

创新驱动与电力转型发展

本刊编辑部

11月15日，以“创新驱动与电力转型发展”为主题的2016年中国电机工程学会年会在江苏南京盛大开幕。作为我国能源与电力领域最具影响力的年度学术盛会，本次年会共安排23项学术活动，吸引了1600余位电机工程领域的专家、科技人员、工程师及高校师生的高度关注和踊跃参加。中国电机工程学会理事长郑宝森代表主办方致开幕辞，中国电机工程学会副理事长兼秘书长谢明亮主持年会开幕式。

郑宝森在致辞中表示，近年来，我国电力行业积极落实国家战略部署，践行“四个革命、一个合作”战略思想，持续加大科技投入，优化科技资源配置，科技创新能力与整体技术水平不断提升，在众多关键技术领域实现重大突破，取得了一大批具有自主知识产权和世界先进水平的科技成果。他指出，“十三五”时期是全面建成小康社会和进入创新型国家行列的决胜阶段，我们要以科技创新为引领，以转变发展方式和提高发展质量为中心，以优化结构、提升效率为重点，在更多关键技术领域实现突破，加快清洁发展，推进“两个替代”，实现洁净化石能源和清洁能源的优化配置，从根本上改变电力生产、消费的方式和结构，推动能源应用向清洁、低碳转型。

郑宝森强调，科技社团组织是国家科技创新体系的重要组成部分，在推动科技创新方面担负着重要使命。未来几十年是我国能源转型和电力行业创新发展的关键时期。学会要认真贯彻习近平总书记“为科技工作者服务、为创新驱动发展服务、为提高全民科学素质服务、为党和政府科学决策服务”的要求，继续依靠会员和各方力量，在中国科协的领导和电力行业的支持下，坚持学会工作宗旨，努力推动学会工作再上新台阶，为电力科技创新做好服务，在电力行业转型发展过程中发挥更加重要的作用。

在主旨报告环节，3位知名专家重点关注战略思维和顶层设计，从高层管理者的视角，为能源转型与电力科技的发展提供了全局性、战略性、方向性启示。

中国能源研究会常务副理事长史玉波强调，清洁化、低碳化是能源转型变革的必然方向。实现能源发展清洁化、低碳化，需要从控制能源消耗总量和强度、降低化石能源消耗、大力发展可再生能源、推动改变用能习惯、依靠科技进步5个方面发力。他指出，能源互联网将促进能源深刻转型，要统筹规划能源互联网的建设和发展，注重开展我国能源互联网的架构设计，制定能源互联网相关规范和标准体系，建立完善的能源互联网管理体系，以科技创新为主要驱动力，加快能源替代，加快能源生产和消费方式转变，推动能源体制改革，拓宽能源国际交流合作，打造智慧能源系统，构建清洁、低碳、安全、高效的现代能源体系。

中国科学院科技战略咨询研究院院长潘教峰总结了历次重大科学革命和技术革命对人类文明发展的推动作用及历史启示，分析了新一轮科技革命及产业革命的特点、重要领域和主要方向，综合世界主要国家和机构的研究结果，预测分析了可能发生的重大科技突破和事件。他指出，要突破路径依赖，构建创新支撑的技术和产业体系，以科技创新为引领，构建支撑中国创造、美丽中国建设、健康普惠中国建设、安全中国建设的技术和产业体系。

中国国电集团副总经理米树华指出，当前我国发电企业面临着前所未有的挑战，转型升级是实现健康可持续发展的必由之路。他介绍了中国国电集团为推进电力转型升级所进行的探索和实践，通过发展新能源和清洁高效煤电，大力实施煤电节能减排改造，以体制机制创新推动电力科研转型，大力开展“双提升”和安全生产标准化，稳步拓展国际市场等途径，着力引领企业转型。

为期4天的年会还安排了“清洁高效发电技术协作网年会”、“中国电机工程学会院士专家论坛”、“2016年度中国电机工程学会学术建设发布会”、“智能电网技术与装备论坛”和“电力创新与能源变革论坛”5项主题活动，“外绝缘及绝缘子技术论坛”、“电力供给侧改革与电力市场论坛”、“分布式能源接入占高比例时配电网消纳能力论坛”、“电力保护和控制技术论坛”、“互联网+风电发展机遇与挑战技术论坛”、“虚拟现实技术与电力行业应用论坛”、“2016年电力系统学术年会”和“2016年电力系统自动化学术年会”8项专题技术论坛，以及8组论文宣讲和张贴交流。会议同期举办2016年电力科技创新成果展。

Contents 目录



刊名题字	
主管	中国科学技术协会
主办	中国电机工程学会
编辑出版	北京国宇出版有限公司
连续出版物号	ISSN 1003-0867 CN 11-2181/TM
CODEN代码	NODIEE
出版日期	每月10日
地址	北京市南蜂窝路5号
邮编	100055
网址	http://www.chinarein.com
编委会名誉主任委员	郑宝森
编委会主任委员	谢明亮
编委会副主任委员	陈小良 (常务) 张莲瑛
编委会委员	刘敏 唐屹峰 盛万兴 王立地 王江 王星 付启刚 史景坚 艾荣奇 龙洲 乔君 安四清 朱成 张江日 李云亭 李青 李涛 杜松怀 汪发明 阿斯卡尔·阿合买提 肖文明 陈红军 陈虹 陈振宇 岳梦华 欧阳亚平 罗基庆 范继臣 郑斌 郑满光 祝林生 胡运重 胡宝玉 赵仰东 郝睿 钟羽良 钱玉春 常俊祥 黄中 嵇立 葛捍东 董新 谢宇明 甄建辉 蔡冠中 戴广钰
主编	盛万兴 耿立宏
编辑	张峰亮 刘艳玲 贺大亮
美编	赵文属 田旭颺
编辑部电话	010-63123091/2 926523091/2(系统)
邮箱	ncdqh@csre.org.cn
投稿	http://ncdh.cbpt.cnki.net
QQ交流群	35863746
学会管理部	010-63123138 926523138(系统)
市场经营部	010-63123085/6/7 926523085/6/7(系统)
广告部	010-63123056
广告代理	北京卓越北广广告有限公司
电话	010-63123048
印刷	北京盛通印刷股份有限公司
广告经营许可证号	京西工商广字第8205号
户名	北京国宇出版有限公司
开户行	工行北京会城门支行
账号	0200 0414 0920 1503 351
每期定价	8.00元
全年定价	96.00元

1 创新驱动与电力转型发展 本刊编辑部

◆ 典型推介 >>

• 浙江杭州 •

5 电网地下管线设施安全预警系统 陈贵, 车敏, 潘国君

8 基于蚁群算法的配电网自纠错故障定位
..... 高俊青, 葛军凯, 张静, 李题印

◆ 电网建设 >>

10 广东地区 500 kV 变电站二次设备布置方案 董仕镇, 张爽

13 110 kV 传统变电站智能化改造施工方案
..... 陈爱军, 李毅, 冯波, 金巧

16 特高压输电线路基础选型与优化
..... 王月斌, 王伟, 陈淑宏, 张维国

19 房山电网“十三五”用电负荷预测
..... 李铮, 王登政, 张茂群, 李威

◆ 运行维护 >>

22 提高变压器利用率的策略 邱吉多

23 高速服务区充电站投入使用后对电网谐波的影响及治理
..... 许峰, 陈蕾

26 10 kV 配电网合环操作分析 张建国

28 电压互感器 V/V 接线方式的极性分析
..... 潘英吉, 周和平, 于龙军

◆ 安全生产 >>

29 110 kV 电压互感器内部放电导致保护跳闸事故分析
..... 刘运涛, 孔健

31 一起 BV 验收误判的原因分析及处理 柏庆梅, 刘寅初

◆ 农网智能化 >>

33 智能电网下继电保护方式相关问题 王圣元, 刘燕

35 基于 D5000 智能调度控制系统的配电线路负荷批量控制 ... 徐宣



《农电管理》第2016年11期要目

- 37 全故障监测和区段定位系统 张慧林, 钱积宏, 舒凤高
39 电力系统自动化设备的电磁兼容技术 邢大成
41 一种新的变电站智能防误在线操作模式
..... 黄建林, 郑爱民, 王靖晖, 刘国勇
43 电力设备坐标数据的图形化应用 张宇峰, 潘永晟

◆ QC小组 >>

- 44 一种新型2M头焊接装置
..... 王 辉, 胡俊鹏, 侯方洁, 田燕山, 边婧一
46 一种新型变电站音频配线施工工具
..... 王 辉, 金 瑶, 于文星, 徐海鹏, 朱 毅

◆ 新能源 >>

- 48 含分布式电源配电网的故障分析及保护 周 虎

◆ 电气设备 >>

- 51 电力管道光缆敷设辅助装置 郑伟军, 徐 辉, 赵 俊
52 新型直流系统载熔件的研制 江伟奇
54 一种集中式备自投的实现
..... 王 伟, 金华锋, 苏丽萍, 储祥国, 陈 迪
57 无源复合式电力设备警示器 王 波, 纪 欣, 吴雁南, 孙鹤林

◆ 经验点滴 >>

- 59 电力营销计量改造中的问题及解决措施 郭林萍, 姬丽莎
60 架空配电线路电力金具选择和应用方法 张晓丽, 张晓安
61 配电网故障原因及防护措施 陈益哲

◆ 资讯 >>

- 62 国网辽宁电力深化无人机与激光三维成像技术应用等4则

◆ 网上问答 >>

- 63 问答3则

供电所一体化管理模式的实战总结与理论探讨

刘修理

管到深处 赢在细节

——国网建湖县供电公司供电所管理提升工作侧记

肖 兵

基于信息化建设的供电所“六化”管理

梁 波 高 宁

加强触电损害赔偿法律风险防范

邢静静

县级供电企业法律风险防控探索与研究

王建炜 陈 晨 孙俊超

基于精益绩效目标体系的管理提升长效机制建设

林秀旋

“互联网+”时代下工会的管理新模式

刘 畅

多措并举深化95598培训 董 园 张 坤 蒋 玮

基层党组织工作的虚、实关系

冯 闯

廉政风险行为表象及如何应对廉洁风险

陈桂祥

打造电力“阳光”文化 激发企业党员活力

连 杰 王 晶

鱼虾塘供电中的法律补位

周 纬

突出两大抓手一个中心 促进企业管理水平提升

段 煌 闫隆斌

齐贤所: 见贤思齐作标杆文化引领创一流

傅成刚

声 明

本刊发表文章不收取任何费用, 一切收费行为均非本刊所为; 本刊已许可农村电气化网以及中国知网及其系列数据库产品以数字化方式汇编、发行、网络传播本刊全文; 国宇出版公司向作者支付的稿酬已包含上述著作权使用费; 作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意我公司上述声明; 未经同意, 本刊辑录之文章和插图, 不得转载或再编辑成书出版。

in This Issue

- 5 Early Warning System for Underground Pipeline Facilities Safety in Power Network/Chen Gui, Che Min, Pan Guojun
8 Fault Locating Method Using Self-collecting Mistake Based on Ant-group Algorithm/Gao Junqing, Ge Junkai, Zhang Jing, Li Tiyin
10 Secondary Equipment Arrangement Scheme for 500 kV Substation in Guangdong Province Area/Dong Shizhen, Zhang Shuang
13 Construction Scheme and Key Technology Research Related to 110 kV Traditional Substation Intelligent Reconstructions/Chen Aijun, Li Yi, Feng Bo, Jin Qiao
16 Mode Selection and Optimization of Ultra-high Voltage Transmission Line Foundation/Wang Yuebin, Wang Wei, Chen Shuhong, Zhang Weiguo
19 Analysis of Power Consumption Load Prediction in “Thirteenth Five Year” Plan for Fangshan Power Network/Li Zheng, Wang Dengzheng, Zhang Maoqun, Li Wei
22 Tactics Analysis of Power Network Planning Construction Related to Increase Transformer Utility Factor/Qiu Jiduo
23 Influence of After Power Charge Station Put in Operation in Expressway Service Area on Harmonic in Power Network and Administering/Xu Feng, Chen Lei
26 Analysis Related to Looping-in Operation in 10 kV Power Distribution Network/Zhang Jianguo
28 Analysis of V/V Connection Mode on Voltage Transformer Used in Electric Energy Metering/Pan Yingji, Zhou Heping, Yu Longjun
29 Fault Analysis of Protection Tripping Due to 110 kV Coltage Transformers Inside Discharge/Liu Yuntao, Kong Jian
31 A Reason Analysis and Treatment Due to BV Acceptance Misjudge/Bai Qingmei, Liu Yinchu
33 Preliminary Research and Related Problem Related to Relaying Protection Mode Under Intelligent Network/Wang Shengyuan, Liu Yan
35 Batch Control on Distribution Line Load Based on D5000 Intelligent Dispatch Control System/Xu Xuan
37 All Fault Monitoring and Zone Locating System/Zhang Huilin, Qian Jihong, Shu Fenggao
39 Electromagnetic Compatible Technology Used for Power System Automation/Xing Dacheng
41 A New on-line Operating Mode Used to Prevent Miss-operation in Intelligent Substations/Huang Jianlin, Zheng Aimin, Wang Jinghui
43 Geometrized Application Related to Coordinate Data for Power Equipment/Zhang Yufeng, Pan Yongsheng
44 A New Type 2M Joint Soldered Device/Wang Hui, Hu Junpeng, Hou Fangjie, Tian Yanshan, Bian Jingyi
46 A Constructed Tool Used for Audio Frequency Wiring/Wang Hui, Jin Yao, Yu Wenxing, Xu Haipeng, Zhu Yi
48 Fault Analysis and Protection for Power Distribution Network Included Distributed Power Supply/Zhou Hu
51 Development of Auxiliary Device Used for Laying Fiber Optic Cable in Power Pipe Conduit/Zheng Weijun, Xu Hui, Zhao Jun
52 Development of A New Type Fuse-carrier Used for D.V. System/Jiang Weiqi
54 Realization Related to A Collective Reserve Power Source Automatic Connection/Wang Wei, Jin Huafeng, Su Liping, Chu Xiangguo, Chen Di
57 Development of A Passive and Composite Warning Device Used for Electric Power Equipment/Wang Bo, Ji Xin, Wu Yannan, Sun Helin
59 Problem and Counter Measures in Power Business, Marketing and Metering Reconstruction/Guo Linping, Ji Lisha
60 Selection and Applicable Method Related to Overhead Power Distribution Line Hardware/Zhang Xiaoli, Zhang Xiaohan
61 Reason and Protective Measure Related to Power Distribution Network Fault/Chen Yizhe

(王金鼎译)

电网地下管线设施安全预警系统

陈 贵, 车 敏, 潘国君

(国网浙江杭州市萧山区供电公司, 浙江 杭州 311200)

随着城市建设的发展, 现代城市要求地上空间无电力电缆线路, 电力电缆入地成为唯一的选择。但电力公司与城市建设部门之间的工作衔接出现漏洞, 导致在道路改造、地铁施工和各种市政工程建设时造成电网地下管线设施毁坏的事故频频发生, 严重危及电网安全和人民财产安全。通过对杭州市近年来高压电力电缆事故的统计分析, 发现外力破坏是造成电网地下管线设施故障的主要原因。

因此, 目前要做的工作就是: 在外力破坏电力电缆管道之前, 通过在电网地下管线设施附近土壤中横向铺设或纵向铺设的接触神经网络将振动或噪声振动信号传递给光纤传感器, 光纤传感器把振动信号转换成振动光波信号传送给前置智能采集终端, 前置智能采集终端将光波信号转换成电信号数据流, 前置智能采集终端通过 TD-LTE 或 FDD-LTE 数据网络将电信号数据流发送到电网地下管线设施安全预警系统平台 (以下简称预警平台), 预警平台会根据收到的数据流建立新的入侵模型, 用新的入侵模型与预警平台中的入侵模型进行对比, 智能判断该入侵是人为盗挖、打桩机挖掘和挖土机挖掘等破坏性入侵; 还是人、动物和汽车路过等干扰性振动, 通过预警平台自动或手动开启外力破坏现场声光报警装置, 制止电力电缆外力破坏的发生; 并通知电力电缆片区维护人员, 片区维护人员通过 Web 或智能终端 APP 访问预警平台查看事故现场情况, 通过预警平台喊话或到达现场, 制止不服从劝解的对电力电缆外力破坏行为。

1 系统设计原理

当传感神经网络有振动作用于光纤传感器时, 引起光纤传感器中纤芯发生形变, 导致纤芯长度和折射率发生变化, 导致光缆中光的相位发生变化。当光在光纤传感器中传输时, 由于光子与纤芯晶格间发生作用, 不断向后传输瑞利散射光。当外界有振动发生时, 背向瑞利散射光的相位随之发生变化, 这些携带外界振动信息的信号光, 反射回系统主机时, 经光学系统处理, 将微弱的相位变化转换为光强变化, 经光电转换和信号处理后, 进入计算机进行数据分析。系统根据分析的结果, 判断入侵事件的发生, 并确认入侵地点, 如图 1 所示。

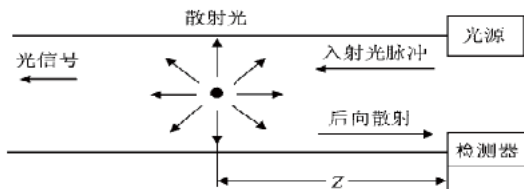


图1 光纤传感器工作原理

目前市政施工中影响发现电力电缆外力破坏的因素可以分为 3 类: 夜间施工, 施工围挡以及现场施工使用小型打桩机等小型破坏设备, 如图 2 所示。

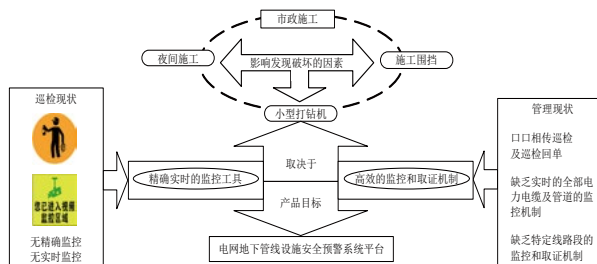


图2 电网地下管线设施安全预警系统平台开发背景

电网地下管线设施安全预警系统包括接触神经网络、传感光纤、前端监测采集终端、预警云平台和前端报警装置。具体如图 3 所示。

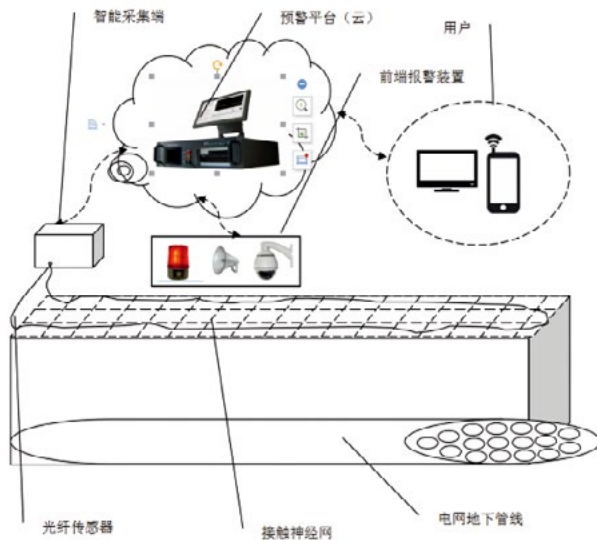


图3 电网地下管线设施安全预警系统

电网地下管线设施安全预警系统实现了电网地下管线的精确实时监控, 对全部电网地下管线设施的外

力破坏进行实时监测与预警，并对特定电网地下管线设施进行有针对性的监控和取证。

2 系统工作原理

2.1 系统组成

电网地下管线设施安全预警系统云平台包括系统首页、电网地下管线设施管理、维护和巡检信息管理、维护单位管理、系统数据管理和系统设置六部分功能。

系统首页提供了快速创建维护和巡检工程、快速添加监测设备的模板，显示管理员发布的系统最新消息，如：系统升级、维护等，以及监测设备最新上传的监测记录；电网地下管线设施管理显示所在供电公司的所有电网地下管线设施的详细信息，包含检修井及经纬度、电网地下管线的走向等，提供各种形式的电网地下管线和检修井的检索功能，包括 Web GIS 检索方式；维护和巡检信息管理可对电网地下管线设施已经发生或即将发生的外力破坏的处理任务的创建、下发、监督和审核进行操作，实现高效、精确的流程管理；并可对处理的进度、质量进行跟踪和提醒；维护单位管理对维护方相关信息进行统计，方便管理人员进行任务下发、监督及审核；系统数据管理对超过阈值上传的数据进行建模，并与系统中已有的破坏模型进行对比，确定破坏的种类和级别；系统设置实现电网地下管线和检修井等基础信息数据的批量导入，系统操作日志管理及用户管理。

传感神经网络，通过在电网地下管线设施附近土壤中横向铺设或纵向铺设的接触神经网络实时监测外力入侵振动或噪声振动信号，并将振动信号传递给光纤传感器。

光纤传感器，将收到接触神经网络传递的振动信号转换成光信号，传递给智能采集终端。

智能采集终端，通过 TD-LTE 或 FDD-LTE 数据网络连接实时传递到电网地下管线设施安全预警系统云平台。

广播、声光报警装置通过电网地下管线设施安全预警系统云平台指令发出警报，阻止市政施工单位对电力电缆进一步的破坏。

2.2 系统架构

电网地下管线设施安全预警系统采用 B/S 架构，遵循 M2M(Machine-To-Machine) 物联网通信协议，接触神经网络、光纤传感器和智能采集终端作为前置监测控制端，经 TD-LTE 或 FDD-LTE 数据网络与电网地下管线设施安全预警系统云平台通过 REST API 进行通信，实现获取指令，信息上报等功能；电网地下管线设施安全预警系统云平台作为服务器端，包含系统管理模块、Web 应用模块、数据库管理模块、扩展模块和设备告警模块。管理人员可以通过联网的 PC 机或手机终端登陆

到电网地下管线设施安全预警系统云平台，查看预警、设置报警并创建、下发、监督和审核已经发生或即将发生的电网地下管线安全事件，如图 4 所示。

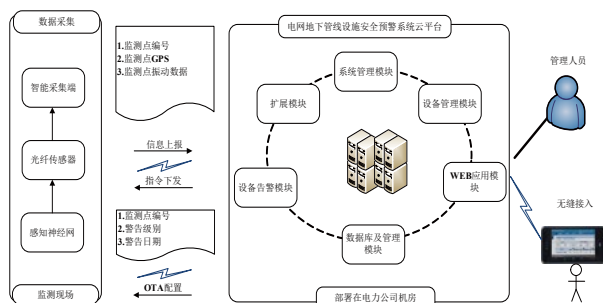


图4 电网地下管线设施安全预警系统架构

前端智能采集终端与电网地下管线设施安全预警系统云平台之间的数据通信采用加密模式，如图 5 所示。电网地下管线设施安全预警系统云平台首先通过短信向前端监测控制端分发基础密钥，前端智能采集终端在进行网络通信前先使用该密钥通过无线 M2M 协议向电网地下管线设施安全预警系统云平台申请会话密钥，会话密钥加密用户端和服务器端的通信，同时使用 MD5 算法以保证数据包的完整性。电网地下管线设施安全预警系统云平台使用加入安全性配置的 Linux 服务器，加强账户管理，且由网络防火墙保护服务器不受外部恶意攻击。

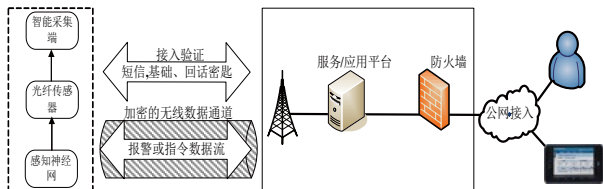


图5 电网地下管线设施安全预警系统安全通信设计

2.3 建立电网地下管线设施安全预警事件模型库

101：通过感知神经网络实时采集电网地下管线设施附近的噪声振动或入侵振动数据。

102：通过感知神经网络和传输感知光缆交换，将振动信号转换成光波信号。

103：通过传输感知光缆传送回前端智能采集终端光波信号，前端智能采集终端将光波信号转换成电流信号。

104：前端智能采集终端将电流信号解析成数字信号。

105：存储并分析同一时刻、同一地点振动波形、振动发光和收光的时间等数据，并进行比对分析。

106：根据感知神经网络在不同介质（水泥地面、沙土、泥土等）、不同地点（铺设路径的不同点）、不同破坏事件等情况，建立完整的电网地下管线设施外力破坏事件和干扰模型。

107：建立并形成电网地下管线设施破坏事件、干扰事件的仿真模型库，如图6所示。

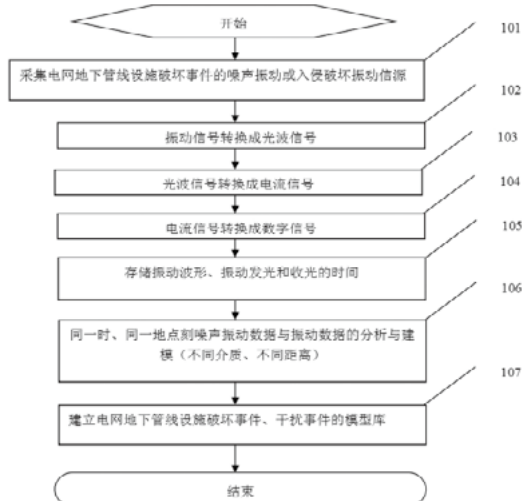


图6 建立电网地下管线设施安全预警事件模型库流程图

2.4 电网地下管线设施安全预警事件定位方法

201：通过设置前端智能采集终端数据采集的门限值来判定对电网地下管线设施外力入侵破坏事件进行持续采集并存储的一个开关。

202：通过感知神经网络实时采集电网地下管线设施附近的噪声振动或入侵振动数据。

203：通过感知神经网络和传输感知光缆交换，将振动信号转换成光波信号。

204：通过传输感知光缆传送回前端智能采集终端光波信号，前端智能采集终端将光波信号转换成电流信号。

205：前端智能采集终端将电流信号解析成数字信号。

206：存储并分析同一时刻、同一地点振动波形、振动发光和收光的时间等数据，并进行比对分析。

207：从201步骤中设定的门限值来判定是否进行206步骤采集的噪声振动或入侵振动数据进行存储。

208：启动数据采集与存储功能，对电网地下管线设施外力入侵破坏事件进行持续的采集并存储。

209：根据存储的数据通过遍历算法对步骤107建立的电网地下管线设施破坏事件、干扰事件的仿真模型库进行遍历和比对。

210：通过209步骤的结果来判定是电网地下管线设施破坏事件，还是干扰事件，如果是破坏事件就进行211步骤，是干扰事件就转到202步骤继续进行监测。

211：将得到的电网地下管线设施外力入侵破坏事件的类型和产生事件的位置结果进行显示，如图7所示。

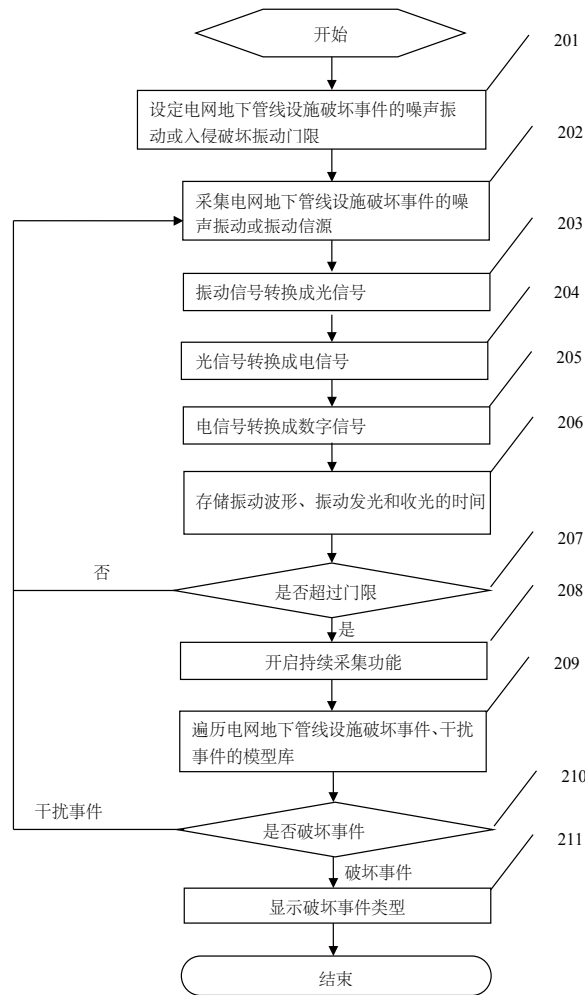


图7 电网地下管线设施安全预警事件定位方法流程图

3 结束语

该电网地下管线设施安全预警系统建立一套不受视频技术或遮挡等因素限制的长距离（最长可达60 km）电网地下管线设施安全预警的系统及机制，实时采集并准确定位即将发生的电网地下管线设施的外力破坏，及时通知片区维护人员，并有效手段制止进一步的电网地下管线设施的破坏。

参考文献

[1] 刘建辉, 张文娟. 对移动通信网基站集中监控系统软件设计[J]. 辽宁工程技术大学学报. 自然科学版. 2004, 23(4): 501-503.

[2] 陈旭庚, 王恩福, 李晓东等. 基于微震监测技术的田野文物防盗方法研究[J]. 地球物理学进展, 2008, 23(6): 1975-1982.

[3] 俊超, 张少功. 移动基站远程监控系统的实现和应用[J]. 无线电通信技术. 2007, 33(5): 9-11.

(责任编辑: 张峰亮)

基于蚁群算法的配电网自纠错故障定位

高俊青¹, 葛军凯², 张静³, 李题印²

(1. 浙江群力电气有限公司 浙江 杭州 311100; 2. 国网浙江杭州市余杭区供电公司 浙江 杭州 311100; 3. 杭州清源电力设计有限公司 浙江 杭州 311100)

配电网故障定位系统是一个实时在线的处理系统, 其故障信息大多来自于户外的 FTU 通信装置, 对于配电网故障定位矩阵算法, 当各 FTU 的上传信息有误时往往会出现误判, 导致事故范围扩大, 停电时间延长, 直接降低了供电可靠性。因此, 研究一种具有较强容错性的算法是配电网故障定位研究中迫切需要解决的问题。蚁群算法具有较强的鲁棒性, 适用于求解配电网故障定位的组合优化问题。本文提出了一种基于蚁群算法的配电网自纠错故障定位方法, 并以玉溪 10 kV 州城 V 回线配电网为例, 分析了在 FTU 数据误码和上发延时两种情况下, 该方法对单点故障和两点故障的定位情况。

1 基于蚁群算法的自纠错配电网故障定位数学模型

图 1 为单电源接线的配电网, CB 为进线断路器, a、b、c、d 为分段开关, e 为联络开关, 各开关均配置 FTU。正常运行方式下 e 断开, 其他开关闭合。

用 G 表示配电网中各设备的状态, 取值为 1 表示设备故障, 取值为 0 表示设备正常; $I_j^*(G)$ 为配电网中 j 测控点的

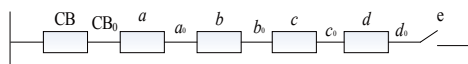


图1 馈线网络示意图

的期望状态, 则测控点的期望状态是各个设备状态的函数。

用 I_j 表示配电网中 j 测控点 (FTU) 的实际状态, 取值为 1 表示第 j 个测控点上流过了过电流, 取值为 0 表示第 j 个测控点上没有流过了过电流。如果测控点 j 的 FTU 上传的故障信息正确, 则实际状态 I_j 等于期望状态 $I_j^*(G)$ 。

2 基于蚁群算法的自纠错配电网故障定位流程

在实际配电网的故障中, 单点故障发生的概率远远大于多点故障的概率, 且多点故障中 3 个以上的设备同时发生故障的概率非常低。所以, 对于单点故障类型, 为了提高计算速度, 采用遍历的方法对配电网故障情况下的评价函数值依次求解。对于多点故障类型, 首先对两点故障进行寻优计算, 再进行三点故障寻优计算。最后对上述三种情况的评价函数值进行比较, 其中评价函数值最小的设备状态组合即为全局最优解。

图 2 为蚁群算法故障定位流程图, 为阐述多点故障时寻优计算流程, 以线路两点故障为例。

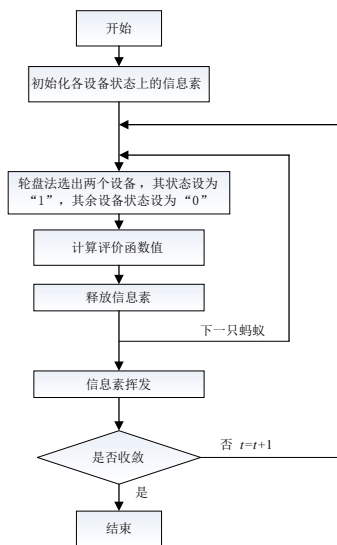


图2 蚁群算法故障定位流程

轮盘赌: 根据各设备状态“1”上的信息素量, 分配各自对应的数值区间, 然后根据所有设备状态“1”上的信息素量的和, 产生一个大于 0 且小于该和值的随机数, 随机数落在的数值区间对应的设备状态为“1”。两点故障时, 需选出两个状态为“1”的设备, 其余设备的状态均设为“0”, 这样就产生了一个可能解。

计算评价函数值: 根据轮盘法产生的设备 0-1 状态 G , 采用配电网故障定位测控点的期望状态计算方法得到 $I^*(G)$, 计算出所有蚂蚁 $i(i=1,2,\dots,m)$ 的配电网的评价函数值 $F(i)$ 。

信息素的释放与挥发: 根据所有蚂蚁的评价函数值 F 的大小, 在每个可能解对应的各设备状态上释放信息素。而当所有蚂蚁完成循环后, 各设备状态上信息素量会根据当前信息素量和释放所得信息素进行加权更新。

收敛判据: 对各设备状态上的信息素强度进行比较。当有两个设备状态“1”上的信息素强度满足远大于其他设备状态上的信息素强度时, 判断为这两个设备是故障设备, 否则继续迭代直到满足或到最大迭代代数为止。

3 算例分析及结果校验

以玉溪 10 kV 州城 V 回线的实际配电网为例, 校验本

文所提基于蚁群算法的配电网故障定位方法。为验证该方法具备 FTU 容错性能的优越性, 本文按照主馈线上相邻 FTU 等距离的标准新增 5 个 FTU 用于故障定位。蚁群算法参数设置为: $\beta=1, \eta_{ij}=1, \alpha=1$, 信息挥发系数 ρ 取 0.95, 常数 Q 取 30, 蚂蚁个数为 20, 最大迭代次数为 20。

3.1 考虑 FTU 数据误码的静态测试结果分析

考虑实际 FTU 上传数据存在误码的算例, 依次按单点故障、两点故障和含畸变 FTU 的两点故障进行仿真分析, 仿真条件如表 1 所示。

表1 玉溪10 kV州城V回线静态测试仿真条件

算例	故障类型	故障发生点	FTU上传信息	是否畸变
算例 1	单点故障	徐百户屯7号杆塔与徐百户屯8号杆塔发生接地故障	1 1 0 1 1 1 1 1 0 0	否
算例 2	两点故障	徐百户屯7号杆塔与徐百户屯8号杆塔发生接地故障; 康井路南段1号杆塔与康井路南段2号杆塔发生接地故障	1 1 1 1 1 1 1 1 0 0	否
算例 3	两点故障	徐百户屯7号杆塔与徐百户屯8号杆塔发生接地故障; 康井路南段1号杆塔与康井路南段2号杆塔发生接地故障	1 1 1 0 1 0 0 1 0 0	三点畸变

分别采用传统方法和基于蚁群算法的配电网故障定位方法对不同故障类型下的算例进行仿真计算, 如表 2 所示结果。

表2 静态测试下两种方法所得故障定位结果

方法类别	故障判定结果	是否准确定位
算例 1	传统方法 徐百户屯7号杆塔与徐百户屯8号杆塔之间	精确定位
	蚁群方法 徐百户屯7号杆塔与徐百户屯8号杆塔之间	精确定位
算例 2	传统方法 徐百户屯7号杆塔与徐百户屯8号杆塔之间; 龙马路2号开关、徐百户屯1号开关与康井路1号开关至康井路南段末端公变之间	无法精确定位
	蚁群方法 徐百户屯7号杆塔与徐百户屯8号杆塔之间; 康井路1号开关至康井路南段末端公变之间	精确定位
算例 3	传统方法 失效	无法定位
	蚁群方法 徐百户屯7号杆塔与徐百户屯8号杆塔之间; 康井路1号开关至康井路南段末端公变之间	精确定位

