

《金属液态成型原理》课程专创融合的教学改革与实践

向青春, 杨红旺, 张 伟, 李广龙, 王 峰, 曲迎东

(沈阳工业大学材料科学与工程学院, 辽宁沈阳 110870)

摘要: 《金属液态成型原理》课程一直是我校材料成型及控制工程专业最重要的学科基础课之一。课程教学团队针对以往课程教学中存在的问题和不足, 以提高学生解决复杂工程问题的能力、强化工程意识和工程实践能力、培养学生的团队合作能力、增强学生的创新精神、创业意识和创新创业能力为目的, 从教学设计、教学内容、教学资源、教学模式、教学方法、实验环节、考核评价等多方面进行了专创融合教学改革, 提出了一套面向培养学生工程能力和提高创新创业能力的专创融合课程教学体系, 并在近几年的《金属液态成型原理》课程教学过程中进行了实践和完善, 提高了课程教学质量, 有效促进了专业教育和创新创业教育的深度有机融合, 取得了良好的人才培养效果。

关键词: 金属液态成型原理; 课程改革; 专创融合; 人才培养

作者简介:

向青春(1972-), 男, 教授, 主要从事铸造新材料与新工艺方面的教学和科研工作。E-mail: xiangqchun@yeah.net

中图分类号: TG2-41

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2022)10-1314-08

基金项目:

沈阳工业大学 2020 年度本科教育教学改革研究重点项目(100020238); 沈阳工业大学 2020 年专创融合课程建设项目(100600056)。

收稿日期:

2021-12-16 收到初稿,
2022-01-17 收到修订稿。

《金属液态成型原理》是我校材料成型及控制工程专业的学科基础课, 着重阐明液体金属成型过程中的基本原理、内在规律、物理化学本质及影响材质和产品性能的因素及缺陷形成机理和防止措施, 同时适当介绍现代液态金属成型理论和技术的最新研究成果。1998年以前, 我校该门课程名称为《铸件形成理论》, 1998年随着国家专业目录调整, 学校将原有的焊接、铸造及热加工三个本科专业合并为现在的材料成型及控制工程专业, 随之本课程改名为《材料成形原理》, 涵盖液态成型原理、焊接原理以及金属塑性成形原理三大部分, 但是2010年学校在保留材料成型及控制工程专业不变的基础上又组建了焊接技术与工程专业, 于是本课程更名为《金属液态成型原理》一直至今。本课程一直是我校材料成型及控制工程专业最重要的学科基础课之一。

在专创融合的教育时代大背景下, 本门课程从教学模式、教学方法、教学内容安排、实验环节和考核评价方法等方面进行了专业教育与创新创业教育深度融合的探索与改革, 以培养学生的创新创业意识和能力、提高学生的学习兴趣、提高教学效果和质量, 使学生具备能够用金属液态成型原理专业知识解决铸造过程中复杂工程问题的创新能力。

1 本课程专创融合改革的必要性及所解决的主要问题

1.1 本课程专创融合改革是时代发展的要求

自十七大提出“提高自主创新能力, 建设创新型国家”以来, 教育部在2010年出台了《关于大力推进高等学校创新创业教育和大学生自主创业工作的意见》(教办[2010]3号)文件, 指出创新创业是深化高校教育教学改革, 培养学生创新精神和实践能力的重要途径^[1-3]。2015年国务院办公厅印发的《关于深化高等学校创新创业教育改革的实施意见》指出, 要修订本科专业类教学质量标准, 明确创新创业教育目标要求^[4-8]。2019年教育部出台的《关于深化创新创业教育改革示范高校2019年

度建设工作的通知》(教办〔2019〕22号)文件,要求把创新创业教育贯穿到人才培养全过程,深入推进创新创业教育,建设“专创融合”特色示范课程,积极优化专业课程设置,挖掘各类专业课程的创新创业教育资源,将专业知识传授与创新创业能力训练有机结合^[9-14]。

