



北京邮电大学

Beijing University of Posts and Telecommunications

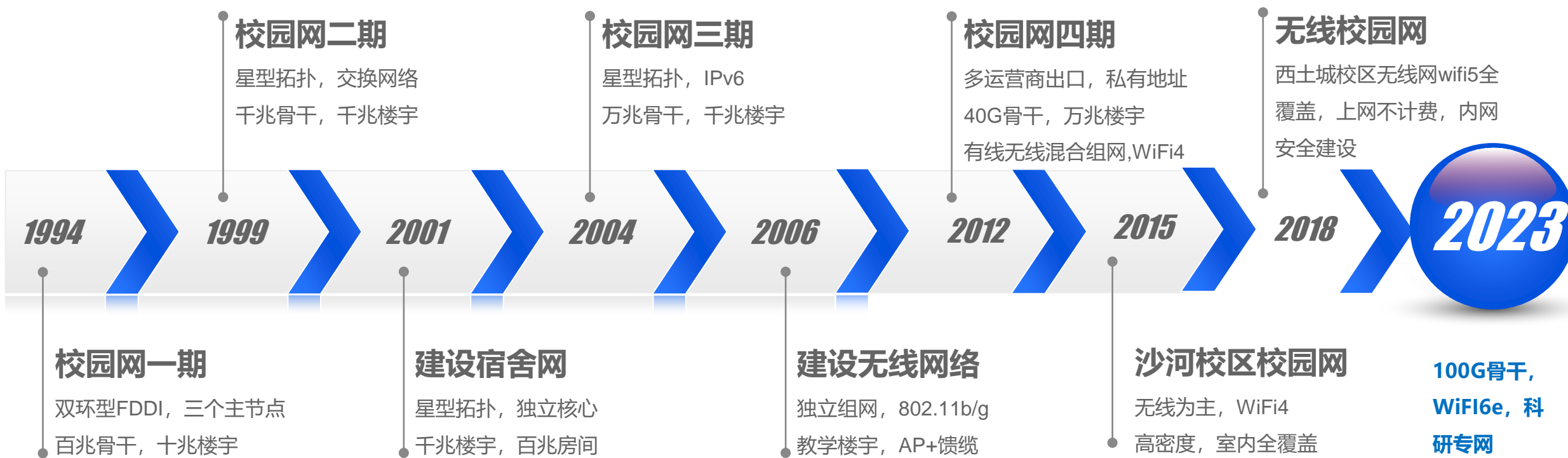
IPv6工程部署技术实践

北京邮电大学
信息化技术中心
王振华



❖ 校园网历史

- 始建于1994年，是和中国教育和科研计算机网（CERNET）同步诞生的中国最早的大学校园网之一。同时北京邮电大学也是创建CERNET的十所大学之一



❖ 校园网出口结构

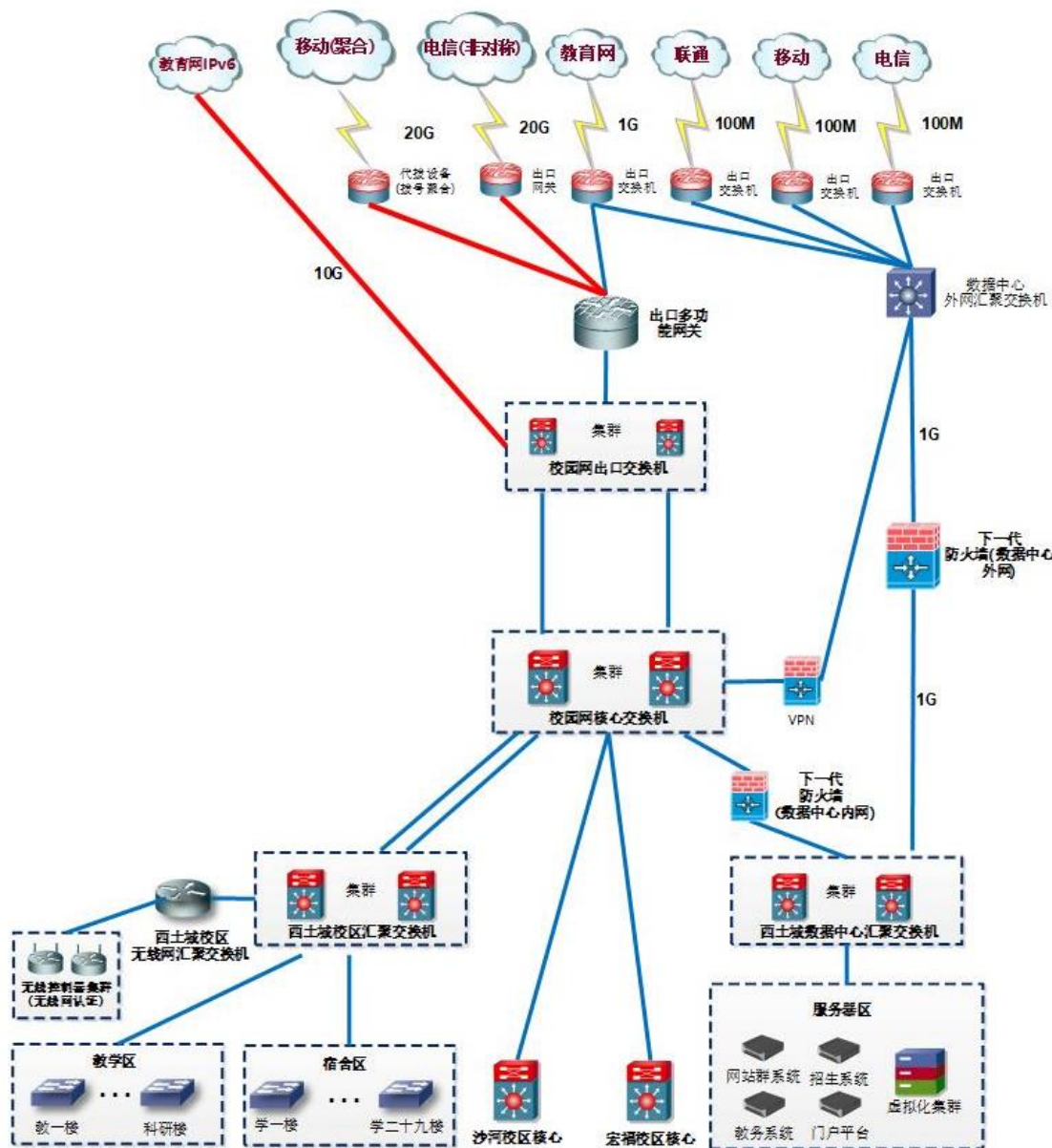
- 校园网IPv6出口包括教育网专线出口和多运营商高带宽出口，目前出口带宽情况：教育网IPv6专线出口10G，移动聚合20G，电信非对称20G。

