

文章编号: 2095-1663(2014)04-0039-05

基于模糊综合评判的土木工程专业教学调优研究

黄宏伟^{a,b}, 刘德军^{a,b}, 王 飞^{a,b}, 赵 程^{a,b}, 沈佳君^c

(同济大学 a. 地下建筑与工程系; b. 岩土及地下工程教育部重点实验室; c. 土木工程学院外事办公室, 上海 200092)

摘要:借鉴欧盟在调优高等教育教学方面的经验和方法,综合考虑土木工程专业设置及地域分布,开展我国土木工程专业教学调优研究。从通用能力和专业能力两个方面,对同济大学、重庆大学、哈尔滨工业大学、清华大学、西安建筑科技大学等5所传统土木工程优势学科高校的教授、雇主、学生和毕业生展开问卷调查。在此基础上,采用模糊综合评判方法分析数据,获得土木工程专业教学现状评价,为进一步深化教学改革提供参考。

关键词:土木工程调优;模糊综合评判;专业能力;通用能力

中图分类号: G642.0

文献标识码: A

一、引言

社会发展对高等教育提出了高要求,提高质量、内涵式发展已成为我国高等教育改革发展最核心最紧迫的任务^[1]。调优研究(Tuning study)起始于欧盟“博洛尼亚”进程,主要针对高等教育,覆盖自然科学、人文科学、医学、社会科学、工程学等多个专业领域,目的在于使教育更好地适合经济和社会的发展,将高校过去以知识传授为中心的模式引导到以能力培养为中心的模式,让课程更好地匹配社会需要和学生将来的工作需要^[2]。调优项目最初在欧盟成员国之间推行,之后逐步推广到加拿大、美国、澳大利亚、俄罗斯、非洲、拉美等国家和地区,至今已有12年历程和数百所大学参与。当前我国高等教育正处在推进人才培养模式改革的关键阶段,欧盟在高等教育调优研究方面所积累的经验和方法,对我国正在推进实施的“卓越计划”、“高端技能性人才培养模

式”等具有一定的借鉴和参考价值。

为了有效提升高等教育质量,我国选择若干高校的强势学科以国际合作的模式参与欧盟的调优项目研究。调优研究总牵头人是被称为“调优之父”的荷兰格罗宁根大学本科和研究生教学中心主任罗伯特·瓦格纳(Robert Wagenaar)和“调优之母”的西班牙德乌斯托大学副校长茱莉亚·冈萨雷斯(Julia González),欧盟委员会教文总司国际处(C4 DG EAC)为具体的负责单位。

在教育部教育发展研究中心大力支持下,同济大学作为牵头单位,邀请哈尔滨工业大学、清华大学、重庆大学、西安建筑科技大学等5所传统土木工程强校共同参与“中欧调优联合研究项目”,开展土木工程专业教学调优研究。项目于2013年3月在西安举办的“中欧调优联合研究项目研讨会”上正式启动。研究方法包括集中访谈、问卷调查、数据分析等,主要围绕通用能力和专业能力两个方面进行。具体的研究方式是对土木工程专业领域的教授、用

收稿日期:2014-06-07

作者简介:黄宏伟(1966—),男,山西芮城人,同济大学土木工程学院副院长,地下建筑与工程系博士生导师,教育部“长江学者”特聘教授,博士。

基金项目:教育部“中欧调优联合研究项目”(教外司欧[2013]760号);同济大学“985三期”项目。

人部门、毕业生以及高年级学生进行问卷调查,采用模糊综合评判方法对问卷获得信息进行分析。通过对数据的分析,提出改善课程内容与教学过程的建议,建立课程标准,以达到优化教学过程,提高教育质量的目的是。

二、模糊综合评判方法简介

模糊综合评价法^[3]是一种基于模糊数学的综合评价方法。该综合评价法根据模糊数学的隶属度理论把定性评价转化为定量评价,即用模糊数学对受到多种因素制约的事物或对象做出一个总体的评价。它具有结果清晰、系统性强的特点,能较好地解决模糊的、难以量化的问题,适合各种非确定性问题的解决。

