

基于课程教学考核的毕业要求达成度评价方法

戴波¹ 蓝波¹ 徐文星¹ 刘建东¹ 纪文刚¹

(¹北京石油化工学院信息工程学院,北京,102617)

摘要: 课程体系的设计、实施、评价、改进构建了一个闭环控制系统,通过持续改进可以逐步实现专业毕业要求,当前这个实现过程中最薄弱的环节是评价,评价中采用定性评价的多、定量评价少;评价与目标的关联性较弱;源自课程体系和课程自身要素的评价少,整体的、模糊的评价多;评价主体往往不是学生而是教师或专家。为此论文制定了毕业要求,对毕业要求达成度计算与课程考核的关系进行了清晰的分析,提出了基于课程教学考核的毕业要求达成度评价方法,构建了毕业要求达成度评价体系,在自动化专业探索实践了毕业要求达成度评价,取得了很好的结果。

关键词: 毕业要求;评价;达成;课程教学考核

The evaluation method of the graduation standards achievements based on the course teaching assessment

Daibo¹, Lanbo¹, Xuwenxing¹, Liujiandong¹, Jiwengang¹

(¹ College of Information Engineering, Beijing Institute of Petrochemical Engineering, Beijing 102617, China)

Abstract: The curriculum system's design, implementation, evaluation and improvement and other links can constitute a closed-loop control system, which adjusted by constantly improvement can gradually achieve the professional graduation standard. Now the weakest link to implement this process is evaluation, which usually includes more qualitative evaluation, less quantitative evaluation, and weak correlation between the target and evaluation, or less result for curriculum system and courses, and more overall and fuzzy evaluation, or taking teachers or experts as evaluation subjects but not the students. So, in this paper the graduation standards have been formulated, evaluation method for graduation requirement achievements based on course teaching assessment has been proposed, evaluation system for graduation requirement achievement has been constructed, and the whole evaluation for graduation requirement achievement has been explored and practiced in automation specialty, which have achieved excellent results.

Key Words: Graduation standards; Evaluation; Achievements; Course teaching assessment

引言

成果导向教育 (Outcome Based Education, 简

称 OBE) 由 Spady 等人^[1] 于 1981 年首次提出后, 逐渐成为美国、英国、加拿大等国家教育改革的主流理念并被美国工程与技术教育认证协会 (ABET) 用于工程教育认证标准^[2]。近年来各国

联系人: 戴波. 第一作者: 戴波(1962—), 男, 硕士, 教授.

基金项目: 北京高等学校教育教学改革项目(2014-ms157).

高校对基于 OBE 理念的课程体系改革和评估体系构建做了大量工作,但是对教学成果的评价方法和达成度计算方法,在理论和实践等方面还存在很多不足。

Vijayalakshmi M. 等^[3]使用评估准则和矩阵实现了基于产出的毕业要求教学性能评价。他们首先对每个毕业设计相关的课程制定课程学习目标,并将所有课程学习目标和毕业设计目标对应;然后对每一教学实施阶段设计评估准则,基于评估准则建立覆盖每个教学阶段所有属性/参数的评估矩阵,由评估团队和教师使用评估矩阵计算每一个目标的达成比例。Murray V. 等^[4]尝试训练本科生做科研提升训练并取得了成效。他们通过展示学生的工程项目解决方案或商业计划创建技术企业等成果验证了其科研提升训练方法的优越性。郭士清等^[5]基于课程地图概念提出了成果导向课程规划模式。Makinda J. 等提出了课程和培养方案产出矩阵分析方法^[6],该方法应用于马来西亚沙巴大学土木工程专业成果达成度评估,经过对不同批次学生的多轮评估验证了方法的有效性。马来西亚信息技术学院(MIIT)开发了计算机评估系统来关联和简化课程和培养方案产出评估过程,促进持续质量改进^{[7][8]}。

我国在工程教育专业认证过程中各学校探索实践了多种方法。李志义^[9]在论述反向设计应遵循原则的基础上,构建了反向设计过程及主要环节图,提出了反向设计的思路、策略与要点,重点对怎样确定培养目标、毕业要求、指标点、怎样构建课程体系、怎样编写教学大纲等反向设计所涉及的几个关键问题进行了深入探讨,并给出示例。Zhou, Wei 等人^[10]在探讨了机械工程专业学生毕业时所需的知识和能力的基础上,改进了教学过程和考核方式,并提出基于学校和社会评价的毕业要求达成度评价。邵辉等人^[11]探索了毕业要求达成度定量评估机制和程序,并对安全工程专业的毕业要求达成度进行了评估实践。欧红香等人^[12]在构建与组织实施毕业要求达成度评价体系的基础上,探索了毕业要求达成度定量评价,其以常州大学安全工程专业为例,从培养目标及毕业要求确定、评价机构与人员组建、课程体系与毕业要求对应关系以及大成都评价的实施等方面、分析了专业认证过程中达成度评价的实施要点。

