

科学基金资助绩效评价应用解析

郝梦 屈宝强 刘蔚 陈白雪

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘要: 绩效评价是衡量科学基金执行情况的重要手段,也是提升科研管理水平的重要途径。本文从评价数据、对象、指标、方法的选取与应用出发,对114篇国内外科学基金资助绩效评价实证研究文献进行内容分析。重点关注科学计量评价指标的内部属性特征和外部统计维度特征,聚焦指标应用的深度、广度、影响力,基于文献编码从构建方式、结构类型、评价维度和统计维度等方面统计分析指标分布情况,并在此基础上整合形成科学基金资助绩效评价指标集。

关键词: 科学基金; 资助绩效; 绩效评价; 科学计量; 内容分析法; 文献计量分析法

中图分类号: G350

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2021.02.004

Review of Empirical Research on Performance Evaluation Indicators for Science Funded Project

HAO Meng, QU Baoqiang, LIU Wei, CHEN Baixue

(Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract: The evaluation of fund performance is an important means to measure the implementation of the fund and an important way to improve the level of scientific research management. Based on the selection and application of evaluation data, objects, indicators and methods, this study conducted a content analysis of 114 empirical research literatures on performance evaluation of science funding. The research focuses on the internal attribute characteristics and external statistical dimension characteristics of scientometric evaluation indicators, and analyzes the depth, breadth and influence of indicators. Based on the literature code, statistically analyze the distribution of indicators from the aspects of construction method, structure type, evaluation dimension and statistical dimension, and sort out the performance evaluation indicator set of Science fund.

Keywords: science fund, funding performance, performance evaluation, scientometrics, content analysis, bibliometric analysis

0 引言

科学基金是科学研究快速和持续发展的强劲

动力,是科技创新的重要支撑力量。一直以来,面向科学基金的科研管理工作受到各领域学者的广泛关注,优化科研项目管理工作也成为学界研

作者简介: 郝梦(1993—),女,中国科学技术信息研究所研究实习员,硕士,研究方向为科技管理、计量评价、信息行为研究;屈宝强(1980—),男,中国科学技术信息研究所研究员,博士,研究方向为科技计划管理、情报分析方法(通信作者);刘蔚(1986—),女,中国科学技术信息研究所助理研究员,博士,研究方向为科技计划管理、科学计量;陈白雪(1989—),女,中国科学技术信息研究所助理研究员,硕士,研究方向为科技项目数据分析与挖掘。

基金项目: 中国科学技术信息研究所创新研究基金项目“数据服务平台科研用户采纳行为研究”(QN2019-10);中国科学技术信息研究所创新研究基金项目“科技计划项目分析评价系统建设”(ZD2020-14)。

收稿时间: 2020年10月16日。

讨的重要议题之一。

绩效评价是科研管理的重要手段^[1]，聚焦科学基金资助效果、贡献度的评价活动一方面为项目后期管理提供管理工具，另一方面也在一定程度上加强对项目管理的引导^[2]，这将有效提升科学基金资助质量和科研管理的效率效果。

绩效评价方法多样，尤以科学计量方法在实证研究中的应用最为广泛。科学计量学（Scientometrics）是借助定量数据描述科学以及研究活动的特征，对科学进行定量研究、分析与评估的学科^[3]。它将数学方法引入科研管理实践，为之提供了量化的管理手段、评估标准和决策依据^[4]。科学计量学指标是标示科学研究深度、广度和影响度等的信息^[5]，它能够清晰而有效地揭示科学研究的成果，在绩效评价活动中不可或缺。因此，有必要对科学基金资助绩效评价中科学计量指标的应用情况进行全面回顾，进一步把握评价方向，有助于提高科研管理质量。

1 文献回顾

当前面向科学基金资助绩效评价的理论研究主要包含三类：一是项目管理中的绩效评价系统构建和过程研究，探讨评价原则的制定、评价方式的选择，并针对不同地区、科学基金、评价对象等提出相应的政策建议。二是从评价目标、评价流程、评价方法角度对各国科学基金绩效评价实践进行梳理，发现其优势和不足并获得启示。三是构建多个绩效评价指标体系，详细阐述评价框架和指标内容设计、指标权重分配等。

在实证研究方面，以评价视角关注科学基金在某一学科领域、国家（地区）等的资助成果，通过绩效评价量化科学基金对各方科研活动的影响。评价对象则为资助行为主体，主要包括各类科学基金、受资助人员、受资助机构等，从资助者和被资助者角度探究科学基金资助活动的成效。评价内容以产出为主，期刊论文、专利、各类出版物的发布情况是绩效评价的重要衡量指标。此外，近年来，聚焦人才培养^[6]的评价研究不断涌现。在评价方法上，数理统计和评价分析

方法散见于文，其中从知识产出、研究体系、政策制定信息支持、产品开发信息支持、健康收益以及更广泛的经济效益等 5 个层面评价资助效果的回报模型（The Payback Framework）应用较为成熟^[7]。值得一提的是，科学基金投入产出关系也逐渐成为科学基金资助绩效评价研究中的重要议题，如 Rüdiger Mutz 等^[8]运用贝叶斯随机前沿分析方法进行基金投入产出分析，发现尽管存在随机波动，基金绩效产出尤其依赖于资助金额的多少；李新杰^[9]采用 DEA 方法对 16 个省级自然科学基金进行相对效率评价，探究资助低效的原因。

目前，已有研究对科学基金资助效果进行了全面揭示并提供多个可参考的维度和指标，理论研究中的评价指标构建表现出宏观把握、定性定量相结合等特点，而多维度、多视角下的实证研究展现了评价指标构建和评价维度选取的多种可能。本研究旨在通过全面回顾国内外相关研究成果，梳理面向科学基金资助绩效评价的科学计量指标，揭示其内部属性特征和外部统计维度特征，以期为今后科学基金资助绩效评价的研究提供较为完整且可参考的评价指标体系。

