

述评与讨论

新工科模式下《泵与泵站》教学体系的设计与思考

刘宏远, 许四法, 杨青青

(浙江工业大学 建筑工程学院, 浙江 杭州 310014)

摘要: 新工科人才培养的新理念与新模式,对作为给排水科学与工程专业支撑体系的专业课程教学优化提出新要求。以《泵与泵站》课程为例,从课程特点、课程目标、教学实施及教学反思方面入手,探讨了专业基础课及专业核心课程教学体系设计。为达到培养目标,教学体系的设计中应以学生为中心,以兴趣为导向,坚持理论学习和工程实践教育相结合,培养具有解决复杂工程问题能力的新工科人才。

关键词: 新工科; 泵与泵站; 教学体系

中图分类号: TU99 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2018)12-0009-05

Design and Thinking of Teaching System of Pump and Pumping Station for Emerging Engineering Education

LIU Hong-yuan, XU Si-fa, YANG Qing-qing

(College of Civil Engineering and Architecture, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China)

Abstract: The new philosophy and pattern of emerging engineering education give rise to new requirements for optimizing specialized courses which are supported by Water Science and Engineering. Taking the course *Pump and Pumping Station* for instance, the way to design professional basic courses and core courses systematically was explored from these perspectives of curriculum's features, objectives, teaching implementation and feedback. The result demonstrates that the course, based on learner-centered and interest-oriented ideas, should exert integrated teaching methods by combining theoretical and practical teaching. Therefore, the students' competence to solve complicated engineering problems could be strengthened to achieve the cultivation objectives.

Key words: emerging engineering education; pump and pumping station; teaching system

给排水科学与工程专业(原给水排水工程,以下简称“给排水专业”)从2004年开始进行专业评估;2012年,高等学校给水排水工程学科专业指导委员会编制了《高等学校给排水科学与工程本科指

导性专业规范》^[1];2017年,给排水专业开始了专业认证工作。可以看出,近年来给排水专业正进入快速并且规范化的发展进程,因此,给排水专业的课程、内容以及授课方式也需要适时调整。作者所在

基金项目:浙江工业大学核心课程建设资助项目(hx1618); 课堂教学改革项目(kg201621); 校级大学生校外实践教育基地建设项目; 浙江省2016年度高等教育教学改革项目(jg20160027)

通信作者:许四法 E-mail:xusifa@zjut.edu.cn

学校根据新工科人才模式的需求,调整和制定了本校给排水科学与工程专业的新培养计划。以《泵与泵站》课程为例,探讨了专业课及专业基础课的教学体系设计,及其在完成培养目标过程中所起的作用。

1 给排水专业的课程目标

《高等学校给排水科学与工程本科指导性专业规范》对给排水科学与工程专业的培养目标进行明确的规定,并且对给排水专业毕业生的人文社会科学知识、自然科学知识、专业知识等方面进行了详细规定。而工程教育认证也要求全体合格毕业生需要满足培养目标和毕业要求。2017年以来,面向未来的新工科人才需求的呼声日益增加。参照《工程教育认证通用标准运用指南》,相对于传统工科人才,新工科人才不仅在某一学科专业上学业精深,而且还应具有“学科交叉融合”的特征,也有能力学习新知识、新技术去解决未来发展出现的问题,对未来技术和产业起到引领作用。因此,给排水专业毕业生需在具有本科生基本素质以及专业知识基础上,还需具有终身学习意识、主动适应行业新发展的能力,以及能以个体、团队成员或负责人的角色解决相关问题的能力。

专业培养目标不是一蹴而就的,学生是在每一门课程的学习中逐渐形成正确的世界观和方法论的,《泵与泵站》等专业及专业基础课程的学习对专业培养目标起着至关重要的作用。为完成这一目标,对每一门专业课及专业基础课教学体系均应该进行课程设计。

2 《泵与泵站》课程的特点

2.1 《泵与泵站》课程的内涵

根据课程特点,《泵与泵站》课程是专业基础课,是学习其他专业课程的基础;同时泵站在水行业中往往是独立的工程,因此《泵与泵站》课程也是一门专业课,它同时具有专业基础课和专业课的特点。《泵与泵站》课程是给排水专业本科生接触的第一门专业及专业基础课,是给排水专业最主要的专业必修课之一^[2]。

《泵与泵站》是一门理论和实践并重的课程,既要学习与泵等相关的理论知识,更需要学习有关泵站的现行规范、规程等技术资料,并完成一项工程设计,同时也需要完成泵的相关实验。《泵与泵站》是给排水专业学生学习专业知识和技能、培养工程意

