



全光网络在大连外国语大学的应用与实践分享

汇报人：王欧

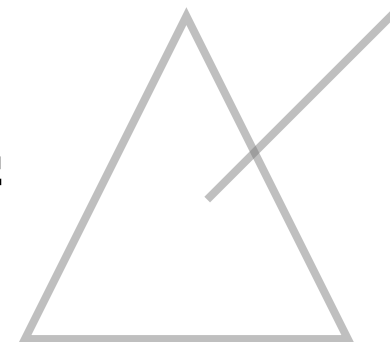


- 1 外语教学业务的变革
- 2 校园网遇到的问题与思考
- 3 校园全光网络建设实践
- 4 高校数字校园的展望



Blended teaching

外语专业教学方式不断创新



VR实训中心课堂



口译教学课堂



视听说教学课堂



混合式互动课堂

近年来，信息技术的发展，使得各种创新型教学法不断涌现，我校外语类学院就将整体教学过程分解为导入、知识输入、语言输入、模拟场景、效果输出等五个步骤，充分利用头脑风暴、讨论、辩论、发表等活动方式，将知识内化与语言习得有机结合。

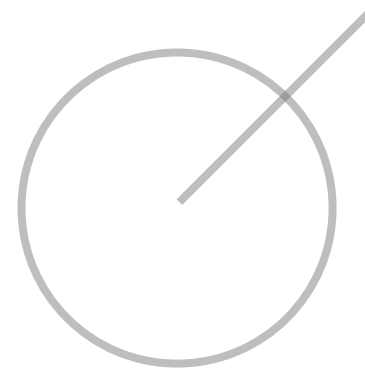
在教学设计环节，老师们也在“基于问题的学习（PBL）”基础上，拓展教学方法，创新教学理念，开发出面向新商科、新文科的LED教学模型。

无论是教学方法的创新，还是设计环节的变革，现在都与教育信息化紧密结合，这就给信息化基础设施提出了较高的要求。

Live teaching



寝室学习生活 方式快速变化



疫情期间，校领导多次到学生公寓，实地了解不同专业同学的学习、生活以及线上授课网络运行等情况，耐心倾听同学们对寝室楼网络等基础设施效能及开放公共空间布局的想法，了解学生诉求。

由于网络技术的进步，外语专业的全国比赛、外校老师的讲座、就业招聘、日常的课程学习、外语类节目学习，都可以在线上进行，最大限度的对冲了疫情带来的影响。

但过去线下的活动，现在全都搬到了线上，也给网络带来了极大的挑战！

- ① 外语教学业务的变革
- ② 校园网遇到的问题与思考
- ③ 校园全光网络建设实践
- ④ 高校数字校园的展望



校园网络基础设施 发展概况



2007年，我校实现校区整体搬迁，整个校园网迈入万兆骨干时代！

Innovation



2015年，学校开始建设第一期无线校园网，通过锐捷极简无线方案，针对室外、办公区、宿舍区进行了场景化部署，成为当时大连地区内首个采用Wi-Fi 5 (802.11ac) 覆盖的高校。

校园网络基础设施 发展概况

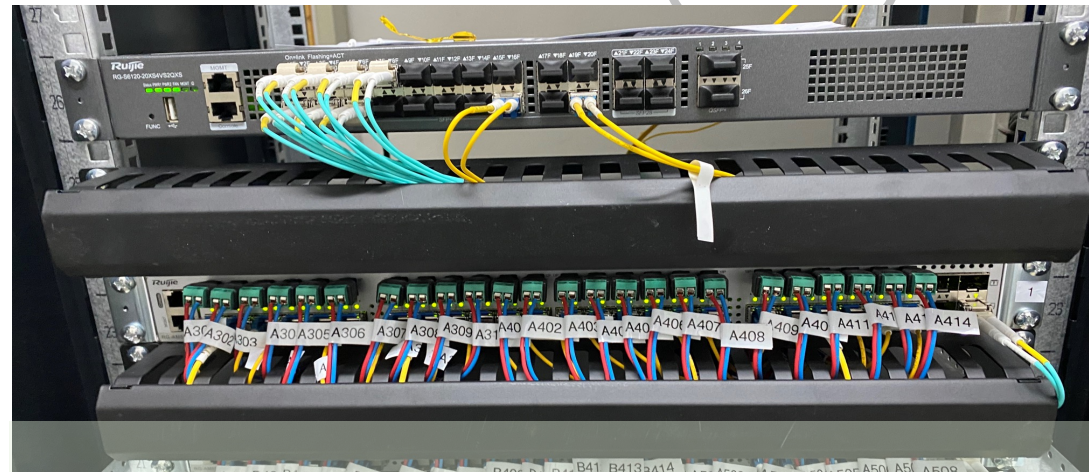
Innovation



2018年底，学校在教学区建设第二期无线wifi6校园网，AP接入速率达到6.5Gbps，成为全国高校首批采用wi-fi6覆盖的高校。



2019年，打造全网基于SDN对全校哑终端实现安全准入，实现校园网全部设备安全准入控制。同时对全校网络进行大二层扁平化改造。



2022年，学校采用全光网+Wi-Fi 6技术对宿舍无线进行升级改造，成为全国高校首批采用光电复合缆方式建设的高校，宿舍AP整机接入速率达到2.976Gbps，校园网出口带宽提升10Gbps

近年遇到的业务挑战问题

Challenge

5G与光网络技术的发展，推动了互联网短视频、4K&8K高清直播电视等新兴业务的蓬勃发展。

外国语电视台的直播清晰度也大幅提升，给原有网络基础设施带来较大压力。

加之疫情期间，学校同时上网的并发人数翻倍增长，让学校的网络升级改造成为必然趋势。



2022 年教师风采短视频征集入围作品一览表

序号	作品名称	出品单位 (个人)
S0	乡村最美教师系列视频	辽宁省北票市教育局
S1	《以爱之名，点亮星辰》	辽宁省铁岭市昌图滨湖实验小学
S2	《小小课堂，大大情怀——记在乡村大地播撒思政种子的大外教师顾延欣》	大连外国语大学
S3	《匠人》	辽宁生态工程职业学院
S4	《奋斗的故事》	辽宁特殊教育师范高等专科学校
S5	《桃李满园逐梦行》	辽阳市机关幼儿园

以下视频来源于

大外思政



什么是全光网



全光网络 (AON All Optical Network)

- 全光网络是指用户与用户之间的信号传输与交换全部采用光波技术完成的先进网络。它包括光传输、光放大、光再生、光存储、光信息处理、光信号多路复接/分插、进网/出网等许多先进的全光技术。原理上讲，全光网络就是网中直到端用户节点之间的信号通道仍然保持着光的形式，即端到端的全光路，中间没有光电转化器，数据从源节点到目的节点的传输过程都在广域内进行，而其在网络节点的交换则使用高可靠、大容量和高度灵敏的光交叉连接器（OXC, Optical Cross Connector）。

