

5G+ 智慧教育白皮书

中国移动政企客户分公司

2019年4月29日

目录

一、序言.....	01	5.2.2 在线巡课.....	38
1.1 教育信息化发展.....	01	5.3 教管.....	41
1.2 面临的主要挑战.....	02	5.3.1 校园安防.....	41
1.3 智能时代的基础架构.....	04	5.3.2 装备管理.....	53
二、5G 带来新动能.....	06	5.4 评价.....	55
2.1 5G 移动通信发展趋势.....	06	5.4.1 学习过程评价.....	56
2.2 5G 核心特点.....	08	5.4.2 学生健康评价.....	59
2.3 5G 关键技术.....	08	5.5 区域治理.....	62
2.4 5G 给教育带来的机遇.....	09	5.5.1 远程巡考.....	62
三、5G 时代的教育网络.....	11	5.5.2 远程督导.....	66
3.1 教育网络的发展现状.....	11	5.5.3 控辍保学.....	68
3.2 5G 时代的教育网络解决方案.....	12	5.6 终身学习.....	69
3.2.1 基于 5G 的全连接教育专网.....	12	5.6.1 移动学习.....	70
3.2.2 基于 5G 边缘计算的中国移动智慧教育边缘云.....	14	5.6.2 慕课.....	72
四、万物互联的智能环境.....	16	5.7 教育公共服务.....	74
4.1 教育物联广泛全面.....	17	5.7.1 5G 支持的文博.....	74
4.2 集中化智能化管理的物联网.....	18	六、未来教育的发展展望.....	77
五、教育核心业务重构.....	20	6.1 5G 时代教育变革的趋势.....	77
5.1 教学.....	20	6.1.1 沉浸式教育走向课堂.....	77
5.1.1 远程教学.....	20	6.1.2 教育系统将互联互通融为一体.....	78
5.1.2 互动教学.....	26	6.1.3 教育公平将成为现实.....	78
5.1.3 AR/VR 教学.....	30	6.2 5G 智慧教育演进路线图.....	79
5.2 教研.....	34	6.3 5G 智慧教育产业联盟.....	81
5.2.1 远程听评课.....	35	致谢.....	84

一、序言

1.1 教育信息化发展

教育是民族振兴、社会进步的基石。中国未来发展、中华民族伟大复兴，关键靠人才，基础在教育。习近平总书记在党的十九大报告中强调，必须把教育事业放在优先位置，加快教育现代化。当今教育的发展，不仅要基于过去人类知识和技能的传递，还应该面向当下经济社会的现实需求，更应该着眼于人类社会未来的发展趋势。我们认为，未来的教育，应该是更加开放的教育，突破时空界限和教育群体的限制，人人、时时、处处可学；应该是更加适合的教育，更加重视学生的个性化和多样性，实现因材施教、有教无类；应该是更加人本的教育，更加关注学生的心灵和幸福；应该是更加平等的教育，让所有孩子都能享受到优质教育资源；应该是更加可持续的教育，强调学习能力的养成和终身教育的需求。

可以看到，教育对象和教育环境正在发生巨大的改变，伴随着互联网和智能终端的普及，未来的受教育对象在全新的社会环境中成长，人的学习正逐渐转为“网络化、数字化、个性化”的方式，智能化的学习环境及自主学习活动将成为未来学习的新形态。教育发展变革的现实需求，对我们的教育教学的信息化和智能化提出了全新的挑战。

教育信息化是教育现代化的核心动力。2018年4月教育部发布了《教育信息化2.0行动计划》、2019年2月国务院印发了《中国教育现代化2035》，也相继强调教育信息化在推动教育现代化过程中的地位和作用。当前时代的教育信息化将不仅涵盖信息环境建设、软硬件支持，更应该结合教育理论，分析技术应用的多种潜力和层次，建设多应用场景、多实践领域、宽技术场域的实施路径，在此过程中应依赖智能技术（特别

是大数据、人工智能、云计算等技术）推动教育服务的智能化、教育应用的情境化和普及化，实现教育的革命性转型。

1.2 面临的主要挑战

在教育信息化的实践过程中，技术的不断发展和应用给人类社会带来了显著影响：（1）4G/5G，宽带等网络技术迅速普及，提高了信息化应用的潜力；（2）在各类高速通信网络的支持下，云计算正重构信息产业竞争格局，大数据、人工智能、语义网络等智能技术，正在重构教育服务的组织方式，各类教育公共服务系统正向大众普遍参与、形成群体智慧方向发展，云、网、端一体是大势所趋；（3）智能服务正在加速普及，以人为本（User-centered），信息设备以“不可见”方式嵌入到用户环境与日常工具中，形成了以泛在感知网络为支撑的无缝的、沉浸式的智能教育体验。

在此背景下，教育信息化建设将体现出如下特征：

（1）教育环境将更加智慧化，主动适应个体的需求。既可以通过无处不在的通信网络和传感设备智能感知学习者的场景和特征，主动为其营造学习环境、规划学习路径、推送适应性的学习资源，实现从人找信息到信息找人的转换。

（2）教育的各类数据和信息将实现无缝流通：数据分析是实现智能教育服务的基础，而教育信息化建设将为各类数据的采集和分析建立标准化模型，通过对物理环境的感知，实现对数据的汇聚和跨空间传输，增强教育服务的调节功能，从而打破时间、空间、内容、媒介的限制，实现教育信息的无缝流通。

（3）教育业务将实现智能协同：在智能技术和泛在高速通信环境下，各类教育业务在任何地方、任何时间、任何方式下都能进行便利、快捷、高效、

智能的连通与协同，各类教育业务将不再以孤立的方式提供服务，教育领域的管理业务、教学业务、培训业务与服务业务将实现智能协同，进而达到业务流程的重组和创新服务形态的目的。

(4) 优质教育资源将实现按需供给：传统的网络环境和技术环境下，学习资源的供给千人一面，而智能时代的网络传输技术使得智能环境传输全过程的学习数据成为可能，在此背景下，智能学习服务系统将实现对个体的精准分析，进而按照个体的特定需求为其提供优质的资源和服务。

(5) 将实现学习机会的均等供给：教育公平问题一直以来是教育领域的难题，教育信息化的实现使得优质的教育资源和服务可以通过网络进行互通，在此条件下，即可将学习的嵌入到正式教育之外的日常生活中，实现“当技术无处不在，学习也就无处不在”的学习机会人人平等局面。

上述特征的实现有赖于 5G 时代以人工智能、虚拟现实、大数据为代表的技术的成熟和应用，而 5G 网络环境为上述特征的实现带来最大的优势是可以最大程度上克服传统网络在实现上述技术创新过程中速度、延迟、传输容量等的限制，为教育领域的变革提供更强大的动力。尽管如此，在应用过程中教育领域也面临着如下挑战：

- (1) 通过信息技术构建智能环境促进教学的转型，使得教学从知识的传递转向学习者的认知建构。
- (2) 利用 5G 通信技术和数据分析技术打通课内外的数据壁垒，促进线上线下课程的无缝融合。
- (3) 通过沉浸式环境的营造使学习者的学习从被动的接受转向主动参与。
- (4) 利用 5G 的边缘计算技术实现教育管理中的特定需求和业务的智能管控。
- (5) 促进教育的决策由经验导向转向数据驱动。
- (6) 利用 5G 和智能技术从根本上进行重新设计的学校，使得未来的学校形态由统一走向个性化和自组织。

1.3 智能时代的基础架构

5G 时代要实现智慧的教育，需要整合各类智能技术建立“基础设施层、数据支撑层、平台能力层、业务应用层、用户层”的五位一体式基础架构。通过一套多种技术制式的泛在基础网络、基于物联网和感知终端设备的基础设施层，汇聚校园基础数据库和校园大数据规划的数据支撑层，五大能力的平台能力层，覆盖教学、教研、教育管理、评价、家校共育、区域治理、终身学习以及教育公共服务等业务应用层，从而为学生、教师、家长、教育管理人员、技术人员提供智能化的支持服务和解决方案。

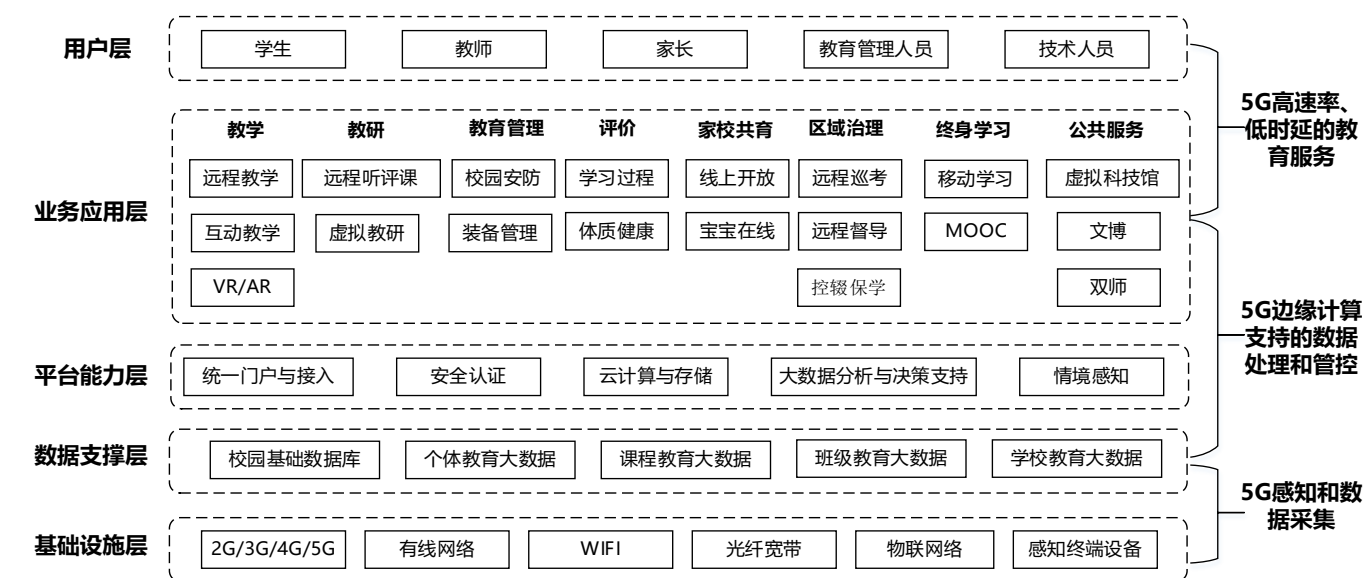


图 1-1 智能时代教育业务基础架构

基础设施层：5G 网络环境因其大带宽、低延时以及边缘计算和管控的能力将成为未来智慧教育环境的基础，而传统的 2G/3G/4G、宽带、WIFI 等网络仍然存在，因此以 5G 为基础，打造多网融合的泛在基础网络接入层，实现对感知数据和信息的无缝、高效、实时传输，同时通过电脑、手机、iPad、传感器、摄像头、可穿戴设备等进行全体系的物联

网终端布局，实现对校园“人 - 物 - 景”的全方位感知，是基础设施层的主要功能。

数据支撑层：数据支撑层主要通过对教育教学过程中规律的分析、模式的总结建立校园基础数据库、个体教育数据库、课程教育数据库、班级管理数据库以及学校教育管理数据库等。以此为基础，可以为教育变革过程中缺乏路径、模式、理念等问题提供客观的支持。与传统的数据支撑不同，本层依赖 5G 网络的高速传播和边缘计算将采集的教育领域各类主体（如教师、学习者、管理决策者）进行快速的、无偏的建模，进而可以为服务层的智能服务提供精准的支持。

平台能力层：平台能力层依赖 5G 融合网络和各类智能技术实现面向智慧校园物联网应用的平台能力支撑服务的构建，包括统一的用户认证和开放接口接入能力、安全认证能力、云计算与存储的服务能力、大数据分析决策支持能力、情境感知能力。与此同时基于 5G 边缘端可计算的特性可进行基于安全协议和规范的信息处理，打造强有力的安全认证能力，通过大数据能力对数据信息进行智能分析，提供决策支撑及预警预判。

业务应用层：基于 5G 网络技术，本架构可以从根本上变革传统通信网络环境下的教育业务。在高速率低时延的 5G 网络的支持下，教学、教研、教管、评价、家校共育、区域治理、终身学习、教育公共服务等各类业务可以通过实施感知采集更加全面的数据，通过 5G 建设在各个网络节点的私有基站，可以实现快速的数据处理和计算，进而提供更加优质和安全的服务。

用户层：用户层涵盖了对不同情境、终端设备下不同角色的智能支持，如针对学习者的个性化学习服务、针对教师的精准教学教研服务、针对管理者的数据驱动的管理服务以及教育治理服务等。

二、5G 带来新动能

2.1 5G 移动通信发展趋势

移动通信经过了几十年的发展以及持续不断的消费升级，通信制式从 1G 的模拟通信时代进入了当前的 5G 全数字、全连接通信时代，带动了各行各业对连接的重新定义与产业升级。从 1G 到 4G 通信时代，通信所提供的服务尽量从各个维度满足人们的数字化消费需求，而对物体的连接缺乏总体规划和思考，可穿戴设备、VR、AR 等新兴应用的广泛普及以及对封闭式场景的数字化变革需求（工业 4.0，智慧校园，智慧医疗等），使得目前 4G 通信技术服务于多样化、差异化的业务和场景面临巨大挑战。同时我国在“互联网 +”国家战略需求中明确指出：未来电信基础设施和信息服务要在国民经济中下沉，满足农业、医疗、金融、交通、流通、制造、教育、生活服务、公共服务和能源等垂直行业的信息化需求，改变传统行业，催生跨界创新。因此，未来网络不仅需要继续面对移动互联网业务带来的挑战，例如：频谱效率和用户体验速率的提升，时延的减少，移动性的增强等，同时还需要满足物联网多样化的业务需求。因此人们对 5G 赋予前所未有的期盼，希望它能带来超越光纤的传输速度（Mobile Beyond Giga），超越工业总线的实时能力（Real-Time World）以及全空间的连接（All-Online Everywhere）。

在不同场景 / 不同业务对 5G 的需求驱动下，各标准以及行业组织（IMT-2020，METIS，3GPP，ITU 等）对 5G 的场景需求按照传输速率、可靠性以及大规模连接三个方向划分成了 eMBB、mMTC、URLLC 三大类场景。其中 eMBB 对应 3D/ 超高清视频等大流量移动宽带业务；mMTC 对应大规模物联网业务；URLLC 对应如无人驾驶、工业自动化等

需要低时延、高可靠连接的业务。如下图所示。

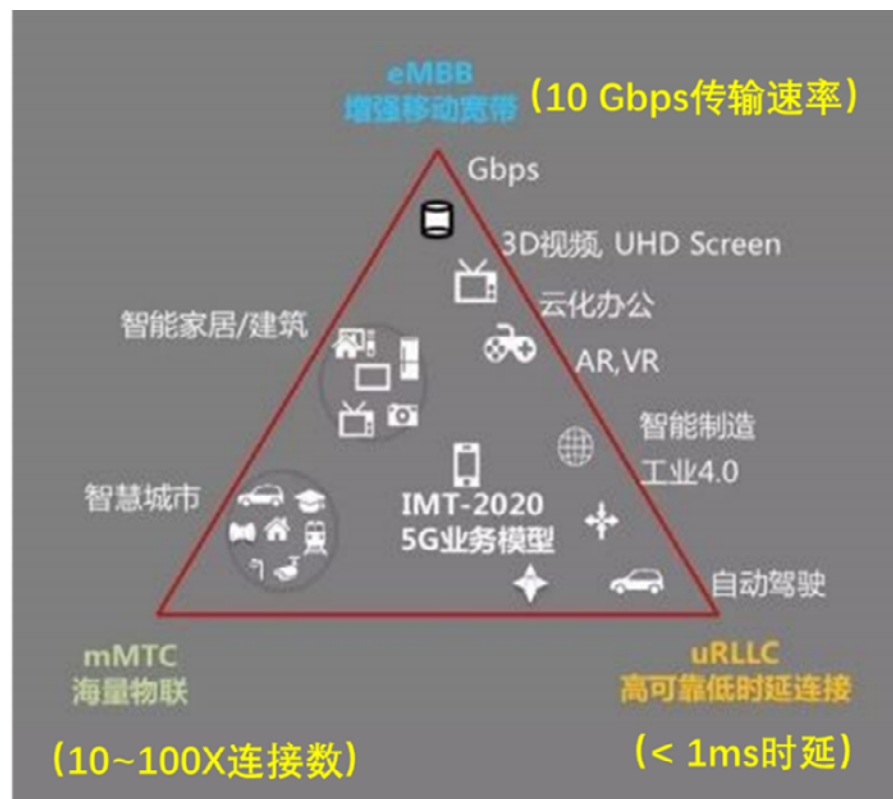


图 2-1 5G 三大应用场景

由此可见，5G 不仅仅是现有网络（比如 2G/4G，WiFi 等）的一个简单延伸，而是一个真正意义上的融合网络，通过对不同场景的赋能 5G 将在自动驾驶、VR/AR 应用、工业物联网、智能制造、智能家居、智慧校园、智慧农业、智慧城市等垂直行业实现越来越多的应用场景。同样对于医疗行业而言，未来受益于 5G Gbps 级别的速率、5ms-30ms 级别的低时延以及整合移动性与大数据分析的平台能力等，让每个人都享受及时便利的智慧医疗服务，比如远程医疗、远程急救、远程门诊、智慧手术室、智慧病房、智慧导诊。

2.2 5G 核心特点

4G 让智能手机普及，移动互联网能够满足在线视频观看、高速下载和上传，使得各种 APP 得到广泛应用，而 5G 将实现人与人、人与物、物与物的全连接。4G“修路”，5G“造城”，打造跨行业融合生态系统。5G 在无线网络侧，从接入方式、帧结构、波形、编码等各个方面对 4G 进行了提升，具备更强的性能，相对 4G 而已，体验速度提高了 10~100 倍，时延只有 4G 的 1/5，频谱效率提高到 3~5 倍，能效提高了 100 倍。

- eMBB- 连续广域覆盖，用户体验速率 100Mbps，移动性 500Km/h；
- eMBB- 热点高容量，用户体验速率 1Gbps，峰值速率 20Gbps，流量密度 10Tbps/km²；
- mMTC- 低功耗大连接，连接数密度 10⁶/km²，低功耗、低成本；
- uRLLC- 低时延高可靠，单向空口时延 1ms，可靠性 99.999%。

2.3 5G 关键技术

5G 的关键技术主要在如下几点：

- 5G LAN- 虚拟局域网：5G LAN 技术可实现终端与企业网同处于一个局域网内，支持企业用户对终端的灵活管理。通过使用通用性硬件以及虚拟化技术，取代通信网络中私有、专用和封闭的网元，实现统一通用硬件平台 + 业务逻辑软件的开放架构，加快网络部署和调整的速度，降低业务部署的复杂度。
- 网络切片：将物理网络划分为多个虚拟网络，每一个虚拟网络满足不同的服务需求；同时为不同垂直行业、不同客户、不同业务，提供相互隔离、

- 功能可定制的网络服务：结合行业需求，规划面向场景的 5G 网络切片样板，赋能垂直行业，包括电力差动保护、VR 互动演唱会、AR 游戏、银行数据信息交互、移动车载医疗、自动驾驶。
- MEC 边缘计算：在靠近数据源或用户的地方提供计算、存储等基础设施，并为边缘应用提供云服务和 IT 环境服务。相比于集中部署的云计算服务，边缘计算解决了时延过长、汇聚流量过大等问题，为实时性和带宽密集型业务提供更好的支持。同时边缘计算运行于网络边缘，逻辑上并不依赖于网络的其他部分，能为敏感型业务提供通信安全保障。边缘计算可广泛应用在车联网、智慧城市、游戏直播、智能制造等领域。
- 灵活空口：灵活的空口能力（包括可扩展参数集、可变帧结构、自包含帧结构），满足 5G 场景下不同业务终端的差异化通信需求。
- 新编码：5G 编码重点在于提升编码性能的同时，降低解码的复杂度，为空口 1ms 传输提供基础；5G 系统中提供了两种编码：Polar 码（控制信道）和 LDPC 码（数据传输信道）。
- 大规模天线：在同等通信资源下，能数倍提高可接入用户（设备）的数量和相应的传输速率。
- 毫米波传输：5G 数据传输使用了 24.25GHz—52.6GHz 频段，利用其大带宽特性使能数据速率高达 10Gbps 甚至更多，提供极致数据传输速度和容量。

2.4 5G 给教育带来的机遇

传统智慧课堂的数据网络承载依赖于校园网内的有线网络、无线 WiFi 覆盖，物联层面则通过蓝牙、Zigbee、NB-IoT 等实现。存在如下痛点：

- 设备无缝互联，不能智能化信息采集与控制，智慧化发展遇到障碍
- 网络终端无法有效管控，面对学生的风险大
- 学习行为比较集中，网络并发访问高，需要网络访问质量控制服务与边缘服务缓冲服务

相较于传统智慧课堂，5G 智慧课堂通过各组成硬件终端的 5G 化，充分利用 5G 网络与生俱来的技术和业务优势，带给学校用户更快、更好、更流畅的体验。

- 网络承载统一，学校不再需要部署多种网络；
- 超高带宽，保证了智慧课堂中的交互显示终端设备，信号传输及处理终端设备，不仅能够完美的再现 4K 级别的画面效果，还能够承载即将到来的 8K 交互终端设备；
- 速率更快，延时更低。保证了智慧课堂中常态化录播，在远程授课时，远端会场可以毫无延迟感知地体验到“名师优课”高达 4K 甚至更清晰的课堂画面；
- 在教育教学上产生了新的应用场景，比如：游戏化课程、VR 实验环境、虚拟现实控制环境、高清立体显示、远程考试监测、学习行为追踪和挖掘、智能实验系统和智能教学系统等。

三、5G 时代的教育网络

3.1 教育网络的发展现状

为满足教育信息化业务需求，目前学校部署了多张网，包括有线网、WiFi、校园网、物联网、电视网等，用来承载科研信息共享、多媒体教学、电子阅览、资料存储等相关的校园业务，以及行政管理、教师办公、学校论坛生活及社交等其他业务。随着数字化转型深入，智能网络终端和越来越多的创新应用正在推动教育信息化的转型升级，学生和教师的期望在不断提高，他们希望可以获得更好的网络服务、获得更丰富的多媒体体验，包括在线学习、沉浸式虚拟环境教学、线上备课、智慧化管理等等，并且希望能够在学校公共场所、教室、图书馆、礼堂、会议室、宿舍等任何地方，任何时间，实现高效便捷的网络体验。

