

案例教学法应用于《机械设计学》课程教学的研究

申儒林, 龚艳玲*, 周英, 郑志莲, 陈思雨

中南大学机电工程学院, 湖南 长沙

收稿日期: 2022年3月26日; 录用日期: 2022年5月6日; 发布日期: 2022年5月13日

摘要

机械设计学课程知识面广、实践性强, 对于设计经验缺乏的学生存在难度。案例教学法具备真实性、典型性、针对性、问题性等特征, 能够激发学生兴趣, 促进知识正向迁移, 更好地发挥学生潜能, 教学效果优于传统教学方式。本文主要从案选与制作、案例分析讨论的组织与实施策略以及案例教学效果评价方法等方面展开了研究。

关键词

案例教学法, 机械设计学, 正向迁移, 课程思政

Study on the Application of Case Teaching Method in the Course of Mechanical Design Methodology

Rulin Shen, Yanling Gong*, Ying Zhou, Zhilian Zheng, Siyu Chen

School of Mechanical and Electrical Engineering, Central South University, Changsha Hunan

Received: Mar. 26th, 2022; accepted: May 6th, 2022; published: May 13th, 2022

Abstract

The course of mechanical design has a wide range of knowledge and strong practicality, which is difficult for students who lack design experience. Case teaching method has the characteristics of

*通讯作者。

authenticity, typicality, pertinence and problem solving, which can stimulate students' interest, promote the positive transfer of knowledge, and give better play to students' potential. The teaching effect is better than the traditional teaching method. This paper mainly focus on case selection and production, the organization and implementation strategies of case analysis and discussion, the evaluation method of case teaching effect, etc.

Keywords

Case Teaching Method, Mechanical Design, Positive Transfer, Curriculum Ideology and Politics

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

案例教学是一种开放式、互动式的新型教学方式，以案例作为教学工具，以学生为中心，通过对实际问题的研究、分析和探讨，寻求答案，得出结论，从而实现教学目标的过程。传统教学强调理论的阐释，对学生解决实际问题的实践能力培养有所不足，更适合以基础理论为主的课程教学。案例教学可以弥补传统教学模式的不足，激发学生自身的学习动机，创造身临其境的学习环境，构建知识正向迁移通道，有利于“实现智慧启迪、价值塑造、能力培养和知识传授”四位一体的课程目标，培养新工科人才。

工程专业课程应用性和实践性强，涉及的理论基础面广泛，问题的解决方法是“有法而无定法”，如果仅采用传统教学方法，学生难以学会灵活运用。而案例教学法以真实的案例为切入点，在教师的巧妙引导下，学生通过自学、相互交流、讨论参与整个教学过程，并在案例的研究与分析过程中吸收理论，获取知识与技能，具有真实性、典型性、针对性、问题性等特征，因此，教学效果优于传统教学方式，能够更好地发挥学生潜能，更受学生欢迎。哈佛大学首倡案例教学法，并且很快得到普遍认同，以美国密歇根大学为例，其机械学院机械设计类课程以工程案例为核心的教学实践达 80%以上[1]。

近年来，我国许多高等院校引入了案例教学模式，取得了一定的实践经验和研究成果。在法学、医学、管理学、社会学等课程教学中取得成功的基础上[2][3][4]，案例教学法已经逐步推广到工科类课程。余罗兼等[5]以案例模式驱动，引导学生将机构原理的知识用于以文创和生活作品为目标的创新设计，将机构组合应用于《白蛇传》中的故事造型机构组合。熊丽娟等[6]等尝试将机械设计课程设计作为教学案例，与理论课教学同步进行。詹友基[7]在机械制造技术基础课程中提出了专题案例的概念，从案例总体规划、案例类型、编写规范、选题设计等方面开展研究，探索专题案例库的建设。

案例教学法优势明显，但是与传统教学方法相比，存在新的挑战。首先，案例选取是关键，也是难点，蕴含预定授课知识要点的经典案例有限，教师需要花费大量的时间从中筛选甄别；其次案例授课题式要创新，在案例分析过程中，要调动学生学习的主动性和自觉性，建立互动，引导学生思考分析问题，促使学生构建自己的知识体系，实现基础理论知识的正向迁移；另外，为了及时调整、完善教学案例与教学模式，要建立科学合理的效果评价方法。

