

国外高等教育可持续性DISCO评价模型

樊 玥*, 刁明光[#]

中国地质大学(北京)信息工程学院, 北京

收稿日期: 2022年4月29日; 录用日期: 2022年5月30日; 发布日期: 2022年6月6日

摘要

高等教育的可持续性是一个国家高等教育发展健康程度的衡量标准, 针对现存高等教育可持续性评价体系的评价指标不完整、评价方法过于客观或主观的不足之处, 本文基于熵权法和模糊层次分析法, 从发展水平(Development)、不公平性(Inequality)、稳定性(Stability)、贡献(Contribution)以及其他(Others)五个维度对其进行评价分析, 建立包含5个维度、11个要素、16个指标的高等教育可持续性评价的DISCO模型。然后本文筛选出几个国家来对本模型进行验证分析, 最后就日本这一国家, 结合其分析结果, 基于PMC模型针对性提出建议政策, 并利用BP神经网络预测建议的效果。

关键词

高等教育可持续性, 熵权法, 模糊层次分析法, DISCO模型, PMC模型

DISCO Evaluation Model of Higher Education Sustainability in Foreign Countries

Yue Fan*, Mingguang Diao[#]

School of Information Engineering, China University of Geosciences (Beijing), Beijing

Received: Apr. 29th, 2022; accepted: May 30th, 2022; published: Jun. 6th, 2022

Abstract

The sustainability of higher education is the standard to measure the health level of a country's higher education. The existing model of higher education sustainability evaluation has some shortcomings, such as incomplete evaluation index, too objective or subjective evaluation method. To avoid these shortages, based on entropy weight method and fuzzy analytic hierarchy process,

*第一作者。

[#]通讯作者。

evaluated and analyzed from the five dimensions of development, inequality, stability, contribution and others, Disco model of higher education sustainability evaluation including 5 dimensions, 11 elements and 16 indicators is established. Then, several countries are selected to verify and analyze this model. Finally, based on the analysis results of Japan, using PMC quantitative policies model, targeted policies are proposed and the effects of the suggestions are predicted by BP neural network.

Keywords

Sustainability of Higher Education, Entropy Weight Method, Fuzzy Analytic Hierarchy Process, DISCO Model, PMC Model

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

高等教育的目的是培养人才,是国家竞争力的核心和基础。如何评价和完善一个国家的高等教育体系是当前研究的热点问题,而高等教育及其可持续性,是高等教育体系评价的核心。因此,对世界各国的高等教育可持续性进行定量分析评价,既有助于了解国外高等教育体系的发展模式和发展特点,也对国内高等教育健康发展具有实际意义。

就高等教育可持续性的分析评价而言,现有的大多数文章基本是针对于某个国家的高等教育可持续性来进行相关政策影响分析[1] [2]及相关书评[3],缺少对于各个国家高等教育可持续性普遍的、定量的评价研究方法,而且就已有的一些评价模型而言,仍存在以下问题:

- 1) 缺少评价高等教育体系可持续性的完整指标体系,指标体系筛选不够全面。
- 2) 体系指标的量化方法单一,指标权重计算方法仅基于数据集进行赋权,结果过于依赖数据,忽略其余社会因素的影响;或者赋权时过于主观,缺少客观数据支撑依据。
- 3) 缺少对于高等教育发展可持续性发展针对性的政策建议。

因此,本篇文章以研究建立一个多维度的高等教育可持续性评价模型为目标,从发展水平(Development)、公平性(Inequality)、稳定性(Stability)、贡献成果(Contribution)累计以及其他(Others)五个维度来对高等教育可持续性进行全面分析,综合熵权法和模糊层次分析法,建立了 DISCO 模型,从而能够全面、多维度的评价高等教育可持续性,能够更有针对性的给出建此政策。

2. 三级可持续性评价模型的构建方法

本文围绕发展水平(Development)、公平性(Inequality)、稳定性(Stability)、贡献成果(Contribution)累计以及其他(Others)这五个维度,建立三级指标体系,综合熵权法和模糊层次分析法计算指标权重,构建高等教育可持续性评价 DISCO 模型。

2.1. 评价模型的数据维度组成

为了建立高等教育可持续性评价体系,结合新发展格局下的高等教育结构特征,本文采用分析法[4],全方位考虑影响高等教育发展可持续性的因素,将其分为以下五个方面:发展水平、公平性、稳定性、贡献度以及其它方面,来多角度、全方位的构建评价模型。

