

智能 FTTR 业务应用创新关键技术 研究与实践

Research and Practice on Key Technologies for Smart FTTR Business Application Innovation

谭明,王九九,马永亮,廖慧,任灿丽(中国联合网络通信集团有限公司,北京 100033)
Tan Ming, Wang Jiujiu, Ma Yongliang, Liao Hui, Ren Canli (China United Network Communications Group Co., Ltd., Beijing 100033, China)

摘要:

当前家庭网络已经成为影响用户体验的瓶颈,FTTR 是解决家庭网络问题的有效方法。如何利用 FTTR 向用户提供端到端的超高速信息服务和极致高品质的宽带业务体验,是电信运营商共同关注的焦点。结合智能 FTTR 业务应用的背景,对 FTTR 的关键技术进行探讨分析,从用户体验、装维复杂度、终端成本及产业共识等 4 个方面对比分析了 P2MP、P2P 等 2 种 FTTR 组网模式。最后,对 FTTR 业务应用前景进行了展望。

Abstract:

Currently, home network has become a bottleneck that affects user experience, and FTTR is an effective method to solve home network problems. How to use FTTR to provide users with end-to-end ultra high-speed information services and the ultimate high-quality broadband business experience is a common focus of telecom operators. Based on the background of intelligent FTTR business applications, it analyzes the key technologies of FTTR, and compares two FTTR networking modes of P2MP and P2P from four aspects: user experience, installation and maintenance complexity, terminal cost, and industry consensus. Finally, the application prospects of FTTR business is put forward.

Keywords:

Gigabit lan; FTTR; Broadband products

关键词:

千兆网络; FTTR; 宽带产品

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2023.10.015

文章编号: 1007-3043(2023)10-0074-05

中图分类号: TN913

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



引用格式: 谭明,王九九,马永亮,等. 智能 FTTR 业务应用创新关键技术研究与实践[J]. 邮电设计技术, 2023(10): 74-78.

1 千兆光网发展需求及发展趋势

光纤接入网是我国数字经济发展战略的重要组成部分,也是构建电信运营商全业务竞争优势的基础。从 2013 年起,我国政府出台了多项政策,包括“宽带中国”“提速降费”“通信业十三五发展规划”等,加大对通信基础设施建设的扶持力度,推动运营商加大对光网络的投资。2021 年的政府工作报告明确提出要“加大 5G 网络和千兆光网建设力度,丰富应用场景”,工信部发布的《“双千兆”网络协同发展行动计划

(2021—2023 年)》进一步明确了“双千兆”网络建设目标及任务,光纤宽带已成为国家层面的重要战略。同时,随着数字经济的加速发展,8K 视频、在线教育、家庭康养、网络游戏、云 VR、在线办公、智能 IoT 等新兴业务呈现出高品质化的趋势,使得家庭和中小企业对带宽的需求日益增加^[1]。对此,电信运营商在加速推动“双千兆”的落地工作,构建千兆网络基础底座的同时,开始全面深度思考如何构建高质量的宽带精品网,以满足用户对高品质网络体验的需求。

2 家庭网络现状及存在问题

据统计,目前国内家庭网络业务通过 Wi-Fi 接入

收稿日期: 2023-08-04

的已超过 94%，而 90% 以上的家庭流量也源自 Wi-Fi。因此，Wi-Fi 已成为家庭的刚性需求，家庭 Wi-Fi 的质量也成为制约家庭用户网络感知的重要因素。然而，用户使用家庭宽带业务时却遇到许多体验不佳的情况，例如在线教育灰课（例如 VIPKID 灰课率达到 19%）、视频卡顿（例如某省 IPTV 质差率达到 3.6%），远程办公掉线（掉线率达到 15%）等问题。经分析，家庭网络质量不佳是用户投诉的最主要原因，根据中国联通部署的智能板卡统计数据，家庭网络质差占比达到 96.55%，其他原因包括光缆线路、传输链路、内容源等问题。

