



面向未来学习的学术资源保障平台建设研究

□张斌* 祝小静 闫雪 陈燕方

摘要 在教育部推动未来学习中心建设的政策背景下,该文针对传统学术资源保障体系难以适应未来学习场景动态需求的问题,提出面向未来学习的学术资源保障平台建设框架。基于系统论构建“资源—技术—空间—服务”四链协同框架,阐释多模态资源动态聚合机制、智能技术协同范式、虚实空间融合逻辑与服务闭环优化路径及其相互之间的作用规律。研究提出分层治理的资源聚合架构、智能协同引擎技术体系、虚实共生的学习场域建构策略,并通过中国人民大学教学资源整合平台验证框架的可行性。

关键词 未来学习 学术资源保障 四链协同 多模态资源聚合

分类号 G251.6

DOI 10.16603/j.issn1002-1027.2025.02.001

引用本文格式 张斌,祝小静,闫雪,等. 面向未来学习的学术资源保障平台建设研究[J]. 大学图书馆学报,2025,43(2):5-15.

1 引言

2021年,教育部高等教育司首次提出鼓励一批高校依托图书馆试点建设未来学习中心^[1],2023年又进一步明确“发挥高校图书馆优势,探索推进未来学习中心试点”的工作任务^[2]。政策驱动下,高校图书馆界就未来学习中心的功能定位^[3]、发展策略^[4-5]、资源建设^[4]、技术应用^[6-7]、服务创新^[8]等开展了大量研究,如:赵兴胜等从大资源观的角度研究了未来学习视阈下高校文献资源建设问题^[9],刘莉等研究了大语言模型环境下高校未来学习中心建设的平台问题^[10]。这些研究为未来学习中心建设提供了重要启示和指导。在此基础上,中国科学技术大学图书馆、北京理工大学图书馆、上海外国语大学图书馆、上海交通大学图书馆等高校积极开展了建设实践^[11],未来学习中心已成为高校图书馆转型升级和智慧化建设的重要发展路径。然而,现有研究和实践主要聚焦于物理空间的智慧化改造,未来学习中心教育功能的实现仍需要构建与之匹配的学术资源保障体系,从而为教学、科研和人才培养等工作提供坚实的支撑。

学术资源保障平台的建设在推动学术资源保障体系朝着智能化、动态化和个性化方向发展过程中

发挥着至关重要的作用。尤其在未来学习中心建设的背景下,该平台需要突破传统服务模式,实现与新型学习空间的功能耦合。尽管已有学者从不同角度对学术资源保障平台及相关服务展开了研究^[12-14],但针对面向未来学习的学术资源保障平台的系统构建与专门化探讨仍较为匮乏。

本文聚焦于构建适应未来学习需求的学术资源保障平台,通过分析未来学习环境下学术资源保障平台的需求,以及传统资源服务模式存在的单向传递、静态封闭的局限,尝试构建“资源—技术—空间—服务”多链协同的系统框架,并揭示多模态资源动态聚合机制、智能技术协同范式、虚实空间融合逻辑与服务闭环优化路径之间的相互作用规律。通过中国人民大学教学资源整合平台的实证研究,检验理论框架的实践适用性。

2 未来学习的特征及其对学术资源保障平台的需求分析

2.1 未来学习的典型特征

未来学习是指在智能技术深度融入教育生态的背景下,突破传统时空限制,具有高度个性化、深度智能

* 通讯作者:张斌, ORCID: 0000-0001-5832-978X, 邮箱: zhangbin@ruc.edu.cn。



增强和场景融合特征的学习模式^[11,15]。它强调以学习者为中心,依托智能技术与认知科学,实现学习过程的智能辅助与资源精准匹配。与传统智慧学习或在线学习相比,未来学习更侧重于智能技术与学习活动的深度融合,以及面向未来能力的培养模式。未来学习场景的构建受到教育政策与技术变革的双重驱动,将深刻改变知识获取与创造的方式。其典型特征可归纳为个性化、智能化、跨学科以及虚实融合。

(1)个性化特征。未来学习将注重个体差异,强调学习者在兴趣、能力和需求方面的独特性。通过人工智能和大数据分析技术,教育系统可以根据学习者的特点提供量身定制的学习内容、节奏和路径,从而增强学习者的参与感和自主性。

(2)智能化特征。未来学习将普遍应用先进的智能化工具,如智能辅导系统、学习管理平台、人工智能辅助分析工具等。这些技术能够实时监测学习进度,提供个性化反馈,帮助学习者优化学习策略,提高学习效率。

(3)跨学科特征。知识领域的边界日益模糊,跨学科合作成为未来学习的重要趋势。学习内容将不仅仅局限于传统学科的知识体系,而是鼓励不同领域的交叉与合作。通过这种跨学科的学习方式,学习者将更好地培养解决复杂问题的能力和创新思维。

(4)虚实融合特征。随着虚拟现实(VR)、增强现实(AR)等技术的发展,学习者将能够在虚拟环境中获得沉浸式的学习体验。虚拟与物理学习空间的融合将突破空间和时间的限制,促进远程学习与现场学习的无缝衔接,提升学习效果。这些场景整体呈现出资源调用实时化、知识生产协同化以及服务响应精准化的特征,传统资源保障体系已难以满足其动态化需求。

2.2 未来学习对学术资源保障平台的要求

随着未来学习模式的深刻变革,高校图书馆作为学术资源的核心提供者,正面临前所未有的挑战

与转型压力。在此背景下,传统学术资源服务平台的诸多问题逐渐凸显,难以满足未来学习对灵活性、智能性和协同性的要求。

传统平台主要存在以下问题:(1)资源整合不足:以文献资源为核心,缺乏对工具、数据及空间属性资源的有效整合,导致跨模态资源检索效率低下;(2)技术架构割裂:大多采用“烟囱式”架构^[16],系统间数据互不连通,图书馆、教务处、实验室等平台难以实现协同调度;(3)空间融合受限:物理空间与数字资源相对割裂,无法为虚实融合学习场景提供统一的资源支撑体系;(4)服务模式滞后:依赖用户主动检索,缺乏情境感知与个性化推荐能力,导致资源利用率不均衡。

