

# 光纤接入网中的线路规划设计研究

任亚乐

日海恒联通信技术有限公司 河南 郑州 450048

**摘要:** 为了提升网络的高效性、稳定性和经济性,文章主要研究了光纤接入网中的线路规划设计,通过分析光纤接入网的组成及其技术特点,提出了规划设计的方法,包括主干层、分配层和引入层的具体设计策略,通过合理的线路规划,可以有效满足用户不断增长的宽带需求,提升网络服务质量和用户体验,为现代通信网络提供坚实的基础。

**关键词:** 光纤接入网; 线路规划; 分层设计; 网络可靠性

## 引言

光纤接入网中的线路规划设计是现代通信网络建设的重要研究课题,随着宽带业务需求的快速增长,对接入网的高带宽、低延迟和高可靠性提出了更高的要求。科学合理的线路规划不仅能有效提升网络性能,降低建设和维护成本,还能确保网络的灵活扩展和高效管理。

### 1 光纤接入网的组成及其特点

光纤接入网主要用于连接用户端设备与核心网,为用户提供包括互联网接入、IPTV、VoIP等多种宽带业务服务,其核心在于通过光纤的高带宽和低延迟特性,提升网络服务质量和用户体验<sup>[1]</sup>。

#### 1.1 光纤接入网的基本组成

光纤接入网的基本组成包括光线路终端、光网络单元以及光分配网络<sup>[2]</sup>。

##### (1) 光线路终端(OLT)

光线路终端是光纤接入网中的核心设备,通常部署在服务提供商的中央办公室。OLT主要负责将数据和信号从核心网传输到各个用户的ONU,同时也将用户上传的数据汇聚并传输至核心网。OLT不仅管理着整个光纤接入网的资源分配和信号传输,还具有网络管理、服务质量控制等功能。在实际应用中,OLT通过光纤分配网络(ODN)与多个ONU相连接,形成点对多点的网络结构。

##### (2) 光网络单元(ONU)

光网络单元是部署在用户端的设备,负责将来自OLT的光信号转换为用户设备可以识别的电信号,并将用户设备的电信号转换为光信号上传至OLT。ONU可以部署在用户家中(FTTH)、楼宇内(FTTB)、路边(FTTC)等位置,具体部署方式取决于实际应用场景和用户需求。ONU的功能包括信号转换、带宽分配、服务

质量保障等,是用户接入光纤网络的直接接口。

##### (3) 光分配网络(ODN)

光分配网络是连接OLT和ONU之间的光纤线路系统,主要由光纤、分光器、接头盒等组成。ODN的主要功能是实现OLT与多个ONU之间的光信号传输和分配。根据网络拓扑结构的不同,ODN可以采用星型、总线型、环型等多种布局方式。光分配网络的设计和建设对光纤接入网的性能、可靠性和扩展性具有重要影响,必须考虑光纤的传输距离、损耗、分光比等参数。

### 1.2 光纤接入网的技术特点

光纤接入网具有显著的技术特点,主要包括高带宽、长传输距离、高可靠性、抗干扰能力强以及可扩展性强<sup>[3]</sup>。首先,光纤接入网提供的带宽远高于传统铜线网络,能够满足多用户同时进行大数据量传输的需求,如高清视频流媒体、在线游戏等。其次,光纤的传输距离可达数十公里,无需中继器,极大地简化了网络结构,提高了传输效率。再者,光纤接入网具备高可靠性和抗干扰能力,光纤传输不受电磁干扰影响,适合部署在环境复杂的区域。此外,光纤接入网的可扩展性强,能够通过技术升级和拓扑优化满足未来更高的带宽需求和更多样化的业务应用。

### 2 光纤接入网规划的必要性

光纤接入网的规划设计是实现高效、稳定和经济的网络架构的重要手段。在现代通信网络中,随着用户需求的不断增加和宽带业务的迅猛发展,接入网需要具备灵活的扩展能力和高效的资源利用率。将网络功能和资源合理划分为不同层次,有助于优化网络性能、降低建设和维护成本、提高网络可靠性和可管理性。

光纤接入网的建设成本较高,特别是在光缆和设备的投资方面,通过分层设计,可以精确预测和控制每层的资源需求,从而避免资源的浪费和重复建设。主干

**作者简介:** 任亚乐(1991.03-),男,汉族,籍贯:河南省登封市,专科,工程师,研究方向:光接入网

层、配线层和引入层的分离设计,使得每层的光缆和设备都能根据实际需求进行配置,最大限度地提高资源利用率<sup>[4]</sup>。例如,在主干层使用高芯数光缆进行集中传输,而在配线层则使用小芯数光缆进行灵活分配,从而实现资源的最优配置。接入网通常覆盖范围广、用户数量多,通过分层设计可以有效地分隔和管理网络故障。当某层发生故障时,可以迅速定位问题所在,减少对其他层次的影响,从而提高网络的整体稳定性和可靠性。同时,分层规划还便于网络的日常维护和升级,网络管理人员可以针对不同层次的特点采取相应的维护措施,提高维护效率和质量。

