

环境工程本科生设计课程的专业实践性研究

周海东

(上海理工大学 环境与建筑学院, 上海 200093)

摘要:以“给水处理课程设计”(大四第一学期课程)为依托,开发和实施将专业实践经验与设计相结合的流程,以满足整个设计过程的要求。要求学生与实验室管理人员(客户)、加工人员、材料供应商交流,这完全有别于传统的学生教师间交流。此外,设计须在限制性条件,即资源限制下进行,这些条件包括材料供应、加工简便性、原材料和劳动力的有限预算、项目期限。结果表明,学生可取得不断的进步,并能更全面地理解设计过程。

关键词:工程教育; 课程设计; 环境工程; 专业实践

中图分类号: G 642.0

文献标志码: A

文章编号: 1009-895X(2019)03-0287-05

DOI: 10.13256/j.cnki.jusst.sse.2019.03.016

Incorporating Professional Practice into the Course Design for Environmental Engineering Undergraduates

ZHOU Haidong

(School of Environment and Architecture, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: Through the “Course Design for Water Treatment”, in the first semester of senior year, the procedure of combining professional practice with the design was developed and implemented to meet the requirements of overall design process. Students were required to communicate with lab managers (customers), constructors, and material suppliers. Their communications were quite different from traditional student-teacher exchanges. In addition, the design must be carried out under restrictive conditions, i.e., resource constraints; supply of materials, simplicity of construction, the limited budget for raw materials and labor, and time limit of project design. The results showed that students could make continuous progress and understand the design process more comprehensively in the course.

Keywords: engineering education; course design; environmental engineering; professional practice

对于要掌握环境工程单元处理技术基本知识而言,学生往往只需给出一个“对”的答案。这种学习模式满足了初步理解的目的。然而,“只有一个正确答案的教科书方法”本身不能实现工程设计的课程目标^[1-2]。设计可被视为一系列行为,包

括沟通、决策、团队合作、时间管理、头脑风暴等。完整的设计过程包括需求或问题识别、约束条件界定、设计目标制定、设计方案测试比选、最佳方案确定、设计文档准备、设计全过程管理、设计与加工、检测的联络。设计课程要有效,须把专业

收稿日期: 2017-12-04

基金项目: 上海理工大学教师教学发展研究项目“新工科研究与实践”(CFTD193005)

作者简介: 周海东(1971-),男,副教授。研究方向: 水处理理论与技术。E-mail: zhouhaidong@usst.edu.cn

实践的理念与学习过程结合起来,以利于培养学生对专业实践问题的全面理解,并为适应未来工作做好准备^[3-4]。此外,在工程设计课程中,学生可以通过反复设计,强化对工程设计流程的理解。

“没有设计的工程教学是应用教学,不是工程教育。”工程教育认证标准中对工程设计能力提出了明确的要求;同时,开展设计项目,可在整个过程中,培养和评估学生的团队协作和交流,这是学生发展所必不可少的^[5]。因此,工程设计过程被视为工程教育认证计划的关键要素之一。

本文在环境工程本科生的“给水处理课程设计”(大四第一学期课程)中融入专业实践性进行研究,开发和实施了将专业实践经验与设计相结合的流程,以期能提高工程设计课程的学习效果,并提高学生的工程设计能力。

一、设计课程的目标和毕业要求

在上海理工大学环境工程专业课程中,将设计纳入课程表中,提出设计要素,设定设计课程目标。课程目标包括:构建多年度连续设计任务,在反复的设计中不断进步;提供学生与销售方、加工技术人员、需求方进行技术信息交流的机会;让学生能经受开放式设计的挑战;允许通过实验来验证设计,并分析设计的成功之处。

设计课程目标的实现是学生毕业时满足相关毕业要求的重要保证。与工程教育认证中相关毕业要求至少包括以下几方面^[6]:

获得基本的数学和自然科学知识,通过个人、团队成员或多学科团队的参与者解决复杂工程问题,加深和拓宽环境工程知识;

能够设计针对环境复杂工程问题的解决方案,设计满足特定需求的系统、单元(构筑物)或工艺流程,并能够在设计环节中体现创新意识,考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素;

培养在条件受限下解决环境复杂工程问题的技能;

通过撰写和口头报告,强化书面和口头交流技巧。

基于设计课程目标和相关毕业要求,环境工程专业调整了相关的培养目标,其中包括:

能运用数学、自然科学、工程和人文科学的知识,分析和解决环境复杂工程问题;能运用技术、社会、政治和经济知识,分析复杂工程问题;合理

运用技术,设计、制定有效的、切实的行动方案,并不断改进行动方案;推荐或选择最佳行动方案;领导、管理并执行所确定的行动方案。

二、设计课程的专业实践性方法

在“给水处理课程设计”中,将设计任务中加入了专业实践方面的要求,为问题解决和沟通方面的成果取得打下了坚实基础。在课程中,学生反复地设计和构建各种问题解决方案,这能极大地激励他们审视所构建和开展的设计。

在条件受限下的设计能力是设计工程师必备的技能^[7]。在课程中,条件受限并不是将设计任务与外部隔绝,而是指真正的资源限制,如原材料和劳动力的有限预算、材料供应、施工简便性、项目期限等。

沟通是所有设计人员的一项基本技能^[8]。该课程要求学生与实验室管理人员、加工人员和材料供应商交流和沟通。对于设计而言,须满足客户(这里指实验室管理人员)的需求,并把需求用工程化语言予以表达。最终,加工人员将工程用语转化为实物产品。每个对象(实验室管理人员、加工人员和材料供应商)间的交流对于生产满足所需求的产品,都必不可少。这种交流完全有别于传统的学生与教师间的交流。团队合作也是工程师的另一项基本技能。学生被分成设计组以及小组,要求参与制定实施计划并进行上述沟通;在加工阶段参与修改设计、测试设计;参与编写操作指南及撰写设计报告。

三、设计课程的专业实践性实施

专业实践性的实施分为两个阶段,第一阶段是在2015年下半学期的“给水处理课程设计”中进行。三组学生设计并构建了三项实验,用于在后面的学期中对学生进行教学。有6名学生作为第一组,设计了一个模型沉淀池;7名学生作为第二组,设计了一个模型过滤池;另12名学生作为第三组,设计制作以地表水为水源的给水处理厂模型(简称给水处理厂模型)。在此情况下,客户就是环境工程专业实验室管理人员。为了简洁起见,本文只对第三个设计任务(给水处理厂模型)进行详细讨论。此组中的学生被分成四小组,并承担相应的任务分工,如表1所示。

表1 2015年下半年“给水处理课程设计”第三组设计任务(给水处理厂模型)

Tab.1 Design tasks of Group 3 of “Course Design for Water Treatment” in the second half of 2015 (water treatment plant model)

名称	任务编号	主要任务
组长	1	协调督促、最终报告、进展追踪、最终介绍
	2	整体绘图、组长和加工工人之间的联络、模型的建立(最终)、分析报告
絮凝小组	3	概念设计、构筑物计算
	4	材料、绘图
沉淀小组	5	概念设计、构筑物计算
	6	材料、绘图
过滤小组	7	概念设计、构筑物计算
	8	材料、绘图
消毒小组	9	概念设计、构筑物计算
	10	材料、绘图

针对第三组的设计任务, 给定了限制条件, 包括: 所有处理单元能按理论课参考书中的典型设计参数进行缩放; 必须设计成以聚合氯化铝作为混凝剂的传统处理工艺, 处理黄浦江水; 必须利用现有的泵输送原水和混凝剂; 絮凝池、沉淀池、滤池、清水池须合理设计, 每个处理单元必须合理缩放以适应现有实验室平台, 并加以集成以最大限度地保证工艺处理效率; 絮凝池设计必须使用现有的桨轴密封; 沉淀池须设计成斜板式, 并有入口和出口区, 斜板可更换, 且沉淀池必须有出水堰, 让水通过重力作用进入滤池; 絮凝池和沉淀池应建为一个整体, 通过适当的渠道分离; 处理厂的坡度必须由水通过重力作用经由每一处理单元来确定; 滤池须根据可接受的滤速来确定, 须有一个设有隔离阀的反洗水槽; 清水池需采用二氧化氯作为消毒剂, 并布有余氯量探头; 所有容器必须采用有机玻璃搭建。

为了培养学生的时间安排与管理, 要求学生提供一个完成设计任务目标的计划, 如表2所示, 学生需在第5周项目结束时提交设计规范, 以确保加工人员能有足够的时间建造模型。定时提交也可使一些小组能进行即时学习。此外, 学生需自学一些必要的设计材料, 以学会如何独立发现问题, 这是培养终身学习能力的第一步。

表2 2015年下半年“给水处理课程设计”的设计安排

Tab.2 Design arrangement of “Course Design for Water Treatment” in the second half of 2015

课程周次	设计要求
1	指定设计任务
2	学生提交设计组任务分工和关于设计的问题清单
3	学生提交概念设计草图和所需材料草稿
5	学生提交设计规范、支撑的计算、绘图, 和修改的材料清单
7	每个小组向教师及实验室管理人员口头汇报进展; 设计计算、计算的理论依据、模型的构建
9	每个小组向加工人员提供计划, 并详细介绍模型的制作。提供图纸和材料, 以便加工人员可以立即开始制作
14	学生测试设计
16	学生口头介绍设计, 并向教师提交详细的设计报告和实验室报告

