

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2023.05.005

欢迎按以下格式引用:管勇,胡万玲,张叶,等.面向工程教育专业认证的地方建环专业改革与实践[J].高等建筑教育,2023,32(5):39-48.

面向工程教育专业认证的地方建环专业改革与实践

——以热质交换原理与设备课程为例

管勇¹,胡万玲¹,张叶²,周文和¹,胡定科³,张洪伟¹

(1.兰州交通大学环境与市政工程学院,甘肃兰州 730070;2.嘉兴学院建筑工程学院,浙江嘉兴 314001;

3.石家庄铁道大学机械工程学院,河北石家庄 050043)

摘要:针对新时期建筑环境与能源应用工程专业工程教育认证工作需要,在领悟工程教育认证体系的基础上进行了课程大纲顶层设计。以热质交换原理与设备课程为例,从课程信息和目标介绍、课程目标与毕业要求及其指标点的对应关系、课程主要内容与学时分配、课程教学方法和考核评价方式,以及课程推荐资料等方面详细阐述了课程大纲的设计方法和撰写思路。通过2021年兰州交通大学建环专业工程教育认证应用验证表明,该课程大纲设计方法符合工程教育认证要求,课程教学方法和考核评价合理,有利于课程目标达成度评价,可为工程教育认证其他专业课程大纲的修订提供参考。

关键词:工程教育认证;成果导向;热质交换原理与设备;课程大纲设计

中图分类号:G642;TK172-4 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2023)05-0039-10

为配套实施全国注册公用设备工程师职业资格制度,从2002年起住房和城乡建设部(以下简称住建部)开始组织实施了建筑环境与能源应用工程专业(以下简称建环专业)评估工作^[1]。随着2016年我国正式加入《华盛顿协议》,经住建部批准,高等教育建环专业评估委员会于2019年6月发布了《全国高等学校建筑环境与能源应用工程专业评估(认证)文件》^[2],建环专业至此开始从专业评估模式正式转入到工程教育认证的新评价模式。专业评估与工程教育专业认证间的理念差异,要求建环专业在教育教学体系上进行根本性调整,如何做好建环专业认证工作成为建环专业教学面临的重要议题。

为此,针对建环专业工程教育认证工作,结合兰州交通大学建环专业认证过程中课程大纲制订时的工作体会,以热质交换原理与设备课程为例,分享了该课程大纲的设计思路与实施情况,以期

修回日期:2021-11-14

基金项目:兰州交通大学教学改革项目(JGZ201913;JGZ202018);浙江省高等教育学会2021年度高等教育研究课题(KT2021105);兰州交通大学校级教学团队项目

作者简介:管勇(1976—),男,兰州交通大学环境与市政工程学院教授,博士,硕士生导师,主要从事建筑环境与能源应用工程专业课程教学及科研工作,(E-mail) guany2004@mail.lzjtu.cn。

为正在编写课程大纲的地方高校提供参考。

一、准确认识工程认证体系,做好课程大纲顶层设计

工程教育专业认证是工程教育的质量保障制度^[3],其核心理念是“以学生为中心、以学生成果为导向、以持续改进为重点”。工程教育专业认证工作主要包括“说”“做”“证”和“改”四个方面(图1),即明确专业培养目标,合理定位,明晰专业毕业要求和培养标准;建立基于成果导向的课程体系,以学生能力达成为中心开展教学;通过专业考核与社会调研对培养目标和毕业要求的达成度进行评价;基于评价结果,有针对性地推进专业持续改进^[4]。课程体系以课程为载体,通过课程教学对工程教育认证中的毕业要求与课程目标达成度进行支撑和评价。同时,基于课程目标达成度情况查找课程教学过程中的短板和问题,并对此进行持续改进。为贯彻落实以成果为导向的工程教育理念,需按照“反向设计、正向实施”的原则对课程体系各课程大纲进行有效设计。课程大纲作为课程教学的指导性和纲领性文件^[5],是任课教师教学工作的主要依据,也是筑牢教学质量的基石。因此,做好课程体系中各门课程大纲的制定是开展工程教育认证的重要前提与基础。

