

72 所国家示范性高职院校科研绩效研究

——基于 DEA 模型的文献分析

马欣悦¹ 石伟平¹ 王 碗²

(1 华东师范大学 职业教育与成人教育研究所, 上海 200062; 2 江苏理工学院 科学技术处, 江苏 常州 213001)

摘 要: 高职院校科研绩效的提升, 对促进产教融合和推动区域经济发展具有重要意义。通过 DEA 分析法, 对我国 72 所国家示范性高职院校的科研绩效进行分析。整体上来说, 我国示范性高职院校科研绩效是非 DEA 有效的, 院校之间存在较大差异; 非 DEA 有效的院校主要存在投入冗余的问题; 我国高职科研绩效区域间差异较大, 西部地区整体科研水平较弱, 在进行调整时, 对技术效率有效、规模效率无效的院校需要进一步加大科研投入, 对双重 DEA 无效的院校则需要减少资源投入; 针对投入冗余的问题, 要进一步加强和完善资源分配制度。

关键词: 国家示范性高职院校 科研绩效 DEA 分析 分配制度

DOI:10.16209/j.cnki.cust.2021.z1.010

一、问题提出

从“示范校”“骨干校”建设到“优质校”建设, 再到如今的“双高计划”, 随着高职改革不断推进, 人们对高职院校内涵建设认识不断深入, 科学研究尤其是应用性科学研究在高职院校发展过程中的地位和作用日益彰显。然而, 与本科院校较为明确的科研定位及发展模式相比, 我国高职院校的科研活动还存在着定位模糊、科研管理体系及制度构建不足、人力物力投入不足等问题, 在许多高职院校出现了诸如“学术漂移”等向普通本科院校科研靠拢的问题。要解决以上问题, 首先需要对这些学校的科研现状进行分析, 在把握现状的基础上提出有针对性的改革措施。

对学校科研现状的分析可以从多个角度进行, 包括对学校科研管理制度、水平定位等多方面的内容。在此之中, 最能够反映一个学校科研水平的角度还是从评价出发, 尤其是对学校科研投入与产出效率的绩效评价。通过采用适当的评价方法, 可以对学校科研绩效现状进行分析, 同时了解投入与产出过程中存在的问题, 并以此为依据, 通过绩效导向的学校治理逻辑, 促进学校分层化、内涵式发展, 有效提升学校科研水平。

二、相关研究综述

(一) 高职科研绩效评价方法与指标的研究现状

高校科研绩效评价受到越来越多的关注, 但是着眼点一般集中在普通本科院校, 对高职院校科研绩效的研究较少。近些年来, 有学者采用文献计量法、h 指数分析等方法开始

对高职院校科研绩效进行分析。王小梅等 (2016) 以 22 家教育类中文核心期刊为数据来源, 对 2015 年全国高职教育科研论文进行了统计分析。邵永强 (2012) 以 2002—2011 年机构发文量、总被引频次、篇均被引以及 h 指数为指标, 对我国 100 所国家示范高职院校的科研能力进行了分析。仲洁 (2017) 选取了科研人员、物力资源及科研经费作为输入指标, 以出版专著数、学术论文数量、专利授权数、当量毕业生数以及成果转化为输出指标, 通过数据包络法和 Malmquist 指数分析法, 分析了江苏省 50 所高职院校在 2004—2015 年间科研绩效及变化趋势。杨劲松 (2018) 运用数据包络分析方法, 选择教学与科研人员和科研经费作为投入指标, 科技课题、专著、论文、技术转让、成果授奖作为产出指标, 测算了 2010—2015 年全国 30 个省份高职院校科研综合效率, 并采用二阶段 DEA 模型分析了影响高职科研绩效水平的因素。由上可以看到, 当前我国学者对高职院校科研绩效的评价主要通过发文数量、专著数量、h 指数等量化指标来体现。但是, 高职科研与本科科研定位不同, 高职科研定位复杂, 一般多以服务教学和产业发展为功能定位, 因此, 单纯从发文数量或 h 指数对高职科研绩效进行测评不够科学、合理, 对高职院校科研绩效的评价还应当充分考虑教学和产业发展等多个投入和产出因素。

(二) 科研绩效评价的研究现状

高等教育中对科研绩效的研究由来已久, 相对高职院校绩效评价而言具有更为成熟的方法与指标体系。宗晓华等 (2019) 使用超效率—非径向 DEA 模型, 从人员经费、

