



2019.6

中国联通 5G+智慧教育典型 应用场景白皮书

中国联合网络通信有限公司

China Unicom

目 录

引言	3
1 智慧教育+5G 概述	4
1.1 定义	4
1.2 发展背景	5
1.3 应用价值	6
2 智慧教育+5G 典型应用场景	7
2.1 5G+虚拟现实教育	7
2.1.1 5G+虚拟现实教育定义	7
2.1.2 5G+虚拟现实教育政策背景	8
2.1.3 虚拟现实教育产业现状	9
2.1.4 5G+虚拟现实教育商业机会点	10
2.1.5 5G+虚拟现实教育应用场景	10
2.1.6 5G+虚拟现实教育网络要求	12
2.2 5G+远程互动教学	13
2.2.1 5G+远程互动教学定义	13
2.2.2 5G+远程互动教学政策背景	14
2.2.3 远程互动教学产业现状	15
2.2.4 5G+远程互动教学商业机会点	16
2.2.5 5G+远程互动教学应用场景	16
2.2.6 5G+远程互动教学网络要求	19
2.3 5G+人工智能教育	20
2.3.1 5G+人工智能教育定义	20
2.3.2 5G+人工智能教育政策背景	21
2.3.3 人工智能产业现状	23
2.3.4 5G+人工智能商业机会点	24
2.3.5 5G+人工智能教育应用场景	25
2.3.6 5G+人工智能网络要求	31
2.4 5G+校园智能管理	32

2.4.1 5G+校园智能管理定义	32
2.4.2 5G+校园智能政策背景	32
2.4.3 校园智能管理产业现状	33
2.4.4 5G+校园智能管理商业机会点	34
2.4.5 5G+校园智能管理应用场景	36
2.4.6 5G+校园智能管理网络要求	44
3 智慧教育+5G 发展建议	45
3.1 技术研究、验证、创新示范	45
3.2 产业链合作伙伴关系	46
3.3 商业模式	46
4 附录	47
4.1 联合编写单位	47

引言

随着全球教育信息化战略推进和教育投入持续稳步增长，各国的教育信息化建设取得了重大进展，教学水平持续提升。追求教育公平和质量、教育创新、个性化教育、能力培养已成为当今教育的共同主题。基于第五代通信网络技术、互联网、物联网、云计算、大数据、人工智能等技术打造智能化、感知化、泛在化的智慧教育新模式，成为教育建设主旋律，开启教育新阶段。

《中国联通 5G+智慧教育典型应用场景白皮书》基于国内外教育信息化演进战略，提出虚拟现实教育、远程互动教学、人工智能教育教学评测、校园智能管理四大重点智慧教育场景，分析了各应用场景、产业现状、价值和业务承载需求，可供学校、集成商、运营商及教育应用厂商参考。助力学校更好地建设和使用智慧教育，集成商和运营商更好地进行方案集成和服务，教育应用厂商更好地丰富和完善应用。

虚拟现实教育：作为 5G+智慧教育的主战场，VR/AR 与教育结合呈现的全新的教学体验，可极大地提升学生学习兴趣及对知识的快速吸收，为师生提供互动化、个性化、沉浸式课堂教学体验。

远程互动教学：作为 5G+智慧教育的“最后一公里”的关键环节，以学生为中心的多种形式的互动教学，能更好地激发学习兴趣，提升教学质量，促进有质量的教育目标实现。

人工智能教育教学评测：作为智慧教育的大脑，基于大数据和人工智能，对课堂、学习、运动和教学等行为进行智能分析和可视管理，更好地指导和促进智慧教学。

校园智能管理：作为智慧教育的服务平台，提供面向学校、教师、学生和家长的智慧管理服务，提供交流平台和教学空间。

随着各教育机构、学校对智慧教育的推进实施，必将产生对教育应用、网络、智能终端的更大需求，带动整个产业链的大发展，教育市场充满巨大机会。希望通过本文能助力各端管云厂商更好地把握市场机会，实现业务新增长。

本白皮书所阐述内容恐存在错漏与不足之处，欢迎产业界同仁指正，与时俱进，不断完善。

1 智慧教育+5G 概述

1.1 定义

随着互联网的发展，云计算、大数据、人工智能（AI）的逐步应用，教育逐步从传统教育向智慧教育变革，开启了教育信息化新时代。智慧教育在全面关注“物、人、教、育”的基础上，借助互联网、物联网、云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术打造智能化、感知化、泛在化的教育新模式，通过个性化、精细化、沉浸式学习教学，提高课堂教学效果，增强学生学习兴趣，提升学习效率。

第五代通信网络（5G）通过提供人人通信、人机通信和机器之间通信的多种方式，支持移动因特网和物联网的多种应用场景。同时，5G 网络通过提供多样化业务需求和业务特征的能力，适应不同应用场景的灵活性和多样化的业务需求，如超宽带、超低时延、海量连接、超高可靠性等。借助 5G 网络超宽带、超低时延、海量连接、超高可靠性的特性，受益于 4K/8K 高清、XR 虚拟与增强现实技术、人工智能等新技术的引入，智慧教育将在教学效果、教学智能、教学创新和教学网络覆盖等方面得到极大的提升，实现沉浸式学习体验、丰富灵活的教学方法、高速快捷的用户组网与接入。

政策驱动：十九大提出“教育现代化、建设教育强国”战略，《教育信息化 2.0 行动计划》强调以信息化全面推动教育现代化，到 2022 年基本实现“三全两高一大大”发展目标，即教学应用覆盖全体教师、学习应用覆盖全体适龄学生、数字校园建设覆盖全体学校，强调将云计算、大数据、物联网、移动互联网、人工智能等新技术深入到教育的方方面面，驱动智慧教育的发展。2018 年出台《政府工作报告》加快了智慧教育走向智能化、感知化、泛在化的教育新模式的步伐。2019 年 2 月国务院印发了《中国教育现代化 2035》，继续强调教育信息化在推动教育现代化过程中的地位和作用。

行业趋势：随着信息技术的日益进步，信息技术将在我国教育领域得到更广泛的应用。以互联网、云计算、大数据、物联网、人工智能等为代表的信息技术在教育领域的应用越来越广泛。MOOC、混合式学习、翻转课堂等都已经得到了广泛应用，智能教学系统（ITS）、智能决策支持系统、智能计算机辅助教学（CAI）系统也迅速发展，物联网已在课堂教学、课外学习和教育管理等方面取得应用。教育开始走向智能化、自动化和数字化。

学校需求：随着社会需要的变化和信息技术的广泛应用，学校的办学模式开始进入追求个性的时代。如在教育基本普及情况下，人们更加期望选择符合学生特点的个性化学校，要求学校向更加个性化的方向发展；随着学生的培养更加个性化，学校的组织模式更加弹性灵活，学校将根据学生的个性化学习需要采用更加个性化的教学和活动安排。

学生需求：目前普遍 K12 教育对学生存在缺乏创造能力教育，能力培养教育、缺乏个性化培养等问题；学生越来越趋向于具有创造力、个性化能力培养的教育需求；偏远区域学生更是教师资源、教学资源、网络资源紧缺，学生急需开放性、沉浸式、灵活性强的教学手段和方法。

教育与无线通信跨界融合的趋势从教育信息化行业政策、教育信息化需求、教育终端通信能力、无线技术等方面看也初步成熟。未来，我们希望通过智慧教育+5G 的持续创新，促进教育信息化建设，切实服务于教育业务，最终辅助智慧教育走向智能化、感知化、泛在化的教育新模式的步伐。

1.2 发展背景

以“三通两平台”为主要标志的教育信息化 1.0 取得重大进展

为推进落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010-2020 年）》，2012 年 3 月教育部发布《教育信息化十年发展规划（2011-2020 年）》，开启我国“教育信息化 1.0”时代。2012 年 9 月，国务院进一步明确了“十二五”期间以建设好“三通两平台”的教育信息化工作为抓手，实现宽带网络校校通、优质资源班班通、网络学习空间人人通，建设教育资源和教育管理两大公共服务平台。2016 年 6 月教育部发布的《教育信息化“十三五”规划》，进一步促进了中央有关教育信息化战略的部署落实。

以“三通两平台”为主要标志的教育信息化 1.0 建设取得重大进展。学校网络环境大幅改善，全国中小学校互联网接入率跃升到 92%，多媒体教室普及率达 85%，网络学习空间数量增至 7100 万个；教师信息技术应用能力明显提升，1000 多万名中小学教师、10 万多名中小学校长、20 多万名职业院校教师接受了信息化专项培训。截止 2017 年末，我国教育信息化市场规模已达 1600 亿元左右，实现了 16.4% 的增长。教育信息化投入连年增长，预计 2020 年将突破 3800 亿元。

以实现“三全两高一”为基本目标的教育信息化 2.0 开启智能时代教育新征程

为深入落实十九大的“教育现代化、建设教育强国”战略，2018 年 4 月教育部发布了《教育信息化 2.0 行动计划》。教育信息化 2.0 强调以信息化全面推动教育现代化，到 2022 年基本实现“三全两高一”发展目标，即教学应用覆盖全体教师、学习应用覆盖全体适龄学生、数字校园建设覆盖全体学校，信息化应用水平和师生信息素养普遍提高，建成“互联网+教育”大平台，推动从教育专用资源向教育大资源转变，努力构建“互联网+”条件下的人才培养新模式。

同时，国务院总理李克强在 2018 年《政府工作报告》中，进一步明确了加强新一代人工智能研发应用，在医疗、养老、教育、文化、体育等多领域推进“互联网+”，强调发展公平而有质量的教育。

《教育信息化 2.0 行动计划》和 2018 年《政府工作报告》强调将云计算、大数据、物联网、移动互联网、人工智能等新技术深入到教育的方方面面，体现了中国教育未来发展的重要走向。2019 年 2 月国务院印发了《中国教育现代化 2035》，继续强调教育信息化在推动教育现代化过程中的地位和作用。

教育发展新阶段：智慧教育

互联网的发展，云计算、大数据、人工智能（AI）的逐步应用，教育逐步从传统教育向智慧教育变革，开启了教育信息化新时代。智慧教育在全面关注“物、人、教、育”的基础上，借助互联网、物联网、云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术打造智能化、感知化、泛在化的教育新模式，通过个性化、精细化、沉浸式学习教学，提高课堂教学效果，增强学生学习兴趣，提升学习效率。

1.3 应用价值

智慧教育+5G 应用服务有助于教育行业改革，人工智能、虚拟现实、全息互动教学的应用、物联网校园管理流程的优化等可以提升教育资源的协作，助力教育智能化发展。

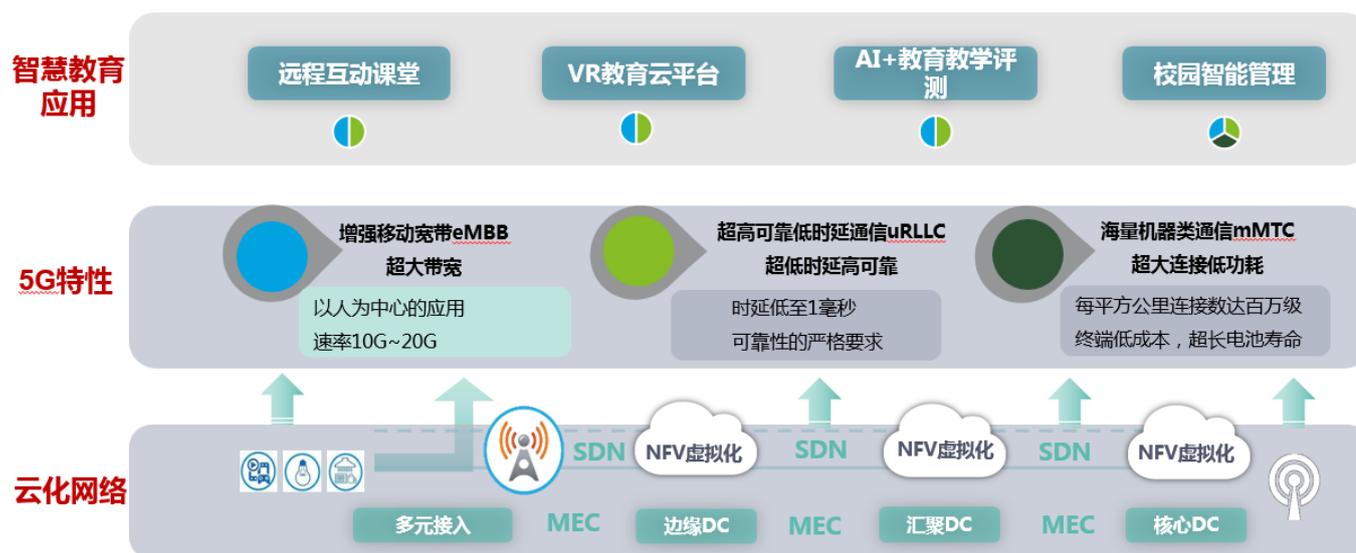
虚拟现实教育：VR/AR 与教育结合呈现的全新的教学体验，可极大地提升学生学习兴趣及对知识的快速吸收。如提供的沉浸式教学场景使教育更加丰富生动，在虚拟情况下提供的亲临现场感“实操”体验，通过 100%三维立体形象还原，提供更直观的教学体验等。对于高成本、高风险及现实难以实践的操作培训，提供“实操”体验如通过 VR/AR 实现手术模拟、飞机驾驶培训，降低执行风险和成本。模拟地震、火灾场景，提供实战演练培训体验。

