

文章编号: 2095-2163(2020)12-0220-05

中图分类号: G642.0

文献标志码: A

# 基于 AHP 的混合教学评分模型及指标体系研究

安向明

(吉林化工学院 教务处, 吉林 吉林 132022)

**摘要:** 混合式教学评分具有复杂性和多准则性,层次分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)为其提供了一种有效的思路,具有很强的实践应用性。本文分析制定 AHP 层次模型要素,并通过专家、同行信息反馈对学习指标彼此重要性信息进行量化排序,利用 AHP 方根法计算出各指标权重并进行一致性检验,其目的是构建优质的混合式教学评估模型。通过对考核结果及网上调查反馈的数据分析得知改进的教学模式有效提升了教学质量,学生的接受度和满意度较以往高。

**关键词:** 混合式教学; 层次模型; AHP

## Research on Blending Teaching Assessment Model and Index System based on AHP

AN Xiangming

(Department of Teaching Affairs, Jilin Institute of Chemical Technology, Jilin Jilin 132022, China)

**[Abstract]** Blending teaching scoring is complex and multi-criteria. The Analytic Hierarchy Process provides an effective idea and has strong practical application. This study analyzes and formulates the elements of the AHP model, quantifies and prioritizes the importance of the learning indicators through feedback from experts and peers, and uses the square root method to calculate the weights of the indicators and perform logical consistency test. The purpose is to build a high-quality blending teaching assessment model. This study concludes from assessment results and data analysis of online investigation feedbacks that the improved teaching mode enhanced teaching quality effectively, and the students' acceptability and satisfaction are higher than before.

**[Key words]** Blending teaching; Hierarchical Model; AHP

### 0 引言

当前,混合学习已经成为教育技术研究领域的热点之一,并在高等教育中广泛应用。混合学习的评分研究是混合学习研究中的重要内容,建立科学的评分体系,是混合式教学顺利开展和提高评价结果可信度和有效度的关键。吴岚等人在《绩效评估:一种有效的远程教育学习评价方式》中指出,绩效评估是根据一定的评价标准,运用科学可行的方法,对学习者的任务、相应学习行为过程和学习成果等进行评价<sup>[1]</sup>。因此,学习评价是根据制定的一系列标准和制度、采取科学可行的评价策略、对评价对象的学习内容进行全面、系统的评价过程。

学习评价的关键在于如何制定科学化、标准化、可度量化的学习内容评价体系。在混合式学习教学评价方面,很多学者做了深入研究。高瑞利在《混合式学习评价体系的设计与实践》中,从课堂学习和网络学习两个方面,设计出评价混合学习中学习者的评价体系<sup>[2]</sup>;唐文秀等人从参与度、交互性、适应性、满意度和效果度 5 个维度来评价学生,改进混合学习设计,提高学生的学习效果<sup>[3]</sup>; Viet Anh

Nguyen 通过同侪评估的方式,构建出一种混合学习的评估模型<sup>[4]</sup>。还有一些研究者尝试使用不同的概念框架、从不同的角度对混合式教学进行评价,例如:课堂社区意识、基于问题的学习框架、活动理论等等。通过分析得知,研究者还没有明确建立对混合式学习评价的有效评价机制,依然困惑于采取怎样的框架和工具对混合式学习进行评价。

AHP 是将与决策有关的元素分解成目标层、准则层和方案层等层次,在此基础之上利用数学推导进行定性和定量分析的决策方法,整个过程体现了人的决策思维的基本特征,即分解、判断、综合,适合解决难以定量分析的复杂问题<sup>[5]</sup>。本文以《数据库原理及应用》课程为例,采用 AHP 方法,确定混合学习评分的各级指标,并计算出指标体系中各维度所占的权重系数,力求建立科学严谨、具有可操作性的混合学习绩效评价指标体系,为高等教育混合式教学学习评价机制的科学构建、评估评价提供参考,促进人才培养质量的提升。

### 1 AHP 构造原则

层次分析法的算法操作步骤如下:

