

WHITEPAPER · WP-006

高端影音室网络基础设施规范

High-End A/V Room Network Infrastructure Specification

现代住宅影音网络的全面工程化方案

出品 东莞市五点智能工程有限公司

品牌 五点智能影音 · WUDIAN

版本 V1.0

发布 2025 年

文件编号：WP-006 版本：V1.0 发布方：东莞市五点智能工程有限公司 发布日期：2025 年
适用范围：别墅、大平层家庭影院、KTV、全屋智能集成的网络基础设施规划与施工

前言

现代高端影音室（家庭影院、KTV、全屋智能控制中心）已不再是传统意义上的“独立娱乐房间”。它们是一个高度依赖网络的多媒体节点：

- 蓝光 / 4K HDR / 8K 流媒体在线播放
- AV 处理器固件升级、声学校准数据上传
- KNX / Crestron / Savant 控制系统跨房间通信
- 多区音频分发 (Sonos / Roon / 高解析音乐流)
- 高清安防摄像 (4K NDI / RTSP 流)
- AI 语音助手与设备控制
- 远程运维、远程问题诊断

任何一个环节因网络问题失败，都会破坏完整体验。例如：流媒体卡顿、控制按钮无响应、AV 设备开机后无法识别 HDMI、远程更新失败等。

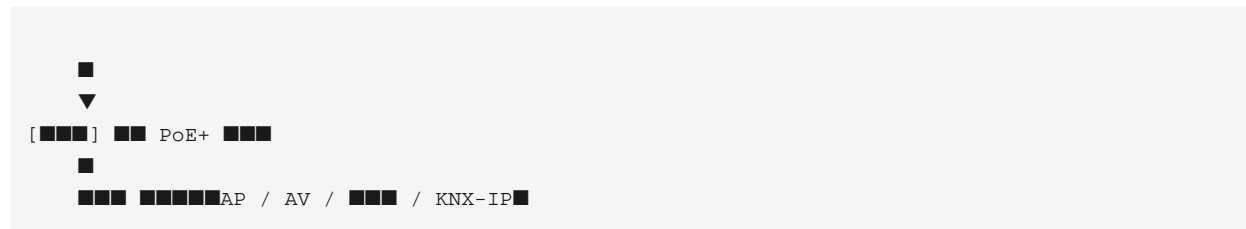
本规范由五点智能影音网络工程团队基于 CEDIA STD-012、TIA-568、ANSI/BICSI 002 等国际综合布线标准结合实际项目经验编写，为高端住宅影音网络基础设施设计与施工提供完整参考。

第一章 网络架构总体设计

1.1 分层网络架构

高端住宅推荐采用核心-汇聚-接入三层架构：





1.2 VLAN 划分原则

VLAN 划分是高端住宅网络稳定性与安全性的核心：

VLAN	名称	子网示例	设备类型	隔离原则
10	AV-PRO	192.168.10.0/24	AV 处理器、流媒体设备、Roon Core	高优先级，QoS 优先
20	CONTROL	192.168.20.0/24	KNX-IP、Crestron、Savant、Control4	严格 ACL，外网仅必要白名单
30	SMART	192.168.30.0/24	智能面板、灯光控制、电动窗帘	隔离 IoT 流量
40	CAMERA	192.168.40.0/24	摄像头、NVR、门禁	严格出口控制，防止数据外泄
50	TRUSTED	192.168.50.0/24	业主 / 家庭成员设备	全访问权限
60	GUEST	192.168.60.0/24	访客 Wi-Fi	仅互联网访问，禁止访问内网
70	IOT-ISOLATED	192.168.70.0/24	智能音箱、扫地机器人、电视等	严格隔离，仅必要联网

关键原则：AV 控制设备（VLAN 10、20）通常不需要互联网，仅在固件升级时临时开放出口，可大幅提升系统稳定性与安全性。

1.3 带宽规划

根据典型高端住宅使用场景估算带宽需求：

场景	单流带宽	并发流数	总带宽需求
4K HDR Netflix / Disney+	25 Mbps	3-4	100 Mbps
8K 流媒体（未来预留）	100 Mbps	1-2	200 Mbps
4K 安防摄像头（NDI）	200 Mbps	8	1.6 Gbps（仅内网）
Roon 高解析音乐流	50 Mbps	4-6 区	300 Mbps（仅内网）
HDMI over IP（如有）	1 Gbps	2-4	2-4 Gbps（仅内网）
远程会议 / 直播	10 Mbps	2	20 Mbps

