

# 人工智能技术在电力工程配电运维中的应用与研究

白茂峰<sup>1</sup> 赵 军<sup>2</sup>

1. 内蒙古仲泰能源集团有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

2. 内蒙古伊泰呼准铁路有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

**摘要：**文章深入探讨了人工智能技术在电力工程配电运维中的应用与研究。通过引入智能算法、自动化监测与控制系统，实现配电网的精准运维、故障快速诊断与自愈，显著提升运维效率与电网稳定性。研究揭示人工智能在数据处理、预测分析、智能调度等方面的潜力，为配电运维的智能化转型提供了科学依据和技术支撑。

**关键词：**人工智能技术；电力工程；配电运维；应用策略

引言：随着电力需求的日益增长和电网复杂性的提升，传统配电运维模式面临诸多挑战，如效率低下、响应速度慢、故障预测不准确等。人工智能技术的快速发展为电力工程配电运维带来了革命性的变革。通过深度学习、大数据分析等先进技术，人工智能能够实现对电网运行状态的实时监测、精准预测与智能调度，显著提高运维效率和电网稳定性。本文旨在探讨人工智能技术在配电运维中的应用与研究，为电力行业的智能化转型提供参考。

## 1 人工智能概述

人工智能又称AI，它是研究开发用于模拟、延展与拓展人的智能理论、方法及技术。严格来讲，人工智能属于计算机科学中的一部分，它是通过人脑思维与智能处理方式的结合，让计算机系统具备自主执行指令的能力，例如，语言识别、图像识别、自然语言处理以及具有丰富经验的专家系统，均能够通过人工智能载体，实现多技术的融合应用。在系统运行过程之中，人工智能也可以通过深度学习，将系统涵盖范围内的各项数据信息进行整合，然后通过神经网络实现对既有信息的有效输入及输出。在多层叠加的模式之下，整个学习模型可以及时针对数据产生的结果进行预测分析及处理，并作出相应响应，保证智能驱动的合理性与科学性。对于电力系统来讲，人工智能的应用则属于电力系统自动化、智能化的主要发展方向。因为现阶段电力系统运营中所需要处理的数据信息正呈现指数递增的试探累计的数据量，如果无法得到正确的处理或反馈，则将导致系统运营的失效问题。人工智能处理模式则可以通过深度学习，结合内部数据信息的呈现模式，建设多节点的数据参数以及学习模型，然后按照系统常态运行模式下产生的数据信息作为正常指标，从而实现对整个电力系统运营的有效监管及控制，最大限度提高电力系统运行的智能效果。

## 2 人工智能技术在电力工程配电运维中的应用优势

人工智能技术在电力工程配电运维中的应用优势显著，极大地提升了电力系统的运行效率、安全性与智能化水平。具体而言，其优势体现在几个方面：第一、实时监控与故障预警：通过集成传感器、物联网技术与高级数据分析算法，人工智能系统能够实现对电力设备的全天候、高精度监控。它能在设备出现异常状态或潜在故障迹象时，提前发出预警信号，帮助运维人员及时介入处理，有效避免设备故障导致的停电事故，保障供电可靠性和稳定性<sup>[1]</sup>。第二、智能故障诊断与定位：人工智能的机器学习算法能够分析海量运维数据，学习设备的正常运行模式和故障特征，快速准确地识别故障类型并定位故障位置。这相比传统的人工巡检和故障诊断方式，不仅大幅提高诊断效率，还减少人为判断误差，提升故障处理的准确性和及时性。第三、优化运维资源配置：基于大数据分析和预测模型，人工智能可以预测未来的运维需求，包括人员调配、备件库存及维修计划等，帮助电力企业实现运维资源的精准配置和高效利用。这有助于降低运维成本，提高整体运营效率。第四、自动化运维操作：结合机器人技术和远程控制技术，人工智能系统能够执行一些重复性高、劳动强度大的运维任务，如巡检、清扫、简单的故障处理等。这不仅减轻运维人员的工作负担，还减少人为操作可能带来的安全风险。第五、能源管理与优化：人工智能还能够在电力系统中实现能源的智能管理和优化调度。通过分析用户用电习惯、负荷变化等数据，智能系统可以自动调整供电策略和分配方案，提高能源利用效率，促进节能减排和可持续发展。第六、增强安全性与合规性：在配电运维过程中，人工智能系统能够实时监控操作规范性和安全性，防止误操作和不安全行为的发生，它还能自动检测并报告不符合安全规范和法律法规要求的情

