·教育研究·

基于CIPP模型的“双一流”医学高校学术表现分析研究

钟华　单连慧　安新颖
中国医学科学院医学信息研究所，北京 100020
通信作者：钟华，Email：zhong.hua@imicams.ac.cn

【摘要】 目的　构建并优化医学院校学术表现评价体系和流程，为双一流医学高校建设提供参考和支持。**方法**　基于CIPP模型[背景评价（context evaluation）、输入评价（input evaluation）、过程评价（process evaluation）、成果评价（product evaluation）]开展“双一流”高校学术表现分析的评价方法研究，从反映学术研究活动过程的背景、输入、过程、成果4个要素构建医学高校学术表现评价模型，确立评价流程，并选取10所双一流院校开展实证研究。**结果**　利用熵权法和专家打分法得到综合权重，通过TOPSIS（technique for order preference by similarity to an ideal solution）方法计算出各评价对象与最优方案的相对接近度，得到各高校学术表现水平的综合测算值。**结论**　基于CIPP模型并利用熵权–TOPSIS方法构建高校学术表现评价体系，是对高校学术评价的有效探讨和拓展性研究，可为具有医学特色的学术表现分析提供参考。

【关键词】 双一流高校；　CIPP模型；　学术表现；　科技评价
【中图分类号】 R19
基金项目：全国教育科学规划教育部重点项目（DLA200362）
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20211103-01370

利益冲突　所有作者声明无利益冲突
作者贡献声明　肖明：提出论文构思、撰写论文；吴险峰：工作支持及指导；邹海滨：对论文进行核修；李彩觅：总体把关、审订论文

参考文献

[1] 安鸿章. 浅析人的知识、技能与能力的概念异同[J]. 首都经济贸易大学学报，2003，5(6)：24-28. DOI: 10.3969/j.issn.1008-2700.2003.06.003.
[2] 王云贵. 试论医学知识转化为临床技能的基本条件[J]. 中国高等医学教育，1999(4)：33-35.
[3] 刘欢，崔壮，朱红，等. 预防医学专业本科生公共卫生综合技能培养现状研究与分析[J]. 卫生职业教育，2019，37(13)：140-142.
[4] 刘铭，杨曦，马元硕，等. 中国疾控中心公卫医师岗位胜任力模型构建[J]. 医学与哲学，2020，41(2)：47-51. DOI: 10.12014/j.issn.1002-0772.2020.02.12.
[5] 秦如. 中国公共卫生医师规范化培训现状及进展[J]. 首都公共卫生，2015，9(2)：89-92. DOI: 10.16760/j.cnki.sdggws.2015.02.006.
[6] 杜莹，陈若男，刘威，等. 我国公共卫生医师规范化培训的现状[J]. 职业与健康，2018，34(5)：707-710.
[7] 孙培源，沈艳辉，于晓琪，等. 北京市公共卫生医师规范化培训海淀区传染病基地的实践与探索[J]. 首都公共卫生，2013，7(1)：37-39. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7830.2013.01.014.
[8] 刘琮玮，王慧，孙美平，等. 国内外公共卫生医师规范化培训进展与现状[J]. 首都公共卫生，2012，6(3)：129-133. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7830.2012.03.009.
[9] 袁东，吴凡. 国外公共卫生医师培养策略及启示[J]. 中国卫生资源，2015，18(5)：346-348. DOI: 10.13688/j.cnki.chr.2015.15137.
[10] 王晓晖，史雪敏，赵宇航，等. 以公共卫生执业医师资格考试为导向的公共卫生实践技能教学尝试[J]. 包头医学院学报，2019，35(10)：92-93. DOI: 10.16833/j.cnki.jbmc.2019.10.039.
[11] 沈梅，刘辉，郑莉，等. 以创新实践能力培养为导向的卫生检验检疫人才机制的建立[J]. 基础医学教育，2020，22(2)：164-166. DOI: 10.13754/j.issn 2095-1450.2020.02.26.
[12] 刘志涛，高秀玲，孙海健，等. 多元化教学模式在多科室临床实习带教中的应用[J]. 中国中医药现代远程教育，2020，18(2)：21-24. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2779.2020.02.010.
[13] 张舟，王效然. 角色换位扮演法在社区护理基本技能培训中的应用[J]. 护理研究，2020，34(4)：739-740.

