

国家能源局印发《关于可再生能源发展“十三五”规划实施的指导意见》

本刊编辑部

2017年7月28日，国家能源局印发《关于可再生能源发展“十三五”规划实施的指导意见》（以下简称《意见》），对“十三五”可再生能源发展路径进行了进一步说明，加强发展规划引领、加强可再生能源消纳条件落实、缓解补贴压力等问题成为下一阶段发展关键。

《意见》印发同时，《2017—2020年风电新增建设规模方案》《2017—2020年光伏电站新增建设规模方案》《生物质发电“十三五”规划布局方案》3份文件同步下发，明确了我国各省（区、市）2017—2020年各年度可再生能源建设规模。

《2017—2020年风电新增建设规模方案》明确，2017—2020年，北京、天津、河北等25个省（区、市）计划累计新增风电装机110410 MW，2020年规划并网126000 MW。

《2017—2020年光伏电站新增建设规模方案》明确2020年规划并网目标是：全国太阳能发展“十三五”规划以及经国家能源局批复的各省（区、市）能源发展“十三五”规划确定的目标，为到2020年底累计的并网装机容量。

《生物质发电“十三五”规划布局方案》，到2020年，我国31个省（区、市）符合国家可再生能源基金支持政策的生物质发电规模总计将达23340 MW，是原“十三五”规划目标的155.6%。

《意见》提出了8项指导意见，其中有6项在不同程度上提到了可再生能源的消纳问题，落实消纳条件、加强输电通道建设将成为可再生能源行业“十三五”时期的发展关键。

《意见》确定了建设规模的主要原则：风电按照投资预警进行管理。严格控制预警结果为红色地区的新增建设规模，吉林、黑龙江、甘肃、宁夏、内蒙古、新疆（含兵团）暂不下达，待弃风限电缓解后另行研究下达。不限电地区依据规划和本地区风电发展需求适度扩大规模，但也要平稳有序发展，防止发生限电问题，在整体电力供大于求和可再生能源补贴压力较大的情况下，建设规模应适当调控。

集中式光伏发电结合全国和各省（区、市）太阳能“十三五”发展规划目标确定各地区年度新增建设规模。光伏扶贫项目（不含村级扶贫电站）纳入年度建设规模管理。

鼓励分布式可再生能源电力发展。屋顶分布式光伏发电、分散式风电项目量大面广，难以提前规划，而且属于国家鼓励发展类型。《意见》明确，分散式风电严格按照有关技术规定和规划执行，不受年度建设规模限制。按照已有规定，利用固定建筑物屋顶、墙面及附属场所建设的光伏发电项目以及全部自发自用的地面光伏电站项目不受年度规模限制。

特高压通道配套基地的风电、光伏发电项目随特高压通道决策另行配置。因规划的特高压输电通道启动时间具有不确定性，配套的风电、光伏发电基地，安排时间随特高压工程规划批复以及工程启动时间和建设周期单另配置，不计入本次规划实施方案，在批复特高压通道时专门下达。

增加了对跨省跨区特高压通道输送可再生能源电力的监测考核要求，充分发挥特高压输电通道扩大可再生能源电力消纳范围的作用。

《意见》要求，各级地方政府能源主管部门要履行对可再生能源发电的全额保障性收购责任，各派出能源监管机构要会同地方政府有关部门加强对可再生能源发电全额保障性收购执行情况的监管和考核工作。

《意见》要求，对国家能源局已明确可再生能源电量比重指标的特高压输电通道，按已明确的指标进行考核；对未明确指标的特高压输电通道由有关监管机构对其进行一年为周期的监测，确定可再生能源电量比重指标及通道利用指标。水能、风能、太阳能资源富集地区后续规划新建的特高压输电通道均应明确输送可再生能源电量比重指标，以输送水电为主的特高压输电通道应明确通道利用率指标。

为缓解补贴压力、推进行业健康发展，促进技术进步和拓宽补贴资金来源也成为了“十三五”下半年可再生能源发电的发展重点。根据《意见》，无技术进步目标、无市场机制创新、补贴强度高的集中式光伏发电项目原则上不再支持建设。同时，鼓励各级地方政府多渠道筹措资金支持可再生能源发展。

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 田旭彪
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 国家能源局印发《关于可再生能源发展“十三五”规划实施的指导意见》 本刊编辑部

◆ 典型推介 >>

· 浙江海宁 ·

5 配电自动化改造中存在的问题和解决方案 钟伟东, 刘继文, 李仕杰

8 智能电网与能源网融合的模式及其发展前景 张 扬, 沈 俊, 孙东方

◆ 电网建设 >>

10 预制装配式 220 kV 变电站土建设计 吕娜娜, 黄 昱, 邓旭坚, 侯光荣, 谢杰光

13 冗余光纤环网在 500 kV 变电站的应用与改造 杨贤勇, 范美娟, 周洪涛, 周 航

17 10 kV 开闭所接入容量研究 王灵龙, 章 玉, 古吉超

◆ 运行维护 >>

21 不停电调整三相负荷方法 路竹青

22 平谷供电公司户外断路器的应用 刘 涛

24 一起因热胀冷缩造成的 35 kV 户外电抗器漏油事故处理 刘 钢, 杨晓帅, 焦广旭

◆ 安全生产 >>

26 具有后续保护的 SPD 后备保护方案 殷要红

28 220 kV 母线电压互感器故障 戚 矛, 王 贺, 熊 剑, 郑晓琼, 蔡科伟, 郑 震

30 手车断路器控制回路断线不发信号分析及改进措施 陈 平, 宦 俊, 薛 程

◆ 电网智能化 >>

32 电网 AVC 系统应用分析 石立光, 张 宪, 张 莹

34 基于配网自动化的配网管理模式 孙 睿

农村电气化

中国科学技术协会优秀期刊
中国期刊方阵双效期刊
全国百家期刊阅览室指定赠刊



2017年第09期 总第364期 (1979年创刊)

- 36 基于偏序约简的智能电网大数据处理 ... 王庆斌, 柳军停, 石亮缘
- 38 直升机输电线路应急抢险机载视频系统
..... 邢其凤, 王景致, 杜黎明, 闻振新

◆ QC小组 >>

- 40 变电站安全防误装置
..... 潘鹏飞, 张 昱, 李 健, 纪 翔, 卢 曦
- 41 高压试验引线绝缘支架 赵利平
- 43 降低用电信息采集系统雷击故障率 彭 锐, 王 俊

◆ 新能源 >>

- 44 新能源混合发电系统在农村低负荷地区的规划
..... 孙 然, 项 雯, 周建辉, 陈庆涛, 刘 畅

◆ 电气设备 >>

- 47 小型断路器的选择及应用 周克城, 蓝 岚
- 50 新型智能无功补偿装置
..... 高雪忠, 朱义中, 孟庆波, 李笑波, 张应钊, 王文聪, 杨爱华
- 53 变压器风冷控制系统二次回路的改进 张 康, 秦 川
- 55 10 kV 配电网地电位搭火线夹 唐晚成, 何 孟
- 57 一种简易剩余电流监测装置 ... 王 和, 徐 诚, 朱 超, 厉吴辉

◆ 经验点滴 >>

- 59 电力系统变电一次设备状态检修 叶邦明
- 60 10 kV 线路运行维护及检修管理方法
..... 陈韶村, 潘乐真, 陈 诚, 宋 浩
- 61 智能化变电站的发展方向 张 涛

◆ 资讯 >>

- 62 全国最大省级充电设施智能服务平台上线等 4 则

《农电管理》2017年第09期要目

基于心本管理的班组建设“心动力”工程

张亚平 汪烈红 周光乐

积极抗灾抢险 铸就电网坚强

穿越生死线 千里驰援九寨

向莉莉 李恒惠 余京懋

洪水不退, 我们不退

——国网湖南泸溪县供电公司抗洪抢险侧记 邹 群
鏖战 10 小时

——国网江苏东台市供电公司抗击“7·2”强对流雷雨大风
袭击纪实 陈庆华

以“五种意识”为抓手 激活创新引擎

蒋城颖 赵素文 蒋锦霞

种下“太阳” 点亮希望

尚 昆

乡镇供电所廉洁规范“八个一” 实践调查

韩 辉 王云峰

实施“六和塔”式卓越企业文化建设

史常宝

深化风险防范管理 提升依法治企水平

钟海瑞

从严从实抓党建 凝心聚力促发展

——访国网江苏张家港市供电公司党委书记管建明

闫隆斌

夯实基础 突出特色 打造“全能型”五星级供电所

吕铁成 聂 勇 陈忠良

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 Existed Problem and Solved Scheme in Distribution Automation Reconstruction/Zhong Weidong, Liu Jiwen, Li Shijie
8 Mode and Developed Prospect of Intelligent Power Network and Energy Resource Blending/Zhang Yang, Shen Jun, Sun Dongfang
- 10 Civil Engineering Design Related to Prefabricated Packaging 220 kV Open Substations/Lv Nana, Huang Gang, Deng Xujian, Hou Guangrong, Xie Jieguang
- 13 Application and Reconstruction of Redundant Optical Fiber Ring Network in 500 kV Substations/Yang Xianyong, Fan Meijuan, Zhou Hongtao, Zhou Hang
- 17 Switching in Capacity Research for 10 kV Switching Place/Wang Linglong, Tan Yu, Gu Jichao
- 21 Regulating Method Related to Three Phase Loads with Hot Case/Lu Zhuqing
- 22 Application of Outdoor Circuit Breakers in Pinggu Power Supply Company/Liu Tao
- 24 An Oil Leaking Fault in 35 kV Outdoor Reactor Resulting From Expand with Heat and Contract with Cold/Liu Gang, Yang Xiaoshuai, Jiao Guangxu
- 26 SPD Backup Protection Scheme Provided with Subsequent Protection/Yin Yaohong
- 28 Fault Related to Voltage Transformer in 220 kV Bus-bars/Qi Mao, Wang He, Xiong Jian, Zheng Xiaoqiong, Cai Kewei, Zheng Zhen
- 30 Analysis and Improved Measure of Broken Wire no Signal in Control Circuit for Manual Trolley Circuit Breaker/Chen Ping, Huan Jun, Xue Cheng
- 32 Applied Analysis Related to AVC System in Power Network/Shi Liguang, Zhang Xian, Zhang Ying
- 34 Distribution Network Management Mode Based on Distribution Network Automation/Sun Rui
- 36 Big Data Pre Treatment Method Used for Intelligent Power Network Based on Partial Order Reduced Unitized/Wang Qingbin, Liu Junting, Shi Liangyuan
- 38 Airborne Video System Used for Helicopter Transmission Line Emergency/Xing Qifeng, Wang Jingzhi, Du Liming, Wen Zhenxin
- 40 Safely Preventive Incorrect Operation Device in Substations/Pan Pengfei, Zhang Yu, Li Jian, Ji Xiang, Lu Xi
- 41 Insulated Bracket Used to H.V. Testing Leading Wire/Zhao Liping
- 43 Reducing Lightning Stroke Fault Rate for Power Utilization Information Collect System/Peng Rui, Wang Jun
- 44 Planning Research of New Energy Resource Mixed Power Generation System in Rural Low Load Area/Sun Ran, Xiang Wen, Zhou Jianhui, Chen Qingtao, Liu Chang
- 47 Selection and Application Related to Small Size Circuit Breakers/Zhou Kecheng, Lan Lan
- 50 New Type Intelligent Reactive Power Compensation Device/Gao Xuezhong, Zhu Yizhong, Meng Qingbo, Li Xiaobo, Zhang Yingzhao, Wang Wencong, Yang Aihua
- 53 Improvement Related to Secondary Circuit of Wind-cooled Control System in Transformers/Zhang Kang, Qin Chuan
- 55 Making Clamp Used for 10 kV Distribution Network Ground Potential/Tang Wancheng, He Meng
- 57 A Simple and Easy Monitoring Device Suited to Residual Current/Wang He, Xu Cheng, Zhu Chao, Li Wuhui
- 59 Status Maintenance Related to Primary Equipment in Power System Substations/Ye Bangming
- 60 Management Methods of Operating Maintenance and Repair Suited to 10 kV Lines/Chen Shaocun, Pan Lezhen, Chen Cheng, Song Hao
- 61 Developmental Direction Related to Intelligent Substations/Zhang Tao

(王金鼎译)

配电自动化改造中存在的问题和解决方案

钟伟东, 刘继文, 李仕杰

(国网浙江海宁市供电公司, 浙江 海宁 314400)

摘要: 针对配电自动化改造过程中设备无供电电源、环网柜一二次改造复杂和停电时间过长等实际问题, 提出了增加更换电动操作机构、增加除湿装置等解决方案。

关键词: 配电自动化; 改造; DTU; 环网柜; TV

中图分类号: TM727

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)09-0005-03

我国配电自动化起步较晚, 至 2014 年, 国家电网公司配电自动化总覆盖率为 12.6%^[1]。2015 年, 国家能源局和发改委发布了关于加快配电网建设的指导意见和计划, 要求到 2020 年配电自动化覆盖率达到 90%^[2]。要达到 90% 覆盖率就需要对原有配电网进线全面的升级和改造。根据浙江省电力公司发展部要求, 海宁地区将全面启动配电自动化改造工程, 2017 年完成首批 120 个节点的改造。配电自动化是以网架和设备为基础, 综合利用计算机技术、信息及通信等技术, 实现对配电网的监测、控制和管理^[3]。本次改造工程主要涉及海宁地区的 85 座环网箱和 35 座环网室, 主要工作有增加站所终端 DTU (Distribution Terminal Unit) 与电压互感器 (TV) 柜, 对原有环网柜进行一、二次改造, 为设备寻找 AC 220 V 电源和相应通信工程改造等。

通过前期现场勘查和调研, 海宁配电自动化改造主要问题和难点有: 部分环网箱和环网室无法增加 TV 柜, 导致无配电自动化电源; 原环网柜厂家各不相同, 一、二次设备改造工作复杂; 因改造工作量较大, 造成停电时间较长, 特别是单电源区域。

1 配电自动化电源问题

1.1 现状和存在问题分析

根据《国家电网公司配电网工程典型设计-10 kV 配电站房分册》2016 年版要求, 在环网箱内, 所用电源一般由 TV 柜提供, 其原理为在 TV 柜副边侧增加一个出口电压为 220 V 的线圈, 容量一般为 1 kVA; 在环网室内, 电源一般由所用变柜提供, 其容量一般为 15 ~ 30 kVA^[4]。但原有部分环网室未预留所用变位置和出线柜, 在本次改造中 DTU 部分电源也由 TV 柜提供。由于年代原因, 较早环网柜大部分不考虑预留配电自动化

空间, 导致很多运行环网柜无 TV 柜, 并且不可扩展 TV 柜, 这给配电自动化改造带来了难题。

根据前期现场勘查和调研, 海宁市供电公司本次配电自动化改造各节点根据形式是否有 TV 柜和是否可扩展 TV 分类, 主要统计结果如表 1 所示。其中已有 TV 柜有 13 个, 占比 10.8%; 无 TV 柜但可扩展有 20 个, 占比 16.7%; 无 TV 柜且不可扩展有 87 个, 占比 72.5%。从统计中可以看出无 TV 柜且不可扩展 TV 柜占比最高, 是本次配电自动化改造的重点要解决的问题。

表1 海宁配电自动化改造现有TV柜及可扩展情况统计表

序号	形式	有无TV柜	是否可扩展TV柜	数量	占比
1	环网箱	有		11	9.1%
2		无	是	8	6.7%
3			否	66	55%
4	环网室	有		2	1.7%
5		无	是	12	10%
6			否	21	17.5%
合计				120	100%

1.2 解决方案

1.2.1 加装母线TV柜供电

可采用加装母线 TV 柜的方式供电。但新增加的 TV 柜应与原环网柜品牌和型号一致, 新上的 TV 柜要符合配电自动化设计要求。

1.2.2 加装线路TV柜供电

针对无 TV 柜且不可扩展 TV 柜情况主要有 3 种供电方案, 分别为环网柜内加装线路 TV 柜、DTU 内加装线路 TV 柜和独立外置式线路 TV 柜, 3 种均适合于环网箱和环网室。但单线路 TV 柜存在两个缺点, 即所测电压为线路电压, 无法准确反应母线电压情况; 线路侧停电时, TV 柜也停电, 供电可靠性下降。解决方法为: 可以通过双线路 TV 柜方案, 即在环网柜环进环出处各连接一个线路 TV 柜来提高供电可靠性, 并结合开关分合状态来判断

进线侧线路电压是否等效于母线电压。

线路 TV 柜与环网柜采用电缆连接，原进线柜电缆头改为双出电缆头，其中 1 头连接线路 TV 柜。同时为了提高安全性，线路 TV 柜采用全绝缘型式，电缆头采用预制全绝缘材料包裹电缆头。

1.2.3 加装电流互感器TA取电

采用 TA 柜取电容易实现，但容量较小，且和一次回路电流大小有关，一般一次电流要达到 30 A 以上才能保证“二遥”型站点供电^[5]。但可通过并联 TA 柜增大容量，或者作为备用电源时考虑。

1.2.4 加装所用变压器

在环网室内预留有所用变位置的，可以通过加装所用变压器供电，但该方案需占用 1 个出线回路，且不适用于环网箱或无空间预留的环网室。

1.2.5 寻找外部电源供电

根据现场实地勘察，环网箱和环网室周边有电源点的共有 29 个，占比 24.2%。周边电源点取电类型主要有：低压公用架空线路取电、小区公变低压柜取电、路灯变取电和杆上公变 JP 柜取电等。外部电源供电可以省去所用变或 TV 柜，适合于无法加装 TV 柜且公变电源点较近的情况，低压线路一般采用电缆直埋或穿管方式敷设，个别地区也可采用低压架空杆形式。但线路过长会导致造价过高，且线路通道政策处理较为繁琐。

1.2.6 利用离网光伏电站供电

在既无电源预留位置又无附件外部电源的情况下，可考虑利用离网光伏电站供电模式，如图 1 所示，为某厂家 10 kWp 离网光伏系统配置示意图，主要有光伏板、离网逆变器、电池和负荷组成，并可实现远程监控和市电备用功能。环网室可配置三相 AC 380 V 离网光伏电站系统，环网箱可配置单相 AC 220 V 离网光伏电站系统。



图1 离网光伏电站配置图

环网室按照一般屋顶面积 80 m² 计算，可装光伏容量约为 10 kWp，已基本能满足环网室平时照明、风机和配电自动化用电要求。环网箱按一般箱顶面积 8 m² 计算，可装光伏容量约为 1 kWp，很难维持环网箱配电自动化长期稳定工作要求，需额外增加光伏电池板数量。

2 环网柜一二次改造难点

2.1 环网柜一次改造难点

原先很多环网柜未考虑配电自动化预留要求，操作机构为手动，无电动操作机构。因海宁地区有较长时间湿度大于 80% 以上，原有电动操作机构 10 年以上的有部分出现生锈腐蚀现象。现场勘查时，无法判断电动操作机构是否完好。

2.2 环网柜二次改造难点

根据《国家电网公司配电网工程典型设计 -10 kV 配电站房分册》2016 年版要求，DTU 采集电流互感器测量精度要求为 0.5S，同时满足故障电流测量精度^[4]。原环网柜内电流互感器一般为穿心式电流互感器，测量精度为 0.5 S，无测量故障电流能力。即当线路故障电流较大时，配电自动化主站无法准确测量故障电流。

原户外式环网箱大部分未安装除湿装置，潮湿环境对现有环网柜二次部分和今后 DTU 等二次设备及电池都会产生腐蚀、损坏，甚至造成保护误动或拒动等问题。

根据《DL/T 5500—2015 配电自动化系统信息采集及分类技术规范》要求，SF₆ 压力报警信号为必采信号^[6]。但原环网柜气体压力表计大部分无报警触点，在气体压力低时，无法上报报警信号和闭锁就地和远方操作，存在安全隐患。

因环网柜厂家和投产时间各不相同，原环网柜存在二次接线全部或部分未引出至端子排和二次端子布置各不相同等问题，改造施工和今后维护工作难度较大。

2.3 解决方案

2.3.1 增加、更换电动操作机构

现场勘查环网柜无电动操作机构的可根据厂家说明书或由厂家技术人员到现场确定是否可增加电动操作机构。已有电动操作机构的可在厂家人员的指导下打开操作机构封板查看机构是否完好，并可在备用间隔上操作测试机构是否可正常动作。腐蚀严重或不能正常工作的电动操作机构在改造工程中同步更换，并在数量统计上留有一定冗余。

2.3.2 增加除湿装置

海宁地处亚热带季风气候区（浙江省第二气象区），雨量充沛，累年平均相对湿度 80%。为防止环网柜电动操作机构、二次设备和 DTU 内部元器件生锈、腐蚀和损坏，可在环网箱和户外立式 DTU 柜内增加壁挂式除湿装置，保证内部湿度不大于 80%。

2.3.3 更换双特性TA

配电自动化因采集通道限值，一般每个环网间隔只采集 1 组电流量，但配电自动化主站不但需要测量每个间隔的正常工作电流，还需在线路故障时准确地测量故障电

流。本次改造工程将全部 TA 更换为测量保护双特性互感器,配电网环网柜内 TA 变比一般为 300/5 ~ 600/5,根据海宁地区 10 kV 最大短路电流一般为 6 ~ 15 kA 估算,TA 至少应满足 10P10 保护精度要求。

2.3.4 更换带报警触点的气体压力表计

因原环网柜一般只考虑就地操作,操作前要求先核对环网柜 SF₆ 气体压力表计是否正常,才能进行操作,所以原大部分气体压力表计未带报警触点。配电自动化“三遥”功能要求远方操作环网柜。但在气体压力低于正常值时,负荷可能无法开断正常工作电流,而发生爆炸危险。本次改造将气体压力表计更换为带至少一常开一常闭无源接点压力表计,常开接点接入 DTU 遥信回路,常闭接点就地接入环网柜操作闭锁回路。

2.3.5 标准化二次端子排

为规范化设计、施工和今后运行维护方便,将二次端子排分为通用端子排和专有端子排,通用端子排为配电自动化相关端子排,专有端子排为厂家内部接线。通用端子排要求各厂家统一按设计要求排布,专有端子排可根据厂家各自特点排布。

DTU 接线可分为端子排和航空插针 2 种形式,当采用端子排形式时,也采用通用设计。

3 停电时间问题

3.1 停电时间分析

配电自动化改造的原则为不影响配电网的正常运行,这就要求配电自动化改造的停电时间要尽可能短,特别是在单电源供电的区域,配电自动化改造将对用户造成长时间停电。

对停电时间有影响的改造工作主要有:环网柜本体改造(包括加装电动操作机构、更换气体压力表计和二次改接线等)、DTU 和环网柜之间的二次接线和与主站的传动试验等。且由于部分环网箱和环网室空间狭小,环网柜改造厂家和 DTU 接线人员可能无法同时施工作业。特别是整个配电自动化改造工程站点众多,环网柜本体改造时,DTU 可能无法及时到货就位。在单电源供电的区域内,这些都会造成改造环网箱或环网室供电区域的长时间停电。

3.2 解决方案

3.2.1 采用航空插针

采用航空插针可以将环网柜改造和 DTU 接线有机的分割开来,具体方案是在环网柜和 DTU 二次连接中间加入航空插针公插和母插,或者直接将母插做在 DTU 柜体内。在环网柜改造时,将带航空插针的电缆连接到环网柜端子排上,在 DTU 接线施工人员或 DTU 没有到位之

前,环网柜改造完后可先恢复供电,减少停电时间。国网 2016 年典型设计对航空插针主要分为 4 针、6 针和 10 针三类,其中电压遥测和“二遥”遥信采用 4 针;电流遥测采用 6 针;“三遥”遥信遥控合用,采用 10 针。

3.2.2 整组轮换方案

对于无法改造或改造困难,造成长时间停电的环网箱,采取整套轮换的方式,可选择原址更换或附近新建土建基础,更换后改接一次电缆,以减少停电时间。同时换下来的环网箱可返厂完成配电自动化改造,完成后再替换其他环网柜。

3.2.3 规范化模拟调试

传统调试方法是在设备安装完成后进行调试,在配电自动化改造中增加了停电时间。针对这个问题,可采取规范化的配电自动化改造模拟调试,搭建模拟调试平台,购置专用调试设备,如通信规约一致性测试系统等^[7]。

4 结束语

最近几年,随着国家电网公司配电自动化改造和建设的全面展开,原有环网箱和环网室将通过改造全面实现配电自动化,对配电自动化改造中设备无供电电源、环网柜一、二次改造复杂和停电时间过长等问题基本得到了解决。各类解决方案将对今后的改造工程具有积极指导意义。

参考文献

- [1] 宋璇坤,韩柳,鞠黄培,等.中国智能电网技术发展实践综述[J].电力建设,2016(7):01-11.
- [2] 赵一农.加快推进配电网建设改造,打造现代配电网[J].供用电,2017(1):02-04.
- [3] 沈兵兵,杜红卫,赵红河,等.DL/T 1406-2015 配电自动化技术导则[S].北京:国家能源局,2015.
- [4] 刘振亚,舒印彪,陈月明,等.国家电网公司配电网工程典型设计-10kV 配电站房分册[M].北京:中国电力出版社,2016.
- [5] 冷华,朱吉然,唐国海,等.一项配电自动化工程关键技术及典型问题分析[J].供用电,2015(2):61-64.
- [6] 洪文国,孙志云,赵凤青,等.DL/T 5500-2015 配电自动化系统信息采集及分类技术规范[S].北京:国家能源局,2015.
- [7] 朱亮,龚方亮,冷华,等.湖南配电自动化建设实践[J].供用电,2014(7):38-42.
- [8] 刘东.我国配电自动化的发展历程与技术进展[J].供用电,2014(5):22-25.
- [9] 许智,沈兵兵,刘佩娟,等.DL/T 721-2013 配电网自动化系统远方终端[S].北京:国家能源局,2013.
- [10] 沈兵兵,马君华,刘东等.DL/T 814-2013 配电自动化系统技术规范[S].北京:国家能源局,2013.

(责任编辑:张峰亮)

智能电网与能源网融合的模式及其发展前景

张 扬, 沈 俊, 孙东方

(国网浙江海宁市供电公司, 浙江 海宁 314400)

1 智能电网和能源网的融合模式

智能电网和能源网的融合从狭义上说,是指能源传输网络的融合,通过融合,可以改变能源输出的模式^[1]。从广义上看,它也是一个建设能源系统的过程。智能电网和能源网融合过程中会涉及到三个网络,三个网络是三个行业的力量代表,即电力行业、互联网行业和其他能源行业。三个行业之间进行博弈的结果会影响到今后的融合发展方向,从不同行业的角度看,主要分为三种融合模式,分别是“智能电网 2.0”、“互联网+能源网”和“互联能源网”。

1.1 智能电网 2.0

智能电网有着互动、自愈、更高的安全性以及更高的经济效益的特点,并且兼容接入了分布式能源。可以说是一项融合了多种高科技技术的现代化通信技术,自动化程度更高,反映速度也更加的灵活方便。在智能电网 2.0 中,电力行业在博弈中占据了优势地位,智能电网作为主体将三者进行了融合,融合后形成的电网即为智能电网 2.0。

就物理融合这一角度而言,能源的利用表现出了多种特征:从微观角度看,设立了微电网单元,可以更好地适应 DG 的接入,并且区域能源还能实现自治;宏观上,以高压交流或者是直流大电网作为主干网架,连接了不同的区域电网,电网之间进行优势互补,能源的利用率更高。现阶段,传统化石能源在逐渐减少,未来的发展趋势是可再生能源,新时代,可再生能源将成为主导能源,并且转化成电能再进行传输,这也就意味着,传统形式的能源将不再是唯一可以利用的一种能源类型。

就信息融合这一角度而言,智能电网 2.0 拥有专门的通信网络,同时实现了将云计算和大数据等互联网技术进行有效融合的目的。通过量测体系和其强大的通信计算能力,新融合的网络弹性更高,系统运行的安全性和高效性得以保障。智能电网 2.0 的框架示意图如图 1 所示。

1.2 互联能源网

在融合网中,智能电网和能源网是平等主体时,互联能源网就产生了。在互联能源网中,智能电网和能源网是共存的,趋向中心化是最重要的思想,这也表明,不

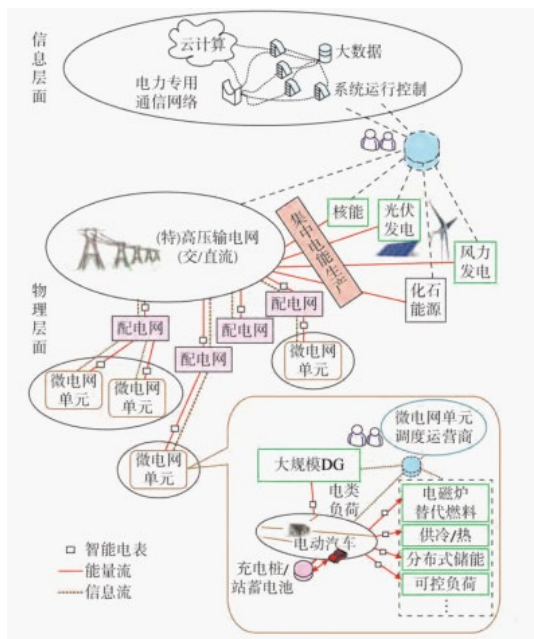


图1 智能电网2.0框架示意图

必借助任何网络来主导,智能电网和能源网就能够统一存在^[2]。在互联能源网中,通过应用能源转换器,各种能源不需要经过电网就可以在物理上进行连接和交互。未来 DG 会高度渗透,将来还可以通过 DG 来转换各种能源,这也意味着智能电网的统治力被削弱了。

和智能电网相似,互联能源网也是以专用网络为主,略微不同的是,智能电网的专用网络是通用于能源网的。将云计算、大数据等技术引用之后,利用计算机平台和资源,来统一管理不同形式的能源,协调不同能源之间的供需平衡,保障了能源系统的安全、稳定运行,并且提高了资源的利用效率。互联能源网的融合形态如图 2 所示。

1.3 互联网+能源网

目前,互联网的发展十分迅速,在很多传统行业中,互联网技术已经渗透到生产和经营过程中了,形成了“互联网+”技术模式^[3]。在互联网和能源网的融合中,传统的能源行业因为应用了互联网被完全颠覆,新的技术革命正在逐渐进行,也给商业模式的创新带来个非常多的可能。

在此模式中,互联网中有多个决策主体,通过不同决

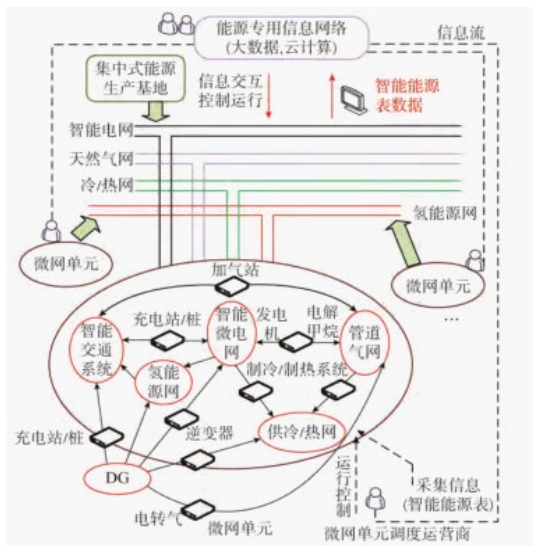


图2 互联能源网框架示意图

策主体的博弈最终形成了物理网络，这些能源供应商也纷纷进行改革创新，运用很多新的商业模式来吸引用户，建立了很多新的能源供应源，也推动了能源传输通道的建设。融合的方式也不再单一，趋向于多元化。

这种模式的信息网络是以互联网为主的，可以满足不同决策主体的信息需求。在互联网+能源网下，能源供应商的信息以及能源的价格和交易准则都会放到互联网平台上进行共享，进行自由的交易。互联网+能源网的融合网络形态如图3所示。

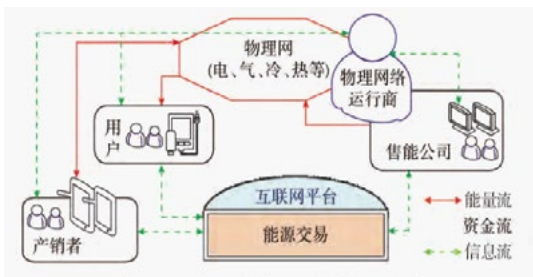


图3 互联网+能源网框架示意图

2 融合模式的异同

虽然智能电网和能源网融合有不同的融合模式，但是有着共同的目标，就是通过互联网技术来实现能源的高效、便捷的利用。所有的融合形态都会形成信息物理融合系统。智能电网2.0、互联网+能源网和互联能源网三种融合模式的技术路线图如图4所示。

3 融合模式的形成约束和应用场景

3.1 关键技术约束

第一个就是能源储存技术，储能技术可以有效地平滑负荷，解决在可再生能源发电中的间歇性和随机波动性的

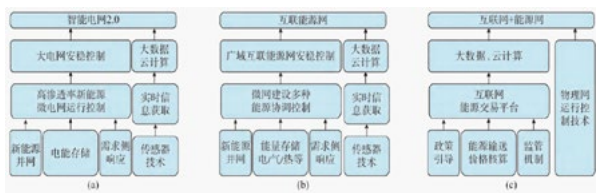


图4 三种融合模式的技术路线

问题，提高系统设备的利用率，提高系统的稳定性；第二个就是能源转换技术，智能电网和能源网进行融合需要通过能源转换器来实现；第三个就是能源传输技术，这项技术也受制于技术水平和经济成本的限制，在这其中，传输效率是一个关键的指标。近些年来，电能的传输技术不断发展，推动了融合网络的形成。

3.2 不同融合模式的应用场景

对于不同融合模式来说，关键技术的约束只是其中的客观约束之一，在应用场景中，还要考虑主观因素的影响和地域环境等。目前电能传输效率上还有优势，所以在能源市场的管制较强，智能电网2.0模式适合在那些地域辽阔、电网基础设施完善以及符合和能源资源分配不均匀的地域；能源互联网模式适用于一次能源资源丰富、地域狭小的区域，可以实现能源的综合利用。互联网+能源网则适用于各类互联网设施较为健全的大中型城市，在这样的条件下，市场相对更为活跃，“互联网+”这一商业模式也为城市的发展创造了更多商机，城市在发展经济的过程中，可以利用这一优势实现能源行业的转型升级。

4 结束语

目前，传统化能源在逐渐减少，能源的利用方式正在发生变革，分布式可再生能源的逐渐利用，为智能电网和能源网相结合提供了可能。融合的模式分为三种，分别是智能电网2.0、互联网+能源网和互联能源网。不同的融合模式适用于不同的情况和地区，分布格局表现出时空的差异性，依赖于技术的发展和政策导向，还受到不同地域的环境资源的制约。通过将智能电网和能源网进行融合，提高我国的能源利用率，促进我国的可持续发展。

参考文献

- [1] 李立涅, 张勇军, 陈泽兴, 等. 智能电网与能源网融合的模式及其发展前景[J]. 电力系统自动化, 2016,40(11): 1-9.
- [2] 董朝阳, 赵俊华, 福拴, 等. 从智能电网到能源互联网: 基本概念与研究框架[J]. 电力系统自动化, 2014,(15): 1-11.
- [3] 曹军威, 万宇鑫, 涂国煜, 等. 智能电网信息系统体系结构研究[J]. 计算机学报, 2013,36(1): 143-167.

