

□陈鹏

摘要: 智能化时代的到来,中国工程教育能否支撑起中国制造应对以智能制造为核心的新一轮工业革命的挑战?能否培养和造就一大批具有自主创新能力与实践能力的创造性工程科技人才?这是不可回避的时代命题。面向“中国制造2025”提出的创客教育理念变革中国工程教育模式,为中国工程教育存在的现实问题提供了可操作性的解决方案。基于创客教育与工程教育深度融合的视角,提出了创客工程教育新概念,创客工程教育的基本理念是将“开源、分享、实践、创意、创新、创业”的创客文化基因,融入到工程教育的改革与实践之中,以培养具有创客素养的工程科技人才。创客工程教育的本质在于对生命和创造的灵魂“自觉”的唤醒,其教育目的则是面向创新型国家建设与制造强国战略,培养具有“工匠精神、设计思维、创造性、批判性思维和实践智慧”等创客核心素养的工程科技创客。创客工程教育的价值就在于发展工程科技创客的核心素养。因此,创客工程教育发展策略应从课程观、教学观和环境观三个维度体现创客工程教育的发展理念,基于实践原则和大工程观,分类培养、协同开放,根植生活推进创客工程教育。

关键词: 创客工程教育;创客教育;工程教育;深度融合;概念内涵

中图分类号:G434 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-5195(2019)03-0040-10 [doi10.3969/j.issn.1009-5195.2019.03.005](https://doi.org/10.3969/j.issn.1009-5195.2019.03.005)

***基金项目:** 江西省教育科学“十三五”规划课题“创客工程教育模式创新研究”(2018YB219);江西省高等学校教学改革研究课题“基于设计思维的高校创客课程开发研究”(JXJG-18-15-11)。

作者简介: 陈鹏,博士研究生,厦门大学教育研究院(福建厦门 361005);副教授,宜春学院创新创业学院,宜春学院天工创客空间创始人(江西宜春 336000)。

制造业是立国之本、兴国之器、强国之基(中华人民共和国中央人民政府,2015)。发展先进制造业,实施制造强国战略,是实现中华民族伟大复兴的必由之路。创新型工程科技人才是新时代制造强国建设的核心力量。为应对全球新一轮科技革命和产业变革的重大机遇与挑战,为主动服务国家创新驱动发展和“中国制造2025”“新一代人工智能发展规划”等重大战略实施,中国制造强国战略迫切需要一大批创新型工程科技拔尖人才、领军人才和大国工匠、高级技能人才。当前,新产业、新技术、新业态、新模式驱动的新经济发展,对我国创新型工程科技人才培养提出了更高的要求,万物感知、万物互联、万物智能的智能化时代的到来也急切呼唤我国工程教育变革。中国工程教育能否支撑起中国制造应对以智能制造为核心的新一轮工业革命的挑战?能否承担起“中国制造2025”制造强

国战略的重任?能否培养和造就一大批具有自主创新能力与实践能力的创造性工程科技人才?这是不可回避的时代命题。

《中国工程教育质量报告》指出,中国工程教育存在以下共性问题:工程教育对现代工程发展需求适应性不足,校企产教深度融合与协同育人的制度保障仍需加强,工程教育在工科学生的设计或开发能力、工程实践能力、国际视野和跨文化交流能力、竞争与合作能力培养方面存在明显不足(教育部高等教育教学评估中心,2016)。面向“中国制造2025”提出的以创客教育理念变革中国工程教育模式,为中国工程教育存在的现实问题提供了可操作性的解决方案。当创客教育理念引入工程教育领域时,我们不禁产生以下三个问题:创客教育作为一种新型教育模式,将其应用于工程教育之中是否具有合理性;如果合理,它具有什么样的教育本质、

教育目的和教育价值；人们推进创客工程教育应该遵循什么样的实践原则。本研究就此问题进行深入探索，以期为我国工程教育管理者与实践者提供理论参照与实践借鉴。

一、工程教育范式的演进与转型

纵观世界近代工程教育的发展史，科学发展、技术进步、工程创新以及产业变革，对工程教育范式的演进产生了极其深远的影响，从工业发展初期至21世纪初期，工程教育范式经历了技术范式、科学范式以及工程范式三个发展阶段。

21世纪科技发展日新月异，技术创新突飞猛进，新一轮科技革命和产业变革初现端倪。以人工智能、大数据、云计算、物联网、增材制造、虚拟现实等作为重要标志的新一代信息技术与制造技术革命，促使社会生产方式和产品制造模式都发生了根本性的转变。随着新一轮工业革命的来临，工程范式也面临进一步发展和深化，以适应新工业体系与社会发展模式的转变（邱学青等，2014）。新工业革命召唤工程教育的发展与变革，工程教育则需要建立面向新工业革命的新范式，以培养具有全球视野、人文情怀、批判性思维、创造性、问题解决、社会责任感、工程伦理意识、合作共享和协调发展理念的创造性工程科技人才（邱学青等，2014）。