2 研究设计

2.1 研究方法

内容分析法是一种通过对文献资料内容进行分析、认识现象之间联系的量化分析研究方法。内容分析以理解资料核心词语内涵为基础，兼顾辨别语义强度、认识语境意义，进而探究各部分资料之间的关系^[10]。文献计量分析方法为探究科学基金资助绩效评价指标提供了一种有效的量化途径，有助于深入揭示指标特征、结构和发展规律。本研究通过内容分析法对科学计量评价指标进行提取，运用文献计量分析方法从不同维度对指标内部属性、分布结构、数量关系等进行比较分析，以期能够较为全面的展示评价指标应用现状和特点。

2.2 文献选取

本研究以科学基金资助绩效评价为研究对

象,其内涵包括但不限于科学基金资助的实施效果、绩效、影响和效率。文献选取以数据库文献检索为基础,同时运用“滚雪球”文献查找方法进一步提升数据全面性。

选取万方数据、中国知网、Web of Science 数据库进行国内外文献检索。检索式分别为题名:(基金)*主题:(资助效果+资助绩效+绩效评价+绩效评估)*主题:(计量)、TI=‘基金’AND SU=(‘资助效果’OR‘资助绩效’OR‘绩效评价’OR‘绩效评估’)AND SU=‘计量’、(TS=(“funded research”OR“research funding”OR“Scientific funding”)OR TI=(“funding”OR“funded”))AND TI=(“impact”OR“effect”OR“performance”)AND TS=Bibliometric Analysis,时间截至2020年8月29日。经去重,共检索得到170篇文献。逐篇进行题名、摘要、关键词概览,剔除与研究主题不紧密相关、非实证研究

文献,遴选出符合要求的65篇文献。基于初步遴选的文献集合和文献筛选原则^①进行参考文献“滚雪球”。经过4轮“滚雪球”新增49篇文献,最终得到由114篇主题高度相关的国内外文献组成的文献集合作为本研究进行内容分析的对象。文献遴选过程如图1所示。

2.3 编码表构建

构建编码表是内容分析研究的基础和依据^[11]。本研究根据指标编码判定指标的有无,描述指标名称、定义(公式)、特征及应用维度等。为描述指标内部属性特征,探究指标构建方式,揭示其发展性,依据指标提出方式将指标分为前人提出或应用较为成熟的“因袭指标”、在因袭基础上根据研究实际提出或进行合理修改的“发展指标”、全新未借鉴前人研究成果的“创新指标”,若指标在文献中定义模糊、未提供公式或无法归为前三类,则识别为“无法判定”,由此建立“指