(责任编辑: 张峰亮)

预制装配式220 kV变电站土建设计

吕娜娜, 黄 昱, 邓旭坚, 侯光荣, 谢杰光

(广东佛山电力设计院有限公司, 广东 佛山 528200)

摘要: 以 220 kV 敞开式变电站为工程实例, 在建筑设计、结构选型、模数化设计、主体结构设计方面进行规划, 在新型装配式梁柱节点设计和新型装配式梁柱节点抗震性两方面均有创新, 以期对装配式变电站的设计起到一定借鉴作用。

关键词: 装配式变电站; 节能环保; 绿色建筑; 土建设计

中图分类号: TM727

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)09-0010-03

传统的变电站工程建设, 土建设计、施工模式等往往存在弊端, 不适应资源节约型、环境友好型社会的发展趋势。因此, 近年来变电站建设一直在寻求一种减少土地占用、降低造价、缩短施工周期、提高运营可靠性的新型建设模式。2013 年国家电网公司发布《标准配送式智能变电站建设技术导则》, 提出“标准化设计、工厂化加工、装配式建设”的智能化变电站建设理念, 并在全国进行布局试点建设^[1]。装配式概念给传统变电站电气设备布局、建筑结构设计和施工模式带来了全新的变革, 我国的装配式变电站建设进入了快速发展的阶段。

本文以“第三届南方电网公司金点奖大赛”的参赛作品——220 kV 敞开式变电站为工程实例, 对预制装配式绿色变电站的建筑结构设计进行研究。

1 工程实例方案

1.1 建筑设计

本工程实例的平面布置具有规划合理、布置紧凑的特点。具体主控通信楼平面布置如图 1 所示。

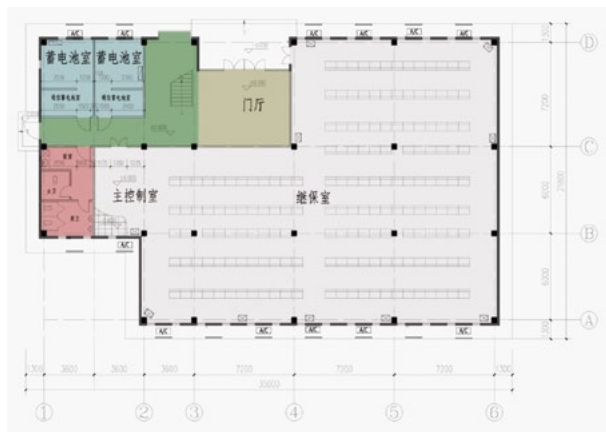


图1 主控通信楼平面布置图

建筑外立面设计结合预制式建筑特点, 巧妙运用竖向

模数单元进行构图, 并创造性地引入水平遮阳线条统一建筑元素, 使建筑构图更加稳重大方。建筑外观比例尺度适宜, 造型简洁大方而富有特色, 充分体现预制式变电站工业建筑气质。变电站效果图如图 2 所示。



图2 变电站效果图

1.2 结构选型

本工程案例结构选型的原则为: 从结构的安全性、适用性、经济性三个方面进行综合考虑, 同时还关注施工便捷与预制程度两方面, 创造出安全适用、技术先进、经济合理、方便施工的高质量建筑^[2]。变电站建筑具有低层、平面布置灵活、楼面荷载大等特点, 结合其特点选用的全预制装配式混凝土框架结构体系如图 3 所示。该结构体系具有抗震性能好、平面布置灵活、工程造价合理、工业化预制程度高等优点。

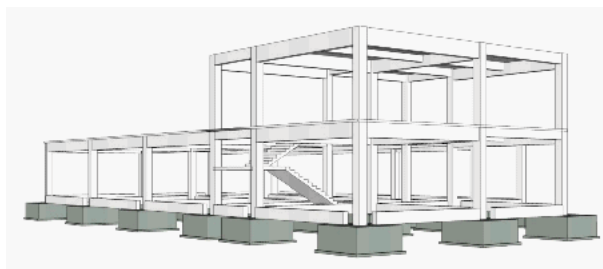


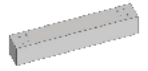





图3 全预制装配式混凝土框架结构体系

1.3 模数化设计

模数化是建筑设计标准化、施工机械化装配化、构件生产工厂化的必由之路^[3]。为了提升工业化生产程度, 减

少生产模具数量,本工程实例采用模数化设计,其中:柱网模数为7.2 m、外墙模数为1.2 m、外窗模数为0.6 m。采用规整柱网、归并构件的方法,从而达到生产模具数量最少化。本工程实例采用6类构件,构件总数为295,需10套生产模具。具体预制构件统计情况如表1所示。采用模数化设计后,预计本方案的预制率可达81.33%。

表1 预制构件统计表

构件模型	模具数量	构件总数	构件模型	模具数量	构件总数
	1	46		2	72
	1	31		1	2
	3	63		2	81

1.4 主体结构设计

装配式变电站主体结构的设计存在着装配式建筑普遍性的问题,即框架梁柱节点的设计构造及传力。本工程实例对构件进行优选,采用了较为清晰的传力途径:框架柱为两层整体预制,节点采用型钢加强,运用强柱弱梁、强节点弱构件等概念设计,具有整体性能好,抗震性能优越的特点,同时在施工过程中能够减少工序,方便快捷;主梁、次梁的设计中,采用叠合形式,梁端采用型钢与柱(梁)连接。在叠合层设计中巧设反沿,防止漏浆,提高了新旧混凝土面的剪切力;楼(屋)面板采用格构筋叠合板,设置格构筋加强了板的受力性能,增加了新旧混凝土的咬合力。采用此设计方法将现浇部分作为“黏合剂”让各个构件整体工作,整体性较好;外挂墙板与主体铰接连接,不参与结构计算;预制楼梯同样采用与主体结构铰接连接,以减少地震对主体结构的影响。各构件连接设计示意图见图4。

2 节点创新——新型装配式梁柱节点

2.1 新型装配式梁柱节点设计

装配式建筑普遍存在的问题即预制构件节点拼接设计,单一预制构件的质量要高于现浇构件,但预制件拼接的节点强度、抗震性能却很难达到现浇结构的水平。通过对装配式建筑在节点处的受力及施工工艺进行分析,设计了一种新型的装配式梁柱节点。该新型节点采用型钢加

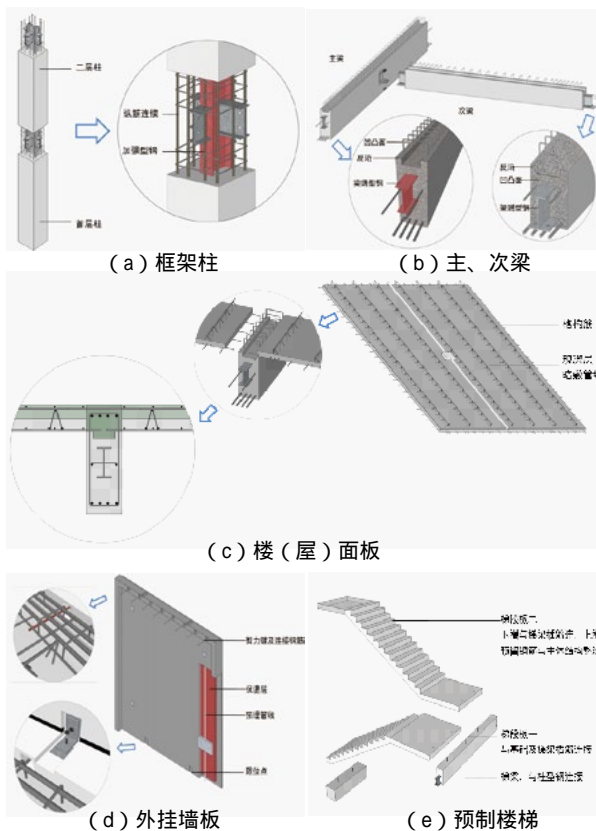


图4 构件连接设计示意图

强,高强螺栓进行梁柱节点的连接,通过后浇筑叠合梁和柱核心区使其成为一个整体。新型装配式梁柱节点如图5所示。

2.2 新型装配式梁柱节点抗震性能试验

通过理论分析得出新型装配式梁柱节点在受力性能、抗震能力等方面都优于传统预制结构的梁柱节点,为了进一步验证所得理论的正确性,对新型装配式梁柱节点的抗震性能进行了试验。

该试验在天津大学结构工程实验室进行,采用施加低周反复荷载的加载方式对新型装配式梁柱节点的抗震性能进行试验,试验加载实景图如图6所示。通过试验结果的对比得出采用加强型钢的新型装配式框架梁柱节点,较普通装配式框架梁柱节点,抗震性能有显著提高,其耗能能力,刚度、强度退化性能等同现浇结构梁柱节点。

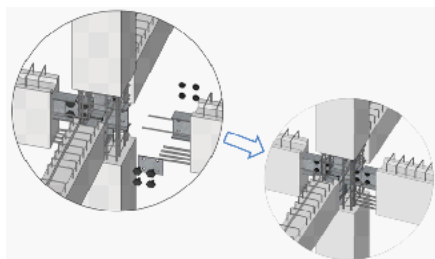
3 经济效益及社会效益

3.1 节能环保

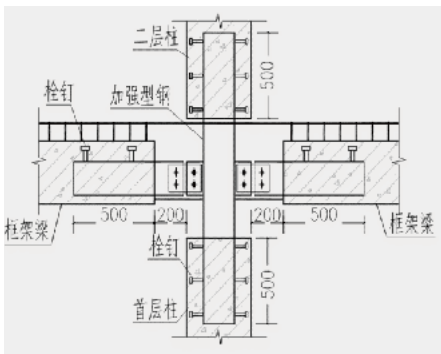
本工程实例采用了多项建筑节能措施,环保节能,体现了绿色变电站的设计理念,也创造了一定的经济效益和社会效益。

具体采取了以下几项措施。

在建筑立面沿着有外窗的位置设置水平遮阳板,有效



(a)新型装配式梁柱节点拼装示意图



(b)新型装配式节点构造示意图

图5 新型装配式梁柱节点



(a)新型装配式梁柱中节点试验



(b)新型装配式梁柱边节点试验

图6 新型装配式梁柱节点试验加载实景图

防止太阳辐射。

在满足通风要求的情况下，开窗形式配合立面竖向元素，并使用 low-e 玻璃，节能环保。

选用远大住工围护、保温、装饰一体化集成预制“三明治夹芯外墙挂板”，该外墙挂板具有热工性能优良的特点。

3.2 经济效益

装配式变电站的主要建筑构件均采用预制构件，现场施工工序简洁、原材料采购量少，降低了工程的现场管理成本^[4]；采用全预制装配式变电站建设模式具有一定的规模效应，即单位投资随着规模的扩大而逐渐降低，经济性

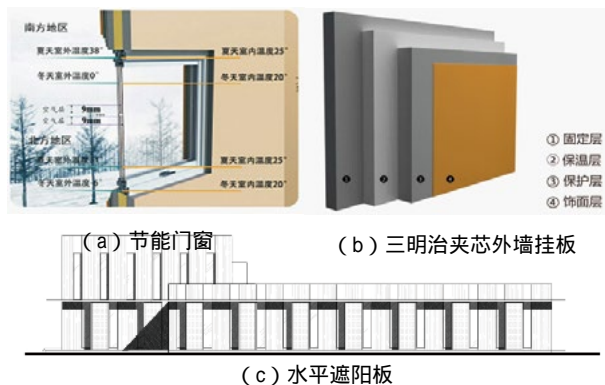


图7 节能措施示意图

将会更加显著。

装配式变电站可通过各施工工序同时进行，大幅提高施工速度，缩短施工周期，节省建贷利息，降低了建设风险，并且能够尽早地发挥经济效益和社会效益；装配式变电站预制构件由工厂标准化制作，减少了设计变更，投资可控性显著提高。

3.2 社会效益

装配式变电站的工程建设模式充分体现了“四节一环保”以及文明施工的理念：节能、节材、节水、节地；减少废水、废渣的排放，降低了粉尘和噪声污染；在文明施工方面，湿作业、高空作业明显减少，降低了工人的劳动强度。装配式变电站施工现场投入使用的大型施工机械少，降低了噪声污染，对周围居民影响较小。

4 结束语

装配式变电站充分体现了绿色变电站设计理念，具有节约土地资源、减少投资、施工周期短的优势，符合资源节约型、环境友好型社会的发展规律，取得了显著的经济效益及社会效益，值得大力推广。然而目前仍有诸多问题须解决，例如构件成品运输问题、国家产业化基地布点问题等，这些直接影响着装配式变电站的推广。

随着技术、材料不断改进以及国家政策的导向，装配式变电站会得到广泛的应用。

参考文献

- [1] 国家电网公司. 标准配送式智能变电站建设技术导则[S]. 2013.
- [2] 张志义. 浅谈结构选型与建筑使用功能、经济造价的关系[J]. 价值工程, 2010,(12):79.
- [3] 周藤. 建筑模数化设计的探索与工程实践[J]. 建筑创作, 2006,(11):118-121.
- [4] 陈莹. 装配式变电站土建设计[J]. 科技视界, 2014(22):267-268.

(责任编辑：张峰亮)

冗余光纤环网在500 kV 变电站的应用与改造

杨贤勇^{1,2}, 范美娟^{1,2}, 周洪涛^{1,3}, 周航^{1,2}

1. 南瑞集团公司(国网电力科学研究院), 江苏 南京 211000;
2. 国电南瑞南京控制系统有限公司, 江苏 南京 210061;
3. 江苏南瑞帕威尔电气有限公司, 江苏 南京 211100)

摘要:阐述了冗余光纤环网在500 kV 变电站的具体应用,并结合现场实际运行,分析了其优势及局限性,在此基础上提出了详细改造方案、验证及安全措施等,最后对冗余光纤环网的未来发展进行了展望。

关键词: Profibus-FMS; 令牌网; 冗余光纤环网; OLM; 星型网

中图分类号: TM561

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)09-0013-04

高电压等级变电站发生事故将破坏电力系统的运行稳定性,甚至导致电力系统解列、停电,因此要求保护和自动装置等具有高可靠性。厂站微机监控系统是实现高电压等级变电站可靠运行的重要保证。传统高电压等级的厂站监控系统按结构可分为变电站层(站控层)、间隔层,其结构方式主要采用网络方式,按照网络拓扑方式来划分,高电压等级变电站主要有双光纤星型网、双环自愈型网络以及直接上网的总线型网等。自2000年以来,基于Profibus-FMS协议的冗余光纤环网在国内多个500 kV 变电站投入运行^[1]。

1 Profibus-FMS概述

现场总线(Fieldbus)技术是实现现场级控制设备数字化通信的一种工业现场层网络通信技术,是一次工业现场级设备通信的数字化革命。现场总线技术可使用一条通信电缆将现场设备(智能化、带有通信接口)连接,用数字化通信代替4~20 mA/24 V DC信号,完成现场设备控制、监测等功能。

Profibus-FMS网络传输距离和传输速率有关,波特率高则更易受电磁干扰。在电磁干扰大的环境下应用时,可使用光纤导体,以增加高速传输的距离并抗电磁干扰,例如可采用光纤链路模块(Optical Link Module,缩写OLM)组成总线型结构、星型结构和冗余环形结构。冗余环形结构是总线型结构的一种特例,只需把总线型网络首尾相连,OLM模块冗余开关拨至“ON”位置即可形成Profibus-FMS光纤总线的冗余环网结构,可实现更高的可靠性^[5]。

2 光纤环网应用实例

江苏某500 kV 变电站一期设计规模为2台单相三卷

变,3个电压等级。其中500 kV 侧是采用双母线,1个完整串和2个非完整串,共2回进线;220 kV 侧采用双母线、双分段、双母联,6回出线;35 kV 侧是两条单母线,共1组电容器、3台所用变。

2.1 组网方式

该500 kV 变电站计算机监控系统按功能可分为两个部份:主控制楼内的变电站层和继电器小室的间隔层。网络结构按分布式开放系统原则配置。

变电站层包含2台主计算机、2台操作员站、1台工程师站、2台SICAM远动装置、4台信息管理机(220 kV小室2台,500 kV小室1台,主控楼1台),2台网络交换机。主计算机对变电站一次和二次设备进行监视、记录及控制,主计算机采用IEC 104规约与两台SICAM远动装置通信,两台操作员站及工程师站与主计算机进行数据交换。站内监控系统通过2台SICAM远动装置与网调、省调、地调通信,三级调度与SICAM远动装置分别采用IEC 101、IEC 104规约进行通信。信息管理机作为站内智能设备接入的规约转换装置,与站内交直流系统、主变在线监测系统通信后接入变电站层网络。

间隔层采用6MD66系列测控装置,分布在各继电器小室,间隔层网络采用Profibus-FMS通信协议。6MD66测控装置通过其I/O模板完成本间隔的监控、测量、同期以及防误等功能,并通过冗余光纤通信模块与相邻间隔测控装置连接构成Profibus-FMS冗余光纤环网。

监控系统由站内直流和UPS系统供电,由GPS时钟同步系统进行时钟同步。

2.2 SICAM冗余光纤环网

SICAM远动装置采用SIMATIC M7系列模块(CPU

模件、PS 电源模件、CP 模件及 MCP 模件等), SIMATIC M7 模件具有大量的指令集、各种类型的 I/O 模块, 可适应高电压等级变电站计算机监控系统中不同的监视控制任务。OLM 模件可以配置冗余的 Profibus-FMS 环形拓扑, 该变电站选用 8 台 G12 系列 OLM 模件, OLM 模件的电接口通过专用电缆连接至 SICAM 远动装置的 CP 模件 (Profibus-FMS 接口模块), 其冗余光纤通信模块中的一个光口连接至 6MD66 测控装置, 另一个光口连接至相邻远动装置的 OLM 模件形成冗余, 令牌环调度确保每台 6MD66 测控装置有足够的时间完成通信任务。监控系统冗余光纤环网示意图如图 1 所示。

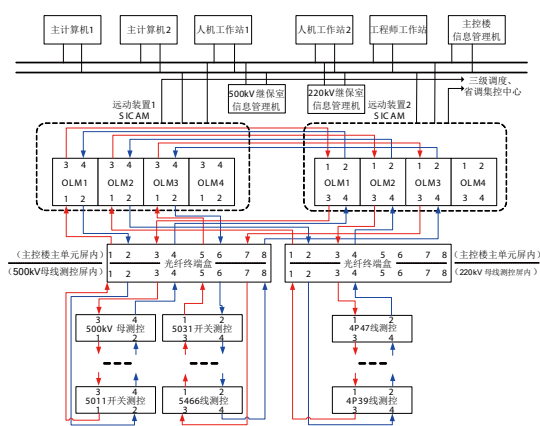


图1 冗余光纤环网示意图

冗余光纤环网结构具有很高的可靠性, Profibus-FMS 总线访问协议保证了冗余光纤环网在任何时间点接入或断开时, 令牌环自动重新组织, 如果冗余光纤环网内一个节点发生故障, 冗余光纤环网则切换环形结构为线型结构, 确保监控系统通信不中断; 一旦故障排除, Profibus-FMS 总线系统恢复至正常冗余状态。

3 冗余光纤环网运行分析

该 500 kV 变电站自一期成功投运后, 监控系统运行稳定, 故障率低, 达到了初期设计要求。冗余光纤环网的优点主要有: 早期 LSA 系统星型结构中, 所有测控装置上均引出长光纤至主控制室^[6], 与此相比冗余光纤环网节约了大量光纤; 冗余光纤环网某一节点出现故障, 令牌环重组, 故障节点处测控装置通信不会中断; 成熟的 SIMATIC 系列软硬件产品为系统稳定运行提供了有力保证, 6MD 测控装置故障率低。

但自该 500 kV 变电站多次扩建, 冗余光纤环网达到 4 个、单个冗余光纤环网上 6MD66 测控装置超过 20 台后, 令牌环网的局限性便凸显出来。扩建后冗余光纤环网的问题主要有以下 3 点。

环网上测控装置数量增多时, 单个测控装置令牌时间

设置长会影响整个冗余光纤环网效率 (一般设置为 10 ms 级), 但设置过短, 在大规模系统性故障时, 故障信息可能不能在一个令牌时间内传送完成, 部分信息延迟至下一个令牌时间传送。

环网上测控装置数量多时, 单个测控装置两次令牌时间之间发生的故障信息不能立即上送至主站 (理论上最大延迟值即两次令牌时间之间的间隔)。

冗余光纤环网长期运行后, 如果环网中某一光模块故障, 发射功率下降导致光信号衰减, 在正常 / 故障临界值附近时, 令牌环频繁重组可能会导致环网失稳, 直到光模块故障排除后光纤环网才能恢复正常。

冗余光纤环网接入装置数过多导致的问题已影响了监控系统的正常运行, 考虑到后期变电站仍可能继续扩建, 因此, 有必要对冗余光纤环网进行改造。

4 冗余光纤环网改造

4.1 冗余光纤环网改造方案

该 500 kV 变电站改造前通信结构如图 2 所示。

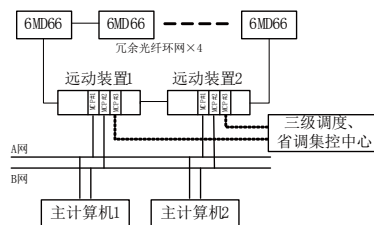


图2 改造前通信结构示意图

改造时拆除原 SICAM 远动装置, 增加两台 6MD2200 远动装置; 拆除间隔层 6MD66 测控装置冗余光纤通信模块, 安装以太网双网口通信模块后接入各小室网络交换机, 实现与 6MD2200 远动装置和监控后台的数据通信。冗余光纤环网改造为以太网后的通信结构如图 3 所示。

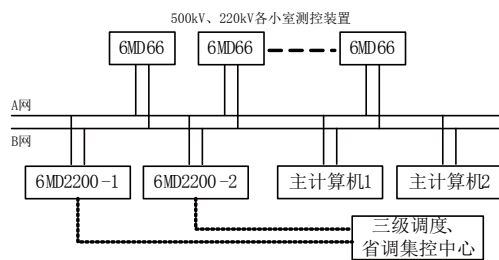


图3 改造后通信结构示意图

该改造方案较简洁, 系统结构简化, 减少了中间易出错环节, 方案主要特点有: 6MD2200 远动装置完全取代了原运行 SICAM 远动装置的功能, 6MD2200 采集所有间隔层测控装置的信息后分别上送到三级调度及集控中心; 后台系统直接通过 A、B 网和间隔层测控装置通信; 监控系统改造后, 远动和后台系统相互独立运行, 一方故障或

异常不影响另一方正常运行。

考虑到前期配置交换机网口数量限制，各小室均增补一定数量 A、B 网交换机，因此本次改造增加的设备主要有：6MD2200 远动装置 2 台、双网口通信模块一批、站控层及间隔层网络交换机若干、配套线缆辅材一批。

4.2 冗余光纤环网改造实施方案

本次改造采用分阶段实施方案，整个工程分为三个阶段分步实施。

前期准备（新增交换机安装调试、测控装置到网络交换机的网线敷放、改造后台系统数据库制作、6MD2200 远动装置参数配置等）。

新增 6MD2200 远动装置安装调试。

间隔层测控装置通信模块改造。

改造实施过程中，一次设备不必停电，测控装置短时退出运行以更换通信模块，并修改原测控装置参数配置，核对监控后台和远动遥信、遥测数据、遥控、五防闭锁。改造部分时间段内，监控系统测控装置间跨间隔的防误闭锁功能退出。

4.2.1 间隔层改造

在各小室的公用测控屏上安装增加的网络交换机，交换机通过小室备用光纤通道与控制室网络交换机级连；调度许可后，拆下 6MD66 测控装置的冗余光纤通信模块，并更换为双网口通信模块，敷设网线到新增加的网络交换机。修改测控装置的相关参数与防误闭锁逻辑。

改造后的间隔层设备之间可以互发信息，实现间隔层的防误闭锁功能。改造时，对于间隔内的防误闭锁可以直接更改配置并检验；对于间隔间的防误闭锁，如果是需要已改造间隔的信息，则直接通过网络采集，如果是需要未改造间隔的信息，则暂时无法实现，相应逻辑会被闭锁。逻辑不满足时如果需要操作需将此间隔装置上的逻辑解锁钥匙打到解锁状态进行操作，全部装置改造完成后可进行全站间隔层逻辑的验证。

4.2.2 远动装置改造

远动装置改造可分三步进行。

第一步，在原 SCIAM 远动装置与监控后台之间增加 2 台 6MD2200 远动装置，6MD2200 远动装置安装在现场原 SCIAM 远动装置屏上。原 SCIAM 远动装置数据通过新增的 6MD2200 远动装置转发至监控后台。两台监控后台主计算机配置修改完成后，通信结构如图 4 所示。

第二步，将 SCIAM 远动装置到三级调度、省调集控中心的通信转移至 6MD2200 远动装置。工程实施时，可先将某调度到 SCIAM 远动装置的通道先后移至 6MD2200 远动装置，并通过远动装置的模拟置数功能核对调度信息

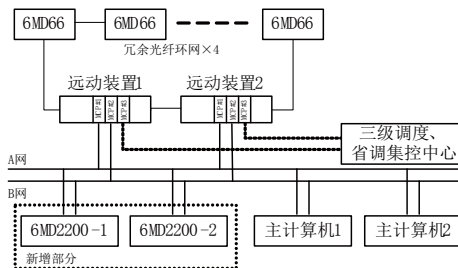


图4 增加2台6MD2200远动装置

正确。其它调度通信可照此执行，从而所有到三级调度、省调集控中心的通信均平移至 6MD2200 远动装置，相应通信结构如图 5 所示。

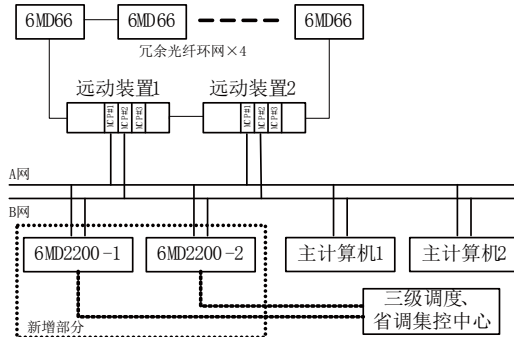


图5 三级调度转接到6MD2200

第三步，完成 6MD2200 远动装置中 6MD66 测控装置的通信配置，并结合间隔层测控装置通信模块的更换逐一进行改造。

到三级调度及集控中心的转发信息配置表中，对于已改造或正在改造的间隔，需将原 SCIAM 远动装置采集的信息点，更改为 6MD2200 远动装置通过 A、B 网直接采集的相应测控装置信息点，如图 6 所示。间隔层测控装置改造完成后，6MD2200 远动装置中所有到三级调度及集控中心的信息均来自测控装置如图 3 所示，原 SCIAM 远动装置可退役。

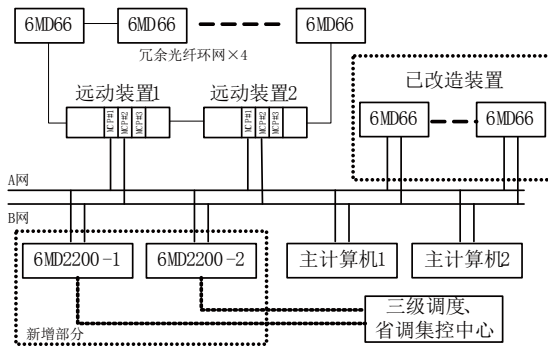


图6 部分6MD测控装置改造后示意图

改造中原 SCIAM 远动装置、新增 6MD2200 远动装置重启或切换均需得到三级调度、现场工作负责人及运行值班人员的许可。

4.2.3 监控后台改造

监控后台改造前, 间隔层测控装置信息由 SICAM 远动装置采集并转发至监控后台, 改造后监控后台直接和间隔层测控装置通信并采集相关信息。

改造时可切换原主计算机 1、2 主备模式为双主模式, 保持主计算机 2 原数据库不变, 通过 6MD2200 远动装置继续监视未改造测控装置 (未改造、已改造测控装置信息均来自 6MD2200 远动装置), 由主计算机 1 接入改造后间隔层测控装置信息 (主计算机 1 中未改造测控装置信息仍是通过 6MD2200 远动装置转发)。

结合间隔层测控装置通信模块的更换完成监控后台改造后测控装置的接入, 并核对相关测控装置信息、站控层防误逻辑正确, 确保已改造测控装置与主计算机 1 通信正常。间隔层测控装置改造完成后, 备份主计算机 1 数据库至主计算机 2, 检查主计算机 2 同测控装置的通信, 正确则恢复主计算机 1、2 双机互备运行。

4.2.4 通信管理机改造

远动装置改造后, 交直流系统等辅助设备通过通信管理机同时与 6MD2200 远动装置和监控后台主计算机通信, 并由 6MD2200 远动装置转发相应数据至三级调度和集控中心。

4.3 冗余光纤环网改造验证

冗余光纤环网改中, 在每台测控装置通信口改造完成后, 由现场施工人员配合运行人员进行遥测、遥信、遥控及间隔五防功能验证。

遥测功能: 验证改造后后台系统上显示的遥测数据与测控装置上显示的数据一致。

遥信功能: 在测控屏对应遥信端子排上逐路测试, 检查改造后后台告警窗信息、相应接线图及光字牌动作情况。

测试遥控功能时, 断开全站刀闸操作电源, 测控装置切至就地控制模式, 断开测控屏遥控出口端子, 做好绝缘措施、防止误碰。分别在测控装置就地操作、监控后台遥控操作, 检查测控装置操作记录数据是否一致。

本间隔五防功能: 在遥信端子排上模拟本间隔开关、刀闸位置状态, 检查测控装置五防状态指示灯是否正确。

站内信息核对正确后, 由现场工作人员与三级调度和集控中心核对改造后测控装置的遥测、遥信信息, 检查三级调度和集控中心数据与现场监控后台数据的是否一致。

间隔层测控装置改造完成后, 由现场工作人员配合运行人员对全站五防功能进行验证。验证时, 可在测控屏将全站开关、刀闸遥信位置模拟为分闸位置, 并根据现场五防逻辑逐条验证。

4.4 冗余光纤环网改造安全措施

冗余光纤环网改造前需前向省调提交检修申请, 经江苏省调、华东网调许可后方可开始现场改造工作。

改造中需做好操作电源的防误措施。

冗余光纤环网改造前, 将变电站现有刀闸、接地刀闸的操作电源断开, 并将全站所有测控装置“远方/就地切换把手”切换至“就地”位置。

改造中如有常规遥控操作, 在操作前将相应测控装置切换把手切换至“远方”位置, 并闭合相应刀闸操作电源。

遥控操作结束后将测控装置切换把手再次切换至“就地”位置, 并断开对应刀闸操作电源。

保持上述操作电源防误措施直至冗余光纤环网改造工作完成。

5 结束语

冗余光纤环网具有信令分明不易形成网络冲突、传输距离远、节约通信线缆、任一节点中断不会影响系统通信等优点, 令牌传输机制的效率也高于以太网冲突检测机制, 因此, 环网上接入设备数量不多时其优点明显, 在楼宇、交通运输等行业发挥重要作用^[7]; 但冗余光纤环网上接入设备数量较多且数据交换量大时, 令牌环网的局限性便凸显, 且令牌环网在发展交换式网络、高速网络上进展缓慢, 尽管 100 Mbit/s、1000 Mbit/s 高速令牌环标准也在研究中 (High Speed Token Ring, 缩写 HSTR), 其市场前景仍不容乐观。

本文对冗余光纤环网在 500 kV 变电站的应用进行了分析, 阐述了其优缺点并在此基础上提出了具体改造方案; 该 500 kV 站冗余光纤环网改造后监控系统运行良好, 满足后期扩容需求。需要指出的是, 由于该 500 kV 变电站在实际运行, 本改造方案相对来说可操作性较强、对变电站运行影响小。实际上, 考虑到 IEC 61850、IEC 61970 通信标准的逐步推广与应用, 未来可对本站进一步实行数字化、智能化改造^[8]。

参考文献

- [1] 唐涛, 江平, 柏嵩. 监控技术在发电厂与变电站中的应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 2014.
- [2] 周志敏, 纪爱华. Profibus总线系统设计与应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 2009.
- [3] 王建华, 张倬, 刘志峰, 等. 基于令牌环网串行通讯的控制系统研究[J]. 机械设计与制造. 2009(11): 197-199.
- [4] 李延频, 马俊朋. Profibus现场总线通讯技术的应用研究[J]. 微计算机信息. 2007, 23(19): 59-60.
- [5] 崔坚. 工业网络通信指南[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [6] 付斌杰, 曹洋, 柳涛, 等. LSATOOLS在变电站自动化系统开发中的应用[J]. 电力系统自动化. 2002(06).
- [7] 阮焱林, 郑秋玲, 张云. PROFIBUS现场总线技术综述[J]. 可编程控制器与工厂自动化. 2011(8): 39-41.
- [8] 杨贤勇, 柏嵩, 丁杰, 等. 500 kV苏州东变电站智能化技术方案与实现[J]. 电力系统自动化. 2011(05): 96-99.

