

极端天气情况下变电站应急管理及技术提升措施

张俊康^{1*}, 廖碧英¹, 吴翰彬², 王辉煌¹

(1. 国网福建省电力有限公司泉州供电公司, 福建 泉州 362000;

2. 长安大学, 陕西 西安 710016)

摘要: 针对极端天气情况下变电站运行保障及应急管理, 从防灾减灾能力、周边环境、政企联动及风险预判4个方面, 深入分析存在问题, 并提出强化变电站综合应急能力建设针对性措施, 为建设坚强智能化电网提供有力的安全保障。

关键词: 极端天气; 变电站; 防汛; 应急

中图分类号: TM08

Emergency Management and Technical Improvement Measures for Substations under Extreme Weather Conditions

ZHANG Junkang^{1*}, LIAO Biying¹, WU Hanbin², WANG Huihuang¹

(1. Quanzhou Power Supply Bureau, Fujian Power Grid Co., Ltd., Fujian Quanzhou 362000, China;

2. Chang'an University, Shaanxi Xi'an 710016, China)

Abstract: As for the operational support and emergency management of substations under extreme weather conditions, deep analysis is carried out on the existing problems from four aspects concerning disaster prevention and reduction capabilities, surrounding environment, coordination between government and enterprise, and risk prediction. And the corresponding countermeasures are proposed to strengthen the comprehensive emergency capacity construction of substations, providing strong security guarantees for the construction of a strong intelligent power grid.

Keywords: extreme weather; substation; flood prevention; emergency management

2023年,福建省受第5号“杜苏芮”、第11号“海葵”强台风及登陆后强暴雨影响,电网遭受正面强击,造成一定损失,因此,加强极端天气情况下变电站运行保障、完善应急管理建设^[1-2]、加大科技技术服务成为迫切需要研究的课题。

1 存在问题分析

在台风、长时间暴雨、短时局部强降雨等极端天气情况下,对变电站安全运行产生不同程度的影响,严重者甚至会造成大面积停电^[3]、变电站受淹全停、设备短路损坏,给电网造成严重损失。

防灾减灾能力低。电力设施作为基础工程,其建设一般早于所在地区开发,规划衔接不同步,变电站设计标准、排水、周边环境存在短板,整体抗灾能力不高。

周边环境恶劣。由于变电站的特殊性,大多选址较为偏僻,周边存在大量漂浮物隐患,如简易搭盖铁皮房、种植大棚、遮阳篷布等,虽然运维人员

收稿日期: 2024-01-23; 修回日期: 2024-09-24

按规定发放《安全告知书》,但业主重视不足,隐患没有得到有效改善,漂浮物一旦刮进变电站,将可能导致设备损坏,甚至引发大面积停电事故。

政企应急联动不够。变电站周边市政排水不畅,不能得到有效整治。水库泄洪,变电站没有及时收到相关预警,没有提前做好预防措施,极可能导致变电站受淹全停。漂浮物和超高树竹严重影响电力设施安全运行,须属地政府和执法部门协同介入,才能得到有效治理。

风险预判能力不足。极端天气情况下,变电站户外设备瓷绝缘子发生大面积雨闪、洪水倒灌、站区严重积水等紧急情况,是否主动拉停防止设备故障跳闸,积水什么时候会影响设备运行,值守人员没有可执行标准依据。

2 应急管理改进措施

实战演练,总结提升。根据不同极端天气特点,针对变电站可能造成的影响程度,开展针对性实战演练。总结演练成果,不断完善变电站现场处置方

案，确保方案的可操作性，提高运维人员及安保人员应急处置能力。

政企协同，快速联动。积极获取属地政府协助，与地方防汛指挥、气象、水利等部门健全信息共享机制，构建多方联动的应急保障体系。协同地方执法部门加大变电站周边简易搭盖漂浮物及超高树竹隐患治理。

靠前指挥，精准决策。相关部室领导、专业负责人做好各运维班及所辖变电站的协调指挥工作，精准决策、指导现场应急处置，为防汛抗灾一线提供高效后勤保障及技术支撑。变电检修各专业分片驻守变电站协助异常检查处置，变电监控值班与调度班联合值班，提高应急处置速度。

提高标准，动态管控。结合变电站周边蓄洪滞洪规划、城区建设规划、地形地貌变化等情况，合理提高变电站场地标高，采用实体防洪围墙、增加排水设备配置等阻排水技术措施，防止内涝积水及洪水倒灌。