识和实践创新能力的重要课程,是从基础知识教育向工程专业知识教育过渡的承上启下的关键课程。通过《泵与泵站》课程学习,学生可以在理论知识、实践能力、团队合作能力以及解决工程问题甚至复杂工程问题能力方面得到适当的训练。

2.2 与其他课程的关联性

在《泵与泵站》课程学习前,需要先学习水力学知识、工程制图技能、机械设备基本知识;《泵与泵站》课程学习后,在专业学习中将涉及到单独泵站的设计、给水处理厂设计、污水处理厂设计、给排水管网的设计。由此可以看出,《泵与泵站》的知识内容贯穿整个给排水专业课程的学习。

2.3 《泵与泵站》课程学习的难点

① 机械设备的基本知识。在学习《泵与泵站》课程前,学生几乎没有学习机械设备方面的相关知识,因此,学生对抽象的泵的各方位的剖面图比较难以理解。

② 课程教学学时有限。科学技术日新月异的发展,泵工业也持续不断进步,但《泵与泵站》课程的教学学时几乎没有增加,甚至有所减少,这几乎是所有高校共同面临的问题。

③ 知识体系的衔接与融会贯通。虽然学生学习了水力学、土木工程制图等知识,但是如何与专业课结合,如何将分散的知识内容融会贯通去完成课程设计,解决工程问题,逐渐形成良好的学习习惯,是课程学习中需要重要解决的问题。

④ 学习中的“第一次”。《泵与泵站》是给排水专业学生大学四年学习的第一门专业及专业基础课,专业课的学习方法是亟需解决的问题;泵站的课程设计是学生大学四年学习的第一门课程设计,是第一次完成一张完整的图纸,这种工程设计思维方式的训练将会影响学生后续的工程设计能力。

⑤ 学习兴趣。这是所有课程教学中都会面临的问题,是专业粘合程度的关键因素之一,也是培养新工科人才的关键环节。作为专业及专业基础课,《泵与泵站》必须和其他专业课共同完成这一任务。

2.4 《泵与泵站》的课程目标

作为专业基础课,《泵与泵站》的课程目标是使学生掌握泵的相关理论和工程知识,为学习其他专业课奠定良好的专业基础;作为专业课,《泵与泵站》的课程目标则是解决工程中的问题。更为重要的是在学习过程中激发学生的学习兴趣,引导学生

主动、自主学习,在新工科人才的培养道路上不断前行。

3 课程体系的设计与思考

3.1 课程内容的合理设置

新工科人才培养的一个关键的也是基础的环节是专业知识的教授,《泵与泵站》课程首先需要完成系统性的专业知识教学。

《泵与泵站》课程除理论教学外,还包括课程实验以及与之配套的课程设计,很多学校(包括作者所在学校)均将课程设计作为独立的一门课程并单独计算学分。但是考虑到教学的系统性,《泵与泵站》的教学设计更适合将理论教学、实验和课程设计打破学分等界限,进行合理整合,三部分各有侧重,互相支持。理论教学中侧重于理论知识的学习,以及实际工程中相关的内容,并通过实验加以验证;实验中也可以加强学生的实践能力,尤其是不同管路上阀门开启度对泵系统运行的定性分析,这也有助于激发学生的学习兴趣;泵站的课程设计应侧重于工程图纸概念的建立,将学习到的理论知识通过图纸表达出来。这三部分内容应根据课程内容进行有侧重点地教授,既注重理论知识的学习,也重视实践能力的培养。这也是解决课时少而授课内容多的矛盾的有效方式。

3.2 教学方法的思考

新工科人才强调主动、自发的学习能力。激发学习兴趣,有针对性地培养学习能力也是《泵与泵站》课程的教学目标之一。

① 授人以鱼,不如授人以渔

对于相对枯燥的泵设备理论学习以及严谨的工程规范学习,“授人以鱼,不如授人以渔”教学方法更有利于学生学习掌握。泵站的设计规范中有大量的数字,如何掌握这些数字呢?例如,泵站中一般的通道宽度不小于0.7 m,如果有推车的过道则不小于1.5 m,教学中应讲述这些数字背后的“故事”,即这些数字是如何确定的,为什么是这样一些数字,一方面有利于数字的记忆,更重要的是设计条件发生变化时,学生可以根据原理进行主动性的调整,这才是“渔”人之道。教学中,也可以引导学生使用理论知识解释工程现象,体会“运筹帷幄之中,决胜千里之外”的知识感。例如,根据泵安装高度的计算公式可以初步判断水泵不能正常吸水的原因和解决方法。

