



上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

# 深耕无线运行数据 精准提升上网体验

@2023 CERNET福州年会

汇报人：谢锐



# 目录



一

交大无线网建设情况

二

基于数据的精准运维

# SJTU无线网建设历程及使用现状

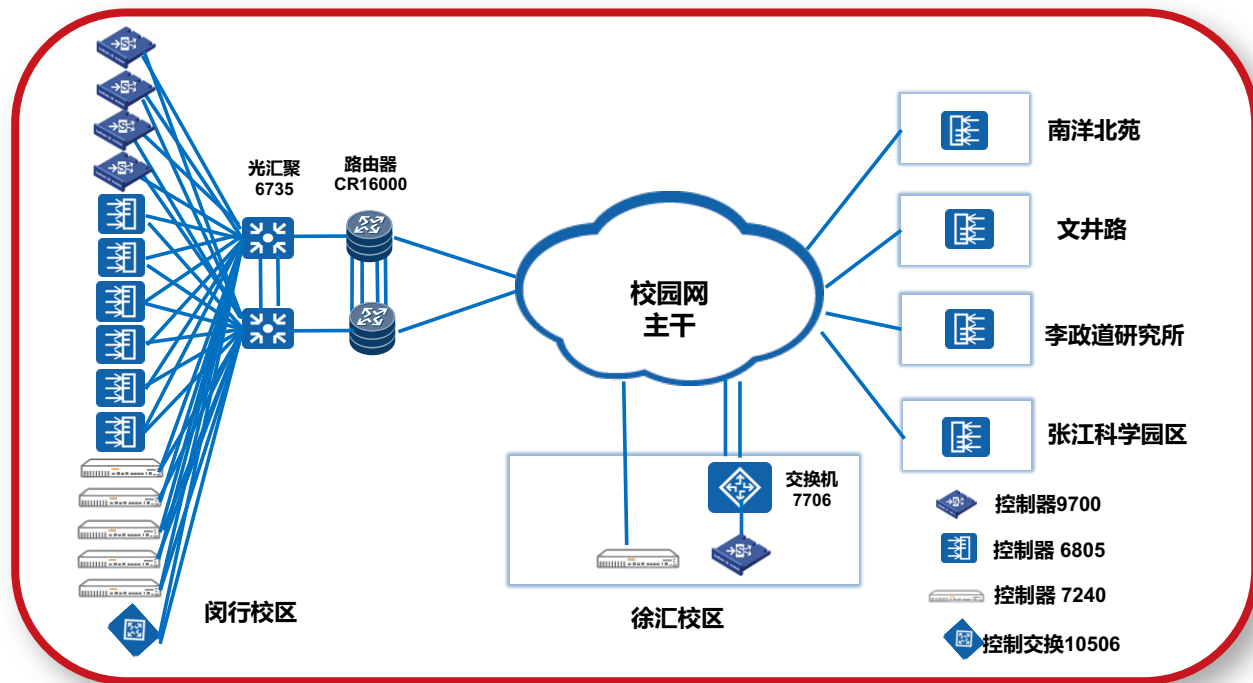


人未到网已成

## SJTU无线网建设历程



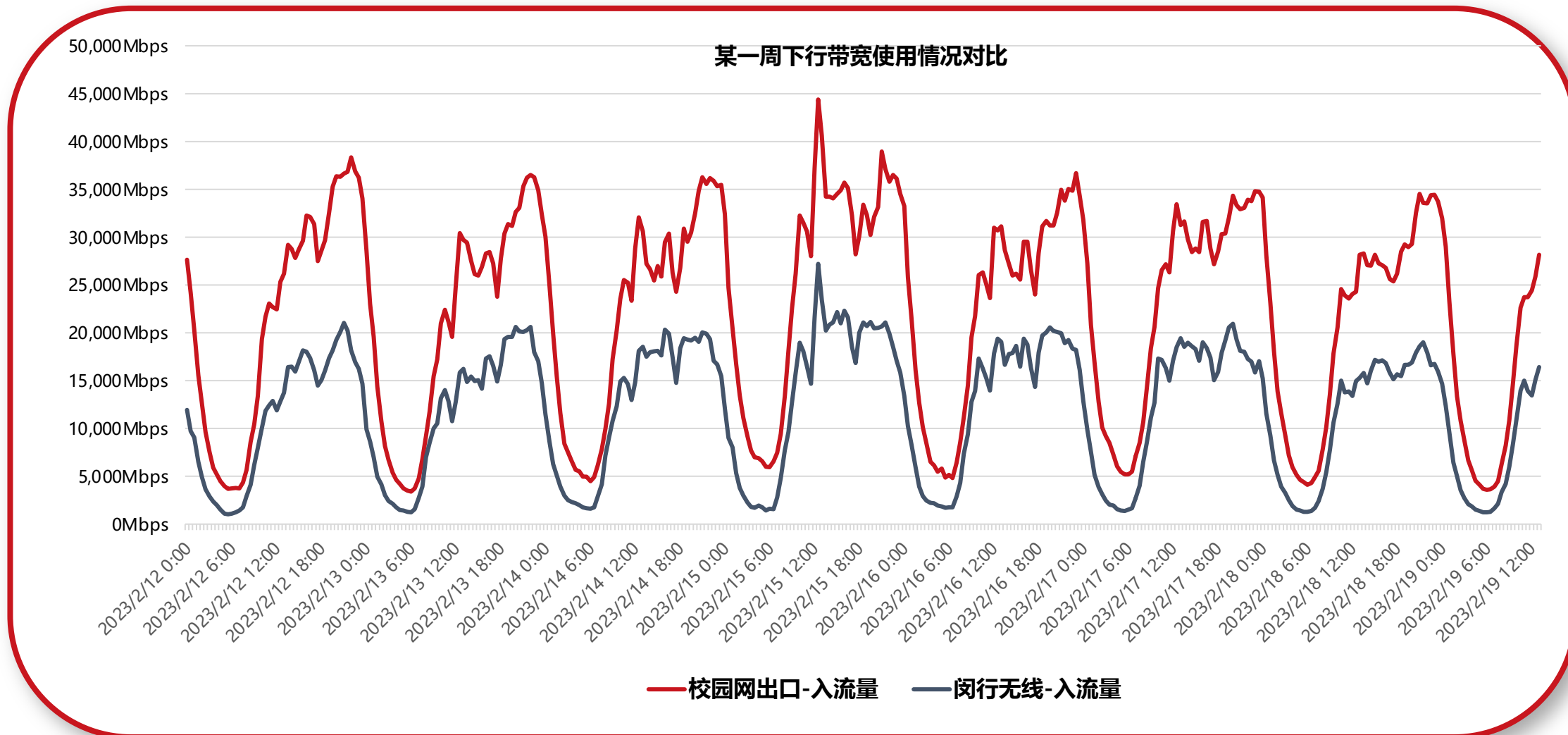
## SJTU无线网拓扑图



- 无线点位 3.1万以上
- 周活跃用户数5万以上
- 周活跃终端13万以上
- WI-FI 6用户使用速度可达800Mbps
- 无线网总流量峰值超过30Gbps



## 校园网出口入校流量中，无线网流量占一半以上





**我们的目标是：建设先进适用的网络。**

1、WI-FI 6

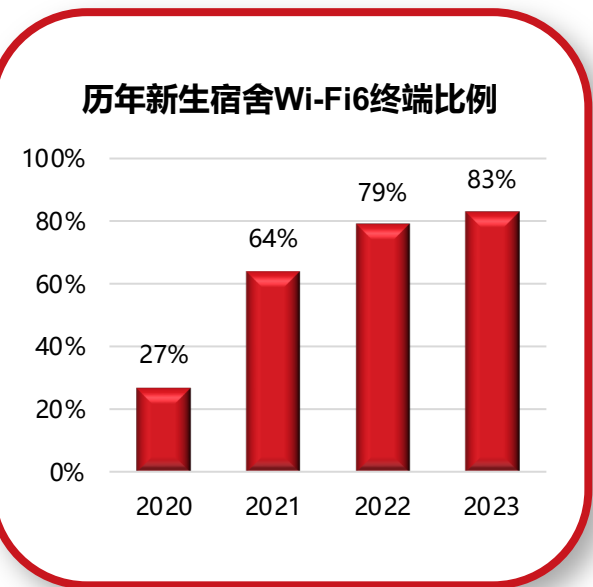
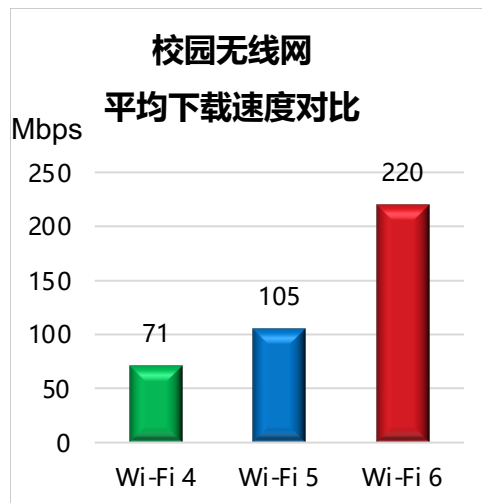