况，确保运维活动的合规性。

### 3 人工智能技术在电力工程中的应用策略

#### 3.1 无功电压控制

##### 3.1.1 智能决策支持系统

人工智能通过构建智能决策支持系统，能够实时分析电网中的无功电压数据，结合历史运行经验和专家知识库，快速生成最优的控制策略。该系统利用机器学习算法，不断学习和优化控制策略，以适应电网运行状态的动态变化。通过智能决策支持系统，电网调度人员可以更加精准地调整无功补偿设备的投切，实现无功电压的精细化控制，提高电网的电压稳定性和经济性。

##### 3.1.2 预测性控制

基于大数据分析和人工智能预测模型，电力系统可以实现对未来无功电压变化趋势的预测。通过预测性控制策略，系统能够提前调整无功补偿设备的配置，以应对未来可能出现的电压波动和负荷变化。这种前瞻性的控制方法，有助于减少电网运行中的无功功率损耗，提高电能传输效率，同时降低电网运行的风险。

##### 3.1.3 分布式控制策略

在智能电网中，人工智能还可以实现无功电压的分布式控制。通过分布式智能代理技术，各个节点能够自主感知和响应电网中的无功电压变化，实现局部优化和全局协调。这种分布式控制策略不仅提高电网的灵活性和鲁棒性，还降低对中心控制器的依赖，增强电网的自主运行能力。

#### 3.2 电力调度

##### 3.2.1 智能调度优化

利用人工智能算法，电力调度系统可以实现对电网运行状态的全面感知和智能分析。通过构建多目标优化模型，系统能够综合考虑电网的经济性、安全性和可靠性等因素，制定出最优的调度方案<sup>[2]</sup>。智能调度优化策略能够实时调整发电机组的出力、负荷分配和电网潮流等，确保电网在最优状态下运行。

##### 3.2.2 实时监测与预警

人工智能技术在电力调度中的应用还体现在实时监测与预警方面。通过集成传感器、物联网和大数据分析技术，系统能够实时监测电网的运行状态，包括电压、电流、频率等关键参数。一旦发现异常或潜在风险，系统能够立即发出预警信号，并自动启动应急响应机制，确保电网的安全稳定运行。

##### 3.2.3 自动化调度操作

结合自动化技术和人工智能技术，电力调度系统可以实现调度操作的自动化和智能化。通过预设的调度规

则和算法，系统能够自动完成发电机组的启停、负荷的投切和电网潮流的调整等操作。这种自动化调度操作不仅提高了调度效率，还减少了人为操作带来的风险和误差。

#### 3.3 电力设备寿命评估

##### 3.3.1 数据驱动的评估模型

基于大数据分析和机器学习算法，可以构建数据驱动的电力设备寿命评估模型。该模型通过收集和分析设备的运行数据、维护记录、故障历史等信息，建立设备状态与寿命之间的映射关系。通过不断学习和优化评估模型，系统能够实现对设备寿命的精准预测和评估。

##### 3.3.2 实时监测与状态评估

结合物联网技术和人工智能算法，可以实现对电力设备的实时监测和状态评估。通过集成传感器和智能监测设备，系统能够实时采集设备的运行参数和状态信息，并对其进行智能分析和处理。一旦发现设备状态异常或存在潜在故障风险，系统能够立即发出预警信号，并给出相应的维护建议。

##### 3.3.3 预测性维护策略

基于人工智能技术的预测性维护策略，能够提前预测电力设备的故障发生时间和维护需求。通过分析设备的运行数据和历史故障记录，系统能够识别出设备的潜在故障模式和寿命周期特征，从而制定出科学的维护计划和维修策略。这种预测性维护策略有助于减少设备的非计划停机时间，提高设备的可靠性和利用率。

#### 3.4 智能巡检与维护

##### 3.4.1 自动化巡检系统

在电力工程中，智能巡检与维护是确保电网设施安全、高效运行的重要环节。通过集成无人机、机器人等智能巡检设备，结合图像识别、语音识别等人工智能技术，可以构建自动化巡检系统。该系统能够自主规划巡检路线，对电力线路、变电站等关键设施进行全方位、无死角的巡检。在巡检过程中，智能设备能够实时采集图像、声音等数据，并通过人工智能算法进行分析，及时发现并报告潜在的安全隐患和故障。

##### 3.4.2 远程监控与维护

利用物联网技术和人工智能算法，可以实现对电力设备的远程监控与维护。通过在设备上安装传感器和通信模块，将设备的运行状态、环境参数等数据实时传输至监控中心<sup>[3]</sup>。监控中心通过智能分析系统，对接收到的数据进行处理和分析，及时发现设备的异常情况，并通过远程操作或发送维护指令，指导现场人员进行维护作业。这种远程监控与维护模式，不仅提高巡检效率，还降低人员安全风险。