② 轻习题训练,重思维训练;轻传统教材,拥抱互联网信息

泵工业快速发展,各种新型泵层出不穷,泵站的设计理念也在不断改变,互联网+时代,知识、信息快速爆发,但与之相反,各学校的《泵与泵站》的教学学时不但没有增加,甚至有减少的趋势。有限的课堂教学时限与知识量爆发之间的矛盾是每门专业课都面临的问题,是课堂教学设计必须解决的问题。从人才培养的角度出发,在课堂教学设计中,应以教材理论内容结合典型工程问题为学习主线,强调主动学习、促进主动学习。具体案例:在离心泵的基本原理讲述过程中,强调给排水专业使用泵的基本原理,据此可以布置学生自学并借助互联网查找相关泵的类型特点,还可以通过互联网线上平台进行提交小结及讨论。既可以完成理论学习的内容,也督促学生主动通过各种方法查找和学习相关知识。

由于从小学形成的应试惯性学习思维,学生重视习题训练,更加关注学习成绩,迫切需要习题课。在有限的课堂时间讲授课后习题有时难以完成,其实网络上有各种关于课后习题的解题思路,学生完全可以自学完成;同时,习题也可以结合工程的问题进行解决。

因此,建议轻习题训练,重视解决工程问题的思维训练是重要思路;轻传统教材,借助互联网信息获取知识更新。

③ 考核的目标和方式

学习和解决问题的能力以及良好的学习习惯是逐步形成的,重视学习过程的考核,更有利于学生的能力和素质培养。作者所讲授的《泵与泵站》课程,平时成绩按50%计,为鼓励学生创新实践,平时成绩还可以再向上机动5分。几年的实践教学经验总结表明,平时学习成绩较好的同学,最终试卷考试成绩也较高。实际上,适当的过程考核更有利于评价学生的学习质量。

《泵与泵站》课程设计是本科生第一张完整的专业设计图纸,毫不夸张地说,也是大多数学生完成的人生第一张工程图纸,总结设计体会时,学生面对其工程图纸也会有自豪感。作者几年来对课程设计的评定坚持面试和设计成果共同作为考核依据。其中,面试考核主要使学生回顾整个设计历程,是对设计思路及方式的再次训练和强化;其目的是让学生对自己的工作进行肯定和提高,从而形成良好的设

计习惯,这有利于后续管网、水厂等课程设计,对于今后实际工作也会形成有益的影响。

④ 竞赛与学习互相促进

组织课程知识竞赛,通过出题和参与竞赛两个环节引导学生学习。一方面,指导已学习过《泵与泵站》课程的高年级学生为低年级学生出题,在这一过程中,高年级学生为达到良好的竞赛效果,必须对已学习的知识认真复习,并且还在一定程度上要扩展自己的知识量,在这一过程中自发地进行了自主学习;正在学习《泵与泵站》课程的低年级学生由于要参加知识竞赛,当然要进行复习,而且他们还会通过互联网、书本、习题等渠道获取更多的相关知识。知识竞赛既能激发高年级学生持续学习专业知识,也会引领低年级学生的学习兴趣,设置竞赛环节可以达到以知识竞赛替代课程复习和引导学生主导学习的目的,还可以促进学生创意思维。图1是学生自己设计的泵与泵站竞赛会徽和海报,由此可以看出,这个logo的核心理念是一后弯式离心泵叶轮,学生很显然对离心泵这一核心理念有了很好的理解,并表现出了良好的创意能力。作者学校进行的6年的课程知识竞赛表明,无论是出题的高年级同学,还是参赛的低年级同学都表现出不同的学习兴趣。这一竞赛形式得到了高等学校给排水科学与工程学科专业指导委员会和其他学校师生的关注。



a. 会徽

b. 海报

图1 泵站竞赛会徽和海报

Fig.1 Emblem and posters of pump and pumping station competition

⑤ 解决工程问题的能力

《泵与泵站》课程学习的核心目的是设计泵站,解决实际工程中的问题,这集中体现在《泵与泵站》的课程设计中。这个课程设计是学生本科学习时的第一个课程设计,是把理论知识具体应用到实践工程中。设计过程中,学生需要将学习到的泵等设备知识、建筑工程基本原理以及水、暖(通风)、电等相关知识结合工程设计规范进行综合运用。这是培养