（收稿日期：2021-04-11）
（本文编辑：唐宗顺）

Research on academic performance of "double first-class" medical universities based on CIPP model

Zhong Hua, Shan Lianhui, An Xinying

Institute of Medical Information, Chinese Academy of Medical Science, Beijng 100020, China

Corresponding author: Zhong Hua, Email: zhong.hua@imicams.ac.cn

【**Abstract**】 **Objective** To build and optimize the academic performance evaluation system and process of medical colleges, and to provide reference and support for the construction of "double first-class" medical colleges. **Methods** Based on CIPP model (context, evaluation, input evaluation, process evaluation and product evaluation), this paper studied the evaluation method of "double first-class" university academic performance analysis, constructed the evaluation model of medical colleges academic performance from four elements of reflecting the background, input, process and results of academic research activities, established the evaluation process, and selected 10 universities for empirical research. **Results** The comprehensive weight was obtained by entropy weight method and expert scoring method. The relative proximity between each evaluation object and the optimal scheme was calculated by technique for order preference by similarity to an ideal solution (TOPSIS) method, and the comprehensive calculation value of academic performance level of each university was obtained. **Conclusion** The construction of academic performance evaluation system of universities based on CIPP model and entropy weight TOPSIS method is an effective discussion and expanding research on academic evaluation of colleges, and can provide references for the analysis of academic performance with medical characteristics.

【**Key words**】 "Double first-class" university; CIPP model; Academic performance; Science and technology evaluation

Fund program: National Education Science Planning Key Project of the Ministry of Education (DLA200362)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20211103-01370

学术表现指科学研究贡献、质量、水平及影响的广度和深度，是衡量学术价值的重要依据，对学术活动有重要的示范和导向作用。各领域蓬勃开展的科技活动不断引发科技管理工作者对学术评价的思考和实践，但如何科学、合理、有效地开展学术表现评价仍然是世界性学术难题。我国在国家层面非常重视科研评价问题，近年来持续发布多个规范学术评价的相关文件，强调要用好科技成果评价这个指挥棒，完善科技成果评价机制。

国内外各类学术机构也在高校学术评价方式上不断探索改进[1]，如QS（quacquarelli symonds）世界大学综合排名采用主客观相结合的指标体系，特点是声誉调查涉及面广、所占比例大；泰晤士高等教育世界大学排名包括教学、研究、论文引用、国际化、产业收入等5个大类共计13个指标；US News世界大学排名依据学科性质，设计差异化、多样化学科评估指标体系；软科大学排名包括获诺贝尔奖和菲尔兹奖的校友和教师数、高被引科学家数、在*Nature*和*Science*上发表的论文数、被SCIE和SSCI收录的论文数、师均学术表现等。此外，教育部学位与研究生教育发展中心学科评估采用“客观评价与主观评价相结合”的方式，结果按“分档”方式呈现[2]。从国内外实践情况来看，常用的学术评价手段有量化评价和同行评价等类型[3]。量化评价具有可量化、易比较、易测度的优势，同行评议则存在实施周期长、评审专家遴选难度大、结论受主观因素影响等不利因素[4]。从学术研究角度而言，单纯的量化研究会助推急功近利的学术风气，但论文作为反映基础研究学术水平的参数仍然需要重视，合理利用量化指标对于客观高效的学术评价仍有重要的积极意义。

在双一流建设背景下，如何借助量质结合的多维指标评价医学高校学术表现，是分析和比较高校学术水平和影响的重要方式。本研究针对医学科学研究特点，对医学高校标志性成果的质量、贡献、影响进行识别和揭示，构建并优化用于医学院校学术表现的评价体系，并开展实证研究，为双一流的医学高校和医学学科建设提供决策支持。

