

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2014.06.026

低压配电设备故障诊断及运行监控系统

吴宇红, 章建森

(国网浙江德清县供电公司, 浙江 德清 313200)

摘要: 针对德清电网低压配电设备故障抢修压力重、抢修速度慢等问题, 提出了一种低压配电设备故障诊断及运行监控系统的设计。首先, 低压配电监控设备通过有关传感器获取配电柜进出电缆线表面温度、电缆沟水位等数据, 并由短信终端实现了实时数据采集, 然后利用短信终端内置设备参数设置进行数据运算、对比和分析, 最终诊断出了低压配电设备故障(告)警信息, 该信息经 GSM 和 GPRS 无线网络双通道同步传送, 实现了低压配电设备的远程故障诊断和运行监控。系统运行结果表明, 该方法达到低压配电监控设备临近故障的预警和故障后的告警信息实时传递, 同时也实现了温度上限和水位上限的低压配电箱(柜)的供电回路自动隔离和自愈技术, 提升了农村公变的安全防护水平。

关键词: 低压配电; 故障诊断; 运行监控

中图分类号: TM247; TM7 文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2014)06-0795-05

System of fault diagnosis and operation monitoring for low-voltage distribution equipment

WU Yu-hong, ZHANG Jian-sen

(State Grid Zhejiang Deqing Power Supply Company, Deqing 313200, China)

Abstract: Aiming at heavy burden and low efficiency of fault repairing for low-voltage distribution equipment of Deqing power grid, a method for fault diagnosis of low-voltage distribution equipment and design of operation monitoring system was proposed. Firstly, some data such as surface temperature of inlet-outlet line in the distribution box and the water level of cable trench were measured by using corresponding sensors integrated in the monitoring device for low-voltage distribution equipment, and data acquisition was realized by using short message terminal. Secondly, data operation, comparison and analysis utilizing the build-in equipment parameter of short message terminal was performed. Finally, fault forecast/alarm messages synchronously were transferred through GSM and GPRS dual-channel wireless network. The results of the processing of the system indicate that the method realizes faulty forecast and real-time transmission of an alarm message for low-voltage distribution monitoring equipments. Meanwhile, auto-isolation and self-healing technologies for the power supply circuit of low-voltage distribution box about upper limit of temperature and water level have been invented. Consequently, the safeguarding level of public transformer in a rural area has been improved.

Key words: low-voltage distribution ; fault diagnosis; operation monitoring

0 引 言

低压配电设备是电网系统的重要组成部分, 其运行正常是保证低压电网安全、可靠供电的关键所在。但低压配电网具有点多、线长、面广的特点, 管理难度较大, 又由于配电负荷波动很大, 越限值或突变量很

难设定, 对低压配电设备的运行维护、故障诊断和监控一直是国内电力系统研究的热点之一^[1]。文献[2]基于 MODBUS 通信协议设计低压配电监控系统, 重点是现场总线和配电技术相结合的智能开关柜的研制。文献[3]基于疏失误差的单传感器改进型分批估计数据融合算法, 实现了电力变压器实时在线故障诊断。文献[4]讨论了低压配网多功能无线远程监控的

收稿日期: 2014-01-03

作者简介: 吴宇红(1968-), 男, 浙江德清人, 主要从事农网配电及相关方面的研究。 E-mail: dqnd@163.com

实现和基于 GSM 无线网络的管理信息系统的技术构成,将该系统应用于低压配网管理自动化中,尤其是无功补偿装置和剩余电流动作保护器的远程自动监控。文献[5]融合溶解气体分析法(DGA)和RBF神经网络,对变压器常见故障进行了初级诊断。文献[6]将变电设备故障诊断专家系统集成成为SCADA/EMS系统中的一部分,实现了变电站作为整体进行分布式在线监测和故障诊断的功能。文献[7]利用安装在断路器上的FTU装置,在线检测线路运行状况,特别是对单向接地故障点的检测效果较好。

