

智慧教育白皮书

(2024 年)

中兴通讯股份有限公司
国新文化控股股份有限公司
中国联通智慧教育军团
中电信翼智教育科技有限公司
辽宁向日葵数字技术股份有限公司



主编单位:

中兴通讯股份有限公司

国新文化控股股份有限公司

中国联通智慧教育军团

中电信翼智教育科技有限公司

辽宁向日葵数字技术股份有限公司

参编单位:

山东蟠龙信息科技有限公司

武汉丰迈信息技术有限公司

深圳健路网络科技有限责任公司

广西茜英信息技术有限公司

版权声明:

本白皮书版权属于中兴通讯股份有限公司、国新文化控股股份有限公司、中国联通智慧教育军团、中电信翼智教育科技有限公司、辽宁向日葵数字技术股份有限公司等共同所有。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明来源。违反上述声明者，著作权方将追究其相关法律责任。

引言 1

1 数字变革，教育强国 2

2 智慧教育关键技术 5

 2.1 全光教育专网为教育公平奠定网络基础 5

 2.2 全光校园网全面赋能新型教育数字化 7

 2.3 5G 双域校园网实现校内校外无差别体验 10

 2.4 云电脑助力校园信息绿色低碳安全流转 12

 2.5 人工智能赋能个性化学习新篇章 14

 2.6 安全防护新技术保障教育网络安全运行 18

3 智慧教育典型应用 20

 3.1 数字教材极大提升教学和实训学习效率 20

 3.2 建构数字教室，打造数字化教学新空间 25

 3.3 校园园区管理建设绿色、平安、和谐校园 30

 3.4 产教融合培养高水平复合型数字人才 33

4 智慧教育探索与实践 36

 4.1 国家全光教育专网 36

 4.2 长安大学全光校园网 36

 4.3 多省 5G 双域校园网 37

 4.4 广东科技学院云电脑 38

 4.5 中兴通讯训推一体机 39

 4.6 中兴通讯安全保障 39

4.7 吉林大学数字教材41

4.8 吉林大学“三化”教学新空间41

4.9 辽宁广告职业学院数字课堂 43

4.10 南京邮电大学“云上南邮” 44

4.11 中兴通讯技术认证体系 44

4.12 济南职业学院“5G+产业学院”45

5 智慧教育未来展望47

6 结束语 49

主要参考资料 50

引言

过去几十年，我国信息化建设取得了举世瞩目的成就，从计算机普及到互联网发展，再到云计算、大数据、人工智能等前沿技术的广泛应用，一个又一个科技奇迹在我们眼前诞生。当前，5G-A即将迈入商用阶段，实现更广覆盖与更低时延；AI技术日新月异，助力各行业智能化升级；智算能力持续增强，为大数据处理提供强大支持；信创产业蓬勃发展，国产软硬件产品日益丰富。

数字化与智能化浪潮席卷各行各业，教育领域也将经历着前所未有的变革。这场变革不仅将改变教育的方式和形态，更深刻影响了教育的内容与效果。资源的获取与分享将变得前所未有的便捷，学生可以通过互联网访问全球的教育资源，教师能利用数字化平台将优质课程广泛分享；智能化技术为个性化教育提供了巨大空间，能根据学生的学习进度、兴趣爱好和能力水平，为其量身定制学习方案；教育行业的创新也得到了来自技术升级的强大支持，全光网络、虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术创造了沉浸式的学习体验，人工智能（AI）技术则可以帮助教师自动批改作业、分析学生的学习情况等，极大地提升教学效率。优质课堂“时空”交叠处处可见，优质课程与教材跨越山海时时可及，产业与教育协同发展正在变成教育的现实。

本白皮书阐述了智慧教育的典型需求，介绍了关键技术、场景应用、探索实践及面向未来的技术演进趋势，内容包括全光教育专网、全光校园网、5G双域校园网、云电脑、智算、安全、数字教材、数字化教学新空间、校园园区管理和产教融合等。

1 数字变革，教育强国

百年大计，教育为本。社会进步与快速发展对科学知识、优秀人才的需要，比以往任何时候都更为迫切。然而，过去的教育模式已无法完全满足人口结构变化与社会经济发展的需求，如何切实有效地利用并整合各种教育资源、提高教育的质量和效率，是教育行业正在面临的重大挑战。

加快各级各类教育全面数字转型实现智慧教育，是助力培养适应未来社会发展需要的知识、能力并重的创新型人才的必然选择。教育数字化有助于提供更加灵活、个性化的学习方式，使学生更好地适应未来社会发展的需要。利用数字技术优势，变革教育模式，兼顾规模化教育与个性化培养之间的平衡，是实现公平有质量教育的必由之路。教育数字化能够打破地域限制，使更多的学生接受优质的教育资源，缩小城乡、区域之间的教育差距，提高教育的公平性和可及性。教育数字化可以通过信息技术与教育的深度融合，提高教育教学的质量和效率；可以提供更加精准、科学的教学评估和反馈，帮助教师更好地了解学生的学习情况，优化教学方法和策略。

2023 年 12 月，联合国教科文组织发布了《教育信息化政策和总体规划论纲》，帮助各国政府和教育机构制定和实施有效的教育信息化政策和总体规划，涵盖了教育信息化的各个方面，包括数字包容、数字技能发展、在线学习、教育资源数字化等。

我国近年来陆续出台了一系列教育科技相关的指导与支持政策，推动实施教育数字化战略行动，加快推进教育数字化转型升级。2021 年 7 月，教育部等六部门印发《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》，其中对教育数字化涉及的重点领域和方向有完整的阐述。教育新基建的重点方向包括信息网络新型基础设施（教育专网、IPv6、5G、千兆无线局域网、物联网等）、平台体系新型基础设施（计算存储、教育云、教育基础数据库及应用）、数字资源新型基础设施（国家电视空中课堂、职业教育专业教学资源库、高等学校线上一流课程、网络思政课程建设等资源）、智慧校园新型基础设施（数字教室、仿真试验、公共安全视频网络、安防、餐饮卫生监测、智慧楼宇等）、创新应用新型基础设施（大数据的智能诊断、人工智能的智能助教、智能学伴等）和可信安全新型基础设施（网络安全威胁感知、过滤网络不良信息等）。

2024 年 3 月国务院印发《推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案》进一步推进先进教育科研装备在教育领域的应用。在教育领域推动符合条件的高校、职业院校（含技工院校）更新置

换先进教学及科研技术设备，提升教学科研水平。严格落实学科教学装备配置标准，保质保量配置并及时更新教学仪器设备。到 2027 年，工业、农业、建筑、交通、教育、文旅、医疗等领域设备投资规模较 2023 年增长 25%以上。

教育的发展也需要产业与学校协同发力，产教融合有利于深化产教融合提高人才培养质量、促进就业，推动产业发展进而促进社会经济的持续发展。2021 年 3 月《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》提出要增强职业技术教育适应性，突出职业技术（技工）教育类型特色，深入推进改革创新，优化结构与布局，大力培养技术技能人才。完善职业技术教育国家标准，创新办学模式，深化产教融合、校企合作，鼓励企业举办高质量职业技术教育，探索中国特色学徒制；提高高等教育质量，推进高等教育分类管理和高等学校综合改革，构建更加多元的高等教育体系。2023 年 6 月国家发改委印发了《职业教育产教融合赋能提升行动实施方案（2023—2025 年）》，以统筹推动教育和产业协调发展，创新搭建产教融合平台载体，接续推进产教融合建设试点，完善落实组合式激励赋能政策体系，将产教融合进一步引向深入。

2024 年政府工作报告中提出大力推进现代化产业体系建设，加快发展新质生产力。充分发挥创新主导作用，以科技创新推动产业创新，加快推进新型工业化，提高全要素生产率，不断塑造发展新动能新优势，促进社会生产力实现新的跃升，深入推进数字经济创新发展。制定支持数字经济高质量发展政策，积极推进数字产业化、产业数字化，促进数字技术和实体经济深度融合。深化大数据、人工智能等研发应用，开展“人工智能+”行动，打造具有国际竞争力的数字产业集群。实施制造业数字化转型行动，加快工业互联网规模化应用，推进服务业数字化，建设智慧城市、数字乡村。健全数据基础制度，大力推动数据开发开放和流通使用。适度超前建设数字基础设施，加快形成全国一体化算力体系，培育算力产业生态。深入实施科教兴国战略，强化高质量发展的基础支撑。坚持教育强国、科技强国、人才强国建设一体统筹推进，创新链产业链资金链人才链一体部署实施，深化教育科技人才综合改革，为现代化建设提供强大动力。加强高质量教育体系建设。坚持把高质量发展作为各级各类教育的生命线。制定实施教育强国建设规划纲要。大力提高职业教育质量，实施高等教育综合改革试点，优化学科专业和资源结构布局，加快建设中国特色、世界一流的大学和优势学科，建强应用型本科高校，增强中西部地区高校办学实力。全方位培养用好人才。加快建设国家战略人才力量，努力培养造就更多一流科技领军人才和创新团队，完善拔尖创新人才发现和培养机制，建设基础研究人才培养平台，打造卓越工程师和高技能人才队伍，加大对青年科技人才支

持力度。

加快发展新质生产力要求加强构建人才自主培养体系，深化拔尖创新人才培养方面进行改革和创新。加快新质生产力迫切需要大批拔尖创新人才，培育和发展新质生产力，创新是核心要素，基础和先导靠教育来培养拔尖创新人才，发展新质生产力既需要牵引源头创新的基础学科、交叉学科和新兴学科的拔尖人才，也需要推进新型工业化道路的工程技术人才和大国工匠、能工巧匠，既需要科学家，还需要一流科技领军人才和创新团队以及大批青年科技人才队伍。突出发展新质生产力，需要建设面向国家和区域发展的人才中心和创新高地，在基础研究、技术创新，特别是技术转移和成果转化等方面，通过多方协作来加大创新人才培养，在人才培养中不断提高创新能力。

教育数字化目前已取得了不少成绩，智慧教育平台汇聚了大量的教育资源，包括中小学、职业教育和高等教育的资源，在促进高校毕业生就业、教师专业发展等方面发挥了重要作用，满足了不同学习者的需求。在疫情期间，教育数字化支撑了在线教育教学的实践，真正推进实现“停课不停学、停课不停教”，有力地保障了在特殊情况下、在世界最大规模的教育体系中保持教育的连续性。一些在数字化领域走得比较快的院校也在教学数字化和校园管理上有了一些成果。但整体来看，教育数字化还需要不断地深入和发展，网络基础设施需要持续升级、网络可靠性和安全性需要进一步增强、智慧校园综合管理需要不断优化、提升资源共享性和节能效率、信息技术与教育教学深度融合以及产教更好地融合。

网络基础设施升级：为了支持新型智慧教育业务，需要提升网络带宽、并发接入能力、降低时延和提升覆盖能力。如沉浸式教学和 VR/AR 应用，VR/AR 沉浸性终端拥有远高于传统电视的视场角，为了实现与 4K/8K 视频一样的清晰度，其分辨率、帧率、码率都必须高于 4K/8K 视频业务，对网络有着更高的带宽要求和时延要求。接入设备和数量持续增加，如教学 PC、电子白板、电子班牌、Wi-Fi AP、多媒体设备、高清摄像头、物联感知终端等，需要扩大网络的接入点。院校阶梯教室、礼堂、体育馆、图书馆等通常存在上百人同时接入网络，需要支持大量用户同时在线的需求。师生们能够通过校园网便捷地进行各种在线活动，如提交申请、选课、上网课、完成或批改线上作业及考试等，需要在校园内外都能及时、顺畅地访问校内资源和互联网资源。

网络可靠性和安全性增强：随着教育中应用的增加，网络的可靠性和安全保护能力需要提升，确保业务连续性和数据安全。同时，应对网络安全威胁的挑战，需要加强网络安全措施。

智慧校园综合管理优化：智慧校园的建设需要更加综合和系统的顶层设计，确保各个子系统之间的数据互通和资源共享，做到可管可控，更好地保障校园环境的安全及便捷的生活。

资源共享性和节能效率提升：提高教育资源的共享性和利用率，同时考虑到节能环保的要求，优化电费成本、噪音干扰等问题。

信息技术与教育教学的深度结合：学生个性化学习需求要求教育系统能够提供更加灵活的学习路径和资源，以满足不同学生的学习风格和进度。学校建设的数字资源需要沉淀形成体系，从而赋能学科教学、教材与课程体系。课堂教学、教材需要能贯穿课前/课中/课后，线上/线下教学需要更好地融合，课堂教学和实训数据需要互通。

产教更好地融合：为了提高学生的实践能力和学习兴趣，需要多引入项目式教学和实训培养，以及与行业优秀企业和工程师的交流合作。需要更好地教授实际工作中所需的各种技能，加深产教融合，从而培养社会发展所需的各类人才。

针对以上需求，下面从智慧教育的关键技术和典型应用两个方面来给出解决办法。关键技术包含全光教育专网、全光校园网、5G 双域校园网、云电脑、智算；典型应用包括数字教材、数字教室、学校整体管理与发展相关的校园园区管理和产教融合方案。

2 智慧教育关键技术

2.1 全光教育专网为教育公平奠定网络基础

《“十四五”国家信息化规划》提出，实施全民数字素养与技能提升行动和教育数字化战略行动，以此来实现教育数字化转型。教育专网是教育信息化发展的数字底座，教育专网的建设有助于实现优质教育资源的共享，缩小城乡、区域和校际差距，推动实现教育公平。教育专网已经覆盖全国大部分地区，部分边远地区学校没有覆盖。

随着数据流量的迅速增长，现有网络带宽已经不能满足中国教育网的快速发展的要求，需要建设更高速率、覆盖更广的 OTN 网络。2023 年 10 月 8 日，工业和信息化部等六部门印发《算力基础设施高质量发展行动计划》，“算力+教育”应用范围扩大，到 2025 年重点应用场所 OTN 网络覆盖

