

工程系统设计课程学生综合能力培养探讨

杨蕴萍,熊光晶,王英姿

(汕头大学 工学院,福建 汕头 515063)

摘要:为有效提升学生在构思-设计-实现-运行系统方面的能力,更好地实现 EIP-CDIO 培养目标,汕头大学首次在国内土木工程专业增设了以实施团队项目活动为培养方式的工程系统设计课程,并作为能力-素质-知识一体化课程体系四大主干课程之一。为该教学项目设计了能落实到具体的“规定动作”、全面系统的“能力-素质-知识”教学大纲,再据此确定教学内容。结果表明,该项目对学生的“工程-社会系统运行能力”培养起到了至关重要的作用。

关键词:EIP-CDIO;工程系统设计;团队项目;能力-素质-知识一体化课程体系;工程-社会系统运行能力培养

中图分类号:G642;C961 文献标志码:A 文章编号:1005-2909(2011)05-0035-06

在当代现实社会中,工程不仅仅局限于技术,而是由工程与社会发展、市场规律、管理模式、文化传统、经济价值、道德观念等紧密结合构建而成。据此,CDIO 模式^[1]将培养学生在工程-社会大系统中运行项目的的能力列为四大要素之一^[2-3],并首先提出了全面系统的“能力-素质-知识一体化”教学大纲,如表1所示。

以往的土木工程教育改革缺少对学生的实际产业需求、团队合作和沟通能力等方面的关注和培养,汕头大学土木系确定增设工程系统设计项目,重点训练学生在工程-社会大系统中运行项目的的能力。据悉,土木工程专业设立该项目训练课程在国内尚属首次。文章旨在通过对该团队项目的目标、大纲、教学内容和方法、学习效果评定的全面介绍,进一步探讨存在的问题和今后改进的思路。

一、工程系统设计教学目标及“能力-素质-知识一体化”教学大纲

(一)《工程系统设计》团队项目的地位及其与其它4个项目的关系

汕头大学的 EIP-CDIO 工程教育模式^[4]以相关联的5个团队设计为导向如图1所示^[5-6],分四级培养目标:第一级为知识体系;第二级为个人素质和专业能力;第三级为人际交往能力;第四级为“企业与社会环境中构思、设计、实施和运作项目的的能力”的有机结合,其中,第四级为最高级,是建立在前3个层面之上,集成化的能力、素质和知识培养。工程系统设计正是以培养学生的第四级能力为重点,同时巩固和提高前3个层面的能力而设立的。

收稿日期:2011-02-03

基金项目:全国教育科学“十一五”规划2006年度教育部重点项目:“符合国际工程教育共识的CDIO培养模式应用研究”(DIA060144)

