

土木工程专业教学效果的模糊综合评价^①

程海根

华东交通大学 土木建筑学院, 南昌 330013

摘要: 构建了三层次的模糊综合评价指标体系, 用于土木工程专业教学效果的评价。在这个指标体系中, 总体教学效果被细分为教学目标和教学投入、教学模式和教学理念、教学手段和考核方法、教学过程的可持续性 4 个二级指标, 这 4 个二级指标又被细分为 18 个三级指标。整个实证过程证实了三层次模糊综合评价模型对于土木工程专业教学效果评价的有效性。

关键词: 土木工程; 教学效果; 评价指标; 模糊综合评价

中图分类号: G642.0

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2017)01-0163-05

在大学专业体系设置中, 土木工程专业占有重要地位^[1]。土木工程专业为建筑行业、交通行业、水利行业、环保行业提供各级人才, 包括设计、管理及科研等方面^[2]。因此, 土木工程专业在学生培养过程中, 要注重理论知识和实践技能的综合培养, 这就对教学工作提出了很高的要求^[3]。各个高校为了提升土木工程专业的教学水平, 都致力于建立科学合理的教学效果评价体系, 以发现教学过程中存在的不足^[4]。王娜^[5]聚焦到《土木工程概论》这门课上, 对其教学方法的评价问题展开研究, 其着眼点是土木工程教学应该符合应用型人才的培养要求。聂忆华等^[6]认为, 土木工程专业的教学应该以学生为主体, 为此他建立了一种“学促教”的教学方法, 教师的教学过程通过评价发现问题并及时地反馈修正。为此, 他专门建立了五步法来系统地评价土木工程专业的教学效果。王信刚等^[7]指出, 土木工程专业的教学效果评价, 应该从 3 个方面展开, 包括授课内容和上课形式、实验实践环节、考核方法。唐小翠^[8]针对土木工程专业教学效果的评价问题, 提出了一种基于 CIPP 模式的评价体系, 将评价工作分为 7 个方面: 背景评价、投入评价、过程评价、影响评价、成效评价、可持续性评价、可推广性评价。综合前人的研究成果可知, 土木工程专业教学效果的评价涉及到多个层面、多个因素, 这就使得模糊综合评价方法具有较强的适应性^[9-10]。为此, 本文针对土木工程专业的教学效果评价, 构建一个分层次、多指标的模糊综合评价框架, 并以具体的案例来完成评价工作, 以证明模糊综合评价方法的可行性。

1 模糊综合评价模型

模糊综合评价模型是解决多层次、多因素对总体目标影响分析的重要方法, 其评价思路是根据各个影响因素的类别, 将其分别纳入到不同层次, 构建一个多层次的模糊评价框架。从最底层开始, 分析层间各个影响因素的重要程度, 构建本层的模糊评价矩阵; 采用统计计算方法计算出各个因素的重要性权重, 进而进行可信性检验; 通过检验后向上逆推, 再次进行上一层各因素的重要性权重计算; 直到逆推回总体评价目标。重要性程度的计算, 依赖于评价量化分值表, 如表 1 所示。

在一个层次内, 将各个影响因素分别按照行和列进行排布, 并按照行和列的对应关系, 两两比较各个影响因素的重要程度, 可以得出评估矩阵 $A = (a_{ij})$ 。

① 收稿日期: 2016-07-13

作者简介: 程海根(1971-), 男, 江西乐平人, 博士研究生, 副教授, 主要从事土木工程研究。

表 1 模糊综合评价的量化分值表

等级	量化依据	量化评分
第一级	因素甲和因素乙同等重要	1/1
第二级	因素甲比因素乙重要一些	3/1
第三级	因素甲比因素乙重要	5/1
第四级	因素甲比因素乙重要很多	7/1
第五级	因素甲比因素乙格外重要	9/1
第六级	因素甲比因素乙次要一些	1/3
第七级	因素甲比因素乙次要	1/5
第八级	因素甲比因素乙次要很多	1/7
第九级	因素甲比因素乙格外次要	1/9

获得 $A = (a_{ij})$ 后, 可以根据模糊综合评价方法, 去计算各个影响因素对于上层评价目标的权重, 其统计意义上的计算方法为

$$\omega_i = \frac{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}}{\sum_{i=1}^n \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}}$$

(1)

上式中 a_{ij} 表示第 i 个因素相对于第 j 个因素的比较结果, ω_i 表示下层第 i 个因素对上层某因素影响程度的权值. 公式(1)中的权重是否合理, 需要进一步通过可信度检验, 如公式(2) – (4) 所示.

