

# 电子信息工程中信号处理技术的发展与创新

李洪刚

郓城县民政局 山东省菏泽市 274700

**摘要:** 信号处理技术作为现代电子信息系统的核心支撑,其技术范式革新持续推动着数据全生命周期管理体系的升级。人工智能技术群的突破性发展,特别是深度学习算法与异构计算架构的融合应用,正在重塑传统信号处理技术的理论边界与实践维度。有鉴于此,文中以电子信息工程为对象,分析信息处理技术的发展与创新,并为类似研究提供借鉴。

**关键词:** 电子信息工程; 信号处理技术; 发展; 创新

作为现代科技体系的关键构成,电子信息工程通过通信传输、自动控制、算力支撑等多维技术融合,构建起信息社会的基础架构。在这一技术集群中,信号处理不仅承担着信息转换枢纽的角色,更深度参与了数据全生命周期管理——从初始采集阶段的特征提取,到传输过程的编码优化,直至终端应用的信息重构,每个环节都离不开其基础性支撑。近年来,在保持数字信号处理技术持续迭代的基础上,学科交叉产生的融合创新尤为值得关注:基于深度学习的智能滤波算法显著提升了信号去噪效率,分布式边缘计算架构为海量信号处理提供了新范式,而物联网感知层协议的突破则重构了信号传输的时空约束条件。

## 1 电子信息工程中信号处理技术的作用

### 1.1 信号获取与转换

作为电子信息系统的感知前端,信号获取技术承担着物理量数字化表征的基础功能。在工程实践中,该技术需要解决连续物理量(声、光、电磁等)到离散数字量的非线性映射问题,其核心在于建立可靠的信号转换通道。现代信号处理系统通过多级处理架构确保转换可靠性:前端模拟滤波消除带外干扰,模数转换器(ADC)基于Nyquist定理进行时空离散化,时频分析工具则提供信号特征的初步解析。

### 1.2 提升资源利用率

在数字化进程加速的背景下,海量数据的存储传输瓶颈问题日益凸显。信号压缩技术的核心价值在于通过信息熵的精准计算,对原始数据进行结构化重组,在保持信息完整性的前提下实现物理空间的集约化利用。特别需要指出的是,移动互联网的泛在化发展使得带宽资源与传输需求之间的矛盾愈发显著。先进的压缩算法通过时频域联合优化策略,

有效缓解了信道容量与用户体验之间的张力。

### 1.3 保障系统可靠性

在工程实践中,环境噪声干扰与设备固有缺陷形成的复合扰动,构成了影响系统可靠性的主要挑战。当前技术体系主要通过三个维度应对这类问题:首先,基于频域特征分析的滤波技术,结合时频域联合处理的小波变换方法,形成多维噪声抑制框架;其次,针对硬件老化引发的数据衰减现象,自适应算法通过动态参数调整维持信号保真度;最后,对于突发性数据丢失问题,工程界普遍采用哈达玛码与汉明码相结合的复合纠错机制,其重构算法已形成标准化处理流程。

### 1.4 赋能智能化应用

作为机器智能演进的关键环节,特征提取技术通过构建数据维度约简机制,实现了海量异构信息的结构化重构。这种基于信息熵优化的特征空间映射方法,本质上建立了原始数据与模式识别需求间的语义桥梁。在典型应用场景中,人脸识别系统通过建立面部几何特征的拓扑不变性模型,将生物特征编码为可计算张量;语音识别系统则构建时频域联合分析框架,形成声学特征的鲁棒性表征。

## 2 电子信息工程中信号处理技术的现状

### 2.1 数字化转型带来的广泛应用

在产业智能化转型的宏观背景下,信号处理技术已突破传统工程领域界限,形成跨学科的技术渗透格局,该技术在通信传输优化与医学诊断革新展现出独特的赋能价值。移动通信系统架构正经历着从信道编码到调制解调的全链路重构,其中数字滤波技术的突破性应用有效解决了多径干扰难题。这种技术革新不仅体现在传输速率的量级提升,更重

要的是建立了自适应信道均衡的新范式。医疗诊断领域则呈现出不同的技术融合路径，快速傅里叶变换（FFT）算法的持续优化，使得医学影像处理从单纯的空间分辨率提升转向时频域联合分析，这种技术路线的迭代直接推动了动态成像诊断标准的建立。

