

数字教材在流行病学教学中的应用及进展

杨昕昱¹ 董子奇² 王肖群³ 刘云涛⁴ 詹思延^{1,5,6} 王胜锋^{1,5}

¹北京大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系,北京 100191;²北京大学儿童青少年卫生研究所,北京 100191;³北京大学教师教学发展中心,北京 100871;⁴北京大学医学出版社,北京 100191;⁵重大疾病流行病学教育部重点实验室(北京大学),北京 100191;⁶北京大学第三医院临床流行病学研究中心,北京 100191

杨昕昱和董子奇对本文有同等贡献

通信作者:詹思延,Email:siyan-zhan@bjmu.edu.cn;王胜锋,Email:shengfeng1984@126.com

【摘要】 本文旨在调查国内外流行病学领域的数字教材在教学中的应用以及发展情况。研究采用网站和文献库检索,梳理了国内外流行病学数字教材的建设情况。目前我国流行病学数字教材主要采用纸质书附加二维码的形式,提供视频、习题等教学资源,但存在交互程度不足等问题。国外较好的流行病学数字教材更注重个性化、交互性和富媒体技术的应用,通过实时笔记、互动动画、答题等功能提升教材的数字化程度和学习效果,值得借鉴。本研究为流行病学教学的数字化转型提供一定的参考。

【关键词】 流行病学教学; 数字教材; 交互性; 应用与进展

基金项目:教育部产学研合作协同育人项目(221002222134252);2023年北京“教学新思路 2.0”项目(2023YX05)

Application and advancement of digital teaching materials in teaching epidemiology

Yang Xinyu¹, Dong Ziqi², Wang Xiaojun³, Liu Yuntao⁴, Zhan Siyan^{1,5,6}, Wang Shengfeng^{1,5}

¹Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Peking University, Beijing 100191, China; ²Institute of Child and Adolescent Health, Peking University, Beijing 100191, China; ³Center for Excellent Teaching and Learning, Peking University, Beijing 100871, China; ⁴Peking University Medical Press, Beijing 100191, China; ⁵Key Laboratory of Epidemiology of Major Diseases (Peking University), Ministry of Education, Beijing 100191, China; ⁶Research Center of Clinical Epidemiology, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China

Yang Xinyu and Dong Ziqi contributed equally to the article

Corresponding authors: Zhan Siyan, Email: siyan-zhan@bjmu.edu.cn; Wang Shengfeng, Email: shengfeng1984@126.com

【Abstract】 This study aims at examining the application and development of digital teaching materials in the field of epidemiology, encompassing both China and international contexts. The research involved conducting search on websites and literature databases to assess the status of digital teaching materials in epidemiology, nationally and internationally. At present, in China, digital teaching materials used in epidemiology are primarily presented in the form of printed books with added QR codes, providing teaching resources such as videos and exercises. However, issues with the level of interactivity have been identified. In foreign countries, with stronger emphasis placed on personalization, interactivity, and the use of rich media technologies in the digital teaching materials, epidemiologically. Enhanced digitization regarding materials and learning outcomes is achieved through features such as real-time notes, interactive animations, and quizzes. These approaches are considered worth considering for adoption. This study provides valuable insights for the digital transformation of epidemiology education.

DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20230918-00167

收稿日期 2023-09-18 本文编辑 万玉立

引用格式:杨昕昱,董子奇,王肖群,等.数字教材在流行病学教学中的应用及进展[J].中华流行病学杂志,2024,45(4):597-601. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20230918-00167.

Yang XY, Dong ZQ, Wang XQ, et al. Application and advancement of digital teaching materials in teaching epidemiology [J]. Chin J Epidemiol, 2024, 45(4):597-601. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20230918-00167.



