**全面深化新工科建设中理论力学课程内容体系探索**

方棋洪[[1]](#footnote-1)\*，冯慧，李甲，刘又文

（湖南大学 机械与运载工程学院力学系 湖南 长沙 410082）

**摘要：**全面深化新工科建设是为适应时代发展，响应国家战略和新兴产业发展需求，培养具有全球视野、创新精神和实践能力的复合型人才。理论力学是高校理工类专业必修的专业基础课程，是从基础理论学习迈向专业学习的关键一步。基于新工科建设对人才培养的目标，通过对理论力学课程体系和教学内容的思考、探索和实践，提出了几点有特色的建议，注重培养学生逻辑推理能力、强化问题分析能力、提升发散思维训练、激励学生科技报国，激发学生自主学习。

**关键词**：新工科、理论力学、创新思维、自主学习、研究性教学

中图分类号：O31 文献标识码: A

2017年以来，教育部积极推进新工科建设，为主动应对新一轮科技革命与产业变革，支撑服务创新驱动发展、“中国制造2025”等一系列国家战略服务[1]。新工科建设培养实践能力强、学习能力强、创新能力强、具备国际竞争力的高素质杰出优秀人才。目前，新工科在“抓理论、建专业、改课程、变结构、促融合”等促进高素质人才培养方面取得了重要进展[2]，已进入全面深化新工科建设阶段。在新形势下，通过创新教学模式和丰富教学内容提升课程教学效果、提高人才培养质量是各个高校需要积极开展的重要工作。课程是人才培养的核心要素，针对基础课程，重构和完善课程教学体系，加强课程系统化，做好课程教学设计，创新课程建设模式，把最新研究成果引入教学内容，是提升课程质量和建设“金课”的重要途径[2]。

理论力学是高校理工类专业学生必修的一门专业基础课程，是一门演绎性较强的课程，具有逻辑推理的严密性和对工程问题的高度抽象性，其基本概念和基本研究方法有助于学习其他课程和专业，有助于培养学生分析问题和解决问题的能力以及提升综合素质[3,4]。同时，理论力学系统性、理论性较强，教学内容相对经典，教学模式纯课堂讲授相对单调，学生自己主动思考的空间少，自主学习的热情低[5-7]。因此，将工程实践中广泛存在的理论力学问题引入课程教学，引导学生联系实际，提高学习积极性；将最新科研成果引入课程内容，开阔学生研究视野，开拓创新思维，均具有重要意义。为培养敢于质疑、善于钻研、勤于思考、兴趣广泛，有社会责任感，并具备初步研究能力和科学精神的创新人才奠定坚实的基础。

相较于其他力学课程，理论力学的纽带过渡作用更加显著，它是从基础理论迈向专业学习的关键一环，对培养学生自主学习能力、思维创新能力尤为重要**[8]**。因此，创新理论力学课程体系、丰富教学内容、改进教学模式是教师改进教学效果、提高人才培养质量的首要任务。近年来，我们在理论力学课程教学中不断进行教学探索与实践，逐步建立了充分体现研究性教学理念，注重逻辑推理能力养成，强化实际问题分析基础、贯穿创新思维训练，引入最新科研成果，激发科技报国情怀，并实现与后继力学课程相关内容自然衔接与融合贯通的教学内容体系。其主要特色是：

**一、遵循一般导出特殊，严谨基础理论体系**

该理论力学体系在物理学的力学基础上提高起点，理论推导从一般情形出发，给学生展示一个严谨的力学理论体系，注重培养学生逻辑推理能力。如力系的简化与约束力，典型约束模型的约束力均可以由一般力系根据力的平移定理简化得到。系力系的平衡，从空间一般力系入手，阐明力系平衡与物体平衡的区别，导出平衡方程，并由此获得各类特殊力系的平衡方程。又如点的运动合成，先导出动系作空间任意运动的合成定理，再由此得出动系作平移、定轴转动和平面运动的相应公式。再如动量矩定理，先导出相对运动矩心的定理形式，再由此得出几种适用的特殊形式，包括相对质心的动量矩定理等。

