

低压用电客户保障系统的研究与应用

潘旭辉, 岑正军, 陈成, 任小诚, 谭志立

(贵州电网有限责任公司 凯里雷山供电局, 贵州 雷山 557100)

摘要: 为适应低压配网智能化、自动化的需求, 保证低压配网避免出现用户用电不当导致的灾害, 文章依托无线通信技术, 建立了一套低压配网用户电气量、温度监测及负荷分配遥控调节系统, 依托其数据监测可视, 异常数据自动分析、监视界面人性化等优势, 能够实现实时监测每个低压用户的用电信息, 对配变负荷进行遥控调节; 同时, 对现有终端设备进行智能化改造升级, 保证顺利接入智能控制系统; 新改造系统能够实现实时监测每个低压用户的用电信息, 不仅能达到主动出击, 将用户用电不当将要发生的灾害在萌芽状态下遏制的目的, 还能够准确掌握客户实际负荷, 对配变负荷进行遥控调节, 保证配变及配电设备合理可靠运行, 文章研究工作对配网扩建等技改项目提供有效、准确的理论依据。

关键词: 低压用电; 在线诊断; 无线通信技术; 可视化

Research and Application of Low Voltage Power Customer Support System

Pan Xuhui, Cen Zhengjun, Chen Cheng, Ren Xiaocheng, Tan Zhili

(Guizhou Power Grid Co., Ltd. Kaili Leishan Power Supply Bureau, Leishan 557100, China)

Abstract: In order to meet the needs of intelligent and automatic low-voltage distribution network, and ensure the low-voltage distribution network to avoid the disaster caused by improper user power consumption, this paper establishes a set of low-voltage distribution network user electric quantity, temperature monitoring and load distribution remote adjustment based on wireless communication technology. The system, relying on its data monitoring visual, automatic analysis of abnormal data, humanization of monitoring interface, etc., can realize real-time monitoring of the power consumption information of each low-voltage user, and remotely adjust the distribution load. At the same time, the existing terminal equipment is intelligently upgraded to ensure smooth access to the intelligent control system. The newly-reformed system can realize the real-time monitoring of the electricity consumption information of each low-voltage user, not only can achieve the purpose of active attack, the disaster of the user's improper use of electricity will be contained in the bud, and can accurately grasp the actual load of the customer. The load is remotely adjusted to ensure reasonable and reliable operation of the distribution transformer and power distribution equipment. The research work in this paper provides an effective and accurate theoretical basis for technical transformation projects such as distribution network expansion.

Keywords: low voltage power; online diagnosis; wireless communication technology; visualization

0 引言

随着社会经济规模不断壮大, 我国电力工业的发展水平突飞猛进。在低压配电领域, 电子通信技术不断深入融入其中, 传统配电网逐渐升级演绎为智能配电网^[1-3]。近年来, 低压在线监控技术取得的长足的发展^[4-5]。文献 [5] 利用 Winsock 技术, 基于 UDP/IP 协议, 实现了远程监控机和生产设备保护装置的通信, 从而避免了工作现场的恶劣环境, 完成对低压配电系统的远程监控。该系统经过现场调试和运行, 工作正常, 达到预期的设计目的和控制效果。为提升配网的供电质量、提高供电可靠性, 文献 [6] 结合物联网技术提出了配网在线监测系统的设计方案, 并完成了系统研发、投入应用。运行结果表明该系统能有效完成低压配电设备的状态监测及预警发布, 为后续配网的

智能化管理做好基础支撑。文献 [7] 针对传统 0.4 kV 低压配网的监控无法对整个低压配网的健康状态进行一个分析及预警的不足, 结合实际的工作经验, 对 0.4 kV 低压配网健康状态在线监测系统的应用进行分析, 对电流、电压以及温度等数据的采集与分析, 以达到对低压配网健康状态的有效在线监测及分析。

