

基于 CAX 的理论力学新型 OBE 教学模式探索

张立勇 魏广智 陈璇 张宇 严杰 彭正

(安徽科技学院机械工程学院 安徽 凤阳 233100)

摘要: 理论力学是高等院校工科专业的一门重要的基础课程, 由于其抽象性和理论性较强, 对应用型本科院校的学生有一定难度。针对这种情况, 本文借助 CAX 技术, 将课程难点具体化, 同时结合 OBE 理念, 探索新型教学模式, 辅以多元化线下教辅活动, 夯实学生理论学习的基础, 进一步拓展学生的复杂工程问题解决能力, 形成团队协作能力以及共同解决问题的良好学习氛围, 以期为此类课程的建设发展提供参考。

关键词: 理论力学; CAX; OBE; 教学模式

0 引言

随着专业认证的深入推进, OBE (成果导向) 及学生中心的理念已深入人心。为了符合专业认证学生能力培养为目标的要求, 高等院校需要进行课程的重构及建设, 以达到学生能力培养的目的。理论力学是高等院校工科专业的重要专业基础课, 为后续专业课的学习奠定基础。其主要研究物体机械运动及其受力基本规律; 研究方法是从一些由经验或实践归纳出的反映客观规律的基本公理或定律出发, 经过数学演绎得出物体机械运动和受力的一般规律及具体问题的特征。该课程理论性较强, 相对抽象, 且目前的教学资源更多地针对抽象后的力学模型, 使得学生学习的不好, 存在理论强实践弱、抽象问题难理解、方法应用混淆、解决问题效率低等问题, 同时学生对学习成功的认知、评判也存在一定误解。因此, 本文通过结合工程实际抽象成理论模型的过程, 应用 CAX 技术, 将课程难点直观化、具体化, 同时探索了理论力学教学的新型 OBE 模式。

1 当前教学痛点

针对传统理论课程, 如理论力学的教学模式, 以课程为主体, 以理论推导说明结合习题讲解开展教学。由于课程内容理论性、逻辑性强, 对数学能力有一定要求^[1,2]。学生在学习的过程中易出现理论混淆、抽象问题难理解、章节衔接不畅等问题, 进而造成学生对该课程的心理排斥, 形成恶性循环。因此, 加深学生对理论力学中理论与实践的衔接环节是教

学的关键。

随着技术的不断发展, 高等理论教学模式也迎来了革新。不少高校开展了教学模式的探索, 依托大学慕课、学堂在线、雨课堂等平台开展教学, 在引导学生自主学习、短板回顾、互相监督等方面, 有了一定改善。但仍然存在线下实操难和眼高手低的问题。

而面向高等教育现状, 学生的知识积淀、能力提升、魅力人格塑造等方面需进一步加强, 高等院校要牢固把握“学生为中心”理念, 探索新的教学模式及现代工具的应用, 打通理论与工程实际之间的鸿沟, 与企业 and 市场人才需求紧密对接, 提高学生解决复杂工程问题的能力, 形成对全面提升学生综合能力的有力支撑。

2 基于 OBE 理念的教学改革的需求

2.1 我国教育政策的发展要求

近年来, 教育部相继出台了一系列的教育改革方案及改革意见, 强调新时期下高等教育新模式的需求、教育评价改革的必要性, 对我国高等教育教学做出全面部署, 也为新时期下高等教育强国的发展和规划明确方向。

各高校的实践过程中, 涌现出众多典型且具有模范意义的实施方案, 形成了科学的高等教学体系。这使我国在高等教育教学的实践中具有较强的理论指导基础, 并有较优的推广意义。

2.2 市场对人才能力的需求

随着科学生产力的飞速发展, 功能性、多元化的企业蓬勃发展, 市场对人才能力的需求也发生了变

化。市场对人才（学生阶段）的真实技能、思维逻辑、团队协作，甚至项目经验提出了新的要求，企业对人才的快速适应业务节奏、应用型的专业技能水平、组织协调能力更为关注。因此，不少高等院校的教育改革过程中，不断深化以“学生为中心，成果导向教育”的教育理念，建立符合市场人才需求的科学教育模式。

