

电子信息工程技术在通信智能化中的应用

郑纪刚

河南省信息咨询设计研究有限公司 河南 郑州 450008

摘要：电子信息工程技术在通信智能化中发挥关键作用，通过信号处理、微电子与集成电路技术提升信息传输效率与可靠性；结合嵌入式系统与SDR技术，实现通信设备灵活适配。在5G毫米波通信中，自适应调制与LDPC编码优化传输性能，AI驱动流量预测与负载均衡提升资源利用率。同时，量子加密与区块链技术强化通信安全，推动通信网络向自主化、高效化、泛在化演进。

关键词：电子信息工程技术；通信智能化；应用

引言：在数字化浪潮席卷全球的当下，通信智能化已成为推动社会进步与产业变革的核心力量。电子信息工程技术，作为信息时代的基石，凭借其强大的信号处理能力、高度集成的硬件设计以及灵活的软件定义特性，为通信系统的智能化升级提供了坚实的技术支撑。从5G网络的广泛部署到物联网设备的互联互通，电子信息工程技术正不断突破传统通信的边界，引领我们迈向一个更加高效、智能、安全的通信新时代。

1 电子信息工程技术基础与通信智能化概述

1.1 电子信息工程技术核心内容

(1) 信号处理技术是电子信息工程的核心支柱，涵盖数字与模拟信号转换、滤波、调制解调等关键环节。模拟信号通过模数转换器(ADC)转化为数字信号后，经数字滤波技术去除噪声干扰，再通过数模转换器(DAC)还原为可用信号，广泛应用于音频处理、图像传输等场景，是信息传输与处理的基础流程。(2) 微电子与集成电路技术聚焦芯片设计、制造及封装测试，通过将大量晶体管集成于微小芯片上，实现信号处理、逻辑控制等功能。从通用处理器到专用集成电路(ASIC)，该技术不断突破集成度与功耗瓶颈，为电子设备的小型化、高性能化提供核心硬件支撑。(3) 嵌入式系统与软件定义无线电(SDR)实现硬件平台与软件功能的灵活结合。嵌入式系统以微处理器为核心，集成软硬件模块完成特定任务，而SDR通过软件编程实现无线电信号的接收、处理与传输，摆脱了传统硬件的功能局限，大幅提升了通信系统的兼容性与可扩展性。

1.2 通信智能化的内涵与特征

(1) 通信智能化是以AI、大数据、边缘计算为核心技术，实现通信网络自主优化、智能调度与高效运维的新型通信模式。AI技术赋能网络故障预测、流量调度等决策环节，大数据技术支撑用户行为分析与网络状态感

知，边缘计算则降低数据传输延迟，三者共同构成智能化通信的技术基石。(2) 通信网络架构从4G的集中式架构，逐步演进为5G的云原生、网络切片架构，再向6G的空天地一体化、智能内生架构发展。4G实现广域高速连接，5G通过网络切片满足差异化业务需求，6G则进一步融合卫星通信、物联网等技术，打造全域覆盖、智能自适应的通信网络，架构演变始终围绕智能化、泛在化需求推进^[1]。

1.3 技术融合的必要性

(1) 传统通信技术存在明显局限性，如网络资源调度依赖人工配置，难以应对海量物联网设备接入带来的动态流量变化；信号处理效率有限，无法满足高清视频、虚拟现实等大带宽业务的低延迟需求；缺乏智能感知与自适应能力，难以适配复杂多变的应用场景。(2) 电子信息工程技术为通信智能化提供关键支撑：信号处理技术提升信息传输的可靠性与效率，微电子与集成电路技术为智能算法运行提供硬件保障，嵌入式系统与SDR技术则增强通信设备的智能调度与灵活适配能力。二者的深度融合的，能够突破传统通信技术的性能瓶颈，推动通信网络向自主化、高效化、泛在化方向发展，是满足未来通信需求的必然选择。

2 电子信息工程技术在通信智能化中的关键应用

2.1 智能信号处理与优化

(1) 自适应信号调制与解调技术打破传统固定调制模式的局限，通过实时监测信道质量动态调整调制方式(如从QPSK切换至1024QAM)。在5G毫米波通信中，该技术可根据信号衰减程度自适应优化调制参数，当信道条件良好时采用高阶调制提升数据速率，信道恶化时切换至低阶调制保障传输稳定性，实现通信效率与可靠性的动态平衡，满足不同场景下的业务需求。(2) 智能噪声抑制与信道编码技术通过算法优化提升信号抗干扰

