

基于专业认证的基础工程课程大纲修订方法研究

曹宇春,薛文

(浙江科技学院 土木与建筑工程学院,杭州 310023)

摘要: 以土木工程专业基础工程课程大纲修订为例,探讨如何基于专业认证标准从毕业要求、课程目标及达成度评价等方面对教学大纲进行全方位的改革,提出课程目标和毕业要求指标点达成度的评价方法。通过算例分析,得出课程目标和课程对应毕业要求指标点的达成度评价结果。研究结果可为工程教育专业认证相关大纲的修订及达成度评价提供参考。

关键词: 专业认证;基础工程;课程大纲;课程目标;毕业要求;达成度

中图分类号: G642.0;TU470.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-8798(2017)06-0482-05

Study on syllabus revision methods of Foundation Engineering based on professional accreditation

CAO Yuchun, XUE Wen

(School of Civil Engineering and Architecture, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, Zhejiang, China)

Abstract: The all-around syllabus reform is explored in terms of graduation requirements, course objectives and evaluation of attainment levels with an illustrated example of the course of Foundation Engineering for Civil Engineering. The attainment level evaluation methods are put forward for both course objectives and indicators of graduation requirements. Evaluation results of attainment levels for course objectives and the corresponding indicators of graduation requirements were obtained through the case analysis. This study may provide a reference for syllabus revision and attainment level evaluation adapting to professional accreditation of engineering education.

Keywords: professional accreditation; Foundation Engineering; syllabus; course objective; graduation requirement; attainment level

收稿日期: 2017-10-23

基金项目: 浙江省“十二五”普通本科高校新兴特色专业建设项目(浙教高教[2014]110号)

通信作者: 曹宇春(1972—),男,山西省大同人,副教授,博士,主要从事土木工程教学与研究。E-mail: shtjycy@163.com。

伴随着经济全球化和 21 世纪对工程技术人才知识体系与能力的要求,工程教育专业认证(评估)(program/professional accreditation or assessment)已越来越受到世界众多国家的认可。中国土木工程专业评估始于 20 世纪 90 年代中期,是国内工程学士学位专业中,按照与国际通行的专门职业性专业认证接轨的制度进行认证的首例^[1],由此积累了丰富的专业认证(评估)工作经验。2016 年 6 月,中国成为《华盛顿协议》(Washington Accord)^[2]第 18 个正式成员,标志着中国工程教育专业认证工作进入一个新的发展阶段。基于《华盛顿协议》,中国工程教育专业认证协会和住建部高等教育土木工程专业评估委员会先后出台了工程教育专业认证的通用标准和土木工程专业认证的补充标准及其他认证文件,颁布了中国土木工程专业认证的指导文件,建立了相关标准^[3-5]。土木工程专业认证既是中国高等工程教育走向世界的要求,也是高校土木工程专业发展的内在需求,对提高土木工程专业人才的培养质量具有重要的意义。

要满足土木工程专业认证标准,必须坚持学生中心(student centeredness, SC)、成果导向(outcome based education, OBE)和持续改进(continuous quality improvement, CQI)这 3 个核心理念^[6],从培养目标、毕业要求及其指标点的划分、课程考核方式、课程目标及毕业要求指标点的达成度评价等多方面进行全方位的改革。

从符合土木工程专业认证的角度出发,一些研究者在培养目标、毕业要求和课程体系设置^[7-13],以及课程大纲修订^[14-15]和达成度评价^[10-13]等方面进行了分析和探索。从已有研究成果看,基于 OBE 理念,从培养方案、课程教学大纲的连续设计流程出发,系统地设计并评价课程目标的教学改革研究方面还不够深入,尚缺乏通用的达成度评价公式和方法。对此,笔者以浙江科技学院土木工程专业的基础必修课程——基础工程为例,重点介绍按照专业认证标准要求而发生显著变化的修订内容,探讨如何基于专业认证标准进行相关的课程大纲修订,提出适用于考虑多种考核方式的通用课程目标达成度评价公式,并举例说明课程目标和毕业要求指标点达成度的评价方法。

