

项目驱动式创新创业工程训练教学实践

——以中南大学工程训练与工艺理论系列课程教学改革为例

吴万荣, 韩奉林, 田广天

(中南大学机电工程学院, 湖南长沙, 410083)

[摘要] 中南大学工程训练与工艺理论系列课程在建设与管理过程中, 构建了实践教学与理论教学相融合的课程新体系, 探索了以学生为主体、以知识转化能力为导向的项目驱动式创新创业工程训练教学模式, 提出了项目驱动式创新创业工程训练的项目命题选择、教学方法、学习方法、成绩考核与教学评价等方面的实施措施, 以期增强学生的工程实践能力、创新思维能力和解决复杂工程问题的能力, 培养高素质创新创业型工程技术人才。

[关键词] 实践与理论课程新体系; 项目驱动; 创新创业; 工程训练; 能力提升

[中图分类号] G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-893X(2022)02-0094-05

进入21世纪以来, 科学技术的快速进步推动新经济与新产业蓬勃发展, 经济全球化的趋势势不可挡。我国正在实施一系列重大国家战略, 加速科技创新与产业转型升级。高等工程教育必须面向国家科技创新与产业转型升级的需要, 培养大量具备扎实的工程实践能力、突出的创新能力、宽广的国际视野、解决复杂工程问题的能力以及适应新经济与新产业要求的高素质创新创业型工程技术人才。

中南大学工程训练中心是学生进行工程训练与工艺理论学习的校内实践教学基地, 面向全校机械类与非机械类的40多个专业近5000名学生开课, 选课学生人数多, 课程覆盖面广。工程训练中心在近几年的建设与改革中, 发挥实践教学基地的资源优势、课程优势与教学优势, 大力开展课程体系与教学内容改革, 促进实践教学与理论教学的深度融合, 以项目驱动式创新创业工程训练教学推动教师教学方法和学生学习方法的转变, 使学生从知识学习向能力提升转化, 探索项目驱动式创新创业工程训练的教学新模式, 将工程训练中心建设成学生学习知识、培

养能力和全面提高素质的创新创业工程训练教育教学平台。

一、构建实践与理论相融合的课程新体系

在专业培养方案中, 机械制造基础系列课程的教学以“工程训练”实践教学为前置课程, 在对实践教学获得感性认识后, 再进行“材料成形工艺基础”“机械加工工艺基础”等工艺理论课程教学。这种传统教学模式存在的主要问题是: 实践课程与工艺理论课程在教学时间安排上分开, 在教学方式上实践教学与工艺理论教学脱节; 实践教学以分工种进行操作方法练习为主, 工艺理论教学以知识讲授为主, 教学质量评价以考试分数来衡量; 教学内容固定化, 实践训练程序化, 理论教学陈述化, 教学质量评价标准化。这种教学模式给学生自我思考与能力发挥的空间有限, 不利于培养学生的创新思维和解决工程实际问题的能力^[1], 与国家科技创新与产业转型升级的创新型工程技术人才需求严重脱节。

中南大学工程训练中心在课程体系与教学内容的建设与改革中, 整合“工程训练”“材料成形工艺基础”“机械加工工艺基础”等系列课

[收稿日期] 2021-04-12; **[修回日期]** 2021-11-27

[作者简介] 吴万荣, 男, 湖南汉寿人, 博士, 中南大学机械工程学院教授、博导, 主要研究方向: 机电液(气)集成控制技术、智能化机械与特种机器人、高等工程教育与高素质人才培养, 联系邮箱: wwr@csu.edu.cn

程的教学内容,从培养适应新经济、新产业创新型工程技术人才要求的高度进行教学改革,构建实践教学与工艺理论教学相融合的课程新体系,探索以项目驱动为主线,以教师为主导,以学生为主体,营造开放式、引导式、自主式学习的教学环境,融知识学习、能力提升、素质训练于一体,避免教学内容的重复,提高知识学习的效率,促进知识向能力的转化^[2]。使学生在工程训练实践与制造工程理论知识的学习过程中,提高工程实践能力、创新思维能力和解决复杂工程问题的能力^[3],为培养造就高素质创新型工程技术人才探索一种新的教学模式。