**基金项目:** 吉林省高等教育学会 2020 年重点课题(JGJX2020C64)。

**作者简介:** 安向明(1981-),女,硕士,助理研究员,主要研究方向:计算机应用技术、高等教育。

**收稿日期:** 2020-09-29

(1) 建立递阶层次结构式的指标体系。指标体系分为三层,即最高层(目标层)、中间层(准则层)和最底层(方案层)。

(2) 优先级设置,计算权值。对准则层和方案层的指标按表 1 中的 9 度标分法排定各指标的相对优劣顺序,进行两两对比,得出指标权向量,构造评价指标的判断矩阵  $U$ :

$$U = \begin{pmatrix} u_{11} & u_{12} & \dots & u_{1n} \\ u_{21} & u_{22} & \dots & u_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_{n1} & u_{n2} & \dots & u_{nn} \end{pmatrix}, u_{ii} = 1, u_{ji} = \frac{1}{u_{ij}}, u_{ij} \neq 0. \quad (1)$$

表 1 9 度标分法的标度及说明

Tab. 1 The scale and explanation of 9-degree scale method

标度	说明
1	两个元素同样重要
3	一个元素比另一元素稍微重要
5	一个元素比另一元素明显重要
7	一个元素比另一元素重要得多
9	一个元素比另一元素极端重要
2,4,6,8	表示需要在上述两个标准之间折中时的标度
1/Ui <sub>j</sub>	两个元素的反比较

计算单层权值。根据方根法近似计算单层权值和最大特征值,计算方法如下:

步骤 1 计算判断矩阵  $U$  的每一行元素乘积:

$$M_i = \prod_{j=1}^n u_{ij}, i = 1, 2, \dots, n. \quad (2)$$

步骤 2 计算  $M_i$  的  $n$  次方根:

$$\bar{W}_i = \sqrt[n]{M_i}. \quad (3)$$

步骤 3 把  $\bar{W}_i$  标准化为  $W_i$ , 则  $W_i$  为所求特征向量:

$$W_i = \frac{\bar{W}_i}{\sum_{j=1}^n \bar{W}_j}. \quad (4)$$

步骤 4 计算最大特征值  $\lambda_{max}$ :

$$\lambda_{max} \approx \sum_{i=1}^n \frac{(UW)_i}{nW_i}, \quad (5)$$

式中,  $(UW)_i$  表示向量  $UW$  的第  $i$  个分量。

(3) 指标单排序及一致性检验。计算一致性指标  $CI$ (consistency index):

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}. \quad (6)$$

与平均随机一致性指标  $RI$ (见表 2) 求比, 计算得出一致性比例  $CR$ (consistency ratio):

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (7)$$

当各层指标  $CR \leq 0.1$  时, 判断矩阵具有一致性; 否则应对判断矩阵作适当修正, 直到通过一致性检验。

表 2 平均随机一致性指标

Tab. 2 Random index

$n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$RI$	0	0	0.52	0.89	1.12	1.24	1.36	1.41	1.46	1.49	1.52	1.54	1.56	1.58

## 2 建立 AHP 层次评分模型

根据 AHP 层次化基本原理, 在深入研究混合式教学特征和数据库应用课程教学人才培养质量标准基础上, 通过专家及同行信息反馈, 根据评分的性质和需求, 将总目标分解成不同的组成因素, 并按照因素间的相互关联影响及隶属关系将因素按不同层次聚合, 形成一个多目标、多层次、有序的递阶层次结构模型, 对其进行判定、计算权重和排序。AHP 建构评分模型总流程如图 1 所示。

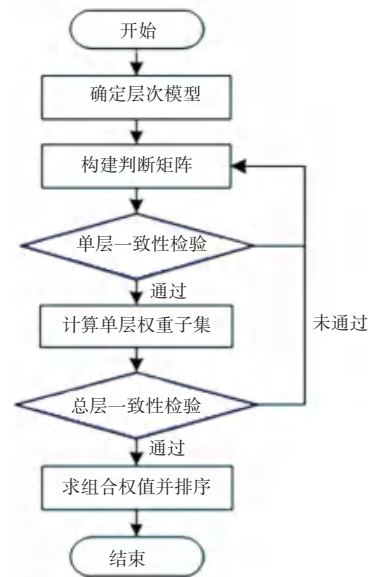


图 1 AHP 评分模型流程

Fig. 1 Process of assessment model based on AHP

### 2.1 构建评分模型

根据 AHP 法, 首先确定评分指标并对其层次化, 创建递阶层次模型。将传统教学、线上学习、实验练习、项目开发 4 项学习任务作为中间层的评价准则, 根据专家及同行反馈, 教师收集以及平台详细