设与被评价事物相关的因素有 n 个,记作:

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\} \quad (1)$$

称之为因素集或指标集,考虑用权重 $W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ 来衡量各因素重要程度的大小。

假设所有可能出现的评语有 m 个,记为:

$$V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\} \quad (2)$$

称之为评语集。

具体步骤为:

(1)确定因素集 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$;

(2)确定评价集 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$;

(3)进行单因素评价得到隶属度向量,形成隶属度矩阵:

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & \cdots & a_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nm} \end{pmatrix}$$

(3)确定因素集权重向量 $W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$

(4)计算综合隶属度向量:

$$B = W \circ R = (w_1, w_2, \dots, w_n) \circ \begin{pmatrix} r_{11} & \cdots & a_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nm} \end{pmatrix}$$

(5)根据隶属度最大原则做出评判,或计算综合评判值。

三、数据调查及处理

(一)数据调查

调查项目分为两项,通用能力和专业能力,其中通用能力 33 项,专业能力 27 项,具体见表 1。每一能力项需要被调查人员对该项能力的“重要度”和“获取度”进行打分,分值为 1~5 分,1 为重要度或获取度最小,5 为重要度或获取度最大。如重要度为 5,表示该项能力极其重要,获取度为 5 表示已完全获得了这项能力。

表 1 能力调查表

通用能力		专业能力	
编号值	能力项	编号值	能力项
1	分析和综合能力	1	具有广博的专业背景知识,了解土木工程行业特征,发展历史及常见工程材料特性
2	实践中应用知识的能力	2	具有土木工程的社会责任意识
3	制订计划和管理时间的能力	3	具备独立从事土木工程原创性研究工作的能力
4	熟知所学领域基础知识的能力	4	具有工程实践中使用现代科技手段及信息工具的能力
5	在实践中应用专业基础知识的能力	5	具有土木工程项目综合协调和组织管理能力
6	用母语进行口头和书面表达的能力	6	具有在土木工程设计/施工/管理中的沟通及协作能力
7	用外语进行交流的能力	7	具有土木工程管理中的综合素质和领导才能
8	计算技能	8	具有土木工程创新意识
9	研究能力	9	具有对工程问题的分析、确定及提出解决方案的能力,并能够提交相应报告或研究论文
10	自主学习能力	10	具有应对工程突发事件和工程风险管理能力
11	信息管理能力	11	掌握基本力学原理和分析方法
12	批评和自我批评能力	12	掌握材料科学基础知识
13	适应新环境能力	13	熟练掌握并应用结构分析的基本原则
14	提出新见解的能力	14	具有施工组织中独立解决基本问题的能力
15	解决问题能力	15	具有在土木工程项目中应用信息技术的能力,如工程软件的使用等

续表

通用能力		专业能力	
编号值	能力项	编号值	能力项
16	决策能力	16	具有土木工程室内试验设计实施及相应数据分析的能力
17	团队工作能力	17	具有运用工程地质知识解决工程设计施工过程中的具体问题的能力
18	人际交往能力	18	熟练掌握和应用基础工程设计施工的基本原则和方法
19	领导力	19	具有在工程项目全寿命设计理念的能力
20	在跨学科团队中工作的能力	20	具有获取和理解工程活动对自然环境影响的能力
21	与非专业人士交流的能力	21	熟悉常见工程设备基本工作原理并了解其发展趋势
22	对文化多样性的尊重和理解	22	具有土木工程项目施工管理中运用建筑法律法规的能力
23	在国际化环境中工作的能力	23	满足所有土木工程雇主对基本技能的要求
24	关注健康和安全	24	具有使用第二外语阅读专业文献的能力
25	主动工作能力	25	具有相关专业的的基本常识,如:交通规划、城市规划、给排水、建筑设备、建筑配电等
26	项目设计和管理能力	26	具备土木工程专业表达能力,如绘图等
27	创新和创业精神	27	具有土木工程概念设计能力
28	遵循社会伦理和职业操守	/	
29	社会责任和公民意识		
30	质量意识		
31	追求成功的意愿		
32	环保意识和关注可持续发展		
33	自我管理能力和		

