

数字化病理平台建设背景下病理学教学改革与实践探索

张乾儒, 李晶, 王宁*

石河子大学医学院, 新疆 石河子 832003

DOI:10.61369/ETI.2026010003

摘 要 : 病理学作为连接基础医学与临床医学的“桥梁”学科,在医学人才培养体系中占据核心枢纽地位。然而,传统病理学教学模式长期受制于标本资源不可再生、物理空间开放受限、师生互动低效等结构性矛盾,难以有效支撑新医科背景下高素质医学人才的培养需求。随着全玻片成像(WSI)技术、云计算及5G通讯技术的飞速发展,数字化病理平台的建设为突破传统教学瓶颈提供了革命性的技术路径。本文立足于我校数字化病理平台的建设实践,深入剖析了数字化环境如何重构病理学的教学生态。文章从集约化的软硬件基础设施构建出发,系统阐述了在“虚实融合”教学内容重组、全流程混合式教学模式创新、阶梯式实践教学体系完善以及多元化过程评价改革等方面的具体策略,并结合实证数据分析了改革成效。研究表明,依托数字化病理平台开展的教学改革,能显著提升学生的自主探究能力、临床病理思维能力及科研创新素养,是推动病理学教学现代化的必由之路。

关 键 词 : 数字化病理平台; 病理学; 教学改革; 全玻片成像; 混合式教学; OBE理念

Teaching Reform and Practical Exploration of Pathology under the Background of Digital Pathology Platform Construction

Zhang Qianru, Li Jing, Wang Ning*

School of Medicine, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832003

Abstract : Pathology, as a "bridge" discipline connecting basic medicine and clinical medicine, occupies a central position in the medical talent cultivation system. However, the traditional pathology teaching model has long been constrained by structural contradictions such as the non-renewable nature of specimen resources, limited physical space accessibility, and inefficient teacher-student interactions, making it difficult to effectively support the cultivation needs of high-quality medical talents in the context of the new medical education paradigm. With the rapid development of whole slide imaging (WSI) technology, cloud computing, and 5G communication technology, the construction of digital pathology platforms provides a revolutionary technological pathway to break through traditional teaching bottlenecks. Based on the construction practice of the digital pathology platform at our university, this paper deeply analyzes how the digital environment reconstructs the pathology teaching ecosystem. Starting from the construction of integrated software and hardware infrastructure, the paper systematically elaborates on specific strategies in areas such as the reorganization of teaching content through "virtual-real integration," innovation in full-process blended teaching models, refinement of a tiered practical teaching system, and reform of diversified process evaluation methods. Furthermore, empirical data is used to analyze the effectiveness of these reforms. The research indicates that teaching reforms carried out digital pathology platforms can significantly enhance students' abilities in independent inquiry, clinical pathology thinking, and scientific research innovation, representing an essential path toward the modernization of pathology teaching.

Keywords : digital pathology platform; pathology; teaching reform; whole slide imaging; blended teaching; OBE concept

引言

(一) 研究背景与意义

病理学(Pathology)主要从形态学角度研究疾病的发生发展规律,其教学效果直接影响医学生对疾病本质的理解及后续临床诊疗能力的形成。长期以来,病理学教学高度依赖显微镜和玻璃切片。然而,在长期的教学实践中,传统病理学教学模式逐渐显露出与新时期

作者简介:

第一作者: 张乾儒(1998.05-),女,汉族,河北迁安人,硕士,助教,研究方向:病理教学。

通讯作者: 王宁(1987.07-),女,汉族,新疆石河子人,硕士,副教授,研究方向:数质化病理建设。

代医学教育需求不相适应的深层次矛盾，在传统教学模式下，病理教学高度依赖大体标本和组织切片。优质的典型病理切片往往来源于几十年的积累，属于不可再生资源。在长年累月的教学使用中，切片不可避免地会出现褪色、破碎、组织结构模糊等问题。特别是对于一些罕见病例或具有特殊诊断意义的微小病变，往往只有极少数切片，无法满足大班额教学“人手一张”的需求，导致教学资源分配严重不均。另一方面，传统显微镜室的开放受限于时间和空间，学生只能在规定的实验课时间内观察切片，课后复习缺乏有效的载体。一旦离开实验室，学生便失去了接触微观病理形态的机会，导致理论学习与形态观察严重脱节，“死记硬背”成为常态，教师也难以对每位学生的镜下观察进行实时指导与反馈，教学效率相对低下^[1]。