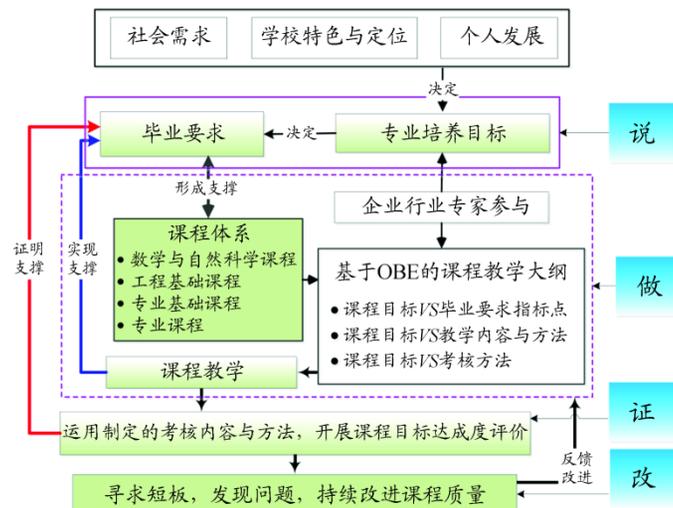


图1 工程教育认证中成果导向的教育教学体系图

在领悟工程教育认证内涵基础上,结合建环专业的人才培养方案,通过厘清毕业要求与课程目标的层级关系,按照以下思路做好课程大纲顶层设计工作。

首先,以建环专业人才培养方案为依据,通过广泛交流、学习和调研,确定课程体系与毕业要求12条各指标点对应的支撑矩阵。基于全国工程教育专业认证通用标准^[6]、建环专业补充标准^[2]及建环专业教学质量国家标准^[7]的规定,结合社会企业需求,针对学校办学特色、建环专业定位和学生个人发展考虑,以及认证标准中毕业要求12条规定,在包括建环专业领域的行业、企业专家和校友多方参与下,明确建环专业培养目标,修订建环专业人才培养方案,细化专业培养目标与12条毕业要求指标点,结合建环本科指导性专业规范^[1],明确建环专业课程体系对毕业要求的支撑关联矩阵及其权重关系。

其次,以支撑关联矩阵为基准,根据课程核心知识点对毕业要求指标点的支撑特性,确立课程目标与毕业要求指标点的对应关系。在设定课程目标时,保证价值引领、知识传授和能力培养的有机统一,从知识、能力和素养三个方面设定课程目标及其数量,并建议课程目标与毕业要求指标点数量一一对应,或前者略多于后者,以为后续课程目标达成计算提供便利。另外,在课程目标设定

时,贯彻高等学校课程思政建设指导纲要精神要求^[8],充分挖掘课程中的思政元素,发挥课程思政的育人功能。

最后,以课程目标达成为主线,构建课程大纲的主体框架结构。课程大纲设计既要考虑大纲的必选项,也要考虑不同课程的差异及特色选项。对于课程大纲必选项建议包括课程信息、课程简介、课程目标、毕业要求及其指标点、课程主要内容与学时分配、课程教学方式方法、课程考核与评价方式、课程推荐资料等共8个方面的设置。此外,课程大纲应体现执笔人、课程负责人、审核人、参与修订的任课教师及修订时间等内容信息。

二、课程大纲内容的编写

基于上述课程大纲的顶层设计方法,以兰州交通大学建环专业的热质交换原理与设备课程大纲为例,详细阐述了如何设计面向工程教育认证的标准化课程大纲。

(一) 课程基本信息

课程基本信息主要为学习该课程的学生和任课教师提供课程代码、课程类别、学时学分等信息,其中热质交换原理与设备课程的基本信息如表1所示。

表1 热质交换原理与设备课程信息

课程代码	02031731	课程英文名称	Fundamentals & Equipment of Heat-Mass Transfer		
课程性质	必修	课程类别	专业教育	学分	3.0
总学时	48学时(其中课程教学44学时,实验教学4学时)				
开课学期	第五学期	开课学院	环境与市政工程学院		
先修课程	高等数学、工程热力学、流体力学、传热学等				
后修课程	建筑冷热源暖通空调、城镇能源区域供应等				
适用专业	建筑环境与能源应用工程				

