
中国联通 5G 创新中心
5G+智慧校园白皮书

2019. 11

1 概述.....	3
1.1 智慧校园建设背景.....	3
1.2 智慧校园建设现状.....	3
2 5G+智慧校园解决方案整体设计.....	4
2.1 5G 开启智慧校园新纪元.....	4
2.1.1. 第五代移动通信网络（5G）应用场景	4
2.1.2 5G+智慧校园技术分析	6
2.2 5G+智慧校园内涵.....	7
3 5G+智慧校园典型应用场景	8
3.1 智慧学习	8
3.1.1 增强现实（AR）教学.....	8
3.1.2 基于脑机接口的学习专注力提升	13
3.2 智慧教学	17
3.2.1 全息远程互动教学.....	17
3.2.2 基于人工智能的小班化教学提升	20
3.2.3 未来课堂	24
3.3 智慧体育	28
3.3.1 智慧足球.....	28
3.4 智慧环境.....	35
3.4.1 智慧农场.....	35
编撰单位.....	38

1 概述

1.1 智慧校园建设背景

依据教育部关于发布《中小学数字校园建设规范（试行）的通知》：为深入贯彻落实党的十九大精神，积极推进“互联网+”行动，《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010-2020）》把教育信息化建设列为重要内容，并列为“教育信息化建设”亟待实施的十大工程之一。教育部印发的《教育信息化十年发展规划（2011—2020年）》也明确提出要运用云计算、顶层设计等先进技术和理念进行智慧校园的建设，依托云计算、云操作系统、云存储、虚拟化、云服务、物联网等先进技术的优势，结合教育智慧化、云服务化的实际，打造基于数字校园的智慧校园。

加强教育信息化、数字化建设，构建覆盖城乡各级各类学校的教育信息化体系，促进优质教育资源普及共享，推进信息技术与教育教学深度融合，实现教育思想、理念、方法和手段全方位创新，对于提高教育质量、促进教育公平、构建学习型社会和人力资源强国具有重大意义。

1.2 智慧校园建设现状

随着我国教育的不断深化、教育领域信息化取得了长足的进步，学校都购买或研发了一些教育信息化应用系统。但大多为“按需、逐个、独立”的建设，另外由于独立进行数字校园建设，导致学校间的资源无法进行共享，最终形成了以“数据孤岛”、“应用孤岛”、“硬件孤岛”、“资源孤岛”组成的“孤岛架构”：

(1) 硬件资源（比如服务器，网络资源等）不能共享，当本身资源剩余的时候，无法分配给其他应用系统，而当本身资源不足时，也无法从其他服务器获取资源；

(2) 每个系统都有独立的安全、管理标准，增加运维管理难度，造成管理混乱；

(3) 各自有独立的数据库，数据无法共享与交换，无法形成有效的统计

报表；

(4) 独立的展现层，信息分散，用户获取信息要在不同的系统间穿梭往返，“人找事”，增加了使用难度；

(5) 地区内的优质资源无法共享，导致各校的教学水平落差越来越大。

上述特征的实现有赖于 5G 时代以人工智能、虚拟现实、物联网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。

(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。

(7) 利用 5G 和物联网、传感技术可用极低的时延收集运动场景下大量异构数据，保证训练效果数据支持及分析，促使精准体育教学。

2 5G+智慧校园解决方案整体设计

2.1 5G 开启智慧校园新纪元

2.1.1. 第五代移动通信网络（5G）应用场景

ITU-R（国际电信联盟无线电通信局）确定未来的 5G 具有以下三大主要的应用场景：（1）增强型移动宽带；（2）超高可靠与低延迟的通信；（3）大规

模机器类通信。这些 5G 应用场景包括诸如高清晰度移动视频等的增强型移动宽带应用（即可运行于体育场馆等用户高度密集分布的区域，还可以进行泛在的覆盖）。而其余类型的 5G 应用场景则包括面向垂直行业/交通自动化的超高可靠通信、各类低延迟敏感型通信应用、面向大规模 MTC（Machine Type Communication，机器类通信。比如高清视频、虚拟现实、增强现实、虚拟现实教育等较高速/高速数据数据服务。

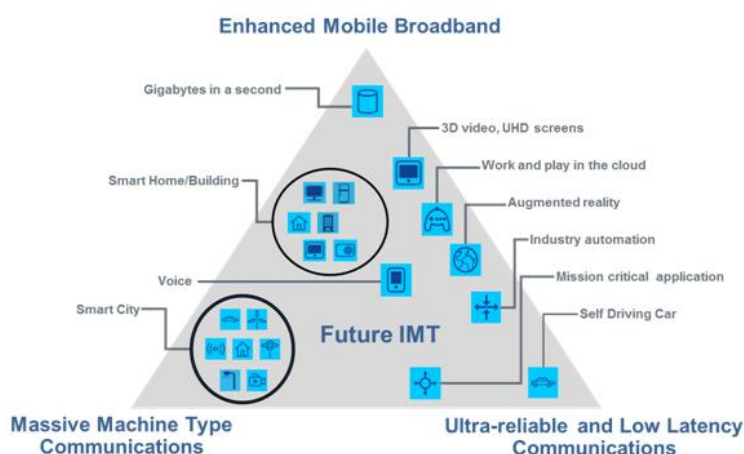


图 1 ITU 定义的三大应用场景

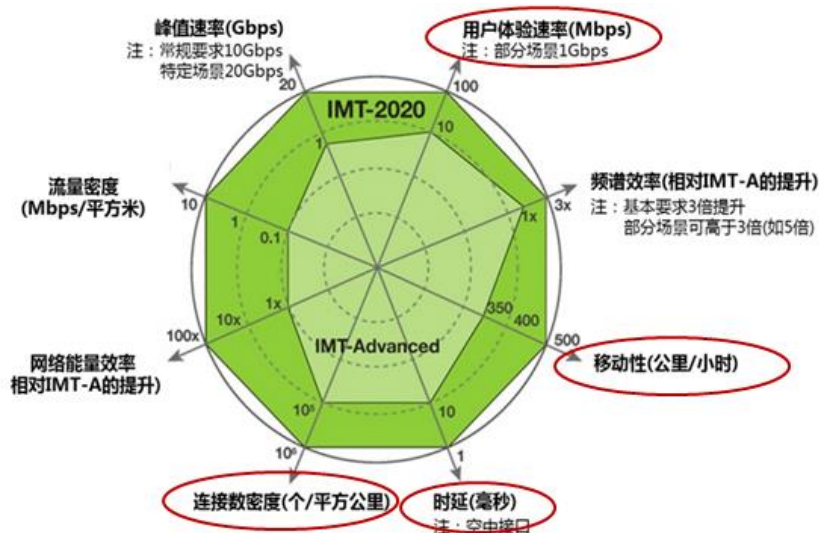


图 2 ITU 定义的 5G 空口指标

第五代移动通信网络是否能很好地支撑各类应用场景，取决于从低频（频点在 500 MHz 左右）到高频（频点高于 60 GHz）的各个物理工作频段的物理特性（无线射频传播特性）：低频段具有优秀的无线传播特性、网络覆盖广，既

可支撑宏蜂窝建设，也可支撑小基站部署；高频段的无线传播特性相对低频段较差，但是有较多可用的且连续的无线频谱资源（尤其是在毫米波频段），可支持提供更宽的物理信道。

2.1.2 5G+智慧校园技术分析

中国联通 5G+智慧校园产品充分考虑了 5G 三大应用场景 eMBB（大带宽）、URLLC（低时延高可靠）和 mMTC（大连接）传输能力和 5G 智慧校园应用的有机结合。

1) 5G 大带宽能力匹配：如果同时开启 4K 高清视频直播业务的话，下行带宽需求为 150Mbps，上行需求带宽为 300Mbps。5G 网络可以实现单用户峰值速率 2Gbps，5G 网络有能力满足 5G 业务的下行 150Mbps 速率需求，在未来随着网络能力的不断提升有潜力满足上行 300Mbps 的多路视频传输需求。

2) 5G 低时延能力匹配：基于 AR/VR 的远程无线操控实验类教学要求网络侧时延小于 20ms。5G 相比 4G 的空口时延有大幅度提升，其中空口用户面时延由 10ms 降低至 4ms（eMBB）甚至更低到 1ms（uRLLC）。5G 的核心网时延大约为 10ms~20ms，未来如果进一步考虑 5G 的边缘计算技术，核心网的时延可以进一步降低。通过以上分析，5G 的空口和核心网总时延有潜力满足智慧校园远程操控教学类业务的 20ms 时延需求。

3) 5G 大连接能力匹配：校园园区内有大量水表、电表、高清监控摄像头、贵重实验仪器设备等需要具备无线通信能力，实现对园区安全与物资管理的 24 小时的监控。因此，5G 网络的百万/平方公里级连接数密度能力可以有效满足海量智能校园设备的网联通信能力。

