

科研人员核心竞争力评价模型研究

刘晓晨

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘要: 开展科研人员核心竞争力评价工作, 对于引领科研人员发展、辅助科技项目管理具有重要意义。目前, 面向科研人员核心竞争力评价的研究已取得了一些进展, 但仍存在评价指标单一、主观因素过多等不足。针对上述问题, 本文设计了一套涵盖科研项目、学术成果、学术影响力和学术道德等维度的科研人员核心竞争力评价模型, 并结合科技项目管理数据进行应用实践, 实现了核心竞争力评价结果的可视化呈现和综合验证。结果表明, 本文提出的模型能够相对客观、合理地反映科研人员的核心竞争力水平, 相信将在优化科技项目人员配置等方面发挥积极作用。

关键词: 科技项目; 科研人员; 核心竞争力; 评价模型

中图分类号: G311 **DOI:** 10.3772/j.issn.1673-2286.2021.07.005

引文格式: 刘晓晨. 科研人员核心竞争力评价模型研究[J]. 数字图书馆论坛, 2021 (7) : 36-42.

“核心竞争力”是相对业界公认较早、用来刻画科研人员能力与水平的概念, 这一概念自1990年正式提出^[1]以来, 最先应用在企业方面, 后来逐渐推广到科研领域。根据王海涛等^[2]、张守华等^[3]的研究, 科研人员所具备的能力包括学术创新能力、观察实践能力和管理协作能力等方面, 其中对所从事科研活动起到支撑作用、保障其在研究领域领先地位的能力, 方可称为核心竞争力。纵观世界科技发展史, 各领域的顶尖科学家(如爱因斯坦、冯·诺依曼、钱学森等), 无疑都具有很强的核心竞争力。

各个国家的国情与科技发展状况决定了其本身的科研人员评价机制。由于美国科研管理总体秉承学术自由的原则, 美国科研人员评价制度并不统一, 但是具体到每一个科研机构内部, 仍然存在严格、规范的科研人员评价体系^[4]。这些评价体系虽然因单位而异, 但是总体来看仍存在较多的共同点。一是重视科技人才的实际工作产出和能力, 这些产出和能力大多通过学术论文、著作、主持或参与的科研项目等指标来体现。这些指标也常与工作绩效、待遇等挂钩, 这种方式对科技人才发挥工作价值具有激励作用。二是对于科研人员、科技人才, 更加注重其所在领域的专业性, 在评价时多会偏向实践类、应用类的评价方向。三是对于相对重要事

项的评价工作多采取同行评价机制, 如终身教授的评价工作^[4]。

在德国科研人员评价体系中, 大学占主导地位, 具有很高的自主权, 评价工作主要由一些权威学术机构负责, 政府不加以干预。德国科研人员评价体系有以下特点^[5]: 一是不同的科研定位有不同的评价指标, 再结合相应的评价方法, 评价各类人员; 二是整个评价体系有专业的管理部门使用计算机系统完成, 各类指标、数据库和科研项目与具体科研工作结合, 使得整个体系更加规范化、专业化、制度化、可视化; 三是注重发挥同行专家评价作用, 每个科研人员的评价都由对应科研方向最接近的科学研究人员组成评审团队来完成。

所以, 我国科研人员评价要充分考虑我国实际情况, 借鉴其他国家经验和做法, 探索出适用的科研人员评价机制, 建立并不断完善科研人员核心竞争力评价模型。本文基于科技人才的视角, 从多维度构建科研人员核心竞争力评价模型, 对关键评价指标实施量化处理, 探究如何科学合理地评价科研人员核心竞争力。

1 科研人员核心竞争力评价的目标分析

对科研人员核心竞争力进行评价, 是一项系统性工

作,需要考虑政策指导、实施路径、数据基础和科学评价等多方面因素;同时,科研人员核心竞争力评价也是一项复杂性工作,需要考虑适应范围、时域发展、异常处理等多种实践应用问题。此外,构建核心竞争力评价模型需考虑具体实施的可行性与复杂性,支持科研机构的普适应用,实行便捷高效的信息化支撑。

