

计算机网络技术在电子信息工程中的应用

杨 洋 蒋银洁

数字广西集团有限公司 广西 南宁 530003

摘要：本文旨在系统地探讨计算机网络技术在电子信息工程领域的关键应用、面临的挑战及未来发展趋势。文章首先阐述了计算机网络技术与电子信息工程的基本内涵及其相互关系；其次，重点分析了计算机网络技术在物联网（IoT）、工业互联网、智能交通系统（ITS）、远程医疗、数字信号处理与传输以及嵌入式系统等核心电子信息工程领域的具体应用模式与价值体现；再次，深入剖析了在应用过程中所面临的安全性、实时性、异构性与能耗等关键挑战；最后，对人工智能融合、5G/6G通信、边缘计算、IPv6普及以及量子网络等前沿方向进行了展望。研究表明，计算机网络技术不仅是电子信息工程实现互联互通、数据共享与智能决策的基石，更是其向更高层次智能化、泛在化演进的关键赋能者。

关键词：计算机网络技术；电子信息工程；物联网；工业互联网；网络安全

引言

21世纪信息爆炸式增长，现代信息技术重塑人类社会。计算机网络技术和电子信息工程作为信息科学两大支柱，边界日益模糊，高度交叉融合。电子信息工程研究信息获取利用的全过程，传统范畴包括硬件设计与软件算法；计算机网络技术则专注于构建数据通信基础设施，实现全球信息互联共享。过去，二者分工明确，电子信息工程聚焦单点设备性能优化，计算机网络作为独立通信管道。但万物互联时代，孤立电子信息系统无法满足海量数据协同处理、实时响应和智能决策需求。智能传感器、自动化机器人、智能家电等，都需要强大、灵活、智能的网络作“神经系统”，实现感知、交互与协同。因此，计算机网络技术已从后台支撑跃升为电子信息工程系统架构中不可或缺的核心部分。

1 计算机网络技术与电子信息工程的内涵及关系

1.1 计算机网络技术概述

计算机网络技术连接地理位置分散且具有独立功能的计算机及外部设备，在网络相关要素管理和协调下，实现资源共享与信息传递，打破物理空间限制构建统一信息处理环境。其体系庞大，具有复杂分层架构。物理层与数据链路层是物质基础，涵盖多种有线、无线介质；网络层解决跨网络寻址与路由；传输层提供可靠或高效数据流服务；应用层承载丰富服务并不断有新行业协议涌现。网络安全技术保障网络生态健康运行。SDN和NFV等新兴架构提升了网络灵活性等，为上层应用提供敏捷性。

1.2 电子信息工程概述

电子信息工程是利用电子与信息技术设计、开发等

电子设备与信息系统的学科，横跨多个领域，核心任务是高效准确处理信息流。传统研究路径从信息获取开始，通过传感器将模拟信号转为电信号；接着进入信息处理环节，借助多种技术进行操作提取有价值信息或改善信号质量；处理后的信息经信息传输技术发送至目的地；最后通过人机界面呈现或存储。这一完整链条构成经典范式。

1.3 二者的关系：从支撑到融合

早期，计算机网络主要为电子信息工程的数据传输提供通道，关系松散。随着发展，关系发生质变。如今，计算机网络技术成为电子信息工程系统的基础平台，现代电子信息工程系统本质是构建在网络上的分布式智能体集合，网络承载多种功能，是系统的“中枢神经系统”。电子信息工程信息流完整生命周期深度依赖网络高效运作，无强大可靠网络，系统智能化水平将受到根本制约^[1]。此外，在复杂工程环境中，计算机网络及其标准化协议为不同设备提供通用交互语言，是实现系统级协同与互操作的根本保障。计算机网络技术已深度融入电子信息工程，成为其转型的先决条件和核心引擎。

2 计算机网络技术在电子信息工程中的核心应用

2.1 物联网（IoT）：万物互联的基石

物联网是电子信息工程与计算机网络技术融合最典型的产物。其目标是将物理世界中的任何物体（“物”）通过信息传感设备（RFID、红外感应器、GPS、激光扫描器等）与互联网连接起来，进行信息交换和通信。在IoT架构中，网络承担着连接海量、异构、低功耗终端设备的重任。传统的互联网协议（如TCP/IP）对于资源受限的传感器节点而言过于笨重。因此，专门

为IoT设计的轻量级网络协议栈应运而生，例如：（1）感知层网络：Zigbee、LoRa、NB-IoT等低功耗广域网（LPWAN）技术，解决了远距离、低速率、低功耗的连接需求。（2）网络层协议：IPv6因其近乎无限的地址空间，成为支持数十亿IoT设备接入的必然选择。6LoWPAN协议则实现了在IEEE 802.15.4等低功耗网络上高效传输IPv6数据包。（3）应用层协议：MQTT和CoAP等发布/订阅或请求/响应模型的协议，非常适合于设备与云平台之间的高效、可靠通信。

