



T/CECS XXX- 202X

中国工程建设标准化协会标准

智慧高校万兆园区网络工程技术规程

Technical specification for 10 Gbps campus network engineering
of smart university

(征求意见稿)

中国建筑工业出版社

中国工程建设标准化协会标准

智慧高校万兆园区网络工程技术规程

Technical specification for 10 Gbps campus network engineering
of smart university

T/CECS *** -202X

主编单位：华为技术有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X 年 XX 月 X 日

中国建筑工业出版社

202X 北 京

前 言

《智慧高校万兆园区网络工程技术规程》（下列简称“规程”）根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2023年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2023〕50号）的要求进行编制。编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分7章，主要内容包括：总则、术语和缩略语、基本规定、智慧高校万兆园区场景、网络系统设计、布线系统设计、工程验收、运行维护。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会智慧建筑与智慧城市分会归口管理，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。实施过程中如有意见或建议，请反馈至中国建筑科学研究院有限公司（地址：北京市北三环东路30号，邮政编码：100013，邮箱：caoyong@chinaibee.com）。

主 编 单 位： 华为技术有限公司

参 编 单 位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

| | | |
|------|----------------------|----|
| 1 | 总 则 | 1 |
| 2 | 术语和缩略语 | 2 |
| 2.1 | 术语 | 2 |
| 2.2 | 缩略语 | 2 |
| 3 | 基本规定 | 4 |
| 4 | 智慧高校万兆园区场景 | 5 |
| 4.1 | 一般规定 | 5 |
| 4.2 | 办公楼 | 5 |
| 4.3 | 教学楼 | 6 |
| 4.4 | 报告厅 | 9 |
| 4.5 | 实验楼 | 10 |
| 4.6 | 宿舍楼 | 10 |
| 4.7 | 食堂 | 12 |
| 4.8 | 图书馆 | 12 |
| 4.9 | 体育馆 | 13 |
| 4.10 | 公共区域 | 13 |
| 5 | 智慧高校万兆园区网络系统设计 | 14 |

| | | |
|-------|---------------------|----|
| 5. 1 | 一般规定 | 15 |
| 5. 2 | 智慧高校万兆园区网络架构 | 15 |
| 5. 3 | 办公楼以太网网络系统设计 | 19 |
| 5. 4 | 教学楼以太网网络系统设计 | 21 |
| 5. 5 | 报告厅以太网网络系统设计 | 24 |
| 5. 6 | 实验楼以太网网络系统设计 | 25 |
| 5. 7 | 宿舍楼以太网网络系统设计 | 27 |
| 5. 8 | 食堂以太网网络系统设计 | 28 |
| 5. 9 | 图书馆以太网网络系统设计 | 30 |
| 5. 10 | 体育馆以太网网络系统设计 | 33 |
| 5. 11 | 公共区域以太网网络系统设计 | 35 |
| 6 | 布线系统设计 | 38 |
| 6. 1 | 一般规定 | 38 |
| 6. 2 | 校园园区管线设计 | 38 |
| 6. 3 | 校园建筑物内管线设计 | 39 |
| 6. 4 | 布线系统配置设计 | 40 |
| 7 | 工程施工与验收 | 46 |
| 7. 1 | 一般规定 | 46 |
| 7. 2 | 施工准备 | 46 |
| 7. 3 | 工程施工 | 48 |
| 7. 4 | 系统调试与试运行 | 50 |

| | | |
|------|--------|----|
| 7. 5 | 工程质量验收 | 52 |
| 8 | 运行维护 | 55 |
| 8. 1 | 一般规定 | 55 |
| 8. 2 | 日常检查 | 55 |
| 8. 3 | 性能维护 | 55 |
| | 用词说明 | 58 |
| | 引用标准名录 | 59 |
| | 附：条文说明 | 59 |

Contents

| | | |
|------|-------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1 | General provisions | - 1 - |
| 2 | Terms and abbreviations | - 2 - |
| 2.1 | Terms | - 2 - |
| 2.2 | Abbreviations | - 2 - |
| 3 | Basic requirements | - 4 - |
| 4 | Smart university 10 Gigabit Campus Scene | - 5 - |
| 4.1 | General requirements | - 5 - |
| 4.2 | Office building | - 5 - |
| 4.3 | Academic building | - 6 - |
| 4.4 | Lecture hall | - 9 - |
| 4.5 | Laboratory building | - 10 - |
| 4.6 | Dormitory building | - 10 - |
| 4.7 | Canteen building | - 12 - |
| 4.8 | Library building | - 12 - |
| 4.9 | Gymnasium | - 13 - |
| 4.10 | Public area | - 13 - |
| 5 | Design of 10 Gigabit Campus Network System for smart universities | - 14 - |

| | | |
|------|---------------------------------------------------------------|--------|
| 5.1 | General requirements | - 15 - |
| 5.2 | 10Gb campus network architecture for smart universities | - 15 - |
| 5.3 | Ethernet system design for office buildings | - 19 - |
| 5.4 | Ethernet system design for teaching buildings | - 21 - |
| 5.5 | Ethernet system design for lecture hall | - 24 - |
| 5.6 | Ethernet system design for laboratory building | - 25 - |
| 5.7 | Ethernet system design for dormitory buildings | - 27 - |
| 5.8 | Ethernet system design for canteen building | - 28 - |
| 5.9 | Ethernet system design for library building | - 30 - |
| 5.10 | Ethernet system design for Gymnasium | - 33 - |
| 5.11 | Ethernet system design for public area | - 35 - |
| 6 | Cabling system design | - 38 - |
| 6.1 | General requirements | - 38 - |
| 6.2 | Campus Pipeline Design | - 38 - |
| 6.3 | Design of pipework in campus buildings | - 39 - |
| 6.4 | Cabling System Configuration Design | - 40 - |
| 7 | Engineering construction and acceptance | - 46 - |
| 7.1 | General requirements | - 46 - |
| 7.2 | Construction preparation | - 46 - |
| 7.3 | Engineering construction | - 48 - |
| 7.4 | System debugging and commissioning | - 50 - |

| | | |
|-----|------------------------------------------|--------|
| 7.5 | Engineering quality acceptance | - 52 - |
| 8 | Operation and maintenance | - 55 - |
| 8.1 | General requirements | - 55 - |
| 8.2 | Routine inspections | - 55 - |
| 8.3 | Performance Maintaining | - 55 - |
| | Explanation of wording | - 58 - |
| | List of quoted standards | - 59 - |
| | Addition:Explanation of provisions | - 59 - |

1 总 则

1.0.1 为规范智慧高校万兆园区网络工程建设与运维的技术要求，做到技术先进、经济合理，确保网络工程安全、稳定、可靠地运行，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于智慧高校万兆园区网络建设中的设计、施工要求、工程验收、运行维护等工作。

