

新工科建设背景下机械类专业课程教学改革研究

——以液压与气压传动课程为例

房德磊¹, 张洪威²

¹天津科技大学机械工程学院, 天津

²天津交通职业学院汽车工程学院, 天津

收稿日期: 2025年7月18日; 录用日期: 2025年8月12日; 发布日期: 2025年8月21日

摘 要

随着科学技术的发展与现代产业的变革, 高等教育正在朝着多学科融合、理论转化实践以及学生全面发展的新工科创新建设发展。本文针对机械类专业课程教学改革需求, 以液压与气压传动课程为例, 开展相关理论探索与实践研究。首先进行液压与气压传动课程概述, 面对目前教学中存在的问题, 进行教学体系重构, 分为三个阶段开展教学组织实施, 最终完成教学资源建设与教学成果评价。本文旨在为新工科背景下机械专业课程的教学改革提供理论借鉴与实践经验。

关键词

新工科, 机械专业, 实践能力, 综合素质

Research on the Teaching Reform of Mechanical Engineering Courses under the Background of New Engineering Education

—A Case Study of the Course of Hydraulic and Pneumatic Transmission

Delei Fang¹, Hongwei Zhang²

¹College of Mechanical Engineering, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin

²School of Automobile Engineering, Tianjin Transportation Technical College, Tianjin

Received: Jul. 18th, 2025; accepted: Aug. 12th, 2025; published: Aug. 21st, 2025

Abstract

With the development of science and technology and the transformation of the modern industry, the higher education is moving towards the innovative construction of the New Engineering Education characterized by the multi-disciplinary integration, the transformation of theory into practice, and the all-round development of students. This paper, in response to the demands of teaching reform in mechanical engineering courses, takes Hydraulic and Pneumatic Transmission as an example to conduct theoretical exploration and practical research. Firstly, it provides an overview of the course of Hydraulic and Pneumatic Transmission. Facing the existing problems, it reconstructs the teaching organization and implementation. Finally, it completes the construction of teaching resources and the evaluation of teaching results. This paper aims to provide theoretical references and practical experience for the reform of mechanical engineering courses of the New Engineering Education.

Keywords

New Engineering Education, Mechanical Engineering, Practical Ability, Comprehensive Quality

Copyright © 2025 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

目前, 全球化科技革命快速发展, 现代产业结构深刻变革, 高等教育的发展方向已经从传统工科建设向新工科建设转变。新工科建设强调多元学科的交叉融合、学生实践能力的深度培养以及工程伦理与专业素养的全面提升, 新工科建设的最终目标是培养适应现代产业发展需求的高素质复合型人才[1]。在这样的建设背景下, 机械学科作为传统工科的重要组成, 机械类专业课程作为培养学生实践能力与创新思维的重要环节, 其课程教学改革与创新势在必行。

近几年, 国内外越来越多的教育工作者投身新工科建设的创新与实践, 尤其在机械类专业课程方面, 已经融入工程教育理念进行深入的研究与探索[2]。在国外, 麻省理工学院与斯坦福大学首先开展项目式教学与跨学科课程设计, 很大程度上提升了学生的工程实践能力; 国内各高校也积极开展新工科背景下的机械专业教学创新探索, 包括“智能制造现代产业学院”、“卓越工程师计划”等, 推动课程教学与机械制造产业的深入对接[3]。

液压与气压传动属于多学科交叉的复合型课程, 既包括流体力学、理论力学与材料力学等, 又包括机械设计、机械原理以及控制工程等, 在机械专业教学中起着至关重要的作用。液压与气压传动课程起源较早, 发展时间较长, 但面对新工科建设的时代要求, 仍存在以下问题: 首先, 思政教育、双创教育与课程专业教育的有机融合不足, 针对学生工程伦理与家国情怀的有效引导不够; 其次, 传统基础理论教学与现代产业需求匹配度不高, 学生在将理论知识转化为解决实际问题的能力方面较弱; 最后, 教学内容拘泥于课堂, 学生创新能力与综合素质的培养有待加强。

本文以天津某高校为例, 基于机械专业新工科建设需求, 针对液压与气压传动课程创新, 提出一套相对系统的教学改革方案, 以课程目标为指引, 开展课程体系重构、创新教学组织实施、完善教学评价建设。通过本文的研究, 旨在进一步提升学生的专业素质和综合能力, 为机械专业学生的职业发展奠定

