

以服务为中心推进教育新基建

余胜泉^{1,2} 陈璠¹ 房子源¹

(1. 北京师范大学“移动学习”教育部-中国移动联合实验室, 北京 100875;
2. 北京师范大学未来教育高精尖创新中心, 北京 100875)

[摘要] 教育新基建对加速推进教育信息化, 实现教育现代化和建设教育强国意义重大, 智能技术支撑下的教育服务应是其核心的建设方向。以服务为中心推进教育新基建是多种因素共同作用下的必然结果, 诸如信息技术复杂化、软件架构持续演化、社会分工逐步细化、教育应用深度融合以及教育信息化的高安全性等, 都要求教育信息化从传统硬件设施的投入转变为“以服务为中心”, 学校也将从拥有基础设施转变为获得服务。教育新基建与传统信息化相比, 其波及的范围广、资金需求大、技术难度高、参与方众多, 如果只是由教育行政部门或学校负责建设, 会出现总体成本过高、难以持续运行的问题; 如果只是外包给企业建设, 会出现脱离教育实际、重复建设等问题。因此, 推进教育新基建, 不能单方面地建设基础的软硬件设施, 而需要聚合教育行政部门、学校、企业等多方面力量, 将各类教育应用整合成可获得的教育服务, 还需要创新服务业态, 明晰服务模式的规划和设计。只有多方同心协力形成合力构建可持续发展的服务市场, 才能真正建设好、使用好和发展好教育新基建, 夯实我国教育智慧化的基石。

[关键词] 教育信息化; 教育新基建; 教育专网; 网络云考场; PPP模式; 服务购买

[中图分类号] G484 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1007-2179(2022)02-0034-11

一、引言

2018年末, 中央经济工作会议首次提出加强吸收新科技革命成果、贯彻新发展理念的新型基础设施建设的构想(人民网, 2018)。教育领域作为新基建的重要场景, 展现出巨大发展潜力而备受关注。2020年5月全国两会期间, 多位人大代表、政协委员提出加速推进教育新基建, 促进教育网络化、智能化, 实现教育公平和教育质量大幅提升(中国教育

和科研计算机网, 2020)。2021年7月, 教育部等六部门(2021)印发《关于推动教育新型基础设施构建高质量教育支撑体系的指导意见》, 提出以新发展理念为指导, 构建面向高质量教育发展需求的教育新基建, 重点建设信息网络、平台体系、数字资源、智慧校园、创新应用和可信安全六个方面的内容。

教育新基建成为教育信息化的重点内容, 需要基于教育专网、人工智能、云网融合等关键技术以及教育智慧化的实际需求, 探究推进新基建发展的具

[收稿日期] 2022-02-14 [修回日期] 2022-02-16 [DOI编码] 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2022.02.004

[基金项目] “移动学习”教育部-中国移动联合实验室项目“5G教育专网研究”(ML202106)。

[作者简介] 余胜泉, 教授, 博士生导师, 北京师范大学未来教育高精尖创新中心执行主任、“移动学习”教育部-中国移动联合实验室主任, 研究方向: 人工智能教育应用、教育大数据、移动教育与泛在学习、区域性教育信息化等(yusq@bnu.edu.cn); 陈璠, 硕士研究生, 北京师范大学教育学部, 研究方向: 网络教育应用(shiryuchen9@163.com); 房子源, 硕士研究生, 北京师范大学教育学部, 研究方向: 计算机教育应用(1104009634@qq.com)。

[引用信息] 余胜泉, 陈璠, 房子源(2022). 以服务为中心推进教育新基建[J]. 开放教育研究, 28(2): 34-44.

体路径。杨现民(2021)认为,教育新基建是利用智能技术建设服务教育现代化的新型基础设施,包括教育专网、教育大平台、智能学习空间、大数据中心以及教育区块链。朱永新(2020)认为,教育新基建要重点建设面向全体公民的资源聚合平台、学分银行体系和5G教育专网。也有研究者提出,教育新基建的关键是开发新型资源和工具、优化教育资源供给以及提高资源监管效率(柯清超等,2021)。教育新基建以实现教育公平和提升教育质量为己任,借助智能技术重构教育发展生态,推动教育智能转型、高质量发展,实现教育强国的伟大目标。教育新基建是基于新一代信息技术的教育创新,需要创新教育理念、教育模式、教育生态,也需要提升教育治理能力。

传统基建的服务模式非常清晰,建成就会有人用,而且可使用的生命周期比较长,不容易浪费。但新基建以新技术为核心支撑,技术迭代频率高,使用起来相对比较复杂,服务模式不是特别清晰,如果建成后没人使用,很容易造成巨大浪费。因此,推进教育新基建,既需要关注基础设施的投资建设,还需要关注与之相配套的服务模式的规划和设计。当前的教育基建,主要矛盾不是已有的基础设施无法支撑教育业务,而是大量的信息化基础设施建成后,没有发挥关键作用,没有产生应有的价值,创新服务的业态没有形成,造成浪费。所以,新一轮的教育基础设施建设,一定要以服务为核心,将各种要素整合成可用的教育服务,推动服务模式创新,避免建设的资源浪费,即推进教育新基建的发展,不能局限于建设更多的软硬件设施,更需要着重考虑基于新基建的创新教育服务。教育新基建的建设内容、建设模式和运营模式都是推动项目需首要考虑的问题。综合考虑多方面的发展需求形成相对科学的认识,对于指导新基建的发展和建设高质量的服务设施具有重要意义。

二、以服务为中心

教育新基建并非是在传统信息化的基础上简单叠加新兴技术,也不是利用新一代智能技术建设一批全新的基础设施,而是发展智能技术支撑的创新教育服务。教育服务成为教育新基建的核心,是智能技术复杂化、软件架构持续演化、社会分工逐步细

化、教育应用深度融合、高信息化安全的必然要求。教育新基建以“一切皆为服务”为宗旨,将信息网络、应用平台、数字资源、数据分析、网络安全等服务化,通过形成可预期的服务市场,吸纳科创企业基于智能技术提供可重组、可定制的教育服务,推动教育服务业态稳步提升和教育教学现代化。