【Key words】 Epidemiology teaching; Digital teaching materials; Interactivity; Application and advancement

Fund programs: University-Industry Collaborative Education Program of Ministry of Education (221002222134252); 2023 Peking University New Thoughts of Teaching 2.0 (2023YX05)

随着媒体融合与科技发展的态势日益深入,数字技术与教育的深度融合正稳步推进,新的数字教学生态正在形成,而教材作为教学过程中的关键元素,也在不断向数字化的方向发展。目前数字教材的定义尚未统一,可被理解为是具有以数字形态存在、装载于数字终端阅读、动态更新内容或及时记录交互轨迹等特征的新型学习材料^[1]。传统的流行病学教学往往依赖于纸质教材的教学方式,存在资源有限、缺乏互动性等局限性;且传染病等学科内容变化较快,纸质教材出版周期较长,内容无法及时更新;同时,随着对公共卫生人才水平要求越来越高^[2],学生需要学习的科目增加,流行病学的教学也面临着一定的课时压力,因此需要更加创新且优质的教材来满足教学培养的需要。

2017 年 7 月,国务院成立国家教材委员会。2019 年 12 月,《普通高等学校教材管理办法》印发。随着“十四五”时期高等教育教材体系建设工作的推进以及数字技术的快速发展^[3],数字教材以其丰富的媒体内容、互动学习工具和灵活的访问方式^[1],能够为师生提供更加便捷和丰富的流行病学学习资源^[4],为流行病学教育带来了新的机遇。数字教材虽然与纸质教材的主要教学内容和大纲相似,但与纸质教材相比,数字教材具有实时更新、交互性强等诸多优势,同时由于其依托富媒体制作,能够将重点难点通过动画等形式呈现,便于理解。基于上述优势,数字教材适用于小学、中学、高校专业教育等多个教学场景,甚至可参与全部教育体系的教学活动,尤其能在高精尖人才的培养中发挥出色的作用。

目前国内流行病学相关的数字教材建设仍处于起步阶段,亟需总结现有工作进展,为未来发展提供参考。本文旨在厘清数字教材与传统教材的关系,系统梳理国内外公共卫生领域数字教材的应用和进展,选择国外数字化方面做得较好的流行病学教材与国内的流行病学教材进行比较分析,归纳未来流行病学数字教材开发的要点及注意事项,以期为流行病学教学的发展以及教学质量的提升提供帮助。

1. 数字教材的概念及辨析:我国的教材是指根据国家教育方针和课程标准,为实现一定教学目的

和进行教学活动而开发、编写成的教学媒体,国外一些领先的教材则更类似参考书,除基础知识外还包括更深入的或拓展的课外信息和材料。随着数字信息技术的发展和智能终端的融合,数字教材也呈现出阶段性发展的形态特征^[5-6]。1.0 版本是借助信息技术将纸质教材直接转化为无交互的电子版静态文本。2.0 版本是依靠二维码等形式搭载数字资源的纸质化材料或弱交互的多媒体数字终端,是纸质教材向数字化过渡的初步探索,具备简单的单向交互性。3.0 版本是通过图像、动画、声音、视频等强交互富媒体数字环境,将教学所用的教材、教辅、思维导图等整合成一个教学资源包,形成全新意义的“教材”,充分开发实时笔记、讨论答疑、电子题库、交互轨迹记录等功能,进而实现与学习者之间的双向互动^[7]。

数字教材通过出版性质可与教学资源和在线课程相区分;与纸质教材或部分具有教学性质的电子书相比,数字教材凭借其强交互性和富媒体内容等优势能够在课程中体现出更好的效果,数字教材 3.0 版本主要特点见表 1,核心优势在于融合多元媒体形式,具备丰富的交互方式^[8],拥有可靠的质量保证。

2. 数字教材在流行病学教学的应用:近年来,随着国内数字化教育的迅猛发展,流行病学领域也借助数字技术逐渐数字化转型。国内现有的流行病学数字教材主要为人民卫生出版社的《流行病学》第八^[9]、九版^[10]。国外则数量较多,以主要的数字教材厂商之一 VitalSource 为例,有 20 本具有内置测验和学习效果评估等功能的流行病学数字教材可供选择。其中 Gordis^[11]主编的 *Epidemiology* 是用户欢迎的流行病学数字教材之一。

