

DOI: 10.3969/j.1001-7232.2024122

“液压与气压传动”课程教学改革实践

——以北京林业大学为例

李变红 李琼砚 程朋乐

(北京林业大学工学院, 北京 100083)

摘要:新工科建设强调实践与创新,“液压与气压传动”是工科教育中衔接流体力学等基础理论与机械设计、自动化控制等工程应用的核心课程。本文以北京林业大学为例,分析“液压与气压传动”课程传统教学存在以下问题:①教学内容陈旧,对电液伺服控制、智能诊断等新兴技术及高端制造、新能源等前沿应用场景覆盖不足,技术标准也未及时更新;②教学方法单调,不能有效引导学生主动思考、自主分析,导致学生难以理解工程逻辑,无法培养系统设计与解决问题能力,对复杂知识点产生畏难情绪;③缺乏有效的实验和实践环节,实验课时较少,且多为简单的验证性实验,实验流程框架化,缺乏学生的探索和个性化发挥机会;④课程考核标准单一,使学生忽视对知识的深入理解和批判性思考。针对上述问题,从以下方面实施教学改革。①革新教学理念,以项目为中心,设计和实施实践性项目,注重学生在实际工程项目中的实践经验和技能培养,强调培养学生的创新创业和实践能力;②调整教学内容,实施专题教学法,将课程内容归类为6个专题,确保教学内容与时俱进;③改进教学方法,强化实践操作,在开展线下实验前先进行线上仿真实验,提高学生综合能力,采用验证性实验和设计性实验相结合的方式,加强学生的动手操作能力,引入真实案例引导学生分析和解决实际问题,并辅助多媒体教学手段;④考核形式多元化,增加过程性考核比例,具体包括课堂表现、作业成绩、实验成绩、项目成绩,促进学生个性发展和多元智能培养;⑤优化教学质量评价机制,根据学生的反馈及时调整和改进教学方法、教学内容,根据同行评价和观摩学习提高教师的教学水平。与教改前相比,教改后学生对课程的期望值有所增加,教改显著调动了学生的学习兴趣,高分段学生人数比例明显增加,“液压与气压传动”课程目标的总体达成情况较好。

关键词:新工科;液压与气压传动;车辆工程专业;专题教学

随着中国经济的持续增长和对科技创新的高度重视,教育部门面临着为社会培养更多创新型工程技术人才的巨大压力。新工科建设成为高等教育改革的关键词。新工科不仅仅是对工科教育的一种更新,更是对传统工科教育模式的一种挑战。它强调实践与创新,要求高等教育机构能够培养出既有基础理论知识,又具备创新实践能力的工程技术人才^[1]。“液压与气压传动”是工科教育中衔接流体力学等基础理论与机械设计、自动化控制等工程应用的核心课程,是培养学生工程思维、系统设计与实践能力,且为后续学习高端装备控制、智能制造技术奠定关键基础的重要课程,具有技术性强、实践性强等特点。笔者以北京林业大学“液压与气压传动”课程为例,针对教学中存在的问题,探讨教学改革措施,以期提高课程教学质量,推进相关专业的人才培养。

一、“液压与气压传动”课程教学存在的问题

“液压与气压传动”是机械设计制造及其自动化专业、车辆工程专业学生大三上学期开设的专业

基础课,课程目标是使学生掌握液压与气压传动的基础知识,掌握各种液压、气压元器件的工作原理、特点、应用和选用方法,熟悉各种液压与气动基本回路的功用、组成和应用场合,了解国内外先进技术成果在机械设备中的应用^[2]。该课程传统教学存在以下问题。

(一)教学内容陈旧

一方面聚焦传统元件与基础回路,对电液伺服控制、智能诊断等新兴技术及高端制造、新能源等前沿应用场景覆盖不足;另一方面技术标准未及时更新,且未充分融入绿色节能设计等产业新需求,导致教学与行业实际脱节。而且教学内容没有根据不同类型学校、专业的培养目标侧重点不同而有所区分。农林类学校应侧重农业和林业特种车辆液压系统的讲解和分析。工科类学校的车辆工程专业应根据自身的专业特色和优势,在课程中融入相关内容。若学校在智能网联汽车方面有较强的研究实力,可在教学中增加智能网联汽车液压系统的相关知识,如自动驾驶车辆中液压控制系统的应用等,使课程内容更具针对性和专业性,以更好地