为响应教育部把创新创业教育贯穿人才培养全过程的号召,本课程进行专创融合改革正符合时代发展的要求。通过课程专创融合改革,由注重知识传授向注重创新精神和创新创业能力培养的转变,由单纯面向有创新创业意愿的学生向全体学生的转变,切实增强学生的创新精神、创业意识和创新创业能力。

1.2 本课程专创融合改革是我校材料成型及控制工程专业发展的要求

我校材料成型及控制工程专业组建于1998年,是在1952年成立的铸造专业、1953年成立的焊接专业以及1987年成立的热加工专业的发展基础上组建而成^[15],现已成为我校最具办学实力及特色的本科专业之一。2007年被评为辽宁省高等学校第三批省级示范性专业,2008年被确定为国家第一类特色专业建设点。2011年被确定为教育部卓越工程师教育培养计划本科试点专业。2014年获批辽宁省普通高等学校重点建设本科专业,2015年获批辽宁省普通高等学校首批本科优势特色专业。分别于2014年和2017年通过中国工程教育专业认证及复评。2018年入选辽宁省第一批一流本科专业。2020年获批成为国家级一流本科专业。

尽管本专业历史悠久、积淀深厚、具备一定实力和特色,但在2017年工程教育专业认证报告中也明确指出了本专业需要持续改进和关注之处:一是毕业要求指标点“能够根据用户需求确定设计目标,在安全、环境、经济、法律等现实约束条件下,对设计方案的可行性进行研究”主要通过机械设计基础、材料成型工艺、模具设计及应用等课程的教学来支撑达成,但在实践性教学环节和其他教学环节中运用训练偏少,对该指标点能力达成的支撑偏弱;二是毕业指标点“能主动与多学科成员合作共事,具备团队意识”主要通过思想道德修养与法律基础、毛泽东思想和中国特色社会主义理论体系概论等文科类课程支撑达成,在专业基础课、专业课及专业实践教学中对该项能力的训练偏少,对该指标点能力达成的支撑偏弱。

针对上述问题和关注项,本课程进行专创融合改革是本专业发展的要求。本教改研究直接针对工程教育专业认证所提出的问题,通过理论教学和实践教学

模式、教学内容和教学方法的改革,通过课程的专创深度融合和课赛结合,培养学生解决复杂实际工程问题的能力,培养学生的团队意识,提高学生的团队合作能力,以促进本专业学生毕业要求的全面达成。

2 本课程专创融合改革的具体内容及实施过程

2.1 基于案例式教育教学,结合专业特色和课程特色,开发出适合学生的大量课程案例,将创新创业教育元素深度融入专业课程教学各环节

在多年的教学实践中,课程团队积累了大量的教学辅助材料,并开发其作为专创融合教学案例,经常熟练应用于本门课程的各教学环节之中,包括:

(1)工厂实际的现场生产视频录像资料,涉及铸铁、铸钢、铸铝、铜合金等多种金属材料铸件产品,涵盖造型、制芯、熔炼浇注、清理打磨、自动化流水线生产、机械加工等多种生产工序环节,在其基础上开发出大量实际工厂生产的专创融合课程教学案例。《金属液态成型原理》是一门实践性很强的课程,其基本原理、专业知识既来源于丰富的实际生产实践的提炼和总结,同时又反过来不断用于指导铸件产品的实际生产。只有密切与铸造生产实际相结合,不断用生产中的实际案例来阐释其基本原理和规律,才能真正做到专业教育与创新创业教育进行深度融合,学生也才能真正学进去、学明白。而且通过与实际生产相结合,可以大大提高学生的工程意识和创新创业意识,显著提升其工程应用能力。

