



上海市住宅和商务楼宇 FTTR光网络布线白皮书

上海市通信管理局 2021年4月

目录

- 引言 01
- 1 千兆宽带接入网产业现状 02
 - 1.1 “千兆光网”开启全光网建设新时代 02
 - 1.2 上海率先建成“双千兆宽带城市” 03
 - 1.3 千兆带宽普及，莫让室内“最后10米”成为千兆体验的瓶颈 03
- 2 住宅与商务楼宇组网方案 05
 - 2.1 基于铜缆的组网方案 05
 - 2.1.1 以太网线组网 05
 - 2.1.2 电力线组网 07
 - 2.2 基于光纤的组网方案 08
 - 2.3 方案对比 08
- 3 FTTR解决方案详解 10
 - 3.1 FTTR解决方案的构成 10
 - 3.1.1 住宅场景 10
 - 3.1.2 商务楼宇场景 12
 - 3.2 FTTR方案的特点 13
 - 3.2.1 双千兆带宽到房间 13
 - 3.2.2 千兆Wi-Fi无缝覆盖 14
 - 3.2.3 端到端增强运维管理能力 14
- 4 住宅和商务楼宇用户单元布线系统 16
 - 4.1 概述 16
 - 4.1.1 住宅场景 16
 - 4.1.2 商务楼宇场景 17
 - 4.2 入户光缆 18
 - 4.3 配线箱/间 18
 - 4.3.1 概述 18
 - 4.3.2 位置要求 18
 - 4.3.3 电源 19
 - 4.4 引出光电缆 19
 - 4.4.1 室内布线拓扑 19
 - 4.4.2 引出光电缆通道 19

4.4.3 引出光电缆 20

4.5 通讯引出端 20

4.6 设备 21

4.6.1 住宅场景 21

4.6.2 商务楼宇场景 21

5 施工要求 23

5.1 概述 23

5.2 安装前工勘 23

5.3 光缆敷设 24

5.3.1 明线敷设 24

5.3.2 暗管敷设 26

5.4 其他相关要求说明 26

引言

随着新技术发展以及网络业务推陈出新,对于室内信息网络的质量提出了新的要求。光纤凭借其身体积小、重量轻、超长寿命、不受电磁干扰以及超高带宽等优势,已成为在室内全面应用部署的新一代室内信息网络最优解决方案之一。为此,上海市通信管理局组织相关单位从技术发展趋势以及业务需求出发,重点研究了住宅及商务楼宇的全光纤组网、Wi-Fi 覆盖等技术,并输出布线方案、实施建议等,形成《上海市住宅和商务楼宇 FTTR 光网络布线白皮书》。该文件对推进上海市智慧家庭、智慧楼宇的组网建设具有重要指导意义。

本文件最终解释权归上海市通信管理局所有,执行过程中如有意见和建议,请寄送上海市通信管理局(上海市黄浦区中山南路 508 号,邮编 200010),以便今后修订时参考。

参编单位和主要起草人(排名不分先后):

中国电信股份有限公司上海分公司: 徐文华、周涛、马智勇、徐珺

上海邮电设计咨询研究院有限公司: 严森垒、周孝俊

1

千兆宽带接入网产业现状

1.1 “千兆光网”开启全光网建设新时代

在 2021 年全国两会期间，总理李克强在政府工作报告中提出，“加大 5G 网络和千兆光网建设力度，丰富应用场景”，千兆光网首次被写入政府工作报告。以数字化产业、产业数字化为核心的数字经济步伐正加速发展，未来十年将是行业数字化转型的黄金十年。运营商作为千兆网络高速公路的建设者，将通过 5G 网络与千兆宽带的方式，为业务提供商和消费者架起“数字”桥梁，将非常有力的支撑了未来智慧城市建设。

随着基础网络条件的提升，8K 超高清视频、云 VR、云游戏、直播带货、等等新业务纷至沓来。不断出现的新型物联网业务对网络带宽、时延、抖动提出更高要求，带来了宽带网络持续升级的需求。根据宽带发展联盟发布的《千兆宽带网络商业应用场景白皮书》，4K 高清平面视频下行带宽需求在 100Mbps，8K 超高清视频的需要则要到 150Mbps 左右。对于体验沉浸式强的互动 VR 业务，带宽需求更是高达 540Mbps 以上。而近期出现的多机位直播技术对网络的上行带宽有更高诉求，云游戏则对网络时延和抖动要求更加严苛。因此，百兆宽带仅能满足部分应用需求，只有光纤宽带更进一步发展，才能满足新业务的极致体验需求。

21 年 3 月在“千兆光网助力数字经济新增长”论坛上，工业和信息化部通信科学技术委员会常务副主任韦乐平表示，千兆光网是通信行业未来若干年重要的发展方向，这需要全行业上下游的共同努力，逐步攻克难关，最终达成千兆宽带、全光网络、云网融合等目标，构筑高品质的通信基础设施，服务社会民生，使能千行百业的数字化转型，加速数字经济的可持续发展。“千兆光网”将进入一个新的建设时代。

1.2 上海率先建成“双千兆宽带城市”

千兆城市建设是基于以千兆光纤和 5G 为核心的“双千兆网络”。当前，5G 建设正在加速推进，而“千兆光网”的建设将与 5G 建设协同发展。正如 5G 一样，以千兆光网为代表的固定网络也已进入了 F5G 时代，二者在人工智能、工业互联网以及数据中心等领域的协同也将助力数字化发展。此外，二者也有其各自适用的场景和不可替代的作用，两者之间更多是一种融合互补机制。

千兆城市建设当前阶段主要聚焦网络基础设施能力和覆盖。达到“千兆城市”的标准，一是要推动承载千兆宽带的 10G 无源光网络 (Passive Optical Network, 以下简称 PON) 网络的建设和部署，完成网络能力升级和改造；二是要完成千兆固定宽带对城市家庭的基本覆盖，能够形成用户普遍接入千兆宽带网络的能力，为后续业务和应用发展奠定基础；三是要实现 5G 网络的快速建设部署；四是要形成千兆宽带和 5G 网络对城市重点区域和重点场所的覆盖，包括医院内外、学校、重点工业园区、城市重点旅游文化消费场所，以及满足车联网发展对网络覆盖的要求等。千兆光网与 5G 的融合协同发展，是建设千兆城市的基础。

上海在固定网络和移动网络建设方面始终走在全国乃至全世界的前列，具有建设千兆城市的良好基础。根据上海市经济和信息化委员会数据，上海固定宽带光纤已实现全市 99% 家庭覆盖，截至 2020 年三季度，上海固定宽带千兆已覆盖 960 万户家庭，实现“万兆到楼，千兆入户”。因此，对照我国推进“千兆城市”建设的相关指标考虑，以及《上海市推进新一代信息基础设施建设助力提升城市能级和核心竞争力三年行动计划（2018-2020 年）》所提目标，从网络基础设施能力和覆盖，上海已率先实现“双千兆宽带城市”的建设目标。