调查对象为同济大学、哈尔滨工业大学、清华大学、重庆大学和西安建筑科技大学五所学校,其中每个学校的具体调查对象又分为教授、雇用该校学生的雇主、学生和该校的毕业生。调查共收回了 1041 份数据,每个学校的具体收回的数据见表 2。

表 2 调查人数分布表

	教授	雇主	学生	毕业生
同济大学	63	69	63	63
重庆大学	95	0	139	82
哈尔滨工业大学	17	8	74	35
清华大学	37	36	58	10
西安建筑科技大学	30	94	16	52

(二)数据处理

针对调查收回的 1041 份数据,进行初步分析,删除错误或不可靠数据,具体删除原则为:

- (1)对所有专业能力或通用能力打分值相同的被调查人员;
- (2)对专业能力或通用能力打分值具有明显规律性的被调查人员,如:1、2、1、2、... 1、2;1、2、3、1、2、3、... 1、2、3 等;
- (3)对通用能力“重要度”和“获取度”打分为同一值的总数超过 50 的被调查人员;
- (4)对通用能力“重要度”和“获取度”打分为

- “3”或“2”或总数低于 10 的被调查人员;
- (5)对专业能力“重要度”和“获取度”打分为同一值的总数超过 40 的被调查人员;
- (6)对通用能力“重要度”和“获取度”打分为“3”或“2”或总数低于 5 的被调查人员。

采用上述原则进行数据筛选,共得到有效数据 971 份。采用模糊综合评判法对有效调查数据进行分析,为土木工程专业的教学优化改革提供依据。

四、结果分析

(一)通用能力

图 1 为不同调查对象所得到的通用能力“重要度”分析结果。结果表明:教授、雇主、学生和毕业生

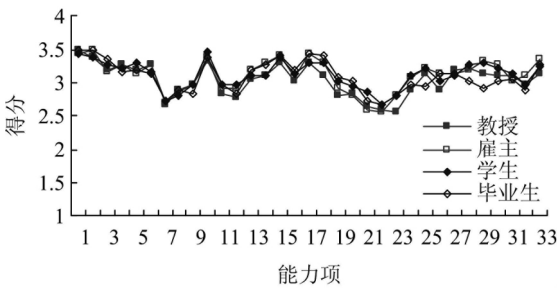


图 1 通用能力重要度

四类调查对象对通用能力的“重要度”认知基本一致,具体而言:四类调查对象对1~11项通用能力的重要度打分几乎一致,12~33项的打分值略有波动,但是波动幅度不大。其中,认知度相差较大为“在国际化环境中工作的能力”、“主动工作能力”和“社会责任和公民意识”。

图2为不同调查对象所得到的通用能力“获取度”分析结果。结果表明:学生和毕业生对通用能力获取度的打分值基本一致,但是教授和雇主存在较大的分歧,而且雇主所给出的通用能力“获取度”打分值普遍高于专家的。

