

京津冀区域科技资源投入产出效率研究

北京市科学技术情报研究所 北京 100032

沈晓平 张红 潘锐焕 徐铭鸿 苗润莲

摘要 本文运用 DEA 方法,对 2013-2014 年京津冀三地科技资源投入产出效率进行研究评价。研究表明,京津冀三地科技资源投入产出效率的差距明显,北京市为 DEA 有效单元,天津市和河北省均为 DEA 无效单元。引起天津市和河北省效率低下的主要原因在于其纯技术效率低下,即科技资源的生产管理制度存在问题。今后,天津市和河北省需要进一步加强科技资源分配管理,优化投入要素的结构、组织系统的管理水平,提高科技资源的整体投入产出效率。

关键词: DEA, 京津冀科技资源, 投入产出, 效率评价

中图分类号: C32, F224, G30

开放科学(资源服务)标识码(OSID)



Research on the input-output Efficiency of Jing-Jin-Ji's Scientific and Technological Resources

Beijing Institute of Science and Technology Information, Beijing 100032, China

SHEN XiaoPing ZHANG Hong PAN RuiHuan XU MingHong MIAO RunLian

Abstract Based on DEA method, this article evaluated the relative efficiency of Jing-Jin-Ji's scientific and technological resources between 2013-2014. The result showed that the scientific and technological resources

基金项目: 本文受北京市科学技术研究院青年骨干计划“基于数据包络分析的京津冀科技资源配置效率研究”(201708),北京市科学技术研究院创新团队人才计划(IG201601N)和国家自然科学基金项目“产学研合作中的知识整合及知识产权问题研究”(71273123)的资助。

作者简介: 沈晓平(1983-), 硕士, 助理研究员, 研究方向: 区域经济, 科技评价, Email: shenxiaoping222@163.com; 张红(1981-), 硕士, 助理研究员, 研究方向: 科技创新, 科技情报分析; 潘锐焕(1983-), 硕士, 助理研究员, 研究方向: 科技创新, 科技情报分析; 徐铭鸿(1988-), 硕士, 助理研究员, 研究方向: 科技创新, 区域发展; 苗润莲(1968-), 博士, 研究员, 研究方向: 区域创新, 科技情报分析。

allocation efficiency of these three regions were varied. Beijing is the DEA efficiency region, while Tianjin and Hebei are both non-DEA efficiency regions. The result also indicated that the reason for Tianjin and Hebei's non-DEA efficiency were their low technical efficiency, which means there is something wrong with the scientific and technological resources allocation management in Tianjin municipality and Hebei province. Henceforth, Tianjin and Hebei need to further strengthen their scientific and technological resources allocation management and improve their input-output efficiency.

Keywords: DEA, Jing-Jin-Ji's scientific and technological resources, input-output, evaluation on the relative efficiency

1 引言

当今世界已经进入知识经济时代,科技知识的创新、传播和应用,成为推动经济和社会发展的关键引擎,世界各国都将推动科技全面发展上升为国家战略。科技资源的数量及其配置和利用的优化程度,直接影响着科技发展战略的实现,对国家科技创新活动和国民经济发展将产生深远的影响。习近平总书记在2016年全国科技创新大会和两院院士大会的发言中指出,“要完善符合科技创新规律的资源配置方式,优化基础研究、战略高技术研究、社会公益类研究的支持方式,力求科技创新活动效率最大化”。如何优化科技资源的配置,并不断提升科技资源的配置效率,是摆在我们面前的一个重要课题。

京津冀区域作为重大国家发展战略区域和科技创新的核心区域,肩负着引领和带动实现创新型国家战略目标的重任。然而京津冀区域内部科技创新能力极不平衡,北京市的科技创新能力远高于其他两地尤其是河北省,导致区域整体的科技创新能力受到较大削弱。这其中固然有资金和人才等投入要素不平衡的原因,

但资源本身不是无限的,在各类资源有约束限制的情况下,三地的资源使用效率差异更需要引起重视。如何在资源有限的前提下,通过提高资源配置效率达到科技产出最大化,实现京津冀科技资源利用高效率基础上的共赢和协同发展,实现更高水平的一体化,以区域创新能力的整体提升带动创新型国家建设,是摆在京津冀三省市面前的现实问题。因此,在新形势下认真研究京津冀区域科技资源配置及其效率问题,不仅十分必要,而且十分紧迫。