1 CIPP评价模型用于医学高校学术表现评价的适切性

CIPP模型是最早由美国学者斯塔夫比姆

(Daniel L. Stufflebeam)在借鉴目标游离评价模式、泰勒评价模式基础上提出的理论[5],后续各国学者在此基础上不断进行改进和拓展[6]。该模型是由背景评价(context evaluation)、输入评价(input evaluation)、过程评价(process evaluation)、成果评价(product evaluation)4个要素构成的立体化、动态化的系统评价模型[7]。

CIPP模型以目标为导向开展动态评价,通过对背景、输入、过程、成果4个维度指标构建和数据收集,可建立全面覆盖医学高校科研活动过程的体系。其中背景维度是分析医学高校规模、学科建设水平和学术研究环境;输入维度的目的是分析高校人员、设备等科研投入情况;过程维度是分析高校学术研究的执行过程;结果维度是分析学术研究成果数量、水平和影响范围。其特点可用于医学高校学术表现评价研究。此外,CIPP模型一级指标间逻辑结构清晰,实现了规模指标向结构指标的转移,并可以通过末端指标重新归类[8],使指标因子的属性效果更加突出,方便调整参数。因此,CIPP评价模型贯穿科研学术完整过程,通过对每个环节的把控实现对科学研究过程的监测、诊断与反馈,使基于过程建立的学术表现评价指标体系更具科学性。

2　基于CIPP模型构建医学高校学术表现评价框架

通过文献调研和专家访谈,对可用于医学高校学术表现测算的二级、三级指标进行筛选和分类,剔除作用很小或与其他指标因子重复的指标因子,选用相似、易收集、易量化的指标来替换难以收集或量化的指标因子,并保证指标全面性。通过上述过程,提出基于CIPP模型背景评价、输入评价、过程评价、成果评价4个维度的医学高校学术表现评价体系(表1、图1)。

背景评价指在医学高校学术研究活动中学科建设、学校规模、社会声誉等学术环境对学术研究的带动作用,其中学科建设主要考察该校“双一流”建设学科数量、博士后流动站、博士学位授权点的情况;学校规模因素主要考虑在校学生总数及高校附属医院数量;社会声誉则从全球学科排名表现及在教育部学科评估医学A以上学科情况等方面进行测算。

表1　医学高校学术表现CIPP评价模型

一级指标	二级指标	三级指标
A背景(context)	A1 学科建设	A11 “双一流”建设学科
		A12 博士后流动站
		A13 博士学位授权点
	A2 学校规模	A21 在校学生数
		A22 高校附属医院
	A3 社会声誉	A31 全球学科排名表现
		A32 第四轮学科评估医学A级学科
B输入(input)	B1 教研队伍	B11 两院院士
		B12 高被引科学家和高被引学者
		B13 国家杰出青年科学基金获得者
		B14 科技部科技创新领军人才
		B15 中组部科技创新领军人才
		B16 国家特支计划教学名师
	B2 国家级科研平台基地	B21 国家医学中心
		B22 国家临床医学研究中心
		B23 国家重点实验室
		B24 部级重点实验室
		B25 国家工程研究中心/国家工程实验室
		B26 教育部工程研究中心
C过程(process)	C1 科研项目	C11 国家重点研发计划
		C12 国家科技重大专项
		C13 国家自然科学基金重大项目
		C14 国家自然科学基金重大重点课题
		C15 国家自然科学基金其他项目
	C2 临床试验项目	C21 临床试验项目
		C22 药物临床试验
D成果(product)	D1 学术成果	D11 SCIE论文
		D12 中文核心期刊论文
		D13 国家授权发明专利
		D14 国家标准与卫生行业标准
		D15 临床指南
	D2 学术影响	D21 发明专利转化
		D22 SCIE收录论文引用
		D23 中文核心期刊论文引用
		D24 国际权威指南论文引用