二、教学项目选择

项目驱动式创新创业工程训练教学以实现知识向能力转化为基本教学要求,为学生提供设计与制造相对集中的教学条件与环境。学生自主进行项目命题作品的设计制作,结合项目命题作品的设计制作过程,学习制造工艺理论知识,对项目命题作品的结构原理、设计、制作、装配、调试、运行等进行一个完整的过程训练。项目驱动式创新创业工程训练教学可以培养学生的设计制造工程能力和利用现代化加工制造平台实现技术构想的初步能力,建立起产品研发、设计制造、工艺规程、安全生产、质量保证、成本核算、经营管理等制造工程的整体概念。项目驱动式创新创业工程训练所选取的项目应达到以下几个方面的基本要求:

所选取的项目应与工程训练、制造工程基础系列课程的教学内容密切相关。学生通过项目训练,能够利用工程训练教学平台将所学制造工程基础知识、工艺方法与操作技能应用到项目命题作品设计制作的实践过程,实现项目命题作品设计制作的技术构想。

所选项目应具有真实性和可实现性。只有将真实的项目结合教学过程进行训练,才能激发学生自主探索的兴趣,引导学生在实践过程中进行作品方案确定、结构设计、加工制作、装配调试与运行,在作品设计制作过程中解决真实的工程问题。通过合作学习与设计制作,获得一个可实现设计功能的作品,给学生带来成就感,获得成功的喜悦。

所选项目应具备一定的复杂性与高阶性,最

好能够与互联网+、机器人、智能制造、节能减排等产业发展新技术相关联。深入了解现代产业和科研前沿技术中的复杂工程与技术挑战,让学生在项目训练中学习解决复杂工程问题的方法,培养他们的工程创新意识。

所选项目应具有研究性与探索性。项目训练内容和训练过程能够激发学生进行研究与探索的兴趣和热情,通过有目的、有计划地进行资料收集整理,在思考、探究的实践过程中获得解决问题的思路和方法,使传统型工程训练向探索性、研究性工程实践训练转化。

所选项目应具有新颖性和创新性。项目作品的结果或功能具有未知性与开放性(非唯一性)。学生在项目训练的实践中,需要通过深入思考与探索,才能将创意思维和创新设计转化为创新成果,获得具有创新性的作品。不同的设计思路与不同的制作方案将得到不同的结果并具有不一样的功能,这样就使项目训练结果具有竞争性的特点。

按照这几项基本要求,这几年在工程训练中我们主要选取了两类项目:一类是课程教学与学科创新竞赛相结合的项目。将中国大学生工程实践与创新能力学科竞赛项目作为工程训练的项目,在大学生工程实践与创新能力竞赛命题的基础上,增加无碳四轮小车越障赛与无动力自由滑行小车竞赛两项命题。选取课程教学与学科竞赛相结合的项目,可实现知识学习、能力培养与学科竞赛相结合,提升项目训练的教学意义和学生设计制作的成就感。另一类是学生自选项目。学生自选项目是学生对实际问题观察后产生兴趣的项目,鼓励个性化知识学习与能力培养。在工程训练与工艺理论的学习过程中,学生将自己感兴趣的命题设计制作为创新作品,培养善于观察想象、敢于创新和善于创新的意识与精神。训练项目由学生自主命题,有利于培养学生的求知欲,提升其能力,对于学生个性化能力培养具有重要意义。在工程训练中心近几年的项目驱动式创新创业教学实施过程中,少部分学生采用自选项目,而大部分学生选择课程教学与学科创新竞赛相结合的项目。

