

基于智慧纸笔的小学信息互动式教学模式构建与应用研究

Research and Application of an Interactive Teaching Mode for Information Technology

Courses in Primary Schools Based on Smart Paper and Pen

顾千惠¹, 刘世玉^{2*}

中国海洋大学

* g1559006578@163.com

【摘要】 在虚实融合教育新范式转型背景下, 轻量化学习技术如何重构课堂互动机制成为破解传统教学困境的关键。研究通过分析智慧纸笔的技术赋能潜力, 结合教学交互层次塔理论, 构建“操作互动-行为互动-认知互动-创造互动”四阶教学模式, 明确各环节的师生角色定位与技术支持策略。从技术角色代理动态演化角度, 系统性重构小学信息科技学习活动, 并开展实证研究验证模式的有效性。为破解课堂互动形式单一、反馈滞后等问题提供可行方案, 助力推动信息技术与小学信息科技教学的深度融合及学生信息素养的培育。

【关键词】 智慧纸笔; 小学信息科技; 互动式教学; 智慧学习环境; 技术赋能

Abstract: Under the background of the new paradigm transformation of virtual-real integration education, how to reconstruct the classroom interaction mechanism with lightweight learning technology has become the key to break the traditional teaching dilemma. The study analyzes the technological empowerment potential of smart pen and paper, combines the theory of teaching interaction hierarchy tower, constructs a four-stage teaching model of "operation interaction-behavioral interaction-cognitive interaction-creative interaction", and clarifies the role positions of teachers and students and the technical support strategies of each link. From the perspective of dynamic evolution of technical roles and agents, we systematically reconstructed elementary school IT learning activities and carried out empirical research to verify the effectiveness of the model. It provides feasible solutions to solve the problems of single-form classroom interaction and lagging feedback, and helps to promote the deep integration of information technology and elementary school IT teaching and the cultivation of students' information literacy.

Keywords: Smart paper and pen, Primary school information technology, Interactive teaching, Smart learning environment, Technology empowerment

1. 引言

智慧纸笔是融合点阵识别、智能书写交互与实时数据传输的轻量化教育工具(连军等, 2017)。它既保留了手写动作的具身认知优势, 又能实现学习数据的无感采集与即时反馈。本研究以建构主义学习理论、教学交互层次塔及具身认知理论为指导, 构建基于智慧纸笔的四阶互动教学模式, 通过准实验研究验证其对学生信息素养、学习动机及认知负荷的影响, 旨在推动互动式教学从“工具替代”向“认知重构”转型, 为轻量化智能技术赋能信息科技课堂提供理论与实践参考。

2. 智慧纸笔的技术赋能潜力

智慧纸笔作为教育数字化转型中的轻量化技术创新成果，其核心价值在于打破传统教学与数字化教学之间的割裂，通过“自然书写+智能交互”的双重特性，为小学信息科技课堂互动提供独特的技术赋能路径。一方面，智慧纸笔延续传统纸笔的书写体验，使学生通过手写操作锻炼手指、腕部、肘部的协同运动，激活大脑运动皮层等多区域神经活动，强化知识内化机制（Feder & Majnemer, 2007）。这种“书写-感知-记忆”的联动有助于将抽象概念转化为具象符号，降低理解门槛（Mangen et al., 2015）。另一方面，智能笔内置传感器与点阵纸定位基准可实时捕捉书写轨迹、答题时长等微观数据，实现学习数据的无感采集与即时反馈。教师无需中断教学即可获取学生状态，系统可在秒级内生成正确率统计，支持教师精准调整互动重点，学生也能快速订正错误，缩短“学习-纠错”周期。另外，智慧纸笔支持计时抢答、多人笔迹同步投影等功能，激发行为参与，而教师可回溯学生手写修改轨迹，使隐性思维显性化，推动认知层面深度对话。学生使用点阵纸完成方案设计，教师通过云平台实时监控协作进程，形成协同探究闭环。

3.基于智慧纸笔的互动式教学模式构建与设计

结合教学交互层次塔理论与小学信息科技课程实践性特点，按照布卢姆教育目标分类学理论的逻辑顺序，融合已有的智慧课堂的教学模式整合框架（陈丽, 2004；王志军 & 陈丽, 2015；马勋雕, 2022），构建了“操作互动-行为互动-认知互动-创造互动”的四阶互动教学模式，涵盖课前、课中、课后全环节，按照教师、学生、技术支持的维度，设计提出了基于智慧纸笔的互动式教学模式，如图 1 所示。

