

# 四螺旋参与度对技术转移及其效率的影响研究

肖国华<sup>1,2</sup>, 杨云秀<sup>2,3</sup>, 王江琦<sup>4</sup>(1. 南京大学 信息管理学院, 江苏 南京 210093; 2. 中国科学院成都文献情报中心, 四川 成都 610041;  
3. 中国科学院大学, 北京 100049; 4. 中国长江三峡集团公司, 四川 成都 610041)

**摘要:**从科研院所—政府—企业—中介平台四螺旋体系的角度研究了技术转移的效率问题。定义四螺旋在技术转移活动中的资源投入为四螺旋参与度,采用 CCA/DEA 方法研究了四螺旋参与度与技术转移产出效益的关系。研究表明,四螺旋参与度与技术转移产出效益显著正相关;整体水平上,四螺旋技术转移体系效率未达到最优规模效益,政府与企业的 R&D 经费投入存在浪费现象;科研院所的发明专利申请和科技论文产出对技术转移的促进作用最大;我国区域技术转移效率有待提高。最后,针对问题提出了相关改进措施。

**关键词:**技术转移;四螺旋;技术转移中介;技术转移效率;CCA/DEA

DOI: 10. 6049/kjbydc. 2015070036

中图分类号:F124. 3

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2016)04-0007-05

## Research on Quadruple Helix Intensity and its Influence on the Efficiency of Technology Transfer

Xiao Guohua<sup>1,2</sup>, Yang Yunxiu<sup>2,3</sup>, Wang Jiangqi<sup>4</sup>

(1. School of Information Management, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2. Chengdu Documentation and Information Center, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China;

3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

4. China Three Gorges Corporation, Chengdu 610041, China)

**Abstract:** Focus on efficiency of technology transfer in the view of the system of academics-government-corporation-intermediary and platform. In this paper, define quadruple helix intensity as the resource that quadruple helix put into technology transfer. CCA/DEA is mainly used to research the efficiency of technology transfer. The result shows that quadruple helix intensity has a close relation with technology transfer; In the overall level, the input and output of quadruple helix technology transfer don't get optimal state and the R&D capital from government and corporation is used inefficiently; the patents and thesis from educational research institutions can promote technology transfer observably; regional technology transfer efficiency need to be improved. Based on the above results, several advises are finally given.

**Key Words:** Technology Transfer; Quadruple Helix; Intermediary and Platform; Efficiency of Technology Transfer; CCA/DEA

## 0 引言

技术转移是一个多主体参与、多要素协作的复杂过程,是我国实践创新驱动型发展战略的重要途径。“三螺旋”是一种用于描述技术转移过程中各创新主体之间协作关系的经典模型,政府、科研院所和企业技术创新及转移过程中密切合作、互相作用,在保持各自特有功能的前提下,适当承担其它主体的部分功能,由此形成螺旋状关系,推动技术创新与成果转移<sup>[1]</sup>。三螺旋

主体“互动自反”使技术创新和成果转移具有高度不稳定性与复杂性,促进了技术转移中介的诞生。随着技术转移实践的发展,学术界普遍认为技术转移中介平台已成为技术转移过程中不可或缺的主体。由此,本文将技术转移中介平台引入三螺旋模型,构成科研院所—政府—企业—中介平台的四螺旋结构,用于描述技术转移过程。

我国为促进技术转移活动投入了大量人力、物力及财力。但目前,我国的科技成果转化率为 25%,真

收稿日期:2015-10-16

基金项目:四川省重大产业技术创新专项项目(2014PT023);中国科学院文献情报能力建设专项项目(Y4C0121001)

作者简介:肖国华(1974—),重庆万州人,南京大学信息管理学院博士研究生,中国科学院成都文献情报中心区域合作发展部主任,研究员,研究方向为情报学、知识产权与技术转移;杨云秀(1990—),女,四川彭山人,中国科学院成都文献情报中心硕士研究生,研究方向为技术转移,专利情报战略分析;王江琦(1987—),男,湖北鄂州人,中国长江三峡集团公司助理工程师,研究方向为技术经济、专利情报分析。

