

通信工程中有线传输技术的应用及改进分析

叶 凯

江西诚科工程咨询管理有限公司 江西 南昌 330025

摘 要：有线传输技术是通信工程的核心支撑，主要包括光纤、双绞线、同轴电缆三类，凭借可靠稳定的优势，广泛应用于电信骨干网、局域网、广播电视及特殊场景。当前，受技术研发、应用部署等因素影响，该技术存在速率容量不足、抗干扰性弱、适配性差等问题。本文梳理其核心类型与应用场景，分析现存问题及成因，提出技术优化、部署调整等改进策略，为其适配5G、物联网发展、提升通信工程质量提供参考。

关键词：通信工程；有线传输技术；应用；改进

引言：随着5G、大数据、云计算技术的快速普及，通信网络对传输速率、容量和稳定性的需求大幅提升，有线传输作为通信工程的基础载体，承担着各类信息的核心传输任务，是保障网络互联互通的关键。从传统双绞线到高性能光纤，有线传输技术不断迭代，但面对多元化场景需求和技术革新挑战，仍存在诸多亟待解决的问题。基于此，本文围绕其应用与改进展开分析，助力通信工程高质量发展。

1 通信工程中有线传输技术的核心类型及原理

1.1 光纤传输技术

(1) 核心原理：以光信号为传输载体，依托光纤的纤芯、包层结构，利用光的全反射实现信号远距离传输；光纤具有低损耗、抗干扰的特性，信号需通过调制将电信号转换为光信号，传输后再经解调还原为电信号，保障信息准确传递。(2) 关键技术：波分复用(WDM)可在单根光纤中传输多波长光信号，提升传输容量；相干光传输通过相干检测技术增强信号接收灵敏度；光放大技术可补偿光信号传输损耗，延长传输距离^[1]。

1.2 双绞线传输技术

(1) 核心原理：由两根绝缘铜导线绞合而成，利用差分信号传输方式减少干扰，绞合结构可抵消外界电磁干扰和自身串扰，实现电信号的稳定传输。(2) 关键技术：非屏蔽双绞线(UTP)无金属屏蔽层，成本低、安装便捷，适用于普通局域网；屏蔽双绞线(STP)带金属屏蔽层，抗干扰性强，适用于干扰严重的工业场景。

1.3 同轴电缆传输技术

(1) 核心原理：由内导体、绝缘层、外导体和护套组成，利用内、外导体形成的同轴结构传输电信号，阻抗匹配可减少信号反射，保障传输质量。(2) 关键技术：信号放大技术补偿传输损耗，滤波技术滤除杂波；通过优化电缆材质和结构，控制衰减、串扰等传输损耗。

1.4 有线传输技术的共性与差异

(1) 共性特征：均以可靠传输为核心要求，注重抗干扰能力提升，遵循“信号转换-传输-还原”的基本逻辑，保障信息传输的准确性和稳定性。(2) 差异对比：光纤传输速率最高、距离最远，成本较高，适用于骨干网；双绞线速率和距离中等，成本低，适用于局域网；同轴电缆速率中等，抗干扰较强，适用于有线电视、短距离监控等场景。

2 通信工程中有线传输技术的实际应用

2.1 电信运营商骨干网应用

(1) 光纤传输技术在骨干网中的应用：作为电信运营商骨干网的核心传输技术，光纤传输凭借长距离、大容量、低损耗的优势，承担着跨区域、跨省市的核心信号传输任务，是整个通信网络的“主动脉”。其可实现TB级别的传输容量，支撑语音、数据、视频等各类业务的大规模传输，在骨干网架构中起到连接核心节点、保障网络互联互通的关键作用，奠定全网稳定运行的基础。(2) 应用案例：某大型电信运营商骨干网部署了波分复用光纤传输系统，覆盖全国主要城市核心节点，采用相干光传输与光放大技术，传输距离突破1000公里，容量达到100Gbps，有效解决了跨区域数据传输延迟高、容量不足的问题，系统运行稳定率达99.99%，满足了海量用户的通信需求和各类增值业务的拓展。

2.2 局域网与企业网应用

(1) 双绞线与光纤的组合应用：企业网与局域网中，普遍采用“光纤+双绞线”的混合布线模式，光纤用于企业内网核心链路、数据中心内部服务器集群之间的高速传输，保障大容量数据快速交互；双绞线用于终端设备与交换机的连接，兼顾速率与成本，可满足办公终端、监控设备等的日常数据传输需求，有效保障网络速率与运行稳定性^[2]。(2) 应用痛点：企业网扩容过程中，存在

原有双绞线传输速率不足、光纤与原有布线系统适配性差、扩容成本偏高的问题；应对措施为逐步替换老旧双绞线为高规格UTP，采用兼容型光模块实现光纤与现有设备的对接，优化布线架构，分区域扩容，在保障传输质量的同时控制成本。

