

Course Achievements Evaluation System Based on Engineering Education Accreditation

Chun-yan HAN*, Chen-ni WU and Wei CHENG

Software College of Northeastern University, Shenyang, China

*Corresponding author

Keywords: Engineering education accreditation, Talent training, Outcome based education.

Abstract. By studying the current situation of engineering education accreditation and the relevant criteria, the paper proposed a accreditation-oriented talent training mode of software engineering, based on the reverse design principles of outcome-based education (OBE). The paper described the cultivation objectives and graduation requirements, cultivation program design, curriculum and practice teaching system construction, teaching and assessment methods reform, continuous improvement mechanism construction and so on. The talent training system with international standards has been constructed initially.

基于工程教育专业认证的课程达成度评价体系

韩春燕*, 吴辰妮, 程维

东北大学软件学院, 沈阳, 中国

*通讯作者

关键词: 工程教育认证; 软件工程; 课程达成度; 毕业要求指标点

摘要: 本文基于2015版工程教育专业认证通用标准, 结合东北大学软件工程专业的人才培养目标, 对毕业要求与课程达成度评价体系进行研究与实践。阐述了毕业要求、指标点、支撑课程 3 层嵌套循环构成的毕业要求达成度评价过程, 对毕业要求指标点分解、支撑课程体系建立、评价依据合理性确认等方面进行探讨, 并以《离散数学》课程为例, 具体阐述课程达成度的计算步骤与评价方法。实现对人才培养过程、考核评价机制的持续改进, 不断提升软件工程专业的教育教学质量。

1. 引言

工程教育专业认证通过评估一个专业或者一所学校的教育教学过程, 来判断该专业或者学校培养的学生走向社会后能否得到社会、用户、组织等的认可, 即能否达成专业培养目标。工程教育认证的核心是实施OBE (Outcome Based Education), 即成果导向教育。中国专业认证标准明确要求专业必须有明确、公开的毕业要求, 毕业要求应能支撑培养目标的达成, 专业必须通过评价证明所培养的毕业生达到毕业要求, 并提供足够的证据支持。如何开展毕业要求达成度评价、评估培养的毕业生是否达到了制定的培养目标就尤为重要。而毕业要求达成的评价, 其内容与过程与课程、实践等教学活动密切相关, 即课程学习目标的达成度评价是毕业要求、培养目标达成度评价的最基本单元, 其评价的科学、合理性将直接影响学生最终的总结性评价。

为了从根本上实现具有东北大学软件学院特色的质量保障体系，使我院培养出的学生都能够获得国际认可，达到实质等效的国际工程教育质量保证，全面提升教育质量，拓宽学生的就业范围，东北大学软件学院于2014年着手为申请工程教育认证做准备，并于2017年9月正式提交认证申请。本文基于《中国工程教育认证标准2015版》规定的毕业基本要求，结合东北大学软件工程专业学生的培养目标，对毕业要求与课程达成度评价体系进行研究与实践。

2. 毕业要求与课程体系的关系

人才培养达成度评价的依据是专业培养目标。人才培养目标是以学生为中心，根据学校的办学定位和社会需求综合确立的。人才培养目标属于顶层设计，必须细化为具体的毕业要求，再将毕业要求逐条分解为可考核的指标点，每个指标点由若干课程支撑，才能进行有效的定量评价。通过对各个教学环节、教学活动进行具体评价计算，获得各项毕业要求的评价结果值。如果评价结果“达成”标准，其结果用于专业目标的持续改进，进行下一周期的评价。毕业要求、指标点、支撑课程3层嵌套循环构成的评价过程如图1所示。