正实现产业化的不足 5%<sup>[2]</sup>。高投入、低产出的现状表明,开展技术转移效率以及影响因素研究迫在眉睫。

国外的技术转移效率研究主要集中于 TTO 机构技术转移效率的影响因素方面,包括风险投资、技术受让方特点、TTO 机构自身属性等。现阶段,我国技术转移效率研究基本上针对的是单一参与主体,忽略了技术转移是一个多主体参与的协同过程。廖述梅<sup>[3]</sup>针对校企技术转移效率进行了研究,指出我国校企技术转移效率整体偏低,且受到专利、地区人均研发投入等因素的影响。范忠<sup>[4]</sup>研究了关系网络对科技中介技术转移效率的影响。耿子扬<sup>[5]</sup>研究了企业技术引进消化吸收活动对自身技术转移效率的影响。

基于此,本文将从四螺旋创新体系的角度解决以下关键问题:第一,四螺旋参与技术转移程度与技术转移活动效益是否相关;第二,若两者存在相关关系,四螺旋技术转移参与度如何影响技术转移效益;第三,评价现阶段我国区域四螺旋创新体系技术转移效率现状。

### 1 基于四螺旋结构的技术转移体系

2014年10月9日,国务院印发的《关于加快科技服务业发展的若干意见》提出要扶持研究开发及其服务、技术转移服务、检验检测认证服务、创业孵化服务、知识产权服务、科技咨询服务、科技金融服务、科学技术普及服务和综合科技服务等9大科技服务业<sup>[6]</sup>。科技服务业是一种围绕着科技成果产业化进程提供各种服务的新业态。技术转移中介和平台是指在技术转移实践过程中逐渐分离形成的第三方服务机构,是科技服务业的重要组成部分。技术转移中介和平台作为第四螺旋,使原有的技术转移运行模式产生了结构性变革,形成了基于四螺旋结构的技术转移体系。技术转移中介主要可为实现和加速技术转移过程提供各类服务,包括技术经纪、技术集成与经营和技术投融资服务等。技术转移机构可以是独立的法人机构或法人内设机构。本研究中第四螺旋是指狭义上的技术转移中介<sup>[7]</sup>。技术转移平台是基于互联网提供技术转移科技服务的新兴模式,是集技术转移全过程中数据信息、应用系统、技术服务和技术咨询为一体的综合网络服务系统,是促进技术转移全过程中科研院所、政府、企业以及科技中介互动合作的媒介。其本质是电子商务与技术转移的结合,以科技资源整合为基础,层层递进,注重资源丰富性、资源有效性、资源贡献者活跃性以及资源商务关系的整合。

在理想状态下,四螺旋技术转移体系是一个自组织系统,即在没有任何外部作用的情况下,系统中各主体按照规则,各尽其职并自动形成的有序运行结构<sup>[8]</sup>。政府主要通过建立技术转移法规体系,颁布技术转移鼓励政策,布局产业创新方向,牵头大型科研项目,鼓

励产学研合作等方式对技术转移活动进行调控,从宏观上指导技术转移的发展方向,实现技术资源合理有效配置<sup>[9]</sup>,推动技术转移体系运行;科研院所主要充当技术提供者的角色,位于技术转移创新价值链前端,主要通过推广自主创新产生的实用技术、承接政府及企业科研项目、建立科技园区、派遣相关领域专家到企业指导咨询、鼓励在校职工创业等方式,推动技术转移体系运行;企业处于创新价值链末端,主要扮演技术需求方角色,参与技术商业化过程;技术转移中介与平台主要为其它各主体提供专业化技术转移服务,提高技术转移效率,为整个体系的正常运转提供各种保障服务。综上所述,四螺旋结构技术转移体系中,科研院所、政府、企业以及技术转移中介既为技术转移提供驱动力,也受到体系中其它驱动力的影响。

## 2 实证设计

### 2.1 研究方法

典型相关分析(CCA)是研究两组变量之间相关关系的一种多元统计方法。设  $X=(X_1, X_2, \dots, X_p)^T, Y=(Y_1, Y_2, \dots, Y_q)^T$ 。用  $X$  与  $Y$  的线性组合  $U=a^T X$  和  $V=b^T Y$  之间的相关性研究  $X$  与  $Y$  之间的相关性,即为研究变量  $X$  与  $Y$  之间的关系,构造典型变量  $U$  和  $V$ :

$$U=(a_1, a_2, a_3 \dots a_p)X^T = a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_p x_p$$
$$V=(b_1, b_2, b_3 \dots b_q)Y^T = b_1 y_1 + b_2 y_2 + \dots + b_q y_{q(1)} \quad (1)$$