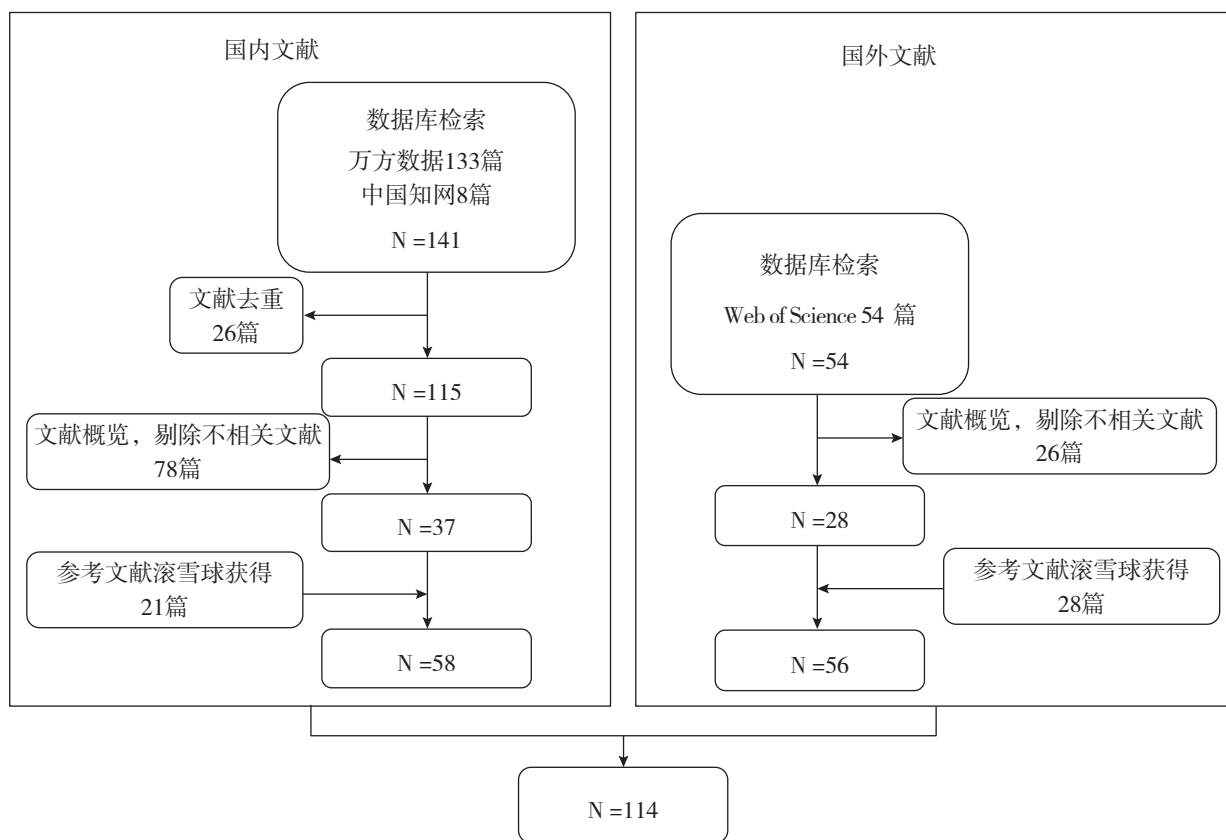


图1 文献遴选过程图

① 本研究遵循的文献筛选原则是:选取运用科学计量方法以科学基金资助绩效评价为出发点、研究目的、落脚点的实证研究文献。

标构建方式编码表”。探究指标结构构成，揭示其评价覆盖度，参考温克勒^[12]从计量实体角度提出的科学计量指标分类体系，将指标分为面向单计量实体单维度的“总量指标”（如文献计量规模）、涉及多计量实体或单计量实体多等级水平的“复杂指标”（如影响因子）、特定总量或复杂指标复合并加权的“复合指标”（如GPI总绩效指数），由此构建“指标结构类型编码表”。

为进一步揭示指标的外部统计维度特征，从评价内容上探究指标评价维度，参考温克勒^[13]从功能角度提出的科学计量指标分类体系，在编码实践中调整形成包含“基金属性指标”“出版物产出指标”“出版物影响力指标”“专利产出指标”“潜能指标”“其他”等6类指标的“评价维度编码表”。在实证研究中，评价指标表现出的统计维度特征也全方位、多元化地计量分析资助效果，因此基于评价视角探究指标的计量分析维度，建立由“国家（地区）”“学科/领域”“年份”等18个维度构成的“统计维度编码表”。在编码过程中，若同一指标分属多个统计维度，则多个位置均需进行标识。

2.4 编码过程

对指标进行识别是编码的关键。两名能够深刻理解内容分析法和本研究主题的编码员首先以背对背编码方式进行试验性预编码：对随机抽取的10篇文献分别进行研读和指标识别，讨论编码结果并细化编码原则。鉴于指标识别工作因文献内部差异和编码员知识背景差异等而具有较高的复杂度，本研究遵循以下原则进行指标识别：（1）文中明确以“指标”“指标体系”等进行标识的，以及文中相关统计图表内涉及的统计项将优先作为指标进行识别；（2）文中没有明确以“指标”等及其相似词汇进行标识的，参考文献集中其他文献对该内容的标识情况，并依据上下文内容、基于作者使用意图判断其是否可以作为指标进行识别；（3）文中在研究背景、文献综述等部分出现的，以及没有应用于实证研究的指标将不作为指标进行识别；（4）在一篇文献中多次出现的指标，以及一个评价指标的总数、平均

数、中位数以及归一化处理等变体不进行重复标记，只标记一次；（5）通过调查获得的数据，不对调研对象态度性、描述性指标进行标记。

两名编码员根据上述编码原则进行正式编码，分别完成编码后，双方交换结果进行审核，汇总和讨论编码不一致内容。对讨论意见相左的内容，引入第三位编码员加入讨论，保留多数意见的编码结果。根据上述步骤完成全部编码，得到最终编码结果。由于指标全部直接来源于文献，存在同一指标对应多种表述的情况，如“基金论文数量”和“科学基金论文数”，需进行编码结果内容清洗：识别含义相同但表述不同的指标，将其合并为统一编码形式；对合并存疑指标，如“基金论文数”和“publication（P）”同时保留作为不同指标处理。完成内容清洗的编码结果用于进一步统计分析。

3 研究结果

本研究以114篇科学基金资助绩效评价实证研究文献进行内容分析，从评价关注点和评价对象角度进行研究主题细分，其中聚焦某基金（如国家自然科学基金、中国博士后科学基金、National Science Foundation等）的文献50篇，占比近半数；29篇文献重点关注某学科或研究领域（如生物医学、地球科学、图书情报学等）以及23篇文献面向某地区（省市/区域/国家）进行评价分析，占比近1/4。此外，评价对象主要包括基金项目、产出、受资助对象（受资助者、受资助机构）、人才培养四类，其中重点聚焦产出和人才培养绩效评价。值得一提的是，近半数文献主题为产出绩效评价，国内文献则超过七成。文献主题的分布特征有效揭示了评价指标的应用情境，有助于对指标内涵进行深入理解，辅助开展统计分析。

3.1 指标应用情况分析

3.1.1 指标应用概况

包含58篇中文文献和56篇英文文献的文献集合共识别出评价指标272个，篇均2.38个，指标总应用频次814次，篇均7.14次。指标应用频

表1 具有不同应用频次指标的数量及其占总指标数的百分比

指标应用频次/次	指标数量/个	指标数量占比/%
52	2	0.74
41	1	0.37
33	1	0.37
23	1	0.37
19	1	0.37
18	2	0.74
15	1	0.37
14	1	0.37
12	1	0.37
8	2	0.74
7	5	1.84
6	3	1.10
5	13	4.78
4	25	9.19
3	15	5.51
2	40	14.71
1	158	58.09
总计	272	100.00

次和相应指标数量及占比情况如表1所示,其中近六成指标只出现过一次,11个指标的应用频次超过10次,5个超过20次,指标的集中和分散趋势较为明显。

表2列出了应用频次最高的10个指标,指标应用频次显示了指标应用的集中程度和广泛程度,有效反映学者在科学基金资助绩效评价实践中的关注点和侧重点。基金论文数、总被引频次、篇均被引频次等3个指标的应用频次远高于其他指标,反映了学者对产出及其影响力的高度关注。

