

数字化配电室的安全管理与应急预案制定

张广播

深蓝睿智(杭州)科技有限公司 浙江 杭州 310000

摘要: 随着电力需求的持续增长与信息技术的飞速发展,数字化配电室作为现代电力系统的关键节点,在保障电力可靠供应方面发挥着愈发重要的作用。然而,当前数字化配电室在安全管理与应急预案制定上存在明显短板。安全管理制度不够完善,人员操作规范执行不严格,导致人为失误风险增加;智能监测系统虽能收集数据,但对潜在风险的预判能力不足,难以及时察觉设备隐患。同时,应急预案缺乏针对性和灵活性,在面对复杂突发事件时,难以快速响应并有效处置,严重威胁电力供应的稳定性与人员设备安全。基于此,本文针对数字化配电室的安全管理与应急预案制定展开深入分析。通过研究数字化技术应用,构建全面的安全管理制度,精准识别与评估风险;并依据科学原则搭建应急组织架构,设计合理的应急响应流程。以期完善数字化配电室安全管理体系,提升应急处置能力,降低事故发生率与损失,确保电力系统稳定运行,为社会经济发展提供坚实电力保障。

关键词: 数字化配电室;安全管理;应急预案;电力稳定供应

1 引言

在社会经济快速发展的当下,电力已然成为支撑各行业运转、保障居民生活的基础能源。作为电力分配与转换的关键枢纽,数字化配电室凭借智能监测、自动化控制等技术,极大提升了电力供应的效率与可靠性。但不容忽视的是,其在运行过程中面临诸多挑战。一方面,复杂的电气设备长期运行易出现故障,从设备老化引发的接触不良,到过载导致的短路,每一种故障都可能引发大面积停电事故。另一方面,人为操作失误、外部环境因素干扰等,也给配电室安全运行埋下隐患。若缺乏完善的安全管理机制,这些问题将难以被及时发现与解决。而一旦发生事故,若应急预案不到位,无法快速恢复供电,不仅会造成巨大经济损失,还可能影响社会秩序。因此,深入研究数字化配电室的安全管理与应急预案制定迫在眉睫,这对于保障电力稳定供应、促进社会平稳发展意义深远。

2 数字化配电室安全管理基础

2.1 数字化技术在配电室的应用

智能监测系统是数字化配电室的“感知神经”,借助各类传感器实时采集设备运行数据。例如,温度传感器时刻监测变压器绕组温度,一旦温度异常升高,系统能迅速捕捉并预警,预防因过热导致设备损坏。电流、电压传感器则精准测量电气参数,及时发现线路过载、电压不稳等问题。自动化控制技术赋予配电室“智能大脑”。通过远程终端单元(RTU)与监控系统相连,实现对开关、刀闸等设备的远程操作^[1]。在检修时,运维人员无需现场手动操作,可在监控中心远程分合闸,降低操作风

险与人力成本。还能依据预设逻辑自动调节设备运行状态,如根据负荷变化自动投切电容器,优化电力质量。

2.2 安全管理制度构建

人员操作规范是保障安全的关键防线。明确规定操作人员在设备巡检、倒闸操作、检修维护等环节的标准流程。如倒闸操作必须严格执行“唱票复诵”制度,确保操作准确无误;进入配电室必须穿戴绝缘防护用品,防止触电事故。设备巡检维护制度是设备健康的保障。制定详细的巡检计划,规定日常巡检、定期巡检的时间与内容。日常巡检关注设备外观、运行声音等,定期巡检则借助专业检测设备对设备进行深度检测,如对变压器进行油色谱分析,及时发现潜在故障隐患,保证设备长期稳定运行。

2.3 风险识别与评估方法

常见风险因素分为设备故障、人为失误和环境因素。设备故障包括变压器故障、开关柜故障等,人为失误涵盖误操作、违规检修等,环境因素有温度过高、湿度超标、小动物入侵等。风险评估采用故障模式与影响分析(FMEA)等模型。FMEA通过分析每种故障模式可能产生的影响,计算风险优先数(RPN)。例如,分析变压器绕组短路故障,考虑其发生概率、影响严重程度和检测难度,得出RPN值,根据数值大小确定风险等级,为风险管控提供依据,让安全管理更具针对性。如图1所示:

3 安全管理关键要素

3.1 设备安全管理

设备全生命周期管理是保障设备可靠运行的关键策

略。在设备采购阶段，依据配电室实际需求与未来发展规划，精准选型，严格把控设备质量，选择信誉良好的供应商。安装调试时，遵循设备说明书与相关标准规范，确保安装质量，完成后进行全面测试，为设备稳定运行奠定基础。运行阶段，利用智能监测系统实时收集设备运行数据，建立设备健康档案，动态跟踪设备性能变化。设备老化或故障频发时，结合设备剩余寿命评估与成本效益分析，科学决策设备的维修、改造或更换。设备故障预测与预防措施至关重要。通过大数据分析和机器学习算法，对设备历史运行数据、故障记录及实时监测数据进行深度挖掘，构建故障预测模型，提前预判设备潜在故障风险^[2]。例如，基于变压器油温、绕组温度、负载电流等参数，预测变压器可能出现的过热、绝