❖ 按地理位置分

西土城路校区 沙河校区 宏福校区

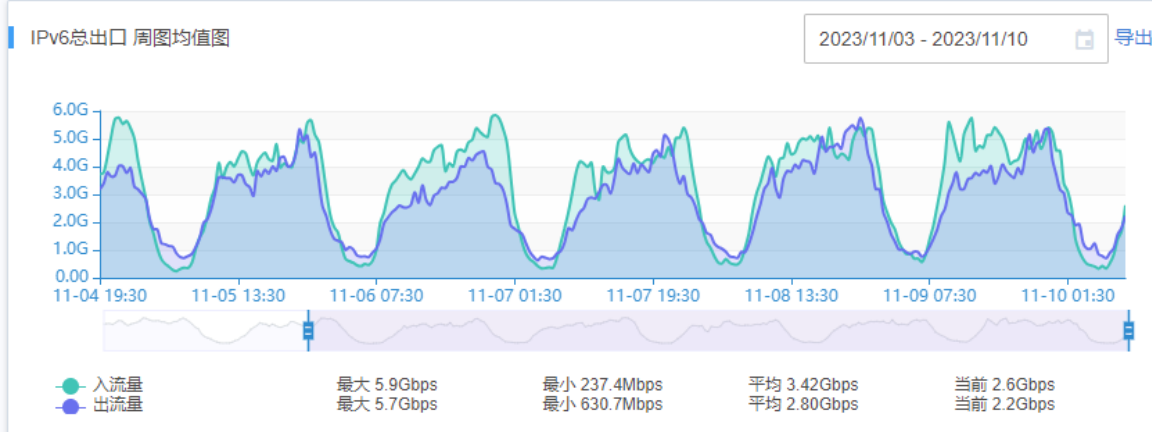
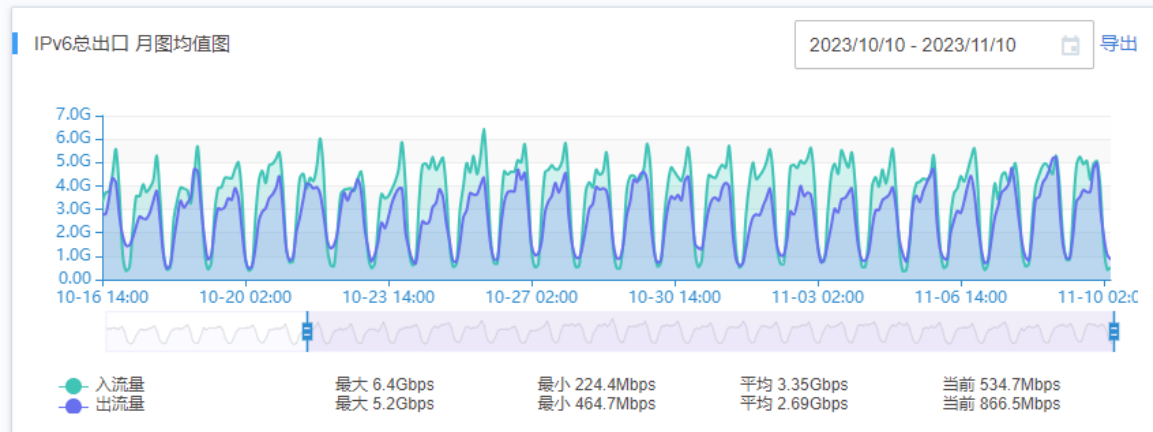
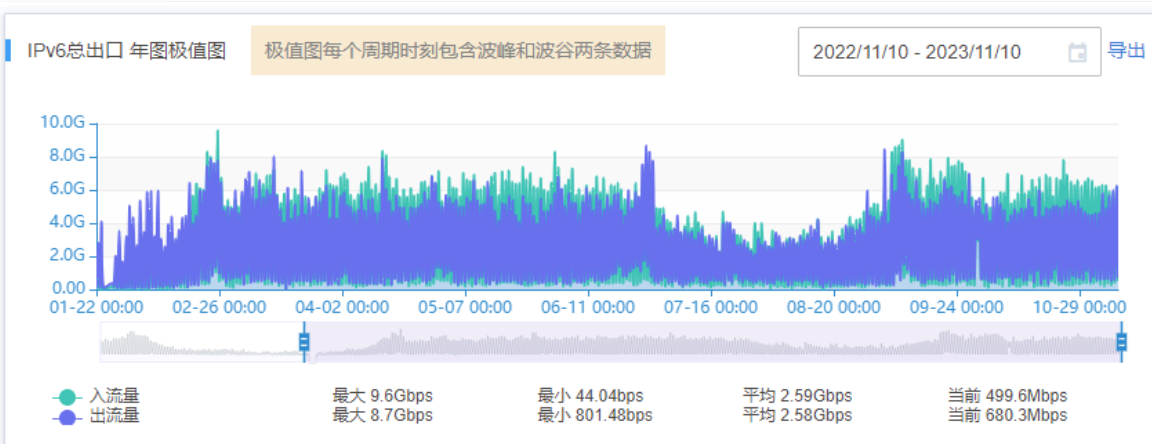
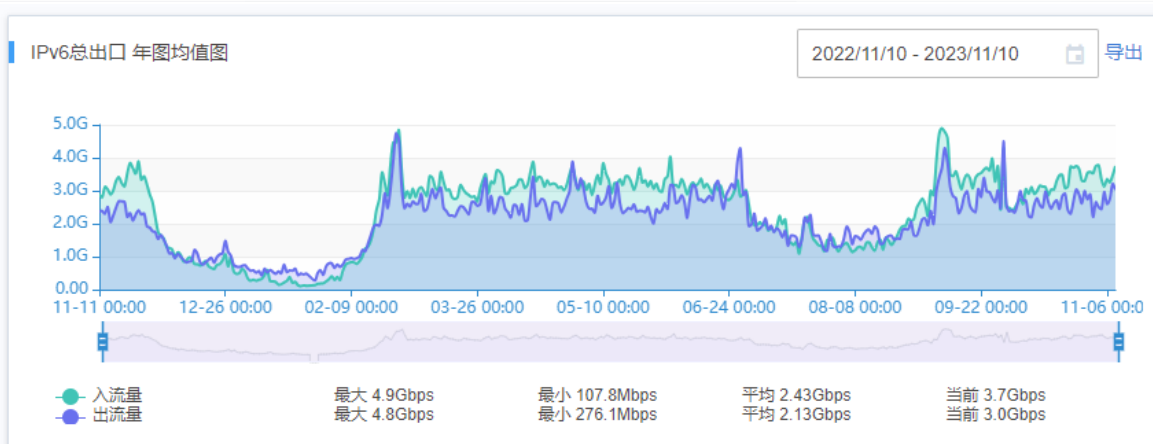
❖ 按功能分