1.0.3 智慧高校万兆园区网络工程除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术语和缩略语

2.1 术语

2.1.1 智慧高校园区 smart university campus

通过先进的信息技术手段，实现高校园区内教学、科研、管理和生活的智能化、信息化与数字化，提高资源利用效率和管理服务水平，构建高效、便捷、安全的校园生态系统。

2.1.2 万兆园区网络 10 Gbps campus network

在园区内通过万兆以太网技术构建的高带宽、高速率的数据传输网络，以满足大规模数据传输需求，为园区内的教学、科研、管理等提供高速、稳定的网络支持。

2.1.3 流量整形 Traffic Shaping

通过控制数据包的发送速率和优先级来优化带宽使用，减少网络拥塞，保障关键业务的稳定传输。

2.1.4 服务质量技术 Quality of Service

用于优先处理重要数据流量，控制延迟、抖动和丢包率，以保障关键应用的网络性能和用户体验的网络管理方法。

2.2 缩略语

AP (Access Point) 无线接入点

AR (Augmented Reality) 增强现实

BRAS (Broadband Remote Access Server) 宽带远程接入服务器

CAT6A (Category 6A) 6A 类 4 对对绞电缆

CFP (Centum Form-factor Pluggable) 100G 封装可插拔

CERNET (China Education and Research Network) 中国教育和科研计算机网

FOV (Field of View) 视场角

IDS (Intrusion Detection System) 入侵检测系统

IPS (Intrusion Prevention System) 入侵防御系统

IPv6 (Internet Protocol version 6) 互联网协议第六版

OA (Office Automation) 办公自动化

PEN (Passive Ethernet Network) 无源以太全光网络

POE (Power Over Ethernet) 以太网供电

PNP (Plug and Play) 即插即用

QoS (Quality of Service) 服务质量

RFID (Radio Frequency Identification) 射频识别

RTP (Real-Time Transport Protocol) 实时传送协议

RTT (Round-Trip Time) 往返时延

RU (Remote Units) 远端模块

SDN (Software Defined Network) 软件定义网络

SFP+ (Small Form-factor Pluggable Plus) 增强型小型热插拔光模块

UCL (User Control List) 用户控制列表

UDP (User Datagram Protocol) 用户数据报协议

VLAN (Virtual Local Area Network) 虚拟局域网

VxLAN (Virtual eXtensible Local Area Network) 虚拟拓展局域网

VR (Virtual Reality) 虚拟现实

WAC (WLAN Access Control) 无线接入控制器

WLAN (Wireless Local Area Network) 无线局域网

3 基本规定

3.0.1 智慧高校万兆园区网络应采用以太全光网络、以太光电网络、无线 WLAN 网络等高性能网络技术，并应满足语音、数据、图像、多媒体等结合的多种应用系统使用需求。

3.0.2 智慧高校万兆园区网络系统应根据用户需求和技术发展现状进行设计，工程建设应遵循近期建设和中远期技术发展协调一致的原则，适应智慧高校业务发展的需求。

3.0.3 智慧高校万兆园区网络工程应与智慧建筑的各项应用系统统筹规划、同步设计，并应根据各系统对信息的传输要求进行协同优化。

3.0.4 智慧高校万兆园区网络涉及的机房、设备间、通信管道等基础设施应与建筑物或建筑群的土建工程同步建设。

3.0.5 智慧高校万兆园区网络工程建设过程中应采取网络安全防护措施，且应满足智慧建筑各业务系统的近期、远期发展等对网络安全防护、网络安全监测、网络安全响应、网络安全恢复的需求，并应符合现行国家标准《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》GB/T 22239 的有关规定。

4 智慧高校万兆园区场景及网络需求

4.1 一般规定

- 4.1.1 智慧高校万兆园区场景应根据高校内用户当前及未来使用需求进行规划。
- 4.1.2 智慧高校万兆园区场景应考虑到跨领域、跨学科、跨部门协作。
- 4.1.3 智慧高校万兆园区场景应考虑到低碳节能需求。

4.2 办公楼

- 4.2.1 高校办公楼应包含办公室、会议室等区域。高校办公楼网络建设应满足表 4.2.1 所规定的网络功能需求。

表 4.2.1 高校办公楼区域网络功能需求

| 空间区域 | 网络功能需求 |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 办公室 | <ol style="list-style-type: none"> 1 办公室是教职工进行教学、科研和管理工作的主要场所，需要满足多种功能需求。 2 办公室内通常设有书架、资料柜等，用于存放专业书籍和科研资料，便于教职工随时查阅和学习。 3 办公室是教职工之间以及师生之间进行合作与交流的重要平台。 4 个人办公室：教授或行政领导独立办公使用，房间面积小于 20m²。需要为 PC 机和打印机等提供有线接口，同时为手持移动终端提供高带宽、低延迟、高可靠的无线 WLAN 网络。 5 集体办公室：行政办公室、教学办公室、科研办公室和学生办公室等，通常面积较大，可容纳多位师生同时办公、科研和学习使用。需要为每个工位、公共打印机、科研办公设备等提供众多有线网口；同时为师生手持移动终端提供高容量、高带宽、低延迟、高可靠的无线 WLAN 网络。 6 办公室智能门锁或门禁等物联网设备接入网络。 |
| 会议室 | <ol style="list-style-type: none"> 1 应支持高清投影仪、大屏幕显示器、专业音响系统等接入； 2 应支持无线麦克风、智能窗帘、智能照明、智能空调等物联网感知与控制设备接入； 3 应支持电子班牌、出入口控制装置（系统）、预约系统等管理控制设备接入； 4 应支持有线网、无线网、物联网等多种形式网络接入； 5 应支持视频会议功能。 |

4.2.2 高校办公楼网络建设应满足下列要求：

1 办公楼网络应全覆盖，包括房间内、公共区域、走廊和楼梯间，满足办公人员的移动办公或者会议需求；

2

普通办公室应为每个座位提供 1 个有线网端口，千兆到桌面；有教学、科研或实验等网络大带宽特殊需求的，宜采用万兆到桌面；

3 WLAN AP 应入室部署，根据人数和面积来确定选型和规划数量，以满足教师日常办公需求；

4 无线 WLAN 网络应具备重要人员提供重点保障功能，对视频会议等业务应提供高优先级保障；

5 大量 AP 部署应合理规划信道，消除同频干扰，并保障师生在办公楼内移动时的网络体验；

6 会议室应预留墙面和会议终端设备接入的有线网口，预留门禁预约网络接入。无线网以高密覆盖为主，保障无线信号高质量、高并发和高带宽，根据会议人数和面积来确定选型和规划数量。

4.3 教学楼

4.3.1 高校教学楼应包含普通教室、阶梯教室、智慧教室、公共计算机教室、教员休息室等区域。教学楼网络使用具有用户密度大、网络质量要求高、业务类型多样、潮汐现象明显等特征，网络建设应该满足教室内各类教学设备网络接入需求，师生教学上网需求，以及各类物联管控设备入网需求。教学楼区域网络建设应满足表 4.3.1 所规定的网络功能需求。

表 4.3.1 教学楼区域网络功能需求

| 空间类型 | 网络功能需求 |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 普通教室 | <ol style="list-style-type: none"> 1 应覆盖 40m²~120m² 室内使用面积, 可满足 30 人~120 人并发接入, 放装普通款型 AP; 2 应覆盖 40m²~120m² 室内使用面积, 可满足 30 人~120 人并发接入, 放装普通款型 AP; 3 应支持教师机、投影仪、电子白板等多媒体教学设备接入; 4 配置有线网口、WLAN AP 等网络接入设备; 5 应支持电子班牌、中控设备、IP 电话、IP 广播、摄像头等管理控制设备接入; 6 有线网应满足教学计算机、WLAN AP、摄像头大带宽接入需求; 7 无线网应支持学生笔记本、PAD 和手机等多终端大带宽高并发。 |
| 阶梯教室 | <ol style="list-style-type: none"> 1 应覆盖 120m²~400m² 室内使用面积, 可满足 120 人~400 人并发接入, 放装高密款型 AP; 2 应支持教师机、投影仪、电子白板、显示屏等多媒体教学设备接入; 3 应支持摄像头、无线麦克风、动作捕捉等互动设备接入; 4 应支持电子班牌、中控设备、IP 电话、IP 广播等管理控制设备接入; 5 应支持有线网、无线网等多种形式网络接入; 6 教学计算机、WLAN AP、摄像头设备应提供大带宽接入; 7 无线网应支持学生笔记本、PAD 和手机等多终端大带宽高并发。 |

| | |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 智慧教室 | <ol style="list-style-type: none"> 1 应覆盖 50m²~150m² 室内使用面积，可满足 30 人~60 人并发接入，放装普通款型 AP； 2 应支持教师机、投影仪、电子白板、显示屏等多媒体教学设备接入； 3 应支持摄像头、无线麦克风、动作捕捉、摄像头等互动设备接入； 4 应支持智能黑板、智能窗帘、智能照明、智能空调等物联网感知与控制设备接入； 5 应支持电子班牌、中控设备、IP 电话、IP 广播等管理控制设备接入； 6 应支持有线网、无线网、物联网等多种形式网络接入； 7 无线网应支持各类互动教学设备等多终端大带宽高并发； 8 网络端口应具备灵活可拓展性； 9 VR 教学网络需求应满足表 4.3.2 规定的网络环境要求。 |
| 公共计算机教室 | <ol style="list-style-type: none"> 1 应覆盖 50m²~150m² 室内使用面积，可容纳 30 人~60 人，放装普通款型 AP； 2 每台计算机均应采用有线网高带宽接入； 3 应支持教师机、投影仪、电子白板、显示屏等多媒体教学设备接入； 4 应支持电子班牌、中控设备、IP 电话、IP 广播等管理控制设备接入； 5 应支持有线网、无线网等多种形式网络接入； 6 应支持学生上机刷卡系统接入。 |