全光网络 (AON All Optical Network)

全光网络分两个阶段完成。第一阶段为全光传输网，即在点对点光纤传输系统中，全程不需要任何光/电和电/光的转换。长距离传输完全靠光波沿光纤传播，称为发端与收端间点对点全光传输。第二阶段为完整的全光网。在完成用户间全程光传送网后，有不少的信号处理、储存、交换以及多路复用/分用、进网/出网等功能都要由光子技术完成。完成端到端的光传输、交换和处理等功能，这是全光网发展的第二阶段，即完整的全光网。

思考1： 如何更好支撑外语类高校宿舍用网 业务

Challenge

通过卫星接收的节目源转换为网络资源在校园网上直播。目前我校建设有KBS、NHK、CGTN等多语种频道按8M高清，16M超清在校园网上转播。



思考2： 如何保障设备的先进性

Challenge

宿舍网业务爆炸式增长，网络设备成为薄弱环节，亟需更新改造。然而WiFi-7山雨欲来，当下是否值得对宿舍网进行大规模改造？



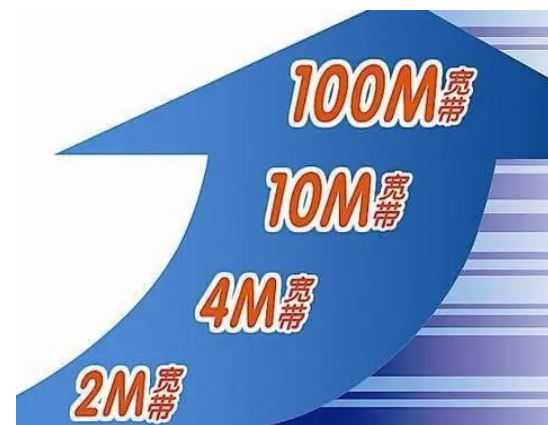
无线流量暴增，逐步替代有线



语言类节目点/直播



宿舍在线学习\教学



运营商带宽200/300M升级

Wi-Fi 7目前有一定限制

在过去的20多年，WiFi靠着2.4GHz和5GHz两个频段（共600多MHz频谱），承载着不断增长的网络需求。WiFi-7引入了6GHz频段和320M频宽，提供16×16 MIMO，希望能够进一步提升无线网速。但目前该技术仍受到了一定限制。

首先是**频段因素**：美国将6GHz频段1200MHz划给了WLAN，欧盟将6GHz频段480MHz划给了WLAN，但我国6GHz频段，暂时无委会尚未明确公布规划。

其次是**干扰问题**：40MHz以上的频宽，会对周边无线设备造成比较大的影响，所以320MHz的频宽，不大可能部署在高校场景。

最后是终端的**空间流限制**：随着iPhone14pro等新机发布，当前的终端无线网卡依然只支持802.11ax 2x2 MIMO 技术。这使得16空间流的性能无法明显提升终端的直接访问速率。

Wi-Fi 7 是什么

IEEE 802.11be(Extremely High Throughput, 简称 EHT)是修订中的下一代 Wi-Fi 协议，即“Wi-Fi 7”。作为 Wi-Fi 6 的继任者，在协议修订之初，工作组定下最高吞吐速率超过 30Gbps、时延低于 5ms 的工作目标。因此 Wi-Fi 7 引入更大的无线带宽(320MHz)，更高阶的调制方式(4K-QAM)，更灵活的频谱利用方式(Multi-RU)，更高的时空复用(16X16 MIMO)，更多的链路操作(MLO)，以及多 AP 协作等等新技术，使得 Wi-Fi 7 能够提供更高的数据传输速率和更低的时延。

	IEEE 协议	理论最高关联速率 Mbps	生效时间	工作频段
Wi-Fi 7	802.11be	>40000	TBA	2.4/5/6
Wi-Fi 6E	802.11ax	600 to 9608	2020	2.4/5/6
Wi-Fi 6			2019	2.4/5
Wi-Fi 5	802.11ac	433 to 6933	2014	5
Wi-Fi 4	802.11n	72 to 600	2008	2.4/5

各协议版本的信息

Wi-Fi 7 的修订进度

IEEE 802.11be EHT 工作组已于 2019 年 5 月成立，802.11be (Wi-Fi 7) 的开发工作仍在进行中。目前，第一版草案 Draft1.0 已经在 2021 年 3 月发布；Draft2.0 预计在 2022 年底发布；在 2024 年底完成最终标准定稿。

MILESTONE	PROJECTED	CURRENT
PAR approved	Mar 2019	Mar 2019
First TG meeting	May 2019	May 2019
D0.1	Sep 2020	Sep 2020
D1.0 WG Comment Collection	May 2021	May 2021
D2.0 wG Comment Collection	Mar 2022	
D3.0 Letter Ballot	Nov 2022	
Initial Sponsor Ballot (D4.0)	May 2023	
Final 802.11 WG approval	Mar 2024	
802 EC approval	Mar 2024	
RevCom and SASB approval	May 2024	

TGbe 当前的进展

Wi-Fi 6 仍有望在相当长时间内，提供接近Wi-Fi 7的带宽

从WiFi-4/5升级到WiFi-6，各项性能指标的升级较为明显；
但从WiFi-6升级到WiFi-7，考虑到当前6GHz、320M频宽以及终端双空间流的限制，目前除了子载波调制方式4K-QAM和PPDU有所革新外，WiFi-7在子载波带宽、符号长度、循环前缀长度、MU-MIMO方式，以及调制方式、编码方式上，与WiFi-6相比，并无明显升级。

Wi-Fi 5 到 Wi-Fi 7 的性能变化见下表。

	Wi-Fi 5 IEEE 802.11ac (VHT)	Wi-Fi 6/6E IEEE 802.11ax (HE)	Wi-Fi 7 IEEE 802.11be (EHT)
支持信道	5 GHz	2.4 GHz, 5 GHz, 6 GHz	2.4 GHz, 5 GHz, 6 GHz
信号带宽 MHz	20, 40, 80, 80+80, 160	20, 40, 80, 80+80, 160	20, 40, 80, 160, 320
子载波带宽 kHz	312.5	78.125	78.125
符号长度 μ s	3.2	12.8	12.8
循环前缀长度 μ s	0.8, 0.4	0.8, 1.6, 3.2	0.8, 1.6, 3.2
MU-MIMO	downlink	uplink and downlink	uplink and downlink
调制方式	OFDM	OFDM, OFDMA	OFDM, OFDMA
子载波调制方式	• BPSK • QPSK • 16QAM • 64QAM • 256QAM	• BPSK • QPSK • 16QAM • 64QAM • 256QAM • 1024QAM	• BPSK • QPSK • 16QAM • 64QAM • 256QAM • 1024QAM • 4096QAM
编码方式	• BCC (强制) • LDPC (可选)	• BCC (强制) • LDPC (可选)	• BCC (强制) • LDPC (强制)

