

# 线上线下多元融合实验教学模式与效果评价研究

吴立荣<sup>[1][2]</sup> 程卫民<sup>[1][2]\*</sup> 于岩斌<sup>[1][2]</sup>

〔1〕山东科技大学矿业工程国家级实验教学示范中心 山东·青岛 266590；

〔2〕山东科技大学矿业与安全工程学院 山东·青岛 266590)

**摘要** 为提高实验教学的效果,增强学生的综合能力,从线上环节、线下环节和保障环节三个环节出发,建立“导、学、讲、结、践、核、新”多元融合的实验教学模式,在流体力学、压力容器安全等课程中进行了应用,教师个人价值、学生积极性和教学效果均有显著提高。运用模糊综合评判法对实验教学模式效果进行评价,及时发现存在的问题,改进实验教学模式。

**关键词** 实验教学 多元融合 教学模式 模糊综合评判 效果评价

中图分类号 G642

文献标识码 A

DOI:10.16400/j.cnki.kjdz.2020.04.016

## Research on the On-line and off-line multi-integration experimental teaching mode and the effect evaluation

WU Lirong<sup>[1][2]</sup>, CHENG Weimin<sup>[1][2]</sup>, YU Yanbin<sup>[1][2]</sup>

〔1〕National Demonstration Center for Experimental Mining Engineering Education, Shandong University of Science and Technology, Qingdao, Shandong 266590；

〔2〕College of Mining and Safety Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao, Shandong 266590)

**Abstract** In order to improve the effect of experimental teaching and enhance students' comprehensive ability, an experimental teaching mode of 'guidance, learning, lecture, conclusion, practice, checking and updating' is established from three links—online, offline and guarantee. It has been applied in the courses of fluid mechanics and pressure vessel safety. Teachers' personal value, students' enthusiasm and teaching effect have been remarkably improved. Using the method of fuzzy comprehensive evaluation to evaluate the effect of experimental teaching mode, find out the problems in time, and improve the experimental teaching mode.

**Keywords** experimental teaching; multivariate integration; teaching mode; fuzzy comprehensive evaluation; effect evaluation

### 1 绪论

工程教育是我国高等教育的主要组成部分,2003年我国开始试行工程教育认证,并于2016年6月正式加入国际工程教育认证组织——华盛顿协议,确定了以学生能力成长为宗旨的工程教育目标,明晰了12项工程专业教育毕业达成指标。实验与实践教学是工程教育中不可或缺的重要教育教学环节,科学有效地实施实验教学是保障工程专业人才培养毕业达成的一项关键任务。

实验教学是工科院校的重要教学环节,不仅有利于促进课堂理论学习效果,而且在培养学生表达沟通、团队合作、组织协调、实践操作和创新能力方面具有重要的作用,有利于发展素质教育,提升学生综合素质。

目前实验教学中存在以下问题:(1)实验条件欠缺,为演示性实验或实验设备种类缺乏。实验教学常常走过场,效率低,严重影响教学质量提高。(2)实验设备数量不足,不能使每个学生有效参与到实验中去。(3)多为基础性实验,创新性和综合性实验缺乏。(4)实验教学缺乏有效的评价体系,不能如实掌握学生的掌握情况。(5)实验手段单一,缺乏与现代技术的结合,如虚拟实验平台的建设。

对于高校实验教学研究,吕念玲等探索出一套实验教学

过程管理系统方法。李磊等以工程能力培养为目标,以学生志趣为中心,将行业需求导向融入到教学实施过程中,充分发挥在线教学平台和课程管理的作用,实现课程内容的快速更新和迭代。吴淮等提出了“以赛促学”的实验教学模式探索与设计。叶红等设计了“虚拟仿真实验”镶嵌在实验室实验教学中,组成了“线上线下”相结合的实验教学模式,卞勇华、周晓涛、吴峰、魏薇等研究了微课、翻转课堂在实验教学的教學模式。孟昭霞、夏晋等研究了基于实验教学创新型人才培养模式。杨选瑾、高东锋、魏薇等研究了实验教学与信息化技术的融合。

目前对于实验教学研究主要集中在实验教学过程管理模式探索,信息化技术如虚拟实验平台的运用,以及翻转课堂的融入,以提高实验教学的效果。

为了使主动掌握、能够掌握实验课程的知识并具备相应的能力,有必要充分运用现代技术和先进的教学方法,从教师、学生、设备、教学方法、评价管理等方面出发,多角度、多环节构建一套多元融合的实验教学创新模式,用于实践教学,并建立实验教学评价效果评价体系,及时发现存在的问题,动态管理,不断更新改进。