选取  $a=(a_1, a_2, \dots, a_p), b=(b_1, b_2, \dots, b_q)$  使得  $U$  与  $V$  的相关系数达到最大,此时  $U$  与  $V$  的相关系数被称为典型相关系数。由于  $U$  与  $V$  乘以任意常数均不会改变典型相关系数,限定取标准化的  $U$  和  $V$ ,建立相关系数优化模型,可以得到一对典型变量及其对应的典型相关系数。重复上述步骤,可以得到  $n$  对典型变量,设通过检验显著的典型变量相关系数为  $\lambda_i$ ,对应的典型变量系数为  $a_i=(a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ip}), b_i=(b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{iq})$ 。

利用式(1)计算出相应的变量值,为了进一步探索单一投入变量对单一产出变量的影响程度,借鉴 Cobb-Douglas 生产函数:

$$\sum_{h=1}^q \lambda_1 b_h \ln y_h i = \sum_{k=1}^p a_k \ln x_k i + \epsilon$$

构造投入产出单一变量的边际产出弹性模型:

$$E_{x_k/y_h} = \partial \ln y_h / \partial \ln x_k = \lambda_j b_h / a_k^{[10]} \quad (2)$$

DEA 方法可用于反映投入与产出变量之间的综合效率。本文结合 CCA 与 DEA 方法,构造广义的投入产出效率模型  $T=V/U$ ,用于评价不同决策单元效率<sup>[11]</sup>。其中,  $V$  是综合产出变量,  $U$  是综合投入变量。

### 2.2 变量选取与数据处理

本研究借鉴区域三螺旋强度(TH)测度方法测量四螺旋参与度,选取政府、科研院所、企业以及技术转移中介和平台参与技术转移的程度和效果,综合反映

四螺旋在技术转移过程中的资源投入与互动力度,简称四螺旋参与度。

基于 CCA/DEA 方法研究四螺旋参与度与技术转移的关系,首先构建两组变量,第一组反映四螺旋参与度,第二组反映技术转移产出效益。由于现有统计口径中没有直接对应的指标变量,因而本研究借鉴结构方程模型中潜变量的测量思路,将四螺旋参与度与技术转移产出效益作为潜变量,在现有统计口径下甄选合适的指标变量作为显变量,对潜变量进行综合测度。

四螺旋参与度可通过以下具体潜变量  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_5$ 、 $X_6$  进行测量,如表 1 所示。选择“万人 R&D 人员数”等指标表征四螺旋技术转移体系中宏观人力资源投入;选择“科学研究和技术服务业新增固定资产占比”衡量技术转移中介的物质基础投入、“每名 R&D 人员仪器和设备支出”衡量科研院所、企业的物质基础投入;选择“企业 R&D 研究人员占比”、“企业 R&D 经费支出占主营业务收入比重”等衡量公司企业的技术

转移人力和财力投入;选择“地方财政科技支出占地方财政支出比重”衡量政府机关的技术转移投入;选择“万人发明专利拥有量”等指标衡量科研院所、企业的技术转移参与度。并进一步运用典型相关分析综合各潜变量的测量效果。

技术转移产出效益主要包括经济效益和社会效益,通过潜变量  $Y_1$  技术成果市场化、 $Y_2$  高新技术产业化、 $Y_3$  科技促进经济社会发展,测量技术转移活动的产出效益,如表 2 所示。

选择“万人输出技术成交额”和“万元生产总值技术国际收入”,综合表征技术成果市场化程度;选择“高技术产业增加值占工业增加值比重”等与高新技术产业相关指标,综合表征高新技术产业化程度;选择“社会生活信息化”等检测指标,综合表征科技促进经济社会发展程度。然后,利用技术市场化、高新技术产业化以及科技促进经济社会发展 3 个变量,代表技术转移过程产出的经济效益和社会效益。

