

# 基于智能化的电力配网工程数字化技术方案研究

刘磊

中海石油(中国)有限公司天津分公司

DOI:10.32629/btr.v8i6.4827

**[摘要]** 电力配网工程数字化是当下电力行业发展的重要趋势,对提升电力供应的稳定性与经济性意义重大。本文研究智能化在电力配网工程数字化中的作用,它贯穿数据采集、决策优化、实时监控预警全过程。并且分析了大数据、物联网、人工智能、虚拟现实与增强现实等关键技术。提出涵盖设计、施工、运维阶段及全生命周期管理的数字化技术方案,通过数据整合共享、数字化资产管理、决策支持系统等,实现电力配网工程全生命周期高效、稳定、经济运行,提升数字化水平。

**[关键词]** 智能化; 电力配网; 工程数字化; 技术方案

中图分类号: TM727 文献标识码: A

## Research on Digital Technology Solutions for Power Distribution Network Engineering Based on Intelligence

Lei Liu

CNOOC (China) Co., Ltd., Tianjin Branch

**[Abstract]** The digitization of power distribution network engineering is a significant trend in the current development of the power industry, holding great importance for enhancing the stability and economic efficiency of power supply. This study investigates the role of intelligence in the digitization of power distribution network engineering, which permeates the entire process of data acquisition, decision-making optimization, and real-time monitoring and early warning. Key technologies such as big data, the Internet of Things, artificial intelligence, and virtual and augmented reality are analyzed. Digital technology solutions covering the design, construction, operation and maintenance stages, as well as full lifecycle management, are proposed. Through data integration and sharing, digital asset management, and decision support systems, efficient, stable, and economical operation throughout the lifecycle of power distribution network engineering is achieved, thereby elevating the level of digitization.

**[Key words]** Intelligence; Power Distribution Network; Engineering Digitization; Technology Solutions

### 引言

在电力行业快速发展与数字化转型浪潮下,电力配网工程数字化成为提升供电质量与效率的关键。智能化技术为电力配网工程数字化带来强大支撑,在数据采集处理、智能决策优化、实时监控预警等方面发挥重要作用。同时,大数据、物联网、人工智能、虚拟现实与增强现实等关键技术不断发展。本文深入探讨基于智能化的电力配网工程数字化技术方案,涵盖设计、施工、运维及全生命周期管理,以推动电力配网工程数字化升级。

#### 1 智能化在电力配网工程数字化中的关键支撑作用

(1) 在数据采集与处理方面,智能化技术赋予电力配网工程强大的数据获取和处理能力。在电力配网设备部署各类传感器,像电流、电压、温度传感器等,实时采集设备运行的电流、电压、温度、功率等参数。借助物联网技术,这些数据被传输至数据中

心,再利用大数据技术进行存储、分析与处理。通过对海量数据的深度剖析,可掌握电力配网设备的运行状态与性能特征,为后续决策提供坚实依据。(2) 智能决策与优化环节,人工智能技术中的机器学习、深度学习等发挥作用。它们对采集的数据展开分析与建模,达成电力配网工程的智能决策与优化。通过对历史故障数据的学习分析,构建故障预测模型,提前预判设备可能出现的故障,进而制定维护计划。同时,运用智能算法优化电力配网运行方式,依据实时用电需求与设备状态,调整电能分配与传输,提升电力系统运行效率与经济性。(3) 实时监控与预警方面,智能化技术借助物联网将电力配网设备与监控中心相连,实现对设备运行状态的实时监测。当设备出现异常,如电流、电压异常或温度过高等状况时,系统能及时发出预警信号,通知运维人员处理<sup>[1]</sup>。这一实时监控与预警机制有效缩短故障发现和处理

时间,减少停电范围与停电时长,增强电力供应的可靠性。智能化技术贯穿电力配网工程数字化全过程,从数据采集到决策优化,再到实时监控预警,全方位提升电力配网工程的数字化水平。

## 2 电力配网工程数字化关键技术分析

### 2.1 大数据技术

电力配网系统在运行过程中,源源不断地产生种类丰富、规模庞大的数据,这些数据广泛涉及设备运行数据、用户用电数据以及环境数据等多个维度。面对如此规模巨大且结构复杂的数据集合,大数据技术展现出强大的高效存储、管理与分析能力。它凭借先进的数据存储架构和管理系统,保障各类数据能够安全、规范地保存,避免数据丢失或混乱。在数据分析阶段,借助数据挖掘和机器学习算法,大数据技术可深入挖掘海量数据,精准提炼出极具价值的信息,如设备运行的内在规律,这有助于掌握设备在不同工况下的性能特征;还有用户用电行为模式,能清晰勾勒出用户的用电习惯与需求特性。基于大数据技术所提取的这些关键信息,能够为电力配网工程从设计、施工到运维的全生命周期提供有力的决策依据。在设计阶段,可依据设备运行规律和用户用电需求优化设计方案;施工时能合理规划施工进度与资源配置;运维过程中可根据设备状态和用户用电变化及时调整运维策略,进而全面优化电力配网系统的运行,提升其稳定性与经济性。

