

# Research and Application of Intelligent Information Technology in Electrical Engineering

Jun Liang

Inner Mongolia Huineng Coal Chemical Industry Co., Ltd., Erdos, Inner Mongolia, 017000, China

## Abstract

With the rapid development of information technology, the field of electrical engineering is undergoing profound intelligent transformation. Intelligent information technology promotes a comprehensive upgrade in the design, operation, maintenance, and management aspects of electrical engineering by integrating cutting-edge technologies such as the Internet of Things (IoT), big data, artificial intelligence (AI), and cloud computing. Currently, the smart grid has emerged as a core technological carrier. It relies on the IoT to achieve device interconnection and data collection, and combines big data analysis with AI algorithms to optimize power dispatching, fault prediction, and demand-side management, thereby significantly enhancing the stability and economic efficiency of the power system.

## Keywords

Smart grid; Internet of Things; Big data analysis; Artificial intelligence; Power system optimization

## 电气工程中的智能信息化技术研究与应

梁军

内蒙古汇能煤化工有限公司, 中国·内蒙古·鄂尔多斯 017000

## 摘要

随着信息技术的飞速发展, 电气工程领域正经历着深刻的智能化变革。智能信息化技术通过融合物联网、大数据、人工智能、云计算等前沿科技, 推动了电气工程在设计、运行、维护及管理环节的全面升级。当前, 智能电网成为核心技术载体, 依托物联网实现设备互联与数据采集, 结合大数据分析 with AI 算法优化电力调度、故障预测及需求侧管理, 显著提升了电力系统的稳定性与经济性。

## 关键词

智能电网; 物联网; 大数据分析; 人工智能; 电力系统优化

## 1 引言

在信息技术与能源革命的双重驱动下, 电气工程领域正经历从传统模式向智能化、信息化方向的深刻转型。智能信息化技术通过融合物联网、大数据、人工智能等前沿科技, 不仅重构了电力系统的运行逻辑, 还推动了工业制造、能源管理等领域的效率革命。本文从智能电网、新能源并网、未来趋势三个维度, 系统分析电气工程中智能信息化技术的创新应用与发展路径。

## 2 智能电网: 信息物理融合的电力系统革新

智能电网是电气工程智能化转型的核心载体, 其本质是通过信息通信技术与物理电网的深度融合, 实现电力流的双向互动与优化配置。

### 2.1 关键技术架构的深度解析

智能电网作为电气工程智能化转型的核心载体, 其技术架构的构建体现了信息通信技术与物理电网的深度融合。这种融合并非简单的技术叠加, 而是通过多层次、多维度的技术协同, 实现了电力流、信息流与业务流的双向互动与优化配置。

在物理层, 智能电网依托先进的传感技术与设备, 构建了全息感知网络。智能电表、传感器等终端设备如同电网的“神经末梢”, 能够实时采集电压、电流、温度等关键参数。例如, 国家电网在广西部署的智能电表, 通过高精度传感器与边缘计算模块的结合, 实现了对输电线路缺陷的实时监测。这种监测不仅限于传统的电流电压波动, 更延伸至设备内部的微小形变与温度异常。其识别率突破 90% 的背后, 是传感器精度、数据传输速率与边缘计算能力的综合体现。<sup>[1]</sup>

在通信层, 物联网 (IoT) 技术为智能电网提供了高效、可靠的数据传输通道。通过构建低功耗广域网 (LPWAN) 与 5G 专网, 电网设备实现了秒级甚至毫秒级的数据交互。

【作者简介】梁军 (1978-), 男, 本科, 工程师, 二级建造师, 从事电气研究。

这种通信能力不仅支持了设备状态的实时上传，更实现了控制指令的即时下发。例如，在分布式能源管理中，物联网技术使得屋顶光伏、储能系统与主网之间的能量流动得以精准调控。

在数据层，大数据与人工智能（AI）技术的融合，为智能电网赋予了强大的数据处理与决策能力。基于深度学习算法构建的电力预测模型，能够处理来自154个设备量测点的海量数据。这些数据涵盖了设备运行状态、环境参数、用户行为等多个维度。通过特征提取与模式识别，模型能够预测设备的故障趋势，甚至提前数周发出预警。国家电网的“光明大模型”便是这一技术的典型应用，其将换流变压器故障诊断时间从一周压缩至分钟级，显著提升了电网的运维效率。

在应用层，区块链技术为智能电网带来了去中心化、可追溯的交易机制。通过智能合约，用户可以直接买卖多余的可再生能源电力，无需依赖传统的中心化交易平台。这种点对点的交易模式，不仅降低了交易成本，更提升了市场的透明度与公平性。区块链的不可篡改特性，确保了交易数据的真实性与完整性，为电力市场的监管提供了有力支持。

