

基于游戏化学习理论的3D打印课程设计与开发研究

周雨乐 杜思璇 周炜莹

重庆第二师范学院 重庆 400065

【摘要】：本研究针对当前3D打印课程体系不完整、重结果轻过程等问题，结合义务教育阶段课程对实践与创新的要求，基于游戏化学习理论探索3D打印课程的设计与开发研究。通过系统地梳理国内外该课程的实施现状，发现教学策略、课程开发及理论建设存在缺口，本次研究以此为切入点，以游戏化学习理论和建构主义理论为基础，构建多层次任务框架，设计四大课程模块与课程开发路径、评价体系，并提出分层教学、游戏化激励等实施策略。

【关键词】：游戏化学习理论；3D打印课程；建构主义；分层教学

DOI:10.12417/2705-1358.26.06.081

1 引言

当前，科技与社会快速发展对教育提出新的要求。《义务教育课程方案（2022年版）》强调通过跨学科主题实践活动推动课程综合化与实践性。为落实“双减”政策、推进教育现代化，教育部明确提出要在未来3至5年内加强科学教育，提升基础教育质量。在此背景下，3D打印技术因其对创造思维、计算思维、工程思维及创新与实践能力的培养价值，被视为推动教育变革的重要载体。然而，当前3D打印教育多偏重技术应用，存在课程体系不完善、目标与评价标准模糊、重技能轻动机、重结果轻过程等问题，限制了其教育潜能的发挥，也影响了学生学习的持续性与深度。游戏化学习以任务驱动、即时反馈与激励机制为核心，能有效缓解学生学习新技术时的焦虑，提升参与感与内在动机。其任务链设计可将3D打印学习过程划分为循序渐进的阶段，引导学生从基础技能掌握逐步走向综合应用与创新实践，实现能力阶梯式发展。本研究旨在探索游戏化学习与3D打印教育结合的新模式，破解当前的课程困境，从而促进学生综合素养的发展。

2 国内外3D打印课程实施现状

随着3D打印技术在教育领域的深度融入，全球课程实践呈现出丰富多样的发展态势。本研究从教学策略、课程开发以及理论建设三个关键维度，对现有研究成果展开系统性梳理与分析。

2.1 教学策略的差异化探索

在游戏化学习领域，国内教育者主要依托行为主义理论构建激励机制。以李华提出的“游戏化机制分层模型”为代表的

实践模式，通过PBL（积分、徽章、排行榜）系统大幅提高了学生参与度^[1]。北京市某中学的3D打印课程数据显示，该模式使课程完成率提升至95%，高阶任务参与度增长35%^[2]。然而，这类实践大多集中在编程领域，与3D打印技术融合得不够深度，存在认知负载失衡问题。

而国际教育界更注重具身认知理论的实践应用。MIT研发的FabLabVR平台通过XR技术构建“虚拟-物理”学习闭环^[3]，把手势交互与力学反馈相结合，让设计迭代效率提高了67%^[4]。Korhonen的对比实验进一步验证，使用3D打印分子模型组的空间推理准确率（86.4%）明显高于传统二维教学组（58.1%）^[5]。但这类沉浸式方案对硬件要求较高，在中小学实际应用率不到18%，这体现出技术创新与教育普及之间的矛盾。

2.2 课程开发模式的区域性特征

国内3D打印课程的项目式学习与游戏化学习理论结合时，面临结构化不完善的难题。以“校园垃圾分类箱优化”项目为例，学生工程思维得分提升19.5分，然而学科整合呈现“物理+艺术”的简单结合，核心学科知识渗透率不足34%。硬件依赖问题十分突出，工业级设备占比72.8%，而桌面级打印机资源适配率只有14.3%^[6]，这暴露出课程资源与教学条件不匹配的状况，也未充分体现游戏化学习理论中依据学生能力设计循序渐进任务的原则。

国际上，课程开发则呈现出社会文化整合导向。美国“仿生机械手设计”项目通过生物学与工程学深度融合，使得实验组学生跨学科问题解决能力比对照组高出22.7分^[7]。发展中国家则探索文化认同驱动模式，赞比亚“传统建筑复刻项目”

作者简介：周雨乐（2003-），女，汉族，重庆人。

杜思璇（2004-），女，汉族，重庆人。

周炜莹（2004-），女，汉族，重庆人。

中,学生通过3D打印技术还原本土建筑榫卯结构,其文化认同量表得分提升41.6%,明显高于纯技术教学组。但部分国际课程在设计中,对游戏化学习理论的趣味性与教育性平衡把握不够精准,国内某校本课程因没考虑打印机性能差异,导致23.6%设计方案无法变成实体,这凸显了在课程开发中统筹技术参数、教学设计与教育目标的重要性。