### 2 实验教学创新模式——“导、学、讲、结、践、核、新”

本文提出线上线下结合多元融合实验教学方法体系——

“导、学、讲、结、践、核、新”从导(教师讲解+线上学习资料),学(线下小实验),讲(PPT汇报),结(教师总结),践(实验环节、实验模型/模拟、竞赛环节、学研结合),核(考核、奖惩措施)和新(反馈、更新)等七个方面开展系统、全面的研究,见图1,并在流体力学、压力容器等实验教学中进行了应用。

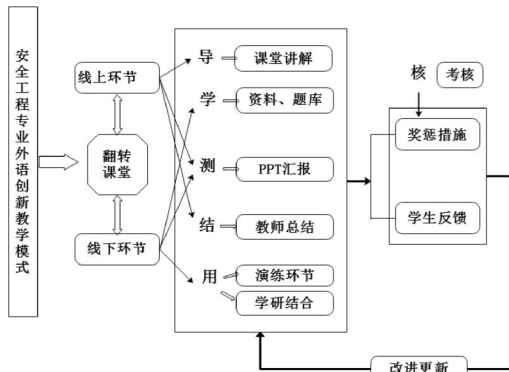


图1 线上线下结合多元融合实验教学方法体系

### 3 实验教学效果评价

对某实验课运用模糊综合评判法评价实验教学模式的效果。

#### 第一步 普通因素集确定。

采用特尔斐法确定普通因素集  $U$  为:此时,  $U = \{ \text{理论知识的掌握}(u_1), \text{综合实验能力的培养}(u_2) \}$ ,  $u_2 = \{ \text{实验操作能力}(u_{21}), \text{自我学习能力}(u_{22}), \text{创新能力}(u_{23}), \text{表达能力}(u_{24}), \text{团队合作精神}(u_{25}) \}$ ;

#### 第二步 权重集确定。

利用特尔斐法对每种一级指标因素  $U_i (i=1, 2)$ , 赋予一个相应的权重  $a_i (i=1, 2)$ , 构成权重集  $A_1 = (a_1, a_2)$  且  $\sum_{i=1}^n a_i = 1, a_i > 0 (i=1, 2)$ , 此时  $A_1 = (0.32, 0.68)$ ; 同理, 二级指标权重集  $A_{2i} = (0.35, 0.16, 0.21, 0.13, 0.15) (i=1, 2, \dots, 5)$ 。

#### 第三步 评价集确定。

选择与所研究对象相适应的评价集合  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ , 其中元素  $V_j (j=1, 2, \dots, m)$  分别代表各种可能的评价结果: 评价集  $V = \{ \text{非常好}(v_1), \text{较好}(v_2), \text{一般}(v_3), \text{较差}(v_4), \text{非常差}(v_5) \}$ ;

#### 第四步 模糊综合评价。

##### (1) 二级指标单因素评价。

对二级指标进行单因素评价, 对一级指标“影响综合实验能力培养”的二级指标开展评价, 利用特尔斐法确定评价集元素  $V_j (j=1, 2, \dots, 5)$  的隶属程度  $r_{ij}$ , 形成单因素模糊评价集  $R_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im}) (i=1, 2, \dots, 5)$  及单因素评价矩阵  $R$ :

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mm} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} & r_{15} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} & r_{25} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & r_{34} & r_{35} \\ r_{41} & r_{42} & r_{43} & r_{44} & r_{45} \\ r_{51} & r_{52} & r_{53} & r_{54} & r_{55} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.50 & 0.41 & 0.05 & 0.03 & 0.01 \\ 0.21 & 0.32 & 0.40 & 0.04 & 0.03 \\ 0.18 & 0.26 & 0.43 & 0.10 & 0.03 \\ 0.31 & 0.45 & 0.20 & 0.02 & 0.02 \\ 0.29 & 0.31 & 0.26 & 0.09 & 0.05 \end{bmatrix} \quad (1)$$

二级指标综合评价集可由模糊变换  $R_i$  与因素权重集  $A_{2i} (i=1, 2, \dots, 5)$  相乘得到:

$$B_1 = A_{21} \cdot R_1 = (a_1, a_2, \dots, a_n) \cdot \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mm} \end{bmatrix} = (b_1, b_2, \dots, b_m)$$

$$= (0.35, 0.16, 0.21, 0.13, 0.15)$$

$$= (0.33, 0.35, 0.24, 0.05, 0.03) \quad (2)$$

##### (2) 一级指标单因素评价。

对一级指标的各因素进行评价, 利用特尔斐法确定评价集元素  $V_j (j=1, 2, \dots, 5)$  的隶属程度  $r_{ij}$ , 形成单因素模糊评价集  $R_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im}) (i=1, 2, \dots, 5)$  及单因素评价矩阵  $R$ :

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mm} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} & r_{15} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} & r_{25} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.29 & 0.38 & 0.26 & 0.04 & 0.03 \\ 0.33 & 0.35 & 0.24 & 0.05 & 0.03 \end{bmatrix} \quad (1)$$