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(Aw)_i}{\omega_i}$$

(2)

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

(3)

$$CRE = \frac{CI}{RI}$$

(4)

式(2),(3),(4)中 $\lambda_{\max}$ 表示因素影响程度权值矩阵的最大特征根值; CI 表示一致性指标, n 为矩阵的特征根之和; RI 表示随机一致性指标, CRE 表示一致性比率. 最终计算出 CRE 后, 就根据它来判断权重合理性是否可信. 如果 CRE 在 0.1 以下, 就表明模糊综合评价的计算过程是可信的, 计算结果也是可信的, 权重是合理的; 否则, 就需要重新计算.

2 教学效果评价的指标设计和数据处理

2.1 指标设计

为了完成土木工程专业教学效果的模糊综合评价, 本文建立了一个三层次的评价指标体系. 在这个体系之中, 土木工程教学效果为一级指标; 一级指标在第二层次被细分为 4 个二级指标, 包括教学目标和教学投入、教学模式和教学理念、教学手段和考核方法、教学过程的可持续性; 4 个二级指标在第三层被进一步细分, 形成 18 个三级指标. 至此, 得到土木工程专业教学效果的评价指标, 如表 2 所示.

2.2 数据处理

为了获得实证分析所需的原始数据, 以我校 2012 级土木工程专业的一个班级为实验班, 对班级中 30 名同学进行问卷调查. 同时, 聘请 10 位该领域内专家也进行同样的问卷调查. 问卷中具体的问项设置如表 2 中的三级指标.

对于各个问项, 被调查者可以按照 60, 70, 80, 90, 100 这样的分值给出评分. 将 30 名同学随机分为 3 组, 每组 10 名同学, 这 10 名同学给每个问项的分值的均值为一项可用分值, 相应的数学处理为

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^{10} A_i^j}{10}$$

(5)

公式(5)中, A_i^j 表示第 j 名同学就 A_i 给出的评分.
类似地, 将 10 位该域内专家随机分为 2 组, 每组 5 名专家, 这 5 名专家给每个问项的分值的均值为一项可用分值.

表 2 土木工程专业教学效果的评价指标设计

一级指标	二级指标	三级指标
土木工程专业 教学效果 C1	教学目标和 教学投入 B1	A1：土木工程专业的人才培养目标是否明确
		A2：土木工程专业的教学目标是否明确
		A3：土木工程专业的教学平台是否建立
		A4：土木工程专业的教学设施是否完备
	教学模式和 教学理念 B2	A5：土木工程专业的教学是否突出了学生的主体地位
		A6：土木工程专业的教学是否建立了创新模式
		A7：土木工程专业的教学是否引入了先进理念
		A8：土木工程专业的教学是否满足了学生的心理预期
	教学手段和 考核方法 B3	A9：土木工程专业的教学是否采用板书结合多媒体
		A10：土木工程专业的教学是否注重理论联系实际
		A11：土木工程专业的教学是否突出了软件的可操作性
		A12：土木工程专业的考核是否采取了差异化机制
		A13：土木工程专业的考核是否更符合应用型人才培养
	教学过程的 可持续性 B4	A14：土木工程专业的教学是否增强了学生的学习兴趣
		A15：土木工程专业的教学是否使学生了解了行业动态
		A16：土木工程专业的教学是否使学生形成了自学能力
		A17：土木工程专业的教学是否使学生独立解决问题
		A18：土木工程专业的教学是否使学生具备工程素质

这样可以得到 3 项学生分值和 2 项专家分值，进一步按照这 5 项分值进行标度处理，即将最低分值映射为 60 分，将最高分值映射为 100 分，将其他分值也进行类似的区间映射，其数学处理为

$$A_i^* = \frac{A_i - A_{\min}}{A_{\max} - A_{\min}} \times 40 + 60$$

(6)

