



中国互联网协会  
Internet Society of China

# 智慧校园发展及产业图谱研究报告

中国互联网协会智慧教育工作委员会

2024年3月

## 版权声明

本研究报告版权属于中国互联网协会智慧教育工作委员会，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源：中国互联网协会智慧教育工作委员会”。违反上述声明者，将追究其相关法律责任。

## 前 言

随着新一代信息通信技术的快速发展，校园信息化建设已迈向智慧应用和融合创新不断深化的智慧校园新阶段。校园是智慧教育应用和实践的主阵地，智慧校园的建设和发展对推动教育模式变革、支撑教育高质量发展具有重要意义。

为研究智慧校园最新建设和发展情况，由中国互联网协会智慧教育工作委员会组织，中国信息通信研究院联合产学研用产业链相关单位，编制《智慧校园发展及产业图谱研究报告》。报告梳理了国内外智慧校园建设情况，研究了政策、技术、应用等关键要素发展趋势，总结了产业发展总体情况并绘制产业图谱，遴选了应用实践案例，提出了发展建议。

本报告是中国互联网协会智慧教育工作委员会继《智慧教育发展及产业图谱研究报告》、《“5G+智慧教育”发展及产业图谱白皮书》之后，连续第三年发布智慧教育领域相关研究报告，欢迎业内同仁提出宝贵意见。

报告主要编写单位和人员：

中国信通院：卢利颖、陈敏、臧磊、雷鸣宇、张航、王晶、卢亚光、郭文双

北京市教委：周航

北京教科院：唐亮、李艳霞

中国电信：赵添乘、吴隼、陈丹、石凯、马小涛

中国移动：李颖、张志超、许翔宇、柯乐燕、文蕾

中国联通：林存山、尹霞、徐佳、季小鹏、刘万飞

中国广电：石然

金智教育：曹锐、吴增梅、焦烧、王蓉

外研在线：商其坤、贺娜、孟晓慧、张琳

讯飞幻境：高翔、刘雨薇、刘磊

中兴通讯：王雷

网易有道：范海燕、韩艳霄

同方艾威康：丁泉龙、龚小峰、李晶晶

腾讯云：苏建花，李建慧

飞象星球：葛汝勇、王楠、丁鉴、陈岑

天津联通：张明山

松鼠 AI：樊星、梁静、文青松

麦盟科技：陈勇

## 目 录

一、智慧校园建设情况 .....	1
1.1 智慧校园建设背景及意义 .....	1
1.2 国外智慧校园建设现状 .....	3
1.3 我国智慧校园发展阶段及建设现状 .....	7
二、智慧校园建设技术架构 .....	13
2.1 技术架构 .....	13
2.2 终端设备层 .....	14
2.3 基础设施层 .....	17
2.4 平台服务层 .....	32
2.5 智慧应用层 .....	39
2.6 安全支撑层 .....	44
三、智慧校园产业图谱及产业发展情况 .....	47
3.1 产业图谱 .....	47
3.2 产业发展情况 .....	50
四、智慧校园典型案例 .....	58
五、智慧校园建设和发展面临的挑战及建议 .....	84
5.1 智慧校园建设及发展面临的挑战 .....	84
5.2 促进智慧校园建设及发展的策略建议 .....	86

## 一、智慧校园建设情况

### 1.1 智慧校园建设背景及意义

#### 1.1.1 建设背景

21世纪以来，世界科技创新空前密集活跃，新一轮科技革命和产业革命持续重塑全球创新版图和经济结构。以人工智能、移动通信、物联网、区块链等为代表的新一代信息技术加速突破应用，深刻影响经济社会的各行业领域。教育是社会进步的重要基石，也是信息技术融合赋能的重要领域。在新一代信息技术的引领变革下，教育信息化迈向了智慧教育的新阶段，能够满足受教育者个性化、精准化等需求，促进教育教学、管理服务等环节的高效化和智慧化。校园作为学生成长的主要场所和实施教育教学的主阵地，其信息化建设和智能化升级已经成为世界各国教育改革和发展的主要抓手。

智慧校园是综合运用人工智能、移动通信、云计算、大数据、物联网等新一代信息技术，以提高教学质量、提升师生体验、培养高素质人才为目标，能够为校园师生提供智能互联的基础设施、新型智慧的教学环境、全面便捷的创新服务、灵活高效的管理决策，具备信息化、开放化、个性化、智慧化等特征的教学和生活空间。

#### 1.1.2 建设意义

智慧校园的建设能够创新和变革教育教学模式。通过智慧教学、智慧科研等环境空间的建设，为师生提供高互动的教学体验和智能化的科研协同，助力打造高效课堂和科研创新。通过构建在线优质的课

程资源和虚实联动的情境化专题资源，并适当融入日常教学体系，为学生提供个性化、高质量的学习场景资源，能够推动优质教师资源的流转共享，提供穿越实体教室和校园边界的沉浸式学习体验。通过搭建虚拟仿真实验/实训平台，将应用技能和数字素养等有机融入教育过程，提升学生在真实场景下动手和解决问题的能力，支撑综合素质人才培养。通过智能教研平台的建设，监测和分析教师课堂行为，对教师的教学方法和教学形式进行诊断和评估，辅助提升教师教学能力，并能够根据学生课堂表现和评价结果，人机协同输出个性化教案，实现对课程和教材的知识图谱构建，针对性、个性化的满足学生学习和发展需求。

**智慧校园的建设能够提升和优化校园环境空间。**通过推进千兆光网建设、完善 5G 网络覆盖等措施，进一步升级校园网络，为智慧校园各类应用部署提供承载能力，实现校园网络环境空间的提质增速。通过建设多媒体教室、学科专用教室、智能实验/实训室等教学科研空间，部署新型教学装备、仿真实验装备、高性能科研仪器设备、个人学习终端等基础设施，能够支撑各类新型教学模式的开展和实施，实现校园教学科研环境空间的智能升级。通过推进物联网技术的应用，校园安全、交通、餐饮、住宿等各类设施能够实现智能感知和设备互联，从而支撑突发事件智能预警、道路/楼宇实时监测、餐饮卫生监督管理等场景应用，实现对校园公共环境空间的统一管理和智能调度。通过信息技术赋能校园环境空间，提升教学、科研、生活和安防设施的数字化和智能化水平，建设打造智慧高效、绿色平安的校园环境，



创新智能时代学校办学条件。

**智慧校园的建设能够完善和强化校园管理服务体系。**通过升级集约整合、数据融通的校园管理服务平台，进一步规范用户认证、权限管理、消息同步、交互体验，以业务协同和数据共享为重点，建设联动互通的一站式综合信息服务系统和网上服务大厅，为校园师生提供快速响应和弹性扩展的高效服务和优质管理。通过推进校园业务的信息化建设，融合并完善教务、人事、招生、资产、财务等信息系统和业务模块，能够规范管理标准、优化服务流程、实施业务迭代，实现各类事项“移动办、全程网办”的常态应用。通过提炼共性需求和成熟应用，设计实现轻量便捷的校园管理工具和小程序，涵盖校园管理和服务关键环节，支撑打造精准易用的校园治理场景，从而提升师生的满意度和体验感。通过加强校园管理服务体系的整体设计和模块建设，推动业务、数据和技术的系统集成，推进管理服务体系再造，强化各类系统的功能整合和数据赋能，能够支撑提升校园管理决策、融合服务的能力。

## 1.2 国外智慧校园建设现状

### 1.2.1 美国

美国作为在教育信息化、数字化发展方面起步最早的国家之一，通过发布多项规划，推动校园智慧化发展。顶层设计方面，1996年，美国发布的国家教育技术发展规划《帮助美国学生为21世纪做好准备：迎接技术素养的挑战》中就提出“所有师生都将能够在教室里使用现代多媒体计算机，所有教室都将与信息高速公路相连”的规划。



随后又陆续发布了四个教育技术发展规划，2016 年的规划中提出要在高速宽带网络、学习终端、数字学习环境、政策方面加强校园基础设施建设，支持高效学习。经费投入方面，美国投入大量资金进行智慧校园建设，为应对疫情期间激增的线上教学需求，2022 年，针对所有学校启动了紧急互联网接入资金 ECF 项目，优先考虑农村地区，除了提供宽带连接经费，还为每位学生配备 1 台最高金额 400 美元的笔记本电脑或平板电脑。信息化建设方面，随着“连接教育”（ConnectED）计划等实施，美国各类学校不断加速数字化进程，宽带速率持续提升，虚拟仿真、混合学习空间等应用加快发展。例如，斯坦福大学、麻省理工学院等高校打造了基于大数据分析的智慧校园，提供新型教学模式，以及丰富教育资源和科研支持等智慧服务。

### 1.2.2 欧盟

欧盟积极推动成员国加快智慧校园建设。顶层设计方面，2019 年，欧盟发布《欧洲学校的数字教育》，要求成员国对各级学校开设数字化课程情况、教师数字化执教能力、学生数字化素养进行评估；2022 年发布的《重新思考数字时代的教育》中提出为高校正式学习空间配置虚拟现实装备、人工智能助教等高配备设施。各成员国也推出各自规划，法国于 2015 年启动“数字化校园”战略规划，提出三年内投资 10 亿欧元，推动中小学全景式数字化转型，2017 年启动了为学生全面配备可移动数字化学习设备的行动计划，2018 年发布《数字化助力可信赖校园》报告，2021 年推出“教育数字领地”项目，持续指引智慧校园建设。2022 年爱尔兰发布《学校数字战略 2027》，从学校基础设

施升级、在教学学习和评估中嵌入数字技术等方面进行指导。经费投入方面，各国也纷纷投入大量资金。例如，2019年，德国“数字化战略”提出投入55亿欧元用于学校数字化建设；2020年，法国宣布投入900多万欧元，采购并发放用于学生远程学习的数字化教学工具。信息化建设方面，欧盟成员国主要从网络连接、平台建设等方面开展。2020年欧盟发布的《数字教育行动计划（2021—2027）》中提出分3阶段加速推进校园5G和千兆宽带连接；德国2019年发布《中小学数字契约》，由联邦拨款用于地方数字学习和通信基础设施建设，2021年出台“数字教育计划”，打造支持校内和跨校协作的国家级数字教育平台。

### 1.2.3 日新韩

亚洲主要国家也持续推进智慧校园建设。顶层设计方面，2019年，日本出台了《推进学校教育信息化相关法》，以立法形式明确了学校教育信息化的基本理念，划分了国家、地方和学校的教育信息化责任。新加坡发布了“未来学校”计划，重点建设沉浸式学习环境、虚拟全球教师等应用，通过“未来学校”和教育信息化领先的学校带动其他学校发展。经费投入方面，2020年，新加坡拨款7500万新元启动“国家数字素养计划”，为每位中小学生的教育储蓄账户发放200新元，对来自低收入家庭的学生发放额外津贴。2021年，日本政府划拨22亿日元用于推广电子教材，拟于2024年全面引入电子教材。信息化建设方面，韩国计划为中小学打造38万间基于千兆网络的全息学习空间，增设人工智能融合教育学校。2019年，日本文部科学省提出“GIGA

学校”计划，旨在为学前和基础教育学校配备完备的数字化设备，为每位学生提供一台计算机，实现校园超高速网络和无线网络全覆盖。

#### 1.2.4 其他主要国家

随着教育信息化发展和数字化转型步伐加快，众多国家加快校园智慧化探索实践。2019年，英国在《教育技术战略：释放技术在教育中的潜力》中做出构建良好数字基础设施、培养信息素养与技能、支持基础设备采购等7方面部署，提出在英格兰所有学校推广全光网络连接的目标。2022年，英国教育部发布《教育技术：探索学校数字化成熟度》研究报告，从技术、能力、战略三个方面对学校数字化成熟度进行评估。2018年，俄罗斯发布《俄罗斯国家教育方案》，将“创建数字化教育环境—在校园推广数字化技术”作为联邦专项计划之一。2021年，颁布《俄罗斯教育部活动领域相关的教育数字化战略转型方向》法令，制定了数字大学评价指标体系框架。

#### 1.2.5 小结

当前，推进 ICT 技术赋能校园智慧化、数字化发展已成为国际共识。2020年，联合国教科文组织和国际电信联盟等联合发布《教育数字化转型：学校联通，学生赋能》，倡导学校通过普及互联网连接来缩小数字鸿沟，并将数字技术赋能学生，促使其具备满足未来需求的能力。2021年，经合组织 OECD 在《2021年数字教育展望》中聚焦智能技术对课堂和教育系统带来的变革。世界各国积极拥抱教育数字化变革，加大资源投入力度，打造校园数字基础设施，通过技术手段丰富学校教育教学方式，推动智慧校园进一步发展。

## 1.3 我国智慧校园发展阶段及建设现状

### 1.3.1 我国智慧校园发展阶段

综合智慧校园建设和发展特征、相关政策措施以及设施、资源和应用等的建设情况，我国智慧校园可划分为萌芽期、起步应用期、快速发展期、迭代升级期共四个阶段。

**第一阶段**为以信息教育推广为主要特征的萌芽期(2000年以前)，这一时期我国智慧校园建设的重点是计算机教学实验和计算机辅助教学，各级各类校园开始逐步推进计算机机房和校园网络的建设，在传统课程基础上增加计算机课程，落实推进信息技术教学从试点到普及的教育变革和发展任务，智慧校园应用呈现信息技术与课堂逐步整合的态势。

**第二阶段**为以教学环境变化为主要特征的起步应用期(2000-2018年)，这一时期我国智慧校园建设的重点是启动“校校通”、“班班通”等工程，提升校内教育信息化应用水平。各级各类校园的教育信息化基础设施建设取得新突破，优化的校园网络、新型的教学设备及环境为校内教学和教研活动带来新活力，智慧校园应用使得“互联网+教育”成为教育新常态。

**第三阶段**为以数字校园建设、智慧校园升级为主要特征的快速发展期(2018-2025年)，这一时期我国智慧校园建设的重点是全面覆盖校园信息化应用环节和加快校园信息化建设步伐，提升师生信息素养，注重应用成效。各级各类校园的基础环境、智慧学习和服务空间建设持续推进，创新的教学模式、智能的校园环境、精准高效的服务管理

模式为师生带来全新体验，智慧校园应用进入由量变引发质变的升级阶段。

第四阶段为以智慧校园创新变革为主要特征的智慧教育迭代升级期（2025-2035年），这一时期我国智慧校园建设的重点将持续高度聚焦在校园信息化应用下的教育系统变革和创新人才培养。未来随着信息通信技术的不断发展，各类新型资源供给能力和利用水平将不断提升，智慧教学、智慧管理、智慧服务等智慧校园应用将深度赋能校园创新和发展，智能、精准、高效地落实立德树人根本任务和目标。





图 1 我国智慧校园发展阶段图

### 1.3.2 我国智慧校园建设现状

国家持续出台相关政策文件，引导智慧校园建设走深向实。国家及部委持续发布智慧校园相关支持文件。2016年，教育部发布《关于新形势下进一步做好普通中小学装备工作的意见》，文件指出为加快推进实现教育现代化，支持从建设综合实验室、特色实验室、学科功能教室、教育创客空间等教育环境，对现有教室进行多功能技术改造，推进校园无线网络全覆盖等方面探索建设智慧校园。2017年，国务院发布的《国家教育事业发展规划“十三五”》指出，支持各级各类学校建设智慧校园，综合利用互联网、大数据、人工智能和虚拟现实技术探索未来教育教学新模式。2019年，中共中央、国务院印发的《中国教育现代化2035》提出从构建更为完善信息化基础环境、配置学校数字教学资源、建立学校信息化系统运行维护长效机制、统筹建设一体化智能化教学和管理与服务平台等方面建设智能化校园。2021年，教育部等六部门发布《关于推进教育新型基础设施建设构建高质量教育支撑体系的指导意见》，将智慧校园新型基础设施列为教育新型基础设施建设的重要组成部分，支持有条件的学校利用信息技术升级教学设施、科研设施和公共设施，促进学校物理空间与网络空间一体化建设。

各地政府因地制宜，从出台规划到培育试点积极推动智慧校园建设升级。近两年，北京、天津、浙江、山东、河南、陕西等6个地区发布的教育信息化“十四五”规划，以及全国25个省、自治区和直辖市发布的教育发展“十四五”规划均明确提到智慧校园、数字校园建



设，从推动校园网络扩容提速、加快教育学习空间信息化建设、加强数字化课程资源研发应用、到提升集教务、学工、人事、财务、科研等于一体的校园智慧管理平台治理和优化水平等方面，全面推动和普及智慧校园的建设和应用，为师生提供个性化、多样化的教学环境和服务。其中，北京、河南、重庆、陕西、宁夏等地提出开展智慧校园试点示范建设，通过建设评估标准和开展达标评定，遴选百所智慧校园示范校，旨在挖掘智慧校园标杆案例，引导学校创建新技术条件下数据驱动、自适感知、泛在互联的下一代学习环境，创新人才培养模式和办学方式。

**标准规范制定持续提速，为智慧校园建设提供顶层设计指南。**

2018年，国家标准《智慧校园总体框架（GB/T36342-2018）》发布，该标准规定了智慧校园建设的总体框架，包括智慧教学环境、智慧教学资源、智慧校园管理、智慧校园服务、信息安全体系等的系统架构及基本要求，为智慧校园建设的设计与实施提供了参考依据。教育部在2018年、2020年、2021年，先后发布了《中小学数字校园建设规范（试行）》、《职业院校数字校园规范》、《高等学校数字校园建设规范（试行）》，作为推动中小学、职业院校、高等学校数字校园建设的指导性文件，规范面向教育主管部门和各级各类学校，从应用角度提出数字校园建设的具体要求，具有方向指引和基础规约作用。北京、陕西、福建等地基于本地区智慧校园建设现状及发展目标，以推进“互联网+教育”和教育数字化转型为导向，研制并发布了中小学、高等学校等类型学校的智慧校园建设规范，以规范促进校园重视和加强信

息化建设。

**需求侧聚焦应用需求，供给侧深化服务能力，产业合力推动智慧校园生态构建。**当前，智慧校园建设已经进入以人为本、应用为王，以体验为内核、成效为标尺的新阶段，各级各类校园作为需求侧主体，梳理师生在实际教育教学、日常管理服务过程中面临的痛难点问题，明确自身应用需求，提出智慧校园新建或改造内容。电信运营商、ICT设备供应商、系统集成商、软件开发商、互联网企业、教育信息化企业、解决方案提供商等作为供给侧主体，结合自身行业资源和特色优势，将“智慧”的理念和技术贯穿在教学、管理和服务等关键环节，以提高教学质量、提升服务体验、优化管理流程等为基础，打造智慧教学、智慧服务、智慧管理等各类应用，进一步积极拓展智慧校园市场。同时，学校、企业、科研机构、行业协会等充分发挥自身优势打造产学研协同机制，通过资源调度及深度协作，实现智慧校园共建共享，多方共赢。例如，通过有效对接产业需求，搭建科研成果转化平台；通过引导社会产业力量、市场资金等参与智慧校园建设，拓宽经费来源。产业各方协同互通、科学设计、顶层谋划，确保智慧校园建设和发展的前瞻性和整体性。

### 1.3.3 小结

综合来看，我国智慧校园建设及发展态势积极良好。政策方面，我国持续出台相关文件推动智慧校园技术、产业和应用快速发展，助力智慧校园建设；应用方面，多地区先行先试，将智慧校园概念深入到各级各类学校信息化、数字化建设规划中，以应用为导向推进智慧

校园落地实施；标准方面，基于实施框架及共性技术，国家及地方积极搭建智慧校园标准规范体系，以促进智慧校园有序发展和高质量实施；产业方面，在校园用户需求及应用驱动下，全产业各环节基于自身专长优势，合力打造全面、精细的智慧校园产品及服务等解决方案。我国智慧校园建设步伐加快，相关技术应用等正加速走向成熟，整体发展步伐和体系构建优于国外。

