

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2016.05.025

# 地下工程施工技术课程“四维实践教学模式”研究

濮仕坤<sup>1,2</sup>, 杨庆恒<sup>1</sup>, 李二兵<sup>1</sup>, 王在晖<sup>1</sup>, 段建立<sup>1</sup>

(1. 解放军理工大学 国防工程学院, 南京 210007; 2. 河海大学 工程岩土科学研究所, 南京 210098)

**摘要:**根据地下工程施工技术课程内容,分析了该课程教学的特点,提出基于“认识实践”、“操作实践”、“虚拟实践”、“生产实践”的“四维实践教学模式”。实践证明,地下工程施工技术的“四维实践教学模式”能激发学生思考,培养学生动手能力,提高课程的参与程度,增强教学效果。

**关键词:**地下工程;施工技术;实践性教学

中图分类号:G642.3;TU94

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2016)05-0105-04

地下工程是指深入地面以下,为开发利用地下空间资源所建造的建筑、构筑物。按照其用途和功能可分为:工业和民用建筑中的地下车间、电站、库房、地下商业街、人防与市政地下工程;交通运输中的地下铁道、公路隧道、水下隧道和过街地下通道等;军事上的指挥所、通信枢纽、掩蔽所、军火库等<sup>[1]</sup>。

地下工程的营造涉及可行性研究、初步设计、施工图设计、施工等全过程。其中,地下工程施工是地下工程从图纸到实物的成型过程,具有很大的复杂性、不确定性、危险性,因此其成为地下工程建造中最重要的阶段。

## 一、地下工程施工技术课程的特点

地下工程施工技术是解放军理工大学建筑工程管理(人防)专业必修课,土木工程(人防)专业选修的一门专业课<sup>[2]</sup>,其以“明挖法”和“暗挖法”两项地下工程基本作业为主线。通过课程学习,可使学员掌握目前地下工程施工中成熟的技术、方法,培养学员的工程意识和分析实际问题的能力,为后续课程学习和岗位任职奠定必要的理论基础。从教学内容上看,该课程的主要特点有以下几个方面。

### (一)学科交叉性强

地下工程施工技术课最大的特点就是先修课多,学科交叉性强。在“暗挖法”施工教学中,钻爆法施工涉及到爆破、通风、给排水方面的知识,支护施工涉及到岩石力学和工程地质方面的知识,TBM施工、盾构法施工、顶管法施工技术则更多的是施工技术与施工机械知识的结合。在“明挖法”施工教学中,土方工程、基础工程、基坑工程和土力学联系紧密,而要学好混凝土结构施工技术则必须要学习好土木工程材料、混凝土结构设计原理等课程。通常,地下工程施工技术课程安排在第三学年的下半学期,学生在学习本课程之前,至少应系统学

收稿日期:2016-02-08

作者简介:濮仕坤(1982-),男,解放军理工大学国防工程学院讲师,博士,主要从事地下工程施工管理方面的研究,(E-mail)kurtbush@126.com。

习三大力学、工程测量、工程地质、工程材料等专业基础课,以及钢筋混凝土结构、钢结构、地下结构设计等专业课,才能比较顺利地学完整个课程。

### (二)课程实践性强

地下工程施工技术课是研究地下工程相关专业施工工艺、操作过程、施工设备机械的性能和操作等规律的一门课程<sup>[3]</sup>。某些基础课程如数学、英语等,知识的传授大部分都是依靠老师课堂上的讲解,授课水平的好坏很大程度上依赖于老师对课程知识掌握的熟悉程度。但是,地下工程施工技术这一类专业性很强的课程,其中关于施工工艺、施工过程、施工机械的性能及操作过程等内容很难单纯用语言来讲述<sup>[4]</sup>,光靠课堂的解说远远达不到教学效果。

### (三)知识点更新快

随着地下空间开发如火如荼地开展,地下工程施工技术领域的新技术与新工艺不断涌现,而大学教材很难及时介绍这一方面的成果,使得教材的更新速度低于技术、工艺的更新速度。因此,在教学上应该结合实际情况,在讲授基本知识的基础上介绍一些最新的施工技术和做法,以跟上地下工程领域新技术、新工艺发展的步伐<sup>[5]</sup>。这些内容若只从概念上介绍,学生很难理解,因此需要教师结合工程实践进行说明,才能做到有的放矢。