4.3.2 VR 教学网络环境应满足表 4.3.2 所规定的网络需求。

表 4.3.2 VR 教学网络需求

| 阶段 | | 初始体验阶段 | 舒适体验阶段 | 理想体验阶段 |
|------------------|------|----------|-------------------|------------------------|
| Cloud VR 视频业务 | 带宽要求 | ≥ 60Mbps | 全视角： ≥ 140Mbps | 全视角： ≥ 440Mbps(12K) |

| | | | | |
|-------------------|--------------|----------|------------------|---------------------------------------------------------------|
| | | | FOV: ≥ 75Mbps | ≥ 1.6Gbps (24K) FOV: ≥ 230Mbps (12K) ≥ 870Mbps (24K) |
| | 延时要求 (ms) | ≤ 20 | ≤ 20 | ≤ 20 |
| | 丢包要求 | 9E-5 | 1.7E-5 | 1.7E-6 |
| Cloud VR 强交互业务 | 带宽要求 | ≥ 80Mbps | ≥ 260Mbps | ≥ 1Gbps(24K) ≥ 1.5Gbps (24K) |
| | 延时要求 (ms) | ≤ 20 | ≤ 15 | ≤ 8 |
| | 丢包要求 | 1.00E-5 | 1.00E-5 | 1.00E-6 |

4.3.3 教室网络建设应满足下列要求：

1 教室校园网包含多媒体教学专网（简称教学专网）、无线网、中控专网、监控专网、智慧教室物联网等；

2 教学专网应支持 AR、VR 等较大带宽需求设备接入，教室应采用万兆入室，并支持未来更大带宽升级；

3 教学专网接入交换机应入室部署，采用静音设计，满足室内端口灵活部署，上行带宽不低于万兆；教师机千兆接入；每侧墙面预留有线网口，不少于 4 个，保证各类教学需求；

4 无线网以高密覆盖为主，具有大带宽、高并发、低时延能力。应提供对音视频流量保障能力，确保师生在线直播课堂、交互式教学等场景使用体验；

5 WLAN AP 根据上课人数和教室面积来确定选型和规划数量，应满足不同人数的接入体验，避免 AP 覆盖不足或者 AP 数量过多导致的体验不佳；

6 AP 部署调试时应合理规划信道，消除同频干扰，并保障师生在 AP

间漫游时的网络体验；

7 中控专网应保证远程控制、IP 电话、IP 广播、多媒体显示设备等稳定联网；

8 监控专网实现高速传输，教学和安防可共享高清视频数据；

9 智慧教室物联网应为不同种类的物联网设备提供网络接入，如蓝牙、Lora、RFID 和 zigbee 等物联网；

10 公共计算机教室接入交换机应万兆上联，每台计算机千兆接入，满足计算机教学大带宽的需求，避免教室上行拥堵；

11 教员休息室应支持无线网接入，预留有线网口，预留门禁，以满足教师休息和学校考试的考务需求。

4.4 报告厅

4.4.1 报告厅作为举办学术报告和演讲活动的重要场所，具有较大的空间，能够容纳较多的人数。一般配备舞台、专业音响系统和灯光系统等。

4.4.2 报告厅网络建设应满足下列需求：

1 应具备灵活的有线端口，为音视频播放设备，例如摄像机、录像机、声控系统、光电控制系统等提供网络接入服务；

2 应支持报告会议的远程直播，满足大量用户并发用网需求；

3 无线 WLAN 网络高密接入终端数应不低于报告厅的座位数；

4 整体环境应普遍覆盖网络，包括报告厅室内和走廊；

5 接入交换机应入室部署，满足室内端口的灵活部署需求，应采用静音设计，支持 2.5G/万兆以上上行带宽；

6 无线 WLAN 网络应具备重要嘉宾人员无线体验重点保障功能，对视频会议、远程直播教学等业务应提供高优先级保障；

7 无线应采用大带宽设备，满足媒体业务需求；大量 AP 部署应合理规划信道，消除同频干扰，并保障教学人员在 AP 间漫游时的网络体验。

4.5 实验室

4.5.1 实验室、研究中心等高校主要科研场所应满足对网络速率和网络接入点灵活变化性的需求，部分科研工作涉及跨领域、跨学科、跨部门协作，共享实验仪器、实验数据，存在较多横向流量。

4.5.2 实验楼网络建设应满足下列需求：

1 对于多学科科研场景，各单位各学科联合实验平台对横向流量诉求大，应保证充足的带宽支撑流量转发，可灵活配置虚拟网络，将不同平台组织虚拟成一张科研网络。

2 对于科研支撑平台场景，需要建设高性能计算专网，灵活定义网络路径，应满足超低延时、零丢包使用要求；

3 应预留墙面和设备接入的有线网口，预留门禁预约网络接入。无线网以高密覆盖为主，保障无线信号高质量、高并发和高带宽，根据实验人数和实验室面积来确定选型和规划数量。

4.6 宿舍楼

4.6.1 宿舍楼主要由无线网提供覆盖、网络设备对安全供电有要求，应满足下列要求：

表 4.6.1 宿舍楼区域网络功能需求

| 空间区域 | 网络功能需求 |
|------|--------|
|------|--------|

| | |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 宿舍 | <p>1 宿舍数量大，面积一般在 20m²以内。典型高校 2 万~4 万学生规模，约 1 万间学生宿舍；</p> <p>2 宿舍人数不同，有单人间、2 人间、4 人间、6 人间、8 人间等多种形式；</p> <p>3 每学生持有 3 个~4 个终端设备，多人间宿舍并发终端数量多；</p> <p>4 学生在宿舍里上网、在线学习、视频、直播、游戏、购物等业务复杂，并发多，流量大，尤其晚高峰 22:00~24:00；</p> <p>5 存在大流量大带宽场景，如终端系统升级、视频图像文件下载等；</p> <p>6 部分学校宿舍夜间断电，校园网须为独立电源，提供 24 小时供电。</p> |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

