

“新工科”背景下“发动机原理”课程教学改革与实践

王攀, 雷利利, 刘军恒, 裔静

江苏大学汽车与交通工程学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2021年10月16日; 录用日期: 2021年11月15日; 发布日期: 2021年11月22日

摘要

基于“新工科”建设对工程技术人才的培养要求, 以动力机械及工程专业核心课程“发动机原理”为例, 在分析课程特点和教学现状的基础上, 以课程思政建设、非技术能力培养, 课程考核方式以及完善及教学模式改进为切入点, 对“发动机原理”课程教学改革进行了探讨和实践, 并对课程实施效果进行了评估。

关键词

新工科, 课程思政, 非技术能力, 教学模式

Teaching Reform and Practice in the Course of “Inter-Thermal Combustion Principle” under the Background of “New Engineering”

Pan Wang, Lili Lei, Junheng Liu, Jing Yi

School of Automotive and Traffic Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Oct. 16th, 2021; accepted: Nov. 15th, 2021; published: Nov. 22nd, 2021

Abstract

Based on the training requirements of the construction of “New Engineering” for engineering and technical talents, taking the core course “Inter-Thermal Combustion Principle” of power machinery and engineering as an example, and based on the analysis of the course characteristics and teaching situation, the ideological and political construction of the course, the cultivation of non-technical ability, the improvement of course assessment methods and teaching modes are chosen as the starting points. This paper discusses and practices the teaching reform of “In-

ter-Thermal Combustion Principle” course, and evaluates the implementation effect of the course.

Keywords

New Engineering, Curriculum Ideology and Politics, Non-Technical Competence, Teaching Model

Copyright © 2021 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

2017年,教育部组织各大高校对“新工科”建设进行了深入研讨,相继形成“复旦共识”和“天大行动”,并发布了《新工科研究与实践项目指南》(“北京指南”),引导开展“新工科”的研究探索与建设活动[1][2][3][4]。面对新一轮科技革命和产业变革的挑战,如何在新工科建设要求下培养适应新技术、新经济发展、新产业需求的高质量工程技术人才,是高校人才培养的首要目标和重中之重。工程类课程的教学质量是决定人才培养质量的关键。本文以我校动力机械及工程专业核心课程“发动机原理”为例,分析了课程特点及现状,针对当前课程教学中存在的不足,进行了几点思考,并结合“新工科”人才培养目标,对“发动机原理”课程教学尝试进行改革与实践,为动力机械及工程专业工程类课程的建设提供一定的参考。

2. 课程特点

“发动机原理”是动力机械及工程专业学生的一门专业核心课程,主要讲述发动机工作过程的基本原理和性能改善的基本方法。通过“发动机原理”课程的学习,使学生掌握发动机工作过程的基本概念和原理、发动机燃料、发动机燃烧和排放等相关的基础理论和应用知识,掌握提高发动机动力性、经济性和降低有害排放物的基本方法,培养学生进行发动机设计、试验与研究的能力,为日后从事发动机研发相关工作打下基础。

发动机是集机、电、热三者于一体的精密热动力机械,其工作过程及原理相当复杂。“发动机原理”主要教学内容包括发动机工作原理、性能指标、燃料及燃烧过程、发动机污染物的形成机理、燃料供给与调节、发动机排放物生成与控制、工作特性与匹配等,涉及燃烧学、热力学、传热学、流体力学、理论力学以及机械原理等知识。这些内容逻辑性及理论性很强,较为抽象,课程教学过程如何设置对学生学习效果有重要影响。

3. 课程教学现状分析

1) 课程目标单一,缺乏对非技术能力的培养

“新工科”要解决复杂工程问题,这些问题的解决不仅涉及工程因素,还取决于社会、健康、文化、安全、法律、环境及伦理等非工程因素。这对工程师的能力和素质提出了更高的要求。面向未来的工程师不仅要具备卓越的技术能力,同时还需具备系统思考、团队协作、沟通交流、终身学习、组织领导及伦理判断等非技术能力。我校“发动机原理”课程目标主要为通过课程的学习,掌握内燃机相关知识理论,并能运用所学知识和理论分析和解决内燃机相关问题,培养熟悉内燃机原理的研究或设计人才。从以上课程目标可以看出,课程注重工程知识的传授及应用能力(分析及解决问题)的培养,换句话说,课程