## 二、施工课程实践性教学模式的现状

土木工程专业课程实践性非常强,其中尤其以施工课最为突出。我国高校教育一贯注重实践性教学环节的设置。1963年9月,“教育部直属高等工业学校教学工作座谈会”中就明确指出,在各门课程的教学,贯彻“少而精”的原则,加强实践性教学环节<sup>[6]</sup>。改革开放初期的土木工程施工教材中,也明确了对有关实践教学环节如现场教学、习题和课程作业、教学参观、生产实习等给予足够的重视<sup>[7]</sup>。同时,土建各个专业也在实践性教学的方法、手段上不断进行尝试。凌田全认为,组织好施工实习,提高施工实习的效果,需要加强横向联合,建立长期稳定的施工生产实习基地,周密安排,加强考核<sup>[8]</sup>。株洲工学院在实践性教学实施过程中,精心挑选施工队伍正规、施工技术先进、结构类型和施工进度符合教学要求的施工现场<sup>[9]</sup>。华南理工大学和湖南科技大学在实践教学环节上,都采用了分散与集中相结合的办法<sup>[10-11]</sup>。目前工科类高级施工课也主要采取集中实习和分散实习两种方法。

从我国工科教学现状看,实践教学体系由实验、课程设计、实习、毕业设计等组成。实践性教学是培养、提高学生综合能力与素质的一个重要环节,是对理论教学的验证、补充和拓展<sup>[12]</sup>。

## 三、地下工程施工技术的“四维实践教学模式”

针对课程实践性强的特点,地下工程施工技术课程紧跟施工技术发展前沿,积极将地下工程施工中的新技术、新方法、新工艺、新设备知识引入课堂,同时在课程中加强了实践性教学环节。本课程实践内容的设置,其形式有“认识实践”、“操作实践”、“虚拟实践”、“生产实践”等4个方面,目的是使学生掌握基本的地下工程施工技能,学会实际操作规程和操作方法,熟悉工程现场施工组织与管理,具有能够综合运用专业知识解决地下工程施工管理问题的能力。

### (一)地下工程施工的认识实践

认识实践是地下工程施工技术课必设的一个环节。通过认识实践,可以对地下工程施工技术的流程建立感性认识,为本课程的后续实践环节打下基础。通过认识实践,可以使学生巩固和加深理解课堂所学,让他们的理论知识更加扎实,专业技能更加过硬,更加善于理论联系实际。具体来说分为以下几个方面。

#### 1. 地下工程施工视频认识实践

视频认识实践是地下工程施工认识实践的第一个方面。施工视频有着直观生动的情境,且不受时间的限制,可以对同一施工过程进行多次观察。随着多媒体技术的发展,各类视频资源十分丰富,为了更好地让视频服务于教学,课程组精选了钻爆法、初期支护、二次衬砌、辅助工法、盾构掘进、顶管施工、TBM施工、基坑开挖支护、钢筋混凝土施工等各类操作视频数百条,在课堂上结合相应的知识点给学员进行讲解。学生更好地介入课堂教学的内容,直接观察所展示的视频事件,并可以对视频事件进行多次的重复播放、解读与讨论,每次可集中于某个特殊的维度或侧重于教学组织、教学方法等<sup>[13]</sup>。该方法使学生认识施工、了解施工、熟悉施工,并在头脑里构建地下工程施工的场景,从而使学生对课本上的文字不再陌生和排斥,静下心来进行下一阶段的学习。

#### 2. 地下工程施工案例库认识实践

案例库教学能够培养学生的创新思维和分析问

题、解决问题的能力,调动学生学习的积极性。通过案例进行教学,使学生能够在课堂上进行情景代入式学习,间接感受现场,使他们由被动听课变为积极思考,从而寻找解决问题的办法。兴趣是最好的老师,学生的积极性一旦被激发,教学效果就容易得到保证<sup>[14]</sup>。

按照地下工程不同施工方法构建案例库,课程组现已收集综合案例7个、专项案例10个。综合性案例包括城市浅埋大跨度坑道工程案例(南京九华山坑道工程)、大直径盾构过江坑道案例(南京纬七路过江坑道、南京纬三路过江通道)、盾构坑道突涌事故及恢复案例(常熟电厂取水坑道)、特大异性深基坑施工技术案例(南京青奥轴线地下交通工程、武汉王家墩地下工程)、地下工程施工事故案例等。

