中小学数字教材适用终端设备研究

贺　男，沙　沙

摘要：在过去30年中，中小学数字教材的适用终端设备经历了个人计算机主导、平板普及、内涵提质三个阶段，整体呈现技术驱动与政策约束双重作用的演进特征。未来，个人计算机与平板电脑将适配不同教学场景，成为数字教材的核心终端载体，手持式电子墨水屏终端则具备一定的长期发展潜力。推动数字教材适用终端设备的进一步发展，要坚持政策引领、健康保障、研究支撑、分类推进、家校协同，严守安全健康底线，规范应用场景与使用标准，实现技术赋能教育、服务育人的核心目标。

关键词：数字教材；数字学习终端；数字教材使用；近视防控

《教育强国建设规划纲要（2024—2035年）》提出了“加快推进教材数字化转型”的重要工作部署，数字教材已成为中小学教材现代化发展的重要方向。数字教材通常指以数字形态存在，能在信息化教学环境中发挥教材功能的核心教学材料。因信息形态的变化，数字教材必须基于某种电子终端设备才能被使用。时至今日，适用终端设备如何选择已经成为中小学数字教材能否普及应用的关键问题之一。现有的数字教材研究对适用终端设备的系统性梳理相对不足，本文旨在填补这一研究空白。

一、中小学数字教材适用终端设备的发展历程

数字教材的媒介技术特点，使适用终端设备始终与其同步发展。从1996年至今的30年间，数字教材的适用终端设备大致经历了三个发展阶段：早期数字教材的主要适用终端设备是个人计算机，2011年后平板电脑快速发展成为主流终端，2018年后数字教材适用终端设备受政策影响转为内涵式发展并呈现多元化态势。

（一）个人计算机主导阶段（1996—2010年）

1996年人民教育出版社出版国内首个中小学数字教材产品《高中英语教材光盘版》。[1]《高中英语教材光盘版》的使用环境是Windows操作系统的个人计算机。从数字教材的主界面文件可知，这款国内最早的数字教材采用了640×480分辨率的图片来呈现课文内容和界面的主要信息。内容和界面图片均为8位色（即256色），与当时主流的个人计算机显卡、显示器性能基本匹配。

2002年人民教育出版社推出了第一代“人教电子教材”产品。“人教电子教材”的适配硬件是基于“仓颉电书”产品改进研发的“人教电书”终端[2]，采用专用的中文CPU，可处理内部中文字库。“人教电书”的显示屏是类电子纸

基金项目：课程教材研究所2024年度科研发展基金重点课题“教育数字化背景下的数字教材建设研究”（JCSZD24006）。

作者简介：贺男，人民教育出版社总编室（融合发展办公室）副主任（北京　100081）；沙沙，人民教育出版社人教研究院融合发展研究中心主任研究员、副编审（北京　100081）。

的单色SSCT多稳态液晶屏幕，采用反射式、无背光显示模式，屏幕为6英寸480×640分辨率，显示精度高于当时主流显示器的性能。尽管“人教电书”终端最终并未获得教育领域的普遍认可，但这仍是一次手持式电子书终端用于适配数字教材的有益尝试。

2003—2010年，中小学数字教材的主流形态是基于光盘载体的多媒体电子书。以Adobe公司的PDF（1.4版、1.5版）与Flash技术为代表的电子书和交互媒体已能够稳定地承载数字教材内容，标清、高清视频技术逐渐成熟。个人计算机的硬件性能发展与媒体技术同步提升，包括主流显卡支持视频硬件解码、双核处理器与GPU加速技术优化Flash播放等。主流显示器的屏幕尺寸与显示精度的稳步提升，持续优化数字教材的图文视觉呈现效果。2003年之后个人计算机普遍配备48—52倍速光驱，结合更完善的纠错与寻道性能，能够稳定支撑大容量、多媒体融合的光盘版数字教材流畅运行。

