

新工科背景下大学生创新能力的驱动作用

郑志军¹, 卿剑波¹, 陈松茂¹, 项 聪²

(华南理工大学 1. 机械与汽车工程学院工程训练中心; 2. 教务处, 广东 广州 510641)

摘要: 以当前热门的涉及多学科融合交叉的 3D 打印机为研究基础, 探讨了以兴趣为驱动力, 以培养创新意识、建立创新思维、提升创新技能为途径, 提高综合创新能力为最终目的的新工科人才培养模式。结果表明, 大学生对贴近生活、符合主流发展方向的创新项目具有浓厚的兴趣, 在兴趣的驱动下, 变“被动学”为“主动学”, 能快速培养创意思维和创新思维, 有效提高创新技能, 这些对大学生创新能力的提高起到关键作用。另外, 这种以激发创新兴趣为切入点的新工科人才培养模式, 对提高工程训练教学效果也起到重要作用。

关键词: 新工科; 创新能力; 创新意识; 工程训练

中图分类号: G482 文献标识码: A doi:10.3969/j.issn.1672-4305.2020.04.057

Driving effect on the innovative ability of college students under the background of new engineering disciplines

ZHENG Zhijun¹, QING Jianbo¹, CHEN Songmao¹, XIANG Cong²

(1. Engineering Training Center, School of Mechanical and Automotive Engineering; 2. Academic Administration, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China)

Abstract: Based on the current popular design and manufacture of new 3D printer which is multidisciplinary integration. This paper focuses on the discussion of improving innovating mode. This innovating mode is based on the interest-driven and the development path is as follows: first, cultivating the sense of innovation; secondly, creating innovative thinking; then developing the innovative skills; finally, gaining the aim of enhancing innovative capacity. The results show that the students have strong interests in the innovative projects which are close to life as well as in accord with the mainstream development in the modern society, such as 3D printing process. The transform of learning method from “passive learning” to “active learning” are realized under the new innovating mode interest-driven. In this case, the innovative awareness, thinking and skills are well improved and trained, all of which play the key roles in enhancing students’ innovating capacity.

Key words: new engineering disciplines; innovative capacity; innovation consciousness; engineering training

近年来在“大众创业、万众创新”、“互联网+”等重大发展战略背景下, 培养具有工程实践能力和创

新能力的高素质复合型“新工科”人才, 对于新经济快速发展具有重要的作用, 这也是建设制造强国和创新型国家的重要前提。“新工科”这一概念自提出以来, 各高校进行了深入研讨并形成了“复旦共识”和“天大行动”, 为我国高等工程教育的改革探索提供了基础。“新工科”的提出要求各校在实践教学, 强调学生不仅要在要精通某一学科专业技术, 还应具有创新创业和“学科交叉融合”的能力; 他们不仅能运用所掌握的知识去解决现有的问题, 也有能力学习新知识、新技术去解决未来发展出现的问

收稿日期: 2018-11-30 修改日期: 2018-12-17

作者简介: 郑志军, 博士, 副教授, 硕士生导师, 工程训练中心主任, 主要从事纳米材料制备与表征方面的研究。

E-mail: mejbqing@scut.edu.cn

通讯作者: 卿剑波, 硕士研究生, 助理实验师, 主要从事本科生工程训练教学与金属切削的研究。

E-mail: mejbqing@scut.edu.cn

题^[1]。高等工程教育作为新工科人才的培养的重要场所,也应利用现有教学资源积极探索如何培养学生的综合创新能力^[2-4]。

基于此华南理工大学工程训练中心对如何培养具有跨专业融合交叉能力与综合创新能力的“新工科”人才进行了积极探索,形成了以创新实验室为平台,综合型项目研究为导向,提出以激发创新兴趣为前提,培养创新意识和创新思维为手段,提升创新技能为重点,最终达到提高综合创新能力的新工科人才培养模式^[5]。将新工科人才培养模式用于工程训练实践教学,验证可行性与合理性^[6-8]。

1 以兴趣为导向的新工科人才培养模式

1.1 以兴趣为导向的新工科人才培养模式思路

以目前热门的涉及多学科融合交叉的3D打印机的设计与制造为研究对象,探讨如何利用中心资源培养具有综合创新与应变能力的“新工科”人才。以兴趣为导向的“新工科”人才培养模式思路,从培养学生的创新兴趣入手,在兴趣的驱动下,在实践创新中使得创新意识、创新思维和创新技能得到自觉培养和提升,最终提高创新能力。

