

家庭网络实践

5.1 全光 WiFi FTTR 网络实践

全光 WiFi FTTR 解决方案基于光纤介质组网,在家庭配线箱或家庭中心位置部署主光猫路由一体机,以主光猫路由一体机为核心,构建家庭光纤网络。主光猫路由一体机向上接 OLT,向下通过光纤连接多个从光猫路由一体机,从光猫路由一体机支持千兆以太网口、WiFi 6,随光纤进入到每一个房间,为每个房间提供有线、无线真千兆网络覆盖。

5.1.1 应用案例

某电信用户签约带宽千兆,户型为 4 室 2 厅户型,面积 150 平方米。上网体验不好,房间内 WiFi 信号弱等问题,用户期望优化家庭的网络速率和各房间的 WiFi 信号强度。经过实地勘查,此用户的入户光纤只部署到信息箱,普通网关放置在信息箱内,信息箱到客厅的暗管中使用了普通 CAT5 网线,用于普通网关到 AP 或其他终端的有线连接,此组网方案严重限制了 WiFi 速率,这也是当前国内比较典型的问题,是大部分用户实际使用的痛点。

使用 FTTR 改造方案,将普通网关更换 FTTR 光网关,同时在信息箱与客厅间新增光纤进行连接,将 FTTR 光网关放置在客厅的电视柜上;在客厅至各个房间之间也使用光纤方式连接,并在房间内部署边缘 ONT。经过此方案改造后,用户家庭内网络体验明显改善,改造后各房间内的 WiFi 信号显著增强、整个家庭内网络速率均大幅提升,如图 5-1 所示。

在光纤部署工程实施方面,基于用户家庭内布线的实际情况,通过下述方法提升

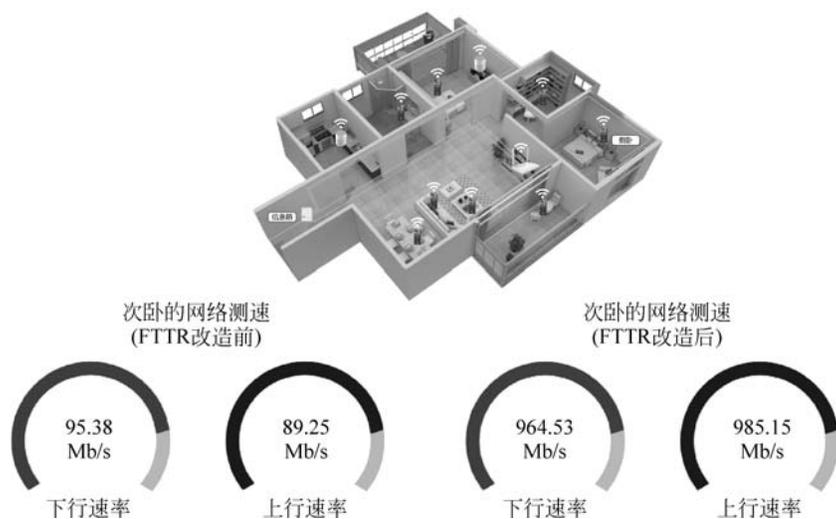


图 5-1 FTTR 改造前后次卧网络测速数据对比

部署效率。

- (1) 采用暗管施工的利旧牵引法进行施工。
- (2) 采用特制蝶形光缆,实现免熔纤。

在 FTTR 部署案例中,穿管工程实施技术可操作性强,暗管施工顺利,改造方便快捷。

5.1.2 部件设备

主光猫路由一体机外观及规格如表 5-1 所示。

表 5-1 主光猫路由一体机介绍

产品名称	外观	规格
HN8145XR		<ul style="list-style-type: none"> • 上行: XG-PON/非对称 10G-EPON • 下行: 1×光口+1×POTS+4×GE+1×USB 2.4GHz/5GHz WiFi 6 2×2 MIMO(2.4GHz/5GHz)