2.3 学生人格塑造的要求

面对有活力、创造性强的新一代大学生，传统的“厢式教育”将面临众多瓶颈问题。关于学生的人格培养，是其中最为关注又比较难以深层次优化的问题。逆向教学方式优化与团队模式相结合在学生看待问题、解决问题、挑战自我等方面具有较强的实践意义。从“学什么”到“如何学”，再到“学的怎样”，充分赋能先进的教学资源，进一步提高学生能力水平、成败结果的客观性及科学性。

为践行 OBE 理念，笔者对理论力学的教学模式进行了探索，创新性地提出“项目小组”学习实践方法，引导学生对成功的重新定义。

3 基于 CAX 的学习新型 OBE 教学模式设计

3.1 构建轻盈化新型 OBE 教学模式

CAX 是指 CAD、CAM、CAE 等技术的综合。CAX 一体化实际上是将多元化的计算机辅助技术集成起来复合和协调地进行工作，有力地促进了机械制造自动化^[3]。其不仅能缩短开发时间、提前发现设计上的错误和误差并修正，且在设计过程中能按照客户需求不断提出多种设计方案，收获优化的设计成果和效益。

3.2 开展工程化研究课题

在理论力学的教学模式中要充分利用 CAX 的先进性，以当下学生感兴趣的工程实际问题进行实例讲解，让学生将理论力学基础知识，通过 CAX 的工具进行力学仿真分析，如图 1 所示，把工程实际问题和抽象力学理论之间的联系以更加直观的形式表达出来。例如，物体受力分析

课题中，对建筑结构等方面进行模拟分析；新能源电动汽车的质心近似求解、桁架等基本结构等工程实际问题。

3.3 优化课程教案展现

随机抽取 100 名大学生，针对当前大学理论课程教学实践进行问卷调查。在统计学生对当前教学的建议时，较多学生对课程课件的展现形式提出较高的期望和要求。不少学生认为生动且具体的教学课件及案例，对课程抽象问题的理解、后续知识点的回顾具有较大帮助。

结合实际教学经验，将课程教案优化的途径总结如下：

- (1) 核心理论不可少，抽象概念生活化。经典理论的精髓继续围绕理论的衍生、发展及应用，尽可能将理论转化为学生好理解、客观生活的案例进行教案优化；
- (2) 课件动画要丰富，机械运动可视化。将抽象的“盲盒”运动进行优化透视，帮忙学生掌握机械运动基本过程；
- (3) 课件内容多元化，避免单调文字墙。针对典

