

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2021.01.022

欢迎按以下格式引用:杨晚生,刘琳,高云飞,等.基于工程认证标准要求的课程权重系数计算方法分析[J].高等建筑教育,2021,30(1):161-166.

基于工程认证标准要求的 课程权重系数计算方法分析

杨晚生,刘琳,高云飞,王璋元,颜彪,王晓霞,郑瑞芸

(广东工业大学 土木与交通工程学院,广东,广州 510006)

摘要:建筑环境与能源应用工程是以培养学生能够从事工业与民用建筑环境控制和能源供应为主的工程应用性专业,根据工程认证标准要求,建环专业的毕业要求控制指标点各因素应根据培养目标和课程体系进行权重系数计算。目前,由于工程认证在我国开展时间不长,专业教师还缺少对相关权重系数计算方法的认识、理解和掌握。这不利于教学开展,也不符合工程认证条件下专业的发展要求。在工程认证标准基础上,对建环专业的毕业要求指标点与支撑课程之间的关系进行了分析,利用层次分析法通过构建指标点和支撑课程的层次结构模型,建立其判断矩阵,并对各指标点因素的权重系数进行了计算分析,获得了毕业要求不同指标点的权重系数,并对其计算结果进行了分析讨论;同时,将层次分析法与学分法得到的权重系数进行了比较分析,指出了每种计算方法存在的优缺点,以期对建环专业的工程认证起到促进作用。

关键词:毕业要求;指标点;课程;权重

中图分类号:G642.0;TU-4 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2021)01-0161-06

一、研究背景及意义

工程认证既是工程教育水平评估的基本手段,也是工程师资格国际互认的重要基础。从2005年起,我国逐步在工程专业开展认证工作^[1-2],经过近十余年的发展,已经在31个工科专业类的18个专业开展了认证。

我国建筑环境与能源应用工程专业(以下简称“建环专业”)是2012年本科专业目录调整时,在

修回日期:2020-05-14

基金项目:广东省特色专业——建筑环境与能源应用工程(粤教高函[2018]120号);广东省省级教改项目“基于工程认证标准的建环专业课程体系构建及毕业要求达成度评价研究”(粤教高函)[2018]180号)

作者简介:杨晚生(1970—),男,广东工业大学土木与交通工程学院教授,博士,主要从事建筑环境与能源应用工程研究,(E-mail) gdyangwansh@126.com。

原建筑环境与设备工程、建筑节能技术与工程、建筑设施智能技术的基础上调整而形成的新型工程类本科专业。从2020年起建环专业将从专业评估正式转入工程认证^[3-4],工程认证是今后专业发展的主要方向。

二、工程认证标准对建环专业课程体系的设置要求

根据工程认证标准,建环专业主要开设数学与自然科学类、工程基础类、专业类以及人文社会科学类等四大类课程,具体课程根据学校自身定位、培养目标和办学特色自主设置。课程体系的设置应做相应的调整,尤其是在学分分布上进行优化,以满足工程认证的要求。基于工程认证标准的建环专业课程体系设置要求如图1。

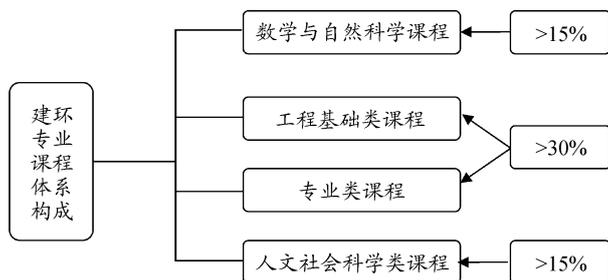


图1 基于工程标准的建环专业课程体系设置要求

三、工程认证背景下建环专业的培养要求

(一) 工程实践能力

工程实践能力的培养是工程认证的重要考察内容。学生参加工程实践以及毕业设计(论文)的学分至少应占总学分的20%。工程实践环节包括课程实验、实习、课程设计、毕业设计(论文)及其他实践环节等。