续表

产品名称	外观	规格
V852R		<ul style="list-style-type: none"> • 上行：XG-PON/非对称 10G-EPON • 下行： 1×SFP+1×POTS+ 4×GE+1×USB 2.4GHz WiFi 5 2×2 MIMO(2.4GHz)

从光猫路由一体机外观及规格如表 5-2 所示。

表 5-2 从光猫路由一体机介绍

产品名称	外观	规格
K662R		<ul style="list-style-type: none"> • 上行：光纤组网 • 下行： 2.4GHz/5GHz WiFi 6 2×2 MIMO(2.4GHz/5GHz)
K662d		<ul style="list-style-type: none"> • 上行：光组网 • 下行： 2.4GHz/5GHz WiFi 6 2×2 MIMO(2.4GHz/5GHz)

5.1.3 光网组件

FTTR 室内光纤网络的部署,既要考虑施工的便捷性、高效性,又要考虑室内装修的美观性,因此需要设计专门针对家庭场景的光网络部件。

1. 室内专用超柔蝶形光缆

如图 5-2 所示,蝶形光缆两侧有纤维加强筋,可承受拉力为 70~200N,能有效满足工程实施的穿纤要求。

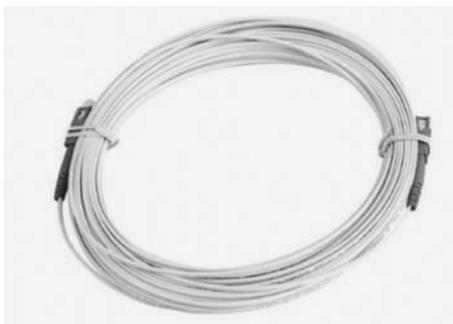


图 5-2 室内专用超柔蝶形光缆

该光纤采用 G.657B3 标准,最小弯曲半径为 5mm,可灵活适应布线施工过程中常见的多种转弯角情形;光纤支持 2.0×1.6mm 超小规格,易于穿过常规门缝,可满足布线施工的过门场景,如图 5-3 所示。

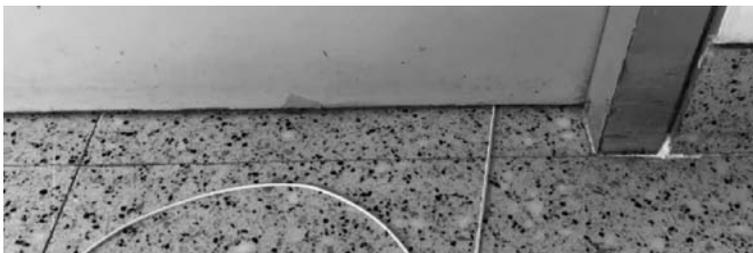


图 5-3 蝶形光缆过门缝效果

光缆的 SC 接头采用白色壳体加蓝色外壳的可分离设计形式。在穿管布线过程中,可拆除蓝色外壳,由于白色壳体强度增加、不易受损,使用白色壳体随牵引线可直接穿管,在穿管完成后再安装蓝色外壳,实现免熔纤。