1 培养方案的修订

要符合土木工程专业认证相关标准,需要对传统的培养方案做出较大的修订。由于教学大纲基于培养方案,本文先讨论按照专业认证标准对培养方案所做的主要修订工作。浙江科技学院土木工程专业目前有 2 个版本的培养方案在执行,即 2013 修订版培养方案和 2017 版培养方案。该专业 2013~2016 级执行的是 2013 修订版培养方案,2017 级执行的是 2017 版培养方案。依据本专业培养方案中的培养目标、地方经济社会发展的需要、中国工程教育认证标准的相关要求,基于 OBE 的理念,并参考美国土木工程师学会(American Society of Civil Engineers, ASCE)21 世纪知识体系^[16],提出了本专业的 12 条毕业要求。每条毕业要求细分为 2~4 个指标点,由相关的课程和教学活动予以支撑,这些课程对指标点达成度的贡献分别赋以不同的权重,也即其相应的达成目标值 W_m (m 对应于第 m 个毕业要求指标点),以计算毕业要求达成度。基础工程课程对应第 1、4 两个毕业要求,相应的毕业要求指标点及课程权重(达成目标值)如表 1 所示。

表 1 基础工程课程对应的毕业要求指标点及达成目标值

Table 1 Indicators of graduation requirements and attainment target values of Foundation Engineering

| 毕业要求 | 毕业要求指标点 | 课程权重 (达成目标值) W_m |
|---|---|-----------------------|
| 1 工程知识:能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决土木工程专业的复杂工程问题 | 1.3 能够运用专业知识对土木工程专业的复杂工程问题的模型进行推理分析,并获得有效的解 | 0.20 |
| 4 研究:能够基于科学原理、采用科学方法对土木工程专业的复杂工程问题进行研究,包括设计实验,收集、处理、分析与解释数据,通过信息综合得到合理有效的结论并应用于工程实践 | 4.2 能够通过理论与实验研究,对土木工程问题的体系、结构、构件、节点进行分析 | 0.15 |

2 教学大纲的修订

2.1 教学大纲中毕业要求指标点和课程目标的关系

土木工程专业认证标准强调以学生为中心,需要按照《华盛顿协议》和其他相关的认证标准明确学生在知识、能力和素养方面的毕业要求。基础工程课程的能力要求是:通过该课程的学习,使学生掌握常见地基基础的设计原理和计算方法,包括地基基础设计原则、浅基础、连续基础、桩基础等方面的内容,具备进行地基基础设计、分析、方案比选及评价等方面的能力。该课程对应的毕业要求指标点、课程目标及能力要求如表 2 所示。

表 2 基础工程毕业要求指标点与课程目标的对应关系

Table 2 Corresponding relationship between indicators of graduation requirements and course objectives of Foundation Engineering

| 毕业要求指标点 | 课程目标 |
|---------|---|
| 1.3 | 课程目标 1:掌握地基基础设计的基本原理和方法,具备应用基础工程专业知识对土木工程专业的复杂工程问题的相关地基基础模型进行推理分析,并获得有效的解 |
| 4.2 | 课程目标 2:能够通过对理论、实验与现场测试结果的研究,对浅基础和桩基础工程问题中的地基(桩)承载力、地基(桩基)沉降量、基础(承台、桩)截面、结构强度、配筋和检测结果等进行分析 |

2.2 课程目标达成度自评方式

2.2.1 课程目标达成度评价通用计算公式

参照文献[17]毕业要求指标点达成度的计算思路,课程目标达成度评价价值

$$A_{ci} = \frac{\sum_{j=1}^k \frac{p_j A_{ij}}{n_j}}{\sum_{j=1}^k \frac{p_j M_{ij}}{n_j} \times E_i} \quad (1)$$