## 二、智慧校园建设技术架构

### 2.1 技术架构

智慧校园技术架构可划分为终端设备层、基础设施层、平台服务层、智慧应用层、安全支撑层 5 部分，如图 2 所示。其中，终端设备层包括教育教学终端、公共管理终端、公共服务终端，提供物联感知、数据采集和分析等重要功能。基础设施层包括校园网络、数据中心，该层融合网络传输、存储计算等功能为一体，是支撑智慧校园建设的关键底座。平台服务层可进一步细分为数据层和服务层，是基础数据、资源数据和业务数据的资源枢纽，以及数据服务、能力支撑和应用服务的赋能中心，成为向下统接基础设施、向上驱动智慧应用的智能运行中枢。智慧应用层作为智慧校园触达用户的重要渠道和交互主体，在新技术的赋能下为教学、服务和管理等校园重要场景带来泛在、智慧的应用体验。安全支撑层能够为终端设备、网络、数据、系统和应用等提供安全防护和安全管理，推动智慧校园建设和安全保障体系同步发展，是支撑智慧校园健康持续发展的关键和重点环节。



图 2 智慧校园技术架构图

## 2.2 终端设备层

底层终端设备能够实现校园用户、设备和情景相关信息的感知、捕获，是支撑各类顶层应用相关数据的采集节点，同时部分终端设备也兼备展示和交互等功能，主要包括教育教学终端、公共服务终端和公共管理终端，支撑校园内智慧教学应用、智慧服务应用、智慧管理应用的数据采集和感知联通，也是打造个性化教学空间、提升优质的信息化服务体验、构建环保安全的校园运行环境的硬件底座。

### 2.2.1 教育教学终端

多种智能化教育终端广泛应用到多学科的室内外教学。室内教学场景中，智慧教室内的高清摄像机、拾音器等设备能够实时采集教学场景下教师授课和师生互动等全过程的音视频数据，为评价课堂上教



师教学、掌握学生表现等提供真实、全面的数据输入。智慧黑板通过触控实现传统黑板和电子黑板的无缝切换，能够将教师板书及学生书写内容电子化并实时采集，支持保存和分享，供学生查询和再使用，使教学内容和授课过程可追溯。便携的智能学习终端通过无线网络接入，能够支持师生进行实时教学互动，通过采集学生的即时作答反馈，生成个性化知识图谱，支撑教师进行个性化教学，同时满足学生的自主作业等情景。智慧教室设置的温度、湿度和照度传感器，能够实时采集教室的温湿度和光照数据，从而实现对教室的灯具、空调、窗帘等终端的智能调控。电子班牌可以实现考勤功能，通过采集师生的刷卡或刷脸签到数据，记录教师和学生的考勤信息，真实客观的反馈教师和班级学生的出勤情况。智慧点阵笔通过同步采集和统计学生在纸面上的答题结果、作业痕迹以及书写过程相关特征数据，精准还原学生思维过程，实现学情同步、以评促学。云电脑将云端的计算、存储、网络能力以电脑桌面的形态呈现给校园用户，面向教研、实验、实训、教学等校园场景，采集师生在各类应用及业务流程的数据输入，提供全场景的一站式云电脑服务。室外体育教学场景中，智慧跳绳可以采集学生的跳绳运动数据，可按次数、速度和卡路里等不同标准进行统计，通过连接运动数据采集设备，实时记录每个学生的运动数据，运动数据采集设备通过网络将运动数据回传至平台进行记录和分析。智能跳远设备中设置的红外非接触式传感器可以采集学生的跳远数据，设备将采集到的跳远数据、学生基本信息、日期时间等信息输入到后台系统，以实现跳远数据包括平均值、排名等结果的统计和分析。

仰卧起坐测量仪配有的高精度传感器，通过识别并记录被测学生的头部、膝盖等关键位置及数据，可高效准确判断动作是否规范完成。

### 2.2.2 公共服务终端

校园一卡通、电子学生证等终端覆盖师生校园生活全场景，与应用结合提供便捷化的服务。校园一卡通可实现考勤、消费、阅读等场景的数据采集，包括刷卡出入校园、费用充值、餐饮扣费，以及图书借阅/归还等环节，可支撑一卡通平台对学生进出校轨迹、日常餐饮、阅读相关行为的分析和管理的。电子学生证在校园一卡通支持的考勤、消费和阅读等功能基础上，还可以采集中小学生校内通话、定位等信息数据，帮助学校与家庭搭建家校互联、师生互动等场景，助力保护学生安全。校园自助服务终端能够实现学生生活缴费、报到注册，卡密码修改、挂失/解挂、成绩单及证书打印等自助服务类场景的数据采集，为学生带来全天候、便携高效的自助服务。

### 2.2.3 公共管理终端

传感器、视频终端等多样化物联网设备实现校园运行状态实时感知和管控，助力校园智能化管理。校园监控视频终端形态丰富，包括筒机、云台机、小球机等通用终端，能够实现校园各场所、全方位的高清/超高清视频的采集接入、存储转发，同时支持全彩夜视、智能夜视等多种夜视模式，通过内置智能分析算法，实现人脸/车辆识别、抓拍、高空抛物、人车/客流统计等校园智能安防应用。校园环境监测终端、校园能源监控终端由各类传感器、控制器及数据采集设备等组成。校园环境监测终端通过采集教室、图书馆、办公室、宿舍等室内区域，

以及操场、广场等室外集中性公共区域的湿度、温度、照度、噪声、PM2.5、PM10 等环境数据，对校园用户学习、工作和生活空间的空气质量及环境状态进行实时监测，为校园环境质量的管理和治理提供数据决策支撑。校园能源监控终端通过采集校园内水、电、气等各项能源的消耗情况，并将数据上传至平台进行处理和分析，为校园能源监测、管理和优化提供数据支持。

#### 2.2.4 发展趋势

随着人工智能、大数据、物联网等技术的不断成熟和赋能，终端设备未来将向着更加智慧化、微型化、集成化的趋势发展，并呈现出建设维护成本低、用户交互无感知、信息化服务更精细等特点，形成集约高效、安全可靠的终端设备体系，为校园教学、服务、管理的流程再造提供更加坚实的基础底座。

### 2.3 基础设施层

基础设施为智慧校园各类信息化应用提供技术、设备、网络等环境支持，包括支撑校园内人、事、物随时接入和各类业务信息运行流转的多类型融合网络，以及构建安全、稳定、高效、节能的计算、存储、网络系统和容灾备份等数据中心基础设施，为智慧校园提供网络和存算基础。

#### 2.3.1 校园网络

校园网络是承载校内各类业务运行的一种局域网络，校园有线网络的建设升级、无线网络的全覆盖，能够保障校内资源与应用高速访问，为校园的人、事、物提供时时可用、处处可接的网络接入，对构



建泛在化学习空间、智能化办公环境、物联感知校园提供了坚实支撑，是支撑智慧校园应用开展及可靠运行的网络底座。当前，校园网已经进入三千兆网络即千兆光网、5G、Wi-Fi6 三位一体、有线无线高速全覆盖的新阶段，全网支持 IPV6 协议以保证校园网的可拓展和高可靠。

### 2.3.1.1 F5G 校园网

随着智慧校园各类业务需求的不断增加，以 10G PON、Wi-Fi 6、OTN(光传送网, Optical Transport Network)等通信技术为代表的 F5G 校园网快速发展，无源全光网 POL (Passive Optical LAN) 逐渐代替传统以太网，成为各级各类学校建设高带宽、高可靠性接入网络的选择。

F5G 是第五代固定网络，具有全光连接 (FFC, Full-Fiber Connection)、增强型固定带宽 (eFBB, enhanced Fixed Broadband) 和极致体验 (GRE, Guaranteed Reliable Experience) 三个关键特点。其中，其中 FFC 主要通过光联万物的光纤接入(Fiber to the X, FTTx)技术以及 ODN 架构工艺和技术实现。eFBB 通过 10G PON, Wi-Fi6 的高带宽低成本的演进，以 200G/400G 光传送网(Optical Transport Network, OTN)的大带宽和高性能实现。GRE 则通过采用软件定义网络(Software Defined Network, SDN)、网络功能虚拟化(Network Functions Virtualization, NFV)等可编程技术，提升网络的敏捷性、互通性，提升业务质量。

与传统以太网相比，无源全光网 POL 继承了 PON (无源光纤网络, Passive Optical Network) 扁平化、高可靠、易部署、易维护管理

等优点。二者的组网架构对比如图 3 所示。

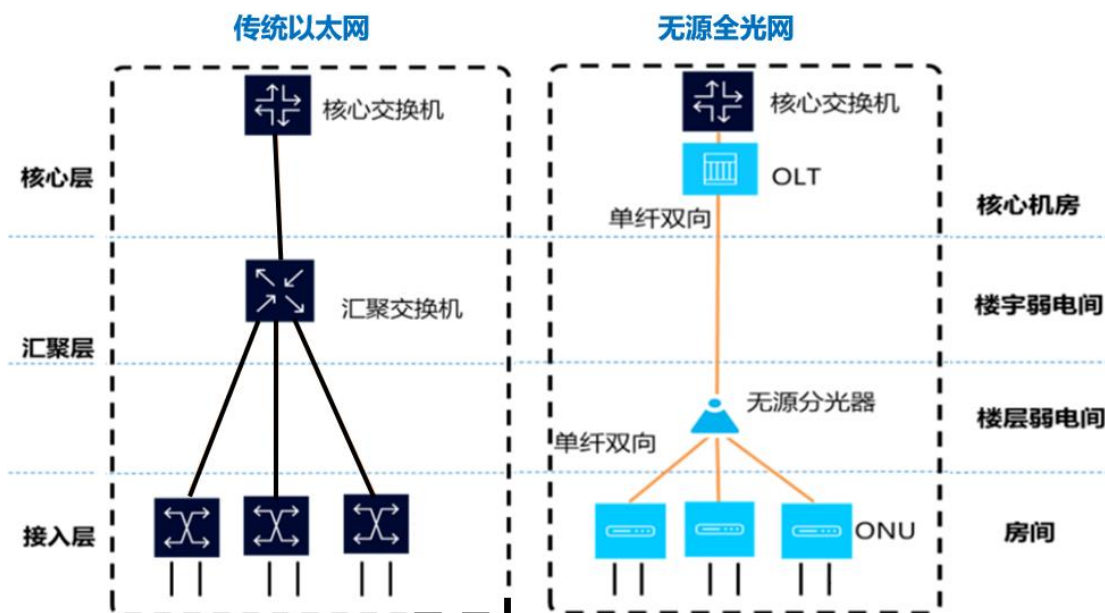


图 3 传统以太网与无源全光网组网架构图对比

传统以太网的网络架构为三层，主要包括核心层、汇聚层、接入层。核心层配置核心交换机，设置在校的机房或数据中心，汇聚层配置汇聚交换机，设置在学校各楼宇（教学楼、宿舍楼、食堂等）的弱电间，接入层按楼层或接入节点需求配置接入交换机的数量，各教室、办公室、宿舍等节点按需设置有线网口、无线 AP 满足用户对有线及无线网络的使用需求。网络链路使用的传输介质主要为五类、超五类、六类、超六类等类型的非屏蔽双绞线或者光纤，可适用于快速以太网和千兆以太网等网络类型，传输速度分别能达到 100Mbps、1Gbps。在校园网络规模需求大的情况下，传统以太网需要多级汇聚。传统以太网适用于校园规模较小、业务类型单一、对带宽要求不高的小型学校，常用于中小学。传统以太网在智慧校园建设及应用中存在一些不足，主要包括：校园新业务不断增加带来的对有线和无线网络

带宽需求增长；三层架构中交换机节点数量及分布点位较多带来的运维困难、故障点多；弱电间内网络设备全天 24 小时运行带来的消防隐患；铜缆寿命较低带来的布线更换投资较大、施工影响日常教学等。

无源全光网 POL 的网络架构为两层,主要包括核心层和接入层,接入层组网设备包括 OLT (光线路终端, Optical Line Terminal)、无源分光器、ONU (光网络单元, Optical Network Unit),其中无源分光器与馈线光纤及支路形成 ODN(光分配网, Optical Distribution Network)。与传统以太网架构相比,无源光网络 POL 采用无源分光器代替了汇聚交换机有源设备,二层组网使得网络结构更加扁平; PON 具有完善的远端设备的状态检测、操作维护和故障管理的能力,能够有效提高网络可靠性; ODN 器件体积小、环境适应性好,无电磁干扰和雷电干扰,能够降低设备故障率;网络拓扑避免有源节点级联,能够简化机房、降低供电、维护成本;光缆寿命可以达到 30 年,远远优于铜缆的寿命,能够降低建网和改造成本。无源全光网 POL 适用于校园规模较大、业务类型丰富、对带宽要求较高的大中型学校,常用于高职院校。

基于无源全光网 POL 的 F5G 校园网的网络架构如图 4 所示。F5G 校园网架构极简,通过一张网承载教学、办公、监控等多种类型业务,可深度融合有线网络、无线网络、物联网络等,能够实现万兆到校园、千兆到终端,具有结构简单、一纤多业务等优点。F5G 校园网采用 Wi-Fi6 技术,最高接入速率可达 9.6Gbps,通过覆盖 2.4GHz、5GHz 频段,实现光网 AP (无线接入点, Access Point) 对不同场景下

无线网络的全覆盖,满足教学、生活不同时段高带宽、高并发的需求。物联感知设备和 AP 共址统一接入,AP 需支持多种物联网接入方式,包括 LoRa、NB-IoT 等低功耗广域网以及 Zigbee、RFID、蓝牙等短距离无线网络,以实现校园内视频监视、能源监控、环境监测等物联场景终端设备的网络接入和信息传输。

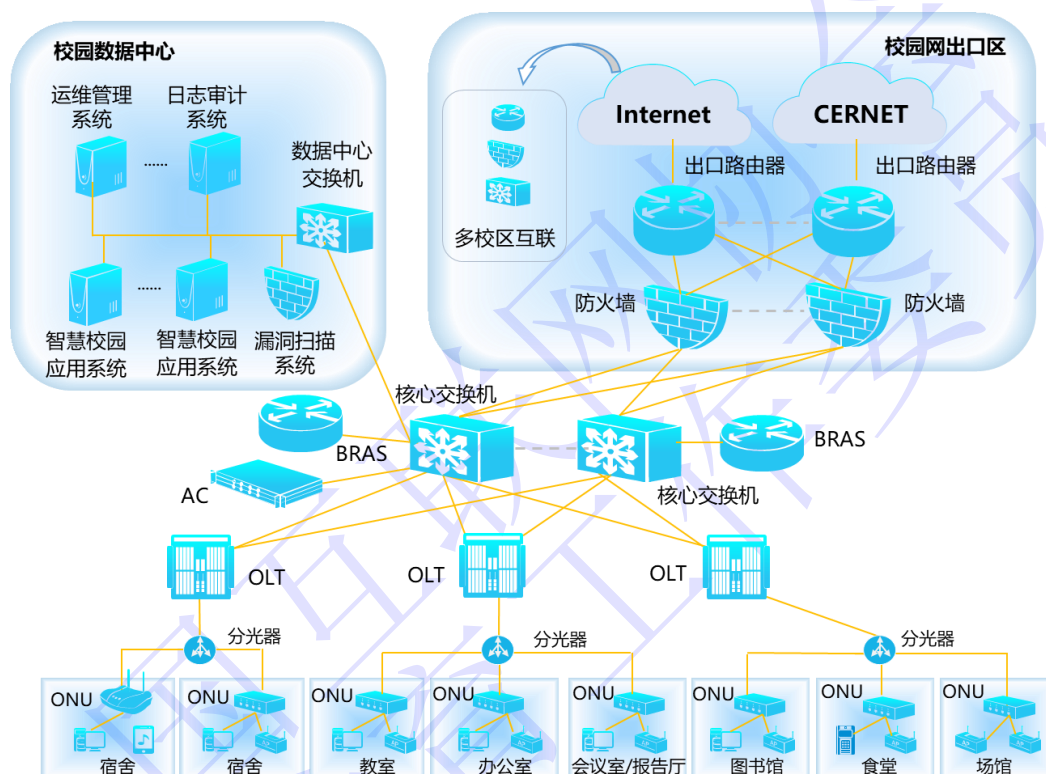


图 4 F5G 校园网架构图

核心层采用全连接树型结构,两台核心交换机设置在校园核心机房或数据中心,与 OLT、BRAS(宽带接入服务器, Broadband Remote Access Server)、AC(无线接入控制器, Wireless Access Point Controller)、防火墙等设备连接。BRAS 主要实现两方面功能,一是网络承载功能,负责校园终端用户的流量汇聚;二是控制实现功能,与认证系统、计费系统和客户管理系统及服务策略控制系统相配合实现校园用户接入的认证、计费和管理。AC 负责管理校园内无线网络中的 AP(无线接



入点, **Wireless Access Point**), 实现对 **AP** 的下发配置、修改配置、射频智能管理、用户接入控制等。核心层承载着智慧校园所有类型业务流量, 能够实现不同业务之间无干扰稳定运行, 具有高带宽、高转发性能、多样化端口接入能力、高可靠性等特点。

接入层是最靠近用户的网络, 为校园用户和设备提供各种接入方式, 技术路线遵循 **10G GPON+Wi-Fi6** 双千兆全覆盖原则。接入层采用 **POL** 方案, 通过 **OLT+无源分光器+ONU+终端** 的模式实现有线网络的接入, **OLT** 与 **ONU** 通过无源分光器实现 **P2MP** (**Point 2 Multiple Point**) 连接。**OLT** 设备部署在校园核心机房或数据中心, 连接校内所有 **ONU** 设备, 若对安全和维护管理有较高要求, 也可根据校园区域或教学网、办公网、生活网分开设置, **OLT** 采用多条 **10GE** 链路双归属到核心层交换机, 实现上行增强可靠性和链路流量均匀负载分担。无源分光器不需要电源供应, 统一部署在教学楼、行政楼、宿舍楼等楼宇或楼层的弱电间, 通过采用光栅或波导技术将光纤输入的光信号按波长或频率分离, 具体根据带宽需求对分光器的分路数、分光比等主要技术参数进行配置。**ONU** 设备部署在教室、办公室、宿舍等区域点位, **ONU** 主要实现对 **OLT** 广播数据的选择性接收及响应, 以及对用户数据进行收集、缓存及发送, 需根据业务场景选择不同类型的 **ONU** 提供数据、视频、语音、**POE** (**POE** 供电, **Power Over Ethernet**) 等多种业务, **ONU** 为各类业务设备提供有线网络接入, 实现千兆光纤到终端。无线网络采用 **Wi-Fi6** 部署, 通过部署的无线 **AC** 控制器或由核心交换机内置 **AC** 对校内 **AP** 进行配置管理, 根据

不同场景不同区域无线覆盖要求对 AP 点位进行规划部署，由室内、高密、室外多种类型的 AP 为楼内用户提供无线网络接入。

### 2.3.1.2 5G 校园网

5G 通过公共网络和校园专网的方式，支持不同性能需求的智慧校园应用，为师生等提供便捷、快速、安全的网络服务。5G 校园网分为 5G2B 和 5G2B2C 两大类，其中，5G2B 校园专网架构包括 3 种：基于公网切片的 5G 虚拟专网、基于 UPF 下沉的 5G 混合虚拟专网、端到端独立部署的 5G 独立专网。5G2B2C 主要指 5G 双域专网/融合专网，是通过基于 ULCL 或 DNN 的方案实现校园内外网业务隔离和分流，为校园师生提供在校内、校外（含省内、国内漫游）“不换卡、不换号、无需设置”访问校园内网和互联网的服务。（详见《“5G+智慧教育”发展及产业图谱白皮书》）。

