

土建类开放教育课程的项目式逆向教学设计

——以国家开放大学“建筑施工技术课程”为例

曹珊珊 李淑 邵运达

【摘要】在信息化技术支持下,落实以成果为导向的教学过程是实现高等工程开放教育新模式的核心内容。本文以项目式逆向教学方法为理论指导,在学习者特征分析基础上,以国家开放大学“建筑施工技术课程”为案例,从教学目标设定、项目式融合的教学过程设计,以及教学效果反馈设计等方面开展研究,探索项目式逆向教学的系统化过程。通过课程案例,旨在提出既能满足学习者需求,又能提高学习者工程实践能力和创新能力的土建类开放教育教学新模式。

【关键词】项目式教学 逆向教学设计 学习者特征 开放教育 土建类工程教育 建筑施工技术课程

一、问题的提出

开放教育是通过现代远程教育方式,实现终身教育价值理念、实现“有质量的教育公平”的一种新型人才培养模式,是世界各国现代高等教育的重要形式。^[1]课程知识点多、专业性强、实践要求高的特点是高等工程开放教育的共性。在OBE(Outcomes-based Education)教育理念的指导下,如何高效使用信息化技术、落实以成果为导向的教学过程是目前实现高等工程开放教育新模式的核心内容。

国内外高校中逐渐开展的项目式教学法即项目式学习法(Project-based Learning),是一种基于建构主义的教学模式,它注重工学结合和项目驱动,强调以产出为导向,可以有效地将理论与实践对接。^[2]将OBE教育理念融入到教学设计活动中,使学习者从过去的被动者变为主动的探索者,教师从过去的主导者变为协调配合者^[3],让学生在此过程中掌握所需的知识和技能。^[4]随着研究的深入,国内部分高校在此基础上探索了如何将考虑学习目标的逆向教学设计融入到项目式教学法中,进一步强调和明确培养目标和学习成果。^[5,6]然而,与普通高校和高职院校的学习者相比,已经拥有一定实践经验且工学矛盾突出的开放教育学习者在学习需求和学习习惯等方面均存在较大差异,落实项目式逆向教学需要在教学目

标、教学过程以及教学反馈中更有针对性地考虑学习者特征的影响因素。

此外,随着信息化技术的发展,住建部发布了《2016—2020年建筑业信息化发展纲要》,基于信息化技术支持的教学模式设计成为土建类工程教育研究者关注的重点,笔者在中国知网上,以“土建”、“教学”为关键词检索得到1205篇论文,借助文献计量工具SATI3.2统计获得论文关键词频次分布如图1所示。统计数据显示出两方面特点,一方面,土建教学相关研究成果的主要研究对象为高职院校的学习者,针对开放教育和普通高等教育学习者差异的研究成果相对匮乏(图1a)。另一方面,土建类工程教育教学主要的研究敏感点依次为教学改革、人才培养(模式)、BIM(Building Information Modeling)技术、实践教学、校企合作、教学方法和教学内容(图1b)。可见BIM技术在当前土建类工程教育教学的改革、实践中扮演了重要的角色,如何有效地将其融合到土建类工程教育教学是当前亟待解决的热点问题。

因此,本研究基于项目式逆向教学设计理论,开展开放教育的学习者特征分析,根据学习需求和学习习惯,以国家开放大学“建筑施工技术课程”为案例,结合现代信息化技术进行系统化的课程教学设计,旨在探索如何深度结合BIM技术,提出一种既能满足学习者需求、又能提高学习者

收稿日期:2019-07-15

基金项目:国家开放大学2018年度科研课题(青年课题)(G18A0034Q)