国网浙江德清县供电公司目前拥有农村公变3 137台,供电客户为15.62万,农村电工314名,全县3个供电所和8个供电服务站,管辖7 082条低压出线,841台空气开关,6 241台剩余电流动作保护器,5 931台交流接触器,21 246只熔断器,2 925套无功补偿装置。由于设备类型多、人员配置紧凑,导致该公司低压配电设备运行维护、故障抢修压力较重,故障抢修平均时间72.45 min,如果遭遇大面积多点故障,将难以应对。因此,迫切需要依靠先进科技手段,设计开发低压配电设备故障诊断及运行监控系统,通过实现远程故障诊断与故障预(告)警技术,加快故障抢修速度,并实现低压配网设备监控智能化。

本研究提出一种低压配电设备故障诊断及运行监控系统的设计方案。

1 系统设计思路

根据目前在装农村低压配电柜特点,应重点梳理需要远程监控的配电设备,针对经过农网改造和新农村建设后还未安装智能监控设备的部位进行集中改造。如用电采集系统已经实现远程监控计量装置的故障与远程抄表功能,低压配电柜连接点已大量使用母排,连接点比以前更加可靠,故障率下降较多^[8]。因此目前还未做到远程监控的部位,一是低压进出电缆线连接处监控。该连接处在实际应用中发现发热、烧坏故障率较高,如果出现发热烧毁事故,往往是整条低压进出电缆线报废。二是无水位监控装置。鉴于该公司在2012年7月17日晚遭遇“集中特大雷暴雨”的袭击,多座低压配电室(柜)电缆沟积水,以至座落于地势低洼的农村地区低压配电室电缆沟积水配变达21.3%。三是无功补偿装置无监控。目前使用的智能公用配变监测系统中对无功的过补(欠)实现了远程监控,但装置本身的故障还未达到诊断。四是台区经理巡视监管。台区经理巡视到位率按如今管理模式很难,也无记录可查,而日常巡视低压设备是早期

故障隐患发现与排除最有效的手段。五是剩余电流动作保护器管理。智能型剩余电流动作保护器由该公司于2010年通过科技创新在生产中推广应用,而浙江省电力公司2013年在全省进行推广,但在实际运用过程中,发现一体式或分体式剩余电流动作保护器与交流接触器配套使用时无早期故障诊断功能。

德清县供电公司从2010年的科技创新课题入手,一是开发远程监控设备,设计和开发低压配电柜短信终端(以下简称为短信终端),解决故障诊断与预警信息传送能力;二是大胆应用传感器技术,将温度传感器和水位传感器应用于农村公变低压配电柜中,解决电缆线表面温度与电缆沟水位远程监控问题。三是节约成本,将原投入运行的智能设备通过升级融入监控范围,解决智能设备集中管理问题。四是拓展智能设备投入,将成套购置的自动无功补偿装置和读卡机等小装置接入监控范围,解决提高智能化程度^[9]。五是重点研究设备自动保护措施,通过故障诊断结果,解决遇高危害设备运行的故障采取自动隔离和自愈功能^[10]。六是开发远程监控系统,设计和开发低压配电设备故障诊断及运行监控系统(以下简称为监控系统),解决值班抢修人员对接收到故障预(告)警信息后,核实数据与定位作用,同时解决根据上报数据进行第二轮的故障诊断,确保故障预(告)警信息无漏报。系统实时采集数据图如图1所示。

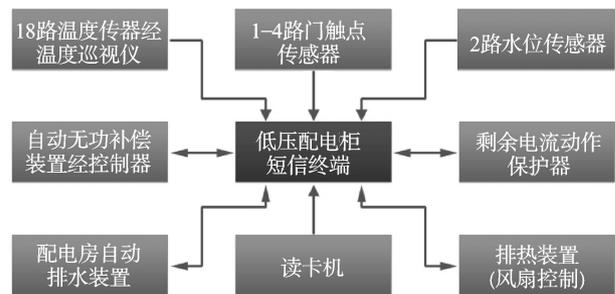


图1 系统实时采集数据图

2 低压配电监控设备与故障诊断技术

2.1 低压进出电缆线表面温度监控与故障自动隔离技术

该系统在每条低压出线电缆A、B、C、N相与RTO熔断器连接处安装温度传感器,进线安装于变压器低压侧A、B、C、N相与电缆连接处,实时采集温度测量数据。经温度巡回检测仪转换成上报数据与短信终端内置预设值进行对比与分析,遇下限值发送短信和监控系统预警信息,达上限值发送对应出线分离剩余电流动作保护器指令及短信和监控系统告警信息,实现

