

一种新型配变监控系统防窃电功能的研究与实现

李景华, 李涛, 杜晓平, 牛庆松, 刘焕光

(山东临沂市供电公司, 山东 临沂 276003)

摘要: 针对当前配电网的实际运行环境, 介绍一种应用在低压配电网中的基于移动 GPRS 无线通信的新型配变监控系统。详细介绍了该配变监控系统中防窃电功能的实现和工作原理。利用配变监控系统的实时特性, 在配变监控系统中开发防窃电功能, 比采用防窃电电能表防窃电, 具有快速侦察窃电, 实时告警提示等优点, 可操作性强, 可行性高, 效果良好。该系统集多种功能为一体, 具有配变监测、防窃电、计量、通讯等功能, 具有投资少, 管理方便等优点, 特别适合于当前的配电网改造工程, 在实践中具有广阔的应用前景。

关键词: 配变监测; 防窃电; GPRS

Realization of electricity stealing prevention in GPRS-based monitoring system of distribution transformer

LI Jing-hua, LI Tao, DU Xiao-ping, NIU Qing-song, LIU Huan-guang

(Linyi Power Supply Company, Linyi 276003, China)

Abstract: In terms of operating condition in distribution system, a system based on GPRS networks is put forward by taking a practical monitoring system of distribution transformer as an example. The structure and operational principle of electricity stealing prevention of this system is introduced in detail. It is pointed out that, by using the real-time characteristics of monitoring system of distribution transformer to develop the function of electricity larceny prevention is much better in fast larceny scout and real time alarm than in kilowatt-hour meter. This system has many functions, such as transformer supervision, measuring, communication, etc. This new system, which is characterized by little investment and convenient management, especially suitable for the improvement project of the distribution system.

Key words: transformer supervision device; electricity stealing prevention; GPRS

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2007)22-0036-04

0 引言

配电监控是电力系统的一个非常重要的研究方向,而防窃电是配电网改造的重要环节,是值得关注的实际课题。本文设计的一种应用在配电网公用变低压侧的配变监控系统,集多种功能于一体,不仅完成了防窃电,同时可以监测配电变压器的运行状况,能对配电网进行谐波监测和分析,还具有有功电量、无功电量的记录和分时段计费等功能,通过 GPRS 通信网络,可以把数据传至上一级主站,可实现远方三遥(遥测、遥控、遥调),其中防窃电已在实际中得到良好的应用。

1 配变监控系统组成原理

配变监控系统由三部分组成:配变远端监控系统, GPRS 通信中心服务器以及客户端主站,如图

1 所示。

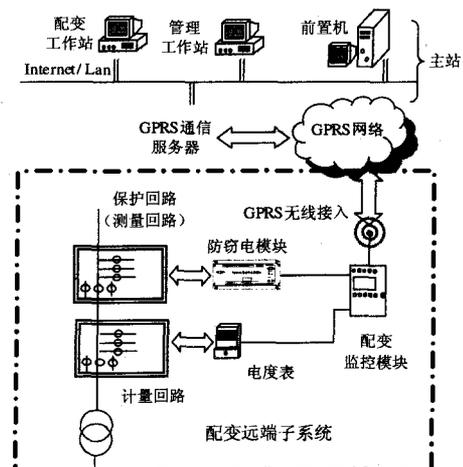


图 1 配变监控系统结构图

Fig.1 Structure of monitoring system

1) 配变远端监控子系统由配变监控模块、防窃电模块、GPRS 通信模块等组成, 完成配变监测、防窃电处理等功能。GPRS 模块以 GPRS 通信中心为传输通道, 实现和远程前置机的实时通信^[1]。

2) GPRS 通信中心作为 GPRS 模块和客户端主站的服务器。GPRS 通信中心通过软件可以实现存储并转发 GPRS 模块终端和客户端前置机双方的数据及处理信息; 通信中心服务器的网络端设置专用防火墙, 保证系统的数据安全。

3) 客户端主站前置机登陆 Internet, 向 GPRS 服务器申请连接, 服务器为客户端建立 GPRS 连接。前置机与终端设备进行实时通信, 对远端发送的数据进行分析和处理, 也可对配变远端设备下发参数和命令, 由其完成相应动作。主站客户端防窃电功能及配变监控功能由后台软件实现。

配变监控系统中防窃电装置是利用用户的指示回路或保护回路进行电量计算与计量回路的电量进行比较, 并能判定断相时间、电量曲线幅值的大小。所以只有将配变监控装置与防窃电装置相结合, 才能做到相互补偿, 使无线配变监控系统创造出最大的社会效益和经济效益。