移动互联、数字化设计与制造技术、增材制造技术、开源软硬件等新兴技术的开放普及，使得社会普通民众可以便利快捷地实现从创意到产品的转化，开启了全民自主制造、自由创造的创客时代，全球创客运动由此兴起。创客运动是指大众以精益求精的工匠精神，以人为本的设计思维和知行合一的实践智慧，充分应用新兴科技，通过创新设计和工程实践，创造出独特而新颖的作品或产品的造物行动（陈鹏，2016a）。创客运动强调充分应用智能制造、数字化设计与制造、网络制造、增材制造、虚拟现实等智能化、数字化、网络化、虚拟化制造新技术，进行大众创新、用户创新、协同创新、开放创新，将已经获得成功的商业互联网模式“准入门槛低、注重创新、强调个体创新”的特点引入制造业，通过多品种、小批量和定制化的生产模式，来满足消费者日益增长的差异化、多样化和个性化的

需求，给全球制造业带来一场新的革命（刘建昌等，2016）。

近年来，全球创客运动方兴未艾，类型纷呈的创客空间、丰富多彩的创客活动在许多国家和地区不断涌现。以学校创客空间和社会创客空间为主要类型的创客空间，成为全球创客集聚创意、创新、创业的乐园。以制汇节（Maker Faire）、创客马拉松（Maker Malathon）、创客公开赛（Maker Open）、创客嘉年华（Maker Carnival）为主要类型的创客活动，成为全球创客汇聚、展示、分享与交流的重要舞台，并承载着中小学STEAM教育和高等工程教育的工程科技综合实践。形态多样的创客空间与形式多样的创客活动，有效地促进了创客文化的激荡与交融，并催生了一大批极具创意的创造性产品和极具活力的创新性企业。纵观创客运动的历史和创客文化的传承，“开源、分享、实践、创意、创新、创业”（丁大琴，2015）已经成为世界创客文化的特色基因。在席卷全球的创客运动与创客文化的影响下，新兴科技、信息技术与现代教育的深度融合，有力地推动了创客教育的萌芽与发展。世界创客运动已经对全球社会、经济、文化和教育都产生了深刻的影响，创客运动对各国教育领域的深刻影响孕育了崭新的教育形态——创客教育，成为社会创新教育的新范式（杨刚，2016a）。

创客运动与创客文化对全球教育的影响具体体现在推动教育理念、教育内容与教育模式的革新，并促使传统教育向创造教育转变。因此，在全球创客运动的召唤与创客文化的浸润下，工程教育需要紧跟全球科技创新模式与知识生产模式发展与变革的步伐，由工程范式向创造范式转型。创造范式对于工程教育的价值在于：在形而上层面，它体现了工程教育的价值取向，不仅需要教育学生学会学习、学会合作、学会生存、学会关心，还要教育学生学会做人、学会生活、学会发展、学会创造。在形而中层面，它蕴含了创客教育的育人理念，提倡开展基于造物的学习，注重引导学生在创客工程项目的实施过程中自主建构超学科知识体系，在科学探究、技术集成、工程建造、团队协作和创新实践中自主开发创造性产品、系统或服务。在形而下层面，它彰显了一种创客教育的实践模式，即注重在

学、教、做与研、思、创统一的创造教育实践中培育创造性工程科技人才。

二、创客教育的本质澄清与问题透视

创客教育是世界创客运动与教育发展变革交融激荡的产物,我国学者对创客教育本质的认识莫衷一是。创客教育的目的是要把青少年培养成具有创新意识、创新思维和创新能力的创新人才(何克抗,2016);创客教育的最终目的是培养具有创新意识、创意思维、创业素养和创造能力的高层次应用型人才(杨刚,2016a)。以何克抗、杨刚等为代表的我国学者关于创客教育本质的表述,强调创客教育继承了创新教育的理念,其根本目的是培养具有创客素养、创业素养、创新素质的创新型人才。创客教育研究者和践行者对创客教育本质认识的局限性,在一定程度上导致我国当前创客教育的整体水平偏低。

当前我国创客教育存在的问题主要体现以下三个方面:一是创客教育目标的精英化。当前创客教育的边缘化地位没有得到根本改变,其教育理念和模式并未真正走向学校教与学的中心,仍滞留于传统的“第二课堂”或“综合实践活动”。大部分学校只是将创客教育作为针对少数精英学生的“小众化教育”,并没有在全校范围内进行创客教育的整体规划与具体实施。二是创客课程活动的功利化。开展创客竞赛活动有利于创客教育的落地实施,但是我国实施创客教育模式过于看重各级各类创客竞赛中的名次、奖项和证书,这让创客课程活动充满了功利性和竞技性,从项目构思到成品制作,完全针对国内外创客竞赛量身设计,创客课堂俨然变成“精英学生的竞赛集训班”,逐渐背离了创客教育的本义,面向全体学生且遵循学生学习与成长规律的创客课程教学模式还没有真正成形。三是创客空间建设的技术化。创客教育诚然离不开新技术和新设备,但是盲目追求技术至上与工具盛宴,只会让学校成为新技术的试验场。特别是在市场的推波助澜之下,各级各类学校唯恐在新一轮教育技术竞赛中失去先机,纷纷试水人工智能、机器人、无人机、物联网、增材制造(3D打印)、虚拟现实和增强现实等高新科技。高新技术装备拿来主义背后的创客教育,却难于涌现学生原创性的科学发现与技术发明。

