

# 新型有线通信系统中智能信号处理技术研究

李 伟

江西诚科建设咨询监理有限公司 江西 南昌 330025

**摘 要:** 新型有线通信系统通过高带宽物理链路与智能信号处理技术融合, 构建全链路优化框架。本文重点聚焦自适应滤波、智能信号检测、信道估计均衡、干扰抑制及编码调制五大核心技术, 探讨其在传输性能提升、抗干扰优化、资源效率提升中的应用路径, 并提出算法模块化、硬件协同加速、智能调优三大优化方向, 为下一代高速可靠绿色通信网络提供技术支持。

**关键词:** 新型有线通信系统; 智能信号处理技术; 自适应滤波

引言: 随着工业物联网、智能交通等场景对通信性能要求提升, 新型有线通信系统依托高带宽低延迟特性, 与智能信号处理技术深度融合成为必然趋势。该技术通过动态参数匹配、跨层协同设计、非线性补偿等机制, 实现信号采集到终端接收的全链路优化, 有效提升频谱利用率、传输稳定性及资源效率, 满足复杂场景下的严苛通信需求。

## 1 新型有线通信系统中智能信号处理技术概述

新型有线通信系统依托高带宽、低延迟的物理链路特性, 与智能信号处理技术深度融合, 构建起高效、稳定的信号传输框架。该框架通过动态参数匹配机制, 适应不同传输场景的信号特征变化, 实现从信号采集到终端接收的全链路优化。(1) 跨层协同设计: 在物理层与数据链路层间建立智能接口, 通过实时监测信道状态调整调制方式, 提升频谱利用率。(2) 非线性补偿模块: 针对信号传输中的非线性失真问题, 开发专用数字预失真算法, 有效抑制信号畸变, 保障传输质量。智能信号处理技术通过算法迭代与硬件加速的双重路径, 持续优化系统性能, 例如采用深度学习驱动的自适应均衡器, 可快速识别并补偿信号传输中的符号间干扰, 提升误码率性能。(3) 动态资源分配: 基于实时流量监测与预测模型, 智能调整系统带宽分配策略, 在保障关键业务优先传输的同时, 实现网络资源的最大化利用。技术演进方向聚焦于更高维度的智能融合, 如引入边缘计算能力实现本地化信号处理, 减少核心网传输压力<sup>[1]</sup>。这种全流程智能优化模式, 使有线通信系统在工业物联网、智能交通等场景中展现出更强的环境适应性与技术生命力, 为构建下一代高速、可靠、绿色的通信网络提供坚实的技术基石。

## 2 新型有线通信系统中智能信号处理核心技术

### 2.1 自适应滤波与信号降噪技术

自适应滤波与信号降噪技术通过动态调整滤波器参

数, 实现信号质量提升与噪声抑制。该技术无需人工干预, 可自动适应信道特性变化, 保障传输稳定性。(1) 自适应滤波算法: 采用最小均方误差准则动态更新滤波系数, 有效抑制信号传输中的回波与串扰, 提升接收端信号纯净度, 适用于实时性要求高的通信场景。(2) 小波降噪模块: 利用小波变换的多尺度特性分离信号与噪声, 通过阈值处理抑制高频噪声, 保留信号细节信息, 增强信号可读性, 降低误码风险。(3) 深度学习降噪模型: 引入卷积神经网络实现端到端降噪, 通过大量数据训练自动提取噪声特征, 提升复杂噪声环境下的降噪效果, 适应多样化传输需求。技术实施中注重低延迟设计, 确保降噪处理不影响系统实时性。这种智能降噪模式不仅提升了信号传输质量, 更拓展了有线通信在工业监测、智能电网等场景中的应用范围, 为构建高可靠性通信网络提供关键技术支撑。

### 2.2 智能信号检测与识别技术

智能信号检测与识别技术聚焦于复杂信道环境下的精准信号捕获与类型判定, 通过动态算法与信道特性融合, 提升检测灵敏度与识别准确性, 保障通信系统的高效运行。该技术无需固定阈值设定, 能自适应调整策略应对信号波动。(1) 自适应信号检测算法: 基于实时信道状态信息动态优化检测阈值与算法参数, 提升对微弱信号的捕获能力, 降低漏检与误检概率, 确保信号检测的可靠性。(2) 深度学习驱动的特征提取: 利用卷积神经网络挖掘信号深层特征, 构建多维度特征库; 通过迁移学习快速适应新型信号模式, 减少传统固定特征提取的局限性, 提升识别速度与精度。(3) 多模态信号融合识别: 整合时域、频域与空域信息实现信号综合分析, 增强在噪声干扰、多径效应等复杂环境下的识别鲁棒性, 适应多样化应用场景需求<sup>[2]</sup>。技术发展需强化算法可解释性与实时性验证, 确保在动态信号环境中的稳定表现。未

