

依托 eNSP 平台的高密度无线网络场景部署及优化分析

李清平

(浙江育英职业技术学院,浙江 杭州 310018)

1 引言

高密度无线信号通常指在单位面积内部署大量接入点(AP),以应对高用户密度和设备接入需求^①。高密度环境通常包括大型会议中心、体育场馆和高校校园等场所,具有高用户密度、高数据流量和频繁的设备接入需求,对无线网络的性能和稳定性提出更高要求。在高密度环境中,无线信号容易受到干扰和重叠,导致信道拥堵和性能下降。此外,大量并发用户会加剧网络负载,影响数据传输速度和用户体验^②。

华为 AC+FitAP 架构作为一种先进的无线局域网解决方案,具有高效、灵活和可扩展性等优点,根据不同的应用场景进行灵活配置和优化,确保用户在任何时间、任何地点都能获得高速、稳定的网络连接。无论是观看高清视频、进行在线游戏还是开展远程办公等对网络质量要求较高的活动,用户都能够流畅地进行,大大提高用户的满意度。通过对高密度无线信号覆盖优化,可以更合理地分配网络资源,根据不同区域的用户密度和业务需求,动态调整无线信号的发射功率、信道等参数,避免资源的浪费,满足不断增长的网络安全需求^③。

2 华为 AC+FitAP 解决方案

华为 AC+FitAP 是一种适用于大规模无线部署场景的无线网络架构,AC(无线接入控制器)集中处理所有的安全、控制和管理功能,如移动管理、身份验证、VLAN 划分、射频资源管理和数据包

转发等,对整个无线网络进行统一管理和控制。FitAP(瘦接入点)主要完成无线射频接入功能,如无线信号发射与探测响应、数据加密解密、数据传输确认等,是无线网络中负责无线信号收发设备,为用户提供无线接入服务。AP 和 AC 之间采用 CAPWAP 协议进行通讯,FitAP 上电后会自动发现 AC,并向 AC 发起注册请求,注册成功后,AP 与 AC 之间建立 CAPWAP 隧道,AP 接受 AC 的统一管理和配置下发,按照 AC 的策略进行无线信号发射、用户接入控制等操作。这种架构可通过 AC 对大量 FitAP 进行统一管理和配置,实现自动信道分配、发射功率调整等功能,降低 AP 之间的互干扰,提高网络覆盖和性能^④。

3 仿真平台简介

eNSP 是华为提供的免费的网络仿真工具平台。可用于模拟 AC+FitAP 的配置、优化过程,支持 AC+FitAP 配置模拟,可方便进行 AC 与 FitAP 相关配置,能在 AC 上创建 AP 组,配置 AP 认证、安全机制、加密算法等无线参数,并将 VAP 模板中的无线业务参数下发到 AP 组中的 AP 成员上,完成 AC+FitAP 网络的基本搭建与配置。实现 AC+FitAP 网络优化模拟,通过模拟射频调优功能,使得同一 AC 管理的各 AP 保持相对平衡,保证 AP 工作在最佳状态,用户可设置自动、手动、定时三种调优模式,还能配置 DFS 优选信道功能,让 AP 的 5G 信道调整到干扰最小的信道。通过配置射频调优底噪阈值,可使 AC 在 AP 检测到底噪偏高时

① 赫佳彦.移动通信系统无线信号覆盖预测及优化研究[D].北京:中国矿业大学,2023.

② 蔡光程.无线网络优化技术研究与设计[J].电子世界,2019(7):207.

③ 潘育勤,蒋燕翔.基于瘦 AP 的无线局域网部署与优化实践[J].数码世界,2020(3):258-259.

④ 岳超.基于瘦 AP+AC 模式的组网技术研究[J].科学技术创新,2018(20):69-71.

