

· 科学论坛 ·

# 基于文献计量学的研究前沿指标体系及其对我国科学基金评审的借鉴意义

范少萍\*

(中国医学科学院医学信息研究所,北京 100020)

**[摘要]** 同行评议已经成为各国家确定国家级科学基金资助项目的主要方法,但该方法还存在不足之处,改进同行评议的方法之一是使用定量方法。欧盟研究理事会支持的 DBF 项目为将文献计量学的定量方法应用到项目评审过程中提供了良好的理论与实践方案。本文系统介绍了该项目中对研究前沿的定义、研究前沿指标、指标的计算方法、优缺点及有效性等方面的内容,并提出了几点我国科学基金项目评审工作今后在开展定量研究与实践方面可供参考的建议。本文对完善我国国家科学基金评审流程、提高评审工作效率、确保评审结果的公平性等方面具有一定的理论意义。

**[关键词]** 研究前沿;DBF 项目;同行评议;文献计量学;基金评审

## 1 引言

同行评议已经成为各国家确定国家级科学基金资助对象的主要方法,并创建了相对完整的工作流程。但这并不代表同行评议过程已完美无缺,该过程还具有很多局限性,如评审专家的主观性、知识局限性、评审的滞后性,以及评审工作耗时长、花费高、效率低等。改进同行评议过程的方法之一是使用定量方法。系统使用定量方法支持或评价科技决策过程,以应对科技产出与效率间的不平衡,正受到学术界越来越多的关注。文献计量学是科技文献领域或科技政策领域主要的定量分析方法之一,该方法的优势在于它的客观性、可靠性、高效性和自动化,可以在很大程度上弥补同行评议方法的不足,具有较大的利用空间。

有些国家已经开始了将文献计量学理论与方法用于科学基金评审的研究或实践,欧洲、美国等已将文献计量学等定量方法应用到指导国家战略的基金资助项目评审研究中。欧盟为了使有限的科研经费配置在研究前沿领域,于 2007 年成立了欧洲研究理事会(European Research Council, ERC),并于 2009 年起资助为期 4 年的 DBF<sup>[1]</sup>(Development

and Verification of A Bibliometric Model for the Identification of Frontier Research)项目,开发基于文献计量学的新方法,用以监督项目评审中同行评议过程的有效性。2007 年 8 月,美国国家基金会(NSF)成立了“新兴前沿研究和创新办公室”(The Office of Emerging Frontiers in Research and Innovation, EFRI)<sup>[2]</sup>,旨在资助具有交叉学科研究人员的研究团队在基础工程研究领域快速发展的前沿领域有所建树。2015 年,NSF 成立了“新兴前沿和多学科活动办公室”(The Office of Emerging Frontiers and Multidisciplinary Activities, EFMA)<sup>[3]</sup>,该办公室及时支持重要新兴研究项目,同时,提供多学科教育方案和设施。EFMA 的重要活动是资助 EFRI 项目,EFRI 主要资助那些具有前沿性、学科交叉性、满足国家需求以及具有巨大挑战的研究。可见,关注并资助新兴前沿热点问题是国家级科学基金的重要任务之一,且前沿性、学科交叉性成为挖掘重点研究问题的主要方向。

早在 1994 年,我国学者赵红洲等<sup>[4]</sup>就首次提出用文献计量学指标对基金管理工作进行评估,指出了文献计量学在提高科学评价的客观性及实现科研管理的科学化方面有着专家评议无法替代的重要作

收稿日期:2016-01-18;修回日期:2016-02-29

\* 通信作者,Email:fan.shaoping@imicams.ac.cn

用。对科学基金项目的评审,可分解为对项目主体和对课题本身的评价2个方面。对项目主体的评价是对其科学能力的评估。按照科学能力学的理论,这种评估应包括以下几个方面:(1)主体学术水平(2)主体所拥有的设备状况(3)图书资料状况(4)申请课题组的学术结构。梁立明等<sup>[5]</sup>定量分析了国家自然科学基金委对各地区的项目资助同这些地区科研能力(以科技论文数及其被引次数来表征)之间是否具有有良好的匹配关系。马强等<sup>[6]</sup>首先分析了文献计量学方法用于科学基金项目绩效评估的有效性和局限性,从基金项目的产出规模、产出质量和投入产出率3个方面反映了研究绩效的大小。国内将文献计量学应用在科学基金项目评审中的研究还较少,而已有主要研究多是对项目申请人、项目绩效等的评估,缺乏对项目本身的定量研究。

