

电气工程自动化中人工智能的应用

周忠玉 王宪涛 王海洋 臧克新

山东国华时代投资发展有限公司 山东 济南 250000

摘要：传统电气自动化依托预设程序运行，固化运行模式难以适配复杂动态的工业工况，运行调控、设备管控及运维作业存在明显短板。本文结合人工智能的技术特性与运行逻辑，深度探究两类技术的融合路径，从融合基础、设备自动化、智能控制及运维升级多个维度，梳理人工智能在电气自动化领域的具体应用形式。技术融合能够弥补传统电气自动化的运行局限，优化系统控制与运维模式，提升电气系统运行的稳定性与精细化水平，为电气自动化技术的创新升级提供全新思路。

关键词：电气工程；自动化技术；人工智能；智能控制；智能运维

引言：工业智能化转型进程持续推进，电气工程自动化作为工业生产的核心支撑技术，传统运行模式的弊端逐步凸显。固定程序化的运行方式，难以适配多样化、复杂化的电气运行场景，系统自主调控、隐患排查与协同运行能力存在明显不足。人工智能具备自主分析、动态适配与智能统筹的技术优势，可与电气自动化运行体系深度融合。依托技术互补优势革新传统运行模式，能够推动电气自动化体系向智能化、精细化、高效化方向升级。

1 人工智能与电气工程自动化的融合基础

1.1 人工智能技术基础架构

人工智能技术依托多层级基础架构实现智能化运作，整体架构包含数据处理、算法运算、智能决策多个基础模块。数据处理模块承担信息采集与整理工作，对各类繁杂的原始信息进行分类梳理，剔除无效信息，留存可用于系统分析的有效数据。算法运算模块是技术架构的核心支撑，依托各类智能算法完成数据梳理、规律挖掘与逻辑分析工作，为后续智能判断提供底层支撑^[1]。智能决策模块依托前期数据与算法分析内容，完成自主判断、自主规划等基础智能化行为。整套架构摆脱传统固定程序的运行局限，具备自主分析与动态适配的基础能力，可为传统工业领域的智能化升级提供技术支撑。

1.2 电气工程自动化运行特征

电气工程自动化依托成套电气设备与控制系统完成运作，具备规模化、连续性、动态化的运行特征。工业场景中的电气自动化系统覆盖设备管控、电力传输、能源调配多个环节，运行流程具备标准化特点，可长期维持稳定运转状态。系统运行过程中会持续产生海量运行数据，运行状态会随生产场景、负载状态、环境条件产生动态变化。传统电气自动化系统依赖预设程序完成固

定操作，应对复杂运行场景的调整能力有限，自主适配与自主优化的空间存在明显不足，整体运行仍需要智能化技术完成升级完善。

1.3 人工智能与电气自动化的适配逻辑

电气自动化领域的智能化升级，本质是用智能技术弥补传统自动化系统的运行短板。传统电气自动化以固定程序为运行核心，仅能完成预设范围内的操作任务，无法应对复杂多变的运行状态。人工智能技术具备自主分析、规律挖掘、动态调整的能力，可打破固定运行模式的限制。技术体系可对接电气自动化系统的运行数据与运行流程，根据系统实时状态完成差异化分析，替代传统单一的程序操控模式。这种技术互补的模式，构成两类技术融合的核心逻辑，推动电气自动化从固定程序化运行向智能化自主运行转变。

1.4 电气自动化引入人工智能的适配维度

人工智能技术可从多个核心维度融入电气自动化运行体系。运行管控维度可依托智能技术优化系统管控模式，优化传统人工干预、固定调控的运行方式。数据分析维度可对电气系统全流程运行数据进行深度挖掘，捕捉常规运行模式下难以发现的运行规律。系统调控维度可根据电气设备、电网系统的运行状态，完成动态化的模式调整与参数优化。场景适配维度可适配不同工业生产、电力传输的电气运行场景，丰富电气自动化系统的运行功能，拓展系统的运行边界与应用范围。

2 人工智能在电气设备自动化中的应用

2.1 电气设备运行状态智能管控

电气设备是电气自动化体系的基础载体，设备运行状态直接决定整体系统的运行质量与运行稳定性。传统电气设备管控模式依靠固定程序完成基础监测，对运行过程中的细微状态变化缺乏灵敏捕捉能力。智能技术的

融入可以重塑设备管控模式,对电气设备全周期运行状态进行常态化监测^[2]。相关技术能够捕捉设备运行过程中的各类状态信息,针对运行波动、异常偏差等隐性问题进行精准识别。持续的信息采集与分析,能够实现电气设备运行状态的精细化管理。