3.1.2 指标构建方式及结构类型

本研究界定了指标构建的4种方式,其中105个指标是应用较为成熟的因袭指标,占比38.60%;半数指标为发展指标,根据研究实际进行了合理修改,没有实际脱离因袭指标的使用情境;27个指标被定义为创新指标,具有独特性和创新性(表3)。同时,还有4个指标无法判定其构建方式。需要说明的是,“指标构建方式编码表”对创新指标的界定依托于前期遴选的文献集合,创新指标是否得到了普遍性认可和验证不在本研究的讨论范围内。

指标的结构类型反映了指标结构的复杂程度,反映了指标考量内容的广度和全局性。指标数量和应用频次随指标构建的复杂程度逐渐降低,其中复合指标共15个(图2),主要为出版物产出/影响力指标以及包含多个总量复合概念

表2 应用频次TOP10指标

指标名称	应用频次/次
基金论文数	52
总被引频次	52
篇均被引频次	41
资助金额	33
出版物数量	23
资助项目数	19
H指数	18
基金论文贡献率	18
基金论文率	15
SCI基金论文数	14

表3 实证研究中的创新指标

创新指标	创新指标
AI得分(C. Milesi et al., 2014)	平均相对影响因子ARIF(K. L. Rose et al., 2019)
SIGAPS得分(N. Haeflner-Cavaillon et al., 2015)	期刊论文平均归一化期刊分数MNJS(S. Guthrie et al., 2015)
表现不俗论文数(俞征鹿等, 2013)	期望被引量(M. A. Clay et al., 2016)
公共活动或对外交流次数(A. Angulo-Tuesta et al., 2015)	期望篇均被引量(G. Cimini et al., 2016)
国际化指标I(G. Cimini et al., 2016)	其他科学产品数量(Y. Xie et al., 2017)
获得奖学金数(A. Jain et al., 1998)	热门论文百分比(倪文龙等, 2016)
基金论文得分(侯跃芳等, 2004)	升级为国家级基金项目数(曾菊英等, 2006)
基金资助密集度(A. Gök et al., 2016)	受基金资助的参考文献占比(C. H. Drew et al., 2016)
技术报告浏览量(Y. Xie et al., 2017)	投入-产出比(闫兴丽等, 2008)
技术报告数量(Y. Xie et al., 2017)	唯一资助比率(A. Gök et al., 2016)
开设项目相关主题课程数(A. Jain et al., 1998)	相对资助指数RFI(D. Campbell et al., 2010)
开展项目合作或咨询数(A. Jain et al., 1998)	项目平均对外演讲次数(J. Raftery et al., 2009)
科学成功指标S(G. Cimini et al., 2016)	优质出版物数量(B. Györfly et al., 2018)
篇均页数(张诗乐等, 2015)	

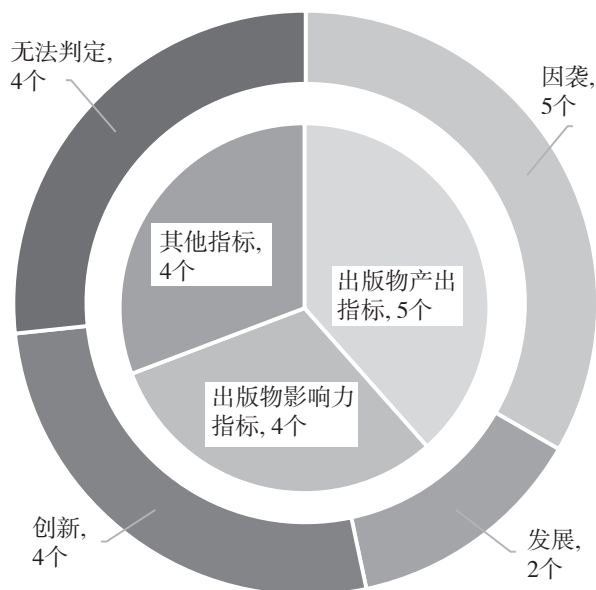


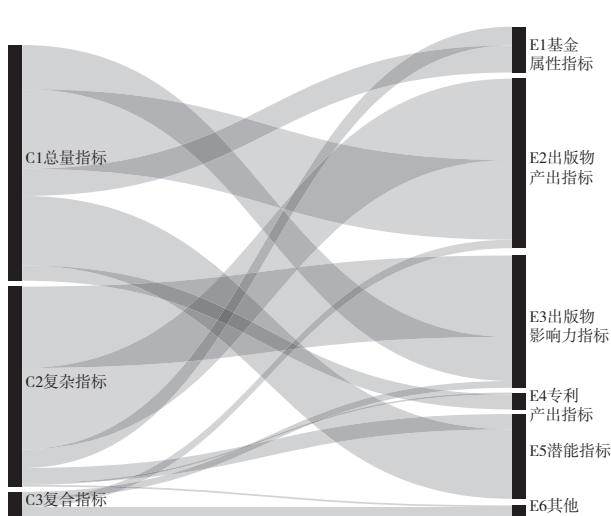
图2 复合指标数量

的其他指标。

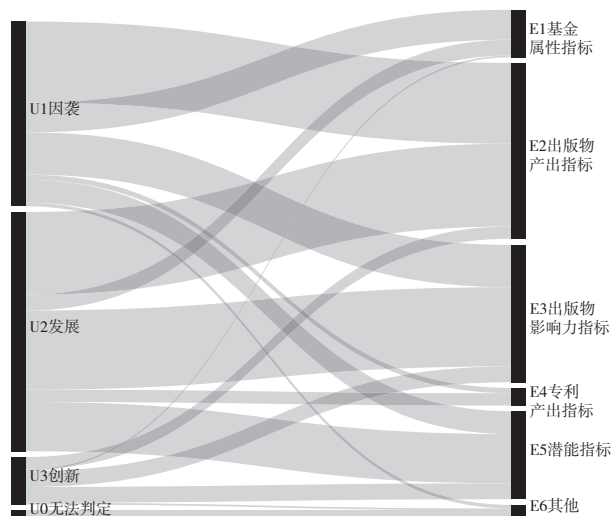
3.1.3 指标评价维度及统计维度分布

各评价维度下指标数量和应用频次分布情况呈现出出版物指标聚集的特征，出版物指标占比近七成，佐证了学界普遍关注和善于开展产出绩效评价研究。此外，潜能指标仅次于出版物指标，说明从人才培养、学术活动、获奖情况等方面对科学基金资助效果进行考量同样重要，这体现出学者对资助效果关注点的发散性和评价维度的多样性。