(责任编辑: 张峰亮)

10 kV开闭所接入容量研究

王灵龙, 覃 玉, 古吉超

(国网重庆市电力公司永川供电分公司, 重庆 重庆 402160)

摘要: 将永川地区 10 kV 开闭所负荷线路分为居民负荷线路、工业负荷线路、第三产业负荷线路以及公用负荷线路四种类型, 研究了各种线路负荷装接负荷情况。基于 $N-1$ 原则, 考虑负荷同时率, 研究重庆市永川区 10 kV 开闭所的接入容量问题, 指导了地区开闭所容量装接问题。

关键词: 配电网; 10 kV 开闭所; $N-1$; 负荷同时率

中图分类号: TM561

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)09-0017-04

10 kV 开闭所 (也称为中压开关站、开闭站, 下同) 是城市配电网的重要组成部分。10 kV 开闭所作为变电站 10 kV 母线的延伸, 既解决了变电站公用线路出线不足的问题, 又解决了开闭所周边用户的供电电源问题; 10 kV 开闭所也可有效解决城市电缆线路分段、互联的问题, 通过继电保护与配电自动化装置, 缩小停电范围, 提高了供电可靠性; 同时, 10 kV 开闭所可以提高供电的灵活性, 提高施工操作的安全性。

部分国家规范、地方规范及科技论文对 10 kV 开闭所的接入容量给出了不同的建议值。文献 [1] 中规定中压开关站转供容量可控制在 10 ~ 30 MVA。文献 [2] 中湖北省电力公司对居住区开闭所的规定如表 1 所示。文献 [3] 中规定该地区一座位于住宅区的 10 kV 开闭站近期可带 10 kV 配电室容量 26000 kVA, 远期可带 10 kV 配电室容量 20000 kVA。文献 [4] 中建议 10 kV 开闭所的最终建设规模为: 每座 10 kV 开闭所内设置 1 ~ 2 段 10 kV 母线, 每段 10 kV 母线所接配电变压器总容量不宜大于 5000 kVA, 进出线回路不宜大于 8 回; 总容量大于 5000 kVA 的大用户, 宜从 10 kV 主干电缆直接接入该用户或采用 10 kV 专线供电。

表1 湖北省对居住区开闭所的规定

终期配电容量 / kVA	建议建设方案	开闭所建设规模	开闭所主接线形式
15000~30000 (含15000)	宜建设多座开闭所	---	---
10000~15000 (含10000)	宜建设1座大型开闭所	2进8~14出	单母线分段接线
5000~10000 (含5000)	宜建设1座中型开闭所	2进6~8出	单母线分段或单母线接线
2000~5000 (含2000)	宜建设1座小型开闭所	单电源进线, 不超过4回出线	单母线接线
不足2000	可建设小型开闭所, 亦可建设配电室	---	---

但是, 文献 [1] 中的规定值范围过大, 参考价值有限; 文献 [2-3] 中均为基于其地区实际的建议值, 不同地区负荷特性不同, 不具有推广性; 文献 [4] 中未给出该建议值的取值依据, 数据合理性有待验证。因此, 需要采用合适的方法对该问题进行研究, 以指导城市地区 10 kV 开闭所的建设及负荷接入。

1 永川地区10 kV开闭所负荷装接研究

以永川地区开闭所 10 kV 负荷线路基础数据为依据, 通过对永川地区 10 kV 负荷线路进行分类, 分别得出基于地区实际情况、不同负荷类型的 10 kV 线路最大负荷利用率的取值。将永川地区 10 kV 开闭所负荷线路分为居民负荷线路、工业负荷线路、第三产业负荷线路以及公用负荷线路 4 种类型。

1.1 10 kV居民负荷线路

居民负荷线路指的是以居民小区负荷为主的、通过公用或者用户专线形式接入开闭所的 10 kV 线路。为体现地区特性, 选取永川地区具有代表性的发展较成熟开闭所的该类型负荷线路进行分析, 居民负荷线路的负载及装接情况如表 2 所示。

表格中, 最大负荷利用率定义为线路年最大负荷 / 线路装接负荷容量, 下同。10 kV 居民负荷线路最大负荷利用率约在 18% ~ 45% 之间。由于该表中选取的线路均为永川地区成熟居民小区供电, 可认为表格中线路最大负荷利用率即为该地区成熟居民小区的参考值, 考虑居民生活水平的提高以及小区的发展, 留有一定的裕度。

1.2 10 kV工业负荷线路

工业负荷线路指的是装接容量较大、通过用户专线形式接入开闭所的 10 kV 线路。选取永川地区较成熟开闭所的工业负荷线路进行分析, 如表 3 所示。

由于工业负荷用电性质的不同, 永川地区工业用户的

最大负荷利用率在 34% ~ 96% 之间。对于较成熟的工业用户,其负荷值基本保持在较平稳的水平。因此,本报告取工业用户的最大负荷利用率为 100%。

1.3 10 kV 第三产业负荷线路

第三产业指的是除第一、第二产业外的其他行业,包含行政、办公、商业、金融、服务业、文化、医疗等行业。报告中的第三产业负荷线路指的是通过用户专线形式接入开闭所的、装接容量较大的 10 kV 线路。选取永川地区发展较成熟开闭所的第三产业负荷线路进行分析,线路基本情况及装接情况如表 4 所示。

永川地区该类型负荷线路的最大负荷利用率在 20% ~ 45% 之间。考虑第三产业负荷的发展,对线路留有一定的裕度,本报告将永川地区第三产业负荷线路的最大负荷利用率定为 50%。

1.4 10 kV 公用负荷线路

公用负荷线路指的是通过公用线路接入开闭所的 10 kV 线路,该线路负荷可能包含居民、工业以及第三产

业负荷等类型,且各种负荷装接容量均不大,未通过用户专线形式接入。与前述分析相同,选取永川地区发展较为成熟的 10 kV 开闭所进行公用负荷线路的分析,结果如表 5 所示。

由表 5 可知,永川地区 10 kV 公用负荷线路的最大负荷利用率在 20% ~ 55% 之间。考虑负荷的发展以及新增负荷的装接,对该最大负荷利用率取一定的裕度,本文取永川地区 10 kV 公用负荷线路的最大负荷利用率值为 60%。

2 永川地区 10 kV 开闭所开放容量研究

将以永川地区 10 kV 开闭所为研究对象,进行开闭所的开放容量研究。

在进行开闭所规划时,开闭所进线选择是确定开闭所容量的首要考虑因素。由于永川地区开闭所的主接线形式均为单母线分段形式,本报告以 N-1 原则为依据,若能满足每条进线带整个开闭所负荷这一基本条件,假定开闭

表2 10 kV居民负荷线路负载及装接情况

序号	线路名称	线路所属站所	线路年最大电流/A	线路年最大负载率	线路允许容量/kVA	线路装接容量/kVA	最大负荷利用率
1	行帝线	行政开闭所	108	36.00%	5196	6305	29.67%
2	体枫线	体育开闭所	131	29.64%	9560	7180	31.60%
3	董煤线	董花开闭所	105	23.76%	7655	6000	30.31%
4	棠巨线	棠城开闭所	79	19.75%	6928	6200	22.07%
5	卧创线	卧龙开闭所	79	15.80%	8660	7490	18.27%
6	汇清线	汇龙站	206	31.89%	11016	9930	35.93%
7	能清线	永能开闭所	82	19.38%	7326	5230	27.16%
8	胜街I线	胜利站	146	22.60%	11016	5600	45.16%

表3 10 kV工业负荷线路负载及装接情况

序号	线路名称	线路所属站所	线路年最大电流/A	线路年最大负载率	线路允许容量/kVA	线路装接容量/kVA	最大负荷利用率
1	板高线	板桥开闭所	263	65.26%	6980	13370	34.07%
2	园特线	茅园开闭所	514	64.25%	13856	12685	70.18%
3	中凌线	中山开闭所	157	37.20%	7309	4000	67.98%
4	梧凯线	梧桐站	118	39.33%	8330	2130	95.95%
5	梧饲线	梧桐站	132	44.00%	8330	2500	91.45%

表4 10 kV第三产业负荷线路负载及装接情况

序号	线路名称	线路所属站所	线路年最大电流/A	线路年最大负载率	线路允许容量/kVA	线路装接容量/kVA	最大负荷利用率
1	体配II线	体育开闭所	26	26.00%	1732	1000	45.03%
2	棠湖线	棠城开闭所	79	19.75%	6928	5630	24.30%
3	体配I线	体育开闭所	19	19.00%	1732	1000	32.91%
4	卧通线	卧龙开闭所	43	14.33%	5196	3500	21.28%
5	体建线	体育开闭所	27	13.50%	3464	1130	41.38%

表5 10 kV公用负荷线路负载及装接情况

序号	线路名称	线路所属站所	线路年最大电流/A	线路年最大负载率	线路允许容量/kVA	线路装接容量/kVA	最大负荷利用率
1	董文线	董花开闭所	171	50.29%	5889	10740	27.58%
2	行砖线	行政开闭所	191	49.61%	6668	14050	23.55%
3	体马线	体育开闭所	147	49.00%	5196	13125	19.40%
4	董茶线	董花开闭所	152	47.65%	5525	4830	54.51%
5	董城线	董花开闭所	158	41.91%	6530	11905	23.00%
6	行警线	行政开闭所	156	40.52%	6668	9680	27.91%

表6 永川地区开闭所母线负荷同时率取值

序号	开闭所名称	开闭所进线	进线年最大电流/A	开闭所出线	出线年最大电流/A	开闭所母线负荷同时率
1	中山开闭所	汇中东线	283	中泰线	0	0.91
				中凤线	45	
				中兴I线	51	
				中郊线	215	
		汇中西线	225	中郡线	0	0.76
				中兴II线	59	
2	荣昌开闭所	坡开南线	250	荣海线	29	0.74
				荣高线	171	
				荣滨线	112	
				荣板南线	0	
		坡开北线	160	荣鼎线	24	0.67
				荣站线	86	
				荣红线	18	
				荣板北线	69	
				荣东线	66	
				荣西线	66	
3	月亮坡开闭所	胜月线	570	月塑线	158	0.83
				月双线	211	
				月职线	144	
				月石线	170	
		胜亮线	637	月万线	274	0.86
				月科线	240	
				月信线	137	
				月复线	91	
4	永能开闭所	汇能南线	181	能马线	43	0.88
				能指线	46	
				能同线	53	
				能华线	62	
		汇能北线	276	能体线	2	0.80
				能局线	119	
				能院线	158	
				能清线	65	
5	行政开闭所	永政I线	262	行帝线	80	0.84
				行矿线	10	
				行竣线	34	
				行配I线	55	
		永政II线	274	行警线	132	0.89
				行配II线	0	
				行新线	47	
				行砖线	168	
				行港线	43	
				行河线	49	

所两条进线型号选择相同,则每条进线的最大负载率不能超过50%。

因此,确定开闭所的开放容量,关键是确定开闭的最大装接负荷。目前,尚无参考资料对开闭所装接最大负荷情况进行明确的规定。本节以永川地区成熟开闭所为研究对象,引入开闭所母线负荷同时率的概念,确定开闭所装接最大负荷的合理范围。

在最理想的情况下,开闭所进线最大允许负荷可表示为各出线最大负荷值的叠加,即开闭所的进线最大允许负荷等于其最大装接负荷。

但是,开闭所各出线几乎不可能在同一时刻达到最大

负荷值,因此,开闭所的进线最大允许负荷一般会小于其最大装接负荷。由于永川地区开闭所两段母线正常情况下分裂运行,因此,引入开闭所母线负荷同时率这一概念,即定义开闭所进线年最大电流与开闭所各出线年最大电流之和的比值为开闭所母线负荷同时率。对永川地区成熟开闭所进行分析计算,得到各开闭所母线负荷同时率取值如表6所示。

由表6可知,永川地区开闭所母线负荷同时率取值在0.67~0.91之间。由于开闭所母线负荷同时率值越小,在开闭所进线允许负荷值相同的情况下,开闭所最大装接负荷值越大,开闭所装接容量越大。但开闭所装接容量过

大,会造成线路负载率过高以及负荷转供困难等结果,因此综合考虑永川地区实际情况,取该地区开闭所母线负荷同时率值为0.75。根据永川地区开闭所实际情况,取开闭所负荷同时率与开闭所母线负荷同时率相等。

在进行开闭所负荷装接时,当开闭所最大装接负荷在合理的范围内时,可以认为该开闭所装接容量较为合理。

通过以上分析,基于永川地区实际的10 kV开闭所开放容量确定的基本步骤如下所示。

开闭所规划设计阶段,要充分考虑开闭所周边负荷情况、所包含的负荷类型等因素,确定开闭所的进线型号。

基于 $N-1$ 原则,确定开闭所的进线最大允许负荷。

确定永川地区开闭所最大装接负荷的合理取值范围。

确定永川地区10 kV开闭所的装接容量。

对于处于发展上升期的开闭所,由于开闭所进线已经确定,开闭所的进线最大允许负荷也为确定值,因此,在进行新的用电客户容量装接时,可根据上述方式进行分析。该方法对永川地区开闭所装接容量可起到较好的指导作用。

3 结束语

本文主要进行了永川地区10 kV开闭所的开放容量研究。通过将永川地区10 kV开闭所负荷线路分为居民负荷线路、工业负荷线路、第三产业负荷线路以及公用负荷线路四种类型,确定了最大负荷值与装接容量的关系,进而基于 $N-1$ 原则确定了适用于地区的开闭所装接容量。

参考文献

- [1] GB 50613-2010. 城市配电网规划设计规范[S].
- [2] DB43/504-2008. 城市居住区供配电设施建设规范[S].
- [3] 时家林. 北京电力公司配电网五统一技术标准[Z]. 北京: 北京电力公司, 2007.
- [4] 徐力钧. 10 kV开闭所的电气设计[J]. 建筑电气, 2008, 27(10): 15-17.
- [5] 欧阳武, 程浩忠, 张秀彬, 王一, 王建民. 城市中压配电网最大供电能力评估方法[J]. 高电压技术, 2009, 35(2): 403-407.
- [6] 肖峻, 高海霞, 葛少云, 等. 城市中压配电网评估方法与实例研究[J]. 电网技术, 2000, 29(20): 77-81.
- [7] 季福学. 基于典型供电模式的某城区配电网规划方案设计[D]. 北京: 华北电力大学, 2016.
- [8] 叶晨. 中心城区10 kV配电网典型供电模式研究[D]. 保定: 华北电力大学, 2016.
- [9] 于波. 长春城市配电网架模型研究与应用[D]. 长春: 吉林大学, 2014.
- [10] 王立峰, 陆四龙, 余建平. 基于匹配识别算法的配电网供电模式选择[J]. 电力系统及其自动化学报, 2011, 23(4): 106-110.

(责任编辑: 张峰亮)

资讯

南方电网成功进行运行线路直升机带电作业 系国内首次

开展直升机带电作业是南方电网公司提高线路巡检效率,确保电网安全稳定可靠的需要。在以往电网常规巡检中,有的缺陷消除需要停电操作,而使用直升机作业可以等电位进入,不用停电,保证了电网供电的可靠性,而且相比传统的带电作业,利用直升机带电作业效率更高。按照传统的做法,带电作业人员要背着沉重的工具包,再从塔下用绳索传送绝缘梯等装备才能进入电场,再经过空中“走钢丝”才能到达作业点,不仅耗时长,对作业人员的体力也是一个很大的考验。

作为500 kV襟桂线的运维单位,南方电网广东中山供电局输电管理所全程参与制定作业方案和落实风险防范措施,从作业方案审核到工作票办理都有专人跟进,确保各项安全措施落实到位。同时,通过“设备主人”管理机制,让“设备主人”到现场进行安全交底,并协助进行安全监督。在每一次作业之前都有一系列整套的安全流程,从项目开始之前的会议进行工作安排、风险评估、风险处理方法都有一系列完备的应急预案。

随着电网线路资产规模日益庞大,高压输电线路和铁塔越来越多,传统依靠人工为主的电网线路巡检模式,已经不能适应现代化电网精益化运维管理的需要。南方电网广东公司重视科技创新,敢为人先,大力推进“机巡+人巡”协同巡检,已经逐渐形成了直升机、固定翼无人机、多旋翼无人机飞行器等多机种、覆盖直属19个地市供电局的机巡作业矩阵,建立了“机巡中心有人直升机精细化巡检+机巡中心固定翼无人机通道巡检+地市局多旋翼无人机辅助单点及故障巡检”的多机型协作模式,解决全面覆盖输电线路巡视的需求。

同时,依托“大数据”“云计算”等现代信息技术,拓展智能化机巡在电网缺陷整治、电网规划建设、电网巡视维护、应急抢修等领域的应用,推进机巡大数据的规范管理和挖掘应用,打造全自主的机巡数据分析能力示范基地,包括建立全国第一个机巡数据分析管理平台,立体测图、3D建模、多拼相机应用、大型无人机巡检、有人直升机带电作业、机器人、数字化通道运维等多项新技术应用,作业效率、质量大幅提升。

来源:《南方电网报》

不停电调整三相负荷方法

路竹青, 王金夏, 杨 钧

(国网山西省电力公司黎城县供电公司, 山西 黎城 047600)

1 三相负荷正常调整方法

工作人员在调整负荷时, 首先要在综合配电箱处用钳型电流表对三相负荷进行测试, 然后根据测试情况, 将负荷高的相部分负荷转向相对负荷低的另一相。如果在综合配电箱内无法将三相负荷调整至平衡, 则须运维人员登杆在表箱引下线处操作, 如一基杆塔调整后负荷不平衡, 还要到下一基杆塔调整, 直至负荷平衡为止。这种调整三相负荷的方法, 须反复停电、反复测试, 每相平均需要 4 名工作人员操作 6 min 来完成, 停电时间约 30 min。

2 三相负荷正常调整方法

分析三相不平衡负荷调整的一般程序, 可以发现实施配电箱内测试负荷、登杆在表箱引下线处调整负荷的过程不仅需要大量的人员, 而且费时很多。

如果采取不停电, 在表箱内操作换相开关进行负荷调整, 操作简单、方便、停电时间短, 工作人员可以在带电的情况下随时进行调整; 工作安全高效, 人员不需频繁登杆操作, 在表箱内就可以调整负荷。这样将会防止发生多次停电、多次登杆等现象, 控制轻伤、障碍, 确保人身安全、设备安全, 从而有效提高供电可靠率。

3 不停电调整三相负荷的方法

针对在调整三相不平衡负荷时, 须频繁登杆在表箱引下线处进行停电操作等问题, 采取在三相漏电保护器上连接手动换相开关的措施, 其中进线与漏电保护器相连, 用户电能计量装置通过出线与调相开关相连, 漏电保护器与换相开关配合工作, 实现可靠操作。此方法只需对表箱内的换相开关进行操作即可, 操作简单、方便、停电时间为 0, 可以在带电情况下随时调整; 安全高效, 不需频繁登杆操作, 在表箱内就可以调整负荷。每相平均需要 2 人操作 15 min, 停电时间为 0。

4 实施方法

不停电调整三相不平衡负荷采用如下技术方案来实现: 装置包括三相漏电保护器、三相接线、换相开关,

该开关设置 4 个档位, 即 A、B、C、O。其中 A、B、C 三档与漏电保护器出线相连, 调相开关出线与用户电能计量装置相连, 漏电保护器与换相开关配合工作, 实现在调整三相负荷过程中的可靠操作, O 档为空线, 可对用户进行停电操作, 同时配合维护表计和表计以下设备的检修工作。

具体实施方法为: 如 A 相负荷较大, B 相负荷较小, 可通过换相开关调整若干表箱内的 A、B 相用户来达到三相负荷平衡; 如用户需更换电能表计时, 将换相开关打至 O 档, 即可实现停电进行工作。此装置操作简单、方便、安全, 人员可以在带电的情况下随时进行负荷调整; 又能实现对用户电能表及以下设备的停电工作; 安全高效, 工作人员不需频繁登杆操作, 在表箱内就可以调整负荷和实现部分设备停电。表箱接线图如图 1 所示。

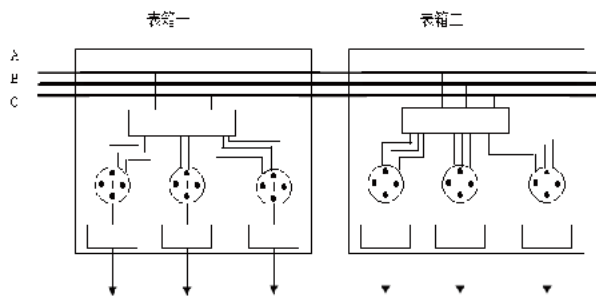


图1 表箱接线图

5 效果

工作人员通过在 1 个台区内改造安装换相开关进行实地使用, 与原有方法比较, 当发生三相负荷不平衡时, 不须反复停电、频繁登杆, 在表箱内操作换相开关就可以调整负荷, 调整一相负荷平均需要 15 min, 停电时间为 0。

不停电调整三相负荷方法实施, 操作简单、方便, 减少了工作人员多次登杆的不安全因素, 使处理三相负荷不平衡时间大大缩短了, 不但省工、省力、省时, 而且可以在带电的情况下调整三相负荷, 提高了用户的供电可靠率, 其经济与社会效益非常显著, 值得推广应用。

(责任编辑: 张峰亮)

平谷供电公司户外断路器的应用

刘 涛

(国网北京平谷供电公司, 北京 平谷 101200)

分界开关控制器是针对 10 kV 配电网柱上式分界断路器监控和保护而研发的产品, 具备故障检测、保护控制和通信功能(配置通信模块后), 适用于在 10 kV 架空配电线路用户进户线责任分界点处和符合要求的分支线路上安装的断路器。

分界开关控制器与分界断路器、电压互感器组成成套设备, 配套后可以实现自动切除被控支线的单相接地故障和自动隔离被控支线的相间短路故障。

安装位置如图 1 所示。

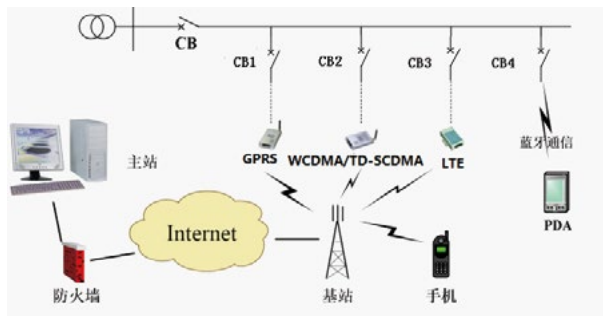


图1 安装位置示意图

1 户外断路器的特点

分界开关控制器以高性能 32 位微处理器为硬件开发平台, 以高效嵌入式实时操作系统为软件开发平台, 具有以下鲜明的技术特点。

统一的核心公共平台: 统一的嵌入式软硬件组合平台(采用自主开发的 32 位主板, 主频可达到 180 MHz), 支持高速以太网总线, 接口容量大; 大容量的 FLASH 及 RAM, 可以记录位置、事故遥信变位 SOE 等事件顺序记录; 极值记录数据当地存储, 时间不小于 1 个月; 支持历史数据补充上传。

通信方式、通信规约多样化配置: 独立通信管理模块, 硬件配置支持主备互换, 冗余设计; 支持多种通信方式和多种通信规约, 可同时与多个不同级别的主站通信。

智能化电源管理: 电源实时监视, 交流失电、电池活化、电池欠压告警, 具备远方活化功能; 智能电源模块可为终端、通信设备、遥信、遥控提供多种工作电源, 有输出短路保护。

维护方面: 提供远程和本地维护接口, 运行人员可在

本地或主站进行维护。

环境方面: 适应严酷环境, 工作温度 $-40 \sim +70^{\circ}\text{C}$, 防磁、防震、防潮; 电磁兼容可以达到 4 级及以上要求, 可适应强电磁环境。

2 主要功能

2.1 遥控、遥测、遥信功能

2.1.1 遥控功能

可以正常地遥控分合闸。

终端接受并执行来自主站或子站的遥控命令, 完成开关的分合闸操作; 也可以实现保护功能的自动分闸。

具有远方/自锁/本地转换开关: 转换开关可就地实现开关的分合操作。

分别记录并保存主站及当地遥控记录。

软硬件防误动措施, 保证控制操作的可靠性。

遥控接点可设置动作保持时间。

2.1.2 遥测功能

遥测量采集: 包括 U_{ab} 、 U_{bc} 、 U_0 、 I_a 、 I_c 、 I_0 和频率等模拟量。采集装置电压直流量。

遥测量通过 TA/TV 将二次侧的电压/电流量转换成相应的弱电压信号后, 进入 16 位 A/D 转换芯片。

现场标准二次电压和电流经高精度 TV、TA 隔离变换成弱信号, 经模数转换器(A/D)送入处理模块进行计算处理。

计算得到下列遥测量: 频率、电流电压相位、电流、电压的 2 ~ 13 次谐波。

2.1.3 遥信功能

遥信量(YX)采集: 采集遥信变位, 事故遥信并可向主站或子站发送状态量。有事件顺序记录(SOE), 遥信分辨率小于 2 ms。遥信输入信号以空接点的方式经光电隔离器后送入遥信采集模块进行处理。经硬件滤波、软件滤波, 得到遥信输入信号的分合状态。

软件滤波时间可设, 从而确保稳定的遥信动作时才产生遥信变位, 减少遥信的误报。

采集开关合、分的状态量信息; 采集终端电源状态信息; 采集终端故障、异常信息等虚拟遥信; 遥测速断、过流、零序等虚拟遥信; 采集开关储能状态。

2.1.4 参数设置功能

终端具有参数远方设置和当地设置功能，具备以下指示及设定内容。

接收主站或子站的参数设置及定值修改，子站或主站可随时召唤终端的当前整定值。设置定值整定拨码或按键，操作可靠、显示直观，可设置如下参数：零序电流定值、保护动作时限，过流保护动作电流定值、保护动作时限。速断保护动作电流定值。设置保护功能投退。

2.1.5 电源失电保护功能

终端电源失电时，终端的实时信息在内部掉电保护的存储器 (SRAM) 中保存。

2.1.6 对时功能

终端具备主站及终端自身对时功能。可以通过维护软件或者主站对时命令对终端进行对时。

2.1.7 自诊断功能

具备自诊断功能。装置在正常运行时定时自检，自检的对象包括 CPU、设定值、开出回路、采样通道、E²PROM 等各部分。自检异常时，发出告警报告，点亮告警指示灯，并且闭锁分、合闸回路。

2.1.8 历史记录及上报功能

装置应具有线路故障记录 SOE，可反映故障发生时的故障性质 (如单相接地、过负荷、短路)、故障发生时间、故障时的电流值以及当时控制器的整定值；SOE 数量应不小于 100 条。

记录系统真实遥信信息及故障发生、系统运行状态信息。

告警记录，主要对 A 相 C 相短路、 I_0 过流、A 相 C 相过流进行检测，并上报；遥控信息，记录遥控发生的时刻、状态及类型，并上报；遥信变位记录，记录遥信变位的时间及状态，并上报。

2.1.9 故障检测功能

零序过流可实现 3 段检测保护功能；线路两相过电流 3 段式检测保护功能；线路两路线电压检测。

2.2 通信功能

配套 GPRS 通信模块与主站进行通信。具有遥测、遥信、遥控功能，通信配置包括以太网口和串行通信口；基本配置 2 个以太网口，支持 10/100BASE-T 自适应以太网网络通信；基本配置 1 个维护口，支持 RS-485/RS-232 通信。

支持的通信方式：支持无线通信 (GPRS)。

支持通信口多种规约灵活配置：多个通信口实现与多个主站和子站进行通信；支持 IEC 608-70-5-101(2002 版)、IEC 60870-5-104、DNP3.0 等多种通信规约与主站和子站进行通信。

当地调试功能：终端有专用调试接口 RS232，供便携

机当地调试使用；终端定值窗内配有运行指示灯、电源指示灯、储能指示灯、合位指示灯、线路故障类型指示灯等。终端面板上具有明显的运行指示灯和故障指示灯。

3 接口定义

分界开关控制器提供标准的 RS232 串行接口，通过外接各种通信模块 (光纤以太网通信模块、EPON 光纤模块、无线 GPRS/CDMA 或 3G/4G 模块等)，为用户提供多种多样的通信接入方式。

装置提供 1 个 RS232 串行接口 (维护口和通信口) (接 GPRS 模块) 通信速率 300、600、1200、2400、4800、9600、19200 bit/s 可选；提供有 2 个 RJ45 以太网口。

4 结束语

断路器具有自动、快速隔离其以下线路故障的特点，能够有效缩小故障停电范围，提升故障巡线效率，提高地区供电可靠性。平谷供电公司根据近几年配电网线路故障情况及地区电网网架结构，在所辖的 40 余条线路安装了 120 余台断路器，实现配电网线路多分段多联络，经过近一年多的实际运行，安装断路器的线路故障停电范围有效减小，故障停电时间缩短 30%，切实提高了地区供电可靠性，产生了良好的社会效益。

(责任编辑：张峰亮)

资讯

江苏电力就地化线路保护装置测试系统上线

9 月 11 日，国网江苏电力自主研发的国内首套 220 kV 就地化线路保护装置流水线测试系统顺利通过验收、上线，这标志着就地化继电保护装置测试模式在批量化、自动化、智能化的实践道路上迈出了坚实的一步。

该测试系统可实现与被测装置的自动对接，全自动完成装置配置下装、一致性测试、模拟量采样测试、虚端子验证、开入开出测试、定值校验、典型电网故障反演等全功能测试。目前利用该套检测系统已对国电南自、深圳南瑞、许继电气等不同厂家 220 kV 就地化线路保护装置开展检测工作，实现了测试厂家和测试内容的全覆盖，试验效果符合设计要求，大幅度提高了测试效率和正确率。

在无需人工介入的情况下，将单套 220 kV 线路保护装置整体功能测试时间由人工操作的 4 ~ 5 h 缩短至 30 ~ 40 min。有效保证了继电保护运行版本的入网把关，为实现继电保护就地化安装、标准化配置、智能化运维开拓了重要的技术基础。

来源：中国电力新闻网

一起因热胀冷缩造成的35 kV户外电抗器漏油事故处理

刘 钢¹, 杨晓帅², 焦广旭¹

(1. 国网山西省电力公司, 山西 太原 030000; 2. 国网山西吉县供电公司, 山西 吉县 042200)

摘要: 分析一起 35 kV 户外电抗器漏油事故, 发现热胀冷缩是造成事故的主要原因。为防止类似事故的再次发生, 对该 35 kV 户外电抗器引线连接方式进行了改造, 使电抗器接线柱连接铝排在热胀冷缩情况下能够自由伸缩。

关键词: 电抗器; 热胀冷缩; 绝缘老化

中图分类号: TM561

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)09-0024-02

大自然的热胀冷缩现象无处不在, 在工程建设领域, 为防止热胀冷缩对工程造成影响, 建设者们会想出各种对策来消除这一影响。电力建设、运维、检修等专业也不例外, 如, 安装变电站管母时, 要在管母下部打孔, 是为防止内部积水在冬季结冰体积膨胀对管母造成伤害; 户外变压器低压出线套管的铜排汇流排在上母线桥处一般用可伸缩的软联进行两端相连, 是为了防止铜排在热胀冷缩作用下产生的拉力与推力对变压器套管造成伤害。

在主网变电站的运行与维护过程中, 运维及检修专业工作人员最容易忽视热胀冷缩这一自然现象对站内主网设备造成的影响。本文对一起因热胀冷缩造成 35 kV 户外电抗器漏油的事故案例进行分析与处理, 说明了热胀冷缩现象是如何对电力设备一步步造成危害的, 呼吁主网变电站运维专业和检修专业工作人员必须足够重视热胀冷缩现象对主网变电站设备的潜在危害。

1 事故简介

2016 年 12 月 29 日凌晨 3:00, 某 220 kV 变电站一台 35 kV 户外电抗器发生漏油故障, 该 35 kV 户外电抗器为电容器组用串联电抗器。早上 8:00, 变电检修人员赶赴事故现场后, 发现该 35 kV 户外电抗器的 A 相套管、器身、基础台、地面满是油迹, 进一步观察发现漏油部位为该电抗器的 A 相出线套管接线柱密封处, 如图 1 所示, 且油枕内的变压器油已全部漏完。

2 事故原因分析

变电检修人员对该 35 kV 户外电抗器发生漏油部位进行了仔细观察, 通过观察发现: 在连接方式上, 该 35 kV 户外电抗器一次接线是通过 50 mm 宽的铝排连接, 即在



图1 事故现场

铝排的一端钻出一个与该电抗器的出线柱头直径大小合适的圆孔, 套进该电抗器的出线柱头, 并用铜螺母紧固, 再加一备用铜螺母紧固; 该铝排的另一端和 35 kV 避雷器的上法兰顶部连接, 此处铝排上钻出两个孔与避雷器的上法兰用两个螺栓固定。

随后变电检修专业人员对事故原因进行了分析, 分析结果如下: 一是环境原因。变电站所在地区昼夜温差大, 虽然此时正是冬季, 但白天温度在最高时仍会接近 10℃ 乃至以上, 而晚上温度常常低至 -10℃; 二是设备老化原因。该 35 kV 户外电抗器运行多年, 其接线柱上配套的算盘珠状密封胶垫也已严重老化, 脆弱不堪; 三是热胀冷缩原因。该 35 kV 户外电抗器一次连接铝排在晚上因受冷而收缩, 尺寸变短, 会产生拉应力, 相应地对与其连接的避雷器和电抗器的接线柱施加更大的拉力。因避雷器为瓷绝缘外套, 刚性大, 不易弯曲变形, 而该电抗器的接线柱受拉力作用发生位移, 接线柱上的算盘珠状密封胶垫靠近铝排的一侧压缩量增大, 另一侧压缩量减小, 造成变形; 白天, 该铝排因温度回升而复原, 随着温度继续升高而体积膨胀, 尺寸变长, 会产生推应力, 相应地对与其连接的避

雷器和电抗器的接线柱施加更大的推力，该电抗器的接线柱受推力作用发生相反的位移，接线柱上的算盘珠状密封胶垫靠近铝排的一侧压缩量减小，另一侧压缩量增大，造成算盘珠状密封胶垫再次反向变形。就这样，在昼夜温度反复交替下，该铝排也反复地对该 35 kV 户外电抗器接线柱产生拉力和推力，进一步加剧了算盘珠状密封胶垫的破损。在 2016 年 12 月 29 日凌晨 3:00，该算盘珠状密封胶垫在收缩拉力作用下最终破裂，导致了该电抗器漏油事故的发生。

3 处理过程

为了处理故障，变电检修人员准备了新的算盘珠状密封胶垫、新的试验合格的变压器油、水壶及漏斗（用来为电抗器注入新变压器油）、清洗剂及棉纱（除去器身及地面油渍）、设备检修常用工器具。打开该电抗器油枕底部放油螺栓，放掉油枕内残余的变压器油。

拆除该电抗器接线柱连接铝排，依次拆下电抗器 6 个接线柱的算盘珠状密封胶垫的压紧铜螺母。

取下老化破损的算盘珠状密封胶垫，更换新的算盘珠状密封胶垫。

紧固算盘珠状密封胶垫上的压紧铜螺母，在紧固过程中，须注意算盘珠状密封胶垫的压缩量以达到其厚度的 1/3 为宜。

为了彻底消除该电抗器接线柱连接铝排因热胀冷缩作用而受到太大的拉力或推力，必须使该铝排在热胀冷缩作用时能够自由地伸缩，所以采取了以下处理方式：将该铝排裁短一截，在电抗器接线柱与裁短的铝排之间增加了铝软联，软联中间弯成 U 型，利用 U 型软联来弥补铝排因热胀冷缩产生的尺寸变化。

