

降低极端暴雨对城市配电网风险的研究

任韵洁 李小燕

西安电力高等专科学校, 陕西 西安 710048

[摘要]近年来,随着全球气候变化的不断加剧,极端灾害发生的频率和密度越来越大,如雷击、台风、冰灾、山火、暴雨等自然灾害对全球范围内电力系统的正常运行产生了严重影响,对电网形成了严重安全威胁,可能造成人员伤亡和财产损失,对国家安全和社会稳定产生重大影响。文章对暴雨对城市配电网的影响进行了分析;针对暴雨灾害,文中给出了应急抢险策略、城市电网评估策略,并对加强城市配电网防汛建设进行了讨论。包括加强防汛监测预警,提前完成电网评估、隐患排查、隐患治理,研究配网抢修物资储备与供应,加强城市配电网管理体系机制建设,在灾害来临时,快速响应,做好应急抢险工作,对新建、既有电网设备设施进一步完善提升^[1]。

[关键词]城市配电网;暴雨灾害;电网评估;应急抢险;防汛建设

DOI: 10.33142/ec.v5i11.7122

中图分类号: F299.24

文献标识码: A

Study on Reducing the Risk of Extreme Rainstorm to Urban Distribution Network

REN Yunjie, LI Xiaoyan

Xi'an Electric Power College, Xi'an, Shaanxi, 710048, China

Abstract: In recent years, with the continuous intensification of global climate change, the frequency and density of extreme disasters are increasing, such as lightning strikes, typhoons, ice disasters, mountain fires, rainstorms and other natural disasters, which have a serious impact on the normal operation of power systems around the world, and pose a serious security threat to power grids, which may cause casualties and property losses, and have a significant impact on national security and social stability. The influence of rainstorm on urban distribution network is analyzed; In view of the rainstorm disaster, the emergency rescue strategy and the evaluation strategy of the urban power grid are given, and the strengthening of the flood prevention construction of the urban power distribution network is discussed. It includes strengthening flood control monitoring and early warning, completing power grid assessment, hidden danger investigation and hidden danger treatment in advance, studying the reserve and supply of distribution network emergency repair materials, strengthening the mechanism construction of urban power distribution management system, responding quickly when disasters come, doing a good job in emergency rescue, and further improving the equipment and facilities of new and existing power grids.

Keywords: urban distribution network; rainstorm disaster; grid assessment; emergency rescue; flood control construction

引言

2021年郑州“7.20”特大暴雨导致郑州配电网遭受巨大损失,导致电网抢险恢复供电任务异常繁重。同年8月汉中普降大到暴雨,勉县城区发生严重内涝,影响到变电站、多条10千伏配电线路^[1-2]。连续强降雨可能会导致引发洪水、泥石流、山体滑坡、城市内涝,引起线路的断裂和倒塌,引起配电网设备大规模受损被迫停运等事故,如不及时拉停线路人民群众触电风险也会大幅提升。

城市配电网是电力系统面向用户的重要环节。随着我国城市化发展,城市电力负荷急速攀升,城市电网规模越来越大,城区电网建设薄弱环节可能存在一系列安全隐患,如城区配变电站选址在易受灾的低洼位置,大量配电室由于建在地下而受涝严重,同时配电室所设的防涝水位难以应对真实灾害情况等^[3-5]。

1 暴雨对城市配电网的影响

1.1 台风对城市配电网的影响

台风会直接或间接地造成电力的短路或拉断,造成电力中断,通常无法用重合闸来恢复电力。还可能引起塔架

侧倾、风偏闪络、异物吊线,造成线路对地或相间短路。

1.2 暴雨对城市配电网的影响

1.2.1 暴雨引发次生灾害

靠近山区的城市,可能会因暴雨受到山体滑坡、山洪、泥石流威胁^[6]。

1.2.2 暴雨灾害对城市配电网的影响

(1) 在沟内、跨河、斜坡上的杆塔及地基受到雨的冲刷和长期浸泡,或在整体的移动中,易发生杆塔的倾覆。

(2) 位于低洼地区或城区积水地区的地下开闭所、环网柜、配电室、箱式变电站等安全运行极易受到暴雨或其他次生灾害的侵袭,造成设备不正常、绝缘性能下降、二次回路、通讯等发生故障^[7]。