近年来，随着全玻片成像技术（Whole Slide Imaging, WSI）的成熟，病理切片可以被高速扫描并转化为千兆像素级的高分辨率数字图像^[2]。这不仅实现了病理资源的永久保存与无限复制，更打破了物理显微镜的视野限制。与此同时，教育信息化2.0行动计划的深入推进，为医学教育的数字化转型提供了政策红利^[3]。在此背景下，建设数字化病理平台，不仅是硬件设备的更新换代，更是教育理念的一场深刻革命。它使得“以学生为中心”的自主学习、协作学习成为可能，为培养具备临床病理思维和终身学习能力的卓越医生提供了坚实的支撑。本文旨在总结我校数字化病理平台的建设经验，探索一套可复制、可推广的病理学教学改革新范式。

（二）国内外研究现状综述

在国际上，数字化病理教学起步较早。美国、欧洲等发达国家的医学院校早在21世纪初便开始推广虚拟显微镜系统（Virtual Microscopy System），部分顶尖医学院甚至完全取消了传统光学显微镜教学，全面转向数字化平台。相关研究表明，数字化教学能显著缩短学生的学习曲线，提高形态学识别的准确率。

国内方面，随着教育信息化2.0行动计划的推进，越来越多的医学院校开始投入数字化病理平台的建设^[4]。目前的探索主要集中在数字切片库的构建和网络教学平台的初步应用上。然而，现有的改革仍存在一定的滞后性：部分院校仅将“数字化”作为传统教学的辅助手段，未实现教学流程的深度重构；软硬件建设存在“重建设、轻应用”的现象；且针对数字化环境下的考核评价体系尚不完善。因此，如何依托数字化平台构建一套系统、高效的病理学教学改革方案，仍是当前医学教育界亟待解决的问题。

一、数字化病理平台的建设架构

（一）软硬协同的基础设施支撑体系

1. 硬件层面的高性能配置：在数据采集端，我们引进了高通量、高精度的数字切片扫描仪，具备20倍及40倍物镜下的快速扫描能力，确保生成的数字切片色彩还原度高、细节清晰。在教学终端，实验室内配置了双向高清示教系统，教师端配备86寸电子屏，并通过千兆局域网实现师生屏幕的无延迟广播与同屏互动。

2. 软件层面的全功能集成：我们部署了基于B/S（Browser/Server）架构的综合数字病理教学管理平台。该平台不仅是一个图像浏览工具，更是一个集成的教学管理生态系统，学生只需通过校园网账号登录，即可在宿舍、图书馆等任何场所学习电子切片，真正实现了“处处能学、时时可学”。

（二）多维立体的数字化资源库构建

1. 标准化基础教学库：严格依据《病理学》教学大纲与执业医师资格考试要求，我们筛选了数千张高质量的切片，建立了涵盖细胞适应与损伤、炎症、肿瘤以及各系统常见疾病的标准化切片库。每一张切片都经过教研室资深专家的严格审核，并附有详细的病变标注与文字说明，确保了基础教学内容的规范性与权威性。

2. 临床特色病例拓展库：为了弥补传统教学中“重理论、轻临床”的短板，我们联合附属医院病理科，建立了临床病理病例库。该病例库以病例为单位，不仅包含镜下切片，而是整合了患者的主诉、现病史、大体标本照片、CT/MRI影像资料、实验室检查结果、手术记录及术后病理报告，其中的特色为引入了大量

罕见病例、疑难病例以及典型的尸检案例，极大地拓宽了学生的视野。

3. 动态化与微课资源库：利用3D建模与动画技术，我们已筹备制作血栓形成过程、肿瘤浸润转移机制、炎症介质释放等动态模拟视频，将抽象的病理生理过程可视化。同时，录制了一系列针对难点切片的微课视频，挂载于相应切片旁，学生点击即可观看教师的阅片示范，实现了“图、文、声、像”并茂的立体化教学。

（三）长效运行的保障与维护机制

1. 资金与技术保障：学校设立了数字化教学专项经费，用于软硬件的定期升级与维护。组建了由计算机专业人员与病理技术人员构成的技术支持团队，负责服务器的安全巡检与故障的极速响应（2小时内解决）。

2. 制度与安全保障：制定了《数字化平台开放管理规定》、《网络安全责任制度》及《教学资源知识产权保护条例》，明确了师生的使用权限，规范了资源的下载与传播行为，确保教学数据的安全与合规。