缘老化等故障。针对预测结果，提前安排检修维护，采取更换易损件、优化运行参数等预防措施，避免故障发生，降低设备故障率与维修成本。如表1所示：

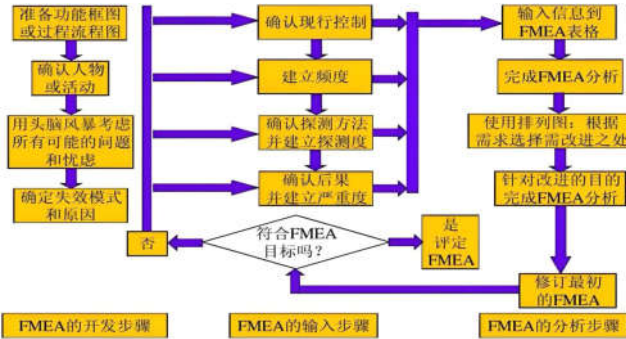


图1 FMEA模型示意图

表1 数字化配电室典型设备故障率统计（2020-2024）

设备类型	故障率（次/万台·年）	主要故障类型	平均修复时间（小时）
变压器	3.2	绕组过热、绝缘老化	12.5
开关柜	5.7	触头烧蚀、继电器误动	8.2
电缆线路	4.1	绝缘击穿、接头氧化	6.8
自动化控制系统	1.8	通信中断、软件故障	3.5

数据来源：国家电网公司《2024年电力设备可靠性年度报告》

3.2 人员安全管理

搭建完善的人员培训体系是提升人员专业技能和安全意识的重要手段。新员工入职时，开展全面的入职培训，涵盖电力基础知识、配电室设备操作规范、安全规章制度等内容，使其快速熟悉工作环境和要求。定期组织技能提升培训，邀请行业专家或技术骨干，讲解新技术、新设备应用以及先进的运维经验，提升员工专业素养。针对应急处理能力，开展专项培训与演练，模拟各类突发事故场景，让员工熟练掌握应急处置流程和方法。安全意识提升贯穿于日常工作中。通过张贴安全标语、播放安全警示教育片、分享事故案例等方式，营造浓厚的安全文化氛围，让员工时刻保持安全警觉。定期开展安全知识竞赛、安全主题活动，激发员工学习安全知识的积极性，将安全意识内化于心、外化于行，从源头上减少人为失误引发的安全事故。

3.3 环境安全管理

精准控制温湿度等环境参数是保障设备正常运行的重要条件。安装温湿度传感器，实时监测配电室环境温湿度。当温度过高时，自动启动通风散热设备或空调系统，确保设备在适宜温度下运行，防止因高温导致设备绝缘性能下降、寿命缩短。湿度超标时，启动除湿设备，避免设备受潮腐蚀、短路等问题。落实防火、防水、防鼠害等措施是配电室安全的重要保障。配备足量

且适用的灭火器材，如干粉灭火器、二氧化碳灭火器等，并定期检查维护，确保其性能良好。安装火灾自动报警系统，实现火灾早期预警。做好防水措施，检查屋顶、墙壁、电缆沟等部位的防水情况，防止雨水渗入。在配电室出入口、电缆孔洞等位置设置防鼠板、封堵材料，防止小动物进入引发电气事故，全方位营造安全的运行环境。

4 应急预案制定框架

4.1 应急预案制定原则

应急预案制定需遵循科学性与实用性、灵活性与可操作性原则。科学性与实用性是基础，科学性要求基于对数字化配电室风险和事故规律的精准把握，运用专业知识制定应急处置流程，如依据电气火灾特性安排灭火步骤和选择器材。实用性则强调预案贴合实际，操作简洁，让一线人员在紧急时能迅速执行，切实发挥指导作用。灵活性与可操作性同样关键。灵活性体现在预案能应对不同类型、规模的事故，针对电气故障、火灾、自然灾害等场景制定差异化策略，并预留调整空间，可灵活切换处置方案。可操作性要求预案责任分工明确，行动措施具体，像设备抢修、人员疏散流程等都有明确规定，且保障应急物资和设备随时可用，确保预案能够顺利实施。

4.2 应急组织架构搭建

指挥机构在应急处置中承担核心领导职责。明确指挥长的决策权和协调权,负责全面统筹应急救援工作,根据事故情况制定救援策略,下达关键指令。指挥机构成员涵盖技术专家、安全管理人员等,为指挥决策提供专业支持,分析事故态势,评估潜在风险,确保决策科学合理^[3]。救援小组是应急行动的直接执行者,分工明确、协同作战。抢险抢修小组由专业技术人员组成,负责快速定位并修复设备故障,恢复电力供应;灭火救援小组配备消防专业知识和技能,负责扑灭火灾,控制火势蔓延;安全保卫小组维护现场秩序,设置警戒区域,防止无关人员进入,保障救援工作安全有序进行;医疗救护小组随时待命,对受伤人员进行紧急救治和转运,确保生命安全,各小组各司其职又紧密配合。

