

专业学位研究生《机械动力学》课程案例建设研究

冯伟^{1,2*} 李焕锋^{1,2} 吴兰^{1,2} 朱红瑜^{1,2} 丁浩^{1,2} 王星^{1,2}

1. 河南工业大学机电工程学院 河南郑州 450001; 2. 河南省超硬磨料磨削装备重点实验室 河南郑州 450001

摘要: 机械动力学是机械专业学位研究生课程体系中的专业核心课。以课程教学实践经验为基础,从案例的选择原则、素材来源、保障措施等方面入手构建课程案例,给出了课程案例教学的两个示例,并对课程案例教学的改进方向进行了展望,为专业学位研究生教育改革发展提供了实践经验。

关键词: 案例建设; 机械动力学; 专业学位研究生培养

Study on the Case Construction of Mechanical Dynamics Course for professional degree students

Feng Wei^{1,2}, Li Huanfeng^{1,2}, Wu Lan^{1,2}, Zhu Hongyu^{1,2}, Ding Hao^{1,2}, Wang Xing^{1,2}

1. School of Mechanical and Electrical Engineering, Henan University of Technology, Zhengzhou 450001, China; 2. Henan Key Laboratory of Superhard Abrasives and Grinding Equipment, Zhengzhou 450001, China

Abstract: Mechanical Dynamics is one of the core courses in the course system of graduate students majoring in mechanical engineering. Based on the teaching practice experience, the course cases are constructed from the aspects of case selection principle, source of materials and safeguard measures, and then two examples of course case teaching are given. The improvement direction of course case teaching is prospected. Through the case construction of Mechanical Dynamics course, the practical experience is provided for the reform and development of graduate education.

Key words: Case construction; Mechanical dynamics; Professional degree; Postgraduates

1. 引言

《机械动力学》是机械专业学位研究生的核心课程之一,具有较强的理论性、实践性和重要性^[1]。机械动力学基础理论在机械设计制造中起着关键性作用,是决定装备功能、性能和质量的重要内容之一。在机械专业学位研究生中开设《机械动力学》课程,能够使研究生掌握机械动力学的基本理论知识,了解机械动力学前沿领域的热点问题,增强学生的科研能力和团队意识,为以后进行机械装备分析与设计打下良好基础^[2-4]。

案例教学对于机械专业学位研究生实践创新能力的培养具有重要意义^[5]。2020年,教育部明确将案例分析纳入专业学位研究生教育评价机制^[6]。2021年,又指出要推动高校协同建设优秀教学案例库,提升教学质量^[7]。从教学实践来看,加强案例教学也是强化专业学位研究生实践能力培养、推进教学改革、促进教学与实践有机融合的重要途径,是推动专业学位研究生培养模式改革的重要手段。

近年来,河南工业大学《机械动力学》教学团队不断尝试案例教学方法,取得了良好的教学效果,本文主要介绍了课程案例教学的实践经验,并对其改进方向进行了展望。

2. 《机械动力学》课程案例建设内容

2.1 案例选择原则

对于理论性较强的课程内容,以理论教学为主;对于应用性较强的课程内容,侧重案例化教学。具体选取时遵循以下原则:

(1) 关联性原则: 案例内容要与《机械动力学》授课内容紧密关联,教学大纲的知识点应有所体现。

(2) 典型性原则: 选用案例所包含的知识点应该具有共性,学生通过案例的分析、练习,能够达到举一反三的能力。

(3) 启发性原则: 案例尽量采用启发式教学方法,重点启发学生的思维,让他们通过分析、交流和研讨等环节建立理论知识与实际场景的关联,提高解决实际问题的能力。

(4) 先进性原则: 案例的编写应关注机械动力学领域前沿热点,

充分体现最新研究成果，做到与时俱进。

2.2 案例素材来源

(1) 任课教师研究案例：首先根据研究方向和专业背景优选任课教师团队，同时在团队建设过程中充分注意学科交叉和老中青结合，采用校企联合教育教学模式，校内教师侧重于科研能力的培养，校外导师侧重于工程实践能力的培养，切磋琢磨，各取所长，充分利用各位任课教师的经历经验，作为案例素材的来源之一。

(2) 知名机械研究院和工业企业案例：引入合作单位郑州机械研究所、洛阳轴承研究所等知名科研院所的工程研发案例，丰富教学案例资源；此外，山特维克集团、北京精雕等企业在官网分享许多工程案例，均可以引进、消化和吸收进授课案例。

(3) 互联网资源案例。中国振动工程学会、中国机械工程学会等网站会提供与企业发展及科技进步相关的丰富信息；万方、知网、维普等平台也提供了丰富的文献数据资源，充分利用这些资源有利于提升授课案例的广泛性和专业性。

2.3 保障措施

(1) 建立案例撰写小组

案例撰写小组由校内导师和合作企业专家组成，成员在机械动力学领域有丰富的实践经验或者系统讲授过相关课程。为了保障案例建设的质量，建立了规范化的案例写作程序，定期召开专题会议研讨撰写情况。