1.2 以兴趣为导向的新工科人才培养模式流程

如图1所示为以兴趣为导向的新工科人才培养模式流程图,学生向实验室提出申请,获得批准后进入开放实验室参与市场调研、资料收集和产品设计,在此过程中学生主动学习该项目所涉及的专业知识,并对新知识表现出良好的接受能力。调研过程中,发现问题,从不同角度提出解决问题的方法,再通过反复试制、修改,形成符合要求且具有一定创新功能的产品,最终将作品拿到市场和竞赛中检验,进一步发现不足后再进行改进。因所涉及项目需要多学科知识的融合才能完成,因此学生需要不断学习各专业知识,不断创新、反复试验,并最终通过专利、论文、竞赛作品等多种形式输出,学生的跨专业融合交叉与创新能力得到提高,这也恰好体现了新工科人才培养的要求。

兴趣是最好的教师,是新工科人才培养的动力源泉,因为创新兴趣促使学生主动进行创新思考,并将其提升到实践层次^[9-11]。如何提高创新兴趣,首先在项目选择上以满足新工科跨学科、需具备综合创新能力才能实现的3D打印技术为切入点,将其引入到工程训练创新活动中。研究发现,学生对该技术的历史、应用、新进展、新工艺抱有浓厚的兴趣。为此,我们在工程训练教学中有意识地强化这方面的内容,向学生介绍目前尚存在的问题和一些技术

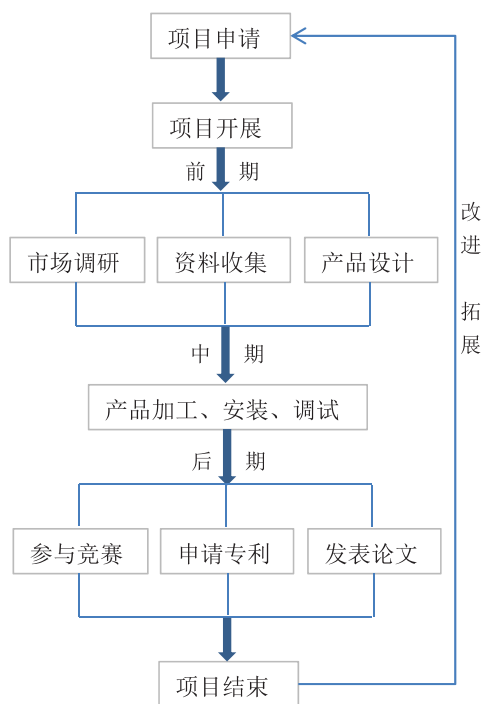


图1 新工科人才培养模式流程图创新兴趣的激发

限制以此激发学生进一步探索和开发的兴趣,也使他们重新认识到工程训练对培养综合能力的重要性。此外,了解并掌握学生在实践各阶段的状态对于新工科人才的培养具有重要的作用,如图2所示为学生在不同阶段的研究状态。



图2 各阶段学生研究状态

项目前期,学生对于所要设计的产品表现出浓厚的兴趣和信心。因为有了兴趣与目标,学生在学习过程中表现出了良好的接受能力,能快速掌握所需知识^[12]。项目中期主要任务包括产品制造、安装、调试,之前设计中没有发现的问题在该阶段全显现出来。经过长时间的努力某些问题仍得不到解决的困惑甚至会产生退出项目的想法。但是在兴趣的驱动下学生坚持创新,主动寻找解决问题的方法。反之,若是没有兴趣的驱动,面对困难与失败时,创新活动很有可能就此终止,创新能力也不能上升到更高的水平。项目后期学生将所设计产品参与市场或竞赛中,在此过程中学生的创新兴趣再次得到提升。

3 创新能力的提高

新工科人才所需的创新能力是一种复杂的综合能力,主要包括创新意识,创新思维和创新技能。

3.1 创新意识的培养

创新意识是导致创新的冲动,也是形成创新能力的基础^[13]。新工科人才培养在创新意识的形成上分为三个阶段,从基础奠定到意识萌芽,到意识的巩固与提高。

3.1.1 创新意识基础奠定

设计中,在遵循教学大纲与可操作性的原则下,允许学生出现不同的设计理念,让学生敢于突破传统技术和教材,敢于突破自我。不同的设计理念对应不同的目标及达到目标的途径,多样化的设计理念,有利于灵活运用基础知识和技能,为培养创新意识奠定了良好的基础^[13]。

