



# 创客教育教师准备好了吗\*

## ——智能时代创客教师知识发展的影响因素探析

蔡慧英<sup>1</sup> 谢作如<sup>2</sup> 李渔迎<sup>1</sup> 顾小清<sup>3</sup>

(1.江南大学 教育信息化研究中心,江苏无锡 214122;

2.温州中学,浙江温州 325014;

3.华东师范大学 上海数字化教育装备工程技术研究中心,上海 200062)

**[摘要]** 作为融合了创客技术的跨学科教学形式,创客教育具有综合性、实践性、技术性等特点。因此,复杂的创客教育对创客教师的知识储备提出了新的要求。为了推进我国创客教育的持续发展,让创客教师具备足够的知识储备,以胜任复杂创客教学实践活动,成为亟需解决的重要课题之一。为此,以整合技术的学科教学知识(TPACK)理论为基础,并运用问卷调查的方法,对全国194名创客教师进行了调查研究,挖掘出影响创客教师知识发展路径的主要因素和间接因素,为智能时代培养高素质创客教师提供策略指导。中介效应分析表明,影响创客教师TPACK的主要因素,是创客教师复合性知识(PCK、TCK、TPK)。回归分析表明,影响创客教师TPACK的间接因素,是创客教师技术整合的能力感知、学校对教师专业发展的支持,以及学校组织和文化环境对创客教育的支持。因此,促进创客教师知识的发展需要关注到以下三个方面:首先,关注创客教师知识内涵发展,开展提供创客教师复合性知识的学习与培训;其次,关注创客技术的整合应用,提升创客教师整合技术的能力感知;最后,关注创客教学生态的营造,创建促进创客教师知识发展的学校组织和文化环境。

**[关键词]** 创客教育;教师;TPACK;教师培训;策略研究

**[中图分类号]** G420 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-0008(2019)03-0086-09

### 一、前言

创客教育是创客文化与教育的结合,是基于学生兴趣、采用项目学习方式、利用数字化工具,倡导造物、鼓励分享,以培养学生问题解决能力、团队协作能力和创新能力的一项素质教育<sup>[1]</sup>。2015年,李克强总理提出的“大众创业、万众创新”的宏伟目标,掀起了我国创客教育的热潮,使得创客教育成为培养我国创新型优秀人才的重要方式之一。

为了切实推进我国创客教育的发展,国家教育部门、各级教育机构、学校和教育企业均对此做出了回应。教育部将创客教育的发展写进《教育信息化“十三五”规划》,并指出教育相关部门需要有效利用信息技术推进“众创空间”的建设,探索STEAM教育、创客教育等新型教育模式,使学生具有较强的信息意识与创新意识。各级教育机构和学校开始摸索创客教育的课程建设、教学模式等<sup>[2-3]</sup>。教育企业也快

速投入到创客教育领域,生产支持创客教育的技术产品,为创客教学提供技术支持。从宏观层面看,我国创客教育的发展状态已初具规模。在这一背景下,为了推进我国创客教育的持续发展,如何让创客教师具有足够的知识储备,以胜任复杂创客教学实践活动提出的挑战,是当前亟需解决的重要问题之一<sup>[4-5]</sup>。

创客教师是指在各级各类学校中,从事创客教学或指导学生开展创客实践的教师。在创客教育中,教师并不直接教授学生基础知识,而需要制定综合性的创客课题等,让学生在动手操作中有机会运用数学、物理、化学等多学科知识,并在提出问题和解决问题的过程中培养学生的相关能力。在这一过程中,教师不再仅仅是课堂权威与知识的传播者,还需要设计课堂、管理学习资源、调控学习过程,并提升创客实践的质量<sup>[6]</sup>。因此,在组织创客教学时,教师不仅需要具有多样的学科知识,还需要思考如何在教学方法和策

\* 基金项目:本文系2017年度教育部人文社会科学研究青年基金项目“在STEM课程中设计图示化支架提升协作问题解决能力的实证研究”(项目编号:17YJC880001)成果。

略上做出调整,使得创客学习项目能顺利推进。

另外,创客学习项目与技术间的紧密联系,使得技术知识在创客教师的知识框架中处于特别重要的地位<sup>[7]</sup>。目前,诸如 Scratch、Arduino、3D 建模、micro:bit 等主流创客技术的不断涌现与发展。这就要求创客教师除了具备专业知识之外,还需要对创客技术有一定了解,并将创客技术在学习项目中加以有效地整合与应用。由此可以看出,创客教育的综合性、实践性、技术性特征,对教师的学科知识、教学法知识以及技术知识等,提出了新的要求,并赋予了创客教师知识以新的内涵。

在教师教育与教师专业发展领域,整合技术的学科教学知识 (Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK) 理论,关注信息技术环境下教师知识结构的问题,强调信息技术的引入对教师知识结构的扩展<sup>[8]</sup>。该理论为定位 21 世纪背景下教师专业知识的内涵和发展路径,提供了新的视野,并受到了国内外学术界专家学者的广泛认同。

目前,大量国内外学者以 TPACK 理论为研究框架,探究了信息技术整合背景下英语教师<sup>[9]</sup>、数学教师<sup>[10]</sup>、科学教师<sup>[11]</sup>等的知识结构与发展问题,而鲜有研究关注创客教师知识发展这一议题。基于此,本研究以 TPACK 理论切入,聚焦于创客教师这个对象,探究我国创客教师知识发展路径,意图通过挖掘影响创客教师知识发展路径的主要因素和间接因素,提出有效培养高素质创客教师的对策,为推进我国创客教育持续发展提供指导。