率要达到 80%。

2.1.1 关键技术

全光教育专网 OTN (Optical Transport Network) 方案覆盖教育骨干网和城域网，支持多种业务统一承载，具备大带宽、低时延、灵活调度及智简运维等特性。OTN 网络传输速率单波支持 100G/200G/400G，频谱从 C 波段向 CE、C++、C+L 波段扩展，可提供足够的带宽资源。在业务提速的 OTN 方案能够保障实现 400G QPSK 超长距传输。可以使中西部地区的孩子们足不出户就能品鉴国家博物馆的红山玉龙。“暑期教师研修”专题让身处各地的老师们，能够便捷地开展教研合作，这使得对大中小幼提供不同学段的培训成为现实和可能。

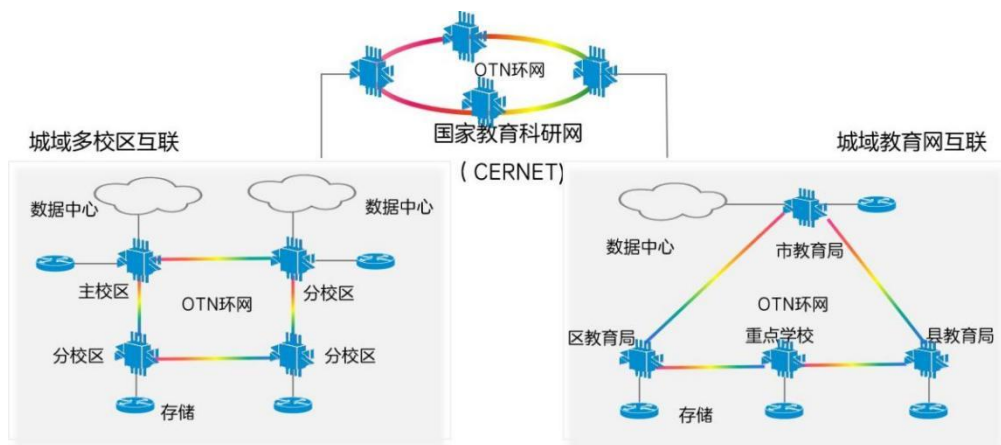


图 2-1 全光教育专网 OTN 方案

全光教育 OTN 专网具有网络时延低、超大带宽承载、科学降本增效和业务随选接入几大优势。

网络时延低：基于 OTN 网络调度能力，减少了教育信息中心、高校等边缘节点访问互联网出口和教育云等资源的跳数，从而大幅降低网络时延。

超大带宽：基于最新 OTN，支持人工智能教学/AR/VR/算力/智慧应用/5G 等多种业务统一承载，超大容量，提升用户体验。

科学降本增效：OTN 专网提供优质网络性能，减少了业务网络设备投资及光缆资源的消耗。网络可靠性高、故障响应快，并且故障定位从人工排查到 AI 分析，提升效率。

业务随选接入：教育 OTN 专网基于 VC/OSU 技术的泛在接入能力，网络部署简化，业务网络

可按需求选择网络带宽，快速开通、便捷接入。

2.1.2 未来演进

随着技术的不断进步，教育骨干网技术也在持续演进和发展，为教育领域的信息化和数字化转型提供强大的支持。在传输速率方面，单波传输速率未来进一步向 800G 演进。频谱资源方面，未来向 S/U 波段演进。在交叉容量方面，单子架交叉能力未来向 100T+级别演进。在传输介质方面，传输光纤未来向少模多芯、空芯光纤演进。少模多芯光纤不仅有多根纤芯，而且每个纤芯都有多种模式，主要在短距离、大容量传输应用。空芯光纤以空气为传输介质，凭借超低时延、超低非线性、潜在的超低损耗及更宽的通带带宽等特性，可以助力 OTN 系统实现更大的传输容量、更远的传输距离、更小的传输时延。网络管理方面，基于 AI 的自智 OTN 网络，实现规划、建设、维护、优化全流程的自智化管理，最大限度发挥教育 OTN 网络价值，简化运维释放人力。未来教育骨干网的技术演进将朝着更高的传输速率、更广泛的频谱资源、更大的交叉容量、更先进的传输介质和更智能的网络管理方向发展。这些技术的不断进步将为教育领域的信息化和数字化转型提供更加坚实的基础，推动教育事业的持续健康发展。

2.2 全光校园网全面赋能新型教育数字化

《中国教育现代化2035》十大战略中提出加快信息化时代教育变革，建设智能化校园。智慧校园建设已迈向应用融合创新不断深化的新阶段，网上课堂、VR沉浸式教学、数字教室、人脸识别闸机等新型智慧应用不断涌现，教学模式向智慧教学演进。

教育数字化和智慧教育的发展，带来了校园网接入终端数量的急剧增长、接入带宽诉求快速膨胀，校园网络运维保障要求越来越高。接入设备和数量持续增加。如教学PC、电子白板、电子班牌、Wi-Fi AP、多媒体设备、高清摄像头、物联感知终端等。沉浸式教学大量使用VR/AR终端，VR/AR沉浸性终端拥有远高于普通电视的视场角，为了实现与4K/8K视频一样的清晰度，其分辨率、帧率、码率都必须高于4K/8K视频业务，对网络有着更高的带宽要求，Cloud VR典型业务网络接入带宽要求超过1Gbps。无线接入的诉求越来越普遍，院校阶梯教室、礼堂、体育馆、图书馆等场景通常存在上百人同时接入网络的诉求。

2.2.1 关键技术

POL（Passive Optical LAN）技术是基于PON技术的新型局域网组网方案，POL继承了PON网络大带宽、高可靠性、扁平化、易部署、易管理等优点。在POL方案中，传统的LAN中的汇聚交换机被OLT（Optical Line Terminal，光线路终端）替代，铜线被光纤替代，接入交换机由无源的分光器替代。同时，ONU（Optical Network Unit，光网络单元）提供二/三层功能，通过有线或者无线接入用户的数据、语音及视频等业务。

对于全光校园的建设，POL技术充分适应校园局域网的特性要求，比如802.1x认证、POE（Power Over Ethernet，以太网供电）等，因此具备在校园大规模商用的能力。通过POL技术的部署，全光校园可以实现光纤到教室、到办公室，甚至到每一个信息点的覆盖，从而提供高速、稳定、可靠的网络连接。

技术	GPON	XG-PON	XGS-PON
标准	G.984	G.987, G.988	G.9807.1, G.988
速率	下行: 2.5G bps; 上行: 1.25 Gbps	下行: 10 Gbps; 上行: 2.5 Gbps	下行: 10G bps; 上行: 10G bps
分光比	1: 64/128	1: 64/128/256	1: 64/128/256
最大距离	20km	60km	60km

表 2-1 PON技术形态

POL全光网络组网结构包括OLT局端设备、无源分光器、ONU终端设备。POL无源局域网组网省去了一层汇聚交换机有源设备，采用无源分光器替代。是一个二级组网架构的网络，上下行带宽可以是对称的，也可以是非对称的。

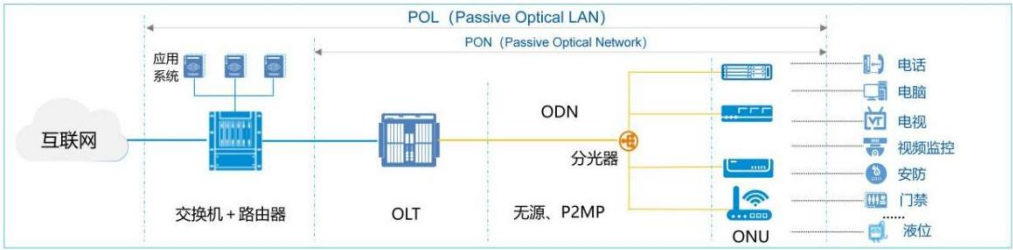


图 2-2 POL 网络架构

POL全光网络中在中心机房增加配置光线路终端OLT设备，原来的汇聚机房和接入机房内，汇聚交换机和接入交换机分别被分纤箱和分光器来替代，有源机房变成了无源机房，大大降低了设备能耗，减少了系统故障点，提高了系统可靠性。全光网络相比以往网络布线架构的变化主要体现在：POL系统中更大范围地采用了光纤，在中间段采用无源分光器替代了交换机，光网络单元ONU/ONT进一步下沉到用户端，一套终端多业务、全业务接入，所有业务的汇聚交换都统一上移至核心机房光线路终端OLT处。

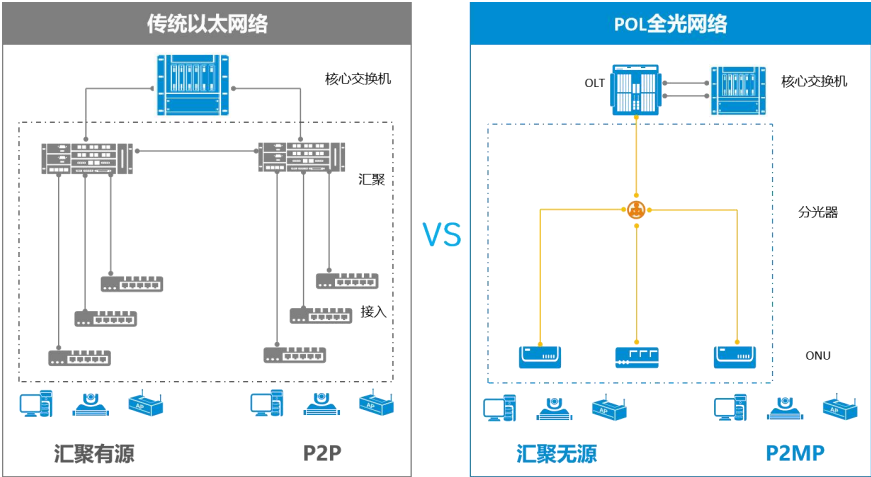


图 2-3 POL 全光网络与以太网全光网络组网对比

POL全光方案具备如下价值：

极简弹性架构：网络实现扁平架构，简化网络层级。光纤延伸到最末端，末端设备按需更换、便捷扩容。光纤替代铜缆，减少综合布线工作量，同时解决铜缆传输性能弱、故障率高、布线复杂

等问题。实现一次布线，十年线路不改造，实现网络接入单元免配置免规划，上电即上线。

超宽融合接入：光纤到末端，室内部署万兆上行网络接入设备，万兆入室，彻底解决室内有线无线带宽不足问题。一网融合，一张光纤网承载数据、语音、视频等全业务。并且网络未来可以平滑升级，实现带宽十倍提升，满足VR/AR、高清网络课堂、多媒体教学的融合业务需求需求。

极致体验保障：基于业务流的检测和面向应用的业务质量识别，结合HQoS(Hierarchical Quality of Service)、硬管道、网络切片等技术，网络上提供端到端应用质量的差异化保障，实现重要业务不丢包、视频业务零卡顿的网络体验保障，很好的适配专家课程直播、暑期教师异地研修等业务。

网络智能运维：构建智能化运维管理平台，基于Telemetry秒级采集、大数据和AI分析手段构建智能运维能力，实现对业务和应用质差的实施检测，以及预测性主动维护，大幅提升网络运维水平，大幅消减学校信息中心网络运维压力。

2.2.2 未来演进

在未来，随着更高带宽的宽带接入、更低时延的业务出现、以及校园业务演进的需求，有线宽带接入将向50G PON阶段演进。

50G PON是国际电信联盟制定的10G PON之后的下一代PON标准，单波长支持上下行50Gbps速率，带宽是10G PON的5倍。沿用TDM PON的机制，可与10G PON共存，并兼容现网已部署的ODN基础设施。同时考虑到智能新业务的特性，在低时延、网络切片、节能和可靠性等方面进行了扩展。满足了10G PON的后续平滑演进，在考虑成本的同时面向多场景的综合接入需求。

50G PON可提供50Gbps的对称接入速率，满足校园专线和校园内部的全光纤组网需求，如学校办公、云办公、云存储、视频会议、安全监控等，同时与新型的FTTR-B方式结合，满足了高校内部的超高带宽业务应用，实现了灵活组网，解决了覆盖能力问题。

2.3 5G 双域校园网实现校内校外无差别体验

在智慧教育的背景下，校园网内的资源日益丰富，师生通过校园网进行各种在线活动，如提交申请、选课、上网课、完成或批改线上作业及考试等，同时，师生还通过校园网免费浏览下载各类论文期刊，接入校内实验室资源进行在线科研等，希望在校内随时随地可以访问网络。此外，AR、

VR 等教学手段越来越多地应用，对网络的时延和带宽提出了越来越高的要求。以往方案是基于有线网络并辅以 Wi-Fi 接入，一旦师生离开校园，需要使用 VPN 软件才能访问校园网内系统和资源，手机使用尤其不便。此外，这种方式用户数据需要绕行互联网，再通过校园内的教育网网关接入校园内网，在高峰期网络拥塞时，无法实现随时随地的业务访问。

2.3.1 关键技术

5G 双域校园网方案基于 5G 移动通信中引入的 ULCL(Uplink Classifier)分流技术，其功能是 ULCL UPF (User Plane Function) 将上行业务数据按照过滤器要求转发到不同的 PDU (protocol data unit) 会话锚点，并将多个锚点下行数据合并发给终端。ULCL UPF 根据业务目的地址或 URL/URI 进行分流：用户访问公网应用时，ULCL UPF 将用户报文经中心 UPF 转发到互联网；用户访问校园网应用时，ULCL UPF 将用户报文经边缘 UPF 转发到校园内网。