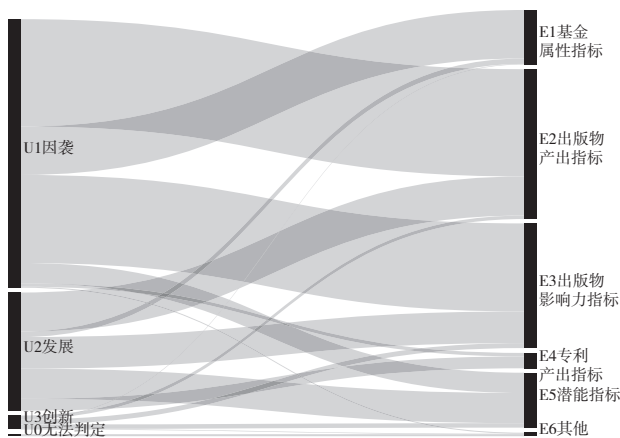
不同构建方式和结构类型指标的评价维度分流分布情况如图3所示。指标数量和应用频次的分布趋势大体一致，其中创新指标和复合指标的应用频次明显少于其他类指标。其中对于潜能指



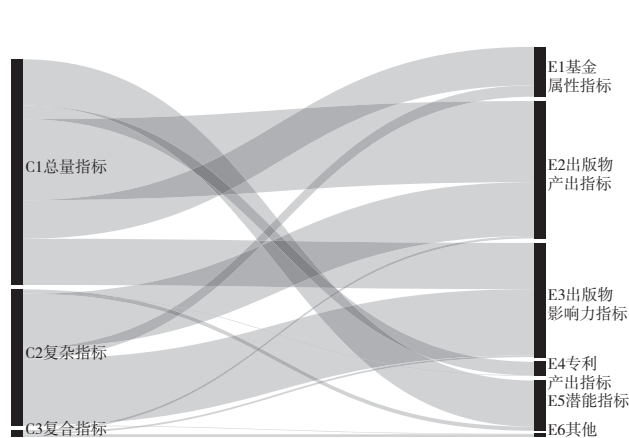
(a) 构建方式：评价维度指标数量分布



(b) 结构类型：评价维度指标数量分布



(c) 构建方式：评价维度指标应用频次分布



(d) 结构类型：评价维度指标应用频次分布

图3 评价维度分流分布情况

标值：首先创新指标倾向于潜能指标，这在一定程度上反映了其他如面向出版物评价的指标已发展较为成熟，当前创新力度不大，而潜能指标的创新势头正盛；其次潜能指标大多是从已有成熟指标发展而来的复杂总量指标，表现出学界正加大对科学基金和受资助对象潜能考量的关注，但在指标设计上仍不够深入。总体而言，潜能指标的发展为科学基金资助绩效评价注入了新的活力。

面向不同评价对象的多统计维度计量分析能够更加全面、多元地展示出资助效果，热力分布情况如图4所示。统计维度的总体应用频次为256次，篇均2.25次。其中，更多学者关注产出，面向学科/领域、机构、年份、国家（地区）的统计维度应用较多，聚焦受资助者的统计维度应用频次也不在少数。

3.1.4 指标数理统计及评价分析方法/模型应用概况

在本研究的文献集合中，共使用了37个指标数理统计方法/模型，篇均0.32个；共计应用66次，篇均0.58次。现阶段的实证研究在数理统计方法和模型应用上存在严重不足，当前仍普遍使用基础统计方法，以计数为主。其中，应用较多的数理统计方法有相关性分析、回归分析和聚类分析，主要运用负二项回归模型（negative

binomial regression models）、断点回归模型（Regression Discontinuity Design, RDD）、TOBIT回归模型等支撑评价研究。此外，排序—频度分析模型、时间序列分析方法、矢量误差修正模型（Vector Error Correction Model, VECM）等方法和模型也逐渐应用于相关实证研究中。

对于评价分析方法/模型的应用也同样欠缺，共识别7个评价分析方法/模型应用17次，其中应用较多的依次是回报模型（the payback framework）、Engel-Cox J等^[14]提出的逻辑分析模型（a logic model approach）和CAHS框架（the CAHS framework）。

3.2 国内外指标应用情况对比分析

对比分析国内外指标应用特征和趋势能够有效汲取实践经验，优化科学基金绩效评价活动。国内研究的数据来源和获取方式较为单一，以开放获取数据库检索为主，产出数据（出版物、专利等）占比较大。而国外研究的数据收集方式则相对多样，包括数据库检索、问卷调查、访谈、案例研究等，其中约30%的研究存在至少两种数据来源和数据获取方式，可见国外学者将数据来源选取作为辅助全方位评价资助效果的重要途径。