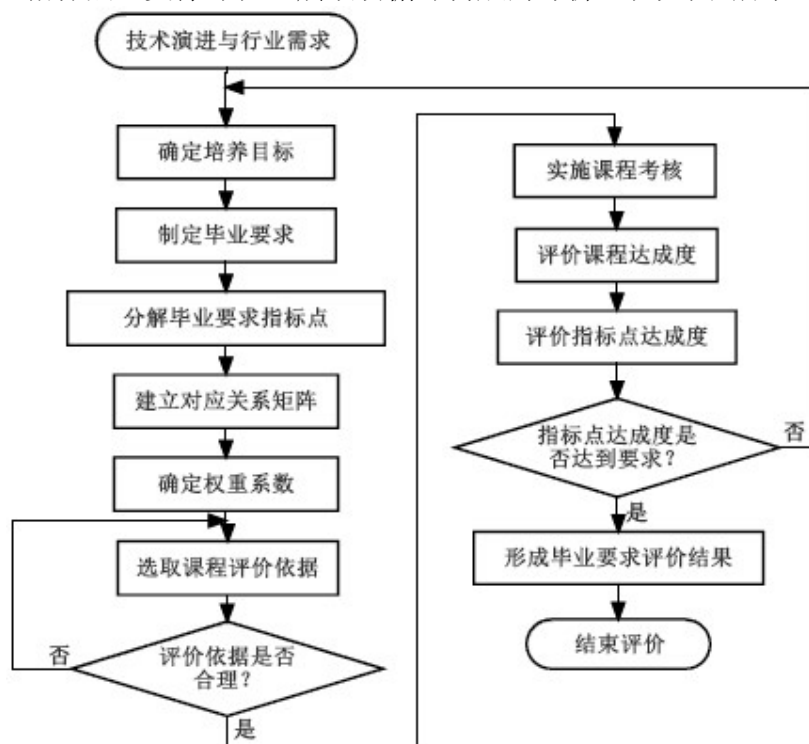


图1 毕业要求达成度评价过程

理解毕业要求达成度评价过程之前，必须明确培养目标、毕业要求与课程体系之间的关系。其中，培养目标和毕业要求起导向作用，毕业要求支撑培养目标的达成，而课程体系是落实培养目标和毕业要求的载体，课程设置、课程内容、课程教学、课程评价等应能全面支撑毕业要求和培养目标的达成。

笔者以东北大学软件工程专业为例，对评价过程中的关键步骤叙述如下：

(1) 确定人才培养目标。软件工程专业的人才培养目标以学生为中心，根据学校的办学定位，结合技术演进和行业需求综合确立。根据专业认证要求，除明确学生毕业时要达到的目标之外，还增加了毕业5年左右学生在社会与专业领域预期取得的成就。

(2) 制定毕业要求并分解为指标点。针对软件工程专业的人才培养目标，在《中国工程教育认证标准2015版》12条通用标准的基础上，细化出适合本专业培养目标的12条毕业要求，

每一条毕业要求又分解为几个可考核的毕业要求指标点，并建立毕业要求与认证标准毕业要求的支撑关系、毕业要求与培养目标的支撑关系。

(3) 构建主干课程与毕业要求分解指标点之间的对应关系。用矩阵形式提供课程对诸项毕业要求指标点的支撑情况，并根据课程对指标点达成的贡献程度确定权重系数。对应矩阵及权重系数设立的合理性，直接反映专业课程体系的合理性，对人才培养质量的保证至关重要，该对应矩阵也是课程目标如何制定的基础、是课程目标达成度评价的重要前提。

每个毕业要求指标点由几门具体的课程支撑，同一门课程也可以支撑几个不同的毕业要求指标点，但支撑每个指标点的课程数量及一门课程支撑的指标点数都不宜过多，以3-7个为宜。主干课程与毕业要求指标点之间的对应关系如表1所示，一门课程支撑不同毕业要求指标点的情况如表2所示。

表1 主干课程与毕业要求指标点的对应示例

毕业要求	毕业要求指标点	课程名称	权重
2、能运用数学、 自然科学与软件 工程相关的基本 原理，识别、表 达、并通过文献 研究分析复杂的 软件工程问题， 以 获得 有效 结 论。	2.1 运用数理方法制 定分析模型；	概率论与数理统计	0.30
		数值分析	0.20
		离散数学	0.30
		工程经济学	0.20
	2.2 运用草稿、图表、 流程表等工程方法 描述问题；	程序设计基础	0.10
		面向对象程序设计	0.10
		数据库概论	0.15
		数据结构与算法	0.15
		软件工程	0.25
		软件需求分析与设计	0.25
	2.3 通过文献研究分 析复杂工程问题。	数据结构课程设计	0.10
		数据库应用程序设计实践	0.10
		人机交互程序设计实践	0.20
		企业项目实训	0.30
		毕业设计	0.30

