

Research on the Curriculum Reform of Applied Undergraduate Engineering Mechanics Based on Constructivism

Jie Li¹, Qidong Gao², Rui Ren²

Xi'an Aeronautical University, Xi'an 710077, Shanxi, China

Chang'an University, Xi'an 710000, Shanxi, China

Abstract: Training students' mechanical thinking and improving students' practical ability are the main teaching objectives of applied undergraduate engineering mechanics. At present, the traditional teaching mode has the problems of monotonous teaching content, low teaching efficiency and low participation of students. Therefore, it is urgent to find a new way of curriculum reform to improve the teaching quality. In this paper, a student-centered constructive teaching model is adopted to stimulate students' interest in learning by means of scene creation, teaching task setting, cooperation, case base construction and extra-curricular reading. The practice shows that the average score of the students using the constructive teaching mode have increased by 6.81 points compared with the previous one. Students' satisfaction with the class reached 96%, achieving the teaching goal of cultivating students' interest in engineering mechanics.

Keywords: Application-oriented undergraduate; Curriculum reform; Teaching mode; Design and practice; Engineering mechanics

基于建构式主义的应用型本科工程力学课程改革研究

李杰¹, 高启栋², 任锐²

¹西安航空学院, 中国·陕西西安 710077

²长安大学, 中国·陕西西安 710064

摘要: 培养学生的力学思维以及提高学生的动手能力是应用型本科工程力学的主要教学目标, 目前, 传统的教学模式存在教学内容单调、教学效率低下以及学生参与度低的问题, 因此, 亟需寻找提升教学质量的课程改革新途径。本文采用以“学生为中心”的建构式教学模式, 运用情景创设、设置教学任务、协同合作、构建案例库以及注重课外阅读等手段, 激发学生的学习兴趣。实践表明: 采用建构式教学模式的学生成绩相较于上一届的平均分提高了 6.81 分; 学生对课堂的满意度达 96%, 实现了学生对“工程力学”兴趣培养的教学目标。

关键词: 应用型本科; 课程改革; 教学模式; 设计与实践; 工程力学

1 引言

“发展应用型教育, 培养应用型人才, 建设应用型大学”的办学理念, 最初是由北京联合大学所提, 随后伴随着社会 and 经济发展, 渐渐催生出了应用型本科教育^[1]。目前处于“十四五”初期阶段, 对基础设

施的建设的提出了新要求, 工程力学作为土木工程专业理论性较强的主修课程, 是后期专业课的基础课程^[2]。因此, 如何确保学生在有限的课堂中, 熟练掌握力学的基本概念、原理, 形成力学思维来解决工程结构问题, 是现阶段“工程力学”教学的主要任务。

目前, 各普通本专科院校的“工程力学”教学模式主要以教师课堂讲授为主^[3], 由于受到理论时长和试验室开放时间有限等客观因素的影响, 往往教学模式采用“填鸭式”和“满堂灌”形式的概念输出, 进而造成学生被动接受知识、教师单线传输概念以及师生双方交流受阻的困境。然而, “工程力学”课程知

【基金项目】 2023年西安航空学院校级教育教学改革课程建设项目, 西安航空学院教育教学改革研究项目(23JXGG2015)。

2021年教育部产学合作协同育人项目, 教学内容和课程体系改革研究项目(202102591009, 202102591007)。

识点具有概念多、理解难、应用性强的特点，需要师生互助、组间讨论以及案例分享等关键教学环节，与此同时，课程思政也无法做到润物无声，无法践行《关于深化新时代学校思想政治理论课改革创新若干意见》的要求。因此，无论从普通高校本身、学生个体以及学科自身等角度长远发展考虑，传统的教学模式已经到了发展的“瓶颈期”，无法适应新时代、新形势以及新基建对“工程力学”课程发展的需求，课程改革势在必行。

通过梳理“工程力学”的发展历程以及调研其他应用型院校对该课程的开展情况，以及分析该课程目前存在的改革难点，深入分析不同教学模式运用实践及反馈。本文从专业发展及社会需求的角度明确课程定位，进一步以建构主义为基本理论指导，探索“建构式”教学组织模式，为应用型院校“工程力学”的课程建设提供一定的参考。