3.2.1 指标应用情况对比

国内文献中指标应用频次为552次，篇均

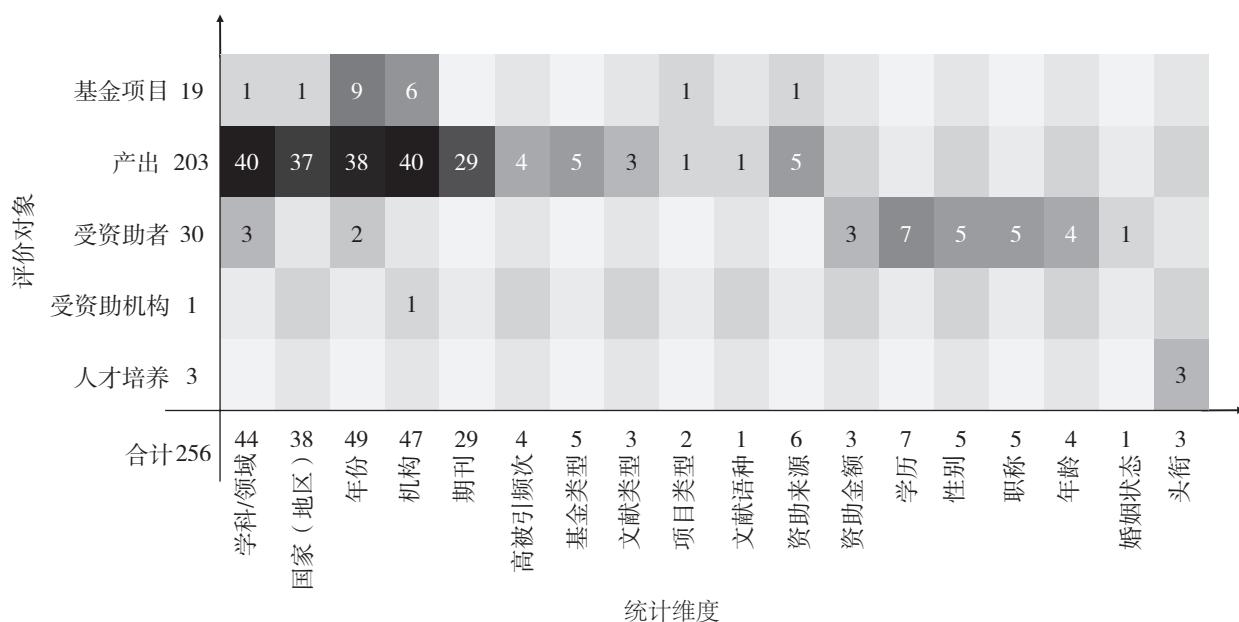


图4 指标统计维度分布情况

9.52 次；国外文献中指标应用频次为 262 次，篇均 4.68 次。国内文献共析出指标 197 个，篇均 3.40 个；国外文献共析出指标 112 个，篇均 2 个。国内文献的篇均指标数及应用频次均明显高于国外文献。

在指标构建方式分布上，中文文献中的因袭指标和发展指标均多于英文文献，但创新指标反之（图 5）。这反映了国内学者在实证研究中更安于和善于运用前人研究成果，研究开拓性和创新性存在不足。

在指标结构类型分布上，中文文献中的总量指标和复杂指标均多于英文文献，但复合指标反之（图 6）。这可能反映了国外学者更关注层级结构化的完整评价体系，善于从全局和总体上把握

评价实践。

在统计维度分布上，除“其他指标”外，在其他评价维度上国内指标均多于国外指标（图 7）。主要由集合概念指标构成的“其他指标”反映了研究者对评价体系全貌的充分考量，这与国外学者对复合指标的关注相互佐证。

3.2.2 指标数理统计及评价分析方法/模型应用情况对比

国内外研究中应用指标数理统计方法/模型分别为 32 次和 34 次，其中国内应用相关方法/模型较为均衡，而国外则以回归分析为主，回归模型使用广泛。值得注意的是，国内研究未使用任何评价分析方法和模型，而国外则较为重视评价分析方法/模型的应用，如回报模型（the