总体来看，1996—2010年的数字教材适用终端设备发展呈现阶段性特征：早期的个人计算机与“人教电书”等终端虽显示能力有限、色彩表现不足，但彼时中小学教材以单色、双色印刷为主，终端基本可满足纸质教材内容的数字化呈现需求，短板主要体现为音视频与交互等多媒体支持能力较弱。2003年后，光盘版数字教材向多媒体化、本地人机交互方向快速发展，终端的硬件解码、双核运算与高速光驱等能力同步升级，为图文、音视频、交互动画融合的数字教材提供了良好支撑。这一时期，国家政策明确了电子音像教材是中小学教材的重要组成部分[3]，适配个人计算机终端的光盘数字教材成为中小学教材立体化建设的典型路径，并为后续网络化、智能化数字教材的研发与应用奠定了技术与实践基础。

（二）平板电脑快速普及阶段（2011—2017年）

2010年，美国苹果公司研发的iPad正式面市，迅速引领全球平板电脑发展风潮。到2011年，随着iPad及各类搭载Android系统的平板电脑在国内逐步普及[4]，平板电脑凭借轻便易携、触控交互直观、屏幕显示效果优良、支持手写批注与多媒体影音播放等多重优势，逐渐成为适配数字教材使用的理想终端。2011年适逢我国《教育信息化十年发展规划（2011—2020年）》的编制与实施，国家层面推动建设全面覆盖的学校宽带网络，提出信息技术与教育教学深度融合的发展理念。2011—2017年，集数字教材与移动学习终端为一体的电子书包项目广泛落地试点。平板电脑的轻薄化设计大幅减轻学生书包负重，多点触控、手写输入、高清显示屏与长效续航等支持技术逐渐成熟。基于平板电脑的教学活动，在优化课堂教学组织、促进多向式的教学交流、支持即时学习评价、引导数字化探究学习与体验学习等诸多方面呈现明显优势。[5] 与此同时，个人计算机的光驱设备陆续被舍弃淘汰，以网络为载体的数字教材逐步取代光盘版数字教材成为主流，消除了平板电脑作为数字教材适用终端设备的媒介障碍。

虽然平板电脑作为数字教材终端具有显著优势，但受限于当时的技术水平与产品配置，其缺点也同样突出。首先，平板电脑存在购置成本较高、管理维护难度大、难以大面积普及等方面的问题，对基础教育公平有负面影响。其次，在健康安全方面，平板电脑采用直射发光模式，相较于纸质教材的漫反射光线，对眼部的刺激更强，长期使用数字教材容易出现视疲劳、视力下降等问题。最后，部分平板电脑缺乏有效的未成年人管控功能，自带的娱乐属性易造成学习干扰。正因如此，在教育领域开始探索基于平板电脑的数字教材规模化应用的同时，质疑与争议的声音始终存在。

（三）降速与内涵式发展阶段（2018年至今）

2017年，教育部对十二届全国人大五次会议第5052号建议的答复指出，我国中小学校配备的教师和学生数字终端分别超过了800万台和1000万台，并拟大力推动学习硬件终端普及应用。进入2018年，随着未成年人近视率居高不下、网络沉迷等突出社会问题日益凸显，国家层面相继出台《中小学生减负措施》《综合防控儿童青少年近视实施方案》《未成年人学校保护规定》等一系列政策文件。相关政策围绕数字终端（电子设备）入校管理、近视防控能力提升、非学习性使用限制、防沉迷管控、使用时长规范等方面作出明确要求，核心导向聚焦“规范使用、防控近

视、强化管控、保障公平”，既明确约束学校、家庭、企业三方主体的相关行为，推动数字化教学向内涵式发展，也着力防范数字终端对未成年人身心造成的潜在伤害，坚决杜绝强制购买、过度使用数字终端等违规问题。

从2018—2025年数字教材的实际应用情况来看，学生终端仍以平板电脑为主要载体，教师终端则形成台式机、笔记本电脑与大屏幕一体机相结合的使用格局。学生终端在响应青少年近视防控需求、配备防沉迷与管控功能等方面虽然还不够完善，但均已增加或调整了相关性能、功能。在总体趋势上，学生数字终端设备正朝着政策要求、教学需求、终端性能三者有机统一的方向持续推进。