(一) 技术复杂化的必然要求

教育新基建的核心指向教育服务是技术复杂化的必然要求。信息化建设初期,学校多自主研发信息化产品或购买企业推出的通用教育服务。这类产品或服务技术单一、服务能力有限,学校能以较低成本支撑这类产品的建设和维护。以5G、人工智能为代表的新一代信息技术日益成熟,这类技术的复杂性、专业性和更新频率远高于传统信息技术,常常还需要联合其他智能技术才能更好地服务某一教育需求,这在一定程度上提高了智能技术的使用门槛。这类技术无疑会带来更强大的教育服务能力,也意味着对当地的资金投入、人力投入和高精尖技术人才提出更高要求。实际上,教育新基建如沿用传统信息化的建设模式,以学校为单位拥有智能技术将面临众多阻碍,且拥有较多的智能技术并不等同于能使用好产品以服务教育业务(任友群等,2018)。以服务为中心的教育新基建,将融合多种智能化技术提供能解决实际问题的教育服务,通过创新教育服务的建设形式和运营模式使其渗透进教育场景的各个环节,联合企业、教育行政部门将其纳入公共服务范畴,实现教育服务大规模部署、便捷性接入、企业级维护。这种建设模式通过多个可重组的教育服务组件为学校提供便捷的服务接入,使学校将更多精力专注于教育产品与教育场景的深度融合,如学校可基于云平台配置云服务的存储参数即可享受私有化的近端云数据中心,无需关注服务器的搭建、数据安全策略等,只需关注如何利用数据优化教育场景。这种建设模式不仅使智慧教育产品在企业的支持下得到持续性、专业级的维护,还能显著降低学校的整体成本。

(二) 软件架构持续演化的必然要求

教育新基建的核心指向教育服务是软件架构持续演化的必然要求。传统的教育软件系统是软件供应商以产品为中心,开发出符合特定业务需求的教育软件,通常一个软件会尽可能地集成服务某个教

育场景需求的所有功能。学校以购买商品的形式购入该软件,师生自行安装、卸载和更新。由于教育业务的典型特征是变化性强、情境性高,教育软件供应商为适配教育业务需求而不断添加和变更系统功能,使其逐渐变得复杂、臃肿,且稳定性差,影响用户使用体验。为保障产品性能和提高产品的可维护性,教育产品维护者需要定期开展产品重构,但每一次产品重构都是一次阵痛(吴化尧等,2020)。云服务是软件架构持续演化的必然结果,它将高度耦合的单体软件架构、垂直应用架构拆解为多个互相连接的微服务,每项基于云的微服务都相对独立,每个组件都能被单独维护,教育机构可以低代码或零代码组合配置微服务组件来响应教育业务需求,避免教育产品为响应业务需求复杂化带来的系列问题。这种云服务的组件架构实现本地计算和存储上云,软件服务商也能接入服务快速开展单个组件的更新升级等,学校也能租赁或购买云平台的教育服务。教育新基建核心指向教育服务,需要服务供应商基于云平台提供基础性的服务组件,由学校或其他教育用户组合配置组件实现教育产品的定制化。这种分布式的组件研发与整合,能提高教育产品的灵活性和可扩展性,还能增强企业和用户间的联系,便于推动企业持续迭代服务组件,保证服务的稳定性,提高用户持续租用的意愿。

(三) 社会分工细化的必然要求

教育新基建的核心指向教育服务是社会分工细化的必然要求。大规模开展教育信息化建设以来,全国各地纷纷启动数字校园建设,起初是各高校依托自身的技术优势推动信息化建设。随后,各地中小学也加入数字校园建设队伍。目前,以数字校园为代表的教育信息化建设已取得阶段性成果,但遗憾的是,社会期待和设想的数字校园建设成果对教育的深刻影响并未出现(冷洪敏等,2021)。大规模建设非但未能大幅提升教育质量,信息化产品的运营维护反而成为学校的沉重负担,学校无暇顾及如何将信息化成果融入教育教学的各个环节。随着社会的发展,社会分工的细化,将对传统的信息化建设带来较大冲击。社会分工细化的实质是要求专业的人做专业的事,提高建设效率降低社会成本,使整个社会朝着“人尽其才、物尽其用”的理想局面发展。以学校为单位的信息化建设,学校全权承包信息化

的规划、建设和维护等工作,这既受限于学校的经济和技术实力,也使学校因承担过多技术工作而分身乏术,无余力推动技术进入教育场景的中心地带。教育新基建的核心指向教育服务遵循社会分工细化的发展趋势,将信息化建设这项复杂的系统工程交由企业建设和运行,类似于后勤社会化,学校只需要使用好企业提供的教育服务即可,形成“政府整体规划、社会企业运营、学校应用实践”共建共享的新格局。这种多方专业人才协同推动信息化建设,可使我国的信息化建设质量和层次稳步提升,促进教育信息化良性发展,学校也可从不擅长的信息化装备建设与管理工作中抽离出来,回归“育人”的本质工作。

(四) 应用深度融合的必然要求

教育新基建的核心指向教育服务是教育应用深度融合的必然要求。信息化建设初期,各个学校作为独立的建设主体开展工作,学校内部以单个职能部门为主体,建设一个个分离的软件系统。这种传统的建设模式不利于教育信息化的持续发展,如孤立的系统架构不利于应用功能的沉淀和继续发展,碎片化的数据资源难以形成完整的应用价值链,需要新的解决方案以采集学习全过程的数据实现业务全流程贯通,促进应用与教育业务深度融合。应用深度融合要求教育信息化建设成果能融入教育业务全流程,促进学校内部教学个性化、管理智能化、服务适应性,以及区域间数据汇聚、资源共享。教育新基建的核心指向教育服务,实质是以应用需求为导向,通过业务组件化促进应用与业务场景深度融合。业务组件化是将稳定的、通用的业务功能从信息系统中剥离出来,形成一组细粒度的服务组件,以业务为导向的单个信息系统转变为多个功能组件相整合的业务应用系统,这使系统将具有较高的可扩展性、可维护性和应用场景的适应性(余胜泉等,2021)。组件化的教育服务系统提高了业务应用的敏捷性,能快速响应实际教育场景中业务流程的动态性、情境性和多变性。因此,这种柔性可重组的业务组件,使教育服务能贴近用户实际需求且具有较高的服务质量,有利于推动应用与业务深度融合。