满足专业培养目标的需求。同时针对教学内容较少涉及学科前沿发展现状和趋势问题,应根据各高校的办学特色在授课内容中加入相关前沿技术,如农林类学校可以将最新特种车辆液压系统的新技术融入到教学内容中,工科类学校可将最新自动驾驶车辆中液压控制系统最先进技术融入到教学中。

(二)教学方法单调

“液压与气压传动”课程总学时为32学时,其中理论课28学时,通常以教师授课为主,学生被动接收知识,不主动思考,缺乏主动性和创造性,限制了学习效果 and 兴趣。如果没有有效的教学方法和手段引导,容易出现一步落、步步落的问题。例如讲解液压阀(如溢流阀)工作原理时,教师若仅通过PPT罗列结构组成、调压过程,学生被动记忆溢流阀通过弹簧力与油液压力平衡实现调压,不能主动思考弹簧刚度如何影响调压精度、不同工况下溢流阀的启闭特性差异等知识点,后续学习液压系统压力控制回路时,便无法自主分析为何重载工况需选用高压大流量溢流阀,出现知识衔接断层;又如学习气动基本回路(如单缸往复动作回路)时,教师直接推导回路组成与动作流程,学生被动记录需串联换向阀、流量阀,未主动尝试设计多缸联动回路或排查回路卡顿故障,既难以理解回路设计的工程逻辑,也无法培养学生系统设计与解决问题的能力。长期被动接收知识还会让学生对电液比例控制等复杂知识点产生畏难情绪,最终影响学习效果与兴趣。

(三)缺乏有效的实验和实践环节

在新工科背景下,倡导多元化和创新型的工程实践人才培养理念^[3],因此,在车辆工程人才培养过程中,应注重培养学生的实践创新能力,更新优化课程内容及教学方式^[4]。另外,学生基本上没有任何液压与气动实践经验,使得课程学习目标模糊,这在一定程度上影响了学习动力。因此实验和实践教学对理解并掌握“液压与气压传动”课程内容至关重要。该课程实验课较短,仅有4学时,采用班组实验的形式,实验内容多为简单的验证性实验,趋向格式化,实验流程框架化,缺乏学生的探索和个性化发挥机会。

(四)课程考核标准单一

课程考核成绩由考试成绩(70%)和平时成绩(30%)组成。以考试成绩作为主导的考核标准会让学生更加关注理论知识的学习,过于关注应试,而忽视对知识的深入理解和批判性思考。单一的

考核标准也可能使教师的教学更倾向于知识记忆、习题讲解等环节,忽略了对学生思维能力、创新能力、实践能力以及知识运用能力的培养。

二、“液压与气压传动”课程教学改革的措施

针对上述问题,“液压与气压传动”课程有必要进行教学改革,提高学生在工程实践、设计/开发解决方案等方面的能力,从而推动达成解决车辆工程领域复杂工程问题能力的毕业要求。

(一)革新教学理念

在新工科建设背景下,教学理念注重培养学生的综合能力、创新意识和实践能力,以适应快速变化的社会和产业需求^[5]。本次课改更新了教学理念,以学生为中心,致力于培养学生的综合能力。①以项目为核心,设计和实施实践性项目,培养学生解决问题的能力、团队合作能力和创新意识。项目驱动学习能够在实践中学习、在实践中成长,提高他们的实践能力和应变能力。②强调理论与实践结合,注重学生在实际工程项目中的实践经验和技能培养。教师通过实践导向的教学,使学生可以更好地理解理论知识,并能将其应用于解决实际工程问题。③强调培养学生的创新创业和实践能力,提供创新创业项目和资源支持,鼓励学生在工程技术领域开展创新性的实践和研究。创新创业教育能够培养学生的创新意识和创业能力,促进学生将所学知识应用于解决实际问题(见图1)。

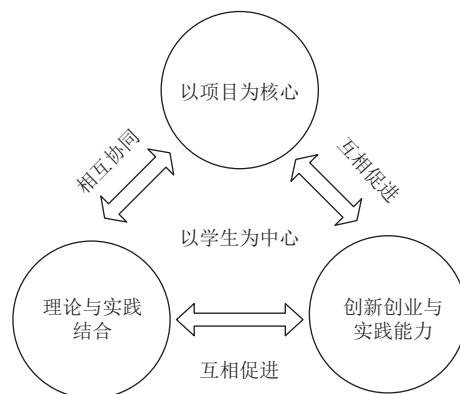


图1 “液压与气压传动”课程的教学理念

(二)调整教学内容

专题教学法以问题导向为基础,重视学生主体性,强调以学生的学习需求为出发点,更能适应“液压与气压传动”课程的教学实践要求。为了让学生在理论与实践都能获得均衡的发展,对“液压与气压传动”课程教学内容进行全面的修订和更新,采用专题教学法,确保内容与时俱进,根据各章

