



开放科学
(资源服务)
标识码
(OSID)

哲学社科奖励绩效：问题与可达目标研究 ——基于联立方程与 BP 神经网络

俞立平 胡甲滨

浙江工商大学 统计与数学学院 杭州 310018

摘要: [目的/意义] 哲学社科奖励绩效的投入产出分析一直比较缺乏,对于其中存在问题以及改进方向的研究非常必要。本文首先建立了哲学社科奖励绩效的分析框架,提出从投入要素弹性、投入要素利用效率和科研奖励的激励和反馈效应三个角度进行绩效评估,并提出采用效率完全有效的理想投入作为改进目标。[方法/过程] 基于教育部人文社科省际面板数据,综合采用联立方程模型和 SBM 超效率模型评估了哲学社科奖励绩效,并采用 BP 神经网络进行稳健性检验,同时还分析了最佳投入时哲学社科奖励的投入产出关系。[局限] 人文社科奖励各省存在质量异质性,无法进一步细分。[结果/结论] 哲学社科奖励绩效总体水平较低;最佳投入水平下哲学社科奖励的改进空间较大;哲学社科奖励研发人员绩效超过研发经费;学术论文和学术著作对哲学社科奖励的贡献最大;哲学社科学术著作的水平需要进一步提高。

关键词: 哲学社科; 科研奖励; 绩效; 联立方程; BP 神经网络

中图分类号: G302 G35

Research on the Problems and Achievable Goals of the Performance of Philosophy and Social Science Award Based on Simultaneous Equations and BP Artificial Neural Network

YU Liping HU Jiabin

School of Statistics and Mathematics, Zhejiang Gongshang University, Hangzhou 310018, China

Abstract: [Objective/Significance] There is a lack of input-output analysis on the performance of Philosophy and Social Sciences award, which is very necessary for the research of existing problems and improvement direction. This paper establishes the

基金项目 国家社科基金“学术期刊评价——指标创新与方法研究”(21FTQB016);浙江省自然科学基金重点项目“制造业从数量型创新向质量型创新转型机制研究”(Z21G030004)。

作者简介 俞立平(1967-),博士,教授,博导,研究方向为技术经济、科技评价领域的研究, E-mail: yvliping@126.com; 胡甲滨,博士生,研究方向为统计理论与方法研究。

引用格式 俞立平,胡甲滨. 哲学社科奖励绩效:问题与可达目标研究——基于联立方程与 BP 神经网络[J]. 情报工程, 2023, 9(3): 13-28.

analysis framework of it, proposes to evaluate the performance from three aspects: input factor elasticity, input factor utilization efficiency and incentive and feedback effects of scientific research awards, and proposes to adopt the ideal input with complete effective efficiency as the improvement goal. [Methods/Processes] Based on the provincial panel data of Social Sciences and Humanities of the Ministry of education, this paper uses the simultaneous equation model and SBM super efficiency model to evaluate the performance of Philosophy and Social Sciences award, uses BP artificial neural network to test the robustness, and analyzes the input-output relationship of Philosophy and Social Sciences award when it is the best input. [Limitations] There is heterogeneity in the quality of humanities and social sciences rewards across provinces, which cannot be further subdivided. [Results/Conclusions] The results show that the overall level of the performance of Philosophy and Social Sciences award is low, there is more room for improvement of it when it is the best input, the performance of R&D personnel award exceeds R&D funds, academic papers and works have the most contribution and the level of academic works of Philosophy and Social Sciences needs to be further improved.

Keywords: Philosophy and Social Sciences; scientific research awards; performance, simultaneous equations, BP artificial neural network

引言

哲学社会科学是人们认识世界、改造世界的重要工具,是推动历史发展和社会进步的重要力量^[1]。哲学社科是人类的精神家园,在推动人类社会进步,维系人类价值观等方面发挥着重要作用。高校是哲学社科研究与传播的重要载体,2011年两办联合发布《高等学校哲学社会科学繁荣计划(2011-2020年)》,为进一步繁荣发展高等学校哲学社会科学奠定了坚实基础。近年来我国哲学社科发展很快,无论是科研投入还是科研成果均呈较快速度的增长。

实施科技奖励制度,奖励科学发现、发明创造,鼓励科学技术进步,是一项重要的科技政策,也是国家科技发展的重要调控手段^[2]。我国的科技奖励制度始于20世纪80年代以后,迄今为止已经发展成政府奖励为主、民间奖励为辅,多种奖励并存的制度。科技奖励对于弘扬尊重知识、尊重人才的社会风气,调动广大科技人员的积极性无疑发挥着积极的作用。哲

学社科作为科学研究的重要组成部分,其科技奖励体系包括教育部、省级等政府部门奖励,也包括学会、高校等机构的奖励,还包括民间机构的奖励等。

科技奖励绩效问题是科技奖励工作的首要问题。目前关于科技奖励的绩效实证研究,更多侧重已经获奖成果的分析。科技奖励与论著、专利、研究报告等一样,也是科研成果之一,目前采用规范的经济学方法,对科技奖励绩效进行全方位分析的研究严重缺乏,至于哲学社科奖励绩效的相关实证研究成果更是少见报道。

开展哲学社科奖励绩效的现状与可达目标研究具有重要意义。第一,建立哲学社科奖励绩效分析的理论框架,有助于推进科技奖励绩效评价理论,丰富科学社会学研究。第二,探索哲学社科奖励绩效的测度方法,完善科技奖励绩效的评价手段。第三,发现哲学社科奖励绩效存在的问题,从而提出改进的对策建议。第四,找到哲学社科理想的投入产出,进而向完全有效的单位学习,从而明确哲学社科奖励

的改进目标，做到有的放矢。

关于科技奖励的作用机制，Merton^[3]指出科技奖励兼具同行评价和社会认可双重功能，而同行评议一定程度上构成了社会认可的专业性基础，社会认可则从影响力、奖励方式、社会荣誉等方面强化对科技人员和科技活动及其高水平产出的促进和激励。纪宝成^[4]认为科研成果奖励是学术研究活动的内在机制，是一个国家或者科研团体对学术研究活动进行有效管理的一种手段，是社会给予科研人员的一种崇高荣誉和贡献认同。于雪霞、石春生等^[5]发现正是通过不断地激发国防技术创新动力、稳定国防技术创新团队、引入国防技术创新竞争和培育国防技术创新主体等方式，国防科技奖励制度发挥了促进国防技术创新又好又快地发展的作用。