1) 发展水平

高等教育发展水平是一个国家高等教育系统运转的产出, 它可以从这个国家高等教育发展的规模、质量和国际化程度来反映[5]。本文选择从以上三个方面来衡量国家高等教育发展水平, 其中, 对于高等教育的规模发展[6], 高等教育毛入学率与其具有高度的相关性, 李硕豪和李文平(2013)以高等教育毛入学率作为其衡量指标[7]; 衡量高等教育质量均衡方面, 考虑现有的高校质量综合评价排名体系, 总体上看, THE 世界大学排名指标体系最为全面和均衡[8], 因此本文利用 THE 大学排名来衡量不同国家高等教育的质量均衡情况; 而高等教育国际化体系强调维度之一是研究人员和学生的跨国流动[9], 本文以高校留学生所占比率对应量化高等教育的人员流动情况。

2) 不公平性

Maia Chankseliani [3]指出, 高等教育可持续发展的目标之一便是平等接受高等教育, 即高等教育的公平性。同时, 高等教育的可持续发展能够推进人类进化、知识生产、创新等。本文综合考虑高等教育公平与性别[10]、财富之间的关系, 分别从男女入学比率、GINI 指数[11]两个指标角度来衡量高等教育的公平性, 间接衡量该国高等教育可持续性发展水平。

3) 稳定性

高等教育体系的稳定性, 指的是在一段时间内的可持续发展的健康状态和活力性能。本文将 2020 年的疫情停课情况等效为高等教育系统在面对突发情况时的稳定性及抵抗力, 并选取高等教育和科研经费占国家财政支出百分比作为指标来衡量高等教育体系的稳定性。

4) 贡献度

高等教育通过培训研究人员的和积累研究成果, 对经济、社会和科学技术的许多方面做出了不小的贡献[5]。高等教育的贡献度是一个国家高等教育系统办学效率的直接体现, 有效率的高等教育格局与其可持续发展相适应, 因此本文收集分别使用各国诺奖获奖人数、科研人员数目、科技论文数目等指标来量化不同国家对知识科学社会等的贡献度。

5) 其它

一个国家的高等教育规模与经济发展相辅相成, 经济发展推动了高等教育规模扩大, 而高等教育的发展又促进了经济增长[6], 同时, 国家科技水平在硬件设施方面的投入及发展情况也对高等教育可持续发展起着重要的作用。本文分别将人均 GDP 和电脑普及率作为国家经济水平和国家科技硬件设施条件水平衡量指标。

2.2. 评价模型的指标体系构建

为了建立前面的高等教育可持续性评价体系, 本文在对以上五个方面归纳整理、一致性检验的基础上, 遵循指标数据的敏感性、可获得性、可扩展性及国际可比性原则, 同时结合考虑全球突发紧急情况, 进一步遴选指标参数, 划分层级, 对这些指标做相关分析和一致性检验, 筛选出与高等教育竞争力较为相关的指标从而构建出三级 15 项指标的高等教育可持续性评价指标体系(见表 1)。

2.3. 评价模型指标权重计算

本文使用了客观赋权方法熵权法来进行二级三级指标的权重计算, 并考虑到社会实际影响因素和熵权法权重计算过于依赖数据的不足, 结合模糊层次分析法, 对一级指标进行赋权。

2.3.1. 二、三级指标权重计算

作为一种客观赋权方法, 熵权法可以最大限度地避免主观因素对结果的影响[12]。熵权法的衡量标准是指标的变动程度, 即变动程度越高, 权重值越大。

Table 1. Three level index system for higher education sustainability evaluation
表 1. 高等教育可持续性评价三级指标体系

| 三级指标 | 二级指标 | 一级指标 |
|----------------|--------|------|
| 高等教育毛入学率 | 规模发展 | |
| THE 大学排名 | 质量均衡 | 发展水平 |
| 高校留学生比率 | 国际化 | |
| 男女入学比率 | 性别不公平性 | 不公平性 |
| GINI 指数 | 收入不公平性 | |
| 高等教育投资占 GDP 比率 | 政府投入 | |
| 科研经费占 GDP 比率 | | 稳定性 |
| 新冠停课情况 | 突发事件 | |
| 诺贝尔奖得主数目 | | |
| 科研人员(每百万) | 科研人员 | |
| 专利数 | | 贡献 |
| 科技期刊论文数 | | |
| 知识产权使用费 | 科研成果 | |
| 高科技出口占比 | | |
| 电脑普及率 | 科技发展 | |
| 人均国内生产总值 | 经济发展 | 其他 |

1) 各指标数据规范化

这里采用极值法对各指标数据进行标准化处理, 其中, 正向指标和负向指标采取不同的方法来进行标准化, 以保证数据的非负性。

正向指标:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (1)$$

负向指标:

$$z_{ij} = \frac{x_{\max} - x_{ij}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (2)$$