因此,我们有必要突破创客教育认识的桎梏,澄清创客教育的本质,从而破解当前我国创客教育研究与实施过程中存在的上述难题。美国学者马丁尼兹(Sylvia Libow Martinez)和斯塔哲(Gray S. Stager)认为,创客教育就是培养能利用各种技术手段与方法,把创意转化成真实产品的创客人才(何克抗,2016)。钟柏昌认为,创客教育是以造物的形式培养青少年创客综合实践能力的一种工程教育(钟柏昌,2016)。上述学者对创客教育的阐述回归了创客概念的本义,回归了创客教育人工造物的工程本质,也体现了创客教育的基本价值取向,即把学生培养成为能够利用数字化设计与制造技术、增材制造技术、开源软硬件技术等其他新兴科技,有效地配置经济资源、社会资源、自然资源、知识资源等各类资源,有目的、有计划、有组织地将自身的创意转变为新颖、独特且具有社会或个人价值的真实产品的工程科技创客。

三、创客工程教育:创客教育与工程教育深度融合

工程教育是根据一定社会要求和受教育者身心发展规律,由工程教育者有目的、有计划、有组织地对受教育者身心施加全面系统影响,以达到培养工程科技人才的社会活动(王家忠等,2012)。工程教育旨在培养和造就改造世界、创造产品的工程师、工程技术专家或工程技术人员。创客教育是指在全球创客运动的蓬勃兴起背景下,根据创客时代的社会要求和受教育者身心发展规律,由创客教育者有目的、有计划、有组织地开展以人工造物为核心的创客学习实践,以达到培养工程科技创客的社会活动。创客教育旨在培养将创意转变为创造性产品的工程科技人才,即众创时代的工程科技创客。

《全国企业创新调查年鉴2017》显示,2016年,在全部调查对象中有60.9%的企业没有开展创新活动,远高于欧盟15国44.3%的平均水平,此外还有4.5%的企业创新尚未成功或遭遇失败(中华人民共和国科学技术部,2018)。尽管近年来我国制造业企业自主创新活动逐年增多,但是制造业企业自主产品创新能力与工艺创新能力均有待提升。大部分接受过工程教育的毕业生,在制造业企业担任工程

师、工程技术专家或工程技术人员。他们在没有创新活动的制造业企业开展的工程实践活动,显然不具备创客运动的基本特征,并非都能够将自身的创意转变为新颖、独特的真实产品,因此,他们不完全是创客时代的科技创客。当前在我国各类学校的工程教育教学中,仅有少数学生基于科学技术研究、科技创新实践、创新创业竞赛等工程创新活动,将自身的创意转变为具有发明专利新颖性、创造性和实用性特征的原创产品。国家知识产权局“知识产权统计简报”显示,2018年,我国发明专利申请量、授权量分别为154.2万件、43.2万件,企业在国内发明专利申请中所占比重为64.3%,由此可见企业是我国开展技术创新活动的主体,而高校师生进行技术创新活动所占比重不高。因此,当前创造范式还未成为我国工程教育的基本范式,工程教育也还不完全具备创客教育的基本特征。

工程教育与创客教育两者既有区别又有联系(见下表):工程教育侧重于面向工科学生,通过发展其工程素养以培养智能时代的工程科技人才,倡导基于单一学科进行基于设计的学习,注重引导学生设计作品,教师是知识传递的主导者,学生是知识传递的接受者,班级授课制(课堂教学)是工程教育的主要教学方式。创客教育侧重于面向大众,通过发展其创客素养以培养众创时代的创客,倡导基于跨学科进行创造的学习,注重引导学生创意作品,教师是创客学习的服务者,学生是创意作品的创造者,创客项目学习是创客教育的主要学习方式。创客教育与工程教育

表 创客教育、工程教育与创客工程教育的比较

类型	创客教育	工程教育	创客工程教育
培养对象	大众	工科学生	大众(工科学生为主)
培养目的	创客	工程师	工程科技创客
教育价值	发展创客素养	发展工程素养	发展创客核心素养与综合素养
教育理念	基于创造的学习	基于设计的学习	基于造物的学习
教学方式	创客项目学习	班级授课制	创客工程项目学习
知识生产	跨学科	单一学科	超学科
学习产出	创作作品	设计作品	创新作品或创造产品
学生角色	创造者	知识的被动接受者	创意、创新、创业者
教师角色	服务者	知识传递的主导者	共教、共学、共创者

教育在培养对象、培养目的、教育价值、教学方式、知识生产、学习产出、师生角色等方面存在显著差异,因此,创客教育不能完全等同于工程教育。但是两者又存在共同点,工程教育培养的工科学生部分成长为企业的卓越工程师,他们是自主创新型企业的技术创新主体,大都属于众创时代的工程科技创客,部分工科学生在基于设计的学习中自主开展技术创新活动,他们创作的作品往往也是优秀的创客作品或产品。

工程教育的理想是培养和造就高创造性的工程科技人才,创客教育与工程教育的价值取向在创造性工程科技人才培养方面殊途同归。创客教育为工程教育从工程范式向创造范式转型,提供了创新教育的新思维和新路径。因此,我们基于创客教育与工程教育深度融合的视角,提出“创客工程教育”(Maker Engineering Education)这一新概念。创客工程教育的基本理念是将“开源、分享、实践、创意、创新、创业”的创客文化基因,植入全民创客运动之中,运用新一代信息技术、增材制造技术、开源硬件技术以及其他新兴科技融入到工程教育的改革与实践之中,以培养具有创客素养的工程科技人才。