三、基于数字化环境的病理学教学全流程重塑

数字化平台的建成，为教学模式的变革提供了无限可能。我们以“以学生发展为中心”（OBE）理念为指导，对教学内容、教学模式、实践体系进行了全方位的重塑。

（一）教学内容的深度整合与前沿拓展

1. “虚实结合”的内容重构：我们将传统的教科书文字描述与

数字化资源进行深度锚定。在讲解某一疾病时，不再孤立地展示镜下形态，而是强调“大体—镜下—临床”的对应关系。例如，在讲授“大叶性肺炎”时，系统会同步展示肺部的大体标本（实变期灰色肝样变）、镜下切片（肺泡腔内纤维素渗出）、X线胸片（大片致密阴影）以及患者的临床体征（铁锈色痰），帮助学生构建从微观到宏观、从形态到功能的完整知识链条。

2. 前沿技术的适时引入：为了缩短学校教学与临床前沿的距离，我们在教学内容中增设了“数字病理与人工智能”部分^[9]。向学生介绍数字切片扫描原理、远程病理会诊流程、图像定量分析方法以及深度学习在病理辅助诊断中的应用。通过展示AI如何自动识别核分裂象、计算Ki-67阳性率，让学生直观感受科技进步对医学诊断模式的冲击，激发其创新意识。

（二）线上线下混合式教学闭环的构建

1. 数据导向的精准预习：教师提前分发导学案、预习切片及配套学习视频，引导学生利用课余时间自主完成预习任务。学生可在预习切片上手动圈注疑似病变区域或存疑部位，并提交至教师处。教师收集整理学生的预习标注成果，通过汇总分析梳理出学情重点，明确学生的认知盲区（例如，80%的学生将淋巴细胞误认为是小细胞癌），据此调整课堂讲授的核心内容，提升教学针对性^[9]。

2. 以探究为核心的翻转课堂实践

课堂环节中，教师摒弃全覆盖式知识宣讲，将教学重心放在难点解析与病例研讨上。针对学生提交的作业，教师可选取学生预习标注中的典型错误案例进行全班展示，组织学生开展辨析讨论，引导学生自主发现问题并完成修正。同时还可以依托现有分组教学条件开展问题导向学习（PBL），学生以小组为单位进行疑难病例切片协作阅片。组员间通过交流分享标注要点、互补阅片视野，共同绘制思维导图梳理诊断思路。教师在各小组间巡视指导，通过启发式提问引导学生深化思考。在上课过程中，教师还可以通过课堂提问、举手应答或纸质快速答题等方式开展阅片小测验，即时统计答题正确率，确保全体学生参与课堂互动，及时掌握学生知识掌握情况^[7]。

3. 个性化拓展与巩固

课堂内容结束后，学生可借助课堂记录、课件等资料复习课堂核心内容。教师根据学生课堂测验及作业中的错题记录，针对性布置相似切片观察或病例分析任务，强化学生薄弱知识点。此外，可设立学习交流群或答疑专栏，学生可上传疑难切片截图，邀请同学或教师参与讨论，形成课后延续性学习氛围。

（三）阶梯式实践教学体系的完善

病理学是一门实践性极强的学科。我们利用数字化技术，构建了从基础技能到创新能力的阶梯式实践体系。首先，学生可以进行虚拟仿真技术训练，病理技术（取材、脱水、包埋、切片、染色）操作周期长、试剂毒性大，且难以针对大班教学，无法实现全体学生实验的问题，我们可通过引入虚拟仿真实验项目，帮助学生通过3D虚拟环境模拟病理技术的全过程。

了解了病理制片的基础后，在实验课的后半段，我们设置了“模拟病理医生”环节。学生需要面对一个完整的临床病例（包

含申请单、大体图、多张数字切片），像真正的病理医生一样，在切片上寻找病变证据、进行鉴别诊断、书写规范的病理诊断报告，通过教师对该病理报告的批改，帮助学生进一步确立诊断逻辑与描述的准确性。

完成了基础的临床思维训练后，我们鼓励学有余力的本科生利用实验室的数据开展大学生创新创业训练计划。例如，指导学生利用开源图像分析软件（如ImageJ）对乳腺癌切片中的微血管密度进行定量分析，或者对比不同类型肿瘤的核质比差异。通过这些微科研项目，早期培养学生的科研素养与数据分析能力。

（四）全过程多元化评价体系的实施

采用过程性评价与终结性评价相结合的方式，全面考核学生学习效果。过程性评价侧重对学生全程学习表现的追踪，涵盖自主学习参与度、课堂互动投入度及平时学习成果等，能有效督促学生重视日常积累，避免“临时抱佛脚”。终结性评价则聚焦临床胜任力考察，优化考试形式与试题结构，减少机械记忆类题目，增加实践导向的病例分析类题目，着重检验学生运用病理知识解决实际问题的能力，实现评价对学习的导向与提升作用。