科研论文、科研获奖、社会服务四个一级指标出发,对我国研究型大学科研绩效及其影响因素进行了探究。邓理等(2019)运用主成分分析法和SFA模型,选取教授、副教授人数和科技经费总支出作为投入指标,学术论文篇数、出版科技著作字数、鉴定成果数、技术转让收入和成果获奖数作为产出指标,对12所不同类型高校在2008–2017年十年间样本高校的科研活动数据进行多向综合分析,归纳出影响高校科研效率的多重因素。朱金龙等(2018)运用PCA–SEDEA模型,以人员、设备、场地和经费作为投入指标,科研领军人才和团队、高水平科研论文、高质量专利及标准、成果获奖、省部级以上平台、省部级及以上重大项目、服务社会和国际学术合作作为产出指标,对27个江苏高校行业产业类协同创新中心的科研效率进行了分析。苏荟等(2019)基于我国31个省、市、自治区2015–2017年的数据,运用DEA模型测算了我国省际高校的科研效率。

(三) DEA方法的特征与优势

通过对高职与本科科研绩效评估的文献分析可以看出,数据包络分析法(DEA)在本科院校科研绩效评价中效果相对较好。该方法采用线性规划技术测算效率,是一种在运筹学和经济学中用于评估生产前沿的非参数分析法。这种生产率计算方法由于不需要设定生产函数的具体形式,避免了主观设定生产函数的影响,并且能处理多投入多产出条件下的效率度量,具有更好的适用性和灵活性。高职院校科研定位、指标体系之间的关系较为复杂,无法使用同一的权重体系进行计算,这一点与DEA分析法比较契合。此外,DEA分析的同质性特点,要求决策单元具有相同的目标、性质和外部环境。虽然高职院校科研定位较为复杂,但各高职院校间科研定位应该是相近的;同时,国家示范性高职院校的性质和办学目标定位也较为相近,且可选取的指标都具有较强的稳定性,因此可以认为样本具有同质性,适合DEA分析法。

三、研究设计

(一) 数据来源

根据指标的可获得性和可操作性,本文选取了100所国家示范高职院校中的72所作为研究对象,采用基于投入和产出的数据包络法(DEA),通过分析文献确定投入与产出的指标,并从《2016年高等学校科技统计资料汇编》中获得了相应指标数据,对这72所高职院校2015年的科研绩效进行研究。

(二) 指标选取

在本研究中,指标的选取在参考采用DEA分析法对科研绩效进行评价的文献的同时,也考虑了通过其他方法,对高职院校以及普通本科院校科研绩效进行分析时所采用

的指标以及指标选取的方法。

教育部在2011年发布了《关于推进中等和高等职业教育协调发展的指导意见》,明确提出高等职业教育的定位是重点培养高端技能型人才,发挥引领作用。因此,除了相关学术论文的发表量外,本文认为高职院校科研成果的转化量、专利数、成果获奖数、横向课题经费这类应用型的量化指标应当是衡量科研产出的重要指标。

在产出指标中,由于各院校专业性存在差异,所以在技术转让收益这一指标上取技术转让收益与项目总数之商;同时,企事业单位委托经费及科研课题经费既可以被看作是科研投入,也可以看作是科研产出,所以将这两个指标与参与科研活动的人数相结合,得出人均值代表产出指标。

在初步确定评价指标后,根据DEA分析法在使用时需满足各投入、产出变量资料必须明确并且能量化、各决策单元间同质性要高、决策单元个数应至少为投入与产出变量的两倍以上以及必须符合线性规划模式的要求,通过对有关教育科研绩效评价的文献进行分析,并对无法获得明确量化资料的投入产出指标进行筛选后,形成了如表1所示的指标体系。其中,科技经费是指学校从政府资金、校外企、事业单位获得的研究经费。科技经费支出是指从当年科技经费中使用了的经费。课题经费是指学校通过申报课题所获得的经费。

表1 高职院校科研绩效指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	单位	标记
投入指标	人力投入	教学与科研人员中科学家与工程师	人	X1
		科技经费支出	千元	X2
	经费投入	课题经费支出	千元	X3
		课题数	项	X4
产出指标	科技成果	专著	部	Y1
		学术论文	篇	Y2
		鉴定成果	项	Y3
		成果获奖	项	Y4
	成果转化	平均技术转让收益	千元/项	Y5
		企事业单位委托人均经费	千元/人	Y6
		课题人均经费	千元/人	Y7