远程互动教学：以学生为中心的多种形式的互动教学，能更好地激发学习兴趣，提升教学质量，促进有质量的教育目标实现。泛在课堂的发展，使学校学习和家庭学习建立连接，家校学习形成闭环，更好促进教与学的质量提升；同时也可促进公平教育，解决教育资源不足问题，以信息化引领实现跨地域网络教学互动，如通过云课堂或在线课堂，能整体拉通教学，为教育资源不足地区提供优质教育保障，促进教育公平和均衡发展。

人工智能教育教学评测：人工智能+教育教学评测实现课堂教学大数据的“伴随式采集”和“即时化分析”，以音视频采集、人脸识别、行为识别、表情识别、数据关联、数据挖掘、数据分析、云计算等技术为核心，打造一个资源应用、学情分析、督导评价、辅助决策等多种功能于一体的人工智能教学评测系统。

校园智能管理：基于领先的第五代通信技术、物联网、大数据、云计算等能力，针对学校在照明、空调、遮

阳、用电监测、安全防范、用电安全等打造的管理系统，实现对学校的照明、空调、用电安全、财产安全、窗帘遮阳等用电设备的管理，为学校实现能源节约、降低损耗、后勤管理人员提高管理效率，减少人力资源投入，给学校打造一个节能、安全、便捷的校园环境。



2 智慧教育+5G 典型应用场景

2.1 5G+虚拟现实教育

2.1.1 5G+虚拟现实教育定义

虚拟现实教育即教育 VR 化，是指在教育领域（教育管理、教育教学和教育科研）全面深入地运用现代虚拟现实技术来促进教育改革与发展的过程。其技术特点是数字化、网络化、智能化和多媒体化，基本特征是开放、共享、交互、协作。以教育 VR 化促进教育现代化，用虚拟现实技术改变传统模式。

虚拟现实教育价值在于提升学生学习效率，并辅助教师高效授课。虚拟现实与教育相结合，使得学习者的新旧知识之间的同化顺利完成，建构起自己的认知结构，促进学生认知发展。虚拟现实的沉浸性特征去除了参与者与计算机之间的界限，构造的环境从学习者视角出发，如同感受真实世界一样，提供直观、有效的交互，更好地理解掌握所获得的信息，提高抽象思维能力。

教育是虚拟现实行业中发展最快也将是最先落地的领域，随着政策的鼓励和市场的驱动，虚拟现实教育市场持续增长，潜力巨大，而凭借网络基础设施、网络用户、终端分销渠道等资源，运营商在虚拟现实教育市场将迎来新的发展机遇，同时也将推动虚拟现实教育的持续发展。

通过 5G 技术和虚拟现实技术结合应用于教育教学领域。目前虚拟现实内容需要实时进行图形渲染，导致虚拟现实终端价格昂贵、设备笨重、同时需要 HDMI 线连接终端影像移动性，内容也以本地为主，得不到高效的分发，用户无轻便的渠道获取 VR 内容，内容厂商版权也无法得到有效保护，从而制约了虚拟现实教育领域的发展。而通过 5G 的大带宽、低时延，将虚拟现实的渲染功能放到云端，将终端无绳化、渲染实时云化、内容统一分发，让学生能够更好的沉浸到虚拟现实教育内容中，提升学习效果；同时让厂商优质内容得到保护，促进整个虚拟现实教育生态链的发展。

2.1.2 5G+虚拟现实教育政策背景

政策引导虚拟现实教学，使其成为未来教育板块的重要组成部分，近年主要政策包括：

2017 年教育部印发《关于 2017-2020 年开展示范性虚拟仿真实验教学项目建设的通知》，通知指出“开展示范性虚拟仿真实验教学项目建设，是推进现代信息技术与实验教学项目深度融合、拓展实验教学内容广度和深度、延伸实验教学时间和空间、提升实验教学质量和水平的重要举措。”

2018 年 3 月教育部印发了《2018 年教育信息化和网络安全工作要点》，在重点任务中，针对虚拟现实这一新兴技术在教育领域的应用也提出了具体要求，加快推进示范性虚拟仿真实验教学项目建设，项目运营平台上线运行，认定两批 350 个项目，形成支撑 22 个专业类的在线虚拟仿真实验教学项目集成学习环境。

政策明确指出，将虚拟现实教育与人才培养、课程建设具体相结合，近年主要政策包括：

2018 年 9 月，国家发改委发布《关于发展数字经济稳定并扩大就业的指导意见》，该意见指出要创新人才培养培训方式。大力发展“互联网+”教学和技能培训，积极采用移动技术、互联网、虚拟现实与增强现实、人机互动等数字化教学培训手段，推广微课程、线上线下混合式教学、在线直播等新型教学培训模式。

2018 年 10 月，教育部印发《关于实施卓越教师培养计划 2.0 的意见》，该计划中明确指出要推动人工智能、智慧学习环境等新技术与教师教育课程全方位融合，充分利用虚拟现实、增强现实和混合现实等，建设开发一批交互性、情境化的教师教育课程资源。

2019 年 3 月教育部印发《2019 年教育信息化和网络安全工作要点》的通知，《工作要点》中明确提出要培养提升教师和学生的信息素养，推动大数据、虚拟现实、人工智能等新技术在教育教学中的深入应用。

从国家层面，工信部成立了虚拟现实产业联盟(IVRA)以孵育生态系统，旨在推动虚拟现实产业发展。该联盟

有 170 多家合作伙伴组成,包括 VR 相关企业和北京理工大学等学术机构,以及美国哥伦比亚大学等非中国成员。

2.1.3 虚拟现实教育产业现状

虚拟现实教育学校现状

现阶段,学校仍然是虚拟现实技术的吃螃蟹者,一些大学和不少中学都率先尝试将 VR 引入课堂,它们开始与 VR 内容新创公司、VR 设备公司积极展开合作,希望通过引入新兴技术,提升授课效率和学习兴趣。用户体验比较完善的 VR 设备所提供的沉浸式场景的确可以让枯燥乏味的课堂教育、在线教育变得更加生动,让抽象的知识可触摸。

国内大学在 VR 教育方面积极尝试,大约有十五家高等院校开始成立 VR 实验室。一些中小学层面的教育机构也在尝试 VR 课堂。北京人大附中早已引入了 VR 教学,教师带领学生自己开发 VR 教学模型。北京四中网校的创新项目“大语文”和新创公司不可思议科技进行合作,教师团队和不可思议科技的技术团队共同针对“大语文”科目进行内容研发和 VR 内容生产。哈尔滨群力经纬中学就是百度文库 VR 虚拟现实应用创客行动的第一站。

虚拟现实教育内容现状

北京师范大学智慧学习研究院教授黄荣怀表示:“内容有限。目前还没有“系统的 VR 教科书,所以现有的 VR 课程还处于试水阶段。“内容开发非小事,因此,目前提供的大部分内容都是专业人员制作,成本很高。这通常也意味着这些 VR 课件并非由给学生上课的老师制作,这会导致一些后续问题。

目前 VR 教育领域的 VR 内容公司,内容生产多涉足在地理、天文、生物、历史等学科上。这些科目中,多以静态物体展示为主,比如在天文中,对于外太空环境的沉浸式的体验要远远优于书本中文字及图片的二维的展示说明;再比如,生物学科中有大量的对于器官和组织的说明,如果在虚拟现实场景中,以三维动画的形式逐层剥离,逐层展示说明,将加深学生对器官组织之间连接关系的知识点。

内容标准化通常也仅限于 K-12 内容,这个年龄段的学校课程设置通常是全国统一的。然而,对于高等教育和职业课程,很少有标准化的内容。内容创建者可能需要为每个客户制作特定的 VR 教育内容。这提高了成本,很可能使 VR 教育解决方案的定价超出许多学校的预算。

对高等教育和职业教育来说,内容制作更具挑战性,这方面,VR 教育和培训的提供者面临的挑战很相似,需要围绕为每个客户创建定制内容,部分企业 VR 培训供应商试图通过为客户创建开发工具包来克服这一问题。

除了内容的制作以外,内容的保护也是一个挑战。对教育部门来说,云分发的方式是保护版权的一种有效方法,因为保护一台服务器比保护数百个单独的设备更容易。

2.1.4 5G+虚拟现实教育商业机会点

5G 时代为 VR 教育发展提供了“基础设施”建设

未来 VR 的应用形式都是以云端图形渲染，本地播控为主，因此 VR 应用对传输管道要求极高。而 VR 技术对于图像的要求非常高，导致相关的图片以及视频等素材的“体积”非常大。而目前的移动通信技术尚不能达到这样的高标准传输要求。19 年开始 5G 逐步商用，VR 在传输方面的屏障将被打通，困扰 VR 技术在移动端应用的问题将会迎刃而解，同时可能伴随着 VR 的基础设备成本的下降。

素质教育赛道火热，VR 有机会打破时间和空间壁垒

素质教育赛道包括 STEAM、美育、体育、生活素养培训等，而 VR 技术的出现将一定程度上打破传统意义上素质教育的时间和空间的壁垒。例如，目前市面上有一些成熟的心理辅导课程，包括让学生由于置身于美丽的景色之中，充分的进行放松；也有包括模拟火灾、地震等紧急场景的 VR 体验课程，让学生感受危险氛围的同时，完成一系列的操作实现自救。另外，由于虚拟现实是以虚拟仿真环境为载体，因此在这个环境中，理论上是可以进行任何实验和试错的，所以在 STEAM 培训方面，VR 将有很大的发展空间，同时大大降低边际成本，让培训规模经济化。

在线 VR 教育带来沉浸式体验，冲击传统教育模式

在线 VR 教育带来全新的沉浸式体验，对现有教学体系带来极大的冲击甚至颠覆。不需要挤破头上名校，只需一个头盔就能置身名校，近距离聆听名校讲授，这是名校的终结者，学区房终结者。变革传统在线教育产业，重构在线教育产业秩序。

VR 教育市场火爆推动产业人才培养

当下 VR 教育市场火爆，但 VR 教育人才奇缺，国内 VR 教育人才市场正陷入一个怪圈。一方面，各大公司纷纷开出高薪网罗 VR 人才，却一将难求。另一方面，不少人看到了 VR 巨大潜力欲投身进入 VR，苦寻学习机会而不得。高端人才稀缺，入门菜鸟得不到深造，高校 VR 人才培养就凸显出重要性。

2.1.5 5G+虚拟现实教育应用场景

虚拟现实+课堂教学

在教育场景，虚拟现实技术可通过自然的交互方式，将抽象的学习内容可视化、形象化，为学生提供传统教材无法实现的沉浸式学习体验，提升学生获取知识主动性，实现更高的知识保留度。根据不同的学科，虚拟现实发挥着不同的作用，主要有立体物体的展示，立体空间的展示，展品的介绍，虚拟空间的营造与构建，虚拟场景的