作者简介:杨蕴萍(1961-),女,汕头大学工学院土木系实验师,硕士,主要从事高等工程教育研究,(E-mail)ypyang@stu.edu.cn。

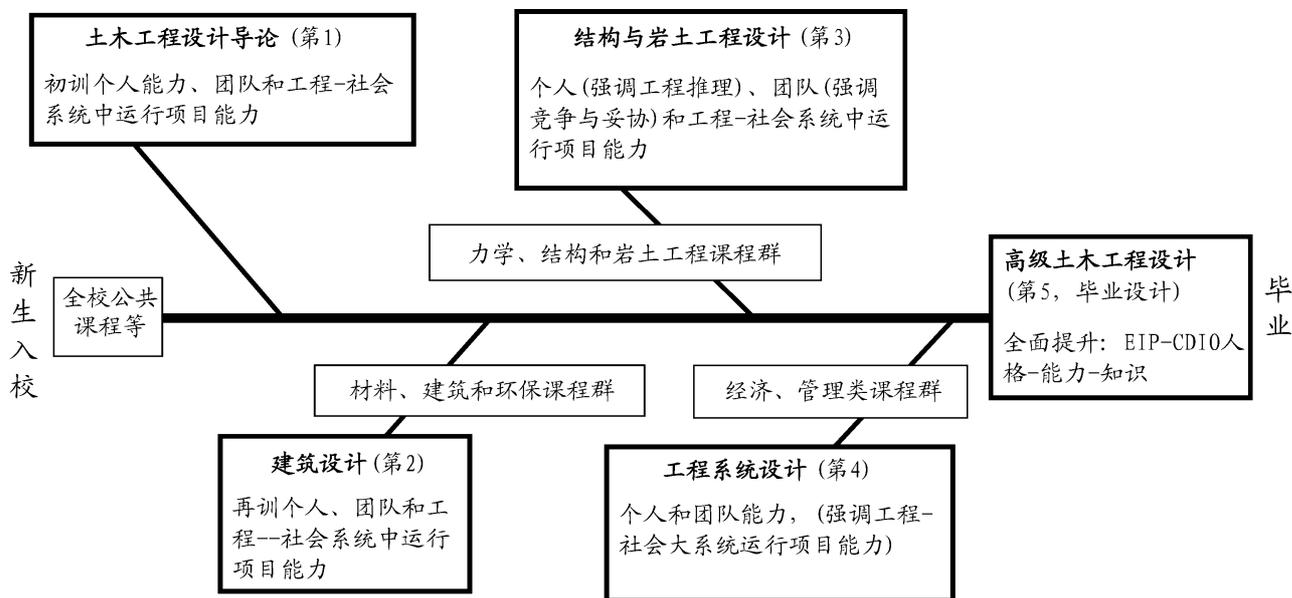


图1 以设计为导向的土木工程专业能力—素质—知识一体化课程体系示意图

为让学生了解和融入土木工程,以实践成为认识事物的常态^[7],汕头大学2006级土木系学生在还未学习土木工程相关知识前,仅凭“感觉”,即对科学认识的“原生态自然阶段”,在土木工程设计导论课程中开始了第1个团队项目如图1所示,规划一个住宅小区建设^[8]。由于工程建设具有相当的科学和复杂性,学生一旦展开工作就会发现他们对专业的“原生态”认识与科学有相当大的差异。此时,往往会陷入邯郸学步式的“科学的不自然阶段”。这种“不自然”却是学习的最大动力,为解决项目实施中的难题,“迫使”学生积极地寻求各种学习途径(如:咨询、讨论、查阅资料等)。如此,在不断的纠错中养成CDIO标准⁸[1]提出的“主动学习”的习惯。

作为第2、第3个团队项目的实施,承接第1个的成果,在建筑设计和结构与岩土设计课程中进一步完成建筑、结构和岩土设计,以此培养学生沟通、竞争与妥协等综合能力,并巩固和提高相关学科知识的目的。依据CDIO标准⁷[1]提出的“一体化学习经验”教学要求,第4个团队项目——工程系统设计的培养重点是通过土木工程项目进行施工组织设计和项目评估,达到全面、系统的落实能力—素质—知识教学大纲的第3、4级培养目标如表1所示,并为完成第5个团队项目——毕业设计打下坚实的基础,最终使学生进入到一个能熟练地综合应用各类

知识完成工程项目建设“科学的自然阶段”。

(二) 工程系统设计的学习目标

工程系统设计课程以团队合作的方式,对土木工程项目进行施工组织设计及项目评估,如图2所示。让学生了解工程项目所面临的来自社会、环境、经济、技术和政治等方面的制约,学习如何将各相关因素、人员和组织和谐互动地联系起来完成一个成功的工程项目,力求通过项目的实践训练使学生完成从知识的学习者到应用者的角色转变,达到全面提升学生的CDIO“四大能力”^[2]的目标。

(三) “能力—素质—知识一体化”教学大纲

有研究报告显示,当以问卷的形式调查从事土木工程专业近10年的毕业生时,发现80%以上的答卷者认为应该加强在校学生的分析和解决问题能力、自学创新能力、沟通交流及团队协作能力的培养。这说明能力比知识更重要已经达成了共识^[9]。

鉴于以往的课程改革虽其初衷均以能力为主要培养目标,但改革后仍采取仅含知识的教学大纲,势必不利能力培养。工程系统设计先确定全面系统的“能力—素质—知识”教学大纲如表1所示,并通过“教学环节”具体落实成“规定动作”,特别强调培养学生的“个人能力、沟通和团队协作能力”“工程—社会大系统运行项目的的能力”培养,以实现EIP-CDIO培养目标。

