

基于层次分析法的教师教学质量评价研究

卜春芬

(昆明学院 物理科学与技术系, 云南 昆明 650214)

摘要:为评价教师教学质量,需探寻影响教师教学质量的主要因素.运用层次分析法构造教师教学质量递阶层次结构与判断矩阵,并利用 MATLAB 软件对判断矩阵进行一致性检验的计算,从而构建教师教学质量评价模型,采用所构建的模型对教师教学质量的调查数据进行定量处理.结果表明,使用构建的教师教学质量模型对教师教学质量进行量化评价的方法切实可行,并丰富了评价手段.

关键词:层次分析法;判断矩阵;一致性检验;权重;合成权重

中图分类号:G880.41 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-5639(2016)06-0109-05

DOI:10.14091/j.cnki.kmxyxb.2016.06.025

Research on the Evaluation of Teachers' Teaching Quality Based on Analytic Hierarchy Process

BU Chunfen

(Department of Physics Science and Technology, Kunming University, Kunming, Yunnan, China 650214)

Abstract: In order to evaluate the teachers' teaching quality, and explore the main factors affecting the teaching quality of teachers. By using analytic hierarchy process, the hierarchical structure and the judgment matrix for the teachers' teaching quality are constructed. Meanwhile, the judgment matrix is calculated with consistency test by utilizing the MATLAB software in order to construct an evaluation model about teachers' teaching quality, and then the survey data of teachers' teaching quality are quantitatively processed with the constructed model. The results show that the constructed model can quantitatively evaluate the teachers' teaching quality, and acquire the practical and abundant evaluation method.

Key words: analytic hierarchy process; judgment matrix; consistency test; weight; synthetic weight

教师教学质量评价就是根据教学目的,应用一切可行的评价技术手段对教师教学质量进行测定、衡量,并予以价值判断的过程.从理论层面来讲,适时客观的教学评价,可以使教师转变教学观念,明确教学工作中需要努力的方向.此外,教师教学质量评价可以调节教师的教学策略,尝试新的教学媒体和方法.^[1]但在实际教师教学质量评价过程中,由于缺乏量化依据或单纯由领导拍脑袋进行,使得评估流于形式,起不到应有的作用.基于上述原因,本文利用层次分析法和 MATLAB 软件对教师教学质量各影响因素进行分析和计算并构建模型,然后利用所构建的模型对教师教学质量的调查数据进行定量处理,为教师教学质量的评价提供量化依据^[2].从而在对教师教学质量评价时,可以采用定性描述与定量分析相结合的方法进行,进一步丰富了评价手段.

法进行,进一步丰富了评价手段.

1 基于层次分析法的教师教学质量分析

1.1 构造教师教学质量的递阶层次结构

采用文献资料法、问卷调查法、数理统计法和专家意见等方法对教师教学质量现状进行调查统计,调查问卷表见附表 A.由于教师教学质量的影响因素较多,因此本文仅对其主要影响因素进行探讨.此外,为使构建数学模型后续工作的顺利开展,各影响因素用相应的字母表示,并由图 1 给出它们之间的关系.

1.2 构造判断矩阵

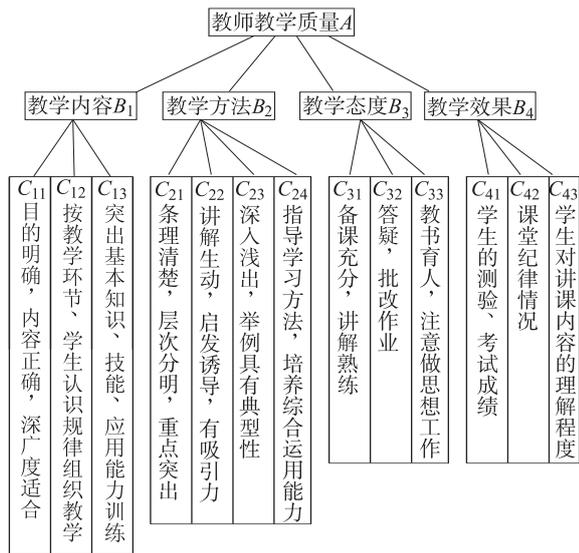
1.2.1 判断矩阵的量化方法

根据图 1 的递阶层次结构,采用层次分析法中两两比较的方法构造判断矩阵,对教师教学质量的

收稿日期:2016-04-28

基金项目:昆明学院校级课题(XJL14003).