表 1 四螺旋参与度变量组

潜变量	四螺旋参与度	指标
$X_1$	宏观人力资源保障	四螺旋技术转移体系宏观人力资源保障 万人 R&D 人员数 万人大专以上学历人数
$X_2$	宏观科技物质条件	四螺旋技术转移体系宏观固定资产资源保障 每名 R&D 人员仪器和设备支出 科学研究和技术服务业新增固定资产占比
$X_3$	科技意识	四螺旋参与技术转移意识 万名就业人员专利申请数 科学研究和技术服务业平均工资比较系数 万人吸纳技术成交额 有 R&D 活动的企业占比
$X_4$	科技活动人力投入	科技活动人力投入(主要反映企业、科研院所参与技术转移的程度) 万人 R&D 研究人员数 企业 R&D 研究人员占比
$X_5$	科技活动财力投入	科技活动财力投入(政府、企业参与技术转移的程度) R&D 经费支出与 GDP 比值 地方财政科技支出占地方财政支出比重 企业 R&D 经费支出占主营业务收入比重 企业技术获取和技术改造经费支出占企业主营业务收入比重
$X_6$	科技活动产出	科研院所、企业技术转移参与度 万人科技论文数 获国家级科技成果奖系数 万人发明专利拥有量

表 2 技术转移效益变量组

潜变量	指标
$Y_1$	技术成果市场化 万人输出技术成交额 万元生产总值技术国际收入
$Y_2$	高新技术产业化 高新技术产业化水平:高技术产业增加值占工业增加值比重、知识密集型服务业增加值占生产总值比重、高技术产品出口额占商业出口额比重 高新技术产业化效益:高技术产业劳动生产率、高技术产业增加值率、知识密集型服务业劳动生产率
$Y_3$	科技促进经济社会发展 经济发展方式转变:劳动生产率、资本生产率、综合能耗产出率 环境改善:环境质量指数、环境污染治理指数 社会生活信息化:百户居民计算机拥有量万人国际互联网上网人数、信息传输、计算机服务和软件业增加值占生产总值比重

典型相关分析两组变量及相关统计数据均来自《2014 中国科技统计资料汇编》,以中国内地每一个省市为一个决策单元,求出典型变量  $U$  和  $V$  以及典型相关系

数,并利用构造的效率模型和单一变量边际产出弹性模型,进一步进行技术转移效率评价。在进行典型相关分析前,对所有变量作对数化、标准化以及正向化处理。

### 3 实证分析

#### 3.1 四螺旋参与度与技术转移关系

为了探究四螺旋参与度与技术转移效益的关系,运用软件 SPSS 对预处理后的两组变量进行典型相关分析,结果如表 3 所示。

表 3 典型相关系数及其  $\chi^2$  检验结果

典型相关系数	Wilks	Chi-SQ	DF	Sig.
$\lambda_1 = 0.948$	0.044	78.212	18.000	0.000
$\lambda_2 = 0.669$	0.434	20.849	10.000	0.022
$\lambda_3 = 0.462$	0.786	6.010	4.000	0.198

根据表 3,在 0.05 的显著性水平下, $\lambda_1$  和  $\lambda_2$  均显著,鉴于  $\lambda_1 = 0.948$ ,显著大于  $\lambda_2 = 0.669$ ,选定第一组典型相关变量 0.948 作后续分析。

本文中,典型相关系数表示四螺旋参与度与技术转移产出效益之间的相关系数为 0.948,说明两者之间显著正相关。

基于  $\lambda_1 = 0.948$ ,进一步求解  $\lambda_1$  对应的典型变量系数  $a_1 = (a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1p})$  和  $b_1 = (b_{11}, b_{12}, \dots, b_{1q})$ ,根据式 (1) 得到四螺旋技术转移参与度与技术转移效率的典型变量计算公式:

$$U = 0.409X_1 + 0.178X_2 + 0.491X_3 + 0.153X_4 - 0.129X_5 + 0.034X_6$$

$$V = 0.481Y_1 + 0.07Y_2 + 0.594Y_3$$

#### 3.2 四螺旋技术转移投入产出边际弹性分析

根据已求得的  $\lambda_1, a_1 = (a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1p})$  以及  $b_1 = (b_{11}, b_{12}, \dots, b_{1q})$ ,运用式 (2) 得到单一投入变量与单一产出变量之间的边际产出弹性,探究各投入变量如何对各产出变量产生影响。计算得到两组变量间的弹性关系,如表 4 所示。