Wi-Fi 5 ~ Wi-Fi 7 的性能变化表

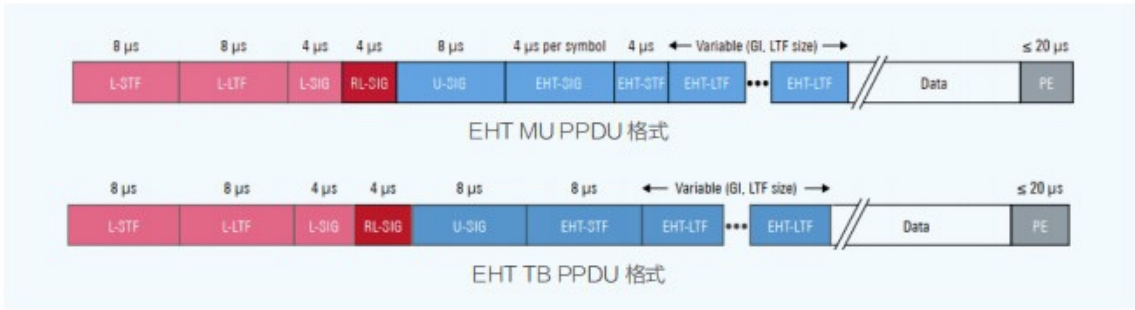
PPDU 改进

EHT 新定义了两种格式的PPDU:

1、EHT MU PPDU

2、Trigger Based PPDU

其中，EHT MU PPDU 既可以发给多用户也可以发给单用户。



思考3： 光纤是比双绞线更好的选择么？

光纤技术没有卡脖子的问题，技术自主可控相对成熟



1976年，赵梓森做出了我国第一根光纤。1982年，他又实现了中国的首次光纤通话。2016年，国内首次实现了微结构光纤的量产，打破国外品牌在该领域的垄断与封锁。

光纤寿命也比双绞线更长

1 光纤寿命

1.1 光纤寿命理论模型

大多数通信光纤是由石英玻璃纤芯、包层和高分子涂敷层组成的。石英玻璃是脆性材料，在受力作用时，玻璃光纤的断裂理论遵从脆性材料断裂理论——幂定律^[5-7]。玻璃光纤在受到外力作用时，利用幂定律，可以推导出光纤的寿命模型：

$$t_f = \left(\frac{\sigma_p}{\sigma_a} \right)^n t_p \left[\left(\frac{L_p}{L} \ln \frac{1}{1-F} + 1 \right)^{\frac{n-2}{m}} - 1 \right] \quad (1)$$

IEC TR 62048 标准针对 4 种受力情况对寿命计算模型进行了一一阐述。4 种受力情况分别是：①轴向拉应力，反映了光纤在干线光缆中的受力情况；②均匀弯曲，反映了光纤在接入网中，以及接头盒中打圈盘留时的受力情况；③弯曲和拉应力共同作用，反映了光纤在接入网敷设转角处等场景下的受力情况；④两点弯曲，反映了光纤在接入网敷设场景的受力情况。

网管自带的光链路检测等功能，运维更便利

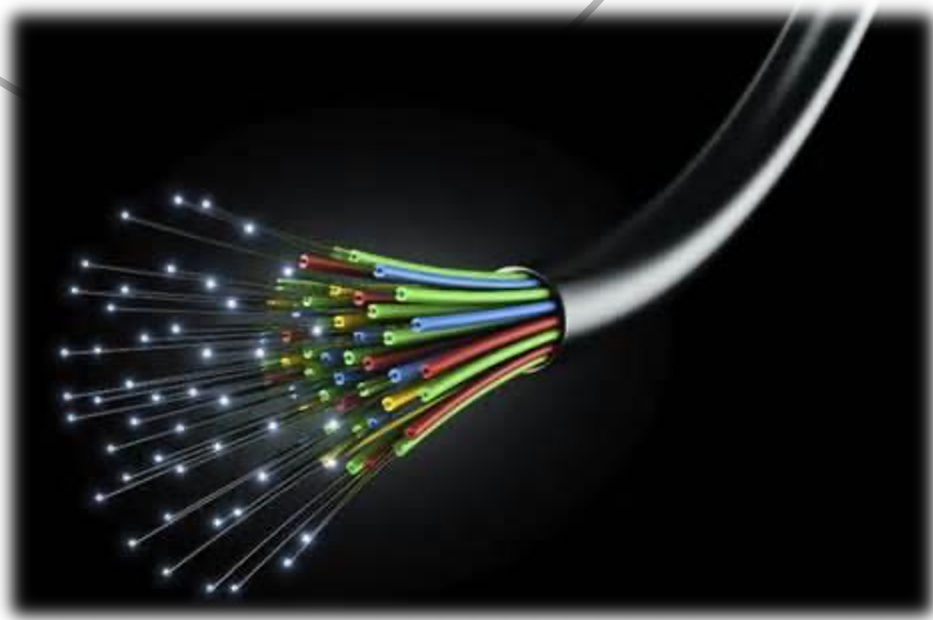
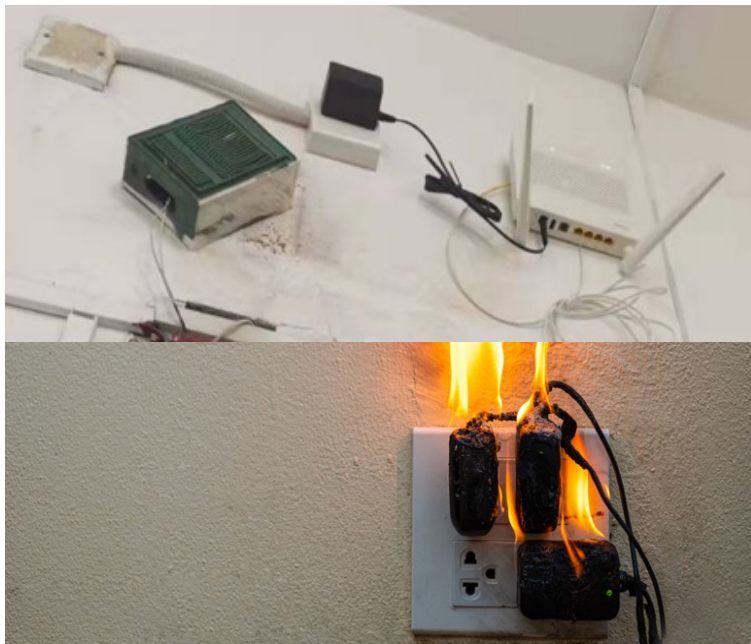