### 2.3.1.3 校园网出口

校园网出口主要包括互联网出口、教育专网出口及多校区互联三部分。互联网出口一般都采用多出口设计，通过与至少 2 家电信运营商互联实现流量的负载分担，以及链路稳定性和可靠性的保证。出口区除了部署防火墙、入侵检测系统、用户上网行为管理等安全防护设备，还需要部署 VPN（虚拟专用网络，Virtual Private Network）来满足师生出差或移动办公等接入需求。教育专网出口的路由器可以与互联网出口路由器合设或分设，接入中国教育和科研计算网（CERNET）、省级教育专网，实现与国家、省市教育专网链条的打通。同城多校区间的互联互通可以通过波分设备实现，互联网出口、教育专网出口及

校园数据中心等均可以合用；异地分校区可以部署全套出口设计，通过互联网采用 IPSEC VPN（互联网安全协议，Internet Protocol Security）、专线等形式互联互通。图 5 为校园互联网出口示意，图 6 为校园网出口整体示意。

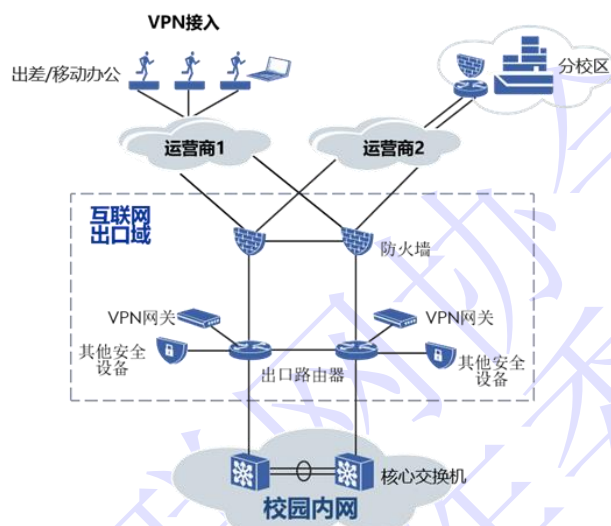


图 5 校园互联网出口

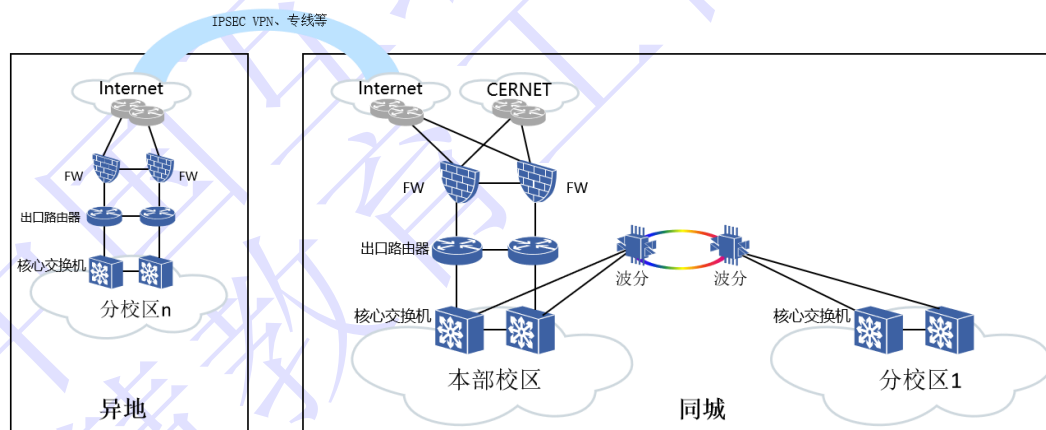


图 6 校园网出口示意图

### 2.3.2 数据中心

智慧校园数据中心是为计算与存储系统、网络系统、安全系统、容灾备份系统、基础软件系统等信息技术设施设备提供集中放置与运行环境的建筑场所，主要包括主机房、辅助区、支持区和行政管理区



等。主机房由服务器、网络和存储等功能区域构成，主要用于数据处理设备的安装和运行；辅助区包括控制室、维修室、备件室等区域，用于电子信息设备和软件的安装、调试、维护、运行监控和管理；支持区主要包括配电室、电池室、消防设施用房等，用于为主机房和辅助区提供动力支持和安全保障，行政管理区包括办公室、值班室等，用于日常行政管理。数据中心的设计和建设可考虑模块化、近端制冷等节能方案，以及智能化、无人化运维管理，应满足安全、稳定、节能、高效等特点，能够为智慧校园的信息化服务和应用提供良好支撑。

### 2.3.2.1 计算与存储系统

计算系统为智慧校园各类业务提供网络环境下的信息处理、资源发布等服务，存储系统为智慧校园各类应用提供信息保存和备份等功能。

计算系统根据应用系统的性能要求可考虑采用虚拟化技术。随着智慧校园应用及业务量的不断增加，逐次增设物理服务器的方式带来了资源利用率低、可扩展性差、运维不便等问题，采用服务器虚拟化的方式，能够将所有服务器的 CPU、内存、磁盘、I/O、显卡等硬件虚拟成可集中使用和管理的资源池，构建出服务器虚拟化集群。服务器虚拟化能够打破物理资源之间的壁垒，通过采用逻辑资源管理的方式，带来使用效率高、隔离性强、可靠性高、兼容性好、部署成本低等优势。

存储系统可根据实际应用选择 SAN ( Storage Area Network, 存储区域网络)、NAS( Network Attached Storage, 网络附属存储)等方式。

SAN 采用 FC (Fiber Channel, 光纤通道) 技术, 通过 FC 交换机连接存储阵列和服务器主机, 建立专用于数据存储的区域网络 (如图 7 所示)。SAN 是独立于服务器网络系统之外的高速存储网络, 能够将数据存储管理集中在相对独立的区域网内, 支持对资源池的块级访问, 存储空间的扩展性很强。NAS 是一种专业的文件备份和网络文件存储结构 (如图 8 所示), 通过将存储设备与服务器彻底分离, 实现数据的集中管理。NAS 通常采用 NFS、CIFS、HTTP 和 FTP 等网络文件访问接口协议, 能在异构计算机系统之间提供数据共享。用户与管理人可直接或通过浏览器访问 NAS 设备中的数据, 从而以较低的成本实现高效率的文件服务。考虑在智慧校园实际应用中, 既有对 SAN 技术支持的块级数据访问的存储需求, 又有对 NAS 技术支持的文件和信息共享的需求, 因此, 可结合实际需求选择支持 SAN 和 NAS 多协议的统一存储。

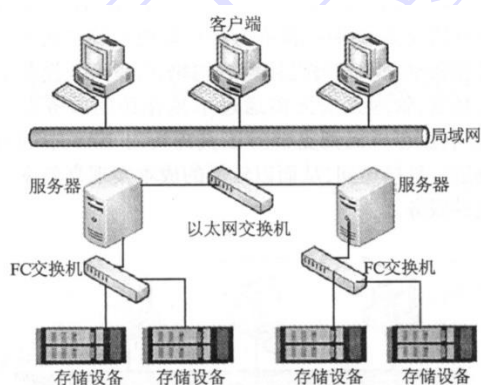


图 7 SAN 网络存储结构

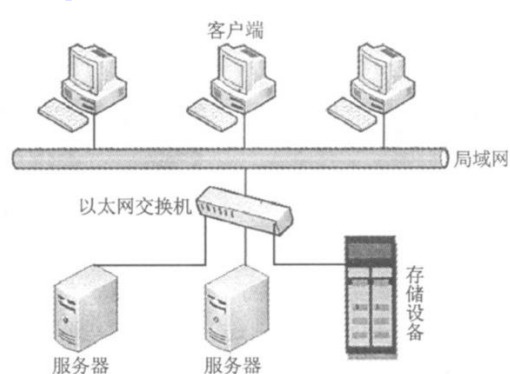


图 8 NAS 网络存储结构

### 2.3.2.2 网络系统

数据中心的网络系统与存算系统、容灾备份系统, 以及校园网核心网络设备互联, 交换机间宜采用光纤连接, 在服务器和存储设备规

模较大时可使用柜顶式交换机以降低布线数量。为提高网络系统的可靠性，可考虑使用堆叠、虚拟化等技术。

堆叠是指将多台支持堆叠特性的交换机通过堆叠线缆连接在一起，从逻辑上虚拟成一台交换机，从而作为一个整体参与数据转发，多台交换机之间形成冗余备份，如图 9 所示。堆叠是目前广泛使用的一种横向虚拟化技术，具有扩展端口数量、增大上行带宽、简化组网等作用。

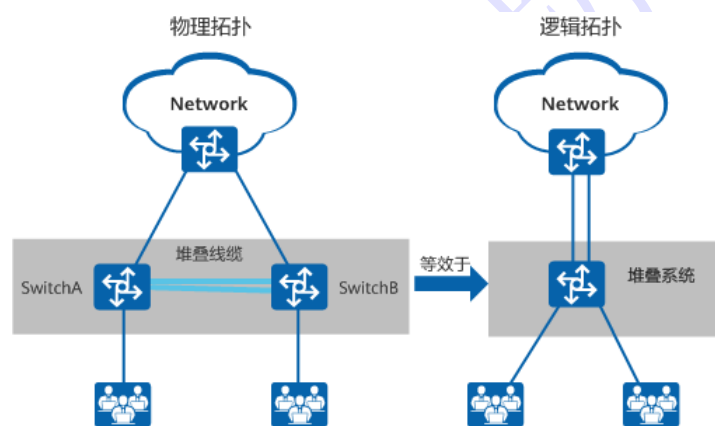


图 9 堆叠示意图

网络虚拟化是指在同一物理网络的基础架构上创建多个共存且彼此独立的虚拟网络，虚拟网络是由一组虚拟节点和虚拟链路组成，其中，虚拟节点可以执行路由、转发等功能，虚拟链路是建立在一个或多个物理链路上的抽象网络链路，能够进行数据的传输并消耗一定的物理带宽等资源，虚拟网络具备特定的网络视图、交换机的 CPU 资源和交换机的转发表等所有资源。当前，SDN 是实现网络虚拟化的一种主要方式。SDN 体系架构如图 10 所示，整体分为数据平面、控制平面和应用平面，其中，数据平面由交换机等网络通用硬件组成，交换机提供简单的数据转发功能，可快速处理匹配的数据包以适应流量

日益增长的需求；控制平面包含以逻辑为中心、掌握全局网络信息的 SDN 控制器，负责控制各种转发规则、管理配置网络和部署新协议等；应用平面为各种基于 SDN 的网络应用，用户无需关心底层细节就可以实现编程和新应用部署。SDN 利用可编程的特点来创建控制平面并共享数据平面，可以实现网络设备的配置优化、统一管理。利用 SDN 实现网络虚拟化，主要是通过将整个底层的物理网络虚拟成一个路由器，相较于传统的划分不同组虚拟链路和虚拟节点的方式，能够减少网络的复杂程度，从而促进网络虚拟化的进程。网络虚拟化可更好的满足校园数据中心对可扩展性的要求。

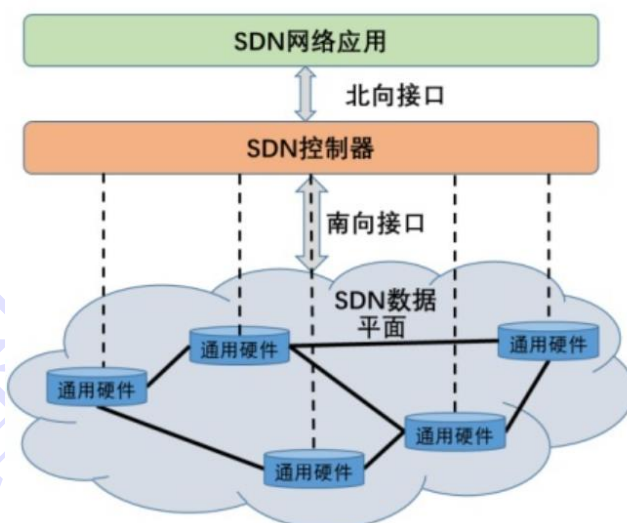


图 10 SDN 体系架构图

### 2.3.2.3 安全与容灾备份系统

数据中心作为智慧校园的核心，对安全的要求比较高，一般通过安全设备部署和数据容灾备份来实现。如图 11 所示。

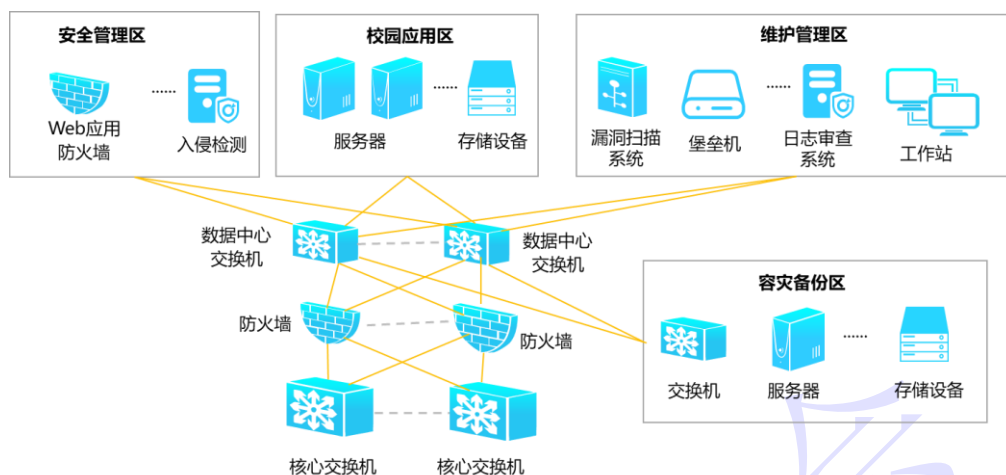


图 11 校园数据中心安全部署及容灾备份示意图

对于安全设备部署，在数据交换区域网络和数据中心区域网络之间部署防火墙，通过隔离与保护等措施实现对安全风险和数据传输等问题的处理。在安全管理区，主要部署的安全设备包括入侵检测系统、Web 应用防火墙等。入侵检测系统具有针对各种入侵行为进行识别、分析、主动防御的能力；Web 应用防火墙侧重于对 Web 应用进行全面深度的有效防护。此外，数据中心涉及大量的运行维护工作，主要包括操作系统升级与更新、远程维护、日志审计及数据库审计等内容，基于此一般考虑部署漏洞扫描系统、堡垒机和日志审计系统等安全设备。其中，漏洞扫描系统专门用于对数据中心区域内的主机系统进行扫描，发现重大漏洞可实时更新补丁；堡垒机主要为数据中心内的业务系统维护提供支持，从而保证安装、调试、维护的操作过程可查、可管、可追溯；日志审计系统可收集攻击、事件、操作等各类日志，详细的日志数据能够为运行维护提供全面的分析和研究。

对于数据容灾备份，校园数据中心可采用本地备份或异地备份的方案，在数据中心发生故障或灾害时，能够快速恢复数据和服务，从



而保证用户数据的安全性和应用服务的不间断。本地备份是指在数据中心内单独部署一套系统用于备份重要的业务系统和数据，异地备份可以选择在校内不同建筑物、不同校区或校外其他区域进行部署。从其对系统的保护程度来分，容灾可分为数据容灾和应用容灾，数据容灾是指对本地关键应用数据建立一个实时、可用的异地的复制系统，在本地数据及整个应用系统出现灾难时，系统至少在异地保存有一份可用的关键业务的数据，主要采用数据备份和数据复制技术。应用容灾是在数据容灾的基础上，在异地建立一套与本地生产系统互为备份的完整的应用系统，在灾难情况下，远程系统能够迅速接管业务运行。一般校园数据中心优先考虑本地备份、数据容灾的方案。

#### 2.3.2.4 基础软件系统

数据中心基础软件系统主要包括两部分内容，一是 DNS(域名系统，Domain Name System)、NTP(网络时间协议，Network Time Protocol)、日志服务、监控服务、VPN 等基础服务，所有设备需统一配置，二是操作系统软件、Web 服务软件、数据库软件等基础软件，应根据实际应用和服务需求选择。

DNS 是将域名和 IP 地址相互映射的一种分布式数据库，为用户便捷实现互联网访问提供服务。NTP 是用来使网络中各个计算机时间同步、且提供高精度时间校正的一种协议。日志服务是所有设备应统一配置的，主要用来实现对设备及系统的运行状态、操作记录、故障事件、安全事件等日志进行收集和记录，为问题核查和安全取证提供数据支持。监控服务主要通过配置软硬件监控平台来实现对数据中心

设备及系统运行情况的实时、统一监控。VPN 通过对数据包加密和目标地址转换来提供实现远程访问能力，从而支撑数据中心管理运维人员对设备的远程配置和管控。

操作系统软件是计算系统中负责支撑应用程序运行环境及用户操作环境的系统软件，常见的包括 windows、Linux、Unix 等。Web 服务软件是一种用于提供 Web 服务的程序，主要用于接收和响应客户端的 HTTP 请求和发送 HTTP 响应，通常运行在服务器操作系统上。数据库是一个长期存储在计算机内、有组织、有共享、统一管理的数据集合，它是一个按数据结构来存储和管理数据的计算机软件系统。在实际建设过程中，同等条件下，学校应优先考虑部署国产化的基础软件。

### 2.3.3 发展趋势

对于校园网络，当前大多数校园已经进入了全光网络、千兆入校的新阶段，未来，随着技术产品的不断成熟、建设资金的加大投入，在千兆光网固定宽带、5G 移动通信、WiFi6 无线通信以及 SDN 网络虚拟化等技术的共同推动下，各级各类学校将逐步、全面实现全光接入、万兆入校、万物互联，校园网络也将向着更加扁平、智能、融合的方向发展。

对于数据中心，在智慧校园业务不断更新、应用逐渐扩展的背景下，校园数据中心迎来改造和新建的高潮，近年来建设数量明显增长，而服务器、网络、存储等设备的虚拟化为云计算平台的搭建奠定了基础。因此，在物理资源虚拟化、多协议统一存储、网络堆叠等技术的



支撑下，未来的校园数据中心将继续呈现出集约共享、绿色低碳、安全可靠、云化智算等特点及趋势。

## 2.4 平台服务层

平台服务层可进一步划分为数据平台和支撑平台，数据平台主要实现对智慧校园应用所生成的基础数据、资源数据和业务数据的存储和处理，支撑平台主要实现对云计算、超高清、AR/VR 等技术的支撑能力，以及对各类基础应用的统一身份认证、消息通知、流程管控、接口调用、应用管理等服务能力。

### 2.4.1 数据平台

数据平台是实现各业务系统间集中汇聚、无缝共享数据，打通信息孤岛的高速通道和资源中心，通过将智慧校园应用中不同来源、不同类型的数据存储、整合、清洗、转换、分析、挖掘等，当校园业务有需求时，数据平台将按需提取并共享给应用程序，还可以建立与省市级等教育大数据平台的数据通道，以实现对校园内各类数据更加高效、智能的管理和服务。

#### 2.4.1.1 数据分类

校园数据主要包括以结构化、半结构化数据为主的基础数据和业务数据，以及以非结构化数据为主的数字化教学、科研等资源数据。

基础数据是校园内最根本、最主要的数据资源，它主要来自于校园建筑、基础设施、组织机构、职工学生、学科课程、设备资产等，通过建立数据目录，并对缺失的数据进行及时补充，能够保证基础数

据的完备性；通过明确数据源以及主管部门并实时更新，能够为用户和应用提供高质量、高可用的基础数据服务；通过加强基础数据的透明管理与共享机制，能够防止数据被滥用、私用、霸用等；通过提供适当的服务接口和规范，保证基础数据为授权用户和应用提供优质服务。

业务数据是校园在进行教学、科研、管理和服务等各项业务活动中产生和处理的数据，记录和覆盖了各类型业务活动的过程和结果。通过梳理学校主要业务的数据状况，编制数据资产目录，并根据数据管理和应用需求，选择适宜的数据建模方案，规划和构建业务数据库。对于缺失的重要业务数据，一般通过构建信息系统进行相关数据的采集和管理。