如图 1 所示，在家庭网络质差因素中，室内 Wi-Fi 质量不佳的问题较为突出，占比 60.62%，部分用户存在室内 Wi-Fi 测速远小于签约带宽的情况，尤其是对于大户型和别墅的网络覆盖来说，Wi-Fi 带宽不足、覆盖差等问题导致宽带业务频繁卡顿，用户体验差，已经成为用户的主要投诉点^[2]。

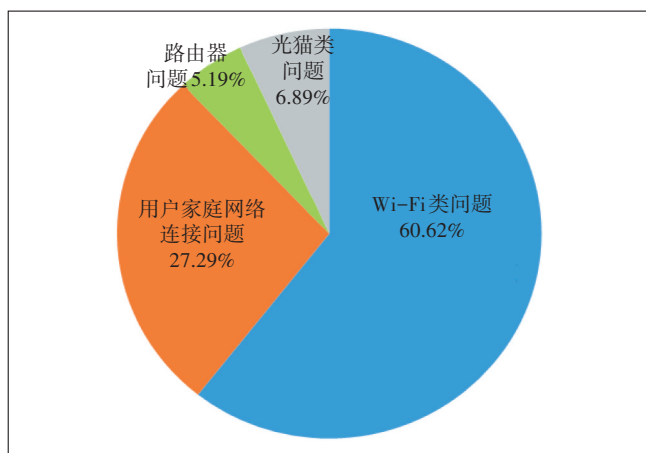


图 1 家庭网络质差问题

目前用户家庭网络还存在室内网线和百兆路由设备老旧不合格，以及内网设备多方集成、互连接口及配置不规范等问题，这些问题都会影响网络的实际速率和质量^[3]。特别是在中大型户型的家庭中，还存在 Wi-Fi 信号覆盖差、干扰严重等问题，影响用户网络体验。

上述问题说明，虽然千兆光网正在加速发展，但不可否认的是，千兆入户易、百兆入房难，“最后十米”的家庭网络用户体验仍然存在瓶颈^[4]，要真正实现“数字家庭”，需要端到端高质量的光纤网络，电信运营商网络建设的关注重点将由“最后一公里”发展到“最后十米”。而从宽带网络自上而下来看，越靠近用户终

端，“不匹配”问题越严重，如图 2 所示。因此，要保障用户网络体验，重点是要改善用户家庭内部网络，提升房间内的 Wi-Fi 质量。

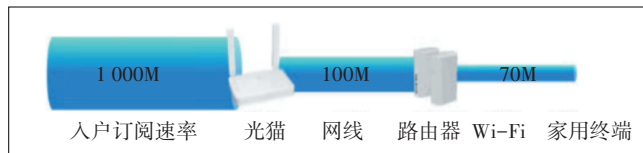


图 2 “漏斗”模式家庭组网

3 FTTR 技术方案

3.1 FTTR 组网架构

FTTR 是一种全新的家庭网络技术，为上述问题提供了一种较好的解决方案。FTTR 技术通过将光纤资源从户内配线箱进一步延伸到户内房间信息点^[5]，使传统的光纤入户进一步升级为光纤接入到每个房间，通过全光传输的组网方式，为家庭提供全新的千兆网络覆盖解决方案。

FTTR 组网结构由主光猫（网关+路由）、从光猫（路由）、光网络和 C 系统中间件（网络管理平台）4 部分组成。其中，主光猫位于 OLT 与从光猫之间。在配线箱或家庭关键位置部署 FTTR 主光猫，以主光猫为核心，通过分光器和单芯双向传输光纤，组建成 FTTR 的家庭光网络。FTTR 主光猫上行通过 XG(S)-PON 或 10G EPON 连接 OLT，下行通过光纤、分光器进入到每一个房间，连接各房间的从光猫，主光猫除基础的网络功能外，还需对所有从网关进行统一管理和配置；从光猫满足各类终端的千兆带宽接入需求，分布于各房间，为用户提供 Wi-Fi 6 无线接入和千兆有线接口，由主光猫进行统一配置和管理^[6]。FTTR 技术组网方案如图 3 所示。