用户上网区 数据中心区 专网区



IPv6出口带宽使用以及情况

- IPv6出口专线总带宽为10Gbps；全年下行峰值9.6Gbps，上行峰值8.7Gbps
- 运营商聚合出口40GB支持IPv6



IPv6出口带宽使用以及情况

<https://ipv6c.cngi.edu.cn/>



教育系统IPv6发展态势监测平台

教育网态势

IPv6规模部署

IPv6检测

IPv6规模部署

请选择日期: 2023/11/26

请输入省市名, 如 北京

请选择类型: 双一流单位 CERNET会员单位 教育部通告单位

请选择线路: 教育网线路 运营商线路

查询

序号	省市	学校名称	门户网站	可解析	可访问	二级内链支持度	三级内链支持度	IPv6支持度评分	活跃用户数	入流量平均带宽 (Mbps)	出流量平均带宽 (Mbps)	IPv6授权体系	线路
1	北京	北京邮电大学	www.bupt.edu.cn	是	是	97.85%	97.19%	98.02	10万+	4,958.32	3,700.23	具备	教育网北京
2	北京	北京大学	www.pku.edu.cn	是	是	98%	96.44%	97.78	10万+	8,310.56	3,634.90	具备	教育网北京
3	北京	清华大学	www.tsinghua.edu.cn	是	是	99.16%	98.32%	98.99	10万+	2,255.32	3,105.98	具备	教育网北京
4	上海	上海交通大学	www.sjtu.edu.cn	是	是	97.67%	95.13%	97.12	10万+	4,636.26	2,747.10	具备	教育网北京
5	北京	北京航空航天大学	www.buaa.edu.cn	是	是	91.94%	93.23%	94.07	10万+	7,029.17	2,382.62	具备	教育网北京
6	安徽	中国科学技术大学	www.ustc.edu.cn	是	是	98.29%	97.33%	98.25	10万+	1,913.47	2,258.65	具备	教育网北京
7	浙江	浙江大学	www.zju.edu.cn	是	是	93.36%	82.81%	90.47	10万+	3,211.66	2,048.76	具备	教育网北京
8	北京	北京科技大学	www.ustb.edu.cn	是	是	91.33%	85.59%	90.77	44,387	2,131.38	1,871.95	具备	教育网北京
9	湖北	华中科技大学	www.hust.edu.cn	是	是	99.02%	98.86%	99.15	10万+	4,628.78	1,691.10	具备	教育网北京
10	北京	北京理工大学	www.bit.edu.cn	是	是	89.09%	83.72%	89.12	78,877	4,879.54	1,578.22	具备	教育网北京
11	吉林	吉林大学	www.jlu.edu.cn	是	是	93.94%	86.57%	92.2	20,229	2,574.38	1,527.84	不具备	教育网北京
12	陕西	西安交通大学	www.xjtu.edu.cn	是	是	93.77%	86.63%	92.16	26,776	1,906.99	1,249.87	不具备	教育网北京
13	山东	山东大学	www.sdu.edu.cn	是	是	97.86%	98.58%	98.58	10万+	4,799.24	1,156.08	具备	教育网北京
14	天津	南开大学	www.nankai.edu.cn	是	是	96.09%	95.73%	96.73	10万+	3,238.52	1,127.57	具备	教育网北京
15	辽宁	大连理工大学	www.dlut.edu.cn	是	是	93.99%	90.4%	93.76	10万+	5,997.83	1,124.75	具备	教育网北京

2004第一阶段 IPv6网关旁挂

特点

- IPv6终端数较少
- 接入、汇聚设备不支持IPv6

部署方式

- IPv4/v6网关分离，核心上单独旁挂部署IPv6网关

2008第二阶段 IPv4/v6网关合并

特点

- IPv6终端数增多，汇聚设备表项支撑不足
- 子网过大，管理不便捷

部署方式

- **宿舍区**：IPv4/v6网关下沉至接入设备
- **教学区-终端少**：汇聚设备上做IPv4/v6网关
- **教学区-终端多**：IPv4、IPv6网关拆分至两台汇聚设备

2015第三阶段 部署BRAS设备

特点：

- IPv6终端数进一步增多
- IPv4/v6网关集中，表项不足

部署方式：

- 使用大二层BRAS设备，全校集中IPv4/v6网关

- 如何引导用户使用IPv6？
- IPv6终端溯源和认证问题如何解决？
- 如何高效、安全地为终端分配IPv6地址？

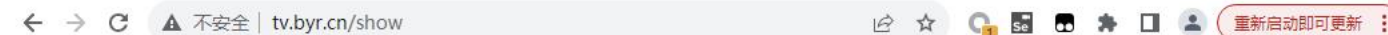
如何引导用户使用IPv6

Q: 如何引导用户使用IPv6?

A: 1) 北邮资源站使用纯IPv6

2) IPv6免计费

3) 直播平台使用IPv6发布

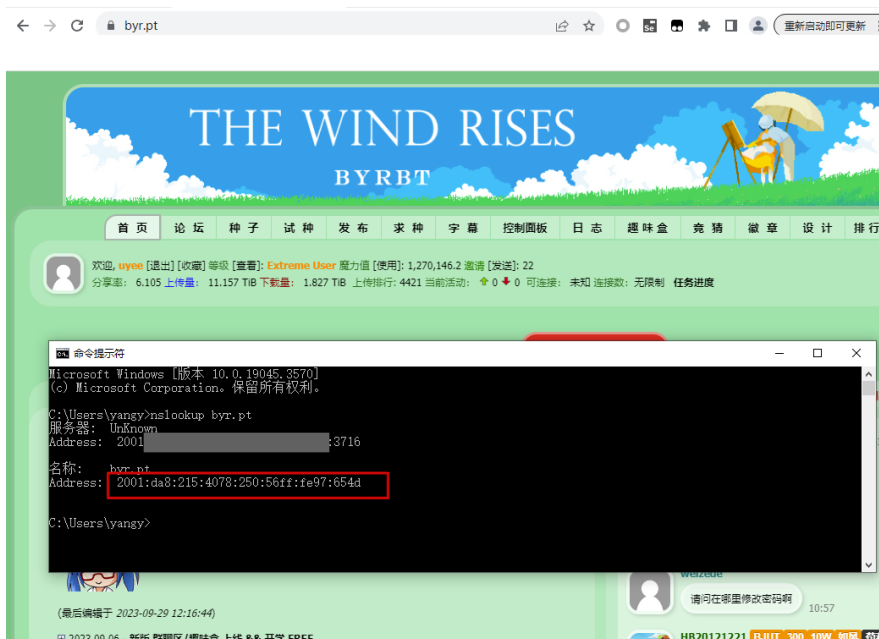


```
ca. 命令提示符 - nslookup
Microsoft Windows [版本 10.0.19045.3570]
(c) Microsoft Corporation. 保留所有权利。

C:\Users\yangy>nslookup
默认服务器: UnKnown
Address: 2001:da8:215:238b:250:56ff:fe94:3716

> tv.byrcn
服务器: UnKnown
Address: 2001:da8:215:238b:250:56ff:fe94:3716

非权威应答:
名称: tv.byrcn
```



