策单元的参变量; x 是科研投入, Y 表示科研产出, s^+ , s^- 表示为组织投入和组织产出的松弛变量。当 $\theta = 1$ 时, DEA 被认为是弱有效;当 $\theta < 1$ 时, DEA 是无效的;只有当 $\theta = 1$ 、 $s^+ = 0$ 与 $s^- = 0$ 时, DEA 才被认为是有效的。此外,数据分析可以用来推导冗余量和产出变量,以促进有效的非 DEA 改进,进而为提升投入产出绩效提供明确的方向。

Malmquist 指数是对生产力的长期衡量,通过效率和技术变革情况衡量动态的投入产出效率。 T 、 O

分别表示时期、输出的距离函数, 技术效率由 t 变为 $t + 1$, 该时期的产出距离数为 D_0^t , x 和 y 则代表高校科研投入量和产出量。最终计算数值大于 1, 则表示组织的综合效率, 即绩效呈上升趋势。高校科研投入与产出之间存在着一定的相关性, 但并不是线性的。基于规模报酬的投入型全要素生产率(TFP)计算如下:

$$\begin{aligned}
 & M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) \\
 &= \left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \times \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\
 &= \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \times \left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\
 &= \text{EFFCH} \times \text{TECH} \\
 &= \text{PEFFCH} \times \text{SEFFCH} \times \text{TECH}
 \end{aligned}$$

3.2. 评价指标体系构建与数据来源

高校科研绩效评价体系主要分为两部分: 高校研发人员科技经费、内部支出与创新产出。在产出部分, 综合考虑高校科研活动的经济效益和社会效益, 从学术研究和服务社会的角度, 选择课题、专著(部)、学术论文、合同、国家成果授奖数、技术转让年度实际收入等总量[12][13], 见表 1。

Table 1. Scientific research performance evaluation index system of first-class construction universities

表 1. 一流建设高校科研绩效评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
科研投入	科研绩效人员投入	教学与科研人员(高级职称)(X1)
		高校研究与发展人员(全职当量人员)(X2)
	科研绩效经费投入	科技经费(当年内部支出)(X3)
科研产出	科研成果产出	课题总数(Y1)
		专著(部)(Y2)
		发表学术论文数量(Y3)
	科研成果转化	签订合同数(Y4)
		国家成果授奖数(Y5)
		技术转让当年实际收入(Y6)

以上数据来源于教育部科学技术与信息化司 2014~2018 年的《高等学校科技统计汇编》[14], 被调查者选择 33 所一流建设大学综合型院校, 通过收集并整理出所列出的三级指标数据。由于 2018 年统计数据为 2017 年高校科研成果, 因此研究是针对 2013~2017 年一流建设高校综合型院校的科研绩效评价。

4. 一流大学建设高校综合型院校科研绩效静态分析

4.1. 基于 DEA-BCC 模型一流建设高校综合型院校科研绩效静态化评价研究

本研究利用 2018 年面板数据, 运用了 Coeill [15]小组自主开发的数据分析计算软件 DEAP2.1, 采用投入导向(Input-Oriented)规模报酬可变的模型对 2017 年的一流建设高校中综合型院校科研效率值进行了

分析测算,采用基于 Input-Oriented 的综合比,选择 BCC 模型,全面而准确地从行业的整体纯技术效率架构体系来分析。若综合效率计算为 1,则研究样本的决策单元处于 DEA 有效阶段;若计算结果小于 1,则研究样本的决策单元处于非 DEA 有效阶段。整理结果见表 2:

Table 2. Research input-output efficiency of comprehensive colleges and universities with first-class construction in 2017
表 2. 2017 年一流建设高校综合型院校科研投入产出效率