## 2.2 主流算法与技术的成熟

当前工程实践表明，经典信号处理算法已形成稳定的技术生态体系。以离散小波变换（DWT）为核心的时频分析技术，通过自适应阈值选择机制，在工业级数据压缩场景中展现出独特优势；短时傅里叶变换（STFT）则依托窗函数优化策略，持续提升非平稳信号的特征解析精度。卡尔曼滤波器通过引入自适应噪声协方差矩阵，已成功应用于复杂电磁环境下的导航定位系统，其迭代预测—校正机制显著增强了系统鲁棒性。此外，在智能算法融合方面，工程界正探索将 CNN 的特征提取能力与传统编码框架相结合；类似地，LSTM 网络的时序建模功能，已被验证可有效提升传统滤波器在时变系统中的状态估计精度。

## 2.3 多学科交叉推动创新

在当代技术演进图谱中，多学科知识体系的渗透重构正在重塑信号处理技术的发展轨迹。以脑科学领域为例，其神经解码算法与自适应滤波器的耦合应用，正在突破传统生物电信号处理的时频分辨率瓶颈；量子计算领域特有的叠加态建模方法，则为非平稳信号分析提供了全新的希尔伯特空间解构视角。这种学科交融产生的技术迭代呈现出显著的非线性特征：一方面，经典信号处理理论为交叉领域提供基础数学框架支撑；另一方面，新兴学科的建模范式又反向促进处理算法的维度扩展。这种双向互馈机制要求研究者不仅需要构建跨学科知识图谱，更要建立不同领域方法论的映射转换能力。

# 3 电子信息工程中信号处理技术的发展

## 3.1 智能化

在当代信号处理领域的技术演进中，深度学习架构正在重构传统方法论的认知边界。这种重构不仅体现在基础算法层面，更重要的是形成了面向复杂场景的智能处理范式。语音增强领域已实现从静态滤波到动态特征提取的跨越，其核心在于神经网络对噪声特征的层级解构能力。以噪声抑制为例，基于时频分析的自适应网络架构，能够根据环境干扰的时变特性实时调整滤波参数，这种动态响应机制显著提升

了语音信号的可懂度。

## 3.2 集成化

随着硬件性能不断提升，将不同类型的功能模块集成至单一平台已成为一种普遍做法。在这一过程中，可编程逻辑阵列（FPGA）以及异构计算架构发挥了重要作用，它们允许设计者根据具体需求进行灵活配置，从而实现高速实时运算。同时，由于云计算、大数据平台等概念崛起，大规模分布式系统开始支持远程协作，这进一步提升了软硬件协同工作的效率。此外，新型芯片材料，如石墨烯或光电晶体管，也有望提供更低功耗、更高速度的数据传输能力，为未来集成化系统提供坚实基础。

## 3.3 自主创新

在既有技术路径之外，量子计算与集成光子学的交叉融合正在构建全新的研究范式。从理论层面来看，量子态叠加特性赋予信号处理独特的并行计算优势，其量子比特的相干操控能力可突破经典计算架构的时序约束。与之形成互补的光子芯片技术，则通过光波导的低损耗传输特性，为超高速信号交换提供了物理载体。这种突破性进展不仅重构了传统采样理论的应用边界，更在算法层面对信号解析范式产生根本性影响。特别值得注意的是，我国在量子态调控、光子集成电路等关键领域已形成具有自主知识产权的技术体系，相关专利布局覆盖从基础器件到系统集成的完整创新链。

## 3.4 可持续发展

在全球化可持续发展战略驱动下，工程领域正经历着设计范式的根本转变。低功耗芯片架构的拓扑重构与节能算法的参数优化之间存在着显著的协同效应。这种理论突破直接带来了两个创新方向：在信号采集端，基于稀疏表示的压缩感知理论有效重构了传统采样框架，其自适应阈值机制成功将运行能耗降低至传统方案的 32% ~ 45% 区间；在能量供给维度，新型自供电装置通过耦合环境振动能 / 电磁辐射能的多源采集模式，构建了设备自主供能的新范式。值得关注的是，这些技术创新不仅推动了全生命周期评价（LCEP）体系在电子信息产品中的实施，更在系统层面重塑了环境友好型技术生态的构建逻辑。

# 4 电子信息工程中信号处理技术的创新

## 4.1 算法优化与智能化创新

信号处理技术的演进始终围绕算法体系展开，当前智能化转型正在重构传统方法论的认知边界。经典信号处理方

法建立在傅里叶分析、线性卷积等数学框架之上，这类确定性模型在应对非平稳信号时逐渐显现出理论局限。

在语音处理领域，研究者开始探索 CNN 与 LSTM 的混合架构，这种时空特征融合机制突破了传统语音识别的建模维度。图像处理方面，GAN 网络通过对抗训练构建的生成模型，为解决图像超分辨率问题提供了新的数学视角。需要指出的是，智能算法的应用仍面临模型可解释性等基础理论问题。当前研究正从单纯追求精度转向构建可解释的混合模型架构，这种研究范式的转变标志着信号处理技术开始进入智能化发展的新阶段。