科研人员核心竞争力评价模型需要能够全面、客观地刻画科研人员的核心竞争力,包括科研现状、科研潜力,以及该科研人员对科技项目、经济建设与社会发展的贡献。在反映科研人员开展科研工作综合能力的同时,应力争反映科研人员之间对比情况,给予科研人员一定的正向反馈、差距提示,如帮助科研人员了解同行动态、调整研究方向等。评价结果可以为科技项目提供辅助信息,使科技项目的管理更加系统化、科学化、规范化^[6]。对于各级科技项目管理工作,可辅助实施项目管理,如动态调整科研人员组成结构,以期得到更好的科研结果。评价模型不仅需要能给出一个综合性的评价结果,在特定需求时,也应该可选择评价的维度与指标构成,支持围绕业务目标的动态调整,即评价体系具有较好的可复用性。同时,在细粒度上,评价模型涵盖的指标应该覆盖科研人员能力刻画的多方面。可用来评价科研人员核心竞争力的指标有很多,如论文、专利、项目合作、项目评审、学术书籍、团队实力、社会评价、基本信息、工作单位、头衔等。其中,论文、专利、项目合作、学术书籍体现科研人员的科研实力,社会评价、头衔、信用分等体现科研人员的社会影响力。这些内容可以进一步形成细化指标,例如依据学术分类、现实中的评价逻辑分成多级指标,形成维度-指标体系。

核心竞争力评价指标设计将直接影响评价效果。在业务实现上,具体目标是将科研人员的核心竞争力这一复杂的概念进行量化。为了确保评价科学有效,评价模型应该遵循以下构建原则。

(1) 全面性与独立性原则。为有效刻画科研人员的核心竞争力与发展趋势,防止思维受限与体系失误,在评价体系设计中应坚持全面性原则。因此,在核心竞争力评价体系初步筛选指标中,必须多角度、系统地设计评价维度与指标^[7]。为减少指标计算的关联性,避免信息重叠或指标因果关系对评价结果的影响,如学历和受教育年限存在关联效应,在评价体系设计中应考虑独立性原则。例如,应用二次筛选方法,在第一次全面性筛选的基础上,第二次筛选更加注重指标之间的

独立性,促进评价结果不会出现偏差。同时,评价体系的复杂度也会随着指标独立性的提高而降低。

(2) 科学性与系统性原则。能够描述科研人员行为和能力的指标众多,评价体系中维度、维度中具体指标的选择应坚持科学性原则,避免单纯追求大而全的指标体系,需重点关注对科研人员核心竞争力影响最大、表现力最强的指标^[8]。为适应多种评价场景、不同细分粒度的评估需求,评价指标体系的构建还需要遵循系统化原则,不能是简单罗列各项指标,需根据评价的具体逻辑将其划分为层次清晰的不同维度,维度间形成规范化的区分边界。这样,从指标到维度构成完整的系统,在不同层面系统地刻画科研人员核心竞争力。

(3) 可操作性与可比性原则。为了在科研活动管理和科研人员激励中发挥作用,评价指标体系的构建需要重点考虑可操作性原则,也就是说评价指标需要确保能直接获得^[9],空泛、脱离实际、缺乏数据支撑的评价指标体系无法应用。甄别、区分、发现和提示是评价指标体系的典型应用,评价指标体系还需遵循可比性原则,每个指标的计算方法应该是一致的、可重复的,支持指标间的横向比较。一方面,可以实现在不同科研人员间进行比较;另一方面,针对具体科研人员,可以分析不同时期的状态来了解动态趋势。运用比较方法的研究,还可以揭示支配科研人员核心竞争力发展的影响因素和实践规律。

2 科研人员核心竞争力评价模型

根据上述构建原则和功能规划,本文设计的科研人员核心竞争力评价模型主要涉及4个维度,分别是科研人员科研项目参与情况、学术成果、学术影响力和学术道德,各个维度又包含若干指标,将这些指标综合起来,支撑量化计算的科研人员核心竞争力,如图1所示。科研项目、学术成果、学术影响力是科研人员核心竞争力的同向增长指标,即可以用加和等方法进行总体性计算。学术道德是核心竞争力的评判性指标,可以通过影响因子等方法进行应用。

