

国网深化学习教育促改革发展

本刊编辑部

4月20日，国家电网公司推进“两学一做”学习教育常态化制度化暨2017年第二季度工作会议在京召开。会议深入学习贯彻习近平总书记系列重要讲话和全国两会精神，落实国家电网公司三届二次职代会暨2017年工作会议部署，总结一季度工作，分析形势、明确任务，推进“两学一做”学习教育常态化制度化，以服务供给侧结构性改革为主线，坚持稳中求进、狠抓落实、提质增效，确保完成全年各项任务，加快做强做优做大。

国家电网公司董事长、党组书记舒印彪做工作报告。国家电网公司总经理、党组副书记寇伟主持会议。

舒印彪强调，要认真落实习近平总书记重要指示精神和中央要求，把“两学一做”学习教育作为一项重要政治任务，坚持不懈抓实、抓好、抓出成效，推进“两学一做”学习教育常态化制度化。要充分认识推进“两学一做”学习教育常态化制度化的重大意义，突出政治建设，牢固树立“四个意识”，自觉在思想上政治上行动上同以习近平同志为核心的党中央保持高度一致。要坚持融入日常、抓在经常，完善长效机制，把学习教育和全面从严治党各项工作结合起来，深化党的思想、组织、作风、反腐倡廉和制度建设。要主动融入中心工作，强化党员干部责任担当，以学习教育促进公司改革发展，以公司改革发展成效检验学习教育成果。要严格落实责任制，压实管党治党责任，认真对照《中央企业党建工作责任制实施办法》，深入抓好贯彻执行。

舒印彪指出，推进供给侧结构性改革，是党中央从适应和引领我国经济发展新常态、应对国际竞争新形势出发作出的重大决策部署，事关经济发展全局，是贯穿我国“十三五”规划的一条主线。


要坚决贯彻党中央、国务院决策部署，深刻认识国家电网公司在推进供给侧结构性改革中的重要责任，通过科学发展电网、锐意推进改革、强化创新驱动，充分发挥央企在供给侧结构性改革中的表率 and 带动作用。在科学发展电网方面，着力夯实电网安全基础，促进解决“三弃”问题，补齐配电网发展短板，提高投资精准度，全力服务雄安新区发展。在锐意推进改革方面，深入贯彻电力改革和国资国企改革部署，推进内部改革改制。在强化创新驱动方面，持续推进科技创新，大力强化业务创新，激发职工首创精神。

2017年以来，国家电网公司认真贯彻落实党中央、国务院决策部署，坚持稳中求进工作总基调，积极发挥“六个力量”作用，求真务实、攻坚克难，在服务党和国家工作大局中推动公司持续健康发展，实现全年工作良好开局。国家电网公司安全形势保持平稳，电网发展有序推进，解决“三弃”问题初见成效，经营管理持续提升，各项改革不断深化，党的建设进一步加强。

会议部署了下一阶段六项重点工作。一要切实加强安全生产，二要全面加快电网建设，三要大力推进提质增效，四要积极落实改革任务，五要严格依法从严治企，六要着力加强党的建设。

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
刘敏 唐屹峰 盛万兴
编委会委员 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
赵文属
美编 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 国网深化学习教育促改革发展 本刊编辑部

◆ 典型推介 >>

• 天津静海 •

5 智能配电台区典型模式
..... 谢广志, 董华强, 姜国瑞, 杜凯, 高晶

7 智能调补电容器组在配电网中的应用
..... 谢广志, 张杰, 肖广玲, 郝丽红

◆ 电网建设 >>

9 基于线性回归的电网夏季降温负荷与气温相关性分析 葛凤雷

12 基于PSCAD软件的扩展黑启动的仿真
..... 徐岩, 杨旭, 海晓涛

15 DSTATCOM的应用 肖燕, 蔡晓鹏, 方伟华, 陈步星

17 绝缘导线断线不落线连接方法 谢同富, 金鑫

19 榆林电网采空区输电线路运行分析 郭亮, 鲁爱萍

◆ 运行维护 >>

21 35 kV 交流 XLPE 电缆两端线路改为三极式直流运行的参数设计
..... 于竞哲

23 智能中央信号装置故障排除实例 许继东, 侯延鹏, 王建坤

25 内桥接线主变采用“小差”保护存在的隐患及改进措施
..... 王木楠, 黄俊, 李培培

28 TEV法和AE法在金属铠装开关柜带电运行中的诊断应用
..... 王学锦, 蔡建辉, 刘冲, 黄继来

◆ 安全生产 >>

29 红外紫外联合检测发现绝缘子局放故障
..... 金尧, 王兆阳, 陈晓芳, 胡庆虎

◆ 农网智能化 >>

30 湖北电力“十三五”省级通信传输网架构
..... 陈敬佳, 张明昭, 向辉



《农电管理》第2017年04期要目

- 33 智能电能表自动化流水线检定系统
..... 王 可, 孙丽娜, 刘 晨, 韩洪君, 曾辉明
- 35 电网企业值班管理系统 薛志强, 刘 星
- 37 智能营业厅系统
..... 巩方伟, 胡新刚, 刘金刚, 吕 红, 罗 兵, 李 强
- 40 智能“五防”在乌兰察布电网的应用 胡怀伟
- ◆ QC小组 >>
- 42 多功能低压配电设备绝缘操作棒 周佩祥, 刘海峰, 姚树章
- 43 提高电网设备状态标识操作效率及准确性 张 宁, 粟维助
- 45 农村低压接户线与进户线的安装工艺 刘 畅
- ◆ 新能源 >>
- 48 积灰对光伏发电的影响 裴 娜
- 50 基于粒子群算法的含风电电力系统无功优化 蒲 恒
- ◆ 电气设备 >>
- 52 环网开关柜中的电缆接头温度指示器 陈银峰
- 54 调度自动化设备电源故障检测告警装置 刘 晖
- 56 一种跌落式熔断器双体熔管 王忠阳
- 58 一种隔离开关机构安装工具 吴 威
- ◆ 经验点滴 >>
- 60 电力企业计量资产管理存在问题与对策 董明明
- 61 面向物联网技术的电力设备状态检修 刘青青, 翟英姿
- 62 10 kV 配电网变电运行事故的技术处理 郭 宇
- ◆ 资讯 >>
- 63 特高压复合外套真型高抗回路成功通过抗震试验等 4 则
- ◆ 网上问答 >>
- 64 问答 4 则

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

与时俱进 创新供电服务方式

电足民富 光耀老区

——国网山西黎城县供电公司加快电网建设服务老区经济发展

申廷芳

传承红色基因 创新服务模式

汪立华

服务再提速 客户得实惠

——国网湖北荆门供电公司提升优质服务水平侧记

徐建国 马 兵

打造“双主人”体系 创新优质服务模式

黄 磊

满目莲花一池香

——国网安徽五河县供电公司构建党风廉政“第一常态圈”实践调查

韩 辉

清存量 控增量 努力实现资产精益化管理目标

李 静 金 钊

基于政府主导的重要用户安全用电管理实践

朱彬让 朱明柱 金东红

多表对多卡售电管理方式的分析与探讨

王国红

企业文化对队伍建设的重要性

王新影 梅宇佳

夏庄所：以“七字”工作方针为导向 构筑“一建五推”服务格局

程斯年

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 Typical Mode Researches of Intelligent Power Distribution Desk Area/Xie Guangzhi, Dong Huaqiang, Jiang Guirui, Du Kai, Gao Jing
- 7 Applied Research Related to Intelligently Regulating and Compensating Power Capacitor Bank Suited to Power Distribution Networks/Xie Guangzhi, Zhang Jie, Xiao Guangling, Hao Lili
- 9 Interrelated Nature Analysis of Load Due to Lowering Temperature in Power Network in Summer Based on Linear Regression and Atmospheric Temperature/Ge Fenglei
- 12 Emulation of Extending Black Start Based on PSCAD Software/Xu Yan, Yang Xu, Hai Xiaotao
- 15 DSTATCOM Application/Xiao Yan, Cai Xiaopeng, Fang Weihua, Chen Buxing
- 17 Research of Connecting Method with No Dropping for Broken Insulated Conductor/Xie Tongfu, Jin Xin
- 19 Operating Analysis of Transmission Line Located in Gaoqi in Yulin Power Network/Guo Liang, Lu Anping
- 21 Parameter Design Related to 35 kV AC XLPE Cable Changed to 3 Poles DC Operation/Yu Jingzhe
- 23 Example Removed Fault in Intelligent Central Signaling Device/Xu Jidong, Hou Yanpeng, Wang Jiankun
- 25 Existed Hidden Trouble and Improved Measure in Main Transformer with “Small Different Protection” and Inner Bridging Connection/Wang Munan, Huang Jun, Li Peipei
- 28 Diagnostic Application of TEA and AE Methods Suited to Metal – Enclosed Switch Cabinets in Electrified Operation/Wang Xuejin, Cai Jianhui, Liu Chong, Huang Jilai
- 29 Partial Discharge Fault of Insulator Discovered with Infrared and Ultraviolet Jointly Checking/Jin Yao, Wang Zhaoyang, Chen Xiaofang, Hu Qinghu
- 31 Research Related to Communication Transmission Network Structure Belonging to Provincial Level in “Thirteenth Five-year Plan” for Hubei Province Electric Power/Chen Jingjia, Zhang Mingzhao, Xiang Hui
- 34 Calibration System of Automation Assembly Line for Intelligent Watt-hour Meters/Wang Ke, Sun Lina, Liu Chen, Hang Hongjun, Zeng Huiming
- 36 Research of on Duty Management System in Electric Power Network Enterprises/Xue Zhiqiang, Liu Xing
- 38 Thorough Inquiry and Application Related to Intelligent Business Hall System in Electric Power Systems/Gong Fangwei, Hu Xingang, Liu Jingang, Lv Hong, Luo Bing, Li Qiang
- 41 Applied Analysis Related to Intelligent Five Preventive Measures in Wulanchabu Electric Power Network/Hu Huaiwei
- 43 Optimization and Raise of Operating Efficiency and Accuracy of Marking Discernment Suited for Electric Power Network Equipment State/Zhang Ning, Li Weixun
- 45 Installing Technique of L.V. Service Lines and House Lead-in Lines Used in Rural Village/Liu Chang
- 48 Influence of Fouling on Photovoltaic Power Generation/Pei Na
- 50 Reactive Power Optimization of Electric Power System Included wind Power Generation Based on Particle Group Algorithm/Pu Heng
- 52 Application of Temperature Indicator Used for Cable-head in RMU/Chen Yinfeng
- 54 Alarming Device for Power Source Fault Checking Used for Dispatching Automation Equipment/Liu Hui
- 56 Development Related to A Drop-out Fuse with Double-fuse-element arc-extinguishing Tube/Wang Zhongyang
- 58 Development and Application of an Installing Tool Suited to Disconnecting Switch Mechanism/Wu Wei
- 60 Existed Problem and Counter-measure Related to Metering Property Management in Electric Power Enterprise/Dong Mingming
- 61 Electric Power Equipment State Repair Faced to Object Internet Technology/Liu Qingqing, Zhai Yingzi
- 62 Technical Treatment and Preventive and Control Measures for 10 kV Power Distribution Network Operation Fault/ Guo Yu

(王金鼎译)

智能配电台区典型模式

谢广志, 董华强, 姜国瑞, 杜凯, 高晶

(国网天津静海供电有限公司, 天津 静海 301600)

摘要: 介绍了对原有台区改造的智能配电台区建设的典型模式, 构建可复制的 GPRS + 电力线载波、GPRS + WSN 的农网智能化改造模式。其中新建箱式变电站、土建变电室的智能配电台区建设模式, 使用无源光网络通信技术实现配电自动化和用电信息采集, 以及对智能台区建设中采用的智能配电终端、配电自动化终端(DTU)、直流电源(超级电容)新设备进行了论述。

关键词: 智能配电台区; 配电自动化; 用电信息采集; 智能配电终端; DTU; 超级电容

中图分类号: TM63

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)04-0005-02

国网天津静海供电有限公司(以下简称公司)配电自动化建设, 主要任务之一是建设智能配电台区、配电自动化, 探索农网典型模式。按照国家电网公司智能电网建设“三统一”原则, 即统一规划、统一标准、统一建设, 公司积极研究探索对原有配电台区智能化改造和新建箱式变电站、土建变电室的智能配电台区的建设模式。

智能台区对上采用光纤和 GPRS 通信两种典型模式, 架空变台采用智能户外终端箱或智能配电箱, 通过 GPRS 或光纤通信方式上传到采集平台。已运行的箱式变电站改造安装智能配电终端, 新建箱式变电站采用标准组屏安装智能配电终端, 通过 GPRS 或光纤通信方式上传到采集平台。

智能台区数据采集传输采用光纤、载波、WSN 三种采集方式。农村平房居住区和原有农村居民小区及新建的配套水平较低的居民小区, 采用载波或 WSN 采集到台区智能终端。新建配套标准较高的城区或小城镇优先采用光纤入户, 通过光纤上传到公司采集平台。

1 智能配电台区改造典型模式

对原有农村居住小区供电模式的智能电网改造工程, 为了避免重复投资, 用电信息采集系统不采用光纤入户, 构建可复制的 GPRS + 电力线载波或 GPRS + WSN 的农网智

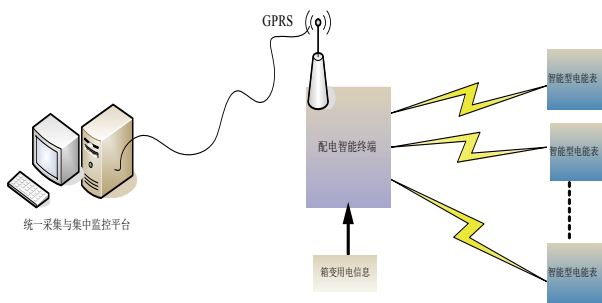


图1 配电台区改造智能信息采集典型模式

能化改造模式。配电台区改造智能信息采集典型模式如图1所示, 在原有箱式变电站内装设智能配电终端, 智能终端对下通过电力线载波或 GPRS 方式集中采集本台区智能电能表的用电信息和此变压器的低压用电信息, 对上通过 GPRS 将用电信息上传到公司统一数据采集与集中监控平台。

2 新建小城镇智能电网典型模式

智能箱式变电站是新建小城镇智能电网典型箱式变电站, 箱内安装 400 kVA 变压器 1 台, 配有智能补偿电容器组。为实现配电自动化和用电信息采集, 本箱变中安装了智能配电终端、超级电容、DTU、环境监测等自动化装置, 并配有 ONU、分光器、ODF 等通信装置。

2.1 箱式变电站电源系统

配电站直流电源(超级电容)由本站低压或外接电源供 220 V 交流电源, 配电站直流电源(超级电容)为 DTU、环境监测装置、通信装置提供 48 V 直流电源。智能箱式变电站直流电源(超级电容)采用 SYZ-C-1 智能免维护直流电源系统, 智能免维护直流电源采用超级电容作为储能元件、利用先进的控制电路设计而成, 具有瞬时功率大、能量转换高、低温特性强、低功耗、免维护、绿色环保等特点。能够为智能电网成套设备的电动操作机构以及配电终端、通信设备等提供直流电源。在本站低压或外接电源断电时, 满足智能电网配电自动化的应用要求, 可满足 40 W 的配电终端等负载连续工作 ≥ 2 h, 如图 2 所示。

2.2 智能箱式变电站智能设备系统连接

智能箱式变电站系统连接图包括两部分, 其一为智能箱式变电站配电自动化设备连接图, 如图 3 所示, 以光纤双环网形式构成的 EPON 光纤主网络, 以 ONU 为节点, 通过以太网口连接 DTU、环境监测装置, 主要传输 DTU 及环境监测装置采集的数据。其二为智能箱式变电站低

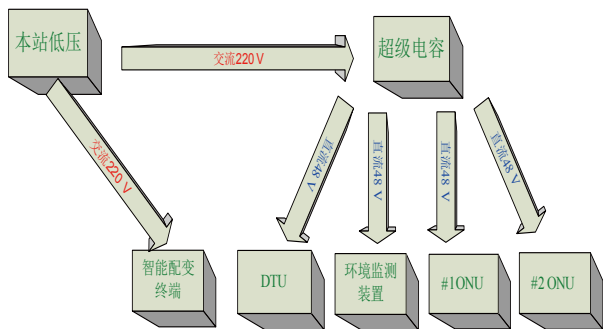


图2 智能箱式变电站电源系统网络图

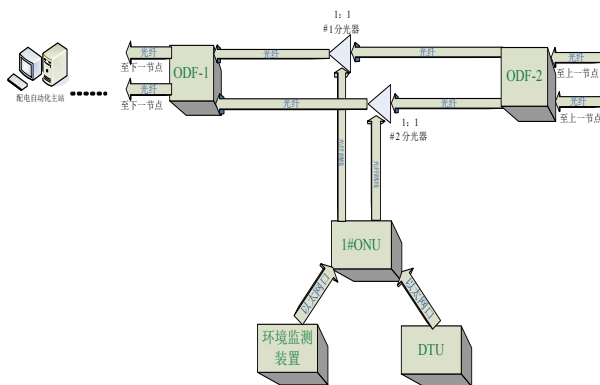


图3 智能箱式变电站配电自动化设备连接图

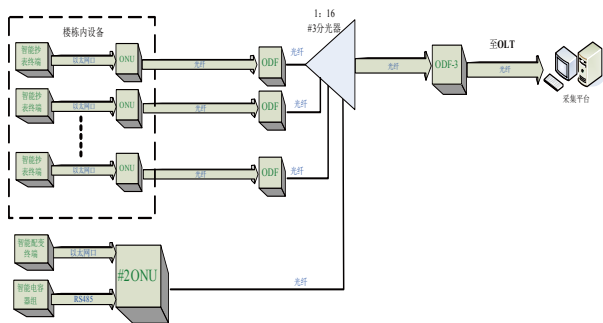


图4 智能箱式变电站低压部分网络图

压部分设备连接图，如图4所示，以辐射式接线构成的EPON主网络，以1:16分光器为节点，再通过光纤连接分散安装于低压分接箱的ONU，主要传输智能抄表终端、智能配变终端、智能电容器组等装置采集的数据。

3 智能箱式变电站主要设备介绍

3.1 智能配变终端

智能配变终端集成了高速数字信号处理芯片 DSP 和 32 位微处理器 MCU 的双核芯片技术，可对配电变压器、进出线开关、剩余电流动作保护器、智能电表等运行信息进行监测和用户用电信息采集，实现配电台区计量管理、剩余电流动作保护监测、负荷管理、无功补偿本地/远程投切控制、三相电压不平衡监测、谐波监测、用户侧分布式电源监测与

控制、远程通信等功能，降低供电企业配变台区设备投资和运行成本，为农网经济、安全、稳定运行提供技术保障和科学依据，达到农网精细化管理和智能化运行的目的。

3.2 配电自动化终端DTU

本工程中 DTU 测控单元采用主流的嵌入式操作系统，32 位硬件平台，系统接口规范，软件结构清晰，性能可靠，升级方便。系统应用先进的 DSP 技术进行交流采样和电力系统故障检测，保证了系统的准确性和稳定性。具有大容量、完整的数据采集和信息监控功能（遥测、遥信、遥控）。系统运行环境温度范围 -40 ~ 70 ℃，电磁兼容性符合严酷级行业标准。本工程中作用：采集高压侧进出线电流、变压器单元高压侧电流、所有高压柜开关位置信号、变压器温度告警信号、超级电容报警信号。

3.3 智能补偿电容器组

智能补偿电容器组突破了现有低压无功补偿设备的模式，实现了分散控制、集中管理的新模式，系统具有温升小，功耗低，结构简洁，容易实现标准化、规范化等特点。实现了基于相控的无功补偿和三相不平衡治理，采用相控投切开关技术实现电容器电压过零投入、电流过零切除，无投切涌流，大大提高了供电质量和电容器的使用寿命。电容器组具有标准的通信接口，方便运行人员对电容器组的运行状态进行监控。

3.4 环境监测装置

环境监测系统本地监控中心可以对告警和操作事件按照时间、地点、种类、监控对象、告警级别等进行查询和处理，可以根据故障以声、光、短消息、语音、邮件提示等形式通知用户，并产生派工单、故障报表等，可以灵活地进行电子布防、撤防。本工程中作用：利用门磁传感器、水浸传感器、烟雾传感器、温湿度传感器等监控本箱式站，及时给出报警信号。

3.5 智能型电能表

智能型电能表是一种新型全电子式预付费电能表，具有电能量计量、信息存储及处理、实时监测、自动控制、信息交互等功能，支持双向计量、阶梯电价、分时电价、峰谷电价等实际需要，可以实现计量装置在线运行工况监测及实时采集用户负荷、电量、电压等重要信息的功能。

4 结束语

公司积极探索对原有配电台区改造和新建箱式变电站、土建变电室的智能配电台区的建设模式，努力研究可复制的适用于农网的典型改造模式，智能台区建成后将大幅提高公司运行管理水平，带来可观的经济效益，切实让农民享受到智能电网的高标准服务。

(责任编辑：张峰亮)

智能调补电容器组在配电网中的应用

谢广志, 张 杰, 肖广玲, 郝丽丽

(国网天津静海供电有限公司, 天津 静海 301600)

在静海配电网中, 主要采用三相四线制的配电方式, 配电变压器为 Y/Y_{N0} 接线方式。理想情况下, 三相负荷为平衡配置时, 变压器对称运行。但实际上由于在用户端存在着大量的单相负荷, 而且用电不具同时性, 必然使配电变压器处于绝对不对称运行状态, 即各相的有功功率和无功功率都不一样。对于无功功率的不平衡, 采用分相补偿的方法即可补掉无功, 但对于有功功率的不平衡却无能为力, 有时补偿后反而使变压器的电流更加不平衡。本文对基于电容器组的三相负荷不对称平衡化治理技术进行研究, 将基于相控技术的“LH-ICS 智能调补电容器组”应用于静海电网, 实现了有效的有功功率的平衡和无功补偿, 实现了变压器的对称平衡运行, 提高了电压质量。

在静海配电网中应用“LH-ICS 智能调补电容器组”, 采用无功元件电容器和电抗器构造出一个不对称电路网络, 接入三相电源后使之产生负序和零序电流, 其大小与负荷产生的负序和零序电流相等, 而方向相反, 抵消掉负荷的负序和零序电流, 最终变压器只输出正序电流, 实现变压器的对称平衡运行。

1 三相不平衡治理技术简介

1.1 常规无功补偿技术

配电网中常用的无功补偿方式有分散无功补偿和集中无功补偿。集中无功补偿采用变电站或高压供电电力用户降压变电站母线上的高压无功补偿装置, 其优点是易于实现自动投切, 设备利用率高, 维护方便, 能减少电网、用户变压器及专供线路的无功负荷和电能损耗。分散无功补偿常采用高压电容器分组安装在电网的 10 kV、6 kV 配电线路的杆架上、公用变压器的低压侧、用户各车间的配电母线上, 以达到提高配电网的功率因数。10 kV 高压网络集中补偿和采用分相补偿的方法可补掉无功, 但对于有功功率的不平衡却无能为力, 有时补偿后反而使变压器的电流更加不平衡。

1.2 利用无功发生器解决三相负荷不对称的基本原理

变压器不对称运行的根本原因是由于负荷分配不平衡或用电的不同时性造成的, 而其本质就是负荷网络不对称造成的。只要将负荷网络对称化, 就可以使变压器对称运

行。由此, 可以构造一个由无功元件构成的阻抗网络叠加在负荷网络上, 该网络本身不消耗有功功率, 并在不改变负荷有功功率特性的前提下使变压器的输出电流对称, 同时补偿负荷的无功功率。该网络称之为“调补网络”。构造这样一个调补网络便是解决问题的关键。由于该网络只发出无功, 也可称之为无功发生器。随着现代电力电子技术的发展, 由大功率电力电子开关元件 (IGBT 或 GTO) 构成的静止同步补偿器, 同样可以发出四象限的无功, 完全可以替代电容器和电抗器解决该问题。但由于目前大功率电力电子器件的价格较昂贵, 还不能大量地应用于低压电网的无功补偿装置。所以采用电容器和电抗器构成无功发生器是当前可行和现实的选择。

1.3 LH-ICS智能调补电容器组三相负荷不对称平衡化治理的基本原理

在传统无功补偿器的基础上, 采用由无功元件构成不对称的补偿导纳网络原理, 可实现对有功电流调相, 同时补偿无功功率。将实际负荷系统中的大量感性负荷等效成电抗器, 与 LH-ICS 智能调补装置中的电容器配合搭接, 使变压器的负荷得到合理的均衡分配, 且无功得到补偿。如图 1 所示。其基本方法就是通过在三相四线制低压配电系统中的各相与相之间及各相与零线之间恰当地接入若干电力电容器的方法, 同时利用微机控制器检测、计算三相电压, 三相电流, 三相有功功率和三相无功功率, 根据理论计算结果, 以最佳编组一步投切到位, 实现调整有功功率, 使三相电流接近或达到平衡, 并补偿无功功率, 使功率因数接近为 1。在对地、相间电容器投切过程中采用相控投切开关专利技术, 将机械开关和电子开关的优点集合在一起, 即将可控硅与机械触点并联使用, 由可控硅实现电压

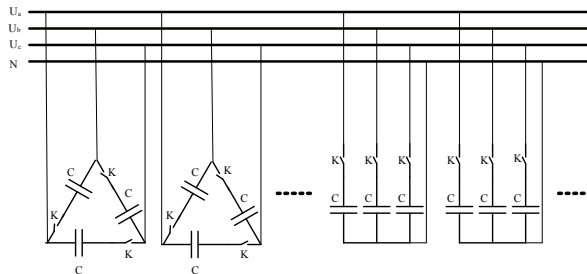


图1 调补电容器原理图

过零投入与电流过零切除,由机械触点来通过连续电流,这样就避免了可控硅的导通损耗问题,也避免了电容器投入时的涌流,实现了电容器电压过零投入,电流过零切除,无投切涌流,大大提高了供电质量和电容器的使用寿命。理论上不但可以将三相间的不平衡有功电流调整至平衡,而且可以将三相功率因数均补偿至1。

2 LH-ICS智能调补电容器在静海电网中的工程应用

2.1 智能调补电容器技术参数

电容器调补组数:2组角接单相控制电容器,2组星接单相控制电容器。

补偿方式:相间、相对地混合不等量补偿,可调整有功电流的不平衡。

电容器补偿总容量:80/60/33/18 kvar。

补偿精度(步距):2.7/1.3/0.7/0.4 kvar。

工作环境温度:-40~+60℃。

工作电压:AC 380V±20%。

2.2 智能调补电容器应用选型

根据经验一般公用变压器的功率因数在0.8~0.9之间,在这里取用中间值“0.86”为拟定的变压器补偿前的功率因数,根据每月的变压器的单相最大有功电量,计算总有功电量,根据有功电量推算出视在功率,得出无功功率。根据无功功率,依据设备的实际补偿容量加以匹配。

3 智能调补电容器应用效果

3.1 补偿效果分析

3.1.1 功率因数分析

图2中表述为某一天,某配电变压器在24h的功率因数观测数据,其中粉红色表示投切前数据,蓝色表示投切后数据,两条曲线形成某一时刻的调节前后的对比,总体反映了调整前和调整后的功率因数变化,如图2所示,智能调补电容器组达到了很好的无功补偿效果,补偿后功率因数在0.95以上。

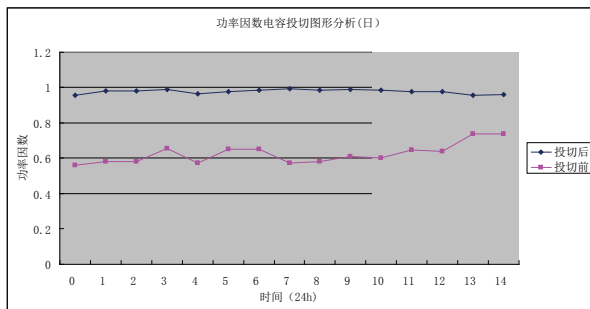


图2 投切前后功率因数对比图

3.1.2 三相电流不平衡度分析

图3为某天某配电变压器在24h的三相电流不平衡度的观测数据,其中粉红色表示未调整补偿前数据,蓝色表示调整补偿后数据,两条曲线形成某一时刻的调节前后的对比,总体反映了调整前和调整后的对比关系,如图3所示智能调补电容器组投入运行后三相电流不平衡度降低幅度很大,最大降低幅度达15%,在很大程度上保证了变压器的三相平衡运行,提高了电压质量。

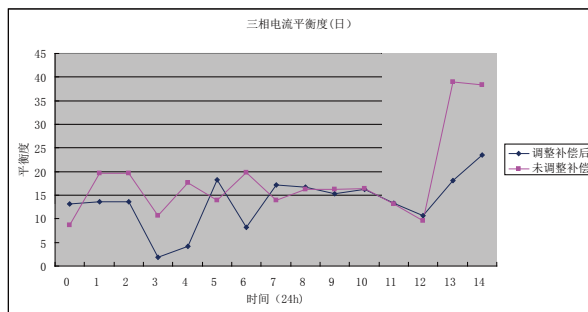


图3 投切前后不平衡度对比图

3.2 技术经济分析

由于该产品在技术和结构上的创新,其与常规无功补偿装置相比,多出了具有调整有功功率在三相间均衡分配的能力。从用户使用结果来看,当变压器的负荷率在30%以上,功率因数在0.85~0.92之间时,应用LH-ICS三相负荷不对称自动调整及无功补偿装置可比常规无功补偿装置多节能10%~30%,综合节电率可达被调补供电变压器容量的1%~3%,性能十分先进。

LH-ICS型智能调补电容器组可直接安装于用电设备旁,实现无功就地补偿,或者安装于现有配电柜、配电箱内部或计量箱底部,对一些配电容量小的用户及新村配电用户进行无功自动补偿,具有功能强、安装方便、节省投资、后期扩容方便等特点。

与常规低压无功自动补偿装置相比,他的体积缩小50%左右;接线减少80%左右,资源(铜材、银材、工程塑料)节省50%左右;装置本身电损(导线电损、节点电损、器件电损)降低50%左右,经济和社会效益明显。

4 结束语

静海电网应用LH-ICS智能调补电容器,针对配电台区的三相不平衡问题进行应用研究,取得了良好的效果。本文对智能调补电容器组的工程应用从设计选型和应用效果分析角度进行了充分论述,探索出了一种解决配电网三相负荷不对称平衡化治理的有效途径。

(责任编辑:张峰亮)

基于线性回归的电网夏季降温负荷与气温相关性分析

葛风雷

(国网江苏省电力公司徐州供电公司, 江苏 徐州 221000)

摘要:以徐州地区历史负荷及气温数据为基础,采用最大负荷比较法估算降温负荷大小,给出降温负荷在地区负荷中的占比。并利用线性回归方法分析降温负荷同日平均气温、日最低气温、日最高气温三种气温因子之间的相关关系,结果表明日平均气温对降温负荷相关性最大,其次为日最低气温,再次为日最高气温,并给出日平均气温位于 25℃以下、22~28℃、28~30℃、30℃以上四个不同区间时,温度每升高 1℃降温负荷的增加量的结论。

关键词:降温负荷;线性回归;参数估计;假设检验

中图分类号: TM727

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)04-0009-03

近年来,全球变暖及厄尔尼诺现象等气候反常变化,给人类的生产生活带来了较大的影响。电力作为服务全社会的基础性行业,气象变化直接影响到地区电网负荷的大小。气温已经成为夏季电网负荷屡创新高和影响其负荷波动的主要原因之一。为确保电网的安全稳定运行,提高能源的利用效率,对降温负荷与气象因素的相关性开展研究具有十分重要的意义。

本文以徐州地区 2011—2016 年负荷数据为基础,根据气象历史数据以及夏季降温负荷的特点,建立降温负荷分析模型,分析地区电网降温负荷规模以及降温负荷与气温的相关性,以指导徐州地区电网的安全生产和调度运行。

1 降温负荷的测算

由于电力系统中不存在对空调或其他降温设备安装专用计量装置,空调等降温负荷的数据无法直接获取。因此从地区负荷中准确地剥离出降温负荷的大小是分析降温负荷同温度之间关系的重要前提。

本文采用最大负荷比较法^[1-3]估算夏季降温负荷。最大负荷比较法通过比较夏季最大负荷与基本无降温负荷月份的最大负荷,来确定最大降温负荷。

确定基准值。考虑到新增负荷的影响,选择人体舒适度较好的春季和秋季负荷的平均值作为基本无降温负荷的基准值。

确定比较月。选择夏季最大负荷的月,即降温负荷最大的月。

进行比较。夏季各工作日的最大负荷与基准值对应之差值即为各天的最大降温负荷,其中的最大值即为年最大

降温负荷值。

2 算例分析

2.1 徐州地区电网降温负荷测算

徐州市 2011—2015 年的日最大负荷变化如图 1 所示,可以看出,在炎热的夏季 6—8 月,日最大负荷明显高于气温较低的其他月份。因此本文以徐州地区 2011—2016 年 6—8 月负荷及气温为基础数据分析夏季降温负荷与气温之间的关系。

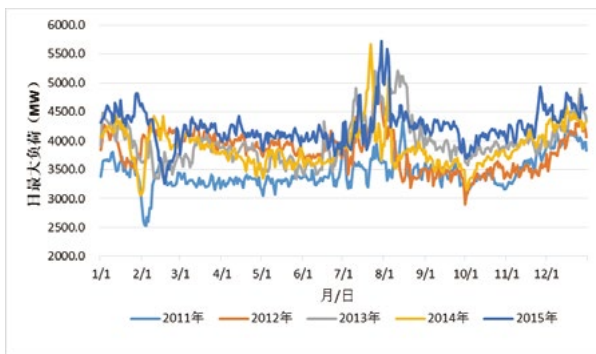


图1 徐州市2011—2015年日最大负荷变化

根据最大负荷比较法,取气候比较凉爽的月(称为基准月)中日最高气温低于 25℃的日最大负荷平均值作为基准负荷。参考徐州地区 2011 至 2016 年历史气温,考虑月平均最高气温水平,表 1 数据显示徐州地区 5 月及 9 月气温仍然相对较高,基本在 25~28℃,而 4 月及 10 月气温均在 25℃以下,位于 20~24℃区间内,因此本文选取 4 月及 10 月中日最高气温低于 25℃的最大负荷平均值作为基础负荷(其中 2016 年仅选取 4 月数据)。

表1 2011—2016年徐州地区月平均最高气温

月平均日最高气温/°C	4月	5月	9月	10月
2016	22	25	—	—
2015	20	26	26	22
2014	22	28	25	22
2013	20	26	27	23
2012	24	28	26	22
2011	22	27	24	21

经过计算基础负荷结果如表2所示。

表2 2011—2016年徐州地区基础负荷

年份	基础负荷/MW
2011	3300.7
2012	3666.5
2013	3822.8
2014	3614.7
2015	4084.3
2016	4238.9

根据基础负荷，对2011—2016年6—8月共551个日最高负荷数据点计算降温负荷，剔除其中的负值，共得到429个降温负荷有效数据点。

表3可以看出，徐州地区最大降温负荷发生在7月或者8月份，最大降温负荷基本呈现逐年增加的趋势，2011—2016年最大降温负荷占地区网供负荷平均占比28.71%。

表3 2011—2016年徐州地区最大降温负荷

年份	最大降温负荷占比			最大降温负荷/MW	年最大降温负荷/MW
	6月	7月	8月		
2011	401.71	690.73	1048.08	1048.08	24.10%
2012	513.60	1164.42	577.33	1164.42	24.10%
2013	510.86	1179.40	1384.21	1384.21	26.58%
2014	304.36	2049.74	1479.91	2049.74	36.19%
2015	190.06	1637.58	1499.95	1637.58	28.62%
2016	1111.14	2055.19	1699.04	2055.19	32.65%