## 二、文献综述与研究问题

### (一)TPACK 理论与创客教师的知识结构要素

教师的知识结构一直是教师教育与专业发展领域的重要研究议题。大量研究表明,教师开展有效教学,不仅需要具备学科知识、教学法知识,还需要具备在恰当教学情境中整合学科与教学法的知识。这类知识被称之为“学科教学法知识 (Pedagogical Content Knowledge, PCK)”<sup>[12]</sup>。随着信息技术在教学中的作用受到广泛认同,2006 年,美国密歇根州立大学的 Kohler 和 Mathew 教授在 PCK 概念的基础上加入了技术性知识的成分,首次提出了 TPACK 理论。这一理论自 2010 年前后引入中国教育情境,最早由焦建利教授对其进行了详细论述,并在我国教育技术学界受到了广泛关注<sup>[13]</sup>。基于这一理论,我国教育技术领域的研究者围绕教师知识发展状态<sup>[14]</sup>、

新型教学模式<sup>[15]</sup>、教师专业发展模式<sup>[16]</sup>等议题,开展了大量的研究。由此可见,TPACK 理论成为研究教师教育与专业发展的基础性理论框架。

TPACK 理论认为,在信息技术支持的教学环境下,教师除了需要具备学科知识(CK)、教学法知识(PK)外,还需要具备技术性知识(TK)。CK 是指教师在教学中教授的学科内容知识;PK 是指教师组织教学的方法性知识。教师只有熟练掌握了教学法知识,才能在教学中运用不同的策略和方法,帮助学生学习;而 TK 是指以计算机和互联网为核心的信息技术知识。信息技术的发展,要求教师不断更新在技术知识方面的知识储备。

该理论还认为,基于以上三种基础性知识要素,组合生成了三种复合性知识和一种综合性知识。其中,三种复合性知识分别是整合技术的学科内容知识(Technological Content Knowledge, TCK);整合技术的教学法知识 (Technological Pedagogical Knowledge, TPK); 学科教学法知识 (Pedagogical Content Knowledge, PCK)。TCK 是指教师运用信息技术表征学科内容的知识;TPK 是教师运用信息技术实现某种教学策略和方法的知识;PCK 是在具体学科知识教学中运用不同教学策略和方法的知识;另外,综合性知识是指整合技术的学科教学知识(Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK)。可以说,TPACK 是使用技术进行优质教学的基础,是教师创造性地将技术、教学法和学科内容三种关键知识整合起来,并超越三者的新兴知识形态。

依据 TPACK 理论对一般性教师知识成分进行阐释,在创客教育的情景中,可以迁移地定义创客教师应具备的知识成分内涵,详见表 1。

通过对国内外相关文献的梳理,我们发现,已有研究基于 TPACK 理论中的七种知识要素成分,对教师知识发展路径形成了两种不同的理解阐释。第一种理解认为,教师的基本性知识(即 CK、TK、PK)最终影响教师整合技术的学科教学知识(综合性知识,即 TPACK)<sup>[17]</sup>。这就意味着教师的基础性知识储备,例如,学科、教学法和技术等知识会作为一种知识资源,辅助教师整合技术的学科教学知识的建构。第二种理解认为,教师的复合性知识(即 TCK、PCK、TPK)最终影响教师整合技术的学科教学知识(综合性知识,即 TPACK)<sup>[18]</sup>。这就意味着当教师基于科学、教学法和技术等知识建立联系时,教师会发展出新的知识结构(即 TCK、PCK、TPK)。这些新的知识结构将主

表 1 创客教师具备知识成分的内涵

层 级	知识成分	内 涵
基础性 知识 成分	创客技术知识 (Maker-based TK)	创客教师对支持创客教学的信息技术的理解
	创客学科内容知识 (Maker-based CK)	创客教师对创客教学中涉及的学科体系、知识结构和基本概念等的理解
	创客教学法知识 (Maker-based PK)	创客教师对创客教学实践过程及教与学策略和方法的认识
复合性 知识 成分	整合创客技术的学科内 容知识(Maker-based TCK)	创客教师运用信息技术表现创客教学内容的知识
	整合创客技术的教学法 知识(Maker-based TPK)	创客教师在创客活动中运用信息技术实施不同教学法的知识
	创客学科教学法知识 (Maker-based PCK)	创客教师在针对创客活动中涉及的学科知识中整合不同教学法的知识
综合性 知识 成分	整合创客技术的学科教 学知识(Maker-based TPACK)	创客教师针对学科教学知识运用不同的信息技术,在创客教学活动中恰当整合教学方法而开展有效教学的知识

会影响教师整合技术的学科教学知识的形成。

基于以上文献分析,在创客教学中,我国创客教师知识发展的路径属于哪一种情况?是本研究关注的第一个研究问题。即,创客教师的复合性知识(即,TCK、TPK、CPK)在其基础性知识(即,TK、CK、PK)与TPACK的关系中是否起中介作用?如果没有中介作用,则说明创客教师的基础性知识会直接影响其TPACK;如果存在中介作用,则说明创客教师基础性知识对TPACK的作用,受创客教师复合性知识的影响。

## (二)影响创客教师知识发展的间接因素

由于教师专业知识并不是独自形成并固定不变的,而是在与外界的互动过程中逐渐形成和发展的。因此,与外界互动过程的相关因素会影响教师TPACK的形成。在特定的教学情境中,教师的教学行为受教师信念以及外部条件支持情况的影响。教师会结合当前的教学实践环境的支持情况,运用已有的知识储备,开展整合技术的教学活动,并在相应的教学实践中进行反思和总结,用以改进和提升自身的知识储备。从这一角度来看,教师教学行为的变革,又会带来教师知识与信念的变化<sup>[9]</sup>。因此,影响教师整合技术组织教学活动的因素,可以看作是影响教师TPACK形成的间接因素。

