

电力调度系统中的运行风险分析

辛 婷 赵永明 张志壮

内蒙古电力(集团)有限责任公司巴彦淖尔供电分公司 内蒙古 巴彦淖尔 015000

摘 要: 电力调度系统作为电网运行的中枢,其运行风险分析对于保障电网安全稳定至关重要。本文深入探讨了电力调度系统中存在的运行风险,包括设备故障、人为操作失误、自然灾害及系统负荷波动等。通过构建风险评估模型,对这些风险因素进行量化分析,并提出了相应的风险防控策略。研究结果显示,加强设备维护、提升人员操作技能、完善应急预案等措施能有效降低系统运行风险,为电网的安全稳定运行提供有力保障。

关键词: 电力调度系统;运行风险;安全风险分析

1 电力调度系统概述

电力调度系统是现代化电力系统的重要组成部分,它利用先进的计算机、通信和自动化技术,实现对电力系统的全面监测、控制和调度。电力调度系统通过数据采集与传输系统,从各种电力设备(如变压器、发电机、线路等)和传感器中收集数据,并将数据传输回主站或数据中心进行处理与存储。随后,系统利用这些数据对电力系统进行实时监视,包括电网的运行状态、电力设备的状态等,并可以通过控制功能对电力系统进行远程控制,例如调整发电机的输出、切换线路等。电力调度系统还具备优化与决策功能,通过智能算法和数据分析,提高电力系统的效率和稳定性。系统能够实时监测电力系统的运行状态,及时发现潜在问题并提供预警,协调各种电力资源的调配,保证电力系统的运行稳定性,提高电力系统的可靠性。

2 电力调度系统中的运行风险来源的分类

2.1 自然因素引发的风险

自然因素在电力调度系统中构成了不可忽视的风险来源。极端天气条件,如暴风雨、雷电、冰雹、极端高温或低温等,都可能对电力系统造成直接或间接的影响。例如,暴风雨可能导致输电线路短路或杆塔倒塌,雷电可能引发设备损坏或跳闸,而极端温度则可能影响设备的正常散热或导致绝缘性能下降^[1]。自然灾害如地震、洪水等也可能对电力设施造成毁灭性打击,导致大面积停电。这些自然因素引发的风险往往具有不可预测性和突发性,给电力调度带来极大的挑战。

2.2 设备故障引发的风险

电力调度系统中的设备故障是另一个重要的风险来源。设备老化、维护不当、设计缺陷或制造质量问题都可能导致设备在运行过程中出现故障。例如,变压器过热、断路器拒动或误动、互感器精度下降等都可能直接

影响电力系统的稳定性和安全性。设备故障不仅可能导致局部停电,还可能引发连锁反应,扩大故障范围,甚至造成整个电力系统的崩溃。

2.3 人为因素引发的风险

人为因素在电力调度系统中同样扮演着重要角色。操作人员的失误、技能不足或安全意识淡薄都可能导致误操作或不当决策,进而引发运行风险。例如,错误的调度指令、不当的负荷分配、未及时发现并处理异常信号等都可能危及电力系统的安全。管理人员对安全规程的忽视、对风险防控措施的不到位执行也可能加剧人为风险。

2.4 系统运行特性引发的风险

电力调度系统本身的运行特性也是风险的重要来源。电力系统的复杂性、动态性和不确定性使得调度决策面临诸多挑战。例如,负荷波动、电源出力变化、网络结构变化等都可能导致系统运行状态的不稳定。电力市场的引入和分布式能源的接入也使得电力系统更加复杂多变,增加了调度难度和风险。

3 电力调度系统运行风险防控策略

3.1 电力调度系统运行风险防范措施

电力调度系统运行风险防范的核心在于构建一个全方位、多层次的风险管理体系,这一体系能够实时、准确地监测电力系统运行状态,并通过预警和响应机制有效应对潜在风险。强化系统监控能力是关键,这要求利用先进的传感器技术、大数据分析工具和人工智能算法,实现对电网状态的实时感知、精准预测和快速响应。通过集成智能电网技术,如物联网、云计算和机器学习,系统能够更加敏锐地捕捉到负荷变化、设备状态以及外部环境变化的信息,从而提前预警并采取措施。构建风险预警系统是实现风险防控的重要手段,基于历史数据分析和实时信息监测,设定合理的风险阈值,一

且系统状态接近或超过这些阈值,立即触发预警信号,为调度人员提供及时、准确的决策支持。应急预案的制定也是不可或缺的一环,针对不同类型的风险事件,应制定详尽的应急预案,明确应急响应流程、责任分工和资源调配方案,确保在紧急情况下能够迅速、有序地采取行动,最大限度减少风险对电网运行的影响。