场景	单流带宽	并发流数	总带宽需求
互联网总需求	—	—	建议 500 Mbps+ 上下行对称
内网骨干总需求	—	—	建议 10 Gbps 骨干

结论：高端别墅推荐配置 1 Gbps 互联网（双 ISP），10 Gbps 内网核心骨干（接入层 1 Gbps + PoE）。

第二章 结构化布线系统

2.1 布线标准与等级选择

根据 TIA-568.2-D 和 ISO/IEC 11801 标准：

等级	类别	带宽	最大传输速率	适用距离	推荐用途
Class E	Cat 6	250 MHz	1 Gbps (55 m) / 2.5 Gbps (短距离)	100 m	已不推荐新建项目
Class EA	Cat 6A	500 MHz	10 Gbps	100 m	强烈推荐（性价比高）
Class FA	Cat 7A	1,000 MHz	10 Gbps	100 m	屏蔽要求高的环境
Class I	Cat 8	2,000 MHz	25/40 Gbps	30 m	数据中心 / 服务器机柜内

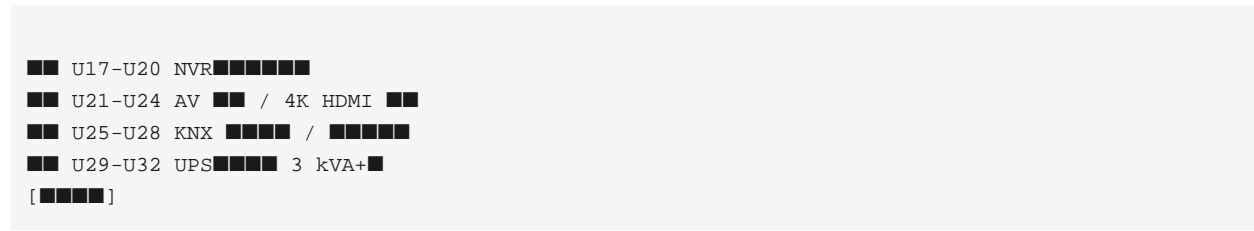
五点推荐：

- 主线（楼层间、跨房间）：Cat 6A U/FTP 或 F/UTP（屏蔽，抗干扰强）
- 接入末端（房间内）：Cat 6A U/UTP（成本平衡）
- 服务器机柜内短距离（< 30 m）：Cat 8

2.2 光纤布线规划

10G+ 跨楼层骨干强烈推荐光纤：

光纤类型	适用距离	成本	推荐场景
OM3 多模	300 m @ 10G	中	楼层骨干（推荐起点）
OM4 多模	400 m @ 10G	中	大型别墅
OS2 单模	10+ km	低（光纤）/ 高（光模块）	跨建筑、长距离



第三章 Wi-Fi 无线网络规划

3.1 无线标准选择

标准	别名	频段	最大速率	推荐使用
Wi-Fi 5	802.11ac Wave 2	5 GHz	1.7 Gbps	不推荐新建（已落后）
Wi-Fi 6	802.11ax	2.4 + 5 GHz	9.6 Gbps	性价比首选
Wi-Fi 6E	802.11ax 扩展	2.4 + 5 + 6 GHz	9.6 Gbps	6 GHz 频段干扰极少，旗舰首选
Wi-Fi 7	802.11be	2.4 + 5 + 6 GHz	46 Gbps	2024-2025 量产，前沿

五点推荐：

- 标准项目：Wi-Fi 6（性价比高）
- 高端项目：Wi-Fi 6E 或 Wi-Fi 7（无线性能与未来兼容性最佳）

3.2 AP 部署密度

部署原则：

- 每个 AP 覆盖面积 80-120 m²（住宅典型墙体衰减下）
- 相邻 AP 信号重叠 ≥ 20%（确保漫游平滑）
- AP 安装高度：天花吸顶或墙面 2.5-3.0 m 处
- 避免安装位置：金属吊顶背板内、配电箱内、空调出风口正上方

典型别墅 AP 配置：

总面积	AP 数量	部署位置
< 200 m ²	2-3 个	客厅、二层走廊、户外
200-400 m ²	4-6 个	各楼层中心、影院、户外
400-600 m ²	6-8 个	增加各楼层走廊 + 庭院
> 600 m ²	8-12 个	全覆盖部署

3.3 无线漫游与控制器

漫游协议：

- 802.11k：邻居 AP 列表（终端预知附近 AP）
- 802.11v：网络辅助切换（AP 主动告知终端切换）
- 802.11r：快速切换密钥（< 50 ms 漫游延时）

统一控制器选型：

- UniFi 系列（Ubiquiti）：性价比高，配置直观，适合中端项目
- Aruba Instant On（HPE）：企业级稳定性
- Ruckus（CommScope）：信号穿透与并发能力业界领先
- Cisco Meridian：旗舰商业级
- TP-Link Omada：经济选项，不推荐高端项目