(五) 信息化安全的必然要求

教育新基建的核心指向教育服务是信息化安全的必然要求。目前,网络安全技术越来越复杂,网络

攻击形态越来越多样,网络黑客队伍越来越组织化,使用防火墙、基于规则的数据过滤应对网络攻击的传统方法已力不从心(Zheng et al., 2021)。而且,网络信息繁杂、内容良莠不齐以及数据泄露等问题,也在不同程度地影响学生的认知、行为和意识,如扭曲他们的价值观(Zheng, 2009)。因此,为师生提供绿色、清洁的数字学习环境已成为政府推进教育信息化的底线要求。在实践中,网络环境和安全机制复杂且影响面大,对学校的技术实力提出了较大挑战,一般学校根本无法保障安全。教育新基建要顺应新时代信息化安全的需求,使信息化安全成为可获得的后勤式服务,以夯实教育安全服务的基础,即企业将信息化安全作为服务提供给教育单位,使教育单位能以较低成本享有企业级的信息化安全服务。对于企业而言,这种服务提供模式使其有更多与教育单位长期合作的机会,最大限度地发挥自身的技术优势。对于学校而言,信息化安全服务更省心、成本低,且服务更优质。

三、建设内容与模式

教育新基建的重点关注教育服务对教育信息化发展意义重大。我们需要将“政府投资、企业单次售卖、学校采购”的传统信息化发展模式转变为“政府监管、企业服务、学校实践”合作共享模式,促进教育新基建的可持续发展。教育新基建投资规模大、回收周期长、覆盖范围广,仅靠政府建设与运营,不能很好地应对信息技术高速发展的需求和教育单位日益增长的应用需求。因此,为教育新基建引入高效多元的发展模式既是各教育单位的客观需求,也是应对信息化发展的必然选择。教育新基建的建设内容是基于云网融合的技术架构,整合网络、平台、资源等要素,形成面向实际教育问题的服务,实现教育服务的可获得、可整合、可重用。其发展模式包括建设模式和运营模式。建设模式是通过吸引社会资本参与教育新基建,缓解政府的财政压力和社会迫切需求间的矛盾(李明等, 2021);服务模式是借鉴服务购买模式(程坤鹏等, 2019),将学校和企业间的商品售卖转变为服务购买,通过建立利益共同体、需求共同体,推进学校和企业积极建设、维护、运营和使用教育产品,多方面保障教育产品的服务质量。

(一) 以可获得的服务整合为建设内容

教育服务根据服务者的特征可分为:人提供的服务、机器提供的服务以及人机结合提供的服务。三种教育服务都以服务对象的需求为核心。人提供的服务是以人为主体的服务者直接为服务对象提供特定服务,如教师通过课堂讲授为学生提供知识传授和答疑解惑服务。机器提供的服务是诸如智能导学系统、教育机器人等作为服务者为服务对象提供个性化服务,如教育机器人以玩伴的形式辅导儿童使用图形化编程,提高儿童的问题解决能力和计算机编程基础(Wonder Workshop, 2017)。人机结合提供的教育服务是人类借助智能化的教育工具为服务者提供适应性服务,如教师借助智能教育服务平台,为学生提供开放性的答疑辅导服务(陈玲等, 2019)。教育新基建重点关注的服务主要是机器提供的服务和人机结合提供的服务,这两种服务模式是目前实现教育规模化和个性化的重要途径。

教育新基建为支持机器或人提供的服务智慧化发展,需要以可获得的服务整合为重点建设内容。其中,服务是最小单元的功能组件,它们遵循标准化的服务规范对外提供特定服务,这类组件可重用、可整合、可发现;服务整合是将现有的服务组件整合到新的组合中以响应业务需求;教育业务聚合中心则是联通多个教育业务,实现业务系统间的互操作。可获得的服务整合(见图1)以云网融合的技术架构为支撑,遵循系列服务标准规范服务体系建设(余胜泉等, 2021),同时借助服务组件的注册与监管中心,实现组件全国范围内可共享和可重组,并借助智能算法自动监管组件的服务质量,实行末位淘汰。

服务组件的创建、整合和维护需要服务供应商、服务使用者和服务监管方协同参与。服务供应商主要由企业承担,他们遵循标准化的服务规范开发基础服务组件,每个组件都能通过标准接口向任何允许使用这些服务的其他组件提供服务。学校作为主要的服务使用者,可按需组合配置服务组件,使教育教学流程都能得到信息化支撑,而业务聚合中心则将多个教学流程业务系统聚合,实现全流程的数据贯通和智慧化管理。政府需要承担好服务监管的责任,既要激励企业提供更多高质量的服务组件,也要营造公平、透明、可实时监管的服务市场,通过竞争实现优胜劣汰,还要激励学校积极探索服务组

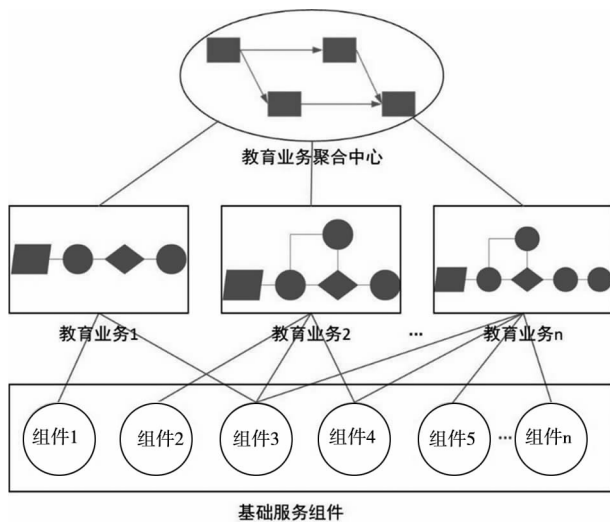


图1 可获得的服务整合

件与教育业务深度融合的具体方案。

可获得的服务整合核心是建立一套标准化、可重用的基础服务组件,利用云网融合的技术环境,使多元化的服务组件与教育业务需求紧密结合。以智慧课堂需求为例,它需要预先建立系列基础服务组件,如互动学习组件、微视频组件、数据分析组件、数字化学习资源中心等。基于以上基础功能组件,再依照特定顺序整合微视频、学习资源、互动学习组件以及联动师生的行为分析组件,形成不同的活动序列,满足智慧课堂中多类教学模式的需求。由此可以看出,服务整合思想将臃肿、相互隔离的应用程序切割成只具备基础功能的一系列服务组件,每个服务组件都可独立发布和升级,学校根据实际需求以“服务”为粒度灵活组合这些基础组件以响应变化性强的服务需求。其中,云网融合的服务架构是基础性支撑平台,规范化的服务组件库是服务整合的前提,基于教育业务需求、通过教育数据总线重组服务组件是实现组件效益最大化的关键,自动化的服务监管是推动服务生态系统持续发展的动力。可获得服务整合可打破各教育单位的数据壁垒、业务壁垒、服务壁垒,推动学校内部教学应用和科学管理创新发展。而高新技术企业的参与不仅能扩大服务组件的供给量,还能借助他们的技术积累增强服务质量,保障服务的持续维护和安全。