思考4： 光纤设备供电如何解决？

光纤虽然好，取电问题、宿舍用电安全如何考虑？

本地取电？

本地取电，设备频繁掉线，如何管理？

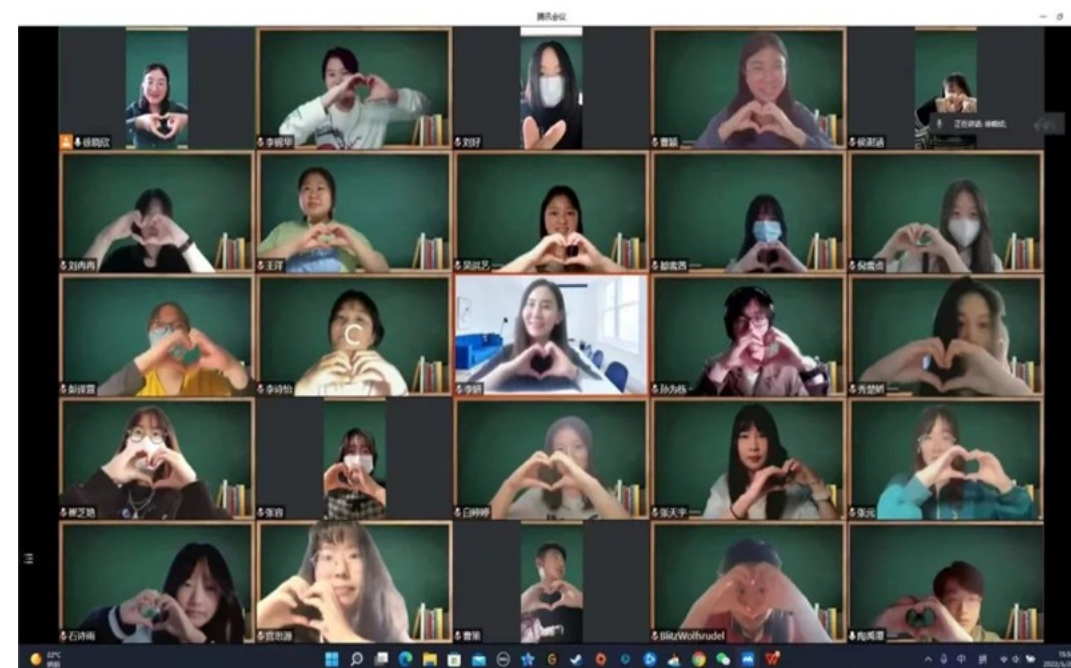


集中取电？

重新部署电源线缆？强电施工？



- 1 外语教学业务的变革
- 2 校园网遇到的问题与思考
- 3 校园全光网络建设实践
- 4 高校数字校园的展望



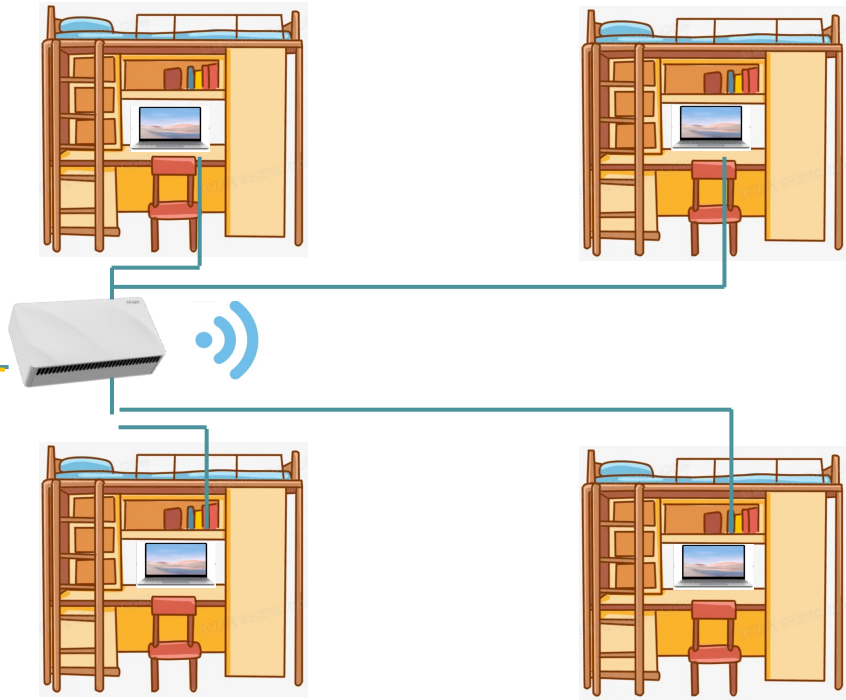
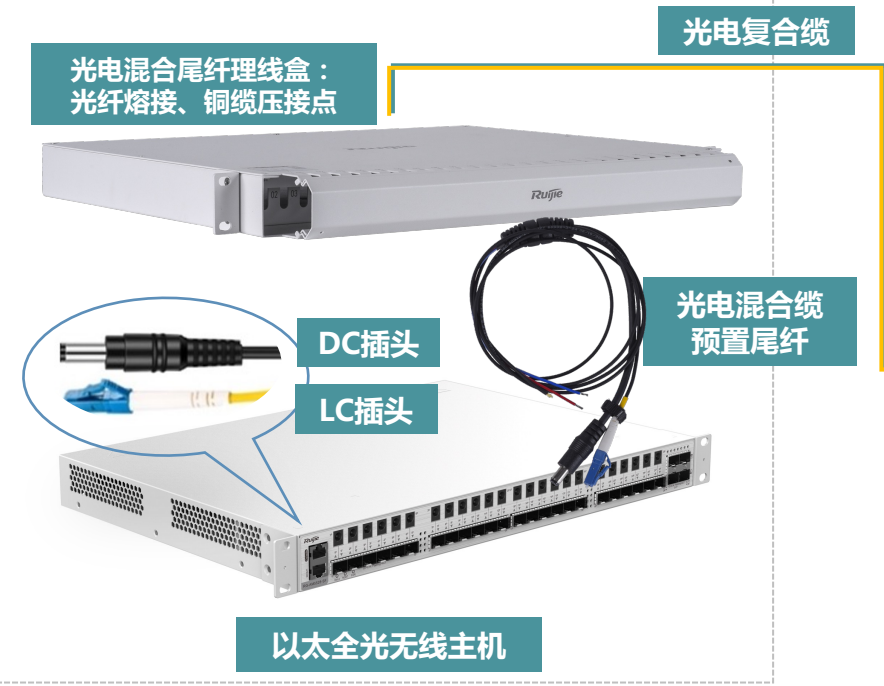
整个宿舍区11栋宿舍楼，4600间宿舍，办公区，2栋办公楼办公室，175间办公室



