



“以赛促教”推动高等工程教育教学高质量发展

黄海龙

(吉林大学机械与航空航天工程学院, 长春 130025)

摘要: 在现有工程训练实践教学体系基础上, 构建以工程综合创新能力培养为目标的“以赛促教、赛教融通”工程教育实践教学体系, 打破学校现有工程训练单一模块化教学中的工艺、技能孤岛, 搭建起对接中国大学生工程实践与创新能力大赛四大赛道的多学科交叉设计、多工艺种类、多类型设备、综合工艺指导的工程创新实践平台。对标国赛赛项规则与要求, 将大赛主题融入日常工程实践教学环节中, 使其普及化与常态化, 使学生的工程综合创新能力得到稳步提升的同时, 为该赛项的校、省、国家三级赛事选拔实现常态化的积累, 从而实现以赛促教、赛教常态化融通、相互促进, 整体提升高校学生在工程训练教学平台下的工程综合创新实践能力, 助力高校工程教育教学高质量发展。

关键词: 高等工程教育; 实践教学; 以赛促教; 工程创新能力

中图分类号: G642.0

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20220590

Promoting High-quality Development of Higher Engineering Education Teaching through Competitions

HUANG Hailong

(School of Mechanical and Aerospace Engineering, Jilin University, Changchun 130025, China)

Abstract: Based on the existing engineering training and practical teaching system, a “competition-driven, competition-teaching integration” engineering education practical teaching system is constructed with the goal of cultivating engineering comprehensive innovation ability. The system breaks the isolated teaching of process and skills in the existing engineering training modular teaching, and builds an engineering innovation practice platform that connects with the four major tracks of the “China College Student Engineering Practice and Innovation Ability Competition” through multidisciplinary cross-design, multiple process types, multiple equipment types, and comprehensive process guidance. In accordance with the rules and requirements of the national competition, the competition theme is integrated into the daily engineering practice teaching, making it popular and normalized. While steadily improving students’ engineering comprehensive innovation ability, it accumulates experience for the selection of the three levels of the competition at the school, provincial, and national levels, and achieves normalized integration and mutual promotion of competition and teaching, thus enhancing the overall engineering comprehensive innovation practice ability of university students in the engineering training teaching platform and assisting the high-quality development of engineering education teaching in universities.

Key words: higher engineering education; practice teaching; promote teaching by competition; engineering innovation ability

为了全面落实《关于加快建设发展新工科实施卓越工程师教育培养计划 2.0 的意见》文件精神, 深入推进工程教育改革, 坚持工程理论实践融通、学科专业交叉, 全面强化工程伦理意识、提升大学生工程创新综合素质和能力水平, 全国高校普遍性参与、开展多个级别的大学生工程训练综合能力竞赛。“以赛促学、以赛促教、赛教融通”是工程综合创新能力培养的有效实践路径,

大大改变了传统的工程训练单一模块化教学模式所暴露出的知识、工艺、技能孤岛, 学生综合应用与创新能力欠缺等缺点, 对于调动学生的学习主动性、探索实践性技能、形成良好的工程创新氛围、培养学生的工程综合创新能力起了重要的作用^[1]。目前, 经统计与调研发现“赛教融合”的模式已经在国内多所高校工程教育实践教学广泛应用, 通过备赛促进学生从工程的角度整体设

收稿日期: 2022-10-08; 修回日期: 2023-03-10

基金项目: 2021 年吉林大学本科教学改革研究立项项目(2021XYB266)。

作者简介: 黄海龙(1985-), 男, 硕士, 高级工程师, 主要从事高教管理、信息化教学与管理工。E-mail: 405215163@qq.com

计，又从中国大学生工程实践与创新能力大赛实施的环节亲自动手实践，设计、工艺、制造有机融合为一体，有利于促进工程教育由艺术回归工程，通过指导竞赛，促进了教师进行工程教育教学研究，提升了教师的工程实践教学水平，对高校工程教育综合创新能力培养常态化具有重要的意义^[2]。