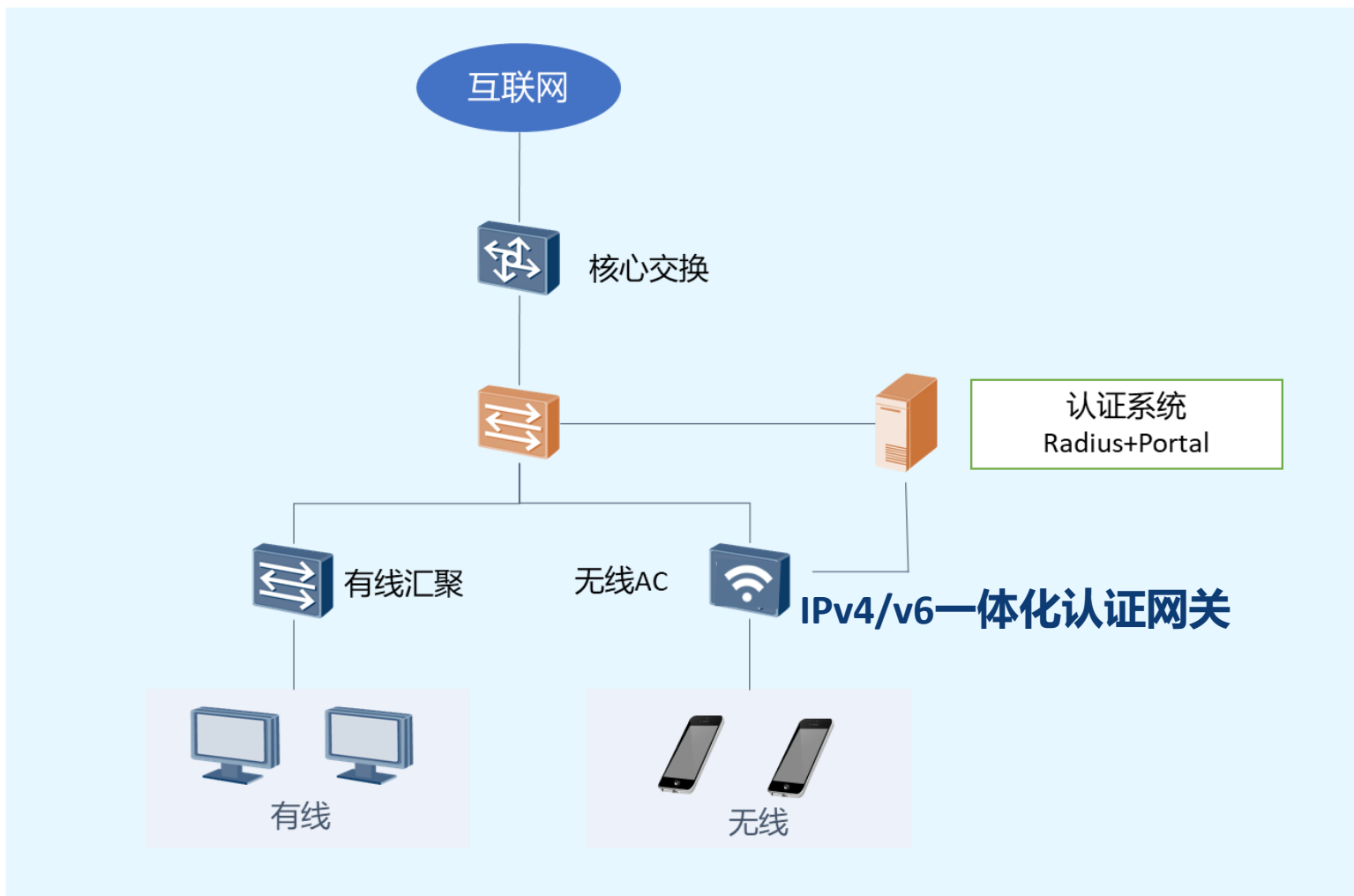
```
ca. 命令提示符
Microsoft Windows [版本 10.0.19045.3570]
(c) Microsoft Corporation. 保留所有权利。

C:\Users\yangy>nslookup byr.pt
服务器: UnKnown
Address: 2001:da8:215:4078:250:56ff:fe97:654d

名称: byr.pt
Address: 2001:da8:215:4078:250:56ff:fe97:654d

C:\Users\yangy>
```