(二) 课程简介

课程简介主要针对本课程在建环专业学习中的任务与作用,说明了课程属性、主讲内容,以及本课程学习应掌握的知识与达到的能力要求。热质交换原理与设备属于专业平台基础理论课程,主要介绍建环专业领域所涉及的热质交换原理与设备的共性内容,其目的是整合专业知识,减少专业课程体系的内容重复。课程由传质理论基础、传热传质问题分析与计算、空气热湿处理方法,以及热质交换设备热工计算等内容组成,以动量、热量及质量传输共同构成的传输理论为基础,重点学习营造和调控建筑、人工环境过程中发生的热质交换现象与规律及其相应能源转换设备的分析计算方法等。通过该课程学习,学生能够掌握建筑环境与能源应用工程领域内耦合发生的热质交换基本理论、空气处理基本方法及其相应设备的热工计算方法,具有对热质交换设备进行性能评价和优化设计的初步能力,为营造和控制良好室内人工环境的专业学习打下基础。热质交换原理与设备课程是建环专业重要的专业教育必修课程,特别是对建环专业后续专业课程的学习起着承上启下的桥梁作用。

(三) 课程目标

课程目标是课程大纲的重要核心,课程目标决定毕业要求指标点。为此,在设定课程目标时要充分考虑课程目标与毕业要求指标点的对应关系,应避免出现匹配不当、无法支撑或多重支撑等问

题^[9]。与此同时,课程目标要充分考虑课程思政元素,体现育人功能。在语言组织上,应体现课程学习的层次要求,建议使用Bloom教育目标分类认知层次的高阶性动词^[10]。

课程目标1:通过学习传质理论基础、热质交换过程和空气热质处理等知识,理解动量、热量和质量传递现象间的类比方法,在熟练掌握空气热湿处理方法的基础上,能够运用传热传质理论知识对建环专业所涉及的传热传质问题进行分析和计算。同时,通过对热质交换基本理论发展史的了解,来培养学生勇于探索的精神。

课程目标2:熟悉建环专业常用热质交换设备的形式与结构,能够掌握和应用建环专业典型热质交换设备的热工计算方法,针对室内人工环境营造和调控复杂工程问题中的热质交换设备进行热性能评价和优化设计。通过高效热质交换设备和节能关系的学习,培养学生的社会可持续发展思想和专业责任感。

课程目标3:通过课内实验训练,理解散热器散热量的测定原理与方法,以及喷淋室的热湿处理过程,掌握营造人工环境中温度、湿度、流量和压力等数据的测定方法和技能。增强动手操作能力,能够对实验数据进行科学处理与分析,对散热器与喷淋室的综合性能给出合理的判定,编写实验分析报告并指出提高设备热性能的途径与方法,培养动手实践和勇于创新意识。

(四) 课程目标与毕业要求及其指标点的对应关系

根据建环专业人才培养方案中关于热质交换原理与设备课程与毕业要求指标点关联矩阵,确定该课程的课程目标与指标点对应关系,如表2所示。

表2 热质交换原理与设备课程目标与毕业要求指标点对应关系及其权重

毕业要求	毕业要求指标点	课程目标	支撑强度
1. 工程知识:掌握解决建筑环境营造、控制及其过程中能源应用复杂工程问题所必需的数学、自然科学、工程基础和专业知识	1.3 掌握流体力学、传热学、工程热力学、建筑环境学、流体输配管网、热质交换原理与设备等专业知识,并能应用于建环专业领域复杂工程问题的分析	1	H (0.48)
		2	M (0.32)
4. 研究:能够基于科学原理并采用科学方法对建筑环境营造、控制及其过程中能源应用复杂工程问题及其解决方案进行分析、研究和验证,包括设计和开展实验、分析与解释数据,并通过信息综合得到合理有效的结论	4.2 能够针对建环专业领域复杂工程问题及其解决方案进行分析、研究和验证,包括设计和开展实验、分析与解释数据,并通过信息综合得到合理有效的结论	3	L (0.20)