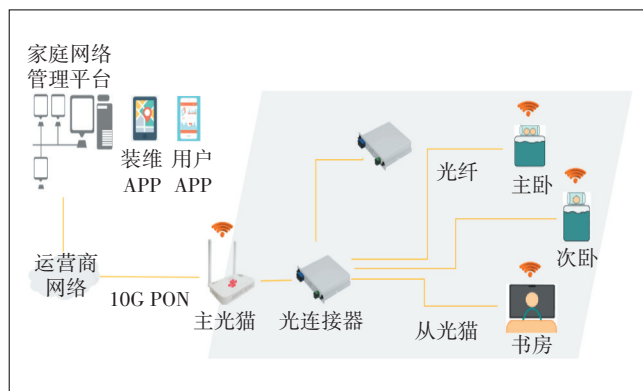


图 3 FTTR 技术组网方案

C 系统中间件位于主光猫硬件内,负责采集家庭网络信息并汇总整理,然后上报至 C 系统智能管理平台,从而全面实现对家庭千兆网络的运维管理。C 系统架构如图 4 所示。

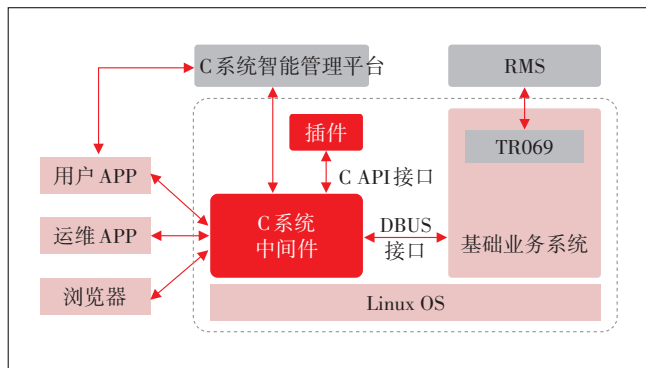


图 4 C 系统软件结构

3.2 FTTR 组网技术特点

FTTR 组网技术与传统组网技术方案相比,在特定参数和特性上也表现出一定优势,如表 1 所示。

另外,FTTR 组网技术具有四大技术特点。

a) 全屋超千兆全覆盖。采用 Wi-Fi 6 技术, Wi-Fi 6 作为目前应用最广泛的 Wi-Fi 标准,支持 2.4 GHz 和 5 GHz 双频 MU-MIMO^[7],具备 160 MHz 超大频宽,有效保障了 Wi-Fi 的辐射和覆盖,实现千兆 Wi-Fi 在房间内无死角全覆盖,保障通信不间断、视频不卡顿。同时,还易于升级,在技术进一步更新迭代的情况下,能够充分利用新技术手段进行平滑升级,为用户提供更高传输速率的服务。

b) Wi-Fi 连接瞬间切换。传统的 Wi-Fi 网络在不同房间之间传输时,会因为 Wi-Fi 信号的衰减,出现传输速率降低和网速变慢等问题。而 FTTR 组网方案通过部署 1 拖 N 个 Wi-Fi 6 智能光猫路由一体机的方式,支持 N 个 Wi-Fi 热点连接和 256 个以上的智能设备同时上网^[8],支持无线漫游功能,能够实现房间无死角全

覆盖,且信号辐射和传输效率极高,能够为用户提供极佳的网络体验,确保用户在使用 Wi-Fi 时不会出现网络波动和速率衰减的情况。例如,在进行视频会议、微信电话以及游戏切换时,使用传统的 Wi-Fi 可能会因网络波动出现网络中断的情况,但基于 FTTR 技术支持的 Wi-Fi 可完全避免这种情况的发生^[9]。

c) 装维实施更便捷。FTTR 全屋光 Wi-Fi 组网方案具有施工十分便捷、简单,节省人力和材料成本等优点。光纤全连接支持“明暗”部署,以暗管穿线为主,明线使用隐形光纤敷设无需穿墙打洞,也可以达到近似无痕的效果,确保美观、环保,使用户易于接受^[10]。同时,光纤本身具有轻柔、不氧化、不腐蚀、不受电磁干扰等特性,使用寿命长,其带宽可以持续演进到 100 Gbit/s 以上,能够满足未来高带宽业务的需求^[11]。

d) 掌上管控全智能。手机 APP 可实时监控 Wi-Fi 状态,实现 Wi-Fi 状态随时可视、Wi-Fi 质量问题快速诊断等功能。同时,可以通过 APP 随时管控家中的网络情况,实现防蹭网、防入侵、绿色上网、孩子上网管控等功能,用户可实时监控家庭 Wi-Fi 状态,畅享科技带来的智慧生活。

