

机械类专业部分课程融合教学改革的探索*

历长云 唐玲 王义平 谈建平 许磊^{通讯作者}

(中国石油大学<北京>克拉玛依校区工学院 新疆克拉玛依 834000)

摘要:在当前新工科建设中,利用融合式课程教学方式对培养具有创新思维、系统性知识的人才至关重要。为此,通过分析总结机械类专业的材料力学、工程材料和机械设计课程的关联性教学内容,探索了这三门课程的融合教学,并提出了在当前压缩专业课程学分的背景下结合互联网资源进行相应的教学内容与方法改革。

关键词:融合式教学 材料力学 工程材料 机械设计

中图分类号: G642.0 **文献标识码:** A

DOI: 10.12218/j.issn.2095-4743.2023.08.151

2017年以来,教育部与国内许多高校都在积极推进“新工科”建设。教育部开展了两个批次的新工科项目,许多高校获批、开展了相关的项目研究。针对这些项目,祝士明等人进行了统计分析发现^[1],首批新工科项目主要针对宏观的人才培养、新工科理念层面等开展研究;第二批新工科项目则转向了微观课程、教学层面等方面的研究,大大提高了对课程内容建设与教学改革方面的重视程度。第二批新工科项目研究方向出现的这种转变也反映出了课程、教学和教材在保证人才培养质量方面的作用是无可替代的,因此新工科的深入建设要继续做好课程和教学的改革建设。

近年来,新工科建设在课程与教学改革方面的已经取得了一些重要进展,主要包括:研究者在课程内容建设方面注重了学科的交融性;在教学改革方面,正努力解决理论与实践的统一,以提高学生解决复杂工程问题的实践能力;在课程教学质量评价方面,提出了更具有客观性、系统性和规范性的创新方法^[1]。当然,在此过程中也出现了一些新的关注点,如在第二批新工科建设项目中出现了通专融合等关键词^[1],说明不同课程之间融合教学的重要性引起了重视。

机械类专业是重要学科方向,其发展也影响着新工科建设,因此如何推动机械类专业的改革发展,特别是推动其课程教学的改革值得深入思考。材料力学、工程材料和机械设计是机械类专业课程体系中的专业核心课程,对于学生的专业理论基础、工程应用、创新能力等综合素质的培养具有重要的作用^[2-6]。为此,在此背景下,结合材料力学、工程材料与机械设计课程在学生培养环节中的作用,开展相关融合教学内容的总结分析,以及相应的教学方法改革探索,以培养

机械类学生对不同课程间知识系统化解理解,提高其系统性思维及创新能力,促进新工科的建设。

一、材料力学、工程材料与机械设计传统教学中现存问题

高校在专业培养大纲制定时,一般都按照培养的要求、不同课程间的承接关系,对课程的开课学期、开课次序等做出了相应的宏观安排,而且每年还对培养方案进行持续改进优化。但是,在具体的课程教学中,通常都达不到培养大纲的理想要求,特别是不同课程之间知识的系统性建立、学生对于不同课程知识的综合理解与运用尚未有效实现。对于机械类专业来说,材料力学、工程材料和机械设计就是这样典型的三门课程,例如在机械设计的授课中发现,大部分学生并不知道如何使用前期学过的材料力学、工程材料等课程知识。当然,出现这种情况与学生的学习认真程度不够有一定关系,并且在现有的教学与考试模式下,大部分学生不会主动深入展开学习,更无法保证对知识的长时间记忆。

除了学生的个人因素之外,从课程的内容来看,每门课程都有自己独立的知识体系,也有课程自身的特点,在整个培养体系中有独特的作用,对学生的学习有不同的要求。例如,在机械类专业培养中,机械设计作为机械类专业的专业主干课,是专业学生毕业后从事专业领域工作所直接相关的一门课程。该课程主要通过机械通用零部件的分类与应用、工作原理及主要工作参数设计等内容的讲解,使学生了解和掌握机械零部件的设计理论和设计方法,并使具备较好的设计理念、创新能力及理论联系工程实际的能力^[7,8]。在机械设计教学与学习中,普遍反映其概念和理论计算公式较多、

*基金项目:中国石油大学<北京>克拉玛依校区教育教学研究与改革项目“强化通识教育背景下《工程材料》与《机械设计》的整合优化探索”,项目编号:J2021015。

难度较大,需要在该课程之前就要具备相关的材料力学、工程材料、机械原理等相关知识。尤其是若要通过此课程教学实现学生创新能力的培养和提高,更加需要学生能够对力学、材料及机械原理等相关理论知识达到系统性理解的程度。

工程材料课程是机械类专业的基础课程,可以为机械设计的选材与使用提供相关理论支持,也可以为零件机械制造合理加工工艺的制定提供一定的理论依据^[9]。在工程材料课程内容方面,其涵盖的内容很多,包括材料的结构、性能、组织、塑性变形、热处理、具体的材料、零件失效及分析、选材及应用等,而且课程中概念多且抽象。该课程内容中存在突出的知识主线,即“材料成分—工艺—组织—性能”之间的内在关系,但是所包含的知识点多而分散^[10],知识点间的关联机制复杂多变,因此在常规的教学中,缺少工程背景的学生在短期内很难掌握和理解。