式(1)中: A_{ci} 为第 i 个课程目标的达成度评价价值; k 为与课程目标有关的考核方式种类数; p_j 为第 j 种考核方式在总评成绩中的占比; A_{ij} 为第 j 种考核方式支持第 i 个课程目标的学生平均得分值; n_j 为第 j 种考核方式的累计评价次数; M_{ij} 为第 j 种考核方式支持第 i 个课程目标的累计设定分数值; E_i 为第 i 个课程目标达成度评价价值的期望值。

如果第 j 种考核方式的成绩已经考虑了在总评成绩中的占比按比例进行了设定,则 p_j 为 1.0。如某一考核方式在总评成绩中占比为 0.2,当其成绩总分以 20 分计时,那么式(1)中对应的 p_j 为 1.0。课程目标达成度的期望值 E_i 与课程目标、各环节考核的综合难易程度有关, E_i 取值为 0.80~1.00。课程目标的达成标准是:当期望值 E_i 设置为 0.80~1.00 之间某一数值时,课程目标的达成度评价价值 A_{ci} 大于或等于期望值 E_i 且 $A_{ci} \leq 1.00$ 。对于团队合作、沟通、工程职业道德等非技术性指标对应的课程目标,可采用文献[17]中推荐的评分表分析法进行评价。

2.2.2 基础工程课程目标达成度评价方式

基础工程课程为考试课,总评采用百分制。考核成绩由平时成绩、期末考试成绩组合而成。各部分所占比例为:平时成绩占 50%,其中出勤占 5%,2 次作业占 20%,2 次平时测验占 25%,作业和平时测验成绩每次均采用百分制;期末考试成绩占 50%,采用百分制。

若平时作业次数为 n_1 ,平时测验次数为 n_2 ,期末考试次数为 n_3 ($n_3=1$)。在总评成绩中,平时作业占比 $p_1=0.2$,平时测验占比 $p_2=0.25$,期末考试占比 $p_3=0.5$ 。对于某一课程目标,对应的平时作业累计设定分数值 M_{i1} ,学生平时作业累计平均得分值为 A_{i1} ;对应的平时测验累计设定分数值 M_{i2} ,学生平时测验累计平均得分值为 A_{i2} ;对应的期末考试累计设定分数值 M_{i3} ,学生期末考试累计平均得分值为 A_{i3} 。根据式(1),基础工程各课程目标达成度评价方式如表 3 所示。

表 3 基础工程课程目标达成度评价方式

Table 3 The evaluation method of course objectives of Foundation Engineering

| 课程目标点 | M_{i1} | A_{i1} | M_{i2} | A_{i2} | M_{i3} | A_{i3} | E_i | 课程目标达成度 A_{ci} |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|--|
| 课程目标 1 | M_{11} | A_{11} | M_{12} | A_{12} | M_{13} | A_{13} | E_1 | $A_{c1} = \left(\frac{p_1 A_{11}}{n_1} + \frac{p_2 A_{12}}{n_2} + \frac{p_3 A_{13}}{n_3} \right) / \left[\left(\frac{p_1 M_{11}}{n_1} + \frac{p_2 M_{12}}{n_2} + \frac{p_3 M_{13}}{n_3} \right) \times E_1 \right]$ |
| 课程目标 2 | M_{21} | A_{21} | M_{22} | A_{22} | M_{23} | A_{23} | E_2 | $A_{c2} = \left(\frac{p_1 A_{21}}{n_1} + \frac{p_2 A_{22}}{n_2} + \frac{p_3 A_{23}}{n_3} \right) / \left[\left(\frac{p_1 M_{21}}{n_1} + \frac{p_2 M_{22}}{n_2} + \frac{p_3 M_{23}}{n_3} \right) \times E_2 \right]$ |

3 课程目标和毕业要求指标点达成度评价算例

3.1 课程目标达成度算例

以某班基础工程课程考核情况为例,2 次作业、2 次测验、1 次期末考试对应于各课程目标的分数如表 4~6 所示。

表 4 2 次平时作业对应于各课程目标的分数数据

Table 4 Score data in two assignments corresponding to course objectives

| 课程目标点 | $(M_{i1})_1$ | $(A_{i1})_1$ | $(M_{i1})_2$ | $(A_{i1})_2$ | M_{i1} | A_{i1} |
|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------|----------|
| 课程目标 1 | 0 | 0 | 30 | 19 | 30 | 19 |
| 课程目标 2 | 40 | 33 | 70 | 51 | 110 | 84 |

