

Research on the Impact of Loan Risk Compensation Funds on Regional Technological Innovation Efficiency Based on DEA Model

Meng Wang^{1,2,3} Mu Zhang³

¹Guizhou Institute for Urban Economics and Development, Guizhou University of Finance and Economics, Guiyang Guizhou 550025, China

²Guizhou Institution for Technology Innovation & Entrepreneurship Investment, Guizhou University of Finance and Economics, Guiyang Guizhou 550025, China

³School of Finance, Guizhou University of Finance and Economics, Guiyang Guizhou 550025, China

Abstract

With the rapid economic development of China, regional technological innovation has gradually become the main force of China's scientific and technological innovation. In order to improve the technological innovation efficiency of inputs and outputs, this paper collected the data of 21 prefecture level cities in 2015, the establishment of regional R&D DEA model based on input-output efficiency evaluation system, to measure the impact of the efficiency of regional innovation. Therefore, it is suggested that the government should appropriately raise the loan risk compensation funds, so as to further promote regional technological innovation and economic development.

Keywords

Loan Risk Compensation Funds; Regional Technological Innovation; Regional Technological Innovation Efficiency; DEA Model

基于 DEA 模型的贷款风险补偿资金对区域技术创新效率的影响研究

王蒙^{1,2,3} 张目³

¹贵州财经大学贵州城镇经济与发展研究院, 贵阳, 贵州 550025, 中国

²贵州财经大学贵州科技创新创业投资研究院, 贵阳, 贵州 550025, 中国

³贵州财经大学金融学院, 贵阳, 贵州 550025, 中国

摘要：随着我国经济快速发展，区域技术创新逐渐成为我国科技创新的主要动力。为提高区域技术创新投入产出效率，本文收集了 2015 年 21 个地级市的数据，建立基于 DEA 模型的区域 R&D 投入产出效率评价体系，对影响区域技术创新效率进行测度。因此建议政府应适当提高贷款风险补偿资金的额度，从而进一步促进区域技术创新和经济发展。

关键词：贷款风险补偿资金；区域技术创新；区域技术创新效率；DEA 模型

1. 引言

科技进步是经济增长的主要动力，区域技术创新逐渐成为我国保持经济健康发展，稳步提升经济实力的重要保障。贷款风险补偿资金池作为解决区域企业融资难问题的主要解决措施，对区域技术创新有一定的影响，本文建立基于 DEA 模型的区域 R&D 投入产出效率评价体系，研究贷款风险补偿资金对区域技术创新效率的影响。Farrell 利用非预设生产函数来评估效率，从而代替原先的预设生产函数，利用线性规划求出生产前沿，并提出以生产前沿衡量效率的方法，从而首次建立 DEA 基本模型。Charnes Cooper 和 Rhodes (1978)^[1]在此基础上，建立了第一个完整模型 CCR 模型，他们将多投入多产出的效率衡量转换为数学比例，以线性规划求解有效生产前沿，计算决策单元在固定规模下的相对效率。1984 年 Banker, Charnes 和 Cooper^[2]提出了 BCC 模型，BCC 模型允许变动规模报酬，从而可以得出规模效率和技术效率的线性规划式，最后可以得出各决策单元的技术效率、规模效率情况。肖志杰 (1991)^[3]在《估计技术进步滞后及超前年限的要素增长型 DEA 模型》中提出基于 DEA 思想的有限方案多目标决策分析方法。

王艳芳，邹开其 (2010)^[4]将现代风险测度方法中的单项投资风险评价方法、项目组合投资风险评价方法和

投资方案风险比选评价方法应用到高新技术风险投资中，分析了各高新技术项目的合理性，这将在风险投资决策分析中获得更高的实用价值。为贷款风险补偿资金的使用已提供了有力支撑。综上所述，本文结合上述研究，基于 DEA 模型的贷款风险补偿资金对区域技术创新效率进行影响研究。

2. 三阶段 DEA 模型构建

2.1 第一阶段 (DEA 模型)

本阶段选取相关的投入产出数据，采用规模报酬可变的 DEA 即 BCC 模型进行分析，分别得到各个决策单元的技术效率值、纯技术效率值和规模效率值，对这些效率值进行初步测度。

2.2 第二阶段 (SFA 方法)