打开该电抗器油枕顶部加油孔塞，注入新的合格的变压器油至合适油位，然后关闭油枕顶部加油孔塞。

打开瓦斯继电器排气阀，把瓦斯继电器内的气体全部排尽，直到流出变压器油为止，然后关闭瓦斯继电器排气阀。

4 结束语

这起 35 kV 户外电抗器漏油事故暴露出的问题，需要引起变电运维专业和变电检修专业人员的高度重视，并吸取相关的经验教训：一是该电抗器在接线柱铝排安装时，没有考虑到连接铝排受热胀冷缩作用对电抗器出线套管接线柱部位的密封造成的如此大的危害，从源头上分析是属于新建变电站初步设计考虑不周，对潜在的危害考虑不全；二是相关专业人员在该变电站竣工验收时把关不严，经验不足，没有及时发现该处的安全隐患；三是该电抗器



图2 处理故障

投入运行后，长期维护不到位，在该电抗器长时间运行后，其算盘珠状密封胶垫已老化脆化，甚至产生裂纹，而相关专业人员没有对该老化脆化的算盘珠状密封胶垫及时更换；四是运维及检修专业人员对热胀冷缩作用以及对电力设备的危害性认识不够深刻，提前预判该类隐患能力不足。以上原因都为本次事故提前埋下了伏笔。

（责任编辑：张峰亮）

资讯

山东推进“多表合一”信息采集

9月12日，山东省住房和城乡建设厅、质量技术监督局联合组织召开了《“多表合一”信息采集建设标准》等3项工程建设标准审查会。会议审查通过了国网山东省电力公司主编的《“多表合一”信息采集建设标准》《“多表合一”信息采集数据传输标准》《“多表合一”信息采集数据转换标准》等，标志着山东省率先构建形成全国首个“多表合一”信息采集省级地方标准体系。

本次通过审查的3项标准，涵盖了“多表合一”信息采集的设计、安装、施工、数据传输及数据转换等各个方面。专家评审组认为《标准》作为全国首次编制的“多表合一”地方系列标准，指标合理、可操作性强，为多表采集提供了科学有效的技术依据，为今后开展工作建立了规范，一致同意通过《标准》审查。

“多表合一”采集大大减少了水、气、热等企业在采集基础设施建设方面的重复投资，降低了抄表和日常运维的成本，也为水、气、热企业降损增效和经营管理提供了宝贵经验。

来源：《国家电网报》

具有后续保护的SPD后备保护方案

殷要红

(云南电网有限责任公司曲靖麒麟供电局, 云南 曲靖 655000)

摘要: 在分析 SPD 失效及危害后, 对现有 SPD 后备保护方案的局限性进行探讨, 寻找一种对 SPD 及被保护设备更安全有效的 SPD 后备保护方案。考虑到方案在实际使用中的可推广性, 要求方案易于实现具有较高的性价比同时便于批量工业化生产。

关键词: 浪涌后备保护器; 压敏芯片; 陶瓷气体放电管

中图分类号: TM451

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)09-0026-02

现有防雷保护方案中 SPD 按设计类型分电压开关型、电压限制型、复合型 3 种。

当前电源类 SPD 用量最大的为电压限制型 SPD, 常用器件为压敏电阻 (MOV)。主要故障有: 一是由于 MOV 老化原因, 产生工频泄漏电流, 进而造成了不少的火灾事故; 二是由于工频短路电流造成 SPD 的损坏, 导致 SPD 不能继续保护或者引起火灾; 三是由于当前普通 MCB 对雷击电涌电流较为敏感, 容易误脱扣, 导致设备不再受保护。

而当前通过普通熔断器或普通微型断路器来保护 SPD 的方案存在保护盲区, MOV 失效后还是容易引起 MOV 起火问题; 另一问题是熔断或微断断开后不能对被保护设备提供后续雷击保护, 导致设备在二次雷击时容易损坏, 已经严重影响 SPD 的推广。因此 SPD 的后备保护显得非常重要。

SPD 的后备保护器主要是对上述隐患进行保护。

当故障电流为较小的工频电流时, 后备保护器应能予以切断, 以免引发火灾危险。

在 SPD 自身保护脱离器不能迅速切断工频短路电流时, 后备保护器应能迅速分断电路, 使 SPD 与系统断开, 保证 SPD 不爆炸, 并且低压配电系统连续供电。

SPD 后备保护器应在雷电流冲击干扰时不能脱扣。

寻找一种能解决以上问题同时以较低的工频续流值就脱扣的 SCB 技术方案, 能有效防止 MOV 芯片失效使之能更好地提供后续雷击防护; 如何使 SCB 上的残压更低来更好地保护设备, 同时在性能可靠的基础上考虑成本的低廉及适宜批量工业化生产。

1 工作原理

1.1 SCB 工作原理

图 1 为 SPD 后备保护器的原理框图, 通过将 GDT (气

体放电管) 与 NTC (负温度系数热敏电阻)、电磁铁、触头系统组成的串连电路并联后组成保护装置, 主要对 SPD 中的核心元件 MOV 失效后, 通过持续工频电流时会起火的问题进行防护, 通过电磁铁触发触头系统动作将 MOV 的持续电流断开; 有雷击感应电流时, 较高的电压和较大瞬态电流在激发 MOV 后再次激发 GDT, 使瞬态大电流在 SCB 上产生的残压较小; 即使在 SCB 断开状态, 保护电路对雷击浪涌电流仍能起到保护作用。

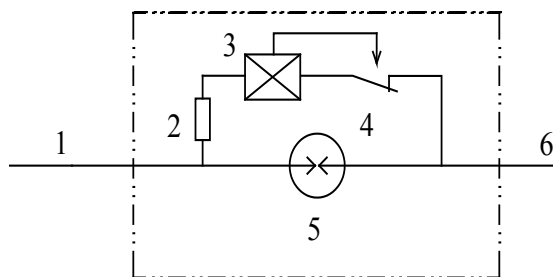


图1 SPD后备保护器的原理框图

1.2 防雷保护方案电路

图 2、图 3 分别为单相和三相保护方案, 这种方案的优点是经济性好, 单相仅采用一个 SCB 就能对保护设备进行差模和共模保护的 SPD 进行后备保护, 缺点是要求 GDT 的抗雷击浪涌能力比 SPD 中 MOV 的能力大, 使 GDT 不易击毁。

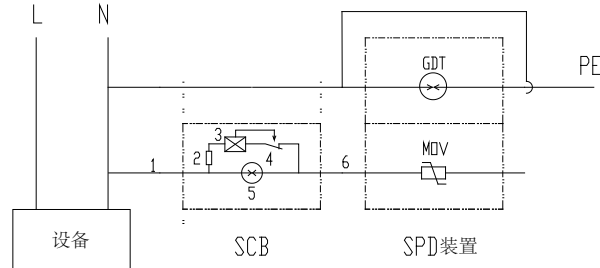


图2 单相防雷保护方案

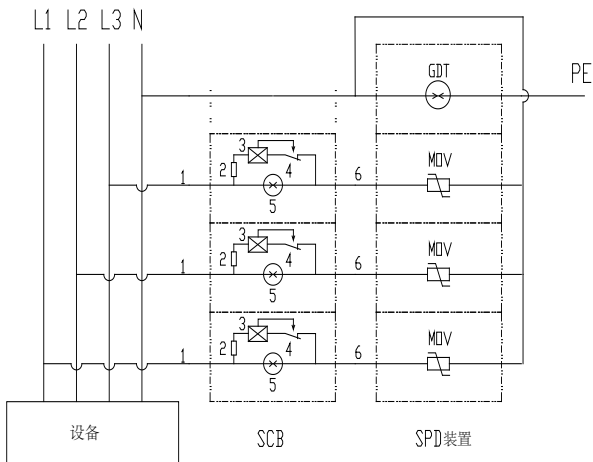


图3 三相防雷保护方案

图4、图5分别为单相和三相的全防护方案，这种方案的优点是对MOV失效起火的安全防护能力更高，能对保护设备进行差模和共模的保护。

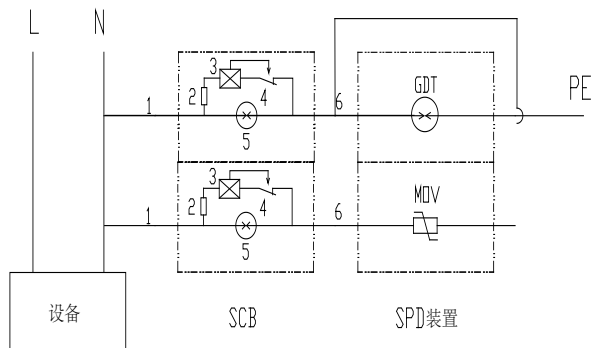


图4 全防护单相防雷保护方案

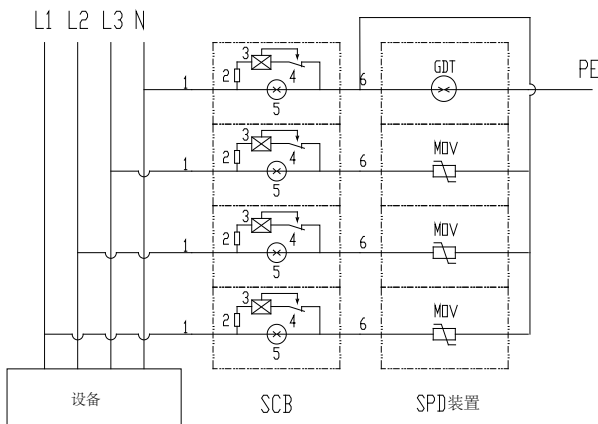


图5 全防护三相防雷保护方案

以上2种方案均可通过各相SCB出线端进行电压采样，实时监控SCB分合状态，如对应相SCB无法合闸则需更换对应的MOV模块。

2 方案实现及特点分析

该产品方案在浪涌电流通过时先后导通SPD中的

MOV和SCB中的GDT，由于导通时间极短，再加上NTC对浪涌的推挽作用使电磁铁不会动作，满足在额定浪涌电流冲击下SCB不会脱扣的要求；当SPD中的MOV由于多次冲击后逐步失效时，在MOV通过工频电流在0.5A左右时，SCB中的电磁铁动作使得触头系统断开，从而在MOV失效前断开MOV上的工频电流，除了防止MOV起火外，还能更好地防止MOV进一步失效，为后续的雷击防护奠定基础。

由于SCB中的GDT与触头系统并联，使得防护系统在SCB断开的时候，只要SPD中的MOV没有完全失效，保护系统仍然能够为被保护设备提供雷击防护；同时由于SCB中的NTC具有限流作用，触头系统仅用来分断电磁铁的动作电流，不必考虑触头极限非正常分断能力问题，有效地降低了产品成本，提高了安全性。

SCB的残压是由于SCB中各零部件通过瞬态大电流时各类阻抗而引起的，如将GDT与触头系统串连，除了在SCB断开时无法对被保护设备提供后续雷击防护外，触头系统由于存在接触电阻在通过雷击浪涌电流时会产生较高的残压，由于本方案的雷击浪涌电流仅通过GDT和相应的连接导线，因此本方案SCB上的残压要明显低于串连式SCB上的残压。

本方案SCB中的GDT采用密封大容量陶瓷气体放电管，防止由于环境湿度、粉尘等各种因素引起GDT的阈值变化，GDT采用直流击穿电压为500~600V的规格，确保SCB断开时GDT能可靠切断SPD中MOV上的工频电流，实现对MOV的可靠保护。

3 结束语

本文研究的SCB设计方案实现对MOV更好保护，不仅防止因MOV失效引起的起火，还有效提高了MOV的使用寿命。同时也满足了后备保护器断开后防雷系统对被保护设备的后续防雷的要求，相比其他产品残压更低。通过对SCB输出端进行电压采样可实时监控SCB的分合状态，有效掌控MOV的失效情况，由于结构简单、成本合理同时又适宜批量工业化生产。

参考文献

- [1] 全宇辰, 贺玲. 氧化锌压敏电阻雷电源SPD后备过流保护装置特性研究[J]. 中国防雷, 2014(04): 23-25.
- [2] 洪友白. SPD过电流保护不应再用断路器[J]. 建筑电气, 2015(10): 7-11.
- [3] GB 50057-2010. 建筑防雷设计规范[S].
- [4] 刘岩岩, 杨仁山. 浅析电涌保护器在民用建筑电气设计中的选用[J]. 工程技术, 2016, 58(05): 13.

(责任编辑: 贺大亮)

220 kV 母线电压互感器故障

戚 矛¹, 王 贺², 熊 剑¹, 郑晓琼¹, 蔡科伟¹, 郑 震¹

(1. 国网安徽省电力公司检修公司, 安徽 合肥 230061;
2. 国网安徽省电力公司蚌埠供电公司, 安徽 蚌埠 233400)

摘要: 分析一起母线电压互感器在运行中二次电压消失的原因, 提出通过红外测温、绝缘油试验等手段, 发现电压互感器在运行过程中电磁单元的一些异常情况, 及时进行处理, 从而保证电气设备在电网中安全稳定运行。

关键词: 电压互感器; 电磁单元; 220 kV 母线

中图分类号: TM451

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)09-0028-02

电压互感器在变电站中的地位非常重要, 肩负着高低压测量转换、隔离的功能, 测量结果的准确性直接影响到电能计量、继电保护及安全自动装置正确动作的可靠性, 因此保证电压互感器安全稳定运行只能通过在线监测、红外测温等手段进行。

1 故障现象

某日, 某变电站监控后台及 220 kV 保护装置及相应自动装置报电压互感器二次电压断线、异常信号, 经现场检查 220 kV 母线电压互感器 B 相二次失压。该设备型号为 TYD220/√3—0.01H, 电容单元电容量出厂值为: 上节 C₁₁ 电容 20370 pF, 下节 C₁₂、C₂ 电容分别为 29480 pF 和 64310 pF, 结构如图 1 所示。

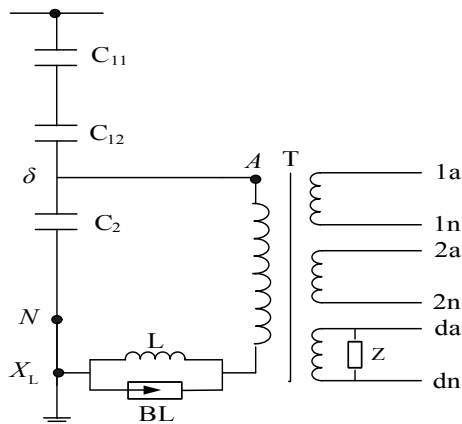


图1 电压互感器结构图

可以看出, B 相较 A 相、C 相电磁单元温升过高、相间不平衡度较大, B 相电磁单元存在异常, 红外测温如图 2 所示。



图2 电压互感器A、B、C相电磁单元红外图

2 试验参数

2.1 红外测温

当日 17 时左右红外测温发现, 母线电压互感器电磁单元 A、B、C 三相的温度分别为 46.3℃、49.9℃、46.8℃,

2.2 油品试验

取电磁单元油样, 进行油中溶解气体、水分、击穿电压试验, 试验结果如表 1 所示。

试验数据显示 B 相电磁单元绝缘油微水、击穿电压超过不合格, 油中气体 C₂H₂、总烃、H₂ 含量超过注意值, 根据改良三比值法 (1、0、0) 判断存在电弧放电。

2.3 停电试验

根据带电测试结果, 可基本判断电磁单元存在故障。停电进行电容量及介损试验。

反接线考核下节电容及电磁单元: X_L 与 N 点保持与地连接, 在电压互感器下节首端加压, 上节电容悬空,

表1 电磁单元绝缘油试验数据

气体组分	A相	B相	C相
CH ₄ /μL·L ⁻¹	67.775	655.491	22.245
C ₂ H ₆ /μL·L ⁻¹	1386.767	6555.92	135.715
C ₂ H ₄ /μL·L ⁻¹	142.962	2128.98	10.245
C ₂ H ₂ /μL·L ⁻¹	0	1863.606	0.381
总烃含量/μL·L ⁻¹	1597.504	11203.997	168.588
H ₂ /μL·L ⁻¹	26.718	2758.889	121.294
CO/μL·L ⁻¹	78.994	3480.186	129.934
CO ₂ /μL·L ⁻¹	1159.195	14389.285	4733.098
微水/μg/g	35	150	25
耐压/kV	52.8	21.7	65.2

施加 10 kV 电压, 无法加压。

电压互感器自激法: 无法加压。

通过电气试验, 可以判断电磁单元存在故障, 下节电容器(C₁₂、C₂)可能存在异常。

3 设备解体试验

3.1 电容器解体

将电容器与电磁单元解开, 使用介损仪单独对电容器进行考核。

正接线测量 C₁₂: 在下节首段加压, C₁₂ 末端 δ 点接 C_x, 电压为 10 kV, C₁₂ 电容量为 29110 pF, 介损 0.257%, 数据正常。

正接线测量 C₂: 在 δ 点加压, N 点接 C_x, 电压为 3 kV, C₂ 电容量为 63210 pF, 介损 0.226%, 数据正常。

根据试验结果, 电容器 C₁₂ 与 C₂ 未发现异常, 为进一步探究情况, 将电容器解体。打开密封盖, 密封垫状态良好, 油中、电容器纸及铝箔表面未见异物, 无放电痕迹, 各引出点连接可靠, 无脱落。

3.2 电磁单元解体

3.2.1 绝缘电阻测量

测量中间变压器绕组绝缘电阻, 施加电压 500 V, 绝缘电阻为 105 MΩ; 施加 1000 V, 可以听到明显的放电声, 绝缘电阻为 100 MΩ; 施加 2500 V, 无法加压, 绝缘电阻为 0。测量二次绕组, 均为 4000 MΩ, 二次绕组绝缘无异常。

3.2.2 直流电阻

交接试验时温度为 11 ℃, 把交接值换算至 28 ℃ 时为: 24.16 ℃、24.67 ℃、51.16 ℃。二次直阻与交接值差值不大于 2%, 二次无异常。用万用表测得一次直阻为 1543 Ω, 由于无历史记录, 无法准确判断。

放出电磁单元绝缘油, 绝缘油呈黑褐色, 并有大量疑似铁锈、绝缘漆杂质。打开电磁单元, 由于中间变压器下部与油箱固定, 现场无法取出, 只能从上方看出中间变压器一次绕组与主电容连接点处即 δ 有黑色放电痕迹如图 3

所示, 为中间变压器一次绕组发生故障。

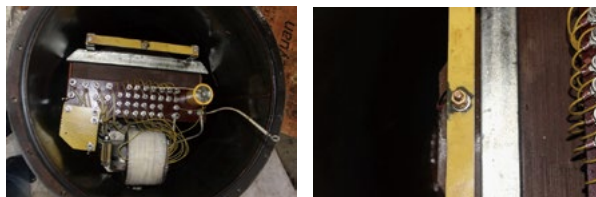


图3 中间变压器一次绕组放电痕迹

4 原因分析

4.1 原因分析

综合试验数据及解体过程认为: 电压互感器电磁单元绝缘受潮引起一次绕组绝缘不良, 是故障的主要原因。随着绝缘纸板受潮, 出现局部放电, 油隙中局放产生的电火花逐步烧蚀绝缘纸板, 直至出现放电通道, 丧失绝缘性能, 最终导致中间变压器一次绕组放电故障。对于主要放电部位, 在进一步解体后才能发现。对于受潮原因, 考虑到电磁单元注油口密封紧密, 可能是密封圈龟裂造成电磁单元箱体密封失效, 外界的潮气和水分进入箱体内。

4.2 不能加压的原因

停电试验时, 反接线考核下节电容及电磁单元的接线方式为: X₁ 与 N 点保持与地连接, 在电压互感器下节首端加压, 上节电容悬空, 施加 10 kV 电压, 出线“无法加压”的情况。分析认为, 在升压过程中, 电磁单元不能承受试验电压发生击穿, 将 C₂ 短路, 引起回路中电流发生变化, 导致仪器保护动作。

为验证上述分析, 单独利用电容器单元 (C₁₂ 串联 C₂) 做以下试验。试验接线方式为: 在 C₁₂ 首端加压, C₂ 末端 N 点接地, 在试验加压过程中, 将 C₁₂ 与 C₂ 连接点 δ 与地短接, 观察仪表的情况。当 δ 点与地短接时, 介损仪停止加压, 并出现代码“ER—Bd”, 查找介损仪说明书该代码含义为“测量信号波动”, 与分析结论相一致。

5 结束语

电压互感器电容器单元试验无异常, 外观未发现异常, 状态良好; 电磁单元一次绕组发生故障, 可见一次绕组首端有放电痕迹; 吊出电磁单元, 会发现一次绕组其他故障点; 由于绝缘油含有大量铁锈、绝缘漆等杂质, 水分超标, 一次绕组故障的根本原因为绝缘受潮, 受潮原因, 系密封圈密封不严造成水分的渗入, 这就要求设备在运行过程中, 可通过红外测温、周期性油品试验关注 C₂H₂、总烃、H₂ 含量的变化趋势等方式提前发现、跟踪, 杜绝此类缺陷发生, 保证电气设备安全稳定运行。

(责任编辑: 贺大亮)

手车断路器控制回路断线不发信号分析及改进措施

陈平, 宦俊, 薛程

(国网无锡供电公司, 江苏 无锡 214061)

摘要: 控制回路断线信号是监视断路器跳合闸回路是否完好的一个重要信号, 从2起实际案例出发, 分析了控制回路断线不发信的原因, 提出了手车断路器控制回路断线发信回路的完善措施, 为今后解决类似问题提供参考。

关键词: 手车断路器; 控制回路断线; 监视回路

中图分类号: TM56

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)09-0030-02

断路器在电力系统中具有开合电流, 切断、关合电路的重要作用。为了监视断路器的运行状态, 设置控制回路断线、弹簧未储能等多个信号, 对断路器的状态予以监视。《继电保护和安全自动装置技术规程》和《火力发电厂、变电所二次接线设计技术规定》都明确规定各断路器的分闸回路, 重要设备和线路的断路器合闸回路, 应装设回路完整性的监视装置^[1-2]。控制回路断线信号就是断路器分合闸回路是否完好的一个重要监视信号。实际工作中通过这些信号, 对故障的查找起到重要的指引作用。

1 控制回路断线发信号原理

控制回路断线信号回路中跳位监视继电器 TWJ 和合位监视继电器 HWJ 的常闭节点串联, 如图 1 所示。跳位监视继电器 TWJ 与开关合闸回路串联, 合位监视继电器 HWJ 与开关分闸回路串联。正常运行状态, 开关合位时, 分闸回路完好, 合位监视继电器 HWJ 带电, 断路器常闭节点打开, 跳位监视继电器 TWJ 不带电, 常闭节点闭合, 控制回路断线信号回路不接通, 不会发出控制回路断线信号。同理开关分位时, 合位监视继电器 HWJ 不带电, 跳位监视继电器 TWJ 带电, 也不会发信号。总而言之, 正常运行状态下不管断路器分开还是闭合, 合闸回路、分闸回路只有一条回路接通, TWJ、HWJ 只会有一个继电器不带电, “控制回路断线”发信号回路中 2 个常闭接点一个闭合、一个打开, 不会发出信号。只有当分闸或合闸回路异常, 2 个继电器同时不带电时, 才会发出控制回路断线信号。

2 控制回路断线不发信号的案例

合位监视继电器 HWJ 串在开关分闸回路中, 用于监

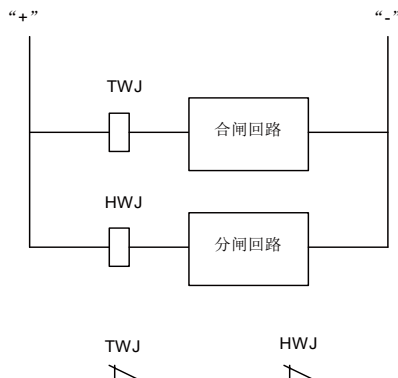


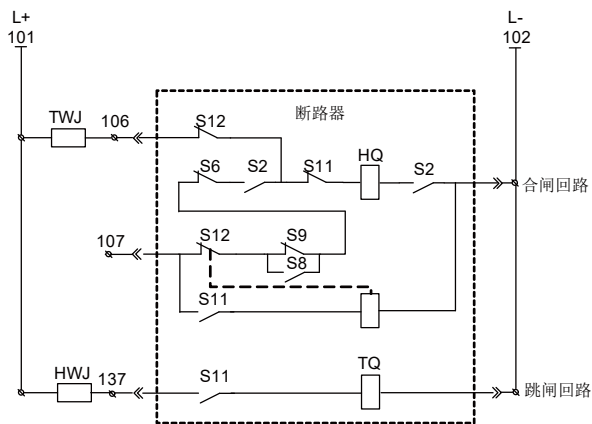
图1 控制回路断线发信号原理

视分闸回路是否完好, 分闸回路比较简单, 回路中主要是断路器辅助开关的常闭节点以及分闸线圈。跳位监视继电器 TWJ 串在开关合闸回路中, 用于监视合闸回路是否完好, 合闸回路较为复杂, 主要和手车的位置、开关的分合状态、合闸弹簧是否储能、合闸线圈与合闸闭锁线圈是否完好等多项状态有关。在实际应用中, 不同厂家的做法也存在差异, 监视的状态有多有少, 也就是 TWJ 带电条件不一样。只有与 TWJ、HWJ 串联接点的设备状态才能得到有效监视。对于运维单位而言, 总是希望控制回路断线信号能全面反映设备状况。在实际运维过程中, 也曾出现由于设置不合理, “控制回路断线”信号不能有效反映断路器运行状态。

案例 1, 在 A 变电站 10 kV 线路送电操作中, 手车摇至运行位置, 弹簧储能正常, 开关无法合闸, 但是没有控制回路断线异常信号发出。将手车断路器再稍微摇进后, 开关可以遥控合闸。

查找回路图, 如图 2 所示, 合闸回路中手车位置接

点 S8、S9 没有与跳位监视继电器 TWJ 串联，TWJ 无法监视断路器手车位置状态，当手车位置未准确到达运行位置时，断路器底座上的机械闭锁仍在闭锁状态，导致断路器无法合闸。



S2—储能接点 S6—手车摇杆联锁接点 S8—小车试验位置接点
S9—小车运行位置接点 S11—断路器辅助接点 S12—防跳继电器接点
HJ—合闸线圈 TQ—跳闸线圈

图2 A变电站10 kV断路器二次回路

案例 2，110 kV B 变电站曾在 2 年内发生 4 起同故障原因的 10 kV 手车断路器无法合闸异常。经检查，现场保护装置正常，装置和后台均无“控制回路断线”信号。但是拆开断路器面板查找，发现断路器的合闸闭锁线圈烧毁，如图 3 所示。



图3 合闸闭锁线圈的机械闭锁

图 4 给出了 B 变电站 10 kV 手车断路器的二次回路。在合闸闭锁回路中，虽然合闸闭锁电磁铁满足带电条件（手车位于工作位置 S9 闭合，断路器位于分位 HK 闭合），但是线圈损坏，无法动作，机械上的闭锁仍然存在，所以断路器无法合闸。查看断路器二次回路图，合闸回路中合闸闭锁线圈的辅助接点被短接片 L3 短接，因而无法发出“控制回路断线”信号，合闸闭锁线圈的状态没有得到监视。

3 改进措施

为了有效监视断路器的运行状态，对 A、B 变电站采取以下改进措施。

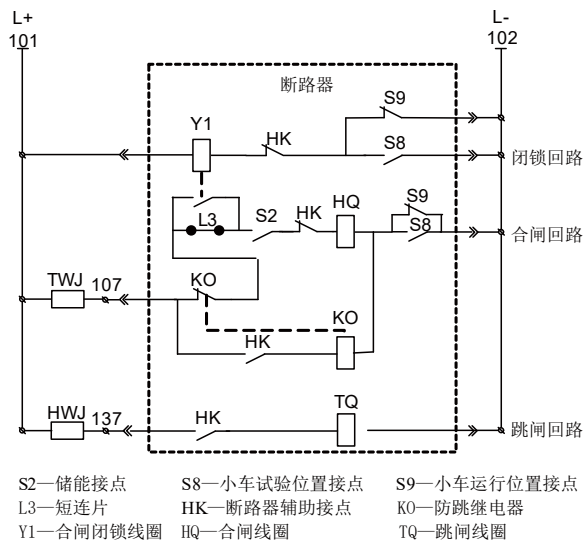


图4 B变电站10 kV断路器二次回路

对 A 变电站，将跳位监视继电器 TWJ 与开关的连接线由 106 接点移至 107 点。将手车位置接点串联在回路中，对手车位置进行有效监视。

针对 B 变电站的合闸闭锁线圈经常烧毁的情况，将与合闸闭锁线圈接点并联的短接片取下，把线圈的常闭节点串联在监视回路中，对合闸闭锁线圈运行情况进行有效监视。

对回路修改后，再次组织相关检修人员对控制回路进行故障模拟测试，结果证明保护装置均能正确报出“控制回路断线”的信号。

4 结束语

控制回路断线信号就是断路器分合闸回路是否完好的一个重要监视信号。为了确保该信号有效监视设备状态，运维单位人员在设备投运之前应仔细阅读图纸，针对图纸中存在的不足之处，及早提出修改建议。在设备验收前针对不同设备制订验收细则，验收时认真履行竣工验收手续，严格把关，在验收过程中及时发现错误并纠正，把隐患消灭在萌芽状态，确保设备的安全运行。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB/T 14285—2006. 继电保护和安全自动装置技术规程[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [2] 国家能源局. DL-T 5136—2012. 火力发电厂、变电所二次接线设计技术规定[S]. 中国计划出版社, 2012.
- [3] 陆琳. 10 kV开关手车控制回路断线原因分析及处理方法[J]. 江苏电机工程, 2014(9): 18—20.
- [4] 邝志聪. 断路器控制回路断线技术分析及处理方法[J]. 自动化应用, 2014(11): 95—96.

(责任编辑: 贺大亮)

电网AVC系统应用分析

石立光, 张 究, 张 莹

(国网北京平谷供电公司, 北京 平谷 101200)

摘要: 对平谷地区电网的建设情况进行了简要介绍, 对自动电压控制(AVC)系统基于软分区的三级电压控制模式进行了阐述, 详细分析了AVC系统在平谷电网的应用效果。通过分析变电站无功设备对AVC系统策略的执行情况, 验证了该AVC系统对平谷电网的电压质量和无功平衡起到了很好调节作用, 能够适应未来平谷电网的快速发展。

关键词: 自动电压控制(AVC); 无功优化; 电压质量; 无功设备

中图分类号: TM63

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)09-0032-02

日前, 中国县级地区经济大步发展, 其电力用户对电压质量需求的提高, 使 10 kV 供电层面电压稳定性变得越来越重要。基于此, 结合自动化技术的成熟, 各地区均建立了基于调度自动化数据采集与监视控制(SCADA)的AVC系统, 该系统不仅使电网调度自动化水平得到提高, 还使电网损耗大幅度降低, 从而保证了电网电压质量^[1]。

目前, 基于软分区的三级电压控制模式在AVC系统中得到了广泛的应用^[2-4], 更适合国内电网建设速度快, 网架结构经常处于变化之中的状况。

为适应平谷电网的快速发展, 同时改善原有AVC系统的不足, 平谷供电公司对原有AVC系统进行了改造, 采用了基于软分区的三级电压控制模式的AVC系统, 该系统采用全局无功优化作为系统整体无功电压控制的目标。

1 平谷区电网基本情况

平谷区电网隶属于北京市电网, 担负着北京市东部地区 950.13 km²、42.3 万人口的供电任务。平谷电网以 220 kV 变电站为依托, 形成了 110 kV 干线式骨干网。

目前, 平谷电网有 10 座 110 kV 变电站, 5 座 35 kV 变电站, 未来规划 1 座 220 kV、6 座 110 kV 变电站。现阶段总装机容量 883 MVA, 无功补偿设备容量 155.26 Mvar。

平谷电网 2012 年装入 AVC 系统, 经运行分析, 该 AVC 系统一直存在一个缺点: 不定期系统死机, AVC 系统失去对无功设备的控制。基于此问题, 2015 年 12 月完成对 AVC 系统改造。

合理调节无功, 提高电压质量, 与平谷地区的经济发展有着密不可分的联系, 平谷电网需要保证 AVC 系统稳定运行, 并对地区电网的无功潮流进一步优化, 确保全年电压质量合格。

2 平谷区电网AVC系统控制模式

平谷区电网 AVC 系统改造升级后采用基于软分区的三级自动电压无功优化和控制的总体控制模式^[5-6], 其结构框架如图 1 所示。

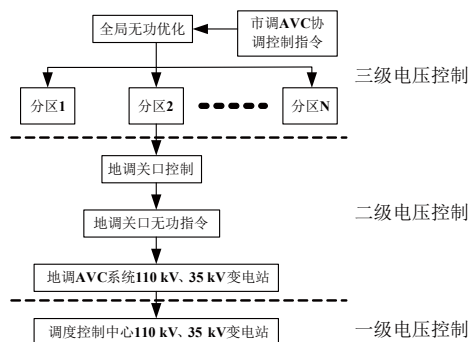


图1 地区电网AVC系统控制结构图

2.1 三级电压控制

三级电压控制即为地区电网全局电压无功优化分析计算, 采用无功优化的最优潮流给出地区电网整体的无功优化控制目标, 该控制目标下发给二级电压控制中。同时结合当前电网的运行方式, 由二级电压控制根据控制目标计算变电站的控制策略。

2.2 二级电压控制

二级电压控制是面向每个分区的自动电压控制, 其控制目标一方面要保证电压和无功合格, 满足运行考核要求; 另一方面要追随三级电压控制无功电压优化分析给出的全局优化目标, 从而达到整体优化运行的目标。

在图 1 二级电压控制模块中, 只列出了平谷地调与北京市调协调控制部分, 以平谷电网调中心 AVC 系统为控制对象, 市调 AVC 系统根据三级电压控制给出的区域中电压优化目标。同时参考平谷地调 AVC 系统, 根据当

前电网运行方式上送的无功调节能力,最终以功率因数的形式下发平谷地调关口的无功调节要求。

2.3 一级电压控制

平谷地区无 35 kV 及以上电厂,故该控制模块中只列出了变电站控制。目前,北京市 110、35 kV 变电站全部采用无人值班的运行模式,并将其接入调度控制中心进行集中调度与监控。因此平谷电网 AVC 系统对所有监控 110、35 kV 变电站均采用 AVC 系统闭环控制模式,将 AVC 系统计算得出的控制策略直接下发给变电站无功设备,进行遥控、遥调操作。

AVC 系统主站通过 EMS 系统的前置数据通信功能与 SCADA 系统进行数据交换,结合变电站的运行方式,将计算的遥控、遥调指令经变电站监控系统发送给电容器开关、变压器分接头,完成电容器的投切和分接头的调节。监控值班员通过调控中心监控系统直接监视 AVC 系统运行的关键信息,及时确认 AVC 是否出现异常,满足电网运行要求。

3 AVC系统在平谷区电网实际应用情况分析

3.1 AVC系统运行情况分析

平谷电网 10 座 110 kV 变电站和 3 座 35 kV 变电站全部闭环接入 AVC 系统,其中 35 kV 山东庄 #2 变为无载调压,只能通过电容器配合 AVC 系统进行无功优化。

AVC 系统改造后,解决了系统不定期死机情况,减轻了管理人员和值班员的工作压力。同时,平谷地区主网电压合格率在系统改造后一直处于较高水平,地区无功分布更为合理,AVC 系统运行较为稳定。2016 年 1—9 月平谷电网 10 kV 母线电压合格率情况如表 1 所示,AVC 控制策略执行情况如表 2 所示。

表1 平谷电网10 kV母线电压合格率

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
合格率/%	99.99	100	99.99	99.97	99.99	99.96	99.99	99.99	100

表2 AVC控制策略执行情况

项目	次数			成功率
	总数	成功	失败	
控制策略	4750	4482	268	94%
无功优化	1056	1040	16	98%
电压调节	3694	3442	252	93%

失败次数大多为无功设备工作或电网异常方式时,AVC 系统反复试调多次不成功后闭锁造成,不影响实际运行。针对此问题,值班人员可以在工作前将涉及的无功设备在 AVC 系统中闭环退出,避免不重要信号上送。

在实际运行中,对于 AVC 系统最主要的还是要确保厂站端通信通道畅通以及站内无功设备健康良好。

3.2 地区AVC系统效果验证

选取 2016 年最大负荷日的运行情况对 AVC 系统进行效果验证,分别分析了 AVC 系统消除电压越限和无功优化 2 种类型时变电站无功设备的动作情况。

3.2.1 无功优化效果分析

以 110 kV 夏各庄站为例进行了 AVC 系统无功优化的效果分析。8 月 11 日 22:26:06,夏各庄站 #3 变压器功率因数 1.005,越上限值 1.000,AVC 系统优化计算需减少无功,并且在预估时切除电容器后三侧电压均无越限情况,所以最后选择切除 260 电容器。

夏各庄 260 电容器切除后,向电网反送无功的量明显减少,功率因数降为 0.937。

3.2.2 电压越限控制效果分析

电压越限效果分析同样选取夏各庄站为例。8 月 11 日 08:31:05,夏各庄站 10 kV 5A# 母线电压为 10.08 kV,减去 0.05 kV 的死区后越下限,所以需要升压,因为有一组电容器处于热备用,所以优先投入电容器消除越限,根据校核可知电容器投入后不会造成其他越限问题。

10:06:35,随着负荷的增长,夏各庄站 10 kV 5A# 母线电压为 10.08 kV,越下限 10.05 kV,需要升压,因为有 260 电容器已在运行状态,且无功接近倒送,所以选择调节 3# 变压器分头消除越限,根据校核可知策略执行后不会造成其他越限问题。

4 结束语

平谷电网 AVC 系统采用基于软分区的三级自动电压全局无功优化的控制模式,对平谷电网电压质量、无功平衡起到了很好的控制作用,不仅减少了监控人员的工作压力,还提高了电网自动化水平,降低了电网损耗。其中,软分区的控制模式更加适合近年平谷电网的快速发展。

参考文献

- [1] 滕晓辉,冯尚庆,朱建胜.地区电网AVC系统应用分析及改进意见[J].电力电容器与无功补偿,2011,32(2):20—25.
- [2] 李江.AVC电压分区理论的研究及在新疆电网的应用[D].新疆:新疆大学,2007.
- [3] 吕春泉.实现电网AVC的几个关键问题的探讨[D].山东:山东大学,2007.
- [4] 钟毅,陈蕊.地区电网AVC系统设计与实现[J].电力系统保护与控制,2008(23):41—44.
- [5] 王琰玮.北京电网自动电压控制系统(AVC)的应用研究[D].北京:华北电力大学,2011.
- [6] 钱前.AVC系统在保定电网的应用研究[D].河北:华北电力大学,2014.