虽然科研人员与项目管理机构已经意识到同行评议的先天不足,但有关利用定量方法弥补该方法不足的研究与实践还很少见,而确保同行评议过程的公平性与有效性已成为基金评审工作亟需解决的问题之一。DBF项目是欧盟国家层面的利用文献计量学方法弥补同行评议过程研究的项目,基于此,本文以ERC的DBF项目为主要研究对象,详细介绍该项目中对研究前沿的定义、研究前沿指标、指标的计算方法、优缺点及有效性等方面的内容。最后,对我国科学基金项目评审工作今后在开展定量研究与实践方面提出了几点可供参考的建议。本文对完善我国国家科学基金评审流程、提高评审工作效率、确保评审结果的公平性等方面具有一定的理论意义。

## 2 DBF项目简介

### 2.1 项目过程

ERC发现已有关于项目评审的大量研究以关注基金项目的同行评议过程为主,并意识到同行评议方法的不足,因此,确定了开展为期5年(2009—2013年)的DBF项目。该项目聚焦于发现满足研究前沿属性的项目,以及这些属性在获取基金资助方面的作用。该项目主要包括3个阶段:

第1阶段:确定研究前沿的概念,定义研究前沿的属性。本阶段的目的是利用文本分析法和文献计量学的引文分析方法与工具量化研究前沿的属性;

第2阶段:利用研究前沿指标确定项目申请书被接受的概率模型,并将模型结果与同行评议结果对比。本阶段的目的是确定研究前沿属性对同行评议过程的影响;

第3阶段:将同行评议过程与识别科研成果的文献计量学方法结合使用,从而支持事前选择具有高质量、风险性和奖励性的研究前沿。

本文重点阐述第1阶段,即研究前沿的概念、属性、各属性所对应的指标及其计算方法。

### 2.2 研究前沿概念、属性与指标

2005年,欧盟高水平专家组(High Level Expert Group, HLEP)使用“Frontier Research”代表基础领域研究前沿的概念,认为研究前沿应具备如下特征<sup>[7]</sup>:

(1)研究前沿处于创造新知识和开发新认知的最前端。涉及理论和实践认识方面的基础发现和进步,甚至实现偶尔的革命性突破,从而改变人类对世界的认识。

(2)研究前沿具有内在风险性。在新兴的或令人兴奋的研究领域,以及正在发展的学科领域中富有成效的方法或发展轨迹往往是不明确的。面对这样的研究,研究人员必须大胆、敢于冒险。事实上,只有科研人员能够识别最有机会的领域,资助机构的任务仅限于支持优秀科研人员的精彩创意而非试图确定优先领域。

(3)传统的用于区别基础(basic)和应用(applied)研究的方法表明研究只能是其中之一,不能二者兼备。研究前沿领域的科研人员可以同时关注创造新知识以及产生潜在有用知识两个方面。因此,科学与技术之间的联系更加紧密,存在于基础研究与应用研究间的障碍减少。

(4)研究前沿关注无学科界限的研究问题。它可能涉及多(multi)、交(Inter-)和跨(trans-)学科研究,集结不同学科背景的研究人员,他们有不同的理论和概念、技术、方法论和设备,甚至不同的目标和动机。

随后,DBF项目组根据研究前沿概念的4个方面总结得到研究前沿的4个属性:新颖性(Novelty)、风险性(Risk)、应用性(Applicability)和学科交叉性(Interdisciplinary),并对每个属性及其对应指标进行了界定,具体如下表所示。

表 1 研究前沿的属性、指标及其相关说明

属性	说明	对应指标	说明
新颖性	项目申请书是否使用最新的研究作为其参考来源? 该研究是否是新研究的一部分?	时效性(Timeliness) 创新性(Innovativeness)	基于参考文献信息 基于文本内容的时序聚类分析
风险性	研究人员是否可以通过新的研究课题扩展其现有研究背景并承担个人风险?	风险性(Risk)	基于项目申请书参考文献与申请人已发表论文的参考文献信息
应用性	研究人员的研究活动是否表明其研究的应用性?	应用性(Pasteuresqueness)	基于参考文献期刊分类与申请人申请的专利信息
学科交叉性	研究人员是否使用来自不同学科的定义、方法等?	学科交叉性(Interdisciplinary)	基于文本内容所属的学科信息

### 2.3 指标计算方法

DBF 项目组根据可获取的项目申请书和申请人的信息,确定了上述指标的计算方法。时效性和风险性的计算以引文分析为主。参考文献之所以可以用于分析与计算,不仅是因为它们代表了与项目相关的研究,同时也组成了该项目的研究基础。