2. 光插座

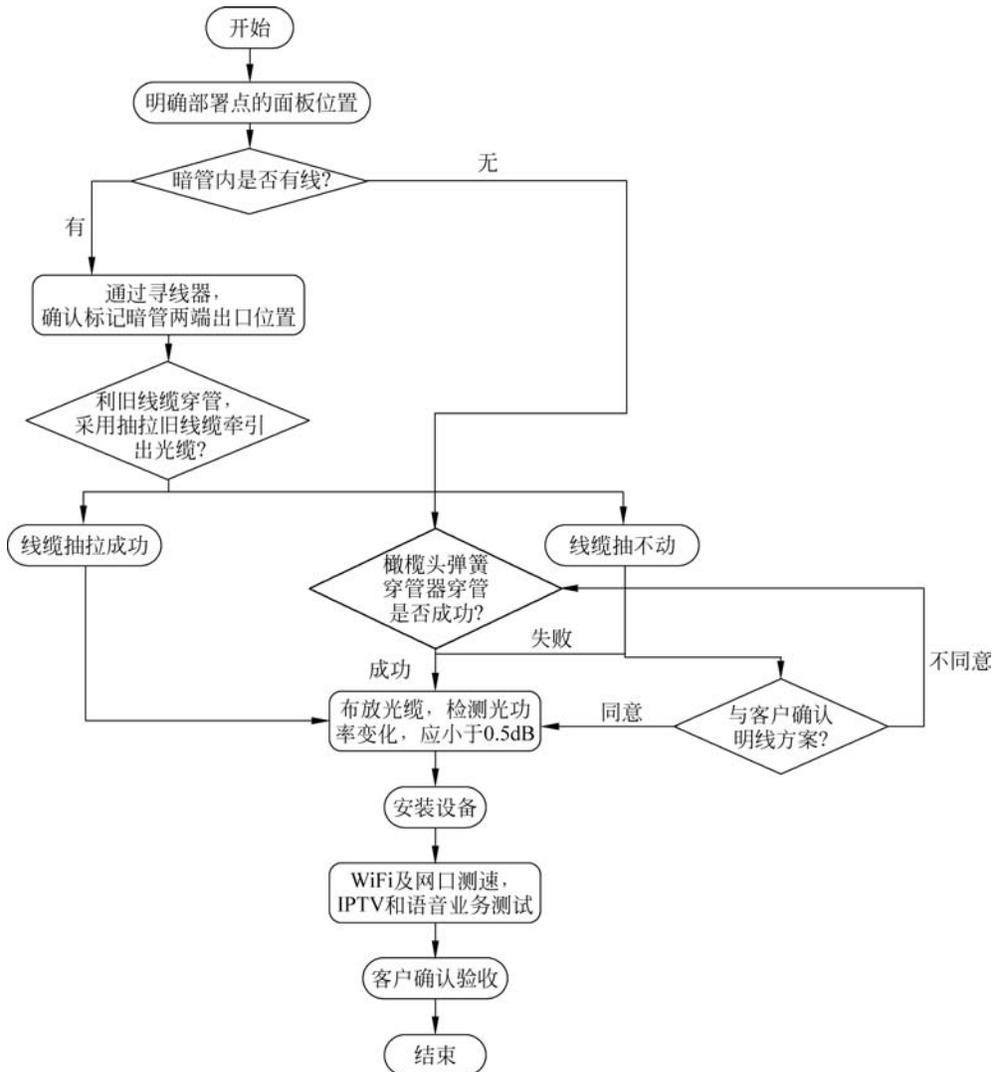
光插座的作用类似网口面板,连接从光猫的光缆先连接到光插座,再由光插座通过跳纤连接到从光猫。光插座支持光缆盘存,解决光缆余长问题,支持 86 底盒安装,