创客教育是以培养具有创客素养的创客为主要目标的一种新型教育模式,而创客工程教育是一种新型的创客教育模式,是指以创意、创新和创业型工程科技人才培养为主要目标的全面工程教育(Total Engineering Education)(涂善东,2007),其涵盖整个工程教育体系,覆盖从小学、中学、大学本科到研究生教育的各个教育阶段。创客教育注重培养学生的创客精神和发展学生的创客素养,旨在面向创新型国家建设培养创新型人才;而创客工程教育则以学生造物为中心,强调在产品、过程和系统构建中培养工匠精神、设计思维、创造性、批判性思维和实践智慧等创客核心素养,并着力发展科学、工程、技术、信息、人文和艺术等综合素养,旨在培养适应新工业革命与制造强国建设需要的工程科技创客。相对于创客教育与工程教育,创客工程教育侧重于面向大众(工科学生为主),通过发展其创客素养、综合素养以培养工程科技创客,倡导基于超学科进行造物的学习,注重引导学生通过开展创客工程项目学习活动实现作品的创作或产品的创造。创客工程教育的教

师是众创时代的共教、共学和共创者，学生则是众创时代的创意、创新和创业者。

四、创客工程教育的本质、目的和价值

关于创工程客教育的内涵，可以从教育本质、教育目的和教育价值三个维度去理解。从教育本质的维度看，创客工程教育是激发和引导学生自我发现、自我发展和自我实现的创客教育；从教育目的的维度看，创客工程教育是以培养工程科技创客为目的的一种新型创客教育模式；从教育价值的维度看，创客工程教育是以发展学生创客核心素养与综合素养为主的一种新型教育模式。

1. 创客工程教育的本质

教育的本质在于引导人认识自己，实现自己，既成为社会的人，也成为他自己（陈怡，2005）。创客工程教育旨在用创客文化、理念和方式去改造传统的工程教育。因此，创客工程教育的本质在于唤醒学生的文化自觉、向学的生命与创造的灵魂，其本质不在于“外铄”，而是对于生命“自觉”的唤醒。一是唤醒学生“原初本性”的文化自觉，让学生置身于“开源、分享、实践、创意、创新、创业”的创客文化中发现自我。二是唤醒学生“现实生命”的向学自觉，让学生在主动学习、自由探究、沟通协作、创新实践和对话共享的创客行动之中发展自我。三是唤醒学生“自我实现”的创造自觉，让学生在人工造物即新产品、系统和服务的创意、创新和创造之中实现自我（冯现冬，2016）。创客工程教育让学生既实现其个性的发展、内心的丰盈和生命的成长，又让学生回归人的自由、创造的本性，并且为社会创造新的价值，进而提升人的生命品质。

2. 创客工程教育的目的

教育的目的在于培养个体的、社会的和历史的的人。创客工程教育的目的则是在全球化、智慧经济与互联网信息时代背景下，面向创新型国家建设与制造强国战略培养具有“工匠精神、设计思维、创造性、批判性思维、实践智慧”等创客核心素养的工程科技创客。其中工匠精神是工程科技创客造物的灵魂，培养其工匠精神，工程科技创客们才会在造物中做到敬业（无私奉献、严谨专注）、精业（精益求精、一丝不苟）和创业（开拓创新、止于至

善）。设计思维（Design Thinking）是工程科技创客造物的方法，培养工程科技创客的设计思维，就是使其能够利用设计师的敏感性和思维方法，通过“用同理心思考用户需求、捕捉机会定义真实问题、创意构思问题解决方案、设计与制作产品原型、测试改进并持续优化”的创造性问题解决过程，最终实现问题的创新解决或产品的创新设计（闰寒冰等，2017）。创造性和批判性思维是工程科技创客造物的品质，培养工程科技创客的创造性，主要是指培养其创造性思维和创造性人格，进而发展其创造性问题解决能力；培养工程科技创客的批判性思维，主要是指培养其“解释、分析、评估、推论、说明和自我调控”的批判性思维核心技能，以及“探索真理、思想开放、分析性、系统性、自信和好奇”的批判精神（黄朝阳，2010）。实践智慧是工程科技创客造物的手段，通过培养工程科技创客的实践理性、向善的技艺、促进学生内在的自我创造，来培育其复杂问题解决的实践智慧（郑燕林等，2017）。

3. 创客工程教育的价值

创客工程教育的价值在于发展工程科技创客的核心素养。通过对国内外众多知名创客的学习与成长历程深入分析，我们发现工程科技创客在造物实践中，不仅要以科学精神探究工程技术问题、以工匠精神进行产品持续改进、以创业精神开拓产品应用市场；而且还需要终生的学习能力自主建构跨学科知识，高水平的创造性思维、创造性人格以及批判性思维进行产品的发明创造，以人为本的设计思维进行产品的创新设计；同时还应具有科学素养、技术素养、工程素养、信息素养、人文素养和艺术素养等综合素养，从而以科学精神、技术理性、工程思维、信息意识、人文情怀、艺术底蕴进行工程科技产品的创意、创造和创新。

