

高校多校园数字空间一体化的路径研究

田小萍, 卢小清, 王兴建
(北京师范大学 信息网络中心, 北京 100875)

摘要:开展多校园办学是高校破解办学空间不足、教学资源紧张等问题的有效方式,而多校园办学需要通过信息化整合校园间的管理与服务,实现各校园一体化协同发展,进而促进高校的高质量发展。首先,分析了多校园办学对信息化工作的要求和挑战;其次,设计了多校园办学模式下高校数字空间一体化的顶层框架,提出了两校区“四通八达”的设计理念,介绍了“一网通、一卡通、身份通、数据通”等“四通”的关键技术,在此基础上实现了教学、科研、管理、服务等校内业务的数字空间“八达”,构建起一个无缝连接的数字环境,支撑两校区多校园数字空间一体化建设,满足了“同上一门课、同开一个会、共用一张卡”等教学、科研、管理、生活全面一体化的需求;最后,总结了北京师范大学信息化建设的主要成果与实践经验,为其他高校提供了有益的参考与借鉴。

关键词:多校园;数字空间;四通八达;一体化;一网通;数据通

中图分类号:TP309;TP311.13

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2025)03-0056-06

doi:10.20165/j.cnki.ISSN1673-629X.2024.0408

Research on Path of Integrated Digital Space in Multi-campus Universities

TIAN Xiao-ping, LU Xiao-qing, WANG Xing-jian

(Center of Information and Network Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: Implementing multi-campus education is an effective way for universities to solve problems such as insufficient space and limited teaching resources. Multi-campus education requires the integration of management and services across campuses through information technology, achieving integrated and collaborative development among all campuses, thereby promoting high-quality development of higher education institutions. We first analyze the requirements and challenges of information work under multi-campus education. Secondly, we design a top-level framework for digital space integration in universities under multi-campus education mode, propose the design concept of "four accesses and eight reaches" for two campuses, and introduce key technologies such as "one network, one card, identity access, and data access". Based on this, we realize the digital space "eight reaches" of teaching, scientific research, management, and services within the university, constructing a seamlessly connected digital environment. This supports the integrated construction of multi-campus digital space between two campuses, meeting comprehensive integration needs such as "taking the same course, holding the same meeting, using the same card" in teaching, scientific research, management, and life. Finally, we summarize the main achievements and practical experience of the information construction of Beijing Normal University, providing useful references for other universities.

Key words: multi-campus; digital space; four-access, eight-reach; integration; unified network; unified data

0 引言

随着社会对高等教育需求的日益增长,单一校园办学模式正面临办学空间不足、教学资源紧张等挑战。多校园办学作为国内外高校应对资源限制的有效策略,已逐渐展现出其独特优势。国外多校区大学在长期的发展探索中形成了各具特色的管理模式^[1],如加州大学的“事业部型”管理模式、康奈尔大学的“一校

多制型”管理模式以及东京大学的“教授治校”管理模式等,均提供了宝贵的经验借鉴。在国内,多校园办学也呈现出蓬勃发展的态势。高校根据自身特点和地域优势,形成了多种典型的多校园办学模式。其中,既有物理空间相近、甚至位于同一城市内的省内多校园模式,如山东大学的一校三地(济南、威海、青岛)协同发展模式和中山大学的三校区五校园统筹发展模式;也

收稿日期:2024-10-17

修回日期:2025-01-17

作者简介:田小萍(1980-),女,高级工程师,硕士,研究方向为计算机网络、信息化应用;通信作者:卢小清(1981-),男,高级工程师,硕士,研究方向为数据分析、信息化应用。

有物理空间相隔较远的异地办学模式,如哈尔滨工业大学的一校三区(哈尔滨、威海、深圳);更有兼具物理空间近和跨省布局的混合式多校园模式,如北京师范大学的“两地五校园”模式。这些多样化的办学模式,既体现了高校对自身发展的深度思考,也反映了社会对高等教育多元化需求的满足。在多校园办学模式下,信息化成为了支撑高校推进一体规划、一体管理、一体推进等协调联动机制的关键因素。通过信息化手段,高校能够实现各校区之间的资源共享、信息互通,发挥办学合力,共同推动学校的高质量发展。同时,信息化也为高校带来了更加便捷、高效的管理和服务方式^[2],为师生提供了更加优质的教育体验。