表 1 工程系统设计团队项目的“EIP - CDIO 知识 - 素质 - 能力”教学大纲

主要培养目标	具体培养内容	教学环节(“规定动作”)	目标要求		
			接 触	训 练	应 用
1. 技术知识和推理	1.3.3.1~1.3.3.4 建筑学、城乡规划、建筑和结构设计、基础工程设计	对规划、建筑、结构及岩土设计成果实施工程技术评估	—	C	C
	1.3.4.1~1.3.4.2 工程施工、工程造价	实施施工组织设计、估算项目总投资	—	B	B
	1.3.5.3~1.3.5.4 项目评估、相关法规	实施技术、经济、政法和风险等项目评估	—	B	B
2. 个人能力、职业能力和态度	2.1.1、2.1.3~2.1.5 发现和表述问题;估计、定性与不确定性分析;解决方法和建议	综合分析财务和国民经济效益、不确定性等方面的评估判断项目可行性;通过团队内、教师及团队间评价修正错误	—	B	B
	2.2.2 查询印刷资料和电子文献	通过阅读和网络搜索等预测市场;书面报告中要列出文献出处和相关数据	—	B	B
	2.3.1~2.3.4 全方位、系统和交互作用;解决问题时的妥协、判断和平衡	综合政治、经济、社会、文化、风险和法规等各项评估结论,做出项目决策	—	—	B
	2.4.1~2.4.7 执着与变通;创造性和批判性思维;了解知识的能力和态度;时间与资源的管理	团队内协商确定方案、实施内容、分配工作、修改和确定成果;通过自学、咨询、网络搜索、研讨解决项目的问题;分阶段按时完成项目各部分任务	—	—	B
	2.5.1 职业道德、正直、责任感并勇于负责	评估项目的政治、经济、风险等因素对企业和社会的影响,判断项目在“企业—社会大系统下”的可信性	—	C	B
3. 人际交往能力、团队工作和交流	3.1.1~3.1.5 项目建立、运行、成长、演变;领导能力;构成技术团队	学生自行组建3人团队,在组长的协调下,通过不断研讨、评价和学习完成项目成果	—	C	B
	3.2.1~3.2.6 交流的策略;口头、人际、书面、图表、电子及多媒体交流	团队内讨论、教师和团队间课堂点评;借助多媒体在课堂报告成果,并就教师和团队间提问答辩;递交书面报告,包括所涉及到的表格、图表、设计图纸和照片等	—	B	B
4. 在企业和社会环境下构思、设计、实施、运行系统	4.1.1~4.1.5 工程师的角色与责任;工程与社会的相互影响;文化和历史环境	综合评估项目“政治、经济、风险”等因素对企业和社会的影响,论证项目在“在企业—社会大系统下运行”的可行性	—	B	C
	4.2.4 成功地在—个组织中工作	对照社会上实际项目运行过程,陈述完成的项目和解决问题的经过	—	—	B
	4.4.1~4.4.5 设计过程与方法;知识在设计中应用;单、多学科设计	团队项目工作包含了建筑、结构、施工、经济、管理等方面知识综合应用	—	—	C
	4.5.1 设计实施过程	满足“在企业—社会大系统下运行”	—	—	D

备注:目标栏内以 A、B、C、D 来表示对此条能力要求达到的程度。A 为最高要求,无要求则留空。接触指在教、学活动中有所提及但没有训练和测试要求;训练指有明确要求并有测试项目;应用指在教、学中有所应用而不论是否曾给与相关训练或考核。

二、工程系统设计教学内容

该教学内容要求各团队在大四上学期承接前期完成的“我的梦中家园 - 吴桥岛”旧城改造项目中一个住宅小区的规划、建筑、结构与岩土设计成果^[8],再以团队内分工合作、团队间协作加之竞争开展施

工组织设计和项目评估,如图 2 所示。其具体实施方式是以学生自学讨论和查阅资料为主,教师课外指导为辅,结合阶段性的课堂报告和点评,团队队员自主完成项目工作。该课程于 2009 年秋季学期在汕头大学工学院土木工程系针对 2006 级学生第一

