工程与管理科学
Engineering and Management Science
第 8 卷◆第 10 期◆版本 1.0◆2026 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2705-0637(P) / 2705-0645(O)

数字化背景下配网运维风险识别与管控策略研究

李欣[1]　马春燕[2]
1.济宁供电公司黄屯供电所　山东济宁　272000；2.济宁供电公司高新城区服务站　山东济宁　272000
DOI：10.32629/ems.v8i10.22577

［摘　要］由于配电网规模不断增大，新能源、智能终端等设备的大量接入，传统依靠人工巡检、经验判断的运维方式已经难以满足复杂运行环境下的风险控制要求。本文根据配网运维风险管理需求，对设备状态、运行异常、故障演化、空间分布等风险类型进行分析，提出基于在线监测、大数据分析、人工智能算法和 GIS 平台的风险识别方法体系。在此基础上提出设备状态分级管控、智能巡检闭环管理、故障快速响应、多源数据融合、动态预警优化等管控策略，将配网运行风险由被动处置变为主动预测。

［关键词］数字化配网；运维风险识别；在线监测；人工智能

随着数字化技术的不断发展,配网运维中应用在线监测、大数据分析、人工智能、地理信息系统等技术的程度越来越深，给风险精准识别和全过程控制创造了条件。本文根据数字化背景下的配网运行特点，从风险分类、识别方法和管控策略三个方面进行研究，以期给配网安全稳定运行提供有效的支持。

1 配网运维风险分类

配网运维风险包括设备状态风险、运行环境风险、操作管理风险和系统协同风险等类型，其产生过程隐蔽、动态。设备状态风险主要是由于配电变压器、开关设备、电缆线路、架空线路、自动化终端等设备长时间运行过程中出现的绝缘老化、机械损耗、接触异常、性能衰减等造成，这类风险一般表现为设备参数偏离、局部缺陷的发展、故障率上升。运行环境风险主要是指由于雷击、强风、覆冰、高温、潮湿、外力破坏等外部因素对配网设备产生的影响，要结合气象数据、空间信息、历史故障记录等综合来评价。操作管理风险同检修计划执行情况、人员操作规范状况、设备维护质量等有关，缺少标准化流程控制时，易造成误操作以及风险的扩大。系统协同风险就是指配网设备、通信系统、自动化平台之间数据交互出现异常，即数据延迟、信息缺失、控制指令异常等。

2 数字化背景下配网运维风险识别方法

2.1 基于在线监测的设备状态风险识别

低压配电网在线监测系统采用智能电能表、边缘终端等感知设备对低压配电网运行参数进行实时采集，再通过通信网络将采集到的数据传送到区域主站，从而达成对设备运行状况的集中分析。配网运维中可以针对变压器负荷、电压偏差、电流波动、线路温度、设备异常告警等重要参数创建状态监测模型，通过持续采集得到设备运行趋向，察觉可能的过载、绝缘变坏、接触出现异常的风险隐患。边缘终端有数据预处理、异常筛选的功能，可以对采集到的数据做初步的计算，减少无效数据的传输量，提高风险识别的速度；区域主站利用历史运行数据和实时监测信息，对设备的状态做出综合评价，得到风险等级划分的结果。

2.2 基于大数据分析的运行异常风险识别

配网运行时电压波动、电流异常、负荷突变、供电质量下降等现象一般会表现出一些数据特点，大数据技术可以凭借大量历史数据来开展特征提取及规律探寻工作，从而创建正常运行状况的基准模型，并借助实时数据同基准状态之间的差异情况来判定可能存在的风险。此方法依靠数据采集平台将配电自动化终端、智能计量设备、在线监测装置所产生出来的数据统一汇集，再通过数据清洗、数据融合、时序分析等一系列处理手段去除干扰因素，从而改善数据品质。风险识别时可以使用聚类分析、关联规则分析以及异常检测算法，对各个区域、各个设备、各个时间段的运行特性展开分析，找出设备性能变差、线路运行出现异常、负荷变动异常

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

文章类型：论文|刊号（ISSN）：2705-0637(P) / 2705-0645(O)

