新工科教学质量AHP－FCE综合评价方法实践研究

赵志龙 任海果 周计明 齐乐华

（西北工业大学机电学院 陕西省 西安 710072）

**摘 要** 新工科课程设置强调实践性教学环节，本文首先探讨了AHP（层次分析法）—FCE（模糊综合评价法）建模过程和评价指标设置，并采用AHP—FCE综合评价法对高校机械制造专业基础课程课堂教学质量进行评价。教学效果的评价和分析也为实践性教学环节的进一步改革提供支持，本文证实了AHP—FCE综合评价法的可操作性和普适性。

**关键词** 新工科课程 教学评价 层次分析法 模糊评价法

Practical Research of AHP-FCE Comprehensive Methods to Evaluate Teaching Quality of New Engineering Program

**Abstract** Due to emphasizing the practical teaching link in the “new engineering program”, the modeling process of AHP (Analytic Hierarchy Process－FCE (fuzzy Compositive Evaluation) mixed methods and the evaluation index setting were firstly discussed in this paper, and then the AHP－FCE comprehensive method was experimentally applied to evaluate the classroom teaching quality of machinery fundamental courses in engineering university. The evaluation and analysis of teaching effects will provide a support for the further reformation of practical teaching link in the classroom teaching, and the operability and universality of AHP－FCE comprehensive method has been proved also in this paper.

**Key words** New engineering program; teaching evaluation; AHP; FCE

2016年6月国际工程联盟接纳中国为《华盛顿协议》正式成员，中国工程教育认证也正式与国际接轨[1]。2017年2月，教育部发布开展“新工科”研究与实践项目建设[2]。“专业认证”与“新工科”交集是增强学生工程实践能力的培养，因此近年来“大工程观”CDIO模式、“回归工程实践”运动和OBE成果导向教育等教学理念应用于高等教育课程体系的重构[3，4]。基于“能力本位教育观”，素质付诸于实践就表现为能力，实践能力构成工程教育支撑体[5]；“以学生为中心”实践能力教育模块与学生的个性化培养有机结合，促进学生素质和综合能力的提高。课堂教学实践性环节的引入和教学效果的“快速、准确、有效”评价，是“柔性培养方案”和“持续改进”的基础[6]。

教学效果的评价具有一定的不确定性，受到（教与学）人的因素、教学内容组织以及教学方式等因素的综合影响，涉及因素集、评价集以及权重指标的确定。将研究对象影响因素构建成递阶层次结构的AHP层次分析法，有利于确定不同层次影响因素的权重，但是欠缺对各层次因素的综合评价；运用模糊集合变换实现综合评判的FCE法，适合于不确定性非线性问题的评价，通过模糊运算法则得到可类比的量化结果，但是单纯的FCE法评估各影响因素的权重值会存在偏差[7]。因此，AHP-FEC综合评价法可适用于对教学质量的量化评价[8]。本文的目的在于分析讨论AHP-FCE综合评价模型的构建过程及其在机械制造专业基础课程教学效果评估中的应用。

1. AHP—FCE混合评价模型的构建

AHP—FCE综合评价模型由AHP（层次分析法）和FCE（模糊综合评价法）两部分构成，见图1。AHP是将一个复杂的问题分解为多个目标或多个指标的若干层次，通过分解—比较—综合确定研究对象组成要素的层次排序（权重）。分解过程为定性分析，比较过程是判断两两要素的重要性，综合过程是注重逻辑推理。层次的构建体现了定性与定量的有机结合。FCE是以隶属度来描述模糊界限，最大的优势是将模糊性的定性问题转化为定量计算。通过层次分析法构建评价系统的结构层次，用模糊理论统计评价结果，得出最终评判或决策。

AHP-FCE混合评价法

FCE模糊综合评价法

AHP层次分析法

定性描述

定性描述

建立因素集评语集

层次结构模型

构建权重集

构建判断矩阵

定量计算

定量计算

构建模糊评价矩阵

求解权向量集

计算模糊评价集

一致性检验

最终量化评价结果

图1 AHP-FCE混合评价模型

* 1. AHP层次分析法

目标层C

一级指标C3

一级指标C2

一级指标C1

二级指标C22

二级指标C32

二级指标C33

二级指标C31

二级指标C23

二级指标C21

二级指标C13

二级指标C12

二级指标C11

图2 层次结构模型

AHP层次分析法步骤：构建层次结构模型，构建判断矩阵，求解权向量集，一致性检验。

首先，构建层次结构模型。将复杂问题分解成多级层次结构，见图2。依据问题的属性关系，上级层对下级层起支配作用。一般情况下，层数没有限制，同一层的元素不能超过9个。

其次，构建判断矩阵。每个二级指标在与之对应的一级指标中所占的比重并不一定都是相同的，当同一级指标过多时，指标权重的判断采取两两对比的方式进行。设现在要对比n个C1支配下的C11，C12 ，…，C1n分配权重。对于两个指标C1i 和C1j，取表示它们重要性之比，全部比较结果用判断矩阵表示，构建成如表1的判断矩阵。表2列出比值从数字1到9表示的含义。

