科技评估方法及其适用性研究

周小林 杨云 曲敖廷 张欣亮
(国家科技评估中心国际部, 北京 100081)

摘要: 面对日益增长的科技评估需求, 设计科学的评估框架和选择合适的评估方法是成功开展科技评估活动的关键。针对科技评估工作者难以从众多科技评估方法中合适的方法并准确使用的难题, 在对常用科技评估方法进行概述的基础上, 总结不同方法的优缺点和适用范围, 并就方法选择的注意事项进行分析和讨论。

关键词: 科技评估; 评估方法; 适用性; 评估理论框架; 评估方法运用

中图分类号: G312

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2020.03.014

Review and Applicability Research of Science and Technology Evaluation Methods

ZHOU Xiaolin, YANG Yun, QU Aoting, ZHANG Xinliang

(Department of International Evaluation and Research, National Center for Science & Technology Evaluation, Beijing 100081)

Abstract: According to the increasing demand of S&T evaluation, the design of scientific evaluation framework and selection of appropriate evaluation methods are the key factors of a successful S&T evaluation activity. In order to solve the problem that it is difficult for S&T evaluators to select appropriate methods from various S&T evaluation methods as well as use them accurately, this paper gives an overview of common methods of S&T evaluation, and then summarizes the advantages, disadvantages and application scope of different methods, and also analyzes and discusses the notes for method selection.

Keywords: science and technology evaluation, evaluation method, applicability, theoretical framework, method selection

0 引言

近年来, 随着科技和经济社会的快速发展, 作为政府部门和科研机构开展管理的重要手段, 科技评估逐渐成为创造良好科技创新生态环境、构建科技创新正确价值导向、促进科技创新良性发展的有效抓手, 同时也成为支撑国家科技

计划改革的“三根支柱”(特邀咨评委、专业机构、“全程嵌入式”监督和评估体系)之一。在此背景下, 各类科技活动对评估的需求与日俱增, 各种评估方法也迅猛发展, 设计科学的评估框架和选择合适的评估方法是提高评估质量的关键。尤其是在面对日益复杂的科技评估对象及日趋多样的科技评估方法时, 科技评估工作者应深

作者简介: 周小林(1987—), 女, 博士, 国家科技评估中心副研究员, 主要研究方向: 科技评估与科技政策研究; 杨云(1972—), 女, 硕士, 国家科技评估中心研究员, 主要研究方向: 科技评估与科技政策研究(通信作者); 曲敖廷(1989—), 男, 博士, 国家科技评估中心工程师, 主要研究方向: 科技评估; 张欣亮(1987—), 男, 博士, 主要研究方向: 科技评估。

收稿时间: 2019年12月2日。

人研究各类评估方法的机理及适用范围，依据评估目的、评估性质以及方法的可实现性、可操作性、经济性和数据的可获取性来选择合适的评估方法，以满足日益增长的高质量评估需求。

现阶段，我国学者研究的重点在于对各类方法的应用研究及优化改进。例如，针对同行评议方法的改进^[1-3]，对问卷调查^[4]、德尔菲法^[5]、技术就绪度法^[6]、文献计量法^[7]、标杆分析法^[8]、数据包络分析法^[9]、层次分析法^[10]、模糊综合评估法^[11]的应用和优化研究等。仅有少数学者对目前使用的科技评估方法进行了整体性研究。例如，李强等^[12]将评价方法归并为社会学方法、统计学方法、经济分析法及文献计量法四大类，并对方法特点和应用情况进行了概述。张娟等^[13]介绍了国内外有关科技评估的相关方法并分析了其主要特点，在此基础上就如何完善我国科技评估的方法提出了一些建议。