次实施,共6个课堂学时,仅用于阶段性小组报告的演讲和点评,其余工作均要求课外时间完成。

如图2所示,工程系统设计团队项目的具体实施步骤共分以下三个阶段:

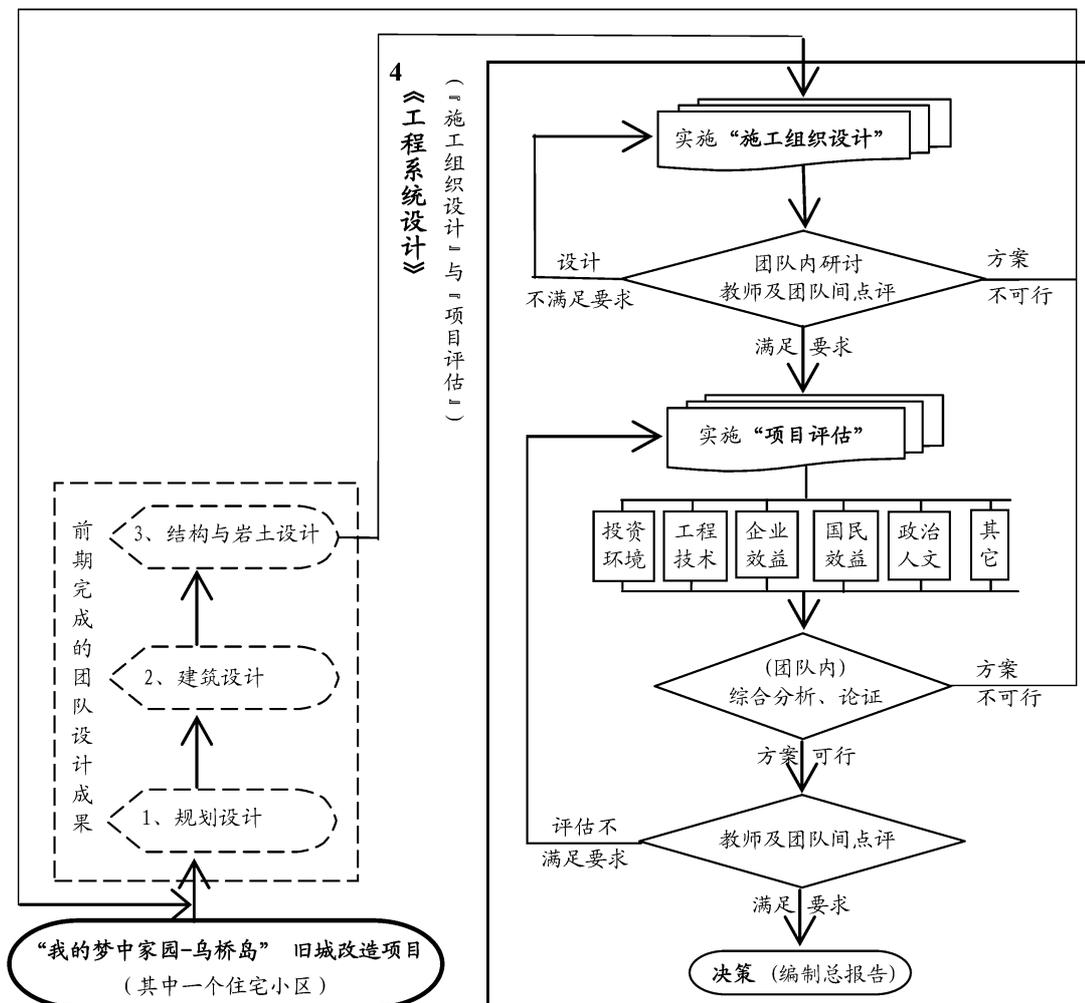


图2 以设计为导向的土木工程专业能力-素质-知识一体化课程体系示意图

第一阶段是实施施工组织设计。各团队队员通过对上述项目进行施工平面设计、施工段规划、施工进度计划等,着重训练学生的沟通和团队协作能力,以及技术知识和推理能力。

第二阶段是实施项目评估。针对项目进行市场分析、筹资和用款策划、项目财务和国民效益评估、风险评价等,并在综合论证各项评估结果后,决策项目建设,达到培养学生以实际产业需求为本的——在工程—社会大系统运行项目的的能力。