创新性和学科交叉性指标源自于词法分析(lexical analysis)。这 2 个指标都涉及项目申请书中的关键词、标题、摘要等文本内容,使用词法分析可以细粒度地获取项目申请书内容的继承性与学科分类,较好地用于研究前沿的分析。其中,学科交叉性指标根据已有研究方法<sup>[8]</sup>认为科学文献中关键词的出现频次和分布领域可以用于分类和代表其所属研究领域。

Pasteuresqueness 一词源于 Pasteur's Quadrant<sup>[9]</sup>的定义,该指标基于专利数量和期刊分类(实用性和理论性比例)信息。具体而言,各指标所基于的假设和来源数据集如下表所示。

基于各指标的定义与数据来源,项目组确定了指标的计算方法。时效性指标的计算以获取最终引文年龄为主,(1)提取项目申请书中和申请人提供的参考文献;(2)选择期刊论文和会议报告作为数据集;(3)提取(1)(2)中文献的发表时间,计算引文年龄。

$$\text{引文年龄} = \text{项目提交年} - \text{发表年}$$

用引文年龄的平均值或中值表示时效性。基于原有假设,该指标值越小,前沿性越强。

风险性指标以计算申请人简历中已发表论文的参考文献与项目申请书中参考文献的相似度为主,主要计算步骤<sup>[10]</sup>如下:(1)根据申请人的简历获取其在 WOS 数据库中的文献记录信息,据此得到申请人的参考文献列表(A);(2)获取申请人项目申请书中的参考文献列表(B),检索每篇文献在 WOS 中的记录;(3)计算 A 中参考文献出现频次,并记录“在 A 中出现频次 X”和“在 B 中出现频次 Y”,就是

表 2 研究前沿各指标的假设与来源数据集

指标	指标假设	数据集
时效性	参考文献中较新的文献数目越多,该项目成为研究前沿的可能性越大。	ERC 项目数据
创新性	一项研究越接近正向变化区域,创新性越大。	ERC 和书目数据库(PASCAL 数据库)
风险性	(1)如果申请人转向新的研究领域,其最新参考文献与原有参考文献将不同; (2)申请人已发表论文的参考文献集与其项目申请书参考文献集间的“距离”越大,该项目与其之前的研究领域越不同,风险性越高。	ERC 的项目数据:申请人的简历;项目申请书的参考文献列表。 WOS 数据:申请人已发表的被 WOS 收录的论文;在 WOS 数据库中检索到的申请人已发表论文的参考文献。
应用性	(1)申请人使用或发明的专利可以代表其研究的实用性; (2)发表论文所在期刊的分类代表申请人研究的基础性或应用性。	ERC 项目数据中申请人的简历。 来自 INIST-CNRS <sup>①</sup> 的科技期刊宏观领域分类表。
学科交叉性	来自不同学科的概念、技术、方法论和设备越多,项目的学科交叉性越强。	项目 ID;申请结果(成功或失败);主学科;4 个可能的学科关键词;作者的自由关键词;首字母缩略词;标题;摘要;总结。

记录一条参考文献既在 A 中又在 B 中出现,及其分别出现的次数,如图 1 中交叉部分;计算上述共现文献的 Cosine 相似度。基于原有假设,该指标值越

<sup>①</sup> INIST-CNRS 是指 Institute for Scientific and Technical Information (Institut de l'Information Scientifique et Technique—INIST) of the French National Center for Scientific Research (CNRS),即法国国家科学研究中心的科技信息研究所。

小,风险性越强。

$$\text{Cos}(X, Y) = (X * Y) / (|X| * |Y|)$$

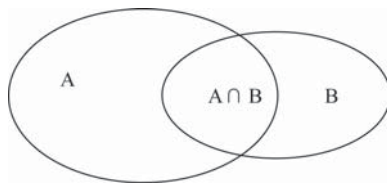


图1 参考文献集合 A 与 B 的关系图

应用性指标即 Pasteuresqueness 指标需提取如下数据:申请人的简历中授权或提交的专利列表;申请人的简历中其发表论文的期刊名称,根据 INIST-CNRS 中期刊分类标准对期刊进行二分分类,分为基础或应用 2 类。最后计算申请人得到的应用性相关成果与申请人发表文献的方向属于应用性 2 个子集的值,共同判断项目的应用性。