构造等方面的应用。

虚拟现实+科学实验

一般学校现有的条件下,有许多实验是根本不可能做的,如核反应实验,还有些实验是不能让学生做的,如涉及到放射性物质或有毒物质的部分。利用虚拟现实技术,可以有效地解决实验条件与实验效果之间的矛盾。在教学中,许多昂贵的实验、培训器材,由于受价格的限制而无法普及。如果利用虚拟现实技术,在多媒体计算机上建立虚拟实验室,学习者便可以走进这个虚拟实验室,身临其境般的操作虚拟仪器,操作结果可以通过仪表显示身体的感受反馈给学生,来判断操作是否正确。这种实验既不消耗器材,也不受场地等外界条件限制,可重复操作,直至得出满意结果。VR 实验室的一大优点还在于其绝对的安全性,不会因操作失误而造成人身事故。

虚拟现实+远程教学

在远程教学中,往往会因为实验设备、实验场地、教学经费等方面的原因,而使一些应该开设的教学实验和课程无法进行。利用虚拟现实技术,可以弥补这些方面的不足,学生足不出户便可以做各种各样的实验,获得与真实实验一样的体会,从而丰富感性认识,加深对教学内容的理解。

虚拟现实+科技研究

科技研究与实验观测注重让用户观察到更多更精确的有效数据以供后续分析或使用。因此,这种应用重在以高度拟真的方式,将一些难以观测的现象放到虚拟世界中,让用户以更为舒适便捷的视角或时间测度进行观测,相应地也要由系统给出真实实验中应当观测到的数据。利用 VR 系统重建某次天体碰撞的场面及数据分析,这种应用对硬件设备的要求不高,主要还是对计算机系统的运算能力有较高要求。

虚拟现实+仿真校园

教育部在一系列相关的文件中,多次涉及到了虚拟校园,阐明了虚拟校园的地位和作用。虚拟校园也是虚拟现实技术在教育培训中最早的具体应用,已由浅至深有三个应用层面,分别适应学校不同程度的需求:

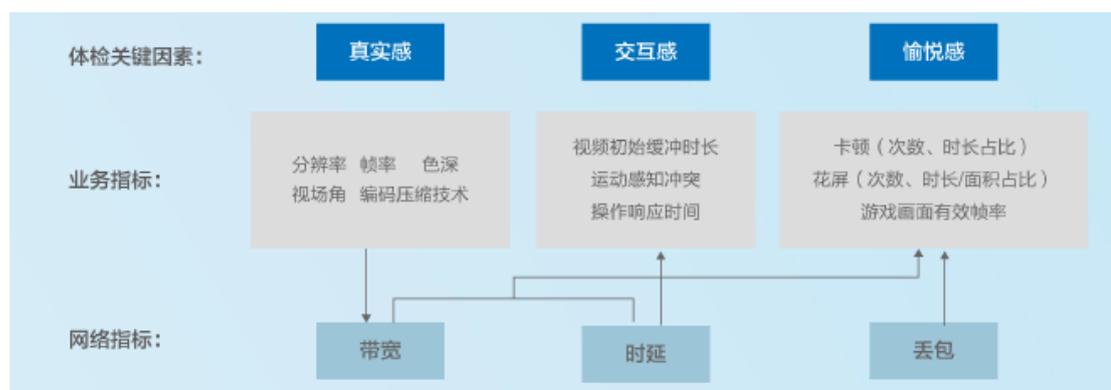
- 1、简单的虚拟我们的校园环境供游客浏览。
- 2、基于教学、教务、校园生活,功能相对完整的三维可视化虚拟校园。
- 3、以学员为中心,加入一系列人性化的功能,以虚拟现实技术作为远程教育基础平台。

2.1.6 5G+虚拟现实教育网络要求

影响 VR 教育体验的关键因素

VR 体验具有 3 个显著的特征, 分别是沉浸感(Immersion)、交互性(Interaction)和意象性(Imagination), 其主要优势也是这三个特征体现的。

与其相对应, VR 教育的体验评价也主要有三个因素: 真实感、交互感和愉悦感。



VR 教育的网络要求

VR 教育良好体验需要比较大的带宽, 4K 全景视频大概需要 25Mbps 的带宽, 8K 全景视频大概需要 100Mbps 的带宽。为了提高 VR 教育体验, VR 全景视频逐步提升至 8K, 按照 8K 全景视频的带宽需求来计算。另外需要考虑一个学校/班级的 VR 终端数, 班级人数为 50 人, 那么可能会拥有 50 个 VR 终端, 将会有更大的带宽需求。

VR 教育的良好体验对网络时延的要求也比较高。一般在行业认可的虚拟现实交互时延应在 30ms 左右, 如果超过这个数值, 将会给使用者带来眩晕感和迟滞感。因此, 网络传输延迟、云端渲染时间、逻辑运算时间的总和应不超过 30ms。由于云端渲染时间和逻辑运算时间相对比较固定, 可优化空间有限, 因此网络传输延迟应不超过 15ms。

目前的 VR 教育还处于发展早期阶段, 伴随着 5G 商用的逐步落地, 未来 1-2 年 VR 教育会有较大体验提升, 包括更高的分辨率、更高的帧率、更大的视场角等。

2.2 5G+远程互动教学

2.2.1 5G+远程互动教学定义

远程互动教学是指通过高清视音频通讯与多媒体协作，实现师生实时交流，为学习者提供身临其境的课堂体验效果和随时随地的远程学习服务，支持并满足各种网络条件下的教学、培训、研讨、会议、考试等业务。

借助 5G eMBB 增强移动宽带和 uRLLC 超可靠低时延通讯的支撑，受益于 4K/8K 超高清视频、xR 虚拟与增强现实技术、人工智能等新技术的引入，新一代远程互动教学将在教学体验和教学效果上获得颠覆性的改观和提升，实现超清视频的沉浸式互动学习、AR 虚拟课堂、远程 AR 实验与协作、全景课堂录播与直播、智慧教室等创新应用，并通过高速快捷的用户组网与接入，实现灵活的移动学习和广阔的地域覆盖。同时，借助 5G 网络切片技术、边缘计算、云计算和大数据的应用，新一代的云教育资源与管理平台将支持远程互动教学实现多种教学体系资源共享，富媒体互动、多媒体智慧教室与在线教学、移动教学紧密结合，有效延伸，形成集中管理、统一维护、互联互通、灵活智能、共享开放的应用模式。

新一代远程互动教学体系架构如下图所示，包括了教室和终端、传输与接入网络、媒体支撑、远程教育云平台以及在上述基础上实现各类互动远程教学业务。其中值得特别关注的是在 5G 网络支持下，超清视频、xR、人工智能三大新技术对传统远程互动教学带来的体验提升和应用创新。本篇章将主要聚焦在与 5G 关联最紧密的以高清/超高清视音频多点通讯为主要形式的远程互动教学。



2.2.2 5G+远程互动教学政策背景

教育信息化是衡量一个国家和地区教育发展水平的重要标志，实现教育现代化、创新教学模式、提高教育质量，迫切需要大力推进教育信息化。面向普及教育和高质量教学的平台建设是国家教育信息化长期建设的重点，在国家政策指导和驱动下，我国教育信息化经历了如下几个阶段的发展：

- 教育信息化 1.0：基础建设

- ◇ 始于十二五，“三通两平台”成为我国近十年教育信息化长期持续建设的目标，即以信息网络为基础，实现宽带网络校校通、优质资源班班通、网络学习空间人人通，建设教育资源公共服务平台和教育管理公共服务平台。这一政策使我国以电大为代表的传统远程教育进入现代远程教育阶段，其中远程互动教学是最典型的应用。

- 教育信息化 2.0：普及

- ◇ 2018年4月13日教育部发布了《教育信息化 2.0 行动计划》，推进“互联网+教育”的具体实施计划，提出2022年基本实现“三全两高一大大”的发展目标，即教学应用覆盖全体教师、学习应用覆盖全体适龄学生、数字校园建设覆盖全体学校，信息化应用水平和师生信息素养普遍提高，建成“互联网+教育”大平台。这一政策将推进现代远程教育与互联网、移动互联网的深度融合，实现教育的普及和提升，远程互动教学在互联网和移动互联网的延伸，对于两个提高具有重要的作用。

- 教育信息化发展后续展望：创新与提升

- ◇ 随着我国 5G 建设的兴起，为人工智能、AR/VR、大数据、云计算等新技术应用将提供有力的支撑，可以预见教育信息化将以新技术和新一代网络为基础，进入创新与提升的新阶段。

我国在教育信息化方面的主要政策：

- 2010年：《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010-2020年）》

- ◇ 提出应用信息技术进行教育信息化建设的总纲要，加快教育信息化进程，加强优质教育资源开发与利用，构建国家教育管理信息系统

- 2011年：《教育信息化十年发展规划（2011-2020年）》

- ◇ 明确三通两平台发展目标

- 2016年：《国民经济和社会发展规划“十三五”规划（2016-2020年）》

◇ 深入推进“三通工程”，积极推动管理平台与资源平台的深入应用与协同发展

- 2018 年：《教育信息化 2.0 行动计划》

推进“互联网+教育”，发展智能教育，主动应对新技术浪潮带来的新基于和新挑战。

2.2.3 远程互动教学产业现状

- UNESCO（联合国教科文组织）：国家教育信息化发展路线图



- 远程互动教学产业发展现状

◇ 缺乏统一的基础教育云平台

目前社会的各个系统和机构基本是分散建设，缺乏统一的基础设施建设、统一的运营管理和运维支撑，存在利用效率低、系统封闭、资源难以共享等问题

◇ 用户体验质量依然不高，缺乏沉浸式学习体验

网络基础设施对高质量教学依然缺乏支撑，成本和网络质量存在障碍

◇ 新技术，在互动教学领域缺乏融合和深度应用

5G+4k/8K 超视频+xR 远程协作+AI 智慧视讯。

◇ 软件与硬件结合不足

软件方案和硬件方案由于厂家业务领域的差异，缺乏结合形成合力

◇ 新型教育模式和创新不足

◇ 缺乏开放创新的生态环境和产业链

- ◇ 信息安全和版权保护问题

2.2.4 5G+远程互动教学商业机会点

远程互动教学在垂直市场和企业市场都存在着普遍的需要和长期的需求。5G 时代，主要的商业机会点：

- 国家三通两平台教育信息基础建设升级和提升
 - ◇ 利用 5G+4K 超清视频，提升三通两平台性能、体验和网络覆盖
 - ◇ 利用 5G 网络切片技术，实现专网应用和定向应用
- 中国特色的党教发展前景巨大
 - ◇ 利用 5G 网络和技术，助力智慧党建，提升党教教育质量和覆盖
- 打造全国教育云服务平台
 - ◇ 支持超清视频体验、协作、智能、开放、能够广泛支持各种教育模式的云平台
- 基于 AR 协作和人工智能的创新领域
 - ◇ 5G+XR 高价值应用领域：远程专家指导、远程实验
 - ◇ 5G+AI 智慧教育应用领域
- 企业培训和职业教育的刚需
 - ◇ 统一平台下，提升资源共享和网络开放
 - ◇ 利用 5G 全面提升企业职业互动教育的质量和效果

2.2.5 5G+远程互动教学应用场景

远程互动教学的主要应用领域：

- 普通教育
 - ◇ K12 基础教育，高等教育：专递课堂、名师课堂、名校网络课堂等
- 专业教育
 - ◇ 远程党教、扶贫教育、职业认证培训、教师培训

- 社会教育
 - ◇ 素质教育、开放大学、成人教育
- 企业
 - ◇ 企业培训、岗位认证、技术讲座、研讨会

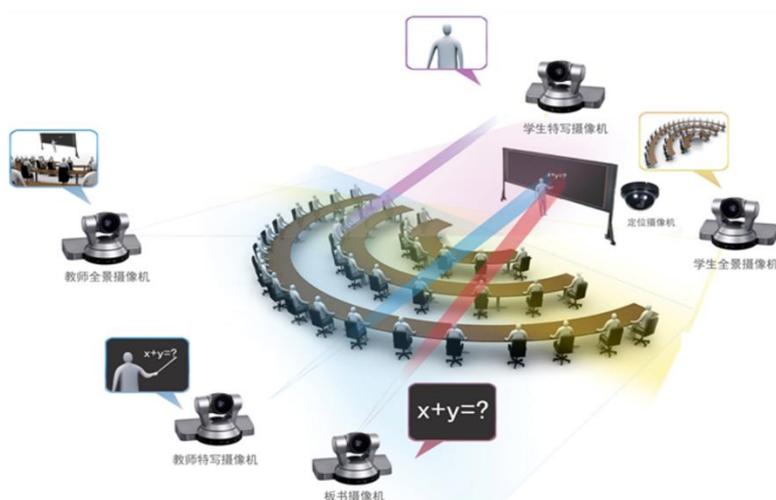
典型应用场景：

- 互动课堂
 - ◇ 实时双向音视频互动教学，支持数据与内容的多媒体交互。
- 名师讲堂
 - ◇ 通过互动课堂与录播系统的结合，支持大并发的在线互动学习。
- 在线学习
 - ◇ 通过互联网进行学习，包括微课、MOOC、翻转课堂等多种创新的学习模式
- 全景课堂
 - ◇ 互动教学引入全景视频，全景摄像头可架设在主讲教室，通过 5G 网络覆盖。可通过大屏、VR 一体机观看全景直播，VR 一体机视角投屏到大电视。
- AR/VR 虚拟实验
 - ◇ 应用 3D、AR、VR、全息等现代化计算机图形图像技术，建设虚拟交互体验实验室。
- 远程教师评测
 - ◇ 对教师进行评测可通过 5G+远程互动的方式进行，评测教师通过 5G 网络远程观看老师授课。