输入评价指在高校学术研究活动中资源配置和投入的能力,包括高层次的教研队伍、国家级科研平台基地等,体现各高校在人力、设备、组织等方面资源投入的能力。教研队伍包括该校聘任的两院院士、高被引科学家和高被引学者、国家杰出青年科学基金获得者等高层次教研人员数量;国家级科研平台基地则包括国家医学中心、国家临床医学研究中心、国家重点实验室等临床和科技创新基地平台情况。

过程评价指在高校学术研究实施过程中开展的各类科研项目、临床试验项目等研究活动过程。

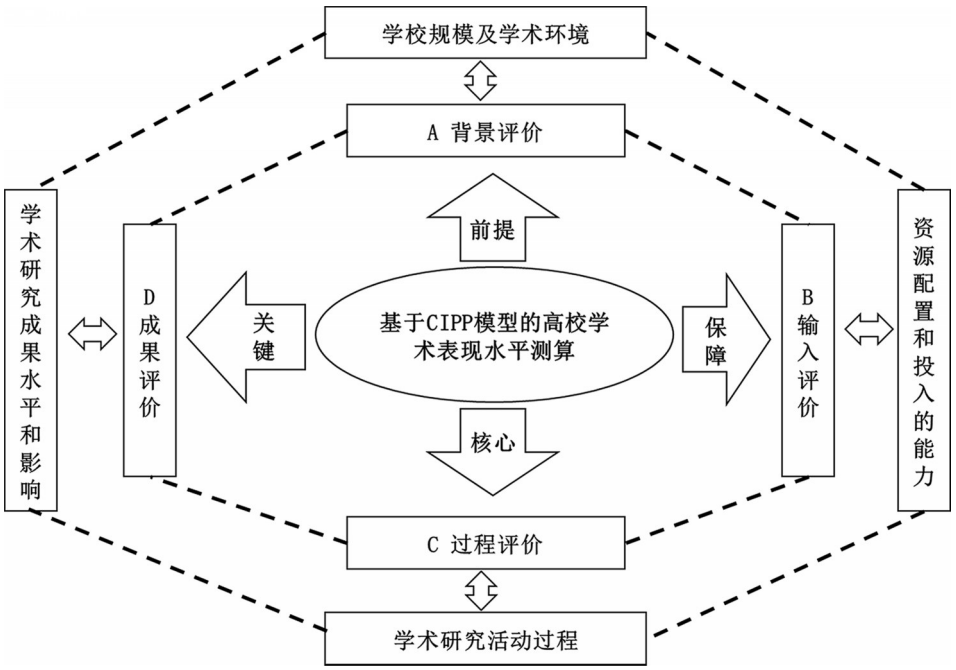


图1　医学高校学术表现CIPP评价模型

通过项目实施促使各机构学术水平和影响的提高。具体包括国家重点研发计划、国家自然科学基金项目、临床试验项目等。

成果评价指高校学术研究实施所取得的各类学术成果，如高质量论文、国家授权发明专利、国家与卫生行业标准、临床指南等科研成果，以及专利转化和指南引用情况。它体现了各高校学术研究成果水平和影响。

3　医学高校学术表现评价的实证研究

研究选择分布在北京、上海、武汉、长沙等地10所医学高校学术表现情况作为分析对象，根据指标体系制定统一的数据格式并采集高校科研学术相关数据。数据来源于各高校官网、统计年报、Web of Science数据库、Incopat数据库等。

3.1　评价步骤

本研究评价模型中，设有m个医学高校作为评价对象，共有n个评价指标，将第i个高校在第j个指标上的原始指标值记为U_{ij}（其中i=1，2…m；j=1，2…n），建立初始矩阵$U=(u_{ij})_{m\times n}$。

3.1.1　原始数据标准化处理

首先对部分高校出现的缺失数据采用均值平滑处理，再利用最大最小化原则对指标数据进行无量纲化处理，得到规范化后的矩阵$X=(x_{ij})_{m\times n}$，其中x_{ij}为第i个高校在第j个指标上的标准化值。