然而，目前教育网络仍然存在很多挑战，主要体现在如下几方面：

- 教育信息系统资源共享难。教学、科研、管理、技术服务、生活服务等信息化系统采用烟囱式建设模式，导致出现信息孤岛现象，业务流程整合度低。
- 新型教育业务承载能力不足。4K/8K 直播课堂、AR/VR 课堂、全息教育、4K 高清监控、学校移动巡逻车等新型业务对网络带宽提出更高需求。
- 数据安全风险大。跨校区的共享资源、学生家长信息等信息存在泄漏风险，教育大数据的汇聚也将进一步加剧数据安全风险。
- 建设与运维成本高。教育信息系统建设以及多网融合导致的建设、运维成本高昂。

3.2 5G 时代的教育网络解决方案

针对教育业务需求，结合 5G 特性，通过接入多种形态的智联终端和教育装备，构建全连接教育专网，部署整合计算、存储、AI、安全能力的教育边缘云，提供具备管理、安全等能力的平台应用使能平台，来建设智慧校园并打造多样化教育应用。

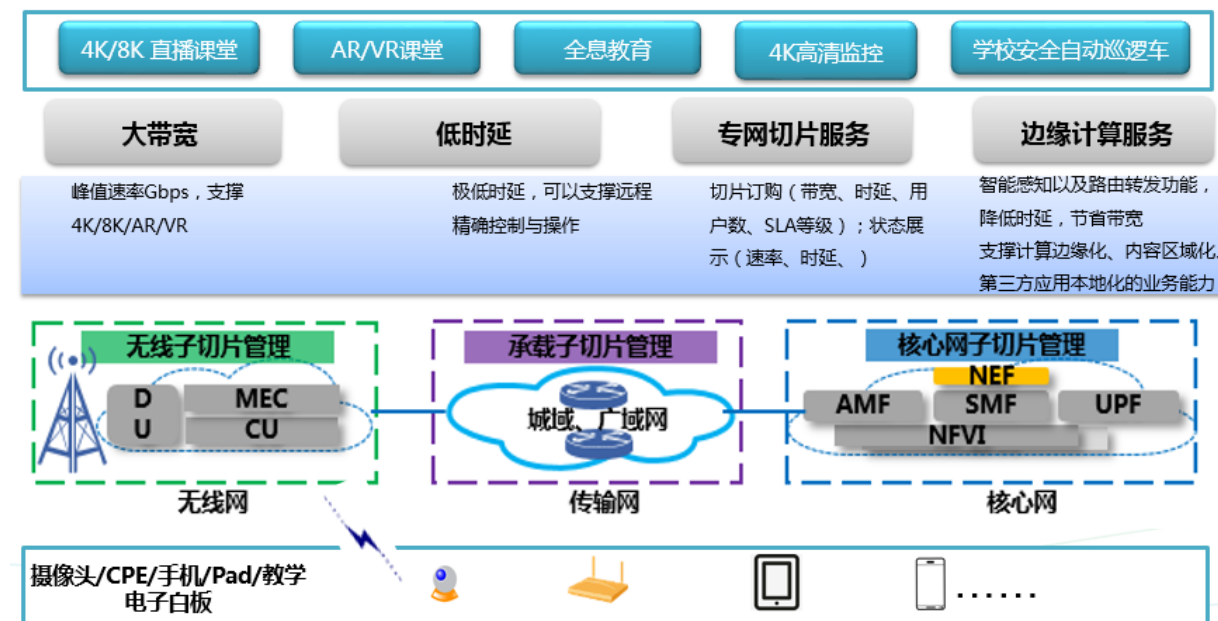


图 3-1 5G 智慧校园整体架构

3.2.1 基于 5G 的全连接教育专网

相对于 4G 移动网络，5G 可以通过网络切片和边缘计算来满足行业用户的应用需求。在教育行业中，通过网络切片可以实现教育专网。具体架构如下图所示：

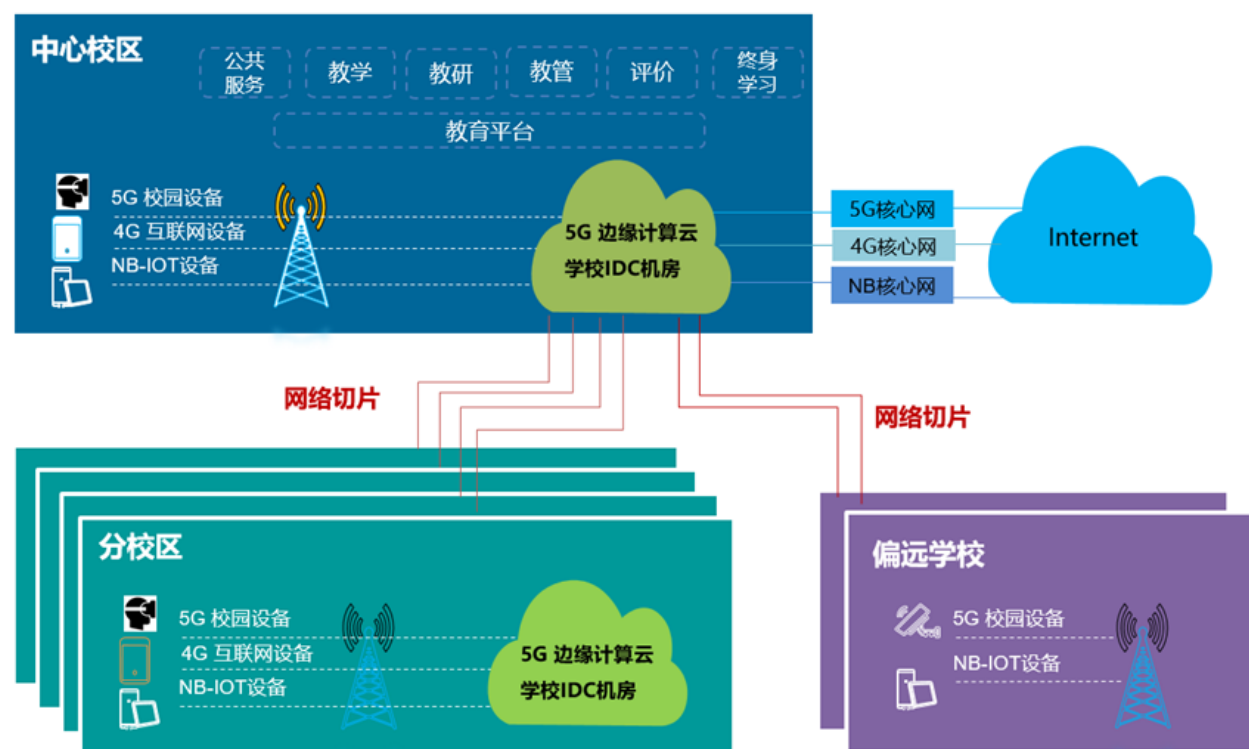


图 3-2 5G 教育专网架构

5G 教育专网是以 5G 切片技术来实现的，切片为教育业务在一个物理网络之上构建多个专用的、虚拟的、隔离的、按需定制的逻辑网络，来满足业务对网络能力的不同要求（如时延，带宽，连接数等），通过全连接使能 5G、4G、NB-IoT、专线网络的数据共享，避免不同网络之间的数据孤岛，构建数据共享网络基础。同时，对师生、家长等隐私数据进行本地化传输与存储，保证用户数据安全。5G 切片基于 SA 架构实现，具有以下特征：

- 基于不同的业务提供不同专网，在不同业务调度时，优先保障高优先级业务
- 提供业务安全，保障学校隐私数据安全
- 基于业务对专网带宽，时延等网络要求，做按需调整
- 学校间（附属学校，分校）通过专网共享 4K/8K,AR/VR 等业务

3.2.2 基于 5G 边缘计算的中国移动智慧教育边缘云

5G 移动边缘计算可提供海量终端管理、高可靠低时延组网、分级质量保证、数据实时计算和缓存加速、应用容器服务及网络能力开放等基础能力，并可提供多级边缘计算体系，为智慧教育提供实时、可靠、智能和泛在的端到端服务。针对高校、K12 等多种教育场景提供多级边缘计算的解决方案建议，边缘计算节点部署于基站侧、基站汇聚侧或者核心网边缘侧，为教育提供多种智能化的网络接入以及高带宽、低时延的网络承载，并依靠开放可靠的连接、计算与存储资源，支持多生态业务在接入边缘侧的灵活承载。

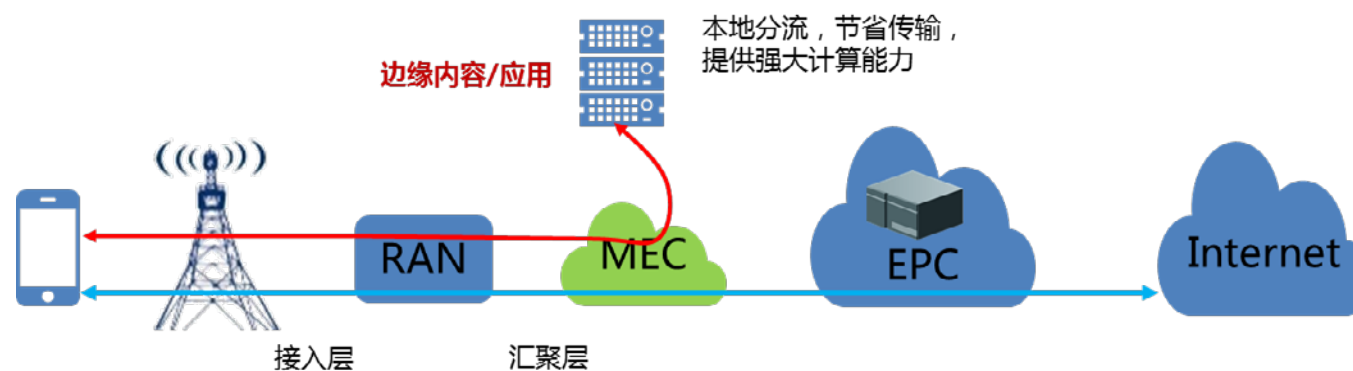


图 3-3 边缘计算网络架构

针对云 AR/VR 教学、全息课堂、云端智能管理等新业务对网络提出的超低时延、超大带宽、实时计算等需求，现有的以云计算为核心的集中式数据处理模式，尽管可满足云端的计算和存储能力，但是在面对诸多新业务所提出的高质体验需求时则存在不足。一方面，所有的业务流均通过云计算中心进行处理，时延和拥塞将严重影响业务体验，无法满足超低时延的要求；另一方面，随着接入终端数的迅速增加，海量数据

回传会对运营商接入网和核心网形成巨大挑战，进而降低网络的运行效率。

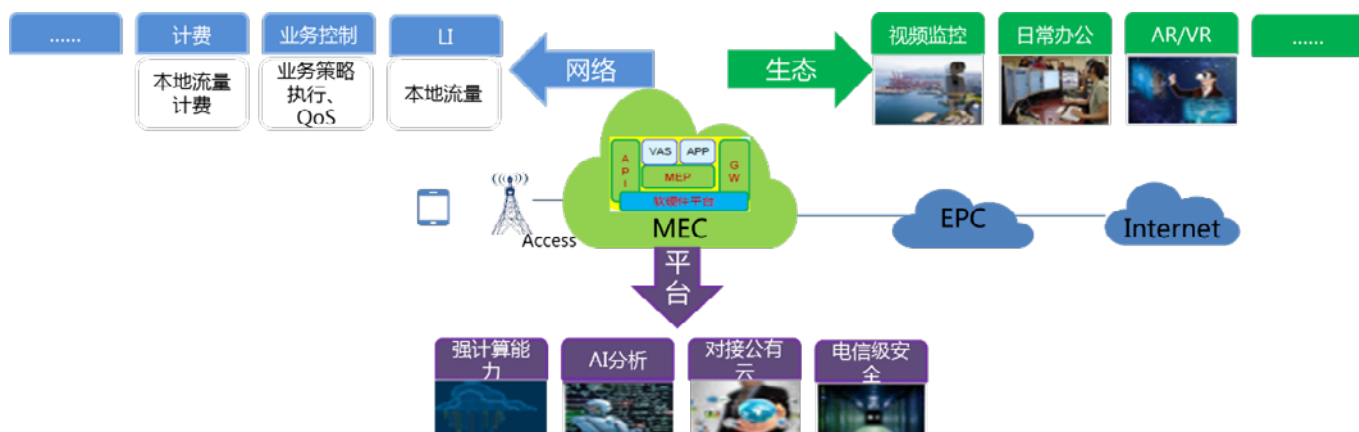


图 3-4 5G MEC 解决方案能力全景

四、万物互联的智能环境

5G 是信息高速公路，物联网是其典型方面。5G 网络性能将达到端到端之间1毫秒超低时延，10Gb/s 级高吞吐量，单位平方公里内百万连接，已经在网络内的高速移动性。5G 新特性赋能物联网，实现“万物沟通”，构建具有全面感知、可靠传送、智能处理特征的连接物理世界的网络，实现了任何时间、任何地点及任何物体的连结。

5G 物联网可助力实现教育用户与校园环境、设施、终端、平台的有机结合，使用户可以以更加精细和动态的方式管理生产、学习和生活，从而提高整个教学管理的信息化能力。

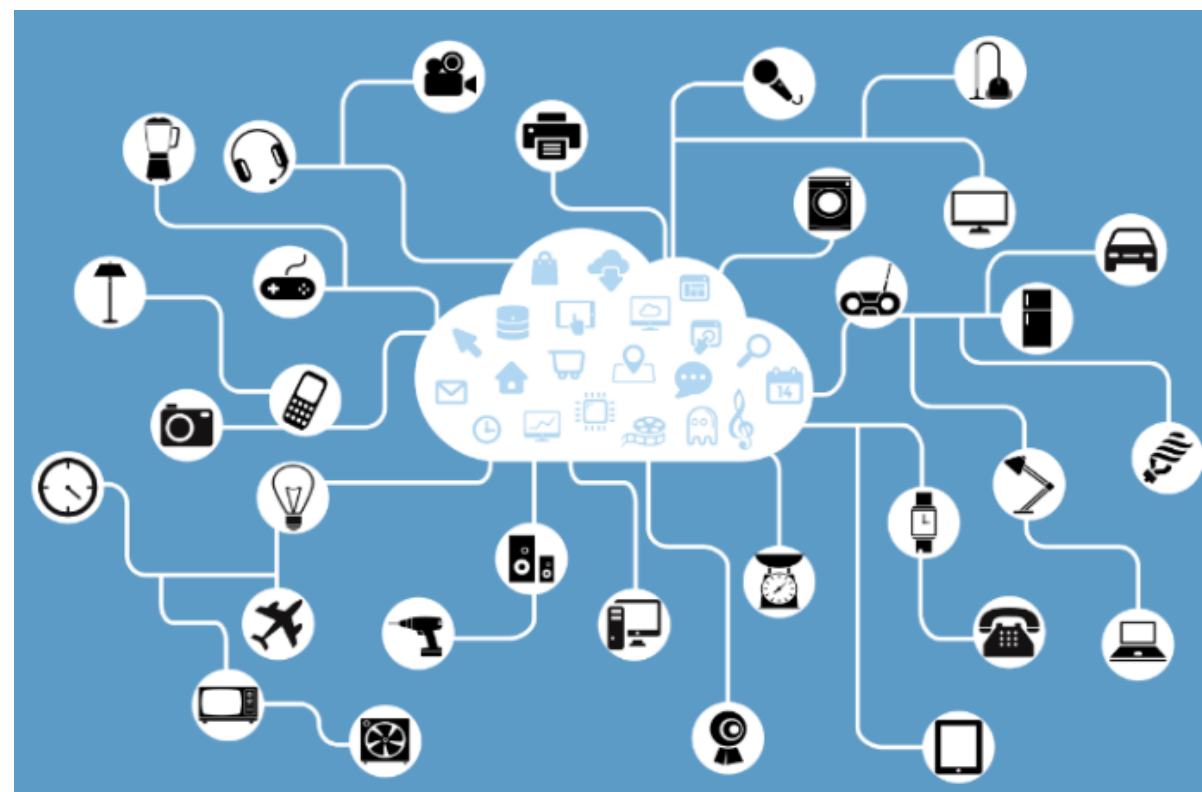


图 4-1 万物互联示意图

4.1 教育物联广泛全面

未来多种形态的智能教学终端，包括智能教学终端、录播室 / 远程教室 XR 设备、智慧图书馆终端、实验设备、监控设备、便携智能终端等将带有 5G 通信模块，全面覆盖智慧教育各大应用场景。同时，在校园范围内将广泛部署具备物联网通信能力的传感器，触发器，智能微尘，全面透彻的感知和采集校园内交通道路、建筑消防、空气、水质、植被、生态、能源、空间、人流、车辆等人与物的状况和数据，并通过 5G 通信网络、互联网等实现人与人、人与物、物与物的任意互联和通信，使原本静默的设备具有连接网络的能力。

“物联网”+ 智慧教育将种类繁多的设备、终端、系统连接起来，通过对教学、教研、教管各环节领域数据的实时感知、采集、监控和利用，促进智慧教育行业全价值链的信息交互和集成协作。

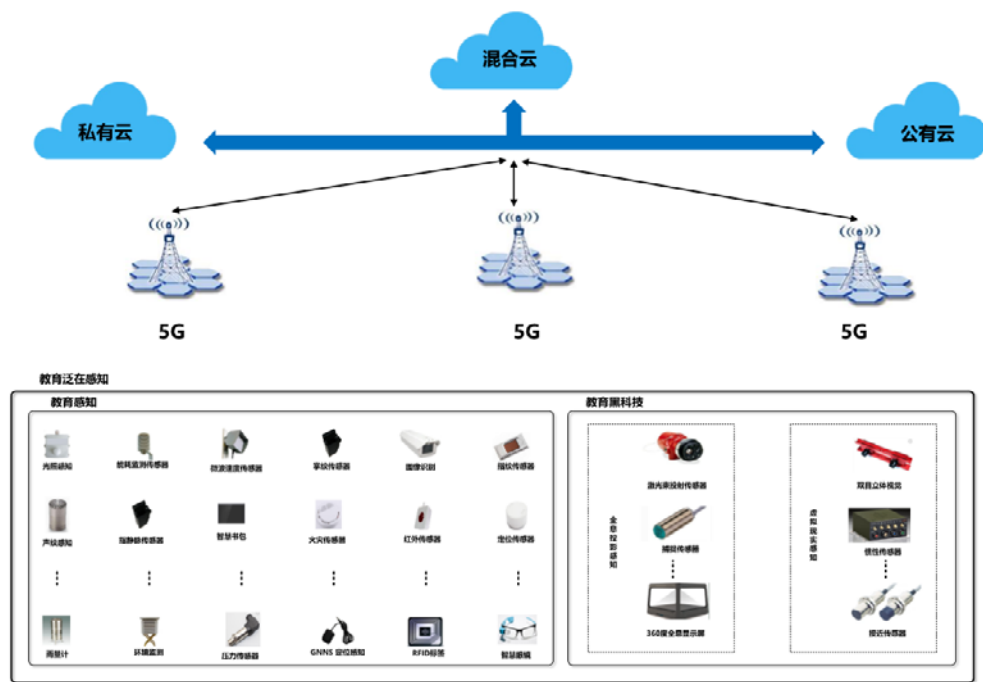


图 4-2 教育泛在感知网络示意图

4.2 集中化智能化管理的物联网

为实现 5G 物联网集中化智能化管理的目的, 应建设集中化管理标准。基于开放、合作、共赢的理念, 面向公共服务, 提炼和实现基础能力, 通过开放自身能力 API 和整合第三方服务能力的方式对外提供服务, 建立以 5G 物联网开放平台为中心的物联网生态环境、管理底层终端设备、接入子系统数据, 为 5G 时代教育应用层提供支撑。通过各系统的信息交互联动, 大大提升校区的信息化程度, 便于管理, 助力教育业务发展。避免管理方式分散, 应用之间烟囱式发展带来的管理效率低下。

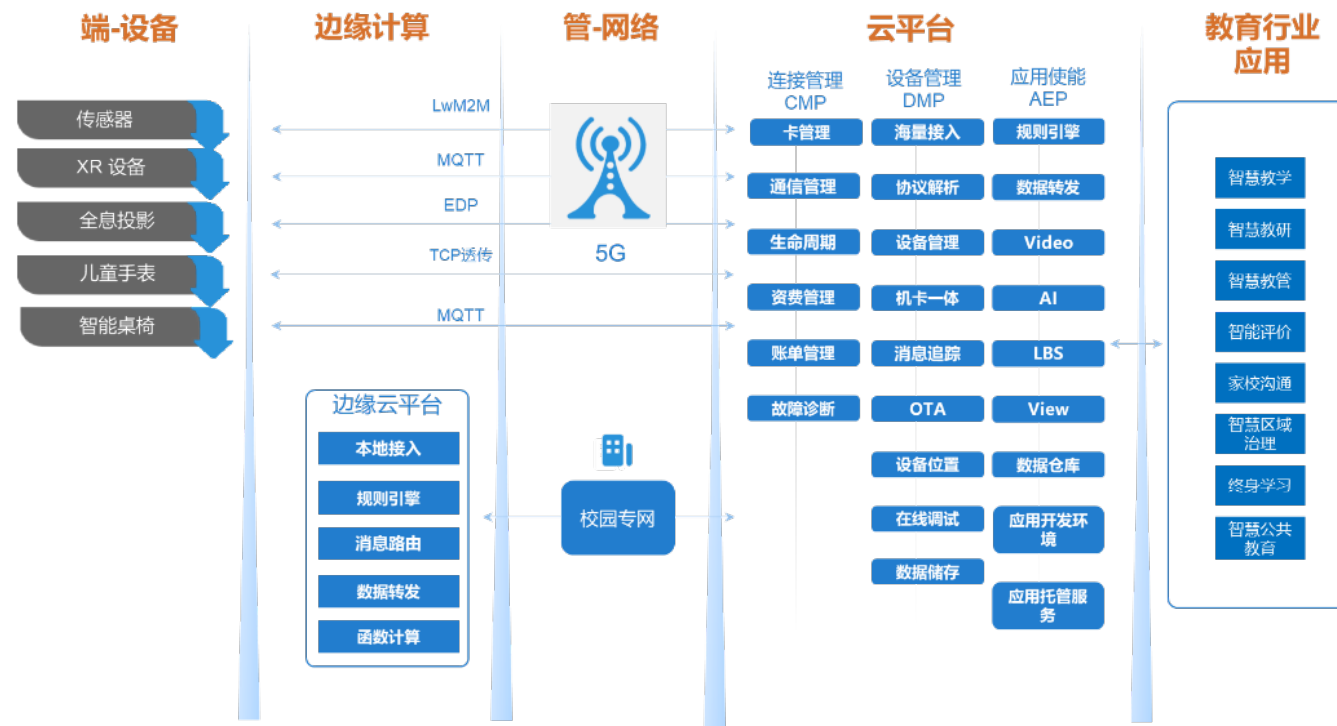


图 4-3 物联网架构图

物联网使能平台需要具有设备接入、多协议适配、兼容各种网络环境、海量连接、设备管理、数据存储、可控触发、轻量应用孵化、管理与维护等功能，并有针对性地对部署的各类传感器、智能终端、RFID 射频标签等数据采集展示设备进行综合管理，实现现场对象与管理者间的互联互通，提升对校园“万物”精细化管理和智能化管理水平。