2、2.4Ghz关闭

(或2.4Ghz与5Ghz使用独立SSID, 并将2.4Ghz信号调至足够小)

3、采用双5G射频属于鸡肋

(目前只开了不到40%)



2023年宿舍新建无线网		现有宿舍楼无线网
Wi-Fi 4终端比例	5Ghz终端比例	Wi-Fi 6终端比例
<0.3%	>99%	71.1%

**终端发展趋势：**

- 1、5Ghz终端占主流；
- 2、Wi-Fi 6终端占主流。

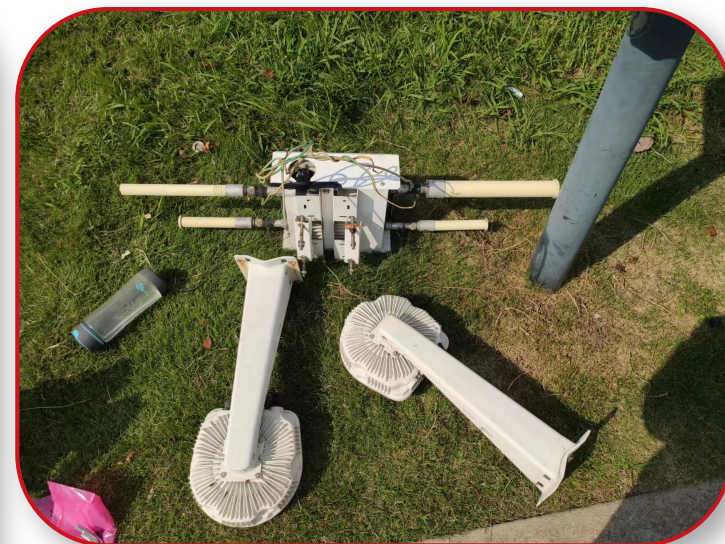
# AP部署原则



## 与用户单位事先沟通好区域功能:

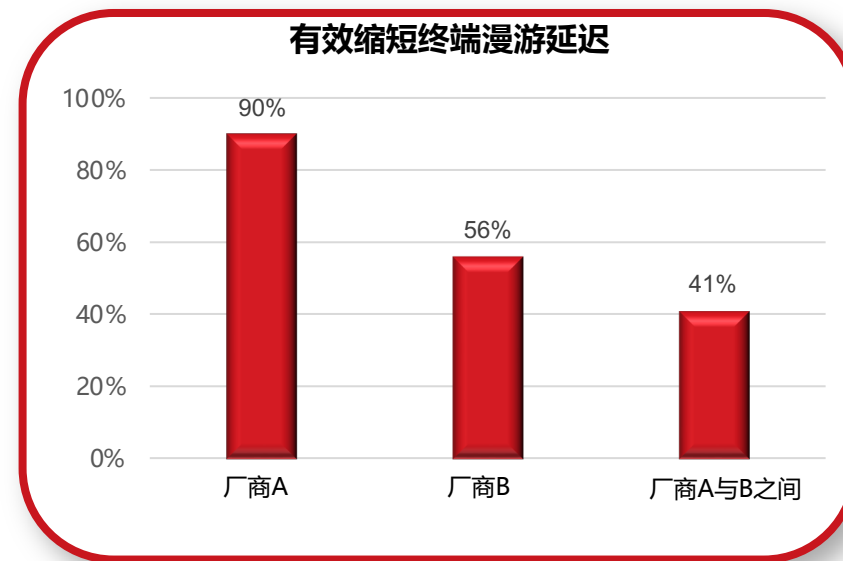
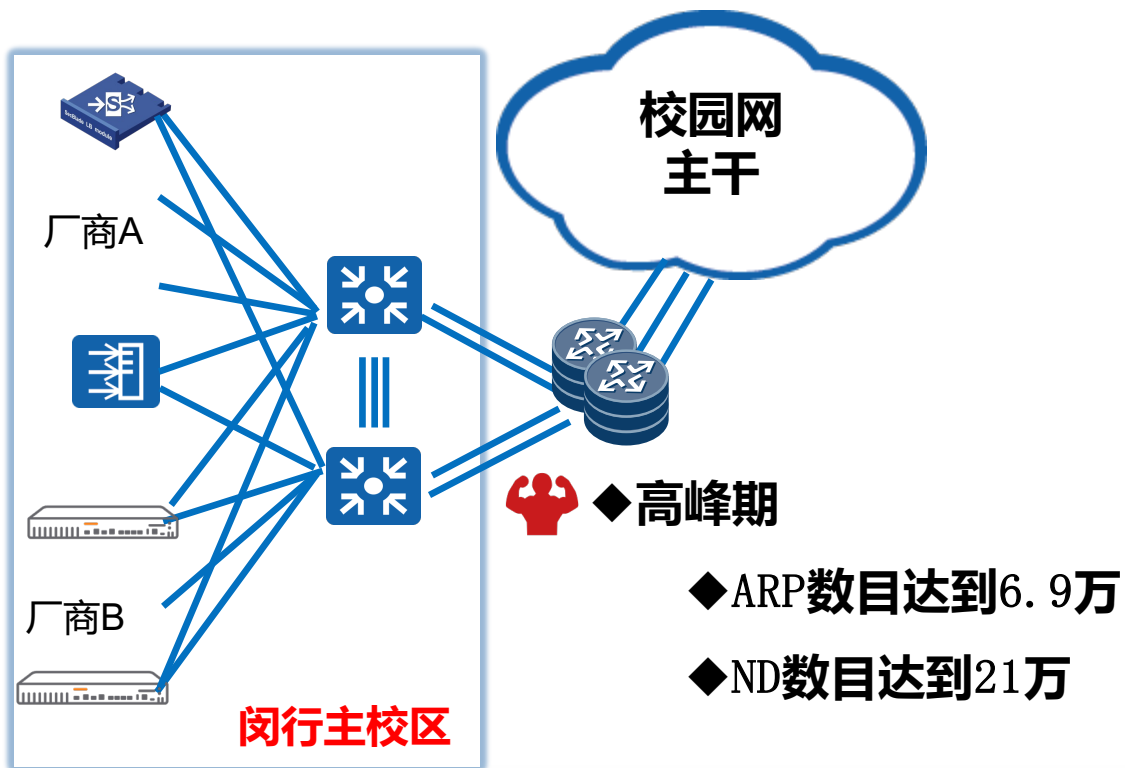
- 1、办公区：普通/高密放装
- 2、教学区：高密放装
- 3、宿舍区：面板或普通放装
- 4、室外不建议大规模部署（因为贵？）

密度分级	终端数	典型场景	典型部署方案	平米/人	单AP支持终端数	AP类型
低密度	较多	办公室、学生宿舍	1个AP, 14-20平米, 2-6人	5.00-7.00	10-20	面板AP、普通AP
中高密度	多	自习区、普通教室	1-2个AP, 120平米, 座位数60-80	1.50	50	高档AP, 内置全向天线
高密度	很多	图书馆、阶梯教室	5个AP, 400平, 座位数500以内	0.83	80-100	高档AP, 内置全向天线
超高密度	超多	体育馆、大型场馆	1个AP, 30平米, 座位数80	0.45	100-150	专用AP, 定向天线, 尽可能控制信号覆盖范围



ap_name	user number	time
MH-JX-ChenRuiQiu-3F-310	135	2023-04-24 10:37:39
MH-JX-ChenRuiQiu-3F-308	100	2023-04-24 10:37:39
MH-JX-XiShangYuan-1F-115-01	82	2023-04-24 10:37:39
MH-JX-XiShangYuan-3F-319-02	7	2023-04-24 10:37:39
MH-JX-DongXiaYuan-1F-112	67	2023-04-24 10:37:39
MH-JX-XiShangYuan-1F-115-03	61	2023-04-24 10:37:39
MH-JX-XiShangYuan-1F-100-03-CR	61	2023-04-24 10:37:39
MH-JX-ChenRuiQiu-3F-312	60	2023-04-24 10:37:39
MH-JX-XiShangYuan-1F-100-04-CR	42	2023-04-24 10:37:39
MH-JX-XiShangYuan-1F-100-05-CR	42	2023-04-24 10:37:39

教学区



提升跨控制器的漫游体验

无线统一网关

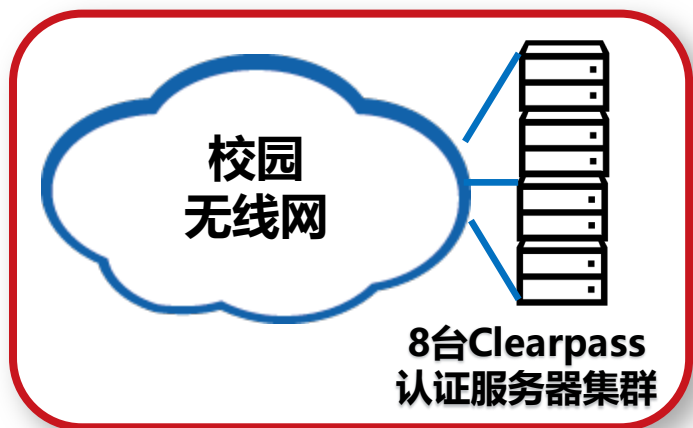
主要性能指标:

网关: 支持大于4万终端; 单业务ND $\geq$ 128K, ARP $\geq$ 64K, MAC $\geq$ 64K

汇聚交换机

汇聚: 支持大于8万终端; MAC $\geq$ 128K; 支持跨设备聚合





校内师生802.1X认证  
(支持AC快速协商  
密钥, 漫游体验好)

临时访客webportal

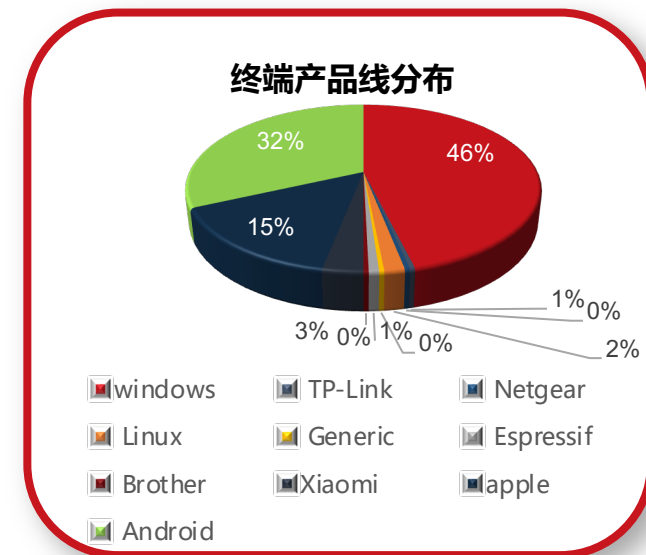
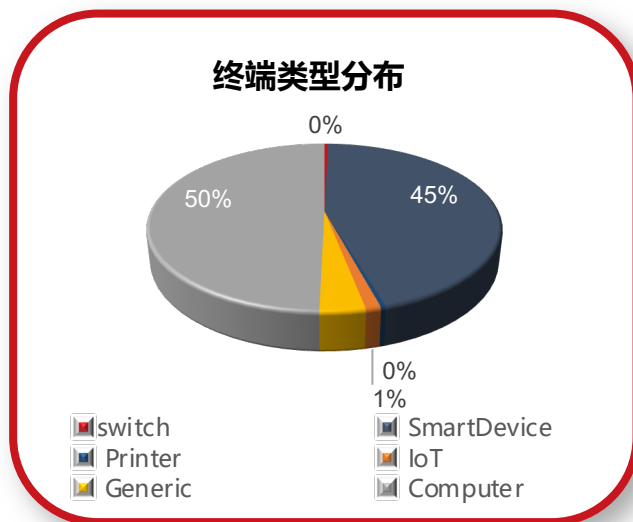


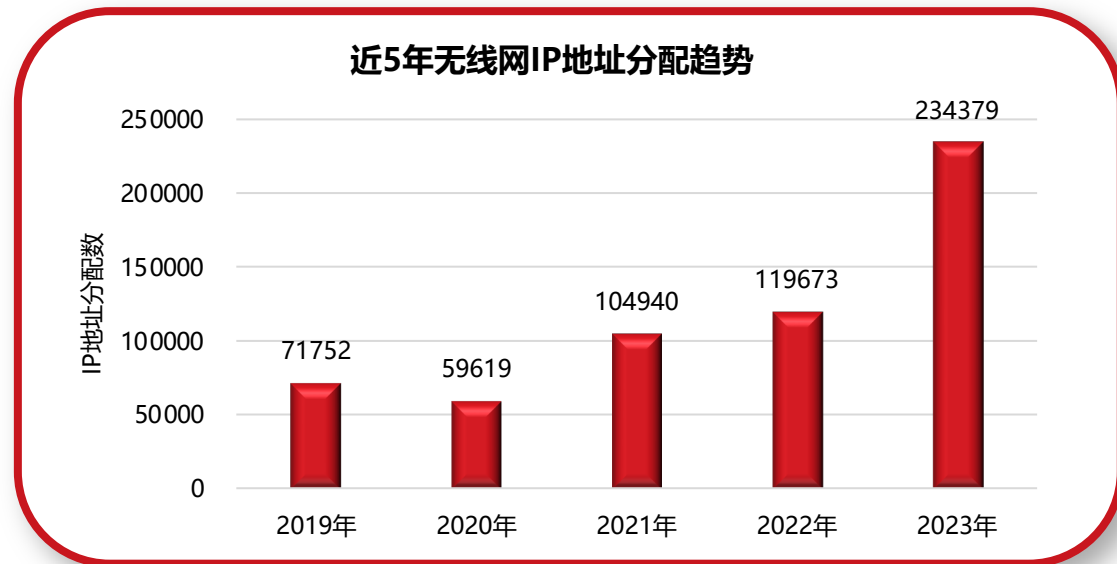
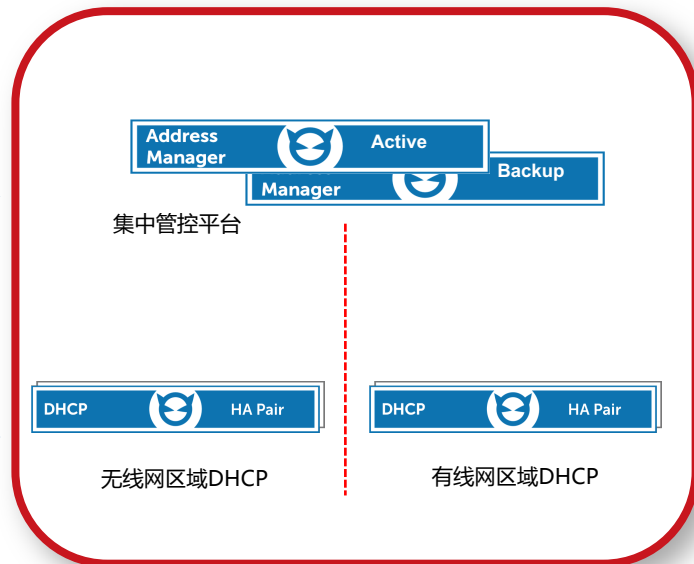
为8类业务提供认证

每周认证峰值次数3500万左右

## 认证系统支持终端指纹识别功能

- AC收到终端的DHCP请求报文, 同时转发至认证系统
- 宿舍有线网的DHCP请求报文同上





- 2019年使用专业DDI硬件设备替换win DHCP系统;
- 采用XHA高可靠部署, 无缝切换, 平稳运行;
- 高容量高并发设计
  - 突发情况下, 5分钟内能够完成所有地址的分配能力 (不低于1000 LPS);
  - 现网已分配23万个地址;
- DHCP日志量约120MB/天。

## 借助丰富的交大云平台资源，2021年开始大规模存储各类运行数据

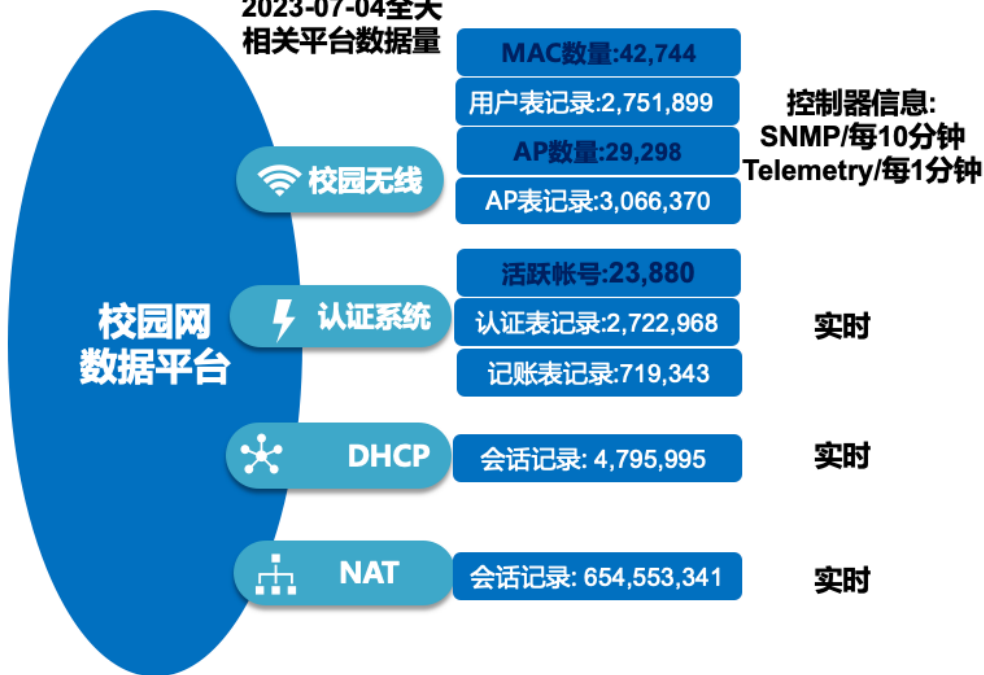
- 无线网络的运行状态
  - 终端指纹、射频、关联速度等
- 支撑无线的运行数据
  - DHCP/认证等