4.6.2 宿舍场景不同类型应用对网络传输应满足下列要求：

1 互联网接入：提供稳定、高速的互联网接入服务，使学生能够方便地访问在线教育平台、云存储与协作工具和学术资源数据库等学习资源；

2 流媒体服务：如 Netflix、爱奇艺、腾讯视频等，提供丰富的影视、音乐、综艺等娱乐内容，满足学生的休闲需求；

3 在线游戏：支持各类在线游戏，部分游戏要求低丢包、时延和抖动的网络环境，包括网络游戏、手游等，为学生提供娱乐和社交的平台。

4.6.3 宿舍区域下常见应用网络环境需求如表 4.6.3 所示：

表 4.6.3 宿舍常见应用网络环境需求

| 流量类型 | 视频会议 | 语音聊天 | 视频直播 | VR、AR | 短视频 | 长视频 | 游戏 | 文件下载上传 | 浏览网页 | 电子邮箱 |
|------|----------|---------|----------|-------------|----------|----------|-----------|--------|------|------|
| 带宽 | 2~8 Mbps | <1 Mbps | 4~8 Mbps | 60~100 Mbps | 2~4 Mbps | 2~4 Mbps | <100 Kbps | 无边界 | 无边界 | 无边界 |
| 流量类型 | 视频会议 | 语音聊天 | 视频直播 | VR、AR | 短视频 | 长视频 | 游戏 | 文件下载上传 | 浏览网页 | 电子邮箱 |
| 时延 | | RTT | RTT | RTT | RTT | RTT | RTT | 无定值 | RTT | RTT |

| | | | | | | | | | | |
|------|-----------|-----|-----|----|-----|-----|-----|--|-----|-----|
| (ms) | 单向 100 | 500 | 500 | 20 | 500 | 500 | 150 | | 500 | 500 |
|------|-----------|-----|-----|----|-----|-----|-----|--|-----|-----|

4.6.4 宿舍网络建设应满足下列要求：

- 1 宿舍以无线网覆盖为主，根据宿舍人数确定 WLAN AP 选型；
- 2 WLAN AP 入室部署，支持远程 POE 供电；校园网独立集中供电；
- 3 每宿舍有线网根据需求预留 1~2 个点位，也可通过 WLAN AP 提供有线接入服务；
- 4 无线网应提供防私接能力，以消除私接路由器带来的安全风险；
- 5 无线 WLAN 网络应提供业务差异化保障，在大带宽下载场景下多路用户在线教育视频零卡顿；
- 6 应预留进入宿舍楼门禁通道的有线网口，满足楼宇管控的网络需求；
- 7 预留宿舍智能门锁的网络接入能力，满足对门锁的远程管控需求。

4.7 食堂

4.7.1 食堂需要满足全校师生的日常餐饮需求，服务人数众多，就餐时间集中，人员流动大，潮汐特征明显。非就餐时间，学生会在食堂自习、开会等活动，对无线网需求较高。

4.7.2 食堂以无线网覆盖为主，就餐期间无线并发压力大，且食堂内师生终端频繁在 AP 间漫游；WLAN AP 高密覆盖，确保就餐高峰高质量、高并发和高带宽用网。同时，墙面预留有线网，为特殊情况提供网络保障。

4.7.3 就餐区 WLAN AP 部署相对密集，以吸顶安装为主，高度低于 7 米；同时考虑墙上壁挂部署，AP 尽量接近用户终端。应合理规划信道，消除同频干扰，并保障师生在 AP 间漫游时的网络体验。

4.7.4 校园卡 POS 机、圈存机等校园卡设备应提供有线网接入；

4.7.5 智慧食堂取餐区网络应提供高质量、高稳定的有线网接入，满足智能称重、智能结算等业务实时用网需求。

4.8 图书馆

4.8.1 图书馆区域划分为文献藏阅区、读者服务区、技术服务区、学术交流区和行政业务工作区。文献藏阅区是图书馆的核心区域，包括图书藏阅空间、期刊藏阅空间、电子阅览空间、视听阅览区和基本藏书空间；

4.8.2 图书馆网络建设应满足下列要求：

1 图书藏阅空间、期刊藏阅空间、电子阅览空间和视听阅览区拥有众多书桌和座位，可用于学习和研究活动，需配备高密无线网进行覆盖。电子阅览区还需为 PC 机等提供有线网络、上机预约和刷卡系统；

2 藏书空间拥有众多书架存放图书，为便于线上实时查阅资料，需提供稳定可靠的无线网。鉴于书架对无线信号屏蔽较强，需增加普通 AP 数量进行覆盖，保障信号质量；

3 读者服务区主要由咨询区、图书借阅区、还书及办证区组成，需要为借阅、办证和借还书系统等提供有线网络，同时提供无线接入网络、物联网等；

4 技术服务区：提供打印、复印、复录和数码照相服务，需要为设备提供有线网接入；

5 学术交流区域和行政业务工作区，参照办公楼的会议室和办公室。

4.9 体育馆

4.9.1 体育馆场馆通常占地面积和建筑面积较大，以容纳大量的观众和运动员，一般容量高达 3000 人~20000 人。高校体育馆不仅承担体育教学和训练的任务，还经常用于举办文艺演出、开学和毕业典礼、节庆活动等大型集会。

4.9.2 体育馆并发用户量极大，馆内人员流动频繁，应保障无线信号高质量、高并发和高带宽。

4.9.3 体育馆主馆跨度大，高度大，WLAN AP 通常采用中间吸顶加定向天线覆盖，边墙壁挂全向 AP 覆盖相结合，AP 部署应合理规划信道，消除同频干扰。

4.9.4 应预留有线网口，提供大型活动、会议等现场直播的高质量、高带宽接入需求。

4.9.5 应预留进入场馆门禁通道的有线网口，满足场馆管控的网络需求。

4.10 公共区域

4.10.1 室内公共区域包含楼道、电梯间等场所，实现无线网信号覆盖。大厅提供无线高密覆盖，预留门禁通道、自助设备等有线网口；卫生间无线网覆盖，可通过楼道信号覆盖，也可在卫生间内部署。

4.10.2 室外公共区域包含操场、篮球场、广场、校门、主干道路等，应以无线 WLAN 网络覆盖为主，保障无线信号高质量、高并发和高带宽。操场看台应预留有线网口，提供活动、会议等现场直播的高质量、高带宽接入需求；远距离供电应满足室外区域 AP 用电需求；室外道路实现无线网信号覆盖，应满足师生室外无缝漫游的用网需求；校门应预留入校门禁通道的有线网口，满足校门管控的网络需求。

5 智慧高校万兆园区网络系统设计

5.1 一般规定

- 5.1.1 智慧高校万兆园区网络架构应根据高校场景要求确定，并应满足系统扩容要求。
- 5.1.2 智慧高校万兆园区网络支持的业务种类、网络带宽应满足高校网络业务要求。
- 5.1.3 智慧高校万兆园区网络设备数量和配置应根据业务终端数量确定。
- 5.1.4 智慧高校万兆园区网络规划和安全策略应根据用户业务需求设计。

5.2 智慧高校万兆园区网络架构

5.2.1 智慧高校万兆园区网络架构如图 5.2.1 所示，主要包括互联网出口网络、核心层网络、汇聚层网络、接入层网络、校园物联网等，各类型网络架构符合下列规定：

1 高校园区出口网络宜选择运营商网络或 CERNET 网络，校园网出口网络宜使用防火墙等网络安全设备；

2 核心层网络应包含校内核心机房中的核心交换机、中心交换机、无线控制器、SDN 控制器及 BRAS 认证网关，无线控制器、SDN 控制器及 BRAS 认证网关宜采用旁挂在核心交换机侧设计。

3 汇聚层网络应包含无源汇聚模块或光电交换机，应采用星型架构组网。

4 接入层网络应包含接入交换机、远端模块交换机或 WLAN AP，应与汇聚层设备一体化组网。接入交换机或远端模块交换机应部署在房间，无风扇静音设计，宜采用万兆光纤入室；无线 AP 应采用 WAC+Fit AP 架构。