**二、扩展运动机构研究，加强动力冲击分析**

传统理论力学动力学内容，研究对象局限于刚体和力的外效应，而后续材料力学、弹性力学等课程又侧重于静力分析，运动机构和变形体的动力强度分析显得十分薄弱。力学专业的学生，以至工科专业的学生在他们的学习生涯中认识动力强度分析的唯一机会是理论力学。新体系针对工程实践中存在的力学问题，加强研究了变形体动力问题，例如简单机构和结构的冲击内力计算和运动构件的动力效应分析等。同时，概述了物体对心正碰撞的基本力学规律。针对理论力学的动力学部分提供的理论工具仅限于动量守恒和动量–冲量定理，增加了对撞击力、撞击脉冲和能量损失等重要的力学量，由此分析了锻压、打桩等工程问题。

**三、贯穿发散思维训练，注重创新能力培养**

教学内容贯穿创新思维训练，通过合理设问，引导探索思维。正文论述引导探索思维，问题解析激发直觉与灵感，例题变换训练发散思维与联想。针对某些重要概念，及时出示灵活多样的思考题，引发学生积极思维，训练直觉，刺激灵感；典型例题以力学模型的建立、求解与分析为主线，注重题型归纳与方法总结；例题解答后加以思考问题，引导多方法求解，多层次分析与多形式变换，构造点、线、面、体思维网络，训练发散思维，引导研究探索，培养创新能力。每章后的习题与讨论题提供了不同层次的训练素材，特别是每章的讨论题，有的难度较大，可供课堂讨论和有余力的学生课外训练，其中部分例题、习题与讨论题是作者的教学研究成果。

**四、引入现代科研成果，激励学生科技报国**

经典理论力学的内容体系，大多都按照静力学、运动学和动力学的顺序，而且课程内容、例题和习题也很相似，讨论对象是简单刚体、滑轮、曲柄连杆机构等，与工程需求的联系不密切，不是现代科技和工程中的重要问题。在紧密结合课程内容的基础上，引入最新的相关研究成果，开拓学生视野，让学生体会到基础课程的重要性，并激发学生科技强国的情怀。例如在讲授力系简化原理后，引导学生重新分析连续介质微元体平衡，不但明白了传统理论的局限,还引出了现代弹性力学的偶应力以及非局部理论新概念。再如讲授质点系动能定理后，基于质点系动力学特性，引导学生接触目前应用最广泛的纳米尺度力学计算方法--分子动力学模拟，理解分子动力学方法的基本原理和建模技术，把学生引领到现代科学的前沿窗口。

**五、贯通后继课程内容，加强共享知识迁移**

理论力学的基本模型和基础理论是后续一切力学课程的基础，其课程体系以质点系为基本模型导出普遍理论，以刚体系为主要应用对象，同时涉及有关变形固体与流体问题。例如力系的简化与平衡原理贯穿于刚体、变形固体和流体的静力分析中。又如质点系的虚位移原理用于刚体时，内力虚功为零；用于变形体时，计入内力虚功，并导出变形体的几个能量定理。新体系与后继课程相关内容自然衔接，融合贯通，形成有机整体。例如力系简化原理与杆件内力分析、刚体平衡条件与变形微元体平衡、质点系虚位移原理与变形体能量方法、刚体动约束力与变形体动内力等，都在新体系内容中适当渗透并建立了统一的理论原理，与后继的材料力学、结构力学和流体力学等课程相关内容自然衔接，建立了它们理论上的内在联系。

**总结**

该理论力学课程内容新体系的建立与实施历时10余年，分为两个阶段两种模式进行：第一阶段第一种模式始于2007年，在学校多项教改课题支撑下，全面贯通理论力学、材料力学和结构力学三门课程内容，打破原有课程界限，分为运动学，静力学，动力学三篇，并已在我校工程力学专业试点。第一种模式由于受到现有人事体制等客观条件限制难于推广应用，未能形成标志性成果，但为第二种模式积累了丰富的经验。第二种模式始于2011年秋季，充分采用了第一阶段改革与实践成果，其特点是：仍按传统名称设课，多门力学基础课程内容实质性贯通。该模式在我校工程力学专业连续试点至今。新体系实施第一阶段效果较好，每次在全国周培源大学生力学竞赛理论赛中，均有数名学生获全国二等奖以上奖励。2015年湖南大学获得了第十届全国周培源大学生力学竞赛“理论设计与操作”团体赛唯一特等奖，并于2017年承办了第十一届全国周培源大学生力学竞赛“理论设计与操作”团体赛。根据“引入现代科研成果，激励学生科技报国”的目标培养创新人才，有多名本科生在老师的指导下，通过课外综合性训练，激发了探究欲望和创新灵感，撰写了创新论文，并将研究成果发表在高水平专业期刊；同时，有数位学生申请了国家发明专利并授权。新体系实施的第二阶段，我们形成了高质量特色鲜明的《理论力学》系列教材，准备近期在高等教育出版社出版。