今年5月份完成整体设计，8月底完成施工调试上线，保障学生开学前，能够享受到光网络带来的体验提升
截止目前已经稳定运行2个月，学生反馈体验非常好。

光电复合缆解决4人间宿舍网络需求

机柜侧



供电更优

供电更安全
施工部署更整洁
支持距离更远

拓展更广

2.5G端口支持wifi6性能释放
多端口的有线无线一体化覆盖
全场景无线建设

运维更易

精准定位问题并可一键优化
远程可视化操作运维无忧

光电复合缆类型选择

通过评估我校宿舍楼大小规模的布局，不超过100m
同时考虑未来Wi-Fi 7时，可能需要802.3at供电，为后续升级留有富裕
综合以上，从经济性上考虑，最终我们选择0.5mm²的光电复合缆作为传输供电介质

最长供电距离 受电等级	铜缆截面		
	0.5mm ²	1.0mm ²	1.5mm ²
802.3af (PD12.95W)	280m	500m	840m
802.3at (PD25.5W)	140m	280m	420m
802.3bt (PD71W)	NA	180m	270m
802.3af主机强供30W	NA	1100m	1650m



六类网线线
径6.53mm



传统混缆
线线径10mm

VS



锐捷光电混合缆 (0.5mm²)
长*宽：2*5.5mm²

新型细光电混合缆截面积约 ≈ $\frac{1}{3}$ 六类网线 ≈ $\frac{1}{6}$ 传统混缆

磷化
钢丝

光纤

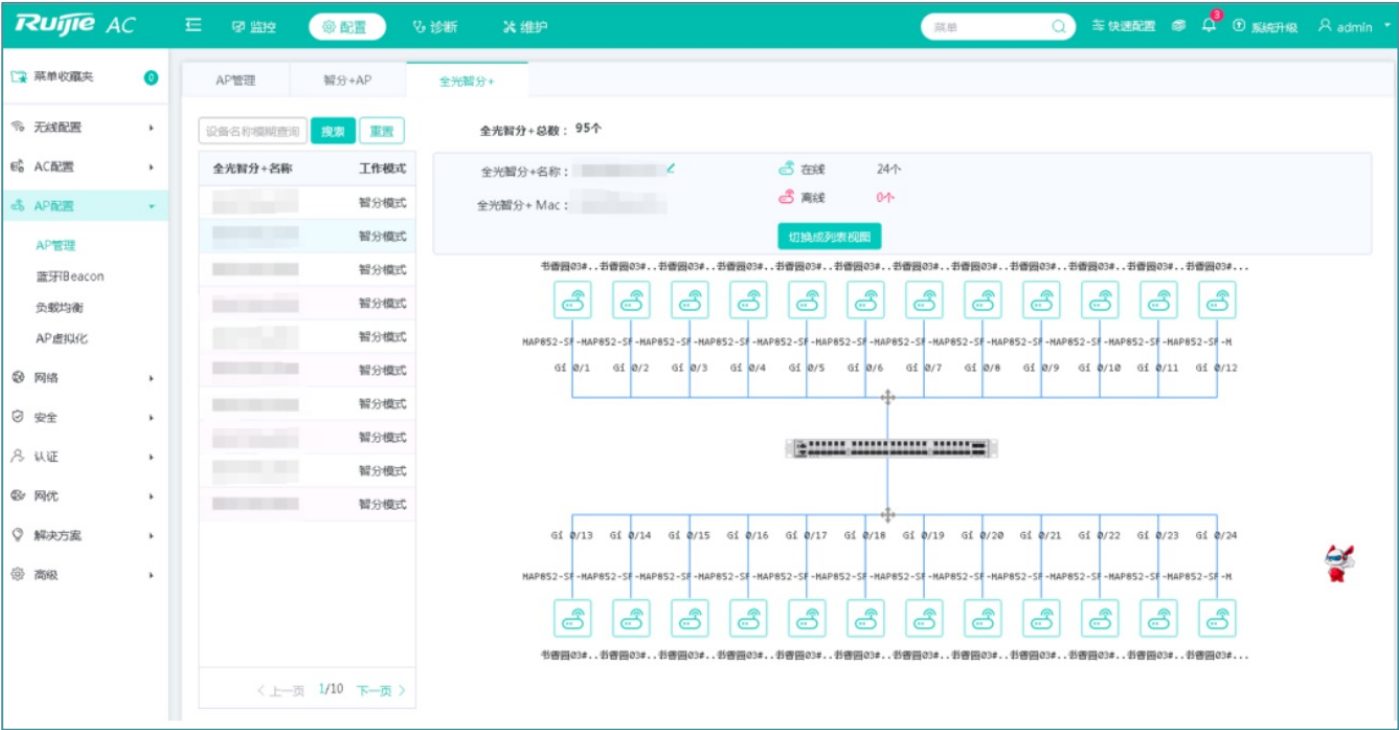
红色绝缘
PVC

蓝色绝缘
PVC

多股软导体

白色LSZH

分层分级管理模式，简化AP管理



AC采取分级分层管理模式，部署4700颗智分AP，实际AC只需管理220台光智分主机AP，大幅精简AC的配置管理逻辑