关于科技奖励存在的问题，肖尤丹^[6]认为我国科技奖励制度始终存在着强行政导向、弱科学共同体评价的倾向，人为地将政府科技奖励与市场成功、同行认可割裂对立起来。危怀安、胡晓军^[6]研究认为，与巨大的投入相比，国家科技奖励制度的产出绩效较低，带来的科技效应、经济效应和文化效应也很有限。吴恺^[8]认为我国科技奖励制度在结构上存在奖励对象狭窄、人物奖缺乏、缺乏基础科学奖励、单项奖太少、缺乏国际性奖励等问题。周建中^[9]提出政府设置的各种科技奖项过多，社会科技奖励数量较少，奖励对象以项目成果为主，针对科技人才的奖项偏少。焦贺言^[10]认为在科技奖励评审中，同行评议存在主观性、保守性、“马太效应”、滞后性、利益冲突、非共识等问题。徐顽强、朱喆^[11]从当前我国医学类科技奖励的

奖励主体、奖励方式、奖励客体等三个维度进行分析，发现我国当前医学类的科技奖励体制还不够完善。

关于科技奖励绩效的实证研究，Schlagberger等^[12]以155位诺奖得主为研究对象，研究其流动性，发现成果和诺奖都在同一国家的占77%，做出获奖成果和获得诺奖时单位保持不变的获奖者占82.6%。Honig等^[13]研究发现科技奖励制度运行的影响因素主要有奖金强度、获奖者数量、奖励范围、评审的公正性、授奖项数、奖励时机、奖后待遇及授奖形式等方面。熊小刚^[14]将国家科技奖励制度运行绩效的测算指标分为奖励投入和奖励产出两大类，选取了6个二级指标、20个三级指标的指标体系，采用投入产出分析科技奖励绩效。张超等^[15]对西安市的科技奖励分析发现，高校项目获奖后经济效益转化难度较大，企业项目获奖后产值、利税有较大提高，但产业化程度有待提高。熊小刚^[16]融合层次分析法和数据包络分析法，测算国家科技奖励制度的投入产出效率，发现奖励投入存在冗余现象，而奖励产出相对不足。

关于科技奖励的反馈机制，2017年5月国务院颁布的《关于深化科技奖励制度改革方案》明确提出，要建立科技奖励工作后评估制度，其中就包括科技奖励的反馈效应。徐顽强、何菲^[17]认为科技奖励制度在激励人才、促进自主创新方面具有重要作用，科技奖励通过认可机制、导向机制、激励机制和竞争机制四个典型机制作用于自主创新战略。蒋景楠、杨惠霄等^[18]对上海科技奖励的研究表明，科技奖励对上海市自主创新促进作用显著，但也存在高质量成果较少的问题。

关于哲学社科奖励研究,张红伟^[19]收集国内20所双一流建设高校哲学社科科研奖励政策,运用内容分析法进行了统计分析。王永斌、孔令会等^[20]对教育部人文社科获奖成果分析发现,传统优势学科逐渐弱化,新的主干学科格局日渐形成;获奖成果高度聚集在研究型大学,地方高校异军突起,差异化特色显著;多学科综合、跨学科研究是未来的发展方向。萧鸣政等^[21]对长江学者成长的影响因素进行分析,发现教育经历、工作经历、科研经历以及兼职经历是其成长的重要影响因素,而获奖项目的影响作用并不显著。周春雷等^[22]对河南省社会学优秀成果奖进行了统计分析,发现学术影响力较小,在国内具有优势的研究领域为文学、历史学,但是某些学科存在较为明显的学术领军人才流失现象。

从现有研究看,关于科技奖励的作用机制,学术界已经得到公认。关于科技奖励所存在问题的研究成果较多,但主要是针对奖励制度的。目前科技奖励绩效的实证研究较少,研究方法涉及统计学分析与效率分析,缺乏从深度进行的实证分析。至于科技奖励的反馈机制,现有研究只有少量基于理论分析与统计学分析的研究,缺乏严格的计量分析。哲学社科作为科学研究的一个重要方面,其科技奖励的实证研究还较少,研究同样不够深入。综合以上分析,在以下几个方面有待进一步深入研究:

第一,哲学社科奖励的投入产出绩效、效率、反馈机制究竟如何,需要进行全面系统的测度与统计分析。

第二,从实证角度,哲学社科奖励绩效究

竟存在哪些问题,原因是什么?

第三,如果将科技奖励绩效最好的机构作为学习榜样,那么在这种情况下,科技奖励绩效的可达目标是什么?

第四,在可达目标下,科技奖励的投入产出绩效与反馈机制呈什么状态?还存在哪些问题?相关研究对于完善哲学社科的奖励制度具有重要意义。

本文根据教育部公布的省际人文社科研究统计资料,首先建立科技奖励绩效的分析框架,然后采用联立方程模型、数据包络分析研究科技奖励的绩效,并采用BP人工神经网络进行稳健性检验和辅助分析。对科技奖励绩效的现状、可达目标以及深层次存在的问题进行全面系统的分析。

1 理论基础与研究方法

1.1 理论分析

(1) 哲学社科奖励绩效分析的理论框架

哲学社科奖励绩效的分析框架如图1所示。其分析视角包括四个方面:第一是产出绩效分析,即对获奖成果的产出绩效进行分析,包括论文、著作、研究报告等等,一般采用统计学方法进行。第二是投入产出分析,主要基于经济计量方法,研究投入要素的弹性。第三是采用数据包络分析,研究哲学社科奖励的投入产出效率,以及投入要素的利用率。第四是奖励的反馈效应分析,如果奖励绩效较高,那么应该发挥良好的作用,会进一步促进研发投入增加和科技成果增加。

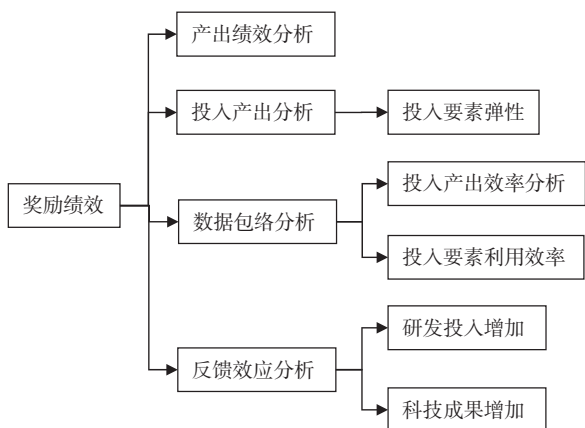


图1 奖励绩效的分析框架

在这个分析框架中，多数研究集中在产出绩效分析，少量研究采用数据包络分析，本文

主要从投入产出分析、数据包络分析、反馈效应分析三个视角进行，这样可以全面分析科技奖励的绩效，重在投入产出诸变量之间的关系。

哲学社科奖励的诸变量之间的关系如图2所示。科研奖励本质上是一种间接科研成果，是在学术论文、学术著作和研究报告的基础上申请的，因此科研奖励的投入产出关系其实分为两个阶段：第一阶段是研发经费和研发人员投入，产生哲学社科研究的直接科研成果，包括学术论文、学术著作、研究报告；第二阶段是学术论文、学术著作、研究报告作为科研奖励的投入，产生间接科研成果即科研奖励。