当前，在理论力学的课程体系和教学内容改革中，我们主要注重培养学生逻辑推理能力、强化问题分析能力、提升发散思维训练、激励学生科技报国，激发学生自主学习。在后续的教学科研中，如何实现课程的高阶性、创新性、挑战度，如何面向实际需求、提升学术品位、拓展学术视野等，均是需要重点关注和逐步解决的问题。同时，教材是传播知识的主要载体和人才培养的主要剧本，其内容体现着一个国家、一个民族的价值观体系，在全面深化新工科建设时期，编著适应时代发展的理论力学教材亦刻不容缓。

**参考文献**

[1] 胡波，冯辉，韩伟力，徐雷.加快新工科建设，推进工程教育改革创新.复旦教育论坛[J],2017,15(2):20-27.

[2]吴岩.服务中国式现代化，建好金专、金课、金师、金教材.同济大学报告,2022，8.21.

[3]叶红玲,杨庆生,刘赵淼等.理论力学课程教学高阶性建设的探索与实践[J].力学与实践,2020,42(4):489-494.

[4]李俊峰.清华大学钱学森班的理论力学教学实践[J].力学与实践,2018,40(4):422-427.

[5]李宝辉，王正中，李会军.新工科背景下“理论力学”教学改革探索[J].黑龙江教育，2020,11:15-16.

[6]石丽建，汤方平，杨帆.新工科背景下关于“理论力学”教学的几点思考[J].教育教学论坛,2020,23:314-315.

[7]刘汇慧,李同伟,王翚,吕珍龙.新形势下改进理论力学课程教学的几点思考[J].科教导刊, 2021,9:152-153.

[8]刘又文,龙跃君.研究性课程教学:理论力学精品课程建设的探索与实践[J].中国大学教学, 2008,11:14-16.

**Exploration of the content system of theoretical Mechanics in comprehensive establishment of** **new engineering and technical disciplines**

Fang Qi-hong, Feng Hui, Li Jia, Liu You-wen

（College of Mechanical and Vehicle Engineering, Hunan University, Changsha, Hunan 410082, China）

**Abstract**: Comprehensive construction of new engineering and technical disciplines is to adapt to the development of the times, respond to the national strategy and the development needs of emerging industries, and cultivate compound talents with global vision, innovative spirit and practical ability. Theoretical mechanics is a compulsory basic course for science and engineering majors in colleges and universities, which is a key step from basic theoretical learning to professional learning. Based on the goal of talent training in the construction of new engineering, through thinking and exploring the curriculum system and teaching content of theoretical mechanics, this paper puts forward five distinctive suggestions. These suggestions focus on cultivating students' logical reasoning ability, strengthening problem analysis ability, improving divergent thinking training, encouraging students to serve the country through science and technology, and inspiring students to study independently. It provides reference for the subsequent reform of theoretical mechanics teaching.

**Key words**: New engineering and technical disciplines, Theoretical mechanics, Innovative thinking, Autonomous learning; Research based teaching

1. 基金项目：湖南省普通高校教学改革研究重点项目（HNJG-2021-0026）；湖南大学规划教材建设项目。

   作者简介：方棋洪(1977-- )，男，浙江淳安人，博士，湖南大学教授、博导（[fangqh1327@hnu.edu.cn](mailto:fangqh1327@hnu.edu.cn)）,

   力学系主任；主要研究方向：先进材料和结构力学。 [↑](#footnote-ref-1)