

电气工程的智能化技术应用分析

张智豪

广东天汇综合能源服务有限公司 广东 湛江 524000

摘要：本文围绕电气工程中智能化技术的应用展开分析，阐述了其应用基础，包括智能算法支撑、算法协同机制以及感知与控制技术融合。探讨了智能化技术在发电领域、输电与配电中的具体应用，涉及发电过程智能调控、多能互补协调等方面。还分析了在电气设备运维中的应用，如设备状态智能诊断、故障预警模型构建和运维流程智能规划，展现了智能化技术对电气工程各环节效率与稳定性的提升作用。

关键词：智能化技术；电气工程；智能算法；发电领域；设备运维

引言

随着技术的发展，智能化技术在电气工程中的渗透日益加深，为其带来了前所未有的变革。电气工程涵盖发电、输电、配电及设备运维等多个环节，传统模式在面对复杂工况和高效需求时渐显局限。智能化技术凭借其独特的算法支撑、协同机制及感知控制融合能力，为解决这些问题提供了新路径。深入探究智能化技术在电气工程各领域的应用，对于理解其如何优化流程、提升效能具有重要意义，也为相关实践提供了参考方向。

1 智能化技术在电气工程中的应用基础

1.1 智能算法支撑

智能算法为电气工程智能化提供核心计算能力，模糊逻辑算法通过构建模糊规则库处理不确定性问题，在电网负荷预测中，无需精确数学模型即可将气象条件、时段特征等模糊信息转化为可计算的控制参数^[1]。神经网络算法由多层神经元节点构成，通过海量样本训练调整节点间连接权重，实现对电机振动频谱、变压器油色谱等复杂模式的自主识别，从非线性数据中提取故障特征。遗传算法模拟生物进化过程，通过选择、交叉和变异操作在多维解空间中搜索最优解，适用于配电网络重构、无功补偿配置等复杂系统的优化求解。这些算法通过模拟人类思维中的模糊判断、经验归纳和优化决策模式，突破传统确定性计算的局限，提升电气工程中数据处理与决策的灵活性。在复杂工况下，算法可自主调整计算逻辑，适应不同设备的运行特性。不同算法还能根据数据处理量的大小，灵活分配计算资源，提升整体运算效率。

1.2 算法协同机制

不同智能算法通过功能互补提升整体效能，模糊逻辑算法擅长处理操作人员的经验性描述等定性信息，将温度偏高振动剧烈等语言变量转化为量化指标。神经网络算法则专注于从电流波形、温度曲线等定量数据中挖

掘关联规律，两者结合可实现复杂问题的分层求解。在断路器故障诊断中，模糊逻辑算法初步筛选异常征兆，神经网络算法进一步精确定位故障部件。遗传算法可优化其他算法的关键参数，通过迭代计算确定模糊逻辑的隶属度函数形状或神经网络的隐藏层节点数量，减少人工调试的盲目性。这种协同模式使算法组合能适应不同场景的需求变化，在稳态运行时侧重计算精度，在动态调整时优先保证响应速度，形成灵活适配的计算体系。算法间的切换依据实时数据特征自动完成，无需额外干预。协同过程中，各类算法的输出结果会相互校验，减少单一算法可能存在的偏差。

1.3 感知与控制技术融合

传感器技术构建覆盖电气设备的状态感知网络，霍尔传感器实时捕捉母线电流变化，光纤传感器监测高压设备内部温度分布，压电传感器采集机械振动信号，将物理量转化为标准化电信号。智能控制技术接收多维度感知数据后，通过内置算法生成精准控制指令，调节晶闸管导通角改变整流输出，或调整调相机励磁电流维持电网电压。从感知到控制的闭环体系缩短了状态反馈与执行调节的时间间隔，设备出现电压波动时能在毫秒级时间内启动补偿措施，避免故障扩散。控制指令的生成综合多参数约束，如调整电机转速时同时参考负载扭矩与绕组温度限值，使调节行为既满足工况需求又保护设备安全，增强设备响应的及时性与准确性。感知节点的布置根据设备结构特性优化，确保关键部位的状态信息不被遗漏。控制指令会根据设备的实时反馈持续微调，使调节效果更贴合实际运行需求。