表 4 四螺旋参与度与其成效的投入产出弹性

变量	技术成果	高新技术	科技促进经济
	市场化	产业化	社会发展
宏观人力资源保障	1.115	0.162	1.377
宏观科技物质条件	2.562	0.373	3.162
科技意识	0.928	0.135	1.147
科技活动人力投入	2.980	0.434	3.680
科技活动财力投入	-3.534	-0.514	-4.360
科技活动产出	13.411	1.952	16.562

可以看出,科技活动财力投入对技术转移成效 3 个变量的边际产出弹性均为负值,说明科技活动财力投入在技术转移活动中存在浪费现象,财力资源配置不合理。此外,其它边际产出弹性均为正值,说明在技术转移活动中四螺旋各创新主体的各项投入均未达到规模最优,边际产出弹性值越大,说明相应投入变量对产出变量的影响越大。“科技活动产出”对“技术成果市场化”、“高新技术产业化”以及“科技促进经济社会发展”的边际弹性均大于其它投入变量,说明 6 个投入变量中,科技活动产出对技术转移成效的影响最大,也

说明科研院所所在技术转移中具有重要地位。

除科技活动产出外,科技活动人力投入对技术成果市场化、高新技术产业化、科技促进经济社会发展的影响也较大。说明四螺旋不同智力资本和隐形知识对技术转移产出效益均具有重要作用。

#### 3.3 区域技术转移效率评价

根据 CCA/DEA 方法,按照广义投入产出效率模型  $T = V/U$ ,首先以中国内地 31 个省市作为决策单元,计算出每个决策单元的广义四螺旋投入典型变量  $U$  和技术转移效益产出典型变量  $V$ 。将区域技术转移效率值按照 8 大经济区域进行划分,结果如表 5 所示。

表 5 区域技术转移效率测算结果

效率值		区域平均效率值	效率值		区域平均效率值
东北地区			黄河中游		
辽宁	1.037 6	1.019 6	山西	0.963 7	0.981 8
吉林	0.961 9		内蒙古	1.035 8	
黑龙江	1.059 2		河南	0.928 3	
北部沿海			陕西	0.999 5	
北京	1.023 7	0.970 0	长江中游		0.989 8
天津	0.986 8		安徽	0.969 9	
河北	0.907 3		江西	1.004 8	
山东	0.962 0		湖北	1.025 2	
东部沿海			湖南	0.959 1	
上海	1.011 9	0.981 9	西南地区		0.946 4
江苏	0.964 4		广西	0.776 2	
浙江	0.969 3		重庆	0.986 6	
大西北地区			四川	1.059 0	0.933 8
西藏	0.900 4	贵州	0.912 0		
甘肃	1.029 8	云南	0.998 2		
青海	1.016 4	0.936 0	南部沿海		0.933 8
宁夏	0.874 2		福建	1.004 5	
新疆	0.859 3		广东	1.043 4	
			海南	0.753 6	

从经济区域层面来看,技术转移效率由高到低依次为东北地区、长江中游、东部沿海、黄河中游、北部沿海、西南地区、大西北地区以及南部沿海。重视技术创新体系建设的区域,技术转移效率普遍较高。

从省市层面来看,东北地区技术转移效率最高的是黑龙江;北部沿海地区技术转移效率最高的是北京;东部沿海地区技术转移效率最高的是上海;大西北地区技术转移效率最高的是甘肃;黄河中游地区技术转移效率最高的是内蒙古;长江中游地区技术转移效率最高的是湖北;西南地区技术转移效率最高的是四川;南部沿海地区技术转移效率最高的是广东。

值得注意的是,北京和上海虽然在各自区域内技术转移效率最高,但是在全国技术转移效率排名中分别位于第 9 位和第 11 位。单看典型投入变量  $U$ ,北京和上海在 31 个省市中位列第 1 和第 2;单看典型产出变量  $V$ ,北京和上海在 31 个省市中也位列第 1 和第 2。说明虽然北京、上海的技术转移在绝对值上产出最高,但从资源配置的角度考虑,其四螺旋资源的利用效率