学生解决工程问题甚至复杂工程问题能力的重要训练,也是培养具有综合能力的新工科人才培养的重要方法。

课程设计中宜设置问题节点,引导学生有目的地解决问题,例如:泵的选择、其他辅助设备、相关配套设施及工程。设计过程中泵的选择固然是重点中的重点,但它仅仅是泵站系统中的一个环节,相关的辅助环节一个都不能少,例如:排水泵站中的给水设施,给水泵站中的排水设施。设计过程中,为解决必要的空间知识概念,泵站的现场参观和实践是必须进行的环节。由于课时或课程安排上的问题,有时在课程设计期间难以安排实践环节,但为达到良好的学习效果,这一环节是必不可少的,需要千方百计进行课程设置。课程设计还会遇到诸多问题,甚至图框的绘制和图纸打印比例等都会遇到困难,需要鼓励学生在挫折和困难中不断进步。

3.3 有效的教学辅助措施

① 小班化教学

很多学校受困于硬件条件或教师资源等,难以实现小班化教学,但是要达到在有限的时间内完成教学目的和课程目标,进而培养新工科人才,小班化教学是保证学习效果的一个重要措施。小班化教学使教师有精力、有能力在课堂中顾及所有学生对学习内容的理解,对课程进度进行合理掌控,也可以根据学生特点调整学习计划。更为重要的是小班化教学可以提供更多师生直接交流的机会,可以进行课堂讨论,而交流和讨论对于学生的思维训练有时远比教师直接讲授的效果更好,更加有利于思维训练。

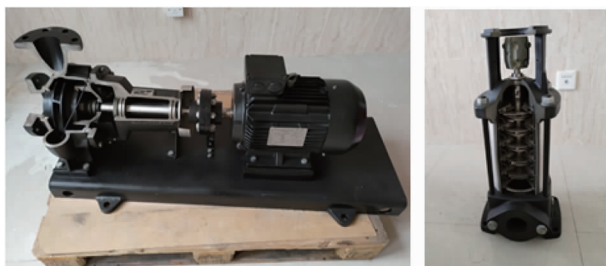
② 与企业紧密合作、共同发展

《泵与泵站》课程是一门面向工程并且与机械设备直接相关的课程,其最终目标是完成泵站的设计。在这一过程中,泵的特点以及新的发展趋势会影响泵的选择,而泵的制造企业是泵站发展趋势的直接创造者。与企业合作有助于学生及教师对泵的发展趋势进行有效跟踪,学生还可以开阔视野,接受不同思维模式的影响。当然,企业在与学校的合作中也可以宣传其理念,并且获得人才和理论知识,这是双赢的合作方式,是双方合作的基石。

③ 工程泵的模型化

泵是给排水科学与工程专业学生在本科学习中接触的第一个工程类设备,教学中,教师都会借助各种模型、教具、多媒体影像化方式辅助,以便学生理

解泵的构造和机械原理。即便如此,学生对实物泵更有体验的需求,但是实物泵根本看不到内部结构,学生也会失望。为解决这一问题,作者学校与企业合作,请企业将实物泵进行 90° 剖开,图2是格兰富公司生产的离心泵和深水泵的剖开实体设备。学生通过这一设备的参观学习,对泵的构造及工作原理有了直观的概念。



a. 离心泵

b. 立式多级泵

图2 泵体剖开的实体水泵

Fig. 2 Dissection pump

3.4 教师的投入

一分耕耘,一分收获,面对新工科人才的培养需求,教师需要重新设计课程目标和课程体系,为最终完成培养目标而服务。与此同时,教师的投入和工作量与以前相比,有了较大增加,不仅仅课堂授课,还要互联网线上指导,与企业合作,举办竞赛等。良好的保障体系,使教师能够全身心投入到课程教学中去,也是完成教学目标的保证。

4 结语

为完成新工科人才的培养目标,专业及专业基础课的授课方式和思路需要进行适当的调整,并进行课程体系的设计,融入到科技发展的大趋势中去,

才能培养出社会需要的人才。

参考文献:

- [1] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育, 2017, (3): 1-6.
Zhong Denghua. Connotations and actions for establishing the emerging engineering education [J]. Research in Higher Education of Engineering, 2017, (3): 1-6 (in Chinese).
- [2] Liu Hongyuan, Guo Min, Zhou Lingxue. Further consideration of teaching system on pump and pumping station [A]. 2012 International Conference on Education Reform and Management Innovation (ERMI 2012) [C]. USA: Information Engineering Research Institute, 2012.



作者简介:刘宏远(1971-),男,辽宁辽中人,博士,副教授,主要从事给排水专业方面的科研和教学工作。

E-mail: lhyzyy@ qq. com

收稿日期: 2018-04-02

落实绿色发展理念,全面推行河长制