节的特性和关联性，将课程内容归类为6个专题，并制定每个专题的详细教学计划和策略。根据教学要求，以培养目标和毕业要求为基础，从提高学

生的实际能力出发，制定教学计划(见表1)，确保学生在学习过程中逐步深化对液压技术的理解，并能够在实际操作中不断巩固与提高。

表1 调整后的“液压与气压传动”课程教学内容

专题	学时	教学内容	教学要求		
			教学目标	毕业指标点	达成途径
专题一: 液压系统辅助元件	5	液压油、系统辅助元件	①掌握液压与气压传动技术的基本概念, 流体力学基础知识、各类元件及基本回路的基础知识, 能够将这些专业基础知识运用到液压与气压传动系统的设计与改进中; ②运用所掌握的液压与气压传动知识对系统进行分析, 具备分析系统工作原、工作过程、系统中各元件的作用及客观评价系统优缺点的能力, 具备分析和解决工程实际问题的创新意识和设计能力; ③具备利用实验对液压系统性能进行研究的能力, 并掌握必要的实验技能及实验数据处理能力	1.2 具有解决车辆工程问题所需的工程力学、热流体等工程基础知识和应用能力	课堂讲授
专题二: 液压系统动力元件	6	泵、马达		2.1 能识别和判断复杂车辆工程问题的关键环节和参数	课堂讲授、课后作业及答疑、实验操作
专题三: 液压系统执行元件	3	液压缸		7.3 针对实际车辆工程项目, 能够判断和评价产品周期中可能对人类和环境造成损害的隐患	课堂讲授、课后作业及答疑、实验操作
专题四: 液压系统控制元件	12	方向控制元件、压力控制元件、流量控制元件(增加电液伺服控制、智能诊断等新兴技术)			
专题五: 典型液压系统	3	典型液压系统			课堂讲授、课后作业及答疑、实验操作、项目形式
专题六: 气压传动	3	气动元件、气动系统			课堂讲授、课后作业及答疑、实验操作

(三)改进教学方法

1. 强化实践操作

“液压与气压传动”是一门实操性很强的车辆工程专业课程，必须加强实践操作环节，让学生通过实践操作来理解液压与气压传动系统的工作原理。为强化学生的实践操作能力，减少了理论学时，将原来28学时改为24学时，将实验学时从原来的4学时增加到8学时，内容包括实操学时和小组项目实验。

针对目前“液压与气压传动”课时少且形式较为单一的情况，提出线上和线下相结合、验证性实验和设计性实验相结合的教学方式。①仿真实验。在开展线下实验前，通过AMESim仿真软件先开展线上仿真实验，带着问题进行线下实验，通过线上线下相结合的方式，让学生兼具仿真和动手能力，进而提高综合能力。②采用验证性实验和设计性实验相结合的方式。针对减压回路、顺序动作回路以及速度换接回路等部分，采用验证性实验，使得学生加深对理论的理解和认识。设计性实验包括液压泵拆装实验以及液压系统的设计、选型、调试等环节，要求学生在实验前认真预习，掌握相关液压泵的工作原理，对其结构组成有基本的认识，并且针对不同的液压元件，利用相应工具，严格按照拆卸、装配步骤进行操作。实验学时的增加，加强了学生的动手操作能力，并加深了对理论知识的理解。

2. 案例分析

引入真实案例和问题，让学生通过分析和解决

问题来理解液压与气压传动的应用。这样的教学方法可以培养学生解决问题的能力，并将理论知识应用到实际情境中。例如讲解专题一部分液压系统的组成及基本工作原理时，举例液压千斤顶来进行具体案例分析。液压千斤顶是实际生活中经常使用的设备，拉近了与理论知识的距离感，将抽象的液压知识与实际生活相结合，将理论知识应用到实际问题中，引发学生的学习好奇心，也激发了学生的学习兴趣。