AC



光智分主机AP



光智分主机AP

光电混合缆数据和电源分开控制



○ 端口通断状态可视化

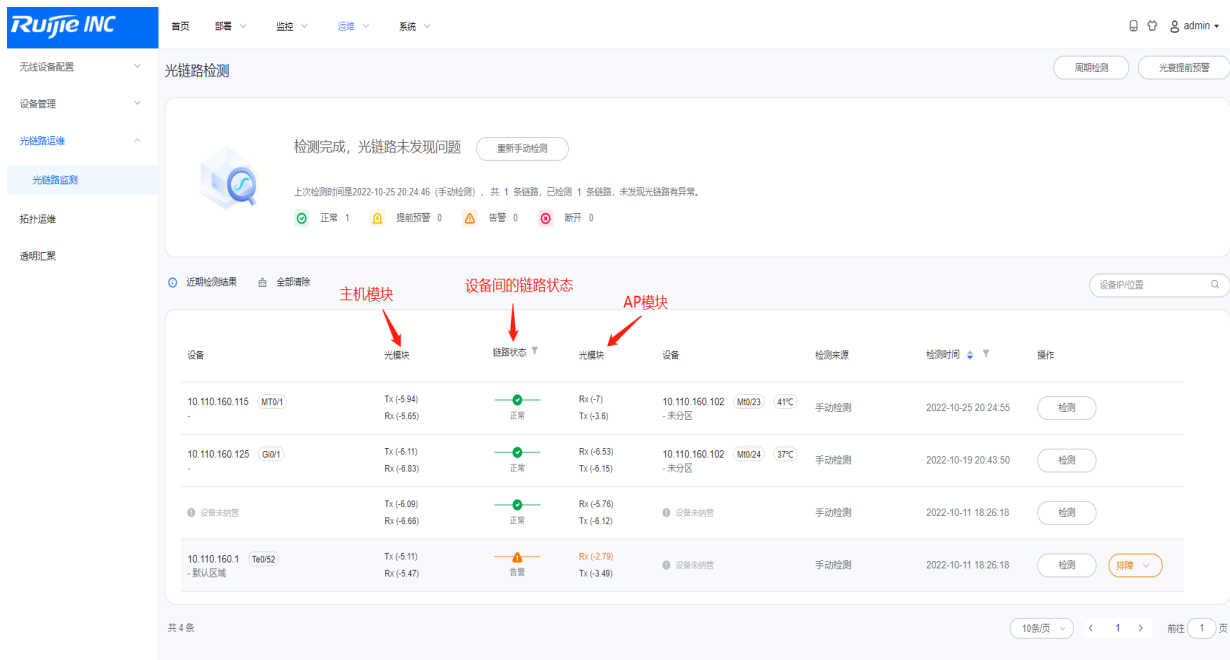
○ 端口信息可视化

○ 对单颗AP点到点上下电管理

光链路检测，故障排查方便



光链路状态可视化



光链路故障自动预警

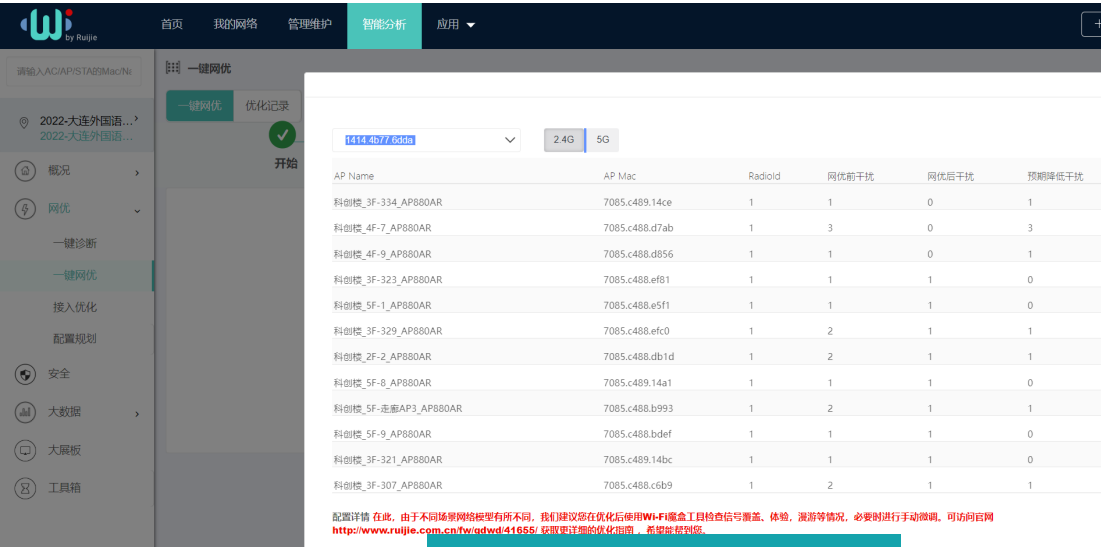
一键网优，故障精准定位



无线网整体情况



接入优化



一键网优，优化前后结果对比

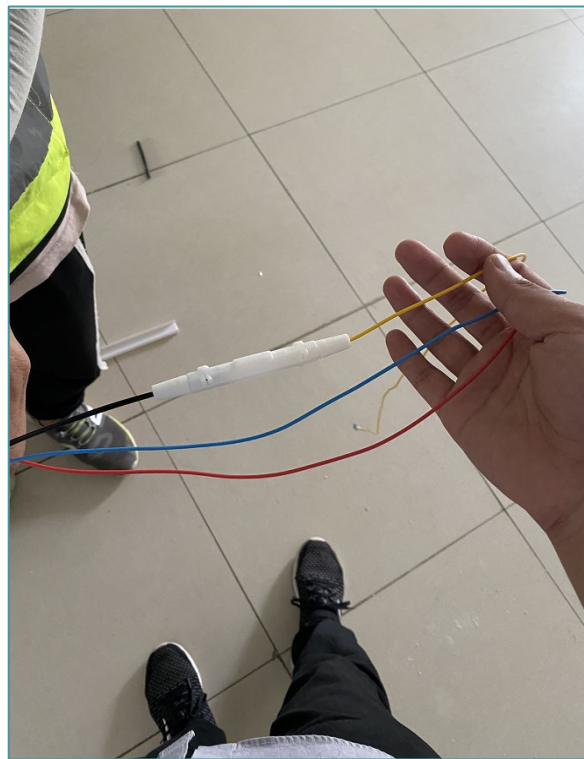
光电复合缆建设施工连接



光电复合缆



比5类线线径小

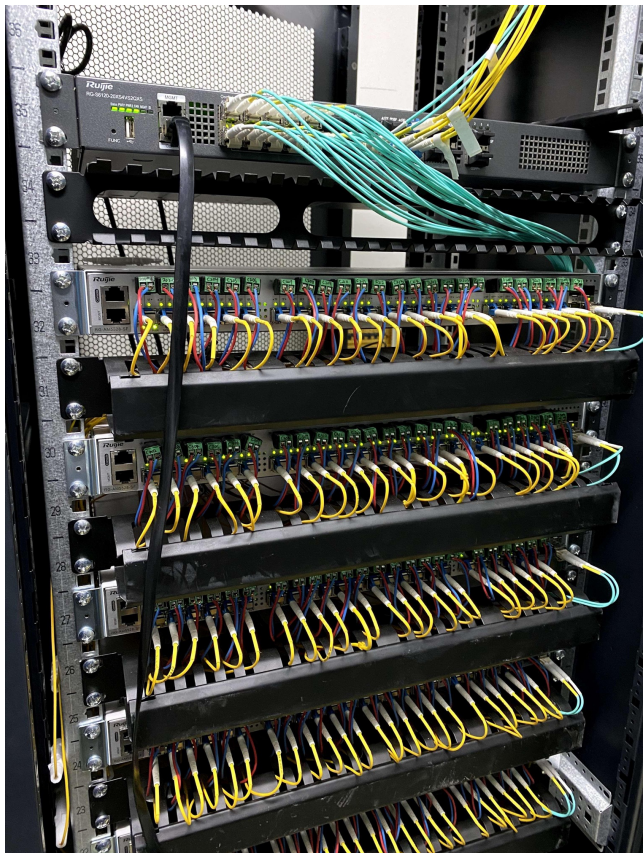


末端熔接



末端安装

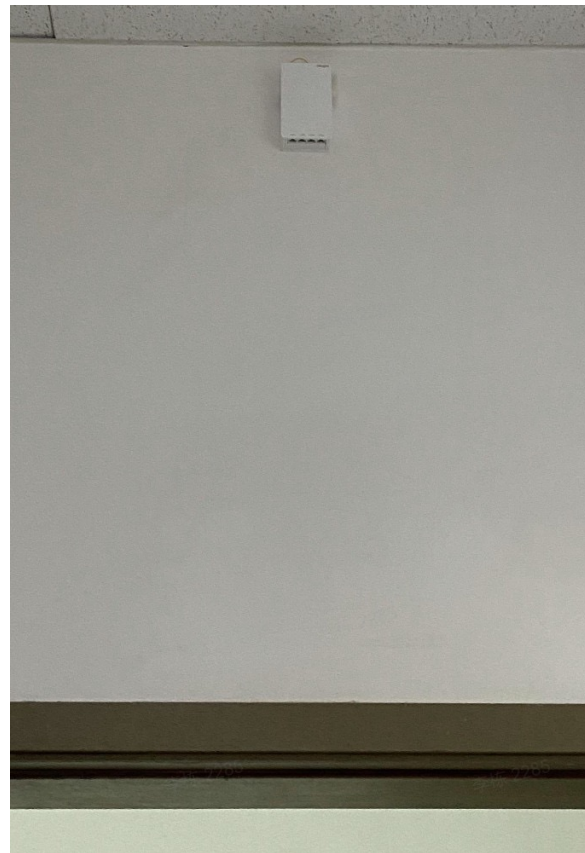
实际部署效果



光电主机正面



光电主机背面



AP部署在宿舍门口



AP吸顶部署

实际部署效果



超远传输距离，不再受100M距离限制
单间宿舍有线无线2.5G速率，未来持续升级

建设成效对比

DLUFL

IP 地址: 172.21.19.237

路由器: 172.21.16.1

安全性: WPA2 个人级

BSSID: 7a:69:6c:24:61:6a

频道: 149 (5 GHz, 20 MHz)

国家/地区代码: CN

RSSI: -38 dBm

噪声: -99 dBm

Tx 速率: 173 Mbps

PHY 模式: 802.11ac

MCS 索引: 8