(二) 工程思维

在中国工程教育认证土木类专业的补充标准中,提出了使学生掌握我国勘察设计注册工程师(注册公用设备工程师等专业)、注册建造师等执业资格相关的法律法规、职业道德、岗位职责等方面的要求^[5]。注册工程师制度是执业资格制度的一种,是国家对关系国计民生的重要工程技术类工作实行准入控制的表现。工程师思维主要体现在责任意识和解决实际问题的能力两个方面。

(三) 国际竞争力

工程认证的目的一是为了促使高校能培养出面向全球且具有国际竞争力的工程类毕业生。中国加入《华盛顿协议》意味着我国工程教育毕业生获得了跨境申请职业资格的“通行证”,但机会越大就意味着挑战越大,面对来自世界各国高校毕业生的竞争,在课程体系设置时我们要注重开阔学生的国际化视野,提高学生的国际竞争力。

四、工程认证的毕业设计达成度要求

(一) 达成度要求

毕业要求达成度评价是进行工程教育专业认证的核心要求,是衡量高校人才培养质量的重要

手段,对专业教学活动的持续改进起指导作用^[4]。毕业要求达成度应结合工程教育认证标准要求,以“PDCA”循环理论为指导,详细分析本科生毕业要求达成度的要求及分解指标,明确各门课程对其指标点的支撑要求,才能持续跟踪,实现对毕业要求达成度进行评价改进的目标。因此,毕业设计达成度的评价与专业课程体系的构建、各课程指标点及其对达成度的权重系数有着密切的联系。制定合理的毕业要求达成度指标体系是构建合理的专业课程体系的目标和出发点,也是构建专业特色课程体系、培养学生实践能力、训练学生工程思维、强化学生国际竞争力的重要目标和基础。

(二) 达成度目标与课程体系的关系

从上述工程认证的标准对专业培养的要求可以看出,专业课程体系设置和毕业要求达成度的构建必须满足以下几个目标:(1)在工程认证标准要求下如何形成自己的专业特色是工程认证所强调和突出的内容;(2)加强学生工程实践能力的培养是工程认证背景下专业发展的重要方向之一^[6];(3)训练学生的工程思维是工程认证的重要目标之一;(4)强化学生的国际竞争力是专业工程认证的主要目标之一^[7-8]。要实现上述专业工程认证目标,需要在专业培养和教学目标设定上形成以下共识:(1)要有与工程认证标准要求相匹配的课程体系,要形成自己的专业特色;(2)要有合理科学的专业毕业要求达成度指标和评价方法,以满足工程认证的要求和专业发展的需要。

因此,构建科学合理的专业课程体系、建立合理的毕业要求达成度指标及评价方法是进行专业工程认证的基本需求和主要内容。

五、课程权重系数的计算方法

(一) 学分法

对应毕业要求各指标点中二级指标点的支撑课程的权重系数,通常需要综合考虑理论课程、实验实训、毕业设计对各项毕业要求及其指标点达成的关联度,将每项毕业要求(或指标点)归一化。课程类型系数设定规则:(1)理论课程的课程权重系数:学分数 $\times 1.0$;(2)实验课程的课程权重系数:学分数 $\times 1.5$;(3)课程设计及实训课的课程权重系数:学分 $\times 1.5$;采用PBL模式的权重系数:学分 $\times 2.0$;(4)毕业设计的课程权重系数:学分 $\times 2.0$ 。

选择合适的课程权重系数计算方法对正确获得课程权重系数具有重要意义。学分法权重系数的计算方法以课程类型、性质和课程学分数为基本依据。该计算规则具有计算方法简单、容易获得、不需要对课程内容进行分析等优点,但存在同类和同一学分的课程权重系数相同等问题,不能有效区别其课程内容对毕业要求达成度的需求,因此在某种程度上该方法只是一种粗浅的计算方法。

(二) 层次分析法

层次分析法是一种基于定量和定性分析相结合的决策方法。通过分析复杂问题所包含的因素及其相互关系,将问题分为不同的要素,并将这些要素归并为不同的层次,通过构建层次结构模型,利用Satty确定的9级比例标尺^[9](如表3),将两个因素的重要性进行比较并赋值,形成判断矩阵,并通过归一化处理获得权重系数。