2.2 工业互联网：智能制造的神经中枢

工业互联网是将新一代信息技术与制造业深度融合的产物，旨在提升工业生产的效率、灵活性和可靠性。它要求将工厂内的机器、物料、人员乃至产品都连接起来，形成一个高度协同的数字化生态系统。工业场景对网络提出了严苛的要求：超低时延（ $< 1\text{ms}$ ）、超高可靠性（99.999%）、高确定性和安全性。为此，工业以太网（如PROFINET, EtherCAT）和时间敏感网络（TSN）成为主流。TSN通过在标准以太网上增加时间同步、流量调度和冗余机制，保证了关键控制指令的准时、无误送达。同时，5G的uRLLC（超高可靠低时延通信）特性也为柔性制造、AGV（自动导引车）协同等移动场景提供了无线解决方案。

2.3 智能交通系统（ITS）：城市流动的智慧脉络

智能交通系统利用先进的电子信息、通信、控制及计算机技术，对交通系统进行全面感知、动态管控和智能诱导，以缓解拥堵、提升安全、降低能耗。ITS是一个典型的车-路-云协同系统，对网络的移动性、带宽和时延有极高要求。（1）车联网（V2X）：包括车与车（V2V）、车与路（V2I）、车与人（V2P）、车与网络（V2N）的通信。DSRC（专用短程通信）和基于5G的C-V2X是两种主流技术。它们使得车辆能够实时交换位置、速度、意图等信息，实现碰撞预警、协同驾驶等功能。（2）交通云控平台：遍布城市的摄像头、地磁线圈、雷达等感知设备（电子信息工程）通过有线或5G网络将海量交通流数据上传至云端。云平台利用大数据和AI算法进行分析，生成最优的信号灯配时方案，并通过网络下发至路口信号机，实现区域协同优化。

2.4 远程医疗与健康监护：跨越时空的生命守护

远程医疗利用通信网络，使身处异地的医生和患者能够进行诊断、治疗和监护，极大地拓展了优质医疗资源的覆盖范围。远程医疗对网络的带宽（高清视频会诊）、时延（远程手术操控）和可靠性（生命体征监测）要求极为苛刻。（1）可穿戴/植入式设备：心电图

仪、血糖仪、智能手环等健康监测设备（电子信息工程）通过蓝牙、Wi-Fi或蜂窝网络（如Cat-M1）将用户的生理数据实时上传至医疗云平台。（2）远程会诊与手术：5G网络的eMBB（增强移动宽带）和uRLLC特性，使得4K/8K超高清医学影像的实时传输和亚毫米级精度的远程机器人手术成为可能。医生在千里之外的操作指令，通过低时延网络几乎无感地传递给手术机器人。

2.5 数字信号处理与传输：网络化的新范式

传统的数字信号处理（DSP）通常在本地硬件（如DSP芯片、FPGA）上完成。如今，借助强大的网络和云计算能力，DSP呈现出网络化、分布式的趋势。网络使得计算资源可以按需分配。复杂的信号处理任务（如大规模MIMO信号解调、高分辨率雷达成像）可以从资源受限的终端设备卸载（Offloading）到边缘服务器或云端进行处理，处理结果再通过网络返回^[2]。这不仅降低了终端的功耗和成本，也提升了处理能力和灵活性。

2.6 嵌入式系统与网络化控制

现代嵌入式系统（如智能家居控制器、无人机飞控）普遍具备网络接口，从封闭走向开放。网络赋予了嵌入式系统远程监控、固件升级（OTA）、状态上报和接收指令的能力。通过RESTful API或MQTT等协议，用户可以通过手机App或Web界面随时随地与家中的智能设备交互。在工业领域，网络化的PLC和DCS（分布式控制系统）使得工厂的运行状态可以被集中监控和管理。

3 应用中的关键挑战与对策

3.1 安全性挑战

网络化意味着攻击面的急剧扩大。从消费级的智能摄像头被攻破组建僵尸网络，到工业控制系统的PLC被植入恶意代码导致生产线瘫痪，网络安全已成为制约发展的首要瓶颈。设备固件漏洞、弱密码、不安全的通信协议（如明文传输）都是常见风险点。对策包括：（1）端到端安全架构：从芯片级（可信执行环境TEE）到设备固件、操作系统、网络通信、云平台，实施纵深防御策略。（2）轻量级安全协议：针对资源受限的IoT设备，研发如DTLS、OSCORE等低开销的安全协议。（3）零信任安全模型：不再默认信任内网，对每一次访问请求都进行严格的身份验证和授权。