2 建构主义学习理论与教学模式

传统的课堂教学模式是以预先设计的教学大纲为教学指导准则，在教学过程中，强调以教师为主体，垄断着教学知识内容，利用板书或者其他媒介，对学生采取无差别的灌输方式，学生被动接受授予的专业知识，与此同时，期末考试是评判学生掌握知识熟悉程度的唯一途径。在教学过程，学生仅参与听课和考试两个环节，在开始学习专业课之前，学生仅有的学习资料为课本，在课堂上，教师往往通过PPT对专业知识进行详解，师生们在授课与听课之间，无法做到高效沟通，学生被动的接受专业知识，无法最大限度的激发学生内在潜力和积极性。即使学生能够做到通晓课本知识，并在学业考核中获得优秀的评价，但是应用型院校培养的毕业生与创新型人才仍较大差距。为此，如何突破传统教学模式的桎梏，探索能够调动学生积极性，培养适应社会发展的创新型人才的教学新模式，成为了应用型院校课程改革迫在眉睫之题。而以“学习者为中心”为教学理念的建构主义，成为一种切实可行的改革该方法。

建构主义思想由瑞士心理学家皮亚杰提出，该思想认为知识是在主体与周围之间的相互作用建构起来的。建构主义认为，知识并不是对现实知识的准确表征，它只是一种解释或假设，并不能给出最终结果，也不能准确描述相应的准则、法则以及定理。在知识构建的过程中，学习者需要预先在头脑中形成一

定的知识经验，在此基础上，构建知识结构，并对知识进行区别于被动刺激的主动吸收^[4]。基于建构主义的建构式课堂，是近几年兴起的新型教学模式，在该教学模式中，教师从主导者转变成为引领者和启发者的角色，学生从被动的承载体转变成成为主动参与者的角色^[5]。着重培养学生的思维能力，充分发挥学生个体的主观能动性，在课堂上，学生能够做到更针对性听讲，弥补因个体的差异性，而造成的对专业知识认知的障碍，从而达到教学收益的最大化。

“工程力学”内容涉及广，与实际生活联系紧密，有利于激发学生兴趣。此外，土木工程等专业的学生作为新时代的参与者和建设者，将所学与祖国建设紧密结合，有利于学生的使命感、责任感以及成就感，是实施建构式教学模式的优选课程。与此同时，建构式教学模式也是推动“工程力学”课程建设切实可行的优选方式。

3 建构式教学的课程改革方向

在西安航空学院，“工程力学”是面向能源与建筑学院大二学生开设的专业必修课，工程力学是工科学生分析解决工程中的力学问题的重要基础工具，是由基础理论过渡到专业基础课程，针对本课程以解决实际工程问题的目的，坚持“以学生发展为本”为核心，建立“以学定教”评价标准，丰富教学资源与内容，完善实践环节，建立互动型教学模型，形成多元化、综合性考核评价体系。课程改革的主要内容为：

3.1 探索“学生为主、教师为辅、翻转课堂”教学模式

充分利用网络教学媒介，利用雨课堂等网络教学平台，在课前，提前推送有关该节课的引导性材料，对学生自主学习内容要有引导与规定。学生自主学习，在线反馈，教师及时收集和分析反映较多的知识点，及时更订教学重难点。与此同时，学生根据自身的能力，自主设计教学设计，学生也可以做自己的“老师”，逐渐形成知识构建的内在逻辑，提升分析问题和解决问题的能力。

3.2 完善“面向应用、以例辅律、融入思政”教学内容

“工程力学”具有与实际工程联系紧密的特点，而建构式教学模式强调的是新的信息输入能够和学生

原有的知识结构或经验进行一定程度的交互，因此，选取的工程案例不仅要详细讲解实际工程中所学的力学知识，还要与学生生活贴近。与此同时，在“物体受力分析及力系平衡”等相关章节的讲解中，从专业角度培养学生的职业道德，领悟科学严谨的大国工匠精神 and 实事求是、按章做事的从业思想；从思想上激发学生学习的动力，培养学生建设祖国的使命感。

3.3 开展“组内互助、组间互评、相互鼓励”参与方式

互助作为建构式教学模式中的重要手段，学生在明确了学习目标之后，相互之间共享资源、取长补短以及共同参与，能够克服学习过程中困难，增强学生之间的沟通和交流，激起学生对于知识的探索欲望，促使学生更加主动的参与到课堂中去。灵活的参与方式，开放的合作模式以及宽松的教学氛围，打破了传统课堂中学生的被动地位，只要教师能够做好课堂前行的舵手，积极主动的学习专业知识一定可以蔚然成风。