透明翻盖设计,既美观又起到安全防护作用,适合家庭场景使用。

5.1.4 工勘和施工流程

原则:将主光猫路由一体机放置在客厅,从光猫路由一体机放置在卧室,充分利用主光猫路由一体机和从光猫一体机的 WiFi,确保全屋 WiFi 覆盖。

具体施工流程如图 5-4 所示。



5.1.5 暗管施工

注意：

- 穿管器是金属材质,为了安全起见避免电击,断电(断总空开)后方可施工,且需全程佩戴绝缘防滑手套。
- 施工前检测入户的接收光功率是否达标。

1. 利旧线缆牵引安装

注意：

- 该方式在暗管内有线缆时,优先使用。
- 与业主协商确认可抽出的线缆,建议抽出优先级依次为电话线>网线>铜轴电缆。

(1) 可利旧的线缆/预埋绳未使用并可抽动。

(2) 将线缆头部和微光缆通过牵引绳绑定,如图 5-5 所示。



图 5-5 线缆头部和微光缆通过牵引绳绑定

(3) 从另外一端反向拉出,在管道内成功部署微光缆。

2. 橄榄头弹簧穿管器安装

(1) 使用橄榄头弹簧穿管器穿管,直到穿通管道,如图 5-6 和图 5-7 所示。

① 遇到障碍物(如碎石、残留线缆),拧紧蝶形螺母,当弹簧再无法前进时,尝试往回拽动,将障碍物带出。

② 如果需要往回拽动弹簧,在遇较大阻力的情况下,可尝试拧紧蝶形螺母,再逆时针旋转摇柄,一边旋转一边拽回弹簧。



图 5-6 橄榄头弹簧穿管器安装过程

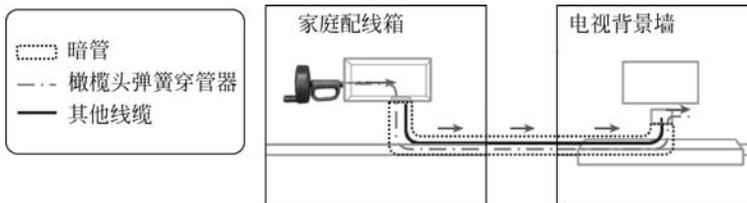


图 5-7 橄榄头弹簧穿管器安装示意图

(2) 剪一段约 50cm 的牵引绳，将穿管器的头部和牵引绳一端缠绕固定，牵引绳另一端与微光纜的牵引孔打结固定，如图 5-8 和图 5-9 所示。



图 5-8 牵引绳固定方法

(3) 匀速抽出穿管器，将光纜引出管孔，完成穿管。

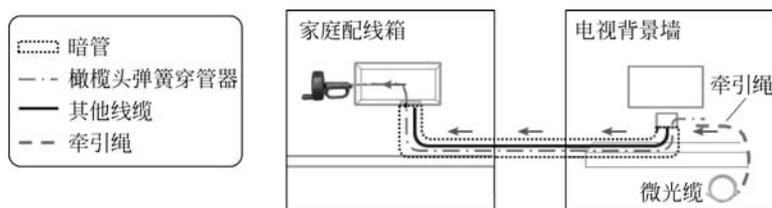


图 5-9 牵引绳使用示意图

3. 穿管机器人安装

本方案适用于如下场景：

- (1) 弱电管存在三通和拼接直角弯。
- (2) 普通弹簧穿管器或橄榄头弹簧难以穿通，需排查阻塞点并使用穿管机器人进行穿通。

注意：

- 安装穿管机器人时，须拧紧卸力装置。操作时，稍许用力拉出线缆，拧紧卸力装置旋钮。
- 操作前，请确保摇杆锁定指示灯为绿色，指示灯变为红色，摇杆指令将无法传达至头端。

