

分类号_____密级_____
UDC _____编号_____



云南师范大学
YUNNAN NORMAL UNIVERSITY

硕士研究生学位论文

论文题目：基于循证教育理念的初中数学教师 TPACK 能力培训研究—以网络画板培训为例

英文题目：Research on TPACK ability training of junior middle school mathematics teachers based on Evidence-Based Education concept—Taking Web Drawing Board training as an example

学 院 _____ 信息学院

专 业 名 称 _____ 教育技术学（教育学）

研 究 方 向 _____ 信息技术教育应用

研究生姓名 _____ 张宸溪 _____ 学号 _____ 2123100014

导 师 姓 名 _____ 罗滨 _____ 职称 _____ 副教授

2024 年 5 月 12 日

摘要

培养教师数字素养，实现教育数字化转型是我国教育数字化发展的必然趋势，也是目前初中数学教师专业发展的一个重要方向，而数字化转型对教师技术与教学融合的要求与 TPACK 的目标不谋而合，说明针对教师 TPACK 能力开展技术培训是实现教师数字化转型的重要路径。教师在技术培训中掌握技术的使用方法，从而设计整合技术的学科教学活动，提高教学数字化水平，在实践中发展 TPACK 能力。当前教师技术培训存在学科技术应用意识不足、技术与教学实践融合难度大、缺少证据支撑等问题。因此，本研究针对教师 TPACK 能力培养，以 TPACK 能力理论、教师专业发展理论、人本主义理论、项目式学习理论为理论基础，在厘清 TPACK 能力、循证教育和网络画板工具关系的基础上，提出基于循证教育理念的教师 TPACK 能力培养模式，从教学准备层、教学活动层、教学目标层三个层面阐述模式内容。将培养模式应用于实践，以网络画板使用方法的掌握为教学内容，围绕取自真实教学情境的经典案例进行项目式教学。在实践评价环节，采用量化和质性相结合的评价方法，对培训教师的 TPACK 测量水平、项目作品完成情况、网络画板应用效果、实际教学实践情况进行分析评价。

研究表明：基于循证教育理念的教师 TPACK 能力培养模式对初中数学教师的 TPACK 能力提升有显著促进作用，教师在教学实践中利用学科技术整合教学活动的的能力明显增强；教师在培训后能利用网络画板工具设计教学实践所需的数字资源，并运用在教学活动中；教师在培训的项目式学习中通过案例分析和自主探究获得充足的实践经验，并将这些经验作为实践证据应用在教学实践中，实现知识的迁移。

关键词：教师 TPACK 能力；循证教育；网络画板；项目式教学

Abstract

Cultivating teachers' digital literacy and realizing the digital transformation of education are the inevitable trend of the development of digital education in China, and it is also an important direction for the professional development of junior high school mathematics teachers. The requirements of digital transformation for the integration of teachers' technology and teaching coincide with the goal of TPACK, which shows that technical training for teachers' TPACK ability is an important way to realize the digital transformation of teachers. Teachers master the use of technology in technical training, so as to design the teaching activities of integrating technology, improve the digital level of teaching, and develop TPACK ability in practice. At present, there are some problems in teachers' technical training, such as insufficient awareness of subject technology application, difficult integration of technology and teaching practice, and lack of evidence support. Therefore, this study focuses on the cultivation of teachers' TPACK ability, based on TPACK ability theory, teacher professional development theory, humanistic theory, and project-based learning theory. On the basis of clarifying the relationship between TPACK ability, evidence-based education, and Web Drawing Board, this study proposes a teacher TPACK ability training model based on the concept of evidence-based education, and elaborates the model content from three levels: teaching preparation layer, teaching activity layer, and teaching goal layer. The training mode is applied to practice, and the project-based teaching is carried out around the classic cases taken from the real teaching situation with the mastery of the use method of Web Drawing Board as the teaching content. In the practical evaluation link, the quantitative and qualitative evaluation methods are used to analyze and evaluate the TPACK measurement level of the training teachers, the completion of the project works, the application effect of Web Drawing Board, and the actual teaching practice.

The research results show that the TPACK ability training model of teachers based on the concept of evidence-based education has a significant role in promoting the TPACK ability of junior high school mathematics teachers, and the ability of

teachers to use subject technology to integrate teaching activities in teaching practice is significantly enhanced ; after the training, teachers can use the Web Drawing Board to design the digital resources needed for teaching practice and apply them to teaching activities ; in the project-based learning of training, teachers obtain sufficient practical experience through case analysis and independent inquiry, and apply these experiences as practical evidence in teaching practice to realize the transfer of knowledge.

Key Words : Teacher TPACK Ability ; Evidence-Based Education ; Web Drawing Board; Project-Based Learning

目录

摘要	I
Abstract	II
第一章 绪论	1
第一节 研究背景与研究问题	1
一、研究背景	1
二、研究问题	3
第二节 研究目的与研究意义	4
一、研究目的	4
二、研究意义	4
第三节 研究内容与研究方法	5
一、研究内容	5
二、研究方法	6
三、研究创新点	7
四、技术路线	7
第二章 文献综述	9
第一节 概念界定	9
一、教师 TPACK 能力	9
二、循证教育	10
三、网络画板	13

第二节 国内外研究现状	14
一、TPACK 能力的国内外研究现状	14
二、循证教育发展的国内外研究现状	16
三、国内数学教师信息技术工具的使用现状	16
第三节 理论基础	18
一、TPACK 能力理论	18
二、人本主义理论	19
三、项目式学习理论	19
四、教师专业发展理论	20
第三章 前期调查与分析	21
第一节 研究对象的选择	21
一、调查目的	21
二、问卷设计	21
三、问卷分析	21
四、调查总结	31
第二节 循证教育理念支持下教师 TPACK 能力培训的特点分析 ..	31
一、循证教育理念引导教师 TPACK 能力的培养	31
二、循证教育理念优化数字化教学资源建设	32
三、循证理念促进数字化教学设计的转化	32
四、循证理念协助教师数字化工具反思能力的建立	33
第四章 基于循证教育理念的教师 TPACK 能力培训模式构建	34
第一节 构建依据	34
一、基于 TPACK 的项目式学习的启示	34
二、关于案例教学方法的启示	36

第二节 模式构建	36
第三节 模式阐释	37
第五章 基于循证理念的教师 TPACK 能力发展培训的教学设计与实 践	40
第一节 教学设计分析	40
一、教学对象分析	40
二、教学目标分析	41
三、教学内容分析	42
四、教学评价分析	45
第二节 《三角形边长大小比较》项目设计与实施	49
一、教学设计	49
二、教学实践	51
三、教学反思	54
第三节 《二次函数图像的绘制与解析》项目设计与实施	54
一、教学设计	54
二、教学实践	57
三、教学反思	60
第四节 《因式分解你最“行”》项目设计与实施	61
一、教学设计	61
二、教学实践	63
三、教学反思	66
第六章 基于循证理念的教师 TPACK 能力培训效果分析	68

第一节 数学教师 TPACK 能力测量结果与分析	68
一、信效度检验	68
二、测量结果分析	70
第二节 作品评价表的测量结果与分析	73
第三节 基于 TPACK 的网络画板应用结果与分析	75
一、基于 TPACK 的网络画板应用结果	75
二、基于 TPACK 的网络画板应用效果分析	76
第四节 基于循证理念的教学实践结果与分析	78
一、基于循证理念的教学实践视频处理	78
二、基于循证理念的教学实践视频结果分析	79
第五节 教师访谈结果与分析	83
一、教师访谈结果	83
二、教师访谈结果分析	84
第七章 研究结论与展望	85
第一节 研究结论	85
第二节 研究不足	85
第三节 研究展望	86
参考文献	87
附录 A 初中数学教师信息化教学 (TPACK) 能力现状调查问卷	91
附录 B 数学教师 TPACK 能力量表	96

附录 C 项目作品评价表	99
附录 D 教师技术行为量表	100
附录 E 教师访谈提纲	101
附录 F 基于 iFIAS 的课堂行为观察表	102
附录 G 课堂行为编码记录表矩阵	103
攻读学位期间发表的学术论文和研究成果	106
致谢	106

第一章 绪论

第一节 研究背景与研究问题

一、研究背景

（一）教育数字化时代对教师 TPACK 能力培养的要求

随着信息化时代的到来，各类信息技术工具被越来越广泛地运用于生活和工作的方方面面。它们在提升人们工作效率的同时，也对人们的信息素养提出了更高的标准和要求。这些要求反映在教育领域就是教育数字化转型。在以人工智能和大数据为代表的信息技术的支持下，学习过程更具有情境性和直观性，教学途径更加多元和丰富，教学环境不再受限于时间空间，教学评价更重视对学习者和教学者的行为数据的实时采集和分析^[1]。2019年教育部颁布的《关于实施全国中小学教师信息技术应用能力提升工程2.0的意见》提出^[8]：“通过示范项目带动各地开展教师信息技术应用能力培训，基本实现校长信息化领导力、教师信息化教学能力、培训团队信息化指导能力显著提升，全面促进信息技术与教育教学融合创新发展。”这说明在数字化教育变革中，教学者不仅需要掌握传统教学目标中的学科知识与技能，也需要了解与之相关信息技术的应用。教学者的教学需求也随着教育数字化转型发生转化，教学者需要针对新的教学挑战更新教学理念、调整教学设计、构造教学模型。教师 TPACK 能力培养这一需求应运而生，它要求信息化时代下的教师提升数字化，并逐渐成为教育部门和各级各类学校关注的教师专业发展的重要内容，是实现教师数字素养提升的重要途径^[2]。

2022年12月，我国教育部颁布《教师数字素养》，将教师数字素养划分为数字化意识、数字技术知识与技能、数字化应用、数字社会责任、专业发展五个维度，并对这些维度所包含的内容做出明确规定^[6]。其中，教师专业发展是教师数字素养提升的基础，而提升教师 TPACK 能力则是教师专业发展的重要途径，教师 TPACK 能力提升的目的是实现教师的学科知识、教学策略与数字

化技术的有机融合，帮助教师实现智慧环境下的数字化教学。

通过各类研究，不难发现信息技术工具的使用对于理科教师的 TPACK 能力发展有着显著提升效果^[3]，数学教师专业发展通常建立在“四个理解”的基础上：即理解数学、理解学生、理解教学、理解技术^[4]。这就要求教师在深刻理解数学知识系统结构、学生认知规律和教学规律的基础上，积极运用信息技术工具进行课堂教学创新，从而让学生达到对数学知识的创新型理解^[5]，促进学生数学素养的发展。

（二）当前教师培训中锻炼教师 TPACK 能力的困难

《教师数字素养》中明确指出，教师应掌握在教育教学中选择数字化设备、软件、平台的原则与方法，能够依据教学目标，设计融合数字技术资源的教学活动^[6]。这就要求教师具备基础的技术知识和技能，实现数字化教学资源搜集、智能化教学环节设计、多元化教学策略应用、实时性教学评价分析四个方面的目标，从而达到数字化教学的要求，教师数字素养的要求与 TPACK 注重技术与教学全过程融合的特点不谋而合。目前，教师培训对教师 TPACK 能力的培养主要通过指导教师学习技术工具，帮助教师在教学实践中应用技术工具进行教学，从而实现教师 TPACK 水平的提升。这种培训方式存在以下三个方面的不足：（1）教师学科技术意识不足。教师在教学中使用的技术工具局限于普适性信息技术工具，很多教师缺少学习使用数学学科的专业技术工具的意识^[16]。教师既不清楚如何挑选适合的数学技术工具，也不易在无人指导的情况下掌握技术工具的使用技巧。（2）教师技术学习成果转化为教学实践应用的难度大。中学数学教师需要在完成繁杂的教学任务外，抽出个人时间系统学习之前完全没有接触过的全新技术工具，这本身就增加了教师的负担。同时技术的学习成果不能迅速转化为教学设计的一部分，导致培训效果不如预期。（3）教师缺少有力的证据支撑来判断自己的培训效果。教师在学习新技术时会产生焦躁、畏惧的心理状态，即技术压力^[17]，这种压力既来自教师对自己学习能力的担忧^[18]，也来自教师对技术应用效果的怀疑。当前的教师的信息技术培训只针对教师对技术工具的掌握，缺少对教师技术和教学整合的指导，因此许多教师对自己的技术学习能否提升教学效率抱有怀疑的态度。

（三）循证教育理念促进教师 TPACK 能力的培养

随着“教育数字化”政策的提出，如何提升数学教师的数字素养能力，促进数学教学与信息技术深度融合成为教育界备受关注的问题，教师数字素养的提升与教师 TPACK 能力的培养息息相关。同时，随着教育数字化转型的趋势，国家大力推进中小学教学与信息技术的深度融合，教育界关于教师信息技术能力培养的研究在不断增加，教师整合技术的学科教学（TPACK）能力越发成为推动教师数字素养发展的关键。教师 TPACK 能力的培养不仅要求培训者培养教师整合技术、学科内容与教学策略的能力，也要求培训者使用科学化的手段评估教师 TPACK 能力水平。当前，随着教师培训的规范化和标准化，越来越多的专家学者开始呼吁用更加科学化的手段评估教师 TPACK 能力发展情况。同时，国家对基于证据的教学实践反思愈发重视，并要求研究者对教师在教学实践过程中的数据进行科学性的整理与分析，用量化的证据标准判断教师的教学效果，并根据得出的结论指导教师专业发展。2023 年 6 月教育部办公厅颁布的《基础教育课程教学改革深化行动方案》指出，学校和教师在落实课程实施时要坚持循证决策的原则，积极整理反思教学情况，为有效推进课程实施提供科学依据^[7]。这说明针对 TPACK 能力培养设计的教师信息技术培训既要重视教师对技术工具的掌握，也要与教师的教学高度结合，关注真实的教学反馈。教师 TPACK 能力培养与循证教育理念的融合已经成为一种必然的发展趋势。但是，初中数学教师 TPACK 能力培养与循证教育理念的融合还有所欠缺，对参与培训后教师教学的实际情况缺乏关注。为了解决这个问题，教师信息技术培训需要按照循证教育理念的要求，关注教师的教学实践，获得可测量的高质量教学证据，并根据这些证据评估教师的培训效果，调整培训内容，从而促进教师 TPACK 能力的发展。

二、研究问题

本研究在原有 TPACK 培养模式研究的基础上，选取网络画板作为培训工具，采用定量研究与定性研究相结合的混合式研究方式，设计基于循证教育理念的教师 TPACK 能力培训模式并进行实践探究，追踪教师接受培训后教学实践的情况，验证教师 TPACK 能力培训模式的有效性。本研究将尝试探讨以下问题：（1）梳理 TPACK 和循证教育的概念与国内外研究情况，思考如何在实

践中将两者进行结合；（2）如何基于循证教育理念和初中数学教学内容，设计与初中数学教学实践密切相关的初中数学教师 TPACK 能力培训模式；（3）如何在循证教育理念的指导下，通过收集参训教师培训和实践数据评估数学教师 TPACK 能力提升情况，验证培训模式的有效性。

第二节 研究目的与研究意义

一、研究目的

本研究在文献梳理和理论分析的基础上通过问卷调查分析当前初中数学教师的 TPACK 能力发展现状，在了解当前数学教师 TPACK 能力情况的基础上，以网络画板为技术工具，以循证教育理念指导培训中的教学者活动和学习者活动，设计基于循证教育理念的教师 TPACK 能力培训模式，并依据此模式设计培训课程。在课程实施和评价阶段，收集量表、访谈、视频分析等实证数据进行整理分析，最后总结归纳模式的效果与问题，为教师 TPACK 能力培训实践提供参考。

二、研究意义

（一）理论意义

本研究通过对国内外相关文献的整理和分析，梳理 TPACK 概念、内涵和框架研究的发展脉络，TPACK 测量评估的主要方法和 TPACK 学科化的发展现状，发现 TPACK 理论在具体学科教师培训实践中存在循证不足的问题。在此基础上将 TPACK 理论的概念及框架与循证教育理念相结合，丰富了 TPACK 理论与具体学科融合的研究，在理论上为教师信息技术培训模式的研究提供支持。

（二）实践意义

本研究在文献分析和问卷调查的基础上，了解初中数学教师对自身 TPACK 能力的看法，分析教师 TPACK 能力培训的实践情况和存在的问题。针对发现的问题，探索循证教育理念与 TPACK 能力培养在教师网络画板技术培训中的联系，构建基于循证教育理念的教师 TPACK 能力培训模式并进行实验探究，

为数学教师信息技术培训实践提供参考。

第三节 研究内容与研究方法

一、研究内容

（一）基于循证教育理念的初中数学教师 TPACK 能力培训模式的构建

查阅国内外文献资料，整理分析 TPACK 能力和循证教育的概念与内涵，结合对我国初中数学教师数字化教学现状的分析，对所要解决的问题背景有全面的了解。通过问卷调查了解当前初中数学教师信息技术的掌握情况，了解教师 TPACK 能力培训现状及问题，在 TPACK 理论、教师专业发展理论、项目式学习理论、人本主义理论的指导下构建基于循证教育理念的教师 TPACK 能力培训模式，为实验研究的课程设计与实施提供理论依据与实践指导。

（二）基于循证理念的初中数学教师 TPACK 能力培训实践

探究以网络画板为教学工具的培训模式设计和实践对教师 TPACK 能力发展情况的影响。首先通过问卷调查确定当前初中数学教师 TPACK 能力现状，结合初中二年级的数学教学目标、教学内容、教学数字化资源和数学教师当前信息技术水平进行课程设计；培训开始后，在每个课时结束后分析参训教师的课堂表现情况，并运用项目作品评价表评价参训教师制作的网络画板作品效果，整理分析后将其作为具备一定有效性的证据，指导下一次课时的项目案例选择和教学设计；培训结束后通过问卷和 TPACK 能力评价量表对参训教师进行 TPACK 能力水平测试；此外，本研究会收集参训教师在真实教学实践过程中的视频数据资料并进行量化分析，结合教师制作的网络画板资源评估和访谈信息，综合评估该培训模式对教师 TPACK 能力发展的影响。

（三）基于循证理念的初中数学教师 TPACK 能力培训效果评价

通过问卷调查、访谈、量表测评、视频分析和作品评价等方式，对教师的 TPACK 能力各维度发展情况、教师教学经验和培训效果进行调查和测评。其中，视频分析和项目作品评价的结果作为改进培训内容和培训方法的证据来源，也是对整个培训活动的过程性评价；访谈和量表测量则是终结性评价，是判断培

训能否起到提升教师 TPACK 能力的依据。结合以上两种评价方式,通过使用质性研究和量化研究相结合的方法,对教师在教学过程中网络画板工具使用情况、产出的教学设计和教学视频进行综合评价,以了解教师在培训前后 TPACK 能力水平变化情况。

二、研究方法

(一) 文献研究法

使用文献研究的方法,将 TPACK 能力、循证理念和教师专业发展作为研究课题,检索查阅相关文献资料,对 TPACK 和循证教育的概念和内涵进行梳理汇总,了解它们的背景起源、构成要素、国内外研究现状、未来发展趋势和当前存在的种种问题,并在此基础上做出相应的归纳分析,确认研究可以解决的问题。文献研究法一方面帮助研究者重新整理研究主题的内涵与特征,为研究设计提供理论依据;另一方面,它能帮助研究者确认目前该领域研究的空白部分,引导研究者解决真实存在的问题。

(二) 问卷调查法

本研究采用问卷调查法,通过设计书面问题收集目前初中数学教师的相关信息^[21]。研究者根据初中数学教师 TPACK 能力的特点进行问卷问题的设计,并对其进行信度和效度检验。问卷包括三个部分:被调查者个人基本信息、被调查者信息技术在教学中的使用情况以及被调查者对自己 TPACK 能力的自我评价。

(三) 实验研究法

研究将初中数学教师作为研究对象,以网络画板作为教学工具,探究基于循证理念的教师 TPACK 能力培养模式在实际培训中的应用效果。研究过程包括研究问题的确定、课程设计和案例资源的选择、实施培训、针对培训中产生的证据调整培训内容、收集培训数据、录制参训教师实践视频并编码处理、对数据汇总分析、对质性和量化结果的解释与评价等步骤。通过实验总结归纳出初中数学教师 TPACK 能力培养的方法与策略,并进一步提出优化建议。

（四）访谈法

本研究随机选取参加实验研究的部分初中数学教师，与他们进行面对面地深入交谈，了解他们参加培训的感受以及在接受培训后在数字化教学方面的变化情况，从而分析培训对他们的 TPACK 能力发展产生的影响，以及他们在进行数字化教学过程中发现的新问题。

三、研究创新点

本研究在梳理 TPACK 框架的基础上，引入循证教育理念，对教师参加培训的情况和进行实践的数据进行循证分析，将数据分析结果作为证据改进培训，构建新的教师 TPACK 能力培训模式，指导教师亲自设计可以应用在初中数学教学情景中的数字化作品，帮助教师改进教学设计，提升教师的数字化教学能力。

四、技术路线

研究过程主要包含四个阶段：选取研究问题、确定研究内容、进行研究实践以及研究效果评价。在选取研究问题阶段，通过查阅大量文献资料，明确研究方向，对研究问题的背景和解决方案有初步认识，在此基础上形成文献综述。在确定研究内容阶段，调查分析研究对象的现状，探讨循证教育理念与教师 TPACK 能力的联系，探究两者在教师培训实践上紧密结合的可能，由此构建基于循证理念的教师 TPACK 能力培训模式，设计教师网络画板培训项目，并确定分析项目结果所需的工具和方法。在进行研究实践阶段，开展培训教学活动，利用各种工具收集培训信息数据，并将数据分析结果作为证据指导下次培训活动的 content 设计。在研究效果评价阶段，基于循证教育理念总结教师 TPACK 能力培训模式实践的成果与教训，分析该模式存在的问题与不足，提出进一步优化模式构建的建议，对后续研究方向做出展望与指导。研究思路如图 1.1 所示。

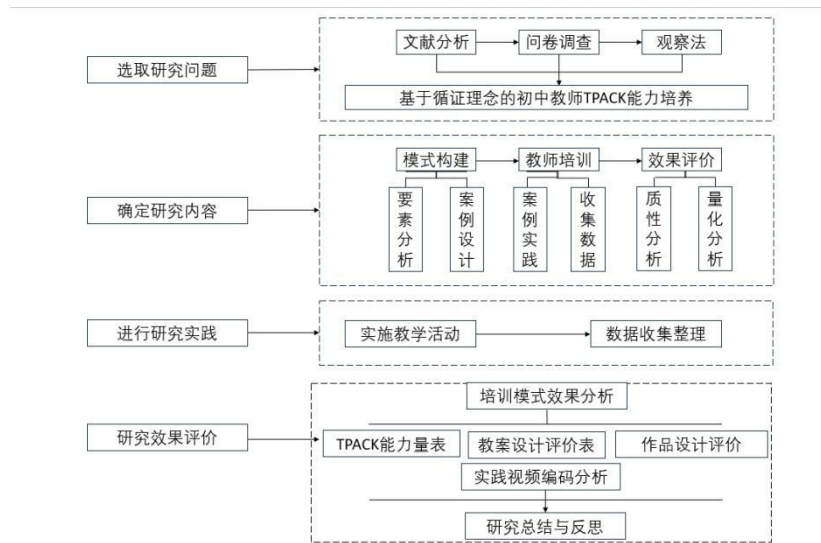


图 1.1 技术路线图

第二章 文献综述

第一节 概念界定

一、教师 TPACK 能力

TPACK 的全称为整合技术的学科教学知识 (Technological Pedagogical Content Knowledge, 即 TPACK) 包括七个要素, 即以学科内容知识 (content knowledge, 即 CK)、教学法知识 (pedagogical knowledge, 即 PK) 和技术知识 (technological knowledge, 即 TK) 为核心的三个基本要素和它们之间相互结合后产生的学科教学知识 (pedagogical content knowledge, 即 PCK)、整合技术的学科知识 (technological content knowledge, 即 TCK)、整合技术的教学知识 (technological pedagogical knowledge, 即 TPK)、整合技术的学科教学知识 (technological pedagogical content knowledge, 即 TPACK) 四个复合要素^[15], 并使之保持一种动态平衡的关系 (如图 2.3 所示)。

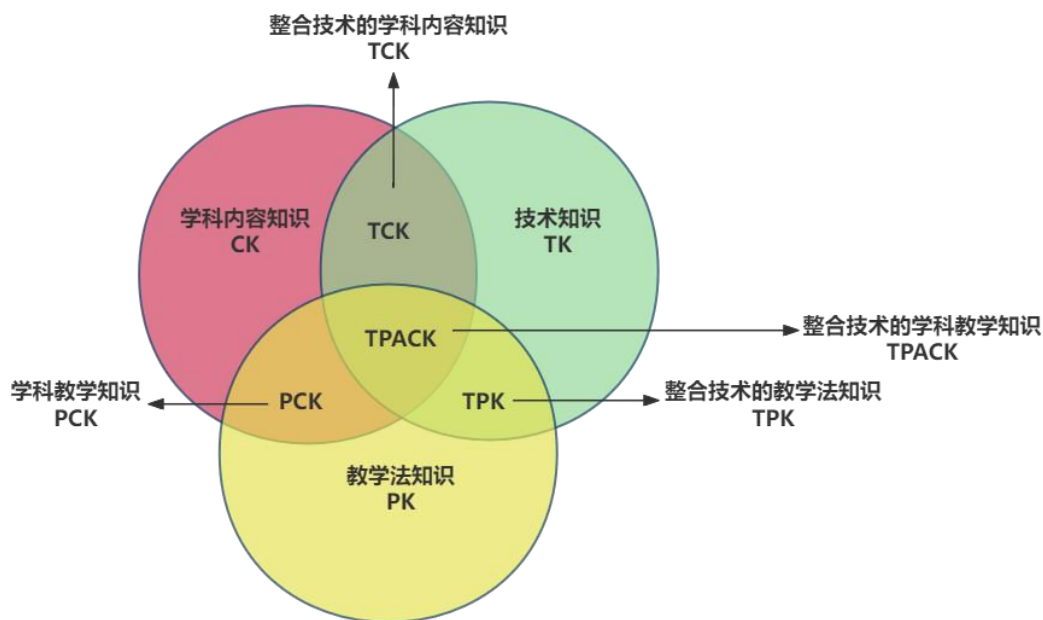


图 2.3 TPACK 要素框架

TPACK 概念的构建不是一次性完成的，它是从以学科教学知识为起点，引入技术知识概念后逐步形成的。最早提及 TPACK 一词的是 Mishra 和 Koehler。2006 年，Mishra 和 Koehler 在 Shulman 提出的关于教学的知识，即包括学科内容知识（CK）、一般教学法知识（PK）和学科教学知识（PCK）的基础上引入技术知识（TK）元素^[15]，构建出完整的 TPACK 结构框架。其中，学科内容知识（CK）指教师所具备的实际教学的学科内容知识，不仅包括本学科的内容知识，也包括与该学科相关的内容知识，例如初中物理教师的学科内容知识既有物理概念、规律、理论等物理学科的知识，也包括与这些知识相关的数学学科知识。学科内容知识是一切教学活动的基础，是学生学习的主要内容。教学法知识（PK）通常指教师在教学活动中为促进理解学科内容采取的一切教学方法的知识，围绕学生的基础知识水平和实际需求进行调整。技术知识（TK）指教师选择并使用技术工具和各类资源以实现教学目标的知识，在本研究中主要指信息技术工具使用的知识，即教师能根据实际的教学需要和当前的教学环境使用合适的信息技术工具组织教学内容。学科教学知识（PCK）指教师了解特定学科教学特点的基础上，灵活运用教学策略帮助学生理解该学科的内容知识。整合技术的学科知识（TCK）指教师能够理解技术与学科内容之间的联系，并准确选择合适的技术手段将学科内容以符合学生认知特点的方式展现在教学活动中。整合技术的教学法知识（TPK）指教师明了各类技术工具在真实的教学活动中的适用范围和限制，并将其融入到教学实践中，提升教学效率。整合技术的学科教学法知识（TPACK）指教师能够理解学科内容、教学法与技术三者之间的相互作用和制约，并在实际教学时平衡三者之间的关系。此外，在研究 TPACK 框架时，需要注意具体的教学场景，即教学境脉。

二、循证教育

循证教育（Evidence-Based Education）指“基于证据”的教育，也就是教师的教学实践和教育管理者的教育改革需要以经过严格可信的实证研究获得的证据为依据进行。它的概念起源自医学领域的“循证医学”，经历了从医学实践指导到教育学管理的跨越阶段^[22]。它体现了当今教育研究实证化的新趋势^[9]，同时也被视为实现教育实践科学化^[11]的有效途径。

循证理念在医学上的兴起源于二十世纪的科学化浪潮，以及临床医学中理

论与实践的矛盾。二十世纪七十年代，医疗技术的发展使得医生可以根据随机对照实验的结论指导临床实验，鼓励医学实践基于证据决策的发展倾向，并在九十年代发展为循证医学理念，即医生选取研究中的最佳临床证据，并结合临床知识经验与患者意愿制定治疗决策^[12]。1992年，加拿大的 David L.Sackett 明确提出循证医学的概念，并将其定义为“遵循证据实施治疗的医学”^[23]。2000年，David L.Sackett 对循证医学进行更加精细的定义，即“循证医学是把最佳研究证据与临床专业知识和患者的意愿及价值相结合的工具”^[24]。根据定义不难发现，循证医学的实施包含三个部分：研究者整理的系统性证据、临床医生的实践性知识、患者的情感信念。三个部分共同作用保证循证医学能在尊重一线工作人员实践经验和管理者提供的客观规律的同时兼顾患者自身的需求^[25]。

循证理念因为注重实践经验与系统证据，在诞生后就受到其他社会科学领域学者的关注，并形成涵盖多个学科的“循证实践运动”^{[27][28]}。1996年，英国的 David Hargreaves 指出，循证医学的经验可以被引入到普遍的教育实践中，教师与教育管理者可以像医生根据临床证据指定医疗方案那样用教学证据指导教学行为与教育改革，随后 Philip Davies 对循证教育的含义做了进一步的梳理，提出教师应在理解自身教学实践经验的基础上结合教育研究证据开展教学实践^[13]。在此基础上，循证教育学诞生了。循证教育学将研究者、管理者、一线教师、学生这四个群体纳入到整个体系中，形成具有循环性和发展性的实践框架^[26]，如图 2.1 所示。