《机械设计学》是机械设计专业的专业类课程，以机械原理和机械设计为基础，旨在培养学生基于竞争优势的机械产品设计能力，课程围绕竞争性产品设计的三大要素，即功能原理设计、实用化设计、商品化设计依次展开，使学生建立以顾客需求为目标，以功能为导向的机械产品设计思路，树立运用功能分析的方法开发新产品的设计意识。课程具备很强的应用性和实践性，尽管课程开设时学生储备了比

较丰富的基础理论知识，但是对机械产品认知较浅，缺少实践背景，对产品设计毫无经验，因此，无论从学习方法还是认知基础方面，跨度都很大，增加了课程教学的难度。典型设计案例的剖析能激发学生的学习兴趣，提升学生的学习动力，将抽象和看起来枯燥的设计理论和设计理念形象化、生动化。此外，在案例教学还可以嵌入课程思政元素。

本文拟从教学案例的精选与制作、教学过程的组织与实施策略，以及教学效果的评价机制等方面开展研究。

2. 教学案例的精选与制作

研究教学案例对促进知识正向迁移的作用规律，对价值塑造的积极作用，对学生创新能力的激发效果，以及对设计理念的嵌入作用，从海量的典型机械产品设计案例中，精选教学案例素材，根据教学组织与实施的需要，制作相应的教学案例。在教学案例中植入“智慧启迪、价值塑造、能力培养和知识传授”的课程目标。

案例素材主要来自四大方面：教师科研项目和科研体验、教材以及国际国内相同和相近课程的交流合作成果、作为优秀实习基地的合作企业以及网络资源。收集素材后，根据课程的需要筛选与制作，分成六大类：原理构思类、物场分析类、实用化总体参数设计类、实用化机构创新组合类、商品化价值优化类、商品化绿色/人机工程设计类等。素材包括图片、视频、文字、CAD 图纸等，根据知识迁移规律、教学认知规律以及素材承载的信息特点和六大类别的案例的教学特点分别制作加工。

例如，在教授功能原理设计的时候，选取了与本文作者亲历的科研项目相关的计算机存储技术及其存贮装置的功能原理设计发展历程。计算机硬盘是一种典型的多物理场机电产品，硬盘磁头与盘片通过相对机械运动操控磁畴的运动，改变其姿态以实现存储。在其后的发展历程中，通过缩小磁畴尺寸，改变磁畴的摆放姿态，当面临磁畴的最小极限时，IBM 提出“千足虫”存储器件的设计原理。

还选取了体现国家重大装备制造能力的巨型压机设计。在构思其框架机构时，分析了预应力缠绕钢丝结构、预应力板框结构、预应力拉杆机构等多种构型的力流传递特征与强度、刚度特点。选取火箭燃料贮箱的设计与制造作为案例，其中贮箱连接环需要用到大型扩环、锻压机械，使学生体会到重型压机等国之重器在航天航空、国防等领域关键作用与核心地位。

也选取了作者所在学院的一些科研项目，例如焊接技术及其功能原理。以微电子封装的超声波焊接为例分析超声波在焊接以及其他领域的应用；以摩擦搅拌焊接为例，分析利用机械运动动能与热能快速转换实现焊接的原理构思与装备设计。

还选取了学院优秀实习基地企业的生产科研项目，其中很多案例的创意构思者为我校本专业校友/教授。例如在越野避障实战比赛中脱颖而出的仿生设计“龙马一号”。其设计灵感来自尺蠖虫，其有两节可独立运动的单元组成，可以灵活的跨越障碍，甚至涉水。

在实现功能原理的结构设计中，选取优秀实习基地企业的产品作为设计案例。例如，静力压桩机的多点均压与楔向夹桩机构。静压桩机的原理是利用液压力夹住预制混泥土桩压向地下，因此需要较大的夹桩力。如果夹桩力产生过大的压应力，可能造成混泥土桩的损伤，降低地基的承载力。设计中借鉴手掌握鸡蛋的原理，增加承压面积，确保夹桩力足够而压应力均衡且控制在安全值之内。如果液压缸直接布置在夹桩板块的背面，势必增大机构尺寸，因此设计中采用楔块装置，液压缸垂直布置，利用楔块将垂直力转换水平夹桩力。