但是在毕业要求达成度计算方面,还存在以下问题:

(1) 对毕业要求达成度计算与课程考核的关系没有理清,在概念和方法等方面还存在混淆,部分学校直接采用相关课程考核的平均得分推算达成度,没有体现达成度计算的意义和作用;

(2) 对毕业生毕业要求达成度计算和课程毕业要求达成度计算的关系没有理清,部分学校没有分清这两个达成度计算方法和作用的不同,达成度计算对课程、课程体系、毕业要求的持续改进的作用不明确;

(3) 毕业要求达成度计算方法不完善,部分学校只考虑课程成绩或试卷上和指标点对应考题的得分情况,尚无基于课程所有考核方式的达成度计算方法。

为此我们探索实践了基于课程教学考核的毕业要求达成度评价方法。

1 毕业要求达成度评价的计算方法

达成度评价的标准是本专业毕业要求。达成度评价的基础数据来源于最基础教学活动的考核数据,即课程教学考核环节中对教学要点的考核数据,即考核得分点。达成度评价的对象是本科毕业生,是对毕业生经过培养方案规定的教学活动的学习产出进行评价,即毕业生的课程体系、课程、教学环节的学习产出的评价。

达成度评价的计算方法与课程考核成绩的计算方法,既不相同又密切相关。密切相关之处是两个方法都是从课程考核的得分点出发进行计算,不同之处在于计算的途径不相同,如图1所示。

课程考核成绩的计算是将毕业要求作为一个整体目标进行计算,从课程考核的得分点先得到考核环节的成绩,再得到课程的总评成绩,整个过程均是对毕业要求整体目标的考核,没有明确区分具体指标点的达成,一门课对一个学生就一个评价价值——总评成绩。

而达成度评价计算是对不同指标点分别计算,从考核的得分点开始就按不同的相关达成目标分别计算,一个考核环节可以得到多个相关指标点的达成度,一门课对一个学生可以得到多个评价价值——不同指标点的达成度。

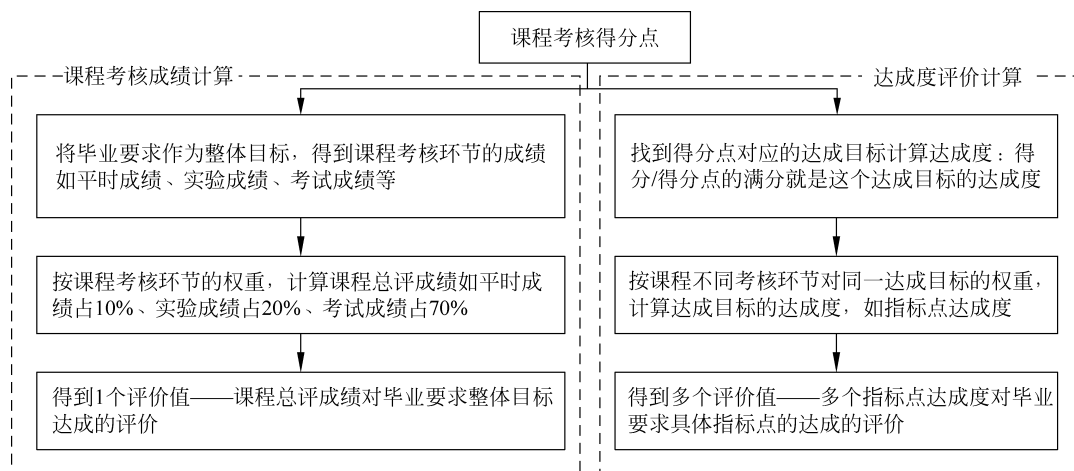


图1 达成度计算与课程考核成绩的关系

Figure 1 The relationship between achievements calculation and course evaluation

如果从课程考核总评成绩出发,先向下分解出指标点达成度,再反过来向上计算课程和课程体系的毕业要求指标点达成度,那么计算的结果只是用课程考核总评成绩对毕业要求指标点达成度进行了主观分解,不是对毕业要求指标点达成度进行的正确计算。

毕业要求指标点达成度计算的正确方法应该是从课程考核过程中的得分点出发,先计算得分点对应的达成目标的达成度,即得分除以得分点的满分,再按课程不同考核环节对同一达成目标的权重,加权累加计算课程的达成目标的达成度,如课程指标点达成度,进而再加权累加计算课程体系的指标点达成度。特别要注意的是,得分点应该是对课程教学要点的考核,课程的教学要点应该是对毕业要求指标点的分解,所以得分点计算的达成度应是教学要点达成度,这样设计的课程教学过程、课程、课程体系就能有效地实现对毕业要求的达成。所以计算毕业要求指标点达成度首先要分解毕业要求到指标点,再分解到教学要点,计算毕业要求指标点达成度就从课程考核得分点出发,先计算教学要点达成度、再计算指标点达成度,进而计算毕业要求达成度,如图2所示。