在教材功能上,国内的流行病学数字教材大多仍处于数字教材 2.0 阶段,虽然一定程度嵌入了多媒体资源以实现教材内容的动态呈现,但在交互性、个性化等方面仍存在较大的提升空间。以人民卫生出版社的《流行病学》第九版为例,已经在纸质书的基础上运用二维码嵌入数字资源,包括 2 份与教材内容相关的电子阅读材料、53 道案例分析题、26 个演示文稿(PPT)以及 1 段重点知识点的教学视频等^[9]。国内外流行病学数字教材功能对比见表 2。

表 1 数字教材概念辨析

| 相关概念 | 媒体形式 | 内容形态 | 交互性 | 信息技术属性 | 出版物属性 | 数字化程度 | 教学评价 |
|----------|------------------------------|--------------------------|-----|--------|-------|-------|------------------------|
| 纸质教材 | 文本、图形、图像 | 平面媒体 | 无 | 无 | 有 | 低 | 形成性评价 ^a |
| 教学资源 | 文本、图形、图像、视频、音频 | 平面媒体、富媒体和实体 | 强 | 有 | 无 | 高 | 形成性评价 |
| 在线课程 | 以视频为主 | 富媒体 | 强 | 有 | 无 | 中 | 形成性和总结性评价 ^b |
| 电子书 | 文本、图形、图像 | 平面媒体 | 弱 | 有 | 有 | 低 | 无 |
| 数字教材 1.0 | 文本、图形、图像 | 平面媒体 | 弱 | 有 | 有 | 低 | 形成性评价 |
| 数字教材 2.0 | 文本、图形、图像、音频、视频 | 平面媒体和富媒体,二者分离 | 中 | 有 | 有 | 中 | 形成性评价 |
| 数字教材 3.0 | 文本、图形、图像、音频、视频、媒体标记语言、脚本控制语言 | 平面媒体和富媒体结合,依托平台提供学习和教学支持 | 强 | 有 | 有 | 高 | 形成性评价 |

注:^a形成性评价是指在教育计划实施过程中,对教育对象或者计划执行情况进行的连续性评价,目的是及时了解教育动态过程中的情况,监控教育过程,完善执行过程,使教育目标顺利而高效地达成;^b总结性评价是指对教育活动某一阶段的成果的评价,目的是全面了解评价对象在较长时间内所取得的教育成绩,并为下一周期工作提供翔实有效的资料

表 2 国内外流行病学数字教材功能对比

| 功能 | 国内流行病学数字教材 | 国外流行病学数字教材 |
|--------|-------------------|---------------|
| 多媒体资源 | 电子文档、图片、视频和 PPT 等 | 富媒体,如交互动画、视频等 |
| 实时笔记 | 未普遍应用 | 有 |
| 电子题库 | 未普遍应用 | 有 |
| 定义链接 | 主要为二维码形式 | 有 |
| 在线答题 | 未普遍应用 | 有 |
| 讨论答疑 | 未普遍应用 | 有 |
| 交互轨迹记录 | 未普遍应用 | 有 |

国外流行病学数字教材功能更接近于数字教材 3.0 版本,参考课程标准,利用富媒体技术,开发实时笔记、讨论答疑、电子题库、在线答题、定义链接和交互轨迹记录等功能,促进学习者与教材的双向互动。实时笔记功能允许学生记录想法和问题,与教材内容对话,与其他学生交流讨论;讨论答疑功能提供在线交流平台,学生可以与教师和同学共同探讨学习内容,解答疑惑;电子题库和在线答题功能支持学生自主学习和自我评估,增强对知识的理解和掌握;定义链接功能帮助学生快速查阅和理解陌生词汇,比二维码更方便快捷;交互轨迹记录功能跟踪学生在学习中的互动和进展,为教师提供数据支持,更好地了解学生学习情况并提供个性化指导。

