

高铁与城市轨道交通方向车辆工程专业《机械振动与噪声》课程教学改革探索

张淼淼

江苏师范大学机电工程学院, 江苏 徐州 221116

[摘要] 文章针对《机械振动与噪声》这一课程, 结合高铁与城市轨道交通方向车辆工程专业背景, 提出了教学改革方案。为了解决该课程在教学中的常见问题, 通过融入思政元素来激发学生学习兴趣, 通过优化教学方法提高教学效率, 通过结合专业实例训练学生工程思维。实践表明, 文中的教学探索能更好的满足新时代国家和社会对工科人才的培养要求。

[关键词] 机械振动与噪声; 教学改革; 高铁与城市轨道交通; 车辆工程

DOI: 10.33142/fme.v5i4.13542

中图分类号: G64

文献标识码: A

Exploration on Teaching Reform in the Course of "Mechanical Vibration and Noise" for Vehicle Engineering in the Direction of High-speed Rail and Urban Rail Transit

ZHANG Miaomiao

School of Mechatronic Engineering, Jiangsu Normal University, Xuzhou, Jiangsu, 221116, China

Abstract: This article proposes a teaching reform plan for the course "Mechanical Vibration and Noise", combined with the background of vehicle engineering in high-speed rail and urban rail direction. In order to solve common problems in the teaching of this course, ideological and political elements are integrated to stimulate students' interest in learning, teaching methods are optimized to improve learning and teaching efficiency, and engineering thinking is trained by combining professional examples. Practice has shown that the teaching exploration in the article can better meet the requirements of the country and society for cultivating engineering talents in the new era.

Keywords: mechanical vibration and noise; reform in education; high-speed rail and urban rail transit; vehicle engineering

引言

振动是日常生活和工程应用中普遍存在的现象, 掌握其规律有助于我们更好地认识世界和改造世界。机械工程专业人才通过对振动现象的认识可以做到在进行工程实践过程中充分抑制有害振动、利用有益振动, 更好地为人类造福^[1]。因此, 振动理论的学习是机械工程专业人才培养过程中的重要环节。

《机械振动与噪声》是江苏师范大学高铁与城市轨道交通方向车辆工程专业本科人才培养方案中的一门专业选修课程。课程主要介绍机械振动和声学的基本原理, 以及在机械工程实践中解决振动和噪声问题的基本方法, 要求学生在理论力学、矩阵论、高等数学和机械控制等先导课程基础上, 掌握机械系统的线性振动理论和声学原理, 熟悉机械工程所涉及的振动和噪声问题的控制方法。该课程为本专业学生在车辆动力学等专业课程的学习, 以及毕业设计环节奠定理论基础, 同时为其将来从事高铁与城市轨道交通方向相关工作提供指引。

本院车辆工程专业开设该门课程的目标为: 了解机械工程中常见的振动与声学问题; 掌握机械振动和声学的基本原理、模型构建和分析方法; 能够运用所学知识解决工程实践中的振动和噪声控制问题、利用振动; 将振动和声学知识与汽车、高铁与城市轨道交通列车设计和生产过程紧密联系起来, 形成工程思维。课程目标以及支撑的毕业

要求如表 1 所示。

表 1 课程目标所对应的毕业要求

序号	课程目标	毕业要求
1	了解机械工程实践中常见的振动与声学问题	1.2 掌握解决机械工程问题所需的工程基础知识, 具备应用基本理论分析工程问题的能力
2	掌握机械振动和声学的基本原理、模型构建和分析方法	2.1 能够运用数学、自然科学和机械工程专业的基本原理对机械工程问题进行识别与描述
3	能够运用所学知识解决工程实践中的振动和噪声控制问题, 利用振动	4.2 能够基于科学原理和方法, 针对复杂的机械工程问题, 通过文献研究与调研, 分析解决方案, 选择研究路线, 设计试验方案
4	将振动和声学知识与汽车、高铁与城市轨道交通列车设计和生产过程紧密联系起来, 形成工程思维	5.2 能够选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和模拟软件, 对复杂的车辆工程问题进行分析、计算与设计

1 教学中存在的问题

《机械振动与噪声》课程设置 32 教学学时, 课时较少, 但课程内容多且繁杂、理论强且难懂。在实际教学中发现, 部分学生基础薄弱, 老师在讲授相关原理之前需要帮助学生复习动力学原理、微分方程求解以及矩阵论等相关数理知识^[2], 这严重拖慢了正常的教学进程计划。课程理论性较强^[3], 往往一节课下来整个黑板写满推导公式,

