

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2020.01.020

欢迎按以下格式引用:管东芝,陆金钰,朱明亮,等.基于学生知识建构的施工技术类课程“四位一体”教学方法的应用[J].高等建筑教育,2020,29(1):148-155.

# 基于学生知识建构的施工技术类课程“四位一体”教学方法的应用

管东芝,陆金钰,朱明亮,郭正兴

(东南大学 土木工程学院,江苏 南京 211189)

**摘要:**随着对本科教学的日益重视和教育理念的转变,土木工程施工技术类课程教学改革势在必行。基于学生知识建构的教育思想,提出“四位一体”的教学方法,形成完整的教学流程,将基础施工知识与工程应用项目相结合,课堂理论教学与工地实际体验相结合,虚拟建造技术与课程知识教学相结合,学生知识建构与教师纲领引导相结合,学生自主学习与多重学习资源相结合,进一步完善土木工程施工技术知识体系的构造过程。

**关键词:**土木工程施工;学生为中心;知识建构;本科教学

**中图分类号:**G642.0;TU74

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2020)01-0148-08

随着“以本为本、回归本科”等高等教育发展目标的提出,本科教育越来越受到广泛的重视。由于经济的增长、社会的进步和教育理念的转变,“以学生为中心”的教育理念逐渐获得认可<sup>[1-2]</sup>。目前,土木工程行业特别是建筑业现代化进程不断加快,新形势下施工技术类本科教育发展呈现新的需求和变化<sup>[3-6]</sup>。本文针对土木工程专业施工技术类课程,基于学生知识建构原则<sup>[7]</sup>,提出“四位一体”的教学方法,供施工技术类高等教育工作者参考。

## 一、施工技术类本科课程培养目标

### (一) 总体培养目标

施工技术类课程是高等院校土木工程专业核心专业课程的重要组成部分,一般面向土木工程专业大三学生开设,主要研究建筑工程、道路与桥梁工程、地下工程等专业领域施工技术的一般规律,是理论与实践紧密结合的课程,其实践性强,涉及面广,学科发展迅速。课程主要内容一般包含:土方工程、桩基础工程、模板工程、钢筋工程、混凝土工程、预应力工程、结构安装工程等七个

修回日期:2019-06-14

基金项目:国家自然科学基金项目(51808109);江苏省自然科学基金项目(BK20180385);东南大学教学改革项目(2019-036)

作者简介:管东芝(1989—),男,东南大学土木工程学院讲师,博士,主要从事土木工程施工教学和装配式建筑研究,(E-mail)gdzh.js@163.com。

方面。

施工技术类课程总体培养目标为:通过课程教学,引导学生建构以工种工程为主的基础知识和基本理论体系,培养学生分析和解决一般施工问题的初步能力,对常规工程项目能制定基本可行的施工专项方案,为将来胜任相关的技术与管理工作,以及开展科学研究和技术创新打下基础。

## (二) 认知领域高阶学习目标

认知领域的教学目标一般分为识记、理解、应用、分析、评价和创造六个层次。其中,后三个层次处于思维的较高水平,被认为是“高阶思维”<sup>[1][8]</sup>。施工技术类课程涉及实际施工中的相关技术性知识,需要学生将所学的理论知识应用到实践中去,将理论与实践有机结合。根据高阶学习目标的主旨和课程特点,针对上述七个方面的课程内容,高阶学习目标确定为:

(1)学习了“土方工程”相关内容的土木工程专业大三学生,获得单层厂房或普通多层建筑结构(10层或24米高度以下)的基础方案后,能够根据该基础方案制定技术可行的土方工程专项施工方案,包括土方量的计算、土方的调配计划等。

(2)学习了“桩基础工程”相关内容的土木工程专业大三学生,根据给定的桩基工程设计方案,能制定切实可行的“桩基础工程”工作计划,包括桩的制造、成桩工艺要求以及施工机械的选择等。