在公式(6)中， A_i^* 表示第 i 项指标 A_i 进行区间映射后的分值， A_i 表示第 i 项指标的问卷得分值， $A_{\max}$ 和 $A_{\min}$ 分别表示第 i 项指标问卷得分值中的最高和最低得分值。

最终，得到实证分析所需的数据如表 3 所示。

表 3 三级指标的实证数据

指标	学生分值 1	学生分值 2	学生分值 3	专家分值 1	专家分值 2
A1	60	75	82	91	100
A2	69	60	85	100	94
A3	60	83	88	100	96
A4	60	71	81	93	100
A5	60	75	87	95	100
A6	100	87	66	60	63
A7	60	79	88	100	97
A8	60	70	82	92	100
A9	60	71	83	91	100
A10	66	60	88	97	100
A11	79	100	81	60	91
A12	100	91	85	73	60
A13	100	89	80	68	60
A14	76	60	75	87	100
A15	61	60	79	84	100
A16	60	61	80	91	100
A17	60	68	79	88	100
A18	66	60	73	84	100

从表 3 中的数据可以看出，很多指标学生和专家的判断存在歧义，这间接地表明教学工作者对于学生

的需求了解得还不是很准确,而学生对于教学工作者的价值取向也没有完全认同.当然,这些不一致与学生和专家的年龄、社会经验的差异密切相关.

3 土木工程专业教学效果评价的实证结果与分析

3.1 各级指标权重计算

以二级指标 B_4 为例,其下细分了 $A_{14},A_{15},A_{16},A_{17},A_{18}$ 这样 5 个三级指标,根据表 3 中的数据,以及表 2 的判断依据,可以得到这 5 个三级指标对 B_4 的重要性矩阵为

$$H = \begin{bmatrix} B_4 & A_{14} & A_{15} & A_{16} & A_{17} & A_{18} \\ A_{14} & 1 & 4 & 5 & 2 & 3 \\ A_{15} & 0.25 & 1 & 0.5 & 0.33 & 0.50 \\ A_{16} & 0.20 & 2 & 1 & 0.25 & 0.33 \\ A_{17} & 0.50 & 3 & 4 & 1 & 2 \\ A_{18} & 0.33 & 2 & 3 & 0.50 & 1 \end{bmatrix}$$

依托这个矩阵,根据公式(1)可以计算 $A_{14},A_{15},A_{16},A_{17},A_{18}$ 相对于 B_4 的权重,分别是 0.07,0.27,0.33,0.13,0.20.再根据公式(2),(3),(4)检验其可信性,可得 $CRE = 0.06 < 0.1$,说明上述权重计算结果是可信的.

以此类推,分别可以计算出:
 A_1,A_2,A_3,A_4 相对于 B_1 的权重分别为 0.12,0.04,0.60,0.24.
 A_5,A_6,A_7,A_8 相对于 B_2 的权重分别为 0.09,0.18,0.27,0.46.
 $A_9,A_{10},A_{11},A_{12},A_{13}$ 相对于 B_3 的权重分别为 0.15,0.04,0.46,0.05,0.30.
 B_1,B_2,B_3,B_4 相对于 C_1 的权重分别为 0.26,0.50,0.08,0.16.

3.2 教学效果的模糊综合评价结果

在表 3 数据和各级指标权重的基础上,逐级逆推就可以获得我校土木工程实验班的教学效果评价结果.对于第三级指标 A_1 到 A_{18} ,根据表 3 中 5 个分值的数据求取均值,作为其分值.依据第三级指标的权重和均值可以计算出二级指标的分值,采用的方法是加权求和.以此类推,可以获得土木工程教学效果的评价效果,如表 4 所示.

