

# 基于层次分析法的课堂教学质量评价体系研究

## ——以概率论与数理统计课程为例

曹淑霞<sup>1</sup>, 董翠玲<sup>1</sup>, 牛军强<sup>2\*</sup>

(1. 新疆师范大学 数学科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830017; 2. 新疆师范大学 地理科学与旅游学院, 新疆 乌鲁木齐 830054)

**摘要:** 课堂教学质量评价体系作为整个教学过程中的关键环节具有重要的地位, 传统的课堂教学质量评价模式单一、评价标准固定, 在一定程度上很难反映当前课堂教学效果。基于此, 文章以概率论与数理统计课程为例, 从学生的视角出发, 提出了准则层和指标层的影响因素, 构建课堂教学质量评价指标体系, 并利用层次分析法研究各影响因素的权重系数。实例分析进一步验证了模型的可行性、科学性, 为课堂教学质量评价研究提供了新方法。

**关键词:** 概率论与数理统计; 层次分析法; 学生视角; 教学质量评价体系

**中图分类号:** G420 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-9659(2024)04-0075-08

课堂教学是本科教育教学过程的一个重要环节, 其教学水平和质量直接影响着人才培养质量<sup>[1]</sup>。开展教师课堂教学质量评价活动, 对于引导教师不断进行教学观念转变, 促进教学内容和教学方法改革, 提高课堂教学质量和教学水平具有重要意义和作用<sup>[2]</sup>。如何建立科学合理、符合高校课程特点的课堂教学质量评价体系, 是学者们不断努力探索的热点问题。

包含实验内容的许多课程, 在教学过程中都需要借助各种软件实现理论与数据分析等实验的转化, 不仅要让学生掌握基本的概念、原理、实验方法以及分析问题的能力, 而且要注重提高学生的参与度, 培养其实践能力。然而, 这类课程的传统课堂教学质量评价模式比较单一, 并且往往使用统一的标准评价, 很难反映课程的教学效果。随着科学技术不断发展, 软件和实验设备越来越完善, 实验普及率不断提高, 目前更强调培养学生分析和解决实际问题的能力。因此, 从学生角度出发更多地关注教学效果, 实现多层次的课堂教学质量评价显得尤为重要。概率论与数理统计(以下简称“概率统计”)是高等学校教学中一门重要的基础数学课程<sup>[3]</sup>, 与大多数数学课程不同, 它是理论与实际操作紧密结合的一门课程。例如, 利用R软件实现基本的数据分析, 使学生更加直观地理解课程相关知识点。文章从学生的视角出发, 以概率统计课程为例, 探索和评估课堂教学质量评价体系, 旨在提供有效的教育策略和方法, 从而优化含实验内容课程的课堂教学实践, 激发学生的学习动机, 培养学生主动解决问题的能力, 提高课堂教学质量。

## 1 课堂教学质量指标体系构建

### 1.1 课堂教学质量研究现状

构建课堂教学质量评价指标体系是开展课堂教学质量评价的前提。目前, 课堂教学质量评价指标体系研究中常见的指标包括教师、学生、教学内容和教材、教学方法和手段、教学组织与管理、教学评价与反馈、教育环境与资源、教育效果和社会影响等。近年来, 利用层次分析法分析研究课堂教学质量评价指标体系