在网络建设初期,由于资金和技术的限制,可能无法一次性实现全覆盖和高带宽的目标。通过分层设计,可以逐步推进网络建设,根据实际需求和发 展情况,灵活调整各层次的建设进度和规模。例如,可以先在核心区域建设合适容量的主干层,配线层和引入层根据用户接入规模逐步扩容,最终实现全面覆盖和高带宽接入。分层规划为网络的渐进式建设和扩展提供了科学的依据和灵活的策略。光纤接入网的运营涉及多个方面,包括用户接入、带宽分配、服务质量保障等,通过分层设计,可以将这些功能合理分配到不同层次,简化网络管理的复杂性。例如,主干层主要负责核心传输和资源集中管理,配线层负责用户接入和带宽分配,引入层负责终端用户的具体接入和服务质量保障。分层规划使得网络管理更加有序和高效,有助于提升用户体验和服务质量。

### 3 光纤接入网主干层规划设计

#### 3.1 主干光缆路由设计

主干光缆通常敷设在地下管道中,因此管道的分布、容量和使用情况是决定路由选择的重要因素。设计过程中,应尽量利用现有的管道资源,以节约建设成本和施工时间。考虑城市规划中的道路拓宽、建筑拆迁等因素,避免未来管道和光缆因城市发展而频繁改动,影响网络的稳定性。主干光缆路由应尽量避开自然和人为障碍物,以确保光缆的安全性和可靠性。自然障碍物如河流、山丘等会增加光缆敷设的难度和成本;人为障碍物如交通繁忙的道路、铁路等,需对过街、过桥的光缆保护措施进行特别设计。考虑光缆的铺设深度,防止因地质变化或地面施工对光缆造成的损坏。通过设计环形或双向路由,可以在光缆发生断裂或故障时迅速切换到备用路径,确保网络的连续性和可靠性,提高网络的稳定性,在发生突发故障时能够迅速恢复业务,减少对用户的影响。

#### 3.2 主干光缆芯数设计

根据网络规划中的用户增长预测,预留足够的光纤芯数以满足未来扩展需求。例如,在用户密集的城市中心区域,可能需要更多的光纤芯数以保证每个用户都能获得足够的带宽;而在用户较少的郊区和农村地区,则可以适当减少光纤芯数。不同的拓扑结构对光纤芯数的需求不同,例如星型结构通常需要更多的光纤芯数以保证每个分支节点都有足够的连接;而环型结构则可以通过环形冗余设计减少光纤芯数的需求。通过配置备用光纤芯,可以在发生故障时迅速切换,保证网络的稳定性和可靠性。这种设计不仅有助于提高网络的自愈能力,还能在需要进行维护和升级时减少对用户的影响。

#### 3.3 主干光节点的设计与配置

主干光节点应选择在用户密集区和交通便利的地方,便于光缆的敷设和维护。例如,可以选择在大型建筑、商业中心等人口密集的区域设置主干光节点,以减少光缆的铺设长度和成本,同时方便维护人员进行日常检查和故障处理。主干光节点通常需要配置光纤配线架(ODF)、OLT和电力供应设备等。光纤配线架用于管理和保护光纤连接,确保光缆的可靠连接和信号传输<sup>[5]</sup>。OLT则用于将主干光缆的信号分配到各个配线光缆,保证网络的灵活性和扩展性。电力供应设备则需保证主干光节点的正常运行,特别是在一些需要远端供电的情况下。光节点的设备应具备良好的防尘、防潮、防震等性能,以保证设备的长期稳定运行。同时,还需考虑设备的散热和电力消耗,确保主干光节点在各种环境下都能正常运行。

### 4 配线层规划设计

#### 4.1 配线层光缆的路由与布设

配线层光缆主要负责从主干光节点到用户光节点的信号传输,因此应尽量选择用户密集的区域和路线,以提高资源利用率和覆盖效率。例如,在城市住宅区和商业区等人口密集的地方,配线层光缆应沿主要道路、建筑物密集区布设,确保每个用户节点都能获得可靠的信号连接。合理利用现有的地下管道、电杆等基础设施可以大幅降低施工成本和难度。在地形复杂或建筑物密集的区域,需采用多种敷设方式,如架空、地下和墙面布设等,以适应不同的环境要求。同时,在规划光缆布设时,应尽量避免干扰和损坏其他地下设施,如供水、燃气、电力等管线,确保施工安全和后续维护的便捷性。在光缆路由设计中,应预留足够的光纤芯数和管道空间,以便未来增加新的用户节点和带宽需求。例如,在新建住宅区或商业区,应根据未来人口增长和业务发展的预期,适当增加光纤芯数,避免因扩展不足而导致的