出线电缆故障隔离。

2.2 电缆沟水位监控与故障自动隔离技术

该系统在电缆沟内安装下(上)水位两组传感器、短信终端、剩余电流动作保护器、40 A交流接触器、电缆沟积水槽和潜水泵设备,组成电缆沟水位监控和自动隔离装置。该装置实时监测下(上)水位传感器开关量变化,遇下位传感器开关量闭合,由终端发送短信和监控系统预警信息,并接通40 A交流接触器线圈,潜水泵启动并开始自动排水。如果水位继续上升至上位传感器,则短信终端立即发送断开柜内所有剩余电流动作保护器分闸指令,达到保护该座配电设备免遇水位上升至熔断器与电缆连接处发生短路而烧毁整座低压配电设备的事故。如潜水泵排水起效果,水位下降,该套装置还具备根据下(上)水位传感器开关量变化自动停止潜水泵工作和恢复低压出线供电电源的技术,从而实现了电缆沟水位实时监控和自愈故障点的功能。温度与水位传感器的控制接线如图2所示。

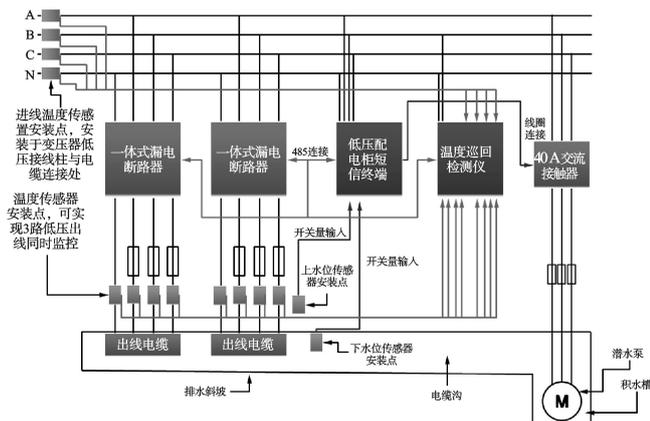


图2 二路出线的温度传感器与水位传感器控制接线图

2.3 远程自动无功补偿监控和故障诊断技术

系统通过安装在低压配电柜上的A、B、C相总电流互感器,实时采集电流经低压无功综合测控装置进行运算和分析,根据受控物理量的无功功率、无功电流、功率因数、电压、时段进行自动投切控制并将每次动作结果经RS485通信接口发送至短信终端,再由短信终端将数据传送至监控系统。而实时采集的数据与短信终端内置预设值进行数据对比,遇数据变化超或低于预设值时,根据故障诊断分类给出故障原因,再通过短信终端发送短信和监控系统预(告)警信息。

2.4 防盗监控与巡视签到组合装置技术

短信终端、1~4组门触点开关和读卡器组成防盗监控与巡视签到装置。门触点开关安装于配电房大门内侧或箱变计量单元与出线单元门闭处。本研究利用大门或柜门开启门触点开关分离,将开关量数据

经短信终端转换和储存,同时短信终端内置压电陶瓷片立即发出“嘟嘟”的报警声。巡视员在1 min内在读卡器上刷员工卡,可立即解除防盗报警信息,并通过读卡器将员工工号、巡视时间经短信终端GPRS模块上报至监控系统,存储在巡视到位记录表中。如果1 min以后或未使用员工卡刷卡,由短信终端发送短信和监控系统防盗报警信息。