调整信道。助力发送功率控制算法(TPC)实践,能通过配置射频调优 TPC 覆盖阈值,根据 AP 实际布放情况调整该阈值,以达到最优覆盖效果。同时可设置调优的最大功率值和最小功率值,使 AP 在射频调优后,最终生效的功率在设定范围内,避免功率过大导致干扰或功率过小影响覆盖。提供网络性能验证环境,配置优化完成后,可在 eNSP 平台中验证 AC+FitAP 网络性能,可测试网络的连通性、稳定性等,方便用户根据结果进一步调整优化配置^⑤。

4 场景部署与 IP 地址规划

4.1 仿真场景及拓扑图

网络场景是典型的企业无线接入+安全防护架构,围绕华为 AC+FitAP(AC6605 为无线接入控制器,AP1、AP2 为瘦接入点)构建无线网络,结合交换机(SW3A、SW3B)实现内网组网,通过防火墙(USG6000v)连接外网(Internet),划分 Trust 区(内网核心及无线管理侧)、Untrust 区(外网侧),满足多终端(手机、笔记本等)无线接入及内外网数据交互需求,如图 1 所示。

(1)无线网络侧:AP1、AP2 作为 FitAP,受 AC6605 集中管控。AP1 覆盖“无线网络场景 1”,接入终端以手机 Cellphone1 为主;AP2 覆盖“无线网络场景 2”,接入终端以笔记本 STA1 为主。AC6605 通过 SW3A 与 AP 连接,负责 AP 的配置下发(如 SSID、认证、功率控制等)、终端接入管理及数据转发调度,实现无线业务集中化管理。

(2)内网交换侧:SW3A 作为接入层交换机,一方面连接 AC6605 与 AP,打通无线控制与接入的通道;另一方面承载不同 VLAN 数据转发,将 AP1、AP2 所属业务 VLAN (vlan 100、vlan 200)及管理 VLAN (vlan 99) 的流量交互到上层网络。SW3B 作为汇聚/核心层交换机,连接 AC6605 与防火墙 USG6000v,转发内网(Trust 区)与外网(Untrust 区)的跨区流量,起内网数据汇聚和向安全设备引流的作用。

(3)安全防护侧:USG6000v 作为防火墙部署在内外网边界,划分 Trust 区(连接 AC6605 侧)与 Untrust 区(连接 Internet 侧),通过安全策略(如 ACL、NAT、攻击防护等),保障内网终端安全访问外网,同时抵御外网非法入侵,实现内外网数据交互的安全管控。

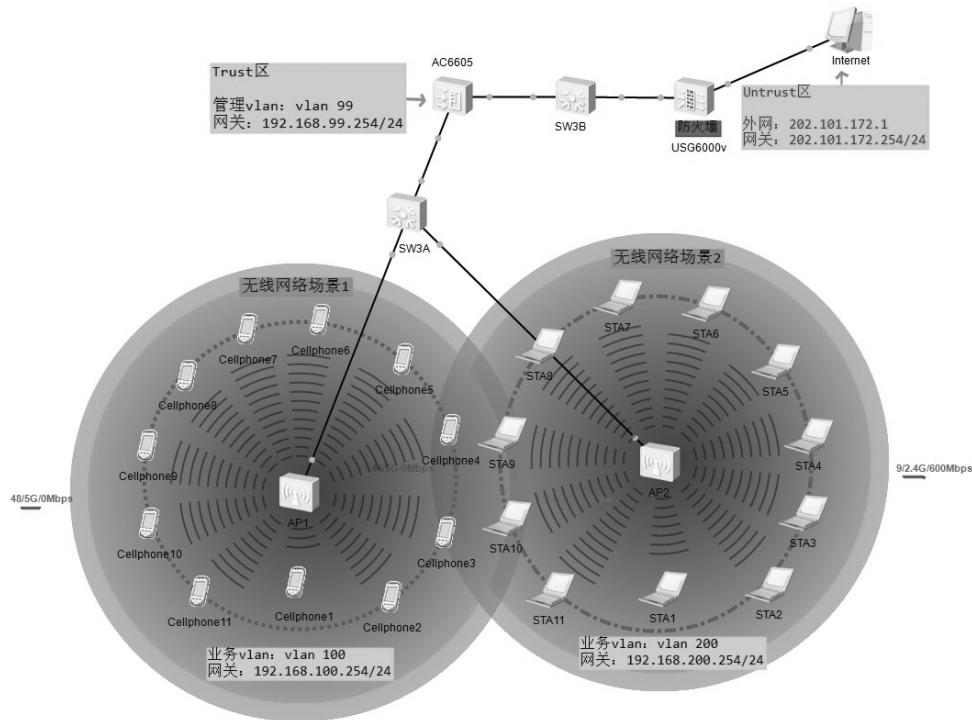


图1 高密度无线网络场景部署拓扑图

⑤ 李天辉.基于 eNSP 的 AC+AP 中大型 WLAN 的设计与实现[J].网络和信息化,2023(8):73-75.