因此，我们认为创客素养主要由“自我认识与调控”一个个体领域素养，“交流沟通、团队合作”两个人际领域素养，“工程、科学与技术素养”“人文社会科学和艺术素养”“数字化学习与创新素养”三个基础领域素养，“科学精神、工匠精神、企业家精神、分享精神”四个意识领域素养，以及“自主学习、创造性、设计思维、批判性思维、实践智慧”五个认知领域素养共同组成。创客

素养中的“工匠精神”“设计思维”“创造性”与“批判性思维”“实践智慧”分别是工程科技创客造物的灵魂、方法、品质和手段,因此,亦是工程科技创客造物的核心素养,简称创客核心素养。

五、创客工程教育发展策略

1. 创客工程教育的课程观

自古到今,科学经历了“统一——分化——综合”的发展轨迹,这一轨迹实际上反映了人类对客观世界认识方式深刻程度的变化,而这直接决定了创客工程教育教学内容选择:现代工程不仅包括科学技术层面的要求,还需考虑社会、经济、文化、环境、生态、伦理等非科学技术层面的因素,而这需要多主体、多学科、多领域的共同参与、协作与对话(赵婷婷等,2005)。因此,创客课程理应跨越学科之间的藩篱,打破专业之间的壁垒,适应科学综合化和现代工程技术发展的要求,让学生融合不同学科专业的科学知识、技术知识、工程知识和人文社科知识,系统性与创造性地解决现代工程问题。

创客工程教育的课程是指创客造物的产品开发全生命周期中相关的各类课程,主要有创意构思类课程、创新设计类课程、加工制造类课程和分享传媒类课程。创意构思类课程主要有文化创意、艺术创意、电子创意、机构创意类课程;创新设计类课程主要有三维设计、材料设计、机械设计、电子设计、土木设计、艺术设计类课程;加工制造类课程主要有3D打印、数控加工、机械加工、激光切割、陶艺制作、电子制作、木材加工类课程;分享传媒类课程主要有动画制作、影视编导、平面设计等课程。创客课程的建设需要遵循以下原则:一是课程目标以全面发展学生创客核心素养为主旨,注重学生科学素养、技术素养、工程素养、人文素养、艺术素养和信息素养的全面发展,注重科学精神、工匠精神、创业精神和分享精神的协同培养,注重学习能力、设计能力、实践能力、创造能力、独立思考能力和自我管理能力的整体提升。二是课程内容以超学科知识为核心,打破原有的课程界限和框架,创设综合性的创客课程,使通识教育与专业教育互为支撑,使科学工程技术知识与人文社会科学知识相互交叉、渗透和融合。三是课程实施以

真实且具有挑战性、复杂性的创客项目为载体,开展基于创客项目的学习。四是课程评价以创客学习成效评价为导向,构建基于创客教学过程的形成性评价和基于创客学习成果产出的终结性评价相结合的多元化评价机制。

2. 创客工程教育的教学观

创客教学是指在创客教学过程中,学生在创客型教师的指导下,通过以“自主、探究、设计、创造、合作、对话”为特征的学习方式,对当前教学内容中的主要知识点进行自主性、探究性、创造性和合作性学习,从而完成产品创造的一种“知、行、思、创”教学方式。创客教学的核心特征是回归生活、学无边界、知行合一、学思结合、研创交融和造物致新。创客教学的基本原则是关注学生个体生命的心灵成长,关注学生创客素养的个性化发展,引导学生在创客文化自觉中发现自我,在回归生活世界的创新实践中发展自我,在回归个体本能的创造中实现和超越自我。创客工程教育的教学理念主要体现在以下三个方面:

一是创客工程教育的创客教学从“教会学生建构知识”转向“引导学生创造产品”。创客教学坚持以学生为中心,关注学生的情感体验、人格养成和生命成长。创客教学过程不仅是学生主动完成学科知识意义的建构过程,而且是在引导学生进行产品创造的真实情境中建构知识的同时,进一步激发学生兴趣、唤醒学生创造潜能和树立学生创新自信的过程。

二是创客工程教育的创客教学从“促进学生个性化全面发展”转向“发展学生创客核心素养”。创客核心素养使得创客工程教育的目标更加务实和更具指向性,变革创客工程教育的学习方式与教学模式,从学科知识本位、教师教学为中心向创客素养本位、学生创造为中心转型,真正将创客核心素养融入学习与教学过程,融入真实问题解决和社会化实践的教学情境之中,以发展学生的工匠精神、设计思维、创造性、批判性思维和实践智慧。

三是创客工程教育的创客教学从“他组织单学科的个人记忆性学习”转向“自组织超学科的团队合作性学习”。基于协作、实践、创造、互动和分享的创客文化,倡导多专业支持、超学科合作、师生深度互

动的创客学习。积极引导学生开展自组织超学科的团队学习,给予大学生创客课程选择的自主权、创客学习时空的自由度,使得不同学科与专业、不同学校与年级,甚至不同教育领域(本科院校、高职院校、中小学)的学生,灵活开展基于跨学科专业、跨学校年级以及跨教育领域的创客学习。同时,系统性设计和研发以学生全人发展为中心的成长式创客项目、以学生兴趣发展为中心的融合式创客项目、以学生能力发展为中心的挑战性创客项目。