2.5 剩余电流动作保护器远程故障诊断技术

剩余电流动作保护器、零序互感器、出线电流互感器、交流接触器和短信终端组成剩余电流动作保护器远程故障诊断装置^[11]。根据剩余电流动作保护器动作分离,台区经理和监控系统实时接收到剩余电流动作保护器跳闸信息及动作状态、出线电流值、漏电电流值与短信终端内置储存的动作前采集数据进行对比,对比结果为“1”时,即发送短信和监控系统装置告警故障信息。如果对比结果为“0”时,表示该装置投运和分离动作正常。

2.6 智能低压配电设备故障诊断及运行监控系统设计

监控系统采用目前主流的J2EE框架开发^[12],系统模块分运行监控、故障预警、故障诊断、漏保管理、终端管理、无功管理、防盗管理、温度监控、水位巡视、报表管理及系统管理共11个模块。运行监控模块是加载本地数据的地理信息地图上绘制10 kV线路图,并经过经纬坐标定位公变标注监控节点,通过实时运行上报预(告)警数据使监控节点变色提醒,监控员只需双击公变节点,即可进入使用一次接线图的故障诊断模块,而该模块各监控节点也是根据监控设备上报数据进行变色预(告)警提醒。系统模块构成如图3所示。

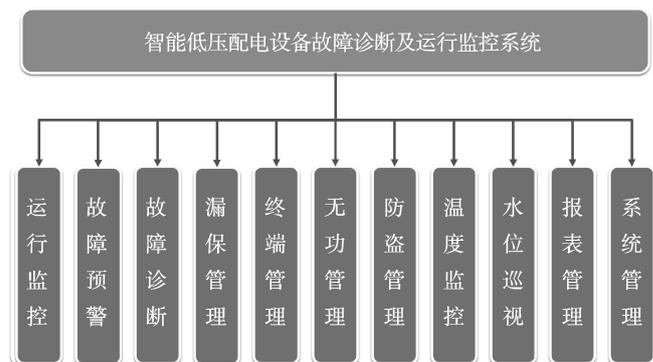


图3 系统结构图

3 低压配电柜短信终端设计

3.1 低压配电柜短信终端技术方案

短信终端实时采集配电柜低压进出电缆线表面温度数据,电缆沟水位开关量数据,自动无功补偿装

置电流、电压、负荷及功率因数数据,门触点开关量数据,读卡器刷卡数据,剩余电流动作保护器的开关量、出线电流、零序电流、分(合)闸信息等数据。短信终端内置锂电池作为后备电源,配变失电后,短信终端在一定时间内仍然具备与主站、台区经理和值班抢修手机通讯功能。

告警手机设置可以存储1~4个手机号码,当设置有效时(设置不发送即关闭短信通讯功能),可以实时将监控设备诊断处理后预(告)警信息自动向手机发短信。1~2号手机号码可以远程遥调短信终端设备参数调整和设置,3~4号手机号码只能查询短信终端内存的监控设备实时数据及设备参数设置数据。

3.2 低压配电柜短信终端软件设计方案

短信终端软件分设备参数设置、设备时钟设置、告警手机设置、配变参数设置、温度测量设置、水位巡视设置和终端通讯设置7个模块(软件结构图如图4所示),通过对短信终端各监控设备的参数设置,遇内置预设参数变化,触发GSM模块和GPRS模块发送短信和上报数据,实现对监控设备的故障诊断及故障判断功能^[13]。

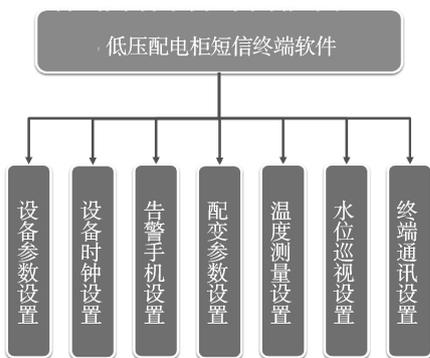


图4 短信终端软件结构图

短信终端数据查询模块分供电三相电压和总电流数据,无功补偿1~5组投切数据、无功功率因数、无功功率、有功功率数据,1~3路低压出线电缆线表面温度、低压进线电缆表面温度,1~4路剩余电流动作保护器运行状态、漏电电流、出线电流数据等6个模块,可以查询各监控设备的实时上报数据。