3.2 考虑 FTU 数据上发延时的动态测试结果分析

为了模拟实际 FTU 数据上发时序过程存在不同步的问题, 本文在单点故障和两点故障情况下, 选取 5 个时间断面的 FTU 实时数据进行实验。以两点故障为例分析实验结果, 图 3 为两点故障下 5 个连续时间断面 FTU 数据。

分别采用传统方法和基于蚁群算法的配电网故障定位方法对两点故障下的 5 个连续时间断面进行仿真计算, 得到图 4 所示结果。

由此可见, 在 FTU 数据误码和上发延时两种情况下采

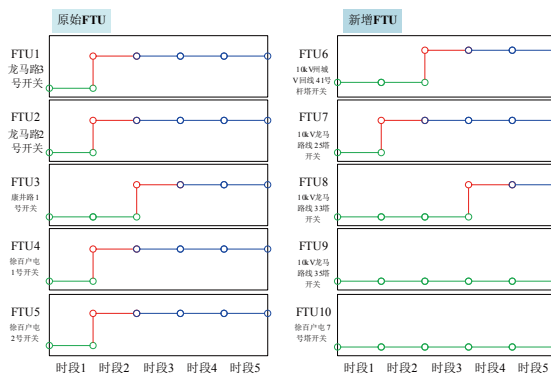


图3 两点故障下5个连续时间断面FTU数据

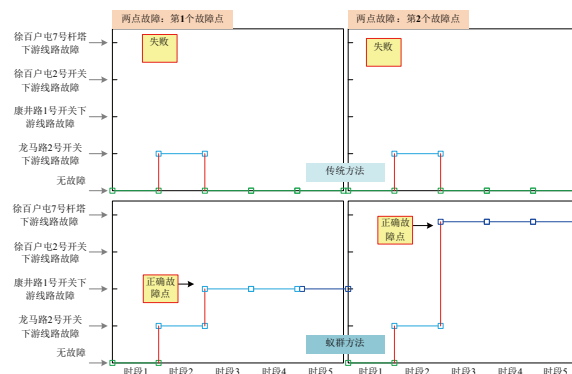


图4 两点故障下两种方法所得故障定位结果

用本文所提出的方法, 无论是单点故障还是两点故障都能精确定位, 而传统方法在两点故障情况下不能准确定位甚至完全失效, 这充分验证了基于蚁群算法的配电网故障定位方法的容错性, 对减少故障停电时间和停电范围有着积极作用。

4 结论

本文将蚁群算法与自纠错配电网故障定位数学模型相结合, 提出了一种基于蚁群算法的配电网自纠错故障定位方法, 该方法有着较强的容错能力, 在 FTU 数据误码和上发延时两种情况下, 无论是单点故障还是两点故障都能精确定位。用于配电网故障定位系统中, 能够有效避免因 FTU 上传信息有误导导致的误判情况, 大大减少了配电网故障停电时间和停电范围。

参考文献

- [1] 彭道刚, 宋磊, 赵斌斌等. 智能配电网故障定位系统设计与研究[J]. 自动化仪表, 2016, 37(8): 16-20.
- [2] 倪庆剑, 邢汉承, 张志政, 王藜蓁. 蚁群算法及其应用研究进展[J]. 计算机应用与软件, 2008, 25(8): 12-16.
- [3] 黄翰, 郝志峰, 吴春国, 秦勇. 蚁群算法的收敛速度分析[J]. 计算机学报, 2007, 30(8): 1344-1353.
- [4] 王林川, 李庆鑫, 刘新全, 张伟等. 基于改进蚁群算法的配电网故障定位 [J]. 电力系统保护与控制, 2008, 36(22): 29-33, 53

(责任编辑: 张峰亮)

广东地区500 kV变电站 二次设备布置方案

董仕镇¹, 张 爽²

(1. 特变电工新变国际公司, 北京 丰台 10070; 2. 广东省电力设计研究院, 广东 广州 510663)

摘要: 目前我国的500 kV变电站二次设备布置有集中和下放两种方式。文中将依托工程实例, 针对广东地区变电站的运行环境和特点, 对二次设备集中和下放布置这两种方案进行研究比较。

关键词: 500 kV变电站; 二次设备布置; 集中; 下放

中图分类号: TM727

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2016)11-00010-03

广东地区已投运的500 kV变电站, 二次设备集中和下放布置的方式均有应用。随着变电站的运行需求不断变化、设备选型和布置不断优化, 变电站二次设备的布置方式也在不断地优化。

500 kV D变电站、Z变电站、C变电站、M变电站是国内首批安装6组1000MVA变压器的变电站, 均位于珠三角地区, 500 kV配电装置均采用HGIS设备, 220 kV配电装置均采用GIS设备。这4个站规模、电气主接线和平面布置类似, 因此对4个站的二次设备布置方式进行经济技术比较, 是十分具有典型意义。

1 二次设备布置方式技术经济比较

二次设备的布置方式与变电站的规模、总平面布置和运行维护要求相关, 不同布置方式造价也有差异。由于4个站的规模、电气主接线和平面布置均类似, 经济比较以D变电站为例, 比较二次设备集中布置、全下放、部分下放三种布置方式。

1.1 二次设备下放布置方式

在配电装置场地分别设置500 kV继电器小室、220 kV继电器小室、主变及35 kV继电器小室, 将不同电压等级的保护及测控等相关二次设备分别布置, 主通信楼设置计算机室和主控制室。此种布置方式具有以下特点。

1.1.1 可节省控制电缆量、敷设材料及电缆沟工程量

由于继电器小室布置在相关配电装置场地中, 小室内的二次设备至配电装置距离大大减少。以500 kV D变电站为例(本期规模为3组主变、4回500 kV出线, 12回220 kV出线), 与集中布置方案相比, 二次设备上

放布置本期可以节省约80 km的控制电缆, 远期可节约110 km的控制电缆。相应的电缆敷设材料工程量、电缆沟工程量也会随之减少。

1.1.2 可节省消防费用

二次设备采用全下放布置时, 由于站内建筑物不需要设置消防给水系统, 因此主变压器独立设置泡沫喷雾系统, 站内不设置消防给水系统。泡沫喷雾系统以主变正投影面为保护单元, 因此喷头及管道规模较小, 外形简洁、大方、美观, 同时减小了站内消防总投资。

1.1.3 直流系统标称电压可采用110 V, 提高回路安全可靠

以D变电站为例, 采用下放布置方式, 离继电器小室最远的断路器距离为260 m, 按照每相断路器合闸功率为340 W计算, 假设直流系统标称电压为110 V, 单相合闸电缆截面 $2 \times 4 \text{ mm}^2$, 负电源回路电缆截面 $3 \times 4 \text{ mm}^2$ 。

断路器可靠合闸电压为 $80 \sim 110\%U_n$, 正常运行时满足合闸压降要求, 也满足DL/T 5044-2004《直流工程直流系统设计技术规范》7.3.4中控制馈线电压降不应大于直流系统标称电压5%的要求, 因此采用下放布置方案直流系统标称电压可采用110 V。直流系统标称电压采用110 V相对220 V有以下优势。

- 直流系统电压低, 对比绝缘的裕度大, 能减少直流系统接地故障的机率, 因此, 直流电压采用110 V, 在一定程度上能提高直流的可靠性。
- 直流回路的继电器和接触器触点断开时, 对所连接的回路能产生干扰电压, 危及微机保护装置等电子设备的安全运行, 干扰电压的幅值和直流电压成正比, 直流电压110 V时, 可降低干扰电压的幅值。

· 直流电压采用110 V, 中间继电器的线圈可选大一些的线径, 减少中间继电器的断线故障。

由于二次设备采用下放布置方式, 需敷设直流主馈电屏至分馈电屏的动力电缆。离主控楼直流配电室最远的继电器小室距离为280 m, 该小室最大负荷按照2100 W计算, 根据DL/T 5044-2004的7.3.3.3要求, 主馈电屏与分馈电屏间的电缆截面宜取直流系统标称电压的0.5%~1%。

1.1.4 周围的电磁干扰环境较恶劣

由于下放的继电器小室处在高压配电装置场地中, 周围的电磁干扰环境较恶劣, 为增强屏蔽作用, 继电器小室需设可靠的屏蔽措施。

1.1.5 不利于运行人员集中巡视、维护、调试及安装检修

《广东电力系统调度规程》(修订)对变电站发生事故上报有明确的时间要求: 系统发生事故时, 事故单位的运行值班人员应在故障后3 min内简明扼要地将事故的发生时间、天气、开关跳闸情况和潮流异常变化情况, 报告中调值班调度员。

广东地区是雷雨多发地区, 若在雷雨季节变电站发生故障, 且二次设备采用下放布置, 发生事故后运行人员需要来回于几个继电器小室和主控制室之间, 不利于短时间内分析和汇报保护动作情况。大部分供电局因此在雷雨台风季节于每个继保室都安排专人(2人)值守, 这在无形中增加了变电站全寿命周期的运行维护成本。

1.1.6 部分二次、通信屏柜需重复设置

采用下放布置需设置较多继电器小室, 每个继电器小室均需重复设置二次交流屏、继电保护试验电源屏、保信子站采集屏、GPS扩展屏和ODF屏等, 增加投资。

1.1.7 变电站占地面积稍有增加

变电站主变规模增大到6组后, 将限制了总平面布置上的灵活性。以D变电站为例, 二次设备采用全下放布置方案后, 变电站占地面积比集中方案增加132 m²。

1.2 二次设备集中布置方式

在变电站的站前区设置综合楼, 将保护屏、测控屏、直流系统等二次设备全部集中布置于主控通信楼的主控制室和继电器室。

1.2.1 可有效减少雷雨台风季节运行人员在户外进行的巡视维护活动, 避免雷击或台风造成人身安全事故的发生

广东地区是雷电活跃、暴雨、台风多发地区, 根据GB50343-2004《建筑物电子信息系统防雷技术规范》, 广东地区是高雷暴日地区, 大部分城市的年雷暴日在80~95天/年, 远高于全国平均水平, 是名符其实的强雷区。而变电站地处空旷地带, 更易遭受雷击。

1.2.2 可减少二次设备电磁辐射干扰, 利于二次系统的安全稳定

由于集中布置的继电器室和主控制室在主控通信楼内, 离一次配电装置较远, 在GIS开关操作产生特快速暂态过电压、变电站发生故障、以及落雷时产生的直接辐射干扰对其影响甚小。

1.2.3 便于运行人员集中巡视、维护和调试

所有设备置于继电器室和控制室内, 如装置出现问题发生告警信息, 可立即进行巡视检查和操作, 便于运行和维护。这种传统的设备布置方式, 运行人员熟悉且易接受, 需要配置的管理人员较少, 降低了变电站全寿命周期的维护成本。

1.2.4 可避免部分二次、通信设备及屏柜重复设置。

二次、通信设备采用集中布置方案, 无需设置直流主馈线屏。继电器室中二次交流屏、继电保护试验电源屏仅各需设置1面, 保信子站采集屏、GPS扩展屏、监控系统网络屏数量视继电器室内二次设备数量各设置2面, ODF屏仅设置3面。

1.2.5 可节省建筑面积

主控通信楼的建筑面积较大, 但各个配电装置不需设置继保小室, 可以节省该部分建筑面积, 同时集中布置屏柜数量相对较少。因此总建筑面积较少, 可降低建筑物的建筑费用以及空调、照明等附属设施的费用。

1.2.6 为降低控制回路电缆截面, 直流系统标称电压建议采用220 V

以D变电站集中布置方案为例, 离继电器最远的220 kV断路器距离为400 m, 按照每相断路器合闸功率为340 W计算, 假设直流系统标称电压为110 V, 按2.1合闸回路压降的算式, 合闸回路电压降为8.6 V, 大于5%, 因此采用集中布置方案, 建议直流系统标称电压采用220 V。

1.2.7 增加控制电缆用量、敷设材料及电缆沟工程量。

配电装置远离继电器室, 控制电缆使用量大大增加, 电缆敷设工程量、电缆沟工程量也会相应增加。

1.2.8 增加消防费用。

当二次设备采用集中或部分集中的方案, 由于主控楼需要设置消防给水系统, 考虑到站内消防灭火系统的统一性和管理的便利性, 主变压器推荐采用水喷雾灭火方式, 主变水喷雾给水系统与主控楼消防给水系统合用一套管网。水喷雾系统以主变压器所有外表面为保护单元, 因此喷头、管道及附属设施规模较大, 外形较为复杂和庞大, 同时造价较高。

1.3 经济比较

三种布置方式在总平面布置和建筑物上存在差异, 包

表1 经济比较表 (以D变电站为例)

二次设备布置方式		集中	下放
控制电缆	本期	310 km × 3.6万元/km=1116万元	235 km × 3.6万元/km=846万元
	终期	450 km × 3.6万元/km=1620万元	340 km × 3.6万元/km=1224万元
二次屏柜	本期	173面 0万元 (相对值)	192面 19面 × 8.1万元/面=153.9万元 (相对值)
	终期	260面 0万元 (相对值)	274面 14面 × 8.1万元/面=113.4万元 (相对值)
直流系统		0万元 (相对值)	21万元 (相对值)
占地 (相对值)		3.3万元	9万元
消防系统		212万元	108万元
电缆沟		349万元	340万元
主控通信楼		1454 m ² × 0.23万元/m ² =334.42万元	689 m ² × 0.23万元/m ² =158.47万元
下放继电器室		无	595 m ² × 0.28万元/m ² =166.6万元
电缆夹层		636 m ² × 0.13万元/m ² =82.68万元	无
电缆夹层内电缆设施		约76万元	无
合计	本期	2173.4万元	1802.97万元
	终期	2677.4万元	2140.47万元
差价 (相对值)	本期	0万元	-370.43万元
	终期	0万元	-536.93万元

括：占地面积、建筑物面积、电缆沟工程量。三种布置方式在设备材料上存在差异，包括：电缆、屏柜、直流系统、消防系统。

经济比较如表1 (以D变电站为例)。

3 结束语

大容量500 kV变电站多处于经济繁荣地区，配电装置多采用HGIS+GIS的布置方案后，在技术性能、运行维护方面，集中布置方案占优势。但在变电站总投资方面，下放布置方案的造价低于集中布置方案，D变电站为例，变电站本期总投资约为5亿元，而由于二次设备集中布置和下放布置引起的造价差异，下放布置方案比集中布置方案本期节省投资为370万元，约占变电站总投资的0.7%。如果按变电站全生命周期核算下放继电器室需增派人员的成本，集中布置与下放布置的造价差额将会进一步缩小。

综合考虑变电站运行维护安全性、方便性和两种方案的造价差异，结合广东地区的环境特点及运行维护要求，该类变电站推荐采用二次设备集中布置的方式。

(责任编辑：张峰亮)

资讯

新疆全面建成750 kV主网架

11月22日，新疆维吾尔自治区人民政府在750 kV伊犁变电站举行了750 kV伊犁—库车输变电工程竣工仪式。历时两年建设的750千伏伊犁—库车输变电工程正式竣工投运，标志着新疆全面建成750 kV主网架。

750 kV伊犁—库车输变电工程是国家电网公司落

实全球能源互联网战略，服务新疆打造丝绸之路核心区、推进新疆社会稳定和长治久安的重要工程，也是新疆750 kV主网架的重要组成部分。该工程于2014年11月5日开工建设，线路全长353.7 km，起于伊犁尼勒克县750 kV伊犁变电站，止于阿克苏库车县750 kV库车变电站，全线海拔800~3750 m。全线共建设铁塔717基，工程建设历时两年，总投资19.55亿元。

750 kV伊库线是我国首条跨越冰川和高山冻土区的750 kV输电线路，翻越南北天山，穿过无人区、高海拔区、古冰川地质灾害影响区等特殊地貌。由于工程中70%的输电线路途经天山腹地，施工难度远高于平原作业。两年来，工程建设面临诸多挑战，雨雪天气超过一半以上，大部分铁塔基础位于高山大岭之间，落差大，山体陡峭，地势险峻。全线62%的塔位车辆无法到达，山地部分塔位占地狭促，运输大部分依赖索道。工程建设中共架设索道98条，运输铁塔233基，运输重量达13831.5 t，基础材料34000 m³。

该工程的投运，形成了新疆环天山西段750 kV大环网网架结构，实现南北疆电力互供、水电与光伏互补，南北疆电气联系大大增强，电网供电可靠性及互供能力、新能源接纳能力均得到明显提升。

据统计，截至2016年11月，新疆共建成750 kV变电站18座，变电容量41 GVA，线路长度6101.56 km。新疆750 kV电网已形成天山东环网、乌昌都市圈环网和天山西环网三个环网，并向南延伸到喀什，建成了南疆三地州首条750 kV输变电工程，形成了向东通过两条通道与西北电网联网的网架结构，新疆电网全面建成750 kV主网架。

来源：国网新疆电力、国家电网报社

110 kV传统变电站智能化改造施工方案

陈爱军, 李毅, 冯波, 金巧

(国网随州供电公司, 湖北 随州 441300)

摘要: 结合 110 kV 梅林变电站智能化改造中的实际经验, 从网络结构、二次屏位设计方面开始, 阐述了智能化改造过程中重点难点问题, 重点研究在 110 kV 变电站非全停情况下站内跨间隔联调方案, 并具体阐述了检修设备与运行设备的分离措施及二次工作安全措施, 为综自变电站智能化改造工程的推进进行了大胆探索, 积累了宝贵的实践经验。

关键词: 智能化改造; 二次屏位; 联跳回路; GOOSE/SV

中图分类号: TM727

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2016)11-0013-02

110 kV 梅林变电站作为随州广水地区重要电源点, 担负着郊区的工农业及生活用电, 要求有非常高的可靠性。该站于 1989 年 11 月投产, 2001 年 5 月完成综合自动化改造, 2003 年 8 月成为无人值班变电站, 2013 年 11 月智能化改造工程正式启动施工。该站主变共 2 台, 总容量增至 126 MVA, #1、#2 主变容量各为 63 MVA。主接线方式 110 kV、35 kV、10 kV 均为单母分段运行方式, 文献 [1] 从智能变电站改造工程的设备结构进行了分析, 并未对智能化改造方法进行阐述, 文献 [2] 在对改造过程中的屏位布置及网络结构有详细研究, 但没有对智能二次设备调试过程中的隔离措施给出方法。

本文结合现场工作实际, 就 110 kV 梅林变电站智能化改造过程中的直流改造, 网络结构及屏位布置的方法给出了明确的说明, 重点研究了智能站二次系统改造过程中检修设备与运行设备间的隔离措施, 为 110 kV 等级智能电网的建设和在运变电站带电运行改造模式奠定了良好的技术基础。

1 过程层网络结构

在 110 kV 梅林变电站智能化改造工程中, 严格遵循“两型一化”变电站设计、全寿命周期理念和十八项重点反事故措施等要求, 采用了基于 IEC 61850 通信标准的“三层两网”结构, 整个系统的组网方式采用冗余架构。站控层采用一体化信息平台, 可实现顺序控制、集中监控、源端维护等功能, 通过网络报文分析仪实现设备状态可视化。

间隔层中 SV、GOOSE 组单网传输, 通过对交换机端口进行 WLAN 划分, 实现 GOOSE/SV 的分流传输, 保护装置采样值通过点对点方式传输, 开关量和跳闸命令采用 GOOSE 服务, 保护装置与智能终端采用直采直跳

方式, 主变及 110 kV 线路、分段保护、110 kV 备自投、110 kV 母线保护采用直采直跳方式。110 kV 两段母线均配置电压互感器合并单元及智能终端, 两套电压互感器合并单元均有电压并列功能, 母线上的开关单元取自各电压互感器合并单元的电压, 互补干扰。110 kV 系统的保护测控装置在二次室集中组屏安装; 35 kV 和 10 kV 系统采用保护、测控、计量、录波四合一装置, 集中组屏安装在二次室内。本次智能设备的形式为传统互感器与智能组屏相结合的方式, 实现了传统一次设备信息的数字化, 光缆代替了传统一、二次设备间大量的控制电缆, 装置冗余被信息冗余取代, 大幅度地简化了各类装置之间的外部连接, 同时也有效杜绝了电磁干扰影响二次数据等电缆传输的缺点。

2 变电站不全停改造施工方案

在国家标准《重要电力用户供电电源及自备应急电源配置技术规范》(GB/Z 29328—2012) 中规定, “重要电力用户的供电电源应采用多电源、双电源或双回路供电。当任何一路或一路以上电源发生故障时, 至少仍有一路电源应能对保安负荷持续供电。” 110 kV 梅林变电站 05、07 线路是给铁路供电线路, 属于一级负荷, 如图 1 所示, 故改造过程中不得使 110 kV 部分全停, 110 kV 梅林变电站施行不完全停电改造, 改造工程的第一步就是进行 10 kV 改造, 为缩短工期, 在 10 kV 改造期间将 110 kV I 段母线设备及 35 kV 设备区设备进行拆除, 同步进行土建、一次施工, 10 kV 出现负荷由 #2 主变供给, 确保 10 kV 用户用电不会中断, 待 110 kV #1 母线系统改造完成后, 由 #1 主变供 10 kV 母线全部负荷, 此时可以进行 110 kV #2 母线系统改造, 35 kV 系统同步改造, 此阶段工作完成后,

全站改造完毕,即可恢复正常运行方式,整个改造过程中均保证了 10 kV 居民用电供电不中断的要求,同时由于 35 kV 系统需土建施工,工期长,为缩短工期,35 kV 贯穿整个改造过程,使整个智能化改造工期并未延长。

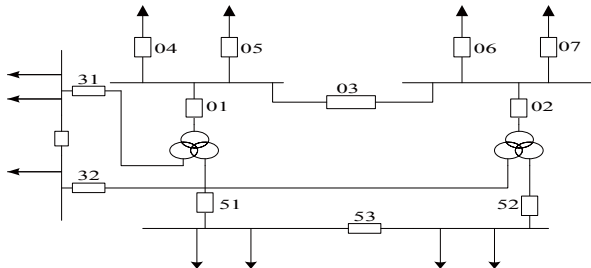


图1 110 kV梅林变电站一次接线示意图

3 智能化改造二次屏位设计

智能化变电站因对交直流一体化电源系统、站控层设备、间隔层设备均有相应规定,保护屏柜比传统站多,造成原主控室屏位不够,故在原主控室新加两排保护屏位,第二排共面屏位用于交直流一体化电源系统,改造过程的初期,先对全站的交直流一体化电源进行安装调试,为智能化设备提供可靠电源,直流电源系统安装完成后,可将原来 22P、23P、24P 三面交流屏拆除,然后安装新的 10 kV 保护屏,将 10 kV 保护屏安装在此位置是基于这三个屏位距离 10 kV 高压室最近,可节约大量二次电缆。

主控室第一排保护屏位安装监控主机屏、远动屏、电压并列屏、公用测控屏, GPS 屏等实现全站通信及公共联络功能的保护屏,为后期 110 kV、10 kV 系统改造提供基础。结合停电时间,当进行 110 kV#1 母线系统及 35 kV 系统改造时,将原来 #1 主变保护屏、测控屏、原电池屏 I、II 均拆除,安装新的 110 kV 线路保护屏、备自投屏、35 kV 线路测控屏等,使改造工程在不完全停电的情况下可靠进行。总体的屏位设计原则是同类型保护屏放在一起,比如 10 kV 保护屏 I、II、III 依次排列;主变保护、主变测控;主变 10 kV 侧智能组件柜依次排列,交直流一体化电源屏放在一起,使整个屏位布置科学合理,便于运维人员巡视与操作,使环节最简化,承载主要信号电缆或光缆走线最小,尽量避免和减少迂回,同时最大限度地避免线缆交叉。

4 改造调试中关键技术研究

4.1 主变联跳回路调试

梅 #1 主变跳中压侧分段在梅 110 kV#1 母线改造过程中只将梅 #1 主变保护装置配置好,梅 33 开关智能终端不进行配置,待梅 35 kV I 段母线接入时,停运梅 #1 主变时进行调试;梅 #2 主变跳梅 33 开关在 110 kV #2 母线系统

改造过程中同步进行。主变跳各侧分段开关的组网方式如图 2 所示

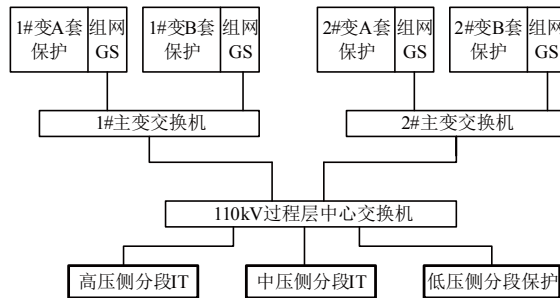


图2 主变联跳各侧分段网络示意图

4.1.1 梅#1主变跳低压侧分段在梅110 kV #1母线改造过程中完成

具体方案:梅 53 开关现在处运行状态,但梅 53 开关保护退出,且跳闸出口压板也在退出位置,可办理二种工作票进行梅 53 开关的配置,极端情况下可向调度申请短时间退出梅 #2 主变跳梅 53 开关出口,断开梅 53 开关控制电源,进行梅 #1 主变低压侧试验时,直接测量梅 53 开关保护装置跳闸接点通断,以防止梅 53 开关出现误出口。

为防止调试过程中造成梅 53 开关误动,本工作需梅 110 kV#1 母线系统调试工作完毕后进行,当梅 #1 主变跳梅 53 开关接入后,如需调试梅 #1 主变必须执行二次安全措施票制度。

梅 #1 主变送电投运前,检查梅 53 开关充电、过流保护均已退出后,方可投上梅 53 开关跳闸出口硬压板。

4.1.2 梅#2主变跳低压侧分段在梅110 kV #2母线改造过程中完成

具体方案:梅 53 开关处运行状态,梅 53 开关保护退出,但因梅 #1 主变跳 53 开关要求,梅 53 开关跳闸出口硬压板在加用位置,向调度申请短时间退出梅 #1 主变跳梅 53 开关 GS 出口,断开梅 53 开关控制电源,进行梅 #2 主变低压侧试验时,直接测量梅 53 开关保护装置跳闸接点通断,以防止梅 53 开关出现误出口。

为防止调试过程中造成梅 53 开关误动,本工作需梅 110 kV#2 母线系统调试工作完毕后进行,当梅 #2 主变跳梅 53 开关接入后,如需调试梅 #2 主变必须执行二次安全措施票制度。

4.2 母线保护联调回路调试

在进行 110 kV #1 母线系统改造过程中,因不存在与带电设备隔离,所以无需额外二次安措,但在此工作阶段,一定要把母线动作闭锁 110 kV 备自投虚端子连接好,在进行 110 kV#2 母线系统改造过程中就可以直接拔去组网光纤。

在进行 110 kV #2 母线系统改造过程中,要做 110 kV

母线保护试验应做如下安全措施。

退出跳梅 04、05、03、01 开关 GS 出口压板。

退出 110 kV 母线保护装置组网 GS 出口压板。

拔去 110 kV 母线保护装置背板上梅 04、05、03、01 开关 GS 光纤。

拔去 110 kV 母线保护装置背板上组网 GS 光纤。

退出梅 04、05、03、01 开关支路投入软压板。

4.3 备自投联跳回路调试

110 kV 备自投装置采用之直采直跳方式，如图 3 所示。在进行 110 kV #1 母线改造过程中，将梅 04 开关、梅 03 开关接入，并进行分合闸试验，在调试过程中，梅 06 开关相关虚端子由数字继电保护测试仪模拟，110 kV 母线保护及 #1 主变保护的闭锁信号由各自保护组网方式接入 110 kV 备自投，调试完毕后投入 110 kV 备自投检修压板，退出梅 04 跳合闸 GOOSE 发送软压板，退出梅 03 合闸 GOOSE 发送软压板，避免装置误出口，造成运行设备停电。

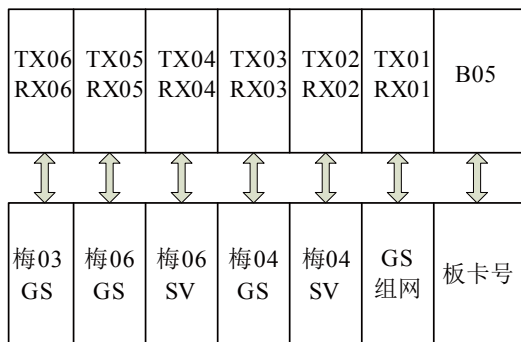


图3 110 kV备自投背板光口配置图

在进行梅 110 kV #2 母线系统改造过程中应完成 110 kV 备自投跳合闸梅 07 开关接入时，试验前应有如下安全措施：

退出 110 kV 分段备自投跳梅 04、合梅 04 开关 GS 出口压板。

退出 110 kV 分段备自投合梅 03 开关 GS 出口压板。

拔去 110 kV 备自投组网光纤。

试验完成后，将 110 kV 备自投组网光纤插上并投上检修压板，再调试 #2 主变闭锁虚回路是否开入至 110 kV 备自投装置，调试完毕后，将 110 kV 备自投定值加用，并推出检修压板，此时即满足投运条件。

5 总结

随着智能化变电站的普及，老的综自站智能化改造越来越多，探索一种传统变电站智能化改造的方案显得尤为重要，本文借助传统互感器加智能终端的智能化改造模式，研究了改造过程中的几个难点问题，首先就是不完全

停电情况下的屏位布置图，智能化改造后，屏位数量比传统变电站要多，改造前应提前科学布置；重点研究了改造过程中联调回路的调试方法，在母线分段改造过程中，列举了检修设备与运行设备的分离措施及二次工作的安全措施，使整个改造工程有序安全进行，为 110 kV 等级智能电网的建设和在运变电站带电运行改造模式奠定了良好的技术基础，也为综自变电站智能化改造工程的顺利推进进行了有益的大胆探索，积累了宝贵的实践经验。

参考文献

- [1] 刘曦, 戴瑞海, 陈磊. 110 kV 常规变电站智能化改造模式的探讨[J]. 浙江电力, 2012.
- [2] 郑波, 李红利, 高广峰, 胡皓. 110 kV 综自变电站智能化改造工程的实践与探索[J]. 智能电网, 2014.
- [3] Q/GDW 383—2009 智能变电站技术导则[S]. 北京: 中国电力出版社, 2009.
- [4] Q/GDW 414—2011 变电站智能化改造技术规范[S]. 北京: 中国电力出版社, 2010.