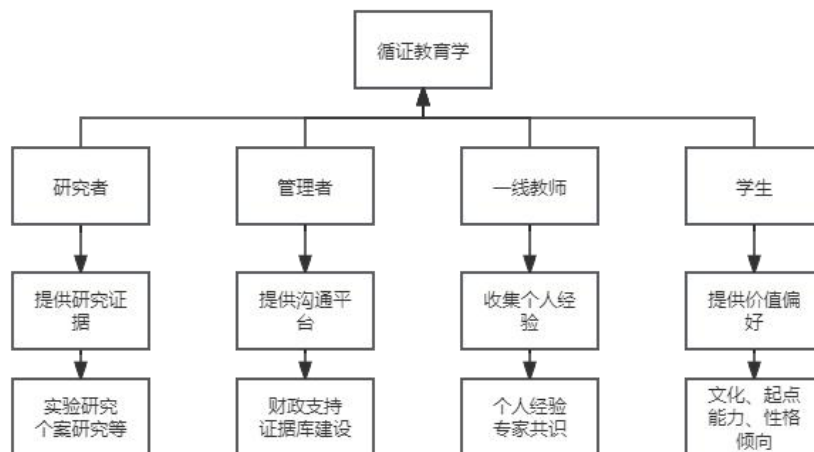


图 2.1 循证教育学实践框架

教育一直是美国社会关注的重要话题，因此循证教育的概念一经问世就受到美国方面的高度重视，尤其是对证据的重视。随着 21 世纪的到来，美国教育改革的呼声越来越大，美国政府先后发布了《美国教育部 2001—2005 年战略规划》《教育科学改革法》等文件，并多次支持循证教育的实践活动。在 2002 年，美国政府颁布《不让一个孩子掉队》教育文件，其中提到循证教育实践的指导方针和实施方式^[29]。同样在 2002 年，美国教育部教育研究与发展助理部长 Whitehurst 明确定义和详细说明循证教育：“循证教育是指整合学科特有的专业智慧和在实践中获取的最好实验性证据，以及在此基础上制定的教育指导决策”，该定义同时明确说明循证教育的两个基本要素：（1）专业智慧是指教师个体通过教学实践经验获得的判断、共识。增加专业智慧要求教师在识别有效教学经验的基础上，结合当地的教育状况积极更新自己的教育理念；（2）实验性证据通常指以科学为基础的研究获得的实验信息和观察获得的信息，科学研究包括心理学、社会学、经济学和神经学等多个领域在真实教育环境下进行的跨学科研究，实验数据则是用于比较、评价和监控过程^[14]。循证教育的要素结构如图 2.2 所示。

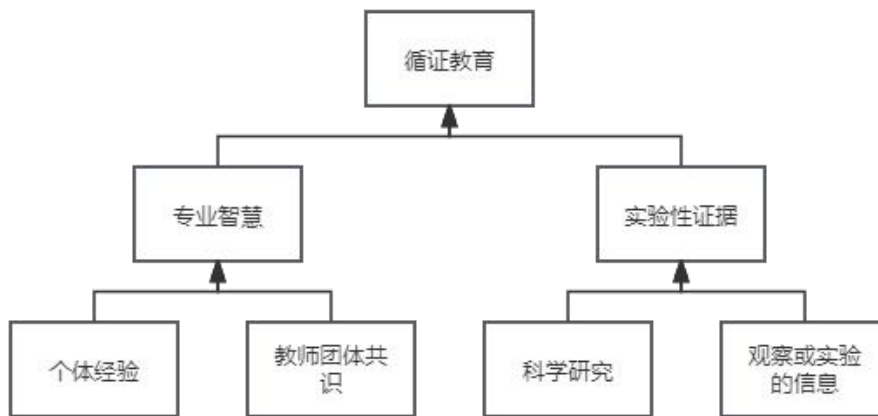


图 2.2 循证教育要素结构

后来，许多国家为推进各国循证教育的发展，纷纷组建了独立机构，如英国的实效教育研究院、荷兰的循证教育学研究所、德国的德意志国际教育研究院等。近年来，循证教育日益受到全球教育研究者与相关行政部门的重视，已成为教育改革与创新的一股新的推动力量，正在勾勒一幅以证据为基础的未来教育系统蓝图。我国近年来对教师教育的科学性的要求不断提升，从中共中央、

国务院 2018 年印发的《关于全面深化新时代教师队伍建设改革的意见》中要求对教师队伍进行全面深入的素质提升，到 2020 年《深化新时代教育评价改革总体方案》对教育评价的细致要求，都可以看出我国教师教育的发展趋势也在向科学性和实践价值方向转型^[30]。越来越多的国内学者开始重视教学证据对教师专业发展的指导作用，并根据循证教育在我国基础教育的实践效果构建了丰富多样的循证教育模型。

三、网络画板

随着计算机的出现与发展，社会对数学制图软件的需求也在不断增加，上世纪 80 年代，第一个动态几何软件几何画板(简称 GSP)出现在世人面前，它是美国国家科学基金支持的项目的成果^[31]。几何画板是一个作图和实现动画的辅助教学软件，用户可以根据教学需要编制出相关的图像和动画过程，其特点是操作简单，界面简洁，可以精确度量长度和角度等，而且在演示过程中可以实时调节图像。经过 20 多年的发展，动态几何软件至少已有 40 多种，其功能也更加丰富；有些软件增加了跟踪、轨迹、测量、动画、迭代以及曲线作图的功能。

为了跟上数学教育信息化的时代潮流，同时为了走出一条独立发展的数学信息化道路，中科院团队开发出与几何画板功能相似的超级画板软件，除了具有基础的图像绘制和动画设置功能，还可以根据教学和学习的实际需要，将动态几何和符号演算、自动推理、编程环境以及课件制作等做了有机的集成^[32]。之后，中科院团队再接再厉，将超级画板发展为网络画板，增加了 3D 作图功能，并利用互联网平台搭建线上资源分享区，统一管理生成的教学资源，让网络画板成为可以直接在网页上进行图形编辑的数学实验室^[33]。它相较于几何画板，不仅制图功能上更加完善，而且资源社区的存在能够让教师随时随地获取其他教师或教育团队运用网络画板设计的数字教学资源，并可以根据自己的实际需要直接在线上网页对其他人的作品进行修改，提升自己获取数字化教学资源的效率。网络画板作为一款动态数学学科教学工具，兼容多种终端平台，可以在网络画板官网（<https://www.netpad.net.cn/#/>）免费下载安装。随着数学教育数字化的趋势，网络画板如今开始被一些教师纳入教学实施中。但由于很多教师信息相对滞后，导致很多教师依然使用几何画板进行制图，对网络画板处

于不了解或抵触的状态。

第二节 国内外研究现状

一、TPACK 能力的国内外研究现状

国内外围绕 TPACK 的研究主要在 TPACK 概念及内涵研究、TPACK 测量研究和 TPACK 学科化研究三个方面。其中,TPACK 概念及内涵研究主要针对 TPACK 概念、内涵及框架,TPACK 测量研究主要围绕 TPACK 能力测量的定性研究设计和定量量表设计,TPACK 学科化研究则聚焦于特定的某个学科,根据学科特点探究学科教师 TPACK 能力发展的策略。

(一) TPACK 概念与内涵的国内外研究现状

国外对于 TPACK 的研究起源于 20 世纪 80 年代,美国的 Shulman 提出学科教学法知识(PCK),将教师的教学实践中的知识结构拆分为学科内容知识(CK)、教学法知识(PK),对这两个要素的相互作用关系进行研究。在学科教学法知识的基础上,Mishra 和 Koehler 根据教育与技术融合的趋势提出技术知识(TK)概念,并将其纳入 PCK 模型中,形成全新的 TPACK 模型,即包含 TK、CK、PK、PCK、TCK、TPK、TPACK 要素的框架^[15]。TPACK 理论的出现为教师的专业发展提供了一个全新的指导路径,它不仅关注教师 CK、TK、PK 这类单一知识掌握情况,还重视三个知识要素的彼此作用的复合影响^[36]。2008 年,Mishra 将境脉(Context)要素引入 TPACK 框架,强调 TPACK 的研究需要在具体的教学场景下进行。至此,TPACK 理论具备了比较完整的理论体系。随着教育信息化的趋势,TPACK 理论因为重视教师教学与信息技术手段的整合而吸引了国内外许多学者的目光^[37]。Niess 强调教师在教学实践中将技术整合到教学活动的知识,即技术丰富条件下的学科教学知识^[38]。

国内对 TPACK 的本土研究起于对 TPACK 概念的引入和补充。李美凤学者是将 TPACK 概念引入国内的第一人^[39],由此国内学者开始围绕 TPACK 框架进行种种探究,并在教学实践中对 TPACK 的概念、结构和内涵做出进一步的补充和深化,结合具体的学科对 TPACK 的发展条件展开研究,用实践收获的经验反过来丰富 TPACK 理论的内涵和特征。

（二）TPACK 测量的国内外研究现状

TPACK 测量主要是评估教师的 TPACK 水平,国外学者结合定量研究和定性研究的特点,设计出三种评测工具:(1)定性的访谈测评法,即通过访谈交流的方式,收集教师在教学设计、教学实施和教学评价的真实信息,分析教师 TPACK 能力水平^[40];(2)定量的量表测评法,它是由 Schmidt 等学者根据李克特五点式量表,根据 TPACK 七个要素进行维度设计,从而对教师的 TPACK 水平进行量化描述^[41]。该量表是最早的 TPACK 水平测量量表,同时也是使用范围最广的量表,具有较高的信效度。(3)定性与定量结合的测评法,Landry 借助问卷调查法和访谈法相结合的研究方法,收集初中数学教师的定性资料和量化数据,从而对教师的 TPACK 水平和其在教学活动中的表现情况有深入的了解^[42]。

国内学者对 TPACK 测量的研究主要围绕定量研究和定性研究相结合的方法。部分国内学者如张哲会直接使用国外的 TPACK 量表^[43],但很多学者如任秀华则是结合我国教育的实际情况,对 Schmidt 设计的职前教师 TPACK 能力测量量表进行重新编制^[44],从而满足自己的研究需要。国内的大多数学者在 TPACK 测量研究方面采取综合研究的方法,将问卷调查、量表分析、课堂观察和访谈结合使用,调查教师 TPACK 能力水平和发展特点。

（三）TPACK 学科化的国内外研究现状

TPACK 学科化的研究是因为不同学科的知识结构有巨大的差别,无法做到一概而论,所以要针对不同学科的知识特点进行具体分析。国外学者对 TPACK 学科化的研究有一定程度的扩展,例如 Niess 针对数学学科对教师 TPACK 的指标进行描述^[40],Baser 则关注英语学科的教师 TPACK 能力现状^[45]。

国内学者对 TPACK 学科化有较为深入的研究,研究学科起初集中在数学和英语学科上,后来随着 TPACK 理论的研究深入,逐渐扩展到地理、化学等学科上面。数学学科方面,戴锡莹以数学实际教学为基础,探讨整合技术的数学教学研究^[46];英语学科方面,冯霞提出 TPACK 基础上的教师专业发展策略^[71];地理学科方面,冯鑫根据学科特点构建 G-TPACK 模型^[72]。

综上所述,整合技术的学科教学知识(TPACK)研究不仅涵盖对 TPACK 理论的补充与重构,还包括对 TPACK 评估方法和 TPACK 学科化的研究。这些研究涉及教师教学和专业发展的多个方面,对信息技术、具体学科内容知识和教学

法的有效整合做出较大的贡献。其中,国外对 TPACK 理论和 TPACK 测量的研究处于领先地位,国内对 TPACK 学科化的研究更为深入。现在我国教育正处于数字化突飞猛进的时代,从义务数学课程标准和教师数字素养要求看,教师培养自己的技术与学科教学整合能力、实现数字化专业发展已经成为必然趋势。当前,我国 TPACK 学科化发展虽有一定进展,但针对具体学科的 TPACK 实践研究还需要继续深耕。

二、循证教育发展的国内外研究现状

循证教育一词起源于 David Hargreaves 提出的“基于研究的教育”,后来经过 Philip Davies 的定义才被正式提出^[13]。国外对于循证教育的研究主要围绕证据的科学性展开。2002 年,美国颁布《不让一个孩子掉队》,该文件关注教师教学质量的提升,并指出教师的教育实践要“基于科学的研究”^[29], Whitehurst 仿效循证医学模式提出循证教育的定义:在教育过程中将教师个人的专业智慧与最佳、科学的理论证据整合起来进行教学^[14]。

国内对循证教育的研究也有一定的进展。杨文登等人探讨了循证教育缩短教育理论与实践的途径^[73]。柳春艳从教育技术的角度分析循证教育学与教育技术学对接的可能^[74],指出循证教育理念适合信息化技术支持下的教育教学。朱宁波根据循证教育的科学性、适用性和协作性的基本特征,针对教师面临的决策困境,指出教师教学决策的新路径^[75]。

综上所述,国外的循证教育研究主要集中在政府教育管理,关注证据科学性的确认和取证标准的建立。国内的循证教育研究主要集中在教师教学,关注循证教育的发展,但是对循证教育在教学中的实际运用研究不够深入。

三、国内数学教师信息技术工具的使用现状

根据《义务教育数学课程标准(2022 年版)》^[47]对学生的数学核心素养的描述,教师需要运用信息技术手段培养学生的数学眼光(抽象能力、几何直观、空间观念与创新意识)、锻炼学生的数学思维(运算能力与推理意识)和数学语言(数据意识、模型意识与应用意识)^[48]。初中数学课程要求学生掌握函数与代数、图形与几何、统计与概率、综合实践四个方面的知识框架,实现从静态到动态、从具体到抽象、从特殊到一般的思维转变。而这一转变过程,正需

要教师积极应用信息技术工具多功能、多媒介的特点。

数学教师信息技术能力强调教师运用信息技术促进学生数学抽象、逻辑推理、数学建模、直观想象、数学运算和数据分析六大数学核心素养的发展^[19]，而数学教师的信息技术培训就是训练教师运用信息化技术手段实现数学教师的写、画、测、算、演、编、推和变八方面（以下简称“数学学科‘八大’能力”，即利用信息技术书写公式和文字（写）；精确绘制函数曲线、动画、几何图形、点线面运动轨迹等（画）；测量几何图形的长度、角度、面积等（测）；进行符号计算、数值计算等（算）；课内或课外演示（演）；编写简单的程序、算法等（编）；进行数学公式和几何定理的推理等（推）；实现几何图形的变换，如平移、旋转、放缩等（变））的数字化转变，将不同内容的初中数学知识串联为一个整体，帮助学生建立数学思维^[20]。

初中数学教师对信息技术工具的使用主要体现在教学准备活动、教学实施活动和教学评价活动三个环节上。

初中数学教师在教学准备活动中使用的信息技术工具主要是线上教学资源库^[52]，教师通过搜集、整理和比较互联网上教学内容资源，从中挑选合适的资源纳入到教学设计的具体环节，从而确定自己的教学风格和教学方法。目前，很多教师已经具备自主查找合适的线上资源的能力，但是在对线上资源与教学设计的结合时缺少创新意识，他们倾向于直接把教学内容资源照搬到 PPT 或希沃白板上，没有充分发挥自己的主动性从学情需要出发对内容资源进行个性化改造。

初中数学教师在教学实施活动中使用的信息技术工具可以分为两种：一种是普遍的信息技术工具，这类工具适用于大多数学科的教学活动，主要作为教学内容或教学交流的载体被教师应用，它主要包括平台交流工具（例如 QQ 和微信公众号）和教学内容展示工具（例如 PPT 和希沃白板）^[49]；一种是学科专用的信息技术工具，这类工具侧重对数学学科知识的动态演示和精准化具现，通常作为辅助教学工具被教师应用在数学学科的教学活动中，它包括数学公式和概念的展示工具（例如 MathType）、数学几何图形和函数图像的绘制工具（例如几何画板、网络画板、GeoGebra）^{[50] [51]}。在普遍的信息技术工具的使用上，大多数教师已经能熟练运用平台交流工具和教学内容展示工具进行师生互动以及正常教学，但是在教师合作和教研活动方面仍依赖传统的线下活动^[49]。同时，许多教师的 PPT 课件制作倾向于使用现成的配套课件，而非根据教学需要自行

制作^[54]。在数学学科专用信息技术工具的使用上,很多中学数学教师使用 MathType 工具向学生在 PPT、Office 等媒介上展示准确的数学公式,以加深学生对各类数学符号的记忆理解,实现数学学科“八大”能力的“写”的外显。几何画板、网络画板和 GeoGebra 作为目前较为常用的数学绘制工具,此外它们还具有几何测量、函数计算、代码编写和图形动态变换的功能,可以说将“画”“测”“算”“编”“变”的功能融合起来。需要注意的是,网络画板相较于 GeoGebra 和几何画板具有便捷、易上手和适用多个平台的特点,重视与国内数学教学环境的结合,主要面向中小学教师与学生群体,通过互联网平台搭建动态的数学实验室环境,促进数学教学的数字化转型。目前,初中数学教师在教学中使用普遍的信息技术工具频率更高,使用学科专用的信息技术工具频率较低。

初中数学教师在教学评价活动环节中使用的信息技术工具主要是课堂行为评测工具(例如 iFIAS),即根据教师教学行为和学生课学习行为的视频进行切片编码^[53],从师生语言分析、问答互动分析、课堂控制分析和师生情感互动分析四个维度对教师的教学过程和学生的学习过程进行量化分析。教师通过对比自己与专家型教师的评测结果,更准确直观地了解自己与专家型教师的差距,从而确定自己的教学改进的方向,促进专业发展。

综上,我国大多数初中数学教师会在教学过程使用信息技术工具,这说明大多数初中数学教师已具备参加技术培训的技能基础,但教师对技术工具与教学内容的结合上仍有欠缺,没有充分发挥技术工具的优势。

第三节 理论基础

一、TPACK 能力理论

TPACK 全称是“整合技术的学科教学知识”,它是基于 PCK 提出的教师知识概念,注重信息技术与教师课堂教学的结合,强调教师的教学素养与信息技术素养。Mishra 和 Koehler 认为 TPACK 包含三个基础元素:学科内容知识(CK)、教学法知识(PK)和技术知识(TK)。同时,这三个知识元素相互作用结合形成了四个复合知识元素:即整合技术的教学法知识(TPK)、整合技术的学科内容知识(TCK)、学科教学知识(PCK)以及整合技术的学科教学知识

(TPACK)^[15]。想要获得和发展 TPACK 能力,教师需要在教学目标、教学法、学科内容以及技术之间形成统一的复合体。在教学目标方面,TPACK 要求教师具备主动使用有关技术实现特定科学教学目标意识;在教学法方面,TPACK 要求教师在教学过程中使用适合的技术工具,以保证教学任务的顺利进行;在学科内容方面,TPACK 要求教师通过技术实现学科内容整合与表征,加强教师对学科知识的理解与掌握;在技术方面,TPACK 要求教师具有了解和选择适合的通用技术工具和特定学科技术工具的能力。此外,有些学者指出,教师还应该具备关于技术支持的评估内容与评估方法的知识。总之,TPACK 理论是教师 TPACK 能力培训模式设计的基础,也是实验研究效果评价的重要依据。

二、人本主义理论

人本主义学习理论关注学习者的认知、情感和兴趣等内部心理特征,主张设身处地站在学习者角度,为学习者个体着想,使学习者意识到学习的趣味之处,进而能够专注于学习并爱上学习;注重唤醒学习者的内在潜能,帮助学习者自我认知,自我肯定,进而自我实现^[10]。

整合技术的教学要以学习者为主体,调动他们主动学习数学技术工具的热情,充分重视学习者的中心地位,动员其积极参与学习的全过程,促使其自由发展;整合技术的教学也需要关注学习者的情感、态度等方面的发展,对学习者进行充分了解,然后才能选择适合的信息技术和恰当的教学方法,呈现学科知识。这要求培训模式的设计要重视学习者的主动性,构建沉浸式教学环境,提高学习者的主动性,促进学习者技术知识(TK)和学科内容知识(CK)的整合。

三、项目式学习理论

项目式学习理论以学习者为中心,教学者基于真实的情境提出驱动性问题,学习者围绕问题进行自主探索、思考和实践,在问题解决的过程中习得知识和技能^[76]。项目式学习以实际问题为导向,激发学习者的求知欲,鼓励学习者在合作中运用跨学科知识解决问题,强调形成性评价和总结性评价相结合。TPACK 能力本身就涉及跨学科知识的深度融合,要求在真实的教学情境下实现不同知识的整合,因此培训模式的构建需要项目式学习理论的指导。

四、教师专业发展理论

教师专业发展是指教师经过持续性的专业知识学习、教学实践反思和教学活动探究，在特定学科教学范围内的专业观念、专业知识、专业能力和专业素质等方面不断改进和完善，实现从新手教师到专家教师的角色转变^[34]。教师专业发展强调教师学习的终身性，要求教师在各个阶段积极更新学科知识、掌握教学策略、改进教学观念、反思教学经验，通过自主学习和参与培训实现专业能力的提升。教师专业发展本质就是教师通过不断的学习积累实现从教育理念到教学实践的全方面提升^[35]。

教师专业发展的内涵主要包括：（1）强调教师是具有发展潜能的个体，重视教师的可成长性；（2）强调把教师看作具备专业能力的工作者，突出教师的专业性；（3）要求教师不仅要更为教学内容的传授者，还要成为学生自主学习的指导者、教学实践探究者和教学理论的开拓者；（4）强调教师自主发展的必要性，教师要在意识到专业知识和专业能力的欠缺时选择主动学习，而不是被动地接受教育管理者的培训安排。

第三章 前期调查与分析

第一节 研究对象的选择

一、调查目的

本次问卷调查以河南省驻马店市驿城区（包含市区和下辖镇）的初中数学教师为研究对象，旨在了解初中数学教师使用信息技术的情况和当前教师 TPACK 能力发展情况，以及教师对目前信息技术辅助数学学科教学的满意程度与未来的期望，并在掌握这些信息的基础上构建一套行之有效的基于循证教育理念的初中教师 TPACK 能力培训模式。

二、问卷设计

根据 Schmidt、Koehler 以及 Mishra 三人共同开发的“职前教师教学和技术知识调查”量表^[57]和 Archambault 等学者开发的“关于 K-12 在线远程老师的 TPACK 调查”量表^[58]，设计了《初中数学教师信息化教学（TPACK）能力现状调查问卷》，共计 21 题，主要包括：教师的基本情况、教师在数学教学中信息技术的应用情况、教师的学科内容知识（CK）的掌握情况、教师的教学法知识（PK）的掌握情况、教师的技术知识（TK）的掌握情况等内容。

三、问卷分析

为保证问卷调查的真实性和普及性，通过在初中数学教师 QQ 群和微信群发放线上调查问卷与课间线上发放纸质版问卷的方式进行调查，共发放 253 份问卷，回收 253 份问卷，其中有效问卷 245 份，有效率达 96.8%。

（一）问卷信效度分析

1. 信度分析

信度分析常用于判断调查问卷的一致性和可信度，为验证《初中数学教师信息化教学（TPACK）能力现状调查问卷》是否具有良好的信度，本研究采用

SPSS 方法, 通过将问卷数据导入 SPSS 软件, 抽取研究问题中的十个数据量表题, 选择 α 系数和内部一致性指数, 进行可信度测试。由表 3.1 可知, Cronbach $\alpha=0.898$ (>0.8), 代表研究的可信度高, 该调查问卷的质量好。

表 3.1 初中数学教师信息化教学 (TPACK) 能力现状调查问卷的信度分析结果

项数	基于标准化项的克隆巴赫 Alpha	克隆巴赫 Alpha 系数
10	0.898	0.905

2. 效度分析

效度分析主要用于研究问卷定量数据的项目设置是否具有合理性, 从表 3.2 可知: 研究项对应的共同度均高于 0.4, KMO 值为 0.914 (>0.6), 5 个因子的方差解释率的数值分别是 38.13%, 51.42%, 63.35%, 74.82%, 86.26%, 旋转后累积方差解释率为 86.26% ($>50\%$), 这意味着研究项的信息量可以有效地提取出来。

表 3.2 初中数学教师信息化教学 (TPACK) 能力现状调查问卷的效度分析结果

项目名称	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4	因子 5	共同度
教学过程中使用信息技术工具的频率	0.15	0.06	0.07	0.98	0.03	0.996
愿意花费在新技术的学习上的时间	0.08	0.05	0.08	0.03	0.98	0.984
在教学中, 了解并能熟练运用数学学科教学的信息技术工具	0.30	0.12	0.93	0.07	0.10	0.986
在教学中, 能选择合适的信息技术媒介 (如视频、音频等) 呈现教学内容, 帮助学生理解知识	0.39	0.88	0.10	0.05	0.10	0.946
在教学中, 有能力利用合适的信息技术组织教学内容提升教学效率	0.62	0.48	0.30	0.14	-0.10	0.732

续表 3.2

项目名称	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4	因子 5	共同度
在教学中,有能力利用合适的信息技术激发学生的兴趣,促进学生的知识掌握和技能锻炼	0.81	0.27	0.17	0.09	-0.03	0.772
在教学中,有能力利用信息技术对学生的学业成绩进行评估	0.86	0.13	0.18	0.11	0.04	0.811
在教学中,有能力利用信息技术对自己的专业发展进行评估	0.85	0.18	0.18	0.01	0.09	0.802
特征根值(旋转前)	4.61	1.01	0.91	0.68	0.55	-
方差解释率%(旋转前)	51.25%	11.18%	10.13%	7.58%	6.12%	-
累积方差解释率%(旋转前)	51.25%	62.43%	72.56%	80.14%	86.26%	-
特征根值(旋转后)	3.43	1.20	1.07	1.03	1.03	-
方差解释率%(旋转后)	38.13%	13.29%	11.93%	11.46%	11.44%	-
累积方差解释率%(旋转后)	38.13%	51.42%	63.35%	74.82%	86.26%	-
KMO 值			0.914			-
巴特球形值			1025.428			-
df			36.000			-
p 值			0.000			-

(二) 教师基本情况分析

问卷对教师的性别比例和目前的教学年级等基本情况展开调查,根据问卷调查分析结果显示,参与本次问卷调查的男性共有 76 名,约占 31.0%,女性共有 169 名,约占 69.0%。其中,在河南省驻马店市驿城区(市区)的教师最多,共 167 人,占 65.7%,其次是老河镇和沙河店镇的教师,共 31 人,占 12.6%,

胡庙、朱镇和古城镇等其余地方的教师共 47 名，占 21.7%。初中数学教师当前教学年级和性别比例的分布关系的分析从图 3.1 可知：初中数学教师女性数量远大于男性，但是两个性别在教学年级分布上差异不大。

X/Y	七年级	八年级	九年级	小计
男	22(28.95%)	25(32.89%)	29(38.16%)	76
女	55(32.54%)	55(32.54%)	59(34.91%)	169

图

图 3.1 初中数学教师当前教学年级和性别比例的分布关系

（三）初中数学教师信息技术应用情况分析

根据调查结果可知（图 3.2），对初中数学教师在课堂教学过程信息技术工具的使用频率的回答中，经常使用信息技术的人数占 74.3%，偶尔使用信息技术的人数占 13.9%，每节课都使用信息技术的人数占 11.8%，从来没用过信息技术的人数占 0%。这说明全部初中数学教师会在课堂教学中使用各类信息技术工具，其中的大多数教师使用信息技术的频率很高。这种情况一方面是因为随着我国教育信息化 2.0 的推进，无论市区还是乡镇的中学都已具备实施数字化教学的物质条件；另一方面是初中数学教师均掌握基本的信息技术知识，具备一定的信息技术应用能力。

选项	小计	比例
从来没用过	0	0%
偶尔使用	34	13.88%
经常使用	182	74.29%
每节课都使用	29	11.84%

图 3.2 “你在教学过程中使用信息技术工具的频率是？”结果统计

对于初中数学教师在教学中使用的技术工具的种类，调查结果如图 3.3 所示，使用比例排名靠前的技术工具分别是：普适性教学技术工具、平台交流工具、学生学业成绩分析工具以及查阅工具。其中，普适性教学技术工具、平台交流工具和学生学业成绩分析工具都是非学科性技术工具，教师在使用这些工具时涉及的知识只有这些工具的使用方法，不涉及数学学科内容和教学策略。而学科性教学技术工具和各类线上课程资源属于学科型技术工具，教师在使用

这类工具时需要高度关注技术应用与当前教学内容的结合程度，换言之学科型技术工具的使用能体现教师对数学知识和信息技术融合的理解深度和应用熟练度。但这两类工具的占比分别为 31.02% 和 28.16%，远低于普适性教学技术工具的 94.69%、平台交流工具的 60.82%、学生学业成绩分析工具的 55.51%、查阅工具的 52.65%。这说明目前初中数学教师主要使用非学科型技术工具，学科型技术工具的使用还有很大的提升空间。



图 3.3 “你在学科教学中使用的信息技术工具主要有哪些？”结果统计

调查分析教师在教学时会考虑将信息技术运用的学科内容类别（如图 3.4 所示），发现绝大多数（95.1%）教师在几何与图形内容使用信息技术，一半以上（64.5%）的教师在概率与统计内容使用信息技术，近六成（59.18%、57.55%）的教师则会在函数与代数内容以及综合活动部分使用信息技术。四个学科内容类别的信息技术使用度均高于 50%，这说明数学学科知识适合与信息技术融合，几乎所有教师都会使用信息技术整合几何与图形的学科内容。概率与统计、函数与代数和综合实践与信息技术的融合相较几何与图形内容有很大的提升空间。