第三阶段是编制项目总报告。学生通过回顾、修正和总结团队项目的全部实施内容,包括:土木工程设计导论、建筑设计、结构与岩土设计、工程系统设计4门课程的团队项目成果,以重复训练表1教学大纲中的各项教学环节,使学生对工程项目建设

内涵有更全面的认识。

三、工程系统设计成绩评定方法

工程系统设计团队项目学习重点强调的是CDIO能力培养过程,所以,考核时不过分强调成果的“完美性”,而是以是否实现教学大纲中各项教学环节的要求为原则进行评价(如:项目的方案和成果是否在团队队员研讨后共同确定的),只要学生能给出合理的科学论证,加之正确的分析与思辨,就定义为满足要求。

工程系统设计学习成绩分施工组织设计、项目评估和总报告三个阶段进行考核,评分标准如表2所示是以表1的教学大纲要求为依据建立的。施工组织设计和项目评估部分各占总分的40%,总报告占最后的20%。

表2 工程系统设计(II)主要评价内容及评分标准

培养目标	第1级 技术知识和推理	第2级 个人素质、职业技能和 职业道德	第3级 团队协作和交流	第4级 企业和社会的构思、设计、 实施和运行 (CDIO)系统
主要学习和评价内容	1. 工程建设理念 2. 土木工程技术、工程经济、项目评估、项目管理等知识的正确运用	1. 可持续发展设计观 2. 企业利益与国民经济效益的和谐性 3. 实施项目的科学性、正确性和创造性	1. 完成进度计划 2. 分工合作、协调和口头表达能力 3. 会议记录、报告格式、专业用语正确性 4. 纪律性和积极性	1. 发现问题和解决问题的能力 2. 成果在企业和社会环境下实施和运行
教学活动	《我的梦中家园-乌桥岛》团队项目的施工组织设计、项目评估,并结合前期完成规划、建筑、结构和岩土设计团队项目成果编制总报告			
考核阶段	施工组织设计	项目评估	总报告	总评成绩
考核评分(%)	40	40	20	100

四、工程系统设计的学习效果

(一)第1级“技术知识和推理”^[1]

见表1[1.3.5.3项],为培养学生综合运用各相关学科知识的能力,要求学生以团队为单位自主进行项目的技术、经济/效益、风险和政策/法规等各项评估,将各类基础理论知识在项目实践中得到有效的发挥。有学生这样描述他在实施项目后的感受:“很多以前在课堂上未弄明白的知识点,在这次完成报告的过程中都弄明白了,而且了解相当深刻。这比教师在课堂上说的效果更好。”

(二)第2级“个人能力、职业能力和态度”^[1]

作为实践层面的能力体系,包括工程师个体必须具备的执着与变通、创造性和批判性思维、了解知识的能力和态度等。表1[2.4.1~2.4.7项]的“教学环节”要求通过团队内自学、咨询、协商讨论等方式共同确定项目的实施内容、分配工作,并取得最终成果。有学生写到:“在本课程学习过程中,我们碰到了诸多其它学科的知识。如历史文化、经济博弈、法律常识等等,我们最初不知所措,但慢慢地,我们学会了通过寻找资料,自行解决种种学科外的难题。”

(三)第3级“人际交往能力、团队工作和交流”^[1]

培养优秀领导人才,创建高效率的项目团队,掌握沟通和协作能力是该课程教学的一大亮点之一。正如表1[3.2.1~3.2.6项]的规定,要求项目团队在组长的领导下,以团队内和团队间讨论合作、团队内分配工作的方式共同完成任务,同时利用课堂点评这个平台报告成果。教师和团队间针对成果进行点评,而被点评的团队要就提问进行答辩。课后,团

队内再将评时发现的问题经过研讨、并在汲取了其它团队好的经验后进行修改,直至递交被认定为满足要求的书面报告。

(四)第4级“在企业和社会环境下构思、设计、实施、运行系统”^[1]