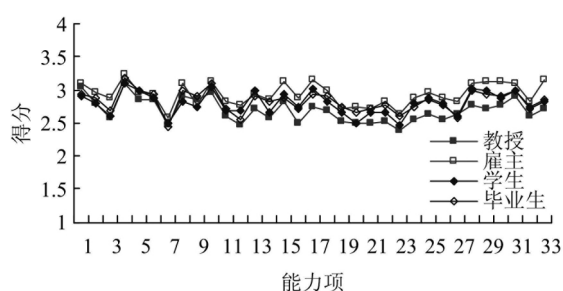


图2 通用能力获取度

图3为通用能力重要度和获取度模糊综合评判分析结果排序。从图可知,通用能力重要度的得分值普遍大于获取度的得分值,因此需要进一步强化各项通用能力的教学,特别是“实践中应用知识的能力”、“制订计划和管理时间的能力”、“提出新见解的能力”、“决策能力”和“创新和创业精神”等通用能力的教学强化尤为迫切。而“熟知所学领域基础知识的能力”、“计算技能”、“遵循社会伦理和职业操守”和“追求成功的意愿”四项通用能力的“重要度”和“获取度”的打分值基本一致,因此这四项能力的教学上可以维持现有的教学方法。需要指出的是,“研究能力”的“获取度”还略大于“重要度”,表明这一项能力的教学略有过剩,在下一步的教学改革中可以适当降低。

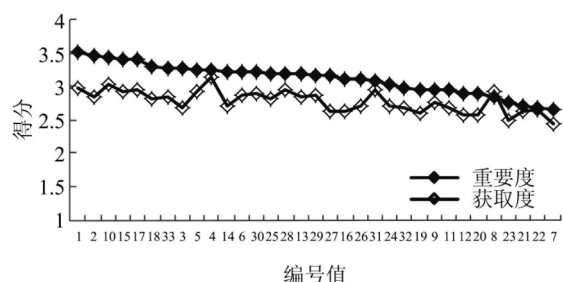


图3 通用能力重要度与获取度对比曲线

(二) 专业能力

图4为不同调查对象所得到的专业能力“重要度”分析结果。结果表明:除“具有土木工程概念设计能力”和“熟悉常见工程设备基本工作原理并了解其发展趋势”两项专业能力以外,教授、雇主、学生和毕业生四类调查对象对其余专业能力的“重要度”认知基本一致。

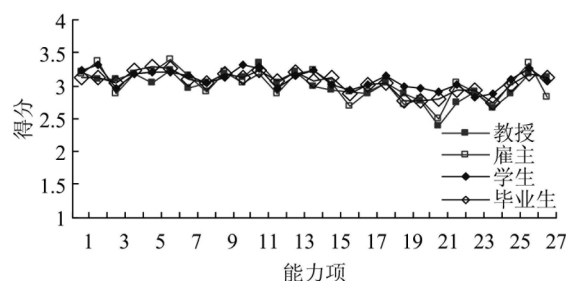


图4 专业能力重要度

图5为不同调查对象所得到的专业能力“获取度”分析结果。结果表明:与通用能力获取度规律类似,学生和毕业生对专业能力获取度的打分值基本一致,但是教授和雇主存在较大的分歧,特别是在2~3、5~7、19~23这十项专业能力上。

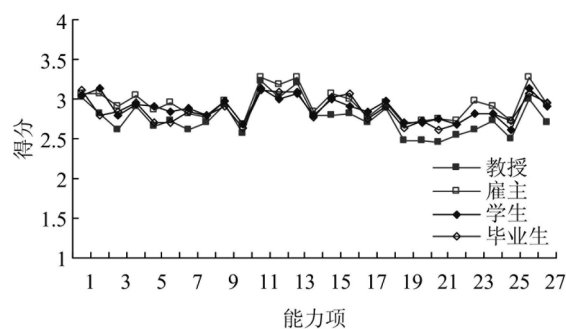


图5 专业能力获取度

图6为专业能力重要度和获取度的模糊综合评判分析结果排序。分析结果表明,专业能力重要度的得分值普遍大于获取度,但是,与通用能力相比,它们之间的差值相对较小,因此这表明目前在专业