## 2.2 应用场景突破的详细阐述

智能电网的应用场景突破，体现在其对传统电力系统的根本性革新。在分布式能源管理领域，智能电网通过微电网技术，实现了“源网荷储”的一体化调度。微电网作为一个小型的发配用电系统，能够独立运行或与主网并网。其核心优势在于，能够整合屋顶光伏、储能系统、电动汽车等多种分布式能源。通过AI优化算法，微电网可以实时调整能源的生产与消费，确保供需平衡。例如，在风电并网过程中，AI算法能够预测风速的变化，提前调整储能系统的充放电策略。这种优化使得风电并网稳定性提升了30%，显著降低了弃风率。

在需求侧响应领域，智能电网通过高级计量基础设施（AMI）系统，实现了对用户用电行为的精准调控。AMI系统不仅能够实时采集用户的用电数据，更能够通过智能电表向用户发送电价信号。在高峰时段，系统可以自动提高电价，引导用户降低负荷。这种实时电价调整机制，使得电力需求能够与供给动态匹配。

智能电网的应用场景突破，还体现在其对能源互联网的支撑作用。通过构建能源路由器、能量交换机等新型设备，智能电网实现了电能与其他能源形式的互联互通。例如，在工业园区中，智能电网可以整合天然气、热能等多种能源，通过多能互补优化算法，实现能源的综合利用。这种优化不仅提升了能源利用效率，更降低了企业的运营成本。智能电网的革新，正在从单一的电力系统向综合能源系统演进，为能源转型与可持续发展提供了有力支撑。

## 3 新能源并网：智能信息化破解间歇性难题

随着新能源占比提升，智能信息化技术成为保障电网

稳定性的关键。

### 3.1 储能系统优化的技术路径

新能源并网的核心挑战在于风光发电的间歇性与波动性，而储能系统作为能量时空平移的关键载体，其性能优化直接决定了电网对可再生能源的消纳能力。智能信息化技术通过多维度创新，重构了储能系统的控制逻辑与运行模式。

在算法层面，AI算法的应用使储能系统具备了自适应学习能力。传统储能控制依赖固定规则，难以应对新能源出力的随机性。而基于深度强化学习的AI模型，能够动态分析用户用电模式、电价曲线与气象预测数据。<sup>[2]</sup>例如，特斯拉Powerwall通过持续学习家庭负荷特征，可预测次日光伏发电量与负载需求，进而制定充放电策略。这种策略不仅优化了自用率，更通过峰谷套利降低了用户电费支出。AI算法的核心优势在于其能够处理高维非线性问题，在多目标约束下实现全局最优。

数字孪生技术则为储能电站提供了全生命周期管理手段。通过构建电池单体、模组到系统的多尺度模型，数字孪生体可实时映射物理设备的状态参数。在华为福建福州的光储充一体化电站中，高精度建模技术实现了对电池SOC、SOH的精准预测。结合热场仿真与寿命衰减模型，系统可提前识别电池不一致性风险，并动态调整充放电功率。这种虚实融合的管理模式，使并网偏差率控制在1%以内，显著提升了电站的经济性与安全性。

边缘计算与云计算的协同，进一步强化了储能系统的实时响应能力。在分布式储能场景中，边缘节点负责本地设备的快速控制，而云端平台则承担全局优化计算。例如，在电网调频辅助服务中，边缘控制器可基于本地频率偏差快速调整储能出力，同时将数据上传至云端进行跨区域优化。这种分层架构既保证了控制指令的即时性，又实现了全网资源的协同调度。

### 3.2 市场机制创新的技术逻辑

新能源并网不仅需要技术突破，更依赖市场机制的革新。智能信息化技术通过重构电力交易模式与碳定价体系，为新能源提供了可持续的价值实现路径。

虚拟电厂（VPP）作为聚合分布式能源的市场主体，其本质是通过AI算法实现海量资源的优化调度。传统电力市场以集中式电厂为交易单元，而VPP将屋顶光伏、储能系统、电动汽车等分散资源虚拟化为单一可控电源。德国Next Kraftwerke平台通过构建多层次优化模型，可同时考虑2.5GW资源的物理特性与市场规则。AI算法根据实时电价、网络约束与用户偏好，动态调整各资源的出力计划。这种优化不仅提升了资源利用率，更通过参与平衡市场、备用市场等多类交易，实现了收益最大化。

碳交易与区块链技术的融合，则为绿电交易提供了可信的溯源机制。传统碳交易存在数据篡改风险，而区块链的分布式账本特性确保了碳排放数据的不可篡改。中国《新

型储能管理办法》要求储能电站配备区块链溯源系统，实现了从发电、储能到用电的全链条数据存证。这种技术组合不仅满足了监管要求，更通过碳资产数字化，为绿电交易提供了价格发现机制。企业可通过区块链平台查询每度电的碳足迹，进而在碳市场中获得溢价收益。