在课堂应用中,流行病学数字教材通常与主流课程交付平台兼容,提供多种教学方式。教育者可以采用辅助教学,以数字教材的图表和动画形式直观呈现流行病学概念。通过在线投票和讨论板等功能激发学生参与,提高问题解决能力。同时,结合传统教学,将数字教材融入其中,拓宽学科视野。数字教材还支持个体精准教学,根据学生特点提供个性化资源。通过交互轨迹和数据分析等功能进行个性化评价,不仅全面了解学生学习情况,同时

为调整数字教材应用和教学方式提供重要参考。

3. 国外数字教材建设的发展趋势:目前国外的数字教材建设方法和技术都在不断进步,不仅通过多种形式进行数字教材的编写,在进行技术创新的同时,还将数字教材与课程交付平台兼容,在多种教学方式的配合下,使数字教材在课堂上更充分地发挥其优势。要做好国内流行病学数字教材建设,需要充分吸收和借鉴相关领域数字教材建设的经验及教训。

国外数字教材的编写模式目前主要有两种。第一种编写方式为直接与数字教材厂家合作制作数字教材,如 Friis 和 Stellers^[12]主编的 *Epidemiology for Public Health Practice*。这种方式生产的数字教材虽然主要依托于纸质教材的内容,但厂商可以在教材中添加如高亮、笔记、链接等多种交互功能来提高教材的数字化程度,并且由于这些功能主要依托于移动端的阅读器软件,因此学生也可以在移动端随时使用数字教材。不同厂商所提供的功能虽大体相同,但也有细微差异,如 Redshelf 提供的数字教材具有较强的可编辑性,允许添加视频、测验等多种媒体内容,提高个性化和数字化程度,而 Vitalsource 可以根据内置测验的成绩为学生提供评价学习效果的报告。在流行病学教材数字化过程中,厂商可增加实时更新内容和案例分析,如疫情动态和数据分析练习,提升时效性和实践价值,促进学生理论理解和提升实践能力。此外,厂商提供的数字教材的付费模式主要为通过租赁制或永久购买来获取数字教材的访问权限,租赁时长可选择 30 d 至 1 年不等;学校可整合测验、作业等其他资料成教学资源包,在校内以“访问代码”的形式提供,学生通过访问代码兑换相应资源,使课程资源

更便捷。这种形式将课程资源进行整合,突破了传统教材的定义,不仅使得教材和课程设计更加契合,还为学生获取学习资源提供了更加便捷的方式。

第二种编写方式为由高校教师主导制作数字教材(可以邀请学生参加),一般从各种开放教育资源中获取包括音视频、教科书、习题等内容信息用于教材编写,如 Harken 等^[13]主编的 *Cornerstone*。开放式教育资源指任何媒介的教学、学习和研究材料,这些材料属于公共领域,或在开放版权许可下发布,允许他人在一定范围内免费访问、使用、改编和重新发布^[14],其中开放版权许可是开放教学资源的作者对允许公众使用资源的方式提出的限制,尊重作者的知识产权。与第一种编写方式不同的是,教师可以根据自己的教学需求自由组合和直接采用现有的开放教育资源,形成个性化的开放教材^[15],不受特定平台或传统教材的限制^[16]。开放教育资源不仅通过版权许可尊重了内容所有者的知识产权,同时由于其开源性,为教材的制作提供了广泛的内容来源,保障了内容质量和数字化程度。开放式教育资源模式强调教材编写的灵活性和个性化,教师可以从多个来源选择资源进行组合,而数字教材平台模式则更侧重于提供全面的教学工具和功能。教师可以根据教学需求和教学目标选择适合自己的教材编写模式。对于流行病学数字教材,这意味着教师可以集成特定于该学科的开放资源,如最新的公共卫生政策、疫情报告、流行病学模型。这种方法使教材紧密地与当前的公共卫生议题相结合,提高教学内容的实用性。

