

土木工程施工虚拟仿真软件的开发与应用

高志浩 葛福军 姜 硕 刘 丹*

临沂大学土木工程与建筑学院, 中国·山东 临沂 276005

【摘要】为解决《土木工程施工与组织》课程实践性强的特点与传统课堂重理论讲授轻实践操作的矛盾,缓解课时少的压力,积极向课外扩展,教师牵头优秀学生参与,开发土木工程施工虚拟仿真软件,实现了工艺原理的立体化直观展示与人机互动,模拟施工流程,提高了课堂效率和教学效果。通过软件开发的全程参与,不仅加深了学生对理论知识的理解掌握,还提升了动手能力和创新思维。

【关键词】土木工程; 施工; 虚拟仿真

【基金项目】临沂大学教学改革研究项目《线上线下混合式教学方法改革研究——以〈土木工程施工与组织〉为例》,项目编号: JG2021M27; 临沂大学“课程思政”优秀教学团队项目《土木工程施工团队》,项目编号: T2021SZ016

引言

《土木工程施工与组织》课程具有实践性强、综合性广、时效性强、与多学科紧密联系的特点,而传统的教学以知识传授为首位,课程内容按知识点构成,而课时又少,无形之中忽视了能力的培养。基于以上问题,以“传承鲁班文化,弘扬工匠精神,创新施工工艺”为目标,在混合式课程体系下,作为在校大学生,会同企业技术人员,以校内实验室、设计院、设备生产企业及建设现场为依托,积极参与土木工程施工虚拟仿真软件的开发,打造虚实一体的课堂教学环境,融“教、学、做”为一体。

研发内容上,针对工程应用需要,积极吸收行业企业参与软件内容建设,理论和实践操作分工恰当、相互支撑,以岗位工作能力和后续专业课程的要求为依据,制定开发标准,精心设计虚拟仿真项目,减少理论内容,增加实践项目,培养学生的创新创业能力。

研发过程上,以能力培养为主线,开展项目工作,通过项目引导,让学生如身临工程现场、建筑工地,以及借助软件平台、虚拟动画等手段,达到在项目中教、学和做的目标。工学一体,增强对学生动手能力和创新创业能力的

培养。

研发效果上,通过4D微课、3D互动等多种学习方式迅速掌握施工工艺。为能够更直观地学习施工技术,制作土木施工工艺平台,针对不同的工种工程,通过VR技术展现各种工艺原理、施工技术,使学生在软件上能够自由操作练习。

1 土木工程施工虚拟仿真软件的开发

以建构主义和人本主义学习理论为指导,参照课程教学设计模式,从教学目标、教学内容、学习环境分析等方面,结合虚拟现实技术和课程特点,设计和开发土木工程施工虚拟仿真系统,该系统开发技术路线如图1所示。

项目设计,由简单到复杂、由浅入深、从单项到综合循序渐进,具体做法如下:

1.1 前期培训

参加培训,提升采取集中面授培训、顶岗实践、线上研修、成果展示的方式,重点提升学生对土木工程知识的理解能力和工程实践水平、行业基本技术的掌握能力、学以致用、应用技术研发能力、信息化手段的运用能力及团队合作能力。

1.2 分析并确定软件的目标内容

根据调研结果及土木工程专业实验实训教学要求,确定软件开发需要实现的目标为模拟土木工程中主要工种工程的工艺原理及施工流程,并对软件功能需求进行具体详细的分析,尽可能全面地考虑各种因素的影响,如选取不同的材料种类数量、不同的施工顺序,会产生不同的施工结果。