(2)关注并积累历年相关的国家科技进步奖等重大创新成果资料,开发出重大科技创新创业内容相关的专创融合教学案例,并适时融入教学,极大地提高了学生学习专业的兴趣,切实增强了学生的创新精神,而且还激发了学生的爱国热情。包括“高品质特殊钢绿色高效电渣重熔关键技术的开发和应用”(荣获2019年度国家科技进步一等奖)“大型合金钢锭及铸锻件缺陷与组织控制”(荣获2012年度国家科技进步二等奖)“中国一重大型铸锻件制造技术创新工程”(荣获2014年度国家科技进步二等奖)“重型装备大型铸锻件制造技术开发及应用”(荣获2016年度国家科技进步二等奖)等。例如,中国一重集团生产的600 t级大钢锭(图1,曾获得2014年度国家科技进步二等奖),就不仅进入了我们的课堂教学和大作业之中,而且还出现在了我们的期末考试题之中(图2)。

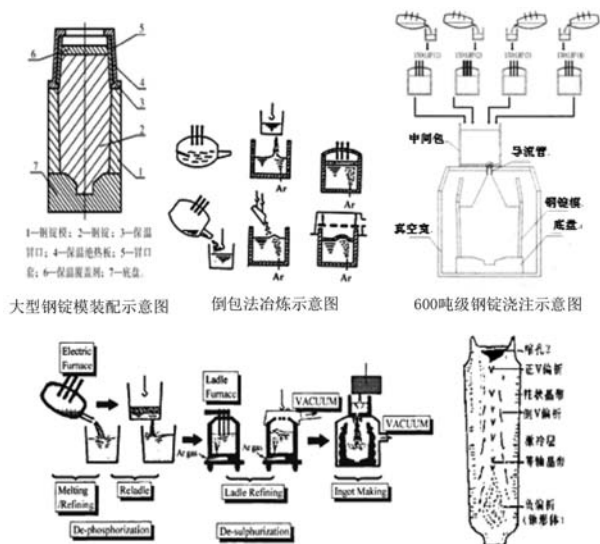
(3)课程组教师平常均积极关注与课程教学密切相关的内容,尤其是创新科研成果和学科发展动态,对其进行积累并适时融入课程教学之中,从而使



图1 600 t级大钢锭的专创融合教学案例

Fig. 1 Teaching case of 600 t large steel ingot for integration of expertise and innovation

教材、教案、课件和教学模式不断更新，如神舟飞船的铝合金返回舱外壳体铸造、我国C919国产大飞机关键零部件的铸造、单忠德院士团队的复杂铸件无模成形制造方法（我校有其研制的数字化无模铸造成型机）和翟启杰教授团队的脉冲磁致振荡连铸方坯凝固技术以及姜延春教授团队的电渣熔铸大型变曲面异形件关键技术（均荣获2017年度国家技术发明二等奖）等，均被作为专创融合教学案例引入了专业课程教学之中，使学生不但能了解本学科领域的前沿知识，极



大型钢锭模装配示意图 倒包法冶炼示意图 600吨级钢锭浇注示意图

大型钢锭液态成型全过程示意图 大型钢锭真空浇注示意图 大型钢锭组织结构示意图

图2 与600 t级大钢锭专创融合教学案例相关的期末考试题

Fig. 2 Final exam questions related to teaching case of 600 t large steel ingot for integration of expertise and innovation

大地提高了学生对本专业的热爱程度以及学习本门专业课程的积极性，而且显著增强了学生的创新创业意识。又如，本专业吴世常高工的典型创新创业案例（图3）、我校华创风能的创新创业案例（图4）（风