(五) 课程主要内容与学时分配

课程内容是实现课程目标的支撑基础,课程内容不仅要覆盖建环专业规范所规定的课程核心知识点^[1],能够反映课程目标中知识、能力和素养要求的支撑内容,还要有支撑课程思政的内容,按照每8个学时至少出现一个显性课程思政点进行设置,并用括号作凸显表述。另外,课程内容中学时分配要与表2中的课程目标相对应,其中高强度支撑的课程目标设定学时相应要多。需要指出的是,基于工程教育认证的课程内容不是按照所选定教材章节确定课程内容的,而是为满足课程目标需求涉及的知识点来设置教学内容的,因此建议按照建环本科指导性专业规范要求来设置课程主要内容。

热质交换原理与设备课程主要涉及课堂理论教学和实验教学两部分内容,具体课程内容、学时分配及与课程目标对应关系如表3和表4所示。

表3 课堂教学主要内容、学时分配及与课程目标的对应关系

序号	课堂教学主要内容	学时分配	重点	难点	课程目标
1	建环专业涉及的主要热质交换设备的分类;本课程研究内容、地位及作用(本领域热质交换设备的发展历程、面临的挑战及从业者应承担的责任和具备的能力)	2	①我国暖通空调领域热质交换设备新技术的未来展望与挑战 ②建环专业常见热质交换设备的分类方法	建环专业热质交换设备按工作原理分类的类型及其优缺点	1
2	传质的理论基础(讲述传热传质基础理论发展史及从业者应具备的科学探索精神)	8	①传质的基本概念 ②斐克定律 ③气体中的扩散过程 ④浓度边界层与对流传质 ⑤薄膜理论的内涵及物理意义	①传质速率的度量 ②斐克定律的普遍表达式 ③浓度边界层概念及意义 ④对流传质的数学描述与简化	1
3	传热传质的分析与计算	6	①三传方程 ②流体在管内与平板受迫流动时的质交换 ③同时进行传热传质的过程 ④湿球温度理论基础	①对流传质准则关联式的应用 ②同一表面上传质过程对传热过程的影响 ③焓湿图的理论基础	1
4	空气热湿处理方法(社会发展与空气调节技术及本课程的关系,培养专业归属感和责任感)	8	①空气热湿处理的原理与方案 ②湿空气在冷表面的冷却降湿过程 ③空气与水热湿交换原理 ④与水直接接触时空气的状态变化过程 ⑤影响空气与水表面间质交换的主要因素	①空气处理的各种方案及工程实现途径 ②空气与固体及水表面之间热质交换的影响因素 ③空气与水直接接触时的热湿交换原理	1
5	吸附和吸收处理空气的原理和方法	1	①吸附与吸收的基本概念 ②等温吸附线 ③常用吸附剂与吸收剂的类型及性能	①干燥循环过程分析及动态吸附除湿的方法 ②常用液体除湿剂的类型及其优缺点	1

续表

序号	课堂教学主要内容	学时分配	重点	难点	课程目标
6	间壁式热质交换设备的热工计算;(结合我国能耗现状,分析高效热质交换设备和节能关系的学习,培养学生可持续发展观)	6	①对数平均温差法,效能-传热单元数法 ②表冷器处理空气时热质交换的特点 ③表冷器的热工计算 ④空气加热器与散热器的热工计算	①对数平均温差法与效能传热单元数法的应用 ②表冷器处理空气时发生的热质交换过程分析 ③表冷器的设计计算 ④空气加热器与散热器热性能评价	2
7	混合式热质交换设备的热工计算	7	①喷淋室的类型与结构及其优缺点 ②喷淋室的热工计算方法 ③冷却塔的热工计算方法	①喷淋室的设计计算 ②冷却塔的设计计算	2
8	复合式热质交换设备的热工计算;(针对西北地区独特的气候条件,引入节能的蒸发冷却式空调技术,培养学生的节能意识)	5	①直接蒸发冷却器的类型及热工计算 ②间接蒸发冷却器的类型及热工计算 ③一至三级蒸发冷却空调系统设计计算方法	①直接蒸发冷却器的性能评价 ②间接蒸发冷却器的性能评价 ③三级蒸发冷却空调系统设计计算	2
9	热质交换设备的优化设计与分析;(热质交换设备的发展趋势及其社会发展的需求,理解从业者创新探索精神的意义)	1	热质交换设备的优化方法与评价参数	建环专业常见热质交换设备性能评价的确立原则	2