(2) 建立共享机制

在超星等教学平台上构建线上课程案例，实现校内课程资源共享。此外，团队计划在国家精品课程网站、智慧树等网站共享优质案例资源，同时，与相关企业建立互通互联机制。

(3) 健全案例管理体系

a. 撰写案例奖励机制：首先，对做出贡献的编写者进行奖励，以激发团队全体成员的工作积极性；同时，将撰写的案例成果纳入教学考核。对于企业参与者，通过聘用企业导师等途径提高其参与案例建设的热情。

b. 案例优选机制：邀请机械动力学领域的知名专家学者，从选题、内容、知识性、趣味性和思想性等多维度对教学案例进行评价，选出具有普适性的优秀案例。

c. 案例的使用和更新机制：从知识产权角度进行考虑，特别是对于线上分享的案例要制定使用机制，对于陈旧的案例建立适当的淘汰和更新补充机制。

d. 案例反馈机制：坚持 OBE 理念，体现以学生为中心，通过学生应用反馈，案例管理人员及时汇总并进行有针对性的完善，以提高学生的学习体验和效果。

3. 《机械动力学》课程案例教学示例

3.1 案例示例一：旋转机械系统动力学建模与分析

该案例来源于团队所主持开展的纵向科研项目。主要讲授“旋转机械动力学”部分内容。轴承-转子系统是旋转机械设备的關鍵组件，其动力学性能直接决定了整机的性能。在本案中，教师首先要求学生分工协作，查阅相关文献，寻找针对轴承-转子系统动力学特性的研究方法，制定研究方案与技术路线；然后，带领学生进行有限元建模以及模态分析；在此基础上，带领研究生深入实验室，搭建轴承-转子系统试验台，开展实际模态分析试验。最后，引导学生将试验结果与仿真结果相互对比，与理论学习相互对照，完成从动力学建模、仿真到实验的各个环节的切身参与和实践，真正将《机械动力学》理论知识转化为工程实践经历和能力，锻炼了学生的科研能力，拓宽了学生的视野，同时培养了学生的团队意识。

3.2 案例示例二：齿轮系统动力学建模与分析

该案例来源于团队所主持开展的校企合作项目。齿轮系统的动力学特性直接影响了整个机器的动力学性能，深入齿轮动力学特性具有重要的现实意义。在本课程案例中，首先，由教师带领学生建立齿轮系统的集中参数模型、基于铁木辛柯梁理论的转子动力学模型以及基于 ANSYS 动力学模型；然后，对齿轮传动系统的动力学特性进行仿真分析。该案例能够引导学生对工程需求进行深入分析，从工程问题深层出发，归纳并提出科学问题，然后基于理论分析结果，建立动力学仿真模型。学生在工程实践中能够深化对《机械动力学》基础理论知识的理解，学会如何去分析复杂工程问题，提高了工程实践能力，并进一步激发了科研热情。

4. 《机械动力学》课程案例教学改进方向

对《机械动力学》案例内容的持续改进，应紧密结合机械专业学位硕士培养要求，以机械系统动力学分析和综合设计能力的培养为主线，突出工程意识和创新精神的培养。主要包括以下四个方面：

(1) 从动力学分析与设计的工程应用角度出发，精简烦琐的公式推导，融入典型工程案例和学科前沿理论方法。

(2) 充分利用各种教学资源的优势，形成包括工程需求、理论分析、仿真分析、实验验证、工程应用等模块的闭环教学内容模式，以丰富的教学内容激发学生的学习兴趣。

(3) 坚持将理想信念教育融入工程教育,充分挖掘课程蕴含的思政元素,充分利用线上线下混合教学模式的优势,实现课程思政与专业知识的有机融合。

(4) 建立多元考核评价体系,增加认知性和实践性能力的考核,注重培育学生的社会认知能力,实现知识传授与价值引导的有机统一。

5. 结语

教学实践表明,在《机械动力学》课程中开展案例教学,可以提高学生的学习热情,加深对基础理论知识的理解,提高学生的科研实践和创新能力,真正做到了课堂、实验和科研的三者融合。为了提高案例教学的质量,需要进行持续不断的改进,突出工程意识和创新精神的培养,并加强课程思政的融合。

参考文献:

[1]杨春梅,王金聪,任长清等.专业学位研究生案例建设探索与研究[J].科技创新与生产力,2022,No.345(10):15-17+21.

[2] 郭长文,徐睿.地方高等院校机械动力学课程教学改革初探[J].科技资讯,2015,13(24):2.

[3] 王晓笋,石端伟,刘照,等."机械动力学"课程教学改革的若干思考[J].中国电力教育:中,2011(11):2.

[4] 蒋勉,毛征宇.数学类课程在机械动力学硕士培养中的作用探析[J].当代教育理论与实践,2019,11(4):5.

[5]吴建民.机械专硕“精密制造技术”课程案例库建设探讨[J].机械工程与自动化,2023,No.238(03):217-218+223.

[6] 中华人民共和国国务院学位委员会教育部,国务院学位委员会教育部关于印发《专业学位研究生教育发展方案(2020-2025)》的通知[EB/OL].2020-09-30. http://www.moe.gov.cn/srsite/A22/moe_826/202009/t20200930_492590.html.

[7] 中华人民共和国教育部高等教育司,教育部高等教育司关于开展虚拟教研室试点 ze 建设工作的通知[EB/OL].2021-07-12. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/tongzhi/202107/t20210720_545684.html

基金项目:河南省研究生教育改革与质量提升工程项目(YJS2023AL0300855, YJS2023JD12);河南省高等教育教学改革研究与实践项目重点项目

(2021SJGLX029Y);河南省高等教育教学改革研究与实践项目(2021SJGLX121Y);河南省本科高校研究性教学改革研究与实践项目(2022SYJXLX040)

第一作者/通讯作者:冯伟(1981—),男,博士,副教授,硕士生导师,从事机械动力学的科研和教学工作。