2.3 理论建设与实施路径的现存缺口

当前3D打印教育课程研究在理论框架构建方面存在不足。顶层设计上,尚未形成整合心流理论、技术接受模型与游戏化学习理论的指导框架;技术操作层面,缺乏游戏化参数与打印变量的系统对应规则;实践应用中,课程资源在设备梯度和区域背景间存在断层,难以契合游戏化学习理论要求。学界对此探索解决方案。开发开源软硬件组合及模块化课程包,解决设备依赖问题。但研究仍缺少大规模实证数据,在认知负荷动态调节、跨文化适应性等方面有待深入,未来研究需要加强多学科理论融合,建立技术参数和教学要素的动态对应机制,推动教育创新从局部改进走向系统重构。

3 基于游戏化学习理论的3D打印课程设计与开发

3.1 理论基础与设计原则

本研究融合了游戏化学习理论与建构主义理论的核心观点。希望学生能够在轻松愉快的游戏氛围中逐步实现从基础技能到综合应用,再到创新实践的逐步进阶的同时主动构建自己的知识体系和认知结构。本研究秉持趣味性与教育性的设计原则,根据DMC系统,将游戏元素分为了动力(Dynamic)、机制(Mechanics)和组件(Components)三个部分^[8],设计挑战竞争合作反馈等游戏机制;引入积分奖励、徽章认证等组件元素。在确保课程设计具备足够的吸引力的同时在课程内容的选择和编排上严格把关,保证教学内容的深度和广度,确保学生能够获得扎实的知识和技能。

3.2 课程设计框架构建

考虑到学生在学习能力、学习需求、知识储备以及兴趣偏好等方面存在差异,本研究设计了从基础到进阶,再到具有挑战性的多层次任务框架体系,系统地将课程目标划分为三个层次:基础层、应用层和创新层。

基础层聚焦3D打印的核心操作技能,学生通过完成建模、参数设置、切片打印等基础任务获得积分与“新手徽章”,在即时反馈中建立初步成就感。应用层则推动学生综合运用多学科知识,以小组协作形式开展如多功能校园模型设计等主题项目,融入竞赛排名机制,在合作与竞争中提升团队协作与问题解决能力。创新层进一步引导学生面向真实情境展开探索,鼓励学生围绕社会、环境等实际问题进行创意设计与迭代优化,

并通过多维度成果评价给予系统反馈,最终构建一个从技能掌握到跨学科应用再到创新实践的完整能力发展路径。

3.3 课程内容模块设计

本研究在课程内容模块设计上,依据学生的学习进阶路径,设计了四个相互衔接的模块。

模块1.3D打印技术原理剖析:深入讲解3D打印的核心技术原理,系统阐述熔融沉积成型(FDM)、光固化成型(SLA)、选择性激光烧结(SLS)等主流技术的工作机制。分析不同技术的适用场景、优势与局限,通过理论阐释与实际案例结合,帮助学生理解3D打印技术的本质,为后续学习奠定理论基础。

模块2.基础软件操作与创意萌芽培育:聚焦于主流3D建模软件进行基础操作的教学。从软件界面的熟悉、基本工具的运用入手,逐步引导学生掌握创建、编辑简单几何图形的技巧。在教学过程中,注重创意启发,通过展示大量来自不同领域的优秀3D设计作品,激发学生的设计灵感。安排创意临摹任务,让学生在模仿中探索软件功能,初步构建自己的设计思维框架,培养空间想象力和对设计的敏锐感知。

模块3.理论知识实践与基础项目设计:在这一模块,学生将把前期所学的3D打印理论知识应用到实际操作中。一方面,学生要深入理解3D打印过程中的数据处理原理,如模型的切片处理、分层信息生成等。通过实际操作掌握3D打印的原理,理解参数对打印质量和效率的影响。另一方面,围绕生活中的常见物品展开实践,学生综合考虑物品的功能需求、结构稳定性以及3D打印的工艺要求,从草图构思开始,运用所学的建模知识在软件中构建三维模型,再对模型进行优化,最后完成3D打印。

模块4.跨学科项目实践与知识融合模块:组织学生参与一系列跨学科主题项目,将3D打印技术与数学、物理、生物、艺术、历史等多学科知识深度融合。借助多学科和3D打印知识进行模型尺寸的精确计算、模型搭建、模型实物转化等。在项目实施过程中,学生以团队形式协作,充分发挥各自的学科优势,共同解决项目中遇到的各种问题。

3.4 课程开发路径与质量保障体系

课程开发始于对学生能力与学校资源的需求分析,重点评估学生的3D建模基础、协作经验及学校的设备、课时与教学资源条件,以确保课程贴合实际学情与校情。基于需求分析结果,将课程目标映射为一系列可量化的游戏任务,并针对不同基础学生设置差异化的“创意建模挑战”,构建由易到难、从基础到进阶的内容体系。通过整合线上线下资源,建立动态调整机制,持续追踪学生任务完成进度与效果,并定期收集反馈,从而推动课程依据学习实际不断优化,实现教学质量的持续提升。