1.3 千兆带宽普及，莫让室内“最后 10 米”成为千兆体验的瓶颈

当前的固定宽带网络建设，主要是通过以 10G PON 技术为主，将千兆网络带入用户家庭和企业内部，而用户住宅及商务楼宇内部网络则由用户自己建设。用户的终端设备绝大多数是通过无线方式接入网络系统，无线网络的覆盖情况，将是影响用户体验最重要的

一个环节。

对于住宅的家庭网络，光纤已经入户并可提供千兆带宽接入。但光纤仅到了住宅的信息箱，住宅内部的家庭网络组网由用户自己定制和安装，采用的解决方案也各不相同，导致上网体验差异巨大。

对于商务楼宇的企业专线，当前广泛部署的 PON 专线为企业用户提供了相对优质的外线接入网络，但实际企业使用过程中调研发现仍普遍存在业务体验不佳、大并发用户质量无保障、Wi-Fi 组网无标准规范化部署、企业内部组网不可管不可视不可调典型问题。

当前住宅和商务楼宇内部的组网体验主要存在以下问题：

1. 业务体验不佳：PON 网关和内部路由器百兆接口、互联百兆线缆甚至不合规网线；内网设备多方集成，互联接口及配置不标准规范导致业务带宽内部压抑；
2. 大并发用户质量无保障：当用户并发数较大时，组网路由器和 PON 网关无法提供相应高并发用户接入的处理能力；
3. Wi-Fi 组网不标准规范化部署：接入点（Access Point，以下简称 AP）点位规划、密集多 AP 部署在性能容量、干扰设计、频段设计、Wi-Fi 接入大并发保障没有系统规划设计，导致 Wi-Fi 组网实际部署后总吞吐性能不达标、多 AP 互干扰严重无法保障关键业务体验；
4. 组网不可管不可视不可调：内部组网设备多厂家，组网部署后成为黑盒不可集成管理，网络业务质量不可感知 / 不可调整优化。

但随着千兆宽带普及，用户带宽需求越来越大，住宅和商务楼宇内部组网的最后 10 米的 Wi-Fi 覆盖问题所引起的网络质量制约将更为显著。如何构建一张高速、稳定、好体验、易管理的家庭和企业网络，让千兆宽带实现超千兆，成为用户和运营商的共同诉求。莫让家庭及企业内部的“最后 10 米”成为超千兆网络体验的瓶颈。

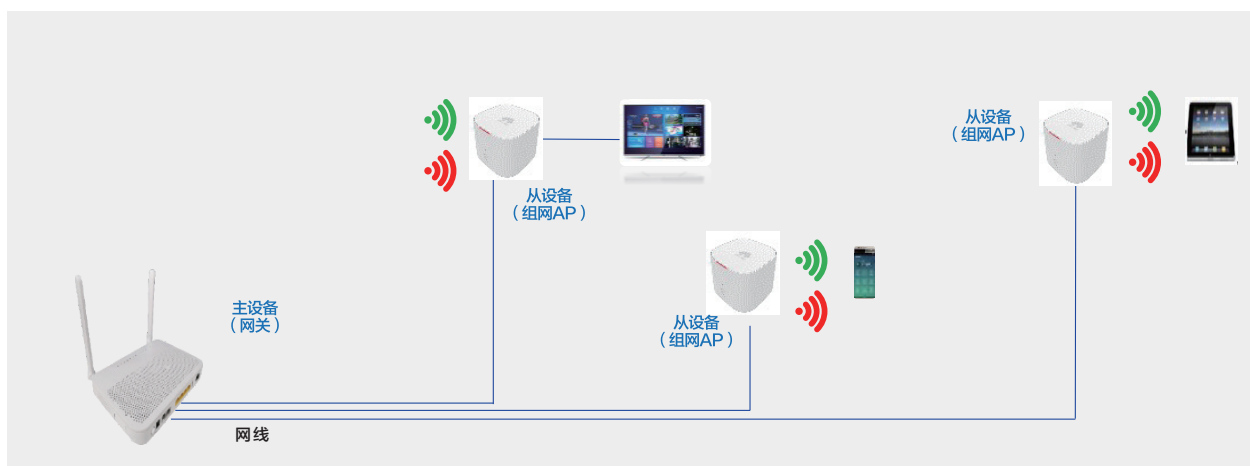
2 住宅与商务楼宇组网方案

2.1 基于铜缆的组网方案

2.1.1 以太网线组网

(1) 传统家庭组网方案

随着家庭网络的重要性越来越受到重视，家庭装修预部署网线的方式也越来越普遍。在家庭主设备（网关）的网口下挂无线路由器的组网方案也成为一种普遍的组网方式。其典型组网方式如下图所示：



图一 传统家庭以太网线组网方案

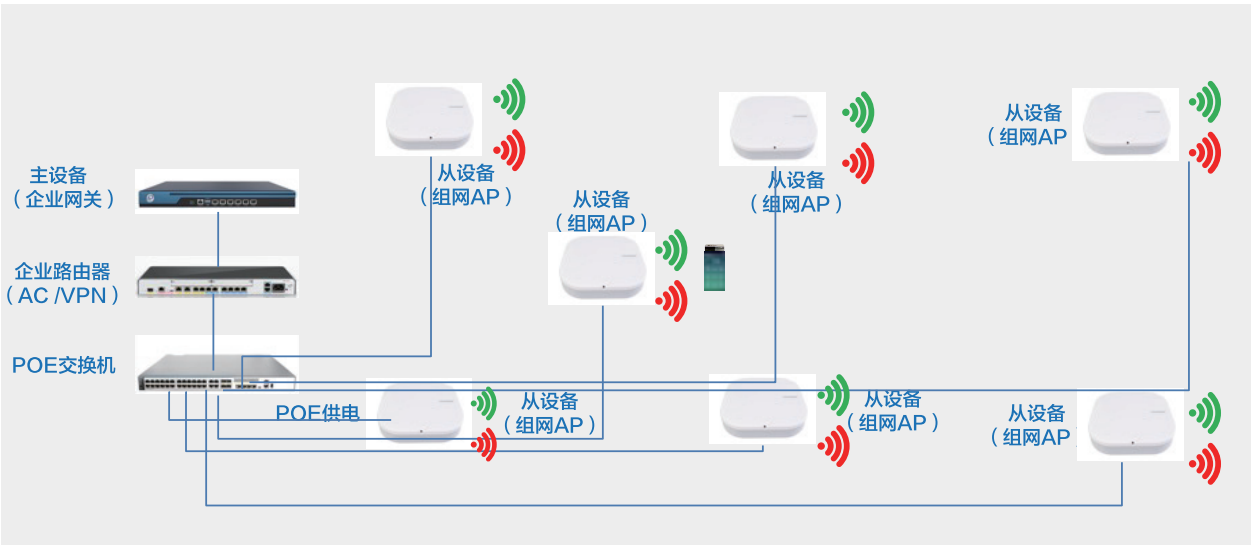
当前实际部署时设备下直接部署多个无线路由器方案居多，由于设备和路由器间无统一管理，无法进行 Wi-Fi 信号调优，无法实现漫游切换，当从一个房间进入另一个房间，需要连接不同的无线路由器时，需要用户手动切换 Wi-Fi 热点或依赖站点自主切换 Wi-Fi 热点，时延大影响体验。