表 5 2 次平时测验对应于各课程目标的分数数据

Table 5 Score data in two regular tests corresponding to course objectives

| 课程目标点 | $(M_{i2})_1$ | $(A_{i2})_1$ | $(M_{i2})_2$ | $(A_{i2})_2$ | M_{i2} | A_{i2} |
|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------|----------|
| 课程目标 1 | 60 | 36 | 50 | 41 | 110 | 77 |
| 课程目标 2 | 100 | 85 | 100 | 82 | 200 | 167 |

表 6 1 次期末考试对应于各课程目标的分数数据

Table 6 Score data in the final exam corresponding to course objectives

| 课程目标点 | M_{i3} | A_{i3} |
|--------|----------|----------|
| 课程目标 1 | 30 | 22 |
| 课程目标 2 | 40 | 30 |

根据该课程在土木工程专业整个课程体系中的重要性,并综合各环节考核的难易程度,确定课程目标达成度评价值的期望值为: $E_1 = 0.80, E_2 = 0.85$ 。

基于上述分数统计数据及表 3 的课程目标达成度考核方式,利用 excel 电子表格软件计算该班级基础工程各课程目标的达成度评价价值,结果如表 7 所示。

表 7 基础工程课程目标达成度算例结果

Table 7 Attainment level results of course objectives of Foundation Engineering

| 课程目标点 | M_{i1} | A_{i1} | n_1 | p_1 | M_{i2} | A_{i2} | n_2 | p_2 | M_{i3} | A_{i3} | n_3 | p_3 | E_i | 课程目标达成度 A_{ci} |
|--------|----------|----------|-------|-------|----------|----------|-------|-------|----------|----------|-------|-------|-------|------------------|
| 课程目标 1 | 30 | 19 | 2 | 0.2 | 110 | 77 | 2 | 0.25 | 30 | 22 | 1 | 0.5 | 0.80 | 0.89 |
| 课程目标 2 | 110 | 84 | 2 | 0.2 | 200 | 167 | 2 | 0.25 | 40 | 30 | 1 | 0.5 | 0.85 | 0.93 |

由表 7 可知,各课程目标达成度评价价值均大于相应的期望值,即上述班级基础工程各课程目标均已达成。

3.2 毕业要求指标点达成度评价价值计算

某课程对应的毕业要求指标点达成度评价价值

$$A_{im} = W_m \times (A_{c \min})_m \quad (2)$$

式(2)中: A_{im} 为某课程对应的第 m 个毕业要求指标点的达成度评价价值; $(A_{c \min})_m$ 为第 m 个毕业要求指标点对应各课程目标达成度的最小值。

根据基础工程课程毕业要求指标点与课程目标的对应关系(表 2),以及该课程对毕业要求指标点的课程权重或达成目标值(表 1),由式(2)可得上述班级对 2 个毕业要求指标点的达成度评价价值,如表 8 所示。

4 结 语

本文以土木工程专业基础工程课程为例,探讨了如何基于专业认证标准进行相关的课程大纲修订,并举例说明了课程目标和毕业要求指标点达成度的评价方法。主要研究结果与结论如下:

1) 基于专业认证要求,提出了课程目标达成度和毕业要求指标点达成度评价的通用计算公式;

2) 以某班基础工程课程考核情况为例,计算和分析了课程目标达成度和毕业要求指标点达成度评价价值,通过计算发现该班基础工程对应的 4 个课程目标均已达成;

3) 将基础工程课程对应的毕业要求指标点达成度计算结果(表 8)与各指标点下所有对应课程的结果进行叠加,则可得出整条毕业要求指标点的达成度评价价值,以用于毕业要求达成度的评价。