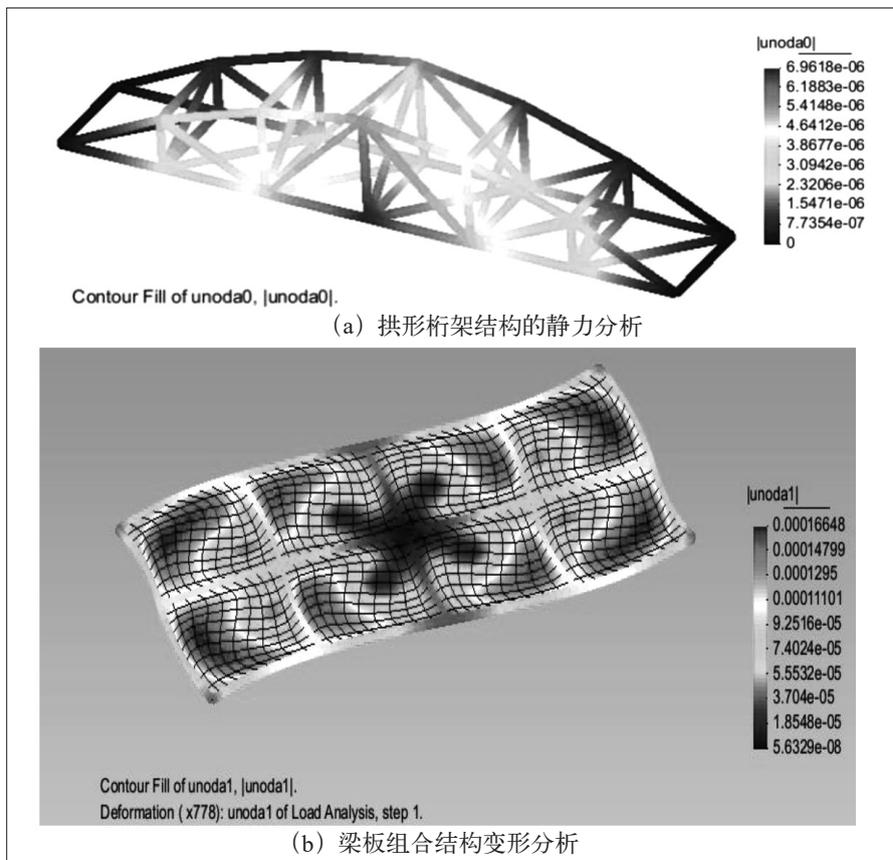


图 1 基于 AutoCAX 创建的几何体受力仿真分析

型案例,进行视频、图片、实物展示等多方位教学形式,使学生更加直观地接受抽象理论知识。

此外,基于“逆向课程设计”,按照阶段对学习成果进行评估。课程教案的设计强调“全员参与”“创造机会”“绩效责任”,让学生认识到成功的途径不是单一的,每个人都有属于自己最优的学习方案。

3.4 基于线上平台构建课程学习链

近年来,借助大学慕课、雨课堂等平台,让学习形式和类型多元化,“智能+”教学已经成为高等教育的重要发展方向^[4]。笔者借助线上教学平台,构建堂上、堂下学习链,赋能多元教学新局面,让学生乐于学习、善于学习。学生结合多元化平台探究知识的参与度越高,“顶峰成果”就越丰富。

3.5 成立线下学习项目小组

老师发布作业要求后,成立线下学习项目小组,可进行堂上、堂下的实战比拼。项目小组在攻关课题的过程中遇到问题,老师需及时跟进并耐心沟通解决。项目小组的成果或者学习成效,老师可以对组长、组员进行随机抽查,尽可能做到不留一位同学“滥竽充数”。过程中引导学生探寻成功的途径,并制定科学的绩效考核机制,实现真正的成果导向、过程与结果并向评价。

以兴趣课题“关于桁架的受力分析”为例,线下教学活动如下:

- (1) 老师布置研究课题任务;
- (2) 创建若干个5~6人为一组的项目小组;
- (3) 确定项目小组的基本要求;
- (4) 讨论和确定研究课题的基本路线和节点输出物;
- (5) 开展组长竞选活动,确立组长负责制,分派各阶段研究任务及期限;
- (6) 使用CAX进行阶段成果输出,并团队内部检讨修正或优化;
- (7) 将确定后的阶段成果提交老师审阅,并针对分析过程进行必要解析;
- (8) 组长将学习项目小组各人员分工及任务完成情况汇总清单提交老师审核;
- (9) 老师结合案例的实际输出,并依照各小组成员的协助任务完成情况进行评定;
- (10) 横向对比各小组之间的输出成果差异性,弱化成果排名,强调完成途径及协助过程中的创新点;
- (11) 最终由老师组织学生分享各自达成阶段任

务过程中的难点和创新捷径;

(12) 研究课题关闭。

此创新型教学活动,更加关注学生学习目标、达成途径,形成的经验 Know-How 集和目标达成的评价依据。全体学生深入参与,项目的阶段链条任务更加强调整各环节的完整度,对于存在知识理论“夹生”的学生,实现了对理论知识的掌握。

3.6 多元化教辅活动的创新

院校可结合国家、省市等竞赛活动,积极引导学生主动参与,进一步将理论学习应用于课题研究实战中,深层加固专业知识。同时,引进优秀企业工程技术人员走进课堂,以外聘或专题报告的形式增加课程与工程实践的结合度^[5]。学院与众多优企合作广泛,积极开展以“学生为中心”的传统理论教研改革课程活动,学生对新式教研活动接受度高、积极性强,从而学生的应用技能水平得到较好的提升。

以校企横向研究项目“新能源汽车齿轮传动装置关键技术研发及产业化”为例,企业高级技术人员将研究子课题“齿轮耦合动力学特性的研究”带进课堂,向学生解析如何使用CAX完成相关模型的建立,实现该过程的核心要点是什么,研究的路径是什么,如何判定已经完成目标要求等相关内容。传统专题讲座,学生接受和理解程度受课题难易度、授课节奏快慢等相关因素影响较大。因此,新型线下教辅活动必须强调“身临其境”,将项目研究活动搬到课堂中,教学活动具备可视化、可操作、可回顾的功能。新式教学要创建应用型经验课堂学习的“快充”模式,基于技能水平和成果评价准则,对全员的理论+实践掌握能力进行科学评估。