应用场景示例：

- 互动教学教室

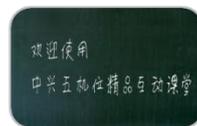
功能：多点远程互动教学，教学场景自动跟踪，识别和切换。主讲教室画面能够自动在教室全景、教师特写、板书特写、学生特别、学生全景、电脑课件之间切换。



教室全景



教师特写



板书特写



学生特写



学生全景



电脑课件

2.2.6 5G+远程互动教学网络要求

远程互动教学网络，承载高清视音频的实时交互，根据业务部署的层级、区域、内容需求、行业需求、专业需求等因素，对承载网络具有不同的要求。

1. 对基础网络的整体要求：

◇ 带宽：

1080p 普通高清：1Mbps+1Mbps 保障带宽（视频+内容双路码流）

5G 4K 超清：2Mbps+2Mbps 保障带宽（视频+内容双路 4k 码流）

◇ 端到端时延：小于 200ms

◇ 时延抖动：小于 50ms

◇ 丢包率：低于 1%（引入网络容错机制后）

2. 视频对网络的要求：

场景	分辨率	帧率 (FPS)	色深(bit)	编码	传输方式	总码率 (Mbps)
FHD	1920x1080	30/60	8	H.264HP	N/A	10-20
4K	3840x2160	60	10	H.265	N/A	50-100
平面8K视频	7680x4320	90	10	H.265	N/A	100~150
VR 8K视频	7680x3840	90	10	H.265	Sphere	90~130
					FOV	30~50
VR 8K游戏	7680x3840	120	10	H.266	N/A	200~800

3. 中国联通 5G+远程互动教学网络架构：



2.3 5G+人工智能教育

2.3.1 5G+人工智能教育定义

人工智能和教育的结合，主要集中在在教育的教、学、考、评、管方面。通过数据采集，实现教学数字化到数据化，为老师减负增效，减少教师重复工作时间；实现对学生个性化分析、以学定教、提升学习的效率与质量；能够为教学管理提供大数据辅助决策与建议，为科学治理提供支撑。未来，人工智能在教育领域会起到“穿针引线”的作用，给学生、老师、学校管理者提供辅助或者决策性的分析，利用人工智能技术提高教育教学水平。

5G 是万物互联的基石，AI 是万物互联的助推器，二者作为新时代的生产力，将带来整个社会生产方式的改变和生产力的提升。两者相加，相互作用，AI 将使能于 5G 网络，优化 5G 网络，推动 5G 网络落地。5G 同样能够使能于 AI，改变生产方式、改变社会生活，5G 使 AI 无处不在。未来，5G 与 AI 相辅相成，边缘计算能够加速 AI 的部署落地，通过“超级大脑”，云、边、端会进一步协同起来，让 AI 更好的融入万物互联的世界。

人工智能离不开大量的计算资源及存储资源，大量的数据通过有限的网络连接传输至位于集中式数据中心的分析引擎进行数据分析，未来，当大量用户接入数据中心时，中心化的数据机房就出现响应不及时、延时过高等情况，同时大带宽的成本不但令用户难以接受，中心化的机房的网络建设成本也令运营商难以接受。通过 5G 边缘计算技术，能够解决这些难题，边缘计算靠近物理设备或数据源头的网络边缘侧，融合网络、计算、存储、应用核心能力的开放平台，就近提供边缘智能服务，来满足 AI 快速连接、实时业务、数据优化、应用智能、安全与隐私保护等方面的关键需求技术，使得 AI 应用的性能、整体可靠性大大提升。边缘计算的另一大优势也在 AI 领域得以发扬光大，就是实时性。例如 AR/VR，互联汽车，无人驾驶、远程医疗，以及智慧城市，上述这些智能终端产品及解决方案，都是无法容忍超过数毫秒的时延，并对于抖动或时延变化极其敏感的。举例来说，互联汽车要求低时延、高带宽，并基于接近于用户计算和内容存储，这些条件都使得边缘核心成为了必备项。在很多场景下，尤其是使用封闭式自动化操作来维护高可用性的场景，响应时间必须保证在几十毫秒内，而这种条件除边缘计算外是无法达成的。

人工智能智慧教学系统，不但可实现基础的课程音视频录制、直播、教学互动等功能，更能通过教室中的摄像头收集视频，通过 5G 网络将视频上传至 MEC 边缘云，部署在边缘云的人工智能服务器对视频进行分析收集数据，5G 的大带宽、低时延的特性可以使 AI 助教系统仿佛部署在本地一样快速反应。

2.3.2 5G+人工智能教育政策背景

中共中央、国务院《中国教育现代化 2035》明确提出，加快信息化时代教育变革。建设智能化校园，统筹建设一体化智能化教学、管理与服务平台。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。推进教育治理方式变革，加快形成现代化的教育管理与监测体系，推进管理精准化和决策科学化。推进教育现代化的总体目标是：到 2020 年，全面实现“十三五”发展目标，教育总体实力和国际影响力显著增强，劳动年龄人口平均受教育年限明显增加，教育现代化取得重要进展，为全面建成小康社会作出重要贡献。在此基础上，再经过 15 年努力，到 2035 年，总体实现教育现代化，迈入教育强国行列，推动我国成为学习大国、人力资源强国和人才强国，为到本世纪中叶建成富强民主文明和谐美丽的社会主义现代化强国奠定坚实基础。

国务院《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》提出未来 5 到 10 年，是全球新一轮科技革命和产业变革从蓄势待发到群体迸发的关键时期。信息革命进程持续快速演进，物联网、云计算、大数据、人工智能等技术广泛渗透于经济社会各个领域，信息经济繁荣程度成为国家实力的重要标志。

教育部印发的《教育信息化 2.0 行动计划》明确指出：构建智慧学习支持环境。加强智慧学习的理论研究与顶层设计，推进技术开发与实践应用，提高人才培养质量。大力推进智能教育，开展以学习者为中心的智能化教学支持环境建设，推动人工智能在教学、管理等方面的全流程应用，利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革，探索泛在、灵活、智能的教育教学新环境建设与应用模式。大力提升教师信息素养。贯彻落实《中共中央国务院关于全面深化新时代教师队伍建设改革的意见》，推动教师主动适应信息化、人工智能等新技术变革，积极有效开展教育教学。启动“人工智能+教师队伍建设行动”，推动人工智能支持教师治理、教师教育、教育教学、精准扶贫的新路径，推动教师更新观念、重塑角色、提升素养、增强能力。以大数据、云计算、5G、物联网、人工智能和 VR/AR 等核心技术为支撑，通过构建智慧化的学习环境，打造泛在学习、云

学习和无缝学习的学习空间，建立高效的 5G 快速网络应用，建设全国示范性智慧校园，树立全国的标杆学校。

2017 年 3 月，全国“两会”上“人工智能”首次被写入政府工作报告，指出要加快培育壮大包括人工智能在内的新兴产业。

国务院发布的《新一代人工智能发展规划》提出，要利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革，构建包含智能学习、交互式学习的新型教育体系。开展智能校园建设，推动人工智能在教学、管理、资源建设等全流程应用。要开发立体综合教学场、基于大数据智能的在线学习教育平台。开发智能教育助理，建立智能、快速、全面的教育分析系统。建立以学习者为中心的教育环境，提供精准推送的教育服务，实现日常教育和终身教育定制化。随后，工信部发布《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划》，提出加快人工智能产业发展，推动人工智能和实体经济深度融合。

时间	政策	主要内容
2016 年 11 月	国务院《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》	未来 5 到 10 年，是全球新一轮科技革命和产业变革从蓄势待发到群体迸发的关键时期。信息革命进程持续快速演进，物联网、云计算、大数据、人工智能等技术广泛渗透于经济社会各个领域，信息经济繁荣程度成为国家实力的重要标志。
2017 年 3 月	全国“两会”上“人工智能”首次被写入政府工作报告	指出要加快培育壮大包括人工智能在内的新兴产业
2017 年 7 月	国务院发布《新一代人工智能发展规划》	提出要围绕教育、医疗、养老等迫切民生需求，加快人工智能创新应用，为公众提供个性化、多元高品质服务

2017 年 12 月	工信部发布《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划》	加快人工智能产业发展,推动人工智能和实体经济深度融合
2018 年 4 月	教育部印发《教育信息化 2.0 行动计划》	推动人工智能在教学、管理等方面的全流程应用,利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革,探索泛在、灵活、智能的教育教学新环境建设与应用模式
2019 年 2 月	中共中央、国务院印发《中国教育现代化 2035》	加快信息化时代教育变革。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。推进教育治理方式变革,加快形成现代化的教育管理与监测体系,推进管理精准化和决策科学化。

2.3.3 人工智能产业现状

随着“三通两平台”项目建设的不断深入,促使教育信息化中的教学录播系统在国内众多学校得到了建设,无论是普教还是高教,都大面积的建设了常态化录播教室或精品录播教室,因此在多数学校都存在着教育资源堆积,无法灵活高效应用起来的问题。投入了大量财力、物力建设起来的教学设备系统逐渐的无法发挥出原本应有的作用,随着越来越多教学资源的产生,苦于分析这些数据的学校慢慢的将教学录播系统“尘封”了起来。

在这种背景之下,能够以智能代替人工来分析这些教育资源并提供丰富的客观分析结果的手段,成为了众多学校的迫切需求,也是未来教育教学中的一种趋势和驱动。在近几年中,人工智能在很多学科领域和产业领域进行了广泛的推广和使用,已经在全球竞争中成为新的焦点。国务院印发的《新一代人工智能发展规划》已经提出要在小学阶段设置人工智能相关课程、逐步推广编程教育、建设人工智能学科、培养复合型人才,形成

我国人工智能人才高地。目前已有许多厂商开展人工智能产品开发，或应用于辅助教学，或开发人工智能教材用于教学，或用于智慧校园管理。

人工智能教育是教育信息化发展的最新阶段，人工智能和教育领域的结合大大加速了信息技术与教育的深度融合，从长远来看也有利于加速两化融合进程。



数据来源：中商产业研究院

近年来，我国人工智能市场规模增加迅速，近两年增长率均保持在 50%以上，而且增长率逐年扩大。2018 年，我国人工智能产业规模达 238 亿元。目前人工智能在教育领域取得爆发式增长，预计 2020 年啊全球智能教育产业规模可达 108 亿美元，我国将接近 10 亿美元。

2.3.4 5G+人工智能商业机会点

目前私立、双师课堂和国际学校由于自身各自的特点对人工智能教学评测有较大需求。针对不同学校，可以有以下几种商业机会：

- 1、私立学校更注重用户体验，家长有实时获取学生成长、学习以及老师教学状态的需求。可根据私立学

校需求重点开发面向家长的功能和应用，可根据不同功能和应用进行相应的收费。

2、双师课堂由于主讲教师获取学生学习状态不及时、不方便，所以需要人工智能系统辅助老师采集和分析学生学习状态和教学评价。可根据双师课堂的需求，重点开发面向老师的应用和功能。在此场景下，更适合于整个系统打包收费或者按照年服务费用收取。