其中 z_{ij} 为标准化变量。 x_{ij} 为 x_{\max} 和 x_{\min} 分别为各指标数据的最大值和最小值。

2) 各指标信息熵计算

接下来, 本文计算国家 i 在高等教育指标 j 下的权重。然后将其看为计算信息熵的概率 p_{ij} 。这里 n 为国家数, k 为指标数。

$$p_{ij} = \frac{z_{ij}}{\sum_{i=1}^n z_{ij}} \quad (3)$$

根据信息论中信息熵的定义, 一组数据的信息熵 E_j 为

$$E_j = \frac{1}{\ln k} \sum_{i=1}^k p_{ij} \ln p_{ij} \quad (4)$$

如果 $p_{ij} = 0$, 则

$$\lim_{p_{ij} \rightarrow 0} p_{ij} \ln p_{ij} = 0$$

3) 各指标权重值计算

根据上式(4), 计算各指标的信息熵为 E_1, E_2, \dots, E_k 。归一化基于式(5), 得到各指标的权重 w_j 。

$$w_j = \frac{1 - E_j}{\sum_{j=1}^k (1 - E_j)} \quad (5)$$

4) 计算结果

在划分二级、三级指标的过程中, 本文将政府投入划分为二级指标, 包括高等教育投资占 GDP 比率和科研经费占 GDP 的比例这两个三级指标; 科研人员这个二级指标包括的三级指标有: 诺贝尔奖得主数目和科研人员人数(每百万); 同时, 二级指标研究成果包括的三级指标有: 专利申请、科技期刊论文、知识产权使用费和高技术出口。经过以上计算, 三级指标权重如表 2 所示, 其余的二级指标只包括一个三级指标, 故不再于表 2 中列出。

Table 2. Some three-level index weights

表 2. 部分三级指标权重

| 部分二级指标 | 三级指标 | 权重 |
|--------|----------------|------|
| 政府投入 | 高等教育投资占 GDP 比率 | 0.54 |
| | 科研经费占 GDP 比率 | 0.46 |
| 科研人员 | 诺贝尔奖得主数目 | 0.80 |
| | 科研人员(每百万) | 0.20 |
| 科研成果 | 专利数 | 0.40 |
| | 科技期刊论文数 | 0.22 |
| | 知识产权使用费 | 0.31 |
| | 高科技出口占比 | 0.07 |

在确定三级指标权重后, 本文仍根据前述步骤采用熵权法求出二级指标的权重, 结果如表 3 所示。

Table 3. Two-level index weights

表 3. 二级指标权重

| 一级指标 | 二级指标 | 权重 |
|------|--------|------|
| 发展水平 | 规模发展 | 0.08 |
| | 质量均衡 | 0.32 |
| | 国际化 | 0.60 |
| 不公平性 | 性别不公平性 | 0.79 |
| | 收入不公平性 | 0.21 |
| 稳定性 | 政府投入 | 0.64 |
| | 突发事件 | 0.36 |

Continued

| | | |
|----|------|------|
| 贡献 | 科研人员 | 0.43 |
| | 科研成果 | 0.57 |
| 其他 | 科技发展 | 0.71 |
| | 经济发展 | 0.29 |

2.3.2. 一级指标权重计算

模糊层次分析法(FAHP)是一种定性与定量相结合的方法。本文基于 FAHP 的特点, 来弥补熵权法权重计算过于依赖数据的不足, 因此采用 FAHP-熵权法的综合赋权方法来计算指标权重, 构建指标体系。

1) 建立模糊判断矩阵

为了比较任意两个指标相对于评价对象的重要性, 本文使用 0.1~0.9 标度量表[13]给出了表 4 所示的定量量表。

Table 4. 0.1~0.9 Quantitative scale

表 4. 0.1~0.9 标度量表

| 量 | 定义(i、j 两元素关系) |
|------------------|---------------|
| 0.5 | i、j 同等重要 |
| 0.6 | i 略重要于 j |
| 0.7 | i 较重要于 j |
| 0.8 | i 非常重要于 j |
| 0.9 | i 绝对重要于 j |
| 0.1,0.2, 0.3,0.4 | 互补 |

在定以上量量表的基础上, 通过文献收集和归纳, 本文得到如下模糊判断矩阵 R ,

$$R = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.7 & 0.9 & 0.6 & 0.6 \\ 0.3 & 0.5 & 0.8 & 0.3 & 0.7 \\ 0.1 & 0.2 & 0.5 & 0.2 & 0.4 \\ 0.4 & 0.7 & 0.8 & 0.5 & 0.6 \\ 0.4 & 0.3 & 0.6 & 0.4 & 0.5 \end{bmatrix}$$

2) 构造模糊一致判断矩阵

然后得到模糊一致判断矩阵 $A = (b_{ij})_{n \times n}$,

$$r_i = \sum_{k=1}^n r_{ik} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

$$b_{ij} = \frac{r_i - r_j}{2(n-1)} + 0.5 \quad (7)$$

3) 计算各指标权重

在此步骤, 本文用式(8)处理模糊一致判断矩阵 R , 得到权重 $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ 。

$$w_i = \frac{1}{n} - \frac{1}{2\alpha} + \frac{b_i}{n\alpha}, \quad \left(\alpha = \frac{n-1}{2} \right) \quad (8)$$