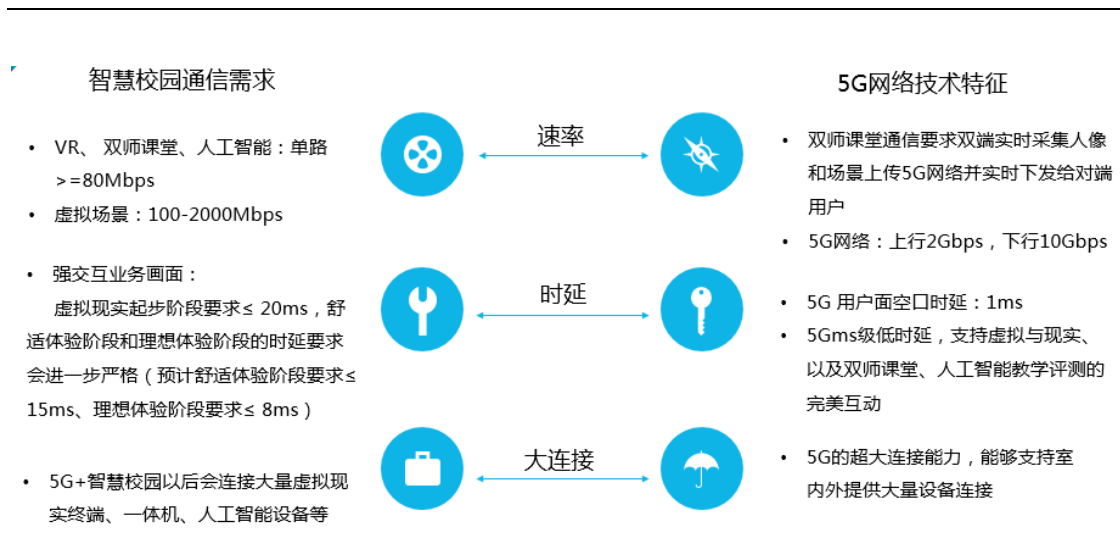


图 3 25G 技术体现度

2.2 5G+智慧校园内涵

智慧校园是指以促进信息技术与教育教学深度融合、提高学与教的效果为目的，以第五代通信网络技术、物联网、云计算、大数据分析等新技术为核心技术，提供一种环境全面感知、智慧型、数据化、网络化、协作型一体化的教学、科研、管理和生活服务，并能对教育教学、教育管理进行洞察和预测的智慧学习环境。

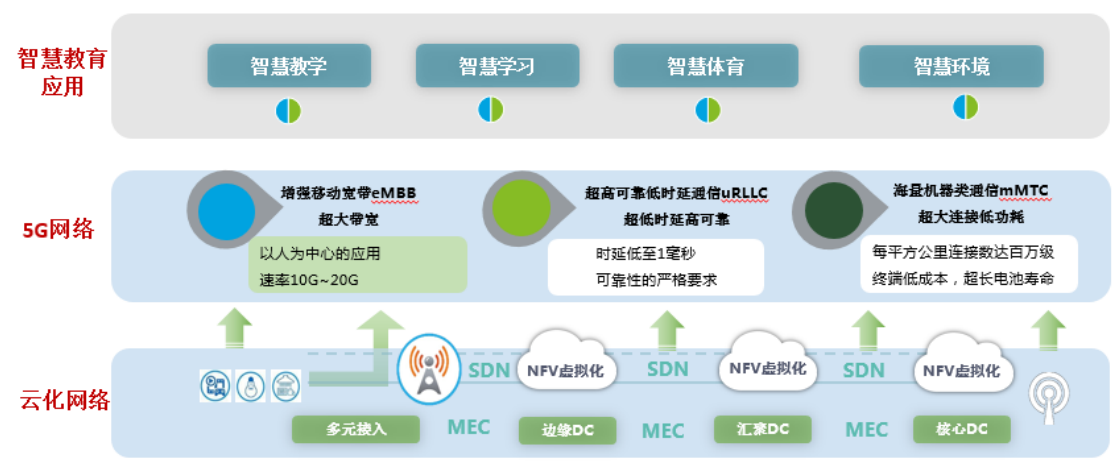


图 4 35G+智慧校园内涵

3 5G+智慧校园典型应用场景

3.1 智慧学习

3.1.1 增强现实（AR）教学

（1） 场景说明

AR 技术在教育中不断的探索着新的维度，通过改变传统教学基础上扩展创新的、先进的学习方法。增强现实教学软件是以计算机技术、多媒体技术和 AI 人工智能技术依托的一款新型教学软件。可以在虚拟环境中生动形象地进行，交互式的操作，学生可以反复进行练习，把每一个知识点都彻底消化吸收，学习效果倍增。

（2） 解决的问题

辅助老师的课堂教学：利用技术可以将真实生活中无法感受到的场景模拟出来。比如：海洋世界中的各种生物在海洋里遨游。这种方式可以让学生有更加深刻的体验，丰富了教学手段，增进了师生之间的自然互动。

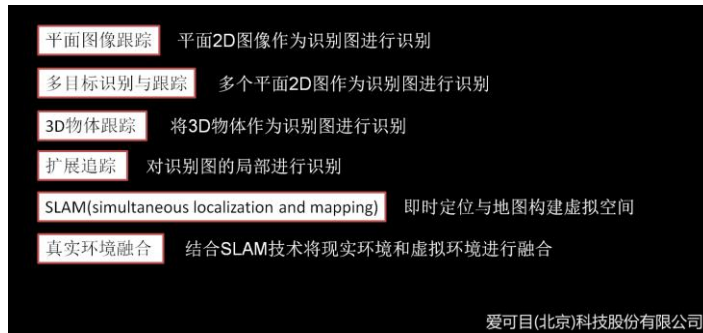
提高学生学习兴趣：学生沉浸到虚拟世界中，暂时“告别”了枯燥的课堂，这种新技术必定会调动学生学习的积极性，从而提高学生的学习兴趣。

让枯燥的教育生动有趣：通过软硬件一体化的产品，让原本呆板的教学内容变得形象生动，在互动中学习，告别死记硬背。

（3） 方案价值

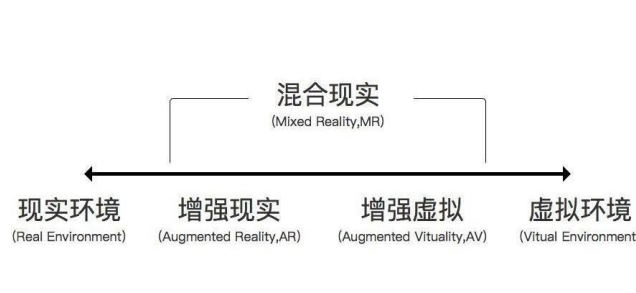
将增强现实(AR)技术应用于教育教学设计中，能在有效提高教学质量的基础上，结合教学特性开展相应的教学活动，从而建构更加高效的课堂体系，有效地提升了课堂的效率与质量，有趣的同时更加有料。AR 识别卡、AR 图书等等，通过多样的形式创新课堂内容、丰富课堂教学形式，为教育教学带来了便利。

（4） 方案架构



它通过电脑技术，将虚拟的信息应用到真实世界，真实的环境和虚拟的物体实时地叠加到了同一个画面或空间同时存在。增强现实提供了在一般情况下，不同于人类可以感知的信息。它不仅展现了真实世界的信息，而且将虚拟的信息同时显示出来，两种信息相互补充、叠加。

其网络结构图如下：



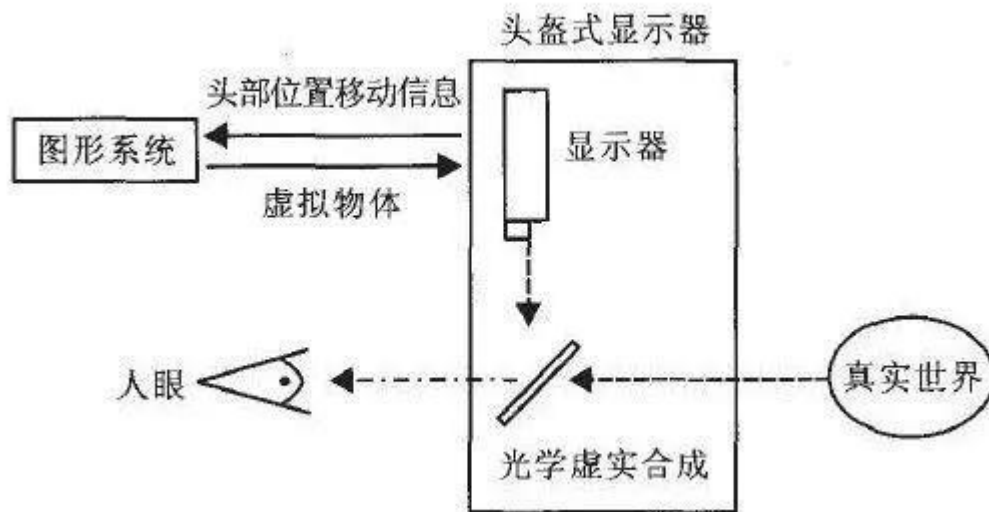
虚拟事物和真实环境的结合，让真实世界和虚拟物体共存。

目前 AR 有三种主要的成像系统：Monitor-based 系统、Video see-through 系统、Optical see-through 系统。其中，Monitor-based 系统在基于计算机显示器的 AR 实现方案中，摄像机摄取的真实世界图像输入到计算机中，与计算机图形系统产生的虚拟景象合成，并输出到屏幕显示器，用户从屏幕上看到最终的增强场景图片。它虽然不能带给用户多少沉浸感，但却是一套最简单使用的 AR 实现方案。由于这套方案的硬件要求很低，因此被实验室中的 AR 系统研究者们大量采用。