大量研究表明,影响教师整合技术组织教学活动的因素,主要来自于两个方面<sup>[20]</sup>:一是来自于教师的主观因素,例如,教师对整合技术的信念;二是来自于教学实践中的客观因素,例如,教学实践环境对

教师整合技术的支持情况。

### 1.主观因素

研究表明,教师对整合技术的能力感知与价值感知,是影响教师整合技术组织教学行为的重要因素。具体而言:

(1)教师对整合技术的能力感知,是指教师认为自身具备整合技术支持教学的能力程度。在教学中整合技术,教师不仅需要改变已有的教学模式和教学行为,还要求应对教学过程中可能出现的教学性或技术性困难<sup>[21]</sup>。在这种情况下,只有当教师具有较高的整合技术的能力感知时,教师才会在教学中有意识地克服难题,最大化发挥信息技术在教学中的价值,这才有助于教师知识的发展。

(2)教师对整合技术的价值感知,是指教师相信技术能帮助他们实现特定教学目标的程度。在教学中,教师组织教学活动的时间是固定的,而整合技术会消耗教师一部分的教学时间。这就使教师对整合技术的价值感知,在教师整合技术的教学行为中显得尤为重要。当教师们认为技术的应用能实现他们预定的教学目标时,他们在课堂中整合技术组织教学活动的机会就越大<sup>[22]</sup>,这显然有助于教师知识的发展。

### 2.客观因素

研究表明,学校组织与文化环境会影响教师知识的发展。其中,学校对教师专业发展项目支持、领导支持、组织支持以及学校文化,是影响教师整合技术教学行为的突出要素。

(1)学校对教师专业发展项目的支持。在信息化时代,学习者行为和心理特点在不断变化,而且信息技术的发展为教师教学提供了新的手段。这就要求教师需要丰富自身对教与学理论的认识,不断地更新教学方法。所以,学校为教师提供专业发展的机会,是促进教师知识发展的重要手段。

(2)领导支持。学校领导制定学校发展政策,把控着学校的整体发展走向。因此,学校管理者的领导力与价值导向,在促进教师知识发展过程中扮演着重要的作用。学校领导对教师整合技术的教学行为表示肯定和赞赏,会引导教师开展整合技术的教学活动,这有助于教师知识的发展<sup>[23]</sup>。

(3)组织支持。传统的讲授式教学方式,对学校组织环境的要求较低。在普通的课堂环境中,教师可以在固定的时间内讲授单一的学科知识。但是,开展整合技术的教学活动,则需要得到学校相关组织的多方支持。如果缺乏组织支持,开展教学必要的技术



设备、空间环境、教学时间和技术培训等条件无法得到有效保障,导致教师难以开展整合技术的教学活动<sup>[24]</sup>,从而不利于教师知识的发展。

(4)校园文化。校园文化是学校成员之间共同拥有的行为规范和价值观念等<sup>[25]</sup>。研究表明,学校所营造出来的校园文化,会间接影响教师整合信息技术的教学行为<sup>[26]</sup>。如果学校营造出欢迎和鼓励教师在教学中整合信息技术的文化氛围,教师会以开放的心态,应对整合信息技术对教学实践所带来的挑战,也会愿意采取积极行动来应对挑战<sup>[27]</sup>。

基于以上文献综述,由此引出本文的第二个研究问题:在创客教育情境下,哪些间接因素会影响我国创客教师的知识发展?为了回答这一问题,本文将主要从教师主观与学校客观两个层面,探究教师整合技术的能力感知、教师整合技术的价值感知,以及学校对教师专业发展项目的支持、领导支持、组织支持、校园文化等因素,对创客教师整合技术的学科教学知识所形成的间接影响。

### 三、研究方法

#### (一)问卷设计

本研究设计的问卷由三部分组成。第一部分内容为收集创客教师的人口统计学信息,例如,性别、学历、工作地区等。第二部分内容为测量创客教师的学科、教学法与技术整合等相关的知识成分。目前,国内外研究者大多数运用 Schmidt 等<sup>[28]</sup>编制的 TPACK 量表,对教师 TPACK 知识成分进行测量。因此,本研究结合创客教学情境,借用这个成熟量表的结构和题项表述,改编形成了适用于本研究的测量题项,详细内容见表 2。

问卷中形成的 24 道题项,均采用五点李克特量表的形式收集数据。被试需要根据自身情况对每道题项作出回答,其中,“1”表示非常不符合;“5”表示非常符合。经分析,整体量表的 Cranach's  $\alpha$  值=0.98,其中,创客教师 TK、CK、PK、TPK、TCK、PCK、TPACK 的 Cranach's  $\alpha$  值分别是 0.90,0.93,0.92,0.77,0.90,0.92,0.95。每个子维度的信度系数均大于 0.7,说明量表的信度较高,评测的内容具有可信性。

第三部分的内容为测量影响创客教师知识发展的间接因素。根据文献综述部分的梳理,本研究主要从教师主观因素与学校客观因素两个方面设计了评估题项。在教师主观因素方面,借用 Kopcha<sup>[29]</sup>的研究,针对创客教师整合技术的价值感知和能力感知