(二) 多主体合作的建设模式

教育新基建的稳定发展离不开多主体的密切合

作,其建设模式借鉴自广泛用于公共基础设施建设的PPP(Public - Private Partnership, 政企合作)模式和BOT(Build - Operate - Transfer, 建设 - 运营 - 移交)模式(发改委,2014)。两种建设模式都以用户业务需求为出发点,通过特许经营形成政企间“利益共享、风险共担”的伙伴关系。企业承担教育基础设施的建设、运营、维护等工作,通过“使用者付费”或“政府付费”获得投资回报;政府监管教育新基建的建设进程和服务质量,最大化地保障新基建的品质和教育用户的利益。在这个过程中,政企双方共担风险,尤其是不可抗力的外界因素带来的风险。两种模式的差异在于,PPP模式强调政企双方合作的长期性,BOT模式需要在特许经营合同期满后,将新基建的相关资源和权力无偿移交给政府。总体而言,这两种建设模式都能发挥政府和企业的比较优势,一方面降低政府的财政支出以及聚集群体智慧增大新基建的服务供给量,规避传统教育信息化行业重复建设和缺乏持续性维护等不足;另一方面,这将有效推动高新技术企业入局教育新基建,为企业创建稳定、收益可期的服务市场,降低企业的投资风险,驱动企业为了可持续运营和盈利而不断精进教育服务质量。

推动教育新基建的发展包括项目筹备和项目实施两个阶段。项目筹备阶段需要:1)联合教育信息化领域的从业者、研究者和使用者开展广泛调研,明确教育新基建的建设需求和发展方向,制定政企校的合作形式和发展模式;2)规划教育新基建的建设内容。这需要根据前期的调研成果将新基建的内容拆分为多个可公开发布的基础服务组件,设计服务组件的发布平台、发布规范和组件整合平台;3)制定教育服务组件的评价方案,根据方案设计自动化或半自动化的组件测评系统,推动教育服务组件优胜劣汰。项目实施阶段需要客观、公正地选拔不同规模的企业参与教育新基建的各个阶段和各项建设内容,总体原则是营造可进入、有限竞争的市场,提高企业参与新基建的积极性。实现教育新基建的可进入,需要政府根据需求公开遴选新基建的合作者,保证合作方的专业水平、项目建设和运营管理能力。教育新基建的服务具有专业性与专用性,应是政府规制下的有限竞争。政府需要发挥市场配置资源的基础作用,严格行使政府管制、监督和引导作用,掌

握新基建的建设和运营情况,确保教育新基建的建设方向沿着教育用户需要的方向前进。要保障项目的正常运转和教育服务质量,政府和企业需要全程保持合作,发挥双方的比较优势,高效地推动教育新基建的发展。

(三) 以服务购买为核心的运营模式

教育新基建的运营模式是在建设模式的基础上,探究教育新基建如何保障各教育机构能享用稳定性高、用户友好的教育服务。教育新基建的运营模式借鉴服务购买的思路,企业与教育机构在“契约”的规约下积极参与教育新基建,推动教育单位参与教育服务的优化和企业不断提高教育服务的内容、质量和效率(王俊豪等,2016)。教育新基建运营模式的核心是政府特许实力较强的企业运营通用性较强的教育服务,并制定诸如“教育新基建的服务绩效评价准则”来监督、协调和评估企业的服务质量。教育单位则转变为教育新基建的用户,根据自身需求与本地企业签订教育服务的个性化定制协议,也可直接配置通用性的教育服务组件。教育机构还需要承担教育服务评价者的角色,根据自身的实际使用情况反馈服务质量,推动企业优化服务。对于企业而言,他们不再局限于前期参与新基建的建设,在运营和维护中也扮演着重要角色。具体而言,企业的盈利方式不再是教育产品的单次售卖,而是将教育产品作为载体,通过提供解决实际问题的服务盈利,盈利的依据可以是产品使用的时长或产品产生的数据量等。

教育新基建的运营模式需要优化教育服务购买机制。树立“服务驱动型”的服务购买理念,加大对教育信息化服务类内容的购买力度。制定相应的标准规范,引导市场更好地服务目标定位。利用大数据、人工智能等技术及时、准确了解用户需求和问题,适时调整服务策略,提高服务效果。在“政府购买、企业提供和学校使用服务”三方运营模式下,进一步理顺多方关系,形成良性的服务生态链。教育新基建的运营模式需要加强监管,政府一方面需要建立相应的淘汰机制,保障教育服务的内容和质量,对于质量低劣、缺乏持续维护的教育产品实行末位淘汰;另一方面,政府需要建立平等的教育服务交易平台,完善按效或按量付费制度,既保障教育机构的合法权利,也维护企业的可持续经营需求。

四、典型案例

教育新基建涉及内容广、参与人员多、波及范围广,需要考虑具体的建设内容、投融资模式、运营模式,以及服务融入教育系统的具体形式,这些需要综合考虑多方面的因素逐步推动教育新基建的发展。在教育新基建中,有两个相对重要且用户需求较迫切的建设内容:一是教育专网,它能缩小信息化鸿沟,推动教育服务惠及全教育机构;另一个是为应对大规模在线考试需求而生的网络云考场。