序号	高校名称	crste	vrste	scale	生产报酬变化
1	北京大学	0.813	1	0.813	drs
2	中国人民大学	1	1	1	—
3	清华大学	1	1	1	—
4	北京航空航天大学	1	1	1	—
5	北京理工大学	1	1	1	—
6	北京师范大学	1	1	1	—
7	南开大学	1	1	1	—
8	天津大学	0.707	0.716	0.988	drs
9	大连理工大学	0.988	0.998	1	—
10	吉林大学	0.545	0.566	0.962	drs
11	哈尔滨工业大学	1	1	1	—
12	复旦大学	0.765	0.981	0.779	drs
13	同济大学	0.678	0.682	0.994	drs
14	上海交通大学	0.859	1	0.859	drs
15	华东师范大学	0.751	0.768	0.978	irs
16	南京大学	0.839	0.842	0.997	irs
17	东南大学	1	1	1	—
18	浙江大学	0.807	1	0.807	drs
19	中国科学技术大学	0.537	0.551	0.974	irs
20	厦门大学	0.669	0.685	0.976	drs
21	山东大学	0.917	1	0.917	drs
22	中国海洋大学	0.734	0.753	0.975	irs
23	武汉大学	1	1	1	—
24	华中科技大学	1	1	1	—
25	中南大学	1	1	1	—
26	中山大学	0.716	1	0.716	drs
27	华南理工大学	1	1	1	—
28	四川大学	1	1	1	—
29	电子科技大学	0.855	0.856	0.998	irs
30	重庆大学	1	1	1	—
31	西安交通大学	1	1	1	—
32	西北工业大学	1	1	1	—
33	兰州大学	1	1	1	—
	平均值	0.885	0.921	0.962	

4.1.1. 综合技术效率

综合技术效率(TE)是衡量决策单元的尺度,以确定投入要素指标是否得到最有效的利用,即产出结果是否达到有效生产值的前沿。综合技术效率的数值范围为 0 至 1,数值越大,效率越高。综合技术效率值可以衡量和评价高校科研资源配置水平和相关资源的综合利用水平,进而确定科研资源的最低投资成本。通过计算综合技术效率的结果来衡量投入导向,分析高校投入科研的资源比例是否合理。

根据一流建设综合型院校综合技术效率分析,2017 年 33 所一流建设高校的平均投入产出综合效率为 0.885,表明研究所遴选的综合型“双一流”建设高校在综合技术效率方面具有较高的整体绩效,国家重点建设政策为高校提供了优质的资源和技术。其中,综合效率值为 1 的 17 所高校达到了有效产值的前沿,反映出高校科研资源的利用和规模处于生产的前沿,科研投入资源得到充分合理的利用,科研成本投入与产出之间达到了相对最优的状态。然而,有 4 所高校的 TE 值小于 0.7,这些高校的科技资源使用效率相对较低,从这两个方面分析,综合型“双一流”建设高校在科研方面存在较大差距。

4.1.2. 纯技术效率

PET 分析了投入纯技术效率是否处于生产的最前沿,突出了科研管理水平和科学技术水平。高校的科研投入效率与投入要素的使用情况密切相关,高校科研投入的效率评价方法有助于促进高校的科研活动更好地发展。纯技术效率的价值范围为 0~1,取值越高,表明大学科研投入的纯技术效率就越高,即大学能够通过最小的投入实现科研资源的最大产出,即大学科研具有较高内部管理和技术水平。

根据对 33 所综合型一流建设高校的投入产出效率值的测算和分析,33 所综合型一流建设大学平均纯技术效率为 0.921,总体较高,但也反映出当前综合型一流建设高校之间纯技术效率差距较大,大部分高校科研工作不合理。数据表明,部分高校的纯技术效率平均值处于递减趋势,说明当前的科研投入与技术效率低下的主要原因是由于技术创新资源投入不足、管理水平低造成的。样本中大多数高校的纯技术效率比规模效率低,这意味着这些高校在科研机制的运行能力和管理水平方面还有很大的改革和提高空间。