(3)学习了“模板工程”相关内容的土木工程专业大三学生,可以对普通现浇混凝土建筑结构制定“扣件式”模板支撑架方案,包括模板和支架计算书、布置图纸等。

(4)学习了“钢筋工程”和“混凝土工程”相关内容的土木工程专业大三学生,能够针对某一普通混凝土工程的特点,提出钢筋工程和混凝土工程质量技术要求和控制措施。

(5)学习了“预应力工程”相关内容的土木工程专业大三学生,对给定的预应力混凝土工程项目,能够制定科学合理的预应力施工方案,包括张拉器具的选择、预应力损失的计算等。

(6)学习了“安装工程”相关内容的土木工程专业大三学生,针对给定的装配式混凝土单层厂房,能够制定技术可行的安装专项施工方案,包括预制构件的布置、行走路线的规划等。

## 二、学生情况分析

### (一) 学生的一般特征

普通本科院校施工技术类课程一般针对土木工程专业大三学生开设。大三学生大都刚从青少年时期过渡到青年时期,相比大学一二年级学生虽然更为稳重,但也容易受外界影响,有的学习兴趣浓厚,有的也很淡薄,呈两极化分布态势。大三学生总体来说可塑性强,已完全具备自主学习和独立思考的能力。

### (二) 学生的起点能力

土木工程专业大三学生,已有两年大学的学习生活,完成了基础课程的学习,包括高等数学、大学物理、工程化学、计算机基础等;已学习的专业课包括土木工程概论、工程力学、土木工程材料等,具备基本的数学、物理学理论知识,对土木工程施工过程中涉及的力学、材料学等已有初步了解。学生的学习兴趣已大多从书本转到实践,学习能力和思维能力有了质的转变,自学能力较强,具备了学习实践性课程的能力。

### (三) 学生的学习动机

学生学习动机分为内部动机和外部动机。一般而言,大三学生情绪、心理更加稳定,认知内驱

力往往也更加突出,对自身未来从事的专业和职业也较清楚。土木工程专业本科生的主要就业方向是建筑施工企业,目前随着建筑业的发展,社会对土木工程专业人才的需求也较大,对土木工程专业学生而言,学习施工技术的外部动机因素较多。

#### (四) 学生的信息素养

目前,一般大学本科三年级学生已经完成了包括计算机基础、程序语言在内的信息技术方面的课程,部分学生通过国家计算机二级考试,取得相应的等级证书,有的土木工程专业学生甚至取得了CAD、BIM建模等方面的相关证书,能够熟练进行计算机操作和网络运用,并在计算机上构建模型,进行实践模拟。

### 三、施工技术类课程教学的创新

#### (一) 总体创新思路

在实际工程的施工过程中存在众多的影响因素,面对的情况极其复杂,学生只有自我建构施工知识体系,才能灵活处理不同的施工情况。工程类应用性课程,传统的基于“行为主义”的教学方式难以使学生快速灵活地处理实际工程问题。而基于知识建构的教学方式,以学生为中心,强调学生在特定的学习过程中自主建构知识体系,才能引导学生融会贯通地掌握并利用所学知识,灵活应对实际工程中出现的各种问题。

以“学生知识建构”为中心的学习方法<sup>[9]</sup>,旨在促进学生由内而外地主动对学习对象或内容赋予意义,强化学生的自主学习。学生完成知识点的学习或专业技能训练后,教师仅对知识整体框架结构进行建议性介绍,并进一步组织和提供合适的教学资源,营造适当的教学环境,促使学生自主学习,加深学生对知识的理解,辅助学生针对学习内容建构自我知识结构体系。最后,再通过综合性任务,推动和检验学生对知识的灵活应用。

#### (二) “四位一体”教学方法

“四位一体”教学方法的内涵是指以学生为中心,以学生自主知识建构为目标,将学习内容、学习环境、教学载体、教学方法四个方面有机整合为一体,创新教学方法,促进学生自我建构知识体系(图1)。