基础;同时,为机械类专业课程的创新建设提供借鉴。

2. 课程情况概述

液压与气压传动是研究以流体为能源介质,来实现各种机械传动和自动控制的学科,它不但渗透在各种工业设备中,而且是科学实践研究,电子工程生产的有机组成部分[4][5]。液压与气压传动是机械类专业核心课程。在整个教学计划中,该课程占有很重要的地位,它所介绍的内容,是机械工程技术人员必须掌握,不可缺少的基础技术知识。基于新工科建设需求,学校“高素质综合型人才”培养定位以及机械专业工程认证教育理念,制定本课程目标如下:

(1) 价值目标: 深刻理解工程伦理内涵,培养大国工匠精神,激发科技报国的家国情怀和使命担当,培养职业精神和职业规范,塑造遵纪守法、爱岗敬业、开拓创新的职业品格和职业习惯。

(2) 知识目标: 掌握液压与气压传动的基本理论和基础知识,熟悉典型液压与气压传动元件与基本回路的工作原理、结构组成与性能特点,掌握代表性液压与气压传动系统的分析手段与设计方法。

(3) 能力目标: 结合行业背景与装备需求,能够运用所学知识分析和设计典型机械装备(尤其是轻工装备)的液压与气压传动系统,能够解决工程实践中的具体问题,能够创新性地方案分析和优化。

3. 课程体系重构

(1) 为解决思政教育、双创教育与专业教育的有机融合问题,课程团队从三个方面来实现,如图1所示:首先,课程内容建立大国装备制造、社会快速发展与专业课程的联系:包括航空航天、军事勘探以及智能工业4.0的发展与液压气压传动技术密不可分,激发学生科技报国的家国情怀和使命担当;其次,以教师的求学、科研以及工作的亲身经历,帮助学生理解生产实践中需要的工程伦理以及职业品格和职业习惯等;最后,选取优秀竞赛案例作为示范教学内容,学生讲述创新创业学科竞赛的体会和收获,为更多学生树立榜样,发挥激励作用。



Figure 1. Diagram of integration of ideological and political education with innovation and entrepreneurship education and professional education

图 1. 思政教育融合双创教育与专业教育图

(2) 为实现轻工特色的“基础理论”与“工程实践”的联系,课程团队从两个方面来开展,如图2所示:对于基础理论的教学内容,首先包含工程实际应用介绍,学生随之建立局部到整体的学习逻辑:基于流体传动基础知识,掌握基本元件、回路的结构和特性,最终实现整体传动系统的设计与分析;理论教学完成后,加入实验和实践内容夯实基础,实验内容包括课堂理论教学的原理验证,加深学生对液压气动技术的感知,实践内容包括“模块化生产加工系统”与“自动化包装产线”等轻工特色项目,学生面向实际问题设计分析流体传动系统。

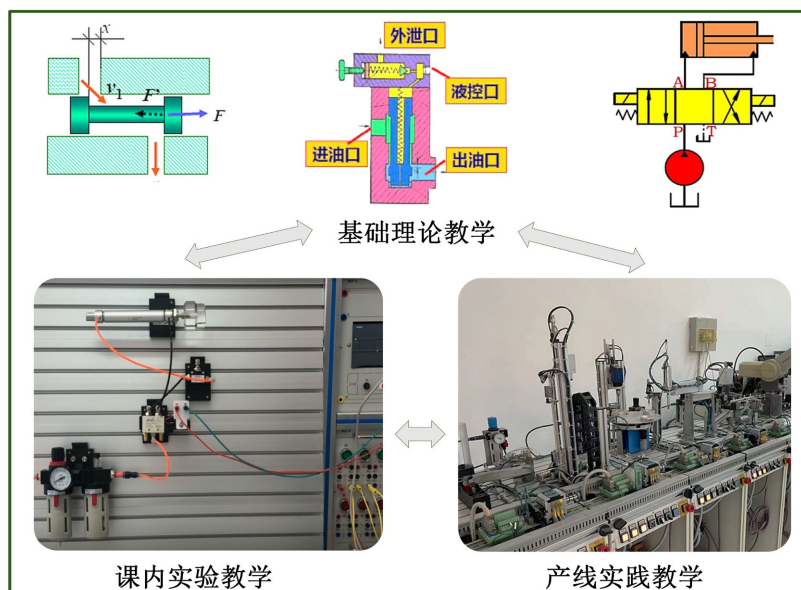


Figure 2. Integration of basic theoretical teaching with experimental and practical teaching