本方案操作步骤如下：

- (1) 调直穿管机器人，将穿管机器人线缆手工推入弱电管，如图 5-10 所示。



图 5-10 穿管机器人

(2) 遇到弯角或三通时,将头端调整至合适位置,注意与管壁保持一定距离。

(3) 操控摇杆,调整头端方向,直至对准目标管道,手动推入穿管机器人线缆,直至转过该弯角或三通。控制头端方向回正,避免继续穿管过程中损坏镜头。

(4) 穿通后,绑定牵引绳到穿管机器人的固定牵引线上,如图 5-11 所示;然后将牵引绳另一端与微光缆的牵引孔打结固定,匀速抽出即完成穿管。

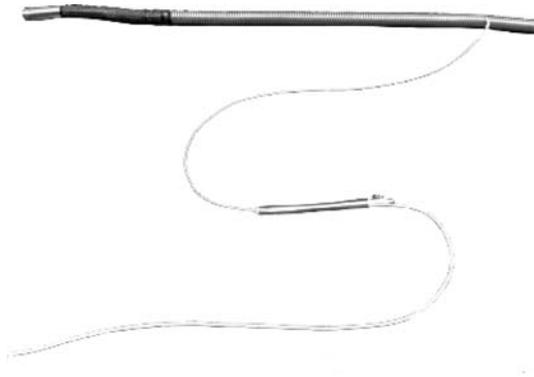


图 5-11 牵引绳和固定牵引线的缠绕效果

5.1.6 明线施工

没有可施工管孔的,可以采用明线施工。推荐使用双折防水贴+FTTR 透明光缆+3M 双面胶,施工外观整洁,保护效果好。

(1) 测量并选择合适长度的 FTTR 透明光缆。

(2) 规划好路由,标注落定位置和弯曲参考线。务必在阴、阳角预留弧度,可采用“过桥”的方案,减少光缆回直力拉扯。

(3) 擦拭墙面/踢脚线,确保无水渍和灰尘。

(4) 延规划路线敷设 3M 双面胶。建议在北方温度较低的区域,3M 双面胶应配合热风枪加热后使用,使其粘贴效果更好。

(5) 一边撕开双面胶,一边将透明光缆较宽的一面粘贴到双面胶正中间。光缆与双面胶粘贴时,务必保证光缆的较宽面接触双面胶。

(6) 撕开 PVC 防水贴,然后将防水覆盖粘贴到透明光缆上。可将 PVC 透明防水贴根据用户需求裁剪使用。双折防水贴需要定期检视保养,用户可按照喜好自行采购更换。

(7) 光缆固定后,挤压排出透明防水贴与墙(踢脚线)之间的空气,使其黏合紧密。敷设效果图如图 5-12 所示。

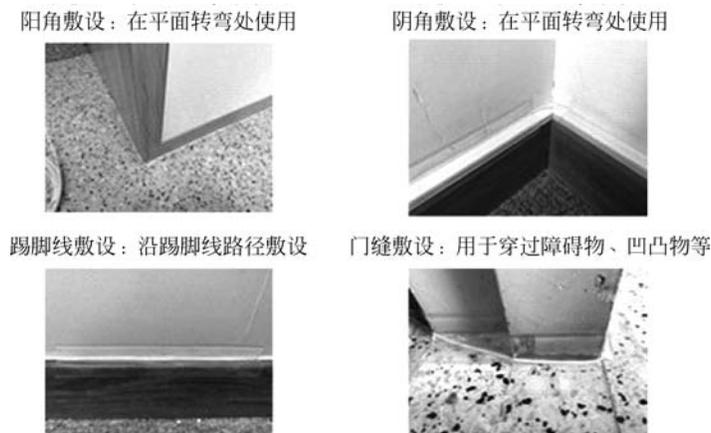


图 5-12 敷设效果图

4. 施工后注意事项

- (1) 施工完毕,需要带走施工过程中产生的垃圾。
- (2) 向用户普及光纤使用注意事项,光纤材质是玻璃丝,请勿折叠式捆扎。
- (3) 若施工过程中有熔纤操作,应注意将切断光缆进行回收,避免光缆中的玻璃丝遗落在客户房间,引发安全问题。

5.1.7 安装设备

- (1) 将主光猫路由一体机放置于客厅电视柜上。
- (2) 将从光猫路由一体机放置于房间桌面或电视柜上。
主/从光猫路由一体机安装及连线如图 5-13 所示。
- (3) 光路由放置于家庭配线箱中,光面板安装在房间的暗盒上,如图 5-14 所示。
- (4) 将光缆连接上述各设备,测试光功率,然后上电注册,如图 5-15 所示。