表3 层次分析法(AHP)评价尺度

成对比较标准	定义	内容
1	同等重要	两个要素具有同等的重要性
3	稍微重要	其中一个要素比另一个要素稍微重要
5	相对重要	根据经验与判断,强烈倾向某一要素
7	明显重要	实际上非常倾向某一要素
9	绝对重要	有证据确定,在两个要素比较时,某一要素非常重要,即一个要素明显强于另一个要素可控制的最大可能
2,4,6,8		用于上述标准之间的折中值
上述数值的倒数		当甲要素与乙要素比较时,若被赋予以上某个标度值,则乙要素与甲要素比较时的权重就应为那个标度的倒数

六、课程权重系数计算比较

(一) 支撑课程的确定

根据工程认证标准,建筑环境与能源应用工程专业毕业要求指标点1为工程知识,具体涵义为能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决建筑环境与能源应用等领域的复杂工程问题。指标点1包含1.1~1.5五个二级指标点,二级指标点1.1的含义为掌握必要的从事建筑环境与能源应用工作所需的高等数学、线性代数、概率论与数理统计等数学、大学物理、普通化学等自然科学基本知识,并能用于工程建模、计算和分析。对应上述二级指标点1.1的含义,该二级指标点1.1选取高等数学、大学物理、线性代数、概率论和数理统计和普通化学作为指标点的支撑课程,这一选择与专业目前的教学实际情况相符合。

(二) 学分法计算分析

根据学分法计算规则,以二级指标点1.1为例,制定了指标点1.1各支撑课程权重系数表,具体结果如表4。

表4 学分法指标点1.1各支撑课程权重系数

指标点	支撑课程名称	学分	课程类型系数	权重系数
指标点1.1 工程知识	高等数学	11.0	1.0	0.440
	线性代数	2.0	1.0	0.080
	概率论与数理统计	2.0	1.0	0.080
	大学物理	8.0	1.0	0.320
	普通化学	2.0	1.0	0.080
Σ		25.0		1.000

(四) 层次分析法计算分析

根据工程认证标准的要求,指标点1.1各支撑课程层次结构模型如图2所示。

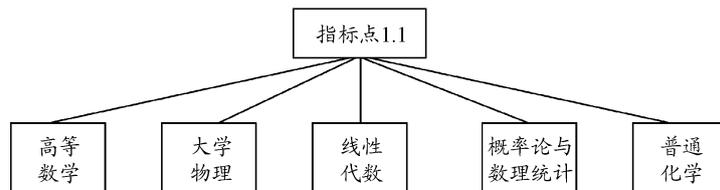


图2 指标点1.1与各支撑课程的层次结构模型

根据上述层次结构模型构建的各支撑课程的判断矩阵及权重系数计算结果如表5所示。

表5 指标点 1.1 各支撑课程判断矩阵及权重系数

课程名称	高等数学	线性代数	数理统计	大学物理	普通化学	Σ	权重系数
高等数学	1	3	3	1	5	1.760	0.352
线性代数	1/3	1	1	1/3	3	0.689	0.138
概率论与数理统计	1/3	1	1	1/3	1	0.535	0.107
大学物理	1	3	3	1	3	1.606	0.321
普通化学	1/5	1/3	1	1/3	1	0.409	0.082
Σ	2.867	8.333	9.000	3.000	13.000		

(四) 结果比较分析

采用学分法和层次分析法获得指标点 1.1 各支撑课程的权重系数,对这两种方法所得到的权重系数进行分析比较,如表 6。

表6 两种方法权重系数比较

课程名称	学分法	层次分析法	偏差
高等数学	0.440	0.352	-0.088
线性代数	0.080	0.138	0.058
概率论与数理统计	0.080	0.107	0.027
大学物理	0.320	0.321	0.001
普通化学	0.080	0.082	0.002

(1) 学分法和层次分析法所得到的各支撑课程的权重系数总的趋势基本一致,即权重系数由高到低的顺序均为:高等数学>大学物理>线性代数>概率论与数理统计>普通化学,二者总体排序规律一致,反映出层次分析法具有其合理性。