总体而言，我国学者对各类科技评估方法和理论的系统性研究和梳理比较薄弱，对方法的使用条件和适用范围了解不足，对科学选择方法及其匹配问题和方法的总体性研究不够，在实际使用过程中往往出现方法选择不当、使用不规范的情况，制约着我国科技评估整体水平的提升。针对这一问题，本文将对科技评估方法进行整体述评及适用性研究，在对通用科技评估方法进行综述的基础上，总结不同方法的优缺点和适用范围，并提出科技评估方法选择准则和注意事项，以为科技评估同行提供参考和借鉴。

1 科技评估方法的演进过程

科技评估方法从最初的以定性方法为主，到引入统计学、经济学、运筹学等定量方法。目前，科技评估方法的选择和使用逐步进入定性和定量方法相结合的阶段。演进过程大致可以分为3个阶段。

第一个阶段是从文艺复兴时期到20世纪前半叶，科学研究主要以科学家个人研究或科学家之间相对松散的联合形式开展。在这一时期，科学技术的评价方法主要是同行评议^[14]。

第二个阶段是20世纪60—80年代，这个时期美国、欧洲等发达国家和地区逐步开始认识到开展过程管理以及公共绩效评价的必要性，并越来越强调面向结果的评估。在评估方法上，相关国家在发展和完善传统评价理论的同时，逐渐把数学、运筹学、统计学以及经济学方法引入到科技评估中，尝试提高评估的科学性，例如20世纪70年代提出的层次分析法、数据包络分析法等。20世纪80年代，计划理论引入到公共评估中，从计划理论发展而来的干预逻辑、逻辑模型、变革理论等逐渐在科技评估中被大量应用。

第三个阶段是20世纪90年代至今，出现应用其他领域知识的若干定量评估方法，是各类方法大量应用以及爆发式研究的时期，各类评估方法的研究实现了技术上的改进和理论上的突破^[15]。例如，1969年提出技术就绪度方法，进入21世纪，美国国防部和审计局开始大规模应用，我国也开始将这一方法用于科技项目的管理和评价。

2 科技评估方法的理论框架

在科技评估实践中，评估框架的设计是做好一项评估的基础。即在评估开始时就考虑被评活动最终的成效以及中间的逻辑关系，将从目标到结果的过程设计成一个框架，并应用这个框架或体系清晰地指导评估的整个过程。科技评估理论框架既是方法论，又是设计评估框架的有效指导理论和手段。目前，主要的科技评估理论框架有逻辑模型和变革理论。这两种理论均由计划理论发展而来。

2.1 逻辑模型

逻辑模型是将一项活动的实施过程简化为标准化的几个模块并用线性关系将它们联系在一起的方法。目前最常见的逻辑模型有5个模块^[16]，分别是投入、活动、产出、成效和影响（表1）。逻辑模型具有清晰直观、标准化等特点，应用逻辑模型可以对评估对象的因果关系进行分析，厘清其目标实现路径，从而建立与评估对象对应的逻辑明晰的评价指标，有利于总结和诊断评估

表1 逻辑模型的5个模块

要素	描述
投入	伴随公共政策（包括政策、计划、项目、机构等）投入的各类资源，包括资金、人员、设备、材料等
活动	实施的各级各类公共事务
产出	公共活动产出的有形物品或服务
成效	一项公共政策发挥的作用
影响	由于成效积累带来的长期变化

对象的经验与问题，提高评估质量和政策建议的针对性。逻辑模型目前已经广泛应用于美国、欧洲、世界银行、联合国分支机构等发达国家（地区）或国际组织的科技评估活动，也在我国的专业评估机构的科技评估活动中得到大量应用。

2.2 变革理论

变革理论是一种“面向结果”的项目管理和评价工具，用于描述干预措施引起变革的逻辑过程或因果框架，并揭示干预措施背后的关键假设及潜在影响因素对预期目标结果的影响^[17]。变革理论的核心思想与逻辑模型类似，同时又具有自身的特点以及优势所在。一是展示了计划（项目）科技活动要通过哪些活动来实现短期、中期、长期目标，它对“成效”尤其重视，并主张从“成效链”的角度进行分析。二是关注干预活动组织实施的背景与假设，在运用变革理论时，要厘清对干预活动实施有重大影响的背景和关键假设。三是强调首先考虑干预活动要实现什么最终目标，再考虑怎样去实现，以及实现目标的前提条件。变革理论在社会发展领域尤其是发展援助评估领域已经得到了广泛应用。