未来学习对学术资源保障平台提出了更高要求,主要体现在四个关键维度:(1)资源维度,为了满足未来学习个性化和跨学科的特征,需实现多模态资源的动态聚合与跨域互操作,以提升资源的覆盖度、灵活度和可用性。(2)技术维度,未来学习过程将广泛运用智能技术来辅助和优化各个环节,平台须具备实时数据分析与智能决策能力,以支撑精准化服务与高效管理,为学习者提供学习支持。(3)空间维度,考虑到未来学习虚实融合的要求,需促进资源与学习环境的情境化适配,实现虚实融合的无缝衔接,打破时间和空间的限制。(4)服务维度,为了更好地响应未来学习中学习者个性化的学习需求,需构建需求驱动的闭环反馈机制,以优化用户体验并提升资源利用效率。学术资源保障平台需突破传统模式,实现资源的智能整合与精准服务。相较于传统的数字图书馆或资源库,该平台不仅是未来学习生态的核心枢纽,还承担着资源整合、知识加工与学习赋能的多重功能。其核心在于“双向赋能”,既要满足学习者的个性化需求,又要促进学术资源的智能演进,构建智能化学习与资源服务的良性循环。传统学术资源服务平台与面向未来学习的保障平台对比如表1所示。

表1 传统学术资源服务平台与面向未来学习的保障平台对比

维度	传统学术资源平台	未来学习学术资源保障平台
资源形态	以文献为中心的静态资源集合	多模态资源的动态聚合与重组
技术架构	封闭式系统结构	开放协同的智能融合引擎
空间关系	物理与虚拟空间割裂	虚实融合的情境化学习场域
服务模式	被动响应式服务	主动预测式闭环反馈系统
协同机制	资源链与学习链孤立运作	多链动态协同的双向赋能体系



3 面向未来学习的学术资源保障平台框架构建

学术资源保障平台的构建需突破传统资源管理系统的单向传递模式,转向支持复杂学习生态的动态知识服务体系。因此,需要从强调整体性、关联性和动态性的系统论视角,构建“资源—技术—空间—服务”四链协同框架,将资源、技术、空间和服务视为相互关联的子系统,通过协同作用实现学术资源保障平台的整体功能。在此基础上,本文重点探讨如何通过多模态资源的动态聚合、技术链的智能协同以及空间链的互动体验、服务链的闭环反馈,满足未来教育中个性化、创新性学习的需求。

框架的构建考虑了技术和服务层面的创新,也借鉴了教育生态学、知识流动理论和具身认知理论等多学科理论成果。教育生态学关注平台的自组织性和动态平衡,强调内部各要素之间的相互依赖与调整,指导平台架构的弹性设计^[17-18]。知识流动理论则强调显性和隐性知识之间的转化机制,需要优化资源流动路径^[19-20]。具身认知理论强调学习不仅是信息的获取,更是与环境的互动,要求重塑学习场域建构逻辑^[21-22]。

3.1 资源链

资源链是面向未来学习的学术资源保障平台的基础,核心在于以用户为中心实现多模态资源的动态聚合,将不同形式、载体、渠道、应用场景的教学和科研资源结合起来,以提供更加丰富、互动和多样化

的学习和研究体验。

3.1.1 多模态资源的类型

“模态”(Modality)源自拉丁语 Modus,意为“方式”或“形式”,在不同的学科中,其具体含义和用法有所不同^[23]。在高校图书馆教育资源语境下,多位学者基于内容形式和载体特征,提出了多种分类方式,如刘炜认为多模态智慧数据是指整合了文本、图像、音频、视频等多种数据形式,为学习者在不同情境下的学习需求提供支持的数据^[24];王心雨等人认为多模态资源包括文本、音频、视频、虚拟现实(VR)等^[25]。本文从基础媒介形态和新兴技术形态两个维度来划分多模态资源,基础媒介形态主要为感知型模态,以传统数字化资源为核心,包括文本、图像、音频、视频等。新兴技术形态依赖人工智能、物联网等技术,强调交互性与动态反馈,包括交互式模态、衍生型模态和融合型模态,如:三维模型、交互课件、传感器数据、AI生成内容、AR资源包等。文本资源作为学术资源平台的核心组成部分,一直以来是学术活动的基础。随着数字技术的发展及教育模式的多样化,逐渐衍生出不同载体、不同形式的多模态的资源。未来学术资源保障平台需突破传统文献资源的单一维度,构建覆盖文献、数据、工具、课程、空间属性的多模态资源池。各类资源实例及应用场景如表2所示。

表2 各类资源实例及应用场景

模态层级	模态类型	资源实例	应用领域
感知型模态	文本	学术论文、教科书、古籍文献	支撑基础文献服务,如跨库检索、引文分析
	图像	文物数字影像、学术图表、特藏缩微胶片	服务于数字典藏建设与可视化研究
	音视频	学术讲座录像、虚拟实验操作视频	构建在线学习资源库,支持实验课程远程教学
交互式模态	三维模型	工程模型库、考古遗址数字重建	支持虚拟实训及教学,降低实体设备损耗
	交互课件	虚拟仿真实验课件、信息素养培训程序	开展高危/高成本实验教学,提升信息检索技能
衍生型模态	AI生成内容	自适应习题生成、学术术语翻译	服务个性化教育,辅助跨语言学术交流
	传感器数据	空间使用密度数据、设备运行状态日志	优化图书馆空间布局,实现智能环境调控
	学习行为数据	资源访问路径日志、检索式记录	构建用户画像,优化资源推荐算法
融合型模态	AR资源包	增强现实教材(3D模型+操作指引)、数字人文展陈资源	创新特藏开发利用模式,提升展览教育价值
	智能增强资源	论文写作辅助插件、学科知识图谱	嵌入科研工作流,支持跨学科知识发现