表2 一门课程支撑不同毕业要求指标点示例

课程名称	支撑指标点	权重
软件工程	1.2掌握软件工程专业工程基础理论知识，且能将其应用于解决相关问题；	0.3
	1.3掌握软件工程专业专业知识，且能将其应用于解决相关问题；	0.2
	2.2运用草稿、图表、流程表等工程方法描述问题；	0.2
	3.1掌握软件生命周期要素，了解软件开发过程管理模型；	0.1
	10.2具有较强的文字表达、沟通和组织能力，具备初步的工程技术文档写作能力。	0.2

(4) 选取课程评价依据，并评价其合理性。如评价考核方式、考核内容、评分标准与课程目标的关联性和合理性，确定考核结果是否可以作为评价课程达成度的依据。如果评价依据不合理，应重新选取。

(5) 实施考核，并进行课程达成度评价。在课程教学过程中，要详细记录学生的学习结果；然后通过对全体学生学习结果的分析，评价本课程的实际学习成果，及课程目标的达成度。课程达成度评价是毕业要求达成度评价的基础，直接为毕业要求达成度评价提供数据支持。按照表1设定的权重，综合各主干课程的达成度情况，即可根据公式(1)计算各毕业要求指标点的达成度。

$$\text{指标点达成度} = \sum \text{支撑课程权重} * \text{该课程达成度} \quad (1)$$

3. 课程达成度评价体系构建

课程达成度的评价是质量评价体系中的最基本单元，课程达成度的评价是否准确，会直接影响专业教育质量提升的可持续发展。课程学习目标的达成度评价是毕业要求、培养目标达成度评价的基础，其评价的科学、合理性将直接影响学生最终的总结性评价。

3.1 评价组织与实施

根据课程对毕业要求指标点的支撑，结合课程任务，制定明确、适当的教学目标，围绕教学目标选择教学资源和教学方法，设计具体考核内容、考核方式与考核评价标准。由课程与毕业要求达成度评价工作小组对上述评价依据的合理性进行审查，审查结果全部合格，课程任课教师才能据此开展教学活动。评价工作小组由本专业教师委员会、本科教学指导委员会、分管本科教学的副院长、教学办主任、专业负责人、企业专家及教师代表组成。

课程考核结束后的两周内，由课程负责人核算各部分分数，对本课程的教学目标达成情况进行评价。通过对学生的考核结果进行分析，了解学生对课程知识点的掌握情况以及各项能力的达成情况，得出评价结论，并针对评价结果，分析教学中存在的问题，提出改进的措施。

3.2 课程达成度计算

以东北大学软件学院软件工程专业《离散数学》课程为例介绍课程达成度的计算方法与步骤。

（1）确定课程教学目标、课程考核方式及评价标准

《离散数学》课程的教学目标是通过多种教学方法让学生掌握软件工程学科必需的离散数学的基本理论和基本方法，培养学生的数学思维能力，抽象的逻辑思维能力和严密的逻辑推理能力，且能将其应用于分析和解决工程实际问题，为学好后继课以及将来从事计算机科学的研究、发展打下坚实的理论基础。本课程采用的教学方法包括：课堂讲授、课上讨论、课上小测、课后自学、课后作业、期末考试等，考核方式为平时表现、平时测验及期末笔试，各项考核方式所占比例及对毕业要求指标点的支撑情况如表3所示。

表3 《离散数学》考核方式及其对毕业要求指标点的支撑

考核方式 \ 支撑指标点		毕业要求指标点		
		1.1	2.1	4.1
平时表现	10%	√	√	√
平时测验	30%	√	√	
期末笔试	60%	√	√	√