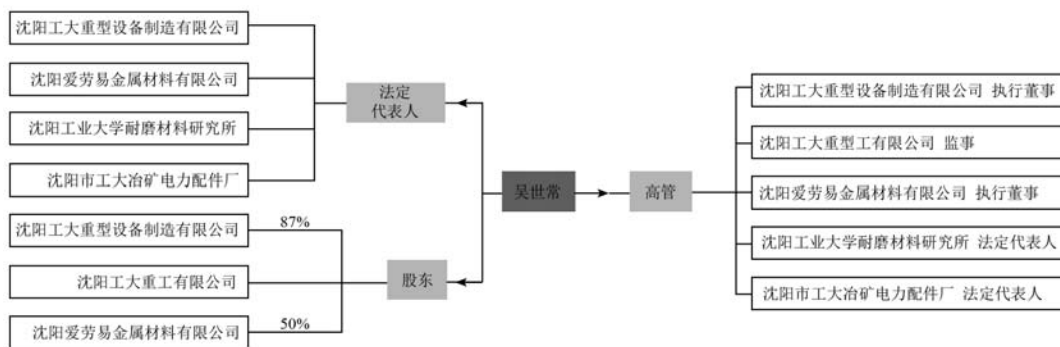


图3 本专业吴世常高工的典型创新创业专创融合教学案例

Fig. 3 A typical teaching case of Mr. Wu Shichang, Senior Engineer in our major, for integration of expertise, innovation and entrepreneurship



图4 本校的华创风能创新创业专创融合教学案例

Fig. 4 Teaching case of Huachuang Wind Energy Co., Ltd. related to our university for integration of expertise, innovation and entrepreneurship

力发电设备中的轮毂是典型的球墨铸铁件）等。而且这些专创融合教学案例很多都是与我校密切相关的人、物和事，极易被学生所接受和引起学生的共鸣，从而起到了非常好的专创融合教学效果。

（4）课程团队教师多年来一直指导学生参加中国大学生铸造工艺设计大赛，积累了大量工艺方案和视频录像资料等，形成了一系列专创融合教学案例，均被适时引入了课程教学之中，而且结合课程教学内容，开发出最适合学生进行创新创业思维训练的模块化教学案例。同时，由于每年都有学生参加铸造工艺设计大赛，所以本课程的专创融合教学案例也在逐年不断增加，教学案例的质量也在不断提升，已然形成

了良性循环。通过这些丰富的教学案例，大大提高了学生的工程意识和创新能力，也使本门课程的实用性大大增加。

(5) 多年指导学生创新创业训练进行艺术铸件实际生产形成的视频录像资料以及铸件实物，均被开发成专创融合教学案例，对于学生的专业理论知识学习和创新创业能力培养，直接起到了引领和示范的作用。本专业通过大学生创新创业训练计划项目、学生课外科技竞赛活动、学生本科毕业设计、见习工程师实践培训等活动，学生已经生产出近60件创新创意铸件作品(图5)，它们可以说是专业教育与创新创业教育深度融合的直接产物，将其作为专创融合教学案例，并实际运用于本课程的相应教学模块中，对于学生的创新创业意识和能力培养，起到了很好的作用。



图5 学生实际生产出来的创新创意铸件产品

Fig. 5 Innovative casting product produced by our students

2.2 指导学生亲自动手操作，做好课程实验的专创深度融合改革

本门课程内含有液态金属流动性测试和铸件凝固温度场测试两个大型综合性实验。每个实验均需要造型、合箱、熔炼、精炼、浇注、打箱、落砂和清理，几乎和工厂实际生产铸件产品的工序完全一致，涉及本门课程中几乎所有章节：液态金属的结构和性质、铸件温度场、金属凝固热力学和动力学、单相合金的凝固、铸件凝固组织的形成及控制、偏析、气孔和夹杂、缩孔和缩松、应力变形等。在整个实验过程中，要求所有学生都必须动手，而且必须密切配合，互相合作，才能在短短的几个小时之内将实验完成(图6和图7)。另外，由于是由授课教师亲自指导实验，学生一边实际操作，授课教师随时注意将课程理论与操作实践密切结合起来，极好地提高了理论教学和实验教学的教学质量和教学效果。例如，企业里工人师傅常说的“高温熔炼、低温浇注”“三分造型、七分浇注”“睁眼造型、闭眼浇注”，通过这两次的实际实验，就让学生深刻理解了它们所蕴含的科学原理。

在近两年的实验过程中，我们还有意识地进行了创新性的专创融合教学改革。实验时，老师只讲实验



图6 学生正在进行液态金属流动性实验合型操作

Fig. 6 Students were conducting the sand mold assembly operation for the liquid metal fluidity experiment



图7 学生正在进行铸件温度场实验金属熔炼操作

Fig. 7 Students were conducting the metal melting operation for the casting temperature field experiment