4) 计算结果

在得到三级指标和二级指标的权重的基础上, 本文使用 FAHP 得到 5 个一级指标的权重, 如表 5 所示。

Table 5. First-level index weights

表 5. 一级指标权重

| 发展水平 | 不公平性 | 稳定性 | 贡献 | 其他 |
|------|------|------|------|------|
| 0.25 | 0.13 | 0.23 | 0.21 | 0.18 |

2.4. 评价模型建立

设国家 i 在指标 j 下的得分为 φ_{ij} , 相应的权重为 w_j , 则国家 i 的高等教育体系的得分 K 为

$$K = \sum_{i=1}^n \varphi_{ij} w_j \quad (9)$$

为了便于比较, 本文将分数 K 放大 100 倍, 使其分布在 0 到 100 的区间内。因此, 国家 i 的高等教育体系的最终分数是 $HE = 100 * K$ 。影响高等教育体系的发展水平(D)、不平等(I)、稳定性(S)、贡献(C)和其他(O)的计算公式如下:

$$HE = 25D + 13I + 23S + 21C + 18O \quad (10)$$

总的来说, 本文所建立的该模型, 可以评估任何国家高等教育系统的可持续性。

3. 三级可持续性评价模型的应用

本文基于 DISCO 评价模型结果, 制定评价标准, 规定高等教育可持续性健康得分, 以此为依据, 进行扩展应用; 选取一个国家的评价结果, 进行针对性的分析, 提出相应的建议政策, 并预测建议政策的效果。

3.1. 评价标准制定

当评价一个国家的高等教育的可持续性时, 既要考虑其在该模型下的得分, 本文还需定义一个标准分数来对其进行划分, 判断其是否到达标准要求。为了实现目标, 本文计算了健康可持续发展的高等教育体系标准分数。健康得分是衡量某一国家高等教育系统是否健康的标准分数, 对于第 j 项指标, 去掉十四个国家中该项指标的得分极值, 取剩余国家中排名第三的得分为指标 j 的得分, 得到向量 $S = S_{13}, S_{23}, \dots, S_{n3}$ 。通过式(10)最终计算出健康标准得分为 48.42 分。

3.2. 评价模型的应用

本文选取了六个不同地理位置、不同教育模式的典型国家, 来对 DISCO 评价模型的准确性和实际应用性进行验证分析。并选取日本进行针对性分析, 提出相应的政策建议, 并通过 PMC 模型量化政策, 基于神经网络预测实施效果, 验证了政策的有效性、模型的实际应用价值。

3.2.1. 评价模型的应用对象

在该步骤, 本文选择了中国、法国、挪威、日本、印度、美国这六个国家来对本文的模型进行应用验证, 这个国家分别来自不同的地理位置、拥有不同的经济体制、教育模式等, 能够对本文的模型进行全方位的验证, 在最大程度上保证模型的准确性和可用性。

1) 中国

中国对应雷达图为图 1(a), 在本评估体系中, 中国在贡献方面得分较高, 发展方面得分较低, 这一

点从一下国内现状中得以验证: 在中国的不少高校中, 教师的升职评级与课题科研等直接相关, 这就造成许多教师只能将大量的时间精力放在科研方面, 而不能够在教学给予足够的重视, 这综合体现在中国高等教育环境现状为: 在科研论文专利方面比较突出, 但是在教学授课方面投入较低, 国内高校现状内卷化严重, 比较重视论文发表、科研项目等, 在教书和方面重视度不够。