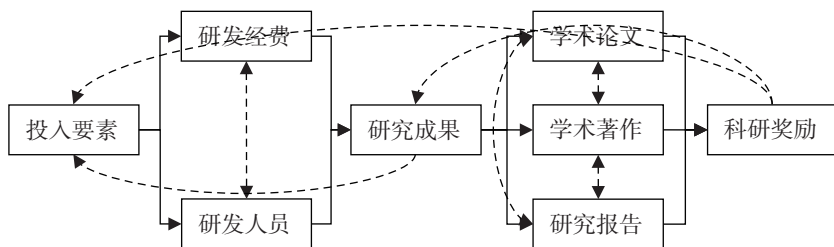


图2 哲学社科投入产出关系

在第一阶段，研发经费与研发人员之间存在互动关系，拥有充足的研究经费可以招募更多的研发人员从事研究，而研发人员较多时，也可以申请到更多的各种课题，从而增加研发经费。直接科研成果之间也存在互动关系，学术论文可以作为学术著作的基础，学术著作是更加系统全面的研究，学术论文一般选题较小。在撰写学术著作的过程中，一些精华也可以整理后作为学术论文发表。学术论文和学术著作一般侧重于理论研究，而研究报告属于应用研究，理论研究是应用研究的基础。当然研究报告的关键内容也可以作为应用研究论文发表，或者系统的研究报告也可以用来出版。

此外，研究成果对研发投入也有反作用，当科研成果丰富时，会鼓励国家和高校加大研发经费和研发人员投入，从而产生良性互动。

在第二阶段，学术论文、学术著作和研究报告是哲学社科评价的重要材料，学术论文和学术著作侧重基础研究，而研究报告侧重应用研究。良好的科研奖励体系和奖励制度科技投入也有很好的反馈作用，会鼓励哲学社科研究加大投入，多出精品和传世之作。

(3) 哲学社科奖励的可达目标

在传统的投入产出分析中，一般仅能分析出投入要素的弹性大小，或者效率大小。对于系统的改进目标迄今为止缺乏研究。对于哲学

社科奖励而言，投入产出系统改进的可达目标就是效率为1的单位的投入产出状态。之所以将效率为1的单位的投入产出关系视为可达目标，这是因为在现有的制度环境下，通过努力能够达到的。

在进行哲学社科奖励绩效分析时，首先通过原始的投入产出数据，计算得到投入要素的弹性。然后利用DEA效率分析计算投入产出效率、投入变量的利用效率以及最佳投入，即所有哲学社科决策单元效率为1时的理想投入。最后再用理想投入和原始产出来分析可达目标下的投入要素弹性，并进行深度分析（图3）。

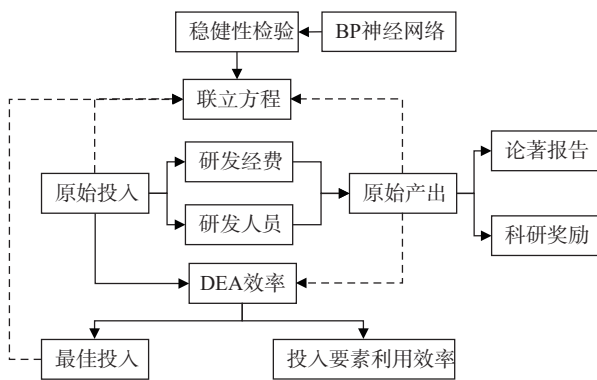


图3 奖励绩效的可达目标

从研究方法角度，由于哲学社科奖励投入产出诸变量之间关系复杂，因此采用联立方程模型进行分析。至于投入产出效率、投入要素的利用率以及理想投入，采用SBM超效率分析模型进行分析。

本文采用BP神经网络进行稳健性检验和辅助分析。在联立方程模型中，由于几乎所有的变量均被纳入，难以进行稳健性检验。此外，在回归分析中，如果某投入变量的弹性系数没有通过统计检验，或者虽然通过了统计检验，但回归系数为负数，可以断定该投入变量绩效较低，但对其贡献大小无法估计，BP神经网络可以较好地解决这个问题。

1.2 联立方程模型

本文建立联立方程模型用来分析哲学社科奖励投入产出诸变量之间的复杂关系，共包括6个方程，如公式(1)所示。 Y_0 、 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 分别为科研奖励、学术论文、学术著作、研究报告， K 、 L 分别为研发经费、研发劳动力。 c_{ij} 表示回归系数，其中 i 、 j 分别为方程序号和变量序号， i 、 j 取值范围为1~6的整数。

$$\begin{cases}
 \log(Y_0) = c_{11} + c_{12} \log[Y_1(-2)] + c_{13} \log[Y_2(-2)] + c_{14} \log[Y_3(-2)] \\
 \log(Y_1) = c_{21} + c_{22} \log[K(-1)] + c_{23} \log[L(-1)] + c_{24} \log(Y_2) + c_{25} \log(Y_3) + c_{26} \log[Y_0(-1)] \\
 \log(Y_2) = c_{31} + c_{32} \log[K(-2)] + c_{33} \log[L(-2)] + c_{34} \log(Y_1) + c_{35} \log(Y_3) + c_{36} \log[Y_0(-2)] \\
 \log(Y_3) = c_{41} + c_{42} \log[K(-1)] + c_{43} \log[L(-1)] + c_{44} \log(Y_1) + c_{45} \log(Y_2) + c_{46} \log[Y_0(-1)] \\
 \log(K) = c_{51} + c_{52} \log[L(-1)] + c_{53} \log[Y_0(-1)] + c_{54} \log[Y_1(-1)] + c_{55} \log[Y_2(-1)] + c_{56} \log[Y_3(-1)] \\
 \log(L) = c_{61} + c_{62} \log[K(-1)] + c_{63} \log[Y_0(-1)] + c_{64} \log[Y_1(-1)] + c_{65} \log[Y_2(-1)] + c_{66} \log[Y_3(-1)]
 \end{cases} \quad (1)$$

方程一为哲学社科奖励方程，因为其是间接科技成果，投入变量为学术论文、学术著作和研究报告。由于哲学社科奖励的评审周期一般为2-3年，所以综合均衡后滞后期设定为2年。