1.3 建设土木工程施工资源素材库

注意不断搜集和积累各种土木工程施工的图片、视频、动

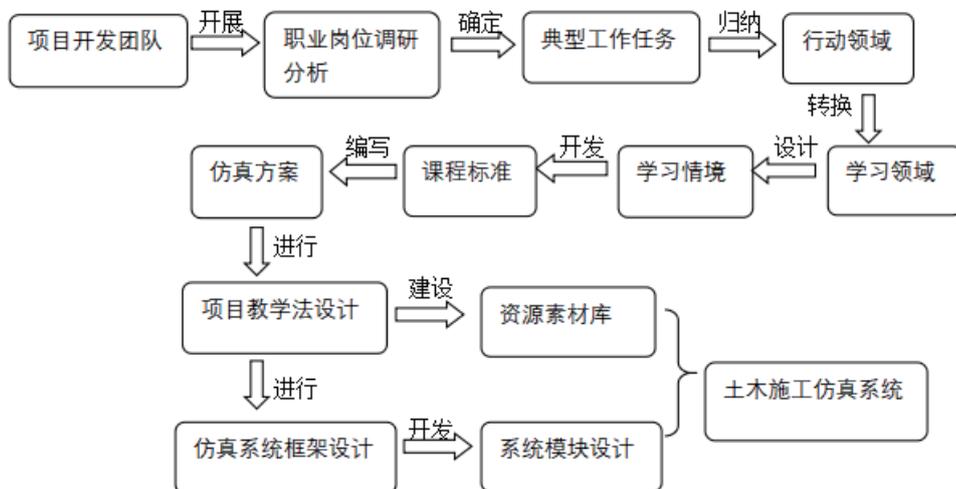


图1 土木施工工艺虚拟仿真教学系统开发技术路线



图2 案例与知识点选择界面

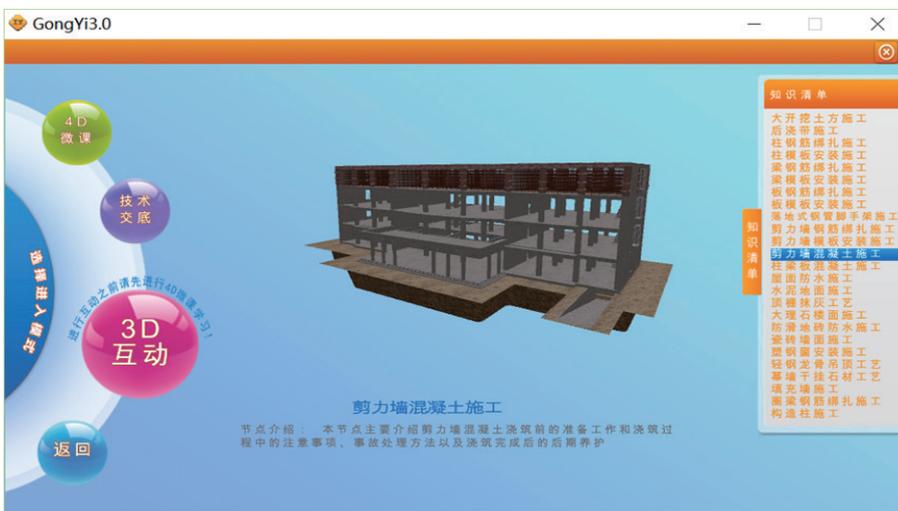


图3 系统3D互动界面

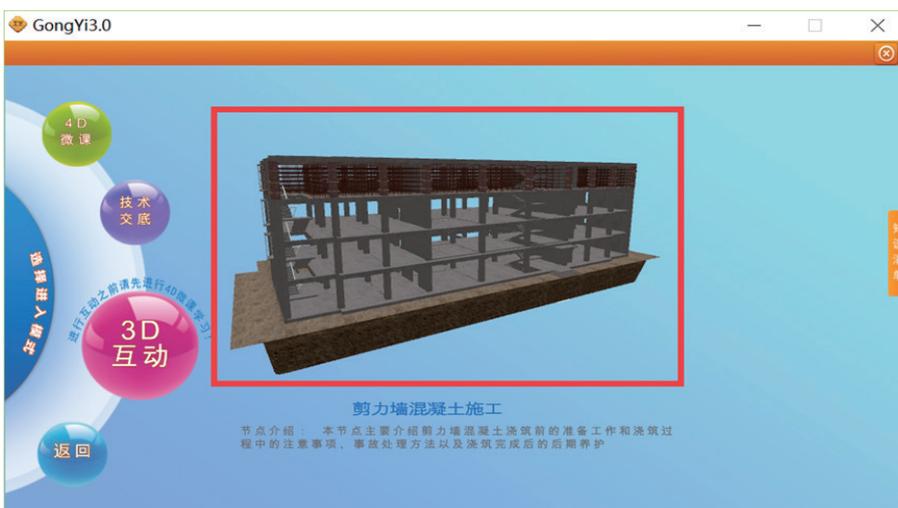


图4 剪力墙混凝土施工工艺界面

画、影像等，并从中受到启发，能够自行制作软件中的基本元素，如水泥、砂、石子、不同规格型号的钢筋、混凝土、模板、不同规格型号的砌体、脚手架的基本单元、不

同形式的门窗等等。可以实现不同方向、位置和光线下的转化，使得各种素材更加形象逼真，每种素材都有独特的功能，并可以重复使用。

1.4制作施工工艺原理动画

把土木工程施中主要的工艺原理制作成动画，使学生能够更加直观更加深刻地理解各种工艺原理，制作的动画包括：结构综合吊装、拉杆式千斤顶、钢筋冷拔、抹灰施工、铲运机作业、轻型井点降水施工、推土机作业施工等工艺原理。

1.5软件设计

根据对软件功能需求分析的结果，来设计软件系统的框架结构、功能模块和数据库等等，制作施工机械和施工场景，并利用前期的素材资源库和虚拟动画，依照工艺原理使用结构化、模块化的程序设计方法，通计算机程序代码来实现运行。为了使软件更加完善，还要配以音效、动画、视频等，能够很好地模拟各工种工程的工艺原理和施工流程，使得学生身临其境，增加参与度。部分平台制作截屏如下：（见图2-图6）

1.6软件测试与优化

对软件的整体构架、功能进行单元、组装、系统三阶段的测试，以检验程序编写的正确性、系统各功能模块能否正确地实现其功能，以此来确定软件是否达到开发要求，同时也是一个发现问题、纠正问题的过程，对发现系统的故障进行修复，并对其功能进一步优化。