资源数据是为智慧教学等应用提供服务和支撑的数字教材、在线课程等通用数字化教学资源数据，以及实验/实训、科研等其他类型的资源数据。其中，数字教材主要包括电子教学课件、网络教材、软件和教学网站资源等，在线课程的资源建设一般通过教师自建或与专业技术团队合作实现，能够支撑翻转课堂、混合式学习、探究学习、协作学习等智慧教学应用的开展与创新。实验/实训资源的建设是支持实验室信息化管理和服务的基础，学校应结合学科内容通过与企业合作等形式开发、建设线上实验/实训教学资源，有条件的可搭建虚拟实验实训资源开发与使用环境。科研资源数据主要适用于高校，包括电子数据库资源、科学数据资源、应用软件资源等内容，电子数据库资源一般为图书、期刊、论文和研究成果等资源数据，科学数据资源一

一般为科学研究过程中产生的实验数据、调查数据、分析数据、测量数据等，应用软件资源一般指辅助科研人员进行科学研究、数据处理和科研创作等使用的工具、软件等资源。

#### 2.4.1.2 数据服务

数据平台能够实现智慧校园各个系统及应用之间的数据交换、数据治理、数据存储、数据管理、数据挖掘等功能，从而提高数据质量、提升数据价值。

数据交换主要对基础数据、业务数据、资源数据接入的部门和系统进行调度管理，通过规定的数据交换策略和数据同步配置等实现对校内数据的定时交换和全面共享，从而避免数据的重复维护。数据治理主要实现对数据的预处理、治理分析和质量管理，其中，数据预处理是指对数据进行筛选、排序、加工、分类等工作，一般包括数据清洗、数据集成、数据变换和数据归约等环节，通过预处理保证数据的准确性和有效性；数据治理分析是指对数据进行检测和整合等工作，一般通过规则、算法等方式对数据冗余、异常、缺失等问题进行检测和筛选，以及对来自于两个或多个应用的数据进行集成和合并，通过治理分析提高数据的可用性；数据质量管理是指对数据从计划、获取、存储、共享、维护、应用、消亡生命周期的每个阶段里可能引发的各类数据质量问题，进行识别、度量、监控、预警等一系列管理活动，通过质量管理保证数据的完整性、有效性、准确性等。数据存储主要通过不同类型的数据采用不同的存储方式，如半结构化的日志数据、非结构化的音视频、图片文档等数据可采用分布式文件存储方式，结

构化的数据可采用关系型数据库存储。数据管理主要通过对数据库运行动态进行监测和维护，实现对主数据库、资源目录、访问权限、数据安全等内容的管理。数据挖掘主要通过对数据进行分类、估值、预测、关联、聚类等操作，通过各类挖掘算法搜索隐藏于其中有用的信息，从而广泛应用于智慧校园的各种应用

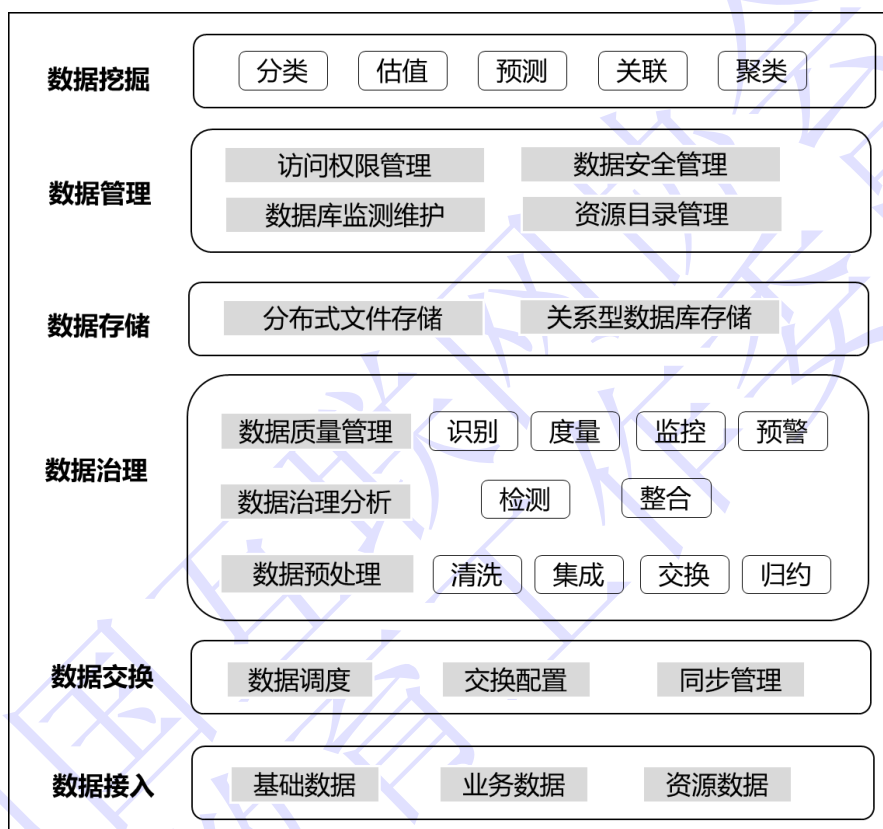


图 12 数据平台功能图

## 2.4.2 支撑平台

校园应建设能力支撑平台以及应用服务平台，以不断提升智慧校园的基础应用支撑和平台服务能力。其中，能力支撑平台主要包括 AI、云计算、4K/8K、XR 等能力平台，各类校园可根据实际应用情况按需构建，以实现对上层智慧校园应用的共享计算、实时处理、平台支撑等能力。应用服务平台主要包括身份认证、消息服务、流程服务、接

口服务、应用管理等，能够为校园的各类业务提供开放统一的基础服务，从而促进应用系统的快速实施、有效集成和不断创新。

### 2.4.2.1 能力支撑

AI 能力平台能够将 AI 技术模块化、组件化、集成到统一平台上，以提供自然语言处理、机器学习、深度学习、计算机视觉、图像识别、语音识别等服务能力，提升对异构数据的处理能力，与校园各类教育应用场景深度融合，通过智能预测、决策和分析，实现基于 AI 能力的个性化业务创新和智能化运营管理。云计算能力平台使用虚拟化、分布式数据存储、资源管理、能耗管理等技术，通过将网络形成计算能力极强的系统，可在云端存储、集合校园内教学、科研、业务等资源并支持按需配置，从而向校园用户提供个性化服务，具体部署可结合校园自身情况及业务特点采用公有云、私有云或混合云方案，面向管理员可提供云运营管理和云运维，以实现对云服务的便捷管理和实时监控功能。4K/8K 能力平台支持主流的 AVS2 和 AVS3 等超高清视频编码标准，满足超高清数字音视频的大容量、高扩展、分布式的存储需求，能够实现校园内高码率视频的编码、流化、转码以及导播的实时超高清视频应用。XR 能力平台支持完全沉浸式、光学透视型、视频透视型等近眼显示技术，追踪定位、环境理解、沉浸式声场等感知交互技术，高带宽、低时延的网络传输，生产内容、展示终端的渲染处理等技术，在内容的采集、编辑、播放及交互环节采用虚拟现实、增强现实、混合现实等相关的内容制作技术，实现基于高速网络下的虚拟仿真资源实时分发，打造沉浸、交互的校园应用场景。物联网能



力平台通过嵌入式系统驱动各类校园设备和传感器，基于 Wi-Fi、蓝牙、LoRa、NB-IoT 等无线通信技术实现网络连接与数据交换，并利用机器学习、数据挖掘等智能技术进行数据分析与处理，以支撑智慧校园物联场景的感知、传递和处理。

#### 2.4.2.2 应用服务

身份认证为各应用提供全量人员的身份管理和安全统一的认证服务，支持多种主流认证机制，能够实现校园内所有用户、各类角色与组织机构的统一管理，以及用户角色与授权的灵活配置，具有可供其他系统调用的服务接口，并支持开放授权的业界标准协议。消息服务为校内各类应用系统消息提供统一的消息接入机制和标准化的消息发送接口，实现消息灵活推送，并能够实现邮件、微信、短信、即时通信等主流的消息通知渠道，支持授权管理、消息管理、配置管理等。流程服务为各应用建立统一的、全生命周期的业务流程管理机制，使用数据工作流的方式串联碎片化信息，通过业务流程梳理、流程建模、流程运行、流程分析和流程监控等设计，达到统一的在线流程管理的目的，支持顺序、并行、条件分支、回退、子流程等常见流程模式以及灵活的权限配置。接口服务为各应用建立统一规范的 API 服务接口，包括认证服务调用接口、通用服务调用接口、应用服务调用接口、数据交换服务接口等，并支持预留与省市、国家等其他教育平台的数据集成接口，从而简化后端服务和数据集成，降低系统间对接成本。应用管理能够对基础应用服务以及校园业务应用系统进行管理，支持应用身份管理、认证，应用服务的注册、上下线和权限管理，应

用运行状态监控以及应用使用情况的统计分析。其他应用服务还包括为各应用提供的日历服务、支付服务、音视频服务，地图和位置服务等内容。



图 13 支撑平台功能示意图

### 2.4.3 发展趋势

对于数据平台，各级各类学校会越来越关注对用户数据、业务数据的分析应用以及对资源数据的开发利用，数据平台将得到更全面的、更深入的建设，并能够在智慧校园多元场景中得到有效应用。随着人工智能、云计算等技术的成熟应用，数据平台将能够充分实现数据处理全流程的自动化、智能化、云处理化、从而真正实现智慧校园上层应用的内容共享、资源公用、渠道共建和数据共通。

对于支撑平台，随着 AI、云计算、4K/8K、XR 等技术的不断发展和优化，能力支撑平台将向着部署简易化、运维便捷化的方向发展，各平台之间将会进一步实现技术的创新结合及应用的深度融合。应用服务平台将在开放、统一的基础上，向着更加灵活、轻量的方向演进，并能够更大程度避免孤岛式、烟囱式系统的开发模式，从而更好的支撑智慧校园应用及场景的开展。

## 2.5 智慧应用层

智慧应用面向学生、教师、家长、管理者和校外相关人员等用户，提供智慧校园各种业务功能的集成、交互和展示，主要分为智慧教学、智慧服务和智慧管理三类应用，其中智慧教学主要包括教学、教研、实验实训、科研等方面的智慧化应用，智慧服务主要包括校园智慧场馆、校园一卡通、电子学生证、一站式服务、智慧就业等方面，智慧管理主要包括校园安防、学生管理、人事管理、设备资产管理等智慧化应用。中小学、职业院校和高等院校等不同学段学校的三类智慧应用既有共性也有差异，下面将按先共性、后个性的顺序进行分析。

### 2.5.1 智慧教学

教学方面，目前，绝大多数的校园已建设包括电子白板、投影仪、音响等设备的多媒体教室，并在此基础上，进行智慧教室的升级改造。智慧教室采用物联网、大数据、人工智能等技术，通过新一代多媒体授课终端与智慧教学软件工具相结合，包括教学助手、互动式教学平台、智能录播、学习管理等系统，具备直播/录播功能，支持师生、生生等一对一、一对多、多对多等形式的师生互动教学开展，适用于在线教学、翻转课堂、线上线下混合式教学、SPOCs（大规模在线和小规模定制）、双师课堂等多种智能化教学应用。除了上述的共性部分，不同学段具备个性化的信息化教学应用：对于中小学，“专递课堂”采用网上专门开课或同步上课等方式，帮助农村薄弱学校和教学点开齐开足开好国家规定课程；“名校网络课堂”以优质学校为主体，通过网络学校、网络课程等形式，系统性、全方位地推动优质教育资源在区

域或全国范围内共享,助力缩小区域、城乡、校际之间教育质量差距。随着“双减”政策发布,减轻学生作业负担是落实政策的重要一环,智慧作业依托学业大数据分析平台,通过对作业、测验等学情采集和分析,生成分层化、个性化作业,以数据驱动助力教育减负提质。对于职业院校,双师课堂有效架起了企业导师和学校师生沟通交流的桥梁。对于高等院校,慕课汇聚了多所高校的优质课程,使名校的课程资源触手可及。

教研方面,借助千兆光网、5G、云计算等技术的力量,网络备课、网络协同教研、远程巡课等新型教研方式不断丰富。基础教育阶段,“名师课堂”通过组建网络研修共同体等方式,发挥名师名课示范效应,探索网络环境下教研活动的新形态,加强优秀教师对普通教师的带动作用。高等教育阶段,虚拟教研室试点建设持续推进,迄今已开展两批 657 个虚拟教研室试点,跨专业、跨校、跨地域的教研交流不断加强。

实验实训方面,众多学校采用 AR/VR、全息影像、3D 仿真等新兴技术,构建虚拟仿真实验室、实训室,能够进行传统手段无法开展的危险性、抽象性、高投入等实验实训场景,有效拓展实验实训的范围。中小学校主要通过虚拟仿真实验开展科普,以及科学、生物、化学等学科中部分抽象实验。实训是职业院校教学的关键环节,大部分职校构建了模拟真实岗位场景的虚拟仿真实训室,助力汽车制造、飞机维修等实训项目开展。高等院校积极打造涵盖多学科多专业的虚拟仿真实验平台,与传统线下实验形成补充。

考试方面，通过采用人工智能、云计算、千兆光网、5G 等技术，能够快速构建智能英语听说考试、智能体育考试、云考场、标准化考场、智慧考务等多种场景，从而简化考试组织过程，提升考试各环节效率，助力考试的公平公正开展。绝大部分的智慧考试场景适用于多学段，其中由于中考因素，智能理化生实验考试、智能体育考试在中小学校使用较多；疫情期间，云考场广泛应用于高等院校、高职院校、各级考试院等的研究生入学考试、艺考等多项考试。

科研方面，智慧科研主要用于高等院校和部分职业院校，通过采用高性能算力科研云和具备协同、管理、视频会议等功能的科研系统，有效解决高校在部分前沿学科领域研究时对算力、建模等需求越来越高，以及跨地域、跨团队间科研项目难协同、难管理等问题。

### 2.5.2 智慧服务

校园智慧场馆方面，随着 RFID、人脸识别、物联网等技术的使用，智慧图书馆、智慧宿舍、智慧食堂等校园场馆进行智能化升级，为师生提供灵活预约、实时考勤、在线评价等功能。以智慧食堂为例，可提供食谱发布、智能点餐、线上支付、营养推荐、消费清单生成等多种功能。

校园一卡通方面，主要面向校内多场景的身份认证、考勤签到、电子支付等需求，已用在众多各级各类学校，校园一卡通以实体芯片卡或虚拟电子卡形态为主，集成了学生证、工作证、图书证、就餐卡等功能，提供门禁、考勤、签到、图书借阅、消费支付等服务。

电子学生证方面，主要用于中小学，并向职校和高校拓展，以带



通话功能的电子学生证为载体，集成了校园一卡通的功能，基于全国统一的教育可信数字身份，提供教育身份鉴权、安全定位、校园通话、校园考勤、课堂互动、家亲情通话、消费支付、校园管理、公交刷卡等服务。

一站式服务方面，主要以高校建设为主。以“数据多跑路、师生少跑路”为建设理念，通过集中抽取通用能力，重构一体化的底层平台，提供上层应用间的连接能力。基于“一中台多终端”的设计模式，实现入口、资讯、服务、日程以及管理的多端聚合管控，满足校园用户的多端的“查、办、看”的需求。基于智能算法，面向不同用户角色提供不同的门户服务体验。

智慧就业方面，主要面向高校和职校学生，基于汇聚众多校招岗位的资源库，依托大数据、云计算、区块链等技术，通过智能算法快速进行岗位供需匹配；围绕简历制作、投递、面试、实习四大环节，提供 AI 简历优化、AI 模拟面试等辅导工具和课程资源，提升毕业生的求职能力；并结合校内就业小站，为毕业生提供智能、私密的笔面试环境。

### 2.5.3 智慧管理

校园安防方面，综合采用 AI、视频监控、边缘计算等技术，对校园所有区域的人员活动、周围环境、食品安全等进行监控和分析，实现校园巡查、明厨亮灶、人员管控、安全行为管理、视频联网监管、一键报警等功能，打造安全风险出现前及时预警、安全事件发生时快速响应并处置的平安校园。此应用场景适用于各级各类学校，随着学

校规模扩大，复杂度不断上升。

学生管理方面，遵循“育人为本”的原则，将大数据、互联网等技术与学生日常的学习、校园生活等各方面进行结合，贯穿学生从入校、在校到离校的整个环节，聚合学生的学习、实践、思政等多维数据，提供学生成长画像和综合评价，辅助教师开展学生事务管理、学风建设等活动，支持学生个人发展、职业规划等。结合不同学段特点，学生管理也呈现不同的特征：中小学的学生管理主要聚焦在学生的德智体美劳全面发展；职校的学生管理还涉及到职业技能培养、职业规划等方面；高校的学生管理可分为本科生管理和研究生管理，包括“一站式”学生社区、创新创业等特色应用。

人事管理方面，主要包括各类教职员工的招聘、评价考核、培养发展等，采用人工智能、大数据等技术，打通人事管理与教学、科研等业务系统，构建起智能化数据共享平台，汇聚教师发展大数据，建立起精细化的人事管理信息化体系，实现教师发展和评价从定性评价到定性定量评价结合、从经验估计到科学预测的转变。

设备资产管理方面，综合采用物联网、云计算等技术，打造各类资产设备全生命周期管理的信息化体系，涵盖采购、运行、监测、报废等全过程，通过智能物联设备管理系统实现校园设备的能耗智慧化管控，促进校园节能减排。

#### 2.5.4 应用交互

上述的智慧校园应用以多种校园终端设施为承载，主要包括电脑、手机、平板、教育智能终端、触摸屏设备等，既包括固定设备，也包

括移动端设备。智慧校园应用与各类用户的交互界面涵盖学校网页、桌面应用程序、移动端应用程序等类型，交互方式包括触屏交互、语音交互、手势交互等不同方式。

### 2.5.5 发展趋势

随着多种 ICT 技术的不断赋能智慧校园应用，未来不同应用的协同互通将加强，智慧校园的建设目标是提供更便捷的用户体验、提升校园管理效率，跨平台、跨品类的不同应用之间互通整合将极大地促进此目标的实现。应用场景将更加多样化，随着 ChatGPT 等 AIGC 技术快速发展，智慧校园应用将不断推陈出新，新场景、新应用将持续涌现。数据驱动特性将更明显，智慧校园应用将沉淀越来越多的教育大数据，通过数据分析和挖掘，学校将更好地开展精准教学、精细管理和科学决策。

## 2.6 安全支撑层

互联网的快速发展以及新一代信息技术应用的不断深入为校园生活、学习和工作带来了很大便利，但同时也带来了用户信息及个人隐私泄露等安全隐患，安全支撑层作为智慧校园技术架构建设的重要环节，能够建立覆盖全面、稳定健全的安全体系，主要包括网络和设备安全、数据安全、信息系统安全等内容。

### 2.6.1 网络和设备安全

网络和设备安全主要包括终端设备安全、网络安全以及物理环境安全等建设内容。对于终端设备安全，具备通用操作系统的终端需定期更新系统和补丁程序，并安装病毒防护和查杀工具，以防止恶意软

件和网络攻击；工控设备等专用设备需定期进行安全检测和评估，并及时维护和更新软件版本；对在重要终端和服务器内使用的移动存储设备应使用抗恶意代码工具进行病毒查杀；对于内部重要数据及文件处理终端，应采用数据泄漏防护系统进行加密，以实现重要文件处理和传输的管控。对于有线网络安全，校园网出口区应具备网络安全监测和告警能力，核心交换区应具备网络流量检测能力，接入区应具备数据采集能力，各网络区域通过加强安全管理的联动性，更好的为数据安全预警和分析做数据支撑。对于无线网络安全，移动互联网接入应提供认证功能，并能够检测到非授权终端设备的接入行为，应能识别网络扫描、DDoS 攻击、密码破解、中间人攻击等行为，并能够按照网络安全等级保护要求进行入网实名制认证和网络行为审计留存。对于物理环境安全，主要是指数据中心的环境建设应满足相关标准所规定的温湿度、防火、防雷、防水、防损坏等内容，良好的机房环境可以减少设备的故障率，从而进一步保证和提升内部设备的稳定性和安全型。