[收稿日期] 2023-11-29

[修回日期] 2024-01-30

[基金项目] 新疆维吾尔自治区自然科学基金项目(2023D01A037); 新疆师范大学优秀青年教师科研启动基金项目(XJNU202116)。

[作者简介] 曹淑霞(1991-), 女, 讲师, 主要从事概率统计方面研究, E-mail: shuxia@xjnu.edu.cn。

\* [通讯作者] 牛军强(1987-), 男, 讲师, 主要从事地理教学、气候变化方面研究, E-mail: niujq01@163.com。

已经成为学者们研究的热点,并且已经取得了许多的研究成果。代青等人主要以教师素质与态度、教学内容、教学方法、教学组织、教学效果为指标,利用层次分析法确定了指标权重<sup>[4]</sup>。陈友华选取教学态度、教学内容、教学方法、教学效果等指标,利用层次分析法确定了指标体系权重<sup>[5]</sup>。随着教学改革发展,越来越多的人更注重从不同的角度评价课堂教学,以提高教学质量。伍亚华等人从学生的角度出发建立了教学态度、教学内容、教学方法与手段、教学效果等因素集,采用层次分析法确定了各影响因素的权重<sup>[6]</sup>。黄煜栋等人利用课堂教学质量关注点不同的特点,综合考虑了企业技术人员、校内外督导、课程组成员、其他教师以及授课班级学生等因素,运用模糊层次分析法针对教学要求、教学内容、教学策略、教学方法、教学态度、教学效果等六个指标,建立了课堂教学质量评价指标体系<sup>[7]</sup>。张恺聆从不同的角度出发,确定了学生评价、同行(专家)评价、教学过程评价、教学效果评价为指标,根据层次分析法计算出了各指标的总权重<sup>[8]</sup>。以上研究均采用了层次分析法或模糊层次分析法确定指标权重,但选取的指标各不相同,这就意味着所关注的主体和出发的角度不同,导致最终的评价结果也不尽相同,然而统一的标准又难以满足不同学科的评价要求,因此探讨较为科学合理的评价指标变得尤为重要。

现代的教学模式更强调以学生为中心,提倡开展翻转课堂教学,引导学生自己思考<sup>[9]</sup>。在整个教学活动中,学生作为学习主体更能体现课堂教学效果。以学生视角对高校教学质量进行考量并改善,也成为国内外很多高校教学质量评价的重要组成部分<sup>[10]</sup>。因此,从学生的视角构建课堂教学质量评价体系具有重要意义。

## 1.2 构建概率统计课堂教学质量评价指标体系

通过对相关文献的分析,遵循评价指标构建的系统性、一致性、可比性和科学性等原则,在系统分析影响概率统计课堂教学质量各种因素的基础上,结合课堂教学质量现有研究成果,从学生的视角出发,充分考虑概率统计课程的培养目标和课堂教学特点,在调研咨询的基础上提出影响概率统计课程课堂教学质量评价指标,并根据各指标含义提出了相应的评价标准(表1)。

表1 课堂教学质量评价指标体系

目标层	准则层(A)	指标层(B)
教师课堂 教学质量 评价	A1 教学内容	B11 教师能够准确把握课程难易度,体现课程思政
		B12 教师能够清晰地讲解概率论与数理统计的核心概念和知识点
		B13 教学内容的重、难点突出
	A2 教学方法	B21 以问题导向激发学生的思考和参与
		B22 讲练结合,循序渐进
		B23 灵活采用多种教学方法,如:案例分析、实例演示、小组讨论等
	A3 教学手段	B31 强调学生之间的合作,激发学生的参与度和学习动力
		B32 应用R、Python等软件及各类实验课程,提升学生操作能力
		B33 利用多媒体教学,增加教学的多样化与互动性
	A4 课堂反馈	B41 给予学生充分的互动和讨论机会,鼓励学生提问、回答问题与同学交流
		B42 课前准备充分,讲课有热情,课后辅导答疑,认真及时批改作业
		B43 主动与学生交流,帮助学生纠正错误,提高学习效果
	A5 教学 效果评价	B51 能激发学生的参与度,课堂气氛活跃
		B52 学生能够掌握重点概念和知识
		B53 学生基本掌握相关软件、实验相关操作,能够理论联系实际

## 2 课堂教学质量评价模型

### 2.1 层次分析法

层次分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)是美国运筹学家托马斯·塞蒂于20世纪70年代提出的一种定性和定量相结合的决策方法<sup>[11]</sup>,是一种多准则决策方法,是用于决策问题的分析方法,此方法通过将问

题分解成多个层次、多个因素,并对这些因素进行比较和评价,从而得出最优决策方案。根据概率统计课堂教学质量评价的相关研究,文章构建的层次结构模型分为三层,首先是目标层,即如何评价概率论与数理统计课堂教学质量;其次是准则层,即影响评价结果的五个因素;最后是指标层,即五个准则层对应的主要影响因子。