(责任编辑:贺大亮)

基于配网自动化的配网管理模式

孙 睿

(国网辽宁省电力有限公司盘锦供电公司, 辽宁 盘锦 124000)

本文以某供电公司作为实际的研究案例,探讨处于配网自动化模式下配网管理系统的建设和管理工作,有针对性地提出了运检合一以及调控配一体化的运行模式。

1 某供电公司配网管理现状简介

1.1 配网设备现状简介

截至目前,某供电公司辖区内配网设备现状主要如下:共计拥有超过2326 km的低压架空线路;拥有超过2216 km的10 kV架空线路,数量181路;总长超过3106 km的低压电缆,总条数23116条;共计拥有超过4516 km的10 kV线路,总条数11023条,1501座电缆分界室;另外,还有469座箱式变压器、1598座小区配电室、211座10 kV开闭站。

1.2 供电企业管理现状简介

沿用过去传统的手工管理方式,须现场作业人员前往实地进行抄表巡视获取第一手的运营资料。一旦出现故障,调度人员利用后台管理系统观察和分析实时负荷变化情况,发现和找到故障线路,然后利用接报的故障申述电话缩小故障区域,最后派出现场检修人员到现场进行查勘,恢复电力的正常传输和供应。这样的故障排查和处理方式效率较低。

2 配网自动化系统的应用目标

配网运行管理信息系统以及配网实时监控系统是配网管理系统以及配网自动化系统的重要组成部分,二者侧重点有所不同,不可分割,是增强供电可靠性和稳定性、简化与优化保护和运行管理程序、优化和完善网络结构的有效措施。利用技术改造的方式来对自动化装置进行升级改造工作,实现通信设备完善化、功能集成化、信号数字化、性能软件化、设备微机化等目标。使系统具备必要的、多样化的综合功能,主要包括:大幅降低停电时间对正常生产生活带来的影响,增强电压合格率以及供电可靠性;利用系统的构建和完善,完成信息资源共享的强大功能,为配网的新建和优化提供坚实的、实时的信息资料,实现客户信息资料的及时更新;建设更为现代化的抢修中心和调度中心,有效减少检修成本,提高配网运行的经济效益;提升设备管理能力,使设备利用率始终处于较高水平;减少电能损耗,降低投资规模水平;增强企业的服务能力,

提升服务水平,增强企业的市场核心竞争力,树立良好的口碑。

3 配网自动化管理模式

初步建设和实现配网自动化之后,须调整和优化当前所采取和执行的管理模式,以满足企业提高生产力和维护长远战略发展的需要。基于“精益化、专业化、集约化”的基本原则,全面展现“平稳过渡、流程清晰、响应快速、管控高效、平台开放、数据集中、资源优化”的显著特点,凭借调度自动化、配网自动化、OMS、PMS、GIS等多个平台支撑,通过电源管理、系统数据维护、电网运行检修、调度指挥、电网数据监控等方面的工作开展为抓手,努力实现全新配网管理模式的优化和创新。

4 调控配一体化管理

负荷控制和管理功能:加工、处理和分析负荷数据,制订最为科学的控制策略,提高负荷管理工作的能力和水平。

网络拓扑分析功能:在确保安全的基础上,利用最优潮流分析,计算并获得不同工况下最为科学和合理的运行方式。

配网潮流分析功能和无功电压控制功能:重点关注的是配网潮流计算功能,依托于电容器组来完成无功电压的自动控制目标,在有效减少配网网损指标的同时,大幅增强电压合格率,确保配网持续、稳定和安全的运行。

配网仿真功能:具体开展事故演练、相关运行模式的模拟、设备状态的模拟、操作仿真等。

配网故障检测功能:具体涵盖了快速恢复供电功能、网络重构功能、故障区段隔离功能、故障区段定位功能等。

实时监控功能:主要包括了远方遥控功能、遥信信息监测功能、配电网遥测功能等。

除此之外,还应当实现自动计费、电量电价分析、远方抄表功能等。

5 运检合一运行

在初步实施配网自动化之后,会相应地影响线路、配电室、开闭站的管理工作,其中对于线路的影响最为明显。对于配电室、开闭站的管理工作,只须进行远方操作即可,没有严重影响诸如检修、运行等方面安全措施布置模式。

为实现远方遙测,将能够实现配网自动化功能的开闭器和开关设置安装架空线路上,在原先设备的基础上配置保护闭锁功能。如此一来,就会导致原先的工作模式出现显著变化。举例来说,在进行线路检修工作的过程中,为了确保较高的安全性,须同时操作一次设备和二次设备,增加了复杂程度。在检修过程中,首先必须对一次设备进行拉开操作,然后再断开二次设备的控制电源。

截至目前,某供电公司所面临的重大问题就是运行检修人员相对不足,人员减员现象严重,在数量日益增加的设备面前难以有效地开展检修和维护工作。在开展和实施配网自动化之后,由于需要实时监测配网设备,必须合理地增加和调整设备巡检的周期。随着技术的进步、管理水平的提高,当前我国已采取带电监测状态检修的方式来开展配网设备检修工作,为运检合一提供了坚实的保障。

当前,我国所采用的运检合一运行模式主要如下:类型一,由同一班组负责所在区域设备和线缆的运行维护工作,主要涵盖了架空线缆、电缆分界室、开闭器、配电室和开闭站等;类型二,将该区域的工作人员进行分组,分别承担线路设备的维护检修工作和站室设备的维护检修工作。在开展运检合一模式工作的初期,应当采取统一分组的形式,一起承担线缆的维护检修工作,确保和维护设备线路的正常运行,如须执行多种工作任务,应当交由对应的专业技术人员来负责开展。举例来说,在进行巡视工作的过程中,主要负责的是原先的运行工作人员,辅之以相应的检修人员。而对于检修工作来说,则正好相反。在进行了较长时间的磨合之后,实现两部分人员技术能力的融合,可以同时承担检修工作和运行工作,增强了工作效率、提高了工作能力水平。

6 须关注的问题

投资大、涉及部门人员众多是开展配网自动化工作的显著特点,因此必须在工作开展之前进行科学的规划。在建设工作中,一方面需要尽可能地优化和完善系统功能,另一方面还必须尽可能地展现其核心价值。如果忽视了规划工作,会导致后期的应用难以满足企业的需求。

如果过度地重视狭义层面的故障恢复以及故障处理,未能科学地规划和运行配网,就无法全面、充分地发挥配网自动化技术的全部功能,进而造成配网始终处在超负荷工作状态,运行环境相对较为恶劣,非常容易导致系统出现故障,影响系统的稳定性。要在最短时间内处理、发现、管理和监视配网数据,增强供电的可靠性。

降低自动化设备的维护和运行,因为配网中拥有众多的设备和较大的覆盖面,在采取配网自动化管理模式之

后,必须尽快构建管理机制、补充运维队伍。然而对于配网施工以及检修工作来说,通常情况下,技术人员没有能够对设备的损坏进行及时修复,导致系统运行处于半瘫痪状态。

采取配网自动化模式之后,减小了人员的劳动强度,增强了劳动效率,有助于运维人员更好地掌握配电网的运行状况,提高企业的社会效益以及经济效益。利用配网自动化,是机遇也是挑战,对运维人员的职业素质和综合能力有着更为严格的要求。

7 结束语

合理优化调整网架结构,实现自动化改造,完成对配网关键区域的实时控制和监视,提升故障的响应速率,在最短时间内判断出故障点的位置,并及时恢复供电,维护配网持续、安全和稳定的运行,提升企业的技术能力和管理水平,已成为当前摆在供电企业面前的重要课题之一。实现配网自动化,是提升故障处理速度,增强企业经济效益水平的关键措施。

参考文献

- [1] 侯春生. 配网自动化存在的问题及对策研究[J]. 硅谷, 2011(09): 85.
- [2] 徐丙垠, 李天友. 配电自动化若干问题的探讨[J]. 电力系统自动化, 2010(09): 81-86.
- [3] 薛涛. 浅谈配电系统自动化功能和作用[J]. 科技信息, 2006(11X): 48.

(责任编辑:贺大亮)

资讯

湖北武汉供电开发配网自动化智能联调装置

9月5日,湖北武汉供电公司对新建的10 kV 珞泉4号环网柜进行投运前的设备调试,以往4 h的工作量当天不到1 h就全部结束,设备终端与监控主站之间的“三遥”数据信息准确无误。

武汉供电公司开发的配网自动化智能联调装置的硬件系统仅有行李箱大小,由工控上位机、集成电路主板的下位机等组成。软件应用程序基于通用操作系统,可自行订制测试项目和指标,不需要修改底层程序,操作简单方便。联调过程全部实现自动化作业,配电终端监控信息测试、记录、分析和校验全过程一键式联调,规避人为失误,提高了劳动生产效率。经有关机构鉴定,该装置达到国内先进水平。

来源:《国家电网报》

基于偏序约简的智能电网大数据处理

王庆斌, 柳军停, 石亮缘

(广东电网有限责任公司云浮供电局, 广东 云浮 527300)

摘要:以电力系统数据的多维度以及空间混乱等特征为基础, 创建了一类基于偏序约简的大数据属性约简预处理方法。此种方法主要应用了 MapReduce 的可并行化特征, 结合并发事件之间的独立性, 能够适应电力大数据的发展需求与约简要求。研究过程中以某某区域电力系统的变压器故障诊断数据等为例, 在 Hadoop 的作用下实行模拟与仿真, 结果表明偏序方法可适合应用于大数据的约简运算中, 时间性能较佳, 操作便利。

关键词:智能电网; 大数据; 偏序约简; 数据预处理

中图分类号: TM63

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)09-0036-02

大数据进具有“4V”特征, 即体量 (Volume) 大、增长迅速 (Velocity)、类别 (Variety) 多以及价值 (Value) 密度稀。在电力行业中智能电网建设以及物联网技术也得到了大范围使用, 在这一背景条件的影响下, 随着电力系统的操作以及运行, 形成了较多的状态数据, 呈现出多种形态与结构, 进而构成了大数据特征^[1]。其表现形式主要可分为以下几方面, 即结构化数据、广义数据以及非结构化数据等。在上述几种电力大数据中, 非结构化数据的发展速度相对较快, 并且体量已经高于第一种数据, 呈现出了“3V”特点, 与此同时, 在上述大数据中也会存在较多的噪声数据, 由此一来则展现出了其价值密度稀的特点^[2]。比如, 在 2011 年, 某供电公司每日所产生的数据记录就已经高达 5000 万条, 其中并不包含状态监测等所形成的数据信息。在这一发展形势的作用下, 电力大数据所存在的价值也会逐渐涌现开来, 因此提高对这些数据的研发力度, 有着一定的现实意义。

1 启发式约简算法的求核过程

通过对启发式约简算法进行分析后可发现, 大多均是以粗糙集理论为基础, 该项理论表示的是一类从不完整以及不准确的数据信息中搜索信息的有效途径, 而此种算法有着并行化处理模式, 求核过程如下^[3]:

将某数据作为电力系统信息决策表 (U, A, B, C), 其中 U 为所有数据的集合, A 为所有属性的集合, B 与 C 则是 A 的子集, A 与 B 之间不具有同等属性。

如果 b 是 B 的属性, 假设 C 的 B 正域与 C 的 B- $\{b\}$ 正域相同, 这样一来 b 则是 B 中 C 不必要的, 不然 b 则是 B 中 C 必要的, B 中全部 C 必要的属性集合共同组成了 B 的 C 核。

假设将 B 作为决策表中全部条件属性组成的集合, 将 C 作为决策表中全部决策属性组成的集合, 这样一来则会获得相应的属性核。

2 偏序约简方法的适用性

2.1 偏序约简的概念

对于一项独立事件来说, 产生机制是比较随性的, 然而在对绝大部分并发系统进行描绘的过程中, 均应以独立事件的发展顺序为基础进行全面考虑, 因此在这一背景条件的影响下将会产生较大的空间状态。在偏序约简方法的作用下, 则是以并发事件之间的独立性为基础展开深入的探讨, 也就是说多个事件随意产生之后, 将会呈现出全局状态, 这样一来可将其看做等价的, 对其进行二选一处理。

2.2 电力大数据属性偏序约简的形式化

通过对偏序约简算法进行分析后发现, 其创建的根本目的则是以降低系统中的状态数目为基础, 进而减少状态空间规模。在进行系统操作的过程中, 其能够进行并发的变迁关系可产生交换性特征, 也就是说当其以不同顺序操作时, 最后所达到的状态是相同的, 仅须在其中选择一个方可。比如说在判断变压器是否故障时, 常用的方式则是对油中溶解气体的组成、含量以及产气速率等进行分析, 例如甲烷以及乙烷等, 深入探讨各项属性信息; 在对智能变电站的网络运行情况进行监测时, 应以其可用性、响应时间以及准确等为基础依据, 进而了解网络的运行状态^[4]。

2.3 电力系统属性偏序约简的算法设计

步骤 1: 由于决策属性 D 的取值不同, 可将电力数据集分成多个等价类。

步骤 2: 将等价类中的数据集划分后, 为了体现出计算机集群的特点, 应按照其规模及操作水平明确每台

worker 的处理规模, 促使各个节点之间的通信等值最小化, 因为各个等价类内的数据集规模存在差异性, 可分为多个数据分片。

步骤 3: 应用多台 worker 进行运算。

步骤 4: 应用其他闲置 worker 接收多台 worker 的数据结果, 将相同等价类内由多台 worker 处理的结果按照相关定理操作, 之后将多种等价类内的属性集进行并集操作。

步骤 5: 将上一步得出的并集按照属性个数进行排序, 并通过此而对大量数据进行迅速分类。

步骤 6: 将步骤 4 与步骤 5 的排序结果作为约简结果进行输出处理。

3 实验分析

3.1 实验环境

在研究的过程中选择应用了偏序约简算法, 并且应用 Java 语言实行编码处理, 以 Hadoop 为基础进行验证。针对 Hadoop 而言, 其所表示的是实现分布式存储与运算的开源, 研究主要选用 Master/Slave 架构进行操作, 其中包括一个 Master 节点, 一个或者多个 Slave 以及节点, 并且采用 Master 对其实行管控。

3.2 算法模拟

本文以修电力系统的变压器故障诊断数据为例进行算法模拟。通过实验研究后, 经过对变压器故障诊断数据实行约简处理, 并找寻出其所存在的数据特征, 进而模拟偏序约简算法的操作流程。

3.3 算法测试

主要选用 2 种实验数据对算法的性能实行对比, 同时针对其条件特征而实行约简处理, 通过对多种属性进行对比后, 掌握此种算法的约简效果。以加速比为基础, 将其与现有主流算法的性能进行比较, 在对几种并行约简算法的性能进行对比时, 主要从以下几个方面着手, 即空间复杂度、时间复杂度以及准确性, 具体如表 1 所示。在此之后则将偏序算法和现有主流约简算法的性能进行比较, 结果如表 2 所示。

表1 当前几种并行约简算法的性能对比

算法	时间复杂度	空间复杂度	准确性
云计算方法	低	低	中
遗传算法	高	高	高
并行约简算法	中	低	中
偏序约简算法	低	低	高

表2 偏序算法和现有主流约简算法的性能比较

算法	约简效率	加速比
偏序约简算法	高	良好
现有主流的约简方法	中	偏好

研究所应用的实验数据均是源自于某区域电力系统的变压器故障诊断所获得的数据, 以及智能变电站通信系统的预测数据。在此过程中, 前者所形成的数据共计 8 个条件属性以及 1 个决策属性, 后者所形成的数据共计 9 个条件属性以及 1 个决策属性; 本实验所应用的数据量全部为 20 GB, 均以前文的实验环境为基础, 并对实验结果进行验证。通过进行分析后可发现, 当并行化程度比较高时, 算法的约简效率也会随之而呈现出相应的变化, 并呈上升趋势, 而数据规模未发生变化时, 由于节点数逐渐上涨, 将会有效提高算法的约简效率, 然而并不具有线性特征, 原因则是在各个各节点之间将会受到通信以及调度等因素的影响, 致使其约简效率无法实现预期目标, 进而难以提高线性。但是, 假设数据规模相对比较大时, 节点数则会显著增多, 这样一来则会极大地提高其约简效率, 进而呈现出 Hadoop 平台的并行化特征。

4 结束语

通过进行分析后发现, 在之前的非并行化约简算法中, 处理数据信息时所存在的弊端较多, 发展也遭遇了瓶颈, 虽然在改良之后得到了相应的提升, 但是因为本身的特征所致, 在约简处理时仍会遗漏部分属性, 进而致使决策表的一些信息丢失, 产生不可估计的危害与后果。在这一发展形势的作用下, 电力大数据所存在的价值也会逐渐涌现开来, 因此应提高对这些数据的研发力度。研究的过程中主要对偏序约简算法展开了深入的探讨, 不仅有效改善了此种算法所导致的信息丢失情况, 与此同时也节省了该算法的求核过程, 以偏序约简方法的并行化特点为基础, 并直接应用至 MapReduce 中, 对多种属性实行约简处理。在此之后, 在 Hadoop 的作用下实行模拟与仿真, 研究结果显示偏序方法可适合应用大数据的约简运算中, 时间性能较佳, 操作便利, 可对其进行广泛推广及应用。

参考文献

- [1] 宋雨, 焦谱, 李刚. 大数据预处理中属性约简的特性保持分析[J]. 计算机测量与控制, 2015(12): 4191-4194.
- [2] 李刚, 焦谱, 文福栓, 宋雨, 尚金成, 何洋. 基于偏序约简的智能电网大数据预处理方法[J]. 电力系统自动化, 2016(07): 98-106.
- [3] 刘世成, 张东霞, 朱朝阳, 李维东, 卢文冰, 张敏杰. 能源互联网中大数据技术思考[J]. 电力系统自动化, 2016(08): 14-21+56.
- [4] 钟庆, 陈伟坤, 许中, 崔晓飞, 刘峰, 王钢, 汪隆君. 设备故障统计数据与电能质量监测数据的关联分析[J]. 电力电容器与无功补偿, 2016(06): 29-34+45.

(责任编辑: 贺大亮)

直升机输电线路应急抢险机载视频系统

邢其凤, 王景致, 杜黎明, 闻振新

(国网通用航空有限公司, 北京 昌平 102213)

摘要: 以输电线路直升机应急特巡为目的, 在直升机具备机载摄像系统的基础上, 加装一套图像处理系统和海事卫星传输系统, 使直升机上通过摄像系统产生的电网线路的图像可以实时被地面监视中心监控, 语音及数据进行实时传输。系统提供双信道, 可解决实时图像、数据和高质量图片等大数据量的传输。在整个传输管道中, 图像视频以 H.264 编解码进行传输。

关键词: 电网线路; 监控; 压缩解压缩; H.264

中图分类号: TM63

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)09-0038-02

国家电网通用航空公司担负着为国家电网的输电线路进行巡线抢险的任务, 直升机装备的机载摄像设备在对线路进行航拍巡线时, 面临着现场图像无法实时传回指挥中心的问题, 导致应急响应时间延时和应急处置方案部署的滞后。本项目着眼于这一需求, 力求通过一系列针对巡线直升机的技术设计、设备加装工作以及在指挥中心设置数据处理节点, 解决上述问题, 最终实现地面指挥中心可以无盲点、全天候实时观察各巡线直升机传回的现场视频图像信号, 并保持语音通信联系。

1 机载视频监控系统的组成

摄像部分: 摄像部分的作用是把系统所监视的目标(视频图像)转换成检测信号, 再经系统的传输部分送到控制中心进行控制、处理, 还原成原来监视的图像信号。如果需要, 还能将其记录、保存下来。摄像部分的核心是摄像机, 它是光电信号转换的主体设备。

传输部分: 传输部分的作用是将摄像机输出的视频(有时包括音频)信号传送到中心机房或其他监控点。控制中心的控制信号同样通过传输部分送到现场, 以控制现场摄像机、镜头和防护罩的工作。视频信号的传输方式有 2 类: 一类是用电缆进行传输的有线方式, 如同轴电缆、平衡对电缆、光缆、电话线、网络线等; 另一类是用超高频、微波、毫米波等进行传输的无线方式。

控制部分: 控制部分的作用是在中心机房通过有关设备对系统的现场设备进行远距离控制。控制部分的主要设备有集中控制器和微机控制器。

图像处理和显示部分: 图像处理是指对系统传输的图像信号进行分配、切换、记录、重放、加工和复制等。显示部分则是使用显示器、监视器进行图像显示。图像处理和显示部分的主要设备有视频控制/切换器、显示器、监

视器和录像机。

2 机载视频监控系统的设计方案

2.1 总体系统构架

该系统整体原理图如图 1 所示。

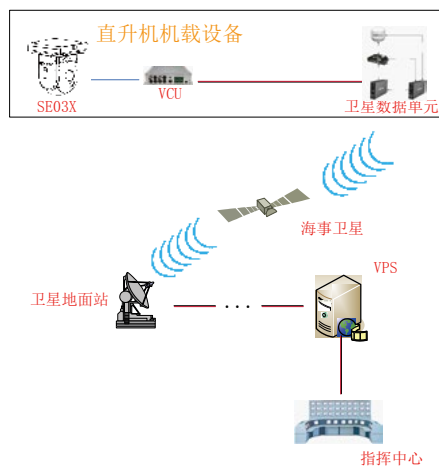


图1 系统整体原理图

第一部分为 BELL429 型直升机平台, 主要是机载视频处理设备和海事卫星通信设备。直升机平台装备光电观测系统 SE03X, 包括可见光摄像机 (TV) 和红外热像仪 (IR)、陀螺稳定平台、数据显示存储单元、手持控制单元等。卫星通信系统设备为国际海事卫星组织海事卫星标准通信设备, 包括卫星天线、卫星数据单元、双功低噪放大器、高功率放大器、海事卫星电话机; 第二部分为地面指挥中心, 主要是在指挥中心和直升机平台之间构建视频数据接收转发工作站, 工作站的主要任务是完成对机上视频图像的实时播放及以流媒体形式转发给指挥中心内网计算机, 针对机载视频处理设备进行远程图像、网络参数调整等。其中 VPS 为一台高性能计算机平台, 与海事卫星系统地面接收

站通过架设网络专线连接,实现与卫星的数据通信工作,完成机上图像数据的下传和参数控制指令上传的通信功能。

地面指挥中心为国家电网信息专网的一部分,是基于SG—UAP统一应用平台的一个Intranet网络,视频数据工作站是进行图像接收处理、人员登录、安全认证、人机操作的平台,并作为地面指挥中心内网计算机浏览机载图像数据的流媒体源,因此视频数据工作站的网络接口加装了国网指定的网络数据安全装置。

图2为VCU和海事卫星的信号传输连接图。机载海事卫星通信系统为航空专用海事卫星通信设备,型号为SB800,内含HGA—6500卫星天线,主要实现与卫星的信号收发;DAU—7070双工功放,对输入的信号进行有效的放大和匹配;HPA—7450大功率功放,对信号进行功率放大;SDU—7320主机单元,对接收的信号进行控制与处理。

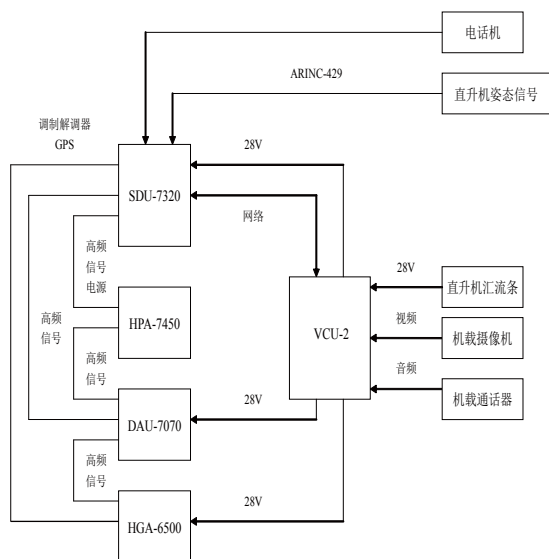


图2 系统的信号传输连接图

2.2 机载视频监控系统的原理和作用

直升机上装载视频采集系统,包括摄像头和数据采集卡;视频采集系统采集到的视频流,先进行视频压缩;压缩后的视频流通过上传至卫星,视频监控系统能够实时的引导图像和数据等信息,通过网络准确、快速、清晰的传回地面视频工作站(VPS),完成机上图像数据的下传和参数控制指令上传的通信功能。监控中心能够通过视频监控系统实时、直观地了解和掌握各个被监控点的实际情况,并根据现场情况做出反应,实施有效的处理,解决了目前以人工巡检模式为主,人力资源需求较多,信息采集较为有限、效率相对低下的现状。

3 机载视频监控的关键技术问题

3.1 带宽问题

基于海事卫星的IP数据信道,SB800可以提供

864 kbit/s的共享数据带宽,保障带宽能够达到512 kbit/s,实践测试时可以保证视频的实时传输,实现双向视频传输。

3.2 传输问题

数据传输采用视频压缩算法,该算法涉及图像压缩、视频压缩的相关基本原理和H.264视频压缩标准内容及其实现流程。H.264最大的优势是具有很高的数据压缩比率,在同等图像质量的条件下,H.264的压缩比是MPEG—2的2倍以上,是MPEG—4的1.5~2倍。同时采用低码率(Low Bit Rate)对H.264的高压缩比也起到了重要的作用,与MPEG—2和MPEG—4 ASP等压缩技术相比,H.264压缩技术将大大节省用户的下载时间和数据流量收费。尤其值得一提的是,H.264在具有高压缩比的同时还拥有高质量流畅的图像,正因为如此,经过H.264压缩的视频数据,在网络传输过程中所需要的带宽更少,也更加经济。

3.3 存储播放问题

机载视频处理单元(VCU)主要功能是完成对机载摄像系统产生图像的数字化处理、传输和存储。该单元配置了CFAST接口存储卡接口,能够存储上百GB的音视频资料。

VPS选用一台满足使用要求的计算机,主要软件模块包括,H.264视频解码模块,网络参数配置模块,多IP地址管理模块,图像参数配置模块,流媒体转发服务器模块,客户端图像播放界面管理模块,数据库管理软件等。VPS进行实时图像浏览的操作管理及播放界面软件模块,通过网络获取前端图像,能够进行多画面分割显示,录像、抓图等功能。

4 结束语

该机载视频监控系统是采用摄像机对被控现场进行实时监控的系统,它主要由摄像部分、传输部分、控制部分、图像处理和显示几部分组成。本文是基于Linux的嵌入式远程视频监控系统,该系统利用从摄像头驱动中获取视频流数据完成图像采集,采集后的图像经过H.264编码压缩后的视频流通过上传至卫星,视频监控系统能够实时的引导图像和数据等信息,通过网络准确、快速、清晰地传回地面视频工作站(VPS),监控中心能够通过视频监控系统实时的、直观地了解和掌握各个被监控点的实际情况,并根据现场情况做出反应,实施有效的处理。整个系统具有较高的可扩展性与灵活性。该系统运行期间,整体运行平稳,真正实现了视频监控进入施工和检修现场,实现了高压电网线路实时巡视监控,提高了高压电力线路运行环境监控效率,增强了现场监控的效果,势必成为未来电力系统高压输电线路监控系统的重要组成部分。

(责任编辑:贺大亮)

变电站安全防误装置

潘鹏飞, 张 昱, 李 健, 纪 翔, 卢 曦

(国网辽宁省电力有限公司大连供电公司, 辽宁 大连 116011)

1 选题理由

大连供电公司管辖的某 66 kV 变电站, 运行人员发现高压柜接地开关在合位后, 安全防误装置不能有效闭锁, 操作把手能够轻易插入, 起不到防止误操作的作用, 不能达到《国家电网公司防止电气误操作安全管理规定》和《国家电网公司电力安全工作规程》中对装置防误闭锁的要求, 影响电网安全运行, 严重威胁作业人员的人身安全, 必须立即研究有效措施, 消除安全隐患。

2 目标确认和可行性分析

目标确认: 根据要求, QC 小组决定把本次课题的活动目标确定为安全防误实现有效闭锁, 可靠性达到 100%。

可行性分析: 公司管辖的 220 kV 变电站, 安全防误闭锁可以实现有效闭锁, 可靠性达到 100%。所以 66 kV 变电站的目标一定能够实现。

3 确定最佳方案

围绕安全防误装置如何有效闭锁, 防止恶性误操作事故的发生。针对材质、闭锁方式、固定方式等方面进行综合评价, 确定最佳的对策, 消除安全隐患。

材质的选型。 对铝板、铁板、钢板 3 种材质进行了分析对比, 因钢板表面变化时的持力点稳定且易于操作并能达到硬度要求, 安全性较好, 施工效率较高的优点, 所有 QC 小组选择的材质为钢板。

闭锁方式的选择。 对横向式、纵向式、滑动式 3 种方式进行了分析对比, 滑动式具有能够有效闭锁, 达到防误要求; 安全性高、制作简便、成本低; 技术成熟, 程序化操作性强; 左右滑动灵活, 五防锁具装拆简单等优点, QC 小组最终选择了滑动式闭锁方式。

锁鼻固定方式的选择。 对并列式、重叠式、错层式 3 种方式进行了分析对比, 由于错层式具有操作简便、安全性高、施工效率高的优点, QC 小组最终选择了错层式的锁鼻固定方式。

4 制订对策

根据要因, 制订了相应的对策, 如表 1 所示。

表1 对策表

序号	对策	目标	措施
1	采用钢板材质	防误闭锁压板持力点稳定且能达到硬度要求	对闭锁装置进行设计; 对钢板表面进行镀锌处理; 进行焊接工作要符合安全规定的要求
2	采用滑动式闭锁方式	左右滑动灵活, 操作简单, 并能够有效闭锁达到防误要求	执行变电站第二种工作票; 使用电钻时注意安全, 现场安全设施齐全并进行安全交底, 安排专人监护; 用螺栓固定在手车开关柜下网门上方, 且留有 1 mm 厚的空隙, 使滑动灵活
3	采用错层式锁鼻固定方式	锁鼻与闭锁装置配合, 全封闭操作活门	五防锁具装取灵活, 闭锁装置与锁鼻位置符合设计要求; 闭锁孔达到闭锁条件要求

5 对策实施

对策实施 1: 采用钢板材质。防误闭锁压板由板、弯板、和锁板等构件组成。采用 1 mm 厚钢板, 成品采用镀锌处理。根据设计的尺寸进行加工; 对钢板表面进行镀锌处理; 进行焊接工作要符合安全规定的要求。

结论: 经压力和拉力测试, 防误闭锁压板持力点稳定且能达到硬度要求, 目标实现。

对策实施 2: 采用滑动式闭锁方式。执行变电站第二种工作票使用电钻时注意安全; 现场安全设施齐全并进行安全交底, 安排专人监护; 用螺栓固定在手车开关柜下网门上方, 且留有 1 mm 的空隙, 使滑动灵活。结论: 经操作试验和实际演练, 防误闭锁压板左右滑动灵活, 操作简单, 并能够有效闭锁达到防误要求, 目标实现。