对于打分评价类指标,在评价体系中通常先给出一个基础评分标准作为参考,如表1、表2等,可在后续的实施中加入动态调整过程,但动态调整应以数值微调为主,不应改变该指标得分的整体分布逻辑。

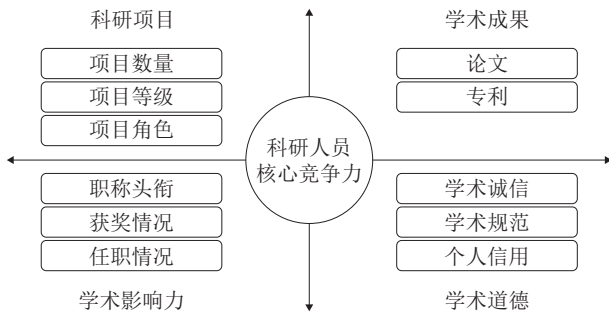


图1 评价模型中的各种因素和指标示意图

2.1 科研项目

科研人员参与各种科技项目情况是评价其核心竞争力的关键因素之一,在本文中,笔者从参与项目的数量、等级、扮演角色3个方面来衡量科研人员在科研项目方面的竞争力,同时也需要考虑一些特殊情况对科研项目维度的有关影响。

2.1.1 一般情况模型

具体来说,对于科研人员参与的每个项目,将其项目等级得分乘以扮演角色得分,作为该项目的得分,然后对所有项目得分求和,即可得到科研人员在参与科技项目方面的量化分数。项目等级和扮演角色的评分标准如表1所示。

表1 项目等级和扮演角色的评分标准

指标	具体类别	得分	说明
项目等级	国家级A类	10	国家重点研发计划、国家科技重大专项等
	国家级B类	8	国家自然科学基金等
	省部级	6	各省部级重点项目
	其他	1-3	其他科研项目,具体得分由专家组确定
扮演角色	项目负责人	1	包括项目牵头人、首席专家等
	课题负责人	0.6	包括课题牵头人等
	项目骨干	0.5	包括项目核心成员等
	课题骨干	0.3	包括课题核心成员等
	其他参与人员	0.1	

根据表1可计算出每个科研项目的等级得分 $level$ 和扮演角色得分 $role$,相乘得到每个科研项目的得分,然后,将科研人员的所有项目划分到各个研究领域中,计

算每个领域的总分,如式(1)所示。

$$field_i = \sum_{j=1}^n level_{ij} \times role_{ij} \quad (1)$$

其中, $field_i$ 表示第 i 个领域的总分, $level_{ij}$ 和 $role_{ij}$ 分别表示第 i 个领域的第 j 个项目等级得分和角色得分, n 表示该领域的项目数量。

最后,选择其中分数最高的一项领域得分作为科研人员在科研项目方面的整体得分 $s_program$,如式(2)所示。

$$s_program = \max (filed_i) \quad (2)$$

2.1.2 特殊因素考虑

具体实践操作中,除了实现上述模型外,还需考虑很多边界因素和特殊情况。如为了避免出现多个类别较低的项目累加得分过高的情况,可规定每个类别最多只有2个项目参与计算,即式(1)中 $n \leq 2$ 。

2.2 学术成果

学术成果种类很多,较为公认、权威的成果是论文、专利,是各类科研竞争力评价中选择最集中的指标,在学术领域具有良好的实践范式。

2.2.1 论文

论文作为科研人员最具代表性的学术成果,是评价科研人员竞争力的重要参考依据。目前,文献计量学大多采用论文数量、总被引次数、篇被引次数、 h 指数^[10]等指标来衡量科研人员的论文产出水平^[11],其中,一名科研人员的 h 指数指的是其发表的论文中有 h 篇每篇至少被引用 h 次,它综合考虑了论文的数量和质量两个方面。本文即采用上述4种指标进行分析计算,具体的计算方法为分数计数法^[12],如表2所示。

计算出以上4种指标后,即可将其综合起来评价科研人员在论文产出方面的竞争力 s_paper ,如式(3)所示。

$$s_paper = \alpha \cdot p_num + \beta \cdot total_cited + \gamma \cdot avg_cited + \delta \cdot h_index \quad (3)$$