作者简介:曹珊珊,国家开放大学实验学院讲师,博士;李淑,国家开放大学理工教学部讲师,博士;邵运达,国家开放大学理工教学部副教授,博士。

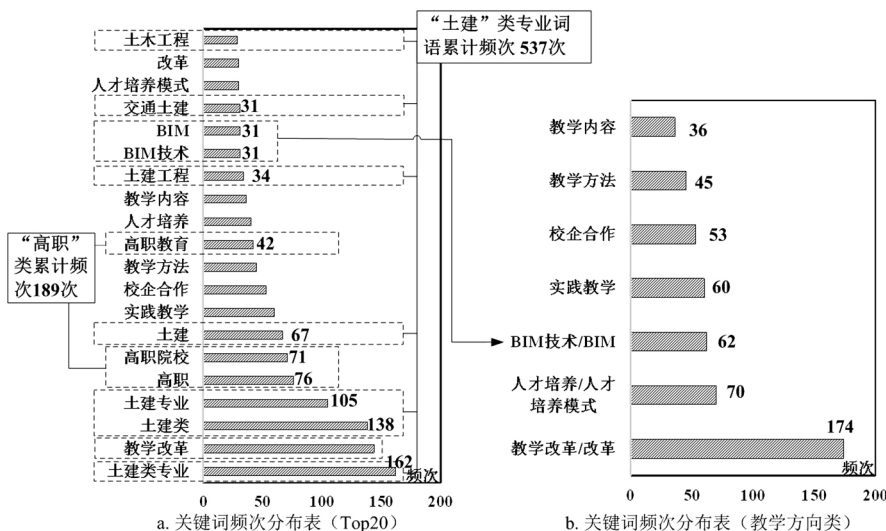


图1 关键词频次分布图

工程实践能力和创新能力的土建类开放教育教学新模式。

二、土建类学习者特征分析

针对开放教育体系下的学习者特征,“开放大学教学质量保证体系的研究与实践”课题组在全国15个省市级教学单位中开展调查问卷工作,共涉及到78个本、专科专业,得到有效问卷6721份(回收率78.61%)。^[7,8]调研数据统计显示学习者中从事本专业及相关/相似专业的比例约为79.66%^[8],且60.66%的学习者希望课程内容能够更多地与实际工作需要相匹配。对于土建类专业的学习者,常州开放大学^[9]开展关于学习动力、学习需求的问卷调查研究,得到问卷112份(回收率93%),统计显示从事建筑类相关工作的学习者比例为70.5%,且约84.8%的学习者希望学习内容对考取资格证书和工作有所帮助。

为进一步分析土建类专业学习者的学习需求和学习行为特征,本文以国家开放大学土建类专业的122名学习者对象,开展问卷调研研究,回收有效问卷103份(回收率84.43%)。在学习需求方面,统计数据中共有80.58%学习者从事土建类相关的技术或管理岗位,且相比于专业课程重点内容辅导资料,45.00%的学习者更喜欢专业技术相关的扩展资料以及与建造师等职业资格考试相关的资料,这与文献^[9]的调研结果基本一致,即学习者对专业知识的需求与工作需求关系密切,且对专业拓展资料以及职业资格考试衔接辅导资料的需求较高。在学习者学习行为方面,

78.64%的学习者每日用于课程学习的时间少于1.5小时,其中46.60%的学习者为0.5~1.0小时,可见每日用于课程学习的时间极为有限;此外在学习资源设置方面,课程视频资源(71.84%)为最受欢迎的学习资源形式,且15~30分钟(55.34%)是最合适的学习资源时长。

综上所述,土建类开放教育的学习者具有工作需求高、工学矛盾突出的特点;在土建类开放教育课程的项目式逆向教学设计中,需要特别注重学习者的实际工作需求(如建造师等职业资格考试),以及课程资源的形式和时间设定等问题。

三、项目式逆向教学设计的理论框架

逆向教学设计理论旨在根据学生特征和课程特点,以实现系统化的学习目标为目的,设计有效的教学过程和学习效果反馈方案。项目式逆向教学设计中重点强调将工程实践项目融入到教学目标设定、教学内容划分、教学活动方案设计中,通过有效的学习效果反馈方案设计调整学习目标、改进和完善教学过程,是工程教育中实现“回归工程实践”的重要手段。在理论上,项目式逆向教学设计包括如下多个主要环节,分别为学习需求分析、教学目标设定、教学过程设计、教学反馈方案设计以及工程项目的全过程融合。

1. 教学目标设定。

开放教育更加注重以学生为中心,强调实现终身教育的价值理念。对于工程类开放课程,在考虑课程教学特点基础上,教学目标的设定通常包括三个层面:知识层面、应用层面、思维层