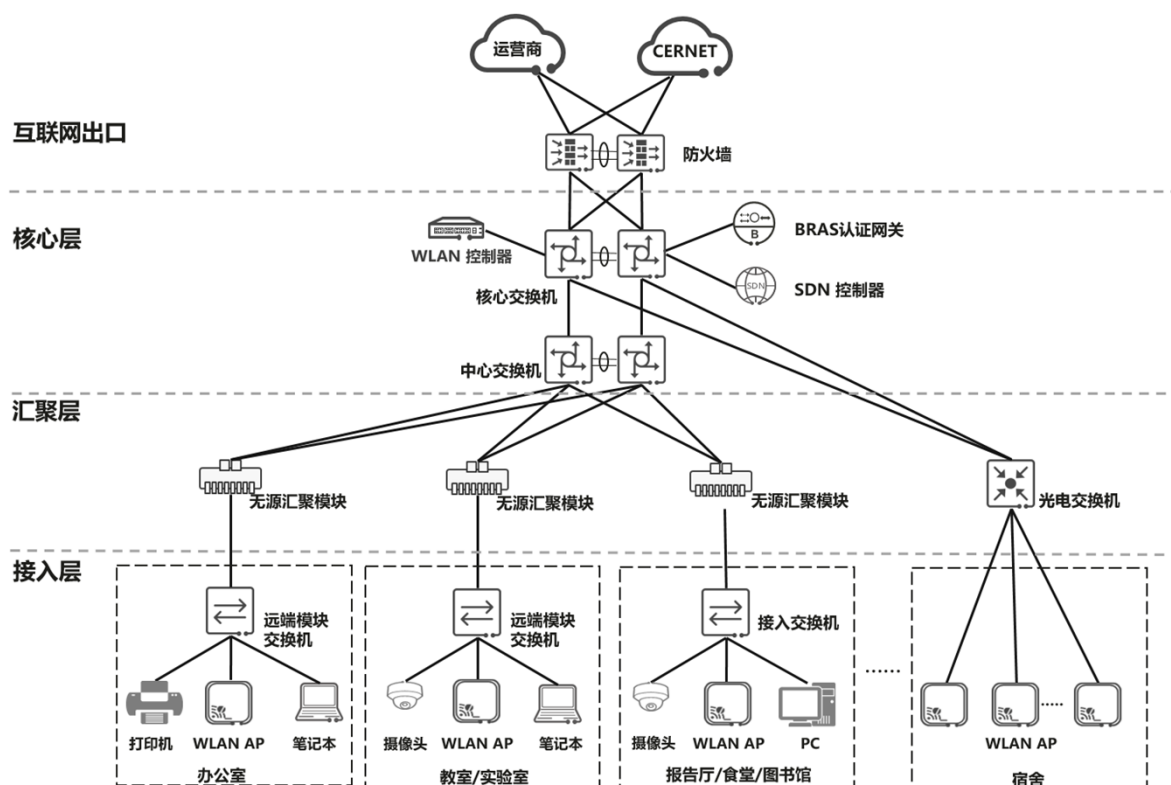


图 5.2.1 智慧高校万兆园区网络架构

5.2.2 核心交换机应部署在学校中心机房，符合下列规定：

- 1 应具备高带宽能力，上行带宽应支持 2*100G 以上；
- 2 应具备高可靠、高扩展等能力，包括但不限于堆叠、可插拔双电源、独立监控板卡、基于真实业务流实时检测网络故障等；
- 3 应支持 SDN VxLAN 功能，以满足虚拟化网络隔离需求，实现一网多用；
- 4 应支持 IPv4 和 IPv6 路由协议；
- 5 应具备集成无线局域网控制器能力，应支持有线无线终端的统一认证及无线数据报文的集中转发功能；
- 6 应支持基于用户进行分组，并根据用户组制定访问控制策略，以保证同一用户组内用户的策略一致。
- 7 应具备自主可控能力，核心部件如 CPU、交换芯片、转发芯片等应保证安全连续可以供应。

5.2.3 中心交换机宜部署在学校核心机房，符合下列规定：

- 1 应具备高带宽及高扩展能力，上行带宽应支持 2*100G 或 4*25G 以上，下行带宽单端口应支持扩展至 160G 及以上。
- 2 应支持插卡扩展槽，未来可实现端口按需扩展，满足更大带宽业务扩展对带宽的诉求；
- 3 应具备可靠性组网能力，包括设备堆叠组网，M-LAG 组网等；
- 4 应支持电源和风扇冗余配置，保障业务无间断运行，应支持可插拔风扇设计，支持智能风扇调速，降低运维成本；
- 5 应支持对中心光模块进行故障预测能力，避免业务中断；
- 6 应支持自动向 SDN 控制器注册功能，实现自动化部署、即插即用；
- 7 应支持 SDN VxLAN 功能，以满足虚拟化网络隔离需求，实现一网多用；
- 8 应支持 IPv4 和 IPv6 路由协议；
- 9 应支持 iFIT 随流检测能力，实时感知网络中的应用质量；
- 10 应支持通过 Telemetry 方式上报设备的统计信息，便于运维平台继续设备信息进行运维；
- 11 应支持基于用户进行分组，并根据用户组制定访问控制策略，以保证同一用户组内用户的策略一致。
- 12 应具备自主可控能力，核心部件如 CPU、交换芯片、转发芯片等应保证安全连续可供应。

5.2.4 无源汇聚模块宜部署在楼栋弱电间，符合下列规定：

- 1 无源汇聚模块应无需外部供电，保证弱电间无源免维；
- 2 宜支持双端口上行1：1备份，保证组网可靠性；
- 3 无源汇聚模块高度宜不超过1U，以节省设备部署空间；

4 无源汇聚模块应支持16个及以上接入设备接入，包括远端模块交换机、接入交换机或AP，下行带宽应支持10GE及上；

5 无源汇聚模块应支持对光信号进行分组，并具备组内混插彩光模块能力，无需一一对应，以减轻部署复杂度；

6 应支持国产化，应保证网络设备安全可供应。

5.2.5 光电交换机宜部署在楼栋弱电间，符合下列规定：

1 应具备高可靠性能力，包括堆叠、可插拔双电源、基于真实业务流实时检测网络故障能力；

2 应支持自动向 SDN 控制器注册功能，实现自动化部署、即插即用；

3 应支持给WLAN AP供电，采用光电混合缆和接入交换机连接，支持超300米 PoE++供电；

4 应支持对AP进行管理，包括对其进行信息查询、配置下发；

5 宜支持SDN VxLAN功能，以满足虚拟化网络隔离需求，实现一网多用；

6 应支持IPv4和IPv6路由协议；

7 应支持基于用户进行分组，并根据用户组制定访问控制策略，以保证同一用户组内用户的策略一致。

8 应具备自主可控能力，核心部件如CPU、交换芯片、转发芯片等应保证安全连续可供应。。

5.2.6 远端模块交换机应部署在室内，符合下列规定：

1 应支持即插即用功能，无需单独配置管理，由中心交换机进行统一纳管，简化运维；

2 宜支持多种供电方式，本地适配器供电、光电混合模块供电、凤凰端子供电，具备 PoE++对外供电能力，以满足 AP 供电需求；

3 上行带宽应支持 2*10G

及以上，下行带宽应支持 2.5G 及以上，以满足高带宽 AP 的使用；

- 4 应支持无风扇静音设计，以满足静音房间使用要求；
- 5 整机设备高度应为不超过 1U，以节省设备部署空间；
- 6 设备上应支持 PNP 按钮以及复位按钮，便于设备运维；
- 7 应支持国产化，保证远端模块交换机安全可供应。

5.2.7 接入交换机应部署在室内，符合下列规定：

- 1 应支持即插即用功能，支持自动向 SDN 控制器注册；
- 2 应支持对 AP 进行管理，包括信息查询、配置下发；
- 3 下行带宽应支持 2.5G 及以上，以满足高带宽接入业务需求；
- 4 宜支持通过软件升级带宽能力；
- 5 应支持 PoE++供电能力，以满足 AP 和摄像头等终端供电需求；
- 6 宜支持 SDN VxLAN 功能，以满足虚拟化网络隔离需求；
- 7 支持 IPv4 和 IPv6 路由协议；
- 8 应支持基于用户进行分组，并根据用户组制定访问控制策略，以保证同一用户组内用户的策略一致；
- 9 应具备自主可控能力，核心部件如 CPU、交换芯片、转发芯片等应保证安全连续可供应。