表 2 改编后的评估创客教师 TPACK 知识成分的题项

维 度	题 项
创客技术知识 (Maker-based TK)	1. 我能熟练操作在创客教学中运用的不同技术,例如 Scratch、Arduino、或 3D 建模技术等
	2. 我能自己解决在创客教学中遇到的技术难题
	3. 我能快速掌握在创客教学中运用的新技术
创客内容知识 (Maker-based CK)	4. 我充分掌握了创客教学中涉及的教学知识
	5. 我对创客教学中涉及的教学知识有深度的理解
	6. 我形成了系统的教学知识体系,这能帮助我开展创客教学活动
	7. 我能运用不同的方法提升我对创客教学知识的理解
创客教学法知识 (Maker-based PK)	8. 在创客教学中,我能根据学生的学习状态及时调整教学策略
	9. 在创客教学中,我会运用不同的方式评价学生的学习效果
	10. 在创客教学中,我会引导学生运用恰当的策略解决他们在学习中遇到的问题
	11. 在创客教学中,我会引导学生监控自己的学习过程
	12. 在创客教学中,我会引导学生进行有效地小组讨论
创客学科教学知识 (Maker-based PCK)	13. 在创客教学中,我能选择恰当的教学方法,帮助学生理解不同学科知识之间的联系
	14. 在创客教学中,我能根据学习内容的特点,选择恰当的教学方法,引导学生的思维发展
整合创客技术的学科内容知识 (Maker-based TCK)	15. 在创客教学中,我能选择合适的学习技术呈现不同的教学概念,使学生能更好地理解它们
	16. 在创客教学中,我能根据学科知识的需要,综合使用不同的技术手段支持我的教学过程。
	17. 在创客教学结束后,我会进行自我反思,判断在教学活动中使用的技术是否恰当。
整合创客技术的教学法知识 (Maker-based TPK)	18. 我会深度思考如何在创客教学中整合不同的技术(例如 Scratch、Arduino、3D 建模等)
	19. 我会在不同的创客教学活动中恰当地使用不同的技术
	20. 在创客教学中,我会选择不同的技术,支持学生的学习过程
整合创客技术的学科教学知识 (Maker-based TPACK)	21. 在创客教学中,我能选择恰当的教学策略和技术,提升教学效果
	22. 在创客教学中,我能选择恰当的教学策略和技术,提升学生的学习效果
	23. 在创客教学中,我能使用不同的方法,有效地整合教学知识、技术和教学策略
	24. 我会帮助其他同事理解如何整合教学知识、技术和教学策略,有效地开展创客教学

两个子维度,共设计了 6 道题项。经分析,两个子维度的 Cranach's  $\alpha$  系数分别是 0.90 和 0.87。由于信度系数均大于 0.7,说明该量表的信度较高,评测的内容具有可信性。在学校客观因素方面,借用 Kopcha<sup>[30]</sup>以及 Hsu 与 Kuan<sup>[31]</sup>研究中的量表,针对教师专业发展项目支持、领导支持、组织支持以及学校文化这四个子维度,设计了 13 道题项。这四个子维度的 Cranach's  $\alpha$  系数分别是 0.76,0.91,0.92 和 0.89。经分析,以上信度系数均大于 0.7,说明量表的信度较高,评测的内容具有可信性。

## (二) 问卷发放与收集

运用便利抽样的方法,以网络问卷的形式于2018年6月进行了为期一周的数据采集。调查对象是全国具有创客教学经验的中小学教师。最后共回收了201份问卷,其中194份有效问卷,7份无效问卷,问卷有效回收率是96.5%。问卷数据统计结果显示:东部地区教师116人,占总人数的59.79%;中部地区教师52人,占总人数的26.80%;西部地区教师26人,占总人数的13.40%。其中,男性教师125人,占总人数的64.43%;女性教师69人,占总人数的35.57%。另外,本科以下教师15人,占总人数的7.7%;本科148人,占总人数的76.3%;硕士31人,占总人数的16.0%。

## (三) 数据分析方法

为了回答第一个问题,本研究分别以创客教师的CK、PK、TK为自变量,分别以创客教师的TCK、PCK、TPK为中介变量,以创客教师的TPACK为因变量,运用温忠麟等<sup>[32]</sup>提出的中介效应三步检验程序,对以上变量进行中介效应分析,用以探究影响创客教师TPACK的主要因素。

具体的检验步骤为:(1)检验自变量与因变量的回归系数是否显著。若显著则继续步骤2;(2)依次检验自变量与中介变量的回归系数,以及中介变量与因变量的回归系数是否均显著。若均显著,则表明自变量对因变量的影响至少有一部分是通过中介变量转化得来,继续步骤3;(3)检验自变量和中介变量与因变量的回归系数是否显著。若显著,则说明存在中介效应;若不显著,则说明存在完全中介效应。

为了回答第二个问题,本研究分别从教师的主观因素与学校客观层面出发,以教师整合技术的价值感知、教师整合技术的技术感知、教师专业发展项目支持、领导支持、组织支持以及学校文化等因素为自变量,以影响创客教师TPACK的主要因素为因变量,对自变量和因变量进行逐步回归分析,用以探究影响创客教师TPACK的间接因素。

## 四、数据分析结果

### (一) 影响创客教师知识发展路径的主要因素

从表3可以看出,创客教师TK、CK、PK、PCK、TCK、TPK与TPACK感知情况较好,均高于平均值(2.5)。另外,两两要素之间的正向相关性显著,这说明创客教师的知识结构要素之间存在较强的相关性,可以做中介效应分析。

表3 主要研究变量的平均数、标准差、相关系数情况

变量	TK	CK	PK	PCK	TCK	TPK	TPACK
均值	3.47	3.40	3.63	3.65	3.66	3.53	3.60
标准差	0.85	0.83	0.72	0.78	0.76	0.81	0.75
TK	1.00						
CK	0.83*	1.00					
PK	0.66*	0.78*	1.00				
PCK	0.60*	0.75*	0.85*	1.00			
TCK	0.66*	0.78*	0.88*	0.86*	1.00		
TPK	0.73*	0.82*	0.80*	0.77*	0.82*	1.00	
TPACK	0.61*	0.75*	0.81*	0.85*	0.87*	0.87*	1.00