偏重于学生技术能力的培养, 缺乏对非技术能力的培养。

2) 课程考核方式单一, 不能全面表征学生能力达成情况

课程考核是对教师教学效果的检验、学生知识掌握程度的衡量、学生能力达成的评价。目前, 我校“发动机原理”课程考核方式以考试为主, 辅以平时表现及实验报告考核, 学生最终成绩的评定是不同比例的平时表现成绩、实验成绩与期末考试成绩的总和。其中, 平时成绩以平时作业及课堂出勤率为依据, 其与实验成绩各占总成绩的 10%, 期末考试成绩所占比例为 80%。课程目前的考核方式对学生基础知识的掌握以及基本技能的达成评价具有一定成效, 但不能全面反映学生的能力, 尤其是非技术能力, 主要是因为考核内容基本为书本知识, 而且考试结果“一锤定音”, 忽视过程考核。这势必会带来“重知识, 轻能力”、“重课本, 轻实践”、“重结果, 轻过程”以及“高分低能”的现象[5]。

3) “教”与“学”的角色固化, 学生学习缺乏激情

教师和学生是教学过程中的两大主体, 两大主体如何参与教学过程对教学效果具有重大影响。目前, 传统的被动填鸭式学习模式正在转变为主动探究式学习模式。但由于传统思维惯性, 教学模式仍然是“以教师为中心”的“传道、授业、解惑”, 并未真正转变为“以学生为中心”的“问道、求业、生惑”。当前的教学模式过分强调老师的主导作用, 往往忽略了学生的个人特点、兴趣爱好及学习需求, 极大地抑制了学生的积极性和主动性, 导致学生缺乏学习激情。

4. “发动机原理”课程教学改革与实施

新工科建设应满足新经济蓬勃发展对工程科技人才的需求, 培养造就具有创新能力与跨界整合能力的高素质综合型卓越工程科技人才[6]。作为人才培养核心要素的课程, 必须不断改进与建设, 以新理念、新模式培养面向未来的新型工程技术人才。对于“发动机原理”的课程教学过程, 需要融入更多关于社会能力、职业素养和伦理道德等非专业能力之外的素质培养, 同时完善现有课程考核及评价方式, 创新教育教学方法。

1) 加强课程思政建设

2020年5月, 教育部印发的《高等学校课程思政建设指导纲要》指出立德树人成效是检验高校一切工作的根本标准[7]。“新工科”建设背景下, 工程技术人才作为国家建设的主力军, 肩负着重要的历史使命和社会责任, 他们不仅要有卓越的技术能力, 同时更要心系祖国和人民, 牢记民族复兴大业, 具备科技报国的家国情怀和使命担当。因此, 将思政元素与课程专业知识有机结合起来, 达到价值塑造、知识传授和能力培养的教学目的, 是“发动机原理”课程建设的重要任务。

根据专业特色, 对“发动机原理”专业知识体系中所蕴含的思想价值和精神内涵进行挖掘提炼, 提出“发动机原理”课程思政建设的核心目标: 将马克思主义立场观点方法的教育与科学精神的培养结合起来, 提高学生正确认识问题、分析问题和解决问题的能力。注重强化学生工程伦理教育, 培养学生精益求精的大国工匠精神, 激发学生科技报国的家国情怀和使命担当。具体教学环节与课程思政元素的融合如表 1 所示。

2) 加强非技术能力的培养

非技术能力的培养贯穿于整个课程体系每门课程的教学环节中, 培养过程不能仅依靠少数人文社科类通识课程及实践实训课程。课程对非技术能力的培养可以通过各种有计划的特定教学活动来开展[8], 如团队合作、专题研讨、个人或小组演讲、做报告、案例研究等。不同性质的课程, 其对非技术能力培养的侧重点也不同。根据“发动机原理”课程特点及内容, 结合教师多年的教学经验, 非技术能力培养主要针对“团队合作”、“沟通交流”和“终身学习”三个方面来开展, 具体教学活动设置与非技术能力培养的对应关系如表 2 所示。

Table 1. Ideological and political teaching link design (to be continued)**表 1.** 思政教学环节设计(未完待续)

章节	思政教学环节设计	思政目标
第一章 概论	通过介绍我国柴油机从无到有,从仿制到自主研发的技术发展之路,并在讲解过程中穿插典型模范人物事迹和劳模精神,培养学生的家国情怀和吃苦奉献精神。	激发学生爱国热情;增强民族自豪感及专业认同感,培养学生对专业的热爱。
第三章 发动机工作循环	该章节内容中排气提前角对排气损失的影响,发动机缸内残余废气量对燃烧的影响等内容都体现了事物之间及事物内部因素的对立与统一,隐含着唯物辩证法规律。通过这些知识,来引导如何看待世界,明白“凡事有度,过犹不及”的道理。	挖掘提炼专业知识中蕴含的马克思主义哲学思想,引导学生如何为人处世,如和正确看待世界。
第四章 发动机燃料	进行世界能源紧缺及气候变化问题的分析,引入可再生替代燃料及其在乡村振兴战略中的作用,加强学生对世情国情民情的了解。	引导学生树立和践行绿水青山就是金山银山的理念。
第六章 发动机污染物生成与控制	在熟悉发动机机污染物生成机理及排放控制措施的基础上,带领学生了解我国提出碳达峰、碳中和这一双碳战略目标的背景及对发动机机污染物排放控制带来的挑战,引导学生了解专业和行业领域的国家战略。	引导学子将专业知识与国家社会发展需要紧密结合起来,为实现“中国梦”贡献自己的力量。
第八章 发动机使用特性及匹配	通过开展发动机性能测试试验,使学生初步学会实验方案设计、实验数据处理及实验结果分析,培养学生严肃认真、实事求是的科学态度。	培养学生实事求是、严谨的科学态度。