交大云  
16,000 CPU  
Intel 6148



用户侧	空口侧	网络侧	认证	DHCP
1、UserName 2、IP/MAC 2、终端指纹 3、网卡制式 (单频/多频、Wi-Fi4/5/6)	AP_name(AP_type/user_number/24G_ChUtil/5G_ChUtil/ 24G_ChInterfere/5G_ChInterfere)/RSSI/radio/Connect_RxRate/Connect_TxRate/Real_RxRate/Real_TxRate/time	1、接口丢包率 2、ARP表 3、ND转发表 4、AP上行速率	用户认证次数排名 / 短期内认证次数异常等	地址分配失败情况等

2023-07-04全天  
相关平台数据量

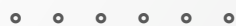






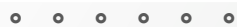
## 终端侧

- 弱信号 (RSSI < -75)
- 关联速度慢 ( < 60)
- 只支持2.4G
- wifi4终端
- 优先接入2.4G
- 台式机+无线网卡
- AP下其他终端没问题



## 网络侧

- wifi4 AP
- 高信道利用率
- 高干扰
- 在线终端数太多
- 乒乓漫游
- AP上行非千兆
- CPU/内存 > 50%



## 其他原因

- DHCP/关联/认证失败率
- 漫游丢包率
- 存在潮汐流量
- 布局变化
- 不符合规划
- 室外AP



## 简单的量化指标

室内视距范围内RSSI -70dBm以内

校内speedtest Wi-Fi 6 终端 40Mhz, 速度不低于250Mbps

单个AP: 小型办公区可用终端数10, 中型及会议室可用终端数20-30, 教室可用终端数50

# 目录

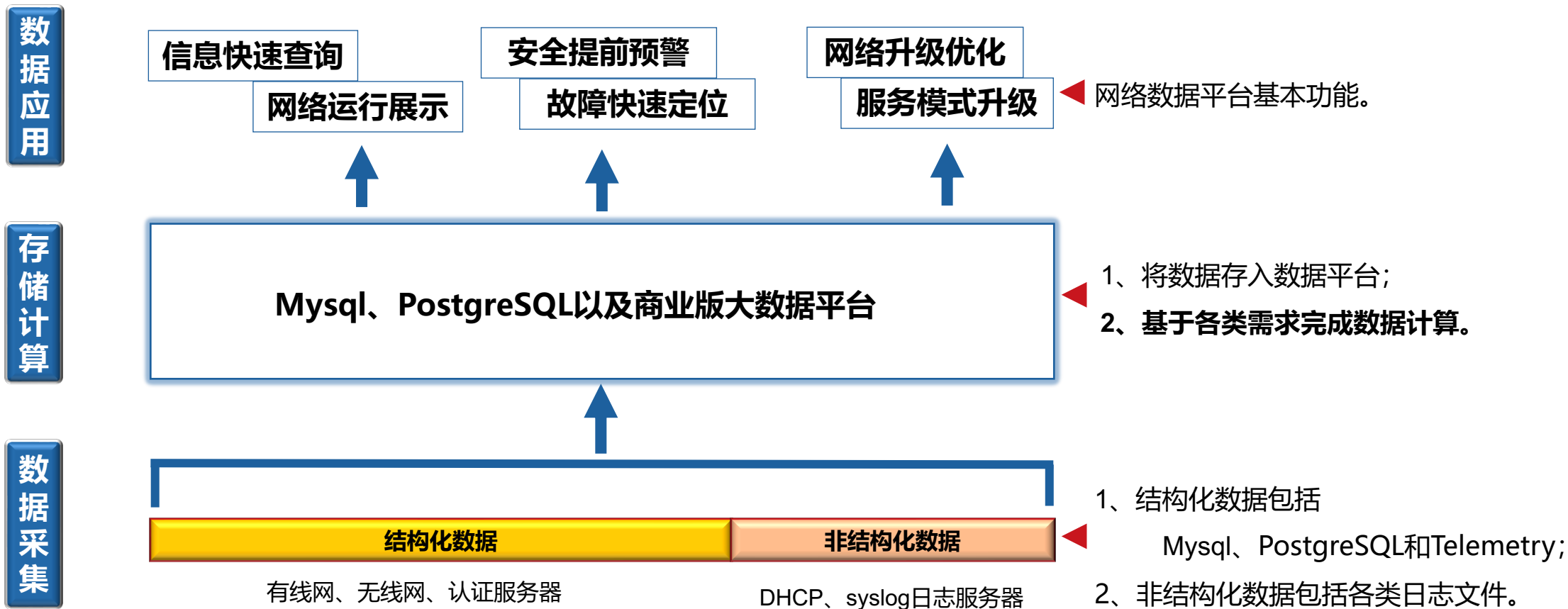


一