(责任编辑: 张峰亮)

资讯

■ 国网江苏电力投运首条智能分布式馈线自动化线路

11月24日，常州市20 kV智思线改造后正式投入运行，这是江苏电网首条具备智能分布式馈线自动化功能的线路。

随着分布式电源的渗透率不断增高，线路发生故障时非故障段的连带性停电逐步增多，给配电网的安全稳定运行带来威胁。常州2015年4月投运的集中式馈线自动化系统，在正常情况下由调度主站系统接收讯息，完成逻辑分析与相关操作，而分布式电源不同于正常负荷，其作为所在线路的电源点，与正常负荷电流方向相反，因而给馈线自动化的逻辑分析带来了更大困难。为此，2016年8月份，国网江苏电力借助常州市配网自动化改造契机，在该地区选取了5条带有分布式光伏负荷的线路作为试验对象，进行智能分布式馈线自动化系统的研发。

智能分布式馈线自动化系统在集中式馈线自动化系统基础上，针对线路中存在分布式电源进行了匹配和优化，并在线路接点中增加了终端保护功能，实现了在线路发生故障时无需调度主站系统介入，通过终端保护功能与出线开关配合便可使就地故障段被隔离和恢复非故障段的供电。

来源：国网江苏省电力公司

特高压输电线路基础选型与优化

王月斌, 王伟, 陈淑宏, 张维国

(国网北京经研院, 北京 西城 100055)

摘要:以国家电网公司锡盟—南京特高压交流投标工程为例, 针对1000 kV线路工程, 根据不同的基础作用力和地质条件, 规划相对经济合理的基础类型; 在同种基础中, 根据相同的基础作用力和相同的地质条件, 通过对基础受力特点进行分析, 以降低混凝土和钢材及土石方工程量指标为目标, 对基础尺寸进行优化。通过对软土地区地质情况进行技术经济的比较, 推荐本工程线路基础型式, 同时也为今后基础型式的选择提供新的思路。

关键词:特高压; 微型桩; 基础优化; 方案比选

中图分类号: TM727

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2016)11-0016-02

铁塔基础的工程材料、机械、人力的投入以及建设工期, 在整个输电线路工程施工中占有很大比重。据国内外已建成的输电线路统计资料, 一个输电线路工程, 铁塔基础工期约占总体工期一半, 基础材料运输量约占60%, 费用约占本体投资的15%~35%。因此, 为减少铁塔基础的土石方开挖及混凝土和钢筋的用量, 缩短建设工期, 减少对周围环境的影响, 降低工程建设费用, 根据工程特点和不同的地质情况, 因地制宜的选用科学、合理、经济的基础型式具有重要的意义。

输电线路电压等级由500 kV提升到1000 kV后, 由于导线截面增大和分裂根数增加、对地距离的增高, 引起线路铁塔承受导线荷载增加、塔高增高、横担加长, 使基础作用力成倍的加大, 铁塔基础优化设计尤其显得重要。基础选型必须严格按照充分利用原状土地基的力学特性和基础型式受力合理的原则进行, 应充分考虑输电线路工程的特点, 基础设计应遵循对环境的影响最小和便于施工的原则。

1 基础主要型式

输电线路铁塔的基础型式根据不同铁塔型式和荷载条件、沿线地形、工程地质条件以及施工和运输、经济性以及施工难易程度等因素综合确定。这些因素通常是基础型式选择中的考虑要点。根据工程实践经验, 基础型式按其承载力的特性主要分为以下几类。

开挖回填类基础, 指埋置于预先挖好的基坑内并回填土夯实的基础。它以扰动后的回填土作为抗拔土体保持基础的上拔稳定, 因而其抗拔性能不是理想的型式, 此类基础的尺寸由其抗拔稳定性决定。由于具有施工简便的特点, 在线路工程中应用较多, 型式主要包括混凝土板式直柱基础和装配式基础, 如图1、2所示。

掏挖扩底类基础, 以钢筋混凝土灌注于人工或机械掏



图1 板式直柱基础

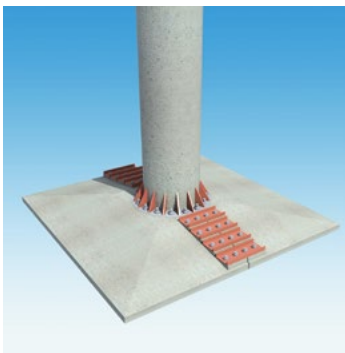


图2 装配式基础

挖的土胎内, 它以原状土构成抗拔土体保持基础的上拔稳定, 可以充分发挥原状土体的承载力高、变形小的特性, 不仅具备良好的抗拔性能, 而且具有较大的水平承载力, 型式有全掏挖和半掏挖两种, 如图3所示。

岩石锚杆类基础, 以细石混凝土和锚筋灌注于凿成型的岩孔内, 钢筋混凝土和岩石作为共同体承担设计荷载, 它具有较好的抗拔和抗压性能, 但对岩石地基要求较高, 如图4所示。

钻孔灌注桩类基础, 以专门的机具施工成孔, 放入钢筋骨架并浇注混凝土的基础。各种基础型式, 都有自身的



图3 掏挖基础

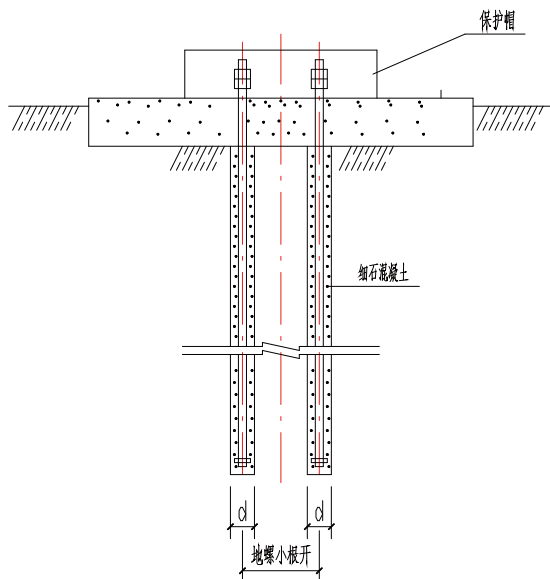


图4 岩石锚杆基础

特点和经济优势,要结合工程地质、交通等具体情况确定基础型式,如图5所示。

2 新型基础

微型桩基础,是由建筑工程中树根桩发展而来一种小直径钻孔灌注桩,它所形成的桩基形状如同“树根”。该桩形布置成独特的三维空间体系,如同四腿斜支承的“板凳”。具有受力性能较好、抗水平力、抗上拔力的能力好的特点,在施工上机具简单、速度快等优点,与钻孔桩相比,既能满足抗压要求,又能承受较大的上拔力和水平力,更充分利用了小直径桩比表面积大,单方混凝土承载力高的特点。它与建筑工程中常用的树根桩的不同之处在于施工时采用二次注浆工艺,可以改善桩周围土体的受力性能达到线路的要求,如图6所示。

3 基础优化基本原则

铁塔基础优化,遵循以下总的原则:一是充分利用原状土地基力学特性的基础设计方案——原状土基础,如掏



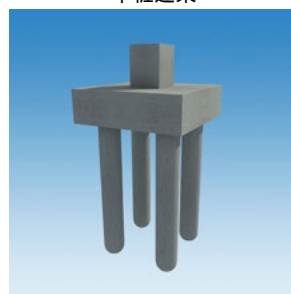
单桩



单桩连梁



双桩承台



多桩承台

图5 灌注桩基础



图6 微型桩基础

挖式基础、岩石基础、桩基础、螺旋钢锚基础等;二是尽量采用受力合理的基础设计方案——铁塔斜柱式基础;三是对特殊地基的处理符合环保要求。

基础尺寸的大小直接影响基础的工程量,而影响基础尺寸的因素又很多,因此,对不同类型铁塔基础应根据水文地质条件、基础作用力大小确定。

影响基础尺寸的主要因素有:

作用于地基上的荷载大小及性质:同一土层,对荷载小的基础是很好的持力层,对荷载大的基础可能不适宜作为持力层。对于受横向荷载较小的受压基础,基础应尽量浅埋,但对于上拔力较大的基础,为充分发挥土体的抗拔能力,基础可能要尽量深埋或者增大基础底盘的尺寸。

地下水位:基础应尽量埋置于地下水位以上,如必须埋置于地下水位以下时,应采取有效地措施,以保证地基土在施工中不受扰动。

基础稳定要求:基础应满足上拔稳定、下压稳定以及倾覆稳定的要求。

表1 直线塔基础经济技术指标对比

岩土参数	$f_k=80$ kPa $c=25$ kPa $r=17.5$ kN/m ³ $\theta=8^\circ$ 有地下水、软塑		
基础作用力/kN	$T=3866.9$ $T_x=502.5$ $T_y=481.0$ $N=4845.7$ $N_x=616.5$ $N_y=595.0$		
基础类型	灌注桩基础	直柱板式基础	微型 (MP) 桩基础
底板×埋深/m	2200×19500	9000×4200	9×500×21500
混凝土/m ³	77.0	90.7	67.1
钢筋/kg	4234.2	5153.0	13334.0
土方/m ³	0	387	0
砂浆垫层/m ³	0	8.3	0
本体造价/万元	12	15.5	26.3
比较值	1	1.29	2.46
施工情况	方便	困难	方便

注：钻孔灌注桩基础的桩侧极限摩阻力分层取为50 kPa，基础露头暂按200 mm计。

由于线路工程的特殊性，基础大部分由上拔控制，当地质条件较好时，适当加深基础埋深，充分利用土重抗拔，可减小基础底板的尺寸，从而大幅度减少混凝土用量，虽然深埋基础会导致主柱钢筋有所增加，但减小基础底板的尺寸会减少底板的钢筋量，在基础设计过程中考虑土方工程量，综合费用较低。

4 本工程基础方案比选

针对线路所经地形特点，充分考虑下卧高压缩性粉质粘土、粘土层的不利影响并考虑到铁塔跨度大、设计条件（荷载、变形、稳定性等）要求高，以及洪水淹没深度大、持续时间长等因素，针对不同塔型对本工程所考虑的基础方案钻孔灌注桩基础、板式直柱基础以及微型桩基础进行技术经济比较如表 1、2 所示。

从表 1、2 和图 7 可以看出以下几点。

无论是直线塔还是耐张塔，在软土地区，使用钻孔灌注桩基础工程量较小且施工方便。采用大开挖板式基础工程量较大，在地下水水位较高的地质情况下排水施工困难，施工费用较高，根据以往的施工经验，在基坑开挖时还容易出现垮壁现象，施工质量较难保证且容易出现基础不均匀沉降，本次工程中直线塔跟耐张塔均不考虑采用板式直柱基础。

另外，直线塔如采用微型桩基础虽然混凝土量比钻孔灌注桩基础采用有所下降，但钢筋量增加较多，因此在直线塔中不推荐应用微型桩基础。

对耐张塔来说，由于上部荷载中上拔力和水平力均较大，而且因转角度数较大，拉压腿受力差别较大，我们所选取对比的分别为为上拔控制以及下压控制的基础，可以看出无论是上拔控制还是下压控制的基础采用微型桩基础在本体造价上与普通钻孔灌注桩相比优势相当明显，这也体现出其较强的抗拔抗水平力的性能，相较于普通钻孔灌

表2 转角塔基础经济技术指标对比

岩土参数	$f_k=80$ kPa $c=25$ kPa $r=17.5$ kN/m ³ $\theta=8^\circ$ 有地下水、软塑		
基础作用力/kN	$T=10658.1$ $T_x=2052.1$ $T_y=1993.2$ $N=13194.3$ $N_x=2587.1$ $N_y=2423.5$		
拉腿			
基础类型	灌注桩基础	直柱板式基础	微型桩 (MP桩)
底板×埋深/m	9×1000×23000	16100×5200	25×600×18000
混凝土/m ³	384.3	488.94	206.9
钢筋/kg	45440	27400	30430
土方/m ³	0	1450	0
砂浆垫层/m ³	0	25.92	0
本体造价/万元	69.0	75.0	59.0
比较值	1.17	1.27	1
施工情况	方便	困难	方便

压腿			
基础类型	灌注桩基础	直柱板式基础	微型桩 (MP桩)
底板×埋深/m	9×1500×25500	13400×4900	36×600×18000
混凝土/m ³	694.00	287.00	278.00
钢筋/kg	47000	15100	35400
土方/m ³	0	1263	0
砂浆垫层/m ³	0	18.22	0
本体造价/万元	110.0	44.0	91.0
比较值	1.36	0.54	1
施工情况	方便	困难	困难

注：钻孔灌注桩基础的桩侧极限摩阻力分层取为50 kPa，基础露头暂按200 mm计。

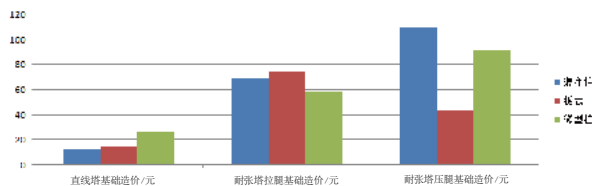


图7 基础造价分析柱状图

注桩减少混凝土 35%，减少钢筋 46%，本体造价减少约 20%。对于下压控制的基础如采用微型桩基础虽然本体造价会下降，但微型桩基础桩数较多（36 根），对施工不利，施工费用较高。另外，试验据研究表明，微型桩基础其抗压性能较差，在下压力较大时基础竖向位移较大。综合施工等因素不推荐在压腿中采用微型桩基础。

6 结束语

综上所述，充分考虑铁塔受力特点以及施工条件等因素，本工程直线塔推荐采用灌注桩基础，耐张塔上拔控制基础推荐采用微型桩基础，下压控制基础推荐采用钻孔灌注桩基础，有效降低了单基铁塔基础的经济技术指标。

另外，考虑到微型桩基础在输电线路工程中的应用不多，没有相应成熟的设计计算方法，建议如采用此种类型基础应进行真型静载试验研究，也可以为今后类似工程的设计提供科研依据和施工经验，以推动输电线路工程新型基础设计和施工技术水平的进一步发展。

(责任编辑：张峰亮)

房山电网“十三五”用电负荷预测

李 铮, 王登政, 张茂群, 李 威

(国网北京房山供电公司, 北京 房山 102401)

负荷预测是电力部门的重要工作之一, 根据预测周期可以分为超短期负荷预测、短期负荷预测及中长期负荷预测。中长期负荷预测一般以年为单位, 是电力规划、生产和运行等工作的重要基础。准确的负荷预测是电网规划建设、电量平衡分析、保证用电需求、提高供电可靠性的重要保障。

1 房山电网历史负荷情况分析

截至 2014 年底, 房山地区最大瞬时负荷 708.8 MW, 发生在 2014 年 12 月 9 日 17 时 57 分, 同比 2013 年最大负荷 659.3 MW 增加 7.51%, 其中冬季供暖负荷约为 239 MW, 占最大负荷的 33.71%。

1.1 历史负荷增长情况

2000 年至 2014 年, 房山地区年度最大负荷呈持续增长趋势, 平均年增长率为 9.04%。各年的增长幅度并不平均, 2002、2003、2005、2007、2008、2011 年增长幅度较大, 均超过 10%。2013 年, 因暖冬供暖负荷未充分释放, 负荷出现负增长。2014 年负荷创历史新高, 同比增长 7.51%。

1.2 最大负荷利用小时数和利用率

表 1 和图 1 为 2000—2014 年间房山电网最大负荷利用小时数及利用率的变化情况。

表 1 房山电网 2000—2014 年最大负荷利用小时数、利用率

年度	电量 /GWh	最大负荷 /MW	最大负荷利 用小时数/h	最大负荷利 用率/%
2000	1355.50	211	6424	73.13
2001	1440.30	221	6517	74.40
2002	1574.10	249	6322	72.17
2003	1758.80	284	6193	70.70
2004	2057.60	299	6882	78.34
2005	2210.80	341	6483	74.01
2006	2391.50	351	6813	77.78
2007	2691.80	403	6679	76.25
2008	2602.00	453	5744	65.39
2009	2954.77	496	5957	68.00
2010	3139.35	538	5835	66.61
2011	3484.45	612	5694	64.99
2012	3713.33	668	5559	63.46
2013	3803.19	659	5771	65.88
2014	3931.05	709	5544	63.29

可以看出, “十五”“十一五”期间房山地区负荷最大利用小时数波动较大, 且无明显变化趋势。其主要原因是工业

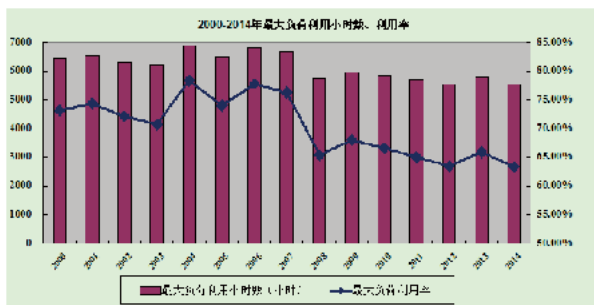


图 1 2000—2014 年最大负荷利用小时数、利用率

负荷所占比重较大, 最大负荷受整体经济形势、各行业发展趋势以及企业生产计划影响较大, 最大负荷利用小时数随机性较强。

“十一五”末期至“十二五”期间地区负荷最大利用小时数变化趋势逐渐明显, 除 2013 年地区由于天气等因素最大负荷为充分释放导致最大利用小时数小幅反弹外, 总体上保持逐步下降的趋势。这也间接反映了地区经济结构调整效果逐渐明显, 传统工业负荷比重逐渐降低, 居民、商业负荷比重逐渐提升。

2 影响地区电力负荷的主要因素

以下从经济运行环境、产业结构调整、重点行业发展、节能降耗等因素, 分析“十三五”时期农村电力市场增长趋势及特点。

2.1 经济运行环境

受国内外总体宏观经济形势以及我国经济结构调整的影响, “十三五”期间, 房山地区总体经济增长速度、用电负荷增长速度将低于“十一五”“十二五”期间。

根据《房山区 2014 年统计年鉴》, 2010—2013 年, 房山地区生产总值增长率分别为 26.58%、11.98%、8%、7.2%, 经济增长速度逐步降低。“十三五”期间, 地区经济增速将进入新常态, 这对地区电力负荷的增长造成了较大的影响, 电网最大负荷的增长也将随之降低。

2.2 地区产业结构调整

“十二五”期间, 房山地区产业结构调整效果明显, 一是不断调整产业结构, 扩大第三产业的比重; 二是陆续关停转产了多家重污染企业, 主要是建材、化工、冶金这样一

些企业。对房山地区负荷影响较大的水泥制造业的水泥产量由2009年的 6.044×10^6 t下降至2013年的 5.487×10^6 t,减少9.2%;根据清洁空气行动计划,至2017年水泥产量将进一步降低至 4×10^6 t。

“十三五”期间,随着上述工业结构的进一步调整,地区电力负荷中工业负荷将逐渐降低。此外,根据国家相关政策,北京市整体规划思路面临重大调整,针对高能耗、重污染产业,不再新增增量部分,存量部分将逐步予以转移。这势必导致地区电力负荷的增长速度进一步放缓。

2.3 重点行业发展

“十三五”期间,房山地区将积极发展汽车等高端制造业、建筑业及服务业,相关产业占比将逐步上升,推动相关用电负荷增长。

2.3.1 高端制造业

房山地区高端制造业主要集中于窦店高端制造业基地,自2012年长安汽车等公司正式进入基地起,基地用电负荷逐年增长,2012—2014年基地最大负荷分别为10.6、13.4、15.2 MW,年均增速19.7%。“十三五”期间,随着北车等重点相关项目陆续进入,目前已知的用电容量需求达到140 MVA,本区域负荷将呈现出快速增长。

2.3.2 房地产业

近年来房山地区地产业发展蓬勃,2009—2013年,商品房销售面积分别为1383000、800000、1042000、1389000、1850000 m²,总面积达到6464000 m²,按照12 W/m²的二类居住负荷密度计算,最大负荷达到近80 MW。

截至2013年底,地区在施商品房面积为7524000 m²,竣工待售商品房面积为598000 m²,按照12 W/m²的二类居住负荷密度计算,最大负荷达到近100 MW。

考虑到上述房地产项目中有大量商业用地项目,实际用电负荷将高于上述计算值。随着“十三五”期间商品房入住率逐步上升,此部分负荷逐步释放,对地区电力负荷增长的推动作用不容忽视。

2.3.3 第三产业

结合地区经济社会发展规划,“十三五”期间地区第三产业发展将重点集中于教育、科研、医疗等领域。新城地区良乡高教园区中医药大学、理工大学二期等将逐步建成,同时带动周边配套居住、商业等发展,预计总用电容量需求近200 MVA;理工大学地块内武警医院、国家核安全实验基地等重点项目陆续进入,目前已知的总用电容量需求达到220 MVA。

2.4 节能降耗

“十三五”期间,按照市政府统一部署,房山区将不断优化终端能源消费结构,实施一批重点工程,推进重点领域节能,如“煤改电”取暖工作等。上述工程尤其是“煤改电”

工程将极大地改变地区终端能源利用方式,大幅提高电能终端能源消费中所占的比例,推动电力负荷快速增长。2014年房山区韩村河镇韩村河村“煤改电”工程新增电力负荷约40 MW,户均新增用电负荷25.4 kW。

根据房山区新农办提出的农村“煤改电”工程实施需求,2015—2020年间全区将实施3万~5万余户农村“煤改电”工程。按照实际每年实施6000户、6年实施3.6万户、户均新增负荷7 kW计算,则地区将新增冬季采暖负荷252 MW,对地区用电负荷增长的推动作用极其明显。

2.5 地区电力负荷增长点分析

综上所述,“十三五”期间房山地区电力负荷的主要增长点主要来自以下四方面。

全区尤其是房山新城地区房地产业发展,推动居民负荷增长。

窦店工业基地、石化产业基地高端制造业发展,推动工业负荷增长。

房山新城理工大学地块、高教园区教育科研产业发展,推动负荷增长。

全区尤其是平原地区农村“煤改电”工程的实施,推动冬季采暖负荷增长。

3 房山电网“十三五”负荷预测

3.1 平均增长率法预测结果

根据历史负荷预测的相关情况,北京房山地区2001—2014年负荷年均增长速率为9.04%,若按照该负荷速率增长情况预测2014—2020年的负荷,则预测相关情况如表2所示。

表2 采用平均增长率法的负荷预测结果

年份	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
负荷/MW	708.8	772.9	842.7	918.9	1002.0	1092.6	1191.3

3.2 趋势分析法

根据2000—2014年房山区电力负荷值,分别采用线性函数、指数函数、二次多项式函数预测2015—2020年地区最大负荷。

3.2.1 线性函数法

采用一次线性函数法对2000—2014年房山区电力负荷进行拟合,房山区2015—2020年预测负荷如表3所示。

表3 采用线性函数法的负荷预测结果

年份	2015	2016	2017	2018	2019	2020
负荷/MW	737.1	775.1	813.2	851.2	889.2	927.2
增长率/%	3.96	5.16	4.91	4.68	4.47	4.28

即至2020年,房山区最大负荷为927 MW。

3.2.2 指数函数法

采用指数函数法对2000—2014年房山区电力负荷进行拟合,房山区2015—2020年预测负荷如表4所示。

表4 采用指数函数法的负荷预测结果

年份	2015	2016	2017	2018	2019	2020
负荷/MW	870.6	954.7	1046.9	1148.0	1258.9	1380.4
增长率/%	22.79	9.66	9.66	9.66	9.66	9.66

即至2020年,房山区最大负荷为1380 MW。

3.2.3 二次多项式函数法

采用二次多项式函数法对2000—2014年房山区电力负荷进行拟合,房山区2015—2020年预测负荷如表5所示。

表5 采用回归模型法的房山负荷预测结果

年份	2015	2016	2017	2018	2019	2020
负荷/MW	789.0	845.5	904.2	965.2	1028.2	1093.5
增长率/%	11.28	7.17	6.94	6.73	6.53	6.35

即至2020年,房山区最大负荷为1093 MW。

3.3 最大利用小时数法

“十三五”期间,随着地区经济结构调整逐步深化,最大负荷利用小时数将延续“十二五”期间的变化趋势。为提高预测准确率,本次预测基于2009—2014年地区最大利用小时数展开。

2009年至2014年,地区负荷最大利用小时数由5957 h下降至5544 h,年均下降1.427%。据此,2020年地区负荷最大利用小时数将下降至5086 h。

用电量方面,采用多种方法进行预测,选择中方案预测结果如表6所示,到2020年地区用电量达到5899.86 GWh。

表6 采用最大利用小时数的负荷预测结果

年度	2015	2016	2017	2018	2019	2020
最大利用小时数/h	5465	5387	5310	5234	5160	5086
用电量/GWh	4201.22	4497.13	4727.36	5152.30	5514.40	5899.86
最大负荷/MW	768.8	834.8	890.3	984.4	1068.7	1160
增长率/%	6.87	7.04	5.12	8.99	7.03	6.99

据此,至2020年房山区最大负荷为1160 MW。

3.4 用电负荷预测结果分析

上述多种方法的负荷预测结果,可以看出线性函数预测结果偏低,“十三五”期间负荷增长速度偏慢;指数函数预测结果偏高,受拟合数据处理结果影响,2015年远高于合理值的增速导致“十三五”期间的整体预测结果偏高。

基于此,将上述基于二次多项式函数法的预测结果作为低方案,将基于最大利用小时数法的预测结果作为中方案,将基于平均增长率法的预测结果作为高方案,得到房山区“十三五”期间用电量预测结果如表7所示。

根据中方案预测结果,至2020年地区最大电力负荷为1160 MW,平均增长率为8.59%,低于2000—2014年9.04%的增长率。

表7 房山区“十三五”用电负荷预测结果

年份	2015	2016	2017	2018	2019	2020	平均增长率/%	
低方案	负荷/MW	789.0	845.5	904.2	965.2	1028.2	1093.5	7.49
	增长率/%	11.28	7.17	6.94	6.73	6.53	6.35	
中方案	负荷/MW	768.8	834.8	890.3	984.4	1068.7	1160	8.56
	增长率/%	6.87	7.04	5.12	8.99	7.03	6.99	
高方案	负荷/MW	772.9	842.7	918.9	1002.0	1092.6	1191.3	9.04

3.5 影响预测结果准确度的因素分析

基于房山地区历史负荷增长情况,对地区“十三五”期间的电力负荷进行了预测。结合地区实际情况,影响上述负荷预测结果准确度的因素主要包括以下几方面。

一是气候条件的影响。房山电网为典型的冬季大负荷电网,历年最大负荷多发生于冬季采暖季期间,冬季采暖负荷对整体负荷水平有较大影响。冬季气候的冷暖对地区最大用电负荷有较大影响。因此,“十三五”期间的冬季气候条件将对电力预测准确度造成较大影响。

二是经济结构、产业政策调整的影响。“十二五”以来,地区经济结构转型成效显著,但水泥制造等高能耗、高污染产业用电负荷在总负荷中的比重仍不容忽视。“十三五”期间,地区总体负荷水平受地区经济结构调整、清洁空气行动计划等多重因素影响。

4 结论

受国内外总体宏观经济形势以及经济结构调整的影响,“十三五”期间,房山地区总体经济增长速度、用电负荷增长速度将低于“十一五”“十二五”期间。

“十三五”期间,随着产业结构的进一步调整,地区电力负荷中工业负荷将逐渐降低。高端制造业、房地产业将成为推动地区电力负荷增长的新引擎,“十二五”期间接入的大量居民报装容量将在后续逐步释放。

房山新城两大组团及两大工业基地将成为推动地区电力负荷增长的重要两极。

“煤改电”工程将极大地改变地区终端能源利用方式,大幅提高电能终端能源消费中所占的比例,推动电力负荷快速增长。

本文采用了五种方法预测地区“十三五”期间电力负荷增长趋势。至2020年高、中、低三种方案的预测结果分别为1094、1160、1191 MW,年均增长率分别为7.49%、8.56%、9.04%。

(责任编辑:张峰亮)

提高变压器利用率的策略

邱吉多

(国网北京市电力公司, 北京 西城 100031)

1 变压器经济运行负载率及利用率

变压器经济运行是指在确保安全可靠运行及满足供电量需求的基础上,通过对变压器进行合理配置,对变压器运行方式进行优化选择,对变压器负载实施经济调整,从而最大限度地降低变压器的电能损耗。

变压器利用率可以分解为:反映负荷特性的变压器最大负荷利用率与变压器负载率的乘积。变压器利用率与负载率成正比,与最大负荷利用率成正比。

由此分析,表征电网经济运行的指标有:电网的负荷特性、容载比、变压器负载率、电网利用率、电网最大负荷利用率、变压器利用率、变压器最大负荷利用率。根据《城市电力网规划设计导则》,北京电网 220 kV 电网容载比为 1.8 ~ 2.1, 110 kV 电网容载比取 2.0 ~ 2.2 之间。参考变压器订货技术条件,进行变压器经济运行负载率和最佳经济运行区间计算。110/10.5 kV 50 MVA 变压器的经济运行负载率为 54.30%,最佳经济运行区间为 (35.00%, 75%); 110/10.5 kV 63 MVA 变压器的经济运行负载率为 51.14%,最佳经济运行区间为 (34.78%, 75%); 220/110/10.5 kV 180 MVA 变压器在中压侧和低压侧负载分配系数分别为 0.8 和 0.2 的情况下,若为高抗变压器,则电源侧的经济运行负载率为 40.20%,最佳经济运行区间为 (21.59%, 74.97%);若为普抗变压器,则电源侧的经济运行负载率为 44.80%,最佳经济运行区间为 (24.06%, 83.55%)。

2 提高变压器利用率策略分析

随着经济和社会的快速发展,人口密度增大,土地资源日益稀缺,电网建设选址选线的难度加大,周期延长;同时随着社会维权意识的增强,市场化的赔偿需要和计划体制形成的标准矛盾日益激化,电网建设的征地拆迁阻力日益加大,前期费用逐年加大。为提前占用资源,电网规划建设应适度超前于经济发展,但同时应考虑电网运行的经济性,调整电网规划建设的实施策略,确保电网容载比处于合理区间,从而提高变压器利用率。

2.1 加强规划对接,提高负荷预测的准确性

针对负荷预测不准确的问题,要建立相对稳定的负荷预测人员队伍,加强数据及经验积累,研究建立科学的测

算模型。并积极与地方政府及用户沟通,依据当地发展规划情况、负荷发展的热点地区以及规划实施情况,掌握负荷发展的规律,准确预测负荷。

2.2 合理安排输变电工程建设进度

加强项目前期的研究,提高可研的深度,拓展项目储备周期,根据负荷实际发展情况,分期、分步骤合理安排输变电工程建设进度。坚持“规划定投资方向、可研定项目储备、计划定资金规模、开工定实施进度”的原则,未纳入规划的项目,不得开展可研;未完成可研的项目不得列入计划;未列入计划的项目,不得开工建设;未下达开工的项目,不得拨付资金。

2.3 变压器容量宜与负荷发展相匹配

部分变电站建设与负荷发展在时间或空间上不匹配,部分负荷较低的地区有变电站提前建设,造成地区容载比偏高;部分区容载比整体较为合理,但存在地区变电站主变负载率重载和轻载并存、变电站建设与负荷发展空间上不匹配情况,应在高负荷密度地区加快 110 kV 变电站建设进度,低负荷密度地区适度放缓变电站项目安排及建设进度。

2.4 合理制定负荷切改方案并及时实施

对于新投运的变电站,应合理划分其供电范围,并适时安排 10 kV 线路切改,以避免相邻变电站重载、新投运变电站长期轻载。部分新建变电站投运后,由于资金或通道资源等限制,未能及时进行负荷切改工程,导致主变轻载运行。应在变电站规划时,深入论证建设必要性,并制定合理的负荷切改方案,与变电站建设同步实施。负荷切改方案要做到与输变电工程规划四同时,即同时规划、同时设计、同时建设、同步发电。确保输变电工程投产同期起到优化局部电网结构、分担地区负荷、改善临近输变电工程负荷状况、降低网损的作用。

2.5 加强负荷接入管理,统筹安排接入方案

部分变电站存在站内主变负荷不均的情况,应加快变电站的站内均负荷工程进度,使站内各台主变负载率在合理范围。虽然部分主变 10 kV 出线较多,但是每条线路负载较低,造成主变轻载,应对社会用电制定专用路标准,提高专用路的容量,以提高变压器的利用率。在接受负荷报装时,根据实际负荷情况以及负荷发展情况,统筹安排接入方案,以使站内各台主变负载率相对均衡。

(责任编辑:刘艳玲)

高速服务区充电站投入使用后对电网谐波的影响及治理

许峰, 陈蕾

(国网江苏省电力公司新沂市供电公司, 江苏 徐州 221400)

摘要: 电动汽车的日益普及, 对相关基础设施, 尤其是充电设施的建设提出了更高的要求。目前的电动汽车多作为城市代步车, 其续航里程具有一定的局限性, 为了延长电动汽车的可行驶距离, 确保未来电动汽车能够完全取代传统燃油汽车, 高速服务区充电站的建设成为当务之急。目前国家电网正在大力推动高速服务区充电站的建设工作, 充电站的投入使用必然会对电网产生影响, 介绍了高速服务区充电站的建设方案, 分析了充电站投入使用后对电网谐波的影响, 并给出了解决办法, 为充电站谐波治理方案提供了理论依据。

关键词: 电动汽车; 充电站; 直流充电桩; 高速服务区

中图分类号: TM561

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2016)11-0023-02

电动汽车是我国重点发展产业。2014年, 我国纯电动汽车销量达到 2.77 万辆, 超越日本成为世界第二大销量国家, 比 2013 年的 1.12 万辆同比增长了 147.3%, 电动汽车销量逐年递增, 意味着其对配套充电设施的需求愈发迫切^[1]。

电动汽车的续航里程有限, 当其长距离行驶时, 需要在中途进行电能补充。延高速公路建设充电设施, 能够有效解决城际之间充换电设施规划建设与车辆使用的匹配衔接问题, 满足电动汽车的使用需求, 为推动电动产业发展创造条件。目前, 已有相关研究针对高速公路的车流情况和充电需求特点构建了高速公路充电站的规划模型, 从而进行站址选择^[2]。实际上, 当前高速公路服务区建设已逐步完善, 其中设置了包括传统汽车加油站在内的多项服务设施。考虑我国高速公路实际情况, 在现有高速服务区基础上建设新型充电站, 是增加电动汽车行驶距离、促进电动汽车推广应用、降低充电网络建设成本的首要措施^[3]。

充电站的建成和使用, 必然会对电网产生影响^[4], 本文将介绍对高速服务区充电站建设进行介绍, 分析充电站投入使用后对电网谐波产生的影响, 并给出了基于充电桩本身的谐波治理方案。

1 充电站建设方案

本文以国网江苏徐州供电公司连徐高速港头服务区(徐州方向)充电站新建项目为典型案例, 给出充电站的整体规划方案。

项目主要分为两大部分, 即电气部分和土建部分, 电气部分一期主要进行直流充电桩的建设, 配置 1 面充电机

柜, 采用双机柜(内含 2 台整流柜, 1 台通信柜)形式, 每面充电机柜可同时为 4 辆电动乘用车进行充电, 并可对 4 个充电桩的输出电能根据策略进行自动负荷分配, 直流充电桩平面布置如图 1 所示。

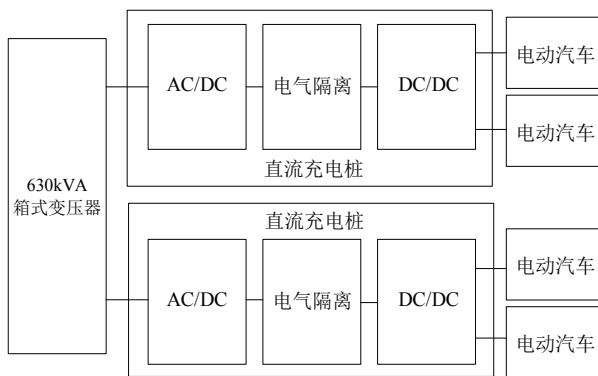


图1 直流充电桩平面布置图

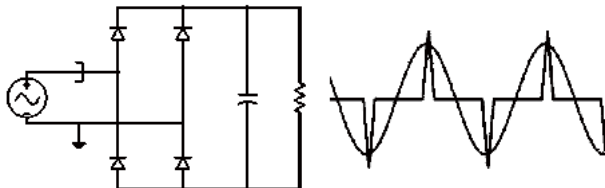
充电桩配置 1 台容量为 630 kVA 的欧式箱变, 电压等级 10/0.4 kV, 电源采用低压电缆由箱变接入整流柜, 再由整流柜采用充电电缆接入相应充电桩。计量方式采用高供高计, 低压侧开关采用框架、塑壳断路器。充电桩具备自动负荷分配、直流输出侧计量、刷卡启动、停止, 能够对运行状态、故障状态进行检测、保护和显示, 通过 CAN 接口与电池管理系统通信, 获得车载电池状态参数。

充电站内安防系统由摄像头、硬盘录像机等装置组成, 用以实现对站内各区域和关键设备的监视。安防系统的监控对象主要是站内的电气设备, 包括设备的安装地点、周边环境以及设备本身的运行情况等, 以保证充电站的安全、可靠运营。

充电站内通信系统通过无线通信方式接入 VPDN 网络, 支持 GPRS/3G 4G 等, 向上级电动汽车运营管理系统转发运行和交易数据。

2 充电桩对电网谐波的影响

图 2 所示为不可控 AC/DC 电路及其输入电压电流波形。



(a) 不可控 AC/DC 电路 (b) 输入电压和电流波形
图 2 电网谐波的成因

交流电压的极性呈周期性变化, 经过全桥不控整流后变成单极性电压, 为了得到直流电压, 往往需要在 AC/DC 电路的输出端接入大电容。电容电压即为输出电压, 其低于交流电压的峰值, 当且仅当交流电压瞬时值得绝对值高于电容电压时, 全桥电路的二极管才会导通, 电路中有电流流过, 如图 2(b) 所示。因此电流无法像电压一样呈正弦规律变化, 而是叠加了大量的谐波。

可以看出, 当充电站投入使用后, 相当于在电网中接入较大的非线性负载, 会使电网受到谐波的严重污染 [5], 给社会工业生产和人民日常生活造成了很大的不便, 具体表现为:

一是供电线路存在阻抗, 谐波电流不可避免地导致谐波压降, 从而导致电网电压的畸变, 这就是所谓的“二次效应”;

二是谐波电流会引起电路故障, 损坏设备;

三是三次谐波在三相四线制电路中的影响不可忽视, 其与同相位的中性线电流发生叠加, 一旦中性线过流, 会存在火灾等安全隐患;

四是谐波电流会对与其相关的电力电子装置产生电磁辐射、电磁干扰等问题, 影响电网中电气设备的正常运行。

当充电桩为不控 AC/DC 变换器时, 输入电流的无功分量基本上为高次谐波, 这些谐波会对系统自身以及同一系统的电子设备产生恶劣的影响。为了减少对交流电网的谐波污染, 接入电网的 AC/DC 装置需要进行功率因数校正, 以降低电流谐波、提高功率因数。

3 谐波的治理方法

3.1 功率因数校正

对于采用二极管桥式整流电路的 AC/DC 电源, 其功率因数低的根源是等效负载非阻性。因此在充电桩设

计时, 需要进行功率因数校正 (Power Factor Correction, PFC), 通过在整流器与滤波电容之间加入可控高频开关电路, 控制输入电流的波形接近正弦波、且与交流输入电压同相位, 即能使功率因数近似为 1。

有源 PFC 技术中的高频开关电路的核心为可控功率器件, 通过有效控制其开关频率和占空比, 能够将输入电流校正成为正弦波形。通常情况下, 交流电压乘以增益后被作为电流基准, 通过闭环控制, 能够使输入电流跟踪电流基准, 由于功率管开频开关, 电流低次谐波能够被消除, 而高次谐波经高频滤波器后被大幅衰减, 能够满足电网的要求。IGBT 是一种最为常用的可控功率器件, 其数学模型表达式为:

$$U_{iv} = ((U_{ron} - U_{on})I_{con}/I_N) + U_{on} \quad (1)$$

式中 U_{iv} 为功率管两端电压。 U_{ron} 为功率管流过额定电流 I_N 时的导通压降, U_{on} 为功率管轻载时的压降, I_{con} 为功率管中实际流过的电流, 由此可以计算出功率管的通态损耗为:

$$P_{cl} = (\int_0^{\pi} (U_{ron} - U_{on})I_{con} 2D_c / I_N + U_{on} I_{con} D_c) d\omega t \quad (2)$$

其中 D_c 为驱动信号的占空比, 功率管的开关损耗为:

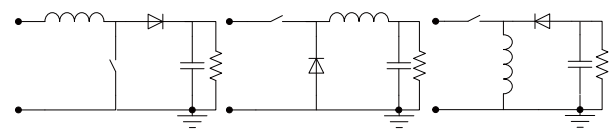
$$P_{sw} = (E_{sw(on)} + E_{sw(off)}) f_c I_{con} U_{DC} / I_N U_N \quad (3)$$

$E_{sw(on)}$ 和 $E_{sw(off)}$ 分别为功率管在额定电流下通态损耗和关断所损耗的能量, 其值可由功率管的器件手册得出, U_N 为功率管额定电压。

可以看出, 有源 PFC 存在电路损耗, 但电路损耗远小于充电桩的额定功率, 因此, 有源 PFC 是目前最为常用的谐波治理方法。

3.2 充电桩的电路拓扑

从原理上说, 任何一种 DC/DC 变换器拓扑都可用作 PFC 的主电路, 图 3 给出了功率因数校正电路的三种不同结构形式, 不同的结构形式各有其特点, 如表 1 所示。