由于逻辑模型和变革理论在操作上的复杂性，更适用于宏观和中观层面的大型科技评估活动中，例如科技战略/规划评估、政策评估、计划评估等，并可贯穿于科技活动从设计、实施、过程管理到绩效评价的全过程。

3 科技评估的技术方法

科技评估方法从技术层面可以分为三大类，分别是定性评估方法、定量评估方法和综合评估方法。

3.1 定性评估方法

定性评估方法是指依靠评估者、专家、科技活动执行者的经验进行判断和评价的方法。典型的定性方法包括案卷研究、利益相关方座谈/访谈、调查（问卷调查）、实地调研、同行评议、案例研究、德尔菲法等。其特征主要体现在专家意见征询及利益相关方观点的调查。目前定性评估方法广泛应用在各类科技评估活动中，已经成为科技评估方法最为重要的基础支柱。

在定性评估方法中，同行评议、德尔菲法属于依靠专家的专业知识进行评价和判断的方法，这两种方法以专家的权威意见为基础，在一定程度上保障了结果的可信度。其不足之处在于执行过程中主观成分占有很大比重。近年来，对同行评议方法的改进、优化以及规范化已经引起各国管理人员和学者的重视。例如，日本实施了开放性的评估方式，俄罗斯在某些评估中全部采用了国际专家，我国重点研发计划的项目评审也采取了随机抽取专家以及事前公示的形式等。

案卷研究、利益相关方座谈/访谈、调查（问卷调查）、实地调研、案例研究等既是评估的技术方法也是评估证据收集方法。即由科技评估工作者以查找文献、召开会议或面访、开展问卷调查、进行实地调研等方式，获取与被评对象相关的数据、事实和观点，即评估证据。评估人员在对这些证据进行处理和分析的基础上，综合形成评估报告。这些方法的优点在于可以收集到丰富、详尽的数据和信息，用以支撑开展基于证据的评估。其不足之处在于方法的应用和效果依赖于评估活动的前期设计以及评估者的能力，前期设计不科学、利益相关方覆盖不全面、调查内容不够清晰合理，或者评估者未能很好地进行分析、总结和提炼等问题，都会影响相关方法的应用和效果。

3.2 定量评估方法

定量评估方法是通过把评估指标量化，并采用数学、统计学、经济学、运筹学等理论，对评估对象做出定量价值判断的方法。目前国际上已经开发出种类繁多的可应用于科技评估的定量方

法，这些方法机理复杂、各有千秋。近年来，针对各类定量评估方法的改进和研究已经成为学界的研究热点。现今，定量评估方法已达百种之多，学者个人或者一个研究团队很难精通所有方法，因此方法间往往缺乏比较^[18]。将不同的定量评估方法结合使用，以避免某种方法的弊端，已成为研究热点。

从学科来看，这些定量评估方法可分为统计学方法、经济学方法和运筹学方法。统计学方法是指通过对数据进行统计和分析描述对象特征的方法。典型的统计学评估方法有文献计量法、主成分分析法、比较分析法、回归分析法、因子分析法、聚类分析法等。经济学评价方法可以分为宏观经济模型和微观经济模型。宏观经济模型即利用经济学理论对国家和产业层面的科技创新活动进行评价，例如可以利用总量生产函数来测量国家的技术进步。微观经济模型主要研究科技创新活动对个人、机构或企业所产生的影响。例如在科技评估实践中，经常对成本（投入）和结果（产出）进行比较分析，从而评估科技活动的收益是否大于机会成本，以及效率性是否得到了实现。在这个过程中常用的方法是成本效益分析、成本效果分析和成本效用分析。运筹学方法则是综合采用模型、算法等方式，寻找管理中最佳解的方法。典型的方法有层次分析法、数据包络分析法、模糊数学方法、灰色关联度法、逼近理想解排序法、熵权法等。