3. 创客工程教育的环境观

创客教育的环境包括家庭环境、学校环境和社会环境,其主要学习环境是创客空间。创客空间是创客进行产品创新设计与研发的重要平台,是能够让学生积极、主动、有效地在产品的设计研发到实施运行的全生命周期中,持续开展创新、实践、共享、协作和对话的开放性个人-集体、线上-线下学习空间(陈鹏,2016b)。

基于创客核心素养建立创客空间一般需要遵循以下原则:在认知层面,积极创设支持学生解决复杂的社会化真实问题的环境与机会,将设计思维与创造性思维品质融入创客教学的全过程,以全面培养学生设计思维与创造性问题解决能力。在元认知层面,积极提供动态评价、行动反思和合作学习的环境和机会,以发展学生自我管理、批判性思维和团队协作能力。在社会文化层面,积极创建支持学生发展社会交互与跨领域、跨文化、跨学科、跨专业和跨年级交流的环境与机会,以促进知识有意义建构和产品有挑战性的自由创造。在生产力层面,基于产品研发的全生命周期设计个性化学习空间,营造契合产品创新工作场域与工作过程的真实学习环境。在技术层面,积极利用信息技术、增材制造技术、虚拟现实技术、增强现实技术及人工智能技术在内的新兴技术,重构学习环境与建设教学资源,基于学校学习者、教育者和社会泛在学习者共同参与的深度交流与互动,建立物理世界与虚拟世界有机融合的混合式、个性化、定制化、智能化学习环境。

六、推进创客教育的实践原则

1. 工程性原则:基于大工程观推进创客教育
虽然随着科学技术的进步和社会经济文化的发

展,工程的定义在不断发展、丰富和更新,但是其以实践性、综合性和创造性为核心的本质特征始终未变(陈鹏,2016a)。创客工程教育的工程性体现在它具有综合性、实践性和创造性。创客运动中人们正是应用以信息技术为代表的新兴科技和创新工具,通过创造新产品来推动社会的快速发展,而学生创造产品本身就是一种综合性、实践性和创造性的科技创新、技术集成和工程实践活动。学生在产品创造过程中需要打破学科边界,综合运用多学科的知识来解决综合性、复杂性和实践性的社会生活问题。创客工程教育的工程性决定了创客型工程科技人才应该具备大工程观,这既是新工业革命背景下科技发展的趋势、学科交融的必然,也是社会发展的需求。创客工程教育的大工程观,是指以责任意识为导向的操作综合、价值综合和审美综合的统一,是思维整体性和实践可行性的统一,也是工程与科学、艺术、管理、经济、环境、文化的统一(王雪峰等,2006)。

2. 层次性原则:分类培养推进创客工程教育

K-12工程教育是指小学、中学教育阶段学生的工程意识与工程能力培养,其构成了工程教育体系的底层架构,是高等工程教育的基石和前提(刘华等,2014)。K-12创客工程教育应注重中小学生对工程设计的科学、技术认知和动脑、动手能力的培养,重点在于培养后备工程科技人才的学习兴趣和创新意识。本科工程科技人才是我国工程科技人才的关键力量,本科创客工程教育应注重大学生工程设计能力和工程实践能力的培养,重点在于培养产品设计型工程科技人才的设计思维和实践智慧。硕士和博士工程科技人才是创新型国家建设和制造强国战略的核心力量,硕士和博士创客工程教育应注重面向重大工程问题的工程设计能力和工程实践能力的培养,重点在于培养产品研发型工程科技人才的复杂产品设计与开发能力、批判性思维、创造性思维和创造性人格。发展创客工程教育模式,国家层面需要做好各类创客工程教育的顶层设计,构筑以发展各类学生核心素养为核心的全面创客工程教育的生态体系,重视创客工程教育各阶段的关联性和衔接性,注重各类创客工程教育的协同推进和良性互动。

3. 开放性原则：协同开放推进创客工程教育

开源与分享是创客文化的基因之一，移动互联网让学生可以随时随地自由对话、分享和协作。互联网开启了一个人人相连、人物相连、物物相连的世界，知识、技术、经验和物品在线上线下自由流动、激荡和交融，学生在线上线下不仅可以互相学习创新知识、协同开展创客项目、共享学习资源与工具、展示创客成果和分享创造过程，还可以购置标准零部件、定制非标零部件和众筹融资创业。

创客教育的开放性表现为创客项目、创客实践、创客空间的开放性。创客项目的开放性体现在创客项目主题来源于生活，致力于为社会实际问题提供最佳的解决方案，提升人的生命质量，创造人们的新生活，学生可以结合自己的专业背景、研究志趣和个人禀赋，自主选择自己乐于实施的创客项目。创客实践既可以是新概念、新思想、新理论的创新实践，也可以是新技术、新工艺、新产品的研发实践。创客空间的开放性体现在时间、空间和资源的开放共享，基于创客项目学生可以在创客空间里自由开展个性化、多样化的创客实践活动，社会创客空间面向社会公众开放，学校创客面向所有学生开放，创客可以在创客空间里自由对话、协作和创造。各式各样的创客活动也是完全开放的，面向全球创客举行的制汇节、创客马拉松、创客嘉年华等创客文化活动，尊重、包容、接纳、呵护每一个学生的生命成长、创造过程以及每一项创新成果。