其中, α 、 β 、 γ 、 δ 之和为1,分别代表上述4种指标的权重,具体取值可由专家确定。

表2 各论文指标的计算方法

论文指标	计算方法
论文数量 (p_num)	对于每篇论文,独立作者、第一作者或通信作者记为1,否则记为 $\frac{1}{N}$, N 为合著作者数量,然后求和
总被引次数 ($total_cited$)	对于每篇论文,将其被引次数除以论文作者数量,然后求和
篇被引次数 (avg_cited)	总被引次数除以论文数量
h指数 (h_index)	将科研人员的论文按照 $\frac{\text{被引次数}}{\text{作者数量}}$ 从大到小排列,找到最大的整数 h ,使得有 h 篇论文的被引次数大于或等于 h ,即为 h 指数

2.2.2 专利

专利相对于其他文献形式,更具有新颖、实用的特征。根据实证统计分析,专利文献包含世界科技技术信息的90%~95%^[13-14]。因此,专利也是衡量科研人员学术成果的重要指标之一,在本文构建的科研人员竞争力评价模型中,将已授权的发明专利纳入考察范围。

科研人员在专利产出方面的得分 s_patent 的计算方法如式(4)所示。

$$s_patent = count(authorized_patent) \quad (4)$$

即统计某个科研人员已获授权发明专利的数量,每有一项加1分。

2.2.3 学术成果综合评价

为消除不同维度间得分数据整体分布差异造成的评价偏差,本文对论文和专利相关的计算数据进行归一化处理。计算出科研人员在论文和专利两个方面的得分后,首先根据式(5)和式(6)对其归一化操作,得到 $|s_paper|$ 和 $|s_patent|$ 。

$$|s_paper| = 1 - e^{-s_paper} \quad (5)$$

$$|s_patent| = 1 - e^{-s_patent} \quad (6)$$

然后对归一化的分数进行加权求和操作,即可得出科研人员在学术成果方面的整体得分 $s_academic$,如式(7)所示。

$$s_academic = \alpha \cdot |s_paper| + \beta \cdot |s_patent| \quad (7)$$

其中, $\alpha + \beta = 1$ 。具体取值可由专家确定。

2.3 学术影响力

学术影响力指的是科研人员通过个人及团队的科研活动对社会、经济、民生、服务等方面作出贡献的能力,科研人员的学术影响力越大,其参与国家科技计划所能产生的效益往往越大。在本文中,通过科研人员的职称头衔、获奖情况和任职情况3个指标来衡量其学术影响力。除此之外,在应用实践的不同场景下,还可以加入领域性指标来反应学术影响力。

2.3.1 职称头衔

目前,我国科技界存在各式各样的学术头衔,虽然其含金量参差不齐,但总体而言仍具有较高的权威性,能够在一定程度上反映科研人员的学术影响力。本文对科研人员职称头衔 s_title 的计分方式如表3所示。

表3 科研人员职称头衔计分方式

层次	级别	得分
L0	两院院士或相当荣誉称号	10
	长江学者、优青、杰青等或相当称号	8
	万人计划等	6
L1	各省、直辖市、自治区,以及各科研院所人才计划	3~5
L2	正高级职称	2
	副高级职称	1

考虑到部分科研人员同时具有多个层次头衔的情况,因此在计算时,每个科研人员只取层次最高的一个头衔参与计算。

2.3.2 获奖情况

科研人员的获奖情况也是衡量其学术影响力的重要指标,本文采用表4的方式对各类奖项进行评分,累加得到科研人员的获奖分数 s_prize 。

表4 科研人员获奖情况计分方式

层次	级别	得分
L0	国家最高科技奖、诺贝尔奖、菲尔兹奖、图灵奖等	10
L1	国家自然科学奖、技术发明奖、科技进步奖等	7~9
L2	各省、直辖市、自治区的自然科学奖、技术发明奖、科技进步奖等	4~6
L3	其他	1~3

