

主配网调控运行风险评估的新模型构建

史殊凡 柴段鲲 高翔宇

国网北京大兴供电公司 北京 102600

摘要: 主配网调控运行风险评估是确保电网安全稳定运行的核心环节。本文深入剖析了当前配网运行中存在的安全风险,在此基础上创新性地提出了一种风险评估模型,该模型综合考量配网设备状态、线路运行状况及外部环境因素,构建了全方位、多层次的风险评估体系,此模型旨在提升风险评估的精确度和实时性,为电网调度决策与运维管理提供了坚实的数据支撑和科学依据。

关键词: 主配网; 调控运行; 风险评估; 模型构建

引言:

配网作为电力系统的末端环节,其运行安全直接关系到人民群众的生产生活和生命财产安全,随着智能电网技术的发展,主配网调控运行风险评估逐渐成为电网管理的重要课题,本文在分析配网运行安全风险的基础上,提出了一种新的风险评估模型,通过综合考量设备状态、线路运行情况

1. 配网运行安全风险分析

1.1 配网巡视安全风险

配网巡视是确保电网安全稳定运行的基础性、常规性工作,然而由于配网设备分布广泛且环境复杂,巡视人员在巡视时需要面对诸多安全风险,首先高空作业和高压设备巡视是巡视过程中的重要环节,但这也带来了触电风险,如果巡视人员操作不当或设备出现故障,极易导致触电事故发生,对巡视人员的生命安全构成严重威胁^[1]。其次在巡视过程中经常需要搬运重物,这增加了受伤的风险,如果搬运方式不当或重物过重,巡视人员可能会因肌肉拉伤或骨折等伤害而丧失工作能力,巡视平台的不稳固也是一大安全隐患,如果工作平台搭建不牢固或存在缺陷,巡视人员在使用过程中可能会因平台坍塌而坠落,造成严重的伤亡事故。

1.2 配网设备安全风险

配网设备是电网运行的基础支撑,其安全性直接关系到电网的稳定运行,然而由于设备长期运行、老化以及维护不当等原因,配网设备在运行过程中可能出现各种故障,电容器作为电力系统中重要的无功补偿设备,如果因过热而损坏将导致电网无功功率不足,影响电网的电压质量和稳定

性;变压器是电网中的关键设备,如果因漏油而引发火灾,不仅会造成设备损坏,还可能引发电网大面积停电事故;开关设备作为电网中的控制设备,如果因操作机构失灵而拒动或误动,将导致电网运行方式异常,甚至引发电网崩溃事故。

1.3 配电线路运行风险

配电线路是电网的重要组成部分,其运行状态直接影响电网的供电可靠性和稳定性,然而由于配电线路长期暴露在户外环境中,受到各种自然因素和人为因素的干扰,其运行风险不容忽视^[2]。自然因素会导致导线老化、绝缘子污秽等问题,从而降低线路的绝缘性能和机械强度,如果导线因老化而断股,将影响线路的导电性能,甚至引发短路事故;外力作用也会对配电线路造成破坏,如果配电线因外力作用而损坏,将导致电网停电事故频发,严重影响用户的正常用电。绝缘子作为线路的重要组成部分,如果因污秽而闪络将引发线路跳闸事故,对电网的稳定运行构成严重威胁,因此加强对配电线路的定期检测和维护,及时发现并处理线路故障,是确保电网稳定运行、提高供电可靠性的重要措施,同时还应加强对线路周边的环境管理和施工监管,减少外部因素对配电线路的影响。

2. 主配网调控运行风险评估模型构建

2.1 模型构建思路

主配网调控运行风险评估模型的构建思路,旨在通过系统化、科学化的方法,对电网运行中的各类风险进行量化评估,这一过程中设备状态、线路运行情况及外部环境因素均被视为重要的评估维度^[3]。

1. 设备状态评估: 设备作为电网运行的基石,其状态

直接决定了电网的稳定性和可靠性，因此在模型构建中需要对配网设备的运行状态进行细致监测和深入分析，通过采集设备的运行数据，利用先进的算法和模型对这些数据进行处理和分析，从而评估设备的健康程度，预测设备故障的可能性，这一环节不仅有助于及时发现设备的潜在问题，还能为后续的维护和更换提供科学依据。

2. 线路运行情况评估：配电线路作为电网的重要组成部分，其运行状态直接影响电网的供电可靠性和稳定性，在模型构建中需要对配电线路的运行数据进行全面采集和深入分析，通过监测线路的电压、电流、功率等关键参数，结合线路的历史故障数据和地理环境信息，利用数据挖掘和机器学习等技术手段，评估线路的供电可靠性和稳定性，预测线路故障的概率，这一环节有助于及时发现线路的薄弱环节，为线路的维护和改进提供有力支持。