(a) A类Boost (b) B类Buck (c) C类Buck/Boost
图 3 功率因数校正电路的不同形式

表 1 三种功率因数校正电路的特点

	A类	B类	C类
功率因数	高	低	高
U_o 与 U_i 的关系	$U_o \geq U_i$	$U_o \leq U_i$	U_o 为任意值
开关耐压	等于 U_o	等于 U_i	等于 $U_i + U_o$
门极驱动信号	接地	浮地	浮地

由于 Boost 变换器电路简单, 实现成本低, 使其广泛的应用于 PFC 主电路中。其特殊优势如下:

第一输入电感起到了高频滤波的作用, 并在一定程度

上抵抗电压瞬时的波动和闪变；

第二能够实现升压变换，满足后级用电设备的电压需求；

第三功率开关管和主电路共地，驱动更加可靠；

第四在国际标准规定的输入电压和频率广泛变化范围内可保持正常工作。

Boost 结构 PFC 变换器由高频开关、升压电感、二极管、电容组成，高频开关管导通时，电感中流过电流而储能，开关管关断时，电感电流经二极管给电容充电，将储能转移到电容上。通过精确控制开关管每次导通的时间或控制流过开关管的电流，能够提高功率因数，减小谐波分量。

基于上述优点，目前 PFC 变换器主电路多采用 Boost 结构。按照输入电压分类，PFC 变换器又分为单相和三相两种输入类型，不同类型的充电设施具有不同的特点，并适用于不同的场合，表 2 给出了各种充电设施的参数对比。

表 2 充电设施的参数对比

充电设施	直流充电桩	交流充电桩	电池更换系统
输入电压	三相交流 380 V/50 Hz	单相交流 220 V/50 Hz	三相交流 380 V/50 Hz
输出电压	直流 200~500 V	单相交流 220 V/50 Hz	直流 50~150 V
功率等级/kW	120	5	1
能量传输	单向	单向	双向
充电速度	快	慢	仅需电池更换的时间
适用车型	全部	全部	具备统一电池的车型

可以看出，不同类型的充电设施充电速度和适用车型不同，可根据不同类型电动汽车和司乘人员的需求选择充电设施进行充电，因此，在高速服务区建设充电站，应配备各种类型的充电设施。

3.3 充电桩的 PFC 控制方法

有源 PFC 电路有两个反馈控制环——保证输入电流跟随输入电压的电流环和保证输出电压稳压的电压环，其中电流环为内环，电压环为外环，电压环的输出决定了电流基准的大小，从而实现 AC/DC 的功率控制，而输入电压则决定了电流基准的相位，从而实现 PFC，因此电流环的基准等于电压环的输出与单位电网电压的乘积，Boost 型 PFC 基本电路如图 4 所示。

图 5 给出了单相 AC/DC 电路的电网侧电压电流波形，两者同相位且电流失真小，可以看出，采用有源 PFC 能够有效地减小充电站投入使用后对电网的谐波污染。

4 结束语

本文介绍了高速服务区充电站建设方案，分析了充电

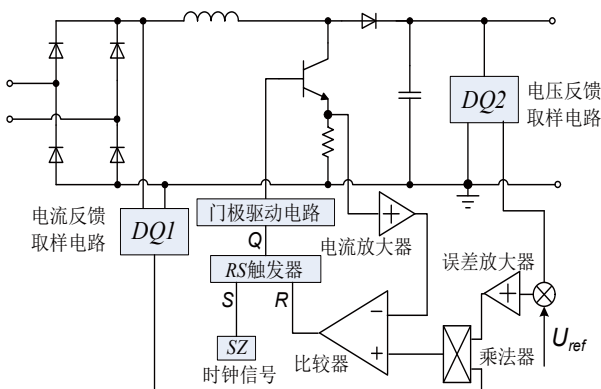


图 4 Boost 型 PFC 基本电路

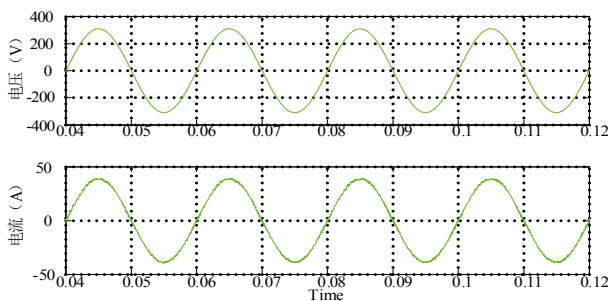


图 5 交流充电桩电网侧电压电流

桩对电网谐波的影响，给出了相应的谐波治理方案，通过分析得到以下结论：

随着电动汽车的普及，高速服务区充电站的建设十分必要；

高速服务区充电站投入使用时会对电网造成谐波污染，为进行谐波治理，要求充电桩具有功率因数校正的功能；

充电桩可从硬件设计和软件控制两个方面实现功率因数校正，其中有源功率因数校正体积小、性能好，更适合在充电桩中应用。

参考文献

- [1] 胡泽春, 占恺娇, 徐智威, 等. 电动汽车与电网互动的关键问题分析与展望[J]. 电力建设, 2015 1(7): 6-13.
- [2] 葛少云, 冯亮, 刘洪, 等. 考虑电量分布及行驶里程的高速公路充电站规划[J]. 电力自动化设备, 2013, 33(7): 111-116.
- [3] 薛钟兵, 彭程. 新能源发电与电动汽车充换电站协调运行研究[J]. 江苏电机工程, 2014, 33 (5): 36-38.
- [4] 姜建国, 崔纪永, 吴泓波. 基于静止无功发生器的电动汽车充电站无功补偿[J]. 化工自动化及仪表, 2016, 3: 024.
- [5] Liu Y, Wu W, He Y, et al. An Efficient and Robust Hybrid Damper for-or-Based Grid-Tied Inverter With Strong Grid-Side Harmonic Voltage Effect Rejection[J]. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2016, 63(2): 926-936.

(责任编辑: 刘艳玲)

10 kV配电网合环操作分析

张建国

(国网江苏泰兴市供电公司, 江苏 泰兴 225400)

随着城市配电网的不断发展, 绝大部分的配电网都转变成成为双电源供电模式。在实际工作中, 配电网不停电倒换负荷的实现, 就可以帮助供电提升其可靠性。本文对10 kV配电网的合环操作进行研究, 也希望可以提升其供电可靠性。

1 配电网合环的条件

通过分析配电网环流产生的原因可以知道, 在合环位置两端的电压差或者是低通的短路阻抗存在不一致的情况, 但合环操作过程中存在环流, 那么就on能让继电保护装置出现动作, 发生跳闸。为了满足合环操作的完成, 就不得有过强环流出现, 在合环操作过程中, 在原则方面需要注意:

第一, 合环的母线电压在相位这一方面应该确保其一致性; 第二, 在数值上, 合环点两侧电压应该保持相同; 第三, 在合环操作中, 合环位置综合阻抗以及两个变电站的综合阻抗应该保持在一定值的范围之内, 不能出现过大的问题; 第四, 合理的调节合环位置两段的功率以及负荷的大小, 同时避免因为两者相差过大而出现合环失败的问题。第五, 合环两段的总符合不得比两段开关额定负荷大。不然, 就算满足其他所有的条件, 替代工作也无法开展下去。

不过需要注意, 在进行理论分析的时候, 都偏向于理想状态, 但是实际的相位差需要考虑到自身的条件。尤其是针对电网结构的差异性。所以, 在合环的时候, 有的电网也允许存在相位差, 典雅差也可以保持在10%之内^[2]。因为合环和解环操作会受到瞬间冲击电流和合环稳态电流的影响, 所以, 其实际的执行性还需要进一步验证。

2 不同的配电网合环模式

配电网合环分类示意图如图1所示。

2.1 不同厂站母线间的合环

在图1中合环点1就属于这一种类型, 母线AB在不同厂站之中, 通过联络开关, 合环操作得以实现。在配电网中, 很容易出现这一种方式, 主要是不同母线, 其负荷点都可以将互联的联络开关找出来。

2.2 同厂站不同母线通过母线或者是联络开关进行合环操作

在图1中合环点2就属于这一种类型, 同一厂站当中

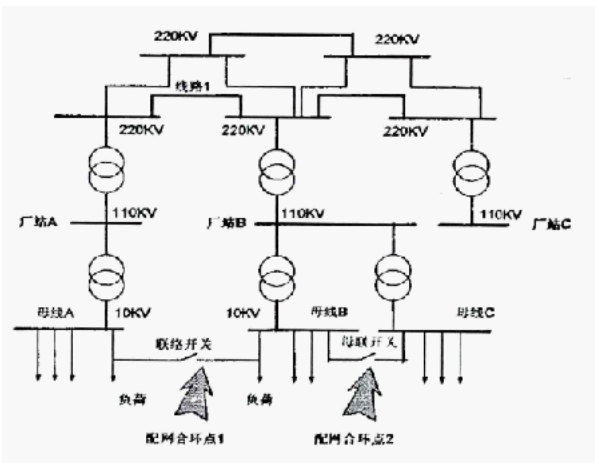


图1 配电网合环分类示意图

的母线BC, 就可以通过母联开关或者是联络开关实现合环运行处理。基于这一种模式的合环运行, 更加安全简单, 并且一旦高压电网发生故障, 就是实现母联开关的合环操作, 但是这一种操作保守性较高。

大部分情况下, 配电网都会选择这两种合环操作, 具体的选择, 还是要考虑自身的特点来进行妥善的安排和处理。

3 合环操作对继电保护的影响

3.1 10 kV馈线保护整定原则

遵循10 kV馈线保护整定原则, 就须要注意:

第一, 过负荷保护动作与发信, 不会有跳闸的问题出现, 其发信的定值为 $0.9I_m$, 限定5s的动作时限。

第二, 相间电流保护。限时电流速断的保护定值为1800 A, 0.3 s的动作时限。

3.2 合环操作对馈线保护的影响分析

结合基本的合环操作等值计算分析, 对于合环稳态电流以及瞬时冲击电流所造成的保护误动作原因进行分析, 在合环的操作或者是合环过程中出现故障的时候, 就需要考虑到这两个方面的问题, 对于保护的灵敏度进行分析。

第一, 进行合环转电之后, 对于馈线会带来保护上的影响。在完成合环转电操作后, 联系开关被断开, 合环的两侧就会为AB两站进行供电。但是, 无论是哪条馈线发生故障, 两个不同变电站都会为其提供故障电流, 并且也

不会对元件本身的灵敏度产生影响, 确保不会有任何的变化, 同时, 保护线路的性能也不会有任何的变化发生。

第二, 合环中的馈线保护影响。一旦出现停电转电的现象, 就会将用户供电中断, 这样会影响供电可靠性, 同时, 供电可靠性的提升以及连续的供电保障都会受到不同程度的影响。目前, 该地区将重点放置在合环操作的转电推广上。但是在合环中, 考虑到合环的冲击电流以及因为电压差所造成的循环电流, 就可能有馈线误动作保护的情况发生。一旦合环操作存在故障, 而保护定值没有进行调整, 就可能出现保护动作, 出现不必要的影响。所以, 为了确保成功合环, 就需要作出相对应的定量分析, 具体的影响中包含了: 合环稳态电流对馈线保护的影响; 合环冲击电流对于保护的影响。

第三, 在合环转供之后, 对馈线保护的影响。在实现转供之后, 因为转移了负荷, 因为负荷的增大, 被转入的馈线负荷就会造成过大的负荷电流, 这样就会有负荷的保护动作发生, 使得馈线供电范围也随之增加, 一旦故障在线路末端发生, 就会相对应的减少故障电流, 使得馈线保护灵敏度达不到要求。但是已经转出的不会受到影响。

在完成合环之后, 如果是 A 站负责 B 站馈线负荷, 那么, B 的开关就会存在于解环所在区域。但是在解环之后, B 站的 10 kV 馈线发生故障, A 站就会成为电源来提供故障电流, 其等值网络如图 2 所示。

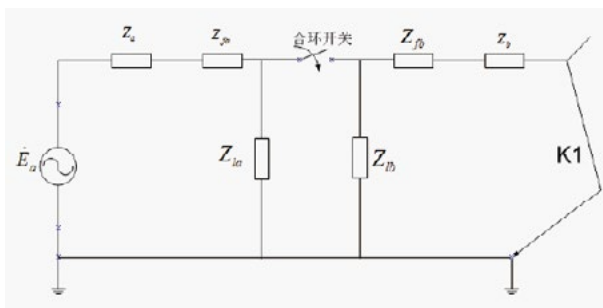


图2 B站等值网络

在完成合环转电后, 如果 B 站承担 A 的全部负荷, 那么解环后, A 站的 10 kV 馈线发生故障, B 站就会成为电源来提供故障电流, 其等值网络如图 3 所示。

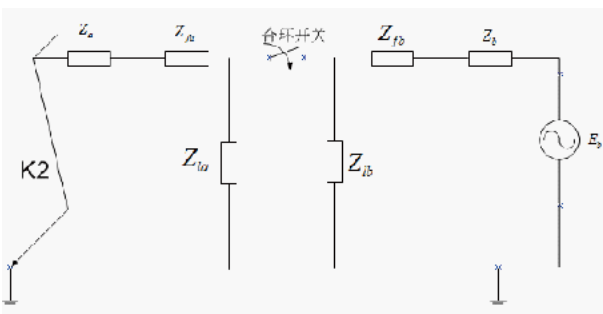


图3 A站等值网络

当完成合环转供电后, 一旦负荷馈线线路的末端有故障发生, 就会出现馈线开关故障电流远远小于合环之前的故障电流, 随着电流的减少, 定时限流保护的灵敏度也会受到一定程度的影响, 这样也会将限时速断保护的实际控制范围缩小。

在合环转电操作完毕后, 就会有馈线末端故障的出现, 但是其灵敏度系数需要超过 1.2, 只要电流互感器一次侧额定电流能够符合 1274 A 的要求, 就可以满足基本需求。

3.3 合环馈线继电保护的配合策略

在进行合环操作过程中, 由于合环电流以及冲击电流两者的存在, 所以, 因为电流过大, 就会让继电保护装置出现动作跳闸的问题, 这样就算是任何保护工作要求都没有满足, 同样也会有过载的问题发生, 对电网和设备的安全造成直接的影响, 这样就无法继续进行合环转供电的相应操作。因此, 合环操作成功率并非是检验唯一标准, 而是要将继电保护的装置定值提高, 这样就不会再出现这一动作, 会直接威胁到设备和电网, 导致合环操作无法继续进行, 一旦继电保护装置无法满足运行的要求, 那么就会直接造成事故。

目前, 本地区采用的最常见的方式为继电保护为主, 合环为辅助。也就是在满足继电保护的前提下, 合环操作只要不会影响到电网安全, 就可以。如果环流过大, 对系统安全造成威胁, 也可以选择停电转供电的方式, 不需要合环操作。所以, 在进行合环操作之前, 需要考虑到对电网造成的冲击, 并且还需要校验合环电流大小, 进而判断是否适合开展合环操作, 这也是目前本地区 10 kV 配电网合环操作的具体做法。

4 结束语

随着社会的高速发展, 人们生活水平不断提高, 对于供电可靠性的要求也在提升, 因此, 希望通过探讨, 对于 10 kV 配电网供电可靠性提升有一定的帮助作用。

参考文献

- [1] 刘健, 孙泉, 张小庆, 张志华. 配电网合环分析与合环条件判断[J]. 电力系统自动化, 2014(11): 130-135.
- [2] 谢清锐. 深圳供电局 10 kV 配电网合环试验分析[J]. 广东电力, 2010(03): 60-62.
- [3] 徐宏海. 10 kV 母线合环操作分析[J]. 农村电气化, 2010(07): 23-24.
- [4] 刘清良, 祖珍君. 10 kV 配电网合环操作问题的分析[J]. 湖南电力, 2011(S1): 137-139.
- [5] 邬溢生. 10 kV 配电网合环转供电操作的可行性分析及实际应用[J]. 中国新技术新产品, 2013(20): 159-160.

(责任编辑: 刘艳玲)

电压互感器V/V接线方式的极性分析

潘英吉¹, 周和平², 于龙军³

(1. 国网吉林供电公司, 吉林 吉林 132001; 2. 吉林市能兴电力设备有限公司, 吉林 吉林 132011; 3. 国网吉林省电力有限公司, 吉林 长春 130021)

在中性点不接地的电力系统中, 计量电压互感器通常采用V/V接线方式, A相和C相电压互感器的公共端接到B相上, 并分别接入到三相系统中。为保证三相电能计量装置正确计量, 主要分析施加到电能表上的三相线电压及相位。为此, 通过三相电能表所计量的三相功率及向量分析进行验证电压互感器接线方式。

1 V/V接线方式

因单相电压互感器存在着极性, 故两台电压互感器有多种V/V接线方式, 其中一些接线方式输出三相线电压不对称, 模数值不相等。这些接线方式一律视为不正确接线方式。针对目前较普遍采用的两种接线方式进行分析, 如图1所示。

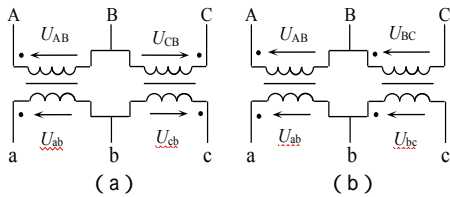


图1 V/V接线方式

图1中有两种V/V接线方式, 即两台单相电压互感器一次侧绕组异名端相接和同名端与同名端相接, 二次绕组接线方式与一次侧绕组相同。通过下面向量图分析, 需要证明出接线方式输出的三相线电压, 并形成的三角形的内角是相等的, 其模数值也是相等的, 如图2所示。

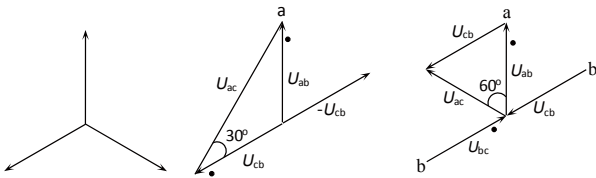


图2 向量图

经向量分析, 图1(a)接线方式输出的三相线电压的夹角 U_{ac} 与 U_{cb} 间的夹角为 30° 、 U_{ac} 与 U_{ab} 夹角为 30° 、 U_{ab} 与 U_{cb} 夹角为 120° , 即输出三相线电压不对称; 三相线电压的模数值也不相等, 即 $U_{ab} = U_{cb} \neq U_{ac}$, 图1(a)为不正确接线方式。图1(b)接线方式输出的三相线电压的相互夹角互为 60° , 三相线电压的模数值 $U_{ab} = U_{cb} = U_{ac}$, 图1(b)为正确接线方式。

2 中性点不接地

根据国家电网电能计量规程标准要求, 在中性点不接地的电力系统中, 三相电能计量装置采用接线方式, 应用两元件电能表计量三相功率, 接线方式如图3所示。

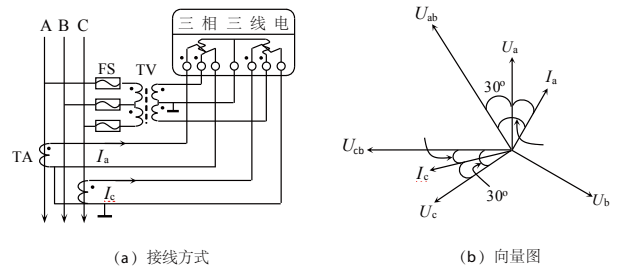


图3 V/V接线方式

在电能计量装置中, 电压互感器采用图1(b)的接线方式, 目的是采集 U_{ab} 及 U_{cb} 电压, 两台电流互感器分别串接在A、C相中。通过计量装置采集到的二次电压、电流施加到三相三线制电能表中。三相三线制电能表是由两个计量元件所组成, 按照电能表所标注电压的极性, 第I个计量元件的电压线圈所承受的线电压为 U_{ab} , 流过电流线圈的电流为 I_a , 它们之间的夹角为 $30^\circ + \varphi_a$, 第II个计量元件的电压线圈所承受的线电压为 U_{cb} , 流过电流线圈的电流为 I_c , 其夹角为 $30^\circ + \varphi_c$ 。因电源中性点采用不接地方式, 故系统的三相电流对称相等, 每相电流与所对应的相电压之间的夹角均相等, 故 $\varphi_a = \varphi_b = \varphi$ 。计量三相功率的计算表达式为:

$$P = U_{ab}I_a \cos 30^\circ + \varphi_a + U_{cb}I_c \cos 30^\circ - \varphi_c = 3U_{xx}I_{xx} \cos \varphi \quad (1)$$

式中 U_{xx} 为线电压; I_{xx} 为线电流。经上述分析, 三相电能计量装置采用V/V接线方式, 图1(b)是能够正确计量三相功率。

3 结束语

在中性点不接地系统中, 电压互感器V/V接线方式不仅此应用在电能计量回路中, 同时也应用在指示仪表、方向功率保护、低电压或过电压保护中。电压互感器V/V接线须注意每台互感器的极性, 最好应用同一个厂家, 相同型号或同一批次的互感器, 在有条件的情况下, 须做极性测试, 以防止极性接反。

(责任编辑: 刘艳玲)

110 kV电压互感器内部放电导致保护跳闸事故分析

刘运涛, 孔 健

(国网曲阜市供电公司, 山东 曲阜 273100)

摘要: 某站1号主变差动速断保护动作跳闸, 现场对故障录波分析确定大致故障范围, 进行SF₆气体分解物测试, 发现110 kV I段母线电压互感器气室其他分解物严重超标, 对电压互感器进行解体检查发现C相放电, 深入分析原因为电压互感器内部线圈屏蔽处表面存在尖角毛刺或其他杂质, 装配时未进行处理或清理不彻底, 带电运行后该位置破坏了其均匀场强, 造成局部区域电场强度变大, 与地之间逐步发生放电。

关键词: 内桥接线; 差动速断; 110 kV三相共箱式电压互感器; SF₆气体分解物; 电场均匀

中图分类号: TM561

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2016)11-0029-03

某110 kV变电站110 kV主接线采用内桥接线, #2主变暂未安装, #1主变单主变运行, 接线如图1所示。110 kV设备为GIS设备, 110 kV I、II段电压互感器型号为JSQX2-126三相共箱式, GIS设备于2013年7月生产制造, 同年10月在变电站内安装试验完毕并成功送电投运, 已带电运行近3年时间。

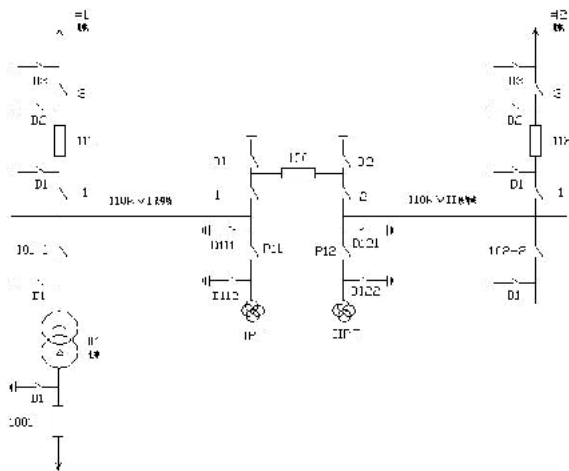


图1 系统接线图

1 事故经过

2016年5月25日, 该站1#主差动速断保护跳闸, 由于变电站只有1台主变, 所以造成全站停电, 损失负荷15000 kW。

2 事故调查分析

2.1 故障设备查找

主变差动保护装置显示故障时一次动作电流为

547 A, 提取主变保护装置故障录波, 对故障录波进行分析, 判断大致故障区段为主变C相高压侧部分, 着重对该部分设备进行排查, 包括对主变进行试验、对GIS气室进行微水、分解物测试。

在排查GIS开关各气室时, 发现#1电压互感器气室存在较浓的类似臭咸鸡蛋的气味, 对SF₆气体分解物测试数据进行分析如表1所示。

表1 SF₆设备气体成分分析报告

相别	温度 /°C	湿度 /%	气室压力 /MPa	成分分析 /μL/L	测试仪器	结论
ABC	26	50	0.43	SO ₂ : 225.5 H ₂ S: 0 CO: 222.3	SF ₆ 分解物测试仪型号: A601FA	不合格
说明 检出SO ₂ 组分含量严重超标, 怀疑内部放电故障。						
备注: 正常情况下, SO ₂ ≤1 μL/L (注意值); H ₂ S≤1 μL/L (注意值)						

臭味是SO₂的气味, 该气室的SO₂含量为: 225.5 μL/L、CO含量为: 222.3 μL/L, 严重超标, 判断该气室存在放电现象。

通过对主变及其他GIS设备的试验排除其他设备也存在问题的可能性, 确定110 kV I段电压互感器内部故障导致#1主变差动速断保护跳闸的唯一原因。暂将110 kV I段电压互感器退出运行, 将II段电压互感器并列, 恢复110 kV I段母线, #1主变投入运行。

2.2 事故电压互感器解体

2016年6月3日, 对I母电压互感器进行了整体更换处理。对换下的电压互感器进行拆解后, 发现该电压互感器A、B相基本完好, C相器身发现以下故障点:

高压弯管内引线端OT接头和器身高压端(高压连接环)处烧坏, 引线烧断, 熔下铝珠及分解物, 高压连接环

边缘有熔化现象,高压弯管端口内壁烧黑,部件表面凹凸,如图2所示。



图2 部分受损图

一次线圈边缘有损伤,线圈外侧明显发黑有层间绝缘材料,黏胶树脂融化,融化的流体在底屏蔽板上固化后痕迹明显,经测量一次直流电阻值为 17.5 kΩ,与该相出厂报告数据 18.9 kΩ 存在偏差。

一次线圈边缘受损,一侧的高压电极(高压屏蔽环)上有一个 10 mm 左右的窟窿如图3所示,侧屏蔽板上有 15 mm 及 8 mm 左右深坑各一个且四周发黑,并伴有 SF₆ 气体分解物粉末,且两处故障点水平高度基本一致,应为两者放电击穿的痕迹。



图3 高压电极受损图

2.3 事故原因分析

SF₆ 气体在常态下是无色、无嗅、不燃、不爆、无毒和化学稳定的气体,具有良好的绝缘性能。在大气的压力下,SF₆ 气体在均匀的电场中,击穿强度约为空气的 2.3 ~ 3 倍,在 0.25 MP 气压下,其绝缘强度和变压器油相当。SF₆ 气体的绝缘强度与电场的均匀程度密切相关,在不均匀电场中,其绝缘强度将显著降低,所以在设计和装配电压互感器时应考虑内部部件排列布置,避免尖角毛刺,要严防灰尘和金属颗粒进入 SF₆ 气体绝缘电压互感器内部,目的是保证内部电场均匀。虽然在三相共箱的电压互感器内部要实现理想的电场均匀化,是较为困难的,但对生产

厂家来说要把解决电场分布作为重要工作环节,这方面也能体现厂家的技术水平与安装工艺水平的高低。

根据拆查的零部件情况及现象,分析此次故障的原因:电压互感器内部线圈屏蔽处表面存在尖角毛刺或其他杂质,装配时未进行处理或清理不彻底,带电运行后该位置破坏了其均匀场强,造成局部区域电场强度变大,与低电位之间发生轻微放电,在长时间持续性的放电后,放电电流逐渐变大,产生热量越来越多,温度越升越高,较长时间的积累破坏了 SF₆ 气体绝缘性能及器身屏蔽电场,致使屏蔽间电击穿产生剧烈放电,并导致一次线圈边缘黏胶熔化,高压引线烧断,屏蔽板和高压电极烧出窟窿,并最终引起电站保护系统动作,主变跳闸。

变电站投运将近 3 年,GIS 设备从未进行过超声波及特高频局放的带电检测,没能及时发现电压互感器内部的放电,导致事故的扩大。

综上所述,本次故障的根本原因为电压互感器产品内部工艺处理不到位,导致 C 相高压电极(屏蔽环)和侧屏蔽板(地电位)之间放电击穿,进而导致了本站 #1 主变差动速断保护动作跳闸。

3 防范措施

母线电压互感器是一次设备中故障概率最大的设备,所以相比其他接线方式,由于主接线采用内桥接线方式,这样就将母线电压互感器纳入到主变差动保护区,电压互感器故障会导致主变差动保护动作概率加大,甚至会引发全站停电。所以要制订以下防范措施:

加强 GIS 设备,尤其是电压互感器的带电监测力度,保证一年两次进行超声波及特高频局放的带电检测,以便及早发现缺陷,及早处理,避免被动。

单主变运行风险过大,尽快在本站增容安装 #2 主变,以便故障时能进行自动的切换。

会同厂家结合此次事故,进行深入分析,追究厂家质量责任,督促厂家改进产品质量,避免此类隐患产品再次流入电网。

参考文献

- [1] 狄谦,钟建英. 配套 110 kV GIS 用三相共箱式 SF₆ 气体绝缘电压互感器的研制[M]. 高压电器. 2010.
- [2] 王晶晶. 六氟化硫气体分解产物分析对气体绝缘开关设备(GIS)潜伏性故障判断的应用[N]. 国网技术学院报. 2010.
- [3] 狄谦,钟建英. 110 kV 气体绝缘三相共箱式电压互感器三维电场分析[R]. 中国电机工程学会高电压专业委员会学术年会. 2009.

(责任编辑:刘艳玲)

一起BV验收误判的原因分析及处理

柏庆梅¹, 刘寅初²

(1. 中辰电缆股份有限公司, 江苏 无锡 214206; 2. 湖北省电力公司, 湖北 武汉 430000)

在电力系统中, 导体电阻的数据大小决定了其传输性能的品质与安全裕度, 而电阻的大小与导体的材料 (不同材料有不同的电阻率 ρ)、截面积、长度及温度 (一般温度越低电阻越小除特殊材料外) 有关。如何判断电阻的合格性并不是依据电线外径的大小而是通过专业检测机构的检测来判定的。

1 事故简述

2016年5月28日, 青岛某项目, 客户因在验收电线BV2.5、BV4等相关规格, 依据GB 50411—2007《建筑节能工程施工质量验收规范》时其导体外径及采用单丝外径都不符合要求, 具体如表1所示, 并判断此批电线电缆不合格退货, 并要求厂家前往处理。此问题代表了目前市场上的确存在的一种现象, 严重影响了供配电系统的安全可靠性。

表1 我司与验收规范导体比较

标称截面/mm ²	根数	单线标称直径/mm	允许偏差/%	要求导体外径/mm	我司导体外径/mm
1.5	1	1.38	±1% d	1.38	1.35
2.5	1	1.78	±1% d	1.78	1.74
4	1	2.25	±1% d	2.25	2.22
6	1	2.76	±1% d	2.76	2.73
10	7	1.35	±1% d	4.02	3.81
16	7	1.7	±1% d	5.07	4.82

2 事故分析

依据GB 50411—2007《建筑节能工程施工质量验收规范》中12.2.2 低压配电系统选择的电缆、电线截面不得低于设计值, 进场时应对其截面和每芯导体电阻值进行验证取样送检。每芯导体电阻值应符合表12.2.2的规定, 如表2所示。

通过截面的换算, 导体的外径及构成如表3所示。

这里有必要指出标准中所述电缆、电线截面的设计值, 与标称截面是一个定义, 根据国家标准GB/T 3956—2008《电缆的导体》(本标准前言中所述, 等同采用IEC 60228:2004《电缆的导体》第3英文版, 电阻执行的最权威版本) 中描述标称截面积的定义: 确定导体特定尺寸的数值, 但并不受直接测量影响。注: 本标准中导体的每个特定尺寸应符合最大电阻值的要求。此描述中非常清晰, 也就是说不管多大的外径必须符合最大电阻的要求,

表2 不同标称截面的电缆、电线每芯导体最大电阻值	
标称截面/mm ²	20℃时导体最大电阻圆铜导体 (不镀金属) Ω/km
0.5	36.0
0.75	24.5
1.0	18.1
1.5	12.1
2.5	7.41
4	4.61
6	3.08
10	1.83
16	1.15
25	0.727
35	0.524
50	0.387
70	0.268
95	0.193
120	0.153
150	0.124
185	0.0991
240	0.0754
300	0.0601

但外径不作指标考核, 另GB/T 12706.1《挤包绝缘电力电缆及附件 第1部分 额定电压1 kV ($U_m=1.2$ kV) 和3 kV ($U_m=3.6$ kV) 电缆》中附录A (规范性附录) 所述: 假设直径或标称直径仅用来确定护套和电缆护层的尺寸, 不是代替精确计算标称直径所需的实际过程, 实际标称直径计算应分开计算。这种计算方法忽略形状和导体的紧压程度而根据导体标称截面积, 绝缘标称厚度和电缆芯数, 利用公式来计算假设直径。而标准中对电缆导体的试验项目只有直流电阻的要求, 而没有外径要求, 当然电阻也是执行GB/T 3956-2008《电缆的导体》。

实际上导体的直流电阻与导体的材料、横截面积、长度的计算公式是(恒温20℃时)而影响铜线电阻率的因素是:

含铜量 (铜丝一般含铜量在99%以上, 无氧铜含铜量更高), 不同材质具有不同的电阻率, 所以含杂质 (性能一般比铜差) 越多, 电阻率越大。

铜线本身的退火程度 (退火程度好, 电阻率低, 各厂家设备及工艺决定)。

铜线本身保存状态 (如铜线氧化, 电阻率会变大)。

如果不考虑折算回温度为20℃时的电阻率的话, 那温度也会影响电阻率 (温度越高, 电阻率越大)。

表3 对导体的要求

标称截面 /mm ²	根数	单线标称直径 /mm	允许偏差/%	导体外径 /mm	允许偏差 /mm
0.75	1	0.97	±1% _d	0.97	±0.01
1	1	1.13	±1% _d	1.13	±0.01
1.5	1	1.38	±1% _d	1.38	±0.01
2.5	1	1.78	±1% _d	1.78	±0.01
4	1	2.25	±1% _d	2.25	±0.01
6	1	2.76	±1% _d	2.76	±0.01
10	7	1.35	±1% _d	4.02	±0.01
16	7	1.7	±1% _d	5.07	±0.01
25	7	2.14	±1% _d	6.36	±0.01
35	7	2.52	±1% _d	7.56	±0.01
50	19	1.78	±1% _d	8.80	±0.01
70	19	2.14	±1% _d	10.60	±0.01
95	19	2.52	±1% _d	12.50	±0.01
120	37	2.03	±1% _d	14.14	±0.01
150	37	2.25	±1% _d	15.68	±0.01
185	37	2.52	±1% _d	17.50	±0.01
240	61	2.25	±1% _d	20.16	±0.01
300	61	2.52	±1% _d	22.68	±0.01

要看铜导体，优质铜导体的颜色是光亮偏红，色泽均匀，柔韧性好，而劣质的铜导体为紫玄色，偏黑、偏黄或偏白，硬度较大。对于软电线，用掌心轻触铜丝的顶端，感觉应平整，且无刺痛感，手感较为柔软。

要看成品表面，电线的塑料外皮软且平滑，颜色均匀。

3.2 要试

可取一根电线头用手反复弯曲，凡是手感柔软、抗疲劳强度好、塑料手感弹性大且电线绝缘体上无龟裂的就是优等品。伪劣电线绝缘层看上去好像很厚实，实际上大多是用再生塑料制成的，只要稍用力挤压，挤压处会成白色状，弯曲4~6次就有断线现象。

取一根电线剥开在任一断截面上用白纸轻搓下，若有黑色残留物，说明是劣质铜材，反之为优质。

3.3 比价格

电线电缆竞争非常激烈，几乎是微利行业。如果价格比市场上其他品牌价格偏离太大，则有可能是劣质产品。

表4 优质与劣质铜材导体直流电阻的比较

试样	标称截面 /mm ²	电阻率 Ω·mm ²	导体外径 /m	20℃时电阻(Ω/km)圆铜 导体(不镀金属)	与标准电阻的比较	选用试样
1#	2.5	0.01665	1.74	7.25	小2.3%	✓
2#	2.5	0.017240	1.78	7.40	小0.13%	×
3#	4	0.01686	2.23	4.55	小1.3%	✓
4#	4	0.017250	2.26	4.64	大0.65%且不合格	×
5#	6	0.01666	2.72	2.98	小3.2%	✓
6#	6	0.017240	2.78	3.09	大0.3%且不合格	×
7#	50	0.01666	8.20(19/1.78)	0.379	小2.1%	✓
8#	50	0.017240	8.80(19/1.76)	0.386	小0.2%	×
9#	120	0.01666	12.90(37/2.00)	0.149	小2.6%	✓
10#	120	0.017240	14.14(37/2.03)	0.154	大0.6%	×

综上所述在保证直流电阻合格的情况下，导体材料在20℃时电阻率越小且退火工艺越好，面积（导体外径）就越小，反之亦然。若导体的直流电阻比标准越小其电性能越好，电线电缆长期运行的安全裕度越大。通过长期的试验与工艺改进，部分试验数据与正规选用方案如下，如表4所示。

通过以上的数据沟通分析，若按照标准 GB 50411—2007《建筑节能工程施工质量验收规范》有可能就选择#2、#4、#6、#8、#10试样，并认为优质的电线电缆导体不合格，从而放弃优质的选用，所以不能以电缆的外径判断它的合格性。建议 GB 50411—2007《建筑节能工程施工质量验收规范》进行适当修改。

3 预防与解决措施

3.1 要看

要看认证标志、工厂代码、认证编号、型号规格、额定电压、电线长度、生产日期、检验者、执行标准、厂名、厂址、固定电话等。

3.4 送权威机构检测

若对以上有疑点直接送权威机构检测，不合格者所有费用有供方承担。

4 结束语

导体的标称截面（或外径）只是一个特定的尺寸的数值，并不做考核，而导体的直流电阻数值的大小才是导体的电气性能的关键指标，通过以上的分析与处理，可以看出优质材料与精湛工艺做出的合格产品是电线电缆在使用中的最大保障。

参考文献

- [1] GB/T 3956—2008, 电缆的导体 DIN VDE 0250—809—1985 电力设施用电缆、电线和绝缘导线：氯丁橡胶护套扁形软线[S].
- [2] GB 50411—2007, 建筑节能工程施工质量验收规范[S].
- [3] GB/T 12706.1, 挤包绝缘电力电缆及附件 第1部分 额定电压1 kV ($U_m=1.2$ kV) 和3 kV ($U_m=3.6$ kV) 电缆[S].