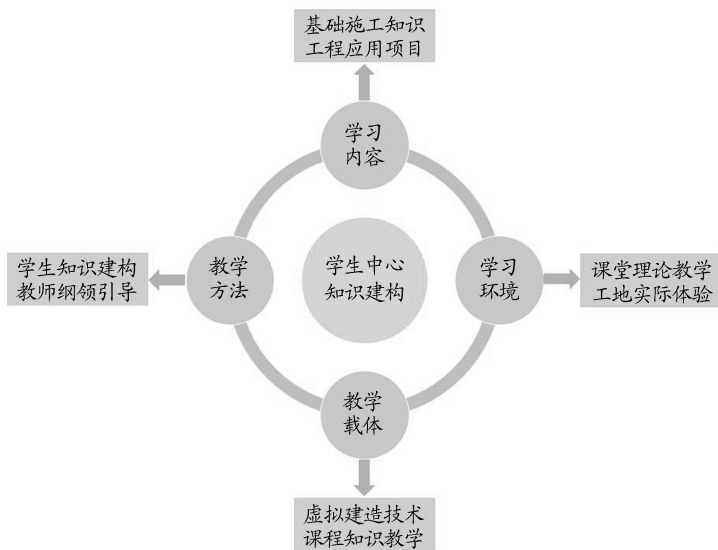


图1 “四位一体”教学方法示意图

### 1. 基础施工知识与工程应用项目相结合

施工技术知识涉及面较广,涵盖内容繁杂,知识点多而松散,传统以讲解为主的教授方式,往往仅能使学生达到“识记”“理解”的低阶认知领域学习目标,局限于单个知识点的学习和训练,容易造成学生“见木不见林”的学习效果,不利于学生对施工知识的整体把握。

“四位一体”教学方法针对本科生的学习特点,依托常规的建造工程项目,直接以工程实例的建造过程为主线,将相关施工技术类基础知识有机联系起来,促使学生深入理解基本工种工程在实际施工过程中的作用和地位,便于学生抓住重点,了解知识点的意义。

### 2. 课堂理论教学与工地实际体验相结合

施工技术类课程理论与实践结合紧密,虽着眼于实际工程的建造,但也无法脱离基本理论的指导和应用。传统课堂教学仅限于书本知识的传授,即使采用照片、视频等多媒体方式,仍难以让学生直观感受工程现场的实际情形。如感受不深,理解和应用就会较困难。

“四位一体”教学方法强调“面向工程”学习环境的建设。学生初步掌握基本施工技术原理后,再深入一线施工工地,与实际施工现场的专业人员接触和互动,开展“第二课堂”现场学习,在实际应用中加深对知识点的理解,自我建构知识体系。

### 3. 虚拟建造技术与课程知识教学相结合

随着信息和计算机技术的发展,土木工程领域的建筑信息模型(Building Information Model,简称BIM)得到广泛应用。通过BIM技术,可虚拟仿真工程项目的施工过程,清晰地向学生演示工程整体的建造过程,由此激发学生的学习兴趣。再从整体分解具体的工种工程,结合虚拟仿真技术,从技术细节、构造形式、工作原理等方面,深入浅出地向学生讲解施工技术的基本知识,提高学生对知识点的认识。总之,虚拟技术与课程知识的有机结合,有利于学生深刻理解专业知识。

### 4. 学生知识建构与教师纲领引导相结合

以学生为中心的知识建构过程,强调学生针对学习任务,通过已有知识与新获得信息的融合,以自我的方式主动建构新知识体系。教师不再针对每一个知识点展开详细讲授,而是提供大量素材(虚拟建造素材、照片、视频、授课PPT等),将任务或者作业,前置于教师对具体知识点的讲授,引导学生自主学习相关知识点,再通过习题作业的训练,达到加深理解的目的。课堂上,教师仅对相关知识点的框架结构和组成关系进行纲领式的引导讲解,启发式地向学生提供知识框架结构,引导学生将已掌握的知识进一步改造、重组,初步建构框架式的知识体系。最终以小组协作的方式,要求学生提出实际工程项目的施工方案,在此过程中自主建构土木工程施工知识体系。

## 四、施工技术类课程教学流程设计

### (一) 课程总体教学流程

施工技术类课程教学内容丰富,每个方面的侧重点不同,教学流程也略有差别。但基于土建工程的共同特点,各方面的教学内容大体可按上述教学思路和方法进行设计。施工技术类课程总体教学流程如图2所示。