（2）确定评价依据的合理性

评价工作小组对实施评价的课程从考核方式、考核内容和评分标准等方面确认课程考核评价依据的合理性。例如除了期末考试外，是否采用学习报告、课堂讨论、小测验等多种考核方式获取对应的指标点能力达成情况；考核内容是否完整，能否评价对应指标点的达成情况；评分标准是否明确、具体等。评价工作小组判定评价依据合理后，才能开展教学，并依据考核结果计算课程达成度。课程达成度评价依据合理性的审查表格如表4。

表4 课程达成度评价依据合理性审查表

评价内容	评价依据的合理性			修改意见
	合理	较合理	不合理	
考核方式				
考核内容				
评分标准				
审核结论				

	审核人签字： 审核时间： 年 月 日
--	-----------------------

(3) 考核结束后，进行各项考核分数统计

在课程教学过程中，要详细记录学生的平时表现、平时测验情况。期末考试结束后，根据每道小题的考核内容确定其支撑的毕业要求指标点，每道小题至少支撑一个指标点，也可以同时支撑几个指标点，如表5。例如第一大题支持指标点1.1，用“Y”表示，不支持指标点2.1、4.1，用“N”表示，而第五大题同时支持指标点2.1和4.1。计算支撑各指标点的理论分数，例如支撑指标点1.1的题目为前四道大题，总分为75分，支撑指标点2.1、4.1的为第五大题，总分为25分。统计学生各题目得分情况，并计算对应指标点的得分，例如张三同学期末成绩总分为80分，前四道大题得分为61分，第五大题得分为19分，则对应指标点1.1的得分为61分，对应指标点2.1、4.1的得分均为19分。

表5 《离散数学》期末考试试题对指标点的支撑情况

序号	姓名	期末成绩（60%）												
		第一大题 20分	第二大题 20分	第三大题 10分	第四大题 25分			第五大题 25分			期末 成绩 总分	支撑指标点分数		
					1	2	3	1	2	3		1.1	2.1	4.1
小题分数		20	20	10	7	9	9	12	5	8	100	/	/	/
指标点 1.1		Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	/	75	/	/
指标点 2.1		N	N	N	N	N	N	Y	Y	Y	/	/	25	/
指标点 4.1		N	N	N	N	N	N	Y	Y	Y	/	/	/	25
1	张三	14	14	8	7	9	9	10	2	7	80	61	19	19
2	李四	11	8	8	7	9	7	10	3	4	67	50	17	17
3	王五	15	14	8	5	6	6	10	5	4	73	54	19	19
...
平均分		12.5	14.8	8.2	5.4	6.4	6.4	9.0	3.3	5.6	71.6	53.7	17.9	17.9

(4) 计算课程对支撑指标点的达成度

课程负责人组织任课教师对考核分数进行核算，进行课程目标达成度的评价。各指标点达成度计算公式如下：

指标点达成度 = \sum 各考核方式支撑该指标点的实际分数 / 理论分数 * 成绩构成系数

例如张三同学各考核方式的实际得分如表6所示。则该同学指标点1.1的达成度 = $85/100*0.1+42/50*0.3+61/75*0.6=0.825$ 。

表6 张三同学各考核方式得分及指标点达成度

考核方式 \ 支撑指标点	指标点 1.1		指标点 2.1		指标点 4.1	
	实际分数	理论分数	实际分数	理论分数	实际分数	理论分数
平时表现（10%）	85	100	85	100	85	100
平时测验（30%）	42	50	46	50	/	/
期末考试（60%）	61	75	19	25	19	25
各指标点达成度	0.825		0.817		0.773	

根据上述方法，计算出《离散数学》课程各指标点达成度的平均值分别为0.81、0.80、0.75。根据规定，各指标点达成度的合格标准为0.75，即达成结论为P（Pass）；如达成度介于0.70与0.74之间，则该指标点达成结论为PC（Pass/Concern）；如达成度介于0.60与0.69之间，则该指标点达成结论为PW（Pass/Weakness）；如达成度小于0.60，则该指标点达成结论为F（Failure）。各指标点达成度如全部为P，则课程达成度评价的最终结论为P；达成度的分项值中如存在PC，但不存在F和PW，则课程达成度评价的最终结论为PC；达成度的分项值中如存在PW，但不存在F，则课程达成度评价的最终结论为PW；达成度的分项值中如存在F，则