3.2 设备故障风险防范

设备故障风险防范的关键在于强化设备管理和维护,确保电力设备的健康运行。实施定期巡检和预防性维护计划是预防设备故障的有效手段,根据设备的使用寿命、运行状况和制造商建议,制定合理的检修周期和项目,对关键设备进行定期检查和保养,及时发现并处理潜在缺陷,避免设备故障的发生,利用在线监测和远程诊断技术,对设备运行状态进行实时监测和评估,预测设备寿命,提前安排设备更换或升级计划,确保设备始终处于最佳运行状态^[2]。提升设备质量和可靠性也是防范设备故障的重要措施。在设备采购过程中,严格把关供应商资质,选择技术成熟、性能稳定的产品,确保设备质量符合标准。对于老旧设备,逐步进行技术改造或替换,提高整体系统的抗故障能力。加强设备备品备件管理也是防范设备故障的关键环节,确保在设备发生故障时能够迅速恢复设备运行,减少停电时间和损失。

3.3 人为操作风险防范

人为操作风险防范需要从提升人员素质和优化管理流程两方面入手。加强调度人员的专业技能培训和安全教育是提高操作水平的关键,定期组织调度人员参加专业技能培训,提高其在复杂情况下的决策能力和应急反应速度。强化安全意识教育,确保每位员工深刻理解安全规程的重要性,并自觉遵守。通过模拟演练、案例分析等方式,增强调度人员的风险意识和应急处理能力。优化调度作业流程是减少人为操作失误的重要措施。明确各环节的责任和权限,实施标准化作业指导书,规范操作流程和步骤,减少操作过程中的不确定性和随意性。引入自动化和智能化辅助决策系统,利用先进的算法和模型对调度指令进行智能分析和优化,减轻调度人员的工作负担,提高调度指令的准确性和执行效率。建立严格的监督考核机制也是防范人为操作风险的重要手段。对调度人员的操作行为进行监督和考核,对违反安全规程的行为进行严肃处理,形成有效的威慑力。

3.4 自然灾害风险防范

自然灾害风险防范策略应注重预防和应急相结合,确保电力设施在极端天气条件下的安全运行。加强气象监测和预警机制建设是防范自然灾害风险的基础。与气

象部门建立紧密合作关系,及时掌握极端天气信息,如暴雨、台风、雷电等,提前做好防范准备。对易受自然灾害影响的电力设施进行加固改造,如提高输电线路的抗风能力、增强变电站的防洪设施等,提高设施的抗灾能力。制定详细的自然灾害应急预案是应对自然灾害风险的关键,明确灾害发生时的应急响应程序、人员疏散和救援措施,确保在灾害发生时能够迅速、有序地采取行动。加强应急物资储备和管理,确保在灾害发生时能够迅速调配所需资源,如抢修设备、备用电源等。开展自然灾害应急演练也是提高应急响应能力的重要手段。

3.5 综合防范措施与建议

综合防范措施应涵盖技术、管理、文化和法规等多个层面,形成全方位、立体化的风险防控体系。技术层面,持续推动技术创新和智能化发展,加快智能电网建设步伐,提升电力系统的智能化、自动化水平。通过集成物联网、大数据、云计算等先进技术,实现电力系统的实时监测、预警和响应,提高系统的自适应能力和鲁棒性。管理层面,建立健全风险管理体系和监测预警机制,完善应急响应和恢复重建机制,实现风险管理的制度化、规范化和精细化。加强跨部门、跨区域的协作和信息共享,形成风险防控的合力^[3]。文化层面,营造“安全第一、预防为主”的安全文化氛围,强化全员安全意识,鼓励员工主动报告安全隐患和提出改进建议。通过安全培训、宣传教育和文化活动等方式,提高员工对电力安全重要性的认识和理解。法规层面,加强电力安全法规和标准体系建设,明确各方责任和义务,加大违法违规行惩处力度。推动建立跨国界、跨区域的电力应急协调机制,提高应对大规模停电事件的能力。

4 电力调度系统运行风险评估

4.1 风险评估方法

电力调度系统运行风险评估是确保电网安全稳定运行的关键环节,其目的在于识别、分析和量化系统中潜在的风险因素,为制定有效的防控策略提供科学依据。定性评估方法依赖于专家的经验 and 知识,通过对系统运行状态、设备状况、人员操作等因素的主观判断,对风险进行定性的描述和分类。这种方法简单易行,能够快速识别出主要风险点,但受专家主观性的影响较大,评估结果的客观性和准确性有待提升。定量评估方法则侧重于运用数学模型和统计方法对风险进行量化分析,通过建立风险指标体系和评估模型,对风险因素进行量化评分,从而得出具体的风险值。这种方法能够更精确地反映风险的严重程度和可能性,为风险防控提供更为具体的依据。定量评估方法的实施需要大量的数据和计算