(责任编辑：刘艳玲)

智能电网下继电保护方式相关问题

王圣元, 刘 燕

(国网上海市北供电公司, 上海 闸北 200072)

摘要: 智能电网实际运行过程中, 保障其稳定性的首要环节就是继电保护, 在智能电网出现并发展中, 继电保护方式也必须及时做出转变和调整。鉴于此, 文章从智能电网建设给继电保护带来的机遇入手, 对继电保护重点研究的内容进行了分析, 最后展开了智能电网下继电保护的广域保护研究, 希望对我国相关领域的发展起到促进作用。

关键词: 智能电网; 继电保护方式; 广域保护

中图分类号: TM711

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2016)11-0033-02

智能电网是全球经济、科技不断发展的产物, 对于提升电网运行质量具有不容忽视的作用。而我国在进行智能电网建设的过程中, 必须从电网现阶段实际情况入手, 确保通过智能电网建设, 改善我国输配电的效率和质量。而要想从根本上提升智能电网运行稳定性和可靠性, 必须从完善继电保护功能入手。可以说, 智能电网建设为继电保护的发展提供了机遇, 在这种情况下, 我国相关领域研究人员必须准确把握继电保护重点研究内容, 才能够实现质的突破。

1 智能电网建设给继电保护工作带来机遇

近年来, 新型继电保护的发展中, 都是以智能电网为基础的。在信息采集领域, 我国对动态监测系统的构建始于1996年, 该系统可以实现实时信息检测。至今为止, PMU即同步相量测量单元已经在我国多数220 kV变电站中进行安装, 而同时, 也成为我国500 kV变电站的重要组成部分。在这种情况下, 现阶段我国已经形成了拥有一定规模的WAMS即广域测量系统^[1]。在在线同步测量广域电网的过程中, 可以对WAMS/PMU进行充分的应用, 而在更新数据的过程中, 时间也大大缩减, 能够在几十毫秒内完成, 这样一来, 就为继电保护功能信息同步的实现奠定了良好的基础。

从信息通信角度来看, 现阶段, 我国500 kV及以上电网在运行中, 都产生了高达100%的光纤覆盖率, 而99.2%是220 kV电网的覆盖率, 93%是110 kV电网的覆盖率。由此可见, 我国整体电网在运行过程中, 主要介质已经成为了光纤, 而电力通信专网也能够凸显出分层分级自愈环网这一主要特征。

2 继电保护重点研究内容

2.1 单元件保护

首先, 在发电机保护中, 必须增加对内部短路的关注, 尤其是匝间短路保护问题。因此必须精确化处理整定计算、保护方案设计以及灵敏度校验等内容; 根据机组实际运行过程中的承受能力来判据反时限过流、后备保护中的过激磁等保护; 促使可靠性在定子、转子一点接地中得以体现; 通过有效配合得以在失磁、失步保护中实现, 同时还深入研究了超大容量机组保护运行的特殊性等^[2]。

其次, 在变压器保护领域, 我国部分专家仍然将研究的重点放在了励磁涌流识别方面, 由于随机性、多样性以及非线性等是励磁涌流的关键特征, 因此现阶段在制订相关解决方案的过程中, 始终存在一定缺陷, 分析计算变压器内部故障以及保护新原理等始终是变压器保护领域的研究重点。

再次, 在交流线路保护领域, 由于高阻接地很容易影响距离保护, 导致短路再次在系统振荡中产生时, 系统无法进行有效应对, 因此产生了较低的躲避负荷的能力; 在对同杆并架双回线进行应用的过程中, 由于电气量范围的约束和跨线故障的产生, 导致较大的误差产生于故障测距和选相中。

最后, 在直流线路保护领域, 行波保护是主保护, 在对其进行使用的过程中, 始终受到故障产生行波信号的不确定性影响, 包括母线接线方式和波速等影响因素, 同时其还会受到过渡电阻、采样率限制以及动态时延等约束。

2.2 广域保护

近年来, 为了适应智能电网的发展需求, 我国加大了

继电保护研究力度,广域保护得以产生。在广域保护中,信息通信平台中可以有效融入多点多类型信息,同时信息具有较强的实时性^[3]。这一方式的产生,极大地转变了传统继电保护的配置模式,动作性能在继电保护中得以有效提升。

3 智能电网下继电保护的广域保护研究

3.1 广域保护内涵

通常情况下,单端量和双端量是继电保护所使用的信息形式,产生这一现象的主要原因同软硬件技术水平低具有紧密的联系,而信息使用过程中,被保护设备自身的信息被作为信息主要来源。近年来,我国在积极加强电网建设的过程中,其运行的环境呈现出越来越复杂的特点,较少的信息存在于传统保护原理中,在对故障进行分析的过程中,通常只能从单一的角度出发^[4]。与此同时,智能电网在建设过程中,已经构建了一个有效的平台,为多信息化继电保护的实现提供了可能,在这种情况下,继电保护发展中,广域保护成为重点发展方向。

广域保护在实施过程中,可以对多类型、多点信息进行融合,这些信息同故障都具有紧密的联系,在综合判断信息的基础上,有助于各种功能的实现,包括跳闸策略制订、保护动作特性调整等。由此可见,在对广域保护进行应用的过程中可以从更加全面地角度对故障进行检测,从而有助于保护措施同系统运行方式变化进行适应,使保护对定值的依赖降低,确保保护动作的速度得以有效提升。

3.2 广域后备保护的构成模式

3.2.1 广域集中式

系统内部的某一个中心站是设置决策主机的主要位置,其运行过程中,能够对区域电网整体进行覆盖,为数十个厂站甚至更多厂站运行提供便利^[5]。同时,在该模式中,基本单元被设置为被保护设备,在判断故障的过程中,主要的方式是将所有信息进行直接集中处理。在对该模式进行应用的过程中,能够实现较大规模的信息集中,因此可以做到更加全面地对故障角度进行检测,更重要的是,在该模式中,要求保护主机能够拥有较高的处理能力以及安全性。

3.2.2 IED分布式

IED分布式结构模式下,IED元件存在于被保护设备中,这成为该模式的决策基本单元,本地信息的采集由IED负责,而保护功能的实现,需要IED充分展开信息交互工作。IED分布式模式在使用的过程中,拥有灵活的保护构成方式和较强的适应能力,在实施保护功能的过程中,不需要过度依赖单一决策元件,这是该模式使用中的优势。但是也具有一定缺陷,如在实现信息交互的过程中,必须

对大量的信息进行处理,同时需要对复杂的保护配置进行应用,因此必须在良好的通信条件下才能够投入使用^[6]。

3.2.3 站域集中与区域分布相配合的模式

该模式在实际运行的过程中,能够实现对区域和站域的双重保护。在站域保护中,可以促使后备保护功能在站内元件中得以充分的体现,站域主机被设置于每一个厂站中,实际运行中,能够对该站不同元件的信息进行集中,而在对分布式系统进行构建的过程中,需要将各站视为区域保护子站,并进行有效连接;在处理站间联络线故障的过程中,充分发挥区域保护的功能,故障的判断需要建立在站域主机交互信息的基础上,并且可以将远后备功能提供给站内元件^[7]。

站域集中与区域分布相配合的模式同广域集中式相比,对主站安全性及运算能力要求不高,同时拥有较短的通信延时和较高的交互信息相关度;而该模式相比于IED分布式,呈现出相对简单的故障判断和信息交互机制,在识别故障的过程中,不需要进行较多的工作重复,对于推动后备保护实现简单化配置具有重要意义。

4 结束语

综上所述,在时代不断进步的背景下,现阶段我国社会经济、政治、文化等各个领域在发展过程中,都对电能的稳定性提出了更高要求,在这种情况下,我国加大了输配电和整体电力系统的建设力度,而这一过程中也极大地转变了传统继电保护运行环境,传统继电保护运行方式已经无法满足现代化智能电网的稳定运行需求,因此积极加强智能电网下的继电保护方式研究具有重要意义。

参考文献

- [1] 肖锋,袁先锋.探究智能电网继电保护的调试方法及其运用[J].通讯世界,2015(16):121-122.
- [2] 张强,李文华.智能电网发展环境下的继电保护新技术分析[J].建筑工程技术与设计,2015(8):2074-2074.
- [3] 陈新,吕飞鹏,蒋科,等.基于多代理技术的智能电网继电保护在线整定系统[J].电力系统保护与控制,2015,38(18):167-173.
- [4] 郝文斌,洪行旅.智能电网地区继电保护定值整定系统关键技术研究[J].电力系统保护与控制,2014,39(2):80-82,87.
- [5] 张保会,郝治国,Zhiqian BO,等.智能电网继电保护研究的进展(一)——故障甄别新原理[J].电力自动化设备,2015,30(1):1-6.
- [6] 盛海华,赵纪元,奚洪磊,等.适应智能电网继电保护定值的在线管控方案[J].电力系统自动化,2016,40(15):154-158.
- [7] 杨艳利,黄华平,林江凯,等.智能电网发展环境下的继电保护新技术[J].商品与质量,2015(37):207-207.

(责任编辑:贺大亮)

基于D5000智能调度控制系统的配电网线路负荷批量控制

徐 宣

(广东电网公司梅州供电局, 广东 梅州 514300)

摘要: 结合 10 kV 高压配电线路的特点及运行要求, 对于 D5000 智能调度控制系统深入探讨如何在供电紧张下, 执行拉路限电以及出现线路接地时快速隔离故障点, 通过实践探索并丰富供电可靠性理论, 为电力系统的实践应用提供更多参考资料。

关键词: D5000 主站; 智能调度控制系统; 批量控制; 供电可靠性

中图分类号: TM74

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2016)11-0035-02

1 10 kV高压配电线路负荷批量控制技术概述

1.1 线路特点

随着电能需求的飞速发展, 高压配电线路也朝着长距离、大容量的方向迈进。10 kV 线路在我国来说, 是重要的供电电网, 最主要的任务是直接向用户输送电能, 该电压等级的供电可靠性具有重要意义, 直接影响整个电能输送过程的安全和经济。我国 10 kV 配电线路的主要特点是: 农网线路所占的比例较大, 供电的半径较大, 线路的供电方式大部分属于放射式供电, 线路之间没有联络, 对线路进行保护的相应设备较为落后。

1.2 负荷批量控制技术的现实意义

负荷批量控制功能的探讨研究, 将能较大提升电网调控应急响应能力。负荷批量控制技术基于高压配电线路控制系统分层特点, 采用“地区群控、一站顺控”策略, 预先在 D5000 智能调度控制系统中设定与限电负荷相关的多个断路器, 在所辖线路发生事故时执行批量遥控操作, 达到快速控制负荷的目的, 确保电网安全稳定运行。

2 基于D5000智能调度控制系统对配电网线路负荷批量控制的可行性

随着经济发展, 各行业对电能的需求量越来越大, 一些地区发电总量远不够供应其所在地区的用电量。特别是夏季峰期, 用电缺口较大或遭遇极端恶劣天气, 供电系统无法充分满足社会的用电需求。在用电需求十分紧张时, 如果出现持续高温高湿等极端天气导致供电压力进一步趋紧, 或遇外力破坏等事故导致高压配电线路的供电设施受损, 则供电企业本着优先确保居民用电的原则, 一般会采取拉路限电措施。

目前我国 10 kV 配电线路大部分属于小电流接地系统, 即中性点不接地系统或中性点经消弧线圈接地。当发生单相接地故障时, 由于线电压及相位不变, 系统绝缘按线电压设计, 允许短时间带故障运行而不立即切除, 一般 10 kV 线路允许接地运行不超过 2 h, 这主要是受电压互感器和消弧线圈带接地允许运行时间的限制, 长时接地运行使电压互感器发热, 有可能损坏设备。中性点经消弧线圈接地系统有接地故障时, 一般消弧线圈可运行 2 h。单相接地故障在 10 kV 配电线路中是最常见的故障, 在发生单相接地故障时, 应迅速查找故障点并断开, 争取在未发展成两相接地短路故障前将其切除, 以免扩大事故。

鉴于上文对 10 kV 配电线路负荷缺口需拉路限电及小电流接地系统接地故障的描述, 适合采用 D5000 智能调度控制系统对其进行批量遥控操作, 来快速解决接地故障现象及限电措施。

3 基于D5000智能调度控制系统的高压配电线路负荷批量控制措施分析

控制负荷是以保证居民正常用电为前提, 基于“先错峰、后避峰、再限电、最后拉路”电力调控原则而采取的一种电力系统调控方式。当前的城市电网都是对于线路划分区片, 因此负荷控制侧重对配电线路的集中控制, 目的是通过合理调控配电线路来保证居民正常用电, 而并非断电。

当高压配电线路发生接地故障或者出现超计划用电时, 要根据该地区电网实际运行情况对某些线路进行负荷控制, 以确保线路正常运行, 使用户能正常用电。现有技术中, 对多条线路进行控制时, 要对断路器逐个操作, 人工操作至少要 0.5 h, 工作效率低, 并且一旦遭遇突发状况要批量拉路限电时, 人工操作往往无法快速实现。这就需

要借助 D5000 智能调度控制系统进行批量遥控操作。

3.1 变电站负荷批量控制措施主体思路

调控中心和具有多条配电线路的变电站；所述调控中心包括：用于输出启动信号的指纹机，用于存储待拉路配电线路的存储器参数，用于输出控制信号的第一控制器，该控制器的使能端与指纹机连接，其输入端与存储器连接；发射器，其输入端与第一控制器的输出端连接；接收器，与发射器连接；用于输出驱动信号的第二控制器，其输入端与接收器的输出端连接，多条配电线路中的任一条与均串接有断路器，断路器与第二控制器的输出端连接，以确保接受驱动信号后能够迅速断开。

变电站在批量操作时，可安全稳定地实现全线或局部线路统一操作，减少了人为工作量，在节省系统调控时间的同时大幅度提高了停电复电效率，充分体现了主站系统的集中控制优势，有效解决了“短时间、大容量、大范围”人工主动控制负荷的技术难题。

3.2 批量遥控效果试验

3.2.1 试验设计思路

为检验负荷批量控制程序在应对电网大负荷集控能力，及其在突发故障要紧急限电工况下的实效性，提高配电线路对于大负荷、大容量输电系统的集控能力，以试验途径，对高压配电线路的集控系统进行了实践验证。

基于《地调应急负荷控制专用序位》提前在 D5000 智能调度控制系统中键入批量遥控操作程序，以便在紧急状况下按照提前设定的限电程序进行快速操作。为了不干扰高压电网正常供电，试验模拟采用 3 ~ 4 个 110 kV 变电站所辖 10 ~ 15 回 10 kV 线路开展试验。按照试验要求，对同一变电站的配电线路按限电顺序发布远程遥控指令，并对不同的变电站设备同步发布远程遥控指令。限电信号由集控主站发布后，如果某个开关不响应限电指令，系统不会中断，会继续对下一个开关自动发布遥控命令。直到主站集控中心发布“停止”指令后，序列中限电指令才会终止。

3.2.2 试验方案

试验一：测试限电序列的执行情况时，重点看主站集控系统的集控能力。按设计要求预先使 3 ~ 4 个变电站向配电线路同步发布限电指令，从序列一开始监控系统逐一响应限电指令。执行序列一前，由主站集控系统发令自动封锁不参与限电指令的变电站，当配电线路顺利完成序列一的限电指令后再顺延到序列二。

试验二：在接地故障工况下通过主站集控系统进行批量操作时，应确保拉路限电系统能够灵活响应。按照试验一的工况提前设定 3 ~ 4 个变电站运行工况，由主站集控系统同时向变电站发送限电指令，但是不设定限电顺序，

并设置故障（将两个开关手把设置为就地）。

试验三：检查程序化操作的急停功能。按设计要求执行序列二限电指令，测试“停止”指令是否得到远程相应。

3.2.3 试验结果

为了比较程序化批量控制与传统单点遥控逐一的优越性，更好地分析总结，分别将三次试验控制开始时间和结束时间进行记录。

试验结果如下：

- 试验一批次操作顺利，告警反馈信号显示正常。
- 试验二设置的三个故障致使三个开关不能正常控分，试验现场正常。
- 试验三进行“试停”试验，试验一开始即点“停止”，共控出 4 路开关才停止。“继续”执行后，程序显示系统重新开始发令继续操作。这是因顺序遥控程序执行较快，停止过程需要程序执行时间，此问题需要进一步解决。

在为期 5 天的试验测试中，共使用主站集控系统远程批量遥控 32 次，每次批量操作时间为 2.5 s/个（平均值），整个负荷拉路平均时间为 1.9 min/组，相比实施前的 11.8 min/组，减少用时 9.9 min，降幅 83.9%。实现了缩短负荷控制的时间，增加了设备的预控能力。

4 结束语

通过上述试验研究得出结论，基于 D5000 智能调度控制系统的高压配电线路负荷批量控制措施，能够在供电紧张以及出现供电故障的情况下执行批量遥控操作，并且操作过程安全、快捷，只需简单操作即可实现全线或局部线路的紧急限电，借助具有调控一体化特点的智能控制系统能够快速而彻底地解决“短时间、大规模、大容量”的以人工操作为主的电力负荷调控难题，大幅度降低了人工作业量，极大提高了工作效率。

参考文献

- [1] 杨艳. 电网调度自动化系统常见故障及解决措施[J]. 沿海企业与科技, 2009(07):97-98.
- [2] 陈庆彬, 谢志坚. 地区级供电企业如何应对迎峰度夏[J]. 中国电力企业管理, 2008(08):48-49.
- [3] 胡成群. 调度自动化系统中遥控准确性和可靠性探讨[J]. 华中电力, 2007(03):77-78.
- [4] 韩冬, 韩驰, 张喜林. 调度自动化系统遥控安全机制问题[J]. 吉林电力, 2004(06):24-26.
- [5] 张兴宇. 宁城农电调度自动化通道建设浅议[J]. 农村电气化. 2000(08):25.
- [6] 王文义. 影响调度自动化可靠运行的外部环境因素及应采取的措施[J]. 农村电气化. 1998(03):17.

(责任编辑: 贺大亮)

全故障监测和区段定位系统

张慧林, 钱积宏, 舒凤高

(国网辽宁喀左县供电公司, 辽宁 喀左 122300)

摘要: 10 kV 配电线路遍布广大农村, 受地形、环境等因素影响故障频发, 且故障点不易查找。针对这一问题, 研制了能够监测 10 kV 配电线路短路(过流)、接地和缺相(断线)等故障的监测和区段定位系统, 通过实际应用和验证, 取得了良好的效果。该系统的应用, 减轻了配电运维人员漫无目的查找线路故障的辛劳之苦, 缩短了故障停电时间、提高了供电可靠率、增加了经济和社会效益, 为配网自动化的实施奠定了坚实的基础。

关键词: 配电线路; 故障监测; 定位

中图分类号: TM63

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2016)11-0037-02

喀左县 10 kV 配电线路遍布广大农村, 所处路径地形复杂、环境恶劣, 树木、漂浮物、雷害、鸟害等原因引起的 10 kV 配电线路故障频发。采用何种手段迅速查找故障点和故障原因, 及时处理故障, 降低运维人员的劳动强度, 提高 10 kV 配电线路的供电可靠性, 是电力企业需要解决的重要问题。为了解决这一问题, 研制了 10 kV 配电线路全故障监测和区段定位系统, 将该系统安装于农网 10 kV 配电线路上, 通过运行实践取得了良好的效果。

1 全故障监测和区段定位系统的研制

1.1 系统基本原理

全故障监测和区段定位系统的基本原理是通过检测 10 kV 配电线路故障时的电压、电流、电场和首半波(或零序)电流来判定各类故障性质, 并根据安装在现场的监测装置位置对故障区段进行定位。数据采用 GPRS 系统上传有关信息。

1.2 系统研制

根据城市、农村配电网自动化的区别和农村配电网自动化系统应用原则, 研制了 10 kV 配电线路全故障监测和区段定位系统, 即配电网自动化中的 10 kV 馈线自动化“二遥”或“三遥”, 并出具了数学模型, 提出了具体要求。在 10 kV 配电线路发生故障时, 指导相关运维人员快速到达故障区段, 隔离故障线路, 检查和处理线路故障, 尽早恢复送电。

本系统由数字线路故障采集器、故障监测单元、GPRS 通信传输和主站组成, 使用 GPRS 通信方式将采集到的负荷电流、电压等运行参数和故障报警信息实时发送到主站(调控中心), 通过主站计算分析后将故障信息传送到指定目的地。

1.3 系统功能

该系统具备 10 kV 配电线路短路(过流)故障、接地故障和缺相(断线)等全故障监测和区段定位功能, 还具有翻盘指示、闪光指示、整定终端检测参数、线路电压、电流(电场)测量和双向无线跳频通信等功能; 与其配套的故障监测传输单元主要用于数据采集器在线监测、捕捉信号的远传和开关位置确定, 通过 GPRS 通信方式将数据发送到主站, 并可接收主站链路查询、数据采集、遥控(断路器的分/合闸、数据采集器复位)、遥调(数据采集器和指示器的定值参数)等命令。当 10 kV 配电线路出现故障时, 立即启动故障报警向主站上传故障信号, 由主站计算机分析、确定故障区段, 经调度或监测(控)中心值班人员确认后, 以短信(或电话)方式发送给相关运维人员。如果需要复验查看, 可以进行召测和调阅存储信息。

2 全故障监测和区段定位系统应用及验证情况

2.1 应用及验证情况

2015 年 10 月 23 日在发生故障次数相对较高的十二德堡 66 kV 变电站 10 kV 十尤线安装了 6 套监测终端, 在分歧线路较长的十二德堡 66 kV 变电站 10 kV 十老线下店分歧安装了 1 套监测终端, 在县城与农村混合供电的大城子 66 kV 变电站 10 kV 大六线北沟分歧安装了 1 套监测终端, 在县公司调度监控中心安装了主站计算机 1 台, 对系统功能进行验证。

2.2 验证结果

2015 年 10 月 23 日至 2016 年 09 月 20 日, 监测范围内 10 kV 配电线路共出现故障异常 27 次(含 1 次模拟), 其中短路(过流)故障 21 次, 接地故障 5 次, 模拟缺相

(断线)故障1次;漏报短路故障2次、接地故障1次;上报短路(过流)、接地、缺相(断线)故障准确率分别为90.48%、80%、100%。

2.3 系统应用及验证情况分析

经分析漏报故障的原因除人为(因线路改造拆除现场终端未及时安装、刮断终端信号传输线)、通信中断(欠费自动停机)外,短路(过流)故障漏报的主要原因是:没有充分考虑10 kV配电线路用电负荷少、电流小的因素,安装的故障采集终端电流变比过大且定值调整过高。

接地故障漏报的主要原因是:接地故障报警设计主要由接地电流信号和10 kV配电线路对地电场的明显变化为依据。第一判据是采用10 kV配电线路安装的故障采集终端检测到的首半波接地电流突变信号判断,因为没有计算故障监测的10 kV配电线路所在66 kV变电站各10 kV馈出线路总长度,并提供单相接地电容电流值,采集器出厂时设置接地电流定值调整过大(等于或大于10 A);第二判据是利用故障采集终端检测到的10 kV配电线路对地电场变化大于30%以上即启动接地故障报警,但10 kV配电线路对地电场的变化与10 kV配电线路对地绝缘强度、导线对地安全距离和环境湿度等因素有直接关系,以此作为接地故障的主要判据之一是不科学的(其可以作为接地故障区段的辅助判据)。另外因为没有调度自动化传输的单相电压信号,也没有在10 kV配电线路上安装获取电压真实数据的电压监测装置,所以出现了接地故障上报准确率低和与地调监控中心不同步的问题。

2.4 解决办法

针对以上存在的问题,根据分析漏报故障的原因,制订了解决方案,于2016年与生产厂家进行了沟通、探讨,并提供了充分的理论依据,确定解决措施如下。

对10 kV配电线路安装的故障采集器定值按实际进行调整。

厂家按照供电企业提供的计算电流值配置相应电流变比的故障采集器和出厂定值重新设置。

为减小10 kV电压监测装置体积、重量、造价,根据电阻降压原理,要求生产能够承受最高一次线电压12 kV的单相电压互感器,为电压监测装置提供10 kV配电线路电压实际信号,以确保发生接地故障产生谐振时电压互感器不被损坏。

在符合国家电网公司规约的前提下,根据10 kV配电线路电流小的实际情况,生产小变比电流监测采集器。

完善系统软件。将电场、接地故障电流判断接地故障的依据改为电压、接地故障电流判断,增加缺相(断线)故障判断功能,增加各种故障模拟试验功能。

县公司提前介入各条10 kV配电线路参数的统计、计

算,选择监测终端安装位置和故障采集终端电流变比以及接地电流计算。

为达到10 kV配电线路自动化“三通”功能,应在线路适当节点安装断路器。

目前单相接地故障区段的准确定位方法很多,且都有利弊。如果在解决上述问题后,单相接地故障区段确定仍达不到100%准确率,还需在现有10 kV馈线监测的基础上,在66 kV变电站10 kV母线侧安装一套信号注入装置(预算装置造价不超过5万元),当该66 kV变电站某个10 kV馈线出现单相接地故障后,现场终端未能报出具体接地故障区段时,当值人员可以启动信号注入装置发出433 MHz的高频信号,通过在装故障监测终端监测,几秒的时间即可以100%准确上报接地故障区段。因涉及到66 kV变电站内施工方案确定和站内施工安全问题,最好在上述解决办法并实施后评估确定。

3 全故障监测和区段定位系统的优缺点

3.1 系统的优点

全故障监测和区段定位系统功能齐全,建设成本较低、周期短,只需在县公司调控中心投资建设一个主站,在需要监测的每条10 kV配电线路主干、主要分歧、较大分支安装适当的监测装置,2个月即可具备运行条件。

系统安装不需停电,具备安装方便、操作简单等优点。多年来的电网建设和农网改造升级工程,10 kV配电线路健康水平得到大幅度提升,如果配备功能完备的断路器与本系统配合使用,完全可以在监测10 kV配电线路短路、过流、接地、缺相、断相等所有故障的同时,达到快速自动隔离故障线路、减少停电范围的目的。另外,为解决用户新建10 kV线路(线路较长或负荷较大)故障报警问题,建议对新增用户工程设计时,安装该装置,以利于县公司调控中心随时掌握10 kV配电系统的故障信息。

3.2 系统的缺点

不适用于城市10 kV配电网(含县城);没有自己的通信网络,大范围推广应用,需要支付通信费用,如果与通信公司没有约定,欠费(或通信系统故障)时将自动停机,造成信号传输中断,形成系统瘫痪,受制于人。

4 结束语

10 kV配线路全故障监测和区段定位系统的推广和应用是一系统工程,必须在全面掌握县城10 kV配电线路、农村10 kV配电线路及其负荷分布等详细数据的基础上逐步推进,并应进一步试点,总结经验、杜绝或减少不足,才能达到预期效果。

(责任编辑:贺大亮)

电力系统自动化设备的电磁兼容技术

邢大成

(东北电力大学, 吉林 吉林 132012)

摘要: 论述电磁兼容技术在电力系统自动化设备应用中存在的问题, 并针对所存在的问题提出一些解决方法, 最后阐述了电磁兼容技术在电力系统自动化设备中的应用及未来发展趋势。

关键词: 电力系统; 自动化设备; 电磁兼容技术

中图分类号: TM63

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2016)11-0039-02

由于电力系统中的工作环境比较特殊的原因, 就会造成自动化设备在运行过程中受到外面电磁波的干扰。如果在电力系统自动化设备中应用电磁兼容技术, 可以很好地解决这一问题。在电力系统中应用电磁兼容技术, 可以大大地降低外界电磁波对电力系统自动化设备在运行过程中的干扰, 从而有利于提高自动化设备在运行过程中的准确度。

1 电磁兼容技术在电力系统自动化设备应用中存在的问题

1.1 自动化设备在运行过程中相互干扰

电力系统是由许多一次、二次系统设备构成的, 而自动化设备属于二次系统设备中的一部分。由于设备内部的各个元件、外部的电磁波等各个方面的电磁干扰都会导致自动化设备无法正常运行。目前我国电力系统虽然在不断的发展, 电网也在逐渐的增大等, 自动化设备的大规模综合应用可以使自动化设备受到的干扰小一些, 这样就必须要对自动化设备的抗干扰能力提出更高的要求^[1]。

目前我国对于电磁兼容技术的研究还处于初级阶段, 在投入了更多的资金以后, 研究结果却是不尽人意, 究其原因因为我国的社会经济发展水平较低, 严重阻碍了其生产技术的不断更新。

1.2 电磁兼容技术在自动化设备应用中的特殊性

由于电力系统自动化设备中包含数字电路、模拟电路, 且都是以微机系统为中心的, 其中含有二级管、D/A 等各个应用也是非常广泛的, 这些都会对其他设备产生严重的影响, 同时也会受到来自其他设备的干扰。然而脉冲干扰是自动化设备应用中的核心问题, 由于目前的微型计算机系统只能识别二进制代码, 并且这种系统也都是由数字电路所构成的, 在传输过程中所产生的脉冲信号, 很容易受到脉冲的干扰^[2]。电源对自动化设备在运行过程中也

会产生一些影响。

2 提高电力系统自动化设备的电磁兼容技术的对策

2.1 隔离相互干扰的线路

电力系统自动化设备中隔离干扰技术的应用与隔离元件紧密联系在一起, 而隔离元件的设计, 其主要目的就是平衡电路、保护线路等各方面具有十分重要的作用, 对隔离元件的材料, 也必须符合标准, 元件设计与设备的更新要同步, 这样才能彻底达到隔离干扰效果。所谓的隔离其实就是对线路周围的磁场进行隔开, 其最为有效的方法就是将干扰线路和其他线路隔开, 在隔开的时候^[3], 尽量不要使干扰线路和其他线路进行平型排列。对于一些脉冲线路功率比较大的时候, 很容易对其他线路造成严重的威胁, 这样容易造成对线路的干扰。而线路设计其实就是电磁兼容的核心内容, 而隔离干扰线路的设计尽量应用功率较小、损耗较小的元件, 这样就可以大大减少元器件自身所产生的干扰。

2.2 采用合理的屏蔽技术提高

电力系统自动化设备的屏蔽技术主要有 3 种, 即磁屏蔽、电屏蔽、电磁屏蔽。应根据电力设备的具体情况来选择不同的屏蔽方法, 这样才能将电磁能控制在一定的范围内, 借助屏蔽体的能力来减少磁场的能量, 最终阻止自动化设备不受到电磁干扰。提高屏蔽技术其实就是进一步提高屏蔽体的材料以及采取合理的屏蔽方式等, 从而提高电力系统自动化设备的抗干扰能力。

2.3 提高接地技术

从电子设备的安全角度来看, 接地是十分重要的, 从电路设计的角度来看, 接地也是十分重要的。一般情况下, 信号接地可以分为单点接地、多点接地等各种类型。为进一步提高电子设备的接地技术, 主要是有效地控制设备接

地电压,这样可以使其控制在一定的安全范围内。如果自动化设备一直处于高压状态下,除了在高压系统中要限制电压以外,还可以对电网保护装置起到一定的促进作用。提高接地技术其实就是通过接地设备将干扰电流输入到地,这样就可以大大削弱干扰源在传播过程中的能量。

3 电磁兼容技术在电力系统自动化设备中的应用

3.1 频率设计技术

频率设计技术,其最为重要的就是要解决频率兼容问题,这也是当前微机系统设计中非常复杂的一种技术。而频率设计包含电平核实、最高工作频率设计以及降频和谐波分离技术^[4]。

3.2 接地技术

接地技术需要注意两方面的内容:一方面是电源内阻分析技术,通过这种技术可以有效分析电源的最大功率;另一方面,接地点和地线设计技术,这种技术其实就是把大功率和小功率有效隔开。

3.3 布线技术

对于这种技术,其主要目的就是怎样有效地降低连线之间相互影响,对于所分布参数也需要有一定的限制。然而系统布线对所分布的参数影响具有直接的作用,所以这也是布线技术中的设备和电磁兼容技术中最为重要的内容。

3.4 电源技术

电源技术主要涉及两方面,一方面是对电源特性的设计,随着微机系统频率逐渐的增高以及电路几何尺寸不断的缩小,使其多层板电路成为最主要的模式。然而多层板最主要的功能就是可以有效减小系统中各个连线之间的分布参数影响;另一方面则是指系统电源性质的选择,电源内阻的分析其实就是对电源最大瞬时功率的分析。

3.5 降频控制

在电力自动化系统中对于所输出的高频信号,在保障系统正常工作的情况下,应尽量减小频率,而对于一些输出信号需要采取平滑的方法,对于一些功率比较大的输出信号,必须要对其进行降频处理。

3.6 表面贴片

由于表面贴片技术是一种可以使集成电路与印制电路板所形成一体的电路制作技术。而集成电路在出厂的时候都是直接出厂芯片,不加任何包装。电路制作的时候需要利用焊接技术将芯片直接粘到印制电路板表面上,这种电路面积小,而且还能提高电磁兼容的性能。

3.7 多层板去耦

随着我国科学技术的不断发展,微机系统的计算能力也在不断提高,而电路的尺寸在逐渐的缩小,多层板电路就成为了最主要的模式。多层板电路可以有效减小各连线

之间的分布参数。

3.8 软件技术

由于受到外界干扰容易导致程序不能正常运行,如果程序一旦出现错误、中断等,都能够阻止程序正常运行。可以通过以下几种方法增加软件的抗干扰能力:第一,收留井法,通过这种方法在处理程序以后,能够有效防止程序“跑飞”现象;第二,严格监视主程序在运行过程中的具体情况,一旦主程序出现错误,能够及时发现并尽快处理;第三,当信息比较多的时候,需要采用容错技术方法以此来提高软件的抗干扰能力。

4 电磁兼容技术的发展趋势

随着我国科学技术的飞速发展,我国的市场中出现了许多有关测量电磁兼容技术的高科技设备或最新技术,对于这些设备和技术的出现,认识到我国电力系统的电磁兼容技术相对落后。我国电磁兼容技术和发展国家相比,不仅起步比较晚,而且在发展的过程中时间也比较短,导致差距越来越大。而目前我国的电磁兼容技术只能应用在一些比较小的机械上,很难应用在比较大型的机械上,而对于在电力系统中应用许多的自动化设备,在应用电磁兼容技术以后,刚好解决这一问题,但对于处理比较大的磁场所受到的干扰,目前技术还比较欠缺,并不能从根本上消除磁场所带来的影响。

5 结束语

综上所述,随着我国科学技术的飞速发展,我国的电力系统也随之发生着巨大的变化,并给人们的生活带来了很大的改变,即更加方便、快捷、舒适等。但由于在电力系统中的电磁之间受到相互影响,导致了电力的浪费,甚至大大降低了效率。在电力系统中应用电磁兼容技术能够很好解决这一问题,并在电力系统中更好地被应用。应用电磁兼容技术,不仅可以节约更多的电力,还可以提高电力的利用率,也比较适合我国所提出节能减排的新制度,使电力系统可以更好的为人们生活提供简单、舒适的服务。

参考文献

- [1] 侯磊. 电力系统自动化设备的电磁兼容技术[J]. 民营科技, 2014(12): 26.
- [2] 李珠海. 电力系统自动化设备的电磁兼容技术[J]. 中国新技术新产品, 2015(24): 14.
- [3] 朱秀萍, 卢小兰. 电力系统自动化设备的电磁兼容技术[J]. 科学与财富, 2012(11): 231.
- [4] 马涛. 电力系统自动化设备的电磁兼容技术[J]. 黑龙江科学, 2013, 4(9): 131.