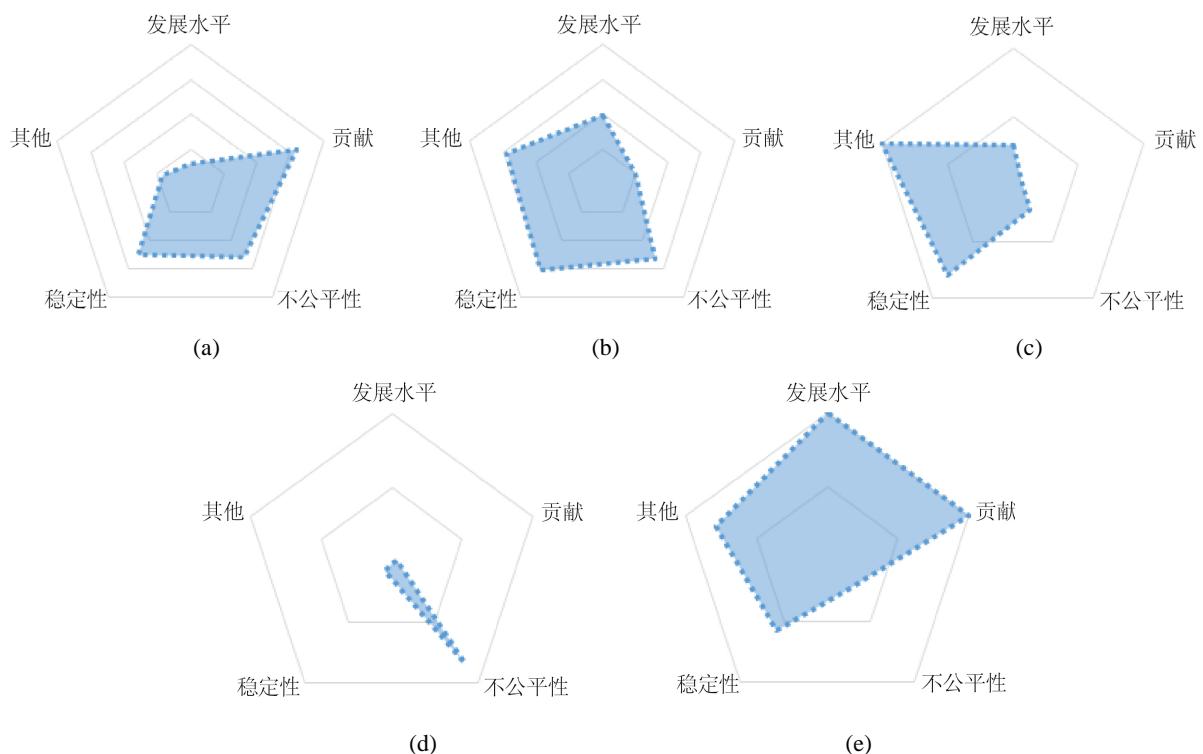


Figure 1. Radar map

图 1. 雷达图

同时, 政府对教育投入不足、教育公平性较差, 其中高职这类学校的学费比北大要高很多, 但其学生所接受的教育质量却远不如北大, 个人付出的成本高却接受到低质量教育, 即高等教育的体制性不公平, 这验证了本模型中国高等教育的公平性较差的评价结果。

由于中国仍然是一个发展中大国, 对于教育的投资占比较低, 经济发展水平和国内硬件教学设施较发达国家有较大的差距, 这一点体现在计算机普及率不高及人均 GDP 较发达国家仍有较大的差距, 这一现状对应于本评估体系结果: 中国在此方面得分较低。

为了全方位衡量高等教育系统的稳定性, 本体系还考虑到了突发状况对于高等教育系统的冲击和影响。在疫情期间, 中国采用了线上授课这一方式, 将疫情对高校教育的冲击损害尽力降至最低, 并保证了教学进度和教学计划正常安排。这说明了中国高等教育系统稳定性高, 即在可持续方面得分较高, 验证了模型评价结果的正确性。

2) 法国[14]和挪威

法国和挪威对应雷达图为图 1(b), 图 1(c), 这两个国家均属于欧洲国家, 这两个国家经济发展水平较高、政府对教育投资占比较大; 同时, 计算机普及程度远高于发展中国家; 即对应于本评估体系中其在其他方面、可持续方面、公平性方面得分都比较高。

3) 日本

日本对应雷达图为图 1(d), 日本高等教育目前私立学校比重大、培养模式开始面向大众转化[15]。同时, 较发展中国家, 日本的人均 GDP 高, 高等教育接受率高于 OECD 国家平均水平 13 个百分点, 政府对于教育经费投入为 12100 美元, 高于世界平均水平[15], 说明了日本高等教育在本体系中其他方面和稳定性方面应得分较高, 符合模型结果。本文在下述步骤中, 选择日本来进行模型应用, 针对性提出建议政策。

4) 印度[16]

印度对应雷达图为图 1(e), 在本评估体系中, 印度在五个指标方面表现均在较低水平。结合其国内现状, 分析如下。首先, 印度高等教育突出表现为公平性较差: 性别歧视问题严重, 女性识字率极低; 教育资源分配不均, 着重扶持信息科技产业, 妇女教育等投入甚少; 同时, 印度政府对于教育投资占比 GDP 低, 不足 4%, 教学质量较差, 教师素质不高缺乏应有的待遇, 儿童入学率不足 60%, 较联合国教科文组织给出的 6~14 周岁儿童 85% 的入学率相差甚远; 根据世界银行 2015 年数据统计: 印度高等教育毛入学率 54.6%, 相当于中国 20 年前的水平; 硬件设施的缺乏和师资力量的薄弱导致印度在科研和教学这两方面, 更难以到达基本水平。

5) 美国[17]