依托 5G 通信技术，物联网结合智能感知终端、云计算、边缘计算等技术，构建融合泛在的智慧物联网，并采用云数据计算处理技术，提升万物互联和决策的实时性和可靠性，提升万物互联的智慧，并最终实现人与人、人与物、物与物之间信任可控的 5A（Anytime, Anywhere, Anything, Anyone, Anydevice）泛在交流的物联网驱动的软件定义自动化智能世界。

五、教育核心业务重构

在 5G 网络技术和环境的支撑下，教育的核心业务也面临着转型和重构。由于教育领域用户的多元性、情境的多样性，其需求也相对广泛，针对每种需求的业务也相对精准。由于 5G 环境主要可以提供高速度、高带宽、低时延、快速缓存等服务，这也是传统教育服务中面临的重要问题。在此基础上本书整理了 5G 可能重构的核心业务，其分类涵盖：教学、教研、教育管理、评价、区域治理、终身学习以及教育公共服务。

5.1 教学

教学是教育领域的核心业务，其目标是完成对学习内容的传授、并基于学习者与内容和教学过程的反馈提供交互性的支持。在此过程中 5G 可以发挥重要作用，如在远程教学中通过 AR/VR/ 全息技术改善学习体验；在互动教学中通过提供低延时、高速率的反馈促进教学效果的提升；在实验课堂中通过模拟实验环境和实验过程促进沉浸式的体验。

5.1.1 远程教学

场景一 双师课堂

(1) 场景说明

双师课堂是远程教学的主要场景，双师课堂主要解决乡村教学点缺师少教、课程开设不齐的难题，促进城乡教育均衡发展。

(2) 方案价值

针对现有双师课堂采用有线网络承载业务存在的建设工期长、成本高、灵活性差等问题，以及采用 WiFi 网络承载业务导致的音视频延迟、卡顿等问题，5G 网络的高带宽、低时延等特性，可以实现可移动性的灵活开课，随需随用，同时，可以支撑 4K 高清视频传输以及低时延互动的沉浸式双师课堂应用，有效解决传统双师的交互体验问题，为双师课堂的长远发展提供有力保障。

(3) 方案架构

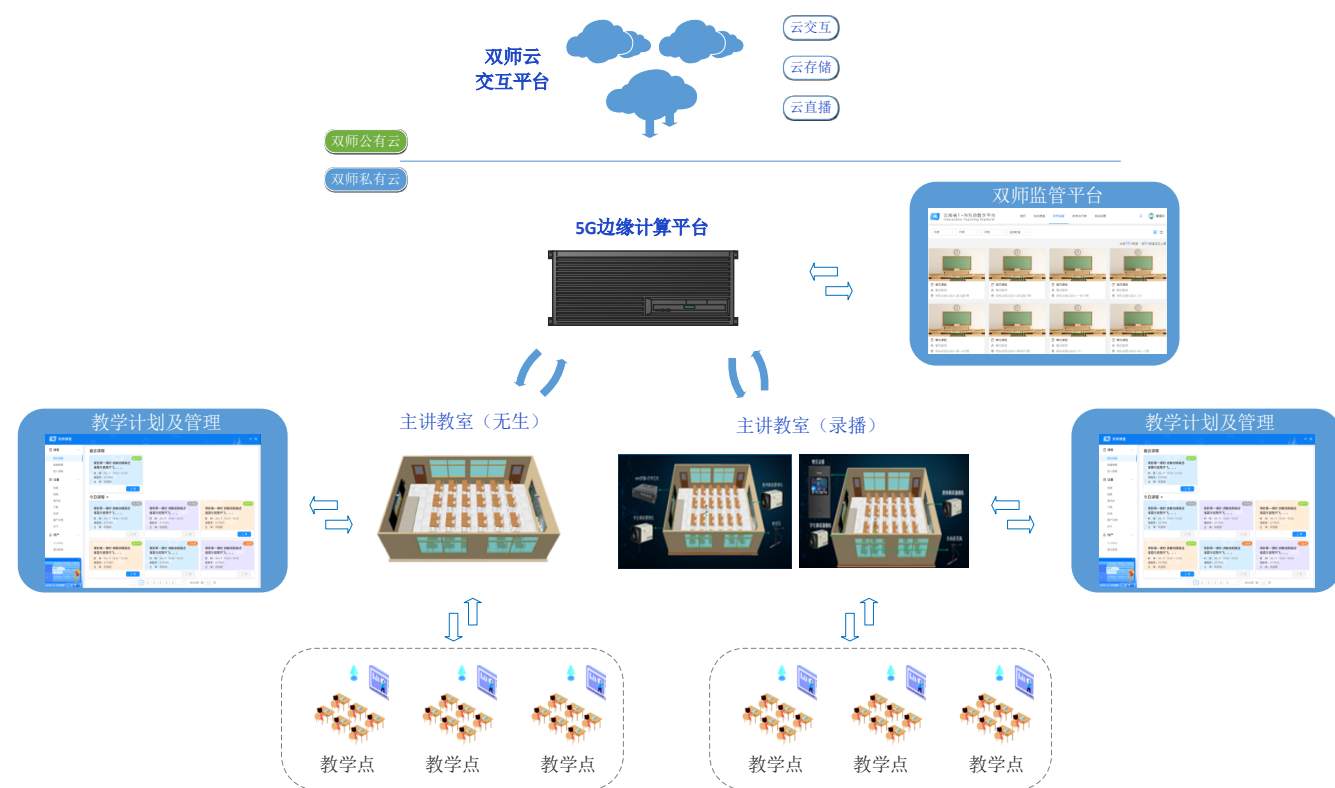


图 5-1 双师课堂部署架构

为了进一步提升双师课堂的沉浸式用户体验，并保障网络服务质量的稳定性，5G 双师课堂解决方案将采用 5G 边缘计算技术实现双师课堂的低时延互动，并通过 5G 网络切片技术提供双师专网服务，真正将远端听课学生打造为名师侧的一个近端模块。

(4) 关键技术点

• 高带宽、低时延

业务名称 基于 4k 高清的双 师课堂（按 35 人 / 班计算）	通信需求		
	上行速率	下行速率	传输时延
	≤ 150Mbps	≤ 430Mbps	≤ 20ms

• 移动性

传统双师大多采用有线或 WiFi 连网，存在建设周期长、成本高等问题，5G 时代，双师课堂部署的终端设备只需嵌入 5G 通信模块，即可随时随地接入 5G 网络，大大缩短业务开通时间。

场景二 远程全息课堂

(1) 场景说明

针对我国教育资源分配不均问题，通过虚拟现实、增强现实技术，以全息投影的方式，将名校名师的真人影像以及课件内容通过裸眼 3D 的效果呈现在远端听课学生面前，实现自然式交互远程教学。

(2) 方案价值

“5G + 全息投影”技术，可以解决目前中心学校与教学点资源不均，校校连接难以全面打通的局面，以全息技术为基础的智慧教学场景，通过一

对一远程教学，同时可以一对多、多对一及多对多的直播互动模式，实现多地区共享优质资源，同时，全息课堂实现了不改变师生交互习惯的远程教学，教学适应性强。

预计 5G 的速率将超百兆，是当前 4G 的 10-30 倍左右，而 5G 端到端的时延为 20-40 毫秒，基于这些特性，其突出的亮点在于，音视频流、AR 应用等需要大带宽的内容可以以极低延时传播，能够支持远程课堂无延迟的师生沟通，全息 AR 面对面的课堂思路更是将沉浸化体验、革命性的交互方式带给大家。

(3) 方案架构

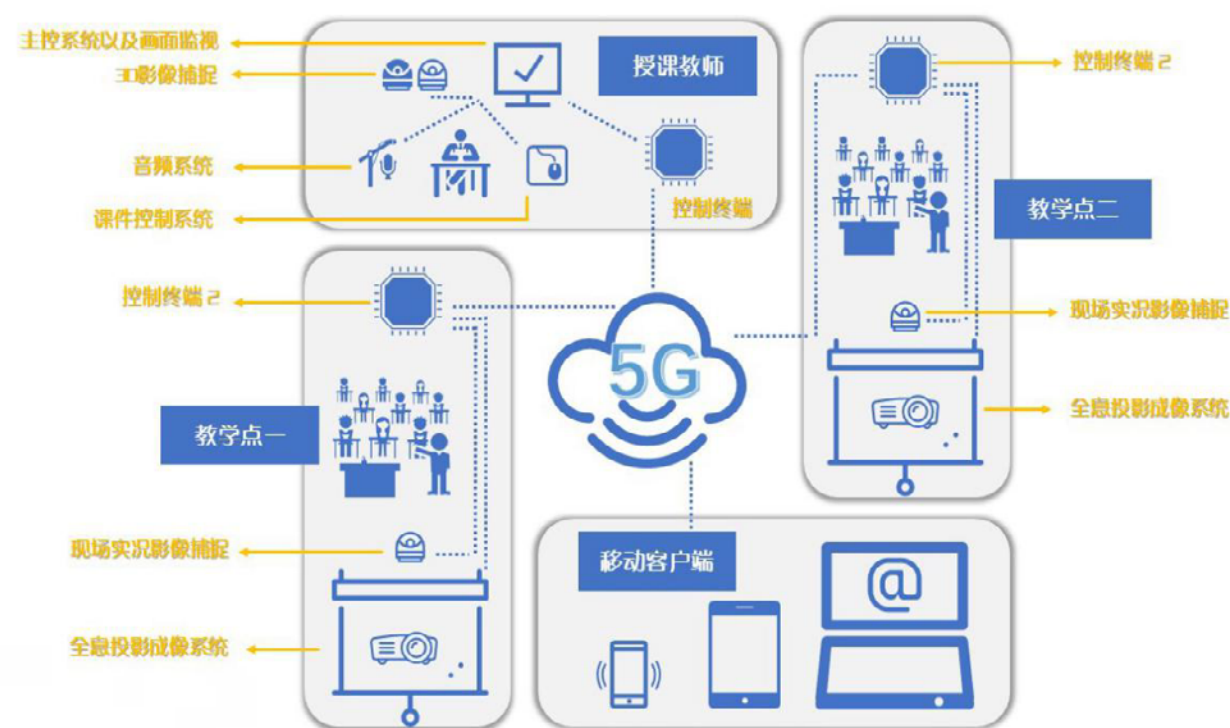


图 5-2 远程全息课堂部署架构

全息课堂通过建设“全息讲台”和“全息直播教学区”实现远程全息授课，主要应用于教育参观培训、国际文化展示、学生上课体验、实操技能训练等典型教育场景。

• 全息直播教学区

全息直播教学区用来采集名校名师授课音视频数据，与标准绿幕摄影棚相似，无需增加特殊装备，教师在直播区内通过高清显示器实时了解远端学生的听课状态，并实时互动。

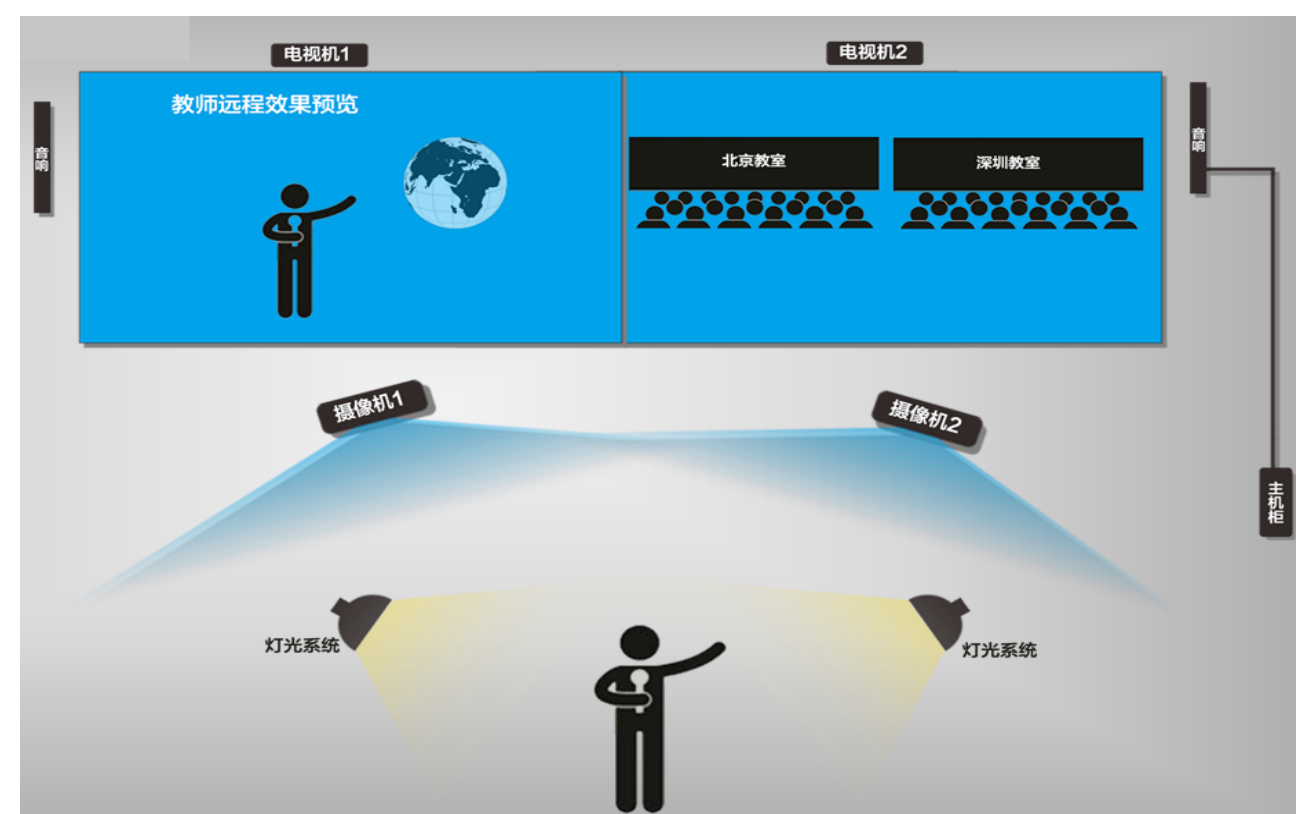


图 5-3 全息直播教学区示意图

• 全息讲台

全息讲台部署在听课教室，通过全息屏幕将传输过来的授课教师的影像数据呈现裸眼 3D 的投影效果进行显示，听课教室通过部署高清摄像机及麦克风，拍摄课堂上学生的情况，并即时传送到授课教师端实现互动教学。

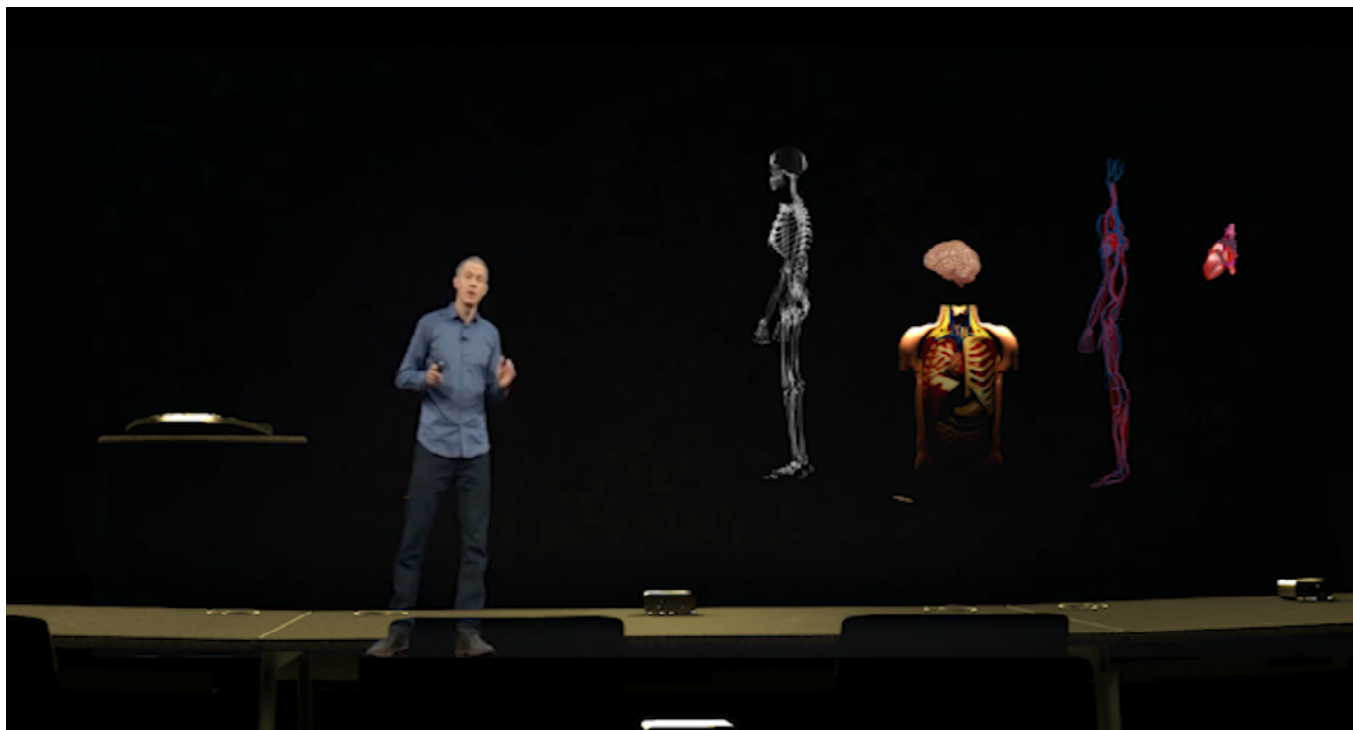


图 5-4 全息课堂效果图

(4) 关键技术点

• 高带宽、低时延

业务名称	通信需求		
远程全息课堂（按照 2 路 4K 视频 / 班计算）	上行速率	下行速率	传输时延
	80Mbps	80Mbps	100ms

• 移动性

远程全息课堂多用于大型讲座、大型公开课等场景，现有的有线连网方案大大限制了全息课堂的应用范围，并且有线连网存在建设周期长、成本高、灵活性差等问题，5G 的移动大带宽打破了远程全息课堂的地域

瓶颈限制，未来的远程全息课堂可实现随需随用，灵活开课。

5.1.2 互动教学

(1) 场景说明

5G 互动教学是在传统各种类型、各种布局的智慧课堂中，将其必要组成软硬件模块进行 5G 化处理，从原来的有线网络、无线 WiFi、蓝牙、Zigbee、NB-IoT 等网络承载，转变为高带宽、高速率、高安全、低延时，网络数据传输与服务于一体的 5G 网络承载，在安全可靠，稳定持续，响应速度，免维护等层面，带给学校师生全新的使用体验。



图 5-5 三种典型智慧教室场景

5G 互动教学的核心是智慧课堂中各个必要的硬件模块像手机终端一样进行 5G 化匹配。



图 5-6 智慧课堂全景图

如图所示，5G 化的硬件终端包括：

- 交互智能平板 / 记易黑板 / 一体化黑板等用于教师电子授课的交互大屏终端；
- 智慧学习笔
- 侧重课程常态化录制和播放，传递“名师优课”的常态化录播套装（包含了录播主机、摄像头、麦克风等）；
- 展现学校、班级文化风采，并支撑高考改革走班排课指引，实现走班考勤的班牌终端；
- 提升教师课堂教学互动效率的授课宝终端；
- 用于教师纸质教材展示及学生课堂生成展示的高拍仪 / 移动展台终端；

- 用于以学生为中心，翻转课堂、小组研讨教学场景的学生终端 / 反馈器。

(2) 方案价值

相较于传统智慧课堂，5G 智慧课堂通过各组成硬件终端的 5G 化，充分利用 5G 网络与生俱来的技术和业务优势，带给学校用户更快、更好、更流畅的体验：

- 网络承载统一，学校不再需要部署多种网络，所有电教终端均像手机一样，接入 5G 网络，开机即用。所有教学的后台应用都可承载于运营商的 5G 边缘云平台或者学校的 5G 边缘云平台中。安全更有保障，管理实现免维护。
- 超高带宽，保证了智慧课堂中的交互显示终端设备，信号传输及处理终端设备，不仅能够完美的再现 4K 级别的画面效果，还能够承载即将到来的 8K 交互终端设备，从而为师生带来清晰、自然、完美的显示呈现效果，还能保证智慧课堂的技术领先性。
- 速率更快，延时更低。保证了智慧课堂中常态化录播，在远程授课时，远端会场可以毫无延迟感知地体验到“名师优课”高达 4K 甚至更清晰的课堂画面。远程录播课堂时，多方交互以及更多方直播加入，也能够得到毫无延迟感的观看体验。

提升纸笔互动数据采集的高效、稳定、安全。利用 5G 网络的低时延、高速率，可以采集学生时时书写数据，老师可以即时观察学生答题内容和进度，帮助老师及时发现学生问题，掌握学生的理解程度以及思考过程；利用 5G 网络的高可靠性，可以保证数据采集与传输过程的稳定性与可靠性，为学生和老师带来更稳定、更丰富、更高效、更有价值的数据服务。

(3) 方案架构



图 5-7 5G 智慧课堂整体架构

5G 智慧课堂通过交互智能大屏、班牌、学生终端 / 答题反馈器、录播、授课宝、展台等硬件终端的 5G 化，在不同格局、不同类型的智慧课堂中，都可以实现如下功能：

• 信息化教学

课前：教师通过 5G 移动手机端进行移动备课。

课中：教师通过答题反馈器了解学生课堂测验数据，实时调整授课方式，提升课堂效率；教师通过分组式教学，将不同的教学内容分组推送，广播到不同学生小组的大屏上，便于学生研讨，建立协作意识，实现分层教学；教师通过手持、移动的 5G 授课终端，实现移动讲台式授课。教师可以随时调用部署在学校附近的 5G 边缘云平台上的课堂气氛小工具，如知识竞赛、分类对比、随机抽取等，让学生们在游戏化轻松的上课氛围中，集中注意力，提高学习效率。

课后：通过随时随地的网络接入，实现个性化辅导。

• 全过程教学评价

通过 5G 网络，同步记录教学过程中全场景（课前、课中、课后）学生书写笔迹，并将过程数据传输至 5G 边缘云平台，结合大数据分析及人工智能技术，将为不同用户（学生、家长、老师、学校管理者、教育部门领导等）提供更全面更客观的数据分析结果，有助于实现评价合理化、教学个性化、决策科学化以及教育均衡化。