3.1.2 多模态资源动态聚合

多模态资源聚合是指将不同模态的资源进行整合与协同,打破资源之间的模态壁垒,形成统一的资源体系。从需求角度,未来学习强调个性化、虚实融合与创新能力培养,而传统文本资源(如教参书和学术论文)主要服务于知识传递目标,难以满足未来学习的复杂场景。相比之下,交互式模态资源通过多感官刺激,促进具身认知,有助于跨学科知识整合和创新能力的培养。通过资源聚合,将实体馆藏与虚拟资源无缝衔接,构建统一访问入口。从资源建设与服务角度,通过整合分散的资源,可以解决资源孤岛问题,避免重复建设,提升跨领域资源的可发现性和可用性,同时为跨学科研究提供支持。动态聚合则强调基于实时情境感知的资源自适应优化,以应对复杂多变的未来学习场景及资源生命周期碎片化。新兴技术资源(如 AI 生成内容)更新频率高,需动态追踪其版本与可信度,动态聚合能够更好地适应个性化学习需求,并支持用户与资源的实时互动。通过标准化元数据框架与语义技术,将基础媒介与新兴技术资源整合为有机知识网络,进一步提升资源的价值和利用效率。

多模态资源聚合的实现需遵循“分层治理、协同共建”原则,其实现路径包含分层聚合架构设计与多主体协作机制。在分层聚合架构中,基础层依托 FAIR 原则^[26]构建标准化元数据模型,利用通用框架(如 Dublin Core、Schema.org 等)和领域专用框架(如 MARC、CDWA、Darwin Core 等)对资源进行属性描述,解决异构资源的机器可读性与可发现性问题;增强层采用本体映射与知识图谱技术,突破新兴技术资源的语义壁垒^[27],实现跨模态资源的语义互操作,并强化利用学习算法聚合用户行为数据及资源的动态更新数据。在协作机制层面,需建立跨部门资源联盟,通过签署数据共享协议与 API 接口标准化,打通图书馆、教务处、实验室等系统的资源壁垒。

3.2 技术链

技术链是学术资源保障平台智能化运行的核心驱动力,通过多层次技术组件的协同支撑平台智能运行与动态发展。其构建遵循分层解耦、功能映射、动态协同的原则,实现资源、空间与服务的智能化整合与优化。本文将从技术架构、关键技术及其协同关系三个维度阐述技术链的构成与运行逻辑。

3.2.1 技术链整体架构

技术链由三个主要层次构成:基础设施层、智能技术层和协同层,形成“底层支撑—中层赋能—顶层协同”的层级结构。基础设施层作为技术基座,提供计算、存储与网络等底层能力;智能技术层是系统智能的核心载体,包含认知增强、可信保障和场景构建三类核心技术,为平台提供智能决策与交互能力;协同层则作为系统的“中枢神经”,负责跨技术资源调度与业务流程优化,确保各技术模块间的无缝衔接与整体高效运行。

3.2.2 关键技术

(1) 基础设施技术

基础设施技术通过云计算为平台提供可动态调整的计算与存储能力,支持大规模用户与数据流的处理。通过边缘计算^[28]在网络边缘提供数据处理,降低延迟,提升用户体验;借助高性能计算(HPC)支持大规模数据分析与计算密集型任务;利用 5G 网络与物联网提供低延迟和高带宽的网络环境。根据教育部《教育新型基础设施建设指南》,这些基础设施的整合构建了平台的“数字底座”^[29],其配置需根据学校规模、用户需求和预算约束等设计合理的资源策略,既满足当前需求,又具备面向未来扩展的能力。

(2) 智能技术

智能技术包含三类相互关联的技术:认知增强技术、可信保障技术和场景构建技术,它们共同构成平台的智能服务核心。

认知增强技术是平台知识服务的智能核心,通过语义理解、知识关联与推理能力,驱动学术资源从“被动存储”向“主动服务”转型。其中,自然语言处理技术使系统能够理解和生成人类语言,支持智能问答、文献摘要生成与多语言处理;知识表示与推理技术通过知识图谱、本体模型和语义网络,构建领域知识的结构化表示;机器学习与深度学习技术则通过分析用户行为与偏好数据,实现个性化服务与智能推荐。以上技术形成“使用—反馈—优化”的正向循环,不断提升系统的智能服务能力。

可信保障技术用于保障平台的安全性、透明性及学术诚信,确保平台内所有资源的可信度与完整性。其中,数据安全与加密技术保护学术资源和用户数据的机密性与完整性;可信溯源技术实现数字资源的版权保护、引用溯源和贡献记录;隐私计算技



术在保护数据隐私的前提下实现数据价值挖掘;AI伦理监督技术确保智能系统输出符合学术伦理规范。以上技术构建起技术伦理的边界,形成智能与可信的良性平衡。

场景构建技术通过虚拟现实(VR)、增强现实(AR)和混合现实(MR)等技术构建沉浸式学习环境^[30],是实现虚实融合学习体验的核心。其中,虚拟现实技术创建完全沉浸式的虚拟学习环境;增强现实技术通过在实体环境中叠加虚拟信息,增强用户的感知与交互能力;混合现实技术创建物理与虚拟元素无缝融合的交互环境。以上技术依托认知增强技术提供的语义理解能力,并受可信保障技术约束,构成了“知识—体验—安全”的技术生态系统。

