

浅谈有线传输技术特点及发展趋势

佟云飞 王 强

山东省邮电工程有限公司 山东 青岛 266071

摘要：有线传输技术是现代通信体系的核心基础，广泛应用于公共、工业及专用通信领域，具备传输稳定、安全性高、时延低、容量大的显著优势，但存在部署灵活度低、建设成本高、覆盖受限等短板。本文梳理了双绞线、同轴电缆、光纤等主流有线传输技术的特性，分析当前技术应用的现存问题，结合数字通信发展需求，探究其高速化、智能化、融合化、绿色化的核心发展趋势，为有线传输技术优化升级提供参考。

关键词：有线传输技术；特点；发展趋势

引言：随着数字经济与通信技术的飞速迭代，6G、工业互联网、大数据交互等新兴业态快速普及，社会对通信传输的稳定性、速率与安全性要求持续提升。有线传输技术作为通信网络的基础载体，支撑着各类核心通信场景的稳定运行。为明晰有线传输技术的发展现状，本文系统阐述其核心类型与应用场景，剖析技术优劣及现存应用问题，并结合行业发展态势，探析技术未来发展方向与优化路径，助力现代通信网络高质量建设。

1 有线传输技术概述及核心类型

1.1 有线传输技术基本概念

（1）核心定义：有线传输技术是现代通信体系中的基础技术，主要依托各类实体物理传输介质，完成数据、语音、图像等各类信息信号的定向、有序传输，是与无线传输技术形成明确区分的核心有线通信方式，凭借物理介质的约束特性，成为稳定通信场景的首选技术。（2）技术原理：该技术核心原理是利用实体物理介质约束信号传播路径，规避无线信号传播的随机性干扰，完整实现电信号、光信号的编码、传输、解码全流程。通过适配不同介质的传输特性，规范信号传播速率与轨迹，有效保障信息传输的连续性、稳定性，降低信号损耗与失真问题。

1.2 主流有线传输技术分类

（1）双绞线传输技术：以成对绞合的绝缘铜导线为传输介质，结构简易、施工便捷，且造价低廉、性价比高。但传输带宽和抗干扰能力有限，仅适用于短距离传输，目前广泛应用于局域网搭建、家庭宽带接入、室内网络布线等日常民用场景。（2）同轴电缆传输技术：采用同轴结构的线缆设计，相较于双绞线，具备更强的电磁抗干扰能力，传输带宽适中、信号传输稳定性更佳。受新型技术迭代影响，目前应用场景缩减，主要用于早期有线电视信号传输、传统局域网干线短距离传输。

（3）光纤传输技术：以高纯光导纤维为核心传输介质，可搭载波分复用、空分复用等多种衍生拓展技术，传输带宽大、损耗低、抗干扰能力极强，是当下通信传输的核心主流技术，广泛应用于骨干网、城域网、长途跨区域传输等核心通信场景^[1]。

1.3 有线传输技术应用场景

（1）公共通信领域：作为公共通信基础设施的核心支撑，主要服务于运营商骨干传输网搭建、光纤入户普及、政企专属专线部署等基础通信服务，保障大众日常通信与企业基础网络的稳定运行。（2）工业通信领域：适配工业复杂作业环境，应用于工业互联网、智能制造、电力专网通信等场景，可抵御工业环境电磁干扰，保障工业生产数据、设备调控数据的精准稳定传输。

（3）专用通信领域：凭借高稳定性、高安全性的传输优势，重点服务于安防监控、轨道交通、金融数据传输等场景，严格满足行业对数据传输零延迟、高保密、不间断的严苛需求。

2 有线传输技术核心特点及现存问题

2.1 有线传输技术核心优势特点

（1）传输稳定性强：有线传输技术以实体物理介质为载体，采用封闭式固定路径传输信号，与开放式的无线传输相比，具备极强的抗干扰能力。传输过程不易受到外界电磁辐射、天气变化、环境遮挡等因素影响，信号传输损耗小、波形失真度低，设备与线路长期运行故障率较低，能够保障网络长时间连续、平稳运行，适用于各类对传输稳定性要求较高的核心通信场景。（2）传输安全性高：有线传输的信号仅沿固定物理线路定向传播，传播路径可控、可监管，外部人员无法通过无线方式随意接入、拦截和窃取传输数据。同时，封闭的传输介质能够有效抵御外界信号干扰与恶意攻击，数据篡改、信息泄露的风险极低，整体数据保密性与可靠性显

著优于无线传输技术，是金融、安防、政务等涉密场景的主要通信方式。（3）传输容量大、时延低：在各类有线传输体系中，光纤传输技术的性能优势最为突出，可承载超大带宽的信息传输业务，具备超低时延、低抖动的传输特性。该技术能够高效承载超高清视频播放、海量数据交互、实时云端运算、工业精准控制等高速业务，可充分满足当下及未来高流量、高实时性的网络传输需求^[2]。