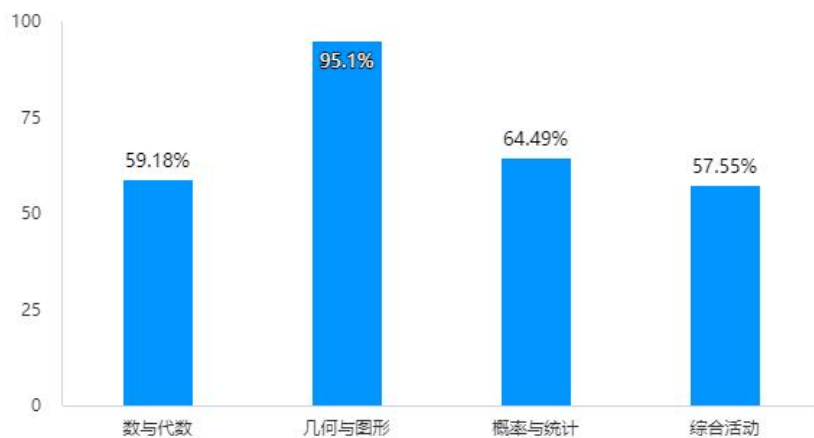


图 3.4 “你会在哪些教学内容中使用信息技术工具？”结果统计

从教师愿意在新技术学习花费时间的长短来看（如图 3.5 所示），26.9%的教师希望学习时间能控制在每周一小时之内，33.5%的教师觉得可以接受每周花费一到两小时进行学习，29.4%的教师可以接受能每周花费二到三小时学习新技术，剩余的 10.2%的教师中，有 1 位教师明确表示希望在培训时进行学习，1 位表示“视情况而定”。这说明大多数教师不希望在新技术的学习上花费过长的时间，新技术的学习最好控制在每周两个小时以内，不要超过三小时。

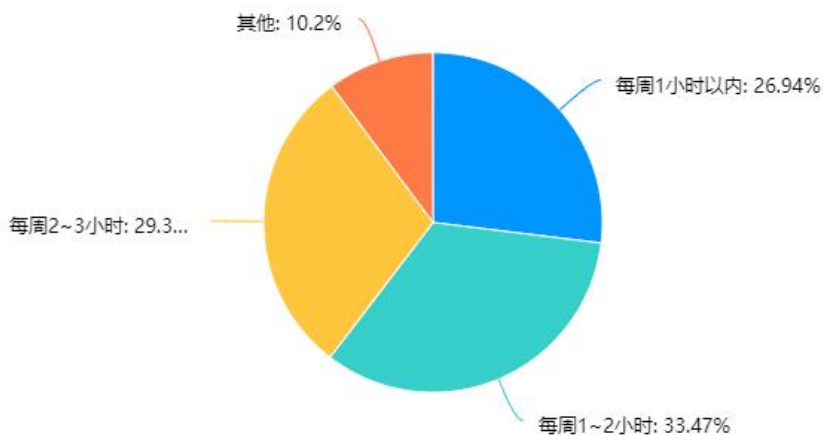


图 3.5 “你愿意花费多长时间在新技术的学习上？”结果统计

从教师对新技术的应用兴趣来看（如图 3.6 所示），82.4%的教师认为“通过自己的教学实践，发现确实能促进自己的教学效果”会提升自己的使用意愿，有

68.6%的教师认为“获得这项信息技术具体的使用方法和教学实例”能激发自己的使用热情，有 47.8%的教师认为“参与学校相关课题研究小组或得到其支持与推广”可以促使自己应用新技术，46.1%的教师则希望有“来自专家或者同行的推荐”来鼓励自己使用新技术。这说明影响初中数学教师新技术使用兴趣的最大因素是教师本人的教学实践经验，当教师在教学实践中切身体会到技术使用对教学效果的提升时，他们会倾向学习新技术。次要因素是他人经验的提供，当教师通过直接观察或间接观察的方式发现同行使用新技术获得良好的教学成绩，他们会认为自己也有学习该技术的必要。此外，学校与教育专家的支持也在一定程度上影响着教师学习的意愿。因此，在鼓励教师在教学过程中使用新技术时，应注意多方面因素的相互作用，首先要帮助教师实现新技术与教学设计的深度融合，保证教师在运用新技术教学中收获正向的教学体验；其次要注意教师群体的内部沟通，及时将教师运用新技术获得教学成功的真实案例分享给其他教师；最后学校及其他教育管理组织要及时推荐教育专家对新技术应用的技巧总结，激发教师的学习兴趣。

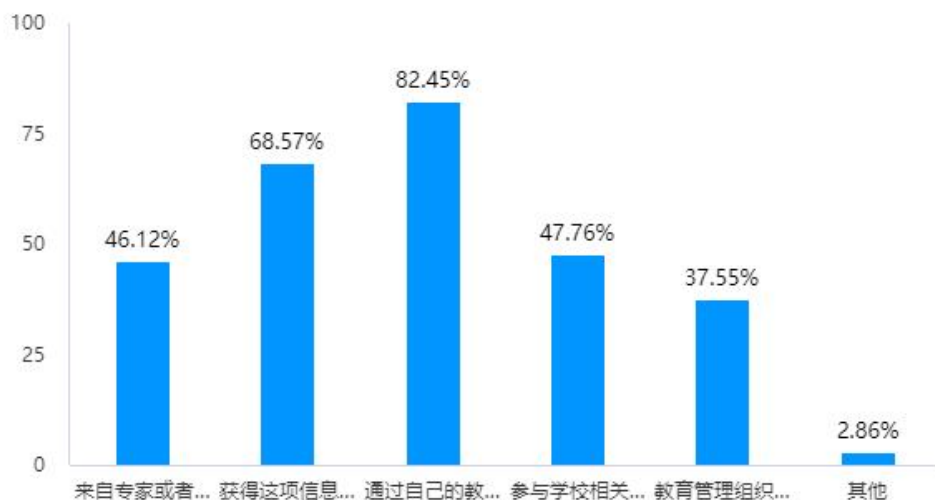


图 3.6 “你认为自己在什么情况下更愿意使用新的信息技术?”结果统计

调查分析影响教师使用信息技术的主要因素（如图 3.7 所示）和教师未来希望使用信息技术的教学环节（如图 3.8 所示）可知，在影响教师使用信息技术的主要因素方面：缺少对信息技术使用技巧的了解占 70.2%，缺少适合的硬件的设备应用信息技术占 59.6%，缺少时间学习信息技术占 58.0%，不清楚如

何处理好技术与教学之间的问题占 27.4%。在教师未来希望使用信息技术的教学环节方面,有 78.8%的教师希望使用信息技术工具查找合适的教学资源,有 73.1%的教师希望能使用信息技术工具进行教学设计,有 64.1%的教师希望使用信息技术工具进行学生学情分析。以上两方面的信息说明教师对信息技术的掌握程度、课堂硬件设施和学习技术所需时间因素制约着教师对技术工具的使用,教师对信息技术的需求主要体现在资源搜集、教学设计和学生学情分析三个方面。

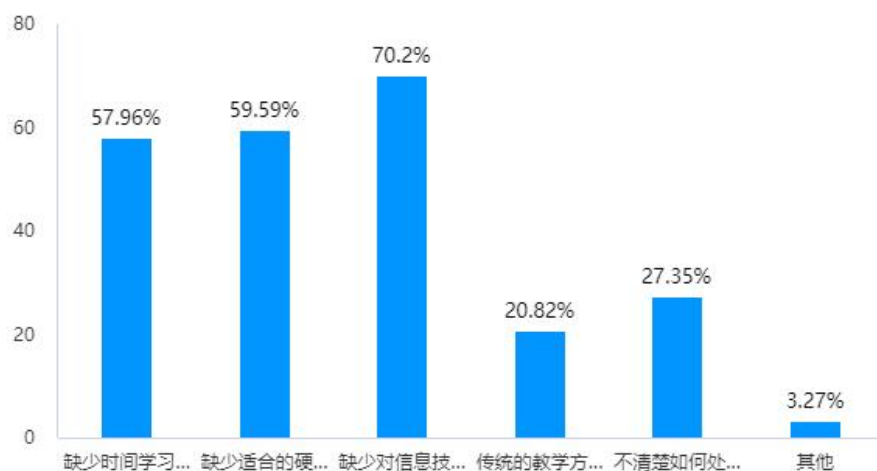


图 3.7 “你认为影响你在教学中使用信息技术的主要因素有?”结果统计

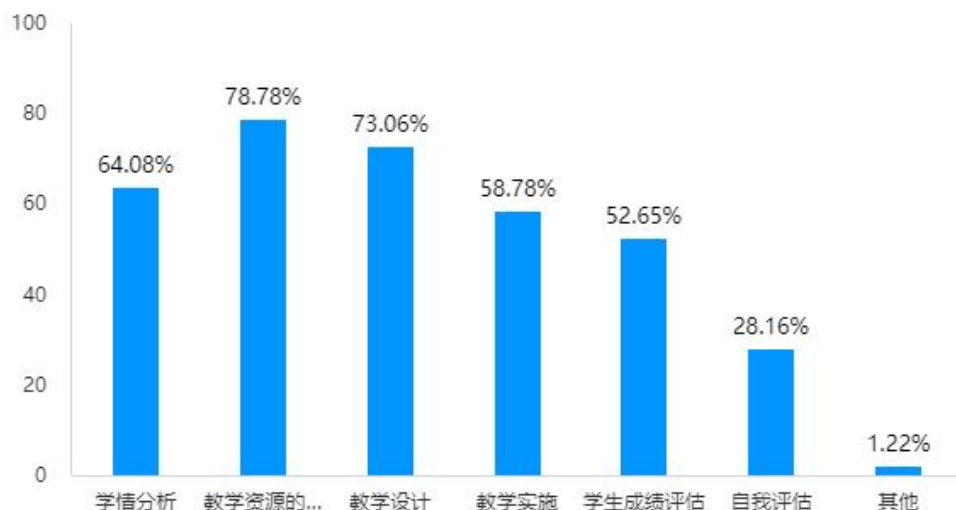


图 3.8 “你认为自己还在哪些教学环节需要使用信息技术?”结果统计

（四）初中数学教师 TPACK 能力情况分析

从教师对数学学科类信息技术工具的了解程度和熟练度（如图 3.9 所示）中可得，55.9%的教师认为自己对该类技术工具理解和掌握处于一般水平，14.7%的教师认为能较为熟练的了解并使用该类工具，仅有 2.5%的教师认为自己能够完全掌握并熟练使用该类工具，而还有 26.9%的教师认为自己对该类工具的使用不太熟练或完全不熟练。这说明初中数学教师对数学学科类信息技术工具的了解程度和使用的熟练度基本处于较低的程度，数学教师对学科类信息技术的学习和掌握具有很大的提升空间。

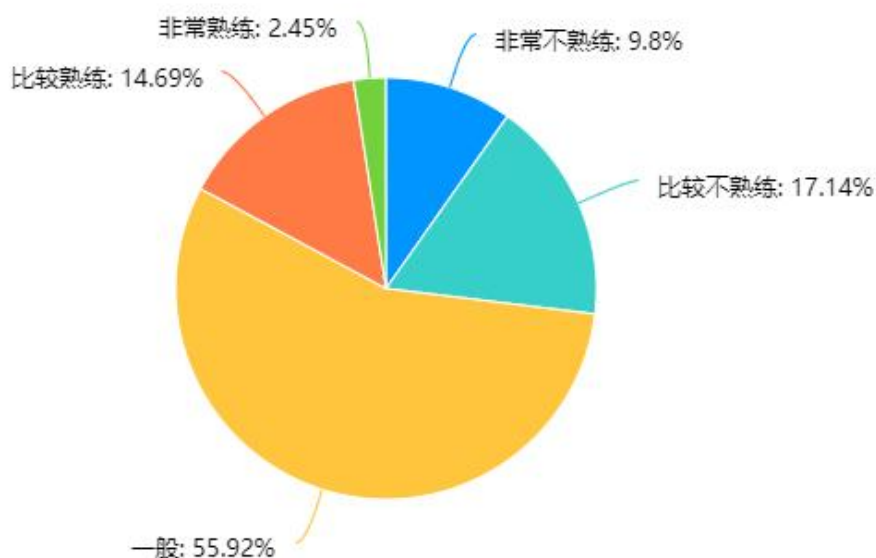


图 3.9 “在教学中，我了解并能熟练运用数学学科教学的信息技术工具”结果统计

从教师对于选择合适的信息技术媒介呈现教学内容的角度来看（如图 3.10 所示），6.5%的教师认为自己可以准确地选择合适的媒介，34.3%的教师认为自己可以选择较为合适的媒介，54.3%的教师认为自己能选择合适的媒介，3.7%的教师认为自己只能勉强选择合适的媒介，1.2%的教师认为自己完全无法选择合适的媒介。从教师认为自己有能力利用合适的信息技术组织教学内容的情况来看（如图 3.11 所示），6.1%的教师认为自己能完美运用技术手段组织学科内容，28.6%的教师认为自己比较符合该描述，55.1%的教师认为自己一般符合，6.1%的教师认为自己不太符合，4.1%的教师认为自己完全不符合。这张图说明绝大多数教师已经具有基本的技术知识（TK），同时能分辨出哪些技术工具适

合展示学科内容知识（CK），在整合技术的学科内容知识（TCK）方面有初步的认识，但不够深入。

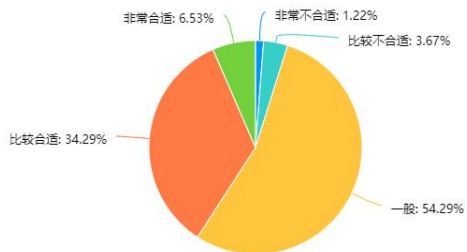


图 3.10 “在教学中，我能选择合适的信息技术媒介呈现教学内容，帮助学生理解知识”结果统计

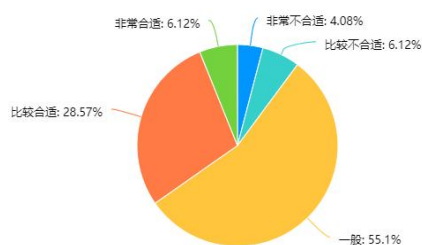


图 3.11 “在教学中，我有能力利用合适的信息技术组织教学内容，提升教学效率”结果统计

从教师对自己有能力利用各种网络教学资源和学习资源库提高自己的教学水平的判断情况来看（如图 3.12 所示），7.4%的教师认为自己非常符合该描述，29.0%的教师认为自己比较符合，58.8%的教师认为自己情况一般，4.5%的教师认为比较不符合，0.4%的教师认为自己完全不符合。这说明目前大多数教师认为自己基本具备数字化教学资源收集和整理的能力，能够快速找到与教学内容和教学策略相适应的各类数字资源。

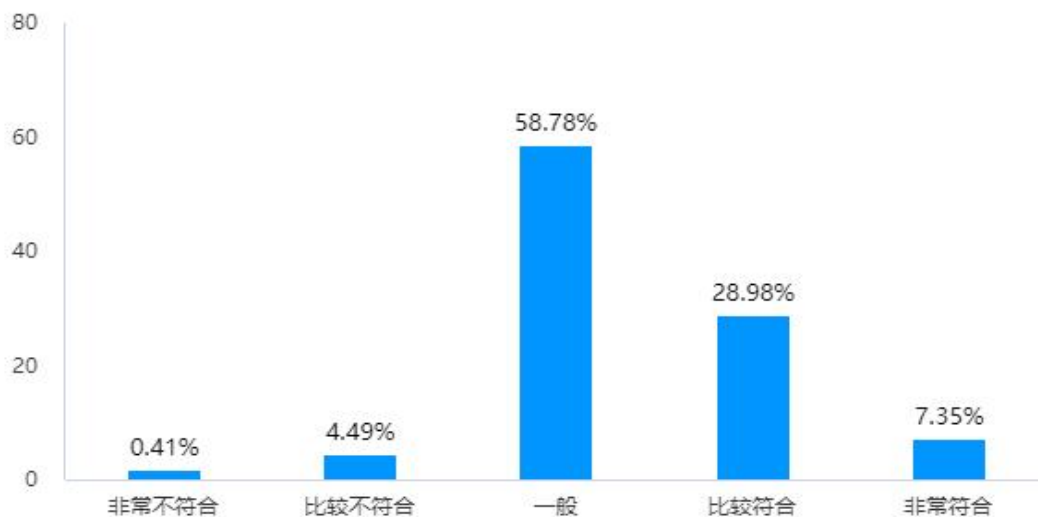


图 3.12 “你认为自己有能力利用各种网络教学资源和学习资源库提高自己的教学水平”结果统计

四、调查总结

从调查结果来看,目前初中数学教师在信息技术的学习和 TPACK 能力培训方面存在以下情况:学科类技术工具掌握不够熟练;新技术的预期学习时间短;信息技术与学科内容融合程度不够深入。教师希望能通过接受较短时间的学习掌握学科类信息技术的使用技巧,同时能够有人为他们提供成功的教学案例和自己的亲身实践来加强学习的信心。除此之外,大多数教师 TPACK 能力框架中学科内容(CK)的水平较高,可以挑选合适的技术媒介(TK)作为学科内容呈现的载体,也具备使用合适的教学策略(PK)进行教学的能力,但是多数教师在整合技术的学科知识(TCK)和整合技术的学科教学(TPK)的能力较为薄弱,没有真正实现技术与初中数学教育的深度融合。

研究以网络画板作为技术工具,在初中数学教师 TPACK 能力培训中技术工具教学,在培训过程中向参训教师提出驱动性问题,参训教师在真实问题情境下设计问题解决步骤、完成项目作品,在问题解决的过程中习得工具使用技巧,掌握整合技术工具与初中数学内容的方法,理解如何在真实数学课堂中通过技术实现教学目标,教师在培训后的教学实践中积极使用技术工具实现数字化教学,将所学与具体的实践环境高度结合,在实践中提升自己的 TPACK 能力。

第二节 循证教育理念支持下教师 TPACK 能力培训的特点分析

一、循证教育理念引导教师 TPACK 能力的培养

循证教育理念要求教师 TPACK 培训坚持“以科学证据为指导,灵活融合实践经验”的态度进行网络数字资源整合、数字化教学过程设计、实践证据反思与梳理的培训过程。培训通过指导教师借助网络画板工具在项目式学习中解决真实的数字化教学设计问题,从而促进教师 TPACK 能力的三个基本元素(TK、CK、PK)的高度结合。培训强调真实问题的解决,关注教师数字化意识的建立和数字化应用能力的锻炼,帮助教师整合技术、学科内容与教学策略。循证教育理念要求培训既注重对专家建议的采纳,也关注培训过程中搜集的教师专业智慧,两种证据进行对照和分析,从而为下次培训设计的改进提供实践基础。

培训者在培训开始前有选择地收集数字化资源，资源中既有专家团队制作并确认为有效的数字化教学作品，也有初中教师设计的新手数字化教学作品。专家作品往往作为专家证据决定了培训课时目标的设置，它往往包含着专业的数学教育团队对技术应用与数学知识整合的理解，如果教师能在培训中通过项目式学习重现专家作品的制作过程，说明教师在培训中获得了 TPACK 能力的整体提升；新手作品是培训中参训教师进行项目式学习的起点，它包含本次课时教师需要学会的技术知识（TK）和初步整合技术的学科内容知识（TCK），因为新手作品制作者通常是该技术的初学者，与参训教师的技术水平相近，是帮助教师快速适应自己的探索者角色的脚手架。在培训的一个课时结束时，培训者借助各种手段收集多维培训数据，将培训数据作为个人经验证据，结合之前提到的两类作品，改进下次培训的内容，对案例进行重新设计。培训者在每一轮“案例设计——培训实践”中得出的反思性经验，都会作为下一轮“案例设计——培训实践”的证据影响新的培训设计。通过多轮次的培训过程，参训教师的 TPACK 能力会得到有效发展。

二、循证教育理念优化数字化教学资源建设

在目前的初中数学教学中，许多数字化教学资源仍然坚持“以课本内容为中心”的制作理念，保证所有内容与教材完全一致，这就与数字资源本应具有의拓展性和开放性特点相违背。而很多教师在整理数字资源时倾向全盘接受资源内容，缺少针对教学设计对资源再创造的创新意识。循证理念帮助培训者引入数学专家的教学思想，通过引导参训教师探索专家作品制作思路，为教师数字化教学资源的设计提供新的源泉，本研究选取网络画板作为工具，一方面以动态化数学模型设计助力教师根据教学目标设计个性化教学资源；另一方面，网络画板的资源社区功能为教师的教学设计提供广阔的教程与思路，它囊括了不同版本教科书和不同地区教师对某个特定知识点的各种设计思路和作品，拓展了教师的眼界，有利于教师突破惯性思维，转变教学理念。

三、循证理念促进数字化教学设计的转化

随着教育信息化 3.0 的到来，学校与教育部门在教学环境的智能化构建上下足功夫，越来越多的硬件软件设备出现在校园中，许多课堂教学理论上已经

具备数字化教学的物质条件。但是在初中数学教学中，大多数教学的数字化应用还停留在“从黑板搬到投影仪”阶段，技术手段的应用更多的是为了加快教学进度，节约知识点呈现的时间，教学内容没有发生真正的更新与创造，教学设计缺乏真正的数字化转化，许多教师抱着“几何图形能动即可、函数图像能画就行、代数变换能看就好”的心态应用技术工具，对学科内在规律的探索挖掘缺乏“打破砂锅问到底”的精神。造成这种现象的原因主要有两个。一方面，是传统教学方式的惯性仍然存在，教师没有立即改变教学模式的紧迫感；另一方面，则是教师在缺乏引导的状况下“有劲无处使”，不了解自己应该从哪些角度做出改变。循证理念通过在培训中“分析证据——改进培训——获得新证据”的证据迭代，在提升培训质量的同时，对参训教师的数字化教学设计产生潜在影响，教师不仅意识到要根据教学实际情况的小证据进行教学内容的数字化设计，也要参考专家建议与学校课程建设需要的大证据进行教学活动的融合性创造，教师在不自觉间掌握了循证教育的方法和手段，更好地适应信息时代的发展需求和教育变革的挑战，实现数字化教学设计的全面转型。

四、循证理念协助教师数字化工具反思能力的建立

教师专业发展要求教师在自我学习和教学实践过程中做到“实践导向、能力为重”，这意味着教师要在学习数字化工具应用的基础上，将其灵活运用到教学活动的方方面面。同时，教师在教学过程中收获的经验反过来帮助教师认识信息技术教学应用的客观规律和实现手段，增强自己的反省能力。但是，当下许多教师对数字化工具的理解处于“浅尝辄止”的阶段，更重视工具对具体的学科知识的演示作用和教学效果的影响，对工具应用背后的学科逻辑缺乏理解和关注。在循证理念的引导下，培训采用项目式学习的方式，引导参训教师举一反三，从大量技术融合学科知识案例的归纳与总结中，对技术工具的使用具有更深刻的了解，洞察工具创作者在设计工具时考虑到的学科教学角度，并明确自己未来需要的工具功能。教师从在培训时“用工具”到“分析工具”、最后在实践中“选择工具”，实现对自己所使用的数字化工具的反思。

第四章 基于循证教育理念的教师 TPACK 能力培训模式构建

第一节 构建依据

一、基于 TPACK 的项目式学习的启示

项目式学习（PBL）是一种以建构主义和认知学习理论为指导的学习模式，教师根据学生的实际情况和已有经验，围绕真实问题帮助学生设计项目计划，实施解决方案，关注学生的自主探究和积极实践，在解决实际问题的过程中习得知识与技能，建构动态知识体系^[59]。在项目式学习中，学习者与教师的角色发生转变，学习者从知识的接收端和获得者变成主动寻求知识的探索者和创造者，使用技术工具和信息手段寻求问题解决的方法，并在此过程中通过意义构建完成新旧知识的重组，实现内在认知体系的自我更新。教师从知识的输送端和制造者变成学生探索活动的引导者和促进者，为学习者的项目设计提供技术支持和关键信息引导，确保学习者的探索和实践活动始终围绕问题的解决推进，并在此过程中根据学习者学习情况即时提供反馈与建议。项目式学习融合设计教学法的基本理念，要求教师在教学活动中帮助学习者实现学习目的情境化、学习内容动态化、学习评价实时化、学习者自主化^[60]。

学习目的情境化指的是教师在教学准备阶段“先做减法再做加法”，研读课程标准和教材内容，提取核心知识点的关键要素，围绕要素的内涵和外延结合学习者的认知特点情况（已有知识、获得新知识的障碍和认知发展前景）^[59]，明确学习目的，积极运用硬件设备和技术手段设计项目实施的教学情境。

学习内容动态化涵盖教学者和学习者两个角色的知识内容动态化：从教学角度来看，学习内容的设计是以学习者现有知识体系为起点，到核心知识点的掌握为终点这个过程中囊括的所有知识的设计，由于学习者个体的知识基础和认知特征千差万别，所以针对不同学习者学习内容的设计也各有不同。除此之外，不同学习者的问题解决路径也有区别，这要求教学者在学习内容设计时采取动态化学习资源管理的方式，坚持核心知识不变的前提下根据学情分析和学习者当下行为表现准备发展性知识，最大限度发挥学习者的学习倾向特点，帮助学习者完成自己的经验世界和外界公共知识的互通有无^[61]。从学习者角度来

看,学习内容的习得过程不仅是自身主观经验与外界客观事实的融合,也是学习者之间探索经验的沟通,观察其他学习者的经验效果,改进自己的问题解决研究实践。

学习评价实时化主要围绕教学者和学习者的互动推进,传统教学的学生评价偏重终结性教学评价,重视学习者获得知识与技能的目标实现,忽视学习者在学习过程中对自身知识结构的整理与重构,缺乏对学习者运用知识参与创造实践活动的探讨。项目式学习的实践情境给予教学者和学习者即时交流的条件支持,学生可以根据自己的学习需要和项目推进状况寻求教师帮助,教学者也能够学生在实践活动时针对学习者情况即时反馈,实时帮助学习者分析问题、组织合作探究、整合设计思路、提取关键信息以及评价实践效果。

学习者自主化指的是学习者成为项目式学习的主导者和控制者,强调学习者充分发挥主观能动性,积极调动自己的学科知识和信息化技能,与其他学习者通力合作,高效搜索利用学习资源,借助教学者的引导帮助,在达成问题解决目的的同时获得新知识的意义建构,增强对知识理解的深度,提升信息处理能力、合作探究能力和实践创造能力。

项目式教学以任务驱动为导向,以问题解决为核心,通过设置难度适中的任务目标,调动学习者的好奇心和参与性,引导学习者探究项目目标实现的解决手段,使学习者在探究问题解决的过程中锻炼技术工具应用能力,加深学习者对学科知识与技术手段规律及原理的理解。除此之外,项目式教学通常围绕一个具体的案例进行实验探究,案例的教学设计重视真实性、实践性和简洁性,与传统教学相比简化学习者需要掌握的知识和技能,一旦习得可以立刻投入实践活动进行应用,符合学习者的学习需求,因此项目式教学方式适合学习者进行网络画板技术的学习。

基于 TPACK 的项目式学习围绕着整合技术的学科教学知识 (TPACK) 的三个基本要素:学科内容知识 (CK)、教学法知识 (PK) 和技术知识 (TK) 进行项目流程的制作和设计,以实现三个要素的有机结合,从而促进学习者 TPACK 多维度健康发展。在项目式学习引导下,教学者(培训者)基于学习者(受训教师)的技术水平和 TPACK 能力发展现状设计合适的技术课程,结合学科内容知识,确定具有实际意义和挑战性的项目主题,帮助学习者合理的项目规划,提供合适的技术工具及其使用技巧,引导学习者使用技术工具收集和分析信息,达到解决问题的目的,并对学习者的实践过程进行总结和分析,

加深学习者对整合学科知识、技术手段和学习策略的理解。

二、关于案例教学方法的启示

案例教学指围绕着一个包含有疑难问题的真实发生的具体情境，学习者针对情境中问题的出现、冲突的发展和事件的解决整个过程进行全方位观察、多角度思考和全过程分析，从中找到问题解决的方法或得出有意义的结论^[62]。学习者在具体的案例分析中对抽象的知识概念和真实的技能操作有更进一步的理解，结合自己的实际情况，提出不同角度的解决方案，拓展思维视野，提升自己解决问题的能力。案例的选取具有代表性、问题性和启发性的特点^[63]，学习者在多个与自己实践经验贴切的案例分析中寻找共同点，以解决问题为目标，验证知识的实践性和可行性，加深对问题的探索和知识的深度理解，实现知识和技能的迁移。案例教学具有情境性和代表性的特点，通过问题的设置和认知冲突的解决，让学习者从多角度思考问题解决的方案。

以网络画板优秀作品为内容的案例教学进一步突出初中数学内容的代数、几何与图形、函数及其图像和概率与统计四大知识框架的具现化设计，帮助学习者（受训教师）理解如何将抽象的数学概念和定理转化为具体的动态数学模型。在课前，案例演示能帮助学习者定位关键问题，明确自己的探究方向，在调动自己原有知识理解问题的基础上对新知识的学习有基本认识。在课中，网络画板案例中提供的问题处理方法能作为辅助支架引导学习者理解并掌握实现案例效果的知识和技能。在课后，案例因其数字化的特点可以在学习者的移动终端上重复演示，方便学习者重温所学的知识与技能，加深新旧知识的有意义联系。马金凤等人在数学实验课的案例教学模式遵循“精选案例——案例问题提出——构建数学模型——分析模型存在条件——计算机实践模型——总结经验和方法”的基本思路^[64]，将数学学科知识、信息化技术应用和具体生活紧密结合在一起，促使学习者亲身体验数学模型的建立过程，加深对数学学科与数字化工具的理解和认识。

第二节 模式构建

本研究以循证理念为指导，结合项目式教学和案例教学的教学方式，构建

基于循证理念的教师 TPACK 能力培训模式，如图 4.1 所示。

基于循证理念的教师 TPACK 能力培训模式指的是用于指导培训人员实现教师 TPACK 能力提升的教学框架，要求以网络画板为教学工具和学习工具，以实现参训教师 TPACK 三个关键要素学科内容知识（CK）、教学法知识（PK）、技术知识（TK）以及四个复合要素整合技术的学科知识（TCK）、整合技术的教学知识（TPK）、学科教学知识（PCK）、整合技术的学科教学知识（TPACK）的能力的提升。该模式从教学准备层到教学活动层和教学目标层三个层级角度对网络画板资源准备、教师活动（培训者活动）、学习者活动（参训教师活动）与 TPACK 能力要素这四个组成要素进行组合，并对每个要素涵盖的操作流程整理细化。模式以教师活动和学习者活动为主体，以项目式学习的任务驱动为导向，把网络画板案例作为教学引导和辅助支架，将循证体系构建融入到整个教学环节的方方面面，润物无声地影响学习者 TPACK 能力的发展。