### 3.4.3 预测性维护策略

基于大数据分析和机器学习算法，可以构建电力设备的预测性维护模型。该模型通过对设备运行数据的深度挖掘和分析，预测设备的剩余寿命、故障发生概率等关键指标，为制定科学的维护计划提供有力支持。通过实施预测性维护策略，电力企业可以提前安排维护资源，减少非计划停机时间，提高设备的可靠性和利用率。

## 3.5 优化资源配置与调度

### 3.5.1 智能调度系统

构建基于人工智能的智能调度系统，可以实现对电网运行状态的全面感知和智能分析。该系统通过集成大数据、云计算、物联网等先进技术，实时收集电网的发电、输电、配电等各个环节的数据信息，并运用人工智能算法进行深度挖掘和分析。基于分析结果，系统能够自动生成最优的调度方案，实现电网资源的优化配置和高效利用。

### 3.5.2 能源管理与优化

利用人工智能技术，可以实现对电网能源的智能管理和优化。通过构建能源管理模型，系统能够综合考虑电网的负荷需求、发电能力、储能设施等因素，制定出合理的能源分配和调度策略，系统还能够根据实时电价、环保政策等外部因素，调整能源使用策略，实现经济效益和环境效益的双赢。

### 3.5.3 自动化资源配置

结合自动化技术和人工智能技术，可以实现对电网资源的自动化配置。通过预设的资源配置规则和算法，系统能够自动根据电网的运行状态和预测结果，调整发电机的出力、负荷的分配、储能设备的充放电等参数。这种自动化资源配置方式，不仅提高资源配置的效率和准确性，还降低人为操作带来的风险和误差。同时它还能够根据电网的实时需求进行动态调整，确保电网资源的充分利用和高效运行。

## 4 人工智能技术在电力工程配电运维中的未来发展趋势

### 4.1 智能化水平的提升

随着科技的飞速发展，人工智能技术在电力工程配电运维中的智能化水平将持续提升，为电力系统的稳定运行和高效管理带来深远影响。未来，深度学习等高级算法将在配电运维中得到更广泛的应用。通过构建复杂的神经网络模型，系统能够更深入地理解电网的运行规律和设备的故障特征，实现更精准的状态监测和故障预测。这些算法将不断学习和优化，以适应电网运行状态的动态变化，提高运维的智能化水平<sup>[4]</sup>。随着智能化水平

的提升，配电运维系统将逐渐具备自主决策和智能调度的能力。系统能够根据实时数据和预测结果，自动调整电网的运行参数和资源配置，实现最优化的运行方案，系统还能够自主处理突发事件和异常情况，减少人为干预，提高运维的效率和可靠性。未来，人工智能技术将与物联网、大数据、云计算等先进技术实现更深层次的融合与集成创新。

## 4.2 边缘计算与云计算的结合

在电力工程配电运维中，边缘计算与云计算的结合将成为未来发展的重要趋势，为电力系统的智能化管理提供新的解决方案。边缘计算技术能够在设备或网络边缘进行数据处理和分析，实现实时响应和低延迟。在配电运维中，通过部署边缘计算节点，可以实现对电网运行数据的即时处理和分析，及时发现并处理异常情况，边缘计算还能够减轻云计算中心的负担，提高系统的整体性能和稳定性。云计算平台为配电运维系统提供了强大的计算和存储能力。通过云计算平台，系统能够高效地处理海量数据，实现复杂的数据分析和预测，云计算平台还能够提供灵活的资源调度和动态扩展能力，满足电力系统对计算资源和存储资源的需求。未来，边缘计算与云计算将实现更紧密的协同工作，在配电运维中，边缘计算节点将负责实时数据处理和初步分析，将关键数据和信息上传至云计算中心进行进一步处理和分析。云计算中心则根据分析结果制定优化策略，并通过边缘计算节点进行实施。

## 结束语

人工智能技术在电力工程配电运维中的应用前景广阔，其智能化、高效化的特点为电力行业的发展注入了新的活力。随着技术的不断进步与应用的深入，配电运维将更加智能、精准、高效，为电网的安全稳定运行和电力行业的可持续发展提供坚实保障。未来，期待看到更多创新成果在配电运维领域的应用，共同推动电力行业的智能化进程。

## 参考文献

- [1]李硕,丁佳伟,曹浚源.人工智能技术在电力工程配电运维中的应用与研究[J].自动化应用,2024,65(S1):188-190.
- [2]王亚聪.智能技术在电力工程审计系统中的应用[J].电子技术,2024,53(05):162-163.
- [3]王敏,李雪松,王堃,等.人工智能技术在电力设备运维检修中的研究及应用[J].信息记录材料,2022,23(1):116-118.
- [4]齐鹏飞.关于人工智能在网络运维优化中的应用探究[J].电脑乐园,2021(11):210-211.