交大无线网建设情况

二

基于数据的精准运维

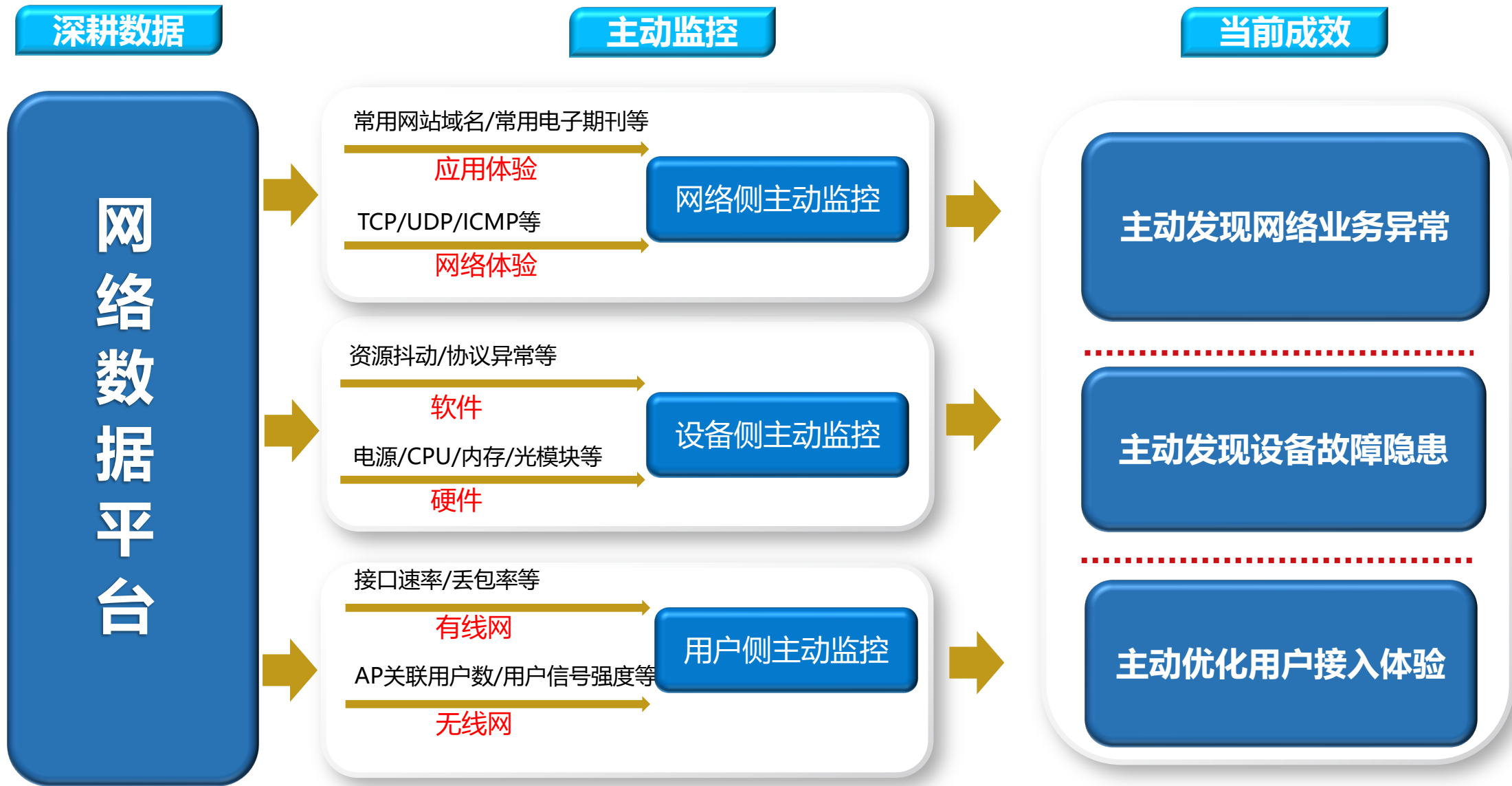


## 成效:

- 将异构的数据存入数据平台, 规范化、格式化;
- 为未来大数据应用打下基础。

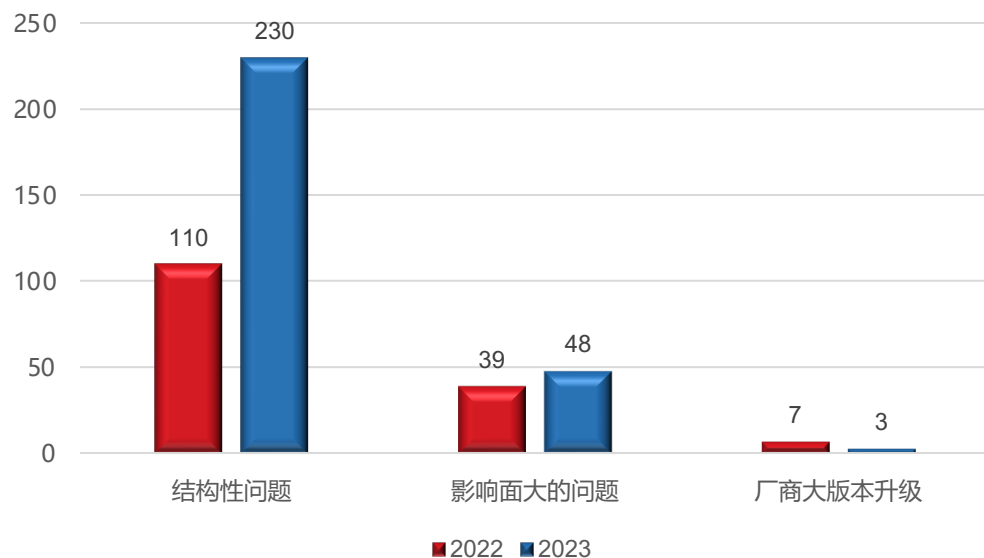


# 网络数据应用-校园网质量主动监控



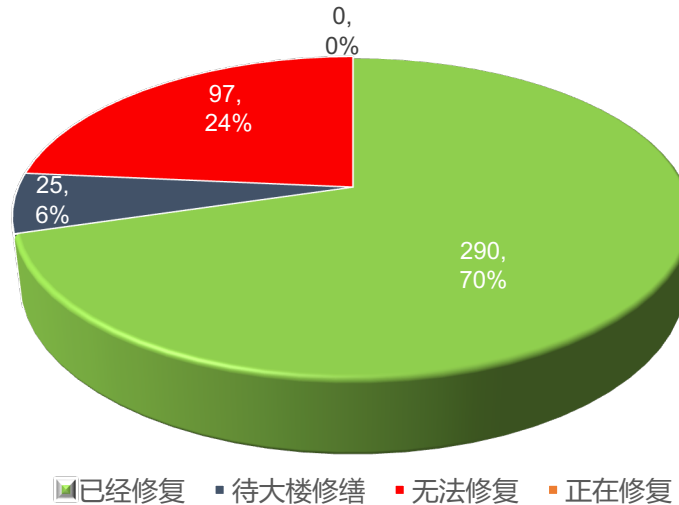
## 无线网络问题

发现的网络问题与厂商升级次数



## 低速线路问题

修复状态



修复后，使得AP上行连接速度恢复为千兆

## 每周空口质量报告

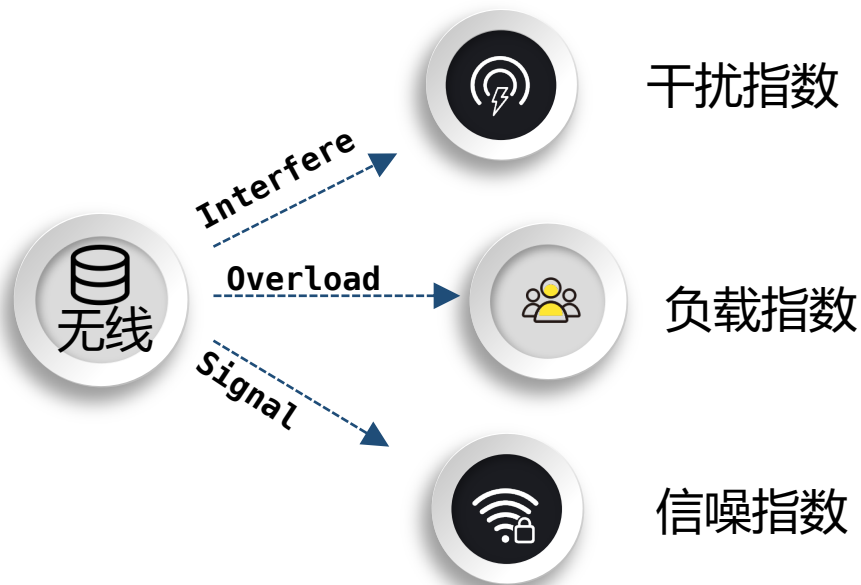
统计**校园网无线物理层**

**(空口)**。识别异常，  
梳理问题：

- AP各个频段干扰率  
(**>50%**) 异常次数
- AP关联终端数目过高  
(**>50**) 次数
- 关联用户平均RSSI较  
小 (**<-75dBm**)

## 结构性问题

### 基于空口数据分析用户上网体验



截止到2023年11月12日16:00



### 同频干扰

255个以上位置  
干扰突出



### AP下终端过多

每周Top10



### AP下信号过弱

每周Top10

问题梳理定位实例：

- 1) 用户房间AP与用户自用路由器存在较大干扰
- 2) 部分AP与监控摄像头之间存在明显干扰
- 3) 西区教学楼部分教室干扰较大



## 结构性问题

### 针对同一房间内不同AP终端关联数差异较大问题



#### step1

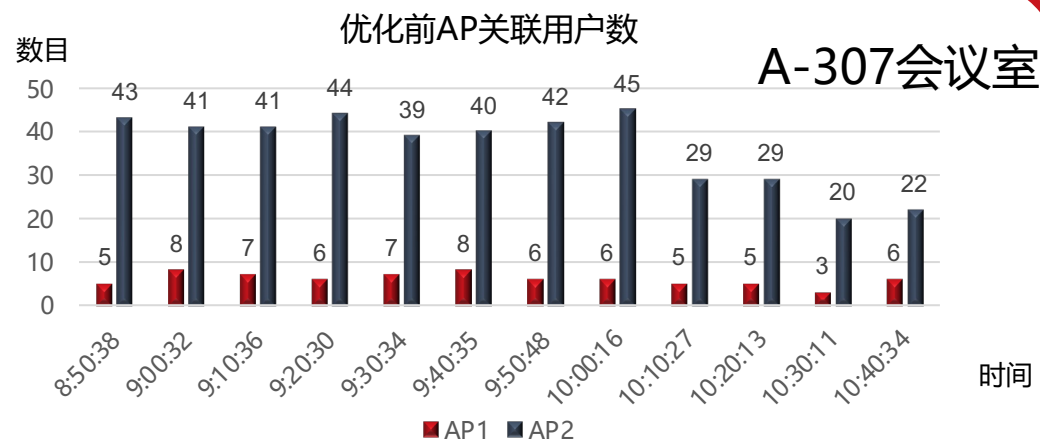
- 1、单个AP终端数多 (厂商1、厂商2 普通 > 20, 高密 > 30; 厂商3普通>40, 高密 >60)
- 2、相同房间不同AP终端数之差大于20