材料力学课程也是机械类专业的基础课程,主要讲授材料的力学性能,构件的强度、刚度和稳定性问题及相关的基础知识。经过多年的发展,该课程已经形成了许多经典的理论公式^[11]。在传统的授课中,教师常常要花费大量时间进行公式推导,而且教材中所涉及的大多是抽象出来的具体问题和模型计算。所以在传统授课中发现,学生对材料力学学习兴趣不大,对公式的理解和记忆十分吃力,更不知如何使用这些公式、模型来解决那些涉及面广的复杂工程问题^[11-12]。

虽然这三门课程独立的学习难度都很大,但是从其专业相关性来看,材料力学、工程材料和机械设计的联系非常紧密,如机械设计课程中通用零件的设计中都需要用到力学的分析、材料的选择、强度/疲劳强度设计与校核计算等;工程材料课程学习需要材料力学课程中材料的力学性能部分内容支撑。因此,在授课中若将这三门课程进行系统性讲解,则有利于学生对不同课程知识的系统理解和掌握,有助于其专业素养及创新能力的跨越式提升。不过,这需要授课教师不仅熟悉这三门课程在培养方案中的作用、课程独立的知识体系以及课程间的交叉内容,而且还要能从教学方法上对这三门课程进行系统性的改革。但是,当前高校中材料力学、工程材料和机械设计课程的授课老师一般分别来自力学专业、材料专业和机械专业,通常还属于不同的教学团队,相互之间并不精通对方的课程,因此许多高校在这三门课程以及其他课程的教学上仍未实现有效有机整合,更遑论帮助学生对不同课程知识形成系统性理解、掌握及应用。

二、融合教学改革

为了在机械类专业学生培养中,能将材料力学、工程材料和机械设计三门课程有机整合,获得较好的融合教学,课

程团队提出组建混合式教学团队,针对三门课程开展关联性教学内容梳理分析,并开展相应的教学方法改革,融合教学改革的思路。

(一)混合式教学团队的组建

为了更好地实现这三门课程间的融合改革,由材料力学、工程材料和机械设计的授课教师共同组建混合式教学团队。首先,每年开课,在团队内针对这三门课程展开教学大纲、教学内容、教学方式、考核方式等展开讨论,分析课程间的相互关系、交叉融合内容,制定拟采取的授课和考核重点与方案。其次,按照既定方案进行授课,并在授课过程中定期开展讨论,进行自检与互检,在考核之后进一步对方案进行总结分析,深入优化融合教学的方案。再次,团队教师在自学、互听所授课程,已经参加国内相关课程研讨的基础上,进而开展互上课程,争取在两年之内每名团队教师都能熟悉三门课程的授课。最后,团队再进行教学讨论,持续优化融合教学的方案。

(二)关联性教学内容梳理

对材料力学、工程材料和机械设计课程的关联性梳理分析可知,其关联性较强的内容主要体现在机械零件的设计及选材方面:通过对机械零件的受力、寿命等分析,在其相关性能要求基础上,根据强度准则、寿命准则等设计准则进行零件的设计计算或校核;在零件的结构设计中,还需要考虑到材料的工艺性能,包括材料的切削加工性能、铸造性能、锻造性能、焊接性能等。在这部分内容中需要综合运用机械设计课程的零件设计思路与过程、零件的工作条件和要求分析,材料力学中的受力分析与计算方法,材料力学与工程材料中材料的力学性能知识,以及工程材料中的选材及相关的“成分—工艺—组织—性能”综合原理等方面的知识。

通过对常用教材的分析可知,关联内容所设计的内容章节主要包括:材料力学教材中的整体内容都与此相关,其中材料力学性能及试验部分与工程材料、机械设计都有交叉,其他部分内容与机械设计中的零部件受力分析与设计校核交叉;工程材料中的材料的性能特点与材料力学和机械设计都有交叉,零件的失效分析与选材、典型工件的选材与工艺路线设计、工程材料的应用等章节与机械设计交叉;机械设计中机械零件的强度部分与材料力学、工程材料交叉,零件的材料及其选用部分与工程材料交叉,其他设计校核部分等章节与材料力学交叉。因此,在教学中可以通过对这些交叉章节内容开展融合教学设计与讲解。