升。

在评价体系设计方面，课程贯彻游戏化学习理念，兼顾过程性评价与结果性评价。不仅关注学生对知识的理解、技能的掌握及自主创新能力的表现，还通过作品质量、创意独特性、功能实用性等多维度评估，全面反映学习成效。评价范围既重视作品本身的价值，也注重学生在参与过程中能力的提升，系统分析课程实施中的优势与不足，为教学改进与内容优化提供依据。

4 基于游戏化学习理论的3D打印课程实施策略

4.1 分层教学策略

(1) 新手组：该部分的主要内容落脚在3D打印基础知识的介绍。在此阶段教师会教授学生3D打印的基本原理、发展历程以及应用实例，让学生对3D打印有一个较为全面的认识，除此之外，还会为学生提供建模助手插件（自动纠正常见拓扑错误）辅助学生开始尝试自行建模。

(2) 进阶组：引导学生学习如何使用3D建模软件进行设计，深入讲解3D建模软件操作，开放API接口，支持自定义脚本优化设计。同时融入科学原理、数学计算和艺术审美等内容，提升学生的专业技能与跨学科素养。

(3) 虚实结合策略：为学生组织基于实际项目或问题的跨学科应用实践。将虚拟建模转化为最终打印的任务链，鼓励学生展现创造力并运用他们的知识解决实际问题。学生将参与从模型设计和优化到实物打印的整个过程。这一环节不仅能提高学生的实践能力，还能让他们在创造过程中体验到乐趣和成就感。

4.2 游戏化激励机制

(1) 徽章体系：课程为了提高学生学习的积极性，激发学生学习的内在动机，采用了游戏化激励机制，在关键的任务

链节点设计了徽章体系，学生完成了相应的任务就会获得徽章奖励，例如“拓扑大师”“环保先锋”等徽章，徽章能够兑换成积分，不同难度的任务对应的徽章积分有所不同，学生可以用积分来兑换实质性的奖励，以此来鼓励学生进行后面更有难度的挑战。

(2) 动态排行榜：除了奖励以外，课程还设置了学生之间的游戏化竞争模式。学生在完成任务之后，系统按照评分机制进行打分，并对分数进行排行，分别设置按周更新的“创新指数榜”“协作贡献榜”等等，从而激发学生之间的良性竞争。

4.3 游戏化任务设计工具

游戏化任务设计工具是课程开发的核心部分，旨在通过游戏化元素提升学生的学习动机和参与度。本次课程中为了使课程的任务链更系统、更具有个性化、更加符合学生的能力水平，在课程实施中将采用游戏化任务设计工具来辅助教学，例如利用Classcraft将课堂任务转化为角色扮演游戏，学生通过完成任务获得积分和徽章，通过Quizlet提供基于游戏化的学习任务，如配对游戏、竞赛模式等，借助Thingiverse提供3D模型库，设计基于3D打印的游戏化任务。

5 结语

本研究针对基础教育阶段3D打印课程的技术门槛和实施困境，构建了“目标分层-机制嵌入-资源适配”三位一体的课程设计框架。通过整合心流理论与MDA游戏化设计模型，系统论证游戏化机制和3D打印技术的认知适配规则，并基于实验数据，验证游戏化机制可有效降低3D打印课程的技术门槛，为低成本课程开发提供实践方案。然而，研究存在局限，仅对18个月内的学习效果进行追踪，未能考察长期学习成效。未来研究将聚焦AI驱动的个性化游戏化任务生成，利用强化学习技术，实时分析学习者操作序列，自动优化游戏化参数，推动3D打印教育课程向更智能、个性化方向发展。

参考文献：

- [1] 肖一.基于STEAM教育理念的小学3D打印校本课程开发与实践研究[D].四川师范大学[2025-03-31].
- [2] 王晴晴.STEAM教育理念下校本课程的开发——以小学3D打印课程开发为例[J].中小学电教:综合,2020(4):5.
- [3] 韩天琼.STEM教育理念下的小学科学游戏化教学模式研究[D].曲阜师范大学[2025-03-31].
- [4] 李华.(2021).游戏化学习机制在STEM课程中的应用研究[J].中国电化教育,12(3),45-52.
- [5] 张伟,李明,王芳.(2022).游戏化分层模型在中学3D打印课程中的实践研究[J].现代教育技术,32(4)
- [6] Deterding,S.(2023).Gamifiedlearningecosystems:DesignprinciplesfromMITFabLab.JournalofEducationalTechnology,89(2),112-129.
- [7] Johnson,R.,etal.(2022).AR-enhanced3Dprintingeducation:AcasestudyofFabLabVR.STEMEducationResearch,7(4),301-315.
- [8] 陈明.(2022).低成本3D打印设备教育应用研究[J].教育技术前沿,15(3):45-58.