三、教师角色转变

在传统教学理念中,工程训练实践教学为制

造工程基础理论教学服务,实践教学与工艺理论教学相互独立教学。而项目驱动式创新创业工程训练教学是实践教学与工艺理论教学相融合,消除工程实践训练与工艺理论教学之间的壁垒,以提升项目为工程训练教学改革的驱动载体,以提升知识转化能力为基本要求,以全面提升学生的创新意识与创新能力为教学目标。所以,在项目驱动式创新创业工程训练教学过程中,教师要转变自身的角色定位,由理论知识的讲授者转变为教学资源的提供者和学生学习过程的引导者^[4]。教师的教是以学生能力提升为导向的教,教师在项目驱动式创新创业工程训练教学中不是要求完成课程全部知识的讲课,而是要将课程教学基本要求的规范性与教学过程的灵活性相结合,改变实践教学与工艺理论教学脱节的旧教学模式,将理论讲授紧密结合项目设计制作过程,引导学生利用工程训练中心的教学资源自主学习,自主完成项目命题作品的设计制作,并获得实现技术构想的作品,帮助学生在项目实施过程中学会将知识转化为能力。

教师在课程教学的过程中始终要将学生视为学习的主体,转变教学模式,放开心态让学生进行自主学习和自主探究。为学生提供作品设计制作的平台和解决问题所需要的条件,将工程训练中心的教学资源优势与课程优势转化为项目驱动式创新创业工程训练的教学优势。营造自主获取知识、培养能力、开拓思维、施展才能的教学氛围。引导学生充分利用工程训练教学平台的优势,实行课程资源、场地、设备和时间的全方位开放,创造全开放型项目驱动式创新创业工程训练教学的条件。

以课程教学与学科创新竞赛相结合的项目为例,项目驱动创新创业工程训练的实施分为设计制作阶段和校级竞赛阶段。项目的设计制作训练是必修课程内容,校级竞赛训练是自愿选修内容。项目驱动的教学组织方式一般应提前发布项目命题。项目命题之所以要提前发布,是因为必须在工程训练开始之前完成项目命题的选题、方案确定和结构设计。教师提前介入项目驱动式创新创业工程训练的前期工作,向学生介绍以项目驱动进行创新创业工程训练系列课程教学的目标意义、组织形式与教学方法。教师发布项目命

题后要求学生以自愿方式组成4人项目小组,小组成员自主选择项目命题,自主进行设计制作,根据项目作品设计制作完成程度评定训练成绩。

在学生自主组合项目小组并选择项目命题之后,教师就开始进入项目训练的指导者角色,进行命题解析的引导性讲课,讲授确定命题方案和结构设计的相关知识,引导学生进行项目作品的结构类型、机构组成、运动转换、障碍识别、轨迹判断、控制电路及设计文件等方面的知识学习与设计实施。教师指定相关参考书,组织观摩与分析历届参赛创新作品,帮助各项目小组自主完成项目的方案确定,进行结构设计,制定项目计划,当好项目进度安排的参谋。

在项目驱动式创新创业工程训练课程教学开始后,教师需要对项目小组的项目命题设计文件进行审阅与评价,只有符合基本设计要求的项目作品才能进入制作阶段。指导教师在作品制作阶段需要引导学生根据制作过程进度学习制造工程相关知识,协助学生进行零部件制作的材料选择、加工方法选择与作品组装调试。教师应要求项目小组密切合作,结合工程训练中心各实习车间的基础工艺训练与先进制造技术训练,让学生自己动手选择合适的工艺方法进行零件加工。在作品制作过程中,教师也需要组织适当的交流活动,使项目小组和学生个体之间能够充分分享制作经验,当学生在作品制作中遇到困难或问题时,教师应该有针对性地引导学生学习相关知识,寻找解决问题的方法和提升学生解决复杂问题的能力。

教师要利用工程训练教学网络管理平台,对项目训练设计制作过程提供技术保障和实施有效的管理。例如,利用工程训练教学网络管理平台提供CAD/CAM设计软件和数控加工、激光加工、3D打印增材制造等虚拟加工演练软件,及时发布教学信息,及时掌握学生在项目实施过程中的表现和作品设计制作的进度,发现问题随时对学生进行指导和评价,师生进行在线交流、网上答疑、评阅与考核、网上登录学生成绩等各项教学活动,以期提高项目驱动式创新创业工程训练的教学运行质量和效果。