1 体系构建

对标卓越工程师培养计划，对接中国大学生

工程实践与创新能力大赛四大赛道，构建符合高校育人特色的五大主题教学内容；建设支撑教学内容有效实施的综合加工制造实验室、耗材与标准件库和移动端信息化管理平台3项教学基础设施；培育与组建复合型实践教学指导团队；健全制度保障体系，从耗材保障、教学计划调整、课时置换与学分认定3方面充分保障以赛促教、赛教融通的工程教育实践教学体系的有效实施^[3-4]，如图1所示。

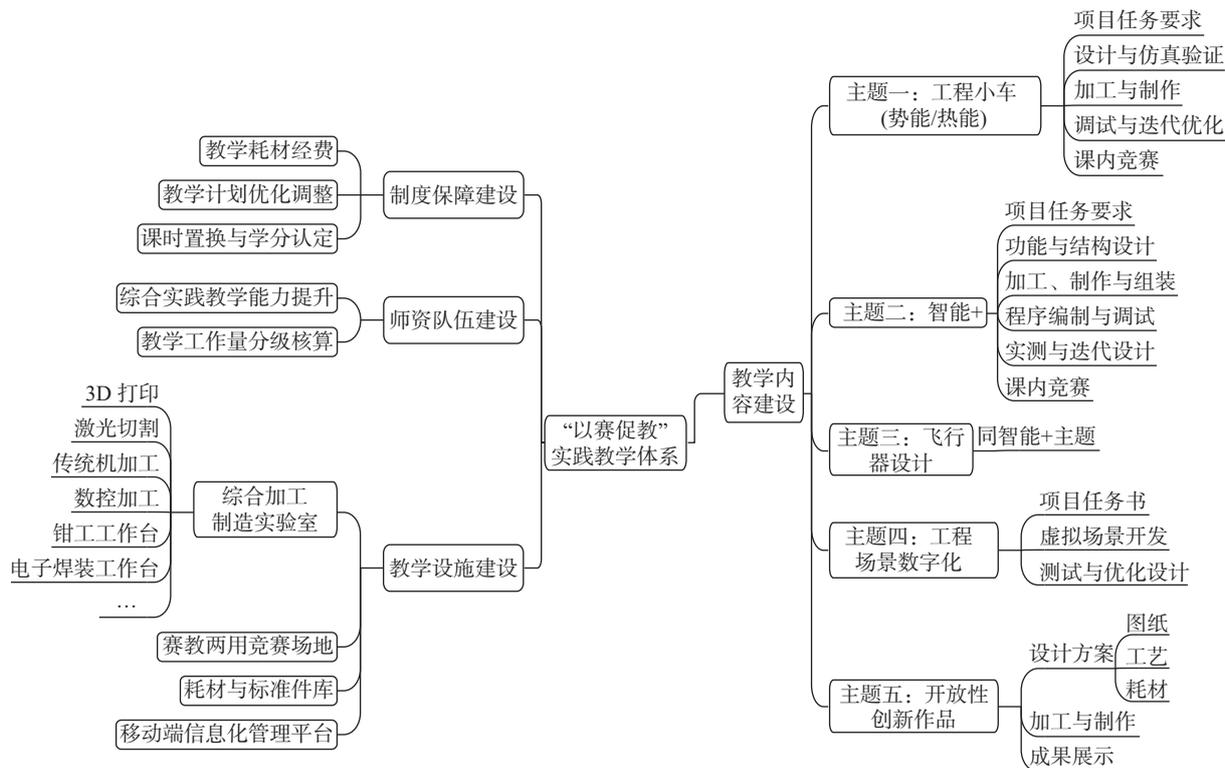


图1 以赛促教、赛教融通实践教学体系

2 教学建设

2.1 教学内容建设

2.1.1 工程小车主题课程内容建设

工程小车主题课程包含势能车与热量车两部分，采用课内、课外相结合的方式，计划20学时，以中国大学生工程实践与创新能力大赛“工程基础”赛道任务要求和评分规则为指导组织课程内容，开展课程。在学生选课成班后，首先指导学生班内自行组队，并选出队长，教师介绍任务要求、评分标准，学生讨论组内分工和任务实施流程，制定实施计划。课下学生在指定时间段内在指导教师指导下进行小车的结构设计；课上在教学指导教师指导下进入综合制造实验室完成