4 FTTR 组网模式分析

FTTR 组网方案包括点对多点 (Point to Multi Point, P2MP) 及点对点 (Point to Point, P2P) 2 种组网模式。P2MP 模式下, FTTR 主设备仅包含一个光口,通过无源分光器扩展多个从设备,当从设备数量大于 1 时,需要增加分光器。P2P 模式下, FTTR 主设备具备多个光口 (4 个),当主设备与从设备直接通过光纤连接,安装 IPTV 时需要加装有源的光电转换器件,当从设备数量大于 4 时,需要增加有源光交换机对从设备进行扩展。2 种组网模式均不需要改造上层网络。P2MP 架构如图 5 所示, P2P 架构如图 6 所示。

表 1 FTTR 组网技术与传统组网技术比较

对比项	电力线组网	无线组网	网线组网	FTTR
最高速率/ (Mbit/s)	HGAV: 200~500 HGAV2: 450~1 200	Wi-Fi 5: 500~600 Wi-Fi 6: 1 000 Mesh 时,每加一级性能减半	五类线: 100 六类线: 1 000	光缆,远大于 1 000
传输距离/m	小于 300	小于 300	小于 100	km 级
安装便利性	即插即用	安装容易,对 AP 安装位置要求高	需要室内敷设网线、安装复杂	需要室内敷设光缆,安装部署比较复杂
可靠性	家用电器影响大,性能不稳定	环境干扰大,性能不稳定	易老化,30% 以上网线劣质	稳定、不易老化
可运维性	仅可管理光猫	仅可管理光猫	仅可管理光猫	可管可控

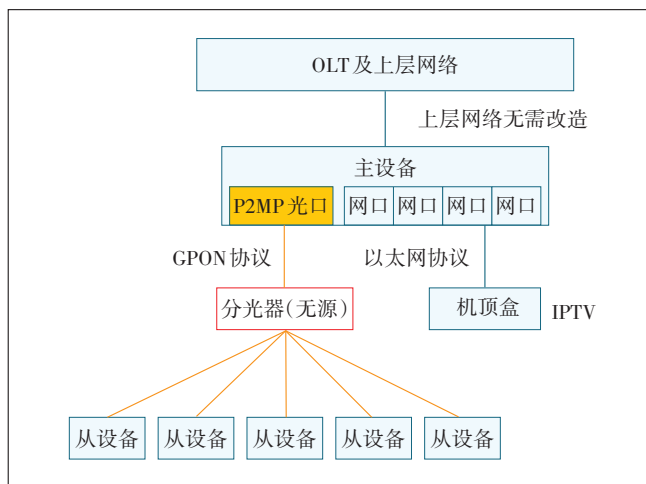


图5 P2MP架构

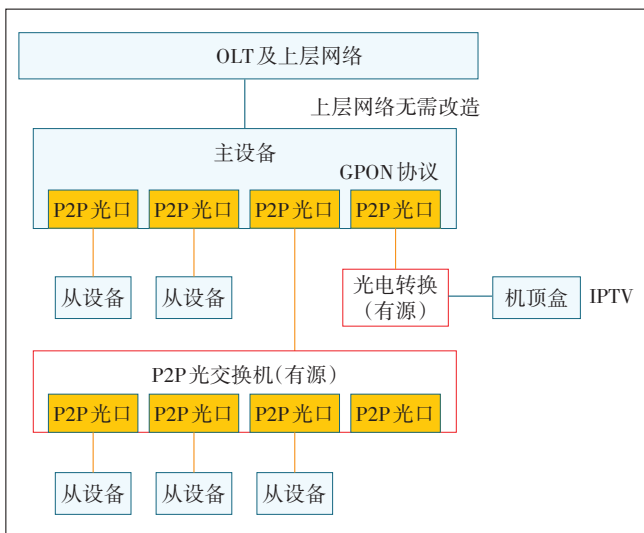


图6 P2P架构

本文从速率感知、装维复杂度、终端成本及产业共识等4个方面对以上2种组网模式进行了对比分析。

4.1 速率感知对比分析

如表2所示,P2MP方案支持2.5 Gbit/s上行速率和1.25 Gbit/s下行速率;P2P目前支持的最高速率为900 Mbit/s,且需要技术方案升级支持;P2MP方案漫游切