3.4 SSID 设计

SSID 名称	频段	VLAN	用途	加密
WuDian-Home	2.4+5+6G	50	业主主用	WPA3-Personal
WuDian-AV	5+6G	10	AV 设备无线连接	WPA3-Personal
WuDian-IoT	2.4G	70	智能家居物联网设备	WPA2-PSK（兼容性）
WuDian-Guest	2.4+5G	60	访客网络	WPA3 + 强制 Portal

不推荐：将所有设备塞到同一个 SSID。物联网设备的不稳定连接会拖累全部设备。

第四章 影音设备网络优化

4.1 AV 设备的网络特殊需求

Roon Core / Roon Ready 设备：

- 需开启 mDNS（Bonjour）跨 VLAN 转发（mDNS Reflector / Avahi）
- 推荐独立 VLAN，QoS 优先级 EF（Expedited Forwarding）
- Roon Core 服务器有线连接（千兆以上）

Sonos 多区音频：

- 自有专用 mesh 协议（SonosNet）
- 推荐 SonosNet：1 个有线连接 + 其他设备无线 mesh
- 跨 VLAN 部署需要 mDNS / IGMP Snooping 配置

Apple TV / Apple HomePod :

- 强依赖 Bonjour / AirPlay 服务发现
- HomePod 必须与控制 iPhone 同一 VLAN (或 mDNS 转发开启)

HDMI over IP 矩阵 (如 Crestron NVX、JustAddPower) :

- 需要 1G-10G 组播网络 (IGMP Snooping 必开)
- PIM-SM 路由协议支持
- 严格的低延迟要求 (< 1 帧延迟)
- 强烈建议独立物理网络或独立 VLAN + 严格 QoS

4.2 QoS 策略配置

家庭影音对 QoS 的需求矩阵 :

流量类型	DSCP 标记	优先级	带宽保留
AV 控制信令 (KNX-IP、Crestron)	CS6	最高	始终保证
实时音频 (VoIP、Sonos)	EF	高	50 Mbps
视频流 (流媒体、AirPlay)	AF41	高	200 Mbps
数据流 (NAS、备份)	AF21	中	剩余带宽
访客 / IoT	BE (Best Effort)	低	限速 100 Mbps

4.3 多播 (Multicast) 支持

HDMI over IP、Sonos、AV 设备发现等大量使用多播。交换机必须支持 :

- IGMP Snooping : 仅向需要的端口转发多播流量
- IGMP Querier : 在没有多播路由器时模拟查询器
- 跨 VLAN 多播 : 通过 PIM-SM 路由协议 (高端三层交换机)

典型故障 : HDMI 矩阵切换无效、Sonos 无法发现新喇叭、AirPlay 无声 → 90% 是 IGMP Snooping 配置问题。

第五章 安全策略

5.1 防火墙规则

最小权限原则配置 :

6.2 走线规范

线缆与强电分离：

平行长度	弱电与强电最小间距
< 5 m	200 mm
5-25 m	300 mm
> 25 m	500 mm
交叉处	90° 垂直交叉，无要求

线缆保护：

- 所有线缆必须穿管（PVC 阻燃管 $\geq \phi 20$ 或镀锌钢管）
- 弯曲半径 \geq 线缆外径的 8 倍（Cat 6A 至少 32 mm）
- 拉线张力 ≤ 110 N（约 11 kgf），过力会破坏内部绞距导致性能劣化

6.3 端接 (Termination) 规范

RJ45 模块端接：

- 严格按 T568B 线序（橙白-橙-绿白-蓝-蓝白-绿-棕白-棕）
- 解绞长度 ≤ 13 mm（Cat 6A 类要求）
- 使用专业打线工具（Krone / 110 型）
- 模块必须为屏蔽款（屏蔽线缆配套）

测试验收：

- 每条链路必须通过永久链路认证测试
- 测试仪推荐：Fluke DSX-8000 / 福禄克网络认证仪
- 输出测试报告：长度、衰减、近端串扰、远端串扰、回波损耗
- 报告作为竣工资料归档

6.4 标签与文档

标签规范：

- 每根线缆两端必须有热缩管标签（防脱落）
- 标签内容：源头位置 - 终端位置 - 编号
- 例：MDF-A1 / OFC-LV1-04（弱电间机架 A1 端口 \rightarrow 影院信息盒 04）
- 配线架上每个端口必须有对应标签