学科交叉性包括 2 个指标,指标 1(CPI):依据项目申请书中属于不同 ERC 学科(仅有一个学科是主学科)的关键词数量判断其学科交叉性,公式如下:

$$\text{CPI} = (\text{不同学科数量} - 1) / 3$$

指标 2(关键词指标):使用词法分析从项目申请书摘要中提取关键词,判断其学科交叉性。从项目申请书中自动提取所有多词关键词;计算关键词

在每个学科中的出现概率;基于最高的出现概率判断每个词所属的主学科;计算主学科关键词(HPK)和非主学科关键词(nHPK)的数量,用百分比表示。

$$\text{指标 2} = (\text{HPK}) / (\text{nHPK} + \text{HPK})$$

创新性指标的计算较为复杂<sup>[11]</sup>。首先,基于两个不同时间段提取已获批项目申请书的标题和摘要,生成 2 个语料库;其次,利用文本挖掘技术生成代表每个语料库每条书目记录内容的关键词;再次,对每个语料库进行聚类分析,目的是产生每个时间段的聚类集合;最后,通过计算两个连续时间段的术语相似度分析每个类团的演化,测度每个类团的演化强度。随后,对分配到每个 ERC 学科中新的待审理项目申请书采用相同的文本挖掘技术,评估其与第 2 个时间段不同类团的相似性,按相似度结果由大到小排序,相似度最大类团在第 2 时间段所属的创新性程度代表了该项目的创新性。计算过程中使用的主要技术有:文本挖掘技术(INIST-CNRS 的自动索引平台)、聚类技术(INIST-CNRS 的轴向 K-means 聚类工具)、关联规则技术(DBF 项目开发的新工具)。

DBF 项目组根据定量指标设计了具体的操作实施流程与流程间相互关系,如图 2 所示。可以看出,定量评审研究项目主要评价项目申请人、项目申

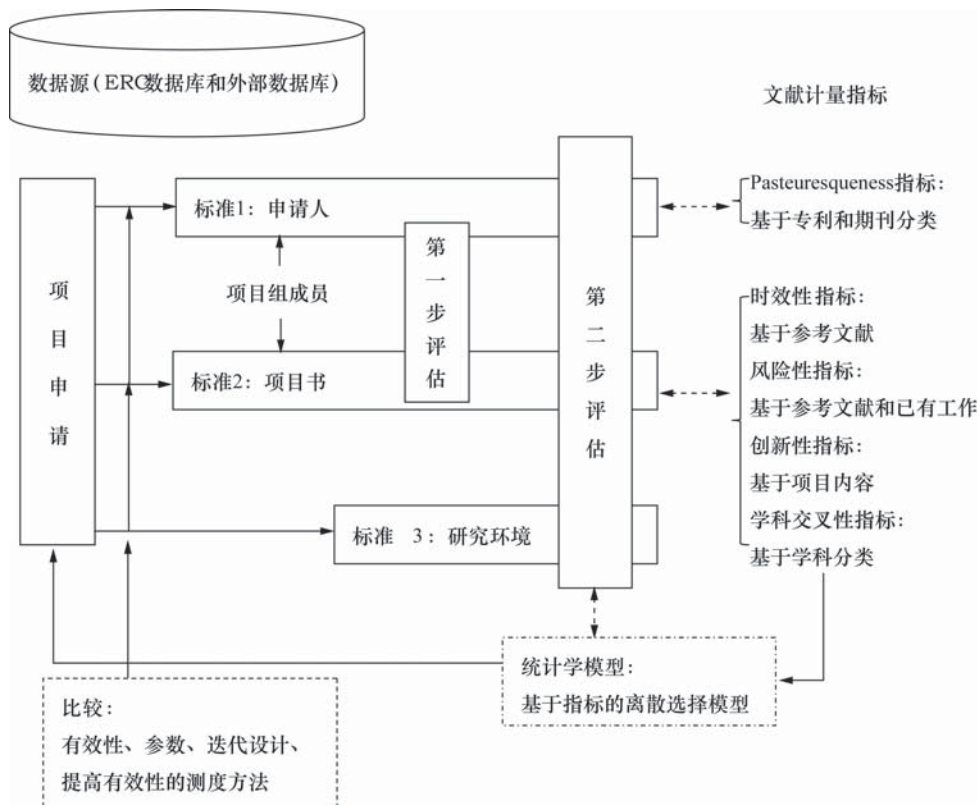


图2 DBF 项目的指标、模型及实施过程<sup>[12]</sup>

请书内容与项目的实施环境 3 部分, DBF 项目设计的文献计量指标主要针对 1、2 两个部分, 且有 1 个指标(即 Pasteuresqueness)用于评价申请人, 4 个指标(时效性、风险性、创新性和学科交叉性)评价项目申请书。DBF 项目第 2 阶段设计的计量经济学模型指导指标在评估过程中发挥作用, 并在一定程度上决定项目的评审结果。在项目实施的最后阶段, 仍需根据项目实施过程与评价结果, 不断调整并完善指标及其计算方法。