受政策影响，数字终端设备在基础教育阶段的应用被强制减速。尽管《教育部等九部门关于加快推进教育数字化的意见》提出“推进智慧校园标准化建设，逐步普及教学智能终端”的发展预期，但显然基础教育阶段在这一进程中的优先级较低。面向中小学生的数字终端设备，整体转入内涵式发展阶段，通过在教学功能、近视防控、产品成本等方面的持续优化，不断贴近教育数字化发展的育人需求。

二、中小学数字教材适用终端设备的未来趋势

在当前阶段，中小学数字教材的常见适用终端设备呈现多元化发展趋势。个人计算机、平板电脑都是实践中常见的终端，一些试验性项目也在尝试电子书终端（电子墨水屏）等新型设备的应用。总体上看，数字教材在个人计算机上的应用较为成熟，但受应用场景局限的程度高；平板电脑是短期内最具有广泛应用可能性的终端；电子书虽然长期看有一定的发展潜力，但目前技术成熟度明显不足。

（一）个人计算机

个人计算机（含台式机、笔记本电脑、大屏幕一体机）作为中小学数字教材适用终端设备，目前其在教师教学场景中已形成成熟应用模式，未来将持续深耕教师备课、课堂教学及专项学科教学，进一步巩固其核心地位。从教师教学场景来看，个人计算机凭借强大的运算能力、便捷的操作界面及完善的软件适配性，已成为教师使用教师版数字教材的主要终端。绝大多数教师在备课环节均以个人计算机为核心工具，可高效完成数字教材的浏览、批注、课件制作、资源拓展及学情分析等工作。同时，个人计算机的普及率处于较高水平，不用额外投入大量资金进行设备更新，具备良好的应用基础。

在课堂教学环节，个人计算机的应用场景进一步拓展。随着多媒体教室普及率的提升，教师在教学中通过“个人计算机＋大屏幕显示设备”或大屏幕一体机来使用数字教材已属常见。此外，在信息科技学科教学中，个人计算机的应用具有不可替代性。目前多数中小学均配备计算机教室或信息科技实验室，未来可实现信息科技课上的学生人手一机，个人计算机作为该学科数字教材的适用终端设备，能够适配实操体验、编程教学、多媒体制作等专项教学需求，助力学生提升信息素养。

（二）平板电脑

在可预见的未来，平板电脑仍将是中小学生使用数字教材的主流适用终端设备。当前中小学数字教材在设计和开发时，普遍注重用户的交互体验。[6] 出众的交互性能，奠定了平板电脑作为学生数字教材主流适用终端设备的核心优势。经过数年的内涵式发展，针对中小学生学习设计的教育专用平板电脑已日趋成熟，逐步解决了早期产品存在的配置与价格不匹配、功能不完善等问题。在近视防控方面，低蓝光、防眩光、自动亮度调节等技术已成为教育专用平板电脑的标配，能够有效减少屏幕对学生视力的伤害，契合国家关于儿童青少年近视防控政策导向；在使用管控方面，学生行为管控系统、自动防沉迷功能不断完善，可精准限制学生非学习性使用行为，规范学生的数字终端使用习惯，解决了早期平板电脑的娱乐属性干扰学习的突出问题。

目前，12—14英寸显示屏的平板电脑技术已较为成熟，屏幕尺寸适配纸质教材无缩小数字化显示，同时成品价格持续下降接近可普及应用的水平，降低了未来可能出现的学校与家庭因引入数字教材带来的经济负担。从应用场景来看，未来平板电脑的普及宜采取“分步推进、重点突破”的策略。出于数字教材普及性与教育公平托

底的考虑[7]，对视觉呈现、互动操作有需求的音乐、美术等学科专用教室，可以首先配置平板电脑作为数字教材适用终端设备，助力学科特色教学的开展。在常规教室实现学生人手一机的标准配置，仍要解决一系列现实问题，未来要进一步优化平板电脑的价格管控，延长其使用寿命，完善其校园存放与集中充电方案；降低设备采购与管理成本；完善数字教材与平板终端的适配性，优化学生的学习体验。