### 3. 地下工程施工模型认识实践

我校国防工程学院为配合地下工程施工技术教学,花费百余万元建设了模拟坑道,内存放有各类地下工程施工所需要的设备、器材。同时,用剖面的形式向学生展现地下工程施工各分部分项工程成品、半成品的内外部结构;一些特殊的地下工程施工器具器材,实物无法展示的,则制作了仿真模型供教学使用。对于“暗挖法”施工技术,主要有:洞门、掘进爆破、初期支护、内部衬砌、新奥法监控量测、辅助工法展示等方面的仿真模型;对于“明挖法”施工技术,主要有深基坑开挖及支护沙盘、土方机械化施工沙盘、地下连续墙施工工艺流程(剖面)、SJB 深层搅拌机施工工艺流程(剖面)等仿真模型;对于现在使用较多的TBM、盾构法、顶管法施工技术,制作了硬岩TBM 仿真演示模型、土压(泥水)平衡盾构机仿真演示模型、泥水顶管机仿真演示模型。这些模型不仅仅给学员提供直观的认识,可供学员任意拆卸和组装,有的还能够进行声光电一体化演示,使学员更进一步了解地下工程施工的细节。

#### (二)地下工程施工的操作实践

操作实践是通过在地下工程施工现场操作技能训练等,来巩固学生理论知识和提高实际操作技能。实践操作法,更能体现理论联系实际这一基本原则<sup>[15]</sup>。这种现场操作可以在生产第一线,但由于地下工程施工现场较为分散,不利于集中教学,因此也可以采用模拟现场操作实践的方式进行。

为配合地下工程施工技术的教学,学院在模拟坑道场地周围建设了钢筋加工棚及混凝土拌合点,

可以进行钢筋的现场加工、模板试拼、混凝土拌制、支护构件制作等施工操作。为了更加逼真地模拟出现场施工的效果,加工棚选用了可拆装的钢管及彩钢板搭设的形式。

通过现场实习和课堂授课,学生可以较全面、具体、灵活地学习和掌握地下工程的施工工艺和施工技术,学会理论结合实际解决问题的方法。同时,在操作场上学生和教师从书本到工程进行全方位的交流,拓宽了学生的知识面,也丰富了教学内容<sup>[16]</sup>。

#### (三)地下工程施工的虚拟实践

虚拟实践是人类基本实践方式之一。虚拟实践本质上是各种可能性的实践,事物的可能性在虚拟实践中能同时平行地获得实现<sup>[17]</sup>。目前,建筑信息模型已经成为建筑领域信息技术研究和应用的热点,BIM 的应用价值已经得到行业的普遍认可。为了能进一步给学生带来新鲜的学习体验,课程组还将 BIM 虚拟实践教学进入了课堂。

基于 BIM 的虚拟实践教学是将一个具体工程项目的一系列立项计划、勘察设计报告、建筑图(结构图、水暖图、电器图、施工流程图等)、重要事件、动态三维模型、成本计算等彻底融合,用一个“虚拟的实际工程”串联起来,全方位阐述建筑工程施工这一复杂的施工流程<sup>[18]</sup>。

同时,课程组还将 BIM 的施工实践教学从地下工程课程延伸到学生的毕业设计。通过协同式毕业设计,不仅使土建专业学生更加直观地了解地下工程的结构构造、施工流程,更加深了学生对其他相关知识的理解。

#### (四)地下工程施工的生产实践

土木工程是具有很强实践性的学科,为了让学生更好的掌握知识,对于地下工程施工技术的学习,不仅要让其注意知识的积累,更应该强调生产实践能力的培养,以达到学以致用目的。

生产实践是人类最基本的实践活动<sup>[19]</sup>。地下工程施工技术课程注重教学实践环节的落实,努力增加实验室的投入,保证了基础教学和专业教学中学生应有的教学试验和实习;坚持理论与实践、课堂与工程相结合的教学模式,重视教学科研实习基地的建设,与人防单位、军队建设单位、项目管理公司、工程监理公司、地下矿业公司等不同类型的单位共建实习基地,以满足课程实践教学多样化需要,不断加强课程实习等实践环节的过程控制和动态管理。