Video see-through 系统头盔式显示器 (Head-mounted displays-HMD) 被广泛应用于虚拟现实系统中，用以增强用户的视觉沉浸感。增强现实技术的研究者们也采用了类似的显示技术，这就是在 AR 中广泛应用的穿透式 HMD。根据具体实现原理又划分为两大类，分别是基于视频合成技术的穿透式 HMD(video see-

through HMD) 和基于光学原理的穿透式 HMD (optical see-through HMD)。

在上述的两套系统实现方案中,输入计算机中的有两个通道的信息,一个是计算机产生的虚拟信息通道,一个是来自于摄像机的真实场景通道。而在 optical see-through HMD 实现方案中去除了后者,真实场景的图像经过一定的减光处理后,直接进入人眼,虚拟通道的信息经投影反射后再进入人眼,两者以光学的方法进行合成。



三种 AR 显示技术实现策略在性能上各有利弊。在基于 monitor-based 和 video see-through 显示技术的 AR 实现中,都通过摄像机来获取真实场景的图像,在计算机中完成虚实图像的结合并输出。整个过程不可避免的存在一定的系统延迟,这是动态 AR 应用中虚实注册错误的一个主要产生原因。但这时由于用户的视觉完全在计算机的控制之下,这种系统延迟可以通过计算机内部虚实两个通道的协调配合来进行补偿。而基于 optical see-through 显示技术的 AR 实现中,真实场景的视频图像传送是实时的,不受计算机控制,因此不可能用控制视频显示速率的办法来补偿系统延迟。

另外,在基于 monitor-based 和 video See-through 显示技术的 AR 实现中,可以利用计算机分析输入的视频图像,从真实场景的图像信息中抽取跟踪信息(基准点或图像特征),从而辅助动态 AR 中虚实景象的注册过程。而基于 optical see-through 显示技术的 AR 实现中,可以用来辅助虚实注册的信息只有头盔上

位置传感器。

（5）关键技术点

识别与跟踪技术

在实现增强现实的过程中，需要对真实的场景和信息进行分析，生成虚拟事物信息。这两步看似简单，其实在实际进行过程中，需要将摄像机获得的真实场景的视频流，转化成数字图像，然后通过图像处理技术，辨识出预先设置的标志物。

识别出标志物之后，一标志物作为参考，结合定位技术，由增强现实程序确定需要添加的三维虚拟物体在增强现实环境中的位置和方向，并确定数字模板的方向。将标志物中的标识符号与预先设定的数字模板镜像匹配，确定需要添加的三维虚拟物体的基本信息。生成虚拟物体，并用程序根据标识物体位置，将虚拟物体放置在正确的位置上。这其中涉及到的识别跟踪和定位问题，是增强现实的最大难题之一。

要实现虚拟和现实事物的完美结合，必须确定虚拟物体在现实环境中准确的位置，准确的方向，否则增强现实的效果就会大打折扣。而在现实环境中，由于现实环境的不完美性，或者称为复杂性，增强现实系统在这种环境下的效果远不如在实验室的理想环境中。由于现实环境中的遮挡，未聚焦，光照不均匀，物体运动速度过快等问题，对增强现实的跟踪定位系统提出了挑战。

图像检测法：使用模式识别技术（包括模板匹配，边缘检测等方法），识别获得的数字图像中预先设置的标志物，或是基准点，轮廓，然后根据其偏移距离和偏转角度计算转化矩阵确定虚拟物体的位置和方向。

这种方法进行跟踪定位不需要其他的设备，而且精确度较高，因此是增强现实技术中最常见的定位方法。在模板匹配时，系统会预先存储好多种模板，来和图像中检测到的标志物匹配来计算定位。简单的模板匹配可以提高图像检测的效率，因也为增强现实的实时性提供了保障。通过计算图像中标志物的偏移和偏转，也能够做到三维虚拟物体的全方位观察。模板匹配一般用于对应特定图片三维成像，设备通过扫描特定的图片，将这些图片中的特殊标志位与预先存储的模板匹

配，即可呈现三维虚拟模型。比如汽车店的车模卡片，玩具公司的人物卡片，都可以用模板匹配来进行增强现实。边缘检测可以检测出人体的一些部位，同时也可以跟踪这些部位的运动，将其与虚拟物体无缝融合。比如，真实的手提起虚拟的物体，摄像机可以通过跟踪用户手的轮廓，运动方式来调整虚拟物体的方位。因此，许多商场的虚拟商品实用，多会使用边缘检测。

虽然图形检测法简单高效，但也有其不足的地方。图像检测发多用于相对理想的环境以及近距离的环境，这样获得的视频流和图像信息会清晰，易于进行定位计算。而如果在室外环境中，光线的明暗，物体的遮挡，以及聚焦问题，使得增强现实系统不能很好的识别出图像中的标志物，或是出现和标志物相似的图像，这样都会影响增强现实的效果。而此时，就需要其他跟踪定位方法的辅助。

现实技术

当前的增强现实主要有如下三种显示技术：1、移动手持显示。2、视频空间显示和空间增强显示。3、可穿戴式显示。

智能手机通过相应的软件实时取景并显示叠加的数字图像，这就是移动手持式显示器的一般工作情况。同时现在平板电脑不断增加功能以及比智能手机更大的屏幕，也是的其日益流行。

手持增强现实标志物，通过网络摄像机在食品窗口或是显示器上显示虚拟叠加的图像，就是视频空间显示方式。带有增强现实功能的贺卡，既是用这种方式显示的。用户在收到贺卡后，登录相应的网站系统，用网络摄像机对准贺卡，用户即可从显示屏上得到贺卡内所存储的信息形成的虚拟物体和视频。而空间增强显示技术，则是利用把包括全息投影在内的视频投影技术，直接将虚拟数字信息显示在真实的环境之中。这种技术的系统不同于一般的增强现实系统，只适合于个人使用，而是能想增强现实与周围环境相结合，不仅仅限于单个用户。这种技术适用于大学或者图书馆，可以同时为一群人提供增强现实信息。也可以将控制组件投影到相应的实体模型上，方便工程师的交互操作。

可穿戴式显示器是一种可以戴在用户头上的类似眼镜的头盔显示器。我们熟知且期待的 google glass 正式这一类型的。可穿戴式显示器一般有一道两个内

嵌镜头和半透明镜的小型显示器，在飞行仿真，工程设计以及教育训练等多个领域都有广泛的运用。头戴式设备可以让用户更加自然地体验增强现实，并且能够为用户提供更大的视场，给予用户更强，更真实的“身在该处”的感觉。

交互技术

最基础的增强现实人机交互就是用户查看虚拟数据。除此之外，还有一下一些交互技术。

触觉接口交互：通过数字信息提供身体触感来进一步实现虚实结合。比如，可触碰的虚拟光球，可以在虚拟的碗上绘画的幻影笔。

协作式接口交互：使用多个显示器来支持远程共享与交互或是同地协作活动。这种交互能够与多种应用软件集成，可用于医学领域的执行诊断和外科手术，或是设备维修等。

混合接口交互：组合多种不同但是功能互补的接口，使得用户能够通过多种方式的增强现实的内容进行交互。这种交互使得增强现实的交互更加灵活，可以用于数字模型的测试。

多模态接口交互：通过语言和行为的自然存在的形式与真实物体进行交互，比如，说话，触碰，自然手势，凝视等。多模态交互能让用户灵活的组合多种模态，更方便用户与增强现实系统的交互。

3.1.2 基于脑机接口的学习专注力提升

(1) 场景说明

基于 5G 网络低延迟特性，通过大脑训练，能够有效提升学生专注力水平；通过建设专注力数据平台，实现授课全程的数据统计和监测功能，老师能够全方位分析学生课堂表现，家长能够了解学生在校状态，为教学研究及学生综合评价提供新的维度和参考。

(2) 解决的问题

- 提升学生专注力水平，增强教学效果。一个课堂离不开教师与学

生，要想学生专注力集中在课堂上，教师必须运用自己的感染力去影响学生，激发学生的积极情绪。相比于教师从面部表情观察学生的专注力情况，本研究借助可穿戴设备来精准的检测学生实时专注力数值，以便教师及时调整教学方法和教学策略。通过可穿戴设备的辅助，使得教师能更好地应用自己的感染力，使学生借助专注力集中程度较高时的情绪状态去提高学习效果，从而促使学生提高课堂专注力，进而提高学习质量。

- 促使学生更加了解自己在课堂上专注力分布情况，刺激学生进行探索学习。教育体制的改革很大程度上要改变现有的教学方式，必须尽可能的激发学生的兴趣，使学生积极探索，运用赋思头环来对学生思想上、行为上进行激发与鼓励，使学生更好地进行探索学习。

- 增强师生互动，便于为学生制定个性化的教学模式。由于可穿戴设备具有便携性，使教师上课时不再像传统课堂一样拘泥于讲台，可以进行自由走动，与学生面对面沟通，学生的小组讨论也更为灵活。学生在课堂上的专注力数值可以直接被设备获取，并传输到后台便于进行分析。根据设备传输来的数据，对于注意力不集中的同学进行相应的训练，有利于教师更加了解学生，为学生制定合理的课堂计划。

- 通过先进技术手段量化学生专注力，更加直观。以往的研究里，专注力的检测方法通常由各类心理评测量表组成，测试结果不一，统计过程比较复杂，基于脑电波的专注力训练方法来读取专注力更加方便直观，数据真实可见，且能利用本系统进行脑电反馈训练。综上所述，利用脑电波设备进行的专注力训练来增强学生专注力，从而辅助课堂教学具有很大的意义，将它与教育深度融合，必将能使教师的教学效率得到大大的提高，最大程度地促进教育改革。

(3) 方案价值

脑科学作为生命科学的重要高地，从2006年开始就被列入《国家中长期科学和技术发展规划纲要》。近年来，脑科学研究更是被列为事关我国未来发展的重大科技项目之一，在“十三五”国家科技创新规划中，脑科学与类脑研究是体现