2.2 有线传输技术固有短板特点

（1）部署灵活性差：有线传输完全依赖物理线路铺设，整体组网模式固定，受地形地貌、建筑结构、场地条件等外界因素限制较大。线路铺设完成后网络位置基本固定，后期进行设备搬迁、网络扩容、线路改造时流程繁琐、施工难度大，无法适配临时组网、动态移动等灵活性通信场景。（2）建设成本较高：有线网络建设涵盖线路铺设、设备采购、工程施工及后期运维等多个环节，需要投入大量的人力、物力与财力。尤其是山区、野外等偏远复杂区域，施工难度大、铺设工程量高，投入成本高但用户覆盖率低，整体部署性价比偏低，难以实现全面普及。（3）覆盖范围受限：相较于无线传输全域无死角的覆盖优势，有线传输依托实体线路组网，覆盖范围存在明显局限性，无法实现大范围、立体化的灵活覆盖。同时该技术无法适配终端设备自由移动的使用场景，在移动办公、户外通信等场景中适配性较差，应用场景存在一定短板。

2.3 当前有线传输技术应用现存问题

（1）老旧技术设备滞后：目前部分老旧小区、传统工业园区及偏远地区，仍大量沿用双绞线、同轴电缆等传统老旧传输设备。这类设备传输带宽有限、抗干扰能力弱、传输效率较低，难以适配大数据、高清视频、智能物联网等新型高速业务的运行需求，成为区域网络升级提质的主要阻碍。（2）网络资源利用率低：部分早期搭建的有线传输网络缺乏科学、前瞻性的整体规划，网络架构布局不合理，导致波长资源、物理线路资源分配不均衡。部分区域网络负载过高、拥堵频发，部分区域资源长期闲置浪费，整体网络资源配置不合理，资源利用效率难以最大化。（3）智能化水平不足：现阶段多数传统有线传输网络仍以人工运维模式为主，线路日常监测、故障排查、资源调度等工作高度依赖人工操作。不仅运维效率低下、人工成本较高，且网络自主监测、自适应调节、智能自优化的能力薄弱，难以适配现代化、智能化通信网络的发展需求。

3 有线传输技术发展趋势与优化策略

3.1 传输高速化、大容量化发展

随着数字经济高速发展，6G通信、元宇宙、超高清视频、大数据中心等新兴业态快速落地，全网数据传输量呈指数级增长，传统有线传输体系的带宽与速率瓶颈日益凸显。在此背景下，高速化、大容量化成为有线传输技术最核心的发展趋势，也是支撑新一代信息基础设施建设的关键基础。（1）光纤技术持续迭代。传统单模光纤传输容量已接近物理极限，难以适配海量数据传输需求，新型光纤技术成为突破传输瓶颈的核心方向。其中，空芯光纤、多芯光纤技术逐步完成技术攻坚，进入规模化商用阶段。空芯光纤以空气为传输介质，大幅降低光信号传输损耗与时延，有效规避传统光纤的色散限制，传输性能显著提升。多芯光纤通过在单根光纤内集成多个独立传输纤芯，结合空分复用技术，成倍提升单线路传输容量。同时，该类新型光纤与成熟的波分复用技术深度融合，实现多维度、多通道并行传输，彻底突破传统有线传输的容量上限，为骨干网、城域网的超大带宽传输提供技术支撑^[3]。（2）超高速传输普及。当前各类新兴业务对传输速率、实时性的要求持续升级，超高速有线传输技术加速落地普及。面向6G全域通信、元宇宙沉浸式交互、8K超高清视频、工业实时控制等新业态，有线传输系统逐步实现Tbps级超高速传输能力，可高效承载海量数据的同步、实时交互。相较于传统千兆、万兆传输模式，Tbps级传输技术大幅缩短数据传输时延，提升数据吞吐效率，能够适配大规模物联网终端、云计算平台、分布式数据中心的高频数据交互需求，构建起高速、高效的基础传输体系。

3.2 网络智能化、自动化发展

传统有线传输网络依赖人工运维管理，存在故障排查效率低、资源调配僵化、运维成本高昂等问题。在人工智能、大数据技术的赋能下，有线传输网络正向智能化、自动化方向全面升级，实现网络运维与资源调度的提质增效。（1）智能光网络普及。智能光网络成为有线传输网络升级的核心形态，依托大数据分析、人工智能算法，构建起全流程自动化运维体系。系统可实时采集网络运行的带宽负载、设备状态、线路损耗等数据，实现网络故障的自动监测、精准定位与智能修复，无需人工全程介入。该模式有效解决了传统人工运维响应滞后、排查误差大、运维效率低的痛点，大幅降低网络人工运维成本，同时提升网络运行的稳定性与可靠性，适配大规模、复杂化网络的运维需求。（2）动态资源调度优化。基于智能优化算法，有线传输网络实现带宽、波长等核心资源的动态化、精细化调度。系统可实时识