对策实施 3: 采用错层式锁鼻固定方式。五防锁具装取灵活, 闭锁装置与锁鼻位置符合设计要求; 闭锁孔达到闭锁条件要求。结论: 经闭锁试验和防误演练, 锁鼻与闭锁装置配合, 全封闭操作活门, 目标实现。

6 效果检查

为检验本次活动效果, QC 小组成员统计了 9—11 月变电站安全防误闭锁装置的可靠性数据。安全防误连续 4 个月实现有效闭锁, 可靠性达到 100%, 目标实现。

(责任编辑: 贺大亮)

高压试验引线绝缘支架

赵利平

(巴彦淖尔电业局乌拉特中旗供电分局, 内蒙古 乌拉特中旗 015300)

在对高压设备进行高压试验时, 如果试验引线与邻近设备距离不足, 不但影响测试数据的准确性, 甚至对人身、设备造成安全隐患。这就需要使用辅助工具将高压试验引线与邻近设备保持足够距离。

过去一直使用普通绝缘杆作为高压试验引线支撑物, 使用起来费时、费力、工作效率低, 于是设计了一种可以灵活调节长度、角度, 固定便捷、可靠、携带方便的绝缘支撑工具, 从而达到提高工作效率和安全性的目的。

为了保证电网的安全稳定运行, 需定期对各变电站设备进行高压试验、维护等工作, 在对高压设备进行高压试验时, 如果试验引线与邻近设备距离不足, 不但影响测试数据的准确性, 甚至对人身、设备造成安全隐患。希望通过技术攻关, 制作一种更安全可靠、便捷的工具来代替旧的试验辅助工具, 进一步提高工作效率、减少劳动强度。

1 选题理由

按照国家电网公司《电力安全工作规程 变电部分》中 14.1.4 条规定, 高压试验时, 高压引线应尽量缩短, 并采用专用的高压试验线, 必要时用绝缘物支撑牢固。

对 7 座 35 kV 变电站的主变、35 kV 避雷器在 2015 年春检、秋检期间进行的高压试验次数进行了统计, 发现高压试验引线绝缘支撑物使用频率很高, 每次做高压试验都要用到。并且经过查询, 目前市场上并无用于支撑高压试验引线的专用产品。

结论: 基于以上理由, QC 小组选择了“高压试验引线绝缘支架的研制与应用”作为本次活动的攻关课题。

2 现状调查

现状调查 1: 在进行 35 kV 变压器、避雷器高压试验时, 需将高压试验引线架空处理。一直以来都是用绝缘杆作为试验引线的支撑物, 绝缘杆单节长度为 1.3 m, 长度较长, 导致携带时高压试验中使用极为不便。

现状调查 2: 在进行 35 kV 变压器、避雷器高压试验时, 需将高压试验引线架空处理。一直以来都是用拉闸杆作为试验引线的支撑物, 拉闸杆要绑扎到高压设备上, 工作结束后, 现场会产生丢弃的绑线, 须要清理。

现状调查 3: 在高压试验时, 由于试验引线的角度要满足距离要求, 需要调整引线方向, 如果作为支撑物的绝缘杆固定位置不合适, 就要将绝缘杆拆除重新固定; 这样无形中增加了工作量, 费时费力, 工作效率低。

以一次检修工作为例: 2016 年 3 月 15 日德岭山 35 kV 变电站全站停电预防性试验, 对其中的主变泄漏电流试验消耗时间做了统计调查, 用时总计 23 min, 其中摆放仪器、连接电源, 安装、拆除绝缘杆, 连接试验引线 3 项工作共用时 19 min, 占比达 82%。

此项试验对主变高压侧、低压侧分别进行, 在对一侧进行试验后, 还要搬动仪器到另一侧, 重新安装绝缘杆, 连接引线进行试验, 试验准备工作重复进行, 费时费力, 大家可以通过饼状图更直观的看到使用现有绝缘支撑方式在此项工作中占用 82% 的时间, 有改进空间。

结论: 经过客观深入的现状调查, QC 小组分析讨论后, 一致认为传统的试验引线支撑方式费时费力, 降低了工作效率, 并有安全隐患。

3 设定目标

通过以上调查分析, 确定了本次课题的目标: 使高压试验引线绝缘支撑的安装、拆除更加快捷、安全。

4 原因分析

经过归纳整理, 对现有绝缘支撑物使用不便导致工作效率低的问题从人、机、料、法、环 5 个方面分析出了如图 1 所示的末端因素。

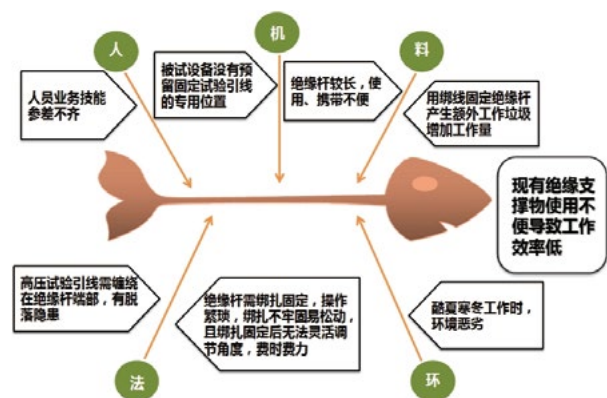


图1 原因分析图

5 要因论证

通过对以上末端因素进行了详细的要因论证。

末端因素 1, 人员业务技能参差不齐。人员业务技能可以通过培训和经验积累提高。结论: 非要因。

末端因素 2, 被试设备未预留固定试验引线的专用位置。经调查, 市场上同类高压设备都未预留固定试验引线专用位置。结论: 非要因。

末端因素 3, 绝缘杆较长, 使用、携带不便。绝缘杆单节长度 1.3 m, 不能灵活调节长度, 且携带不便, 在运输过程中容易磕碰损伤。结论: 要因。

末端因素 4, 用绑线固定绝缘杆, 产生额外工作垃圾, 增加工作量。虽然会产生额外工作垃圾, 但并没有增加过多的工作量。结论: 非要因。

末端因素 5, 高压试验引线需缠绕在绝缘杆端部, 有脱落隐患。高压引线在缠绕时如果缠绕圈数较少会有脱落隐患、不安全; 如缠绕圈数过多, 则拆除麻烦且会对试验引线造成损伤。结论: 要因。

末端因素 6, 绝缘杆需绑扎固定, 操作烦琐, 绑扎不牢固易松动, 且绑扎固定后无法灵活调节角度, 费时费力。固定绝缘杆至少要用绑线绑扎两点, 如果绑扎不紧就会造成绝缘杆来回摆动的情况, 就要重新绑扎; 不能随意调整角度, 更换相别再进行试验时, 就要拆除绝缘杆重新寻找合适位置固定, 增加了工作量, 费时费力, 降低了工作效率。结论: 要因。

末端因素 7, 酷夏寒冬工作时, 环境恶劣。季节交替, 无法改变。结论: 非要因。

6 制订对策

针对以上 3 条主要原因, QC 小组严格按照“5W1H”的要求逐条制订了相应对策, 如表 1 所示。并且根据相应的对策, 寻找可行的实施方案。

表 1 对策表

序号	要因	对策	目标	措施
1	绝缘杆需绑扎固定, 操作烦琐, 绑扎不牢固易松动, 且绑扎固定后无法灵活调节角度, 费时费力	改变原有固定和调节角度的方式	固定牢靠、方便调节角度	针对实际情况选择合适的固定、调节角度方案
2	高压试验引线需缠绕在拉闸杆端部, 有脱落隐患	改变试验引线原有固定方式	安装、拆除方便快捷, 安全可靠	将绝缘杆端部进行改造
3	绝缘杆较长, 使用携带不便	改变绝缘杆长度和携带方式	长度调节更加灵活、携带方便	缩短绝缘杆长度, 并制作便携工具

7 对策实施

对策 1: 绝缘杆需绑扎固定, 操作烦琐, 绑扎不牢固易松动, 且绑扎固定后无法灵活调节角度, 存在费时费力的问题, 通过分析讨论, 提出了 3 种解决方案: 第 1 种采用电磁吸盘固定的方式, 虽然这种方式固定可靠, 使用方便, 但是造价高, 所以不采用; 第 2 种采用橡胶吸盘固定的方式, 这种方法虽然成本低, 固定可靠, 但是在外界环境温度较低和橡胶表面脏污时使用极为不便, 所以不采用; 第 3 种采用可任意调节角度的夹具固定, 这一方案成本低, 固定安全可靠, 而且能灵活调整角度。经过讨论研究, 决定采用第 3 种方案。

实施过程: 用卡尺和螺距规测量绝缘杆螺扣详细尺寸数据; 根据尺寸数据用铁铸件制作连接件; 将加工好的连接件用螺丝固定在 G 形夹万向球端部。

对策 2: 高压试验引线需缠绕在拉闸杆端部, 对有脱落隐患的问题展开分析, 决定采用防脱落夹钳固定试验引线, 在夹钳的一侧手柄上用铆钉固定连接件, 对另一侧手柄进行了改造, 安装了声光电压感应器。

对策 3: 绝缘杆较长, 使用不便的问题, 经过小组分析讨论, 决定采用缩短长度的办法, 设计了 2 种方案: 第 1 种将现有绝缘杆改为抽拉式, 但此方案成本高、结构复杂、需要联系厂家制作, 所以不采用; 第 2 种方案是根据需要将现有绝缘杆长度截短, 多节组合, 此方案成本低、结构简单, 可根据需要灵活调节长度。QC 小组针对绝缘杆较长, 携带不便的问题, 考虑了 2 种方案: 第 1 种是制作帆布包, 由于帆布材质易磨损, 不防水, 不能很好地保护绝缘支架, 所以不采用; 第 2 种使用铝合金制作便携箱, 以达到携带方便、防水防潮的目的。此方案可以很好地保护绝缘支架, 所以 QC 小组决定采用。

实施过程: 将现有绝缘杆截短至 60 cm, 其中绝缘部分 45 cm, 能多节组合, 可以根据试验需要灵活调节长度; 根据绝缘支架各部件尺寸、存放要求, 绘制了铝合金便携箱设计图, 内部是海绵, 起缓冲保护作用, 然后联系厂家进行定做。

8 效果检查

QC 小组在双金 35 kV 变电站秋查检修时, 对绝缘支架的使用效果进行了验证, 经过使用传统方式进行主变泄漏电流试验消耗的时间作对比, 发现使用绝缘支架仅用时 13 min 就完成了此项试验, 比之前的 23 min 降低了 43.48%。通过效果检查的验证, 成功实现了高压试验引线绝缘支撑的安装、拆除更加快捷、安全的活动目标。

(责任编辑: 贺大亮)

降低用电信息采集系统雷击故障率

彭锐, 王俊

(国网山东电力烟台市牟平供电公司, 山东 烟台 264100)

1 课题背景

烟台地区属于雷击高发地区, 雷电其“高电压、大电流和瞬时性”特点, 强大的闪电产生静电场、电磁场和电磁辐射, 以及雷电波侵入、地电位反击等严重干扰远程抄表系统的正常工作, 在一定范围内造成电能表及抄表设备损坏, 异常数据及未采集数据在雷暴天气会陡增几千余条, 采集成功率从正常时期 99.99% 降至 98% 以下, 严重影响计量指标。

2 原因分析

经过归纳整理, 从人、机、料、法、环 5 个方面分析出安装位置选择不当、表箱缺少接地或接地电阻不符合要求、表箱无防雷措施、安装工艺执行不到位、个别厂家的终端质量隐患导致雷击故障 5 条末端因素。

3 目标确定及要因确认

目标: 用电信息采集系统雷击故障率降低至 1% 以下。

一是安装位置选择不当。现场调查, 受雷击的主要部位为 485 口, 分析原因主要是 485 线网络受感应雷击, 与安装位置并无直接关系。因此, 安装位置选择不当不是主要原因。

二是表箱缺少接地或接地电阻不符合要求。分析接地电阻率较高的原因是受自然环境影响的土壤电阻率较高, 雷电流不能及时泄入大地是雷击多发区域的共同特点。表箱缺少接地或接地电阻不符合要求是主要原因。

三是表箱无防雷措施。经资料查阅及技术可行性分析, 应有安装于抄表设备前端电表箱内的第三级防雷模块, 通过将输入端与电源线并联, 将雷电流引入地下, 从而起到保护设备的作用。表箱无防雷措施是主要原因。

四是安装工艺执行不到位。调取最新版采集终端装拆及验收标准化作业指导书, 其中未明确终端防雷安装工艺。QC 小组成员认为防雷安装工艺无统一标准规范、未明确要求安装防雷装置是引起雷击故障的主要原因。

五是个别厂家的终端质量隐患导致雷击故障。对在运终端进行分类统计, 统计发现不同制造单位生产的不同类型终端的雷击故障率基本一致。因此, 终端质量隐患不是主要原因。

4 制订对策

针对表箱无防雷措施, 制订了增加电源防雷模块、信号防雷模块的措施; 针对表箱无接地或接地电阻不符合要求, 制订降低接地电阻的措施; 针对安装工艺执行不到位, 制订防雷装置安装工艺标准进行宣贯考核的措施。

5 对策实施

措施 1, 加装表箱防雷保护模块。电源避雷器实施方案: 电源避雷器并联于一条相线和一条中相线上与地相连, 正常情况下, 避雷器处于高阻状态, 当电网由于雷击或开关操作出现瞬时大电流及高电压时, 避雷器立刻在纳秒级时间内迅速导通, 从而保护所有设备。信号避雷器实施方案: 在信号线引入设备端串联信号防雷装置。

措施 2, 降低接地电阻率。一般土壤接地网: 接地体选用 3 根长 1.5 m 的 40 mm × 4 mm 热镀锌角钢, 在靠近抄表系统地下 80 cm 垂直埋设, 其间距不小于 2 倍均匀布置, 接地体总跨度 6 m; 利用长 6 m 的热镀锌扁钢焊接于接地体; 利用直径 10 mm 热镀锌圆钢焊接或 16 mm² 铜芯线引出, 连接至电表箱接地排。砂石土壤接地网: 接地体选用 5 块 500 mm × 400 mm × 40 mm 低电阻接地模块, 在靠近抄表系统地下 80 cm 水平埋设, 其间距不小于 2 倍均匀布置, 接地体总跨度 12.5 m; 利用长 12.5 m 的热镀锌扁钢焊接于接地体; 利用直径 10 mm 热镀锌圆钢焊接或 16 mm² 铜芯线引出, 连接至电表箱接地排。主体单钢柱接地(硬化路面): 接地体选用 1 根长 1.5 m 直径 10 mm 的热镀锌圆钢, 在靠近抄表系统地下 50 ~ 80 cm 垂直埋设, 周围填埋降电阻剂, 利用 16 mm² 铜芯线引出, 连接至电表箱接地排。

措施 3, 制订防雷装置安装的工艺标准, 并且用电信息采集系统竣工验收资料中严格体现安装工艺验收内容。在王格庄供电所召开供电所所长(副所长)、技术员会议, 现场对防雷装置安装要求进行宣贯。

6 效果检查

通过对策的实施, 各种情况下的终端设备都得到了良好的保护, 遭到雷击破坏的次数有所下降。2016 年 6—8 月雷击故障 9 次, 雷击故障率 0.97% 小于 1%。完成了预期目标。

(责任编辑: 贺大亮)

新能源混合发电系统在农村低负荷地区的规划

孙 然¹, 项 雯¹, 周建辉², 陈庆涛², 刘 畅¹

(1. 国网黑龙江电力公司经济技术研究院, 黑龙江 哈尔滨 150036;

2. 国网黑龙江电力公司鸡西供电公司, 黑龙江 鸡西 158100)

摘要: 针对当前低负荷密度地区存在的供电问题, 以黑龙江鸡西某地区为例, 进行低负荷密度地区供电模式的分析与优化。结合此类供电地区的特点, 在该地区典型供电模式的基础上, 提出了低负荷密度地区混合发电系统的供电模式配置方法, 通过仿真计算验证了低负荷密度地区混合发电系统供电模式配置方法的科学性合理性。

关键词: 低负荷密度地区; 供电模式; 混合发电系统

中图分类号: TM727

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)07-0044-03

1 低负荷地区特点

1.1 供电区分类

根据城市规划可将城市分为市中心区、市区, 县分为城镇、乡村、农牧区。

根据各供电区规划发展定位或 10 年后的规划负荷密度指标将其划分为 6 类, 具体如表 1 所示。

考虑到现行管理体制, 供电区划分基本依据行政区划, 但不等同于行政区划。

城市供电分区不宜超过 4 类, 县级电网供电分区不宜超过 3 类。

1.2 鸡西市低负荷地区情况及分布

根据低负荷密度地区的界定结果以及鸡西供电分区情况, 确定鸡西 E 类供电区属于低负荷密度地区。

鸡西市以 D 类供电区和 E 类供电区为主。所占比例分别为 67.15% 和 32.58%。仅鸡西市中心的中心区为 B 类供电区。

鸡西市市辖区由 B 类、C 类、D 类供电区构成, 其中市中心区为 B 类供电区; 市区某西路——某支线为 C 类

供电区; 市区除 B、C 供电区以外区域为 D 类供电区。

鸡西市县级供电区由 C 类、D 类、E 类供电区构成。

1.3 鸡西市某地区实际供电模式

以黑龙江省鸡西市某地区为例, 该地区电网的主要特点是地域广阔、负荷密度低且在电网末端地区。目前在该地区存在用户数量极少, 考虑到农业灌溉和居民正常生活用电, 最大负荷为 0.5 MW 左右。按照传统供电模式, 可以考虑在该地区建立一个 1 MVA 变电站, 为附近居民供电。由于在实际运行过程中, 农业灌溉为季节性负荷, 主要集中在 4—7 月, 这将造成该地区容载比偏高, 同时变电站后期维护费用较高, 导致资金浪费。结合新型农网建设相关要求, 为了更好地满足当地经济发展、人民生活的用电需求, 节约建设资金成本, 将微电网的供电模式引入农村偏远地区, 解决低电压问题, 提高供电可靠性和电能质量。

2 农村低负荷地区最优供电模式

2.1 农村低负荷地区电网建设难点

现有电网供电模式随着社会的发展显现出部分问题, 对用户供电可靠性、电网合理建设及安全运行造成一定的

表1 供电区分类对照表

供电区域	A+	A	B	C	D	E
直辖市	市中心区或 $\sigma \geq 30$	市区或 $15 \leq \sigma < 30$	市区或 $6 \leq \sigma < 15$	城镇或 $1 \leq \sigma < 6$	农村或 $0.1 \leq \sigma < 1$	—
省会城市、 计划单列市	$\sigma \geq 30$	市中心区或 $15 \leq \sigma < 30$	市区或 $6 \leq \sigma < 15$	城镇或 $1 \leq \sigma < 6$	农村或 $0.1 \leq \sigma < 1$	—
地级市 (自 治州、盟)	—	$\sigma \geq 15$	市中心区或 $6 \leq \sigma < 15$	市区、城镇或 $1 \leq \sigma < 6$	农村或 $0.1 \leq \sigma < 1$	农牧区
	—		$\sigma \geq 6$	城镇或 $1 \leq \sigma < 6$	农村或 $0.1 \leq \sigma < 1$	农牧区

注1: σ 为供电区域的负荷密度/ $\text{MW} \cdot (\text{km})^{-2}$ 。

注2: 供电区域面积一般不小于 5 km^2 。

注3: 计算负荷密度时, 应扣除 110 (66) kV 专线负荷, 以及高山、戈壁、荒漠、水域、森林等无效供电面积。

影响。本次研究在现有电网的基础上对未来电网建设的难点和问题进行总结分析。

供电半径长,投资成本高。对于负荷密度较低且负荷较为分散的地区,因供电半径长,导致线路长,增加投资成本。

投资大收益小,解决实际问题少。由于投资成本高,需要高收益才能使得投资有效,达到盈利,但低负荷地区负荷小、收益小,另每年需对该地区线路的维护费用都无法满足,成本回收更是不可能。

供电可靠性差,用户投诉率高。因低负荷地区多为末端,末端电压的电能质量差,电网质量不达标,不能满足用户对电能质量的需求,时常发生跳闸断电等情况。

2.2 接入微电源供电

并网结构中,农村工业和生活负荷较小,传统供电方式费用较高并且电能质量低,面对此种情况,可选择构建新能源电源系统的微电网,如风能和光能较丰富时,可以利用小型风机和光伏发电作为主要的分布式电源。微电源供电模式,可以最大限度节约成本并保证供电可靠性,利用自然可再生资源,经济环保。在许多文献中,已经对独立运行的风电、光伏及风光互补发电等综合独立系统,做了深入研究与探讨。

3 新能源混合发电系统研究

3.1 风光互补发电系统

风光互补发电系统是由风力发电机组、太阳能电池板及蓄电池共同组成。为一种互补型发电系统,在保证电能可靠性的情况下,做到最为经济的发电模式^[1]。风光互补发电系统的示意图如图1所示。

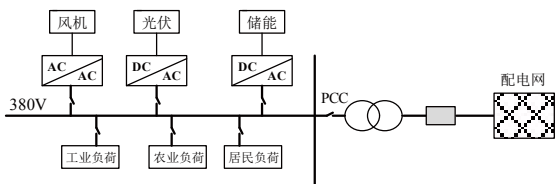


图1 风光互补发电系统的示意图

在满足电网可靠性指标的情况下,达到最优化电网模式,使得投资与运维成本最小。

3.2 风力发电

风力发电机组的输出功率与风速的特性曲线如图2所示,风电的输出功率在风速达到一定值时最大,后不再随着风速的增加而加大^[2]。

风力发电系统输出功率就等于各个风电机组发电功率的总和。当涉及尾流效应时,风向、地形地貌、机组间距等相关因素至关重要。通过对风电机组的合理布点,可降低尾流效应带来的损失,理想通用典型数值为

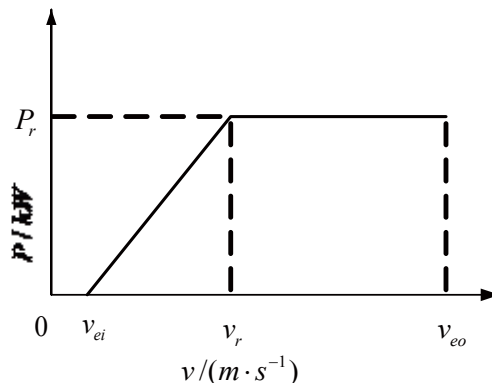


图2 风电机组输出功率特性曲线

整个输出功率的10%,但通过大量研究数据发现,通用典型数值为30%,所以本文本着对实际情况的考量,尾流典型数值选择0.7,地区风速变化近似满足Weibull分布。

3.3 光伏电池

太阳能因气候、季节及昼夜变化因素影响,会导致其不稳定性较强,无法估算,须装配一定量的太阳能电池板,保证供应的可靠性。因此对太阳能电池板容量的判定是保证其经济性与可靠性兼顾的重要指标^[4]。

3.4 蓄电池

混合系统中蓄电池的能量是不断变化的。 t 时刻蓄电池的状态与前一时刻的蓄电池状态和 $t-1$ 时刻到 t 时刻电量的供求状况有关。当光伏电池和风力发电机的总输出大于负载用电量时,蓄电池处于充电状态^[5]。

4 混合系统仿真

本文以黑龙江省兴凯湖作为研究对象,研究分析一套适用于低负荷密度地区经济社会发展的微电网供电模式。通过设计出风—光混合供电系统,将风力发电机和光伏电池作为本系统两种重要的可再生能源,是本系统的主要供电能源,蓄电池在缺少风能和光照的情况下,作为补充电源。在设计过程中考虑系统投资成本、运行成本、维护设备成本,并对混合供电系统的特性进行分析。

本文选取黑龙江省鸡西市兴凯湖地区为例进行计算,该地区日照数据参数、全年实际风速数据、系统用户所需负荷数据如图3、图4所示。

这里暂不考虑不同类型混合使用的情况,都以单一类型进行算例说明。在保证系统供电可靠性的同时,最终得到最优的容量配置方案如表2所示。通过最优配置方案,结合风能、光伏分布情况可以看出,负载用电的基本要求通过风力发电机组就能满足,然而由于实际风能分布和负载用电变化情况的不匹配,风机发电量很不稳定,单靠风

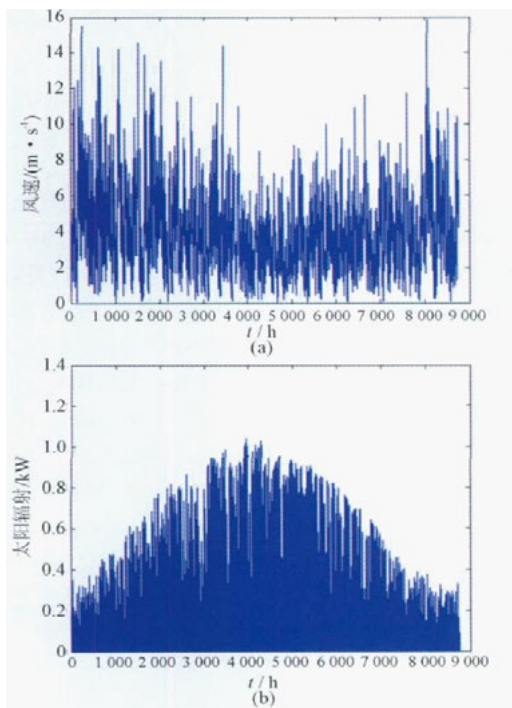


图3 全年每小时气象数据

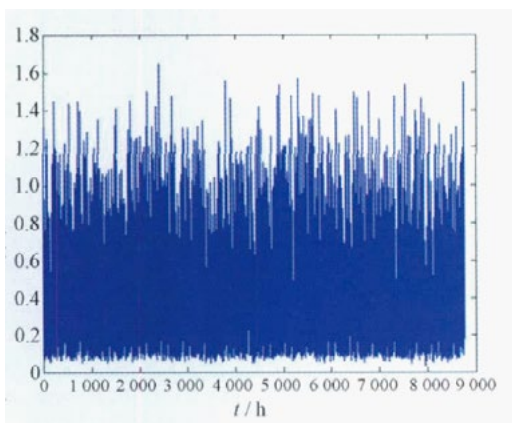


图4 全年负荷数据

表2 最优的容量配置方案

所求参数	参数值
最小成本/元	1824000
风机容量	20 kW × 80
光伏电池设计容量	1 kW × 114
蓄电池	2.16 kWh × 480

力发电来保障负载用电,其可靠性较低。通过对风力发电机和PV 方阵进行合理组合,风能资源和太阳能资源在时间分布上的互补性就能被充分利用。

由于本地风速不稳定,导致风力发电机所发电量不稳定,因此风力发电机输出的变化远比PV 方阵的输出变化剧烈,光伏电池在该时段基本保持稳定输出。当风机输出满足不了用户负荷需求时,蓄电池通过放电过程来保证系统的供电可靠性。

5 结束语

本文针对偏远地区的供电问题,提出了风—光—蓄可靠性供电方案,在设计过程中对风光互补独立发电系统容量配置进行了研究,考虑了实际所选地的地理位置、每小时的风速、日照、用户实际负荷数据的变化情况,对风速模型、光伏发电模型进行了研究,通过比较发现风光互补系统供电可靠性要强于独立光伏发电系统或者独立风力发电系统,而且有效地降低了对蓄电池的需求,同时相比于常规燃料机组减少了对环境的污染,更为经济。

参考文献

- [1] 王利,王金丽,姜富修. 新型智能配电网台区建设模式[J]. 农村电气化. 2016(09):17-19.
- [2] 齐占宇,庄园,王博. 分布式电源并网与地域电网的影响[J]. 农村电气化. 2016(09):55-56.
- [3] LBNL-50829, The CERTS Micro Grid Concept [S].
- [4] Richard De Blasio, Cherry Tom. Standards for the Smart Grid[J]. IEEE Energy 2030, 2008.
- [5] 王成山,王守相. 分布式发电供能系统若干问题研究[J]. 电力系统自动化, 2008, 32(20):1-4.

(责任编辑:张峰亮)

资讯

“电力天路”检修首次引入“X”光无损探伤技术

在近期启动的青藏联网工程年检现场,专业人员首次高空应用“X”光探伤检测技术对±400 kV 柴拉直流8号铁塔耐张线夹进行了全面“体检”,实现了检修现场新技术应用与安全、质量管理的有效融合。

应用“X”光探伤检测技术,依靠塔上塔下成像数据实时无线传输,形成最佳高清光片,实现隐患缺陷实时判别,为完全达到运维要求的耐张线夹出具“健康证明”,可有效防范输电线路“带病”运行。

以往输电线路耐张线夹的运行状况无法通过人为直观辨识,常规检查需要拆卸、检查再重新组装,流程繁琐、耗时又费力,一旦存有隐患将直接影响线路的安全运行。

被誉为“电力天路”的青藏交直流电力联网工程东起青海西宁,西至西藏拉萨,全长2530 km,工程平均海拔4500 m,最高海拔5000 m,是目前海拔最高的直流输电工程。该工程2011年11月投入运行以来,已累计向西藏地区输送电量4229 GWh,接纳藏中电网外送电量1577 GWh。

来源:新华社

小型断路器的选择及应用

周克城¹, 蓝 岚²

(1. 施耐德电气(中国)有限公司, 湖北 武汉 430205;
2. 贵州电网有限责任公司贵阳供电局, 贵州 贵阳 550002)

小巧耐用的小型断路器, 是建筑电气终端配电装置中使用最广泛的一种终端保护电器, 其性能对电气线路和电器的安全起着极其关键的作用。在工业领域, 针对控制设备和电机保护的断路器也不断推出并迅速发展, 为整条工业生产线的运行和安全保护发挥着重要作用。

小型断路器作为使用广泛的终端保护电器, 其定义是: 能接通、承载和分断正常电路条件下的电流, 也能在规定的非正常条件下(例如短路条件下)接通、承载一定时间和分断电流的机械开关电器^[1]。小型断路器在住宅配电系统中的应用越来越广泛。为了满足人们对供电质量和供电连续性的需求, 小型断路器出现了新的发展趋势: 使用安全化、附件模块化、环保、节能、智能化、可通信等。

1 小型断路器的结构功能和工作原理

小型断路器的基本结构主要由操作机构、过载保护脱扣器、短路保护脱扣器、触头系统、灭弧系统、接线端子和塑料外壳组成, 如图1所示。

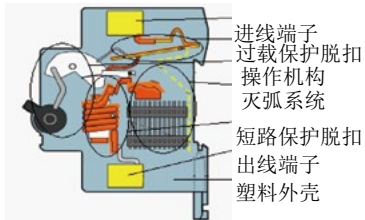


图1 小型断路器的基本结构

通常, 配电回路在过载运行时会产生过多的热量, 长时间的过热会损坏回路中的电器和电缆。小型断路器具有过载保护功能, 当回路中的过载电流达到 GB 10963.1 标准^[2]中的 $1.45I_n$ (I_n 为小型断路器的额定电流) 或者 GB 14048.2 标准^[3]中的 $1.3 I_n$ 时, 过载电流会使图1中过载保护脱扣装置的双金属片发热弯曲, 触发机构就能在规定时间内脱扣, 从而对设备和回路起到保护作用。

小型断路器最重要的功能便是短路保护, 它通过限流技术, 使得短路电流在尚未达到峰值时, 能快速打开动静触头, 最大限度地降低热、磁、机械力三种效应, 以达到保护电器设备和人身安全。整个过程非常快, 一

般在 2 ~ 3 ms 以内。动静触头在断开时会产生电弧, 并随着动触头的运动而被拉长, 在电动力的作用下向灭弧室运动。灭弧室将电弧冷却, 并分割成许多短弧, 最终起到灭弧的作用。

国标 GB 10963.1 标准对小型断路器的脱扣电流做了明确规定, I_n 为额定电流, I_{nt} 为约定不脱扣电流, 当通过的电流小于 I_{nt} 时, 小型断路器不允许脱扣; I_t 为约定脱扣电流, 当通过的电流大于 I_t 时, 小型断路器必须脱扣, 它通常是 I_n 的 n 倍, 根据不同的应用场合, n 的取值也不相同, 常见有以下几类^[2]:

B 型曲线: $(3 \sim 5)I_n$, 一般短路电流保护, 常用于电子回路保护, 长电缆保护;

C 型曲线: $(5 \sim 10)I_n$, 高短路电流的控制和保护, 常用于配电保护;

D 型曲线: $(10 \sim 20)I_n$, 适用于高冲击电流的设备, 如电动机、变压器。

Acti 9 系列小型断路器的 D 型曲线通常取 $(10 \sim 14)I_n$ 。

2 Acti 9 系列和GV系列小型断路器的性能与比较

Acti 9 系列小型断路器, 除了满足相关国标中对小型断路器的基本规范要求外, 还运用了许多独特的技术, 例如, 快速闭合技术和“旁路”技术。

Acti 9 系列的所有产品都使用了快速闭合技术, 用户在拨动小型断路器的手柄时, 首先给合闸机构储能, 然后依靠合闸机构的能量使触头瞬间闭合。因此, 小型断路器触头闭合的速度与合闸时手柄操作的速度无关, 有利于分断能力和电气寿命的可靠性和稳定性, 具体结构如图2所示。

“旁路”技术是利用小型断路器内部的引弧角, 当动静触点脱扣产生电弧时, 它能迅速把长弧分割成短弧, 并最大限度地引向灭弧室, 从而达到快速灭弧的效果, 具体结构如图3所示。

另外, Acti 9 系列小型断路器的耐污染等级为 3 级, 在此条件下的额定绝缘电压可达到 500V, 因此, 该系列产品也能用于一些工业场合。



图2 Acti 9系列产品的储能机构

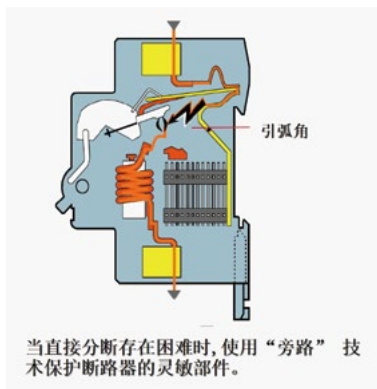


图3 Acti 9系列产品的引弧角机构

GV 系列作为一种用于电动机保护的专用小型断路器，它能为电动机提供安全可靠的保护。GV 系列产品主要由主触点、自由脱扣机构和一些脱扣器组成。当小型断路器闭合后，主触点在自由脱扣机构的作用下处于合闸位置；当回路中出现故障时，自由脱扣机构在相关脱扣器的作用下，使锁扣脱开，从而断开主触点。该系列产品不仅在回路正常工作能接通或断开回路，而且当回路中的电流发生过载、短路或失压等故障时，也能自动切断回路，具体原理图如图 4 所示。