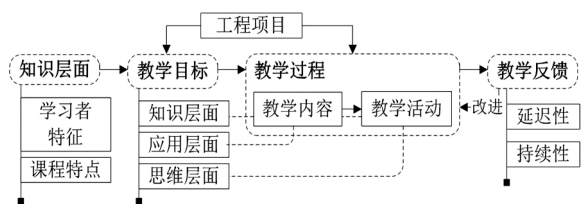


图 2 项目式逆向教学设计理论框架

面。^[10]知识层面是指学习者能够掌握的理论知识和基本课程知识;应用层面是指学习者能够从实践层面理解理论知识,并将之应用在相关的工程项目中;思维层面是指学习者能够在日后的实践工作中遇到相关实践问题时,具备自主查找理论和实践资料,解决实际问题的能力。

2. 教学内容与教学活动方案设计。

由于开放教育中有效的学习时间有限,课程教学难以面面俱到。因此需要借助逆向设计原则,从教学大纲和考核目标出发,确定通过哪些课程内容和教学活动设计,帮助学习者获得相应的技能。根据逆向教学理论,在教学内容与教学活动方案设计中需要密切结合上述三个层面的教学目标。对于知识层面的教学目标,需要根据课程特点系统地研究教学内容,尽可能地简化和提炼知识点;对于应用层面的教学目标,需要将知识点进行归类 and 划分,使知识点与实践项目紧密融合;对于思维层面的教学目标,需要进行引导式的教学活动设计,引导学生在实践工程中发现问题、解决问题。同时需要特别注意的是,教学活动的设计直接影响工程类开放教育课程教学内容的接受程度,设计合理的教学活动将实践工程项目融入到教学全过程是将工程类课程“回归工程实践”的关键。

3. 教学效果反馈设计。

教学效果反馈设计是动态完善课程项目式逆向教学设计的重要内容。对于工程类的开放教育课程,学习者的学习和领会能力存在较大差异,知识层面和应用层面的教学目标存在一定的延迟性,而思维层面的教学目标具有持续性。教学效果反馈设计时,需要系统考虑学习者掌握知识和能力提升的延迟性和持续性,以不断改进课程的项目式逆向教学过程,促进学习者更快更好地达成教学目标。

四、项目式逆向教学设计案例——以“建筑施工技术”为例

国家开放大学建筑工程技术专业(专科)的专

业核心课程“建筑施工技术”在远程教学中采用引领式学习模式,涵盖土方工程、桩基础工程、砌筑工程、混凝土结构工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、防水工程、建筑装饰装修工程等八章内容,具有内容繁多、专业性强、实践要求高的特点。^[11]在既有课程资源基础上,难以实现满足开放教育中学习者的学习需求的教学目标^[12],主要存在的问题一方面是课程中各章节内容资源相对独立,系统性工程案例较少;另一方面是高新技术的快速发展使得课程中包含的多类分项工程的若干项建造施工技术与实际工程存在不可避免的偏差和脱节。^[13,14]

本研究以该课程为案例,从教学目标分析、教学过程设计、教学反馈设计等方面开展研究,探索项目式逆向教学的系统化过程。

1. 多层次可量化教学目标设定。

“建筑施工技术”课程强调学生掌握建筑工程中主要分部分项工程的施工工艺、施工方法及技术要求的一般规律。在知识层面,强调对重点知识的掌握,旨在使学习者掌握一般建筑工程中主要分部分项工程的施工方法、施工工艺、技术要求、质量通病防治、安全防范措施等基本知识,掌握分析和处理施工技术、施工质量问题的基本知识;在应用层面,强调对知识点掌握的系统性和应用能力,旨在使学习者针对一般建筑工程的分部分项工程,能够编制施工方案、组织施工、进行工程质量检验;在思维层面,注重引导学习者在工程实践中发现问题、解决问题,旨在使学习者具备解决一般建筑工程施工相关问题的能力。

2. 课程内容的模块化划分及项目式融合。

教学内容分析是联系教学目标和教学活动设计的关键。基于知识层面的教学目标,考虑开放教育学习者工学矛盾突出的特点,可引入知识点量化规则简化和压缩知识点。按照课程章节以知识点为研究对象,量化各章节的内容比重和重点分布,得到各章节知识点的量值分布如图3所示。其中知识点量化规则为了解层面记0.5,熟悉层面记1.0,掌握层面记2.0。可以看出钢筋混凝土结构工程的知识点量值最高,相关的重点知识点较多,涵盖模板配板设计、钢筋工程施工技术、混凝土工程施工技术等。