本文利用数据包络分析模型,将京津冀与全国其他省市的科技资源投入产出效率进行横向比较,分析京津冀三地科技资源投入产出的效率优劣。

2 文献研究

关于科技资源及其配置概念的研究。周寄中(1999)从科技资源发挥作用的视角出发将科技资源定义为科技活动的物质基础,创造科技成果、推动整个经济和社会发展的要素集合,是“第一资源”,科技资源配置是指各种科技资源在不同时空上的分配和使用,包括配置规模、

配置结构和配置方式^[1]。孙宝凤等(2001)从可持续发展的视角对科技资源及其配置概念进行拓展,将科技资源定义为能直接或间接推动科学技术进步,从而促进经济可持续发展的一切资源;同时,将科技资源配置的目标拓展为向着促进经济可持续发展的目标,实现最优成效,形成科学技术进步和经济可持续发展的一种良性循环^[2]。丁厚德(2001)从系统的视角对科技资源及其配置进行定义,将科技资源配置定义为全社会资源配置子系统,具有战略性地位,以创新为目标,是国家创新体系的物质基础^[3]。

关于科技资源配置现状的研究。连燕华(2005)从中国科技活动执行单位分析了科技财力资源的来源结构、支出结构和层次结构,认为企业对科技的投入能力有所提高,国家科技计划已形成较为完整的层次结构,但有些计划在层次上存在重复现象^[4]。刘丹鹤(2007)从科技资源要素与外部环境的角度,以北京为例分析了现阶段区域科技资源整合的可行性及其整合模式与实现途径^[5]。张亚明(2014)建立了京津冀科技资源共享的“声誉博弈”模型以寻求纳什均衡的突破点,从协同共享理念、协同共享机制以及协同共享环境营造多个维度提出促进京津冀科技资源共享的对策^[6]。

关于科技资源配置效率的研究。叶儒霏等(2004)以政府管理理论、新制度经济学理论为依据对我国科技资源配置效率展开研究,认为信息不对称和政府固有弱性的膨胀是导致政府配置科技资源效率下降的主要原因^[7]。刘玲利(2007)基于系统视角提出了进行科技资源配置效率测度及效率变化影响因素分析的重要意

义,并展开了相关的评价^[8]。李石柱等(2003)运用回归分析方法对影响区域科技资源配置效率的结构性要素、社会环境要素进行量化,建立线性回归方程,确定科技资源配置效率的主要影响因素^[9]。吴和成等(2003)采用DEA方法中的C2R模型对我国1999-2000年各地区科技投入产出的相对有效性进行了测度^[10]。孙绪华等(2011)用Malmquist指数对我国国有科技资源配置效率及其影响因素进行了监测分析,结果表明我国全要素生产率增长主要源于技术效率提升和技术进步的双重影响^[10]。孟卫东等(2013)运用DEA方法,分析影响区域创新体系科技资源配置效率的因素^[12]。

从现有研究情况看,现有的关于国内科技资源配置效率的评价研究大部分是从全国层面进行的评价,针对京津冀区域的科技资源配置效率的实证研究不多。京津冀的特殊性在于区域内北京是全国重要的科技创新中心,肩负着引领创新型国家建设的重任,但区域内三地的科技资源配置极化现象严重,新时期疏解北京非首都功能形势下的区域协调、一体化发展又对京津冀的科技资源优化配置提出了新的要求。本文正是基于这种考虑而展开研究,以弥补现有研究的不足。

3 京津冀科技资源投入产出现状

近年来,京津冀的科技资源投入逐年升高,科技成果产出增长迅速。其中,R&D经费是测度一个地区研发活动规模、评价科研实力和创新能力的重要指标之一。自2000年以来,京津冀地区R&D经费投入总量逐年升高,2015年,

京津冀三地 R&D 经费内部支出额合计已占全国的 15.8%，北京市 R&D 投入强度达到 6.01%，远高于全国平均水平（2.07%），天津市和河北省的 R&D 投入强度分别为 3.08% 和 2.18%^[13]。