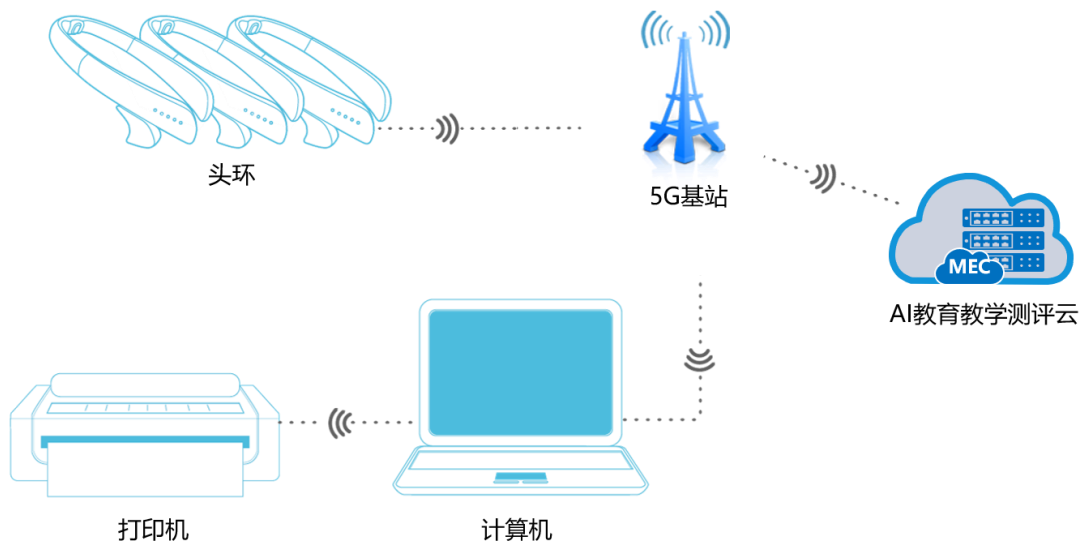
国家战略意图的重大科技项目。自2018年以来，国家先后批准北京、上海等地成立国家级脑科学研究基地，社会越来越重视通过改善能力来提升学生学习水平的解决路径，但距离人民群众的实际需求仍然有较大差距。

针对提升效率的需求，教育部正着力推进以“减负”为主题的系列解决措施。教育部联合牵头九部门印发了减负三十条，将学生“减负”作为教育部2019年着力推动的重要议题。据调查报告显示，中国学生在校学习时间每天超过9小时，是日本、美国、芬兰等国家的2倍以上。据《中国中小学生作业压力报告》显示，写作业时间仍为全球平均水平的3倍以上，有78%的家长需要每天陪同孩子写作业。所以，通过科学合理的方式有效发现学生效率低下的实际原因，并开展较低成本的妥善干预是当前教育需要共同推进的重大联合议题。

针对以上需求，基于传统的标准课堂建设，能够实现常态化的认知能力测评以及训练引导，从而提升课堂教学效率，提高学生专注能力。

建立专注力数据平台，头环客户端通过5G网络与数据平台实现实时连接，实现专注力数据的分析和数据管理，解决了原有本地化部署的数据样本小，无法远程实时管理，解决了教师对数据的使用及分析问题。同时，采用加密传输、权限分级等方式，提高数据安全性。

(4) 方案架构



系统主要由脑电信号采集可穿戴式硬件、神经反馈训练系统、课堂管理系统、常态化授课系统、专注力分析系统等五个部分构成，其中训练系统、课堂管理系统、常态化授课系统基于学校本地化服务器进行部署，专注力分析系统部署在云端，通过云计算及大数据应用，对学生的专注力及学习行为进行分析。课前，教师根据教学需要为学生安排课前冥想和神经反馈训练，帮助大脑热身，提升学习

效率；课中，可以实时看到佩戴头环的同学的注意力水平，全班平均专注力水平，学生专注力热区，智能筛选专注力不够集中的同学进行提醒；课后，通过收集到的学生注意力水平生成成为两多角度可视化报告供学生复盘表现，供老师反思授课，记录学生成长过程并评估学生学能。

（5）关键技术点

1、脑机接口技术实现了专注力0-100的规范化显示

该技术在保证采集数据准确度达到医疗级95%的基础上，极大减轻了超过99%的重量，将传统的庞大医疗设备缩小至一台总重不足90g的便携化可穿戴设备中。该智能算法可在10秒内完成佩戴用户的脑电极值区间检测，并将所有用户的取值专注力都统一到0-100的区间进行规范量化显示，从而能够确保设备可为不同脑电活动的用户提供统一的标准测评。

2、基于脑科学的神经网络AI学习算法

针对反映人脑常态专注力的 α 、 β 、 θ 三种状态脑电波动情况，在作业、阅读、写作、听讲等16种场景模型中，对超过2万人次开展了信息采集分析，运用全新的神经网络算法，数据判断达到了医疗级别95%的精度。

3、规模化同步分析

实现了智能组网设置，支持55-60台设备同步接入的规模。系统可实时采集全班不超过60名学生的脑反馈信号，并将相关信息提供分组显示模型，可帮助老师根据学生特点进行定向的采样分析，从而有针对性的帮助学生提高专注力水平。

4、共享模式设计提高设备利用率

系统中内置的多账号管理模式，可支持录入不超过200个教师账号，10000个学生账号信息。这样，一个学校购买一套设备，即可全校共用。各学生信息提前录入系统，即可获得保证设备采集信息与学生本人状态信息一一对应。

5、内置神经反馈模块为学生提供专注力训练辅助工具

系统内置有丰富的神经反馈训练模块，包括情绪减压和集中性训练等内容，可充分利用课前5分钟，迅速引导学生进入学习状态，并通过神经反馈的固化训练，帮助学生逐步形成对专注状态的神经认知，从而在软硬件的交互中，逐步提高并固化专注能力。

3.2 智慧教学

3.2.1 全息远程互动教学

(1) 场景说明

中国联通全息远程互动教学产品是中国联通5G创新中心与合作伙伴在行业探索的基础上，联合打磨的一款适应市场需求的新型产品，充分利用5G网络高带宽、低时延的优势，并结合联通云网一体的优势。可面向教室教学、公开课、慕课、发布会等多个教学场景，让多媒体教学从二维平面变成三维立体交互，并能构建一个虚拟的、境界逼真的教学环境。

全息投影在教育教学上的应用，开创了“虚拟教学”的崭新领域，它是教育高科技的展示和体现，也是教育手段现代化、信息化的标志之一。

(2) 解决的问题

※ 解决部分多媒体技术在感官上的不适感

部分多媒体投影技术对人体感官上均会造成相应的不适感，如电视屏幕容易导致用眼疲劳，VR头盔除了用眼疲劳外还会导致眩晕，这些方式均不利于长时间的观看。全息投影技术有着其它投影技术不能比拟的优势，即可以让大家直接通过肉眼来观看虚拟事物，投影出来的画面非常清晰生动立体，从而不会造成感官上的不适。

(3) 方案价值

※ 推动教育教学资源均衡发展

当前我国传统教育模式存在教育资源分布失衡和缺少优质教育资源等问题。全息投影通过5G网络的传输，集终端、应用系统、平台、内容于一体，可以使优质的教学资源远距离传输到网络可达的任何地方，打造异地双师互动教学模式，推进网络条件下的精准扶智，以名师名校网络课堂等方式，开展联校网教、数字学校建设与应用，实现“互联网+”条件下的公平而有质量的教育，促进教育优质均衡发展。

※ 推动 5G 技术在教育领域的应用

和以往的移动通信系统不同，5G 不仅仅是解决网络问题，更重要的是针对行业的具体问题做集成网络、平台、业务、终端为一体的综合解决方案和服务。而真正有价值的服务源自真实的业务需求。全息投影技术由于其数据量大，同时要求流畅无卡顿投影和实时的互动，对于传输网络的速率和时延都有极大的需求。5G 的大带宽、低时延特性恰好满足了这些需求。而网络的发展离不开业务的升级，全息投影技术就是教育应用的全新升级，从而反向推动了 5G 技术在教育领域的应用。

（4） 解决方案

5G全息远程互动系统整体包含两个重要组成部分，全息图像采集点和全息展示端。其中，图像采集点是以绿幕摄影棚的形式，将人、物的原相进行采集，并通过联通高带宽的5G网络传送到全息展示端。而全息展示端是将采集端采集到的人、物的原相通过全息的方式展现出来，给观众如见实体的逼真感官体验。采集端主要设备包括全息广播服务器、绿幕摄影棚、4K摄像机、配套灯光、音响设备等。全息展示端包括全息投影服务器、全息投影仪、LED屏幕、全息投影幕布、配套灯光、音响设备等。