基于应用层面的教学目标,考虑学习者对工程实际的系统化认识的需求,以及对工作相关资格证书考试的学习需求,结合实践工程中的建筑

表 1 建筑施工技术与模块划分方案

编号	章节	课程知识点		一级建造师考点	模块划分
		量值	比例%		
1	土方工程	12	16.667	土方工程施工技术	土方工程施工技术
2	桩基础工程	7.5	10.417	地基处理及基础工程施工技术	基础工程施工技术
3	砌筑工程	6	8.333	主体结构施工技术	砌体结构施工技术
4	钢筋混凝土结构工程	26	36.111		模板配板设计
					钢筋工程施工技术
					混凝土工程施工技术
					预应力工程施工技术
5	预应力混凝土工程	7.5	10.417		结构安装工程施工技术
6	结构安装工程	6.5	9.028	防水工程施工技术	防水与装修施工
7	防水工程	3.5	4.861		
8	建筑装饰装修工程	3	4.167	装饰装修工程施工技术	

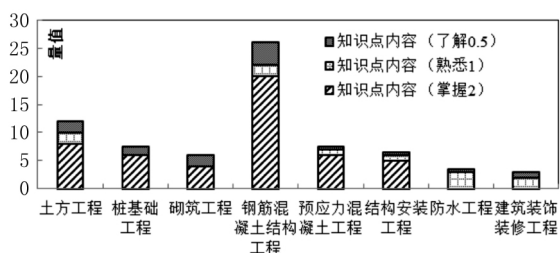


图 3 各章节的知识点量值分布图

施工项目划分方案^[15-17]，首先将课程知识点与土建领域一级建造师考试要点进行匹配，按照各章节知识点的量值分布比例，将课程内容进行教学辅导模块划分，形成九个模块，各模块对应的知识点量值比例约为 11% (表 1)。随后，根据实际工程项目的系统性和综合性，结合教学划分模块的量值比例，建立课程模块与施工流程之间的对应关系，选取六类可以用于教学辅导的分项工程，分别为土方和基础工程、砌体结构工程、钢筋混凝土结构工程、预应力结构工程、装配式结构工程、防水与装修工程 (图 4)。借助六类分项工程实现课程知识点与建筑施工流程的紧密融合，突出应用性和可行性。

3. 基于信息化技术的教学活动设计。

在教学活动设计中，需要密切结合学习者的学习需求和行为特征，一方面应充分考虑教学内容的可接受程度，为达到知识层面和应用层面的教学目标提供条件；另一方面应注重引导学习者在实践工程中发现、解决问题，进而实现思维层面的教学目标。

(1) 项目式教学辅导思路。本文在充分考虑学习者的工学矛盾突出的现状、工作实际需求 (如建造师等职业资格考试)，以及学习行为习惯等因素基础上，给出具体教学辅导思路具体如以下三个环节：① 项目式引导环节 (课前环节)。根据各

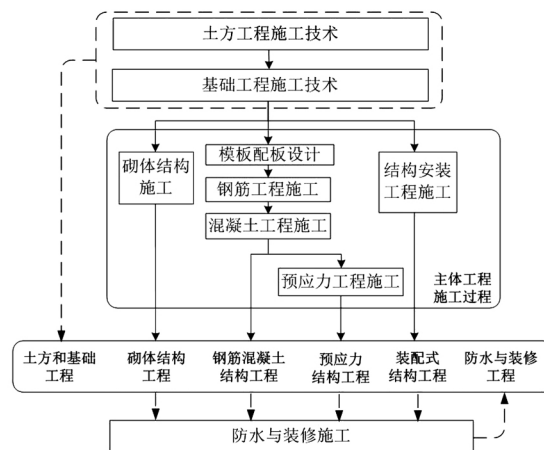


图 4 课程模块与施工流程对应关系图

章节知识点的量值分布情况和模块划分情况，采用有针对性的可视性分项工程施工过程视频资源，使学习者对工程施工过程进行系统化认识；引导学习者从中对主要的施工技术进行思考，产生掌握相关知识的需求。其中，根据学习者反馈的最合适的学习资源时长，制作的工程项目施工过程的视频教学资源以控制在 15~30 分钟为宜。该环节设置在课前完成。② 知识点突破环节 (课上环节)。对照六类分项工程的施工过程，按照考核要求和难易程度，梳理各章节的主要知识点，给出重点知识点的逻辑关系图谱。结合既有的课程网络资源、文本资源和教学资源，有重点地突出各施工技术的要点和难点，以及相应的控制管理要求，确保各知识点的掌握程度。该环节设置在课上完成。③ 实践性拓展环节 (课后环节)。根据学习者的工作实际需求，精选一级建造师考题中建筑工程专业的实践工程项目作为知识点应用载体，开展与各章节重点知识相对应的工程案例讨论活动，引导学习者进行专业知识的自加工和实际应用，进而培养学习者发现问题和解决问题的能力。