表 4 土木工程教学效果的评价结果

指标	分值	指标	权重	分值	指标	权重	分值
C1	81.2	B1	0.26	83.7	A1	0.12	81.6
					A2	0.04	81.6
					A3	0.60	85.4
					A4	0.24	81.0
		B2	0.50	81.1	A5	0.09	83.4
					A6	0.18	75.2
					A7	0.27	84.8
					A8	0.46	80.8
		B3	0.08	81.1	A9	0.15	81.0
					A10	0.04	82.2
					A11	0.46	82.2
					A12	0.05	81.8
		B4	0.16	77.8	A13	0.30	79.4
					A14	0.07	79.6
					A15	0.27	76.8
					A16	0.33	78.4
					A17	0.13	79.0
					A18	0.20	76.6

从表 4 中的模糊综合评价结果可以看出,我校土木工程专业的教学效果总体得分为 81.2,因最低分值设定为 60、最高分值设定为 100,这说明目前的教学效果处于中等水平;教学目标和教学投入指标得分为

83.7、教学模式和教学理念指标得分为 81.1、教学手段和考核方法指标得分为 81.1，也都处于中等水平；教学过程的可持续性指标得分仅为 77.8，处于中等偏下水平。

4 结 论

针对土木工程专业教学效果的评价问题，提出了一种基于模糊综合评价模型的评价方法。在本文构建的模糊综合评价框架中，土木工程教学效果作为一级指标，被细分为 4 个二级指标、18 个三级指标。以我校土木工程专业实验班为例展开实证研究，实证结果显示教学总体效果处于中等水平，而教学过程的可持续性指标尚未达到中等水平。

这样的评价结果表明，我校土木工程专业的教学效果和预期目标还有很大差距。如何进一步协调教师教学目标和学生学习目标之间的差异，增强学生实际能力的培养，提升学生对专业知识的可持续学习能力，成为今后土木工程专业的教学重点。

参考文献：

[1] AYAJIKI K, KINDERMANN M, HECKER M, et al. Study of the PrêTrogaphy and Thermal Conductivity of Some Natural Materials Used in Civil Engineering(In French and Flemish) [J]. Circulation Research, 2006, 78(5): 750—758.

[2] 高朝虹. 浅谈土木工程专业实践教学存在的问题及对策——以九江学院为例 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2015, 40(9): 229—233.

[3] MEESE N, MCMAHON C. Analysing Sustainable Development Social Structures in an International Civil Engineering Consultancy [J]. Journal of Cleaner Production, 2012, 23(1): 175—185.

[4] DOMANSKI T. Probability Calibration of Load Duration Modification Factor for Timber Roofs in the Polish Mountain Zones [J]. Archives of Civil Engineering, 2015, 60(2): 104—108.

[5] 王 娜. 《土木工程概论》教学方法评价及建议——基于应用型人才培养目标进行专业基础课改革的意见和建议[J]. 陕西教育, 2009(7): 122.

[6] 聂忆华, 曹国娥, 王功勋, 等. 土木工程材料课程“学促教”教学模式及效果评价[J]. 高等建筑教育, 2015, 24(6): 108—112.

[7] 王信刚, 胡明玉, 丁成平. 土木工程材料课程教学改革和效果评价[J]. 高等建筑教育, 2015, 24(6): 60—63.

[8] 唐小翠. 基于 CIPP 评价模式的土木工程制图课程实践教学评价体系研究[J]. 高等教育, 2014, 139(5): 169—170

[9] VASQUEZ J, REYES A, MAHN A, et al. Experimental Evaluation of Fuzzy Control Solar Drying with Thermal Energy Storage System [J]. Drying Technology, 2016, 18(2): 33—38.

[10] 肖寒月, 张安明, 张田方, 等. 基于变权的农村居民点用地空间适宜性模糊综合评价——以重庆市长寿湖镇为例 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2015, 40(2): 66—72.

Fuzzy Comprehensive Evaluation on Teaching Effect of Civil Engineering Specialty

CHENG Hai-gen

School of Civil Engineering and Architecture, East China JiaoTong University, Nanchang 330013, China

Abstract: Three levels of fuzzy comprehensive evaluation index system have been constructed, which is used to evaluate the teaching effect of civil engineering specialty. In the index system, the overall teaching effect has been subdivided into the teaching goal and the teaching input, teaching model and teaching philosophy, teaching methods and assessment methods, the sustainability of the teaching process of four secondary indexes, the four secondary indexes and is subdivided into 18 third grade indexes. The empirical results show that the teaching effect of civil engineering in our school is at a moderate level. The whole empirical process, also confirmed the three level fuzzy comprehensive evaluation model, the effectiveness of the evaluation of the teaching effectiveness of civil engineering.

Key words: civil engineering; teaching effect; evaluation index; fuzzy comprehensive evaluation

责任编辑 夏 娟