应用：支持多应用场景，包括教室内的教学场景、大型发布会的宣讲场景、多方远程会议的全息展示场景以及在展会展台上的全息展示场景。

平台：全息平台的主要功能包括导播系统、录像系统、互动系统、备份系统和流媒体库。

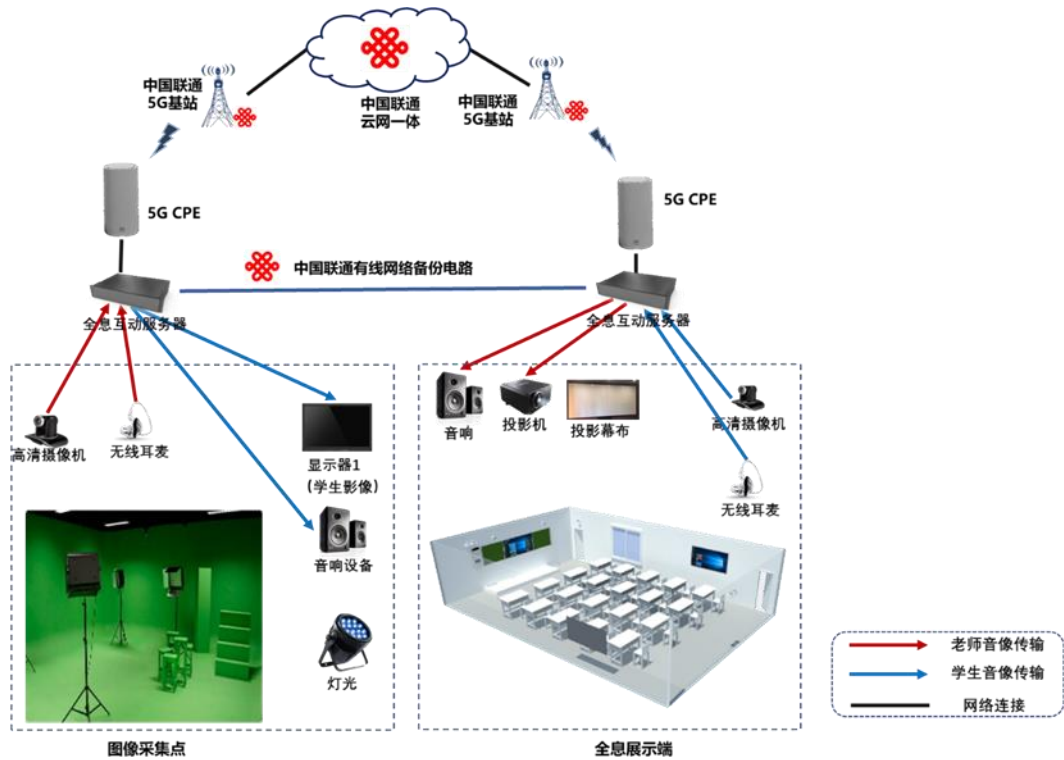
网络：中国联通5G网络的大带宽、低时延可保证上层应用的高质量使用体验。另外中国联通的云网一体化资源、计算资源和存储资源可支撑整个系统的高效运转。

全息服务器：全息服务器分为投影服务器和广播服务器，投影服务器在展示现场，用于全息影像的投影。广播服务器在全息图像采集端，用于全息影像的采集及发送。

全息硬件：在全息投影端的主要硬件包括全息投影仪、全息LED屏和全息薄膜；在全息采集端的主要硬件包括绿幕摄影棚和超清摄像机。



其网络架构如下：



(5) 关键技术点

1、高带宽、低时延

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

2、移动性

全息远程互动教学多用于大型讲座、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按需随用，灵活开课。

3.2.2 基于人工智能的小班化教学提升

(1) 场景说明

将 5G 技术和人工智能进行结合，实现对课堂中学生的行为数据、表情数据、语音数据的采集，使得学生教学效果能够即时的反馈，课堂教学的效果能够进行量化分析，建立教学大数据平台，对收集到的数据进行深度挖掘，全面提升教学质量。AI 教育教学评测系统结合云计算、5G 通信、网络流媒体、大数据挖掘等技术，构建高度实用、有特色的的人工智能分析评测系统，打通教育全角色空间，关联教学、学习、管理全部内容与应用，实现大数据的采集、统计、分析和汇聚，全面支撑学校采用更加科学智能的方式提升教育管理水平，实现教学由普通课堂、常规学习向智慧课堂、泛在式学习转变。受益于 5G 移动通信技术的应用，使不同角色用户可以随时随地的获取到各自所需的教學数据、高速观看高清直播、教学互动、完成教研评价等工作，不受传统网络因素的影响，实现即想即得，获取最佳的使用体验。

(2) 解决的问题

- **教学基础数据的常态化采集和即时化分析：**传统的教学录播系统产生的资源数量庞大，整体资源难以利用，不仅在传输带宽和存储上大幅度增加成本，还具有高延时及数据安全方面的隐患。借助人工智能的深度学习算法与 5G 移动通信技术，在课堂教学场景采集的基础上，对师生个体的头、肩、手等目标智能定位，实现动态行为、人脸、表情等识别，对课堂教学过程完成精细化分类，并将视频、行为、教学内容等数据回传至云平台，为教育教学提供客观基础数据支撑。
- **人工智能教学模式下的教学教研：**区别于传统教研模式花费大量时间和人力对课堂教学视频进行观看分析的方式，通过建立数据

分析模型对课堂中各种教学行为和教学内容进行自动分析，自动形成直观及客观的教研数据结果，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。通过对师生教学行为、出勤率、学生课堂关注度、教学 S-T 分析等自动分析评测数据的掌控，帮助教师有针对性的进行教学反思；通过各种端设备开展基于人工智能下的教学教研工作，使教师完成自我反思、互帮互助和专业引领。以人工智能应用，有效的指导和帮助师生在教学过程中选择出最优的教学方法和途径，以教学目标出发结合直观的量化结果完成精准高效的教学教研工作。

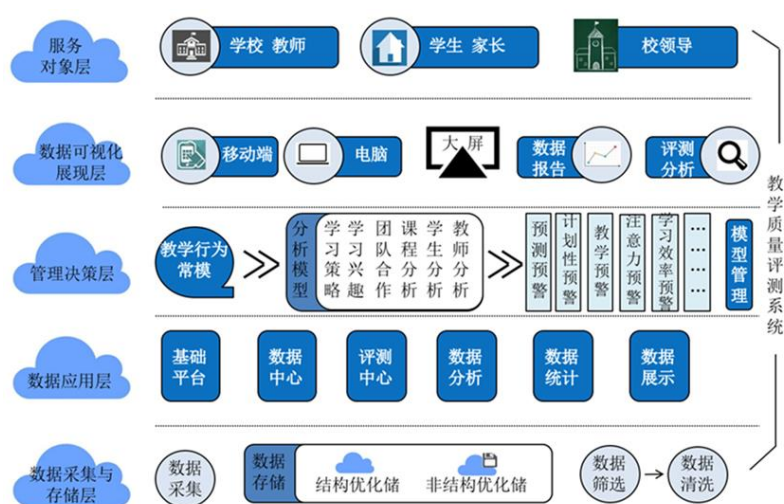
- 为不同角色定向提供数据服务：针对不同的角色，精准推送各自所需的数据信息，解决了以往获取直观数据难、信息无分类等教学难题。为教师提供课堂教学实录，并提供自动切片分类，有针对性的进行场景回看，依据自动生成的课堂关注结果、行为时序等信息，直观的了解学生的学习分布情况，通过能力矩阵实时关注自身的教学能力情况，动态调整教学计划；对教研人员来说，通过教师能力矩阵、学生关注度等客观教学数据和人工评价，既完成更加精准的课题教研报告，又有利于提高教研人员的评测能力及关注任课教师的教学能力情况；对教学管理者而言，通过教情、学情数据分析，直观的了解学校教学情况，掌握教学资源建设与使用情况，为学校教学发展定位提供有针对性的改进依据。
- 5G 技术下的数据高速传送：得益于 5G 移动通信技术的应用，使得以往由于高带宽占用、高延时等问题而无法实现的大数据即时推送、高清视频直播、教学实时互动观看、状态信息即时反馈等功能得以真正实现，更让用户感受到前所未有的流畅体验。

(3) 方案价值

基于人工智能和 5G 技术，在教学录播系统内融合深度学习算法，使传统的课堂教学记录者转变为研究者、分析者。通过对课堂教

学行为、教学内容等方面的量化分析，为用户提供丰富直观的客观数据，为日常教学提供智能化辅助，对师生提出针对性的指导。方案通过基于人工智能的精准教研系统，全面支撑学校采用更加科学智能的方式提升教师队伍的能力；以创新的多种教学模式，实现对创新性人才的培养；更通过大数据的支撑，优化了教育治理能力。打破了常规的教学教研方式，开展更多样化、系统化、效率化的工作，使教学提升空间更为广阔，实用价值变得更高。

(4) 方案架构



在数据采集与存储层，通过终端设备采集教学视频（非结构化）、教学行为（结构化）等数据资源，完成本地化存储及通过网络上传至云平台，实现教学过程基础数据的采集和分析工作；

在数据应用层，云平台汇聚来自各采集终端的数据资源，以模块化的方式将各应用功能整合，为教育教学提供多种底层应用，形成集基础管理、数据管理、资源应用、教研评测、数据分析、数据统计等功能于一体的人工智能评测系统；

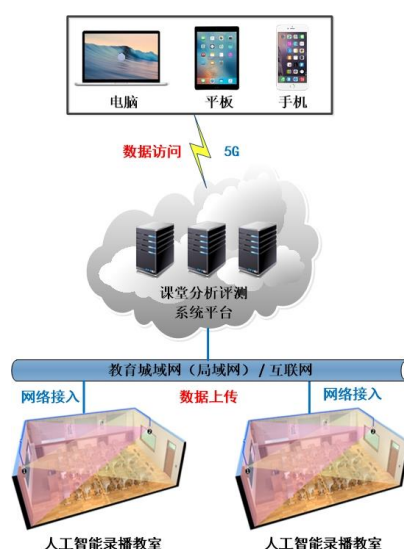
在管理决策层，系统可根据不同的课堂类型建立教学行为常模，为用户提供多种分析模型，实现如教学预警、学生课堂注意力预警、学习效率提升等功能的目的；