4 系统联网运行效果

4.1 故障诊断的快速性

通过自主研发的短信终端,本研究利用监控设备与短信终端直接连接和4 s~10 s的数据循环传送以及短信终端内置软件分析,达到每组被监控设备的故障诊断周期在10 s以下,实现了首轮故障诊断快速性。

4.2 上报数据的完整性

本研究在应用期间设计开发数据自动校对功能,可以自动核对数据库存储的上报数据,如果发现漏报,则直接补召短信终端内置存储器存储数据来弥补,从而达到监控系统收集数据的完整性,也为监控系统的数据分析提供详细真实数据源,保证监控系统第二轮故障诊断的正确性。

4.3 故障信息传送的及时性

监控设备与监控系统上线后,改变了以往终端只负责数据采集与上报,由监控系统完成故障诊断和预警信息方式,缩短了原终端数据传送到远方服务器后再进行故障诊断的时间,同时利用短信终端的GSM与GPRS模块双通道传送故障诊断预警信息,解决了网络通讯和漏报问题。

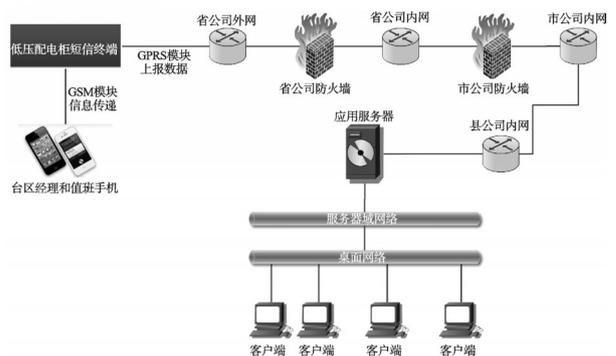


图5 故障诊断数据传送拓扑图

4.4 预警信息的准确性

从2012年11月份开始,在乾元、武康和新市3个供电所安装和升级49台公变运用以来,设备和软件运行正常。截至2013年12月止,根据系统数据统计结果,系统共接收到防盗告警信息29起,温度预警信息21起,三相不平衡预警信息1 521起,剩余电流动作保护器预警信息52起,水位预警8起(其中2起是强台风“菲特”影响,梅雨季节6起),低压出线断相39起,无功欠(过)补1 564起,低电压41起,过电压54起。根据预警信息及时对设备故障的排除,49台公变未发生一起设备烧毁和损坏事故,供电可靠率从原98.6%提升至99.8%,电压合格率从原99.2%提升至99.98%,剩余电流动作保护器跳闸频率从原7 038起降低至690起、闭锁2 815起降低至92起。利用遥测、遥控和遥调技术出工从原5 962次降低至951次,平均每台公变每月9.35次的运维任务降低至1.49次,故障抢修平均时间从72.45 min降低至28.9 min。

5 结束语

该公司的低压配电设备故障诊断及运行监控系统

统从设计开发到应用至今已逐步成熟,实现了基层站所由每月低压配电设备巡视转变为远程监控和调阅运行数据的智能化管理,提高了该公司在农村公变低压配电设备维护的主动性、及时性和准确性。同时,利用故障预(告)警信息双通道实时传送、接收和故障自动隔离、自愈技术,优化了低压配电设备运行的安全性,提高了长期供电可靠性。随着供电企业信息自动化不断完善,该公司还将对该系统不断改进、升级,保持持续提升和深化应用。

参考文献(References):

- [1] 曹孟州. 供配电设备运行、维护与检修[M]. 北京:中国电力出版社,2011.
- [2] 赵文龙,赵德,许光泞,等. 低压配电监控系统的设计[J]. 电工技术杂志,2003(6):47-49.
- [3] 许卫兵. 基于数据融合技术的电力变压器在线故障诊断研究[J]. 机电工程,2006,23(7):34-36.
- [4] 管爱东,郑建国. 低压配电网无线远程监控管理信息系统