5.2.8 WLAN 控制器应符合如下规定：

- 1 应支持对 AP 的接入控制和管理。管理能力应大于 512 个 AP；
- 2 单台 WAC 上行带宽应支持 2*10G 及以上，三层转发吞吐量应大于等于 120Gbps；
- 3 应支持 RIP-1/RIP-2，OSPF，BGP，IS-IS 等路由协议；
- 4

应支持 MAC 认证、802.1x 认证、Portal 认证、MAC+Portal 混合认证、WAPI 认证、PPSK 认证、DPSK 认证；

5 应支持 VIP 用户识别和优先调度，VIP 用户可不受限速策略，获得空口报文的优先级提升；

6 应支持基于 IEEE 802.11k 和 IEEE 802.11v 协议的智能漫游，使客户端能漫游到最佳 AP；应支持通过终端类型识别，终端漫游画像，协同测量引导等智能漫游辅助功能，以提升终端漫游过程中的信号质量；

7 宜支持国产化，保证网络设备安全可供应。

5.2.9 WLAN AP 符合下列规定：

1 2.4G 和 5G 全频段应满足 IEEE 802.11be 要求标准；

2 宜支持 AP 点位 AI 自动布放，快速完成网络规划；

3 应支持 WAPI 认证；

4 宜支持通过物理层空口加扰，实现下行流量的安全防窃听；

5 宜支持 AI 潮汐预测，POE 区域关断，能耗可视，实现 AP 绿色节能；

6 宜支持内置蓝牙模块，并通过蓝牙串口进行远程运维；

7 应具备自主可控能力，核心部件如 CPU、Wi-Fi 芯片等应保证安全连续可供应。

5.3 办公楼以太网网络系统设计

5.3.1 办公楼以太网网络系统设计如图 5.3.1 所示，并满足下列要求：

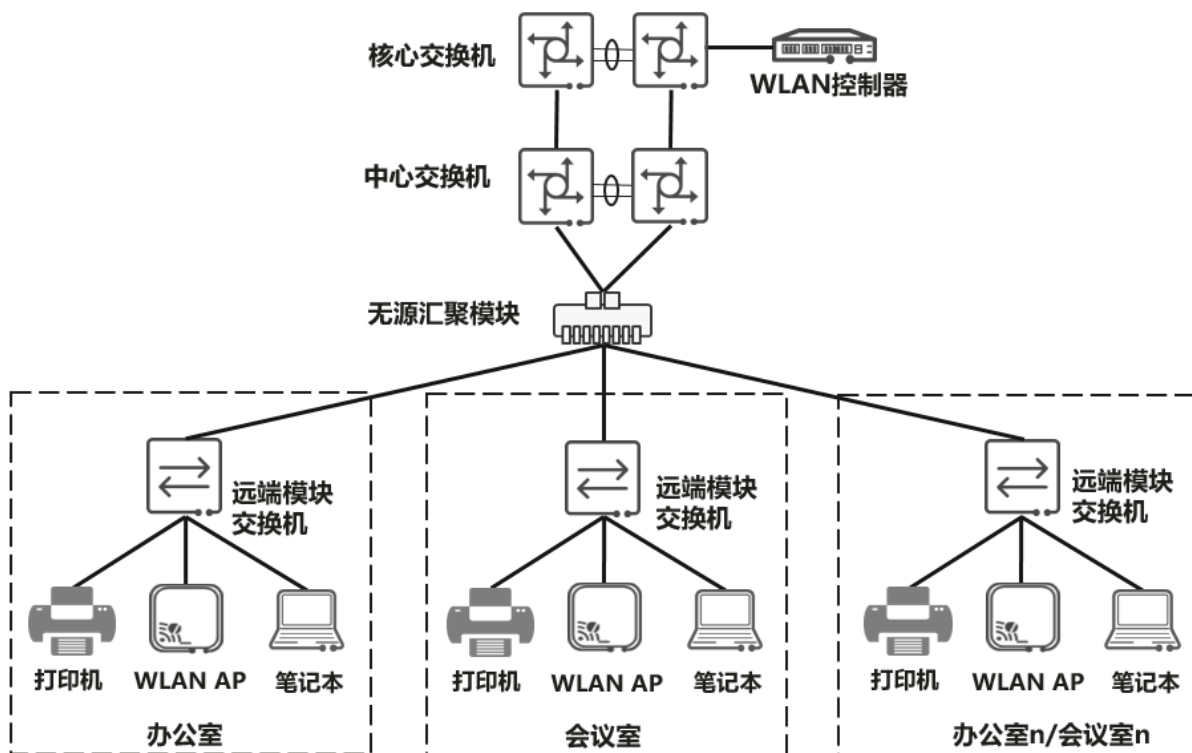


图 5.3.1 办公楼以太网网络系统设计

1 办公楼室内宜部署远端模块交换机，应具备为房间内 WLAN AP 提供 POE 供电，同时应给室内打印机、WLAN AP、笔记本等提供有线接入的能力；

2 个人办公室（有线口需求 ≤ 4 个）宜选择面板型 AP，集体办公室或会议室（有线口需求 > 4 个）宜选择高密放装 AP 部署，办公楼接入层设备设计如表 5.4.1 所示。。室内终端和 AP 通过网线接入到交换机上，摄像头、AP 等宜通过接入交换机进行 POE 供电。

表 5.3.1 办公楼接入层设备设计示例

| | 个人办公室 (<20m ²) | 集体办公室 ($\geq 20\text{m}^2$) |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AP 款型 | 面板 AP 应满足下列要求： 1 支持两个射频，2.4G 频段和 5G 频段，全频段满足 IEEE 802.11be 要求； 2 整机速率应 $\geq 3.5\text{Gbps}$ ； 3 整机最大用户接入数 ≥ 256 个； | 放装 AP 应满足下列要求： 1 支持两个射频，2.4G 频段和 5G 频段，全频段满足 IEEE 802.11be 要求； 2 整机速率 $\geq 6.45\text{Gbps}$ |

| | | |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>4 AP 支持内置蓝牙模块，支持 BLE5.2，支持内置蓝牙串口运维；</p> <p>5 单用户极限测速应不低于 2.3Gbps；</p> | <p>3 整机最大用户接入数\geq1200；</p> <p>4 AP 支持内置蓝牙模块，支持 BLE5.2，支持内置蓝牙串口运维；</p> <p>5 单用户极限测速应不低于 2.3Gbps；</p> |
| 远端模块交换机 | <p>1 支持整机 8 个以太网端口；</p> <p>2 支持\geq2 个 2.5GE 以太网口；</p> <p>3 支持 2*10GE 光口上行；</p> <p>4 支持 POE+供电，整机最大 POE out 功率\geq128W。</p> | <p>1 支持整机 8 个以太网端口；</p> <p>2 支持\geq2 个 2.5GE 以太网口；</p> <p>3 支持 2*10GE 光口上行；</p> <p>4 支持 POE+供电，整机最大 POE out 功率\geq128W。</p> |