3.1.2 创新意识的萌芽

创新活动中,让学生带着问题去主动学习,这是培养学生创新技能的前提和基础,另一方面带着为什么去主动学习,使学生通过不同的理解,实现对不同方案的认同,即求“同”,这是培养学生创新意识的过渡;三是带着“这是唯一的吗?”去主动学习,培养学生于无疑处见有疑,从而激发学生从不同角度寻找答案和方法,即求“新”,这是学生创新意识的萌芽。

3.1.3 创新意识的巩固与提高

在确定设计目标时,不设最高限度,让学生自由发挥。在制造过程中,针对各种问题学生不断提出解决方案,并最终得以解决。当设计目标达成时,在此基础上鼓励学生继续朝着更高要求进行创新,在反复实践中创新意识得到巩固与提高。

3.2 创新思维的培养

创新思维是在创新活动中表现出的思维能力,是人类对未知领域的一种思维能力^[14]。创新思维也就是求异思维,其突出标志是发散性,主要有如下表现。

3.2.1 “多”,体现创新思维的广度

在创新中,不拘泥于旧的客观顺序,全面考察问题,认识事物的多样性。学生根据不同的问题,提出不同的解决方案,这充分体现了创新思维“多”的特点。

3.2.2 “变”,体现创新思维的深度

在设计中,针对问题,设计解决方案,但在实施过程中又会出现新的困难,为了克服新的问题,学生又进行不断改进,直到达到目标为止,这体现了创新思维“变”的特点。

3.2.3 “新”,训练创新思维的力度

创新活动中,注意从发散思维转向集中思维,抓住事物的本质,运用新观点、新办法,提出与众不同的新见解。

3.3 创新技能的提升

新工科人才所需技能包括创新能力和跨界整合能力,具体到在实践中信息收集与分析、实验设计与加工、现象分析、理论归纳与提升能力。首先学生针对3D打印机存在的问题,设定了三个目标:高精度、常规速度;高速度、常规精度;高精度、高速度打印机。根据不同目标,设定不同解决方案,如为提高精度,对3D打印机参数进行一系列改进,包括选择更小分层厚度和更小口径喷头,设计可变温支撑座;为提高速度,选择更高功率伺服电机,以提高送料速度和单层成型速度,但高的送料速度要求更快的凝固速度,于是又在喷嘴附近增加一台冷却风扇等。然后,进行产品设计,绘制工程图和电路图,并编制打印机的驱动程序。最后,进行加工生产和组装,加工中用到工程训练实习过的各种加工设备,如车铣加工中心、数控车、铣、焊接等。

实践证明在以往的工程训练中,学生对机加工设备表现出较大的消极情绪,而在创新活动中,他们会快速掌握这些设备的操作。这种通过主动学习来快速提升解决问题的能力说明了学生在创新活动中创新技能的提升。当然,各项参数从选择到最后确定,均要进行多次实验,但学生均能自觉进行,充分发挥主动性和自觉性。最终形成了三代不同性能参数的3D打印机,每代产品均参加了创新竞赛,并取得优异成绩。如图3所示为学生参加2017年第三届工业4.0—国际大学生3D打印机设计邀请赛参赛作品,并获得了特等奖、一等奖、三等奖各一项。三代产品对应的参数如表1所示。



图3 3D打印机参赛作品与奖状

据统计,新工科人才培养模式实施以来,在2016~2017学年期间,指导共计20余项综合型创新设计与制作,如“可移动轮轴自行车检测台”、“加工中心无人加工岛”、“钻石磨床的精密装配”、“心血管疲劳仪”、“单像素相机”等。指导150人次以上学生参加国内各种工程训练及机械设计竞赛,如全国大学生3D打印机比赛、2017年大中华比赛、全国大学生机器人大赛等,取得了显著成绩。调查发现,参与此模式的学生有毕业后去了德国留学,也有部



表 1 三代 3D 打印机产品简介

机型	速度	产品特性
第一代	120mm/s	在 x、y 轴增加同步带驱动提高打印机的稳定性
第二代	250mm/s	将矩形支架改为龙门支架,克服了 xy 轴联运时生的干涉;龙门架两端增加了 Z 轴,提高打印速度
第三代	350 mm/s	龙门架一端的 Z 轴由步进电机改为同步带带动,克服了不同步问题,提高速度的同时保证稳定性

分学生顺利保研到国内知名高校,如上海交通大学、浙江大学、华南理工大学等,也有部分毕业后去了国内知名企业工作。此外,在对项目进行总结与反思的基础上,继续拓展衍生出其它创新项目,在不断的循环中,激发了学生的创新兴趣,培养学生的创新能力。实践表明,随着创新活动的开展,创新兴趣的满足并不会使这种兴趣消失而是会使兴趣更加丰富、深入和强化。与此同时在兴趣驱使下学生的创新能力也有了更深层次的提高。