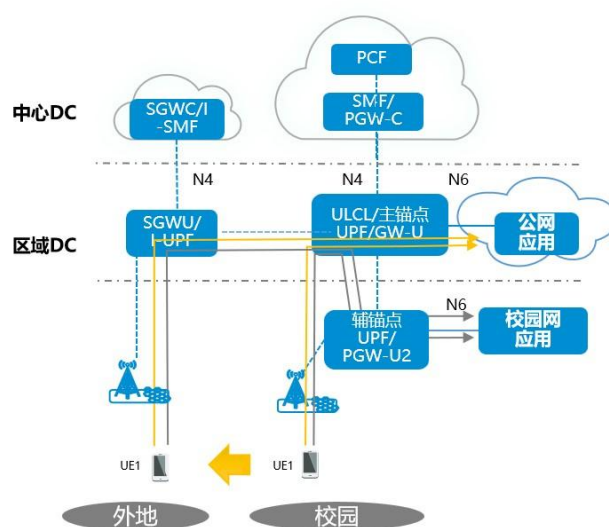


图 2-4 5G 双域校园网方案

5G 双域校园网方案具有如下价值：

无感分流：师生不换卡、不换号使用自有手机终端即可同时访问互联网和校园网，网络负责分流，用户无感知，4/5G 终端漫游中访问互联网时没有额外时延。

广域覆盖：5G 双域校园网可按需广覆盖，小可至某一校园，某一地市，大可支持在所在省乃至全国漫游。

无感认证：网络侧可根据运营商签约识别用户是否为对应校园用户，用户激活即可自动连接校园网，无需用户手动认证。

分权分域控制：支持对不同权域终端独立鉴权并分配地址，实现终端分权分域控制，如师生终端可访问教务网，移动终端仅访问数据子网。

体验优化：5G 可实现室内室外连续覆盖无死角，且容量更大，抗干扰强，移动性更好，提升访问体验。

独立计费：校园用户访问公网流量和内网流量区分后独立计费，内网流量优惠计费。

运维托管：基于 5G 网络可大幅降低拉设大量光纤和网线的施工周期、部署难度和线路维护成本，并由电信运营商集中运维，无需校园信息中心运维 5G 校园网络。

2.3.2 未来演进

教学方式正朝着越来越智能、互动越来越多的方向发展，未来裸眼 3D、XR、AIGC 等新技术的应用会给学生带来沉浸式的学习体验，也带来了大量的数据和视频信息传输的需求，对网络的要求也将进一步提升。

5G-A 是 5G 技术进一步演进、升级的增强版。与 5G 相比，5G-A 进一步提高了网络吞吐量，实现了毫秒级超低延迟；同时，还具备通感一体、无源物联、内生智能等能力，能够满足更为复杂和多样化的应用场景需求。相比 5G，5G-A 下行峰值速率能达到 10Gbps，并配有毫秒级时延和厘米级定位精度能力，支持全场景全能力千亿联接，网络性能提升 10 倍。从远期看，网络将向 6G 演进，国际电信联盟《IMT 面向 2030 及未来发展的框架和总体目标建议书》提出 6G 六大场景，分别为沉浸式通信、超大规模连接、极高可靠低时延、人工智能与通信的融合、感知与通信的融合、泛在连接。校园无线网络的发展演进会给师生带来更好的体验，并将为更丰富的应用场景提供必要的支撑。

2.4 云电脑助力校园信息绿色低碳安全流转

2022 年 10 月教育部发布了《绿色低碳发展国民教育体系建设实施方案》，致力于将绿色低碳发展理念全面融入国民教育体系，在新校区建设和既有校区改造中优先采用节能减排新技术产品和服务，节约能源资源、建设绿色学校。云电脑作为一种集中资源、提高能效的技术，与绿色低碳目

标高度一致。通过使用云电脑，学校可以减少对普通电脑的依赖，从而降低能源消耗和碳排放。

此外，依托多媒体教学设备的硬件基础，老师的教学模式开始向在线互动转变。一方面老师往往需要通过广播的形式实现操作演示；另一方面，不同的老师对于不同的课程有不同的软件和系统等要求，需要教学环境能支持便捷地部署和切换。

2.4.1 关键技术

云电脑是一种通过网络将可伸缩、弹性的共享物理或虚拟资源池按需供应和交付的模式，桌面操作系统运行于共享物理或虚拟资源池中。云电脑允许用户通过网络访问和使用远程服务器上的资源，云电脑可充分利用云计算的计算和存储资源的弹性扩展能力，为用户交付方便快捷的服务。

在计算方面，云电脑技术整合了大量的物理服务器资源，形成一个动态、可扩展的计算资源池，用户可按需使用资源，实现计算能力的弹性扩展，提供高可用性和高可靠性的计算服务。在存储方面，云电脑数据存储采用分布式存储技术，将数据存储在云端的存储设备中，实现了数据的集中管理、备份和恢复，保障数据的安全性和可靠性。在网络传输方面，云电脑技术对网络传输协议进行了优化，相关技术包括图像低码高清编码技术、桌面流低延时传输技术、丢包重传、终端算力资源复用技术等，实现了云电脑传输协议自适应和抗弱网环境能力，保障了云电脑用户的使用体验。在安全方面，云电脑使用身份验证、传输加密、访问控制、数据加密和安全审计等技术保护用户数据和系统不受未授权访问和网络攻击。

云电脑在院校使用中具有如下优势：

业务调整灵活：云电脑技术允许用户根据业务需求快速调整计算资源，无论是增加还是减少，都能迅速响应，业务灵活性高。

资源高效利用：云电脑技术通过资源云化，实现对整个平台的集中管理和智能调度，资源池可更有效地分配资源，减少浪费。利用校园业务潮汐特性，不同业务之间高低错峰分配，确保资源始终得到充分利用。

灾难恢复快：云电脑技术提供了数据备份和灾难恢复解决方案，确保在发生意外时能够快速恢复业务，减少停机时间。

简化 IT 管理：云电脑系统可以与 IT 系统集成，提供无缝的数据迁移和应用部署，简化了应用部署及升级过程。云电脑减少了 IT 基础设施的管理负担，用户可以将更多的精力投入到核心业务上。

环境友好：集中式的数据中心相比分散的个人电脑更能高效利用能源，减少电力消耗和碳排放。例如一间电子阅览室通常有若干 PC 机，PC 机功耗一般在 200W 以上，大量 PC 机的风扇运行会产生较大的噪声和散热。如果为电子阅览室配置名片型云终端，采用无风扇设计，典型功耗低至 2W，不仅满足阅览室静音需求，也更加符合节能环保建设要求。

使用效率高：云电脑支持远程工作和移动办公，使得老师可以在任何地点、任何时间访问工作桌面，提高了工作效率和灵活性，也便于老师间协作开展工作。

2.4.2 未来演进

云电脑技术未来将向更加高效、安全、智能、环保和自主可控的方向发展，云电脑未来技术演进会在以下几个关键领域：

AI：AI 与云电脑技术结合将提供智能化的数据分析、自动化运维、安全监控等功能，可帮助云电脑供应商优化资源分配、提升服务质量。

安全性和隐私保护：随着数据泄露和网络攻击事件的增多，云电脑的安全性将成为用户最关心的问题之一。未来云电脑将结合量子加密技术、身份验证和访问控制机制，区块链技术在数据存储、身份验证和智能合约等领域的应用，为云电脑带来新的安全和信任机制，保障数据安全和用户隐私。

多云和混合云策略：未来云电脑将支持多云环境的解决方案，帮助用户在不同的云平台之间无缝迁移和管理资源。以分散风险、提高灵活性和成本效益。

绿色计算：随着全球对可持续发展的关注，云电脑将更加注重能效和环保。云电脑服务端将采用更高效的冷却技术、可再生能源和智能能源管理系统，以降低能耗和碳足迹。

2.5 人工智能赋能个性化学习新篇章

中共中央、国务院印发的《中国教育现代化 2035》指出要“利用现代技术加快推动人才培养模式改革,实现规模化教育与个性化培养的有机结合”，强调了尊重学生的个体差异和实施因材施教的重要性。学生的学习风格、进度和兴趣差异巨大，学生需要个性化教学、个性化的教材与教育

资源，需要更实时的反馈以便达成更好的教学效果。学生个性化学习需要以 AI 为代表的技术的加持才能达成。过去一年，以 ChatGPT 大模型为首的 AI 技术引来了爆发，在文本生成、客户服务、翻译、媒体创作等方面都获得了深入的应用。大模型对教育的作用是多方面的。大模型可以提供个性化教学，根据学生的学习习惯和能力提供定制化的学习计划和资源，从而更好地满足学生的需求。其次，大模型可以作为智能辅导，为学生提供即时的反馈和解答，帮助他们更好地理解和掌握知识。此外，大模型还可以实现自动化评估，通过分析学生的回答和作品，提供准确的评估结果，减轻教师的负担。

然而，学生作业评估、智能辅导等任务要求模型深刻理解教育语境，而教育数据与通用领域的数据有显著差异，教育领域特有任务和需求使通用大模型使用受限。

2.5.1 关键技术

通过使用教育领域的专有数据来精调大模型可更好适应教育特殊语境，需整合学生作业、教材和学生反馈等教学数据，通过在教育任务和数据上微调，使模型更具针对性地应对学科知识推理、学生作业评估等教育任务，从而形成高效的教育解决方案。教育智算方案覆盖 AI 训练和推理全生命周期，支持训练过程和结果可视化呈现，开发环境和训练环境合一，避免由于环境不一致带来额外的迁移工作量，数据处理、开发训练和在线服务流程打通。开发流程标准化，显著降低 AI 开发的门槛和难度，更方便、快捷地完成 AI 应用的开发。教育智算方案架构如下图所示：

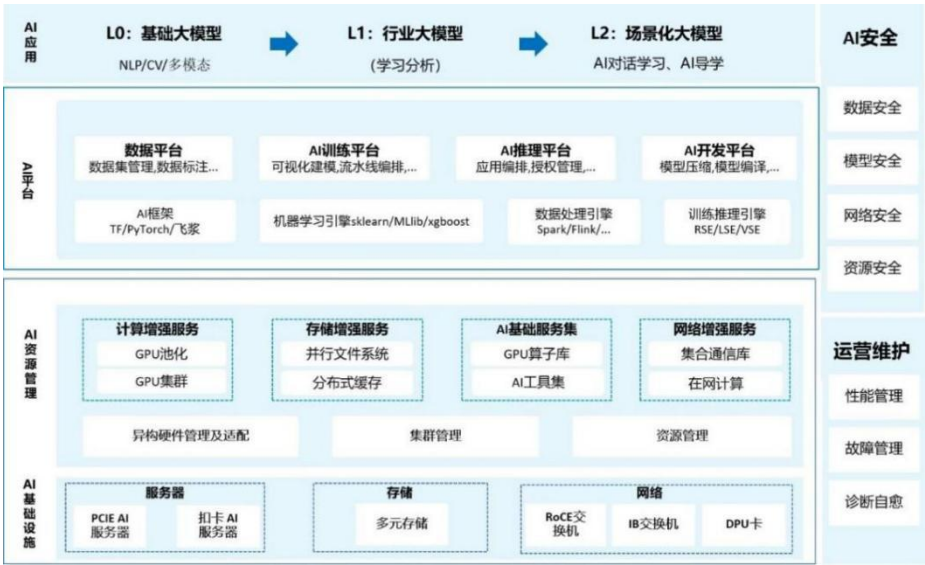


图 2-5 教育智算方案

应用使能：应用使能层提供应用开发框架和 AI 应用开发工具，旨在加速教育领域硬件开发、集成、部署和商用，使教育从业者能更轻松地开发和应用 AI 技术。

AI 平台：AI 平台层提供 AI 组件，内置了业界主流 AI 框架、机器学习引擎、数据处理引擎和训练推理引擎，为 AI 开发者提供海量数据管理、标注、可视化建模、编排、模型训练、编译优化、模型推理、能力开放和 AI 开发工具，帮助快速创建和部署教育模型、管理 AI 全生命周期。

AI 资源管理：AI 资源管理层提供 GPU、融合存储以及高性能无损网络交换等智算硬件资源的管理和调度功能，提升资源利用率。

AI 基础设施：AI 基础设施提供各类通算服务器、GPU 服务器、高性能多元存储服务器和 RoCE (RDMA over Converged Ethernet) 交换机、IB (InfiniBand) 交换机等网络设备。通过端网协同构建高带宽、低延迟无损网络，实现算力无损，可以更好地支持大模型训练任务的并行执行。分布式全闪文件存储具有高并发、高带宽优势，提升大模型训练中间文件、Checkpoint、模型仓库、训练数据集等的读写效率，减少 GPU 等待时间。

AI 安全：提供全方位的 AI 安全解决方案，涵盖资源、网络、模型和数据等各层级。通过认证、加密和权限管理等措施，确保客户的 AI 资产免受未经授权的访问、篡改或泄露。

运维：提供全生命周期的运维管理工具，支持友好的可视化管理界面，提供仪表盘、运维管理和资源管理等功能。

通过分析学生的学习历史、行为和表现，基于教育智算方案开发专属教育 AI 大模型及应用，可以为每个学生创建个性化的学习路径，提供定制的教育资源，并在学习的过程中提供实时反馈。这种个性化的方法可以更好地满足学生的差异性需求，提高学习效果，其价值包括：

个性化学习路径：大模型可以通过分析学生的学习历史、兴趣和能力，为每个学生创建个性化的学习路径。这意味着不同学生可以根据自己的需求和进度，按照个性化的方式学习。

定制教学资源：大模型能够根据学生的个性化需求生成定制的教学资源，包括教材、练习题和多媒体内容。这样，学生可以接触到更符合其水平和兴趣的教育材料。

实时个性化反馈：大模型可以分析学生的学习表现，为每个学生提供实时反馈。这有助于学生更及时地发现和纠正错误，同时也为教师提供了更多关于学生个体进展的信息。

自适应学习环境：大模型可以支持创建自适应学习环境，根据学生的个性化需求调整难度和教学风格，这有助于确保每个学生都在适合自己水平的学习环境中。

引入大模型使得教育变得更为个性化，从而更好地满足每个学生的独特需求。这样的个性化学习体验有助于提高学生的学习动机、学习效果，并减少学习过程中的挫折感。

2.5.2 未来演进

2024 年政府工作报告当中提出开展“人工智能+”行动，对我们教育系统来说，人工智能是把“金钥匙”，它不仅影响未来的教育，也影响教育的未来，这里有机遇也有挑战。大模型参数规模的迅速增长，目前已经进入了万亿参数的时代。研究表明，随着参数规模的增加，AI 大模型在语言理解、逻辑推理和问题分析方面的性能得到了显著提升。未来，大模型规模将进一步提升。另一个发展趋势是 AI 大模型朝向多模态方向发展。以 ChatGPT4 为代表的 AI 大模型不仅仅可以处理文本数据，还开始涉足图像、视频等多元化数据的处理。这意味着大模型不再局限于单一形式的信息学习，而是朝向对多种呈现形式的信息进行融合理解的方向发展。这种发展有望进一步提升 AI 大模型的学习能力，但也需要大模型算力具备处理多元信息的计算处理能力。