作者简介:卜春芬(1978—),女,云南大理人,讲师,硕士,主要从事教育技术研究.



1: 目标层A; 2: 准则层B_i; 3: 子准则层C_{ij}.

图1 教师教学质量的递阶层次结构

影响因素进行相对重要程度的量化,即采用数量形式建立判断尺度. 量化方法如下表1所示. 例如: B_i比B_j稍微重要,则B_{ij} = 3;反之,比较B_j对B_i的重要程度,则B_{ji} = 1/3,由此可知B_{ii} = 1, B_{ji} = B_{ij}^[3]

表1 判断矩阵元素B_{ij}的标度方法

标度	含义
1	B _i 和B _j 同样重要
3	B _i 比B _j 稍微重要
5	B _i 比B _j 明显重要
7	B _i 比B _j 强烈重要
9	B _i 比B _j 极端重要
2,4,6,8	介于上述两个判断的中间值
倒数	因素i与j比较的判断为B _{ij} , 则因素j与i比较的判断为B _{ji} = 1/B _{ij}

1.2.2 建立教师教学质量的各判断矩阵

根据教师教学质量的递阶层次结构,构造判断矩阵A. 判断矩阵A是以第1级评价体系中的影响因素作为评价标准,在准则层中对教学内容B₁、教学方法B₂、教学态度B₃和教学效果B₄进行两两比较. 依据表1中的量化方法和调查问卷(附表A)中的调查数据进行主观判断比较,例如B₂相对于B₁稍微重要则判断尺度为3,反之,B₁相对于B₂的判断尺度则为1/3;B₂相对于B₄明显重要则判断尺度为5,反之,B₄相对于B₂的判断尺度则为1/5. 以此类推,可得出其他数值. 则判断矩阵A如下式

所示:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & 1 \\ 3 & 1 & 1 & 5 \\ 2 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & \frac{1}{5} & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix}$$

根据教师教学质量的递阶层次结构,构造判断矩阵B₁,B₂,B₃和B₄. 最后得到教师教学质量的各判断矩阵如下列各式所示:

$$B_1 = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{7} \\ 3 & 1 & \frac{1}{5} \\ 7 & 5 & 1 \end{bmatrix};$$

$$B_2 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 4 & 2 \\ \frac{1}{3} & 1 & 3 & 2 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 2 & 1 \end{bmatrix};$$

$$B_3 = \begin{bmatrix} 1 & 7 & 3 \\ \frac{1}{7} & 1 & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{3} & 4 & 1 \end{bmatrix};$$

$$B_4 = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 2 \\ \frac{1}{4} & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{2} & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

1.3 计算层次单排序权向量及一致性检验

确定下层各因素对上层某因素影响程度的过程就是层次单排序. 一致性检验是指对判断矩阵确定不一致的允许范围,其检验方法是利用一致性指标CI和随机一致性指标RI计算出一致性比率CR来对判断矩阵进行检验的过程^[4].

假若CR小于0.1,则判断矩阵通过一致性检验,否则需重新构建判断矩阵. 对各判断矩阵进行一致性检验时,要引入RI参与计算. 引入RI方法为:随机构造500个成对比较矩阵A₁,A₂,...,A₅₀₀,则可得一致性指标CI₁,CI₂,...,CI₅₀₀,把500个CI平均即得到RI. 一般文献上给出1~9阶矩阵的RI值,如表2所示. 而本文利用的RI值是参照文献[4]中Saaty

已计算好的取值.

表 2 随机一致性指标

<i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>RI</i>	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51

由于判断矩阵的数值是主观判断得到的,可能会出现自相矛盾的情况,所以需要下一步的一致性检验来修正.如果建立的判断矩阵没有通过一致性检验,则需要重新建立判断矩阵^[5].本文利用 MATLAB 软件来计算最大特征值 λ_{\max} ,以及一致性指标 $CI = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1)$ 和一致性比率 $CR = CI/RI$,并完成一致性校验.

根据上述判断矩阵 *A*,利用 MATLAB 软件运行如下程序求解.

```

clc
clear
A = [1 1/3 1/2 1;
      3 1 1 5;
      2 1 1 2;
      1 1/5 1/2 1]; %根据判断矩阵 A 得到.