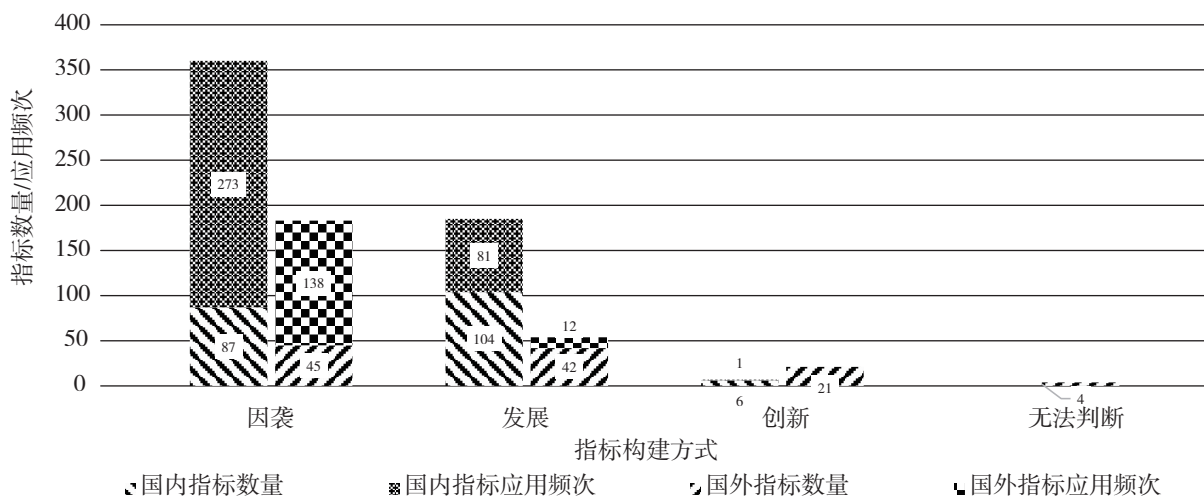


图 5 不同构建方式形成的指标分布情况对比

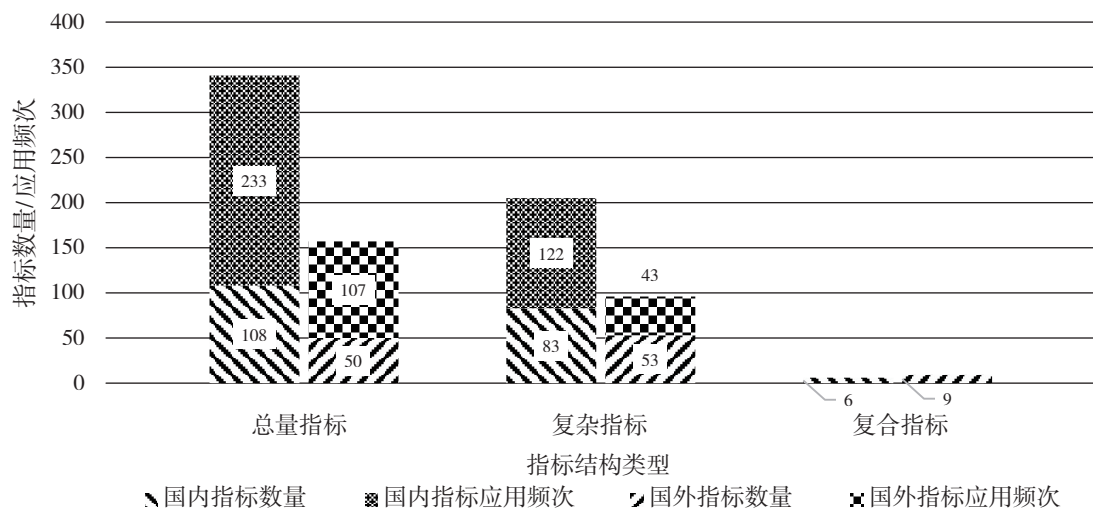


图 6 不同结构类型指标分布情况对比

payback framework) 已经在同类型的研究中应用较为成熟。

3.3 科学基金资助绩效评价指标集构建

基于内容分析提取出的指标, 对应其研究主题和评价对象进行指标梳理, 剔除研究差异带来的指标特殊性, 对指标进行整合归一和合理精简, 以指标评价维度为架构, 形成科学基金资助