(4)终端接入侧:手机、笔记本等终端通过无线接入 AP,经 AC 认证后,接入对应业务 VLAN (vlan 100 或 vlan 200),获取内网 IP 并访问内外网资源,满足办公、上网等业务需求,不同终端类型分区覆盖可适配场景化无线体验优化(如手机侧重带宽保障,笔记本侧重高速传输等)。

4.2 IP 地址规划及分配

通过 AC+FitAP 架构实现无线集中管控,满足多终端、多场景的无线接入需求。VLAN 划分(管理、业务分离)与 IP 网段规划,清晰界定网络功能分区,保障管理通道独立、业务流量有序。防火墙边界防护,筑牢网络安全屏障,既适配企业无线办公、外网访问的业务需求,又通过 IP 规划和分层部署简化网络运维(如故障定位、策略调整),支撑网络的可扩展与可持续优化(新增 AP、终端或业务网段可按既有逻辑扩展),如表 1 所示。

表 1 IP 地址规划及用途

区域/场景	VLAN ID	网络地址 (CIDR)	网关地址	用途说明
Trust 区 (管理)	vlan 99	192.168.99.0/24	192.168.99.254	AC6605、AP 等设备的管理通信,用于设备发现、配置下发、状态监控等
无线网络场景 1 (业务)	vlan 100	192.168.100.0/24	192.168.100.254	AP1 区域手机终端的业务承载,实现内网通信、访问内网资源及经防火墙访问外网等
无线网络场景 2 (业务)	vlan 200	192.168.200.0/24	192.168.200.254	AP2 区域笔记本终端的业务承载,实现内网通信、访问内网资源及经防火墙访问外网
Untrust 区 (外网)	/	202.101.172.0/24	202.101.172.254	防火墙 USG6000v 外网侧连接,用于内网终端 NAT 转换后访问 Internet,与运营商网络对接保障公网连通性,外网出口 IP 为 202.101.172.1

5 业务模板优化配置

在 AC+FitAP 组网方式中,AC 管理 AP 的流程通常包括几个关键步骤:AP 上线准备阶段(设备上电启动、发送发现请求)、AC 与 AP 建立连接阶段(AC 发现 AP、建立安全连接、双向认证)、配置下发阶段(AC 获取配置策略、配置下发至 AP)及状态监控与维护阶段(AP 状态上报、AC 监控与

调整)。高密无线场景的网络优化配置主要集中在 VAP 模板、SSID 模板、流量模板和 RRM 模板^⑥,如图 2 所示。

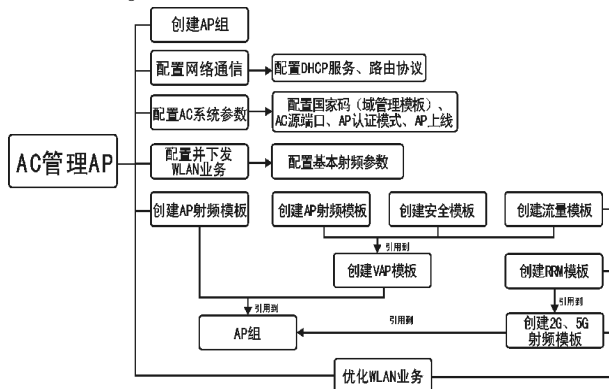


图 2 AC 配置及 AP 优化流程图

5.1 基础配置

(1)创建 AP 组:将 AP 按场景(如楼层、区域)分组,方便批量配置与管理,让相同需求的 AP 统一纳管。

(2)配置网络通信:通过 DHCP 服务自动分配 AP/终端 IP,路由协议保障 AC 与 AP、终端间路由互通,构建网络连通基础。

(3)配置 AC 系统参数:

国家码(域管理模板):适配法规,定义无线频段、功率等可用范围。

AC 源端口:指定 AC 与 AP 通信的网络端口。

AP 认证模式:保障 AP 接入 AC 的合法性(如 MAC、密钥认证)。

AP 上线:完成 AP 在 AC 上的注册、接入流程,让 AC 识别管理 AP。

5.2 WLAN 业务配置

配置并下发 WLAN 业务:设置基本射频参数(如信道、功率、SSID),将无线业务基础规则推送给 AP,开启无线服务。

5.3 模板创建与关联(核心优化逻辑)

(1)射频模板:细化 AP 射频工作模式(如频段、信道优先、功率调整),适配不同场景覆盖需求。

(2)安全模板:定义无线接入安全策略(如 WPA3 加密、802.1X 认证),保障终端接入安全。

(3)流量模板:管控无线流量(带宽限速、优先级调度),优化业务体验(如保障视频、语音流量)。

⑥ 李清平.无线局域网应用多重 USG 防火墙的安全策略研究[J].现代计算机,2024,30(14):52-58.