目的，只提供相应实验用具，其余的实验原理、实验过程及实验结果分析总结等，全部由学生团队自行想办法完成。令我们惊喜的是，学生们通过研究琢磨、共同讨论、自主探究、团队合作(图8和图9)，每组学生均出色地完成了本门课程的实验任务。通过本门课程实验改革，不但培养了学生的工程意识、工程实践动手能力、团队合作能力，而且极大地增强了学生思考问题、分析问题和解决问题的能力，极好地培养了学生的创新精神和创造能力，同时还培养了学生的创新创业意识和能力。



图8 学生小组团队正在探究分析实验原理及操作步骤

Fig. 8 A student team was exploring the principles and operation steps of the experiments



图9 学生小组团队正在合作完成实验过程

Fig. 9 A student team was working together to complete the experimental process

2.3 课赛结合，以赛促学，促进了专创深度融合

中国大学生铸造工艺设计大赛已经在全国具有重要而深远的影响，目前是中国铸造界具有一定规模和影响力的工艺设计比赛，该大赛的举办旨在鼓励在校学生学习铸造专业知识，提高学生的实际操作技能，为学生提供社会实践活动的平台，为大学生就业创造有利条件和机会，为铸造企业培养优秀人才，促进我国铸造行业的发展。因此，通过让学生积极参加中国大学生铸造工艺设计大赛，通过课赛结合，不但可以促进提高我校在这一赛事中的比赛成绩，提升我校在材料成型专业领域内的影响力，而且最重要的是可以让《金属液态成型原理》课程中的很多原理知识在实际的铸造工艺比赛中得到全面应用，从而提高学生的学习兴趣和学习效果，全面促进了专业教育与创新创业教育的深度融合。另外，通过让学生积极参加大学生创新创业训练项目，让学生对《金属液态成型原理》课程得以进一步学以致用。反过来，授课教师通过指导学生参加铸造工艺设计大赛和创新创业训练项目，也不断积累更多的教学素材，从而进一步丰富教学内容，不断提高教学水平和教学质量。

2.4 不断改革教学方法和教学模式，切实提高专创融合教学质量和教学效果

(1) 保持已有的教学特色，即鉴于原理课的课程性质，重要原理、重要公式的推导等仍采用传统板书教学，而扩大知识面、案例教学等内容采用多媒体教学，将传统与现代方式相结合，以提高学生的专创融合学习效果。

(2) 大力运用新时代现代化教育手段和方式，充分利用网络教学平台，如爱慕课（华中科技大学的《材料成型理论基础》）、智慧树（黑龙江科技大学的《材料成型原理》）等线上精品课程，充分利用“雨课堂”智慧教学工具，注重线上教学与线下教学的协调互补。依托于现今多样化的教育手段，如腾讯会议、企业微信会议等，开展多种形式的专创融合教育。建立了手机微信群等网络沟通渠道，方便师

生随时随地开展课程教学交流、创新创业交流、课赛结合交流等，教师在课后持续关注学生的创新创业项目和铸造工艺设计大赛项目，引导学生将创新创业与其所学课程联系起来，运用所学课程专业知识和专业创新技能持续推进创新创业项目和铸造大赛项目的实施。

(3) 以学生为中心，大量采用启发式、实例式、探究式等教学方式和方法，充分让理论与实践相结合，让专业教育和创新创业教育深度有机融合，全面培养学生的综合能力。开展了与专业课程相适宜的基于问题、基于项目、基于案例的教学方法和考核方式的探索与实践，着力培养学生的创新精神和分享创意的习惯，鼓励学生勇于创新、乐于创新、善于创新，在探索的过程中，自觉融入团队，树立团队意识，提高团队合作能力（图10-12）。

(4) 大量地应用学生熟知的、有趣的、与专业知识有关联的诗词、成语、俗语、典故等，如“有模有样”（说明铸造的模样）“真金不怕火炼”（说明金属的熔点和氧化性）“大器晚成”（说明铸件的凝固时间）“炉火照天地，红星乱紫烟”（说明金属的熔炼过程）“明月松间照，清泉石上流”（说明金属液的层流状态）等，极大地提高了学生的学习兴趣和学习效果。