设计的总成绩主要由教师的评价决定, 并参考学生的评价。但是, 每一个小组成员的工作和工作质量都由组内其他同学评价, 并根据他们的评价进行调整。

第二阶段在2016年下半学期的“给水处理课程设计”中进行。在这次课程中, 同样人数的学生被分成小组, 重复进行“第二次”的常规地表水为水源的给水处理厂模型的设计和加工。这一次要求与之前的环境实验室管理人员、加工人员、材料供应商进行交流。此次课程中学生需慎重地考虑采用先进的饮用水处理过程, 如溶解空气气浮, 多介质、高负荷过滤。更重要的是, 学生有机会更全面地思考环境工程设计和工程设计过程。

四、结果与评价

(一) 第一阶段

下页表3列出了约20名学生和教师对整个设计任务的评价。其中撰写任务包括最终设计报告和实验报告。设计报告概述了设计的理论和构筑物计算方面问题, 实验室报告描述了模型测试的结果, 以及概述之后的学期中使用该模型教学的程序。学生平均成绩是期末进行匿名调查获得的。学生和教师的分数基于0~100的分值范围, 100是最高评价。教师评分乘以一个适当的权重, 得到每一类别加权教师评分, 其总和在0~100区间。

表 3 2015 年下半年“给水处理课程设计”的
给水处理厂模型的总体评价(满分 100 分)
Tab.3 Overall evaluation on water treatment plant model
of “Course Design for Water Treatment” in
the second half of 2015(full score of 100 points)

评价事项	学生平均 评分	教师 评分	权重	加权教师 评分
总体设计				
独创性	88.0	82.0	0.05	4.1
受限条件的满足	92.0	80.4	0.20	16.1
书面报告质量				
实验报告	92.0	77.0	0.18	13.9
设计报告	96.0	92.0	0.22	20.2
交流	62.0	52.0	0.15	7.8
投入度	90.0	98.0	0.20	19.6
设计组得分				81.7

总体上看, 尽管本次设计任务中学生总成绩没有评定为优秀(即 A 级), 但学生经过本课程后, 设计能力有了明显的提高。设计的受限条件得到满足, 但在设计中也存在不足, 特别是各分组间明显缺乏足够有效的交流, 未能解决设计过程中教师提出的意见, 且与加工人员交流不充分。例如, 沉淀池的尺寸与过滤池不匹配。这些不足与其他文献报

道中的相类似^[9]。给水处理厂模型在测试时, 在一些构筑物中出现堵塞现象, 大部分学生充分认识到这些问题。如表 3 所示, 学生们对交流的打分远低于设计过程的其他方面, 这表明他们意识到缺乏有效沟通会影响设计的产品性能。

(二) 第二阶段

在 2016 年下半年学期的“给水处理课程设计”中, 学生首先得认真弄明白之前设计的过程及加工的模型, 汲取经验和教训。针对第一阶段存在的交流方面的问题, 在这一阶段进行重点交流, 并加强对设计任务的管理。为了确保设计组内的充分交流, 加强了外部监督, 让学生在学期内多次向实验室管理人员简要介绍设计进展, 并在设计任务完成时总结汇报。此外, 进行多次检查和协调, 以使教师的指导意见在设计中被采纳。学生们虽然意识到设计的重复性特点, 但在第一阶段这没有得到足够的重视。增加实验室管理人员和学生之间的接触, 可以帮助学生认识到重复性在设计中的重要地位。学生还需要与加工人员定期交流(在加工阶段每周都进行)。为了提高学生的时间管理能力, 帮助其确定优先事项, 将每个任务评定等级的评分标准提供给学生, 让其认识到提交特定任务的“关键环节”。表 4 所示为提供给学生的评分标准。

表 4 2016 年下半年学期的“给水处理课程设计”的评分标准(满分 100 分)
Tab.4 Grading criteria of “Course Design for Water Treatment” in the second half of 2016(full score of 100 points)