2.2 降温负荷与气温相关性分析

2.2.1 多元线性回归分析

根据第2节建立的模型，对降温负荷同三种气温因子：日平均气温(T_{avg})、日最高气温(T_{max})、日最低气温(T_{min})进行多元线性回归分析，得出线性回归函数为：

$$Y = -2864.3 + 119.9T_{avg} - 30.03T_{max} + 40.52T_{min}$$

公式可见最小二乘条件下的参数估计值，日平均气温、日最高气温、日最低气温系数 a_1 、 a_2 、 a_3 分别为119.97、-30.03、40.52。以日最高气温系数 a_2 为例，其意义表示，在日平均气温和日最低气温取值不变的情况下，日最高气温量值每增加1℃，降温负荷 Y 增加值为-30.03 MW，即降温负荷减小30.03 MW。可以解释为，在日平均气温和日最低气温不变的情况下，日最高气温升高1℃，说明全天气温低于日平均气温的时间变长，对高温耐受较强的空调负荷可能选择关闭，导致降温负荷略微降低。因此自变量日最高气温的系数 a_2 值为负值是合理的。

回归方程显著性检验结果显示，判定系数 $R = 0.79$ ，

复判定系数 $R^2 = 0.62$ ，说明经过计算的降温负荷同气温具有显著的相关性。

回归系数显著性检验结果显示， T_{avg} 、 T_{max} 、 T_{min} 三个变量系数 a_1 、 a_2 、 a_3 对应的 t 统计量的 p 值分别为 2×10^{-12} 、0.0086、 8.50×10^{-5} ，在 $\alpha = 0.02$ 的置信水平下，三个系数的 p 值均小于0.01，因此，三种气温因子对降温负荷相关性的置信度均达到98%以上，根据 p 值大小可以看出，三种气温因子置信水平由高到低依次为日平均气温、日最低气温、日最高气温，说明日平均气温对所计算降温负荷相关性最大，其次为日最低气温，再次为日最高气温。

图2~图4分别为降温负荷与三种气温因子之间的拟合散点图，图中红色为多元线性回归函数对降温负荷的预测 Y 值，蓝色为实际值，可以看出，日平均气温同降温

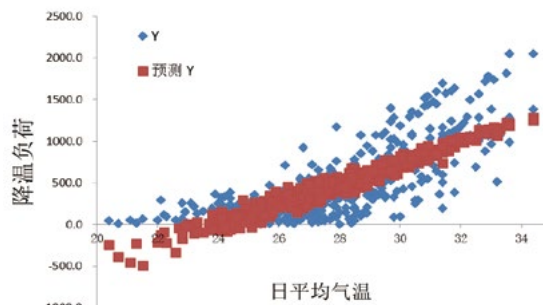


图2 降温负荷与日平均气温拟合散点图

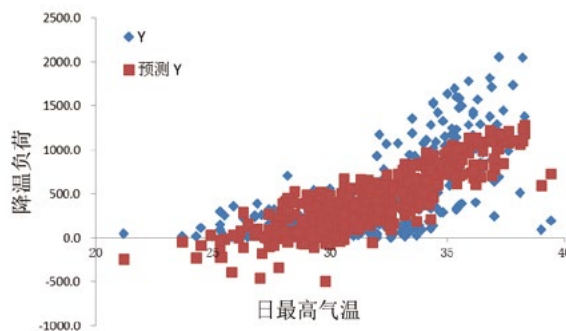


图3 降温负荷与日最高气温拟合散点图

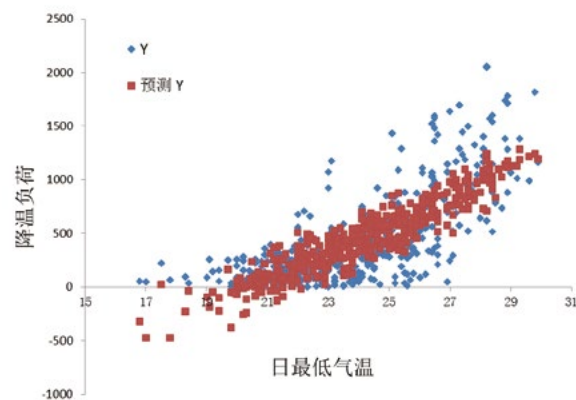


图4 降温负荷与日最低气温拟合散点图

负荷的线性关系最强。

2.2.2 一元线性回归分析

由于日平均气温与降温负荷相关性最强,因此以日平均气温为基准,设定 25℃以下、25~28℃、28~30℃、30℃以上四个区间,分别对降温负荷进行一元线性回归

表4 降温负荷与日平均气温回归分析

温度区间	线性回归函数	判定系数	复判定系数
25℃以下	$Y = -306.66 + 18.23T_{\text{avg}}$	0.19	0.04
25℃~28℃	$Y = -1708.00 + 73.62T_{\text{avg}}$	0.33	0.11
28℃~30℃	$Y = -7313.25 + 270.46T_{\text{avg}}$	0.48	0.23
30℃以上	$Y = -4525.66 + 176.49T_{\text{avg}}$	0.47	0.22

分析。分析结果如表4所示。

从表4中可以看出,随着日平均气温的升高,回归方程的判定系数逐渐增加,从25℃以下的0.19增长到28~30℃的0.48,30℃以上时判定系数为0.47,说明日平均气温越高,其与降温负荷相关性越高。

当日平均气温在25℃以下时,日平均气温每增加1度,降温负荷升高18.23 MW;当日平均气温在25~28℃之间时,日平均气温每增加1℃,降温负荷升高73.26 MW;当日平均气温在28~30℃之间时,日平均气温每增加1℃,降温负荷升高270.46 MW;当日平均气温在30℃以上时,日平均气温每增加1℃,降温负荷升高176.49 MW。

3 结束语

本文采用最大负荷比较法估算夏季降温负荷,估算出徐州地区2011—2016年最高降温负荷及其占最高网供负荷比例,并通过线性回归方法分析徐州地区降温负荷同日平均气温、日最低气温、日最高气温之间的相关关系,结果表明日平均气温对降温负荷相关性最大,其次为日最低气温,最后为日最高气温,最后给出日平均气温位于不同区间时,温度每升高1℃降温负荷的增加量。对徐州地区电网安全生产和调度运行有着重要的指导意义。

参考文献

- [1] 唐良艳. 电力系统负荷特性分析与负荷预测研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2010.
- [2] 童述林, 文福拴. 节能减排环境下广东省年最大降温负荷的测算与分析[J]. 华北电力大学学报, 2010, 37(5): 32-37.
- [3] 石峰, 吴笛, 李宝珠. 重庆市夏季空调负荷分析及有效调节空调负荷的措施建议[J]. 电力技术经济, 2008, 20(1): 42-46.
- [4] 王松桂, 陈敏, 陈丽萍. 线性统计模型—线性回归与方差分析[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.

(责任编辑: 张峰亮)

资讯

■ 国网辽宁电力自主研发“智能便携式停送电操作绝缘工具专用保护箱”

国网辽宁省电力有限公司近期研制出“智能便携式停送电操作绝缘工具专用保护箱”,这一新产品的创新,使得绝缘工器具在出库运输及使用阶段得到合理的保护,从而对绝缘工器具形成了一整套闭环管理模式。

该“智能便携式停送电操作绝缘工具专用保护箱”的研发,是为保证工作人员在现场停送电操作过程中人身安全,确保绝缘工器具在使用环节上符合《国网电力安全工器具管理规定》要求,更加规范、科学管控。并根据《电力安全工作规程电力线路部分》《国家电网公司电力安全工作规程(配电部分)(试行)》等相关要求,结合作业现场停送电操作绝缘工具出库使用方面的薄弱环节,达到降低停电操作过程风险,提高人身保护安全性能的目的。

据研发者介绍,日常停送电操作出库使用与值班状态使用的绝缘工器具由于在装车、运输、现场多个环节没有得到合理防护,造成损坏严重,对工作人员现场操作带来很大风险,不但不符合安全工器具全过程管理使用,更有悖于符合要求的标准化作业现场条件。该“智能便携式停送电操作绝缘工具专用保护箱”研发制作是现场工作前端的基础性安全防护,是保证作业顺利进行的基石,是对橡胶类、树脂类绝缘工器具现场使用管理的再提高,实现智能状态下更加科学化。

“智能便携式停送电操作绝缘工具专用保护箱”在箱体选材上采用抗压、防撞、防雨、防晒304不锈钢制作,体积按照停送电绝缘杆长度进行总体设计,保护工具按上下并列与底部并列设置与固定。箱内放置的保护工具包括:绝缘杆、10 kV验电器、0.4 kV验电器、绝缘手套、绝缘靴。箱体构造采用上盖液压自动开启,内壁全方位设置夏日室外防晒隔热保护层,防窜动弹性定位保护夹具,还附带绝缘工器具试验周期提示功能。箱体内部附加设置:低温下自动加热恒温控制数字式液晶显示功能,该加热采取干烧可运行加热带四周隐藏式布控;高温下自动开启横流微风机散热功能,该风机选用防颠簸、低噪音无扇叶横流风机,并且在箱体外部设置可单独控制开关(使绝缘工具在值班室状态下达到工具智能柜同样效用);蓄能式夜间离电状态下箱内照明功能,该功能选择可持续照明4 h蓄能灯,即可固定箱内照明用,又可取出临时应急照明用,充电方式采取箱内各功能联动方式,箱内设置联动式漏电自动保护,并配有输入、输出防水插座,具备低容量移动电源箱作用。

来源: 国网辽宁省电力有限公司

基于PSCAD软件的扩展黑启动的仿真

徐岩¹, 杨旭², 海晓涛³

(1. 国网北京市电力公司石景山供电公司, 北京 石景山 100043;
2. 国网北京节能服务有限公司, 北京 大兴 100176; 3. 国网电动汽车有限服务公司, 北京 西城 100054)

摘要: 扩展黑启动是电力系统大停电后系统恢复研究的一个新思路, 将为电力系统黑启动方案的制定提供新方法, 所获得的研究成果将对各级电力系统的黑启动具有普遍的指导意义, 有助于提高我国电力系统黑启动技术的研究和应用水平, 能有效地提高现代电力系统应对大停电事故的能力, 带来巨大的经济和社会效益。文章通过启动单台辅机, 两台辅机, 三台辅机, 以及错时启动进行 pscad 仿真验证来说明扩展黑启动实用性以及错时启动可以提高黑启动的可靠性。

关键词: 扩展黑启动; 大停电; 错时启动; pscad

中图分类号: TM727

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)04-0012-03

电力系统大停电后的黑启动恢复控制策略的制定是一个多目标、多阶段、多变量、非线性并带多个约束的优化问题, 难于从总体上确定优化策略, 常分解为一系列子问题分别进行处理。通常把恢复过程分为3个阶段: 黑启动阶段、网架重构阶段和负荷全面恢复阶段。黑启动阶段是整个恢复过程的基础和前提, 只有成功地进行黑启动, 形成可向外供电的独立小系统, 才具备后续恢复可能性, 同时黑启动的实施效果也直接影响后续恢复进程^[1-4]。鉴于目前有些系统的黑启动电源有较大容量及较好的运行调节性能, 完全有能力在黑启动阶段同时启动多台被启动机组, 并形成稳定的初始小系统。因此提出一个黑启动电源同时启动多个被启动电厂的扩展黑启动的恢复策略, 同时启动多台被启动机组, 与常规的黑启动方案相比, 能为系统后续恢复提供更大的功率支持, 显著减少了大停电带来的经济和社会损失^[6-7]。本文基于PSCAD的软件对扩展黑启动进行了仿真。

1 扩展黑启动模型的仿真

1.1 单台辅机起机的电路模型

通过参考相关文献中发电机和电动机的参数, 发电机选取库中 Synchronous Machine 作为发电机模型, 参数如表 1 所示。

电动机工况额定容量为 26.3 MVA, 额定功率为 7.46 MW, 仿真中选用 typical 类型。

励磁机、调速机、变压器、

表1 发电机参数

发电机工况额定容量/MVA	406.8	交轴同步电抗(不饱和值)	0.77
额定电压/kV	7.967	交轴暂态电抗(不饱和值)	0.228
额定转速/r·min ⁻¹	3000	交轴次暂态电抗(不饱和值)	0.375
直轴同步电抗(不饱和值)	1.014	直轴阻尼D绕组定子开路时间常数/s	0.039
直轴暂态电抗(不饱和值)	0.314	交轴阻尼Q绕组定子开路时间常数/s	0.071
直轴次暂态电抗(不饱和值)	0.28		

线路以及电动机模块参数和类型如上所述, 其中线路额定电压为 220 kV, 所建立的单台厂用辅机电气接线图如图 1 所示。

其中对断路器设置 5 s 时合闸, 此时接入电动机, 模拟发电机启动厂用辅机的过程。仿真时间为 20 s, 将

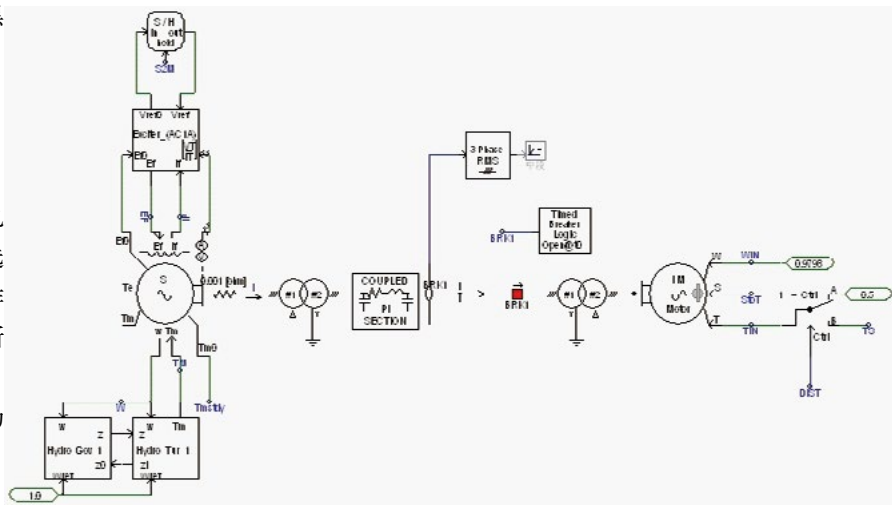


图1 单台厂用辅机启动电气接线图

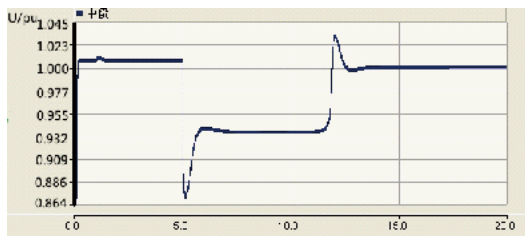


图2 单台辅机启动电压曲线

电压曲线通过 Graph Frame 模块输出, 观察电压曲线, 记录电压曲线如图 2 所示。

从曲线观察可看出, 在接入电动机瞬间, 线路电压有一个瞬间的下降, 最低处电压为 193 kV, 经过约 11 s, 电压曲线抬升, 电压恢复额定值 220 kV。启动单台厂用辅机时电压曲线最低处为额定值的 87.7%, 经过一段时间后可以恢复额定电压, 启动单台辅机符合电压水平的要求。

1.2 两台厂用辅机起机的电路模型

为了比较多台机组同时启动和错时启动的区别,

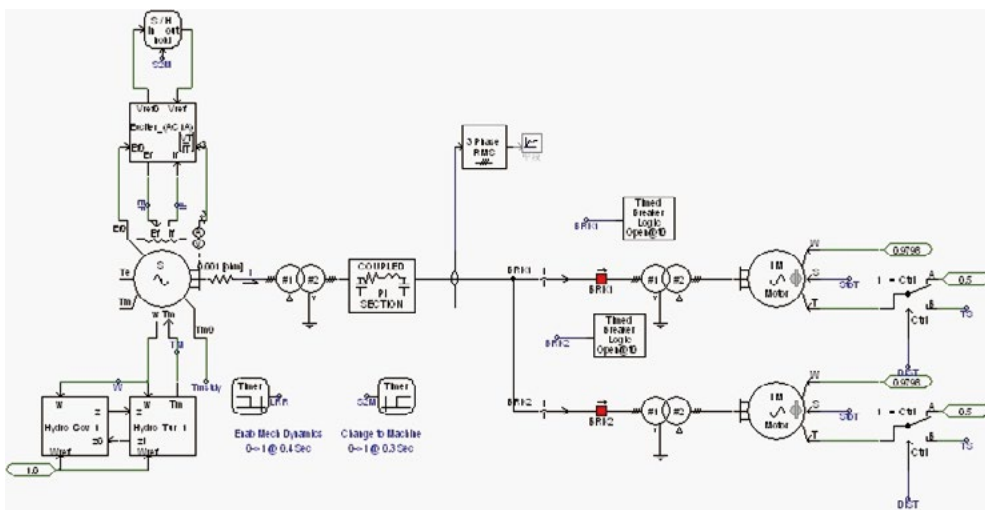


图3 两台辅机启动电气接线图

对两台机组启动进行仿真。启动电路各模块的类型与上述相同, 在线路末端增加一台异步电动机和降压变压器, 模拟启动两台厂用辅机。搭建的电气接线图如图 3 所示。

其中, 发电机的额定容量为 478.5 MVA, 两台电动机的额定容量均为 26.3 MVA, 额定有功功率均为 7.46 MW, 其他参数与 3.1 中相同。

首先设置线路末端断路器初始状态打开, 动作次数 1 次, 动作时刻 5 s, 即 5 s 时刻两台电动机同时接入电网, 模拟两台厂用辅机同时启动。仿真时长为 30 s, 仿真电压曲线波形如图 4 所示。

图中电压曲线的最低点值为 171 kV, 占额定电压 220 kV 的百分比是 77.7%, 低于 80%, 容易引起低压

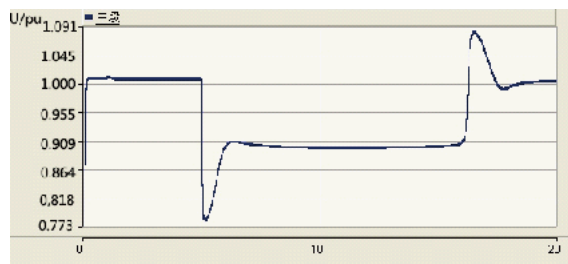


图4 两台辅机同时启动电压曲线

保护动作跳闸, 两台厂用辅机退出电网, 导致黑启动失败。

1.3 错时启动两台辅机的仿真及结果

根据带两台电动机起机的电压曲线, 设置第一台电动机在 5 s 时接入电网, 在接入第一台辅机后 18.5 s 时电网电压已恢复稳定, 此时电网接入第二台辅机, 仿真时长为 50 s, 仿真电压曲线波形如下图 5 所示。

图中可看出电压曲线最低处值为 190 kV, 占额定电压的百分比为 86.36%, 可见通过错时启动两台辅机,

可有效地提高电压稳定裕度, 防止了低压保护跳闸, 使多台机组成功启动。

1.4 同时启动三台辅机的仿真及结果

为了更好地验证错时启动的优势, 接着对三台机组同时启动和错时启动进行仿真, 通过比较其电压曲线, 得出初步结论。

选用的发电机模型仍与之前单台辅机、两

台辅机启动的一致, 容量为 478.5 MVA, 电动机容量均为 26.3 MVA, 在两台机起机仿真电气图的基础上末端增设一台降压变压器和电动机, 模拟三台厂用辅机启动。其电气接线图如图 6 所示。

设置线路末端 3 台断路器均为动作次数 1 次, 初始

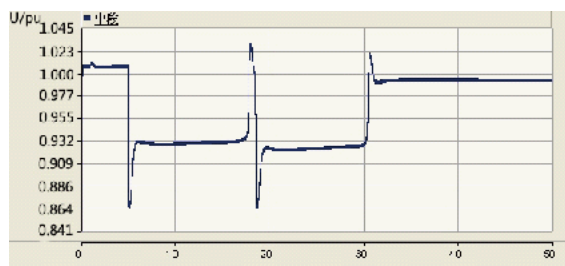


图5 两台辅机错时启动电压曲线

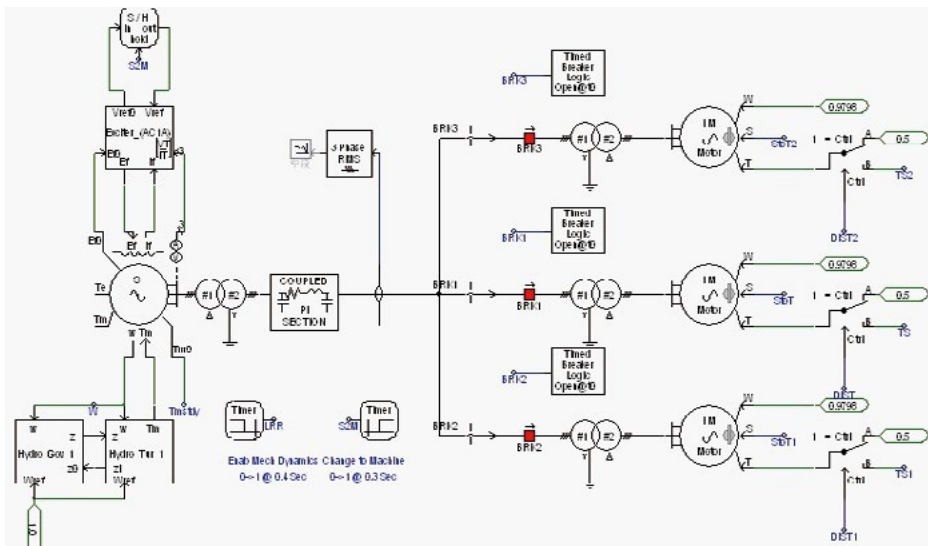


图6 三台辅机启动电气接线图

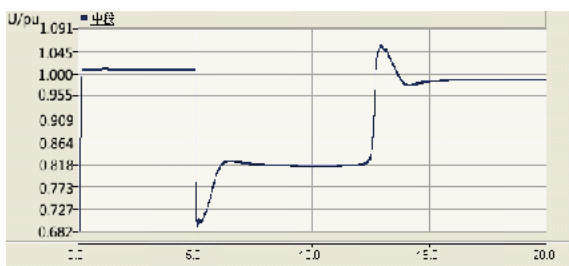


图7 三台辅机同时启动电压曲线

状态打开, 动作时间为 5 s, 即在 5 s 时刻将 3 台电动机接入电网, 模拟 3 台厂用辅机同时启动。仿真时间 25 s, 仿真电压曲线如图 7 所示。

图中可看出电压曲线最低处值为 190 kV, 占额定电压的百分比为 86.36%, 可见通过错时启动两台辅机, 可有效地提高电压稳定裕度, 防止了低压保护跳闸, 使多台机组成功启动。

1.5 错时启动三台辅机的仿真及结果

接着设置线路末端 3 台断路器的动作时间分别为 5 s、13 s、21.5 s, 即分别在这三个时刻接入 3 台电动机, 模拟错时启动 3 台厂用辅机的情形, 仿真时间为 40 s, 仿真电压曲线如图 8 所示。

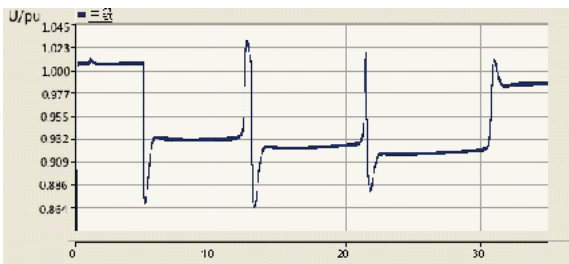


图8 三台辅机错时启动电压曲线

比较两次仿真得到的电压曲线, 错时启动的最低点

处值为 190 kV, 占额定电压的百分比为 86.4%, 提高了电压稳定裕度, 防止低压保护动作跳闸, 使得多台机组能够有效启动。

2 结束语

本文主要利用 PSCAD 软件对单台厂用辅机、多台厂用辅机启机进行了仿真, PSCAD 软件可以较好地反映发电机、电动机的机电暂态特性。通过参考相关文献中的数据, 设置电网中主要元件的参数,

接着对厂用辅机启机过程进行仿真, 记录电压波形曲线。比较两台辅机同时启动和错时启动的电压波形, 可以看出采用错时启动有利于提高电压稳定裕度, 进而提高了黑启动的可靠性。对比三台厂用辅机同时启动和错时启动的电压波形, 进一步验证了错时启动可以提高黑启动的可靠性。

参考文献

- [1] Lindenmeyer, D., Dommel, H.W., Adibi, M.M.. Power system restoration—a bibliographical survey[J]. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 2001, 23(4): 219-227.
- [2] 薛禹胜. 现代电网稳定理论和分析技术的研究方向[J]. 电力系统自动化, 2000, 24(7): 1-6.
- [3] 韩水, 苑舜, 张近珠. 国外典型电网事故分析[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.
- [4] Adibi, M., Clelland, P., Fink, L., Happ, H., Kafka, R.. Power System Restoration A Task Force Report[J]. IEEE Transactions on Power Systems, 1987, 2(2): 271-277.
- [5] 葛睿, 董昱, 吕跃春. 欧洲 11.4 大停电事故分析及对我国电网运行工作的启示[J]. 电网技术, 2007, 31(3): 1-6.
- [6] 高远望, 顾雪平, 刘艳等. 电力系统黑启动方案的自动生成与评估[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(13): 50-54.
- [7] 杨艳, 赵书强, 顾雪平, 杨兴宇, 魏利民. 黑启动方案中启动厂用负荷时电压与频率的仿真校验[J]. 继电器, 2014, 4(16): 16-17.
- [8] 倪以信, 陈寿孙, 张宝霖. 动态电力系统的理论和分析[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.
- [9] 何宝灵. 黑启动过程中的频率和电压仿真与程序开发[D]. 山东大学电气学院, 2008.

(责任编辑: 张峰亮)

DSTATCOM的应用

肖燕, 蔡晓鹏, 方伟华, 陈步星

(国网江西省电力公司赣东北供电分公司, 江西 乐平 333000)

摘要: 针对农村地区所出现的“低电压”问题, 通过对该问题成因的分析, 结合江西实际情况以及配网型静止同步补偿器 (Distribution Static Synchronous Compensator, DSTATCOM) “低电压”治理原理的分析, 提出了分级补偿的“低电压”治理方案。此外, 针对治理设备后期运行维护问题, 采用云数据及移动互联网技术, 提出了基于云数据的“低电压”设备状态监测系统, 大大减少了运维人员的工作量。最后, 通过在江西赣东北电网枫树下新村台区“低电压”治理试点, 验证了利用 DSTATCOM 进行分级治理方案的有效性, 以及基于云数据的“低电压”设备状态监测系统的可行性, 也为后期大规模治理农网“低电压”问题提供了良好的借鉴。

关键词: 农村电网; “低电压”; 静止无功发生器; 云数据

中图分类号: TM727

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)04-0015-02

1 分级补偿的“低电压”治理方案

针对对江西地区“低电压”问题成因的分析, 若通过新建电源点以减小供电半径或者更换供电电缆的方法解决“低电压”问题, 从技术上虽具有可行性, 但由于前期投入资金量大, 且农网负荷较小将导致设备利用率较低, 使上述方法的经济性较差, 无法在实际应用中大规模推广。随着电力电子技术的发展, DSTATCOM 在低压配电系统的应用也日趋成熟, 因此在供电线路适当位置, 利用 DSTATCOM 注入适当的无功电流进而实现对“低电压”问题的治理, 是一个技术可行且较为经济的“低电压”治理措施。

DSTATCOM 的主电路包括作为储能元件的电容以及由开关器件 IGBT 构成的换流器, 换流器通过电抗器或变压器接入系统。作为电压源型换流器, 通过控制 DSTATCOM 换流器输出电压的幅值和相位便可调节输出无功功率的极性和大小。当线路阻抗一定的前提下, 用户侧的有功和无功功率共同影响着用户的供电电压。利用 DSTATCOM 在用户侧注入与用户无功功率极性相反的无功功率, 可减少功率输送在线路上所产生的压降。若补偿无功功率足够大, 甚至能抵消掉有功功率在线路上产生的压降, 将用户的供电电压补偿至与系统电压相同的幅值。

仅是简单地将 DSTATCOM 安装在存在“低电压”问题的供电用户侧, 用以解决由 10 kV 电源至供电用户整个供电线路的电压降落带来的“低电压”问题, 效果并不理想, 究其原因主要是用户与 10 kV 系统电源电气联系较弱, 难以在用户侧通过与用户用电功率相当的无功功率注入, 来影响整个放射状供电网络的潮流, 进而减少线路电压降落。因此, 考虑采用分级治理的思路来解决上述“低电压”治理问

题, 即在台变侧安装与台变容量相匹配的 DSTATCOM 以补偿 10 kV 电源至台变供电电路的电压降落, 从而保证这个供电台区的电压幅值符合供电要求; 然后, 在有“低电压”问题的用户侧安装与用户用电容量相匹配的 DSTATCOM 以补偿从台变 400 V 侧至用户供电线路的电压降落, 从而保障供电用户的电压幅值达到供电标准。由于农网中的供电用户的负荷较小, 多以保证日常生活为主, 故安装在用户侧的 DSTATCOM 容量多在 10 ~ 30 kvar 左右, 治理成本低廉。

2 基于云数据的“低电压”设备状态监测系统

当农网采用分级补偿的“低电压”治理实施方案后, 势必会在末端用户安装数量众多的 DSTATCOM 用于“低电压”治理, 由于出现“低电压”问题的用户大多远离电源, 位置分散, 且设备多挂于户外线路杆塔上, 无形中增加了电网运维的工作量。而补偿装置若自身故障没有得到及时处理, 还会影响电网的安全运行以及用户的正常用电。利用移动互联网技术, 构建基于云数据的移动监测系统可以在不增加运维人员工作量的同时, 实现治理设备的实时监测和维护。

如图 1 所示, “低电压”治理设备通过 RS-485 接口将运行数据传输给内嵌的通信模块, 通信模块再将上述数据打包后利用公用 4G 数据网络上传至云端服务器, 云端服务器负责数据处理, 运维人员则可以安装在自己手机中的 APP 应用, 通过 4G 数据网络从云服务器中读取数据, 随时随地方便地查看运行设备信息。云端服务器的软件主要由数据接口程序以及实时数据库两部分构成, 数据接口程序负责历史数据库数据的读写操作以及 Web 发布, 并给用户端 APP 提供数据接口; 实时数据库负责解包和处理设备上传的运行数据, 并将处理后的数据存放到历史数据库中。手机用户端主

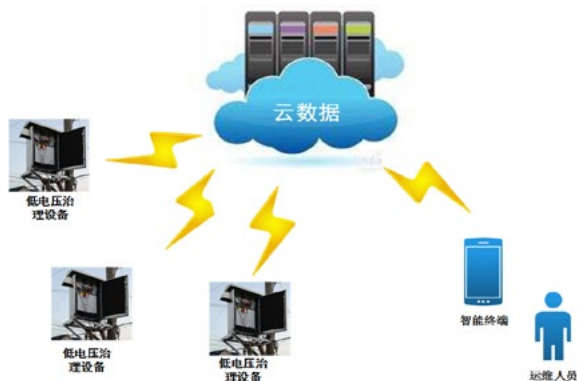


图1 基于云数据的监测系统构架示意图
主要负责数据展示，并向运维人员进行设备故障信息提示。

3 “低电压”问题治理工程试点及效果

为验证上述分级补偿的“低电压”治理方案以及基于云数据的“低电压”设备状态监测系统，江西赣东北供电局在鄱阳县枫树下新村台区开展了相关“低电压”问题的治理试点工作。

枫树下新村台区由芦田 110 kV 变电站 10 kV 母线供电，供电线路为大约 20 km 的架空线路，枫树下新村台变额定电压 10.5/0.4 kV，额定容量 200 kV。计划治理的用户区域位于枫树下新村的东侧，用户数量在 10 户左右，供电线路在末端分为两路，由三相改为单相供电方式对用户进行供电，平时单相供电电压在 200 V 附近。此外，枫树下新村台变在负载较重的时候，也会出现副边电压过低问题，严重影响枫树下新村台区的居民日常生活。

为解决上述“低电压”问题，根据分级补偿的“低电压”治理方案，如图 2 所示，在枫树下新村台变低压侧安装一台 100 kvar/400V DSTATCOM 作为配变“低电压”治理设备，以保证整个台区的电源电压；此外，在枫树下新村东侧治理区域供电线路分叉处安装一台 30 kvar/400 V DSTATCOM 作为线路“低电压”治理设备，以保障该区域用户的供电电压。同时，为减轻设备运维的工作量，在两台设备中均内置 4G 数据通信模块，并远程搭建了云端服务器，从而构建了枫树下新村“低电压”治理的云数据平台，运维人员可以通过手机用户端，实施查看设备的运行状态以及治理效果。

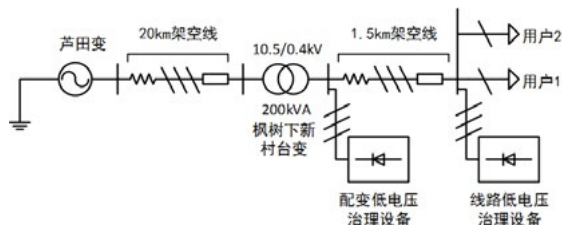


图2 “低电压”问题分级补偿试点工程配置示意图
从手机用户端显示的配变“低电压”治理设备运行数据

可以看出，经过 DSTATCOM 的无功注入，枫树下新村台变的低压侧电压 24 h 内的幅值均保持在 230 ~ 240 V 之间，作为整个台区的电源点，极好地稳定了台区电压。此外，通过 DSTATCOM 对负荷三相不平衡电流的补偿，流经台变的电流基本平衡，大大减少了负序电流流经线路所带来的电压降落。线路“低电压”治理设备的运行数据所表明情况与配变治理设备类似，400 V 供电线路分叉点的电压虽然跟随用户负荷的变化有所波动，但 24 h 内电压波动范围在 210 ~ 235 V 之间，满足国标 GB/T12325—2008 规定所规定的 220 V 单相供电电压偏差为标称电压的 +7% 到 -10% 的要求，保障了治理供电区域内用户的电压；而线路“低电压”设备对 400 V 线路三相转单相供电后负荷不平衡电流的补偿效果则更为明显，较好地两相负荷均分至三相供电线路中。

4 结束语

通过基于分级补偿的“低电压”治理方案在枫树下新村台区“低电压”问题的成功应用，可以得到以下结论。

利用 DSTATCOM 的动态无功注入，可以减少由于供电线路过长所带来的电压降落，进而达到对“低电压”问题的治理。

利用分级治理的思路，通过对 DSTATCOM 安装位置的合理布局，可以对放射性供电区域末端用户的“低电压”问题进行良好治理，且投资更为经济。

针对农网“低电压”治理今后可能面临的设备布点分散、运维工作量大问题，利用公用数据通行网络，采用云数据及移动互联技术，构建基于云数据的“低电压”设备状态监测系统，使得运维人员利用手机便可了解所辖区域内任意一台设备的运行情况，大大减少运维人员设备巡视的工作量，也能在设备出现故障时及时进行处理，值得在今后的工程实施中予以重视。

参考文献

- [1] 唐巍, 白牧可. 农村电网电压降落的影响因素分析 [J]. 供用电, 2016, 33 (7): 2-7.
- [2] 黄桂兰, 林韩, 蔡金锭. 农村配电网“低电压”治理措施研究 [J]. 电气技术, 2015 (11): 64-67, 82.
- [3] 吕春美, 马振宇, 朱义勇等. 配电网电压无功多级协调控制策略及应用 [J]. 供用电, 2016, 33 (7): 18-22.
- [4] 邱志鹏, 吕平, 张健, 等. 配电网居民用户端“低电压”治理方案探讨 [J]. 供用电, 2015, 32 (11): 75-78.
- [5] 于晓牧, 李立鹏, 徐建范. 农村“低电压”问题分析与解决办法 [J]. 陕西电力, 2011, 42 (4): 46-49.
- [6] 王兆安, 杨君, 刘进军. 谐波抑制和无功功率补偿 [M]. 机械工业出版社, 2004.
- [7] 谢小荣, 姜齐荣. 柔性交流输电系统的原理与应用 [M]. 清华大学出版社, 2014.