在数据可视化展现层，依托于 5G 技术的应用，使得各角色用户可在任

任意时间、任意地点，通过电脑、移动端等设备进行数据访问，获取教学数据和课堂教学分析结果等，实现对课堂教学实录、师生行为分布、学生课堂参与情况、教学模式等信息的实时掌控；

在服务对象层，人工智能分析评测系统针对系统管理人员、教育管理者、授课教师、学生家长（学生）提供定向数据推送服务，为不同角色提供丰富全面的课堂教学数据，使关注侧重点不同的各类用户高速、高效的获取到所需的多样化客观数据。

其网络结构图如下：



整体网络结构由底层采集教室、云端（局域/城域）平台系统、数据访问端三大层组成。底层教室采集数据通过教育专网或互联网传送至系统平台，完成数据存储、计算、智能化分析、结构化梳理、结果呈现等工作，并提供全网数据调度等云服务。用户可通过多种终端设备基于 5G 网络，随时随地的获取教学数据，降低了响应时延、减轻网络负载压力，获得更佳体验。

（5）关键技术点

基于深度学习算法的人工智能分析评测系统与 5G 移动通信技术是本方案的关键技术点。借助多维度 AI 分析技术，剖析出课堂客观结构化数据，将课堂学情、课堂教学内容等数据直观的呈现出来，通过 5G 技术以低延时、高带宽等特性将用户与数据之间的壁垒打通，实现高效传送，让用户

随时随地的获取所需的教學数据，真正实现常态化教學数据的即时化采集与反馈，有针对性的为用户提供客观数据，辅助提高日常教學教研等工作的效率，实现課堂教學质量的全面提升。

3.2.3 未来课堂

(1) 场景说明

“未来课堂”的实施重在课堂，实施核心是课堂上的教与学。借助 5G 网络能力，将师生终端无缝连接，从课前、课中、课后和课外教学的全过程，进行互联互通和大数据搜集、整理和应用，使教学更加高效。

“未来课堂”包括课堂教学的“导”、“学”、“展”、“检”、“评”、“用”六个环节。这些环节环环相扣，既发挥了人机整合优势，更注重团队合作学习。“未来课堂”能够培养学生学习的积极性、自主性和思维的独立性、创新性，最终实现“课堂学习打基础，创客实践出人才”的“目的”。

(2) 解决的问题

● 为教师带来的优化教学转变

结合“班班通”的实施，更新理念、转变思维、整合设备、方便应用，技术为教师提供课前备课、课中上课、课后检测的有效手段。

a) 课前备课

“未来课堂”云平台记录学生看课行为、做题过程、学习结果，分析学生的学习行为、测验结果、订正记录、学习需求、喜欢的学习因素、学习稳定性与态度等信息，并以此拟定上课教材，解决了传统教学中无法取得学生学习过程，进而无法达到有效教学效果的问题。

b) 课中上课

产品以内容丰富性、趣味性和工具应用的灵活性转变教师教学的形式。备课与上课将不再有界线，教师在课堂中能依照学生的具体情况调整教学内容，打破传统单向讲授的情境，更好地激发学生的学习动机，打造高效课堂。

c) 课后检测

“未来课堂”云平台可将课堂中的学生学习数据记录下来，分析学生课堂学习数据，如学生作答记录、看课记录、提问内容、课堂对话过程；了解学生的成绩分布比例、学习稳定性、学习态度、擅长题型与待加强的知识点。

● 为学生带来的学习方式转变

结合“人人通”的实施，更新理念、转变思维、自主学习、合作学习、协作学习、个性学习、学生主体，技术支持学生课内、课外的多种学习方式。

a) 上课内容生动

通过“未来课堂”云平台可将学习元素变为有趣的游戏因子。采用游戏化的方式进行学习，以此提升学习的趣味性，脱离传统单向教学模式，让学生在轻松、愉快、积极的环境下学习。

b) 上课过程互动

“未来课堂”云平台提供教师与学生更多互动的手段和途径，在课堂中引导学生进行探索，引动学生参与，大大促进了教与学的双向沟通。

c) 上课行为主动

通过“未来课堂”云平台的学习分析，学生会更了解自己，能清楚自己的弱项，学生的自我主控性更高了，能有更好的学习动机和方向。

d) 随时随地学习

在网络环境下，学生使用手机、平板、笔记本或台式机即可学习教师发布的作业。学生也能与同学进行讨论，可突破时空限制，协作完成作业。学生亦可针对不足的知识点，加强自我练习，梳理难点、解决问题。

e) 因材施教，个性化学习

通过学习数据精细采集、学习效果精确分析、学习内容精准推送，“未来课堂”云平台记录学生学习的过程数据，经由统计分析后提供给教师，教师依据这些数据分析了解学生学习的问题。

- 为教研带来的可视研修转变

未来课堂的教研是“研中有修、修中有研、研修一体”的信息化设计。“未来课堂”云平台可视化教研的特征表现在五个方面：教研手段网络化、教研资源数字/共享化、教研管理自动化、教研活动自主/虚拟/合作化、教研内容可视化。