NSS: 2

测速

测速历史 单位/量程

124.93.206.3
中国联通

沈阳联通
沈阳联通
更换测速点 >>

你的网速相当于50M~100M宽带

网速课堂 自助排障

下载/Mbps
87.07

上传/Mbps
145.32

时延/ms
15 67 86

抖动/ms
2.89

游戏测速
18ms 极好

直播测速
47ms 极好

视频测速
55ms 良好

升级前：原宿舍速率
连接173Mbps→测速87Mps

已知网络

DLUFL

IP 地址: 172.20.3.235

路由器: 172.20.0.1

安全性: 无

BSSID: 62:85:c4:88:d7:e7

频道: 157 (5 GHz, 80 MHz)

国家/地区代码: CN

RSSI: -42 dBm

噪声: -94 dBm

Tx 速率: 1,200 Mbps

PHY 模式: 802.11ax

MCS 索引: 10

NSS: 2

DLUFL2.4

测速

测速历史 单位/量程

124.93.206.19
中国联通

沈阳联通
沈阳联通
更换测速点 >>

你的网速相当于500M~1G宽带

网速课堂 自助排障

下载/Mbps
605.02

上传/Mbps
408.71

时延/ms
11 25 12

抖动/ms
1.56

游戏测速
16ms 极好

直播测速
50ms 极好

视频测速
51ms 良好

升级后：宿舍速率测试
连接1200Mbps→测速605Mps

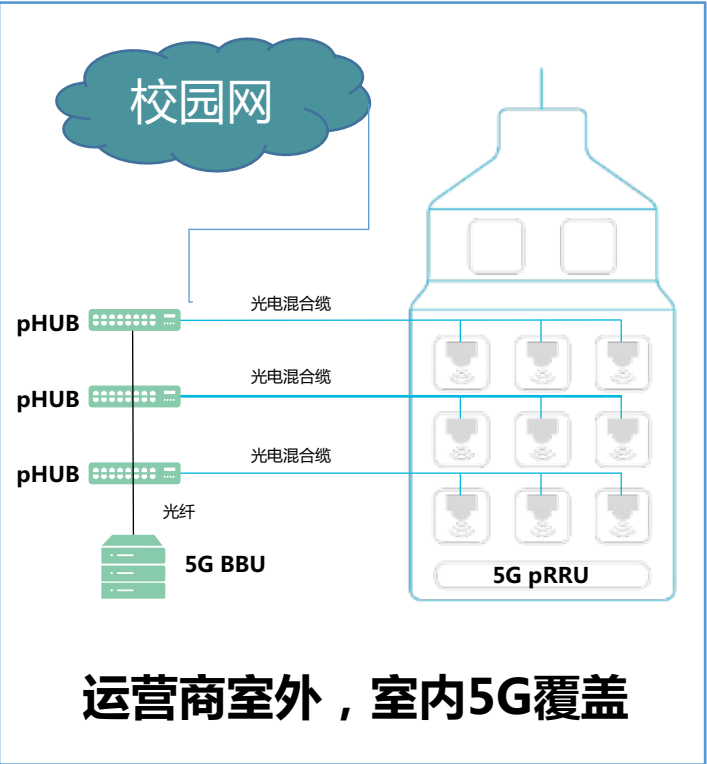
- ① 外语教学业务的变革
- ② 校园网遇到的问题与思考
- ③ 校园全光网络建设实践
- ④ 高校数字校园的展望