(注:表中“教学与科研人员中科学家与工程师”,一是指在教学与科研人员中具有教师和研究技术职称人员,以及虽无上述职称,但从事教学、科研、教学管理、科研管理工作,具有本科以上学历的人员;二是指除教师和研究系列以外,其他技术职务系列人员初级及以上人员,以及虽无上述职称,但具有中专及以上学历的其他技术人员)

四、研究结果

(一) 72所国家示范高职院校科研绩效

通过DEAP2.1软件对上述投入产出指标进行计算,得到72所高职院校科研综合效率(技术效率)、纯技术效率、规模效率以及规模报酬的增减情况(见表2)。

表 2 72 所国家示范高职院校科研效率

	综合效率 (技术效率)	纯技术效率	规模效率	规模报酬
1	0.716	0.718	0.996	递增
2	0.833	0.844	0.987	递减
3	0.946	1.000	0.946	递减
4	1.000	1.000	1.000	不变
5	0.445	0.551	0.807	递增
6	0.474	0.487	0.974	递增
7	0.632	0.709	0.890	递减
8	1.000	1.000	1.000	不变
9	1.000	1.000	1.000	不变
10	1.000	1.000	1.000	不变
11	1.000	1.000	1.000	不变
12	0.640	0.653	0.981	递减
13	1.000	1.000	1.000	不变
14	1.000	1.000	1.000	不变
15	0.272	0.404	0.674	递增
16	1.000	1.000	1.000	不变
17	1.000	1.000	1.000	不变
18	1.000	1.000	1.000	不变
19	1.000	1.000	1.000	不变
20	1.000	1.000	1.000	不变
21	1.000	1.000	1.000	不变
22	1.000	1.000	1.000	不变
23	1.000	1.000	1.000	不变
24	0.761	0.783	0.972	递增
25	0.956	1.000	0.956	递减
26	0.641	0.834	0.768	递减
27	0.901	1.000	0.901	递减
28	0.964	0.971	0.993	递增
29	1.000	1.000	1.000	不变
30	0.279	0.533	0.523	递增
31	0.822	0.824	0.998	递减
32	0.762	0.924	0.825	递减
33	1.000	1.000	1.000	不变
34	0.187	0.578	0.324	递增
35	1.000	1.000	1.000	不变
36	1.000	1.000	1.000	不变
37	0.879	0.905	0.972	递减
38	1.000	1.000	1.000	不变
39	0.564	0.580	0.973	递增
40	1.000	1.000	1.000	不变
41	0.879	0.994	0.884	递增
42	1.000	1.000	1.000	不变
43	1.000	1.000	1.000	不变
44	1.000	1.000	1.000	不变
45	1.000	1.000	1.000	不变
46	0.429	0.478	0.897	递减
47	0.543	0.575	0.943	递减
48	1.000	1.000	1.000	不变
49	0.149	0.654	0.228	递增
50	0.929	1.000	0.929	递减
51	1.000	1.000	1.000	不变
52	0.567	0.630	0.900	递增
53	1.000	1.000	1.000	不变
54	1.000	1.000	1.000	不变
55	0.490	0.507	0.966	递增

56	0.661	0.877	0.753	递增
57	0.653	0.657	0.995	递减
58	1.000	1.000	1.000	不变
59	0.656	1.000	0.656	递减
60	0.654	0.750	0.873	递减
61	0.259	0.319	0.811	递增
62	1.000	1.000	1.000	不变
63	0.809	1.000	0.809	递减
64	0.813	1.000	0.813	递减
65	0.956	1.000	0.956	递减
66	1.000	1.000	1.000	不变
67	0.501	0.761	0.658	递增
68	1.000	1.000	1.000	不变
69	1.000	1.000	1.000	不变
70	0.163	1.000	0.163	递增
71	0.635	0.709	0.896	递增
72	0.532	0.559	0.950	递增
Mean	0.805	0.872	0.910	

由表 2 可知, 72 所国家示范高职院校的平均综合效率为 0.805, 纯技术效率为 0.872, 规模效率为 0.901, 均没有达到 1, 说明总体上我国国家示范高职院校科研绩效尚未达到 DEA 有效, 仍有上升的空间。在 72 所国家示范高职院校中, 有 34 所高职院校的综合效率、纯技术效率以及规模效率皆为 1, 表示 DEA 有效, 产出达到了最大值, 其余 38 所为非 DEA 有效。一般来说, DEA 值在 0.8 以上属于效率较高, 在 0.5-0.8 之间属于效率中等, 在 0.5 以下属于效率较低。因此, 从整体上来看, 72 所国家示范高职院校的整体科研绩效较好, 但是各校之间仍存在较大差异。