为了避免多个低级别奖项累加得分过高的情况,我们规定每个级别最多只有2个奖项参与计算。

2.3.3 任职情况

科研人员在全类学术组织的任职情况也反映出其学术影响力大小。目前国内外存在数以千计的学术组织,暂时无法一次性划分各组织的水平层次,因此本文采用同行评审法来衡量科研人员的任职得分,具体做法是每位科研人员提供不超过2个学术组织任职岗位,由同行专家为每个岗位以10分制进行打分,然后求和作为其任职得分 $s_{occupation}$,如式(8)所示。

$$s_{occupation} = \sum occupation_i \quad (8)$$

其中, $occupation_i$ 代表某一岗位的得分,如某期刊编委、某学会高级会员、某理事会会长等。

2.3.4 学术影响力综合评价

在计算出科研人员在职称头衔、获奖情况和任职情况3个方面的得分后,首先根据前述的归一化方法对其归一化操作,得到 $|s_{title}|$ 、 $|s_{prize}|$ 、 $|s_{occupation}|$ 。然后对归一化后的分数进行加权求和操作,即得出科研人员在学术影响力方面的整体得分 $s_{influence}$,如式(9)所示。

$$s_{influence} = \alpha \cdot |s_{title}| + \beta \cdot |s_{prize}| + \gamma \cdot |s_{occupation}| \quad (9)$$

其中, $\alpha+\beta+\gamma=1$ 。具体取值可由专家确定。

2.4 学术道德

学术道德指的是科研人员应遵守的学术诚信和学术规范。为了全面评价科研人员的核心竞争力,本文也将学术道德单独作为一个指标,为每位科研人员设置了学术信用分 s_{credit} 。信用分以100分为基准,实行扣分制度,每次出现违反学术道德的行为都会视其情节严重减去若干分,直至为0为止。

学术道德相关记录数据,可以是教育部等权威学术管理部门披露的信息,也可以从信用中国等网站查询社会信息,还可以收集、整理由各科研机构、各类学术内容发布机构的相关信息。具体操作上,建议以科研人

员所在科研机构的权威认定和提供为基础。

2.5 核心竞争力最终得分

分别计算出科研人员在科研项目方面得分 $s_{program}$ 、学术成果方面得分 $s_{academic}$ 、学术影响力方面得分 $s_{influence}$ 和在学术道德方面得分 s_{credit} 后,可通过加权求和等方式计算得出科研人员的核心竞争力最终得分 s ,如式(10)所示。

$$s = \frac{(\alpha \cdot s_{program} + \beta \cdot s_{academic} + \gamma \cdot s_{influence}) \times s_{credit}}{100} \quad (10)$$

其中, $\alpha+\beta+\gamma=1$ 。具体取值可由专家确定。

3 科研人员核心竞争力评价实验

在模型的应用中,需要做好数据前期准备,并在系统实现过程中考虑信息输入、参数调整、结果表示等具体工作环节,针对不同工作场景灵活运用上述核心竞争力评价模型。

3.1 数据准备

科研项目数据是计算核心竞争力评价模型第一个维度的基础数据,包含计算项目等级需要的项目类型、项目来源等信息,也包括计算扮演角色时需要的项目参与人员姓名、人员单位、从事工作内容、项目参与角色等,还需要区分项目所属领域的相关信息。

论文专利数据是计算学术成果的基础数据,包括标题、作者姓名、作者单位、作者排序、通信作者(论文)、被引次数(论文)、出版时间等。

科研人员(专家)数据主要用于计算学术影响力,包括荣誉头衔、职称、获奖名称、获奖级别、学术组织、任职岗位等。

学术道德数据是记录科研人员、科研单位学术不端、失信行为的数据集合,通常包括人员姓名(单位名称)、失信原因、失信时间、处罚周期等。

3.2 动态优化过程

本文提出的模型需要在使用中不断对数据进行实证分析,在指标设置、权重数值等方面进行动态调整,从而提高科研人员核心竞争力评价结果的准确度。具体

实践中,可以对每次输出结果的整体排名、分维度排名进行评价,如正确与否、差距大小等进行反馈,将这些定性的评价转换成评分标准(如表1、表2)的调整参数,再次输入到系统中,形成一次反馈。调整中需确定每次调整的最大值(颗粒度),保证每次调整方向正确,同时实现整体算法的收敛性。动态调整过程如图2示意。