无线网采用IPv6/v4一体化认证机制，一次认证，双栈放行



01

早期

网管系统自动扫描全网在线IPv6终端，
可溯源至终端MAC

02

IPv6认证机制建立后

网管系统自动扫描全网在线IPv6终端，
可溯源至账号，更准确

终端查询 IT资源管理系统 > 终端 > 终端查询

终端定位 2023/05/18 - 2023/11/14

IP MAC 账号 IP属性 MAC备注 设备接口 AP ONU 位置标签 墙插

200...728

类型	账号	IP	MAC	位置描述	接入设备/IP
Wi-Fi	2020...	2001.da8:215:3c02:c...:9728	32a5-...d81c	西土城校区-学10楼...	10...10
Wi-Fi	2020...	2001.da8:215:3c02:c...:9728	32a5-...d81c	西土城校区-学10楼...	10...10
Wi-Fi	2020...	2001.da8:215:3c02:c...:9728	32a5-...d81c	西土城校区-学10楼...	10...10
Wi-Fi	2020...	2001.da8:215:3c02:c...:9728	32a5-...d81c	西土城校区-学10楼...	10...10
Wi-Fi	2020...	2001.da8:215:3c02:c...:9728	32a5-...d81c	西土城校区-学10楼...	10...10
Wi-Fi	2020...	2001.da8:215:3c02:c...:9728	32a5-...d81c	西土城校区-学10楼...	10...10
Wi-Fi	2020...	2001.da8:215:3c02:c...:9728	32a5-...d81c	西土城校区-学10楼...	10...10
Wi-Fi	2020...	2001.da8:215:3c02:c...:9728	32a5-...d81c	西土城校区-学10楼...	10...10
Wi-Fi	2020...	2001.da8:215:3c02:c...:9728	32a5-...d81c	西土城校区-学10楼...	10...10
Wi-Fi	2020...	2001.da8:215:3c02:c...:9728	32a5-...d81c	西土城校区-学10楼...	10...10

IPv6终端溯源

由SLAAC模式逐步引入DHCPv6模式

第一阶段：SLAAC无状态自动分配

- 一个终端多个IPv6地址
- 交换机邻居表空间不足
- 地址频繁变化，认证、溯源难
- 地址散乱无序



第二/三阶段：DHCPv6+SLAAC

- 一个终端一个地址，可分配短地址，减少邻居表性能压力
- 地址不再频繁变动，记录DUID日志，可溯源审计
- 地址有序分配，常用终端可分配固定地址，便于溯源
- DHCPv6联动认证，实现无感知认证
- 安卓终端仍使用SLAAC模式

技术特点

- DHCPv6**不下发网关**，终端从路由通告中获取。
- DHCPv6中用DUID来标识用户，DUID常见实现中包含MAC，但不能依赖此值，终端实际上可以修改DUID。
- DHCPv6同样可分配固定地址，可下发IPv6的DNS。
- 配置里，**A标志**开启SLAAC，而不是**M和O标志**，所以SLAAC和DHCPv6是可以**并存的**。

前沿技术

- Option 79 (RFC 6939)，中继可以携带DHCPv6 客户端链路层地址 (MAC) 选项，实现IPv4和IPv6的终端统一识别，部分设备已支持。
- 可分配特殊网内使用 fd00::/8 私网地址。

遇到过的问题

- 异常终端发海量报文请求，影响路由CPU和DHCPv6服务器性能，需要能拦截限速
- Android基本不支持DHCPv6，可采用不分配或SLAAC方案，能保证溯源即可
- 早期DHCPv6终端兼容性问题较多，目前在操作系统已经正常使用



interface Vlan-interface9
ip address 10.123.9.1 255.255.255.0
dhcp select relay
dhcp relay information enable
dhcp relay information strategy keep
dhcp relay server-address 10.123.139.61
dhcp relay server-address 10.123.126.62
ipv6 dhcp select relay
ipv6 dhcp relay server-address 2001:123:345:1111::61
ipv6 nd ra prefix 2001:123:456:2222::/64 2592000 604800 **no-autoconfig** **A标志**
ipv6 address 2001:123:456:2222::1/64
ipv6 nd autoconfig managed-address-flag **M标志**
ipv6 nd autoconfig other-flag **O标志**
undo ipv6 nd ra halt
#