(责任编辑:贺大亮)

一种新的变电站智能防误在线操作模式

黄建林, 郑爱民, 王靖晖, 刘国勇

(长园共创电力安全技术股份有限公司, 广东 珠海 519085)

摘要: 在满足现场操作实时性的基础上, 提出了一种新的变电站智能防误在线操作模式, 该模式改变了锁具与防误主机通信模式, 采用了不同于传统防误系统锁具被动解闭锁的锁具主动解闭锁防误模式, 同时取消电脑钥匙, 降低系统的操作难度, 满足了智能电网的发展要求。

关键词: 变电站; 智能防误; 在线操作; 主动解闭锁; 无线转换器

中图分类号: TM727

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2016)11-0041-02

随着电力工业的不断发展, 特别是智能电网的提出与发展, 电力系统对电气设备操作的安全性和可靠性要求与日俱增。在线微机防误闭锁系统通过与设备和锁具建立实时的信息交互, 实时判断闭锁逻辑, 以及对防误锁具的遥控开闭锁, 从而实现对电气设备操作全过程管控。

在“三集五大”背景下, 无人值守站及调控一体化模式得到了广泛推广及应用, 老旧变电站为适应智能电网新的发展形势及要求, 如何进行升级改造是电力安全生产部门及企业亟待解决的问题。

1 新的防误在线操作模式

1.1 变电站防误现状

传统微机防误系统一直处于离线操作模式阶段, 即操作过程中电脑钥匙与主控系统之间没有通信联系, 电脑钥匙只能按照顺序执行预存的操作票, 但当电气设备状态临时有变位或者被操作设备没有达到指定状态时, 倒闸操作存在很大的安全隐患。此外, 离线操作模式下, 防误系统向综自系统提供的设备信息不一定是真实的, 这样就为实现跨站的调度防误和集控防误设置了障碍。对于无人值守站, 当现场进行倒闸操作时, 监护人或调度中心无法及时了解现场实际操作情况, 不利于变电站的管理。

少部分变电站已有的几类在线式防误方案大多需要敷设电缆, 以有线方式实现锁具的在线控制与状态采集, 而电缆的成本以及其敷设的人工成本是非常巨大的, 甚至部分变电站不具备电缆敷设条件, 同时在扩容维护时, 耗费人力与物力, 加大了投资力度; 电脑钥匙的实时在线控制, 可满足现场操作的实时性要求, 然而电脑钥匙及配套的通信适配器因故障经常性退出问题, 给现场操作带来了安全隐患, 因此在线系统的可行性受到限制。

1.2 防误系统升级方案

根据现有变电站微机防误系统特点, 为克服锁具处于离线状态而存在闭锁锁具的风险, 在满足现场操作实时性的基础上, 对现有防误系统进行升级改造, 提出了一种新的在线防误系统方案: 防误主机、无线基站设备、无线转换器、在线锁具, 防误主机与无线基站设备有线连接, 建立无线网络, 无线转换器与在线锁具有线连接, 通过无线网络与防误主机实时交互, 其系统升级方案如图1所示。

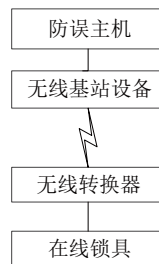


图1 系统升级方案

1.3 防误在线操作原理

首先, 防误主机开列出符合电网《电力安全工作规程》的待执行操作票; 在倒闸操作时, 现场操作人员将电源接入无线转换器, 无线转换器自动向防误主机发送锁具解锁操作请求; 防误主机实时对闭锁电气设备进行防误逻辑判断, 判断当前设备是否可以操作; 无线转换器接收到可操作指令后, 操作人员操作锁具及电气设备, 此时, 无线转换器实时将该操作设备的锁具状态通过无线网络实时的回传至防误主机; 然后防误主机会根据收到的锁具状态信息, 并结合监控后台发送的设备变位信息, 进行操作确认; 操作人员闭锁锁具, 无线转换器回传锁具状态至防误主机, 防误主机收到已完成当前步骤操作后, 判断下一步操作是否符合防误逻辑要求, 若不符合要求, 则中断操作, 这样就避免了在倒闸操作过程中设备突然变位的情

况,保证了操作人员的安全,如操作符合五防逻辑的要求,则可以进行下一步倒闸操作;待整个操作完成,操作人员可取下电源,结束任务。其具体的操作流程如图2所示。

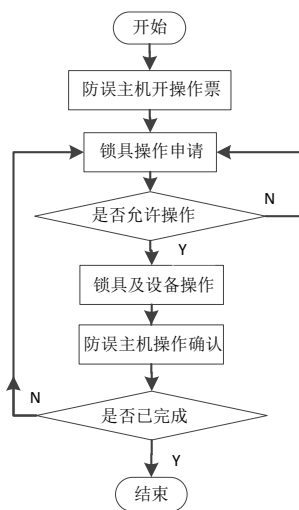


图2 在线操作流程

传统防误模式中,防误主机模拟开票后按照步骤将操作序列主动下发至电脑钥匙,或通过有线方式直接控制锁具解闭锁,然后锁具被动的被解闭锁,在整个操作过程中,锁具接收回传状态指令才回传状态,处于一种被动状态,可归结为“锁具被动解闭锁”防误模式。

然而本方案中,防误主机模拟开票后等待执行,当接收到锁具操作申请后,才实时结合遥测信息对电气设备进行防误逻辑判断,然后再解锁锁具并操作设备;防误主机进行操作确认后,操作人员闭锁锁具,防误主机接收到锁具闭锁指令后,本步操作才算完成。在整个操作过程中,锁具主动申请解锁及回传闭锁状态,处于一种主动状态,可归结为一种新的“锁具主动解闭锁”防误模式。该模式中,操作人员到达现场,无线转换器才能接入电源,锁具解锁申请通过后锁具才能得到供电,不需要锁具与无线转换器处于不间断工作状态,延长了系统设备的使用寿命。

1.4 防误应用

户外无线转换器结合机械编码锁,可实现对户外手动刀闸的强制闭锁防误。操作人员到达现场,插入移动电源至无线转换器,无线转换器开始供电,无线模块启动,通过无线网络向防误主机发出机械编码锁操作请求;若当前刀闸操作正确,无线转换器向机械编码锁供电,机械编码锁电源指示灯亮,机械编码锁可解锁,此时防误主机将给出“解锁允许”操作提示;若当前隔离开关操作不正确,则电源指示灯不亮,户外无线转换器的指示灯将闪烁三次,同时防误主机给出步骤错误提示;操作人员取下机械编码锁防尘罩,持续按住解锁按钮,打开机械编码锁,拔

出锁杆,此时,防误主机给出“解锁状态应答”提示,表示已收到机械编码锁的反馈信息;机械编码锁解锁后可以操作刀闸,防误主机接收监控后台发送的遥信值,判断当前刀闸设备是否操作,操作完毕后,将锁杆重新插入机械编码锁,机械编码锁电源指示灯熄灭,此时防误主机给出当前操作已完成提示,可进行下一步操作,否则,机械编码锁电源指示灯保持不灭,依然可以打开机械编码锁;机械编码锁电源指示灯熄灭后,方可移除移动电源。

户内无线转换器结合电控锁可实现对户内手车柜的强制闭锁防误。操作任务中,操作人员到达现场,将移动电源吸附在柜门上,插入移动电源至户内无线转换器后,无线转换器开始供电,无线模块启动,再长按电控锁按钮,进行操作申请;若当前手车操作正确,则户内无线转换器指示灯长亮,向电控锁供电,电控锁解锁并反馈锁具状态;若当前手车操作不正确,则户内无线转换器指示灯闪烁三次并熄灭,此时防误主机给出步骤错误提示;电控锁解锁后,可操作当前手车;防误主机接收监控后台发送的遥信值,判断当前手车是否操作,操作完毕后,按下电控锁按钮恢复闭锁并反馈状态,此时防误主机接收到电控锁闭锁状态后,给出手车操作已完成提示,则户内无线转换器指示灯闪烁三次后熄灭,此时可进行下一步操作。

特别注意的是,操作过程中只要防误主机对应任务未结束,拔出移动电源重新插入后仍能够进行正常操作。

2 结束语

随着智能电网建设的不断推进,传统的微机防误系统已不能满足无人值守站及调控一体化模式的自动化、智能化、集控化要求,为降低防误系统升级改造施工难度及维护成本,减轻操作人员负担,解决电脑钥匙和通信适配器故障经常性退出而导致的误操作问题,在保证现场操作实时性的基础上,提出了有一种新的变电站智能防误在线操作模式。该模式改变了锁具与防误主机通讯模式,采用了不同于传统防误系统锁具被动解闭锁的锁具主动解闭锁防误模式,同时取消电脑钥匙,降低系统的操作难度,满足了智能电网建设的发展要求。

参考文献

- [1] 王晓文, 吴志宏, 马仕海, 等. 基于网络技术的新型变电站防误闭锁系统的研究[J]. 沈阳工程学院学报(自然科学版), 2011, 07(1): 33-35.
- [2] 尤国荣. 低功耗无线网络在防误系统中的应用[J]. 电力自动化设备, 2010, 30(8): 139-141.
- [3] 黄建林, 刘国勇, 等. 一种嵌入式配电网防误方案研究[J]. 供用电, 2015, 32(4): 68-71.

(责任编辑: 贺大亮)

电力设备坐标数据的图形化应用

张宇峰, 潘永晟

(国网安徽省电力公司霍邱县供电公司, 安徽 霍邱 237400)

国家电网公司设备运维系统对电网线路设备坐标进行了集成, 但由于网省公司全网数据庞大, 县级供电公司在最常用的 35 kV 及以下线路中无法快速查看线路网架及设备位置等, 使得该功能在县级供电公司中未能充分应用到生产运行、电网建设中。通过将电网线路设备坐标数据的图形化应用, 可以将公司管辖范围内的线路、变电站、配变、柱上开关等设备的地理位置导入实景地图, 形成县域电网地理位置接线图, 可以在办公场所、多种媒体终端中显示查看。

1 技术原理

在不重新采集现场基础数据的前提下, 将线路设备坐标从设备运维系统中导出, 进行格式转换、维护后导入实景地图, 将电网、地图合一, 从而形成县域电网地理接线图。实景地图选用奥维互动地图, 该地图可免费使用, 地图种类多、更新快, 可在 PC 和手机中同时使用。

2 功能特点

一是可现场查看电网情况。可安装在手机、平板、电脑等终端上, 便于随身携带, 可在现场查看电网网架、设备情况; 二是卫星实景地图更新快。可清晰显示地面建筑、道路、树林、河流等地理信息, 且准确度高; 三是区域网架更加清晰。设备运维系统由于数据庞大, 查看某个区域或某条线路的网架结构速度慢且不清晰。但在该地图中可快速查看大至县域、小至村庄的电网结构, 在变电站规划、网架优化中起到关键技术支撑; 四是电网设备图形化。变电站、线路开关、配变都用具体符号标注, 清晰直观, 点击图形可显示该设备的名称; 五是现场实时定位。在现场中, 可通过该系统快速定位, 查看到距离自身所处位置最近的线路、配变, 在工程规划中, 可提供最佳 T 接点, 减少工程造价; 六是提供巡线技术支持。巡线人员在巡线时, 启动轨迹记录, 巡线结束后生成巡线线路图, 可查看巡线人员是否巡视到位。

3 应用方法

将设备运维系统中的线路设备 (X 坐标为经度坐标, Y 坐标为纬度坐标) 导出, 把所有经纬度坐标的格式在 Excel 表格中调整为仅保留小数点后 5 位的数值。

将所有经纬度坐标复制粘贴至新建的文本文档中。

利用坐标转换软件, 将该文档转换为奥维地图的“obj”型格式文件后, 导入奥维互动地图中。

标注地图中设备名称。以开关、配变为例, 首先在收藏选项下批量更改相应导入的坐标图标为对应的“开关”或者“配变”图标。然后再编辑每个“开关”与“配变”的名称与属性, 点击收藏文件夹保存。

绘制线路路径图。第一步将线路路径坐标点导入奥维地图系统, 根据坐标原文件杆塔编号, 按照“主干”“分支”顺序, 利用折线连接图标。每段连线按照杆塔名称断开, 保证每条“主干线”、每条“分支线”的名称准确。第二步待连线完成后, 分别点击线段编辑。在编辑页面栏将名称输入, 取消可编辑, 线段透明度调整为 100%。添加至收藏夹保存。第三步待所有线段编辑完成后, 在收藏夹选项中选中所有线路路径坐标点, 统一删除。

在奥维互动地图中注册用户, 将编辑完成后的数据上传云端, 实现公司相关人员共享。

4 应用效益

项目投入更加低廉。线路设备基础数据来源于设备运维系统, 仅需进行处理即可。

电网规划更为合理。最初的电网规划大多依靠线路运维人员提供, 虽有接线图, 但与地理位置结合不佳, 容易造成规划不合理。使用该系统后, 可在现场进行定位, 方便查询距离身边最近的线路、设备, 提高规划效率。同时负荷分配合理后, 线损进一步降低。

电网运维更加方便。线路路径清晰, 运维人员巡视、故障查询更加方便。

提高投资效益。电网规划更加合理, 投资效益最大化。

5 结束语

通过将电网设备和实景地图相结合, 使线路设备图形化, 便于公司管理人员和基层运维人员掌握网架结构, 在变电站选址、网架优化、工程勘测、线路运维等工作中可起到关键的技术支持, 提高了投资效益, 提升了工作效率, 减少电网线损。

(责任编辑: 贺大亮)

一种新型2M头焊接装置

王 辉¹, 胡俊鹏², 侯方洁³, 田燕山¹, 边婧一⁴

(1. 国网山东省电力公司经济技术研究院, 山东 济南 250021;

2. 国网山东省电力公司, 山东 济南 250000;

3. 国网山东省电力公司检修公司, 山东 济南 250021;

4. 国网山东省电力公司德州供电公司, 山东 德州 253008)

1 选题理由

目前传统的2M数字头(简称2M头)制作方式是,用电烙铁进行焊接,1个16单元的2M数字配线模块至设备端的内线侧需要做64个2M头,外线侧配满需要64个2M头,对端的设备侧仍然需要做64个2M头,一个变电站至少需要制作128个2M数字头。

10名班组成员针对16单元的数字配线单元(64个2M头)进行了传统2M头操作实验,每个人均进行了3次试验,传统音频焊接时间为300~500min,平均时间为317min。

经过现场音频配线焊接作业调查发现,传统2M数字配线施工方式下存在以下问题。

使用传统电烙铁焊接,需要2人配合,一人手持,一人焊接。由于焊接的槽口较小,对操作人员的焊接工艺水平要求较高,一旦出现虚焊、焊头过大等问题,就要将2M头剪掉重焊,浪费2M头同时会导致2M线长度不一致,影响施工工艺美观,同时会大大延长操作耗时。

为了提高变电站数字配线2M头焊接操作工作效率,减少作业时间,同时提高数字配线施工工艺水平,减少施工及检修人员的操作工时,保障电网安全可靠运行,解决方案为研制一种新型2M头焊接装置。

2 设定目标

研制一种新型2M头焊接装置,实现焊接64个2M头,用时由原来的300~500min减少至250min。

3 技术方案论证

根据研制思路进行分析,充分发挥聪明才智,集思广益,提出3种方案:自动焊锡电烙铁、2M头专用卡具焊接和自动焊接机。

从研制成本、实现功能、使用效果等方面对3个方案进行对比分析的技术细节和难点,在同样实现功能的

前提下,决定采用经济性更强的方案二,研制一种单头双工位焊接装置。

对方案进行初步分解,切断功能和监测功能一体化设计制作,单头双工位焊接装置分解如图1所示。

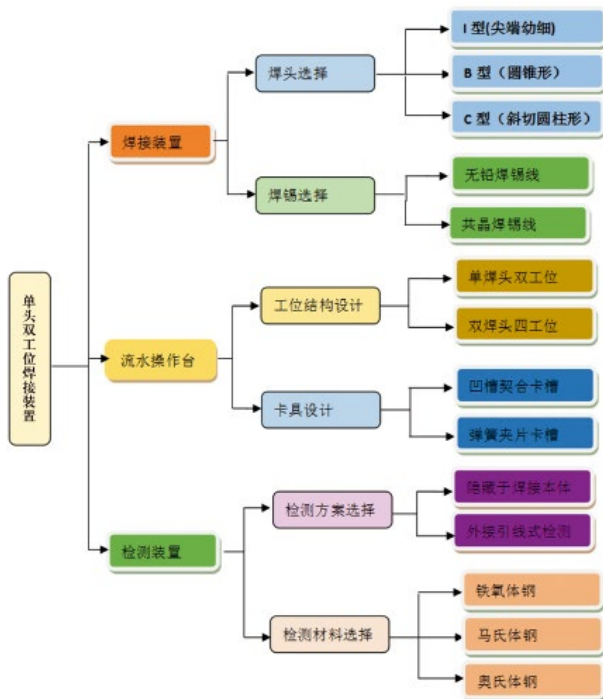


图1 方案分解图

焊头选择。根据目前市场上常见的烙铁头在特点和应用范围两方面进行了分析,因为是2M头专用,因此需要与2M头的尺寸大小配合,因此选择I型(尖端幼细)烙铁头进行焊接更为合适。

焊锡选择。焊接装置针对2M头,需要连续作业,对焊接精度要求较高,需要选择一种上锡能力强,熔点尽量低以减轻烙铁头的氧化。QC小组成员对目前市面上的共晶焊锡和无铅焊锡进行了性能对比,经过比较分析,选定共晶焊锡作为焊接装置的焊锡材料。

工位结构设计。由于数字配线接线操作的复杂性,

焊接之前的设备拆开、穿线、放到工位及焊接完成后的2M头压接等工作须由人工完成。针对流水线焊接作业的功能实现,设计了单龙头双工位和双龙头四工位2个工位结构方案,并进行了技术经济分析比较,决定选用单龙头双工位设计。

卡具设计。根据2M头的形状特点,设计了凹槽契合卡槽和弹簧夹片卡槽2种卡具用来固定2M头进行焊接,并对2种卡具进行了对比分析,决定选用弹簧夹片卡槽。

检测方案选择。确定检测功能除了实现应用导通原理检测焊接质量外,还应具备自动告警功能,同时检测结果便于观看,QC小组设计了外接引线式检测和隐藏于焊接主体检测2种方案,2种方案均能实现相应功能,隐藏于焊接主体检测的方案操作更便捷,作业工时更少,在保证操作安全第一的条件下,选择隐藏于焊接主体检测的方案。

检测材料选择。检测部分材质设计除了具有导电性能好外,还应具有一定的硬度防止变形,同时可以冷加工定型以便隐藏于装置主体内。我们针对铁氧体钢、马氏体钢和奥氏体钢3种不锈钢进行了比较,经过比较分析,我们认为便于加工及定型使用的检测部分材料应选用马氏体钢金属。

4 制订对策及实施

根据方案分解的最终结果,经过反复讨论制订了对策表如表1所示。

实施一:I型焊头选择。

表1 对策表

序号	项目	目标	措施
1	I型焊头选择	焊头尺寸和2M头焊口尺寸合适;焊点饱满,没有焊渣,没有焊点不一致问题	使用游标卡尺等专业工具将精度控制在0.01 mm
2	共晶焊锡线	锡线直径<2 mm	厂家定制
3	双工位台设计	作业台位置和焊接龙头对应	设计图纸精度在0.1 mm;加工精度在0.1 mm
4	弹簧夹片卡槽设计	和2M头外形恰好卡紧	设计图纸精度在0.1 mm;加工精度在0.1 mm
5	检测方案设计	检测触点和工位台一体化设计;利用导通原理检测焊接质量;灯光告警检测质量	根据焊接主体设计图纸设计内置检测装置图纸;使用游标卡尺等专业工具将精度控制在0.1 mm
6	制作检测装置	金属连接良好,保证内部导通;加工精度小于0.2 mm,水平误差小于0.1 mm	依据图纸三维建模;组装成型;检测操作试验

第一步:测量2M头尺寸。焊接槽口内沿直径尺寸为3 mm。

第二步:选择合适尺寸的焊头。

第三步:PLC编程设计,焊头进行2M头焊接。

焊点饱满,没有焊渣,没有焊点不一致问题。满足目标要求。

实施二:选择共晶焊锡线。

焊锡线直径<2 mm,材质为由锡63%和铅37%组成的焊锡。

实施三:双工位台设计。

第一步:绘制双工位台尺寸图纸。

第二步:制作三维模型。该工位方案作业台位置和焊接龙头对应。满足目标要求。

实施四:弹簧夹片卡槽设计。

第一步:设计夹片图纸及卡槽二维图纸。

第二步:制作三维图。

小组成员用游标卡尺测量制作好的检测装置,2M头外形恰好卡紧,图纸及加工尺寸精度也满足要求。

实施五:检测方案设计。

第一步:根据检测装置设计图纸三维建模。

第二步:制作三维图。

检测触点和工位台一体化设计,利用导通原理检测焊接质量,灯光告警检测质量,满足要求。

实施六:制作检测装置。

根据检测装置设计图纸制作检测装置。

检测触点和工位台一体化设计,利用导通原理检测焊接质量,灯光告警检测质量,金属连接良好,保证内部导通。加工精度小于0.2 mm,水平误差小于0.1 mm。

5 效果验证及效益分析

经过现场多人操作测试,该工具操作简单,方便工作人员上手,且效率高,焊接质量成功率高,并可现场测试焊接质量,使用该工具可实现焊接质量达到100%,而且大大节约了时间,完全满足作业要求。

10名班组成员针对16单元的数字配线单元(64个2M头)进行了传统2M头操作实验,每个人均进行了3次试验,新型音频配线施工工具焊接平均时间为231 min。

经过新型2M头焊接装置现场使用检验,该工具效率高,重量轻,操作简便,调节范围大。小组成员从“安全性、实用性、经济性”等方面对装置进行综合分析、论证,认为该装置的研制是成功的,超额完成了课题的预期目标。

(责任编辑:贺大亮)

一种新型变电站音频配线施工工具

王 辉, 金 瑶, 于文星, 徐海鹏, 朱 毅

(国网山东省电力公司经济技术研究院, 山东 济南 250021)

1 选题理由

经过现场音频配线卡接作业调查发现, 传统音频配线施工方式下存在以下问题。

现场施工时, 一次只能卡接 1 根芯线。

音频卡接完成后, 现场不能对卡接质量进行检测, 平均每个变电站至少出现返工 1 次。

10 名班组成员针对 100 回线进行了传统卡接操作实验, 每个人均进行了 3 次试验, 试验结论分析:

施工人员卡接 1 根芯线耗时并不多, 但是一旦卡接多根芯线时, 就存在单一动作连续重复劳动, 胳膊酸痛导致卡接速度变慢、卡接质量下降, 需要时间休息的问题。所以卡接 100 回线耗时会大于“卡接 1 回线的时间乘以 100 的数值”。

根据卡接 100 回线耗时 30 ~ 50 min 时间计, 一个变电站音频卡接时间至少耗时 3 ~ 5 h, 现场施工时由于现场施工条件比实验场地复杂等原因耗时会更长一些。

传统卡接方式下, 卡接操作的质量合格率达不到 100%, 没有现场专用检测装置, 存在返工而耗费人力、财力及工时。

为了提高变电站音频配线卡接操作工作效率, 减少作业时间, 同时提高卡接质量, 减少施工及检修人员的操作工时, 保障电网安全可靠运行, 需要研制一种新型音频配线施工工具。

2 设定目标

研制一种新型音频配线施工工具, 实现卡接 100 回线用时由原来的 30 ~ 50 min 减少至 25 min 及以下。

3 技术方案论证

根据研制方案思路进行分析, 充分发挥聪明才智, 集思广益, 提出 3 种方案: 总配线架告警、包裹式音频配线施工工具和嵌套式音频配线施工工具。

认真分析方案的技术细节和难点, 从研制成本、实现功能、使用效果等方面对 3 种方案进行对比分析, 决

定采用方案二, 研制包裹式多功能音频卡接装置。

QC 小组对方案进行分解, 切断功能和监测功能一体化设计制作, 包裹式多功能音频卡接装置分解为如图 1 的几个模块。

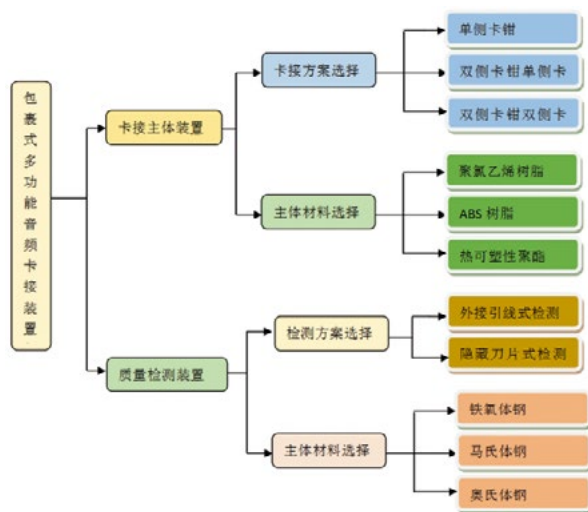


图1 方案分解图

卡接方案选择。新型音频配线施工工具不但要实现卡接功能, 并且要提高工作效率, 缩短作业时间, 增强卡接工具的机械性能, 实现一次多卡, 进行了 3 种方案的设计: 方案一, 单侧卡钳单侧卡接; 方案二, 双侧卡钳单侧卡接; 方案三, 双侧卡钳双侧卡接。

经过比较分析, 3 种方案均能大致实现预定目标要求, 而方案三比方案一和方案二工作效率更高, 节省工时更多, 操控性更强, 因此选择方案三双侧卡钳双侧卡接。

主体材料选择。要求卡接装置具备良好的耐电弧性、绝缘性和较高的机械性, 轻便灵活、抗摔打性好, 抗噪耐用。根据通信音频配线的招投标技术要求, 主体材料应能承受 45 ~ 60 Hz, 波形近似正弦波, 有效值为 1000 V 的交流电压, 历时 5S 应无击穿和飞弧现象, 耐电弧时间越长越好。

目前市场上常见的各种绝缘工程塑料的性能差别极大, QC 小组在选择时要注意扬长避短, 针对不同的具体要求, 选择综合性能最佳、成本较低的材料和产品质

量最好的加工方法，这样才能充分发挥工程塑料的优越潜力。小组对目前市场上常见的聚氯乙烯树脂、ABS树脂和热塑性聚酯3种工程塑料在强度、耐温性、耐腐蚀性、绝缘性能、重量、价格等6个方面进行比较和选择，经过比较分析，QC小组选定聚氯乙烯树脂(PVC)作为新型卡接装置的主体材料。

检测方案选择。QC小组成员确定检测功能除了实现应用导通原理检测卡接质量外，还应该和切断功能的金属刀片一体化设计，隐藏在卡接主体装置内，设计精巧便于携带及操作，同时要求检测方式简单便捷有效，提高工作效率，QC小组设计了2种方案：外接引线式检测和隐藏探针式检测。

表1 对策表

序号	项目	目标	措施
1	卡接方案设计	设计包裹式卡接本体结构尺寸图纸；装置尺寸结构和音频模块1:1契合；依据音频电缆的尺寸设计钳孔直径控制在 1 ± 0.2 mm	依据音频模块尺寸制作图纸；使用游标卡尺等专业工具将精度控制在0.1 mm
2	制作卡接主体装置	加工精度小于0.5 mm，水平误差小于0.1 mm；卡钳连接轴的受力 ≥ 25 N	依据图纸三维建模；选用绝缘材料加工制作；尺寸验证；现场卡接验证
3	检测方案设计	检测方案和切断刀片一体化设计；利用导通原理检测卡接质量；探针及刀片隐藏在卡接装置内部	根据卡接主体设计图纸设计内置检测装置图纸；使用游标卡尺等专业工具将精度控制在0.1 mm
4	制作检测装置	金属连接良好，保证内部导通；加工精度小于0.2 mm，水平误差小于0.1 mm	依据图纸三维建模；组装成型；检测操作试验

经过QC小组成员的对比分析，2种方案均能实现相应功能，方案二操作更便捷，作业工时更少，在保证操作安全第一的条件下，选择方案二。

检测材料选择。QC小组要求检测部分材质设计除了具有导电性能好外，还应具有一定的硬度以切断芯线，同时可以冷加工定型以便隐藏于装置主体内。针对铁氧体钢、马氏体钢和奥氏体钢3种不锈钢进行了比较，经过上述比较分析，认为便于加工及定型使用的检测部分材料应选用马氏体钢金属。

4 制订对策并实施

根据方案分解的最终结果，经过反复讨论制订了对策表如表1所示。

实施一：卡接方案设计。

第一步：设计音频卡接装置包裹主体结构尺寸图纸。

第二步：设计联动卡接装置结构尺寸图纸。

包裹式装置主体结构凹凸造型完全和现有音频模块主体能够恰好契合，钳孔直径控制在 1 ± 0.2 mm，满足目标要求。

实施二：制作卡接主体装置。

第一步：根据设计图纸三维建模。

第二步：联系卡接结构厂家加工，QC小组成员联合注塑加工厂家，按照联动卡接装置设计尺寸加工成品，并用精度为0.02 mm的千分尺对钳形夹持孔进行精确度尺寸检查。

QC小组成员又进行了实际安装操作使用，测得轴形紧固件承受应力为28 N。

卡接装置夹持器由联动杆和滑轨控制夹持线缆功能，卡接主体的尺寸精度完全符合要求，承受应力能力也符合要求。

实施三：检测装置设计。

绘制检测装置结构设计尺寸图纸。

该检测方案和切断刀片一体化设计，隐藏安装在卡接主体装置内部，利用导通原理检测卡接质量。满足目标要求。

实施四：制作硬质不锈钢检测装置。

第一步：根据检测装置设计图纸三维建模。

第二步：检测装置结构厂家加工，QC小组成员联合加工厂家，按照检测装置设计尺寸加工成品，并用精度为0.02 mm的千分尺对钳形夹持孔进行精确度尺寸检查。

用游标卡尺测量制作好的检测装置，并用万用表测量检测装置的导通情况，导通连接良好，尺寸精度也满足要求。

5 效果验证

经过现场多人操作测试，后发现本工具操作简单，方便工作人员上手，且效率高，卡接质量成功率高，并可现场测试卡接质量，使用本工具可实现卡接质量达到100%，而且大大节约了时间，完全满足作业要求。

10名班组成员针对100回线进行了传统卡接操作实验，每个人均进行了3次试验，新型音频配线施工工具卡接时间为23.1min。

经过多功能音频卡接装置现场使用检验，该工具效率高，重量轻，操作简便，调节范围大。小组成员从“安全性、实用性、经济性”等方面对装置进行综合分析、论证，认为该装置的研制是成功的，超额完成了课题的预期目标。

(责任编辑：贺大亮)

含分布式电源配电网的故障分析及保护

周 虎

(国网甘肃省电力公司, 甘肃 兰州 730030)

摘要: 由于分布式电源发电模式以及并网方式存在多样性特征, 相比传统的交流同步发电机, 其馈入电网故障电流的稳态特性以及暂态特性都存在较大的差异。分布式电源会受到自然气候与环境等多方面因素的影响, 同时还存在着间歇性和随机性的特征。所以, 文章在对分布式电源及其分类了解的基础上, 探讨分布式电源对于故障恢复以及可靠性产生的影响, 进而通过仿真来进行双馈风电场联络线的新型距离保护方案研究, 希望可以满足配电网安全稳定运行的要求。

关键词: 分布式电源; 配电网; 故障; 保护

中图分类号: TM727

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2016)11-0048-02

分布式发电功能系统与配电网的相互结合, 不仅有利于分布式发电功能质量的保障, 同时也有利于分布式发电技术的应用、降低能耗, 还可以避免出现大面积停电现象, 进而满足电力系统可靠性、安全性以及灵活性的要求, 这对于配电网甚至是国家安全都有着重要意义。

1 分布式电源对故障恢复和可靠性的影响

网络重构指的是开关开/合状态的合理改变, 对网络拓扑结构加以调整, 属于配电网管理必须的功能。对于配电网重构, 故障恢复重构是重要途径, 也就是在故障定位与隔离基础上, 在满足安全运行的前提下, 利用网络重构来恢复非故障区域的供电。随着分布式电源的应用以及用户对于可靠性要求的逐渐提高, 配电网故障恢复重构就成为配电网自愈不可或缺的一部分。但是分布式电源的接入, 也存在电网调度中心信息不交互的问题, 导致在获取实时的电流电压、有功无功等信息的时候都存在困难。尤其是在出现故障时, 因为信息很容易影响正确的决策, 使得调度指令无法及时下达。再加上能源强随机性, 可能导致分布式电源功率出现波动性和间歇性, 所以, 在恢复故障时, 还需要考虑诸多因素。对于供电可靠性影响而言, 分布式电源就是一把双刃剑。第一, 分布式电源的合理配置, 可以帮助网络缓解阻塞和过载的情况, 能够增加实际的供电能力, 将电压骤降的问题减轻, 这样也可以降低设备故障率和运行压力; 在故障发生时, 分布式电源作为后备电源, 可以通过孤岛的方式朝着附近负荷加以供电, 以满足用户用电需求, 减少不必要的停电时间, 提升供电可靠性。而光伏发电和风力发电等可再生能源, 因为会受到气候与地理条件等自然因素影响, 所以, 其输出功率也呈现出波动性与间歇性, 并且孤岛内的负荷功率随着时间的

变化, 也无法确保能够得到分布式电源功率稳定的支持。第二, 并网运行的分布式电源设备因为自身可靠性、连接方式、安装地点问题、容量等都可能对供电可靠性加以影响, 严重时, 还可能导致系统崩溃。所以, 对于分布式电源的故障分析以及相应的保护就可以通过仿真实验来加以验证。

2 双馈风电场联络线的新型距离保护——仿真验证

2.1 仿真模型的建立

双馈风电场接线图如图 1 所示, 这是一种最典型的接线方式。

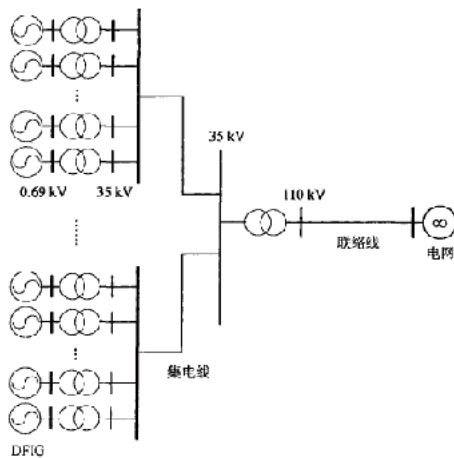


图1 双馈风电场接线图

在本次仿真中主要是考虑到在发生故障之后, 基于双馈风电场复杂故障电流特性基础下的联络线保护问题, 并且故障本身持续的时间不长。所以, 在进行仿真方面研究的时候, 其风速是不会出现变化的。