注:N=194;\* $p < 0.05$ 。

表4 PCK和TCK中介效应的回归检验(自变量为CK)

	TPACK				PCK		TCK	
	模型1	模型2	模型3	模型4	模型4	模型5	模型6	模型7
控制变量								
性别	0.15*	0.02	0.33	0.01	0.18*	0.02	0.15*	0.02
学历	0.22**	0.05	0.33	0.02	0.19*	0.02	0.22**	0.04
自变量								
CK		0.75*	0.26*	0.20*		0.74*		0.77*
中介变量								
PCK			0.66*	0.71*				
TCK								
F	6.34*	83.8*	150.9*	159.3*	6.43*	80.1*	6.45*	96.2*
R <sup>2</sup>	0.06	0.57	0.762	0.77	0.06	0.56	0.06	0.60
ΔR <sup>2</sup>	0.05	0.56	0.756	0.77	0.05	0.55	0.05	0.60

以CK为自变量,分别以PCK和TCK为中介变量,以TPACK为因变量,依据温忠麟等<sup>[33]</sup>提出的中介效应三步检验程序,得出的分析结果如表4所示。从模型2可以发现,CK对TPACK的回归系数是0.75( $p < 0.01$ ),达到显著水平。这说明创客教师的CK对TPACK有显著的正向影响。从模型5可以发现,CK对PCK的回归系数是0.74( $p < 0.01$ ),达到显著水平。这说明对PCK也有显著的正向影响。从模型3可以看出,当将CK和PCK共同加入回归模型,中介变量PCK的标准化系数为0.66( $p < 0.01$ ),自变量CK回归系数较之于模型2显著地降低为0.26( $p < 0.01$ )。这说明PCK在CK对TPACK的关系中存在中介效应。同理,从模型2、模型7、模型4可以判断出,TCK在CK对TPACK的关系中存在中介效应。

以PK为自变量,分别以PCK和TPK为中介变量,以TPACK为因变量,依据温忠麟等<sup>[34]</sup>提出的中介效应三步检验程序,得出的分析结果如表5所示。依据表5的模型2、模型5和模型3,可以发现,PCK在PK对TPACK的关系中起到中介作用。依据表5

表5 PCK和TPK中介效应的回归检验(自变量为PK)

	TPACK				PCK		TPK	
	模型1	模型2	模型3	模型4	模型4	模型5	模型6	模型7
控制变量								
性别	0.15*	0.05	0.01	0.01	0.18*	0.08	0.18*	0.08
学历	0.22*	0.09*	0.06	0.04	0.19*	0.06	0.21**	0.09
自变量								
PK		0.79*	0.29*	0.31*		0.84*		0.78*
中介变量								
PCK			0.60*					
TPK				0.62*				
F	6.36*	133.6*	146.0*	182.8*	6.43*	175.4*	7.04**	119.4*
R <sup>2</sup>	0.06	0.661	0.76	0.80	0.06	0.74	0.07	0.65
△R <sup>2</sup>	0.05	0.656	0.75	0.79	0.05	0.73	0.06	0.65

的模型2、模型7和模型4可以判断出,TPK在PK对TPACK的关系中起到中介作用。

以TK为自变量,分别以TCK和TPK为中介变量,以TPACK为因变量,依据温忠麟等<sup>[35]</sup>提出的中介效应三步检验程序,得出的分析结果如表6所示。依据表5的模型2、模型5和模型3,当将TK与TCK共同加入回归模型,中介变量TCK的标准化系数为0.82( $p<0.01$ ),自变量TK回归系数不显著。这说明TCK在TK和TPACK中间存在完全中介效应。依据表5中模型2、模型7和模型4可以判断出,当将TK与TPK共同加入回归模型,中介变量TCK的标准化系数为0.90( $p<0.01$ ),自变量TK回归系数不显著。这说明TPK在TK和TPACK的关系中存在完全中介效应。

表6 TCK和TPK中介效应的回归检验(自变量为TK)

	TPACK				TCK		TPK	
	模型1	模型2	模型3	模型4	模型4	模型5	模型6	模型7
控制变量								
性别	0.15*	0.01	-0.01	0.00	0.15*	0.02	0.18*	0.01
学历	0.22*	0.08	0.03	0.04	0.22*	0.07	0.21*	0.05
自变量								
TK		0.60*	0.07	-0.05		0.65*		0.72*
中介变量								
TCK			0.82*					
TPK				0.90*				
F	6.36*	38.4*	148.4*	151.8*	6.45*	48.56*	7.04*	70.9*
R <sup>2</sup>	0.06	0.38	0.76	0.76	0.06	0.43	0.07	0.53
△R <sup>2</sup>	0.05	0.37	0.75	0.76	0.05	0.43	0.06	0.52

综上所述,我们可得出结论:创客教师基本性知识(TK、CK、PK)对创客教师TPACK的影响均会受到创客教师复合性知识(PCK、TCK、TPK)的中介作

用。这说明,影响创客教师教师整合技术的学科教学知识(TPACK)的主要因素是创客教师的复合性知识。

## (二)影响创客教师知识发展路径的间接因素

由上可知,创客教师的复合性知识是影响创客教师整合技术的学科教学知识(TPACK)的主要因素。因此,为了探究影响创客教师TPACK的间接因素,本研究运用逐步回归分析的方法,分别从教师主观因素和学校客观因素,分析对教师复合性知识的影响情况。分析结果如表7所示。