(一) 教育专网

教育专网作为教育新基建的数字底座,有利于推动全国范围内的优质资源共享以及学校教、学、管等业务流程的智慧化发展。它通过铺设广域覆盖的教育专网,最大限度地保障校园网络接入,将各类学校联通到同一教育网络实现教育资源、教育服务的全国范围共享。教育专网(见图2)搭载5G通信技术,利用云计算技术和网络功能虚拟化实现网络资源云化,借助云平台连接、控制网络以及实现网络资源调度,通过云网协同使网络资源动态适配教育业务需求(余胜泉等,2020)。具体而言,教育专网需要构建国家级中心云、区域级中心云和学校级边缘云,利用“中心-区域-边缘”的三级云环境承载教育专网,而网络层面则需要将网络硬件资源池化、软件全分布化以及运行维护管理全自动化,利用云平台承载各级教育单位的网络需求、业务承载需求等(谭仕勇等,2020)。利用三级云环境构建的教育专网,将核心网络的用户面(User Plane Function, UPF)下沉至区域侧或学校侧,实现数据流量本地分流,应对各教育场景对网络带宽、时延的个性化需求,减轻骨干网络的传输压力以及降低整体的建网成本,还为部分规模较大的学校提供网络资源调度服务。教育专网为部分学校部署教育边缘云,为校内业务就近提供计算、存储、业务处理能力,以及数据流或数据存储不出校园,实现从数据源头保障校园数据的安全。

教育专网的建设采用政企合作的形式,前期主要是以网络运营商为代表的企业搭建网络基础设施,为学校提供三类网络接入服务,学校可按需选择特定的网络接入形式和网络服务(见图3)。其中,大型校园网络是最高级的网络接入形式,另两种网络架构

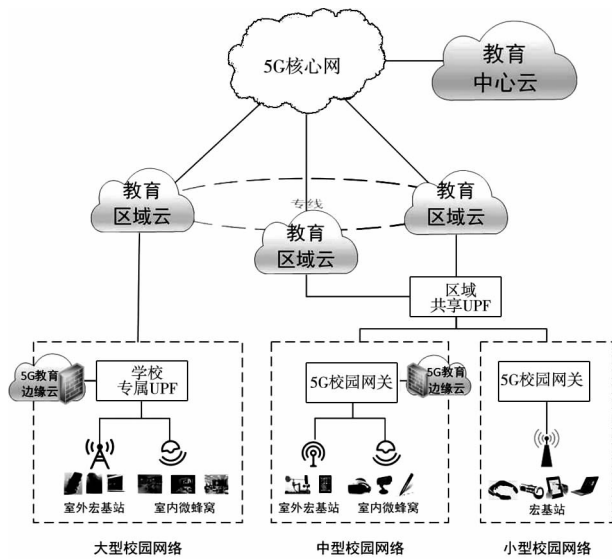


图2 教育专网的整体架构

均可以升级为大型校园网络。小型校园网络为学校提供经济高效的网络接入服务,它通过与其他学校共享核心网用户面、教育边缘云平台保障网络资源安全隔离、网络全覆盖以及网络的高连续性。中型校园网络部署单所学校专属的5G教育边缘云,实现教育业务就近处理、教育数据就近存储,便于学校

自主管控教育业务和教育数据,降低教育业务响应时延和提高物理网络安全、信息数据安全以及网络学习空间安全。大型校园网络增设学校独有的核心网用户面,学校能自主调度网络资源最大程度地保障教育网络的服务质量和优化网络服务,实现网络接入控制、访问内容控制、教育应用隔离,提高校园安全。

由于不同规模的网络在服务能力、运维和安全方面存在差异,学校需明确自身业务场景需求后向网络运营商提交专网需求和签订网络接入协议,运营商根据学校要求实现专网接入,根据学校网络使用情况提供后续的网络服务,如网络安全保障和带宽升级等。学校内部的局域网是基于网络运营商全局部署云网融合的教育网络,这种网络基于软件定义网络(Software Defined Network, SDN)架构部署通用的基础网络设施,使用学校专属的教育边缘云部署网络的集中控制系统。系统由多个企业公开发布的基础网络应用组件整合而成。这种创新型校园网络架构可实现按需升级、调度网络资源以及以较低成本实现网络扩容等。企业在辅助学校部署基础网络架构后,需为学校