R&D 人员投入方面，R&D 人员是科技创新系统的重要组成部分，包括直接参与研究开发新知识、新产品、新方法等活动过程中的研发人员和直接参与项目管理的专业人员。R&D 人员的规模和素质是衡量科技实力和潜力的重要指标。2015 年，京津冀三地 R&D 人员全时当量总数为 477024 人年，占全国 R&D 人员全时当量的 15.5%。其中，北京最多，为 245728 人年，占全国总量的 6.5%，天津和河北分别为 124321 人年和 106975 人年，分别占全国总量的 3.3% 和 2.8%^[13]。

科技产出方面，授权专利产出代表了一个地区的技术开发能力和对未来潜在产品市场的开拓能力。2015 年，京津冀三地的三种专利申请授权数总量 161503 件，占全国的 10.1%。其中，北京为 94031 件，占全国总量的 5.9%；天津 37342 件，占全国总量的 2.3%；河北 30130 件，占全国总量的 1.9%^[13]。

科技论文产出能够反映当地科研基础实力。2014 年，京津冀三地被国外三大检索工具（SCI、EI、CPCI-S）收录的科技论文总量为 102910 篇，占全国总量的 23%。其中，北京市 81896 篇，占全国 18.3%，居全国第一位；天津市 13103 篇，占全国 2.9%，河北省 7911 篇，占全国的 1.8%^[13]。

技术交易表明科技成果转化为商品进入了市场流通领域，其价值在市场交易中获得了认可，技术合同成交额是科技对经济影响的直接体现。2015 年，京津冀三地技术市场总成交额

为 3996.9 亿元，占全国的 40.6%。其中，北京 3453.9 亿元，占全国的 35.1%；天津 503.4 亿元，占全国的 5.1%；河北 39.5 亿元，占全国的 0.4%^[13]。

从京津冀区域科技资源的投入和产出规模上可以看出，北京市无论是在投入方面还是产出方面，均远高于区域内的天津市和河北省。但资源的投入和产出的规模只反映科技创新能力的一个方面，资源的投入产出效率也是不可忽视的问题。

4 京津冀科技资源投入产出效率研究

4.1 科技资源投入产出效率评价方法

数据包络分析（data envelopment analysis，简称 DEA），是一种用来评价决策单元间相对有效性的统计方法。DEA 是使用数学规划模型，评价具有多项输入、多项输出的决策单元之间的相对有效性，本质上是根据对各决策单元的观察数据判断决策单元是否位于生产可能集的“生产前沿面”上。DEA 方法是对决策单元进行相对效率的评价，也就是一个单元相对于最优单元的效率。DEA 是效率评价方法中的定量评价方法，属于非参数估计，不需要预先估计权重参数，也不受指标量纲的影响，可以避免主观因素影响，并且已经消除了决策单元间的规模差异，可以提升评价的客观性。

DEA 方法将同一类型的部门或单位当做决策单元（DMU），其评价依据的是所能观测到的决策单元的输入数据和输出数据。输入数据

是指决策单元在某种活动中所消耗的某些量，如投入资金、人力、设备等，输出数据是指决策单元消耗这些量所获的成果和产出，如产品产量、收入金额等。将各决策单元的输入输出数据组成生产可能集所形成的生产有效前沿面，通过衡量每个决策单元离此前沿面的远近，来判断该决策单元的投入产出的合理性，即技术效率^[14]。

经典的 DEA 模型有 C²R, BC², FG, ST, WY 等。其中，BC² 模型是 1984 年由 Banker, Charnes 和 Cooper 首先给出的，是专门用来评价决策单元的技术有效性的模型，本文以 BC² 模型对京津冀科技资源投入产出效率进行评价，原因有二：其一，科技资源投入产出变量较多，且量纲不同，DEA 中的 BC² 模型能够很好地规避这些问题所带来的影响；其二，BC² 模型不仅能够得出科技资源投入与产出的效率，而且能够对如何提高效率提出改进方向。

BC² 模型可以表示为公式 1^[14]：

$$\begin{aligned} & \min[\theta - \varepsilon(e^T s^- + \hat{e}^T s^+)] \\ & \text{s.t. } \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j + s^- = \theta x_0 \\ & \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j - s^+ = y_0 \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ & \lambda_j \geq 0 (j=1, 2, \dots, t) \\ & s^- \geq 0, s^+ \geq 0, 0 \text{ 无限制} \end{aligned} \quad (\text{公式 1})$$