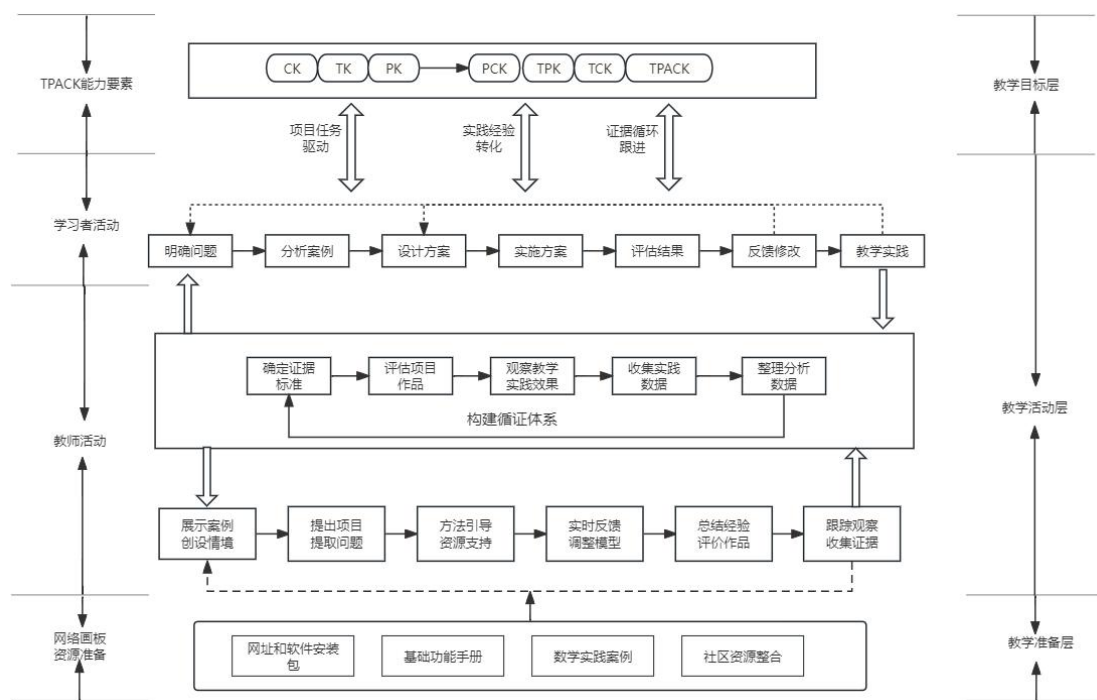


图 4.1 基于循证理念的教师 TPACK 能力培训模式构建

第三节 模式阐释

教学准备层为教学的整体设计和具体实施提供了资源辅助和技术支持，为

后面的教学实践奠定坚实的基础。在教学准备层面，需要做好网络画板资源准备，因为无论是教师（培训者）的教学活动还是学习者（参训教师）的学习活动，都要借助网络画板这款数学建模工具进行。网络画板的资源准备包括网络画板的安装资源、基础功能手册、数学实践案例与社区资源整合。在网络画板资源准备的活动阶段，教师首先要为学习者准备提供提前网络画板的网址链接和安装包，确保学习者能正常使用网络画板工具；其次，教师要为学习者准备网络画板的基础功能手册。基础功能手册中记载着网络画板编辑器界面各个工具栏的图标所代表的功能，尤其是绘图工具栏和构造工具栏这两类经常使用的基础工具。教学实践案例资源分为两类，第一类是操作难度较高的引导型案例，这类案例通常由专业人士制作（网络画板官方团队），案例内容体现出数学知识与技术工具的高度结合，具有典型性和实践性的特点，能够直接在数学教学中使用，教师通过展示引导型案例帮助学生确定问题情境和学习目标；第二类是操作难度较低的辅助型案例，通常是对引导型案例的中技术功能进行拆分细化后形成的实践案例，该类案例涉及的技术知识单一，无法在数学教学中直接使用，但能帮助学习者理解掌握网络画板特定的工具用途，学习者通过辅助型案例掌握网络画板的使用方法，最终自主实现引导型案例的设计。社区资源整合是指网络画板的线上资源功能，网络画板的网页端设置了教学资源区，其中涵盖了基础教育各个阶段数学知识点的内容设计，教师引导学习者使用网络画板社区的搜索功能，帮助学习者了解其他网络画板使用者对数学知识的设计，学习者通过对照他人的设计作品提升自己对技术工具的学科理解。

教学活动层包括教师的教学活动和学习者的学习活动两大模块，两个模块相互交织组成完整的教学活动，是整个模式运行的中心环节。在教师活动方面，教师在教学活动中扮演的角色有：项目设计的组织者、关键问题的引导者、合适案例的提供者、学习者活动的监控者和学习者学习效果的评价者。第一，教师通过案例引入和言语引导等方式创设真实的问题情境（学习者在数学教学实践中出现的实践问题），将项目主题与学习者实际生活高度联系，引起学习者注意，激发学习者解决问题的兴趣，为学习者后面的项目探究提供方向；第二，在案例分析的基础上提出项目的任务目标，要求学习者对照已有的技术知识经验和学科知识明确自己需要解决的问题，对问题进行分解细化，确定解决问题的关键要素，制定学习任务；第三，在学习者自主探究过程中，教师应当在合适的时机和环节进行资源支持和方法引导，比如当学习者无法通过自身努力使

用网络画板实现某种功能时，教师要给予言语提示、案例示范和思路分析的帮助，辅导学习者自发解决困难，完成项目设计；第四，教师在学习者活动过程中要实时监控学习者的学习行为，根据学习者项目的进展情况及时给出反馈和建议，帮助学习者调整制作的项目作品；第五，组织学习者进行作品展示，为学习者提供项目活动评价表，引导学习者自我总结在项目设计和实施流程中收获的知识与技能和获得的经验教训，鼓励学习者将所学的知识和技能应用在学科教学实践中；第六，通过一段时间的学习者教学实践，教师根据收集到的学习者技术使用情况进行总结归纳，并作为学习者个体的实践证据对自己下次的教学过程进行再设计。此外，教师还需要在教学过程中按照“确定证据标准——评估项目作品——观察教学实践效果——收集实践数据——整理分析数据”的循环模块构建循证体系，确保教学设计的科学性和实践性，并以此为依据指导学习者的教学实践。在学习者活动方面，学习者在教学活动中扮演的角色主要有：项目设计的制定者、技术应用的实践者、学习结果的反思者和实践证据的提供者。第一，在案例呈现时，学习者应迅速明确案例情境中包含的问题，并对问题的主次关系进行初步梳理；第二，学习者根据已有知识经验对关键问题进行细化分析，了解问题产生的背景、案例实现的功能、已有知识与问题解决所需知识的联系和区别、案例使用的条件和限制等；第三，学习者通过一系列探究初步确定问题解决的项目方案，在教师的支持和指导下了解学习任务，评估方案的可行性；第四，学习者根据方案进行技术工具操作，评估方案实施的效果，吸取教师的意见，改进项目设计；第五，学习者比对案例和自己产品的应用效果，在项目评价表中填写自我评价；第六，学习者根据反馈结果，对自己的作品进行重构优化；第七，学习者将所学的信息技术投入到教学实践中，配合教师收集整理教学数据，并根据数据分析结果对自己的作品进行迭代更新。

在教学目标层中，首先，通过项目任务驱动将学习者 TPACK 能力的三个基本要素进行锻炼强化；其次，围绕网络画板技术使用将学习者在数学学科信息化教学实践中得出的教学经验进行分析和转化，实现整合技术的学科知识内容（TCK）、学科教学知识（PCK）、整合技术的教学知识（TPK）、整合技术的学科教学知识（TPACK）四两大复合要素的能力提升；最后，通过不断的证据循环跟进环节，从而实现学习者 TPACK 能力的全面发展。

第五章 基于循证理念的教师 TPACK 能力发展培训的教学设计与实践

第一节 教学设计分析

一、 教学对象分析

教学对象为河南省驻马店市驿城区 5 所初中的数学教师，实验组与对照组的教师人数均为 30 人，其中实验组男性 8 人，女性 22 人，对照组男性 11 人，女性 19 人。实验组数学教师统一接受《网络画板技术培训》，授课时长均为 20 课时。

初中数学教师教学的内容包括函数与代数、图形与几何、概率与统计和综合实践活动。函数与代数部分要求教师教授代数等式、方程和函数；图形与几何部分要求教师教授几何图形的性质、变化和坐标；概率与统计部分要求教师教授抽样、数据分析和随机事件的概率计算；综合实践部分则要求教师通过主题活动学习或项目式学习的方式引导学生解决实际问题，提升数学核心素养。根据教学前的调查可知：所有初中数学教师具有基本的信息技术知识，掌握一定的信息技术技能，能够熟练使用常见的办公软件（例如 Office 系列软件），了解功能性软件（例如图片、视频及音频剪辑软件）的操作流程，在实践操作方面，均已学会使用 PPT 制作几何图形并将其投入到课堂实践中，具有将技术知识（TK）和教学内容（CK）结合的实践经验，这些基础为本研究教学活动的设计与实施提供了可行性。

在初中教学阶段，因为初中生处于形式运算阶段的早期，具有初步脱离具体事物对概念进行抽象概括的能力，同时初中数学学科重视代数与几何的联系，要求初中生能灵活地处理两者之间相互转化的关系，因此初中数学教师使用信息技术的主要目的就是利用信息技术展现几何图形、函数图像和代数在不同条件下的动态变化，在“变中求不变”，从而让初中生学会如何快速根据题干要求建立适合的几何模型或代数表达式，实现从已知求未知的过程。这一阶段中，初中数学教师运用数字技术的特点是联系性、动态性和启发性。网络画板作为

一款集数学公式推算、几何图形变换和函数图像设计为一体的数字化数学教学工具，可以构建各类数学模型，基本上满足初中阶段数学学科的教学设计需求。

二、教学目标分析

教学目标是指教学活动实施的方向和预期达成的结果，是一切教学活动的出发点和最终归宿，是整个教学过程的指挥棒，决定着教学内容的设计、教学计划的实施和教学评价的标准。本课程是面向一线初中数学教师 TPACK 能力培训课程，以网络画板技术工具的功能为教学内容，结合初中二年级数学学科的学科内容案例设计，在项目式教学思想的引导下，通过引导参训教师制作数字化数学教学作品，搜集证据改进课程内容，促进教师整合技术与学科教学的能力发展，探索循证教育理念与 TPACK 能力培养相结合的过程，验证该培训模式对教师 TPACK 能力发展和教师数字素养的促进作用。在该课程中，由研究者担任实施培训活动的教师，实验组教师作为参加培训的学习者。根据布鲁姆的三维目标理论，本课程将教学目标划分为知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观三方面。考虑到本课程要求学习者将网络画板技术知识和初中数学教学实践相结合，对教学目标的设计会因教学设计进度的不同而做出调整和细化，准备篇、基础篇、提升篇和实践篇四个模块的教学目标应体现学习的递进性和拓展性，具体的教学目标设计如下。

知识与技能：学习者基本了解网络画板的各类功能，掌握使用网络画板技术呈现数学知识点的多种方式；具备快速分析案例包含的技术知识（TK）和学科知识（CK）的能力；能够根据实际数学教学的需要，用网络画板设计数学教学的导入案例、知识点呈现和数学问题的数形转化，创造出整合技术的学科内容（TCK）；能够在真实教学情境中采用合适的教学策略来匹配技术工具（PCK）。

过程与方法：通过案例分析、问题拆解、观摩他人经验、亲身设计体验项目等活动，选择合适的网络画板功能完成项目目标，实现优秀的项目作品的制作。在案例学习和项目式学习的过程中，掌握根据网络画板特点重组学科内容、实现知识点直观化的效果，达到优化数学教学的目的；通过项目自评、互评和教师评价等评价方式，结合教学实践反思，运用循证理念反思网络画板学习与教学实践过程，总结教学经验，明确未来的整合技术的学科教学（TPACK）方

向。

情感态度与价值观：学习者在项目进行式学习的过程中，提升自己对技术学习的信心，减轻技术压力带来的畏难情绪，获得自我效能感；通过项目设计流程对数学知识进行重组与创造，深化学科内容认识，锻炼数学思维，促进数学素养的提升，增强了学科发展的意识。在网络画板应用学习与数字化教学的过程中，感受信息技术应用在数学教学的优势，培养设计数字化教学工具的兴趣、学习意识与实践能力，引导学习者重视对自身 TPACK 能力的构建和发展。

三、 教学内容分析

教育部发布的《中小学教师信息技术应用能力培训课程标准(试行)》指出，对中小学教师进行信息技术课程培训时,应从课前调研诊断、能力提升导向教学、多种教学方式并行、针对学科内容特点教学、量化培训教学效果、软硬件适配真实教学设施这六个方面做好课程建设：在课前调研诊断方面，培训者要结合当地实际情况和学习者（参训教师）个人需要，设计合适的课程资源；在能力提升导向教学方面，培训者要重视学习者对信息技术的实际应用，专注提升学习者的教学实践效果；在多种教学方式并行方面，培训者采用项目式教学和案例教学的教学形式，对学习者的进行支架式教学；在针对学科内容特点教学方面，需要在教学中运用经典案例资源帮助学习者解决教学技术问题；在量化培训教学效果方面，既要保证课程的可行性，也要注意对培训效果评估的可测量性；在软硬件适配真实教学设施方面，要求培训采用的硬件设施和软件平台具有兼容性，适配学习者实际的教学实践情境。

多数学习者的信息技术课程培训是在寒暑假和周末课余时间，学习者利用完成教学任务的闲暇时间进行碎片式学习，因而培训课程的课程内容设计要突出精简性、学科性、普及性和灵活性的特点，帮助学习者在原先教学设计的基础上，融入技术知识应用，解决教学重难点问题。TPACK 是整合技术与学科教学的知识，注重技术知识（TK）在教学内容（CK）设计和教学法（PK）的融合，TPACK 要求培训者关注学习者的学科背景和教学特点，支持以技术知识（TK）的掌握为纽带促进学科教学（PCK）的信息化，深化学习者对信息技术理论和实践的理解。TPACK 能力是研究设计的最终目标，实现它的三个基本要素 TK、CK 和 PK 在教学实践中的相互作用，即 TCK、PCK、TPK、TPACK 能

力的增强。

本研究选取实验对象的均为一线初中数学教师，目前他们教学年级均为初中二年级，使用的教材是人民教育出版社的《数学（八年级上）》，教材的教学内容（CK）涵盖五个章节，分别是三角形、全等三角形、轴对称、整式的乘法与因式分解、分式。除教材教学内容外，教师会领导初中生复习从前学过的数学知识，例如数据分析和处理。其中三角形、全等三角形与轴对称章节属于图形与几何，引导初中生探索单个图形的内部关系和不同相似图形的联系；整式的乘法与因式分解和分式属于函数与代数，这要求初中生认识和理解字母代数式的数量关系；数据分析和处理属于概率与统计，这要求初中生对数据的分类方法有一定了解。这三大数学模块都要求初中生运用自己的直观想象和抽象思维能力解决问题，但传统教学难以利用板书和教具实现教学目标。网络画板技术可以根据教学目标快速构建合适的几何图形和代数方程，锻炼初中生的数学思维和数学眼光。

本研究的教学设计以 TPACK 理论为指导，以网络画板为开发平台，结合八年级数学学科内容和教师信息技术应用能力培养要求，分析重组教学内容，以案例教学和项目式教学为教学方法，根据网络画板的功能划分和 TPACK 要素划分，由简单到复杂，将教学案例分为准备篇、基础篇、提升篇和实践篇。首先，初步了解网络画板的特征，掌握网络画板的安装、资源下载及上传、储存和分享功能；其次，掌握编辑界面不同模块的基础功能，在画布上制作符合项目要求的作品；最后，利用网络画板的多种功能设计进行教学设计，并将其应用到实践中解决实际问题。具体教学内容如表 5.1 所示。

表 5.1 网络画板应用教学内容

模块	项目名称	学习内容	TPACK 元素
准备篇	项目一 网络画板小妙用	1.了解网络画板在数学教学中的应用实例，学习网络画板的基本功能和实践效果； 2.认识网络画板软件安装、资源下载及上传、案例搜索、储存和分享功能； 3.掌握图片、音频的导入方法； 4.编辑界面不同工具栏对应的功能。	TK
	项目二 文本与数学公式的书写	1.掌握网络画板的文本功能； 2.掌握数学等式的创建功能； 3.学会数学公式的输入与输出。	

模块	项目名称	学习内容	TPACK 元素
基础篇	项目三 三角形边长大小比较	1.掌握在网络画板编辑界面线段工具、多边形工具和智能画笔工具的使用; 2.学习利用网络画板完成圆形的制作,掌握绘制圆形的两种方法; 3.实现比较三角形三条边长的项目目标。	TCK TK CK
	项目四 几何图形平移	1.了解网络画板中线段平移的功能; 2.学习利用网络画板选中多个线段平移的方法; 3.掌握图形平移的功能; 4.实现通过平移图形制作花纹的项目目标。	
	项目五 坐标系的创建	1.了解利用网络画板创建坐标系的方法; 2.掌握标记坐标系中各个点的坐标位置功能; 3.实现在坐标系里比较几何图形面积和边长大小的项目目标。	
提升篇	项目六 制作全等三角形	1.了解如何利用网络画板测量一条线段的长度; 2.学会利用网络画板测量一个角的角度; 3.掌握测量一个三角形边长和角度的方法; 4.实现设计两个完全相似的几何图形的项目目标。	TPK TK PK
	项目七 轴对称	1.了解利用网络画板创建平行线的方法; 2.学会绘制三角形中垂线和高线的方法; 3.掌握绘制角平分线的方法; 4.设计能够体现轴对称知识点的几何图形。	
	项目八 二次函数图像的绘制与解析	1.了解网络画板函数图像工具组的功能; 2.学会绘制正比例函数、反比例函数与二次函数的图像; 3.掌握在函数图像上设置动点的技巧。	
实践篇	项目九 因式分解我最“形”	1.综合使用学习的网络画板技能,结合学科内容,以“数形结合”思想为指导,围绕初中二年级“因式分解”知识点进行教学内容设计; 2.在教学实践中使用设计的作品,配合使用教学策略帮助学生理解因式分解的原理,提升学生的数学思维。	CK TK PK TCK TPK PCK TPACK
	项目十 最短路径怎么找	1.自行设置真实的问题情境,构想解决该问题使用的数学模型; 2.完成作品制作,并在其中包含至少两种数学解题思路,同时具备一定的可行性。	

续表 5.1 网络画板应用教学内容

模块	项目名称	学习内容	TPACK 元素
实践篇	项目十一 自由创作	1.挑选人教版初中二年级的数学知识,挖掘合适的教学方法和教学策略,充分利用网络画板的功能,设计教学过程; 2.根据教学设计完成知识点教学,分析教学的收获和问题,对项目进行再设计。	CK TK PK TCK TPK PCK TPACK

四、教学评价分析

教学评价是依据教学目标对教学过程及结果进行价值判断并为教学决策服务的活动,是对教学活动现实的或潜在的价值做出判断的过程。根据教学目标、教师(培训者)观念与学习者观念的不同,教学评价的方式和侧重点也各有不同。本研究以学习者的网络画板作品和数学教学实践结果为导向,以循证理念为评价标准,侧重学习者 TPACK 能力的培养。本研究以 TPACK 能力量表、项目活动分析表、技术应用记录表、视频分析和访谈分析相结合的方式,关注学习者技术掌握与迁移的效果,从而判断课程设计的合理性和有效性,为之后的深入研究奠定基础。

(一) TPACK 能力测量表

目前,TPACK 研究领域,Schmidt 等人开发的“职前教师教学和技术知识调查”^[57]量表是得到研究界普遍认可并被广泛使用的 TPACK 能力调查量表,该量表围绕 TPACK 涉及的 TK、PK、CK、TCK、TPK、TPK、TPACK 七个要素设计题项,涵盖数学、社会、文学和科学四大学科的题目。本研究以“职前教师教学和技术知识调查”量表为基础进行改编(附录 B),根据研究目的删除了文学和社会的相关题项,加大数学学科的题项比重,共计 27 道题目,包括 TK、PK、CK、TCK、TPK、TPK、TPACK 七个模块,采用李克特五级量表法评分,满分 135 分,得分越高代表 TPACK 能力越强,不同模块的分数越高代表对应的能力要素越强。

（二）项目作品分析表

借鉴马灵学者设计的基于过程性评价的多媒体作品评价量规^[66]，本研究对学习者的项目作品从实用性、科学性、技术性、艺术性、创造性五个维度进行评价。在实用性维度，作品能用于数学学科的教学实践，解决真实教学问题。在科学性维度，作品设计的逻辑表达条理清晰，内容与数学概念和定理保持一致，体现一定的数学思想。在技术性维度，作品应符合具有技术含量，学习者能熟练使用各项功能实现作品的设计功能。在艺术性维度，作品外观设计要美观大方，符合人们视觉认知规律。在创造性维度，作品具有独具匠心的设计，能体现学习者对技术和数学知识的思考。项目作品分析表的评价主体由自评、学习者互评和教师评价组成。作品分析表既是判断培训效果的一个重要依据，也是培训者改进培训内容，调整培训方式的重要证据来源。

（三）技术行为应用记录表

本研究借鉴蓝曦学者设计的信息化教学环境教学课例评价量规^[65]，以及 Learma^[67]，GrriA.Langry^[68]设计的量表，从 CK、TK、TPK、TCK、TPACK 五个 TPACK 维度的评价参训教师的教学实践。最终量表的设计在不同维度的题项数目 CK 维度有 2 个，TK 维度有 3 个，TPK 维度有 3 个，TCK 维度有 3 个，TPACK 维度有 3 个。每个维度中的题项的评价值分为五个等级，为非常符合，符合，基本符合，不符合，非常不符合，非常符合为 5 分，其余以此 4、3、2、1。技术行为应用记录表既是判断培训效果的一个重要依据，也是培训者改进培训内容，调整培训方式的重要证据来源。

（四）基于 TPACK 的 iFIAS 参训教师教学实践视频分析

本研究从参训教师的课堂教学视频中按照接受培训的不同阶段排列，在培训前期和后期两个阶段的视频中各自抽取包含函数与代数、图形与几何、概率与统计的部分课堂教学视频进行分析研究（课堂情况如表 5.2 所示），6 节课堂的教学均在多媒体支撑的环境下进行，并为教师提前准备好黑板、投影仪、计算机、教具、扩音器等，每节课的标准上课时间参照本校的优质课要求为 40 分钟，具体上课时间视真实教学情况而定。

表 5.2 教师课堂基本情况

时间阶段	所属类别	教师	课堂名称	学生人数	录制视频时长
前期	函数与代数	A	因式分解	58	45 分 27 秒
	图形与几何	B	角的内外角和	62	48 分 05 秒
	概率与统计	C	数据的分析处理	47	40 分 47 秒
后期	函数与代数	D	一次函数	49	42 分 14 秒
	图形与几何	E	角平分线性质	64	40 分 13 秒
	概率与统计	F	随机事件与概率	55	41 分 29 秒

本研究借鉴方海光等学者设计的改进型弗兰德斯互动分析系统 (iFIAS)^[69], 该系统在弗兰德斯互动分析系统 (FIAS) 的基础上添加技术和师生互动维度的编码设计 (附录 F), 将受训教师教学实践的实录视频以 3s 一次的频率对师生的课堂活动进行取样编码, 并结合杨竹对中学教师课堂教学中主要使用的 TPACK 知识的描述^[70], 将整个教学过程划分为课堂行为维度、媒体技术维度、TPACK 维度 (如表 5.3 所示)。其中, 课堂行为维度包括教师行为、学生行为、沉寂这三个角度的 12 种编码, 媒体技术维度包括教师使用技术和学生使用技术这 2 种编码, TPACK 维度包括 CK、TK、PK、TCK、TPK、PCK、TPACK 这 7 种编码。根据以上维度对教师教学视频进行编码处理, 从而形成课堂观察记录表, 比照弗兰德斯互动分析系统的常模数据分析受训教师的 TPACK 能力发展状况, 并以此为证据改进下一阶段培训的内容与方向。其中, 课堂行为维度的教师行为包括接收情感、鼓励与表扬、采纳意见、提出封闭式或开放式问题、讲授、指令、批评或维护教师权威 (编码 1-编码 7); 学生行为包括被动应答、主动应答或主动提问、与同伴讨论 (编码 8-编码 10); 沉寂维度包括无助于教学的混乱、有益于教学的沉寂 (编码 11-编码 12); 媒体技术维度包括教师使用技术、学生使用技术 (编码 13-编码 14)。视频编码分析既是判断培训效果的一个重要依据, 也是培训者改进培训内容, 调整培训方式的重要证据来源。

表 5.3 基于 TPACK 的 iFIAS 编码

维度	分类	编码	内容
课堂行为	教师行为	1	接收情感
		2	表扬或鼓励
		3	采纳学生观点

续表 5.3 基于 TPACK 的 iFIAS 编码

维度	分类	编码	内容
课堂行为	教师行为	4.1	提问开放型问题
		4.2	提问封闭型问题
		5	教授
		6	指令
		7	批评或维护教师权威
	学生行为	8	学生被动应答
		9.1	学生主动应答
		9.2	学生主动提问
		10	与同伴讨论
	沉寂	11	无助于教学的混乱
		12	有益于教学的沉寂
媒体技术	技术	13	教师操纵技术（教师应用多媒体技术辅助教学）
		14	学生操纵技术（学生应用多媒体技术进行学习）
TPACK	核心要素	CK	教师关于学科内容的知识
		PK	教师关于教学法的知识
		TK	教师关于技术的知识
	复合要素	TPK	整合技术的教学知识
		TCK	整合技术的学科内容知识
		PCK	学科教学法知识
		TPACK	整合技术的学科教学知识

（五）访谈分析

本研究基于学习者的培训学习体验和实践经历进行访谈调查，了解学习者对培训效果和教学实践的主观感受，记录他们在网络画板学习和应用时遇到的困难和解决方案、对学科技术应用的想法、对未来数学学科数字化的期望等。

第二节 《三角形边长大小比较》项目设计与实施

一、教学设计

表 5.4 《三角形边长大小比较》教学设计

项目名称	《三角形边长大小比较》		
学科	信息技术	授课时长	2 学时
教学对象分析			
根据课前学情分析，得知学习者（受训教师）对网络画板工具的功能有基本了解，已经初步掌握了网络画板编辑界面的使用方法，学会了网络画板的文本功能，但是对如何精准构建多边形和圆形这类几何图形不够熟悉，对智能画笔的使用方法缺少练习。平面几何图形是初中数学教学的重点，而三角形更是帮助学习者建立数形结合思想的关键道具，同时三角形三边长的比较也是初中数学教学的一个重点，因此学习者需要加强对几何图形快速绘制的能力。			
教学内容分析			
学习利用网络画板工具绘图工具栏和构造工具栏中线段、多边形与圆形的绘制功能，是网络画板技能学习掌握的基础功能，对网络画板工具的学习和数学知识的设计有重要作用。为了方便学习者理解项目设置的含义，深化对学科知识与技术知识结合的理解，教师专门选取三角形三边长的比较这个初中数学知识点作为项目主题，帮助学习者掌握网络画板工具的相应功能。			
教学目标分析			
一、知识与技能			
（1）认识绘图工具栏和构造工具栏中线段工具、多边形工具、圆工具与智能画笔的功能特点（TK）；			
（2）理解绘图工具栏和构造工具栏中线段工具、多边形工具、圆工具与智能画笔的基本使用方法（TK）；			
（3）掌握使用绘图工具栏和构造工具栏中线段工具、多边形工具、圆工具与智能画笔快速绘制平面几何图形的技巧（TK）。			
二、过程与方法			
（1）教师（培训者）创设具体的情境，讲解、演示“三角形边长大小比较”案例，鼓励学习者从案例中提取关键问题进行拆解分析，将问题解决的步骤与网络画板功能的学习结合起来；			
（2）学习者根据教师的演示对项目进行设计，以任务驱动为导向，生成项目方案；			
（3）学习并运用绘图工具栏和构造工具栏的工具完成项目，创作项目作品，实现三角形边长知识与网络画板技术的结合（TCK）。			
三、情感态度与价值观			
（1）学习者通过项目式学习掌握技术的知识与实践，提升自我效能感；			
（2）学习者在案例分析和项目实施过程中获得自主探究能力；			
（3）学习者的自我学习能力、问题解决能力和 TPACK 能力得到提升。			
教学重难点			
教学重点	三角形与圆形的绘制；运用绘图工具栏完成项目制作		
教学难点	利用圆形绘制功能实现三角形边长的比较		
教学准备			

1. 器材准备

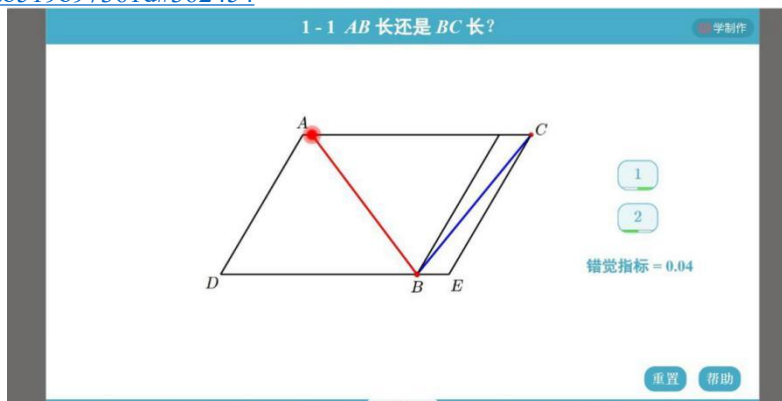
台式电脑 X1、投影仪 X1

2. 案例准备:

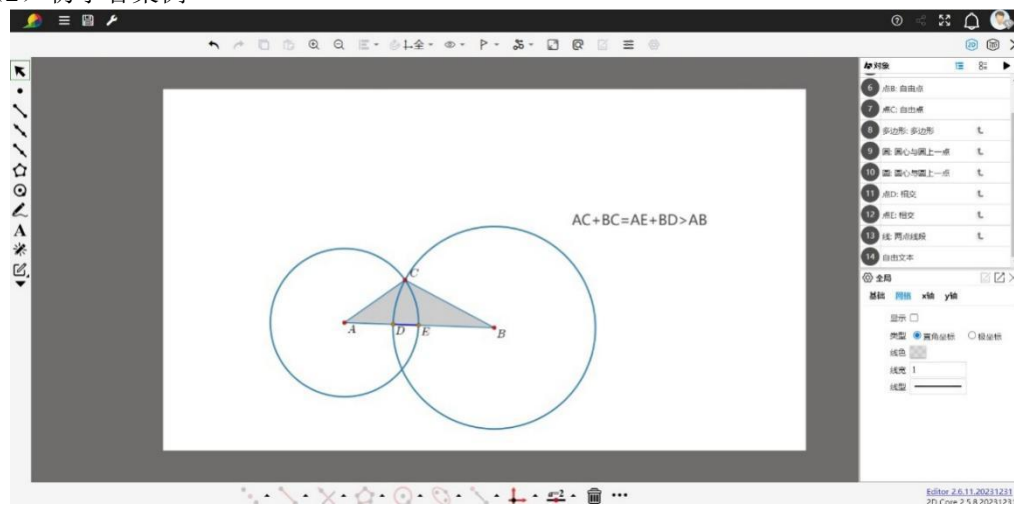
查找网络画板团队制作的精品资源, 获得比较三角形边长大小的专家案例, 根据专家案例使用的主要技术功能 (三角形与圆形的绘制功能), 在网络画板资源库中检索 “三角形的三边关系” “三角形”, 搜集适合学习者的初学者案例。

(1) 专家案例: 《AB 长还是 BC 长?》

https://www.netpad.net.cn/presentationEditor/presentationPlay.html?pack_id=15b75dda-f1b4-4100-9a54-ab519b97361d#362454



(2) 初学者案例



教学设计环节

教学环节	教师活动	学习者活动	设计意图
展示案例 创设情境	1. 展示专家案例《AB 长还是 BC 长?》, 表现网络画板工具的动态几何图形绘制功能; 2. 激发学习者思考: 这种效果是怎样实现的? 如果是我, 该如何设计图形来比较三角形边长大小?	1. 观看专家案例, 并在计算机上亲手进行案例演示, 总结该案例具备的几何元素; 2. 分析如果是自己会如何设计这个知识点的呈现; 2. 初步构想方案设计, 设想达成方案会	通过演示学习者熟悉的学科内容, 激发学习者的学习热情, 鼓励学习者通过技术知识 (TK) 掌握实现学科内容知识 (CK) 的呈现。

		用到的功能模块。	
提出项目 分解问题	1.组织学习者进行思考探讨,让学习者分析达成项目目标所需要学习的技术功能; 2.引导学习者开展头脑风暴,设想自己能运用这些功能完成的任务。	1.学习者积极调动已有的知识经验,对项目的完成有初步构思; 2.想象并阐述自己将如何在数学教学实践中使用这些技术功能。	通过学习者头脑风暴将技术学习与实践应用(TCK)(TPK)紧密结合在一起,提升学习者的探究能力。
方法引导 资源支持	1.教师根据学习者的任务需要讲解绘图工具栏和构造工具栏中线段工具、多边形工具、圆工具与智能画笔的基本使用方法,鼓励学习者使用不同工具绘制几何图形; 2.在学习者对网络画板功能进行自我探究时,提供初学者案例,降低学习者的学习压力。	1.学习者在观看教师演示后积极尝试网络画板各种工具的使用,初步掌握几何图形的绘制; 2.遇到困难时主动向教师寻求资源帮助,了解与自己经验类似的学习者是如何处理困难的。	培养学习者的信息技术使用能力,促使学习者思考技术在学科教学(TPACK)中的作用和使用方式。
实时反馈 调整模型	观察学习者的项目进度,在学习者遇到瓶颈时或项目出现问题时及时反馈,帮助学习者优化作品模型。	根据教师的反馈及时调整自己的设计,并记录自己设计修改的思路。	锻炼学习者的反思能力,帮助学习者养成改进数字化资源的习惯。
总结经验 评价作品	1.通过项目作品分析表的五个维度对学习者的作品进行评价; 2.回顾总结项目设计过程中涉及的技术知识与数学学科知识,引导学习者将所学应用到实践中。	1.对照项目作品分析表对自己的作品进行评价,了解自己下一步的学习方向; 2.回顾自己所学的知识与技能,思考如何将这此知识加工后投入数学教学实践。	培养学习者的自我反思能力,关注学习者的专业发展。收集作品数据作为证据,以改进下次教学。

二、教学实践

(一) 展示案例,创设情境

教师演示专家案例《AB长还是BC长?》,将网络画板项目学习主题引入课堂。“请各位思考一下,这种效果是怎样实现的?”学习者通过讨论思考得出结论:案例是通过几何图形的展示实现线段的比较效果。教师进一步引导提问“应该使用网络画板中的哪些工具达成效果?”学习者回答“应该使用多边形工

具”，由此引发学习者的学习需求：“多边形工具的哪些功能可以满足问题解决的需要？我该如何学会使用它们？”进而让学习者探索选择工具，试验选择的工具能否实现要求。

（二）提出项目，分解问题

教师根据项目的情况组织学习者进行思考探讨，让学习者分析达成项目目标所需要学习的技术功能：我需要使用多边形工具制作哪些几何图形？我能否采用跟案例演示不同的设计来实现比较三角形边长的需求呢？引导学习者开展头脑风暴，设想自己能运用这些功能完成的任务。

（三）方法引导，资源支持

教师仔细讲解绘图工具栏和构造工具栏中线段工具、多边形工具、圆工具与智能画笔的基本使用方法，指出绘图工具栏中多边形工具（如图 5.1 所示）的使用是基于连点成线的原理绘制，而构造工具栏中多边形工具（如图 5.2 所示）的使用是通过选择两个点构造定边数的正多边形的方式制作多边形。绘图工具栏和构造工具栏的圆形绘制原理也同多边形工具一样，绘图工具栏是在确定圆心的基础上绘制圆形，而构造工具栏则是确定两点后以这两个端点构成的线段为半径绘制。

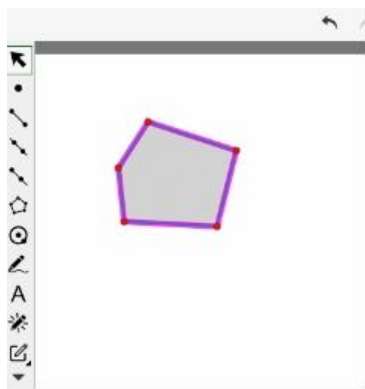


图 5.1 绘图工具栏制作多边形

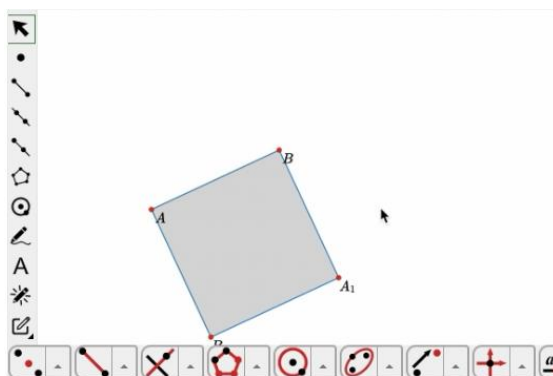


图 5.2 构造工具栏制作多边形

当学习者在探索中陷入困难时，教师根据网络画板资源库中搜集的相关资源提供案例给予学习者资源支持，帮助学习者解决困难，完成项目设计。

（四）实时反馈，调整模型

学习者将关于技术的新知识与已有数学知识进行整合重构，在教师引导下，设计出与专家案例和初学者案例不同的作品，并在项目产出的作品中解释自己的创造思路（如图 5.3 所示）。可以看出，与案例中体现的直接观察图形大小不同，这位学习者的设计思路是以网格为单位长度，将原本的图形问题转化为数量问题，通过勾股定理计算三角形边长，从而发现边长之间的数量关系。

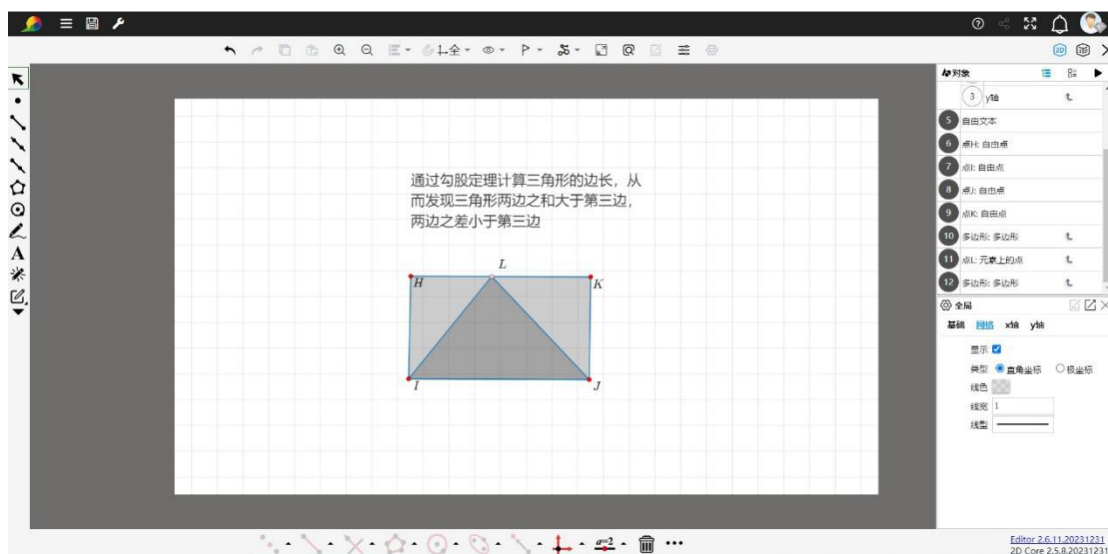


图 5.3 学习者完成的项目设计

（五）评价作品，总结经验

教师通过项目作品分析表的五个维度对学习者的作品进行评价，指出学习者存在的问题和取得的进步。同时，教师通过对比项目作品分析表的数据变化获得学习者的学习证据，结合收集的专家证据（专家案例），调整之后的教学内容。在教师引导下，学习者回顾总结项目设计过程中涉及的平面几何制作知识与三角形边长知识，思考如何将所学的技术应用到数学教学过程中，培养整合技术与数学知识的意识。在项目实施过程中，通过解决问题，学习者建立起技术应用与数学学科沟通的桥梁，实现整合技术的学科教学能力的提升，同时学会用反思的眼光看待自己的学习成果，并在此基础上不断更新原有知识体系，提升数字素养。

三、教学反思

本次教学设计主要围绕着技术知识（TK）的学习拓展整合技术的学科知识（TCK），激发学习者的学习兴趣，发展学习者的 TPACK 能力。教学内容选择“三角形边长比较”知识点的原因是为了与学习者的教学实践相吻合（人教版初中二年级数学的第一单元是三角形内部关系），最大限度调动学习者的主观能动性，用学习者熟悉的数学知识给陌生的技术知识的习得提供附着点，使学习者深刻理解网络画板“多边形工具”的便利性与泛用性。学习者在模仿专家案例的研究过程中，依照自己的学科经验对相同的知识点进行思路创新，创作出截然不同的项目作品，这正体现了本课程的学科性与创造性。学习者的案例分析能力、问题分解能力、学科知识表征能力与创新能力都在项目式学习中得到锻炼，学习者初步感知如何自主整合技术与学科知识，但是由于时间因素，本次课程没有对网络画板“多边形工具”的实践应用进行进一步探讨，学习者的迁移能力还没有得到充分的锻炼。

根据本次培训收集的项目作品证据和学习者（受训教师）的学习表现，研究者发现学习者的技术知识（TK）获得一定增长，已经能够根据数学知识点的特征主动尝试设计网络画板资源，这说明整合技术的学科知识（TCK）能力得到发展。这说明采用项目式教学的方法，引导学习者分析专家案例和初学者案例有助于学习者 TPACK 能力的发展，这种培训形式可以作为一种实践证据投入下一次培训中，研究者应继续按照该模式进行培训，精心设计适合的项目主题，在锻炼学习者技术应用的同时，激发他们的技术创新的积极性。

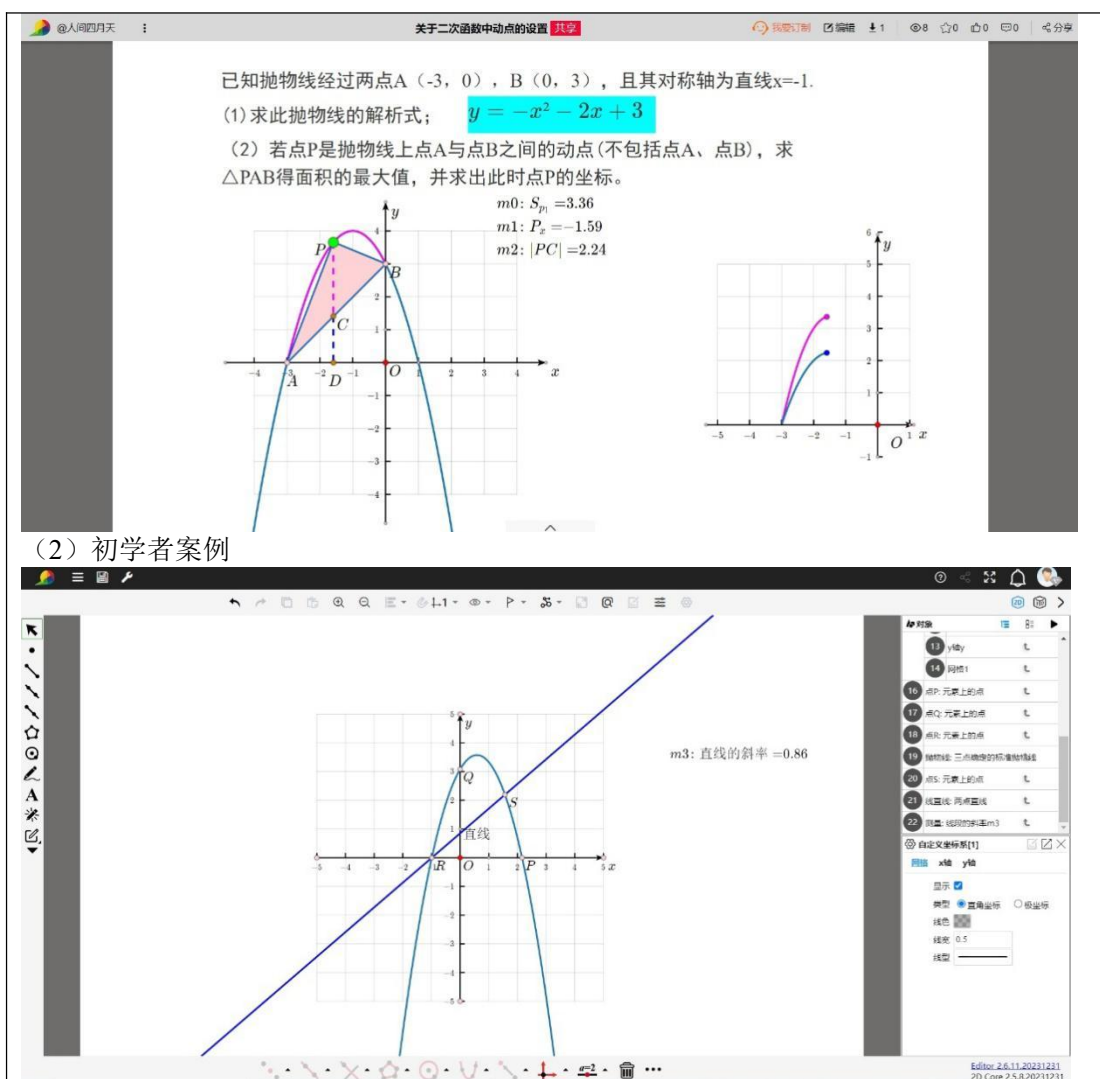
第三节 《二次函数图像的绘制与解析》项目设计与实施

一、教学设计

表 5.5 《二次函数图像的绘制与解析》教学设计

项目名称	《二次函数图像的绘制与解析》		
学科	信息技术	授课时长	2 学时
教学对象分析			
学习者对网络画板工具的坐标系功能有基本了解，已经初步掌握了设置全局坐标系与自定义坐标系的方法，学会了调整坐标系大小与单位的功能，但是对如何根据函数表达			

式构建函数图像不够熟悉，对函数图像工具的使用缺少认识和实践。	
教学内容分析	
学习利用网络画板函数图像工具组功能绘制函数图像，函数功能是网络画板技能学习掌握的重要功能，对网络画板工具的应用和数学函数与代数知识的设计有重要作用。函数是初中数学教学的难点，因为它既有代数的数量关系，也反应几何的图形关系，是培养初中生数形结合思想的重要工具。因此，函数图像的绘制教学应引导学习者掌握初中数学常见的正比例函数、反比例函数、一次函数与二次函数的绘制与函数表达式的编辑。为了方便学习者理解项目设置的含义，深化对学科知识与技术知识结合的理解，教师专门选取《二次函数绘制与解析》这个初中数学知识点作为项目主题，帮助学习者掌握网络画板工具的相应功能。	
教学目标分析	
一、知识与技能 (1) 认识函数图像工具组的功能特点 (TK); (2) 理解函数图像工具组中正比例函数、反比例函数、一次函数与二次函数的表达式书写与绘制方法 (TK); (3) 使用函数图像工具组设计数学习题 (TCK)。 二、过程与方法 (1) 教师创设具体的情境，讲解、演示“二次函数绘制与解析”案例，鼓励学习者从案例中提取关键问题进行拆解分析，将问题解决的步骤与网络画板功能的学习结合起来 (TK) (CK); (2) 学习者根据教师的演示对项目进行设计，以任务驱动为导向，生成项目方案 (TCK); (3) 学习并运用函数图像工具组完成项目，创作项目作品 (TPACK)。 三、情感态度与价值观 (1) 学习者通过项目式学习掌握技术的知识与实践，提升自我效能感; (2) 学习者在案例分析和项目实施过程中获得自主探究能力; (3) 学习者的自我学习能力、问题解决能力和 TPACK 能力得到提升。	
教学重难点	
教学重点	函数表达式的编辑功能掌握; 函数图像创建
教学难点	函数图像上动点的设置; 运用函数绘制功能设计能用于教学的项目作品
教学准备	
1.器材准备	
台式电脑 X1、投影仪 X1	
2.案例准备	
(1) 专家案例:《二次函数绘制与解析》 查找网络画板团队制作的精品资源, 获得比较二次函数图像绘制的专家案例, 根据专家案例使用的主要技术功能 (函数图像的创建功能、函数表达式的编辑功能), 在网络画板资源库中检索 “二次函数” “二次函数的定义”, 搜集适合学习者的初学者案例。 https://www.netpad.net.cn/resource_web/course/#/242221	



(2) 初学者案例

教学设计环节			
教学环节	教师活动	学习者活动	设计意图
展示案例 创设情境	1.展示专家案例《二次函数绘制与解析》，表现网络画板工具的函数绘制功能和函数上动点的设置功能； 2.激发学习者思考：这种效果是怎样实现的？如果是我，该如何构建函数图像模型来描述该数学问题？	1.观看专家案例，并在计算机上亲手进行案例演示，总结该案例能够实现的功能； 2.分析如果是自己会如何设计这个知识点的呈现； 2.初步构想方案设计，设想达成方案会用到的功能模块。	通过演示学习者熟悉的学科内容，激发学习者的学习热情，鼓励学习者通过技术知识（TK）掌握实现学科内容知识（CK）的呈现。
提出项目 分解问题	1.组织学习者进行思考探讨，让学习者分析达成项目目标所需要学习的技术功能；	1.学习者积极调动已有的知识经验，对项目的完成有初步构思； 2.想象并阐述自己将如	通过学习者头脑风暴将技术学习与 实践 应用（TCK）（TPK）

	2.引导学习者开展头脑风暴,设想自己能运用这些功能完成的任务。	何在数学教学实践中使用这些技术功能。	紧密结合在一起,提升学习者的探究能力。
方法引导 资源支持	1.教师根据学习者的任务需要讲解函数图像工具组中正比例函数、反比例函数、一次函数与二次函数的表达式书写、绘制方法和函数图像动点的设计,鼓励学习者使用不同工具绘制函数图像,并根据需要设计动点; 2.在学习者对网络画板功能进行自我探究时,提供初学者案例,降低学习者的学习压力。	1.学习者在观看教师演示后积极尝试网络画板各种工具的使用,初步掌握函数图像的两种绘制方法; 2.遇到困难时主动向教师寻求资源帮助,了解与自己经验类似的学习者是如何处理困难的。	培养学习者的技术使用(TK)能力,促使学习者思考技术在学科教学(TPACK)中的作用和使用方式。
实时反馈 调整模型	观察学习者的项目进度,在学习者遇到瓶颈时或项目出现问题时及时反馈,帮助学习者优化作品模型。	根据教师的反馈及时调整自己的设计,并记录自己设计修改的思路。	锻炼学习者的反思能力。
总结经验 评价作品	1.通过项目作品分析表的五个维度对学习者的作品进行评价; 2.回顾总结项目设计过程中涉及的技术知识与数学学科知识,引导学习者将所学应用到实践中。	1.对照项目作品分析表对自己的作品进行评价,了解自己下一步的学习方向; 2.回顾自己所学的知识与技能,思考如何将这些知识加工后投入数学教学实践。	培养学习者的自我反思能力和实践操作能力,关注学习者的专业发展。收集作品数据作为证据,以改进下次教学。

二、教学实践

(一) 展示案例,创设情境

教师演示专家案例《二次函数绘制与解析》,将网络画板项目学习主题引入课堂。“这是初中数学中一道典型的函数考试题,请各位思考一下,呈现在网络画板上的函数图像与呈现在黑板板书上的图像有哪些地方不同?”学习者通过观察和上手操作,整合自己的学科知识,得出“与传统板书相比,网络画板上函数的动点设计能够清晰的展示 $\triangle PAB$ 的面积是PC长度的三分之二(三角形共边定理),同时也能清晰反映在 $x \in [-3,0]$ 的区间中,PC的长度呈现先增后减的趋势”的结论。教师进一步引导提问,应该使用网络画板中的哪些工具可以达成

上述效果？引导学习者回顾已有知识，引发学习函数图像工具组和函数上动点设置的需求，由此引发学习者的学习需求：“函数图像工具的哪些功能可以满足问题解决的需要？我该如何学会使用它们？”进而让学习者探索函数图像工具，试验选择的工具能否实现要求。

（二）提出项目，分解问题

教师首先要求学习者思考案例的文字部分，根据题干描述得知：题干一开始并未给出函数解析式，只是给出二次函数的两点坐标与对称轴信息，在此基础上要求计算出函数解析式。学习者根据题干分析发现，使用网络画板绘制函数图像可能会面对两种情况：（1）知道二次函数解析式，直接根据函数表达式创建图像；（2）知道二次函数的特殊点，不知道函数解析式，间接通过三点坐标确定二次函数图像。由此，学习者明确自己需要掌握两种函数图像构建方法的学习目标，激发学习兴趣。

（三）方法引导，资源支持

教师仔细讲解函数图像工具组的功能，向学习者演示输入函数表达式绘制二次函数图像（如图 5.4 所示）和通过创建三个直角坐标点（如图 5.5 所示）构建二次函数图像（如图 5.6 所示）的方法。



图 5.4 使用函数表达式绘制函数图像



图 5.5 创建直角坐标点



图 5.6 利用三个坐标点绘制二次函数图像

当学习者在探索中陷入困难时，教师提供初学者案例给予学习者资源支持，帮助学习者解决困难，完成项目设计。个别学习者在完成项目设计时指出，自己在设置函数动点时发现问题（如图 5.7 所示）：自己设计的动点 P 可以在 $x \in [0, 1]$ 区间移动，与案例展示的动点 P 只能在 $x \in [-3, 0]$ 区间移动不符合。通过教师引导（提示学习者分析对象列表），学习者发现问题存在的原因：案例设计了两个相同的函数图像，其中一个函数图像的 x 轴区间范围为 $[-3, 0]$ ，而动点 P 是这个区间上的函数元素点，因此只会在 $x \in [-3, 0]$ 区间可移动。根据自己的探索发现，学习者深化了对网络技术画板的理解，对自己的作品进行改进与提升。

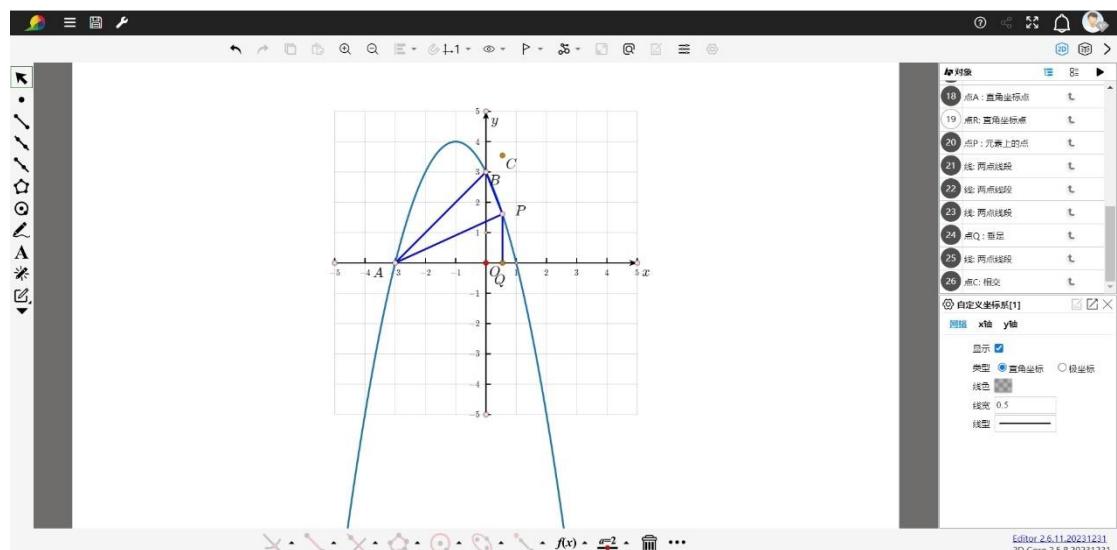


图 5.7 学习者出现的问题

（四）实时反馈，调整模型

学习者将关于技术的新知识与已有数学知识进行整合重构，在教师引导下，设计出与专家案例和初学者案例不同的作品，并在项目产出的作品中解释自己的创造思路（如图 5.8 所示）。可以看出，该学习者在专家案例的原有基础上将三角形元素单独提取出来，方便他人理解三角形面积变化的规律。

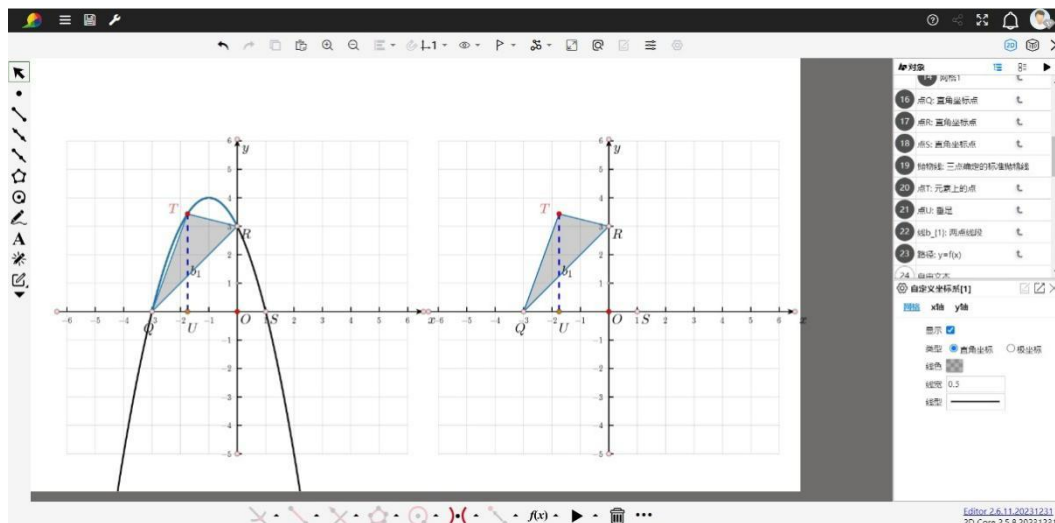


图 5.8 学习者完成的项目设计

（五）评价作品，总结经验

教师通过项目作品分析表的五个维度对学习者的作品进行评价，指出学习者存在的问题和取得的进步。在教师引导下，学习者回顾总结项目设计过程中涉及的函数图像制作知识与函数解析式求解知识，思考如何将所学的技术应用到数学教学过程中，以及自己想要继续了解的网络画板功能。在项目实施过程中，学习者建立起技术应用与数学学科沟通的桥梁，同时学会用批判的眼光看待自己的学习成果，并在此基础上不断更新原有知识体系，提升数字素养。

三、教学反思

本次教学设计主要围绕着技术知识（TK）的学习拓展整合技术的学科知识（TCK），激发学习者的学习兴趣，发展学习者的 TPACK 能力。教学内容选择“二次函数”知识点的原因是为了与学习者的教学实践相吻合，最大限度调动学习者的主观能动性，用学习者熟悉的数学知识给陌生的技术知识的习得提供附