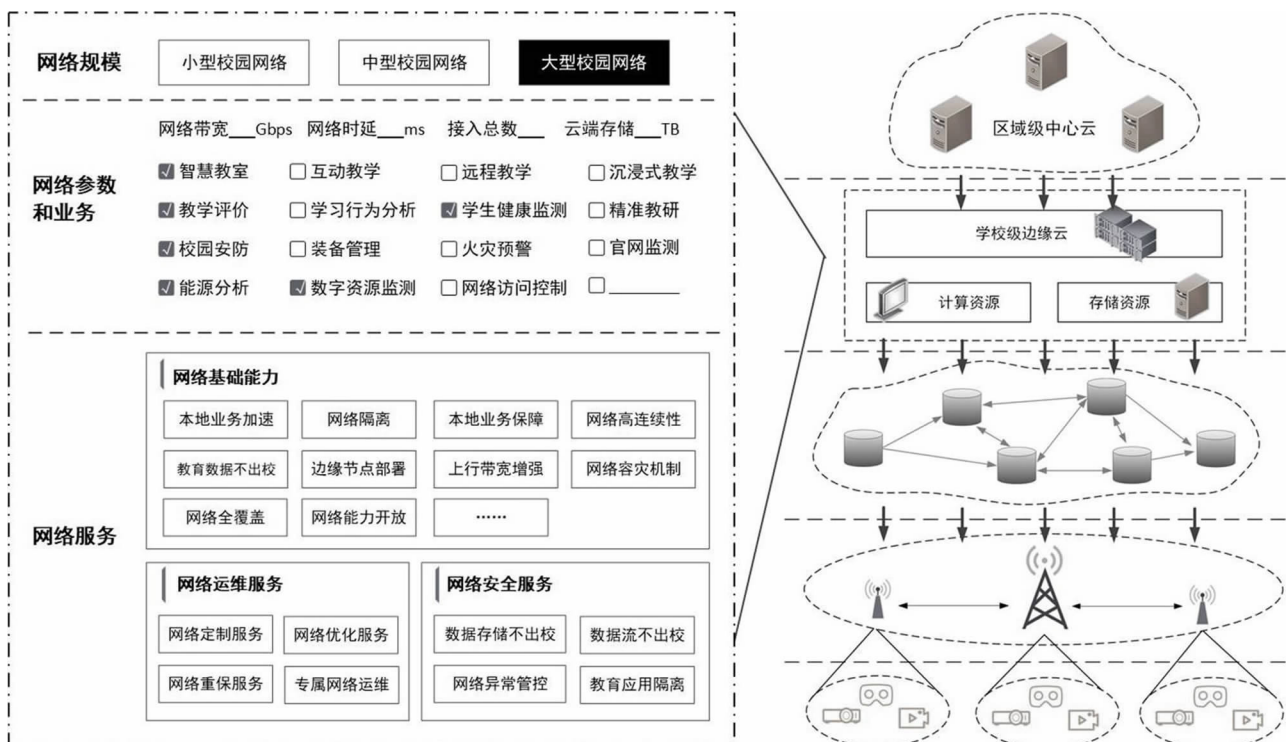


图3 教育网络的服务购买

提供持续的网络运营和维护。具体的网络运营收入依据学校选定的网络建设模式和服务级别实现网络分级收费。企业应支持学校因网络需求变动而升级网络接入模式或增强网络服务,并根据服务内容和服务质量收取服务费用。由于企业和学校是合作关系,企业营收与学校的网络服务质量挂钩,这会驱使企业不断升级网络服务能力,学校也能受益于不断精进的校园网络支撑各项业务的高效开展。双方合作需要政府承担网络供给的监督工作,建立公平的网络服务交易机制,推动企业持续运维网络。

基于服务购买的专网建设模式,可以大幅降低学校网络建设与运维的投入,显著提升网络的稳定性,而且能够适应业务承载的动态变化,安全也能得到有效保障,是未来校园网络演化的方向。

(二) 网络云考场

网络云考场是一种充分发挥云计算特性的全新教育业务场景,也是教育新基建的典型应用案例。对于各大高校来说,网络云考场主要面向研究生招生考试,高职分类招生考试,普通高考特长生、成人高考的招生面试,以美术、音乐、舞蹈为代表的艺考招生考试,特殊群体如聋、哑、盲、残疾人的职业技能考试以及特殊时期的高校期末在线考试等。对于各企事业单位来说,网络云考场主要支持资格证认证考试以及人员招聘等。不同类型的考试都分考前、考中、考后三个阶段(见图4)。

现阶段,推动网络云考场的建设不仅可以响应常态化疫情防控的号召、满足远程考试的需要,还能规范考场管理的业务流程,整合考试信息,实现招生单位、考官和考生的数据共享与同步,解决考试信息孤岛的难题,从而提高考场管控效率。远程考试不同于传统的线下面对面考试,需要分布于各地的考场同时集成考场编排、智能组卷、身份认证、音视频通话、权限控制等功能模块。这样一个平台的研发与运行投资巨大,一般学校无法独自承担,这使校方必然采用服务租用的形式完成考试工作。在这种情况下,如果运营商能够将远程考试所需的服务模块统一部署在云服务器上集中托管,有远程考试需求的学校就可以根据实际需求,向供应商定购所需的服务模块,并按定购的服务的类别、数量和使用时长支付费用(见图5)。

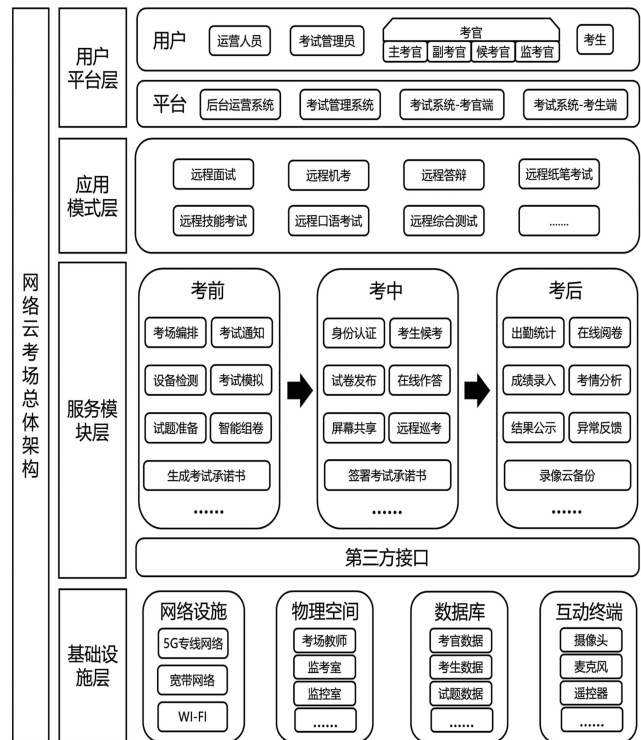


图4 网络云考场的总体架构

网络云考场的服务获取流程主要包括定制需求、服务聚合、组织考试和服务评价等环节。首先,有考试需求的单位根据自身需要向云考场服务供应商提交需求信息,如考试类型、考试规模、服务模块等,进行需求定制;然后云考场服务供应商根据需求信息从服务容器中取出所需要的系统和资源,聚合形成服务包,并派遣专业人士入校协助考试组织单位部署;考试组织单位得到了所需服务后,就可以结合实际情况设计考试流程,开展考试工作;在整个考试工作结束后,考试组织单位再对服务供应商所提供的服务进行评价,帮助云考场服务供应商完善平台,提升服务质量。

网络云考场作为教育新基建的典型应用案例,体现出运营服务的优势。采用云网融合的服务定制模式,有考试组织需求的单位不再需要自己搭建、维护考试平台与硬件设施,直接打包购买端到端的解决方案即可获取所需服务,从而把更多精力投入到整个考试流程的设计和和实施上。这样不仅能够节省时间,最大程度地降低成本,而且可以获得比自行组织更优的稳定性、安全性与可靠性。