(4)VAP 模板:整合射频、安全、流量模板,为 SSID 绑定完整业务规则。

(5)RRM 模板:基于射频资源管理(自动信道调整、功率校准),动态优化无线覆盖与干扰,提升网络稳定性。

(6)模板关联与生效:将 VAP 模板、2G/5G 射频模板关联到 AP 组,让组内 AP 统一应用模板配置,实现批量、标准化的业务优化。

5.4 主要优化配置命令及解析

(1)SSID 模板

[AC-wlan-ssid-prof-ssid1] max-sta-number 128 //放开限制接入用户数,建议调整 SSID 模板下最大接入用户数为 128

[AC-wlan-ssid-prof-ssid1] association-timeout 1 //降低无线用户的关联老化时间,建议设置为 1 分钟

[AC-wlan-ssid-prof-ssid1] beacon-2g-rate 11 //提高 2.4G 射频 Beacon 帧发送速率,推荐使用 11Mbit/s

(2)VAP 模板

[AC-wlan-vap-prof-vap1] undo band-steer disable //开启频谱导航功能,AP 控制 STA 优先接入 5G,减少 2.4G 频段上的负载和干扰

[AC-wlan-view] traffic-profile name myTraffic1 //TRAFFIC 流量模板

[AC-wlan-traffic-prof-traff] rate-limit client down 4000 //限制用户速率,例如配置 STA 下行报文的限制速率为 4000kbit/s

[AC-wlan-traffic-prof-traff] rate-limit client up 4000 //限制用户速率,例如配置 STA 上行报文的限制速率为 4000kbit/s

(3)RRM 模板

[AC-wlan-rrm-prof-rrm1] calibrate auto-channel-select disable //关闭信道自动选择功能

[AC-wlan-rrm-prof-rrm1] calibrate auto-txpower-select disable //关闭功率自动调整功能

[AC-wlan-rrm-prof-rrm1] undo smart-roam enable //开启智能漫游

[AC-wlan-rrm-prof-rrm1] smart-roam roam-threshold check-snr

[AC-wlan-rrm-prof-rrm1] smart-roam roam-threshold snr 15 //配置信噪比门限值为 15dB

[AC-wlan-rrm-prof-rrm1] airtime-fair-schedule enable //开启 Airtime 调度,无线信道资源更合理分配给每个用户

[AC-wlan-rrm-prof-rrm1] dynamic-edca enable //开启动态 EDCA 参数调整功能,EDCA Best-Effort 服务门限值推荐使用缺省值

(4)2G 射频模板

[AC-wlan-radio-2g-prof-radio2g] rts-cts-mode rts-cts //配置 RTS-CTS 的工作模式为 rts-cts

[AC-wlan-radio-2g-prof-radio2g] rts-cts-threshold 1400 //配置 RTS 门限值为 1400Bytes

[AC-wlan-radio-2g-prof-radio2g] beacon-interval 160 //调整 Beacon 的发送频率,推荐周期 160TUs

[AC-wlan-radio-2g-prof-radio2g] guard-interval-mode short //配置 GI 模式为 short 模式,减少额外开销,提高 AP 的传输率

[AC-wlan-radio-2g-prof-radio2g] dot11bg basic-rate 6 9 12 18 24 36 48 54 //修改基础速率集,建议在基础速率集中去除较低速率

[AC-wlan-radio-2g-prof-radio2g] multicast-rate 11 //配置组播速率,建议使用缺省值

[AC-wlan-radio-2g-prof-radio2g] undo short-preamble disable //建议使用短前导码。

(5)5G 射频模板

[AC-wlan-radio-5g-prof-radio5g] rts-cts-mode rts-cts //配置 RTS-CTS 的工作模式为 rts-cts

[AC-wlan-radio-5g-prof-radio5g] rts-cts-threshold 1400 //配置 RTS 门限值为 1400Bytes

[AC-wlan-radio-5g-prof-radio5g] beacon-interval 160 //调整 Beacon 的发送频率,推荐周期 160TUs