(责任编辑: 张峰亮)

绝缘导线断线不落线连接方法

谢同富, 金鑫

(国网江苏涟水县供电公司, 江苏 涟水 223400)

摘要: 绝缘导线断线后的正常处理程序, 分析处理方法中的弊端, 通过一套组合工具, 实现绝缘导线断线后不落线处理。同时介绍实施方法, 分析经济与社会效益, 该方法具有一定的推广应用价值。

关键词: 绝缘导线; 断线; 不落线; 连接

中图分类号: TM727

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)04-0017-02

随着社会的进步, 经济不断发展, 城市建设力度的加大, 城区 10 kV 配电网中电力架空裸导线已被绝缘导线代替, 由于城区多数绝缘导线不带钢芯, 加之本身的绝缘特性, 容易遭受雷击、外力破坏和穿刺线夹的使用造成绝缘导线本身受伤, 导致绝缘导线断线故障现象时常发生。

对近三年近 20 起绝缘导线断线故障进行统计分析, 绝缘导线断线后恢复送电处理时间平均为 9 h。国家电网公司供电服务规范要求“加快故障抢修速度, 缩短故障处理时间”。电力监管条例要求城市地区供电可靠率不低于 99.90%, 在目前绝缘导线断线无法绝对避免的情况下, 减少对用户的停电时间, 缩短故障处理时间显得尤为重要。

1 绝缘导线断线正常处理程序

做安全措施。发现绝缘导线断线, 立即组织人员完成抢修工作前的安全措施。

规范落线。将绝缘导线落至地面, 由于配电线路的设备较多, 通常每根电杆上都有引下线、分支线, 在落线前要将这些引线的接头断开, 现场情况要求每根电杆要有人员登杆上解开这些接头, 并完成固定导线的工作。这项工作既费时又费力, 需要大量杆上作业人员。

连接绝缘导线。对绝缘导线断线处进行处理, 并开展压接, 连接好导线, 使其恢复电气性能和机械强度, 同时使用特定的绝缘材料, 恢复断线处绝缘导线的绝缘水平。

实施挂线。此项工作是将对接好的绝缘导线重新挂到电杆上, 以便于紧线操作。这项工作同样需要许多登杆作业人员。

紧线、绑扎、跳线。将绝缘导线进行收紧, 使其保持原来的应力和弧垂, 再将导线固定在绝缘子上, 最后将原先解开的跳线头重新连接在绝缘导线上, 完成跳线。

检查验收, 拆除安全措施。对导线连接情况、工作

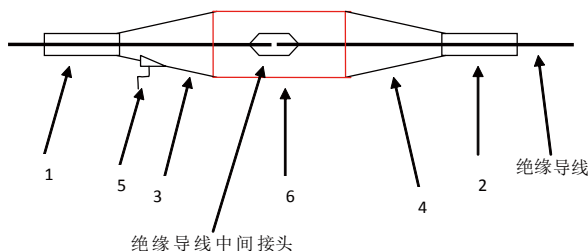
现场进行验收检查, 拆除安措, 恢复送电。

2 故障正常处理方法分析

分析绝缘导线断线故障落线处理的一般程序, 可以发现开展落线、实施挂线及紧线、绑扎、跳线的过程不仅需要大量的人员, 而且费时很多, 在处理断线故障中占有大部分的时间。如采取不落线直接连接故障导线, 将会减少落线、挂线、拆搭接头等时间, 有效提高故障处理的速度和效率。

3 不落线处理故障的方法研究

绝缘导线不进行落线, 必须采用新的连接器才可以将绝缘导线进行连接。经配电相关人员研究, 制作出连接绝缘导线断裂的组合工具, 工具示意图如图 1 所示。



1、2为绝缘导线固定连接器, 用于固定绝缘导线; 3为调节钢丝绳, 用于调节收紧绝缘导线; 4为固定钢丝绳, 使绝缘导线接头在固定架内便于连接; 5为紧线器, 用于调节收紧绝缘导线; 6为固定、调节架。在固定、调节架内连接绝缘导线

图1 工具示意图

连接器主要材质采用铝合金制成: 既有足够的机械强度又轻便, 便于安装; 和绝缘导线接触采用特制的塑料, 保证既能够固定绝缘导线又保护好绝缘导线的绝缘层。连接器采用倒椎体设计, 绝缘导线方可被牢牢地固定住。导线连接器的内部采用环状螺旋, 增加连接器的连接可靠性。

组合工具制作出的实物如图 2 所示。



图2 组合工具制作出的实物

4 实施方法和注意事项

4.1 安装固定连接器

用连接器分别卡住断裂导线的两端，卡时不宜太松与太紧，以能把绝缘导线拉起而不滑落为原则；把组合工具放至路灯车的操作平台上，升起路灯车时，使用紧线器调节收紧绝缘导线，这个过程不宜快，升起同时要观察连接器卡住的导线情况，避免导线滑落造成二次伤害；断裂导线的两端逐渐靠近，最终接触至一起，注意导线的弧垂。安装连接器如图3所示，收紧绝缘导线如图4所示。



图3 安装连接器



图4 收紧绝缘导线

4.2 连接绝缘导线

裂导线的两端靠近后，用压接工具把两断点压接连接在一起，操作平台上一人负责稳住组合工具，一人负责压接。在绝缘导线连接器的帮助下连接绝缘导线轻而易举，以往压接器具与紧线钢丝绳打架的矛盾也迎刃而解。压接绝缘导线如图5所示。

4.3 拆除连接器

绝缘导线连接好后，将组合工具的调节架、钢丝绳及



图5 压接绝缘导线

紧线器取放下放至路灯车的操作平台上，进行拆除连接器，连接工作完毕。拆除连接器如图6所示。



图6 拆除连接器

5 效益分析

工作人员使用组合工具在中山路、长青路等线路进行了实地使用，与原有方法比较，最大的特点是运用新的组合工具达到不用落线将绝缘导线在断线档内直接对接，并且将绝缘导线断线处理的时间一般控制在3h以内。

初步估算每个故障少停电6h计算，平均负荷5MW，按年故障累计4次，可多供电量120MWh，按平均电价0.52元计算，为公司减少损失达6.24万元。原来要7~8人的工作现在只要3人就可以完成，减少了故障抢修的人力、物力、财力的耗费，减少大量的高空作业工作量，减少不安全因素，通过上述技术手段给公司带来更多的经济效益。

供电的安全、优质、可靠是优质服务的一项重要内容。通过不落线进行绝缘导线连接，缩短了故障处理时间，对用户的供电质量提升了一步，有力地维护并提高了电力公司的社会信誉和形象。

6 结束语

绝缘导线断线故障不落线处理方法实施，使绝缘导线断线处理工作时间大大缩短了，不但达到省工、省力，而且尽快恢复了对用户的供电，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)

榆林电网采空区输电线路运行分析

郭亮, 鲁爱萍

(陕西地方电力集团公司榆林电力分公司, 陕西 榆林 719000)

榆林是煤炭主产区, 煤炭资源丰富, 榆林电力分公司截至 2015 年 12 月底, 已建成并投运的 220 kV 线路共计 2 条, 合计 327.334 km; 110 kV 线路共计 296 条, 合计 4370.438 km; 35 kV 线路共计 118 条, 合计 1942.786 km。输电线路经过煤矿采空区已不可避免, 由采空区塌陷导致地基沉降引发输电线路杆塔倾斜等事件接连发生, 已经成为影响输电线路安全运行的重大隐患。

1 榆林区域煤矿采空区输电线路运行现状

1.1 榆林煤矿区域采空区减少

随着榆林市北部区域榆阳、神木、府谷、横山四县区的煤炭开采步伐加快, 在煤炭开采取得巨大经济利益的同时, 采煤区的面积也不断扩大, 地质灾害时有发生, 通过对采空区塌陷区杆塔的现场调研, 塌陷区所处地质条件不同、作业面煤层距地面距离也不同, 气温变化导致地表解冻时间也不同, 塌陷的时间、地点都没有规律性, 对杆塔的危害程度也无法预测。

1.2 煤矿采空区输电线路运行现状

山体塌陷、滑坡现象致使位于该区域的输电线路杆塔造成倾斜、材料变形、导地线弧垂发生变化, 甚至发生断线现象, 严重危及输电线路的安全正常运行, 对电网安全也形成了巨大隐患, 由于上述原因导致的杆塔损毁、线路停电对电力企业和用户造成极大的直接和间接经济损失。管理目标是在没有造成更大损失前做好防范措施, 事故发生后能及时处理和整治, 争取把事故缩小到最小范围。

2 煤矿采空区对输电线路造成的危害

2.1 杆塔倾斜

采空区发生塌陷后, 首先最直接的影响是地表产生不均匀的沉降, 这时沉降区域内杆塔或拉线的基础随之沉降, 就会引起杆塔倾斜。其次地表移动也导致杆塔倾斜。塔头会产生位移, 导地线在应力作用下会极力维持挂点位置, 这时绝缘子串、架空地线的悬垂线夹就会有偏移。

导线的绝缘子串可以自行调节不平衡张力, 而且因为导线在下方, 偏移小于顶部, 轻微倾斜对导线危害较小。但是架空地线因为位于顶部, 偏移值与杆塔顶几乎相同, 可调节部分又很小, 受力最大, 严重时可拉断地线或者地线横担。

2.2 杆塔位移

采空区塌陷有时也会使杆塔出现水平方向位移, 对杆塔和导线造成的后果和倾斜一样。

2.3 构件变形和撕裂

采空区塌陷时地表各移动点不尽相同, 杆塔的基础之间移动、下沉也不相同, 会导致构件应力重新调整, 超过弹性范围, 杆塔构件会撕裂或者变形。

2.4 导地线间距离变化

杆塔倾斜和杆塔位移都能出现导地线不平衡的张力, 架空地线尤其反映明显, 导地线间的距离缩小, 榆林区域多大风天气, 导地线在风摆作用下会引发短路。

2.5 倒杆塔

采空区引起的塌陷一般不致于造成倒杆塔的后果, 但下列塌陷类型有发生倒塔事故可能。

2.5.1 采厚采深比偏小。

采厚采深比偏小、煤层厚度较大出现的塌陷会对地表塌陷、倾斜造成极大影响, 杆塔会严重倾斜, 一旦导地线、横担断裂, 就可能拉倒杆塔。或者导致杆塔的基础严重变化, 引起构件变形, 杆塔承载力降低, 也会造成倒杆塔。

2.5.2 煤层的倾角过大。

倾角过大易引发台阶裂缝、塌陷坑、山体滑坡等, 杆塔位置如处于此类地段, 也会发生杆塔倾倒事故。

2.5.3 山区线路。

山区发生的采空区塌陷, 煤层倾角无论多大, 因地形的缘故可能山体滑坡, 滑坡区杆塔就会发生倒塔事件。

3 煤矿采空区输电线路前期管控做法

采空区塌陷区输电线路管控和治理做法, 主要是预防为主, 综合治理。对待开采区域的各种信息要做到及时、准确地获取。

3.1 建立采空区信息档案, 及时掌握各种相关信息。

一般正规的采矿企业对矿区的地质数据和采空区数据都有记录分析, 采掘也有规划, 作为电力企业我们应当和煤矿建立密切动态联系, 请这些企业根据采掘进度及时提供各种数据及对地表可能造成的影响。提前掌握这些信息, 有助于提前采取预防措施, 降低采空区塌陷对输电线路的危害。

及时准确地收集采煤作业区的相关信息。与相关单位收集各采煤区的坐标位置和区域,煤矿作业区的开采方向和进度,确定现有杆塔的准确坐标,根据所了解的情况确定重点杆塔的预防措施,以便提前进行管控和实施,所有信息应详细记录在案,以备随时查找。做到和煤矿相关人员及时联系,以便信息传递及时。

3.2 合理选择线路路径和建设方案

防止采空区塌陷最根本的办法是避开压矿区及采空区,但实际情况是有些地段很难避开这些区域,无论能否避开都应进行大量细致的勘测和调查工作,尽可能将采空区的危害降到最低。在无法避开压矿及采空范围时,新建线路在选择路径时应遵循以下原则。

3.2.1 详细勘测调查压矿及采空区情况。

新建线路位于采空区时,初步选择线路路径后,建议设计单位与采煤单位沟通,彻底了解清楚线路路径的压矿或采空范围,并调查清楚矿产顶板性质与结构,采深、采厚、采深采厚比、移动角、煤层倾角等基本参数,开采企业的开采规划及进度,采掘方式等,以便能最大限度地选择合理路径。

3.2.2 选择地质稳定采空区确定杆塔位。

采空区的塌陷变形是有时间规律的,一旦发生顶板塌陷,地质变形活跃期一般为三个月,地表下沉和变形最明显,地表建筑物和构筑物受到的影响也是最大;随后四个月至半年为衰减期,地质变形减缓,幅度逐步减小;半年之后为恢复期,根据岩层不同三年内一般均能恢复;以后进入稳定期,没有地震、洪水等外在因素时,采空区是基本不再会发生变化。因此缺乏合适的塔位时,选择相对地质稳定后的采空区来作为塔位。

3.2.3 采用大板基础和加长地脚螺栓

在杆塔定位上尽量将杆塔安放在采煤区之间预留的煤柱上,实在避不开的设计时采用大板基础,大板基础的底盘将基础的四个腿连接在一起,增大了基础的整体稳定性,可有效地防止杆塔变形。采空区塌陷不仅会引起基础的不均匀沉降,而且会引起杆塔基础的根开尺寸改变,从而导致杆塔构件的变形。为防止根开发生改变,可将杆塔的基础浇筑在一起,使其相对位置固定,这种基础就称为大板基础。

垫高铁塔塔脚板是采空区铁塔基础不均匀的沉降后,最简单易行的办法。一般地脚螺栓地面露出长度在 20 cm 左右,调整高度有限。如果在设计时将地脚的螺栓长度加长,就能增加地脚螺栓调整长度。

3.3 认真做好待开采作业面杆塔的前期防治措施。

3.3.1 用临时拉线封固杆塔,可增强地表突然塌陷时杆塔的稳固性。

保证距最下层导线电气安全距离的前提下,在杆塔四

个面加装 V 形拉线,拉线不宜过紧,要有一定裕度,给杆塔突然受力时留有缓冲空间。通过临时拉线加固,可有效地防止由于地表塌陷导致倒杆断线情况发生,防止事故扩大,缩小抢修工作量和时间。采煤作业期间应定期对拉线松紧变化进行检查,发现变化要及时调整,保证杆塔随时处于可控状态。

3.3.2 安装杆塔倾斜在线监测系统。

利用在线监测系统数据传输的实时性、准确性,能够及时发现采空区杆塔的倾斜情况,当发现报警系统报警后,应立即派出人员进行现场勘查,检查所处区域的塌陷情况,检查杆塔是否受损及受损程度,以便为检修提供依据。

3.3.3 松开直线杆塔架空避雷线悬垂线夹固定螺栓。

当杆塔突然向顺线路方向倾斜时,由于架空避雷线和杆塔挂线点距离较近,很有可能拉歪杆塔塔头造成塔头变形损坏,所以松开架空避雷线悬垂线夹固定螺栓,通过架空避雷线在悬垂线夹体内滑动,减小对塔头的损坏程度,待采空区塌陷过后,观察一段时间,地表稳定后再恢复螺栓将避雷线固定。

4 线路通道采空区塌陷后的应急处理措施。

塌陷后要根据损毁情况,采取相应整治措施。

4.1 杆塔倾斜治理

杆塔倾斜后,为防止架空地线断裂、地线横担受损或导线短路,应首先打开直线杆塔导线悬垂线夹,使两侧导线应力平衡。并对杆塔出现材料有变形弯曲的进行全部更换处理。

杆塔出现轻微倾斜的,打开较低腿杆塔基座的混凝土保护帽,用经纬仪测量塔座基面的高差,在较低的塔座下面垫钢板进行找平,重新浇筑好保护帽。

如设计采用的地脚螺栓是加长型,当铁塔出现倾斜后,通过调整塔脚板高度的方法是最简单的扶正铁塔方法。

4.2 更换杆塔

对杆塔严重变形和基础塌陷严重的情况,如通过上述方法无法修正,超过允许变形值,则需要更换杆塔。

5 结束语

煤矿采空区对输电线路的危害非常大,但也无法避免,只能认清采空区的危害,做好防范措施,达到线路的安全稳定运行。通过煤矿采空区各种应对措施的实际应用,效果很理想,尤其是在线监测系统的应用,能及时准确地提供塌陷信息,为及早控制灾害损失赢得抢修时间,避免了事故再扩大,保证输电线路的安全运行。

(责任编辑:张峰亮)

35 kV交流XLPE电缆两端线路改为三极式直流运行的参数设计

于竞哲

(浙江大学, 浙江 杭州 310027)

直流输电与交流输电相比具有供电容量大、线路损耗小、无须无功补偿且能充分发挥分布式能源的价值等诸多优点。同时,随着柔性直流输电技术的发展及环境保护的迫切要求,将交流线路改造成直流线路逐渐获得广泛关注^[1~3]。

对交流线路进行直流改造时,一种简单易行的方案是把一回线路改造成双极式直流线路。文献[4]介绍了一条现役35 kV交联聚乙烯(XLPE)交流电缆两端输电线路在发生故障后改造为双极式直流运行的方案。该配电线路自2011年由交流改造为直流运行后安全运行至今。但这种方案把一相线路作为接地回线使用,没能充分利用交流线路的三相输电线。因此,为了最大限度利用原有线路,国内外学者提出了三极式直流拓扑结构。文献[5]提出了基于三线双极式结构的直流输电技术(three-wire bipole structure based HVDC, TWBS-HVDC),并给出了具体的拓扑结构、运行原理、控制策略并进行了仿真分析。此结构可用于两端输电线路的直流改造,能极大地提升线路输送容量。

本文以35 kV交流电网中的典型XLPE电缆为例,通过有限元分析软件ANSYS对电缆进行温度场和电场仿真分析,获得将电缆改造为三极式直流运行后的载流量、直流电压等级及最大传输功率等参数,为相关工程提供了一定参考。

1 电缆直流改造设计基础

1.1 TWBS-HVDC调制特性

TWBS-HVDC包含3个输电极:正极、负极和调制极,分别对应三相交流线路的三根输电线,其电流特性如图1所示,其中 U_d 为直流电压, I_{max} 和 I_{min} 分别为输电线上的最大和最小直流电流, I_{lim} 为传输线的热限制电流。一个运行周期包含两个等时间的正常阶段。正常运行时,正极和负极电流的绝对值在 I_{max} 和 I_{min} 之间变化,为达扩容目的, I_{max} 要大于传输线的热限制电流 I_{lim} ;调制极流过的电流是正极和负极电流的差值,实现周期性地分别对正极和负极进行分流,以满足热稳定要求。正极和负极直流电压

U_d 的极性保持不变。调制极的电流方向周期性地变化,电压极性也呈周期性反转以保证功率的传输方向不变。

1.2 温度和场强限值

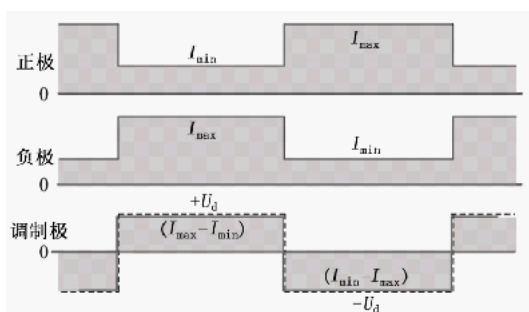


图1 TWBS-HVDC调制特性图

XLPE材料在高压直流电场下易积累空间电荷,而引起电场严重畸变,最终导致绝缘击穿。而因为交流XLPE电缆并未针对空间电荷进行过相应处理,所以空间电荷是交流XLPE电缆改为直流运行后面临的主要问题。

根据参考文献[6~7]针对不同聚合物绝缘材料在不同温度下的空间电荷积累实验结果,XLPE绝缘材料在25℃下空间电荷开始积累的电场强度阈值为10~12 kV/mm,在70℃下为3~5 kV/mm。因此,将交流电缆改为TWBS-HVDC运行后,因为有两根导体会一直处在直流高压下,所以应保证导体的允许长期额定工作温度 T_{lim} 为70℃,同时绝缘中的最大场强小于3~5 kV/mm,以避免空间电荷效应引起的绝缘击穿。

2 仿真模型建立

根据导体截面积、是否统包、铠装类型及电压等级的不同,XLPE电缆型号多样。本文以应用较多的35 kV三芯XLPE绝缘铠装电缆为实例分析对象,电缆具体型号为YJV43-3×120 mm²。其交流额定运行电压为35 kV,线芯半径为7.5 mm,截面积为120 mm²,XLPE绝缘厚度为10.5 mm,采用聚氯乙烯作为护套,镀锌钢带作为铠装,电缆外径约为119 mm。电缆中各个材料的热物理参数如表1所示。

表1 电缆所用材料的热物理参数

材料	密度 /kg · m ⁻³	比热容 /J · (kg · K) ⁻¹	导热系数 /W (m · K) ⁻¹
铜	8900	380	386.4
交联聚乙烯	1200	1000	0.25
钢	7850	450	45
聚氯乙烯	1380	1000	0.16

3 电缆温度场仿真

3.1 电缆载流量计算

由文献[5]可知,根据线路热稳定限制及TWBS-HVDC的电流调制方式,可以得到如下约束方程:

$$(I_{\max}^2 + I_{\min}^2)/2 \leq I_{\lim}^2 \quad (1)$$

同时,为最大限度提升线路的输电能力,还存在如下约束条件:

$$\begin{cases} I_{\max} \geq I_{\min} \\ 0 \leq I_{\min} \leq I_{\lim} \text{ 或 } 0 \leq I_{\max} - I_{\min} \leq I_{\lim} \end{cases} \quad (2)$$

根据式(1)和式(2)所给出的约束条件,可以解得 I_{\max} 和 I_{\min} 分别为:

$$\begin{cases} I_{\max} = (\sqrt{3} + 1)/2 = 1.37I_{\lim} \\ I_{\min} = (\sqrt{3} - 1)/2 = 0.37I_{\lim} \end{cases} \quad (3)$$

为了获得电缆改为三极式直流运行后的 I_{\lim} , 通过所建模型对电缆的温度场进行仿真分析。

3.2 电缆温度场仿真

通过模型对电缆在TWBS-HVDC运行方式下的温度场进行仿真。电缆的敷设环境设置为无日光直射的空气,环境温度设置为40℃, T_{\lim} 为70℃,空气对流换热系数为6 W/(m² · K)。

向三芯电缆加载恒定的直流电流作为热源,进行电缆的温度场仿真。改变电缆中的电流值,观察其运行至稳态时的温度场分布。当电缆加载251 A的直流电流运行达到稳态时,缆芯温度约为70℃,此时电缆的稳态温度分布如图2所示。

由图2可知,从导体表面到绝缘表面的温度约降低6℃。因此,当 T_{\lim} 为70℃时,所选型号电缆的 I_{\lim} 约为250 A,绝缘温差约为6℃。则由式(3)可知, I_{\max} 约为345 A。

4 电场仿真与分析

下面对电缆进行电场仿真分析。向三芯电缆中的两根缆芯分别加载正负极性的直流电压,在调制极上加载正极性的直流电压。同时,因为三芯电缆中每相导体的金属屏蔽层一般接地,所以模型中的金属屏蔽层均设置为接地。电缆的绝缘温差约为6℃,因为绝缘温差较小,所以电场不会发生反转,即绝缘层上的最大场强位于导体表面。改变电缆上所加的直流电压幅值,记录其在不同直流工作电

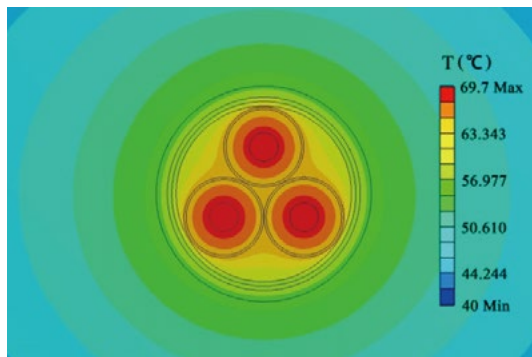


图2 电缆的稳态温度分布图

压下的最大场强值,结果如表2所示。

表2 不同直流运行电压下的场强仿真结果

电场强度仿真结果	直流运行电压幅值/ kV						
	20	25	28	30	35	40	45
最大场强/kV · mm ⁻¹	2.24	2.8	3.1	3.36	3.92	4.48	5.05

由表2可知,当电缆两芯施加直流电压为±28 kV时,绝缘层最大电场强度约为3 kV/mm;当电缆两芯施加直流电压为±45 kV时,绝缘层最大电场强度约为5 kV/mm。因此,为限制在空间电荷积累,电缆改为TWBS-HVDC运行后的直流电压取值范围为±28~±45 kV。对于刚投运不久的交流线路,可考虑选取较高的直流电压等级;对于已经运行一定时间的交流线路,可考虑选取较低的直流电压等级。

5 最大输送功率

通过以上对所选电缆改为TWBS-HVDC运行后的仿真分析,当其载流量为345 A,直流运行电压分别为±28 kV和±45 kV时,电缆的最大传输功率按计算分别约为19.3 MW和31.0 MW。而根据所选典型35 kV交流电缆的型号,其交流载流量约为300 A,功率因数取0.9,额定电压为35 kV,最大传输功率按计算约为16.4 MW。因此,将所选电缆改造为TWBS-HVDC运行方式后,其最大输送功率为改造前的1.18~1.89倍。

6 结论

本文针对35 kV交流电缆线路中的典型XLPE电缆,对其改为TWBS-HVDC运行后的电场和温度场进行了计算分析,并通过有限元分析软件进行了仿真分析。当其在40℃空气环境中敷设,同时导体的允许长期额定工作温度为70℃时,电缆的最大直流电流约为345 A;为避免空间电荷效应,电缆改造后的直流电压等级取值范围为±28~±45 kV,相应的最大输送功率为改造前的1.18~1.89倍。

(责任编辑:张峰亮)

智能中央信号装置故障排除实例

许继东¹, 侯延鹏², 王建坤¹

(1. 国网吉林东丰县供电有限公司, 吉林 东丰 136300;
2. 国网辽宁省电力有限公司本溪供电公司, 辽宁 本溪 117000)

摘要: 通过一起智能中央信号装置故障排除实例, 提出含有微控制器 MCU、电可编程逻辑器件 EPLD 的电子设备不能正常工作时, 应首先检查其电源部分供电状况, 发现供电电压超出规定范围就要修复或更换电源组件, 这样可以起到事半功倍的效果, 减少修复时间和费用。

关键词: 交流 XLPE 电缆; 直流改造; 载流量; 直流电压等级; ANSYS 仿真

中图分类号: TM561

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)04-0023-02

1 信号装置简介

智能中央信号装置 XD-2010 (以下简称为信号装置) 具有 32 路硬遥信开入接点、8 路出口继电器无源开出接点以及 RS485 通信接点, 信号处理采用微控制器 MCU 及大规模电可编程逻辑器件 EPLD, 人机界面采用大液晶屏全汉显方式, 告警项信息可以进行编辑定义, 收到的告警信息能够自动存储, 掉电后也不会丢失。由于具有体积小、功能强以及人机界面友好等特点, 这类信号装置在农网小型化变电站中以及用户变电站中得到了广泛应用。



图1 信号装置面板

图 1 为信号装置面板, 面板上一共四个自复位按键, 按键功能自左至右依次为“取消”“↑”“↓”、“确认”。信号装置采用两张线路板, 即前面的主板和后面的背板, 主板和背板间用排线连接。信号装置所有外接端子、电源组件及出口继电器都安装在背板上。图 2 为

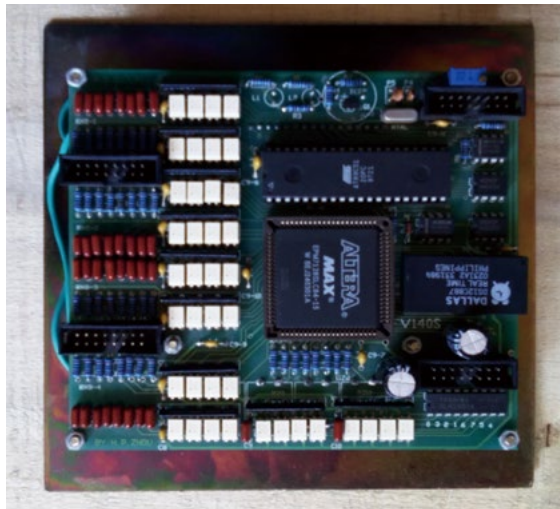


图2 信号装置主板

信号装置主板, 信号装置核心功能主要由主板上两片芯片完成, 一片是微控制器芯片 MCU (采用 W78E58B 或 AT89C51), 一片是大规模电可编程逻辑芯片 EPLD (采用 EPM7128SLC84)。

图 3 为信号装置工作原理框图, 当信号装置接收到硬遥信开入时, 背板上对应端子电位由低变高, 经过主板上软硬件的一系列逻辑处理, 在液晶屏上弹出相应的事件报警 SOE 信息, 并可根据设置驱动最多 8 路信号继电器出口。为了易于区分, 液晶屏上未经确认的事件

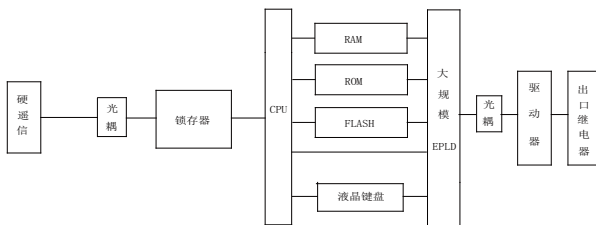


图3 信号装置工作原理框图

告警信息呈现黑底白字显示状态，确认后恢复为正常的白底黑字显示状态。

2 信号装置故障现象

信号装置在运行中突然发生主板上蜂鸣器长鸣、面板上告警灯长亮现象，蜂鸣器和告警灯都不能通过按键解除，整个液晶屏呈现黑灰色不显示任何字符，信号装置所有按键失去作用。显然信号装置出现这种情况后就失去了工作能力，就不会接收开入信号和开出告警信号了，须立即处理。

3 信号装置故障排除过程

信号装置几次断电后重启，故障现象没有发生变化。信号装置背板上端子 35、36 为外部供电端子，测量这两个端子间电压为 227 V，供电电压正常。到了这一步，常规做法就是联系生产厂家，把故障信号装置寄回厂家，由厂家来修复。结果生产厂家已经没有办法联系上了。另外的办法就是寻找其他生产厂家，重新购置信号装置。结果又受到现行物资管理模式制约，信号装置价格较高、几千元费用不好落实而搁浅。在这种情况下，尝试依靠公司技术力量来找出信号装置故障原因和解决办法。

首先把信号装置背板上外部接线脱离，将信号装置从屏面上取下。取下信号装置背板和主板，可以看到背板上有一块采用树脂封装的电源组件。不干胶标志上标明，电源组件有两组直流电压输出。第一组标称电压 24 V，是给开入开出线路供电的。第二组标称电压 5 V，是给主板线路供电的。主板、背板外观检查，没有发现元器件烧损、破裂等异常现象，排线连接也很紧固。信号装置接通电源，测量两组输出电压，第一组为 24.6 V，第二组为 4.7 V。分析认为，开入开出线路对电源电压要求较低，可以适应较宽的电压变化幅度，24.6 V 是可以满足要求的。另外根据信号装置故障现象，这种故障也不会是开入开出线路造成的。第二组电压值 4.7 V 就令人生疑了。主板上两片核心芯片对电压变化最为敏感，一片是微控制器芯片 MCU，一片是电可编程逻辑芯片 EPLD。在网站上查询发现，微控制器芯片 MCU 工作电压范围为 4.5 ~ 5.5 V，电可编程逻辑芯片 EPLD 工作电压范围为 4.8 ~ 5.2 V。可见第二组输出电压已经超出了电可编程逻辑芯片 EPLD 的允许电压范围，信号装置故障应该是第二组输出电压值超差造成的，只要解决电源电压超差问题，信号装置故障就可以排除。

故障信号装置电源组件由于采用树脂封装，是一

次性组件，没有办法打开和修复。另外在短时间内也很难买到封装相同的电源组件，如果封装不同还是不能焊装。想到公司有很多闲置和废弃的变电站用的测控装置，就从测控装置里摘出一只电源组件。检查发现其输出电压和容量和故障电源组件参数相仿，可以满足使用要求。信号装置内部空闲空间充裕，体积较大的测控装置电源组件入住也没有问题。把信号装置背板上有问题的电源组件取下，把测控装置电源组件上输入输出端子取下，找几段线径不小于 0.5 mm² 的绝缘导线。采用锡焊方式，把测控装置电源组件和背板间按照对应关系用导线进行连接。注意要把测控装置电源组件固定好，防止背板、主板上元件发生短路。背板接线恢复后接通电源。在电源组件给主板和背板供电的情况下测量其输出电压，第一组为 24.2 V，第二组为 5.0 V。最终信号装置故障现象消失，经过试验所有功能恢复正常。

4 信号装置故障原因分析

常规电子电路、器件对电源电压偏差要求较低，一般可以达到标称电压的 10% ~ 20%，甚至更大。有些电子电路、器件则对电源电压偏差要求非常高，例如微控制器 MCU 及电可编程逻辑器件 EPLD，目的是为了提高硬件工作可靠性以及软件运行稳定性，这类电子电路、器件检测到电源电压超差时就会自动停止正常工作。

电源组件随着运行年限的增加其内部元器件性能发生劣化，最终致使输出电压超出规定范围。电源组件采用树脂封装，优点是可以提高其绝缘水平。不过缺点也很明显，第一就是散热能力变差了，温升提高了，进而缩短了组件平均无故障时间。第二就是电源组件发生故障时没有办法修复，只能整体更换。事实上，电源组件处于相对密闭的空间，绝缘环境还是可以的，使用常规组件的优点应该会更加明显。

5 结束语

目前，电力系统中电子设备应用越来越普遍，故障总量也会越来越大。电子设备中的微控制器 MCU、电可编程逻辑器件 EPLD 等芯片对电源电压偏差要求较高。当含有这类器件的电子设备出现故障时，应首先检查电源部分输出电压是否满足要求，这样可以起到事半功倍的效果，可以节省大量修复费用、缩短修复时间。

(责任编辑：张峰亮)

内桥接线主变采用“小差”保护存在的隐患及改进措施

王木楠, 黄俊, 李培培

(国网扬州供电公司, 江苏扬州 225009)

摘要:110 kV A 变电站是一个典型的内桥接线终端变电站。变电站两台主变差动保护采用的均是“小差”。文章通过故障分析, 指出主变差动保护采用“小差”存在的缺陷, 以及对系统的影响, 并提出了相应的改进措施。

关键词:内桥; 小差; 大差; 各自投; 母线故障

中图分类号: TM561

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)04-0025-03

变电站电气主接线是电力系统网络结构的重要组成部分, 其中桥式接线在近几年的电网改造中得到广泛采用。其优点是占地少, 使用的断路器等设备最少, 节省投资, 且有利于扩建, 比较经济。桥式接线按照桥断路器的位置分为内桥式和外桥式, 桥断路器设置在变压器侧的称为内桥接线。内桥接线的主变差动保护存在两种接入方式: 即“大差”和“小差”。“大差”接入方式: 主变高压侧的线路流变, 高压侧内桥开关流变, 中、低压侧开关流变。“小差”接入方式: 主变高压侧的独立流变或套管流变, 中、低压侧开关流变。“大差”与“小差”的区别在于: “大差”将高压侧母线纳入各自主变差动保护的范