3.2 实时性与服务质量（QoS）挑战

许多电子信息工程应用（如工业控制、自动驾驶）对时延极其敏感。然而，公共互联网的“尽力而为”服务模型无法保证确定性的时延和抖动。网络拥塞、路由变化都可能导致关键数据包的丢失或延迟^[3]。对策包括：（1）专网与切片技术：5G网络切片技术可以在同

一物理基础设施上,为不同应用(如eMBB、uRLLC、mMTC)创建逻辑隔离、性能可定制的虚拟网络。(2)TSN与DetNet:在局域网和广域网分别推广时间敏感网络(TSN)和确定性网络(DetNet)标准,提供硬实时的传输保障。(3)边缘计算:将计算和存储能力下沉到网络边缘,就近处理数据,大幅缩短端到端时延。

3.3 异构性与互操作性挑战

电子信息工程系统往往包含来自不同厂商、采用不同通信协议(Zigbee vs. Z-Wave)、不同操作系统(Linux vs. RTOS)的设备。如何实现它们之间的无缝协同是一个巨大挑战。对策包括:(1)标准化:大力推广和采用行业联盟(如OCF, Matter)制定的统一标准和协议。(2)中间件与网关:开发智能网关和中间件,充当不同协议之间的翻译器和适配器,实现协议转换和数据格式统一。(3)基于云的抽象层:在云平台层面提供统一的设备模型和API,屏蔽底层硬件的差异性。

3.4 能耗与可持续性挑战

海量的IoT终端设备通常由电池供电,频繁的网络通信是其主要的能耗来源。如何延长设备寿命、降低整体系统的碳足迹是亟待解决的问题。对策包括:(1)低功耗网络技术:广泛应用NB-IoT、LoRa、BLE 5.0+等专为低功耗设计的通信技术。(2)智能休眠与唤醒机制:设备大部分时间处于深度睡眠状态,仅在需要通信或被特定事件触发时才唤醒。(3)能量收集技术:结合太阳能、振动能、射频能等环境能量收集技术,为设备提供持续能源。

4 未来发展趋势展望

未来,计算机网络技术与电子信息工程融合将呈现以下趋势:一是AI与网络深度融合。AI将贯穿网络全生命周期,网络可理解用户“意图”,自动配置优化资源,实现自治网络,如依据用户“保证视频会议流畅”的需求自动调整。二是5G-Advanced与6G全面赋能。二者不仅速率更高、时延更低,还将集成通感一体等新能

力,为电子信息工程开辟新场景,如厘米级定位、全域海洋监测^[4]。三是边缘智能普及。计算等能力向网络边缘迁移,电子信息工程设备成为“边缘智能体”,具备本地智能决策能力,实现分布式协同智能。四是IPv6全面普及与创新应用。因IPv4地址枯竭,IPv6成为万物互联必然选择,其丰富地址空间将催生新网络架构与模式,如标识网络、内生安全架构。五是量子通信与网络探索。量子密钥分发等量子通信技术虽处于早期,但有望为金融、国防等敏感应用提供无条件安全通信保障,开启信息安全新纪元。

5 结语

计算机网络技术与电子信息工程的融合发展,已经深刻地改变了信息的生产、流通和消费方式。从物联网的广泛连接,到工业互联网的精密协同,再到智能交通的高效疏导,网络技术作为“信息高速公路”和“智能神经中枢”,为电子信息工程注入了前所未有的活力与可能性。尽管在安全性、实时性、互操作性和能耗等方面仍面临诸多挑战,但通过技术创新、标准统一和架构演进,这些问题正在被逐步攻克。展望未来,随着AI、5G/6G、边缘计算等前沿技术的持续突破,两者的融合将迈向更高层次的智能化、泛在化和内生安全化。电子信息工程系统将不再是被动的工具,而是能够主动感知、思考、学习并与环境及其他系统协同进化的有机生命体。

参考文献

- [1]张玥.探析计算机网络技术在电子信息工程中的应用[J].数字通信世界,2025,(09):76-78.
- [2]米勇,宋宪峰,米慧.计算机网络技术在电子信息工程中的实践应用[J].中国信息化,2025,(09):70-71.
- [3]杨祖毓.计算机网络技术在电子信息工程中的应用[J].软件,2025,46(07):172-174.
- [4]钱雨轩.计算机网络技术在电子信息工程中的应用研究[J].科技资讯,2025,23(04):35-37.