(2) 采用层次分析法所得到的线性代数、概率论与数理统计和普通化学课程的权重系数与采用学分法所得到的上述各课程的权重系数存在区别,从客观规律出发,每门课程的学分数和课程类型相同,但由于课程内容在专业毕业要求的体现不同,因此具有不同的权重系数是符合客观事实的,反映出层次分析法与学分法相比得到的权重系数更为合理。

(3) 层次分析法得到的线性代数课程的权重系数较学分法高,这主要是由于其课程内容和毕业要求较高所致,建环专业的课程体系中线性代数比概率论与数理统计在专业基础及专业课程的学习过程中所发挥的作用更大,这符合专业培养的实际要求。

(4) 在课程判断矩阵构建过程中,需要由专业教师和专业技术人员对课程进行对比、分析、判断、量化,这一过程存在一定的主观性,因此会在一定程度上影响权重系数的计算。

参考文献:

- [1] 荀勇. 地方应用型土木工程本科专业评估与认证[J]. 武汉理工大学学报, 2016, 29(10): 38-41, 51.
- [2] 姚韬, 王红, 余元冠. 我国高等工程教育专业认证问题的探究: 基于《华盛顿协议》的视角[J]. 大学教育科学, 2014(4): 28-32.
- [3] 何若全, 邱洪兴. 土木工程专业评估与专业教育的持续发展[J]. 中国建设教育, 2013(1): 15-17.
- [4] 华尔天, 计伟荣, 吴向明. 中国加入《华盛顿协议》背景下工程创新人才培养的探索与实践[J]. 中国高教研究, 2017(1): 82-85.
- [5] 陈晓, 李小华, 张国强, 等. 注册工程师制度和建筑环境与能源应用工程专业教学改革[J]. 高等建筑教育, 2013, 22(6): 26-28.

- [6] 钱付平, 陈光, 黄志甲. 建环专业教育评估与实践教学环节的改革创新[J]. 高等建筑教育, 2009, 18(5): 122-125.
- [7] 谷音, 罗素蓉, 张挺. 从德国高等教育看工程认证下的土木工程专业培养方式及评价体系[J]. 高等建筑教育, 2020, 29(2): 89-94.
- [8] 刘少东, 郑鑫, 张兆强. 土木工程专业校企联合人才培养机制探索与实践[J]. 高等建筑教育, 2016, 25(2): 32-35.
- [9] 张炳江. 层次分析法及其应用案例[M]. 北京: 电子工业出版社, 2013.

Analysis on calculation methods of curriculum weight coefficient based on engineering certification standard

YANG Wansheng, LIU Lin, GAO Yunfei, WANG Zhangyuan, YAN Biao, WANG Xiaoxia, ZHENG Ruiyun
(*School of Civil and Transport Engineering, Guangdong University of
Technology, Guangzhou 510006, P. R. China*)

Abstract: Construction environment and energy application engineering is a major with strong engineering applicability which mainly trains students to be able to engage in industrial and civil construction environment control and energy supply. According to the requirements of engineering certification, each factor of the graduation requirements control index points of construction environment should be calculated according to the training objectives and curriculum system by weight coefficient. At present, due to the short time of engineering certification in China, professional teachers still lack the knowledge, understanding and grasp of the calculation method of relevant weight coefficient, which is not conducive to the teaching under the goal of professional engineering certification and does not meet the professional development requirements of engineering certification. On the basis of engineering certification standard, this paper analyzes the relationship between graduation requirement index points and supporting courses of construction environment. By using AHP, the judgment matrix of index points and supporting courses is established and the weight coefficients of each index point factor are calculated and analyzed, and the weight coefficients of different index points of graduation requirement are obtained. At the same time, the weight coefficient obtained by AHP is compared with that obtained by credit method, and the advantages and disadvantages of each calculation method are pointed out, in order to promote the engineering certification of construction environment specialty.

Key words: graduation requirements; index points; curriculum; weight factor

(责任编辑 梁远华)