3 应急技术措施

目前大多数变电站采用防、阻、排措施提升防汛抗台能力，提升变电站围墙、大门、站区建筑物、电缆沟道以及站区排水口的阻水能力。站区排水设施接入市政管网，设置逆止阀等防倒灌措施，在站区低点设置集水井，配置自动启停强排设施和专用排水管道，提升排水能力。

3.1 科学配置排水设施

排水设备配置应以变电站四周围墙为界立体空间积水立方数，根据历史最大雨量^[4-5]及持续时长，选择强抽水泵功率、数量及排水管大小，确保在极端降雨情况下能迅速将积水排出站外。

变电站的降雨量计算公式为：

$$Q_{\text{降雨量}} = S_{\text{降雨面积}} \times L_{\text{降雨强度}} \times \gamma$$

式中： $S_{\text{降雨面积}}$ 为变电站面积； $L_{\text{降雨强度}}$ 为可根据历史最大雨量及持续时长得，取1 h降雨量； γ 为降雨损耗，按最大算降雨量，取为100%。

1) 排水管排水量

$$Q_{\text{排水管}} = S_{\text{排水管}} \times V_{\text{排水管}}$$

式中： $S_{\text{排水管}}$ 为排水管截面积，可以根据排水管直径算出； $V_{\text{排水管}}$ 为排水管流速，查询《室外排水设

计规范》^[6]，取规定的雨水管渠的最小流速。

2) 抽水机排水量

$$Q_{\text{抽水机}} = \frac{P_{\text{抽水机}} \times \delta}{\rho \times g \times H}$$

式中： $P_{\text{抽水机}}$ 为抽水机功率； δ 为抽水机效率，取0.6； ρ 为水的密度； g 为重力加速度； H 为抽水机扬程，取为集水井深度加上墙高。

根据以上计算公式，按排水管和排水泵的排水量要大于极端天气下的降雨量，并实现远程监视及启停功能。

3.2 不间断视频监控

变电站视频监控系统，已满足远程监视需求，主要依托变电站站用电源和内部网络通信传输。在变电站受灾导致全站停电情况下，就地视频监控系统失去工作电源及网络通信，运维人员无法第一时间掌握受灾现场情况，远程监视失去作用。现场配置不间断视频监控系统，包括可移动太阳能电池板、太阳能板供电监控摄像头、无线传输模块和蓄电池，通过5G网络远程传输，并纳入变电站辅助综合监控系统统一管理，可保障全站停电情况下对变电站的监控能力，实时监控现场受灾情况变化，为抢险救灾提供宝贵时间和决策依据。

3.3 自动升降户外端子箱

户外端子箱、端子排是户外带电设备离地的最低点，变电站受淹后，可能导致主设备被迫停电。为此，可采取自动升降系统避开站区积水，系统包含端子箱、电动升降平台、就地采集控制系统、远控终端4大部分，见图1。采用就地组合安装的方式，就地采集控制系统分别安装于端子箱内部及底部，端子箱安装于电动升降平台上，远控终端部署于运维主站。根据端子箱布置的特点，通过水浸传

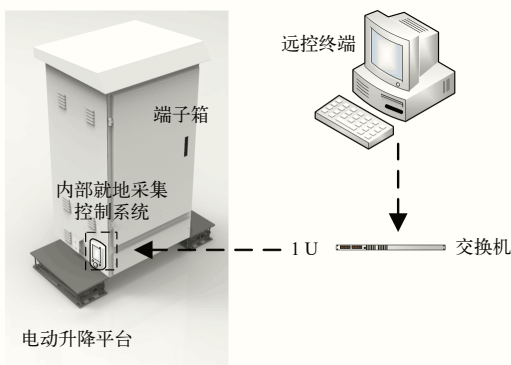


图1 自动升降户外端子箱示意图

感器、湿度传感器采集,控制电动升降平台上升,避开设区洪水,避开电缆沟上升的湿气。

3.4 环境监测报警控制系统

建设并应用变电站微气象工作站^[7],实现对雨量、温湿度、风力、风速等数据的监测,站区设置水位观测标尺及水位传感器,微气象数据及告警信息接入辅助监控系统,运维人员根据实时环境数据,分析受灾风险程度,采取相应的应急措施,见图2。