5.3.2 办公楼无线 WLAN 网络体验速率应不低于 1000Mbps。

5.3.3 办公楼 WLAN AP 应按图 5.3.3 部署，并应符合下列规定：



图 5.3.3 办公 WLAN AP 部署设计

1 集体办公室单个房间面积小于 120m²，应部署 1 个放装型 AP；单个房间面积在 120m²~240m²，应部署 2 个放装型 AP；

2 个人办公室单个房间面积小于 20m²，应部署 1 个面板 AP。

5.4 教学楼以太网络系统设计

5.4.1 教学楼以太网络系统设计如图 5.4.1 所示，并满足下列要求：

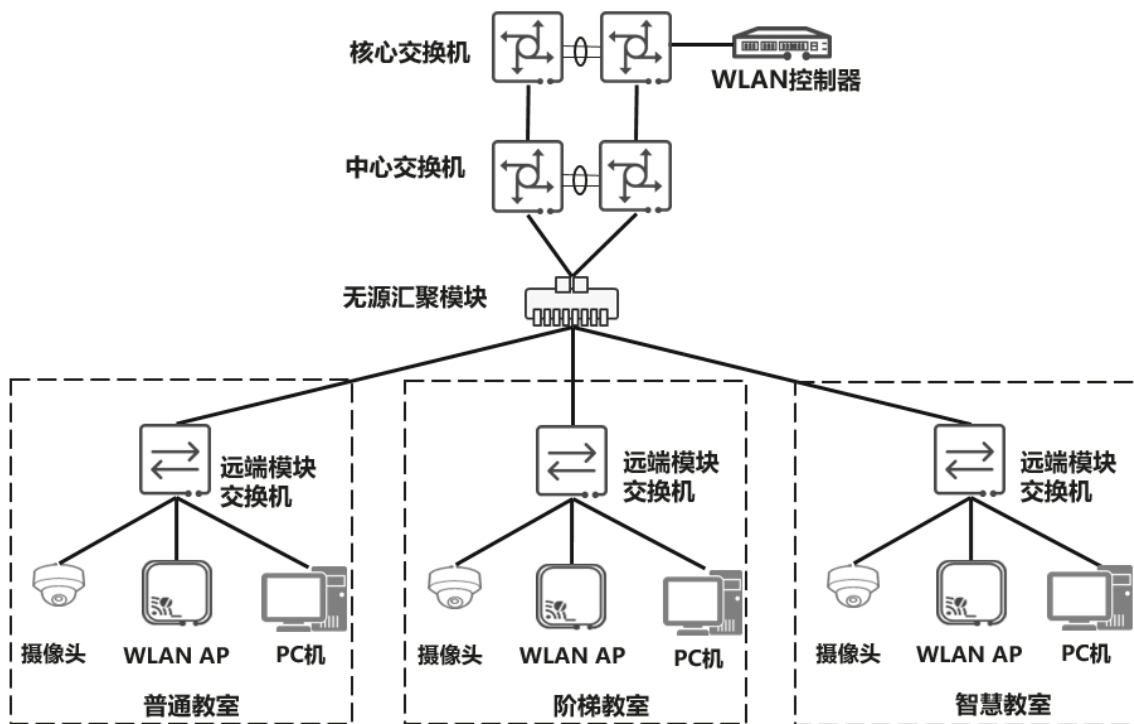


图 5.4.1 教学楼以太网系统设计

1 教学楼内宜部署远端模块交换机，应具备为房间内 WLAN AP 提供 POE 供电，同时应给摄像头、WLAN AP、PC 机等提供有线接入的能力。远端模块交换机上行带宽应支持 10Gbps，以满足智慧教学场景的大带宽要求。

2 普通教室选择部署 1~2 台放装 AP，阶梯教室需要选择部署高密款型的放装 AP，满足大量无线用户网络接入的要求，教学楼接入层设备设计如表 5.4.1 所示。

表 5.4.1 教学楼接入层设备设计示例

| | 普通教室 (40m ² ~120m ²) | 阶梯教室 (40m ² ~120m ²) | 智慧教室 (50m ² ~150m ²) |
|----------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| AP 款型 | 普通教室选择部署放装 AP， 数量=面积/40m ² 或 30 人。 放装 AP 应满足下列要求： | 阶梯教室选择部署高密 AP，数量=面积/70m ² 或 50 人。高密 AP 应满足下列 要求： | 阶梯教室选择部署放装 AP，数量=面积/40m ² 或 30 人。放装 AP 应满足下列 要求： |

| | | | |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>1 支持两个射频，2.4G 频段和 5G 频段，全频段满足 IEEE 802.11be 要求；</p> <p>2 总空间流数≥ 6；整机速率$\geq 6.4\text{Gbps}$；单用户极限测速 2.3Gbps；</p> <p>3 整机最大用户接入数≥ 256；</p> <p>4 支持 VIP 用户带宽保障功能，提升用户体验；</p> <p>5 单个 5G 射频支持 50 路 1080P 高清视频不卡顿；</p> | <p>1 支持三个射频，一个 2.4G 频段和两个 5G 频段，全频段需满足 IEEE 802.11be 要求；</p> <p>2 总空间流数≥ 8；整机速率$\geq 9.3\text{Gbps}$；单用户极限测速 2.3Gbps；</p> <p>3 整机最大用户接入数≥ 1800；</p> <p>4 支持 VIP 用户带宽保障功能，提升用户体验；</p> <p>5 支持 PoE out，可用于扩展物联网；</p> <p>6 支持 VIP 用户带宽保障功能，提升用户体验；</p> <p>7) 支持 120 路 1080P 视频不卡顿。</p> | <p>1 支持两个射频，2.4G 频段和 5G 频段，全频段满足 IEEE 802.11be 要求；</p> <p>2 总空间流数≥ 6；整机速率$\geq 6.4\text{Gbps}$；单用户极限测速 2.3Gbps；</p> <p>3 整机最大用户接入数≥ 256；</p> <p>4 支持 VIP 用户带宽保障功能，提升用户体验；</p> <p>5 单个 5G 射频支持 50 路 1080P 高清视频不卡顿；</p> |
| 远端模块交换机 | <p>1 支持整机 8 个以太网端口；</p> <p>2 支持≥ 2 个 2.5GE 以太网口；</p> <p>3 支持 2*10GE 光口上行；</p> <p>4 支持 POE+供电，整机最大 POE out 功率$\geq 128\text{W}$。</p> | <p>1 支持整机 8 个以太网端口；</p> <p>2 支持≥ 2 个 2.5GE 以太网口；</p> <p>3 支持 2*10GE 光口上行；</p> <p>4 支持 POE+供电，整机最大 POE out 功率$\geq 128\text{W}$。</p> | <p>1 支持整机 8-24 个以太网端口；</p> <p>2 支持≥ 2 个 2.5GE 以太网口；</p> <p>3 支持 2*10GE 光口上行；</p> <p>4 支持 POE+供电，整机最大 POE out 功率$\geq 128\text{W}$。</p> |

5.4.2 教学楼无线 WLAN 网络应满足下列要求：

- 1 体验速率应不低于 1000Mbps；
- 2 普通教室和阶梯教室单 AP 应支持接入 100 个以上终端，用户使用并发率应支持

30%以上; 智慧教室单 AP 应支持接入 50 个以上终端, 用户使用并发率应支持 50%以上。

5.4.3 教学楼无线网络设计如图 5.4.3 所示，并应符合下列规定：

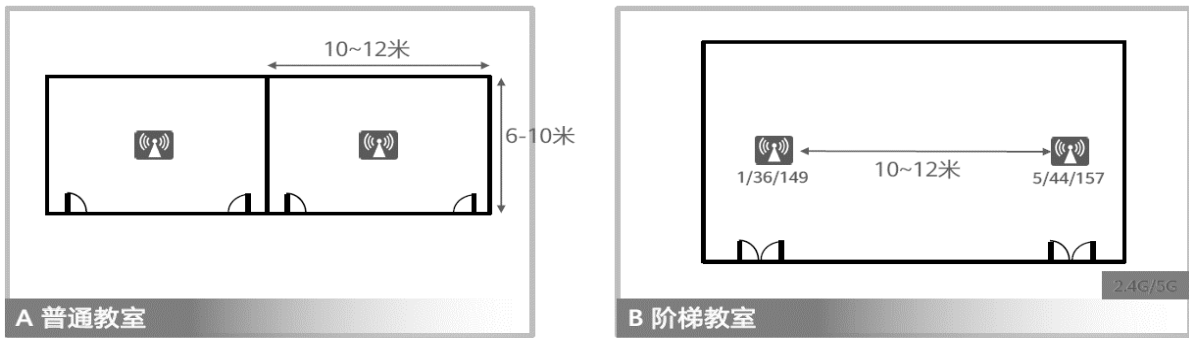


图 5.4.3 教学楼无线网络设计

- 1 普通教室应使用全向放装 AP，吸顶安装；
- 2 阶梯教室应使用全向三射频高密放装 AP，吸顶安装，AP 间距 10m~12m；
- 3 智慧教室部署方式与普通教室类似，应使用全向三射频放装 AP，吸顶安装，AP 间距 10m~12m。