表1 判断矩阵

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | c1 | c2 | c3 | … | cn |
| c1 | 1 | c12 | c13 | … | c1n |
| c2 | c21 | 1 | c23 | … | c2n |
| c3 | c31 | c32 | 1 | … | c3n |
| … | … | … | … | … | … |
| cn | cn1 | cn2 | cn3 | … | 1 |

表2 判断矩阵各指标赋值标准

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 定义 |  | 定义 |
| 1 | 和同等重要 | 2 | 介于同等与略微重要之间 |
| 3 | 较略微重要 | 4 | 介于略微与明显重要之间 |
| 5 | 较明显重要 | 6 | 介于明显与十分明显重要之间 |
| 7 | 较十分明显重要 | 8 | 介于十分明显与绝对重要之间 |
| 9 | 较绝对重要 |  |  |

再其次，求解权向量集。通过求解判断矩阵的最大特征值的特征向量，获得各指标的权重。按列归一化，得，，，j=1,2,…,n；按行相加，得，；第二次归一化，得，。

最后，一致性检验。计算判断矩阵的最大特征值：；计算CI（一致性指标）：。查找n对应的RI（平均一致性指标），见表3。计算CR(一致性比例)：。当CR<0.10时，接受判断矩阵具有一致性，否则说明在两两比较过程中判断出现失误，需要修改的值，直到一致性检验通过。

表3 平均随意一致性指标RI

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| RI | 0 | 0 | 0.58 | 0.90 | 1.12 | 1.24 | 1.32 | 1.41 | 1.45 | 1.49 | 1.52 |

* 1. FCE模糊综合评价法

FCE模糊综合评价法的基本步骤：建立评价因素集，确定评语集，建立权重集，构建模糊评价矩阵，计算模糊评价集。

评价因素是指评价对象所拥有的所有一级指标和二级指标（见图2），；；。评语集是指对各级评价指标所能给出的评价结果，确定3—7个等级，评语集,其中*A*、*B*、*C*、*D*、*E*所对应的分值见表4。

表4 等级-分值表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 等级 | A | B | C | D | E |
| 分值 | 88 | 80 | 65 | 54 | 45 |

权重集是指各评价指标在自身子集中的重要程度，在层次分析法求解权向量过程中，求得。要对问卷结果进行分析统计，建立各层模糊评价矩阵R:

，；；。

求得权重集W和模糊评价矩阵R后，从最底层开始，逐层进行模糊计算，其计算公式为：

利用公式对进行归一化处理。利用适于矩阵计算的Matlab编程。

1. AHP—FCE混合法教学效果评价

机械制造专业基础课程增强课堂教学工程实践性内容的教学方法：加工方法现场视频，三维动画设计，工艺规程分析等。运用AHP—FCE混合法进行教学效果的综合评价。从学生评议、教师自评和督导组评议三个层次，综合评价指标设置见表5。由课程组经讨论确定评定指标权重。采用层次分析法构建判断矩阵，求解权向量和一致性检验。计算结果如下：

“教学态度”的权向量为；“教学安排”的权向量为；

“授课能力”的权向量为；“课件设计”的权向量为；

“工程意识”的权向量为；“学生管理”的权向量为；

“学生评价”的权向量为；

“专家评价”的权向量为；

“教师自评”的权向量为；

目标层C的权向量为。

根据表5的统计结果，基于FCE法构建各评价集的隶属度矩阵，将学生评价、专家评价和教师自评的结果综合起来，最终计算结果：。因此，采用AHP-FCE混合评价法得到该教师最终的教学效果评价得分为80.2428，处于刚过B档，属于良好状态。进一步教学内容的改革拟引入课堂讨论：对某一部件或组件制造工艺过程及成本，分组完成报告（作为平时成绩的一部分），并选择性安排学生上讲台。教学参与者角色互换，进一步改进表5，增加教师对教学效果评议指标及其权重。