采用第一阶段的 DEA 模型对效率值进行测度，没有将外部宏观环境因素、管理因素和随机干扰这三个因素区分开，直接测度相对效率值，这样使得测度结果不是针对管理效率的测度。

Battese (1995) 为此把 K 个环境变量 $Z_k = (Z_{1k}, Z_{2k}, \dots, Z_{pk})$ 作为自变量，以投入的松弛量作为因变量，对每一项投入的松弛量都建立一个 SFA 模型，根据 Battese (1995) 松弛变量与环境变量分析模型，其中第 n 个回归方程形式为：

$$s_{nk} = \beta^n z_k + v_{nk} + u_{nk}, k = 1, 2, \dots, k$$

其中, s_{nk} 表示第 k 个决策单元在第 n 种投入上的投入松弛变量; $v_{nk} + u_{nk}$ 为综合干扰项, v_{nk} 表示随机干扰且假定服从正态分布, $v_{nk} \sim N(0, \sigma_{v_n}^2)$; u_{nk} 表示管理因素且假定服从截断正态分布, 即 $u_{nk} \sim N^+(u^n, \sigma_{v_n}^2)$; β^n 表示选取的环境变量的待估参数 $\beta^n z_k$ 为环境变量对投入松弛变量 s_{nk} 的影响。

2.3 第三阶段 (DEA 模型)

利用第一阶段调整后的投入量 x_{nk}^* 和原始的产出量, 再次利用 DEA 模型估计各个决策单元的各个效率值。本文采用三阶段 DEA 模型测算出来的效率值才是剔除了环境变量和随机干扰真正反映各区域研发投入产出的管理效率。

3. 变量选取与指标体系建立

3.1 变量选取与说明

用三阶段 DEA 模型计算 R&D 投入产出效率的关键就是选择投入产出指标, 本文在综合考虑了前两章的既得数据和 DEA 方法对数据要求的基础上选取了 21 个城市 2015 年度的五个投入产出指标对国家研发投入产出效率进行测算。研发投入只包含财力资本和人力资本。产出指标包括专利申请数、专利授予数、高新技术产业产值。环境变量的选取包括经济、教育、社会等外部影响因素。下面本文将对这些外部因素进行说明。

由于本文研究的是贷款风险补偿资金对区域 R&D 投入产出效率, 采用拥有贷款风险补偿资金池的城市作为研究样本, 并且有一大部分城市 2014 年之前关于贷款风险补偿资金数额的

数据缺失, 所以本文根据研究的需要, 尽可能的扩大样本量, 最终选取 21 个城市 2015 年的数据作为样本。

3.2 评价指标体系的建立

在参考文献的基础上, 本文将 R&D 经费投入, R&D 人员全时当量为投入指标; 同时把国内专利申请量、国内专利授权量, 以及高新技术产业产值作为产出指标, 把经济发展水平、教育指标、固定资产投资、贷款风险补偿资金、外贸依存度、市场化指数作为宏观环境变量, 建立区域 R&D 投入产出的效率评价体系。如下表所示:

表 1 研发投入产出效率评价体系

投入变量	K	研究与试验发展 R&D 经费支出 (亿)
	L	R&D 人员折合全时当量(人年)
产出变量	Y ₁	国内专利申请量 (件)
	Y ₂	国内专利授权量 (件)
	Y ₃	高新技术产业产值(亿元)
宏观环境变量	X ₂	经济发展水平
	X ₃	教育指标
	X ₄	固定资产投资
	S ₁	贷款风险补偿资金 (万元)
	S ₂	外贸依存度
	S ₃	市场化指数

4. 实证结果分析

4.1 第一阶段 (DEA 模型)

运用 DEA 模型对 2015 年的投入产出效率值进行测度, 本文所用软件为 DEAP2.1, 得到 2015 年第一阶段 DEA 模型测度结果。可知 2015 年本文所选取样本城市的研发投入产出效率的平均值为 0.499, 说明了样本城市整体的研发效率还有待提高; 纯技术效率的均值为 0.661, 说明 2015 年样本城市整体研发资源的使用效率偏低; 样本城市整体的规模效率均值为 0.782, 说

明 2015 年样本城市整体的研发资源投入产出比例不相适应。具体来看,在样本选取的城市中,有三个城市处于有效前沿面,分别是嘉兴、佛山、惠州;技术效率有效的有 8 个城市;规模效率有效的城市有 3 个,分别是嘉兴、佛山、惠州。有 10 个城市的规模报酬递增,9 个城市的规模报酬递减,有 3 个城市的规模报酬不变。