2 智能化技术在发电领域的应用

2.1 发电过程智能调控

智能化技术深度融入发电设备运行的各个环节，通过实时监测设备运转时的细微变化，精准优化汽轮机压力锅炉燃烧强度等关键参数。面对用电负荷的升降，系

统能自动调节发电机组的输出功率,使发电节奏与需求保持动态适配^[2]。依托对设备长期运行数据的梳理分析,智能化技术可捕捉到潜藏的异常信号,例如部件振动频率的偏移润滑油温度的渐变,这些往往是故障发生的早期迹象。在问题扩大前,系统会启动预设的调整方案,通过修正运行参数或触发检修流程,避免非计划停机现象的发生。这种前瞻性的干预方式,保障发电过程的持续稳定,同时延长设备的使用周期,让整个发电系统在高效状态下有序运转。智能调控系统还能根据设备的老化程度,动态调整维护周期,在确保安全的前提下,减少不必要的停机检修,让每一台设备都能在最佳状态下持续工作。

2.2 多能互补协调

不同类型的能源具备独特的出力特性,火力发电输出稳定但受燃料供应制约,水力发电清洁环保却依赖水文状况。智能化技术扮演协调者的角色,全面掌握各类能源的运行规律与电网的即时需求。依据能源供应的实际情况,系统会灵活分配不同发电机组的运行比例,让每种能源在适宜的场景中发挥最大效能。当能源供应出现波动,比如风力减弱导致风电出力下降时,智能化技术会迅速调动其他类型的发电机组,及时填补出力缺口。通过快速调整各机组的输出功率,保障电网的频率和电压维持在稳定区间,实现能源在整体调配中的高效利用,避免浪费与短缺的情况交替出现。智能系统能感知能源转换过程中的损耗情况,通过优化转换路径,减少能量在传输环节的流失,让不同能源之间的配合更紧密,形成高效运转的整体。

2.3 新能源发电智能管理

太阳能风能等新能源的发电过程受自然条件影响显著,出力存在明显的波动性。智能化技术在其中承担协调能源采集与存储的职责,通过整合气象监测信息,预判未来一段时间的天气变化,进而推测太阳能板和风力发电机的能源产出情况。基于这些预测,系统会合理规划储能设备的充放电节奏与并网电量的分配比例。在光照强烈或风力充足时,除满足即时并网需求外,多余的电能会被导入储能系统储存;当光照减弱或风力变小时,储能系统释放电能补充并网,平滑新能源发电的波动曲线。这种动态调节机制,降低自然条件对新能源发电的剧烈影响,提升能源的利用效率,使清洁电力更稳定地融入能源网络。智能管理系统还能根据储能设备的状态,调整充放电速率,避免过度充放对设备造成损害,延长储能系统的使用周期,巩固新能源在能源结构中的地位。系统可根据不同区域的用电特点,优化新能源电力的输送路径,减少远距离传输中的损耗,让清洁电力更高效地抵达需求端。

3 智能化技术在输电与配电中的应用

3.1 输电网络智能监测

智能传感器与网络技术共同构建起覆盖输电线路的监测网络,实时捕捉线路运行时的各类状态信息。导线温度的变化、绝缘子的表面状态、杆塔的倾斜程度等细节都被持续追踪,这些信息通过网络汇聚到分析系统中。系统对数据进行深度处理,精准识别线路损耗加剧、覆冰增厚等异常情况。一旦发现问题,智能分析功能会快速锁定故障点的具体位置,为检修工作提供清晰指引^[3]。基于故障的严重程度和影响范围,系统会合理调配检修人员与设备,确保资源以最高效的方式抵达现场。这种精准的监测与调度模式,有效缩短了故障修复所需的时间,让输电网络在遭遇问题时能迅速恢复正常运行,整体可靠性得到显著提升。智能监测系统还能结合历史数据,预判线路可能出现的老化趋势,提前安排预防性维护,从源头减少故障发生的概率。系统可识别不同季节线路的运行特点,在多雨或干燥时期调整监测频率,提升对环境敏感型故障的察觉能力。

3.2 输电容量动态优化

输电线路的安全载流量并非固定数值,会随线路负荷轻重和环境温度高低发生变化。智能化技术持续采集这些影响因素,通过内置算法实时计算当前条件下线路可承载的最大安全电流。依据计算结果,系统动态调整线路输送的功率,在确保导线温度不超过安全阈值、机械强度保持稳定的前提下,充分挖掘线路的输电潜力。当用电需求较低时,系统适当降低输送功率,避免线路长期处于轻载状态;当需求攀升时,在安全范围内提升输送能力,减少因容量闲置造成的资源浪费。这种灵活的调节方式,让输电网络的每一段线路都能在合理范围内发挥最大效能,整体利用率得到实质性提高。系统还能根据线路周边环境的变化,如植被生长情况,微调输送参数,避免外部因素对输电容量造成意外影响。