案例表现形式包括动画、虚拟实验、视频、PPT、文字讲解等。案例素材来源与分类及表现形式如图 1。案例精选与制作充分考虑其促进知识正向迁移的作用、对培养学生创新精神的作用，以及价值塑造的课程思政功能。

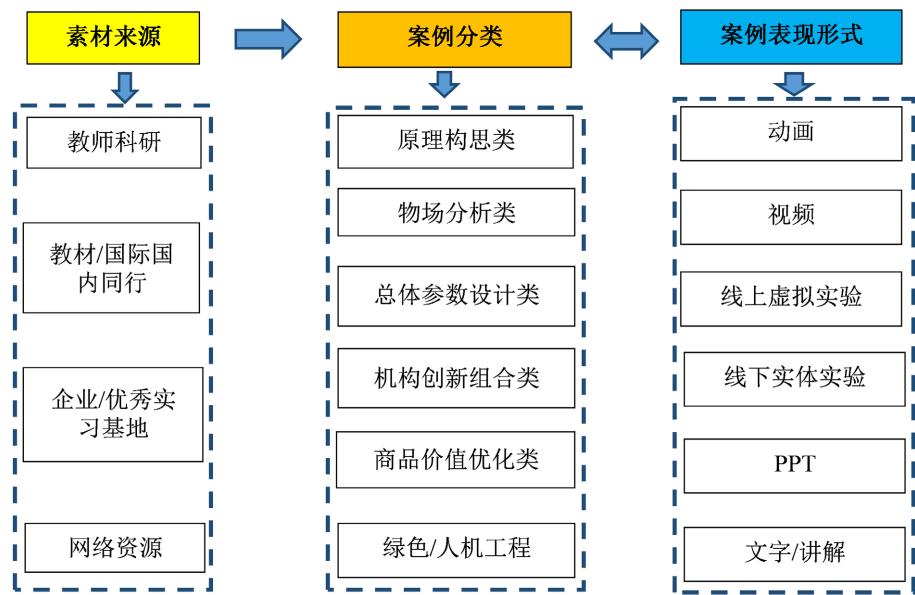


Figure 1. Source, classification and presentation of case materials
图 1. 案例素材来源与分类及表现形式

3. 案例分析讨论的组织与实施策略研究

案例分析讨论的组织与实施是案例教学的核心环节，需要做好铺垫工作，充分调动学生参与的积极性。考虑到学生尚处于对机械产品认知较浅，实践背景欠缺，对产品设计缺乏感觉的实际情况，我们强调广义实践的重要性[8]。事实上，日常生活中处处都有机械的影子，冰箱、空调、洗衣机、交通工具等都是机械产品；道路、桥隧、房屋建筑工地遍地开花，各种工程机械随处可见；大街上汽车修理店星罗棋布，五金交电市场通用机械琳琅满目，这些都可以成为接触机械产品、了解机械产品、学习机械产品功能原理的实践环境。网络资源也非常丰富，可以找到学生感兴趣机械产品的详细介绍，包括产品外观、结构、原理，甚至生产制造工艺的动画和视频。我们要求学生多看多动，增进机械产品的认识，积累实践经验。

以案例为载体，充分考虑知识迁移规律和教学认知规律，课堂上针对案例的特点分为三种形式，以不同的方式组织讨论：

- 1) 问题评审型形式，在问题中植入设计理论元素，给出问题和解决问题的方案，组织学生评价讨论，在评价讨论过程中认识和掌握设计理论和理念；
- 2) 分析决策型形式，给出问题，但不给出解决方案，组织学生讨论分析，提出和优化决策方案，在教学讨论过程中深化设计理论与理念，做到灵活运用；
- 3) 发展理论型形式，切换问题的约束条件，组织学生分析讨论案例中问题的性质，其针对相应性质的问题，发现新的理论生长点，发展并不断完善理论体系。