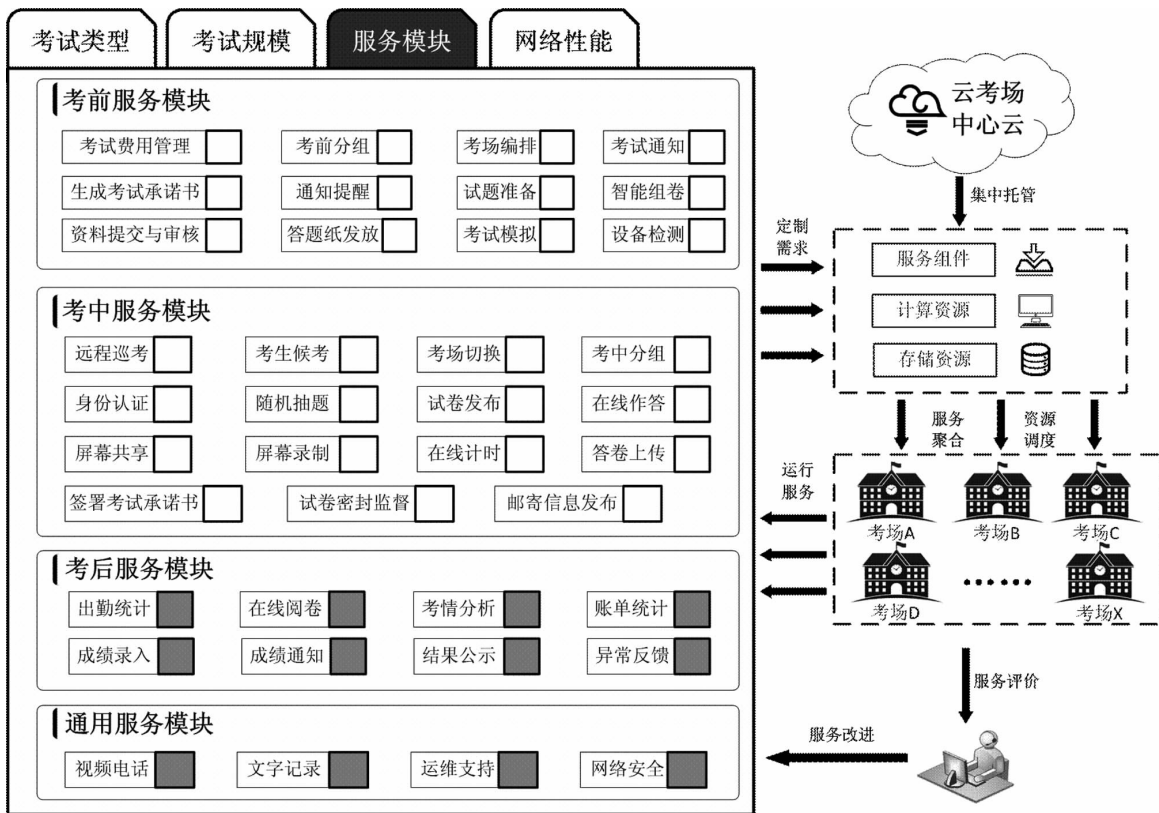


图5 网络云考场服务购买与定制示意图

五、推进建议

教育新基建是教育信息化领域乃至整个教育领域服务范式的变革,这不仅需要关注其建设内容,更要关注其建设模式、运营模式。推动教育新基建的发展,关键在于政府、学校、企业、研究机构的紧密协同,形成技术支撑下的创新服务市场。

(一) 政府: 重视服务投入, 强化企业监管

政府在教育新基建中发挥领导和监督作用,不仅需要通过政策支持和服务购买等激励企业和学校参与教育新基建,更需要建立持续的服务交易市场和服务监管机制,推动教育新基建的可持续发展。建立可预期的规范市场远比财政投资推进项目更重要。在教育新基建的初始建设阶段,政府可采用诸如 PPP 模式与企业建立长期合作关系,引导企业参与教育网络、教育组件、应用整合平台等基础设施建设。在教育新基建的运营和服务阶段,政府需要建立平等的教育服务交易市场与教育机制,并出台相配套的购买政策,保障企业获得合理回报,学校获得高质量的教育服务。在教育服务的长期运营阶段,

政府需要制定服务监管制度和标准体系,保障教育服务能得到及时的维护,响应教育情境的多变性和技术的快速更迭,也需要提防过度市场化和竞争机制带来的逐利性和垄断问题(王俊豪等,2016),防止部分企业丢失参与新基建的初心,贩卖违背教育规律的服务,危害教育用户的身心健康与安全。

(二) 学校: 按需购买服务, 促进应用深度融合

在教育信息化发展的前几十年里,学校是基础设施的建设者和使用者,初步实现了校内教育应用的数字化发展。在智能技术高度复杂化和社会分工不断细化的今天,学校需要回归教育本位,当好信息化产品的用户,将其深度应用于教育场景,使智能技术真正支撑教育教学全过程(王飞等,2020)。在教育新基建的初期建设阶段,学校应真实反馈学校信息化应用的建设、使用情况及存在问题,规划关键性的服务业务与服务模式。到教育新基建的运营和服务阶段,学校与企业的密切合作是最大化新基建效益的关键。学校需转变自身的信息化建设思维,将自身转为信息化产品的用户,以按需购买服务的形式丰盈学校的信息化服务,即学校的信息化产品通

过与企业签署服务契约实现服务的按需购入以及持续的维护升级。其次,学校要关注教育服务的应用绩效,即关注教育服务与业务需求的适配程度以及服务质量,督促企业改进服务确保服务内容与需求的高度适配,为学校实现教育业务与信息化应用深度融合奠定技术基础。学校作为教育新基建的主要服务对象,促进应用深度融合是学校重点任务,要根据自身的需求整合、重组相应组件以适配各场景的需求。

(三) 企业:投入服务建设,当好合作者和服务者

企业是教育新基建的投入与运行主体,要从提供稳定、可持续、解决实际教育问题的服务出发,当好教育新基建的建设者和服务者。在教育新基建的前期建设阶段,企业需与政府协同,重点关注信息网络基础设施、教育应用平台体系、数字资源和智慧校园的新型设施以及信息化安全等应用需求,以云网一体的平台架构为支撑为学校提供低代码或零代码的教育服务,方便学校灵活重组服务组件。在教育新基建的运营和服务阶段,企业需要与学校建立长期合作关系,通过为学校提供高质量的教育服务实现企业的营收。这需要从关注系统开发转变为关注服务设计,将教育产品作为商品单次售卖的思维,转变将教育产品视为一种服务载体,为教育机构提供稳定、可用的教育服务。企业获得合理回报前期需要政府的投入,后续的运维则需要学校依据自身实际使用情况按效或按量收费。在教育新基建的整个建设过程中,企业始终与学校、政府保持密切合作,推进合作长期进行的关键是构建高质量的教育支撑体系,推动其智慧化发展。