2 城市配电网评估

针对本地气象条件,评估不同季节暴雨发生的可能时间,主动与政府相关部门、气象部门建立联动,提前预知暴雨灾害,并提前对各部门预警。

针对变电站布点、配网网架结构、在运设备布置方式及工艺水平等现状,分析城市配网在灾害过程中的抵御能力和

灾害发生后的负荷转供能力；评估配网通信基础设施、配电网信息化及自动化建设等基本情况；评估电力抢修恢复难度，分析现有应急预案在队伍对接、资源调配、抢修策略等方面合理性^[8-9]。评估重要用户及居民小区用户侧用电安全隐患。

评估变电站阻水、排水、箱柜密封、防汛物资装备、防回水（洪）墙配置情况及防汛应急处置能力等，研究制定针对性提升措施，提升变电站抗灾能力。

3 暴雨灾害应急抢险

3.1 负荷转移、重点客户临时供电

暴雨灾害来临时，按照先重要负荷、后一般负荷，先城区、后农村的原则，可以对非故障区段线路进行负荷转移，先对防汛指挥机构、政府机构、涉及民生等重要用户，集中力量进行抢修或临时供电的恢复^[10]。

3.2 紧急拉停

应急抢险应首先保证作业人员安全。当发生水位持续上涨，危及架空配电网设备安全运行，就可能危及涉水人员生命安全，应立即主动拉停相关线路设备。需要注意人员严禁涉水操作，如果需要涉水，应通知调控人员拉停开关或上级电源。

当洪灾、城市内涝、洪水倒灌危及地下开闭所、环网柜、配电室、箱式变电站等配电站，应立即拉停相关线路、设备进线电源侧开关或上级电源。

当接到政府有关部门水灾、洪灾断电通知，可立即对相关线路设备进行主动拉停。拉停相关线路、开关后，需要报备并向客户发布停电信息^[11-12]。

3.3 临时供电抢修

停电需尽快抢修，并恢复用户用电。经过现场勘查，如果受淹配电站房若部分设备受损、架空线路设备受损，无法短时间内修复，可根据现场实际情况对应采取不同的临时供电抢修方案。

3.4 现场抢修工作

抢修相关的准备工作应以较快的速度完成，对此平时宜做好应急演练，准备工作的步骤有接收任务、现场勘查、抢修物资需求提报、工作票（抢修单）办理、安全措施布置等。

涉水地下室由于高温、通风不畅、污水等情况，具有氧含量低、可能有有害气体、一氧化碳集聚的情况，抢修时应做好预控措施。

如果故障的架空线路处于山区地带，由于山区地带天气变化较快，因此存在山体滑坡、塌方等风险，抢修路况、土质情况都比较复杂，作业安全不容忽视，抢修前应提前做好天气评估和相应的防范措施^[13-14]。

4 加强城市配电等设施防汛建设

4.1 开关站、配电房防汛

新建建筑开关站、配电房宜设置在地面层，应计入容积率等各项规划指标，并建议高于室外地坪 0.8 米及以上。配电房的房门应设置挡水门槛，电缆管沟应增设防止涝水倒灌设施。

既有小区的开关站、配电房如果在地下，具备迁移条

件的，建议迁移至地面层，并高于室外地坪 0.8 米及以上。要按照防洪标准实施防洪加固改造，同时在地面层设置专用负荷应急用电集中接口。

开关站、配电房、通信综合接入机房和加压泵房设置的挡水门槛、或承插式挡水板，高度不低于 0.8 米。二次供水加压泵房不应设置在负一层以下。泵房应设置挡水门槛，或泵房门外设置截水沟，截水沟与附近集水坑联通。

