

# 数字教材应用功能的分层建构与实践路径

王 润

**摘要：**分层次建设数字教材的应用功能，不仅是服务与促进学生差异化学习的现实选择，也是满足数字教材与纸质教材不同关系的需要，更是应对应用环境与应用条件参差不齐的应然举措。从教学效果的角度，数字教材的应用功能可划分为三个递进的功能层级，即以标准化落实作为共性教学文本的基本性功能、借助数据化优势建构数字时代学习方案的个性化功能和利用智能性特质建设综合性服务框架的服务性功能。其中，基本性功能主要提供共性内容资源、显示基本教学策略；个性化功能主要基于学习数据实现定制式的资源匹配与推送、形成深度学习导向的数字时代有效学习方案；服务性功能主要提供环境服务、管理服务与数据服务。落实数字教材的应用功能，要研制分层功能标准，规范数字教材的建设方向；增强内容协同建设，提升数字教材的供给质量；强化智能平台支撑，夯实数字教材的应用基础；优化教学应用场景，释放数字教材的实践效能。

**关键词：**数字教材；应用功能；功能层级；功能结构

无论是设计理念还是产品研制，无论是独立教学实验还是作为纸质教材的补充，数字教材都致力通过自身特质与独特功能，推动课堂教学变革，促进教育生态转型。在这一变革过程中，教育教学对数字教材应用功能的要求不断更新，对不同空间与情境下的功能需求也日趋迫切。这一期许反作用于数字教材的功能设计，使得明确“数字教材应用功能的设计指向”、科学建构“数字教材应用功能层级”，不仅成为教育学界关注的重点，也是推广数字教材亟待回应的核心议题。本研究拟立足理论建构，结合现有应用功能设计与教学实践案例，系统勾勒数字教材应用功能的层级图景，进而提炼实践路径与推进策略，以期对数字教材的建设、推广与应用提供有益启示。

## 一、数字教材应用功能分层建构的必要性

我国教育发展水平不一，学生发展实际存在差异，对于数字教材应用功能的需求也各不相同，强行推行整齐划一的数字教材文本，不仅有碍于对个性化课堂教学需求的满足，也难以彰显数字教材的特质与价值。鉴于此，有必要分层次建设数字教材的应用功能。

### （一）服务与促进学生差异化学习的现实选择

学生的差异化发展需要定制化的教材文本。技术赋能下的数字教材，凭借其在内容、结构与学习过程上的灵活性，为个性化学习的落实提供了有力支撑，成为服务学生差异化发展的现实选择。第一，数字教材实现了学习内容的个性化。借助数字技术的灵活性，学习内容的选择、呈现

**基金项目：**人民教育出版社课程教材研究所“十四五”课题“教科书教学性的内涵、定位及其改进路径”（KC2025-003）。

**作者简介：**王润，人民教育出版社期刊编辑室高级编辑，教育学博士（北京 100081）。

风格及结构编排均可依据学习者的需求进行动态调整,从而生成能够激发兴趣、满足个性化需求的定制版本。<sup>[1]</sup>第二,数字教材推动学习过程的个性化。数字教材能够实时把握学习进度、动态调节学习进程,尤其可借助语音识别与大数据分析技术,对采集到的多维度数据进行深度处理,精准呈现学习者的学习特征,即对学生进行“数字画像”。在此基础上,通过智能推送技术,为学习者量身定制学习内容、规划学习路径,从而有效促进个性化学习的达成。

(二) 满足数字教材与纸质教材不同关系的需要

数字教材与纸质教材究竟是何关系?二者应建构怎样的关系模式?何种关系最为适宜?这些问题一直困扰着学界,也直接影响着数字教材在一线的教学定位及其应用功能的实现。数字教材的发展及其与纸质教材的“博弈”与融合,正在重塑传统教材的内容与功能边界。教材不再是知识的绝对权威,而成为一种有限度的权威;教材内容也不是固定不变的,而是随着数字教材的迭代,以不同力度拓宽知识获取渠道、改进获取方法、丰富获取方式,并逐步实现知识推送的个性化。尤为重要的是,纸质教材不再是教材的唯一类型,也不再是教材家族中的绝对权威。但这并不意味着数字教材目前可以完全取代纸质教材。不同的课堂教学模式对数字教材的需求各异,这直接决定了二者在未来的定位与相互关系。鉴于此,分层次建设数字教材的应用功能,能够更加充分地满足不同地区、学科及教师教学风格的需求,从而科学建构数字教材与纸质教材的良性关系。