能力。该环节设置在课后完成。

(2) 信息化技术支持的模块可视化分析。建筑施工项目施工过程的可视化视频资源的实现是项目式引导环节的重要工作,主要包括结构的建模和施工过程的虚拟两个环节。建筑信息模型(BIM)可以实现这两个环节,借助三维建模软件 Revit 实现建筑结构的构建、模拟和阶段性划分,如基础、砌体结构、钢筋混凝土结构等(图 5a)。Navisworks Manage 软件^[18]具有强大的协作功能,可以实现与 Revit 模型对接,借助 TimeLiner 工具实现模型的 4D 模拟,展示施工流程;借助 Presenter 工具的渲染功能,实现与实际接近的场景效果;借助 Animator 工具可以实现场景布置、制作动画效果。从而实现建筑结构施工全过程的

动态模拟和分项工程的施工动态模拟(图 5b)。根据课程的教学需求,模块可视化的实现主要对应分项工程的施工过程动态模拟,即 Revit 软件和 Navisworks Manage 软件可以实现课程模块中关键施工技术的视频资源建设,满足学习者学习行为特征的需求。

(3) 项目式教学活动细化方案。在项目式引导环节基础上,梳理各章节的主要知识点,给出与六类分项工程对应的知识重点逻辑关系图谱,并以此精选一级建造师考题中建筑工程专业的实践工程项目,设置与各章节知识重点相对应的工程案例讨论活动(表 2)。