针对三类案例问题，设置小组讨论、翻转课堂、以及教师引导的大课堂讨论等不同层次。三类问题也可以从不同角度予以转化切换。在讲到功能原理设计的时候，以信息存储器件为例，提出目前三种方式：近场磁技术、与非门逻辑电路、以及光刻形式的物理机械记录方式，请学生对三种方式予以分析评价，各有什么优劣，哪种方式可能更能满足信息量爆炸式增长的存储需要，这就是从问题评审的角度开展讨论；然后指出，近几十年来硬盘的储存密度已经提高了 1700 万倍，基本上达到了近场磁技术的理论极限，请学生讨论新的解决方案，这就从分析决策的角度开展讨论；进一步讨论 IBM 苏黎世公司提出的

千足虫概念储存技术,尽管IBM公司早已经设计并制作出千足虫存储原理样机,但是一直没有投放市场,请学生分析其功能原理,思考问题可能处在哪里,从原理、材料、工艺等方面展开讨论,引导学生有新的发展与发现。

案例教学也比较合适课程思政的融合。一些设计案例体现了中国人的设计智慧与成就,体现出工匠精神,这些元素的讲授与讨论比较容易引起共鸣,激发自信与自豪。

4. 案例教学效果评价方法的研究

案例教学的评价主要是分析评价教学效果,有短期目标、中期目标与长期目标。短期目标通过大型作业体现,对于关键知识要点,配合理论和案例的分析,布置大型作业,然后让学生上台讲解设计思路和原理,通过答辩的形式,同学互评、教师提问,可以看出案例蕴含的知识点是否被接受,是否需要改进,如何改进。答辩过程中,指出问题的同时,鼓励发散性思维,并发回修改,再集中点评,然后再完善,通过这一系列的互动,可以对案例教学效果有一个比较清晰的了解。

中期目标的评价就是期末考核,采用开卷考试的形式,学生可以利用教材、课件、笔记、作业,通过对试卷和成绩的分析,可以对案例教学效果有进一步了解。毕业设计的表现可以体现中长期教学效果,与未修该门课程的学生比较,考察学生发现问题、分析问题、解决问题的能力是否有突破。

长期目标是考察教学效果是否满足新工科人才的需要,需要从以后工作岗位的表现来体现。

根据评价结果的反馈,通过两个方面修正完善案例教学,一方面评价案例的精选与制作是否合适,是否切合知识点,是否适合讲授或讨论实施;另一方面评价案例分析讨论的组织与实施策略是否恰当。

5. 结论

基于新工科背景下,“智慧启迪、价值塑造、能力培养和知识传授”四位一体的课程目标,提高教学效率与效果,培养新工科需要的人才,本文针对机械设计学课程开展案例教学法研究。讨论了案例的精选与制作方法及过程,探讨了案例教学的多模式组织与实施策略,并提出案例教学法的教学效果考核方法,在教学过程中取得了良好的教学效果。

致 谢

感谢中南大学教学改革项目“以案例教学为核心的机械设计学多模式教学研究与改革”(项目编号2021jy023)的支持。

参考文献

- [1] 汪昌盛. 机械设计教学中的工程案例应用实践探讨[J]. 教育教学论坛, 2019(33): 199-200.
- [2] 史美兰. 体会哈佛案例教学[J]. 国家行政学院学报, 2005(2): 84-86.
- [3] 朱立. 案例教学法探析[J]. 云南财贸学院学报, 2003, 19(6): 120-123.
- [4] 马凤才. MBA案例教学的三重境界[J]. 学位与研究生教育, 2022(2): 57-62.
- [5] 余罗兼, 吴黄懿, 花海燕, 等. 基于核心素养提升的《机械设计基础》案例教学探究——以工业设计班教学设计为例[J]. 科技创新导报, 2020(4): 185-186.
- [6] 熊丽娟, 刘文光, 封立耀, 等. 机械设计基础案例教学初探[J]. 教育教学论坛, 2019(41): 199-200.
- [7] 詹友基, 许永超, 林志熙. 基于专题案例的“机械制造技术基础”课程案例教学研究[J]. 教育教学论坛, 2020(39): 160-162.
- [8] 申儒林, 龚艳玲. 基于广义实践环境的教学模式——《机械设计学》教学模式探讨[J]. 长沙铁道学院学报(社会科学版), 2012, 13(1): 136-137.