(三) 应对应用环境与应用条件参差不齐的应然举措

2014年以来,我国中小学互联网接入率与多媒体教室配备比例逐年上升,为数字教材的应用提供了基础环境支撑。然而,数字教材要实现常态化、普遍化应用,仍有赖于无线网络的进一步覆盖、多媒体教室使用率的提升、网络学习空间的扩大,以及移动硬件设备的配置与维护等条件的落实。调研中也多次发现,教师在使用数字教材时常面临技术水平不足、网络不通畅、系统不兼容等问题。<sup>[2]</sup>这表明,数字教材的应用推进

难以一蹴而就,既要立足现实环境与条件,也要编制具有多层次应用功能的数字教材文本。

## 二、数字教材应用功能的结构图景

为更加清晰、明确地梳理数字教材的应用功能层级,指引不同形态数字教材的建设与应用,本文从教学效果的视角,将数字教材的应用功能划分为基本性功能、个性化功能与服务性功能三个递进层级。每一层级的功能表现与侧重点虽有所不同,但最终指向的都是建构适应现代化人才培养需求的教学文本与教学新生态,从而更好地回答新时代“培养什么人、怎样培养人、为谁培养人”的问题。

(一) 基本性功能:以标准化落实作为共性教学文本的功效

“标准化”能够引领数字教材在数字化环境中满足基本课堂教学需求。一是以课程方案与课程标准为依据编制的数字教材,其基本性功能旨在满足数字化乃至传统环境下的教育教学活动的开展需要。从功能角色来看,数字教材的基本性功能与纸质教材的功效基本一致,即以数字教材为载体和工具,支撑基本的阅读及教育教学活动。二是政治性标准的框定。虽然“标准性”可能在一定程度上导致教材的编写工作呈现典型的“戴着镣铐跳舞”特征,但不得不承认的是,“标准性”给予了教材文本“安全感”,促使教材文本符合预设读者群体及社会意识形态的要求,能够为社会发展培养合格的公民。对于数字教材而言,即便剥离技术化链接、交互性功能及平台特色等,其依然可以有效发挥在信息化教学环境中的教材基本功能:提供共性内容资源、显示基本教学策略。

第一,提供共性内容资源。这是教材其他功能得以实现的前提与基础,也是教材之所以成为教材的关键所在。在传统教学体系中,教材居于教学资源的核心地位。<sup>[3]</sup>作为课程标准的具体化,纸质教材是教师教学的基本依据,也是学生获取知识、发展能力的基础载体。随着教育信息化的推进,课程体系与教学模式正在发生潜移默化的变革。但无论变革如何深入,教学始终需要承载国家意志的课程知识体系。在此背景下,数字教材理应发挥与纸质教材类似的基础性与示范

性作用，为师生提供满足基本教学需求的基础资源和基础服务，从而有效提升师生的信息化素养，推动教育技术的常态化应用。

首先，数字教材提供的教学内容覆盖了课程标准中所涉及的全部课程内容。其次，数字教材的内容设计参照了纸质教材的内容结构，并将学科知识逻辑与教学逻辑进行整合，形成数字教材的内容组织结构。这种组织结构可视为信息化环境中的一种微观课程结构。最后，数字教材在内容呈现上融合了多元媒体形式，不仅涵盖文字、图片等传统静态表达方式，也引入了视频、音频、交互动画等动态展示手段。其核心在于选用最适宜的呈现方式来阐释课程内容，以更好地促进学生的学习与理解。需要特别指出的是，在使用数字教材时，教师和学生无须在众多资源中抽选和二次组织教学内容，而可以直接使用数字教材提供的基础内容达成教学目标。通常情况下，同一地区的学校往往采用相同教材，同一位教师也常常任教多个班级。统一的教材难以适配每所学校的每个班级，而教师也很难以一己之力在每节课上为每个班级的学生筛选最合适的学习资源。为更好地契合班级整体情况，数字教材可依据本班学生的学习进度、学习偏好及教学目标，实现以班级为单位的针对性内容推送。在具体操作上，教师既可以直接上传待推荐资源，也可以从资源库中浏览备选资源，根据资源的主题类型、难度、与学习目标的相关度等因素，决定是否推荐给本班学生。