本专业毕业要求达成度计算方法如下:

第一步:制定毕业要求指标体系

将12项毕业要求分解成毕业要求、指标点、教学要点三级指标体系,分别作为课程体系、课程、教学环节三层次教学活动的教学目标。

第二步:建立教学目标与教学活动的关联关

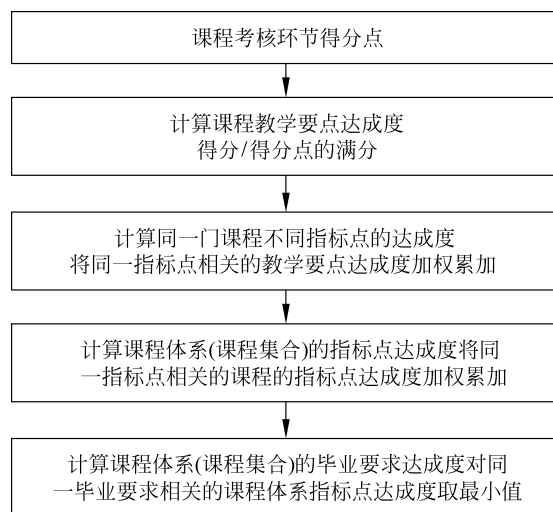


图2 毕业要求达成度计算方法

Figure 2 The computing method of the achievements for the graduation requirements

系,并设置合理的权重矩阵

① 建立毕业要求与课程体系的关联关系,以强关联、一般关联、弱关联构建关联矩阵。设有 n 门课程支撑第 i 项毕业要求的达成。

② 建立指标点与课程体系的关联关系,以权重构建关联矩阵。设第 i 项毕业要求有 m 项指标点,课程 k 支撑第 i 项毕业要求的第 j 项指标点(下文简称为“指标点 i, j ”)的达成,权重为 $W_{i,j,k}$ 。

③ 建立指标点与课程教学环节的关联关系,以权重构建关联矩阵。设课程 k 的第 p 项教学环节支撑“指标点 i, j ”的达成,权重为 $F_{i,j,k,p}$ 。

④ 建立教学要点与课程教学环节的关联关

系,以权重构建关联矩阵。设课程 k 的第 p 项教学环节支撑“指标点 i, j ”的第 r 项教学要点的达成,权重为 $R_{i,j,r,k,p}$ 。

第三步:以教学要点实现为目标,制定教学环节考核评分标准,计算样本学生的教学要点达成度

以教学要点的实现程度制定教学环节考核的考核评分标准,得到样本学生在教学环节中对教学要点的考核成绩与满分的比值。设课程 k 的第 p 项教学环节对“指标点 i, j ”的第 r 项教学要点的考核成绩与满分的比值为 $S_{i,j,r,k,p}$,即为样本学生的教学要点达成度。

第四步:以指标点为目标,计算样本学生课程的指标点达成度

从课程教学环节中的教学要点达成度出发,根据教学要点与课程教学环节的关联关系,指标点与课程教学环节的关联关系,以及相应的权重系数,计算样本学生课程的指标点达成度。

① 计算教学及考核环节的指标点达成度

设样本学生课程 k 的第 p 项教学环节对“指标点 i, j ”的第 r 项教学要点的考核成绩与满分的比值为 $S_{i,j,r,k,p}$,加权累加第 p 项教学环节对“指标点 i, j ”的所有教学要点的考核成绩与满分的比值,则样本学生第 p 项教学环节对“指标点 i, j ”的达成度为 $H_{i,j,k,p}$,计算如式 1 所示。

$$H_{i,j,k,p} = \sum_r (R_{i,j,r,k,p} \cdot S_{i,j,r,k,p}) \quad (1)$$

② 计算课程的指标点达成度

加权累加课程 k 的所有教学及考核环节对“指标点 i, j ”的达成度,则得到样本学生课程 k 对“指标点 i, j ”的达成度为 $C_{i,j,k}$,计算如式 2 所示。

$$C_{i,j,k} = \sum_p (F_{i,j,k,p} \cdot H_{i,j,k,p}) \quad (2)$$

第五步:以指标点为目标,计算样本学生课程体系的指标点达成度

加权累加支撑“指标点 i, j ”的所有课程的达成度 $C_{i,j,k}$,则得到样本学生课程体系的“指标点 i, j ”的达成度 $I_{i,j}$,计算如式 3 所示。

$$I_{i,j} = \sum_k (W_{i,j,k} \cdot C_{i,j,k}) \quad (3)$$

第六步:以毕业要求为目标,计算样本学生课程体系的毕业要求达成度

取第 i 项毕业要求的所有指标点达成度中最

小值为第 i 项毕业要求的达成度 A_i ,则样本学生毕业要求达成度为 A_i ,计算如式 4 所示。

$$A_i = \min_j (I_{i,j}) \quad (4)$$

因为本专业毕业要求达成度的计算方法,是基于课程教学环节考核成绩,以毕业要求指标体系为目标,计算得出;而学生课程考核成绩也是基于课程教学环节考核成绩计算得出。我校《本科学生学习管理规定》中规定学生毕业时累计学分绩(GPA)达到 70 分,授予学士学位,所以本专业毕业要求达成度评价指标的“达成”标准,确定为每项毕业要求的评价目标值不低于 0.70。