此外，还有技术就绪度评价方法。该方法应用基本的分级原理，将某一类技术或成果按照所处阶段的不同，对应到各级别，从而量化其就绪程度。

3.3 综合评估方法

综合评估方法是指评估人员采用各种定性和定量的分析，对评估对象做出全局性、整体性评价的方法。典型的综合评估方法有指数法、标杆分析法以及元评价方法等。其中，指数法是指把各种评价指标综合成一个或多个指数的方法，其应用于科技评估领域往往与国家竞争力有关，例如世界经济论坛发布的《全球竞争力报告》、瑞

士洛桑国际管理学院发布的《世界竞争力年鉴》、世界知识产权组织发布的全球创新指数、中国科学技术发展战略研究院发布的国家创新指数等。标杆分析法是指将评估的各项活动与从事该项活动最佳实践者进行比较，从而发现优势与不足的方法。元评价方法是“对评估的评估”，即对评价活动、方法及其结果优势与不足的再评估。

除此以外，还有平衡计分卡法和战略地图法。这两种方法主要用于构建绩效评价和战略管理的指标和体系。其中平衡计分卡分别从“客户价值”“财务”“内部业务流程”以及“学习创新与成长性”4个维度衡量绩效；战略地图法是平衡记分卡法的继承和发展，以分析平衡计分卡的4个层面目标为核心，绘制出评估对象战略因果关系图。

4 科技评估技术方法的选择和使用

在科技评估活动中，单一的定性或定量方法一般很难满足对科技战略与规划、科技政策、科技计划等对象的评估需求，因此，需要在科技评估过程中综合性运用多种评估方法。由于各种评估方法都有其自身的特点和局限性，适用于不同的科技评估对象和场景。在科技评估过程中，评估人员应根据评估对象选择合适的方法。表2对部分主要评估技术方法优缺点、局限性以及适用对象与场景进行了比较和总结。

根据对各类评估方法主要适用对象与场景的分析，表3列出了不同评估方法适用的主要科技评估对象。从表3可以看出，在定性评估方法里，案卷研究和实地调研作为最基础的证据收集方法中的两种，适用于几乎所有类型的科技评估活动；利益相关方座谈/访谈、调查（问卷调查）、案例研究适用于宏观和中观以及群体性科技评估活动；同行评议和技术就绪度评价适用于微观和中观层面的科技评估活动；德尔菲法作为确定指标体系和指标权重的有效手段，可应用于所有涉及指标体系的科技评估活动。在定量评估方法中，文献计量方法对样本量有一定要求，适用于宏观和中观层面的群体性评估；成本—效益