表7 不同外部因素与复合性知识的回归分析结果

	PCK	TCK	TPK
自变量	模型1	模型2	模型3
教师主观因素			
-能力感知	0.51*	0.48*	0.64***
-价值感知			
学校客观因素			
-教师专业发展支持		0.19*	
-领导支持			
-组织支持			0.14*
-校园文化	0.18*		
F	55.27*	62.07*	45.13*
R <sup>2</sup>	0.37	0.39	0.42
△R <sup>2</sup>	0.36	0.39	0.41

由表7可以看出,对于PCK这一复合性知识,逐步回归分析后,研究发现,教师整合技术的能力感知会正向影响创客教师的PCK,  $B=0.51$ ,  $p<0.05$ 。另外,学校校园文化会影响创客教师的PCK,  $B=0.18$ ,  $p<0.05$ 。对于TCK这一复合性知识,通过逐步回归分析后,研究发现,教师整合技术的能力感知会正向影响创客教师的TCK,  $B=0.48$ ,  $p<0.05$ 。另外,学校教师专业发展会影响创客教师的TCK,  $B=0.19$ ,  $p<0.05$ 。对于TPK这一复合性知识,通过逐步回归分析后,研究发现,教师整合技术的能力感知会正向影响创客教师的TCK,  $B=0.64$ ,  $p<0.05$ 。另外,学校组织支持会影响创客教师的TPK,  $B=0.14$ ,  $p<0.05$ 。

综合上述发现,我们可以得出:在教师主观因素中,创客教师整合技术的能力感知会正向影响创客教师的复合性知识(TPK、TCK、PCK)。在学校客观因素中,创客教师对学校组织支持的感知情况,会正向影响教师在创客教育中运用信息技术实施不同教学法知识的情况(TPK);创客教师专业发展的情况,会正向影响教师在创客教学中运用技术表现不同学科知识的情况(TCK);校园文化会正向影响创客教师在不





同学科知识中整合不同教学法知识的情况(PCK)。

### 五、智能时代促进创客教师知识发展的对策

我们以TPACK理论为框架,综合运用中介效应和回归分析的方法,从而挖掘出影响我国创客教师知识发展的主要因素和间接因素。

#### (一)关注创客教师知识内涵发展,开展提升创客教师复合性知识的学习和培训

研究发现,创客教师的基本性知识,会对其整合创客技术的学科教学知识产生影响,但是,这种影响主要通过教师复合性知识得以传递。这也说明,在促进创客教师整合创客技术的学科教学知识的形成时,除了要增强教师对创客教学中涉及的学科知识、技术知识和教学法知识的学习和培训,更需要增强创客教师对复合性知识的学习和培训。

创客教育是智能时代发展下连接创新制造与学习的一种教育形态。与传统学科教学不同,创客教育要求教师需要具备多学科知识综合运用能力,对创客技术的掌控能力,以及在教学培养学生创新能力等。所以,创客教育对创客教师的综合素质与能力提出了更高的要求。为了提升创客师资的质量,目前最关键的任务是需要建立高质量的创客教师师资队伍。然而,当前大多数中小学创客教师都是由信息技术、通用基础课程教师兼任。虽然这种方式是当下补给创客教师师资力量的最佳方式,但从长远发展来看,这种方式会制约我国创客教育的持续发展。因此,在国家振兴教师教育战略部署的背景下,建立职前职后一体化的创客教师培养体系,显得尤为迫切<sup>[36]</sup>。

研究发现:复合性知识在创客教师专业知识中扮演着重要角色。所以,为了促进创客教师整合创客技术的学科教学知识的发展,首先,需要形成增强师范生复合性知识理解的课程体系建设。在师范生培养的过程中,除了设立单一的课程用以增强未来创客教师对学科知识、技术知识和教学法知识的理解外,还需要设立交叉融合的课程,用以提升他们对运用创客技术表现教学内容的知识(TCK)、运用信息技术实施不同教学法知识(TPK)、在不同学科知识中整合不同教学法知识(PCK)的理解。

其次,需要增加创客师范生的实践教学体验,在实践中加深创客师范生对复合性知识的理解。职前教师可以运用教育见习和实习的机会,在真实教学情境中设计并实施综合性的创客项目,以加深对创客理论与实践知识的连贯性理解。对职后教师开展

提升创客教学能力的培训,除了给教师介绍创客产品的技术功能之外,还应该结合特定的学科知识和教学法知识,为教师设置进阶式的创客实操体验环节,让教师在实践中加深对创客技术与学科知识融合,以及对创客技术与教学法融合的理解。

#### (二)关注创客技术的整合应用,提升创客教师整合技术的能力感知

研究发现:在教师主观因素层面,创客教师整合技术的能力感知,会正向影响教师的复合性知识(TPK、TCK、PCK)。因此,为了促进创客教师知识的发展,需要提升我国创客教师整合技术的能力感知。

与其他学习技术一样,创客技术为创客教师开展创客教学提供了支持,也对他们的教学实践提出了新挑战。从理论上讲,创客技术为学生提供了动手操作以实践创意的素材,为培养学生的问题解决和创新能力提供了手段。但是,要在创客教学中达到这一目的,首先,教师要对相关创客技术的构造原理和实践操作形成系统的认知;其次,教师需要思考如何设计整合创客技术的学习项目,并为学生预设高质量的学习资源和学习环境;最后,教师需要解决学生在创客项目中产生的问题和遇到的困难,辅助学生完成对他们来说具有挑战性的学习项目。这就要求创客教师具有较高的整合技术的能力感知。

因为大量研究表明,教师对整合技术的能力感知情况可以用来预测、反映和决定他们的实际教学行为<sup>[37]</sup>。当创客教师认为自己具备整合技术组织教学活动的的能力时,他们才会在教学中突破传统教学行为的舒适区,在教学实践中整合、运用新技术,进行创新教学实践的尝试。