绩效评价指标集, 如图8所示。

4 讨论与结论

4.1 讨论

本研究跳出了对单一视角或维度下科学基金资助绩效评价的分析, 对评价指标进行深层次的测度和整合。国内外也有学者对科学基金产出绩

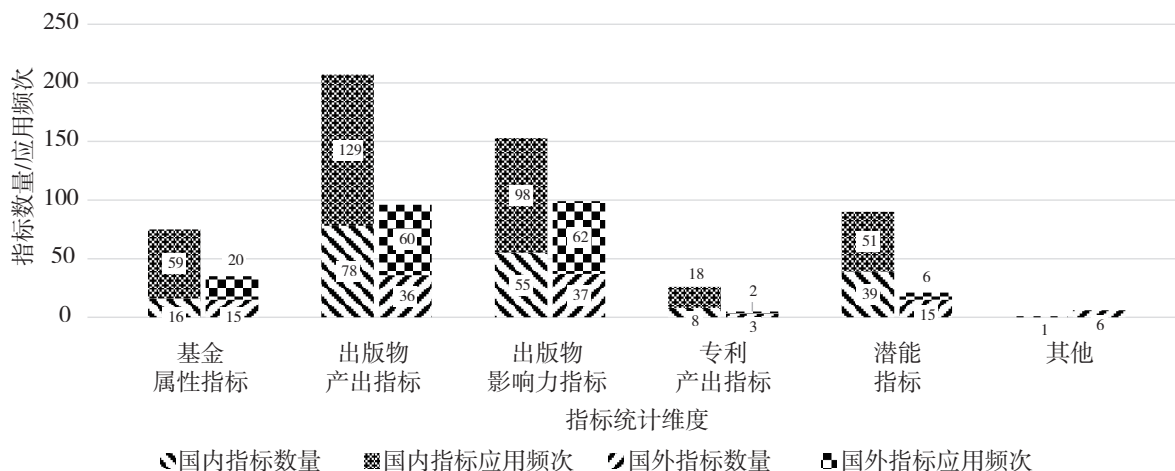


图7 不同统计维度分布情况对比

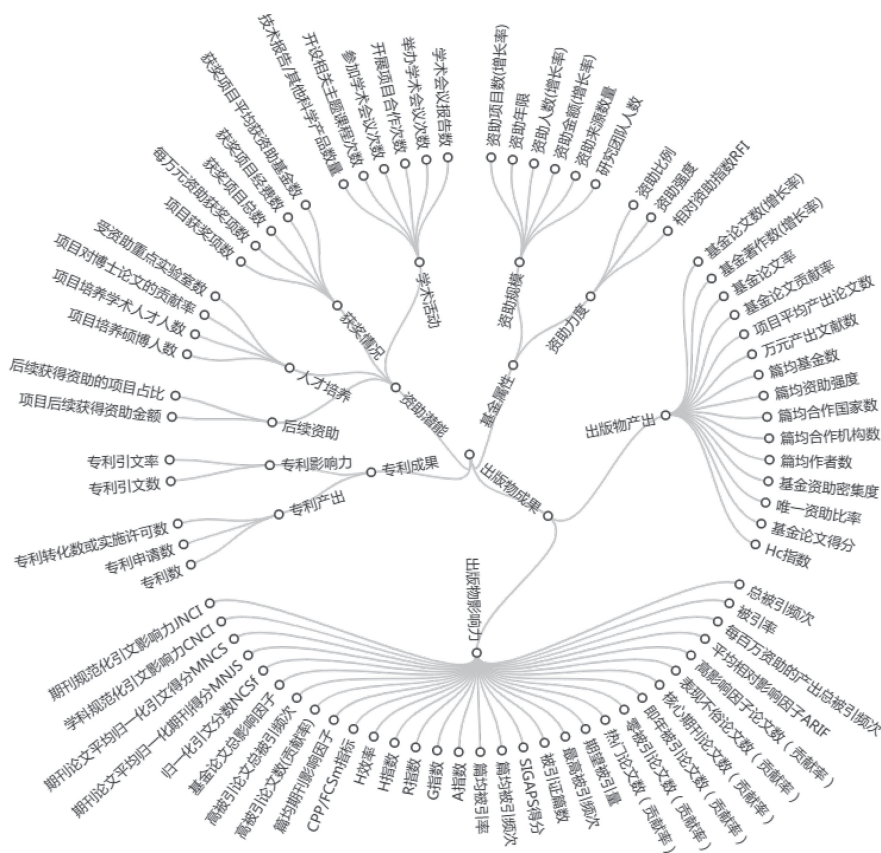


图8 科学基金资助绩效评价指标集

效进行述评,提取评价指标并建立相应的评估指标体系。但已有研究的样本量普遍相对较小,且提出的指标以代表性指标为主,或指标及维度具有其特殊性而普适性不足,因此指标体系不具备全面性特征^[15-16]。在研究方法的选择上,本研究选取了基于科学计量的内容分析法,科学计量在客观性方面的优势可以弥补同行评议的欠缺^[17],而内容分析法则可以从本质上将指标进行系统的挖掘和归一^[18]。因此,可以认为本研究完成的统计分析和最终整理的评价指标集对科学基金资助绩效评价实践具有一定借鉴作用,提供了一个较为全面的评估工具,同时也为科学基金资助绩效评价量表的开发奠定了良好基础。

4.2 结论

本研究通过对 114 篇国内外科学基金资助绩效评价实证研究文献进行内容分析,识别出指标 272 个,共计应用 814 次。对上述指标进行分类统计和应用讨论,结果显示:(1)评价指标的规模较小但应用比率相对较高;(2)评价指标的选取倾向于应用成熟的简单结构指标;(3)国内外评价指标的内部属性和外部特征总体趋势较为一致,但在评价实践中对于方法和工具的应用存在较大差异。基于内容分析和编码最终整理形成科学基金资助绩效评价指标集。

研究的局限性:一是本研究遴选的文献集合可能不能揭示实证研究全貌;二是考虑到文献中析出指标的复杂性,对于存疑指标的编码研讨不够考究,这在一定程度上会对最终研究结果产生轻微影响;三是综合梳理形成的评价指标集只可作为今后评价实践的参考和基础,后续还需针对不同类型的科学基金和绩效评价情境等进行具体分析,抽取指标子集并赋予权重后完成绩效评价工作。

参考文献

- [1] 龚旭,赵学文,李晓轩,等.关于国家自然科学基金绩效评估的思考[J].科研管理,2004,25(4):1-6.
- [2] 王辉.谈谈科学基金绩效评估中的几个问题[J].中国科学基金,2002(1):47-49.
- [3] 赵红州,蒋国华.科学基金项目评审的科学计量学指标系统[J].科学学与科学技术管理,1994(3):8-13.
- [4] 梁立明,武夷山,商玉生.科学计量学在科学基金管理中的应用[J].科研管理,1997(5):56-61.
- [5] 马强,陈建新.科学计量学方法在科学基金项目管理中的应用[J].科学学研究,2001,19(3):78-83.
- [6] 樊威,刘文澜,杨芳娟,等.我国博士后基金促进青年人才成长绩效分析[J].科学学研究,2013,31(8):1171-1177.
- [7] HANNEY S R, WATT A, JONES T H, et al. Conducting retrospective impact analysis to inform a medical research charity's funding strategies: The case of Asthma UK[J]. Allergy Asthma & Clinical Immunology, 2013, 9(1): 17.
- [8] MUTZ R, BORNHANN L, DANIEL H. Are there any frontiers of research performance? Efficiency measurement of funded research projects with the Bayesian stochastic frontier analysis for count data[J]. Journal of Informetrics, 2017, 11(3): 613-628.
- [9] 李新杰.基于DEA方法的省级自然科学基金效率实证研究[D].郑州:中原工学院,2011.
- [10] 林崇德,姜璐,王德胜.中国成人教育百科全书:社会·历史[M].海口:南海出版公司,1994.
- [11] 王芳,史海燕,纪雪梅.我国情报学研究中理论的应用:基于《情报学报》的内容分析[J].情报学报,2015(6):581-591.
- [12] 皮特·温克勒.基于科学计量学指标的科研评价[M].马峥,潘云涛,郭红,等,译.北京:科学技术文献出版社,2014:9.
- [13] VINKLER P. An attempt for defining some basic categories of scientometrics and classifying the indicators of evaluative scientometrics[J]. Scientometrics, 2001, 50(3): 539-544.
- [14] ENGEL-COX J A, HOUTEN B V, PHELPS J, et al. Conceptual model of comprehensive research metrics for improved human health and environment[J]. Cien Saude Colet, 2008, 116(5): 583-592.
- [15] 毛一雷,刘志辉,刘洪颖,等.公共基金资助产出及影响研究述评[J].情报探索,2017(11):97-103.
- [16] PATEL V, ASHRAFIAN H, AHMED K, et al. How has healthcare research performance been assessed? A systematic review[J]. JRSM, 2011, 104(6): 251-261.
- [17] 赵红州,蒋国华,郑文艺,等.科学基金项目评审的科学计量学指标系统[J].科学学与科学技术管理,1994(3):8-13.
- [18] 卢泰宏.信息分析[M].广州:中山大学出版社,1998.