```

`[x,y] = eig(A)` % eig 是求特征值和特征向量命令.

```

eigenvalue = diag(y)
lamda = eigenvalue(1) %求最大特征值  $\lambda_{\max}$ .
CI = (lamda - 4)/3 %求相容性指标  $CI = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1)$ , n 指矩阵的阶数.
CR = CI/0.90 %求一致性比率  $CR = CI/RI$ , RI 从表 2 中查出.
w1 = x(:,1)/sum(x(:,1)) % 特征向量.

```

对 MATLAB 软件运行结果进行整理,结果如表 3 所示.

表 3 判断矩阵 *A* 及对应各准则的权重

<i>A</i>	<i>B</i> ₁	<i>B</i> ₂	<i>B</i> ₃	<i>B</i> ₄	ω_A
<i>B</i> ₁	1	1/3	1/2	1	0.137
<i>B</i> ₂	3	1	1	5	0.432
<i>B</i> ₃	2	1	1	2	0.309
<i>B</i> ₄	1	1/5	1/2	1	0.123

运算结果: $\lambda_{\max} = 4.080, CI = 0.027, CR = 0.030 < 0.1$. 因为 *CR* 小于 0.1,所以判断矩阵 *A* 有

满意的一致性,通过一致性检验,则特征向量(归一化后)即为权向量^[6-7].

根据上述判断矩阵, *B*₁ 更改程序运行 MATLAB 软件求解并整理,结果如表 4 所示.

表 4 判断矩阵 *B*₁ 及对应各子准则的权重

<i>B</i> ₁	<i>C</i> ₁₁	<i>C</i> ₁₂	<i>C</i> ₁₃	ω_{B1}
<i>C</i> ₁₁	1	1/3	1/7	0.081
<i>C</i> ₁₂	3	1	1/5	0.188
<i>C</i> ₁₃	7	5	1	0.731

运算结果: $\lambda_{\max} = 3.065, CI = 0.022, CR = 0.037 < 0.1$. 因为 *CR* 小于 0.1,所以判断矩阵 *B*₁ 有满意的一致性,通过一致性检验,则特征向量(归一化后)即为权向量.

根据上述判断矩阵, *B*₂ 更改程序运行 MATLAB 软件求解并整理,结果如表 5 所示.

表 5 判断矩阵 *B*₂ 及对应各子准则的权重

<i>B</i> ₂	<i>C</i> ₂₁	<i>C</i> ₂₂	<i>C</i> ₂₃	<i>C</i> ₂₄	ω_{B2}
<i>C</i> ₂₁	1	3	4	2	0.476
<i>C</i> ₂₂	1/3	1	3	2	0.254
<i>C</i> ₂₃	1/4	1/3	1	1/2	0.093
<i>C</i> ₂₄	1/2	1/2	2	1	0.177

运算结果: $\lambda_{\max} = 4.124, CI = 0.041, CR = 0.046 < 0.1$. 因为 *CR* 小于 0.1,所以判断矩阵 *B*₂ 有满意的一致性,通过一致性检验,则特征向量(归一化后)即为权向量.

根据上述判断矩阵, *B*₃ 更改程序运行 MATLAB 软件求解并整理,结果如表 6 所示.

表 6 判断矩阵 *B*₃ 及对应各子准则的权重

<i>B</i> ₃	<i>C</i> ₃₁	<i>C</i> ₃₂	<i>C</i> ₃₃	ω_{B3}
<i>C</i> ₃₁	1	7	3	0.659
<i>C</i> ₃₂	1/7	1	1/4	0.079
<i>C</i> ₃₃	1/3	4	1	0.263

运算结果: $\lambda_{\max} = 3.032, CI = 0.016, CR = 0.028 < 0.1$. 因为 *CR* 小于 0.1,所以判断矩阵 *B*₃ 有满意的一致性,通过一致性检验,则特征向量(归一化后)即为权向量.

根据上述判断矩阵 *B*₄ 更改程序运行 MATLAB 软件求解并整理,结果如表 7 所示.