记录学生学习过程中留下的各种可评价的数据来制定第三层指标体系,得到层次分析模型。第一层为目标层,包含一个因素,即成绩总评(A)。第二层为准则层,包含实现目标的准则,共有 4 个指标,分别是:传统教学(B1)、线上学习(B2)、实验练习(B3)、项目开发(B4)。第三层为方案层,包含中间层各准则所支配的具体因素,包括笔试、出勤/签到、课堂作业、课堂提问、平台学习时长、平台作业、探讨问题参与度、平台访问次数等共计 15 个指标(C1-C15),如图 2 所示。

2.2 判断矩阵及指标权重

参考表 1 中 1-9 度标分法说明,通过两两比较的方式,对图 2 中的各层次指标创建如公式(1)所示的判断矩阵,构造准则层(B1-B4)、方案层(C1-C15)对总目标(A)的 5 个判断矩阵,运用方根法计算出各指标权重,见表 3~表 7。

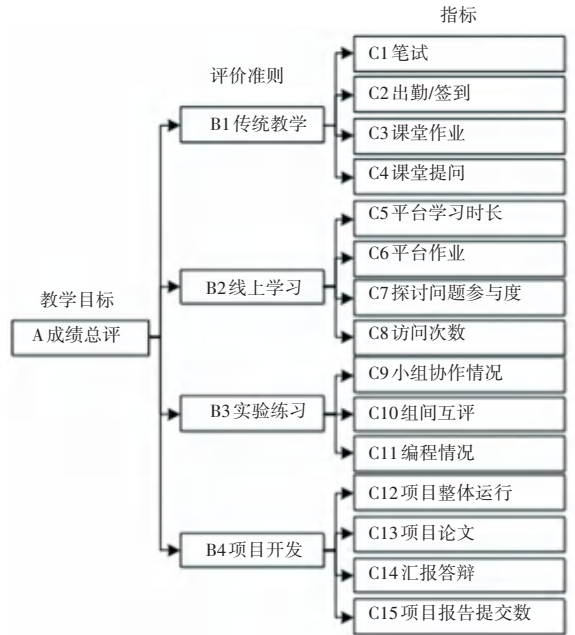


图 2 混合教学评分模型

Fig. 2 Blending teaching assessment model

表 3 混合教学评分对总目标的判断矩阵及权重

Tab. 3 Judgment matrix and weight of blending teaching score to total objective

	传统教学 B1	线上学习 B2	实验练习 B3	项目开发 B4	准则层权重
传统教学 B1	1	2	4	5	0.491
线上学习 B2		1	3	4	0.306
实验练习 B3			1	2	0.125
项目开发 B4				1	0.078

表 4 传统教学对总目标的判断矩阵及权重

Tab. 4 Judgment matrix and weight of traditional teaching to total objective

	笔试 C1	出勤/签到 C2	课堂作业 C3	课堂提问 C4	因素层权重
笔试 C1	1	4	5	7	0.629
出勤/签到 C2		1	1	2	0.154
课堂作业 C3			1	1	0.122
课堂提问 C4				1	0.094

表 5 线上学习对总目标的判断矩阵及权重

Tab. 5 Judgment matrix and weight of online teaching to total objective

	平台学习时长 C5	平台作业 C6	探讨问题参与度 C7	访问次数 C8	因素层权重
平台学习时长 C5	1	3	2	4	0.484
平台作业 C6		1	1	1	0.166
探讨问题参与度 C7			1	2	0.219
访问次数 C8				1	0.130

表 6 实验练习对总目标的判断矩阵及权重

Tab. 6 Judgment matrix and weight of practice to total objective

	小组协作情况 C9	组间互评 C10	编程情况 C11	因素层权重
小组协作情况 C9	1	3	1/4	0.218
组间互评 C10		1	1/6	0.091
编程情况 C11			1	0.690