4.1.3. 规模效率

规模效率是分析决策单元规模因素对综合技术效率的影响,判断高校科研资源投入是否最优。根据对 33 所综合型一流建设高校在 2017 年投入产出效益的均值分析,28 所大学的综合效率均值为 0.962;从效率细分的角度来看,在 33 所高校中,有中国人民大学等 11 所高校的规模效率保持不变,这表明纯技术效率和规模效率在同类高校中处于最佳状态。如北京大学等出现倒退的大学有 10 所,这些大学可能存在对科学研究的过度投资。其中,中国科技大学等 8 所高校的规模效率处于递减趋势,说明此类高校应重视提高科研投入水平,增加科研投入强度。以华东师范大学为代表的五所高校规模效率不断提升,表明此类高校要适度增加科研投入。

4.2. 非 DEA 有效高校科研绩效投影分析

如表 3 所示,根据非 DEA 有效下的高校科研绩效投影情况可知,高校科研存在科研人员投入过剩、科研经费超支的问题,技术转让当年实际收入不够和科技成果获奖数过少造成了以上 11 所综合型一流建设高校科研效率非 DEA 有效。研究介绍了高校非 DEA 的效率,探讨了高校科研投入和产出过程中的松弛变量,其中 X 表示投入的冗余量,Y 表示产出的不足水平。非 DEA 有效的高校若想实现科研的最优配置,应该相对减少科研要素的投入量,或提高科研成果产出水平,从而实现科研投入与产出的合理性。

Table 3. Slack variables of scientific research input-output of comprehensive first-class construction universities
表 3. 综合型一流建设高校科研投入产出松弛变量

高校名称	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
天津大学	0	508.560	0	0	0	0	0	1.246	14,577.930
大连理工大学	0	0	0	1163.603	0	0	43.851	0	51,132.866
吉林大学	0	1839.954	0	0	16.107	360.958	85.760	4.662	25,221.836
复旦大学	0	733.384	782,000.658	848.389	7.731	0	80.130	0.072	5868.146
同济大学	0	0	0	0	3.997	334.843	19.672	0	36,972.234
华东师范大学	0	0	15433.554	69.035	0	0	4.735	0	0
南京大学	0	0	0	0	6.408	171.603	0	0	15,508.257
中国科学技术大学	0	532.792	0	148.817	2.291	0	20.651	2.035	0
中国海洋大学	0	0	0	255.465	0	0	13.221	0	1189.989
厦门大学	94.172	0	0	0	0	0	0	0	1419.566
电子科技大学	0	345.779	306,210.582	995.843	0	0	20.305	0	5876.073

5. 一流大学建设高校综合型院校科研绩效动态分析

Table 4. Research performance analysis of first-class construction universities and comprehensive colleges from 2013 to 2017

表 4. 2013~2017 年一流建设高校综合性院校科研绩效分析表

年份	effch	techch	pech	sech	tfpch
2013~2014	0.997	0.904	1.004	0.993	0.901
2014~2015	1.010	0.999	1.006	1.004	1.009
2015~2016	0.989	1.008	0.985	1.004	0.997
2016~2017	0.955	1.036	0.977	0.977	0.990

从表 4 可以看出, 从 2013~2017 年, 高校的技术进步与全要素生产率的变化基本一致, 表明技术进步和全要素生产率在一流建设高校综合型院校科研绩效变化中发挥着关键作用, 技术效率的提高是高校科研管理工作的重点。在五项目标中, 技术效率和纯技术效率没有得到全面提升, 技术进步相对滞后, 应提升高校的科研绩效管理, 才能不断提高高校全要素生产效率, 提升一流大学的整体科研绩效。在规模效率变动方面, 2016~2017 年, 规模效益变动较小。然而, 在 2016~2017 年, 最终效率值仍未提高, 表明规模效率变动对科研水平的影响虽然较小, 但仍需要优化资源配置, 持续优化产出规模, 加强管理, 提高资源利用率, 使得规模效率变动呈现正增长态势, 促进科研绩效最优化。

6. 研究结论与对策

本研究主要运用 DEA-BCC 模型对一流建设高校中综合型院校 2017 年的科研静态绩效进行了计算和分析, 并对一流建设高校 33 所综合型院校 5 年的发展状况进行了整体评估。在此基础上, 对于非 DEA