2 配变监控终端硬件组成原理

2.1 配变远方终端基本组成

配变监控系统硬件组成可以分为两部分组成, 如图 2 所示。

1) 从 CPU 结合高精度的 ADE7758 数字电能芯片作为防窃电模块;

2) 主 CPU 结合无线数传 SIM100 GPRS 模块, 以及通用异步收发器 (UART-16C552)、TCM809L 复位芯片以及外部存储器和开关电源等构成配变监控模块, 通过 RS-485 接口连接电能表或集中器, 通过 RS-232 口接入 SIM100。

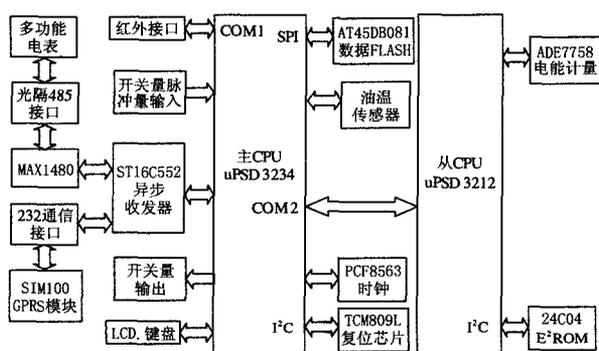


图 2 配变监控终端结构

Fig.2 Structure of TTU module

配变远方终端可以实时监测配电变压器的运行参数, 包括三相电压、三相电流、三相有功 (无功) 功率、功率因数、频率、有功 (无功) 电量以及配电变压器油温等。由电能计量模块 ADE7758 测量以上数据可以通过曲线图或表格等形式在主站表现出来, 可以就地实现动态的电能监测, 配合主站客户端后台软件能够实现防窃电, 并可记入数据库供用户以后查询。同时当配电变压器出现故障时, 如断相或三相不平衡, 故障可以及时迅速地主动上发主站, 由主站随时向用户提示报警。

2.2 防窃电模块的核心 ADE7758 芯片

防窃电模块的核心是 ADE7758 数字电能芯片。ADE7758 是 ADI 最新一款高精度功能先进的数字电度表芯片, 适用于三相三线 and 三相四线应用, 它集成了六路二阶 $\Sigma \Delta$ ADC、数字积分器、参考电压电路、温度传感器以及所有功率、能量、有效值、功率因数以及频率测量的数字信号处理器 DSP 等电路, 能对电压、电流有效值 (RMS) 计算, 有功能量、无功能量等进行测量。

ADE7758 原理结构如图 3 所示。ADE7758 主要由以下几部分组成:

1) 模数转换及处理单元器

模数转换及处理单元器是 ADE7758 的最核心部分, 它由模数转换 (ADC) 和数字信号处理器 (DSP) 以及电源监控模块, 参考基准模块组成。

模数转换 (ADC) 主要对多路电压、电流进行模数转换及波形数据采集其中模拟量输入为完全差动输入, 最大输入电压为 0.5V。

数字信号处理器 (DSP) 则对各路 ADC 采集的数据进行计算和分析, 结合核心技术的模数转换器 (ADC), 得出各相的有功功率、无功功率、视在功率、有功能量以及无功能量, 同时还能测量各相电流、电压有效值、功率因数、相角、频率等参数, 在 1000 : 1 的动态范围内误差小于 0.5%, 确保数据的高精度。

电源监控模块功能是当模拟电源 AVDD 低于 4V 时, ADE7758 停止工作并产生掉电中断通知 MCU, 防止在上电下电过程中出现错误计量。

2) 与 SPI 兼容的串行接口

ADE7758 的输出接口位带 IRQ 的 SPI 口, 共占用 MCU 的 5 个 I/O 口 (包括 1 个中断输入口), 方便与外部 MCU 之间进行计量参数以及校表参数的传递, 各相的有功功率、无功功率、以及电流、电压有效值、功率因数、相角、频率等所有计量参数都可以通过使 SPI 串口中断引脚 IRQ 低电平, 而通过 SPI 接口读出计量参数。

3) 温度监测及脉冲输出模块

温度监测模块每 4/CLKIN 测量 1 次温度, 温度测量精度为 $\pm 3^{\circ}\text{C}$, 监测到的温度变化可以通过 SPI 接口输出。脉冲输出模块提供 2 路电能脉冲输出, APCF 路为有功电能输出, VARCF 路为无功/视在电能可选, 而且输出频率可设置。