1. 综合效率 (技术效率) 分析。在 DEA 分析中, 综合效率是指不考虑规模收益时的技术效率, 是反映在给定投入的前提下, 各职业院校的科研获取最大产出效率。若该效率未达到 1, 说明技术效率未达到最优, 可能在科研管理、科研水平等方面有待提高。在非 DEA 有效的院校中, 综合效率在 0.8 以上的共有 12 所, 占非 DEA 有效院校数量的 31.58%; 综合效率在 0.8-0.5 之间的共有 17 所, 占非 DEA 有效院校数量的 44.74%; 综合效率在 0.5 以下的共有 9 所, 占非 DEA 有效院校数量的 23.68%。可以看出, 非 DEA 有效院校的综合效率以 0.8 以下的为主, 整体处于中等及偏下水平, 需要各院校内部在科研管理、教师科研水平提升以及科研设备环境等方面进行一定的优化和改进。

2. 纯技术效率分析。纯技术效率是指在考虑规模收益时的技术效率, 它是反映在一定 (最优规模) 投入要素时的生产效率, 是决策单元由于受到管理和技术等因素影响的生产效率。若该效率未达到 1, 说明纯技术效率未达到最优, 在经费投入机制、制度和管理水平等方面有待提高。若该效率达到 1, 但规模效率小于 1, 则说明该类院校本身的综合效率不需要减少投入、也不需要增加产出, 该类院校的综合

效率没有达到 1, 是由于其规模与投入和产出不相配, 需要增加规模或减少规模。如序号为 70 的院校就应该扩大规模。

3. 规模效率分析。规模效率是指在考虑规模收益时的效率, 它是反映各决策单元是否在最适宜的投资条件下运作, 是由于各决策单元规模影响的生产效率。若该效率未达到 1, 说明规模效率未达到最优, 需要调整决策单元的规模并且加大或缩减投入。在非 DEA 有效的院校中, 19 所高校是规模效率递增, 即在技术有效的前提下, 院校已经达到了最大产出的可能性边界, 应该扩大规模; 另外有 19 所院校规模效率递减, 即在技术有效的前提下, 应该缩减规模。另外有 53 所高职院校的规模效率在 0.9 以上, 63 所在 0.8 以上, 仅有序号 34 和 70 两所学校规模效率在 0.5 以下, 说明科研绩效总体上是有效的, 但是各院校间存在一定差距。

(二) 四大经济区国家示范性高职院校科研绩效比较分析

根据经济社会特点, 全国分为东部、东北、中部和西部四大经济区域。在本研究中, 东北地区包括序号为 11-16 的院校, 中部地区包括序号为 28-30、37-44 的院校, 东部地区包括序号为 1-8、17-27、31-36、45-48、51 的院校, 西部地区包括序号为 9-10、49-50、52-72 的院校。通过 DEA P2.1 软件对上述地域分区的高职院校的投入产出指标进行计算, 得到四大经济区的综合效率(技术效率)、纯技术效率、规模效率以及规模报酬的增减情况(见表 3, 表 4)。

表 3 2015 年四大经济地区国家示范性高职院校平均科研效率

地区	综合效率(技术效率)	纯技术效率	规模效率
东北地区	0.819	0.843	0.943
中部地区	0.870	0.908	0.940
东部地区	0.835	0.844	0.939
西部地区	0.737	0.857	0.854
全国平均	0.805	0.872	0.910

表 4 2015 年四大经济地区国家示范性高职院校科研效率

地区	规模效率(个)			所占比重			总数
	递增	不变	递减	递增	不变	递减	
东北地区	1	4	1	16.67%	66.67%	16.67%	6
中部地区	4	6	1	36.36%	54.55%	16.67%	11
东部地区	5	15	10	16.67%	50.00%	33.33%	30
西部地区	9	9	7	36.00%	36.00%	28.00%	25

通过对比表 3、表 4 综合观察分析可知, 除西部地区外, 其余三个地区规模效率与综合效率均高于全国平均水平, 说明各地区的规模效率均较高。从综合效率看, 最高的是中部地区, 最低的是西部地区。东北地区、中部地区 DEA 有效院校所占比例较高, 东部地区 DEA 有效及非 DEA 有效院校占比相当, 西部地区非 DEA 有效院校所占比例较高。这说明西部地区高职院校科研绩效与其他地区相比略为落后, 且西部地区规模效率递增院校较多。