此外，主设备与从设备之间的管理和控制并没有统一的协议和标准，各厂家有自己的协议。运营商目前也在推进设备与异厂家路由器之间的协调互通协议标准，但是针对消

费者市场，主要路由器厂家不愿放弃其基于网关的组网主导地位。

(2) 集中控制的组网方案

对于网络质量要求较高的用户，也可以采用基于接入控制器（Access Controller，以下简称 AC）+ AP 的网线组网方案，在主设备中加入 AC 集中控制设备或模块，统一控制所有组网 AP 设备，可以有效提升网络性能。该方案主要用于商务楼宇的组网场景，其典型的组网方案如下图所示：



图二 典型商务楼宇基于 AC+AP 的以太网组网方案

对于用于商务楼宇的典型 AC+AP 组网方案，一般由多个设备部件配套集成：

1. 企业网关提供 PON 专线接入服务商网络
2. 企业路由器提供 AC 控制器管理功能、以及虚拟专用网（Virtual Private Network, VPN）接入或远程访问等功能；
3. 以太网供电（Power over Ethernet, 以下简称 PoE）交换机具备 PoE 供电功能，为远端 AP 供电
4. 组网 AP 设备覆盖楼宇内部主要区域，为用户提供 Wi-Fi 信号覆盖

采用 AC + AP 的组网方案具备以下优点：

1. 安装方便快捷、成本低，布置灵活、维护简单；

2. AC 控制器统一管理所有 AP, 可实现多个 AP, 一个服务集标识 (Service Set Identifier, 以下简称 SSID);
3. 无线漫游功能, 客户端可在 AP 间的快速自动切换;
4. 解决用户连入较远 AP, 出现信号不强需手动切换 AP 情况。

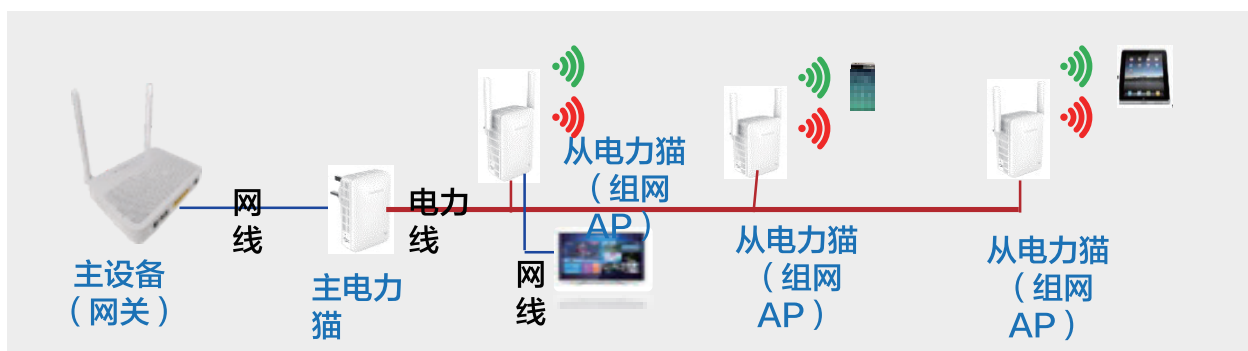
但是, 采用传统 AC + AP 组网方案, 也存在以下三个方面的缺点:

1. 单部件接口或性能易成为整个组网瓶颈比如百兆接口 / 业务软件处理性能;
2. 以太网线容易成为家庭内部带宽升级的瓶颈, 需要更换更高性能的网线;
3. 多厂家设备集成, 各设备独立管理。

对于以太网线组网方案, 由于网口位置决定了无线路由器的位置, 在多数家庭网线部署并不充分, 覆盖范围受限。同时基于以太网线的方案, 需要部署超五类以上网线才能支持千兆以太网的速度。然而, 现实中许多用户对网线并不具备甄别能力, 实际部署中存在部分不达标的网线导致实际速率只有百兆, 即使家庭宽带升级了 200M 甚至更高的宽带套餐, 也会因为网线的限制无法享有高速上网体验。此外, 网线由铜线构成, 其金属氧化性、磁性干扰等特质都不可避免的影响网络传输质量和使用寿命。

2.1.2 电力线组网

对于住宅场景, 网线并非每个房间都有, 但电线作为一种普遍存在于住宅内部的介质, 自然有厂家推出基于电力线载波传输数据信号的设备, 俗称电力猫。电力猫通过电力线作为介质扩展家庭 Wi-Fi 热点, 扩大 Wi-Fi 覆盖范围, 其性能在不同的标准下, 理论速率有所不同, 一般在 200M~500M 左右, 少数性能优越的电力猫可接近千兆。基于电力线组网主要用于住宅场景, 其典型的组网方案如下图所示:



图三 基于电力线的家庭网络组网方案

电力猫方案最大的优势在于利用电线，不需要重新铺设传输介质，安装简单，但其劣势在于易受来源于电线的干扰和衰减。家庭电网上连接用电设备复杂多样，电器工作过程中产生与电力猫工作频率相近的干扰信号严重影响电力猫信号传输，使得电力猫的传输速率表现很难保持稳定，尤其是大功率的家用电器的启停对电力猫干扰尤其严重。同时，家庭电路按用途一般有多个空开隔离，空开对电力猫信号衰减大，也导致速率大幅降低。

2.2 基于光纤的组网方案

上面对以太网线组网、电力线组网的方案分别进行了简析，各自优势和劣势都很明显。各方案在介质可获得性和稳定性上成反比，针对千兆宽带到房间，则都存在瓶颈。住宅及商务楼宇网络需要更优质的方案，其介质需要持续可扩展的带宽能力且具备良好的使用寿命。基于此，业界提出了基于光纤组网的新一代家庭网络解决方案——FTTR(Fiber to The Room，光纤到房间)，其借助光纤本身体积小、重量轻、30 年超长寿命、不受电磁干扰、带宽无限演进的特性，为家庭组网提供了新的选择。光纤到房间，顾名思义，是将光纤延伸进家庭的每一个房间，是光纤入户的更进一步，通过光纤构建家庭的信息基础设施。基于光纤组网的详细方案参见本资料第 3 部分。

2.3 方案对比

在前面分别介绍了基于铜线和基于光纤的组网方案，由于其传输介质本身差

异，在组网性能和安装便利性上存在明显的差异，下表对不同方案进行了总结和比较：

表 1 不同组网方案的对比

	以太网线组网	电力线组网	光纤组网
最高速率	100~960Mbps	AV：200Mbps、500Mbps AV2/G.hn:450Mbps、600Mbps、1200Mbps	远大于1000Mbps
传输距离	小于100m	小于300m	km级
安装便利性	需要室内铺设网线，安装部署较复杂	安装部署容易，即插即用	需要室内铺设光缆，安装部署较复杂
介质成本	较高	无	便宜
可靠性	容易老化，30%以上网线劣质	家用电器影响较大，性能不稳定	稳定、不易老化
可运维性	运营商仅管理设备，路由器管理依赖厂家管理	运营商仅管理设备，电力猫管理依赖厂家管理	运营商整网可管可控
供电模式	可通过PoE供电	无需额外供电	光电复合缆供电