#### 四、结语

基于认识实践、操作实践、虚拟实践、生产实践的地下工程施工技术的“四维实践性教学模式”，是激发学生学习积极性、提高课程教学效率的有效方法，是多媒体时代工科专业课教学的典型范式。课程组经过多年的努力，已经具备了四维实践性教学的基本软硬件条件。在授课过程中如何有机融合课堂教学和实践教学，从而对四维实践性教学模式的教学效果进行评价，以及对地下工程施工技术考核模式的更新，则是下一步需要研究的问题。

#### 参考文献：

- [1] 阎石,李兵主编;孙威,王春刚,李明,金益民副主编. 土木工程概论 [M]. 北京:中国电力出版社, 2012:187-188.
- [2] 濮仕坤,等. 基于BIM技术的地下工程施工技术课程教学设计[J]. 中国建设教育, 2015(2):28-32.
- [3] 李立军,杨秋学. 土木工程施工课程教学改革探讨[J]. 高等建筑教育, 2011, 20(1):83-85.
- [4] 涂劲松,戈海玉. 应用型本科院校土木工程施工技术课程教学改革[J]. 高等建筑教育, 2012, 21(3):94-97.
- [5] 冯兴,熊宝莲. 浅谈建筑装饰施工课程实践教学改革[J]. 现代装饰(理论), 2012(2):71.
- [6] 《中国教育年鉴》编辑部. 中国教育年鉴(1949-1981) [M]. 北京:中国大百科全书出版社, 1984:796-797.
- [7] 江景波,赵志缙. 建筑施工[M]. 上海:同济大学出版社, 1985.
- [8] 凌田全. 加强横向联合,提高建筑施工生产实习的效果[J]. 常州工业技术学院学报:自然科学版, 1988, 1(2):75-76.
- [9] 左成平,李国强. 加强实践性教学环节深化教学改革[J]. 株洲工学院学报, 1994, 8(1):75-79.
- [10] 叶作楷,潘泓. 土木工程专业施工课程教学改革探讨[J]. 高等建筑教育, 2000, 37(4):51-53.
- [11] 胡秀兰,祝明桥,刘锡军,程火焰. 土木工程专业实践性教学环节改革的思考[J]. 高等建筑教育, 2006, 15(1):90-93.
- [12] 李建峰,张艳袁,卫宁,黄永刚. 土木工程施工综合能力培养体系及教学方法改革与实践[A]. 田道全. 土木建筑教育改革理论与实践(第12卷)[C]. 武汉:武汉理工大学出版社, 2010:308-312.
- [13] 高文伟. 浅谈视频在专业教学中的作用[J]. 科技信息, 2009(10):502.
- [14] 王瑞玲,宋春叶. FIDIC 施工合同条款案例库建设探讨[J]. 重庆科技学院学报, 2011(9):85-86.
- [15] 王子敬. 采用实践操作法提高《建筑施工技术》教学质量[J]. 广东科技, 2012(21):34-35.
- [16] 赵红京. 建筑施工技术教学与实践相结合的尝试[J]. 番禺职业技术学院学报, 2002, 1(3):48-50.
- [17] 陈蔚,李鹏举. 虚拟实践及其哲学意义[J]. 郴州师范高等专科学校学报, 2003, 3(3):55-57.
- [18] 谭洁,刘威,汪梦林. 基于BIM技术的建筑数字技术教学改革研究[J]. 湖北工程学院学报, 2013, 33(6):103-105.
- [19] 云瑞敏. 社会主义的根本任务就是发展生产力[J]. 前沿, 2001(10):22-23.

## Research on practical teaching mode of underground engineering construction technology course

PU Shikun<sup>1,2</sup>, YANG Qingheng<sup>1</sup>, LI Erbing<sup>1</sup>, WANG Zaihui<sup>1</sup>, DUAN Jianli<sup>1</sup>

(1. College of Defense Engineering, PLA University of Science and Technology, Nanjing 210007, P. R. China

2. Geotechnical Research Institute, Hohai University, Nanjing 210098, P. R. China)

**Abstract:** Based on the content of underground project construction technology course, the characteristics of the course are analyzed. The four dimensional practice teaching mode including cognition practice, operation practice, virtual practice, production practice are put forward. Practice shows that underground engineering construction technology of four dimensional practice teaching mode can stimulate the students ability of thinking, improve the participation degree of the course, enhance the teaching effect.

**Keywords:** underground engineering; construction technique; practical teaching

(编辑 胡 玥)