• 集中管控

通过构建云管端的智慧课堂一体化解决方案，对所有 5G 终端设备进行统一接入控制，对设备状态、业务应用、日志数据等进行集中统一管理，并进行可视化呈现，为智慧课堂的稳定、安全、高效运行提供支撑。

(4) 关键技术点

依托 5G 网络的大带宽、低时延、大连接等特性，实现万物互联，打造智慧化教学环境，支撑智慧教学业务的开展。教学数据和学生信息部署在学校的 5G 边缘云上，减少了公有云泄露的技术风险。

5.1.3 AR/VR 教学

(1) 场景说明

基于 5G 的大带宽、低时延等特性，将 AR/VR 教学内容上云端，利用云端的计算能力实现 AR/VR 应用的运行、渲染、展现和控制，并将 AR/VR 画面和声音高效的编码成音视频流，通过 5G 网络实时传输至终端。通过建设 AR/VR 云平台，开展 AR/VR 云化应用，包括虚拟实验课、虚拟科普课、虚拟创课等寓教于乐的教学体验，将知识转化为数字化的可以

观察和交互的虚拟事物，让学习者可以在现实空间中去深入的了解所要学习的内容，并对数字化内容进行可操作化的系统学习。

相对于传统教育，AR/VR 教学可以解决诸多问题：

- 三维直观的教学内容和教学方式：借助 AR/VR 技术，学生们的课堂体验从 2D 跃升到 3D，不再是图书或黑板呈现出的平面内容，而是栩栩如生的三维内容。对动物、植物、日常用品等那些原本就是现实中可见的三维物体，学生们不需要再从平面 2D 形象中脑补 3D 形象；对于电波、磁场、原子、几何等那些抽象或肉眼不可见的内容，AR/VR 可以形象可视化的展示出来，有助于提升认知和理解。
- 互动性和参与性强：学生通过 AR/VR 学习实践时，不再是死记硬背，而是亲自体验学习内容，参与到教学中。在这个过程中，学生们可以联想起之前自己的相关经历，和以前学到的知识建立更深度的联系。AR/VR 教育诠释了“学习是一种真实情境的体验”的建构主义学习理论，让学生们亲自用眼看、用耳听、动手做然后自然的开动大脑去想。这就会充分调动学生的学习热情，从“要我学”变成“我要学”。
- 主动的交互式学习：在学习的过程中，学生可以随时暂停，或重复其中任何一个步骤，不用过分的考虑间断或反复学习给施教者所带来的压力。
- 游戏化教学：国内外很多研究已经证明，在很多学习情景下，游戏是一种快速有效的学习方式，是非常有效的。而 AR/VR 的可视化、互动性可以自然的设计出非常吸引人的游戏化教学内容，寓教于乐，从而大幅度提升学生的学习意愿、激发学习兴趣，提高学习效果。
- 减少教学中的风险：化学、物理、机电等学科在教学过程中需要动手操作和试验，具有一定的危险性。通过 AR/VR 技术进行虚拟实验，在获得同样效果的情况下大大降低教学中的安全风险。
- 促进教育资源平等化：AR/VR 可以实现不同地区的老师、学生聚集在同一个虚拟课堂中，达到体验真实、实时的互动。因此，很多北上广深的优质教育资源就能以非常低的成本倾斜到三四线、农村等教育欠发达

地区，让偏远的山区小学也能享受到名师的亲自指点。

鉴于 AR/VR 教学能够帮助学生对学习内容的理解，提升教学质量，通过打造云 AR/VR 交互式教学场景，针对难以讲解的教学场景、现实生活中无法观察到的自然现象或事物变化过程等，通过虚拟 + 现实方式，调动学生视觉、听觉、动觉等多感官参与课程学习，使抽象的概念和理论更加直观、形象的展现在学生面前，寓教于乐，提高课堂效率。

(2) 方案价值

将 AR/VR 教学内容上云端，利用云端的计算能力实现 AR 应用的运行、渲染、展现和控制，并将 AR/VR 画面和声音高效的编码成音视频流，通过 5G 网络实时传输至终端。为了满足业务的低时延需求，采用边缘云部署架构，将对时延要求高的渲染功能部署在靠近用户侧，这样业务数据不用传输到核心网，而是直接在边缘渲染平台进行处理后传输到用户侧。基于 5G 的边缘云部署方案有效解决了传统方案中网络连接速率和云服务延时的突出问题。

(3) 方案架构

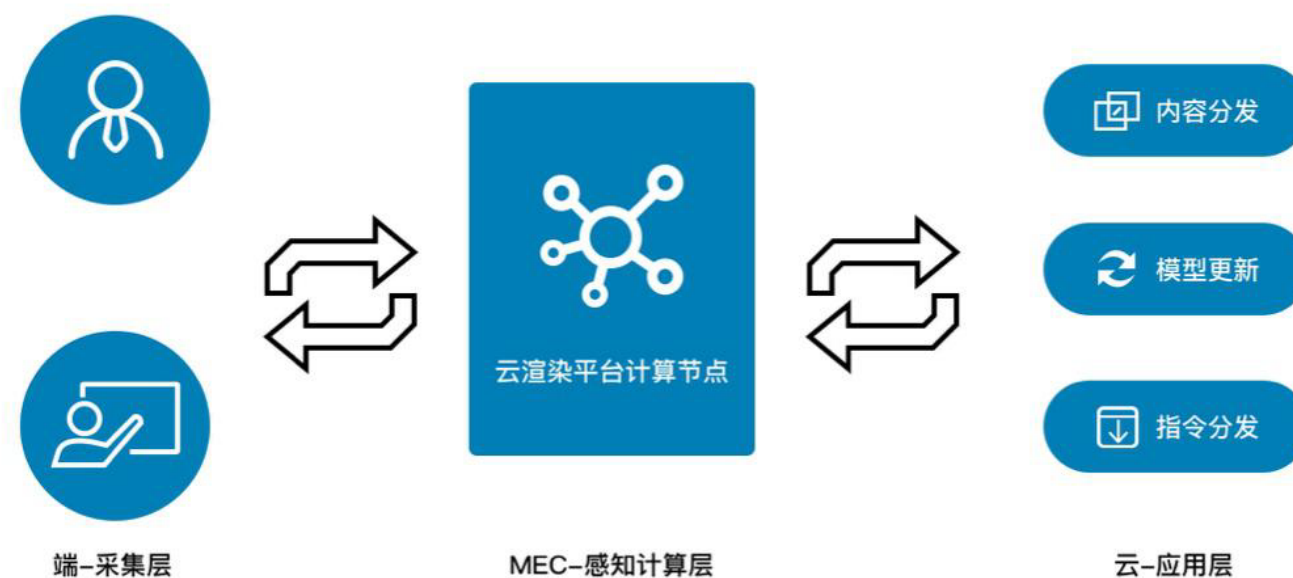


图 5-8 云 AR/VR 整体架构

在采集层，交互终端采集原始视频并传输到就近的 MEC 边缘节点；终端直接通过网络从 MEC 边缘节点获取渲染之后的内容；

在感知计算层，MEC 汇聚节点内置来自云端下发的 AR/VR 渲染模型及参数，完成对原始 AR/VR 流的汇聚和模型计算，并获取结构化特征信息；

在应用层，中心控制平台可根据来自边缘节点上报的特征信息，全面统筹规划形成决策，还可按需实时调取原始 AR/VR 流进行模型的训练优化，并通过内容和指令的分发，使边缘计算节点获取渲染所需的模型获原始素材。

其网络结构图如下：

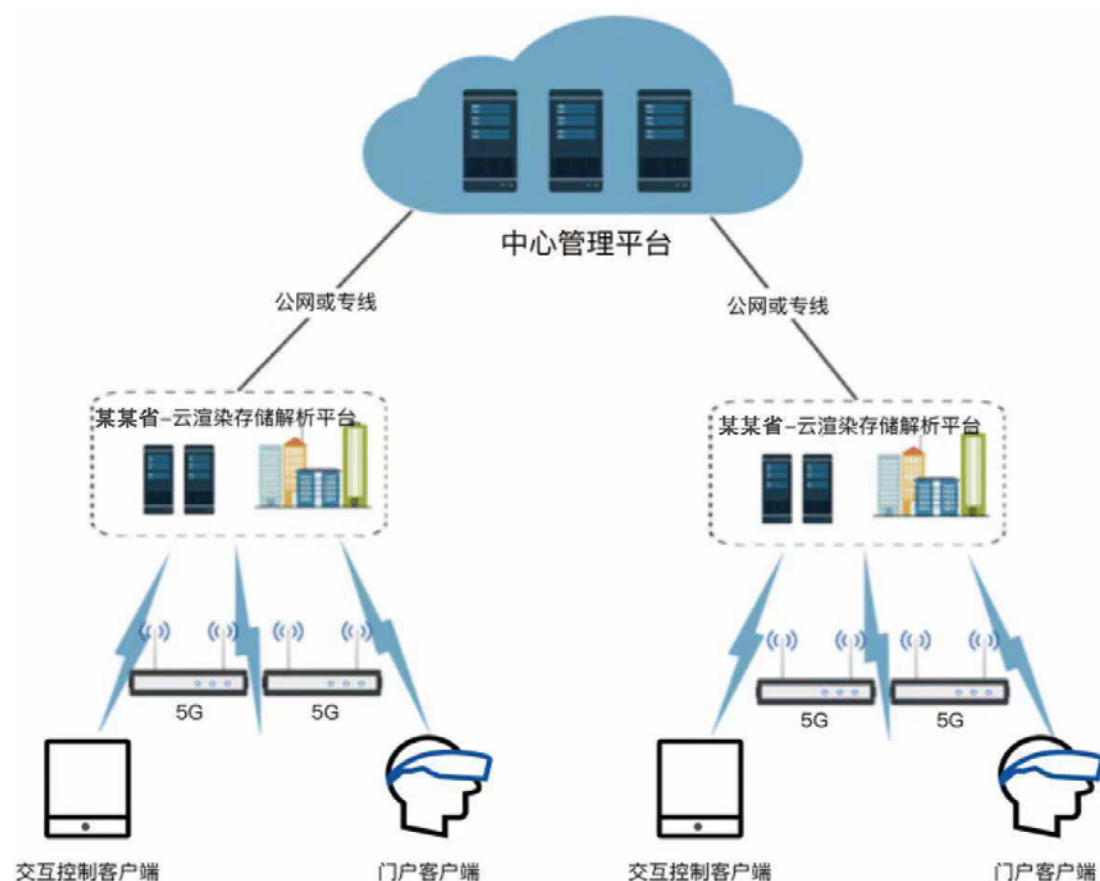


图 5-9 基于边缘云的云 AR/VR 部署架构图

整体网络结构形成云管端协同的端到端的技术架构，通过将网络转发、存储、计算、智能化数据分析等工作进行分发分端管控，降低响应时延、减轻云端压力、降低带宽成本，并提供全网调度、算力分发等云服务。

(4) 关键技术点

基于 5G 网络的 AR/VR 内容边缘云端渲染技术是本方案的关键技术点，将 AR/VR 内容部署在边缘云服务器中渲染，用户终端通过 Web 软件或者直接在本地的程序中借助 5G 网络接入访问资源，指令从用户终端中发出，服务器根据指令执行对应的渲染任务，而渲染结果画面则被传送回用户终端进行显示。

5.2 教研

教研是教师工作和专业发展的重点，其根本目的是以教学质量提升为基本目标，探究促进该过程的方法和策略，并挖掘和改进自身已有的不足。在真实的教研场景中，5G 可以针对传统教研过程单一的问题提供如下解决方案：提供远程的听评课支持，促进跨区域的、智能化的教学改进交流；提供虚拟和沉浸式的教研活动，促进教研的高效开展。

5.2.1 远程听评课

(1) 场景说明

5G 远程听评课是在传统基于录播的远程听评课系统下，将录播终端 5G 化，基于 5G 移动网络来实现近端教室进行名师授课，远端教室进行互动、旁听，以及点评，促进教学反思，提升教学水平的 5G 教育应用。

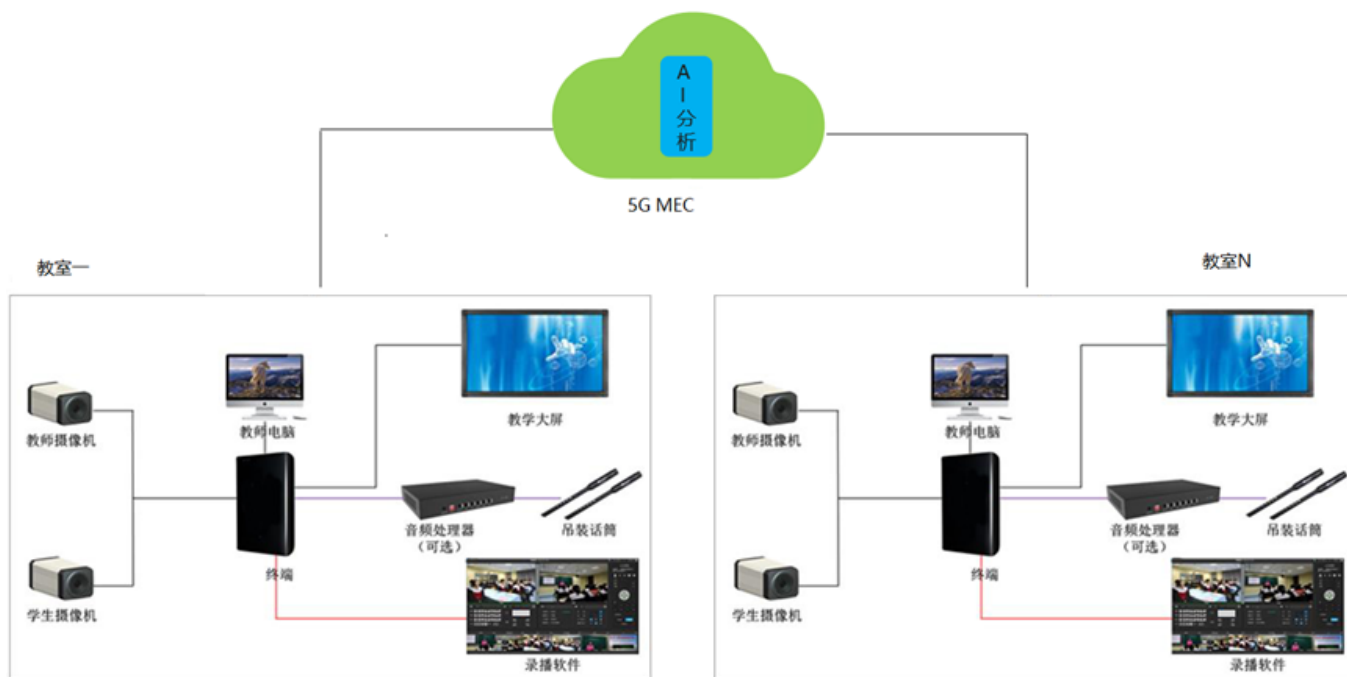


图 5-10 远程听评课部署示意图

5G 远程听评课的核心是 5G 常态化录播终端和 5G 的强大计算能力和 AI 分析能力，包括：

5G 录播主机（包含了导播策略，显示触控一体化）

5G 摄像头（支持 4K 分辨率，智能算法保证分镜头画质）

5G 话筒（用于声音采集）

5G 音箱（用于音频扩声）

以及存放于运营商的 5G 边缘云平台或者学校的 5G 边缘云平台中的听评课服务应用。

(2) 方案价值

相对于传统承载于有线网络、WiFi 网络环境下的远程听评课，5G 远程听评课在响应速度、画质、反馈时效、评价有效性上都有了巨大的提升：

- 5G 网络具备的超高带宽，超低延时，可以充分保障远端的听课教师能够看到流畅、高画质的教学画面，从而不错过任何一个细节，保证评价的客观性和准确性；

- 5G 网络的统一接入，使每一个常态化录播的终端都相当于一个移动终端，接入网络更加快捷，安全管控更有保障，大幅降低了教师的使用难度，和学校 IT 管理者的管理和维护难度。

- 5G 远程听评课除了能够按照国家相关听评课标准模板来进行评价评价外，还支持视频和电子课件进行切片化的绑定，不仅能够让学生快速找到关键知识片段进行复习，也可以让听课教师和学生一起针对性做精准的评价点评，从而让授课教师教学反思的改进有客观依据和直观建议。

- 结合 MEC 具有的 AI 能力实现课堂实时分析和评测，可以针对师生教学行为进行智能分析，生成课堂教情数据，将课堂教情数据和教研员经验评课的内容映射到统一的教学评价量表中，自动生成教师教学的能力矩阵，通过能力矩阵直观地发现教师在哪些方面比较突出，哪些方面有待改

实现精准教研应用。

(3) 方案架构

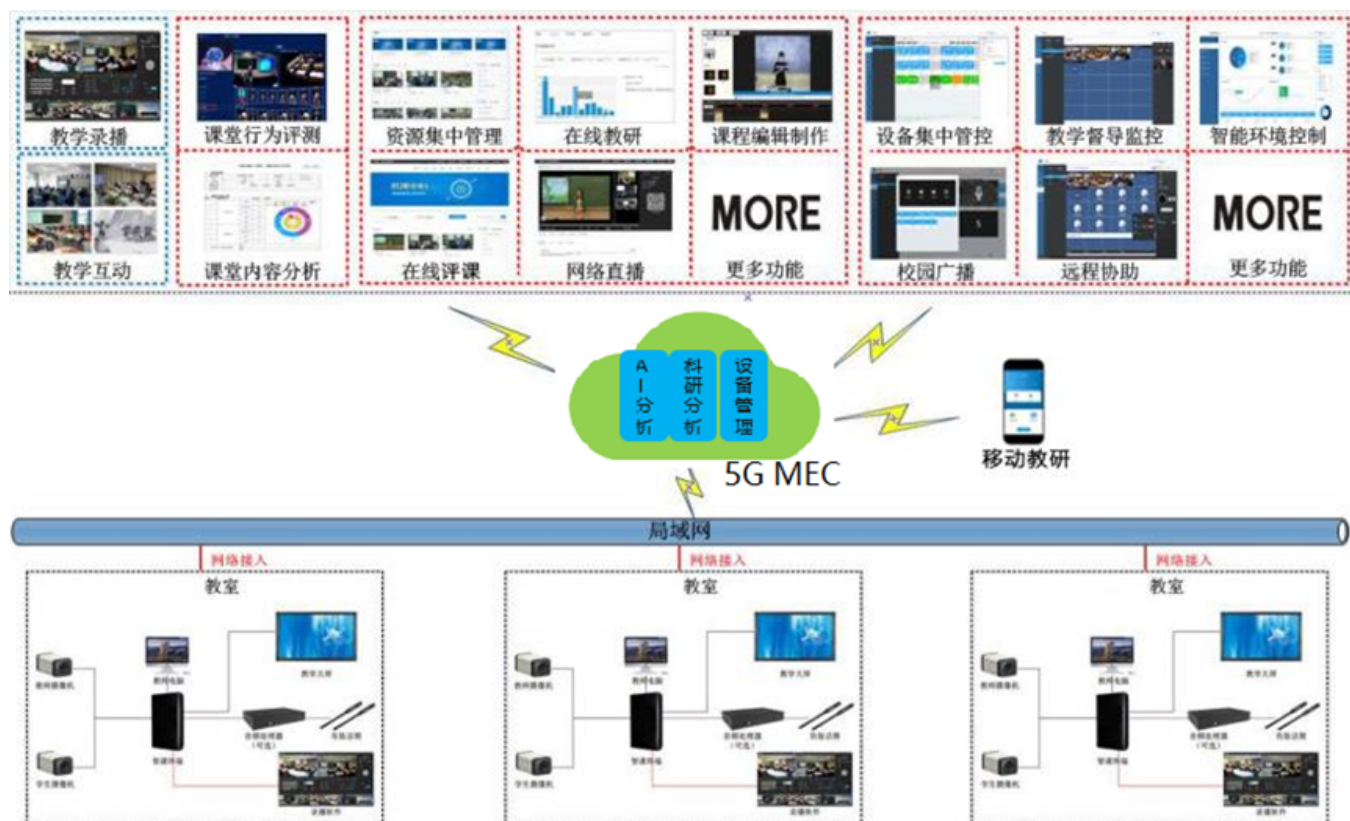


图 5-11 5G 远程听评课整体架构

远程听评课系统架构主要分为两部分，底层为教学录播系统的建设，用于采集优质的教学音视频资源，上层为平台建设，用于远程在线听评课，完成教学教研任务。

5G 远程听评课在 5G 常态化录播终端的支撑下，在远程录播课堂、双师课堂、智慧课堂专递等校园场景下，均可实现如下功能：

• 流畅听课

基于课表操作，教师只需要点击课表即可方便快捷的开启远程听课，操作充分尊重教师既有使用习惯，同时，支持多方参与下的高清实时课堂互动；

• 自由评课

支持将动态视频和电子课件二合一的听课资源进行切片打点处理，并支持教师和学生针对性地进行精确评价。

• 完美对接班级文化

授课动态视频，可及时输出给班牌，实现无感巡课。

• 集中控制

通过构建云管端的远程听评课一体化解决方案，对听评课业务的所有 5G 终端设备进行远程开关统一接入控制，对设备状态、业务应用、日志数据等进行集中统一管理，并进行可视化呈现，为听评课的稳定、安全、高效运行提供支撑。

(4) 关键技术点

依托 5G 网络的大带宽、低时延、大连接等特性，实现万物互联，打造智慧化教学环境，支撑听评课业务的开展。

5.2.2 在线巡课

(1) 场景说明

随着计算机多媒体技术、网络技术、音视频处理等为代表的新技术的不断更新，推动了教学手段现代化进程。学校基于网络的音视频录制、点播、管理成为学校多媒体教学应用的一项重要需求，在网络已经普及到每个班级的情况下，如何通过教室内的音视频设备完成远程巡课及在线教研成为学校网络普及之后一项新的需求。

通过在线巡课系统可实现以下目标：

- 教学反思，提升教学水平：教师可进行在线学习，进行教学反思，提升教师教学水平。
- 远程巡课，规范教学行为：通过远程巡课功能，规范教学行为，同时可远程评估教学效果，巡课过程中可进行记录点评，以便后期使用。
- 教室监控，辅助教学管理：通过教室多画面无死角监控，可以记录教室突发情况，辅助校园管理。
- 远程教研，提升教研质量：通过基于手机 APP 或 web 方式远程观摩，实现远程教研，打造更便捷、更高效的新型教研方式。通过远程教研功能可进行在线点评，也可以实现远程文字互动，教师无需到教室也可以进行教研。
- 考场监控，提高监考质量：通过常态化录播可实现考场监控功能，实现远程监考、考场录像等应用。考场监控功能有效代替了传统监控系统，同时还可以兼容已有校园监控，把校园监控的画面接入到集控平台中统一管理。
- 开放课堂，促进家校合作：通过开放课堂，打造人人皆学、处处能学、时时可学的泛在学习环境。同时增强家校之间的合作，拉近家长与学校间的距离。