在数字教材的技术支撑方面,教育知识图谱逐渐成为核心技术^[17]。知识图谱是一种用于表示和组织人工智能系统所需知识的语义网络,以“图”的方式来描述真实世界的事物或知识及其关系,形成语义明确的结构化知识库^[18-19]。将知识图谱应用于数字教材建设具有诸多优势:①在教学内容的组织和管理方面,知识图谱可以将学科知识进行分类、关联和组织,形成结构化的知识体系,帮助教育工作者更好地组织和管理教学内容^[20];②在教学资源的共享和整合方面,可以从多个数据源中自动抽取和融合教育资源并进行优化,既保证知识的准确性,也能帮助师生更好地选择和使用教学资源^[17];③在教学效果的评估和改进方面,通过知识图谱的数据收集和分析,对教学内容、教师和学生进行更加细化的评估,及时发现问题和改进;④在学生学习方式方面,可以支持学生根据兴趣,结合知识图

谱的推荐算法,选择个性化的学习内容及路径,以便更好地适应自己的学习节奏和方式。结合流行病学数字教材的特点,知识图谱技术有助于将各种流行病学概念、研究方法以及实际案例整合并呈现于一个有机的体系中,使教材变得更加连贯和直观。这种系统化的呈现方式使学生能更清晰地理解流行病学的复杂性,并在学习过程中将理论与应用结合,为学生提供了更为丰富、更具可操作性的学习体验。

在数字教材的使用推广方面,国外高校充分利用 Canvas、Blackboard 等课程交付平台,除通过平台所具有的视频会议和小组讨论等功能进行授课外,还将数字教材与平台兼容,使教师能够在课堂上使用教材的交互功能,充分发挥其优势。同时,为与数字教材配合,国外高校也开始采取一些新颖的教学方式(如虚拟现实技术、ChatGPT)进行授课,增加教学的互动感。但需注意,将 ChatGPT 引入课堂也存在一些弊端,如可能不利于培养学生独立思考能力、增加考试作弊等,为此悉尼大学、耶鲁大学等高校也对在作业和考试中使用 ChatGPT 进行了一定程度的限制。

在数字教材的团队支持方面,国外高校通常设立专门的教学组织,负责协助课程设计等工作。这些组织旨在帮助教师优化课程设计和改进教学形式,教师可通过向教学组织提交申请合作。教学组织中一般会包括以下人员:①课程内容专家和教学设计师:制定教学范围,设计课程架构等;②技术编者和网络开发人员:为教学提供软硬件支持、培训、维护与更新;③插画师、音视频制作专家:通过图片、音视频等丰富教学内容的呈现形式;④课程评估人员:收集课程的反馈信息,评估教学效果并提出改进意见。

4. 数字教材用于我国流行病学教学中的机遇与挑战:教育部在“十四五”期间推进高等教育教材体系建设,强调数字教材的优化和转型^[3],为中国教育领域的数字化教育提供了重要的动力。在此背景下,国内多家出版社积极参与数字教材的探索和创新。例如,清华大学出版社联合多家大学出版社,共同打造形成了以电子书和配套的多媒体附件为基础的知识服务平台“文泉学堂”。这一趋势为数字教材在流行病学领域的发展提供了有利的环境,流行病学学科前沿内容日新月异,数字教材的更新速度远超纸质教材;且对于复杂的研究方法,数字教材能通过交互的方式帮助学生在应用中学