4 结语

以 3D 打印机等涉及多学科知识的综合型项目为基础,通过激发创新兴趣,培养创新意识与创新思维,最终达到提高创新能力的新工科人才培养模式是科学的、可行的。此种模式对于培养学生创新能力、学科交叉融合能力以及应对问题的

(上接第 214 页)

路,实验技能的培养是科研成果的有力推手。研究生实验技能的娴熟程度直接决定其能否顺利毕业,这一点在材料化学类院校尤为明显。如何提高材料化学类研究生的实验技能已是提高院校影响力的重要问题。在目前国内材料化学类研究生实验技能培养的道路上,我们仍有很大的进步空间。

参考文献(References):

- [1] 邢建宇,陈志红,白波,等.论应用化学专业研究生的实验技能提升及实践能力拓宽[J].广州化工,2018,46(16):151-153.
- [2] 孟凡刚,刘婷红.刍议医学研究生实验能力的培养[J].医学教育管理,2017,3(S1):68-71.
- [3] 申龙章,李必文,胡良斌.研究生实验技能培养及虚实协同培养模式探索[J].科教文汇(上旬刊),2018(1):57-58.

综合能力具有重要作用。此外,学生通过参与工程训练竞赛和课外科研活动,既在实践中提高了创新能力,也能培养对工程训练这门课程的兴趣,从而提高教学效果。

参考文献(References):

- [1] 吴爱华,候永峰,杨秋波,等.加快发展和建设新工科 主动适应和引领新经济[J].高等工程教育,2017(7):1-9.
- [2] 周开发,曾玉珍.新工科的核心能力与教学模式探索[J].重庆高教研究,2017,5(3):22-34.
- [3] 钟登华.新工科建设的内涵与行动[J].高等工程教育,2017(3):1-7.
- [4] 陆国栋,李拓宇.新工科建设与发展的路径思考[J].高等工程教育,2017(3):20-27.
- [5] 曹雪璐,郑志军,项聪.开放式工程训练建设的探索[J].实验室研究与探索,2015,34(10):139-140.
- [6] 郑志军,项聪,曹雪璐,等.开放式工程训练中心建设与管理[J].实验室研究与探索,2015,34(7):147-150.
- [7] 陈松茂,张志明,徐忠阳,等.学研结合的工程训练培养模式研究[J].实验技术与管理,2013,30(2):157-159.
- [8] 荣华伟,钱小明,钱静珠.关于高校实验室开放管理的探索与实践[J].实验技术与管理,2014,31(12):233-236.
- [9] 常宏.如何培养创新的兴趣[J].内蒙古民族大学学报,2011,17(4):86-87.
- [10] 周少基.大学生创新能力缺乏现状及改善对策[J].时代教育,2014(8):201-202.
- [11] 张秋云,蔡杰,张红霞,等.高校大学生创新能力现状调查及思考[J].教育现代化,2016,5(10):39-41.
- [12] 刘中才,隗德民,金辉.学习兴趣培养与大学生科研创新关系思考[J].实验室研究与探索,2015,34(6):158-160.
- [13] 孙敬全,孙柳燕.创新意识[M].上海:上海科学技术出版社,2010.
- [14] 张晓芒.创新思维方法概论[M].北京:中央编译出版社,2008.

- [4] 王珊,黄怡,郑敏燕,等.科研创新训练培养材料化学专业人才培养模式的构建探索[J].广州化工,2016,44(20):192-193.
- [5] 刘丽葵,刘传荷.加强高校研究生科研实验技能培养的思考[J].实验科学与技术,2012,10(3):141-143.
- [6] 尹艳冰,李伟坤.学术型研究生创新能力研究[J].中国高等教育评估,2014(3):71-74.
- [7] 蒋宁,才丽平.如何提高中医院校研究生的实验技能[J].中国中医药现代远程教育,2014,12(18):90-91.
- [8] 沈伟,李兰,闵令江,等.科学学位和专业学位硕士研究生不同培养模式的探讨[J].课程教育研究,2015(1):68-69.
- [9] 孙琳,殷明.浅析研究生创新能力的培养[J].课程教育研究,2012(8):26-27.
- [10] 王珊珊,庞丽君,欧阳雅博,等.浅谈提升医学研究生科研能力的方法和途径[J].继续医学教育,2016(3):56-57.