3、国际学校作为高消费群体聚集地，更需要高科技的元素提升学校影响力和家长的体验。可以综合以上两种方式，分别面向家长和学校提供服务。

人工智能结合教学系统的解决方式在众多教学场景中都有着重大的应用价值和机会点。以 AI 系统来代替人工完成对教学资源的观看、提取、分析、总结、应用等工作，极大的减轻了学校的附加工作，智能化的向用户提供所需的各类教学数据以及客观建议，让教学、教研等工作变得更加轻松，准确。针对不同的教室配置情况有以下几种商业机会：

1、面向普教和高教的常态化录播教室，提供人工智能分析服务，完成大数据的采集分析和后续多种应用；

2、面向具有特定需求的精品录播教室，通过提供 AI 分析服务，对学校重点关注的班级或随机抽查的班级进行分析处理，使学校获得更有针对性和指向性的教学情况结果；

3、面向具有课堂教学过程分析需求的各类已建录播教室，提供升级改造服务，增设人工智能分系统，辅助学校完成日常的教学研究工作。

2.3.5 5G+人工智能教育应用场景

人工智能+教育教学评测实现课堂教学大数据的“伴随式采集”和“即时化分析”，以音视频采集、人脸识别、行为识别、表情识别、数据关联、数据挖掘、数据分析、云计算等技术为核心，打造出一个资源应用、学情分析、督导评价、辅助决策等多种功能于一体的人工智能教学评测系统。为学校的日常教学完成各类学情分析工作，包含基于人脸识别的自动考勤统计、基于行为识别的考场异常动向监测、根据课堂教学行为对师生状态的分类统计、将学生成绩与课堂关注度关联进行分析、通过人工智能系统自动生成教研数据完成学情分析、针对系统日常分析数据积累教师成长记录、借助课堂智能分析的学情数据完成学科间教学对比，以及依据学校实情完成各类常模建设等功能。

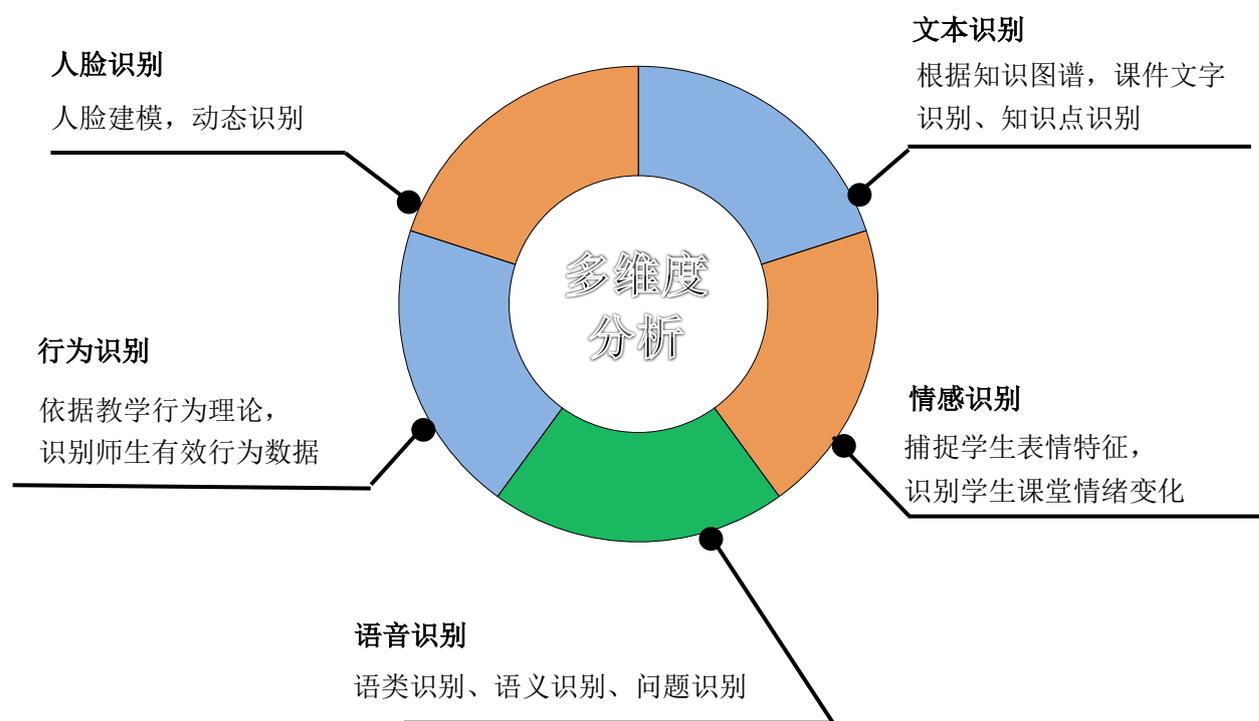


图 AI 智慧教学系统多维度识别与分析

人工智能分析系统是采用弗兰德斯课堂分析法、OCR 及人工智能等技术相结合，通过建立数据分析模型实现对课堂中各种教学行为和教学内容进行自动分析，自动形成课堂教学行为和教学内容的分析数据，为师生的日常教学提供智能化的教学辅助，为教师教学方法的改进提供客观真实的数据参考。通过建立的教学行为模型可对教师讲授、教师板书、教师巡视、师生互动等多种教学行为进行自动分析，生成课堂教学分析数据结果。教师依据系统生成的教学视频、切片和教学行为数据进行教学反思，改进教学方法，提升教学技能。同时，自动生成学生的学习行为数据，便于教师针对学生的学习方法进行指导改进。

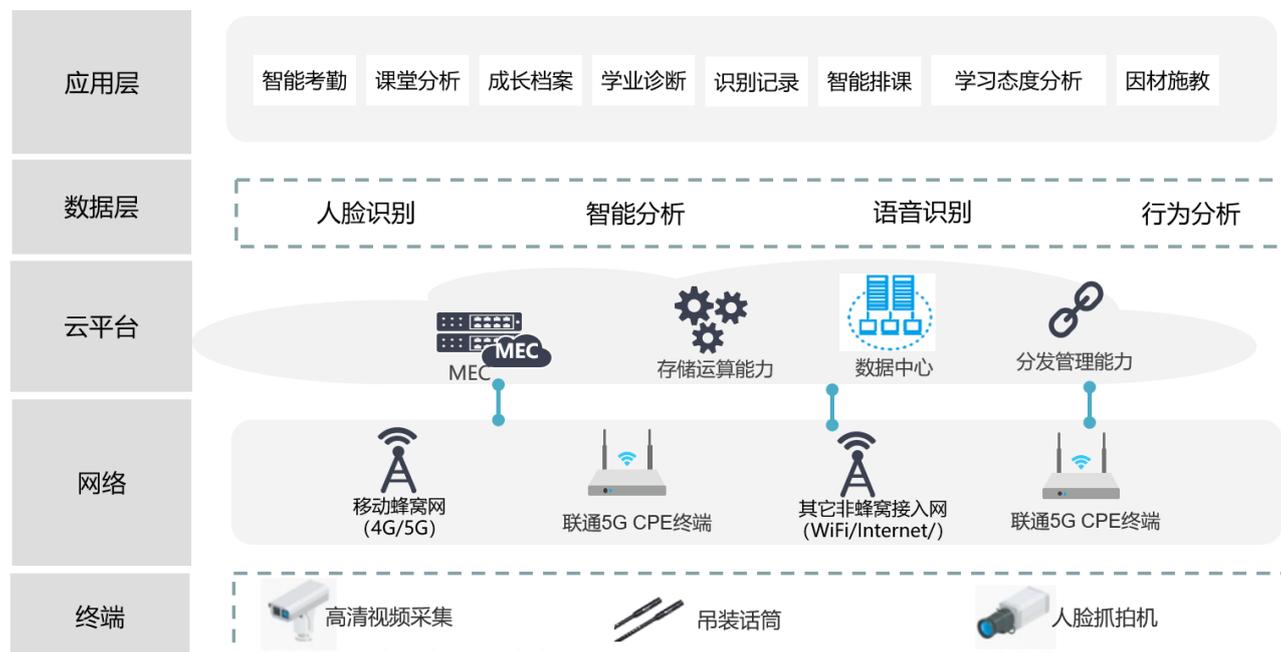


图 AI 教育教学评测逻辑图

基于人工智能分析系统产生的数据，可使整体教育教学工作实现极具针对性的价值应用，主要有以下应用场景：

A、课堂情感识别与分析

课堂是老师传授知识、学生学习的重要场所，而教学分析是优化学校教研方式、提高课堂教学实效的重要途径。但在传统教学中，学校教学管理人员对学生学习情况的检查多停留在随堂测验、期中和期末等考试上，对老师的教学评价多停留在教案审核和例行教学观摩上，教研工作缺乏客观的多维数据作为参考。因此，教学管理人员无法全面获悉整体教学情况，老师无法及时掌握所有学生的课堂参与度情况，影响教学效率。

为解决以上问题，人工智能智慧教学系统可应用情感计算等前沿的人工智能技术，为学校提供更精细的教学评估，为教师提供更好的教学体验，为学生提供更个性化的学习指导。人工智能智慧教学系统可自动识别课堂中学生和老师的面部表情，对师生在课堂中的面部表情变化进行深入分析，帮助教学管理人员了解教师的授课风格和学生课堂表现；另一方面，可自动分析课堂互动时学生的语音情绪变化，帮助老师了解学生的学习状态。一堂课之后，人工智能智慧教学系统通过摄像头收集的视频数据，通过人工智能技术统计课堂情感占比，识别情感典型学生，分析学生情感变化，将统计后的数据通过可视化的形势形象的展示出来，课堂中学生的

感变化一目了然，老师可以看出自己授课内容对学生的吸引力，并且关注到每个学生的学习状态，从而调整教学进度和授课方式，提高教学实效



B、课堂行为识别与分析

情绪是反映学生学习状态的内在表现，而行为则是更加直观的外在表现。低头、趴桌等等常见的上课动作可能是表示学生听不懂老师的教学内容或者对旧知识的厌倦。一天中哪个时间段、哪门课程是学生抬头次数最多的时候。这些我们习以为常的学生行为每时每刻都在发生，但大量的行为数据却一直没有得到深入的分析。而人工智能智慧教学系统可以通过人工智能识别学生的肢体语言并进行分析，将课堂行为数据利用起来。

人体行为识别技术可以通过教室中布有的摄像头收集上来的视频检测教学视频中头、颈、肩、肘、手、臀、膝、脚等多处人体骨骼关键点的组合和移动，识别学生上课举手、站立、侧身、趴桌、端正等多种课堂行为。根据反馈的数据对课堂中学生的学习专注度和活跃度进行分析，最终帮助老师了解课堂的关键活跃环节、学生的活跃区域分布等信息，统计课堂行为占比、分析课堂行为趋势，通过行为分析学生的学习态度，帮助学校进行更细致的教学评估和更合理的教学管理工作。

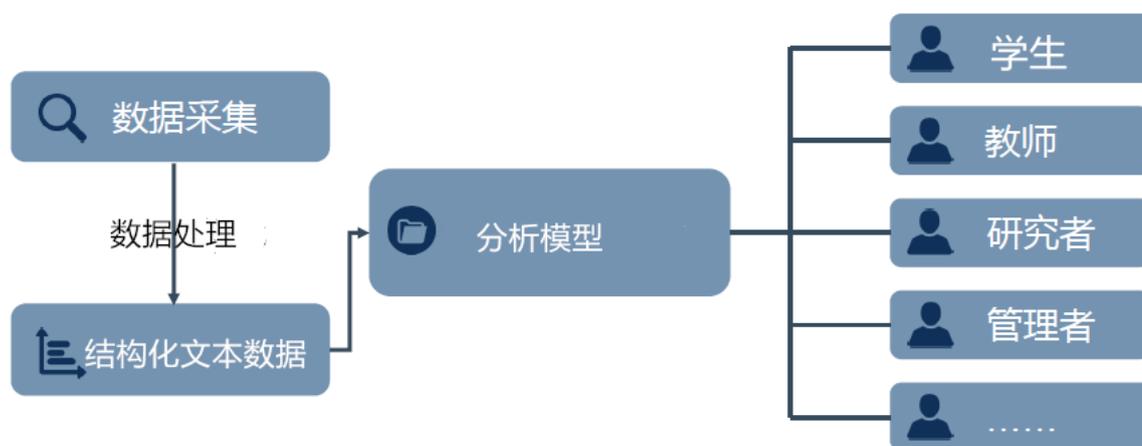


图 课堂行为识别与分析

C、课堂互动识别与分析

课堂互动也是课堂中必不可少的内容，“互动式”教学是一种教学模式，就是把教育活动看作是师生进行一种生命与生命的交往、沟通，把教学过程看作是一个动态发展着的教与学统一的交互影响和交互活动过程。在这个过程中，通过优化“教学互动”的方式，即通过调节师生关系及其相互作用，形成和谐的师生互动、生生互动、学习个体与教学中介的互动，强化人与环境的交互影响，以产生教学共振，达到提高教学效果的一种教学结构模式。