2.2 电气设备参数智能调节

各类电气设备在运行阶段会产生多项运行参数,参数数值的稳定程度决定设备运行的规范性与安全性。传统参数调节方式多为固定数值设定,仅能适配单一运行场景,无法应对复杂工况带来的参数波动。智能技术可以依托设备运行的实际工况,完成运行参数的自主调整。技术体系能够识别外部环境变化与内部运行状态波动,匹配适配的参数标准,修正偏离标准区间的运行数值。动态化的自主调节可以替代人工参数整定,适配各类复杂的设备运行工况。

2.3 电气设备运行模式智能切换

电气设备在不同生产场景、不同负载工况下需要对应不同的运行模式,模式切换是设备自动化运行的重要环节。传统运行模式切换依靠人工操作或固定时序程序,切换节奏僵化,难以适配工况的动态变化。智能技术可以赋予电气设备自主切换运行模式的能力,依托工况信息完成运行模式的自主判定与切换。系统可以根据负载强度、生产需求、环境条件等多重因素,选择高效、节能、稳定等不同运行模式。自主化的模式切换可以适配多变的生产场景,贴合实际生产运行需求。

2.4 电气设备联动运行智能统筹

电气自动化系统由多类电气设备组合构成,单台设备的独立运行无法满足规模化生产需求,设备之间的协同运行尤为关键。传统设备联动方式依靠预设程序搭建固定联动逻辑,运行逻辑单一,灵活程度不足。智能统筹技术可以统筹多台电气设备的运行节奏与运行任务,梳理各设备的运行逻辑与工作分工。针对整套设备群组的运行任务进行合理分配,协调不同设备的运行节奏,规避设备运行冲突与资源闲置问题。科学的任务分配与节奏协调,能够实现多设备群组的有序协同运转。

3 人工智能在电气自动控制系统中的应用

3.1 电气控制流程智能优化

电气自动控制系统的运行依托完整的控制流程推进,流程的规整程度直接影响系统整体作业质量。传统电气控制流程遵循固定的工序顺序运行,整体模式较为固化,很难主动排查并改善流程内的低效、重复环节。智能技术能够融入控制流程的全链条,对现有工序进行系统性的拆解梳理与优化调整。通过梳理各道工序的推

进逻辑,甄别流程中拖沓、冗余的作业步骤,合理调整不同工序的执行顺序与优先层级^[3]。系统可以利用长期运行积累的各类数据更新流程体系,删减冗余繁琐的作业工序,调整整体运行逻辑,让电气控制系统的运行过程更加流畅规范。

3.2 电气控制指令智能生成与传输

控制指令是电气自动控制系统稳定运行的核心依托,指令的精准性与传输顺畅度,直接决定各项控制作业能否有序落地。传统控制指令由预设程序统一输出,指令内容模式化严重,无法适配系统运行过程中动态变化的各类工况。智能技术可结合控制系统实时的运行状态与当下的作业需求,生成贴合实际运行场景的专属控制指令。整套指令生成逻辑依托系统运行数据完成综合研判,保障指令内容贴合现场作业需求。指令传输阶段可通过优化传输路径,规避网络拥堵、信号延迟等常见问题,让各类控制指令快速、精准传递至对应的控制终端,保障控制作业无缝衔接。

3.3 电气控制系统协同智能调度

现代化电气自动控制系统由多层级、多功能的控制模块共同组成,各个控制模块各司其职,模块之间的协作水平,直接关乎整套系统的控制效果。传统调度方式采用固定化的分工模式,各控制模块仅负责自身既定工作,模块之间缺少有效的资源调配与任务衔接机制,整体运行存在明显短板。智能调度模式能够整合全部控制单元的运行状态与作业进度,统筹规划整套系统的控制任务。结合不同模块的承载能力与实时负载状态合理分配工作内容,灵活调整各模块的作业节奏与工作强度。打破传统固定分工带来的运行桎梏,打造整体性更强、运行秩序更优的控制系统运行模式。

3.4 复杂电气控制场景的智能适配

电气自动化的运行场景丰富多样,不少特殊工况存在运行变量繁杂、干扰因素较多、运行规律波动较大的特点。传统电气控制依托固定逻辑开展作业,应对复杂多变工况的调整能力不足,复杂场景下的控制精度会出现明显下降。智能技术能够有效提升控制系统的场景识别与动态适配能力,精准区分、梳理复杂工况中存在的各类干扰因素。根据不同场景的运行特点,灵活调整系统控制逻辑与控制策略,切换适配的运行控制方式。充分弥补传统控制模式的场景适配短板,拓展电气自动控制系统的适用场景,提升系统在复杂工况环境下的运行稳定性与控制质量。