## 2.2 评价指标权重的确定

文章采用AHP评价尺度<sup>[12]</sup>,由评价小组专家对五个评价指标进行两两比较,构造准则层的判断矩阵 $A$ ,计算 $A$ 中各指标的权重,并做归一化处理,结果如表2所示。

表2 准则层指标对比结果及权重表

准则层	A1	A2	A3	A4	A5	权重( $\omega$ )
A1	1	1/2	1/3	1/2	1/4	0.0798
A2	2	1	1/2	1/3	1/3	0.1115
A3	3	2	1	1/2	1/3	0.1731
A4	2	3	2	1	1/3	0.2284
A5	4	2	3	3	1	0.4072

根据表2,判断矩阵如下

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1/2 & 1/3 & 1/2 & 1/4 \\ 2 & 1 & 1/2 & 1/3 & 1/3 \\ 3 & 2 & 1 & 1/2 & 1/3 \\ 2 & 3 & 2 & 1 & 1/3 \\ 4 & 2 & 3 & 3 & 1 \end{pmatrix}$$

$A$ 的每一行元素的几何平均值的计算公式为

$$\bar{\omega}_i = \sqrt[5]{a_{i1} \cdot a_{i2} \cdot a_{i3} \cdot a_{i4} \cdot a_{i5}}, (i = 1, 2, 3, 4, 5)$$

计算得  $\bar{\omega} = (0.4611, 0.6444, 1.0000, 1.3195, 2.3522)^T$ , 做归一化处理后的向量为  $\omega = (0.0798, 0.1115, 0.1731, 0.2284, 0.4072)^T$ , 求解 $A$ 的最大特征值  $\lambda_{\max} = 5.0829$ ,  $CI = \frac{\lambda_{\max} - 5}{4} = 0.0207$ .

$CI$ 越小,说明判断矩阵的一致性越强,否则一致性较弱,判断出现偏离。为检验判断矩阵是否有一致性,即检查各项指标的重要性评价是否科学,是否符合逻辑<sup>[3]</sup>,将 $CI$ 与矩阵平均随机性指标 $RI$ (Random Index)的比值称为检验系数 $CR$ 。当 $CR < 0.1$ 时,则认为判断矩阵 $A$ 通过一致性检验;如若 $CR > 0.1$ ,则认为判断矩阵 $A$ 未通过一致性检验,需要重新调整判断矩阵 $A$ 的元素值,使得计算结果满足 $CR < 0.1$ 。通用的平均随机一致性指标如表3所示。

表3 平均随机一致性指标

$n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$RI$	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

根据表1可知 $n = 5$ ,  $RI = 1.12$ , 则

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.0207}{1.12} = 0.0185 < 0.1$$

判断矩阵 $A$ 满足一致性检验要求。由此可知, $\omega$ 的各分量是准则层每个因素所对应的权重。

同理,可以计算出指标层15个相应因子的权重, $B$ 相对于 $A_1 \sim A_5$ 的指标记作 $B-A_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ),具体计算结果如表4~表8所示。

表4 B-A1的指标对比结果

	B11	B12	B13	权重
B11	1	2	4	0.5842
B12	1/2	1	1	0.2318
B13	1/4	1	1	0.1840

表5 B-A2的指标对比结果

	B21	B22	B23	权重
B21	1	1/2	1/3	0.1634
B22	2	1	1/2	0.2970
B23	3	2	1	0.5396

表6 B-A3的指标对比结果

	B31	B32	B33	权重
B31	1	1	3	0.4434
B32	1	1	2	0.3874
B33	1/3	1/2	1	0.1692

表7 B-A4的指标对比结果

	B41	B42	B43	权重
B41	1	1/2	4	0.3586
B42	2	1	3	0.5171
B43	1/4	1/3	1	0.1243

表8 B-A5的指标对比结果

	B51	B52	B53	权重
B51	1	1/3	1/4	0.1172
B52	3	1	1/3	0.2684
B53	4	3	1	0.6144

由表4~表8计算可得,B相对于A1~A5指标的判断矩阵的CI分别为0.0268,0.0046,0.0091,0.0539和0.0368,检验系数CR分别为0.0462,0.0079,0.0158,0.0930和0.0634,均小于0.1,因此满足一致性检验要求,说明 $\omega_j$ 的分量为各指标层因子所对应的权重。