当前, 低压配网缺少对低压用户安全保障和负荷分配遥控调节的有效手段, 无法从源头上遏制用户用电不当发生的灾害。

1 相关工作

为适应低压配网智能化、自动化的需求, 本文主要建立一套低压配网用户电气量、温度监测及负荷分配遥控调节系统, 依托其数据监测可视, 异常数据自动分析、监视界面人性化等优势, 衍生出一套与之兼容的低压配网用户电气量监测及负荷分配遥控调节系统, 能够与营配监测指挥平台数据共享, 功能联动, 实现实时监测每个低压用户的用电信息。同时, 对现有终端设备进行智能化改造升级, 保证顺利接入智能控制系统。系新设计改造的低压配网用户电气量、温度监测及负荷分配遥控调节系统, 实现实时

收稿日期: 2019-04-10; 修回日期: 2019-05-21。

基金项目: 中国南方电网贵州电网公司科技项目 (GZKJXM20160111)。

作者简介: 潘旭辉(1979-), 男, 贵州人, 高级工程师, 主要从事供电企业管理方向的研究。

监测每个低压用户的用电信息, 不仅能达到主动出击, 将用户用电不当将要发生的灾害在萌芽状态下遏制的目的, 还能够准确掌握客户实际负荷, 对配变负荷进行遥控调节, 保证配变及配电设备合理可靠运行, 提高供电可靠性, 其监测数据还可为配变增容, 配网扩建等技改项目提供有效、准确的理论依据。

2 系统整体构架与关键技术

智能电网时代下, 电力信息通信技术除了可借助信息化和自动化来对传统电网中一些缺陷进行弥补外, 还会起到提升数据传输准确度、高效性的作用^[8]。本文研究充分发挥无限通信技术在配电网中的应用基础^[9-10], 构建低压用电客户全方位在线诊断系统, 大体可分为三部分: 即系统层、通信层与终端层。

1) 系统层: 低压配电网回路拓扑结构研究, 营配监测指挥系统的扩展与数据的兼容研究, 遥测数据的交互及遥调系统的兼容和配置的研究; 配变重过载报警后, 低压用户安全保障及负荷调节控制系统能够自动分析展现用电异常用户, 并实现自动控制或人工进行负荷分配调节, 动作信息及提示及用户开关位置显示。

2) 通信层: 终端数据传输通道的研究, 多点采集, 集中汇总后信号传输通道与现有集抄通道的兼容研究, 数据交互系统的兼容;

3) 终端层: 低压配电用户电气量采集器及安装策略的研究, 低压用户安全保障控制器的研究, 能够实现一台装置多路电气量数据收集, 遥控指令多路输出, 实现安装简易方便, 占地空间最小。

通过已建成的计量自动化系统为低压用户安全保障控制器数据收集、传输、交互母体, 研发信息集中采集器及低压用户安全保障控制器与之兼容, 衍生出低压用户安全保障控制器监控系统平台。总体架构图如图 1 所示。



图 1 低压用电客户全方位在线诊断系统的总体架构图

由图 1 可知, 低压用户安全保障系统通过对表区进线负荷、线路温度及运行环境的监测, 采集各类运行数据, 进行综合分析评估, 预防火灾等各类事故的发生, 保障用户用电安全。主要通信控制流程分为三部分, 具体如下:

- 1) 电表接入智能低压断路器;
- 2) 低压断路器通过 RS-485 通讯接口低压用户信息接

入低压用户故障控制器;

3) 低压用户控制器集成 3G/4G 模块, 通过 3G/4G 网络将低压用户信息传输系统后台, 进行统一的数据显示、统计和分析。

3 监视系统软件功能设计

软件采用 Browser/Server (浏览器/服务器) 结构, 就是系统只需在集控中心安装维护一个服务器 (Server), 而客户端采用浏览器 (Browser) 运行软件, 查看、分析系统测量的数据。在 B/S 体系结构系统中, 用户通过浏览器向分布在网络上的服务器发出请求, 服务器对浏览器的请求进行处理, 将用户所需信息返回到浏览器, 对于其他请求, 如数据查询、分析、结果返回、动态网页生成、访问数据库以及应用程序的执行等工作全部由 Web Server 完成。监视系统具体功能包括如下方面:

1) 温度监测: 在监控系统上集中显示被测各点的温度值。

2) 智能诊断: 根据温度测量值、温升速率及负荷情况, 对设备健康状况进行诊断, 确定是否存在热故障缺陷。

3) 报警功能: 当诊断存在热故障缺陷时, 根据缺陷级别进行报警, 可根据不同的设备的工作环境来设置不同的告警使用标志, 告警方式有声光报警、短信报警。

4) 故障动态显示: 当被测设备温度点的位置非正常工作时, 显示故障。

5) 数据库功能: 数据库存储所有测点各个时刻的温度值, 并可进行查询, 数据通过历史曲线来显示。

6) 权限管理: 通过分配权限, 可进行相关告警设置。所有运行数据设置、修改等都需有设定权限的人员进行操作。

7) 电子地图: 操作简便、界面友好的电子地图能准确反映系统各采集站、采集点的地理位置及实时的温度。

4 硬件终端改造方案

为适应新设计的系统软件接入方案, 需要对现有终端设备进行针对性技术升级。改进措施主要涉及以下方面:

1) 对于低压台区来说, 要做到三级监测或控制, 即台区 (变压器) —— 端子箱 (分支箱或开关箱) —— 表区 (包括三相单用户表) 的三级监测。

2) 针对变压器及端子箱, 不仅需要对接断路器进出线温度、电气量 (电压、电流、谐波等, 与之前的协议相同) 进行监测; 而且当两台变压器联络供电时, 需要对两台变压器的相关断路器及联络断路器进行逻辑控制 (当只对变压器的单条或多条支路进行联络时, 一般对变压器旁边的端子箱进行改造), 以满足特殊的供电需求。

3) 对于表区来说, 要做到电气量监测、温度的监测、断路器的控制、故障保护等功能 (与之前协议内容一致)。但需要注意的是, 对于三相单用户表来说, 直接将智能断路器当做入户空开使用。

电气接线改进方案详见图 2, 具体改进措施为:

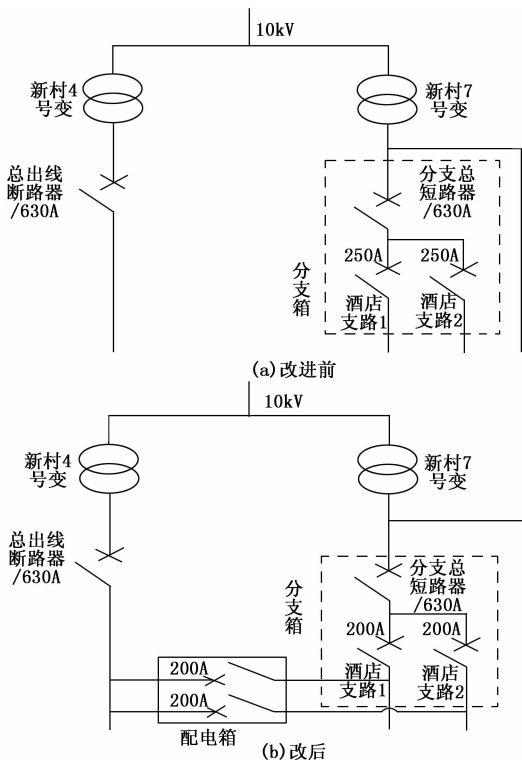


图 2 电气接线图

1) 将分支箱内原有的两个普通断路器 (250 A) 换成智能断路器 (200 A); 在分支箱旁立 1 个配电箱, 配电箱中安装 1 台低压用户安全保障控制器 (以下简称控制器) 及两个 200 A 的智能断路器, 其中新配电箱中的智能断路器充当联络开关, 且联络开关具有联锁功能 (由控制器判断), 只有当联络开关一端带电时 (不能是停电时), 才能对联络开关进行合闸操作;

2) 在 6 个断路器 (4 个智能、2 个普通) 的进、出线端各安装 3 个标准无线测温传感器, 对进出线温度进行测量 (零线不安装);