重要用户的地下主要配电设施、应急备用电源应迁移至地面层，建议高于室外地坪 0.8 米及以上。重要负荷的用电设施应设置在地面层、且易接入移动发电装置的位置，并设置应急保安用电接口，满足受灾时快速恢复供电需求。

对地势较低的箱变、环网柜、高低压分接箱、电缆沟道，需要提前做好防雨防潮措施。宜对开关站、配电建筑整体进行防水措施，如提升混凝土强度，底部可铺设防水网或防水板，室内不得安装给排水以及消防水管道。

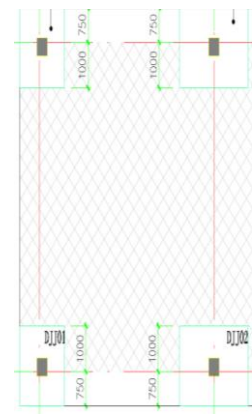


图1 基础高出地面 80cm 以上示例 图2 建筑防水网布置图例

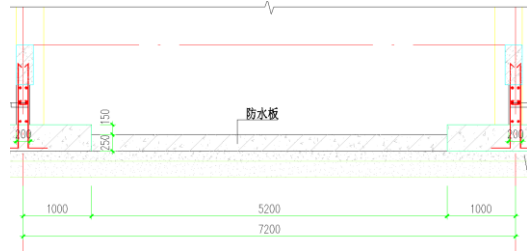


图3 建筑防水板布置图例

4.2 变电站防汛

新建变电站站址宜选择地势较高的位置，避开排水不利的低洼地段。220 千伏及以上变电站的站址须避开蓄滞洪区（包括行洪区、分洪区、蓄洪区和滞洪区），110~35 千伏变电站的站址应尽量避开蓄滞洪区；无法避开蓄滞洪区的输变电设施，应按照不低于历史最高洪涝水位确定防洪防涝标准。

变电站围墙高度宜在该区域历史最高洪涝水位加 0.5m，且不低于 2.3m。易受山洪、河流洪水影响区域变电站应结合围墙设置防洪墙、截洪沟。变电站大门宜采用实体门并设置防洪挡板，低洼区域大门采用挡水门，高度

宜在该区域历史最高洪涝水位加 0.5m, 且不低于 1.0m。

变电站二次设备室、高压配电室、水泵房等站内建筑物室内标高要比室外场地标高多出不少于 0.6 米。建筑物底层与室外相通的通风口、孔洞、窗井等, 下沿比室外场地标高不少于 1.2~1.5 米, 应按照不低于历史最高洪涝水位确定防洪防涝标准。

电缆隧道、电缆沟道、电缆井等土建设施进行全封闭式防水, 对内壁做防水网与防水砂浆涂层(如图 4), 底部设置集水坑(如图 5); 电缆隧道出入口、工作井和通风口等下边缘高度宜在该区域历史最高洪涝水位加 0.5 米, 且不低于 1.0m, 并配备防水封堵和防倒灌设施, 确保集水坑与市政排水管道相连。