#### step2

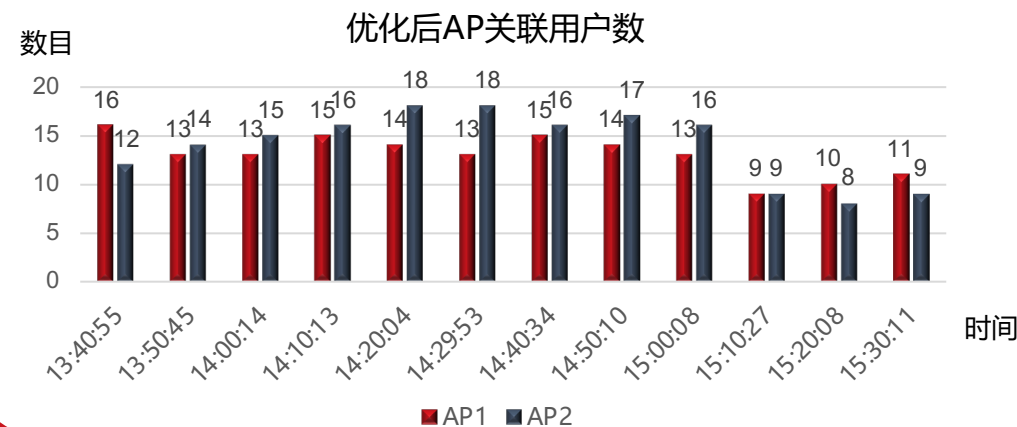
- 3、符合条件1) 和条件2) 的计算结果触发预警

#### step3

- 4、每周对预警数据进行归并排序, 优先对报警次数多的房间进行优化

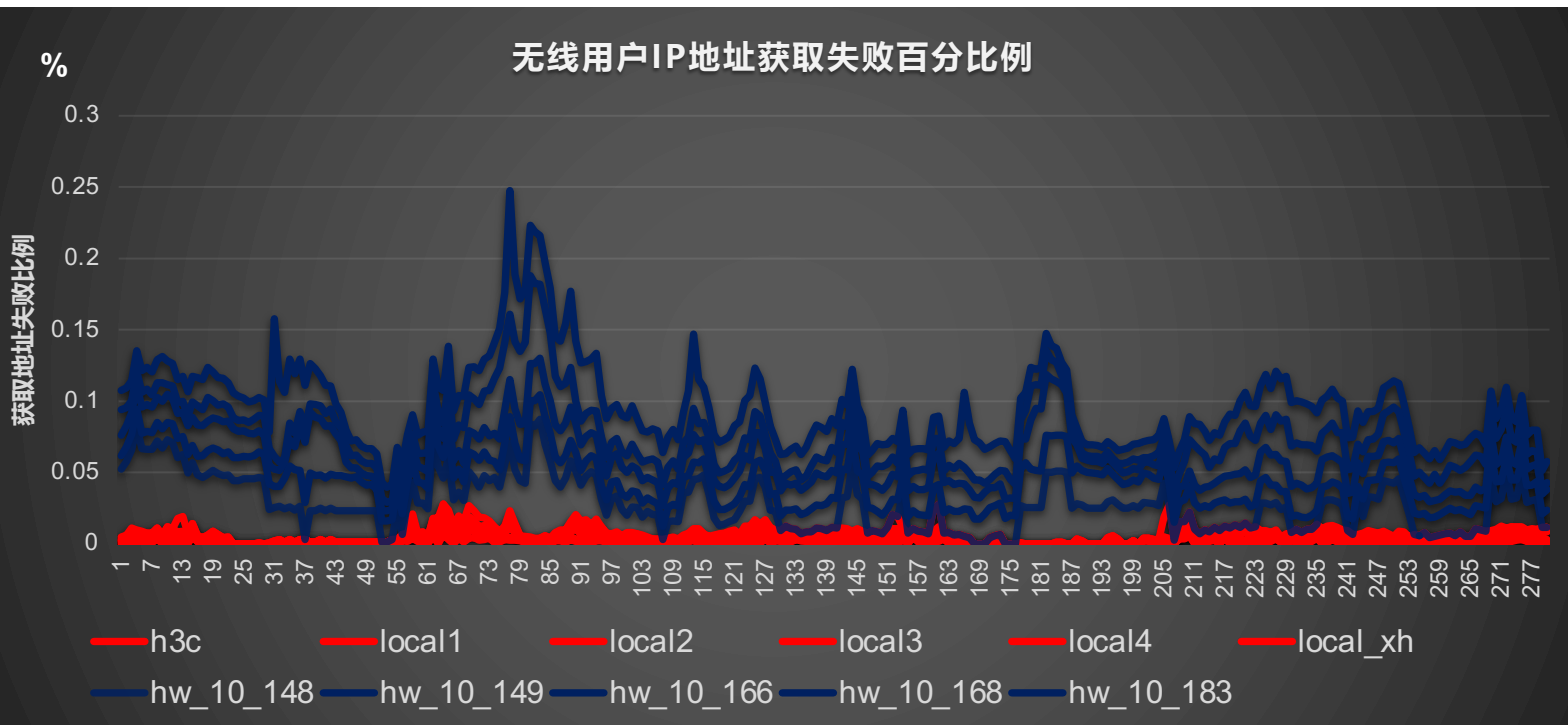


调优前: 终端关联失衡



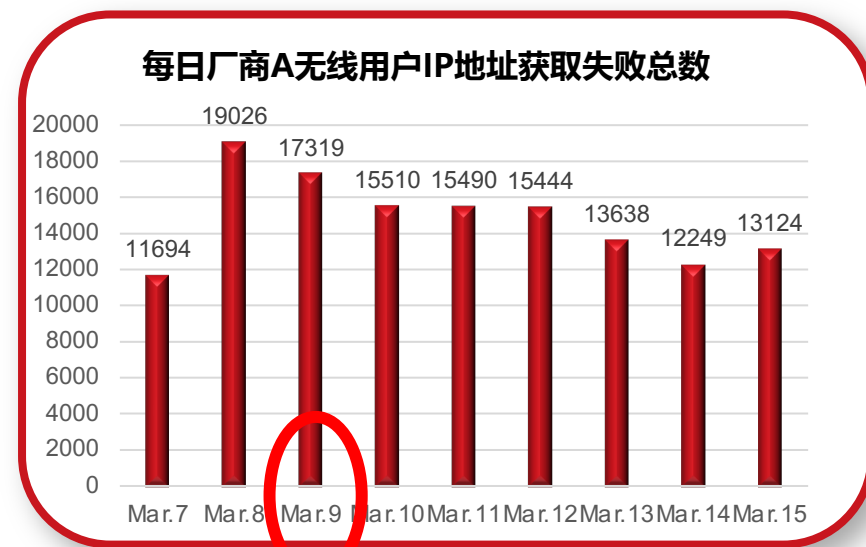
调优后: 终端负载均衡

## 结构性问题



每10分钟对全网采样一次，统计在线的终端+IP地址数

2022-02-24-21:22:56 ~ ~ ~ 2022-02-26-19:50:01

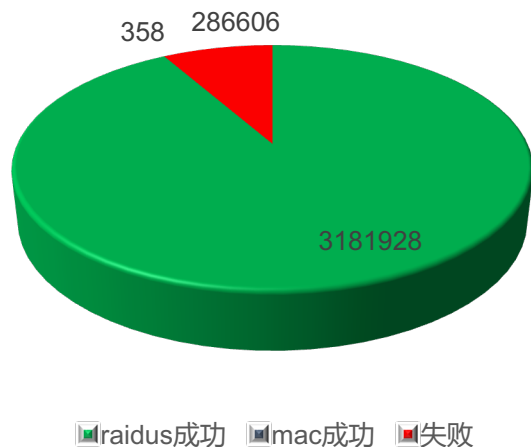


封校

- 1、排除因为漫游导致大量IP地址获取失败的可能性。
- 2、排查DHCP服务器，未发现问题。
- 3、提交厂商查找原因后软件升级解决。

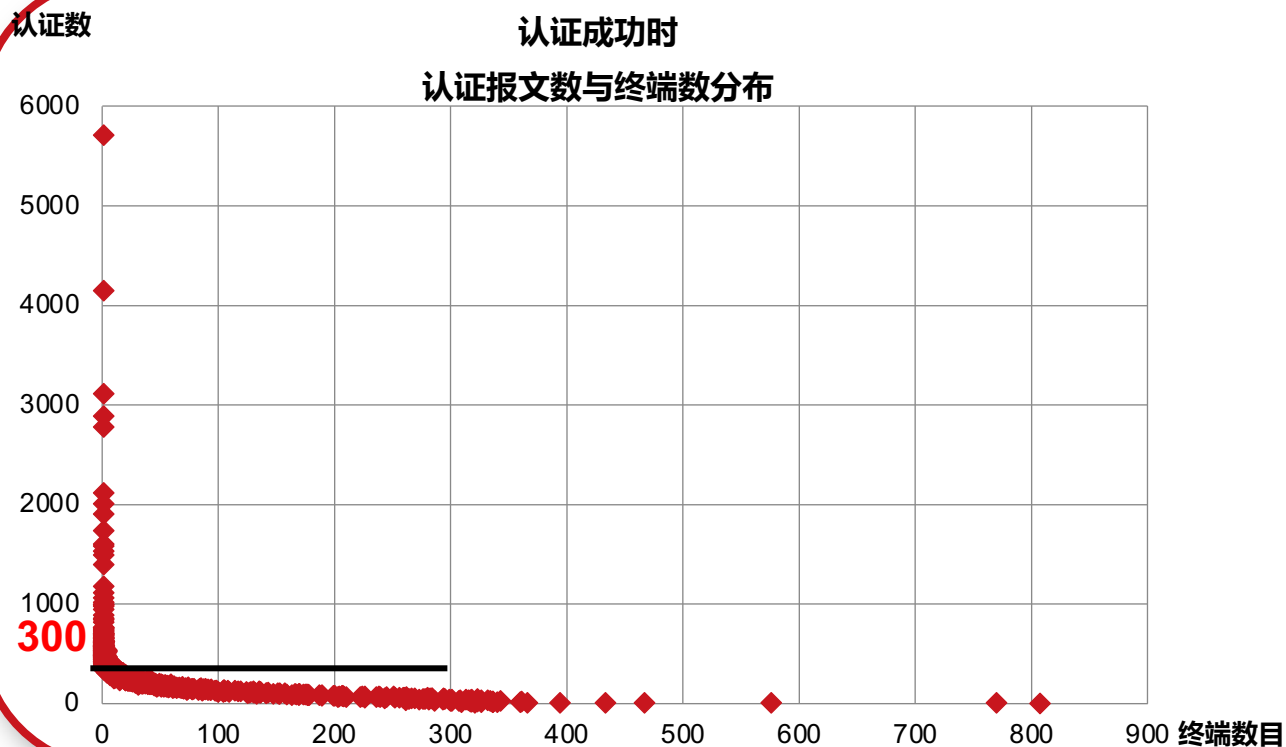
## 结构性问题

### 3/4日认证报文统计



3月4日，认证成功3,181,928次请求中：

- 1、发送请求300次以内的有37,474个MAC，占MAC总数的97.48%，其中有807个MAC只发送一次认证请求。
- 2、单个MAC请求超过300次（最多的一个MAC认证近6000次）的，有276个，发起的认证请求数之和占成功总请求数的12.78%。