图中A标志设为否，M为1表示此网段只允许DHCPv6。若A标志为autoconfig，则可共存，终端自行选择，通常Windows / iOS优先DHCPv6。

2004第一阶段 网站类升级IPv6

特点

- 校主页、邮箱、DNS等要求升级IPv6
- 以网站类为主
- 数量较少

升级方式

- 逐个改造实现IPv6发布

2008第二/第三阶段 业务应用类升级IPv6

特点

- 校内各类业务系统、应用都要求升级至IPv6
- 数量增多

升级方式

- 反向代理/应用交付+DNS, 实现统一IPv6发布

未来 原生支持IPv6

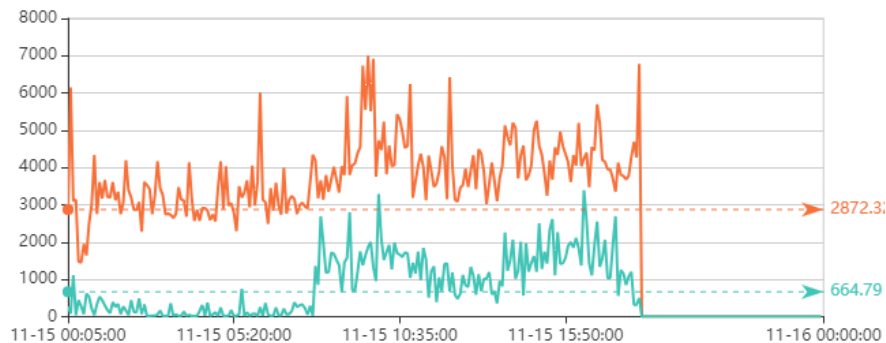
特点

- 系统及业务原生支持IPv6

应用类/网站类服务如何快速升级IPv6



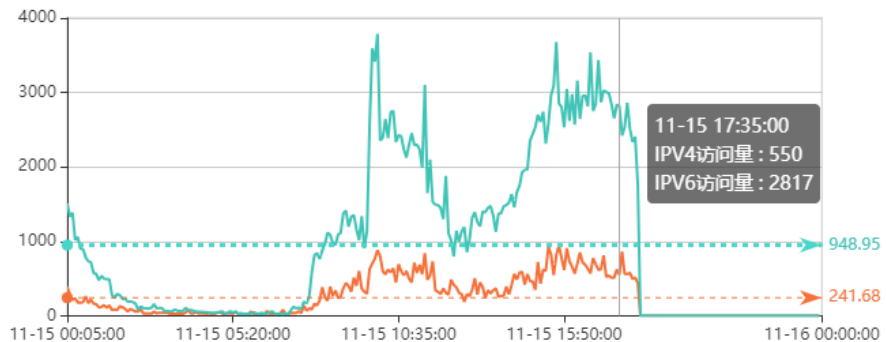
IP协议访问统计: 2023/11/15 - 2023/11/15



IP协议访问统计

资源名	域名	IPv4协议访问统计	IPv6协议访问统计
"云邮"教学云平台 (api接口)	apiucloud.bupt.edu.cn	560920	2339967
校主页	www.bupt.edu.cn	5376745	1226024
"云邮"教学云平台(首页)	ucloud.bupt.edu.cn	209061	752788
北邮师生订餐系统	hqdc.bupt.edu.cn	102189	684676
一站式服务大厅	service.bupt.edu.cn	236917	626138
OA系统	oa.bupt.edu.cn	142958	550300
教务管理系统移动端	jwglweixin.bupt.edu.cn	32859	389645
认证门户 (https)	auth.bupt.edu.cn	199475	277613
北邮教师个人主页	teacher.bupt.edu.cn	398712	218335
"云邮"教学云平台(文档在线预览)	docucloud.bupt.edu.cn	56150	185847
预约系统	reservation.bupt.edu.cn	24109	180710