课程达成度评价的最终结论为F。综合各指标点达成度情况,得出《离散数学》课程达成度评价最终结论:该课程达成度为P,达到了相应的毕业要求。

在进行课程目标达成度计算时,有以下两点说明:

①对不适宜做课程达成度量化计算的课程,应说明原因。如某些实践课程,并无考试试卷,无法拆分其考核成绩去对应多个毕业要求指标点。这种情况,可考虑直接依据学生课程总成绩进行评价,某课程若合格,则该课程支撑的所有毕业要求指标点均达成。

②为了更加科学、合理地评价一门课程的达成情况,在计算课程达成度之前,要注意甄别并排除“异常值”,以选取合理的学生样本。例如:可将课程试卷成绩低于10分的学生成绩视为“异常值”;重修的学生成绩视为“不合理”等等。

3.3 毕业要求达成度评价

软件工程专业毕业要求达成度评价周期为两年。评价工作小组对支撑各毕业要求指标点的全部课程评价周期内每年的课程达成度情况进行汇总,并取最小值作为课程达成度评价的最终结果。根据各课程达成度评价价值,按照本文第2节所述,即可计算出所支撑毕业要求指标点的达成度评价价值。将每一项毕业要求达成度评价结果与达成标准进行比较,判断该项毕业要求是否达成。针对评价结果,分析教学中存在的问题,提出改进措施,并进行持续改进。

4. 结束语

专业认证中如何通过评价证明所培养的毕业生达到毕业要求是专业认证的核心内容。本文在工程教育专业认证的基础上,通过对软件工程专业学生的毕业要求与课程目标达成度评价体系的研究与实践,提出了以培养目标与毕业要求为导向,课程体系为支撑的软件工程专业学生课程目标达成度的评价方法和毕业要求达成度的评价方法。

通过研究最新的工程教育认证资料,明确了课程达成度评价与毕业要求达成度评价之间的关系,构建了软件工程专业毕业要求指标点集合、指标点与主干课程的对应关系及权重矩阵。根据该对应矩阵设定课程教学目标,并落实到具体学习任务中,选取适当的评价依据(包括考核内容、考核方式、评分标准),实施考核,确保考核结果作为达成度评价依据的合理性。在教学过程中,注重过程监控,通过对学生学习结果的评价记录进行分析、评估,反思教学中存在的不足之处,对人才培养过程、考核评价机制不断持续改进,最终提升软件工程专业教育教学质量。

References

- [1] Ren-shi Nie, Xiong Chen. A Study on the defects of the achievements evaluation system of engineering education accreditation in China: a case study of SWPU [J]. Journal of Southwest Petroleum University(Social Sciences Edition), 2017, 19(1): 74-81.
- [2] Hui Shao, Qun Chen, Shou-kun Xu. Research and practice on quantitative evaluation system of graduation requirements achieving degree of surveying and mapping engineering [J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2016(11): 137-140.
- [3] Yue-fei Wang, Bin Huang, Xu-hui Sun, Cheng-cai Shu. Research on quantitative evaluation of graduation requirements achievements of industrial engineering major [J]. Science & Technology Vision, 2016(26): 88-89.
- [4] Ren-shi Nie, Xiong Chen. Method and procedure for evaluation of achieving degree about graduation requirements in engineering education professional certification [J]. Education Teaching Forum, 2016(51): 206-208.

- [5] Hui Shao, Qun Chen, Shou-kun Xu. Quantitative assessment investigation and practice of graduation requirements achievements of safety engineering major—based on tracing-promoting educational philosophy [J]. Journal of Changzhou University(Social Science Edition), 2015(3): 114-117.
- [6] Hong-xiang Ou, Xiu-kun Ge, Zhi-xiang Xing. Research on the evaluation system of graduation requirements achievements [J]. Heilongjiang Education(Higher Education Research & Appraisal), 2015(10): 4-5.