基于此,根据准则层和指标层各因素所占的权重,计算出总的评价体系的总权重,计算公式如下

$$\text{总权重}(\omega'_i) = \text{准则层权重}(\omega_i) * \text{指标层权重}(\omega_{ij}), (i = 1, \dots, 5; j = 1, 2, 3)$$

具体计算结果如表9所示。通过各分项的评分,可以客观地进行课堂教学质量评价。

表9 课堂教学质量评价指标权重

目标层	准则层(A)	权重	指标层(B)	权重	总权重(%)
教师课堂 教学质量评价	A1	0.0798	B11	0.584	4.660
			B12	0.232	1.850
			B13	0.184	1.470
	A2	0.1115	B21	0.163	1.820
			B22	0.297	3.310
			B23	0.540	6.020

续表

目标层	准则层(A)	权重	指标层(B)	权重	总权重(%)
教师课堂 教学质量评价	A3	0.1731	B31	0.443	7.680
			B32	0.387	6.710
			B33	0.169	2.930
	A4	0.2284	B41	0.359	8.190
			B42	0.517	11.810
			B43	0.124	2.840
			B51	0.117	4.770
	A5	0.4072	B52	0.268	10.930
			B53	0.614	25.020

### 3 具体数值模拟与实际应用

概率统计课程是理论与实践结合较为紧密的一门课程,在具体教学过程中,涉及统计软件、相关实验设计等,符合文章所提出的评价指标模型。基于此进行具体的模拟实验。

#### 3.1 课堂教学质量评价模拟

以某高校概率统计课程为例,进行课堂教学质量评价,设定每个指标评价分为10分制。某学生打分统计结果如表10所示,其中,权重得分是按表9中的总权重计算所得(以下称作权重得分)。

表10 某学生打分结果统计

指标	评分值	权重得分
B11	6	0.28
B12	7	0.13
B13	6	0.09
B21	8	0.15
B22	9	0.30
B23	10	0.60
B31	8	0.61
B32	8	0.54
B33	9	0.26
B41	7	0.57
B42	8	0.94
B43	8	0.23
B51	8	0.38
B52	7	0.76
B53	9	2.25
最终得分	7.87	8.10

由表10可知,该学生评分值的算术平均值为7.87,权重得分为8.10,权重得分明显高于算数平均值得分。事实上,教学效果在综合评价中占较大的比重。在教学效果中,学生基本掌握统计数据分析和统计报告撰写的能力所占比重较大,在很大程度上说明在概率统计课程中,学生更倾向于将掌握的理论知识付诸实践。同样,在具体应用中不断凝练知识体系,使学生更加系统地掌握知识,从而激发学生的学习兴趣 and 求知欲,符合普遍的教学评价结果。这一分差也在一定程度上反映了课堂教学质量的优劣,评价等级普遍认为9.5分以上为优秀,8分到9.5分为良好,那么按照权重得分,本次的课堂质量综合评价则为优秀,而以算数平均值评价则为良好,评价结果发生了质的变化。依据最大隶属度原则,该课堂教学质量较好,因此采用权

重得分评判更加合理。同时,根据学生打分结果的权重得分,教师可客观地对每个指标进行分析,针对相应的指标得分动态化调整课堂教学内容、方法等,不断提高教学水平和教学效果。

### 3.2 具体案例应用

根据模拟某学生的打分情况,文章更倾向于权重得分结果,该结果更能体现课堂教学质量。然而,在统计某个班级的全体学生(40人)评教分数时,还需要考虑学生评教时主观因素的影响。为了减少这些因素的干扰,文章做了与表2同样的处理。结合多方面考虑,选取3个主要的学生课堂影响因素:出勤率(C1)、作业完成率(C2)、课堂参与率(C3)。利用层次分析法计算结果如表11,得到学生课堂影响因素的权重为  $\alpha = (0.3586, 0.5171, 0.1243)^T$ 。