然而,多校园办学模式一方面拓展了办学空间,弥补了教育资源的不足,但在各校园的管理体制、区域特色、办学条件、师资队伍等管理和运行方面也面临着新的困难和挑战^[3-4]。在推进多校园的数字化转型过程中,存在不同校区信息化工作机制体制不尽相同,IT基础设施无法融合,应用管理系统独立等问题,对网络、应用、数据、服务管理等方面提出了新的要求和挑战。

在协同工作机制方面,办学空间的拓展使得校区间信息化部门的协同变成了日常化的需求。急需建立多部门参与的信息化协同工作机制,加强两校区信息化统筹力度,统一顶层设计、技术路线、数据标准和安全管理。同时,进一步完善项目管理、绩效评估、隐私保护和安全管理等相关制度^[5],为两校区数字空间一体化提供保障。

在网络一体化方面,校区间的物理分散、不同校区之间组网架构的差异以及网络技术的迭代更新,都给网络的统一管理和安全带来了挑战。需要解决跨地区长距离的网络互联互通问题,满足高质量高带宽的校内网络需求^[6]。因此,打通校区间的信息“大动脉”,修筑两校区之间的“高速公路”成为了首要任务。

在身份一体化方面,统一身份认证系统是学校权威的数字身份管理与认证系统,是实现空间一体化无感知的关键。不同系统和平台之间的身份认证机制差异,以及与外部系统的兼容性问题,都增加了身份认证系统的整合难度。同时,如何平衡用户体验和安全性,保护用户隐私也是身份认证需要考虑的问题。

在平台一体化方面,随着教育信息化的深入发展,高校需要集成和部署越来越多的应用、工具和服务。如何满足不同校区个性化需求的同时保持系统平台的灵活性和可扩展性,实现跨校区无缝体验,是数字空间一体化过程中必须面对的问题。

在数据一体化方面,数据的整合和共享是实现数字空间一体化的基础^[7]。数据孤岛现象、数据标准不

一致、数据质量参差不齐等问题都影响了数据的有效利用。数据安全和隐私保护也是数据通面临的重大挑战。如何在保障数据安全的前提下实现数据的开放和共享,需要高校进行深入思考和探索。

北京师范大学于2019年获批在珠海分校的基础上建设珠海校区,目前形成了“各有侧重、优势互补、深度融合、协同发展”的两校区五校园办学格局,其中北京校区侧重于基础学科和应用学科布局,珠海校区是新兴学科、交叉学科培育基地,为学校高质量发展提供了战略支撑。

本研究旨在在北京师范大学构建“两校区五校园”数字空间一体化的基础上,探索多校园办学模式下高校数字空间一体化的顶层架构和关键技术,提出一种融合多校园基础设施、公共平台、应用系统、数据治理和管理服务的“四通·八达”模型的顶层设计,为高校信息化建设提供理论指导和实践方案,为提升教育质量、优化管理流程、增强科研创新能力,提供战略参考。

1 多校园数字空间一体化顶层架构

数字空间是指一个高度集成的多维环境,它通过先进的信息技术融合了网络、数据、应用和服务,打造出一个无缝连接的虚拟环境。在这个空间中,用户可以轻松访问和共享信息资源,进行协作沟通,并利用各种数字化服务和工具。随着大数据、云计算、物联网和人工智能等技术的发展,数字空间正逐步成为推动数字化转型和创新教育模式的关键力量。

高校数字空间一体化是高等教育领域信息化发展的关键趋势,有助于构建智能化、集成化、服务化的跨校区教育新生态^[8],推动形成高等教育信息化的新格局。其核心特征可以概括为“网络畅通、身份统一、数据融合、服务通达”,即在现有校园网络的基础上,实现多校园的无缝网络连接,构建统一的身份认证体系,集成多样化的信息化应用,整合分散的数据资源,形成一个一体化的数字空间,以促进教学、科研和管理资源的整合与创新,为高等教育的高质量发展提供有力支撑。

1.1 顶层架构设计原则

在构建高校数字空间的顶层架构时,需要遵循了一系列设计原则,确保架构的先进性与实用性^[9]。首先,整合性原则要求所有数字资源和系统在统一框架下无缝集成,形成协同效应。其次,可扩展性原则让架构能够适应未来技术的发展,保障了长期的技术兼容性和功能升级。安全性原则通过内置高级安全措施,保护数据和网络安全,防止潜在威胁。用户中心原则强调以用户需求为核心,提供个性化且易于使用的服务,增强用户体验。互操作性原则确保不同系统和应