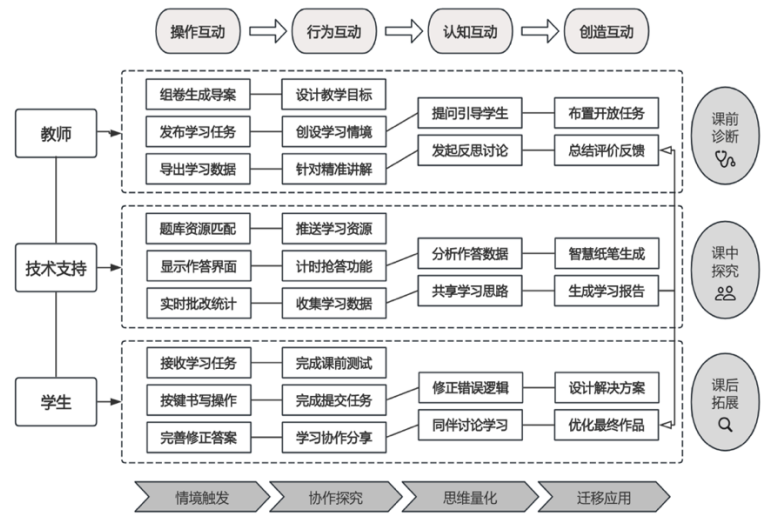


图 1 基于智慧纸笔的互动式教学模式构建图

该模式支持从行为互动（数据反馈）到认知互动（思维外显）的进阶，按照认知发展水平，从低层互动到高层互动演进，由外显互动向内隐互动深入，进而形成“情境触发—协作探究—思维显化—迁移应用”四阶段教学流程。模式以认知层次递进和学习活动重构为核心逻辑，依托智慧纸笔实现学习过程的数据化、互动形式的多元化和思维的可视化。聚焦智慧纸笔与信息科技课程的深度融合，旨在通过理论与技术协同创新，构建“技术赋能-多元互动-深度建构”的教学模式，推动互动教学从“工具替代”向“认知重构”转型。

具体而言，在操作互动层面，教师利用系统组卷功能设计课前测试与导学案，课中推送结构化学习任务，课后依据学习数据调整教学策略。学生通过智慧纸笔完成客观题作答与点阵纸书写，保留自然书写习惯，系统即时反馈结果，学生可快速修正。技术支持方面，系统实现书写轨迹实时捕捉、客观题自动批改统计，并支持多维度学情分析。在行为互动层面，

教师结合学生作业数据创设情境、精准讲解课堂真实问题，利用计时抢答、加分等功能设计竞争性任务。学生通过智慧纸笔提交答案，借助教室白板展示作品，接收同伴与教师的实时点评。技术支持方面，系统推送学习资源、提供计时与抢答功能，并实时显示排名与正确率，激发学生参与动机。在认知互动层面，教师通过提问引导学生反思与集体讨论，推动高阶思维发展（如“如何验证信息的真实性？”）。学生在教师引导下协作探究，利用智慧纸笔共享思路、修正逻辑，通过同伴反馈优化认知结构。技术支持方面，系统分析学习数据辅助教师聚焦教学薄弱点，白板呈现不同学生探究单内容，促进同伴学习与思维对比。在创造互动层面，教师引入真实情境布置开放性任务（如“设计校园信息宣传方案”），鼓励学生实践迁移，课后提供优化建议。学生以个人或小组为单位设计解决方案（如绘制流程图、撰写说明文档），根据反馈完善作品。技术支持方面，系统构建全流程数据追踪体系，覆盖课前至课后各环节，生成电子报告与多维雷达图，记录学生创新能力发展轨迹。总体而言，本研究构建的四阶互动模式，依托智慧纸笔的轻量化智能代理特性，系统性重构了小学信息科技课堂的学习活动流程，为学习技术赋能深度互动提供了可复制的技术重构路径。

4. 实证效果验证

为进一步验证该模式的有效性与实践性，选择在青岛市崂山区某小学开展了为期 10 周准实验研究。研究对象为四年级的两个平行班级，采用整群抽样（实验组 $N=37$ ，对照组 $N=40$ ）。实验组采用基于智慧纸笔的互动式教学模式；对照组采用传统讲授与练习模式。教学内容为信息科技基础理论模块，包含数据与编码、信息处理、信息安全等。围绕“基于智慧纸笔的互动式教学模式对小学信息科技课堂学习成效（涵盖信息科技理论知识掌握、信息素养提升）以及学习过程体验（包含认知负荷、学习动机）有何种影响？”的核心问题，通过问卷调查法、访谈法等研究方法对两个班级开展教学实验研究。问卷测试工具采用专业标准化测试的小学信息科技知识测试、信息素养水平问卷、学习动机问卷、认知负荷问卷四项问卷，分别进行了预测试与实验前后测试。