等风险种类[1]。

2.3 基于人工智能算法的故障预测识别

智能电能表采集三相电流、三相电压等运行数据，将实时监测信息传送到边缘终端，边缘计算模块进行初步的故障检测和特征提取。边缘终端用梯度提升决策树（GBDT）等算法来分析电气参数变化趋势，根据电流突变、电压异常、负荷偏移等特征来判断设备运行状态，将正常数据和故障数据分类上传到区域主站。区域主站采用多头自注意力机制，将各个时间尺度以及不同类型的数据特征融合，从而加强对复杂故障模式的识别能力。利用人工智能模型对以前的故障样本以及当前的运行数据加以训练分析，得到故障特征映射关系，完成故障定位、故障类型分类以及风险趋势预估等工作。

2.4 基于 GIS 平台的空间风险定位识别

利用配网设备地理信息、运行状态数据、环境监测数据和历史故障记录等，建立具有空间关联性的风险分析体系，实现对配网风险区域的准确定位。GIS 平台用空间数据库来统一管理变压器、开关站、线路杆塔、电缆通道等设备的信息，根据设备运行参数、负荷分布、气象环境等因素来建立多维空间风险评价模型。利用空间分析、缓冲区分析、风险叠加计算等方法可以识别高负荷区域、设备密集区域、外力破坏高发区域、恶劣环境影响区域，从而实现风险因素与设备位置之间的关联分析。运维人员依靠 GIS 可视界面可以立刻知晓风险设备的分布状况，依照风险等级制订出差异化的巡检路线和检修规划，进而改善运维工作。表 1 为 GIS 平台配网空间风险识别数据构成。

表 1　GIS 平台配网空间风险识别数据构成

数据类型	数据内容	更新周期	应用功能
设备空间数据	线路、变压器、开关设备坐标信息	实时/定期	设备定位管理
运行状态数据	电流、电压、负荷、故障记录	实时采集	状态风险分析
环境影响数据	气象、地形、外力影响信息	每日更新	环境风险评估
历史运维数据	缺陷记录、检修记录	动态更新	风险趋势分析

3 数字化背景下配网运维风险管控策略

3.1 构建设备状态分级管控机制

以在线监测数据、设备运行参数、缺陷记录和历史故障信息为依据，利用状态评价模型对设备健康状况进行动态划分，从而实行差异化的运维管理。配网运维过程中要创建设备状态感知、风险评定、等级划分以及管控执行相融合的闭环体系，依照设备运行状况将其分为正常状态、注意状态、异常状态和严重风险状态，对各个等级采取不同的巡检频次、检修方案和资源投入。对正常运行的设备重点做运行数据跟踪、定期维护工作，对存在关注状态的设备加强参数变化趋势分析，提前制订预防性措施，对存在异常、严重风险状态的设备按照故障预测结果及时进行专项检测、检修处理[2]。表 2 为配网设备状态分级管控评价指标。

表 2　配网设备状态分级管控评价指标

状态等级	评价指标	管控措施	运维周期
正常状态	参数稳定、无异常告警、运行性能良好	数据监测、常规维护	按计划开展
关注状态	存在轻微参数波动、设备性能下降趋势	加强监测、重点巡查	缩短巡检周期
异常状态	多次告警、运行参数偏离标准范围	专项检测、制定检修方案	及时处理
严重风险状态	存在故障征兆、影响供电安全	停运检查、紧急维修	立即处置

3.2 完善智能巡检闭环管理体系

以数字化感知设备、智能分析平台、移动运维终端为依托，完成巡检任务的生成、现场数据采集、异常智能识别、缺陷工单流转、处理结果反馈等环节，达到配网运维全过程闭环管理的目的。系统依靠无人机巡检、机器人巡检、在线监测终端以及移动巡检设备来获取线路、杆塔、开关设备和配电站房的运行状况，将图像数据、状态参数和缺陷信息传送到智能运维平台。平台依靠图像识别算法、设备状态分析模型以及缺陷数据库，对巡检数据展开自动分析，找出设备外观异常、线路隐患、环境风险等各类问题，依照风险等级自行创建巡检工单。运维人员用移动终端接收到任务信息后，就可开展现场核查，缺陷处置以及结果上报等工作，系统会依照处理反馈来更新设备状态档案，且能够达成风险发现，任务执行，问题整改以及效果评价的全环节管控。