来可探索人工智能与信号检测的深度融合,推动有线通信向更智能、更可靠的方向演进,满足未来高速、高可靠通信的严苛需求。

### 2.3 信道估计与均衡智能处理技术

信道估计与均衡智能处理技术通过动态建模与实时调整,优化有线通信系统的传输质量,减少信号失真与干扰影响。该技术结合智能算法与物理层特性,实现高精度信道状态预测与信号补偿。(1)时变信道追踪算法:基于卡尔曼滤波原理,结合历史信道数据动态更新预测模型,适应快速变化的传输环境,提升估计实时性。(2)非线性均衡架构:采用支持向量机与神经网络混合结构,处理非线性失真问题,增强信号恢复的鲁棒性,降低误码率。(3)自适应参数配置:根据实时信噪比与带宽需求,智能调整均衡器参数,平衡计算复杂度与性能表现,避免资源浪费。技术实施需关注算法收敛速度与硬件资源约束,确保在有限计算能力下实现高效处理;后续可探索分布式学习框架与边缘计算协同机制,提升大规模网络中的信道估计效率,增强系统扩展能力。通过持续优化算法结构与参数配置策略,该技术有望推动有线通信向更高速率、更低延迟方向演进,满足多样化应用场景需求。

### 2.4 智能干扰抑制技术

智能干扰抑制技术聚焦动态干扰环境精准应对,通过智能算法融合信道特性,实现干扰信号快速识别与有效抑制,保障数据传输稳定。该技术无需依赖固定阈值,可自适应调优策略应对多变干扰。(1)动态频谱感知算法:实时监测频谱占用,智能选择空闲频段传输数据,避开高干扰区域;结合强化学习优化频谱切换策略,减少人工干预,提升频谱利用效率。(2)深度学习驱动的干扰特征提取:利用卷积神经网络提取干扰深层特征,构建干扰特征库;通过迁移学习快速适应新型干扰模式,提升识别速度与准确率,降低误判率。(3)分布式协同抑制架构:基于边缘计算节点构建多用户协同网络,通过信道状态信息共享与联合优化算法,实现干扰信号协同抵消;该架构动态调整节点抑制策略,提升系统整体抗干扰容量。技术演进需注重算法可解释性与鲁棒性验证,确保复杂电磁环境下稳定运行<sup>[3]</sup>。未来可探索轻量化模型与增量学习技术,推动智能干扰抑制更高效、更自适应发展,满足通信系统高可靠性需求。

### 2.5 智能信号编码与调制技术

智能信号编码与调制技术通过动态适配信道特性,实现传输效率与抗噪性能的双提升。该技术摒弃固定参数模式,以实时响应机制保障数据传输的准确性与高效性。(1)自适应调制策略:基于实时信噪比动态选择调制阶

数,高信噪比时采用高阶调制提升速率,低信噪比时降低阶数增强鲁棒性,实现效率与可靠性的动态平衡。(2)轻量级纠错编码:设计基于线性分组码的优化结构,结合迭代译码算法提升纠错能力,同时减少编码解码计算量,适配硬件资源受限场景。(3)多载波调制革新:融合正交频分复用与滤波器组技术,提升频谱利用率并降低符号间干扰;通过子载波功率动态分配增强抗频率选择性衰落能力,适应复杂传输环境。技术发展需注重低功耗设计与可扩展性验证,确保在资源受限场景下的稳定运行。此技术不仅推动了有线通信的高效传输,更为未来智能通信网络的构建提供了核心支撑,拓展了工业控制、数据中心等场景的应用边界。

## 3 新型有线通信系统中智能信号处理技术的应用与优化

### 3.1 在信号传输性能提升中的应用

智能信号处理技术在信号传输性能提升中发挥关键作用,通过动态优化传输参数与路径,实现速率与可靠性的双重突破。该技术以实时信道监测为基础,自动调整传输策略,适应复杂电磁环境变化。(1)自适应速率控制:基于信道质量动态调整传输速率,在信号良好时提升数据吞吐量,在干扰增强时降低速率保障传输稳定性,实现效率与可靠性的动态平衡。(2)多路径传输优化:利用多路径并行传输技术分散数据流,通过智能选择最优路径降低传输延迟,提升整体传输效率,适应高并发场景需求。(3)智能编码增益:采用低复杂度纠错编码与自适应调制结合,提升频谱利用率的同时降低误码率,增强信号在长距离传输中的抗衰减能力。技术实施中注重低延迟设计与资源高效利用,确保传输优化不影响系统实时性。这种智能优化模式不仅提升了传输速率,更增强了信号在复杂环境中的稳定性,为构建高可靠性通信链路提供技术保障。从单点优化到全链路协同,推动有线通信向更高效、更智能的方向持续演进,满足未来高速数据传输的严苛需求。