第二，显示基本教学策略。教材对教师课堂教学策略的选择与建构具有规定与引领作用。一方面，教材内容在一定意义上决定了教学的组织形式，而在不同的组织形式下，教材的效能发挥也有所不同；另一方面，教材对教学方法亦有显著影响，每一学科都是按照自身的逻辑体系来设计教材的，教学方法只有适应教材内容的逻辑要求，才能充分传递知识、便于学生理解。此外，教材的表达形式同样在一定程度上影响教师教学方法的选择与使用。

(二) 个性化功能：借助数据化优势建构数字时代的学习方案

数字教材所具备的个性化功能，可借助数据化优势建构数字时代的学习方案，从而获得广阔

的施展空间。这一优势能够为培养合格而有个性化的公民提供优质的内容、载体、媒介与工具。概括来说，数字教材的个性化功能主要体现在以下两个层面。

第一，基于学习数据实现定制式的资源匹配与推送。数字教材凭借其丰富的教学资源与数据化特性，能够实现定制式的学习资源匹配与推送，构筑以学习者为中心的个性化学习模式。首先，从固有特质来看，数字教材是一种按需生成的个性化教材，其设计与开发遵循“三层次五要素”的框架。其中，“三层次”指内容层、交流层与生成层；“五要素”则涵盖：与学习目标关联度高且可智能推送的学习资源，符合学科特色、支持离线使用与在线更新的学科工具及通用工具，与资源实现多对多关联的学习活动，支持人际交往的社会认知网络，共同支撑按需生成目标的个性化机制。<sup>[4]</sup>其次，从作用机制来看，数字教材凭借数据化优势，能够建构学习者的个人知识图谱。借助知识图谱技术，学科知识体系中被分割的、松散的知识节点得以提炼、抽取与组合，从而结构化地呈现知识点及其之间的承继关系。以知识图谱为载体，学习者在与学习资源互动的过程中，能够促成资源的动态调整与更新。同时，知识图谱技术还可对数字教材内容进行聚类分析与学习对象抽取，通过对教材内容进行语义增强，支持内容的深度检索及学习者学习路径的自动生成。<sup>[5]</sup>最后，从作用结果来看，数字教材借助大数据技术，通过动静结合、深度交互与互联互通的执行方式，记录学习者的学习轨迹，开展学情分析，精准把握学习者特征，并在此基础上提供定制化的学习选择。

数字教材的这一应用功能，正在课堂教学中发挥着实质性的功效。从当前的教学实践来看，数字教材个性化资源的推送策略设计主要体现在两个方面：一是能够同时满足标准化的集体教学与个性化的学习需求；二是基于个性化资源算法模型与推送框架，综合运用不同推送方式，兼顾班级环境下的差异化教学与校外环境下的个性化学习。在这两种策略的基础上，进一步形成了由教师引导推荐、系统自动推荐、学习者个性化定制构成的三维推送机制，即 $3 \times 3$ 矩阵。在实际应用中，学生登录系统后，可创建与学习主题相

关的关键词，系统据此进行个性化资源搜索；随后，基于学习偏好算法与资源推送算法，系统为学习者列出所有符合要求的资源；学生从中勾选自己喜欢的资源，点击“组成”按钮，即可生成一个由学习者个性化定制的资源集群——该集群精准契合其学习主题、难度、进度、方式、习惯与偏好。<sup>[6]</sup>