公式 1 中， θ ($0 \leq \theta \leq 1$) 为第 j_0 个决策单元 (DMU) 的技术效率值， ε 是阿基米德无穷小量， $e=(1, \dots, 1)^T \in E^m, \hat{e}=(1, \dots, 1)^T \in E^s, s^-$ 和 s^+ 分别为投入和产出的松弛变量， x_0 和 y_0 分别表示 DMU j_0 的投入和产出。该模型表示在产出一定时，使 DMU j_0 的投入尽可能小^[15]。

该模型的计算结果不仅有各个决策单元的综合效率，还包括纯技术效率和规模效率。综合效率是指在综合考虑所有影响因素的情况下投入的整体产出效率，是对决策单元的资源配置能力、资源使用效率等多方面能力的综合衡量与评价，可分解为纯技术效率和规模效率。纯技术效率是由于管理和技术等因素影响的生产效率，反映了决策单元在产出一定且不考虑规模的情况下，消耗投入最少的能力，该能力与投入要素的组成结构、投入系统的组织水平、领导者的管理水平等有关。规模效率是由于决策单元规模因素影响的生产效率，表示投入规模发生变化时引起的产出变化情况，等于 1 表示投入量增加，产出量也会成比例增加；小于 1 时有两种可能，一是规模收益递增，此时扩大投入规模，产出量会以更高的比例增加，二是规模收益递减，此时投入增加也能引起产出增加，但产出量增加的比例低于投入要素的增加比例。

4.2 指标体系和数据来源及处理

科技资源投入主要包括科技人力资源投入和科技财力资源投入，本文分别选择 R&D 人员全时当量和 R&D 经费内部支出作为科技人力资源投入和科技财力资源投入的指标。科技产出主要包括科技成果、社会与经济效益等，本文选取专利授权量和国外三大检索系统收录的科技论文量作为科技成果指标，选择技术市场成交额作为社会与经济效益指标 (见表 1)。其中，对专利授权量中的发明专利、实用新型专利和外观设计专利分别赋权 0.6、0.2 和 0.2，模型中各地的专利授权总数均为三项专利的加权之和。

表1 科技投入产出指标体系

指标项	指标
科技资源投入	R&D 经费内部支出
	R&D 人员全时当量
	专利授权量
科技成果产出	国外主要检索工具收录的科技论文量 技术市场成交额

考虑到投入产出系统存在一定的时滞，即当年的产出主要是由前一年的投入所产生的，因此本文以1年为滞后期，同时由于国外主要检索工具收录的科技论文量最新数据是2014年数据，因此，科技产出采用2014年数据，科技投入采用2013年数据，即假设2014年的科技产出是由2013年的科技投入得到的。

在使用DEA方法测算效率时，如果决策单元总数与投入产出指标总数接近时，运用DEA方法所得到的效率与实际情况会存在偏差。因此，为提高计算结果的准确性，需要增加决策单元总数，同时为方便将京津冀三地同全国其他省市区进行横向比较，本文取全国除西藏和港澳台外的30个省市区作为样本，进行计算，数据均来源于《中国科技统计年鉴》（2014~2016）。

4.3 计算结果分析

将全国30个省市区2013年的投入数据和2014年的产出数据代入 BC^2 模型，运用DEAP2.1软件进行数据分析，得到2014年包含北京、天津、河北在内的全国30个省份的科技资源投入产出效率（表2），从中可以判断京津冀三地的科技资源配置是否有效率。表2中

的综合效率（CRSTE）= 纯技术效率（VRSTE）* 规模效率（SCALE），当综合效率（CRSTE）和纯技术效率（VRSTE）均等于1，且投入和产出的松弛变量 s^- 和 s^+ 至少有一个不等于0时，即有投入冗余或产出不足时，则称该单元为弱DEA有效。当综合效率（CRSTE）和纯技术效率（VRSTE）均小于1，则称该单元为DEA无效单元。对于DEA无效的单元，存在着“纯技术”原因的无效或者“规模”原因的无效，或者两个原因都有。

进一步分析DEA无效的单元情况，若规模效率（SCALE）等于1，说明该单元的科技生产和管理制度存在问题，需要通过改善管理制度以减少投入或增加产出；若规模效率（SCALE）小于1，说明在科技生产和管理水平一定的前提下，现有规模与最优规模之间存在差距，需要扩大规模或者减小规模以适应科技资源的投入、产出能力。