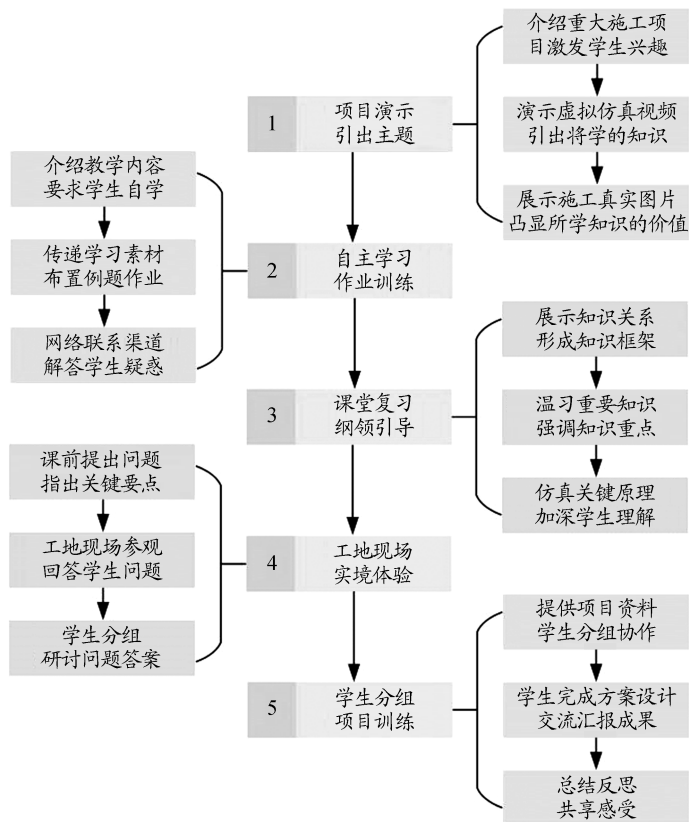


图2 施工技术类课程总体教学流程图

### 1. 项目演示,引出主题

第一次课,教师向学生介绍国内外具有较大影响的工程项目,激发学生的学习兴趣 and 欲望,结合虚拟仿真视频展示建造过程,自然过渡到将要学习的知识点上,并着重介绍所学知识对重大工程项目的意义,升华学生的学习动机。

### 2. 自主学习,作业训练

教师明确将要学习的主要内容,要求学生自学相关知识点,并提供大量包括微课讲授、视频实景、PPT材料等在内的学习素材,以及例题实例,并布置简单的作业,便于学生较快地掌握知识点。

### 3. 课堂复习,纲领引导

第二次课,教师就学生自学的知识点,采用启发式或者提问式教学进行复习,并展示所建议的知识框架结构,讲解知识点相互之间的关系。针对原理性知识的关键点,进一步通过虚拟仿真技术进行演示和讲解,加深学生的理解。

### 4. 工地现场,实境体验

采取集中组织、分组进行的方式,组织学生去工地现场,有针对性地参观和体验,帮助学生了解所学知识在工程中的应用,增强学生对已学知识的感性认识,并加深印象。在参观前教师可提出一些关键性问题,引导学生思考;在现场学生可就自身的疑问询问专业技术人员或教师,增加信息获取渠道,促使学生自我建构所学知识的体系。最后,组织学生相互交流心得,研讨问题答案。

### 5. 小组协作,项目训练

教师向学生提供实际工程项目的资料,要求学生组成小组,相互协作,针对特定项目自主拟定



涉及所学知识的专项方案,要求技术可行,经济合理,在此过程中引导学生梳理和建构知识体系。完成后,各小组进行方案汇报,教师指出各个方案的优缺点,以便学生进行修正。最后,师生交流互动,总结得失。