第二，形成深度学习导向的数字时代有效学习方案。在数字教材的应用场域中，知识学习突破了扁平化限制，为深度学习创造了条件。学习者可以自由、立体、具身地遨游于虚实交融的情境之中。数字教材独特的内容组织与呈现方式，使学习者全身心卷入情境化的学习过程，让知识学习突破静态的文字符号局限，走向灵活生动的身体参与。在沉浸体验的同时，学习者还与资源开展深度交互，促进知识关联的显性呈现。此外，数字教材的使用不必完全遵从既定内容顺序，学习者可根据学习阶段、需求与习惯，自行调整学习路径。在此过程中，大数据技术实时记录学习轨迹，精准诊断与描绘不同层次学生的学习图景，并据此提供相应的学习路径与方案。这为不同学习者制定个性化学习方案提供了内容、过程、交互与数据基础，能够最大化地满足自主性、个性化深度学习的需求。

（三）服务性功能：利用智能性特质建设综合性的服务框架

在数字时代，技术与知识内容、教育教学深度融合，数字教育产品与用户的关系也发生了深刻变革。倘若教育出版仅停留于提供内容资源的层面，不仅难以满足多元化的教育教学需求，也将在服务教育现代化的产业竞争中处于劣势。因此，突破传统纸质教材单纯提供内容的局限，实现向服务性功能的转型，成为数字教材的关键价值所在。数字教材可依托其智能性特征，建构综合性的服务框架，有效赋能教与学活动，提升学习的便捷性与学习效率。

第一，环境服务。借助智能化技术与手段，数字教材提供的环境服务主要集中在以下两个方面。一是营造数字化的教学环境。数字教材通过将信息技术有效融入各学科的教学过程，建构信息化教学环境，实现一种既能发挥教师主导作用，又能突出学生主体地位的新型教与学方式。

这种以“自主、探究、合作”为特征的教学模式，能够充分激发学生的主动性、积极性与创造性，推动课堂教学结构的根本性变革——由“以教师为中心”转向“主导—主体”相结合。<sup>[7]</sup>这样一种新型教学环境，支持真实的情境创设、启发思考、获取信息、自主探究、协作学习、多重交互、资源共享、跨学科组织与编写学习材料等多方面教与学要求<sup>[8]</sup>，能够有效落实“为了学生的学习”的教材编制理念。二是突破空间与时间限制的学习文化与环境。数字教材倡导“时时可学、处处可学”的学习文化与环境，打破教育资源在区域、学校、教室及人与人之间的“孤岛”现象，并通过运用智能语音识别和感知设备，设计人机协同的学习环境，促进了学生学习动力、学习能力和学习效率的显著提升，从而满足了不同类型学习交互的需要，也为学习者提供了多方位互动的群体思维空间，满足小组协作、演讲汇报、自主学习的需求<sup>[9]</sup>，有效实现了学习生态的转型与优化。

第二，管理服务。数字教材的管理服务主要体现在两个维度：一是面向学习者的管理服务，二是面向管理者的管理服务。就面向学习者的管理服务而言，数字教材不仅能够提供具有交互性和针对性的内容资源，还能依据学习者的特点与习惯，建构专属的内容资源知识图谱，最大化地服务个性化学习。就面向管理者的管理服务来说，数字教材首先可以辅助学校管理。通过对接智慧教学平台，借助大数据技术分析学生的性格、学习风格、学科特长等关键特征，同时挖掘与提取教师的特征信息，并据此对学生的学习与成长进行科学规划，从而实现高效的学生管理。此外，数字教材还能够记录与分析教师的教学行为，为灵活管理教师的教学活动提供支持。

第三，数据服务。数字教材提供的数据服务同样集中在学习者个人与管理者两个层面。其一，针对学习者个人的数据服务。数字教材及其应用平台能够记录学习者在完整学习过程中产生的多维度学习行为数据，形成纵向贯通、横向整合的综合化学习数据集。这些数据一方面为学习者调整学习策略提供坚实支撑，另一方面为教师开展真正的因材施教提供指导与支持。其二，针对管理者的数据服务。数字教材可为管理者进行