目前在中国市场上销售的主要是 GV2 和 GV3 两类产品，电流等级从 0.1~80 A，可以用于不超过 37 kW

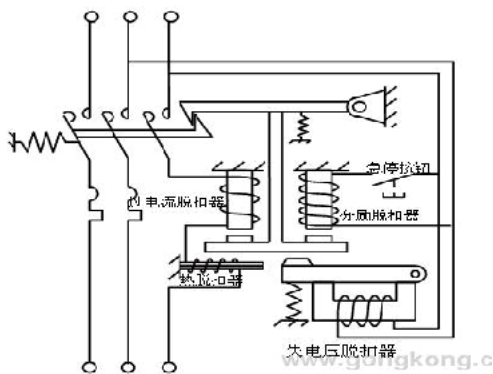


图4 GV系列小型断路器的原理图

的电机启动，并为其提供短路和过载保护。

对 Acti 9 系列和 GV 系列小型断路器的相关性能和参数进行了比较，具体如表 1 所示。

Acti 9 系列小型断路器有 1P-4P 的型号，而 GV 系列只有 3P 的型号，通常用于三相交流回路，但是该系列产品也可用于单相或直流电机的保护，具体接线如图 5 所示。

Acti 9 系列和 GV 系列小型断路器符合的国标

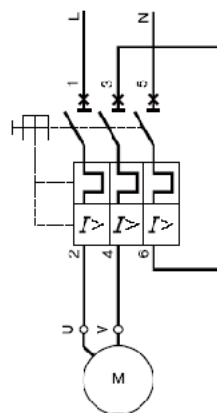


图5 GV系列小型断路器用于单相或直流电机

表1 Acti 9系列和GV系列小型断路器的性能参数比较

断路器	Acti 9			GV系列	
	iC65	C120	NG125	GV2	GV3
类别					
额定电流	1~63 A	63~125 A	10~80 A	0.1~32 A	25~80 A
符合标准	GB 10963.1	GB 14048.2	GB 14048.4		
极数	1P, 2P, 3P, 4P			3P	
最大工作电压	440 V AC			500V AC	
极限分断能力	6~15 kA			36~50 kA	
过载保护	电流不可调			电流可调	
短路保护	曲线B: (3~5) I _n 曲线C: (5~10) I _n 曲线D: (10~14) I _n		曲线C: 8 I _n ± 20% 曲线D: 12 I _n ± 20%	平均13 I _n	
电压线圈	分励/欠压/过压			分励/欠压	
辅助触点	分合、故障两种			分合、故障、短路三种	
漏电保护	有剩余电流动作保护附件			无	
操作方式	拨动手柄/旋转手柄			拨动手柄/旋钮/按钮开关	
远程控制	RCA远程控制附件			无	
电气寿命	1万次	0.5万~1万次	1万次	10万次	

不同。其中，iC65系列和C120系列符合国标GB 10963.1，NG125系列符合国标GB 14048.2；而GV系列产品符合国标GB 14048.4。

GV系列小型断路器的最大工作电压为690 V，适用于多范围电压的场合。

GV系列小型断路器某些型号的极限分断能力可以达到甚至超过100 kA，适用于需要高分断能力场合的运用。

Acti 9系列小型断路器相对于GV系列，有过电压保护功能的附件。

Acti 9系列小断路器可以通过加装附件，达到剩余电流动作保护的功能。

Acti 9系列小型断路器的某些型号有用于远程控制的附件，而GV系列没有，但它可以通过与相应的接触器配合使用，实现自动和远程控制功能。例如，GV系列断路器的故障辅助触点可以串联在接触器的线圈控制回路中，当断路器检测到故障发生脱扣时，可以同时控制接触器回路的吸合或断开。

GV系列小型断路器的任何一款型号，其热脱扣电流值在某一范围可调，而Acti 9系列型号通常只有一个门限值。

GV系列小型断路器的电气寿命为10万次，是Acti 9系列的10倍以上，更适用于对使用寿命要求高的场合。

再对这两类小型断路器的脱扣电流曲线进行比较，其中Acti 9系列选取C型曲线，GV系列选取GV2产品的热磁脱扣曲线，分别如图6和图7所示。

选取故障电流为 $I = 6I_n$ ，对比图6和图7，可以看

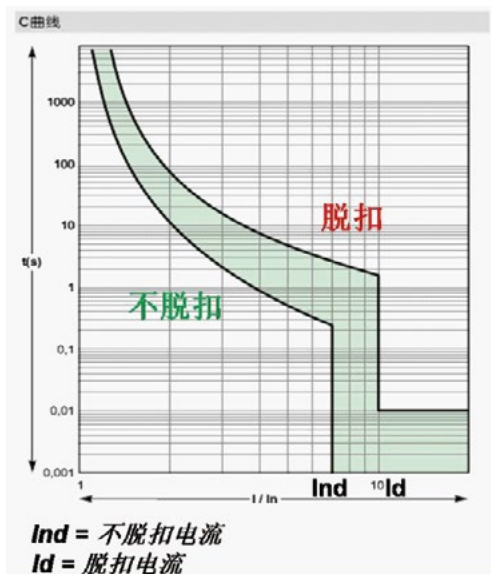


图6 Acti 9系列的C型脱扣曲线

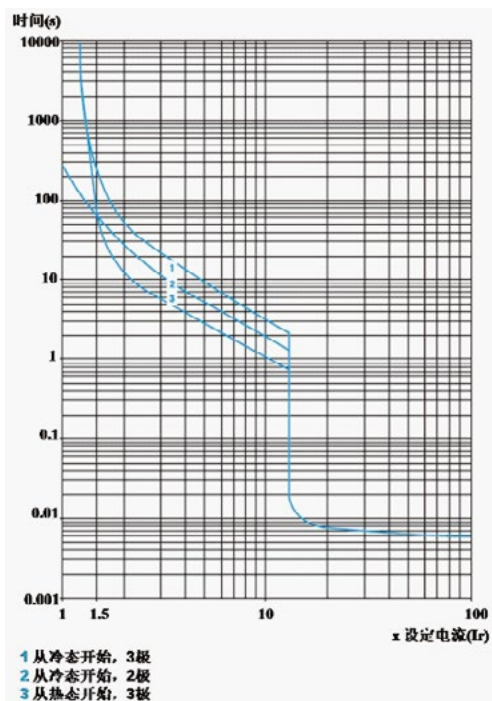


图7 GV2系列的热磁脱扣曲线

出:Acti 9系列小型断路器的可能脱扣时间为0.35 ~ 3.5 s，而GV系列（取3极热态）的脱扣时间为2.3 s。Acti 9系列为一个范围值，而GV系列是一个门限值，通常更精确。

3 结束语

Acti 9系列小型断路器主要用于家用、工业及类似场所，需要短路保护、过载保护以及剩余电流保护的配电回路，而GV系列小型断路器主要用于工业场合中的电动机保护。

GV系列小型断路器的极限分断能力更高，热脱扣电流值在一定范围内可调，更适用于需要高分断能力的场合。

在民用建筑行业中，当要求保护的电动机不需要频繁启动时，也可选用Acti 9系列小型断路器，考虑到电动机的启动电流通常比较大，需要选择D型曲线的产品。

参考文献

- [1] 低压开关设备和控制设备 第1部分 总则[S]. GB 14048.1-2012.
- [2] 电气附件 家用及类似场所用过电流保护断路器 第1部分: 用于交流的断路器[S]. GB 10963.1-2005.
- [3] 低压开关设备和控制设备 第2部分: 断路器[S]. GB 14048.2-2008.

(责任编辑: 张峰亮)

新型智能无功补偿装置

高雪忠¹, 朱义中¹, 孟庆波¹, 李笑波¹, 张应钊², 王文聪², 杨爱华²

(1. 国网昆山市供电公司, 江苏 昆山 215300; 2. 南京紫峰电力设备有限公司, 江苏 南京 210038)

摘要: 经过对低压配电网中监测数据的统计分析, 发现配电网中普遍存在功率因数较低、三相电流分配不平衡、电压波动与闪变等电能质量问题。为了全面有效地解决上述问题, 一种新型的、智能的高压无功补偿装置应运而生。它打破了传统的无功补偿概念, 并可根据配电网的实际运行情况, 自动的、智能的投切无功补偿, 而且在装置投切时不会扩大电力谐波, 从而保证了较好的电能质量和电能合格率, 实现了配电网的可靠、经济运行的要求。

关键词: 智能无功补偿; 功率因数; 电能质量; 电压三相不平衡度

中图分类号: TM561

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)09-0050-03

在我国电网的总损耗中, 配电网的损耗约占了总损耗的 43%。在目前配电网中, 由于各种大负荷的用电设备的大量使用, 积存了大量的感性负荷, 这就使得配电网的电能质量受到的损害越来越严重。功率因数低、三相不平衡、谐波含量高、电压波动与闪变等电能质量问题严重威胁电力系统用户设备的正常运行。然而, 以上问题的出现同时也对现有的电压无功补偿技术提出了更高的要求。

经过对低压配电网中监测数据的统计分析, 发现大部分功率因数较低的台区中普遍存在三相电流分配不平衡的问题。另外, 近年来受各级政府拉动内需的影响, 很多工农产品的加工企业在生产用电的同时, 谐波污染也越来越严重。

以上这些电能质量问题将会引起配电变压器过热、增加低压线路损耗、降低开关设备使用寿命等设备问题, 同时影响居民正常用电和供电企业的电能合格率及供电可靠性指标。

1 新型无功补偿装置的研制

在针对上述问题的综合治理中, 比较常见的做法是采用电容补偿。但传统无功补偿装置每段容量为 25 kvar 或 10 kvar, 投入和切除电容时易造成过补和欠补, 无法使功率因数完全达标。针对末端电网多用电容器进行无功补偿, 虽然提高了功率因数, 但是受系统谐波影响较大, 容易放大谐波。且分相补偿能力有限, 只能补偿感性负载等, 受其本身特性的制约, 不能有效解决电网末端电能质量问题。综上所述, 目前低压无功补偿主要采用的 SVC 复合开关控制电力电容投切或智能电容 (直

接) 投切方式存在诸多不足之处: 对三相不平衡电流补偿效果不明显; 谐波抑制不理想; 只能进行阶梯式补偿, 易发生过补或欠补; 补偿时间相对较长, 超过 100 ms。

2 方案设计

为了改进传统无功补偿的不足, 经过多方面的考察, 认为采取目前技术较为先进的 SVG 作为本装置的核心部件其无功补偿性能要比 SVC 优越得多。

SVG 具有良好的三相不平衡电流补偿效果, 可对不平衡电流进行有效的补偿, 其补偿能力远大于传统的电容器装置。

SVG 不产生谐波更不会放大谐波, 可滤除 50% 以上的谐波, 具备 25 次以下谐波补偿功能, 谐波治理效果明显; 而传统无功补偿装置的电容本身会放大谐波, 所以无法滤除谐波。

SVG 可输出连续的感性或容性无功功率, 从 0.1 kvar 开始进行无级补偿, 完全实现了对系统无功的精确双向补偿, 不存在电容器补偿装置的过补偿或欠补偿问题; 而电容器补偿装置基本上采用的是 3 ~ 10 级的有级补偿, 每增减一级至少就是几千法, 不能实现精确的补偿。

高频的 IGBT 开关器件保证了 SVG 的快速响应, 可对系统电压或无功进行暂态的调节。传统无功补偿装置完成一次补偿最快也要 200 ms 的时间, SVG 在 5 ms 内就可以完成一次补偿。然而, SVG 也存在一定不足, 最大的问题是高昂的设备费用和维护成本, 若完全以 SVG 来实现大容量补偿, 显然其价格要高于同等容量的 SVC 几倍之多。

因此, 根据现有无功补偿装置的特点, 认为针对一

些功率因数较低,同时存在三相不平衡的配电低压台区,单纯采用 SVC 电力电容补偿,功率因数补偿效果不会太理想,尤其对三相负荷电流不平衡状况改善能力有限。而只采用 SVG 装置进行补偿,虽然效果可能较好,但成本也可观。针对现有情况,经过多次考察和试验,决定采用 SVG 无功补偿与 SVC 电力电容组静止式无功补偿相结合,从而实现动态无功补偿。在这种新型动态电压无功补偿发生装置作用下,若线路需要无功补偿时,首先将 SVC 电力电容投入运行,进行初补。由于该装置 SVG 与 SVC 工作均由一个控制器控制,所以当补偿不足时再将 SVG 投入运行,进行精准补偿。

在方案具体实施过程中我们将该控制器的工作模式设置为不平衡调补、功率因数补偿及谐波抑制工作状态,这样不仅可以对线路进行电流不平衡补偿,亦可适当补偿无功功率,对谐波也有一定的抑制。

考虑到该装置是在室外工作,由于地处江南,夏天环境温度较高,SVG 模块虽有温控风扇散热系统,但为了减轻 SVG 实际功耗,在装置中增加了一路直流电源,用于提供复合开关的驱动信号电源。这样 SVG 主模块只要通过 IO 板输出一个无源触点信号就可根据需求控制复合开关的投切。减轻了 SVG 的工作负荷,以确保 SVG 的稳定运行。

装置工作原理如图 1 所示。

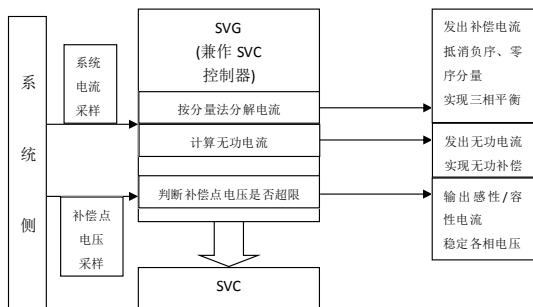


图1 装置工作原理图

相关功能实现方式如下。

三相不平衡补偿:通过外部电流互感器检测系统电流,并将系统电流信息发送给内部控制器作分析处理,以判断系统是否处于不平衡状态,同时计算出达到平衡状态时各相所需要转换的电流值,然后将信号发给内部 IGBT 并驱动其工作,将不平衡电流从电流大的相转移到电流小的相,最后达到三相平衡。

无功补偿:通过外部电流互感器实时检测系统或者负载电流,利用瞬时无功算法计算当前的功率因数,当系统功率因数低于整定的功率因数目标值时,快速计算出待补偿的无功电流,生成 IGBT 的 PWM 控制信号,使装置发出容性或感性的无功电流注入系统,实现动态

无功补偿,保证系统功率因数始终不低于整定值。

电压稳定:对补偿点电压进行采样,将电压信息传递给内部处理器 FPGA,以判断补偿点电压是否超过整定值,当电压超过电压上限时,INPSVG 输出感性电流降低电压;当电压低于调压下限时,SVG 输出容性电流,提升电压,最终使各相电压稳定在正常范围。

3 装置的技术特性

为了更好地说明本装置的特点,在电气特性上把新型智能无功补偿装置和传统无功补偿装置做了一些比较,如表 1 所示。

表1 新型智能无功补偿装置和传统无功补偿装置的比较

新型智能电压无功补偿发生装置	传统无功补偿装置
采用模块化设计理念,可平滑调节无功,补偿感性和容性负载,达到0.99级补偿效果	传统无功补偿装置为分立式元器件自由组装,电容分组投切,无功输出容量呈台阶式,补偿容量不能连续可调,涌流大,投切时对电网冲击较大
全响应时间小于5 ms,动态响应时间小于50 us,特别适合负载快速变化场合	传统无功补偿装置投切速度较慢,无法快速跟踪无功变化
不存在谐振放大现象;且SVG是采用IGBT构成的有源型补偿装置,从机理上避免了谐振现象,安全性大大提高	传统无功补偿装置采用多组电容器作为无功补偿主要手段,易发生谐振放大,导致安全事故
可动态双向连续调节无功功率,即从额定感性工况到额定容性工况连续输出无功,和固定电容器组合可构成任意范围的连续补偿	传统无功补偿装置采用电力电容器提供无功功率,只能补偿感性负载,在系统呈容性或容感性反复变化的状态,则失去的连续补偿效果
采用模块化设计和柜式安装,无需大量电抗器及电容器作为储能元件,工程设计和安装工作量小	传统无功补偿装置需大量电抗器及电容器作为储能元件,占用空间较大,安装接线不便
采用有源型补偿电路,补偿容量受系统电压影响很小,在系统电压变低时也能够输出与额定工况相近的无功电流	传统无功补偿装置靠电容器提供容性无功,由于输出的无功电流与电网电压成正比,若电网电压较低其输出的无功电流也变低,导致补偿容量下降,难以给予足够补偿
自身损耗极小且基本不维护,不存在谐振过电压问题设计寿命长	传统无功补偿装置补偿投切频繁,电力电容器寿命受谐波、温度影响较大,需经常进行维护
补偿容量即安装容量,达到同等补偿效果SVG容量可比传统无功补偿装置容量小20%~30%	传统无功补偿装置为了能达到较好的补偿效果,通常要求安装容量要大于补偿容量

4 装置的应用和实际效果

为了更好地检验本装置的性能,选择了昆山供电公

司的鹤峰变作为本次创新产品的试点台区，变压器容量为 400 kVA，类型为杆上变，性质为农村综合变，供电线路为 110 kV 利都变 132 利贰线。台区共有用电用户 45 户，其中居民户数 18 户，非居户数 27 户，配变户均供电容量 8.89 kVA，综合倍率为 120。

根据 2016 年迎峰度夏期间 7—8 月国家电网公司电力用户用电信息采集系统的数据显示：7 月平均负载率 21.3%，最大负载率 54.61%，电流最大值 371.88 A，三相不平衡度 13.49%，平均功率因数 0.884。8 月平均负载率 20.74%，最大负载率 54.87%，电流最大值 379.8 A，三相不平衡度 15.45%，平均功率因数 0.889。

目前昆山地区配变检测数量为 10432 台，7 月平均功率因数为 0.967，功率因数在 0.9 以下的有 951 台，占比 9.1%，8 月平均功率因数为 0.970，功率因数在 0.9 以下的有 902 台，占比 8.6%。因此鹤峰变的功率因数是相对较低的，在昆山地区配变总体运行情况中处于末端。同时台区 15% 左右的三相不平衡度对电流、电压的运行数据也造成了不良的影响，需要通过本项目研制的装置进行功率因数的提升和三相不平衡的调节。

总体改善情况。由电力用户用电信息采集系统数据显示，10 月该台区平均功率因数为 0.8754，三相不平衡度为 15.72%。台区在 10 月 28 日完成试点改造。施工完成后，11 月该台区相关数据中平均功率因数提升到 0.9999，三相不平衡度降低为 0.08%，改善效果显著。

日功率因数改善情况。由电力用户用电信息采集系统数据显示，该台区在 10 月 28 日完成试点改造前后的日功率因数由 0.85 左右提升到 1，改善效果明显。

日三相不平衡改善情况。由电力用户用电信息采集系统数据显示，该台区在 10 月 28 日完成试点改造前后的日三相不平衡数改善效果明显。

5 结束语

传统无功补偿装置由于其固有的电气特性不能适应现代配电系统负载需求，而本次创新改进的新型动态无功补偿装置克服了传统无功补偿装置的问题，不但解决配电系统的功率因数问题，对台区的三相不平衡及谐波治理方面的改善效果也较为明显，安全、可靠、低耗地保证了配电系统的持续运营。本装置替代传统无功补偿装置在配电系统中大面积推广应用，将具有非常大的潜力。另外，SVG 的核心器件为 IGBT 和 DSP 等电力电子元器件，其价格成本随着材料应用的成熟有下行趋势，有助于该装置的推广应用。装置主要特点如下。

可输出连续的感性或容性无功功率，实现对系统无功的双向补偿，不存在电容器补偿装置的过补偿或欠补

偿问题。

无功功率的双向输出功能保证装置对系统电压的调节也是双向的，不存在电容器补偿装置在系统电压偏高时无法调节的缺点。

高频的 IGBT 开关器件保证了装置的快速响应，可对系统电压或无功进行暂态的调节，其响应时间在 5 ms 以内。

SVG 装置可对变压器的不平衡电流（负序和零线）电流进行有效的补偿，避免变压器单相过载或零线电流过大烧毁，远大于传统的电容器装置对不平衡的补偿能力。

体积小、重量轻，对于现有台区改造方便。

可以补偿负荷的三相不平衡电流。

具备谐波补偿功能。

综上所述，该低压无功补偿发生装置适应了现代电网配电特征，保证良好的三相不平衡电流补偿和谐波治理效果的同时，其价格成本也很经济合理，可广泛应用于现代配电系统，使供电企业能够为用户提供更高质量的电能，体现供电公司优质服务理念。

参考文献

- [1] GB/T 14549—1993. 电能质量公用电网谐波[S].
- [2] GB/T 12325—2008. 电能质量供电电压偏差[S].
- [3] GB/T 15543—2008. 电能质量三相电压不平衡度[S].
- [4] GB/T 12326—2008. 电能质量电压波动和闪变[S].
- [5] GB/T 15576—2008. 低压成套无功功率补偿装置[S].
- [6] JB/T 11067—2011. 低压有源电力滤波装置[S].

（责任编辑：贺大亮）

资讯

国内首套电缆接头快速恢复成套装备研发成功

9 月 13 日，国网北京市电力公司组织开展 110 kV 及 220 kV 电缆接头快速恢复验证性试验，取得预期效果。近期，该公司完成国内首套电缆接头快速恢复成套装备的自主研发，应用该装备可大幅缩短电缆接头抢修恢复时间。

常规电缆接头安装流程分为电缆加热、电缆本体处理和接头配件安装三个主要环节。国网北京电力创新接头安装方法，省略电缆加热步骤，简化电缆本体处理要求，采用可快速装配的接头配件。应用电缆接头快速恢复成套装备，110 kV 电缆接头抢修恢复时间可由 18 h 缩短至 3 h，220 kV 电缆接头抢修恢复时间由 30 h 缩短至 4 h。

来源：《国家电网报》

变压器风冷控制系统二次回路的改进

张康, 秦川

(国网宁夏电力公司吴忠供电公司, 宁夏 吴忠 751100)

1 实施背景

1.1 现状简述

主变压器冷却系统可分为油浸自冷式、油浸风冷式、强迫油循环冷却方式3种。220 kV及以上变电站主变压器主要应用的都是强迫油循环冷却方式。

目前存在问题是变电站风冷控制箱结构性能上没有优化选择,没有单独的直流控制电源,不方便使用和断开进行回路检修。风冷系统电源备自投功能不可靠,投入工作两段电源相互切换不可靠。操作面板指示灯显示不完善,指示灯不能完整显示操作现状。制造厂家生产水平也参差不齐,对风冷系统二次回路设计不完善,风冷系统功能选择着重点不统一,通信能力不足,不能全部满足电网对主变风冷系统运行的实际要求。

1.2 问题分析

老式风冷控制系统设备元器件容易损坏,危及检修人员安全,主要是因为主变风冷控制系统与主变端子箱主变本体非电量信号集成在同一个端子箱内,有交流电窜直流的现象,且没有设独立风冷控制箱,结构不合理。

风冷系统故障后不能及时消缺是因为部分运行时间长的变电站风冷控制系统使用PLC单片机模块的电子式风冷控制系统运行时间已达10年,使用单片机进行逻辑编程对风冷控制系统运行智能化程度高,但其软件维护工作量大,对单片机专业知识要求高,导致发生故障时不能及时进行消缺,影响主变投运时间。

老式风冷控制系统运行可靠性差,因为部分风冷控制箱两段电源切换不可靠,切换过程延时长,动作不及时。

告警信号少不能全面反映现场风冷系统工作状态,主要由于老式风冷控制柜操控板面设计不合理缺少告警指示灯。

瞬时电压波动影响整个风冷系统的运行可靠性和稳定性,因为部分风冷控制柜采用电压监测器受电压影响幅度大。部分风冷控制箱操作面板及元器件摆放和元器件标签设计不合理,易使运行人员误操作。部分风冷控制箱发生瞬时故障后,不是信号告警不能正常发出,就是告警信号发出之后不易复归。

1.3 提出解决方案

综上所述,为了更好地保障人身、电网、设备的安全,保障变压器的安全可靠运行,提出自主设计全新的风冷控制系统来解决现场遇到的问题。在经过多次的现场实测勘察后,提出将风冷系统的电源、信号等由主变本体端子箱移至新增的风冷控制箱,主变本体端子箱保持不动的方案。按照预想方案,技术人员又进一步针对电缆走向、接线方式对图纸做了大量改进,还多次到变电站现场精心测量检修通道、设备间的距离,为风冷控制柜选择最佳的尺寸和材料、设计适合电网要求的变压器风冷柜控箱。

2 改造后主变风冷控制箱主要功能及操作说明

2.1 改造后主变风冷控制箱主要功能

设置单独直流控制电源,方便使用和断开进行回路检修。

风冷系统电源备自投功能:投入工作电源转换开关I段或II段,两段电源相互切换,检查电源切换是否转换正常,如果1号、2号风冷控制进线电源故障,则指示灯显示红色。

风机备用功能,在运行风机发生或辅助运行风机故障。

当变压器油面温度达到 $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时(变压器负荷达到 $75\%S_e$)辅助冷却器启动,监控后台发“辅助冷却器投入”信号,当变压器油面温度降低到 $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ (变压器负荷低于 $75\%S_e$)时辅助冷却器停止运行,后台辅助冷却器投入信号消失。

当工作冷却器出现故障时,备用冷却器自动投入运行,监控后台发“备用冷却器投入/工作冷却器故障”信号,当备用冷却器投入后出现故障,监控后台发“备用冷却器投入后故障”信号,当工作冷却器故障消失后,系统自动切换至工作冷却器运行,“备用冷却器投入/工作冷却器故障”信号消失。

2.2 主变风冷控制系统故障情况说明

当I段(II段)工作电源(主供)出现失压、缺相、断相、相序错误时,控制系统会自动切至II段(I段)电

源(备供), 监控后台报“1号(2号)工作电源故障”信息;当I段(II段)主供电源恢复,系统将自动切回I段(II段),“1号(2号)工作电源故障”信号也随之消失。

当I段(II段)电源接触器出现故障时系统会自动切至II段(I段)电源,监控后台报“1号(2号)主接触器故障”信息,当接触器正常后系统不能自动切回主供电源供电,需人工复归1号(2号)主接触器故障及信号手动复位按钮,系统才会切换回I段(II段)电源,1号(2号)主接触器故障信号消失。

当“辅助、备用电源跳闸、直流控制电源消失”其中之一发生时,后台相应发出“辅助、备用电源和控制电源故障”信息,此时需要检查相应开关及电源是否正常。

1~3号冷却器主电源(1~3号冷却器控制电源)开关跳闸时,监控后台发“1~3号冷却器主电源(1~3号冷却器控制电源)故障”信号,此时需要检查1~3号冷却器主电源、控制电源开关跳闸情况。

当出现1~3号冷却器全停(1~3号冷却器全停、I、II段电源全部电源消失)时,后台发风冷全停信号,当变压器温度达到75℃时延时20min跳主变三侧开关;当变压器温度达不到75℃时60min无条件跳主变三侧开关(此时应及时根据变压器运行状况投退相应跳闸压板)。

3 风冷系统二次回路上的改进

3.1 在风冷二次回路上的创新

在电源侧加装施耐德多功能电压监测器,不仅监测来电侧交流电电流质量,还在监测继电器闭合之后下方侧电流质量,如果I、II段电源接触器控制回路或接触器本身故障,该接触器采用母线电压监视继电器KX3(缺相、电压高或低时动作时启动)来判断接触器(或母线)故障,KX3启动后闭锁电源回路,动作后需要手动复归。

如果电压因各种原因有所波动,在高于上限电压或低于下限电压时,电压监测器可设定延时闭锁回路,待电压恢复正常,同样电压监测器会延时接通回路,提高对瞬时电压波动的抵抗力,提高运行可靠性。

改进了电源切换回路,使得切换回路更加可靠。且增加了继电器粘连情况下,各自投电源切换功能,使得电源回路更加完善。

改进了电源切换继电器回路,使得切换回路更加可靠。而且如果出现瞬时故障,在短暂故障后复归,可发出故障信号,并且在现场勘察时可手动复归故障信号。

增加了各个风扇电动机空气开关信号,可清楚掌握

风机运行状态,及时进行维护。发出各种信号有多个备用继电器接点,保证发出的任何信号准确无误,没有纰漏。

3.2 在元器件选择、布局合理上的创新

用钳形电流表测量各个风扇电动机,再与风扇电机铭牌参数作一对比,对空开配置进行极差配合,对各种继电器性能逐一了解选择,使得整个风冷系统运行可靠。

将交流端子全部设置在控制箱左边,直流端子全部设置在控制箱右边,防止交流电窜入直流电源。

将控制箱照明和加热设置在可实现最大效用的位置,保证控制箱可适应不同恶劣气候。

分级设置元器件安装位置,使人一目了然,避免误操作。

4 效果与效益

4.1 使用效果

新设计风冷控制箱在利通220kV变电站风冷控制系统改造中进行了成功的应用。自投运以来运行正常可靠,不误发告警信号,故障报警灵敏,瞬时故障复归功能使用方便,对电压波动等抗干扰能力强,各种故障发生率为0,各种通信信息能够全面反映主变风冷系统运行状态。

4.2 经济效益

新型的风冷控制系统能够有效地避免过去事故的发生,在使用1年之内新型风冷控制箱后故障率为0%,这不仅保障了变压器的安全可靠的正常运行,保证了电网的安全可靠运行,而且大大降低了人力、物力、财力的耗费,每年节省因风冷故障减少而外出消缺次数减少,节省了一笔出差的费用。

新型风冷控制系统集众多优点和创新于一身,为变压器安全可靠运行起到举足轻重的作用和意义。截至目前新型风冷控制系统已经在某220kV变电站的#1、#2主变上成功运行1年之久,未出现任何故障,未误发任何报警信号。

参考文献

- [1] 马旭斌,郑巴特,刘岩娟. 变电站风冷变压器冷却器全停故障分析[J]. 内蒙古电力技术, 2010(02): 27-28.
- [2] 李冬梅. 大型变压器强迫油循环风冷自动控制系统设计[D]. 河北: 河北工业大学, 2011.
- [3] 颜世钢,魏殿杰. 一种新型强迫油循环风冷变压器冷却自控装置的研制[J]. 电力自动化设备, 2002(8): 57-59.

