

基于CAE仿真技术与BOPPPS教学模式的 《机械设计与创新》课程应用研究

——以减速器设计为案例分析

蔡佳

(南京工业职业技术大学, 江苏南京 210023)

摘要: 在现代机械工程教育中, 培养学生的创新能力和实践能力是至关重要的。本文探讨了CAE(计算机辅助工程)仿真技术与BOPPPS教学模式结合在《机械设计与创新》课程中的应用。通过分析CAE仿真技术在设计过程中的优势, 以及BOPPPS教学模式对学生参与度和学习效果的提升, 本文提出了一种新的教学模式, 以二级减速器设计为例进行案例分析。实践表明, 该模式能够有效提高设计工作的效率与准确性, 激发学生的创新潜能, 并促进学生的主动学习和知识建构。本文的研究成果为机械设计课程的教学改革提供了实证支持, 并为工程教育的改革与创新提供了新的思路。

关键词: CAE仿真技术; BOPPPS教学模式; 机械设计; 创新能力

一、引言

《机械设计与创新》课程旨在培育学生的工程素养与创新能力。然而, 传统的教学模式往往偏重于理论知识的传授, 而忽视了实践操作与创新设计的重要性。随着计算机辅助工程(CAE)仿真技术的飞速发展, 其在机械设计领域的应用为教学改革提供了新的视角。CAE技术不仅能够显著提升设计效率和准确性, 还能够激发学生的创新潜能。同时, 基于建构主义的BOPPPS教学模式, 以其学生中心、参与式学习的特点, 为提高教学效果提供了有效途径。本文旨在探讨将CAE仿真技术与BOPPPS教学模式相结合在《机械设计与创新》课程中的应用, 并以二级减速器设计为例进行案例分析。

二、CAE仿真技术在机械设计教学中的应用

随着机械设计教学改革的不断深入, CAE仿真技术的应用价值日益凸显。众多学者的研究指出, CAE技术能够显著提高设计工作的效率与准确性。尹硕辉等人在《项目驱动式教学在机械类CAE改革探索》中强调了CAE课程改革的必要性, 而刘刚与解占新在《面向“新工科”的机械设计教学改革探索》中讨论了新工科背景下的教学改革方向。这些研究表明, CAE仿真技术不仅能够提升学生的实际操作能力, 还能够激发学生的创新思维。本研究将基于这些理论基础, 通过二级减速器设计案例, 分析CAE仿真技术在教学中的应用效果, 以期为机械设计课程的教学改革提供实证支持。

三、BOPPPS教学模式设计

BOPPPS模式源自北美教师技能培训工作坊, 是一种基于建

构主义理论的模块化教学方式, 强调以学生为中心的互动学习。在“5G+互联网”时代, 它对数字化教学的有效实施具有重要作用。建构主义强调学习的主动性, 并重视知识建构过程。通过知识的互动与交流, 学生可以建构自己的知识系统。BOPPPS教学模式将这一理论应用到实际教学中, 并引入了课程观点的导入(Bridge-in)、明确定义了教学目标(Objective), 并进行前测(Pre-assessment)和后测(Post-assessment)来评价教学效果, 在此期间, 师生共同参与参与式学习(Participatory learning), 最终对包括教学过程在内的成果进行归纳总结(Summary), 以确保整个教育过程中都能激发积极参与和深度思考。这种模式不仅提高了学生的参与度, 还促进了学生批判性思维和问题解决能力的发展, 为机械设计课程的教学改革提供了新的视角。

四、传统机械设计课程存在的问题

在当前的机械设计类课程中, 存在一些问题, 这些问题在一定程度上限制了学生工程素养和创新能力的培养:

首先, 教学内容与实际工程需求的脱节是一个显著的问题。传统的机械设计课程往往侧重于理论知识的传授, 而缺乏与实际工程问题的紧密结合, 导致学生在解决实际问题时能力不足。并且, 教学方法单一, 过分依赖传统的讲授方式, 缺乏互动性和参与性, 不能有效激发学生的学习兴趣。

其次, 现有的机械设计课程设计内容单一, 如长期以二级减速器设计为例, 导致学生缺乏创新设计的训练和实践机会。同时, 学生普遍反映课程设计任务繁重, 时间紧迫, 而教师指导资源相对不足, 难以满足所有学生的指导需求。

五、以减速器设计为例的教学实施过程

（一）情景引入：构建机械设计背景

在机械设计与创新课程中，情景引入环节至关重要。教师通过多媒体展示和现场讲解，揭示减速器在多个工程领域的广泛应用。利用视频资料和 NX 三维模型，学生能够直观地观察减速器在不同机械系统中的安装位置和作用，理解其在动力传递和转速变换中的核心作用。通过实物模型或拆卸的减速器部件的现场展示，学生得以近距离观察齿轮、轴、轴承等关键零部件的布局和相互作用，深化对减速器工作原理的认识。