表7 判断矩阵 B_4 及对应各子准则的权重

B_4	C_{41}	C_{42}	C_{43}	ω_{B4}
C_{41}	1	4	2	0.558
C_{42}	1/4	1	1/3	0.122
C_{43}	1/2	3	1	0.320

运算结果: $\lambda_{\max} = 3.018, CI = 0.009, CR = 0.016 < 0.1$. 因为 CR 小于 0.1, 所以判断矩阵 B_4 有满意的一致性, 通过一致性检验, 则特征向量(归一化后)即为权向量.

1.4 计算子准则层 C_{ij} 相对于目标层 A 的合成权重

根据层次分析法, 子准则层 C_{ij} 相对于 A 的合成权重等于 C_{ij} 相对于 B_i 的权重乘以 B_i 相对于 A 的权重, 得到合成权重记为 ω_{cij} . 例如: 从表 4 中查出 C_{11}

相对于 B_1 的权重等于 0.081, 从表 3 中查出 B_1 相对于 A 的权重等于 0.137, 则 C_{11} 相对于 A 的合成权重 ω_{c11} 等于 C_{11} 相对于 B_1 的权重乘以 B_1 相对于 A 的权重, 即 $\omega_{c11} = 0.081 \times 0.137 = 0.011$. 同理, 可以计算出 $C_{11}, C_{12}, C_{13}, C_{21}, C_{22}, C_{23}, C_{24}, C_{31}, C_{32}, C_{33}, C_{41}, C_{42}$ 和 C_{43} 相对于 A 的合成权重, 以上的 13 项合成权重相加等于 1. 具体数据见表 8.

2 应用实例分析

2.1 数据来源

本研究通过文献资料法、问卷调查法和理统计等方法对某校某系的教师教学质量进行调查分析. 发放问卷 510 份, 回收有效问卷 490 份.

表8 各影响因素对于教师教学质量的合成权重

合成权重	ω_{c11}	ω_{c12}	ω_{c13}	ω_{c21}	ω_{c22}	ω_{c23}	ω_{c24}	ω_{c31}	ω_{c32}	ω_{c33}	ω_{c41}	ω_{c42}	ω_{c43}
数值	0.011	0.026	0.100	0.206	0.110	0.040	0.076	0.203	0.024	0.082	0.068	0.015	0.039

2.2 数据分析

依据本文构建的教师教学质量模型, 选择某校具有代表性的 3 位老师所上的 3 门课程进行调查分析, 课程分别是“Flash 动画制作”“影视编辑技术”和“多媒体课件制作”. 下面采用构建的教师教学质量模型对 3 门课程进行定量分析. 设“Flash 动画制作”为课程 1, “影视编辑技术”为课程 2, “多媒体课件制作”为课程 3. 采用附表 A 中的调查问卷对 3 门课程进行全面考察, 利用表 8 中的权重值作为待评课程各要素

的权重值, 并使用调查问卷综合最后得出教师教学质量的各影响因素的平均分, 如表 9 所示.

2.3 数据处理

各课程相关影响因数的得分虽然可以通过调查表得出, 但由于影响因数较多, 导致无法判断课程教学质量的优劣. 而通过上述建构的模型, 则可应用合成权重数值和调查得分来判断 3 门课程教学质量的高低. 总体来说, 就是用各要素的得分乘以权重求出加权和得到 3 门课程的综合得分^[8]

表9 3门课程教师教学质量的各影响因素所得平均分

编号	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{24}	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{41}	C_{42}	C_{43}
1	91	78	85	82	90	85	84	86	80	75	86	87	81
2	89	82	90	83	88	81	82	91	85	75	90	80	78
3	88	76	78	82	83	86	75	90	85	80	86	84	72

利用表 9 中课程 1 的各影响因数的调查得分分别乘以各影响因数的合成权重数值(数据从表 8 中查出), 然后再相加得出综合得分 S_1 .

$$S_1 = 91 \times 0.011 + 78 \times 0.026 + 85 \times 0.100 + 82 \times 0.206 + 90 \times 0.110 + 85 \times 0.040 + 84 \times 0.076 + 86 \times 0.203 + 80 \times 0.024 + 75 \times 0.082 + 86 \times 0.068 + 87 \times 0.015 + 81 \times 0.039 \approx 83.952.$$

同理, 可得课程 2 和课程 3 的综合得分 S_2 和 S_3 .