着点,使学习者深刻理解网络画板“函数图像工具组”的便利性与泛用性。学习者在模仿专家案例的研究过程中,依照自己的学科经验对相同的知识点进行思路创新,创作出截然不同的项目作品,这正体现了本课程的学科性与创造性。学习者的案例分析能力、问题分解能力、学科知识表征能力与创新能力都在项目式学习中得到锻炼,学习者初步感知如何自主整合技术与学科知识。

根据本次培训收集的项目作品证据、学习者(参训教师)的技术应用表现和学习者近期的教学实践视频分析,研究者发现学习者的整合技术的学科内容(TCK)能力获得显著增长。部分学习者已经能在教学实践中使用技术顺利实现自己的教学策略,说明学习者整合技术的教学法(TPK)能力得到发展。这说明在项目式教学的基础上,使用与初中数学情境高度相关的专家案例能有效提升学习者技术学习的积极性和教学实践的创新性,有助于学习者 TPACK 能力的发展,这可以作为一种实践证据投入下一次培训中,研究者应继续按照该模式进行培训,精心挑选适合的专家案例,在锻炼学习者技术应用的同时,激发他们的学以致用热情。

第四节 《因式分解你最“行”》项目设计与实施

一、教学设计

表 5.6 《因式分解你最“行”》教学设计

项目名称	《因式分解你最“行”》		
学科	信息技术	授课时长	2 学时
教学对象分析			
学习者对网络画板工具的功能有比较深刻的了解,已经熟练掌握了网络画板各类功能,但是对网络画板在数学教学实践的锻炼不够熟悉,因此本次教学设计要引导学习者充分发挥自己学习的网络画板技术知识,基于数学学科“数形结合”的学科思想,根据项目主题和自己的教学经验进行项目设计,并将项目设计的成果直接投入到实践教学中。			
教学内容分析			
《因式分解你最“行”》案例旨在激发学习者的创造能力与整合技术、学科知识与教学策略能力,学习利用网络画板工具完成问题分析、项目设计与实施。本次教学不仅要求学习者构思如何呈现因式分解的等式,还要求学习者发动头脑风暴,结合自己的实践经验,将因式分解这个知识点相关的整式乘法相结合,设计出可以用于真实的数学教学实践的方案。			
教学目标分析			
一、知识与技能			

(1) 认识如何在 PPT 中添加网络画板插件 (TK);			
(2) 理解网络画板标记点、线段、图形的使用方法 (TK);			
(3) 掌握使用网络画板制作因式分解知识点的教学技巧 (TCK) (TPK)。			
二、过程与方法			
(1) 教师创设具体的数学教学情境, 鼓励学习者思考在真实的数学教学环境下自己需要进行的准备, 从教材中提取关键知识点, 对知识点的问题进行拆解分析, 将问题解决的步骤与网络画板功能的应用结合起来 (TK) (CK);			
(2) 学习者根据教师的演示对项目进行设计, 以任务驱动为导向, 生成项目方案 (TCK);			
(3) 根据前几次项目设计的技术行为分析表和项目作品分析表总结经验与教训;			
(3) 学习并运用网络画板工具完成项目, 创作项目作品 (TPACK)。			
三、情感态度与价值观			
(1) 学习者通过项目式学习掌握技术的知识与实践, 提升自我效能感;			
(2) 学习者在案例分析和项目实施过程中获得自主探究能力;			
(3) 学习者的自我学习能力、问题解决能力和 TPACK 能力得到提升;			
(4) 学习者反思自己的学习经验总结实践证据, 提升自己的循证能力。			
教学重难点			
教学重点		用网络画板对因式分解知识点的呈现	
教学难点		将代数计算与几何图形相结合呈现知识点, 并使其适配真实数学课堂环境	
教学准备			
1.器材准备			
台式电脑 X1、投影仪 X1			
2.教材准备: 人教版《初中二年级数学 (上册)》			
教学设计环节			
教学环节	教师活动	学习者活动	设计意图
展示案例创设情境	1.展示这次教学的项目主题, 并向学习者提供相应教材; 2.激发学习者思考: 使用网络画板对因式分解的知识点设计可以从教学过程的哪些环节入手? 在不同教学阶段, 知识点的呈现有哪些特点?	1.观看教材中因式分解、分式运算和整式运算的内容, 思考如果自己来设计整节课, 会将网络画板技术在情境引入、回顾旧知、学习新知、测验巩固这些环节中应当如何使用; 2.初步构想方案设计, 设想达成方案会用到的功能模块。	通过演示学习者熟悉的学科内容, 激发学习者的学习热情, 鼓励学习者通过技术知识 (TK) 掌握实现学科内容知识 (CK) 和教学策略 (PK) 的呈现。做到真正掌握整合技术的学科教学知识 (TPACK)。
提出项目分解问题	1.组织学习者进行思考探讨, 让学习者分析达成项目目标所需要学习的技术功能; 2.引导学习者开展头脑风暴, 设想自己能运用这些	1.学习者积极调动已有的知识经验, 对项目的完成有初步构思; 2.想象并阐述自己将如何在数学教学实践中使用这些技术功能, 以实	通过学习者头脑风暴将技术学习与实践应用 (TCK) (TPK) 紧密结合在一起, 提升学习者

	功能完成的任务。	现一次完整的教学实践。	的自主探究能力。
方法引导 资源支持	1.教师根据学习者的任务需要讲解如何将网络画板技术与其他教师常用技术（PPT）相结合； 2.在学习者对网络画板功能进行自我探究时，提供初学者案例，降低学习者的学习压力。	1.学习者在观看教师演示后积极尝试将网络画板导入 PPT，并设计网络画板需要呈现的内容； 2.遇到困难时主动向教师寻求资源帮助，了解与自己经验类似的学习者是如何处理困难的。	培养学习者的信息技术综合能力，促使学习者思考不同技术融合在学科教学（TPACK）中的作用和使用方式。
实时反馈 调整模型	观察学习者的项目进度，在学习者遇到瓶颈时或项目出现问题时及时反馈，帮助学习者优化作品模型。	根据教师的反馈及时调整自己的设计，并记录自己设计修改的思路。	锻炼学习者的反思能力与语言表达能力。
总结经验 评价作品	1.通过项目作品分析表的五个维度对学习者的作品进行评价； 2.回顾总结项目设计过程中涉及的技术知识与数学学科知识，引导学习者将所学应用到“整式的乘法与因式分解”这一章节的教学中。	1.对照项目作品分析表对自己的作品进行评价，了解自己下一步的学习方向； 2.回顾自己所学的知识与技能，思考如何将这些知识加工后投入数学教学实践。	培养学习者的自我反思能力和实践操作能力，关注学习者的专业发展。收集证据，以便改进下次教学。

二、教学实践

（一）展示案例，创设情境

教师展示人教版《初中二年级数学（上）》中“整式的乘法与因式分解”一章的知识点，将本次教学的项目主题引入课堂。与之前先给出技术目标，让学习者探索技术的应用不同。此次课堂教学中，教师强调学习者对知识点的技术设计和教学应用，让学习者构想将网络画板技术应用于一节真实数学课的教学设计应该是什么样的。教师突出问题引导学习者，“一节课的教学设计包括情境导入、回顾旧知识、梳理新知识与课堂练习四个流程，如何将网络画板应用在这四个流程中，展现因式分解的性质与特点呢？”由此，学习者开始思考因式分解知识点对应的数学内容、展现方式与常见习题，并以此为基础考虑网络画板的教学实践。

（二）提出项目，分解问题

教师引导学习者思考“整式运算与因式分解”中整式运算与因式分解两个教学重点的关系，学习者根据自己的学科知识迅速指出整式运算与因式分解的联系在于：（1）整式运算是因式分解的基础，因式分解是一部分整式运算的简化；（2）它们都是基于多项式进行的代数运算。整式运算与因式分解的区别在于：（1）整式运算是加法运算，因式分解则将一个多项式分解成几个整式的积；（2）整式运算将多项式作为一个整体，探讨多项式的外部关系，因式分解展现一个多项式的内部各元素的计算关系。

学习者通过分析可以发现：整式运算是一般的多项式计算，因式分解是特殊的多项式自我分解，从整式运算到因式分解的教学过程，正是从整体到部分、从一般到特殊、从加法到乘法的知识演化。因式分解“加法变乘法”的特殊性决定了它适合用几何图形面积公式来呈现。由此，学习者在使用网络画板技术时就有了设计方向。

教师在此时向学习者演示在 PPT 中导入网络画板资源的方法（如图 5.9 所示），让 PPT 技术与网络画板技术结合在一起，便于学习者进行教学设计和实践。



图 5.9 PPT 加载网络画板资源

（三）方法引导，资源支持

教师引导学习者分析网络画板网站资源社区中有关“整式运算”的资源设计，向学习者演示在数学教学过程不同阶段网络画板的应用方式（如图 5.10），启发学习者获得设计灵感。

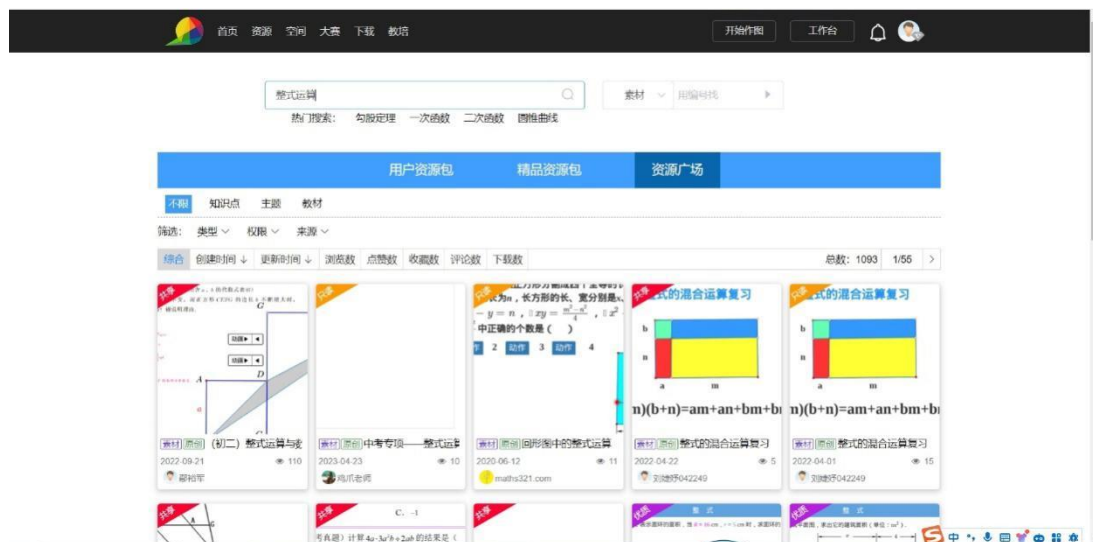


图 5.10 网络画板资源界面

当学习者在探索中陷入困难时，教师提供给予学习者技术资源支持和指导，帮助学习者解决困难，完成项目设计。学习者选取完全平方公式作为因式分解的知识点引入，并运用代数计算与几何图形相结合的角度，用矩形面积之和对表示完全平方公式内容，表现了代数与几何的联系（如图 5.11 所示）。

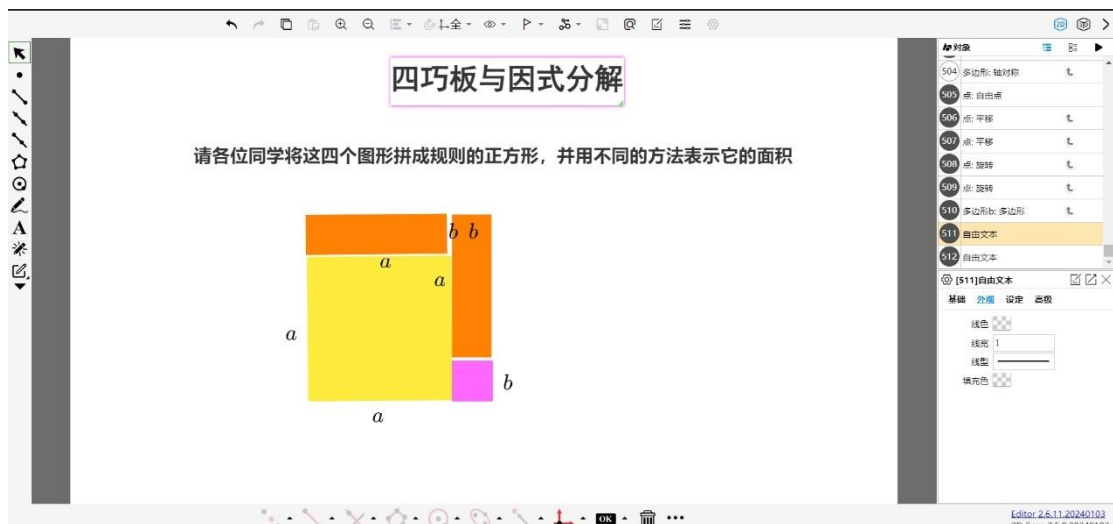


图 5.11 学习者制作的完全平方公式知识点

（四）实时反馈，调整模型

学习者将关于技术的新知识与已有数学知识进行整合重构，在教师引导下，设计出与关于“因式分解”教学的数学教案，并在教案中标注网络画板技术的用

途。第一位学习者在教案设计情境导入环节运用网络画板的多边形工具和文本工具来创设教学情境，而在旧知识的回顾与新知识讲解环节使用传统的板书。第二位学习者在课堂练习环节使用网络画板的文本工具和动作显隐功能进行习题设计。第三位学习者在情境导入环节使用文本功能，在新知识的完全平方公式和平方差公式的展示时使用几何工具。由此可见，不同学习者对于同一数学知识点的设计理解有许多不同。教师在观察学习者的表现后给予指导，对学习者教学设计中网络画板技术各功能的应用效果和视觉效果给出建议，帮助学习者改进作品。

（五）评价作品，总结经验

培训者通过项目作品分析表的五个维度对学习者的作品进行评价，指出学习者存在的问题和取得的进步。在其引导下，学习者回顾总结项目设计过程中涉及的技术知识的应用效果，改进作品，并在教学实践中进行应用。在一段时间技术的应用后，学习者填写技术行为应用分析表，对网络画板技术的使用效果进行多维度的自我分析。在将项目作品投入数学教学实施过程中，学习者从整体上对技术、教学知识与教学方法的统合有实践性的认识，并在此基础上发展自身的 TPACK 能力，提升数字素养。

三、教学反思

本次教学设计主要围绕着技术知识（TK）的应用统一整合技术的学科知识（TCK）与整合技术的教学方法（TPK），从而实现 TPACK 能力各方面的协调发展。《因式分解你最“行”》作为网络画板技术培训课程的实践篇的教学案例，在课程设计方面主要是为了让学习者真正将技术、学科内容与教学方法放在同一框架内进行整合设计，引导学习者运用多种信息技术完成知识点的教学设计，体验完整的“技术工具引入——学科知识重组——教学策略选择——完成教学设计——进行教学实践——获得评价”的过程。

根据本次培训收集的项目作品证据、学习者（受训教师）的技术应用表现和学习者近期的教学实践视频分析，研究者发现学习者的整合技术的学科内容（TCK）、整合技术的教学法（TPK）能力和整合技术的学科教学（TPACK）能力获得显著增长。这说明以项目式教学为方法，以根据案例为引导，以学习者个体经验（项目作品分析表、技术行为应用表、教学实践视频）作为实验性

证据改进培训的培训模式对 TPACK 能力的提升有显著效果，说明循证教育理念对参训教师 TPACK 能力培训有一定促进作用。

第六章 基于循证理念的教师 TPACK 能力培训效果分析

第一节 数学教师 TPACK 能力测量结果与分析

一、信效度检验

（一）信度检验

研究使用 SPSS 分析工具，对数学教师 TPACK 能力测量量表进行信度检验，以验证量表的稳定性与可靠性，信度检验结果如表 6.1 所示。信度值系数 Cronbach α 为 0.869，大于 0.8，校正项与总计相关性均大于 0.4，说明研究数据信度质量较高，研究结果可信，可以进行下一步分析。

表 6.1 数学教师 TPACK 能力测量量表信度分析结果

名称	校正项总计相关性(CITC)	项已删除的 α 系数	Cronbach α 系数
CK	0.635	0.852	0.869
TK	0.722	0.838	
PK	0.748	0.838	
TCK	0.713	0.840	
TPK	0.680	0.852	
PCK	0.615	0.860	
TPACK	0.505	0.867	

（二）效度检验

本研究使用效度分析，判断收集的定量数据的研究项设置的合理性。效度分析结果如表 6.2 所示。由分析可知：KMO 值=0.805 (>0.6)，同时所有项的对应的共同度均大于 0.4。此外，5 个因子的方差解释率（旋转后）分别是 20.229%，20.146%，17.591%，14.216%，3.542%，旋转后累计方差解释率为 75.725% ($>50\%$)。这说明量表的数据信息可以被有效提取，且具备良好的效度。

表 6.2 数学教师 TPACK 能力测量量表效度分析结果

名称	因子载荷系数					共同度(公因子方差)
	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4	因子 5	
Q1	-0.012	0.173	0.781	0.102	0.068	0.656
Q2	0.304	0.123	0.752	0.199	-0.048	0.714
Q3	0.231	0.378	0.665	0.178	-0.063	0.675
Q4	0.006	0.097	0.828	0.188	0.011	0.731
Q5	0.503	0.205	0.566	0.220	0.128	0.680
Q6	0.120	0.041	0.644	0.337	-0.181	0.577
Q7	0.333	0.484	0.235	0.489	-0.136	0.658
Q8	0.387	0.636	0.158	0.453	-0.205	0.826
Q9	0.338	0.708	0.137	0.203	-0.010	0.677
Q10	0.457	0.603	0.211	0.366	-0.239	0.808
Q11	0.701	0.374	0.187	0.310	-0.264	0.833
Q12	0.806	0.148	0.007	0.170	-0.000	0.700
Q13	0.847	0.154	0.104	0.319	-0.022	0.854
Q14	0.722	0.391	0.233	0.114	0.148	0.763
Q15	0.745	0.401	0.225	0.171	0.094	0.804
Q16	0.711	0.182	0.229	0.137	0.333	0.720
Q17	0.518	0.308	-0.089	0.268	0.613	0.819
Q18	0.193	0.845	-0.122	0.046	0.290	0.853
Q19	0.244	0.217	0.469	0.666	0.201	0.810
Q20	0.232	0.234	0.317	0.808	0.087	0.869
Q21	0.024	0.646	0.414	0.480	0.063	0.823
Q22	0.345	0.367	0.372	0.677	-0.105	0.862
Q23	0.381	0.206	0.268	0.718	0.140	0.795
Q24	0.148	0.808	0.329	0.194	0.017	0.821
Q25	0.324	0.669	0.299	0.226	0.114	0.706
Q26	0.331	0.419	0.538	0.418	0.051	0.752
Q27	0.323	0.618	0.389	0.117	0.094	0.660

续表 6.2 数学教师 TPACK 能力测量量表效度分析结果

名称	因子载荷系数					共同度(公因子方差)
	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4	因子 5	
特征根值(旋转前)	14.095	2.681	1.706	1.102	0.862	-
方差解释率%(旋转前)	52.204%	9.929%	6.318%	4.082%	3.191%	-
累积方差解释率%(旋转前)	52.204%	62.133%	68.451%	72.534%	75.725%	-
特征根值(旋转后)	5.462	5.440	4.750	3.838	0.956	-
方差解释率%(旋转后)	20.229%	20.146%	17.591%	14.216%	3.542%	-
累积方差解释率%(旋转后)	20.229%	40.376%	57.967%	72.183%	75.725%	-
KMO 值			0.805			-
巴特球形值			1580.711			-
<i>df</i>			351			-
<i>p</i> 值			0.000			-

二、测量结果分析

(一) 前测分析

通过《数学教师 TPACK 能力测量量表》(附录 B)对实验组和对照组进行测评,量表共计 27 道题目,包括 TK、PK、CK、TCK、TPK、TPK、TPCK 七个模块,采用李克特五级量表法评分,满分 135 分。在实验开始前针对实验组与对照组教师 TPACK 能力初始水平做差异性分析,研究数据的样本量为 30 (≤ 50),检验结果如表 6.3 所示。

表 6.3 实验前实验组与对照组的 TPACK 初始水平分析

名称	实验组		对照组		T	P
	均值	标准差	均值	标准差		
TK	2.6778	0.4331	3.0111	0.3738	0.733	0.395
TCK	3.0889	0.4458	3.1444	0.5229	0.450	0.505
TPK	2.9444	0.5258	2.8667	0.4342	0.415	0.522
TPCK	3.0111	0.4388	2.9556	0.5805	0.857	0.358

由表 6.3 可知,在实验开始前,通过运用独立样本 T 检验对实验组与对照组的测试结果 TK、TCK、TPK、TPCK 对比分析,发现实验组与对照组在 TK、TCK、TPK、TPCK 这四个维度的 P 值均大于 0.05。由此可得,在实验开始前,实验组与对照组的教师在 TK、TCK、TPK、TPCK 方面不具备显著差异,说明两组的 TPACK 能力水平相近,实验组与对照组符合教学实验的基本要求。因此,可以进行培训实验对实验组进行教学干预。

(二) 前后测分析

经过 20 课时的培训教学后,对实验组的 30 位数学教师再次进行量表测试得到的数据进行分析,通过配对 t 检验(表 6.4)可知,实验组在培训教学前后 TPACK 总体水平差异十分显著($t=-9.483, p<0.001$),而对照组 $p=0.053$,说明对照组的 TPACK 能力水平在此期间没有呈现出统计学意义上的差异性。

表 6.4 实验组与对照组前后测结果比较

组别	配对(平均值±标准差)		差值(前测-后测)	t	p
	前测	后测			
实验组	3.09±0.38	4.06±0.38	-0.98	-9.483	<0.001
对照组	3.09±0.2	3.11±0.21	-0.03	-1.220	0.053

对实验组总体水平的后测数据进行独立样本 t 检验,由表 6.5 数据分析可知,t 检验的显著性为 0.005 (<0.05),说明在培训教学展开后,实验组与对照组教师的 TPACK 能力水平有显著性差异,综上分析,可认为基于循证理念的 TPACK 能力培训模式对实验组教师的 TPACK 能力水平有明显促进作用。

表 6.5 实验组与对照组后测 TPACK 总体水平结果比较

		莱文方差等同性检验		平均值等同性 t 检验		
		F	显著性	t	自由度	p
总分	假定等方差	8.502	0.005	12.371	58	0.000*
	不假定等方差			12.371	45.953	0.000*

为了进一步分析 TPACK 能力在培训实践前后的提升情况,本研究对各维度的数据进行配对 t 检验(表 6.6),在培训实践开展后,实验组数学教师 TPACK 能力各维度都有长足的进步,实验组教师 TPACK 能力各维度中,技术知识(TK)维度提高了 1.40 分,教学法知识(PK)维度提高了 0.9 分,学科知识(CK)维度提高了 0.71 分,学科教学知识(PCK)维度提高了 0.69 分,整合技术的学科知识(TCK)维度提高了 1 分,整合技术的教学法知识(TPK)维度提高了 1.1 分,整合技术的学科教学知识(TPACK)维度提高了 0.95 分。在差异性分析上:实验组数学教师 TPACK 能力各维度前后测差异十分显著,各维度 P 值均小于 0.05,其中技术知识(TK)维度、整合技术的教学法知识(TPK)维度和整合技术的学科知识(TCK)维度差异最为显著,学科知识(CK)维度和整合技术的学科知识(TCK)维度以及整合技术的学科教学知识(TPACK)维度也有差异性变化。这说明实验组教师的 TK、TPK、TCK 的提升效果最明显,CK、TCK、TPACK 也有一定程度的提升。

表 6.6 实验组前后测 TPACK 各维度差值比较

	配对差值			t	p
	平均值	标准差	标准差平均值		
TK 前后测差值	-1.37900	0.72286	0.13198	-10.449	0.000*
PK 前后测差值	-0.90000	0.78565	0.14344	-6.274	0.000*
CK 前后测差值	-0.70833	1.77031	0.32321	-2.192	0.037
PCK 前后测差值	-0.68900	0.96313	0.17584	-3.918	0.000*

续表 6.6 实验组前后测 TPACK 各维度差值比较

	配对差值			t	p
	平均值	标准差	标准差平均值		
TCK 前后测差值	-1.00033	0.71133	0.12987	-7.703	0.000*
TPK 前后测差值	-1.10067	0.82640	0.15088	-7.295	0.000*
TPACK 前后测差值	-0.95500	0.61000	0.11137	-8.575	0.000*

综上,通过对数学教师 TPACK 能力测量量表的数据分析发现:与对照组比较,实验组的数学教师在前后测数据有显著差异,这说明基于循证理念的教师 TPACK 能力模式对初中数学教师 TPACK 能力的提升有促进作用。实验组教师在技术知识(TK)维度、整合技术的教学法知识(TPK)维度和整合技术的学科知识(TCK)维度有明显进步。

第二节 作品评价表的测量结果与分析

本研究依托作品评价分析表对学习者的网络画板项目设计作品进行评价,从实用性、科学性、技术性、艺术性、创造性五个维度展开,其中实用性要求作品反应主题的情境性、功能的实际性;科学性要求作品的设计内容能直观反应数学学科的教学内容、教学方法与教学思路,设计逻辑符合认知规律;技术性要求作品能使用多种网络画板功能完成作品制作,包含较为复杂的技术操作;艺术性要求作品能设计美观大方,符合视觉认知规律;创造性要求作品具有新颖性与原创性,突破传统教学理念。选取实验组的部分教师在项目三、项目四、项目五、项目六、项目七、项目九的评分表各维度取平均值,得到结果如下:随着培训的开展,实验组教师的网络画板作品在实用性维度发展迅速,尤其是项目七到项目九之间发展波动较大;在科学性维度发展稳中向好;技术性从项目三到项目四之间发展波动大,之后的项目则稳步前进;艺术性的发展良好;创新性变化较大。各维度发展情况如图 6.1 所示。

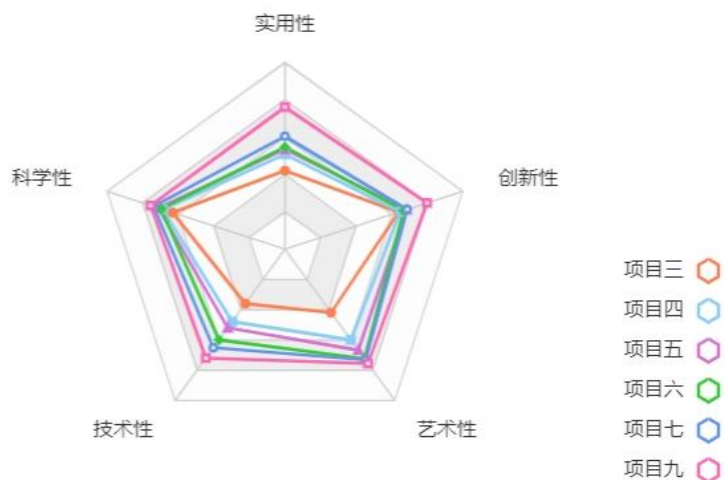


图 6.1 学习者多项目作业比较结果

综上，通过对培训期间学习者（受训教师）制作的作品分析发现：学习者在分析需求的解读能力和动手操作的实践能力上得到明显的发展与进步，不仅掌握了网络画板各类工具的技术使用技巧，而且在项目式学习和案例分析的过程中，能够综合运用技术知识与学科知识，制作能体现数学特点和数学规律的作品。学习者在项目式教学的指导下解决真实数字教学资源的设计问题，掌握网络画板技术的使用方法，能够将新技术应用于不同的教学情境中，提升学习者实施数字化教学的能力和知识迁移能力。在培训教学中设计的项目案例均来自数学教学情境的真实案例，学习者学习与实践的目标均指向现实的数学教学问题的解决与教学方式的创新。通过分析比较学习者的项目作品可以发现，学习者在后期项目作品设计时不再单纯对专家型案例中使用的技术进行解析和模仿，而是能积极运用“数形结合”“数学建模”“方程转化”等数学教学理念对知识点进行再加工，拓展知识的广度与深度，在代数、函数与几何图形之间建立联系，并用直观的方式表现出来，促进自己教学知识的融合能力发展。学习者在培训引导下通过作品分析表量化自己的发展水平，不断回顾自己项目实践的经验，将其总结为具体有效的证据，并应用在教学实施过程中。

第三节 基于 TPACK 的网络画板应用结果与分析

一、基于 TPACK 的网络画板应用结果

研究项目设计的实践篇项目涉及学习者（受训教师）的学科知识重组、网络画板技术制作、课件设计、实施教学、教案总结等环节，能够将学习者学科内容知识（CK）、教学法知识（PK）和技术知识（TK）的发展情况更好地表现出来，通过对学习者实际教学的课件分析和教案分析，了解其网络画板技术的应用情况和 TPACK 能力水平。依据《义务教育数学课程标准（2022 版）》，将课程内容的函数与代数、图形与几何、概率与统计、综合与实践四个数学领域下的教学主题供学习者进行选择，学习者在确定教学内容后运用培训学得的网络画板技术进行教学课件制作。学习者选择的主题有：式与数、方程与不等式、函数、图形的性质、图形的变化、图形与坐标、抽样与数据分析、随机事件的概率。根据学习者制作的课件中（如图 6.2、图 6.3 所示），从课件主题观察主要包括：余角与补角、多边形的内角和与外角和、对称性在最值中的应用、二次函数表达式、反比例函数、概率、三角形中位线、相似三角形、三角形的平移与旋转、黄金比例等内容。