表2 主要科技评估方法总结

序号	方法名称	优点	局限性	主要适用对象与场景
1	案卷研究 ^[19-21]	成本低;可从现有资料获得大量信息;非介入性,不会对评估对象带来任何影响	很难呈现具有前因后果的完整资料;信息的客观真实性难以核实	广泛应用于各类科技评估研究中,是最基础和用途最广泛的资料收集方法之一
2	利益相关方座谈/访谈 ^[14-15]	利于收集到丰富、完整的信息;利于全面听取不同利益相关方的观点和建议;会议座谈可以相互启发,产生“思维共振”作用	受到人员规模的限制;专家权威性会影响讨论倾向;专家观点可能带有主观倾向性;可能会收集到很多无用信息	适用于科技战略/规划、政策、计划、机构与基地评估等宏观和中观层面的评估活动
3	调查(问卷调查)	可以获得大量结构化数据,覆盖面广;材料收集式调查可以获得十分丰富的事实、数据、观点;观点统计式调查,调查对象范围广,可获得一手数据和信息	材料收集式调查仅适用于政府部门开展的评估活动;观点统计式调查的问卷回收率较低以及问卷回收时间较长	适用于科技战略/规划、政策、计划、机构与基地评估等宏观和中观层面的评估活动
4	实地调研	快速直观掌握一手信息和更加详细的证据	覆盖面有限;成本高;过多依赖于调研评估人员的主观意见;实际不确定性因素较多	几乎适用于所有的科技评估对象,尤其是二手资料无法获取或无法充分反映实际情况的科技评估活动中
5	同行评议 ^[22]	保证了评估结果的权威性和可靠性;可操作性强、灵活度高	高水平专家选择困难;公平公正性无法得到保证;缺乏有效的对评审专家的监督和评价机制	适用于科技计划/项目评估、人才评估、科技成果评估、学位与职称评估、科技奖励评估、机构/基地评估等活动
6	案例研究	能够调查到事项活动细节以及全过程的来龙去脉;可以处理难以预测和非常规的事项活动;操作灵活	难以得到具有普适性的结论;结果必然包含有主观因素;成本较高	适用于科技战略/规划、政策、计划、机构与基地评估等宏观和中观层面的评估活动
7	德尔菲法 ^[5]	匿名和信息保密性强;个体回答,独立性强;通过反馈实现统计收敛	专家单独提供个人意见,有时会出现不切合实际的情况;征询周期长	适用于长远技术规划或大趋势技术预测,同时还适用于对各类科技评估活动中指标体系及指标权重的设计
8	技术就绪度 ^[6,23-25]	研发流程标准化,有利于管理者加强进度管理、防范新技术“不可靠”的风险;便于不同技术之间的交流和比较	需要获取详细的技术、工程化、产业化等资料和信息;无法对成果水平进行评价	适用于面向成果转化的国家科技计划/项目评估以及成果评估
9	文献计量 ^[7]	普适性;易于理解;结果具有较高的可信度;结果具有广泛的可比性;数据获取方便	成本高;需要专业数据库支持;容易忽略其他产出和成效;多领域间不可比;成果统计上有滞后效应	适用于科技战略/规划、政策、计划等宏观和中观层面的科技评估
10	成本—效益分析法 ^[26]	将成本和效益货币化,易于比较;便于找出各项成本构成及影响利润的关键要素	某些因素无法或很难通过货币化的方式加以衡量	适用于开发类研究活动或科技产业化的绩效评估或影响评价
11	数据包络分析法 ^[9,27-28]	不需要预先估计参数,具有绝对客观性;运算量小	需要获取详细的投入产出数据;将所有的产出都一视同仁;容易导致存在缺陷的DMU被其他好的指标所覆盖	适用于科技计划、项目、机构、成果的产出效率评估
12	层次分析法 ^[29-30]	将主观判断与数学模型结合起来,具有精确性、简洁性和可靠性的特点	元素较多时耗时耗力;过于依赖人的主观判断;计算复杂	适用于科技战略与规划评估、政策评估、计划评估等大型、复杂的科技评估活动
13	标杆分析法 ^[8,31]	便于直观看出评估对象与行业内领先者的差距,确认在行业中的位置	制定的改进方案跟随性较强;易失去对被评估者本身特征的关注	适用于科技项目、成果、机构评估
14	元评价法 ^[32-33]	检验评估的优势和缺陷,实现评估向更优方式迭代	/	适用于各种类型的科技评估对象