(2) 方案价值

结合 5G 技术，在线巡课可实现以下技术提升：

- 摄像机、音频设备内置无线模块，无需终端主机，即可实现音视频的直接传输，部署更简单。
- 摒弃本地服务器部署，采用云端巡课平台方案，节省学校硬件设备成本；
- 提升巡课图像质量，规避网络延时、网络阻塞带来的不良影响，提供更优质的巡课效果。

- 区域内网络互通，实现省、市、区、校整个机构间的在线巡课应用，整个区域内通过部署一套巡课系统即可实现全部人员、全部设备的巡课，使在线巡课范围更广。
- 实现不同厂家间设备互通，规范通讯协议，实现不同厂家的巡课设备接入。
- 增强移动端的应用，使手机巡课更普遍，实现时时巡课、处处巡课。
- 深化巡课端与教室端产的连接，实现突发情况下的巡课喊话，实时对讲等功能。

(3) 方案架构



图 5-12 在线巡课系统架构图

整体方案包括三个部分：常态化录播教室（巡课音视频信号来源）、用户（含管理者、电教老师、普通老师、学生、家长等），应用平台（资源存储服务器、巡课及资源应用平台）

(4) 关键技术点

利用 5G 的高带宽、低延时特性，打造 4K 高清的在线巡课体验。利用 5G 网络的边缘计算能力，教育局领导、校长、校务可随时通过移动终端进行流畅的在线巡课体验，解决 4G 时代画面清晰度不足，视频卡顿的问题。

5.3 教管

教育管理涵盖了多个方面的内容，一方面教育管理包含与人、资产相关的安全方面的管理；其次包含了与教学、考试安排相关的教务管理；此外包含了关于学校设备的智能管控。传统的教育管理中，由于网络处理能力的限制，上述内容多依赖人工，相对繁琐，5G 支持下上述服务将更好地运用高清视频识别、智能感知等技术优势，从而变得更加高效。

5.3.1 校园安防

场景一 校园智能监控

(1) 场景说明

围绕学生的学习生活轨迹，从离 / 到家轨迹跟踪、校车人脸识别、到 / 离校门口无感人脸考勤、校园边界视频监控预 / 告警、学生校内活动监控、食堂“明厨亮灶”监控等学生出行、活动、饮食安全各环节进行跟踪、视频监控、AI 分析、预警服务，为学生提供 360 度全方位、全过程、全天候的安全保障服务，让家长及时了解孩子位置、在校表现；为学校管理提供强有力的安全管理手段，使得安全隐患前置化、隐患排查精细化、

隐患处置数据化、打造安全的学习环境；为教育主管部门日常监管提供直观、可视的监督工具。



图 5-13 路线监控示意图

(2) 方案价值

• 云化平台，统一管控

平台采用云化部署，云端对监控设备、学生定位终端统一管理，属地教育主管部门大屏接入，实现学校安全监控的时时把握。

• 云端部署，维护更简单

平台采用云化部署，教育主管部门、学校现有设备复用，降低了使用单位的建设和运维成本。

• 边缘计算，AI 异常事件分析

边缘 MEC 对监控视频进行处理和智能分析，识别各类异常事件，及时提供预告警服务。

• 边缘分发，就近用户提供视频流

边缘 MEC 进行分权分域视频流分发，降低互联网网络带宽需求。

•5G 高带宽，多路高清流接入

教育主管部门监控大屏任意切换展示多路全高清视频，可随时查看辖区内各校监控视频信息。

(3) 方案架构

基于学校及行政级别构建学校、区县、地市、省的多级平安校园管控平台，按地域行政机构将各县市校园监控视频统一接入，采用分级权限方式管控，按用户孩子所在学校、班级提供 App、H5 多渠道业务订购、监控视频高清直播。

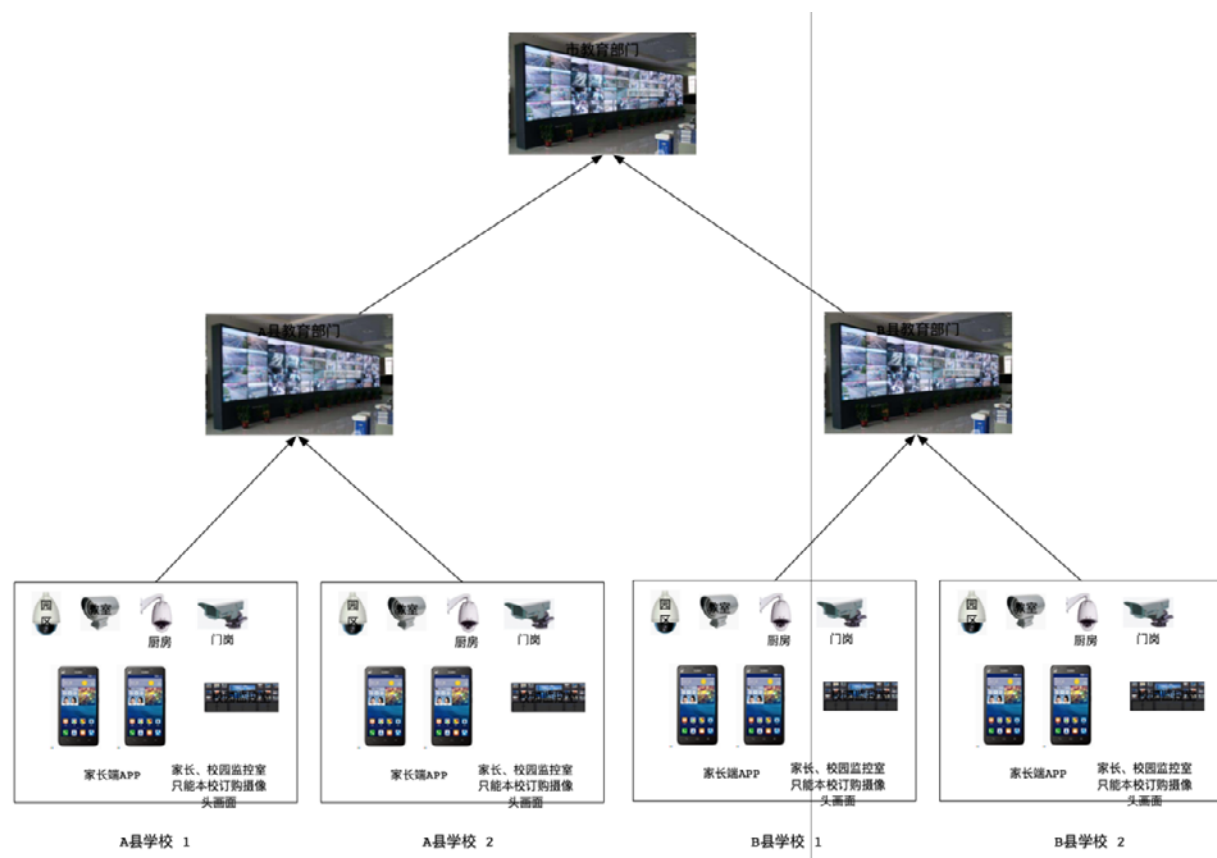


图 5-14 视频监控示意图

学校：校内监控大屏、客户端观看本校所有摄像头视频；

家长：孩子电子学生证实时跟踪孩子活动轨迹；在系订购孩子所在学校的视频直播业务，如对应教室、操场、厨房；

各级教育主管部门：调取观看各区域内所有学校高清监控视频。

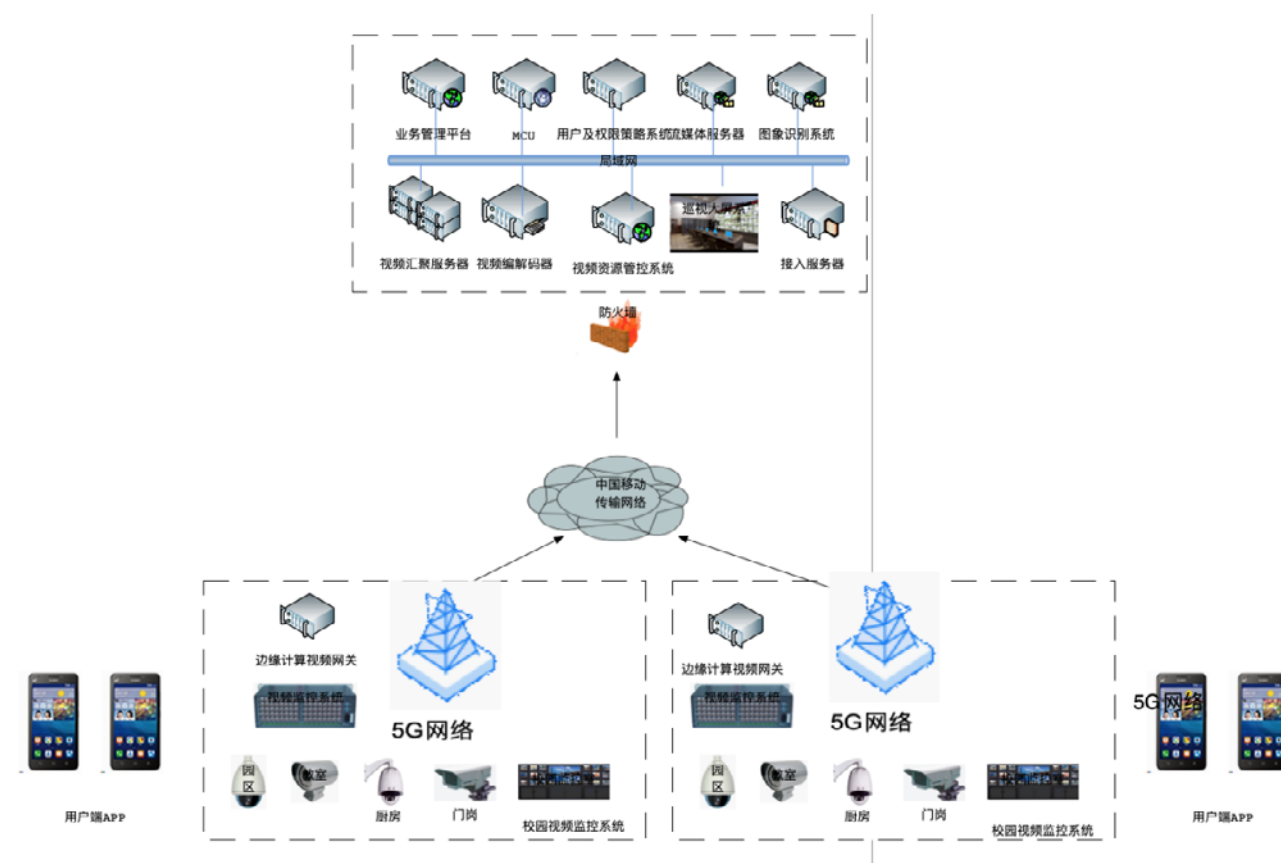


图 5-15 监控系统架构图

业务管理平台：整个系统的核心模块，负责其他各个子模块、子系统接入、资源协调、管理、监控，业务流程处理等；

校园边缘计算网关：基于边缘计算的校园监控视频汇聚处理网关，将校园内监控摄像头采集的视频汇聚、预处理、识别并转发到集中平台，同时提供给校园内播放客户端。

MCU: 将多路视频按照用户的布局需求合成到一路视频, 实现在大屏显示;
用户及策略管理系统: 系统用户账号 (注册、审批、权限管理、角色管理), 用户及摄像头对应关系, 计费管理等;

流媒体服务器: 实现将校园监控摄像头的视频转发给 App、H5、监控大屏等客户端;

图象识别: 基于人工智能的图象视频系统, 采用深度学习与机器学习技术, 可实现将摄像采集的图象进行分析、识别, 可基于视频技术提供人脸布控、内外部人员监测、风险预警、智能门禁、车牌识别等;

视频汇聚服务器: 实现将将所有摄像头的视频统一接入;

视频编解码器: 实现各种格式摄像头不同音视频编解码格式转换, 以实现大屏、家长 App 等终端使用相同的格式播放; 根据客户端网络需求, 实时动态调整视频分辨率、码率, 以适应客户端能够流畅播放;

视频资源管理系统: 负责所有校园摄像头资源的统一管理, 包括摄像头添加、删除、账号管理、参数配置;

监控大屏系统: 实现各级教育主管部门、学校大屏展示功能, 包括多路视频同屏显示、切换;

接入服务器: 负责客户端 App、H5 业务、孩子定位终端设备的统一接入;

(4) 关键技术点

边缘计算, 视频 AI 分析, 大量视频源管控 (接入、转码、转发、分发)

场景二 云端安保机器人

(1) 场景说明

近年在各地的学校发生多起盗抢骗和校园暴力事件, 加强校园的安全防范管理, 成为了学校管理者重点考虑的问题。现在的校园网络系统完善, 全面覆盖了教学区、办公区和生活区。在社会治安日趋复杂的现实状况下, 如何有效保障校园师生及工作人员的生命财产安全, 如何通过更灵活的监控管理系统开展校园及周边治安秩序整治工作, 严厉打击盗窃、敲诈、抢劫师生财物、侵害师生人身安全的各类违法犯罪活动, 杜绝校内杀人、抢劫、纵火、爆炸和入室盗窃等重大刑事案件以及火灾事故的发生, 保障学校正常教学秩序是校园安全在管理中必须面对的问题, 也是平安校园建设中首先要考虑到的问题。

这一切治安管理问题的预防和解决, 都有赖于打造一个现代化的灵活机动安防技术防范系统。因此, 平安校园系统的推广和应用, 为校园的安全防范管理带来了完善的解决办法, 平安校园系统因为其集成安全防范、防盗报警、综合管理等多项功能, 有力地保障了学校广大师生的人身安全, 降低了各类治安事件的发生。

(2) 方案价值

本方案基于 5G 网络将云端安保机器人、无人机与固定摄像头有机组合, 建立灵活机动的天地一体化无“死角”监控应急指挥系统。采用机器人、无人机相配合的方式, 一方面弥补了固定摄像头死角, 另一方面实现 24 小时无间断巡逻 (加强了安全威慑能力), 同时借助先进的人工智能后台, 丰富安保任务内容, 提高了工作效率。

安保机器人以机器人智能本体为载体, 依托云端机器人智能大脑技术, 大幅提升它的认知能力, 包括在人脸识别、车辆识别等物体识别能力和自然语言交互能力, 在复杂场景下引入人工客服 (HARI) 进行辅助处理的能力; 从而完成包括: 室外导航和避障等行走能力, 听、说、看

方面的音视频交互能力。同时安保机器人系统需要具备无人机的起停等控制指令发送，起停坐标、目的区域和巡航路径数据发送、无人机空中拍摄视频数据回传接收等功能。方案包括如下两部分内容：

校园安保巡逻监控场景：每个安保机器人都能够替代保安，实现校园无盲点自主巡逻监控、环境监控、身份识别、车辆识别管理、校园服务、语音交互和高清视频对讲七个场景的应用服务。以 5G 网络融合云端机器人的方式为校园安保提供高效、智能的业务支撑，一方面节省保安人力，另一方面增加安全性。

火灾应急救援场景：在校园某处突发火灾时，安保机器人第一时间抵达火灾现场，采集火灾现场视频，发生高层建筑物火情时，机器人命令无人机起飞至火灾发生地点，通过无人机实现空中视频采集；消防指挥人员抵达现场，机器人通过面部识别技术识别出总指挥员，上前汇报火情，同步打开胸前屏幕，播放火灾视频及消防点位置、消防员到场、被困人员资料、行动建议等信息。在本场景中，安保机器人起到了消防前哨和火灾前线指挥决策支持助手的作用，能够第一时间采集火情数据，分析、汇总火情信息向指挥员汇报，以便前线指挥员及时掌握火情信息，做出救援部署安排决策。

(3) 方案架构

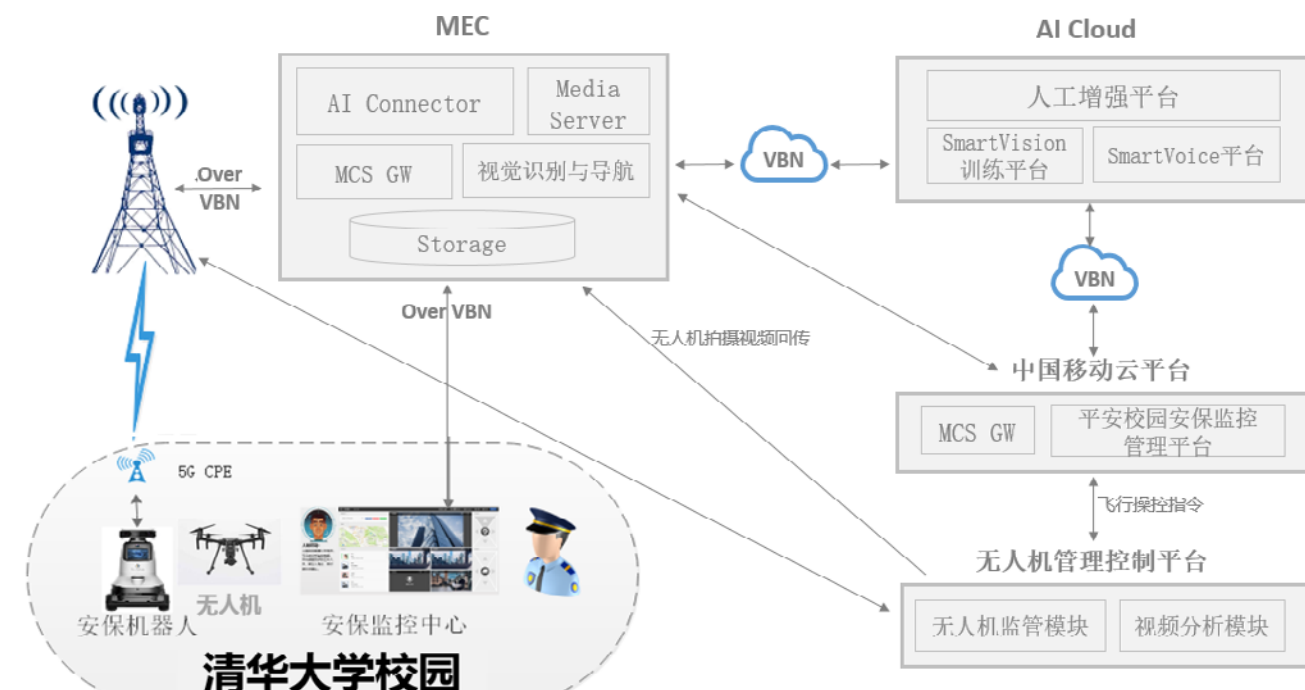


图 5-16 5G 平安校园应急指挥平台网络结构图

在平台层面，为了在方案中发挥 5G 网络架构的特性，最大限度降低终端的网络延时，平台架构采用了云端 + MEC 边缘节点部署的方案。如图 1 所示，AI 云平台部署人工增强平台、AI 训练平台、AI 平台（NLU）这类对实时性要求不苛刻或可批量集中计算的模块；移动云平台部署平安校园安保监控管理平台，支持未来以多租户形式向不同的校园客户提供产品和服务；MEC 边缘节点部署人工增强 Connector、Media Server、MCS GW、视觉识别与导航及存储系统，涉及对网络时延要求高的功能模块、所依赖的存储系统、架构依赖的网络连接模块等。各模块功能说明如下：

AI Connector：机器人接入及智能服务能力鉴权。

Media Server：音视频流分发及存储。

Storage：保存机器人相关运行数据，如监控视频。

MCS GW：建立机器人与云端服务之间的安全通道及设备的安全认证。

VCN：即虚拟骨干网络，为机器人与云端平台之间提供安全可靠的机器人专网。

视觉识别与导航：提供机器人基于视觉的识别与定位导航服务，包括人脸识别、车牌识别、视觉定位及路径规划等。

人工增强平台：即人机融合智能运营平台，作为机器人的云端智能“大脑”，提供前端机器人各种技能服务，涉及机器视觉服务、自然语言理解服务、机器人行走与动作的控制服务，以及通过学习训练不断增强机器智能。

平安校园安保监控管理平台：提供各种角色的操作人员对机器人的远程监控、远程控制、安保业务流程等管理功能。

AI 训练平台：提供通过学习训练不断增强机器智能的平台。

AI 平台（NLU）：提供自然语言理解、人机对话等功能。

功能方面，云端安保机器人系统综合运用人工智能、深度学习、物联网、云计算、大数据等技术，通过安保机器人的动态智慧巡检，实现环境感知、动态决策、行为分析和报警装置，具备自主感知、自主行走、自我保护、互动交流等能力，可帮助人完成基础性、重复性、危险性的安保工作，推动安保服务升级，同时集成传统安防系统静态不间断监控，动静联防，降低安保运营成本的多功能综合智慧解决方案。

（4）关键技术点

•5G 网络要求

本方案需要将安保机器人（两台并发，一台备用）视频、传感数据上传至云端平台，并将机器人、无人机等控制指令及时传递到前端，上行带宽累计需要约 200Mbps，控制指令时延不高于 40ms，详情参考下表：

功能	上行速率 (Mbps)	下行速率 (Mbps)	网络时延 (ms)
安保机器人高清视频监控数据	≥ 40Mbps	≥ 10Mbps	≤ 20ms
安保机器人定位图像数据	≥ 140Mbps	≥ 10Mbps	≤ 20ms
安保机器人热成像数据	≥ 2Mbps	≥ 1Mbps	≤ 200ms
安保机器人语音数据	≥ 1Mbps	≥ 1Mbps	≤ 200ms
安保机器人其他	≥ 1Mbps	≥ 1Mbps	≤ 200ms
无人机 4k 单路视频采集	≥ 15Mbps	≥ 1Mbps	≤ 80ms
无人机远程控制信令	≥ 1Mbps	≥ 1Mbps	≤ 40ms
5G 速率需求 (合计)：本地方案	≥ 200Mbps	≥ 25Mbps	

•MEC 部署

为了最大限度降低终端的网络延时，平台架构采用了云端 +MEC 边缘节点部署的方案。如图 1 所示，AI 云平台部署人工增强平台、AI 训练平台、AI 平台（NLU）这类对实时性要求不苛刻或可批量集中计算的模块；移动云平台部署平安校园安保监控管理平台，支持未来以多租户形式向不同的校园客户提供产品和服务；MEC 边缘节点部署人工增强 Connector、Media Server、MCS GW、视觉识别与导航及存储系统，涉及对网络时延要求高的功能模块、所依赖的存储系统、架构依赖的网络连接模块等。