（二）目标设定：掌握减速器设计关键技能

在这一环节，学生将明确他们需要达成的学习目标，这些目标将指导他们完成减速器设计的学习任务。教师将概述课程的主要学习成果，包括对减速器工作原理的深入理解、设计方法的掌握，以及如何运用 NX 软件进行三维建模。学生将学习如何选择合适的材料、评估力学性能、并考虑制造工艺对设计的影响。此外，学生还将了解如何使用 MATLAB 进行动力参数和齿轮传动参数的计算，以及如何通过 CAE 仿真技术进行运动仿真和设计验证。这些技能将为学生提供一个坚实的基础，使他们能够成功地完成减速器的设计，并为将来的工程实践做好准备。

（三）任务引导：提出设计挑战

在任务引导环节，教师结合二级减速器的设计要求和性能参数，引导学生思考设计过程中的关键因素，如材料选择、力学性能、制造工艺等。通过 NX 运动仿真功能，模拟带传动、齿轮传动、链条传动等机构的运动过程，学生能够深入了解减速器的构造和工作机理。此环节不仅增强了学生对减速器基本构造的理解，而且激发了他们对机械设计的创新思维。

（四）探索实践：操作中发现问题的

探索实践环节是学生将理论知识应用于实践的关键阶段。教师提出启发性问题，鼓励学生探索减速器设计的优化空间和潜在改进方向。问题设计旨在促进学生将理论知识与实际应用相结合，例如探讨如何通过设计提高减速器的效率和寿命，以及未来减速器设计面临的环保和可持续性挑战。此外，引入 CAE 仿真技术，通过 MATLAB 进行动力参数计算、齿轮传动参数计算、齿面接触应力设计，以及减速器优化设计，利用 NX 软件进行三维建模和运动仿真，验证结构的可行性。

（五）延伸作业：巩固设计技能

在延伸作业环节，学生深入运用 NX 软件的有限元分析 (FEA)

模块，对齿轮、轴和紧固件等关键机械部件进行精确的强度和寿命验证。通过这一过程，学生能够识别设计中的潜在弱点，并采取措施进行优化，以确保机械系统的可靠性和耐久性。同时，学生可开展热分析，评估减速器在实际运行中的散热效果，特别是齿轮的润滑效果，这对于确保机械效率和减少能量损失至关重要。通过调整润滑剂类型和润滑系统设计，学生能够进一步提升减速器的性能。这一实践环节不仅巩固了学生的理论知识，而且提升了他们的设计技能，为将来解决复杂的工程问题奠定了基础。

（六）反思总结：回顾设计过程

在设计任务完成后，教师对设计方案进行归纳和总结，发布下一阶段的设计任务和要点，引导学生进行反思和总结。这一环节对于学生理解设计流程、识别改进空间、提升设计能力至关重要。通过这一过程，学生能够系统地回顾设计过程，明确设计要点，为后续设计任务奠定基础。

六、结束语

基于 CAE 仿真技术与 BOPPPS 教学模式的结合，为《机械设计与创新》课程的教学提供了新的思路。通过以二级减速器设计为案例，研究表明，该模式能够有效提升学生的学习效果和实践能力。这种结合不仅增强了学生对机械设计原理的理解，而且提高了他们的设计能力和创新能力。未来的研究可以进一步探索其他机械设计领域的应用，以推动工程教育的改革与创新。此外，这种教学模式的实施也为教师提供了宝贵的反馈，有助于不断优化教学策略，以适应快速变化的工程教育需求。

参考文献：

- [1] 张华, 李明. 计算机辅助工程在机械设计教育中的应用研究 [J]. 机械工程教育, 2020, 42 (3): 45-50.
- [2] 尹硕辉, 王大力, 刘洋. 项目驱动式教学在机械类 CAE 改革探索 [J]. 高等工程教育研究, 2019, 5 (2): 112-117.
- [3] 刘刚, 解占新. 面向“新工科”的机械设计教学改革探索 [J]. 工程教育, 2021, 12 (4): 58-63.
- [4] 刘月英, 王南, 张海霞. 机械设计课程设计基于创新能力培养的教学改革 [J]. 新纪实, 2020 (1): 1-6.
- [5] 刘照, 翟贤, 肖晓慧, 史端伟. 基于 BOPPPS 教学模式的机械专业综合实验教学设计的 [J]. 实验科学与技术, 2021, 19 (6): 75-78.