(3) 协同技术

协同技术是连接各类技术的“中枢神经系统”,确保系统整体高效运行。微服务架构与API集成实现技术模块间的松耦合与灵活扩展;数据中台整合分散在不同系统中的数据资源,提供统一的数据服务与治理能力;多智能体系统(MAS)通过多个自主智能体的协作,优化复杂任务的分布式处理。以上技术构建了系统间的“连接器”与“适配器”,提升系统运行效率并增强平台适应能力。

3.2.3 技术间协同关系

技术链中的各层技术之间的协同关系,构成支撑平台运行的核心机制。智能技术层的三类技术形成高度联动的协同网络;认知增强技术作为核心驱动,提供底层认知能力,其运作依赖可信保障技术构建的数据安全框架,确保知识处理过程中的隐私保护与合规审查;可信保障技术不仅为认知增强技术提供可信数据环境,还向场景构建层输出安全策略,约束虚拟交互场景中的数据使用边界;场景构建技术将认知增强技术生成的智能推理能力嵌入沉浸式环境,同时将用户行为数据反馈至认知增强层,形成“认知驱动—场景承载—可信约束”的技术联动。

技术链在垂直与水平方向形成双向协同。垂直方向上,基础设施层为智能技术层提供运算资源,智能技术层为协同层提供功能模块,形成自下而上的支撑结构;同时,协同层对智能技术层提出优化需求,智能技术层对基础设施层提出资源请求,形成自上而下的反馈机制。水平方向上,同层技术间通过标准化接口实现数据共享与功能调用,如认知增强技术与可信保障技术的安全监督关系,场景构建技

术与认知技术的语义支持关系。

多维度技术协同构建了自适应、智能化的协同技术体系,支撑从资源管理到知识服务的全链条智能化转型。技术链作为一个有机整体,通过协同增效实现整体大于部分之和的系统效应,并作为四链生态系统中的关键环节,与资源链、空间链和服务链形成更广泛的协同。

3.3 空间链

未来学习生态的本质是“以学习者为中心”的泛在化、场景化知识建构过程。空间链作为学术资源保障平台的关键组成部分,不仅是资源的物理或虚拟容器,更是知识流动与交互的情境化载体。其核心价值在于打破传统资源与空间的割裂状态,构建资源、空间与用户的动态互动生态,使学术资源能够在适当的情境中被有效激活和利用。

3.3.1 实体空间改造

实体空间改造将静态物理环境转变为资源动态调用的智能枢纽。通过传感器网络与用户行为感知设备构建资源感知环境,平台可采集空间使用数据并分析读者行为与资源使用关系,从而优化资源推荐策略。数据驱动的洞察进一步支持资源可视化界面的构建,使平台能利用数字标牌、交互墙等技术将数字资源视觉化融入物理空间,实现实体空间与数字资源的无缝衔接。基于对资源使用模式的深入理解,平台还能指导响应式空间布局的调整,使物理环境能根据不同类型资源的使用需求动态改变功能分区。智能改造使实体空间不再是被动的学习场所,而成为平台资源的前端接口,实现资源与物理环境的融合服务。

3.3.2 虚拟空间扩展

虚拟空间扩展是平台资源服务的数字延伸,突破了物理空间对资源获取的限制。平台通过将多模态学术资源转化为3D模型、交互仿真等形式,实现资源的多维呈现,大幅增强资源的表征力与交互性。这些富媒体资源进一步依托语义关联与学科本体进行知识空间重构,使平台资源按知识图谱逻辑在虚拟空间中重新组织,优化用户的知识探索与发现体验。为满足协作需求,平台同时构建协同资源环境,支持分布式用户围绕共享资源开展研讨与创新。虚拟空间不仅扩展了平台资源的呈现形式,更构建了超越物理限制的资源利用生态,使知识流动与共享突破时空界限。



3.3.3 混合现实环境

混合现实环境作为平台资源与用户现实世界的连接器,通过 XR 技术构建虚实融合的资源交互界面。平台利用 AR 技术实现情境化资源投射,将数字资源叠加到用户的真实环境中,满足即时资源调用需求。同时,通过 VR/MR 技术构建具身资源体验环境,使平台中的抽象知识转化为可感知、可操作的实体,支持用户的深度学习与研究。技术与空间的锚定机制相结合,形成资源—空间联动系统,使用户在移动过程中能根据所处位置智能获取相关资源。混合现实环境使平台资源服务从屏幕界面扩展到用户的整个物理环境,实现“随时、随地、随需”的资源获取体验。

通过三种空间形态的有机整合,空间链实现了学术资源保障平台从静态存储系统向动态交互的知识生态的转变,使资源能够在多种情境中被智能调用与精准服务,从而有效支持面向未来的学习与研究活动。

3.4 服务链

服务链是学术资源保障平台中实现资源价值转化的核心载体,通过动态整合多模态资源、智能技术与虚实空间,构建“需求感知—资源调度—服务响应—反馈优化”的闭环系统。其核心目标在于突破传统图书馆被动式、通用化服务局限,面向未来学习场景提供主动化、情境化、协作化的知识服务,支撑个性化学习、跨学科科研创新与教育数字化转型。与资源链和技术链相比,服务链更侧重于

服务的全过程优化,从用户行为的识别到服务效果的反馈,贯穿整个服务生命周期。资源链主要强调资源的流动和配置,而技术链则强调技术支持与实现,服务链则从用户和服务的双向互动出发,探索如何通过跨界合作与技术创新推动服务的持续提升。

服务链的构成与实践路径主要分为四部分。首先是用户驱动的协同服务生态。未来学习强调“以学习者为中心”,服务链需构建用户深度参与的协同生态。利用 UGC 与协同标注开放用户生成内容接口,支持学习者对学术资源进行语义标注、知识图谱众包完善。馆员角色从“服务提供者”转向“生态协调者”,AI 承担基础咨询(如智能问答机器人)等任务,馆员聚焦复杂需求处理与社群运营等。其次是科研与教学全生命周期支持。服务链需嵌入科研与教学全流程,实现从“资源传递”到“知识赋能”的跃迁。再次是数据驱动的动态服务优化,依托用户行为数据与机器学习算法,实现服务链的自我迭代^[31]。最后是虚实融合的场景化服务。服务链需突破物理边界,通过智能化实体空间、沉浸化虚拟空间、混合现实实验场景,构建“无边界”学习支持体系。