表4 实验教学内容、学时分配及课程目标对应关系

序号	实验名称	学时分配	实验主要内容	课程目标
1	散热器热工性能实验	2	(1)通过实验掌握散热器散热量的测定原理及方法;(2)求解热媒为低温热水时,散热器的散热量与温差之间的函数关系式,通过动手实验计算出其系数;(3)对测试用散热器进行热工性能评价;(4)树立实验室安全观;动手实践和专业创新意识的培养	3
2	喷淋室热工性能实验	2	(1)通过实验掌握空气干湿球温度、空气与水流量、水温及空气压力的测定方法;(2)利用焓差法计算空气流经喷淋室的换热量,运用空气与水之间的热量偏差考核实验装置的可靠性;(3)对喷淋室的热工性能评价;(4)动手实践和专业创新意识的培养	3

(六) 课程教学方式方法

课程教学任务的中心是围绕课程目标来进行的,为了达到这一主旨,任课教师需要将以教师、教材和课堂为中心向学生为中心转变,注重教与学的密切结合^[11]。结合课程教学内容,热质交换原理与设备课程采用形式多样的教学方式和方法,如线上辅助教学:课前通过微信/QQ群或雨课堂

推送每讲的预习任务,课堂上鼓励学生提问、质疑和讨论,课下推送本讲教学重难点,激发学生主动学习的兴趣,培养学生独立思考、分析问题和解决问题的能力;任务驱动教学:根据课程目标,对应设置课前预习导学、课后作业、线下测试、实验等环节,并提前布置任务,促进课程目标的达成;讨论式教学:课内讨论和课外答质疑研讨相结合,线上(答质疑群)与线下答质疑研讨(每周设置固定现场答疑环节)相补充,引导和督促学生平时主动复习,提高授课质量和效果;实验教学:开设散热器热性能实验和喷淋室热工性能实验,增强学生的动手实践操作能力,并对散热器与喷淋室的热性能给出合理的判定,编写实验分析报告;课程思政导学:在授课过程中应充分发掘课程中的思政元素,实现对学生价值观的科学引导。

(七) 课程考核与评价方式

课程考核与评价是检验课程目标达成情况与评价依据合理性的重要环节,为毕业要求指标点达成计算提供数据支撑,也为课程教学的持续改进提供依据。基于工程教育认证的课程考核评价,应注重过程形成性考核和凸显学习产出效果,因此热质交换设备课程需从优化过程考核环节和完善课程评价体系两方面实施课程评价工作。

1. 课程考核

热质交换原理与设备课程考核方式采用过程形成性考核与结课考试考核相结合的方式^[12],其中,过程形成性考核包括作业、答(质)疑研讨、实验和线下测验4个部分。过程形成性考核成绩=作业考核成绩(30%)+答质疑研讨考核成绩(5%)+实验考核成绩(15%)+线下测验考核成绩(10%);课程考核成绩=过程形成性考核(占课程考核成绩60%)+结课考试(占课程考核成绩40%)。

为了科学规范地做好课程考核环节,以课程大纲附件的形式编写的热质交换原理与设备课程考核及成绩评定细则,包括过程形成性考核成绩评定细则、结课考试考核评定细则、课程成绩评定资格说明,以及执行说明及注意事项4方面内容。其中,过程形成性考核成绩评定细则重点阐述上述四个过程环节中以课程分目标达成为目的的考核重点、任务量要求及其成绩评定标准;结课考试考核评定细则主要针对课程分目标达成的命题任务、要求与分值分配;课程成绩评定资格说明是为强化形成性考核管理对平时出勤与过程环节中任务完成情况的具体要求,如缺勤累计学时达到课程总学时10%、旷课达到课程总学时5%、缺失过程考核4个环节中任意一个,或者过程考核成绩低于60%等,都会取消该门课程的成绩评定资格。

课程结束后,任课教师根据课程教学自评和学生学习成效情况,撰写教学总结和持续改进报告,以为工程教育认证的现场考察提供材料支撑。

2. 课程评价

课程评价主要是为课程目标达成度提供依据。热质交换原理与设备课程的目标达成与课程考核环节之间的对应关系如表5所示。为明确课程达成度计算情况,课程以大纲附件的形式提出了课程目标达成评价与分析方法。该方法主要包括支撑课程目标的权重分配(表6)、课程目标达成度计算(表7)、课程对应的毕业指标点目标达成度计算(表8)。