3. 外部环境因素评估：外部环境因素对电网运行的影响不容忽视，气象条件、自然灾害等外部环境因素的变化可能导致电网设备的损坏、线路的短路等故障，从而影响电网的安全稳定运行，在模型构建中需要充分考虑这些外部环境因素，通过收集和分析气象数据、地质数据等，评估其对电网安全的潜在威胁，同时还需要结合电网的实际情况，制定针对性的防范措施，以降低外部环境因素对电网运行的影响^[4]。

2.2 风险评估指标体系

风险评估指标体系是构建风险评估模型不可或缺的重要基础，它旨在全面、系统地反映电网运行中可能面临的各种风险，根据配网运行的复杂性和多样性，本研究设计了以下风险评估指标体系，以确保评估结果的准确性和可靠性。

2.2.1 设备状态指标

设备状态指标是评估电网设备健康状况的关键依据，其中设备故障率反映了设备在一定时间内发生故障的频率，是衡量设备可靠性和稳定性的重要指标，设备老化程度则通过考察设备的服役年限、磨损程度等因素，评估设备是否处于衰退阶段，以及是否需要更新或替换。此外设备检修次数也是评估设备状态的重要指标之一，它记录了设备在过去一段时间内接受检修的次数，有助于判断设备的维护情况和潜在故障风险，这些设备状态指标的综合运用，能够全面反映电网设备的整体健康水平和潜在风险，为设备管理和维护提供科学依据。

2.2.2 线路运行指标

线路运行指标是评估电网线路运行状况的重要工具，线路故障率直接反映了线路在运行过程中发生故障的概率，是衡量线路可靠性和安全性的重要指标，线路负载率则通过监测线路的电流、电压等参数，评估线路的负载能力和运行状态，有助于发现线路过载或欠载等异常情况。线路损耗率也是评估线路运行效率的重要指标之一，它反映了线路在传输电能过程中的能量损失情况，对于降低电网损耗、提高能源利用效率具有重要意义，这些线路运行指标的综合分析，能够准确判断电网线路的运行状态和潜在风险，为线路维护和优化提供有力支持。

2.2.3 外部环境指标

外部环境指标是评估电网运行环境对电网安全稳定运行影响的重要依据，其中，气温、湿度、风速、降雨量等气象条件是影响电网设备性能和线路运行状态的重要因素，它们的变化可能导致设备故障率上升、线路负载能力下降等风险；地震、洪水等自然灾害的发生概率也是评估电网运行环境风险的重要指标之一，这些自然灾害可能对电网设备造成损坏，甚至引发大面积停电事故^[5]。因此在构建风险评估指标体系时，需要充分考虑这些外部环境因素，通过收集和分析相关气象数据和自然灾害预警信息，评估其对电网安全稳定运行的潜在威胁，并制定相应的防范措施和应急预案，以确保电网在极端天气和自然灾害条件下的安全稳定运行。

2.3 风险评估模型构建

在构建风险评估模型的过程中，针对不同领域的特点和风险来源，需要分别设计适合的设备状态风险评估模型、线路运行风险评估模型和外部环境风险评估模型，以确保评估结果的准确性和可靠性。

2.3.1 设备状态风险评估模型

设备状态风险评估模型是评估电网设备健康状况的重要工具，该模型通过对设备故障率、设备老化程度、设备检修次数等关键指标进行量化分析，全面评估设备的运行状态和风险水平，在模型构建过程中采用模糊综合评价法对各指标进行模糊化处理，即将连续变化的指标值转化为离散的等级或类别，以便进行统一比较和评估。同时利用权重系数对各指标进行综合评价，根据设备状态风险等级划分标准，将设备划分为低风险、中风险、高风险等不同等级，这一模型的应用有助于及时发现设备隐患，为设备管理和维护提供科

学依据, 确保电网设备的稳定运行。

2.3.2 线路运行风险评估模型

线路运行风险评估模型是评估电网线路供电可靠性和稳定性的重要手段, 该模型通过对线路故障率、线路负载率、线路损耗率等关键指标进行量化分析, 全面评估线路的运行状态和风险水平。在模型构建过程中采用灰色预测模型对线路运行数据进行预测分析, 灰色预测模型是一种基于少量数据的预测方法, 适用于线路运行数据不完整或不确定的情况, 通过对线路运行数据的预测, 可以评估线路在未来一段时间内的运行状态和风险水平, 为线路维护和优化提供有力支持, 同时根据预测结果将线路划分为低风险、中风险、高风险等不同等级, 为电网调度和运行提供科学依据, 确保电网线路的供电可靠性和稳定性。