2 毕业要求达成度评价过程

本专业毕业要求达成度评价过程包括分解毕业要求、设计教学活动、计算教学活动的达成度、持续改进教学活动、评价机制自我评估等环节,整个评价过程及体系如图 3 所示。

达成度评价首先要明确评价对象,评价对象有两类:毕业生和课程。如果对象是本科毕业生,则评价是对毕业生经过培养方案规定的教学活动的学习产出进行评价,即毕业生的课程体系、课程、教学环节的学习产出的评价,目的是评价毕业生毕业要求的达成度。如果对象是课程,则评价是依据毕业要求对课程教学效果进行评价,目的是评价课程教学的达成度。

本专业将毕业要求分解成毕业要求、指标点、教学要点三级指标体系,分别作为课程体系、课程、教学环节三层次教学活动的教学目标;三层次教学活动的设计结果分别是专业培养计划(课程体系)、课程大纲、教学环节及考核评分标准;毕业要求达成度计算从教学环节对教学要点实现程度的考核数据开始,依次递推计算;根据计算过程数据,持续改进工作就落实在课程体系整合、课程教学改革、教学及考核环节改进等三方面。评价机制的自我评估从评价标准制定是否合理、体系建立是否完整、方法设计是否科学、措施落实是否到位、结果判定是否合理、是否用于持续改进等方面进行。

2.1 毕业要求达成度评价机制自我评估

(1) 建立了利益相关方参与的评价机制

利益相关方包括企业等用人单位、学生、教师、

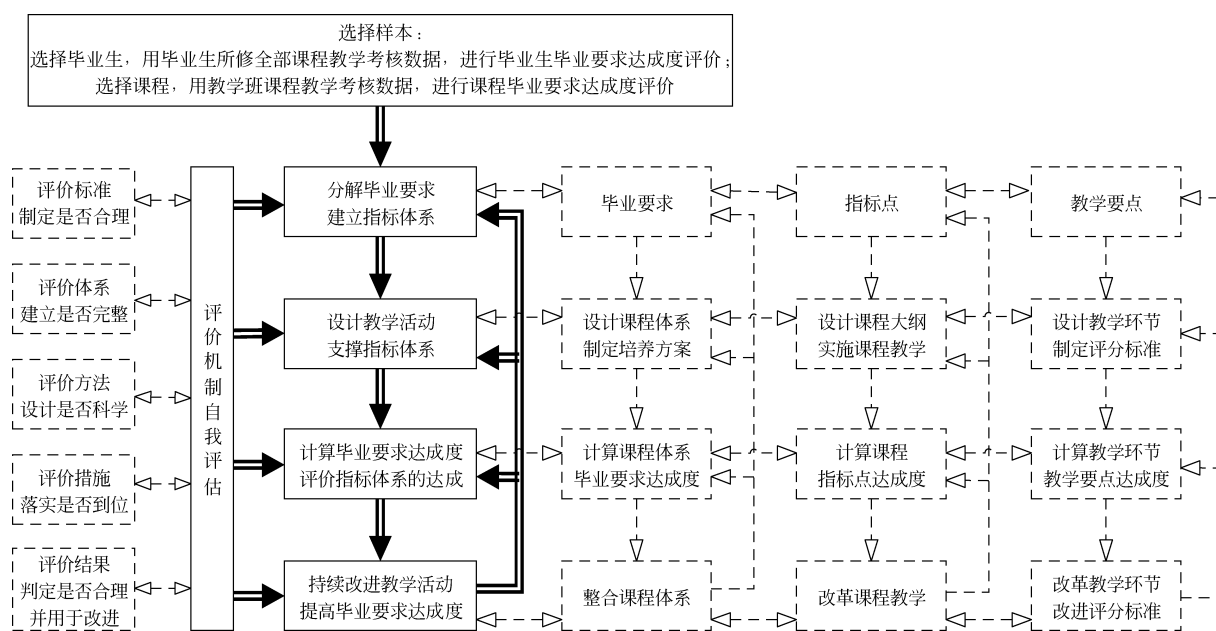


图3 毕业要求达成度评价体系

Figure 3 The evaluation system of the achievements for graduation requirements

专家、教育管理部门等,为建立合理的毕业要求达成度评价机制,本专业建立了利益相关方参与的评价机制。

(2) 构建了结构完整合理的评价体系

评价体系的主线是从毕业要求出发,分解毕业要求、设计教学活动、计算教学活动的达成度、持续改进教学活动,使教学活动的产出达到毕业要求的标准,同时经过评价机制的自我评估保证评价体系的合理性。