(三)教学方法改革

通过梳理分析,虽然总结了三门课程教材中的连贯、交

又知识内容。但是同时也发现,现有教材中有些章节内容在其课程中的作用容易让学生产生误解。如材料力学课程中绝大部分都是力学方面模型推导与计算,力学性能部分在课程中的相对比重非常小,在该课程中材料的力学性能部分极易让学生忽视;机械设计课程中类似于材料设计,力学性能部分在学生的印象中主要作为计算校核中的较为抽象的概念和数字来看待;工程材料中,材料的力学性能是该课程“成分—工艺—组织—性能”基本理论中的重要部分,但是一般工程材料教材中此部分的内容撰写较少,授课中也不会作为重要内容讲述。所以,在加强这三门课程的融合教学中,要根据交叉内容调整每门课程的授课内容,在整体融合教学中安排这部分内容的合理重点讲授阶段。

从内容理解的难度上看,这些章节的内容大多实践性、知识的综合性较强,而且许多还非常抽象,只靠课堂教学学生难以很好地掌握。为此,在融合教学中,团队将设计综合性强的实际案例,利用实际案例覆盖机械零件的性能要求及其存在的失效、对应的选材思路、选择的材料、零件的机械设计计算与校核、加工工艺路线及工艺路线设置的原因与理论基础等多方面的综合知识。同时,在上述案例设计讲述基础上,给学生布置课程间融合大作业,如要求学生论述零件的材料、设计等发展历史、原因及相关理论依据,通过大作业促使学生展开拓展学习,查阅资料,以发挥其学习主动性,进一步将理论联系实际,加深对课程知识的综合理解。另外,开展相应的课程融合实验,以完成某机械通用零件的设计、选材及材料性能测试作为系统性实验设计的主线,安排相关的零件设计、零件选材、材料力学性能测试、材料热处理、材料组织观察等实验内容,将三门课程的相关实验系列化、系统化,以促进课程的融合教学。

当然,若想获得较好的教学与学习效果,这种融合式的教学与学习需要花费更多的时间,这在当前新工科课程建设压缩课堂学时的现状下,就必须改变传统的课堂灌输式教学理念^[9],充分利用互联网、线上相关精品课程的优势,通过提前布置任务、部分内容线上自学、课堂重点/难点内容、课上学生讨论/专题汇报等多种手段,进一步激发学生的学习主动性和学习兴趣。

结语

机械类专业的新工科建设中,材料力学、工程材料和机械设计作为专业主干课,对于学生的专业知识、工程应用、创新能力等综合素质的培养具有重要的作用。本文结合这三门课程的教学,从课程的连贯性与交叉内容分析,提出通过融合实际案例、融合实验,并辅以相应的教学方法改革,以

促进学生对课程知识的系统性理解,提高其课程间的融合学习与综合知识应用的效果。

参考文献

- [1] 祝士明,李姗.我国新工科研究热点、主题演进与未来展望——基于Ucinet和CiteSpace的可视化分析[J].天津大学学报(社会科学版),2022,24(3):193-202.
- [2] 孙腾,何永玲,鲁娟,潘宇晨,吴飞.应用技术型大学材料力学课程教学改革与实践——以北部湾大学为例[J].科技视界,2022(17):75-78.
- [3] 樊江磊,李莹,王艳,吴深,周向葵.高校工程材料实验课程教学与考核方法研究[J].大学教育,2021(5):68-70.
- [4] 邓安强,赵瑞红.机械类专业工程材料课程群组建的构思及想法[J].中国现代教育装备,2016(3):87-89.
- [5] 熊巍,李玉梅,梅华平,陈宗涛,徐刚,盛继群,徐攀.应用型人才培养背景下机械工程材料课程教学改革探索[J].科教文汇,2019(8):80-81.
- [6] 邓佳佳,胡友武,卢金树.基于工程教育认证的机械设计基础课程教改探索[J].管理观察,2019(23):140-142.
- [7] 陈永,赵宁,丁攀,张秀丽,李世欣,田辉,王栋.《机械设计》课程资源建设与混合教学模式探索[J].内燃机与配件,2021(20):254-256.
- [8] 张杰.新工科背景下机械设计基础课程教学探讨与实践[J].内燃机与配件,2021(16):240-242.
- [9] 郭伟.机械设计中工程材料的选择与应用要点[J].装备机械,2016(3):62-65.
- [10] 张晴晴,代光辉,史良马.机械工程材料及其成形技术课程教学改革探讨[J].巢湖学院学报,2017,19(6):126-129.
- [11] 李晓丽.雨课堂助推材料力学教学改革实践探索[J].大学教育,2022(03):98-100.
- [12] 刘玲玲,冯文杰,段静波.材料力学教学深层互动探索与实践[J].力学与实践,2022(06):108-110.
- [13] 陈卓.教学活动中的交往与灌输:三种教学类型的比较研究[J].中国高教研究,2017(2):87-92.

作者简介

历长云(1978.12—),女,博士,教授,硕士生导师,中国石油大学(北京)克拉玛依校区,研究方向:主要从事先进材料与智能制造教学和科研。

通讯作者:许磊(1980.5—),男,博士,教授,博士生导师,中国石油大学(北京)克拉玛依校区,研究方向:主要从事材料、智能制造、机械设计教学和科研。