在这样背景下，大模型应用于教育领域未来发展方向包括：

更高级的自适应学习和个性化教育：教育大模型将更准确地理解学生的学习需求、兴趣和学科理解水平，实现更高级别的自适应学习和个性化教育，为每个学生提供定制化的学习路径和资源。

多模态学习和情感智能：大模型将整合多种数据源，包括文本、图像、语音和视频，实现多模态学习。同时，模型可能发展情感智能，理解和响应学生的情感状态，提供更全面的支持和反馈。

实践和沉浸式学习：教育大模型可能支持更多的实践和沉浸式学习体验，包括虚拟实验室、模拟场景等，有助于学生更深入地理解抽象概念，培养实际应用能力。

更广泛的知识领域覆盖：未来大模型可能覆盖更广泛的知识领域，包括学科知识、实际技能、创意思维等，帮助学生培养更全面的能力。

社交学习和协作支持：教育大模型将使学生能够通过模型进行合作和互动，通过虚拟社交平台、协作工具更好地支持社交学习和协作。

尽管大模型在教育中有很多潜在优势,但引入大模型也伴随着一些挑战,包括隐私和伦理问题、技术鸿沟以及如何更好地结合人类教育者的专业知识等。因此,在引入大模型时,需要综合考虑各种因素,以确保其在教育中的应用是可持续和有益的。

2.6 安全防护新技术保障教育网络安全运行

近年来,用户密码集体泄露的恶性事件在高校屡见不鲜,针对高校的大规模攻击事件也愈演愈烈。随着云计算、大数据、AI 等新技术的迭代与发展,网络基础设施逐步向虚拟化和云化演进,软件虚拟化、计算边缘化、攻击武器化等趋势导致网络安全边界逐渐模糊。随着教育信息化要求不断提升,大量新型的多样化的应用场景不断涌现,教育网络的安全要求在不断提高。

2.6.1 关键技术

教育网安全方案建设以等保标准为指导,以相关安全政策为依据,结合智慧校园发展趋势,从安全技术防护体系、安全运维体系、安全管理体系三个方面进行保障,满足教育网各业务单位的安全需求,为教育网用户提供高标准、合规范的安全解决方案。教育网安全解决方案架构如下图所示:



图 2-6 教育网安全解决方案架构

安全技术防护:从教育网基础设施、应用&数据安全等维度进行设计,从通信网络到区域边界再到计算环境,结合物理环境的安全防护,构建智慧校园从外到内的整体纵深防御体系。对教育网基础设施进行分区分域,提供安全的传输通道,做好边界安全防护,为业务及应用提供安全的计算环

境。针对数据安全防护从数据全生命周期出发，做好教育网数据安全防护及数据隐私保护。针对教育网数据开放共享、业务多场景化、应用访问路径多样性，保障各种应用 API 安全，全面提升教育网数据及应用的安全性。

安全运维：在系统建设上线后及时对漏洞进行扫描，对威胁及风险进行安全加固或版本升级，对安全事件合理处置，对紧急安全事件做好应急响应，逐步完善防护措施，确保教育网系统安全运行。同时，在运维过程中，进行安全靶场的实践，定期或不定期地进行攻防演练，实现安全攻防前移，减少对校园网业务的干扰，提升安全运维人员实际操作技能及应变能力；进行日常安全培训，提高员工安全意识及安全技能。

安全管理：从组织、制度、人员三要素出发，遵循合规的指导，在系统建设、运行维护、日常管理中重视落实安全管理制度，规范操作，提高安全管理水平；制订应急预案，实现安全风险分级管控和隐患排查治理双重应急机制，加强紧急事件的应对能力，通过预防措施和恢复控制相结合的方式，使由意外事故所引起的破坏减小至可接受的程度。

教育网安全解决方案以纵向延伸为目的，提供模块化的服务，促进横向整合的高安全，满足网络安全等级保护要求，为教育网提供网络基础设施、应用和数据安全的防护能力，建立“常态化、体系化、实战化”的安全保障机制，做到防微杜渐，防范于未然。

总体来说，安全方案和技术价值体现在以下几个方面：

保护学校资产安全：设定安全策略，部署实施安全方案，可以帮助学校建立完善的安全机制，形成整体的安全防护，从多个方面对安全威胁进行防范，保护教育网资产免受损失或窃取。

保护数据隐私和安全：数据分类分级、数据防泄漏、脱敏流转和密文存储都是重要的数据管理措施，保护数据的隐私和安全，提升数据的使用价值。

履行合规性要求：在遵守法律法规、行业标准和相关规范时确保符合相关的合规性要求，实现有效监督管理，发现潜在的安全威胁和不合规行为，避免出现不必要的法律纠纷和处罚。

保障业务长期安全稳定运行：形成合规的综合的一体化的安全服务，实现安全事件的评估、响应、监测和防御的闭环处理，帮助院校高质量高效率地开展应急响应，快速完成安全事件处理，保障业务系统的长时间安全运行，提升校园网客户的满意度。

2.6.2 未来演进

信息系统网络正向着更加动态、智能和云化演进，需要提供动态、智能、内生、自主可控的安全防护解决方案。随着国家政策对网络安全要求的提高及网络安全环境的变化，内生安全、零信任、云原生、安全大模型等新技术不断发展，教育行业对安全的诉求也在不断变化。

内生安全：在智慧教育方案中需要做好网络的纵深防御，抵御未知攻击。未来内生安全将内置于设备中，保护设备自身安全。

零信任安全：零信任基于“持续验证+动态授权”模式，在最大限度减少安全风险暴露面的同时，为用户业务提供持续的、动态的安全访问控制，及动态的评估机制。零信任安全为教育网用户及应用提供统一的接入及身份认证，满足数字化时代教育网多场景接入的安全访问需求。

云原生安全：云原生为教育网实现业务云化部署、数据联通提供了基础。将安全能力内置于云平台中，降低安全解决方案建设及使用成本，做到真正意义上的普惠安全。

安全大模型：安全大模型提供了从应用发现、风险评估、合规管控到溯源处置的完整风险闭环能力，在不断发现风险、降低威胁的同时，助力教育网持续提升运维效率。

今后几年将是信创的关键时期和高速扩张的时期，聚焦教育网的业务需求和安全需求，教育行业信创步伐也将加快，设备及系统也将逐步实现自主可控，促进智慧校园的可持续发展。

随着法律法规的不断完善及新技术的不断迭代，安全产品生产商和服务商、工程建设方、校园网客户、监管方等各安全产业上下游需要进一步完善教育网团标、行标建设和应用，以进一步规范工程服务，对标评估安全产品及服务的价值，为教育行业的高速发展奠定坚实的安全保障。

3 智慧教育典型应用

3.1 数字教材极大提升教学和实训学习效率

“尺寸课本、国之大者”，教材是教育教学的关键要素，也是落实立德树人根本任务的基本载

体。党的二十大报告首次提出“加强教材建设和管理”，表明了教材建设国家事权的重要属性，凸显了教材工作在党和国家事业发展全局中的重要地位。习近平总书记高度重视教材建设，多次就教材工作发表重要讲话、作出重要指示批示和回信，对推进教材建设提出了一系列重大论断和要求。教育部《“十四五”普通高等教育本科国家级规划教材建设实施方案》提出到2025年，教育部“十四五”本科规划教材重点立项建设1000种左右，遴选5000种左右，加快自主知识体系与教材体系建设，着力打造中国特色、世界水平的高质量教材体系，为高等教育强国建设提供坚实支撑。充分利用新一代信息技术，整合优质资源，创新教材呈现方式，提升教材新技术研发能力和服务水平，以数字教材为引领，建设一批理念先进、规范性强、集成度高、适用性好的示范性数字教材，探索构建灵活、开放、规范的数字教材建设与管理运行机制。教材数字化和教育教学资源数字化是教材数字化建设工作的重要组成部分，是纵深推进服务教育数字化战略行动、开辟发展新领域新赛道、塑造发展新动能新优势的重要内容。加强教材工作特别是推动数字教材建设和管理探索，对于教育数字化转型、优化高等教育体系、提高育人质量、建设教育强国具有重要的价值和意义。

当前教育领域对教材的诉求集中在：教材应更具个性化，适应不同学生的学习特点；教材需增强交互性，激发学生的学习兴趣；教材需保持时效性，及时反映学科领域的最新进展；教材需促进跨学科融合，培养学生的综合素养。仅以纸质教材作为课堂教学载体已不能完全适应当前的教育需要，纸质教材与数字化资源一体化的数字教材成为必然。以教材为枢纽，教材与课程需要资源一体化，最终实现教学数字化转型。

3.1.1 技术方案

数字教材形态包括二维码教材、AR码教材、数字融媒体教材、数字工作手册，覆盖课堂教学和实践实训全场景。数字教材可以拓展纸质教材边界，适应教育教学多场景的变化，打通数字教学与数字出版流程；可构建贯穿“教研-备课-教学-测试-评价”全流程的数字化教学体系，打通教师教学创新路径。数字教材可实现数字资源颗粒化向结构化的彻底更新，“资源-课程-教材-图谱一体化”教学模式贯穿专业发展、课堂教学、个性自学，实现真正以学生为中心的个性化教学。



图 3-1 数字教材形态

资源数据中台与知识图谱平台是教学相关的核心能力支撑，支持教学全场景。资源数据中台可汇聚各类资源，包括音视频、图文、虚拟仿真、课件、题库、教学组件等，帮助院校实现资源建设、管理、应用的全流程智能化。搭载教学资源 and 工具以服务各类场景和终端，通过数据共享和资源跨场景调用，打造更生动的学习环境，全面服务教学、学习、教科研等活动。资源数据中台通过资源汇聚和数据互通，帮助院校打破数据孤岛，使资源成为可管理、可使用的数据资产，是院校数字化转型的重要基础设施。知识图谱平台以新一代应用型知识图谱为核心，构建支撑专业人才培养方案科学落地的智能教学应用平台体系，赋能“教、学、考、评、管”全过程全方位的数字化升级。

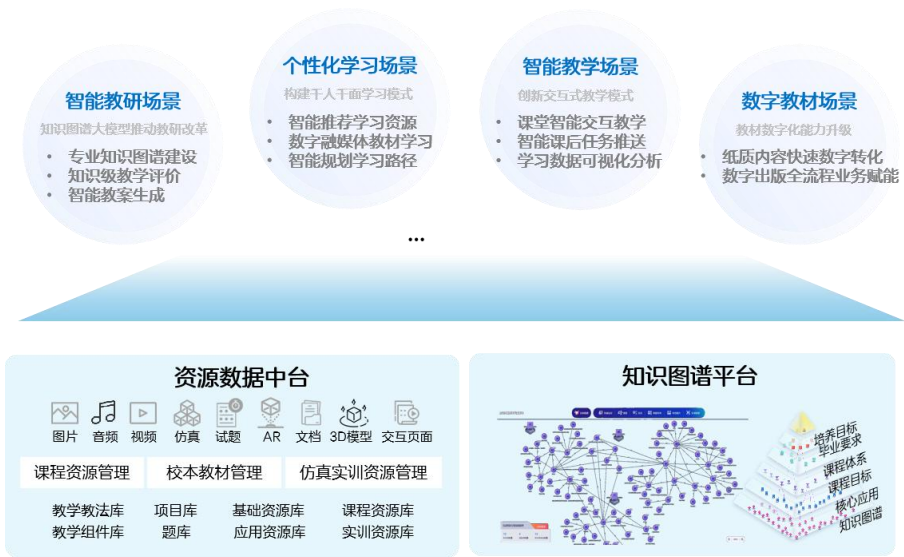


图 3-2 资源数据中台与知识图谱平台

数字教材解决方案以知识图谱平台和资源数据中台为支撑，资源数据中台提供丰富的学习资源，是建立学习交互的基础。知识图谱链接不同的知识点，为学生提供多样化的自适应学习路径，实现真正的个性化学习，提高学生学习兴趣，提升学习掌握效果，知识图谱为教师构建更科学的教材框

架提供支撑。数字教材解决方案以数字教材平台作为建设工具，来构建具有开放性、互动性、智能化功能的数字化教材。

数字教材系统包含院校数字教材管理系统、数字教材教师系统和数字教材学习系统。

数字教材管理系统用于院校综合管理教材编撰进度、教材运行数据，打通教学、教研、书课资源一体化建设资源壁垒。数字教材管理系统包括系统管理、用户管理、资源管理、出版教材管理、校本教材管理、推荐管理、交流反馈、通知公告、数据统计、日志管理等功能。

数字教材教师系统为教师管理教材和资源、组织教学活动、开展师生互动提供服务，服务于教师，包括课程管理、教材创作、资源管理、交流反馈、题库管理和教学活动等能力。教师可使用资源库中的素材、资源、题库等内容，完成教材及配套的教学资源、教学活动的制作和管理，能快速完成数字教材建设、教学运行和后续迭代。