#### 2.4 指标优缺点

DBF 项目组基于 ERC 的大规模项目数据, 经过具体计算, 得出了各个指标在操作流程、计算结果等方面的优缺点, 如表 3 所示。各指标在设计阶段追求计算的简便性与数据的可获取性, 但由于项目申请书在申报时格式的不规范、申请人个人信息的不确定、学科术语的变化与交叉等方面存在的问题, 各指标还有待继续完善。因此, DBF 项目组提出了相应的展望, 以期在后续研究中对指标进一步优化, 提高计算的效率和结果的有效性。

#### 2.5 指标的有效性

项目组使用计量经济学方法对 5 个指标的有效性进行了验证, 结果表明, 无论是在仅有研究前沿的指标模型还是加入其他可控变量的综合指标模型中, 创新性与学科交叉性都是最显著有效的。根据模型计算结果发现: 在其他变量不变的情况下, 学科交叉性增长 1%, 项目评审通过的可能性增加 1.13 倍; 创新性增长 1%, 项目评审通过的可能性增加 1.85 倍; 而其他 3 项指标, 对项目的通过概率无显著影响。

#### 2.6 研究前沿测度方法总结

创新性指标是该指标体系中最重要指标, 这一指标确实是项目是否被接受的重要标准。在这个意义上, DBF 项目的研究目标已经达到, 可以用定量方法选择那些具有创新性的新兴研究前沿。虽然 ERC 明确提出支持交叉学科的研究, 但研究结果恰恰相反, 模型研究证实, 已通过的项目学科交叉性较低。即便如此, 该结果却具有重要的政策意义, ERC 应采取相应措施, 使申请人意识到跨学科研究的重要性, 学科交叉研究应视为是项目是否通过的积极因素。风险性指标并没有捕捉到评审小组所谓的风险程度, 或者只包含极小部分的风险性。风险性在某些特定领域的研究中是必须的, 还应调整该指标的计算方法。Pasteuresqueness 指标的结果显示, 评审小组并不依据专利数量判断项目的应用性,

表 3 研究前沿指标的优缺点与展望

指标	优点	缺点	展望
时效性	计算简单	无法自动实现引文时间的提取, 需要手工提取和选择引文。	可以创建一个不同学科下所有项目申请书的引文年龄文件, 与每一个项目申请书的参考文献进行对比, 依据全部学科数据对项目进行排序。
创新性	结果有效	工作量很大, 特别是文本挖掘阶段。	主要是在文本挖掘方面进行改进, 可以使用计算机辅助术语提取工具(CATEX)改进术语提取工作。
风险性	暗示了项目的潜在风险性。	工作量很大, 是因为要花费大量时间去搜索之前文献的参考文献。	申请人从先前的研究领域进入新的研究领域仅是一个风险性。还应从风险性角度计算研究想法的风险性, 例如, “risky for the research idea, risky for the society”等。
应用性	计算简单、直接	工作量大, 主要是受限于数据的可获取性(主要是 PDF 类型)。	需要在期刊分类环节进行必要的调整。可以取代该指标的计算方法是对引用研究人员文章的文献进行分析。
学科交叉性	计算简单; 所有信息都是电子化可获取的; 对已有分类和学科信息的变化不敏感。	工作量大, 特别是确定学科关键词, 需要人工介入。	计算指标 2 时使用了所有项目中的关键词, 利用 TFIDF 确定主学科。这种确定主学科关键词的方法并不有效, 有些(如 cell)关键词对揭示交叉性无意义。因此可以使用 Gini 指标(基尼系数)。

且在评审过程中似乎并不关注研究前沿这一方面的内容, 因此, 应用性指标对评审结果无显著影响。此外, 时效性也得到了类似的结论, 评审小组并不依据参考文献的年龄判断项目的新颖性。然而, 他们是否应该在其他方面考虑项目的新颖性仍值得讨论。

DBF项目的研究过程与结果表明,将文献计量学方法应用到项目资助的事前分析与事后评价中,对选择具有研究前沿特征的研究项目具有一定的辅助作用。文献计量学方法的应用,不仅可以监督同行评议过程的有效性,提高项目评审的效率,还确保了获批项目的质量,突出了“研究前沿”特征在项目评审过程中的重要性。