如果将风电场内部的损耗忽略,就算是不同的双馈风电机组可能存在故障电流大小的问题,但是其特征还是相同的。基于这一情况,在双馈风电网,就可以通过单台的DFIG进行等效替代处理,如图2所示。其中需要注意,这一种等效处理,对于继电保护原理研究出现的影响其实是可以忽略不计算的。

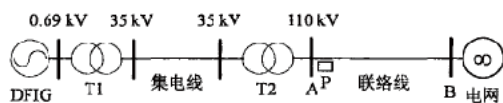


图2 双馈风电场等值模型

2.2 联络线距离保护性能对比

为了做好传统距离保护方案性能和新型距离保护方案之间的性能比较,文章在仿真研究过程中,主要是针对不同位置发生故障类型的不同进行具体的研究。考虑到篇幅的限制,主要是针对联络线中点的三相故障以及BC相间故障等情况,作为联络线保护性能对比,将其当作最典型的仿真算例加以分析。

2.2.1 三相故障

通过图2中所表述出来的风电场联络线中点位置 $t = 5.0$ s时会有三相故障出现,在 $t = 5.014$ s的时候,撬棒保护开始动作,在保护安装位置测得三相故障电流,如图3所示。

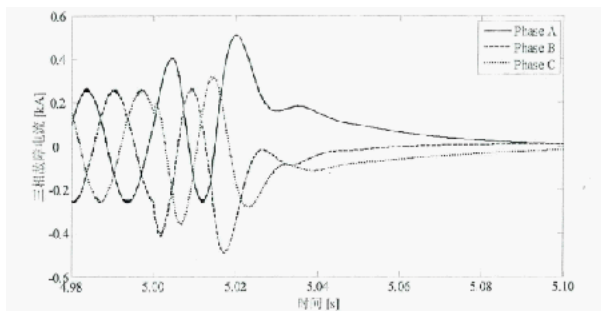


图3 保护安装处的三相故障电流

通过图3可以清楚的了解到,在出现撬棒保护动作之后,在保护安装位置上测量出来的三相故障电流,其内部的交流分量会有迅速衰减的情况出现,如此,基于传统避频相距离保护算法就会带来不利的影响。另外,在撬棒保护动作前后,也会出现风电场运行状态的变化,从而导致在跨数据窗的问题发生。

当联络线中点位置出现三相故障,图4在基于全波傅里叶算法,给出实际的距离保护方案、基于微分方程的算法新型距离保护方案以及传统模式下基于微分方程算法距离保护方案,通过三者的计算得到故障距离曲线。在图4中,曲线1表示的基于微分方程算法的新型距离保护方案,曲线2表示的传统模式下的微分方程算法距离保护方案,曲线3表示的全波傅里叶算法的距离保护方案。

因为存在跨数据窗的问题以及受到DHG故障电流中角频率衰减电流分量的影响,所以,如图4中的曲线3所示,其故障距离计算的结果存在较大的误差。另外,如果是DFIG的故障电流角频率衰减电流分量,那么对于基于微方程算法的新型距离保护方案就不会带来直接的影响,并且,撬棒保护动作也不会对新型距离保护方案的性能带来影响。那么,通过上述的分析,就可以了解到,基于微分方程算法的新型距离保护方案对于故障距离计算的精确度非常高,如曲线1所示。另外,也可以了解到,当故障发生之后的10 ms之内,新型距离保护方案故障距离计算的结果会将快速收敛到实际的故障距离,这样就可以让保护工作更加的快速。另外,因为电流与电压之中高频分量产生的影响,所以,基于传统模式的微分方程算法距离保护之中,对于距离计算的结果就存在极大的不稳定性影响,并且出现的误差也非常大,曲线2就清楚表示了出来。对比曲线1和曲线2,利用低通滤波器,就可以对电流电压测量中高频分量基于微分方程算法距离保护方案的性能影响进行有效地控制,确保其影响能够控制在一个相对较低的状态中。

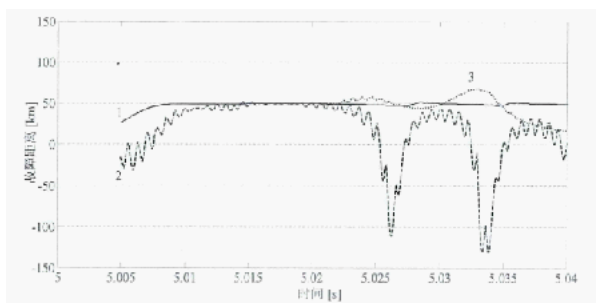


图4 传统距离保护方案和新型距离保护方案之间的相互对比

2.2.2 BC相间故障

假设图2当中在 $t = 5.0$ s的时候,风电场联络线中点位置上出现BC相间故障,在 $t = 5.009$ s的时候,出现撬棒保护动作,图5表示的是保护安装位置P所测得三相故障电流。

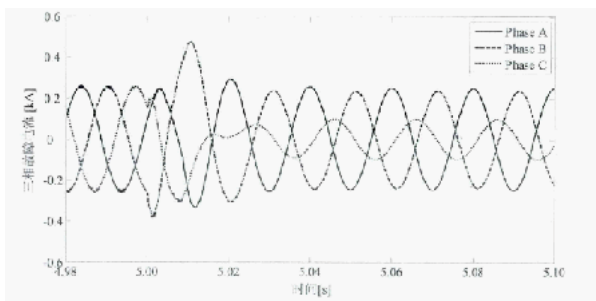


图5 保护安装处的三相故障电流

当联络线中点处出现BC相间故障,图6给出了三者故障距离曲线。其中,针对故障距离曲线图,曲线1为基于

微分方程算法的新型距离保护方案，曲线 2 为基于微分方程算法的新型距离保护方案，曲线 3 为基于全波傅里叶算法距离保护方案。

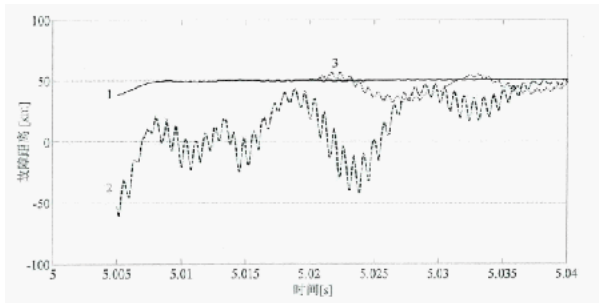


图6 传统距离保护方案和新型距离保护方案性能对比

在图 6 中的曲线 3，因为存在跨数据窗问题以及角频率衰减电流分量影响，所以，传统模式下的故障距离误差偏大。另外，因为电压电流测量的高频分量影响，所以，传统模式下的故障距离计算结果稳定性不足，误差偏大，如曲线 1 在故障发生 10 ms 中迅速的稳定，同时也收敛于实际距离。也就表示其故障距离计算的精确度很好，并且保护动作较快。

3.3 新型保护方案性能测试

为了对新型保护方案的性能进行全面地测试，下面针对不同的故障发生下的性能进行仿真研究。值得注意的是，通过仿真研究，对于故障距离的计算结果，在 10 ms 之内都可以逐渐趋于稳定。所以，表 1 中结果是在故障发生 12 ms 时候的计算结果。

表 1 所给出的是不同故障点位置，故障距离计算的实际情况。

表1 保护方案性能统计表

类型	距离计算结果/误差		
	10 km	50 km	80 km
AG	9.981/-0.19%	50.09/0.18%	80.11/0.14%
AG/10 Ω	11.15/11.5%	51.99/3.98%	79.57/-0.54%
AG/50 Ω	11.65/16.5%	57.40/14.8%	79.20/-1.00%
BC	10.08/0.8%	50.10/0.2%	80.06/0.08%
BCG	9.969/-0.31%	50.16/0.32%	80.29/0.36%
ABC	10.07/0.7%	49.96/-0.08%	80.23/0.29%

从表 1 可以看出，当不同位置出现不同类型的金属故障的时候，提出的新型距离保护方案计算结果的精确度都非常的高，并且误差都控制在 ±1%。所以，在保护区当中，无论是出现怎样的故障，新型距离保护方案都可以可靠、快速的动作。

4 结束语

总而言之，可再生能源技术发展对于建设绿色电网，降低环境污染有着重要的推动作用，同时也是经济可持续发展的重要战略部署，发挥不可替代的作用。但是可再生

能源与传统的同步发电机有所差异，需要电力电子元件的支持，同时还会收到自然条件的影响，属于典型的非可控电源。不过，基于上述条件，可再生能源分布式电源与配电网之间形成了相互的作用，将原本的配电网特性改变，为配电网的保护与发展开辟了一条新的发展之路。

参考文献

- [1] 刘健, 张小庆, 同向前, 张志华, 杜红卫, 陈宜凯. 含分布式电源配电网的故障定位[J]. 电力系统自动化, 2013 (02): 36-42+48.
- [2] 李志铿, 汪隆君, 王钢, 杨掌林, 张尧. 计及故障重构的含分布式电源配电网可靠性评估[J]. 电力系统自动化, 2013 (04): 35-40.
- [3] 孙景钉, 陈荣柱, 蔡轼, 李琦, 赵璞, 董丹煌. 含分布式电源配电网的故障定位新方案[J]. 电网技术, 2013 (06): 1645-1650.
- [4] 黄弦超. 含分布式电源的配电网故障恢复模型[J]. 电力系统保护与控制, 2011 (19): 52-57.
- [5] 徐子华, 王艳松. 含分布式电源的配电网故障区间定位研究[J]. 电力系统保护与控制, 2011 (24): 22-27+34.
- [6] 祁欢欢, 荆平, 戴朝波, 赵波. 分布式电源对配电网保护的影响及保护配置分析[J]. 智能电网, 2015 (01): 8-16.

(责任编辑: 张峰亮)

资讯

■ 国网上海电力智能配用电大数据应用研究取得重大进展

11月24日上午，国家科技部在上海组织召开国家863计划课题“智能配用电大数据应用关键技术”中期检查会。

会上，课题组汇报了项目目前掌握的关键技术和取得的成果，并展示了国内首套智能配用电大数据应用系统。专家组经交流讨论，一致认为课题织有力、执行良好，各项指标均超过中期考核目标。

目前，课题已研发基于分布式混合并行架构的配用电大数据平台，部署计算和存储节点35个，其中高性能节点4个，实现系统服务响应时间小于3s、数据存储设计容量1.3P、数据存储时间0.278s，构建了贯通营配调以及外部信息的配用电大数据数据仓库和数据集市，掌握了多因素多层次关联、聚类大数据核心算法，并可识别不同类型用户用电行为的时空特征，准确分析220万用户用电行为规律，实现配电台区、线路的微观用电预测，在大数据理论模型、平台研发、示范建设等方面成果突出。

来源：国网上海市电力公司

电力管道光缆敷设辅助装置

郑伟军, 徐 辉, 赵 俊

(国网浙江省电力公司嘉兴供电公司, 浙江 嘉兴 314000)

近年来,随着配网自动化系统的建设,电力系统管道光缆建设非常迅速,由于受到管道资源的限制,大量的城区管道光缆因没有通信专用管孔而与10 kV电缆敷设在同一管孔中,这一独特的敷设方式,在节约城市管道资源的同时,却给现场的光缆施工带来不小的困难。由于先前已经敷设好的粗缆径的10 kV电缆与管壁间存在许多空隙,管道光缆敷设时穿管机往往会进入这些空隙而受到电缆的压制阻碍,使得敷设非常困难。同时,由于电力管道两端上翘,穿管更易进入死角,造成“卡壳”。据统计在已有10 kV电缆的管孔中进行光缆敷设作业,平均每公里施工用时达301 min,其中用于排除穿管障碍时间占总用时的30%~50%。为有效解决这一困扰已久的施工难题,计划研发一种电力管道光缆敷设辅助装置,目标值是缩短管道光缆敷设施工时间30%以上。

1 方案分析及确定

要研制管道光缆敷设辅助装置,缩短管道光缆敷设作业时间30%的目标,设计一个适合的装置,通过增大穿管器头部的接触面积,避免滑进电缆与管壁间的空隙,避免卡牢称为辅助装置法。优点:实用性好、成本低、操作方便、通行性好,可大大减少沉杆和进入死角的可能,有良好的实用性。

辅助装置法,从装置的结构、材质、尺寸上进行进一步的方案优化。采用中空圆弧结构,优点:适应性较好,由于采用圆弧胶囊状,可适应各种情况下滑行,同时便于穿管器的合理固定,另外有一定的柔性,必要时可进行强力破拆,中空设计,有足够浮力,易被发现。材料上采用聚乙稀工程塑料,优点为绝缘好,不构成对电缆任何伤害,与电缆护层为同质类材料,摩擦小。同时分析了常用的10 kV电缆的外径通常为82~90 mm。而电力管道中用的PVC管孔绝大部分为160 mm管径。还有70 mm的空间。考虑到管内通常会有一定的淤泥等杂物,且穿管器在穿孔时需要空间,该装置必须小于70 mm,同时要有一定的大小,利用穿通敷设。因此,认为选择装置的外径尺寸为55 mm是合适的。

2 图纸绘制

在对电力管道进行了大量的数据采样分析的基础上,

确定了能更好适合现场环境使用的尺寸、结构及外形,设计并绘制了管道光缆敷设辅助装置结构图,如图1所示。

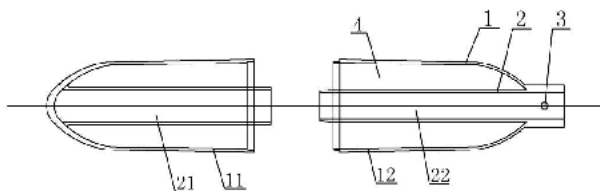


图1 管道光缆敷设辅助装置图

装置包括中间呈圆筒状、两端分别为圆弧尖端头部的筒体,在筒体内沿轴中心轴向设置有一根中间管,该中间管的一端部连接在筒体一端的圆弧尖端头部内壁,另一端固定在筒体另一端圆弧尖端头部上并伸出在外,在该伸出在外的端部上横向开设有连接孔。两段筒体之间通过雌雄连接端相互固定连接;在中间管与筒体之间形成有一密闭空间。

3 装置制作及施工步骤

两半筒体的制作:用模具分别制作A段筒体和B段筒体,且在制作A段筒体和B段筒体同时,利用模具在A段筒体和B段筒体内连体制作有a段中间管和b段中间管,其中一段中间管突出在连体一段筒体的连接端边,另一段中间管缩进在连体一段筒体的连接端边,并使两段中间管相接的长度与两段筒体的相接长度相同。

连接两半筒体,将两段筒体,即A段筒体与B段筒体利用连接端边已经涂制有胶粘剂的雌雄端边插接并固定在一起;与此同时,两段中间管,即a段中间管和b段中间管也刚好。利用连接端边已经涂制有胶粘剂的雌雄端边插接并固定在一起。

将本辅助装置安装在穿管机头上,并固定。带辅助装置的穿杆进入电缆管孔,辅助装置顺利穿出管道,将光缆固定在穿管机的另一头,通过穿管机拉出管道,完成光缆敷设。

4 实际应用效果

目前在嘉兴电力配网管道光缆施工中,成功地使用了该辅助装置进行施工作业,效果非常明显,平均用时仅为171 min/km,比传统穿管器的301 min/km,缩短时间达42.8%,尤其在长管道中效果更佳,大大地提高了工作效率。

(责任编辑:刘艳玲)

新型直流系统载熔件的研制

江伟奇

(广东电网有限责任公司梅州供电局, 广东 梅州 514000)

熔断器是一个包含熔断体、熔断器底座和载熔件或更换手柄的保护电器。载熔件或更换手柄又是熔断器中用来装配熔断器的可与安装座分离的部件。变电站直流系统电源端由充电机屏和蓄电池组两个部分构成。蓄电池组的充放电及核容试验等直流系统的定检维护离不开将蓄电池组或充电机屏从系统里隔离出来进行检修试验,这就需要断开与母线相连的断路器和熔断器。多年来,在直流系统的检修维护中,作业人员拔出熔断器的熔断体时,普遍反映操作把手对熔断体支点作用力不当、触刀弹簧夹紧导致把手拉合难度大、易破裂等问题,严重影响操作效率,危及作业人员的人身安全。因此,在认识载熔件的基础上,基于上述作业问题,有必要研制出一种安全、省力、方便操作的新型载熔件,降低作业风险,提高操作效率。

1 设计理念和要求

搭扣设计,针对直流系统不同型号的刀型触头熔断体设计多档搭扣。

把手材料选用,选用力学性能、电绝缘性能、耐烧蚀性能以及较高的耐热性和良好的耐水性、耐化学腐蚀性能优良的材料。

防电挡板材料选用,选用透明性、机械强度、耐热性能及耐电综合性能较好的材料。

把手结构优化,通过改变载熔件拉合方式,增加作用力矩,重新设计手柄结构。

2 设计思路

载熔件由搭扣、按钮、挡板、手柄等组成。本文针对在用的各种直流系统的熔断器,根据国家标准设计多档搭扣来满足不同刀型型号熔断器的作业;新型把手通过手柄的优化设计,加装绝缘性能和隔离适用性符合标准的防电挡板,采用符合国家标准 GB 13539 和国际电工委标准 IEC 269 的硬度和绝缘性能优良的新型材料,提高操作效率,降低作业风险。

2.1 搭扣设计

直流系统中常用的刀型熔断器的型号有 NT00、NT0 ~ NT3 (RT16)、NT4 (RT17)、NTA1 ~ NTA3、RO31Z ~ RO34Z、RS31Z ~ RS34Z、RT0 系列,且都是

参照国家标准来设定的,标准列出了常用熔断体的尺码、额定电压和额定电流(尺码 4a 是指规定尺码以外的熔断器尺码),并对熔断体的触刀之间的距离进行了规定,因此,根据标准对触刀之间的距离来设计三档搭扣来满足变电站里常用的刀型直流系统熔断体的插入和拔出,具体搭扣设计如表 1 所示。

表1 载熔件搭扣设计

尺码	熔断体的额定电压范围/V	熔断体的额定电流范围/A	上下搭扣之间的距离/mm	搭扣
00	400~690	6~160	49±1.5	一档
0		6~160	68±1.5	
1		80~250	68±2.5	
2		125~400	68±2.5	二档
3		315~630	68±2.5	
4a		500~1000	90±3	

2.2 手柄设计

针对操作把手对熔断体支点作用力不当、触刀弹簧接触过紧导致把手难插拔的问题,通过改进插拔方式,提高作业效率。

2.2.1 改造前插拔方式

改造前插拔方式如图 1 所示。根据国家标准 GB 13539.2-2008/IEC 60269-2 低压熔断器第 2 部分专职人员使用的熔断器,在熔断体具有足够的机械强度,触头也可靠固定的条件下,根据物理学力矩原理,得出 $F_{拉B} = 2F_{阻A}$ 。

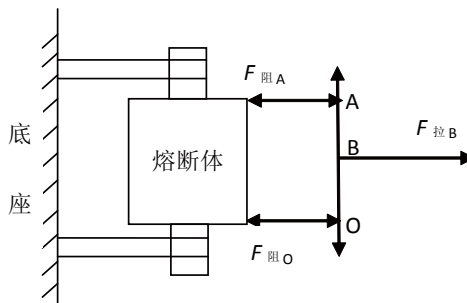


图1 改造前插拔方式

取尺码 1 熔断器为参考,由表 1 可知,尺码 1 熔断体上的触刀之间的距离为 70 mm,计算得出最大在 $F_{阻A} = 175\text{ N}$ 。

2.2.2 改造后插拔方式

结合力矩原理,改进插拔方式,先将载熔件把手的操作手柄延长到 1.5 倍。改造后的插拔方式如图 2 所示,在操作中选择 O 点为支点,在同样的试验环境下,根据力

矩原理得出 $F_{拉B} = 116.7 \text{ N}$ 。相比起之前的拉合方式, 结构优化后的把手操作比以前省力 59.3 N , 省下 $1/3$ 的力。

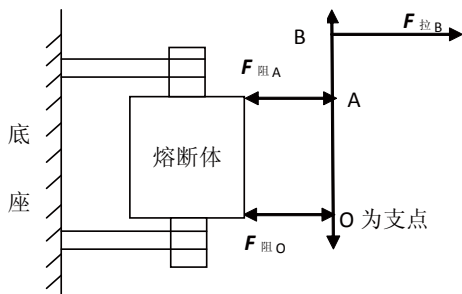


图2 改造后的插拔方式

假设将载熔件把手的操作手柄延长到 2 倍, 则拉力 $F_{拉B} = 87.5 \text{ N}$, 把手操作比以前省力 87.5 N , 省下 $1/2$ 的力。但考虑到屏柜的大小和把手的机电强度、绝缘性能, 把手延长不是无限延伸的。

2.3 材料选型

作业过程出现把手的破裂问题, 主要是由于浇铸的模塑材料机械强度不够, 性能不稳定; 加上本文新型载熔件的多挡搭扣设计和把手插拔方式的改造, 从而对把手的机械强度和安作业提出了更高的要求, 对应的防电挡板结构也需要进一步优化, 因此, 把手和防电挡板的材料选型方面需要重新选用。

2.3.1 把手材料选材

常用的电工绝缘塑料按品种分为热固性塑料、通用塑料、通用工程塑料和特种工程塑料四大种类。热固性模塑料作为一类经加工成型后不会再溶解、熔融的塑料, 制品种类多, 在电器设备和电力行业制品中应用广泛。其中常用的电工绝缘塑料以“电木”俗称的酚醛树脂为代表, 近几年来国内外酚醛树脂及塑料研究开发获得一些进展, 其中, 以玻璃纤维增强的酚醛模塑料是由酚醛树脂粉与玻璃纤维填充料混配而成的一类复合材料, 经受热、受压的成型过程中发生交联反应而固化注塑成型, 已在电器结构件和绝缘材料中应用, 成型品尺寸稳定, 机械强度高, 有较高的耐热性、电绝缘性、耐化学腐蚀性, 且价格低。因此本把手材料采用玻璃纤维酚醛树脂来制造机械强度和电绝缘性能要求高的结构件。

2.3.2 防电挡板选材

聚碳酸酯 (PC) 是一种无定形、无嗅、无味、无毒而透明的热塑性聚合物, 是唯一具有良好透明性的塑料品种, 具有较好的机械强度、耐热性能、耐紫外辐射及耐电综合性能, 耐冲击强度高, 蠕变性小, 制品尺寸稳定, 易增强, 无毒卫生, 能着色, 具有良好的性价比和可化学修饰物理改性潜力, 是综合性能优异、用途极为广泛的重要工程塑料品种。

安全化、可视化、轻型化是载熔件便捷操作的主题, 因此, 防电挡板选用具有光学特性、独特耐冲击性、耐候性以及质量轻、强度高特性的聚碳酸酯作为材料。

3 试验性能

3.1 防电挡板

防电挡板的技术参数测试: 全光穿透率在 3 mm 厚度试验条件下达到 89% ; 电气间隙在 1.6 mm 非均匀电场条件下, 额定冲击耐受电压为 30 kV/mm ; 弯曲强度 10 MPa ; 冲击强度 140 J/m ; 热变形温度 $136 \text{ }^\circ\text{C}$; 体积电阻率 $3 \times 10^{16} \text{ } \Omega\text{cm}$; 介电常数在 60 Hz 环境中为 2.95 MV/m , 介质损耗因数在 60 Hz 环境中为 0.0004 , 符合 GB 1404.3-2008。

3.2 操作把手

在 GB 1404.3-2008 测试中, 操作把手的主要测试指标有: 弯曲强度 82 MPa ; 冲击强度 1.8 kJ/m ; 热变形温度临界点是 $155 \text{ }^\circ\text{C}$; 绝缘电阻 $4.1 \times 10^9 \text{ } \Omega$; 介电强度在 $90 \text{ }^\circ\text{C}$ 环境下为 5.1 MV/m ; 介质损耗因数为 0.04 ; 耐压性能大于 1400 V , 符合标准要求。

3.3 试验结论

试验结果表明, 新型载熔件的插拔方式能够提高熔断体的插拔效率, 保障作业人员的人身安全; 载熔件的多搭扣设计、高强度把手材料、透明轻便的防电挡板, 都符合国家力学性能、导电性能、绝缘性能的标准。

4 应用现状和前景

新型直流系统载熔件适用于电网的变电站及调度机房等直流系统刀型熔断器的熔断体插拔操作中。当前, 已在梅州供电局 110 kV 及以上的变电站直流系统中使用, 效果良好。随着数字化变电站的不断建设, 直流系统将变得愈加重要, 相应的会缩短定检周期加大充电机屏和蓄电池组的维护力度, 可以说这种高强度、方便、省力的新型载熔件具有较广阔的应用前景。

5 结束语

新型载熔件解决了插拔刀型熔断体过程中出现的插拔难度大、把手易破裂等问题。文章通过设计适用于直流系统所有刀型熔断器插拔的多挡搭扣, 优化把手结构设计, 改变拉合方式, 增加作用力矩; 选用玻璃纤维增强的酚醛模塑当做把手浇铸材料, 增强把手的强度, 避免出现把手破裂的问题; 选用聚碳酸酯材料, 可在高透明度、绝缘性能和隔离实用性能下, 更省力高效安全地完成作业任务。

(责任编辑: 刘艳玲)

一种集中式备自投的实现

王伟¹, 金华锋¹, 苏丽萍², 储祥国³, 陈迪⁴

(1. 江苏金智科技股份有限公司, 江苏 南京 211100; 2. 云南电网有限责任公司大理供电局, 云南 大理 671000; 3. 绍兴市电力局, 浙江 绍兴 312000; 4. 江苏南京供电公司, 江苏 南京 210008)

变电站备用电源自投对供电可靠性起着重要作用, 但通常只是针对单个变电站, 例如内桥接线、单母分段等主接线变电站。

由于特定的地理环境, 云南很多 110 kV 变电站没有采用独立的双电源供电, 而是采用“手拉手”结构的供电方式。传统备自投在这种结构下不能满足要求。

文献 [3] 提及的区域备自投, 基于调度系统, 实时性较差; 文献 [4] 提及的备自投方案, 只是针对同一电压等级站间备自投, 未能兼顾单变电站内部的低电压等级备自投功能。

随着智能变电站的不断推广, 站内子站采集单元 IEC61850-9-2 和 GOOSE 标准协议的日益普遍应用, 为集中式备自投提供了外部基础。结合在云南大理实施的集中式备自投科技项目, 介绍一种集中式备自投, 基于实时网络控制, 兼顾区域与站域, 适用于“手拉手”主接线的云南地区电网。

1 问题提出

传统备自投一般应用于内桥或者单母分段接线方式, 如图 1 所示。传统备自投能够自动识别系统运行状态, 具有备进线和备分段功能。

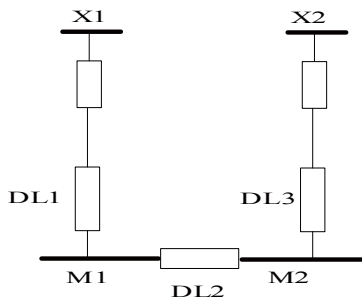


图1 单母分段接线方式

而典型的“手拉手”接线方式变电站, 如图 2 所示。一般分为以下 4 种方式, 以图 2 为例。

- 方式 1: 1DL、3DL、4DL、5DL、6DL 合, 2DL 分;
- 方式 2: 1DL、2DL、4DL、5DL、6DL 合, 3DL 分;
- 方式 3: 1DL、2DL、3DL、5DL、6DL 合, 4DL 分;
- 方式 4: 1DL、2DL、3DL、4DL、6DL 合, 5DL 分;

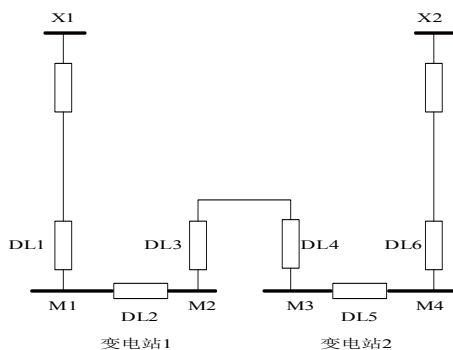


图2 “手拉手”接线方式

其中方式 1、4 在变电站 1 或变电站 2 有重要负荷时可能会采用, 方式 2、3 应为变电站 1 和变电站 2 的主要运行方式。

“手拉手”接线方式 1 中, 考虑传统备自投在变电站 1 中的动作行为。如果 1 母失压, 传统备自投跳 1DL 合 2DL, 动作后 4 段母线均带电, 动作正确; 如果 2 母失压, 传统备自投跳 3DL 合 2DL, 动作后变电站 1 的两段母线均带电, 但是变电站 2 的两段母线就会失压, 动作不正确。

再考虑传统备自投在变电站 2 中的动作行为, 由于 3 个开关 4DL、5DL、6DL 均处于合位, 没有开环点, 不满足传统备自投充电条件。

“手拉手”接线方式 2 中, 考虑传统备自投在变电站 1 中的动作行为。如果 1 母失压, 传统备自投跳 1DL 合 3DL, 动作后 4 段母线均带电, 动作正确;

再考虑传统备自投在变电站 2 中的动作行为, 由于 3 个开关 4DL、5DL、6DL 均处于合位, 没有开环点, 不满足传统备自投充电条件。

“手拉手”接线方式 3、方式 4 分别与上述方式 2、方式 1 对应。

如上所述, 在“手拉手”接线方式下, 当一个变电站失电, 需要由另一个变电站获取电源时, 传统备自投就不能满足要求。

2 整体方案

上述传统备自投动作不正确主要是由于没有将“手拉手”结构变电站作为整体进行考虑。“手拉手”方式备自

投需要综合考虑相邻两个变电站电气模拟量和开关量信息,做出判断,完成相应的备用电源自投功能。

本科技项目以云南大理供电公司 110 kV 巍山变、大仓变作为研究对象。大仓变对应图 2 中的变电站 1,巍山变对应图 2 中的变电站 2。大仓变是单母分段方式,而巍山变采用内桥接线方式。在大仓变和巍山变内,分别设置智能终端 MU、ICU,用于采集相关模拟量、开关量信息。模拟量 SV 信息符合 IEC61850-9-2 规范,开关量信息符合 GOOSE 规范。

大仓变内千兆交换机通过单模光纤通道将 SV 与 GOOSE 传输给巍山变千兆交换机,巍山变千兆交换机再将 2 个变电站的 SV、GOOSE 信息通过单模光纤通道传送给下关主站,如图 3 所示。两个变电站间采用 IEEE-1588 对时,实现站间采样数据同步。

下关主站中集中式备自投主机通过千兆交换机获取相关信息,完成备自投逻辑判断,再通过单模光纤通道控制大仓变及巍山变对应开关。

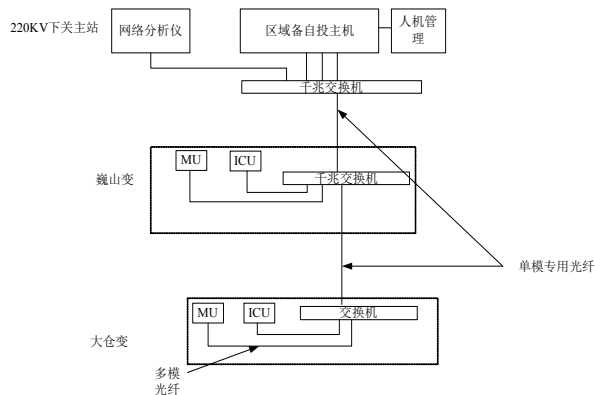


图3 集中式备自投整体方案

3 集中式备自投设计

3.1 软件设计

“手拉手”结构一般有 4 种运行方式,其中方式 1 与方式 4 类似,方式 2 与方式 3 类似。下面具体考虑方式 1 和方式 2 下相关的动作逻辑。

方式 1 中,2DL 处于分位,其他开关处于合位。正常 4 段母线都有压,区域备自投方式 1 充电。

如果 I 母失压,首先判断故障点,如果故障点在 I 母,区域备自投放电;如果故障点在进线 1,跳开 1DL,确认 1DL 跳开,再合 2DL。

如果 II 母、III 母、IV 母失压,首先判断故障点,如果故障点在 II 母,区域备自投跳开 3DL 即可;如果故障点在变电站之间联络线上,跳开 3DL、4DL,合上 2DL;如果故障点在 III 母或者 IV 母上,跳开 4DL、6DL,合上 2DL;如果故障点在进线 2 上,跳开 6DL,合上 2DL。如

图 4 所示。

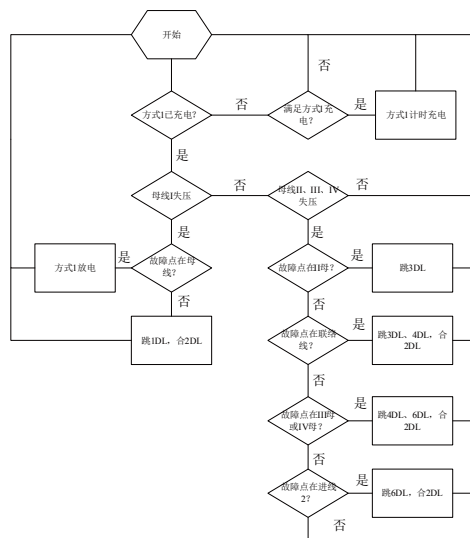


图4 方式1流程图

方式 2 中,3DL 处于分位,其他开关处于合位。正常 4 段母线都有压,区域备自投方式 2 充电。

当 I 母、II 母失压,如果故障点在 I 母或者 II 母,区域备自投放电;如果故障点在进线 1 上,跳 1DL,合 3DL;

当 III 母、IV 母失压,如果故障点在 III 母或者 IV 母,区域备自投放电;如果故障点在进线 2 上,跳 6DL,合 3DL。如图 5 所示。

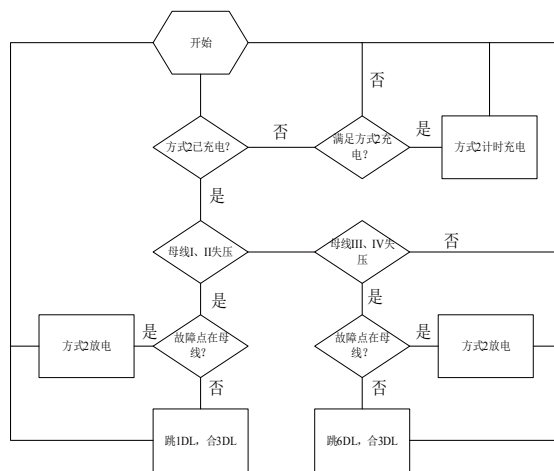


图5 方式2流程图

上述故障点的判别,可以通过相关元件的动作信号获取,例如故障点在 I 母,可以通过变电站 1 的母差动作信号判别;故障点在联络线,可以通过联络线差动保护进行判别。

本集中式备自投还集成巍山变、大仓变 10 kV 备自投功能,由于 10 kV 不涉及站间电源切换,故备自投动作逻辑与常规备自投动作逻辑一致。

本集中式备自投还集成低频低压减载功能,站在区域视角,当单电源带四段母线时,合理轮切2个变电站负荷。

3.2 硬件设计

集中式备自投主机结构设计如图6所示,它采用基于Gbit交换机的多CPU协同工作模式。主机内部内嵌一个高速Gbit交换机,多个CPU通过内部交换机互联,实现内部通信数据的高速交互。

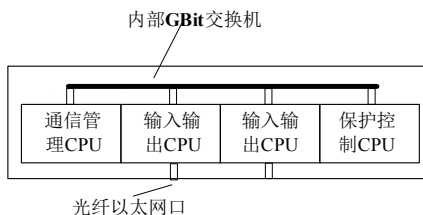


图6 集中式备自投主机结构图

主机内部CPU主要分为3种,分别是保护控制CPU、输入输出CPU、通信管理CPU。

保护控制CPU主要通过内部交换机从输入输出CPU获取相关模拟量及开关量信息,然后进行备用电源自投逻辑判断,再给出相关跳合闸指令,通过内部交换机发送给输入输出CPU。

输入输出CPU主要用来接收网络IEC61850-9-2报文和GOOSE报文,实现解码、计算等功能,给保护控制CPU提供模拟量和开关量值;通过内部交换机获取保护控制CPU相关跳合闸指令,进行编码形成GOOSE报文,再通过光纤口发送。

通信管理CPU主要完成IEC61850通信功能,通过与后台机的连接,实现人机操作界面。

4 现场测试

本项目在云南大理现场进行测试。主要测试2方面,一是验证远距离实时数据传输的正确性,二是验证集中式备自投动作逻辑的正确性。

现场跳闸延时整定是2.4s,合闸延时整定是100ms。在方式2中,实测跳开开关延时是2.432s,合上备用开关延时是133ms。动作行为正确,动作时限满足实际要求。集中式备自投人机界面如图7所示。

5 结束语

对于云南“手拉手”结构变电站,传统备自投装置不能满足要求。提出一种集中式备自投解决方案,兼具区域备自投与站域备自投功能。它通过整体视角,综合考虑两个变电站电气量信息,统一实施备用电源自投逻辑,有效保证了变电站在特殊接线方式下供电的可靠性。实测表明动作逻辑、动作时限均满足实际要求,有效保证了变电站

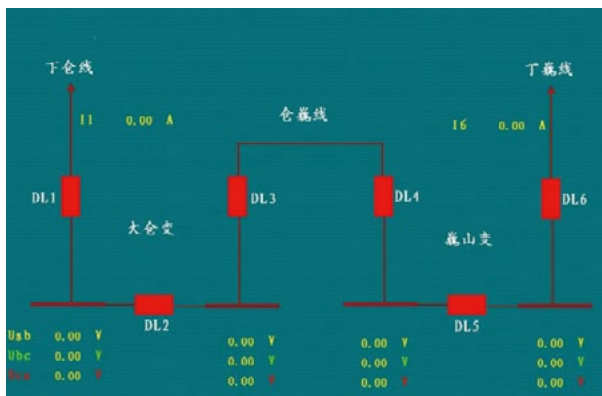


图7 集中式备自投人机界面

在特殊接线方式下供电的可靠性。

参考文献

- [1] IEC 61850-8-1, Communication Networks and Systems in Substations-Part 8-1; Specific Communication Service Mapping(SCSM) Mapping to MMS(ISO/IEC 9506 Part 1 and Part 2)
- [2] IEC 61850-9-2, Communication Networks and Systems in Substations-Part 9-2; Specific Communication Service Mapping(SCSM) Mapping on a IEEE 802.3 based process bus
- [3] 徐希, 韩韬, 杜红卫, 等. 主站集中式广域备用电源自动投入系统[J]. 电力系统自动化. 2010.34(21):112-115
- [4] 金震, 董凯达, 张春合. 智能电网区域备自投的研究与实践[C]. 2013第十四届全国保护和控制学术研讨会. 2013.