表11 课堂影响因素对比结果

	C1	C2	C3	权重
C1	1	1/2	4	0.3586
C2	2	1	3	0.5171
C3	1/4	1/3	1	0.1243

根据学生上课出勤率、提交作业数量和质量、课堂参与率等因素统计各项分数。首先,通过 $\alpha$ 加权课堂影响因素得到权重分值 $H_i$ ;其次,计算影响因素系数,即为 $H_i$ 与最大权重分值的比值,并做归一化处理;最后,计算每个学生的课堂影响因素权重及最终的课堂教学评价分值,结果如表12所示。具体计算步骤如下:

(1)统计全班学生的课堂影响因素各项分值,利用权重 $\alpha$ 计算课堂影响因素权重分值 $H_i, i = 1, \dots, n$ ,权重分值的最大值记为 $H_{\max}$ ;

(2)计算每个学生的课堂影响因素的权重分值 $H_i$ 与最大值 $H_{\max}$ 的比值,即

$$\beta_i = \frac{H_i}{H_{\max}}$$

(3)归一化处理 $\beta_i$ ,具体公式如下

$$\gamma_i = \frac{\beta_i}{\sum_{i=1}^n \beta_i}$$

(4)计算最终的课堂教学评价:学生评教权重分值与 $\gamma_i$ 的乘积为最终的课堂教学质量评价。

表12 某班概率统计课堂教学质量评价统计分析结果

学号	评教权重分值	出勤率	作业	课堂参与率	课堂影响因素分值	归一化系数	最终得分值
01	95	10	10	10	10.00	0.032	3.004
02	85	8	8	7	7.88	0.025	2.117
03	87	9	10	10	9.64	0.030	2.652
04	70	7	6	4	6.11	0.019	1.353
05	70	8	6	6	6.72	0.021	1.487
06	75	7	6	7	6.48	0.021	1.538
07	76	6	7	6	6.52	0.021	1.566
08	94	9	9	10	9.12	0.029	2.712
09	90	9	9	10	9.12	0.029	2.597
10	82	8	8	9	8.12	0.026	2.107
11	95	10	10	10	10.00	0.032	3.004
12	78	8	7	7	7.36	0.023	1.815
13	92	10	10	10	10.00	0.032	2.909

续表

学号	评教权重分值	出勤率	作业	课堂参与率	课堂影响因素分值	归一化系数	最终得分值
14	80	10	10	10	10.00	0.032	2.530
15	85	10	10	10	10.00	0.032	2.688
16	60	5	5	4	4.88	0.016	0.925
17	70	7	8	6	7.39	0.023	1.636
18	60	5	4	6	4.61	0.015	0.874
19	85	10	10	7	9.63	0.030	2.588
20	82	9	10	8	9.39	0.030	2.436
21	86	10	10	8	9.75	0.031	2.652
22	83	10	10	8	9.75	0.031	2.560
23	90	10	10	10	10.00	0.032	2.846
24	78	7	8	6	7.39	0.023	1.823
25	80	7	10	8	8.68	0.027	2.195
26	75	7	6	6	6.36	0.020	1.508
27	55	5	5	3	4.75	0.015	0.826
28	80	8	7	7	7.36	0.023	1.862
29	90	10	10	10	10.00	0.032	2.846
30	56	5	4	4	4.36	0.014	0.772
31	89	10	10	10	10.00	0.032	2.814
32	62	6	6	5	5.88	0.019	1.152
33	60	6	5	4	5.23	0.017	0.993
34	70	7	6	5	6.23	0.020	1.380
35	85	8	9	6	8.27	0.026	2.223
36	85	8	9	7	8.39	0.027	2.256
37	86	9	8	7	8.23	0.026	2.240
38	88	10	10	9	9.88	0.031	2.748
39	75	6	7	6	6.52	0.027	1.546
40	70	7	6	5	6.23	0.020	1.380

表12是某班概率统计课堂教学质量评价统计分析结果,通过计算可得,加权学生课堂影响因素系数之后的最终得分值为81.16,而评教权重分值的算术平均值为78.85,二者相比较,评价分数有所提高。通过统计分析发现,学生的评教分数与课堂影响系数有关,评教分数较高的学生,其课堂影响系数也相对较高,从而所占权重较大,反之亦然,这一现象符合实际情况。利用层次分析法对课堂因素建立权重系数,使得学生评教结果更客观、更准确、更符合实际情况,大大减少了人为因素的干扰。因此,可以在课堂教学质量评价系统进行各项因素权重的设置,使得这类含实验内容的课程课堂教学评价更具客观性和教学指导性。