若以上模式受限,院校也可以自主举办趣味性竞赛,难度参考专业教学的内容。以项目小组为单位进行赛事角逐,提高学生实战能力,检验全员对理论掌握水平,完成对新型教学模式成效的验证和夯实。

4 优化

4.1 新型 OBE 教学模式对老师的要求

授课老师应始终坚持“以学生为中心,以成果导向”为理念,以产业需求为输出目标,持续改进,开发出适合学生群体的新型教学模式。新型 OBE 教学模式对老师的要求有以下几个方面:

- (1) 热点跟随,兴趣驱动。新型教学模式对学生

的关注热点、困难需求及软件认知程度等方面把握程度要求较高。因此老师需深入学生群体,依托群体兴趣点,借助先进的CAX工具转化抽象,扭转学生对理论力学“深不可学”的态度,促进学生驾驭抽象理论的实践能力。

(2) 组织协调,教辅匹配。为巩固和拓展学生对理论知识的学习掌握程度,老师需具备高等院校的竞赛活动组织、趣味性比赛设计、校企工程合作等方面的协调能力。老师要以活动比赛、专题拓展为基本手段,系统性地考虑各项活动对理论力学的支撑和匹配。同时,老师还要科学地制定成果评估方案,切实建立堂上堂下多元一体化成长体系。

(3) 聚焦内心,正视成功。结合OBE理念,老师要引导学生关注学习过程本身,摒弃传统简单粗暴的量化评价,让学生真正参与到成果评价的过程,在学习和实践的过程中感悟对成功的科学定义,深化对团队协作精神的理解,实现当代大学生综合能力全面提升。

4.2 新型OBE教学模式对配套软硬件的要求

CAX是功能强大的应用型软件,若院校有丰富的设备资源能力,可以为项目小组提供相对完善的硬件资源,将会进一步提高学生参与度,提升学生对理论力学的实际应用、实例解决能力水平。

为丰富教学内容、构建完善的教学体系,新型教学模式还需考虑上线类似大学慕课、雨课堂等线上学习平台。线上教辅平台还应紧扣理论课程设计,深化“以学生为中心”理念的内涵,提高学生的自主学习能力、完善自我人格的塑造。

5 结语

本文旨在利用新型OBE教学方式,将理论力学

等相关专业内容与CAX灵活、有机结合,重点开拓和解决基础理论知识的学科应用、学生对抽象理论接受程度、工程问题解决能力、学习成果有效性评估等方面的瓶颈难题,进一步突出新型OBE教学模式的实用性、应用性及创新性。基于OBE理念,让学生回归“成功”认知本身,在收获学科知识的同时,塑造新时代大学生魅力人格。

通过理论力学教学内容和课程体系创新建设,最终实现“以学生为中心,以成果导向”的基本愿景,使学生能够有效地将力学知识与工程实践相结合,做到学以致用。本文所涉及的新型教学模式探索经验,将适用于高等院校的基础学科,为新时期我国高等教育改革提供了理论和实践参考。

基金项目:教育部产学合作协同育人项目(202102276004);传统专业改造升级项目(Xj2021015)。

参考文献:

- [1] 许君凤,孙玉周.《理论力学》课程的教学方法研究[J]. 2013(12):100-101.
- [2] 胡绪照,史良马,徐兵,等.混合式教学模式在应用型本科理论力学课程中的实践研究[J]. 广东化工,2020,47(23):214-216.
- [3] 王明威,吴坤.CAX在机械类技术人才培养中的作用研究[J]. 决策探索(中),2018(10):65-66.
- [4] 赵玉萍,彭剑,储爱民.基于慕课的《理论力学》课程线上教学的实践与思考[J]. 广西物理,2021,42(01):91-94.
- [5] 张立勇,缙瑞宾,申立泉,等.应用型本科院校《理论力学》工程化教改分析[J]. 浙江水利水电学院学报,2020,32(04):86-88.