### 2.6.2 数据安全

数据安全是指对智慧校园各类应用系统产生的海量数据资源进行安全防护和安全治理。在技术方面，综合运用数据加密、访问控制、深度学习等技术，构建覆盖数据全流程的安全防护体系，实现对数据的实时监测、使用认证、权限管理和智能检测，以保障对数据的最小权限使用、安全交换共享，以及对被篡改数据的精准识别。具体实现上，对于鉴别数据、重要业务数据和个人信息等，应采用校验技术、

密码技术等对数据进行主动保护，以保证数据在传输和存储过程中的完整性、机密性；对于重要数据和数据处理系统，应通过数据的本地备份、异地容灾，以及系统的热冗余等实现对数据的主动防护，以提高数据的可用性。在管理方面，应制定校园数据分级分类制度，通过梳理数据目录明确敏感数据范围，应制定校园数据隐私保护和安全管理相关办法，对数据的收集、存储、应用、处理等环节进行操作规范，有效指导数据安全防范、风险评估、应急处置等各项工作的开展。

### 2.6.3 信息系统安全

信息系统安全是指对校园网站、移动应用、业务平台等软件系统进行安全保护，主要通过身份鉴别、访问控制、入侵防范、远程加密等实现。身份鉴别是指对登录操作系统、数据库系统以及应用系统的用户进行身份标识和鉴别，并对非法登录进行次数限制和自动退出。访问控制是指依据安全策略控制用户对资源、功能以及数据的访问，并限制默认账户的访问权限。入侵防范是指操作系统应遵循最小安装的原则，仅安装需要的组件和应用程序，并保持系统补丁及时得到更新；同时安装防恶意代码软件，并及时更新防恶意代码软件版本和恶意代码库。远程加密是指在用户在校外对校内的信息系统进行远程访问时应使用链路加密技术或响应安全设备，校内外进行系统间文件传输和数据交互时，应采用密码技术等进行加密传输。

### 2.6.4 发展趋势

安全支撑层的未来发展呈现出智能化、协同化、定制化等特点。随着人工智能、大数据等信息技术的不断发展，未来的安全体系将充



分利用新技术，通过自动学习攻击行为等实现安全策略的自动化、智能化调整，并具备研判安全风险及发展趋势的能力。未来校园安全建设将更注重全局性布局，通过对设备、网络、数据中心、信息系统等多个层次进行统一检测、防护和预警，实现纵向的数据互通和安全管理的协同发展。随着可编程安全设备的深度应用，未来校园安全支撑内容和防护策略可以根据校园需求进行定制化服务，从而有效提高安全防护效率，保证智慧校园整体的安全运行。

### 三、智慧校园产业图谱及产业发展情况

#### 3.1 产业图谱

智慧校园产业链包括顶层设计、终端设备、基础设施、平台服务、智慧应用、标准规范、安全支撑等多个环节，本报告选取各环节代表性企业和机构，形成如图 14 所示的产业图谱。

顶层设计主要包括智慧校园需求分析、应用研究、结合各校情况进行整体规划和设计，主要由研究院、高校等机构开展，如教育部学校规划建设发展中心、中国教育科学研究院、中国信息通信研究院、北京师范大学、华中师范大学、西北师范大学等。

终端设备涵盖用于师生在校学习、生活以及建设智慧教室、校园物联、智慧实验室等的各种教育终端设备。主要提供商包括教育硬件提供商、教育信息化企业和互联网企业，如希沃、科大讯飞、网易有道等。

基础设施包括千兆光网、5G、WLAN 等多种校园网络和数据中

心、高性能计算等存算基础设施，主要由电信运营商、传统 IT 服务厂商、设备商等提供，例如中国电信、中国移动、中国联通、锐捷网络、中兴、新华三、腾讯云等。

平台服务包括智慧校园的平台软件、业务数据和内容资源，为上层应用提供能力驱动和数据支持。平台服务提供商主要包括电信运营商、内容资源提供商、教育企业、教育信息化企业等，例如外研在线、一视科技、鸿合科技等。

智慧应用面向师生、教育管理者、校友、家长等提供智慧教学、科研、管理和服务等多种智慧校园应用，主要提供商包括教育信息化企业、教育企业、通信企业、互联网企业等，例如金智教育、猿辅导、华为等。

标准规范为智慧校园建设打造终端、网络、平台、应用等产品和解决方案的统一的标尺，主要由相关的标准化委员会组织研制，例如中国互联网协会智慧教育工作委员会、全国教育装备标准化技术委员会等。

安全支撑为智慧校园的信息系统和教育应用提供网络和信息安全产品和服务，主要由安全厂家提供，例如启明星辰、安恒信息、深信服等。



图 14 智慧校园产业图谱

## 3.2 产业发展情况

### 3.2.1 智慧校园市场规模持续扩大

从需求侧看，我国教育规模体量庞大，学校数量和在校生人数处于国际领先水平。在数字化发展浪潮下，学校数字化转型升级需求旺盛，智慧校园发展具备广阔市场空间。根据 2022 年全国教育事业发  
展统计公报显示，全国共有各级各类学校 51.85 万所，各级各类学历教育在校生 2.93 亿人，不同类型的学校和学生数据如图所示。全国公办学校中，共有幼儿园 28.92 万所，普通小学 14.91 万所，初中 5.25 万所，普通高中 1.50 万所，中等职业学校 7201 所，高等学校 3013 所（包括普通本科学校、本科层次职业学校、高职（专科）学校、成人高等学校和培养研究生的科研机构）。全国共有各级各类民办学校 17.83 万所，其中民办幼儿园 16.05 万所，民办初中和小学 1.05 万所，民办普通高中 4300 所，民办中等职业学校 2073 所，民办高校 764 所。

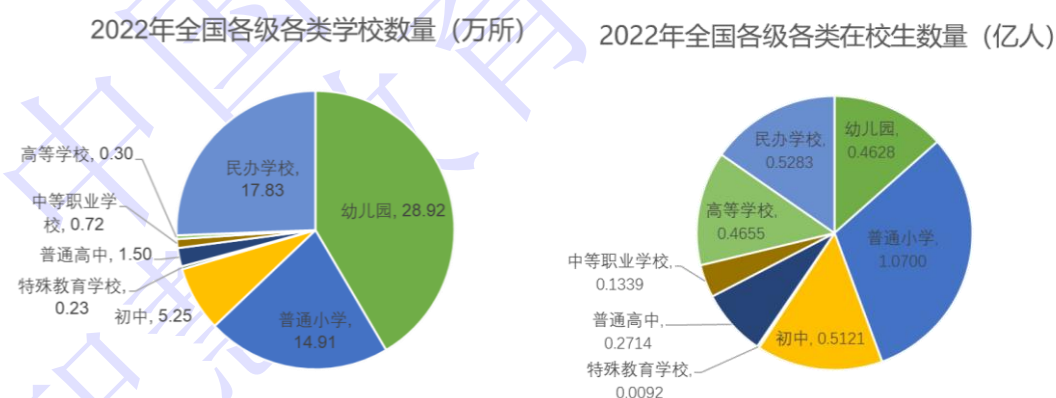


图 15 2022 年全国各级各类学校和在校生数量统计 来源：教育部

智慧校园是教育数字化建设的重要领域，随着国家教育数字化战略行动稳步推进，我国各地加快智慧校园建设步伐，智慧校园涵盖教育信息化设备、智能化管理设备、教育平台软件、智慧教室解决方案



等细分领域，市场规模不断扩大。根据数据统计和预测，2019年中国智慧校园市场规模已经超过1000亿元人民币，并将保持持续增长态势，预计到2025年将超过3000亿元人民币。

经费投入方面，常规教育经费和专项经费共同支持智慧校园建设。常规教育经费方面，我国智慧校园建设经费以国家财政性教育经费投入为主，教育部发布的全国教育经费数据显示，各学段的教育经费每年保持稳步增长。2022年全国学前教育、义务教育、高中阶段教育、高等教育经费总投入分别为5137亿元、26801亿元、9556亿元、16397亿元，比上年分别增长3%、6.7%、8.5%、6.2%。专项经费方面，国家出台政策贴息和专项贷款助推智慧校园建设。2022年9月，国务院常务会议指出，对高校、职业院校和实训基地等设备购置和更新改造新增贷款，实施阶段性鼓励政策，中央财政贴息2.5个百分点，期限两年。同月，教育部发展规划司发布《关于教育领域扩大投资工作有关事项的通知》，进一步明确了专项贷款的支持范围，主要涵盖学校数字化建设、高校教学科研仪器设备更新升级等，支持智慧校园、智慧教室、智慧实验室等加快建设。

投融资方面，智慧校园相关的投融资数量和金额呈现短期调整下降态势。数据显示，2022年中国教育信息化投融资数量47起，不到去年数量的一半，投融资金额13.4亿元，不到去年融资总额的10%。从融资阶段来看，天使轮、A轮数量比重占据前两位，早期投资仍是教育信息化的主流。从融资金额来看，融资轮次越往后，单笔融资金额普遍越大，与行业发展阶段成熟度紧密相关。从地区来看，全国教



育信息化投融资最活跃的前 10 个地区如图 17 所示，基本分布在东部沿海和教育“高地”地区，与当地的经济发展和教育水平息息相关。

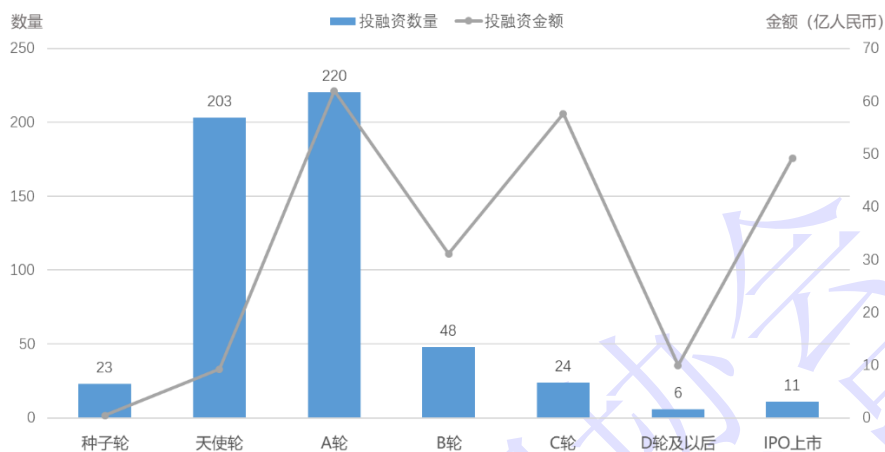


图 16 全国教育信息化领域最新融资阶段分布 来源：IT 桔子

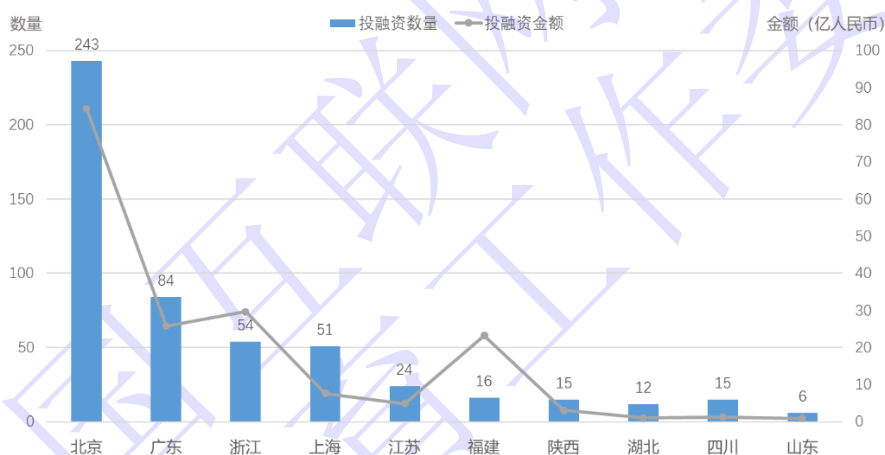


图 17 全国教育信息化投融资最活跃的地区 TOP10 来源：IT 桔子

### 3.2.2 产业链各环节企业进行延伸式布局

智慧校园产业链涵盖多种企业类型，主要包括教育信息化企业、电信运营商、通信企业、教育硬件提供商、教育软件提供商、互联网企业、教育企业、内容资源提供商、安全厂商等，面向广阔市场空间，企业积极进行布局拓展。

教育信息化企业深耕智慧校园领域多年，具备丰富的研发经验，推出了覆盖教育各环节的产品和解决方案，并在多年的业务推进中与

各级各类学校建立起紧密的合作关系。例如，科大讯飞推出了智慧课堂、AI 听说课堂、大数据精准教学等多款产品。鸿合科技打造了智能交互黑板、智慧教室、互动教学解决方案等软硬件产品和方案。金智教育研发了智慧校园运营支撑平台、教务管理与服务一体化平台、学生管理与服务系统等面向高等院校和中职学校的产品和方案。新开普推出了校园一卡通、VR 虚拟仿真校园云平台、智慧校园一体化综合管理平台等产品。外研在线研发了外研 U 学、学科型智慧教室整体解决方案等产品。一视科技打造了 AI 智慧操场、考场等智慧体育产品，恒鸿达科技推出了涵盖体测、考试等的 AI 数字体育解决方案。

电信运营商基于深厚的云网研发能力，为智慧校园建设提供多种网络技术、教育云平台，并联合生态伙伴打造面向多场景的智慧校园整体解决方案。网络方面，电信运营商在全国多所学校部署了千兆光网、5G 专网，有效促进校园网络提质增速。云服务方面，基于天翼云、移动云和联通云，通过公有云、混合云等方式为学校提供支撑智慧校园应用的云化底座。解决方案方面，电信运营商通过自研/合作研发模式，推出互动教学、云考场、校园安全、教育管理等多场景的智慧校园解决方案。

通信企业具备多年的通信技术、网络设备、行业网络方案等研发经验，面向校园场景，提供 ONU、OLT、5G 基站、室分等双千兆设备，以及 GPON、XGS-PON、以太全光等校园网络解决方案。同时，通信企业也积极向教育云平台、智慧校园多场景解决方案打造扩展布局。例如华为推出了远程互动教学解决方案、数字化教室、智慧校园

解决方案等产品，中兴通讯打造了 XR 虚拟实训、智慧校园综合解决方案等产品，二六三企业通信打造了直播网校、空中课题解决方案，光联世纪推出智慧教育 SD-WAN+5G 技术融合方案。

教育硬件提供商持续多年推出 2B 和 2C 多种教育智能硬件，智慧校园是其布局的重要领域，研发了智慧黑板、电子班牌等智能硬件，产品不断更新迭代。例如京东方艺云推出了类纸护眼交互红外智慧黑板，奥威亚研发了智慧教学交互一体机、微课录播等产品。除了逐步研发软硬件一体化的硬件产品，教育硬件提供商也积极拓展综合解决方案。例如希沃推出智慧互动课堂、智慧校园整体解决方案等产品，一起教育研发了点阵笔和配套的智慧教学解决方案。

教育软件提供商研发了面向教学、考试、教务、资产管理等多场景的软件系统，并向解决方案打造延伸，助力校园数字化升级。例如浪潮软件打造了杏坛教育云平台，树维信息研发了综合教务管理软件、校园超级 APP、智慧校园数字基座，麒麟信安推出了教育云解决方案，云图科技研制了校园场景行为识别方案。

互联网企业基于云计算、AI、大数据等技术积累，为智慧校园打造教学、科研、管理等场景的产品和解决方案。例如腾讯研发了精准教学、智能批改、口语测评、科研云、教育数字基座、智慧校园等系统和解决方案。网易有道推出了智慧作业、智慧课堂、中小学智慧体育等解决方案。百度推出了 AI 教育实验室、智慧课堂等解决方案。阿里打造了教育云、智慧教学等解决方案。

教育企业在双减之后积极开启转型之路，凭借丰富的教学教研经

验，头部企业加大技术投入，研发了面向校园多场景的产品和解决方案。例如好未来推出了个性化作业系统、教研云、双师 AI 课堂等解决方案。猿辅导成立专注校园数字化的飞象星球，发布了双师素质课堂、VR 虚拟课堂、智能作业系统、在线教室、智慧校园等产品。作业帮旗下的云思智学推出了高质量作业、课后服务“1+4”解决方案和智慧教育云等产品。

内容资源提供商具备丰富的数字教材、电子图书、电子期刊文献、虚拟仿真实验实训内容等文字、图像和音视频内容储备，在此基础上，内容资源提供商开始打造配套的软件平台和系统。例如同方知网研发了学术不端文献检测系统、大学生毕业设计（论文）管理系统，中教云智打造了数字课程教材云平台，中文在线推出了人工智能文本分级阅读指导平台。

安全厂商为智慧校园的网络、平台和系统提供包括身份认证、数据安全、应用安全等功能的安全解决方案以及安全人才培养方案，支撑校园网络和信息安全建设。例如启明星辰打造了校园网络安全管理平台解决方案、网络安全攻防实训仿真演练人才培养方案、智慧校园互联网出口和虚拟化数据中心安全方案，安恒信息推出了教学竞赛靶场平台、安全定制培训服务，吉大正元推出了教育安全认证支撑服务平台。

### 3.2.3 供应商名录统计

为了推动智慧教育应用规模化发展，助力教育信息化相关产品及服务提质升级，共筑良好产业生态，中国互联网协会智慧教育工作委

员会联合中国信息通信研究院连续两年开展“智慧教育产品和服务供应商名录”征集工作，经材料审查、专家评选等环节，共选出两批 131 家企业，涵盖产业链上中下游全环节，企业类型丰富，如图 18 所示，包括教育信息化企业、电信运营商、互联网企业等多种类型，其中综合信息服务提供商和教育信息化企业占比最高。从企业规模来看，大中小型企业同台竞技，产业格局呈现百花齐放态势。入围企业提供的主要产品和服务覆盖智慧校园的终端设备、基础设施、内容资源、平台系统和应用服务等各环节，从具体应用场景来看，单项类的产品占比超过六成，其中智慧教学方向的产品/服务占比最高，达到 47%，其次为智慧服务方向，占比为 25%，这两个场景的需求和开发成熟度相对较高。

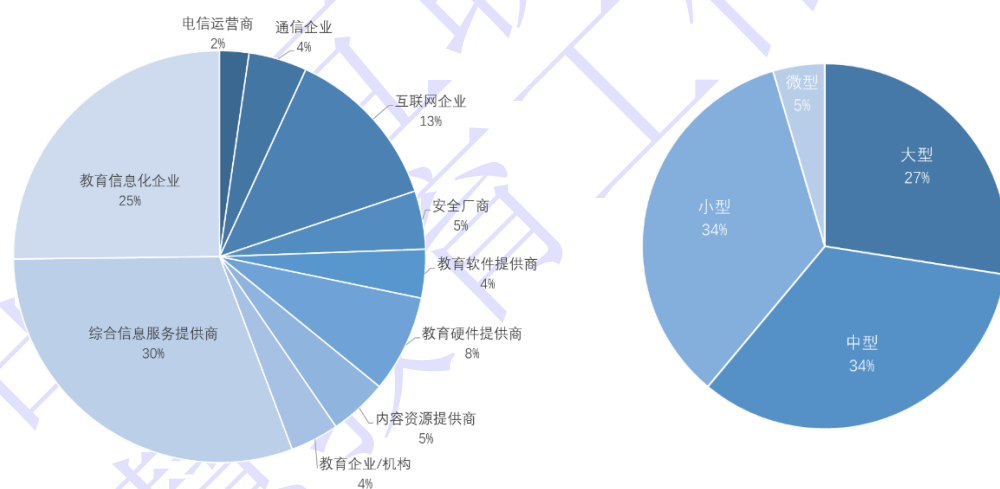


图 18 智慧教育产品和服务供应商名录企业类型和规模统计



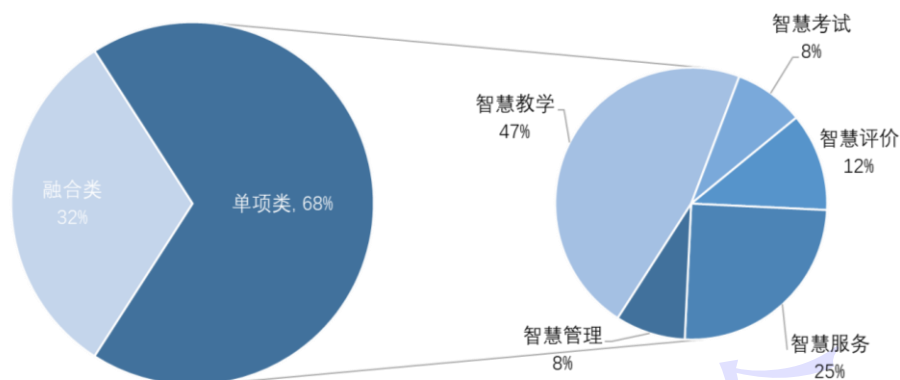


图 19 智慧教育产品和服务供应商名录企业主要产品/服务的应用场景

### 3.2.4 产业未来发展趋势

智慧校园产品与数字技术的融合深度将不断加深。随着国家教育数字化战略行动稳步推进，智慧校园建设蓬勃发展，人工智能、大数据、双千兆、物联网等技术将加速在智慧校园中应用，基于教育大数据采集，将驱动教学、校园管理和服务等模式发生变革，市场对教育终端、平台、网络、应用等产品和解决方案的需求持续旺盛，产业界将加快整合新技术、更适配师生需求的产品研发。