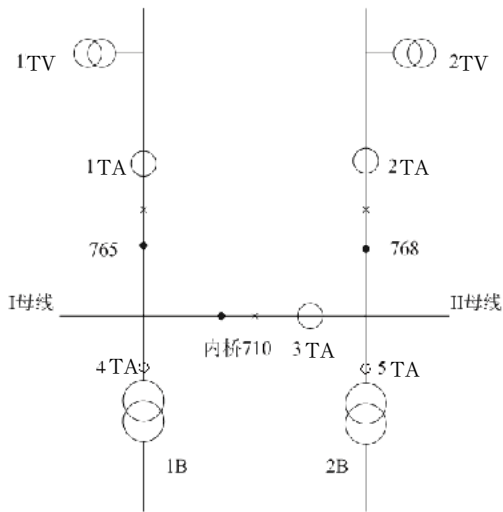


图1 “大差”和“小差”高压侧流变示意图

围中, 1TA、2TA、3TA 分别为两条进线的流变和桥开关的流变, 4TA 和 5TA 分别为 #1 变和 #2 变高压侧套管的流变。

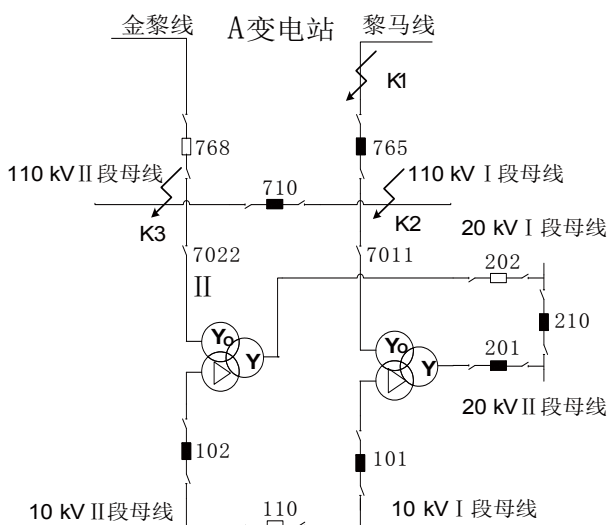


图2 A变电站的一次接线图

1 故障分析

如图 2 所示, A 变电站一次接线图是典型的内桥式进线备自投一次接线图。下面分别对两种运行方式下, 发生永久故障时的保护动作情况进行分析, 以揭示“小差”接线方式的固有缺陷。此时, A 变电站的两台主变差动保护均采用“小差”接入方式: 主变高压侧的套管流变, 中、低压侧开关流变。因此 A 变电站两台主变差动保护范围不包括 110 kV 母线以及主变高压侧的套管, 且 A 变电站 110 kV I、II 段母线并没有相应的

母线保护,这就给母线运行安全带来一定的隐患。

1.1 运行方式1(即单线双变)

由220 kV B变电站供出的马黎765线路主供A变电站110 kV I、II段母线运行,由110 kV C变电站供出的金黎768线路在A变电站处于备投状态。A变电站#1主变供10 kV I段母线及20 kV I、II段母线运行;#2主变供10 kV II段母线运行。备自投采取“进线备投”方式(即PSP642提供5种典型逻辑中的方式2)。

当K1点发生故障(即马黎765线路故障)时,B变电站马黎765线路保护动作,重合不成功。A变电站黎马765线路失电无压,开关处于合位无流,备用金黎768线路有压,启动A变电站110 kV备自投动作跳开黎马765开关,经延时合A变电站金黎768开关。A变电站恢复供电。

当K2点发生故障(即A变电站110 kV I段母线或#1主变高压侧套管发生放电闪络故障)时,因110 kV I段母线及#1主变高压侧套管不在#1主变小差保护范围之内,差动保护未动作,备自投也未闭锁。B变电站马黎765线路保护动作,重合不成功。A变电站黎马765线路失电无压,开关处于合位无流,备用金黎768线路有压、启动A变电站110 kV备自投跳开黎马765开关,经延时合金黎768开关,系统再次受到故障电流冲击,C变电站金黎768开关保护动作,跳开关(备供线路重合闸未投),A变电站全所失电。

当K3点发生故障(即A变电站110 kV II段母线或#2主变高压侧套管放电闪络故障)时,系统保护、备自投动作情况同K2故障,A变电站全所失电。

1.2 运行方式2(即双线双变)

由B变电站的马黎765线路供A变110 kV I母线和#1变,由C变电站的金黎768线路供A变电站110 kV II母线和#2变,A变电站的高压侧桥开关处于热备用状态。A变电站的两台主变在中、低压侧方式不限。备自投采取“桥备投”方式(即PSP642提供5种典型逻辑中的方式1)。

当K1点发生故障(即马黎765线路故障)时,B变电站马黎765线路保护动作,重合失败。A变电站黎马765线路失电、I母线无压,线路开关无流,同时,II母线有压,A变电站110 kV备自投动作,跳开黎马765开关,经延时,合A变710开关。A变电站恢复供电。

当K2点发生故障(即A变电站110 kV I段母线或#1主变高压侧套管发生放电闪络故障)时,因110 kV I段母线及#1主变高压侧套管不在#1主变小差保护范围之内,差动保护不动作,备自投也未闭锁。

B变电站马黎765线路保护动作,重合不成。A变电站I母线失压,765开关处于合位、无流,因为II母线有压,A变电站110 kV备自投跳开黎马765开关,经延时合710开关,系统再次受到故障电流冲击,C变电站金黎768线路保护动作、跳开768关,重合失败后、768开关再次跳闸。A变电站全站失电。

当K3点发生故障(即A变电站110 kV II段母线或#2主变高压侧套管放电闪络故障)时,系统保护、备自投动作情况与K2故障情况类似,A变电站将全站失电。

通过分析可知,若主变差动保护采用“小差”接入方式,当110 kV母线发生故障或主变高压侧套管发生放电闪络故障时,存在如下运行缺陷。

无论A变电站110 kV哪段母线发生故障,系统都将至少受到三次故障电流的冲击,并导致A变电站全所失电,以及备自投误动(备自投按动作过程来讲是正确的,但此时母线有故障不应动作)。

依据保护动作信息及开关动作情况,调控员无法快速、准确地判断是哪段母线故障,现在各公司变电站均已实行无人值班,等到安排车辆、人员赶到A变电站现场检查,要耽误很长时间,势必延长故障处理时间。

若乘运行维护人员未赶到现场查明故障原因,首先拉开A变电站内桥开关,即对A变电站110 kV I、II段母线分别进行强送电,系统有可能面临第四次故障电流的冲击,甚至给故障设备造成更大的伤害。

2 改进措施及效果

针对A变电站主变“小差”差动保护带来的运行问题,可以采取将两台主变差动保护接入方式由“小差”改为“大差”,即,采取方式(2)和(3)形式的差动方式,则A变电站的110 kV I、II段母线就分别纳入相应侧主变的差动保护范围。这样,大大提高了该变电所运行安全性。

2.1 运行方式1(同前,采取“进线备投”逻辑)

当K1点发生故障时,其保护动作情况同“小差”K1点故障。

当K2点发生故障时,A变电站的#1主变差动保护动作,跳三侧的765、710、201、101共四台开关。同时,B变电站的765线路保护动作、且重合成功。A变电站110 kV备自投启动,经延时,合768线路开关,此时110 kV II母线恢复供电(特别注意,#1主变差动保护不应闭锁备自投的进线备投逻辑)。

当K3点发生故障时,A变电站的#2主变差动保护动作,跳主变两侧710、102开关(768、202开关热

备用),此时,A变电站的110 kV 备自投不启动,#2主变所供10 kV II段母线失电,但#1主变仍能保持运行,不会发生采用“小差”方式时引起的全所失电。调度员可直接根据负荷情况合上分段110开关,恢复A变电站10 kV II段母线供电。

2.2 运行方式2(同前,采取“桥备投”逻辑)

当K1点发生故障时,其保护动作情况同“小差”K1点故障。

当K2点发生故障时,A变电站的#1主变差动保护动作,跳三侧的765、201、101共三台开关。同时,B变电站的765线路保护动作且重合成功。此时,#1变差动保护闭锁110 kV 备自投。20 kV 母线以及10 kV I 母线失电,但是,#2变及10 kV II 母线仍然能保持正常运行。

当K3点发生故障时,A变电站的#2主变差动保护动作,跳主变两侧710、102开关(768、202开关热备用),此时,A变电站的110 kV 备自投不启动(被#2主变差动保护闭锁),#2主变所供10 kV II段母线失电,但#1主变仍能保持运行,不会发生采用“小差”方式时引起的全所失电。调度员可直接根据负荷情况合上分段110开关,恢复A变电站10 kV II段母线供电。

可见,不管在哪种运行方式下,当发生母线永久故障时,若主变保护采取“小差”方式,都将导致全站失电。而且,在两条进线各带一台主变运行的方式下,如果线路重合闸不退出,设备将承受4次故障电流的冲击;改为“大差”方式后,故障母线可以得到有效地隔离,非故障母线仍能保持正常运行,满足了“选择性”的要求,从而减小了停电范围,大大改善了供电可靠性。

3 结束语

母线故障发生概率虽说较低,从以往事故案例可以看出母线故障以及主变套管放电闪络故障也时有发生。将A变电站两台主变差动保护接入方式改为“大差”,可有效弥补A变电站110 kV I、II段母线无母线保护的缺陷,有利于调度员快速确定故障范围,迅速进行事故处理,从而缩短了对用户的停电时间。虽然采用“大差”在继电保护以及二次回路方面存在着一定的危险点,但只要我们加强检修现场危险点分析及预控,提高运行人员、检修人员业务水平和安全意识,完全可以避免此类事故的发生。且A变电站完全具备将两台主变差动保护接入方式改为“大差”条件,且不增加设备和追加太多投资,因此建议将A变电站两台主变差动保护接入方式由“小差”改为“大差”,以避免A变电站110 kV 母线故障而引起的全所失电。

另外,如果在A变电站的中压侧和低压侧也配置相应的备自投装置,并采取合适的保护闭锁方式和备投动作逻辑,则会进一步提升变电站的供电可靠性。

(责任编辑:张峰亮)

资讯

中国电科院新一代智能变电站模块化建设关键技术研究取得突破

4月5日,中国电力科学研究院牵头承担的国家电网公司科技项目“新一代智能变电站模块化建设关键技术研究”顺利通过验收。

“新一代智能变电站模块化建设关键技术研究”是国家电网公司基建领域“十二五”期间重点工作。传统变电站的建设模式已无法适应新的要求,制约了智能变电站建设效率、工程安全质量和工艺水平的提升。项目完成了智能变电站模块化建设总体方案,装配式建、构筑物,模块化二次组合设备,二次系统信息模型标准库等关键技术研究。创新提出智能变电站建设新模式,研制预制舱式二次组合设备,采用预制光、电缆技术,实现现场接线“即插即用”;规范变电站二次设备和系统信息模型,实现二次系统信息模型的集中管控;采用模块化智能集成设备,优化主接线及总平面布局,形成了新一代智能变电站模块化建设典型设计。

采用智能变电站技术模式和建设模式,可实现工程设计、工厂加工、土建施工、安装调试等环节有效衔接,工程建设周期减少50%~60%。在围墙占地面积、建筑面积、屏柜数量以及光电缆长度等方面效益明显:首批5个模块化建设智能变电站试点工程围墙内占地面积较常规工程平均节省14.24%,建筑面积较常规工程平均节省22.18%,屏柜数量较常规工程平均节省24.60%,光缆长度较常规工程平均节省38.20%,电缆长度较常规工程平均节省28.43%。模块化建设智能变电站中主要建构筑物、二次设备舱大量采用预制构件,工厂化加工制作,现场装配施工,减少现场湿作业,实现环保施工,提高施工效率,节省了大量的工程用水与生活用水。

项目成果已成功应用于国内多座智能变电站。通过本项目研究,形成了一批前瞻性、实用化的技术成果,取得了多项自主知识产权,制定了多项智能变电站技术标准,在智能变电站模块化建设方面取得了突破,从根本上推动结构紧凑、功能集成、信息融合和运维便利的智能变电站模块化建设。

来源:中国电力科学研究院

TEV法和AE法在金属铠装开关柜带电运行中的诊断应用

王学锦, 蔡建辉, 刘冲, 黄继来

(国网浙江温州供电公司, 浙江 温州 325000)

金属铠装开关柜因其占地面积小、可靠性高、维修方便等优点, 广泛应用于配电网, 也是数量最多、投资较大的电气设备, 柜内包含电流互感器、断路器、电压互感器、避雷器、绝缘隔板、绝缘子等众多设备, 它的绝缘健康水平直接影响电网的供电可靠性和安全性。据事故统计分析, 开关柜在长期运行中因电、热、化学和外部运行环境等异常状况导致绝缘劣化、绝缘闪络、载流体接触不良, 同时伴随局部放电现象征兆, 占开关柜事故的31.9%, 居事故之首^[1]。因此如何提前检测、判断设备的局部放电和其发展趋势, 对预防设备绝缘事故异常重要。

1 TEV法工作原理及特点

开关柜内部发生局部放电时, 产生的电磁波不但通过开关柜的缝隙或玻璃窗传出, 还会在开关柜的金属箱体上对地产生持续纳秒级的暂态电压脉冲信号(TEV)。电压脉冲在金属壳的内表面传播, 从开口、接头、盖板等的缝隙处传出, 然后沿着金属壳外表面传到大地上。测试时, 电容耦合式TEV传感器紧贴开关柜金属表面, 裸露的金属柜体类似于平板电容器的一个极板, 暂态地电压传感器类似于平板电容器的另一极板。这样, 金属柜表面任何电荷变化均会在传感器的金属盘上感应出同样数量的电荷变化, 并形成一定的高频感应电流。感应电流再经过检测阻抗转换为与放电强度成正比的高频电压信号, 电压信号再经过数字转换为相应的分贝值显示在仪器屏上^[2]。其特点是对尖端放电、电晕放电及内部放电较为敏感, 适合检测介质内部放电, 可在设备运行的状态下进行, 及早发现设备绝缘劣化发展缺陷, 能有效地进行缺陷故障定位。对放电频谱较低的套管、终端、绝缘子表面放电不敏感, 易受外界电磁干扰。

2 超声波法工作原理及特点

当柜体内部发生局部放电时, 局部放电导致的机械振动会激发声音信号, 频谱范围可从可闻频段到超声波频段都有, 以超声波频段(20 kHz以上频带)为主。传感器采集声波信号, 通过前置放大电路、带通滤波电路、峰值检测电路、模数转换电路后以电压信号输出, 再经过换算成分贝值在仪器上显示。其特点是对沿面放电、绝缘子表面放电、尖端放

电、电晕放电等介质类型较为敏感, 方向性好, 抗电磁干扰和环境噪声能力强, 但易受现场机械振动的干扰。

3 现场应用

2015年4月3日, 变电检修人员按照《电力设备带电检测技术规范(试行)》, 对某一220 kV变电站35 kV开关柜进行带电局放检测, 发现35 kV母分开关柜超声波局放试验数据异常。该开关柜型号为VN1-40.5, 出厂试验及投产试验数据合格, 2013年4月投运至今, 现场运行情况为I段、II段母线均带电运行, 母分开关处于热备用, 试验数据如表1、表2所示。

表1 环境背景暂态地电压(TEV)和超声波(AE)测试结果

35 kV母分开关柜	暂态地电压测试值/dB	超声波测试幅值/dB
空气背景	15	-5

表2 35 kV母分开关柜暂态地电压(TEV)和超声波(AE)测试结果

测试部位	柜前	柜后
暂态地电压测试值/dB	19	17
超声波测试值/dB	26	12

经停电检查发现, 梅花触头铜绿锈较多、铜部件锈蚀严重, 开关绝缘套筒等绝缘件上有水珠、烧灼痕迹和沿面放电痕迹。开关柜内加热器损坏, 加上35 kV电缆沟因土建原因积水严重, 湿度过大使得开关柜运行工况恶劣, 导致柜内绝缘件有不同程度的受潮、水迹, 绝缘表面经处理, 开关本体交流耐压38 kV/min, 没有通过。后更换开关绝缘部件, 交流耐压试验合格, 投入运行, 对35 kV母分开关柜进行暂态低电压和超声波带电复测, 检测数据合格。

4 结束语

对于不同放电类型: 沿面放电, 超声波局放检测有效, 暂态地电压检测不敏感; 瓷绝缘子表面放电, 超声波检测有效, 暂态地电压检测不敏感; 开裂瓷绝缘子内部放电, 暂态地点压法检测有效, 超声波检测基本无信号。因此, 电声联合测试, 能有效、快捷地综合评估开关柜健康状况, 发现绝缘缺陷和安全隐患, 为开展状态检修提供数据支持, 指导开关柜合理检修, 减少不必要的停电, 从而提高设备供电可靠性和电网安全运行。

(责任编辑: 张峰亮)

红外紫外联合检测发现绝缘子局放故障

金尧¹, 王兆阳¹, 陈晓芳², 胡庆虎¹

(1. 国网天津城南供电公司, 天津 河西 300201;
2. 国网天津市电力公司电力科学研究院, 天津 西青 300385)

摘要: 首先介绍一起绝缘子局部放电故障的发现和过程, 最后总结了经验, 对于绝缘子局部放电隐患的发现以及发现后的处理具有很强的借鉴意义。

关键词: 红外; 紫外; 检测; 绝缘子; 局部放电

中图分类号: TM561

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)04-0029-01

1 故障发生经过

运行人员在雾天特巡中发现线路绝缘子出现很大的放电声音和局部发热情况。采用红外紫外设备对该绝缘子串进行检测(检测条件: 空气相对湿度 90%, 温度 10℃, 天气大雾)。紫外成像仪检测中, 在增益调节至 140 时, 光子计数为 13600, 现场绝缘子放电声音较大, 绝缘子上下部均有放电现象, 存在闪络危险, 绝缘子运行状态较差。同时利用红外成像仪进行观察, 多片绝缘子凹槽内部发热, 温度最高点与最低点温差超过 10℃, 已经严重超出《带电设备红外诊断应用规范》中关于绝缘子温差的规范要求。

通过技术中心的检测, 送检的绝缘子样品均显示憎水性 HC6 级以下, 憎水性丧失。盐密采样表明, 该地区等值盐密已达到 0.9 mg/cm², 已超出了天津地区有史以来记录的最高等值盐密 0.5 mg/cm², 而全国污秽区检测最高等值盐密值为 0.9 mg/cm²。并且该污秽区成分非常特殊, 既有可溶性盐、酸雾等, 又有非可溶性污秽, 并且含有铁粉、煤粉等导电粒子。加之附近工厂烟囱排放的水汽和烟尘, 造成污染物附着在绝缘子、金具、塔材表面, 形成难以清除的壳状污秽层。导致铁塔、连接金具的腐蚀, 使绝缘子上下表面快速积污, 导致绝缘子憎水性降低, 直至憎水性丧失。

2 故障应对措施

为了防止在冬季“污闪”季节, 发生线路掉闸故障, 对污秽区内运行中线路的绝缘子进行了清洗并复涂 RPTV 防污涂料处理, 短期内消除了污闪故障的发生。

然后又将该污秽区内运行绝缘子更换为新型耐污绝缘子。该绝缘子在重污秽区有很好的运行效果, 绝缘子本体绝缘爬距以及自洁能力均优于同类型绝缘子。新型绝缘子可以保持较好的耐污水平, 更换新型绝缘子后, 采用红外、

紫外联合检测基本无发热局部放电情况, 绝缘子运行情况良好。

3 故障经验总结

综上所述, 红外、紫外联合检测能够有效发现绝缘子局部放电故障。同时在实际检测工作中发现, 绝缘子的局部放电与空气湿度有着直接关系, 因此应加强在湿雾天气下状态检测, 尤其是每逢雾霾重、空气湿度大的天气, 都应该安排运行员利用紫外和红外成像设备对重点地区绝缘子运行情况进行在线检测, 积累运行数据。

对于重污秽地区, 普通型绝缘子难以坚持运行一个积污期。由于新型绝缘子的结构高度、爬电比距及组合形式的优势, 可以应对快速积污或长期干旱导致的绝缘子现场污秽度达到或超过设计标准的情况。根据对现场污秽成分、污秽程度的分析, 对于难以采用免维护防污闪绝缘产品的重污秽区域, 新型绝缘子的使用可减缓快速积污工况下绝缘子的局放情况, 为带电检测提供时间。可将辅助性清扫的周期大大延长, 减少清扫频次, 提高供电可靠性。

参考文献

- [1] 卞玉萍, 康宇斌. 红外、紫外检测技术在特高压输电线路中的应用[J]. 华北电力技术, 2012(02): 23-26.
- [2] 肖晓晖, 杜娥, 谌青昊, 吴功平. 高压输电线路红外图像的边缘检测[J]. 中国电力, 2005(01): 31-33.
- [3] 梁飞, MacAlpine Mark, 关志成, 张若兵. 基于红外热像分析的绝缘子污闪过程中干区形成过程分析[J]. 高电压技术, 2014(01): 138-146.
- [4] 彭向阳, 钟清, 饶章权, 杨必胜, 陈驰, 苏林晓. 基于无人机紫外检测的输电线路电晕放电缺陷智能诊断技术[J]. 高电压技术, 2014(08): 2292-2298.
- [5] 马斌. 重污区接触网污闪防治工作的探讨——建立接触网绝缘子污秽检测系统[J]. 电气制造, 2014(06): 80-83+87.

(责任编辑: 贺大亮)

湖北电力“十三五”省级通信传输网架构

陈敬佳¹, 张明昭¹, 向辉²

(1. 国网湖北省电力公司, 湖北 武汉 430077;
2. 国网湖北省电力公司荆门供电公司, 湖北 荆门 448000)

摘要: 介绍湖北电力通信骨干传输网的现况和电力系统通信业务的应用需求, 分析了现有网络的不足, 介绍 100 Gbit/s 光传输技术和分组增强型 OTN 技术, 提出“十三五”通信骨干传输网的架构方案。

关键词: 传输网; 电力通信; 分组增强型

中图分类号: TM852

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)04-0030-03

电力通信传输网作为电网的基础设施, 在保障电网安全、经济运行。提高企业现代化管理水平等方面发挥着越来越重要的作用。随着电网规模的不断扩张, 智能化、自动化水平的不断提高, 对电力通信传输网的要求和依赖也不断提高, 电力通信传输网已成为电力安全生产中的重要环节。

随着国家电网公司“两个转变”的发展和坚强智能电网的建设, 各类电网生产和经营管理类业务发生较大变化, IP 业务不断涌现。电网业务已由传统的固定带宽、小颗粒、TDM (Time Division Modulation, 时分复用) 业务向动态带宽分配、大颗粒 IP 业务方向转型。同时, 继电保护、调度自动化等传统调度生产业务对通信网的抗多点失效能力和迂回转接能力的要求逐步提高。因此在“十三五”期间骨干传输网需要从安全等级、带宽颗粒、业务属性等方面进行优化改造, 提升信息汇聚能力, 构建大带宽、高可靠性、高灵活度的网架结构。

1 湖北电力省级通信传输网现况及分析

湖北电力通信传输网按层级分为省级通信传输网和地市级通信传输网。其中省级通信传输网主要覆盖 220 kV 及以上厂站。

1.1 省级电力通信传输网现况

省级电力通信传输网按技术体制分为 SDH 和 OTN 两个平面。SDH 平面包括主干 2.5 Gbit/s 光纤传输网、主干 10 Gbit/s 光纤传输网和省 220 kV 光纤接入网。OTN 平面为省 OTN 光纤传输网。

主干 2.5 Gbit/s 光纤传输网建于 2001 年, 主要覆盖地市级公司和枢纽 220 kV 变电站, 用于传输继电保护、调度自动化、调度电话、行政电话等基于 2 Mbit/s 颗粒的 TDM 业

务。主干 10 Gbit/s 光纤传输网建于 2007 年, 主要覆盖地市级公司和 500 kV 变电站, 在满足了地市级公司和 500 kV 变电站光纤通信网络双重化覆盖要求的同时, 也能够传输基于 155、622 Mbit/s 颗粒的 IP 业务。省 220 kV 光纤接入网建于 2008 年, 按地区建设, 覆盖区域内的 220 kV 变电站, 满足了 220 kV 变电站光纤通信网络双重化覆盖的要求。

随着调度数据网、通信数据网的升级扩容, 以 SDH 技术体制为基础的通信传输网不能满足传输 GE 及以上带宽业务的要求。国网湖北省电力公司于 2014 年建设了基于 OTN 体制的光纤传输网络, 主要覆盖省公司和地市级公司, 目前主要传输通信数据网 GE 和 10GE 的大颗粒 IP 业务。

1.2 业务需求分析

电力系统通信业务按属性一般划分为语音业务、电力系统专有业务、调度系统业务、生产管理系统业务 4 大类。

电力通信的语音业务包括调度电话、生产管理及行政电话和会议电话业务, 目前多为 TDM 业务, 也有部分基于软交换的 IP 业务。其中 TDM 为 2 Mbit/s 颗粒业务, 承载于 SDH 网络; 基于软交换的 IP 语音业务承载于电力调度数据网或电力通信数据网。

电力系统专用业务包括系统继电保护/远方保护与安全自动装置等信息。用于传送各类远方保护及安全稳定控制的信号, 是保证电网安全、稳定运行必不可少的传输信号, 要求有极高的可靠性和较短的传输时延, 为 2 Mbit/s 颗粒的 TDM 业务, 承载于 SDH 网络。

调度系统业务包括调度自动化系统、调度员培训系统(反事故演习)、电能量计量系统、广域相量测量系统、水调自动化系统、保护及故障录波信息管理系统、电力市场运行系统等业务。调度系统业务主要承载在电力调度数

据网上,也有采用调度数据网与SDH专线互为备用的方式。电力调度数据网接入层为2 Mbit/s 颗粒业务,骨干层为155 Mbit/s 及以上颗粒业务。

电力系统生产管理系统业务包括管理信息系统、办公自动化系统、调度生产管理系统、通信网管系统、营销系统、远程教育等数据业务及音视频业务。生产管理系统一般以IP方式承载于电力通信数据网。电力通信数据网接入层为2 Mbit/s 颗粒业务,骨干层为155 Mbit/s 及以上颗粒业务。电力系统通信业务归纳起来有以下几个特点。

承载业务多样化:电力系统通信业务按种类细分已经超过30类,既有点对点的业务,也有点对多点、多点对多点的业务。未来随着智能电网建设的加强,各种自动化控制系统和信息化管理系统的应用还将得到增强,业务种类将持续增加。

需求差异化明显:各类业务中,既有TDM业务,也有IP业务,带宽需求从64 kbit/s到10GE不等,对各种类型的接口均有应用需求。

可靠性要求高:相对于电信运营商,电力系统通信业务并没有划分不同的层级,每种业务都是非常重要的业务。每种业务之间要求逻辑上进行隔离,生产类业务之间更要求进行物理隔离。

1.3 通信传输网存在的不足

湖北电力通信骨干传输网能够满足当前环境下电网生产调度、企业运行管理各类业务信息传输的要求,但从总体架构上还存在不足。主要表现在以下两方面。

1.3.1 网络层次相对模糊,定位不明确

电力通信传输网的建设模式通常为业务推动型,即根据某种业务的需求来推动传输网的建设,如继电保护业务、调度数据网业务、通信数据网业务等。在这种方式下,网络的建设通常只注重满足当时环境下的业务需求,很少站在总体架构的层面为每类网络进行定位,分析网络与网络之间的逻辑关系。

对于湖北电力通信骨干传输网来说,SDH平面中的3张光纤传输网完全独立,网络之间没有明显的层级关系,各个网络的定位也不是非常明确,造成3张光纤传输网在站点覆盖、业务承载上出现混乱,不仅影响日常的运维管理,也不利于网络的可持续发展。

1.3.2 大颗粒IP业务的保护能力

电力系统对各类业务的可靠性要求都比较高,至少需要满足N-1的原则。对于通信数据网的GE及以上的大颗粒业务,受限于SDH的技术体制,目前仅能在SDH平面上使用155、622 Mbit/s的带宽对OTN平面上的GE、10GE业务进行保护备份,不具备真正意义上的1+1备份能力,成为通信数据网的短板。

基于以上原因,湖北电力通信骨干传输网需要从网络层次和带宽两个方面进行优化,满足“十三五”期间的电网发展的需求,满足通信网自身可持续发展的需求。

2 光纤传输技术发展概况

电力通信传输网属于专网,经历了PDH、SDH、MSTP、PTN和OTN的发展历程,从发展历程来看,光纤传输技术的发展也是推动电力通信传输网发展的一个重要因素。

目前基于单波100 Gbit/s的分组增强型MSTP技术能够满足电力系统承载业务多样性和大带宽的要求。

2.1 100 Gbit/s光传输技术

相对电力系统常用的2.5、10、40 Gbit/s传输系统,100 Gbit/s光传输在实现上伴随着一系列重大变革,包括偏振复用相位调制技术、基于数字信号处理的数字相干接收技术和基于软判决的第三代超强纠错编码技术等。特别是数字相干接收技术使得光传输系统具有足够的色散容限和偏振模容限,给网络建设和运维带来一系列好处,主要包括:

- 简化了传输线路上的光学色散补偿和偏振解复用设计,线路设计更简单;
- 消除了低PMD光纤的依赖,适用于各种规格的传输光纤,方便光纤线路速率升级;
- 消除了传输线路DCF光纤非线性效应的影响,减少了线路放大器的数量和ASE噪声的影响,提升了系统长距传输能力。同时也消除了DCF光纤所带来的时延。

在设计100 Gbit/s系统时,不需要考虑色散、PMD等因素,在衰减方面,目前在不适用泵浦技术的前提下,系统最大单跨距离能够达到250 km左右(全程衰减容限64 dB)。

2.2 分组增强型OTN技术

分组增强型OTN(Optical Transport Network,光传送网)技术融合了ODUk(Optical Channel Data Unit-k,光通路数据单元k)交叉、分组交换、VC(Virtual Container,虚容器)交叉和OCh(Optical Channel,光通路)交叉等能力,可实现对TDM和分组等业务统一传送。

分组增强型OTN中分组传送层(包括SDH传送层)为分组增强型OTN相对传统OTN引入的新的逻辑处理层级。相比传统OTN设备,分组增强型OTN设备主要增加了以下功能。

层间适配功能:提供VC、分组到ODUk的适配功能。

分组处理功能:包括以太网处理或/和MPLSTP处理功能,提供分组业务的适配、QoS和OAM处理等功能。

分组交换功能:提供基于以太网端口、VLAN和MAC地址的交换能力,或者基于MPLS-TP LSP和PW的交换能力。

VC交叉功能：支持高阶通道VC4级别的调度功能，并提供级联条件下的VC通道交叉处理能力。

保护功能：提供基于以太网、MPLS-TP的分组业务保护功能和基于VC4、ODUk、OCh的通道层保护功能以及层间保护协调能力。

从以上技术特点来看，单波100 Gbit/s的分组增强型MSTP技术不仅能够适应电力系统业务多样性的特点，也能同时满足传输GE、10GE等大颗粒业务的要求。

3 省级通信传输网架构方案

3.1 省级通信传输网总体架构优化思路

3.1.1 保持现有SDH和OTN的双平面架构

SDH和OTN双平面架构是国家电网公司对省级通信骨干传输网的统一要求，也是当前和未来一段时间内能够满足电力系统业务承载多样性和可靠性的基本保证。

3.1.2 SDH平面按电压等级进行划分

根据国家电网公司要求和电力系统N-1原则，220 kV及以上站点必须满足双重化的要求，重要业务必须满足双通道的要求。因此SDH平面可按电压等级划分为500 kV网络和220 kV网络。500 kV网络与国网通信传输网实现对500 kV网络的覆盖，220 kV网络实现与地区通信网实现对220 kV网络的覆盖。现有的3张SDH网络需要整合。

3.1.3 充分利用现有网络资源

湖北电力通信骨干传输网现有3张SDH网络和1张OTN网络，从保护投资和控制改造规模的角度，必须考虑充分利用现有网络资源。

3.1.4 适当采用成熟、先进的通信技术，保证网络的可持续发展

传输网是电力通信网的基石，必须保证网络架构在未来5—10年内不会发生重大调整，因此可适当采用目前已在运营商中得到广泛应用的成熟先进通信技术，保证网络的可持续发展。

3.2 省级通信传输网架构方案

3.2.1 网络分层结构

网络分为SDH和OTN的双平面架构。OTN平面保持现有的OTN网络不变。SDH平面分为主干网1和主干网2。

主干网1为500 kV网络，主要覆盖500 kV及以上站点、省公司（包括第二汇聚节点）、地市公司（包括第二汇聚节点）、枢纽220 kV变（跨地区220 kV线路）。主干网1的站点数量控制在150个以内。主干网1骨干层采用100 Gbit/s分组增强型OTN和MSTP混合组网方式，地市公司接入层环网采用MSTP 10 Gbit/s进行组网。

主干网2为220 kV网络。主干网2采用分层结构，分为骨干网和接入网。其中骨干网主要覆盖省公司（包括

第二汇聚节点）和枢纽220 kV变（跨地区220 kV线路），站点数量控制在100个以内，骨干网采用形成MSTP 10 Gbit/s进行组网；接入网按地域划分，主要覆盖2地市公司（包括第二汇聚节点）和220 kV站点，接入网采用MSTP 2.5 Gbit/s进行组网。

3.2.2 业务分配原则

500 kV线路的继电保护、调度自动化业务分别利用主干网1和国家电网公司光纤传输网传输；220 kV线路的继电保护、调度自动化业务分别利用主干网2和地区光纤传输网传输；跨地区220 kV线路的继电保护业务分别利用主干网1和主干网2传输。

622 Mbit/s及以上的大颗粒业务分别利用OTN和主干网1进行承载。

3.2.3 基建站点光纤通信设备配置原则

原则上OTN网络和主干网1的骨干层网络、主干网2的骨干网拓扑结构不再发生变化。基建站点配置SDH设备接入SDH平面。

500 kV及以上站点配置1套SDH 10 Gbit/s光传输设备接入主干网1，有220 kV出线的站点还须配置1套SDH 2.5 Gbit/s设备接入主干网2。

220 kV站点配置1套SDH 2.5 Gbit/s光传输设备接入主干网2，有跨地区220 kV出线的站点还须配置1套SDH 10 Gbit/s光传输设备接入主干网1。

4 结束语

通过科学合理规划和精心组织，“十三五”期间，湖北省电力公司将进一步加强现有省级通信传输网的优化整合力度，构建层次清晰、实用高效的网络架构，逐步建成“先进、实用、大容量、高可靠、结构合理、覆盖面全、包容性强、接入方式灵活、经济高效”的新一代电力通信传输网络平台，为智能电网及公司现代化建设提供坚强支撑和保障。

参考文献

- [1] 梁芝贤, 穆国强. 电力系统通信规划实施与建议[J]. 光通信技术, 2007(2): 25-27.
- [2] 胡学浩. 智能电网—未来电网的发展态势[J]. 电网技术, 2009, 33(14): 1-5.
- [3] 李芳. 分组增强型OTN技术浮出水面[J]. 中国新通信, 2011(24): 84-85.
- [4] 袁夕征, 李倩, 熊臣, 等. 100G OTN技术分析及应用策略研究[J]. 数字通信世界, 2014(10): 15-18.
- [5] 张伟卿. 城域网引入分组增强型OTN技术的应用策略分析[J]. 邮电设计技术, 2015(3): 20-25.