2.3 广播电视传输应用

(1) 同轴电缆与光纤的协同应用：广播电视有线传输中，采用“光纤骨干+同轴电缆入户”的模式，光纤负责广播电视信号的长距离、大容量传输，保障高清、超高清信号的无损传输；同轴电缆凭借良好的抗干扰性和便捷的入户布线优势，承担着终端入户的信号传输任务，确保家庭用户能够清晰接收各类广播电视节目。(2) 应用升级：数字电视时代，对有线传输技术进行优化调整，提升信号传输速率和稳定性，适配高清、4K/8K超高清节目传输需求；同时推动有线传输与新媒体传输融合，实现广播电视信号与网络视频信号的协同传输，拓展点播、互动等增值服务，满足用户多样化观看需求。

2.4 特殊场景应用

(1) 工业场景：工业控制领域中，有线传输技术重点突出抗干扰、高可靠性，适配工业现场复杂的电磁环境，工业以太网多采用屏蔽双绞线和光纤部署，用于工业设备、传感器之间的数据传输，保障生产指令的实时下达和设备运行数据的精准反馈，支撑工业自动化生产。(2) 医疗场景：医疗设备数据传输中，有线传输凭借高安全性、高实时性的优势，用于监护仪、CT机等设备的数据传输，保障医疗数据的精准、快速传递；同时通过加密传输技术，保障患者隐私数据的安全，防止数据泄露，满足医疗行业的严格合规要求。

3 通信工程中有线传输技术的现存问题及成因分析

3.1 技术层面现存问题

(1) 传输速率与容量瓶颈：随着5G、物联网技术的快速普及，各类终端设备数量激增，高清视频、大数据、云计算等业务需求爆发，现有有线传输技术的传输速率和容量逐渐难以适配，部分老旧光纤、双绞线系统无法满足千兆级以上的高速传输需求，成为制约通信业务升级的核心瓶颈。(2) 抗干扰能力不足：在工业生产、高压电力等复杂环境中，存在强烈的电磁干扰、工业干扰，有线传输信号易受干扰出现衰减、失真等问题，尤其是双绞线和同轴电缆，抗干扰性能较弱，导致信号传输稳定性下降，影响数据传输的准确性和实时性。(3) 能耗与成本控制难题：长距离有线传输系统需部署大量光放大、信号中继设备，这类设备长期运行能耗较高，增加了运营成本；同时，有线传输设备的日常检修、故障排

查难度大，维护人员和设备投入较多，导致整体维护成本居高不下。

3.2 应用层面现存问题

(1) 技术适配性不足：不同应用场景对有线传输技术的需求差异较大，但实际部署中存在选型不合理的问题，如工业场景未选用抗干扰性强的屏蔽双绞线或光纤，普通家庭场景过度选用高成本光纤，导致资源浪费或传输性能不足，无法充分发挥技术优势。(2) 老旧设备升级滞后：部分通信网络尤其是偏远地区、老旧园区的有线传输设备，使用年限较长，未及时更新升级，设备性能退化，不仅影响整体传输质量和速率，还存在设备故障频发、兼容性差等问题，难以适配新型通信业务的需求^[3]。

3.3 问题成因分析

(1) 技术研发层面：我国有线传输核心技术自主创新能力不足，光模块、高端光纤等关键元器件仍依赖进口，核心技术被国外企业垄断，导致技术迭代速度滞后于市场需求，难以快速突破速率、容量等技术瓶颈。(2) 应用部署层面：有线传输系统规划设计缺乏前瞻性，未结合场景需求进行科学选型；行业内缺乏统一的技术标准，不同厂商设备兼容性差，增加了部署和维护难度；同时，维护管理体系不完善，缺乏专业的维护团队和高效的故障排查机制，导致设备维护效率低下。(3) 市场需求层面：随着通信业务向多元化、个性化发展，不同行业、不同场景对有线传输技术的需求呈现差异化，如工业需高可靠性、医疗需高安全性、家庭需高性价比，现有有线传输技术较为单一，难以全面适配各类个性化需求，导致问题凸显。

4 通信工程中有线传输技术的改进策略与优化路径

4.1 核心技术改进策略

(1) 光纤传输技术优化：针对传输速率与容量瓶颈，加大新型光纤材料研发，重点开发空芯光纤、多芯光纤等低损耗、高带宽特种光纤；升级波分复用技术，推广密集波分复用(DWDM)和超密集波分复用(UDWDM)，提升单根光纤传输容量至百TB级别，适配5G、物联网需求；同时优化光放大技术，研发高效低损耗光放大器，延长传输距离并减少中继设备，降低传输损耗。(2) 抗干扰技术改进：应对复杂环境干扰，推广新型高性能屏蔽材料，优化双绞线、同轴电缆屏蔽结构，提升抗电磁、工业干扰能力；优化信号滤波与降噪技术，采用自适应滤波算法滤除杂波，减少信号衰减失真；强干扰场景采用光纤传输替代传统线缆，从根本上保障传输稳定性与可靠性^[4]。(3) 低能耗技术研发：聚焦能耗与成本难题，设计节能型传输设备，优化电路结构并采用低功耗芯片，降