• 云端智能平台

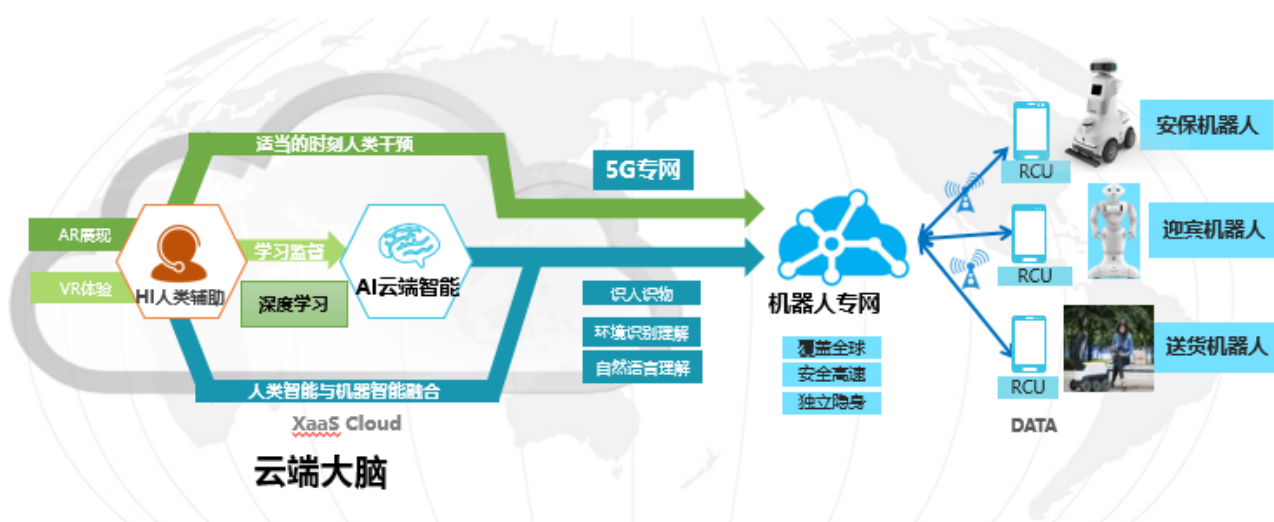


图 5-17 云端智能平台架构

云端机器人智慧 HARI (Human Augmented Robotics Intelligence) 是通用型人机结合的云端机器人脑，为机器人应用提供场地学习与定位、路径规划与避障、人脸识别、物体识别、自然语言处理、大数据分析、基础信息等多种通用服务。HARI 通过基于深度学习的 AI (Artificial Intelligence) 来解决机器人应用中 90~95% 的一般问题，再辅以 HI (Human Intelligence) 来解决 AI 无法处理的 5~10% 的特殊问题。

智能判决模型使得机器人云端智慧能够成为一个高效稳定可靠的系统。因此，HARI 架构必将是全球首个可运营的机器人云端大脑架构，为机器人本体提供高智商和无差错的云端智慧服务，实现高效率和高可靠性的完美统一。

HARI 的架构设计使得机器人之间知识分享的过程就是形成从机器人到云，再从云到机器人的信息闭环。这样一个知识分享过程，不仅存在于同类机器人之间，而且可以存在于不同的机器人之间，甚至是无人机、自动驾驶汽车等各种智能设备之间，最终的成果就是构建一个万物互联、万物分享的超级云端智慧大脑。

• 云端安保机器人

机器人智能本体为载体，搭载无人机，依托云端机器人智能大脑技术，大幅提升认知能力，包括在人脸识别、车辆识别等物体识别能力和自然语言交互能力，完成包括：室外导航和避障等行走能力，听、说、看方面的音视频交互能力。

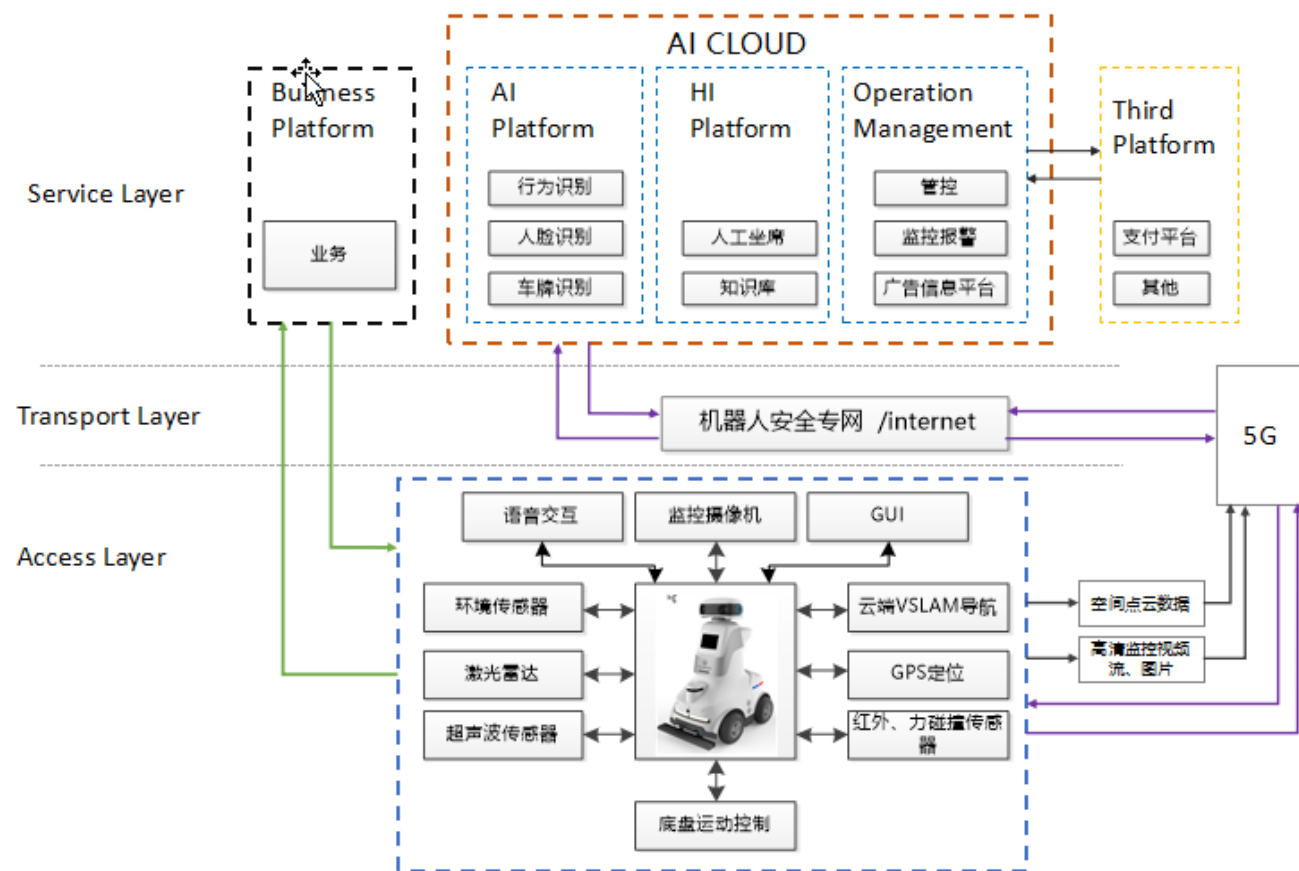


图 5-18 云端安保机器人整体架构

5.3.2 装备管理

(1) 场景说明

5G 装备管理的核心是对所有构成智慧课堂的 5G 化电教终端进行统一管理、可视化呈现。



图 5-19 装备管理示意图

装备管理分为校园设备控制，和跨学校的区域设备管理。

(2) 方案价值

教育信息化的持续发展，导致校园中各类信息化装备种类繁多、数量众多，部分学校由于培训不到位、监管不到位、意识不到位，出现出巨资购买信息化装备，但却从来不使用的尴尬状况。

缺乏统一的装备管理工具，让学校教师无法有效、有序、有力地使用信息化装备，学校及教育局等相关领导也无法即时获取到信息化装备的使用状况，缺乏做后续教育信息化投入决策的依据。

5G 装备管理，对后续教育信息化建设中采购的所有 5G 电教终端，进行统一管控、远程操作、可视化呈现，指引教师用好电教装备，告知学校管理者教师的信息化应用水平和电教装备的使用率，为区域教育局管理者提供决策的分析依据。从“控、管、看”三个层面，实现班级、学校、区域的电教装备的统一管控。

(3) 方案架构

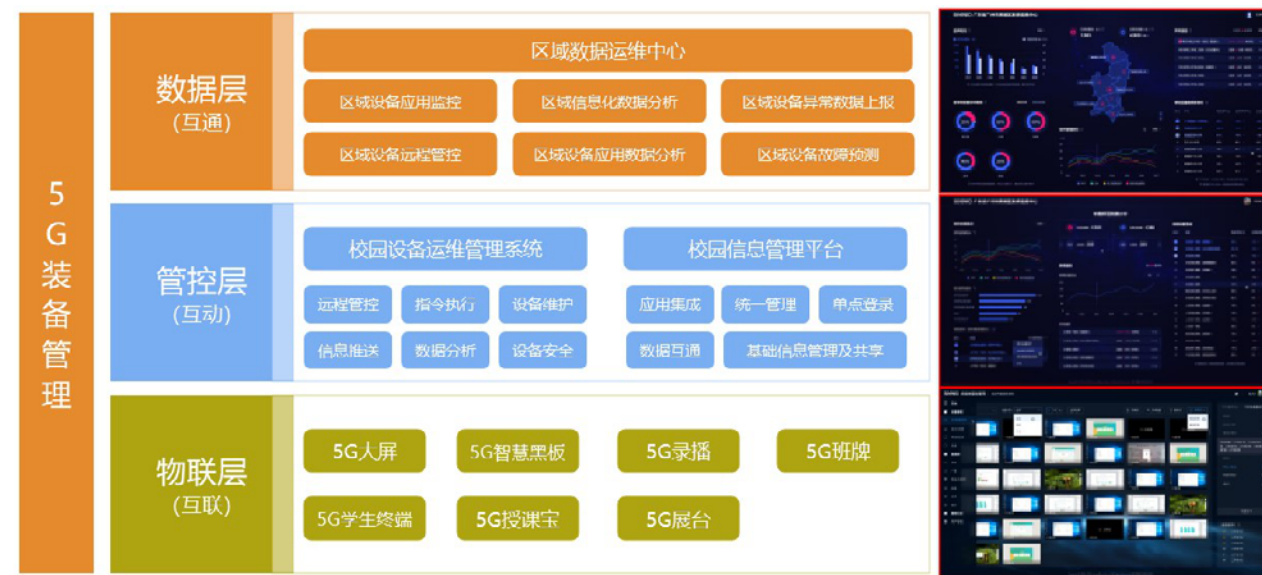


图 5-20 装备管理架构图

5G 装备管理，由物理层，管控层和数据层组成整体系统架构。

• 在校园控制方面，可以实现：

校园所有 5G 电教终端的远程监控，如设备的开关状态，核心元器件 CPU、内存等的使用负载，设备工作温度等；

校园所有 5G 电教终端的远程、定时开与关，支持电教老师随时随地，通过任何设备（包括 5G 移动手机终端）实现控制；

校园所有 5G 电教终端的使用频率，健康排行，应用偏好等数据的统计与呈现；

在校园所有带有屏幕的 5G 电教终端上，插播紧急文字通知，直播音视频，实现应急通讯保障；

对校园中 5G 电教终端的教学电脑模块，可以做冰点还原的定时保护，定期清理病毒隐患和威胁，保证教学的健康持续；

对校园中的 5G 教学电脑模块，可以实现远程桌面控制，便于 IT 管理员快速进行配置指导或者故障排查。

- 在区域层面，可以实现：

对区域辖区内的多个学校的电教终端进行品牌分布统计；

对区域辖区内的多个学校的电教终端进行使用率和故障率统计；

对区域辖区内的多个学校的电教终端进行班级使用排名；

对区域辖区内的多个学校的电教终端的应用偏好进行统计；

以可视化直观图示的方式，做上述多维装备数据的有效呈现，用于领导决策。

(4) 关键技术点

5G 装备管理的关键技术点为智慧课堂、校园中的各类硬件组成模块：5G 交互智能大屏，5G 智慧黑板、5G 录播、5G 班牌、5G 学生终端、5G 授课宝、5G 展台等，均需要配置 5G 模块。

5.4 评价

本节的评价主要指对学习者的评价，评价涵盖了整个学习过程，传统评价以学习者个体的知识评价为主，而由于数据分析能力的限制，只能提供二维的报表；而学习是学习者全面发展的过程，在 5G 支持下，教育评价将可以通过多元、多模态的数据采集技术，获取更加复杂的音视频、测试、体质健康等方面数据，通过边缘服务器的分析功能为学习者提供立体的、多元的、复杂的评价。

5.4.1 学习过程评价

(1) 场景说明

学习过程评价是对学习者在教学或者自主学习开展过程中表现出的对学习结果产生影响的环节或行为的评价；学习过程的评价与传统的总结性评价相对应，总结性评价以学习者学习完成后最终测试或作品的评价作为学习者参与学习任务的总评，在此过程中可能忽略了学习者个体的参与性信息，造成了评价缺乏全面性。而学习过程评价则是通过对学习和在线或者线下学习过程的观察，采集全方位的数据，发现其参与学习的行为模式、挖掘其完成任务的思维过程，实时发现问题解决过程中遇到的问题，进而可以通过多元、多样的形式对其进行即时的、精准的评价和干预手段制定。

(2) 方案价值

传统的网络环境下的学习过程评价，由于传输速度和带宽的限制，其数据采集和呈现形式相对单一，难以从学习者全学习过程、立体的多维数据关注其学习问题和特征，也不能以多样化的、交互式的形态为其提供评价后的引导和干预，使得评价效果多流于浅层的报告展示，缺乏深层次的剖析和引导。5G 网络环境凭借其高带宽、高速率、低时延、边缘计算等特性，使得单位时间和网络单元中可以采集和传输更全面的学习过程数据，进而可以结合大数据分析技术、自然语言处理等技术实现对学习者问题的实时诊断，同时结合 AR/VR/ 全息投影等技术实现对学习者评价报告的多维立体展现和交互式干预方案的提供。

(3) 方案架构



图 5-21 学习评价架方案构图

关于 5G 支持的学习过程评价，其基本架构如图所示，主要包括四个层次，运用到 5G 网络传输、AI 智能识别、AR/VR/ 全息成像等技术，实现了多模态学习数据的即时、全过程采集，对多模态数据的处理与融合，基于全过程数据的需求分析和评价报告呈现，基于评价的干预和诊断。

多模态学习数据的采集：5G 时代学习者学习过程数据的采集更加多样化，不仅是传统的测试、操作数据，还要包括音视频数据、交互数据、情境数据以及体质健康数据。而上述数据由于形态和特征不同，其采集方式也不同，因此本层主要实现了在 5G 网络支持下，基于为不同的数据的特征设计多通道的采集方式，使得数据可以高效获取并传输到数据处理与融合层。**数据的处理与融合：**由于采集的多模态数据是学习者学习特征的体现，为将这些表面化的特征转换为学习者的学习规律和评价数

据需要对上述数据进行处理与融合，其中处理主要包括对数据的清洗、向量化、以及标准化。基于上述操作，实现了对不同类型的数据的统一的分析。

全场景需求分析与立体评价报告：全场景需求分析和立体评价报告模块首先分析学习者所在的情境信息和体质信息，确定支持其学习的基础特征；其次利用智能识别和分析技术对其测评数据、音视频数据以及交互数据进行诊断和识别，确定其发生行为的原因、诊断其学习规律，进而利用可视化技术将数据以多维的、立体化的形式进行深度展现，使得学习者能够对个体学习情况有更清晰的认识。

沉浸式的干预和诊断：沉浸式干预和诊断模块通过前述评价报告，为学习者汇聚学习素材和干预活动，一方面通过 AR/VR/ 全息技术营造沉浸式的学习实景，另一方面将各类干预活动以交互式任务的形式进行呈现，实现基于学习评价结果的引导和改进。

(4) 关键技术点

多模态数据采集与融合技术：主要用于对评价学习者个性化学习的数据进行采集、处理，从而方便对学习者的问题进行分析；

教育大数据分析技术：教育大数据分析技术主要依赖高性能计算技术对采集的数据进行预处理，结合教育领域的学习者模型和业务模型，确定学习者的个体特征、诊断其问题，形成个性化的评价诊断报告；

自然语言处理技术：自然语言处理技术主要用于对学习过程采集的自然语言进行分析，从而更加准确地确定其能力发展水平；

音视频分析技术：音视频分析技术主要用于对学习过程中的录音录像进行分析，主要通过语音识别、表情识别、情感识别等定位其问题；

学习内容的汇聚技术：学习内容汇聚技术主要基于数据分析、自然语言处理和音视频分析的评价结果，为学习者汇聚符合其特质的干预方

案和素材的呈现形式。

5.4.2 学生健康评价

场景一 学生健康评价

(1) 场景说明

- NB-IoT 智能手环收集学生在学校的运动和健康数据，例如行走、跑步、心率、血氧、睡眠、兴趣区域等，通过 NB-IoT 上传到应用平台；
- NB-IoT 体温枪、身高体重仪、视力检查仪、血压仪等日常体检仪器的数据通过 NB-IoT 上传到应用平台；

(2) 方案价值

- 无需在学校部署无线接收器，减少了设备投入和安装维护成本；
- 5G 的 NB 广覆盖，满足学校无线物联网全覆盖需求；
- 5G 边缘计算能力和平台，解决数据汇总和分发的需求；

(3) 方案架构

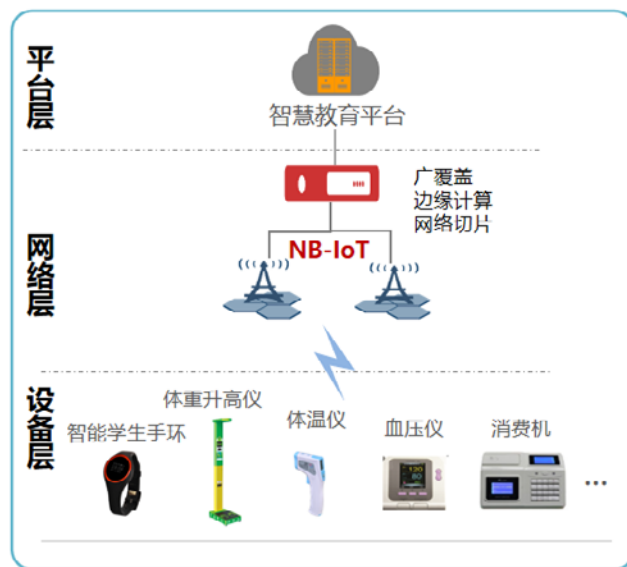


图 5-22 学生健康评价方案架构图

(4) 关键技术点（用到的 5G）

- NB-IoT 技术，广覆盖、通讯模块低功耗；
- 边缘计算，数据汇总和分发；
- 网络切片，数据确权、数据安全。

场景二 身心健康评价

(1) 场景说明

家长可周期（按周、月、学期、学年）收到孩子在学校的成长档案，身体健康（运动量、饮食、睡眠、作息）等方面的变化情况，以及孩子与全校孩子的对比情况。记录学生在学校的学习和生活，以时间线的方式推送给家长。记录的场景时间类型分为六大类：睡眠（寄宿生），用水（洗手、洗澡），到 / 离校（走读生）、上课（早读 / 早操、课堂考勤、课堂活跃度、作业、晚自习）、就餐消费（早 / 午 / 晚餐）、其他（图书馆、课外活动、违纪事件等）。

(2) 方案价值

• 体质健康：

体质健康监测是针对学校开展的各项体育教学活动、体质检测活动，通过智能化的体育教学设备、体质检测设备和智能穿戴设备，全面收集学生体质健康大数据，为每个学生自动生成青少年体质健康分析报告。智能体质健康测试设备支持全自动测量、数据存储、自动数据采集、数据恢复、智能犯规判断、语音提示等功能，可选择非接触式 IC 卡功能或连接条码扫码仪，自动识别被测试者身份，提高测试速度，适合大规模人群测试使用。

• 心理健康：

数据采集建档：系统为学生、家长、教师分别提供学生端、家长端、教师端，供他们完成测评、并收集多维度的心理数据，并为每一位学生单独建档保存测评数据。

数据分析预警：系统依据于精准的常模标准和学生的多维度心理数据，得出预警结果，为教育局、学校提供数据分析、预警服务。

学校可获得实时呈现全校所有学生的总体心理状况，可为学校接下来的学校心理健康工作开展规划提供依据支持。同时，系统预警出的学生心理高危风险因素可为学校有针对性地部署学校心理工作提供依据。

学校心理安全大数据平台可展示预警学生及其教师、家长的多维度心理数据及全国数据的对比情况。

• 数据简报

基于数据采集和精准分析，持续为学校提供科学、严谨、多维度的月度服务简报，并以专业性为基础，依据系统数据源及精准算法，快速、准确的生成每月学生的预警检出风险情况和心理状况简报，为学校按学期提供精准的数据报告及专业、详尽的解读服务。有助于相关工作人员进行汇报和总结，促进心理大数据更好地服务于校园心理安全建设。

(3) 方案架构



图 5-23 身心健康评价方案架构图

(4) 关键技术点
泛在网络，高覆盖，低功耗等技术。

5.5 区域治理

区域治理主要面向区域教育问题的监控和改进，如对教学的督导和管理、教育资源的调配等，总体来说，传统的区域教育治理手段相对单一，更加依赖人的分析，效率不高；而在 5G 时代，上述问题可以得到很好的解决，如通过 5G 技术提供高清的远程巡考与督导，通过 5G 支持的多元数据分析和干预，帮助预测学习者问题，降低辍学概率。

5.5.1 远程巡考

(1) 场景说明

近年来，考试违纪舞弊行为的隐蔽化、舞弊手段的现代化程度越来越高。建立教育考试网上巡查系统以后，实现多级网上巡查，对考试全过程实施全方位监控和即时录像，能有效地防范考生作弊行为的发生。同时，实施国家教育考试网上巡查又是依法治考的需要。教育考试网上巡查系统通过全程录像，为查处考试舞弊提供了有力的证据，能更有效地打击违纪舞弊行为，更好地维护国家教育统一考试的严肃性、权威性和公平性。

(2) 方案价值

利用 5G 的高带宽、低延时特性，采集考试 4K/8K 巡查超高清视频数据，利用 5G 的边缘计算特性，对采集的海量视频信息资源进行视频数据的结构化分析，以实现相关的目标检测和跟踪、人物识别、动作识别、情感语义分析等功能，提升考场巡查视频智能考试 AI 行为判断核心能力，实现考生监控视频作弊行为的智能判断。

(3) 方案架构

巡查系统将实现省、市、区县、考点多级管理架构，分别建设省、地市、区县考试机构，实现对本省、地市各考点、考场的巡查和监控。国家、省、市、区县各级巡查中心及监考点的互联互通系统组网模式如下图所示：