### 3 对我国国家自然科学基金评审的借鉴方面

我国国家自然科学基金委员会等主要的国家自然科学基金资助单位每年都会对具有新兴、前沿、国家需求等特征的项目进行资助。以国家自然科学基金委为例,2013年,资助了各类项目38 920项,2014年,择优资助了各类项目39 089项,2015年,共批准项目40 668项,3年来,资助项目数量呈明显递增态势。面对如此大规模、多学科、多类型资助项目的需求,基金项目评审以同行评议这一单一的定性评价为唯一方式,既增加了评审专家的工作量,又使得评审结果具有一定的主观性,或使其中掺杂少量人情项目,违背了项目申请的公平性原则。因此,设计合理有效又符合国情的文献计量指标,在项目评审初期,辅助同行专家进行研究前沿内容的筛选,减轻评审专家工作量;评审后对人工评审结果进行评估,定量判断获批项目符合研究前沿标准的程度。为保证同行评议的有效性、科学性、公正性,维护项目申请人的基本权利,保障科学基金管理运行工作的稳定以及促进我国科学事业的良性发展具有重要作用。

结合DBF项目的研究与实施过程,在我国基金项目评审过程中如要大规模使用文献计量学指标进行研究前沿类项目的定量分析与评价,还应注意以下几个方面。

#### 3.1 明确研究前沿定义与属性

在欧盟委员会召开的“研究前沿:欧盟的挑战”会议上,高水平专家小组给出了基础研究中“研究前沿”的定义,这是欧盟在国家层面支持开展研究前沿的指导性定义<sup>[7]</sup>。DBF项目的顺利开展与实施正是基于该定义中对研究前沿特征的界定,从而确定了各个属性的具体指标,并根据研究项目中可获取的数据信息制定各个指标的数据来源与计算方法。而我国,尚未见到有关“研究前沿”的国家层面的、公开的定义或说明,更无可以遵循的统一的量化测度指标与方法,使得对一些研究或项目前沿性的判定以同行专家解读为主,结果较为主观,操作过程不透明。

国家级科学基金资助的研究项目必须是国内一

流、国际领先的创新性研究,能够满足国家科技创新发展需求或解决国家近期亟需解决的问题。因此,根据资助目的,从国家战略角度、国家科技需求与科研实际出发,给出“研究前沿”的定义,对于项目资助的全过程(评审、立项、结题等)具有重要意义。领域同行专家或图书情报专家依据“研究前沿”的定义确定其应具备的属性与对应的指标,并根据可获取、可公开的数据确定各个指标的计量方法。从定量角度测度项目及其成果的前沿性,不仅可以弥补同行专家主观判断的不足,还能够为了解国家科技发展脉络、制定科技战略规划提供有力的事实支撑。

#### 3.2 严格执行统一的项目填报标准

由于数据的不完整、不规范、难以获取等问题,导致DBF项目中5个指标虽都设计了简单的计算方法与流程,但因实施工作量大、操作困难,难以大规模利用。因此,我国国家自然科学基金管理机构应严格规定申报流程与细节,强调个人信息准确、关键词精确、参考文献正确对项目审批通过的重要性。同时,在利用统一系统填报时严格规定填写的方法与格式,否则将无法被系统审核通过。如,机构名称字段增加机构标准且唯一的中英文名称(包括全拼、缩写等形式);关键词字段可根据学科语料库进行选择添加,对于未收录的学科关键词,特别是新出现的关键词,申请人可进行自由词输入并提交,由评审专家审核确定所属学科等信息;参考文献字段应按照标准的参考文献格式填写,并按照基金评审机构选定的期刊分类标准补充期刊所属学科等信息。严格统一的项目填报标准的实施,一方面有利于利用文献计量学方法进行定量分析,另一方面将大大提高管理与存储效率,便于后续加工与再利用。

#### 3.3 从我国项目申请实际出发,确定合理的文献计量学指标体系

##### 3.3.1 根据我国基金项目申请特点确定指标

在我国,设计国家层面的、用于“研究前沿”项目评审的文献计量指标体系时,应结合我国科学发展现状及基金项目申请实际情况设计更加合理高效的指标体系。例如,①我国基金项目申请书以中文撰写为主,且申请人已发表论文或提交项目申请书中的参考论文通常是中英文论文同时出现,因此在利用引文分析法时涉及多个相互独立的中英文文献数据库,势必会增加处理的难度,降低定量方法的效率。基于此,基金资助与评审机构,应充分利用已有的项目数据,并综合国内外权威的中英文文献数据库,建立本机构的项目评审参考数据库,设计统一的