(3) 设计了科学合理的评价方法

本专业根据评价对象、内容、目的的不同,分别采用课程考核分析、评分表分析、问卷调查等方法进行评价。对毕业要求达成度计算采用课程考核分析法。对学生课程学习完成后学习产出的自我评价采用评分表分析法。对毕业生和用人单位采用问卷调查方式进行评价。

(4) 实施了措施落实到位的评价过程

本专业将评价工作分层次、分解落实到责任人,并制定了具体的工作步骤、工作内容和工作方法,整个评价过程的各项措施落实到位。

(5) 制定了评价判定的合理标准,并用于持续改进

2.2 分解毕业要求建立指标体系

本专业将这12条毕业要求作为1级指标,进

一步分解产生了2级指标和3级指标,建立了由毕业要求、指标点、教学要点组成的毕业要求三级指标体系,如表1所示。1级指标(毕业要求)重点用于反向设计课程体系,明确课程的教学目标,评价课程体系的实施效果,实施成果导向的培养模式改革、课程体系整合等教学改革;2级指标(指标点)是对一级指标的分解,重点用于反向设计课程教学大纲,明确教学环节的教学目标,评价课程教学效果,实施成果导向的课程教学内容、教学方法以及考核方式等课程教学改革;3级指标(教学要点)是对2级指标的分解,是在课程中落实2级指标的教学要点,重点用于理解、落实2级指标,明确教学考核标准,3级指标往往更接近教学内容、知识要点、教学方法和具体教学要求,便于毕业要求指标体系的实施和落实。

2.3 设计教学活动支撑指标体系实现

(1) 以毕业要求为目标反向设计课程体系

本专业毕业要求达成是通过反向设计合理的课程体系实现的,课程体系对毕业要求的支撑是通过每门课程来落实。通过将课程与毕业要求指标点关联,实现对毕业要求的达成。将毕业要求按指标点展开,利用矩阵形式建立毕业要求指标点与课程的关联关系,关联程度采用权重系数 $W_{i,j,k}$ 表达,对强关联设置大于0.5的权重系数,对

表1 毕业要求三级指标体系(部分)

Table 1 graduation standards three level index system (part)

毕业要求(1级指标)	指标点(2级指标)	教学要点(3级指标)
.....
2. 问题分析:具有运用相关知识对自动化系统工程设计、产品集成、运行维护、技术服务复杂工程问题进行识别和提炼、定义和表达、分析和实证及文献研究的能力,并能获得有效结论	2.1 自动控制系统对象、各环节及系统的数学描述、分析、建模能力;	①物理、化学系统的数学描述、建模、分析、求解及实验验证能力;②机电系统、化工及流程工业系统的数学描述、建模、分析、求解及工程实践能力;③自动控制系统机理建模方法及能力;④自动控制系统实验建模方法及能力;⑤时域、复域、频域等各类数学模型的表达和转换。
	2.2 电子类自动化产品功能、结构、系统分析能力;	①模拟、数字电路分析;②接口及相关外围设备的软硬件分析;③电子电路仿真软件分析;④电子系统功能与指标、结构与规模、开发成本与时间分析。
	2.3 自动控制系统原理、结构、系统和工程分析能力;	①线性连续系统的时域分析、根轨迹分析、频域分析和状态空间分析;②线性离散系统分析;③非线性控制系统分析;④多变量控制系统分析;⑤典型工业过程控制系统分析;⑥先进控制系统分析。
	2.4 自动化产品和自动化系统工程的文献整理和研究能力。	①自动化产品和自动化系统工程的相关文献、技术资料、数据库及常用信息来源;②技术文献、资料、各类信息的整理、分类、研究,并能获得有效结论。
.....

一般关联设置0.2-0.4的权重系数,对弱关联设置0.1的权重系数,要求每项毕业要求指标点所对应的所有支撑课程的权重系数累加和为1。

(2) 以指标点为目标合理设计课程教学大纲

细化课程教学,设计课程教学环节,建立指标点与课程教学环节的关联关系。对每门课程细化课程教学及考核环节,设计课程教学内容、教学方式、考核方式,制定以毕业要求指标点达成为目标的课程教学大纲,利用矩阵形式建立毕业要求指标点与课程教学及考核环节的关联关系,关联程度采用权重系数 $F_{i,j,k,p}$ 表达,强关联度的设置大于0.5的权重系数,一般关联的设置0.2-0.4的权重系数,弱关联的设置0.1的权重系数,每项毕业要求指标点所对应的所有教学及考核环节的权重系数累加和为1。例如课程《电子工程设计》的毕业要求指标点与课程教学及考核环节的关联关系如表2所示。