3) 在总断路器 (630 A) 的进线端的三相各安装 1 个无源复合型传感器 (需返厂更换), 进行电流采集; 另外直接对断路器的出线端进行电压、谐波采集。

5 案例展示与说明

5.1 通讯网络

低压用电客户保障系统的通讯架构与控制框图分别如图 3 所示。由图 3 可知, 传感器与安全保障控制器通过 433 MHz 无线进行通信, 智能断路器与安全保障控制器通过 RS485 及开关量接口进行通信, 在每套安全保障控制器中安装 4 G 通信模块, 所有数据通过 4 G 上传至供电局专网。

5.2 软件系统界面展示

低压用电客户保障系统主要体现在实时监测与实时控制两部分, 具有良好的可视化效果, 现场控制图详见图 4, 软件监控界面如图 5 所示。由图 5 可知, 实时监测界面主要显示系统拓扑图, 并在图上显示出所有表区与台区进出线

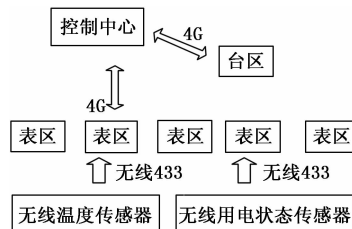


图 3 通讯架构

温度、电流、电压等参数, 并实时显示出断路器的分合闸状态与表箱门的开合状态; 而实时控制界面只要是在一次图界面可远程控制断路器的分合闸, 系统会根据不同的权限提供不同的提示信息。上述软件控制环节协同作用, 保证了产品硬件的良好运行。

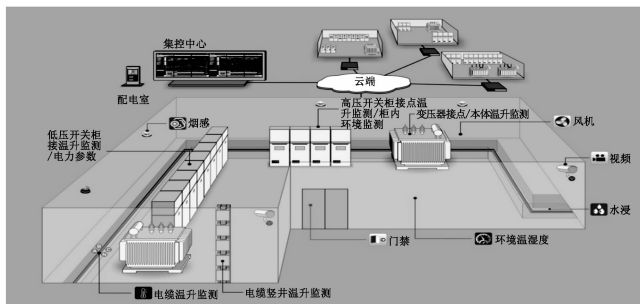
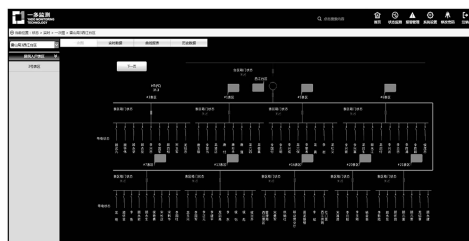


图 4 现场图



(a) 实时监测



(b) 实时控制

图 5 系统软件实时控制界面

5.3 终端硬件系统

5.3.1 智能终端设备

低压用电客户保障系统的智能终端设备展示如图 6 所示。由图 6 可知, 智能终端设备主要包含智能断路器、电源管理、低压保护控制器和二维码智能锁等核心部件, 可以集成实现温度及电气量的测量、保护、远程遥控、智能开锁、备用电源以及变压器局部检测等核心功能, 具体如下:

1) 温度及电气量的测量功能, 即可实现对总开关进出线及中性线、对用户表出线侧进行温度监测; 实现表区电表

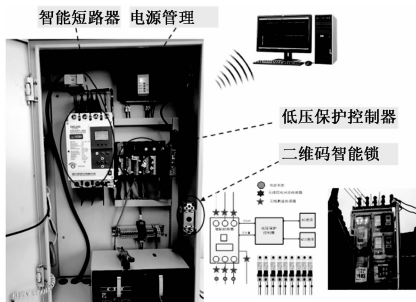


图 6 智能终端硬件效果图

电参数采集功能，包括电流、电压、谐波等；实现电流、电压的录波功能，数据可就地存储。

2) 保护功能，即可实现超温、过流、过压自动跳闸，超温报警可设置多种报警模式，包括绝对温度报警、温升变化率报警、相间对比温差报警。

3) 远程遥控功能，即通过 4 G 远程遥控表区的断路器，实现用电高峰时段的远程负荷调节。

4) 智能开锁功能，即远程授权，扫码开锁，以及状态反馈。

5) 备用电源功能，主要指保障断路器在台区断电后可分合闸一次。

6) 变压器局放检测功能，指的是实时监测台区变压器局放情况。

5.3.2 现有配电设备改造

下面以新村配电网为例进行详细说明。新村 4 号变每年最高负荷发生在 4 月，负载率仅 80%；而新村 7 号变有两条支路为酒店专线，易发生负荷过重的情况。新村 4 号变、7 号变为同杆放置，改造后希望实现如下功能：当新村七号变负荷过重或停电时，其两路酒店专线可以由新村 4 号变转供（允许远程手动操作）。