还有较大提升空间。

#### 4 结论与建议

基于政府、科研院所、企业以及技术转移中介构成的四螺旋技术转移体系视角,借助 CCA/DEA 方法,进行了技术转移效率实证研究,得到如下结论:第一,四螺旋参与度与技术转移效益显著正相关;第二,现阶段我国四螺旋参与的投入与产出均未达到规模最优;第三,我国技术转移过程中科技活动的财力投入(主要指地方财政科技支出和企业 R&D 经费支出)未得到合理配置,存在浪费现象;第四,科研院所的发明专利和科技论文产出量与技术转移成效显著正相关,且对技术转移的促进效果最明显;第五,东北地区的区域技术转移效率最高,以北京和上海为代表的四螺旋技术转移投入和产出效益绝对值较大的地区,四螺旋资源利用效率均不佳。

上述问题表明,我国四螺旋技术转移体系效率还有待提高,具体可以从以下几个方面加以改善:

(1)完善政府、科研院所、企业以及技术转移中介在技术转移活动中的合作机制,尤其是技术转移中介与平台的运作和监督机制。健全的四螺旋合作机制有助于提高四螺旋技术转移参与度,进而提高技术转移效益。技术转移中介与平台作为新兴的技术转移参与主体,其市场运作和监督机制,亟待完善。

(2)适当提高科技物质条件,如科研设备投入等,鼓励企业引进吸收先进技术,重视高素质科技人才培养,加强科技服务业建设力度。促进高新技术产业化,提高经济和社会效益,促进技术转移。

(3)加强对技术转移过程中政府和企业 R&D 资金的管理,提高利用效率。在 R&D 活动开展之前,全面合理地评估研究项目成果产业化的可行性,并将其作为是否继续开展 R&D 活动的重要依据;其次,加强对 R&D 资金的日常监管,资金的使用必须满足透明性、恰当性和合理性要求。

(4)提高鼓励科研院所的知识产权意识,鼓励产出质量高、实用性强的发明专利和科技论文。同时,要注

意避免盲目申请专利,造成大量低质量专利堆积,避免资源的进一步浪费。

(5)重视自主技术创新,提高技术转移效率。各区域技术转移效率较高的省市,如北京、上海,自主创新能力一般较强,均拥有国家级技术创新示范区,如北京中关村、上海自由贸易区等。应充分借鉴其发展经验,积极调动区域内四螺旋资源,进行产学研深度合作,积极建设技术自主创新体系。

#### 参考文献:

- [1] ETZKOWITZ HENRY, LOET LEYDESDORF. The triple helix of university-industry-government relations: a laborator for knowledge-based economic development [J]. *EASST Review*, 1995, 14(1): 14-19.
- [2] 李小丽,余翔. 区域三螺旋强度及 TTO 特征对 TTO 效率的影响研究[J]. *科研管理*, 2014(9): 115-122.
- [3] 廖述梅,徐升华. 我国校企技术转移效率及影响因素分析[J]. *科学学与科学技术管理*, 2009(11): 52-56.
- [4] 范忠仁. 关系网络对科技中介技术转移效率影响的实证研究[D]. 上海:上海交通大学, 2009.
- [5] 耿子扬,汪贤裕,张莉. 企业引进消化吸收再创新的组织间技术转移效率影响因素[J]. *中国科技论坛*, 2011(5): 67-72.
- [6] 国务院. 关于加快科技服务业发展的若干意见[EB/OL]. [http://www.wokeji.com/sjxw/201410/t20141029\\_850455.shtml](http://www.wokeji.com/sjxw/201410/t20141029_850455.shtml), 2015-03-27.
- [7] 科技部.《国家技术转移示范机构管理办法》[EB/OL]. <http://www.most.gov.cn/kjzc/gjkjzc/kjzjfw/201308/P020130823579380783778.pdf>, 2015-01-12.
- [8] 杨贵华. 自组织[M]. 北京:社会科学文献出版社, 2010: 27-28.
- [9] 刘泽政,傅正华,刘泽宪. 我国技术转移中政府职能研究[J]. *科学管理研究*, 2011, 29(4): 60-64.
- [10] L FRIEDMAN, Z SINUANY-STERN. Scaling units via the canonical correlation analysis in the DEA context[J]. *European Journal of Operational Research*, 1997, 100(3): 629-637.

(责任编辑:张益坚)