1.7实现人机实时交互

对主要分部分项工程的施工流程实现人机实时交互，在虚拟场景中中学生利用鼠标、键盘选择施工材料和施工机械，模拟施工过程，如操作符合工艺原理，则可以在虚拟场景中建起一栋建筑；如操作出现错误，软件会给予适当的提示，并在学生完成这个步骤之后，提示如何进行下一个步骤的操作，学生可以按照施工的具体流程进行虚拟操作，直到建设结束。

2 土木工程施中虚拟仿真软件的应用效果



图5 剪力墙混凝土施工技术交底界面

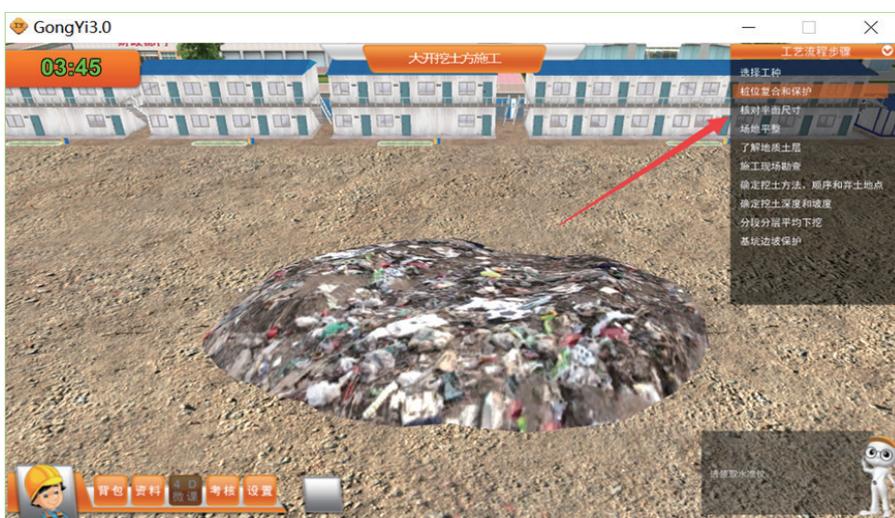


图6 土方开挖施工工艺界面

2.1 提高学生的实践操作能力

参与软件开发和使用软件，双双提升了学生实践能力，本款软件能够提高学生的学习兴趣，学生积极参与课堂活动，不仅活跃了课堂气氛，还使学生真正能将学到的理论知识应用到实践操作中。

2.2 推动了教学的高效有序进行，提高了教学质量和水平

土木工程施工虚拟仿真系统直观、科学地展示不同施工方法和施工组织措施的效果，将原本静态的建筑工程技术内容以动态、立体的形式展示出来，可以动态化、全方位地展现出建筑工程中的各项施工流程，展现各施工计划方案的最终结果，方便学生完成相关知识内容的理解和学习，并对建筑工程施工技术有着更加深入的认知和了解。

2.3 实现了教师和学生的双赢

一些学有余力的同学参与虚拟仿真软件开发，一方面可以把教师从繁重的开发工作中解脱出来，有更多精力去从事其它工作；另一方面，可以提高参与学生对土木工程施工基本知识、基本原理的掌握程度，以及信息技术的应用能力；再一方面，其他学生对同学制作的软件充满好奇，

于无形中提高了课程的吸引力，提升了学生的注意力和参与度，从而提高课堂教学效果，使得全体学生收益。

2.4 理论与实践紧密对接，实现“三个协调”

采用工学结合的设计理念，打破了传统的基础课、理论课、实践课的界限，强调在干中学，在学中干，突出了学生动手能力和协调能力的培养。实现了“三个协调”，即：技能训练与岗位要求相协调，培养目标与用人标准相协调，理论知识于实践操作相协调。

3 结论

按照“能力培养、虚实结合、以虚补实”的原则，建设土木工程施工虚拟仿真系统，以全面提升学生实践能力和创新精神为宗旨，以共建共享优质实验资源为核心，积极参与软件开发。

3.1 解决课程教学与就业实际相脱节的问题

适应创新创业教育的新形势，以工学结合为切入点、以能力为本位，强调在任务中学习，在学习工作中，软件内容与岗位需求紧密结合，培养学生的批判性思维和创造性思维。

3.2 解决课程教学重知识传授、轻职业能力训练的问题

坚持将职业能力目标放在首位，实现知识传授与能力训练的融合，解决以往课程教学中学生职业能力无法很好训练的问题，培养学生面向工程建设需求的工程意识、工程素质、工程实践能力。

3.3 部分解决传统的大班授课无法精准对每位学生因材施教的问题

开发土木工程施工虚拟仿真软件，以学生学习为中心，重视实际操作的应用与练习，使每位学生可以根据自己的特点有选择性地学习。

参考文献：

- [1] 乔崎云, 曹万林, 张建伟, 等. 土木工程施工教学方法分析与改革[J]. 教育教学论坛, 2018(8): 93-95.
- [2] 吴岩. 建好用好学好国家精品在线开放课程努力写好高等教育“奋进之笔”[J]. 中国大学教学2018(1): 7-9.

作者简介：

高志浩(2000.6—)，男，山东临沂人，临沂大学土木工程与建筑学院学生，退役大学生士兵。

*通讯作者：刘丹