### 3.2 在系统抗干扰能力优化中的应用

智能信号处理技术动态优化抗干扰策略,显著提升有线通信系统在复杂电磁环境下的稳定性。该技术聚焦实时信道特性匹配与智能算法融合,无需预设固定参数即可自适应调整抑制方案,有效应对突发干扰与持续噪声。(1)自适应滤波优化:基于最小均方误差准则动态调整滤波器系数,精准分离目标信号与干扰;通过实时信噪比监测优化滤波带宽,降低窄带突发干扰影响,提升信号纯净度。(2)智能干扰模式识别:采用深度学习构建干扰特征库,结合迁移学习快速识别新型干扰模式;

通过持续学习机制更新识别模型,减少传统阈值误判风险,增强系统对未知干扰的适应性。(3)分布式协同抑制:基于边缘计算节点构建多用户干扰抑制网络,通过信道状态信息共享与联合优化算法实现干扰协同抵消;该机制可动态调整各节点抑制策略,保障个体通信质量、提升系统整体抗干扰容量。技术演进需强化算法鲁棒性与低功耗设计验证,确保资源受限场景稳定运行<sup>[4]</sup>。未来可探索人工智能驱动的干扰预测与主动抑制策略,推动有线通信向更智能、更抗干扰方向演进。

### 3.3 在系统复杂度与资源效率优化中的应用

新型有线通信系统在智能信号处理技术的驱动下,实现系统复杂度与资源效率的双优化。该技术通过算法精简与硬件协同,降低系统运行开销,提升资源利用率,适应高密度数据传输需求。(1)轻量化算法设计:采用模型剪枝与量化技术压缩信号处理算法规模,在保持性能的前提下减少计算资源占用,适配边缘设备有限算力场景。(2)异构硬件协同:结合专用加速芯片与通用处理器优势,实现算法模块的动态分配,平衡处理速度与能耗,提升系统整体效率。技术实施中注重动态资源调度,例如通过实时监测系统负载调整计算资源分配,避免资源闲置或过载。在数据中心场景中,该技术可显著降低设备功耗,提升单位面积算力密度。(3)智能休眠机制:基于业务流量预测模型动态调整设备工作状态,在低负载时段启用休眠模式,减少无效能耗,延长设备使用寿命。从算法到硬件的全链路优化,使系统在保持高性能的同时降低运行成本。这种资源效率的提升,不仅增强了系统的经济性,更推动了有线通信技术在绿色节能方向的发展,为构建可持续的通信基础设施提供技术保障。

### 3.4 智能信号处理技术优化路径

智能信号处理技术优化需围绕系统效率与适应性展开,通过多维度技术融合实现性能提升。该路径聚焦算法革新、硬件协同与动态调优,适配未来高密度通信场

景需求。(1)算法模块化设计:将复杂处理流程拆分为可复用功能模块,如自适应滤波与均衡模块的标准化接口,提升开发效率与场景适配性,避免重复开发带来的资源浪费。(2)硬件协同加速:结合专用加速芯片与通用处理器优势,例如基于FPGA(现场可编程门阵列)的并行计算引擎实现快速滤波运算,降低处理延迟的同时保持系统灵活性,平衡性能与成本需求。(3)智能调优机制:引入机器学习模型实现参数自适应调整,例如根据实时信噪比动态优化调制阶数,提升频谱利用率的同时降低误码率,延长设备无故障运行时间。技术实施中强调动态适配能力,通过在线学习模型实时监测信道状态,自动调整算法参数<sup>[5]</sup>。这种优化路径推动系统向更高效、更智能的方向演进,增强复杂环境适应能力,为构建下一代高速、可靠的有线通信网络提供坚实技术支撑。

结束语:未来,需进一步探索边缘计算与分布式学习框架的融合应用,通过本地化数据处理降低核心网传输压力,提升实时响应能力;强化算法可解释性以增强技术可信度,结合低功耗设计优化硬件能耗效率;拓展至工业监测、智能电网、车联网等多元场景,推动有线通信系统在复杂环境中的普适性应用,为构建下一代高速、可靠、绿色的通信网络提供全方位技术支撑。

### 参考文献:

- [1]王艺.人工智能驱动的数字通信信号处理技术研究[J].数字通信世界,2025(5):47-49.
- [2]邓燕.电子技术在有线通信网络故障管理中的应用[J].信息记录材料,2025,26(11):123-125.
- [3]陈洁.基于有线通信技术的程控交换系统设计[J].通信电源技术,2025,42(16):16-18.
- [4]王星棋.大数据时代电子技术在有线通信工程中的应用[J].信息记录材料,2025,26(3):117-119.
- [5]宋攀.通信设备工程中的信号处理技术及其应用分析[J].中国信息界,2025(2):42-44.