用程序之间的数据交换顺畅,实现信息共享。最后,可持续发展原则关注架构的长期维护、升级和效率提升,以支持经济高效的校园运营。

1.2 顶层架构框架

基于以上设计原则,提出了创新性的“四通·八达”高校数字空间一体化的顶层架构框架建设思路,旨在通过解决关键技术问题,实现校园信息化的深度融合与高效运作。数字空间一体化架构主要由 IT 基础设施层、平台层、数据层和服务层四大主体架构组成^[10],实现“四通”。数字空间制度规范和安全保障体系贯穿主体架构,如图 1 所示。

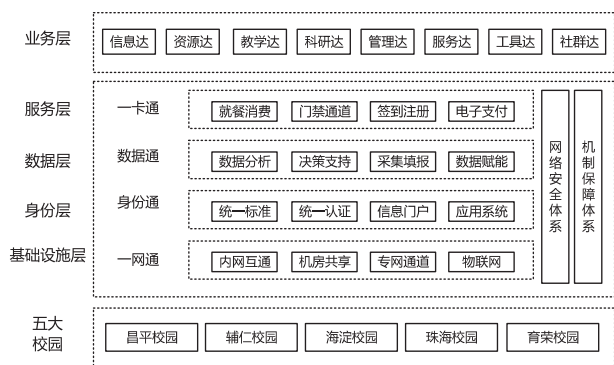


图 1 “数字空间一体化”总体框架

“四通”涵盖了“一网通、身份通、数据通、一卡通”,这些是构建数字空间的基础。“一网通”确保了校园网络的全面覆盖和高速连接,为师生提供了无缝的网络体验。“身份通”实现了统一的身份认证系统,使上层应用有了强大的根基。“数据通”通过建立数据交换平台,促进了数据治理、共享、赋能。“一卡通”是校园内电子支付和身份识别的唯一凭证,是校内学习、工作、生活相关服务的主要载体。

机制体制保障体系通过制定统一标准和管理流程,确保各项活动有序进行。它覆盖基础设施、网络安全、公共平台、数据治理及项目管理的各项规范,保障两校区信息化工作有序同步的稳定运行。网络安全体系保障“四通”的完整性和机密性,采用网络安全、数据加密、访问控制等策略构建防御机制,防止未授权访问和网络威胁,确保能够及时应对安全挑战。

在四通的基础上,进一步实现了“八达”,即信息达、资源达、教学达、科研达、管理达、服务达、社群达、工具达。这八个方面涵盖了高校业务运营的各个关键领域,形成了一个互联互通、高度集成的数字生态系统。

“信息达”的数字化使得校园通知、新闻和事件能够快速传达给每一位师生。“资源达”的集成化提供了丰富的图书馆电子资源和研究工具。“教学达”的在线化支持了多样化的教学模式和学习方式。“科研达”的强化为科研工作提供了强大的数据处理能力。

“管理达”的智能化提高了行政效率和管理效能。“服务达”的线上化简化了师生的校园事务处理流程以及便捷跨校区交流。“社群达”的平台化促进了师生之间的交流与合作。“工具达”的集成化为师生提供了便捷的工作和学习辅助工具。

通过“四通·八达”的建设思路,数字空间一体化顶层架构框架不仅能支撑多校区多校园的一体化建设,而且为高校数字空间的未来应用蓬勃发展奠定了坚实的基础,展现了数字化转型在高等教育领域的广阔前景和深远影响。

2 关键技术实现

2.1 IT 基础设施与“一网通”

构建高速、稳定的校园网络是数字空间一体化的基础。“一网通”旨在实现高速跨校园无缝的网络连接和互联网访问。实现的关键点包括长距离互联专线、IP 地址统一规划及各类专网连通等。

2.1.1 长距离互联专线

在物理空间近的省内多校园办学模式下,校园之间互联可以通过自建多芯裸光纤、租用电信运营商的裸光纤或者租用电信运营商的专线业务等多种模式来实现。如果近距离多校园采用延伸管理的模式下,可实现多校园一张网,统一规划、统一建设、统一出口、统一运维,实现在不同校园无差异体验。自建多芯光纤,可以选择多芯数,比如 48 或 96 芯,网络传输不受限速度,不限芯数,除校园之间高速互联互通外,还可实现多校园多个专网光纤直连。而租用运营商裸光业务一般仅有 2 芯,可配套使用波分复用设备;运营商专线业务有 SDH 模式,速度受限,光纤数量也受限。