这也启示我们,为了促进创客教师整合创客技术的学科教学知识的发展,无论对师范生还是在任教师而言,需要促进创客教师个人整合技术的能力感知。首先,要让教师对整合创客技术开展教学建立一种积极接纳的心态,让他们认识到在创客教学中整合信息技术有助于实现教学目标,有助于提升学习效果;其次,要对教师开展整合创客技术的教学能力培训,为教师创建整合创客技术组织教学的成功体验,借此达到在实践体验中提升创客教师的整合技术的能力感知的目的。

#### (三)关注创客教学生态的营造,创建促进创客教师知识发展的学校组织和文化环境

研究发现:在学校客观因素层面,学校对创客教师提供的专业发展支持情况,会正向影响教师在创

客教学中运用技术表现不同学科知识的情况(TCK);学校组织支持,会影响教师在创客教育中运用信息技术实施不同教学法知识的情况(TPK);校园文化会影响创客教师在不同学科知识中整合不同教学法知识的情况(PCK)。因此,为了促进创客教师知识的发展,学校需要关注创客教学环境的营造,创建促进创客教师知识发展的学习组织和文化环境。

创客教师专业知识的形成并不是一蹴而就的,而是在与外界环境的互动中动态发展起来。所以,学校首先需要为创客教师提供教师专业发展培训,为创客教师整合创客技术,开展多学科知识教学实践补给智力支持。在创客教学中,为了把有创意的想法借助技术变为现实,常常需要综合运用科学、技术、工程、艺术、数学等多学科知识<sup>[38]</sup>。为了让教师有效掌握在创客项目中组织不同学科的知识,并借助信息技术手段表现不同科学知识的方法和技能,需要对教师开展有针对性的培训学习。

另外,学校需要为创客教师提供组织支持,为创客教师组织形式多样的创客学习活动提供适宜的物理条件。一般来说,创客教学要求在协作式的项目中培养学习者的协作交流能力,在跨学科探究的过程中,培养学习者的问题解决能力和创造能力。要达到这一目的,创客教师就需要有自主教学的空间环境、齐全的技术设备等支持。

最后,学校需要鼓励在教师之间开展相互交流,以协同建构支持创客教育的校园文化<sup>[39]</sup>。教师之间的学习共同体有助于积极校园文化的营造,也有助于教师知识的发展。创客教师之间形成学习共同体,可以就教学问题进行交流 and 讨论,形成共同进步的良好教学氛围,有助于促进教师群体知识的发展<sup>[40]</sup>。另外,通过学习共同体,创客教师之间可以相互帮助,共同解决在教学中遇到的难题,这有助于缓解教师的教学压力,促进教师知识的协同发展。因此,学校领导要鼓励学校建立创客教师学习共同体,让具有不同经验水平、不同学科背景的教师,在创客教师学习共同体中各取所需,共同进步。

本研究基于TPACK理论,通过实证调查分析的方法,挖掘出了影响创客教师知识发展路径的主要因素和间接因素,为智能时代培养高素质创客教师提出了策略指导。那么,如何在实践中推进这些策略,是后续促进创客教师队伍建设和发展的研究要点。这需要高校研究者、教育管理者和创客教师协同努力,为共同推进我国创客教育持续发展,供给新的养分。

#### [参考文献]

- [1]梁森山.中国创客教育蓝皮书(基础教育版)[M].北京:人民邮电出版社,2016.
- [2]谢作如.温州地区创客教育发展现状及改进建议[J].创新人才教育,2016(2):31-35.
- [3]陈刚,石晋阳.创客教育的课程观[J].中国电化教育,2016(11):11-17.
- [4]付志勇,宋述强.创客教育蓝皮书[EB/OL].[2017-01-22].<http://www.docin.com/p-1692510217.html>.
- [5]李彤彤,王志军,邹蕊,等.创客教师专业素质结构研究[J].中国电化教育,2017(6):80-86+142.
- [6]祝智庭,孙妍妍.创客教育:信息技术使能的创新教育实践场[J].中国电化教育,2015(1):14-21.
- [7][38]闫志明,孙承毅.论创客教师的知识基础[J].教育研究,2018(6):111-118+123.
- [8]Mishra P, Koehler M J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge[J]. Teachers College Record, 2006, 108(6):1017-1054.
- [9]Parr G, Bellis N, Bulfin S. Teaching English teachers for the future: Speaking back to TPACK[J]. English in Australia, 2013, 48(1): 9.
- [10]Polly D. Examining teachers' enactment of technological pedagogical and content knowledge (TPACK) in their mathematics teaching after technology integration professional development[J]. Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 2011, 30(1): 37-59.
- [11]Lin T C, Tsai C C, Chai C S, et al. Identifying science teachers' perceptions of technological pedagogical and content knowledge (TPACK)[J]. Journal of Science Education and Technology, 2013, 22(3): 325-336.
- [12]Shulman L S. Those who understand: Knowledge growth in teaching[J]. Educational Researcher, 1986, 15(2):4-14.
- [13][19]焦建利,钟洪蕊.技术—教学法—内容知识(TPACK)研究议题及其进展[J].远程教育杂志,2010(1):39-45.
- [14]董艳,桑国元,蔡敬新.师范生TPACK知识的实证研究[J].教师教育研究,2014(3):36-43.
- [15]阮全友.翻转课堂里的TPACK和TSACK——基于一项英语教学研究的讨论[J].远程教育杂志,2014(5):58-66.
- [16]张静.面向TPACK发展的设计型教师教育课程——缘起,模式及启示[J].远程教育杂志,2013(5):83-88.
- [17]Chai C S, Koh J H L, Tsai C C. Facilitating preservice teachers' development of technological, pedagogical, and content knowledge (TPACK)[J]. Educational Technology & Society, 2010, 13(4):63-73.
- [18]Chai C S, Koh J H L, Tsai C C, et al. Modeling primary school pre-service teachers' TPACK for meaningful learning with information and communication technology (ICT)[J]. Computers & Education, 2011, 57(1):1184-1193.
- [20]Ertmer P A, Ottenbreit-Leftwich A T, Sadik O, et al. Teacher beliefs and technology integration practices: A critical relationship[J]. Computers & Education, 2012, 59(2):423-435.
- [21]Tondeur J, Van Braak J, Valcke M. Towards a typology of computer use in primary education[J]. Journal of Computer Assisted Learning, 2007, 23(3):197-206.