(四) 研究机构:制定服务标准和模式,推进应用融合

研究机构对新基建的建设和发展以及促进与教育业务融合非常重要。在教育新基建的前期建设阶段,研究机构需深度参与新基建的规划,明确发展方向、建设模式和服务模式以及各阶段对应的行业标准,尤其需要关注服务标准保障服务的可重组性和再利用。教育新基建的整个过程都需要研制、建立、应用和重塑各类标准,保障整体建设具有较高的规范性(祝智庭等,2021),并根据预先建立的服务标准参与测评第三方提供的服务组件。在政企合作建

设阶段,研究机构更需要监督整体建设的进程及小范围试点的成效,保障新基建的应用能较好地支撑教学环境、教学流程等。在教育新基建的运营和服务阶段,研究机构需基于教育理论和教学场景的需求,研究各项服务及其应用规律,实现信息化产品恰如其分地支撑各教育场景,同时对各类服务建立独立第三方测评与服务,这是推动新基建项目真正助力教育数字化转型、智能升级的关键。

[参考文献]

- [1]程坤鹏,俞祖成(2019). 中美政府购买服务模式比较——框架、要素及优化路径[J]. 浙江工商大学学报, (5):92-101
- [2]陈玲,刘静,余胜泉(2019). 个性化在线教育公共服务推进过程中的关键问题思考——对北京市中学教师开放型在线辅导计划的实践反思[J]. 中国电化教育, (11):80-90.
- [3]发改委(2014). 关于开展政府和社会资本合作的指导意见[EB/OL]. [2022-01-20] http://www.gov.cn/zhengce/2016-05/22/content_5075602.htm.
- [4]教育部等六部门(2021). 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]. [2022-01-10] http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/202107/t20210720_545783.html.
- [5]柯清超,林健,马秀芳,鲍婷婷(2021). 教育新基建时代数字教育资源的建设方向与发展路径[J]. 电化教育研究, 42(11):48-54.
- [6]冷洪敏,郭文良(2021). 构建智慧校园的价值关切与路径选择[J]. 教学与管理, (10):13-15.
- [7]李明,龙小燕(2021). “十四五”时期我国数字基础设施投融资:模式、困境及对策[J]. 当代经济管理, 43(6):90-97.
- [8]人民网(2018). 中央经济工作会议在北京举行[EB/OL]. [2022-01-10] <http://politics.people.com.cn/n1/2018/12/22/c1024-30481785.html>.
- [9]任友群,冯仰存,郑旭东(2018). 融合创新,智能引领,迎接教育信息化新时代[J]. 中国电化教育, (1):7-14+34.
- [10]谭仕勇,倪慧等(2020). 5G标准之网络架构-构建万物互联的智能世界[M]. 北京:中国工信出版集团:22-25.
- [11]王飞,李绚兮,顾小清(2020). 教育信息化产品和服务的生态发展研究[J]. 电化教育研究, 41(10):99-105.
- [12]吴化尧,邓文俊(2020). 面向微服务软件开发方法研究进展[J]. 计算机研究与发展, 57(3):525-541.
- [13]王俊豪,金暄暄(2016). PPP模式下政府和民营企业的契约关系及其治理——以中国城市基础设施PPP为例[J]. 经济与管理研究, 37(3):62-68.
- [14]Wonder Workshop (2017). Home of dash[EB/OL]. [2022-01-23] <https://www.makewonder.com/>.
- [15]杨现民,米桥伟(2021). 新基建背景下的智慧校园新样态[J]. 中小学信息技术教育, (4):9-12.

[16]余胜泉,陈璠(2021). 智慧教育服务生态体系构建[J]. 电化教育研究, 42(6):5-13+19.

[17]余胜泉,陈璠,李晟(2020). 基于5G的智慧校园专网建设[J]. 开放教育研究, 26(5):51-59.

[18]中国教育和科研计算机网(2020). 两会聚焦:新基建,以技术促进教育公平发展[EB/OL]. [2022-01-10] http://www.edu.cn/xxh/zl/lhxxh/202005/t20200528_1729929.shtml.

[19]朱永新(2020). 新教育呼唤新基建[J]. 在线学习, (7):60.

[20]祝智庭,许秋璇,吴永和(2021). 教育信息化新基建标准

需求与行动建议[J]. 中国远程教育, (10):1-11+76.

[21]Zheng, R., Ma, H., & Wang, Q., et al. (2021). Assessing the security of campus networks: The case of seven universities[J]. *Sensors*, 21, 306.

[22]Zheng, Y. (2009). Differences in high school and college students' basic knowledge and perceived education of Internet safety: Do high school students really benefit from the Children's Internet Protection Act? [J]. *Applied Developmental Psychology*, 30(3):209-217.

(编辑:徐辉富)

Promoting a New Digital Infrastructure for Education with a Focus on Service

YU Shengquan^{1,2}, CHEN Fan¹ & FANG Ziyuan¹

- (1. *The Joint Laboratory for Mobile Learning, Ministry of Education-China, Mobile Communications Corporation, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;*
2. *Advanced Innovation Center for Future Education, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)*

Abstract: *The new digital infrastructure for education is of great significance for accelerating educational informatization, realizing educational modernization, and building a powerful country in education. These services supported by intelligent technology are its core construction direction, which is the result of many factors, such as the complexity of information technology, the continuous evolution of software architecture, the gradual refinement of the social division of labor, the deep integration of educational applications, and the high security of educational informatization. These factors require us from the traditional investment in hardware and software facilities to focus on service-center educational infrastructure, and the school will also change from owning infrastructure to owning services. Compared with traditional informatization, new infrastructure for education have some special characteristics, like a wider range, larger capital requirements, higher technical difficulties, and more participants. If only the education administration or schools carry out the construction, the problem of the high overall cost of ownership and difficulty in sustainable operation will arise; if only outsourcing to enterprises, problems such as detachment from the reality of education and duplication of construction will arise. Therefore, to promote the development of new infrastructure for education, we cannot unilaterally build basic hardware and software facilities but need to integrate various educational applications into accessible educational services by integrating the strengths of education administration, schools, and enterprises. We also need to innovate the service industry and clarify the planning and design of the service model. Only multiple organizations work together and form a synergy to build a sustainable service market can we really build, maintain and develop new infrastructure for education and further strengthen the cornerstone of the foundation of smart education.*

Key words: *educational informationization; new infrastructure for education; education-specific intranet; cloud examination; PPP; service purchase*