小车的零件加工、组装，并进行三轮赛道场地实测与迭代优化设计，完成主题任务。最后按照大赛评分标准进行课内竞赛现场评比，评出并记录课程成绩，以备下一步赛项选拔^[5]。

2.1.2 “智能+”主题课程内容设计

“智能+”主题课程包含“智能+搬运”“智能+分拣”两部分，采用课内、课外相结合的方式，计划20学时，以中国大学生工程实践与创新能力大赛“智能+”赛道任务要求和评分规则为指导组织课程内容，开展课程。小组分工协作结构设计、零件加工制作与组装过程与工程小车主题相同，物理结构完成后，学生课下查询资料在指定的时间段内完成程序设计，回到课上进行赛道场地实测、程序调试。最后按大赛评分标准进行

课内竞赛现场评比, 评出并记录课程成绩, 以备下一步赛项选拔^[6]。

2.1.3 飞行器设计主题课程内容设计

飞行器设计主题课程目标包括设计、组装、调试, 以实现飞行器飞行、搬运、分拣、列队等任务, 采用课内、课外相结合的方式, 计划 20 学时, 课程内容以中国大学生工程实践与创新大赛“飞行器设计仿真”赛道任务要求和评分规则为指导组织课程内容, 开展课程。在学生选课成班后, 组队分工协作课下完成设计, 指导教师审核通过后, 课内进入综合制造实验室完成零件结构制造和组装过程, 课下在指定的时间段内查询资料并结合虚拟仿真平台初步完成程序设计, 课内进行赛道场地实测、程序调试。最后按大赛评分标准进行课内竞赛现场评比, 评出并记录课程成绩, 以备下一步赛项选拔^[7]。

2.1.4 工程场景数字化主题课程内容设计

工程场景数字化主题课程内容无固定任务目标, 利用数字化的手段充分展现数字媒体形态下的工程创新能力, 传播工程知识, 普及先进技术, 以课下完成为主, 计划课内 20 学时, 指导教师引导学生组建团队后, 充分头脑风暴, 发挥自身想象力和创造力, 设计规划虚拟场景, 查阅资料, 开发相应数字化场景程序, 经迭代优化设计后, 在要求的时间范围内完成设计任务。最后作品呈现展示, 按大赛评分标准进行课内竞赛现场评比, 评出并记录课程成绩, 以备下一步赛项选拔。

2.1.5 开放性创新作品主题课程内容设计

在对接国赛四大标准赛道的同时, 为广泛拓展学生的兴趣, 尽可能地提升学生在工程综合实践方面的参与积极性。同时, 工程训练课程虽然说是全校性的工程教育基础类课程, 但是其以工科或近工科专业为主, 在全校学生中的覆盖面仍然非常有限, 尚有很多学院学生无法接触到, 对于具有浓厚工程兴趣的工程训练课程课外学生, 或者课内任务完成后, 仍然希望进一步的深入工程实践创新探索的学生, 工程教育实践教学平台以开放性创新作品主题实践的方式向全校师生开放, 搭建起工程综合创新实践共享平台作为“赛教融合”的延伸。专业不限的学生自行组队, 以兴趣爱好为驱动自拟工程项目, 编制包含工程图纸、制作工艺和耗材明细的设计方案, 通过信息化管理平台提交设计方案, 方案通过教学指导人

员审核后, 进入综合制造实验室加工制作环节, 完成创新作品的制作后, 以现场答辩的方式完成考核, 获得相应成绩^[8]。

2.2 教学设施建设

2.2.1 综合加工制造实验室建设

以赛促教 5 大主题课程的实施需要教学场地、设备等基础设施的支撑, 包括零件的加工制造、电子元器件焊装、装配与调试、赛道实测与迭代优化设计等, 为消除工程教育实践教学平台原有的加工制造工艺模块化孤岛, 对多工艺综合创新项目在实施过程中对多工艺教学指导人员、多场地设备调配两方面需求的影响, 需建立同时支撑多个主题课程的综合加工制造实验室, 其中包含必备的常用的设备, 如 3D 打印机、金属/非金属激光切割机、数控车床、数控铣床、钻床、设计用 PC 机、钳工拆装工作台、电子焊装工作台以及几大赛道主题场地等。使学生的常用零件的加工制造、装配与调试、实测与迭代优化调整等工作能够在综合加工制造实验室一站式完成, 以消除场地、设备、人员对主题课程实施的影响^[9]。