表5 热质交换原理与设备课程目标与课程考核环节之间的对应关系

课程目标 (j)	课程考核环节(i)				
	作业(1)	答(质)疑研讨(2)	线下测验(3)	实验(4)	结课考试(5)
1	√	√	√		√
2	√	√	√		√
3		√		√	√

为方便课程目标达成度计算,针对表5中的课程考核环节与课程目标的二维矩阵对应关系,采用下标变量*i*和*j*分别表示第*i*个课程考核环节与第*j*个课程目标,其中, $i=1,5;j=1,3$,详见表5至表8所示。

表6 热质交换原理与设备课程目标达成的评价环节及支撑课程目标的权重分配

课程成绩构成及比例	课程考核环节与其权重 (R_i)	目标分值 (M_i)	课程目标1权重 (r_{i1})	课程目标2权重 (r_{i2})	课程目标3权重 (r_{i3})
过程形成性考核成绩60分,占课程考核成绩的0.6	作业($R_1=0.3$)	$M_1=30$	$r_{11}=0.2$	$r_{12}=0.1$	$r_{13}=0.0$
	答质疑研讨($R_2=0.05$)	$M_2=5$	$r_{21}=0.02$	$r_{22}=0.02$	$r_{23}=0.01$
	线下测试($R_3=0.1$)	$M_3=10$	$r_{31}=0.06$	$r_{32}=0.04$	$r_{33}=0.0$
	实验($R_4=0.15$)	$M_4=15$	$r_{41}=0.0$	$r_{42}=0.0$	$r_{43}=0.15$
结课考试考核成绩100分,占课程考核成绩 $R_5=0.4$		$M_5=100$	$r_{51}=0.20$	$r_{52}=0.16$	$r_{53}=0.04$
课程分目标占总目标的权重		—	$k_1=0.48$	$k_2=0.32$	$k_3=0.20$

表6中的 R_i 为第*i*个课程考核环节的总权重,也就是上文中第*i*个课程考核环节占课程考核成绩的比例, $R_i = \sum_{j=1}^3 r_{ij}$; $\sum_{i=1}^5 R_i = 0.60$; r_{ij} 为第*i*个课程考核环节与第*j*个课程目标的权重; k_j 为第*j*个课程目标的总权重, $k_j = \sum_{i=1}^5 r_{ij}$; M_i 为第*i*个课程考核环节的目标分值, $\sum_{i=1}^4 M_i + R_5 \cdot M_5 = 100$,下同。

对于课程目标达成度评价包括课程分目标达成度评价和课程总目标达成度评价,具体计算方法如下:

$$\text{课程分目标达成度 } D_j = \frac{\text{考核成绩中支撑 } j \text{ 课程目标相关考核环节平均得分之和}}{\text{考核成绩中支撑 } j \text{ 课程目标相关考核环节目标总分}} \quad (1)$$

$$\text{课程总目标达成度 } D = \sum_{j=1}^3 k_j \cdot D_j \quad (2)$$

式中, D_j 为第*j*个课程分目标的达成度,计算示例见表7所示。

表7中的 m_{ij} 为第*i*个课程考核环节与第*j*个课程目标的考核项目目标分值; a_{ij} 为第*i*个课程考核环节与第*j*个课程目标的学生考核项实际得分。其中, $M_1=m_{11}+m_{12}$; $M_2=m_{21}+m_{22}+m_{23}$; $M_3=m_{31}+m_{32}$; $M_4=m_{43}$; $M_5=m_{51}+m_{52}+m_{53}$,下同。

本课程期望达成值的底线为0.65,任课教师根据课程目标实际达成值对期望达成值的达成情况进行分析,并提出持续改进措施及建议。

由于热质交换原理与设备课程目标有3个,其中课程目标1和2共同支撑着毕业要求指标点1.3,课程目标3支撑着毕业要求指标点4.2。为了给毕业要求达成评价提供有效支撑数据,有必要提供计算课程对应的毕业指标点目标达成度的计算方法。根据课程各考核环节的分值设置,以及毕业要求指标点与课程目标考核环节的对应关系,课程对应的毕业指标点目标达成度计算方法如表8所示。