4.2 第二阶段 (SFA 方法)

表 2 DEA 模型测度结果

firm	crste	vrste	scale	
厦门	0.296	0.312	0.947	irs
烟台	0.171	0.203	0.845	irs
盐城	0.609	0.621	0.980	irs
扬州	0.549	0.563	0.976	irs
镇江	0.487	0.497	0.980	irs
无锡	0.412	0.655	0.628	drs
常州	0.450	0.576	0.781	drs
嘉兴	1.000	1.000	1.000	-
佛山	1.000	1.000	1.000	-
宿迁	0.467	0.587	0.796	irs
济南	0.354	0.365	0.968	drs
青岛	0.398	0.531	0.750	drs
苏州	0.561	1.000	0.561	drs
泉州	0.676	1.000	0.676	drs
莆田	0.326	0.614	0.532	irs
开封	0.317	1.000	0.317	irs
惠州	1.000	1.000	1.000	-
洛阳	0.282	0.358	0.786	irs
三明	0.463	0.800	0.579	irs
广州	0.465	0.952	0.489	drs
武汉	0.201	0.241	0.834	drs
均值	0.499	0.661	0.782	

注:crste 为技术效率, vrste 为纯技术效率, scale 为规模效率;irs 为规模报酬递增, drs 规模报酬递减, -为规模报酬不变。

本文选取了两个投入松弛变量,分别为: R&D 人员折合全时当量(人年),规模以上工业企业 R&D 经费内部支出(万元)。因此要对每一个松弛变量都要建立一个 SFA 模型,其中环境变量为:经济发展水平、教育指标、固定资产投资、贷款风险补偿资金、外贸依存度、市场化指数,利用软件 Frontier4.1 进行 SFA 回归,回归结果如下表所示。

表 3 R&D 人员折合全时当量与环境变量 SFA 模型回归结果

	系数	标准误差
常数项	-50967.97	42831.133
贷款风险补偿资金(万元)	0.29584102	0.4510587
外贸依存度	17747.183	11300.689
市场化指数	4778.9929	4820.9572
经济发展水平	-0.080248901	0.15512396
教育指标	0.028810876	0.025371383
固定资产投资	10.327321	3.399672

表 4 规模以上工业企业 R&D 经费内部支出与环境变量 SFA 模型回归结果

	系数	标准误差
常数项	-1004652.2	1002744.9
贷款风险补偿资金(万元)	24.709582	10.560001
外贸依存度	323940.79	264567.1
市场化指数	12481.48	112866.27
经济发展水平	4.1123781	3.6316984
教育指标	-0.98364942	0.59398441
固定资产投资	462.33758	79.591724

通过表 3 和表 4,可以看出:

(1) 贷款风险补偿资金在两个模型中,以样本城市 2015 年设立的资金池额度衡量的贷款风险补偿资金的系数均为正值,说明了区域贷款风险补偿资金的高低与投入松弛变量之间呈正

向关系，即贷款风险补偿资金的提高可以导致研发投入量的增加，降低研发投入产出效率。并且，通过比较两个模型可以发现，贷款风险补偿资金在第二个模型中的系数较大，对“规模以上工业企业 R&D 经费内部支出”的影响较大。

(2) 市场化指数。由于市场化指数标准不一，大多数研究以樊纲，王小鲁，朱恒鹏（2015）^[6]编写的《中国市场化指数》中提供的市场化指数为研究变量，由于书中只有各省的市场化指数，所以本文选择样本市所在的省的市场化指数进行替代。在两个模型中，市场化指数的系数均为正值，说明了市场化指数的高低与投入松弛变量之间呈正向关系，即市场化指数的提高可以导致研发投入量的增加，降低研发投入产出效率。

4.3 第三阶段（DEA 模型）

在一阶段效率评价中包含这些环境变量可能会对各个决策单元的效率评价造成影响，即处于较好环境的决策单元的效率值会较高，而处于不利环境的决策单元的效率值会偏低，因此，基于本文在二阶段中介绍的方法对一阶段原来的投入量进行调整，使得各个决策单元处于相同的外部环境和运气下。本文利用软件 DEAP2.1 对调整后的投入产出量进行 DEA 测度，结果如下表所示。