组内分担任务	<60	60 ~ 69	70 ~ 79	80 ~ 89	90 ~ 100
工作范围	<60	60 ~ 69	70 ~ 79	80 ~ 89	90 ~ 100
任务目标	<60	60 ~ 69	70 ~ 79	80 ~ 89	90 ~ 100
先进的技术开发	<60	60 ~ 69	70 ~ 79	80 ~ 89	90 ~ 100
概念	<60	60 ~ 69	70 ~ 79	80 ~ 89	90 ~ 100
工艺和设计标准	<60	60 ~ 69	70 ~ 79	80 ~ 89	90 ~ 100
设计说明	<60	60 ~ 69	70 ~ 79	80 ~ 89	90 ~ 100
顺序和合理性	<60	60 ~ 69	70 ~ 79	80 ~ 89	90 ~ 100
流量	<60	60 ~ 69	70 ~ 79	80 ~ 89	90 ~ 100
原模型的问题	<60	60 ~ 69	70 ~ 79	80 ~ 89	90 ~ 100
传统模型的改进	<60	60 ~ 69	70 ~ 79	80 ~ 89	90 ~ 100
测试计划	<60	60 ~ 69	70 ~ 79	80 ~ 89	90 ~ 100
介绍的连贯性与改进性	<60	60 ~ 69	70 ~ 79	80 ~ 89	90 ~ 100
PPT 的质量和视觉效果	<60	60 ~ 69	70 ~ 79	80 ~ 89	90 ~ 100
总体等级	不满意	C C ⁺	B ⁻ B	B ⁺ A ⁻	A A ⁺

在第二阶段设计任务完成后，最大限度地减少了沉淀池、滤池的堵塞以及从絮凝池到沉淀池间絮体的破碎。学生们还将改进的滤池反冲洗系统融入设计修订中。此外，设计的受性条件均可满足，技术层面上取得了更好的结果。每一工艺流程单元的大小现在可以与缩放的常规水处理装置相媲美。学生和教师对交流方面的评价在第二阶段更为一致，这主要是教师评价交流方面的积极性明显提高。评分准则还有助于学生关注设计过程中的关键环节。

另外，在完成设计任务后，要求学生总结收获。如表5所示，他们认为已经实现了设计目标，并且认可开放式设计，赞同按设计来进行产品构建。此外，有些学生认可有重新审视设计的机会，这是本设计课程的主要目的之一。

表5 2016年下半年学生对两阶段课程设计经历的评价

Tab.5 Students' evaluation on the experience of two-stage course design in the second half of 2016

问题	学生平均评分 (满分100分)
设计任务要求采用的沟通方式,效果良好	80
设计任务提高了与加工人员交流技术信息的能力	88
设计任务有效地鼓励学生发挥创造性思维能力	80
设计任务提高了学生工程设计能力	81
设计任务提供了设计测试	90
设计任务有重新审视设计的机会	84

五、结论

本文以两个阶段的“给水处理课程设计”(大

四第一学期课程)为依托,开发和实施将专业实践经验与设计相结合的流程,评价结果表明这一流程效果良好,学生们从许多新的方面理解设计过程,在这一重复性设计的经历中增加技能。在这过程中,学生与实验室管理人员、加工人员、材料供应商的交流,完全有别于传统的师生间交流,这对提高他们的工程设计能力非常重要。

参考文献:

- [1] Montoya L D, Komisar S. Introduction to engineering design through environmental projects [C] // Proceedings of the 2006 ASEE Annual Conference and Exposition. Chicago, Illinois: American Society for Engineering Education, 2006: 841 - 853.
- [2] 柴春镜. 环境工程专业本科毕业设计(论文)教学改革探讨[J]. 山东化工, 2017, 46(2): 85 - 87.
- [3] Dewoolkar M, Hayden N, Rizzo D. Incorporating service-learning projects within the civil and environmental engineering capstone design course [C] // Proceedings of the ASEE Northeast Section Conference. Norwich: Norwich University, 2013.
- [4] 凌琪. 结合工程实际, 改革环境工程本科专业毕业设计教学[J]. 中国西部科技, 2010, 9(16): 78 - 79.
- [5] 韩严和, 陈家庆. 工程教育认证下环境工程专业建设改革探索[J]. 中国现代教育装备, 2017(9): 48 - 50.
- [6] 李宁杰, 解庆林, 黄亮亮. 基于2015版工程教育认证标准对环境工程专业毕业要求的制定与评价过程的思考[J]. 教育教学论坛, 2017(8): 205 - 206.
- [7] 闵敏, 孙新华, 丁成. 应用型本科环境工程专业课程设计初探[J]. 科技信息, 2012(28): 47, 50.
- [8] 秦晓海. 环境工程设计基础教学方法探讨[J]. 中国冶金教育, 2012(5): 15 - 17.
- [9] 马万征, 邹海明, 汪建飞, 等. 基于卓越工程师计划的环境工程设计实习教学改革的研究[J]. 广东化工, 2015, 42(19): 228, 230.

(编辑: 程爱婕)