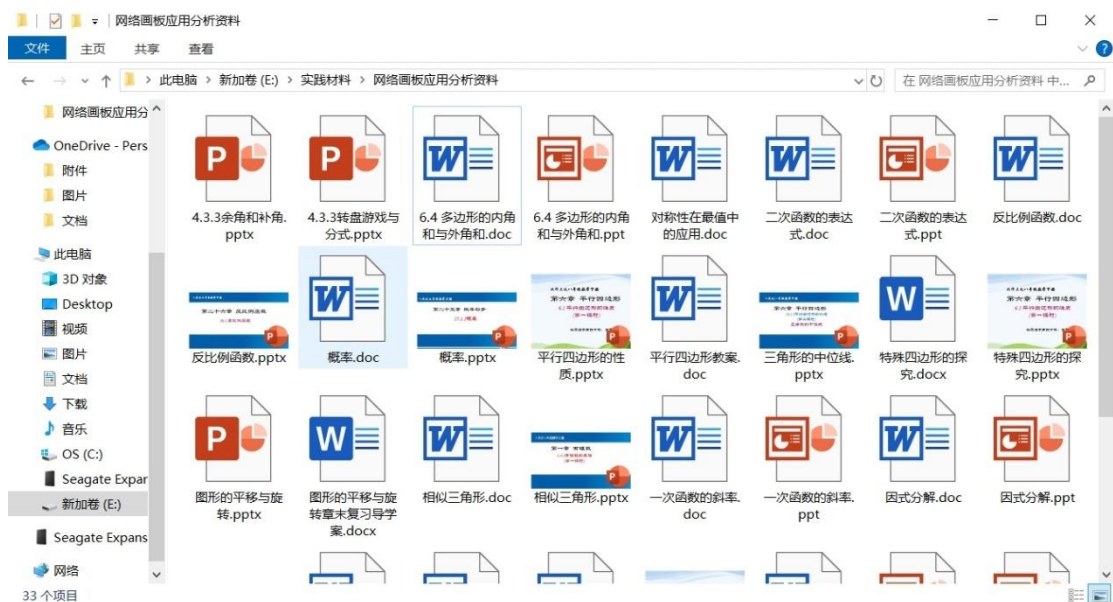


图 6.2 学习者在教学实践中应用的课件和教案

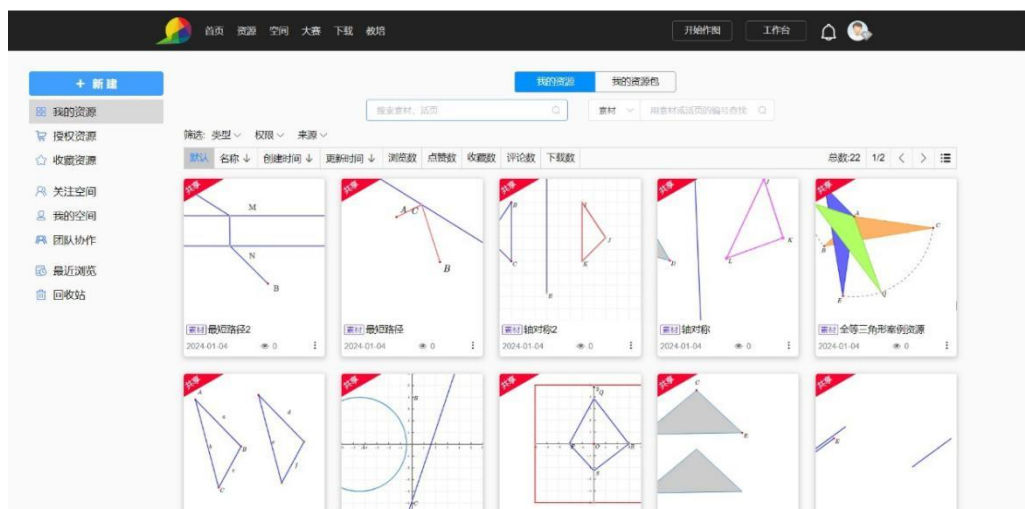


图 6.3 学习者在教学实践中设计和应用的网络画板资源

二、基于 TPACK 的网络画板应用效果分析

将不同内容的课件按照初中数学课程内容领域归类，每个领域随机抽取部分课件和与之对应的教案设计，参照技术行为应用量表（附录 D）对其进行 TPACK 结构分析，并按照量表描述打分得到五个，评价结果的平均值作为 TPACK 各维度的水平数值。其结果如表 6.7 所示：

表 6.7 实践成果评价

主题 领域		CK		TK			TPK			TCK			TPACK		
		I	II	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
函数与 代数	A	4.33	4.67	2.33	3.67	2.33	3.67	4	4.33	4.67	3.67	4.67	3.33	4	4.67
	B	4.33	5	4.67	3.33	2.67	3	4.33	4.67	3	4	4.67	3.67	5	4
	C	5	4.33	3.33	3.33	4	4.33	4	5	4.67	3.67	4.33	4.33	4.33	4.67
图形与 几何	D	5	4.67	4.33	3.67	4	3.33	4.33	3	5	5	4.33	4.67	4	3.33
	E	5	4	4.67	5	4.67	4.67	4.67	4.67	3.67	4	4	5	3.33	4.33
	F	4.67	4.67	3.67	4	4.33	3	3.67	4	3.67	4	3.67	4.33	5	3.67
概率与 统计	G	5	4	3.33	3	4.33	4.67	2.33	4	4.33	2.67	4.67	4	4	3.33
	H	4.67	3.67	3.67	3.33	4	3	3.33	3.33	3.33	3.67	3.67	3	3	2.33
	I	4.33	4.33	3.67	3	3.67	4	3.33	3	3.33	4	4.33	4	3.67	3
综合实 践	J	4	4	5	4.33	4.67	4.33	3	3	4	4.33	4.33	4	4.67	3
	K	3	3	4.33	3.67	4.33	3.67	3.67	4	5	3.67	3.67	4	5	4.33
	L	4	3.67	3	3	4.33	3.67	3	3.33	4	4.33	4.67	3	3.33	4.67

（一）函数与代数

在函数与代数为主题的教学实践中发现：学习者的学科内容知识（CK）水

平较高,数值都在 4 以上,这说明学习者的学科基础扎实,对数学知识的认识和理解较为深刻,能够根据初中数学课程标准设立的教学目标开展教学活动,但是技术知识(TK)的掌握不够稳固,仅有 2 个课件和教案设计的维度平均值达到 4,说明学习者在函数与代数内容的信息技术应用水平仍有较大的提升空间。而整合技术的学科内容(TCK)和整合技术的学科教学(TPK)的均值较高,尤其是 TPK 的 II、III 维度和 TCK 的 III 维度,数据均超过 4.33,这说明代数内容适合用信息技术的方式进行教学,学习者应继续探索信息技术对代数内容的数字化应用效果。

(二) 图形与几何

图形与几何主题是学习者测评成绩最突出的部分,一方面是因为图形与几何是初中数学教学的重中之重,学习者在接受培训前就具备使用信息技术进行几何教学的经验,因此能迅速掌握网络画板的几何工具的使用方法;另一方面,几何与图形的教学重视图形元素的呈现与几何的运动变换,适合用网络画板绘制静动态图形的功能表现,因此作品在 5 个维度均有较高的评价,CK、TK、TCK 的维度数值都超过 4,仅有 TPK 和 TPACK 维度的部分数值低于 3.67。这说明学习者对几何图形的知识内容理解深入,技术与教学内容进行融合的熟练度高,但是学习者还需要在整合技术的学科知识基础上进一步改进教学策略,找到适合的教学方法,达到提升效率的目的。

(三) 概率与统计

概率与统计主题在初中数学教学中占的比例较少,同时它的 TPACK 各维度得分相较函数与代数主题、图形与几何主题更低,说明学习者的 TAPCK 能力的表现在概率与统计内容不如其他数学内容。TPK 的 II 维度分别为 2.33、3.33、3.33,均低于 3.67,这说明学习者在当前信息技术的支持下应用教学策略影响教学效果的提升,学习者需要加强信息技术与教学实施的融合实践。

(四) 综合与实践

观察综合与实践主题的 TPACK 各维度数值,发现 CK 的平均数值明显低于函数与代数、图形与几何、概率与统计三类主题,这说明学习者对单一主题的学科内容知识(CK)掌握程度很高,但是在强调跨学科、重视多主题融合的综合实践活动中需要加强自己的综合性知识的掌握。学习者在 TK 方面反而比概

率与统计的数值表现好,尤其是 TK 的 III 维度,数值均超过 4,这说明在综合实践方面,学习者能有效使用各种信息技术手段制作精美课件,通过项目式教学的方法加深教学对象对数学概念的理解,提升数学知识综合应用的能力。

第四节 基于循证理念的教学实践结果与分析

一、基于循证理念的教学实践视频处理

本研究按照培训不同阶段的时间顺序,对参训教师的时长均为 40 分钟的教学实践过程进行完整的观察记录后,将录制视频进行 3s 一次的编码处理,得到课堂行为编码记录表,总计获得 4800 个编码结果(附录 G),并对每个编码结果所包含的 TPACK 要素进行判断和分类。研究进一步对六个课堂行为编码记录表进行汇总计算,得到课堂行为编码统计表(如表 6.8 所示)。表格中的序号代表视频时间的取样次数,编码代表课堂行为维度和媒体技术维度对应的编码值,TPACK 元素代表该次取样对应的 TPACK 维度。通过对三个维度的取样频次和时间分布范围的精确记录和统计,对教师在课堂上对教学内容的设计、教学策略的使用和各类技术的应用进行量化的数据处理,方便研究者能基于证据分析参训教师在实际教学过程中 TPACK 能力发展的情况。

表 6.8 教学视频编码片段

序号	开始时间	编码	TPACK 元素
1	00:03	6	PK
2	00:06	6	PK
3	00:09	5	TCK
4	00:12	5	TCK
5	00:15	5	TCK
6	00:18	5	PCK
7	00:21	5	PCK
.....			
800	60:00	6	PK

二、基于循证理念的教学实践视频结果分析

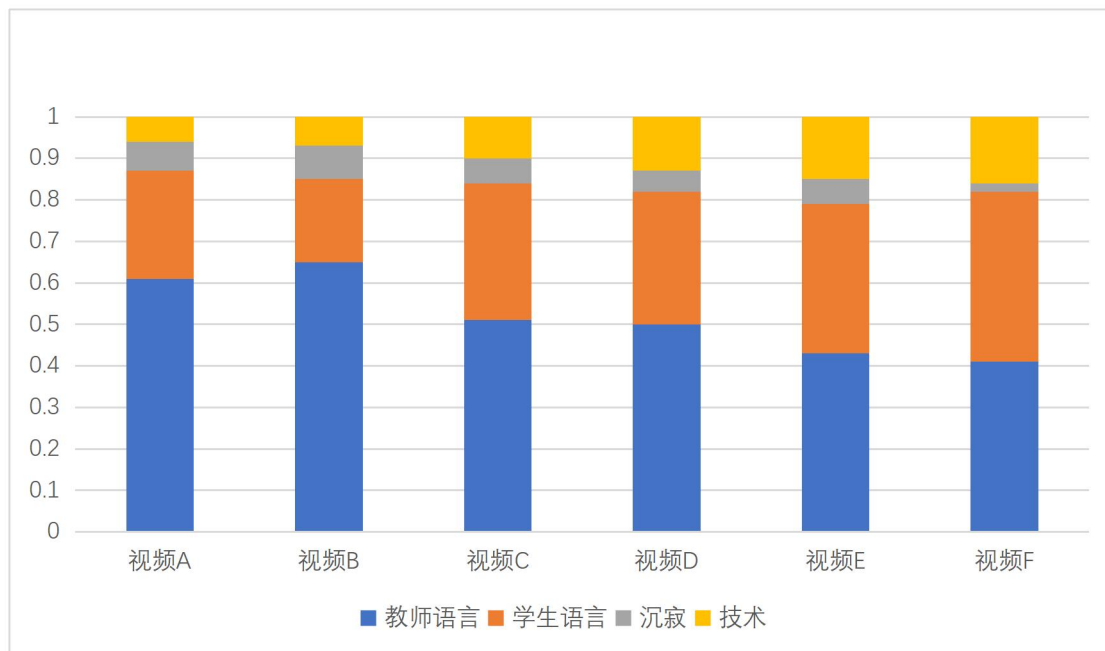


图 6.4 课堂结构图

从课堂结构的角度看（如图 6.4 所示），从视频 A 到视频 F，教师语言在课堂中所占的比例较低，学生语言和技术在课堂中所占的比例较高。视频 A 中，教师语言的比例为 60.87%，学生语言的比例为 25.57%。视频 F 中，教师语言的比例为 40.66%，学生语言的比例为 41.05%。这说明教师在经过相应的培训后教学策略发生转变，在教学实践中会有意识地控制讲授时间，保证学生有充足的时间自主探究学习内容，鼓励学生主动交流学习经验和情感体会，支持学生在数学学习有更大的主动性。教师在课堂中的地位从主导者渐渐转向引导者，课堂从传统的以教师为中心转变为以学生为中心。这说明教师的 TCK、TPK、PCK 能力获得发展。

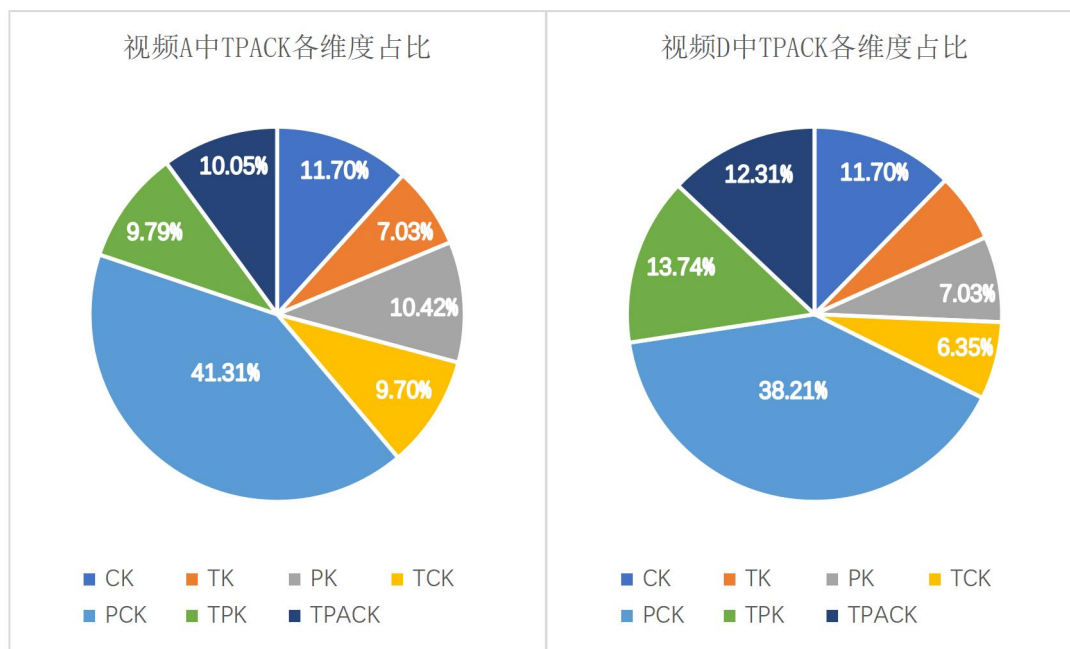


图 6.5 整节课堂 TPACK 要素频度占比

图 6.6 整节课堂 TPACK 要素频度占比

视频 A 与视频 D 均为函数与代数内容的教学视频，观察两者的课堂 TPACK 要素频度图（如图 6.5，图 6.6 所示），发现在 TPACK 各维度中，PCK 始终保持在 40% 左右的比例，这说明在当前初中数学课堂，整合学科内容的教学法（PCK）是课堂教学的核心内容之一，不会因信息技术的使用发生大的变动。CK、TK、PK 三类核心要素的总占比从 29.15% 下降到 24.39%，TCK、TPK、TPACK 三类复合要素的总占比从 29.54% 上升到 33.08%，这说明在初中数学关于函数与代数内容的课堂教学中，TPACK 能力的单一知识的使用变少，TCK、TPK、TPACK 这类复合知识使用增多，教师整合教学活动与技术手段的能力变强。尤其是整合技术的教学法（TPK）能力从 9.79% 上升至 13.74%，这说明教师将教学法知识与技术知识结合起来，激发学生的学习兴趣。TPACK 的占比也得到一定增加，这说明教师已经在有意识地尝试将 TK、CK、PK 三者结合起来进行实践。

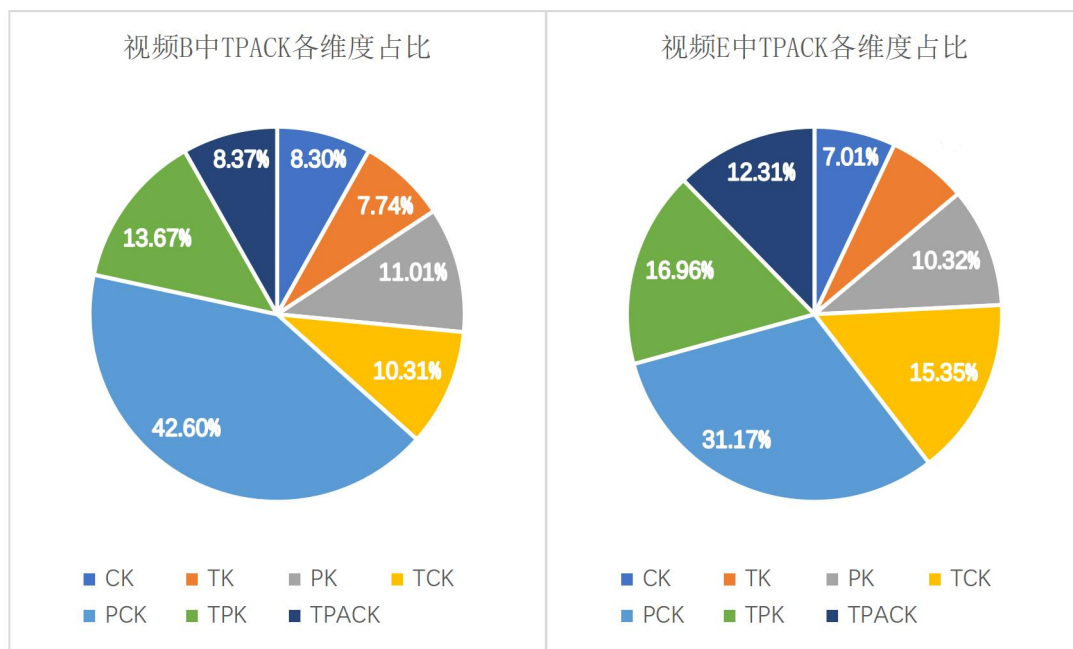


图 6.7 整节课堂 TPACK 要素频度占比

图 6.8 整节课堂 TPACK 要素频度占比

视频 B 与视频 E 均为图形与几何内容的教学视频，观察两者的课堂 TPACK 要素频度占比图（如图 6.7，图 6.8 所示），发现相较于函数与代数内容，图形与几何内容的教师 TPACK 能力变化更为明显，PCK 占比从 42.60% 下降至 31.17%，TPK 占比从 13.67% 上升到 16.96%，TCK 占比从 10.31% 上升到 15.35%，TPACK 占比从 8.37% 上升到 12.31%。说明在图形与几何教学中，教师注重技术与教学内容和教学方法的结合。接受过培训后，教师的 TPK、TCK、TPACK 应用能力会得到一定的提升，特别是 TCK 的提升，说明教师在课堂教学中有效应用信息技术手段或工具。

将图 6.7、图 6.8 与图 6.5、图 6.6 相比，从教学内容上看，比起函数与代数内容，图形与几何内容教学时教师的 TCK、TPK、TPACK 的占比更高，教师 TPACK 复合能力变化更为显著。这说明在实际的教学过程中，教师 TPACK 能力复合要素的应用会受到学科内容的影响。图形与几何内容注重具体数学图形的呈现，要求教师引导学生理解几何的位置关系与数量关系，适合用网络画板这样的动态化数学绘图工具进行教学。函数与代数内容偏重代数计算，虽然涉及函数图像的绘制，但作图需求远不如几何与图形。

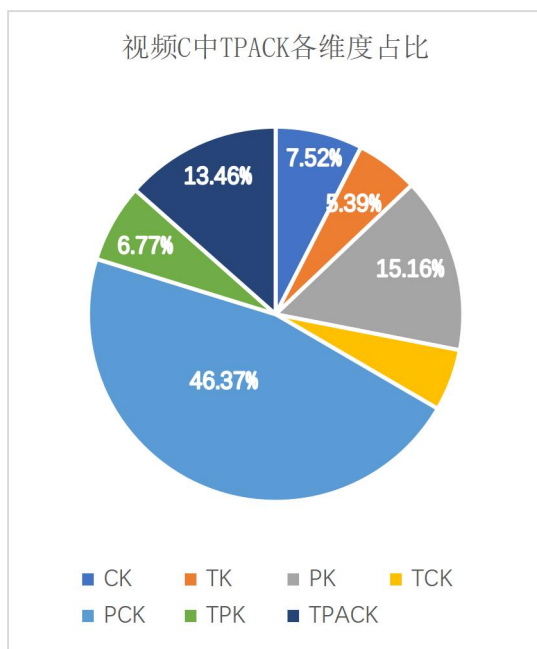


图 6.9 整节课堂 TPACK 要素频度占比

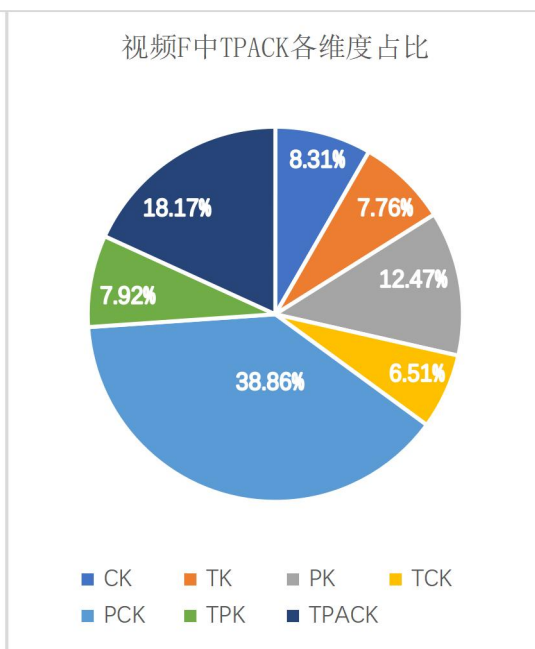


图 6.10 整节课堂 TPACK 要素频度占比

视频 C 与视频 F 均为概率与统计内容的教学视频，观察两者的课堂 TPACK 要素频度占比图（如图 6.9，图 6.10 所示），发现 PCK 占比从 46.37% 下降到 38.86%，CK 的占比从 7.52% 上升到 8.31%，TK 的占比从 5.39% 上升到 7.76%，PK 的占比从 15.16% 下降到 12.47%，这说明教师在进行概率统计内容的教学中，应用信息技术的频率上升，对教学策略的应用频率有所降低。在复合要素中，TPK 从 6.77% 上升到 7.92%，TCK 从 5.33% 上升到 6.51%，TPACK 从 13.46% 上升到 18.17%，TPACK 的进步最明显。这说明在概率与统计的教学活动中，教师的 TPACK 能力发展状况最好，TPK 与 TCK 发展较好。教师在经过一段时间的培训后，对技术、教学内容和教学策略的整合比较熟练，已经能够根据教学内容和与之相关的教学资源、工具手段综合设计教学过程。

从教学内容上看，将图 6.6、图 6.10 与图 6.5、图 6.6、图 6.7、图 6.8 相比，发现概率与统计内容相较函数与代数、图形与几何内容，TPK 和 TCK 的占比有所下降，说明教师还需要加强概率与统计内容教学的技术融合能力。

第五节 教师访谈结果与分析

一、教师访谈结果

研究对部分本次参与网络画板技术培训的教师进行访谈（访谈提纲见附录 E），访谈内容整理的结果如下：

A 教师表示，在未接触网络画板培训前的课堂教学中，她倾向选择提前在 PPT 课件上绘制几何图形和代数公式，如果遇到需要绘制复杂函数图像的情况，她会通过百度搜索引擎查找相关资源，并加入自己的课件设计中。以往的教学内容以教材标注的重难点为中心设计，采用教师 PPT 演示、黑板板书与口头讲解相结合的教学方式进行，虽然 PPT 课件具有动态演示的功能，但图形的变化僵硬呆板，无法吸引学生的兴趣，学生对数学概念的理解深化主要依靠教师讲解与习题练习，难以做到举一反三。以几何图形变换的轴对称为例，学生对轴对称的理解局限在书本给出的条件，教师轻微改动问题情境（例如过河路径问题），学生就无法识别问题所包含的数学情境，更无法建立数学模型。网络画板的学习有助于提升教师的学科教学能力和信息技术水平，一方面，网络画板工具的使用帮助教师重新构建数学内容，方便设计符合教学需要的素材；另一方面，网络画板的资源社区功能帮助教师观摩优秀的素材设计案例，并且它的对象列表功能可以清晰地向教师展示案例设计者使用的具体工具和设计思路，方便教师改进学习。将网络画板工具引入教学实践后，发现学生对数学难点问题（例如几何图形的动点问题）的解决能力获得提升，学习热情随之上升。此外，教师根据培训结果分析和教学视频反馈的证据改进制作的网络画板数字资源，使数字化能力得到提升。

B 教师表示，在传统教学中，教学的设计与实施有严格的限制，在课堂教学中分给每个知识点的时间是固定的，一旦想要加入教学大纲之外的知识点，教师就不得不压缩原先的教学空间，但是初中数学的许多内容衔接高中数学，如果教师不提前教授与高中数学相关的拓展类知识，学生未来的数学成绩就受到很大影响（“初中老师说高中数学会教，到了高中又说初中教过了，空缺的地方没人补。”）。网络画板多平台性和便捷性的特点为教师处理该类问题提供新思路，教师通过制作网络画板数字资源并将其上传至资源库，学生可以直接通过打开链接的方式查看资源，在网页端与资源内容直接互动。例如三角形的共

边定理和共角定理，这类定理虽然不在教学大纲中，但是掌握后可以极大提高学生的解题效率、减轻学生思考负担，因此教师设计定理相关的案例后，将其与相关习题共同发送到学生的移动终端上，帮助学生掌握新知识。通过参与网络画板的培训，提升了教师的备课效率和教学水平，教师可以在课余时间抽出更多时间学习新的信息技术、构思新的教学方法并用于实践，在解放学生课业负担的同时也解放了教师的创造力，切实提高了教师的 TPACK 能力。

C 教师表示，随着智能化时代发展的趋势，学校和其他教育管理部门支持教师尝试数字化教学工具，学校的名师工作室也经常组织新技术学习活动，作为数学教师也应当尽可能掌握不同功能的信息技术，将数字化教学的实践落到实处。但是除了学校教研组组织的教师培训，其他的技术学习途径并不容易找到。当前各类学科的数字化资源丰富，各种技术培训的视频与教程充斥在互联网的每一个角落，但它们的教学停留在技术学习上，很少涉及如何将技术与教学实践相结合。很多教师花费时间学习某项信息技术，但最后发现离实践应用还有很大的距离，久而久之，教师就丧失了学习的兴趣与信心。例如网络画板技术培训这种直接指向学科教学的技术培训对教师的促进是显而易见的，而且培训采用案例教学和项目式教学方式，因此教师有明确的目标导向，愿意投入时间和精力进行新技术的学习。此外，培训阶段对参训教师的作品反馈和证据整理也帮助她对自己的信息技术能力有更准确的认识，为她进行教学实践创新提供引导。但是，网络画板技术培训的单次时长过长，希望能进一步精简培训的教学内容，提高教学效率。

二、教师访谈结果分析

根据访谈结果可以看出：基于循证教育理念的教师 TPACK 能力培训活动切实提升教师整合技术的学科教学能力，培训采用项目式教学法，将学习任务分解，指导教师制作具有实用价值的项目作品，教师能够利用网络画板技术制作符合教学需要的数字资源并投入教学实施过程，根据培训结果分析和教学反馈作为改进教学的依据优化教学设计，提高教学效率，有利于学生理解数学概念、定理和规律，同时也促进教师 TPACK 能力的提升。

第七章 研究结论与展望

第一节 研究结论

本研究通过文献检索国内外研究现状,梳理教师 TPACK 能力的内涵与框架,结合循证教育理念,以网络画板为工具,构建基于循证教育理念的教师 TPACK 能力培养模式,依据模式设计培训实验,对实验结果采用量化分析和质性分析相结合的分析方法,得出研究结论如下:

首先,本研究对 TPACK 能力和循证教育的概念与内涵进行梳理分析,确定 TPACK 能力与循证教育在教学实践中结合的可行性。其次,本研究在文献综述和问卷调查的基础上,以 TPACK 能力理论、项目式学习理论、人本主义理论和教师专业发展理论为指导,构建基于循证教育理念的教师 TPACK 能力培养模式。模式按照网络画板资源准备、教师活动、学习者活动、TPACK 能力要素实践的流程实施培训活动,最终实现教师 TPACK 各维度能力的发展。最后,本研究根据构建的模式设计培训项目,并通过实验结果分析论证模式的科学性和有效性。研究发现,基于循证理念的教师 TPACK 能力培养模式对初中数学教师的 TPACK 能力有显著促进作用。尤其是教师的技术知识(TK)、整合技术的学科内容知识(TCK)、整合技术的学科教学知识(TPACK)能力均得到显著提升。此外,教师的教学实践结果也说明培训能促进教师在实践中整合技术与教学的能力,帮助教师改进教学策略,提高教学效率。

综上,基于循证教育理念的教师 TPACK 能力培养模式对教师 TPACK 能力发展有显著促进作用,模式的有效性得到验证。

第二节 研究不足

笔者针对初中数学教师 TPACK 能力的培养情况展开研究,但由于自身研究能力有限,且受到地域、时间等客观条件的限制,研究存在以下不足:(1)本研究针对的研究对象是河南省驻马店市的数学教师,样本数量较少,受地域影响因素较大,实践时间有限;(2)本研究涉及的初中数学课程教学内容及知识点没有做到全覆盖;(3)本研究主要针对教师对网络画板工具的应用,没有

探索其他技术工具的使用效果。

第三节 研究展望

本研究围绕基于循证教育理念的教师 TPACK 能力培养模式构建展开，基于上述研究的不足之处，希望未来能在以下方面开展研究：（1）扩大研究对象的范围和样本数量，延长实验的时间，争取将研究对象的地域扩展到省级地区，并设置多个实验组与对照组综合分析实验结果，收集更多的客观数据作为证据；（2）拓展研究的课程内容，探究初中三年数学各部分内容知识点如何与技术工具相结合；（3）在之后的培训教学中针对不同的信息技术工具进行分类探究，比较它们的特点和效果，既要重视信息技术与学科内容、教学方法的整合，也要关注不同信息技术配合使用的效果。

参考文献

- [1] 张进良.智能化:智能社会学校教育发展与变革的必然趋势[J].教育探索,2018(01):13-16.
- [2] 黄庆双.中小学教师 TPACK 转化为数字素养的作用机制研究:一个链式中介模型[J].现代远距离教育:2023:1-14.
- [3] 赵云建,许明雪,赵梓明.信息化创新课堂的实践诊断与优化之道——基于第十四届全国中小学创新课堂教学案例的分析[J].中国电化教育,2023(08):102-111+118.
- [4] 黄文敏.践行“四个理解”培育核心素养[J].中学数学教学参考,2022(29):16-18.
- [5] 任伟芳,偶伟国,龚辉等.“工具性理解”“关系性理解”和“创新性理解”[J].数学教育学报,2014,23(04):69-73.
- [6] 中华人民共和国教育部.教师数字素养[M].北京师范大学出版社,2022.
- [7] 中华人民共和国教育部.基础教育课程教学改革深化行动方案[N].光明日报,2023-06-06(008).
- [8] 中华人民共和国教育部.教育部关于实施全国中小学教师信息技术应用能力提升工程 2.0 的意见[J].中华人民共和国教育部公报,2019(03):60-64.
- [9] 柯政.教育科学知识的积累进步——兼谈美国教育实证研究战略[J].华东师范大学学报(教育科学版),2017,35(03):37-46+168.
- [10] 何志武.人本主义教育理论的主要观点及其应用[J].重庆科技学院学报:社会科学版,2010(11):181-182.
- [11] 胡艳,刘佳,赵兰,王红燕.教师教育领域的循证实践:价值与挑战[J].教师教育研究,2020,32(06):1-7.
- [12] Sackett D L, Rosenberg.Evidence based medicine: what it is and what it isn't[J].British medical journal, 1996, 312 (1): 71-72 .
- [13] Davies P.What is evidence-based education? [J].British journal of educational studies, 1999, 47 (2): 108-121.
- [14] Whitehurst G J. Evidence-based Education(EBE)[EB/OL]. <https://www2.ed.gov/nclb/methods/what-works/eb/edlite-slide001.html>,2002-10-08/2019-09-07.
- [15] Mishra,P&Koehler,M.J.Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge [J] .Teachers College Record, 2006(6): 1017-1054.
- [16] 段元美,闫志明,张克俊等.初中数学教师 TPACK 现状的调查与分析——以烟台市为例[J].现代教育技术,2015,25(04):52-58.
- [17] 田艳明.中学教师技术压力水平及其影响因素研究[D].华中师范大学,2018.
- [18] 冯仰存,吴佳琦,曹凡等.技术压力对教师数字化教学创新的影响研究——成长型思维、TPACK 的调节效应[J].中国远程教育,2023,43(06):29-38.
- [19] 李善良.关于数学概念表征层次的研究[J].数学教育学报,2005(04).
- [20] 张景中.重建三角,全局皆活——初中数学课程结构性改革的一个建议[J].数学教学,2006(10):2+1-4+20.
- [21] 陈平辉,王一定,刘艳玲等.教育科学研究方法[M].江西高校出版社,2018:294.