将模糊变换  $R$  与因素权重集  $A_1$  相乘得到二级指标综合评价集:

$$B = A_1 \cdot R = (a_1, a_2, \dots, a_n) \cdot \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mm} \end{bmatrix} = (b_1, b_2, \dots, b_m)$$

$$= (0.32, 0.68) \begin{bmatrix} 0.29 & 0.38 & 0.26 & 0.04 & 0.03 \\ 0.33 & 0.35 & 0.24 & 0.05 & 0.03 \end{bmatrix}$$

$$= (0.26, 0.28, 0.18, 0.03, 0.02)$$

##### (3) 将综合评价集的评价指标进行归一化, 并作为评价结果。

$$B' = A_1 \cdot R = \left( \frac{b_1}{b}, \frac{b_2}{b}, \dots, \frac{b_m}{b} \right) = (b'_1, b'_2, \dots, b'_m) \quad (3)$$

$$= \left( \frac{0.26}{0.77}, \frac{0.28}{0.77}, \frac{0.18}{0.77}, \frac{0.03}{0.77}, \frac{0.02}{0.77} \right) = (0.34, 0.36, 0.23, 0.04, 0.03)$$

( $b = b_1 + b_2 + \dots + b_m$ , 即  $\sum_{j=1}^m b_j = 1$ , 则  $b'_j$  为归一化后的模糊综合评价集。

#### 4 分析

由以上模糊综合评价指标可知, 34%的人认为该实验教学模式效果是非常好的, 36%的人认为该实验教学模式效果是很好的, 23%的人认为该实验教学模式效果是一般, 4%的人认为该实验教学模式效果是较差, 3%的人认为该实验教学模式效果是非常差。

#### 4 分析

在“导、学、讲、结、践、核、新”实验教学模式中, 学生通过“导”环节教师讲解和泛雅平台内容进行理论知识的学习, 通过“学、讲、结、践”环节实现对理论知识的巩固。通过“学、践”环节的小实验和实验室实验, 实现学生实验操作能力的培养。通过“讲、践”环节的PPT制作, 实验模型制作/实验模拟、知识竞赛和学研结合环节实现学生创新能力、自我学习能力和团队合作能力的培养。通过“讲、践”环节的PPT汇报和竞赛活动环节实现学生表达能力的培养。通过“核”环节实现教学过程的有效开展。

通过对实验教学模式实验效果进行模糊综合评判可知, 34%的人认为教学效果是非常好的, 36%的人认为教学效果是很好的, 可见, 该实验教学模式通过线上环节和线下环节从各个角度对学生的知识和能力进行了有效的学习和培养。

### 5 结论

(1)从线上环节、线下环节出发,提出了多元融合的实验教学创新模式——“导、学、讲、结、践、核、新”。

(2)运用模糊综合评判法,从知识和能力两个方面出发,对实验教学模式的教学效果进行了评价,分析了存在的问题,有利于不断改进、更新,提高实验教学效果。

\*通讯作者 程卫民

★项目支持:2018 山东省本科高校教学改革研究项目;2017 山东省研究生教育质量提升计划项目(安全评价与风险控制);山东科技大学矿业工程一流学科建设专项(04AQ02802);山东科技大学教育教学研究“群星计划”项目(QX2018Z14、QX2018M07)矿业工程国家级实验教学示范中心(山东科技大学)开放基金(KYSF20180210)

### 参考文献

- [1] 吕念玲,黄晓梅,张林丽等.高校实验教学过程管理的系统方法[J].实验技术与管理,2018,35(11):17-23.
- [2] 吕念玲,袁炎成,黄晓梅等.实验教学重在过程[J].实验技术与管理,2017,34(6):154-156.
- [3] 李磊,邓洪波,王云.新工科理念下实验教学的改革与探索——以嵌入式系统课程教学改革为例[J].2018,13(1):1-5.
- [4] 吴淮,吉家成,米源.“以赛促学”的实验教学模式探索与设计[J].实验科学与

技术,2018:30-32.