资源,且对模型的准确性和适用性要求较高。综合评估法结合了定性与定量评估的优点,既考虑了专家的主观判断,又运用了数学模型进行量化分析。通过构建多层次、多维度的风险评估指标体系,结合专家打分和数学模型计算,得出更为全面、准确的风险评估结果。这种方法能够更全面地反映电力调度系统运行中的风险因素,为制定风险防控策略提供更为科学的依据。在电力调度系统运行风险评估中,还应注重风险评估方法的适用性和灵活性,根据系统的实际情况和评估需求,选择合适的评估方法,并不断优化和完善评估流程,提高评估效率和准确性。

4.2 风险评估指标体系构建

风险评估指标体系的构建是电力调度系统运行风险评估的核心环节。首先,指标体系应具有全面性和系统性,电力调度系统运行风险涉及多个方面,包括设备故障、人为操作失误、自然灾害等。在构建指标体系时,应充分考虑这些因素,确保指标体系能够全面覆盖系统中的主要风险点。其次,指标体系应具有可操作性和实用性,指标的选择和计算应便于实际操作和应用,避免过于复杂或难以获取的数据。指标体系应能够直接反映风险的严重程度和可能性,为风险防控提供具体的指导。另外,指标体系应具有动态性和灵活性,电力调度系统运行风险是不断变化的,新的风险因素可能随时出现。因此指标体系应能够随着系统的发展和风险的变化进行调整和完善,确保评估结果的时效性和准确性。基于以上原则,电力调度系统运行风险评估指标体系通常包括设备故障风险指标、人为操作风险指标、自然灾害风险指标等多个方面^[4]。设备故障风险指标主要反映设备运行状态、检修记录、故障历史等因素;人为操作风险指标主要考察调度人员的操作技能、安全意识、培训情况等;自然灾害风险指标则关注气象条件、地质环境、历史灾害记录等因素。

4.3 风险评估实例分析

以某地区电力调度系统为例,进行风险评估实例分析。该系统面临的主要风险因素包括设备老化、人为操作失误和极端天气等。为了全面评估这些风险因素对系统安全运行的影响,构建了相应的风险评估指标体系,并采用综合评估法进行量化分析。在设备故障风险方

面,选取了设备运行状态、检修记录、故障历史等指标进行评估。通过收集和分析相关数据,发现部分老旧设备存在较高的故障风险,需要尽快进行更新或改造。在人为操作风险方面,考察了调度人员的操作技能、安全意识等因素。通过模拟演练和问卷调查等方式,发现部分调度人员在复杂情况下的决策能力和应急反应速度有待提高。在自然灾害风险方面,关注了气象条件、地质环境等因素对系统安全运行的影响。通过分析历史数据和实时监测信息,发现极端天气条件下系统面临较大的运行风险。基于以上分析,制定了相应的风险防控策略。针对设备故障风险,计划对老旧设备进行更新改造,并加强设备的日常维护和检修工作。针对人为操作风险,将加强调度人员的专业技能培训和安全教育,提高其在复杂情况下的决策能力和应急反应速度。针对自然灾害风险,将加强与气象部门的合作和信息共享,提前做好防范准备,确保系统在极端天气条件下的安全运行。通过实施这些风险防控策略,预期能够显著降低电力调度系统运行中的风险水平,提高系统的安全性和稳定性。

结束语

综上所述,电力调度系统中的运行风险分析是确保电网安全稳定运行的关键环节。通过深入研究和分析,不仅能够识别出系统中的潜在风险因素,还能够为制定有效的风险防控策略提供科学依据。未来,随着智能电网技术的不断发展和完善,有理由相信,电力调度系统的运行风险将得到进一步降低,电网的安全性和稳定性将得到全面提升。

参考文献

- [1]陈兴华,李峰,陈睿,等.计及安全稳定二、三道防线的电网运行风险评估[J].电力系统保护与控制,2020(4):159-166.
- [2]徐浩,姜新雄,刘志成,等.基于概率预测的电网静态安全运行风险评估及主动调控策略[J].电力系统自动化,2022(1):182-191.
- [3]刘伟.电力调度与控制中的安全措施分析[J].集成电路应用,2021,38(06):108-109.
- [4]陈丹.风险评估下电力调度网络信息安全防护系统[J].信息技术,2022(08):148-154.