### 工作举措：

- 1) 主动联系异常认证用户，提醒修改密码；
- 2) 关注持续频繁认证的用户，优化终端配置，降低认证系统开销。

# 校内测速 (1) --用户主动随时测速



“交我办”  
APP





# 用户可实时查询报修进度



## “交我办”APP



报修实时进度-1

### 无线网络报修

[查看报修单](#)

流水号: 13555290



报修实时进度-2

# 校内测速 (2) --用户被动随机测速



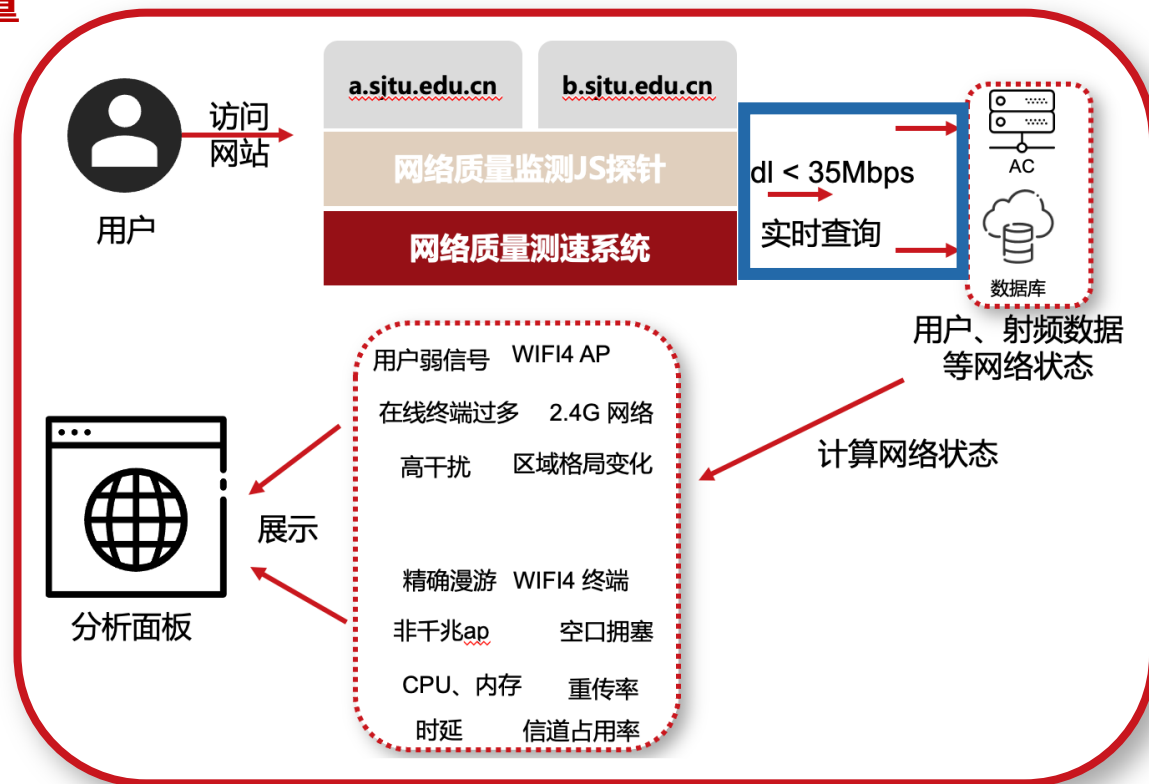
## 校内速度

在**特定网站**中加载**网络质量测速JS脚本**。

- 当用户访问特定站点时, 会**自动检测Ping值和加载5MB的图片下载**。
- 实时计算下载速率:

$$dl \text{ 速度} = \frac{5MB * 8}{\text{完成时长}}$$

## 测速原理



## 当前进展

3月30日上线,  
截止到2023年11月15日15:00

校内网站  
40个

无线网IP  
17万个

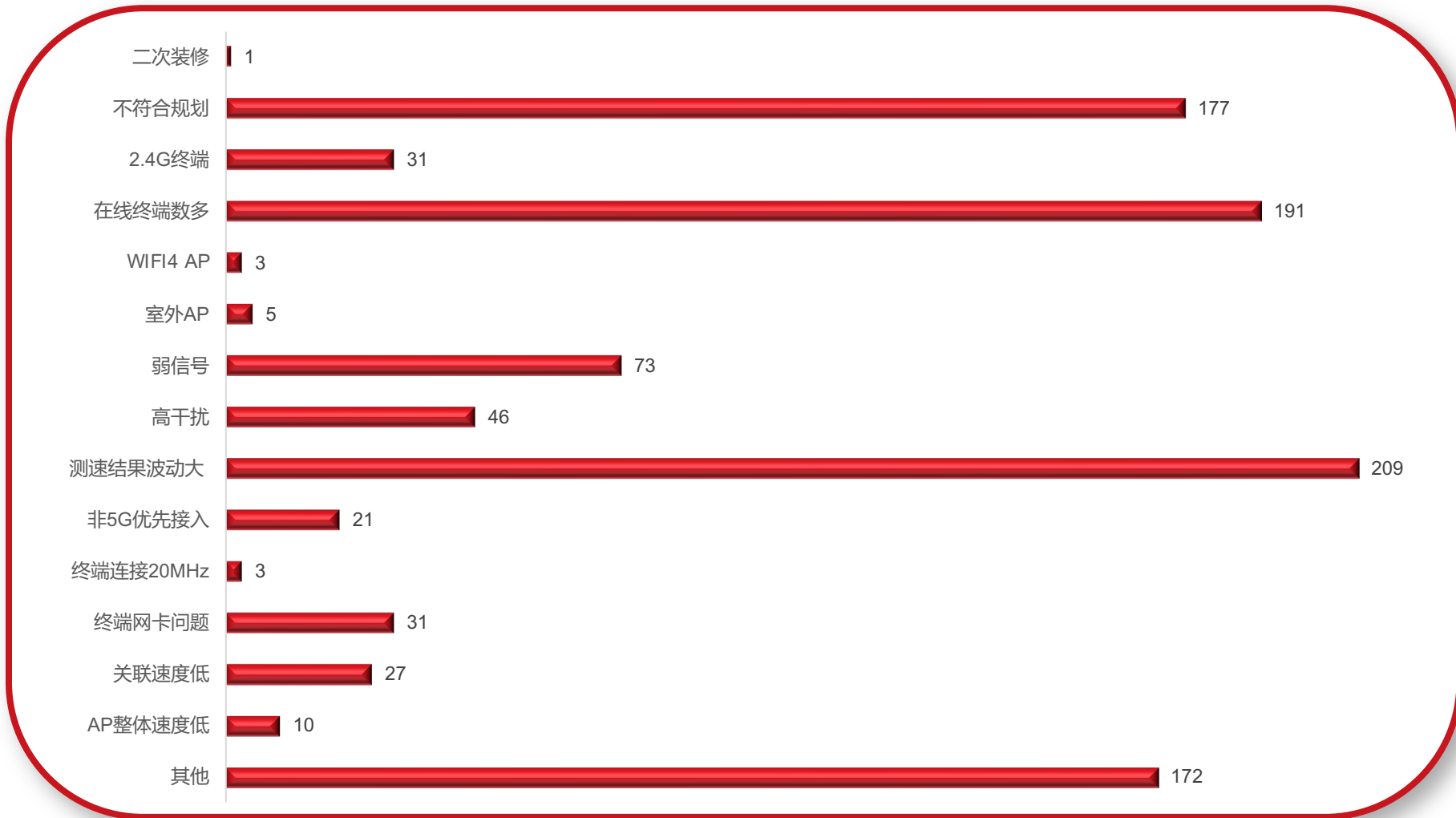
测速次数  
2022万+

# 每周1000个网速不佳用户原因分析



为每一条网速不佳的数据打上标签。

#2.4G终端#在线终端数多#弱信号#高干扰#测速结果波动大#非5G优先接入#终端连接20MHz#终端网卡问题#非5G优先接入#二次装修#。 。 。 。 。



# 每周网速不佳用户待关注列表



线上：每周待关注看板

网络数据分析平台

网络测速

### 网络测速看板

#### 每周待关注清单

4030 条记录

编号	问题类型	记录日期	IP	MAC	AP名称	最小测速	最大测速	网卡厂商	AC控制器
5858	弱信号	2023-11-13...	10.167.34.23	50:e0:85:5...	MH-BG-ZhuanHu...	2.39	2.92	Intel Corporate	Station MAC : 50...
5826	关联速度慢	2023-11-13...	10.180.53.30	b0:35:9f:0...	MH-BG-JiXieDon...	1.88	9.07	Intel Corporate	Station MAC : B0:35...
5974	在线终端数太多	2023-11-13...	10.181.151.74	34:f3:9a:0...	MH-BG-WeiDianZ...	2.34	11.71	Intel Corporate	Station MAC : 34:F3:...
6117	其他	2023-11-13...	10.167.241.20	3c:21:9c:1e...	MH-BG-ZhuanHu...	2.52	5.88	Intel Corporate	Station MAC : 3C:21:...
5914	在线终端数太多	2023-11-13...	10.160.158.2...	d8:f8:83:8...	XH-BG-XinShang...	0.99	8.59	Intel Corporate	Station MAC : D8:F8:...
6043	其他	2023-11-13...	10.181.89.29	bc:6e:e2:f8...	MH-BG-JiXieDon...	1.65	9.71	Intel Corporate	Station MAC : BC:6E:...
6039	其他	2023-11-13...	10.167.46.225	70:a8:d3:7...	MH-BG-ZhuanHu...	1.59	9.24	Intel Corporate	Station MAC : 70:A8:...
5985	在线终端数太多	2023-11-13...	10.167.92.222	74:a6:cd:af...	MH-BG-MiXiGen-...	2.61	10.33	Apple Inc.	Station MAC : 74:A6:...
6065	其他	2023-11-13...	10.168.235.28	d8:f3:bc:d...	XH-BG-JiaoSanB...	1.99	5.75	Liteon Techno...	Station MAC : D8:F3:...
5884	高干扰	2023-11-13...	10.180.75.249	f8:94:c2:8...	MH-BG-XinTuShu...	2.21	4.6	Intel Corporate	Station MAC : F8:94:...
5971	在线终端数太多	2023-11-13...	10.167.154.140	08:71:90:1...	MH-BG-ZhuanHu...	2.25	11.66	Intel Corporate	Station MAC : 08:71:...
5942	在线终端数太多	2023-11-13...	10.160.162.8	90:78:41:1...	XH-BG-FaXueLou...	1.51	4.84	Intel Corporate	Station MAC : 90:78:...
5870	高干扰	2023-11-13...	10.180.11.96	60:e3:2b:5...	MH-BG-XinTuShu...	1.41	2.42	Intel Corporate	Station MAC : 60:E3:...

```
Station MAC : 50:E0:85: [redacted]
AP ID : 219801A1B38191E002VM
AP name : MH-BG-ZhuanHuaYiXueLou-4F-S400-7
AP Assoc client : 12
H3C Station RSSI : 23
Station TX Rate : 78
Channel : 48
```



# 每周网速不佳用户现场处理列表



线下：每周现场处理

现场照片	协商速度/频谱	测速照片	ap_name	problem	原因分析	厂商建议	处理记录	recor	ip	mac	mir	max	dur	
			WI-JX-ChenKuiQiu-1F-	关联速度慢	现场测试正常，关联终端多	信道60，eirp9，AP为隔间	已调整eirp15至20		2023/11/6	10.180.93.48	5c:ba:ef:0d:	2	2.65	2.501
			WI-BG-YaoXiaoLos_7-5F	关联速度慢	现场测试正常，玻璃隔间，存在调高信号强度		已调整eirp21至23		2023/11/6	10.180.49.124	48:5f:08:81:	1.23	3.59	4.069
			WI-JX-XiXiaoYuan-2F-2	高干扰	学生上课终端多，信道利用率高	信道52，eirp15，接入终	已开启双射频		2023/11/6	10.181.185.161	3e:d9:fc:e9:	1.27	1.91	3.922



线上线下一体化形成闭环

< 终端数多

20231030周1030-1105

20231106周弱信号、终端数多

20231106周1106-1112最差AP

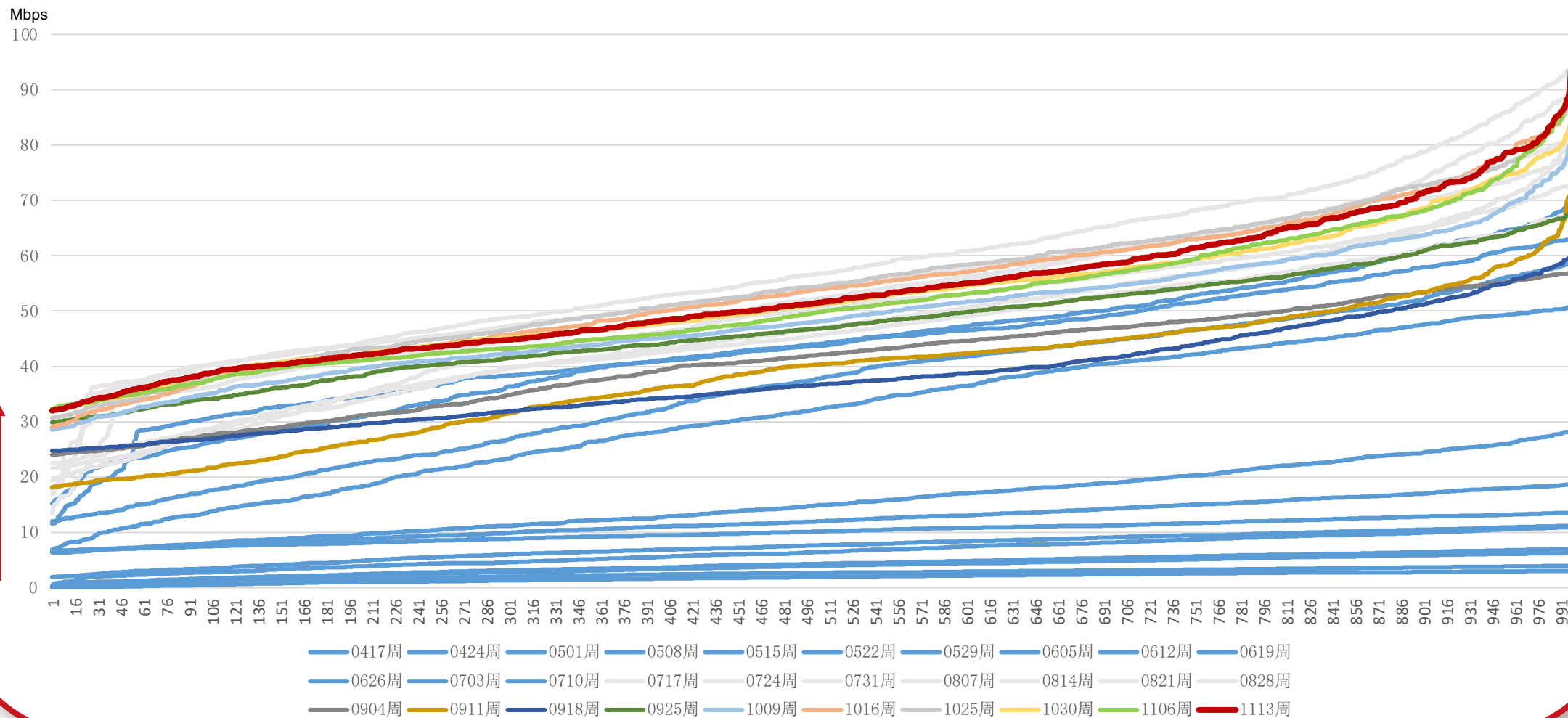
20231113周1113-1119最差AP

>> ... +

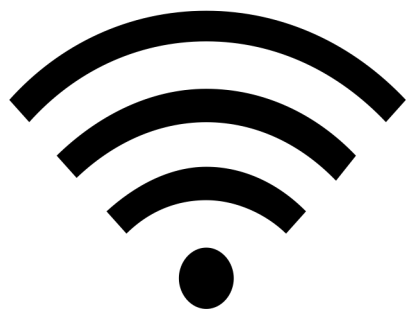
# 每周无线用户最低网速提升趋势 (截止11月17日)



### 三十周网速最差1000个IP地址分布情况



尾部用户最差速率每周在提升改善, 已将大部分用户最差速率提升至三星以上



- 关于无线网络



- 关于运维数据

# 请批评指导