（三）手持式电子书

当前，手持式电子书设备以“电子墨水屏”技术为核心，凭借轻便易携、续航持久、视觉体验接近纸质书本等优势，在个人阅读领域广泛应用。但在中小学数字教材适配方面，手持式电子书设备仍存在明显局限。主流手持式电子书设备的电子墨水屏主要基于微胶囊化电泳显示技术，受技术本身特性限制，早期设备仅能支持黑白显示，无法适配彩色数字教材。近年来，彩色电子墨水屏虽已面世，但色彩显示能力有限，仅能达到4096色[8]，与纸质四色印刷教材（理论上可达100万色）、平板电脑显示屏（通常为1600万色）相比差距较大，难以高质量呈现数字教材内容。同时，由于电子墨水屏擅长静态显示，刷新率较低，在展现视频、交互性内容时效果不佳，而当前主流中小学数字教材多包含多媒体、交互设计等元素，导致手持式电子书设备目前无法适配主流数字教材。

未来，随着电子墨水屏技术的不断升级，手持式电子书设备有望在10年内实现基本满足数字教材显示需求的高色彩显示性能和屏幕刷新率。届时，手持式电子书设备轻便、续航久、低视觉疲劳、阅读体验更佳等优势可以得到充分发挥。手持式电子书设备可重点适配语文、历史等以文本阅读为主的学科数字教材，作为平板电脑的补充终端，丰富学生的数字教材使用场景。

三、数字教材适用终端设备的发展建议

随着全球数智技术的快速迭代与深度应用，数字终端成为未来社会信息获取与处理的核心工具已是社会广泛共识。在我国基础教育阶段，为有效防控儿童青少年近视、防范网络沉迷与过度数字依赖，教育政策对数字终端设备的校园应用长期保持审慎与克制的总体导向。但从面向未来的人才培养需求来看，数字终端是数字教材落地、智慧教学开展与数字化资源普惠的关键载体，数字终端的使用能力也是新时代学习者不可或缺的基础素养。数字教材适用终端设备的发展，本质是技术赋能与教育规律、健康保护三者动态平衡的过程。数字教材适用终端设备的科学发展，应坚持政策引领、健康保障、研究支撑、分类推进、家校协同，严守安全健康底线，规范应用场景与使用标准，实现技术赋能教育、服务育人的核心目标。

（一）将适用终端设备纳入数字教材政策设计

客观上，当前中小学数字教材在实践中普遍是“教材内容＋教学平台＋智能终端”的合体[9]，因此适用终端设备需要被纳入数字教材政策体系之内，成为制度设计的必要组成部分。数字教材依赖终端设备实现内容呈现与教学交互，其应用效果与终端性能直接相关，这与不用考虑载体的传统纸质教材存在本质区别。数字教材使用的相关政策需要包含适用终端设备的类型、性能要求、管理机制等内容，必要时还应研制数字教材适用终端设备的技术标准，为数字教材落地应用提供规范与引导。

（二）严格落实数字教材应用的近视防控要求

数字教材应用过程中的近视防控，是未来一段时期内社会舆论必然关注的问题。相关研究认为，数字终端的长时间使用是影响儿童青少年近视的危险因素之一。[10] 2026年5月1日起实施的《信息技术学习、教育和培训　移动学习终端功能要求》国家标准，对学生使用的平板电脑视觉舒适度提出了技术要求，包括屏幕亮度均匀性、闪烁等级、防蓝光危害、镜面反射率（眩光）、用眼疲劳监测提醒等。此外，依据GB/T 41470—2022《数字教材　中小学数字教材质量要求和检测方法》的规定，平板电脑需要较大的显示屏幕，来满足文字呈现符合强制性国家标准GB 40070—2021《儿童青少年学习用品近视防控卫生要求》对中小学教材字体字号的最低限定。[11] 上述标准的发布与实施，为数字教材终端的近视防控设计提供了明确依据与技术基准。

（三）加强数字教材适用终端设备研究

数字教材适用终端设备研究需得到系统性加

强。对现有文献的检索表明，数字教材相关研究多集中于内容建设、出版模式与教学应用，适用终端设备领域的成果数量极少，且与传统纸质教材研究存在明显割裂，难以支撑实践需求。尤其在教育数智化发展背景下，新一代智能教材的体感/手势的具身交互、虚拟现实技术/增强现实技术的沉浸式应用、多模态学习数据的精准采集等核心能力[12]，都必须基于适用终端设备的优化才能实现。相关部门可设立或组织专项研究课题，整合出版学、教育学、眼科学、信息工程与教育装备等多个专业领域力量，围绕终端选型、多终端协同、普惠机制、全生命周期管理等方向开展持续研究，形成技术路线图与应用指南，为政策制定与产业发展提供理论支撑。