移动学习和无边界校园产品将成为重要发展方向。随着移动互联网、云计算等技术的发展，校园的边界将逐渐模糊，学生和教师可以通过移动设备随时随地进行学习、教学、办公等活动，并通过云端平台存储和共享教学资源和数据，移动性、跨校区、跨区域的智慧校园产品将不断迭代，为学校教育赋予更多的灵活性。

产业链跨界合作与协同创新将日益深化。智慧校园的发展离不开产业链各环节企业的贡献，随着技术快速发展，上中下游之间将加强协同合作，形成更加紧密的合作关系和良性的生态系统，教育信息化企业、电信运营商、内容提供商和教育软硬件提供商等将积极合作，

探索新的教学模式、教学资源和教育产品，推动智慧校园产业进一步发展。

## 四、智慧校园典型案例

### 案例 1：晋享云课堂，助力山西教育均衡发展

中国移动通信集团山西有限公司联合中移（成都）信息通信科技有限公司打造的晋享云课堂平台，目前已覆盖省内 232 所学校，服务师生 25 万。该平台已被纳入山西省“十四五”教育事业发展规中，将逐步覆盖全省义务教育阶段学校，助力山西教育均衡发展。

技术方面，平台满足微服务架构、端到端各环节的高可用，无单点故障隐患。从管理平台角度划分主要包含区域展示平台、学校管理后台、区域管理后台以及运营管理后台 4 个系统。晋享云课堂聚焦专递课堂、名师课堂、名校网络课堂的不同教学场景，结合录播、直播的不同教学方式，满足各学校课堂的教学多样化诉求。应用成效方面，平台落地两个场景：一是双师课堂场景，平台通过全程高清直播实现师生无延时互动，助力优质学校与薄弱学校结对帮扶；二是名师网络工作站场景，平台支撑名校校长、名师工作室联合教研活动，实现一定范围内教师教学能力和水平的提升。创新性方面，一是技术创新，攻克了 20 余种互动直录播终端传输不一致的技术难题，破解了音视频无法跨品牌同步实时传输的技术障碍，顺利拉通“晋享云课堂”平台和终端；二是模式创新，采用“基础平台+网络+云视讯”的业务组合营销方式，提供一体化打包服务。三是思路创新，通过落地省内部分

学校进行试点，打造区域内标杆示范案例，带动全省复制推广。

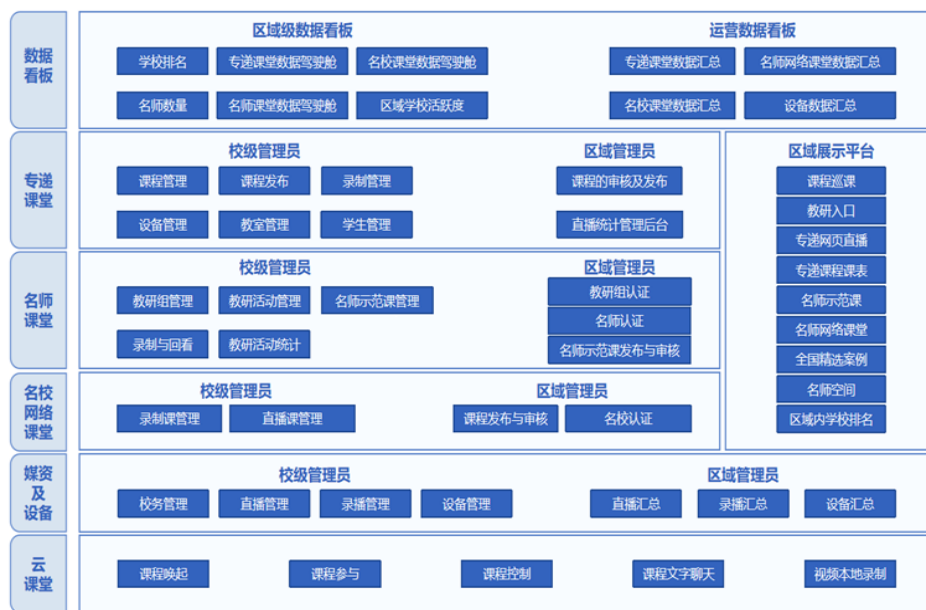


图 20 晋享云课堂平台功能架构



图 21 (a) 双师课堂场景示意图

(b) 名师网络工作站场景示意图

## 案例 2：5G+智慧教育应用—实验教室及科普角解决方案

讯飞幻境（北京）科技有限公司联合青岛西海岸新区文汇中学、兰亭小学等 65 所学校，建设的智慧教育创新实验室和科普角项目，通过 AI+AR/VR 技术赋能实验课，使课堂教学质量显著提高，教师教学能力和信息素养持续优化，区域、城乡、校际差距有效弥合，推动实现教育优质均衡发展。

技术方面，应用平台与市级共享 MEC 互联，多校间通过不同

DNN 进行区隔，项目采用云+端的技术进行开发和建设，由智慧教育云平台、智能硬件终端产品线、智慧教育软件、AR/VR 内容研发四部分构成。其中共享 MEC 由落地学校所在区(市)进行部署，基于 MEC 平台能力和资源实现接入智慧课堂教学平台、全息教学平台和 VR 实验相关平台等应用。应用成效方面，该案例融合应用信息化手段完成全学科实验和科普课程的授课，能够满足小学科学、科普、中学理化生全学科的实验需求，实验管理以及实验耗材成本明显降低，引入的实时人工智能评测能够实现实验操作过程中的评价场景，卡牌操作能够避免危险性实验开展以及操作失误对学生的伤害，项目服务覆盖师生 10 万余名。创新性方面，一是利用 5G 和 AR/VR 技术，打造一体化、真三维、可互动的 5G 沉浸式实验教学等创新实验模式。二是辅助学生日常实验学习，助力打造“三点半课堂”，并可同步扩展职教虚拟实训、家校共育等领域。三是利用虚实结合的教学设备和基于人工智能的 5G 教学管理平台进行课堂管控、教学评价等，为师生提供可交互、重实践、有测评的教学模式。

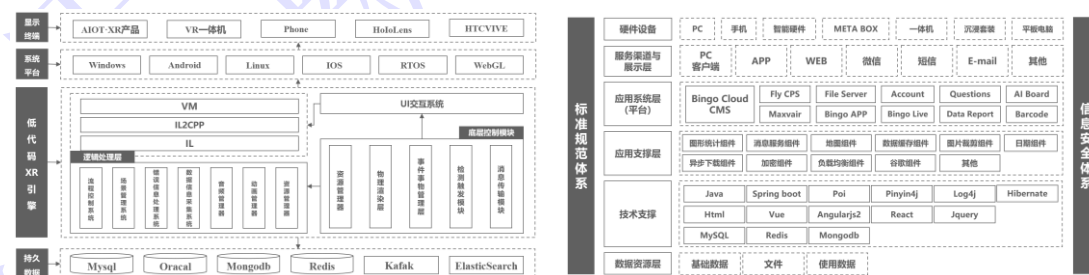


图 22 平台技术架构





图 23 应用场景示意图

### 案例 3：中国移动浙江大学普惠算力服务

中国移动通信集团浙江有限公司杭州分公司联合中国移动(浙江)创新研究院为浙江大学提供的普惠算力服务,可满足浙江大学校内各科研团队以及下属医院等二级单位的科研需求,用户通过登录算力服务平台,按需调用算力资源,计算任务结束后资源释放、计费停止,科研效率大幅提升。服务覆盖全校师生用户近 8 万人。

技术方面,平台核心单元包含以通用 CPU 处理器、GPU 处理器组成的高性能计算(HPC)子系统和智能计算(AI)子系统。超算计算节点和智能计算节点分别通过 IB 网络交换子系统进行高速互连;集成多层次、多协议、多种数据保护模式的全闪存存储系统和高性能文件存储系统,满足国家网络安全等级保护三级相关标准的安全组件,整体采用统一接入和认证。应用成效方面,校内师生无需连接 VPN,通过直连校园 5G 专网即可登录统一认证门户,实现随时随地查看计算数据,节点少路径短,且端到端数据无暴露风险。通过建立高性能算力中心,CPU、GPU、NPU 等计算资源实现上云,每位师生都能享有高性能计算资源,大大提升科研效率,降低师生科研门槛。创新性



方面，一是打造云网一体化算力资源调度能力，平台包括算力资源管理、任务分配、数据交换和安全保障等功能，能实现高校间的科研协作和资源共享，实现算力可管可控可调度。二是创造合建合营新模式，该算力中心为中国移动与浙江大学合建项目，在大幅提高浙江大学科研技术水平的基础上，也为中国移动在高校行业的业务推广树立了标杆引领，为未来的复制推广提供有效支撑。

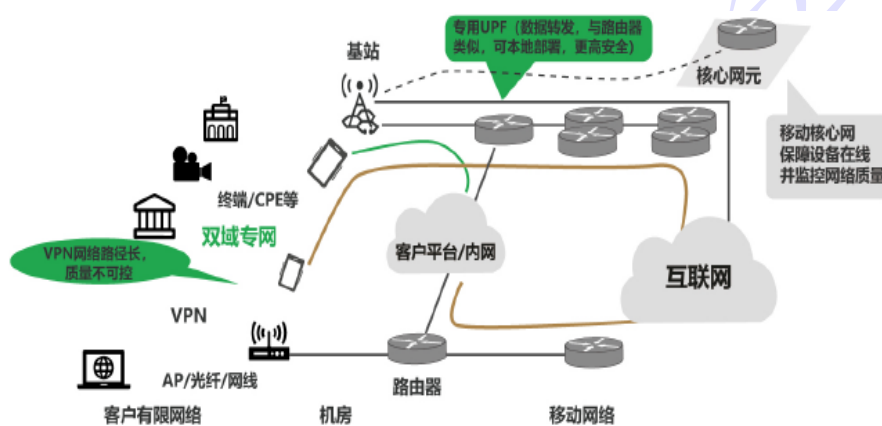


图 24 平台组网方案示意图

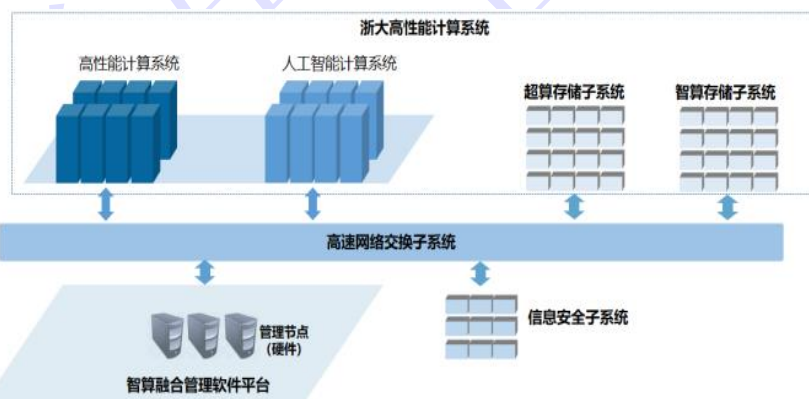


图 25 平台架构示意图

#### 案例 4：5G 赋能下的大规模在线智慧考试体系构建

国开在线教育科技有限公司联合国家开放大学、联通数科、华为云、科大讯飞、平安银行等单位，围绕大规模线上云考试及线下考试场景，通过打造 5G 智慧考试系统，实现智能云考试、作弊行为分析、

远程巡考监考、考生身份智能识别、考试指挥等考务全流程组织管理。截至目前，案例已覆盖内蒙古、甘肃、宁波、天津、四川等地，累计推广地区超千余个。

技术方面，基于以国家开放大学专用 MEC/UPF 为基础的专供型 5G 校园专网，对各考点进行标准化建设并将其子系统进行实质性整合，采用 B/S 与 C/S 相结合的形式建成集网上巡查、身份认证、作弊防控、无纸化体检、智能试卷流转等功能的考试综合管理平台，实现利用 5G 技术的大规模在线考试全过程数据智能化采集和精准应用。应用成效方面，项目当前已累计支持 700 万名考生完成考试，用户规模持续上升；构建了大规模“统一时间、不限地点”的居家网络考试模式，实现了全程在线视频监控巡查，一体化综合考试服务能力得到提升；建设了 5G 远程多级巡考、5G 试卷跟踪管理等考务服务，能够实现考试全流程监测、考务全生命周期管理，助力考务治理质量提升；项目建设考试题库，完善题库智能组卷、试卷智能分发等功能，有力保障了日常教学和考试的顺利开展，同时降低了纸张印刷、试卷保管等考务流程成本。创新性方面，一是技术应用创新，在考务管理领域推出“5G+4K+Vision”、“5G+AI+Robot”、“5G+AI+AVS”三项单体应用；二是考试模式创新，支持居家考试、就近预约等多种新型考试形式，实现“随约随考”、“真人真考”；三是生态服务模式创新，考试单位通过接入 5G 网络，能够快速具备支持大规模考试的服务能力，满足了各地考务管理的多样化、定制化需求。

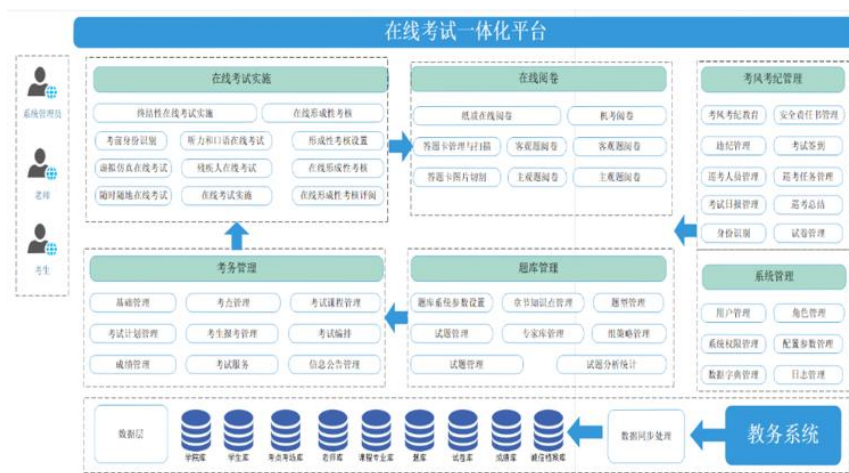


图 26 云考试技术架构图



图 27 实时考场监控及考生异常行为识别

### 案例 5：四川音乐学院云艺考项目

中国移动通信集团四川有限公司在 2023 四川省音乐类专业统考中落地的“云艺考平台”考评分离模式应用，高效平稳地保障了 2.5 余万人次考生顺利参考。本项目加速促进了艺术在线考试的变革，打破了考试对于时间、地域的限制，同时形成可推广、可复制的艺术类智能考试技术标准。

技术方面，依托中国移动 5G、云网能力，结合 AI、物联网、大数据等技术，打造涵盖考试、评分、评委专家管理全方位的“考评分离”艺考云平台。通过新型高清摄像头、高保真拾音器等设备采集音乐、舞蹈类考生的音视频资料，实现线下集中视频考试，并结合 5G、

物联网等技术，实现视频高速率、高保真、高保密回传，以 AI 赋能考前-考中-考后全流程。应用成效方面，在考前，结合 AI 人脸识别+活体检测等能力，链接公安部权威数据源，打造“人脸+身份证+指纹”三位一体的检测机制，防止替考行为。在考中，线上考试时基于考试过程视频进行全程 AI 防作弊监测，及时预警考试过程中的异常行为；线下考试时提供 AI 智能巡考能力，对考生考试过程的动作进行 AI 分析，辅助监考人员巡考、及时发现异常。在考后，基于“考评分离”新模式，打造标准统一、AI 赋能评分的评分能力。创新性方面，一是引入 AI 技术服务考试评分各环节，从而提高评分客观性，降低评分违规行为。二是将考试与测评分离，使得评委更集中、更有效地去评价考生的技艺，也有助于推动艺考的高效、公平、普惠发展。



图 28 方案技术架构图



图 29 (a) 智能监考示意图

(b) 智能动作分析示意图



## 案例 6：杭州市上城区“国家级信息化教学实验区成果展示基于 AI 的精准教学活动”

兰州乐智教育科技有限公司依托杭州市上城区教育局与杭州市濮家小学教育集团集群联智共同体协办的“国家级信息化教学实验区成果展示基于 AI 的精准教学活动”开展体育教学试点，通过多组 AI 摄像头自动识别学生身份、抓拍学生的动作，实现动作数据自动采集、精准分析和可视化评估等功能，呈现了人机协同的智能体育教学场景。

技术方面，系统采用 B/S 结构，可以满足学校多终端跨平台的管理与使用需求，能够实现手环的运动数据采集，课堂的运动情况监测，提供了课程记录、数据统计、学生体质档案、基础管理等多种功能，为课堂教学提供了补充与支撑。应用成效方面，系统结合课程设计提供六项功能服务：智能控制、分组教学、数据采集、分析评估、录制回看、课程报告。可对全班学生进行整体评价，辅助教师精准了解学生学练整体情况以发现班级共性问题，以及针对学生个人问题单独指导。教学过程任意阶段均支持视频录制与播放，助力教师课堂讲解与课后研讨，实现了动作数据自动采集、精准分析和可视化评估等功能。创新性方面，一是基于人工智能技术，把体育教学活动的教、学、练、评、测环节整合在智慧体育课中，营造先进、高效、安全的体育教学环境。二是充分利用数据价值，实时分析学生的运动过程中的关键指标数据，给出学生点评和锻炼建议，有针对性的帮助学生提高体育成绩。