(3) 以教学要点为目标,合理设计教学环节的考核标准

课程教学环节就是根据相关指标点的相关教学要点实施教学,教学要点的实现程度就决定了相关教学环节的教学质量,所以本专业以每门课程相关的指标点的教学要点合理设计教学环节,

以教学要点的实现程度考核教学环节,制定了以教学要点达成度为考核目标的教学环节考核评分标准,教学要点考核得分除以设定满分即为教学要点达成度。

例如课程《电子工程设计》的“软硬件验收”教学及考核环节的考核评分标准如表3所示。

2.4 计算毕业要求达成度

计算毕业生毕业要求达成度,从毕业生所修全部课程的教学环节考核数据开始计算,根据教学环节与教学要点、课程与指标点、课程体系与指标点、课程体系与毕业要求的关联关系,分层次、分步骤的计算毕业生毕业要求达成度,计算步骤如图4所示。

(1) 计算毕业生所修课程教学环节的教学要点达成度

教学环节的教学要点达成度计算包括教学要点达成度计算和指标点达成度计算。利用教学环节考核评分标准,对教学要点进行考核,考核得分除以满分即为教学要点达成度。对该教学环节中,某项指标点涉及的全部教学要点进行教学要点达成度计算,然后利用其权重系数 $R_{i,j,r,k,p}$,加权累加,计算该教学环节的某项指标点达成度。

表 2 《电子工程设计》课程指标点与教学及考核环节关系

课 程		《电子工程设计》										Σ
毕业要求	指标点	1.5 电子类自动化产品设计、制造、维修、服务等所需的电子系统工程知识及认知能力	2.2 电子类自动化产品功能、结构、系统分析能力	3.2 具有健康、安全、环境等意识的电子系统工程及自动化产品设计开发能力	5.1 常用电子仪器仪表使用及电子产品类自动化产品制作、调试与测试能力	9.1 多学科背景下正确理解个人与团队的关系，组建有效的团队	9.3 理解团队成员与负责人的角色，具备一定的团队领导能力	10.2 能够就自动化领域复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效的书面和图表交流、口头表达和人际交流、电子及多媒体交流	11.1 理解并把握工程项目管理、经济决策的整体架构	11.2 理解工程项目的时间及成本管理、质量及风险管理、以及人力资源管理等，并应用于多学科环境的工程实践中		
	课程对指标点的权重系数	0.1	0.2	0.3	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	1.5	
	教学及考核环节		教学及考核环节对指标点的权重系数									
方式												
常用电子仪器设备使用和基础实验操作	常用电子仪器设备使用和基础实验操作	0.05										1
	软硬件验收	0.6			0.6						0.1	1
	答辩	0.1										1
	考试	0.1			0.5				0.1		0.1	1
	报告撰写	0.1										1
	团队合作考核	0.05						0.6	0.4			1
权重Σ	1	0.1	0.1	1.1	2	0.6	0.5	1.4	0.1	0.1		
指标点达成度												

表3 课程《电子工程设计》的“软硬件验收”教学及考核环节的考核评分标准

Table3 The assessment scoring standards of hardware and software acceptance links for Electronic Engineering Design

教学及考核环节			软硬件验收							
序号	教学要点	权重	评分标准(五分制)	完成情况						教学要点达成度
				很好	较好	中等	一般	较差	得分	
1	2.2-③电子电路仿真软件分析;	8%	1) 熟练使用 Multisim; a. 绘制原理图,b. 会利用各种虚拟仪器仪表对电路进行仿真,c. 能进行数据分析,并据此改进电路; 2) 了解系统的总体功能、各单元模块功能以及各项设计指标。	5	4	3	2	1		得分/满分
2	2.2-④电子系统功能与指标、结构与规模、开发成本与时间分析。	2%		5	4	3	2	1		得分/满分
3	3.2-①电子系统结构设计;	10%	1) 稳压电源电路输出电压误差小于三端稳压器标称电压值 $\pm 5\%$; 2) 信号调理电路输出值误差 $\pm 5\%$ 以内; 3) 控制驱动电路需满足温度在设定值的 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 以内; 4) ADC 可采集随温度成比例变化的数据,从 $10^{\circ}\text{C} \sim 90^{\circ}\text{C}$,按照 10°C 步进,误差在 2°C 内合格; 5) DAC 波形幅度小于 $\pm 9\text{V}$,无双向削顶或偏向一侧等畸变现象; 6) 单片机可输出片选信号和地址信号; 7) 显示和键盘可正常点亮显示数字并正确识别所按按键的行列值。	5	4	3	2	1		得分/满分
4	3.2-②模拟、数字电路模块软硬件设计	50%		5	4	3	2	1		得分/满分
5	5.1-②电路板设计、制作、焊接与调试;	14%	1) 熟练使用 PROTEL 软件: a. 绘制原理图,b. 绘制手动布线图,c. 绘制自动布线图; 2) 布局、走线与焊接质量: 布局合理,走线规范,无漏焊、虚焊、偏焊、焊点过大等; 3) 温度测量系统: 温度设定为 50°C ,连续测试 3 次,温度变化范围在 1°C 内为优秀,在 $1^{\circ}\text{C} \sim 2^{\circ}\text{C}$ 之间为良好,在 $2^{\circ}\text{C} \sim 3^{\circ}\text{C}$ 之间合格,超过 3°C 为不合格; 4) 开环温度控制系统: a) 运行程序,温度随按键动作变化,范围在 $10^{\circ}\text{C} \sim 90^{\circ}\text{C}$, b) 温度显示,控温的同时显示当前温度,误差在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$,每增加 1°C 下调一档,c) 数据显示,控温同时显示与温度变化趋势相同的 DAC 数据;	5	4	3	2	1		得分/满分
6	5.1-③ PROTEL 等常用工程软件使用;	3%		5	4	3	2	1		得分/满分
7	5.1-④系统软硬件联调和测试	3%	5) 闭环温度控制系统: a) 运行程序,可实现 $5^{\circ}\text{C} \sim 90^{\circ}\text{C}$ 范围内任意温度控制,每差 2°C 每下调一档,b) 超时,目标温差不小于 10°C ,稳定期在 90 秒内,每超时 15 秒下调一档,c) 温度显示,温度显示,控温的同时显示当前温度,误差在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$,每增加 1°C 下调一档。	5	4	3	2	1		得分/满分
8	11.1-①分析、确定系统目标、功能、结构;	5%	1) 从项目的管理的角度,分析、明确系统的目标、功能和结构; 2) 从项目的管理的角度,分析、明确系统的各项性能指标。	5	4	3	2	1		得分/满分
9	11.1-②分析、确定合理的系统技术性能指标。	5%		5	4	3	2	1		得分/满分
总评										