表2 速率感知对比

对比项	P2MP方案	P2P方案
最大下行速率	2.5 Gbit/s	900 Mbit/s
最大上行速率	1.25 Gbit/s	900 Mbit/s
Wi-Fi漫游切换时延/ms	20	50
多用户同时下载, Wi-Fi有序调度	支持多个Wi-Fi间高效调度	不支持多个Wi-Fi间高效调度

换时延为20 ms,并支持有序调度。因此,P2MP模式的速率体验更优。

4.2 装维复杂度对比分析

从装维复杂度的角度来看,2种组网模式各有优劣。在1主+1从的组网方式下,2种模式都可通过光纤直连从设备;在1主+2/3/4从的组网方式下,P2MP模式需要增加无源分光器;而在1主+5及以上从的组网方式下,P2MP模式需要增加有源光交换机。对于IPTV组网,P2P模式在连接IPTV时需增加有源的光电转换器,而P2MP模式则可以通过电口直连机顶盒。装维复杂度对比如表3所示。

4.3 终端成本对比分析

从终端成本角度来看,P2P模式更具优势。在1主+1从+IPTV的组网方式下,采用P2P模式,可以节省约10%的成本(约100元);在1主+2/3/4从+IPTV组网方式下,采用P2P模式,可以节省约8%的成本(约120元);在1主+5及以上从+IPTV的组网方式下,采用P2P模式,会增加约12%的成本(约240元)。终端成本对比分析如表4所示。

4.4 产业共识分析

在产业共识方面,P2MP模式已经在运营商、设备商和产业标准方面形成了产业共识,而P2P方案目前暂无行业标准和规范。在国内,只有广东、江苏移动进行了试点应用,而在国外,只有Nokia正在研究相关标准。

4.5 小结

综合以上对比分析,P2MP组网模式在用户体验

表3 装维复杂度对比

对比项	1主+1从		1主+2/3/4从		1主+5及以上从	
	P2MP	P2P	P2MP	P2P	P2MP	P2P
主从设备连接方式	光纤直连	光纤直连	分光器级联(无源)	光纤直连	分光器级联(无源)	交换机级联(有源)
IPTV扩展能力	电口直连	光电转换器(有源)	电口直连	光电转换器(有源)	电口直连	光电转换器(有源)
调试设备种类及复杂度	2种,低(主/从)	3种,中(主/从/转换器)	2种,低(主/从)	3种,中(主/从/转换器)	2种,低(主/从)	4种,高(主/从/转换器/光交换机)

表4 终端成本对比

对比项	1主+1从		1主+2/3/4从		1主+5从	
	P2MP	P2P	P2MP	P2P	P2MP	P2P
成本	A A≈1 000元	A×0.9	B B≈1 500元	B×0.92	C C≈2 000元	C×1.12
成本构成	主设备×1 从设备×1	主设备×1 从设备×1 光电转换器×1	主设备×1 从设备×2/3/4 分光器×1	主设备×1 从设备×2/3/4 光电转换器×1	主设备×1 从设备×5 分光器×1	主设备×1 从设备×5 光电转换器×1 有源光交换机×1

和产业共识方面具有优势。在装维复杂度方面,2种模式各有优缺点。而在终端成本方面,P2P组网模式可以节省约100元/每户。FTTR P2MP与P2P组网模式对比如表5所示。