$$S_2 = 89 \times 0.011 + 82 \times 0.026 + 90 \times 0.100 + 83 \times 0.206 + 88 \times 0.110 + 81 \times 0.040 + 82 \times$$

$$0.076 + 91 \times 0.203 + 85 \times 0.024 + 75 \times 0.082 + 90 \times 0.068 + 80 \times 0.015 + 78 \times 0.039 \approx 85.394,$$

$$S_3 = 88 \times 0.011 + 76 \times 0.026 + 78 \times 0.100 + 82 \times 0.206 + 83 \times 0.110 + 86 \times 0.040 + 75 \times 0.076 + 90 \times 0.203 + 85 \times 0.024 + 80 \times 0.082 + 86 \times 0.068 + 84 \times 0.015 + 72 \times 0.039 \approx 82.697.$$

通过上述计算, 则可根据综合得分的高低来判断 3 门课程教学质量情况, 因为 $S_2 > S_1 > S_3$, 说明课程 2 的教师教学质量最好, 其次是课程 1, 最后是课程 3. 由此可见, 只要给出各门课程关于教师教学

质量的各影响因素的得分,然后根据此评价模型计算出综合得分,则可依据得分的高低来判断教师教学质量,从而为教师教学质量的评价提供了量化判断依据.

2.4 数据检验

从某校教务处了解到近两年来这 3 门全校公选

课程的选课人数,数据见下表 10. 从选课的人数上可以看出,“影视编辑技术”课程最受学生欢迎. 这与本文应用层次分析法构建的教师教学质量评价模型的研究结果一致. 由此可见,本文的评价方法具有一定的参考价值,可在一定程度上为教师教学质量评价提供量化依据.

表 10 选课人数统计表

编号	课程名称	2014 年秋季	2015 年春季	2015 年秋季	2016 年春季	合计
1	Flash 动画制作	115	203	116	96	530
2	影视编辑技术	150	312	240	115	817
3	多媒体课件制作	120	92	101	80	393

3 小结

由于教师教学质量评价影响因素较多,且难以量化. 但采用基于层次分析法对教师教学质量进行量化并构建模型,利用所构建的模型对教师教学质量的调查数据进行定量处理,使定性评价精细化,提高了评价的合理性和可操作性. 此外,从本文以案例可以看出,采用定性和定量相结合的评价方法来评价教师教学质量,则更加科学、合理.

[参考文献]

[1]肖军. 咸宁市初中体育教师继续教育现状调查与分析[J]. 咸宁学院学报,2010,30(12):104-106.

[2]董玉成,杨义华. 层次分析法(AHP)中的检验[J]. 系统工程理论与实践,2004,24(7):105-110.
 [3]许树柏. 实用决策方法:层次分析法原理[M]. 天津:天津大学出版社,1988.
 [4]姜启源. 数学模型[M]. 3版. 北京:高等教育出版社,2003:224-238.
 [5]周宇峰,魏法杰. 不确定型模糊判断矩阵一致性逼近与权重计算的一种方法[J]. 运筹与管理,2006(2):27-31.
 [6]郭东硕,程正敏,彭茜. 基于 Matlab 的层次分析法及其运用浅析[J]. 信息技术,2011(12),269-270.
 [7]董玉成,杨义华. 层次分析法(AHP)中的检验[J]. 系统工程理论与实践,2004(7):105-110.
 [8]卜春芬. 基于层次分析法的中小学教师非学历继续教育培训课程选择方法[D]. 昆明:云南大学,2012.

附表 A 教师教学质量调查表(学生用)

年 级:	授课教师:	课程名称:			
主要因素	评价内容	评价分值			
		85~100分	75~85分	65~75分	65分以下
教学内容	目的明确,内容正确,深广度适合				
	按教学环节、学生认识规律组织教学 突出基本知识、技能、应用能力训练				
教学方法	条理清楚,层次分明,重点突出				
	讲解生动、启发诱导、有吸引力				
	深入浅出,举例具有典型性 指导学习方法,培养综合运用能力				
教学态度	备课充分,讲解熟练				
	答疑、批改作业 教书育人,注意做思想工作				
教学效果	学生的测验、考试成绩				
	课堂纪律情况 学生对讲课内容的理解程度				
综合评价					

注:根据评价内容,公正地对教师进行评价.