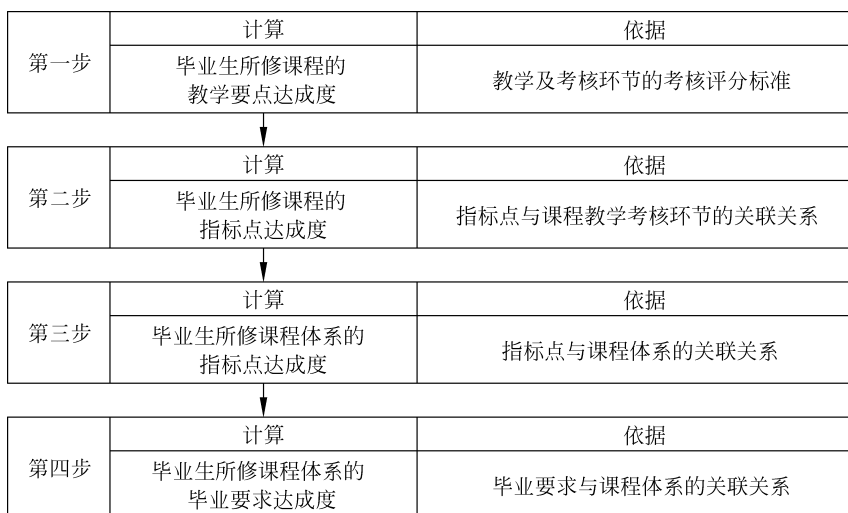


图 4 教学活动的毕业要求达成度计算

Figure4. Calculation of graduation requirements achievement for teaching activities

(2) 计算毕业生所修课程的指标点达成度

在完成某门课程所有教学环节的指标点达成度计算的基础上,利用该课程毕业要求指标点与课程教学及考核环节关联关系的权重系数 $F_{i,j,k,p}$, 加权累加, 计算毕业生课程的指标点达成度, 计算过程中要注意对每列教学及考核环节对指标点的权重系数 $F_{i,j,k,p}$ 进行归一化处理。计算每个毕业生《电子工程设计》课程的指标点达成度。课程的指标点平均达成度也可直接计算。

(3) 计算毕业生所修课程体系的指标点达成度

在完成毕业生某项指标点所有支撑课程的指标点达成度计算的基础上,利用指标点与课程体系关联关系的权重系数 $W_{i,j,k}$, 加权累加, 计算得到每个毕业生所修课程体系的指标点达成度。如表 4 所示。

(4) 计算毕业生所修课程体系的毕业要求达成度

经过毕业生所修课程体系的指标点达成度计算, 得到第 i 项毕业要求的全部指标点的达成度 $I_{i,j}$, 则第 i 项毕业要求达成度 A_i 。就取其全部指标点评价的最小值。

2.5 分析毕业要求达成度评价结果

对本专业最近一届(2015 届)毕业生进行毕业要求达成度计算, 课程体系中的课程只计算毕业生共同的必修课程, 课程与指标点的权重系数不变, 当权重系数累加不为 1, 做归一化处理。