表5 FTTR P2MP与P2P组网模式对比

对比项	用户体验	装维复杂度	终端成本	产业共识
P2P	不支持千兆体验,技术方案升级支持,但成本更高	安装 IPTV 需增加有源光电转换	1主+1~4从+IPTV,节省100元左右	未进入主流标准、规范,仅个别国外设备商研究
P2MP	支持千兆及以上体验,性能体验更优	1主+1从+IPTV 无需任何辅助终端,2从及以上使用无源分光器	1主+5从及以上+IPTV,节省200元左右	已成为运营商、设备商和产业标准的共识

5 FTTR 业务应用前景

在迈向数字化和智能化的进程中,家庭数字化是至关重要的场景,也是推动数字经济发展的主要支柱^[12]。FTTR是未来10年光网的“二次革命”,是家庭宽带发展历程中具有划时代意义的解决方案^[13-14]。它是社区信息高速通道构建中一种重要的网络接入方式,且其在当前的接入网改造和建设中具有使用的可行性^[15],是实现家宽业务差异化、精细化运营,打造家庭网络品牌,提升用户ARPU值的一种有效技术手段,是构建智慧家庭生态的关键切入点和智家业务的收入增长点。同时,除了可以成为家庭组网的主流套餐外,在酒店、商场、办公楼等应用场景,FTTR也将成为网络铺设的首要之选^[16]。将FTTR创新业务应用于小型商企、沿街商铺、乡镇等局域组网的场景,致力于为小微企业的数字化转型提供高质量的全光网络底座。

参考文献:

[1] 华为技术有限公司. FTTR全光房间打造家庭和中小企业真千兆宽带体验[J]. 通信世界,2021(12):19-20.

[2] 李强,颜慧强,郎春华. FTTR在家庭场景中的应用及展望[J]. 通信世界,2022(11):47-49.

[3] 相森,徐梅香. 面向智慧家庭的FTTR千兆光网方案研究[J]. 电信快报,2022(10):7-10,23.

[4] 刁兴玲. 千兆光网发展迅速应用场景应加快从C端延伸到B端[J]. 通信世界,2021(13):42-43.

[5] 林炎. FTTR网络架构及其应用研究[J]. 通信与信息技术,2023(1):25-27,49.

[6] 吴戈. 基于GPON下FTTR全光Wi-Fi技术组网方案研究[J]. 电信工程技术与标准化,2023,36(4):64-69.

[7] 王瑾璐,王璐璐. 基于P2MP的FTTR全光校园公寓网络设计[J]. 网络安全和信息化,2023(8):79-82.

[8] 岳文. 实现千兆Wi-Fi6全屋覆盖华为FTTR解决方案获ICT行业年度大奖[J]. 通信世界,2021(2):43-44.

[9] 陈平晔,赵之健,王修雄. 千兆网络发展背景下FTTR技术与应用研究[J]. 通信电源技术,2021,38(17):85-87.

[10] 刘晶. 全屋千兆网络打造百姓智慧家[N]. 中国电子报,2023-02-21(6).

[11] 张星,姚美菱,靳利斌,等. 提升家庭宽带上网体验的策略分析[J]. 电信快报,2021(4):33-36.

[12] 崔亮亮. 全屋光宽带:家庭的数字革命[N]. 通信产业报,2023-02-20(3).

[13] 文华. 华为FTTR全光房间解决方案[J]. 通信世界,2021(19):53-54.

[14] 孟月. FTTR引领第2次“光改革”[J]. 通信世界,2021(9):21-22.

[15] 葛天,李世军. FTTR在社区信息高速通道构建中的应用[J]. 电视技术,2022,46(1):170-173.

[16] 黄涛,陈敏. FTTR在智慧家庭与智慧办公中的应用[J]. 电子技术与软件工程,2022(13):19-22.

作者简介:

谭明,毕业于湖南大学,硕士,主要从事网络技术、业务IT一体化相关工作;王九九,毕业于北京交通大学,硕士,主要从事网络技术、业务IT一体化相关工作;马永亮,毕业于北京邮电大学,硕士,主要从事业务IT支撑相关工作;廖慧,毕业于北京邮电大学,硕士,主要从事业务IT支撑相关工作;任灿丽,毕业于中国海洋大学,硕士,主要从事FTTR业务运营相关工作。