图10 学生在分组进行问题式、项目式和探究式学习

Fig. 10 Students were conducting problem-based, project-based and inquiry-based learning in groups



图11 学生在课堂进行探究式学习成果汇报和考核

Fig. 11 Students were conducting the inquiry-based learning achievement reporting and assessment in the class



图12 学生在课堂创新性地展示铸件热应力的形成过程

Fig. 12 Students were creatively demonstrating the formation process of thermal stress in castings in the class

(5) 积极进行课程思政, 培养学生的政治意识、大局意识、环保意识、工程质量意识和安全意识等。如利用我校60周年校庆时材料院校友赠送的标志性“铸魂”雕塑(图13), 讲解其铸造过程, 充分将专业教育和创新创业教育进行有机融合, 同时还培养了学生的专业情怀, 引导学生树立铸魂精神。



图13 “铸魂”雕塑

Fig. 13 A teaching case of the sculpture “Casting Soul”

2.5 建立重视过程管理的教学考核方式和基于工程教育专业认证课程达成度分析的持续改进机制

一门课程教学目标的达成, 离不开科学合理的过程管理和清晰明确的评价方式。本课程基于OBE教学理念和工程教育专业认证要求, 加强教学过程管理, 建立了明确的教学考核和学生学业成绩评价方法, 最终成绩由平时成绩、大作业成绩、期末笔试成绩和实验成绩组成, 实现了过程性考核与结果性考核相结

合。在整个课程结束以后, 授课教师最后还需要按照工程教育专业认证的标准对本次课程的达成度进行分析, 分析存在的问题及产生原因, 并提出改进措施。

3 本课程专创融合改革的实施成效

《金属液态成型原理》课程专创融合改革实施对象为我校材料成型及控制工程专业大三本科生, 每年6个班, 大约180人。本课程专创融合教学改革所取得的实施成效主要包括以下几个方面。

(1) 通过课赛结合、与工厂生产实际密切相结合、关注重大创新科研成果等, 积累、开发了百余个专创融合教学案例, 有力地促进了本专业的人才培养。通过开发专创融合教学案例, 并适时融入本门课程的教学, 形成了本门课程丰富的教学内容, 切实提高了学生利用本门课程的原理专业知识解决材料成型及控制工程中复杂工程问题的能力, 有力地促进了本专业人才培养目标和毕业要求的达成。

(2) 形成了与工程实际密切结合、具有典型专创融合特点的本门课程教学体系和完整的教学过程管理及考核实施方案。课程团队持续改进了课程教学大纲; 以OBE为导向, 加强了过程管理, 形成了明确的教学考核评价方式, 显著提高了教学效果; 在课程结束以后, 还对本门课程的课程达成度进行分析评价, 建立了基于工程教育专业认证课程达成度分析的持续改进机制。

(3) 通过不断改革教学方法, 采用灵活多样的教学模式, 切实提高了教学质量和教学效果, 获得了学生们的一致好评。课程教学充分体现以学生为中心, 采用问题式、项目式、探究式等教学模式, 培养了学生的创造性思维, 团队合作意识和能力。本门课程的教学效果获得了学生们的一致好评。

(4) 由授课教师亲自指导课程实验, 并通过课内实验创新性改革, 形成了课程实验与课程专业理论学习密切融合的专创深度有机融合实验教学模式。“纸上得来终觉浅, 绝知此事要躬行”。学生通过本门课程的两个大型综合性、创新性实验, 不但极大地提高了工程意识和工程实践动手能力以及团队合作意识和能力, 而且显著增强了学生思考问题、分析问题和解决问题的能力, 以及学生的创新意识和能力。