3. 互动式学习

采用小组讨论、在线平台互动和认知实习等互动式教学方法，激发学生的学习兴趣和参与度，促进知识的共享和学习效果的提升。例如在讲解专题二部分“液压泵”章节，让学生6人一组来分组讨论液压泵的基本结构、工作原理，液压泵工作所具备的条件，液压泵主要性能参数如工作压力、排量、流量、功率、效率等的计算方法以及根据实际要求进行不同液压泵的选型等，并按照组别来分享小组结论。在实验环节，采用小组项目形式，将学生分成小组，每个小组设计并实施一个液压或气压传动系统的项目，包括系统结构设计、元件选型、液压系统调试等环节。学生通过合作完成项目，提高团队合作能力和实践操作能力。利用雨课堂在线教学平台，设置课程讨论区和在线问答环节，让学生在网络上进行互动和交流，教师每次课前提前一天在平台发布课程资料和问题，学生可以在讨论区提问、讨论和分享学习心得。在大一第一学期组

织学生进行车辆专业认知实习,通过亲自拆装车辆液压及气压系统,学生可以将理论知识与实际情况相结合,加深对课程内容的理解。

4. 多媒体教学辅助

利用多媒体技术生动形象地展示液压与气压传动系统的工作原理和应用场景,可以增强学生的学习体验,提高学习效果。①动画演示。利用动画演示液压与气压传动系统的工作原理和结构,流体的流动、阀门的控制等动态效果直观地展示了各个部件之间的工作过程,帮助学生理解系统运行原理。②模拟实验。利用多媒体软件模拟液压与气压传动系统的实际工作情况,让学生通过软件操作模拟实验台,观察系统的响应和变化,加深对系统工作特性的理解。③视频案例。播放液压与气压传动系统在工程实践中的应用案例视频,如机械加工中的液压千斤顶、汽车制动系统中的制动液压缸等,让学生了解实际工程中这些系统的运行情况和应用场景。④在线学习资源。提供液压与气压传动系统相关的在线学习资源,如慕课教学视频、学术论文、实验指导等,供学生进一步学习和深入了解。

(四)考核形式多元化

为了提升教学质量,采用课堂表现、作业情况、实验情况、项目情况等过程性考核和期末考试相结合的考核方式。教改后期末成绩占总成绩的60%,过程性考核占40%。过程性考核内容包括以下4个方面。①课堂表现(10%),主要包括学生是否积极参与课堂活动,包括回答问题、提出观点、参与讨论等,是否保持专注、认真听讲,避免分心或打瞌睡,表达观点或回答问题的清晰度、逻辑性和条理性等。②作业成绩(5%),主要包括作业内容的准确性、完整性、规范性以及是否具有创意,评估学生对课程内容的理解和应用能力。③实验成绩(15%),综合考虑学生在实验课程中的参与情况、实践动手能力、团队合作能力以及实验报告的

规范性、准确性、完整性等。④项目成绩(10%),指根据设定的实验项目,利用各液压元器件搭建一个简单的系统,从系统的搭建、实验参数设定及验证、撰写报告等方面来评估学生的创新能力和综合能力。课程考核方案可以全面评估学生的知识掌握程度、实践能力、合作能力和创新能力。不同学生有不同的学习方式和特长,多元考核机制可以让学生在自身擅长的领域有所施展,促进个性发展和多元智能的培养,分散压力,降低单次考核的影响。

(五)优化教学质量评价机制

教学质量评估不仅是对现有教学质量的评价,也是对教学改革的指导。评价体系应该综合考虑教师的教学能力、知识水平、教学方法、教学态度等多个方面,可以采用定量和定性相结合的方式,通过学生评价、教师互评和自评、学生学习成果评价等多个维度综合评价教学质量,具体优化过程如下。

1. 学生评价

笔者在2023年通过北京林业大学教务系统在线教学评价收集了学生对“液压与气压传动”课程的满意度,包括“我对本门课程授课教师的总体满意度”“老师能将现代信息技术与课堂教学有机融合”“通过课程学习,我理解并掌握了重要的知识点,有收获”“课后作业、答疑、讨论等,对我学习课程知识很有帮助”“老师潜移默化地传授做人做事的道理”“老师对这门课教学认真负责,讲课投入,讲解清楚”“老师善于与我们交流,启发我们思考,耐心给予指导”“老师注重课堂管理,善于维持课堂秩序”“这门课程激发了我学习相关知识的兴趣和热情”共9个维度的评价明细,以及学生对教师个性化标签的评价和详细的评价理由等,据此及时调整和改进教学方法、教学内容。选取课后学生负面评价的几点评价,制定相应的改进措施(见表2)。

表2 学生评价及其改进措施示例

评价	改进措施
语气平淡	授课教师通过专业指导,学习正确的发音、语调和节奏控制,提高说话清晰度
交流太少	设置专属课程群,及时解答学生的问题;采用课上问答及在线平台问答区来增加师生交流
PPT中实物较少	增加PPT中实物照片,并增加实物工作的视频
讲课的节奏不好	对知识进行重难点分级,对于重点和难点,讲解细而慢,并且要不断重复,课上讨论并留课后作业;一般知识点快速一逼过
学生参与度较低	采用互动式学习,激发学生的学习兴趣 and 参与度