3.1.2　熵权法计算指标客观权重

熵权法（entropy weight method，EWM）是一种客观赋权方法[9]。熵是系统无序程度的一个度量，根据信息论原理可通过熵值判断指标离散程度。其信息熵值越小，指标的离散程度越大，该指标对综合评价的影响（即权重）就越大。如果某项指标的值全部相等，则该指标在综合评价中不起作用。利用信息熵工具计算各指标权重，可为综合评价提供依据[10]。

依据熵权法，计算规范化矩阵$X=(x_{ij})_{m\times n}$中各指标标准化数值[11]。利用公式$p_{ij}=\frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^{m}x_{ij}}$计算对于第$j$个指标而言，第$i$个高校的贡献度$p_{ij}$；再计算各指标熵权值：$e_j=(\frac{-1}{\ln n})\sum_{i=1}^{m}p_{ij}\ln p_{ij}$，其中定义$p_{ij}$=0时，$p_{ij}\ln p_{ij}$=0；再计算各指标熵权重$w_j$，$w_j=w_j=\frac{(1-e_{ij})}{(n-\sum_{j=1}^{n}e_j)}$，$j$=1，2…$n$。

3.1.3　修正熵权重

熵权法作为一种客观赋权法，主要根据数据离散性计算信息熵进行权重分配，但单纯数据角度分析得到客观权重还不能全面考虑学术研究中各种实际情况。因此，在客观权重基础上，可引入专家打分的主观判断权重进行必要的修正，修正后的综

合权重为w_j^0：$w_j^0=\frac{\lambda_j w_j}{\sum_{j=1}^{n}\lambda_j w_j}$，$j=1,2\cdots n$。

3.1.4　利用TOPSIS进行综合评价

TOPSIS（technique for order preference by similarity to an ideal solution）通过分析评价对象与正理想解或负理想解的距离，计算得到与最优方案的相对接近程度[12]。本研究利用TOPSIS方法，首先得到规范化的数据加权矩阵，再将规范化矩阵$X=(x_{ij})_{m\times n}$与修正后的指标权重向量$w_0=(w_1,w_2,\cdots,w_n)$相乘，得到标准化数据决策矩阵$Y=(y_{ij})_{m\times n}$，$Y=(y_{ij})_{m\times n}=(w_j^0 x_{ij})_{m\times n}$。

确定正理想解和负理想解。理想解是A^*是在评价体系中理想状态下的最优解，它其中的每个指标值都是决策矩阵中该指标的最优值；负理想解A^-则是最劣解，它其中的每一个指标值都是决策矩阵中该指标的最差值。最优解和最劣解由下式确定，其中$J=\left\{j\middle|\, j\in\{1,2,...,n\}\right\}$

$$A^-=(y_1^-,y_2^-,\cdots,y_n^-)\left(\min_{i=1,2...m} y_{ij}\middle|\, j\in J\right)$$

$$A^*=(y_1^*,y_2^*,\cdots,y_n^*)=\left(\max_{i=1,2...m} y_{ij}\middle|\, j\in J\right)$$

最后计算每个评价对象指标的标准化向量，分别得到最优解和最劣解的欧式距离S_i^*和S_i^-，计算各高校指标与理想解的相对接近度$C_i=S_i^*/(S_i^*+S_i^-)$，$i=1,2,\cdots,m$。C_i值越大，表明该高校的学术表现越好；C_i值越小，表明该高校的学术表现越差。

3.2　评价结果

3.2.1　计算组合权重

本研究将10所高校35个指标的原始数据经SPSS处理后得到指标的熵权重。为降低单纯定量分析可能带来的评价偏差，利用专家赋值进行修正，得到综合权重（表2）。

3.2.2　运用TOPSIS进行综合评价

TOPSIS法根据评价对象分别与正负理想解的距离进行排序，进而得到相对评价结果。结合各高校在学术表现评价体系中的标准化值及表2中的综合权重，针对10所高校35个指标进行TOPSIS评价。首先得到正负理想解，然后分别计算各高校学术表现值距离正理想解、负理想解的欧氏距离（D+和D−值），以及与理想方案的相对接近程度（C值）。C值越大，说明学术表现越接近最优方案。从表3可知，高校1的相对接近度C值最高，为0.601，说明高校1在学术表现上最优；其次是高校2，接近度C值为0.509；高校10的学术表现相对最低，接近度C值为0.184。C值作为综合计算值，是本研究中高校学术表现水平的测算依据。