(责任编辑: 贺大亮)

智能电能表自动化流水线检定系统

王 可, 孙丽娜, 刘 晨, 韩洪君, 曾辉明

(国网辽宁省电力有限公司计量中心, 辽宁 沈阳 110006)

摘要: 首先介绍电能表自动化检定系统的工作流程, 然后针对传统电能表自动化检定线运行过程中出现的工作模式单一、只能按顺序进行检定等不足, 提出了一种新型的智能电能表自动化检定系统。这种新型的检定系统在下料单元加入了一种双层滚筒下料缓存装置, 实现了多项检定任务的穿插, 在实际应用中大大增加了流水线检定系统的实用性、适应性, 大幅度提高流水线检定的作业效率, 降低了劳动强度, 同时也为智能电能表自动化检定流水线系统在全国大规模推广建设做出了有益的探索。

关键词: 智能电能表; 自动化流水线; 检定系统; 双层滚筒下料缓存装置

中图分类号: TM63

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)04-0033-02

随着国家电网公司智能电网项目的大规模建设, 对智能电能表检定工作的质量和效率提出了更高的要求, 原有的人工检定模式已无法满足工作的需要, 智能电能表自动化流水线检定系统在这种情况下应运而生。它的应用带来了全新的计量检定与管理模式, 可批量高效地进行电能表的各项检定项目, 满足了供电公司智能电能表大规模应用的需求, 对国家电网公司省级电能表集中检定模式的推广具有非常重要的意义^[1-3]。

1 自动化流水线检定系统简介

智能电能表自动化流水线检定系统综合运用机器人、传感器检测、PLC、自动控制、图像识别及计算机网络通信等新兴领域技术, 实现电能表传送、耐压试验、外观检查、多功能检定、铅封刻码、检定合格证粘贴等多个环节的全自动化作业^[4-5]。

系统正常运行时的流程为: 电能表通过立库上层滚筒线来料, 通过提升机降到下层自动化检定流水线主输送线处, 经过条码扫描, 任务箱来到流水线上料缓存输送线处, 经过满箱拆垛机将整垛周转箱拆为单箱, 输送至上料机器人抓取位置。这时计算机把刚才扫描的电能表信息传达给机器人, 机器人抓取电能表放至流水线托盘上, 然后托盘流至信息绑定单元, 经条码扫描和RFID信息读取, 把电能表条码信息、电子标签信息和托盘绑定在一起。然后托盘流至耐压检查单元, 耐压试验完成后, 托盘进入外观检查单元进行外观拍照, 并和标准电能表图片进行对比, 发现外观不合格电能表。外观检查后托盘通过上料缓存线依次进入多功能检定仓进行多功能检定, 检定完成后托盘进入自动封印及刻码验证单元, 封印及刻码完成后, 托盘进入自动贴标单元, 贴标完成后进入下料区域^[6]。

这时, 下料机器人开始对电能表分拣装箱。先把合格电能表装入周转箱内, 同时完成电能表信息和周转箱信息上传绑定。在抓取过程中托盘内一列三块可能产生一块或两块合格电能表, 因为机器人是一次抓取三块放到周转箱内, 这种情况下机器人把单块或两块的合格电能表抓取到合格电能表暂存台上, 等待积攒到三块时, 开始往周转箱内抓取放置。当系统检测到不合格电能表时, 机器人把不合格电能表放入不合格电能表缓存线上, 当不合格品数量达到系统设置值时, 下料机器人开始对不合格电能表装箱。当合格电能表周转箱满箱后, 通过满箱堆垛机将单个表箱整合为垛, 并经过下料滚筒输送主回库输送线, 完成整个流水线检定任务。电能表自动流水线检定系统流程图如图1所示。

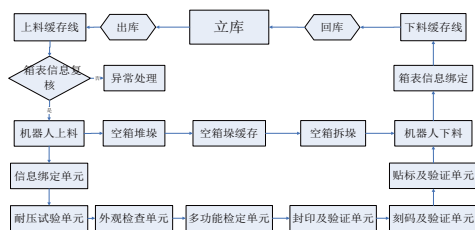


图1 电能表自动化流水线检定系统流程图

2 改进的自动化流水线检定系统

2.1 设计思想

在正常的电能表自动化流水线检定系统运行工作中, 检定任务是顺序执行的, 电能表按流程从上料开始到回库结束往复循环运行^[7]。但有时候检定系统也会出现一些状况, 当前一个任务出现问题, 无法下线, 下一个任务只好等待, 直到前一个检定任务正常结束后第二个任务的电能表才能检定下线, 这样影响整个流水线的运行, 严重降低工作效率。

为了解决检定系统运行方式上的不足,在实际工作中根据原有流水线的特点,加入了一种双层滚筒下料缓存装置。

这种装置设计的出发点是当前一个检定任务不能下线,为了不影响检定,要让后一个任务先下线,检定仓内的前一个任务电能表可以先不出仓,但在下料处有三个位置必须要空出,分别是下料滚筒线、合格电能表暂存台和不合格电能表缓存线。不合格电能表缓存线上的不合格电能表可以先装箱再进入不合格箱缓存区,但下料滚筒线上的装有合格电能表的周转箱和合格电能表暂存台上的合格电能表还要找地方放置。因此设计了这种双层滚筒下料缓存装置。

2.2 改进后的流程

检定系统运行时,当系统监测到后一个检定任务先出仓准备下料时,先处理流水线上前一个任务的合格电能表:下料机器人先把线体上前一个任务剩余的电能表正常装箱,满箱后组垛回库,然后把合格电能表暂存台上的电能表装箱,此时当最后一箱电能表还未满箱时,控制系统发出指令,将不满箱的表箱运送至下料滚筒线左端,再降至下层滚筒线,最后通过下层滚筒线送至下层右端等候。再处理线体上的不合格电能表:下料机器人把不合格电能表缓存线上不合格电能表装箱送入不合格箱缓存区。这时检定线体已经空出,下一个任务的电能表已经可以正常下料了。当下一个任务完成后,原任务在下层缓存的合格电能表箱再升至上层,正常完成该任务的下料工作。双层滚筒下料缓存装置现场实物图如图2所示。

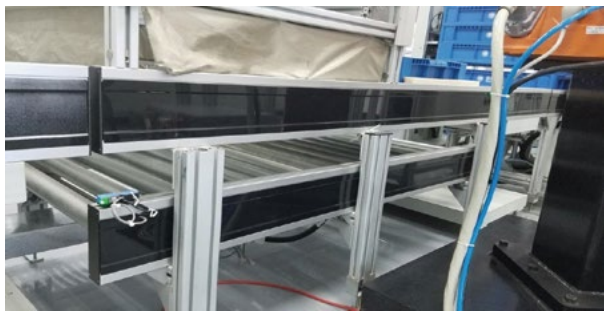


图2 双层滚筒下料缓存装置现场实物图

自动化流水线检定系统采用这种上下两层滚筒装置后,实现了动作的循环,同时充分利用了纵向空间来增加缓存空间。这种双层滚筒缓存装置可以同时缓存不同电能表的电能表箱,极大地增加了检定系统的实用性、适应性,同时减少不必要的缓存等待时间,大幅度提高作业效率。

3 应用情况

目前,这种新型的电能表检定系统已经在国网辽宁省电力有限公司计量中心单相电能表检定工作中得到很好的应用。当前一个检定任务挂起后可以接受下一个检定任务,单相检定线体共有16个检定单元,理论上可以接受16个

检定任务,同时由于加入了这种双层滚筒下料缓存装置,实现了多项检定任务的穿插,增加了装置的实用性、适应性,大幅度提高作业效率。这条单相自动化检定系统共有检定表位1440个,日均8h检定量均在7200块以上。

通过采用这种新型的自动化流水线检定系统,在省一级开展集中检定工作,发挥了规模效应,在现有基础上减少电能表检定人员数量90人左右,按人力成本10万元/年测算,每年节约开支约900万元。此外集中检定实现了检定工作的全过程管理,有利于提高检定质量。单相电能表自动化流水线检定系统如图3所示。



图3 单相电能表自动化流水线检定系统

4 结束语

这种新型电能表检定系统的实际应用代替了原有电能表检定的人工作业,大大节省了劳动成本。整个检定过程由计算机控制,能够有效减少人工作业引起的故障,提升电能表检定数量、质量及加强了检定数据信息的管理。此外,从省电力公司层面来看,可以进一步加强计量设备集中管理,强化网省公司范围内统一使用、统一调拨,有效提高资金使用率。不仅将大大推动电能计量管理标准化建设的步伐,系统所具有的智能化功能也为未来智能电能表的广泛应用创造更有利的技术平台。

参考文献

- [1] Q/GDW 574-2010. 电能表自动化检定系统技术规范[S].
- [2] Q/GDW 1891-2013. 省级计量中心生产调度平台软件设计导则[S].
- [3] 张燕, 黄金娟. 电能表智能化检定流水线系统的研究与应[J]. 电测与仪表, 2009, 46(12): 74-77.
- [4] 高利明, 陈卓娅, 张欲晓, 马磊. 一种智能化全自动流水线电能表检定系统[J]. 河南电力, 2011(12): 38-41.
- [5] 宗建华, 闫华光, 史树冬, 等. 智能电能表[M]. 北京: 中国电力出版社, 2010: 236-261.
- [6] 孙喻, 舒开旗, 刘建华. 电能计量新技术与应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
- [7] 梁洪浩. 供电企业计量自动化一体化平台的设计与建设[D]. 上海交通大学, 2007.

(责任编辑: 贺大亮)

电网企业值班管理系统

薛志强¹, 刘 星²

(1.北京中电联汽车服务有限公司,北京 西城 100054;
2.北京华商远大电力建设有限公司,北京 丰台 100070)

值班管理子系统是在对国网北京市电力公司值班室值班工作做了充分调研,收集、整理、分析了大量值班相关规范、守则等资料,经各方努力开发的信息化系统。旨在通过提高值班管理信息化水平,积极促进健全值班管理工作体系,明确值班职责,规范值班管理,提升值班水平,而使工作更规范、更高效、更可靠。

系统建设目标主要包括以下几个方面:提升值班管理信息化水平;标准化、规范化值班工作;提高值班工作效率;提高值班工作可靠性。

1 功能体系

值班管理子系统,包含了交接班管理、运行记录管理、突发事件及预警管理、综合展示等功能。

系统的功能模型如图 1 所示。

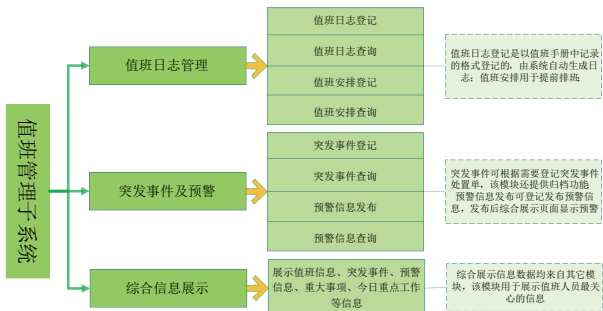


图1 值班管理系统功能模型图

系统业务架构图如图 2 所示。

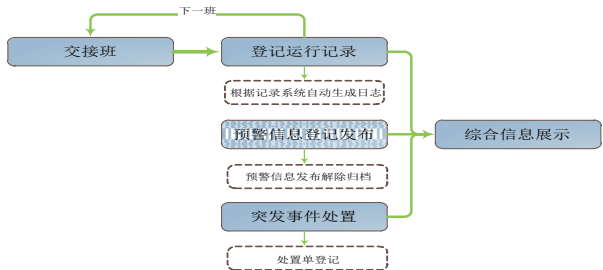


图2 值班管理系统业务架构图

值班人员登录系统后,首先进行交接班工作,上班交班下班接班,周而复始循环,接班后成为当值人员,根据实际情况可登记运行记录、预警信息登记发布、突发事件登记等常用操作。

2 值班日志管理

2.1 值班日志登记

该模块是值班人员使用最多的功能模块,交接班、值班模式变更、值班日志登记等功能均在此模块操作完成。

交接班操作。当进行班次轮换时,交班班次和接班班次登记交接班过程信息,进行交接班操作。点击值班日志登记主界面中的交接班按钮,弹出交接班操作窗口,该操作窗口中,上面“交班情况”是指上一班次的信息,由系统根据值班情况自动生成,“接班情况”是本次接班人员情况,根据实际情况填写,填写完毕由交班、接班双方确认无误确定交班和接班后,点击接班按钮完成交接班。需要注意的是在系统第一次使用时,由于没有上一班次信息即交班情况信息都为空,这时直接填写接班情况点击接班按钮即成为当值班次。

日志登记操作。日志登记操作是值班人员实用的最多的操作之一,在完成接班工作成为当值人员后,均有权限进行日志登记操作,值班人员根据实际情况及需要,点击值班日志登记主界面中的增加按钮,弹出记录类型选择菜单,根据实际情况选择要登记的记录类型,以值班晚巡记录为例,选择改记录类型后弹出登记窗口值班人员根据实际情况填写值班晚巡信息,登记后点击保存即可。

值班模式变更操作。值班模式变更是指正常值班、应急值班模式的切换,值班模式变更由值班人员按实际情况操作,处于安全管理需要值班模式变更操作需要验证操作人员密码,系统记录改人员的操作,点击值班日志登记主界面的模式变更,弹出密码验证窗口,输入密码及备注信息确定及完成值班模式得切换。

2.2 值班日志查询

值班日志查询用于历史日志的查询导出,可按单位、时间范围、记录类型、记录内容模糊等条件查询,查询结果可导出到 Excel。

日志查询操作。日志查询操作,根据登记部门、登记时间、记录内容及记录类型条件组合查询日志信息,在设定好相关条件后点击查询,系统便按设定条件检索出符合条件数据,其中登记部门、记录内容、记录类型条件若不

填,则表示无此条件限制,日期条件默认最近一周时间范围。

日志导出操作。日志查询后,可根据需要选择导出操作,这里导出是指导出到 Excel 中。点击导出按钮弹出结果文件保存对话框,根据自己需要保存即可。

2.3 值班安排登记

该模块用于管理人员按月份排班,提前安排某月份的值班安排,为了便于操作还提供了复制操作,可复制某个月份的值班安排到当前月份,也可选择单位部门查看其他部门的值班安排。

排班操作。排班操作是对未来时间的值班工作的预安排,排班管理人员打开该模块后,单位部门默认为当前登录人员所在单位部门,选择年度及月份后即可开始排班,排班主界面是一个表格,点击相应单元格弹出人员选择窗口,选择后确定即可,如此反复操作完成排班工作。

鉴于排班工作的重复烦琐以及在一定程度上不同月份值班安排有一定重复性,系统提供了复制的功能,即可以按月份从其他月份复制过来,对于相似的值班安排可以复制过来加以修改即可,复制操作,当前时间是目标,点击从其他月份复制,弹出选择框,选择源月份确定后,源月份的值班安排即复制到当前值班安排月份。

查询查看操作。该模块还提供了查看其他单位部门的值班安排功能,值班安排主界面中,选择要查看的单位部门及时间即可查询其值班安排。这里需要提醒的是,当选择其他单位部门后,系统自动取消掉排班权限,排班功能不可用,防止非本单位人员随意修改,即只有本单位授权人员才可以排班。

导出操作。可根据需要将值班安排导出到 Excel 保存。

2.4 值班安排查询

值班安排查询用于按日期查询各单位的值班安排,同时也提供了导出功能。改模块与值班安排的区别是,提供了横向的查询功能,可以按日期查询各单位的值班安排情况。

3 突发事件及预警

3.1 突发事件处置登记

突发事件处置登记,用于突发事件的登记发布,值班人员根据实际需求登记突发事件,登记后并可根据需要登记突发事件处置单,待突发事件处置完成后,可归档。登记突发事件后,综合展示页面便以滚屏的方式显示突发事件信息,凡是有相应综合展示模块权限的人员均能看到该信息,突发事件信息归档后,综合展示页面的突发事件信息便不再显示。

突发事件登记、修改、删除操作。值班人员根据实际情况及需要登记突发事件,在突发事件处置登记主界面中

点击新增按钮,弹出突发事件新增窗口,该登记窗口中,登记单位、登记人默认为当前登录人,级别和突发事件类型在下拉列表中选择,登记人员根据实际情况填写保存即可。修改操作界面和新增界面相同只是界中已经包含了内容,修改后保存即可。选择要删除的数据点删除按钮即完成删除操作。

工单填写操作。在完成突发事件登记后,值班人员根据突发事件级别及实际要求填写突发事件处置工作单,在突发事件登记主界面中选择需要登记处置工作单的突发事件记录,点击填写链接,弹出突发事件处置工作单填写窗口。

突发事件归档及取消操作。突发事件处置完成后,根据需要执行归档操作,选择一条或多条突发事件记录,点击归档即完成归档操作,归档后的记录均以绿色背景显示。解除归档与归档操作类似,选择要解除归档的突发事件记录,点击解除归档即可。突发事件归档后,在综合展示页面中便不再滚动显示。

3.2 突发事件查询

突发事件查询,提供对历史突发事件信息的查询功能,可按时间段,突发事件类型等条查询,并提供查询结果的导出功能。

3.3 预警信息登记发布

预警信息登记发布,该模块提供预警信息的登记、发布、解除。值班人员可根据实际登记预警信息,发布预警信息,预警信息发布后,综合展示页面便滚动显示预警信息,直到预警信息解除。

预警信息发布与解除操作。预警信息在登记后,根据实际情况可选择发布该预警信息或解除预警。在预警信息登记发布主界面,选择需要的预警信息,可多选,点击发布预警按钮,即完成所选信息的发布。预警解除,选择要解除的预警信息,点击解除预警即完成预警的解除。预警信息发布后在综合展示页面便以滚动方式显示所发布的预警信息,预警解除后便不再显示。

3.4 预警信息查询

预警信息查询模块,用于对预警信息历史数据查询,导出,可按时间范围、预警状态、预警级别等条件查询数据。

4 综合信息展示

综合信息展示是值班工作涉及到的信息的一个综合化展示,该页面是所有值班人员打开后的默认首页面,这里所有的信息均是来源于值班过程中所登记的信息。这个模块展示的内容包括,当值班信息、预警信息、突发事件信息、当日重大事项、今日重点工作等。

(责任编辑:贺大亮)

智能营业厅系统

巩方伟, 胡新刚, 刘金刚, 吕红, 罗兵, 李强

(国网山东省电力公司淄博供电公司, 山东 淄博 255000)

1 项目概述

电力营业厅是用电客户办理业务和体验服务的场所,是联系供电企业和用电客户的纽带,在供电企业的服务系统中肩负着为客户提供业务及相关服务的职能。近年来,供电企业提升服务意识很强烈,但与广大客户的需求相比,供电企业的服务仍然存在提升的空间。以“信息化、自动化、互动化”为特征的智能电网发展战略和“以市场为导向、以客户为中心”的利益共同体服务文化为核心目标的形势下,实体营业厅单纯服务职能,已不能完全适应供电企业战略发展的要求。如何针对新的战略,转变营业厅的职能定位,如何充分发挥作为服务主渠道的营业厅对供电企业营销服务策略的支持,是当前每一个供电企业关注的焦点问题。

2 项目计划目标及主要研究内容

2.1 主要目标

在规划初期,明确提出建设智能营业厅不仅要引进国内和国外先进技术和成熟经验,还要充分考虑绝大多数服务的客户都是广大的农民群众,结合实际的情况,不能盲目跟风,要规划和研发出适合地方电力使用的智能营业厅系统。

智能营业厅应该具备以下几个特点。

要设计符合多种情况使用,操作简单,“集中管理,统一监控”,能够做到“农村老大爷都能使用”的自助终端。

全过程的客户服务监督,提高服务质量,提高客户满意度,为广大农村群众办实事。

采用媒体信息统一管理,借助多种终端设备,采用先进的多媒体技术,为广大农村用户宣传供电公司各项信息,在提升宣传效果的同时,节省大量宣传费用。

建立一体化多种收费平台,使其具备很强的扩展性,同时具备完善的监控功能,为广大农村用户提供多种方便、高效的收费方式,满足用户实际交费的需求。

精细化运行管理,有效降低营业厅运行费用。

2.2 研究与开发内容

2.2.1 系统架构

智能营业厅系统采用先进的B/S架构,一体化平台设计。系统架构分为:平台+服务系统+服务手段。

借助信息通信、计算机网络、智能控制等先进技术,构建实体、自助、网上和手机四位一体的多功能营业厅,实现服务智能化、互动化、多样化感观式服务体验,为客户提供信息交互、业务受理、交费灵活多样的24h服务。

2.2.2 系统组成

营业厅一体化运维支撑管理平台:平台需要对下属的所有设备或系统进行统一接入管理、数据统计、设备监控、信息发布、报障告警、终端设备管理、远程更新升级和权限管理。

自助服务系统:主要包括自助交费终端、自助服务终端、自助查询终端等设备的硬件和软件部分。

多媒体信息发布及互动体验系统。

客户现场管理及服务质量监督分析系统。

基于账务管理的一体化多种收费平台系统。

3 智能营业厅系统主要设备和功能组成

3.1 营业厅一体化运维支撑管理平台

支持管理平台需要对下属的所有设备和系统进行统一接入管理、数据统计、设备监控、信息发布、报障告警、终端设备管理、远程更新升级和权限管理,是整个营业厅系统的核心部分。

3.2 自助服务系统及设备

3.2.1 自助交费终端

自助交费终端作为客户自助交费的渠道,能够有效分流实体营业厅内交费、查询、打印发票等业务,缩短了客户办理业务的时间,降低了企业整体的服务及营销成本,是实体营业厅及24h营业厅有效的组成部分。

功能:自助交费,现金交费,银联卡交费,电卡表购买电量;信息查询。用户可以自助查询电费总账单,历史交费记录及账户情况;凭条及发票打印。提供热敏、针打两种类型的打印功能;业务宣传。以自助营业终端作为供电公司面向社会公众的一个窗口,可以通过生动的图片、视频、声音、文字和动画向客户介绍各类业务、服务、政策法规等多方面信息。

特点:交费界面友好,针对于广大农村用户尽量简化操作,同时提供语音导航功能,极大方便了用户使用;纸币识别器采用进口多面额设备,可以识别从一元到一百元面额的纸币,识别率高,质量可靠;键盘输入采用防侧窥设计;终

端软件支持手写输入；支持 24 h 监控，对人像面部、钞票取款、纸币器口 3 点监控策略，确保使用安全。

3.2.2 智能营业终端

智能营业终端能实现电力用户 24 h 自助业务办理，包括身份证扫描、表单填写、用户签名、远程协助填写等功能，解决了广大农村电力用户业务办理困难的问题。

功能：业务办理。可为低压居民、非居民提供新装申请、增容申请、过户、移表、销户等功能；业务查询。可查询月度清单、交费历史、业务进度、个人资料等；业务打印。可打印交费通知单、明细、供电方案等；业务介绍。可详细介绍业务办理流程、法律法规、用电知识等。

3.3 多媒体信息发布、互动体验系统及设备

3.3.1 多媒体信息发布系统

多媒体信息发布系统是一套内容“统一制作、统一管理、统一发布”的信息发布管理系统。利用先进的计算机技术，将电力企业可能使用的各种显示终端，例如电视、数字海报屏、LED、电脑显示器、触摸屏等都作为发布终端来统一管理，帮助企业打造立体媒体宣传平台，实现企业形象宣传、营销服务信息、内部监督信息，“总部集中制作管理，各点终端及时信息发布”，为电力企业建立自己的“电视台”。

功能：节目制作方便、播放内容多样化、播放的有效控制、节目互动点播、节目发布审批、实施监控终端。

3.3.2 互动数字海报屏

该产品是在多媒体信息发布系统基础上开发出来的一种应用终端，采用最新的安卓操作系统，使用多点触摸技术，运用的时下最流行的苹果系统操作风格，使用户既可以在屏幕上观看高清的多媒体信息，又可以通过手指触摸，对展示的内容进行选择观看，实现打开界面、信息查询、拖动等互动，给了用户更好的互动体验，更好的服务效果，更大的信息内容。

功能：宣传画播放、电费查询、业务查询、信息查询、互动娱乐、生活信息查询。

3.3.3 网上（手机）营业厅

网上（手机）营业厅是利用现代信息技术延伸服务平台、拓展服务窗口、不断提升服务水平的一项重要手段。拉近了电力企业与广大客户之间的距离，拓宽了电力为客户服务的渠道，令客户足不出户就可以办理档案查询、电费查询、业务登记、业务进度查询、网上电费充值、短信订阅、故障报修、网上投诉等业务。

3.3.4 短信（语音）互动服务平台

该平台以全面整合支持电力企业所有业务短信需求为目标，从创新客户体验、服务流程、经营模式的角度出发，以客户双向互动为切入点，实现短信自动受理、信息通知、短信机器人互动等业务，支持企业内部各类业务工作，打造

企业级短信互动服务平台。

3.4 客户现场管理及服务质量监督分析系统及设备

3.4.1 客户现场管理及服务质量监督分析系统

客户现场管理及服务质量监督分析系统将营业厅现场管理（智能排队机）、客户满意度评价、服务质量分析等功能有机地结合起来，将营业厅工作数据实时地抓取出来并保存在数据库中，不仅为管理者提供了最快速和准确的客服质量数据，也可以通过对得到数据的统计分析，对于每个营业厅，甚至于每一个营业人员的工作情况全面掌握。系统不仅可以对营业员的工作情况进行自动的考评，更重要的是可以对某个营业厅每个柜台工作负荷情况、工作时间、柜台设置数量等进行分析优化，使营业厅在现有的条件下发挥最大能效。

功能：队列管理、号票管理、虚拟呼叫器功能、营业员工作质量分析统计管理、营业厅业务评价统计管理、营业厅时段业务受理量分析管理、全局工作质量分析统计管理、营业窗口实时监控、排队机实时监控。

特点：对全局营业厅工作情况进行实时监控和完整统计分析；根据电力系统实际需要，重新定制评价器功能；可以根据各局管理实际要求，结合统计数据对营业员进行绩效考核；部署灵活。

3.4.2 智能营业柜台

该系统是在客户现场管理及服务质量监督分析系统基础上开发而来，系统采用双屏一体机，客户屏为触摸屏，在业务办理区放置智能营业柜台，不仅能够给来办理业务的客户提供营业员的信息、好评度和自己的交费信息，同时还提供手写输入、原笔迹签名、服务评价等功能。该系统与排队机系统、服务分析系统实现无缝对接。

功能：业务信息营销推介平台、业务信息同步显示和确认、原笔迹签名、客户服务评价。

3.5 基于账务管理的一体化多种收费平台系统及设备

3.5.1 基于账务管理的一体化多种收费平台

基于账务管理的一体化多种收费平台系统是以营销系统中电费核算数据为基础，使用财务的管理思路，结合集团公司现行的财务系统数据接口规则为要求，研发的一套支持多种收费模式的电费账务管理平台系统。

功能：支持多种收费方式。一体化平台是一个开放式的中间键平台，有很强的扩展性和延伸性，可以无缝地、安全地、快速地、方便地接入各种新型收费方式；支持账务化管理，支持与财务系统无缝对接。随着联网收费、多种收费方式的广泛使用，如何解决跨所收费统计、电费内容劈分等问题随之而来，采用账务管理方式可以从根本上解决这个问题。将每天的收费结果采用账务的方式统计，直接生成会计凭证、财务报表，并与财务系统实现无缝对接，实现两个系

统的实时数据共享。而且可以通过财务系统,为各部门的决策者提供数据支持。

特点:一体化平台设计,可以适应未来新的收费方式,其拓展性强,伸缩性高;可以通过财务系统对各种收费系统的收费结果进行统一的管理;可以对收费终端实现实时监控;与财务系统以基础凭证的方式无缝对接。

3.5.2 微型售电终端

微型售电终端是针对电力行业开发的一款售电的产品,其中包括台式机、手持式两种应用方式。采用先进的嵌入式计算机和通信技术,融合电力系统先进的管理模式,为农村用户提供了一种新型的交费方式,让农民体验到足不出村,随时交电费的方便和快捷,不受时间和场地的限制,真正做到了方便用户,助力电力企业打造“十分钟交费圈”的便民措施。

功能:用户身份验证、电费交费、查询保证金余额、查询交易明细、查询代办收益、电费结账。

3.5.3 手机收费

随着智能手机(安卓系统,苹果系统等)的普遍使用,以及网上银行支付系统的普及,使用手机完成抄表,计费,收费成为可能。电力用户通过无线网络将应用程序下载安装到手机上,通过身份验证,可以查询自己的电费情况,通过“手机钱包”或是关联账户完成交费。

4 系统运行情况和实施效果

4.1 智能营业厅系统运行情况

随着近一年的努力,各个服务系统逐步投入使用,取得了很好的经济效益和社会效益,提升了客户对服务的满意度,同时宣传电力政策的效果也取得了巨大的提升。

自助服务系统:随着自助交费机的逐步投入使用,减少了客户的等待时间,用户可以随时通过交费机方便地交费,取得了很好的社会效益。同时,该设备也大大缓解了交费高峰期时收费员的工作强度,更重要的是增加了电费存存的金额,增加了经济效益。

基于账务管理的一体化多种收费平台系统:解决了多种收费方式后造成的和营销系统对接的难度,每一种收费方式都可以方便、快速地与系统对接。同时系统采用账务管理的方式将电费有效的分类,避免了因为多种收费、跨所收费以及二级核算造成的电费管理难度,大大降低了管理人为风险,取得了很好的经济效益。

多媒体信息发布及互动体验系统:该系统的逐步使用,大大加强了对用户的宣传力度,通过多种手段,多种方式,使信息发布无处不在。同时,对发布的信息进行统一管理,实时更新,避免了信息发布错误和随意性,也大大提升了更新的时间和内容的丰富度,取得了很好的社会效益。

客户现场管理及服务质量监督分析系统:该系统的投入使用,使客户在营业厅的服务质量大大提升,特别是在收费高峰期,使营业厅井井有条。客户服务质量监督分析系统的使用,大大加强了对收费员服务质量的监督,管理者可以随时了解每一个收费员的工作情况,并通过统计分析手段,了解营业厅在实际工作中存在的各种问题,及时修改,也为每一个营业员的工作考评提供了有力的数据支持。

4.2 实施效果

智能营业厅系统贯穿了用户在电力营业厅的整个服务环节,可以有效地提升用户满意度、增加营销机会、提升服务效能、降低运营成本和完善营业现场管控,从而帮助企业实现了最大化的服务、宣传和营销效果。

智能系统的运行给公司带来巨大的经济效益:提升服务质量,提高客户满意度;培育新兴市场,拓展业务范围;开拓服务新模式,降低运营成本;推广智能用电,带动产业发展,履行社会责任,塑造品牌形象。

此项成果在企业实施后,产生的直接经济效益不易定量测算,但对于企业长期良好发展所形成的影响是十分深远的,其间接效益可以通过以下几个方面做定性分析。

提升了企业竞争力。信息公示系统的应用,提高了企业整体管理水平,公示系统模块与部门职责有机结合,将功能职责落到了实处,实现了战略“落地管理”,有效增强了企业管理执行力,深化生产运行信息化管理,强化了管理精细化,优化了市场营销服务流程,缩短客户办理业务环节中的流转时间,拓宽供电服务渠道,节约企业运营成本,降低企业经营环节中的风险,提升了企业核心竞争力。

提高企业工作效率。加快了各类用电业务内部传递流转速度。客服接洽人员接到客户用电申请现场初勘后,及时将客户用电相关信息上传信息平台,系统自动将工单发给相关人员,按照流程设置自动流转到下一个环节,同时以手机短信提示相关人员即时办理,做到同一业务,同一时间,同时规划,使服务流程内部传递能够“零时间”流转,缩短了客户办理业务的时间,将“人找人办事”转变为“事找人”。

提高了服务质量。利用系统客服人员接到用户咨询查询业务时,通过系统中的生产运行管理模块、用户档案模块、电费电量模块,迅速查询到客户提出的相关业务,并快捷答复,并使各项工作有的放矢,信息公示平台的应用,强化了信息沟通,降低了企业经营风险,更好树立地电服务品牌。

提升了企业文化软实力。在企业中,文化是一种软实力,她是弥漫于企业组织各方面、各层级的价值观、思维方式和行为习惯,是企业的风气、风格,是企业的精神和灵魂。

(责任编辑:贺大亮)

智能“五防”在乌兰察布电网的应用

胡怀伟

(内蒙古乌兰察布电业局, 内蒙古 乌兰察布 012000)

摘要:针对乌兰察布电网的“五防”系统仅能进行站内“五防”校验与闭锁的现状,提出了建设智能跨站“五防”系统的方案。该智能跨站“五防”不仅能够进行站内校验与闭锁,而且还能进行跨站“五防”的校验与闭锁,确保跨站操作的安全。

关键词:智能跨站“五防”;站内闭锁;跨站闭锁;监控系统

中图分类号: TM63

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)04-0040-02

乌兰察布地区现有火电厂6座,风电场43座,光伏电站11座,用户变电站86座,通过乌兰察布的61座变电站进入蒙西电网。据统计,每年通过线路跨站送电次数逐年增加,2014年达到116次;同时在电网操作时,没有跨站“五防”系统的保护,有可能发生严重的“五防”事故,存在严重的安全隐患,亟须建设一套跨站“五防”系统来保证跨站操作的安全。

本文以乌兰察布电网的“智能跨站‘五防’系统”建设为例,对该系统建设、应用过程中存在的问题进行分析,并提出解决该问题办法。

1 智能跨站“五防”简介

传统的“五防”系统属于站内“五防”,仅能对变电站内的操作进行“五防”校验,保证站内操作安全,其站内“五防”的内容主要包括以下方面:防止带负荷分、合隔离开关;防止误分、合断路器;防止带接地线合断路器;防止带电挂接地线;防止误入带电间隔。

目前电网进入了调控一体化和智能电网时代,跨站操作逐渐增多,传统的跨站操作人工校验模式,在加大操作人员工作强度的同时,容易导致跨站操作事故(跨站操作时,“线路对侧带接地线合本侧断路器”的事故)的发生,难以确保电网操作的安全。

智能跨站“五防”系统是在现有站内“五防”的基础上,运用目前的网络通信技术,通过站内“五防”的联网,实现各站内“五防”系统的数据共享,达到各站间“五防”的综合校验与闭锁、告警功能,最终实现“五防”系统站内和站间校验闭锁的智能化。

2 智能“五防”系统的设计方案

2.1 智能“五防”系统硬件设计

智能“五防”系统硬件设计图如图1所示,包括变电

站、光纤传输、智能“五防”主机3个部分。

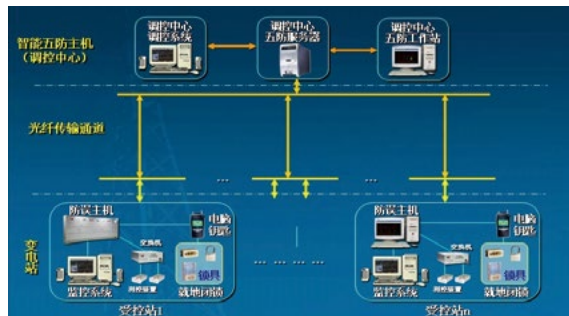


图1 智能五防系统硬件设计图

2.1.1 变电站部分

变电站部分主要包括变电站的“五防”采集和“五防”信息处理部分,信息采集部分主要有测控装置、交换机、防误主机和站内监控系统组成。测控装置主要采集站内遥信信息,交换机负责将各测控采集的遥信信息汇集,上传至防误主机,完成该站信息的采集。防误主机主要对站内遥信信息进行处理,并形成该站站内的“五防”信息并进行站内的校验闭锁等相关逻辑计算,并将校验闭锁信息发至站内监控主机、电脑钥匙和测控装置,最终实现站内闭锁。同时防误主机负责将该站“五防”信息通过光纤通道发送至调控中心的“五防”服务器,供后续智能跨站闭锁校验使用。

2.1.2 光纤传输部分

光纤传输部分主要实现子站和主站信息的传输,其主要有光纤和相关设备组成,光纤传输完全能够满足跨站“五防”信息传输实时性的要求,遥信信息传输可以达到0.3 s,满足电力系统实时的要求。

2.1.3 智能“五防”主机部分

智能“五防”主机部分主要由“五防”服务器、调控系统、“五防”工作站组成。“五防”服务器主要负责接受各变电站“五防”信息。对接受到的各变电站“五防”信

息进行汇总和处理,实现全网“五防”的计算。并将计算的站内“五防”和跨站“五防”结果传送至调控系统和变电站的防误主机,从而实现对主站调控系统和变电站(子站)监控系统的校验与闭锁操作。“五防”工作站可以查看各变电站的“五防”信息,实时监测各变电站的“五防”信息。

2.2 智能“五防”系统软件设计

2.2.1 软件流程图

智能“五防”系统软件设计流程如图2所示。图2根据跨站“五防”操作的实际规则制订,设计以合开关为例进行软件流程说明。在电力系统中合开关时,一般应遵循首先合开关电源侧隔离开关、其次合开关负荷侧隔离开关、最后合开关的顺序进行。

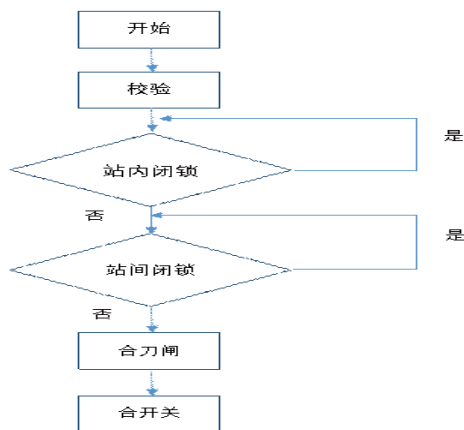


图2 智能“五防”系统软件设计的流程图

进行校验站内“五防”操作的闭锁,当没有站内闭锁时再进行跨站间隔的闭锁校验,当全部具备合隔离开关条件时,才能进行合隔离开关的操作。当站内、站间任一出现闭锁时,均不能进行操作。

2.2.2 软件编程实现

软件编程的实现,站内的软件编程和传统的一致,跨站的编程不仅和本站的闭锁条件有关,同时还与两站线路之间的开关间隔有关。

以平地泉站平土线 153 开关的编程为例进行说明,合 1536 隔离开关条件中包含了本侧相关隔离开关和对侧土贵乌拉站的 112 开关的 617 接地开关必须在分位(112617),也就是说该操作不仅进行站内间隔闭锁校验,而且进行了跨站(土贵乌拉)112 间隔的闭锁。

3 智能“五防”系统的实施

3.1 安装调试

设计完成后,在调度端安装了“五防”主站服务器,在集宁、平地泉、丰地、润字 4 个运维站安装跨站防误客户端、联系信通申请通道、E1/以太网协议转换器调试。

3.2 “五防”系统整体联调

“五防”设备安装调试后,分别在变电站、主站系统进行联调。联调后,集宁、平地泉、丰地、润字 4 个运维站“五防”系统共计 25 个站分别和主站进行联调,确保合格率达到 100%。

4 智能“五防”系统的实施效果分析

2015 年 9—11 月,分别对集宁、平地泉、丰地、润字 4 个运维站共计 25 个变电站进行效果确认,跨站“五防”界面显示当土贵乌拉的“平土线 112617 进线”接地开关接地时,平地泉的 1536 隔离开关不能进行合上操作,同时给出告警为“土贵乌拉 112617 为分位的条件不满足”的告警。

同时智能跨站“五防”系统还给出了站内“1532 隔离开关合位不满足”的告警。

这两个告警的成功出现,表明智能跨站“五防”系统不仅具有站内告警的,而且还具有跨站操作的告警功能。在告警的同时,闭锁了相关操作,确保了电网跨站操作的安全可靠。

同时对集宁运维站、平地泉运维站、丰地运维站、润字运维站的 25 个变电站,共计 29 条线路逐个确认,均实现跨站闭锁功能,合格率达到 100%。

智能跨站“五防”的研制成功,不仅提高了全网操作的闭锁率,更是提高了跨站操作的安全性,保证跨站操作不发生“五防”事故,降低了劳动强度,得到了变电人员的欢迎。

5 结束语

智能跨站“五防”系统在乌兰察布电网的成功建设实施,结束了乌兰察布电网仅有站内“五防”闭锁,跨站操作仅靠人工校验的历史。该系统在降低操作人员劳动强度、确保电网操作安全、减少操作时间上具有重要意义。随着智能电网的发展,程序操作必须依靠智能“五防”系统的进行全网校验来确保操作的安全。

参考文献

- [1] 国家电网公司. 电力安全工作规程变电部分[M]. 北京: 中国电力出版社, 2014: 9—11.
- [2] 程浩忠. 电力系统规划[M]. 北京: 中国电力出版社, 2011: 96—98.
- [3] 路树森. 天津电力公司调度与变电管理模式分析[D]. 天津大学, 2012.
- [4] 廖小平. 变电倒闸操作智能设计与模拟平台的研究与实践[D]. 武汉: 华中科技大学, 2005.
- [5] 潘盛. 微机“五防”系统在东莞供电局的应用探索[D]. 广州: 华南理工大学, 2010.