2. 同行评价

授课教师根据督导或者同课程授课教师对课

程内容、教学方法、教学态度等方面的意见和建议改进教学方法,并通过教学观摩学习教学名师的授

课理念、授课方式,提高自身的教学水平。

三、“液压与气压传动”课程教学改革取得的成效

在 2023—2024 学年第一学期,笔者对“液压与气压传动”课程进行教学改革实践,取得了初步成效。为验证改革效果,对教改前后的车辆工程专业学生对课程学习投入程度、是否知道这门课的学习意义、对这门课程的期望值以及学生的成绩进行了对比分析。统计数据来源于北京林业大学教务系统教学评价和期末成绩,统计时间为 2022—2023 学年第一学期和 2023—2024 学年第一学期,统计对象分别为 2020 级车辆 1~3 班共 75 人、2021 级车辆 1~3 班共 77 人。统计结果显示,改革后学生对课程的期望值有所增加,更多学生理解了课程的学习意义。图 2 显示课程改革显著调动了学生的学习兴趣,图 3 显示高分段学生人数比例明显增加。学生对“液压与气压传动”课程评价也有所提高,如多次评价课堂氛围好、课程有趣、指导细致、循循善诱、生动形象、深入浅出、细致认真启发学生思考、寓教于乐等。

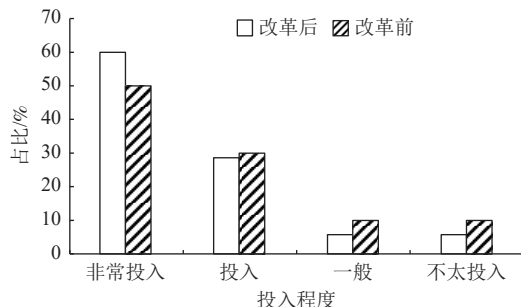


图2 教改前后“液压与气压传动”课程学习的投入程度对比

学生的学习成果是评估教学质量的最终标准。根据课程作业、实验报告以及考试成绩的平均得分及目标分值,从毕业要求的观测点、课程目标、达成途径、达成情况以及教师和学生的主观评价等方

面来分析,“液压与气压传动”课程目标的总体达成情况较好。多数学生基本达到课程目标的要求。

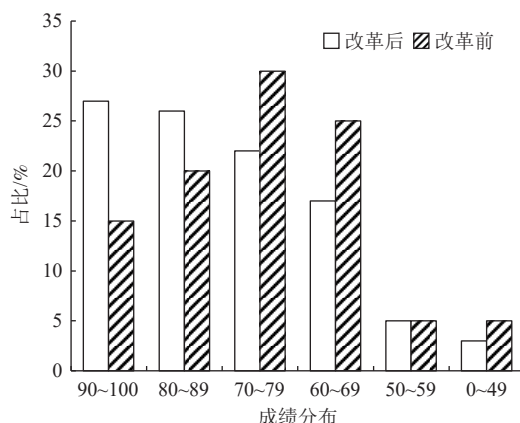


图3 教改前后“液压与气压传动”课程学生的期末总成绩对比

“液压与气压传动”课程的教学改革旨在适应新工科背景下工程技术人才培养的需求。在下一步工作中,笔者将继续提高教学质量,培养更具实践能力和创新精神的工程技术人才。

资助项目:北京林业大学 2024 年教育教学改革项目——“新工科”背景下“液压与气压传动”课程专题教学改革与实践,项目编号 BJFU2024JY097。

参考文献

- [1] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.
- [2] 周登发. 基于互联网+“液压与气压传动”课程混合式教学探索与实践[J]. 轻工科技, 2023, 39(4): 179-181.
- [3] 虞启辉, 谭心, 蒙建国, 等. 工程教育与新工科建设背景下液压与气压传动课程教学改革研究: 项目驱动教学方法探索[J]. 山东化工, 2020, 49(18): 180-182.
- [4] 刘书麟. 基于创新与实践能力培养的液压与气压传动课程教学探究[J]. 现代农机, 2023(1): 109-111.
- [5] 王保平, 孙芹, 苏瑞. 以学生为中心的液压与气压传动课堂教学改革探索与实践[J]. 创新创业理论与实践, 2023, 6(22): 52-55.

(责任编辑 孔 艳)