- 研究[J]. 计算机技术与发展,2007,17(11):201-204.
- [5] 赵峰,刘君. 基于DGA与神经网络融合的变压器故障诊断方法[J]. 机电工程,2008,25(7):27-30.
- [6] 翁国庆,华良. 基于SCADA/EMS的变电设备故障诊断专家系统[J]. 机电工程,2008,26(10):74-77.
- [7] 冯作栋,籍立强,王新峰,等. 中低压配电网故障在线检测系统的应用[J]. 农村电工,2011,19(5):27-29.
- [8] 刘鹏,刘娜,张叶峰. 农村电力通信网组网方式[J]. 农村电气化,2013(10):38-39.
- [9] 钱新建. 智能化辅助系统在智能变电站的应用[J]. 浙江电力,2011,27(12):31-34.
- [10] 贾聚光,门亮. 基于统一采集与集中监控的智能配台区[J]. 农村电气化,2013(2):7-8.
- [11] 袁钦成. 配电系统故障处理自动化技术[M]. 北京:中国电力出版社,2007.
- [12] 桂颖,谷涛. Java开发手册[M]. 北京:电子工业出版社,2013.
- [13] 夏振华,蔡昌新,王晓爽. 远程故障诊断报警系统的设计[J]. 工业仪表与自动化装置,2010(4):62-64.

[编辑:李辉]

本文引用格式:

吴宇红,章建森. 低压配电设备故障诊断及运行监控系统[J]. 机电工程,2014,31(6):795-799.

WU Yu-hong, ZHANG Jian-sen. System of fault diagnosis and operation monitoring for low-voltage distribution equipment[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering,2014,31(6):795-799.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>

(上接第789页)

限公司、天铁热轧板有限公司等大型板卷厂得到应用。机器人卷板喷标系统应用效果如图6所示,是该系统最早在包钢股份(集团)有限公司的喷印效果。



图6 机器人卷板喷标系统应用效果

4 结束语

机器人卷板喷标系统经过多种现场工况条件和一年以上的使用表明,针对不同规格、材质的板卷,均能按照自动顺序完成作业,可以经受300℃~1000℃高温以及生成过程中出现的板卷呈塔形等恶劣条件的考验。喷印字体清晰,很好地满足了用户对板卷的标识及质量追溯要求。该系统先进程度高,标识一致性好,运行维护方便,具有较大的推广应用价值。

参考文献(References):

- [1] 雷党萍,程懿麟,何刚. 热轧板带钢生产工艺[M]. 北京:中国劳动社会保障出版社,2009.
- [2] 叶晖,管小清. 工业机器人操作及应用技巧[M]. 北京:机械工业出版社,2010.
- [3] ABB集团. ABB机器人编程手册[M]. ABB集团,2011.
- [4] 郑向华. 基于FluidSIM的清洗机器人柔性自动跟踪清洗功能设计与仿真实现[J]. 液压气动与密封,2013(2):83-84.
- [5] 晏祖根,王瑞泽,孙智慧,等. 四自由度并联机器人运动学分析[J]. 包装与食品机械,2013(2):34-36,57.
- [6] 徐忠,王万良. 基于Profibus-DP的远程数控系统通讯研究[J]. 机电工程,2009,26(2):42-45.
- [7] 蓝丽,李红星. 基于Profibus-DP现场总线控制系统的集成[J]. 微计算机信息,2007,23(16):23-24.
- [8] 张虎,薛利军,李自田. 一种分布式远程通讯系统的实现[J]. 微计算机应用,2003,24(1):34-36.
- [9] 程金良. 不同PLC之间的通讯技术实例[J]. 宝钢技术,2005(S1):25-27.
- [10] 濮良贵,纪名刚. 机械设计[M]. 北京:高等教育出版社,2006.
- [11] 张春. 西门子STEP7编程语言与使用技巧[M]. 北京:机械工业出版社,2009.
- [12] 刘华波. 组态软件Wincc及其应用[M]. 北京:机械工业出版社,2009.

[编辑:李辉]