低运行能耗；引入智能能耗控制技术，根据传输负载自动调节功率，实现“按需供电”；优化设备散热设计，减少散热能耗，进一步降低系统运行及运维成本。

4.2 应用部署优化路径

(1) 个性化技术选型：结合不同应用场景的核心需求，制定差异化的有线传输技术组合方案，避免资源浪费和性能不足。针对电信骨干网，优先采用高性能光纤传输技术，保障长距离、大容量传输；针对企业网和局域网，采用“光纤+双绞线”的混合布线模式，核心链路用光纤，终端接入用双绞线，兼顾速率与成本；针对工业场景，选用抗干扰性强的屏蔽双绞线和光纤；针对家庭场景，采用高性价比的双绞线和光纤入户方案，实现精准适配。(2) 老旧设备升级改造：制定科学合理的设备更新升级计划，分区域、分批次推进老旧有线传输设备的替换与升级，优先升级偏远地区、老旧园区的落后设备；对于仍有使用价值的设备，通过技术改造、固件升级等方式，实现与新型传输技术的兼容适配，延长设备使用寿命；建立设备全生命周期管理体系，定期排查设备隐患，及时淘汰性能退化、故障频发的老旧设备，提升整体传输质量和系统稳定性。

4.3 技术融合与创新应用

(1) 有线与无线传输技术融合：打破有线与无线传输的壁垒，实现两者优势互补，构建“有线骨干+无线接入”的一体化通信网络。利用有线传输速率高、稳定性强的优势，承担核心数据和长距离传输任务；利用无线传输灵活、覆盖广的优势，实现终端设备的便捷接入，扩大通信网络的覆盖范围；优化两者的衔接技术，减少信号切换时的延迟和损耗，提升通信网络的整体性能和用户体验。(2) 智能化技术融合：引入AI、大数据等新兴技术，推动有线传输系统向智能化转型。利用大数据技术对传输系统的运行数据、故障数据进行分析，精准识别系统运行隐患；借助AI技术实现系统的智能监控、故障预警和自动运维，自动排查故障、定位故障点并完成简单修复，减少人工维护成本，提升维护效率；搭建智能化管理平台，实现对有线传输系统的集中管控，实时监控传输速率、能耗、设备运行状态等关键指标，保

障系统稳定运行^[5]。

4.4 保障措施

(1) 政策与资金保障：加大对有线传输技术研发的政策支持力度，出台相关扶持政策，鼓励企业、科研机构开展核心技术自主创新，打破国外技术垄断；增加资金投入，设立专项研发资金，重点支持新型光纤材料、核心元器件、低能耗技术等关键领域的研发；引导社会资本参与有线传输技术的研发和应用，形成多元化的资金投入机制，推动技术快速迭代升级。(2) 人才与管理保障：加强专业技术人才培养，与高校、职业院校合作，开设通信工程相关专业，培养兼具理论知识和实践能力的复合型人才；开展在职人员技能培训，提升现有技术人员的专业水平和实操能力，适应技术升级需求；完善维护管理体系，建立标准化的运维流程，组建专业的维护团队，提升故障排查和系统维护的效率；建立健全技术标准和规范，统一设备兼容性要求，降低部署和维护难度，保障有线传输系统的稳定、高效运行。

结束语

有线传输技术的优化升级是通信工程发展的必然要求，其性能直接决定通信网络的稳定性和高效性。本文通过分析有线传输技术的核心类型、应用场景及现存问题，提出针对性改进策略，有效破解技术瓶颈与应用难题。未来，需强化核心技术自主创新，推动技术融合与场景适配，降低能耗与运维成本，助力其更好支撑通信行业数字化、智能化转型。

参考文献

- [1]邵少奇.有线传输技术在通信工程中的应用与改进措施[J].中国高新科技,2022,(5):95-96.
- [2]端木庆君.通信工程中有线传输技术的应用与改进措施研究[J].中国新通信,2021,23(15):28-29.
- [3]吕永波.通信工程中有线传输技术的应用及改进[J].中国新通信,2024,26(13):16-18.
- [4]李骁北.通信工程中有线传输技术优越性及网络化改进探析[J].通讯世界,2024,31(1):22-24.
- [5]何靖.通信工程中有线传输技术的应用及改进[J].中国宽带,2023,19(7):16-18.