传统的教师讲授、学生被动接受的教学手段单一，学生学习主动性不高，提不起兴趣，且疲于理解推导过程，学习效率低。课程所授内容与实际工程应用脱节^[4]，学生在学习过程中往往摸不着头脑，不理解相关重要知识点的应用场景，无法与高铁与城市轨道交通工程实例联系起来，且由于缺乏工程经验，对振动与声学相关问题的模型构建和特性分析锻炼不足，工程思维得不到很好的训练。

为此，本文针对上述问题并结合专业背景与课程目标，对《机械振动与噪声》课程进行教学改革探索，旨在激发学生的学习兴趣，提高学习效率，提升工程思维，为其将来能够从事相关学术研究和工程实践打下坚实基础。

2 课程教学改革探索

2.1 融入思政元素，激发学习兴趣

表 2 该课程中的其他思政元素

机械振动概述	以塔科马大桥垮塌事件为例，警示工程技术人员应具备严谨精神。
机械振动概述	从振动的危害和有利两个方面探讨，让学生认识到事物的两面性，培养哲学思辨。
振动运动学与激励源	以周期振动响应轨迹为例，引导学生发现工科之美。
机械噪声概述	以潜艇噪声控制为例，培养学生科技报国情怀，激发学习热情。
实际系统离散化力学模型	以二轮摩托车建模为例，由浅入深，教会学生处理问题要善于抓住主要矛盾。
具有黏性阻尼系统的振动特性	以三种阻尼为例，探讨适度原则，帮助学生正确处理事物的矛盾运动。
单自由度系统受迫振动	在共振知识点部分，以长征五号遥二火箭因局部共振失利为例，讲述我国航天工业发展历程，宣传大国工匠精神。
单自由度系统受迫振动	在周期激励的响应部分，以傅里叶为例，适当延伸，讲述科学家精神，树立榜样。
振动控制	从被动控制到主动控制，通过介绍主动悬架设计，鼓励学生探索和创新。
声学基础	通过对比声波波动方程与杆的纵向振动方程形式，引导学生发现工程中所包含的数学之美。
机械噪声	从声音的本质出发，培养学生透过现象看本质。
噪声的评价与控制	帮助学生树立以人为本的理念。

在教学中融入思政元素，有助于活跃课堂氛围，使抽象繁杂的知识点变得生动直观，同时也是高校立德树人的重要实践。因此，课程团队深挖教学内容中所蕴含的思政元素，在教授专业知识的同时，引领学生树立新时代工科人所需的世界观、价值观和人生观，帮助其将国家发展、民族复兴与课程学习联系起来，提高学习主动性。例如，在讲授隔振原理知识时，结合车辆工程专业背景，以“国家名片”——中国高铁为例。在前言部分展示“时速 315 公里京张高铁上立硬币”的视频，引导学生思考“为什么中国高铁运行如此平稳？由何保证？”从而引出列车转向架里的隔振设计。以高铁为例引出隔振重要性的同时，讲

述我国从“万国机车博物馆”到“中国创造”，从“站起来”到“强起来”的铁路装备发展历史，帮助学生了解那些我们习以为常的舒适背后鲜为人知的工程师们的艰苦付出，坚定自主创新必由之路，增强民族自信心和自豪感。其他可融入思政元素的环节如表 2 所示。

2.2 优化教学方法，提高学教效率

合理的教学环节设计可以保证教学与学习效率的提高。在每次课最后几分钟时间里，提前布置预习任务，让学生自主回顾下一次课所涉及的动力学基本原理以及高等数学和矩阵论等基础知识，使有限的课堂教学更专注于振动与声学基本理论和模型求解的讲授，保证教学进程。充分发挥学生作为课堂主体的作用，以问题为导向，引导学生独立思考，在适当的教学内容引入翻转课堂形式进行，如动力吸振器设计、高铁声屏障设计等，通过学生讲解、老师提问、师生互动的过程进一步提高学生学习效率，同时也可以锻炼学生的展示与表达能力。基于课程内容逻辑推理和计算强的特点，合理设计课上和课下练习作业，帮助学生及时巩固所学知识，反馈学习效果，动态调整教学进度，持续改进。优化考核评价，将翻转课堂表现计入平成绩评定，鼓励学生展示自我，做到全程评价。注重教学反思，结课之后根据课程目标，以各个环节为支撑考察课程目标达成度，分析与改进，不断完善教学方法。