#### 4 结语

文章采用层次分析法构建课堂教学质量评价体系权重系数和课堂影响因素权重系数,对班级概率统计课堂教学质量进行评价,使得课堂教学评价更具科学性、合理性,有效地避免了评价指标体系权重决定时的随意性。评价结果更加真实地反映了学生课堂学习情况和教师的教学水平,为教师能够极大地掌握学生的学习实际情况提供了参考,也为教师能够及时调整教学方案奠定了基础。数据模拟和实例表明,通过层次

分析法构建课堂教学质量评价模型,具有一定的客观性和可行性,为课堂教学质量综合评价提供了新思路。

### 参考文献:

- [1] 王景然,张锦化,韩兵强.浅析我国高校目前学生评教存在的问题及对策[J].教育教学论坛,2019,(09):236-237.
- [2] 丁家玲,叶金华.层次分析法和模糊综合评判在教师课堂教学质量评价中的应用[J].武汉大学学报:社会科学版,2003,(02):241-245.
- [3] 周菊玲.概率论与数理统计课程的教学实践与研究[J].新疆师范大学学报(自然科学版),2017,36(04):80-82.
- [4] 代青,白炳泉,贾继兵,等.基于层次分析法和证据理论的课堂教学质量综合评价[J].信息工程大学学报,2010,11(06):664-667.
- [5] 陈友华.基于层次分析法教师课堂教学质量评价体系权重分析[J].黑龙江教育学院学报,2016,35(02):45-47.
- [6] 伍亚华,石亚中.学生视角下的地方应用型本科院校课堂教学质量模糊综合评价[J].蚌埠学院学报,2020,9(05):94-98.
- [7] 黄煜栋,陈兰生.模糊层次分析法在课堂教学质量评价中的应用[J].中国教育信息化,2015,(14):82-86.
- [8] 张恺聆.基于层次分析法的应用型大学课堂教学质量评价指标体系研究[J].中国多媒体与网络教学学报,2020,(12):240-242.
- [9] 徐旭华,赵春燕,李玲,等.基于课程思政理念下概率论与数理统计教学改革与实践探索[J].新疆师范大学学报(自然科学版),2022,41(04):81-86.
- [10] 陈琼娥.大学生课堂体验:基于学生视角的教学质量评价[J].集美大学学报(教育科学版),2014,15(01):59-64.
- [11] 张炳江.层次分析法及其应用案例[M].北京:电子工业出版社,2014.
- [12] 戴锋,吴松涛.现代管理工程[M].北京:国防工业出版社,2007.

## Research of Classroom Teaching Quality Evaluation System based on Analytic Hierarchy Process

—Taking Probability Theory and Mathematical Statistics as an Example

CAO Shu-xia<sup>1</sup>, DONG Cui-ling<sup>1</sup>, NIU Jun-qiang<sup>2\*</sup>

(1.College of Mathematical Sciences, Xinjiang Normal University, Urumqi, Xinjiang, 830017, China;

2.College of Geographic Science and Tourism, Xinjiang Normal University, Urumqi, Xinjiang, 830054, China)

**Abstract:** The evaluation system of classroom teaching quality is an important link in the entire teaching process and also occupies an important position. The traditional classroom teaching quality evaluation model is single and the evaluation standard is fixed, which is difficult to reflect the current classroom teaching effect to a certain extent. Based on the above questions, taking the course of probability and statistics as an example, the article proposes the influencing factors of criterion layer and index layer to construct the evaluation index system of classroom teaching quality from the perspective of students. The analytic hierarchy process is used to study the weight coefficient of each influencing factor. The case analysis further verifies the feasibility and scientificity of the model, and provides a new method for the evaluation of classroom teaching quality.

**Keywords:** Probability theory and mathematical statistics; Analytic hierarchy process; Students' perspective; Teaching quality evaluation system