有效的高校进行了投影分析,并运用 Malmquist 指数进一步详细计算了 2013~2017 年 5 年间的高校科研绩效的动态变化情况。通过以上分析,我们可以得出以下三点结论:一,当前一流建设大学综合型院校之间的科研绩效水平存在明显差异,科研管理水平和资源配置能力存在较大差异,高校科研资源存在冗余。二,非 DEA 有效型大学主要存在科研要素过多、产出不足、资源使用效率低下等问题。三,部分高校科研水平发展不稳定,全要素生产率仍有提升空间。

通过对一流建设高校中综合型院校科研绩效评价研究,为提升其科研绩效水平,应从以下三个方面进行改进。

首先,加强高水平科研队伍建设。科研绩效是科研人员科研创新活动的结果。在建设一流高校的过程中,注重科研绩效内部管理水平,加强对科研人员的管理,建立以科研人员为核心的科学、规范、有序的内部治理体系。一方面,着力引进重点、高素质的人才;另一方面,明确关键人才的发展路径。

其次,加强国际交流合作。在知识转型背景和“破五唯”出台的背景下,高校越来越重视学术交流。通过交流与合作,提高一流大学的科研水平,对于提升一流大学的国际交流程度具有十分重要的意义。

最后,精准跟踪一流建设综合型高校科研状况。建立科研投入机制,提升科研绩效水平,根据高校实际情况,精准科研人力、财力投入,加强与第三方合作,加大企业等第三方投入。

参考文献

- [1] 蒋文昭,王新.知识生产模式转型与高校科研支持体系变革[J].中国高校科技,2018(8):14-17.
- [2] 王宁,王鲁玉.基于改进 DEA 交叉模型的“一流大学”建设高校科研效率评价[J].现代教育管理,2019(2):75-80.
- [3] 翁秋怡.我国高校科研、教学和社会服务效率趋势研究——以 72 所教育部直属高校为例[J].当代教育科学,2017(10):81-86.
- [4] 马玲玲.基于 Malmquist 指数模型的研究型高校科研绩效评价[J].统计与决策,2018,34(22):68-70.
- [5] 刘长清,张琳,董颖,张薇,王爱荣.黑龙江省高校科研绩效评价实践研究[J].图书馆杂志,2019,38(8):74-78.
- [6] 张家峰,李佳楠,陈红喜,周洁.长三角高校科研创新绩效评价及影响因素研究——基于 DEA-Malmquist-Tobit 模型[J].科技管理研究,2020,40(9):80-87.
- [7] 廖帅,葛梅,苏雪晨,吕卉.我国不同区域高校科研效率评价研究——基于分类 DEA 模型的实证分析[J].中国高校科技,2021(Z1):38-42.
- [8] 杨敏,费锡玥,魏宇琪,梁樑.基于资源共享与子系统交互的两阶段 DEA 评价方法——兼对我国“一流大学”科研绩效的评价[J].中国管理科学,2022,30(2):256-263.
- [9] Beasley, J.E. (1990) Comparing University Departments. *Omega*, **18**, 171-183.
[https://doi.org/10.1016/0305-0483\(90\)90064-G](https://doi.org/10.1016/0305-0483(90)90064-G)
- [10] Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W. (1984) Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, **30**, 1078-1092. <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- [11] Ahn, T., Charnes, A. and Cooper, W.W. (1988) Some Statistical and DEA Evaluations of Relative Efficiencies of Public and Private Institutions of Higher Learning. *Socio-Economic Planning Sciences*, **22**, 259-269.
[https://doi.org/10.1016/0038-0121\(88\)90008-0](https://doi.org/10.1016/0038-0121(88)90008-0)
- [12] 马欣悦,石伟平,王碗.72 所国家示范性高职院校科研绩效评价研究——基于 DEA 模型的文献分析[J].中国高校科技,2021(Z1):48-52.
- [13] 张帆.高等学校科研绩效评价研究[J].教育现代化,2020,7(16):99-102.
- [14] 教育部.高等学校科技统计资料[EB/OL].<http://www.moe.gov.cn/s78/A16/>,2020-09-18.
- [15] Coelli, T.J. (1996) A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis Computer Program. The University of New England, Armidale.