通过综合分析论证项目的各项评估结果,并判断项目的可行性(见表1[4.2.4、4.1.1~4.1.5]项)。使学生认识到,无论是价格、技术、成本,还是工期、资金、政策法规,其中任何一个因素发生变化都有可能对项目产生负面的影响。这将学生从最初单一的工程技能提升到同时具备政治、经济和技术等多学科综合知识应用的能力。而对项目进行国民经济和社会效益评价,则把学生对工程建设的认识从微观的个体项目范围扩展到宏观的整个全社会。

五、工程系统设计改进思路

汕头大学工学院土木工程系在实施了为期近4年的第一轮EIP-CDIO教育大纲后,取得一些成绩,但同时也对未来发展思路,越来越清晰,主要归纳为以下两个方面。

一是加强产学合作活动。对学生工程实践能力的评价,产业工程师拥有最大的发言权。笔者认为可以采用“请进来、走出去”的形式,在项目开展前和进行中,请有丰富经验的产业工程师介绍他们亲身经历的工程项目,并将学生的作品拿给他们评判,要求各项目团队就评判者提出的问题答辩,对出现错误的部分进行修改。同时,引导学生走出校门,去考察实际工程项目的运行过程。只有这样,学生才能完全融入到实际工程中去。

二是借鉴“项目管理”理论体系,构建一个能对

“团队项目”的学习质量、进度和相互间合作与协调等实施全过程管理和评估的完整体系^[10]。

参考文献:

- [1] EDWARD F. CRAWLEY. The Context of Engineering Education, Proceedings of the 4th International CDIO Conference [C]. Hogeschool Gent, Gent, Belgium, 2008(6): 16 - 19.
- [2] 顾佩华, 等. 《CDIO 大纲与标准》、《CDIO 工作坊手册》[M]. 汕头: 汕头大学出版社, 2008.
- [3] CRAWLEY, EDWARD F., et al. 《重新认识工程教育》[M]. 顾佩华, 等译. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [4] 顾佩华, 熊光晶, 等. 从 CDIO 到 EIP - CDIO——汕头大学工程教育与人才培养模式探索[J]. 高等工程教育研究, 2008(1): 14 - 18.
- [5] 陆小华, 熊光晶, 等. 设计导向的工程教育改革理念[J]. 高等工程教育研究, 2007(6): 85.
- [6] 2007 ASCE (2004). Civil Engineering Body of Knowledge for the 21st Century, Preparing the Civil Engineer for the Future[EB/OL]. [2007 - 01 - 04]. <http://www.asce.org/bookstore/book.cfm?book=8241>.
- [7] 李培根. 未来工程教育中的实践意识[J]. 高等工程教育研究, 2010(6): 7.
- [8] 王英姿, 熊光晶, 等. 基于“能力—素质—知识”架构的房屋建筑学课程大纲及教学实践[J]. 高等工程教育研究, 2010(1): 156 - 157.
- [9] 吴鸣, 熊光晶. 以工程能力培养为导向的工程教育改革研究[J]. 理工高教研究, 2010, 29(3): 56.
- [10] 吕伟华. 基于 PM 的高校创新实践活动评价体系研究[D]. 大连: 大连理工大硕士学位论文, 2009.

Training students' comprehensive abilities in engineering system design course

YANG Yun-ping, XIONG Guang-jing, WANG Ying-zi

(College of Engineering, Shantou University, Shantou 515063, P. R. China)

Abstract: The setting of engineering education should indicate that “Ethics, Integrity, Professionalism-Conceiving, Designing, Implementing, and Operating (EIP-CDIO)” are the abilities of engineers in their service to enterprises and the society. Being one of four main courses from ability-quality-knowledge integration teaching system, the engineering system design course for civil engineering majors was built up in Shantou University. To effectively train engineers, the learning contents were detailed referred to the syllabus that the teaching procedure was designed as workable “actions”. The results show that the project practice is the key point to promote students' abilities in their service to the engineering-society system.

Keywords: EIP-CDIO; engineering system design; team-work project; ability-quality-knowledge integration teaching system; training students' abilities in their service to the engineering-society system

(编辑 梁远华)