美国对应雷达图为图 1(f), 对比中国高等教育, 美国对于科研方面和教学方面有同等的重视程度, 并且一直以来以教学为核心地位从未动摇, 营造了比较健康的学术环境和教育环境, 使得科研和教学这两方面相辅相成、共同发展; 反映在在本体系中, 美国在贡献方面和发展方面得分均较高, 这一现实验证了本评价模型的正确性和符合现实性。对比日本 2016 年《情报通信白书》和美国统计局 2013 年美国 PC 家庭普及率统计数据, 可见美国的 PC 家庭普及率远高于日本, 即高于大多数发展中国家和发达国家, 同时, 作为发达国家, 人均 GDP 水平也较高, 这一结果符合本评估体系评估结果, 即美国在其它方面得分较高。

3.2.2. 评价模型政策的量化

1) 提出政策建议

基于日本高等教育可持续性评价结果得分, 并综合考虑制定的健康可持续标准, 本文针对其提出以下两条建议政策, 并将其量化来预测建议效果, 以验证模型的有效性和可用性。

政策 1 (P_1): 降低公立大学学费; 扩大高校国际合作规模; 加强招收低收入家庭学生; 并提供入学奖学金。

政策 2 (P_2): 加强国家对科研方面的投入; 产学研合作, 在医疗保健、可再生能源、环境技术、信息交流等领域建立国际科研基地; 派遣优秀研究生赴海外进修深造。

2) 政策建议量化

本文针对 P_1 和 P_2 这两个政策进行评估, 基于 PMC 指数模型和文本挖掘方法, 在 NLPIR 大数据语义智能分析平台, 得到多投入产出表 6。

对于一级指标 i 下的二级指标 j , 其得分 Q_{ij} 的值均为 0 或 1, 评分标准如表 7 所示。对于一级指标 i , 其得分为

$$Q_i = \frac{\sum_{j=1}^n Q_{ij}}{n} \quad (11)$$

PMC 指数计算见式(12)

$$PMC = \sum_{i=1}^m Q_i \quad (12)$$

在计算 PMC 指数后, 根据得分对政策进行评级, 其得分标准见表 7。

Table 6. Multiple input-output table
表 6. 多投入产出表

| 自变量 | 因变量 | 自变量 | 因变量 | 自变量 | 因变量 |
|----------|--------------|----------|---------------|-------------|--------------|
| X_1 特征 | $X_{1:1}$ 预测 | | $X_{2:1}$ 长期 | X_4 部门 | $X_{4:1}$ 国家 |
| | $X_{1:2}$ 建议 | X_2 时长 | $X_{2:2}$ 中期 | | $X_{4:2}$ 当地 |
| | $X_{1:3}$ 指导 | | $X_{2:3}$ 短期 | X_6 动机 | $X_{6:1}$ 贴津 |
| | $X_{1:4}$ 监督 | | $X_{5:1}$ 充足的 | | $X_{6:2}$ 法律 |
| | $X_{1:5}$ 说明 | X_5 评估 | $X_{5:2}$ 科学的 | | $X_{8:1}$ 规章 |
| X_3 地区 | $X_{3:1}$ 经济 | | $X_{5:3}$ 清楚的 | X_8 职能 | $X_{8:2}$ 保护 |
| | $X_{3:2}$ 科技 | | $X_{7:1}$ 部门 | | $X_{8:3}$ 完善 |
| | $X_{3:3}$ 社会 | X_7 范围 | $X_{7:2}$ 省份 | X_9 喜好 | |
| | $X_{3:4}$ 政策 | | $X_{7:3}$ 大学 | X_{10} 公开 | |

Table 7. Evaluation criteria
表 7. 评级标准

| 得分 | 0~4.99 | 5~6.99 | 7~8.99 | 9~10 |
|----|--------|--------|--------|------|
| 评级 | 极差 | 可接受的 | 极好的 | 完美 |

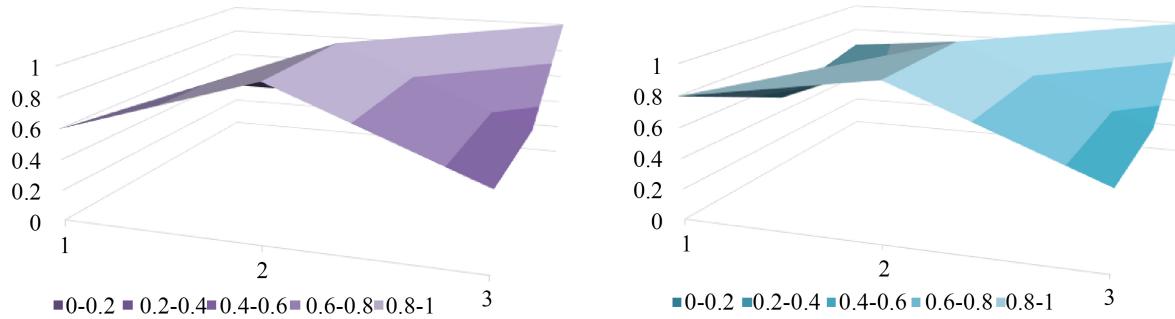
基于表 7 所示得分标准及 PMC 指数计算结果表 8, 本文给出了 P_1 和 P_2 对日本高等教育体系的影响因子分别为 6.76 和 7.64, 其结果见表 9 和图 2。