教育质量监测与评价提供可视化的数据支持。在实践层面,数字教材基于个性化数据挖掘,开发大数据分析模型与方法,对真实数据与分析结果进行及时呈现,并采用多维动态、交互式及结合地理空间信息的三维可视化技术,更直观地反映特定时段内学生的学习质量,从而辅助相关部门科学决策。<sup>[10]</sup>

### 三、数字教材应用功能的实现路径

从功能设计走向教学实践,需要探寻切实可行的实现路径。数字教材应用功能的落地,是一项涉及标准研制、内容重构、平台支撑、应用深化的系统工程。唯有在多维路径上协同发力,方能将数字教材的功能潜力转化为真实的教学效能。

(一) 研制分层功能标准,规范数字教材的建设方向

数字教材应用功能的实现,首要之举在于建立科学规范的分层功能标准体系。当前,数字教材功能定位模糊、层级不清等问题依然突出,导致编写者缺乏统一遵循,使用者难以有效选择,制约了数字教材整体效能的发挥。对此,应从国家或行业层面研制分层级、可操作的数字教材功能标准,为教材编写者提供明确指引,为使用者提供选择依据。分层功能标准的研制可以基本性功能、个性化功能、服务性功能三个层级为框架,分别明确各层级的功能要素与技术指标。就基本性功能而言,标准应规定数字教材作为共性教学文本的底线要求,包括课程标准内容的完整覆盖、政治性与科学性审查的基本规范等,确保任何层级的数字教材均能发挥“保底”的教学功效,筑牢质量安全防线。就个性化功能而言,标准应聚焦数据采集与应用的规范要求,包括学习行为数据采集的维度与粒度、学习者画像建构的技术路径、个性化资源推送的算法伦理等,为精准教学提供技术支撑与伦理边界。就服务性功能而言,标准应着眼综合性服务框架的建构,对环境服务、管理服务、数据服务的功能模块提出具体要求,推动数字教材从“内容呈现”向“服务赋能”转型,切实提升应用效能。

(二) 增强内容协同建设,提升数字教材的供给质量

数字教材应用功能的实现,关键在于高质量

的内容供给。当前,数字教材建设中存在“纸改数”的路径依赖,未能充分发挥数字技术的交互性与动态性优势,导致数字教材仅停留在电子化层面,难以实现其应有的教学价值。对此,要强化内容的协同建设。首先,应组建多元协同的编写团队。数字教材的编写需构建“一线教师+学科专家+技术人员”的多元团队,形成优势互补、协同创新的工作格局。一线教师贡献教学实践经验,学科专家保障知识的科学性与系统性,技术人员实现功能设计与技术落地,避免内容与功能“两张皮”的现象。其次,应推动知识呈现的立体化转型。数字教材应突破文字、图片等传统呈现方式,根据学科特点与学习规律,合理配置视频、音频、动画、虚拟仿真等富媒体资源,实现知识的多模态表达与学习的多感官参与。当前数字教材中视频资源占比最高,图片资源占比次之,音频资源占比较少。要根据学科特性合理配置多媒体资源,特别是对于语文、音乐等学科,音频资源的潜力尚待充分挖掘,应加大开发力度以优化学生的学习体验。最后,应注重交互功能的内容设计。交互设计要前置到内容策划阶段,将交互节点与知识节点有机融合,使学生在交互操作中深化知识理解,实现“在做中学、在学中思”的深度学习效果。

(三) 强化智能平台支撑,夯实数字教材的应用基础

数字教材应用功能的实现,有赖于功能完备、稳定可靠的平台支撑。<sup>[11]</sup>当前,数字教材出版平台呈现多元化态势,部分出版社拥有自有平台,还有一部分依托第三方技术服务平台。平台建设的质量直接关系到数字教材应用功能的落地效果,决定其能否从技术概念转化为教学实效。强化智能平台支撑,应从生产平台、使用平台两个层面协同推进,形成全流程闭环支撑体系。在生产平台层面,应支持多媒体混排、知识图谱建构、人工智能辅助编写、智能审校等功能,提升内容创作的效率与质量。知识图谱在此过程中扮演关键角色,以“知识节点”为中心,延展出文字、图片、音频、视频等多种资源,形成立体化的知识网络,为个性化学习提供底层逻辑支撑。在使用平台层面,数字教材应覆盖学生、教师、学校等多端场景,支持多终端同步、个性化学