创客工程教育是新工业革命背景下社会、教育和文化互动的产物，必然要求社会、学术界、产业界和政府等多元主体协同推进。创客工程教育以内聚耦合的方式将学术界创客教育、产业界创客教育、社会创客教育三者有机链接起来，形成多维度、多主体和多要素协同并螺旋上升的新型教育结构（杨刚，2016b），得以整合全社会创客教育资源，从而协同培养工程科技创客。

4. 人本性原则：以人为本推进创客工程教育

创客工程教育的本质决定了创客工程教育需要坚守以人为本的价值取向。创造是人与世俱来的本性，是人类认识自然、改造世界、创造事业、创造生活的自主性行为。当个体的心灵自由时，个体就能够自由地表达自己的思想，自主地塑造自己的人

格，表现出极高的创造性水平（寇冬泉等，2003）。为了引导学生的全面自由个性化发展，创客教育应尊重工科学生的个性与自由，保持和发展学生的好奇心与想象力，扩大学生更多的学习自主权，激发学生的创意创新创造欲望，实施柔性化、个性化和多元化的人才培养模式，通过指导学生自主开展超学科的创客项目，来激励学生创造有意义的创客学习经历，让学生的主观能动性和创造性得到最大限度的激发。创建超学科创客空间，引导学生根据自己的学科专业和兴趣爱好，在创客空间里以创客项目为载体开展自主创新实践活动。

5. 生活性原则：根植生活推进创客工程教育

教育是发展人的生命、生存和生活，实现人的价值，引领人类文明进步的社会活动过程（罗崇敏，2013）。创客教育要体现教育的本质，把生命教育、生存教育和生活教育融入创造活动过程，使得工科学生在创意、创新和创业实践中，发展创客素养、探寻生命意义、培养生存技能、提升生活品质、体验创造快乐、获得心灵自由、追求人生幸福。陶行知先生提出“生活即教育”“社会即学校”和“教学做合一”的教育思想（唐迅，1999），揭示了教育的生活价值与生活的教育意义，强调社会与学校的相互协同、教学做的有机统一。工程师的使命在于改变世界与创造生活，提升人们的生活质量和生命品质。创客工程教育生态系统理应根植于现实的生活之中，一方面让受教育者在根植于生活的“知、行、思、创”中学会生存、学会生活、学会合作、学会关心、学会发展和学会创造；另一方面社会生活能够为受教育者提供真实的学习情境、创造的物理对象和协同的教育主体。创客工程教育需要社会、学校和家庭的相互协同，为其提供协同的教育生态环境。创客工程教育是社会、学校和家庭协调互动的全面工程教育，社会为创客工程教育提供了赖以生存的政治、经济和文化环境，同时学生人工造物面向的正是社会的实际需求，创客工程教育的实践活动在社会创客空间与学校创客空间并行发生，因此，社会即是创客工程教育的学校。创客工程教育倡导在“知、行、思、创”中回归学生的生活世界，整合各学科知识，让学生全身心投入到真实问题解决的综合实践中，最终目的是

发展学生的创客核心素养。

七、总结

随着新工业革命背景下创客运动的蓬勃兴起,为了适应新工业革命的需要,工程教育范式由技术范式、科学范式、工程范式向创造范式转型(陈鹏,2016a)。创客工程教育是创客运动的蓬勃兴起与工程教育范式转型背景下,工程教育与创客教育深度融合的应然选择。创客工程教育为我国工程教育走出创新性与实践性缺位的困境,提供了一种具有可行性、创造性和实用性的教育形态。创客工程教育模式契合科技革命与产业革命的时代需求,符合工程科技人才的成长规律。推行创客工程教育模式将为我国创新驱动发展战略、“中国制造2025”制造强国战略的实施,培养和造就一大批具有创客素养的创意、创新和创业型工程科技人才。诚然,创客工程教育作为一种新型的教育模式,还处于初步实践与探索阶段,目前还尚未形成系统的创客工程教育理论体系,因此,深入推进创客工程教育还需要扎根中国教育大地,以创客教育的创造精神和育人情怀,开展持之以恒的创新研究和知行合一的实践探索。

参考文献:

- [1]陈鹏(2016a). 创客学习:一种创造有意义学习经历的学习范式[J].现代远程教育研究,(6):26-38.
- [2]陈鹏(2016b). 创客空间:大学生发明创造的梦工场——基于Y大学创客空间的个案研究[J].现代教育技术,(5):108-114.
- [3]陈怡(2005). 教育的本质与文化素质教育的深化[J].中国大学教学,(12):43-44,34.
- [4]丁大琴(2015). 创客及其文化历史基因探源[J].北京社会科学,(8):22-28.
- [5]冯现冬(2016). 唤醒生命“自觉”——对教育本质的思考[J].当代教育科学,(11):30-32.
- [6]何克抗(2016). 论创客教育与创新教育[J].教育研究,(4):12-24,40.
- [7]黄朝阳(2010). 加强批判性思维教育培养创新型人才[J].教育研究,31(5):69-74.

[8]教育部高等教育教学评估中心(2016). 中国工程教育质量报告(摘要)[N]. 中国教育报,2016-04-08(006).

[9]寇冬泉,刘电芝(2003). 创造性思维及其培养[J].广西师范学院学报,(1):120-124.