方程二为学术论文方程，投入要素为研发

经费和研发人员，影响因素包括学术著作和研究报告，另外科研奖励对学术论文可能有激励作用。投入要素的滞后期设定为1年，科研奖励反馈的滞后期也设定为1年。学术著作和研究报告对学术论文的影响包括两个方面，第一

是作为一种研究水平的替代变量，第二是某些成果形式可以互相转化，因此不设定滞后期。

方程三为学术著作方程，投入要素为研发经费和研发人员，影响因素包括学术论文和研究报告，另外科研奖励可能会存在激励作用。研发投入的滞后期设定为 2 年，因为学术专著的研究周期较长，科研奖励的滞后期也设定为 2 年，但研发学术论文和研究报告不设定滞后期。

方程四为研究报告方程，投入要素同样是研发经费和研发人员，影响因素包括学术论文和学术著作，另外科研奖励可能会产生激励作用。关于滞后期的设定，学术论文和学术著作不设定滞后期，其他变量滞后期统一设定为 1 年。

方程五为研发经费影响因素方程，研发经费受研发人员影响，同时也受直接科研成果和间接科研成果的影响。至于滞后期，统一设定为 1 年。

方程六为研发人员的影响因素方程，研发人员受研发经费以及所有直接和间接科研成果的影响，所有变量的滞后期设定为 1 年。

1.3 SBM超效率模型

为了测度哲学社科奖励的投入产出效率，同时计算投入要素的利用效率以及理想投入数量，采用 SBM 超效率模型进行分析，采用超效率模型可以方便效率为 1 的单位之间进行比较，此外能很好地处理投入变量的松弛问题^[23]。

对于一个拥有 n 个 DMU， m 种投入 $X(x_1, x_2, x_3 \cdots x_m)$ ， r 种期望产出 $(y_1^g, y_2^g, y_3^g \cdots y_r^g)$ 和 s 种非期望产出 $(y_1^b, y_2^b, y_3^b \cdots y_s^b)$ 的高校哲学社科投入产出系统而言，用于评价第 j 个 DMU 的 SBM

超效率值的线性规划模型用公式可表示为：

$$\rho = \text{Min} \frac{\frac{1}{m} * \sum_{l=1}^m \bar{x}_{lj}}{\frac{1}{r+s} (\sum_{l=1}^r \frac{y_{lj}^g}{y_{lj}^g} + \sum_{d=1}^s \frac{y_{dj}^b}{y_{dj}^b})}$$

$$\begin{cases} \sum_{k=1, k \neq j}^n \lambda_k X_k \leq X_j \\ \sum_{k=1, k \neq j}^n \lambda_k Y_j^g \geq Y_j^g \\ \sum_{k=1, k \neq j}^n \lambda_k Y_j^b \leq Y_j^b \\ \sum_{k=1, k \neq j}^n \lambda_k = 1 \\ \bar{x}_{ij} \leq x_{ij}, y_{ij}^g \geq y_{ij}^g, y_{dj}^b \geq y_{dj}^b, \lambda_k \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

式 (2) 中其中 \bar{x}_{ij} 、 \bar{y}_{ij}^g 和 \bar{y}_{dj}^b 分别表示待评估决策单元在新的前沿面上的投影点所对应的投入、期望产出和非期望产出， $\sum_{k=1, k \neq j}^n \lambda_k = 1$ 表示规模报酬可变， $\bar{x}_{ij} \leq x_{ij}, \bar{y}_{ij}^g \geq y_{ij}^g, \bar{y}_{dj}^b \geq y_{dj}^b$ 表示待评估决策单元在前沿面上的投影点效率不低于待评估决策单元， ρ 即为所求解的超效率值。

1.4 BP神经网络

经过训练的 BP 神经网络能够模拟人类大脑的思维活动，同时能进行分布式并行处理^[24]。BP 神经网络是一种新的投入产出分析工具，非常适合哲学社科奖励的投入产出分析。BP 神经网络能够反馈投入要素的权重，其实这就是对产出变量的贡献，而且能够处理多投入多产出问题，能够克服传统回归分析对绩效较低的投入变量难以进一步分析的不足。

本文哲学社科研发经费数据采用研发经费内部支出表示，研发人员数据采用研发人员数量表示。产出变量中，科研奖励采用省部级以

上获奖数量表示,由于哲学社科的特点,高级别奖励的差距相对较小,低级别奖励的差距较大,采用省部级以上奖励进行研究具有较好的代表性。学术论文、学术著作直接采用其数量,研究报告采用被采纳的研究报告数,同样是因为未采纳研究报告质量参差不齐,而采纳的研究报告质量相对较高。

本文侧重从宏观视角分析哲学社科奖励绩效,所有数据全部来自于教育部“中国高校人文社会科学信息网”(https://www.sinoss.net/)

中的省际面板数据,主要是各省高校哲学社科研究的统计。数据为大陆31个省市数据,时间为2010—2019年,数据数量共为310个。各相关变量的描述统计如表1所示,最佳研发经费和最佳研发人员数据是采用SBM超效率分析计算的结果。由于联立方程估计需要取所有变量的对数,这样能够对回归系数做更加精确的分析,但是少数省份部分年度的科研奖励和研究报告数量为0,无法取对数,实际处理时全部采取加1处理。

表1 变量描述统计

变量	均值	极大值	极小值	标准差
研发经费(万元)	32873.27	203289.60	221.99	38576.06
研发人员(人)	17535.20	52461.00	791.00	10417.42
最佳研发经费(万元)	21457.76	161850.12	221.99	27865.51
最佳研发人员(人)	12166.55	38143.00	791.00	7569.95
学术论文(篇)	10812.85	34293.00	245.00	7501.98
学术著作(部)	810.94	4736.00	14.00	786.50
研究报告(部)	193.75	1507.00	0.00	269.43
科研奖励(项)	113.29	562.00	0.00	115.16
n	31*10=310			

2 实证研究结果

2.1 原始数据联立方程估计结果

(1) 原始数据联立方程估计

联立方程估计结果如表2所示。6个方程的拟合优度分别为0.204、0.957、0.892、0.704、0.852、0.914。除了方程一以外,其他方程的拟合优度均较高,说明科研奖励的绩效较低。

方程一为科研奖励投入产出方程,从回归结果看,只有学术著作通过了统计检验,弹性系数为0.787,学术论文和研究报告均没有通过统计检验,由于方程一的拟合优度较低,说明科研奖励的绩效总体不高。

方程二为学术论文方程,研发人员、学术著作、研究报告的弹性系数分别为0.595、0.381和0.046,并且均通过了统计检验。科研奖励和研发经费没有通过统计检验,科研奖励对学术论文缺乏激励。