(八) 课程推荐资料

课程推荐材料主要是为课程大纲使用者指出需采用的教材,方便学习了解相关参考书目和在线资源信息。由于当前建环学科领域发展迅速,新的设备与技术更新较快,课程推荐资料要与时俱进,采用新版书目。另外,为拓宽学生阅读视野,推荐一些国外经典书目也是有必要的。

表7 热质交换原理与设备课程目标达成度评价计算表

课程目标 (j)	课程考核环节 (i)	考核项目 标分值 (m_{ij})	学生考核项 实际得分(a_{ij})	课程分目标达成度 D_j 计算示例
课程目标1 (j=1)	作业(11)	$m_{11}=20$	a_{11}	$D_1 = (\sum_{i=1}^3 a_{i1} + R_5 \cdot a_{51}) / (\sum_{i=1}^3 m_{i1} + R_5 \cdot m_{51})$
	答质疑研讨(21)	$m_{21}=2$	a_{21}	
	线下测验(31)	$m_{31}=6$	a_{31}	
	结课考试(51)	$m_{51}=50$	a_{51}	
课程目标2 (j=2)	作业(12)	$m_{12}=10$	a_{12}	$D_2 = (\sum_{i=1}^3 a_{i2} + R_5 \cdot a_{52}) / (\sum_{i=1}^3 m_{i2} + R_5 \cdot m_{52})$
	答质疑研讨(22)	$m_{22}=2$	a_{22}	
	线下测验(32)	$m_{32}=4$	a_{32}	
	结课考试(52)	$m_{52}=40$	a_{52}	
课程目标3 (j=3)	答质疑研讨(23)	$m_{23}=1$	a_{23}	$D_3 = (\sum_{i=2}^4 a_{i3} + R_5 \cdot a_{53}) / (\sum_{i=2}^4 m_{i3} + R_5 \cdot m_{53})$
	实验(43)	$m_{43}=15$	a_{43}	
	结课考试(53)	$m_{53}=10$	a_{53}	
课程 总目标	课程考核成绩	100	$D = k_1 D_1 + k_2 D_2 + k_3 D_3$	当 $D \geq 0.65$ 时,课程总目标达成

表8 热质交换原理与设备课程对应的毕业指标点目标达成度计算表

毕业要求 指标点	课程 目标 (j)	课程考核环节 (i)	考核项目标分值 (m_{ij})	学生考核项实际 得分(a_{ij})	毕业指标点目标达成度 计算示例
1.3	课程目 标1 课程目 标2	作业(11、12)	$m_{11}+m_{12}=30$	$a_{11}+a_{12}$	$D_{g1.3} = \frac{[\sum_{i=1}^3 (a_{i1} + a_{i2}) + R_5 (a_{51} + a_{52})]}{[\sum_{i=1}^3 (m_{i1} + m_{i2}) + R_5 (m_{51} + m_{52})]}$
		答质疑研讨(21、22)	$m_{21}+m_{22}=4$	$a_{21}+a_{22}$	
		线下测验(31、32)	$m_{31}+m_{32}=10$	$a_{31}+a_{32}$	
		结课考试(51、52)	$m_{51}+m_{52}=90$	$a_{51}+a_{52}$	
4.2	课程目 标3	答质疑研讨(23)	$m_{23}=1$	a_{23}	$D_{g4.2} = D_3$
		实验(43)	$m_{43}=15$	a_{43}	
		结课考试(53)	$m_{53}=10$	a_{53}	

注:表8中的 $D_{g1.3}$ 为毕业要求指标点1.3的达成度, $D_{g4.2}$ 为毕业要求指标点4.2的达成度,其他符号同上。

三、结语

基于工程教育认证的课程大纲设计是一项系统工程,它涉及课程持续改进的质量观和构建课程考核的达成评价机制。兰州交通大学依托建环国家级一流专业,在广泛学习调研的基础上,通过分析工程认证体系,采取全员参与新课程大纲设计与实践工作,取得了较好的教学成效。在2021年建环专业评估(认证)中,兰州交通大学建环专业取得时长6年有效期^[13],以热质交换原理与设备为代表的课程大纲得到考查专家的充分认可,为建环专业自评报告提供了重要支撑,并在及其他工程专业中推广和实施,可为其他地方院校建环专业的标准化课程大纲修订提供参考。