表 5 调整后 DEA 模型测度结果

firm	crste	vrste	scale	
厦门	0.568	0.572	0.992	irs
烟台	0.195	0.239	0.816	irs
盐城	0.619	0.63	0.983	irs
扬州	0.717	0.746	0.961	irs
镇江	0.924	0.964	0.958	irs
无锡	0.819	0.885	0.926	drs
常州	0.89	0.89	0.999	irs
嘉兴	1.000	1.000	1.000	-
佛山	1.000	1.000	1.000	-
宿迁	1.000	1.000	1.000	-
济南	0.742	0.764	0.971	drs
青岛	0.547	0.566	0.965	drs
苏州	0.975	1.000	0.975	drs
泉州	0.991	0.996	0.995	irs
莆田	0.472	0.97	0.486	irs
开封	0.638	1.000	0.638	irs
惠州	0.883	0.94	0.94	drs
洛阳	0.336	0.434	0.773	irs
三明	0.398	0.771	0.516	irs
广州	0.748	0.939	0.796	drs
武汉	0.378	0.39	0.971	drs
均值	0.707	0.795	0.889	

注：crste 为技术效率，vrste 为纯技术效率，scale 为规模效率；irs 为规模报酬递增，drs 为规模报酬递减，- 为规模报酬不变。

2015 年，本文选取样本城市的技术效率的平均值为 0.707，纯技术效率平均值为 0.795，规模效率的平均值为 0.889，与调整前相比分别提高了 41.68%，20.27%，13.68%。调整前未达到技术效率有效的城市在调整后均

有显著的提高，宿迁、济南、开封的技术效率分别提高了 114.13%，109.6%，101.26%。调整后处于生产前沿面的城市分别为嘉兴、佛山、宿迁。效率值的变化说明研发投入产出效率受环境变量的影响较为显著，调整后的 DEA 测度结果更加客观地反映了各城市的研发投入管理水平。

5. 结束语

本文对贷款风险补偿资金的运行机理进行深入研究，并根据相关文献分析了区域技术创新效率的影响因素，比较了各地区的技术创新效率。由于现阶段对贷款风险补偿资金与区域技术创新投入之间影响关系的研究较少，为研究贷款风险补偿资金对区域技术创新投入的影响情况，本文收集了 2015 年 21 个地级市的非平衡面板数据，运用 DEAP，Frontier 等统计软件，构建 DEA 模型，得到各地区技术创新效率，在此基础上引入多种宏观环境影响因素，对结果进行修正后得到新的 DEA 模型。结果发现：利用贷款风险补偿资金等多种宏观影响因素进行调整，调整后处于生产前沿面的城市分别为嘉兴、佛山、宿迁；贷款风险补偿资金对区域技术创新效率有显著正向影响，且对“规模以上工业企业 R&D 经费内部支出”的影响较大。因此，政府应适当增加贷款风险补偿资金的额度，从而促进区域技术创新的投入，为区域经济发展提供动力。

致谢

基金项目：本文获得 2017 年度贵州财经大学校级科研项目（青年项目）“贵州大数据产业集聚效应及金融支持体系研究”资助；贵州财经大学 2016 年度在校学生资助项目“贷款

风险补偿资金对科技型中小企业技术创新的影响机理研究”。

参考文献

- [1] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units ☆[J]. *European Journal of Operational Research*, 1978, 2(6):429-444.
- [2] Banker R D, Charnes A, Cooper W W. Some models for the estimation of technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis[J]. *Management Science*, 1984:1078-1092.
- [3] 魏权龄, 李其荣, 肖志杰. 估计技术进步滞后及超前年限的要素增长型 DEA 模型[J]. *数量经济技术经济研究*, 1991(3):28-34.
- [4] 王艳芳. 现代风险测度方法在高新技术投资中的应用[A]. 中国灾害防御协会风险分析专业委员会. “中国视角的风险分析和危机反应”——中国灾害防御协会风险分析专业委员会第四届年会论文集[C]. 中国灾害防御协会风险分析专业委员会, 2010:7.
- [5] Jondrow J, Lovell C A K, Materov I S, et al. On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model [J]. *Journal of Econometrics*, 1982, 19(2 - 3):233-238.
- [6] 樊纲, 王小鲁, 朱恒鹏. 中国市场化指数:各地区市场化相对进程 2011 年报告[M]. 经济科学出版社, 2015.