具体电气改进方案详见章节 4，改造方案中所用产品清单详见表 1。

表 1 方案中所使用的产品清单

序号	设备名称	数量	型号
1	配电箱	19	
2	智能断路器	1	DLX_CDLE6(400A)
3	智能断路器	14	DLX_CDLE6(200A)
4	安全保障控制器	11	Yado-PR-G
5	标准无线测温传感器	138	ETS-BD433
6	无源复合型传感器	34	ECT-KK10
7	无源复合型传感器	18	ECT-KK29
8	局放测试仪	1	GZPD
9	CT 互感器	11	
10	行程开关	18	
11	电池	11	

备注：配电箱 19 套中，其中 1 套为定制，18 套沿用已发货的配电箱。

变压器实施改造后，可实现如下功能效果：

1) 当新村七号变负荷过重或停电时，其两路酒店专线可以由新村 4 号变转供（远程手动操作）；其中 4 个智能断路器的分合闸状态能够远程获取。

2) 6 个断路器相线进、出线的温度监测（共 36 点）；其中 4 个智能断路器可以配合控制器实现超温、过流（此处因未安装 CT 互感器，电流范围是 100 A—250 A）、过压自动跳闸（此功能可手动取消）。

3) 2 个总断路器进线处的电流（KK-29），出线处的电压、谐波采集。

4) 控制器具有后备电源。

5) 远程能获取新加配电箱的开门/关门状态。

6 结束语

本论文以建成的营配监测指挥平台为基础，依托其数据监测可视，异常数据自动分析、监视界面人性化等优势，衍生出一套与之兼容的低压用电客户保障系统，能够与营配监测指挥平台数据共享，功能联动，实现实时监测每个低压用户的用电信息，不仅能达到主动出击，将用户用电不当将要发生的灾害在萌芽状态下遏制的目的，实现真正做到对客户负责的服务宗旨，本文研究成果为我国配变增容，配网扩建等技改项目的顺利实施提供有效、准确的理论依据。

参考文献：

[1] 包志华. 智能低压配电系统关键技术研究 [D]. 北京：中国地质大学，2016.

[2] 何瑞华. 我国智能低压配电系统发展现状与趋势 [J]. 现代建筑电气，2015，6（11）：1-6.

[3] 高玉亮. 县级供电企业中配电自动化的探索与应用 [J]. 自动化技术与应用，2015，34（2）：88-91.

[4] 张淑欣，佟为明，赵志衡. 配电自动化系统主站与子站/RTU 间通信问题的研究 [J]. 自动化技术与应用，2006，25（4）：39-41.

[5] 孔兴，徐承深，陈星. Winsock 技术在低压配电远程监控系统中的应用 [J]. 自动化技术与应用，2007，26（3）：40-41.

[6] 牛健，张迁礼，孙永欣. 基于 UV 法的 COD 在线监测方法的研究 [J]. 自动化技术与应用，2015，34（1）：80-83.

[7] 李灵勇，肖益平，曾文杰. 0.4 kV 低压配网健康状态在线监测系统的应用及研究 [J]. 通讯世界，2018（1）：166-167.

[8] 高永博. 探讨电力通信技术在电力系统的应用 [J]. 数字通信世界，2018（2）：46-47.

[9] 卢汉平. 浅述通信技术在配电自动化系统中的应用 [J]. 中国新技术新产品，2012（22）：104-104.

[10] 汪黔疆. 无线通信技术在配电自动化系统中的应用前景分析 [J]. 数字通信世界，2014（7）：1-4.