表3 评估方法与科技评估对象的对应表

序号	方法名称	战略与规划	政策	计划	项目	人才	机构与基地	成果
1	案卷研究	√	√	√	√	√	√	√
2	利益相关方座谈/访谈	√	√	√			√	
3	调查(问卷调查)	√	√	√			√	
4	实地调研	√	√	√	√		√	√
5	同行评议			√	√	√	√	√
6	案例研究	√	√	√			√	
7	德尔菲法		√	√	√	√	√	√
8	技术就绪度评价			√	√			√
9	文献计量	√	√	√			√	
10	成本-效益分析法		√	√	√		√	√
11	数据包络分析法			√	√		√	√
12	层次分析法	√	√	√			√	
13	标杆分析法				√		√	√
14	元评价法	√	√	√	√	√	√	√

分析法有宏观和微观之分，可应用于各层次的科技评估；数据包络分析法适用于需要评价产出效率的中观和微观评估类型中；层次分析法原则上可应用于所有涉及指标体系的科技评估活动，然而由于其实现的复杂性，笔者建议将其应用于宏观和中观层面的复杂评估中。在综合评估方法中，标杆分析法适用于微观层面的评估；元评价法属于对评估的评估，可适用于所有的评估类型。

在实际应用过程中，由于评估种类繁多、评估证据收集困难、评估对象复杂、评估时间和经费预算有限、评估涉及的利益相关方众多、评估过程易受人为因素干扰等原因，并不是每一种适用的方法均必须得到应用。在实际的评估过程中，评估人员应根据评估目的、评估对象和评估活动的性质、方法的可实现性、方法的可操作性、方法的经济性以及数据的可获取性来选择合适的评估方法。

与此同时，在评估方法的综合运用过程中，应避免以下两种倾向：一是仅采用传统的、容易实现的定性评估方法，从而放弃了对各类定量评估方法的探索和应用。在评估过程中，针对某些特定的评估对象，引入定量方法可以有效提高评估的科学性和客观性。二是过度使用定量评估方法，认为方法越复杂越好，只有运用数学模型的

定量方法才是先进的方法。美国乔治亚理工学院的Diana M.Hicks教授等对这种倾向进行了批判，并在其发表的《关于科研指标的莱顿宣言》中明确指出量化的评估应当支持而非取代质化的专家评审，评估人员也不应过度强调定量评估方法的重要性，避免在不了解方法原理及适用场景的情况下运用定量评估方法。实际上，对于一些简单的科技评估对象和活动，没有必要一定要引入复杂的定量方法。虽然定量方法以其可度量性为科学、系统的管理和决策提供了全新的方向，然而具体的评估活动是多样而复杂的，科学活动面临的因素存在众多不确定性，采用单一的定量方法会带来诸多问题。在科技评估过程中，将定性定量方法相结合是提高评估质量的有效途径。

5 结语

本文对常用科技评估方法进行了论述分析，并对其使用范围和选择原则进行了总结：(1) 设计评估框架是做好一项科技评估的基础，运用逻辑模型或变革理论构建评估框架，有助于评估人员厘清一项评估的投入、活动、产出、成效、影响之间的逻辑关系，并清晰指导整个评估过程。(2) 科技评估技术方法种类繁多，不同的技术方法均有其适用的场景与范围，评估人员应根据评估活动的实际情况，合理选用多种评估技术方法

的组合。(3)定性评估方法简单易用,但客观性难以保证;定量评估方法有助于提高评估的科学性和客观性,但无法满足评估复杂性和不确定性的特征。在评估实际中,将定性方法与定量方法相结合,可有效结合两者的优缺点,提高评估质量。