表 7 项目开发对总目标的判断矩阵及权重

Tab. 7 Judgment matrix and weight of project to total objective

	项目整体运行 C12	项目整体运行 C12	汇报答辩 C14	项目报告提交数 C15	因素层权重
项目整体运行 C12	1	2	3	3	0.449
项目论文 C13		1	2	3	0.287
汇报答辩 C14			1	1	0.139
项目报告提交数 C15				1	0.126

2.3 一致性检验

对以上 A(B1-B4)、B1(C1-C4)、B2(C5-C8)、B3(C9-C11)、B4(C12-C15) 各个判断矩阵作一致性检验, 依次得出的 C.R. 值分别为 0.018、0.015、0.017、0.053、0.015, 均小于 0.1, 检验通过。

2.4 层次总排序

在确定了各指标的权重值后, 计算最终权重, 进行层次总排序。计算出各指标的综合权重及排名, 最终层次总排序表 8。

表 8 各指标的综合权重及排名

Tab. 8 Comprehensive weight and ranking of each index

准则层	准则层权重	因素层	因素层权重	综合权重	排名
B1 传统教学	0.491	C1 笔试	0.629	0.309	1
		C2 出勤/签到	0.154	0.076	4
		C3 课堂作业	0.122	0.060	6
		C4 课堂提问	0.095	0.047	8
B2 线上学习	0.306	C5 平台学习时长	0.484	0.148	2
		C6 平台作业	0.166	0.051	7
		C7 探讨问题参与度	0.219	0.067	5
		C8 访问次数	0.130	0.040	9
B3 实验练习	0.125	C9 小组协作情况	0.218	0.027	11
		C10 组间互评	0.091	0.011	13
		C11 编程情况	0.690	0.086	3
B4 项目开发	0.078	C12 项目整体运行	0.449	0.035	10
		C13 项目论文	0.287	0.022	12
		C14 汇报答辩	0.139	0.011	14
		C15 项目报告提交数	0.126	0.010	15

3 应用

根据学习效果评分模型, 对本人所授同专业 2014 级 31 人(2017 年授课)、2015 级 33 人(2018 年授课)、2016 级 32 人(2019 年授课) 的成绩进行量化评分及数据分析。学生过程性考核分数分布情况如图 5 所示。可以看出, 近 3 年考核中, 逐步减少客观性考核分数比率, 逐步增大平台学习时长、探讨问题参与度、小组协作情况、编程情况的分数比率, 反映了教学侧重点调整倾向: 加大能力和创新方面分数权重, 基于 AHP 的评分方法更为科学、合理, 有利于调动学生学习主动性, 有利于引导学生应用能力和创新能力的培养, 评分结果收到了相关同行教师 and 学生的认可。

该 AHP 决策体系因素层涵盖了学生学习课程的所有可考核行为, 从各项指标排名可以看出, 应用 AHP 评分方法的课程评价重点关注笔试、平台学习时长、编程情况、出勤/签到、探讨问题参与度等, 突破传统知识理论考核为主原则, 更加注重过程性考核, 成绩评定更为科学、合理; 另外, 评价主体包括了教师、平台、组内成员及组间成员等所有课程参与人, 能客观的得出对学生知识、能力形成的各环节的考核结果。

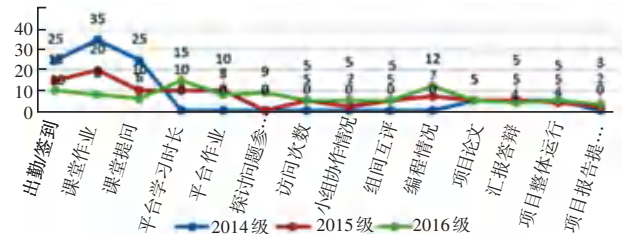


图 3 近 3 届学生过程性考核分数分布

Fig. 3 Distribution of process assessment scores of students in recent three years

4 结束语

本文构建混合式教学成绩评分模型, 应用 AHP 方法确定指标及权重, 利用方根法对底层因素评分, (下转第 225 页)