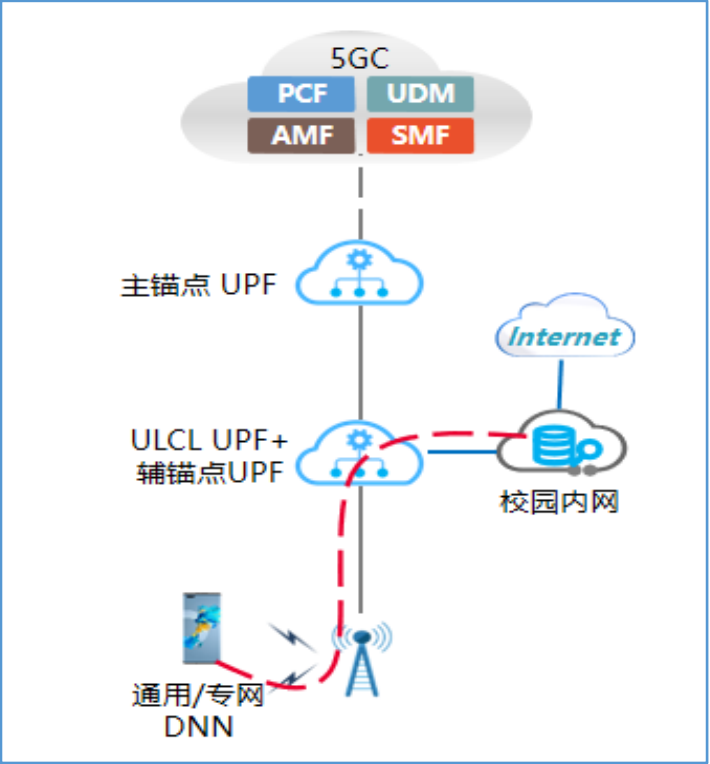
构建教育新型基础设施，打造多网融合的信息高速公路

- 在2021年10月，我校成功获批辽宁省高等学校数字校园试点建设项目
- 教育部办公厅、工业和信息化部办公厅发布《关于提高高等学校网络管理和服务质量的通知》
- 高等学校会同基础电信企业扩大5G信号在高等学校的覆盖范围，推动5G技术在校园的深入应用

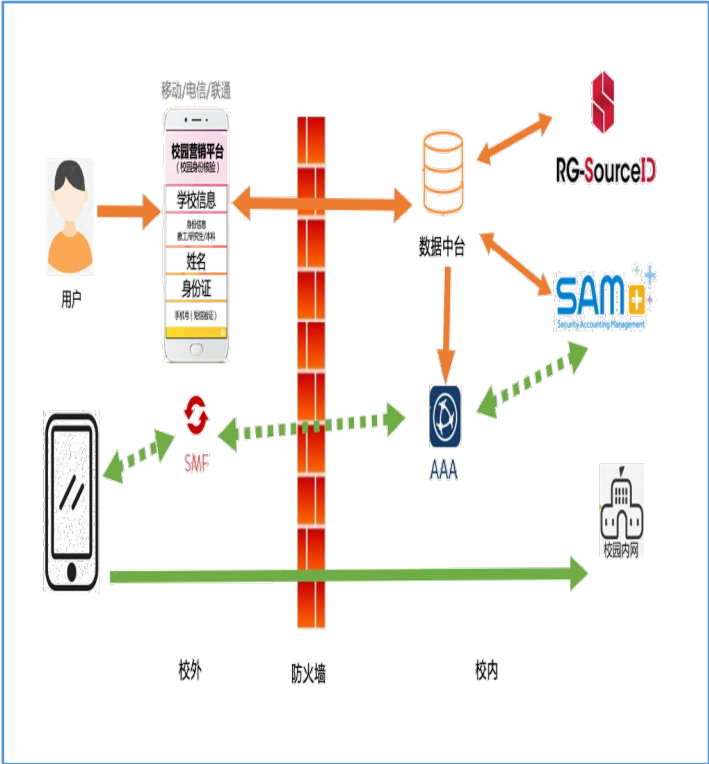
运营商室分覆盖



本地ULCL分流



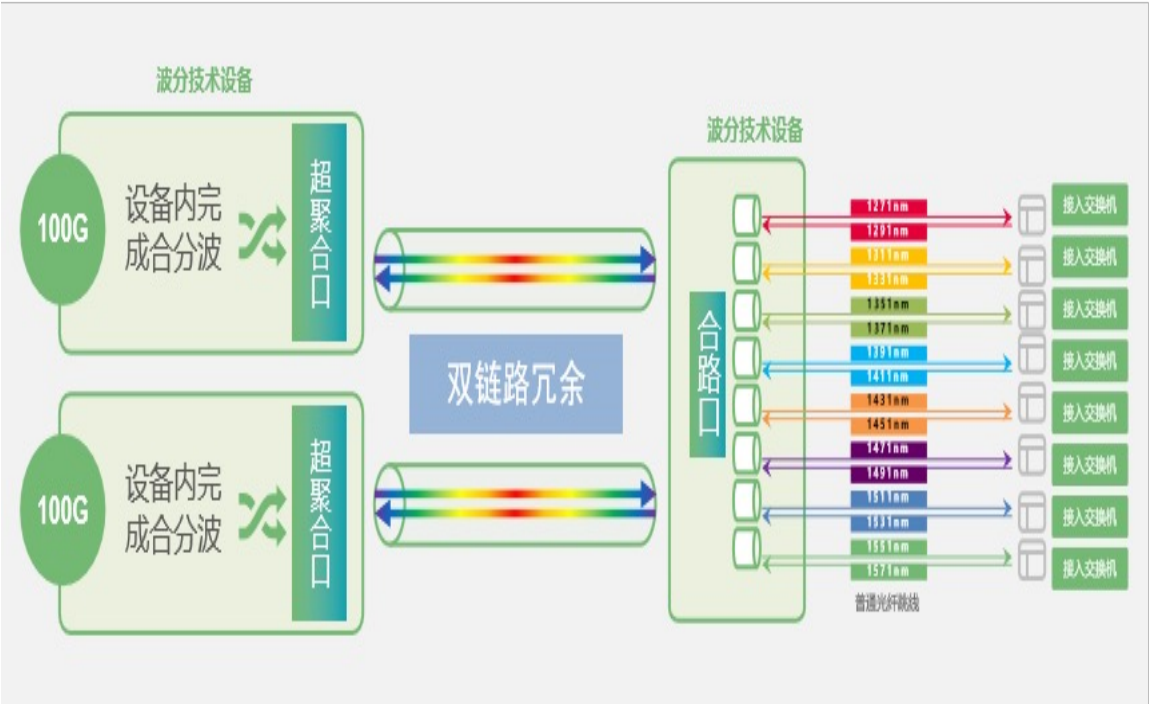
二次鉴权、身份认证



将探索教学新业务的更好支撑，研究新技术的跨界应用。



探索教学区全光网承载网建设，
满足教学区智慧教学环境



探索办公区全光网建设模式，
考察波分技术方案在园区使用



谢谢！