3.4 形成“多元多维、注重过程、全员参与”评价方式

根据建构式主义的基本理念，教师“让位”于学生，以学生为中心。教师不再处于权威的地位，自然课程评价方式也呈现多元多维的特点，本课程的评价形式主要包括内容评价，过程评价。不再以期末考试的方式作为单一的考核标准。将采用以内容评价的基础上，着重开展的能够调动学生积极性的过程评价。过程评价贯穿教师教，学生学的全过程，体现两者的互动与统一。强调师生互动，生生互助的参与方式，每个学生都被赋予评价的资格，形成“学生自评+组间互评+教师评价+期末考试”的多元多维的评价模式，特别提升过程评价在总评中的占比，提升学生在课堂学习中的参与度，考核学生整个学习过程，切实提升教学质。

4 建构式教学方式在工程力学课程中的运用

基于“工程力学”的建构式教学改革内容，本课程采取以学生为中心，强调学生主动参与、自主建构知识等措施确保课程改革有序、有趣以及有力的开展，并使学生具有知识自主探索和对知识自主建构的对兴趣，将所学真正内化为解决实际问题的能力。

4.1 搭建教学情景

建构主义强调学习者需要进行知识建构，对知识能够有比较深的见解，情景创设是一种比较激发学习者灵感和兴趣的方法。创设出一种真实的或者比较贴近真实的环节，能让学生更加真实的感受和体验。

情景创设的搭建往往需要多媒体作为平台，本课程选择雨课堂教学平台展开“工程力学”建构式教学模式改革，通过静态和动态的教学素材进行课程教学，静态教学素材包括：以图片形式的实际工程案例以及具有指导性的课前测试题；动态教学素材包括：以动画形式展示的工程力学现象和可操作的Flash动画。在授课过程中，教师需要引导学生能够“沉浸”在创设的情景中，将知识点依附到上述教学素材上，比如，在讲授材料的泊松比时，以金属基超材料NPR钢实例动画，讲述泊松比材料的应用，勾起其学习兴趣，让学生更愿意参与到学习中去。

4.2 设置教学任务

建构主义教学模式中，学生需要以预先的知识和经验构建知识架构，因此，教学活动的顺利开展，明确的学习任务是必不可少的。在清晰且切实可行的教学目标的指引下，学生才能更有逻辑的和阶段性的解决学习过程中的问题，形成解决问题的正确思维和思考方法。

教学任务以基本科学问题为导向，立足力学基本问题，观察力学在实际工程的现象，形成“提出问题-观察现象-探究机理-解决问题”的逻辑流程。的比如在“弯曲应力”的课堂中，可以让学生把自己想象成结构工程师，在实际的采用明挖法的隧道施工过程中，没有对基坑的侧墙加强支护的工况下，会产生什么现象？如果采取了砼支撑的支护，砼支撑又是如何发挥作用的？砼支撑的受力情况又是如何的？它的弯矩图如何画？在该过程中，每个环节都是紧紧相扣的，层层递进，逐渐从工程的问题，引导到工程力学的具体知识点。

在课程改革的过程中，每个章节的教学大纲的设置，都需要细致和反复的商讨，务必保证调动学生的积极性。

4.3 构建教学案例库

“工程力学”课程的授课过程中，需要大量案例

来辅助课堂，生动的案例，主要的作用是将抽象的力学概念具象化和引导学生任务的选择和开展。所选案例必须特点鲜明，具有代表性，因此，本课程的案例库中相关案例具有以下特征：

(1) 针对性

案例的针对性强调，案例所表达的观点具有代表性，经得住推敲，并且适合大学二年级学习和研究，不存在过多超纲的内容。

(2) 简约性

案例的简约性强调，知识点堆叠适度，视频资料以短视频为主，文字言简意赅，所选实际工程涉及的力学适当即可。

(3) 时效性

案例的时效性强调，不仅应该符合新时代对土木工程的发展要求，还要不断更新和补充新的案例到案例库中，紧跟社会热点问题，体现具有时代性的前沿思想。

4.4 创建协同合作机制

建构式主义要求以学生为中心，基于此，在本课程中教师作为建构知识的引导者和促进者，扮演“领头羊”角色，或者说“旁观者”角色，只有在适当的时候会引导课程教学向预定的轨道上发展。

在把学生引入创设的情景中后，成立小组进行互助、互评以及讨论是必需的。由于不同的学生个体之间存在一定差异，不同个体之间和不同组间对同一个力学问题，会产生不同的看法或者意见，适当的组织“知识大辩论”，会加强学生之间的交流，加深学生对力学问题的认识。组间互评，并将该分数计入成绩总评中，不同学生需要主动搜集和消化更多的知识点，才能获得较高的分数，也会收获更多组间的赞美，获得感也更高。