4. 教学效果反馈设计。

对于“建筑施工技术”课程的教学效果反馈,

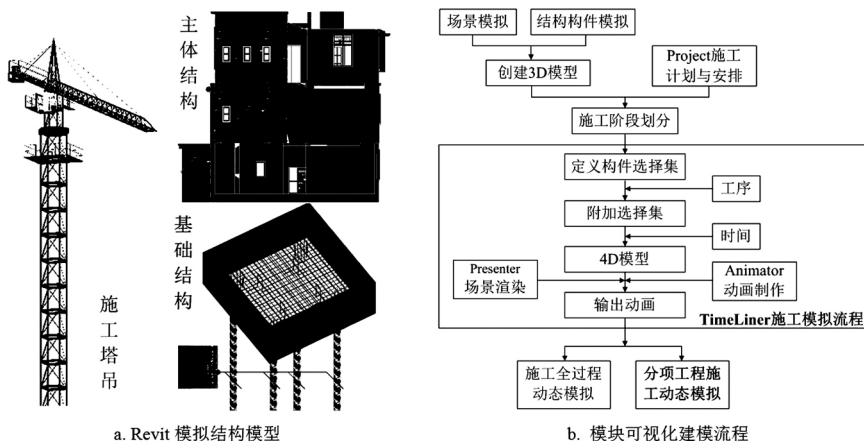


图 5 各章节的量值分布图

表 2 项目式教学活动细化方案

项目式引导环节 (可视化工程项目)	知识点突破环节 (各章节知识重点)	实践性拓展环节 (精选分析案例)
土方和基础工程	1. 基坑支护→施工降水→土方填筑 2. 预制桩施工技术 灌注桩施工技术→灌注桩成孔方法→泥浆护壁成孔 灌注桩施工技术	1. 地铁车站基坑开挖坍塌事故分析(北京地区工程实例) 2. 泥浆护壁钻孔灌注桩的泥浆循环系统识别(2017年公路工程管理与实务案例分析五(3))
砌体结构工程	砖砌体施工技术 →影响砌体质量因素分析 →保证砌体质量的技术措施	砌体墙施工方案合理性分析(2016年建筑工程管理与实务案例分析二(4))
钢筋混凝土结构工程	1. 现浇结构的模板构造→模板安装与拆除 2. 钢筋的连接→钢筋配料 3. 混凝土的制备→浇筑→养护 4. 地下混凝土防水薄弱部位处理与施工要求	1. 夏季混凝土施工塌落度控制分析(虚拟案例) 2. 混凝土试件养护控制分析(2016年建筑工程管理与实务案例分析五(3))
预应力结构工程	1. 预应力锚具的选择 2. 先张法施工工艺 3. 后张法施工工艺	预应力结构模板拆除条件分析(2016年建筑工程管理与实务案例分析二(1))
装配式结构工程	单层厂房构件安装工艺 →结构吊装方案分析	单层厂房吊装分析(2015年建筑工程管理与实务案例分析二(1))
防水与装修工程	1. 屋面防水卷材铺贴方向、顺序与搭接要求 2. 一般抹灰的施工	地下防水工程质量检查验收分析(2014年建筑工程管理与实务案例分析二(3,4))

按照反馈主体划分,包括学习者对教学过程的评价、学习者与辅导教师之间的相互评价、学习者与学习者之间的相互评价。按照反馈时间划分,包括随堂教学效果评价、课程成绩评价、结课教学评价、毕业前教学应用评价。两种类型中具体的评价内容和反馈形式见表3所示。其中,评价内容设计共计13项,反馈形式主要分为问卷调查、课程参与度分析、成绩分析三种。所获得的反馈结果是后续课程教学过程改进的重要依据。

表3 教学效果反馈的评价内容和反馈形式

划分方式	种类	评价内容	反馈形式
按照反馈主体划分	学习者对教学过程的评价	与学习需求的匹配度	问卷调查
		学习难易程度	
		学习活动设计合理度	
	学习者与辅导教师之间的相互评价	学习者对辅导教师满意度	问卷调查
辅导教师对学习评价		课程参与度分析(数据分析)	
学习者互评	评选优秀学习者	问卷调查	
按照反馈时间划分	随堂教学效果评价	课前项目式引导环节评价	课程参与度分析
		课上知识点突破环节评价	
		课后实践性拓展环节评价	问卷调查
	课程成绩评价	形成性考核	成绩分析
		终结性考核	
	结课教学评价	课程满意度综合性评价	问卷调查
毕业前教学应用评价	个人能力和工作助益性评价	问卷调查	

五、结论

在教学改革和人才培养模式探索的大背景下,本文以逆向教学设计理论为指导,开展开放教育的学习者特征分析,根据学习需求和学习习惯,以国家开放大学“建筑施工技术课程”为案例,从多层次可量化教学目标设定、课程内容的模块化划分及项目式融合、基于信息化技术的教学活动设计以及教学效果反馈设计等方面开展研究,探索如何深度结合BIM技术,给出一种满足学习者的需求,可以实现提高学习者工程实践能力和创新能力的土建类开放教育教学新模式。为实现土建类开放教育教学“回归工程实践”提供一种具体可行的方式。