3.3 优化配网故障快速响应流程

以配电自动化系统、智能终端感知设备、故障分析平台为依托，实现故障的实时感知、智能定位、快速隔离、恢复供电等环节，提高故障处理速度。配网运行时，智能终端不断采集线路电流、电压、开关状态以及故障告警信息，然后

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

通过通信网络传送到主站系统中，依靠故障定位算法对异常数据展开分析，从而迅速判定故障出现的位置、波及的范围以及故障种类。根据自动化开关设备和智能控制策略，系统按照故障判断结果执行故障区段隔离操作，缩小非故障区间的停电范围，利用网络重构方法改变供电路径，保证重要负荷能及时恢复供电。故障响应流程优化要创建故障监测、智能诊断、调度决策、抢修执行、恢复评价相融合的闭环体系，借助数字化平台达成调度中心同运维人员以及现场设备间的联动，提升故障处置的协同性。对于复杂的运行环境下的各种故障，根据历史故障数据以及设备的状态信息来创建故障知识库，从而帮助运维人员进行准确的判断和快速的检修。

3.4 强化多源数据融合协同管控

以配网设备运行数据、环境监测数据、地理空间数据、历史运维数据为依托，利用数据采集、融合分析、智能决策等手段来实现风险信息的统一管理。配网运行时，各类设备产生的数据来源不同、结构各异且时效性有别，须依靠数据中台及信息融合技术搭建统一的数据管理架构，从而达成设备状况、运行参数、故障记载以及环境要素间的关联分析。利用数据清洗、特征提取、数据标准化、关联建模等手段可以消除各个系统之间数据的隔离，提高风险识别数据的完整性、准确性。协同管控时需要将配电自动化系统、在线监测系统、GIS 平台、智能巡检平台等集成，使设备状态信息、空间位置信息、运维任务信息能够互相交流。根据融合后多维数据可以建立综合风险评价模型，对设备运行状况以及区域风险水平展开动态分析，给检修计划制订，资源调配及故障处置赋予决策支撑。

3.5 建立风险预警动态优化机制

以实时监测数据、风险评价模型和历史运行信息为依托，根据实际情况的变化及时对预警阈值进行调整，并对分析模型进行改进，从而达到对配网运维风险进行主动控制的目的。配网运行时，设备负荷改变，环境要素变动，运行状况改变都会引起风险水平不断变化，所以要创建动态化的预警体系，对重要运行参数实施持续追踪，依照数据分析结果立刻调整风险判定准则。该机制依靠大数据分析和人工智能算法，对电压偏差、电流异常、设备温度、故障次数这些指标实施综合运算，从而得到风险等级的动态评价成果，依照风险高低自动发出预警信息[3]。表 3 为配网风险预警动态优化指标。

表 3　配网风险预警动态优化指标

监测指标	数据来源	预警内容	优化措施
设备温度	在线监测装置	设备过热风险	调整巡检频次
负荷变化	配电自动化系统	过载运行风险	优化负荷分配
故障次数	运维数据库	重复故障风险	开展专项检修
环境参数	气象监测平台	外部影响风险	提前制定防护措施

通过动态优化机制，可将风险预警从固定的阈值判断转变为自适应分析，进而提高预警成果的准确性、及时性。同时，根据预警反馈数据不断更新模型参数，可以提高风险识别能力，形成“监测、分析、预警、处置、优化”闭环管理模式，给配网安全稳定运行提供持续的技术支持。

结束语

综上所述，数字化背景下，配网运维风险管理由依靠经验来驱动转变为依靠数据来驱动。建立设备状态在线感知、大数据异常分析、人工智能故障预测、GIS 空间定位相结合的风险识别体系，可以对配网运行状态进行全方位的监测并作出准确的判断。从风险控制的角度来看，通过改进设备状态分层办法，创建智能巡检闭环程序，改善故障应对方式，加强多方面数据融合，并对预警模型实施持续更新，可以提高风险防控的主动性及精确性。

[参考文献]

[1]钱卫良,张友旺. 配网自动化技术在配网运维中的应用[J].能源与节能,2026,(S1):253-255.

[2]王欢. 农配网运维中红外测温技术运用分析[J].产业创新研究,2025,(22):121-123.

[3]尚海芬. 配网线路运维隐患风险识别与评估研究[J].光源与照明,2024,(11):72-74.

作者简介：李欣（1988-），女，山东济宁人，本科，主要研究方向：配网运维。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.