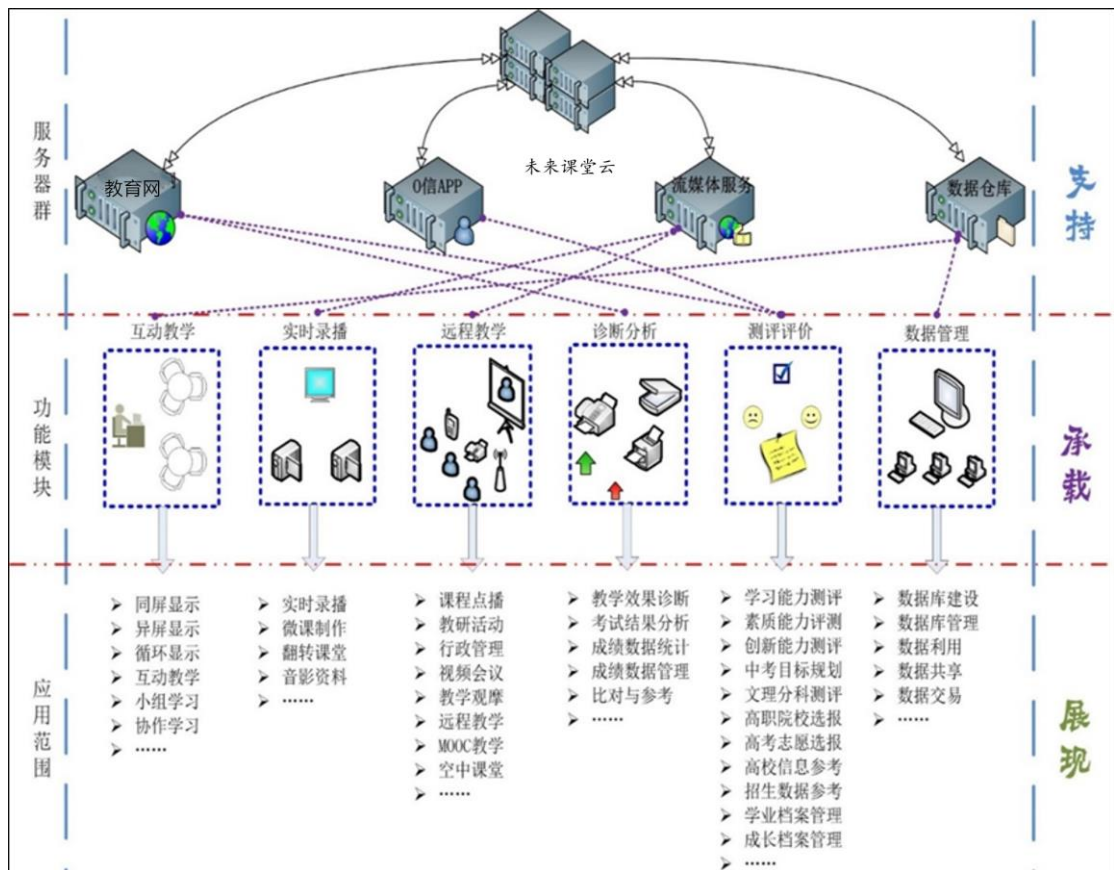
- 为管理带来的数据说话转变

“未来课堂”教学管理的优势在运用云计算和大数据技术，对各类数据的精细采集、精确分析和精准推送，为不同人群提供其所关心的有价值数据。

- 为评价带来的综合素质转变

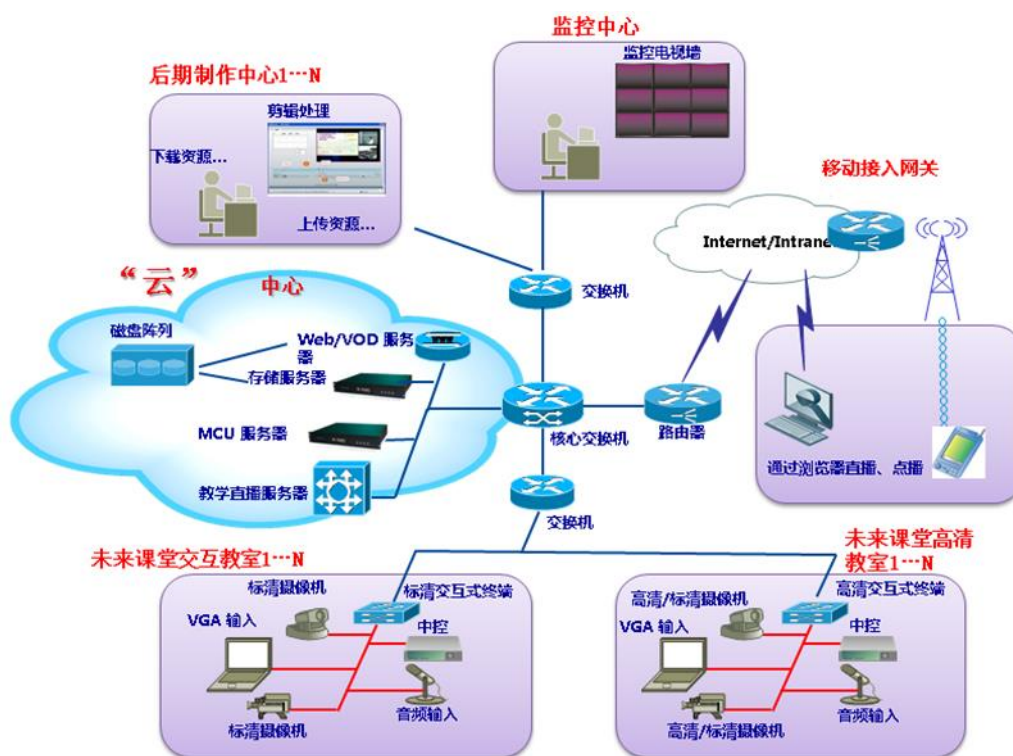
为解决中国学生应试能力强、动手能力差、个人兴趣缺失等普遍问题，“未来课堂”运用云计算技术、移动互联网技术、决策分析技术、评估技术、建库技术，让学生、家长、学校更深入地了解学生的兴趣、爱好、特长、能力、职业倾向等个性品质。有助于教师因材施教，挖掘学生潜能，帮助学生调整职业发展目标，实现最优化的教育；有助于学生进行充足知识积累、个性潜能发挥和创新能力培养；有助于家长在学生能力培养和职业选择方面得到参考和指导。

(3) 方案价值



“未来课堂”通过 5G 网络获取资源，避免离线资源转存和移动带来的麻烦；通过 5G 网络将资源和微课瞬时存至云端，将相关作业任务下发至学生，实现课堂的高效互动和低延时要求；在网络所覆盖的区域内，实现随处随时可学的移动教学目标。此外，基于 5G 的边缘计算，将对时延要求高的流媒体和互动反馈功能部署在靠近用户侧，有效解决了传统方案中网络连接速率和服务延时的问题。

其网络结构图如下：



(5) 关键技术点

利用课堂互动反馈技术（Classroom Response Systems, CRS）过终端（平板电脑、智能手机）安装应用（APP），能够实现师生课堂多种教学模式（自主学习、协作学习、分组学习、集中授课等）的互动反馈，介入 Windows 应用的 MVC 架构技术，利用 5G 网络和大数据云平台贯通，实现高速数据交换、异地数据交换、云计算等，保证课堂互动的低延时要求，借助移动 5G 网络可实现随处可学、随时可学。

3.3 智慧体育

3.3.1 智慧足球

(1) 场景说明

智慧校园足球校园场景基于 5G 网络、人工智能、物联网、大数据等技术，帮助解决校园足球特色学校在与足球运动相关的教学、竞赛、训练、选拔等实际场景的需求，协助学校全面建立智慧校园足球运动数据体系，提升智慧校园

足球教学质量、竞技及信息化管理水平，真正意义上达到各级校园足球特色校的建设 and 人才选拔标准。主要细分场景包括：足球教学与训练、足球后备人才选拔、足球竞赛。

a) 足球教学与训练

通过足球运动表现分析系统持续采集分析学校足球队的技战术数据、球员的内外运动负荷数据，协助足球教练科学分析队员的技战术能力、体能状态，并制定针对性、易于实施的训练计划。

b) 足球后备人才选拔

针对人才选拔的个性化需求，系统能够对多项关键数据维度的球员数据指标追踪，通过区分场上不同位置，确定各项数据权重，进而对球员表现及潜力进行综合评分，协助教育系统客观、高效、准确地选拔有潜力的足球苗子。

c) 足球竞赛

校园足球特色校不仅要求让更多的学生参与足球运动，喜爱足球运动，还要求实现“班班赛”等校园足球赛事硬指标。

针对校园足球联赛的智能化、信息化办赛需求，系统结合赛事管理系统，可实现在线创建赛事及组织功能，以及在移动端和 web 端定制官网，实时同步赛程、赛果、球员榜单、球队排名、直播画面等赛事信息的校园足球赛事运营宣传需求。

(2) 解决的问题

当前，我国青少年足球人口较少，足球后备人才匮乏。要想提高足球运动水平，首先要解决足球人口问题。而青少年无疑是最关键的力量，因此扩大足球人口的重点在校园。目前校园足球除了传统的“体教结合”问题外，还暴露出诸如缺少科学青训体系、校园足球档案近乎空白等问题。

青训体系是我国培养足球后备人才的重要保障。当前国内的青训模式，还存在青少年训练成人化的现象。在训练时，不尊重青少年身心发展规律、专项训练时不够科学和系统，从而造成球员训练质量不高，运动技能不全面。就原因而言，一方面是没有熟知各年龄层队员特点的教练做专业指导；另一方面，训练本身，尤其是管理方面，缺乏科学、系统的监控。

近年来，我国对于校园足球的重视度逐步提高，但是中小校园足球相关的

球员数据档案仍旧处于缺失状态，这与中国校园足球起步较晚有关。由于缺乏相应的青少年球员档案，加上球员输送机制不完善，进而导致球员的上升通道受阻。

另外，相比欧美足球，国内足球数字化普及和应用程度还很低。虽已开展一定的校园足球教学及训练，但成果往往难以展现。发展校园足球数字化教学，可用科学高效的方式，辅助老师和教练开展数字化足球教学活动，用数据体现学生球员足球水平和量化校园足球普及成果。

(3) 方案价值

智慧校园足球的方案价值主要体现在：球员身体机能客观评价、完善学生足球运动数据库、深度掌握运动技能、完善后备人才选拔机制。

a) 球员身体机能客观评价

身体机能的客观评价对于学校、学生及家长都有着重要的意义，常规的身体机能评价只能通过身高、体重、肺活量、千米跑动时间等数据进行分析。方案的特点之一是结合了常规体检数据，推进智能硬件设备采集学生在运动过程中产生的心率、运动负荷、运动强度、高强度跑动能力等实际运动场景数据，更科学的分析学生自身真实的身体素质和运动能力，并提供客观的评价体系，避免学生盲目运动，降低伤病风险概率。



b) 完善学生足球运动数据库

运动数据库的缺失导致无法全面了解学生足球运动潜质以及是否缺乏科学训练，亦或是训练后体能是否增强，竞技水平是否提高，是校园足球普遍存在的弊端问题。完善学生运动数据库，弥补学生成长数据的缺失，填充安全监控盲区是校园足球发展的重大举措。



c) 深度掌握运动技能

对应校内足球竞赛应用场景，协助教师便捷开展校内赛事，如足球技能挑战赛等团体运动赛事，实时呈现比赛成绩和个人/团队排名，提高学校班赛效率，提升学生学习足球/篮球等运动项目的兴趣，在竞技中学习运动技能，在运动技能中相互竞技，打造独具特色的校园体育文化。