4.1. 信息科技理论知识测试结果分析

在实施教学干预前，实验班与对照班在信息科技理论知识方面无显著性差异， $t=1.149$ ， $p>0.05$ ，具备良好的同质性基础。在通过一段时间的智慧纸笔互动教学后，实验班学生的后测成绩均值（ 29.16 ± 3.387 ）明显优于对照班（ 25.45 ± 4.712 ），且两班成绩存在显著性差异， $t=3.941$ ， $p<0.001$ ，表明该教学模式在促进学生理解与掌握信息科技核心知识方面具有明显优势。智慧纸笔技术通过实时反馈、动态呈现和交互任务设计，增强了学生对数据编码、信息安全等抽象概念的具体感知与认知加工，从而有效促进了知识的内化与迁移。这一结果印证了互动式数字工具在辅助概念建构与认知发展方面的教育价值。

4.2. 信息素养水平结果分析

该模式对学生的标准化信息素养测试成绩产生了积极影响。实验班标准化后测成绩（ 9.35 ± 2.418 ）显著优于对照班（ 8.10 ± 3.020 ）， $t=2.014$ ， $p<0.05$ ，说明该模式有助于提升学生在信息识别、获取、评估与利用等方面的实际操作能力。然而，在信息素养自我效能感维度，两班并未呈现显著性差异， $t=1.271$ ， $p=0.208$ 。能力较低的学生由于缺乏相关领域的经验，往往难以对自身信息素养水平做出准确判断，容易高估实际能力，导致自我报告效能感与真实能力之间存在偏差。学生可能在通过一段时间的学习后，发现自己还存在很多知识上的漏洞或信息素养认知上的差距。因此，尽管实验班学生在实际任务表现中进步显著，其自我感知的能力信心并未同步显著提升。在今后的教学过程中，可结合反思性活动和成功经验积累，进一步帮助学生建立更为准确的自我认知。

4.3. 学习动机水平结果分析

学习动机水平问卷从深层动机（内在兴趣、对工作的承诺）与浅层动机（失败恐惧、瞄准资格）两大维度四个子维度进行测量。实验班学生在深层动机总分及其子维度均显著高于对照班， $t=2.906$ ， $p=0.005$ ，说明智慧纸笔互动教学能够有效激发学生出于好奇心、价值认同而产生的持久、主动的学习意愿。在浅层动机上，两班不存在显著差异 $t=-1.321$ ， $p=0.190$ 。研究结果表明，智慧纸笔互动模式在一定程度上真正实现了激发“内在学习意愿”的教育目标，促进学生从被动接受转向主动探究，符合建构主义教学中以学习者为中心的价值取向。

4.4. 认知负荷结果分析

教学干预后，研究从内在负荷、外在负荷、相关负荷三个维度测量学生认知负荷水平。实验班学生在外在认知负荷上显著低于对照班， $t=-3.298$ ， $p<0.05$ ，表明该模式通过技术整合与互动设计有效降低了学生在教学过程中因界面复杂、指令不清或操作冗余等因素导致的无效心智努力。实验班学生在相关认知负荷上显著高于对照班 $t=2.133$ ， $p<0.05$ ，说明学生将更多的认知资源用于信息加工、概念整合与知识建构。而在内在认知负荷维度上两班无显著差异， $t=1.567$ ， $p=0.121$ ，表明两组学生在处理相同教学内容时所需的基础认知负担相当，排除了因教材难度不一致而引发的干扰效应，进一步验证了智慧纸笔模式在维持教学内容一致性的基础上，通过优化教学过程实现了认知资源的有效配置。

5. 结论

本研究围绕小学信息科技课堂互动的优化需求，系统探讨了基于智慧纸笔的互动式教学模式构建与应用路径。通过构建“操作互动-行为互动-认知互动-创造互动”的四阶互动教学模式，为小学信息科技课堂提供了可操作的提升互动质量的解决方案。后续研究需持续推动智慧纸笔从工具层面向认知支持层面转型，为信息科技教学质量提升与学生全面发展提供更强有力的支撑。

参考文献

- 马勋雕.(2022).智慧课堂师生互动评价指标体系构建及应用研究(博士学位论文,东北师范大学).博士
- 中华人民共和国教育部.(2022).义务教育信息科技课程标准(2022年版).北京师范大学出版社.
- 王志军和陈丽.(2015).联通主义学习的教学交互理论模型建构研究.*开放教育研究*,21(05),25-34.
- 连军,王晓鹏 & 郭丽丽.(2017).数码点阵技术支持下的互动课堂系统在高中物理教学中的应用.*中国现代教育装备*,22,19-22.
- 陈丽.(2004).远程学习的教学交互模型和教学交互层次塔.*中国远程教育*,24-28+78.
- Feder, K. P., & Majnemer, A. (2007). Handwriting development, competency, and intervention. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(4), 312-317.
- Mangen, A., Anda, L. G., Oxenburgh, G. H., & Brännick, K. (2015). Handwriting versus keyboard writing: Effect on word recall. *Journal of writing research*, 7(2), 227-247.