Table 8. Score of input-output table
表 8. 多投入产出表得分

| | $X_{1:1}$ | $X_{1:2}$ | $X_{1:3}$ | $X_{1:4}$ | $X_{1:5}$ | $X_{2:1}$ | $X_{2:2}$ | $X_{2:3}$ | $X_{3:1}$ |
|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| P_1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| P_2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | $X_{3:2}$ | $X_{3:3}$ | $X_{3:4}$ | $X_{4:1}$ | $X_{4:2}$ | $X_{5:1}$ | $X_{5:2}$ | $X_{5:3}$ | $X_{6:1}$ |
| P_1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| P_2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | $X_{6:2}$ | $X_{7:1}$ | $X_{7:2}$ | $X_{7:3}$ | $X_{8:1}$ | $X_{8:2}$ | $X_{8:3}$ | | |
| P_1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | | |
| P_2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | | |

3.2.3. 评价模型的应用效果

本文收集了 2008 到 2018 年的数据, 对日本高等教育体系的多指标数据进行拟合预测, 来评估 P_1 、 P_2 的效果。

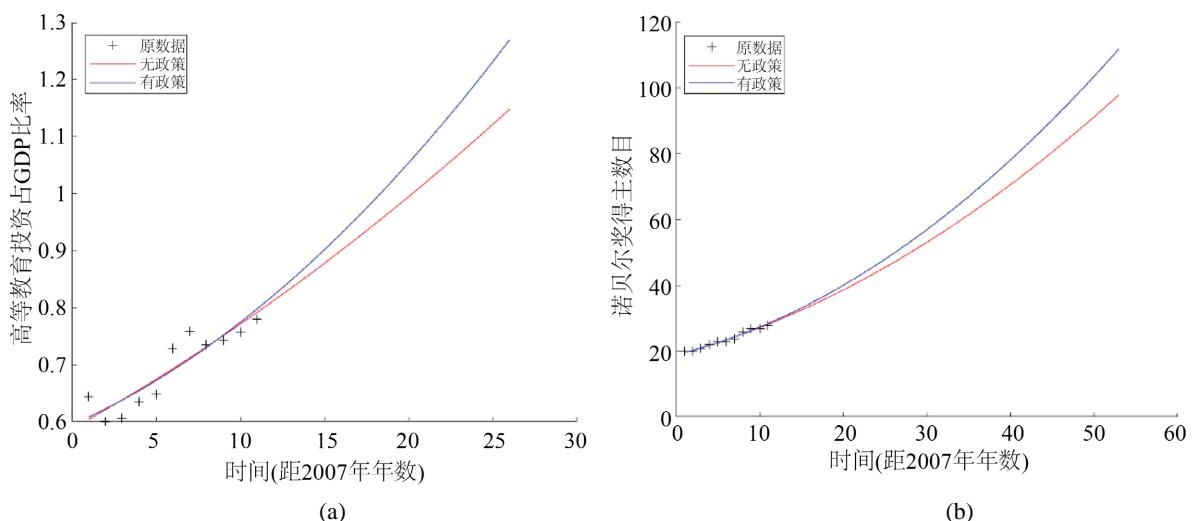
**Figure 2.** PMC Curved Surface of two policies**图 2.** 两政策 PMC 曲面图**Table 9.** PMC index of two policies**表 9.** 两政策的 PMC 指数

| | X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | X_5 | X_6 | X_7 | X_8 | X_9 | X_{10} | 分数 | 评级 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|------|------|
| P_1 | 0.6 | 1 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 | 0.33 | 0.33 | 1 | 1 | 6.76 | 可接受的 |
| P_2 | 0.8 | 1 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 | 0.67 | 0.67 | 1 | 1 | 7.64 | 极好的 |

通过对日本已有数据的分析,本文发现其已有 11 个三级指标得分达到所规定的健康标准,因此,本文假设上述政策于 2019 年开始实施,并选择对其他的 5 个指标进行拟合预测分析:高校留学生比例、男女入学比率、诺贝尔奖得主数目、计算机普及率及高等教育投资占 GDP 比率。

本文发现,在没有政策干预的情况下,高校留学生比例、计算机普及率和男女入学比率已经达到目标指数得分,因此本文选择剩余两个指标采取政策干预。

在经过拟合后,本文发现,诺贝尔奖得主数目和高等教育投资占 GDP 比率这两个指标在没有政策干预的情况下很难达到目标得分。因此,在提出政策 P_1 、 P_2 和 PMC 指数的基础上,本文建立了关于政策影响的拟合回归方程,其拟合图像如图 3 所示。