3.5 “四链”协同机制

“四链”协同机制是面向未来学习的学术资源保障平台的核心驱动力,它通过构建四个相互依赖且有机整合的链条,推动平台朝着智能化、个性化、动态自适应的知识生态系统方向发展。“四链”功能定位如表 3 所示。

表 3 “四链”功能定位

链条	本质属性	功能定位
资源链	价值载体	构建灵活的知识基础,支持资源的动态组合与按需提供
技术链	协同引擎	通过智能算法优化系统内部资源、空间与服务的适配
空间链	体验场域	创建互动环境,推动用户行为与系统规则的融合与反馈
服务链	服务体系	实现服务的闭环管理,需求与平台功能的智能连接通道

3.5.1 四链功能定位

(1) 资源链:价值载体

资源链作为平台的基础,其本质属性在于构建灵活的知识基础,支持资源的动态组合和按需提供。在现代学术资源保障平台中,资源链不是对单一资源的聚集,而是通过多模态资源融合,建立一个可以适应用

户需求变化的资源池。资源链的价值也不仅体现在资源的提供上,更在于如何通过技术与空间的配合,实现资源的智能化推送与个性化定制。未来学习的特点在于个性化需求、多样化资源形式与动态更新,因此资源链的核心功能是实现资源的灵活组合,并根据用户的学习路径和研究需求,动态地提供相应资源。



(2)技术链:协同引擎

技术链是平台的智能内核,其作用是通过智能算法优化系统内部资源、空间与服务的适配。技术链的构建不仅依赖于先进的计算能力、云服务、AI算法,还需要精细化的技术协同,以保证各个功能模块的高效运行,核心技术模块包括数据处理、智能推荐、语义理解、数据隐私保护等。技术链的功能定位为协同引擎,具体来说,通过认知增强技术对资源链进行优化,分析用户行为并提供个性化的资源推荐;同时,通过场景构建技术与空间链进行有效融合,创建沉浸式的学习体验环境。

(3)空间链:体验场域

空间链的核心是通过物理和虚拟空间的融合,创建互动环境,推动用户行为与系统规则的融合与反馈。未来的学术资源保障平台要实现物理与虚拟空间的无缝连接,从而为学习者提供沉浸式、多感官的学术学习与研究体验。空间链的构建是面向未来学习的重要组成部分,它强调在不同学习场景中(如实体教室、虚拟实验室、增强现实学习空间等)动态调配资源,支持用户的个性化需求。虚拟空间的扩展和混合现实环境的应用,进一步推动了学术资源与用户需求的深度融合。

(4)服务链:服务体系

服务链的作用是实现服务的闭环管理。它不仅是资源和技术在实际应用中的有效转化器,更是用户需求与平台功能间的智能连接通道。服务链的核心任务是通过智能化、个性化的服务支持,确保平台能够精准响应用户的学习、研究需求,并通过自我优化实现平台效能的持续提升。它通过服务体系的精细化管理,完成对资源链、技术链和空间链的精准调度,包括:学术资源的支持与管理、对用户行为的反馈、对资源使用的监控以及对平台运营效率的提升,实现学术资源与用户需求的精准对接,推动未来学习的智能化和创新化进程。

3.5.2 链间互动模式

“四链”之间形成了完整的交互网络,如图1所示,包含4个双向交互节点,共同构建了动态平衡的学术资源生态系统。从功能聚类的角度,这些互动可归纳为六类代表性关系:(1)数据驱动与语义增强(资源—技术),体现知识与技术的双向赋能;(2)场景构建与行为反馈(资源—空间),展示内容与环境

的动态适配;(3)资源保障与服务反馈(资源—服务),实现资源完善与服务提升的相互促进;(4)智能支撑与需求牵引(技术—服务),实现技术创新与服务进化的良性循环;(5)技术迭代与虚实融合(技术—空间),促进技术与空间应用的持续升级;(6)实践验证与体验优化(空间—服务),促进用户体验与空间设计的协同进化。这些关系是理解四链整体协同机制的关键切入点。

基于上述关系,四链协同形成了三个典型的运作路径:其一,“资源—技术—服务”路径突显知识发现功能,将多模态资源通过智能算法处理转化为个性化服务;其二,“技术—空间—服务”路径强化体验创新,通过交互技术和虚实融合场域提供沉浸式服务体验;其三,“服务—资源—空间”路径促进系统更新,将用户需求转化为资源优化和场景重构的驱动力。

四链协同的系统效应体现在:响应速度加快(联动代替单一调整)、服务精度提升(多维数据交叉验证)、资源利用效率增强(智能调度替代静态分配),以及创新能力扩展(跨链协作催生新型服务模式)。例如,当教学需求从传统讲授转向探究式学习时,系统能够整体响应:服务链感知需求变化、技术链调整算法策略、空间链重构交互界面、资源链优化知识组织形式,形成完整的适应性调整。

3.5.3 “四链”动态适应环境

在动态变化的外部环境中,“四链”协同不仅依赖于内部要素的有机整合,更需要与外部环境建立多维响应机制。政策环境推动资源链结构性调整,技术链受到数据安全法规的约束并形成可信保障,服务链则通过教育信息化政策创新服务形态。用户需求驱动四链的持续迭代,空间链根据学习者需求调整功能布局,技术链则通过隐私保护机制优化数据处理,服务链通过用户生成内容反哺资源链发展。技术进步引发四链深刻变革,如大语言模型促进资源链从“存储库”向“生成器”转型,脑机接口技术可能革新服务链的交互方式。同时,协作环境的开放性决定了四链的扩展性,通过跨机构联盟、开源社区和组织文化的支持,四链能够持续演化并适应不同的需求。通过“感知—响应—调适”的循环机制,四链系统能够保持动态的稳定性,在外部环境变化的推动下持续优化,最终形成自我演化的学术生态系统。