此外, 东部地区作为经济相对发达地区, DEA 有效与非 DEA 有效院校占比相当。这说明在同一区域内可能存在区域内部科研绩效极不平衡的情况。西部地区作为经济欠发达地区, 非 DEA 有效院校占比相当高, 说明科研绩效受到区域经济发展情况的影响, 但是东部发达地区 DEA 有效院校并未占多数, 说明除区域经济发展情况外, 可能还存在区域内部发展不平衡、地理位置、文化环境等因素的影响。

(三) 72 所国家示范高职院校科研绩效的投影分析

由表 2 可知, 72 所高职院校中, 有 29 所院校是纯技术效率和规模效率双重无效的 DEA 无效。对这 29 所院校进行投入冗余和产出不足的情况分析。

在投入方面, 29 所双重 DEA 无效的高职院校的各个投入指标全部都存在投入冗余的问题。这说明这些高职院校在人力资源、经费投入方面利用率是比较低的。冗余最严重的是 46 号学校, 科技经费支出(X2)及课题经费支出(X3)的冗余值分别达到了 4656.1611 万元和 3520.7826 万元, 说明对科研人员安排以及各类经费的投入不合理, 仍然需要建立更为科学和完善的机制, 避免人力资源和经费的浪费。

从产出方面来看, 各校在鉴定成果数(Y3)及平均技术转让收益(Y5)方面产出与投入较为匹配, 不存在产出不足的情况。产出不足的情况主要表现在课题人均经费(Y7)上, 29 所高职院校中的 12 所存在课题人均经费产出不足的问题, 但整体差距不是太大, 产出不足最严重的是 37 号, 为 0.3635 万元/人。在学术论文数量上, 有 5 所高校存在产出不足的情况, 其中 32 号的不足值最高, 为 177.674 篇。说明在课题和学术论文方面, 许多高职院校仍存在上升空间。

(四) 非 DEA 有效国家示范高职院校科研绩效的聚类分析

为了研究非 DEA 有效的国家示范高职院校投入产出与预期投入产出的差距, 针对各院校投入产出的情况以实际投入值/理论投入值和实际产出值/理论产出值为指标进行聚类分析。当 29 所非 DEA 有效的国家示范性高职院校被分为四类时, 在不同的指标方面均存在显著差异, 说明将这些学校分为四类具有一定的合理性和可靠性, 这四组分别命名为 G1、G2、G3、G4。

G1 包括序号 32 和 24 的两所学校, 这两所学校属于产出不足较高, 投入冗余较低。两所学校的综合效率较低, 可能存在科研管理制度以及科研水平方面的问题。在进行改进时, 首先应该关注科研管理制度现代化的问题, 要与现代学校制度构建相匹配。在科研水平的提升方面, 一是通过加大投入增加基础设施建设; 二是通过培训、奖励等方式, 提升科研水平, 激发科研活力, 提高产出水平。

G2 包括序号 1、2、5、6 等共 20 所学校, 是四个分组里学校最多。这一组的主要特征是产出不足较低, 投入冗



余较高。这一组整体规模效率较高,在保证技术效率有效的前提下,可以适当缩减投入,达到投入产出的最优状态。

G3 包括序号 28 和 30 的两所学校,这两所学校属于产出不足较低,投入冗余较低。

G4 包括序号 7、15、46、55 和 61 的五所学校。这一组的主要特征是产出不足较高,投入冗余也较高。这一组的综合效率和纯技术效率都较低,在进行改进时首先要改革经费投入及科研管理机制,提高人力资源和经费投入结构及数量的合理性;其次要着重提升整体科研水平,提高产出率。

五、结论与建议

(一) 研究结论

1. 总的来说,我国 72 所国家示范高职院校科研效率较好,其中 34 所院校达到了 DEA 有效,但所有非 DEA 有效的学校均存在程度不同的投入冗余,即资源浪费的问题,地区及各院校间科研绩效存在较大差异。

2. 西部地区非 DEA 有效院校所占比例最高达到 64%,整体科研效率低于全国平均水平。一方面,西部地区规模效率递增院校占比较高,西部地区投入冗余的情况相对较轻,产出不足相对较少;另一方面,与东、中以及东北部地区相比,西部地区存在地区内院校之间科研绩效发展不平衡的情况。