对于规模效率（SCALE）小于1的单元，其规模收益有两种可能，一是规模收益递增，此时若扩大投入规模是有利的，会使产出增加的比例高于投入增加的比例；二是规模收益递减，此时若扩大投入规模则产出量也会增加，但增加的比例要低于投入要素的增加比例。而规模效率等于1则意味着规模收益不变，是规模收益最佳的状态。

由表2可以看出，2014年，全国30个省市区的科技资源投入产出的综合效率平均值为0.736，纯技术效率平均值为0.790，规模效率的平均值为0.932。京津冀三地中，北京科技资源投入产出的综合效率、纯技术效率均等于1，且投入和产出的松弛变量 s^- 和 s^+ 均等于0时，

说明北京市为 DEA 有效单元，其科技资源投入产出的效率位于生产前沿面上，实现了同等产出的最小的投入或同等投入的最大的产出；北

京市规模效率为 1，说明规模收益不变，意味着如果按一定比例扩大科技资源投入规模则会使科技产出等比例增加。

表2 2014年全国30个省份的科技资源投入效率计算结果

省份	综合效率 CRSTE	纯技术效率 VRSTE	规模效率 SCALE	规模收益
北京	1.000	1.000	1.000	不变
天津	0.568	0.593	0.958	递增
河北	0.501	0.511	0.981	递增
山西	0.447	0.473	0.945	递增
内蒙古	0.245	0.304	0.806	递增
辽宁	0.596	0.614	0.970	递增
吉林	1.000	1.000	1.000	不变
黑龙江	0.963	1.000	0.963	递减
上海	0.815	0.824	0.989	递增
江苏	0.781	1.000	0.781	递减
浙江	1.000	1.000	1.000	不变
安徽	0.795	0.800	0.994	递增
福建	0.621	0.621	0.999	递增
江西	0.669	0.696	0.961	递增
山东	0.516	0.522	0.989	递增
河南	0.538	0.538	1.000	不变
湖北	0.694	0.722	0.961	递减
湖南	0.724	0.730	0.991	递减
广东	0.660	0.809	0.817	递减
广西	0.587	0.619	0.947	递增
海南	0.806	1.000	0.806	递增
重庆	0.982	0.999	0.983	递增
四川	0.898	0.907	0.991	递增
贵州	1.000	1.000	1.000	不变
云南	0.841	0.872	0.964	递增
陕西	0.907	0.932	0.973	递减
甘肃	1.000	1.000	1.000	不变
青海	0.799	1.000	0.799	递增
宁夏	0.396	0.766	0.517	递增
新疆	0.747	0.855	0.874	递增
平均值	0.736	0.790	0.932	--

天津市和河北省的科技资源投入的综合效率、纯技术效率和规模效率均低于全国 30 个省市区的平均水平，综合效率均小于 1，为 DEA 无效单元。其中，天津市科技投入的综合效率、纯技术效率和规模效率分别为 0.568、0.593、

0.958，河北省的综合效率、纯技术效率和规模效率分别为 0.501、0.511、0.981。两地的综合效率无效均的原因都既有“纯技术”原因又有“规模”原因，即天津和河北两地科技资源投入综合效率较低既与科技制度和管理水平问题(纯

技术效率低)有关,也与两地科技资源的规模因素影响(规模效率不高)有关,但造成两地

综合效率无效更多的是由于纯技术效率较低所引起的。两地的 DEA 投影,如表 3 所示。

表3 2014年天津市和河北省科技资源投入产出投影分析结果

变量	省份	原始值 original value	投入冗余值 radial movement	产出不足值 slack movement	目标值 projected value
专利授权量(件)	天津	6582.000	0.000	0.000	6582.000
	河北	4941.000	0.000	0.000	4941.000
国外三大检索系统收录的科技论文量(篇)	天津	13103.000	0.000	0.000	13103.000
	河北	7911.000	0.000	0.000	7911.000
技术市场成交额(万元)	天津	3885631.000	0.000	406586.388	4292217.388
	河北	292228.000	0.000	1594160.714	1886388.714
R&D 人员全时当量(人年)	天津	100219.000	-40784.820	0.000	59434.180
	河北	89546.000	-43811.019	0.000	45734.981
R&D 经费内部支出(万元)	天津	4280921.000	-1742150.608	-265259.361	2273511.031
	河北	2818551.000	-1378996.162	0.000	1439554.838