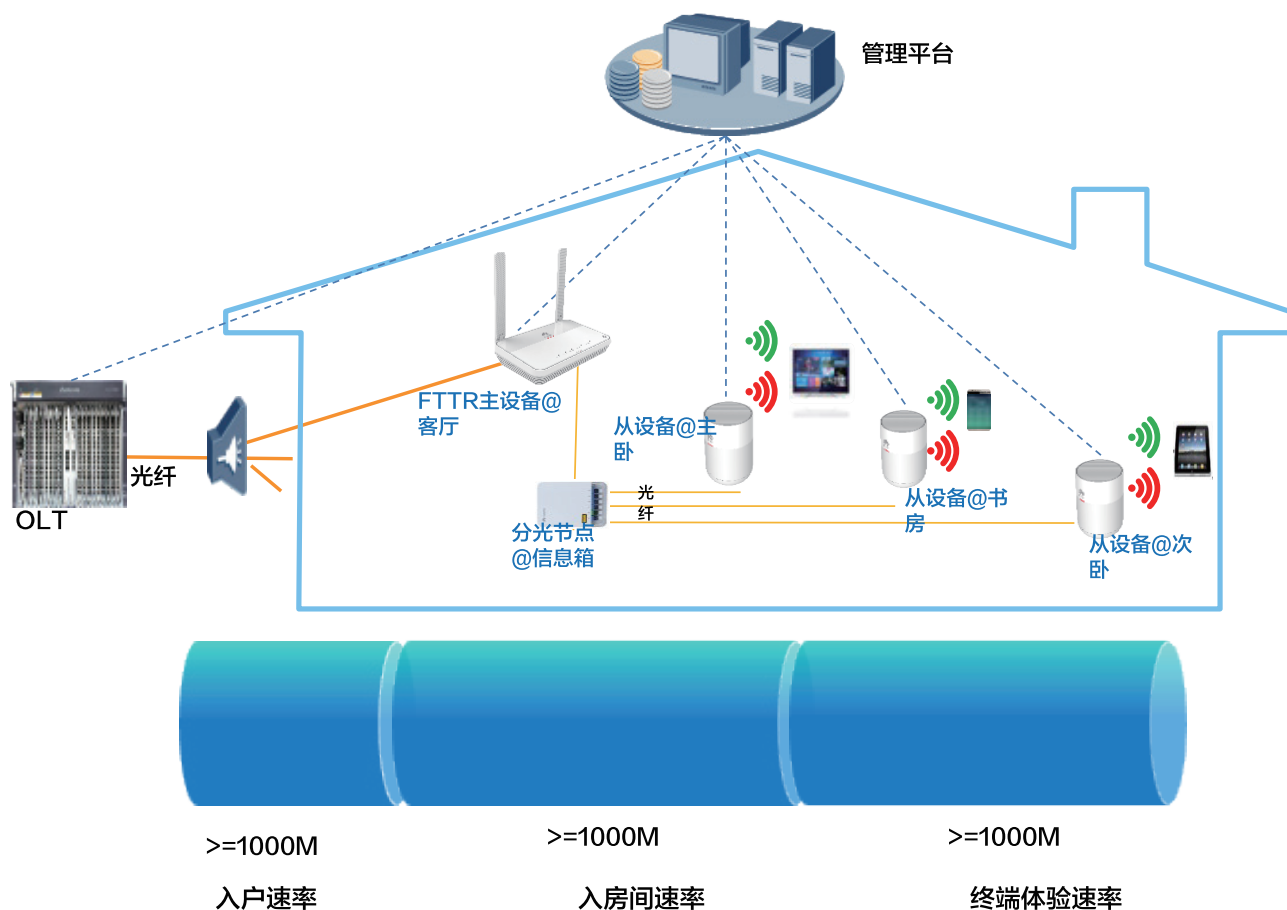
从表格的对比分析可以看出，FTTR 组网方案借助光纤的特质，其传输速率易演进到 50G 甚至更高的速率，传输距离可覆盖大型别墅，可靠性方面也明显优于其他方案。同时，该方案延伸了运营商的管理能力，在故障定位定界等方面相比其他方案有较大提升。

3 FTTR解决方案详解

3.1 FTTR 解决方案的构成

3.1.1 住宅场景

住宅场景 FTTR 解决方案主要由主设备、从设备、家庭光网络、管理平台四部分组成。其典型的组网入下图所示：



图四 住宅场景 FTTR 组网方案构成

主设备：家庭网络的主要控制设备，网络位置在局端光线路终端（Optical line terminal，以下简称 OLT）与从设备之间，向上通过 10G PON 接口（后续可演进到 50G PON）连接局端 OLT，支持千兆入户，向下提供光纤接口通过分光节点连接至从设备。主设备起到“承

上启下”的作用，将“光进铜退”延伸到各个房间。主设备作为家庭网络中心，可以实现对所有从设备的统一管理和配置。全屋 Wi-Fi 统一名称，自动控制漫游切换，提升用户体验。主设备推荐硬件配置如下：

表二 住宅场景主设备推荐配置

接口	规格
上行光口	10G PON接口（后续可演进到50G PON）
下行光口	家庭光网络接口
下行电口	GE
Wi-Fi 接口	2.4GHz 2*2 802.11ax（Wi-Fi 6）+ 5GHz 2*2 802.11ax（Wi-Fi 6）
语音口	POTS

从设备：家庭分布式 Wi-Fi 接入设备，分布到家庭各个房间，向上通过家庭光缆及分光节点连接 FTTR 主设备，向下提供 Wi-Fi 6 和 GE 口接入各种家庭上网终端。从设备工作在桥接模式，由 FTTR 主设备统一分配管理 IP 以及下挂设备的 IP，使整个家庭网络构成一张统一的、可互通的局域网，各个从设备下接入的设备相互可以在超千兆带宽下实现投屏、文件分享等局域网互访等操作。从设备推荐硬件配置如下：