4 人工智能在电气自动化运维中的应用

4.1 电气系统运行隐患智能甄别

电气自动化系统长期处于连续运转状态,设备损耗、线路老化、参数偏移等各类问题会随运行时间逐步积累,逐步形成隐藏的运行隐患。这类隐患大多没有明显的外在表现,常规人工巡检方式难以捕捉细微的异常变化,容易出现漏查、误查的情况,给系统长期稳定运行埋下风险。智能甄别方式可以深度融入电气系统全周期运维工作,对系统运行产生的海量数据进行深度梳理与分析。通过比对正常运行状态下的数据规律,筛选出偏离常规标准的异常数据,挖掘数据背后对应的隐性隐患^[4]。系统能够长期监测运行数据并总结运行规律,提前发现并识别各类隐性运行隐患。这种工作模式转变了传统运维被动处理故障的工作短板,让运维作业能够主动预判运行风险,提前开展预防性处理。

4.2 电气故障类型智能分类与定位

电气自动化系统结构复杂,涵盖线路、设备、控制模块等多个组成部分,不同部位产生的故障表现存在很多相似之处,故障成因与故障类型却各不相同。传统故障排查依靠工作人员的经验积累,排查流程繁琐,对复杂、隐蔽故障的判断准确度较低,故障点位的确认需要耗费大量时间。智能技术可以建立完善的故障识别体系,收集各类电气故障对应的运行数据、状态特征与异常表现。系统可以根据实时采集的故障特征信息,对照积累的故障数据体系完成自主判别,对各类故障进行精准划分归类。结合数据溯源能力锁定故障发生的具体区域与具体部件,缩短故障排查的整体周期,为后续故障处理提供清晰的方向支撑。

4.3 电气运维方案智能规划

电气自动化运维工作包含日常保养、部件检修、故障处理、设备校准等多项内容,不同运维工作对应的作业方式、作业标准、作业周期存在明显差异。传统运维方案多采用统一模板制定,按照固定周期开展标准化运维工作,很难适配不同设备、不同工况的差异化运维需求。智能规划模式可以结合电气系统各部件的运行年限、运行强度、损耗程度以及历史运维记录,针对性制定个性化运维方案。系统可以梳理各类运维工作的轻重缓急,合理安排各项运维作业的开展时序与作业内容。结合现场运行状态调整运维侧重点,对损耗较快、稳定

性较弱的部件增加运维频次,对状态稳定的部件简化冗余运维流程,提升运维工作的科学性与针对性。

4.4 电气系统运维流程智能统筹

整套电气自动化运维体系包含多项作业环节,各项运维工作相互关联、相互影响,零散无序的运维操作会造成运维资源浪费,还会影响系统正常运转。传统运维流程依靠人工统筹安排,作业环节的衔接性较差,各类运维资源的分配不够合理,整体运维效率存在很大提升空间。智能统筹手段可以整合电气系统全部运维任务,对检修、保养、排查、复核等所有运维环节进行统一梳理与整体规划。合理排布各项运维作业的推进顺序,理顺不同作业环节的衔接逻辑,规避不同运维作业之间的相互干扰。统筹调配运维所需的各类资源,优化资源配置结构,减少资源闲置与重复投入的情况^[5]。规范完整的运维作业流程,构建有序、高效、精简的现代化电气运维体系,全面提升电气自动化系统的运维质量。

结束语

电气自动化与人工智能的深度融合,是工业电气领域技术升级的重要方向。智能化技术从设备管控、系统控制、运维管理多个核心场景完成对传统电气自动化模式的优化革新,补齐传统系统自主适配弱、管控精度低、运维效率差的短板。各类智能应用模式的落地,有效完善电气自动化运行体系,提升系统整体运行效能与安全保障能力,可为现代电气工程智能化建设提供成熟的技术应用参考。

参考文献

- [1]毕爽,叶天迟.电气工程自动化中人工智能的运用分析[J].数字技术与应用,2025,43(08):226-228.
- [2]曹旭.电气工程自动化中人工智能运用[J].智慧中国,2025,(08):58-59.
- [3]徐文婧.人工智能在电气工程自动化中的运用[J].能源新观察,2025,(07):40-41.
- [4]黄磊.浅析人工智能技术在电气自动化控制中的应用[J].中小企业管理与科技,2021,15(04):173-174.
- [5]沈豫扬.人工智能技术在电气工程自动化中的应用[J].信息记录材料,2025,26(2):138-140.