[AC-wlan-radio-5g-prof-radio5g] guard-interval-mode short //配置 GI 模式为 short 模式,减少额外开销,提高 AP 的传输率

[AC-wlan-radio-5g-prof-radio5g] multicast-rate 6 //配置组播速率,建议使用缺省值

6 通信结果验证

6.1 无线移动节点动态 IP 地址的获取情况

经测试,移动节点 Cellphone 和 STA 均能动态

获取 IP 地址,以 Cellphone1 和 STA1 移动节点为例子以说明,如图 3 所示。



图 3 移动节点 Cellphone1 和 STA1 自动获取的 IP 地址

6.2 网络通信情况

无线网络区域之间彼此能够通信,以 Cellphone1 节点 ping STA1 节点为例子以说明,如图 4 所示。

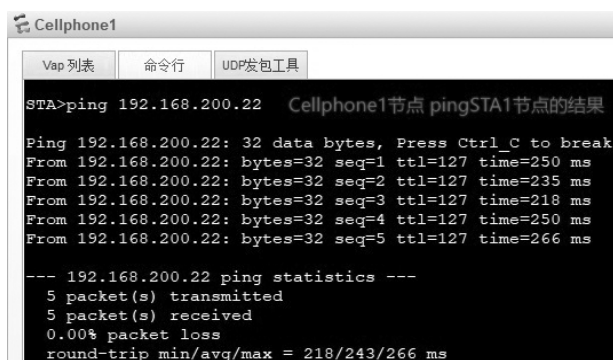


图 4 无线网络 Cellphone1 节点 ping STA1 节点的结果结果

无线网络能和外网之间彼此通信,以 STA1 节点 ping 外网为例子以说明,如图 5 所示。

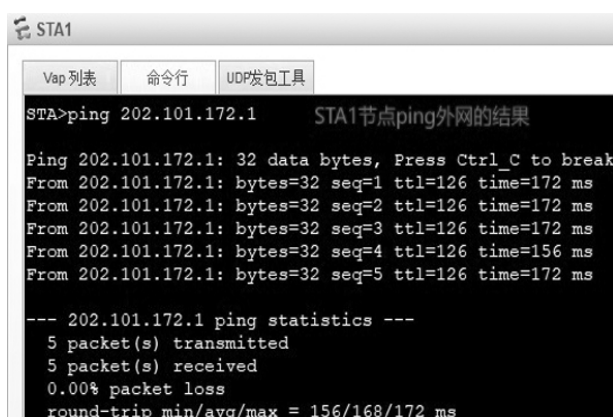


图 5 无线网络 STA1 节点 ping 外网的结果

7 算法优化及性能测试

华为 AC+FitAP 的高密度无线信号覆盖优化算法主要包括动态信道分配算法(DCA)、动态带宽选择算法(DBS)、动态频段调整算法(DFA)和发送功率控制算法(TPC)。其中发送功率控制算法(Transmit Power Control, TPC)是无线通信系统里用于调节发射机传输功率的关键技术,核心目的是依据信道条件、干扰水平和收发距离,实现信号质量平衡、环境动态适配和系统性能优化,对于提升华为 AC+FitAP 高密度无线信号覆盖的性能、优化资源利用、适应复杂环境、提升用户体验以及便于网络管理和运维等都具有现实意义,能够为用户提供更为优质、高效、可靠的无线网络服务^⑦。

7.1 发送功率控制算法原理

根据 FitAP 周围的无线环境和邻居 AP 的情况,动态调整其发射功率。在增加新的 FitAP 时,自动降低周围 AP 的发射功率,以避免信号干扰和频谱拥塞。而当邻居 AP 离线或出现故障时,相应地增加该 AP 的发射功率,保证网络的覆盖范围和信号质量。

7.2 发送功率控制算法优化

在华为 AC+FitAP 场景中,当增加 N 个新的 FitAP 时,可以通过以下算法优化来降低周围 AP 的发射功率^⑧。

(1) 邻居发现与信息收集:首先,新增加的 FitAP 会通过主动或被动的方式向周围的 AP 发送探测请求,以发现邻居 AP,并收集周围 AP 的信息,包括信号强度、信道使用情况等。

(2) 干扰评估:根据收集到的信息,评估新增加的 FitAP 对周围 AP 的潜在干扰程度。如果新 AP 的信号强度较强且与周围 AP 使用的信道有重叠,可能会产生较大的干扰。

(3) 功率调整计算:基于干扰评估结果,运行特定的算法来计算周围 AP 需要降低的发射功率值。这个计算过程会综合考虑多个因素,如当前信道的负载情况、周围 AP 的分布密度、业务需求等。

(4) 下发调整指令:AC 将计算出的功率调整

⑦ 王红军,向庭立,潘继飞.多重优化的分布式无线覆盖探测算法[J].国防科技大学学报,2020,42(2):127-134.