(责任编辑:刘艳玲)

资讯

江苏首座“不停电”电动汽车充电站建成

11月21日,从国网江苏省电力公司获悉,常州市凤林路电动汽车充电站竣工建成。该充电站为江苏首座“不停电”智能电动汽车充电站,预计年底正式投运。

该站位于常州武进高新区,占地面积约2708m²,站内建有装机容量50kW的分布式光伏电站、电池容量为200kWh的储能系统以及8台100kW的直流充电机和4只5kW的交流充电桩。其光伏电站及储能系统与充电系统间形成了良好的智能互动:正常情况下,光伏电站的白天发电均上送至电网,而储能系统晚上吸收低价“谷电”后在白天用电高峰时释放电能;特殊情况下,白天若配电网停电,光伏电站所发的电可为电动汽车充电提供电能,晚上若配电网停电,储能系统也可为电动汽车提供所需电能,因此,该站是座“不停电”的智能充电站。

来源:国网江苏省电力公司

无源复合式电力设备警示器

王波, 纪欣, 吴雁南, 孙鹤林

(国网北京市电力公司, 北京 西城 100031)

在调度、生产值班的日常工作中, 夜间由于吊车碰线造成输电线路跳闸的情况时有发生, 某些线路的停电会直接造成重要用户停电, 供电可靠性大大减弱, 而重要用户停电后, 公司生产系统将会动用大量的人力物力去查线、检修和保障供电, 不但工作量巨大, 而且会对用户产生不良影响。如何改变这种情况? 怎样能让夜间的吊车碰线事故尽量少发生? 经测算, 在目前的电网事故中, 施工吊车和其他运输车辆刮碰输电线路和相关设备的情况占外力破坏事故的 50% 以上, 因此增加输电线路的警示功能, 是减少相关事故的根本方法之一。输电线路基本没有预防性的反外力破坏措施。只能依靠设计时远离建筑物和线路附近一定距离内不允许居住和建房等规定来保证线路日常运行中线路安全, 但遇到有高度超过安全范围的运输车辆或塔吊等设施, 没有一种装置能够保证输电线路的安全, 只能通过人员目测高度、距离等来保证安全, 而如果在夜间或恶劣天气条件下, 由于输电线路的不可见, 这种人力观测方式也变得不可能, 因此, 屡屡有夜间吊车碰线等外力故障发生。

1 现有相关技术

目前高效率反射条和光致储能夜光粉有成熟的技术标准和加工方式, 本设备在此基础上进行革新。

1.1 现有技术的技术方案

目前输电线路和相关设备的警示器一般采用贴有反射条的反光板或反光管, 依靠反射汽车或周围发光体的自身的灯光来起到警示作用。

1.2 现有技术的缺点

目前输电线路和相关设备的警示器一般采用贴有反射条的反光板或反光管, 依靠反射汽车自身的灯光来起到警示作用。这样的警示效果不仅要依赖汽车自身的灯光照射, 如果没有车灯照射将起不到警示作用, 并且由于受环境背景光源的影响, 在较弱光源条件下, 反光条反射灯光的光强较弱, 因此对于司机的警示作用非常有限。

2 工作原理

反光带采用逆反射发光材料, 无论光线是以任何角

度照射材料表面, 光源处均能接收到材料的反射光。反光材料之所以能够反光, 主要在于反光材料中都含有一种高折射率玻璃珠或者微晶格结构, 每平方厘米的面积内排列着上千个微小单元, 正是因为它们的存在, 可将光线按原路反射回光源处, 从而让光源附近的观察者可以清晰地看到目标。无源复合式光源电力设备警示器原理如图 1 所示, 结构如图 2 所示, 反光带工作原理如图 3 所示。

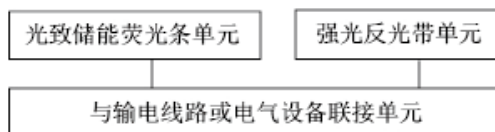


图1 无源复合式光源电力设备警示器原理图

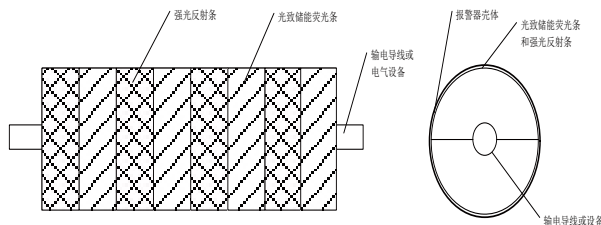


图2 无源复合式光源电力设备警示器外观结构图

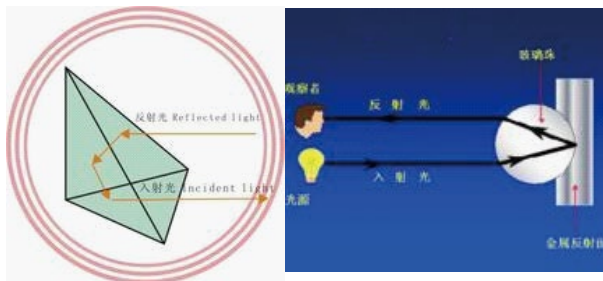


图3 反光带工作原理图

反光材料的安全保护性能主要取决于材料本身的反光强度和使用寿命, 我们平常的白色衣物是所有衣料颜色当中反光强度最高的, 但也仅有约 0.3CPL, 而亮银反光材料的反光强度典型值可以达到 500CPL。根据相关数据, 白色的物体仅能在 50 m 内被发现, 而反光强度达到 500CPL 的反光带则可以在 300 m 外就被发现。在旷野, 甚至更远的距离之外也能看到。

光致储能荧光粉是荧光粉在受到自然光、日光灯光、紫外光等照射后, 把光能储存起来, 在停止光照射

后,再缓慢地以荧光的方式释放出来,所以在夜间或者黑暗处,仍能看到发光,持续时间长达几小时至十几小时,荧光材料如图4所示。

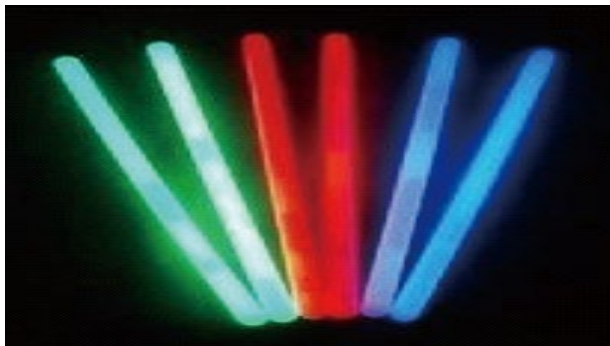


图4 荧光材料效果图

3 项目实施

此次在北京房山地区的一条架空线路上,安装了一段100 m长的反光带和荧光粉相间的警示器,然后进行效果的测试。

3.1 反光带夜间反光效果

本设计通过在导线上粘贴反光带的方法,采用逆反射发光材料,其中每9 m均匀分布了6段各1 m长的反光带。

在黑暗环境中,在安装反光带导线30 m外的不同角度,采用强光手电或车灯,进行直接照射或扫射,均可立即看到明显反光。

3.2 荧光粉夜间发光效果

本设计采用黄色的光致储能荧光粉,对波长450 μm以下的短波可见光具有很强的吸收能力,通过吸收各种自然光或人造光,实现于黑暗状态下的自发光功能,并可无限次循环使用,该发光材料起始高亮度可达2~3 h以上,肩部发光曲线平缓,余辉持续时间可达10 h以上。

此次选取了晴天、阴天、雨天三种情况的夜间进行测试。从持续时间来看,三种情况下荧光实际持续时间均能达到10 h,超过北京地区绝大多数情况下的夜间时长;从荧光能见度来看,不同的天气情况荧光强度有所区别,能见距离也有所不同,但即使在雨天这种恶劣情况下,导线上的荧光也能满足10 m范围处可见的基本要求,能见度远高于周围普通导线。

同时,光致储能荧光粉产品自身具有以下优点:

第一具有稳定的物理和化学属性,耐热、耐寒、不怕雨雪。

第二使用寿命可达10年以上。

第三微小颗粒,易于同各种透明介质原料混合使用。

3.3 警示器夜间综合效果

警示器的反光带和光致储能荧光粉涂层在夜晚都能起到很好的效果。目前北京地区由于施工外力导致的电网故障中,所使用的大型机械均具备自身的探照灯,夜晚施工时能很清楚的辨别到装有警示器的导线;即使探照灯未直接射向导线的情况下,在距离导线10 m左右直线距离范围内均能明显看到导线。

同时,根据输电线路架设相关规定,输电线路距离居民建筑大多超过10 m,且夜光光源强度较弱,不会对线路附近的居民生产产生影响。

3.4 警示器白天警示效果实测

在白天,警示器中的反光带颜色鲜艳,也能反射部分太阳光线,安装了反光带的导线能见度明显高于未安装的导线,能见距离增加超过30 m。

3.5 警示器对查找故障的帮助

输电线路发生故障时,必然会伴随故障大电流冲击,在不安装警示器的情况下,会融化掉导线表面的原始涂层,在导线上留下麻点;如果安装了反光带和光致储能荧光粉涂层,发生故障时故障电流会损坏部分反光带和荧光粉涂层,不管是白天巡线查看烧黑的红白色反光带,还是夜间巡线查看不能发光的荧光粉,都利于快速有效地查找故障点。

当输电线路挂覆了异物的时候,夜间的红白色色差和荧光都能将异物明显指示出来。

4 结束语

本发明无源复合式光源电力设备警示器,将强光反射条和光致储能荧光条相结合。光致储能条中的夜光粉在受到自然光、日光灯光、紫外光等照射后,把光能储存起来,在停止光照射后,再缓慢地以荧光的方式释放出来,所以在夜间或者黑暗处,仍能看到发光,持续时间长达几小时至十几小时,并结合环境灯光通过强光反射条提示,这两种发光方式,对靠近输电线路和相关设备的人员起到警示的作用。

综上所述本发明技术方案能够经济而有效地减少施工线路的外力破坏,保障电网和人身的安全。

参考文献

- [1] 胡毅,刘凯,吴田,等.输电线路运行安全影响因素分析及防治措施[J].高电压技术.2014,11.
- [2] 苏扬.夜间的光反射[J].年级物理.2011,11.
- [3] 王建宏.探究光的反射定律[J].农村青少年研究.2009,10.

(责任编辑:刘艳玲)

电力营销计量改造中的问题及解决措施

郭林萍, 姬丽莎

(国网山东金乡县供电公司, 山东 金乡 272200)

1 电力营销计量改造中存在的问题分析

1.1 电能表的选择缺乏完善性

电力营销中最重要的一环、也是最基础的一环, 就是及时对电能表的转换和正确使用进行普及。但是, 如果电能表在选择中存在不全面性、不完善性, 必将导致对用电客户测量上的误差。因此, 在对电能表进行选择时一定要严格按照相关的规定进行。对于电力企业的电力计量工作人员而言, 首先要对目前电力系统中的电压等数据进行准确判断, 一方面是为了保证电能表的安全、科学精确使用; 另一方面是为了便于对电能表进行重新改造提供科学的数据依据。但是, 在电能表的实际选择过程中, 很多电力计量工作人员、用电客户并不是完全按照相关的规定进行选择、安装、改造工作的, 这样的结果只能是使得电力测量出现误差。

1.2 电力计量装置中自动化效率有待提升

就目前我国电力营销中的电力计量装置来看, 大部分装置已经处于老化的状态中, 甚至在电力测量仪表进行读数时必须由专业的技术人员进行手动开关才能顺利完成。特别是在一些城市的老旧小区中, 电力线路老化、电能表陈旧, 根本无法适应电力营销的需要。另外, 这些陈旧的电力计量装置中, 由于安装时间较早, 很多并不具备报警功能, 而一旦出现用户用电异常时, 不能及时报警, 必然会带来巨大的安全隐患。

1.3 电力计量装置中无法对一些违法行为的发生进行有效控制

陈旧的电力计量装置简单, 操作单一, 一些别有用心的人经常会利用电能计量装置来偷电。这些窃电者的行为将使得电能表中的线圈出现失压的情况, 从而导致整个电力系统中电压的降低, 这就是通常比较常见的欠压窃电方式。这种窃电方式最直接的后果不仅对电力企业造成的巨大损失, 更对其他用电客户的用电利益带来影响。另外一种比较常见的窃电方式就是通过改变电流的正常电力计量装置的接线而造成回路故障的发生, 而电能表的电力线圈中也会因为没有电流通过而产生少计用电量的后果。不论是哪种窃电方式, 都会造成电力企业的损失, 长此下去将对国家财产带来损失。

1.4 陈旧的电力计量设备增加了工作人员的工作量

由于用户使用的电力计量设备比较陈旧, 在无形中增

加了电力计量工作人员的电力测量工作量, 同时也会分散工作人员测量时的注意力, 从而造成电力企业人力资源、时间等资源的严重浪费。如果不能及时完成测量还会对用电客户的电费结算带来影响。

2 解决电力营销计量改造的具体措施

2.1 正确、科学地对电力计量装置进行改造与选择

电力企业技术人员必须对计量装置的构造进行认真的分析与研究, 并对陈旧的计量装置进行改造, 特别是对装置中的三个元件进行绝缘处理, 并做好计量装置的接地设置, 以此来增强电力系统的安全性、可靠性。另外, 通过对导线外部的保护, 实现对整体导电路的全面优化与保护。值得提醒的是, 还必须在计量装置内部的电流接口进行对接, 这样不仅增强了计量装置本身的安全性, 同时更提升了电力营销的整体管理水平。

2.2 实现互动智能费控功能系统的应用

在用电信息采集系统、营销业务应用系统的上线运行与支持下, 为实现远程费控功能的实时互动性奠定了基础, 并提供了良好的系统支撑; 在抄表、核算、线损管理等多方面作用共同发挥的同时有效地实现了对智能电网发展的支撑, 使得电力企业的管理更加精细化、科学化、规范化, 电力企业的服务水平提升更快、更优质。由于用电客户的不同属性、不同的用电特征, 以及对用电的连续性、安全性的差异性需求, 这就要求电力企业必须在保证客户正常用电的基础上对电费做到精准、细致、科学测算, 并实现对用电负荷的高效安全控制。电力企业可以根据需要引入全新的飞控策略, 并根据不同客户的特征进行精细分类, 并分析其对业务的需求, 设计出相应的业务模式, 对于不同的客户要执行不同的策略。例如: 电力企业可以根据自己的实际情况设计出多套策略的标准, 而用电客户在报装时可以根据需要选择不同的“套餐”, 从而实现电力服务的精细化管理。

2.3 改造计量系统、防止窃电的发生

陈旧的电力计量装置基本都是敞开式的, 这种形式容易发生窃电行为。因此, 在完善电力系统计量改造时, 一定要根据不同的用户类型对其进行不同装置的改造和安装, 增加窃电难度, 从而是使那些窃电者无机可乘。

(责任编辑: 贺大亮)

架空配电线路电力金具选择和应用方法

张晓丽, 张晓安

(陕西地电汉中供电分公司, 陕西 汉中 723000)

1 连接金具的选择方法

1.1 面接触连接

从金具的连接接触方式可分为面接触、线接触、点接触。线接触或点接触是结构力学领域非常忌讳的承载连接方式。球窝连接近似于面接触,“板-螺栓”的连接方式是最好的面接触连接。面接触连接是机械承载结构安全的首选。

1.2 承载级配

注意连接金具的外形结构、连接尺寸、标称破坏载荷匹配,注意金具与绝缘子和导线的级配。

2 接续管

目前工程上多采用铝接续管钳压或液压接续,扁管的压成圆形,圆管的压成六角形。由于接续管接续的方法简便牢靠,应当普遍采用。钢芯铝绞线承载受力主要靠钢芯,导电主要靠铝线。带钢芯的钢芯铝绞线导线采用圆管液压接续时,接续管每套有两根,一根细短一些的钢管专门接续钢芯,将钢芯散开搭接液压,将铝导线及铝管内壁涂上电力脂,将接续好钢芯的钢管穿入长一些的圆铝管内,再把穿入圆铝管内的钢芯铝绞线整体液压接续起来。不带钢芯的绝缘导线,适合采用带绝缘罩的铝接续管钳压或液压。钳压或液压的次数和位置依据规定进行。导线接续接头距导线固定点应大于0.5 m。导线接续后,应测试连接管的直流电阻,其值不应大于同等长度导线电阻。

3 跳线鼻子

搭接过桥引线,常采用并沟线夹、T型线夹,但对于电流较大的主干线,宜采用跳线鼻子。当导线载流量较大时,对于导线接头的接触电阻很敏感,接触电阻使接头发热,损耗电能,产生电压降。铝跳线鼻子的外形跟铝接线端子(铝鼻子)差不多,有的图集上称之为跳线线夹。跳线鼻子采用液压或钳压来压接导线,接头接触紧密,用螺栓连接的搭接板较宽厚,接触电阻小,利于散热,拆装方便。

4 耐张线夹

耐张线夹属于锚固金具。常用的耐张线夹有可锻铸铁螺栓型倒装式NLD、铝合金螺栓型NLL、铝合金单板楔

型耐张线夹NXL等。螺栓型NLD耐张线夹常用于锚固钢芯铝绞线。螺栓型NLL槽口较宽,多用于固定不剥皮安装的绝缘导线。铝合金单板楔型NXL配合铁头型式为帽槽的棒型悬式绝缘子较好。可锻铸铁是铁磁材料,在金具内会产生磁滞损耗和涡流损耗。铝不导磁,铝合金制成金具消除了磁滞损耗,极大地降低了涡流损耗。铝耐酸性介质,比铸铁材料耐腐蚀。铝合金金具为节能金具。

5 铜铝过渡电气接头

铝在金属导电性中占第4位,其电导率约为铜的2/3,但其密度仅为铜的1/3。导电能力相同时,铝导体截面积大约是铜的1.5倍,铝线的质量约为铜线的一半。将等质量和等长度的铝线和铜线相比,铝的导电能力约为铜的1.7倍。对于一些电力负荷较大、对传输电阻敏感或重要精密部件,包括变压器导电杆、断路器导电杆、丝具柱头都使用铜材料,而传输距离较远的架空电力线路,常使用质量轻的铝导线。这样可节约大量工程成本,缓解铜材的紧张。所以常见线路的铝材料要与设备的铜材料电气连接形成铜铝电气接头。电力工业中铜铝电气接头故障是必须解决的重大安全隐患。铜铝电气接头故障不但有电化学腐蚀的原因,也有金属性质的原因。铜铝电气接头容易电化学腐蚀,以及铜、铝的弹性模量、屈服应力、热胀系数不同,使得铜铝电气接头容易发生故障。目前实用的解决办法是采用爆焊或嵌焊等工艺制造铜铝过渡端子、鼻子接头或铜铝过渡设备线夹,安装铜铝线夹时铜或钢铁材料接铜端,铝材料接铝端。还应当注意识别铝排上镀铜的,不可接反。

6 并沟线夹

并沟线夹属于接触金具。并沟线夹用于并接相同线径导线传递负荷电流,线径不同采用异形并沟线夹。缠绕铝包带后牢固安装。一般负荷不大的低压两线,可用单并沟线夹T接支线或下户,三相四线以及10 kV线路,联用2~3个并沟线夹,以减少电气接头接触电阻。双并沟线夹之间留40~70 mm间距,不要挤在一起,以利于散热。

(责任编辑:贺大亮)

配电网故障原因及防护措施

陈益哲

(广东电网有限责任公司肇庆供电局, 广东 肇庆 526000)

1 配电网故障产生的原因

对于配电网系统运行管理不当会导致一系列的事故问题,如户外线路,特别是山区地带,其四周有较多高大的树木,线路区域栽种树木较为复杂,很难快速联系到各区域种植户,这样将导致不能快速沟通并进行砍伐处理的问题。一些树木长速较快,如果无法及时清理,植物长势过高,线路之间安全距离不够,将会形成较大的安全隐患,甚至出现接地短路的问题,造成配电网线路出现开关跳闸并引发停电的事故。另外,户外架空线路系统中的金具在恶劣的环境下较易生锈,出现跳闸断电事故。如果配电网系统设备之中有小动物入侵也容易导致回路故障并出现跳闸。

导致配电网出现事故的成因较多,从环境条件上来讲,外界温度骤然上升会使导线弧垂扩大,另外防风偏管理不当,对风偏作用了解不充分,导线放电也会引发安全事故。从运维人员角度来讲,其掌握的技术有限、经验不丰富,不具备较强的责任心,无法对极端天气风险做预防管控、科学辨识,没能快速察觉并及时查处隐患问题,也会使得线路在不良作用影响下出现放电现象。一些工作人员在检查金具腐蚀、确定标准过程中,采取的手段不合理,无法更精准的做出判断。一些班组人员习惯于凭借经验进行判断,欠缺定量分析,导致得出的结论较为模糊,较难引起管理岗位员工的注意,延误了最佳的更换时机。由于配电网系统管线众多,图纸之中的标示无法做到全面清晰,因此会造成外部施工过程中出现挖错电缆线路的状况。而在架空线路的地区进行施工,如果操作人员稍微不注意便会产生误碰现象,这些均是外力事故的成因。从设备自身层面来讲,倘若开关柜没有设置观察窗,则无法最直观的看到内部系统的运行状况,无法实时进行温度监控测试并快速的察觉问题。

2 配电网故障影的防护措施

越来越多的用户关注用电的安全性、可靠性。但是在时刻戒备状态下,故障也会随时发生,故障发生后往往错失了最佳的补救时机,因此要实时预防事故、加强抢修事帮的演练,保证用电的可靠性和安全性。

为有效降低配电网系统事故概率,首先要从工作人员开始着手,提升巡检工作人员的责任心,依照严谨、细致、

实事求是的原则认真执行相关责任。针对配电网户外场地树木应做好专项整治管理,全面排查隐患,精准掌控管辖区域之中线路重点位置高秆植物的状况,提升常规排查的频率,快速排查消除并清理线路运行过程中的事故隐患。针对线路运行维护人员应做好技能培训,定期组织讲座,实地训练、比武练兵活动,全面提升运维人员实践工作能力以及总体技术水平。对于作业表单应全面进行核查检验,增加线路金具腐蚀状况的检查。为此对于班组成员应做好金具腐蚀检验核查、判断评估的专项训练,提升员工评判分析的综合能力。日常巡视工作中,应做好针对设备系统外在孔洞、柜门以及封堵处理的分析检查,一旦察觉问题要快速进行封堵,确保小动物无法侵入到运行工作的设备系统之中。完成检修处理后应细致核查分析,确保系统正常投入运行。

确保配电网运行系统和功能稳定运行。现在是信息化时代,不可能对每个现场或者每个变电站、配电柜等安排至少一名工作人员长期驻扎管理。那么就需要使用软件来管理、监控这些现场设备,同时只需要几名调度工作人员在调度监控室远程监控这些设备即可;如果出现故障,调度员可以在调度工作室及时发现并定位故障区域,通过远控操作隔离故障区域并恢复非故障区域的正常供电或者通知相关人员去现场检修。

需要实时预防故障、随时演练模拟故障,不要等到真正出现故障或者重大事故才去补救,那时已经太晚了。因此随时做好处理事故的准备,时刻保持警惕,当然我们平时做好事故防护是最好的。同时各级工作人员安排好自己的职责,统筹管理,在事故发生时可以快速精确的进行分析、做出判断,将影响降到最低。

3 结束语

总之,为确保配电网低事故率,实现可靠持久的运行,要分析导致故障问题的成因,制订科学有效的对策,方能达到事半功倍的效果,实现可持续的全面发展。同时大力发展配电网管理软件,可以有效地控制电网事故的发生、发展,极大地缩短电网事故恢复正常运行的时间,极大地减少电网事故的损失。

(责任编辑:贺大亮)

■ 国网辽宁电力深化无人机与激光三维成像技术应用

无人机激光雷达是一种新兴的技术手段，可直观地展示和还原电路现场情况、完成导线与任何物体的位置关系分析等，是保障电网设备安全的有效手段。该公司输电班首次创新应用新技术开展实测，主要完成沉降区杆塔倾斜测量、导线对树障距离测量、测量范围内变电站全貌扫描、线路保护区内鱼塘等地形勘测。此次探索实测是首次应用的深化，主要针对山区树木隐患进行距线高度、树种归类等精准测量，为线路规划树患排查区域、山火防范区域等提供科学、准确、可靠的评估依据。

国网辽宁电力在测量前对待测点进行了仔细勘察，认真细致地对几处危险点进行了核查，并将测量结果与之前的人工目测数据进行比对，进一步确认了树木高度。在核查过程中，工作人员就无人机操作、激光成像等技术问题向专家讨教询问，进一步深化了无人机测量技术应用。

无人机及激光三维成像技术的联合应用不仅大大提高了实测精度，还大大提高了工作效率。

来源：国网辽宁省电力有限公司

■ 国网青海电力升级“电子眼”实现故障一体化检修

11月21日，国网青海省电力公司统一视频监控平台显示，当天在该平台形成故障诊断报告15个，受理整改故障12个，电网视频在线率由81.88%提升至86.45%。

2016年以来，为了提高掉线设备监测及故障研判效率，降低设备排查整改工作量，国网青海电力结合自身实际，开展科研攻关，进一步优化完善电网统一视频监控平台，利用信息化手段实现设备故障诊断分析，研究实施与邮件系统集成互联，让“电子眼”能够自动分析“思考”形成诊断报告，以邮件方式自动发送至责任人，便于视频终端巡检及故障原因核查。

系统升级完善后，平台通过“自动分析诊断”，每日自动将设备故障情况及原因告知运维人员，实现故障分析结果与检修工单高效结合。国网青海电力初步规范了省、地两级运维人员视频故障处理流程，实现故障设备快速定位、快速解决的一体化检修流程。通过执行诊断任务，能够形象查看统计数据。同时，系统利用故障知识库模块，归纳总结已发生故障原因和解决办法，形成系统故障处理典型经验与用户分享，对故障问题进行排查指导，极大地降低了故障响应和检修时间，减少运维人员故障定位工作量。

来源：国网青海省电力公司

■ 国网江苏电力应用云平台上线

11月30日，由国网江苏省电力公司自主研发的应用云平台在该公司上线运行。

该应用云平台利用云中间件技术，通过整合全部计算资源并进行池化，简化应用系统上线、版本更新以及服务器主动、被动下线检修等过程，实现了应用资源的标准化，并以动态可调度的方式使运维人员随时能够顺畅操作各项计算应用，主要具备自动伸缩规则、物理系统管理、容器管理、组件管理、主机管理、主机监控、容器监控、物理系统监控等功能，还能够支撑各项微应用和系统的部署，即各微应用和系统将生产环境迁移至云平台后，能够实现一键自动部署。

目前，该应用云平台已投入6台主机、2个物理系统，创建了4个容器并生成了8个镜像。国网江苏电力将逐步把该公司计算系统生产环境上适用的各项应用迁移至应用云平台，进一步验证应用云平台的负载能力，并准备在该公司系统内推广。

来源：国网江苏省电力公司

■ 国网河北电力开展“三跨”线路故障应急演练

11月22日，国网河北省电力公司与北京铁路局联合开展“三跨”线路故障应急演练。

上午10时，演练命令一下达，各参演单位迅速反应，省调、地调及有关专业部门快速汇总信息分析研判，属地化人员及运检人员赶赴现场确认故障点，两级调度指挥快速进行线路转检修操作，邯郸公司与铁路抢修人员现场协同处置，摘除断落导线，隔离故障点，恢复京广高铁运行。

此次演练情景设置贴近实际，完整地演练了信息报送、调控指挥、现场查线、运行操作、故障隔离、客户沟通等处置环节，内容丰富，进程紧凑。综合运用视频会议系统、电话会议系统、卫星通信系统、变电站视频监控等多种技术手段将演练现场画面实时传送到应急指挥中心，并创新通过微信群方式快速传递演练现场图片，对演练过程做了全面展示，取得良好效果。

国网河北电力安质部、运检部、营销部、外联部、调控中心等部门在应急指挥中心进行桌面推演，省调、邯郸地调、500 kV 辛安站、220 kV 欣甸站、220 kV 辛甸 I 线同步开展实战演练。该公司系统、北京铁路局石家庄供电段共计110人参加演练。

来源：国网河北省电力公司

(责任编辑：贺大亮)



关于经电流互感器接入的三相四线电能表错误接线的问题。

经三只电流互感器接入的三相四线多功能电能表，三相电压端子接线正确，相序为A—B—C，电流端子的进线端接线正确，A、B、C相电流互感器的k1分别接在电能表A、B、C相电流元件的进线端。A、B、C相电流互感器的k2接线错误：A相电流互感器的k2接在了电能表的B相元件的出线端子，B相电流互感器的k2接在了电能表的C相元件的出线端子，C相电流互感器的k2接在了电能表的A相元件的出线端子。请问这种错误接线该怎样分析？

yk54071503：如果K2接地就没有问题的。一般低压计量K2是不接地的，这样三个电流互感器二次构成三角形闭合环。

正序、负序电流是不能在这个环中流通的，所以只有零序电流经过电能表。这个零序电流大小，方向又是变化的，无法得到实时确定。一般将负荷看作完全对称的，没有零序电流。所以也不能记录电量了，如果有电量记录，也是零序电流所致，不能作为依据。

kuang121：因为低压二次k2不存在接地，那可以理解为三相电流全部开路吗？

yk54071503：虽然二次负荷大了一些，但和开路运行是不同的，只不过三个电流(电势)之和等于零。

本地费控智能电能表应急功能开通的问题？

用户在电能表余额为零时，本地费控智能电能表自动跳闸，跳闸后用户可以长按查询按钮或插卡一次，电能表合闸，用户可继续用电不超过10元电费。请问这个功能怎么才能开通？是电能表生产厂家设置该功能，还是在电能表装前检定工作中通过校验台来开通此功能？

青城剑客：对新验定的电能表，要求在计量中心验定时，直接设置开通。对已经安装在现场的电能表，用掌机在现场开通！

零下25度：谢谢青城的解惑，还有几个疑问要请教下：一是计量中心验定开通应急功能程序复杂吗？这边要求内检人员开通，总是存在很多问题，至今为止还没有做好这个工作，开通应急功能是不是还要找校验台厂家给安装软件。二是返修表可以开通应急功能吗？最早(2009年)生产的那批智能电能表不具备开通应急功能的要求，是不是现在所有厂家的智能电能表都具备开通应急功能的条件。三是据了解，应急功能分为两类，一类是用户用完余额后，电能表不跳闸，用户可以再用10元仍不充值才会跳闸；另一类是用户用完余额后跳闸，插卡或长按轮显按钮后合闸，可用10元的赊欠电费，但是主管领导不同意第一类。四是最近省公司开发了一个186系统销账功能，解决电能表余额与系统电费余额不符问题，如果开通了应急功能，电能表出现赊欠时系统也可能出现赊欠(且金额不大)，186系统在月底销账时会不会把这部分赊欠的电费作为电能表与系统余额差异处理掉。

青城剑客：第一开通应急功能程，只要掌机灌有程序。打开编程盖，几秒钟即可完成。省公司只给下发掌机程序。第二理论上国网智能电能表都可以开通。第三省公司要求开通，必须开通、无条件开通。第四的确会处理掉，但并不影响什么。

电机的问题？

请教一问题，昨天在一面粉厂查计量，由于厂内没有生产，就让老板开了一个三相异步电机。测得三相电压正常， $I_a=0.19$ ， $I_b=0.025$ ， $I_c=0.19$ 。向量图B相疑为负电流。当把三相电机停止运行后，测得三相电压正常， $I_a=0.19$ ， $I_b=0.19$ ， $I_c=0.00$ ，这是什么原因造成的？

yk54071503：电动机空载，有功功率可能很小，但电流还是有的。电动机开与不开电流没有变化，反而更小？看看现场还有什么负荷？电容器或其他什么负荷。可以马上测量电动机一次电流，检查确定电动机是不是缺相运行。

(责任编辑：刘艳玲)

《农村电气化》 《农电管理》

2017年订阅单

以下填表内容为发书凭据，请用楷书认真填写，并将此订阅单通过传真或E-mail方式传回，以保证正常发书。

订阅数量	2017年农村电气化	年单价	96.00元	汇款总额	订阅单位盖章
	(册)	合计			
	2017年农电管理	年单价	96.00元		
	(册)	合计			
收书单位			邮编		
详细地址					
收书人			联系电话		
开具发票单位			发票收件人		
备注					

银行汇款	工商银行账号	0200 0414 0920 1503 351			
	工行开户行	工行北京会城门支行			
	收款户名	北京国宇出版有限公司			
邮局汇款	收款人姓名	北京国宇出版有限公司 111340222			
	收款地址	北京市西城区南蜂窝路5号607	邮编	100055	
注意事项		汇款人注明开具发票单位并留电话			

订阅热线：

010-63123085；系统电话：926523085

纸质订单：两刊2016年第10期至2017年第3期获取

两刊2017订单回传方式：

传真：010-63123087 或 QQ号：1401907901

E-mail：1401907901@qq.com

投稿热线：

010-63123091/3093；系统电话：926523091/3093

地址：北京市西城区南蜂窝路5号 邮政编码：100055