表 4 指标点 3.3 的达成度计算表

Table4 Calculation table for the achievement of index point 3.3

序号	指标点 i, j	3.3 PLC、DCS、FCS 控制系统组态、 软件设计与调试能力		
	课程	DCS/PLC/FCS 原理与应用 A	DCS/PLC/FCS 原理与应用 B	课程体系 指标点达 成度
	$W_{i,j,k}$	0.5	0.5	
...
12	王 × ×	0.56	1.00	0.78
13	张 ×	0.78	1.00	0.89
14	李 × ×	0.74	1.00	0.87
15	梁 × ×	0.53	1.00	0.76
16	张 × ×	0.69	1.00	0.85
17	洪 × ×	0.89	1.00	0.94
18	汪 × ×	0.70	1.00	0.85
19	刘 × ×	0.64	1.00	0.82
20	王 × ×	0.84	1.00	0.92
21	张 × ×	0.64	1.00	0.82
22	张 ×	0.69	1.00	0.84
...
2015 届平均		0.71	0.85	0.78

2.6 持续改进教学活动提高毕业要求达成度

毕业要求达成度计算是对学生教学活动的学习产出是否达到毕业要求进行的定量评价, 评价的目的是持续改进学生教学活动。为此, 本专业根据毕业要求达成度计算结果, 在毕业要求指标

体系制定、课程体系整合、课程教学改革等三个方面,对专业教学活动进行了持续改进。

3 结论

本文探索实践的毕业要求达成度评价方法,用于本科毕业学生,可评价专业毕业生是否达到本专业毕业要求规定的质量标准,分析并找到本专业毕业生达到本专业毕业要求规定的质量标准的薄弱项,据此推动本专业教学活动的持续改进,以保证所培养的毕业生达到本专业制定的毕业要求;用于课程,可评价课程教学对毕业要求的达成度,分析并找到课程教学达到本专业毕业要求规定的质量标准的薄弱项,据此推动课程教学活动的持续改进。该方法用于我校自动化专业工程教育专业认证取得了很好的效果。

References

- [1] Spady W. Choosing Outcomes of Significance. Educational Leadership, 1994, 51(6): 18-22.
- [2] Husna Z. A., Norlaila O., Hadzli H., Mohd F. A. L., Muhammad M. O., Outcome Based Education Performance Evaluation on Electrical Engineering laboratory module", 2009 International Conference on Engineering Education (ICEED 2009), Kuala Lumpur, Malaysia December 7-8, 2009: 153-158.
- [3] Vijayalakshmi M., Desai P. D., G. H. Joshi, Outcome based education performance evaluation of capstone project using assessment rubrics and matrix, 2013 IEEE International Conference in MOOC Innovation and Technology in Education (MITE), 2013: 6-10.
- [4] Murray V., Matsuno C., Montes H., Bejarano A., Proceedings from research as a new learning outcome in undergrad engineering programs, 2015 IEEE 7th International Conference on Engineering Education (ICEED), Kanazawa, 17-18 Nov. 2015: 73-78.
- [5] 郭士清, 庄宇, 颜兵兵, 基于成果导向与课程地图理念的高校课程规划探究, 高教论坛, 2016, 1: 60-63.
- [6] Makinda J., Bolong N., Mirasa A. K and Ayog J. L., Assessing the Achievement of Program Outcome on Environment and Sustainability: A Case Study in Engineering Education, 2nd Regional Conference on Campus Sustainability: Capacity Building in Enhancing Campus Sustainability. Universiti Malaysia Sabah, Kota Kinabalu, Malaysia. 7th-8th April 2015: 47-56
- [7] Zulfadli, OBE Measurement System in Malaysian Institute of Information Technology Universiti, Kuala Lumpur, 2014 5th International Conference on Intelligent Systems, Modelling and Simulation, Langkawi, 27- 29 Jan. 2014: 12-17.
- [8] Dai B., Liu J., Ji W., Han Z., Liu H., Meng B., Xu W., Exploration and practice of the CDIO engineering education reform control system, Proceedings of the 10th International CDIO Conference, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain, June 16-19, 2014.
- [9] 李志义, 成果导向的教学设计, 中国大学教学, 2015, 3: 32-39.
- [10] Zhou Wei, Yan Xing-chun, Lin Li-hong, The Formulation, Implementation and Evaluation of Mechanical Engineering Students Graduation Requirements Based on Engineering Education Accreditation-Taking Chongqing University as an example, International Conference on Advanced Education Technology and Management Science (AETMS), Hong Kong, PEOPLES R CHINA, 01-02 Dec, 2013, : 352-358.
- [11] 邵辉, 陈群, 徐守坤, 陈海群, 张凤娥, 单雪影, 安全工程专业毕业要求达成度定量评估——基于跟进式教育理念的视角, 常州大学学报(社会科学版), 2015, 16(3): 114-117.
- [12] 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, 黑龙江教育(高教研究与评估), 2015, 10: 4-5.