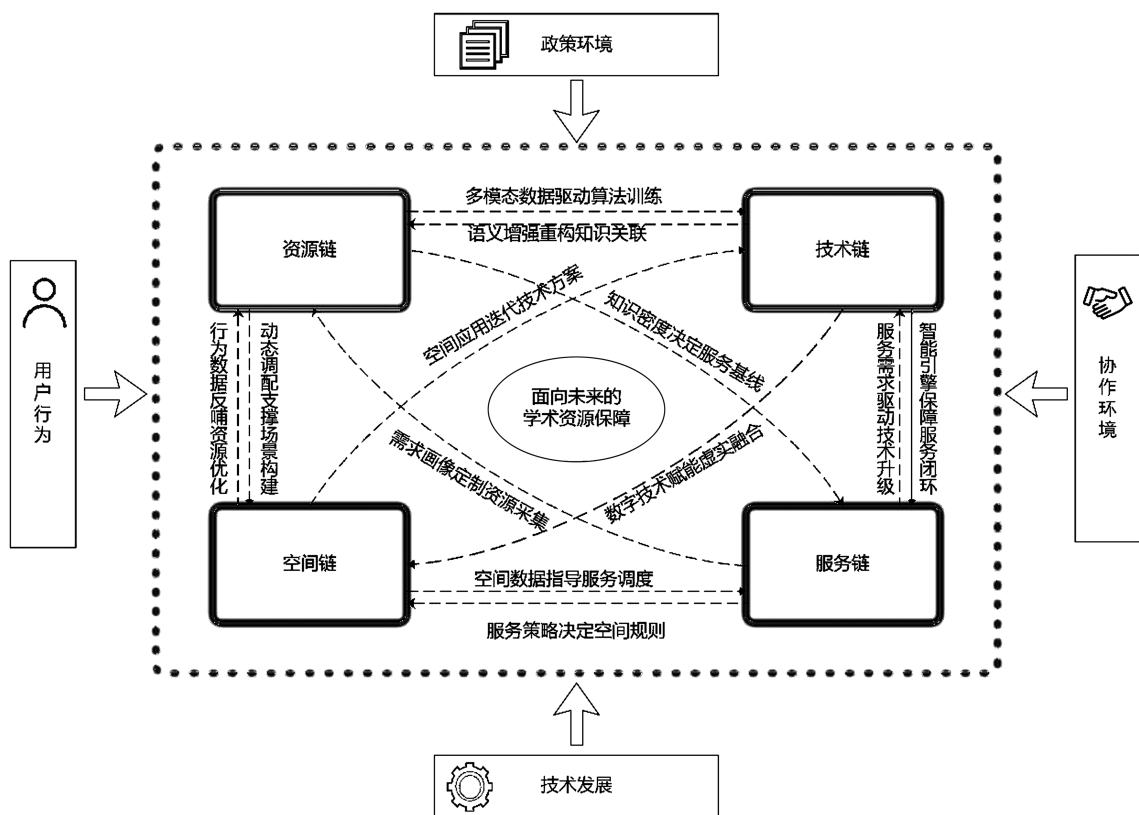


图1 “四链”协同机制

4 案例分析:中国人民大学教学资源整合保障平台

本文以中国人民大学教学资源整合保障平台为例进行案例分析。该平台旨在建设全方位多模态多来源的教学参考资源整合系统,逐步形成教学—学习参考资源生态体系,实时动态地为教学和学习提供多元多源参考资源支持和服务。平台响应了习近平总书记在中国人民大学考察调研时的重要指示,即“加强学术资源库建设,更好发挥学术文献信息传播、搜集、整合、编辑、拓展、共享功能,打造中国特色、世界一流的学术资源信息平台”^[32]。平台整合了本科教参书全文库、金课课程库、小学期教参书、博士生主文献、读史读经典专题资源库和人大出版社电子书库等多种资源,形成了面向未来学习的教学资源整合保障体系。平台采用多层级细粒度知识库设计,提供教学资源一站式解决方案,以知识发现为导向,提高资源可见度和获取效率,支持与学校的数字校园进行有效链接,包括研究生院系统、教务系统、智慧教室系统、数据中台等,有效促进了校内教学资源建设和服务的协同。目前平台已基本完成开发和建设,整合了约27万条元数据和11000条全文

数据,为学校教学,尤其是通州校区先期运行师生的教学和学习提供了便捷的线上教学参考资源保障。这一平台的建设不仅是对传统学术资源服务模式的创新突破,也为打造具有人大特色的课程学习资源整合平台和建设未来学习中心奠定了坚实基础。

资源链方面,平台在多模态资源整合方面开展了初步实践,以电子教材(文本)、课程音视频、结构化书目数据等基础媒介资源为主,聚合图书馆自有资源(如本科教参书全文库、金课课程库、小学期教参书、博士生主文献、读史读经典专题资源库、人大出版社电子书库、馆藏电子书)、商用数据库(如中国图书数据服务中心)、开放获取(OA)资源,通过整合不同形式、载体、渠道、应用场景的教学和科研资源,形成了丰富的学习材料库,满足了不同学习者的个性化需求。

技术链方面,平台聚焦功能性需求,实现全文检索、OCR识别、阅读进度记录、智谱Ai问答等功能。同时通过动态水印、权限控制实现版权保护。协同方面,平台依托学校统一身份认证系统与数据中台,并通过API对接教务系统、智慧教室等外部平台实