习,提升教学质量。但流行病学数字教材建设仍面临诸多挑战。

在技术层面,数字教材具有多种交互功能,但对于流行病学的师生而言,独立开发较为困难,因此教材的数字化转变需建立在编写平台或出版机构的数字化基础上。同时,考虑到数字教材的实用性,如何将流行病学数字教材与现有主流课程交付平台兼容亟需探讨;在媒介层面,数字教材依托于电脑、手机等电子设备呈现,因此在应用过程中,资源媒介不平等比在纸质教材中更加严重,可能造成数字鸿沟^[21],一定程度限制数字教材的普及性和公平性;在成本层面,虽然数字教材节省了印刷成本,但由于数字教材呈现知识的方式与传统教材差别较大,教育工作者和学生都需要时间和培训来适应数字教材^[22],尤其流行病学教学体量较大,内容较多,对于教师不仅需要会使用数字教材,还要参与数字教材的开发,需要更多的时间和技术成本;在质控层面,丰富的在线资源以及简化的出版方式会刺激数字教材的涌现^[23],但同时保证其内容质量、可靠性等也是一项艰巨的任务,教育工作者和出版机构需谨慎处理。

5. 小结:综上,数字教材与纸质教材相比,具有交互性强、资源丰富、实时更新等诸多优势,适用于包括流行病学在内的多种教学场景。国外数字教材的发展经验及其在流行病学领域的应用,为国内流行病学数字教材的开发提供了启发和参考。目前我国流行病学数字教材仍有较多的优化空间,具体如通过在线讨论、互动功能促进学生与教材内容互动,通过个性化学习支持和智能化学习分析满足不同学生学习需求,探索应用知识图谱等新兴数字化技术和工具,加强与课程交付平台兼容性和合作等。上述将有助于我国流行病学数字教材的开发和推广,进而推动我国流行病学教育的进步与发展,更好地服务于高水平公共卫生人才培养。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