学生之间的协同合作，也为教师减轻了工作量，教师有更多的时间去反复推敲和修改教学方式，如此反复，形成师生之间教学的良性循环机制。

4.5 注重课外知识拓展

课程以教材为知识的载体，教材可以帮助学生更加体系的和更快的进入本课程的学习环境，由于“工程力学”涉及面广、知识体系庞大，本课程选取1本为指定教材，另外推荐5~6本辅助教材作为补充。

课程教学初期，通过雨课堂教学平台，在课后推

送相关经典文献，或者相关著作。经过一段时间后，逐渐让学生养成阅读课外文献的习惯，并且在适当的在组间开展文献阅读和分享的小课堂，并在学期末形成阅读报告。

5 教学效果

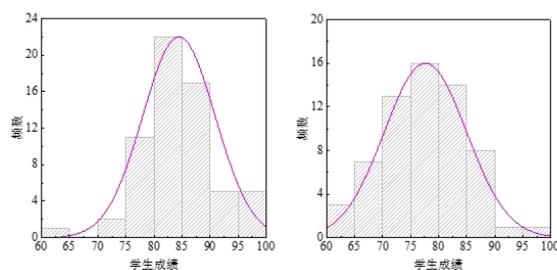
基于建构式主义的建构式教学模式在探索“工程力学”课程运用中取得了比较好的效果，由于该教学模式学生参与程度高，在课堂上一般可以直接反映教学效果，非常直观和高效。本课程的总评包括内容评价和过程评价，并且内容评价也是通过创新性的试卷题型，减少了名词解释类的考题，增加了案例分析的比例，考题更加灵活和实用。过程评价与值相比，在总评中占比有所扩大，尤其是增加了学生的组间互评的成绩，“工程力学”课程改革的教学评价两者占比如表1所示。

指标	期末考试	组间互评	课堂分享	课堂参与度	阅读报告
权重/%	40%	20%	25%	5%	10%

表1 考核指标权重分配

经过一学期的实践，在建构式教学课堂中，学生积极参与到教学过程中，踊跃发言，积极准备需要展示的分享，营造了一种积极向上的学习氛围。通过雨课堂发布的调查问卷，有96%的同学对该教学模式感到满意，有81%的同学对组间互评的合作模式感到满意。

在考核难度相对增加的情况下，这一届学生的最终成绩相较于上一届学生的平均分还要高出6.81分，通过图1可知，这一届的学生分数频数的集中区域明显比上一届学生的分数要高，合格率达100%，达到了素质目标、能力目标和思政目标，也养成了浓厚的力学的学习氛围。



(a) 采用建构式教学模式 (b) 未采用建构式教学模式

图1 是否采用建构式教学模式两届学生成绩对比

6 结语及反思

建构式教学模式在理论上和实践上都得到了证明,“以学生为主”的建构式教学模式是一种新的教学模式,不仅为学生提供了自主学习和自主探索的机会,而且也教师提升教学质量和创新教学方式提供了有效途径。将“工程力学”的课堂的中心转移到学生身上,教师转化成一名组织者、引导者、监督者和帮助者,实现“学生为主、教师为辅、协同互助”的教学模式。

虽然建构式教学模式在课堂中取得了令人鼓舞的成绩,但是,学生参与知识构建过程的参与度依然需要提高,偶尔存在“赶进度”和“为完成而完成”的现象;“工程力学”教学案例库的丰富程度还需要提升,偶尔存在案例同质化的现象。今后,在探索建构式教学模式当中,优化教学任务的设置,组织方式以及教学素材的选取,以期形成课堂内容新颖、学生自

主、协同互助的常态化教学模式。

参考文献

- [1] 陈龙珍,林成芳.应用型本科教学过程中教师角色与教学组织方式融合初探[J].当代教育实践与教学研究,2020(12):137-138.
- [2] 周晓敏,孙政.工程力学课程多元化教学模式的探索与实践[J].高教学刊,2022,8(14):114-116+121.
- [3] 岳桂杰,保承军.线上线下混合教学模式的设计与实践——以兰州城市学院“工程力学”课程为例[J].甘肃高师学报,2022,27(05):64-68.
- [4] 李永富,李睿倩.《环境海洋学》课程定位与建构式教学探索——以河海大学为例[J].山东开放大学学报,2023(01):52-55.
- [5] 徐建华.共建式高校课堂生态环境研究[D].哈尔滨师范大学,2016.