(责任编辑: 贺大亮)

多功能低压配电设备绝缘操作棒

周佩祥, 刘海峰, 姚树章

(国网湖州供电公司, 浙江 湖州 313000)

1 选题理由

现有 10 kV 柱上配电变压器台普遍采用的低压综合配电箱(又称 JP 柜), 是一种集控制、保护、计量以及无功补偿装置于一体的成套配电装置, 具有功能齐全、安装简单、运行安全可靠等优点, 在农村低压配电网中发挥着不可替代的积极作用。按照国家电网公司配电网工程典型设计其安装高度为底部离地面不少于 2 m, 因此电力工作人员站在地面上将无法直接操作配电箱内的各种电气设备, 需要借助脚扣、梯子等登高工具进行, 操作时人体与带电设备的距离较近, 而且日常工作中配电箱内设备的操作频度较高, 所以存在操作不方便、费时费力、不安全等现象。

综合上述原因, 考虑研制一种操作方便、功能齐全、易携带、省时省力的工具, 以提高工作效率, 确保操作安全可靠。

2 现状调查

目前低压综合配电箱内的电气设备主要靠手动操作, 以低压总断路器或隔离开关、分支断路器或剩余电流动作保护器、RT (NT) 型熔断器、无功补偿装置等设备的停送电(拉合)操作为主。2015 年 7—12 月, QC 小组成员对湖州供电公司某供电所的低压综合配电箱内设备操作进行了跟踪统计, 累计操作达 1677 台, 平均单台停送电操作时间如表 1 所示。

表1 低压综合配电箱内设备操作平均耗时

序号	操作项目	耗时/min
1	操作准备(登高、开闭箱门等)	8
2	总断路器或隔离开关(刀熔开关)	2
3	分支断路器(隔离开关)或剩余电流动作保护器	3
4	RT (NT) 型熔断器	6
5	无功补偿装置	2
	合计	21

经调查发现配电箱内设备操作耗时较多的主要包括操作准备和 RT (NT) 型熔断器的操作, 同时经市场调查也没有发现专用的操作工具可替代目前的操作方式。

3 设定目标

经讨论, 决定设计研制一种结构简单、携带方便的多

功能低压配电设备绝缘操作棒, 在低压综合配电箱内设备操作时, 能够借助该工具站在地面上对所有设备进行安全可靠的拉合操作, 并达到节省操作时间不少于 8 min 的目标。

4 制订对策及实施

QC 小组成员在操作现场对本次活动的关键数据进行了测量, 详细记录了各种设备的操作要点, 为工具结构设计提供了依据。关键数据主要包括工具的设计长度、操作头部的结构及合适尺寸、转动部分的角度等, 经 QC 小组成员分析讨论, 提出三种不同设计方案, 进行比较后, 确定了最佳的方案, 制作设计了结构示意图, 如图 1 所示。

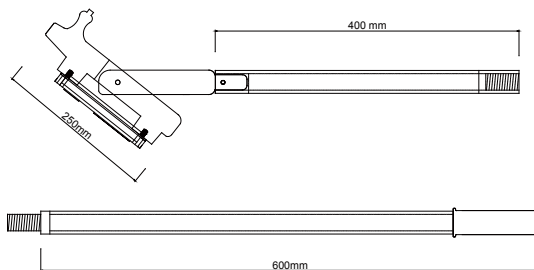


图1 结构示意图

为保证安全可靠地操作所有开关设备, 并兼顾拉合 RT (NT) 型熔断器等, 操作棒主要由可转动的多功能操作头、操作棒、连接螺杆 3 部分组成, 操作头将选用 PVC 板材, 操作棒选用管状环氧树脂材料, 绝缘材料要求工频交流耐压在 1000 V 以上, 为考虑可以实现站在地面上直接操作及携带方便, 操作棒将四六分割为两段, 并采用金属螺杆连接, 以满足操作时的机械强度。产品由制作 QC 小组自行制作(也可委托专业厂家制作), 并取得了专业机构检测合格和国家实用新型专利授权。

5 效果检查

为检验工具的功能, 2016 年 1—6 月, 在公司内部 6 个供电所进行推广试用, 经调查统计, 该工具基本能满足当前所有低压综合配电箱内的电气设备拉合操作和剩余电流动作保护器的功能设置等, 并且免除了操作时必须登高的困扰, 实现了操作方便、灵活可靠, 保证了操作人员的人身安全, 降低了劳动强度, 操作时间平均减少了 10 min 左右。

(责任编辑: 贺大亮)

提高电网设备状态标识操作效率及准确性

张 宁, 粟维勋

(国网石家庄供电公司, 河北 石家庄 050000)

1 选题理由

D5000 地县一体化智能电网调度支持系统正式上线运行以来, 对电网管控水平提出了更高的要求。随着 D5000 系统的实用化程度的不断加深。综合智能告警、AVC 等应用在调控日常工作中起了极其重要作用。综合智能告警, 实现综合分析电网一次设备和二次设备的正常运行告警和事故状态告警, 智能判断电网故障并准确推出事故画面。AVC 系统实现了电压、无功自动调整, 优化了无功分布, 调节电压和功率因数在规定范围内, 降低无功潮流引起的有功损耗, AVC 系统的可靠运行保证了系统电压稳定和经济运行, 提高了无功电压管理水平。在 D5000 系统中设置标志牌不正确, 导致系统中综合智能告警不能及时报出、AVC 不能正常动作也时有发生。如何提升挂牌操作的准确性是电网调度的一个重要研究课题。

2 现状调查

调查一: 通过对 2016 年 1—6 月的挂牌操作时间分月统计, 发现挂牌操作平均时间为 1.2 分钟/次。其中 2016 年 1 月挂牌操作次数共 1124 次, 平均操作时间为 1.2 分钟/次, 挂牌错误次数 67 次, 挂牌正确率 94%; 2016 年 2 月挂牌操作次数共 849 次, 平均操作时间为 1.3 分钟/次, 挂牌错误次数 42 次, 挂牌正确率 95%; 2016 年 3 月挂牌操作次数共 1714 次, 平均操作时间为 1.1 分钟/次, 挂牌错误次数 86 次, 挂牌正确率 94%; 2016 年 4 月挂牌操作次数共 2217 次, 平均操作时间为 1.2 分钟/次, 挂牌错误次数 133 次, 挂牌正确率 94%; 2016 年 5 月挂牌操作次数共 2112 次, 平均操作时间为 1.3 分钟/次, 挂牌错误次数 84 次, 挂牌正确率 96%; 2016 年 6 月挂牌操作次数共 4881 次, 平均操作时间为 1.2 分钟/次, 挂牌错误次数 190 次, 挂牌正确率 96%。

调查二: 通过对 2016 年 1—6 月的挂牌操作情况进行分步骤时间调查分析。挂牌操作可以分为挂牌操作、核对设备、AVC 画面核对、综合智能告警核对 4 个步骤, 其中挂牌操作平均耗时为 0.2 分钟/次, 核对设备平均耗时为 0.2 分钟/次, AVC 画面核对平均耗时为 0.4 分钟/次, 综合智能告警核对平均耗时为 0.4 分钟/次。

由以上调查数据统计分析得出: 石家庄电网挂牌操作中核对设备、AVC 画面核对、综合智能告警核对等核对操作时间长是导致挂牌操作效率低的主要症结所在。但是此环节有很大挖掘空间, 只要能减少此环节不必要的时间损失, 就能缩短标志牌挂牌操作时间, 提升挂牌准确性。确保系统的综合智能告警、电压无功自动控制、全电网运行数据等应用的正常开展, 由于设备标识设置错误导致电网事故分析模块、自动调压模块不能正常动作的事件时有发生。

3 目标确定

通过电网挂牌操作各步骤环节数据对比后, 小组讨论决定将自选活动目标设定为: 将电网挂牌操作时间降低为 0.5 分钟/次, 挂牌准确率提升为 99%。

4 分析原因

针对现状调查, 结合实际情况, 通过对监控人员挂牌操作时间长, 正确率低的现象进行分析, 得到挂牌操作时间较长的末端原因: 培训课程不足、监控工作量大、挂牌操作界面智能化水平低、挂牌操作无结果反馈、未及时修订操作方法。

5 确定要因

末端要素一: 培训课程不足。监控人员上岗前, 经过培训, 通过岗位培训考核, 全员参与率达到 100%。结论: 确认为非要因。

末端要素二: 监控工作量大。2016 年较 2015 年增加 110 kV 变电站 5 座, 220 kV 变电站 2 座, 占变电站总数的 3.5%, 监控工作量没有明显增加。结论: 确认为非要因。

末端要素三: 挂牌操作界面智能化水平低。随着 D5000 系统实用化程度的不断加深, 综合智能告警、电压无功自动控制、电网潮流、数据智能展示、设备状态标识等应用在调控日常工作中起了极其重要作用。设备状态标识模块作为记录并监视电网设备状态的一项核心技术, 在调控日常应用业务中的应用非常突出, 且直接影响系统的综合智能告警、电压无功自动控制、全电网运行数据等应用的正常开展。

而随着应用水平的不断深化,标志牌操作界面没有及时升级。在挂牌操作完成后缺少交互画面显示,出现误操作的情况。结论:确认为要因。

末端要素四:挂牌操作无结果反馈。在调控日常应用业务中的应用非常突出,且直接影响系统的综合智能告警、电压无功自动控制、全电网运行数据等应用的正常开展。因为挂牌操作现在影响很多系统引用的正常运行,故及时得到挂牌结果的系统反馈就尤为重要。结论:确认为要因。

末端要素五:未及时修订操作流程。随着 D5000 系统实用化程度的不断加深,设备状态标识等应用在调控日常工作中起了极其重要的作用。但是由于挂牌操作界面未及时进行升级,致使挂牌操作的流程也没有及时进行修订,已经不能满足现在的使用。旧的流程在挂牌操作完成后,需要进行设备核对,AVC 画面核对、综合智能告警核对等大量的核对工作,致使挂牌操作时间长,影响监控效率。结论:确认为要因。

6 实施对策

实施过程一:提升挂牌操作界面智能化水平,创新标志牌操作界面,增加交互内容。通过提前挂牌操作确认前提前反馈挂牌结果及影响,提示挂牌设备,避免误操作的发生,减少核对时间。这种方式在 D5000 系统中为首次应用。

措施:针对综合智能告警、AVC 等应用改变现有挂牌操作界面,利用数据库中标志牌定义表中的标志牌功能。在挂牌操作过程中,自动提示出标志牌的作用,通过界面提示进行标志牌功能核对,免去之前的核对步骤,缩短操作时间。

活动前,系统无挂牌结果提前反馈功能,只能由监控员在挂牌后,对挂牌设备、AVC 页面、综合智能告警页面进行核对,不仅对监控员自身的经验有较高要求,而且操作时间长,监控员操作的效率低。

活动后,针对综合智能告警、AVC 等应用改变现有挂牌操作界面,利用数据库中标志牌定义表中的标志牌功能。在挂牌操作过程中,自动提示出标志牌的作用,通过界面提示进行标志牌功能核对,免去之前的核对步骤,缩短操作时间。

结论:通过对实施前后数据的柱状图分析发现,挂牌操作平均时间,由活动前的 1.2 分钟/次下降到活动后的 0.7 分钟/次。挂牌操作平均时间提升了 41%,可以作为提前进行倒供方案编制和方式调整的依据。

实施过程二:修订挂牌操作方法

措施:整合多项资料,制定标准的挂牌操作方法。

活动前,设备状态标识模块作为记录并监视电网设备状态的一项核心技术,在调控日常应用业务中的应用非常突出,且直接影响系统的综合智能告警、电压无功自动控

制、全电网运行数据等应用的正常开展,由于设备标识设置错误导致电网事故分析模块、自动调压模块不能正常动作的事件时有发生。监控员在挂牌后,对挂牌设备、AVC 页面、综合智能告警页面进行核对,操作时间长,监控员操作的效率低。

活动后,在挂牌操作过程中,自动提示出标志牌的作用,通过界面提示进行标志牌功能核对,免去之前的核对步骤,缩短操作时间。为提高方案的正确性和精益化,所有方案均通过了监控和自动化审核,确保系统倒供方案正确可靠精益高效。

结论:通过对实施前后数据的柱状图分析发现,制定倒供方案时间由活动前的 0.7 分钟/次缩短至活动后的 0.5 分钟/次,缩短了 0.2 分钟/次,对策实施有效。

对策实施小结:此次 QC 小组研发了高效率的挂牌操作界面,可以在挂牌操作的第一步就得知挂牌操作的结果反馈。因此,小组在对策实施过程中,通过讨论,认为有必要重新对挂牌操作的操作流程进行设计,缩短挂牌操作的核对时间,从而进一步挂牌操作总时间。实施后,挂牌操作时间缩短至 0.5 分钟/次,提升了监控人员工作效率。

两项对策分别从技术支撑手段、工作流程方面入手,全面提升挂牌操作的作业水平。在技术上,创新标志牌操作界面,增加交互内容。通过提前挂牌操作确认前提前反馈挂牌结果及影响,提示挂牌设备,避免误操作的发生,减少核对时间;在工作流程方面,缩短操作时间和提升操作准确度,效率大幅提升。

3 实施成效

3.1 效果检查

通过对 2016 年 9—12 月石家庄电网挂牌操作时间分月进行统计,发现挂牌操作平均时间由活动前的 1.2 分钟/次下降到活动后的 0.5 分钟/次,挂牌操作平均时间提升了 59%。挂牌准确率由上半年的平均 95% 提升至 99.2%,可在河北南网进行宣传推广使用。

3.2 安全效益

本次小组活动,全面推行电网挂牌智能化管控,并在电网设备标识模块基础上,拓展效果分析功能,挂牌起始时预知对系统和电网的影响结果,减少了人工核对校验步骤,进而提升了工作效率和准确性,保障了综合智能告警应用的准确、稳定运行,电网设备故障分析能力大大提升;保障了自动电压控制应用的准确、稳定运行,电网系统电压稳定性提高。同时,规范了挂牌操作管理标准化流程,加强了电网设备状态标识能力,及时发现处理电网故障,保障用户电压稳定可靠,整体提升了优质服务水平。

(责任编辑:贺大亮)

农村低压接户线与进户线的安装工艺

刘畅

(国网迁安市供电公司, 河北 迁安 164400)

1 选题理由

安装工艺, 直接关系工艺水平和工程质量与效果。“十三五”期间, 新一轮农村电网改造升级即将在广大农村全面铺开, 但缺乏统一规范的低压接户线、进户线安装工艺。同时, 经济新常态, 也给新一轮农村电网改造升级中选择低压接户线、进户线, 提出了新的更高要求。

为使新一轮农村电网改造升级工程质量更好、效果更优, CQ小组选择了“农村低压接户线与进户线的安装工艺”这个课题。

2 现状调查

因缺乏统一规范的低压接户线、进户线安装工艺, 在十几年的新增安装或维护改造中, 其安装工艺显得五花八门。在接户线方面, 许多省市把“电缆直接吊装式”或“PVC护套管式”安装作为首选; 在进户线方面, “蜘蛛网式”安装应用范围更加广泛。但实践证明: “电缆直接吊装式”安装接户线, 电杆受到巨大拉力, 容易倾斜。同时, 吊装电缆绝缘层容易老化, 减低使用寿命。“PVC护套管式”安装接户线, 工艺复杂, 造价高。“蜘蛛网式”安装的进户线因缺少房檐的遮护, 暴露在大风、暴晒等环境的部位多, 加上支点杆数量多、稳固性不如水泥电杆等, 不仅造价高, 而且容易造成进户线破损。正常使用寿命大约为5年。

在低压接户线的选材上, 多数选择导线截面为 $10 \sim 16 \text{ mm}^2$ 的绝缘铝线, 而且一般都是选择双芯绝缘导线。这样, 既不方便调节低压架空线路的三相负荷不平衡, 又因其电流承载力无法满足总用电量迅速攀升的实际需求, 容易成为“卡脖线”, 因长时间超负荷运行而导致其迅速老化, 直接影响用电质量。

3 设定目标

坚持“因地制宜、适度超前、经济实用、安全可靠”的工作思路, 制订实施安装工艺规范, 科学选择材料, 最大限度地为广大农村居民客户生产生活用电, 提供安全优质服务。

4 目标分析

实现设定目标, 主要依靠三个分项目标的圆满完成来保障。

搞好调查摸底。在县域范围按照户均用电量、最高和最低用电量等因素, 挑选大中小三种类型的行政村, 进行理论分析计算, 比对此前5年以来的增长情况、预测新一轮农村电网改造升级完成之后5年的增长基数。为科学选材提供第一手资料。

搞好试点研究。深入学习《农村电力技术规程》《农村电力安全规程》《农网配电营业工》和国家能源局颁发的《新一轮农村电网改造升级技术原则》, 做到把握要义、灵活运用; 总结多年来特别是第一轮农村电网升级改造以来, 在低压接户线、进户线安装工艺方面的成功经验, 做到去粗取精、去伪存真。在此基础上, 制订《农村低压接户线与进户线安装工艺》, 在大中小三种类型的行政村试点成功的基础上, 确定《农村低压接户线与进户线安装工艺》。

搞好宣传发动。首先是搞好内宣, 让广大干部职工明白为什么这样做, 如何才能做好; 其次是搞好外宣, 让广大客户理解这样做的好处, 从而赢得理解与支持。

5 要因分析

科学制订低压接户线、进户线的安装工艺。这是确保工艺水平和工程质量与效果的重要前提。

确定统一规范的低压接户线导线截面与芯数, 选择三相四线引线接口的电能表集装箱。这是确保三相负荷平衡, 增加低压接户线承载能力的关键所在。

根据上级有关规定和客户负荷, 确定进户线的不同导线截面。同时, 除导线以外的绝缘子、针式绝缘子、卡管担等附属材料, 选用通用性强、易于购买的材料, 最大限度地方便施工、方便运维。这是体现“因地因户制宜”“经济实用”思想的根本保障。

6 制订对策

搞好QC小组内部的分工, 明确职责任务, 共同努力制订《农村低压接户线与进户线安装工艺》。

按照大、中、小三种类型的行政村, 分别在野鸡屯镇

仓库营村、扣庄乡邓新房子村、大五里乡山叶口村进行试点，总结经验，查漏补缺，完善提高。

试点成功之后，一是组织基层供电所相关人员进行现场示范引领，为全面推广夯实基础；二是邀请村两委干部和村民代表进行现场观摩，让试点村受益的广大人民群众解读这样做究竟有什么好处，增强说服力。

7 对策实施

7.1 选材

电能表集装箱的选材：选用三相四芯引线接口的电能表集装箱，或者选用单项两芯引线接口的电能表集装箱。

接户线的选材：采用截面为 25 mm^2 BLVVBW（耐气候型）四芯绝缘铝线或 1 条两芯截面 $> 25 \text{ mm}^2$ BLVVBW（耐气候型）绝缘铝线。

进户线的选择：由电能表集装箱返出至客户的进户线，宜选用 BLVVBW（耐气候型）两芯绝缘铝线。在选用过程中，既要根据用户负荷确定导线截面，又要体现“因地制宜”和客户意愿的原则。用电量正常的居民客户，选用耐气候型两芯绝缘铝线的导线截面不小于 6 mm^2 、铜芯不小于 25 mm^2 。用电量超出正常水平的居民客户，其进户线截面，要根据实际情况，本着适度超前原则，适当加大截面。

7.2 注意事项

选择进户线的注意事项：要切实把工作做实做细。一是由客户提供最大用电量的电器设备项目及数量；二是电力施工单位主动帮助客户计算其所需导线截面；三是由客户自主选择；四是签订“三方协议”（其中，甲方是客户，乙方是电力施工单位，而村两委则是见证方）；五是以上材料一式三份，电力施工单位这份既作为施工用料依据又归档保存，以防发生纠纷时责任不清。

接线方式：使用三相四芯引线接口电能表集装箱的，必须把箱内表计大致均衡地分为两组，予以衔接。决不能都接在一组而空置一组，否则不仅浪费资源而且不安全。

超长加固：接户线长度如果超过 25 m，则必须加装支点杆。支点杆加装卡管担，担上安装针式绝缘子（P-6T），将接户线在绝缘子顶槽绑扎固定。

三级剩余电流动作保护器位置：为了确保安全、便于呵护更换，将三级剩余电流动作保护器统一安装在电能表集装箱内。

7.3 墙上表箱接户线、进户线的安装工艺

在客户墙体尤其是山墙有适合安装电能表集装箱的地方，应采取墙上表箱接户线安装施工。

固定表箱：在与地面垂直距离为 180 ~ 200 cm、距离山墙纵向边沿 20 cm 处固定电能表集装箱。

接户线的固定点：从电杆自上引下，在电杆杆顶垂直下延 30 ~ 40 cm 处安装第一层卡管担；在第一层卡管担垂直电杆下延 100 ~ 150 cm 处安装第二层卡管担；在上下卡管担距电杆 10 cm 处分别安装针式绝缘子（P-6T），在第二层卡管担针式绝缘子外侧 10 cm 处安装茶台；在客户山墙电能表集装箱上方，用膨胀螺栓把角铁固定在建筑物上，并在角铁上安装茶台。

接户线的敷设：在电杆横担针式绝缘子外侧，将接户线线芯分别与架空导线绑扎固定；制作防水弯后，再分别与上下两层针式绝缘子顶槽处继续绑扎固定；制作防水弯后，把接户线分别与电杆下层茶台和山墙墙体角铁上的茶台绑扎固定；再制作美观大方的防水弯后，在电能表集装箱内侧 10 cm 处垂直下延，用铝绑带和水泥钉固定在墙面，固定点间隔不超过 30 cm。接户线继续转折延伸至电能表集装箱底部，做好防水弯，用铝绑带固定于墙体，再引线接口衔接。

进户线的安装工艺：按照“一户一表”原则，从电能表集装箱底部引出的进户线，应集中成束，与另一侧的接户线对应敷设，用铝绑带和水泥钉固定在墙面，固定点间隔不超过 30 cm，转折延伸到房檐下再到剩余电流动作保护器，做到横平竖直。为了减少日光照射，延长使用寿命，进户线原则上不得有接头，禁止沿椽头敷设。进户线与客户室内布线连接处的墙体上固定两相 2P 开关。在两相 2P 开关上方，将进户线制作双重圆圈（直径为 15 cm）之后，连接两相 2P 开关。

7.4 支点杆表箱接户线、进户线的安装工艺

当低压架空接户线 $\geq 25 \text{ m}$ 时，需要在适当位置，竖立 1 基 7.5 ~ 10 m 支点杆。

接户线的固定点：从电杆自上引下，在电杆杆顶垂直下延 30 ~ 40 cm 处安装第一层卡管担；在第一层卡管担垂直电杆下延 100 ~ 150 cm 处安装第二层卡管担；在上下卡管担距电杆 10 cm 处分别安装针式绝缘子（P-6T），在第二层卡管担针式绝缘子外侧 10 cm 处安装茶台。在接户杆距地面垂直安全距离 180 ~ 200 cm 处，安装第二层托箱担。在第二层托箱担之上，根据安装电能表集装箱所需位置，安装第一层托箱担。分别在第一层、第二层托箱担上距接户杆 10 cm 处向下垂直安装针式绝缘子（P-6T）。在接户杆顶部下延 10 ~ 15 cm 处，安装卡管担，在卡管担上距接户杆 10 cm 处向下安装茶台，再往外侧向上安装茶台。在两层托箱担之间，固定电能表集装箱。

接户杆表箱接户线的敷设：在电杆横担针式绝缘子外侧，将接户线线芯分别与架空导线绑扎固定（选用截面为 25 mm^2 BLVVBW 耐气候型四芯绝缘铝线，将 4 条线芯

分别与4条架空导线绑扎固定；选用两芯截面 $> 25 \text{ mm}^2$ BLVVVBW耐气候型绝缘铝线的，则分别与架空导线的中性线和相线绑扎固定。)制作防水弯后，在分别与上下两层绝缘子顶槽处继续绑扎固定；制作防水弯后，把接户线分别与电杆下层茶台和支杆上的茶台绑扎固定。做好防水弯之后，用铝绑带固定，向下垂直延伸第一层、第二层托箱担，在针式绝缘子(P-6T)顶槽处绑扎固定。接户线继续转折延伸至电能表集装箱底部，做好防水弯，用铝绑带集束，再引线接口衔接。

进户线的安装工艺：按照“一户一表”原则，从电能表集装箱底部引出的进户线，应集中成束，用铝绑带集束间隔不超过30 cm，转折延伸到房檐下再到两相2P开关，做到横平竖直。进户线与客户室内布线的连接处，宜采用两相2P开关。在剩余电流动作保护器上方，将进户线制作双重圆圈(直径为15 cm)之后，连接两相2P开关。为了减少日光照射，延长使用寿命，进户线原则上不得有接头，禁止沿椽头敷设。

7.5 杆表箱接户线、进户线的安装工艺

在客户墙体不适宜安装电能表集装箱，而且低压架空接户线距离又远远小于25 m的情况下，可以采取杆表箱接户线安装施工。

接户线的固定点：从电杆自上引下，垂直电杆杆顶下延30~40 cm处安装第一层卡管担，在距电杆10 cm处安装针式绝缘子。第一层卡管担下延200~250 cm处，安装第二层卡管担，在卡管担距电杆10 cm处安装针式绝缘子，在卡管担顶部安装茶台(留作固定进户线)。第二层卡管担下侧，距地面180~200 cm处，按照电能表集装箱所需位置，安装第一、第二层托箱担，并在其距电杆10 cm处分别安装针式绝缘子。在第二层卡管担针式绝缘子外侧10 cm处，安装针式绝缘子。在两层托箱担之间，安装电能表集装箱。房檐下的茶台，用规格为 $4 \times 40 \times 400 \text{ mm}$ 角铁、膨胀螺栓与建筑物固定。

接户线的敷设：在电杆横担针式绝缘子外侧，将接户线线芯分别与架空导线绑扎固定(选用截面为 25 mm^2 BLVVVBW耐气候型四芯绝缘线铝，将4条线芯分别与4条架空导线绑扎固定；选用两芯截面 $> 25 \text{ mm}^2$ BLVVVBW耐气候型绝缘铝线，则分别与架空导线的中性线和相线绑扎固定。)制作防水弯后，垂直下延，分别与上下两层绝缘子顶槽处继续绑扎固定；接户线与上下两层托箱担上的针式绝缘子顶槽处继续绑扎固定。接户线顺延转折至电能表集装箱底部，做好防水弯，用铝绑带集束，在引线接口衔接。

进户线的安装工艺：按照“一户一表”原则，从电能表集装箱底部引出的进户线，与接户线会合，路径第二

层、第一层托箱担上的针式绝缘子顶槽处，用铝绑带集束绑扎固定。进户线在第二层卡管担下方茶台处，做防水弯，转折延伸到房檐下的茶台连接，再做防水弯，水平敷设，直至两相2P开关。进户线与客户室内布线连接处的墙面上，固定两相2P开关，并在其上方，将进户线制作双重圆圈(直径为15 cm)之后，连接两相2P开关。为了减少日光照射，延长使用寿命，进户线原则上不得有接头，禁止沿椽头敷设。进户线必须用绑紧集束，集束间隔不超过30 cm。在进户线安装过程中，要做到横平竖直、牢固耐用、美观大方。

8 效果检查

BLVVVBW绝缘铝线的正常使用寿命为20年以上。《农村低压接户线与进户线的安装工艺》中的三种安装方式，尽管所选用的进户线和接户线的截面较大，但造价低、安全可靠、正常使用寿命长。观测结果表明：按照这三种安装方式施工，进户线和接户线的正常使用寿命均在15年以上。笔者认为，在新一轮农村低压电网改造升级，乃至今后的运维改造中，这三种安装工艺均有很高的推广价值。其突出特点主要表现在：

工艺美观大方。比许多地方推行“电缆直接吊装式”安装接户线，既美观大方，又安全牢固。

造价低廉。比通常采用的“PUC护套管式”安装接户线，降低成本20%左右。

正常使用寿命长。比通常采用“蜘蛛网式”安装进户线，使用寿命超过2倍以上。

安全系数大。特别是每个固定点，全部采用绝缘子，大大提升了绝缘强度；三级漏电保护器安装在电能表集装箱内，进一步扩大了进户线的保护范围。

有利于降损节能。特别是采用截面为 25 mm^2 BLVVVBW(耐气候型)四芯绝缘铝线，在试点村各台区电力线路三相负荷不平衡率控制在15%以内，高损台区多降线损10%左右。

9 巩固措施

组织乡镇供电所和供电服务公司相关人员进行培训，让这三种安装工艺在大家共享中，为迁安供电公司又好又快发展保驾护航。

将这三种安装工艺推广到新一轮农村低压电网改造升级，乃至今后的运维改造当中。在实践中检验，在实践中升华。

进一步拓展思路，完善提高，做到滚动编修，追求最佳。

(责任编辑：贺大亮)

积灰对光伏发电的影响

裴娜

(青海大学, 青海 西宁 810016)

1 太阳能光伏发电模型

太阳能的光伏发电是利用半导体材料的光伏效应, 通过光线的照射使 PN 结两端产生电动势, 如图 1 所示。

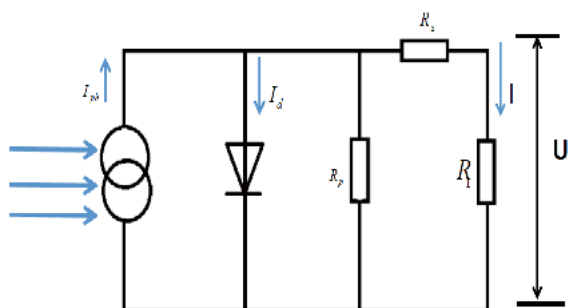


图1 中二极管电流

灰尘对短路电流的影响较大, 而对开路电压的影响较小, 通过对清洁的电池板以及未清洁的电池板的输出功率的不同影响可以得到积灰对太阳能发电效率的影响。

2 积灰的分析

2.1 积灰的成因

空气中飘浮的灰尘一般来源有两部分。一部分是自然界的土壤, 岩石经过长期的风化作用, 变成较小的颗粒, 随着风力的作用四处飘散形成自然灰尘, 自然灰尘是累积在太阳能电池板上的灰尘的主要成分。还有一部分是人类在生产生活过程中产生的大量的交通灰尘、建筑灰尘、生活灰尘等也和自然灰尘一起飘浮在空中。

2.2 灰尘的分类

灰尘的分类形式有多种多样。一般可按灰尘的粒径大小、成分、导热能力等物理性质进行分类, 也可以按灰尘自身的化学性质进行分类, 如酸性灰尘和碱性灰尘, 也可以按照灰尘的黏性进行分类, 分为黏结积灰和干松积灰。

2.3 灰尘对太阳能电池板的遮挡效应

由于灰尘积累在太阳能电池板的表面, 使得在电池板表面产生阴影效应, 下面以单粒灰尘对电池板的遮挡效应为例进行分析。

通过图 2 可知, 灰尘的存在使太阳能光线的传播路径发生了改变, 其改变了部分光线的入射角, 使得光线在太阳

能电池板中的传播不均匀。光线经过灰尘颗粒时一部分被灰尘颗粒反射掉, 一部分被灰尘颗粒吸收, 只有一部分的光线反射到太阳能电池板上。同时, 灰尘或树叶、鸟粪等其他遮挡物累积在太阳能电池板上, 太阳能电池板在长久的日光照射的情况下工作, 其因为遮挡作用而无法正常工作, 这样便使得被遮挡的部分的温度迅速升高而烧坏电池板表面, 形成暗斑。同时形成的暗斑可能会导致整块电池板表面慢慢地损坏。

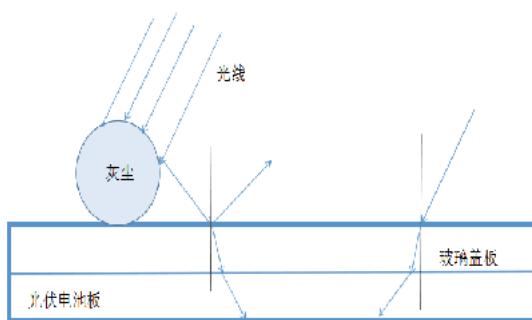


图2 灰尘对电池板的遮挡效应

随着灰尘密度的增加, 太阳能电池板的短路电流下降的速度比开路电压下降的速度快得多, 主要原因在于灰尘的覆盖导致太阳能电池板的散热效果减弱, 从而大大地影响输出效率。每当温度上升, 其输出效率约下降 0.5%。随着表面积灰逐渐增加, 转换效率逐渐下降。当灰尘增加到一定量时, 转化效率将不再发生改变。

2.4 灰尘对太阳能电池板的腐蚀效应

有些灰尘本身就具有酸碱性, 如硫酸烟雾、光化学烟雾等就具有酸性, 石灰石粉尘、水泥粉尘等本身就具有碱性。由于灰尘的粒径很小, 其能吸附空气中的酸性或碱性物质, 使本身不显酸碱性的灰尘带有酸性或碱性。而太阳能电池板的表面是一层玻璃盖板, 其主要成分是二氧化硅和石灰石等, 当空气中的环境较为湿润时, 玻璃盖板表面便会和带有酸碱性的灰尘发生化学反应而使玻璃盖板表面变得坑坑洼洼。光线照射在被腐蚀的玻璃盖板上会发生漫反射现象, 具体分析如图 3 所示。

因为灰尘的腐蚀作用导致了玻璃盖板表面的不平整, 从而加剧了光线的漫反射。太阳能电池板的玻璃盖板的表面

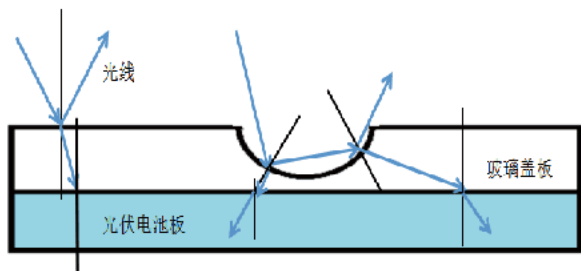


图3 光线在太阳能电池板表面的漫反射

越粗糙,漫反射的能量越高,折射光的能量越少,实际到达太阳能电池板表面的能量就越少。

2.5 积灰对太阳能电池板输出特性曲线的影响

太阳能电池板的输出特性曲线如图4所示。

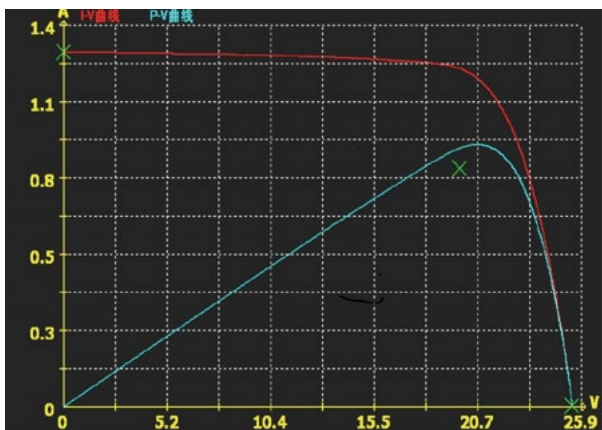


图4 太阳能电池板的输出特性曲线

衡量太阳能电池板发电效率的一个重要因素为填充因子 F ,即:

$$F = P_{\max}/U_{oc}I_{sc} = U_m I_m / U_{oc} I_{sc}$$

式中: P_{\max} 为最大输出功率; U_{oc} 为开路电压; I_{sc} 为短路电流; U_m 、 I_m 为输出功率达到最大时对应的电压和电流。

太阳能电池板的转换效率为最大输出功率和输入功率的比值为:

$$\eta = P_m/P_i = U_m I_m / P_i = FFI_{sc}U_{oc}/P_i$$

式中: P_i 为太阳能电池板的输入功率。

文献[5]等对积灰对不同硅系列的太阳能电池板的输出特性做了研究,得出:对于非晶硅太阳能电池板而言,灰尘密度增加,其 $I-V$ 曲线的趋势大体上不变,但是短路电流下降很快而开路电压变化较缓慢;对于多晶硅太阳能电池板而言,各个参数,如短路电流、填充因子、转换效率等,均有不同程度的下降。

3 结束语

现有的许多太阳能电池板的研究发展得越来越完善,但是由于灰尘涉及到的影响因素和不确定性因素很多,所以灰尘对太阳能发电的影响研究很少。现有的许多基于灰尘对光

伏发电的影响的研究都是基于实验室理想的条件下,不足以满足实际的应用,因此研究灰尘对光伏发电影响将是未来很重要的一门课题。

参考文献

- [1] M.C.Alonso-Garcia,J.M.Ruiz. Experimental study of mismatch and shading effects in the I-V characteristic of a photovoltaic module[J].Solar Energy Materials & Solar cells,2006,90: 329—340.
- [2] 康光华,陈大钦,张林.电子技术基础:模拟部分[M].5版.京:高等教育出版社,2006:64—65.
- [3] 李洋,朱如仙,王爱星,陈起慢,李艳芳.积灰对光伏面板基本输出特性的影响研究[J].东华理工大学学报(自然科学版),2016,(04):390—395.
- [4] 居发礼.积灰对光伏发电工程的影响研究[D].重庆大学,2010.
- [5] 赵卓静,崔敏,王怡然,于海波,程洋,欧阳丽婷,邓金祥.灰尘对硅系列太阳能电池性能的影响[J].物理实验,2016,(03):33—36.