2.2.2 赛教两用竞赛场地建设

对标国赛, 建设与大赛完全相同的赛项工作台, 搭建相同的大赛场地, 教中充分营造赛的环境与氛围, 满足实践教学过程中的现场调试与课内、校内两级竞赛的需要。

2.2.3 耗材与标准件库建设

在工程小车主题、智能+主题和飞行器设计主题课程实施过程中, 学生团队会常态化需要各种标准件、标准模块和非标件原材料, 如智能电子模块(传感器、电机)、标准件(轴承、螺丝、螺母、连接件)、杆类耗材、板类耗材(铝合金板、亚克力板、有机玻璃板)等, 在场地建设常用耗材与标准件库, 根据学生通过审核的方案中的耗材需求明细, 经专人管理, 按计划分配使用^[10]。

2.2.4 移动端信息化管理平台建设

搭建教学管理移动端信息化管理平台微信小程序, 具备学生端预约申请、方案提交、教师端审核与过程跟踪记录等功能。学生按创新项目管理流程提交计划, 指导教师完成审核与评审, 并进行线上指导, 学生加工制作与试验预约, 并同时实现对耗材、标准件等物资、设备使用记录等的信息化管理。

2.3 师资队伍建设

2.3.1 教师综合实践教学水平提升

以赛促教5大主题课程的实施,需要机械设计与制造、机电结合、电控结合的功能结构设计、多工艺种类的加工制造工艺、程序设计与调试、仿真与优化等多学科知识与技能的支持,需要具有大赛指导经验、具备多项工艺技能综合指导学生方案设计与实施以及迭代优化的能力,对工程教育教学指导人员综合实践教学水平有了更高的要求。通过专项培训,老带新等方式,短期内增强对教学人员的大赛经验分享和综合技能培训,以提升其工程教育教学人员的综合实践教学指导能力^[11]。

2.3.2 教学工作量分级核算

以赛促教的5大主题课程的实施过程,不再像模块化实践课程一样严格按照工程训练教学大纲和教学计划在固定的时间内执行,教学工作量可视可控。根据学生组建团队的知识与技能水平和实践能力上的差异,对学生的指导更具有灵活性,有的团队需要更多的设计、工艺、加工制造、调试方面的指导,有的团队能力较强可能不需要太多的指导,指导时间不再局限于原有的工作日时间,可能会有更多的课余时间指导,故对教学指导人员灵活的工作量如何进行有效核算,将成为影响工作积极性和创新成果质量的重要指标,公平合理的教学工作量分配将成为师资队伍建设的重要保障。建立以20学时为基准,按高、中、低难度等级分级,设计指导与加工制作指导课时独立分配的教学工作过量分级核定分配制度,使教学实施与管控有序。

2.4 制度保障建设

2.4.1 教学耗材经费支持

除工程场景数字化主题不需要持续性教学耗材之外,工程小车主题、智能+主题和飞行器设计主题常态化需要各种标准件(轴承、螺丝、螺母、连接件)、智能电子模块(传感器、电机)、杆类耗材、板类耗材(铝合金板、亚克力板、有机玻璃板)等,此类耗材是原有工程训练模块化课程常规耗材之外的部分,故学生工程综合创新能力的培养、课程的开展和稳定运行需要教学管理部门们给予额外的教学耗材经费支持与保障。

2.4.2 教学计划的调整与课程设置

课内教学部分5大主题综合创新教学活动的

开展需要学生提前完成对应的工程训练模块化课程,需要学生先掌握必备的结构与设计方法、工艺知识、加工制造技能,在学分和培养计划课时数不变的情况下,学生根据自身的兴趣爱好点选择一个主题后,前期需要具备哪些模块化课程的学习储备,自由选课的过程必将打乱原有的模块化课程排课顺序。在充分利用工程教育教学平台现有教学条件的基础上,为实现以赛促教的学生工程综合创新能力培养目标,工程教育实践教学在教学计划调整和课程设置方面将面临复杂的课程安排协调与优化的过程,需要更多调动教学人员业余时间完成相应的教学指导任务。