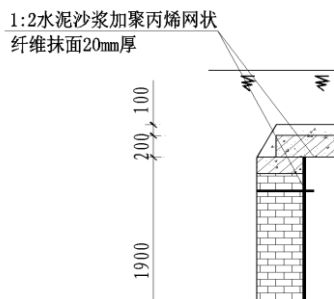


图 4 防水网与防水砂浆图例

采用电缆排管敷设方式时, 预留的备用排管应使用防水和防火材料进行封堵。电缆井、配电站房及 10 千伏户外电力设备的电缆进出口处应使用防水和防火材料进行封堵。

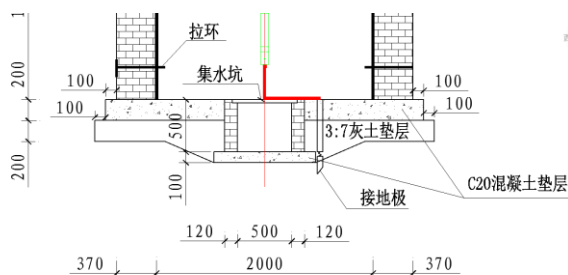


图 5 电缆井集水坑图例

变电站建议配置备用沙袋, 水泵、水管, 有条件的建立机电排水设施, 建设蓄水沟或低洼地区引流渠^[15]。

4.3 办公区调度、通信等重要用房防汛

组织做好调度通信大楼、数据中心的防汛隐患排查治理, 制定防汛迁移、加固技术方案和专项应急预案, 全面配置防汛设施。

4.4 其他防汛措施

低洼地区建议配置备用沙袋, 水泵(配水管)、防洪救生衣、燃油烘干机、防水电源盘、吸水性布料、水桶。经评估容易受洪水影响的变电站, 有条件可以建立机电排水设施、蓄水池, 蓄水池、引流渠是经济的防水措施。另外, 对于无人值守的变配电设施, 可设置防洪水位标志并配置监控^[16-17]。

5 结语

为了防止因暴雨造成的大面积断电, 不仅要对城市配电网区域内气象资料进行追踪, 加强防汛监测预警, 并提前完成电网评估、隐患排查、隐患治理, 研究配网抢修物资储备与供应, 加强城市配电管理体系机制建设。在灾害来临时, 快速响应, 做好应急抢险工作。对新建、既有电网设备设施进一步完善提升, 提升重要用户及居民小区防汛抗灾能力, 从人员、设备设施、物资、方法、环境等多方位降低极端暴雨灾害对城市配电网的不良影响。

[参考文献]

- [1] 胡亚敏, 宋丽莉, 刘爱君, 等. 近 58 年登陆我国热带气旋的气候特征分析[J]. 中山大学学报(自然科学版), 2008, 47(5): 115-121.
 - [2] 张勇. 输电线路风灾防御的现状与对策[J]. 华东电力, 2006, 34(3): 28-31.
 - [3] 唐斯庆, 张弥, 李建设, 等. 海南电网“9·26”大面积停电事故的分析与总结[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(1): 1-7.
 - [4] 吴明祥, 包建强, 叶尹, 等. 超强台风“桑美”引起温州电网输电线路事故的分析[J]. 电力建设, 2007, 28(9): 39-41.
 - [5] 彭向阳, 黄志伟, 戴志伟. 配电网台风受损原因及风灾防御措施分析[J]. 南方电网技术, 2010, 4(1): 99-102.
 - [6] 韩昌. 上海常见气象灾害及电力系统安全应对策略[J]. 上海电力, 2008(5): 440-442.
 - [7] 薛禹胜. 综合防御由偶然故障演化为电力灾难—北美“8·14”大停电的警示[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(18): 1-5.
 - [8] 薛禹胜, 费圣英, 卜凡强. 极端外部灾害中的停电防御系统构思:(一)新的挑战与反思[J]. 电力系统自动化, 2008, 32(9): 1-6.
 - [9] 吴颖晖, 徐硕, 丁宇海, 等. 基于 FloodArea 的台州 10kV 配网设施暴雨灾害临界雨量研究[J]. 电力系统保护与控制, 2017, 45(20): 129-136.
 - [10] 刘鑫蕊, 李欣, 孙秋野, 等. 考虑冰灾环境的配电网态势感知和薄弱环节辨识方法[J]. 电网技术, 2019, 43(7): 2243-2252.
 - [11] 晏鸣宇, 周志宇, 文劲宇, 等. 基于短期覆冰预测的电网覆冰灾害风险评估方法[J]. 电力系统自动化, 2016, 40(21): 168-175.
 - [12] 罗剑波, 郁琛, 谢云云, 等. 关于自然灾害下电力系统安全稳定防御方法的评述[J]. 电力系统保护与控制, 2018, 46(6): 158-170.
 - [13] 薛禹胜, 费圣英, 卜凡强. 极端外部灾害中的停电防御系统构思(一)新的挑战与反思[J]. 电力系统自动化, 2008(9): 1-6.
- 作者简介: 任韵洁, (-1990), 女, 汉, 陕西礼泉, 硕士学位, 工程师, 主要从事电力系统专业基础教学工作。