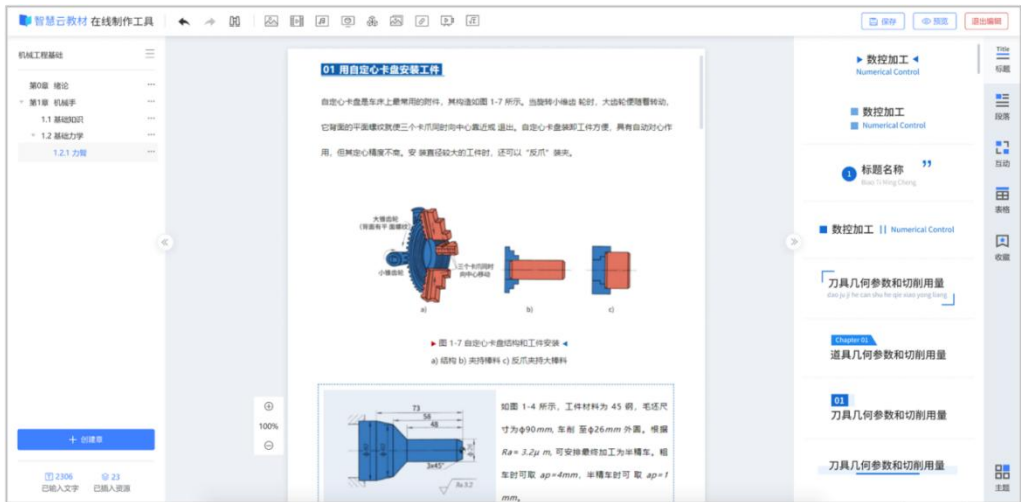


图 3-3 数字教材教师系统

数字教材学习系统包含 PC 端或移动端两种形态，服务于学生数字融媒体教材的学习，提供交互式目录，便于学生快速切换要学习的内容，实现仿真资源、图集、视频、音频等数字化资源的学习。同时数字教材学习系统可通过“笔记、标记”功能记录重点、难点，通过“提问”功能实现师生互动。



图 3-4 数字教材学习系统

数字教材在院校的使用具有以下价值：

高质量数字教材支持数字化教学全场景应用：数字教材可以应用于普通课堂、数字教室教学、远程教学，交互式自学及项目式教学等不同形式教学场景，也可支持教师和同学开展互动。数字教材可以应用于学情诊断与预警，通过平台应用过程数据、了解学生阶段性学情情况，帮助教师清晰了解教学效果，及时进行教学预警，为个性化教学、因材施教提供科学依据。数字教材可以应用于教师智能备课，将课程目标关联到数字教材知识图谱中，可立即获取直观的知识体系结构，同时链接丰富的习题、实验、教材等校内校外教学资源。数字教材还可以实现学生自适应学习，打破教材章节限制，以数字教材知识图谱为入口，由教师规划典型教学路径，或由学生自主展开不同学习路径的个性化学习。

助力院校建成高质量多样态的特色教材体系：通过一批优质新形态教材建设及出版为院校积累更多高质量教材成果，凭借新形态教材优势为院校教学实际应用提供类型丰富、实时更新、前沿领先、理实结合的优质教学资源，健全院校特色新形态教材体系，实现整体教材质量及水平的提升。

促进院校师资团队整体素质素养提升：通过数字化平台的应用、数字教学资源的建设，全面提升院校教师的数字技术知识与技能、提高数字化应用能力与水平，实现师资团队数字素养的提升。通过知识图谱、高质量教材的建设与打磨，促进院校师资团队整体教学与可研水平的提升，实现教研教学水平的全面升级。

3.1.2 未来演进

数字教材未来会向更加智能化、互动性强和高度个性化的方向发展。这种演化将深刻改变教学和学习的方式，为教育带来革命性的变革。通过分析学生的学习行为、偏好和表现，基于知识图谱

的数字教材能够提供高度个性化的学习体验。这种个性化不仅体现在学习内容选择上，还包括学习路径的设计、难度调整、习题推荐等方面，从而最大限度地适应每位学生的独特需求。

随着知识的更新和学科领域的发展，数字教材将能够实时更新和优化其内容，确保学生总是接触到最新的知识。此外，基于社区反馈和使用数据的分析，教材内容可以不断进行迭代优化，以提高教学效果。学生不仅可以与教材内容进行交互，如通过虚拟实验、互动式问题解答等，还可以与教师和其他学生进行更加有效的交流。同时，系统将提供即时的反馈和建议，帮助学生及时调整学习策略。

利用知识图谱技术，数字教材将能够跨越学科边界，整合不同领域的知识点，促进跨学科学习。这将帮助学生构建全面的知识体系，培养综合解决问题的能力。数字教材将配备智能助教，能够提供个性化的学习建议、答疑解惑、进度追踪和学习动态分析等服务。这将大大减轻教师的负担，使他们能够更多地关注于教学内容的创新和教学方法的改进。

3.2 建构数字教室，打造数字化教学新空间

《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》提出要完善智慧教学设施，提升通用教室多媒体教学装备水平，支持互动反馈、高清直播录播等教学方式。部署学科专用教室、教学实验室，依托感知交互、仿真实验等装备，打造生动直观形象的新课堂。有条件的地方普及符合技术标准和学习需要的个人学习终端，支撑网络条件下个性化的教与学。支持建设满足教学和管理需求的视频交互系统，支撑居家学习和家校互动。

当前，我国教育信息化已步入数字化转型新阶段，智慧教学、“双师课堂”、混合教学等新型教与学方式的产生促使中小学及高校普通多媒体教室逐渐演变为数字化教学新空间，培养具备创新能力和实践能力的优秀人才，以适应未来社会的发展需求。通过打造支撑学习方式变革的数字化教学新空间，将信息技术与日常教学深度融合，从而提升教师教学能力、实现教育教学提质创新发展。

3.2.1 技术方案

数字化教学新空间（数字教室）不仅提供基于云计算、大数据技术的互联网+数字化教学新空间，也支持基于 AI 人工智能的课堂监测数据，快速了解课堂教学全貌，为对课堂评价提供依据，同时也

支持教师在办公室、家中、分校区等不同的场景中实现课前备课、资源快速检索、课件上传、课表推送提醒、定时自动下载课件、在线教学、线上布置课后作业等功能。通过互联网，无论教师在何时何地，都可以通过身份认证实现教学桌面的同步和数据漫游。数字化教学新空间不仅可以满足学生的课前课表及教学内容推送、网络或本地预习，以及课堂学习、交互、讨论、笔记的记录，还可以实现课下本地或网络复习、教学资源推送下载、线上作业答题、讨论分享等功能，能够形成学生必修课、选修课、自修课的互联网化学习体系。

数字化教学新空间方案从架构上可以分为端侧设备设施和智能教学应用平台两部分，其中端侧设备设施基于单个的数字化教学新空间节点，通过对教室内录播设备以及教师配套的操控设备的部署，完成智慧课堂的教学，同时通过中控系统对教室内的环境设施、多媒体设备设施进行智慧感知和移动互联。智能教学应用平台基于学校私有教学云中心提供教师学生课前、课中、课后的全方位的教、学、管理等业务服务。

端侧设备设施主要包含录播系统、分屏互动系统、AI 智能监测分析系统、智慧黑板和中控系统。

录播系统从不同方向自动跟踪拍摄任意小组每个学生的正面特写画面，采用 AI 人体（人脸+肢体）感应技术，多目标同时跟踪探测，具备高精度的多维空间跟踪能力，可以实现整个教学空间内的准确跟踪拍摄教师学生画面，采用多种混合探测技术，具有距离、角度、速度等参数的实时探测分析，可以同步跟踪拍摄多个目标，探测精确度可以达到厘米级，不受环境光线、服装颜色、门窗、玻璃等物体的干扰。录播系统可以自动完成互动教学过程中的视频采集，包含教师、学生跟踪拍摄，教师、学生的全景视频，所有视频资源自动上传到云平台。数字化教学新空间的教师端可直接控制录播系统，实现精品视频公开课、微课视频录制直播、远程互动教学、在线听评课等功能。

分屏互动系统使授课教师能够将授课内容投屏到各个分小组的触控一体机，根据教学情况进行自动切换多种工作状态：授课时无线投屏跟随教师主屏幕同步显示授课内容，课堂测试时实时显示学生提交答题情况、自动显示测试计时时长，分小组讨论时显示教师下发的讨论话题、展示学生讨论成果。支持远程集中控制管理，实时获取多屏互动系统状态，实现远程控制管理的功能。

AI 智能监测分析系统可对课堂实录视频进行 AI 智能监测分析，为师生提供可视化的课堂出勤情况、课堂提问、语速分析等数据。用户还可查看该课堂中出现的高频词与敏感词的次数与语句内容：学生可通过高频词的展示快速得知、抓取本堂课程的关键信息；巡课的督导员可通过 AI 监测了解课

堂中出现敏感词、敏感话题的情况，为学校教学质量评估与提质改革提供可靠的支撑。

智慧黑板在使用的方便性方面实现了突破，用最少的功能按钮和操作步骤，完成板书教学及电子教学资源的呈现与书写等教学功能。

中控系统可以实现多校区、多系统、多设备、多品牌的统一管理、统一平台呈现，包含教学环境的智能调节、教学设备的总体控制等能力，可打通教室内不同系统、应用、设备和数据。

智能教学应用平台具有分布式资源管理能力，全面实现多种媒体形式的教学资源的使用与组织。同时平台针对学校督导巡课场景，提供按教室巡课、按课表巡课等多种巡课方式，满足学校进行线上教学督导工作的应用需求。智能教学应用平台包括教师使用的智能教学中心和学生使用的智能学习中心两部分。



图 3-5 智能教学应用平台

智能教学中心帮助教师结构化梳理教学资源体系，高效教研和备课。通过智能教学反馈和动态优化改进，让教师全面把控学情并及时响应教学预警，通过精准评价来因材施教，优化全场景智慧教学，促进课程目标高效达成。智能教学中心包括课程模块、教学模块、测试模块和评级模块。课程模块通过教学课件分析自动生成课程地图，智能分析教学课件，匹配知识点和关联教学目标，并根据教学目标智能划分知识点认知维度。教学模块智能解析生成课堂图谱并支持可视化人工优化，基于教学环节主题，通过大模型智能生成教学内容、推荐教学素材。智能关联知识图谱到每个课堂环节，并将每个课堂环节与知识点、教学资源、教学组件和数字教材建立关系。测试模块根据教学过程数据分析，为学生生成知识掌握度图谱，通过图谱智能判定课程掌握度。评价模块主要负责学习效果评测，通过多维度评测体系，全方位分析学生学习效果。

智能学习中心帮助学生智能规划学习路径，自我学情诊断及精准推送，提供多样态、结构化的资源，让学生全面直观了解知识结构全貌，最终完成自适应学习、高效率提升和目标化成长。智能学习中心包括学习模块和课程模块。学习模块可展示专业基础信息、学习数据、学情分析、知识图谱学习情况，也可以支持根据老师或系统进行学习。课程模块针对某一课程可查看课程学习进度，结果及学习路径和学习推荐的页面，包括课程基础信息、课程学习数据、课程知识点掌握情况、学习路径规划及智能学习推荐等功能。在学习过程中，以最小知识点、技能点为基础，通过结构化的学习路径，精准提升学生核心应用能力，从而实现课程设计目标、乃至专业人才培养目标。

数字化教学新空间以智能硬件和智能教学应用平台为核心构筑整体方案，实现了“智能硬件进教室，移动应用进课堂”。通过智能硬件和应用，实现教学模式创新、提升督导工作实效、教师队伍发展、资源建设和共享利用、推动实现教育公平、自动运维巡检等价值。

教学模式创新：通过数字化教学新空间的建设，实现信息技术与教育教学融合创新的混合式教学新模式，充分满足传统混合式系统的特点，在 OMO（Online-Merge-Offline 线上与线下混合）的基础上将信息流与控制流有机融合，结合边缘计算与云计算的特点，将更多的基础运算下沉至边缘终端和设备，打造了更加稳定一致的学与教环境。

- **线上与线下的混合：**结合了线上教学的便利性、个体性与线下教学的互动性、深入性，线上与线下环环相扣，构成完整的教学周期，形成贯穿“课前+课中+课后”的学习闭环。
- **正式与非正式环境的混合：**在开启本地教学的同时，教学视音频采集系统和智慧教学平台让学生可以采用手机等移动设备远程接入课堂互动，构建“互联网+”的泛在学习环境。
- **时间与空间的混合：**通过直播和互动让多个校区或不同学校共听一堂课，扩展教室容量。录制下来的课堂教学视频可供学生自由点播、在线讨论，进行不受时空限制的自主弹性学习。
- **教学与评价的混合：**将教学活动中所有的音频、视频、师生互动活动进行无感知的采集和归档，让学生评教、专家评教、督导评价更加客观，更加科学地对教学进行指导和评价。

提升督导工作实效：一方面，变革传统线下纸媒记录的教学督导方式为线上线下混合式“教学督导”，形成常态化、规模化的教学督导应用，赋能督导管理部门形成面向学校、学院、专业、课堂、教师等多个维度和多个层次的循证督导改革。实现对教室授课信息、教师授课情况、教师教学

行为、学生到课率、教学评价等多维度的电子化记录和应用。实现督导员实时远程督导或通过课堂实录视频回溯式督导，系统可拍照存证帮助督导员从多角度对课堂质量进行综合评价，生成多维度督导评价报告，实现评课记录电子化，帮助学校建设课程、教师评价档案。另一方面，提升督导工作实效，形成教育教学质量监控合力，帮助教师教学质量持续性的提升。

支撑教师队伍发展：一方面，以智慧教学平台为基础开展“任务式”师德课程研修，以数据驱动师德学习向实、向深，确保真正把具有高尚师德、人格魅力和学识风范的优秀教师评选出来。另一方面，有力支撑将人才培养业绩作为教师评价的重心，强化教学考核要求，以客观数据记录筛选承担一定量课堂教学任务的教师，作为其职称晋升的重要条件之一，提高教学业绩和教学研究在评审中的比重，将有力推动教师回归育人本位，把更多精力和智慧投入到教学工作中。

资源建设和共享利用：整合校本资源、沉淀教学资产，优质教育资源的建设和利用，能够为提升教学质量提供知识基础，使学生的自主学习能力得到保障，促进教师之间、师生之间的资源共享、讨论和利用。通过建设教学平台，将数字化教学新空间课堂视频教学资源、计算机课件资源、试题、试卷资源统一管理，在线备课课堂随时调用，由授课教师自由选择丰富的教学资源。同时通过录播系统还可以将整个教学过程同步录制直播，录制教学视频文件通过平台自动发布。

推动实现教育公平：通过数字化教学新空间的远程视音频互动教学模块，一个教师可以同时向远程多个教室的学生同步教学，远程听课教室的学生，可以在线提问，与授课教师面对面的交流。