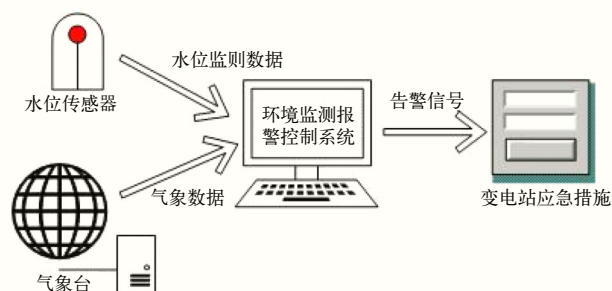


图2 环境监测报警控制系统

以变电站一二次设备带电安全距离最低点为警戒线,实现水位自动监测报警并联动排水系统自动强制排水。根据不同水位的危害程度,采取相应紧急措施,以户外变电站为例,当水位没过10 kV开关柜底板时,现场警报提醒人员撤离;离10 kV开关柜电缆头0.35 m时,远程警报提醒10 kV设备停电;水位没过端子箱底部时,自动升高端子箱;水位没过站区隔离开关机构箱底部时,远程警报提醒全站停电。

3.5 提升阻水措施

变电站大门、围墙及10 kV电缆出线隔墙是防止倒灌的重要设施。变电站大门应具备防止洪水倒灌及冲击的能力,一般为实体大门。变电站围墙应具备防止洪水冲击的能力,按百年一遇历史最高水位增加0.5~1.0 m安全高度设置钢筋混凝土防洪墙。10 kV电缆出线隔墙是防止洪水倒灌的薄弱点,采取智能监测和控制措施,有效防止洪水渗透。本文提出一种配电室模块化电缆隔墙系统及其监测控制装置,包括抽屉模块、隔墙构架、传感器模块、控制模块、就地控制柜和远程终端,通过采集实时图像、内外压差、墙体含水量、积水程度等数据,传输至就地控制柜中处理,就地控制柜根据处理结果控制执行部件,即电磁阀排水模块、风扇模块和除

湿模块的启停,实现对电缆隔墙状态和环境数据实时在线监测,根据数据处理结果自动或手动控制执行部件,并将数据和告警信息传输至远程终端,提升电缆隔墙安全性和可靠性。

3.6 漂浮物排查治理

深入应用变电站辅助综合监控系统,在变电站建筑物高点增设摄像头,鸟瞰周边500 m范围内的情况,应用图像特征识别比对技术,对可能漂进变电站造成短路跳闸的树木、简易搭盖、遮阳棚、广告牌等危险源变化情况进行日常跟踪。应用无人机远距离高空鸟瞰的技术优势,辅助运维人员对变电站周边1 km范围内的漂浮物进行排查治理。

4 结束语

要深刻认识变电站防灾减灾能力的重要意义,切实提高极端天气风险防范意识,进一步修订完善变电站防汛设计、建设标准,同时加大智能化研究,大力推进新技术、新装备应用,不断提升变电站抗灾能力,确保电网安全稳定运行。

参考文献

- [1] 章新涛,赵诣,段全洲.极端情况下城市电力运行保障及应急管理研究[J].电力安全技术,2023,25(8):73-75.
- [2] 林建勤.建立科学高效的电网防台风暴雨应急机制[J].供电,2007(4):9-11,14.
- [3] 宋永超.基于用户需求的城市大面积停电应急能力建设[J].电力安全技术,2021,23(4):5-9.
- [4] 刘诗雄.泉州市城市内涝治理工程措施探讨[J].中国水利,2012(19):48-49.
- [5] 宋瑞宁,任梦瑶,刘强,等.基于InfoWorks ICM模型的内涝预警降雨量阈值研究[J].水电能源科学,2021,39(2):5-8,73.
- [6] 上海市建设和交通委员会.室外排水设计规范(2016年版):GB 50014—2006(2016年版)[S].北京:中国计划出版社,2016.
- [7] 国网电科院武汉南瑞有限责任公司.变电站气象环境监测预警装置首次投用[J].电力安全技术,2022,24(1):46.

作者简介

张俊康(1977—),男,本科,高级工程师,主要从事变电站运维管理工作,E-mail: 13808522633@qq.com。

(责任编辑:袁航)

广告目录

封二·北京潞电科技发展有限公司

封三·2025年度《农村电气化》《农电管理》订阅单

封底·山东德源电力科技股份有限公司