图 2. 基础理论教学融合实验实践教学图

(3) 面向机械行业需求与社会服务的学生综合能力的提升问题, 课程团队把创新创业等学科竞赛优秀案例引入教学, 做到“以赛促教、赛教相长”, 如图 3 所示。学生掌握基础理论, 锻炼专业实践后, 还不完全具备面向机械行业需求与社会服务的能力, 通过优秀学生参加竞赛案例汇报, 让所有学生了解机械行业中液压气压传动产品的项目背景、行业痛点、技术研发、科技成果、生产模式、销售模式、引领教育以及社会意义等内容, 经过研讨和学习, 更多学生有信心有能力报名参加创新创业竞赛, 在实战中提升行业需求与社会服务的各方面能力。



Figure 3. Diagram of the discipline competitions cultivate comprehensive abilities

图 3. 学科竞赛培养综合能力图

4. 教学组织实施

课程采用“课堂理论教学、校内实践环节、学科竞赛示范”层层递进的能力培养模式, 每个阶段融合思政教育、专业教育以及创新创业教育, 最终形成“理论教学 + 实践训练 + 应用示范”的综合型教学范式。

(1) **课堂理论教学:** 首先整体介绍液压与气压系统在机械装备领域的定位和意义, 然后分别教学流体

力学基础知识、各种典型液压气动元件以及基本控制回路, 最终完成流体传动系统的设计、分析以及改进, 以“整体-局部-整体”的教学思路开展。课堂讲解采用问题式引入、启发式分析、案例式巩固等教学方式, 帮助学生掌握基础理论与基本方法, 培养学生逻辑思维和创新意识。

(2) 校内实践环节: 设计包含“基本理论实验-轻工项目实践”的递进式校内实践环节。培养学生以科学实验的方式验证所学的理论知识, 在实验室环境下, 完成实验平台的搭建与元件性能的测试。进一步地, 面对轻工机械装备系统, 能够应用所学方法进行设计分析, 面对复杂工程问题, 能够提出创新性优化方案, 形成良好的工程师素质和职业修养。

(3) 学科竞赛示范: 为培养全面发展的高素质应用型人才, 在课程理论教学与校内实践环节的基础上, 加入学科竞赛应用示范。学生经历实战, 亲身参与关于产品的市场调研、与团队同伴的技术研发、面向企业应用的实地测试, 真正锻炼机械行业需求的全面综合能力; 同时, 在竞赛中真正感受如何实现自身价值与如何服务回馈社会。

5. 改革实践成效

5.1. 课程成绩评定

将过程性评价与结果性评价相结合, 制定评价标准, 针对学生的价值素养、理论知识与应用能力等方面综合考核:

(1) 课程的过程性考核由 3 部分组成: 课后作业 20% (包含每个章节内容小作业、项目实践大作业); 实验报告 15% (包含液压气压系统搭建测试, 考核实验表现和实验报告); 课堂表现 15% (包含基本知识测试、竞赛及项目研讨表现等)。

(2) 期末考试 50%, 基于 OBE 教育理念, 对照课程目标设置期末考试成绩和过程化考核标准, 并进行课程目标达成度分析, 用于课程教学的持续改进。

选取课程目标 2 和课程目标 3 进行分析, 如图 4 所示: 课程目标 2 关于液压气压元件相关知识和能力培养, 达成度得分 0.683; 课程目标 3 关于液压气压传动基本回路相关知识和能力培养, 达成度得分 0.808。总结来看, 经过课程改革, 学生整体学习积极性较高, 能够较好地理解和运用液压基本回路知识。然而, 对于液压元件细节方面的知识掌握不足, 需在今后的教学中进一步加强。