(责任编辑:张峰亮)

资讯

广州建成南方五省区内首个四网融合智能小区项目

广州供电局3月28日公布称,历时5年完成了智能小区AMI与双向互动技术的研究,并在广州中新知识城投产南方电网区域(五省区)内首个基于四网融合的“互联网+智慧用能综合示范小区”项目,小区内共有21栋楼,合计约1450户。

“互联网+智慧用能综合示范小区”(下称“智能小区”)是一套为用户设计的综合能源服务体系,以电力光纤入户而构筑的通信网络为基础,通过整合电、水、气三表一体化集抄系统、智能小区综合管理系统、智能家居、分布式能源、充电设施等关键元素,将能源与信息深度融合,为用户打造智慧用电的生活。

据了解,在智能小区项目中,电力光纤入户是技术的重点,OPLC复合光缆将光缆与电缆合二为一,可承载电网、互联网、电视网、电话网的各种功能,实现四网融合。

广州供电局介绍,智能小区电、水、气三表数据通过统一的集中采集设备和小区专用光纤网络实现计量表数据远传抄表,只需10s即完成对一栋楼所有用户的抄表工作,住户可从物业处快速获取实时的三表数据。同时系统会实时进行远程控制和故障诊断,分析系统损耗,实现对电能表、水表、燃气表等的“抄、算、管、控”一体化、智能化管理。

来源:中国新闻网

基于粒子群算法的含风电电力系统无功优化

蒲 恒

(国网青海电力公司检修公司, 青海 西宁 810001)

摘要: 针对风电系统并网, 由于风力的不确定性导致的适应度不稳定性较大, 劣性粒子较多, 难以快速收敛到最优值, 进而造成系统电压偏差较大、网损剧增的问题, 提出了基于粒子群算法的含风电电力系统无功优化方式。将粒子群优化算法应用到电力系统无功优化中, 以网损最小为目标函数, 建立无功优化的数学模型, 并进行仿真。仿真结果表明, 粒子群算法具有较好的全局寻优能力和较快的收敛速度, 在无功优化领域有广阔的前景。

关键词: 风电系统; 无功优化; 粒子群算法

中图分类号: TM727

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)04-0050-02

风能作为廉价的可再生能源, 使得风力的发电技术也越来越受到人们的关注。但是由于风存在随机性、间接性和不可调控等性质, 在大规模风电并网时, 风电机组需要吸收大量无功功率, 从而会造成网损剧增, 引起电压严重波动, 更严重的可能会造成电网电压闪变、电网崩溃等问题。

针对风电并网时造成的网损过大和电压波动较大的问题, 合理实施的无功优化显得极其重要。目前常用的传统优化方法如非线性规划、线性规划等方法, 虽然数学模型简单程序易实现, 但求解速度慢, 收敛性差, 不能处理风电系统中大规模计算量问题。因此本文提出粒子群优化算法, 粒子群优化算法是一种基于群体的优化方法, 对所求解问题既不要求可微, 也不要求连续, 只要求可计算而且容易实现。该算法具有并行处理、鲁棒性好等特点; 能以较大概率找到问题的全局最优解, 而且计算效率比传统随机方法高。本文将粒子群优化应用于电力系统无功优化中, 为无功优化提供了一种新的方法。

1 数学模型

数学模型包括风机的输出模型和无功优化模型。风电系统在向电网注入功率的同时需要从电网吸收大量的无功。风电系统中无功优化的作用是补充风电厂的无功功率, 降低全网的无功损耗, 从而达到减少网损和提高电网安全稳定运行的效果。

1.1 风机模型

风机输出功率的变化主要决定于风速和风向的波动。要得到风机的有功输出, 需要获取风机轮毂高度处的风速, 但风速一般很难预测, 将风速看成一个个离散的点, 使得系统在每个离散风速下尽快达到稳定。

1.2 风电系统无功优化模型

风电系统的无功优化与传统的电力系统无功优化不

同, 风电系统的无功优化主要是在系统中安装无功补偿设备, 通过向异步发电机提供所需要的部分无功功率, 从而减少电网电源向风电场提供的无功功率, 同时补充系统正常运行下的无功损耗, 从而达到减小无功功率在电网中的流动, 降低电网因输送无功功率造成的电能损耗的目的。

2 基于粒子群算法的无功优化

粒子群优化算法 (Particle Swarm Optimization) 是模拟鸟群觅食过程中的迁徙和群集行为时提出的一种新型仿生智能优化算法。

量子粒子群算法是在粒子群算法的基础上将粒子引入了量子空间。通过建立量子势阱, 使解空间中的粒子以概率形式收敛于其势阱中心。在量子空间中, 粒子的速度和位置是不能同时确定的。通过波函数来描述粒子的状态, 并通过求解薛定谔方程的到粒子在空间某一点出现的概率密度函数。

3 算例分析

本文算例采用 MATLAB A 语言编写程序, 种群规模为 30, 最大迭代次数为 200 次, 主要以 IEEE 30 节点系统为例进行计算, 并对结果进行比较。

IEEE 30 节点系统包括 6 台发电机 (节点 1, 2, 5, 8, 11, 13), 3 台并联电容器 (节点 3, 10, 24), 四台可调变压器 (支路 6-9, 6-10, 4-12, 27-28)。其中发电机节点的电压限值为 0.9—1.1, 变压器分接头的范围为 0.9—1.1, 电容出力的范围为 0—0.4。发电机无功出力的限值: 1, 2 号节点为: -0.2—0.6, 5 号节点为: -0.15—0.625, 8 号节点为: -0.15—0.5, 11 号节点为: -0.1—0.4, 13 号节点为: -0.15—0.45, 如图 1 所示。

对于 IEEE 30 节点系统, 在 5 节点接入一台 1.5 MW 的

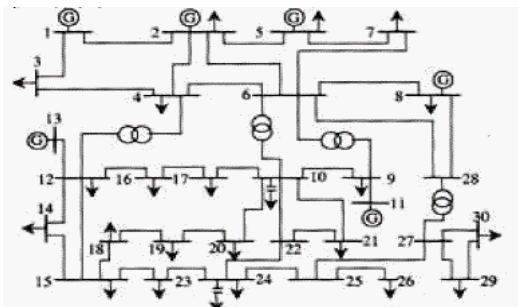


图1 IEEE 30 节点测试系统图

双馈风电机组。其中发电机机端电压的电压上下限为 1.05 和 1；变压器支路变比上下限为 1.1 和 0.9，步长为 0.025；并联电容器的补偿容量的上下限位 0.5 和 0，步长为 0.1；同时也考虑到接入风机和未接入风机的情况。

3.1 未接入风机的优化情况

系统未接入风机时的仿真结果分析如图 2 所示，横轴表示迭代次数纵轴表示网损，未接入风机网损优化结果如表 1 所示。

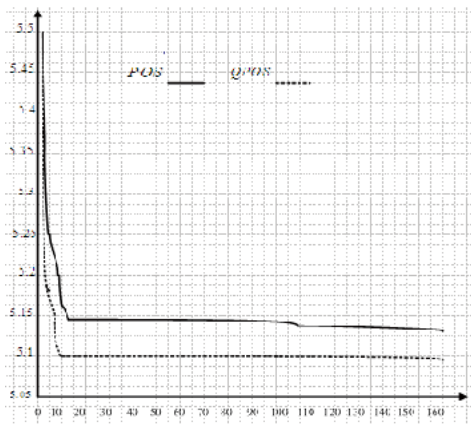


图2 未接入风机时网损与迭代次数的关系图

表1 未接入风机网损优化结果

方法	优化结果	网损	网损降幅
初始状态	T1(0) T2(0) T3(0) T4(0)	Q10(0) Q24(0)	5.7060
POS	T1(2) T2(-3) T3(0) T4(0)	Q10(2) Q24(5)	5.1440 9.85%
QPOS	T1(3) T2(-1) T3(-1) T4(0)	Q10(5) Q24(5)	5.1185 10.30%

3.2 接入风机的优化情况

系统接入风机时的仿真结果分析如图 3 所示，横轴表示迭代次数纵轴表示网损。

4 结束语

采用场景模型建立了风机功率输出模型和无功优化模型。接入风机网损的优化情况如表 2 所示。

针对标准粒子群算法收敛时间长、容易陷入局部点的

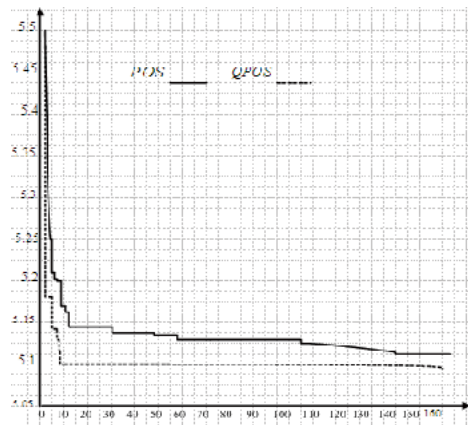


图3 接入风机时网损与迭代次数的关系图

表2 接入风机网损优化结果

方法	优化结果	网损	网损降幅
初始状态	T1(0) T2(0) T3(0) T4(0)	Q10(0) Q24(0)	5.6750
POS	T1(1) T2(0) T3(-2) T4(-2)	Q10(4) Q24(5)	5.1097 9.97%
QPOS	T1(1) T2(2) T3(-2) T4(-2)	Q10(5) Q24(5)	5.0852 10.39%

特点,采用非线性惯性权重的方法,使得算法收敛速度加快,相对标准有更强的全局搜索能力,且收敛位置比较稳定。

采用 IEEE 30 节点系统进行算例分析,仿真结果表明上述算法具有较快的收敛性以及较强的寻优能力。

参考文献

- [1] 陈海焱, 陈金富, 段献忠. 含风电机组的配网无功优化[J]. 中国电机工程学报, 2008, 28(7):40-45.
- [2] 李闯, 陈民铀, 付昂, 李俊杰, 郑永伟. 含风电场的配电网无功优化策略研究[J]. 2013, 41(9):100-104.
- [3] 陈树勇, 戴慧珠, 白晓民, 等. 风电场的发电可靠性模型及其应用[J]. 中国电机工程学报, 2000, 20(3): 26-29.
- [4] 张丽, 徐玉琴, 王增平, 等. 包含分布式电源的配电网无功优化[J]. 电工技术学报, 2011, 26(3): 168-174.
- [5] 申洪, 王伟胜, 戴慧珠. 变速恒频 风力发电 机组的 无功功率极限[J]. 电网技术, 2003, 27(11):60-63.
- [6] 魏希文, 邱晓燕, 李兴源, 等. 含风电场的电网多目标无功优化[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(17):107-111.
- [7] 何禹清, 彭建春, 毛丽林, 等. 含多个风电机组的配电网无功优化[J]. 电力系统自动化, 2010, 34(19): 37-41.
- [8] 刘健, 李鸿璐, 罗珊珊, 等. 复杂配电网简化分析与优化[M]. 北京: 中国电力出版社, 2002.
- [9] 赵晶晶, 符杨, 李东东. 考虑双馈电机风电场无功调节能力的配电网无功优化[J]. 电力系统自动化, 2011, 35(11):33-38.
- [10] 李宁, 孙德宝, 岑翼刚. 带变异算子的粒子群优化 算法[J]. 计算机工程与应用, 2004,40 (11): 12-15,35
- [11] 张文, 刘玉田. 自适应粒子群优化算法及其在无功优化中的应用[J]. 电网技术, 2006,30(8):19-24.

(责任编辑: 张峰亮)

环网开关柜中的电缆接头温度指示器

陈银峰

(国网北京石景山供电公司, 北京 石景山 100043)

众所周知,环网柜套管和 10 kV 电缆的连接在运行中成为一个较大的薄弱环节。电缆安装应保证电缆端子与环网柜套管的铜端子面紧密连接,如果连接有松动,当数百安电流通过的时候,就容易发生过热故障。但是我国配电网系统所使用的通常都是三芯电缆,欧式环网柜的原始设计和目前国内电缆使用上的冲突导致在实际工程施工中不得不采用搬、拉、拖、撬等手段,不可避免地导致电缆头与套管的连接不紧密,从而发生过热的问题,严重情况下会导致电缆头烧损事故的发生。

为了解决上述问题,目前北京市电力公司采取了以下几种方法。

采用红外测温仪。红外测温仪可以实时测量温度数据,并传到后台显示和报警,也可以在当地指示。该方案缺点是测量精度不高,价格偏贵并且须要外接电源。

红外点温枪加目测、手摸、闻味和定期巡检。这是各地最常见的工作方式。优点是投资较小。缺点是无法直接测量,严重依赖经验,不能早期预警和维护量大。

采用光纤测温仪。该方案优点是测温精度很高。缺点是价格十分昂贵,大材小用。

采用无线温度指示器。该方案优点是测温精度较高、高低压区无须连线。缺点是价格较贵,无线信号易受高频干扰。

1 TMC-I型电缆头温度指示器简介

TMC-I型电缆头温度指示器是一种新型在线监测电缆连接头温度的仪器。该温度指示器由三个温度传感器和一个主显示单元组成,分别安装到环网柜的高压区和低压区,二者用黄、绿、红三根塑料光纤连接,以便将传感器采集的温度数据及时上传到显示单元。如图 1 所示。

温度传感器的安装位置十分重要,推荐的安装位置是靠近肘形接头的电缆连接处,采用尼龙扎带捆绑在电缆外护套上,如图 2 所示。

2 设计原理

高压区的温度传感器由温度采集单元、电源单元以及控制单元组成,温度采集单元每 5 min 采集一次电缆外皮

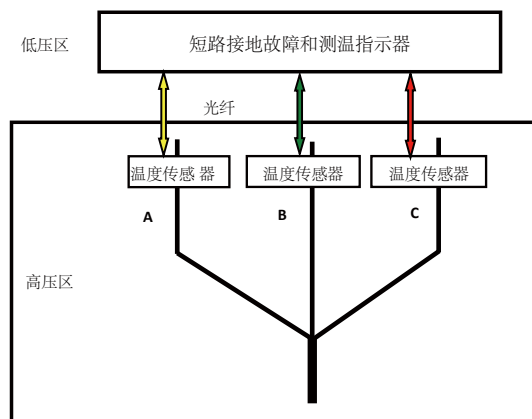


图1 TMC-I型温度指示器安装示意图



图2 温度传感器推荐安装位置

的温度,并在控制单元的控制下,将采集到的温度数据转化成光信号通过光纤上传给低压区的显示单元;温度传感器采用大容量锂电池供电。

低压区的显示单元由控制单元、光电转换单元、存储单元、串行通信单元、电源转换单元和环境温度检测单元、报警指示单元以及液晶显示单元等组成。显示单元通过光纤接收高压区传感器上传的温度数据,经过分析处理,可以通过液晶显示单元显示,并依据预先设置的过温报警判据,即温度限值和相间温差限值来判断电缆头是否过温,若温度超过设定限制,则可判断为有过温故障,从而触发显示单元面板上对应的过温故障指示灯闪烁报警。

显示单元可以每天采集、计算并存储一组当天最高温度、平均温度和环境温度,可连续存储 90 天温度数据;

显示单元不仅能扩展 485 串行通信接口,可以方便地将数据传输到 DTU 和监控中心;而且可以扩展 USB 读取接口,可以下载历史数据,便于历史数据的总结及归纳。显示单元采用大容量锂电池供电,若电池欠压,前面板上对应的指示灯闪烁报警。

三根塑料光纤两端分别连接温度传感器和显示单元,将温度传感器将采集到的温度数据上传至显示器单元。这种方式既具有较高的数据传输可靠性,又消除了电磁干扰造成的影响,并且做到高压区和低压区的光电隔离,安全系数极高。

3 现场运行情况及注意事项

2015 年 5 月,石景山供电公司对 TMC-I 型电缆头温度指示器进行了现场安装,数量为 10 套,分别安装到自来水厂分界室和北工大分界室。经过一段时间运行,发现该型指示器温度测量准确,能可靠的工作,虽然安装对象没有发生过温故障报警,但也发现了可能存在的故障隐患。下面针对北工大分界室 1-1 单元电缆头温度指示器所采集的数据进行具体分析。

北工大分界室为 2×4 单元柜,其中 1-1, 2-1 为进线侧。每月均对温度指示器做例行巡检,2016 年 6 月巡检发现 1-1 单元的 B 相温度数据相比其他两相偏高,调出显示单元存储的历史数据,绘制出曲线图如图 3 所示。

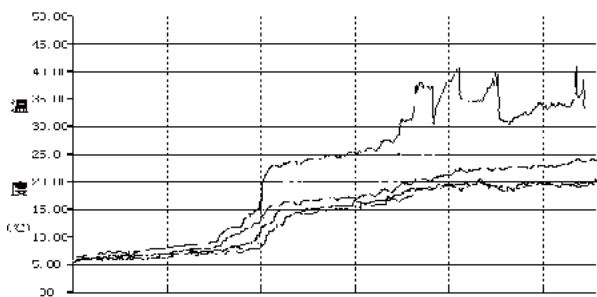


图3 环网柜单元温度故障指示器采集数据曲线图

根据图 3 中曲线可知,环境温度最高,这是因为环境温度是由显示单元内的环境温度检测单元测得,在有阳光直晒下,其温度明显要比高压区内电缆温度要高,温度的波动范围也要大。而电缆温度随环境温度的增高有明显的增高,尽管用电负荷没有特别大的变化。特别值得注意的是,B 相电缆温度较其他两相电缆温度有 6~8℃ 的偏高,但又没有超过设定的温差限值,说明该相电缆头存在发热的可能。这种情况下,以后每次巡检需要对该电缆头重点关注,以防止电缆头烧损事故。该电缆头温度指示器在安装使用过程中应注意如下问题。

安装位置。传感器最好安装在推荐的位置上,但是在紧凑的环网柜内部,安装起来有一定困难,这时应尽可能

靠近电缆搭接处。同时,测温传感器应紧贴电缆外皮,可提高其测量精度。

光纤的安装。黄、绿、红三根塑料光纤一端分别连接到 L1、L2、L3 相温度传感器上,另一端分别连接到显示单元后部的黄、绿、红色的光纤接收器上。如果接错将导致故障相混淆。

显示单元的操作。轻触前面板的向下按键,液晶屏会点亮并显示温度参数,如有过温故障,报警指示灯会闪烁报警。巡检时按亮液晶屏,既可巡查是否有过温报警,又可巡查指示器是否正常工作。由于温度参数可以存储 90 天,巡检时还应翻看历史记录数据,看是否曾经过温报警。

过温报警限值的设置。可以采用两种方式对限值进行设定,一是在监控中心的上位机软件上,另一是在现场进入显示单元的参数设置页面。在冬夏两季,由于环境温度差异较大,最好对温度报警限值进行更改。另外电缆运行规程只规定了电缆线芯允许的最高温度,指示器采集的是电缆外护套的温度,两者还存在一定的温度差异。所以设置的报警限值不可超过电缆线芯允许最高温度,同时还应考虑环境温度、季节、地域等不同造成的温度差异。

历史数据的远传及下载。如果现场已经安装 DTU 等配电网自动化设备,即可以将温度故障以及采集到的历史数据通过 DTU 上传到主站,主站即可根据实际情况通知运行人员迅速赶往现场处理;但是大多数地方没有安装自动化设备,此时就需要使用 U 盘等存储设备将历史数据下载下来,然后整理备份,这样可以大大节省运行人员记录历史数据的时间,提高工作效率。

4 结束语

电缆头温度指示器可以实现电缆终端连接处温度的直接测量,数据准确可靠,对电缆头发热和烧损事故的预防具有实际意义。采用光纤进行传感器和主显示单元连接,创造性地解决了高低压区隔离和高频干扰等实际问题,采用过温限值和温差两种判据预测故障,准确性很高。实际运行结果证实其达到了预期效果。

参考文献

- [1] 彭云. 10 kV 高压开关柜在线测温技术研究[D]. 华南理工大学硕士论文, 2010.
- [2] 梁佳昌, 郭谋发, 杨耿杰, 曾志洪. 基于双 CAN 总线的环网柜监控系统设计[J]. 电气技术, 2011(03): 13-17.
- [3] 徐元哲, 王乐山, 刘雪东, 李波. 电力电缆接头测温系统的设计[J]. 高压技术, 2009(12): 2977-2982.
- [4] 丘栋. 高压电缆测温系统配置方案研究[J]. 科技传播, 2011(12).

(责任编辑:贺大亮)

调度自动化设备电源故障检测告警装置

刘 晖

(国网安徽巢湖市供电公司, 安徽 巢湖 238000)

摘要: 由于调度自动化设备也是一种电子装置, 在外部供电电源失去、装置内部电源故障时将无法正常工作。因此, 在电源故障和运行异常时, 及时发出报警信号就非常必要。通过应用电源故障检测告警装置, 能及时检测出自动化设备异常运行引起的电流、电压变化, 并发出报警信号, 从而有效保证电力自动化设备的安全稳定运行。

关键词: 自动化; 故障检测; 告警装置

中图分类号: TM727

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)04-0054-02

随着国家电网公司“三集五大”体系建设, 巢湖电网实现调度与监控合二为一。调度自动化设备作为保证电力系统安全稳定运行的重要设备, 其担任着电网设备运行的监测、监控、保护等任务。但由于调度自动化设备也是一种电子装置, 在外部供电电源失去装置内部电源故障时将无法工作。此外, 调度自动化设备也是一种信息设备, 会出现非正常关机、死机等运行异常状态。因此, 在电源故障和运行异常时, 及时发出报警信号就非常必要。

为此, 通过加装电源故障检测告警装置, 能及时检测出自动化设备异常运行引起的电流、电压变化, 并发出报警信号, 从而有效保证调度自动化设备的安全稳定运行。该装置包括电源电压接线端子及设备电流接线端子、电压和电流检测电路、报警电流灵敏度调节电路、报警输出电路。电压检测电路在外部供电电源消失时, 能够发出报警信号; 在自动化设备电源故障、非正常关机、死机、运行异常时, 装置检测出电流异常, 并发出报警信号。这样有效实现了自动化设备电源故障的检测, 特别是能检测出异常运行时所引起的电流异常, 并发出报警信号。

1 装置设计原理

调度自动化系统功能结构示意图如图 1 所示。调度自动化系统对所采集的信号进行分类显示, 便于运行监控人员掌握重要信息, 按重要性将变电站上传信号信息按其性质分为 4 类, 包括: 事故信号, 主要反映电网跳闸、如保护动作、开关跳闸等信号; 监视信号, 一部分是指主要反映电网电气设备健康水平的变化, 如断路器控制回路断线、保护装置故障(直流消失)等信号, 另一部分是指模拟量越限事项, 如有功总加越计划上下限、线路或变压器过载、母线电压越限等事项; 状态信号, 主要反映电气设备运行状态, 如当前保护压板投退情况、母差保护运行方

式(旁代、分裂运行等等)信号; 专业信号, 主要是指保护及自动装置、综自系统的状态信息, 不主动显示在运行界面上, 供自动化班和继保专业使用。事项展示多窗口、多层次支持。不同报警等级的事项采用不同颜色显示。事项可以根据厂站、时间、类别(开关、SOE、保护等, 保护可分报警类别等)进行查询。调度自动化系统对信息、权限、图形进行更深层次的分析展示。通过分区、权限划分、图形索引单独划分以及人员配置等技术手段, 为地县调控人员完成各自职责提供友好的人机接口。实现地县调控人员能够各司其职, 通过分区的权限设置, 对本区大量告警信息分类、综合、推理和压缩, 并以形象直观的方式显示。

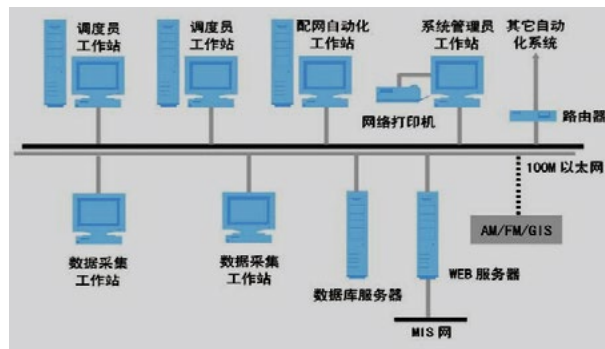


图1 调度自动化系统功能结构示意图

调度自动化设备电源故障检测告警装置, 包括电源输入接线端子及电源输出接线端子, 在所述装置内设有电压和电流检测电路、报警电流灵敏度调节电路、报警输出电路、负荷瞬时波动消除电路、来电延时报警电路。电压检测电路在外部供电电源消失时, 能够发出报警信号; 在自动化设备电源故障、非正常关机、死机、运行异常时, 装置检测出电流异常, 并发出报警信号。为针对不同设备的正常负荷电流不同, 设置了报警电流灵敏度调节电路。为避免在停电、断电后来电时发生误报警, 设置了来电延时

报警电路。设置了过电流保护电路，防止调度自动化设备电源过电流或者短路对装置自身的损坏。

正常工作时，电压和电流检测电路检测出电压和电流，继电器动作，装置工作指示灯亮，没有报警输出。当某种原因使得电源电压消失时，电压检测电路检测出电源电压消失，继电器停止工作，产生报警输出。当某种原因使得电源电流消失或者显著降低时，电流检测电路检测出电流异常，晶体管 VT1 截止，继电器停止工作，产生报警输出。

在装置内设有电压和电流检测电路，不仅能够检测出电源电压消失，同时又能够检测出电流异常，并发出报警，通知维护人员。设置了报警电流灵敏度调节电路，适用于不同的调度自动化设备。

根据图 1 说明，调度自动化设备电源故障检测告警装置，包含有电源输入电路、电源输出电路、电压检测电路、电流检测电路、灵敏度调节电路、负荷瞬时波动消除电路、正常工作指示电路、报警输出电路、来电延时报警电路。

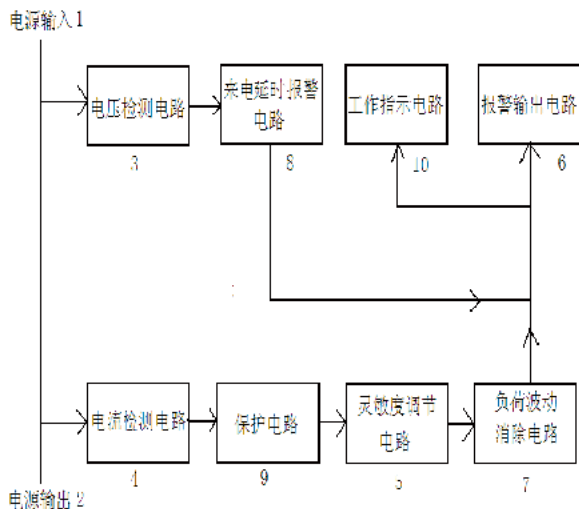


图2 调度自动化设备电源故障检测告警装置工作原理图

根据图 2 说明，调度自动化设备电源故障检测告警装置，电压检测电路 3 采用变压器 B1 降压，桥式全波整流 U1，电容器 C1 滤波，其中变压器为 220 V/10 V 10 W，桥式全波整流为 50 V/1 A，滤波电容器为 1000 μF 25 V。电流检测电路 4 采用小型电流互感器 B2，桥式全波整流 U2，电容器 C2 滤波，其中小型电流互感器 2:100，桥式全波整流为 50 V/1 A，滤波电容器为 1000 μF 25 V。报警电流灵敏度调节电路 5 采用电位器 VR1 分压调节，电位器为 1 k Ω 。报警输出电路 6，采用 NPN 型小功率晶体管 VT1 驱动小型密封直流继电器 J1，空接点 J1-1 输出；晶体管 VT1 选用 2SC8050，继电器 J1 选用线圈电压为 12 V，节点为常闭节点。电流瞬时波动消除电路 7，采

用大容量电解电容器 C2 充放电实现，电容器为 1000 μF 25 V。来电延时报警电路 8，采用 RC 阻容延时方式，选择不同的 RC 值可获得不同长短的延时，这里电容器 C3 取 470 μF ，电阻 R2 取 +47 k Ω 。过电流保护电路 9，采用中功率的稳压二极管 VDZ1，为 12 V/1 W。正常工作指示发光二极管，采用常规发光二极管 LED1，电阻 R3 降压驱动。

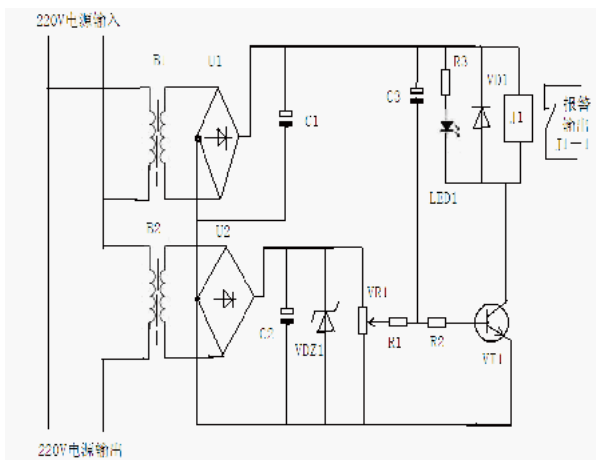


图3 调度自动化设备电源故障检测告警装置电路图

2 应用效果

电力自动化系统故障会直接影响电力调度和电网安全运行，甚至会直接引起电力生产事故。调度自动化设备电源故障检测告警装置的应用，能及时检测出自动化设备异常运行引起的电流、电压变化，并发出报警信号。对调度自动化的主机、站端测控保护装置进行集中监控，及时对出现的装置故障、链路故障以及设备异常运行情况发出告警信息，便于运行维护人员及时处理，为电力调度和电网安全运行提供了有力的技术支持。

参考文献

- [1] 王为国，代伟，万磊，杨璃，车方毅，胡翔. 调度自动化系统数据共享模式的探讨[J]. 电力系统自动化, 2005(04): 88-91.
- [2] 丁晓伟. 面向电力调度的生产数据仓库系统研究及应用[D]. 浙江大学, 2006.
- [3] 吴琼, 刘文颖, 杨以涵. 智能型电网调度决策支持系统的开发与实现[J]. 电力系统自动化, 2006(12): 79-83.
- [4] 周宇植. 实现调度自动化系统的数据转换[D]. 南京理工大学, 2007.
- [5] 陈凯. 浅析电力调度自动化应用与优化[J]. 低碳世界, 2014(1): 65-66.
- [6] 张亚红. 电力调度自动化系统的应用及发展[J]. 工业C, 2015(15).