(责任编辑:贺大亮)

10 kV配电网地电位搭火线夹

唐晚成, 何孟

(贵州电网公司水城供电局, 贵州六盘水 553001)

1 研发背景与功能目标

目前用电客户的新建线路与设备或新增专用变压器要想接入电力网并投运使用, 通常使用的搭火线装置是铜或者铝并沟线夹来 T 接; 俗称并沟线夹它是一种应用于 35 kV 及 10 kV 配网线路搭接、T 接使用的一个设备。使用传统的并沟线夹搭火必须将被搭接线路停电, 并需要采取相应安全措施由人工登上电杆进行搭接; 或采取目前比较成熟可靠的等电位带电搭火方式, 而等电位带电搭火需要使用绝缘车与绝缘服并受制于交通和气候条件。鉴于目前搭火方式的诸多弊端, 设计一种带电搭火线夹, 并获得了国家实用新型专利认可。针对带电搭火和当线路出现引流线烧断故障时的停电抢修, 以及如果用户退出运行需要销户, 也需要停电解开引流, 拆除用电设备与线路情况, 用了 2 年多时间, 通过不断论证、设计、试验、改进、试用与定型, 制作了异电位带电搭火线夹与工具 (即地电位搭接)。本设计设备彻底解决了带电搭火、带电退出线路、带电处理引流线烧断等问题, 实现了带电搭火和部分带电检修与运行退出的不停电工作之目的, 真正实现了用电客户满意、供电企业增效获得价值的双赢。

2 设计思路与可行性分析

传统线夹采用 6061 铝材质, 产品成熟, 形成了 JBL—1、JBL—2、JBL—3 等规格, 同时价格低廉, 应用广泛; 可以用于接续也可以用于 T 接搭火。而对于 T 接搭火其需要采取停电或者采取等电位带电搭火。因此传统线夹不能应用到地电位带电搭火。

2.1 新型线夹的设计思路

基于可以解决在地电位的条件下实现异电位带电搭火的目标, 设计一种由线夹主体、活动铝夹块、杠杆加力装置、预接线的铝夹线, 以及安装在绝缘杆上的线夹安装工具, 通过采取人在电杆上或者地面上以及简单构架平台上, 采取如同操作跌落开关, 挂接更好跌落纸管一样的简单且安全的操作, 就能实现对被接入线路的带电 T 接搭火的目标。

2.2 设计线夹的使用分析

带电线夹扣为勾挂带电路, 张口不少于 25 mm 以满足不大于 120 mm² 的导线; 预先接引流线可以搭接不少

于 120 mm² 的引流导线, 安装工具套能实现万向平衡, 通过扭动绝缘杆可以让滑动铝块沿箭头指向方向顶紧带导线, 在顶紧到位后能达到张紧机构产生 1500 N 的张力, 线夹本体可以承受 2000 N 的受力强度, 大于传统并沟线夹的螺栓夹紧力, 满足夹紧导线的要求, 实现引流, 其接触电阻与过流能力满足 DLT 758—2009《接续金具》规程及变形铝及铝合金化学成分 GB/T 3190—2008 的要求。

2.3 线夹结构分析

2.3.1 夹钳结构

分析 2 种夹钳结构, 其特点如图 1 所示。

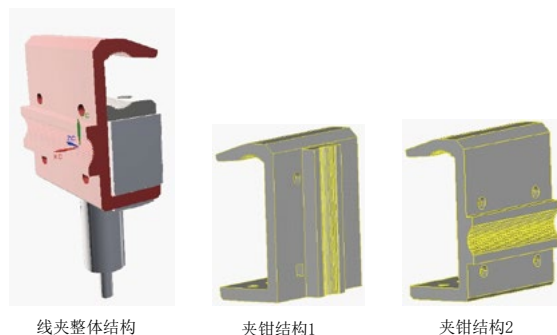


图1 夹钳结构示意图

2.3.2 夹钳结构材料属性

夹钳材料为 6063—T5, 夹紧机构材料为 304 不锈钢, 其力学属性如表 1 所示。

表1 材料属性

材料名称	密度	杨氏模量	泊松比	屈服强度
6063—T5	2.71	73	0.33	170
304	7.85	210	0.28	205

3 操作说明及注意事项

3.1 安全及预控措施

按照《电业安全工作规程》等相关规定编写出与本作业相应的安全措施, 并根据安全生产风险管理体系的相关要求, 对本作业的危险点进行分析, 提出预控措施。

3.1.1 保证安全的措施

在进行搭火工作时, 应填写线路 2 种工作票, 手续必须完备。

在带电搭火工作时, 应严格防止操作人员超过安全工

作距离,在工作时应使用绝缘手套、绝缘操作杆、绝缘鞋等绝缘工具。

带电搭火前要初勘现场,确认线路是否验收合格,线路负荷是否处于断开状态,是否存在带电后会带上计量装置,如有计量装置务必使用3套工具同时预装设好,并采取分相搭火严禁未搭火相靠近操作人员。

3.1.2 作业中的危险点及控制措施

人员高压触电。带电搭火前要验收线路是否合格,测量线路针瓶、悬瓶等绝缘(即测量线路绝缘是否合格);操作过程中必须监护到位,确保操作人员在临近带电部位的安全距离范围外;引流线必须使用绝缘线且操作过程中必须确保导线与人体和线路可造成接地的设备的安全距离;带电搭火操作人员必须使用绝缘鞋、绝缘手套、绝缘杆,并按操作流程和安规要求进行作业;操作过程力度适当,动作轻柔规范不得将线路针瓶绑扎线弄断。

高空坠落。登杆过程中,工作人员必须正确使用安全带,佩戴安全帽,使用合格的脚扣或登高板并进行现场检查试验。

重物击打。杆上传递物品必须使用吊绳,监护和配合人员必须佩戴安全帽,并离开电杆根部8m。

3.2 作业准备

测试人员。现场搭火工作人员必须熟知带电搭火操作流程和规范操作技术要求;现场搭火工作至少由3名人员方能开展工作,工作负责人1名,安全员1名,工作人员1名;进入工作现场,必须按规定着装、戴安全帽。

作业所需工器具。搭火专用线夹1套,根据现场情况确定寻找好横式或竖式;搭火专用绝缘操作杆3套,根据情况配置;10kV绝缘鞋1双;10kV绝缘手套1双;兆欧表1只;绝缘吊绳15m;10kV验电笔1只;专用搭火工具1套;;抢修照明灯1组,夜间搭火使用;登杆工具2副;望远镜1台;安全帽4个;接地保安线1组(2只)。

3.3 作业步骤

线路不带任何装置,三相处于相间高绝缘电阻绝缘状态,引流线需使用绝缘导线。

检查登杆电杆、登杆工器具、绝缘工器具等。

使用兆欧表测量新建线路各线对地和相间绝缘是否合格,确定合格方可搭火。

确定线路负荷已经断开,并有明显的断开点。

使用专用绝缘杆(标记有长度刻度)相对准确测量引流线长度,并进行裁剪绝缘引流线。

去除引流线头部绝缘层,安装好3个线夹的预接线,根据现场情况确定搭火的相线顺序。

将线夹安装到专用绝缘操作杆上,开始进行带电搭火。

缓慢并准确地将线夹勾挂到导线,安全员使用望远镜

观察带电导线入槽情况,并观察带电线路的针瓶绑扎线的稳定情况,指挥操作员做拧紧操作,确保线夹入槽状态良好。

操作员拧紧线夹到夹紧达到要求的位置,动作轻柔力度轻柔的进行脱扣。

在监护人监护下,在确保操作人员达到或超过离带电部位安全距离的要求下,依次完成3个线夹搭接工作。

线路带有计量或其他设备,三相处于相间阻抗绝缘状态,引流线需使用绝缘导线。

检查登杆电杆、登杆工器具、绝缘工器具等。

使用兆欧表测量新建线路三相对地绝缘是否合格,确定合格后方可搭火。

确定线路负荷已经断开,并有明显的断开点。

使用专用绝缘杆(标记有长度刻度)相对准确测量引流线长度,并进行裁剪绝缘引流线。

去除引流线头部绝缘层,安装好3个线夹的预接线,根据现场情况确定搭火的相线顺序。

将3个专用线夹安装到3个专用绝缘操作杆上,并采取分开措施避免未搭火线夹临近杆上操作人员或者采取接地方式,增加接地保安线将未搭火线夹接地,如有脱落必须验明电压并使用绝缘手套远离身体规范安装到专用绝缘操作杆套上。

将线夹安装到专用绝缘操作杆上,开始进行带电搭火。

缓慢并准确地将线夹勾挂到导线,安全员使用望远镜观察带电导线入槽情况,并观察带电线路的针瓶绑扎线的稳定情况,指挥操作员做拧紧操作,确保线夹入槽状态良好。

操作员拧紧线夹到夹紧达到要求的位置,动作轻柔力度轻柔的进行脱扣。

在监护人监护下,在确保操作人员达到或超过离带电部位安全距离的要求下,依次完成3个线夹搭接工作。

4 实用结论与应用前景分析

综上所述,本文设计的异电位(地电位)带电搭火线夹操作是安全的,接触效果与过流能力均符合规程要求,与日常常用的并勾线夹采用同材质,因此其属于可以大量推广的新型设备。

应用前景分析:不论是架空裸导线还是绝缘线,只要加以带电剥线钳可以达到大多数的带电搭火,据统计一个县级供电公司目前年搭火量在100~150次,估算一个省1年搭火量在10000次。一次可以减少供电量在20000kWh。同时大大提高供电可靠性,对新老客户而言,都能明显提高客户满意度。因此可以预见其经济效益可观,社会价值效益明显。

(责任编辑:贺大亮)

一种简易剩余电流监测装置

王和, 徐诚, 朱超, 厉吴辉

(国网浙江绍兴市上虞区供电公司, 浙江 上虞 312300)

在日常生产生活中, 剩余电流故障普遍发生, 在户覆盖率较高、设备可靠性较好、保护设备健全、用户安全用电意识较高的城镇线路, 用户剩余电流故障往往易于发现, 也易于处理。然而在多级保护机制仍未健全、电网结构相对偏弱、用户整体安全用电意识欠缺的农网中, 用户末端的剩余电流过大引起农村综合变总保频繁跳闸, 极大影响台区供电可靠性和安全性。加上农网较为薄弱的户保运行状况, 导致发生的剩余电流故障排查起来一向较为困难, 这个问题也一直困扰着基层供电部门。

为此, 以基层供电部门农网剩余电流故障排查工作的实际出发, 结合已有的相关技术, 研制出一个简易的剩余电流监测装置, 实现农网中剩余电流故障的快速定位, 对农网台区供电的安全性和可靠性具有及其重要意义。

1 剩余电流监测装置研发背景

1.1 剩余电流故障类型及排查措施

持续型剩余电流故障, 这种故障是由于线路绝缘老化、用电设备损坏等原因造成的长期存在性漏电, 使用钳形剩余电流表挨家挨户排查, 虽然效率不高, 但总能找到。

规律型剩余电流故障, 比如路灯线路漏电, 只要路灯开启就存在漏电, 这种漏电源都存在一定的时间规律, 可以通过供电部门的剩余电流动作保护器监测系统分析其规律, 大致判断漏电设备类型, 在漏电时刻安排工作人员进行有针对性地排查即可。

非持续、无规律剩余电流故障, 比如一居民用电设备, 不定时某一时刻开启使用, 导致所在出线的漏电流过高引起台区总保跳闸。但当排查人员到达现场时该设备已停止使用, 且此类用户往往不安装户保, 或者所接线路不接入户保, 从而导致剩余电流故障当场查处难度太大。目前只有挨家挨户排查户保投运情况, 不仅费时费力, 且由于白天排查时会因一些用户不在而无法排查, 再者由于不装户保的用户又无法确定它就是漏电用户, 缺乏处置依据, 因此排查效果极差。本文所研发的剩余电流监测报警装置主要就是用来解决该类型剩余电流故障难以排查的问题。

1.2 现有剩余电流故障监测装置分析

剩余电流式电气火灾监控系统, 该装置功能比较强大, 但成本也比较高, 安装使用也有特别的要求, 适用于

大型建筑住宅、楼堂馆所等地方, 并不适用于农村低压电网这种用户面广量大的地方, 更不适用于供电部门排查剩余电流故障。

在现有智能表改装或者外接剩余电流检测装置, 并在用电信息采集系统中开发用户侧剩余电流在线监测功能, 实现系统内实时预警的作用。这种装置涉及到大量智能表的改装或者外接新设备, 还需用电信息系统内功能的跟进、相关通信协议的制订等, 推广成本高, 涉及部门衔接较多, 运维上也较为烦琐, 目前仅有部分地区作为试点应用, 难以大规模推广。

2 新型剩余电流监测装置的设计

2.1 设计思路

在以上背景下, 本文研发的新型简易剩余电流监测装置用开口式剩余电流互感器采样剩余电流, 方便安装; 以检测台区低压线路的接户点作为采样点 (一般情况下 1 条低压出线一般 10 ~ 30 个接户点), 使得设备数量可控; 当采样接户点的剩余电流值在某一时刻达到一定阈值, 即使装置上的报警灯亮起, 并能保持亮起状态一定时长 (7 天以上), 直至人工复位。这样就能实现 24 h 不间断地监测漏电台区内所有接户点的漏电电流, 可以极大缩小排查范围, 高效地查处剩余电流故障。

2.2 设计方案

装置的设计方案如表 1 所示。

2.3 硬件结构设计

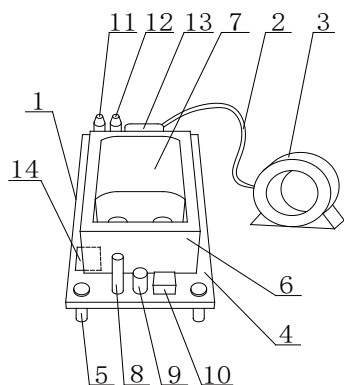
新型剩余电流监测报警装置硬件结构如图 1 所示。装置通过对互感器采集剩余电流信号, 使用 MSP430F67xx 单片机配合软件编程配合作为控制中枢的功能——将经过整流、滤波后的剩余电流信号进行数模转换、对比输出报警灯信号、告警信号保持、电源欠压检测报警、断电复位等逻辑, 经测试, 电路板也完全满足了设计要求。

2.4 安装及使用

该设备在现场安装之前需先进行装置自检测试, 以确保装置运行正常。具体的操作方式是按下报警器电源按键, 然后按下测试按钮, 如若报警灯保持亮起, 说明测试成功, 设备运行正常, 然后检查电源欠压报警灯, 只要欠压报警灯未亮起, 证明电池电源充足, 满足检测需要。

表1 装置设计方案

设计项目	功能要求	设计方案
户外使用	设备户外使用，最好能抵挡雨水的侵蚀	根据实际情况，可将设备安置于接户点的接户箱或表箱中，可降低对设备结构及工艺的要求
成本控制	据实际情况每个台区下大概有10~30多个接户点，按每个此产品与接户点一一对应的设计思路，大概需要10~30个设备才可完成一个台区的检测	在能满足装置所需功能的前提下，结构最简化，成本最低化。经计算，所完成的报警器本体的造价在30~50元之间（根据产量而定），且可重复使用，制作成本较低
便携性	该设备须批量携带方便、安装简单	以开口式互感器作为采样设备，安装极为简便，报警器本体控制在较小的体积内，大批量携带也极为方便
电源问题	避免影响用户正常用电，检测设备应与被测点完全隔离，即需配备独立电源	考虑采用电池供电方式，在产品的设计试验阶段，以搭载6 V电池作为供电方式，未来大规模使用可采取安装可充电的蓄电池供电方式，减少电池的浪费
自检功能	为保证装置电路运作正常，在投入使用前需要有直观的显示	为保证元件工作状态正常，设计一个自检回路，由一个按键构成，当按下该按键时电路支路导通，发光管亮启，以证明设备正常
漏电报警显示	需要该设备的漏电报警显示装置维持状态至工作人员现场观测，也就是说当剩余电流消失后，报警灯需要维持亮启状态，直至工作人员手动复位	以电源开关键配合430单片机编程的方式实现报警灯保持及复位功能
易操作性	基层供电部门部门运维班人员普遍文化水平有限，所研制的装置需操作简便，效果直观	该设备以报警灯的方式实现报警，显示效果直观，功能上也仅由自检、电源2个按键即可完成，操作简单



1- 剩余电流监测报警器，2-屏蔽双绞线，3-剩余电流互感器，4-电路板，5-绝缘脚，6-电池安装盒，7-电池，8-测试按钮，9-预留按钮，10-电源按钮，11-漏电报警灯，12-电量报警灯，13-接线柱，14-430单片机

图1 新型剩余电流监测报警装置硬件结构

当某一低压台区发生非持续性剩余电流故障且屡屡排查不到时，可现场使用该设备进行排查。安装方法是将开口式剩余电流互感器套在将该出线下所有接户点，装置本体在测试步骤完成后，安放于距离检测点最近的计量箱内，当所有接户点安装好该设备后，排查人员即可离开现场。待该台区总剩余电流保护动作器发生跳闸或者隔一段时间以后回到现场，逐一检查安置于接户箱内的报警器告警灯状态，如若发生某只报警器报警灯亮起，则可判定剩余电流故障由该接户点下的用户造成，即可实现针对性检查。

2.5 装置功能优点

该装置结构简单、操作方便、成本低，采用电池进行供电，并设置了电量报警灯，当电量低于电路正常运行所需电量时即亮起电量报警灯，使用方便可靠。

在安装和拆卸期间不需要进行停电，提高了供电可靠性，且漏电报警灯亮起后能保持一定时长（至少20天以上），直到人工复位。使用该装置可以快速缩小排查范围，

高效地查处剩余电流故障。

3 剩余电流监测装置的现场应用

在该装置完成设计后，批量生产了30台，应用于农村台区综合变排查剩余电流故障工作实际，在针对非持续性剩余电流故障的查找工作中，取得了较好的效果。在仅仅数周的时间内，查处非持续性剩余电流故障10余处，效果得到基层供电部门的一致好评。

4 结束语

该新型简易剩余电流监测装置是在现有监测装置技术的基础上，面向供电部门工作实际情况进行创新研发，兼顾了结构简单、成本小、安装运行维护便利等优点，不仅监测效果好、可靠性高，尤其是改变了目前针对非持续性剩余电流故障被动的查找方式，极大地节省了基层供电部门排查漏电源的人工成本，提高了农网剩余电流故障排查效率，化以往的被动为主动，是一种供电部门排查治理剩余电流故障，特别是非持续性漏电源的有效工具。

参考文献

- [1] 武一，李奎，王尧，等. 基于单片机的漏电保护智能化技术[J]. 低压电器，2008(7): 20-23.
- [2] 王兆安，刘进军. 电力电子技术(第五版)[M]. 北京：机械工业出版社，2009: 58-70.
- [3] 张冠英，杨晓光，李奎，等. 剩余电流互感器的设计与特性分析[J]. 天津大学学报，2011(6): 547-552.
- [4] GB 14287.2-2005. 电气火灾监控系统(第2部分): 剩余电流式火灾监控探测器[S]. 中国标准出版社，2005.
- [5] 钱立军，陆寒熹，尹建悦. 基于智能电表的剩余电流监测功能研究[J]. 电气应用，2015(S1): 204-207.

(责任编辑：贺大亮)

电力系统变电一次设备状态检修

叶邦明

(国网安徽省电力公司太湖县供电公司, 安徽 太湖 246400)

随着社会经济和科学技术的发展,不断提升的电力能源需求,促进了电力行业的发展。当前国家电网的规模在不断扩大,对电力系统也在进行优化和改造,为保证电力系统的运行安全性,变电一次设备在其中发挥着重要作用。因此电力工作人员必须要重视变电一次设备的维护和检修工作,不断提升检修技术,减少变电一次设备发生故障的概率,从而使设备检修的成本降低,为电力系统的正常运行提供保障。

1 电力系统变电一次设备状态检修的意义

电力系统变电一次设备状态检修有别于传统的定期检修,状态检修是在设备运行时,利用现代通信技术、诊断技术、传感器技术等采集设备状态信息,并对比状态标准,判断设备的运行是否正常,可以预制设备故障,结合设备的实际情况合理安排检修工作。对变电一次设备进行状态检修,能够有效使设备故障率降低,从而保障电力系统正常运行。

2 电力系统变电一次设备状态检修方法

2.1 状态检测

在线检测。当前最为常用的检测方式便是在线检测,采用传感器技术,在线采集正在运行当中的变电一次设备状态信息,之后利用信息管理系统、分布式控制系统和数字化调节器进行信息分析和整理,通过信息数据的对比,判断出设备的运行状态是否正常。

离线检测。离线检测应用到的设备有:超声波检漏仪、油质分析仪、红外测温仪、振动检测仪等,利用这些仪器定期或者不定期地检测变电一次设备,通过对设备内部的元件进行检测,能够判断出设备是否正常运行。

定期解体检测。在变电一次设备状态检测工作中,很少应用定期解体检测的方式,通常只有维修或者停运期间才会采用此方式检测变电一次设备,根据设备自身相应的检修工艺、作业标准和出厂信息,检测设备内部元件的损耗度,从而判断出元件是否存在裂化或者损坏的可能。

在进行变电一次设备状态检修的过程中,检测人员必须要结合设备的特点和类型,采用合理的状态检测方式,从而获得准确、可靠的检测结果。

2.2 状态预测

在变电一次设备状态检修工作中,要应用恰当的预测模型进行状态预测,常用的预测模型有:基于灰色系统理论的状态预测、基于BP神经网络的状态预测。实际上,预测设备状态特征向量是状态预测的主要内容,通过提前设定的警报阈值,可以实现设备运行状态的在线预测。通常在进行设备状态预测时,采用基于灰色系统理论的状态预测模型能够取得更好效果,比如轴承是容易受损的元件,在对其进行状态预测时,通过灰色系统模型的应用,可以对轴承的下一阶段磨损情况进行预测,这样便能提前设定出检修计划,防止变电一次设备发生故障,减少设备检修的成本,提高电力系统运行的可靠性。

2.3 故障诊断

在变电一次设备状态检修中,故障诊断是十分重要的一个环节,通过有效的故障诊断,可以在第一时间检测出设备的故障隐患,判断出设备故障的种类以及危害等,采用科学有效的方法处理设备故障。变电一次设备故障诊断方法有:专家系统诊断、污染诊断、射线诊断、振动诊断、噪声诊断等,通常情况下会选用专家系统诊断和振动诊断的方法。专家系统诊断主要是在变电一次设备运行的过程中,利用专家系统识别、判断设备存在的故障,专家系统诊断方式具有可靠、高效、智能等多种优势。振动诊断方法主要是在设备运行情况下,利用相应的检测仪器识别和分析设备振动信息,主要包括幅值、频谱、相位、速度、位移等,对设备运行是否正常进行判断,诊断出设备中存在的故障隐患。通过利用振动诊断方式,变电一次设备故障判断的准确率高达60%,因此被广泛应用在变电一次设备故障诊断中。

3 结束语

为保障电力系统安全平稳的运行,需要提升变电一次设备的质量,相关工作人员应重视设备状态检修工作,针对不同的设备特点和类型,采用恰当的状态检修方法,进而有效减少设备发生故障的概率,提高电力系统运行的可靠性。

(责任编辑:贺大亮)

10 kV线路运行维护及检修管理方法

陈韶村, 潘乐真, 陈 诚, 宋 浩

(国网温州供电公司, 浙江 温州 325000)

经济水平的提高,人们生活水平也得以提升,居民用电量的不断增加,这在一定程度上给10 kV线路带来了压力。因此10 kV线路出现了一些故障以及管理上的问题,电路的不稳定会影响到居民的生活,造成不良的影响。所以在10 kV配电线路施工的工程管理上,必须加强对10 kV配电线路的管理和总结。

1 基本维护方法

创新架设防雷设备,通常架空配电线路都需要防雷设备,以减少雷击对电路的影响,可利用瓷横取代角钢横,瓷横相对于角钢横防雷性更强,这里需要格外注意,因为农村的线路基本都是三角形状态的三相导线,因此针对农村的10 kV线路必须在使用瓷横担之后,延长与导线距离在1 m以上。

铺设立杆,铺设立杆最重要的一点是必须满足预设埋深,再立杆施工过程中,严格核查土壤性质,对于一些土质松软的地区,可以将基础部分进行混凝土浇筑,并将地基周围包围起来进行加固,这样电杆能够得到很好的加固作用,进而保障了电力输送的安全性。

定期清理电力设备,电力部门应该对线路周边的植物等进行定期清理,防止植物过于茂盛造成供电隐患。此外还要定期清理电力设备内部的污垢,及时更换绝缘材料,做好电力警示牌,防止人为破坏。

2 维护检修管理的新方法

自动化监测技术。经济的发展导致电力部门供电电压日益增大,10 kV线路更需要安全稳定的输电条件,在进行10 kV线路的维护及检修管理时,必须要重视新技术的发展,面对日益复杂的线路故障问题,可以使用GPS导航技术对电网系统进行定点的维护监控,GPS技术可以帮助工作人员快速确定支路和节点的位置。由于10 kV配电线路一直处于高负荷的运行状态,一般情况下出现的电力事故多为突发事件,存在防范难等问题。如使用电压监视器相关定位技术,能够利用此技术对电网线路进行动态监控。此外还可以安装一定的接地装置,能够提高发现故障的速度并减少检修时间。以此不但能够及时检修电路系统,还能够最大限度地降低停电损失。

分布式管线测温系统。目前10 kV线路维护技术也可

以使用分布式管线测温技术,该技术将光纤测温系统放在电缆表面或者是电缆金属的保护套之内,能够有效解决隧道内线路的安全问题,在实际操作时,可安装2个光纤,一个用于对环境的测温,另一个用于对电缆设备的测温,能够有效提高工作人员对电网运行的掌握度,进而保障了电网运行的安全。用于10 kV线路上的分布式测温系统是将光纤安装在10 kV线路的交联聚乙烯终端接头内部,主要功能是监测电缆接头部分的实时温度。为确保电力电缆与光缆能够充分接触,可以采用固定夹具来固定光缆。该系统能够利用得到的实时的电缆绝缘热阻系数值以及电缆负荷值分析出电缆具体的导体温度值,如温度值超标,该系统就会通过信息方式或者监控画面等方式进行报警。这种系统应用与10 kV线路的维护,能够有效监测实时线路运行状况,并能够及时发现电力故障和隐患,还能发出报警,极大地减少发现电力事故的需要的时间,方便电力检修工作及时有效地进行。

分布式光纤测温系统。该系统的原理主要是利用光在光纤内发射过程中激光点和光线分子地相互作用产生的散射作用,利用这种散射作用完成测温功能。其中散射只要是根据固态二氧化硅晶格在微观热震荡下与进来的光线相互作用,产生了斯托克斯光和波长较短的反斯托克斯光,该波长的光线与温度有关系,所以可以探测温度变化。

通过探测光线就能够实现实时监测线路温度的目的。其工作原理是:人员在控制室利用电脑进行远端控制该测温系统,在使用监测时,将传感光纤提前铺设在电缆上。测温光缆绑扎固定方式为可拆卸式,这里必须注意的是要将测温光缆紧贴在电力电缆表面上,而且为避免出现意外情况,工作人员要将测温光缆安装在电力电缆侧面,固定间距为0.5 m左右,并根据规定将其固定于三相电缆温度相对最高的一相上,这样才能够符合技术要求。另外,在10 kV电缆中间接头部位可以采用跨越布置方式在中间头部分进行缠绕固定,最后再测温光缆恢复到电缆上。在这之后开始测温,测温开始后,将测温主机得到的信号储存并记录下来,并设置好警戒值,设置报警功能。然后利用IP网络协议将测温主机与变电站的网络管理系统连接。最终电力部门能够通过电网系统实时管理和监控10 kV线路的运行状况,达到维护和检测的目的。

(责任编辑:贺大亮)

智能化变电站的发展方向

张 涛

(国网冀北电力北京送变电公司, 北京 房山 102401)

智能化变电站是由智能化一次设备(电子式互感器、智能化开关等)和网络化二次设备分层(过程层、间隔层、站控层)构建而成,以 IEC 61850 标准和通信规范为基础,实现变电站内智能电气设备间信息共享和互操作的现代化变电站。在此基础上实现变电站运行操作自动化、变电站信息共享化、变电站分区统一管理、利用计算机仿真技术实现智能化电网调度和控制的基础单元。

1 智能变电站现状

智能变电站是采用先进、可靠、集成和环保的智能设备,以全站信息数字化、通信平台网络化、信息共享标准化为基本要求,自动完成信息采集、测量、控制、保护、计量和检测等基本功能。主要由过程层、间隔层、站控层组成。

2 未来发展方向

2.1 设备层

设备层包括智能互感器、智能断路器、智能隔离开关、智能变压器等一次设备。一次设备的智能化是变电站智能化的基础,只有实现了一二次设备的智能化才能实现变电站的整体智能化。

2.2 过程层

过程层较原来取消合并单元及智能终端,只保留高速交换机,用来连接设备层与站控层,实现信息实时高效交换。

2.3 站控层

站控层包括终端服务器、电能量采集器、远动设备、卫星对时等设备。其中终端服务器为全站核心设备,负责全站数据采集、运算处理、命令下发、历史数据存储等功能,保护、测控、网络分析、故障录波、事故分析等功能在服务器上通过软件来实现。

2.4 调度端服务器

将原各级调度的服务器整合成一组服务器,通过通道上送至各级调度,由于调度转发表的唯一性,各级调度根据需要在转发表内筛选,选取自己所需要的信息。这不但节省了服务器数量,提高了效率,而且保证了信息传达的完整性和可靠性。远动主机实时采集中心交换机数据后,

通过远动通道传送至调度服务器,调度服务器计算处理数据后,一方面通过通道上送至各级调度处,另一方面通过专用网络上送至“云”平台。

2.5 “云”平台

依托电网内所有的中心服务器及调度端服务器构建“云”平台,实现全电网数据的共享。这样就实现电网数据的实时共享,更利于系统分析,潮流计算,及事故预防。

3 高端应用

3.1 “广义保护”

通过“云”平台构建电网的“广义保护”,故障处理不再单一考虑某个变电站,而是根据系统潮流、保电方案等因素考虑整个电力系统,将整个电力系统的测保系统连成一个大网,实现全网一套保护。

3.2 电网专用手机应用软件

以“云”平台为依托,开发电网专用手机软件,随时随地了解设备状态、潮流分析、负荷分布等情况,根据需要下发调控命令、修改定值。电网人员根据职务不同登录不同的权限平台,通过各自手机实时了解自己职责以内设备的状况。如调度员根据负荷需求对某站下达操作命令,值班员手机收到操作命令后通过手机软件对某站开关进行遥控操作,监护人收到值班员遥控申请,根据任务单予以确认,开关操作出口,与此同时相关人员会在手机软件中收到设备变位提醒。

3.3 故障分析系统

根据“云”平台所收集的事故信息、运行报文等数据,分析频发性事故、故障,制定相应对策,从而提高设备的可靠性,降低事故概率。

4 结束语

处于科技高速发展的今天,集成化是科技发展的方向。变电站作为科学技术的聚集地、排头兵,在保证安全运行的情况下,更应该去积极探索新技术、新工艺。未来智能化变电站的发展最终就是要实现:大保护、大监控、大调度,一个软件保护及监控整个电网,变电站进入全面智能化“云”时代。

(责任编辑:贺大亮)

■ 全国最大省级充电设施智能服务平台上线

9月15日，在广东省发改委见证下，广东省电动汽车充电基础设施促进联盟（以下简称联盟）召开第一次会员大会，选举产生相关管理机构，标志该联盟进入实质性运作。同时，全国最大省级充电设施智能服务平台揭开神秘面纱，该平台由“粤易充”App、“粤易充”门户网站，以及智能监控系统组成，截至9月，已接入18家充电设施运营商，充电站1819座，充电桩13438个，能够满足全省1/5的电动汽车用户同时在线充电，随着更多运营商的加入，这一数据还在不断攀升中。

此外，智能监控系统深挖“充电大数据”内涵，支持数据开放共享，实现了充电设施建设布局分析、场站运营分析、用户行为分析、服务半径分析、接入数据核查、补贴申领等功能，为政府决策和监管提供有效的数据支撑。

来源：《南方电网报》

■ 国家电网公司电网运检智能化管控系统上线

9月15日，国家电网公司电网运检智能化分析决策管控系统在国网安徽省电力公司成功上线，为该系统在其他省（市）公司部署实施奠定基础。

电网运检智能化分析决策管控系统以智能运检技术发展规为导，以物联网、移动互联、云计算、大数据等现代信息技术为依托，构建具有大数据分析和运检管控功能的电网运检智能分析决策系统，在技术上实现多源数据的融合分析，破解不同专业系统“信息孤岛”困局，以实现电网更安全、运检更高效、服务更优质为目标，持续深化系统应用，挖掘运检管理潜力，着力提升管理效率，推动运检管理模式变革，积极构建智能运检体系，提升设备本质安全。

电网运检智能化分析决策管控系统建设是智能运检技术体系的重要组成部分，该系统坚持与公司智能运检技术体系的总体规划协调一致，坚持统一组织、统一规划、标准先行的原则。管控系统横向覆盖运检管理相关业务，纵向满足总部、省公司、省检修公司及地市公司、专业工作室及班组四个层面的应用。2017年年初，公司启动管控系统省公司侧研发及实施部署工作，确定11家省（市）公司为试点单位，全面推进系统建设。

来源：《国家电网报》

■ 上海电网首套统一潮流控制装置投运

9月12日，上海220 kV蕴藻浜变电站UPFC2258线启动，标志着上海首套统一潮流控制装置（UPFC）顺利建成。该站是世界首个将绝缘栅双极型晶体管（IGBT）作为主功率元件的UPFC工程，其成功投运具有重要的科技示范价值和技术辐射效应。

作为国家863计划课题的UPFC工程是国家电网公司科技部的重点项目，电网通过安装UPFC能使潮流由自然分布转变为智能化灵活控制，从而提升电网供电能力。目前，仅中国、美国、韩国掌握该项技术。

电网系统传统的控制技术无法调节流量大小。由于输电线路易发生系统事故和运行问题，电网必须建设大量分布式备用容量以确保系统稳定，这成为影响电力系统安全经济运行的问题。UPFC技术是平衡“安全”和“经济”的关键，它可以精确控制电网潮流和电压，大幅减少互联系统备用容量，提高现有的电力传输水平，保证电网系统安全可靠运行。

来源：《国家电网报》

■ 特高压交直流混联运行关键技术标准研究立项

日前，由国家电网公司牵头、南方电网公司等单位共同参与申报的国家重点研发计划项目——特高压交直流混联大电网运行关键技术标准研究，获国家质量基础共性技术研究与应用（NQI）国家重点研发计划项目批准立项。

特高压交直流混联大电网运行关键技术标准研究隶属国家质量基础（NQI）的共性技术研究与应用重点专项，是我国首次大批量聚焦特高压电网和大规模新能源运行的系列标准研究专项。项目预期针对现有标准存在的不适应或缺失等问题，拟制定30项国家标准，内容涵盖电网仿真分析、继电保护、安全稳定控制等关键技术领域，满足大容量直流和大规模新能源接入后提高电网仿真精度和效率、强化电网防御水平、提升电网状态的快速感知能力、促进新能源精细化控制和充分消纳的需求。研究成果将引领特高压交直流混联大电网的发展，促进相关领域技术进步，强力支撑我国大电网安全稳定运行，促进我国新能源的规模化高效利用。

来源：《国家电网报》

（责任编辑：张峰亮）

CSEE 系列标准征订

一、联系方式

北京国宇出版有限公司

联系人: 张节 秘莹 电话: 010-63123085 (国网微波926523085)

传真: 010-63123087 QQ: 1401907901 邮箱: 1401907901@qq.com

二、汇款方式

1. 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

2. 邮局汇款:

收款商户名称: 北京国宇出版有限公司 商户号: 111340222

收款地址: 北京西城区南蜂窝路5号607 邮编: 100055

3. 汇款注意事项: 汇款人请与订单上提供的联系人或单位保持一致, 如不一致请在订单中备注实际汇款人或在汇款单中备注联系人或单位名称, 注明汇款人姓名及电话, 以便确认汇款来源。

1	T/CSEE 0022—2016 输变电工程地质灾害危险性评估技术导则	25.00
2	T/CSEE 0018—2016 纯水中痕量有机物的测量方法	18.00
3	T/CSEE 0019—2016 分布式光伏发电一体化控制保护装置通用技术条件	25.00
4	T/CSEE 0009—2016 输变电工程施工用液压绞磨技术规范	18.00
5	T/CSEE 0021.2—2016 输变电工程数字化设计技术导则 第2部分: 输电线路工程	18.00
6	T/CSEE/Z 0024—2016 电力需求响应接口技术规范	39.00
7	T/CSEE 0011—2016 电力通信机房设计规范	25.00
8	T/CSEE 0008—2016 T/CEEIA 260—2016大中型电机定子绕组绝缘性能检测方法	64.00
9	T/CSEE 0015—2016 电力工业控制系统上线信息安全检测技术规范	51.00
10	T/CSEE 0017—2016 陆上风电场设备选型技术导则	51.00
11	T/CSEE 0007—2016 66kV~220kV电缆振荡波局部放电现场测试方法	33.00
12	T/CSEE 0023—2016 输电线路舞动区域分布图绘制技术导则	18.00
13	T/CSEE /Z 0004—2016 气体绝缘金属封闭开关设备局部放电带电测试缺陷定位技术应用导则	25.00
14	T/CSEE 0003—2016 变压器智能组件地电位升高防护性能检测技术规范	18.00
15	T/CSEE 0005—2016 T/CEEIA 259—2016 智能隔离断路器试验检测规范	25.00
16	T/CSEE 0006—2016 输变电设备带电检修机器人试验检测规范	25.00
17	T/CSEE 0010—2016 1000kV变电站抗震设计规范	39.00
18	T/CSEE /Z 0020—2016 架空输电线路山火分布图绘制技术导则	18.00
19	T/CSEE 0012—2016 风电场及光伏电站接入电力系统通信技术规范	25.00
20	T/CSEE 0014—2016 基于电能信息采集系统的多表合一数据传输技术规范	25.00
21	T/CSEE 0016—2016 面向分布式电源的家庭能效管理系统功能规范	18.00
22	T/CSEE /Z 0013—2016 同步发电机进相试验进相能力计算导则	18.00

《农村电气化》 《农电管理》

2018年订阅单

以下填表内容为发书凭据，请用楷书认真填写，并将此订阅单传真至010-63123087（系统电话926523087）或发E-mail至1401907901@qq.com，以保证正常发书。

订阅数量	2018年农村电气化	年单价	144.00元	汇款总额	订阅单位盖章
	(册)	合计			
	2018年农电管理	年单价	120.00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：010-63123085/6，926523085/6（系统）；传真：010-63123087，926523087（系统）；

订阅单获取方式：两刊2017年第9期至2018年第3期正文最后一页；通过订阅热线索取。

外网邮箱：1401907901@qq.com；内网邮箱：genglihong@bj.sgcc.com.cn

地址：北京市西城区南蜂窝路5号；邮政编码：100055。