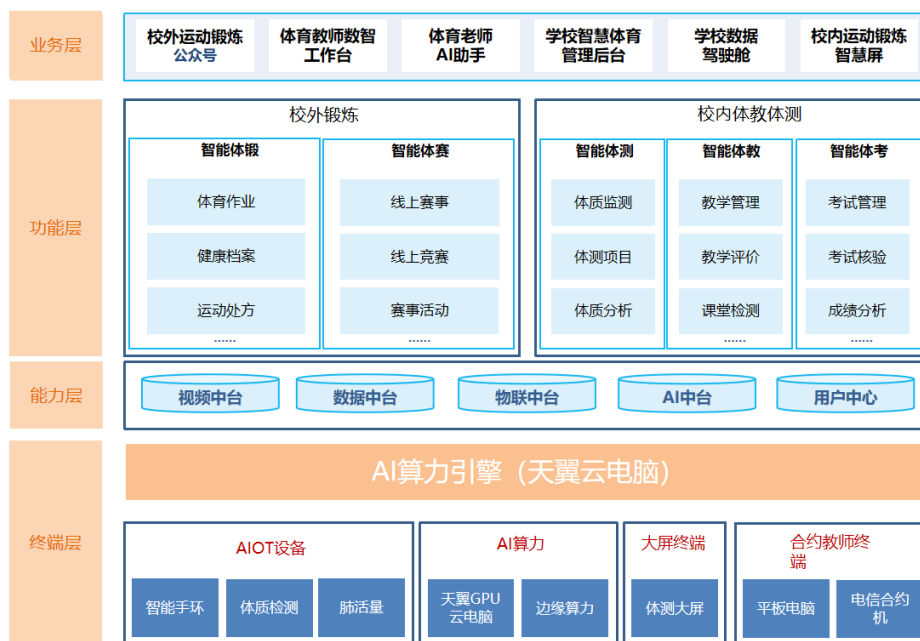


图 30 系统功能架构图



图 31 体育教学及系统示意图

## 案例 7：理化生实验考试平台

中电鸿信信息科技有限公司打造的理化生实验考试平台，共覆盖南京一中江北新区分校、科利华中学、南师大实验中学 3 所学校，通过组织多校间的联动模拟考试，以及考后集中阅卷和成绩输出，助力理化生实验考试的智能创新发展。

技术方面，理化生实验室平台集“教学、实操、考试、评价”为一体，为考试提供智能化服务体系。通过对现有理化生实验室环境进

行升级或改造，搭建全面的视频采集及监控系统，从而实现对实验操作流程细节的全记录。应用成效方面，通过应用该理化生实验平台，助力学校有效节约监考及阅卷等环节人力成本，例如该案例现场监考教师数量减少 85%，阅卷时间缩短 50%。平台能够提供即时的考试状态分析以及考试结果分析，并同时做到数据有理可依，证据有据可查。创新性方面，利用 AI 辅助赋分系统，采用基于深度学习的动态视频目标检测技术，融合多视频目标检测识别结果，实时跟踪目标物并分析其动作轨迹，达到实验状态、操作过程和实验结果的正确判断。

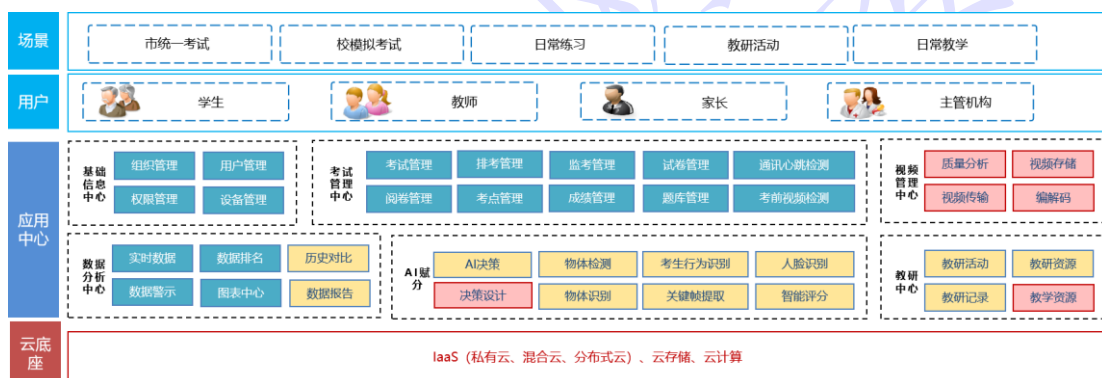


图 32 平台架构图



图 33 应用场景示意图

### 案例 8：天庆实验中学校园安防平台

中国电信股份有限公司甘肃分公司联合兰州乐智教育科技有限公司，围绕校园安全所涉及的“安全预防、安全管理、安全应急”三大核心工作，为天庆实验中学构建了集校园监控、出入口管理、考勤管理、领导驾驶舱等融合一体的校园安全平台，实现校园安全“全域、全员、全程、全时”立体化管理模式。

技术方面，平台基于中国电信云网优势、视频 AI 能力，通过统一门户面向天庆实验中学提供服务，打造融基础安全管理、智能风险防控于一体的校园安全防范体系。基础设施和支撑平台对校园安全各类基础数据进行采集；系统中台对各类数据进行清洗、分类、整理以及业务流程再造，AI 中台对各类数据进行智能分析和深度学习。平台根据系统用户的身份，提供分权限、分域、分应用的操作账户，并支持 WEB 端、移动端进行具体操作应用。应用成效方面，通过统一门户汇聚应用和数据，解决学校已有信息化应用的分散式建设以及“数据信息孤岛”问题；通过人脸识别闸机实现师生考勤，平台实现考勤数据自动统计，助力校园管理决策为；通过人脸识别食堂消费，有效解决了学生丢卡、盗刷等问题，为学校消费提供数据依据。创新性方面，一是通过视频监控+AI 能力+物联终端联动+个性化预警结合，通过平台实时监控各类异常和风险，提升学校应急响应的能力。二是通过人脸识别+通道式闸机+出入口规则的方式全量记录教职工、学生以及访客三类用户进出校全过程的数据，解决各类人员进出校管理难题，实现学校出入口封闭化管理。



图 34 技术架构图

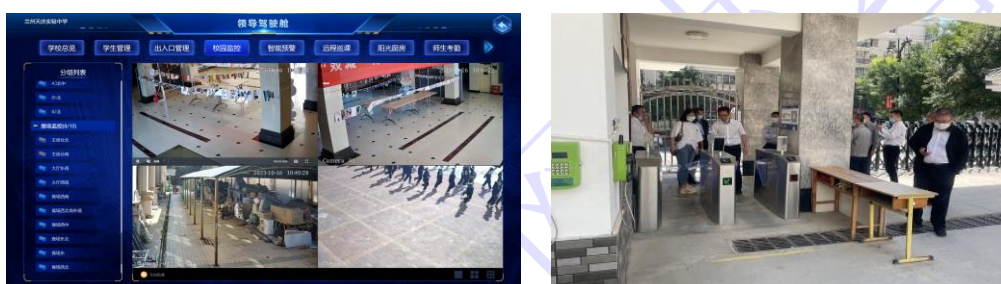


图 35 (a) 校园监控示意图

(b) 出入口管理示意图

## 案例 9：复旦大学学生发展平台

江苏金智教育信息股份有限公司助力复旦大学打造学生发展平台，聚焦“全面发展的第二课堂、文化育人的生活园区、师生共享的公共空间、学生自我管理的教育平台”四大定位，将学校的育人资源有效集聚和下沉到书院，形成网络育人、实践育人、教育教学空间、社交生活空间。方案对深化书院制改革，推进“一站式”学生社区综合管理模式创新，实现学生综合素质评价改革具有重要意义。

技术方面，平台发挥 5G、大数据、IoT 等技术优势，融教育、管理、服务为一体，提供书院介绍、活动全过程管理、师生互动，活动数据查询和多维度分析等功能。建设充分考虑高等教育改革的必然性，学生数据融合发展平台，具备数据引擎、分析引擎、智能引擎、展示

引擎四项能力，直观呈现学生发展态势和能力图谱。应用成效方面，该平台提供趣味养成书院萌宠、积分兑换礼物、公共空间借用、校园地图直观查看、空闲教室、校车时刻、个人课表查询等微服务，基于数据分析结果，提供学生德智体美劳成绩单、综合素质证书和指导性建议，解决了学生综合素质提升全面发展牵引不足、数据支撑缺乏的问题。创新性方面，一是联动一、二课堂，构建育人资源汇聚平台，完善书院育人体系，贯穿本科培养全过程，促进学生全面发展。二是通过构建激励体系助力形成素养能力分析模型，为学生提供个性化指导、能力进行分析和及时反馈，形成可追溯的学生综合能力培养体系。

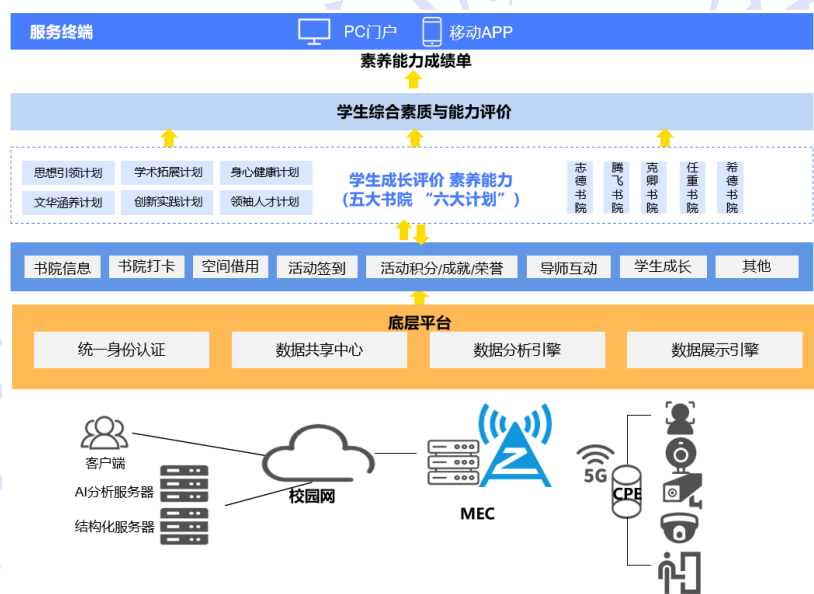


图 36 平台技术架构图



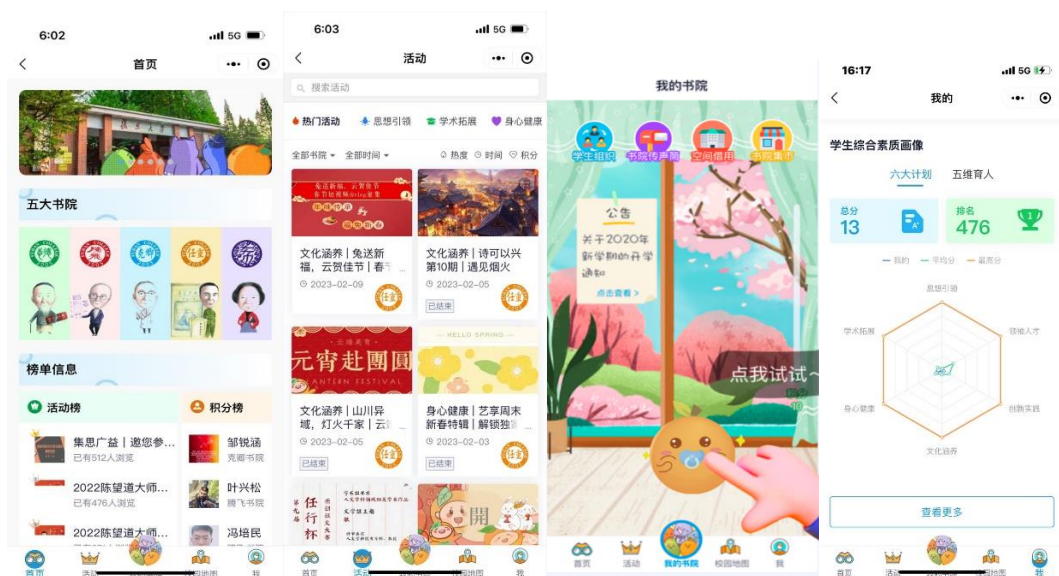


图 37 复旦大学学生发展平台用户界面

## 案例 10：“我在校园”智慧学生全周期安全管理平台

西安邮电大学“我在校园”智慧学生全周期安全管理平台，从一体化管理与服务师生的视角出发，为高校学工过程管理、日常精准管理、安全校园提供了一套高效便捷的解决方案。目前，平台累计全国 28 个省市及自治区 300 余所高校的 600 余万师生用户提供信息化服务，得到了使用的高校学生管理部门广泛认可。

技术方面，平台采用微服务框架和可复用模块化理念，自主研发 JWCLOUD 微服务架构，该架构具有开发成本低、服务上线周期短的特点。平台具备以下技术特点：横向扩展，可根据用户访问量进行灵活扩展；自主研发，支持学校本地部署；简化微服务架构，降低部署难度；混合打包技术，降低服务器成本；支持按模块灵活升级，降低升级和维护难度。应用成效方面，构建本研一体化的全风险管理体系平台，形成纵到底、横到边的网络工作模式，通过学生动态实时数据的收集与反馈，实现精准数据服务和动态管理快速反馈机制。通过建立

多级联动的学生安全、心理、学业预警及触发机制，有效减轻学生日常管理工作量，提高管理效率，做到管理层级扁平化、数字化。创新性方面，一是通过自主研发的 JWCloud 微服务架构，将复杂的管理业务功能拆分为多个独立自主的微服务，通过统一的协议将所有学工部门需要的服务互联聚合形成应用。二是形成部门横向、纵向联动、创新学生日常动态管理新模式，实现高校管理育人工作模式从个体分析到整体把握、从间断获取到连续追踪的变革，推进了高校管理服务育人工作模式的立体精准高效实现。

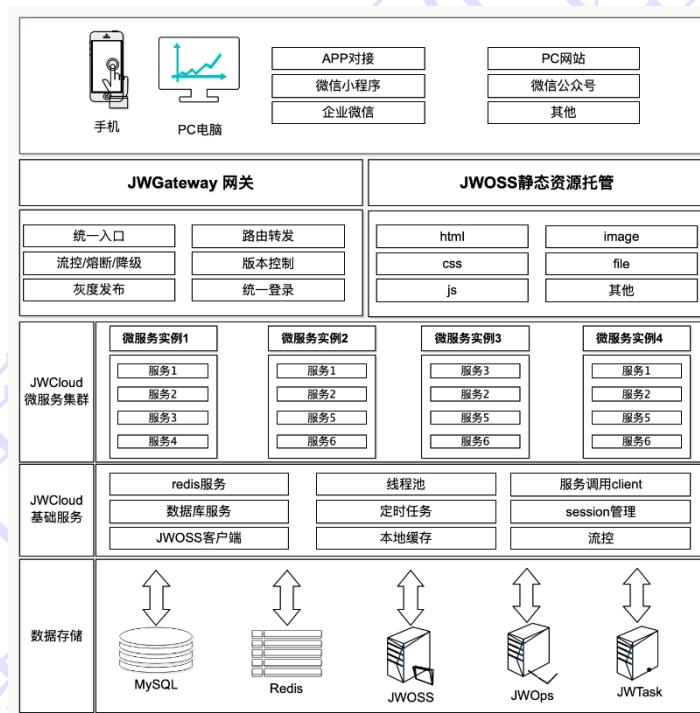


图 38 平台技术架构图



图 39 平台界面示意图

## 案例 11：贵州轻工职业技术学院 5G 数字孪生校园

联通数字科技有限公司联合联通数字科技有限公司贵州省分公司助力贵州轻工职业技术学院打造 5G 数字孪生校园，通过建设校园智能化信息集成平台，采集监测分析校园内各类基础数据，提供 IOC 驾驶舱管理服务、建筑设备监管服务、校园级综合能源管控服务，实现学校智慧运行。

技术方面，校园网采用 5G 校园专网+全光有线网络+Wi-Fi6 无线网络，保障校园内各建筑楼宇相关设施、采集传感器等监测设备的全量接入和数据传输，并在采集治理数据后形成数据共享标准接口，供智能化信息集成平台以及上层应用消费。应用成效方面，支持整合校园现有信息系统的数据资源，实现校园综合态势监测、校园安防态势监测、校园信息安全监测、校园通行监测、重点楼宇监测、校园设施设备监测、党政工作可视化、应急指挥调度、数据分析研判等功能，有效提升校园安防、运维管理效力，实现“精细化管理、协同化支撑、个性化服务”的目标，以及对学校各个部门、各项业务的统一管理和





涵盖教学办公网、学生宿舍网、无线覆盖网三张示范性网络，建设了一张稳定可靠、多网融合的全光绿色校园网络。

技术方面，基于“F5G+5G+物联网”技术将核心网骨干带宽升级到 200G，利用 SDN 控制器实现一网多用、业务智能部署，构建 OTN 环网支撑多校区专线快速部署。通过 SDN 控制器交换机、PON、无线设备统一管理，实现全网设备的自动化上线，有线无线上网、认证策略统一执行。采用 XGS-PON+5G 切片技术支撑中南大学多学科的应用创新。通过校园网统一运营运维管理平台，实现了监、控、管、营、服全生命周期管理。应用成效方面，校园网络的升级改造实现了双千兆平滑升级、最大万兆接入，用户体验得到有效提升。5G+F5G+WiFi6 实现有线、无线、物联网多网高速有机融合，终端随时接入网络，实现业务随行，网随人动。无源光网络能够节约弱电机房的建设和日常运行电力资源消耗，SDN 控制器有效提升网络智能化水平，助力构建“高速、便捷、绿色、安全”的校园网络。创新性方面，一是架构创新，全校采取 XGS-PON 全光网络，F5G+WiFi6+IOT 多网融合、统一承载学校教学、科研、管理及园区生活。二是场景创新，XGS-PON 低时延、大带宽+5G 切片技术，支撑远程诊疗、智慧教学、工业仿真、科学验证等应用的开展。三是管理创新，一网多用、一纤多业务节省纤缆资源，具备批量业务配置和网络自愈能力，终端即插即用，即换即通，一网统管，运维效率明显提升。



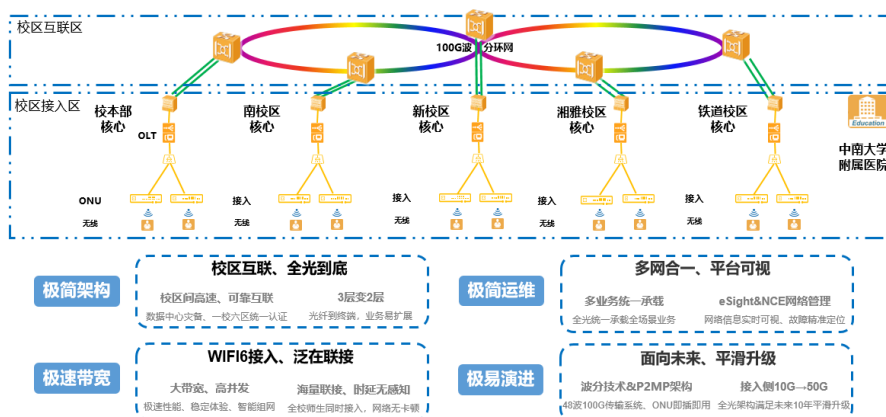


图 42 中南大学校园网络整体架构图



图 43 中南大学办公区、宿舍区、实验室应用示意图

### 案例 13: 电子校园卡(卡、码、掌)在北上广深典型高校的落地实践

腾讯云计算(北京)有限责任公司为全国超 300 所高校提供了“电子校园卡方案”，方案基于腾讯电子卡，结合二维码、掌纹等技术，连通学校的教学和生活，为师生应用、校园管理、运维服务等提供了极大便利。

技术方面，腾讯电子校园卡平台的接入层支持多种访问介质、访问接入方式及访问接入设备，用户在线下可通过手机二维码、IC 卡、掌纹、人脸、NFC 等介质与物理设备进行连接，通过开放的 API 接口对接多家厂商硬件。学校通过电子校园卡的开放身份和支付接口进行各类线上应用的接入，用户通过小程序即可访问。应用成效方面，省去实体卡制卡、发卡流程，师生通过扫码领取电子卡，降低硬件、人