表5 教学效果评价统计表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 评价人 | 项目指标 | | 评价等级 | | | | |
| A | B | C | D | E |
| 学生评议 | 教学态度 | 仪表端庄，自信从容，尊重学生 | 10 | 11 | 9 | 0 | 0 |
| 责任心强，对学生满腔热情 | 14 | 4 | 8 | 4 | 0 |
| 讲解有条理，对学生有耐心 | 8 | 8 | 9 | 3 | 2 |
| 教学安排 | 教学计划明确，进度适中 | 16 | 6 | 6 | 2 | 0 |
| 不随意调课，停课 | 12 | 8 | 8 | 2 | 0 |
| 授课能力 | 口齿清楚，语言有吸引力和感染力 | 10 | 10 | 6 | 4 | 0 |
| 内容丰富，重难点突出，详略得当 | 12 | 14 | 3 | 0 | 1 |
| 讲课逻辑清楚，条理清晰，时间分配合理 | 12 | 8 | 9 | 1 | 0 |
| 课件设计 | 有效运用多媒体等现代化教学设备 | 12 | 10 | 8 | 0 | 0 |
| 电子课件清晰，简明，准确，图文并茂 | 14 | 16 | 0 | 0 | 0 |
| 工程意识 | 结合制造行业发展，介绍最新成果 | 10 | 13 | 7 | 0 | 0 |
| 激发学生对制造行业的热情 | 8 | 12 | 6 | 4 | 0 |
| 理论联系实际，传播学习和研究的方法 | 10 | 13 | 7 | 0 | 0 |
| 善于提出问题，启发学生思考 | 9 | 12 | 6 | 3 | 0 |
| 学生管理 | 作业适量，批改认真 | 12 | 12 | 4 | 2 | 0 |
| 注意个性化差异 | 11 | 14 | 3 | 0 | 2 |
| 引导学生端正学习态度，管理严格 | 8 | 8 | 10 | 4 | 0 |
| 专家评议 | 内容丰富，重难点突出，详略得当 | | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 语言有吸引力和感染力 | | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 讲课逻辑清楚，条理清晰，时间分配合理 | | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 理论联系实际，结合行业发展，介绍最新制造成果 | | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 善于提出问题，启发学生思考 | | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 有效运用多媒体等现代化教学设备 | | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| 能调动学生情绪，课堂气氛活跃 | | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 教师自评 | 教学态度端正，备课充分 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 教学内容丰富，重难点突出，详略得当 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 不迟到，不早退，不随意调课、停课 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 理论联系实际，传播学习和研究方法 | | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 作业适量，认真批改 | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

1. 结论

AHP-FCE混合评价法是一种定性描述与定量分析相融合的评价方法，层次分析将问题分解成多项指标，模糊算法将评价对象转化成一个可以计算的数学模型。针对机械制造专业基础课程教学中关注的工程意识，对教学评价指标进行合理设置引导教学改革。AHP-FCE混合评价法为实现“新工科”培养目标及其效果的及时评价提供了具有良好操作性的方法，对于课堂教学效果从教学内容、教学方法的综合评价具有一定的普适性、客观性和可信度。

参考文献

1. 张博 宋建萍. “工程教育专业认证”背景下机械设计制造及自动化专业人才培养模式研究[J].集宁师范学院学报，2017(6):98-100.
2. 夏博 胡雪 曾海峰 葛云 张立新 赵庆展. 基于“新工科”项目的机械工程控制基础课程的教学探索与启示[J].高教学刊,2019(14): 11-13,17.
3. 张英 叶民. 基于CDIO理念我国机械设计制造及其自动化专业本科课程体系研究[M].浙江大学硕士学位论文，2014.
4. 王红军. 基于工程教育专业认证OBE理念的毕业要求达成度评价解析[J].教育现代化，2017，4(49): 162-166.
5. 张继红 常思亮.教学型大学工科专业学生实践教学模式研究—湖南工业大学“机械设计制造及其自动化专业”案例研究[M].湖南师范大学硕士学位论文，2008.
6. 张瑞 杜震宇.工程教育专业认证（评估）的推进策略—基于1992-2018年通过工程教育认证（评估）专业的数据分析[J].中国高校科技，2019（5）：34-37.
7. 潘铭志 田园 许昕 缐立红.高速自动机AHP模糊综合评估方法[J].火炮发射与控制学报，2016，37(3): 41-47.
8. 尹亮亮 苏兴 武萌.高校教师教学质量评估体系研究——基于AHP的模糊综合评价方法应用[J].合作经济与科技，2012(437):92-95.