- Hanke RE, Gibbons AT, Berazaluze AMC, et al. Digital transformation of academic medicine: Breaking barriers, borders, and boredom[J]. *J Pediatr Surg*, 2020, 55(2): 223-228. DOI:10.1016/j.jpedsurg.2019.10.037.
- Cai WQ, Gao RG, Jing Q, et al. Doctor of public health-crisis management and COVID-19 prevention and control: a case study in China[J]. *Front Public Health*, 2022, 10: 814632. DOI:10.3389/fpubh.2022.814632.
- 马陆亭. 推动“十四五”时期高等教育的高质量发展[J]. *中国高等教育*, 2020(23):1.
- Ma LT. Promoting the high-quality development of higher education during the 14th Five-Year Plan period[J]. *China Higher Educ*, 2020(23):1.
- Flores RL, Demoss P, Klene C, et al. Digital animation versus textbook in teaching plastic surgery techniques to novice learners[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2013, 132(1): e101-109. DOI:10.1097/PRS.0b013e3182910aa9.
- 闫君子, 张家军. 数字教材的概念诠释与功能剖析[J]. *教育科学研究*, 2022(4): 47-52, 58. DOI: 10.3969/j.issn.1009-718X.2022.04.008.
- Yan JZ, Zhang JJ. Conceptual interpretation and functional analysis of digital teaching materials[J]. *Educ Sci Res*, 2022(4): 47-52, 58. DOI: 10.3969/j.issn.1009-718X.2022.04.008.
- 胡畔, 王冬青, 许骏, 等. 数字教材的形态特征与功能模型[J]. *现代远程教育研究*, 2014(2): 93-98, 106. DOI:10.3969/j.issn.1009-5195.2014.02.013.
- Hu P, Wang DQ, Xu J, et al. Forms and functional model of digital textbooks[J]. *Mod Dist Educ Res*, 2014(2): 93-98, 106. DOI:10.3969/j.issn.1009-5195.2014.02.013.
- 林君芬, 李慧勤, 黄海晖. 交互式数字教材: 数字化教学资源的新形式[J]. *教育信息技术*, 2013(6): 3-7. DOI:10.3969/j.issn.1671-3176.2013.06.001.
- Lin JF, Li HQ, Huang HH. Interactive digital teaching materials: a new form of digital teaching resources[J]. *Educ Inf Technol*, 2013(6): 3-7. DOI:10.3969/j.issn.1671-3176.2013.06.001.
- 李雅琴, 周荣庭, 何同亮. 交互式数字教材: 新媒体时代的教材编辑及应用研究[J]. *科技与出版*, 2016(1): 75-79. DOI: 10.16510/j.cnki.kjycb.2016.01.020.
- Li YZ, Zhou RT, He TL. Interactive digital teaching materials: textbook editing and application research in the new media era[J]. *Sci Technol Publicat*, 2016(1): 75-79. DOI:10.16510/j.cnki.kjycb.2016.01.020.
- 詹思延. 流行病学[M]. 8版. 北京: 人民卫生出版社, 2017.
- Zhan SY. *Epidemiology*[M]. 8th. Beijing: People's Medical Publishing House, 2017.
- 沈洪兵, 齐秀英. 流行病学[M]. 9版. 北京: 人民卫生出版社, 2018.
- Shen HB, Qi XY. *Epidemiology*[M]. 9th. Beijing: People's Medical Publishing House, 2018.
- Gordis L. *Epidemiology*[M]. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 2014.
- Friis RH, Stellers TA. *Epidemiology for Public Health Practice*[M]. Berkeley: Jones & Bartlett Learning, 2021.
- Harken N, Young, Barfield S, et al. *Cornerstone*[M]. Cedar Falls: Rod Library, University of Northern Iowa, 2023.
- Lapum J, Bailey A, St-Amant O, et al. Equity, diversity, and inclusion in open educational resources: An interpretive description of students' perspectives[J]. *Nurse Educ Today*, 2022, 116: 105459. DOI: 10.1016/j.nedt.2022.105459.
- Fialkowski MK, Calabrese A, Tilinghast B, et al. Open educational resource textbook impact on students in an introductory nutrition course[J]. *J Nutr Educ Behav*, 2020, 52(4): 359-368. DOI:10.1016/j.jneb.2019.08.006.
- Khalid F, Wu M, Ting DK, et al. Guidelines: The Do's, Don'ts and Don't knows of creating open educational resources[J]. *Perspect Med Educ*, 2023, 12(1): 25-40. DOI: 10.5334/pme.817. eCollection 2023.
- Mohamed SK, Nounu A, Nováček V. Biological applications of knowledge graph embedding models[J]. *Brief Bioinform*, 2021, 22(2): 1679-1693. DOI: 10.1093/bib/bbaa012.
- MacLean F. Knowledge graphs and their applications in drug discovery[J]. *Expert Opin Drug Discov*, 2021, 16(9): 1057-1069. DOI:10.1080/17460441.2021.1910673.
- 秦长江, 侯汉清. 知识图谱——信息管理 with 知识管理的新领域[J]. *大学图书馆学报*, 2009, 27(1): 30-37, 96. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1027.2009.01.007.
- Qin CJ, Hou HQ. Mapping knowledge domain—a new field of information management and knowledge management[J]. *J Academ Librar*, 2009, 27(1): 30-37, 96. DOI:10.3969/j.issn.1002-1027.2009.01.007.
- Li J, Gao J, Feng BY, et al. PlagueKD: a knowledge graph-based plague knowledge database[J]. *Database (Oxford)*, 2022, 2022: baac100. DOI: 10.1093/database/baac100.
- 张新红. 中国数字鸿沟报告 2008[J]. *电子政务*, 2008(11): 24-43. DOI:10.3969/j.issn.1672-7223.2008.11.005.
- Zhang XH. Report on the digital divide in China 2008[J]. *E-government*, 2008(11): 24-43. DOI: 10.3969/j.issn.1672-7223.2008.11.005.
- Mizrachi D, Salaz AM, Kurbanoglu S, et al. Academic reading format preferences and behaviors among university students worldwide: a comparative survey analysis[J]. *PLoS One*, 2018, 13(5): e0197444. DOI: 10.1371/journal.pone.0197444.
- Ma HL. Empowering digital learning with open textbooks[J]. *Educ Technol Res Dev*, 2021, 69(1): 393-396. DOI: 10.1007/s11423-020-09916-9.