表三 住宅场景从设备推荐配置

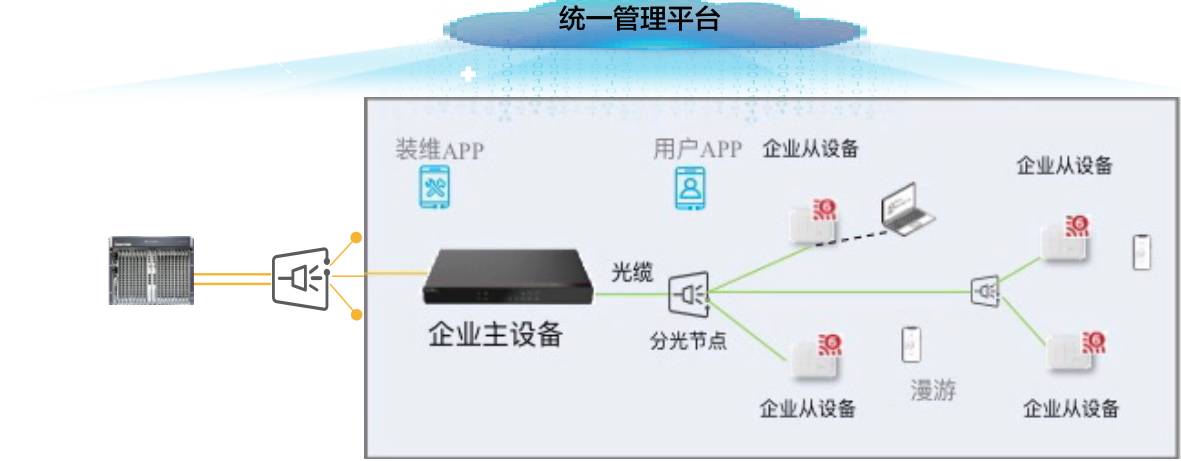
接口	规格
上行光口	家庭光网络接口
下行电口	GE
Wi-Fi 接口	2.4GHz 2*2 802.11ax（Wi-Fi 6）+ 5GHz 2*2 802.11ax（Wi-Fi 6）

家庭光网络：使用专用的工具和辅料部署的由光缆、光缆面板以及分光节点等光网络部件等构成的家庭光缆基础设施。具体部署方案将在第 4 部分进行描述。

管理平台：FTTR 主设备代理管理从设备，统一采集家庭网络信息上报到管理平台，实现对家庭网络的可视可管可维。

3.1.2 商务楼宇场景

FTTR 商务楼宇解决方案如下图所示，由企业主设备、从设备、企业光网络、管理平台四部分组成。



图五 商务楼宇场景 FTTR 组网方案构成

企业主设备（网关）：企业组网出口设备，网络位置在局端 OLT 与从设备之间，向上通过 10G PON 接口（后续可演进到 50G PON）连接局端 OLT，支持千兆入户，向下提供光纤接口通过分光节点连接从设备，单主网关可带多个 ONU 点位。主网关做为企业网络中心，同时提供 PON 网关、AC 控制器、业务 VPN 路由器、远供供电单元、语音接入多合一公共能，可以提供企业业务网关、企业 VPN 接入访问、实现对所有从设备的 Wi-Fi 统一管理控制和配置、给下挂从设备远程供电。企业 Wi-Fi 管理控制及自动部署能力，自动部署调优多 ONU 组网 Wi-Fi 协同参数、自动控制漫游切换，提升用户体验。企业主设备典型硬件配置如下：

表四 商务楼宇场景主设备推荐配置

接口	规格
上行光口	10G PON接口(后续可演进到50G PON)
下行光口	企业光网络接口
下行电口	GE （数量按需）
Wi-Fi 接口	2.4GHz 2*2 802.11ax （Wi-Fi 6） + 5GHz 2*2 802.11ax （Wi-Fi 6）
语音口	多POTS口

企业从设备（组网 ONU）：企业分布式 Wi-Fi 接入设备，分布到各个房间 / 子空间，为匹配企业场景需要提供吸顶形态；向上通过光纤以及分光节点连接至主网关，向下提供 Wi-Fi 6 和 GE 口接入各种企业上网终端。从设备工作在桥接模式，由 FTTR 主设备统一分配管理 IP 以及下挂设备的 IP，使网络构成一张统一的、可管可视、自组网系统，各个从设备下接入的设备相互可以在超千兆带宽下实现文件传输、音视频会议、局域网互访等操作。企业场景部署 ONU 点位数量多且密集，ONU 接入用户终端数并发量大，从设备提供 Wi-Fi 组网自动调优接口和大并发用户带宽保障能力。

从设备推荐典型配置如下：

表五 商务楼宇场景主设备推荐配置

接口	规格
上行光口	企业光网络接口
下行电口	GE
Wi-Fi 接口	2.4GHz 2*2 802.11ax（Wi-Fi 6）+ 5GHz 2*2 802.11ax（Wi-Fi 6）

企业光网络：使用专用的工具和辅料部署的由光缆、光电复合缆、光缆盒以及分光节点等必要的光网络部件等构成的企业光缆基础设施。企业组网考虑企业大覆盖多接入场景，单个主设备可下带 32 个组网 ONU 设备。

管理平台：FTTR 主网关代理管理从设备，统一采集企业内网络信息上报到管理平台，实现对企业内部网络的可视可管可维，包括网络设备、连接拓扑、接口流量、业务流量、Wi-Fi 参数且可持续升级增强能力。

3.2 FTTR 方案的特点

3.2.1 双千兆带宽到房间

主设备上通过 XGPON 或 10G EPON 接入，速率最大支持 10Gbps，从设备经由光纤接入房间，支持千兆以太网口和 Wi-Fi6，这种方式规避了 Wi-Fi 信号穿墙带来的性能衰

减，Wi-Fi6 空口速率可超过千兆，实现超千兆带宽到房间。光纤的带宽可以持续演进到 100Gpbs 以上，满足未来高带宽业务诉求。

3.2.2 千兆 Wi-Fi 无缝覆盖

(1) 即插即用

从设备上电后自动接入主设备。家庭 Wi-Fi 统一在主设备配置，自动同步到从设备。

(2) 低时延漫游

同一个 SSID 下，存在不同从设备接入点，当主设备检测到无线设备在当前接入点下的信号强度较差且存在其他接入点更优信号时，则激发无线设备在 100ms 内切换到信号更佳的接入点，保证视频通话、在线教育、在线游戏过程中在各房间走动时，业务不中断。

(3) 自动部署调优

企业组网场景多 ONU 密集部署，ONU 间 Wi-Fi 频点、信道、功率及调度参数需要统一协调以管控整体 Wi-Fi 组网的连接稳定性、带宽保障、密集并发干扰体验保障，提供主网关和从光猫间自动采集 Wi-Fi 参数、多 ONU 自动部署下发组网参数，并且能力在主网关管理界面、集中管理平台、用户 / 装维 APP 上提供能力开放，保障企业业务质量同时极大简化企业组网场景自动化效率。

(4) 多用户大并发

FTTR 组网方案为满足场景诉求提供全方位多用户大并发能力。针对住宅场景，FTTR 可支持 ≥ 32 的用户并发能力，对于商务楼宇场景，更是可以支持 ≥ 100 的用户接入数并具备提供 200-300 用户业务并发接入能力（基于 50-100 人企业规模平均 2-3 个终端模型），主设备通过光接口可带 32 个 ONU 点位并提供大空间、远距离、广覆盖接入，ONU 提供 100+ 用户 Wi-Fi 并发接入能力及 64 用户并发可保障带宽能力。

3.2.3 端到端增强运维管理能力

FTTR 通过管理、控制、分析一体化管理平台，实现对用户家庭及企业网络可视可管可维，功能包括查看家庭网络信息、配置用户家庭 Wi-Fi 网络、快速处理用户网络问题以