方程三为学术著作方程,只有学术论文通过了统计检验,弹性系数为1.014,其他变量均没有通过统计检验,科研奖励对学术著作也没有激励作用。

方程四为研究报告方程,学术论文的弹性系数最大,为0.933,其次是研发经费,弹性系数为0.812,第三是研发人员,弹性系数为-0.473,这3个变量均通过了统计检验。科研奖励和学术著作没有通过统计检验,科研奖励同样对研究报告没有激励作用。

表 2 原始数据联立方程估计结果

变量名称	变量含义	因变量Y ₀	因变量Y ₁	因变量Y ₂	因变量Y ₃	因变量K	因变量L
c	常数项	-1.044 (-0.601)	-0.592** (2.489)	-3.131*** (-7.724)	-10.360*** (-11.713)	4.574*** (9.024)	1.316*** (4.803)
log(K)	研发经费	--	0.006 (0.233)	0.064 (1.417)	0.812*** (8.206)	--	0.132*** (4.673)
log(L)	研发人员	--	0.595*** (15.352)	-0.066 (-0.661)	-0.473** (-2.002)	0.592*** (4.637)	--
log(Y ₀)	科研奖励	--	0.012 (1.615)	0.021 (1.482)	-0.004 (-0.133)	-0.004 (-0.218)	-0.006 (-0.704)
log(Y ₁)	学术论文	-0.040 (-0.096)	--	1.014*** (11.667)	0.933*** (3.498)	0.348** (2.217)	0.823*** (15.186)
log(Y ₂)	学术著作	0.787** (2.220)	0.381*** (14.365)	--	-0.142 (-0.894)	0.031 (0.365)	-0.147*** (-3.557)
log(Y ₃)	研究报告	-0.010 (-0.187)	0.046*** (3.498)	-0.015 (-0.596)	--	0.238*** (7.839)	-0.009 (-0.566)
R ²	拟合优度	0.204	0.957	0.892	0.704	0.852	0.914

注：*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平下检验通过

方程五为研发经费影响因素方程，研发人员的弹性系数为 0.592，其次是学术论文，弹性系数为 0.348，最后是研究报告，弹性系数为 0.238，这 3 个变量均通过了统计检验。研发经费和科研奖励没有通过统计检验，说明科研奖励不能激励研发经费增加。

方程六为研发人员影响因素方程，学术论文弹性系数最大，为 0.823，其次是研发经费，弹性系数为 0.132，最后是学术著作，弹性系数为 -0.147，均通过了统计检验。研究报告和科研奖励没有通过统计检验，说明科研奖励同样不能促进研发人员增加。

(2) 原始数据联立方程可视化分析

将联立方程可视化后如图 4 所示，线条粗细表示弹性系数大小，虚线表示回归系数为负数，箭头方向表示变量关系，这样可以更加细致地分析变量之间的关系。

首先分析研发投入对科研奖励的影响。研发经费对科研奖励没有直接影响，但有两条主

要间接影响路径：第一条是研发经费影响研发人员，研发人员影响学术论文，学术论文影响学术著作，学术著作影响科研奖励，其间接影响弹性为 $0.132 \times 0.595 \times 1.014 \times 0.787 = 0.063$ ；第二条是研发经费影响研究报告，研究报告影响学术论文，学术论文影响学术著作，学术著作影响科研奖励，间接弹性为 $0.813 \times 0.046 \times 1.014 \times 0.787 = 0.030$ ，这样研发经费对科研奖励的间接影响弹性之和为 $0.063 + 0.030 = 0.093$ 。

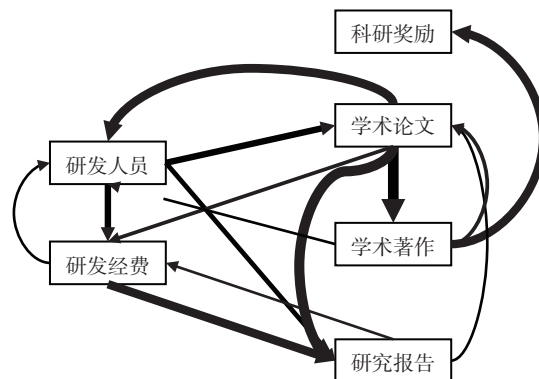


图 4 原始数据联立方程可视化

需要说明的是,由于联立方程变量之间关系复杂,加上弹性系数一般小于1,连续相乘后数值一般会较小,所以本文暂不考虑循环关系。

研发人员对科研奖励也没有直接影响,但有两条主要的间接影响路径:第一是研发人员影响学术论文,学术论文影响学术著作,学术著作影响科研奖励,间接弹性为 $0.595 \times 1.014 \times 0.787 = 0.475$;第二条是研发人员影响研发经费,研发经费影响研究报告,研究报告影响学术论文,学术论文影响学术著作,学术著作影响科研奖励,弹性为 $0.592 \times 0.812 \times 0.046 \times 1.014 \times 0.787 = 0.018$,间接弹性之和为 $0.475 + 0.018 = 0.492$ 。

其次分析学术论文、学术著作、研究报告对科研奖励的影响。学术论文对科研奖励没有直接影响,但学术论文影响学术著作,学术著作影响科研奖励,间接弹性为 $1.014 \times 0.787 = 0.798$ 。

学术著作对科研奖励具有直接影响,其弹性系数为0.787,没有间接影响。

研究报告对科研奖励没有直接影响,但研究报告影响学术论文,学术论文影响学术著作,学术著作影响科研奖励,间接弹性为 $0.046 \times 1.014 \times 0.787 = 0.037$ 。

表3 原始数据科研奖励的影响因素

影响因素	直接弹性	间接弹性	弹性之和
研发经费		0.093	0.093
研发人员		0.492	0.492
学术论文		0.798	0.798
学术著作	0.787		0.787
研究报告		0.037	0.037

各变量对科研奖励的影响弹性如表3所示,从投入要素看,研发人员对科研奖励的影响较大,弹性系数为0.492,研发费仅为0.093,从这个角度,研发经费的绩效较差。从科研成果看,学术论文、学术著作对科研奖励的弹性较大,分别为0.798和0.787,两者相当,研究报告的弹性系数相对较小,这和实际情况是相符的。

此外,联立方程估计结果中,科研奖励并没有任何激励作用,对研发投入也不具有反馈机制,加上方程一的拟合优度也较低,总体上科研奖励的绩效较低。

需要说明的是,采用联立方程分析科研奖励绩效,一定要综合所有方程的结果进行综合分析,不然是不全面的。比如从单方程看,除了学术著作对科研奖励的弹性显著外,其他均不显著,但表3的分析能够比较全面地分析各变量对科研奖励的影响。