#### 4.2 硬件协同与集成化设计创新

在硬件架构革新层面，异构计算范式的演进正在重塑信号处理系统的设计方法论。专用计算单元的设计突破聚焦于指令集层面的深度优化，TPU 通过脉动阵列结构实现神经网络推理的指令级并行，其张量计算核心与内存子系统采用紧密耦合设计，有效缓解了传统架构中的冯·诺依曼瓶颈。FPGA 的可重构特性为卷积核的动态映射提供了硬件级支持，其基于查找表的逻辑单元配置机制兼顾了能效比与计算灵活性。

异构集成技术正在突破传统多核架构的物理边界，以系统级封装 (SiP) 为代表的 3D 集成技术，实现了 CPU、GPU 与 DSP 的裸片级互连。这种融合架构通过统一内存访问模型，构建起跨处理单元的数据交换通道，其中 GPU 凭借流处理器集群承担密集型矩阵运算，DSP 的硬件加速器则专注于时域信号的特征提取。异构计算平台的任务调度机制创新，通过硬件描述语言 (HDL) 实现的动态资源配置，使得不同计算单元能够形成任务驱动的协同计算流。在软硬协同层面，硬件抽象层 (HAL) 的设计创新有效弥合了算法模型与物理硬件的鸿沟。编译器技术的突破使得高级语言指令能够自动映射到异构计算单元，例如 OpenCL 框架对 FPGA 逻辑单元的编程支持，以及 CUDA 对 GPU 流处理器的细粒度控制。

#### 4.3 多学科交叉融合与自主创新探索

当前信号处理技术的演进已突破传统学科边界，呈现出物理学、生物学与材料科学深度协同的创新图景。量子计算领域的技术突破对信号处理具有决定性意义。经典计算架构在处理高维信号分析任务时面临复杂度爆炸的困境，而基于量子叠加态和纠缠态的新型计算模型，在压缩感知、模式识别等特定场景展现出指数级加速潜力。以 Grover 量子搜索算法为例，其在非结构化数据库中的平方级加速特性，为

大规模矩阵运算提供了新思路。这种多学科交叉创新路径的探索，既要求研究者深入理解量子力学基本原理，又需要建立与传统信号处理理论的有效映射关系。现阶段研究已观察到量子相位估计算法在傅里叶变换加速中的潜在价值，相关成果为构建量子—经典混合处理系统提供了理论支撑。

#### 4.4 可持续发展理念驱动绿色创新

当前全球能源结构调整背景下，电子信息工程领域的技术创新正经历着生态价值重构。研发体系中的绿色要素渗透呈现多维特征：在基础材料层面，半导体器件全生命周期管理催生出可降解材料研发需求，其环境友好特性有效缓解电子废弃物污染难题；在制造工艺革新方面，基于热力学循环原理的冷却液动态回收系统与余热梯级利用方案，正在重塑高能耗数据中心的能源利用范式；而在运行控制维度，嵌入式设备通过智能供电拓扑重构，实现了非必要模块的精准断电控制，将设备静态功耗降至理论阈值下限。

### 5 结语

总之，在电子信息工程领域，信号处理技术正经历着从基础理论到应用体系的范式革新。当前技术演进呈现出双重驱动态势：一方面，传统信号处理框架在应对非结构化数据时显现出理论瓶颈，这倒逼着学术界将研究重心转向自适应学习算法；另一方面，产业界对实时处理效能的需求，推动着硬件架构从单一计算单元向异构集成方向突破。深度神经网络在特征空间映射方面展现的独特优势，为解决高频干扰下的信号降噪提供了新思路。这种算法层面的突破必须与专用计算架构形成协同，通过指令集级别的软硬件协同设计，才能在功耗约束下实现理论性能的工程转化。

#### 参考文献：

- [1] 程思扬, 谢海鹤. 电子信息工程中信号处理技术的发展与创新 [J]. 科技创新与应用, 2025, 15(04): 43-46.
- [2] 马黎明. 数字信号处理技术在电子信息工程的应用研究 [J]. 中国信息界, 2025, (01): 209-211.
- [3] 吴咏倩. 电子信息工程中质量标准化的数字信号处理技术 [J]. 中国品牌与防伪, 2025, (01): 161-163.
- [4] 梁晓玲. 数字信号处理技术在电子信息工程中的应用研究 [J]. 中国设备工程, 2024, (22): 227-229.

**作者简介：**李洪刚（1979—），男，汉族，中国山东菏泽郓城县人，专科学历，中级职称，主要从事电子信息技术设计与分析。