IP协议访问统计: 2023/11/15 - 2023/11/15



如何提升用户访问IPv6资源站的体验

✓ 场景一

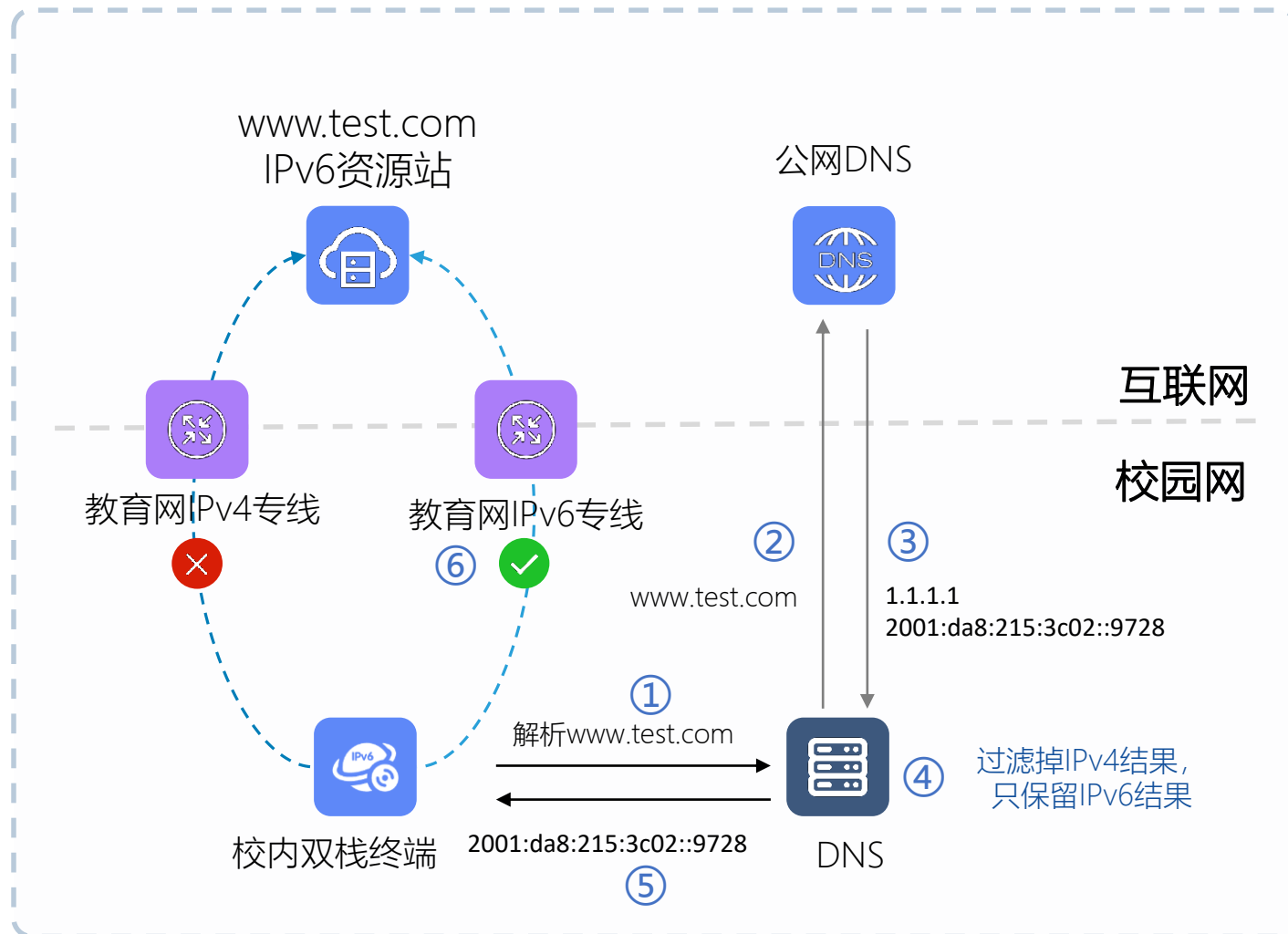
Q: 由于腾讯IPv6资源站服务质量不佳，导致微信文章打不开，如何解决？

A: 在DNS上进行解析结果过滤，去掉IPv6解析结果，让用户只使用IPv4访问，保证用户访问体验