[10]刘华,张祥志(2014). 我国K-12工程教育现状及对策分析——基于创造力维度的思考[J].教育发展研究,(4):67-71.

[11]刘建昌,李晓飞,石秀(2015). 基于长尾理论的创客运动多品种小批量生产模式分析[J].科技管理研究,(12):8-12.

[12]罗崇敏(2013). 三生教育经典语录[J].华夏教师,(6):9,24.

[13]邱学青,李正,吴应良(2014). 面向“新工业革命”的工程教育改革[J].高等工程教育研究,(5):5-14,45.

[14]唐迅(1999). 陶行知现代教育思想命题新探[J].教育研究,(11):58-62.

[15]涂善东(2007). “全面工程教育”引论[J].高等工程教育研究,(2):6-13,25.

[16]王家忠,弋景刚,孙维连等(2012). 工程教育CDIO指导下的校企合作改革与实践[J].河北农业大学学报(农林教育版),14(5):146-149.

[17]王雪峰,曹荣(2006). 大工程观与高等工程教育改革[J].高等工程教育研究,(4):19-23.

[18]闫寒冰,郑东芳,李笑樱(2017). 设计思维:创客教育不可或缺的方法论[J].电化教育研究,38(6):34-40,46.

[19]杨刚(2016a). 创客教育:我国创新教育发展的新路径[J].中国电化教育,(3):8-13,20.

[20]杨刚(2016b). 创客教育双螺旋模型构建[J].现代远程教育研究,(1):62-68.

[21]赵婷婷,雷庆(2005). 课程综合化:中国高等工程教育改革亟待解决的问题[J].高等工程教育研究,(2):32-36.

[22]郑燕林,李卢一(2017). 培育实践智慧:创客教育的本质目标与实施策略探析[J].电化教育研究,38(2):26-33.

[23]钟柏昌(2016). 谈创客教育的背景、本质、形式与支持系统[J].现代教育技术,(6):13-19.

[24]中华人民共和国科学技术部(2018). 2016年我国企业创新活动特征统计分析[EB/OL]. [2019-04-06]. http://www.most.gov.cn/kjtj/201803/t20180320_138657.

[25]中华人民共和国中央人民政府(2015). 国务院关于印发《中国制造2025》的通知[EB/OL]. [2018-09-26]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-05/19/content_9784.htm.

收稿日期 2018-12-25 责任编辑 田党瑞

(下转第69页)

Over the years, China has actively practiced and explored the construction of learning society, and has achieved rich results and experience. The research literature from 1998 to 2018 roughly outlines the development track of China's construction of the learning society, presents the prospect and research achievements, and forms consensus and promotion measures from the concept, positioning, nature, strategy and other aspects of the learning society. After Hutchins first proposed the concept of "learning society", it has been highly valued by the society and the academic community. Chinese scholars began to understand the nature and connotation of the learning society from multiple perspectives and explore whether learning society is "an educational ideal" or "an objective fact", whether it is "a new individual learning form" or "a new social learning form", whether it is "self-improvement of humanity" or "human resources development", whether it is "the reform of school education" or "the strengthening of community education". In the process of deepening the understanding of the learning society, China changes the view of education from a narrow one to a broad one, improves the education system and expands the supply of learning opportunities, attaches importance to technical support, transforms traditional learning approaches and advances the learning society through multi-channel and multi-level construction. At present, China has entered the era of "Internet+" and "digital learning". The supply and the access path of learning resources have been greatly optimized, and the construction of the learning society is deepening. Therefore, research dimensions and methods should be enriched to highlight the multiple values and practical significance of the learning society.

Keywords: Learning Society; Construction Prospect; Research Results; Literature Analysis

(上接第48页)

The Concept Connotation and Value Concept of "Maker Engineering Education"

CHEN Peng

Abstract: With the advent of the era of intellectualization, can China's engineering education support Made-in-China to meet the challenges of a new round of Industrial Revolution centered on intelligent manufacturing? Can we train and bring up a large number of creative engineering science and technology talents with independent innovation ability and practical ability? This is an unavoidable proposition of the times. This article proposes the concept of maker education towards China Manufacturing 2025 to transform China's engineering education model, providing an operational solution for the practical problems of engineering education in China. Based on the perspective of the deep integration of maker education and engineering education, a new concept of maker engineering education is proposed. The basic idea of maker engineering education is to integrate the maker culture gene of "open source, sharing, practice, creativity, innovation and entrepreneurship" into the reform and practice of engineering education in order to cultivate engineering science and technology talents with maker literacy. The essence of maker engineering education is to awaken the soul consciousness of students' life and creation. The aim of maker engineering education is to cultivate engineering technology makers with core qualities such as craftsman spirit, design thinking, creativity, critical thinking and practical wisdom, which are oriented to the strategy of building an innovative country and building a strong manufacturing country. The value of maker engineering education lies in the development of the core literacy of the maker of engineering science and technology. Therefore, the development strategy of maker engineering education should reflect the development concept of maker engineering education from the three dimensions of curriculum view, teaching view and environmental view, and promote maker engineering education implementation based on practical principles and large engineering concept, with classification training, collaborative openness, and rooted life.

Keywords: Maker Engineering Education; Maker Education; Engineering Education; Deep Integration; Conceptual Connotation