3. 我国国家示范高职院校投入冗余问题较为突出,投入冗余高产出不足低的学校较多。可能存在科研机制设置不合理、科研人员安排及各类经费的投入不合理,以及如何将投入有效转化为成果等问题。产出不足的院校的问题,主要表现在教师课题及论文申报方面的不足。

(二) 研究建议

1. 建立健全高职院校内部科研管理制度,提升资源配置效率。要根据高职院校的实际情况,分析科研绩效未达到最佳投入产出的问题所在,不能采取“一刀切”的策略。首先应该建立健全高职院校内的科研管理制度,有针对性地经费投入与调配机制、人力资源配置与管理,以及院校科研规模结构、院校本身的性质等方面进行综合调整。

2. 根据地区实际需求优化资源调控配置,平衡地区资源分配。国家需要继续加大对西部地区高职院校的科研投入,通过政策倾斜、资金支持、技术辅助等,提高西部地区高职院校科研水平。地方政府可以通过政策引导,加强校企合作应用型科研合作;同时,可以由地方政府牵头,协调组织区域内院校在科研项目方面的合作,提升地区整体科研水平。

3. 健全科研评价体系,加强科研能力培养。作为高职院校来说,一方面可以通过积极的鼓励和专家培训讲授等方式,提高高职院校科研人员在科研课题申请、论文发表方面的积极性及竞争力;另一方面,需要形成相应的符合

高职定位的科研评价体系及制度,激发教师的科研积极性和潜能。再一方面,要为高职院校教师科研工作的发展搭建平台,区分高职院校与研究型大学的科研活动。

作者简介:马欣悦,华东师范大学职业教育与成人教育研究所,博士研究生,研究方向为高等职业教育;石伟平,华东师范大学教育学部职业教育与成人教育研究所,教授,博士生导师,研究方向为比较职业教育;王碗,江苏理工学院科学技术处副处长,副研究员,研究方向为科技管理。

[基金项目:江苏省高等学校自然科学研究面上项目“地方自然科学基金对青年教师资助产出与绩效评价研究”(20KJD630001,主持人:王碗);教育部人文社会科学规划基金项目“基于供给侧改革的新兴产业人才职业教育培训模式与策略研究”(17YJA880073,主持人:王碗)]

主要参考文献:

- [1] 张森. 错位发展: 高职科研的定位与出路[J]. 中国高校科技, 2014(9):77-79.
- [2] 王小梅, 周详, 范笑仙, 等. 2015 年全国高校高职教育科研论文统计分析——基于 22 家教育类中文核心期刊的发文[J]. 中国高教研究, 2016(12):86-93.
- [3] 邵永强. h 指数视角的高职院校科研能力分析与研究——以百所国家示范高职院校为例[J]. 中国职业技术教育, 2012(18):57-59.
- [4] 仲洁, 刘仲吉. 我国高职院校科研绩效评估研究——基于 DEA 对 2004—2015 年校级面板数据的分析[J]. 当代职业教育, 2017(5):44-49.
- [5] 杨劲松. 高职院校科研效率的影响因素分析[J]. 科技管理研究, 2018,38(12):156-162.
- [6] 宗晓华, 付呈祥. 我国研究型大学科研绩效及其影响因素——基于教育部直属高校相关数据的实证分析[J]. 高校教育管理, 2019,13(5):26-35.
- [7] 邓理, 岳振兴, 浦徐进. 高校科研效率影响因素分析——基于 PCA 方法和 SFA 模型[J]. 中国高校科技, 2019(3):37-41.
- [8] 朱金龙, 朱卫未, 宋福明. 基于 PCA-SEDEA 的高校协同创新中心科研效率分析与评价——以江苏高校行业产业类协同创新中心为例[J]. 科技管理研究, 2018,38(24):65-72.
- [9] 苏芸, 刘奥运. “双一流”建设背景下我国省际高校科研效率及影响因素研究——基于 DEA-Tobit 模型[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2020,26(1):107-118.
- [10] 白俊红, 蒋伏心. 协同创新、空间关联与区域创新绩效[J]. 经济研究, 2015,50(7):174-187.
- [11] 叶世琦, 王辉. 多阶段 DEA 模型中决策单元的同质性探讨[J]. 统计与信息论坛, 2012,27(2):15-21.
- [12] 薄乔萍. 绩效评估之资料包络分析法[M]. 台北: 五南图书出版股份有限公司, 2005.
- [13] 郭燕芬, 柏维春. 中国学前教育经费投入效率的 DEA 分析——基于 175 所幼儿园的实证调查[J]. 教育与经济, 2017(6):45-50.