- [5] 叶红,何苏萍,陈云,等.“线上线下一结合的化学实验教学模式改革[J].化学教育(中英文),2018,39(22):37-41.
- [6] 魏银萍,周小萍.以赛促学教学模式的思考[J].科技创新导报,2016,13(22):165-166.
- [7] 卞勇华,黄思怡.基于翻转课堂的项目化教学在免疫学检验实验教学中的应用[J].新西部,2018:64-65.
- [8] 周晓涛,周文涛,王松,等.基于微课与翻转课堂的医学免疫学实验教学模式探索研究[J].中国免疫学杂志,2018(34):1729-1733.
- [9] 吴峰,朱锡芳,邹全,相大喜.基于翻转课堂的应用型本科实验教学方法研究[J].现代教育技术,2015,25(05):91-96.
- [10] 魏薇,谭佐军.慕课背景下信息技术与实验教学的深度融合[J].中国高等教育,2017(07):54-56.
- [11] 孟昭霞.实验教学在学生创新能力培养中的作用[J].现代大学教育,2018(05):92-97.
- [12] 夏晋.基于创新能力培养的教学课程改革——以设计专业实验教学为例[J].中国高校科技,2017(09):58-60.
- [13] 杨选瑾,熊宏齐.研究型大学实验教学信息化实证研究[J].中国大学教学,2018(03):75-78.
- [14] 高东锋,王森.虚拟现实技术发展对高校实验教学改革的影响与应对策略[J].中国高教研究,2016(10):56-59.
- [15] 高东锋.信息化时代高校实验教学改革的要求、思路与路径[J].中国高教研究,2018(04):93-96.
- [18] 谢季坚,刘承平.模糊数学方法及其[M].武汉:华中科技大学出版社,2000.
- [19] 贺仲雄.模糊数学方法及其[M].天津:天津科学技术出版社,1983.

(上接第 32 页)使影响其质量的因素处于受控状态。要严格落实事前规范、事中控制、事后评价,按照计划组织专人检查,发现问题要求指导老师和学生立行立改。毕业设计事前阶段关键是抓好审题和开题,事中阶段关键是抓好设计和论文撰写,事后阶段关键是抓好评阅、盲审和答辩,要求评阅、盲审和答辩老师必须指出论文的不足,学生根据意见修改。学院、教研室承担主体责任,在全程管理中,给出检查要求和时间节点,认真、及时做好阶段性的检查和总结,发现问题及时反馈,学校和学院两级督导进行抽检。

### 3.5 提前介入,合理安排

考虑第八学期部分学生因为受实习、找工作、考试等事项的干扰,根本无法专心做毕业设计。为确保有充足的时间用于毕业设计,把毕业设计提前在第七学期开学后就征题、选题,学生与教师双向选择后,开始毕业设计,极个别的学生在第六学期经过与老师的沟通就选定自己合适的题目。这样保证学生有充足的时间和充沛的精力投入其中,学生管理也相对容易,经过一年以上的时间打磨,毕业设计质量明显提高。

### 3.6 多渠道拓宽课题来源

学校是应用型工科大学,毕业设计课题应该尽量结合工程、来源于工程。但由于受教师工程背景等多方面的因素制约,每年的课题既要与工程结合又要有一定比例的更新,对于教师来说有比较大的难度。为解决毕业设计课题每年有 70% 左右更新率,必须改革创新,拓宽课题来源渠道。主要采取的方法:卓越计划学生的课题由企业导师根据企业生产实际拟题;将各种学科竞赛与毕业设计结合,竞赛题目作为毕业设计的题目,参与教师科研工作的,把教师的科研项目,尤其是横向项目,通过提炼、简化,作为设计课题;把学生研究性学习和创

新性实验计划项目作为毕业设计题目。通过改革创新,有效拓展课题来源。

### 4 结束语

经过对毕业设计存在问题的检视,深刻剖析了产生问题的原因,针对问题提出了不同措施。通过实施指导教师遴选制、二级学院审题制、论文查重制、教(指导)评审分离制、答辩回避制、抽检盲审制、盲审一票否决制等制度,进一步建立健全毕业设计论文质量标准和评价体系,完善毕业设计过程控制和反馈机制等措施,将有利于推进毕业设计的质量。制度再多、措施再好、方法再先进,关键还是人和落实,具体的就是学生和老师的理解和执行。只有深入研究,不断创新,建立健全毕业设计管理和质量评价体系,并在师生共同努力下,把制度落实到实处,才能不断提高学校毕业设计的质量。

★基金项目:教育部产学合作协同育人项目(教高司函[2018]47号,201801193051)“嵌入式系统理论与实践”;湖南省教育规划课题(湘教科规领 2014(005号),XJK014BGD018)“新设地方高校”卓越计划“学生工程能力培养的研究”;湖南省教育厅教研教改项目(湘教通[2018]436号)“新工科背景下地方应用型高校工程实践教育平台建设的理论与实践”;湖南省教育厅教研教改项目(湘教通[2019]291号)“卓越工程师背景下自动化专业毕业设计质量提升策略的探索与实践”

### 参考文献

- [1] 隋媛媛,张强,孙裕晶,等.高校工科专业毕业设计关键问题探讨与建议[J].长春师范大学学报,2018,37(8):130-135.
- [2] 尤玲玲,陈永恒.提高本科高校工科专业毕业设计实践教学质量的思考[J].长春师范大学学报,2018,37(10):128-130.
- [3] 宾慕容.应用型专业本科毕业论文质量保障体系的构建[J].教改教法,2018(436):24-25,29.