2.4.3 课时置换与学分认定

以赛促教和以5大主题课程为引领的工程综合创新能力培养目标的实现,将打乱原有的应试模块化课程,使得教学内容更加丰富、学生依据兴趣爱好有了更为宽泛的选择,并且综合创新项目任务的实施过程需要大量的课时支撑,在学分和培养计划总课时数不变的情况下,以兴趣为驱动的综合创新主题与原有模块化课程之间的等效学时需要进行有效的置换与认定,保证课程学分,并实现数字化的管理^[12]。

3 教学实施

工程综合创新实践采用课内、课外2个渠道有序开展,课内对接4大国赛赛道以主题方式按教学计划有序执行,课外广泛开展开放性创新作品设计与制作,学生先提交参与申请,按计划提交设计方案、工程图纸、效果图、加工制造工艺、耗材明细等文件;之后到综合加工制造实验室完成加工制作与组装调试,到赛教两用竞赛场地进行现场实测与组间竞赛,实施过程佐证如图2所示^[13]。



图2 教学建设与实施场景

4 结束语

以赛教融通为背景,以工程综合创新能力培养为目标,在工程教育实践教学平台基础上搭建起多学科交叉的综合创新实践平台,对标中国大学生工程实践与创新能力大赛赛项规则与要求,在校内常态化开展四大主题工程综合创新实践教学。教学基础设施层面,建设综合加工制造实验室消除了传统工程教育实践教学平台中的加工工艺模块化孤岛对有效开展多学科交叉工程创新的束缚;搭建赛教两用竞赛场地无缝对接国赛要求,充分营造国赛氛围;以实效性为主导实施教师综合实践教学水平提升计划;从教学课时工作量分级核算、耗材经费保障、教学计划的有序调整、课时置换与学分认定 4 个方面制定制度保障体系充分保障了赛教融通教学模式的有效实施,从而在赛教常态化融合的基础上实现以赛促教、以赛促学^[14]。

参考文献

- [1] 田杰,鲍宏,周小帅.工程训练综合能力竞赛中创新人才培养机制探讨[J].*实验技术与管理*,2016,33(12):17-20.
- [2] 韩同样,张若达,邢书明,等.以大赛为导向,提升学生工程训练综合能力[J].*实验技术与管理*,2012,29(3):225-228.
- [3] 石端伟,廖冬梅,王忠华,等.综合性大学工程训练与创新实践教学体系研究与应用[J].*实验技术与管理*,2019,36(7):201-205.
- [4] 王浩程,冯志友,王文涛.基于工程创新教育的实践教学体系探索[J].*实验室研究与探索*,2014,33(1):182-185.
- [5] 苗同升,韦愈群,刘欣雨,等.基于势能无碳小车的工程训练创新教学研究[J].*教育现代化*,2020,7(55):195-197.
- [6] 崔承毅,王开宇,高庆华,等.基于智能小车的模块化教学系统设计[J].*实验技术与管理*,2018,35(8):192-195.
- [7] 刘金琨.四旋翼飞行器控制系统教学案例的设计[J].*大学教育*,2020(6):84-87.
- [8] 王爱华,余艳,霍国良,等.全开放工程训练教学模式的探索与创新[J].*实验室研究与探索*,2018,37(10):171-175.
- [9] 黄海龙,李元.工程训练平台创客空间的建设研究[J].*实验技术与管理*,2016,33(7):156-159.
- [10] 苏中,曹荣敏,吴迎年.创建真实工程实践环境培养创新实践卓越人才[J].*实验技术与管理*,2013,30(4):4-8.
- [11] 田夏,付宇卓.研究型大学工程创新平台的建设——上海交通大学工程创新中心的改革与实践[J].*实验室研究与探索*,2021,40(3):136-140.
- [12] 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.
- [13] 刘延飞,吴强,毕经存,等.大学生综合工程创新能力培养模式研究与实践[C]//Proceedings of 2nd international conference on education, management and social science(ICEMSS 2014). Paris: ATLANTIS PRESS,2014:324-327.
- [14] 左文娟,宁萌.以赛促学、以赛促教,培养机电卓越工程师[J].*实验科学与技术*,2021,19(6):103-107.

编辑 钟晓