文献录入与存储格式,以方便后续文献检索与数据比对。同时,建立用于存储各学科关键词信息的面板数据库,以方便对项目的学科内容进行细粒度分析。②学科交叉性指标已被 DBF 项目证明是具有一定政策指导意义的指标,且我国各学科领域也已意识到学科交叉的重要性及其在科学发现中的关键作用。在 DBF 项目研究中发现,项目申请书中具有 1—2 个不同学科的关键词时,更容易评审通过。但这一指标的阈值是否适于我国的基金项目,有待后续实践研究中进一步证实。③项目的创新性指标对其是否评审通过具有重要作用,DBF 项目在计算该指标时使用了多种 INIST-CNRS 自主设计开发的索引与分析工具,以通用的 K-means 聚类、时序分析、相似度分析等为主要计算方法,但计算步骤过于复杂,自动化实现程度较低。因此,根据中文文本在分词、聚类、相似度计算等文本挖掘与分析过程中的特点,集成中科院的 ICTCLAS 分词工具,可采用 K-means 聚类、时间窗划分、Cosine 相似度计算等方法,设计更为简单的计算流程,提高指标计算的效率与精度是我国开展定量评审基金项目研究中需要解决的关键问题。

### 3.3.2 根据项目资助类型确定指标

利用计量经济学对 DBF 项目的指标体系进行验证可以看出,对所有评审项目使用同一指标体系并不能达到一致的满意度,即,并非所有的指标对选择研究前沿类项目时都具有同一重要作用。例如,风险性指标在 Starting Grant 项目评审时比 Advanced Grant 更有效果。因为前者主要资助的是青年研究人员,他们大多刚刚步入工作岗位,独立从事科研工作,因此,利用参考文献计算其与导师研究方向以及之前研究内容的差异性,可以从一定程度上了解该项研究的风险性,为保证项目的顺利开展提供参考。

以我国国家自然科学基金为例,资助项目类型有多种:面上项目、重点项目、重大项目、重大研究计划项目、青年科学基金项目、优秀青年科学基金项目、国家杰出青年科学基金项目、创新研究群体项目等,不同项目类型对申请人的要求、资助金额、年限、成果的转移转化等的要求各不相同。因此,利用文献计量学指标确定具有研究前沿特征的项目时,理应依据项目设立的目的,对项目进行分类,设计独立配套的指标体系,以保证定量分析的准确性。首先,可以依据国家或资助机构对“研究前沿”的定义,设计通用指标;其次,根据不同项目的需求与特点,调

整并修改适用于该类项目评审的指标体系。例如,评审重大项目、国家杰出青年科学基金项目等,应加强对项目申请人及其主要参与人简历的审核,明确其主要研究内容与项目的一致性,确保项目的前瞻性与创新性。

### 3.4 事前辅助分析与事后评价相结合

DBF 项目中尝试将文献计量学指标分别用于项目评审的事前分析与项目成果的事后评价过程中,发现在事前项目评审过程中使用文献计量学指标可以预判项目申请书的质量与水平,为同行专家提供参考,或者在确定项目是否被资助时,利用文献计量学方法可以从“实验”角度判定专家评审结果的有效性,从而监督同行评议过程。利用文献计量学指标进行项目成果的事后评价,判断成果达到资助预期的程度,为未来的资助计划提供支撑。

无论是同行评议的定性方法还是文献计量学的定量方法都具有先天的缺陷,不能完全单纯依赖一种方法完成项目的评审与成果评估过程。在自然科学基金评审过程中,同行评议过程在项目的事前评审与事后审核过程中都发挥重要作用,而文献计量学方法也应贯穿始终。在项目评审时,充分发挥文献计量学方法可自动或半自动化操作的优势,基金资助机构可开发相应的数据处理与分析平台和工具,利用项目数据进行相应指标的计算,完成项目申请书初期筛选,为后续同行评议提供参考;对已确定立项的项目成果,使用文献计量学方法对其进行评估,了解资助项目成果在多大程度上满足研究前沿的计量标准。既可以了解年度项目资助的重点领域,还可以确保再资助的有效性。将文献计量学方法分别应用于项目的事前辅助分析与事后评价,使得同行评议与文献计量学两种方法相辅相成,协同完成项目评审与成果评估过程。

### 3.5 创新文献计量学的使用范围

DBF 项目利用计量经济学方法测度文献计量学指标有效性时不仅构建了单一的文献计量学指标模型,还构建了融入科研人员性别、年龄、机构水平、国家 GDP 等变量的综合模型。此外,文献计量学方法对于构建各学科的语料库、制作科学地图等具有不可替代的作用。