习、数据统计与分析等，真正赋能教与学活动，实现从“统一供给”到“精准服务”的转变。从访问方式来看，不少数字教材可通过网页访问，这种轻量化方式有利于数字教材的普及与推广，降低用户使用门槛，扩大应用覆盖面。值得注意的是，平台建设应追求“全生命周期属性”，实现编写、审核、发布、使用、反馈各环节的贯通与联动，打破信息孤岛，充分发挥平台的集成功能，形成数据驱动的持续优化机制。

（四）优化教学应用场景，释放数字教材的实践效能

数字教材应用功能的最终实现，必须在真实的教学场景中接受检验、释放效能。<sup>[12]</sup>当前，数字教材使用人数较少、市场占有率较低是不争的事实。如何“用好”数字教材，成为亟待破解的实践命题。为优化教学应用场景，首先，应推动混合式教学的创新实践。线上线下混合式教学已成为常态，数字教材的介入使混合式教学呈现更丰富的模式样态。教师可根据教学需要，动态组合智慧课程、智慧教材、知识图谱与学习平台四要素，开展多种形态的混合式教学，有效推动教学从师生二元交互向“师—生—机”三元深度交互转变，构建人机协同的新型教学关系。其次，应探索因材施教的个性化路径。数字教材凭借数据化优势，能够记录学习者的学习轨迹，开展学情分析，为个性化教学提供数据支撑。在实践中，教师可通过数字教材的后台数据，精准把握班级共性难点和个体差异，精准推送学习内容，实现从经验驱动向数据驱动的教学决策转型。学生则可根据个人节奏，获得即时、多感官的学习反馈，极大提升自主学习兴趣与技能掌握效率，增强学习获得感。最后，应推动多元主体合力共

建。出版社应发挥内容策划优势，从“内容提供者”转型为“内容+服务”的提供者；学校需提供教学场景与反馈机制；技术方则应提供稳定、灵活的平台支持。唯有集合多元主体力量，方能共建开放、协同、可持续发展的数字教材发展生态，形成良性循环的发展格局。

#### 参考文献：

- [1] 乐进军. 从纸质教材到电子教材：教材数字化变革研究 [M]. 北京：北京师范大学出版社，2017：104.
- [2] 王润，张增田. 数字教科书的问题诊断与防治路径 [J]. 课程·教材·教法，2018（9）：82.
- [3] 章全武. 基础教育高质量教材的内涵、价值与建设方略 [J]. 中小学教材教学，2025（4）：16.
- [4] 孙众，骆力明. 数字教材关键要素的定位与实现 [J]. 开放教育研究，2013（4）：60.
- [5] 张治，刘德建，徐冰冰. 智能型数字教材系统的核心理念和技术实现 [J]. 开放教育研究，2021（1）：47.
- [6] 孙众，骆力明，慕欣. 数字教材中个性化学习资源的推送策略与技术实现 [J]. 电化教育研究，2014（9）：69.
- [7] 何克抗. 信息技术与课程深层次整合理论 [M]. 北京：北京师范大学出版社，2008：8-9.
- [8] 何克抗. 信息技术与学科教学“深度融合”的路径与实现方法 [J]. 中小学数字化教学，2018（2）：18.
- [9] 吴砥，饶景阳，王美倩. 智能时代的教育变革和应对策略 [J]. 中小学数字化教学，2019（7）：6.
- [10] 田伟，杨丽萍，辛涛，等. 科技赋能教育监测与评价：现状与前瞻 [J]. 中国远程教育，2022（1）：1.
- [11] 余宏亮. 数字教材创新路在何方 [J]. 中国教育科学，2025（5）：76.
- [12] 王润. 数字教科书作为教学文本：价值与限度 [J]. 课程·教材·教法，2019（6）：67.

（责任编辑：孟宪云）