在物理空间远的跨省多校园办学模式下,校园之间互联只能选择租用电信基础运营商专线作为互联线路,来打通校园之间的网络连接,满足跨省模式下多校园教学、科研及生活等的用网需求(见图 2)。远距离办学考虑到地域管理和特色等多因素,网络实现一网通,统一规划,内网可通达,多校园之间可独立建设、独立出口、独立运维。

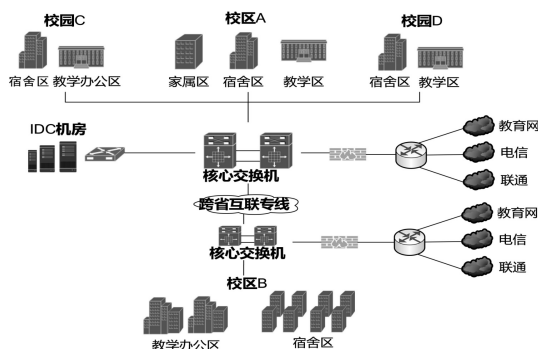


图 2 多校园网络拓扑设计图

2.1.2 IP 地址统一规划

跨省多校园要实现一网通,内网 IP 地址统一规划、统一管理成为了关键任务。如新建校园,可重新规划,IP 地址统一规划和管理难度相对比较小。反之原有校园各自运行已久,内网 IP 地址冲突在所难免。为实现一网通,为后续多校园的数字空间一体化奠定坚实基础,在确定原则尽可能不影响上网的前提下,要统一规划、统一管理,统一分配。内网 IP 地址和路由打通,内网资源及业务系统可实现校区间直接互访,两校区各自保留独立的校园网出口,网络独立运维。这样不仅克服了地理障碍,也满足了校区间教学、科研及日常生活的多元化用网需求,实现了网络连接的又一次飞跃。

2.1.3 各类专网连通

在推进“一网通”战略的过程中除校园网外,一般高校还有财经专网、安防专网等特定场景和校园网物理隔离的网络。为确保这些专网在保持其独特性的同时实现跨省多校园的安全连通,在专网两侧各自增加防火墙,通过互联专线建立 VPN 隧道。这一方案不仅实现了专网数据点对点安全传输,更确保了专网在跨校区互联中的独立性与安全性。例如,在多校园的安防专网建设中,为实现了监控画面的实时传输与共享,为校园安全提供了强有力的技术支持,可采用如图 3 所示的拓扑结构。

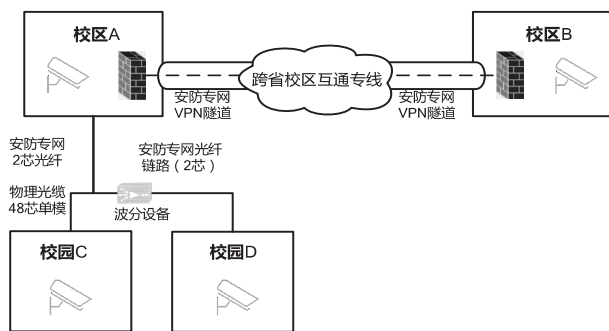


图3 安防专网一体化设计图

2.2 身份认证与“身份通”

统一身份认证体系作为校园身份管理与服务的基石^[11],其核心价值在于为遍布校园的各类应用系统构筑起一道安全而高效的访问门户,不仅简化了师生访问不同资源的流程,还极大地提升了数据交互的安全性与便捷性。它犹如一把智能钥匙,解锁了校园信息化建设的无限潜力,让每一位用户都能享受到无缝衔接的数字生活体验。一般延伸管理的校园都采用统一身份认证,而在多校区协同发展的背景下,实现身份通的关键在于两大支柱的稳固构建:信息编码统一与身份信息同步。

2.2.1 信息编码统一

这一环节是构建全校范围内信息流通与共享的基

础框架。它要求在制定信息标准时,首先确保编码体系的统一性和规范性。具体而言,学号、教工号、单位编号等核心信息的编码需遵循唯一性、稳定性、可扩展性和共享性的原则精心设计。这样的编码体系不仅能够减少数据冗余与冲突^[12],还能够为校内各应用系统及核心数据库之间的无缝对接提供有力保障,进而促进学校基础数据的最大化利用与价值挖掘。