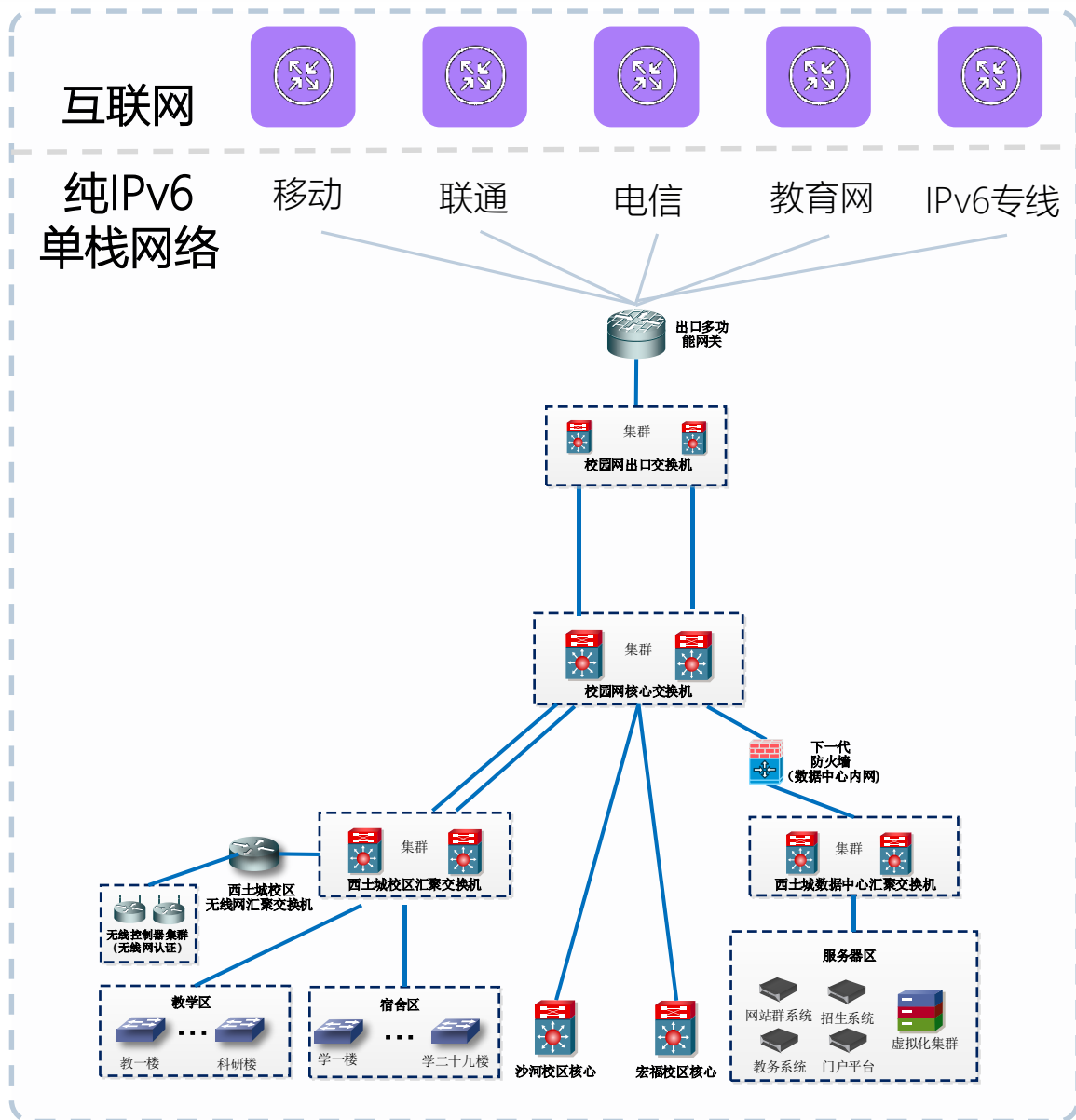
✓ 场景二

Q: 如何提升校内用户访问外网IPv6资源站的体验？

A: 在DNS上进行解析结果过滤，只保留IPv6解析结果，同时配合出口网关引导至IPv6出口专线



纯IPv6单栈网络-新问题



- NPT前缀替换
- NAT66映射
- 纯IPv6 DNS
- 纯IPv6安全设备
- NAT64映射
- DNS64策略
-

感谢观看
欢迎交流