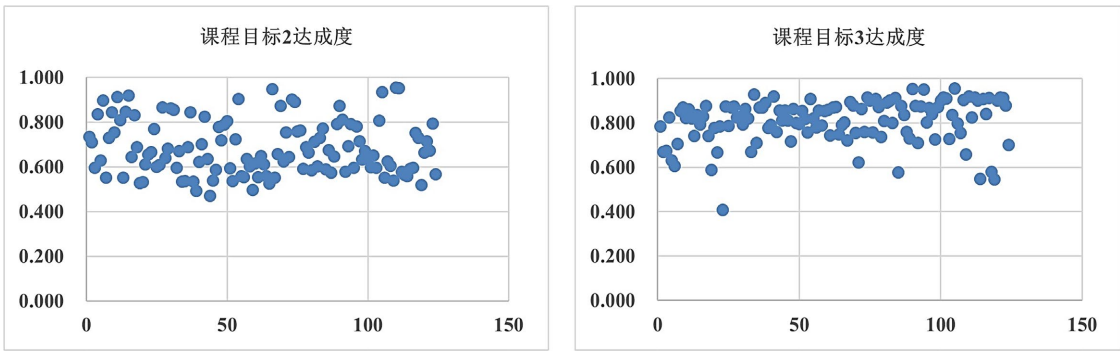


Figure 4. Diagram of course objective achievement analysis
图 4. 课程目标达成度分析图

5.2. 其他教改成果

(1) 教学资源建设

依托天津市轻工装备教学实验中心, 课程团队建成了气压传动与 PLC 控制实训装置、液压传动与

PLC 控制实训装置、自动化包装产线、模块化生产加工系统等实践平台,编写了实验指导书和实验教学大纲,录制有实验教学视频。课程积累了多媒体课件、教案、基于雨课堂的知识点测试题库、校内实践实施方案和汇报成果、期末考试题库、“挑战杯竞赛”与“互联网+大赛”等各种学生竞赛案例和成果资源。

(2) 教学实践成果

“理论到实践再到应用”的层层递进的教学模式,提升了学生的学习能动性、工程师素养和家国情怀。引入“学科竞赛应用示范”,学生积极参加创新创业竞赛,“基于气压驱动的智能管道机器人”项目,获国家级一等奖2项,天津市特等奖1项、金奖1项,申请国家专利4项;帮助社区完成排水管道维护、进入中学开展“双减”讲座等社会公益服务。近五年来,团队不断丰富教学软硬件资源,先后引入先进教学理念、开展过程性考核方法、提升学生全方位能力,直接受益学生近2000余人。

5.3. 改革成效讨论

改革成果分为两方面:教学直接产物和间接受益成果。在教学直接产物方面,包括学生成绩的提升以及实践能力的提升,团队积累的教学案例资源以及学校配备的实验实践平台。在间接受益成果方面,最为突出的是学科竞赛获奖,因为在教学中引入学科竞赛示范,大大激发了学生的参赛热情,促进了竞赛成果的产出,这些成果再一次进入教学案例库,进一步反哺教学改革建设。

当然,在教学改革中也遇到一些挑战和局限。例如,学科竞赛主要面向能力突出的学生,尚未实现普适化,如何有效推广至全体学生仍需进一步规划。在师资方面,前期仅有1名专任教师和1名实验教师,部分教学改革举措未能全面实施。后续可通过联合其他课程及教师组建课程团队,以协同建设、统筹推进、分工协作的方式开展工作,这也契合新工科课程建设的内在要求与发展方向。

6. 结语

基于新工科创新建设需求,立足机械类专业课程教学改革,以液压与气压传动为例,开展了一系列探索与实践。制定了多元融合的新型课程目标,包括能力目标、知识目标与价值目标;针对课程中思政教育、双创教育与专业教育的融合不足;基础理论教学与现代产业需求匹配不高;学生创新能力与综合素质提升不强等问题,进行了新型课程体系重构;随后设计了“课堂理论教学、校内实践环节、学科竞赛示范”层层递进的能力培养模式,每个阶段融合思政教育、专业教育以及创新创业教育,最终形成了“理论教学+实践训练+应用示范”的综合型教学范式。实践表明,以上课程改革不仅实现了优质教学资源的建设,促进了学生综合素质的提升,还为新工科建设中机械类专业课程的改革提供了相关参考。

参考文献

- [1] 吴爱华,侯永峰,杨秋波,等.加快发展和建设新工科 主动适应和引领新经济[J].高等工程教育研究,2021(1):1-9.
- [2] 李培根,许晓东,陈国松.工程教育认证背景下课程体系重构的思考[J].中国大学教学,2022(5):12-18.
- [3] 陈小虎,王芳,杨燕.新工科背景下项目式学习(PBL)在机械类课程中的应用[J].机械工程学报,2023,59(10):324-332.
- [4] 张卫东,刘宏伟,王磊.液压与气压传动课程“三阶四维”教学改革探索[J].实验技术与管理,2022,39(3):178-182.
- [5] 刘吉轩,王玲,杨立军.基于虚实结合的液压传动实验教学平台开发[J].实验室研究与探索,2023,42(5):152-156.