2.2.2 身份信息同步

在完成了统一身份认证平台的底层整合后,身份信息同步机制的建立便成为了连接两校区数字世界的桥梁(见图4)。可根据不同校区特色,实际需求和资源分布情况,按照“精准高效,按需定制”的原则,确保身份信息的实时性、准确性和一致性同步策略,灵活调整同步策略。通过高效的身份同步机制,多校园的师生无论身处何地,都能享受到一致且便捷的校园服务体验。

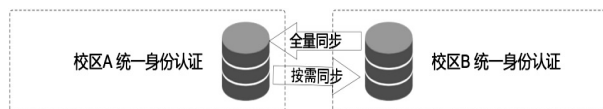


图4 统一身份认证底层同步机制

2.3 数据治理与“数据通”

数据作为信息化时代的核心驱动力,正日益成为推动校园管理与服务智能化的关键要素。从数据治理的根基打造,到数据分析的深度挖掘,再到数据共享的广泛实施,直至数据赋能的全面展开,每一步都紧密关联着校务管理效率与质量的提升。为此,我校大力推进校务数据治理工作,构建了一系列平台与应用,旨在提供高效、精准的校务数据服务,并不断优化校务数据管理机制。数据通的关键点在于制度保障和数据交换。

2.3.1 制度保障

为确保数据治理工作的有序进行与数据资源的有效利用,尽可能出台相关校务数据管理办法,明确提出学校各部门应统筹多校园相应部门校务数据建设应用,通过校务数据平台实现跨校区数据集成和交互。

2.3.2 数据交换

为实现数据的高效流通与共享,在多校园校务数据平台建设设计中设计了多地域交换子系统,如图5所示。通过数据交换实现数据共享,人事、教务、科研、财经、资产等多个系统自动填充,优化了管理流程,真正实现了“数据多跑路,师生少跑腿、快办事”的目标。

2.4 应用服务与“一卡通”

校园卡系统,作为数字校园体系中虽不起眼却至关重要的一环,已深深融入并优化了高校师生的日常生活与学习体验^[13]。在多校园物理分隔却联系紧密的高校环境中,“一卡通”更是成为了连接两地的桥

梁。实现的关键点包括“统一中心”“独立结算”。

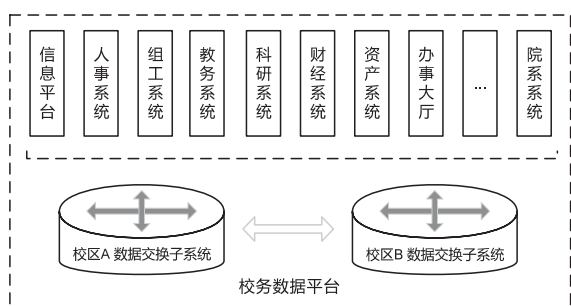


图 5 校务数据平台交换架构

2.4.1 “多校园一中心”

一张校园卡,走遍多校园。为了多校园师生交流,校园生活便捷,可采用“后台统一”的技术方案^[14]。共享一个校园一卡通的核心数据中心,并依托多校园之间的互联专线,将分中心紧密连接。各自部署商务网关、综合身份、支付平台、缴费平台、门禁平台、水控平台等系统以及自助设备、消费 POS 机等前置终端设备^[15],在系统层面实现“一中心,辐射多校园”格局,如图 6 所示。“一中心”确保了校园卡系统层面的高度集成与一致性,统一管理平台,统一管理流程,账户信息统一,业务流程统一、服务模式一致,使用方式统一,极大地方便了刷卡消费、刷脸进门等师生日常生活。