别各类业务的传输需求,针对高清视频、工业控制、普通上网等差异化业务,自动分配对应的网络资源,灵活调整线路带宽与波长配置。相较于传统固定资源分配模式,动态调度模式极大提升了网络资源利用率,避免资源闲置与资源拥堵问题,精准适配不同场景、不同优先级的业务传输需求,实现网络资源的最优配置^[4]。

3.3 技术融合化、场景多元化发展

当前有线传输技术不再是单一独立的通信技术,而是逐步与无线通信、前沿信息技术深度融合,打破技术壁垒,拓展应用场景,形成多元化、复合型的传输应用体系,适配全域通信发展需求。(1)有线与无线深度融合。有线传输具备高稳定、大带宽、低干扰、长距离传输的核心优势,是通信网络的基础承载底座。当前行业全面推进有线与无线网络的深度融合,依托有线传输的稳定承载能力,为5G/6G宏微基站、海量物联网终端、边缘计算设备提供可靠的回传与接入服务,构建“有线打底、无线延伸”的一体化融合网络架构。有线网络负责核心数据的稳定传输与承载,无线网络负责全域覆盖与灵活接入,二者互补协同,有效解决无线传输带宽有限、稳定性不足的问题,满足全域、全场景的通信传输需求^[5]。(2)前沿技术跨界融合。有线传输技术持续开展跨界创新,与量子密钥分发、光计算等前沿技术深度融合,实现传输性能的全方位升级。将量子密钥分发技术融入有线传输体系,可构建加密传输通道,有效抵御数据窃取、篡改等网络攻击,大幅提升数据传输的安全性,适配金融、政务、工业等高安全需求场景。同时,光计算技术与有线传输结合,可实现数据传输与并行处理同步推进,减少数据中转处理时延,显著提升海量数据的处理效率,推动有线传输从单纯的数据传输向“传输+计算”一体化升级。

3.4 绿色节能、轻量化发展

在双碳政策与降本增效需求驱动下,绿色化、轻量化成为有线传输技术的重要发展方向,通过技术优化与结构升级,实现网络低能耗、低成本、易部署运行。(1)设备节能优化。行业聚焦传输设备能耗优化,持

续研发低功耗光模块、传输交换机、接入设备等核心硬件,从硬件源头降低能耗。同时优化网络运行机制,依托智能调控技术,根据网络业务负载动态调整设备运行功率,闲时降低能耗、忙时保障性能,有效削减骨干网、接入网的整体运行能耗。通过软硬件协同优化,构建绿色低碳的有线传输体系,降低通信网络的碳排放与运营能耗,助力绿色通信产业发展。(2)轻量化部署升级。针对复杂部署场景与低成本建设需求,有线传输体系持续推进轻量化升级。通过简化线路铺设结构、优化设备集成设计、缩小设备体积,降低线路铺设难度与设备安装成本。轻量化的设备与线路架构,能够适配楼宇密集、地形复杂、空间受限等特殊部署场景,大幅提升网络部署的灵活性与适配性,同时减少后期运维难度与成本,实现网络建设与运维的降本增效。

结束语

综上所述,有线传输技术凭借独特的传输优势,始终占据通信传输领域的核心地位,同时也存在固有短板与应用弊端。在智能化、数字化通信发展浪潮下,有线传输技术将持续朝着高速大容量、智能化、场景多元化、绿色轻量化方向升级。未来需持续推进技术创新、资源优化与多技术融合,补齐现有应用短板,进一步拓展技术应用边界,为新一代信息基础设施建设与全域通信发展筑牢技术根基。

参考文献

- [1]金凤.通信工程中有线传输技术的优化策略[J].通信电源技术,2022,37(1):224-227.
- [2]袁志文.通信工程中有线传输技术的应用及改进[J].电子技术与软件工程,2024,9(2):41-44.
- [3]吴塾.通信工程中有线传输技术的应用及改进方式研究[J].数字技术与应用,2023,36(12):118-119.
- [4]雷梓嵩,施博.通信工程中有线传输技术的应用与改进策略[J].数字通信世界,2023,13(3):173-176.
- [5]刘春平.通信工程中有线传输技术的应用与改进方式探讨[J].数字通信世界,2022,20(7):195-198.