3.2.3　聚类分析

根据10所医学高校在CIPP模型中背景、输入、过程、成果4个维度的TOPSIS评价值，采用聚类分析方法进行计算，对具备相似特征的高校进行归类和评测。根据聚类结果（表4），在数据集合中进行相对比较，可以分为3种类型。第一类是学术表现水平优秀的高校（高校1）；第二类是学术表现水平良好的高校，包括高校2、高校3、高校4和高校7；第三类是学术表现水平一般的高校，包括高校5、高校6、高校8、高校9和高校10，大多在科研基础条件、学术成果水平等方面优势不明显。

4　结论与建议

医学类高校学术研究成果表现形式有其特殊性。例如基础医学类的学术研究鼓励从医学实践中挖掘和凝练深层次科学问题，重点考查知识创新

表2　医学高校学术表现指标熵权重、主观权重和综合权重

指标	A11	A12	A13	A21	A22	A31	A32	B11	B12	B13	B14	B15
熵权重	0.026	0.012	0.034	0.013	0.022	0.015	0.015	0.031	0.022	0.017	0.016	0.026
主观权重	0.033	0.020	0.023	0.023	0.024	0.017	0.045	0.040	0.028	0.022	0.013	0.012
综合权重	0.030	0.016	0.029	0.018	0.023	0.016	0.030	0.036	0.025	0.020	0.014	0.019
指标	B16	B21	B22	B23	B24	B25	B26	C11	C12	C13	C14	C15
熵权重	0.074	0.049	0.022	0.036	0.039	0.074	0.022	0.018	0.021	0.095	0.028	0.032
主观权重	0.012	0.054	0.042	0.042	0.030	0.039	0.030	0.042	0.038	0.021	0.006	0.001
综合权重	0.043	0.051	0.032	0.039	0.035	0.056	0.026	0.030	0.029	0.058	0.017	0.016
指标	C21	C22	D11	D12	D13	D14	D15	D21	D22	D23	D24	
熵权重	0.021	0.023	0.017	0.032	0.010	0.028	0.018	0.025	0.029	0.026	0.015	
主观权重	0.004	0.004	0.047	0.019	0.048	0.037	0.043	0.053	0.020	0.013	0.057	
综合权重	0.012	0.014	0.032	0.025	0.029	0.032	0.030	0.039	0.024	0.020	0.036	

表 3 医学高校学术表现TOPSIS评价计算结果

机构	正理想解距离D+	负理想解距离D−	相对接近度C	排序结果
高校1	0.486	0.731	0.601	1
高校2	0.614	0.636	0.509	2
高校3	0.583	0.601	0.508	3
高校4	0.631	0.641	0.504	4
高校5	0.710	0.466	0.396	6
高校6	0.749	0.402	0.349	7
高校7	0.657	0.554	0.458	5
高校8	0.884	0.264	0.230	9
高校9	0.840	0.258	0.235	8
高校10	0.909	0.205	0.184	10

表 4 聚类分组结果

第一组（学术表现水平优秀）	第二组（学术表现水平良好）	第三组（学术表现水平一般）
高校1(0.601)	高校2(0.509)	高校5(0.396)
	高校3(0.508)	高校6(0.349)
	高校4(0.504)	高校7(0.458)
		高校8(0.230)
		高校9(0.235)
		高校10(0.184)

中的新发现、新原理、新方法、新规律的重大原创性和科学价值、代表性论文等科研成果的质量和水平，以及在国际上的影响力和地位。临床医学类学术研究针对重大疑难疾病预防和诊疗的突破性、变革性研究，重点考查在疾病防治领域重大关键科技问题突破方面最具代表性的研究成果、成果水平及应用价值。后续将在分层分类的学术表现评价方面开展进一步探索。