**Figure 3.** Policy effect fitting image**图 3.** 政策效果拟合图像

本文预计在政策干预的情况下,日本将于 2035 达到设定的健康标准总得分。针对其全部指标,日本预计在 2060 年左右达到本文设定的标准,即所有指标得分全部达到健康标准各指标得分,届时日本高等教育系统的得分为 51.46。没有政策干预的情况下,日本高等教育系统的得分为 38.81。由此,由于政策干预,日本的高等教育系统得分上升了 32.6%。

4. 结论

1) 指标体系

本文综合考虑高等教育可持续性的内涵特征及影响因素,围绕着发展水平、贡献度、公平性、稳定性等五个方面全方位、多层次地对其进行了量化评估计算,筛选建立了完整的高等教育可持续性三级指标评价体系。

2) 指标量化

采取模糊层次分析法和熵权法综合指标量化方法,本模型既保证了有效的数据支撑和客观性,也结合了非量化因素的影响,避免了评估过程中存在指标不确定及模糊的情况,得出了较为客观合理的评价结果。

3) 政策建议

筛选收集实际数据,应用 DISCO 理论模型,联系国家实际背景,本文对多个国家高等教育可持续性进行定量分析,确定各个国家不同的发展形势,并进行横向、纵向对比评价。实验结果帮助找到各国家高等教育可持续性发展的不足之处,提出针对性的政策建议,并进行及时的调整。同时也验证了政策建议的有效性、合理性和普适性。

4) 指标体系的可扩展性

由于各国家高等教育可持续性特征含义差别不大,组成结构基本一致,且 FAHP 得到的权重向量具有普遍性,本评价模型指标体系具有可扩展性,随着高等教育可持续评价涵盖内容的不断变化,本指标体系可以根据其实际发展情况进行指标的增减和修改。

综上所述,本文建立了一个定量评估、具有普适性的高等教育可持续评价模型,填补了以往此方面评价模型的缺失,有利于推进对高等教育可持续性的进一步研究。

基金项目

中国地质大学(北京)大学生创新创业训练计划项目 A (228)。

参考文献

- [1] 王薇. 成人高等教育可持续发展探析[J]. 中国成人教育, 2018(21): 38-40.
- [2] Sazanova, L. (2021) Higher Education as Factor of Sustainable Development. *E3S Web of Conferences*, **296**, 08029. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202129608029>
- [3] Chankseliani, M. and McCowan, T. (2021) Higher Education and the Sustainable Development Goals. *Higher Education*, **81**, 1-8. <https://doi.org/10.1007/s10734-020-00652-w>
- [4] 李远远, 云俊. 多属性综合评价指标体系理论综述[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2009, 31(2): 305-309.
- [5] 王素, 方勇, 孙毓泽. 高等教育竞争力: 模型、指标与国际比较[J]. 教育研究, 2012(7): 122-129.
- [6] 王建宏, 刘义荣. 国家中长期高等教育规模发展的回归分析[J]. 江苏高教, 2015(4): 42-45.
- [7] 李硕豪, 李文平. 2013~2030 年我国高等教育规模发展研究——基于适龄人口和经济水平的分析[J]. 开放教育研究, 2013, 19(6): 73-80.
- [8] 郭丛斌, 张优良, 傅翰文. 世界大学排名指标体系的合理性分析——基于 THE、QS 和 US News 大学排名的比较

研究[J]. 教育评论, 2018(12): 8-13, 146.

[9] 于小艳, 杜燕峰. 高等教育国际化评价的价值透视[J]. 高教发展与评估, 2020, 36(2): 36-43, 68, 111.

[10] 张继平, 冉晓平, 刘博菱. 高等教育入学机会性别公平的社会学分析[J]. 三峡大学学报(人文社会科学版), 2015, 37(6): 109-112, 115.

[11] 孙剑萍, 汤兆平. 基于 GINI 系数的区域高等教育均衡发展的量化分析[J]. 继续教育研究, 2009(4): 63-65.

[12] Cheng, Q.Y. (2010) Structure Entropy Weight Method to Confirm the Weight of Evaluating Index. *System Engineering Theory and Practice*, **30**, 1225-1228.

[13] 覃菊莹. 4 种模糊标度的一致性容量研究[J]. 广西科学, 2007, 14(4): 367-370.

[14] 李默妍, 刘淑华. 新世纪以来的法国高等教育问责制研究[J]. 高教探索, 2020(6): 60-68.

[15] 杨薇, 王光明. 日本高等教育国际化的新进展及其启示[J]. 黑龙江高教研究, 2020(6): 80-83.

[16] 王建梁, 武炎吉. 印度高等教育结构: 现状、评价及反思[J]. 世界高等教育, 2020, 1(1): 67-78.

[17] 朱治亚, 王海艳, 潘荣杰. 美国高等教育国际化竞争力研究及其启示[J]. 黑龙江高教研究, 2020(12): 68-74.