3.2.2 未来演进

未来教学工具将更普遍地被应用，比如自动跟踪教师位置、智能切换镜头、语音转文字实时字幕生成、情绪识别以评估课堂氛围等，使得课堂教学过程更为精准高效。分析学生的学习行为和效果，为教师提供个性化的教学建议，并对学生进行针对性辅导，实现因材施教。

随着技术的进步和知识体系的完善，知识图谱能够根据学生的学习历史、偏好和能力，动态调整学习内容和难度，从而为每位学生量身定制个性化的学习路径。随着技术的进步，这种个性化将变得更加精细化，能够更好地适应学生的个体差异。利用知识图谱技术，能够更有效的组织大量资源，根据学生的学习进度和需求，推荐最适合的学习资源，提高学习效率。使教师能够准确评估学生的学习效果，包括知识掌握程度、思维能力和应用能力等多个维度。知识图谱能够促进学生之间

以及学生与教师之间的互动和协作，通过连接相似的学习需求或兴趣，建立更加紧密的学习社群。这种协作不仅限于课堂内部，也可以扩展到校外，实现跨学科、跨地域的学习交流。

借助知识图谱技术，智能助教（数字人）将更加智能化，能够提供 24/7 的答疑服务，协助教师进行教学设计和学生管理。在未来，甚至可以预见到完全由 AI 驱动的虚拟教师，能够提供高度个性化的教学服务。

3.3 校园园区管理建设绿色、平安、和谐校园

近年来，校园园区管理的诉求包括提升管理效率、保障校园安全和促进绿色校园建设等方面。《中国教育现代化 2035》指出需综合运用互联网、物联网、大数据和人工智能等技术，统筹建设一体化智能化教学、管理与服务平台，实现数据伴随式收集、信息自动化分析、资源最优化配置。积极推进绿色学校建设，创建平安校园、文明校园、和谐校园。《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》提出要部署智慧公共设施，升级校园公共安全视频网络，基于人工智能技术实现突发事件的智能预警，加强安防联动，支撑平安校园建设。建设学校餐饮卫生监测系统，加强食材供应链管理和厨房环境管理，建立师生健康档案，支撑健康校园建设。探索推进基于物联网的楼宇智能管理，按需调节建筑温度和照明等，支撑绿色校园建设。根据国家“十四五”总体战略规划及目标部署，“十四五”期间，我国多省市的十四五规划中也提到了建设智慧校园示范区、示范校等要求。

3.3.1 技术方案

智慧校园园区管理方案以“网络全覆盖、系统全联接、业务全融合”为基础，建设安全、高效、优质体验的智慧校园园区。通过管理标准化提升内部管理水平实现“节流”，服务智能化增加对外服务能力实现“开源”。智慧校园园区管理方案分为园区数字平台底座和园区智能化应用两部分。园区数字平台底座通过系统的互相联接与集成，打通了数据通道和业务流程，实现多系统联动响应和事件处置。通过业务创新优化并集成现有业务，通过数据的全流程采集和汇聚，实现全局可视化管控。各类校园智慧化的应用基于数字平台底座的技术能力和集成能力实现业务的开发和流程的建立，并通过智能运营中心 IOC 进行全域感知和全景呈现。

园区数字平台底座包含了技术能力和集成能力。技术能力方面，融合大数据、IoT、云视频、AI、

GIS 等多技术能力，构建数字转型所需的技术能力。提供 IoT 纳管各种系统物理设备，采集设备数据、抽象成为数字化能力。提供高清可视化的远程视频接入能力，通过统一的协议纳管各类视频终端，并提供实时视频流查看、历史视频播放等功能。对于采集获取的数据，融合汇聚形成数据资源池，提供大数据挖掘、分析处理能力。基于大数据、数字化设备，采用先进的机器学习算法，构建园区安防管理、消防管理、行为管理等智能算法库。构建可视立体的智慧数字 GIS 地理空间、以及云化 XR，3D 渲染能力，为数实融合的场景的构建提供核心的技术平台能力。集成能力方面，校园内各类应用包含了架构不同、开发技术不同的应用、终端设备，可以通过跨应用、跨云的数据集成、消息集成、服务集成和设备集成，实现集成服务管理，支撑业务应用在各种场景下进行融合创新。

通用的园区智能化应用有综合安防、便捷通行、设施管理、环境管理、能耗管理、资产管理和智能运营中心。

综合安防应用的建设有利于实现多系统的联动，基于校园统一的数字平台底座，实现视频监控、消防、门禁、访客等多个子系统集成联动。利用人脸识别技术或实体卡片进行身份验证和门禁控制，学生、教职员工通过人脸识别或刷卡进入园区；整合二维码扫描功能，以便应对忘记带卡或访客来访的情况。此外，通过可视化、实时性、智能化的一体化指挥调度，提高针对紧急事件响应与处置的效率。结合 AI 智能算法，识别并主动发现潜在风险和需求，主动布署安防措施及资源，变被动响应为主动预防。

便捷通行利用人脸识别等技术，打通校园一卡通，实现“无感”通行，并融合多种感知方式，实现智慧考勤。同时，对于车辆实现自动授权、开闸入园，车位快速引导、车辆停放位置快速定位查找，降低人力成本，提高管理效率，提升访客的满意度。

设施管理通过对设施的信息档案进行管理，可以对设施进行启动、停用等操作，并且可以通过结合 GIS（Geographic Information System）展示设施在校园中每一个设施的具体信息和位置情况，大大提升了学校管理人员的管理水平。对于设施出现的异常情况，可以进行告警，支持设置各种设施的告警触发参数。当设施运行参数达到设定值时触发告警，可以实时在 GIS 大屏上展示出现问题的设施，并高亮显示存在的问题，学校管理人员能查看已发生的告警情况。

环境管理建立有利于管理者掌握学校中环境的各类指标数据，包括温度、湿度、噪声、粉尘等数据，数据实现自动采集，并且支撑分析决策，减少人工判断。尤其是在实验室等特殊的场合，需

要对环境指标做到严密的监测，确保安全。

能耗管理是对建筑或设施（包括空调、照明等）的能源使用进行优化，包括末端的节能和后端的节能。末端节能通过安装智能开关、面板、插座和传感器，以及物联网网关，实现室内灯光、空调和插座的智能化控制。后端节能主要通过 AI 对空调冷水系统的状态进行优化，根据实时数据和环境需求自动调节主机的开启数量和制冷容量，实现对系统设定的开关指令和温控指令的智能调节。

资产管理可以通过基于 RFID（Radio Frequency Identification）的管理方式实现资产的借出、归还、调拨等能力，采用不同类型的 RFID 标签、读卡器、网关等设备实现资产的信息自动化录入、读取以及查询等功能，为仪器资产的智能化管理提供了便捷的管理。同时，大量的资产需要定期做盘点，盘点人员先通过 RFID 读卡器读取资产信息，或扫码枪、手持 PDA 扫码读取资产信息，再通过资产管理应用启动对所有固定资产的数据盘点，完成数据去重和数据统计工作，输出资产数据综合报表和详情信息。

智慧运营中心作为中枢神经，将集成各类数据源，实时反映校园环境、设备设施、人流物流的状态，提供精准决策支持。IOC 收集车辆、人员、资产等关键要素的精确运营指标，呈现实时运营状态，便于对园区的精细化管理，匹配园区运营需要的最优资源配比，提高园区运营和管理效率。IOC 利用大数据分析园区边界防范情况，辅助安保人员快速响应，达到精细化管理园区的目标。

构建服务和运营管理的全栈式智慧校园园区解决方案，从信息化层面夯实基础，补强短板，更好地服务校园管理者和在校师生，为学校打造“安全、舒适、高效、绿色”的智慧化校园。

首先，从基础设施、产品设计、创新应用全方位规划，助力园区总体蓝图设计。通过各类智慧化应用的建设与集成，打破信息孤岛、数据孤岛，各类创新应用的集成实现降本增效。

其次，通过周界、人员、车辆、烟火烟雾的实时感知，对于异常情况的稽查布控、AI 智能分析，实现对危险事件的提前预防，同时也实现了各系统之间的联动，权限统一管理。

最后，IOC 智能管理和决策中心，全局可视随时掌握园区运行状况，智能协同提升校园运营管控能力，实现一站式监控智能化、资产可视化、预测主动化能力的构建，打造生态开放的智慧校园运营管理体系。

3.3.2 未来演进

未来，随着服务的不断完善、数据的不断积累，融入 AI 、数字孪生等技术和能力，智慧校园园区未来将成为一个基于数据自动决策、自主学习的绿色低碳的生态环境，而数据融合、场景联动的智慧化场景可以呈现在园区的每个角落，实现对园区全域的数据精准分析、系统自主预测、联动协同指挥，为园区提供智慧化的管理方式和运营服务模式。

数字孪生不断深入：校园数字化将进一步普及和完善，数字孪生将不仅局限于可视化管理，还将发展到预测性维护、能源优化、环境模拟、应急演练等多个方面，提升校园运维效率和服务质量。

大数据分析进一步强化：大数据分析将全面整合并深入挖掘校园各业务系统的数据资源，包括教学资源使用情况、学生学习行为、教职工工作状态、能耗统计等多维度数据。基于这些数据进行精细化管理和个性化服务，比如智能排课、节能减排策略制定等。

绿色、低碳与可持续发展：智慧校园园区将更加注重绿色环保理念，引入清洁能源，通过智能化系统对能源消耗、废弃物处理、绿化建设等环节进行精细化管理，实现资源的最大化利用。

3.4 产教融合培养高水平复合型数字人才

中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《关于深化现代职业教育体系建设改革的意见》中提出坚持以教促产、以产助教、产教融合、产学合作，延伸教育链、服务产业链、支撑供应链、打造人才链、提升价值链。国家职业教育工作的重点也是放在坚持与产业结合、与地方和政府政策结合、与社会区域结构结合、与个人终身学习结合，稳步推进省域现代职业教育体系建设改革，推动市域产教联合体、行业产教融合共同体建设尽快取得突破，以人的成长为中心，以助力经济社会发展为基本要义，实现办学质量高水平、产学合作高质量。

当前信息技术已经成为当前和未来社会中必备的核心能力，关系到国家发展的核心竞争力；新一代信息技术产业的快速发展已经成为推动经济增长和转型升级的重要引擎。据教育部、人力资源和社会保障部、工业和信息化部联合发布的《制造业人才发展规划指南》，到 2025 年，新一代信息技术人才缺口将达到 950 万人。亟需引入产教融合的人才培养模式以适应当前技术高速发展背景下对人才的需求。

3.4.1 技术方案

产教融合学院通过提供定制化的人才培养方案、先进的实训室建设、双师团队的建设、职业证书的评定、第二课堂和顶岗实习与就业服务来综合提升学生的专业实践能力、职业素养和技能水平。

人才培养方案：利用校企双方资源和优势，与合作院校共同制定符合信息技术发展趋势的人才培养方案。并以“专业课程+专业核心课程”为思路，优化合作院校课程设置和教学内容，派遣企业资深工程师完成项目实训课程的教学工作，加大实习、实践和实训力度，综合提升学生的专业实践能力和技能水平。通过项目式的引导和学与做的结合，整体培养学生职业技能及创新创业能力。

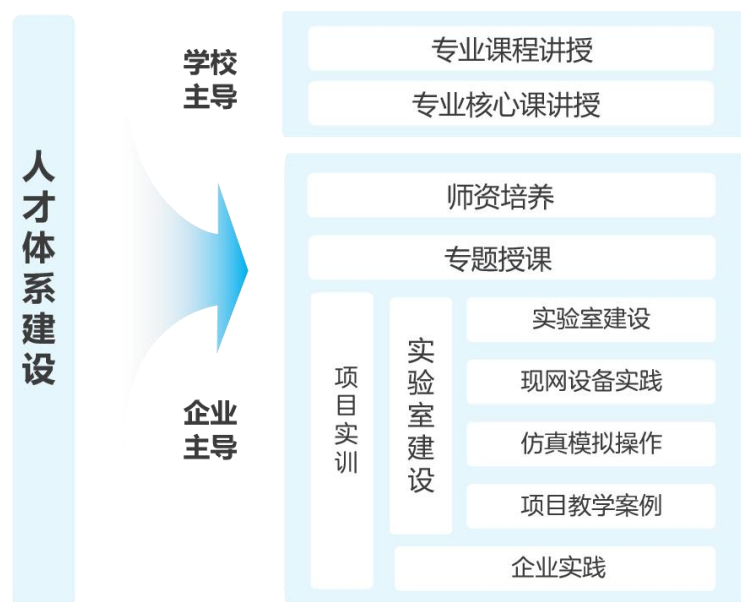


图 3-6 人才培养方案

实训室建设：建设“5G 实训室”、“4G 实训室”、“数通实训室”、“光通信实训室”、“5G+智能制造实训室”等实训室，使用一线主流品牌的现网商用设备结合虚拟仿真构建虚实结合的网络通信实训环境，支撑信息技术相关课程的教学与实训，同时提供配套的实训手册。



图 3-7 实训室建设

“双师型”师资团队建设：赋能职业教育提质培优行动计划，促进院校“三教改革”，“双师型”教师培养包含理论培训和项目实践培训两部分，培训内容贴近岗位实际，满足教师知识更新需要，重点是提升教师的理实一体教学能力、信息技术应用能力等“双师”素养。

职业资格证书认证：聚焦 ICT 领域，围绕 5G+ 数字化人才培养，为 ICT 行业技术人员打造完整专业的技术认证体系。通过提供实训课程提升学生能力，助力学生通过技术认证考试。

第二课堂：为学校定期提供数字技能行业讲座、座谈会等第二课堂服务，让学生了解行业发展现状、发展趋势、行业新技术及就业形势等方面的信息。

顶岗实习与就业服务：实习阶段定期举办就业工作坊和招聘会，为学生提供有组织的实习机会；协助学校持续进行实习生实训情况跟踪，确保学生在实训过程中获得实际工作经验。在就业阶段，为毕业生对接用人单位和岗位，另外在学生就业前提供职业咨询、简历和面试技巧的培训。