频繁施工和资源浪费。

#### 4.2 用户光节点的设置与配置

用户光节点通常设置在用户密集区或重要建筑物内,如住宅小区、大型办公楼、商业中心等。通过集中设置用户光节点,可以减少光缆的铺设长度和成本,提高网络的覆盖效率和服务质量。例如,在大型住宅小区内,可以在每栋楼或每个单元楼内设置一个用户光节点,通过光缆将信号传输到每个用户终端。用户光节点通常配置有光分配单元、光网络单元和其他配套设备。ODF用于管理和保护光纤连接,确保信号传输的稳定性和可靠性。ONU则负责将光信号转换为用户终端设备可以识别的电信号,并将用户终端的电信号转换为光信号上传至分配层光缆。在节点配置中,应预留一定的设备空间和接口,以便未来增加新的用户和业务。例如,可以在节点内预留备用的ONU和光纤接口,以便迅速接入新用户,提高网络的灵活性和可扩展性。同时,还需考虑不同业务类型的需求,如数据、语音和视频业务等,通过合理配置设备和资源,满足用户多样化的服务需求。

#### 5 引入层规划设计

常见的引入方式包括直接光缆引入、光电混合引入和无线引入等。直接光缆引入是指将光纤直接从分配节点连接到用户终端设备,这种方式适用于高带宽需求的用户,如企业用户、大型住宅小区等。其优点是带宽高、信号稳定、抗干扰能力强,但建设成本相对较高,特别是在用户分布较为分散的区域,施工难度和费用较大。

光电混合引入通过在分配节点与用户终端之间采用光纤和铜缆相结合的方式传输信号。通常将光纤引入到用户楼宇的配线间,再通过铜缆将信号分配到每个用户终端。这种方式可以充分利用现有的铜缆基础设施,降低光纤铺设的成本和难度,同时能够提供较高的带宽和稳定性,适用于中等带宽需求的用户,如中小型企业、住宅小区等。无线引入方式主要适用于一些特殊环境或临时需求的场景。例如,在用户分布广泛、地形复杂或施工条件受限的区域,可以通过无线方式将信号引入到用户终端。无线引入的优点是建设速度快、灵活性高,但其带宽和稳定性受限于无线信号的覆盖范围和干扰情况,通常作为一种补充手段使用。

#### 6 光纤接入网中的新技术应用

##### 6.1 微蜂窝型导管与气吹光缆技术

微蜂窝型导管与气吹光缆技术通过使用具有低摩擦导气性能的小直径塑料导管,使光缆的铺设更加灵活和高效。微蜂窝型导管可以在一根母管中布放多达20根导

管,并根据实际需求分批将光缆气吹进导管中。气吹光缆技术则利用气吹设备将光缆快速、准确地送入导管,极大地减少了施工时间和成本。此技术不仅降低了初次投资成本,还提升了网络的可扩展性和维护便捷性。通过逐步增加光缆的方式,可以灵活应对用户带宽需求的变化,避免一次性大规模铺设带来的资源浪费。微蜂窝型导管与气吹光缆技术在光纤接入网中的应用,显著提高了施工效率和经济性,适用于城市密集区域和地形复杂的场景,是现代光纤网络建设的重要手段。

##### 6.2 分场景使用新型光缆材料

在光纤接入网建设过程中,对于农村建设场景,外部环境复杂、施工环境恶劣是当前面临的挑战,在农村地区使用适用于平原乡村、山区村落等末梢段的引入场景的末梢铠装光缆,该光缆具有在光缆中心束管两侧采用磷化钢丝提高光缆的抗拉强度;采用中心束管,光缆重量轻、机械性能好,方便施工,光缆外径小、可减少架空和管道资源占用的特点,在工程中使用能起到节省架空和管道管孔空间、重量轻提高施工效率、中心束管式利用率高的工程建设成效。

#### 结语

综上,科学合理的路由规划是实现高效、稳定和经济的接入网的关键措施,为现代通信网络的发展提供了坚实的基础和保障。通过对接入网中的路由规划设计进行深入研究,本文提出了规划设计的方法,并详细分析了主干层、分配层和引入层的具体设计策略,能够显著提升网络资源利用率,降低建设和维护成本,同时提高网络的可靠性和扩展性,不仅适用于当前的网络建设,还能满足未来网络发展的需求,具有重要的现实意义和应用价值。

#### 参考文献

- [1]王红泽.基于PON技术的接入层通信线路设计分析[J].通讯世界,2023,30(2):34-36.
- [2]王从涛.浅谈有线电视HFC系统的双向改造[J].有线电视,2021(11):1188-1190.
- [3]王少鹏.联通公司地市级GPON光纤接入网规划与应用[D].吉林:吉林大学,2020.
- [4]闵晓君.基于GPON技术的FTTH通信线路设计[D].内蒙古:内蒙古大学,2019.
- [5]张楠杨.以数字化模型精确进行微网格优化的方案研究[C].//辽宁省通信学会2020年度学术年会论文集.2020:242-257.