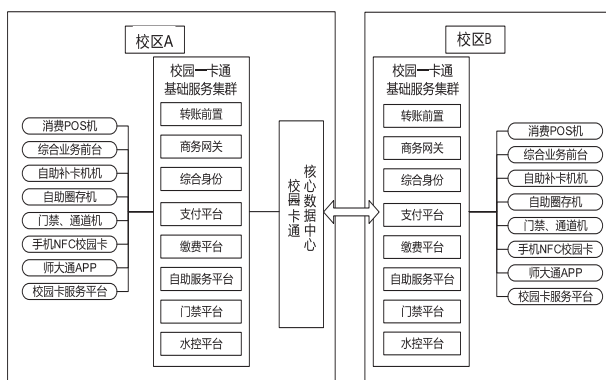


图 6 校园卡一个中心示意图

2.4.2 独立结算

在统一管理的框架下,系统也充分考虑到了各校区的独立运营需求。通过保留各校区独立管理数据,独立制卡,独立财务管理,独立商户结算,既保证了全校范围内的统一便捷性,又兼顾了各校区的自主管理权。跨校区跨校园交流,校园卡直接刷卡消费,消费额进入各校区的校园卡财务,实现了财务结算的精准高效与无感切换。

3 北京师范大学数字空间一体化实践案例分析

3.1 建设成果

北京师范大学作为国内推进数字空间一体化的先

行者,其实践过程体现了一系列创新点,并取得了显著成效。经过几年的建设,基本实现北京、珠海两校区五校园 IT 基础设施一体化,校园信息化公共平台,再到上层的应用服务,通过“资源连通、统筹协作、流程优化、数据驱动、提质增效”,服务于学校的教学、科研、管理、生活方方面面,建成一体化的数字空间,推动教育的高质量发展。

3.1.1 构建多校园信息化工作协同机制

北京师范大学建立了以两个信息化工作统筹单位为主体的,多单位参与的信息化工作协同机制,明确了相关单位的职责和 workflow,为加强教学资源、信息资源共享,提升资源和信息服务等提供保障,在学校统筹部署下实现两校区分工协作、各具特色、互补借力、错位发展,打造信息化“两翼一体”的工作格局。

3.1.2 两地五校园一网通,畅连两校区五校园

两校区校园网统一规划,通过 700 M 双链路专线高速直连,实现了“一网通”。IP 地址统一规划、统一分配,项目方案统一论证、建设标准统一规范, IDC 机房北京同城双活互备,北京-珠海异地灾备 IDC 机房实现了两校区互为异地备份,如图 7 所示。

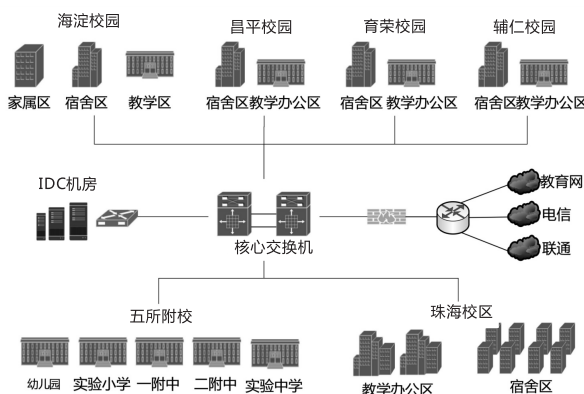


图 7 两校区网络互联拓扑图

3.1.3 统一公共平台,两校区应用特色发展

管理信息系统秉持“标准统一,身份互认,数据互联,服务独立”的模式进行建设,按照统一标准建设了信息门户、办事大厅、电子注册中心、电子邮箱等公共服务平台,促进了管理信息系统的特色化发展与高效协同。

3.1.4 数据一盘棋,服务“一体两翼”

校务数据平台汇聚了近亿条数据,构建起常态化、立体式、全局型校务工作体系,在学校精细管理、科学决策、多元评价、填表报数等方面发挥了“数据大脑”的重要作用,打造了“数据一盘棋”的局面。统筹建设了珠海校务数据交换子系统,与北京实现数据互联互通,支持跨校区数据应用。

3.1.5 建成“跨北京珠海 2 000 公里”校园一卡通

建设“北京一中心、辐射多校园”的校园一卡通系

统,真正实现“一卡在手,走遍校园”。确保了两校区校园卡无缝切换,实现了“系统通、财务通、管理通、功能通、体验通,服务通”。

3.1.6 建设教学、科研、管理、信息、服务、资源、工具、社群多样化应用

统筹建设跨校区智慧教室、在线教学平台、统一超算中心、统筹两校区电子资源建设工作、统一视频会议系统、安防监控一体化、接入预算一体化政务专网、一站式线上办事大厅等等服务设施,体现了“八达”的服务理念。