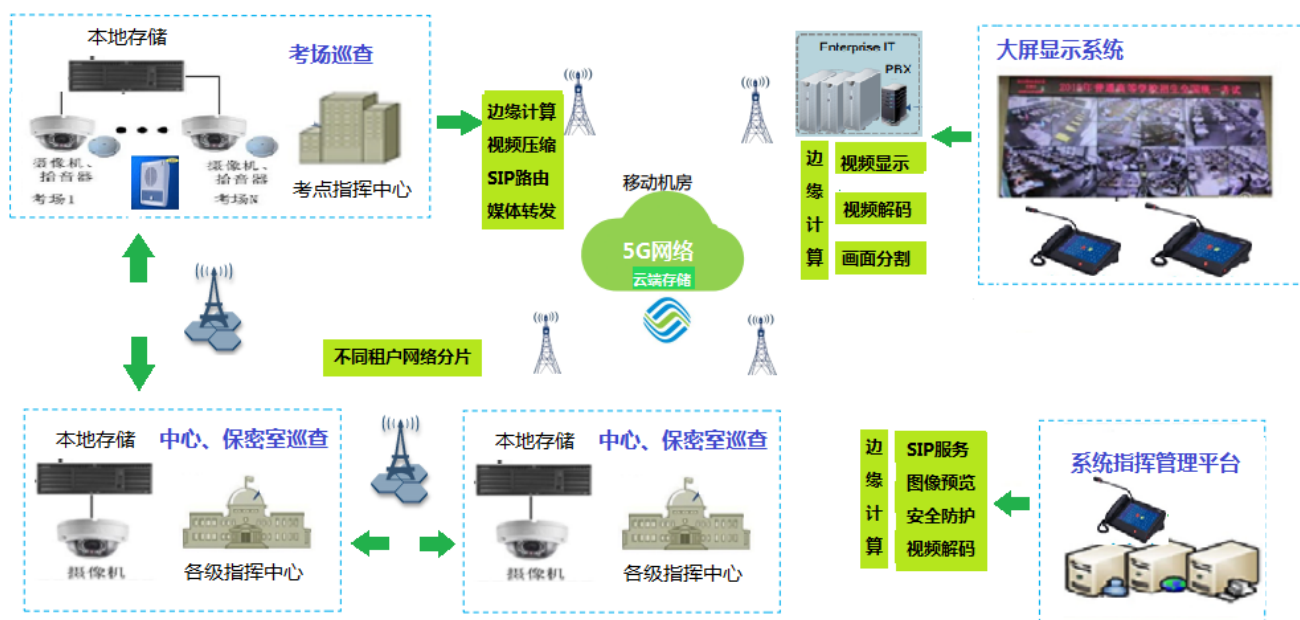


图 5-24 远程巡考方案架构图

根据标准化考场实际情况，考试院指挥中心在巡查软件操作界面可实现对所属区域的对讲、报警、监控视频、广播的状态监管和控制。具有高清可视对讲、监视、录音录像、主机托管、异常报警、考务秩序广播播放、报警联动、通话转移、遇忙转移、会议模式、指挥模式、在线监测等功能。整体平台功能如下：

• 高清考场巡查

实时视频播放：实时视频传输应支持单播、组播两种方式，组播方式下从编码器通过 5G 网络直接传送给客户端和边缘计算解码，无需经过服务器转发。可支持轮切的手动开始、停止、暂停、暂停前翻、暂停后翻、暂停恢复功能，当轮切暂停恢复时，应从暂停点而不是起始点继续轮切。

云台控制：支持云台控制权管理功能。支持巡航功能，巡航线路可配置。巡航中，每个预置位停留时间可单独配置不同时间。支持云台看守位功能，可在预置位中任意设置一个看守位，云台长时间不操作后自动回看守位，时间取值可设置。摄像机重新上线或巡航停止后自动回看守位。

• 巡查智能指挥

巡查视频联动跟随功能：当考试院通过指挥大厅监控大屏发现各考点和学校区域内考场有异常情况需要及时处理时，点击控制室监视墙显示的考场视频图像可以直接实现与考点考务办公室通话，真正实现对讲与视频的联动集成，无论是考点向考试院指挥大厅“报警”，还是考试院指挥大厅“呼叫”考点终端，都可以实现智能通话管理功能。

群播功能：实现各级考试院指挥中心与考点考务管理办公室终端之间的全双工对讲；支持语音广播功能。可以选择多个摄像机建立语音广播，可以停止已有语音广播组中的一个或多个摄像机的语音广播功能。

单独呼叫：实现考试院指挥中心与单独呼叫考点考务管理办公室终端进行实时对讲。

异常报警：当考点考务管理办公室终端呼叫考试院指挥中心终端时，考试院直接确认即可“一键应答”；报警发生时，分值班室未进行处理时，可在预先设定的时间内，自动上传至总值班中心，实现报警分级上传监管，做到处警疏而不漏；当对讲与报警同时发生时，报警有优先上传并打断对讲直接在值班室终端上显示；在报警终端“呼叫”按键使用时，有提示音。

• 指挥管理可视化

考务指挥大厅可以基于现有的区县定制行政区划展示，突破传统地图区县资源缺失限制，展示考务管理信息，覆盖业务范围至区县级考点。定制考点真实场景 3D 系统还原进行直观、形象展示，实现考务数据、考生数据、监考数据与现实地理环境的对接，可实现地理信息与管理信息

在平台上互动功能。



图 5-25 考务指挥界面示意图

(4) 关键技术点

高速带宽下的视频监控可以达到 4K/8K 级，基于高速传输与超高清视频质量，使智能分析达到在线 AI 分析考试视频异常行为和异常表情预警。

针对不同省、市、区县租户利用 5G 网络切片对租户进行分片，各租户之间相互隔离设置不同的考试管理权限。

针对海量考试高清巡查视频数据，依靠 5G 强大的边缘计算能力，利用视觉及深度学习技术、对视频内容进行理解，进而完成视频数据的结构化分析，以实现相关的目标检测和跟踪、人物识别、动作识别、情感语义分析等功能。

5.5.2 远程督导

(1) 场景说明

传统形式的听评课，不仅需要专家们亲临现场，在组织上需要耗费不小的人力物力，而且还会影响到老师的现场教学与学生们的听课情绪，使课堂教学质量水平与平时有所差异。校区分散、地理距离远，实施管理成本高，会严重影响到经常性的课堂观察、教学研讨、集体会议等活动的开展。为促进教学教研，拉动教师专业成长，需建设教学质量评估中心，辅助学生自主学习，促进区域教学资源共享。

(2) 方案价值

- 可提高视频清晰度，保证直播质量；
- 可提高同时连线设备的数量。

(3) 方案架构

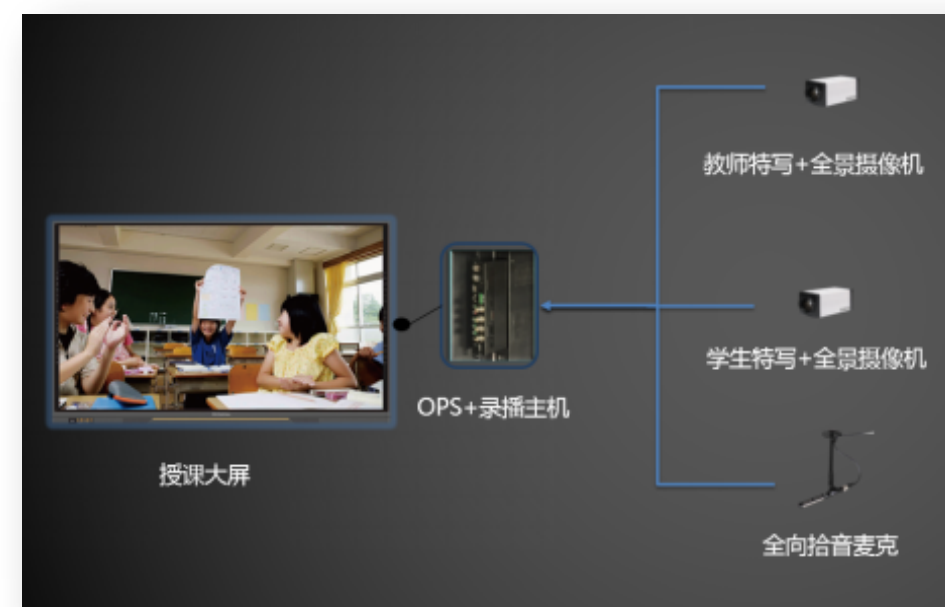


图 5-26 OPS 录播系统部署架构

- 高度集成：录播系统高度集成模块化设计，内嵌教学 PC 模块、图像识别跟踪模块、导播切换模块、高清录播模块、直播 / 点播模块，采用高清视音频处理技术及网络直播技术，用户只需正常上课，课程即可进行录制直播和后期点播等；
- 部署简易：只需将 OPS 录播模块插入大屏，连接好摄像头和拾音器等线材，设备将智能适应安装环境，30 分钟轻松完成施工；
- 节省客户投资：具有高兼容及高集成性，支持 3 路高清视频输入及网络摄像机高清信号接入，同时支持 1 路 VGA 信号采集；
- 多输出接口：录播主机自带多个输出接口，可完美兼容互动教学、双师课堂等系统；
- 多录播模式：支持多种教学录播模式，包括单画面电影模式、多画面资源模式；
- 内置直播：可采用 PC 或移动终端设备通过网络连接当前录播教室，通过直播模式实时了解当前录制教室的情况。直播最多可支持 4 路资源同时直播，直播画面支持切换；
- 远程导播：支持远程智能导播，软件支持多路视频预览，同时导播系统支持自动 / 半自动 / 手动 多种导播模式，根据授课情况，可自动完成视频录制，也可手动强制采用某路视频内容，达到更好的录制效果；
- 视频预览下载：内置文件下载系统，录制完成后老师可通过大屏配套软件一键进行视频下载，也可以在个人电脑通过远程访问进行网络预览和下载；
- 访问设置：主机内置用户访问机制，可添加用户并对用户访问权限进行设置。

(3) 关键技术点

利用 5G 的高带宽、低延时特性，评价反馈更及时，交流反馈更立体；
利用 5G 的高带宽、低延时、网络切片特性，听评课老师可更清晰的观察

授课老师与学生的互动过程与兴趣点。

5.5.3 控辍保学

(1) 场景说明

义务教育是国家统一实施的所有适龄儿童、少年必须接受的教育，是教育工作的重中之重，是国家必须予以保障的基础性、公益性事业。

为促进教育公平、保障适龄儿童平等接受义务教育，国家针对该方面做出了重要部署，特别是近年来建立了城乡统一、重在农村的义务教育经费保障机制，实现了城乡免费义务教育，义务教育覆盖面、入学率、巩固率持续提高。但受办学条件、地理环境、家庭经济状况和思想观念等多种因素影响，我国一些地区特别是老少边穷岛地区仍不同程度存在失学辍学现象，初中学生辍学、流动和留守儿童失学辍学问题仍然较为突出，这直接关系到国家和民族的未来。

因此需控制学生辍学，加大治理辍学工作力度，保证适龄儿童和少年完成九年义务教育，提高“普九”的质量和水平。

(2) 方案价值

提升农村学校教育质量：通过远程互动教学、直播等方式，开齐开足开好国家规定的课程，合理安排学生在校学习时间。加强教研机构建设，强化对农村学校教育工作的研究和指导，鼓励教研员采取蹲点等形式帮助农村学校提高教学质量。推进城乡学校结对帮扶，建立学区集体教研和备课制度。发挥乡村小规模学校小班化教学优势，积极开展启发式、参与式教学，充分运用信息化手段，推动优质教育资源共享，提高义务教育质量和吸引力，让孩子们从小愿意上学。

(3) 方案架构

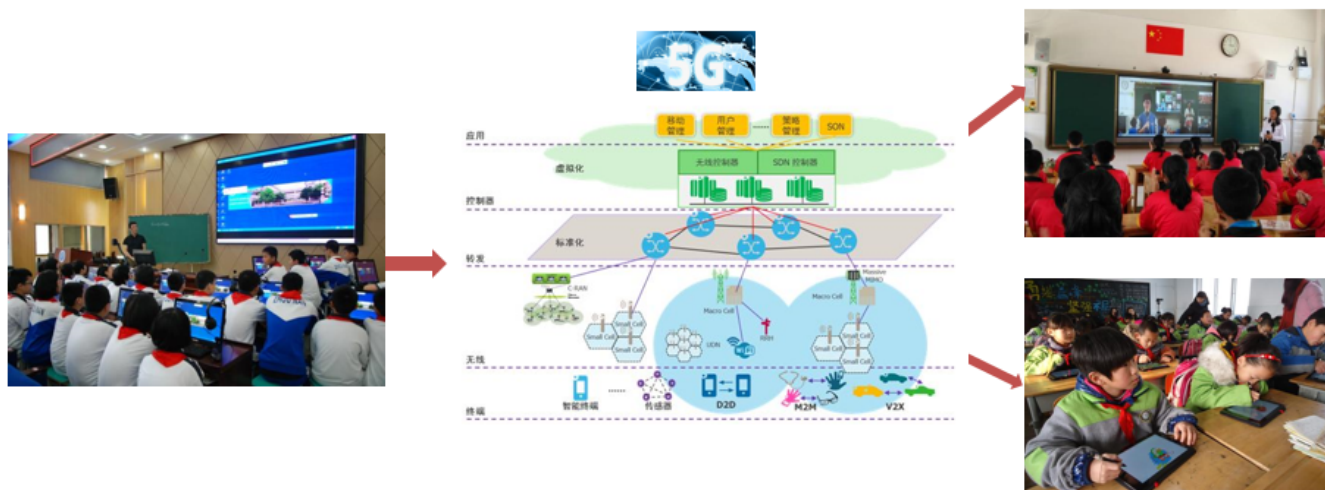


图 5-27 控辍保学方案架构图

(4) 关键技术点

高速率、广覆盖、人脸识别、低功耗等技术。

5.6 终身学习

终身学习是指社会每个成员为适应社会发展和实现个体发展的需要、贯穿于人的一生、持续的学习过程。在此过程中由于学习者所在的情境的多样性，其学习需求多样，因而匹配其情境和个体特征并为其提供沉浸式的服务至关重要。5G 环境下的万物互联可以为学习者提供精准的情境感知能力，基于感知的内容为其提供个性化的服务内容，本书中的终身学习主要涉及移动学习和 MOOC。

5.6.1 移动学习

(1) 场景说明

移动学习是实现终身学习的重要方面，而移动学习的典型场景包括 VR 科普馆。VR 科普馆将科技馆、博物馆等馆内的展览展示、科普教学内容和一些科普教育知识，用 4K/8K 全景摄像机等设备采集转化为 VR 视频内容或是通过数字化手段制作成 VR 应用内容，通过云平台进行内容的存储、管理和分发。展馆现场课堂中，学生将跟随展馆老师的讲解在必要处戴上 VR 头显沉浸式体验课程内容，这一过程在异地学校的学生将全程看到老师上课的实时场景画面，并跟随老师的指令，与展馆现场听众一样同时带上 VR 头显体验。这一过程在 5G 的技术支持下，不论是老师授课的视频画面还是 VR 头显内体验的内容，都将完全与现场同步，零延时。在没有直播教学时，用户也可以通过终端访问云平台，观看学习 VR 科普馆上丰富的虚拟科普内容。

(2) 方案价值

利用 5G 网络大带宽、低时延的能力，结合 VR、视频直播等技术可以将优质的教学教育资源输送到网络所及之处，在提升教育公平、普及科学知识方面能起到十分重要的作用。

(3) 方案架构

从平台、网络、终端、采集设备几方面进行规划，形成端到端业务解决方案。该业务总体架构如下：

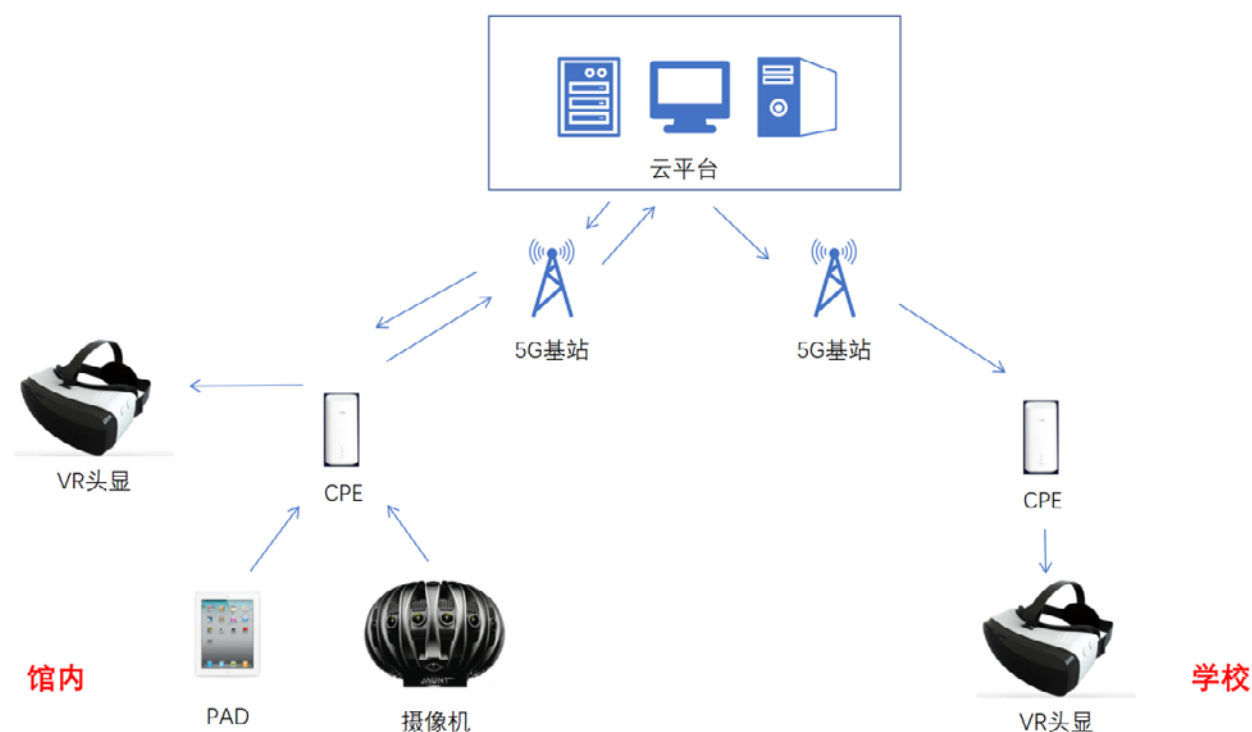


图 5-28 馆校合作直播教学总体架构

摄像头采集现场画面并完成拼接，通过 5G 网络推流至云端服务器，服务器再通过 5G 网络将实时画面推送到头显端。老师可通过控制端，如 PAD 对受控终端进行统一的控制，完成教学。

终端清单及用途

终端类型	终端形态	数量	组成	能力	用途
大屏端	TV	2	高清液晶显示器	/	展示现场照片
显示端	VR 一体机	按需		/	终端交互显示设备
控制终端	手机或平板	1	/		AR 控制终端系统
视频采集	4K/8K 摄像机	1	/		超高清视频采集
服务器	拼接服务 (8K)	1	硬件 + 拼接软件		8K 全景视频拼接推流

(4) 关键技术点

该业务采用了 4K/8K 全景视频直播、云端控制等技术，利用了 5G 大带宽、低时延的技术特点，是典型的 5G 应用场景。

5.6.2 慕课

(1) 场景说明

中国教育资源的地区不平等由来已久，在线教育直播产品主要是将更低价更高质的普惠教育资源提供给教育水平相对较低地区的群体。

(2) 方案价值

痛点 1. 现有在线直播产品受到时延问题及宽带的限制，无法保证远程直播的互动性：基于 5G 低时延、高带宽的网络基础，在线教育产品可以变得比以往任何时候都具备更强的互动性，地理距离将不再是制约教育传递的天堑，跨越千里之外的教师与学生仿佛面对面一般，学生的每一个表情都不会逃过老师的眼睛，学生学习数据实时上传，配合适当的模型，实时反馈学生学习状态，反向指导教师教学重点与速度也将成为可能；

痛点 2. 传统技术因受到网络传输质量的限制，很难保证身临其境的教学效果，对于相对抽象的内容更是如此：通过 VR 等显示技术，5G 的低时延和高带宽支撑，让人们随时随地都可以参与一场身临其境的在线课程，在线教育与线下教育之间的隔阂将被打破；基于 5G 万物互联与低时延的特性，远程实操也将成为现实，传统职业教育可以打破地域限制，提高实训效率、降低实训成本，除此之外，也能够极大的降低传统职业教育中实训教育的安全风险。