（四）坚持分类施策与普惠均衡发展路径

数字教材适用终端设备的推广宜分类推进，充分考虑具体学科的数字教材、数字化教学成熟度及教育资源均衡等方面的问题。数字教材的试点与推广可采用教师先行策略，基于当前学校教育数字化终端硬件的已有基础，推进教师端依托台式机、笔记本电脑与大屏幕一体机等设备和已有数字化教学经验开展数字教材应用。学生的数字教材适用终端设备推进宜分学科、谨慎开展。对《中小学基本办学条件底线要求》中规定的应配置专用教室的信息科技、艺术等科目，可优先考虑探索学生终端的使用。而对于在校内或区域范围内推进学生“人手一机”的数字教材适用终端设备应用模式，相关主管部门应进行充分的论证，避免因终端的使用产生数字鸿沟。数字教材管理部门和选用机构可以参考技术标准设立软性的准入门槛，加强对终端设备的管理，兼顾技术升级与教育公平。

（五）探索数字教材终端应用的家校协同管理机制

韩国等国家推进数字教材的域外经验表明，社会公众尤其是学生家长，普遍存在对学生过度依赖数字终端设备的担忧。[13]这类社会顾虑是数字教材应用推进中不可忽视的现实因素。从我国基础教育的实际情况来看，中小学生借助家庭数字终端完成在线学习、课后练习的场景已十分普遍。外语等科目的数字教材试点应用无法脱离家庭使用环境单独推进。因此，推进数字教材适用终端设备的规范使用，必须贯穿校园与家庭两个场景，形成管理闭环。在数字教材的试点推广阶段，相关主管部门应探索建立家校协同管理机制，配套推出家长端监督与管控工具，引导家庭协同落实近视防控与防沉迷相关要求，逐步形成校家联动的终端管理样态，保障数字教材的应用推进不致失序。

参考文献：

[1] 杨凯，沙沙. 我国中小学数字教材的早期发展（1997—2006年）：历程、特征与启示［J］. 中小学数字化教学，2024（8）：24.

[2] 李春胜. 翰林电子书市场推广策略研究［D］. 西安：西北工业大学，2004：16.

[3] 赵丽霞，沙沙. 数字教材政策：发展历程、问题分析与未来展望［J］. 中国数字出版，2024（6）：9.

[4] 沙沙，张艳彬，毕海滨，等. 数字教科书出版形态演变：路径、成因及对出版治理的启示［J］. 科技与出版，2023（12）：75.

[5] 刘繁华，于会娟，谭芳. 电子书包及其教育应用研究［J］. 电化教育研究，2013（1）：75.

[6] 尹巧玲，夏永庚. 交互式数字教材的内涵、价值与建设路径［J］. 中小学教材教学，2024（5）：5.

[7] 孙强，沙沙，李正福. 加快基础教育数字教材建设的若干思考［J］. 课程·教材·教法，2025（6）：32.

[8] 顾梦轩，李正豪. 电子纸板块年内涨幅超50% “无纸化浪潮”何时来袭？［N］. 中国经营报，2025-12-01（24）.

[9] 余宏亮. 数字教材创新路在何方［J］. 中国教育科学，2025（5）：77.

[10] 李映白，高芳芳. 儿童青少年近视流行现状及其相关影响因素分析［J］. 现代诊断与治疗，2022（11）：1674.

[11] 沙沙. 新政策影响下的中小学数字教材技术规范性研究［J］. 出版参考，2022（1）：46.

[12] 王明娣，刘玉. 数智时代中小学数字教材建设的探索［J］. 中国教育科学，2025（4）：113-114.

[13] 人教研究院. 中国基础教育数字教材发展报告（2020—2024年）［M］. 北京：人民教育出版社，2025：226.

（责任编辑：王　润）