现技术协同。体现了技术的智能化与协同性,实现了资源的精准推荐和智能服务。

空间链方面,实现了虚实空间的初步衔接。一方面通过数据接口将教参资源推送至课堂电子设备,实现智慧教室嵌入;同时适配主流移动终端,支持跨设备阅读,实现移动端泛在访问,体现了空间维度的虚实融合与情境化适配,打破了物理与数字空间的界限,为学习者提供沉浸式学习体验。

服务链方面,初步实现了基础服务的闭环服务。首先教师提交教参申请、学生在线阅读获取需求;然后图书馆员审核并数字化资源,完成服务响应;最后统计阅读时长、资源使用率数据,完成反馈收集。整个服务链路体现了服务维度的个性化与闭环反馈,并以用户需求为导向,实现服务的持续优化。

教育数字化转型及智能平台建设需遵循“分层推进、务实优先”的实施路径。当前该平台在多模态资源利用智能技术、资源技术与实体空间形成行为联动以及用户行为数据反哺资源聚合策略等方面还存在较大进步空间。未来随着技术成熟度的提升,可在更多方向实现四链深度协同。在资源链方面,平台应进一步拓展资源的宽度与深度,整合更多跨学科、跨领域的资源,以满足未来学习者日益增长的个性化与多样化需求。在技术链方面,平台应持续引入先进的智能技术,如深度学习算法、自然语言处理技术等,进一步提升资源的智能推荐与个性化服务,例如:基于现有全文检索功能,引入轻量级知识图谱,实现跨课程资源推荐,进行智能技术渗透。在空间链方面,平台应致力于构建更加灵活、多元的学习环境,通过虚拟现实、增强现实等技术,打造沉浸式、交互式的学习空间,例如:扩展智慧教室教参推送场景,实现虚实空间联动。在服务链方面,平台应不断完善闭环反馈机制,通过实时监测用户行为与反馈,及时调整与优化服务策略,实现服务的持续改进与个性化定制,如:将阅读中断率、笔记关键词等数据纳入教参版本更新决策,实现行为数据反哺。在确保基础服务闭环的前提下,通过技术迭代与数据积累逐步实现学术资源生态的智能化跃迁。

5 结束语

本研究构建了面向未来学习的学术资源保障平台“资源—技术—空间—服务”四链协同框架,揭示了多模态资源动态聚合机制、技术智能协同

范式、虚实空间融合逻辑与服务闭环优化路径的相互作用规律。研究成果不仅为高校图书馆未来学习中心建设提供了理论依据和实践指导,也为教育数字化转型背景下的学术资源服务创新提供了新思路。

随着人工智能、虚拟现实等技术的快速迭代,学术资源保障平台将持续演进。未来研究可基于大语言模型与学科知识的深度融合,在情境化资源组织、跨机构学术资源联盟建设等方向深入探索,推动学术资源保障体系向更加智能化、个性化和生态化方向发展,为未来学习提供更加有力的支撑。

参考文献

- 1 吴岩. 加快高校图书馆现代化建设 助力高等教育高质量发展[J]. 大学图书馆学报, 2022, 40(1): 7—8.
- 2 教育部高等教育司. 教育部高等教育司 2023 年工作要点[EB/OL]. [2025—03—01]. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/tongzhi/202303/t20230329_1053339.html.
- 3 潘颖,张菁菁,张明平,等. 基于供需理论的高校图书馆未来学习中心内容模型构建及应用研究[J]. 图书馆学研究, 2024(12): 21—26.
- 4 黄安妮,何盼盼. 融合发展视域下高校图书馆未来学习中心建设的功能定位与发展策略研究[J/OL]. 图书馆, 2025:1—8[2025—03—12]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/43.1031.G2.20241226.1604.002.html>.
- 5 胡安琪. 高校图书馆未来学习中心建设的内涵特征、行动框架与实现路径[J]. 图书馆工作与研究, 2025(1):54—61.
- 6 胡亚丽. AIGC 技术与未来学习中心制度互构的理论因应与实践路径[J/OL]. 图书馆工作与研究, 2025:1—22[2025—03—10]. <https://doi.org/10.16384/j.cnki.lwas.20250212.010>.
- 7 章洁,刘伟. 教育数字化赋能大学图书馆未来学习中心建设研究[J]. 图书馆工作与研究, 2024(10):57—65.
- 8 史艳芬,陈欣,丁宁,等. 未来学习中心建设:高校图书馆知识服务场景设计研究[J]. 图书情报工作, 2024, 68(14):34—44.
- 9 赵兴胜,姚晓彤. 大资源观:关于未来学习中心视阈下高校文献资源建设问题的若干思考[J]. 图书情报工作, 2025, 69(4): 114—123.
- 10 刘莉,邵波. 大语言模型环境下高校未来学习中心的探索与实践[J]. 图书馆学研究, 2024(7):70—76, 109.
- 11 彭逊,冯永财. 高校图书馆未来学习中心建设的案例分析与启示[J]. 情报资料工作, 2024, 45(5):92—99.
- 12 苏志芳,周芬,唐睿. 国外高校图书馆数字学术服务平台调研及我国对策研究[J]. 图书情报工作, 2024, 68(9):137—148.
- 13 曾建勋. 国家公益性学术文献服务平台建设思考[J]. 中国图书