能力。以LDPC码（低密度奇偶校验码）为例，其具备接近香农极限的纠错性能，在卫星通信、光纤传输等场景中，可通过智能编码算法动态调整码率，结合自适应噪声抑制技术（如基于小波变换的噪声过滤），有效抵消多径衰落、电磁干扰带来的信号失真，将误码率控制在极低水平，保障高清视频、工业控制等关键业务的稳定传输^[2]。（3）基于深度学习的信号识别与分类技术革新传统信号处理模式。通过构建CNN（卷积神经网络）、LSTM（长短期记忆网络）等模型，对复杂环境中的混合信号进行特征提取与分类，可精准识别雷达信号、通信信号、干扰信号等。在认知无线电系统中，该技术能快速区分授权信号与非授权信号，为动态频谱分配提供依据，同时在电子对抗场景中，可实现对敌方干扰信号的实时识别与反制。

2.2 网络资源智能调度与管理

（1）动态频谱分配（DSA）与认知无线电技术解决频谱资源稀缺问题。认知无线电设备可实时感知频谱使用状态，通过智能算法（如博弈论、强化学习）将空闲频谱资源分配给非授权用户，在不干扰授权用户的前提下提升频谱利用率。例如在物联网场景中，DSA技术可根据设备接入数量动态调整频谱带宽，避免传统静态频谱分配导致的资源浪费，满足海量设备的接入需求。（2）软件定义网络（SDN）与网络功能虚拟化（NFV）实现网络架构的柔性化管理。SDN通过分离控制平面与数据平面，利用集中控制器实现网络资源的动态调度，如根据业务流量调整数据转发路径；NFV则将传统硬件设备的功能（如防火墙、路由器）虚拟化，通过软件实例灵活部署，降低网络建设成本。二者结合可快速响应不同业务的网络需求，如为工业互联网业务分配低延迟转发路径，为视频流业务分配大带宽资源。（3）AI驱动流量预测与负载均衡技术提升网络资源利用率。基于机器学习模型（如ARIMA、随机森林）分析历史流量数据，可精准预测未来时段的流量峰值，提前调整网络资源分配策略；在负载均衡方面，AI算法可实时监测各节点负载情况，将流量动态分配至低负载节点，避免局部节点过载导致的服务中断。例如在电商大促期间，该技术可提前扩容高负载区域网络资源，保障用户购物体验。

2.3 通信安全与隐私保护

（1）加密技术与物理层安全增强构建通信安全基础防线。对称加密（如AES）、非对称加密（如RSA）技术可对传输数据进行加密处理，防止数据被窃取；物理层安全技术则利用信道特性差异（如无线信道的随机性），在物理层保障信息传输安全，避免被第三方截

获。在5G车联网中，加密技术结合物理层安全增强，可确保车辆间传输的路况信息、控制指令不被篡改或窃取，保障行车安全。（2）区块链在智能通信认证中的应用解决身份认证信任问题。区块链的去中心化、不可篡改特性，可构建分布式认证体系，用户身份信息存储于区块链节点中，无需依赖中心化认证机构。在物联网场景中，设备接入网络时通过区块链验证身份，避免非法设备接入导致的安全风险，同时防止身份信息被篡改，保障设备间通信的可信度。（3）入侵检测与异常流量分析技术实现安全威胁的实时防控。基于AI的入侵检测系统（如基于深度学习的异常检测模型）可实时监测网络流量，识别异常数据包（如DDoS攻击流量、恶意代码传输流量），并触发告警与防御机制；异常流量分析技术通过对比正常流量特征与实时流量，快速定位异常节点，阻断攻击源。在企业通信网络中，该技术可有效防范外部入侵与内部数据泄露，保障网络安全^[3]。

2.4 终端设备智能化升级

（1）智能天线与波束成形技术提升终端设备的通信性能。智能天线通过多天线阵列动态调整波束方向，聚焦信号能量至目标接收端，减少信号衰减与干扰；波束成形技术则通过相位调整将多天线信号叠加，形成定向波束，提升信号强度与传输速率。在5G手机终端中，智能天线与波束成形技术结合，可增强手机在复杂环境（如高楼密集区域）的信号接收能力，降低通话中断概率，提升下载速度。（2）低功耗广域网（LPWAN）的优化设计满足物联网终端的低功耗需求。通过优化调制方式、降低传输功率、采用休眠唤醒机制，LPWAN终端设备可实现超长待机（如电池寿命达10年以上），同时保障远距离传输能力（如覆盖范围达10公里）。在智慧农业场景中，搭载LPWAN模块的传感器终端可长期监测土壤湿度、温度，无需频繁更换电池，降低运维成本^[4]。（3）终端侧AI芯片与边缘计算集成推动终端设备的智能自主化。终端侧AI芯片（如手机端的NPU、物联网设备的微AI芯片）可实现本地数据处理，减少数据上传至云端的延迟；边缘计算则将计算资源部署于靠近终端的边缘节点，终端设备可就近获取计算服务，提升响应速度。在智能家居场景中，搭载AI芯片与边缘计算功能的智能摄像头，可本地完成人体识别、异常行为检测，无需依赖云端处理，快速触发安防告警，保障家庭安全。