但是，如何优化教学互动方式一直是传统教学手段难以解决的问题，课堂互动数据的收集一直是对互动方式研究的难点问题，传统手段下收集互动往往采用手动收集的方式，耗费人力物力，而人工智能技术的出现，则能够很好的代替人来做这种的低智力的重复性工作。



人工智能智慧教学系统通过语音识别，收集课堂中师生互动的数据，将学生的发言及老师的授课内容通过文本的形式记录下来，并通过文本技术，将非结构化的数据转化为结构化的数据，提取互动的关键词语，通过课堂气氛的改变自动为这些词语进行标记，提取出有助于课堂氛围的正面词汇。同时，也可针对每个不同学生的互动情况提取对学生学习积极性调动正面词汇，帮助教师及家长，提高教学互动效果，提升学生学习效率。

D、课堂活跃度

通过教室中的摄像头收集上课数据，同时后台人工智能智慧教学系统在后台分析上课的情况，当后台程序发现课堂上气氛较为活跃，或者气氛较为沉闷，就会将此间段的视频提取出来，当老师下课回到办公室时，可观看这些视频，分析原因。

E、课堂专注度

通过教室中的摄像头收集上课数据，同时后台人工智能智慧教学系统在后台分析上课的情况，当后台程序发现课堂上学生专注度较高，学生上课效果较好，或者此时学生专注度较差，就会这些时间内的视频提取出来，当老师下课回到办公室时，可观看这些视频，分析自己教学的得失。

F、课堂考勤

目前高等教育，课堂的出勤率一直是老师的心病，老师往往通过点名的方式对课堂学生进行考勤，但是，当点名遇到如公共科目这种大班课时候，课堂学生众多，往往一次点名就会耗费半节课的时间，耽误教学工作，同时，也会出现学生代替别人答到的情况，这种情况下，通过人工智能技术，对出席课堂的学生进行面部

识别，统计课堂的出勤率、识别出勤的学生，有效的代替了传统的点名方式进行考勤，节省老师上课的时间，同时，提高了学生的出勤率。

G、学业诊断

依托人工智能技术，基于伴随式数据的采集与动态评价分析，通过线上线下相结合的测试手段，针对每一位同学输出评测结果、学业报告和个性化的智能提升计划。针对每一位同学的不同需求，精准化推送学习资源和知识点拆解。最终实现因材施教，帮助管理者全面督导和辅助决策。

H、多维度教学报告和个人成长档案

针对不同用户群体（例如主管、校长、教师、家长、学生等）输出多维度、多层次的报告，并为适应不同区域要求，提供高覆盖、货架式灵活可定制的数据分析维度，从而满足国内各区域、各类型、各用户的分析需求。同时通过分析历史数据，针对每一位学生，形成其个性化的个人成长档案。

I、新高考下智能排课

通过人工智能技术找出全局最优的排课组合，实现传统排课和分层走班排课的整合。另外，还可结合学生的历史成绩、评价数据、兴趣爱好、职业生涯规划等信息和教师的教学质量评价数据，基于深度神经网络算法实现智能排课推荐。

2.3.6 5G+人工智能网络要求

人工智能智慧教学系统对网络的要求主要是应用于课程回传、人脸识别分析、网络在线直播以及教学互动，对每间教室的网络带宽要求保证至少 10M；在开展教学互动时，建议主讲教室网络带宽至少保证 20M，听讲教室网络带宽至少保证 10M。

其网络结构图如下所示，前端摄像头完成高清人脸抓拍和高清视频采集，通过 5G 网络进行传输；基站边缘的 MEC 或本地分流服务器进行流量的分析和预处理，将高清视频和图片信息转发至校园内网；由部署在校园内网的服务器完成图片分析，人像比对，视频信息的储存和分析，并将相关指令或分析结果返回至前端摄像头或电脑客户端。



图 AI 教育教学评测系统网络架构图

2.4 5G+校园智能管理

2.4.1 5G+校园智能管理定义

智能校园管理系统是以互联网、物联网、机械自动化、计算机、多媒体、网络、智能化建筑等多种先进技术融合后，利用感知技术与智能装备对校园的方方面面进行感知识别，通过互联网、移动通信网等网络的传输互联，经过数据采集、处理后，自动控制、调整、监测、分析校园内的人或物，实现人与人、人与物、物与物信息交互和无缝链接，改进校园管理质量和高效推动教育、科研模式创新，达到对高效工作以及校园物理环境的实时控制、精确管理和科学决策的目的智能化信息管理系统。

校园智能管理通过 5G 通讯技术的应用，利用其网络的可靠性、低延迟、可伸缩性、安全性和移动性的技术特点，有效解决校园物联网应用中所需的低成本、低功耗、广覆盖、高容量的网络建设需求，为学校打造一个节能、安全、便捷的校园环境。

2.4.2 5G+校园智能政策背景

党的十九大报告指出，优先发展教育事业。建设教育强国是中华民族伟大复兴的基础工程，必须把教育事业

放在优先位置，加快教育现代化，办好人民满意的教育。

《教育信息化 2.0 行动计划》明确了教育信息化 2.0 的具体实施行动，包括八个方面：数字资源服务普及行动、网络学习空间覆盖行动、网络扶智工程攻坚行动、教育治理能力优化行动、数字校园规范建设行动、智慧教育创新发展行动、信息素养全面提升行动。

在《教育信息化 2.0 行动计划》中，“智慧教育创新发展行动”明确提出“以人工智能、大数据、物联网等新兴技术为基础，依托各类智能设备及网络，积极开展智慧教育创新研究和示范，推动新技术支持下教育的模式变革和生态重构。”

于此同时，国务院印发的《“十三五”节能减排综合工作方案》中，要求加强公共机构节能、强化重点用能单位节能管理，而国家教育部也印发了《关于深入开展节粮节水节电活动的通知》，要求各地各学校动员学生积极参与节电节水活动，促使学生养成及时关水、关灯习惯，杜绝长流水和长明灯现象；加强校园主要用能设备维护管理，强化节能措施；积极利用新技术、新产品和可再生能源，推进科技节约等。

国务院食安办[2017]31 号文件中第十一条中指出，加强集中用餐单位日常管理。教育行政部门要将学校（含幼儿园）食堂食品安全纳入学校安全工作内容，强化食品安全教育和日常管理，持续提升校园食品安全水平。第十六条中指出，开展“明厨亮灶”质量提升行动。以繁华商业街区、A 级旅游景区等为重点区域，以学校（含幼儿园）食堂、大型和连锁餐饮企业、中央厨房、集体用餐配送单位等为重点单位，提升“明厨亮灶”覆盖面。推进食品原辅料及其来源公示，公开加工制作过程，提升环境卫生质量，开展“明厨亮灶”示范建设，提高公众参与度和社会公信力。

而物联网技术所基于 5G 的实时监控、数据采集、远程操作、智能调度、安全可靠等特性，在不改变原有设备的基础上，只需增加相关新机采集及控制模块，合理利用财政资金，达到节能降耗的效果。因此，成为学校及党政机关单位节能减排工作中首选的技术解决方案，是政企事业单位节能增效、落实科学发展观的重要手段。

因此，基于 5G、物联网技术的智能校园管理系统已经成为了国内范围内教育信息化发展的热点问题。各个教育机构即可以通过智能校园管理系统来提高教学竞争力，推动教育教学水平及学校管理水平的发展提高，又可以达到节能减排的目的，是对教学范畴的补充，有力提升学校管理水平。

2.4.3 校园智能管理产业现状

自 IBM 公司提出“智慧地球”的概念以来，物联网的概念在全球范围内迅速被认可，并成为新一轮科技革命与产业变革的核心驱动力。为此，发达国家纷纷出台政策进行战略布局，抢抓新一轮信息产业的发展先机。

我国相对起步较晚，2009 年才开始进入培育期，重点在研发相关技术上，并开始在公共管理与服务市场应用；2013-2015 年，我国物联网市场整体进入导入期，系统集成类企业在这个阶段取得较好的成效，产业规模达到 1 万亿左右；2016-2020 年，与物联网相关的产品开始在企业、家庭和个人层面大规模的使用，创新运营服务

不断壮大，整个行业的技术标准体系进一步完善和全面普及，标志着行业已进入成长期；2020 以后，物联网行业开始进入成熟期，人、物、服务网络全方位融合。相关技术开始得到深入应用，市场规模初步预计将会达到百万亿元。

随着 5G 时代的来临，物联网相关技术、物联网的相关服务将延续到各行各业，朝着细分化、差异化、多元化的方向发展，预计到 2040 年，我国物联网连接数规模将达到 10 万亿个。

物联网作为当代新经济、新产业、新技术的代表，引领着信息化发展的新潮流，点燃了智慧教育的新火种。随着社会的进步，科技的发展，社会对校园管理的安全性、高效性不断提出新要求。

2019 年，国家财政性教育经费占国内生产总值比例继续保持在 4% 以上。作为预计市场规模达百万亿元的物联网市场，智慧校园产业规模预计可达近万亿（含公用事业教育支出、个人、企业等多种支出）。

在对于校园智能管理的需求，全国各类院校基于现有的水、电、安保、监控等设备设施，已经逐步建立起了集各类功能于一体的集约化管理信息系统，但是各个系统相互独立，缺乏有机协调的同一入口，可以说国内大多学校也已处于校园智能管理的初步阶段。

物联网产业虽然市场机会巨大，却仍然面临严重的技术和应用碎片化现状，面对“连接”和“可扩展性”两大挑战。

物联网技术本身的技术特点要求需要超大的连接量、高可靠性与实时性、甚至低功耗、深度覆盖的网络连接，易部署、易扩展、易维护。

而且，随着人们对于灵活性需求的增长，传统固定不动的场景正在转变，人们对物联网技术提出越来越高的要求，如设备可以灵活移动，移动后无需重新调试即可及时接入网络或即使在移动的过程中任然可保持网络数据的连接传输。

除此之外，物联网还要增强跨网络、跨平台、跨应用之间的协同能力。单纯进行通信层面的连接，物联网应用之间仍然有可能是割裂的信息孤岛，只有做到语义层面的数据互联，才算建立了实现万物互联的底层通信基础。

2.4.4 5G+校园智能管理商业机会点

现阶段，“互联网+”正推动着数字校园加速向智慧校园升级，很多学校充分利用移动互联、大数据、云计算等技术，为学校、教师和学生提供了多层次的智能化服务。但与此同时，很多学校也面临着诸多挑战，智慧物联网校园的目标还远未达成。

5G 作为新一代的蜂窝网络技术，拥有更高频率的无线频谱，设备连接数量密度也是 4G 的 500 倍，能够同时实现更多设备的入网连接，网络的可靠性、低延迟、可伸缩性、安全性和移动性的技术特点，可有效解决物联网校园智能管理所需解决的网络问题。

在 5G 环境下物联网设备可以和 5G 网络进行直接连接，通过 5G 基站来传输感知层数据，应用对网络层的依赖性将大幅降低，从而能够有效减少交换机、路由器等网络层设备的使用，从而能够省下大笔的设备购买“安装”“维护”升级费用。

5G 网络背景下的物联网应用可以直接通过物联网产品来实现，从而能够在不对建筑进行大规模改造及破坏的前提下实现智能化升级，从而能够节省大量的物联网应用成本，加速促进物联网技术的普及。

中国联通作为 5G 技术的引领者，加速 5G 技术与物联网技术的融合势在必行。在大数据、边缘计算等物联网技术的基础上，校园智能管理将为学校所需要的不同应用场景提供差异化的网络能力和业务隔离性，使智慧校园不再受网线及无线传输距离的约束，实现自连网、自适应和自优化的智能运营；并根据设备运行情况，通过集中管理与远程控制方案，让校园管理更加智能化。同时，加以大数据技术的综合利用，校园的各个角落数据均可无缝采集，动态监管校园内的人、事、物，综合提高校园的核心竞争力。