- [22] 邓敏杰,张一春,范文翔.美国循证教育的发展脉络、应用与主要经验[J].比较教育研究,2019,41(04):91-97.
- [23] Evidence-Based Medicine Working Group.Evidence-based medicine: :a new approach to the teaching of medicine[J].JAMA,1992,268(17):2420-2425.
- [24] Sackett,D L.,Straus,S.E.,et al.Evidence-based medicine:How to practice and teach EBM(2nd ed.) [M].London:Churchill Livingstone,2000.
- [25] 邓红,毛玉凤.循证医学理念对教育领域的影响与启示[J].伊犁师范学院学报(社会科学版),2014,33(02):118-122.
- [26] 杨文登.循证教育学理论及其实践——以美国有效教学策略网为例[J].宁波大学学报,2012,34(4):6-7.
- [27] Hitt, J. The year in ideas: A to Z:Evidence-based Medicine[N].The New York Times,2001-09-09.
- [28] Trinder L, Reynolds S. Evidence-based Practice:A Critical Appraisal[M].Oxford: Blackwell Science,2000:17
- [29] 美总统 2005 财年预算资助九大研发优先领域[DB/OL]. <http://www.szsmg.gov.cn/content.asp?id=5559>.2010-08-29
- [30] 中共中央,国务院.关于全面深化新时代教师队伍建设改革的意见[Z].2018-1-20.
- [31] 彭学军,高晓玲.“几何画板”在数学教学中的应用研究[J].四川教育学院学报,2003,(S1):9-10.
- [32] 徐素霞,徐丽芬.数学教学好帮手——Z+Z 智能教育平台之超级画板[J].现代教育技术,2006,(05):65-69.
- [33] 尹洁,侯小华.网络画板在高中函数教学中的应用[J].中国教育技术装备,2020,(13):36-37.
- [34] 马青. TPACK 视角下大学英语教师专业发展研究[J]. 华北水利水电大学学报(社会科学版), 2018, 34(03): 93-96.
- [35] 卢乃桂,钟亚妮. 国际视野中的教师专业发展[J]. 比较教育研究, 2006, 27(2): 71-76.
- [36] Koehler M J,Mishra P. What Happens When Teachers Design Educational Technology? The Development of Technological Pedagogical Content Knowledge[J]. Journal of Educational Computing Research,2005,32(2):131-152.
- [37] Graham ,Charles R, Burgoyne .TPACK Development in Science Teaching:Measuring the TPACK Confidence of Inservice Science Teachers[J].TechTrends,2009,53(5).
- [38] 姜玉莲.技术丰富课堂环境下高阶思维发展模型建构研究[D].东北师范大学,2017.
- [39] 李美凤,李艺. TPCK:整合技术的教师专业知识新框架[J]. 黑龙江高教研究, 2008(04): 74-77.
- [40] Margaret L. Niess,Emily H. van Zee.Knowledge Growth in Teaching Mathematics/Science with Spreadsheets[J].Journal of Digital Learning in
- [41] Schmidt,D.A,Baran.Technological Pedagogical Content Knowledge(TPACK): The Development and Validation of An Assessment Instrument for Pre-service Teachers[J].Journal of Research on Technology in Education,2009,42(2):123-149.
- [42] Landry, G. Creating and validating an instrument to measure middle school mathematics teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK)[D].Unpublished doctoral dissertation, University of Tennessee,2009.
- [43] 张哲,陈晓慧,王以宁.基于 TPACK 模型的教师信息化教学能力评价研究[J].现代远程教育,

- 2017(06): 66-73.
- [44] 任秀华,任飞. 高校教师 TPACK 现状调查及问题分析[J].现代教育技术,2015,25(04): 38-44.
- [45] Baser D, Kopcha T J, Ozden M Y. Developing a technological pedagogical content knowledge (TPACK) assessment for preservice teachers learning to teach English as a foreign language[J].Computer Assisted Language Learning,2015: 1-16.
- [46] 戴锡莹,王以宁,张海. 整合技术的数学教师教学知识: 从理论框架到案例剖析[J].中国电化教育,2012(12): 71-74.
- [47] 中华人民共和国教育部.义务教育数学课程标准(2022年版)[M].北京:北京师范大学出版社,2022:23-25.
- [48] 张景中,葛强,彭翥成.教育技术研究要深入学科[J].电化教育研究,2010(02):8-13.
- [49] 钱鹏,徐新民.中学数学教师信息技术使用现状的分析与思考——基于江苏省23所高中数学教师的调查研究[J].中学数学教学参考,2022(07):75-78.
- [50] 杨振平.数学软件在高中数学教学中的应用分析[J].嘉应学院学报,2022,40(03):100-104.
- [51] 顾洪斌.网络画板在中学数学教学实践中的应用与研究[J].数理天地(高中版),2023(05):89-91.
- [52] 肖刚,薛焕斌,谢芳芳等.中小学数学线上教学内容资源开发优化对策研究[J].韩山师范学院学报,2022,43(06):87-93.
- [53] 冯帆,周仕荣,程莫涵等.基于 iFIAS 的初中数学课堂交互行为的对比研究[J].喀什大学学报,2022,43(06):97-102.
- [54] 余瑶,黄龙强.数学教学中 PPT 应用的困境及其对策[J].考试周刊,2015(92):37-38.
- [55] 曾春燕.信息技术背景下小学数学教师教学反思能力提升策略研究[J].中国新通信,2023,25(10):194-196.
- [56] 张伟.信息技术与高中数学教学的深度融合方法浅谈[J].考试周刊,2019(41):93.
- [57] Schmidt D A,Baran E,Thompson A D. Technological Pedagogical Content Knowledge(TPACK): The Development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers.[J]. Journal of Research on Technology in Education,2009,42(2):123-149.
- [58] Koh J,Chai C S,Tsai C C. Examining the technological pedagogical content knowledge of Singapore pre-service teachers with a large-scale survey[J]. Journal of Computer Assisted Learning, 2010,26(6):563-573.
- [59] 胡红杏.项目式学习:培养学生核心素养的课堂教学活动[J].兰州大学学报(社会科学版),2017,45(06):165-172.
- [60] 卢小花.项目式学习的特征与实施路径[J].教育理论与实践,2020,40(08):59-61.
- [61] 叶澜.重建课堂教学过程观——“新基础教育”课堂教学改革的理论与实践探究之二[J].教育研究,2002,(10):24-30+50.
- [62] 郑金洲.案例教学:教师专业发展的新途径[J].教育理论与实践,2002(07):36-41.
- [63] 张家军,靳玉乐.论案例教学的本质与特点[J].中国教育学刊,2004,(01):51-53+65.
- [64] 马金凤,倪科社,巫朝霞.案例教学模式在“数学实验”课程教学中实施的实践与思考[J].伊犁师范学院学报(自然科学版),2010(02):21-23.
- [65] 蓝曦.中小学教师信息技术应用能力发展测评工具的设计研究[D].沈阳师范大学,2018.
- [66] 马旻.基于过程性评价的多媒体作品评价量规的设计与实践[J].电化教育研究,2011,(02):79-8

- 1+86.DOI:10.13811/j.cnki.eer.2011.02.023.
- [67] Archambault L, Crippen K. Examining TPACK among K — 12 online distance educators in the United States[J],contemporary Issues in Technology and Teacher Education,2009(1):71-88.
- [68] Joyce H. L. Koh, Hanti Divaharan. Developing Pre-Service Teachers' Technology Integration Expertise Through the TPACK - Developing Instructional Model. 2011(1):35-58.
- [69] 方海光,高辰柱,陈佳.改进型弗兰德斯互动分析系统及其应用[J].中国电化教育,2012,(10):109-113.
- [70] 杨竹.中学理科教师课堂教学结构与 TPACK 结构的探索性研究[D].东北师范大学,2016.
- [71] 冯霞,谭明.TPACK 框架下大学英语教师的专业发展研究[J].教育与职业,2014(27): 88-90.
- [72] 冯鑫,李清飞,李文田.基于 TPACK 理论的地理学科化研究现状分析[J].软件导刊(教育技术),2019,18(10):58-59.
- [73] 杨文登,叶浩生.缩短教育理论与实践的距离:基于循证教育学的视野[J].教育研究与实验,2010(3):11-17.
- [74] 柳春艳.教育技术学:从循证走向智慧教育[J].中国电化教育,2018(10):40-48.
- [75] 朱宁波,王志勇.循证教育取向下教师教学决策的现实审思与发展路径[J].教育理论与实践,2022,42(13):46-51
- [76] 刘景福,钟志贤.基于项目的学习(PBL)模式研究[J].外国教育研究,2002(11):18-22.

附录 A 初中数学教师信息化教学（TPACK）能力现状 调查问卷

亲爱的老师：

非常感谢您参与本次关于初中数学教师 TPACK 能力现状的调查问卷。该问卷采取匿名形式，选项不涉及对错，我们保证您的隐私得到充分保护。请您根据实际情况和感受填写，感谢您的配合。

有关教师 TPACK 能力的定义：TPACK 指的是“整合技术的学科教学知识”。它包含三个核心要素，即学科内容知识（CK）、教学法知识（PK）和技术知识（TK）；四个复合要素，即学科教学知识（PCK）、整合技术的学科内容知识（TCK）、整合技术的教学法知识（TPK）、整合技术的学科教学知识（TPACK）。

1. 你所在的学校是 _____
2. 你的性别是？ [单选题]
☐男 ☐女
3. 你目前教学的年级是？ [单选题]
☐七年级 ☐八年级 ☐九年级
4. 你在教学过程中是否使用过某种信息技术工具（例如 PPT、希沃白板或 matlab 等工具）？ [单选题]
☐是 ☐否
5. 你在教学过程中使用信息技术工具的频率是？ [单选题]
☐从来没用过 ☐偶尔使用 ☐经常使用 ☐每节课都使用
6. 你是否会有意识地将新技术应用到教学中？ [单选题]

☐是 ☐否

7. 你愿意花费多长时间在新技术的学习上？[单选题]

☐每周 1 小时以内 ☐每周 1~2 小时

☐每周 2~3 小时 ☐其他 _____

8. 你在学科教学中使用的信息技术工具主要有哪些？[多选题]

☐普适性教学技术工具（例如 PPT、思维导图或各种视频播放软件等其中之一）

☐学科性教学技术工具（例如 matlab、网络画板或 geogebra 等其中之一）

☐平台交流工具（例如 QQ 群、微信公众号或教师论坛等其中之一）

☐查阅工具（例如小猿搜题、PhotoMath 等其中之一）

☐学生学业成绩分析工具（例如 Excel、云成绩等其中之一）

☐教师行为分析工具（例如 iFLAS、AI 课堂行为分析系统等其中之一）

☐各类线上课程资源（例如电子图书馆、电子期刊等其中之一）

☐其他 _____

9. 你会在哪些教学内容中使用信息技术工具？[多选题]

☐函数与代数

☐几何与图形

☐概率与统计

☐综合活动

10. 你在教学中使用信息技术工具的目的有哪些？[多选题]

☐展示讲义内容，节约上课效率

☐丰富教学内容的表现形式，激发学生兴趣

☐更准确地展现知识点，帮助学生理解教学内容

☐鼓励学生使用信息技术工具，提升学生的信息能力

☐进行学生学业成绩的评估与分析

☐依照国家对教师信息化教学的要求

☐锻炼自己的信息技术应用能力，加快自己的专业发展

☐其他 _____

11. 你认为在初中数学教学中，信息技术的作用体现在哪些方面？[多选题]

- ☐有利于教学内容知识的表征，突破教学重难点
- ☐有利于与各种教学法进行结合，丰富教学形式
- ☐帮助学生更好地进行探究活动
- ☐评估学生发展水平，进行合理的学情分析
- ☐评估自己的教学效果，改进自己的教学行为
- ☐通过信息获取和网络学习，丰富教学和学习资源
- ☐提供交流和咨询的平台
- ☐其他 _____

12. 你认为影响你在教学中使用信息技术的主要因素有？[多选题]

- ☐缺少时间学习信息技术
- ☐缺少适合的硬件的设备应用信息技术
- ☐缺少对信息技术使用技巧的了解
- ☐传统的教学方法已经足够处理遇到的教学问题
- ☐不清楚如何处理好技术与教学之间的问题
- ☐其他 _____

13. 你认为自己在什么情况下更愿意使用新的信息技术？[多选题]

- ☐来自专家或者同行的推荐
- ☐获得这项信息技术具体的使用方法和教学实例
- ☐通过自己的教学实践，发现确实能促进自己的教学效果
- ☐参与学校相关课题研究小组或得到其支持与推广
- ☐教育管理组织提供的教师培训
- ☐其他 _____

14. 除了现在使用的信息技术，你认为自己还在哪些教学环节需要使用信息技术？[多选题]

- ☐学情分析
- ☐教学资源的查找和选择
- ☐教学设计

- ☐教学实施
- ☐学生成绩评估
- ☐自我评估
- ☐其他 _____

15. 在教学中，我了解并能熟练运用数学学科教学的信息技术工具（例如网络画板、geogebra 等）[单选题]

- ☐非常不熟练
- ☐比较不熟练
- ☐一般
- ☐比较熟练
- ☐非常熟练

16. 在教学中，我能选择合适的信息技术媒介（如视频、音频等）呈现教学内容，帮助学生理解知识[单选题]

- ☐非常不合适
- ☐比较不合适
- ☐一般
- ☐比较合适
- ☐非常合适

17. 在教学中，我有能力利用合适的信息技术组织教学内容（例如使用网络画板制作函数图像），提升教学效率[单选题]

- ☐非常不合适
- ☐比较不合适
- ☐一般
- ☐比较合适
- ☐非常合适

18. 在教学中，我有能力利用合适的信息技术激发学生的兴趣，促进学生的知识掌握和技能锻炼[单选题]

- ☐非常不符合
- ☐比较不符合
- ☐一般
- ☐比较符合
- ☐非常符合

19. 在教学中，我有能力利用各种网络教学资源和学习资源库，提高自己的教学水平 [单选题]

- ☐非常不符合
- ☐比较不符合
- ☐一般
- ☐比较符合
- ☐非常符合

20. 在教学中，我有能力利用信息技术对学生的学业成绩进行评估 [单选题]

- ☐非常不符合
- ☐比较不符合
- ☐一般
- ☐比较符合
- ☐非常符合

21. 在教学中，我有能力利用信息技术对自己的专业发展进行评估 [单选题]

- ☐非常不符合
- ☐比较不符合
- ☐一般
- ☐比较符合
- ☐非常符合

附录 B 数学教师 TPACK 能力量表

尊敬的老师：

您好！非常感谢您能抽出宝贵的时间填写本次关于数学教师 TPACK 能力发展水平的量表。本调研采用匿名形式，选项不涉及对错，我们保证您的隐私得到充分保护。请你根据实际情况和感受填写，感谢您的配合。

您的性别：☐男 ☐女

您的学历：☐专科及以下 ☐大学本科 ☐研究生及以上

您的职称：☐高级教师及以上 ☐初级教师 ☐二级教师 ☐一级教师

你在之前是否接受过“教育信息技术”相关的培训？☐是 ☐否

维度	具体描述	非常不符合	不符合	一般	符合	非常符合
TK	1.我知道如何解决自己遇到的技术问题（如投影仪或显示屏出现故障、PPT 无法正常播放动画、一些文件无法打开等）					
	2.我关注能用于数学教学的新技术（如网络画板的使用、微课的制作、线上线下融合教学等）					
	3.我能容易地学习各种新的信息技术					
	4. 我能利用技术（如 Excel 表格、学生成绩统计软件等）对学生的学习情况进行学情分析					
	5.我能熟练运用普适性教学工具（如电子白板、PPT 等）					
	6.我能熟练运用学科性教学工具（如几何画板、mathtype 等）					
CK	7.我掌握了足够的数学学科知识与技能，能满足初中数学教学的要求					

附录 B 数学教师 TPACK 能力量表

	8.我具备足够的数学素养（数学抽象、逻辑推理、数学建模、直观想象、数学运算和数据分析），并能在教学中运用其引导学生思考				
	9.我了解数学在人类生活、社会发展等方面的意义				
	10.我能运用各种方法和策略发展我对数学学科的理解（如数学学科的前沿知识、新的数学教学思路等）				
PK	11.我能在课堂教学中使用多种教学方法（例如合作学习、项目式学习、探究学习等）				
	12.我知道如何组织和维持课堂管理				
	13.我能根据学生目前的知识掌握情况（学习进度、对数学概念的理解程度等）对教学进行改进				
	14.学生在我的教学中能掌握教学目标规定的数学知识与技能				
	15.我能够使用多种方式评价学生的学习过程和结果（如学生自评、学生互评、教师评价等）				
PCK	16.我了解学生对某个具体概念的理解过程，以及他们可能出现的误解。				
	17.我能在教学中帮助学生建立新旧概念之间的联系（如整数、分数与无理数的关系）				
	18.我能在不使用信息技术工具的前提下，选择有效的教学方法引导学生学习和思考，使得学生掌握相应的数学知识和技能				
TCK	19.我能准确选择合适的技术（如图片、音频、视频、动画等）来呈现具体的数学概念，以加深学生的理解				
	20.我能选择合适的技术帮助学生转变错误观念（例如通过单位圆动画让学生意识到角的正弦并不一定随着角度的增大而增大）				

附录 B 数学教师 TPACK 能力量表

	21.我能有意识地引导学生利用信息技术进行数学内容的学习和探索					
TPK	22.我能将学习到的信息技术应用在教学的各个环节中（如在课堂导入环节使用视频或动画、在几何概念教学环节使用绘图软件等）					
	23.我能选择合适的技术提升课堂的教学效果，激发学生的学习兴趣（如在教学中设置小游戏或师生互动）					
	24.我能合理反思技术对我的课堂教学带来的影响					
TPCK	25.我能够将数学内容、信息技术和教学方法整合到课堂教学中					
	26.我能够帮助他人理解如何将学科内容、技术和教学方法结合起来					
	27.我经常通过浏览各种数学教学资源网站（如慕课、中国数学课程网等）获取教学资源，并将其运用到教学中					

附录 C 项目作品评价表

维度	评价标准	自我评价	同学评价	教师评价
实用性 (30 分)	作品反映的主题适用于数学教学情境 (10 分)			
	作品能用于解决数学教学实际问题 (10 分)			
	作品具备较强的实用价值 (10 分)			
科学性 (20 分)	作品设计的学科逻辑清晰, 结构合理 (10 分)			
	功能选择恰当, 符合设计原理和学科内容特点 (10 分)			
技术性 (15 分)	符合技术标准, 有较高的技术含量 (5 分)			
	综合运用多种工具完成作品设计 (5 分)			
	作品运行效果流畅 (5 分)			
艺术性 (15 分)	作品设计美观大方 (5 分)			
	作品视觉效果美观, 体现数学之美 (5 分)			
	作品的功能设置合理, 能准确展示几何图形 (5 分)			
创新性 (20 分)	作品内容具有新颖性 (5 分)			
	作品功能具有创造性 (5 分)			
	作品设计具有突破性 (5 分)			
	作品实施效果具有吸引力 (5 分)			

附录 D 教师技术行为量表

维度	具体描述	非常不符合	不符合	一般	符合	非常符合
CK	1.主题明确，与学科专业相关					
	2.可以清晰地阐释学科内容					
TK	1.能够制作精美的教学课件进行课堂教学					
	2.运用各种网络画板素材激发学生的学习动机					
	3.将网络画板技术与其他技术顺利结合使用					
TPK	1.运用信息技术获取丰富的课程资源并选择合适的素材进行教学					
	2.在信息技术的支持下提升整体教学效果					
	3.利用信息技术了解学生对知识的掌握情况					
TCK	1.可以选择恰当的信息技术进行相关主题的教学					
	2.使用信息技术手段使具体教学内容更加直观，丰富，有趣					
	3.使用恰当的信息技术加强学生对教学内容的深刻理解 TPACK					
TPACK	1.能够充分体现技术、教学法、学科内容这三个要素特点以及三个要素相互作用后产生的复合要素之间的联系					
	2.结合技术工具的特点设计适合学生发展水平的教学活动，引导学生发现和探究问题					
	3.能熟练运用技术手段和教学策略将学科知识、技术知识和教学法知识整合到课堂教学中，实现融合技术的学科教学					

附录 E 教师访谈提纲

- 1、您对信息化技术在数学教学中使用的感受和看法是什么？认为存在哪些问题？您觉得可以从哪几个方面解决这些问题？
- 2、您觉得参与网络画板技术培训的感受如何？
- 3、您对教师 TPACK 能力的理解是怎样的？您认为可以从哪些方面提升自己的 TPACK 能力呢？
- 4、作为学校教师，您参与过的教育技术培训有哪些？培训内容对您有帮助吗？
- 5、您之前了解过循证理念吗？您认为循证理念可以从哪些方面影响教师数字化教学？
- 6、您在接受网络画板技术培训后的教学实践中，遇到了哪些困难和挑战？
- 7、作为数学教师，您认为还需要哪些方面的技术改进自己的教学

附录 F 基于 iFIAS 的课堂行为观察表

维度	编码	内容	描述
教师行为	1	接收情感	教师以亲和的态度接纳或理解学生感受
	2	表扬或鼓励	教师表扬或鼓励学生行为
	3	采纳学生观点	教师澄清、扩大或发展学生的观点
	4.1	提问开放型问题	教师根据内容提出具有多种可能答案的问题
	4.2	提问封闭型问题	教师根据内容提出具有明确答案的问题
	5	教授	教师列举事实或根据内容表达自己的看法
	6	指令	教师对学生发出的指示、指令或命令
	7	批评或维护教师权威	教师为了改变学生的行为，使之转变为可接受的行为而批评学生
学生行为	8	学生被动应答	学生被动回答老师提出的问题
	9.1	学生主动应答	学生主动回答老师提出的问题
	9.2	学生主动提问	学生主动提出问题，自由地表达自己的见解
	10	与同伴讨论	学生与同伴讨论及交流看法
沉寂	11	无助于教学的混乱	观察者无法判断具体的安静或混乱
	12	有益于教学的沉寂	学生思考问题或课堂练习
技术	13	教师操纵技术	教师使用技术呈现教学内容或说明观点
	14	学生操纵技术	教师使用技术呈现教学内容或课堂实验

附录 G 课堂行为编码记录表矩阵

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	合计
1	16	3	0	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	24
2	3	30	1	2	6	0	0	0	2	1	0	1	0	0	46
3	0	0	7	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
4	0	0	0	94	2	1	0	11	26	1	2	3	0	0	140
5	1	0	0	13	115	3	0	7	7	0	0	0	6	0	152
6	0	1	0	2	1	15	1	1	0	0	0	2	0	0	23
7	0	0	0	1	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	8
8	0	1	1	10	5	1	0	34	1	0	0	0	1	0	54
9	2	7	1	13	9	3	1	0	111	0	0	2	4	0	153
10	0	0	0	0	0	0	0	0	3	45	0	0	0	0	48
11	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	1	0	0	7
12	1	2	0	0	1	0	0	0	1	2	0	32	1	1	41
13	0	2	0	2	7	0	0	0	1	0	0	0	59	0	71
14	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	合计
1	6	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10
2	2	14	1	2	3	0	0	0	1	0	0	0	2	0	25
3	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
4	0	0	0	72	2	0	0	7	65	2	0	4	2	0	154
5	0	0	0	15	80	1	0	3	5	0	0	0	8	0	112
6	0	0	0	0	0	8	0	3	1	1	0	0	1	0	14
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	0	0	6	2	1	0	20	0	0	0	0	3	0	33
9	1	10	0	29	12	3	0	0	136	1	0	0	24	2	218
10	0	0	0	0	1	0	0	0	2	67	0	0	0	0	70
11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	11	0	0	15
13	0	1	0	28	10	0	0	0	2	0	0	0	69	1	111
14	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	13	16

附录 G 课堂行为编码记录表矩阵

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	合计
1	18	3	0	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	27
2	4	42	0	3	3	2	0	1	5	0	0	1	0	0	61
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	90	0	0	0	8	31	2	1	0	1	0	133
5	0	1	0	9	65	2	0	4	2	0	0	0	3	0	86
6	1	1	0	0	0	18	0	2	0	2	0	1	1	0	26
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
8	0	3	0	5	2	0	0	23	2	0	0	1	2	0	38
9	2	10	0	12	8	1	0	0	139	0	0	0	8	1	181
10	1	0	0	1	0	1	0	0	2	55	0	0	0	0	60
11	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	4
12	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	37	1	0	42
13	0	0	0	8	5	1	0	0	0	1	0	1	87	0	103
14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	19

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	合计
1	10	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	14
2	0	30	0	3	5	0	0	0	1	0	0	0	1	0	40
3	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
4	0	0	0	88	6	1	0	5	14	1	0	4	0	0	119
5	0	2	0	16	233	3	0	8	2	0	0	1	7	0	272
6	0	0	0	2	0	14	0	2	0	0	0	2	0	0	20
7	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	2	0	0	7
8	1	1	0	2	11	0	0	16	0	0	0	0	0	0	31
9	3	3	1	4	6	0	0	0	126	0	0	0	4	0	147
10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	20	1	0	0	0	22
11	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	7	0	0	0	11
12	0	1	0	0	1	0	0	0	4	1	2	31	0	0	40
13	0	0	0	4	7	1	0	0	0	0	0	0	43	0	55
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

附录 G 课堂行为编码记录表矩阵

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	合计
1	3	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
2	1	7	0	3	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	14
3	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
4	0	0	0	88	0	0	0	29	28	1	2	8	2	0	158
5	0	1	0	26	248	4	1	2	1	1	0	0	10	0	294
6	0	0	0	2	1	20	0	2	0	0	1	2	1	0	29
7	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4
8	0	2	0	18	15	1	0	17	0	0	0	0	1	0	54
9	1	3	0	13	9	2	0	0	53	0	0	0	6	0	87
10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	11	0	0	0	0	12
11	0	0	1	0	1	0	0	2	0	0	6	0	0	0	10
12	1	0	0	0	4	0	0	2	3	0	0	42	1	0	53
13	0	0	0	7	11	1	0	0	2	0	0	0	38	0	59
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	合计
1	9	2	0	2	12	0	0	0	3	1	0	0	3	0	32
2	0	3	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	8
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	70	3	0	0	18	42	0	0	4	0	0	137
5	8	1	0	27	193	0	0	0	1	1	0	0	19	0	250
6	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	1	0	0	10
7	0	0	0	1	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	8
8	4	1	0	12	0	0	0	14	0	0	0	0	1	0	32
9	10	0	0	19	13	1	1	0	72	1	1	1	4	1	124
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	1	0	24
11	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	12	1	0	0	15
12	0	1	0	1	2	0	0	0	3	0	1	31	1	0	40
13	0	0	0	4	24	0	0	0	0	0	0	2	69	0	99
14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	3