四、学生学习方法转变

传统的教学模式提倡学生独立完成课程学

习和作业, 是一种个体式学习方法。项目驱动式创新创业工程训练教学以项目小组的组织形式在完成作品设计制作的过程中学习知识和提升能力, 强调以学生为中心和以能力培养为基本要求进行学习, 把知识学习与能力培养的自主权交给学生。学生自主组合项目小组, 自主选择项目命题, 自主设定学习任务, 自主确定命题方案, 自主制定项目计划, 自主进行设计制作, 自主编写项目文件, 调动学生自身的求知欲和思考力, 主动学习知识和发现解决问题的方法, 自觉地转变学习模式, 将传统的为了知识的学习转变为为了能力提升的学习, 学习怎样进行学习和怎样提升能力。

项目驱动式创新创业工程训练建立在学生内在求知欲的心理基础之上, 教师的责任在于引导和激励学生对项目命题的方案确定与设计制作进行深入思考, 探求完成任务的措施与方法。利用学生解决挑战性问题的的好奇心, 以项目小组的组织形式制定作品的设计制作计划, 提出过程管理措施, 制作出符合设计目标功能的作品, 在设计制作作品的过程中完成工程训练的方法训练与工艺理论知识学习。一方面, 项目驱动式创新创业工程训练教学强调团队合作, 小组成员之间需要相互协作、互动分享, 通过项目作品的方案讨论、结构设计、加工制作、装配调试的全过程, 从团队合作中获得知识和提升能力。另一方面, 学生基于项目小组所分配的任务, 每个设计制作步骤的实施都包含知识的学习和问题的解决, 需要进行深入思考, 主动查阅文献资料学习所需知识, 寻求解决问题的方法。学生在这个过程中需要充分调动和运用自己已有的知识和能力, 通过自主学习与探究, 才能获得新的知识和提升解决问题的能力^[5]。

创新创业工程训练网络平台是项目小组活动的重要学习平台, 小组成员能够通过网络平台实现教学资源共享, 进行网上小组讨论, 作品设计制作网上交流, 提交项目进度报告等。同时, 学生可利用网络教学资源实现自主学习、网上预约实践训练、零件虚拟加工演练、网上提交作业、网络上机考核与查阅课程成绩等学习活动。

项目驱动式创新创业工程训练教学以课内与课外相结合的方式

进行项目命题作品的设计制作, 给予学生拓宽作品设计制作的时间与空间, 学生可以带着作品设计制作中遇到的问题随时随地获取相关知识, 思考解决问题的方法, 促使课内学习与课外学习相结合, 实践训练与理论学习相结合。以项目作为创新创业教学的驱动载体, 以自主设计制作为驱动途径, 达到知识学习与能力提升的学习效果。

五、教学质量评价

工程训练及工艺理论系列课程的传统教学模式主要关注学生的考试分数, 以考试分数来检验学生对所学知识的掌握程度和学习成绩的优劣、评价课程的教学效果和质量。项目驱动式创新创业工程训练教学将实践操作训练、工艺理论知识学习与作品设计制作相结合, 学生的成绩考核和课程的教学质量评价, 是学生结合基础工艺训练、先进技术训练进行项目命题作品设计制作的自我评价、学生互评、教师评价以及竞赛训练的获奖等级等多渠道评价。项目驱动式创新创业工程训练过程中对理论知识的学习主要是提出学习要求, 将成绩考核延伸到对项目作品的完成程度上。以完成项目命题作品掌握的知识面和体现设计制作的能力来代替对知识学习的考试与操作训练方法的考核。教学质量的评价主要是对学生在项目训练过程中知识转化能力的综合评价。