本文的研究结果可为工程教育专业认证相关大纲的修订及相应的课程目标和毕业要求指标点达成度的计算提供参考。

表 8 基础工程对毕业要求指标点的达成度评价

Table 8 Attainment level values of indicators of graduation requirements contributed by Foundation Engineering course

| 毕业要求指标点 | W_m | $(A_{c_{min}})_m$ | A_{im} |
|---------|-------|-------------------|----------|
| 1.3 | 0.20 | 0.89 | 0.178 |
| 4.2 | 0.15 | 0.93 | 0.140 |

参考文献:

- [1] 毕家驹. 中国工程专业认证进入稳步发展阶段[J]. 高教发展与评估, 2009, 25(1): 1.
- [2] International Engineering Alliance. Graduate attributes and professional competencies [EB/OL]. [2017-09-06]. <http://www.ieagrements.org/assets/Uploads/Documents/Policy/Graduate-Attributes-and-Professional-Competencies.pdf>.
- [3] 中国工程教育专业认证协会. 通用标准 [EB/OL]. [2017-09-06]. <http://www.ceeaa.org.cn/main!newsView4Simple.action?menuID=01010702&ID=100000607>.
- [4] 中国工程教育专业认证协会. 专业补充标准: 土木类专业 [EB/OL]. [2017-09-06]. <http://www.ceeaa.org.cn/main!newsView4Simple.action?menuID=01010702&ID=100000621>.
- [5] 住房和城乡建设部高等教育土木工程专业评估委员会. 全国高等学校土木工程专业评估(认证)文件(2017版·总第6版) [Z]. 北京: 住房和城乡建设部高等教育土木工程专业评估委员会, 2017.
- [6] 陈以一. 用评估(认证)的核心理念指导专业建设、改革和评估准备 [Z]. 北京: 住房和城乡建设部高等教育土木工程专业评估委员会, 2017.
- [7] FELDER R M, BRENT R. Designing and teaching courses to satisfy the ABET engineering criteria [J]. Journal of Engineering Education, 2003, 92(1): 7.
- [8] KHAN M I, MOURAD S M, ZAHID W M. Developing and qualifying civil engineering programs for ABET accreditation [J]. Journal of King Saud University-Engineering Sciences, 2016, 28(1): 1.
- [9] PASSOW H J, PASSOW C H. What competencies should undergraduate engineering programs emphasize? A systematic review [J]. Journal of Engineering Education, 2017, 106(3): 475.
- [10] 欧红香, 葛秀坤, 邢志祥. 毕业要求达成度评价体系探究: 以安全工程专业认证为例 [J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2015(10): 4.
- [11] 江学良, 胡习兵, 陈伯望, 等. 专业认证背景下土木工程专业人才培养体系探索与实践 [J]. 高等建筑教育, 2015, 24(1): 29.
- [12] 聂仁仕, 陈雄. 论工程教育专业认证课程达成度评价体系之缺陷: 以西南石油大学为例. [J]. 西南石油大学学报(社会科学版), 2017, 19(1): 74.
- [13] 孙晶, 张伟, 任宗金, 等. 工程教育专业认证毕业要求达成度的成果导向评价 [J]. 清华大学教育研究, 2017, 38(4): 117.
- [14] 穆浩志, 薛立军, 牛兴华. 工程教育专业认证背景下工程制图课程大纲的改革与实践 [J]. 图学学报, 2016, 37(5): 711.
- [15] 王芳, 吕明, 王瑞金, 等. 面向工程教育专业认证的《热工基础(乙)》教学大纲改革 [J]. 教育现代化, 2017(28): 49.
- [16] American Society of Civil Engineers. Civil engineering body of knowledge for the 21st century: preparing the civil engineer for the future [M]. 2nd ed. Reston: American Society of Civil Engineers, 2008.
- [17] 住建部高等教育土木工程专业评估委员会秘书处. 工程教育评估(认证)工作指南(2016版) [Z]. 北京: 中国工程教育专业认证协会, 2016.