文献计量学方法除可以用于项目评审过程,还可以扩展到其他方面。例如,将文献计量学指标与其他指标(科研人员年龄、机构性质与水平、项目的投入产出比等)结合使用,构建更加全面的评价模型,综合评价科研项目的潜在水平。

国家级科学基金资助项目代表了一个国家的科研能力与创新水平,对了解一国的科研现状、学科发展等具有重要作用。基金项目管理机构利用文献计量学方法对累积的项目数据进行横纵比较,挖掘不同学科、不同时间窗的研究特点、重点与突破点,并结合国家科技政策,制定更加高效合理的基金资助办法与管理流程,以指导后续基金申报与评审工作。

#### 4 结语

虽然 ERC 的 DBF 项目取得了一定的理论与实践进展,但该项目如要大规模实施还存在一些问题,例如,自然科学领域与人文社会科学存在较大不同,不可以使用同一套文献计量指标进行分析。其次,如果文献计量学指标成为项目评审过程的一部分时,可能也为项目申请人打开了了解项目评审过程的一扇窗,从而可以操纵项目内容以迎合评审标准,提高通过率,将会对基金评审带来负面影响。此外,若将文献计量学指标的分析结果应用到政策制定时,还存在结果的解释问题。

#### 参 考 文 献

- [1] Development and Verification of A Bibliometric Model for the Identification of Frontier Research- DBF. [2015-12-04]. <http://www.ait.ac.at/departments/innovation-systems/development-and-verification-of-a-bibliometric-model-for-the-identification-of-frontier-research-dbf/>.
- [2] Emerging Frontiers in Research and Innovation. [2015-12-28]. <http://www.nsf.gov/eng/efma/efri.jsp>.

- [3] Emerging Frontiers and Multidisciplinary Activities. [2015-12-28]. <http://www.nsf.gov/eng/efma/about.jsp>.
- [4] 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. 科学与科学技术管理. 1994, (3): 8—13.
- [5] 梁立明, 梁立华. 基金项目与项目支持环境的匹配合理性\*—国家自然科学基金项目同行评议效果的科学计量学评价(之一). 科研管理. 1997, (1): 11—21.
- [6] 马强, 陈建新. 科学计量学方法在科学基金项目中的应用. 科学学研究. 2001, (3): 78—83.
- [7] Frontier Research: The European Challenge. [2015-11-23]. [http://ec.europa.eu/research/future/pdf/hleg\\_exec-sum\\_frontier\\_research\\_april2005.pdf](http://ec.europa.eu/research/future/pdf/hleg_exec-sum_frontier_research_april2005.pdf).
- [8] Schiebel E, Hörlesberger M, Roche I, et al. An advanced diffusion model to identify emergent research issues: the case of optoelectronic devices. *Scientometrics*. 2010, 83 (3): 765—781.
- [9] Stokes D E. *Pasteur's quadrant: Basic science and technological innovation*; Brookings Institution Press, 1997.
- [10] Hörlesberger M, Holste D, Schiebel E, et al. Measuring the Preferences of the Scientific Orientation of Authors from their Profiles of Published References. Hörlesberger, D Holste, E Schiebel, I Roche, C Francois, D Besagni, P Cuxac// European Network of Indicator Disigners—2011. 7—11.
- [11] Roche I, Ghribi M, Vedovotto N, et al., editors. Detecting domain dynamics: Association rule extraction and diachronic clustering techniques in support of expertise. 1st Global TechMining Conference“ Text-mining, Analysis, and Visualization”, 2011.
- [12] Holste D, Scherngell T, Roche I, et al., editors. Capturing frontier research in grant proposals and initial analysis of the comparison between model vs. peer review. Science and Technology Indicators Conference 2012, 2012.

### The index system of research frontier based on bibliometrics and its impact on the evaluation of our National Science Fund

Fan Shaoping

(Chinese Academy of Medical Sciences-Institute of Medical Information & Library, Beijing 100020)

**Abstract** Peer review has become the main method of evaluating national science foundation projects, but there are some shortcomings of this method, implementing quantitative method is one of the useful ways to refine the peer review process. DBF project, supported by European Research Council, uses bibliometric methods in the funding reviewing process, and provides a good theoretical and practical program. In this paper, we systematically described the DBF project, including the definition and indicators of research frontier, calculation of indicators, advantages and disadvantages of indicators, etc. Finally, put forward some advice to use quantitative methods to the national science foundation evaluation in the future. We hope this paper will produce certain theoretical value in upgrading the review process of national science fund, improving review efficiency and ensuring the fairness of the evaluation results.

**Key words** research frontier; DBF project; peer review; bibliometrics; evaluation of fund projects