5.1.8 竣工验收

如表 5-3 所示,竣工后,检查施工后光缆的接收光功率、从光猫路由一体机的接收光功率,以及光缆的过弯半径和盘纤半径。

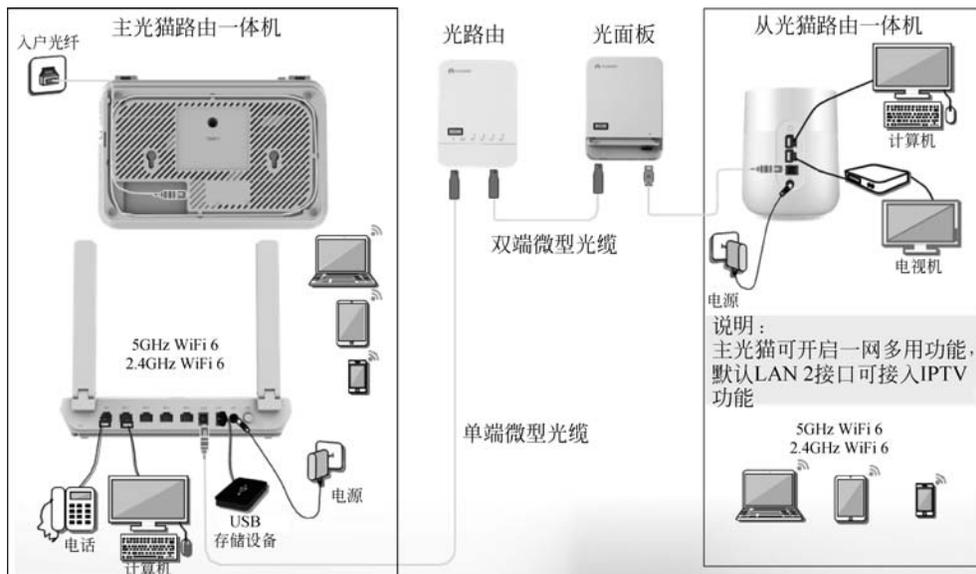


图 5-13 主/从光猫路由一体机安装

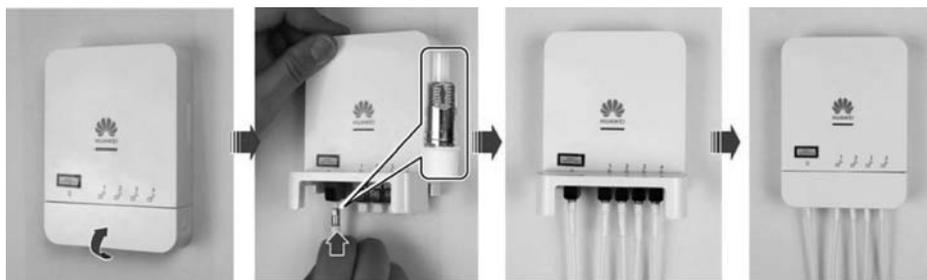


图 5-14 光路由安装

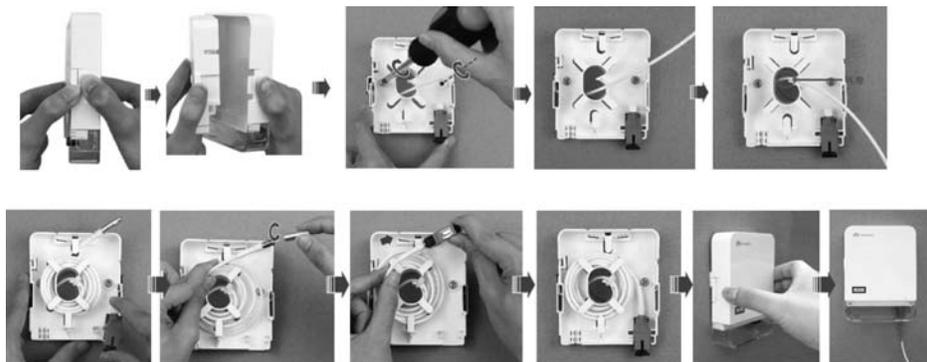


图 5-15 光面板盒安装

表 5-3 施工完成后自检项

检查内容	测试标准	失效措施
使用光功率计,测量客厅光缆施工后的接收光功率,并与施工前的人户光纤接收光功率对比	<ul style="list-style-type: none"> 工作波长: 1490nm/1577nm 光学损耗要求: 满足光猫接收灵敏度要求 施工前后的接收光功率差值应 $\leq 1\text{dB}$ 	<ul style="list-style-type: none"> 确认光功率计是否异常,重启或其他方式检查光功率计 使用通光笔检测断点,在断点处通过熔接方式进行返工
使用光功率计,测量每个从光猫路由一体机的接收光功率	<ul style="list-style-type: none"> 工作波长: 1490nm/1577nm 光功率在从光猫路由一体机的接收范围 	在连接头或熔接点处漏光,重新成端制作并检查 光缆链路漏光,定位问题并修复链路
使用卷尺测量并检查明线敷设光缆的过弯半径和盘纤半径	<ul style="list-style-type: none"> 过弯的弯曲半径应大于 5mm 盘纤半径应大于 50mm 	<ul style="list-style-type: none"> 重新敷设过弯光缆 重新盘纤