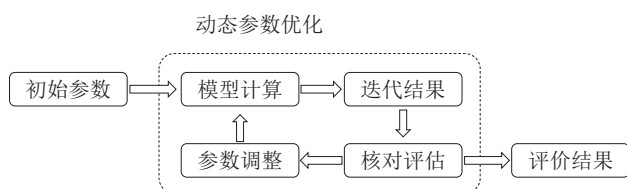


图2 动态调整过程示意图

3.3 系统实现

依据上述模型和实现方法,笔者收集整理某科研机构部分科研人员的有关科研数据,选取单一科研领域的科技人员进行系统模型验证。在选择科研人员过程中兼顾年龄分布等情况。首先将相关数据及初始化参数输入系统,进行评价指标测算;然后将测算结果输出,由该机构权威业务人员进行核对,根据主观评价意见修订参数。经两轮反馈后,系统输出稳定,无须进一步调整。同样,将确定的参数和算法用于同机构另一科研领域的人员核心竞争力计算,业务人员核对结果与指标计算的评价结果基本一致。同时,本文通过图3的形式进行评价有关的支撑数据展示。

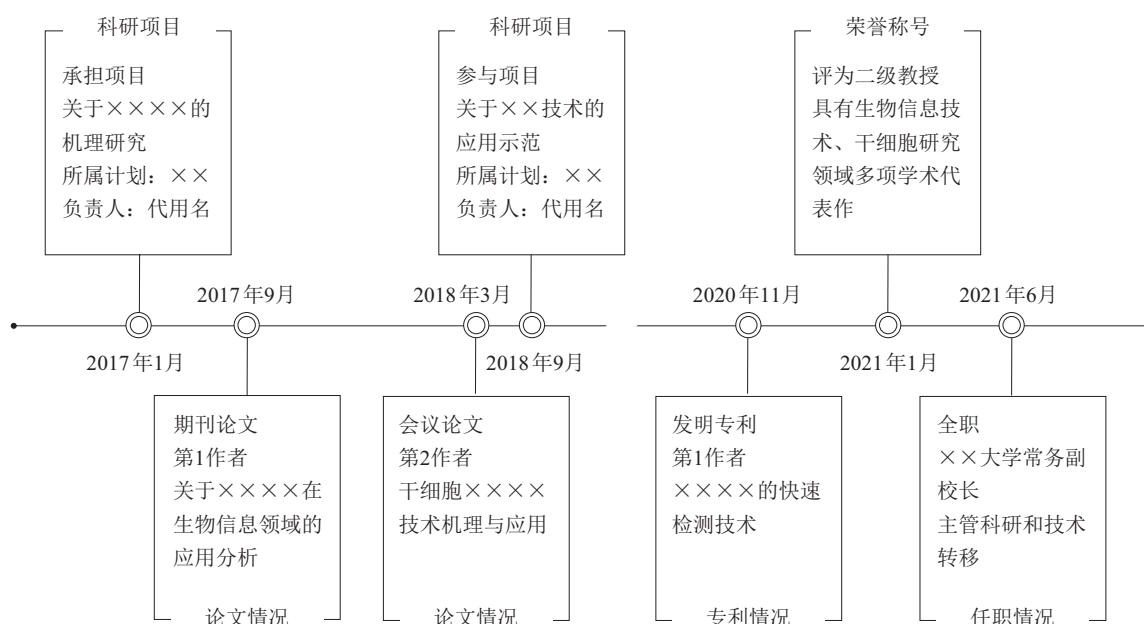


图3 评价有关的支撑数据展示图

上述实验过程,一方面,证明整体模型运行有效;另一方面,说明模型和实验方法可用于相近领域的同类评价过程。下一步,可以用多种反馈-修正方法代替现有的反馈模型,如贪心算法、模拟退火算法等优化或人工智能方法,考虑评价的时域应用特性、部分指标对核心竞争力的时间衰减效应等,进一步实现动态反馈、领域差别、问题分治与精细评价。