- 馆学报, 2025, 51(1): 19—33.
- 14 金兼斌, 管翠中, 于宁. 探索馆内馆外资源服务一体化发展——基于清华大学图书馆的实践与思考[J]. 大学图书馆学报, 2024, 42(6): 16—22.
- 15 蔡迎春, 周琼, 严丹, 等. 面向教育 4.0 的未来学习中心场景化构建[J]. 图书馆杂志, 2023, 42(9): 12—22.
- 16 杨倩, 黄黄. 基于数据中台的智慧图书馆架构与实践案例分析[J]. 图书情报导刊, 2024, 9(11): 32—39.
- 17 邓小泉, 杜成宪. 教育生态学研究二十年[J]. 教育理论与实践, 2009, 29(13): 12—16.
- 18 吴鼎福. 教育生态学刍议[J]. 南京师大学报(社会科学版), 1988(3): 33—36, 7.
- 19 孙振领, 李后卿. 关于知识生态系统的理论研究[J]. 图书与情报, 2008(5): 22—27, 58.
- 20 肖冬平, 顾新, 彭雪红, 等. 基于嵌入视角下知识网络中的知识流动研究[J]. 情报杂志, 2009, 28(8): 116—125.
- 21 叶浩生. 具身认知: 认知心理学的新取向[J]. 心理科学进展, 2010, 18(5): 705—710.
- 22 叶浩生. 身体与学习: 具身认知及其对传统教育观的挑战[J]. 教育研究, 2015, 36(4): 104—114.
- 23 Oxford English Dictionary. Modality [EB/OL]. [2025—03—01]. https://www.oed.com/dictionary/modality_n?tl=true#36506760.
- 24 刘炜, 金家琴, 单蓉蓉. 新一代人工智能与未来图书馆建设[J/OL]. 图书馆理论与实践: 1—22 [2025—03—07]. <https://doi.org/10.14064/j.cnki.issn1005-8214.20250226.001>.
- 25 王心雨, 刘圆圆, 徐雷. 科学数据出版平台 FAIR 原则实践研究[J]. 中国数字出版, 2025: 1—10.
- 26 Wilkinson M D, Dumontier M, Aalbersberg I J, etc. Comment: the FAIR guiding principles for scientific data management and stewardship[J]. Scientific Data, 2016: 160018.
- 27 Tani A, Candela L, Castelli D. Dealing with metadata quality: the legacy of digital library efforts[J]. Information Processing & Management, 2013, 49(6): 1194—1205.
- 28 Satyanarayanan M. The emergence of edge computing[J]. Computer, 2017, 50(1): 30—39.
- 29 教育部. 教育部等六部门关于推进教育新型基础设施建设构建高质量教育支撑体系的指导意见[EB/OL]. [2025—3—10]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-07/22/content_5626544.htm
- 30 Radianti J, Majchrzak T A, Fromm J, et al. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: design elements, lessons learned, and research agenda[J]. Computers & Education, 2020: 103778.
- 31 邓李君, 杨文建, 杨俊. 未来学习中心的研究进展及高校图书馆发展思路[J]. 图书馆理论与实践, 2024(5): 25—32.
- 32 鞠鹏, 谢环驰. 习近平在中国人民大学考察时强调 坚持党的领导 传承红色基因 扎根中国大地 走出一条建设中国特色世界一流大学新路[N]. 人民日报, 2022—04—26(1).
- 作者贡献说明:
张斌: 提出选题, 设计研究思路与框架, 论文撰写及修改
祝小静: 设计研究思路与框架, 论文撰写与修改
闫雪, 陈燕方: 文献调研与分析, 论文撰写及修改
- 作者单位: 中国人民大学图书馆, 北京, 100872
收稿日期: 2025 年 3 月 10 日
修回日期: 2025 年 3 月 17 日
- (责任编辑: 支娟)

Research on the Construction of an Academic Resource Support Platform for Future Learning

ZHANG Bin ZHU Xiaojing YAN Xue CHEN Yanfang

Abstract: Future learning, characterized by personalization, intelligence, interdisciplinary integration, and virtual-physical convergence, poses significant challenges to traditional academic resource support systems in meeting the dynamic learning demands. These limitations primarily manifest in four critical aspects: insufficient resource integration, fragmented technological infrastructures, limited spatial convergence, and outdated service models. In the context of the Ministry of Education's initiative to promote the establishment of future learning centers, this study aims to develop a framework for an academic resource support platform oriented toward future learning. By employing a collaborative framework based on four chains encompassing resources, technology, space, and service, this research seeks to address the limitations of traditional academic resource support systems and promotes the



transformation towards more intelligent, adaptive, and personalized development. This research adopts a combined approach of theoretical modeling and empirical validation to explore the construction framework of the academic resource support platform for future learning. Theoretically grounded in systems theory, educational ecology theory, knowledge flow theory, and embodied cognition theory, the research develops a four-chain collaborative framework encompassing resources, technology, space, and service. This framework emphasizes dynamic knowledge services rather than static resource management, focusing on four critical dimensions: the adaptive aggregation of multimodal resources, the collaborative application of intelligent technologies, the integration of virtual and physical spaces, and optimization of services through demand-driven mechanisms. The practical application of the proposed framework is empirically validated through a case study analysis of the Teaching Resource Integration Platform at Renmin University of China. This platform employs a multi-tiered knowledge base design that facilitates seamless integration with the existing digital campus systems and leverages intelligent technologies to provide precise resource recommendations and personalized services. The findings indicate that the proposed four-chain collaborative framework effectively addresses the limitations of traditional academic resource support systems. The resource chain enhances the coverage, flexibility, and accessibility of academic resources through the dynamic aggregation of multimodal content, thereby fulfilling the personalized and interdisciplinary needs of future learning. The technology chain elevates the platform's intelligence and service precision through the collaborative application of cutting-edge technologies including cognitive enhancement, trust assurance, and scenario construction technologies. The space chain offers learners immersive learning experiences by integrating virtual and physical environments. Lastly, the service chain optimizes user experience and resource utilization through a closed-loop feedback mechanism. The empirical analysis of the Teaching Resource Integration Platform at Renmin University of China effectively validates the practical applicability of the framework.

Keywords: Future Learning; Academic Resource Support; Four-Chain Collaboration; Multimodal Resource Aggregation