及通过对用户 Wi-Fi 大数据采集分析，实现历史回放、性能调优等。

具体功能体现如下：

(1) 网络可视：每时刻每用户体验可视。

用户网络拓扑，设备信息可视，支持 7 天历史还原。

关键事件可视，支持按时间和事件类型筛选。

Wi-Fi 组网参数可视，支持多 ONU 集中视图：频点、信道、功率、干扰、测速等

(2) 故障定位：云端 Wi-Fi 排障

自动识别干扰、覆盖、连接、设备类故障，根因分析，并提供改善建议

一键检测，典型故障分钟级快速诊断

(3) 性能调优：提升 Wi-Fi 体验

基于历史大数据学习，信道自动调优

多 ONU 组网自动 Wi-Fi 组网参数下发：频点、信道、功率、调度参数

等 (4) 特征洞察：用户特征识别

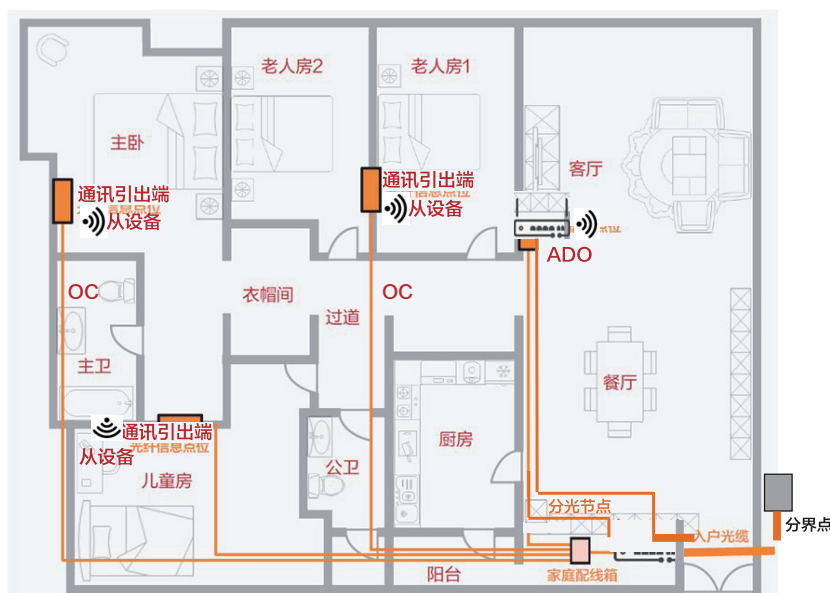
识别强干扰、覆盖差、设备性能低用户。

4 住宅和商务楼宇用户单元布线系统

4.1 概述

4.1.1 住宅场景

下图依次描述了在一个普通四室两厅的住宅内的室内入户光缆到光纤信息点位之间的布线系统。入户光缆进入家庭配线箱，入户连接主设备（ADO），然后通过引出光缆引出到每个需要的通讯引出端，并连接到从设备。主设备自带 Wi-Fi 功能，优先放置在信息箱外面的客厅中，如下图所示



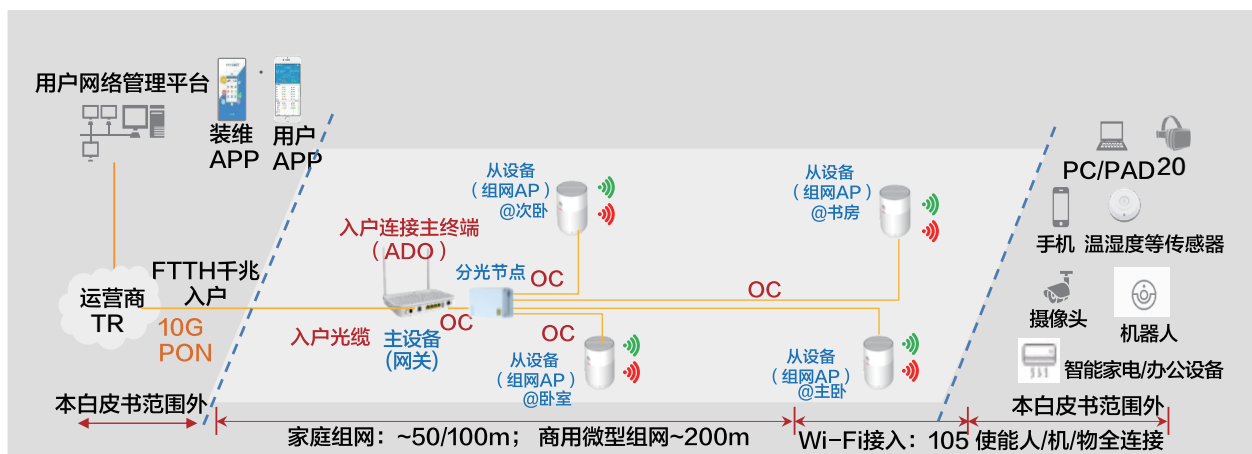
图六 典型住宅套内布线系统图

■ ——通信引出端

📶 ——从设备（带 Wi-Fi）

ADO——入户连接主终端，Auxiliary disconnect outlet

OC ——引出光缆，Outlet cable

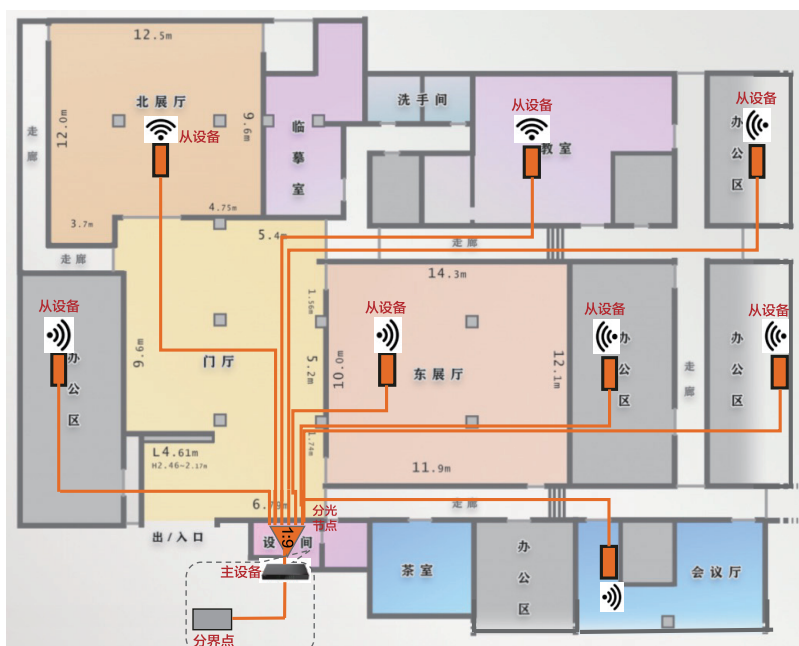


图七 典型住宅套内布线系统的组成

其中，分界点是接入服务商和用户布线设施之间的接口点，分光节点是主设备到从设备的点到多点光纤分配点。其位置在接入服务商提供和安装的网络接口装置处，接入服务商应按相应的规范连接到分界点处。