4 结语

本文构建的科研人员核心竞争力评价模型,综合

考虑了科研项目参与情况、学术成果、学术影响力和学术道德多个维度,从多个指标出发来评价科研人员。在评分机制上使用了归一化,得到直接、可比性强的量化评价结果,同时也在一定程度上抑制了论文数量、专利数量在评分结果上的影响力。评价模型具有一定的全面性、客观性、科学性与可操作性。综合运用评价模型,可促进科研人员客观了解自身、同领域科研工作现状,间接促进科研项目实施管理、研究领域良性发展。

参考文献

- [1] 李正中, 韩智勇. 企业核心竞争力: 理论的起源及内涵 [J]. 经济理论与经济管理, 2001 (7): 54-56.
- [2] 王海涛, 吴乐山, 张建霞. 科研核心竞争力分析 [J]. 中华医学科研管理杂志, 2004 (1): 3-5.
- [3] 张守华, 侯成义, 王娟茹. 高等学校科研核心竞争力及其评价 [J]. 西北大学学报 (哲学社会科学版), 2005 (3): 129-131.
- [4] 刘小婧, 李文梅. 国外的科技人才评价 [J]. 党建文汇: 上半月, 2016 (5): 57.
- [5] 邓子立. 德国科技人才开发和评价的国际经验与启示 [J]. 中国人事科学, 2020 (8): 49-58.
- [6] 贺德方. 改革评价机制 激发科研人员积极性 [J]. 时事报告, 2018 (9): 36-37.
- [7] 张建军. 战略目标导向的科研人员绩效评价 [J]. 科研管理, 2015, 36 (S1): 239-243.
- [8] 范赟, 刘俊. 中日韩科研人员创新能力与创新绩效评价比较研究 [J]. 科学管理研究, 2015, 33 (6): 117-120.
- [9] 张桃林. 加快推进科研机构 and 人员分类评价的思考 [J]. 民主与科学, 2017 (2): 6-7.
- [10] HIRSCH J E. An index to quantify an individual's scientific research output that takes into account the effect of multiple coauthorship [J]. Scientometrics, 2010, 85 (3): 741-754.
- [11] WILDGAARD L, SCHNEIDER J W, LARSEN B. A review of the characteristics of 108 author-level bibliometric indicators [J]. Scientometrics, 2014, 101 (1): 125-158.
- [12] 张丽华, 田丹, 曲建升. 计数方法在科研人员评价过程中的影响研究 [J]. 情报杂志, 2019, 38 (9): 171-179.
- [13] 唐晓红. 浅谈专利文献档案的特点及作用 [J]. 安徽科技, 1998 (12): 15.
- [14] 贡金涛, 王平尧, 刘盛博. 基于专利合著指标和引用指标的企事业科研人员评价研究 [J]. 科学学与科学技术管理, 2015, 36 (2): 161-172.

作者简介

刘晓晨, 男, 1980年生, 硕士, 助理研究员, 研究方向: 科技治理体系、科技管理政策研究, E-mail: liuxc@istic.ac.cn.

Research on Evaluation Model of Core Competitiveness of Scientific Researchers

LIU XiaoChen

(Institute of Science and Technology Information of China, Beijing 100038, China)

Abstract: Carrying out the evaluation of the core competitiveness of scientific researchers is of great significance for leading the development of researchers and assisting the management of scientific and technology projects. At present, the research on the evaluation of the core competitiveness of scientific researchers has made some progress, but there are still some deficiencies, such as insufficient evaluation index, too many subjective factors and so on. In view of these problems, we designed an evaluation model of researchers' core competitiveness which covering the dimensions of scientific research projects, academic achievements, academic influence and academic ethics. Combined with scientific and technological project management data, the application practice was carried out, and we actualized the visual presentation and comprehensive verification of the core competitiveness evaluation results. The results show that our model can relatively objectively and reasonably reflect the core competitiveness level of scientific researchers, so we believe that it will play a positive role in optimizing the staffing of scientific and technology projects in the future.

Keywords: Science and Technology Projects; Scientific Research Personnel; Core Competitiveness; Evaluation Model

(收稿日期: 2021-06-10)