2.2 科研奖励的效率分析

采用两阶段SBM-DEA超效率模型,分别研究科研投入产出以及科研奖励投入产出效率,以及各投入变量的利用效率。

第一阶段投入变量是研发经费和研发人员,产出变量为学术论文、学术著作和研究报告,采用SBM超效率模型,最终所有省市哲学社科的平均效率为0.695,将其分解为纯技术效率和规模效率,分别为0.715和0.970,纯技术效率偏低,规模效率较高,说明哲学社科研究的效率差距主要体现在不同省市研究水平相差较大,管理水平差异不大,并且水平较高。

第二阶段投入变量是学术论文、学术著作和研究报告,产出变量为科研奖励数量,采用

SBM 超效率模型进行分析。所有省市的平均效率为 0.195，将其分解为纯技术效率和规模效率，分别为 0.305 和 0.569，纯技术效率相对较低，规模效率略高，说明各省市研究成果水平相差较大是科研奖励效率差距的原因。对比第一阶段可以发现，第二阶段效率要低于第一阶段。

从获奖投入要素的利用效率看，学术论文的利用效率为 21.17%，学术著作的利用效率为 20.57%，两者大致相等，但研究报告的利用效率偏低，仅为 6.75%，这个结果和联立方程分

析的结果大致相同。

2.3 最佳投入下联立方程估计结果

(1) 最佳投入联立方程估计

在 SBM 超效率分析时，计算得到效率全部为有效的理想研发经费和研发人员投入数据，再次采用联立方程模型估计哲学社科奖励的投入产出关系，结果如表 4 所示。6 个方程的拟合优度分别为 0.622、0.978、0.965、0.905、0.921、0.934，均有所提高，尤其是方程一的拟合优度提高幅度较大。

表 4 最佳投入下联立方程估计结果

变量名称	变量含义	因变量 Y_0	因变量 Y_1	因变量 Y_2	因变量 Y_3	因变量 K	因变量 L
c	常数项	-4.606*** (-3.682)	2.438*** (7.584)	-4.671*** (-12.644)	-12.329*** (-17.463)	7.917*** (7.954)	2.444*** (3.895)
log(K)	研发经费	--	-0.063* (-1.896)	0.317*** (6.854)	0.749*** (8.289)	--	-0.012 (-0.253)
log(L)	研发人员	--	0.369*** (7.163)	-0.015 (-0.115)	0.081 (0.418)	-0.111 (-0.692)	
log(Y_0)	科研奖励	--	0.037** (2.082)	-0.074*** (-2.837)	0.015 (0.258)	0.073 (1.169)	-0.025 (-0.695)
log(Y_1)	学术论文	1.386*** (4.743)	--	0.894*** (5.874)	1.465*** (6.148)	-0.177 (-0.634)	0.634*** (4.463)
log(Y_2)	学术著作	-0.399* (-1.704)	0.499*** (11.089)	--	-1.150*** (-6.602)	0.991*** (6.151)	0.121 (1.204)
log(Y_3)	研究报告	0.054 (1.054)	0.138*** (6.148)	-0.182*** (-5.624)	--	0.435*** (6.785)	0.124*** (3.091)
R^2	拟合优度	0.622	0.978	0.965	0.905	0.921	0.934

注：*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平下检验通过

方程一为科研奖励方程，只有学术论文通过了统计检验，弹性系数为 1.386，学术著作和研究报告的回归系数没有通过统计检验。

方程二为学术论文方程，学术著作的弹性系数为 0.499，其次是研发人员 0.369，再次是研究报告 0.138，最后是科研奖励 0.037，均通过了统计检验，但研发经费的回归系数没有通过统计检验。

方程三是学术著作方程，学术论文的弹性系数为 0.894，其次是研发经费 0.317，再次是研究报告 0.182，最后是科研奖励 -0.074，均通过了统计检验，但研发人员的回归系数没有通过统计检验。

方程四是研究报告方程，学术论文弹性系数最高，为 1.465，其次是研发经费 0.749，学术著作的弹性系数是负数，为 -1.150，均通过

了统计检验，但研发人员和科研奖励的回归系数没有通过统计检验。

方程五为研发经费影响因素方程，学术著作的弹性为 0.991，其次是研究报告 0.435，两者均通过了统计检验，研发人员、学术论文、科研奖励的回归系数没有通过统计检验。

方程六为研发人员影响因素方程，学术论文的弹性为 0.634，其次是研究报告，弹性为 0.124，均通过了统计检验，研发经费、学术著作、科研奖励的回归系数没有通过统计检验。

(2) 最佳投入联立方程可视化分析

将联立方程可视化后如图 5 所示。首先分析研发投入对科研奖励的影响。研发经费对科研奖励没有直接影响，但有两条主要间接影响路径：第一条是研发经费影响学术著作，学术著作影响学术论文，学术论文影响科研奖励，其间接影响弹性为 $0.317 \times 0.499 \times 1.386 = 0.219$ ；第二条是研发经费影响研究报告，研究报告影响学术论文，学术论文影响科研奖励，间接弹性为 $0.749 \times 0.138 \times 1.386 = 0.143$ ，这样研发经费对科研奖励的间接影响弹性之和为 $0.219 + 0.143 = 0.362$ 。

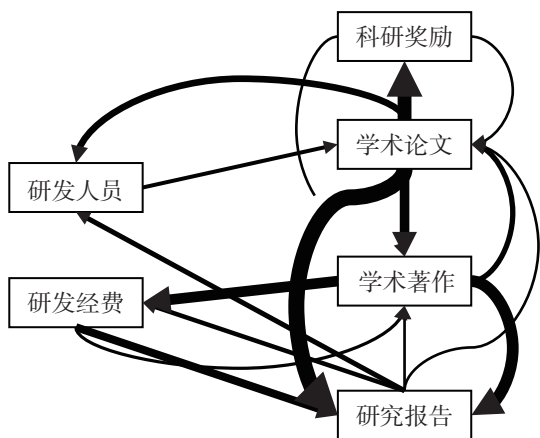


图 5 原始数据联立方程可视化

研发人员对科研奖励也没有直接影响，但有一条间接影响路径，研发人员影响学术论文，学术论文影响科研奖励，间接弹性为 $0.369 \times 1.386 = 0.511$ 。

其次分析学术论文、学术著作、研究报告对科研奖励的影响。学术论文对科研奖励有直接影响，弹性系数为 1.386。

学术著作对科研奖励没有直接影响，但有两条间接影响路径。第一是学术著作影响学术论文，学术论文影响学术奖励，弹性为 $0.499 \times 1.386 = 0.692$ ；第二是学术著作影响研究经费，研究经费影响研究报告，研究报告影响学术论文，学术论文影响学术奖励，弹性为 $0.991 \times 0.749 \times 0.138 \times 1.386 = 0.142$ ，间接弹性之和为 $0.692 + 0.142 = 0.834$ 。