产教融合学院通过实用的人才培养计划和就业服务，拉近学校学生和企业的距离，为企业输送高质量的信息化人才。具体价值包括“学以致用”的人才培养、全方位就业支撑和业界认可的工程师输出基地。

“学以致用”的人才培养：制定实用的人才培养计划，利用实训让学生学习当前最先进的信息技术。同时，改变被动输入式的教育方式，通过项目式的引导教学，让学生独立完成项目，不仅让学生在项目中学习技术，还让学生学会如何在工作中处理突发性问题。

全方位就业支撑：引入优秀的企业人才到学校来进行交流，同时也让学生可以在相关企业进行顶岗实习。在就业阶段，为学生进行相关辅导和分析，协助学生找到优质就业岗位。

业界认可的工程师输出基地：具备参与教育和人社等部门组织的技能大赛的条件，满足区域公共实践基地要求，让学生获得行业内认可的专业证书，同时满足社会外包服务人才培养基地要求。

3.4.2 未来演进

未来产教融合中学校将从信息化人才的孵化基地升级为区域数字技术服务高地，承担区域师资培训基地、社会人员岗前培训基地与区域人才培训和认证等。

区域师资培训基地：学校可以为区域各级各类院校教师开展数字技能技术相关“双师型”师资培养服务，助力区域内其他院校建设数字技能“双师型”师资团队。

社会人员岗前培训基地：学校可以为区域通信、工业互联网、大数据相关企事业单位提供企业员工岗前培训服务和专业技能提升服务。

区域人才培训和认证中心：学校可以为区域内其他院校师生、社会从业人员开展符合国家职业技能标准的培训服务，提供信息和通信工程技术人员认证、物联网工程技术人员认证、企业认证等认证考试服务。

4 智慧教育探索与实践

4.1 国家全光教育专网

中国教育和科研计算机网 CERNET (China Education and Research Network) 是由国家投资建设，教育部管理，清华大学等高校承担建设和运行的全国学术性计算机互联网络。CERNET 采用环形组网，核心节点 100G，覆盖中国大部分省份，连接北京、沈阳、大连、上海、杭州、广州、深圳、西安、武汉、重庆等各大中城市，总传输距离超 1 万公里。CERNET 骨干传输网支持大带宽、业务硬管道、不同业务独享传送通道，互不影响、安全可靠。网络建成后支持全国 2000 多所大学、科研单位的高速接入，达到了世界先进水平。

4.2 长安大学全光校园网

长安大学南校区北院和东院学生公寓校园网于2002年建成并投入使用。历经20年，线路老化破

损严重，网络性能低，存在无线信号覆盖不全且不稳定等问题，因此亟需全面更新建设。长安大学希望建设一张满足不同场景、多业务接入、有线无线一体化的宽带校园网络。



基于多网融合的顶层设计，长安大学首先完成了宿舍区的网络改造，基于PON的全光网络实现宿舍内有线和Wi-Fi的一体化接入。万兆到楼宇、千兆到宿舍的全光网络，给学生带来了优质的网络体验提升。一纤一宿舍，大幅度简化综合布线。一个宿舍一台终端，有线和Wi-Fi全接入，满足宿舍内多个学生同时宽带接入。综合管理平台实现端到端网络的可视可管。

通过网络改造节省综合布线成本，光纤到宿舍，大量减少网线使用，降低了65%的综合布线成本和80%的走线槽空间。降低建网设备成本，一个宿舍一台终端，有线和Wi-Fi同时接入，降低了55%的建网设备成本。减少网络运维成本，无源ODN网络免维护，二层极简网络和可视化运维手段，大幅降低网络运维复杂度，全光网运维人员降至1人。

4.3 多省 5G 双域校园网

中兴通讯与国内运营商在多个省份建设 5G 校园网，实现不换卡、不换号，4/5G 终端接入人（2C）和物（2B）“双网”，实现同时访问内网（校园专网）和外网（互联网）双域。双域专网可对接 AAA（Authentication、Authorization、Accounting）服务器实现二次认证，强化 5G 接入安全，建设一网多平面的 5G 智慧教育校园网。

通过 5G 双网双域方案，校园用户访问互联网和校园内网的流量均由专用 UPF 进行分流，根据报文目的地址确定流量发给互联网还是园区内网。并且，该方案还可以实现 4/5G 同时访问内外网。

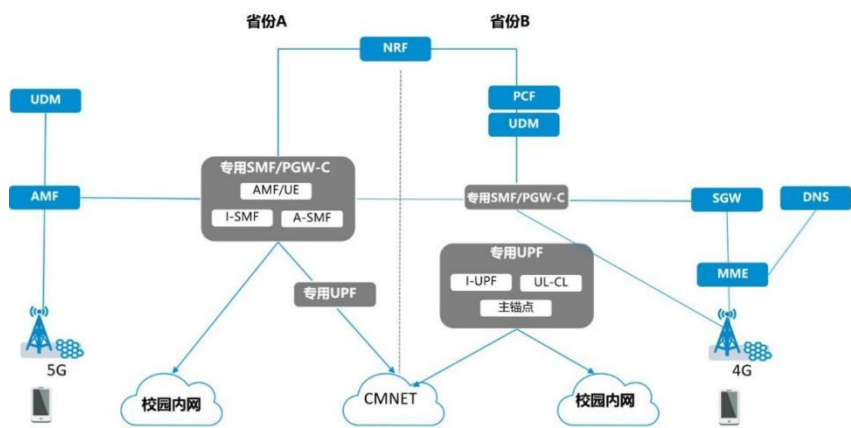


图 4-1 无感分流方案组网拓扑图

4.4 广东科技学院云电脑

广东科技学院以往桌面设备包括台式 PC、一体机、笔记本等，使用场景上包括教室、办公、电子阅览室、学生机房等，在教学和工作中安全风险高、运维难度大。广东科技学院通过数据中心部署高性能云电脑服务器，集中托管云电脑桌面，实现在校师生更优质的上机体验，并能统一管理和控制所有云电脑。



图 4-2 广东科技学院云电脑方案

校园电脑上云，云、管、端多维度管控，加强核心信息资产安全管理，全方位提升教学科研数据安全。通过云电脑的部署加速教育均衡发展和学生机比的建设进程，基础设施做到了资源弹性供

给，运维管理实现了提效，降低了 CAPEX。

4.5 中兴通讯训推一体机

在智算领域中兴通讯可提供全栈、全场景智算方案。针对大多数用户在大模型训练和精调方面缺乏能力，大模型产业化面临算力成本、技术门槛、应用场景和数据安全等挑战，中兴通讯推出了 AiCube 训推一体机。AiCube 集成了计算、存储、网络设备和 AI 平台软件，支持主流 AI 框架，帮助用户降低私域模型的训练和推理成本，降低技术门槛。AiCube 训推一体机具有快速交付、资源按需分配和安全易用的特点。用户无需复杂的部署和配置过程，即可快速投入使用，节省时间和资源。同时，用户可以根据需求进行训推资源的灵活分配，实现最佳的性能和成本平衡。AiCube 还提供端到端的工具链，大幅降低了模型训练的门槛。此外，AiCube 内置了多种模型和应用，支持数据的本地精细调整，确保数据的安全性。



图 4-3 训推一体机应用

4.6 中兴通讯安全保障

中兴通讯建立了完善的安全治理架构和安全保障体系，在产品全生命周期安全管控基础上，将安全管理贯穿供应链、研发和交付业务流，并通过数字化支撑系统的不断完善，实现有效落地和持续改进。

安全融入产品的全生命周期：在研发环节，将安全控制嵌入研发流程的各个阶段；在供应链环节，将安全要求嵌入到验证供应商、新引入材料和生产过程中；在交付环节，采用技术和管理双重

手段持续提升网络的安全性和弹性，确保始终交付安全的产品与服务。

产品供应链安全：中兴通讯拥有完整的供应链业务流程，聚焦客户的业务需求和安全需求，严格实践供应链安全，强化供应商管理、材料、生产制造和物流四个方面的安全治理，将供应链安全保障范围扩大到供应商的供应商及客户的客户。中兴通讯安全供应链如下图所示：



图 4-4 中兴通讯安全供应链

产品研发与交付安全：中兴通讯已将安全作为产品的基本属性融入到产品开发全生命周期过程，实现产品从安全需求、安全研发到最终安全交付的全周期安全控制。中兴通讯产品安全研发及交付的流程如下图：

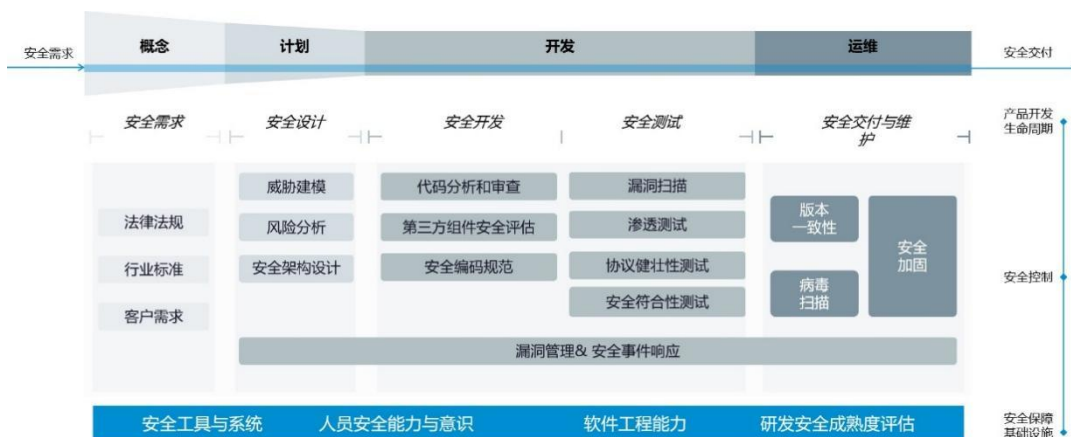


图 4-5 中兴通讯产品安全及交付流程

随着内外部环境及威胁的不断变化，产品的安全风险也会相应变化，定期进行安全核查，结合安全态势感知，以及用户的漏洞扫描和渗透测试结果等，对安全风险进行识别、评估和处置。通过不断改善管理和技术实践，建立安全可信的教育网络环境、保障教育网安全。

4.7 吉林大学数字教材

作为吉林大学全面落实国家教育数字化战略行动要求的重要成果之一，哲学社会科学资深教授孙正聿主编的数字教材《哲学通论》由复旦大学出版社正式出版。采用数字资源+纸质教材的建设模式，显著提升了教材的实用性和易学性。

借助数字视频技术，再现孙教授的授课过程，通过增加手绘动画的案例展示、理论讲解以及覆盖全篇的知识点结构导航栏，强化视频的信息传输优势，有效聚焦读者目光，提升读者学习“专注力”。在教材的配套资源中加入由孙教授原创并亲自配音的诗歌散文视频，立体展现孙教授的人格与学术魅力，拉近读者与大师之间的距离，使读者能更加深切地体会到哲学之美，生发出哲学之爱，形成强烈的“爱智之忱”，从而进入真切的哲学思考。数字教材增加了几十个拓展阅读资源，统一设计风格，辅以图片及注释，在极大地拓展读者阅读边界的同时，升级了阅读体验，提升了阅读效率。让读者在大量、优质、高效的阅读中深刻对于哲学的学术认知，提升关于哲学的学术修养。



图 4-6 吉林大学数字教材方案功能展示

4.8 吉林大学“三化”教学新空间

2020年5月，吉林大学正式启动“标准化、智慧化、功能化”（“三化”）教室的组建工作。

系统建设主要包括教室基础支撑硬件建设和平台软件建设。教室硬件主要包括教学录播设备、物联中控设备、AI语音识别设备等各类教学业务应用的配套设备；平台软件包括教室直播管理平

台软件、集中管控平台软件及实现各类教学业务应用的配套软件。

录播课程采用画面多流采集，实现了适配教室全景、教师特写、学生特写、课堂板书等多种教学场景的画面整合与切换，最大程度还原了课堂细节。生成的录播资源也是学生回顾课堂、温习知识的重要途径。在 AI 技术的加持下，所有录播课程均支持语音文字转写、知识点标注、词云展示等智能化处理，进一步提升了课程资源的应用价值。

目前学校的 6 个校区共计 668 间教室都完成了升级，依托教学录播设备，为全校 6 万多名师生提供智能、便捷的教学服务。截至 2023 年 5 月，吉林大学已开放了 130 余个专业的 6000 余门课程，累计生成录直播课程资源超 7 万条，总播放量超 200 万次。



图 4-7 吉林大学“学在吉大”平台

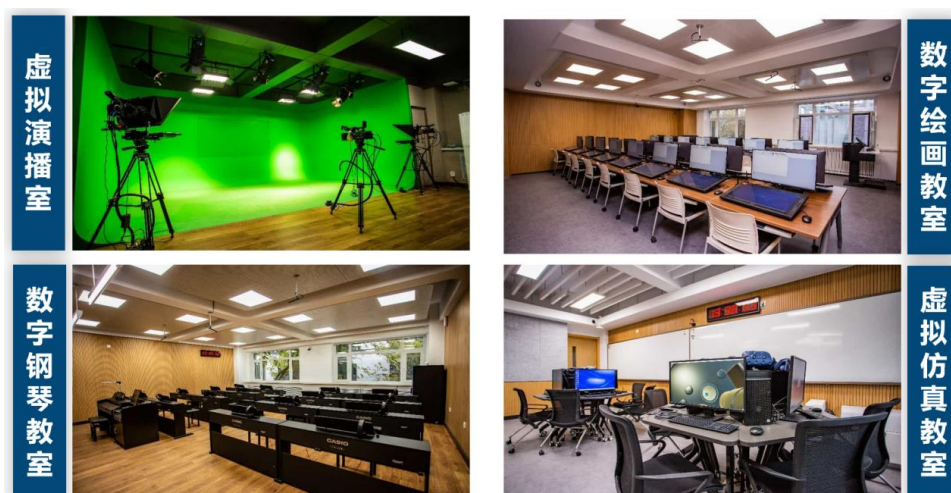


图 4-8 吉林大学教学新空间

4.9 辽宁广告职业学院数字课堂

辽宁广告职业学院在教学过程中面临着数字化转型升级和教学应用等诸多痛点，包括学校教室紧缺、教师信息化建设缺乏整体设计、教学模式创新无头绪、校本数字化教学资源碎片化分散、教学管理效率难以提升。