文档归档：

- 综合布线图（CAD）
- 线缆登记表（每条线缆的源头 / 终端 / 编号 / 测试结果）
- 网络拓扑图（设备级）
- IP 地址分配表（DHCP 范围 + 静态保留）
- VLAN 划分表 + 防火墙规则文档

第七章 运维与扩展

7.1 监控系统

监控目标：

- 设备在线 / 离线 (SNMP 探测)
- 端口状态、流量、错误包
- 互联网链路延迟 (Smokeping)
- AV 关键设备的可达性 (每分钟探测)

推荐方案：

- Zabbix / LibreNMS (开源, 企业级监控)
- UniFi Dashboard (如使用 UniFi 设备)
- Home Assistant + Glances (轻量级, 集成智能家居)

7.2 升级路径预留

三年升级路径预留原则：

- 主干带宽预留 1.5-2 倍未来三年需求
- 弱电间机柜剩余空间 $\geq 30\%$
- 信息点数量预留 20% (业主常临时增加设备)
- 电源插座预留 30% (每新增设备 $\geq 1.2 A$ 算)

7.3 业主操作手册

竣工交付时，业主收到：

- 网络拓扑彩图 (一张 A3 大图)
- 各 SSID 的 SSID / 密码 / 适用场景
- 关键设备 IP 地址速查表 (路由器 / 核心交换 / AP / NVR)
- 常见故障排查指南 (路由器死机、Wi-Fi 密码忘记、AV 设备掉线等)
- 远程支持联系方式与诊断工具登录

参考文献与引用标准

1. ANSI/TIA-568-D — Commercial Building Telecommunications Cabling Standard
2. ISO/IEC 11801-1:2017 — Information technology — Generic cabling for customer premises
3. CEDIA STD-012 — Network Infrastructure for Residential Systems (2021)
4. ANSI/BICSI 002 — Data Center Design and Implementation Best Practices

5. IEEE 802.3 — Ethernet Standards (含 802.3bz 2.5G/5G、802.3bs 200G/400G)
6. IEEE 802.11-2020 — Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications
7. IETF RFC 8200 — Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification
8. GB 50311-2016 — 综合布线系统工程设计规范
9. GB 50312-2016 — 综合布线系统工程验收规范
10. Tony Fortunato — The Technology Firm Cabling Best Practices

附录 A：典型别墅网络材料清单（450 m² 三层别墅）

类别	设备 / 材料	数量	备注
路由 / 防火墙	UniFi UDM-Pro / pfSense 软路由	1	双 WAN，10G uplink
核心交换机	UniFi USW-Pro-Aggregation	1	28 端口 10G SFP+
接入交换机	UniFi USW-48-PoE	2	48 口 PoE+，每楼层 1 台
无线 AP	UniFi U7-Pro (Wi-Fi 7)	6	Wi-Fi 7，吸顶
户外 AP	UniFi U7-Outdoor	1	庭院覆盖
服务器	Synology DS1823xs+	1	8 盘位，10GbE
NVR	UniFi UNVR-Pro	1	7 盘位，安防录像
UPS	APC SRTL3000	1	在线式 3 kVA
Cat 6A 线缆	Belden 10GX	3 km	屏蔽 U/FTP
光纤	OM4 多模	200 m	楼层骨干
RJ45 模块	Panduit MINI-COM Cat 6A	80 个	屏蔽款
信息面板	双口 / 四口墙面盒	40 个	含装饰盖板
设备小计	—	—	约 ¥120,000–180,000
综合布线施工	—	—	约 ¥60,000–80,000

附录 B：常见网络故障速查表

现象	可能原因	排查路径
流媒体卡顿	互联网带宽 / DNS 异常 / Wi-Fi 干扰	1. 速度测试 2. 切换 DNS 3. 切换 5G/6G
AV 设备发现失败	mDNS / Bonjour 跨 VLAN 未配	路由器开启 mDNS Reflector
HDMI 矩阵无信号	IGMP Snooping 未启用	交换机配置 IGMP Snooping
Sonos 部分喇叭离线	多播失效 / SonosNet 信号弱	用线连接主喇叭重建 mesh
Wi-Fi 漫游不切换	802.11r/k/v 未启用	控制器开启 Fast Roaming
摄像头大量重连	NVR 网络抖动 / PoE 功率不足	检查 PoE 总功率、链路质量
远程 VPN 无法连接	公网 IP 失效 / DDNS 过期	检查运营商 IP、DDNS 状态

本文件为东莞市五点智能工程有限公司原创技术规范，基于 CEDIA / TIA / IEEE 国际标准与团队实际工程经验整理。转载请注明出处。© 2025 五点智能影音 · wudian.fun