CIPP评价模型能有效用于学术表现评价。本文探究评价理论、评价指标、评价过程，在高校学术评价中引入CIPP模型，构建立体化、动态化的评价模型。本文实证结果与中国医学科学院发布的“中国医学院校科技量值”结果基本一致[13]，通过对照证明CIPP评价模型在医学高校学术表现评价中的适用性。

结合实证研究结果，本文对提升医学高校学术表现水平、提高学科建设质量提出如下建议。一是持续引导创建良好的科研学术环境，努力构建符合学术发展规律的高校科研管理、科技评价、学术诚信和人才成长环境，逐步形成激励创新的学术评价体系和导向机制。二是提高对教研队伍和科研平台建设的重视程度，创新人才培养和招募机制，加速优势学科科研平台整体质量和水平的提升。三是鼓励各高校积极申报国家各级各类科研项目，通过科研项目资助，既要在医学基础研究上取得重大突破，也应在临床医学新的诊疗技术和方法上有所发展。四是推进高水平科研成果培育与产出，实现科研成果量质齐升。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 钟华：数据处理、撰写论文；单连慧：资料收集；安新颖：研究设计

参考文献

[1] 叶继元. 近年来国内外学术评价的难点、对策与走向[J]. 教育科学文摘, 2019(3): 1-2.

[2] 教育部学位与研究生教育发展中心. 全国第四轮学科评估结果[EB/OL].(2017-12-28) [2021-03-15]. http://www.cdgdc.edu.cn/xwyyjsjyxx/xkpgjg/.

[3] 高耀. 优化学术评价体系激励更多创新创造[N]. 中国教育报, (2020-03-03) [2021-03-15]. http://www. jyb. cn/rmtzgjyb/202003/t20200303_302363.html.

[4] 计划基础研究共性重大问题战略研究组. 有关基础研究绩效评价的一些问题[J]. 中国基础科学, 2004, 6(3): 3-8. DOI: 10.3969/j.issn.1009-2412.2004.03.001.

[5] Fitzpatrick JL, Sanders JR, Worthen BR . Program evaluation: alternative approaches and practical guidelines [M]. Allyn and Bacon, 2004.

[6] Guerra-López I. Performance evaluation: proven approaches for improving program and organizational performance [M]. Jossey-Bass, 2008: 9-11.

[7] Madaus GF, Scriven M, Stufflebeam DL. Evaluation models: viewpoints on educational and human services evaluation [M]. 北京: 北京大学出版社, 2007(9): 16-21.

[8] 赵芷萱, 虞锜琦, 冯国臣. 基于CIPP模型的一级学科建设效能考核指标体系[J]. 科技与创新, 2020(14): 6-9. DOI: 10.15913/j.cnki.kjycx.2020.14.002.

[9] 章穗, 张梅, 迟国泰. 基于熵权法的科学技术评价模型及其实证研究[J]. 管理学报, 2010, 7(1): 34-42. DOI: 10.3969/j.issn.1672-884X.2010.01.007.

[10] 程启月. 评测指标权重确定的结构熵权法[J]. 系统工程理论与实践, 2010, 30(7): 1225-1228.

[11] 林莉, 冯爱芬, 丁真真, 等. 基于熵权法-TOPSIS模型的智慧城市评价研究[J]. 农村经济与科技, 2018, 29(18): 186-187. DOI: 10.3969/j.issn.1007-7103.2018.18.117.

[12] Hwang CL, Yoon KP. Multiple attribute decision making. Methods and applications. A state-of- the-art survey [M]. European journal of operational research, 1981: 25-30.

[13] 中国医学科学院医学信息研究所. 中国医学院校科技量值[EB/OL].(2021-10-31)[2021-11-03]. http://top100.imicams.ac.cn/.

（收稿日期：2021-11-03）

（本文编辑：张学颖）