借助 5G 网络，校园智能化管理可实现如下优势：

1. 移动性

设备移动性强，可根据需要灵活变动位置，无需重新调试。

2. 安全性

安全性高，不易受到网络病毒的干扰影响。

3. 低延迟

数据传输速到快，低延迟，数据传输稳定、及时。

4. 可靠性

网络稳定可靠，不易发生网络宕机。

5. 独立性

设备相对独立，单个设备故障，不会波及网络或其他设备的正常使用。

6. 可伸缩性

网络可伸缩性强，不需考虑网络容量，可随时按需增加网内设备。

7. 简便性

使用简便，无需配备专业的网络管理维护人员。

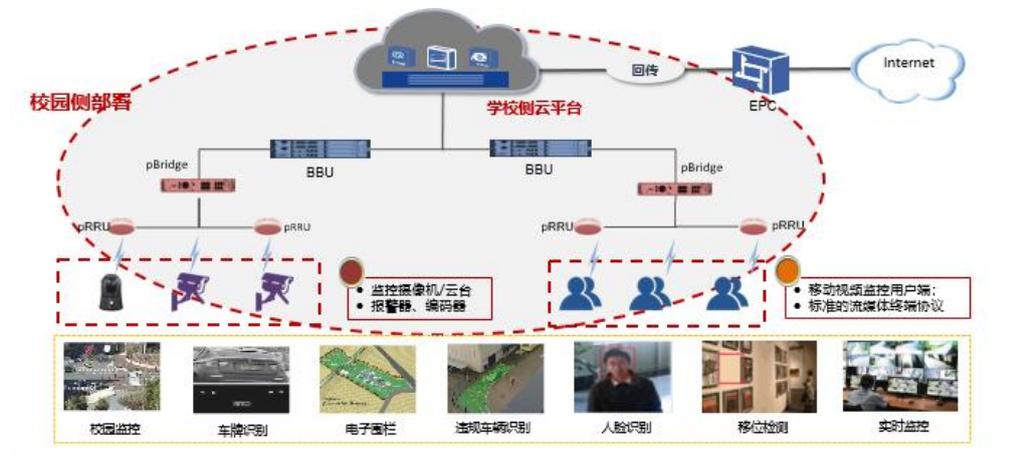
2.4.5 5G+校园智能管理应用场景

2.4.5.1 平安校园

2.4.5.1.1 视频监控

通过学校侧云平台将监控数据本地存储分发，有效提升业务质量，保证视频的私密性。

搭载 AI 人工智能视频分析部署在边缘服务器，面向智能安防、视频监控、人脸识别、行为分析等业务场景，利用 5G 网络低时延，提升应急事件反映速度。



2.4.5.1.2 校舍安全（门禁管理）

校园智能管理系统可以和门禁系统进行对接，通过平台实现对门禁系统的统一、远程、精准管理。

配合电源管理系统，何时、何地、何人使用房间或房间内的设备设施尽在掌握。宿舍门禁，又可掌握学生归寝实时动态，提升宿舍科学管理水平。



2.4.5.1.3 校车管理

系统利用安装于校车车辆前端、后端、左侧、右侧、车厢内以及驾驶室的高清视频摄像设备，实时感知车辆运行环境、车辆载客信息，以及内部环境信息等，通过大带宽、低时延的 5G 网络将各种感知数据传输到管理中心，实现对校车的远程监控和管理，提高事件的反映速度。



2.4.5.1.4 安消协同

该系统通过将视频监控、门禁管理、强电监控、消防监控、照明系统等信息、数据的感知和处理单元有机协调，并通过物联网监控平台将火警触发与现场火情处理、火灾报警等联合协作，实现面向校园的安消协同功能。



2.4.5.2 绿色校园

2.4.5.2.1 室内照明管理

系统根据室内光照情况进行光照色温调节，维持健康光照，使室内平均照度恒定、均匀，有利于保护师生视力，为学生提供健康舒适的学习环境。

针对不同教学情况，可设置多种不同的光照模式（如读写、视频播放、休息等）。

并且可接入后台大数据平台，支持多种系统，实现多种功能。
有效延长公共设备使用寿命，维护便捷，节省维护成本。

2.4.5.2.2 室内外环境监测

实时检测室内环境中与人体健康舒适息息相关的环境参数(如空气温湿度、空气 TVOC 含量、CO2 含量, PM2.5、室内光照度等), 及时处理异常信息, 以确保室内环境健康安全, 保障师生们身体健康, 同时为其他智能系统的运行提供基础数据依据。

依托监控平台, 利用相关环境监测传感器、风向风速仪等实时监控检测到室外空气中包括 NO、NO2、SO2、CO、过敏性花粉、PM2.5、PM10 等几十种空气污染物进行检测及可能的扩散方向, 同时实现报警以及设备联动, 保障师生身体健康。



2.4.5.2.3 校内水体监测

学校内景观水体多数为缓流水体, 容易富营养化, 引起藻类及其他浮游生物迅速繁殖, 水体溶解氧量下降, 水质恶化, 鱼类及其他生物大量死亡, 进而散发恶臭, 影响校内环境和师生身体健康。在以往技术条件下, 通过固网连接多个水质监测传感器线路复杂, 连接成本高, 4G 网络接入密度低, 无法支撑大量的传感器而通过 5G 网络结合传感器, 将大大完美解决这些, 实现对校园水体进行远程监控与管理。

2.4.5.2.4 智能抄表

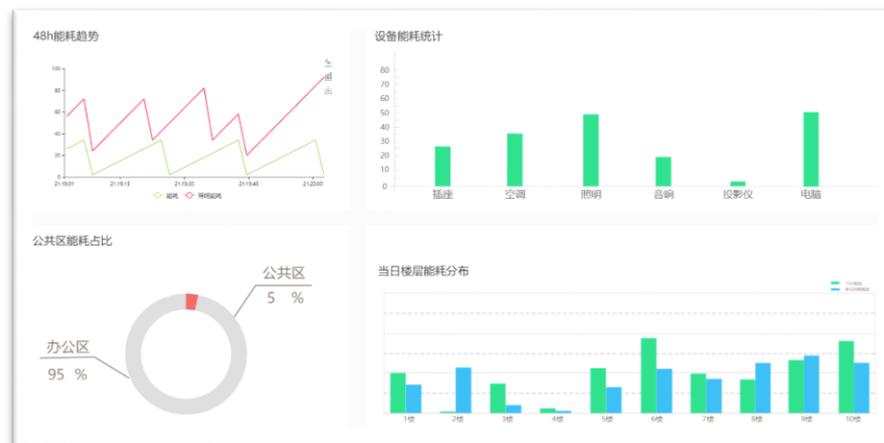
通过部署燃气监测系统、智慧水务管理系统、电力运营系统、校园供暖系统, 实现对水、电、气、暖的智能抄表和在线监控, 并通过 5G 网络实现网络缴费、余额不足提醒等功能, 从而实现面向绿色校园的智能抄表与监控, 提高自动化水平和管理效率。



2.4.5.2.5 能耗监控

通过安装布置智能断路器、智能插座、智能电表、智能水表等设备，实现对用电的精准管控，准确获取每个用电的端口的数据信息，并可实现远程送/断电控制；通过加装智能水表，可以实时获知校内用水端口情况及远程开关控制，并通过系统准确获取相关历史信息，为学校能源决策通过数据依据。

通过大数据分析，不断优化节能策略，可以自动分析和统计各个贿赂、教室或者特定区域的能源计量、统计、分析，提供节能优化策略和建议。



2.4.5.3 便携校园

2.4.5.3.1 数字班牌

通过 5G 网络，对教学区域（学校、培训机构等）的电子班牌提供高速通信服务，快速部署。



2.4.5.3.2 智能签到

采用各类考勤机，进行刷脸、刷卡、手机 NFC 签到点名考勤，适用培训机构、高校（走班、实验室等）。



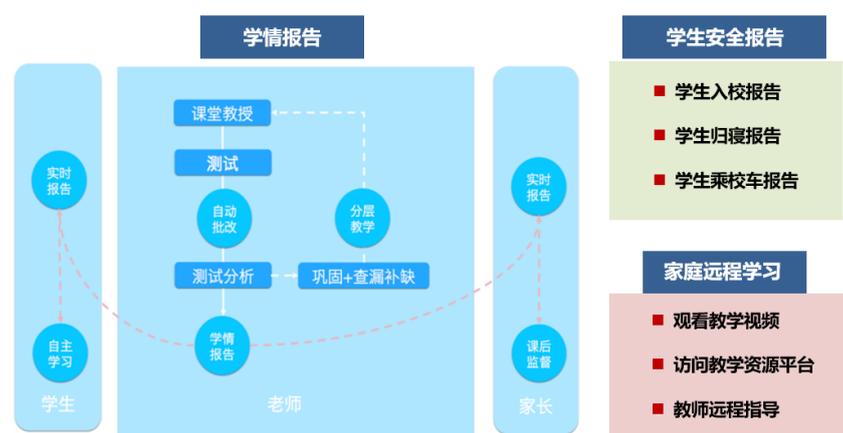
2.4.5.3.3 电子证卡

通过 5G 网络将传统学生证或校徽升级为电子证卡，用于信息录入读取、定位、签到、支付、门禁等功能。



2.4.5.3.4 家校互动

系统通过将学生、老师、家长三者有机协调，实现学生学情状态的实时共享，并实现学生入校、归寝、乘校车等情况实时报告，并实现教学视频观看、访问教学资源平台、教师远程指导等功能，实现面向学生学习的便捷化和信息化。



2.4.5.3.5 多媒体设备管理

通过整合教室里的电脑、投影机、投影幕布、触控一体机等多媒体设备，实现系统设备的安全关机和远程监管，让校园管理更高效、更节能。支持通过智慧物联网平台 APP 远程管理。有效克服传统多媒体设备各自为政、集成复杂、难以统一管理或管理功能单一的缺点。

2.4.5.3.6 会议室/报告厅管理

传统报告厅/会议室需要安排专人，来对包括预约登记、到会通知、人员签到、照明空调调节、投影仪准备

等相关活动进行管理。通过平台实现对门禁、电源、考勤、多媒体设备的统一、远程、精准管理，基于校园智能管理系统的报告厅智能管理则运用无纸化、在线预约式的管理方式。不但可以实现传统报告厅专人管理的全部功能，更可通过智能管理系统，实时了解会议室使用情况，为其他部门提供预约指导。同时，智能管理系统也简化了“共享式会议室”的管理成本，也提高了会议室的利用效能。报告厅智能管理系统，主要包括会议预约、人员签到、到会通知、室内场景控制等功能。

2.4.5.4 综合管理

2.4.5.4.1 智能机房/网络管理

系统通过机房内的能耗管理设备设施实现用电监测、UPS 状态监测、智能延迟上电、机房能耗分析等，实现对机房动力设备进行实时监控、集中监控，实现智能感知、独立运行。通过对环境监测管理设备设施实现烟雾监测、精密空调监测、新风机监测、温湿度监测、漏水监测、消防系统监测等，为机房打造无忧环境。通过安防系统及门禁管理设备设，可实现门禁系统开关监测、视频监控联动抓拍、红外人体感应、智能照明系统的整体联动，打造安全智慧机房。

此外通过与网络安全设备厂商设备的对接，实时调用相关 API 或端口，系统可实现对实时网络流量的查看、查看异常网络应用情况、获取相关网络分析数据、及时获得网络攻击检测报警，从而实现校园网络完全信息的及时掌握、及时发现、及时处理，建立起有硬件到软件、由宏观到微观、由网络层到应用层的“可管、可控、可用”的全面网络安全环境。

2.4.5.4.2 实验室管理

学校实验室，尤其高校的重点实验室，是校园的重点难点。贵重设备管理，有毒气体管理，试验环境维护等，对实验室管理人员提出了较高的维护和管理要求。而通过物联网技术的应用，校园智能管理系统有效降低了相关管理成本。实验室智能管理可实现：实验室门禁管理、实验室设备管理、重点实验原料的监控管理、实验室安全报警、实验室环境自反馈调节、实验室电器供电管理、实验气体泄漏管理等。