参 考 文 献

[1] 李正. 国外开放教育资源发展动因、基本特征及对我国的启

示[J]. 高等工程教育研究, 2014(6):123-129.
 [2] DEFILLIPPI R J. Introduction: project-based learning, reflective practices and learning outcomes [J]. Management Learning, 2001, 32(1): 5-10.
 [3] HELLE L, TYNJ I P, OLKINUORA E. Project-based learning in post-secondary education-theory, practice and rubber sling shots[J]. Higher Education, 2006, 51(2): 287-314.
 [4] 巴克教育研究所. 项目学习教师指南——21世纪的中学教学法[M]. 北京: 教育科学出版社, 2007.
 [5] 张执南,陈珏蓓,朱佳斌,等. 逆向教学设计法在项目式教学中的应用[J]. 高等工程教育研究, 2018(6):145-149.
 [6] 吴兰岸,刘延申. 基于逆向工程的工程课程开放式教学[J]. 高等工程教育研究, 2016(6):191-195.
 [7] 王迎,赵婷婷,等. 国家开放大学学习者研究报告[J]. 中国远程教育, 2014(5): 20-26.
 [8] 王迎,孙治国,刘述. 国家开放大学学习者学习需求调查[J]. 中国远程教育(综合版), 2017(2): 18-25+58.
 [9] 王洪亮. 开放教育中学习驱动力的调查研究——以常州开放大学工程造价管理专业为例[J]. 门窗, 2014(1): 331.
 [10] 钱存阳. 项目化教学培养大学生系统实践能力[J]. 高等工程教育研究, 2015(2):187-192.
 [11] 李淑,曹雷,邵运达. “引领式”学习模型在国家开放大学网络课程中的应用——以《建筑施工技术》课程为例[J]. 广西广播电视大学学报, 2018(2): 11-15.
 [12] 吕秀娟,陈武新. 多种教学方法在《建筑施工技术》课中应用的研究与实践[J]. 河南建材, 2008(1): 14-15.
 [13] 王卓. 国家开放大学土木工程专业实践教学改革探索[J]. 高等继续教育学报, 2015, 28(6): 26-29.
 [14] 中央广播电视大学. 国家开放大学建设方案[M]. 北京: 中央广播电视大学出版社, 2011.
 [15] 梁伟. “工学结合,深度融合”的建筑施工技术课程教学设计探索[J]. 科技资讯, 2008(21): 233-234.
 [16] 刘孟良,魏秀瑛,周金菊. “建筑施工技术”课程模块化教学改革探索与实践[J]. 教育与职业, 2012(23): 138-139.
 [17] 黄诚,周海峰. 基于项目化教学的建筑施工技术课程改革与研究[J]. 现代物业(中旬刊), 2018(5): 277.
 [18] 李丽,谢丁龙. 基于VR的建筑与城市虚拟实验平台设计研究[J]. 电化教育研究, 2012(6):79-82.

Backward Design with Project-based Teaching
in Civil Engineering Open Education Course

Cao Shanshan, Li Shu, Shao Yunda

Abstract: The outcome-oriented teaching process supported by information technology is the core of

the new model of higher engineering open education. Guided by backward design theory and based on the analysis of learners' characteristics, Course of Construction Technology in Open University of China are taken as an example to explore the systematic process of project-based backward teaching in terms of teaching goal setting, project-based teaching process design and teaching effect feedback design. On the basis of the case analysis, this paper aims to provide a new teaching model of civil engineering open education to meet the needs of learners and improve their engineering practice ability and innovation ability.

Key words: project-based teaching; backward teaching design; learners' characteristics; open education; civil engineering education; construction technology course (责任编辑 莫宇元)

(上接第 55 页) 机制。借助现代科技改善教育教学, 加强工程教育与创新创业教育的融合, 实施工
具理性与价值理性融合的“全人”教育。^[7]

参 考 文 献

- [1] 夏建国, 赵军. 新工科建设背景下地方高校工程教育改革发
展刍议[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 15-19+65.
[2] 赵军, 申怡, 夏建国. 产教合作命运共同体导向的地方高校新
工科建设研究[J]. 中国高教研究, 2018(7): 75-78.
[3] 塔尔科特·帕森斯. 社会行动的结构[M]. 张明德, 译. 南京:

译林出版社, 2012.

- [4] 胡瑞年, 刘璞. 新时期高校“新工科”建设及发展路径研究
[J]. 决策与信息, 2019(1): 111-122.
[5] 吉登斯. 现代性的后果[M]. 田禾, 译. 南京: 译林出版社,
2000.
[6] 于海峰, 赵红梅. 新工科背景下地方高校实践教学质量评价
体系的改进[J]. 轻工科技, 2019(6): 185-186.
[7] 易丽, 王秀秀. 跨界·融合·创新: 工程教育的实践与变
革——汇博高等工程教育国际论坛综述[J]. 中国高等教育,
2018(22): 42-43.

Reflections on Engineering Education Reform and Emerging Engineering Education Construction

Wang Wudong, Li Xiaowen, Xia Jianguo

Abstract: The fourth industry revolution constantly pushes the engineering education to reform. To face the challenges brought by the new round of technological revolution to engineering education, emerging engineering education has been put forward. The construction of emerging engineering education should meet social requirements, aim to cultivate all-round students, build a community of shared future for industry-education cooperation and promote the comprehensive reform of education. Moreover, the construction of emerging engineering education should also solve some problems in philosophy understanding, construction, industry-education cooperation and promotion experience. Thoughts about the construction of emerging engineering education should be put forward at strategic level, higher education system level and engineering education implementation level.

Key words: emerging engineering education; engineering education development; comprehensive education reform (责任编辑 任令涛)