四、数字化病理实验室教学改革的成效展望

展望数字化病理实验室教学改革的推进与落地，将从学生培养、教师发展及资源效益三大维度释放积极价值，助力病理教学质量的全面提升。

在学生培养层面，数字化教学模式将为病理学习注入新活力。高清晰度数字切片将打破传统阅片的局限，有效降低学习门槛，缓解视疲劳与挫败感，让学生更轻松地掌握病理形态辨识技能。“模拟临床诊断”的实战场景将充分激发学生的学习主动性，推动学习态度从“要我学”向“我要学”的深度转变。在此基础上，学生的病例分析能力与理论应用水平将稳步提升，考试成绩有望实现进阶，不及格率也将得到有效管控；进入临床实习阶段后，学生将凭借扎实的病理基础与成熟的逻辑思维，更快适配临床诊疗需求，实现从理论学习到临床实践的顺畅衔接。

放眼教师发展领域，改革将成为师资队伍能力升级的重要契机。未来在数字化教学资源建设与混合式教学设计的实践中，教师将主动突破传统教学舒适区，系统掌握数字切片扫描、微课制作、教学数据研判等新兴技能，逐步完成从“知识搬运工”到“学习设计师”的角色转型^[9]。伴随改革的深入推进，教研室团队将聚焦数字化病理教学的核心问题开展专项研究，有望催生一批高质量的教改成果，在课题申报、论文发表及教学竞赛中实现新突破，推动师资队伍的数字素养与教研能力实现协同跃升。

从资源效益维度展望，数字化平台将重塑病理教学资源利用模式。未来，珍贵病理标本的数字化保存将彻底解决传统标本损耗难题，让优质资源实现永久留存与反复复用，大幅提升资源利用效率。更值得期待的是，依托区域教学联盟云平台，优质数字化病理资源将突破空间限制，辐射至周边基层医学院校与县级医院病理科，通过远程教学、会诊帮扶等形式，推动优质医疗教育资源下沉共享，助力提升区域内整体病理教学与诊疗基础水

平，彰显教改的社会价值与辐射效应。

五、结语

数字化病理平台的建设不仅是教学技术层面的革新，更是医学教育理念的深度重塑。通过完善软硬件配置、推进全流程教学

模式创新及构建多元化评价体系，有望打破传统病理教学的时空限制，为人才培养质量的提升提供有力支撑。展望未来，随着人工智能与大数据技术与病理教学的深度融合，病理学教学将逐步迈向智能化、个性化与精准化发展之路，为培养契合“健康中国”战略需求的高素质医学人才持续赋能。

参考文献

- [1]SENSU S, ERDOGAN N. Are We Where We Want to Be in Undergraduate Pathology Education? [J]. Turk Patoloji Derg., 2024, 40(2): 78–88.
- [2]SCHÜFFLER P J, STAMELOS E, AHMED I, et al. Efficient Visualization of Whole Slide Images in Web-based Viewers for Digital Pathology [J]. Arch Pathol Lab Med, 2022, 146(10): 1273–1280.
- [3]郑旭东. 智慧教育2.0: 教育信息化2.0视域下的教育新生态——《教育信息化2.0行动计划》解读之二 [J]. 远程教育杂志, 2018, 36(04): 11–19.
- [4]王启帆, 刘雨. 数字化赋能医学教育: 应用、困境与路径 [J]. 医学与哲学, 2024, 45(10): 65–68.
- [5]何晓红, 梁亦龙, 曾垂省, 王允, 武巍峰, 谢永芳, 刘毅. 基于 AI 的基础医学图谱智能构建与应用 [J]. 教育进展, 2025, 15(6): 360–365.
- [6]张胜, 刘堇. “四维联动、双线融合、校企共育”模式下病理学课程思政教学改革 [J]. 教育进展, 2025, 15(6): 463–469.
- [7]晏巧华, 张梓悦, 黄月, 李明航, 刘云飞, 阮天, 李东梅. 基于案例教学和翻转课堂的高职高专《病理学——肝硬化》课程教学模式改革研究 [J]. 职业教育发展, 2025, 14(1): 11–22.
- [8]谭晓静, 黎列娥, 阳世伟, 等. 新时代背景下高等医学教育改革与发展的挑战与策略研究 [J]. 中国继续医学教育, 2024, 16(19): 37–40.