⑧ 何少尉.无线传感器网络中一种自适应占空比的 S-MAC 功率控制算法研究[J].通信技术,2021,54(2):384-388.

值下发给相应的 AP, AP 接收到指令后, 按照要求降低发射功率。

(5) 迭代优化: 在一段时间后, 重新进行邻居发现和消息收集, 根据新的网络状况再次评估干扰情况, 并可能需要进一步调整功率, 以实现持续的优化。

根据新 AP 的信号强度和距离等因素来确定周围 AP 功率调整值, 计算公式如下:

$$P_{\text{adj}} = P_{\text{original}} - K \times (I_{\text{new}} - I_{\text{threshold}}) \times \left(\frac{1}{D}\right)^{\alpha}$$

其中:

P_{adj} : 调整后的周围 AP 发射功率。

P_{original} : 周围 AP 原来的发射功率。

K : 功率调整系数, 根据网络环境和设备性能等因素确定的一个常数。

K 的取值依据主要源于对网络环境和设备性能的综合考量。不同的网络环境, 如室内场景(会议室、商场等)和室外场景(校园的开阔区域), 信号传播特性差异较大。室内环境存在更多的遮挡物, 信号容易受到反射、折射和吸收的影响; 而室外环境相对开阔, 但可能受天气等因素干扰。在实际网络部署中, 通过大量的现场测试, 模拟不同的网络负载、干扰强度等情况, 观察 AP 功率调整对网络性能(如传输速度、延迟、掉线率等)的影响, 确定一个能使网络整体性能达到较优状态的 K 取值范围 0.5-0.8, 此时网络的传输速度和稳定性表现较好。

I_{new} : 新增加的 FitAP 对周围 AP 产生的干扰信号强度。

$I_{\text{threshold}}$: 预设的干扰信号强度阈值, 当新 AP 的干扰信号强度超过阈值时, 需要进行功率调整。

D : 新增加的 FitAP 与周围 AP 之间的距离。

α : 距离衰减因子, 通常取值在 2 到 4 之间, 表示信号强度随距离的增加而衰减的速度。

在无线信号传播过程中, 信号强度会随着传播距离的增加而衰减, α 用于描述这种衰减的速度。从理论模型来看, 自由空间传播的无线信号, 其强度与传播距离的平方成反比, 此时 α 接近 2。但在实际复杂的网络环境中, 因存在建筑物、人员等障碍物, 信号衰减速度会加快, α 的值会相应增大。针对室内高密度无线网络, α 取值为 3 时, 能够较好地拟合信号强度随距离的衰减情况, 与实际网络性能表现相符。

7.3 TPC 算法伪代码

(1) 初始化

① 设置 AP 最大发射功率(max_power)和最小发射功率(min_power);

② 设定干扰信号强度阈值(I_threshold);

③ 定义功率调整系数(K)和距离衰减因子(α);

④ 建立 AP 信息列表, 存储各 AP 的 ID、当前发射功率(P_{original})、位置坐标及邻居 AP 列表。

(2) 新 AP 加入流程

① 新 AP 上电后, 向周围发送探测信号;

② 收集周围 AP 的响应信息, 记录邻居 AP 的 ID、信号强度及位置;

③ 计算新 AP 与每个邻居 AP 的距离(D);

$D = \sqrt{(x_{\text{新}} - x_{\text{邻}})^2 + (y_{\text{新}} - y_{\text{邻}})^2}$ (基于坐标计算直线距离)

④ 评估新 AP 对每个邻居 AP 的干扰信号强度(I_{new});

I_{new} = 新 AP 发射功率 - 距离衰减值(简化模型)

⑤ 若 $I_{\text{new}} > I_{\text{threshold}}$;

i. 按公式计算邻居 AP 的调整后功率:

$$P_{\text{adj}} = P_{\text{original}} - K \times (I_{\text{new}} - I_{\text{threshold}}) \times \left(\frac{1}{D}\right)^{\alpha}$$

ii. 检查 P_{adj} 是否在 [min_power, max_power] 范围内, 若超出则取边界值, 则 AC 向邻居 AP 下发功率调整指令, 更新其发射功率为 P_{adj}