参考文献:

- [1] 高等学校建筑环境与设备工程学科专业指导委员会编制. 高等学校建筑环境与能源应用工程本科指导性专业规范[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部高等教育建筑环境与能源应用工程专业评估委员会. 全国高等学校建筑环境与能源应用工程专业评估(认证)文件[EB/OL]. (2019-06-26), <http://www.mohurd.gov.cn/jsrc/zypg/w02020082622375550873593750.pdf>.
- [3] 李茂国, 张志英, 张彦通. 积极推进专业评估与认证, 引导工程教育协调发展[J]. 高等工程教育研究, 2005(5): 10-14.
- [4] 乐清华. 把握认证标准, 深化专业建设, 提高人才培养质量[R]. 工程教育认证受理专业培训会议报告, 2019-2-26.
- [5] 曹玉东, 王冬霞, 周城旭, 等. 基于工程教育认证和OBE理念的教学大纲设计——以数字信号处理课程为例[J]. 大学教育, 2021, 10(3): 88-90.
- [6] 中国工程教育专业认证协会秘书处. 工程教育认证通用标准解读及使用指南(2020版, 试行)[EB/OL]. (2019-10-8), <https://jd.tiangong.edu.cn/2020/0622/c5719a54100/page.htm>.
- [7] 教育部高等学校教学指导委员会. 普通高等学校本科专业类教学质量国家标准[M]. 北京: 高等教育出版社, 2018.
- [8] 中华人民共和国教育部. 高等学校课程思政建设指导纲要[EB/OL]. (2020-5-28), http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html.
- [9] 李志义, 王泽武. 成果导向的课程教学设计[J]. 高教发展与评估, 2021, 37(3): 91-98.
- [10] 李志义. 中国工程教育专业认证的“最后一公里”[J]. 高教发展与评估, 2020, 36(3): 1-13.
- [11] 李志义. 解析工程教育专业认证的学生中心理念[J]. 中国高等教育, 2014(21): 19-22.
- [12] 管勇, 胡万玲, 周文和, 等. 参与模式下热质交换原理与设备课程教学和考核方法研究[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(4): 95-99.
- [13] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 关于公布高等学校建筑学、城乡规划、土木工程、给排水科学与工程、建筑环境与能源应用工程、工程管理、工程造价专业评估(认证)结论的通告[EB/OL]. (2021-6-28), http://www.mohurd.gov.cn/jsrc/zypg/202107/t20210702_250658.html.

Reform and practice of local building environment and energy engineering majors for engineering education certification—Taking the course of fundamentals and equipment of heat-mass transfer as an example

GUAN Yong¹, HU Wanling¹, ZHANG Ye², ZHOU Wenhe¹, HU Dingke³, ZHANG Hongwei¹

(1. School of Environmental and Municipal Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, P. R. China; 2. College of Civil Engineering and Architecture, Jiaying University, Jiaying 314001, P. R. China; 3. School of Mechanical Engineering, Shijiazhuang Tiedao University, Shijiazhuang 050043, P. R. China)

Abstract: In view of the needs of engineering education certification for building environment and energy engineering in the new era, the top-level design of the course syllabus is carried out on the basis of understanding the engineering education certification system and the course of fundamentals and equipment of heat-mass transfer is taken as an example. The course syllabus design method and writing idea are expounded in detail from the aspects of course information and objectives introduction, corresponding relationship between course objectives and graduation requirements and their index points, course main content and allocation of class hours, course teaching methods, course assessment and evaluation methods, and course recommendation materials. The application verification of engineering education certification in building environment and energy engineering in Lanzhou Jiaotong University in 2021 shows that the course syllabus design method meets the requirements of engineering education certification, and the course teaching method and course evaluation are reasonable, which is conducive to the evaluation of achievement of course objectives. This study can provide reference for the revision of course syllabus of other majors for engineering education certification.

Key words: engineering education certification; outcome-based education; fundamentals and equipment of heat-mass transfer; course syllabus design

(责任编辑 崔守奎)