参考文献

- [1] 杨正瓴.同行评议的局限性和改进之策[J].科技中国,2019(11):34-36.
- [2] 江虎军,徐岩英,朱蔚彤,等.同行评议制度的公正性与局限性[J].中国科学基金,2019,33(4):403-406.
- [3] 龚旭.同行评议公正性的影响因素分析[J].科学学研究,2004(6):613-618.
- [4] 刘德磊,武晓静.问卷调查法的创新探索[J].创新创业理论与实践,2018(20):96-98.
- [5] 崔毅.德尔菲调查方法在科技重点领域技术预见中的应用研究[J].云南科技管理,2007,20(1):29-31.
- [6] 周小林,武思宏,李骞,等.技术就绪度方法在国家科技计划项目评估中的应用[J].科技管理研究,2017(3):158-162.
- [7] 樊怡菁.文献计量法在科研管理性评估中的作用辨析[J].图书馆界,2019(1):18-21.
- [8] 于文益,黄海滨,肖田野.标杆分析法的引进与应用研究[J].广东科技,2013,22(13):39-42.
- [9] 李美娟,陈国宏.数据包络分析法(DEA)的研究与应用[J].中国工程科学,2003(6):88-94.
- [10] 梁燕,耿燕,林玉伟,等.基于层次分析法的高校科技创新能力评价指标体系研究[J].科学学与科学技术管理,2009,30(5):194-196.
- [11] 敖慧.高校科技创新能力的多级模糊综合评价[J].武汉理工大学学报(信息与管理工程版),2004(6):169-171,189.
- [12] 李强,郑海军,李晓轩.科技政策研究评价方法评析[J].科学学研究,2018,36(2):221-227,295.
- [13] 张娟,邱旖琦.科技评估方法的适用性研究[J].广东科技,2010,19(14):7-8.
- [14] 李强,郑海军,李晓轩.科技政策研究之评价方法[M].北京:科学出版社,2017.
- [15] 王凭慧.科技项目评价方法[M].北京:科学出版社,2003.
- [16] M L, RIST R C. The road to results: Designing and conducting effective development evaluations[M]. Washington DC: World Bank, 2009.
- [17] 陈光,邢怀滨.基于变革理论的科研项目全周期管理研究[J].中国科技论坛,2017(3):12-18.
- [18] 俞立平.科技评价理论与方法研究[M].北京:经济科学出版社,2017.
- [19] 曹健.文献调查法示例:“自培十引智”是扩大山区人才资源的最佳选择[J].干部人事月报,2000(10):31.
- [20] 高继文.文献调查法在市场调查中的应用[J].企业改革与管理,2007(8):62-63.
- [21] 陈忠海,李果元.档案学研究运用问卷调查法存在问题分析[J].档案管理,2019(2):10-12.
- [22] Rothenberg M. Making judgments about grant proposals: A brief history of the merit review criteria at the national science foundation[J]. Technology & Innovation, 2010, 12(3): 189-195.
- [23] 陈华雄,欧阳进良,毛建军.技术成熟度评价在国家科技计划项目管理中的应用探讨[J].科技管理研究,2012,32(16):191-195.
- [24] JOHN C. Technology readiness levels: A white paper [M]. Washington, D.C.: NASA, 1995: 1068-1071.
- [25] 袁家军,欧立雄,王卫东.神舟飞船项目管理成熟度模型研究[J].中国空间科学技术,2005,25(5):1-9.
- [26] GUTHRIE S, WAMAE W, DIEPEVEEN S, et al. Measuring research: A guide to research evaluation frameworks and tools[R]. 2013.
- [27] 魏权龄.数据包络分析(DEA)[J].科学通报,2000,45(17):1793-1808.
- [28] 朱乔.数据包络分析(DEA)方法综述与展望[J].系统工程理论方法应用,1994(4):1-9.
- [29] 杨辉.基于层次分析法的医疗风险评估[J].解放军医院管理杂志,2019(7):626-629.
- [30] PUSPITASARI T D, SARI E O, DESTARIANTO P, et al. Decision support system for determining scholarship selection using an analytical hierarchy process[J]. Journal of Physics Conference Series, 2018(953):012119.
- [31] 欧明臣,凌文铨.标杆分析法在图书馆绩效评估上的应用[J].情报资料工作,2003(6):47-49.
- [32] 侯光文.试论教育评价元评价[J].教育理论与实践,1998,18(4):23-26.
- [33] 方鸿琴.国外教育元评估的分析及对我国的启示[J].江苏高教,2004(1):92-95.