Table 2. Teaching link design of non-technical ability training**表 2.** 非技术能力培养教学环节设计

教学环节设计	非技术能力		
	团队合作	沟通交流	终身学习
围绕“碳达峰,碳中和”目标下的能源大趋势,完成一篇文献综述,制作 PPT 并进行汇报。具体组内分工,各小组自行决定。	√	√	√
根据国六排放标准要求,以“柴油机排放控制技术路线”为专题,组织学生搜集资料、进行讨论、形成观点并进行交流。		√	√
开展发动机性能测试实验,根据实验目的,进行小组内分工,具体分工情况如下:发动机状态(水温、油温、台架稳压水、发动机异响等)监测、发动机工况调整、实验数据记录整理。	√	√	
教师在完成某些章节的课堂讲解后,当堂组织学生进行交互式讨论学习,促进学生的内化吸收,提高学生学习的主动性和积极性。	√	√	

3) 完善课程考核方式

课程考核方式应根据教学目标来确定。教学目标决定学生通过对课程的学习,应掌握哪些知识,获得怎样的能力。老师针对教学目标设置各种教学环节,进而根据不同的教学环节确定不同的考核方式,最后根据考核结果的反馈,对教学过程进行持续改进。“发动机原理”作为一门工科课程,在“新工科”建设背景下,进行知识传授及技术能力培养的同时,要兼顾非技术能力的培养。因此,“发动机原理”

课程采用文献综述及报告、专题研讨、实验、平时作业、期末考试等综合考核方式，以同时覆盖知识、技术能力和非技术能力几个方面的考核。另外，为及时获取学生的学习效果反馈，“发动机原理”课程要注重过程考核，根据不同的教学环节，将考核穿插在不同的教学阶段。最后，为避免出现“一考定成败”和“高分低能”现象，“发动机原理”课程应适当降低期末考试成绩在总成绩中所占比例。“发动机原理”课程考核模式如图1所示。

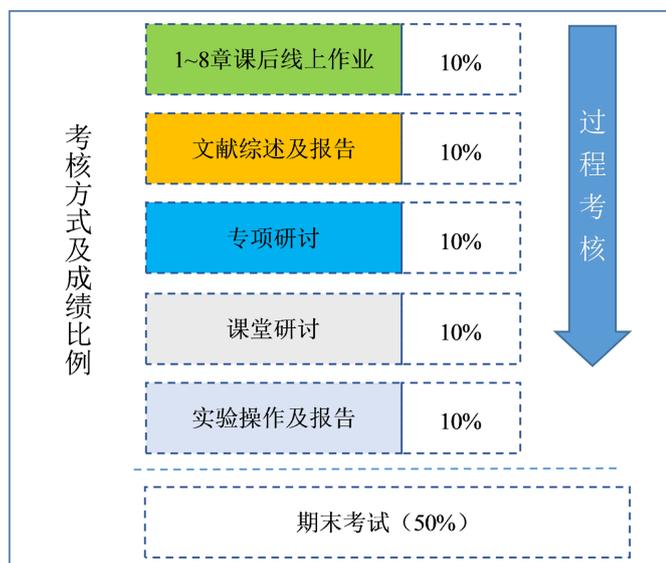


Figure 1. Course assessment pattern diagram

图1. 课程考核模式图

4) 改进教学模式

“发动机原理”课程目前虽然采用了不少现代教学手段，比如生动活泼的多媒体课件、现代教学器具等，但根本上还是偏重“教师主导”的教学模式，限制了学生创造性思维及批判性思维的培养。为充分调动学生的积极性和主动性，尊重学生的差异性，课程组根据课程内容，采用对分课堂、翻转课堂、慕课教学相结合的混合教学模式来开展教学活动。对分课堂综合了传统课堂及讨论式课堂的优点，将课堂教学时间一分为二，一半分配给教师讲授，另一半留给学生进行交互式讨论学习[9]。对于理论性强的知识点，对学生的要求主要为复述和记忆，适合采用对分课堂进行教学。对于难度小、容易理解的知识点，采用翻转课堂的形式，学生可根据已有的教学资源，进行自主式学习，以节省线下课堂教学时间，提高学习效率。关于课程的一些进阶或拓展内容，学生可以根据自己的兴趣爱好和实际能力，选择合适的慕课资源来进行学习。该种混合教学模式中，不管是对分课堂，还是翻转课堂，亦或慕课教学，最终目的都是充分调动学生学习的主动性和积极性，让学生成为学习中的“中心角色”。