(3) 方案架构

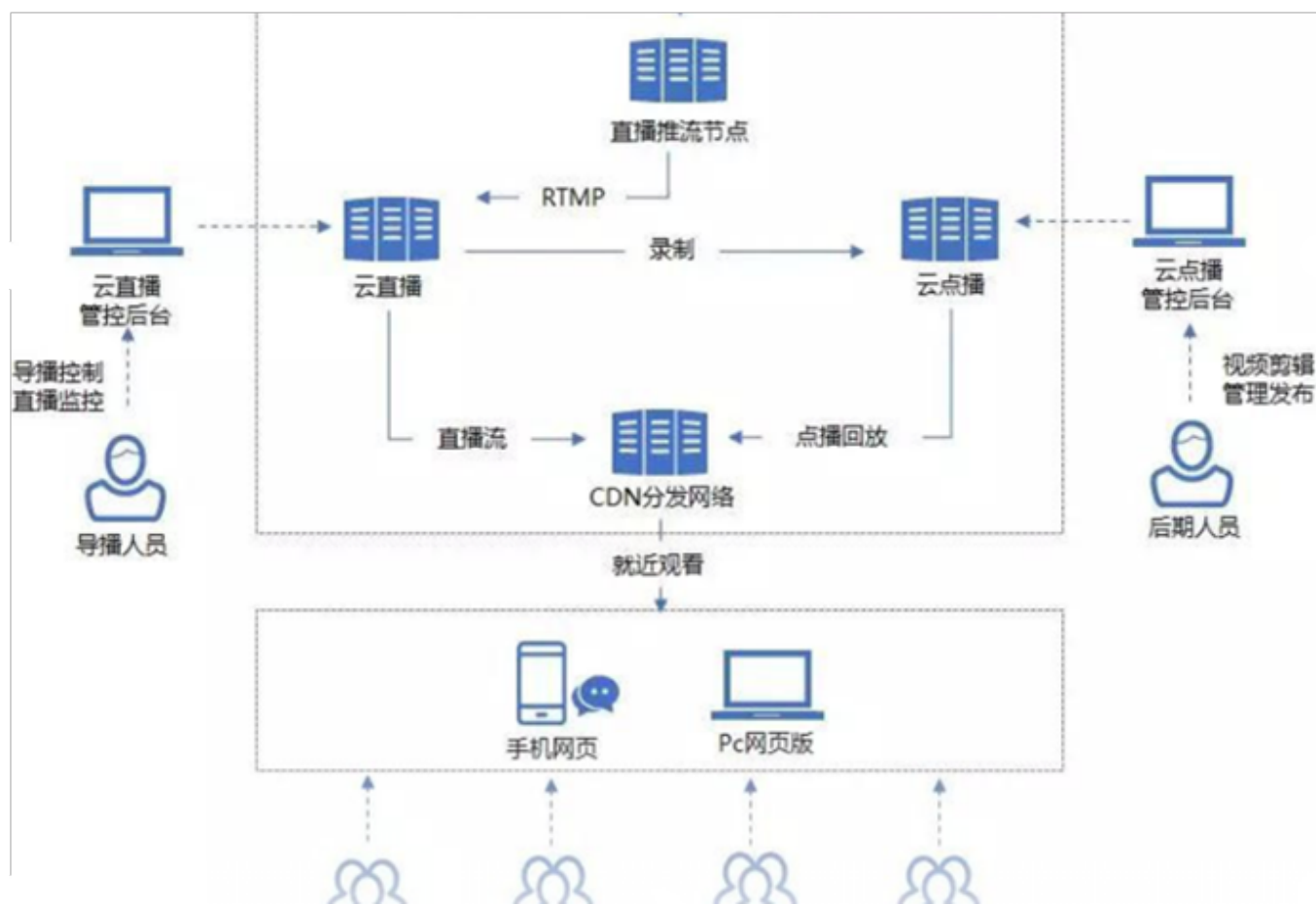


图 5-29 慕课解决方案

(4) 关键技术点

利用 5G 网络的高带宽、低延时、边缘计算特性，在线直播画面可以 4K 流畅模式播放。

5.7 教育公共服务

教育公共服务主要以政府为支撑，根据教育领域最关心、与教育领域个体切身利益最相关的内容，实现对不同教育群体的支持。在信息化背景下主要实现对智能教育环境、资源和支撑工具的支持，具有公共性、普惠性、基础性、发展性四个主要特征。

5.7.1 5G 支持的文博

(1) 场景说明

让文物讲话，令历史重现，这正是今天博物馆的发展方向，而实现的基础离不开 5G 与 VR、AR 技术。2017 年 4 月，文化部发布了“关于推动数字文化产业创新发展的指导意见”，这是国家层面首个针对数字文化产业的指导性文件，向全社会发出了鼓励数字文化产业积极发展的明确信号。

基于标准结合 VR、AR 技术，珍贵文物可转化为虚拟数字内容，并无缝整合到真实场景中。实物仍是博物馆的出发点，而蕴藏于博物馆的宝贵资源，在新技术的支持下，也正在以动漫、影视、课程等各种各样的方式出现在手机、电脑设备里，出现在客厅、厨房里，形成一个超级连接博物馆。

基于新技术可以构建线上 + 线下的游览新体验。在线上服务区，利用手机就可以通过 3D、高清、AR 互动等方式欣赏文物展览，只需一副 VR 眼镜，就能虚拟参观博物馆内容和世界文化遗产，同时通过短视频、直播或 VR 视频，听馆长和讲解员讲述背后的故事。

在线下体验区，参观者可以通过视觉、听觉、嗅觉、味觉、触觉等身体感受，再现文化历史生活场景，扮演古人角色，同时在现实中看见现状，进行社交互动。古今穿越，虚实结合，新奇场景和文物体验，让古老的文物变得生动起来。

(2) 方案价值

5G 时代正在来临，利用 AR、VR 和 AI 等技术，让数字化虚拟体验成为可能，这种体验的优势主要体现在对话模式、互动体验、数据存储等方面。数字革命对当今博物馆的贡献不仅是提供了新的工具，而且在深度和广度上影响到博物馆的文化价值。从当下跨越时空来到古代，极大提升了用户的参观感知。同时，让更多百姓通过新科技走进博物馆，近距离感知中国文化的博大精深，了解珍藏文物的丰厚内涵。解读文物，不再是一件枯燥的事情，用二次元说文物、让文物动起来，正在成为新时代文化传承的一种潮流。

正是由于标准和技术的发展，蕴藏于博物馆中沉睡千年的中华文明宝藏将发挥巨大价值。运用文物增强现实呈现技术，静态的国宝变得生动起来，用户只要打开相应手机 APP 扫一扫文物，文物就能以三维立体的方式出现在用户眼前，并实时解读文物内容和背后的故事。用户甚至可以和历史人物对话或者互动，身临其境穿越到历史场景之中。

(3) 方案架构

以 5G 专网为基础，通过 CLOUD XR 和边缘云平台实现云端渲染和本地计算融合，为文博馆用户提供线上线下两种体验形式，打造虚拟结合的交互式、沉浸式解决方案。

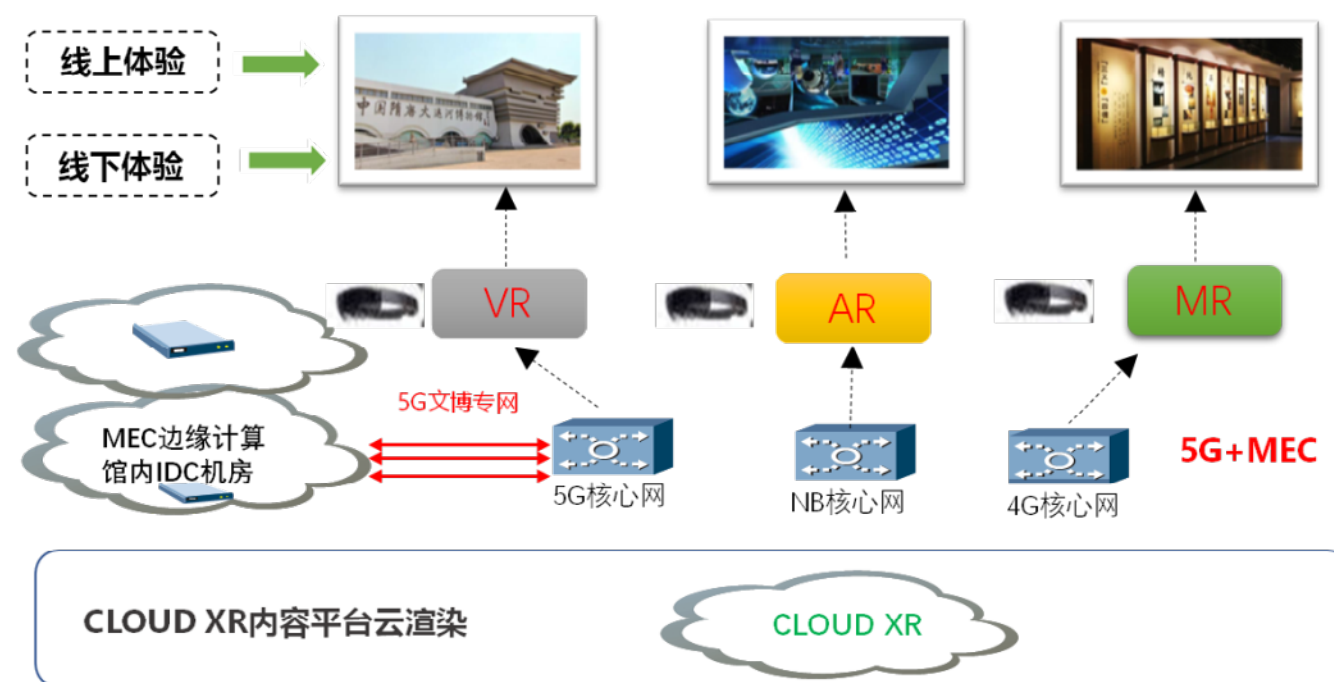


图 5-31 5G 支持的文博解决方案

(4) 关键技术点

- 高可靠低延时的 5G 文博专网；
- 云端渲染能力，数据处理高可靠性；
- 实时渲染和重建全息教学 XR 场景的本地实时高性能计算处理能力，XR 混合现实辅助诊断的实时交互能力；
- 5G 边缘云，通过将应用部署到中国移动 5G 边缘云，实现 AI 算力在边缘云端卸载，并按业务需求量进行资源弹性申请和回收，灵活满足创新业务需求。

六、未来教育的发展展望

6.1 5G 时代教育变革的趋势

回溯历史，每一次移动通信技术的发展都会掀起教育的变革波浪。1G 时代崛起的，国家开始普及九年制义务教育，很多人从“没学上”到“有学上”；2G 时代的到来，国家对教育的投入空前增长，一栋栋美丽的校舍拔地而起，一间间教室有了电子显示屏和投影仪；3G 网络驶入教育，教育事业开始有了更为生动的变化，移动学习应运而生，远程教育的发展进程开始加快；4G 网络开启了移动互联网时代，手机成为器官的延伸，电视的开机率下降，快速催生出了直播平台、教育类公司等，各种在线教育创业者打着“互联网必将颠覆传统教育”的口号横空出世。接踵而至的 5G 时代将从根本上冲击当前的教育模式，变革教育。

6.1.1 沉浸式教育走向课堂

赛迪顾问信息通信产业研究中心高级分析师李朕曾表示，5G 时代，高速的移动互联网可以提升 VR/AR 设备的工作效率，同时其超低时延可以有效降低虚拟现实设备成像的眩晕感，所以在众多充满期待的应用场景中，VR/AR 将是首先爆发的一个场景。依托于 5G 终端以及芯片的支持，VR/AR 技术将得到实质性的提升，其所提供的教育服务也将从网络传输等方面得到大幅度完善，学生可以完全沉浸式的在具有强现场感的虚拟环境中学习，可以与环境产生交互，并获得环境的实时反馈，就像置身于真实的场景中，这种全新的视觉体验视角将帮助激发学生的想象力和

和创造力，促进学生对知识的全面理解和掌握。

5G 时代，沉浸式教育将走出科技馆，走向真实的课堂，走入普通的院校，从而服务于广大师生，借助沉浸式科技，学生将拥有看待世界的全新视角，将所学变为所感，所见，甚至所做，帮助促使学生的学习走向深度。

6.1.2 教育系统将互联互通融为一体

在高带宽、低时延的 5G 网络的支持下，人与人之间将真正走向互联互通，融为一体。周锡冰认为，与 2G、3G、4G 不同，5G 不仅解决了其面向人与人通信问题，同时还解决了人与物、物与物的互连问题。在此背景下，教育系统将发生根本性变化，教师、教学媒体、教学资源、教学内容等构成要素将彼此联通，互相助力，教学系统将借助技术的手段实现真正的融合，劲往一处使。

5G 时代，我们享受的不仅是更低的通讯资费，还是更便捷的生活方式，更高效的教学效率，更有效的学习效果。5G 网络下，学生之间，师生之间，教师之间的交流都将变得更为方便和快捷，问题的及时沟通将在技术的助力下成为可能。

6.1.3 教育公平将成为现实

地区差异带来的资源配置差异是社会发展的必然结果，由此带来的教育公平是教育的头等难题。没设备、没教师、没资源都是追求教育公平路上的艰难石阶，如果破解这些难题将成为教育公平的前提基础。5G

时代的低资费高容量快传输等特征将为教育公平提供可能。5G 网络使得网络传输体量增大，通过有限的设备，更多的教育资源将被传送到贫困地区和偏远地区。“好比四车道的马路，本来就不是很拥挤，5G 时代，我们一下子可以扩充成 120 车道。”在宽车道中运送货物也变得轻松而高效了。同时，5G 网络使得接触资源的速度加快，帮助学生高效的选择出适合的资源。试想一下：学生不需要等待几分钟即可打开一个 1G 左右的视频；学生进行资源预览时只需要等待几秒钟；学生下载学习包只需花费几分钟时间。高速的传输速率将大大节省学生预览资源筛选资源的时间，并避免由于长时间等待而造成学生厌烦的心态。在 5G 时代，即使是普通家庭的孩子，也会和其他少数能够上清华北大的学生一样，实时在最短时间内获取到最优质的教育资源。

6.2 5G 智慧教育演进路线图

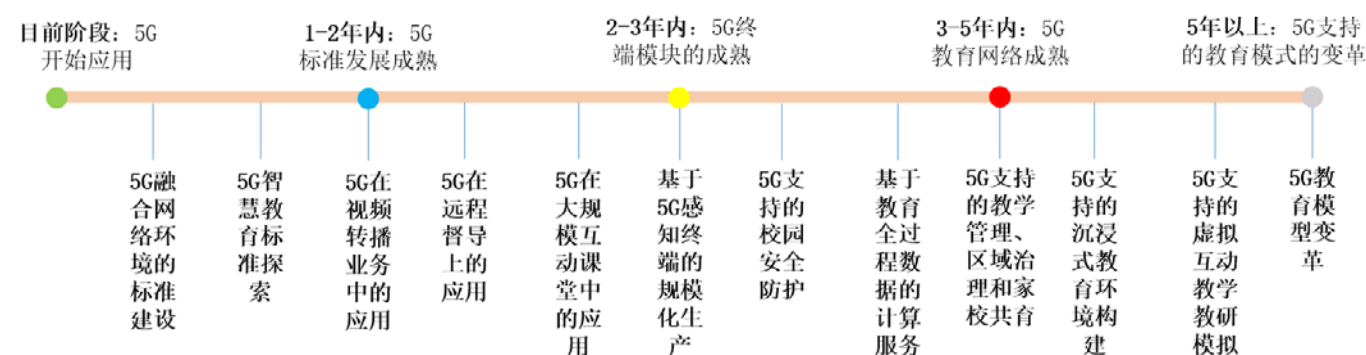


图 6-1 智慧教育演进路线图

在 5G 环境支持下，智慧教育的演进呈现出如下发展趋势：（1）5G 的初始应用阶段；（2）5G 标准发展成熟阶段；（3）5G 终端模块成熟阶段；（4）5G 教育网络成熟阶段；（5）基于 5G 教育模型的变革阶段。几个阶段层层递进，反映出 5G 网络技术对教育领域的推动作用，而在整个变革过程中，每个阶段将以小步调的形式实现对教学、教研、教育管理等

教育业务的转型。

5G 初始应用阶段：当前我们处于 5G 的提出和初始应用阶段，当前环境下 5G 网络环境尚处于调试阶段，也缺乏 5G 下各类网络应用和融合的标准，因此在此阶段需要一方面探索 5G 网络与传统网络融合而方式，另一方面探索 5G 教育应用的标准。

5G 标准发展成熟阶段：1-2 年内，5G 将成为一种成熟技术，并在相应的领域依托其高速率、低时延的特性促进教育领域基础业务的发展，如提升高清视频转播的传输效率，通过远程视频监控改变督导模式；除此之外，其大带宽支持了更海量数据的传输，因此互动课堂中的交互式应用初步探索成为可能。

5G 终端模块的成熟阶段：随着 5G 网络标准的成熟，各大运营商也将相继研发针对 5G 网络传输和感知的终端模块，如物理环境传感器、人体特性传感器等，从而支持不同场景下的智能感知、识别和数据采集，该方面将在智能安防等场景下产生大规模应用。

5G 教育网络的成熟：5G 各类终端成熟后，在教育领域的业务需求下，将建立起以不同教学、教研、教育管理等场景为基础的完善的教育服务网络，网络具备强大的情境感知、数据处理和分析功能，可以为不同的用户提供适应性的服务。

5G 支持的教育模式的变革：该变革是 5G+ 教育发展的最终目标，建立在 5G 教育网络环境完善的基础之上。当上述网络构建完成后，教育教学的基本模式也面临着变革，才能促进教学效率的大规模提升。该阶段需要依赖大规模数据计算，挖掘符合学习者、教师等认知的教学模式，在 AR/VR/ 全息等技术支持下实现对上述模式支持下沉浸式学习场景的模拟和交互式全息服务的提供。

6.3 5G 智慧教育合作联盟

倡议成立 5G+ 教育产业联盟 [英文 5G+ Education Alliance (5G+EA)]

本联盟是在自愿、平等、互利、合作的基础上，由国内外智慧教育产业相关的企、事业单位、社团组织、高等院校、科研院所等自愿结成的跨行业、开放性、非营利性的社会组织，本联盟旨在促进相关主体之间的交流和深度合作，促进供需对接和知识共享，形成优势互补，有效推进智慧教育产业发展，切实解决供需的现实问题。本联盟是由中国移动政企分公司和北京师范大学互联网教育智能技术及应用国家工程实验室联合发起，秘书处设在中国移动政企分公司，秘书处办公地点：北京市西城区宣武门西大街 32 号中国移动创新大厦。

联盟立足于搭建 5G+ 智慧教育的合作与促进平台，聚集教育界和信息通信界的中坚力量及相关机构，服务企业，支撑政府决策，推进智慧教育发展，为实施智慧教育相关政策提供必要支撑。联盟任务是着力聚集产业生态各方力量，联合开展 5G、智慧教育、人工智能、大数据、云计算等技术、标准和产业研究，共同探索智慧教育的新模式和新机制，推进技术、产业与应用研发，开展试点示范，广泛开展国际合作，形成全球化的合作平台。

一、联盟主要工作内容

（一）技术标准制定。围绕 5G 智慧教育领域关键问题和难点开展相关讨论和研究，推动形成 5G 智慧教育国内、行业标准；

（二）关键技术攻关。围绕 5G 智慧教育关键技术开展联合攻关，积极推动研发具有自主知识产权、对行业有重大影响的共性技术，形成 5G 智慧教育技术研究共性平台；

（三）业务示范推广。联合探索 5G 智慧教育的业务场景，部署业务示范验证。推动创新应用孵化，加速抢占智慧教育领域的制高点。

（四）学术交流合作。在联盟成员之间建立有效运行的产学研用合作新机制，开展各类学术交流活动，促进成员间相互学习和协同，通过项目合作、联合研发、联合共建等形式共享 5G 智慧教育领域中的最新研究成果，推动产业发展。

二、组织构架

第一条 联盟设立理事会、技术专家委员会和联盟秘书处，同时下设智慧课堂、解决方案、课程教研、学前教育、职业教育和教育机器人六个工作组。

第二条 联盟理事会为联盟的最高决策机构，具体职责如下：

（一）选举产生联盟理事长，决定秘书长、各工作组组长和副组长任职和罢免事项；

（二）维持联盟稳定运行，批准联盟《章程》生效和修订事项，以及联盟重要的内部管理文件；

（三）决定联盟技术发展方向和重大项目（专题、课题）立项；

（四）定期召开联盟成员大会，听取联盟成员对联盟工作和发展意见；

（五）听取和审议各工作组、秘书处工作报告；

（六）决定联盟成员的加入和除名事项；

（七）决定其他重大事项。

第三条 技术专家委员会是在具备“5G+ 智慧教育”专业化技术合作、政策解读、法律法规和投融资咨询等专业技术实力的研究单位或企业专家中选择产生。技术专家委员会对联盟理事会负责，主要负责开展联盟内关键技术研究、5G 智慧教育领域相关标准的推进和制定。委员会设主任一名，委员若干，主要职责如下：

（一）开展技术趋势分析，组织新知识、新技术的研究和推广工作；

（二）对联盟内的相关技术规范、技术标准、规划进行审核；

- (三) 制定联盟技术发展规划并监督执行;
- (四) 开展联盟技术管理相关工作, 并予以指导。

第四条工作组是联盟根据业务需要设立的临时性机构, 主要从事 5G 智慧教育相关产品技术及应用推广等专项任务。工作组的设立和撤销由联盟理事会提出申请并批准。工作组设组长一名、副组长两名, 由联盟理事长提名, 联盟理事会批准。 工作组成员由成员自愿申报, 经联盟理事会批准进入。

工作组的主要任务是:

- (一) 提出工作组的工作计划, 包括课题研究、技术研发、标准制定、应用推广等方面;
 - (二) 组织联盟内重点企业调研, 开展相应研究工作, 并最终形成成果报告;
 - (三) 选择有市场前景的重点项目、重点课题开展试点, 经验总结, 并进行全国推广;
 - (四) 定期向联盟常务理事会提交工作组工作报告;
- 根据需要, 组织成员单位、行业专家参加相关有影响力的活动。

第五条 秘书处为联盟理事会的执行机构, 主要职责如下:

- (一) 负责组织、落实、管理和协调联盟内的各项工作及日常事务;
- (二) 负责理事会的筹备, 向理事会作年度工作总结报告, 编制年度工作计划和决算方案;
- (三) 负责受理联盟外单位加入联盟的申请, 对其资格进行初步审查;
- (四) 负责接受联盟项目(专题、课题)的立项申请, 在对其进行形式审查后, 按规定程序分别提交专家委员会和理事会审议;
- (五) 在项目获得理事会批准后, 负责组织向有关部门申报政府项目;
- (六) 组织联盟有关成员在本协议框架下签订具体的项目协议或合同;
- (七) 登记项目知识产权权属、成果推广等事项;
- (八) 协助专家委员会开展工作;
- (九) 办理理事会交办的其他事项。

致谢

白皮书编写过程中得到以下单位的指导和帮助, 在此一并表示衷心感谢!

中央电化教育馆	昆明创林科技有限公司
北京师范大学	北京直真科技股份有限公司
华为技术有限公司	上海仁静信息技术有限公司
中国教学仪器设备有限公司	北京王后雄教育科技有限公司
好未来教育集团	慕华成志教育科技有限公司
江苏凤凰数字传媒有限公司	南京联创信息科技有限公司
金太阳教育集团	广州视睿电子科技有限公司
深圳市方直科技股份有限公司	科大讯飞股份有限公司
拓维信息系统股份有限公司	上海证大喜马拉雅网络科技有限公司
广东天波教育科技有限公司	福建省华渔教育科技有限公司
中移金服(北京)科技有限公司	北京爱乐宝科技有限公司
武汉天喻教育科技有限公司	北京世纪青苗教育科技有限公司
联想集团	乐乐启航(北京)教育科技有限公司
深圳市方直科技股份有限公司	中国移动通信集团公司研究院
广东马上信息科技有限公司	中国移动通信集团北京公司
北京众成联信信息技术有限公司	中国移动通信集团江苏公司
广州飞硕信息科技股份有限公司	中国移动通信集团广东公司
北京拓思德科技有限公司	中国移动通信集团江西公司
深圳点猫科技有限公司	中移全通公司
深圳市优必选科技股份有限公司	中移物联网有限公司
塔普翊海(上海)智能科技有限公司	中移(苏州)软件技术有限公司
中科启智教育科技有限公司	中国移动(成都)产业研究院
北京联帮在线教育科技有限公司	
芝兰玉树(北京)科技股份有限公司	
钉钉(中国)信息技术有限公司	