2.3.3 外部环境风险评估模型

外部环境风险评估模型是评估电网运行环境对电网安全稳定运行影响的重要工具, 该模型综合考虑气象条件、自然灾害等外部环境因素对电网运行的影响, 通过量化分析各因素的贡献度和影响程度, 全面评估电网运行环境的风险水平。在模型构建过程中采用层次分析法对各外部环境因素进行分层处理, 即将复杂的外部环境因素划分为多个层次, 每个层次包含多个具体因素, 形成层次分明的结构体系, 同时利用权重系数对各因素进行综合评价, 根据外部环境风险等级划分标准, 将电网运行环境划分为低风险、中风险、高风险等不同等级, 这一模型的应用有助于及时发现外部环境变化对电网安全稳定运行的潜在威胁, 为电网调度和运行提供预警和决策支持, 确保电网在极端天气和自然灾害条件下的安全稳定运行。

2.4 风险评估模型优化

2.4.1 数据预处理

数据预处理是风险评估模型优化的第一步, 也是至关重要的一步, 由于电网运行过程中采集到的原始数据往往存在噪声、缺失值、异常值等问题, 这些问题会直接影响模型的预测精度和稳定性, 因此需要对原始数据进行预处理, 以提高数据的质量和可用性。数据预处理的主要步骤包括数据清洗、数据转换和数据归一化, 数据清洗主要是去除或修正数据中的噪声和异常值, 确保数据的准确性和一致性, 数据转换则是将原始数据转换为适合模型处理的形式, 如将文本数据转换为数值数据, 将时间序列数据转换为特征向量等,

数据归一化则是将数据缩放到一个统一的范围内, 以消除不同特征之间的量纲差异, 提高模型的收敛速度和预测精度。

2.4.2 模型参数优化

模型参数优化是风险评估模型优化的核心环节, 和风险评估稳定性模型的, 参数常用的设置优化直接影响到算法模型的包括预测遗传性能和算法鲁、棒粒子性群, 算法因此等, 需要对模型的参数进行优化, 以提高模型的预测精度^[6]。遗传算法是一种基于生物进化理论的优化算法, 通过模拟自然选择和遗传机制对模型的参数进行迭代优化, 以找到最优的参数组合; 粒子群算法则是一种基于群体智能的优化算法, 通过模拟鸟群觅食等自然现象对模型的参数进行并行搜索, 以快速找到最优解, 这些优化算法的应用可以显著提高模型的预测精度和鲁棒性, 为电网的安全稳定运行提供更加可靠的保障。

2.4.3 实时更新

实时更新是风险评估模型优化的重要环节, 由于电网运行状态是不断变化的, 因此风险评估模型也需要不断更新以适应新的运行环境, 实时更新的主要目的是确保模型能够反映电网的最新状态, 提高模型的预测精度和实用性, 为了实现实时更新, 需要建立高效的数据采集和传输机制, 及时获取电网运行状态的最新数据, 同时还需要建立模型更新的触发机制, 当电网运行状态发生显著变化时, 自动触发模型更新流程。在模型更新过程中需要利用新的数据对模型进行重新训练和验证, 以确保模型的准确性和可靠性, 通过实时更新, 风险评估模型能够更好地适应电网运行状态的变化, 为电网的安全稳定运行提供更加及时和准确的预测和决策支持。

结论:

本文提出的主配网调控运行风险评估新模型, 通过综合考虑设备状态、线路运行情况及外部环境因素, 实现了对电网运行风险的全面、准确评估, 该模型的应用验证了其在实际电网运行中的有效性和实用性, 为电网调度和运维提供了科学依据, 未来随着智能电网技术的不断进步, 风险评估模型将进一步优化和完善, 以适应电网发展的新需求, 为保障电网安全稳定运行发挥更加重要的作用。

参考文献:

[1] 左哲. 提升调控运行精益化指标建立配网调控管理新模式分析 [J]. 中国设备工程, 2020(24):2.

- [2] 陈键成. 主配网调控一体化图形平台设计 [J]. 中国科技博览, 2013(30):2.
- [3] 汪磊, 魏丽芳, 王克谦, 等. 主配网调控一体化图形平台设计 [J]. 电力系统及其自动化学报, 2012(001):024.
- [4] 汪磊, 魏丽芳, 王克谦, 等. 主配网调控一体化图形平台设计 [J]. 电力系统及其自动化学报, 2012, 24(1):5.
- [5] 李里. 主配网调控一体化图形平台设计分析 [J]. 河南科技, 2013(2 期):37-38.
- [6] 渠慎伟, 周娴. 配网调控运行全过程风险管控的分析与应用 [J]. 电子乐园, 2019(10):1.