项目设计制作阶段的考核重点是对学生知识学习与设计制作的过程考核。教师制定并公布项目各项命题的设计方案、主要零件图纸、尺寸标注、加工制作、装配调试、功能实现等内容, 以及其评价标准和细则, 引导学生关注自己在项目实施过程中每一个环节的表现, 评价自己对知识的理解以及应用的能力。从而让学生从关注考试成绩向关注学习过程转变, 促使学生提高对项目驱动式创新创业工程训练的投入程度。

项目竞赛阶段训练是作品的改进完善, 学生以自愿选修的方式参加项目训练的校级竞赛, 在竞赛中进行现场竞争性运行考核。参赛的项目小组应提交与参赛作品相关的设计、工艺、成本分析和工程管理文件及参赛作品设计制作过程的汇报视频。在课程教学结束后, 即组织校级竞赛, 制定竞赛训练的评分规则, 根据参加校级竞赛的获奖等级提升项目训练成绩, 获得优秀成绩的作

品延伸到参加省级、国家级竞赛。项目驱动式创新创业工程训练与学科竞赛相结合,目的是引导更多的学生积极投入到创新创业设计制作的校级、省级、国家级三级学科竞赛活动中,扩大创新创业学科竞赛的惠及面,使学科竞赛成为提高学生工程实践能力与创新创业能力的一项普遍性教育教学活动。

六、结语

项目驱动式创新创业工程训练教学模式能够充分发挥工程训练中心校内教学基地的资源优势、课程优势与教学优势,消除实践课程与理论课程之间的传统教学壁垒,推动教师教学方法和学生学习方法的转变,促使学生主动运用所学知识解决工程实际问题。促进学生由知识学习向能力提升的转化,显著地提高学生的学习积极性和课程教学的质量,对于培养学生的工程实践能力、创新思维能力和解决复杂工程问题的能力以及全面提升学生的素质,具有重要的意义。项目驱动式创新创业工程训练教学方法在机械设计制造及自动化、车辆工程、微电子制造工程与交通设备工程等机械类专业实施5年以来,取得了

显著的教学效果。中南大学工程训练中心将在工程训练与制造工程基础系列课程的教学改革中,继续深入探索并推广项目驱动式创新创业工程训练的教学模式,不断提高系列课程的教学效率与教学质量,为培养造就高素质创新创业型高级工程技术人才做出应有的贡献。

参考文献:

- [1] 崔鹏. 国外创新创业教育实践及其启示——基于美、英、德三国比较研究[J]. 创新与创业教育, 2018(6): 70-73.
- [2] 朱瑞富, 曹利华, 刘新, 等. “实践实训+创新创业”一体化训练平台建设及应用[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(3): 11-14.
- [3] 袁广林. 欧林工学院: 工程教育的一种新范式[J]. 高教探索, 2022(1): 80-86.
- [4] 黄宁阳, 张红梅, 葛俊. 国外高等教育实践创新能力培养的学习与借鉴[J]. 教育教学论坛, 2013(2): 218-219.
- [5] 隋姗姗, 钱凤欢, 王树恩. 我国创新创业人才培养路径探析——基于国外经验比较与创新创业教育生态系统构建的角度[J]. 科学管理研究, 2018(10): 105-108.

Teaching practice of project driven innovation and entrepreneurship engineering training—Taking the teaching reform of engineering training and technology theory series courses in Central South University as an example

WU Wanrong, HAN Fenglin, TIAN Guangtian

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: In the process of construction and reform of engineering training and technology theory series course in Central South University, a new curriculum system integrating practical teaching and theoretical teaching is constructed, the teaching mode of project driven innovation and entrepreneurship engineering training with students as the main body and knowledge transformation ability as the guidance is explored, and the implementation measures of the project proposition selection, teaching methods, learning methods, examination and teaching evaluation of project driven innovation and entrepreneurship engineering training are put forward o as to enhance students' engineering practice ability, innovative thinking ability and ability to solve complex engineering problems, and to cultivate high-quality innovative and entrepreneurial engineering and technical talents.

Key Words: new system of practice and theory curriculum; project driven; innovation and entrepreneurship; engineering training; ability improvement

[编辑: 胡兴华]