研究报告对科研奖励也没有直接影响，但有三条间接影响路径。第一是研究报告影响研发人员，研发人员影响学术论文，学术论文影响科研奖励，弹性为 $0.124 \times 0.369 \times 1.386 = 0.063$ ；第二条是研究报告影响学术论文，学术论文影响科研奖励，弹性为 $0.138 \times 1.386 = 0.191$ ；第三条是研究报告影响研发经费，研发经费影响学术著作，学术著作影响学术论文，学术论文影响科研奖励，弹性为 $0.435 \times 0.317 \times 0.499 \times 1.386 = 0.095$ ，间接弹性之和为 $0.063 + 0.191 + 0.095 = 0.349$ 。

表 4 最佳投入科研奖励的影响因素

影响因素	直接弹性	间接弹性	弹性之和
研发经费		0.362	0.362
研发人员		0.511	0.511
学术论文	1.386		1.386
学术著作		0.834	0.834
研究报告		0.349	0.349

在理想投入情况下，各变量对科研奖励的影响弹性如表 4 所示，从投入要素看，研发人员对科研奖励的影响较大，弹性系数为 0.511，研究经费为 0.362，而原始数据弹性系数分别只有 0.492、0.093，研发经费的绩效得到了很大的提高，并且研发人员的弹性系数也得到了提高。

从科研成果看，学术论文、学术著作对科研奖励的弹性较大，分别为 1.386 和 0.834，研究报告的弹性较小，为 0.349，原始数据联立方程三者弹性系数分别为 0.798、0.787、0.037，最佳状态下均有所提高。下面综合分析一下科研奖励的反馈效应。

第一，学术论文，科研奖励对学术论文的弹性为 0.037，说明科研奖励能够促进学术论文的写作。

第二，学术著作，科研奖励对学术著作的直接弹性为 -0.074，另外还有间接影响路径。第一是科研奖励影响学术论文，学术论文影响学术著作，弹性为 $0.037*0.894=0.033$ ；第二是科研奖励影响学术论文，学术论文影响研究报告，研究报告影响学术著作，弹性为 $0.037*1.465*(-0.182)=-0.010$ ，弹性之和为 -0.051，这说明即使在最佳投入情况下，科研奖励对学术著作的反馈机制也有待改进。

第三，研究报告，科研奖励对研究报告没有直接贡献，但有两条间接影响路径。第一是科研奖励影响学术论文，学术论文影响研究报告，弹性为 $0.037*1.465=0.054$ 。第二是科研奖励影响学术论文，学术论文影响学术著作，学术著作影响研究报告，弹性为 $0.037*0.894*(-1.150)=-0.038$ ，弹性之和为 $0.054-0.038=0.016$ ，

说明科研奖励对研究报告也有激励作用。

第四，研发经费，科研奖励对研发经费没有直接反馈，但有两条间接影响路径。第一条是科研奖励影响学术论文，学术论文影响学术著作，学术著作影响研发经费，弹性为 $0.037*0.894*0.991=0.033$ ；第二条是科研奖励影响学术论文，学术论文影响研究报告，研究报告影响研发经费，弹性为 $0.037*1.465*0.435=0.024$ ，弹性之和为 $0.033+0.024=0.057$ ，说明科研奖励对研发经费投入具有正向反馈机制。

第五，研发人员，科研奖励对研发人员没有直接反馈，但有两条间接反馈路径。第一是科研奖励影响学术论文，学术论文影响研发人员，弹性为 $0.037*0.634=0.023$ ；第二是科研奖励影响学术论文，学术论文影响研究报告，研究报告影响研发人员，弹性为 $0.037*1.465*0.124=0.007$ ，弹性之和为 $0.023+0.007=0.030$ ，说明科研奖励对研发人员也有正向反馈机制。

与原始数据联立方程科研奖励没有任何激励效应和反馈机制相比，在最佳投入情况下，科研奖励对学术论文、研究报告均具有激励效应，对研发经费和研发人员也具有正向反馈效应，只是对学术著作还缺乏激励效应，主要原因是哲学社科奖励制度还有待优化，在原始数据联立方程中，科研奖励方程的拟合优度不高，在第二阶段效率分析中，科研奖励投入产出效率偏低。

2.4 BP神经网络稳健性检验

基于原始数据，采用 BP 神经网络

来进行稳健性检验。输入变量为研发经费、研发人员、学术论文、学术著作和研究报告，输出变量为科研奖励。但不管怎么调节学习参数，模型的拟合优度均很低，学习效果很差，因此从现状角度，说明哲学社科奖励的绩效总体较差，这和原始数据联立方程分析中，科研奖励的拟合优度偏低的

结果是一致的。

采用最佳投入，继续建立 BP 神经网络模型，并进行训练，模型总体误差阈值设定为 0.0000001，低于该阈值则停止训练。由于 BP 神经网络每次训练结果均不相同，为了提高研究的稳健性，本文一共训练 5 次，取其均值作为最终结果，如表 5 所示。

表 5 最佳投入下 BP 神经网络结果

模型	模型结构	拟合优度	相关系数	K权重%	L权重%	Y1权重%	Y2权重%	Y3权重%
第一个	5-5-1	0.897	0.955	18.48	43.08	13.16	9.50	15.78
第二个	5-7-1	0.866	0.945	19.08	48.72	14.89	7.60	9.71
第三个	5-5-1	0.867	0.944	19.96	47.95	16.30	6.41	9.38
第四个	5-5-1	0.827	0.931	19.02	50.08	18.51	4.22	8.17
第五个	5-13-1	0.915	0.962	16.96	49.63	16.37	7.84	9.20
平均值	--	0.874	0.947	18.70	47.88	15.85	7.12	10.45

从最佳投入 BP 人工神经网络的训练结果看，投入要素中研发人员的权重最高，为 47.88%，其次是研发经费，权重为 18.70%，两者合计为 66.59%，约为三分之二，说明研发人员投入和研发经费投入是科研获奖的主要源泉。在最佳投入联立方程结果中，研发人员的弹性也大于研发经费的弹性，两者是吻合的，说明联立方程的结果是稳健的。

3 研究结论

(1) 哲学社科奖励绩效总体水平较低

本文将哲学社科奖励绩效分为投入要素弹性绩效、投入要素利用效率、科研奖励的机理和反馈绩效三个部分。基于联立方程的实证研究表明，研发经费的绩效很低，研发人员的绩效尚可，科研奖励不存在激励和反馈效应，并且科研奖励投入产出的拟合优度不高。基于