从表 3 可以看出,从投入变量看,2013 年天津和河北投入变量“R&D 人员全时当量”的冗余值分别为 40784.820 人年和 43811.019 人年,“R&D 经费内部支出”的冗余值分别为 2007409.969 万元(1742150.608+265259.361)和 1378996.162 万元;从产出变量看,2014 年天津市和河北省“技术市场成交额”的不足值分别为 406586.388 万元和 1594160.714 万元。

由此可知,2013-2014 年天津市和河北省之所以出现 DEA 无效,主要是由于两地 R&D 人员和 R&D 经费投入都有过量的情况;而产出方面,两地的技术市场成交额则都有产出不足的情况。两地的纯技术效率小于规模效率则说明引起两地 DEA 无效的原因中,技术和管理层面的影响要大于规模不足所带来的影响。因此,要提升两地科技投入产出效率,关键是注重对于投入量的控制,防止投入过量,同时增加技术市场成交的产出值。

5 小结

本文通过将京津冀三地科技资源配置效率与全国其他 27 个省份的对比分析发现,从投入产出效率而言,北京市要远高于天津市和河北省,而引起天津市和河北省效率低下的主要原因在于其科技资源的生产管理制度问题。在以后的发展中,天津市和河北省需要进一步加强科技资源分配管理,优化投入要素的组成结构、投入系统的组织水平和科技管理水平,提高科技资源的整体投入产出效率。

本文采用数据包络分析的方法对京津冀的科技投入效率进行了评价和分析,从定量的角度评价科技的投入产出效率,避免了主观性和人为的因素。但是,数据包络分析法仅仅是一种相对比较方法,不是绝对的。某个决策单元 DEA 有效是相对于参考集(样本集合)比较的结果,样本不同,会产生不同的结论。本文选

择的评价指标体系虽然具有一定的代表性,但受统计数据以及模型运算难度的限制,并不完备,是今后需要加以完善的方面。

参考文献

- [1] 周寄中主编. 科技资源论 [M]. 西安: 陕西人民教育出版社, 1999.
- [2] 孙宝凤, 李建华. 基于可持续发展的科技资源配置研究 [J]. 社会科学战线, 2001(5): 36-39.
- [3] 丁厚德. 科技资源配置的战略地位 [J]. 哈尔滨工业大学学报 (社会科学版), 2001, 3(1): 35-41.
- [4] 连燕华. 国家技术创新资源配置问题省思 [J]. 科技潮, 2005(10): 18-20.
- [5] 刘丹鹤, 杨舰. 区域科技投入指南与科技资源整合机制——以北京市为例 [J]. 科学学与科学技术管理, 2007(s1): 22-26.
- [6] 张亚明, 刘海鸥. 协同创新博弈观的京津冀科技资源共享模型与策略 [J]. 中国科技论坛, 2014(1): 34-41.
- [7] 叶儒霏, 陈欣然, 余新炳, 等. 影响我国科技资源配置效率的原因及对策分析 [J]. 研究与发展管理, 2004, 16(5): 113-118.
- [8] 刘玲利. 科技资源配置理论与配置效率研究 [D]. 长春: 吉林大学, 2007.
- [9] 李石柱, 李冬梅, 唐五湘. 影响我国区域科技资源配置效率要素的定量分析 [J]. 科学管理研究, 2003, 21(2): 60-63.
- [10] 吴和成, 郑垂勇. 科技投入产出相对有效性的实证分析 [J]. 科学管理研究, 2003, 21(3): 93-96.
- [11] 孙绪华, 陈诗波, 程国强. 基于 Malmquist 指数的国有科技资源配置效率监测及其影响因素分析 [J]. 中国科技论坛, 2011(3): 21-27.
- [12] 孟卫东, 王清. 区域创新体系科技资源配置效率影响因素实证分析 [J]. 统计与决策, 2013(4): 96-99.
- [13] 国家统计局. 中国科技统计年鉴-2016[M]. 北京: 中国统计出版社, 2016.
- [14] 魏权龄. 数据包络分析 [M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [15] 魏权龄. 评价相对有效性的数据包络分析模型 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2012.