(责任编辑: 贺大亮)

一种跌落式熔断器双体熔管

王忠阳

(国网山东省电力公司荣成市供电公司, 山东 荣城 264200)

摘要:通过对跌落式熔断器工作原理进行研究,分析其常见故障原因,提出一种新的双体熔管的技术方案,将接触功能与熔断功能进行分离,解决了跌落式熔断器的可靠性问题。

关键词:跌落式;熔断器;双体熔管

中图分类号: TM727

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)04-0056-02

1 跌落式熔断器工作原理

跌落式熔断器一般由熔断器本体及熔丝管组成,熔丝管两端的动触头依靠熔丝(熔体)系紧,将上动触头推入“鸭嘴”凸出部分后,磷铜片等制成的上静触头顶着上动触头,故而熔丝管牢固地卡在“鸭嘴”里,或者将上动触头推入静触头的凹槽内。当短路电流通过熔丝熔断时,产生电弧,熔丝管内衬的钢纸管在电弧作用下产生大量的气体,因熔丝管上端被封死,气体向下端喷出,吹灭电弧。由于熔丝熔断,熔丝管的上下动触头失去熔丝的系紧力,在熔丝管自身重力和上、下静触头弹簧片的作用下,熔丝管迅速跌落,使电路断开,切除故障段线路或者故障设备。

2 跌落式熔断器常见故障及原因分析

2.1 熔丝管不能及时跌落

主要原因是:熔体规格选择不当,熔丝管动作机构不灵活;熔丝管机构锈蚀或不灵活;熔丝安装过紧,顶死“鸭嘴”;熔断器安装角度不符合规定。

2.2 熔丝管误动作自行跌落

主要原因是:熔体规格选择不当,熔丝过细被拉断;熔丝安装过紧,长期受力被拉断;熔丝安装时被螺栓压断股或被熔丝管两端金属铸件转角处有凹凸锋利刃口割伤,长期受拉力被拉断;熔丝安装松弛,上端动静触头咬合不紧;熔丝管安装不牢靠,受风力、外力影响自行脱落;熔丝因长期受力长度伸长,造成熔丝管结构变形,自行脱落。

2.3 触头发热,夜间打火

主要原因是:熔丝安装松弛,熔丝管触头接触不良引起触头发热;熔丝管合闸不到位,接触不好;触头氧化,接触电阻增大造成发热。

2.4 熔丝管烧毁

主要原因是:熔丝电弧未熄灭,在熔丝管内持续放电;熔丝管绝缘降低被击穿。

2.5 动静触头电弧烧伤

主要原因是:动静触头接触不良,通过大电流时发热电弧烧蚀。

鸭嘴式跌落式熔断器如图1所示,图1中圆圈所示部位容易卡死,造成熔丝管无法脱落。“鸭嘴”部分动静触头接触面积较小,通过大电流时容易发热,造成“鸭嘴”部分及动触头烧毁。



图1 “鸭嘴”式跌落式熔断器

美式跌落式熔断器如图2所示,上端动静触头依靠上端弹簧压力及熔丝的拉力,拉力过大,熔丝容易断裂,造成熔丝管自行脱落;拉力过小或熔丝长期受力拉伸后,熔丝管也会自行脱落,上端动静触头处容易发生烧蚀。



图2 美式跌落式熔断器

喷射式熔断器如图3所示,熔丝管下端重锤的重力不

足以拉出熔丝或无法快速拉出熔丝,熔丝喷射的气体也不足以熄灭电弧,电弧在熔丝管内长时间不熄灭,烧毁熔丝管及整个熔断器。



图3 喷射式熔断器

通过对上述跌落式熔断器的常见故障原因进行分析不难发现:熔丝管的活动机构依靠熔丝拉紧或熔断来控制,熔丝安装工艺是影响熔断器可靠运行的关键因素。动静触头的设计上要“合则紧密,分则速断”,强调接触紧密,熔丝管不容易分断,强调分断快速,动静触头容易接触不良。这两种互相矛盾的工作状态很难达到平衡。

3 主要研究内容及改进方向

3.1 保留传统跌落式熔断器的优点

传统跌落式熔断器的结构简单,造价低廉,适应户外环境性强,有明显的断开点,有隔离开关的功能,这个功能尽量保留。

3.2 设计新的跌落式熔断器

机构不能过分复杂,否则会增加成本,可靠性降低。具备科学合理的现役传统跌落式熔断器的改造方案,避免大面积更换现有设备造成不必要的投资。

3.3 符合国家技术规范

考虑产品定型、试验、验收等环节,新产品应尽量遵照现有国家技术规范,可以缩短新产品的研发周期。

在研发过程中,尝试了多种技术方案,包括:弹簧弹出熔丝、熔丝管静触头外形改造、折叠式熔丝管等,做过大量试验,效果均不理想,只能再辟蹊径。

经过进一步分析发现,目前常见的跌落式熔断器给熔丝赋予了太多的职能和作用:熔丝不仅仅要承担过流熔断的作用,动静触头的机构平衡还需要熔丝的拉力维系。研究方向要减少熔丝的职能,只赋予熔丝过流熔断职能,熔丝管的动触头的结构平衡及拉力的职能由其他装置承担。决定把跌落式熔断器熔丝管的接触功能与熔断功能进行分离,设计两部分装置:一部分装置负责动触头与静触头可靠接触,另一部分装置负责熔丝管的跌落功能、灭弧功能。于是,有了双体熔丝管的设计:把上下动触头牢固地固定在一个绝缘体上,只要调整好动静触头的相对位置,就能

够解决接触可靠的问题。动触头及绝缘体将不再具有跌落的功能,只负责将动静触头可靠接触。在这个装置的上面,安装一个熔丝管,下端有活动轴固定,熔丝管内穿过熔丝,熔丝上端固定在动触头,熔丝管担负跌落及灭弧功能,熔丝承受很小的拉力,只是负责熔断作用。具体方案如图4所示。

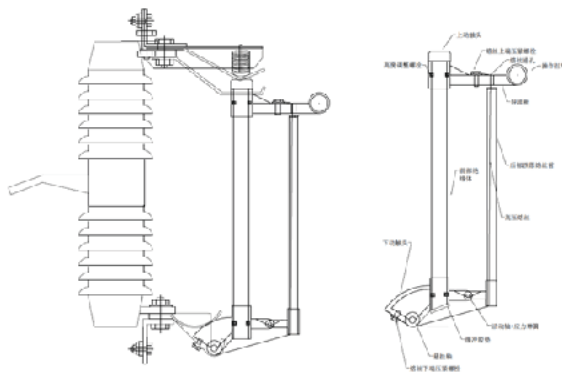


图4 双体熔丝管结构图

双体熔丝管跌落式熔断器停送电操作与传统跌落式熔断器相同。熔丝管跌落后,须分离,方可认为双体熔丝管跌落式熔断器拉开。

在这个技术方案的基础上,做了细节的优化:

- 为保证动触头之间的绝缘体不被击穿或发生污闪,绝缘体适当增加爬电距离;
- 由于动触头不再承担脱落的功能,可以采取措加加大动静触头的接触面积,从而提高熔断器通过电流的能力;
- 在熔丝管上端封闭钻孔,可穿过熔丝即可,熔丝上端有盖,可以密封熔丝管,熔丝熔断后,产生的气体向下喷射,有利于快速灭弧;
- 熔丝管的下端安装1组弹簧,熔丝熔断后,可利用弹力弹开熔丝管,有利于快速灭弧;
- 上下动触头距离可以微调,可以与静触头更好接触。

4 经济效益评价

双体熔丝管跌落式熔断器相比传统跌落式熔断器,成本造价有一定的提升。主要是双体熔丝管部分增加了绝缘体。但这个绝缘体造价几十元,比传统跌落式熔断器造价增加不超过5%,成本增加在可控范围之内,专用熔丝不增加成本。现已投运的各种普通跌落式熔断器,均可通过更换双体熔丝管的方式进行技术改造,不须整体更换,改造成本很低。双体熔丝管跌落式熔断器基本上解决了传统跌落式熔断器存在的各种技术问题,可以大幅提高跌落式熔断器的可靠性,也能减少设备损坏和检修工作量。

(责任编辑:贺大亮)

一种隔离开关机构安装工具

吴 威

(国网湖北宜昌供电公司, 湖北 宜昌 443000)

摘要: 在变电站工程建设过程中, 隔离开关机构传统安装方法工序烦琐、耗时长、风险大, 是施工现场工程师们一直未曾解决的难题。本文提出了一种隔离开关机构安装工具, 可简化隔离开关机构施工作业工序、降低工作强度、缩短作业时间, 并可广泛应用于变电站隔离开关机构的安装。

关键词: 变电站; 隔离开关机构; 安装工具; 研制

中图分类号: TM727

文献标志码: B

文章编号: 1003-0867(2017)04-0058-02

隔离开关在变电站中使用量较大, 特别是 110 kV 及以上电压等级的室外变电站, 工程建设期隔离开关机构安装工作量大^[1]; 隔离开关的动作是机械传动的结果, 隔离开关的机构(机构箱及传动连杆)的安装精度(水平度、垂直度、同心度)对开关的操作运行有很大影响^[2], 隔离开关机构的安装精度要求较高。

在工程建设期, 隔离开关一次设备主要包括三部分, 由上至下分别为: 整组开关、传动连杆、机构箱^[3]。整组开关在最上部位, 其支撑材料为水泥杆、槽钢; 传动连杆一端与整组开关相连, 另一端与机构箱相连接; 机构箱处于最下部, 其底部离地高度一般为 50 cm 左右。机构箱比较重, 约为 100 kg, 通常将机构箱固定于开关底座水泥杆上, 中间连接材料(抱箍、槽钢构件)根据现场实际尺寸加工、安装。隔离开关实际运行中, 通过传动连杆, 手动或电动操作开关机构箱, 达到改变开关分合状态的目的^[4]。

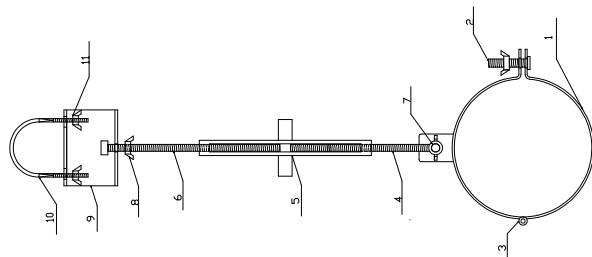
目前, 隔离开关机构(机构箱及传动连杆)的安装工作主要有以下 4 个步骤: 根据施工图纸, 安装开关机构箱与水泥杆之间的连接抱箍; 安装隔离开关机构(机构箱及连杆), 并调节连杆的垂直度、机构箱的安装高度与水平度; 测量所需加工的槽钢构件的尺寸并加工; 安装机构箱及连杆, 并调整其水平度与垂直度。这种安装方法工序复杂, 隔离开关机构箱的安装高度、垂直度、水平度需要反复调节两次; 另外, 由于机构箱比较重, 一般约为 100 kg, 其高度位置、水平度和传动连杆的垂直度的调节比较费时费力。

因此, 有必要研制一种隔离开关机构安装工具, 改变隔离开关机构的安装作业工序, 提高安装效率, 降低劳动强度。

1 工作原理

隔离开关机构安装工具, 主要有 4 部分构成^[5]: 大抱箍

1, 大抱箍的上下两半圆之间的连接, 一端采用特制插销 3 连接, 另一端采用特制螺栓 2 连接; 正、反牙螺杆组件 4、5、6, 其中反牙螺杆 4 与大抱箍 1 之间的连接采用的是特制螺栓 7, 正牙螺杆与“U”型钢 9 之间的连接采用特制螺栓 8; “U”型钢 9; 小“U”型抱箍 10, 小“U”型抱箍 10 与“U”型钢 9 之间的连接采用的是特制螺栓 11。隔离开关机构安装工具结构如图 1 所示。大抱箍图如图 2 所示



1-大抱箍; 2-连接螺栓1; 3-连接插销; 4-反牙螺杆; 5-正反牙扳手; 6-正牙螺杆; 7-连接螺栓2; 8-连接螺栓3; 9-“U”型钢; 10-小“U”型抱箍; 11-连接螺栓4

图1 隔离开关机构安装工具结构图

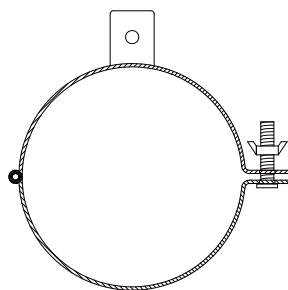


图2 大抱箍图

隔离开关机构安装工具的主要工作原理: 利用隔离开关机构安装工具将隔离开关传动连杆固定于水泥杆之上, 并利用正、反牙螺杆组件, 结合特制螺栓连接的形式, 来校调传动连杆在各个方向上的垂直度; 传动连杆的垂直度

校调完毕后,不须安装隔离开关机构箱,即可测量连杆至水泥杆的水平距离,进而可根据施工图纸计算槽钢组件(机构箱的安装附件)的尺寸;根据计算槽钢组件尺寸加工槽钢组件;安装槽钢组件尺寸,再安装隔离开关机构箱(由于槽钢组件尺寸已经精确制作、安装,开关机构箱安装时只须微调各方向位置即可),微调传动连杆在各方向位置。小“U”型抱箍图如图3所示,正反牙组件图如图4所示。

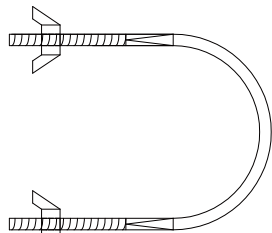


图3 小“U”型抱箍图

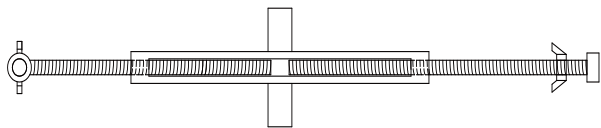


图4 正反牙组件图

这种隔离开关机构安装方式,改变了传统安装工序,减少了机构箱多次反复安装的施工作业工序,降低了隔离开关机构安装工作量,缩短了隔离开关机构安装作业时间。

2 工具使用方法及现场应用

2.1 使用方法

隔离开关机构安装工具的使用方法主要有以下5步。

将大抱箍1上下两半圆部分插销连接端使用特制插销3连接在一起;将大抱箍1安装与水泥杆合适尺寸位置,并使用特制螺栓2将大抱箍1固定,其中大抱箍1与正、反牙螺杆组件连接一端朝向开关机构传动连杆一侧。

组装正、反牙螺杆组件4、5、6、8,并将正、反牙螺杆组件与大抱箍1相连,采用特制螺栓7。

根据大抱箍1、正、反牙螺杆组件的水平位置,将小“U”型抱箍10安装于传动连杆之上,并采用特制螺母11与“U”型钢9相固定,并将正牙螺杆一端安装于“U”型钢9之上,并使用特制螺母8紧固。

校调传动连杆的垂直度,传动连杆在前后方向(工具轴线方向)上的垂直度通过调节正反牙螺杆组件达到,传动连杆在左右方向(与工具轴线方向水平垂直方向)的垂直度通过特制螺栓7,旋转工具,并结合正反牙螺杆调节达到。

传动连杆在4个方向的垂直度校调完成后,测量所需

加工槽钢构件的尺寸并加工、安装,然后安装隔离开关机构箱并校调其垂直度与水平度。

2.2 现场应用

隔离开关机构安装工具,从2014年6月投入使用至今,已在宜昌110 kV金缸城变电站、110 kV建东变电站、110 kV荷花变电站、220 kV麂子河变电站、220 kV东阳光变电站等变电站工程中得到广泛应用。使用隔离开关机构安装工具应用如图5所示。



图5 隔离开关机构安装工具应用图

2.3 项目应用效果

隔离开关机构安装工具,经过在宜昌供电公司多个变电站工程建设过程中的应用,确认了使用隔离开关机构安装工具后,隔离开关机构安装只需2人。隔离开关机构安装程序得到简化,作业耗时也由前期的65 min缩短至35 min;同时,安装精度得到了进一步提高,降低了作业过程中的风险,降低了变电站工程建设成本。隔离开关机构安装工具在实际工作应用中取得了较好的现场应用效果。

3 结束语

本文所介绍的隔离开关机构安装工具,主要针对变电站工程建设中隔离开关机构的安装,其操作简单、使用方便,简化了隔离开关机构安装作业工序,降低了机构安装工作量,减少了作业耗时,有效地解决了隔离开关机构安装工序烦琐、工作强度大、耗时长的问题,其在变电站工程建设中具有较高的应用价值。

参考文献

- [1] GB 1985-2004. 高压交流隔离开关和接地开关[S].
- [2] GBJ 147-1990. 电气装置安装工程高压电器施工及验收规范[S].
- [3] 王伟宏, 相亚楠, 刘涛. 高压隔离开关常见缺陷及处理分析[J]. 电子技术与软件工程, 2015(12).
- [4] 郑荣艺. 户外高压隔离开关常见故障及维护措施[J]. 电子世界, 2013(24).
- [5] 何连兵, 周伟, 吴威, 等. 一种隔离刀闸机构安装工具[J]. 中国: ZL 2015 20136028.8[P]. 2015(06).10.

(责任编辑: 贺大亮)

电力企业计量资产管理存在问题与对策

董明明

(国网浙江绍兴市上虞区供电公司, 浙江 绍兴312300)

保障电网供应、加强电力管理已成为国家重要课题,然而,加强计量资产管理是稳固电力企业管理的切入点,目前,有很多问题存在于电力企业计量资产管理之中,对企业的运营造成了严重影响。本文对其中主要问题进行剖析,并提出相应解决对策。

1 计量资产管理的问题所在

1.1 计量资产设备购买程序科学

购买优质的计量资产设备是电力企业生产经营正常进行的前提与基础,然而目前相关管理部门及相应管理人员在购买计量资产设备时缺乏科学程序。具体表现为,购置设备时过于盲目,没有经过相应的调查研究与考证。从而导致购置的计量资产设备出现技术含量低的问题,无法满足生产经营要求,形成闲置计量资产。由于闲置计量资产所占空间巨大,从而对电力企业正常生产、经济效益造成影响。

1.2 计量资产账实不符

计量资产抽查与定期盘点中存在纰漏。在进行抽查与定期盘点过程中,没有按照相关规定与程序进行,从而可能导致计量资产不准确,无法将当前真实状况展现出来。

没有系统的采购计划。很多电力企业采购计划都不够系统,往往在没有得到相关部门批准时便进行采购。

1.3 计量资产设备更新、折旧存在问题

计量资产设备是电力企业生产水平与技术水平的前提与基础,而当前很多电力企业为了降低成本,继续延用传统的设备,没有及时对设备进行更新换代。另外,还有一些企业即使更新了设备,但平时没有定期进行维护。

受之前计划经济体制的影响,当前仍然有很多电力企业依然使用直线法进行计量资产的折旧。但受当前市场经济体制的影响,此种折旧方式显然无法满足企业实际需求。

1.4 计量资产的报废、闲置问题严重

随着科技的发展,计量资产的更新换代速度太快,从而导致设备闲置。一些电力企业为了规避监管,购买电力企业计量资产之外的设备。导致无法产生实际效益,从而出现报废、闲置的计量资产。

2 提高计量资产管理的相应对策

2.1 促使计量资产管理的目标系统化、明确化

成本决定着整个企业的经济效益,所以要从计量资产

整个生命周期进行优化、关注,在确保质量的同时,保障经济效益的最大化。

效率高低直接决定能否满足企业的实际需求,效率的提高须从维护、运行、检查、运输、仓储、购买、需要等方面入手。

准确可靠主要确保计量的公平性、公正性、准确性、可靠性,这是电力企业最基本的社会责任。然而,上述的实现需要电力企业保证计量器具的优质、量值传递的准确性。

2.2 确保计量资产管理方案的科学性

明确化计量资产管理对象的范围,具体将电能表、负荷控制终端、电压互感器、电流互感器、电能计量箱、计量封印、联合接线盒等设置为企业的计量资产。

提高计量资产管理、监控水平,具体从计量设备购买到报废整个业务流程进行管理模式的优化,须从计量资产的全方位考核与评估入手,且采用多样化的管理手段,以实现监管水平的提高。

2.3 提高计量资产管理的技术水平

计量资产管理技术水平的提升主要应两方面入手,其一,对计量部门比较落后的装备进行更新换代,且定期对装备进行维护;其二,确保计量人员的工作水平。定期对计量人员进行工作培训,以强化其专业技术,提高整体人员的综合技术水平。

2.4 采用标准化的计量资产管理措施

以法律为依据,进行电力企业计量资产的标准化管理,通过法律确保整个计量活动的合理性、合法性。

针对各个环节制订明确的计量资产标准,确保监管过程中有相应的判断依据。

各个部门制订严格制度,将责任落实到个人,设置相应的奖惩制度,且各个部门之间须保证沟通的流畅性,从而提高企业整体计量资产管理水平。

3 结束语

目前,电力企业计量资产管理过于注重成本、设备性能及计量设备实物等方面管理,造成资产价值管理的缺乏。要想改变当前的问题须从计量资产管理的目标、方案、技术水平、管理措施等几个方面入手。

(责任编辑:贺大亮)

面向物联网技术的电力设备状态检修

刘青青, 翟英姿

(国网山东金乡县供电公司, 山东 金乡 272200)

1 检修流程

对于基于物联网的电力设备的状态检修应该严格按照流程进行, 这样才能真正达到要求。首要步骤就是要对信息进行科学分析和处理, 从电力设备自身状态来看, 主要分为正常状态、异常状态和故障状态3种形式。正常状态指的是电力设备自身整体或者局部没有缺陷, 或者是即便有缺陷但是不会影响到设备正常运转。异常状态指的是会对电力设备状态发生量产生变化, 电力设备性能劣化, 此时电力设备仍然处于运行状态。故障状态自身则是包含了早期故障、功能性故障、严重故障以及破坏性故障3种形式。

在判断电力设备处于检修状态就是要结合分析结果来制订检修计划。物联网的信息分析处理过程主要包含报警信息处理、信息确认、故障转嫁分析系统。在这个过程中故障专家分析系统是其中最为关键的环节。该系统实际上就是以电力设备信息状态监测为基础, 利用和对比专家知识库中存储的大量专业领域知识和经验来提取电力设备运行状态的物联网获取状态信息。获取信息之后还要模仿人类专家思维来对信息进行推理和判断。根据故障发生原因和性质来给出结论, 从而指导维修检测。

辅助决策主要是包含设备试验报表和统计资料的生成、检修措施辅助决策和检修报告的生成以及检修效果评估这三个环节。通常情况下在检修完成之后检修人员还必须要将设备试验参数指标输入到数据库当中, 经过对比之后给出检修效果评判值。

在电力设备状态检修中感知层的主要作用是获取电力设备状态检修信息, 通过该层得到状态检修所需资料、数据和信息物联网中的网络层是“桥梁”, 采用光纤通道连接感知层和应用层, 将资料、数据和信息提供给决策分析系统, 结合设备本身基础信息、历史数据, 重点监测的设备还要由人工进行更进一步的专门试验, 最终形成设备评价资料, 为故障判断提供依据。

2 基于物联网状态检修体系的构建

在新形势下基于物联网的状态检修体系的构建实际上直接关系到电网运行状况。在实际构建过程中主要是要构建起以带点检测为主的状态检测体系, 这一体系应该是由

感应层、网络层以及应用层组成。在这一体系中感应层是变电设备各种状态量信息的获取方式, 在获取信息之后则是要通过网络层把数据传输给应用层, 之后应用层进行相应运算最终获得设备状态。

感知层构建。感知层构建是非常重要的环节。现在的物联网技术主要是要利用监控技术、各种传感器、GPS以及M2M等终端技术来实现感知。感知层首先是要获得电力设备数据信息, 之后利用蓝牙、二维码或者RFID来实现传输。

网络层构建。电力系统自身实际上是有一整套完善的网络系统的, 从当前的实际形势来看, 主要是以IPv4网络为主, 但是在物联网体系的快速发展和应用背景下, 信息通信和继电保护对于电力通信网络的要求越来越高。为了满足这种要求就必须要通过现有IPv4网络或者是IPv6网络来进行通信, 这样做对于缓解IP地址资源紧张问题有重要意义。

应用层构建。在电力设备状态检修体系当中应用层是居于核心地位的, 对于应用层的构建必须要引起高度重视。应用层的主要工作就是要把感应层采集到的各种数据进行有效分析归类, 同时对设备状态进行专业评价, 最终形成检修决策并反馈到感应层。

3 电力电缆状态检修

电力电缆对电力设备的正常运行会造成一定影响, 因此就必须要保证电力电缆能够实现正常运行。对于电力电缆状态的检修主要是采用温度测量技术。电缆故障同温度有密切关联, 在温度测量中当前主要采用的是基于物联网技术的光纤光栅温度传感器, 通过采用这样一种传感器将能够实现对目标的温度准确快速的测量。不受距离影响、无连接损耗、适应电缆弯曲是温度测量法的明显优势。通过专门测量将能够及时有效得到反射波波长, 经过详细对比之后就能够获得所测对象温度。

本文对网络层的构建方式进行了合理规划, 对应用层的核心——状态评价系统构建进行了详细讨论, 提出了基于物联网的变电设备状态检修体系的构建需要具备的技术条件和具体方式。

(责任编辑: 贺大亮)

10 kV配电网变电运行事故的技术处理

郭宇

(国网上海浦东供电公司, 上海 浦东 200122)

1 自然灾害事故的技术处理防控措施

1.1 防雷技术处理防控措施

10 kV 配电网变电运行的自然灾害事故主要为雷害事故, 所以一定要做好线路防雷措施, 具体来讲需要给出以下 5 点技术处理防控措施。

第一, 要提高变电运行线路的局部绝缘水平。就目前来看, 10 kV 架空导线所采用的普遍为绝缘导线材质, 这种材质中主要是聚氯乙烯, 它的电气绝缘性相当优越, 而且能大幅度提高 10 kV 变电运行投资效益。一般在实践过程中多会采用加厚局部绝缘层方式来有效提升线路绝缘强度。考虑到某些山区可能存在配电网线路需要穿越树木等障碍, 在雷暴天气更容易受到雷害灾害影响, 所以应该考虑为线路外部增加绝缘线外加橘黄色绝缘保护套, 为线路提高局部绝缘能力。再者, 这种有色绝缘保护套还有一个好处就是如果线路任何阶段发生绝缘损坏或直接被雷害事故击穿, 保护套上就会出现明显损伤点, 这非常有利于技术人员线路巡查时发现问题, 提高线路绝缘安全防护水平。

第二, 要安装过电压保护器, 这也是 10 kV 变电运行防雷的最佳保护工具。在实际雷害事故中, 一旦雷电击中导线, 它就会形成金属性电弧放电为主的短路电流。过电压保护器可以利用它的不锈钢引流环来改变 10 kV 工频续流波形, 将原有的 kA 级工频续流逐渐引导到氧化锌电阻非线性限流元件位置, 工频续流也会转变为尖顶波, 避免短路电流对导线造成过电流伤害, 同时调整线路形式与保护间隙, 以此来达到释放冲击电压的目的。再者, 也可以通过限流元件来有效释放雷电冲击电流, 达到线路安全保护目的。

第三, 配电变压器在防雷措施方面应该按照标准规程要求来配备避雷器, 并同时满足接地电阻标准规程需求, 保证其接地电阻始终不应该大于 10Ω 为最佳。

第四, 柱上开关也要做好防雷保护, 由于 10 kV 配电网线路中存在大量开关刀闸, 非常方便负荷的灵活投切, 这对提高线路可靠性作用很大。所以应该在配电变压器两侧部位安装避雷器, 一旦发生雷击, 就能形成安全可靠的防雷保护措施, 保护开关刀闸不会被雷击损坏, 当然, 技术人员也必须同时做好安全巡视工作, 时刻保证柱上开关安全。

最后, 对电缆分支箱的防雷保护要做到灵活, 以适应当前城乡电网利用的灵活性要求, 特别是要满足电缆分支

箱的出现插接条件。例如在环网供电系统中, 应该充分考虑防御感应雷过电压问题, 结合 10 kV 配电网变电运行实际状况来做好防雷保护工作。而如果网络中存在架空及电缆混架方式则要考虑在架空线路两侧来分别安装避雷器保护装置。避雷器的选择主要以无间隙金属氧化锌材质为主, 因为这种材质的避雷器具有防污染、防爆及耐腐蚀特性, 而且它的密闭性也相对最好。

1.2 防线路舞动技术处理防控措施

在防线路舞动技术处理防控方面, 应该以气象条件考量为首要目标, 尽量避免那些易于产生舞动的覆冰区域, 在线路走向基础上强化防舞设计, 加装相应防舞装置, 例如空气稳定器。空气稳定器能够干扰舞动导线附近的气流进而有效防治覆冰, 抑制舞动产生。另外防舞设计中还加入了扰流防舞鞭, 它具有一定的耐腐蚀性、刚性以及热塑性, 是典型的金属与非金属材料混合绞成型防舞装置。它的基本运作原理就是通过导线缠绕金属塑料来制成一种螺旋状物体, 达到改变导线覆冰后断面形状的目的。这些线路导线会在覆冰发生以后引起空气动力效应以达到制约相互干扰的功能, 这就可以直接破坏舞动条件, 避免舞动现象发生。

2 设备本体事故的技术处理防控措施

10 kV 配电网变电运行设备本体也应该做好相应预防工作。以电缆为例, 应该优先选择那些质量优质的电缆本体, 保证它的绝缘层、护套层厚度均匀足够, 并在设备入库前就完成检验工作。在电缆敷设过程中, 也应该采取相应措施来确保电缆外皮不会受到损伤, 同时保证其弯曲半径符合设计要求, 尽量避免设备支架棱角、尖刺部分刺穿电缆。在电缆拖动过程中要保证速率缓慢平稳, 不要强行拖放电缆, 这样会导致电缆外皮及内部绝缘损伤。

3 结束语

本文主要针对 10 kV 配电网线路变电运行的自然灾害问题及设备本体问题进行了分析, 提出了针对性的安全运行保护措施, 希望在技术处理层面上优化其防控措施, 减少事故发生的可能性, 保证 10 kV 变电运行在安全稳定的运行状态下更好为地方经济建设服务。

(责任编辑: 贺大亮)

■ 特高压复合外套真型高抗回路成功通过抗震试验

近日，特高压交流复合外套型避雷器和复合外套型电压互感器设备联合抗震和减震试验在上海成功通过，标志着我国在复合外套设备抗震方面的研究工作取得了重要成果，为后续高烈度地震区特高压变电站设计和设备选型、抗震技术研究提供了依据。

2017年3月8—14日，联合抗震和减震试验在同济大学进行，是世界首次真型特高压交流复合外套设备实际连接状态的地震台试验，管母高度达18.15 m，跨度为8.5 m，试验用设备、支架、管母、金具等均采用工程实际供货产品，复合外套型特高压避雷器和电压互感器分别由南阳金冠电气有限公司和西安西电电力电容器有限责任公司提供。试验水平加速度达0.5 g（9度地震设防），采用两个振动台组成的台阵系统，试验验证了高抗回路系统和设备抗震设计，试验结果和抗震计算结果吻合较好。

我国是地震多发国家，变电设备抗震能力直接关系到电力安全可靠供应。特高压变电站出线高抗回路避雷器与互感器作为管型导体的支撑构件，减少了设备数量和占地面积，因此对有关设备的机械强度提出了新要求。为了研究复合外套避雷器与互感器在地震作用下的相互耦合作用，在开展设备单体抗震试验外，还要通过设备联合抗震真型试验来验证。

来源：国家电网公司

■ 国网上海电力完成多类电动汽车充电桩测试

4月21日，国网上海市电力公司完成了上海多区域多类型的电动汽车充电桩测试工作。本次测试是公司到目前为止针对上海市内电动汽车充电桩开展的最大型全面的一次空载损耗及电能质量测试。

国家电网公司目前高度关心大量充电桩的运行特性。上海是电动汽车市场发展的前驱城市，国网上海电力利用该优势在国内领跑电动汽车测试研究工作。为了圆满完成测试，实现测试对象的多样性，公司在测前做了精心的计划安排，提前考察现场，考虑天气条件，反复考究测试选点方案与方法。测点既有轿车充电桩，也有大巴充电桩，设备型号各不相同，形式上既有一体式，也有分体式，类型上有快充桩和慢充桩，总测点多达39个。测试获取了电动汽车充电桩设备在不充电状态下的空载损耗数据，做出了损耗评价，掌握了其对电网电能质量的影响。

来源：国网上海市电力公司

■ 南方电网首个智能操作机器人投入运行

近日，南方电网首个智能操作机器人——“阿童木”在中山供电局投入运行。据了解，该操作机器人是南网首例，也是行业首创，已经成功申请了一项发明专利和三项实用新型专利。“阿童木”可以自动完成10 kV开关紧急分闸操作，包括应急情况下的紧急处理。据了解，“阿童木”标志着电网智能机器人正式从自动巡检“进化”为可以自动操作或遥控操作的设备，是电网智能机器人性能上的一次质的飞跃。

来源：《中国电力报》

■ 国网北京电力建成输变电智能安防管控系统

4月11日，国网北京市电力公司完成了会都110 kV变电站智能安防管控系统建设工作。国网北京电力针对电力设施环境风险，以提升北京电网安防反恐能力为目标，设计建设输变电智能安防管控系统建设，其建设方案在电力行业安防反恐领域属首创，建设完成后可达到航空安全级安防反恐水平。

国网北京电力输变电智能安防管控系统由主站中心、变电站前端和输电线路前端三部分组成。变电站前端部署热成像周界防范摄像机、视频监控摄像机、门禁、入侵探测传感器、LED灯光及报警呼叫系统等，输电线路前端部署图像监控、激光探测及配套太阳能供电系统等，主站中心部署服务器及平台软件，实现对前端视频和报警信息的集中管理、统一查看、联动控制和智能分析。该系统通过电子地图，以可视化方式直观展现前端监控信息，可实时查看点位的视频、监控录像、报警信息、布防状态等，可以远程控制灯光和防区布防、撤防等操作。

输变电智能安防管控系统的建设，能够使北京电网实现对直供变电站和输电线路安保防恐的“3个覆盖”（监控视频全覆盖、出入控制全覆盖、入侵探测全覆盖）“2个联动”（报警联动灯光、定位联动视频跟踪）和“1个大数据分析”（智能分析）。在异常闯入发生时，前端设备能够及时发现入侵情况并向主站中心报警，主站中心显示实时画面并发出控制指令，启动LED灯光警示及喊话，第一时间警示和威慑闯入人员。同时，视频监控对入侵人员实时跟踪拍摄，记录全过程。主站采用强大的后台数据处理系统，能对所有监控信息进行大数据智能分析，可以根据分析结果制定针对性措施，持续优化和提高系统安保水平。

来源：国网北京市电力公司
（责任编辑：贺大亮）



提出问题，搜索答案。



远程开启应急功能遇到的问题?

在应急功能远程开启时出现下列错误提示，请问一般是什么问题。

1. 电表否认密码错 / 未授权。
2. 身份认证失败。
3. 终端不在线。
4. 终端没有返回电能表数据。

zhaohongjie : 1. 电表否认密码错 / 未授权: 采用 02/04 级密码同电能表通信，密码不正确。
 2. 身份认证失败 : 采用加密机同求出密钥后同电能表通信，首先要身份认证，但获取密钥同电能表密钥不匹配。
 3. 终端不在线: 主站在系统中找到终端但终端没有连接主站。
 4. 终端没有返回电能表数据: 如果采用加密透传电能表数据需要主站同加密机，同电能表多次通信才可完成一次真正的要求的数据。

怎么确定电能计量点 ?

宁静以致远: 贸易结算用的计量点，原则上设置在购售电设施产权分界处，当产权分界处不适宜安装电表计量装置时，应由购售电双方或多方协商，确定电能计量点位置。

考核用电能计量点，根据需要设置在电网经营企业或者供电企业内部用于经济技术指标考核的各电压等级的变压器侧、输电和配电线路端以及无功补偿设备处。

二台变压器的无功调整电费能否合并计算 ?

有一个用户二台变压器 (500 kVA、125 kVA)，500 kVA 采用高供高计、125 kVA 采用高供低计，二台变压器的无功调整电费能否合并计算。

zhaohongjie : 应该不可以，无功调整和采用需量的基本费一样，都是每个变压器单独计算的，合计不行。

长江渔夫: 高供高计、高供低计，二台变压器的无功调整电费不能合并计算。计算方式不对。

zhaohongjie : 每台变压器的基本费和力调是单独计算的。

yk54071503: 计量方式不同，供电方式还是一致的。不过是计算变压器损耗的方式不一样。当电量折算到高压侧以后，功率因数考核值，功率因数考核电费还是一样的。

高供高计用户，三相三线，C相电流是A相电流的一半，应从哪些方面考虑?

yk54071503 : 电流互感器倍率是否有误，电流回路接线是否有错或故障。

Kuang121 : 如果互感器是双变比抽头，可以停电检查 A、C 相从互感器引向电表是同一个变比吗，顺便用万用表对下个变比二次线看标记头是否带错。还要看 2 个变比中间二次接线有没有短接线或连片。

(责任编辑: 贺大亮)