- [22]Inan F A, Lowther D L. Factor's affecting technology integration in K-12 classrooms: A path model[J]. Educational Technology Research and Development, 2010, 58(2):137-154.
- [23]Phelps R, Graham A. Developing technology together, together: A whole-school metacognitive approach to ICT teacher professional development[J]. Journal of Computing in Teacher Education, 2008, 24(4): 125-134.
- [24]Hew K, Brush T. Integrating technology into K-12 teaching and learning: Current knowledge gaps and recommendations for future research[J]. Educational Technology Research and Development, 2007, 55(3):223-252.
- [25]Maslowski R. School Culture and School Performance: An Explorative Study into the Organizational Culture of Secondary Schools and their Effects[D]. The Netherlands:Twente University Press, 2001.
- [26]Tearle P. ICT implementation: What makes the difference? [J]. British Journal of Educational Technology, 2003, 34(5): 567-583.
- [27]Phelps R, Graham A. Developing technology together, together: A whole-school metacognitive approach to ICT teacher professional development[J]. Journal of Computing in Teacher Education, 2008, 24(4): 125-134.
- [28]Schmidt D A, Baran E, Thompson A D, et al. Technological pedagogical content knowledge (TPACK) the development and validation of an assessment instrument for preserveteachers[J]. Journal of Research on Technology in Education, 2009, 42(2):123-149.
- [29][30]Kopcha T J. Teachers' perceptions of the barriers to technology integration and practices with technology under situated professional development[J]. Computers & Education, 2012, 59(4): 1109-1121.
- [31][39]Hsu S, Kuan P Y. The impact of multilevel factors on technology integration: The case of Taiwanese grade 1-9 teachers and schools [J]. Educational Technology Research and Development, 2013, 61(1): 25-50.
- [32][33][34][35]温忠麟,张雷,侯杰泰,等. 中介效应检验程序及其应用[J]. 心理学报, 2004(5):614-620.
- [36]祝智庭,雒亮.从创客运动到创客教育:培植众创文化[J]. 电化教育研究, 2015(7):5-13.
- [37]Wilkins J L M. The relationship among elementary teachers' content knowledge, attitudes, beliefs, and practices[J]. Journal of Mathematics Teacher Education, 2008, 11(2): 139-164.
- [40]Crystal J. Building from within: Two professional development models that work[J]. Technology & Learning, 2001, 22(2): 62-66.

#### [作者简介]

蔡慧英,博士,江南大学教育信息化研究中心副教授,研究方向:学习科学与技术设计、计算机支持的协作学习、STEM教育;谢作如,浙江省特级教师,浙江省温州中学信息技术教师,研究方向:创客教育、跨学科学习领域;李渔迎,江南大学教育技术系在读本科生,研究方向:学习科学与技术设计;顾小清,博士,华东华东师范大学上海数字化教育装备工程技术研究中心教授,研究方向:学习科学与技术设计、数字化学习环境及用户行为、信息化教育资源设计及应用。

## Does Maker Teacher Get Prepare for Their Teaching: The Factors Influenced Maker Teacher's Knowledge Development under the Intelligent Age

Cai Huiying<sup>1</sup>, Xie Zuoru<sup>2</sup>, Li Yuyin<sup>1</sup> & Gu Xiaoqing<sup>3</sup>

(1. Research Centre of Educational Informatization, Jiangnan University, Wuxi Jiangsu 214122;

2.Wenzhou High School, Wenzhou Zhejiang 325014;

3. Shanghai Engineering Research Center of Digital Education Equipment, East China Normal University, Shanghai 200062)

**[Abstract]** As an interdisciplinary instructional method based on maker technology, maker education has the characteristic of integrity, practicality and technicality, which bring new conceptions of knowledge development and structure for maker teachers in China. In order to promote sustainable development of maker education in China, how to equip teachers with sufficient knowledge to address the challenges from teaching practices is one of the key research issues. Therefore, this study investigated knowledge situation of Chinese maker teacher based on TPACK theory. The study surveyed the 194 Chinese maker teachers to investigate the direct and indirect factors influencing the maker teacher's knowledge situation. By the analysis of the mediating effect, it was found that teacher's connected knowledge, such as PCK, TPK and TCK are the direct factors for maker teacher's knowledge development. By the analysis of regression method, it was found that teacher's value belief of maker technology, the support of teacher professional development and the school organization and cultural support are the indirect factors for maker teacher's knowledge development. Those results informed that firstly the connotative development of maker teacher knowledge should be paid much attention to promote teacher's connected knowledge. Secondly, the integration of maker technology should be paid much attention to promote teacher's ability belief of maker technology. Thirdly, the construction of school's organizational and cultural environment should be constructed for teacher to conduct maker instruction.

**[Keywords]** Maker Education; Teacher; TPACK; Teacher Training; Strategy Research

收稿日期:2018年10月26日

责任编辑:陈媛