## (二) 具体案例教学流程

以“土方工程”为具体案例的教学流程如图3所示。

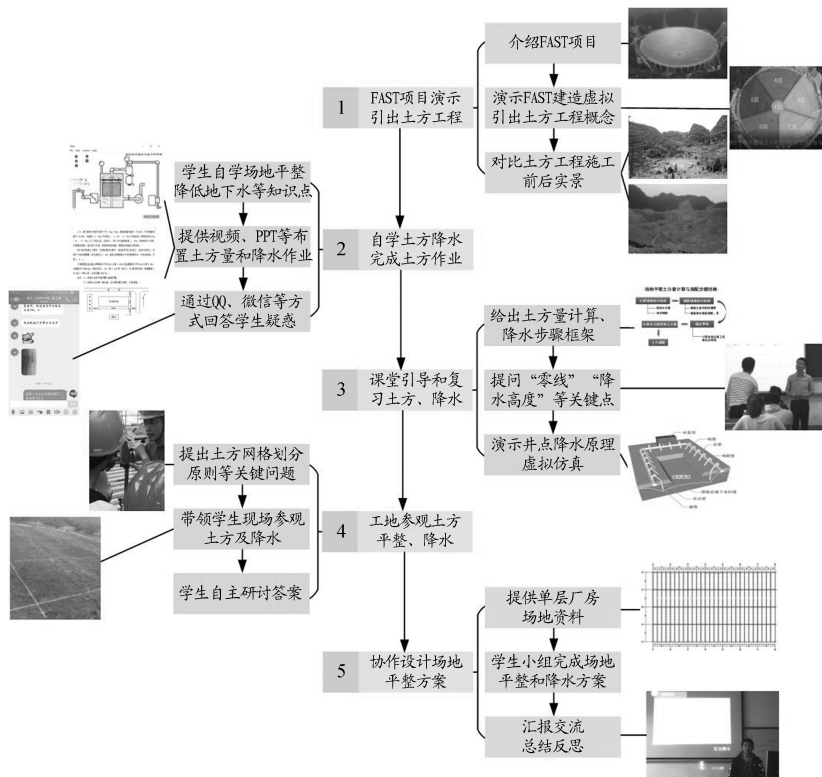


图3 “土方工程”具体案例教学流程图

### 1. FAST项目演示,引出土方工程

国家重点科技基础设施“500米口径射电望远镜(FAST)”项目,这个项目在学生中具有较高的影响力。利用FAST虚拟建造素材,向学生介绍施工过程,形成一定的心理震撼力,激发学生学习兴趣。通过工程前后的实景照片对比,讲解土方工程对地貌的改变,以及对FAST项目建设的作用和意义,由此对学生引入土方工程的概念。

### 2. 自学土方降水知识,完成课后作业

提供关于场地平整、降低地下水位的视频、PPT等学习素材,要求学生自学。并基于书本上的例题,完成两道课后作业。教师通过QQ、微信等方式,随时回答学生在学习过程中的疑问。

### 3. 课堂引导复习土方、降水相关知识

在课堂上,教师展示土方量计算和降低地下水的逻辑和步骤图,向学生讲解每个步骤的意义,并就“零线”“水位降低高度”等关键问题提问,以加深学生对关键问题的理解。通过虚拟仿真演示,进一步阐释降低地下水的原理,使学生牢固掌握重要知识点。

### 4. 参观工地,了解场地平整、降水施工情况

将学生分成若干小组,到工地了解场地平整和降水情况,提出“土方量计算中网格如何划分”等

问题,要求学生在工地上自主寻找答案,也可咨询现场专业技术人员。

### 5. 设计场地平整和降水方案

提供某单层工业厂房的图纸材料,要求学生小组自主制定该厂房的场地平整方案和降低地下水的方案,包括土方量、调配计划、施工机械确定、降水系统等。完成后进行课堂方案汇报,师生一起评析方案的优缺点,在互动中巩固所学知识。

## 五、“四位一体”教学方法对教与学的影响

### (一) 与传统教学的比较

“四位一体”教学方法的核心在于促使学生主动以工程思维的方式去学习土木工程施工技术。与传统教学相比,在学习内容、学习环境、教学载体和教学方法上的异同见表1。

表1 与传统教学的比较

项目	传统教学	“四位一体”教学
学习内容	单个工种工程知识	以工程项目为主线,串联各工种工程的基础知识
学习环境	以教室为主	课堂、工地、学生自主学习场所三者相结合
教学载体	书本、PPT等资料	书本、PPT、虚拟仿真素材等
教学方法	教师讲授为主	学生自主建构知识为主,教师纲领引导为辅