(5) 通过以赛促学、以赛促教, 本门课程专创融合改革有力地促进了我校材料成型及控制工程专业的学生在中国大学生铸造工艺设计大赛中取得好的成绩。在众多高校云集的中国大学生铸造工艺设计大赛中, 我校每年均能取得多个奖项, 尤其是在2019-2020年度的第十一届中国大学生铸造工艺设计大赛中, 我校获得了本科生4项一等奖的好成绩, 在参赛的所有

高校中,这一比赛成绩也是比较突出的。这显然与我们这门原理课程的教学改革密不可分。这从学生们在“中国大学生机械工程创新创意大赛专业赛项二:铸造工艺设计赛”官网上发表的心得体会中也可以充分反映出来^[16-17]。

(6)本门课程专创融合改革还有力地促进了我校材料成型及控制工程专业的学生在大学生创新创业计划训练项目及其他课外竞赛中取得较好的成绩。近三年,本专业学生获得创新创业训练计划项目立项50项,其中国家级5项,省级10项,校级35项。课程负责人共指导学生获得创新创业训练计划项目立项13项,其中国家级1项,省级6项,校级6项。本专业学生分别于2019年和2020年在第二届和第三届辽宁省普通高校毕业生材料成型工艺创意竞赛活动中共获得特等奖1项,一等奖1项,三等奖1项,优秀奖3项。通过各级各类创新创业项目和学科竞赛活动,进一步促进了本专业和本门课程的专创深度融合,显著提高了学生的创新创业能力。

4 本课程专创融合改革的反思及进一步改革设想

本门课程教学目前还是存在一些问题:虽然在以立体化、多层次的考核方式代替传统的单一考核评价方面作了一些改革探索,并通过多种手段对学生学习全过程予以了记录和衡量,而且形成了不少评价性结果材料,但是目前期末考试成绩占比还是太大(占80%);未能尝试将创新创业竞赛成绩替代课程成绩;大量的专创融合教学案例还未能完全运用于课程教学之中;本门课程还未进行“金课”建设申请和申报。

进一步改革设想:

(1)按照《教育部关于一流本科课程建设的实施

意见》(教高[2019]8号)文件精神,对照“双万计划”国家级一流本科课程建设标准,打造“金课”,力争把《金属液态成型原理》课程建设成辽宁省省级一流课程。

(2)以学生为中心,需要进一步改革教学方式,进一步提高教学效果。

(3)结合“新工科”建设内涵,将“新工科”相关内容和教学理念体现于课程教学之中。更加注重课程思政。

(4)还需要进一步建设一支高水平的、结构合理的课程教师团队,并大力开展教学研究。

5 结束语

本门课程专创融合改革,无论是理论教学环节,还是实践教学环节,均突出了创新创业教育与专业课程的有机融合。结合专业特色和课程特色,将创新创业教育元素有机融入了专业课程教学各环节,开发出相应课程教学案例;结合行业需求与技术发展,规划和设计了课程教学内容,完善了课程标准;将学科、行业的新技术、新成果与创新创业理念相融合,撰写了体现创新创业教育元素的课程教学大纲和课程教案;通过课赛、专赛结合,将教学内容与学生竞赛项目和专创项目相融合,将教学过程与学生竞赛过程和创新创业计划训练实施过程相融合。

本课程团队对现有课程教学设计、单元内容、知识结构、课程资源、教学模式、教学方法、实验环节、评价体系等均进行了改革,促进了材料成型及控制工程专业的专业教育与创新教育在深度与广度方面的有机融合,培养了学生的创新创业精神,有效激发了学生的创新创业热情,明显提升了学生的工程实践能力和创新创业能力。

参考文献:

- [1] 杨眉,王平,黄志宇,等.基于“专创融合”的材料力学性能课程建设与实践[J].教育教学论坛,2020(43):242-243.
- [2] 颜鲁薪,李明澈,李帅兵,等.《光伏发电技术应用与创新创业》专创融合课程建设思考[J].产业与科技论坛,2020,19(22):134-135.
- [3] 杨秋玲,黄高雨.基于ADDIE模型下高校专创融合课程教学及考评方法的改革探究[J].四川旅游学院学报,2020(5):1-5.
- [4] 张福利,董玮,林波.基于PBLIE教学法的专创融合课程的设计与实践[J].科教发展评论,2020(00):26-31.
- [5] 于淑艳.基于专创融合的《旅游景区运营与管理》课程优化研究[J].创新创业理论与实践,2020(15):15-16.
- [6] 刘兴旺,李俊杰,何洪明.结构力学专创融合育人案例[J].教育教学论坛,2020(27):185-186.
- [7] 刘会丽.“项目主导、专创融合”人才培养模式下的《网络营销与策划》课程教学设计与实施[J].延安职业技术学院学报,2020,34(5):69-71.
- [8] 彭才望,池泽浩.信息技术背景下“发动机原理”课程“专创融合”教学研究与实践[J].机电教育创新,2020(9):141-142,148.
- [9] 李恒.中医药院校创业基础课程校本案例教学研究[J].吉林省教育学院学报,2020,36(5):122-125.
- [10] 刘秀平,胡新煜,徐健.以成果为导向构建专业与创新创业教育融合体系探索[J].大学教育,2020(8):167-170.

- [11] 王红胜, 黄应娥, 吴慧. 设计专业与创新创业相融合的人才培养路径探索 [J]. 高教学刊, 2020 (35): 164-167.
- [12] 段辉琴, 沈晓平. 应用型大学专创融合的模式、路径和方法探索 [J]. 北京联合大学学报, 2020, 34 (4): 7-13.
- [13] 卢卓, 吴春尚. 专创融合改革的理论逻辑、现实困境及突围路径 [J]. 教育与职业, 2020 (19): 74-78.
- [14] 冯贵霞. 城市管理专业“专创融合”型人才培养模式探析 [J]. 高教论坛, 2020 (9): 37-41.
- [15] 向青春, 董福宇, 邱克强, 等. 自强笃行, 不负韶华, 谱写铸造华章 [J]. 铸造, 2020, 69 (9): 995-1001.
- [16] 刘怡庭. 铸造大赛, 以赛促学, 扬起青春的风帆 (二) [EB/OL]. 沈阳: 中国机械工程学会铸造分会, 2020. <http://www.chinafoundry.org/dsdtshow.asp?id=288>.
- [17] 郭云松. 学以致用, 铸造工艺设计大赛让我们成长了很多 (四) [EB/OL]. 沈阳: 中国机械工程学会铸造分会, 2020. <http://www.chinafoundry.org/dsdtshow.asp?id=304>.

Teaching Reform and Practice on Integration of Expertise and Innovation for the Course of “Principles of Liquid Metal Forming”

XIANG Qing-chun, YANG Hong-wang, ZHANG Wei, LI Guang-long, WANG Feng, QU Ying-dong
(School of Materials Science and Engineering, Shenyang University of Technology, Shenyang 110870, Liaoning, China)

Abstract:

The course of “Principles of liquid metal forming” has always been one of the most important basic courses for the specialty of “Materials Forming and Control Engineering” in our university. Aiming at the problems and deficiencies existing in the previous course teaching, for the sake of improving the students' ability to solve complex engineering problems, strengthening their engineering consciousness and improving their engineering practice ability, cultivating their teamwork ability, and enhancing their innovative spirit, entrepreneurial consciousness and innovative entrepreneurial abilities, the course teaching team has carried out the teaching reform on the integration of expertise and innovation, from the aspects of general course design, teaching contents, teaching resources, teaching modes, teaching methods, experimental teaching, testing and evaluation. A set of curriculum teaching system of expertise-innovation integration for cultivating the students' engineering ability and improving their innovation and entrepreneurial abilities has been proposed, and has been practiced and consummated in the teaching process of the curriculum “Principles of Liquid Metal Forming” in recent years, thus improving the teaching quality of the curriculum, effectively promoting the in-depth organic integration of professional education and innovation & entrepreneurial education, and achieving good results of talent cultivation.

Key words:

principles of liquid metal forming; course reform; integration of expertise and innovation; talent cultivation