3.3 配电系统智能优化

配电系统借助智能化技术实现对用户用电负荷的动态感知,通过分析不同区域不同时段的用电特征,自动调整电力分配方案。在用电高峰时段,系统将电力优先输送至需求集中的区域,避免局部线路因过载产生损耗;在低谷时段,则合理分散负荷,让配电网络保持均衡运行。智能无功补偿技术在配电过程中发挥关键作用,实时监测电网中的功率因数变化,通过投入或退出补偿设备,动态调节无功功率平衡。这种调节能改善电压波动,减少谐波干扰,使电能质量得到优化。因功率因数失衡导致的线路额外损耗被有效降低,配电过程中的能源浪费现象大幅减少,让电力从变电站到用户端的传输始终保持高效状态。智能优化系统还能根据用户用电模式的

长期变化，逐步优化配电网的布局，使线路规划更贴合实际需求，进一步提升配电效率。

4 智能化技术在电气设备运维中的应用

4.1 设备状态智能诊断

电气设备运行过程中，各类细微变化都可能反映潜在问题。智能化技术通过部署在设备关键部位的传感器，持续采集振动频率、表面温度、绝缘电阻等多维度数据^[4]。这些数据被传输至分析系统后，智能算法对其进行深度解析，比对设备正常运行时的参数特征，精准识别早期故障的独特信号，比如轴承磨损引发的振动波形畸变、绝缘老化导致的电阻值渐变等。通过梳理这些特征与设备健康状态的关联，系统能生成清晰的诊断结果，为运维工作指明具体方向。这种基于数据的诊断方式，让检修工作不再依赖经验判断，避免了无的放矢的盲目检修，减少人力物力在不必要操作中的消耗，使每一项运维动作都能针对实际问题展开。智能诊断系统还能结合设备的型号与运行环境，优化数据采集的频率与范围，让诊断过程更贴合设备的实际情况，进一步提升判断的精准度。

4.2 故障预警模型构建

设备故障的发生往往经历从轻微异常到严重损坏的渐进过程。智能化技术整合设备过去发生的故障记录与当前实时采集的状态信息，搭建起多层级的预警模型。模型通过深度学习不同故障类型的演化路径，清晰区分轻微异常与严重故障在参数变化上的特征差异，比如温度缓慢升高与骤升所对应的问题性质。随着设备运行时长的增加，模型会自动调整预警阈值，适应设备老化过程中的参数漂移，确保预警的准确性。当监测到参数触及设定阈值时，模型会根据异常程度发出不同级别的提示，轻微异常触发初级预警，提示关注设备状态变化；接近故障临界值时则发出高级预警，为运维团队准备检修工具、调配资源争取充足时间，避免故障突然发生造成的被动局面。预警模型能关联同类设备的故障案例，借鉴处理经验优化提示内容，让运维团队更易理解异常

背后的潜在风险。

4.3 运维流程智能规划

电气设备的运维工作涉及多环节协同，智能化技术能将这些环节有机串联。系统根据设备实时状态诊断结果与历史检修记录，自动判断各设备的检修优先级，生成详细的运维计划。计划中明确每台设备的检修内容、所需时长以及适配的技术人员，确保人员技能与检修需求相匹配。借助地理信息系统，系统对需要检修的设备位置进行整合，规划出最优的检修路线，减少往返途中的时间消耗。对于需要停电检修的设备，系统会结合用电负荷低谷时段安排操作，降低对正常供电的影响。这种智能化的规划方式，让整个运维流程衔接紧密，避免因调度混乱导致的效率低下，在提升工作质量的同时，有效降低了人力、物力等方面的支出。智能规划系统可根据季节变化调整检修安排，在高温或严寒等极端天气来临前，优先完成对户外关键设备的检查，增强设备应对恶劣环境的能力。

结束语

电气自动化设备节能优化需综合考虑多方面因素。从设备选型、运行控制、能源管理到系统集成，每个环节都有关键节能策略。通过合理选择高效设备、优化运行控制方式、完善能源管理体系以及科学集成系统，可显著提升设备能效，降低能源消耗。未来，随着技术不断进步，节能优化方法将更加完善，为工业领域的绿色发展提供有力支撑。

参考文献

[1]张轩硕.建筑电气工程的智能化技术应用分析[J].世界家苑,2025(7):192-194.

[2]顾启晨.智能化技术在电气工程自动化控制系统中的应用分析[J].模型世界,2025(16):123-125.

[3]周志坤.智能化技术在电气工程自动化控制系统中的应用分析[J].仪器仪表用户,2025,32(1):87-89.

[4]王福宁.智能化技术在电气工程及其自动化控制中的应用分析[J].流体测量与控制,2024,5(6):15-17,22.