2.3 结合专业实例，训练工程思维

该课程应与工程实例紧密联系，然而实际教学过程中常常过分强调理论与逻辑，特别是与高铁与轨道列车专业背景脱节，学生无法建立知识理论到工程实践的映射。从实际系统到物理与数学模型，再到求解与仿真的工程思维得不到训练，分析与解决实际工程问题的能力得不到提升。因此，课程团队在教学中注重学生科研能力的启发与培养，结合自身研究课题与专业特色，将工程实例穿插到振动与声学的理论讲授中。

比如，在讲授机械振动部分知识时，考虑到学生同时在学习“车辆-轨道耦合动力学”和“Simpack 实例课程”等专业课程，基于 Simpack 软件阐述一个完整车辆模型的建立过程。通过轮对与构架的一系悬挂、构架与车体的二系悬挂系统的建立，依次引出实际系统的离散化、单自由度振动微分方程的建立与求解、二自由度振动微分方程的建立与求解等知识点，并考察悬挂参数对车辆动力学特性的影响，加深学生对振动基础概念的理解，加强理论与实践的关联性。再如，在讲授声学基本理论与噪声控制部分知识时，基于 LMS Virtual Lab 软件展示高铁声屏障的隔声性能分析。通过声屏障有限元建模、边界条件设置、声源与声场建立来评估声屏障的隔声性能，强化学生对声波的传播、隔声原理、噪声频谱分析和声屏障设计知识的学习，加深学生对声源、声强、声压级、隔声量等概念的理解，进而提升学生在解决噪声控制问题上的能力。如图

1 所示。诸如此类的工程实例的引入不仅避免了学生对理论知识点的死记硬背，启发了学生的创新与科研能力，训练了学生处理实际问题的工程思维，还帮助学生形成了多门专业课交叉融合的车辆工程专业知识体系，为接下来的毕业设计环节打下了基础。

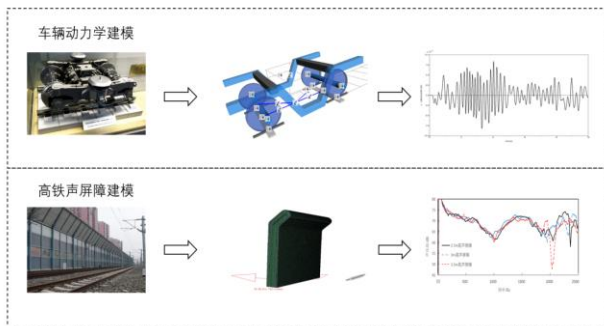


图 1 专业实例

3 结束语

《机械振动与噪声》是高铁与城市轨道交通方向车辆工程专业的重要课程，具有很强的理论逻辑性和工程应用性。本文针对该课程在教学中常见的问题，结合车辆工程专业

背景，通过融入思政元素、优化教学方法和结合专业实例等探索，激发学生学习兴趣、提高教学与学习效率、训练工程思维与素养，培养国家和社会所需要的人才。

基金项目：江苏师范大学自然科学研究基金项目（20XSRS012）；江苏省高等学校基础科学（自然科学）研究项目（21KJB470014）；江苏省产学研合作项目（BY20230572）。

【参考文献】

- [1] 华春蓉, 董大伟, 黄燕, 等. 机械振动课程教学改革与实践[J]. 高教学刊, 2024, 10(8): 149-152.
 - [2] 王勇, 田翔, 张云顺. 车辆工程专业《机械振动基础》课程教学实践研究[J]. 教育教学论坛, 2019(52): 176-177.
 - [3] 李娅娜, 谢素明, 齐鲲鹏. 基于应用型创新人才培养的“机车车辆振动基础”课程教学改革[J]. 科教导刊, 2022(27): 110-112.
 - [4] 郑恩来, 姚昊萍, 周永清, 等. “机械振动”课程项目化改革与创新实践[J]. 教育教学论坛, 2024(8): 61-67.
- 作者简介：张森森（1989—），男，汉族，工学博士，江苏师范大学机电学院讲师。