4.1.2 商务楼宇场景

单层商务办公场景：如下图所示，楼层输入端光缆与主设备连接，然后主设备通过单芯光缆输出到分光节点，分光节点输出多跟单芯光缆与各自对应的吸顶式 ONU 连接，从而实现商务办公场景的信息全覆盖。网络可以根据接入用户和接入点 ONU 需求数量，实现灵活扩展。



图八 典型商务办公场景

多层商务办公场景：在楼层与楼层之间连接关系中，企业光网络接口最大可支持带 32 个从设备，即吸顶式 ONU。吸顶式 ONU 的供电方式优先采用远程供电的形式进行部署。分界点通常位于商务楼宇独立的设备间内。

4.2 入户光缆

入户光缆将服务从分界点或其它主干设施延伸至 ADO。在多住宅建筑物中，入户光缆可从楼层业务终端（如光纤分配盒 FDB（Floor Distribution Box））延伸到用户空间中的 ADO。

对于主设备布置在客厅的场景，需用另外提供光缆，把在信息箱内的入户光缆与在客厅的主设备之间连接起来。

4.3 配线箱 / 间

4.3.1 概述

(1) 住宅场景

普通住宅，通常配一个配线箱，家庭配线箱内应设置配线交接设备或者无源分光节点，用以连接入户光缆、引出光缆等。通过分光节点将接入业务信号连接至住宅房间内。对于多楼层的别墅场景，根据情况在每层或每几层中设置一个或多个配线箱（或过路箱），可通过每层的配线箱中的分光节点进行链式组网扩展，以便在实际部署过程中方便灵活。

(2) 商务楼宇场景

由于接入设备较多，需要的空间也相对较大，每栋商务楼宇应设置一个或多个配线箱 / 间，分光节点通常设置与配线箱 / 间内，通过这个配线箱 / 间内的分光节点把接入光缆、引出光缆等有序地分配到每个楼层。对于多层楼宇场景，可通过每层的配线间的分光节点进行链式组网扩展，以适应不同规模的商务楼宇组网需求。

4.3.2 位置要求

(1) 住宅场景

配线箱的位置应兼顾美观、便于布线以及热点覆盖等综合因素考虑。配线箱与相应的设备可安装在墙壁表面上或嵌入墙壁内。当家庭配线箱内安装无线接入设备时，宜选用非金属材质的箱体或面板，并在设计安装的位置时考虑无线信号的覆盖。

(2) 商务楼宇场景

商务楼宇的配线箱 / 间应设计在楼宇内布线维护方便的地方，通常是有独立的管理空间。对于每层或几层，通常也会设置配线间，管理这一层或几层的设备和布线维护。

4.3.3 电源

在信息配线箱 / 间中，需要安装 220V AC 电源，应采用符合规范要求的带保护接地的电源插座或电源柜。电源插座的高度宜与已安装的配线箱和相关的设备相适应。

4.4 引出光电缆

引出光电缆提供从家庭信息箱或主设备到通信引出端面板之间的连接。

4.4.1 室内布线拓扑

引出端布线应布置成星形拓扑或链式拓扑。

4.4.2 引出光电缆通道

在新住宅中，引出光电缆应采用暗管敷设。通常在墙壁和天花板未完工前，在墙壁、立柱和天花板上的管孔中布放光电缆，完成预布线。

对旧住宅进行改造时，通常根据实际情况采用暗管或明线敷设。

引出光电缆通道应从家庭配线箱敷设至住宅的起居室、卧室、书房等人员经常活动的区域的光纤面板处。

在商务楼宇场景中，通常大部分光电缆的管道布置在天花板的上面，完成布线。除此之外，还有地板架空等其他多种敷设方式。引出光电缆管道应从配线间敷设至楼宇的主要人员活动区域，保证在一定的范围内能够提供有线网络介质。

用户室内暗管应在土建阶段或装修阶段埋设，线缆和信息插座应在装修阶段敷设和设置。

4.4.3 引出光电缆

对于不同应用场景，引出的光电缆类型是不同的，主要有如下 3 种类型：

(1) 普通光缆 / 跳线

常用是蝶形缆或圆缆。当使用不带连接器的光缆时，需要专业的人员和设备进行熔纤或冷接端子在现场做连接器。当使用带连接器的跳线时，由于常规连接器体积和长度都比较大，并且在穿管中此种连接器保护不足，因此，此种跳纤不适合用于穿管。

(2) 微型跳线

此类跳线连接器为定制的微型连接器，其具备良好的穿管适应性能，同时具有良好的保护和抗拉力等特性，因此适用于穿管。

(3) 光电复合缆跳线

对于在从设备不容易取电的场景，需要通过光电复合缆对从设备进行远程供电，此种光缆融合了光和电的特性，既可以通光，也可以通电，并且光和电整合到一个光电连接器中。此外，连接器尺寸较小，能适用穿管。

由于光电复合缆现场做连接器，目前技术上不具备可行性，同时也考虑光电复合缆的安全性能保障，因此光电复合缆跳线通常都是已经预制成端的光电复合缆。

基于施工场景和施工效率评估，可选择不同类型的光电缆，实现光缆的快速高效部署。

4.5 通讯引出端

通讯引出端为引出光缆布线的末端，通常为通讯面板。

FTTR 场景中，一般情况下也会在通讯引出端处设置有光纤面板，然后通过跳线实现光纤面板上通讯引出端和从设备的连接。

在从设备附近不易取电或对外观要求高的情况下，可通过把引出光缆设计成光电复合缆，这样可实现通讯引出端直接连接到从设备上。

对于住宅场景，通讯引出端应采用嵌入墙面或明装的方式设计，并且在起居室、卧室、

书房等人员经常活动的区域设置。

对于商务楼宇，通讯引出端位置通常位于商务楼宇人员活动间的天花板上，对应从设备通常为吸顶式 ONU。

4.6 设备

4.6.1 住宅场景

4.6.1.1 主设备

主设备一般带 Wi-Fi 6 功能，建议部署在家庭中心位置，如电视柜附近。主设备部署位置应预留光纤便于连接入户光纤和输出光纤。

4.6.1.2 从设备

家庭场景的从设备可根据部署场景，提供 3 种形态：

(1) 桌面形态

外观更美观，易于和家具融合，适合部署在桌面。其中外置天线桌面形态的从设备，天线角度可调，部署位置灵活，可部署在桌面、挂墙或吊顶内。

(2) 面板形态

配合光电复合缆提供远供方式部署，设备无尾纤外漏，简洁美观。

(3) 墙插形态

电源适配器和设备合一，直接插在 86 强电面板上，节省空间。

3 种形态可根据家庭实际环境和布线情况灵活选择。墙插和面板形态受设备体积和功耗限制，Wi-Fi 性能较桌面形态弱，建议只覆盖所在房间。桌面形态建议覆盖 1-2 个房间，房间间隔为非承重墙。