⑥ 将新 AP 加入网络拓扑, 更新邻居 AP 列表。

(3) 邻居 AP 故障/离线处理

实时监测 AP 在线状态, 当检测到邻居 AP 离线时:

① 计算该区域的覆盖缺口;

② 对缺口周边的 AP, 按公式反向调整功率(适当增加发射功率);

$$P_{\text{adj}} = P_{\text{original}} + K \times (I_{\text{threshold}} - \text{当前干扰值}) \times \left(\frac{1}{D}\right)^{\alpha}$$

③ 确保调整后功率不超过 max_power;

④ AC 下发功率调整指令, 更新相关 AP 的发射功率。

(4) 定期迭代优化

① 每 30 秒触发一次全网功率评估;

② 各 AP 向 AC 上报当前干扰水平、邻居 AP 状态及信号强度;

③ AC 重新计算各 AP 的最优发射功率;

④下发最新功率配置,确保网络始终处于最优状态。

7.4 网络性能测试

发送功率控制算法(TPC)中,增加 50 个新的 FitAP,对传输速度、延迟、连接稳定性性能进行测试。

(1)传输速度测试与分析

选取 10 个不同位置进行传输速度测试,记录各测试点的上传和下载速率。通过对比优化前后的数据,传输速度平均提升 27.27%,特别是在高密度用户区域效果显著,如表 2 所示。

表 2 传输速度测试

测试点	优化前上传速度 (Mbps)	优化后上传速度 (Mbps)	提升百分比(%)
1	20	26	30.00
2	18	23	27.78
3	15	19	26.67
4	22	28	27.27
5	17	22	29.41
6	19	24	26.32
7	21	27	28.57
8	16	20	25.00
9	14	18	28.57
10	13	16	23.08
平均	17.5	22.3	27.27

(2)延迟时间测量与评估

在 10 个测试点进行数据包的传输延迟测量,优化后的网络延迟从原来的平均 55.3 毫秒减少到 41.7 毫秒,网络响应速度提升 24.74%,如表 3 所示。

表 3 延迟时间测量

测试点	优化前延迟 (ms)	优化后延迟 (ms)	减少百分比(%)
1	50	35	30.00
2	55	40	27.27
3	60	45	25.00
4	50	38	24.00
5	55	42	23.64
6	50	37	26.00
7	65	50	23.08
8	58	45	22.41
9	60	48	20.00
10	50	37	26.00
平均	55.3	41.7	24.74

(3)连接稳定性监测

长时间运行仿真测试,观察连接的稳定性和掉线情况。结果显示,优化后掉线率从原来的平均 5.3 次降低到 1.4 次,掉线率下降 74.14%,确保了持续稳定的网络连接,如表 4 所示。

表 4 连接稳定性监测

测试点	优化前掉线次数	优化后掉线次数	减少百分比(%)
1	5	1	80.00
2	4	1	75.00
3	6	2	66.67
4	5	1	80.00
5	4	1	75.00
6	6	2	66.67
7	5	1	80.00
8	7	2	71.43
9	5	1	80.00
10	6	2	66.67
平均	5.3	1.4	74.14

8 结语

华为 AC+FitAP 架构通过 AC 集中管理与 FitAP 分布式接入的模式,适配大规模无线部署。eNSP 平台可有效模拟该架构的配置流程,支持 AC 与 AP 的通信建立、业务模板下发及 TPC 算法验证,为优化研究提供了可靠的仿真环境。在搭建的仿真拓扑中,通过划分管理 VLAN 与业务 VLAN 实现网络隔离,配置 DHCP 服务保障 IP 自动分配,并基于 AP 组批量下发 VAP、射频、安全等模板,细化信道、功率、认证等参数,为高密度场景奠定基础配置。重点针对 TPC 算法进行优化,通过邻居 AP 信息收集、干扰评估、动态功率调整公式实现功率精准调控,同时结合动态信道分配、频谱导航等技术,减少 AP 间干扰,提升资源利用率。性测试数据表明,优化后网络传输速度、延迟及稳定性均显著改善,验证了优化方案的有效性,模板化配置与算法优化相结合的方法为同类场景的无线覆盖优化提供可行性参考。

(责任编辑:元小佩)