4.3 应急响应流程设计

事故报告与信息传递流程确保信息及时准确传达。现场人员一旦发现事故,立即按照规定程序向指挥机构报告,详细说明事故类型、发生时间、地点和初步情况。指挥机构迅速核实信息后,向上级主管部门和相关单位报告,并通过内部通信系统向全体应急人员发布事故信息。同时,利用多种渠道,如短信、广播等,向周边可能受影响的区域发出警报,确保信息覆盖全面,为后续应急行动争取时间。应急处置步骤与行动方案根据事故类型有序展开。发生电气火灾时,先切断电源,灭火救援小组迅速使用灭火器、灭火装置进行灭火,同时启动消防设施,防止火灾扩大。抢险抢修小组在火势得到控制后,对受损设备进行评估和抢修,尽快恢复供电。在整个应急处置过程中,各小组严格按照预定方案行动,密切配合,实时向指挥机构汇报进展,确保应急行动高效、有序,最大限度降低事故损失。

5 应急预案内容细化

5.1 常见事故应急预案

电气火灾发生时,立即启动紧急断电程序,利用配电室的自动断电装置或手动操作,快速切断相关电源,防止火势随电流蔓延。灭火救援小组迅速取用二氧化碳灭火器、干粉灭火器等适用灭火设备,对准火源根部喷射,控制火势。同时,启动火灾自动报警系统,通知消防部门支援,并安排专人在路口引导消防车。疏散周边人员,按照预定疏散路线有序撤离,确保人员安全。设备短路故障出现后,运维人员第一时间通过监控系统确定故障位置与范围。穿戴好绝缘防护装备,迅速赶赴现场进行故障排查。对于简单的短路故障,如线路接头松动接触不良,及时进行修复和紧固;若是复杂的设备内部短路,将故障设备隔离,防止故障扩大。组织技术人

员分析短路原因,如是否因设备老化、过载运行等,制定针对性整改措施,修复后进行全面测试,确保设备恢复正常运行^[4]。

5.2 应急资源保障

应急物资储备是事故应对的基础。储备足量的灭火器、灭火沙、消防水带等消防物资,定期检查其有效期与性能,及时更换过期或损坏的物资。准备各类抢修工具,如绝缘手套、绝缘棒、万用表、扳手等,以及常用的电气设备备品备件,如熔断器、继电器、电缆等,确保在设备抢修时有充足物资可用。应急救援设备的配备与维护至关重要。配备应急照明灯具、通讯设备,确保事故现场照明充足、通讯畅通。定期对应急救援设备进行维护保养,测试应急照明的亮度与续航能力,检查通讯设备的信号强度和电池电量,使其时刻处于良好备用状态,关键时刻能正常发挥作用,为应急救援工作提供有力支持。

5.3 后期处置与恢复

事故调查遵循科学严谨的流程。成立专门的事故调查组,收集现场证据,包括设备损坏情况、事故发生前后的监控数据、人员操作记录等。分析事故原因,确定是设备质量问题、人为操作失误还是外部环境因素导致,明确事故责任。撰写详细的事故调查报告,提出改进建议和预防措施,防止类似事故再次发生。配电室恢复正常运行需有序推进。在完成设备抢修、故障排查和安全检查后,逐步恢复电力供应^[5]。先对关键设备进行空载试运行,观察设备运行状态,确认无异常后,再逐步增加负荷,直至恢复正常供电。对整个配电室进行全面巡检,确保所有设备正常运行,完善设备档案,记录事故处理过程和设备维修情况,为后续运维管理提供参考。

6 结语

本文围绕数字化配电室的安全管理与应急预案制定展开研究,构建起一套全面且实用的体系。在安全管理方面,通过设备全生命周期把控、人员能力提升与环境精细化管控,有效降低事故风险;应急预案则从科学原则出发,搭建架构、设计流程,为事故应对筑牢防线。研究成果显著,安全管理体系使设备故障率降低,人员操作更规范;应急预案在模拟演练中展现出良好的应急响应与处置能力,保障电力供应稳定性。展望未来,随着技术革新,数字化配电室安全管理将更加智能,应急预案也将不断优化。建议相关单位积极应用研究成果,持续完善管理与应急机制,共同推动电力行业安全、高效发展,为社会经济稳定运行提供坚实电力支撑。

参考文献

- [1]杨巧峰.企业管理数字化发展分析[J].中国电子商务,2024(8):81-84.
- [2]畅凯立.千山区档案局加强数字化档案安全管理工作[J].兰台世界(上旬),2015(10):5-5.
- [3]徐俭.数字化“两盘”播控系统管理与维护实践[J].现代电视技术,2012(S1):81-84.
- [4]薛海波.发电企业高压配电室智能安全管理系统应用分析[J].电力系统装备,2024(9):173-175.
- [5]梁波,崔红森,张信新.农村低压配电室的安全管理改进[J].大众用电,2015(8):37-37.