3.2 实施成效

北京师范大学的数字空间一体化实践,不论在管理的高效性、服务的便捷性,还是资源的充分利用都得到了显著提升,而且在教学和科研中也展现了强大推动力。数字空间的一体化极大简化了行政流程,提升了决策效率,为教育决策的科学化、精准化提供了有力支撑。

这一系列成效,不仅验证了数字空间一体化在提升高校教育质量与管理效率方面的巨大潜力,更展现了其在推动教育模式创新、构建智慧教育生态中的重要作用。一体化的宝贵经验,为其他高校提供了可借鉴的经验,共同探索教育数字化转型的新路径,携手迈向教育现代化的美好未来。

4 结束语

该文深入探讨了高校数字空间一体化的顶层架构设计原则、关键技术的实现。研究发现,通过整合性原则和关键技术的应用,如网络基础设施的“一网通”、身份认证的“身份通”、数据管理的“数据通”,可以显著提升高校的信息化水平。同时,研究强调了技术实施策略的制定,包括需求分析、分阶段实施和持续评估,以确保技术的顺利部署和用户的接受度。并以北京师范大学的实践为例,介绍了该顶层架构实施的效果。

未来的研究需要在实证分析的基础上,进一步探索数字空间一体化在不同高校环境中的应用效果。同时,研究关注用户定制化服务的开发,以及政策和法规对技术实施的影响。此外,跨学科融合和综合知识创新的支持也是未来研究的重要方向。通过这些研究方向,可以为高校数字空间一体化提供更深入的理解和更广泛的应用前景。

参考文献:

- [1] 刘学.中美两国多校区大学系统办学模式的比较[D]. 济南:山东大学,2011.
- [2] 上海胡润百富投资管理咨询有限公司等.2024 数字空间共同体白皮书[R/OL].2024-06-06. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1801188659131442497&wfr=spider&for=pc>.
- [3] NTORUKIRI T B, KIRUGUA J M, KIRIMI F. Policy and infrastructure challenges influencing ICT implementation in universities: a literature review [J]. *Discover Education*, 2022, 1(1): 19.
- [4] BAHMANI A, HJELSVOLD R, KROGSTIE B R. ICT-based challenges of repurposing a single-campus course to multi-campus settings: a pragmatic case study [C]// *Conference on e-Business, e-Services and e-Society*. Trondheim: Springer International Publishing, 2019: 641-653.
- [5] WANG C, ZHANG Z, SONG X. Research on the information security technology of university campus network [C]// *Advances in computer science and information engineering: volume 2*. Zhengzhou: Springer, 2012: 217-221.
- [6] 教育部办公厅工业和信息化部办公厅关于提高高等学校网络管理和服务质量的通知[J]. *中华人民共和国教育部公报*, 2022(3): 58-59.
- [7] 刘冬雪, 别荣芳, 孙洪涛, 等. 北京师范大学构建全局型数据治理与赋能体系[J]. *中国教育网络*, 2023(9): 67-69.
- [8] NONG L, LIU G, TANG C, et al. The design and implementation of campus informatization in Chinese universities: a conceptual framework [J]. *Sustainability*, 2023, 15(6): 4732.
- [9] 欧阳宏基, 宋笑雪, 李红. 高等院校目标考核信息化框架研究[J]. *计算机技术与发展*, 2018, 28(10): 182-187.
- [10] JURVA R, MATINMIKKO-BLUE M, NIEMELÄ V, et al. Architecture and operational model for smart campus digital infrastructure [J]. *Wireless Personal Communications*, 2020, 113(3): 1437-1454.
- [11] 彭勇, 黄剑华, 王喆, 等. 分布式协同统一身份认证平台的设计与实现[J]. *软件工程*, 2020, 23(10): 52-54.
- [12] 耿娟平, 戚永军. 数字化校园中的信息编码标准思考与实践[J]. *北华航天工业学院学报*, 2018, 28(3): 18-20.
- [13] 周学刚, 刘秀琴. 一校多地的校园一卡通系统建设[J]. *中国教育网络*, 2022(4): 74-75.
- [14] 吴飞龙, 张哲, 张心, 等. 基于人脸识别技术的校园一卡通照片采集系统的设计与实现[J]. *现代信息科技*, 2024, 8(2): 172-176.
- [15] 徐伟, 王海勇. 基于多介质身份核验的智慧一卡通建设研究[J]. *计算机技术与发展*, 2021, 31(12): 198-203.