3 电子信息工程技术支撑通信智能化的技术挑战与发展趋势

3.1 当前面临的主要挑战

（1）算法复杂度与硬件资源的矛盾日益凸显。通

信智能化依赖复杂AI算法（如深度学习模型），但此类算法需大量计算资源支撑，而终端设备（如物联网传感器）受体积、功耗限制，硬件算力有限，导致算法难以在终端侧高效运行。例如，基于深度学习的信号处理算法虽精度高，但对芯片算力要求高，普通物联网设备难以承载，形成“算法需求”与“硬件能力”的错配。

（2）跨层协议设计与标准化缺失制约技术落地。通信智能化涉及信号层、网络层、应用层等多层面技术融合，需统一的跨层协议协调各层功能，但当前各层协议设计相对独立，缺乏协同机制。同时，智能化通信技术（如AI驱动的资源调度）的标准尚未完善，不同厂商设备兼容性差，导致技术难以规模化应用，增加了产业落地成本。（3）数据隐私与算法透明性的平衡难度较大。通信智能化需海量用户数据训练AI模型，但数据收集与使用易引发隐私泄露风险；而算法透明性要求公开模型决策逻辑，又可能导致核心技术泄露或被恶意利用。例如，基于用户通信数据训练的流量预测模型，若过度追求预测精度而收集敏感数据，会侵犯用户隐私，但若限制数据使用，又会影响算法性能。

3.2 未来发展方向

（1）量子通信与后量子密码技术的融合将强化通信安全。量子通信利用量子纠缠特性实现绝对安全的信息传输，后量子密码技术则能抵御量子计算对传统密码的破解，二者结合可构建“量子+经典”双重安全体系，满足未来通信对高安全性的需求，尤其适用于金融、政务等敏感领域。（2）太赫兹通信与智能超表面的研究将突破传输性能瓶颈。太赫兹通信具备超大带宽特性（传输速率可达100Gbps以上），可满足6G对高速率的需求；智能超表面通过调控电磁波传播特性，优化通信信道质量，解决太赫兹信号衰减快的问题。二者结合有望实现高速率、低延迟的通信传输，支撑虚拟现实、全息通信等新兴业务。（3）开放无线接入网（O-RAN）的生态构建将推动网络架构革新。O-RAN通过开放接口、虚拟化技术，打破传统通信设备厂商的垄断，吸引更多企业

参与网络设备研发与部署，降低网络建设成本。同时，O-RAN支持AI算法的灵活集成，可提升网络智能调度能力，加速通信网络向开放化、智能化演进。

3.3 政策与产业协同建议

（1）推广产学研用合作模式，加速技术成果转化。政府可出台补贴政策，鼓励高校、科研机构与企业共建实验室，聚焦算法优化、硬件研发等关键技术难题；推动企业参与技术研发环节，确保研究成果贴合产业需求，缩短从技术研发到实际应用的周期，例如联合开展终端侧AI芯片、太赫兹通信设备的研发与测试。（2）完善标准化组织与测试平台，保障技术规范落地。支持成立跨行业标准化组织，制定通信智能化技术（如O-RAN接口、AI调度算法）的统一标准；建设国家级测试平台，为企业提供技术验证、兼容性测试服务，确保不同厂商设备符合标准要求，提升技术兼容性与可靠性，推动产业规模化发展。

结束语

电子信息工程技术作为通信智能化的核心驱动力，正持续推动通信网络向高效、安全、泛在方向演进。从智能信号处理到网络资源动态调度，从量子加密通信到终端设备自主智能，技术的融合创新不仅突破了传统通信的瓶颈，更重塑了信息社会的连接方式。面向未来，随着量子通信、太赫兹技术及开放网络架构的深化应用，电子信息工程将持续赋能通信智能化，为全球数字化转型注入更强动能。

参考文献

- [1]陈晖.通信智能中电子信息工程技术的应用[J].现代工业经济和信息化,2023,13(4):119-121.
- [2]李冠湛,简翔成.关于电子信息工程技术在智能通信中的应用研究[J].中国新通信,2022,24(23):10-12.
- [3]赵茜.通信智能化建设中电子信息工程技术的应用研究[J].现代工业经济和信息化,2022,12(5):132-134.
- [4]郑秀毅.电子信息工程技术在智能通信中的应用研究[J].电子元器件与信息技术,2022,6(3):109-110.