2.4.5.4.3 智慧绿地管控

智慧绿地管控具有智能化、可视化、节约化、技术成熟、施工便捷、适用面广等特点，物联网无线传输技术灵活部署，可快速实现定时灌溉、Web 浏览器或 APP 远程灌溉、根据气象情况自动灌溉等功能。系统基于物联网

云平台、物联网网关、传感器和控制终端组成。

2.4.5.4.4 停车管理

通过在车位上安装的地磁车辆探测器等，实现校园停车智能化管理，包括自动监测空余车位数量和位置，提供停车引导，规划停车线路、提前告知空缺停车位位置、主动推送停车时长等。校园智能管理系统与校园现有道闸系统对接，可以实时获取车辆出入等照片信息。

2.4.5.4.5 公共照明管理

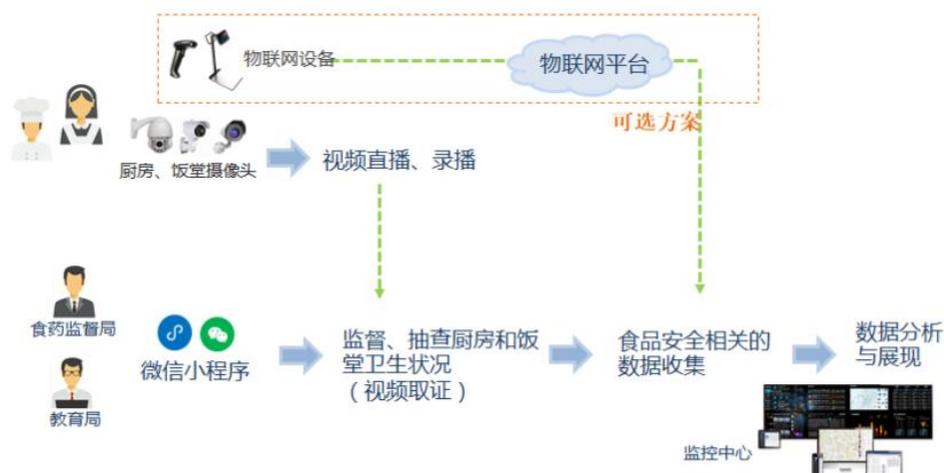
校园公共照明主要是路灯及室外体育场照明灯，一般采用控制箱进行时序控制。在这种控制系统中，单排路灯通常采用一个空气开关进行集中供电管理，不对单个路灯进行精确控制，因此在开启时段内，通常一片区域或者一条道路，只能同时全部开启或者全部关闭，无法根据实际照明需求对路灯进行精确照明控制。

利用智能断路器改造配电箱电源接入，利用单灯控制器对单个路灯进行智能化供电改造，使校园公共照明系统是新啊智能控制，备如下功能：一体化控制、远程单独控制、策略控制、智能联动控制。当放生安全隐患和事故时，直接将告警信息推送到监控中心及相关管理老师和领导的移动智能终端上；帮助管理人员实时监控，准备定位和快速响应。

2.4.5.5 明亮厨房

2.4.5.5.1 教育局、食药监督局远程监管

使用摄像头实时监控食堂环境，通过物联网设备采集客观的食材数据，并对视频、数据根据监管需求分析和可视化展现。运用手机摄像头、监控摄像头、取证电子秤等采集设备，对重要监管环节（如：消毒、留样、入库、出库等）进行影像取证，取证后的信息实时传递到监管平台，监管部门可通过平台、app 实时查看监控影像或视频，并且可对所拍影像质量和监控信息进行评价，评价内容均会以消息的形式推送至相关人员，提高监管部门时效性与真实性，强化监管降低食品安全风险。



2.4.5.5.2 政府机构、民众互动

通过视频直播、历史影像，家长和社会公众可查看学校每日食谱、食材来源、饭菜成品制作的各环节，对学校餐饮安全有更多的知情权。

民众通过注册用户，查看后厨视频、以及历史影像快照，可以及时反馈餐饮卫生意见。

2.4.6 5G+校园智能管理网络要求



校园智能管理要求需要超大的连接量、高可靠性与实时性、甚至低功耗、深度覆盖的网络连接，易部署、易扩展、易维护。

除此之外，还要增强跨网络、跨平台、跨应用之间的协同能力。单纯进行通信层面的连接，物联网应用之间仍然有可能是割裂的信息孤岛，只有做到语义层面的数据互联，才算建立了实现万物互联的底层通信基础。

5G 网络高可靠性、低延迟、可伸缩性、安全性和移动性的技术特点，可有效解决物联网校园智能管理所需解决的网络问题。通过 5G 技术与物联网设备的连接甚至是一体化，设备将会成为网络的一部分，不再是一个简单边缘化的终端，让校园智能管理平台更加接近机器设备，更能实现物联网网络的扁平化、垂直化管理。

3 智慧教育+5G 发展建议

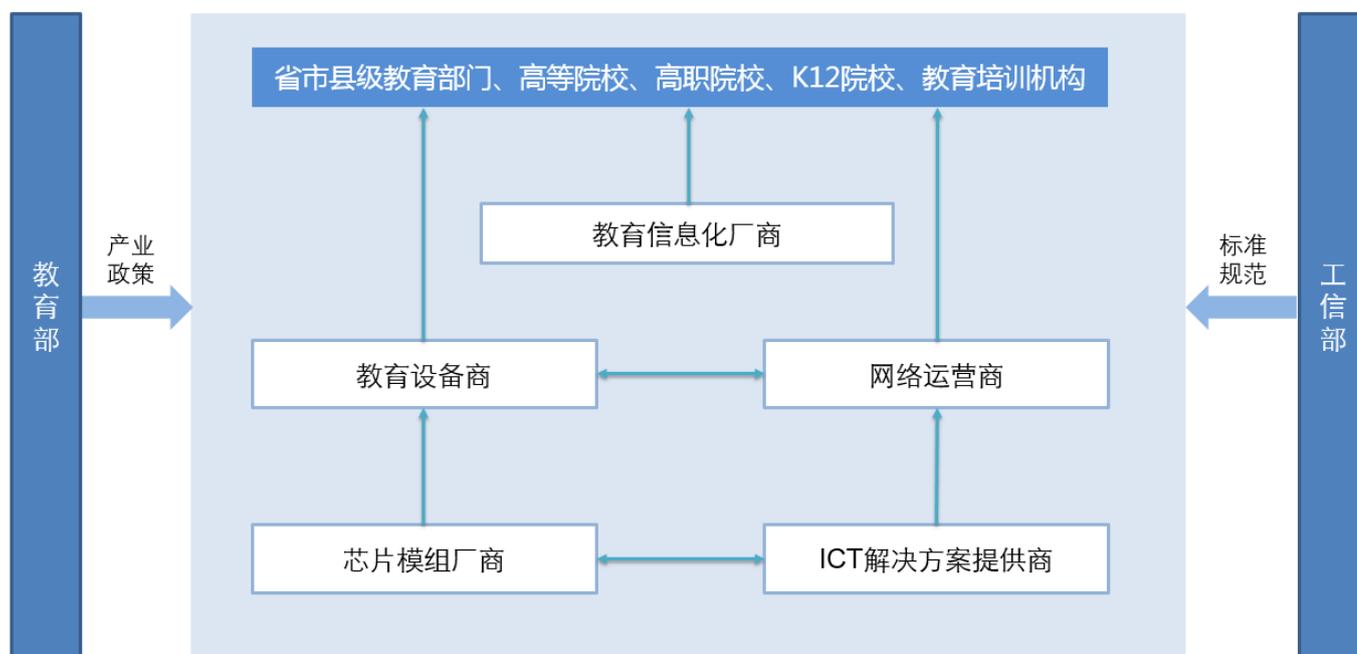
3.1 技术研究、验证、创新示范

在智慧教育+5G 典型应用场景中，针对教育设备、无线网络设备和人工智能、虚拟现实等未来教育行业新技术进行进一步研究和验证，提供创新示范应用方案，完善和推动智慧教育+5G 四大典型场景的端到端应用成熟。

智慧教育+5G 产业的健康发展离不开标准规范，当前相关部门正在联合产业链加快开展教育设备通信接口与通信模组规范、智慧教育+5G 建设及评估规范等的研究和制定工作，为智慧教育+5G 产业推进与建设提供指导与支持。

为推进教学质量、教学效率的提升，促进教育供给侧与需求侧的平衡，促进教育行业向无线化、远程化和智能化方向发展，需要产业政策层面推进智慧教育+5G 建设指导意见及评估规范的出台与落地。在相关标准规范制定的同时，鼓励有条件的学校或高职教单位先试先行，开展智慧教育+5G 的建设和应用研究。

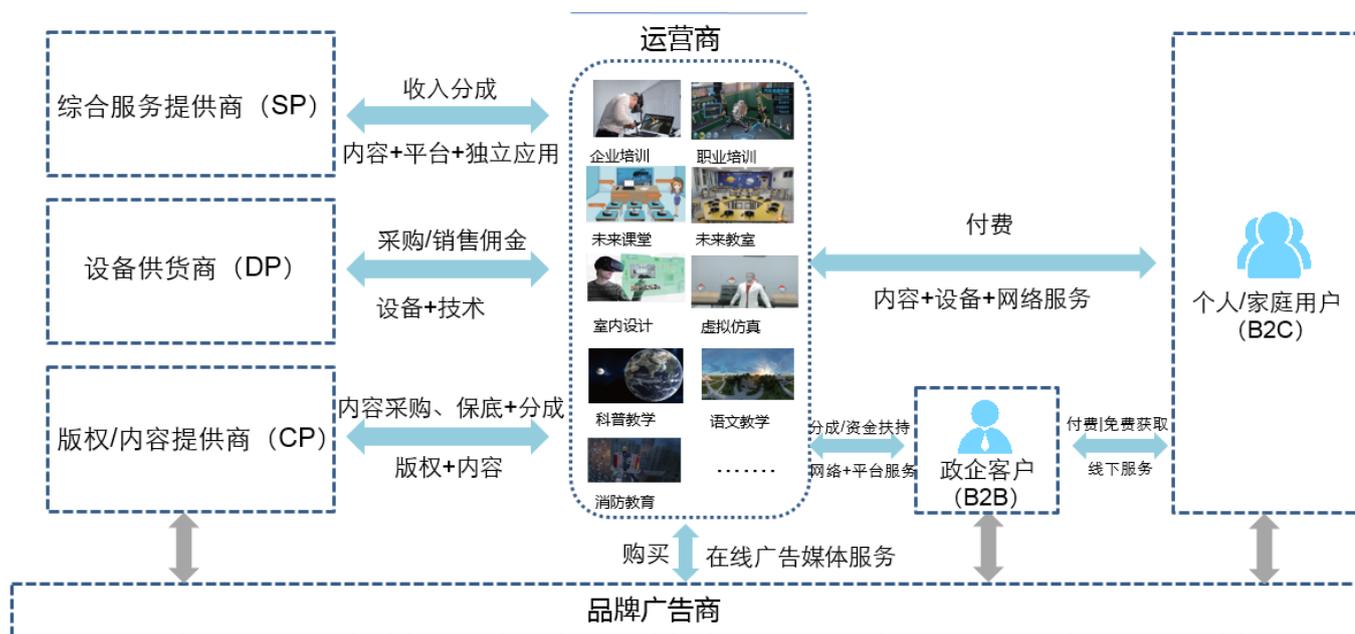
3.2 产业链合作伙伴关系



3.3 商业模式

运营商主导除了完成端到端方案的集成外，还作为唯一主体面向学校提供服务，使学校轻松享用服务。同时，对于运营商而言，除了提供传统的云专线、互联网连接服务外，可向校园园区网络延伸，提供宽带校园、平安校园和智联校园服务，并通过与优秀教育服务厂商合作实现生态集成，提供云平台、教育应用服务及 CDN 内容分发等服务。最终，通过端管云打包进一步提升学校服务体验。

运营商主导不但可通过端管云协同、服务打包提升业务体验，还可更好地促进生态完善和应用丰富，同时通过将内容云化复用，降低学校使用成本，促进智慧课堂的推广使用，是智慧教育方案集成的理想模式。



4 附录

4.1 联合编写单位

中兴通讯股份有限公司

大唐移动通信设备有限公司

大唐网络有限公司

北京中庆现代技术股份有限公司

江苏亿云博通智能科技有限公司