### 2.2 物联网技术

物联网技术为运维人员提供了远程监控与操控电力配网设备的强力支持,借助手机、电脑等终端设备,运维人员即便不在设备现场,也能随时获取设备的运行状态信息,电流、电压、温度等关键参数一目了然。当监测到设备运行出现异常时,可迅速开展远程操作,像调整设备运行参数、启动或停止设备运行等,第一时间处理潜在问题,有效降低故障发生的可能性,保障电力配网设备的稳定运行。不仅如此,物联网技术还推动了设备间的协同运作,不同设备能够依据预先设定的规则以及实时获取的数据,自动调整自身的运行状态,彼此配合共同完成电力配网任务。这种协同机制大幅提升了电力配网系统的自动化程度,减少了人工干预的需求,进而提高了系统的运行效率<sup>[2]</sup>。与此同时,物联网技术实现了数据的实时传输与共享,为大数据分析提供了海量且及时的素材,有助于进一步优化电力配网系统的运行管理,全方位保障电力供应的稳定性与可靠性。

### 2.3 人工智能技术

机器学习算法可对电力配网设备长期积累的历史数据展开深度剖析与学习,深入挖掘数据里潜藏的规律和关联,以此构建出精准度高的设备故障预测模型。依靠该模型,能提前感知设备可能出现的故障状况,达成故障的提前预警,为运维人员预留出充裕的维护时间,有效降低故障给电力供应带来的负面影响。深度学习算法在处理电力配网系统的运行图像和视频数据方面优势明显,它凭借自身强大的特征提取能力,对这些数据进行细致入微的分析,精准识别设备运行过程中出现的异常状态以及故

障特征,有助于尽早发现设备潜在问题,防止故障进一步扩大。此外,人工智能技术还能应用于电力配网系统的优化调度,它综合实时用电需求和设备实际运行状态,运用智能算法自动对电能的分配与传输进行动态调整,实现电力资源的合理配置,提高电力系统整体运行效率,降低运行成本,提升经济性。

### 2.4 虚拟现实与增强现实技术

虚拟现实(VR)与增强现实(AR)技术为电力配网工程的设计、施工及运维全流程提供了直观且便捷的辅助手段。在设计环节,VR技术可构建电力配网工程的三维虚拟模型,设计人员能在虚拟空间开展方案设计与优化,通过沉浸式观察与操作,提前发现布局不合理、参数不匹配等设计问题,及时调整方案,降低后期变更成本。进入施工阶段,AR技术将虚拟设计模型精准叠加到实际施工现场,施工人员借助AR设备,直观看到虚拟与现实场景的融合,获取设备安装位置、线路走向等实时施工指导与辅助信息,有效避免施工误差,提升施工准确性与效率,保障工程按质按量完成<sup>[3]</sup>。到了运维阶段,VR和AR技术打造沉浸式培训环境,运维人员可在虚拟场景中模拟各类故障及应急处理流程并反复练习操作,这种身临其境的培训有助于其更好掌握设备运维技能,提升应急处理能力,面对实际故障时能迅速准确应对,保障电力配网系统稳定运行。

## 3 基于智能化的电力配网工程数字化技术方案

### 3.1 设计阶段数字化技术方案

一是数字化建模,借助三维建模软件构建电力配网工程的三维数字化模型,涵盖线路、杆塔、变压器等各类设备模型。此模型能直观呈现工程结构与布局,利于设计人员开展方案设计与优化。并且,它可与其他专业软件实现数据交互,达成多专业协同设计,打破专业壁垒,提升设计效率与质量。二是仿真分析,运用电力系统仿真软件对电力配网工程展开潮流计算、短路计算、稳定性分析等。通过这些仿真分析,能够评估工程的运行性能与安全性,精准发现设计中存在的诸如线路过载、短路风险等问题,并及时加以改进。同时,仿真分析结果可为工程优化设计提供有力依据,辅助确定线路走向、设备参数选择等关键设计要素。三是设计协同平台,搭建电力配网工程设计协同平台,实现设计人员间的信息共享与协同工作。设计人员可在平台上自由上传和下载设计文件,开展在线讨论与交流,快速解决设计中遇到的各类问题。此外,该平台还能与项目管理软件集成,对设计进度进行实时监控与管理,确保设计工作按计划推进,避免因进度延误影响整个工程进度,保障电力配网工程设计阶段的高效、有序开展。