4.6.2 商务楼宇场景

4.6.2.1 主设备

商务楼宇场景主设备根据企业规模形态一般有 2 种安装模式：

(1) 主设备建议部署在配线间内的机柜位置，主设备部署位置应预留光纤便于连接企业专线光纤和输出光电复合缆，连接企业组网 ONU。

(2) 部分中小企业主设备部署在楼宇配线间，主设备可不提供 Wi-Fi，可预留引出光电复合缆 / 光缆。

4.6.2.2 从设备

企业场景从设备根据部署场景可提供 3 种主要部署形态：

(1) 吸顶形态：优选，天线角度可调，部署位置灵活，可部署吸顶或挂墙。

(2) 面板形态：配合光电复合缆提供远供方式部署，部署办公位置下方隐藏面板处，设备无尾纤外漏，简洁美观。

(3) 桌面形态：外观简洁美观，与办公桌面融合，适合部署在桌面或挂墙。

基于企业场景实际部署情况和调研数据，吸顶形态为部署主流占比近 70-80%，其他形态可根据企业实际环境和布线情况适当补充。

5

施工要求

5.1 概述

为了保护公共网络和有源设备，在布线施工期间，应在分界点或 ADO 处将布线系统断开。对安装的布线进行测试时，应遵循有关要求。

5.2 安装前工勘

(1) 住宅场景

对于别墅、复式等户型较复杂的住宅，工勘和施工需要分 3 步进行，工勘需详细了解现场环境情况、确定施工方案和组网方案；施工需确保光缆各项指标达到标准，房间测速达到设计值。

步骤 1：施工环境初步确认

施工前需提前了解到客户家里布局场景信息，如是否有家庭配线箱、家庭配线箱位置、客厅放置家庭从设备位置要求以及客厅是否有光缆面板等。

步骤 2：施工现场勘测

现场勘测需明确客户家庭环境情况，明确光缆走线情况和设备摆放位置，具体勘测原则：

1. 确保家庭配线箱有冗余位置放置设备；
2. 主设备应选择放置在室内光缆的汇聚点，如客厅、家庭信息箱或其他位置。

步骤 3：确定组网方案

组网方案的设计需要确保每个房间的 Wi-Fi 覆盖。具体组网原则如下：

1. 主设备：应在家庭配线箱预留主设备的放置位置，并预留 220V 电源；

2. 从设备：原则上，每个房间放置一台。

(2) 商务楼宇场景

步骤 1：建设需求调研

了解客户需求，明确网络覆盖目标、应用背景，收集目标场所的现有网络覆盖现状、用户分布与需求状况、工程建设与配套条件等相关信息。分析用户对象群及数量、业务特征等，并对 Wi-Fi 网络覆盖的区域、采用何种类型 AP 等关键问题做出初步判断，了解有线接入建设需求，整理建设需求确认表，双方书面确认建设内容。

步骤 2：勘察结论输出

完成现场勘测后，需与用户确认设备和光缆的建设方案，形成勘察报告，报告内容要获得双方确认。

步骤 3：确定组网方案

组网方案的设计需要确保每个接入点位的 Wi-Fi 覆盖。

5.3 光缆敷设

5.3.1 明线敷设

(1) 明线敷设方案

光缆明线敷设有多种方案，常用的有透明光缆明线敷设方案、普通光缆 + 固定卡扣 / 走线槽方案等等。

1. 透明光缆方案

在所有明线方案中相对比较美观的方案，对住宅内的外观影响较小，在敷设透明光缆的过程中，通过会有相应的辅助工具或物料，如胶水、阴阳角、墙面清洁布等等。

透明光缆施工方法根据透明光缆的方案不同，对应的施工方法会略有不同。常用有热熔胶透明光缆（即光缆外护套加热工具条件下熔接后粘接在墙面上）和带背胶透明光缆（透明光缆自带背胶）和透明光缆 + 胶水方案等，

下面以热熔胶透明光缆为例对敷设过程进行说明：

步骤 1：施工前准备

施工前的准备工作，包括施工前沟通、现场勘测以及施工方案确认等。

步骤 2：施工路径清洁

清洁室内布线路径，将尘土清理干净。

步骤 3：将透明光缆固定在布放工具上

拆卸工具前端的铝合金部件，将透明光缆卡在布放工具顶端的卡槽中，工具前端预留一定长度的光缆，将铝合金部件安装回去。

步骤 4：加热透明光缆布放工具

将透明光缆布放工具连接电源，在工具连接线上的显示器上设置温度预设值，设置完成后可实时观测当前温度，当温度达到预设值时，加热完成。

步骤 5：实施布线

将透明光缆沿指定路径布放，使光缆表面自带的自粘胶熔融后将光缆固定在墙面上。

步骤 6：检测透明光缆敷设质量

检测透明光缆敷设的质量，确保透明光缆敷设后的可靠。

2. 普通光缆 + 固定卡扣 / 走线槽方案

施工时间短效率高，外观上相对来讲不是很美观。以普通光缆 + 固定卡扣为例对敷设过程进行说明：

步骤 1：施工前准备

施工前的准备工作，包括施工前沟通、现场勘测以及施工方案确认等。

步骤 2：施工路径清洁

清洁室内布线路径上将尘土清理干净。

步骤 3：光缆敷设施工

用卡扣把光缆固定在墙面上，完成光缆的敷设。

步骤 4：检测光缆的敷设质量

检测光缆的质量，确保光缆敷设后的可靠。

(2) 光纤要求

由于在明线敷设过程中，会有许多的转角，故而对光纤弯曲性能提出了较高的要求，因此通常在明线敷设场景中，光纤类型通常为 G.657.B3。

(3) 其他要求

施工后链路检查：光缆敷设完成后，需要使用通光笔检查链路是否通光。

施工过程需要钻孔等破坏住宅内墙体的施工，需要获得用户的最终同意，方可实施。

5.3.2 暗管敷设

(1) 前装场景

此种场景中的光缆敷设，相对较为容易。在住宅前期施工阶段，随装修过程中把 FTTR 方案所需光缆敷设完成。

(2) 后装场景

此种场景较为复杂，主要步骤如下

步骤 1：首先需要确定暗管，比如从家庭配线箱到客厅电视墙的暗管；

步骤 2：优先利旧线牵引光缆敷设，即利用管道里已经有的如预埋绳等，把要敷设的光缆通过已有的预埋绳来实现光缆的敷设。

步骤 3：当没有利旧线利用时，推荐采用穿管器进行光缆的安装敷设。通常的穿管器有橄榄头弹簧穿管器、穿管机器人等等。

5.4 其他相关要求说明

(1) 防火

FTTR 场景中所使用到的所有设备和管道材料等，都应符合有关建筑规范的防火要求。

(2) 接地

对于商务楼宇场景中 FTTR 主设备需要考虑接地，设备机柜的接地采取联合接地，即柜体的保护接地（包括屏蔽接地和建筑防雷接地）与楼体共同合用一组接地体的联合接地方式。设备除需接工作地线外，设备另需连接保护地线，以保证人身安全和设备的正常运行。

(3) 防雷

FTTR 设备需要考虑有防雷击保护的设计，如使用光电复合缆时，需考虑防雷击等安全问题。对于商务楼宇配线间内设备机柜严格执行《建筑物防雷设计规范》（GB 50057-2010）以及《通信局（站）防雷与接地工程设计规范》（GB 50689-2011）。

上海市通信管理局

《上海市住宅和商务楼宇FTTR光网络布线白皮书》

编制小组 编