力等投入成本，提升校园卡的管理效率。实际消费过程无需携带实体卡，直接关联微信钱包/银行卡，免除圈存、充值、退卡退费等繁琐操作。腾讯电子校园卡通过等保三级认证，通过毫秒级支付及核验，银行级别加密数据、校园码禁止截屏/录屏等提升应用安全。创新性方面，一是发挥校园码的强延展性，覆盖校园全场景建设，实现实名支付+实名场景认证，同时联动缴费、访客、签到、预约等线上应用。二是发挥电子校园卡的多介质集成能力，在校园码基础上搭配掌纹识别的场景，解决忘带手机、无法带手机的场景识别问题，强化电子校园卡的使用便捷性。三是利用电子校园码的开放性，可以将校园码搭载在学校已有的或第三方的应用平台上使用，实现全校的统一码管理、统一支付管理、统一认证管理。

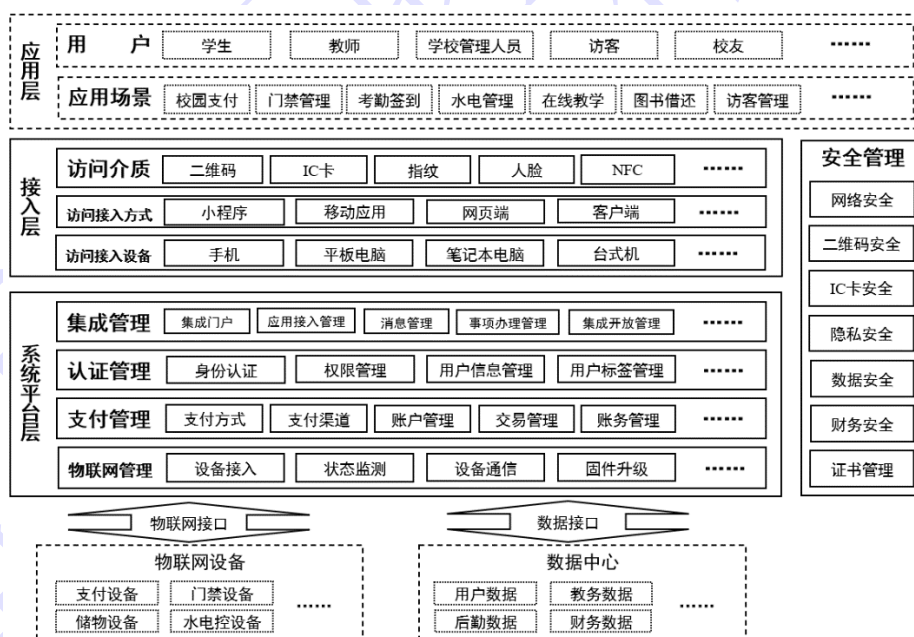


图 44 平台架构图



图 45 应用示意图

## 案例 14：成都师范学院智慧就业管理平台

新开普电子股份有限公司为成都师范学院上线交付了智慧就业管理平台，该平台围绕校就业中心的职责，在招聘就业资讯传播、校园招聘市场服务、就业指导服务、就业手续办理、就业数据统计上报、就业质量跟踪等校园招聘就业场景，提供了信息化管理、数字化服务。

技术方面，系统采用 B/S 架构，基于多角色多用户，访问终端包含 PC 和移动端。系统满足日志存储、分析、可视化需求。系统数据存储按照应用场景分类，满足性能和数据存储需求。系统大数据分析涵盖离线和实时计算两类，使用主流技术满足基础报表、分析报告、可视化、人岗匹配等等数据应用需求。应用成效方面，疫情期间建设空中招聘模块，使得招聘会线上线下多种模式快捷部署。利用配置化手段，实现本地和国家要求上报就业数据的字段一致性，提高上报准确率。采用层次分析法对岗位要求和简历进行分析，并进行人岗匹配推送，提高求职者和岗位之间的匹配度。创新性方面，一是实现校园招聘就业“三空”业务，即空中双选会、空中宣讲会、空中面试，快

速部署用人单位和学生之间的线上互动平台，支撑校园招聘就业业务进行。二是使用 WEB3D 技术搭建虚拟场馆，满足招聘公司的职位信息展示需求，此外，通过创建学生和用人单位 HR 虚拟形象，实现二者在虚拟场馆的互动，有效突破线下限制。

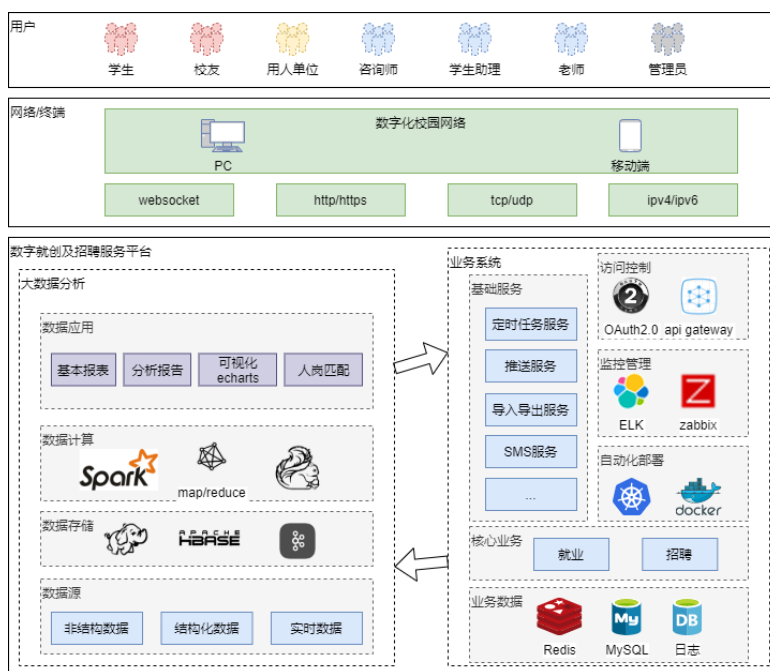


图 46 技术方案示意图

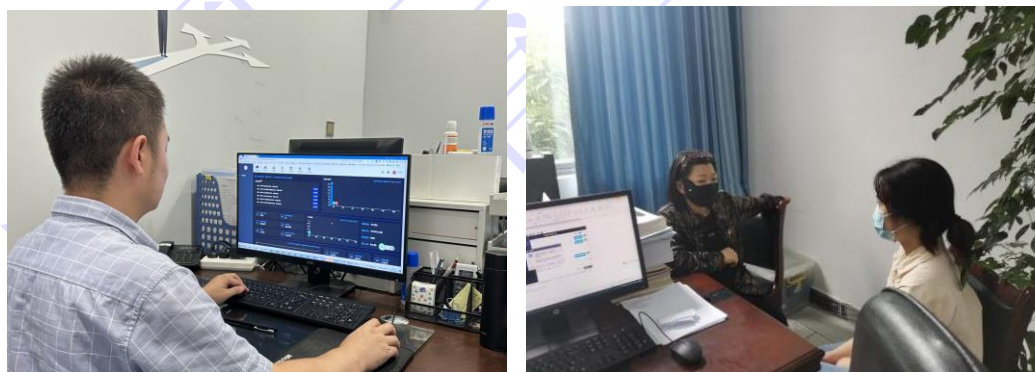


图 47 应用示意图

### 案例 15：高校规章制度治理平台

浙江纺织服装职业技术学院联合江苏金智教育信息股份有限公司，以“数智化大内控理论”为核心，以《高等学校法治工作测评指标》为依据，打造集“规章制度”“权责清单”“支撑性流程”和“大



内控体系”为一体的新型制度治理平台，助力赋能高校依法治校工作。

技术方面，平台利用数据建模技术，通过对制度、权责、流程的数字化拆解和建模，实现规章制度的数字孪生。依托可视化流程引擎实现规范性文件从立项、起草、审查、修订、解释、废止、发布、执行的全生命周期数字化管理。规章制度治理平台通过与大内控业务管控中心和大内控决策指挥中心实现与学校各类具体业务系统的“双向联动”，将业务运行情况纳入规章制度执行的数字化监管体系。应用成效方面，通过构建制度治理新平台，强化了制度治理的权威性、实效性、规范性和协同性，为师生学章程、用制度、提素养提供全方位服务，从根本上破解了制度“建用脱节”的核心问题。通过构建规章制度全生命周期治理平台，建立了事前预防、事中控制和事后处置相结合的主动控制机制，有效提升了综合性规章制度多部门系统协同制订、协同执行的效果。创新性方面，一是搭建数据模型、规则模型、控制标准和处置模型，建立风险控制机制，对制度落实情况进行预警通知、处置调度和增益反馈。二是建设“规章制度”+“权责清单”+“支撑性流程”+“数智化大内控体系”四位一体平台，使得制度治理由“静态”转为“动态”，将复杂的纸质制度变成明确的权责和精准的流程，推动学校规章制度创新变革。



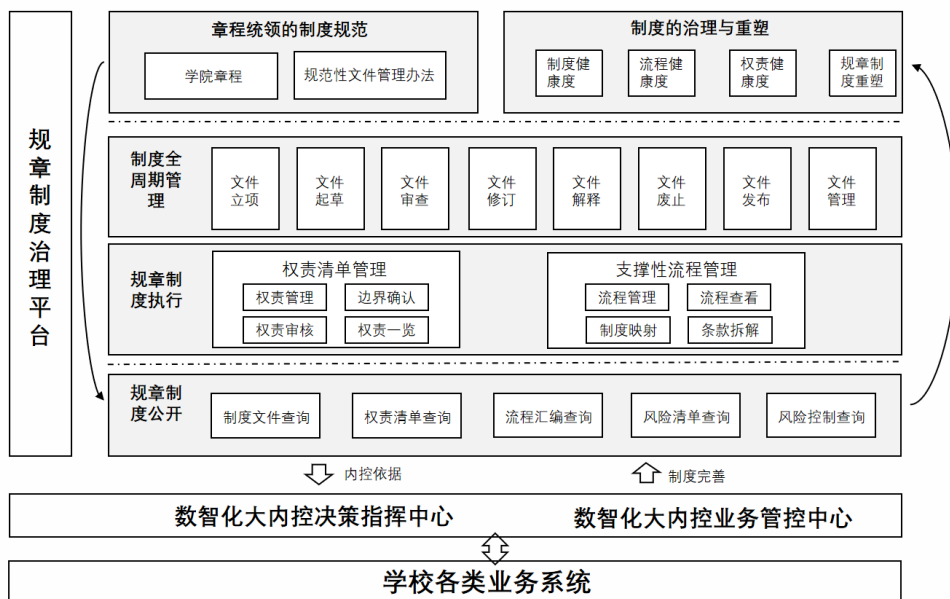


图 48 规章制度治理平台系统架构图



图 49 规章制度治理平台风险决策大屏

## 案例 16: iWrite 英语写作教学与评阅系统

北京外研在线数字科技有限公司打造的 iWrite 英语写作教学与评阅系统，能够提供丰富多元的英语写作教学资源，实现对作文语言、内容、篇章结构、技术规范的智能评阅，结合机评与人评，为英语写作的教、学、评、研、管提供全方位解决方案。目前，该系统已服务北京理工大学等全国 3000 余所高校、近 350 万用户。

技术方面，iWrite 在原有双核纠错引擎的基础上持续迭代，推出基于机器翻译、基于语言模型、基于规则的三核语法纠错模型引擎，实现多维度智能评分、多类别语法纠错，并基于 RNN 和注意力机制的神经机器翻译模型提供整句修改建议。应用成效方面，建设以业务、技术、研发、数据等各类中台为基础的技术共享中心，将 iWrite 的核心产品能力复用到外研在线全学段产品，避免低水平重复建设，提升技术研发水平和效率。此外，将 iWrite 的评阅功能接入编校审核系统，对英文文本进行审核筛查，提示敏感词、易错词和语法错误，筑牢内容生产安全底线。创新性方面，一是技术创新，基于人工智能、大数据领域最新成果，自主研发 iWrite 智能评阅引擎，采用最新人工智能模型，针对 ChatGPT 推出 GPTCheck 功能，精准检测学生作文是否由机器生成。二是模式创新，以 iWrite 为核心，为院校提供集资源、软件、硬件、服务于一体的写作教学解决方案，构建创新型智能写作教学场景。

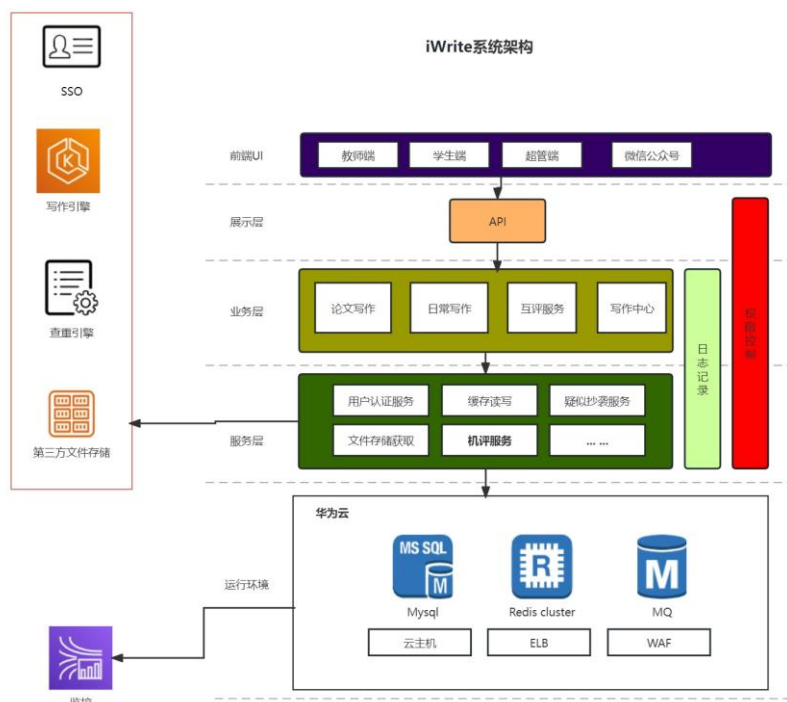


图 50 产品技术架构图

<p><b>纠错示例</b></p> <p>2.1 Secondly, there <b>has</b> many skills <b>deserve</b> us to study, especially in <b>the</b> big cities.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▲ 动词错用 has 建议改为 are。请注意 There be 句型的正确用法。</li> <li>▲ 限定词缺失 单词 deserve 前建议插入 that，构成定语从句。</li> <li>▲ 限定词冗余 the 建议删除。复数名词前一般不用不定冠词。</li> </ul> <p>整句修改建议: Secondly, there are many skills that deserve us to study, especially in big cities.</p>
---	--

图 51 评阅效果应用示意图

## 五、智慧校园建设和发展面临的挑战及建议

### 5.1 智慧校园建设及发展面临的挑战

一是智慧校园建设基础参差不齐，顶层规划有待加强。由于我国不同地区教育水平存在差异，学校的信息基础设施、智慧应用等数字化转型推进速度不一，导致智慧校园建设基础各不相同。同时，由于学校对未来信息化发展不够清晰，对学校发展现状和存在问题分析不够透彻，在进行智慧校园建设规划时，未能准确识别师生、教育管理者等主体对智慧校园的实际需求，未与学校办学目标、办学特色和长

期发展紧密结合，导致智慧校园建设内容定位不准确、同质化比较严重、前瞻性布局不足。

**二是智慧校园的应用成效未达预期，服务能力有待提升。**目前，在教育新基建的引领下，智慧校园建设日益广泛，校园基础设施建设不断迭代升级，基于“教学管评测”等智慧应用加速推陈出新，但在智慧校园建设中仍存在“重硬件，轻软件；重建设，轻应用”的现象，一方面由于智慧校园顶层设计不足，未能直击教育痛点、满足实际需求，导致其提供的功能“不实用、不好用”；另一方面，新技术、新应用的推广需要一个过程，如何让师生“会用、愿用、乐用”还需要时间磨合，造成智慧校园应用对传统教育教学模式优化、重构的成效不够突出等问题。

**三是智慧校园的供需对接存在脱节，需求匹配有待深化。**目前，供给侧运营商、教育软硬件提供商、内容资源提供商等企业在各自擅长的领域不断提升技术能力，推出了多款智慧校园产品，然而很多产品仍未触及需求侧校园用户真正的需求和痛点，例如数字资源大多停留在多媒体特征上、以通用资源居多，缺乏深入学科互动特色的资源教师使用时还需二次加工。供给侧企业对教育数字化核心诉求和育人体系的理解仍需加强，面向学科融合的探究式、互动式和智能化学习工具不足，场景设计和系统研发仍然有待完善。

**四是教师数字化素养有待提升，融合性复合人才短缺。**智慧校园建设对教师提出了更高的要求，除了教学基本功，还要求教师的信息素养和数字化能力达到一定水平。由于校本研修和区域教研支撑薄弱

等原因，现有教师培训方式无法整体、快速地实现教师能力转化，导致教师数字化教学能力提升缓慢，数字化教学实践难以实施。同时，智慧校园建设涉及多种 ICT 技术，其实践中需要信息技术支撑、系统运维、数据挖掘分析等多种服务保障，急需跨学科、跨专业的融合性人才，目前这样的复合人才整体短缺。

**五是智慧校园面临网络和信息安全风险，安全保障有待增强。**智慧校园建设包括各种网络设备、存储设备、信息系统和应用软件等，接入的终端设备和人员众多，涉及海量数据的生成和维护，其中包含大量的校园师生敏感信息和用户个人信息，安全风险点位多，信息泄露风险较大，一旦教育数据被非法获取和利用，将造成重大影响。目前，学校信息安全技术体系偏薄弱，安全管理体系建设尚不成熟，信息安全专业人才力量存在空缺。

## 5.2 促进智慧校园建设及发展的策略建议

**一是加强智慧校园建设顶层规划的科学性和前瞻性。**智慧校园建设具有长期性和复杂性，需要各学校结合自身实际情况进行系统规划，同时与教育主管部门的整体规划进行衔接。进行顶层规划时，充分调研、多渠道汇总师生的实际需求，从亟需解决的问题出发，结合学校办学的个性化特征、未来技术发展趋势，服务于学校的发展需求，从数字化教育环境、智慧教学、智慧管理、智慧服务等方面，对智慧校园建设进行科学、合理、分阶段的规划设计。

**二是提升应用效果，推动常态化开展智慧校园应用。**加强智慧校园应用的易用和好用程度，更加符合师生的实际需求，加大智慧校园



应用和服务功能的宣传力度，开展智慧校园应用培训，让师生熟练掌握并使用智慧校园中的应用和服务，辅助师生开展个性化教与学、精准化测与练、智能化办公和服务等应用，推动智慧校园应用的常态化开展。鼓励师生创新实践，充分挖掘智慧校园的新需求、新应用，激发智慧校园的应用潜能。

**三是加强智慧校园供需双方对接，增强产品适配度。**鼓励供给侧企业加大需求挖掘力度，加深对教育行业、育人规律等理解，鼓励第三方联盟协会通过组织座谈、研讨、沙龙等形式，加强智慧校园供需双方交流和对接，基于用户使用反馈，持续进行智慧校园产品的迭代升级，提升产品的用户体验。加快定制化智慧校园产品研发能力建设，面向学校的个性化需求，在标准化产品基础上，快速推出个性化产品，适应不同学校的需求。

**四是加强教师数字化能力提升和融合型人才培养。**组织学校校长、学科骨干教师、教学管理人员、技术骨干等人员进行专项培训，全面提升各级各类教师的信息素养和数字化教学能力，加强师范生的数字能力培养。加大智慧校园复合型融合人才的培养力度，为相关人员提供职业规划和晋升通道，增加新技术培训与学习的机会，不断提升复合人才的知识水平、专业技能和综合业务能力。

**五是加快智慧校园网络和信息安全保护体系构建。**从技术、管理、培训等方面，健全校园网络和信息安全保护体系，技术方面，通过补充安全设备，配置安全访问策略，定期开展渗透测试、漏洞扫描、更新系统等方式，提升校园安全防护能力。管理方面，建立校园网络和

信息安全管理和运维机制，制定安全应急预案，强化网络和信息安全的制度保障，巩固安全防线。借助宣传、培训、攻防演练等方式，提升师生的网络安全和信息安全意识，强化个人信息保护。

中国互联网络信息中心  
智慧教育工作委员会