5.5 报告厅以太网网络系统设计

5.5.1 报告厅以太网网络系统设计如图 5.5.1 所示，并满足下列要求：

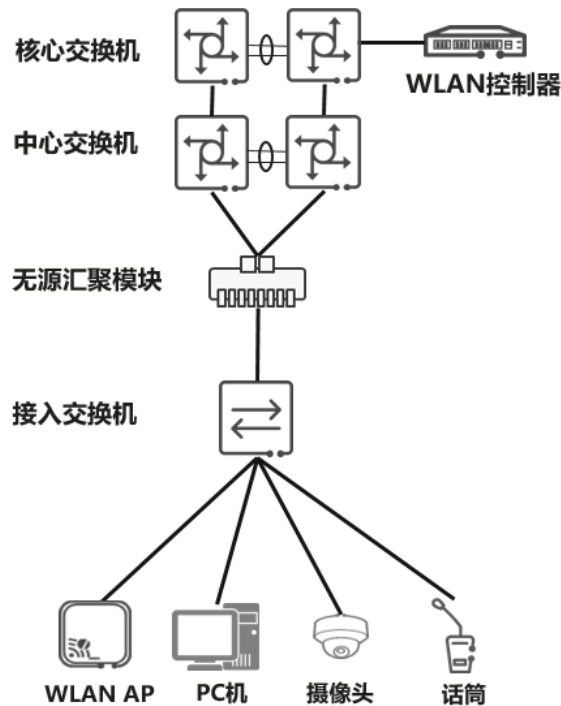


图 5.5.1 报告厅以太网网络系统设计

1 报告厅室内应部署 8 口~24 口接入交换机，应具备为报告厅内 WLAN AP 提供 POE 供电，同时应给摄像机、录像机、声控系统、光电控制系统、WLAN AP、PC 机等提供有线接入的能力。

2 室内 WLAN AP 满足高密场景下大带宽需求。

3 高密款型 AP 应满足下列要求：

1) 支持三个射频，一个 2.4G 频段和两个 5G 频段，全频段需满足 IEEE 802.11be 要求；

2) 总空间流数 ≥ 8 ；整机速率 $\geq 9.3\text{Gbps}$ ；单用户极限测速 2.3Gbps；

3) 整机最大用户接入数 ≥ 1800 ；

4) 支持 VIP 用户带宽保障功能，提升用户体验；

5) 支持 PoE out，可用于扩展物联网；

6) 支持 VIP 用户带宽保障功能，提升用户体验；

7) 支持 120 路 1080P 视频不卡顿。

5.5.2 报告厅无线 WLAN 网络应满足下列要求：

1 体验速率应不低于 1000Mbps；

2 单 AP 应支持接入 50 个以上终端，用户使用并发率应支持 40%以上。

5.5.3 报告厅无线 WLAN 网络设计如图 5.5.3 所示，并符合下列规定：

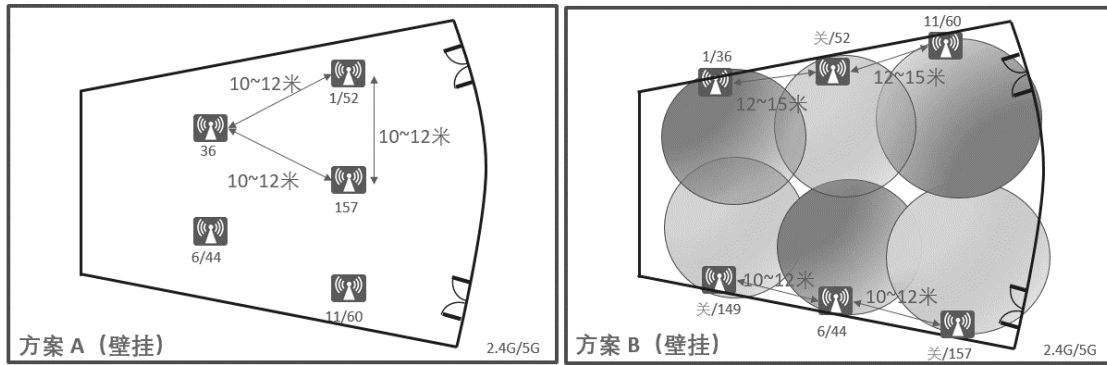


图 5.5.3 报告厅无线 WLAN 网络设计

- 1 报告厅层高小于 6m 时, 应参考方案 A, 使用室内内置全向天线三射频高密 AP, 吸顶安装, AP 间距 12m~15m, 等三角部署;
- 2 报告厅层高大于 6m 时, 应参考方案 A 或方案 B, 使用室内外置天线 AP +35° 定向天线, 吸顶或壁挂安装, AP 间距 12m~15m;
- 3 由于 2.4G 可用信道较少, AP 数量较多时宜关闭部分 2.4G 射频减少同频干扰。

5.6 实验楼以太网网络系统设计

5.6.1 实验楼以太网网络系统设计如图 5.6.1 所示, 并应满足下列要求:

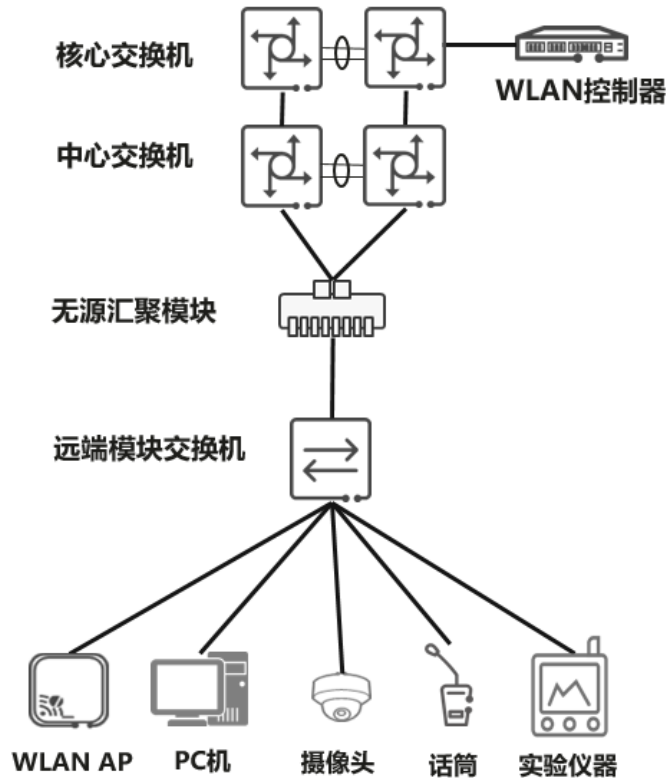


图 5.6.1 实验楼以太网网络系统设计

1 实验楼室内应部署 8 口~16 口远端模块交换机，应具备为实验楼内 WLAN AP 提供 POE 供电，同时应给摄像头、边缘计算物联网关、WLAN AP、PC 机等提供有线接入的能力。

2 应支持对实验室内物联仪器仪表接入，便于校园网络中物联平台管理仪器仪表资产盘点、跟踪、统计查询、位置计算等；

5.6.2 实验楼无线 WLAN 网络应满足下列要求：

- 1 体验速率应不低于 1000Mbps；
- 2 单 AP 应支持接入 50 个以上终端，用户使用并发率应支持 30%以上。

5.6.3 实验楼无线 WLAN 网络设计如图 5.6.3 所示，并应符合下列规定：

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要
下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/537102124064010003>