如表 5-4 所示,验收有线速率、WiFi 信号强度是否正常,以及终端和 PC 是否能正常上网。

表 5-4 客户验收清单

序号	项目	是否通过
1	测试客厅和房间有线速率是否达标	
2	测试客厅和房间的 WiFi 信号强度	
3	测试客厅和房间的 WiFi 速率是否有提升	
4	测试 WiFi 的双频合一功能是否正常	
5	测试移动终端和 PC 是否能正常上网	
6	信息箱是否进行整理	
7	剩余光缆是否按规定盘纤并整齐放置	
8	现场是否打扫干净	
9	明线施工方式是否美观	
10	明线施工中,PVC 透明防水贴是否粘贴牢靠	

5.2 WiFi Mesh 网实践

5.2.1 应用案例

光猫路由一体机对比路由器,能提供更大带宽,有效改善普通家庭 WiFi 使用体

验,这里介绍在小、中、大户型的实际应用案例,并对改造前后的性能进行对比测试。

1. 小户型应用案例

此用户签约带宽为 200Mb/s(实际运营商会 有 20%左右余量),客厅测速只有 35Mb/s 左右,其他房间低于 20Mb/s。通过原址替换为光猫路由一体机后,同一测试点前后对比情况,性能提升 4 倍以上,真正享受到 200Mb/s 带来的大带宽体验,如图 5-16 所示。

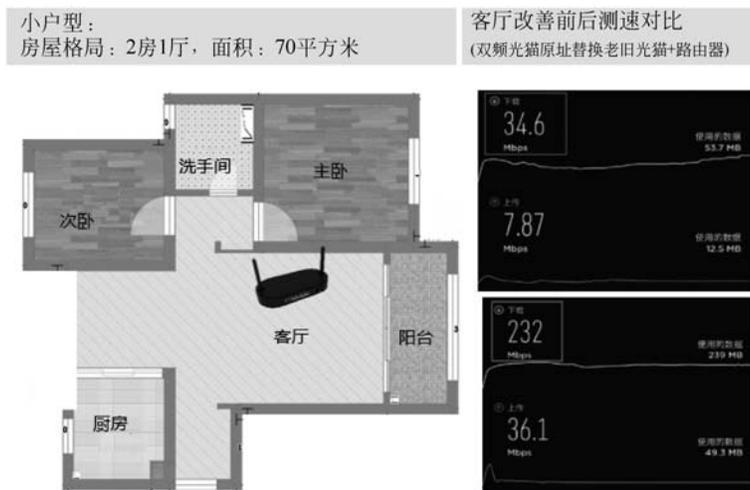


图 5-16 小户型应用案例

2. 中户型应用案例

此用户签约带宽为 100Mb/s(实际运营商会 有 20%左右余量),用户的家庭组网是 光纤入户到客厅沙发旁的信息箱,然后连接单频光猫,光猫通过网线连接客厅电视柜 的路由器。改造前只能体验不到 70Mb/s 的速率,厨房不到 10Mb/s。使用光猫路由 一体机替代单频光猫和路由器后,实际测速提升 50%以上,如图 5-17 所示。