### (二) 对学生的影响

以往的施工技术类课程主要依靠教师课堂讲授,学生往往被动听讲,课后学生很难开展自主学习。“四位一体”教学方法强调学生在教师营造的多重环境下,自主与教师互动,发挥主观能动性,探究问题,自我建构土木工程施工技术知识体系。学生以工程应用项目为基础进行土木工程施工知识的建构,对知识的理解更加透彻,对知识的应用更加灵活,有助于学生实践能力的提高。在知识体系的建构中,学生可以从多个角度了解和理解所学知识的意义和作用,明白书本知识可以有效地和实际工程相结合,解决实际工程问题,避免“纸上谈兵”式的学习。

### (三) 对教师的影响

在专业素养上,首先要求教师自身应构建更加贴近实际、面向工程的知识体系,明了所讲解知识的意义,这样才能更好地为学生营造更加合适的学习环境。这对教师自身的专业素质要求较高。

在教育教学理念上,要改变教师仅作为讲授者的传统观念,教师应成为学生学习环境的构造者和学习资源的组织者。此外,在学生在学习过程中,教师要成为学生求知的引路人和帮助者,引导学生更加主动地充分利用各种教学资源,建构自己的知识体系。

在教学方法上,教师要充分发挥学生的主观能动性,多以启发式教学为主,更多地关注学生的反应,掌握学生学习的情况和效果。同时,要下功夫灵活组织一切有利于学生学习的教学素材,使学生的视野更加宽广。

## 六、结语

为适应新时期土木工程专业人才的培养要求,应着力推进土木工程施工技术类课程教学方法的改革,提出以学生为中心的土木工程施工技术“四位一体”教学方法,以“知识建构”为途径,引导学生联系工程实际,自主探究土木工程施工的基本知识,牢固掌握基本原理,并做到融会贯通、灵活应用。

## 参考文献:

- [1] 赵炬明, 高筱卉. 关于实施“以学生为中心”的本科教学改革思考[J]. 中国高教研究, 2017(8): 36-40.
- [2] 李彩云, 虞爱平, 张敏, 张研. 工程教育“新理念”及土木工程专业培养模式优化[J]. 教育现代化, 2019, 6(25): 89-90.
- [3] 胡晓依, 徐伟, 席永慧. 基于卓越工程师培养目标的土木工程施工课程教学探讨[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(2): 52-56.
- [4] 张俊平, 禹奇才, 童华炜, 焦楚杰. 创建基于大工程观的土木工程专业人才培养模式[J]. 中国高等教育, 2012(6): 27-29.
- [5] 李守继, 王静峰, 完海鹰. 装配式混凝土结构施工技术课程教学探讨[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(6): 99-103.
- [6] 管东芝, 郭正兴, 罗斌, 刘家彬, 朱明亮. 建筑工业化进程下土木工程施工的本科教育探索[J]. 昆明理工大学学报(社会科学版)(增刊), 2018, 18(1): 20-23.
- [7] 涂艳, 张耀杰, 何晓娜. 翻转课堂知识建构效果影响因素综述与提升策略研究[J]. 高等教育研究学报, 2019, 42(1): 64-71.
- [8] 冯锐. 高阶思维培养视角下高中数学问题情境的创设[D]. 济南: 山东师范大学, 2013.
- [9] 谢幼如. 教学设计原理与方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2016.

## The quaternity teaching innovation of construction technology courses based on knowledge construction of students

GUAN Dongzhi, LU Jinyu, ZHU Mingliang, GUO Zhengxing

(School of Civil Engineering, Southeast University, Nanjing 211189, P. R. China)

**Abstract:** As the undergraduate education is increasingly paid attention to and the education idea is changing, it is necessary to reform the courses of civil engineering construction technology. Based on the education idea of knowledge construction of students, the quaternity teaching system is established and a whole teaching procedure is formed. The basic construction knowledge is combined with the real engineering project, the theoretical teaching in classrooms is combined with the real experience in construction sites, virtual construction technology is combined with teaching knowledge, and knowledge construction of students is combined with framework guidance of teachers. The interaction between students and multi-study-resources is emphasized. Students are promoted to construct the knowledge system of civil engineering construction technology.

**Key words:** civil engineering construction; student-centered; knowledge construction; undergraduate education

(责任编辑 王 宣)