以职业教育高质量发展为导向，充分发挥该职业学院的专业优势，数字课堂解决方案通过以数字技术、理念、平台、资源为核心的数字教育赋能，打造数字资源支撑体系、智慧教学应用体系和智能教学管理体系，全面推动课堂数字化教学转型升级建设。帮助院校课堂教学打破时空限制，开展以学生为中心的线上、线下、泛在式的多样化课堂教学新模式；从顶层设计角度打造一体化的软硬件结合的教学系统和环境，支撑教学组织与实施高效率开展，充分提升个性化学习效果；通过资源中台建设整合校本资源，沉淀教学资产，为教与学提供强大的内容支撑；通过知识图谱底层支撑，实时把控人才培养全过程，科学数据支撑教学决策、成果申报，全面提升教学管理效率。



图 4-9 结合专业理论教学需求打造小组研讨式教学新空间

4.10 南京邮电大学“云上南邮”

南邮十四五规划中提出创建“云上南邮”的建设目标，南邮与中兴通讯合作建设了私有云，并上线多个核心业务，在此基础上，南邮运用 VR 技术建设了红色校史展厅，南邮校园的数据管理系统由单一、割裂转向互联互通，教学、管理、服务实现了智能化、高效化和细致化，为探索信息时代高等教育新形态提供了数字样本。

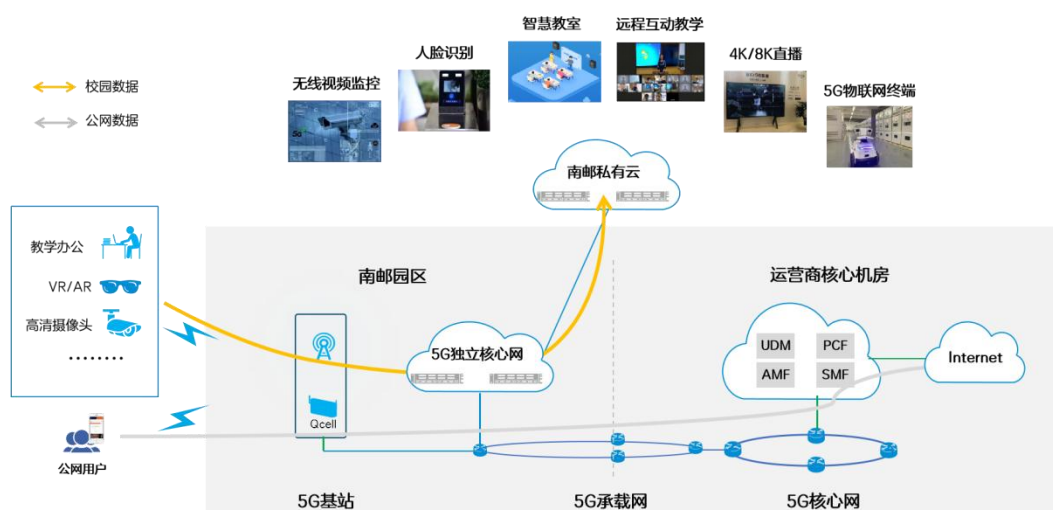


图 4-10 南京邮电大学智慧校园架构

4.11 中兴通讯技术认证体系

中兴通讯技术认证为满足不同业务场景需要，面向 ICT 行业用户、政企行业用户、中兴通讯合作伙伴、院校，提供了 5G、无线、核心网、承载、固网、工程、服务等多个领域的培训认证。面向

院校，提供 ZCDA（工程师 -Associate）、ZCDP（高级工程师 -Professional）、ZCDE（专家-Expert）三个等级。

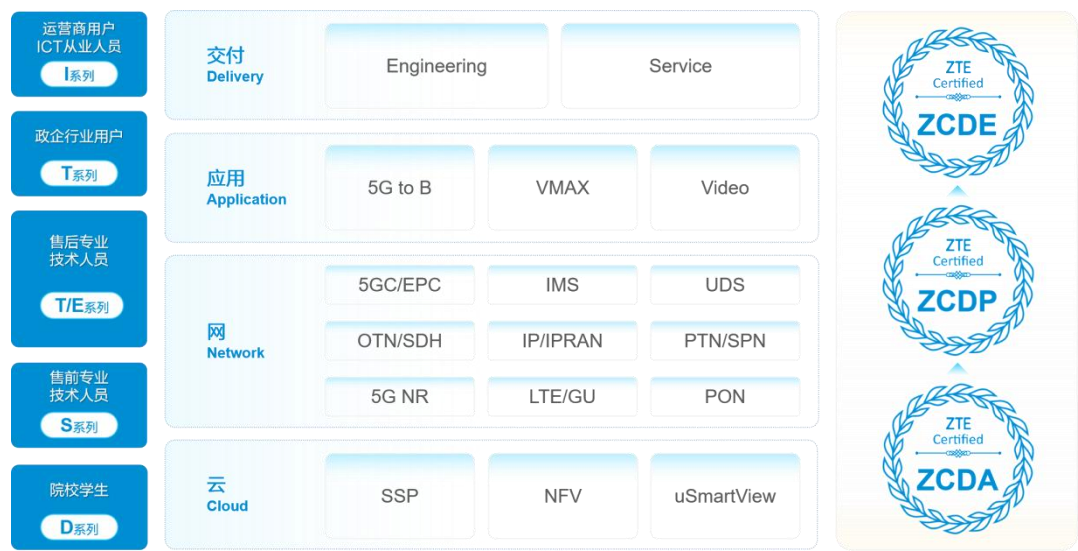


图 3-4 中兴认证全景图

4.12 济南职业学院 “5G+产业学院”

济南职业学院是济南市人民政府举办的全日制普通高等职业院校，是国家骨干高职院校、国家优质专科高等职业院校、中国特色高水平高职学校和专业建设计划立项建设单位，是国家高等职业院校育人成效 50 强单位、国家级现代学徒制试点协同单位。



中兴通讯和济南职业学院电子工程学院共建“中兴通讯 5G+产业学院”，共建高水平“信息通

信设备制造与应用专业群”，偏向于硬件设备制造与技术应用，培养对应的芯片产品生产、信息产品制造、网络工程实施、智能终端设备应用等技术技能型人才，培养的学生达到中兴认证工程师职业认证要求。目前产业学院已升级为区域性的产业生态技术服务高地，包括 5G、承载网、PTN、OTN、PON、5G+AIOT 物联网通信和 5G+智能制造多个实训室，支持本科院校到校开展实习实训。2022 年挂牌成为济南市 5G+先进控制技术重点实验室和济南市“双师型”教师培训基地，影响力覆盖整个山东省。2022 年产教融合学院升级为区域性的产业生态技术服务高地，挂牌成为 2022 年济南市 5G+先进控制技术重点实验室和 2022 年济南市“双师型”教师培训基地，影响力覆盖整个山东省。

产业学院出版教材包括《数据通信与计算机网络》《IPAN/PTN 技术与应用》《LTE 现代移动通信技术》《RFID 技术原理与应用》《5G 移动通信技术》等，其中《5G 移动通信技术》教材获评为“2020 年信息通信科普教育精品”。产业学院师生参与重要技能大赛并且斩获多个大奖，包括 2021 年全国职业院校技能大赛教学能力比赛高职组一等奖、中国第一届智慧城市大赛惠民组全国二等奖、2021 年第七届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛全国总决赛金奖、2022 年第六届全国大学生现代通信网络部署与优化设计大赛特等奖等百余项国家级省市级奖项。

2023 年初教育部怀进鹏部长、山东省周乃翔省长一行的莅临考察，对产业学院取得的成果予以高度评价，对中兴通讯作为全球龙头企业的社会责任和担当予以充分肯定。



2023 年 12 月，中兴通讯与包含济南职业学院在内的 100 多家院校及企业共同成立了“全国数字技术行业产教融合共同体”，未来进一步深入推进职普融通、产教融合、科教融汇，围绕数字技术赋能产业转型升级，推动产业与数字技术深度融合发展。

5 智慧教育未来展望

智慧教育的基础是数字化的软硬件，未来进一步发展智慧教育也尤其需要提高师生的数字素养。中央网信办、教育部、工业和信息化部、人力资源社会保障部联合印发《2024 年提升全民数字素养与技能工作要点》提出全面提升师生数字素养与技能，联合国教科文组织发布了《教师信息和通信技术能力框架》，我国教育部也正式发布了《教师数字素养》教育行业标准。

随着 AI，大数据，XR 等技术的不断发展，智慧教育将成为未来若干年教育行业持续的发展方向。未来，智慧教育将更加注重个性化、智能化和互动性，畅想未来，未来教育将体现以下特点：

全面智能化与自适应学习系统：未来的教育系统将更加智能化，能够根据学生的学习习惯、能力和兴趣自动调整教学内容和难度。自适应学习系统将能够预测学生的学习需求，提供个性化的学习路径和资源。智能助教将能够提供个性化的教学支持，解答学生问题，甚至进行情感交流。它们可以减轻人类教师的工作负担，使教师能够专注于教学创新和学生的个性化发展。

VR 和 AR 的广泛应用：VR 和 AR 技术将为学习者提供沉浸式的学习体验，使抽象概念具象化，复杂过程可视化。学生可以通过虚拟实验室和交互式模型，学生能够深入理解复杂的工程原理和科学概念，提高实践技能 and 创新能力。

优质教育云服务的更加普及：优质教育云服务更加丰富和易于获取，学生和教师可以随时随地访问各类课程资源，并与教师及其他使用者进行良好的互动。

数字素养成为核心能力：数字素养将成为与阅读、写作和算术同等重要的基础能力。教育将更加注重培养学生在数字时代的批判性思维、信息筛选和创新能力。

安全与隐私保护：安全和隐私将成为教育数字化的重要议题，教育安全管理体系将能从应用发现、风险评估、合规管控到溯源处置的完整风险闭环能力，在不断发现风险、降低威胁的同时，实现教育数字化系统稳健运行、保证数据的隐私与安全。园区安全将建立全面的监控系统，确保只有授权人员能够进入园区，为学生和教职工创造一个无忧的学习和工作空间。

终身学习与技能更新的融合：终身学习和技能更新将成为个人发展的重要组成部分，在线学习平台将提供灵活的课程和认证，帮助人们在职业生涯中不断进步。

教育与职业发展的无缝对接：教育系统将与职业发展更加紧密地结合，提供与行业需求同步的技能培训和专业认证，帮助学生顺利过渡到职场。企业与院校也将更紧密地合作，教育链、人才链与产业链、创新链也将深度融合，实现教育行业与企业的相互成就与可持续发展。

6 结束语

本白皮书探讨了应对当前政策及教育实际需求智慧教育的相关的关键技术、典型应用方案及探索实践，未来，随着科技的不断发展和社会需求的变化，教育行业将继续面临新的机遇与挑战。我们相信，在政府、企业和社会的共同努力下，教育行业将不断取得新的突破和发展。

主要参考资料

1. 联合国教科文组织. 教育信息化政策和总体规划论纲[R]. 2023-11.
2. 中国教育部. 教师数字素养[S]. 2022-11.
3. 联合国教科文组织. 人工智能时代的高等教育白皮书[R]. 2024-01.
4. 全国信息安全标准化技术委员会. 信息安全技术-网络安全等级保护基本要求 (GB/T22239-2019)[S]. 2019-12.
5. 王继新, 郑旭东, 黄涛. 非线性学习空间的设计与创建[J]. 中国电化教育, 2010(1):19-22.
6. 全国信息安全标准化技术委员会. 信息安全技术-网络安全等级保护设计技术要求 (GB/T25070-2019)[S]. 2019-05.
7. 中兴通讯. 中兴通讯网络安全白皮书(2023)[R]. 2023-12.
8. 黄荣怀. 论科技与教育的系统性融合[J/OL]. 中国远程教育(7), 2022-05.
9. 中国教育部. 现代产业学院建设指南(试行)[S]. 2020-07.
10. 联合国教科文组织. 教师信息和通信技术能力框架[R]. 2023-07.
11. 中国教育部等六部门. 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[S]. 2021-07.
12. 中国工业和信息化部等六部门. 算力基础设施高质量发展行动计划[S]. 2023-10.
13. 中共中央办公厅, 国务院办公厅. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要[S]. 2021-03.
14. 国家发展改革委、教育部等八部门. 职业教育产教融合赋能提升行动实施方案(2023—2025 年)[S]. 2023-06.
15. 中国工业和信息化部等六部门. 算力基础设施高质量发展行动计划[S]. 2023-10.
16. 中共中央, 国务院办公厅. 中国教育现代化 2035[S]. 2019-02.

17. ITU. IMT 面向 2030 及未来发展的框架和总体目标建议书[S]. 2023-06.
18. 中国教育部. 绿色低碳发展国民教育体系建设实施方案[S]. 2022-10.
19. 中国教育部. 教育部关于一流本科课程建设的实施意见[S]. 2019-10.
20. 教育部, 人力资源社会保障部, 工业和信息化部. 制造业人才发展规划指南[S]. 2016-12.
21. 中共中央办公厅, 国务院办公厅. 关于深化现代职业教育体系建设改革的意见[S]. 2022-12.
22. 中国教育部. “十四五”普通高等教育本科国家级规划教材建设实施方案[S]. 2023-11.
23. 中央网信办, 教育部, 工业和信息化部, 人力资源社会保障部. 2024 年提升全民数字素养与技能工作要点[S]. 2024-02.
24. 国务院. 推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案[S]. 2024-03.

版权所有

转载、编摘或利用其他方式使用本白皮书的全部或部分内容的，应注明来源违反上述声明者，著作权方将追究其相关法律责任