大数据与隐私计算技术的结合，正在重塑电力市场的信息交互模式。传统市场交易依赖中心化清算，存在数据泄露风险。而联邦学习等隐私计算技术，可在不共享原始数据的前提下，实现多方模型的联合训练。例如，在跨省区电力交易中，各市场主体可基于本地数据训练报价策略模型，并通过安全聚合算法更新全局模型。这种模式既保护了商业秘密，又提升了市场效率。

智能信息化技术通过储能系统优化与市场机制创新，构建了新能源并网的技术-经济双轮驱动体系。这种体系不仅解决了间歇性难题，更推动了能源系统从“生产导向”向“需求导向”的根本性转变。

## 4 未来趋势：5G 与量子计算引领技术跃迁

### 4.1 5G 与工业互联网的技术融合机理

5G 通信技术与工业互联网的深度融合，正在重构工业控制系统的信息传输与处理范式。传统工业网络依赖有线以太网或 Wi-Fi 技术，其带宽、时延与可靠性难以满足柔性制造需求。5G 通过切片技术、超可靠低时延通信（URLLC）与大规模机器通信（mMTC），为工业互联网提供了定制化的网络能力。<sup>[1]</sup>

在时间敏感网络（TSN）领域，5G 与 TSN 的融合实现了异构网络的协同调度。传统 TSN 依赖有线以太网确保数据传输的确定性，而 5G TSN 通过无线链路实现了同等水平的时延保障。西门子在汽车工厂的实践中，利用 5G TSN 构建了 AGV（自动导引车）的同步控制系统。通过精确的时间同步协议与优先级调度算法，AGV 集群的同步精度达到 1 微秒。这种精度不仅避免了路径冲突，更使生产线效率提升了 25%。其技术核心在于，5G 网络能够动态分配时隙资源，确保控制指令的优先级传输。

远程操控技术则体现了 5G 对工业现场空间的拓展能力。传统远程操控受限于网络时延，难以实现实时交互。而 5G 的端到端时延可控制在 10 毫秒以内，结合边缘计算与 AR（增强现实）技术，操作人员可获得身临其境的操控体验。中国商飞在飞机装配中，通过 5G 网络将 AR 眼镜的视角数据传输至远程专家端。专家可实时标注装配要点，其指令通过低时延链路反馈至现场机械臂。这种模式使装配错误率下降了 80%，同时减少了专家出差需求。其技术突破在于，5G 网络能够同时承载高清视频流与控制指令，确保双向交

互的流畅性。

### 4.2 量子计算的技术突破路径

量子计算作为颠覆性技术，正在电气工程领域引发计算范式的革命。传统计算基于二进制逻辑与串行处理，而量子计算利用量子叠加与纠缠特性，实现了并行计算与指数级加速。这种加速在电力流优化、材料设计等领域展现出革命性潜力。

在电力流优化领域，量子计算突破了经典算法的复杂度瓶颈。电网潮流分布计算涉及大规模非线性方程组求解，传统超算需数小时完成。而 IBM 量子计算机通过量子近似优化算法（QAOA），在模拟电网时将计算速度提升了 1000 倍。其技术原理在于，量子比特可同时表示多种状态组合，从而在搜索最优解时实现指数级加速。这种能力使电网能够实时响应新能源出力波动，确保供需平衡。

材料设计领域则体现了量子计算对微观世界的解析能力。传统材料研发依赖试错法，周期长、成本高。而 Google 量子算法通过精确模拟电子行为，加速了钙钛矿太阳能电池的研发进程。其光电转换效率突破 30% 的背后，是量子计算对材料能带结构、缺陷态的精准预测。通过变分量子本征求解器（VQE），算法可高效计算分子体系的基态能量，从而筛选出高性能材料组合。这种模式不仅缩短了研发周期，更推动了光伏技术的跨越式发展。

5G 与量子计算的融合，正在构建电气工程的技术新高地。5G 解决了工业互联网的连接问题，而量子计算破解了复杂系统的计算难题。这种融合不仅提升了现有系统的性能，更开辟了全新的应用场景。随着量子比特数量的增加与 5G-Advanced 技术的演进，电气工程将迎来更深刻的智能化变革。

## 5 结论

智能信息化技术已成为电气工程创新的核心驱动力。从智能电网的精准调度到工业机器人的自主决策，从新能源的柔性并网到量子计算的算力突破，技术融合正在重构能源生产与消费模式。然而，数据安全、标准统一等挑战仍需跨学科协作解决。展望未来，随着 5G、区块链与 AI 的深度融合，电气工程将迈向更高效、更安全、更可持续的智能化新时代，为全球能源转型与“双碳”目标实现提供关键支撑。

### 参考文献

- [1] 刘畅,王云岭,谈斌,等.基于新工科的航空电气工程训练信息化平台建设[J].教育教学论坛,2022,(45):25-28.
- [2] 王亚琛.电气工程教学的信息化策略[J].现代职业教育,2019,(33):80-81.
- [3] 齐晓旭.电气工程制图课程信息化教学模式的构建分析[J].计算机产品与流通,2019,(11):220.