3. 大户型应用案例

在光猫路由一体机有线组网方案推行试点的过程中,某用户的房屋面积为 120m² 的复式楼层,签约的是 200Mb/s 的带宽。家庭组网为光猫放在信息箱,下挂一个双频 路由器,由于不能满足用户对 WiFi 全覆盖的需求,且 WiFi 信号覆盖较差,部分位置



图 5-17 中户型应用案例

WiFi 时断时续,测速低于 50Mb/s。

根据房型特点,采用光猫路由一体机 WiFi Mesh 组网模式。在一楼利用主光猫路由一体机替换掉普通网关,并将其移出信息箱;在二楼将从光猫路由一体机连接到主光猫路由一体机的 GE 口;组网模式调整之后,用户全屋 WiFi 网速超过 100Mb/s,客厅测速达到 203Mb/s,如图 5-18 所示。用户在享受百兆宽带的高速体验的同时,也感受到了光猫路由一体机 WiFi Mesh 组网所带来的便利。



图 5-18 大户型应用案例

5.2.2 组网注意事项

(1) 网线回传场景, WiFi 路由器和 FTTH 智能网关之间的连接如果使用五类网线(Cat 5), 传输速率最大只能到 100Mb/s。网线质量不合格也限制了千兆路由器的性能。据 2019 年 9 月央视《每周质量报告》报道: 市场销售的近三成网线不合格, 网线厂家为降成本以细线冒充粗线, 绝大多数不合格网线导体直径不合格, 限制了组网路由器的 WiFi 体验不超过百兆。

(2) 电力线回传, 存在 PLC 不稳定, 电器干扰, 跨空开等问题, 广东某电力 AP 实测只有 10~100Mb/s; 另 PLC 链路机制, 多个 AP 共享最大 400Mb/s 的带宽, 也无法满足 200Mb/s 的基本带宽需求。

(3) WiFi 组网, 对于双频 WiFi 设备, WiFi 回传和转发都是同信道, 由于 WiFi 分时转发原理, 存在回传信道折半, 对于 WiFi 的 2×2 MIMO 手机测速很难达到 200Mb/s。

(4) 终端不支持 IEEE 802.11k/v 影响漫游切换时间。通过 IEEE 802.11k 可以让终端测量到其他 AP 的信号强度, 作为漫游决策的依据。通过 IEEE 802.11v 可以让终端漫游到指定的信道和 BSSID, 如果终端不支持 IEEE 802.11k/v, 当网关/AP 检测到弱信号时, 一般只能让终端下线重连, 切换时间长, 且重连到哪个 BSSID 完全由终端决定, 各终端行为和性能差异也较大。

5.2.3 组网性能要求

如表 5-5 所示, WiFi Mesh 组网性能要求包括连接能力、覆盖能力、吞吐性能、抗干扰性能、配置同步能力和漫游切换能力。

表 5-5 WiFi Mesh 组网性能要求

性能项目	性能要求
终端可达带宽	不同介质承载下典型参考值: <ul style="list-style-type: none"> • PLC 承载: 最大为 100Mb/s • WiFi 5 承载: 100~200Mb/s • WiFi 6 承载: 200~500Mb/s • 全光承载: 1Gb/s+ 说明: 基于 2×2 MIMO 天线规格评估
漫游切换	<ul style="list-style-type: none"> • 支持 IEEE 802.11k/v 终端: 漫游切换时间小于 200ms • 不支持 IEEE 802.11k/v 终端: 不支持漫游, 强制切换时间为 1~10s