### 3.2 施工阶段数字化技术方案

(1) 施工过程监控方面,借助物联网技术,于施工现场部署各类传感器与监控设备,涵盖摄像头、位移传感器、压力传感器等。这些设备实时采集施工过程中的多元数据,包括施工进度、质量以及安全状况等,采集到的数据通过无线通信技术传输至监控中心,达成对施工过程的实时监控与管理。(2) 数字化施工管理方面,构建电力配网工程数字化施工管理系统,对施工信息

进行集中管理与分析,该系统包含施工进度、质量、安全、成本管理等模块。通过这些模块,可全面监控施工过程,提升施工效率与质量,降低施工成本(3)施工培训与指导方面,运用虚拟现实和增强现实技术,为施工人员打造沉浸式培训环境。施工人员能在虚拟环境中开展施工操作训练,熟悉流程与规范,提升技能水平。施工时,利用增强现实技术将施工图纸和操作指南叠加到实际施工现场,为施工人员提供实时指导与辅助,减少操作失误,提高施工准确性与效率。

### 3.3 运维阶段数字化技术方案

第一,设备状态监测方面,借助物联网技术,于电力配网设备安装各类传感器,实时采集电流、电压、温度、功率等运行数据。这些数据经无线通信技术传输至运维监控中心,利用大数据技术进行存储、分析与处理。通过对设备运行数据的实时监测与分析,能清晰掌握设备运行状态与性能特征,及时察觉潜在问题,为后续运维决策提供依据<sup>[4]</sup>。第二,故障预警与诊断环节,运用人工智能技术构建电力配网设备故障预警和诊断模型,通过对设备历史故障数据的学习分析,提取故障特征与规律,建立故障预测模型。一旦设备运行数据出现异常,系统会及时发出预警信号,并依据故障特征和规律开展诊断,确定故障类型与位置。运维人员据此迅速制定维修计划,开展故障修复工作,减少设备停机时间,保障电力供应稳定。第三,运维管理信息化方面,搭建电力配网工程运维管理信息化平台,对运维过程中的设备台账、巡检、维修、备品备件等信息进行集中管理与分析。该平台涵盖多个管理模块,可实现对运维过程的全面监控与管理,提升运维效率与质量,降低运维成本,同时运维管理信息化平台与设备状态监测系统、故障预警诊断系统集成,实现运维管理的智能化与自动化。

### 3.4 全生命周期数字化管理方案

(1)数据整合与共享是基础,需构建电力配网工程全生命周期数据中心,把设计、施工、运维等各阶段数据加以整合共享。如此一来,能实现工程全生命周期的信息追溯与管理,为后续决策提供全面数据支撑,同时打破各专业间的信息壁垒,促进协同

工作,提升工作效率与质量,避免因信息不畅导致的工作延误或失误。(2)数字化资产管理系统是关键,要建立针对电力配网工程的该系统,对设备进行全生命周期管理。此系统包含设备采购、入库、使用、维修、报废等管理模块。借助该系统,可实时跟踪设备状态,清晰掌握设备从采购到报废的整个过程,提高设备利用率与管理水平,确保设备始终处于良好运行状态。(3)决策支持系统是核心,利用大数据分析和人工智能技术搭建电力配网工程决策支持系统。它可对工程全生命周期各类数据进行分析挖掘,为决策者提供科学合理的决策建议<sup>[5]</sup>。在面对设备更新改造、工程扩建等重大决策时,系统能依据设备运行状态、维修历史、剩余使用寿命等关键信息,评估决策需求与经济效益,辅助决策者做出正确抉择,保障电力配网工程全生命周期的高效、稳定、经济运行。

## 4 结语

综上所述,智能化为电力配网工程数字化提供了关键支撑,大数据、物联网、人工智能等关键技术发挥着重要作用。基于智能化构建的涵盖设计、施工、运维及全生命周期的数字化技术方案,全方位提升了电力配网工程数字化水平,实现了从数据采集到决策支持的高效协同。未来,随着技术持续创新,该方案将不断完善,推动电力配网工程向更智能、高效、可靠方向发展,为电力行业的稳定运行与可持续发展提供坚实保障。

## [参考文献]

- [1]何思源.数字化技术在智能化电力配网工程中的研究[J].电工技术,2025(S1):574-576.
- [2]张德录.基于智能化的电力配网工程数字化技术[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(4):013-016.
- [3]刘泽元,潘富志,李法胜.智能化电力配网数字化技术及其应用[J].光源与照明,2025(1):207-209.
- [4]吴敏慧.基于智能化的电力配网工程数字化技术研究[J].光源与照明,2024(10):198-200.
- [5]刘学伟.基于智能化输入的电力配网工程数字化平台研究[J].光源与照明,2024(10):201-203.