5. 实施效果

“发动机原理”课程教学改进及实施后，通过学生座谈和问卷调查获取学生学习效果反馈，根据反馈结果得知，学生学习效果良好，学生对课程满意度较高。座谈结果反馈如下：首先，学生反映课程中的思政内容与专业知识融合精准到位，在完成思政教育功能的同时增加了课堂的趣味性，极大地提高了学生的学习积极性。其次，针对非技术能力培养而设定的教学环节，将课堂延伸至课外，扩大了学生知识面，培养能力的同时使课程教学不再枯燥乏味。比如，文献综述及报告，学生在查阅相关参考文献的

基础上,撰写文献综述并制作 PPT,提高了查阅文献的水平和沟通交流能力。再比如,通过专题研讨,学生可以将所学专业知识与国家发展需求联系起来,让学生能够学以致用,激发了学生的学习兴趣。最后,对分课堂、翻转课堂以及慕课教学相结合的教学模式,将传统的知识单向灌输转变为以学生为中心的教学过程,将老师的主导作用转化为引导作用,在完成知识传递过程中兼顾了学生的个人特点,兴趣爱好及学习需求,得到了大家的一致好评。问卷调查从教学内容、教学过程、教学方法和手段三个大的方面对学生进行满意度调查,反馈结果如表 3 所示。

Table 3. Feedback of learning effect questionnaire survey results

表 3. 学习效果问卷调查结果反馈

序号	调查项	满意度
1	教学目标明确	94.4%
2	思政内容合理融入专业知识	93.7%
3	教学环节设置合理	94.8%
4	教学活动有助于团队合作、沟通交流及终身学习能力的培养	92.6%
5	注重过程考核及教学持续改进	96.5%
6	教学模式能够调动学生积极性和主动性	92.3%

注:调查问卷中,评价分“满意、基本满意和不满意”三个等级。满意度指标是对调查项满意的百分比,计算公式的分子是回答“满意”和“基本满意”的人数。

6. 结语

课程是人才培养的核心要素,课程的质量决定人才培养的质量。如何在“新工科”建设的引领与指导下改进课程教学模式,以培养满足新技术、新经济发展、新产业需求的高质量工程技术人才,是高校教学工作中的重点。另外,“新工科”建设是一个动态过程,随着“新工科”建设的不断推进,对卓越工程科技人才培养的内涵要求不断更新,需要我们在实际教学过程中不断改进教学模式、更新教学内容。唯有这样,对人才的培养才能始终满足当前和未来产业发展的需要。

基金项目

江苏大学高等教育教改研究课题(2017JGYB023)。

参考文献

- [1] 蒋宗礼,姜守旭.发挥本科教学质量国家标准对新工科建设的推动作用[J].中国大学教学,2018(1):41-45.
- [2] 张永飞,欧阳元新,郑锦,姜宏旭.综合素养导向的人工智能方向研究型教学改[J/OL].高等工程教育研究,2021(5):29-33.<https://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1026.G4.20210827.1543.026.html>
- [3] 周思佳,高敏,单淇.新工科建设背景下人工智能人才培养的路径研究[J].教育教学论坛,2021(2):169-172.
- [4] 徐晓飞,沈毅,终诗胜,等.新工科模式和创新人才培养探索与实践——哈尔滨工业大学“新工科‘π’型”方案”[J].高等工程教育研究,2020(2):18-24.
- [5] 刘永红,胡先文,李雪刚,等.信息化背景下课程考核的改革与探索[J].大学化学,2017,32(3):34-37.
- [6] 林建.面向未来的中国新工科建设[J].清华大学教育研究,2017,38(2):26-35.
- [7] 中华人民共和国教育部.高等学校课程思政建设指导纲要(教高[2020]3号)[Z].2020-05-28.

- [8] 田娜, 游才印, 汤玉斐, 等. OBE 理念下材料类专业学生非技术类能力培养模式的创新与实践[J]. 高教学刊, 2020(22): 41-43.
- [9] 刘国敏. “对分课堂”教学模式在机械设计基础课程中的应用[J]. 教育进展, 2019, 9(3): 309-313.
<https://doi.org/10.12677/ae.2019.93052>