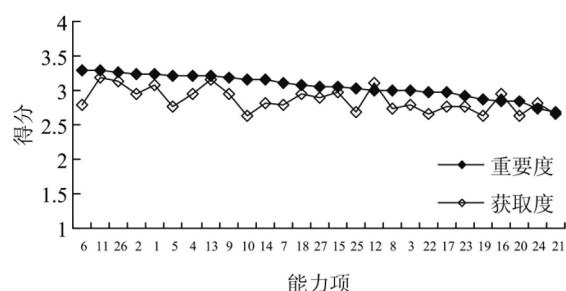


图6 专业能力重要度与获取度对比曲线

能力的教学上要优于通用能力。但是需要指出的是:“具有土木工程项目综合协调和组织管理能力”、“具有在土木工程设计/施工/管理中的沟通及协作能力”、“具有应对工程突发事件和工程风险管理能力”和“具有相关专业的的基本常识,如:交通规划、城市规划、给排水、建筑设备、建筑配电等”四项专业能力的重要度打分值要显著高于获取度打分值,因此这四项急需在下一步的教学改革中进行强化。然而,“具有土木工程室内试验设计实施及相应数据分析的能力”和“掌握材料科学基础知识”两项专业能力的获取度打分值却高于重要度打分值,因此这两项能力的教学需要弱化。

五、结 论

本文在广泛问卷调查基础上,采用模糊综合评判方法对获取数据进行分析处理,获得的主要结论如下:

(1)在重要度上,教授、雇主、学生和毕业生对通用能力和专业能力的认知度均较高,而在获取度上,学生和毕业生的认知度基本吻合,但是教授和雇主存在着较大的分歧。

(2)通用能力上,重要度的得分值普遍大于获取度,教学改革中,“实践中应用知识的能力”、“制订计划和管理时间的能力”、“提出新见解的能力”、“决策能力”和“创新和创业精神”四方面的通用能力迫切

需要加强,“熟知所学领域基础知识的能力”、“计算技能”、“遵循社会伦理和职业操守”和“追求成功的意愿”四项通用能力的教学可以维持现状,“研究能力”教学可以适当弱化。

(3)目前,专业能力的教学要优于通用能力。“具有土木工程项目综合协调和组织管理能力”、“具有在土木工程设计/施工/管理中的沟通及协作能力”、“具有应对工程突发事件和工程风险管理能力”和“具有相关专业的的基本常识”四项专业能力的教学急需加强,“具有土木工程室内试验设计实施及相应数据分析的能力”和“掌握材料科学基础知识”两项专业能力的教学可以适当弱化。

(本文承蒙清华大学马智亮教授、哈尔滨工业大学吕大纲教授、重庆大学李正良教授、西安建筑科技大学史庆轩教授鼎力支持得到宝贵数据,在此表示感谢!)

参考文献:

- [1] 杜玉波. 全面推向高等教育内涵式发展[N]. 中国教育报, 2012-11-24.
- [2] Julia Gonzalez, Paul D. Ryan and Robert Wagenaar. New Programme Profiles for New Society: An Introduction[J]. Tuning Journal for Higher Education, 2013, (1):17-20.
- [3] 熊德国, 鲜学福. 模糊综合评价方法的改进[J]. 重庆大学学报, 2003, 26(6):93-95.

Tuning Study for Reform in Civil Engineering Education Based on Fuzzy Comprehensive Evaluation

HUANG Hong-wei^{a,b}, LIU De-jun^{a,b}, WANG Fei^{a,b}, ZHAO Cheng^{a,b}, SHEN Jia-jun^c

(a. Department of Geotechnical Engineering, Tongji University, Shanghai 200092;

b. Key Laboratory of Geotechnical and Underground Engineering under Ministry of Education, Tongji University, Shanghai 200092;

c. International Affairs Office, College of Civil Engineering, Tongji University, Shanghai 200092)

Abstract: A tuning study was performed to investigate China's civil engineering education by drawing on relevant EU experience and methods and considering the distribution and features of civil engineering programs in this country. Questionnaire-based surveys of professors, students, graduates and their employers were conducted at Tongji University, Chongqing University, Harbin Institute of Technology, Tsinghua University and Xi'an University of Architecture and Technology with an emphasis on generic competences and specific competences. Subsequent fuzzy comprehensive evaluation of collected data indicated the present state of civil engineering programs in China. Our findings may be used to deepen the reform in civil engineering education.

Keywords: tuning study in civil engineering; fuzzy comprehensive evaluation; specific competence; generic competence