SBM 超效率分析的研究结果表明，成果产生阶段总体效率尚可，但评奖阶段效率较低，评奖时学术论文、学术著作、研究报告的利用效率均在 25% 以下。由于哲学社科奖励的绩效较低，采用 BP 神经网络模拟时造成拟合优度极低，根本无法建立有效的学习模型。以上充分说明了哲学社科奖励绩效水平较差。

造成奖励绩效水平较差的原因是多方面的：第一是由哲学社科的特点所决定的，哲学社科获奖成果的认可度没有自然科学强；第二与我国哲学社科奖励制度有关，以政府奖励为主导的奖励体系不够完善，而本文研究的数据完全是政府奖励；第三可能与奖励中存在的一些问题有关，比如评奖的公平、公正等因素。

(2) 最佳投入水平下哲学社科奖励的改进空间较大

如果将完全有效的省市作为学习的榜样，

并且全部地区的哲学社科投入产出效率均是完全有效。在这种情况下，继续采用联立方程模型研究发现，研发经费和研发人员的弹性大幅度提高，除了学术著作外，科研奖励对学术论文和研究报告的激励机制较好，对研发经费和研发人员的反馈效应良好。基于BP神经网络模型进行稳健性检验也发现，研发人员和研发经费对科研奖励的贡献显著，说明研究是稳健的。

最佳投入产出让所有的省市哲学社科研究明确了改进方向，这是一种可达目标，对于各地区寻找差距，努力向发达地区学习具有重要意义。

(3) 哲学社科奖励研发人员绩效超过研发经费

本文研究发现，无论是原始数据还是在最佳投入下，联立方程估计结果中，研发人员对科研奖励的弹性均大于研发经费，只不过在最佳投入下，研发经费与研发人员的弹性差距有较大缩小。在最佳投入情况下，这个结论也得到了BP神经网络的稳健性检验证明。这是由哲学社科学科特点所决定的，哲学社科研究对实验条件总体依赖较小，更加强调广大科研工作者的长期积累与创造性的劳动。

(4) 学术论文和学术著作对哲学社科奖励的贡献最大

无论是原始数据还是最佳投入数据，联立方程的研究结果表明，对于科研成果而言，学术论文对科研奖励贡献最大，其次是学术著作，最后是研究报告。在SBM超效率分析中，利用效率从大到小排序也是学术论文、学术著作和研究报告。

(5) 哲学社科学术著作的水平需要进一步提高

本文研究发现，即使在最佳投入产出下，科研奖励对学术著作的反馈也是负数，并且学术著作对科研奖励的贡献低于学术论文，作为一种全面系统的深度研究，哲学社科著作的绩效低于学术论文，这说明我国哲学社科学术著作的水平还有待提高。

参 考 文 献

- [1] 张东刚. 以科学发展观为指导建设高校哲学社会科学创新体系[J]. 中国高等教育, 2013(1): 12-25.
- [2] 钟书华. 国内“科技奖励与自主创新”研究述评[J]. 软科学, 2008, 22(6): 113-116, 125.
- [3] Robert K Merton. Priorities in Scientific Discovery: A Chapter in the Sociology of Science. American Sociological Review. 1957, 22(6): 635-659.
- [4] 纪宝成. 时间和实践是科研成果最好的试金石[N]. 人民日报, 2003-06-25.
- [5] 于雪霞, 石春生, 李靖. 国防科技奖励对技术创新的激励作用分析[J]. 科技管理研究, 2012, 32(2): 43-46.
- [6] 肖尤丹. 改革科技奖励亟需回归制度常识[J]. 科学与社会, 2015, 5(4): 24-30.
- [7] 危怀安, 胡晓军. 国家科技奖励获奖成果的经济效益分析[J]. 科研管理, 2007, 28(2): 146-151.
- [8] 吴恺. 我国科技奖励制度的结构问题及优化措施[J]. 科技进步与对策, 2011, 28(18): 95-99.
- [9] 周建中, 肖雯. 我国科技奖励的定量分析与国际比较研究[J]. 自然辩证法通讯, 2015, 37(4): 96-103.
- [10] 焦贺言. 浅析科技奖励评审中同行评议的公正性问题[J]. 中国高校科技, 2019(4): 40-42.
- [11] 徐顽强, 朱喆. 基于医学人才视角的科技奖励激励机制分析[J]. 理论月刊, 2014(11): 160-163.
- [12] Schlagberger E M, Bornmann L, Bauer J. At what institutions did Nobel laureates do their prize-winning work? An analysis of biographical information on Nobel laureates from 1994 to 2014[J]. Scientometrics, 2016, 109(2): 723-767.
- [13] Honig- H S, Martin L R. The Effectiveness of Reward

- Systems on Innovative Output: An Empirical Analysis [J]. *Small Business Economics*, 1993(5): 261-269.
- [14] 熊小刚. 国家科技奖励制度运行绩效的投入产出分析 [J]. *科学学与科学技术管理*, 2012, 33(3): 5-10.
- [15] 张超, 汪玉磊, 杜童. 地方科技奖励成果经济效益转化分析——以西安市为例 [J]. *中国高校科技*, 2017(12): 20-22.
- [16] 熊小刚. 国家科技奖励制度运行绩效评价研究 [J]. *中国科技论坛*, 2013(3): 32-38.
- [17] 徐顽强, 何菲. 科技奖励制度促进自主创新战略的作用机制研究 [J]. *自然辩证法研究*, 2011, 27(8): 56-60.
- [18] 蒋景楠, 杨惠霄, 尹邦奇, 等. 科技奖励对自主创新的影响研究——以 2006-2008 年上海市获奖科技成果为例 [J]. *科技进步与对策*, 2012, 29(20): 18-22.
- [19] 张红伟. 高校人文社会科学科研奖励办法比较 [J]. *高教发展与评估*, 2017, 33(2): 10-16+106.
- [20] 王永斌, 孔令会, 徐宏霞. 历届高校人文社会科学优秀成果奖的计量分析 [J]. *科学学研究*, 2012, 30(9): 1309-1315.
- [21] 萧鸣政, 唐秀锋. 哲学社会科学人才如何评价——基于长江学者成长影响因素的实证研究 [J]. *行政论坛*, 2018, 25(5): 106-116.
- [22] 周春雷, 曹玲静. 河南省社会科学优秀成果奖学术影响力研究 [J]. *中国科技期刊研究*, 2017, 28(8): 748-756.
- [23] Ruiz J L, Sirvent I. Performance evaluation through DEA benchmarking adjusted to goals [J]. *Omega*, 2019, 87: 150-157.
- [24] Rumelhart D E, Hinton G E, Williams R J. Learning representations by back-propagation error [J]. *Nature*, 1998, 323(9): 533-536.