d) 完善后备人才选拔机制

选拔缺乏科学、严谨的选材机制一直是制约中国校园足球发展的瓶颈。

智慧校园足球信息化管理平台的功能之一就是提供丰富详实的数据记录和分析，从而建立科学完善的人才数据库。

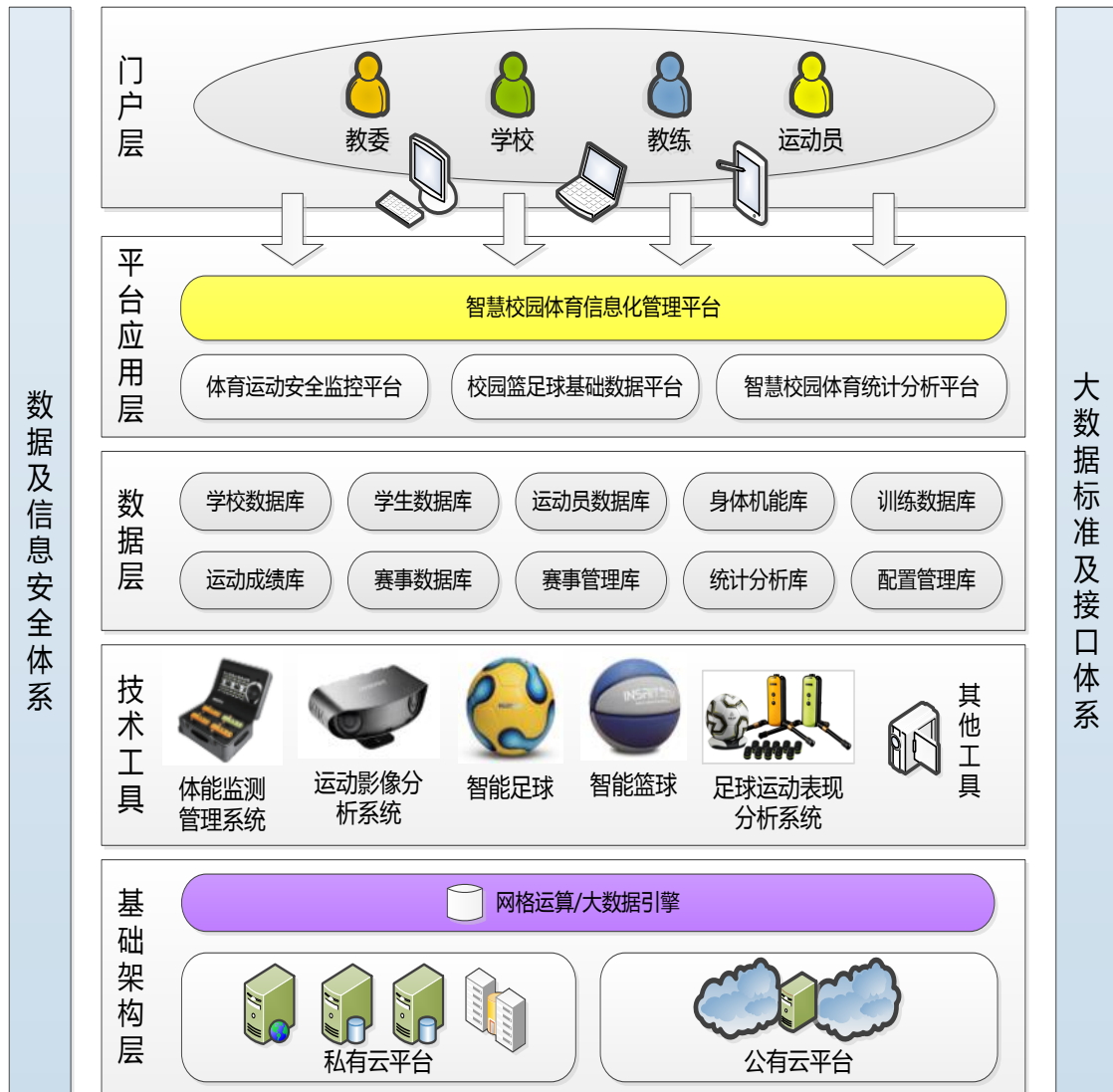
建立智慧校园足球信息化管理平台，汇集包括球队数据库、球员数据库、身体机能数据库、运动数据库、比赛数据库等基础数据；建立后备人才苗子库，通过运动员表现数据的综合对比，提供人才选拔的科学依据。

e) 提升校园足球信息化管理水平

为智慧校园足球配置运动数据分析与应用服务系统，充分运用大数据、可穿戴设备、智能足球、赛事管理软件等技术手段及智能硬件全覆盖采集和分析校园足球运动训练及比赛数据，并为学校提供智慧校园足球信息化管理平台，汇集学校各项体育运动信息，为提高校园运动安全、规范校园足球四级联赛体系，推动普及足球专项运动提高和协调发展，提升校园体育信息化管理水平提供有力保障。

(4) 方案架构

智慧校园足球的架构如下：



其中，系统智能硬件包含系统套装箱、智能足球、数字工作站、球员追踪器；另外，运动表现管理软件包含数据管理（Pad 端）、球队管理（PC 端）。系统通过数字工作站，利用 UWB 定位技术，对球员佩戴的追踪器以及智能足球可实现实时的精确定位，数字工作站将读取到的球员身体数据、跑动数据以及人球关系数据，通过详细的算法分析，从而展现出各项运动数据。

系统运行原理：



(5) 关键技术点

智慧校园足球系统集成硬件、算法、固件、软件为一体，关键技术点主要包括智能足球、UWB 高精度定位技术、构建足球运动数据算法、运动轨迹建模与优化、全景视频拼接技术等。

a) 智能足球

采用无线充电技术，引入内置定位技术芯片的智能足球，能够精准采集足球在场上的位置及运动轨迹，配合球员追踪器，可有效捕捉各类有球数据。

b) UWB 高精度定位技术

核心产品采用 UWB 超宽带、高精度定位技术，可实现厘米级定位及数据的高速传输，准确记录人球运动轨迹、支持实时查看动态数据及还原历史运动数据。

c) 核心算法体系

核心算法体系主要特点包括：

- 人球交互算法可以统计两百余项的运动数据和技战术数据，基本涵盖各类有球数据；
- 核心定位技术能够准确捕捉球场上阵型的变化；
- 平均数据准确率高达 90%以上，未来会达到更高准确率。

d) 全景拼接技术

全景拼接摄像机无须人员操作，即可自动在 4K 分辨率下进行覆盖整个运动场的超高清全景画面拍摄，实时存储到本地服务器，并可传输至云端。教练或分析师通过 iPad 端和 Web 端的专业分析软件从云端调取未压缩的高质量视频，

进行回放、标注、剪辑与分析。

3.4 智慧环境

3.4.1 智慧农场

(1) 场景说明

基于校园智能管理平台，建立智能化、科学化的校园智慧农场管理体系，实时监控和调节农场内温湿度、光照强度、CO₂浓度、土壤温湿度、土壤PH值等重要指标，结合农场内种植物的生长情况，有效帮助学生进行相关的课程实践和课程创新。同时，校园智慧农场建成后，可以和其他智慧校园场景，在统一的校园智能管理平台上，结合数据交换、云计算、大数据、应用集成、移动互联网等新一代信息技术应用，打造符合自身特色的校园智慧农场。

(2) 解决的问题

智能化的基础设施：智慧农场基础设施建设必须具备远程控制及自动反馈调节功能。校园智慧农场内可完全模拟基本的生态环境因子，具备对诸如空气温湿度、光照强度、CO₂浓度、土壤温湿度等参数进行监控和调节的能力，以适应不同植物生长繁育的需要。

精准的农场管理模式：智慧农场需具有对农场内环境变量精准控制的能力。通过在线实时监测农场环境的气候因子、土壤环境因子，并结合种植物生理生长的特点，精准把握农场内各种种植物对水，肥料，光照，CO₂，以及温湿度等的环境变量的需求，对不同种植物进行定向控制。例如，可针对不同种植物的用水量，调整灌溉周期和灌溉量，减少无效灌溉量，节约农业用水；根据大气环境、辐照强度等变化，及时对农场采取升降温，开关遮阳帘等应对措施，确保各种农作物在最适宜的环境下生长。

衔接创新课程：把提升老师的教学水平，培养学生的综合学习能力放在首位，利用校园智慧农场中，可视化的信息界面和控制界面，向学生们直观地展示农场中各参数指标与种植物生长之间的关系，帮助学生将实践过程

与课堂内容进行融会贯通，并发挥想象力，提供解决实际问题的环境，积极推动创新课程的探索，有助于培养学生的科学素养和综合能力。

(3) 方案价值

智能化的基础设施需实现农场的无人值守自动化运行。农场自动化运行，不仅依照科学数据自动调节各环境变量，为植物提供一个理想的生长环境，还能有效减轻管理员老师的工作量，提高设备利用率，及时改善农场气候，减少病虫害以及植物异常死亡等情况的发生。尤其是学校每年有合计长达 3 个月的寒暑假，实现无人值守的自动化运行，可有效降低假期内的管理难度，实现农场的不间断运行。

在教学中利用智慧农场的各个功能，合理安排课程内容，通过教师的启发和引导，开展语文、数学、英语、物理、生物、化学等不同科目的交叉学习与实践，培养学生对于事物的洞察能力，发现事物之间的异同，学会利用创造性思维方法来解决问题，是创新课程的理论追求和实践方向。

(4) 方案架构

其网络结构图如下：



感知层包括现地端的各种硬件设备。概括而言，包括三类设备，一类是感知设备，如智能门锁、温湿度传感器等；第二类是控制器，包括控制灯光的智能开关、控制空调的空调控制模组、大屏幕控制的红外网关、窗帘控制

的数据采集器、风扇控制器的开关执行器等；第三类是测量类，如带能耗采集的智能插座、智能空气开关等。感知层主要完成信息的采集以及控制命令的执行。

网络层用于实现现地数据的反馈和控制信号的上传，主要通过利用 5G 网络大带宽、低时延的特性来实现，实际应用中将结合现场需求，灵活选用 5G 等相关通信技术，通过部署网关、基站、转发器、分线器采用有线和无线通讯的方式，构建校园内智能网络通讯环境。

平台层用来对感知层设备所汇聚起来的数据进行管理，同时通过网络层下发控制信号信号实现对感知层设备的管理，如根据反馈上来的温湿度数据、光照度数据手动调节空调灯光等，主要的管理工作也在平台层进行。

应用层则通过平台层所汇聚起来的数据，对校内情况进行综合化，智能化，可视化的管理，校园能耗管理，校园安全管理，综合环境管理，GIS 地图式校园管理等。

其整体架构如下图所示：



校园智能管理平台可涵盖校园农场内照明、温湿度调节、新风、灌溉、视频监控、环境参数显示等各种远控功能，学校可以通过手机、Pad、PC 等多种方式进行实时监控和管理，也可以在后台编辑灵活的脚本程序，让农场

内各控制设备自动执行各种周期任务和逻辑联动任务，为学校提供可视化、科学化、智能化的管理平台。

（5）关键技术点

基于 5G 网络建设的校园智能管理平台对分布在校园各处的所有传感设备和控制设备进行实时统一的监控和管理并实现跨应用跨平台融合是本方案的关键技术点。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。

编撰单位

中国联通网络技术研究院

福建网龙计算机网络信息技术有限公司

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

浙江强脑科技有限公司

深圳市亚太未来教育科技有限公司

简极科技有限公司