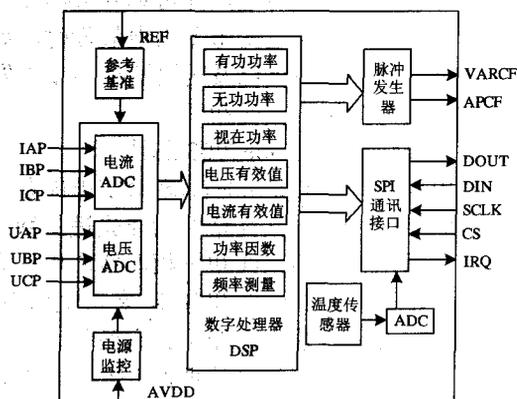


图 3 ADE7758 原理结构框图

Fig.3 Structure of ADE7758 module

3 配变防窃电功能的原理和实现

3.1 防窃电基本原理

利用配变监控系统的终端设备、表计、防窃电模块和主站软件以及 GPRS 通信手段, 能够自动分析和识别用电异常和窃电的数据特征, 如有监测计量异常在主站进行报警提示。

系统防窃电措施主要有以下几种:

1) 提供计量箱门异常开启。一旦用户私自打开尾盖, 采集模块就会记录打开时间, 并向主站报警, 也可以本地报警。

2) 接有多功能表, 可实现对表计缺相信息^[2]; 示度电能下降; 电压缺相; 电压超下限; 电流越上限; 电流反极性; CT 短路、开路; 电表读数飞走; 电表读数停走等异常事件的报警并记录事件发生时的正向、反向电量。

3) 通过专用的防窃电模块采集保护回路的电压、电流、功率等参数, 将其与计量回路的参数相比较, 从而发现窃电的用户。系统主站还能记录窃电电量, 作为追补电量的依据。

4) 软件分析方式, 系统根据电力用户的电量实时曲线或历史值分析是否用电异常。

3.2 防窃电功能的具体实现

配变远方终端中配置的高精度 ADE7758 防窃电电能测量模块, 可以实时监测用电端所用的电能值

和功率值, 并通过 GPRS 网络将监测值送到供电客户端前置机。

前置机将防窃电模块所提供的数据, 进行处理分析, 并与多功能电表抄收的用电客户端电能值和功率值比较, 用专用的防窃电软件进行对比分析, 发现用电曲线不一致时便报警。软件给出用电异常用户的清单, 供用电检查人员参考。发现用电异常后, 可以启用实时监测功能, 不断监视用电异常户的用电状况, 一旦发现曲线不一致或出现超出正常范围或出现预先设定的异常运行故障特征, 系统则发出窃电行为报警信息, 以便及时发现和处理计量故障, 制止窃电行为, 可将电能计量损失降低到最低程度。

下面主要介绍第 3、4 种相结合的功率比较法及电量比较法两类防窃电方法:

1) 功率比较法

图 4 所反映的即是功率防窃电曲线与多功能表计量曲线对比, 也就是通常所说的功率防窃电法。该用户存在窃电现象, 窃电时间是从早 7 点到中午 12 点, 偷电的幅度大约是正常用电的 1 倍。

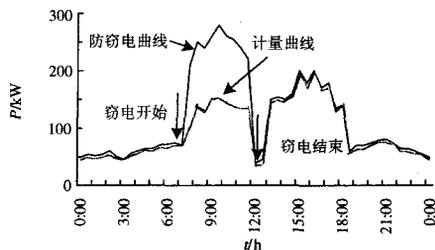


图 4 功率比较法

Fig.4 Comparative method of the power

2) 电量比较法

窃电手段尽管千变万化, 但万变不离其宗, 最终产生变化的是电量, 电量比较法是最科学的防窃电方法。电量比较法基本思路是利用专用的防窃电模块, 监视保护回路所反映的负荷, 并直接计算出半小时(或 15 分钟)电量和总电量, 然后与计量回路的表计电量进行对比。只要半小时电量曲线不一致, 便必然有计量异常事件出现, 主站操作和判断过程十分直观形象, 可操作性极好。

利用配变监控系统防窃电的电量曲线对比见图 5 所示。图中电量为配变监控系统召测的半小时电量, 每天 48 个点, 实线为防窃电模块测得的数据, 虚线为计量表得到的数据。对比两条曲线可以发现, 该用户存在故意的偷电, 偷电时间是从晚 10 点到早 7 点, 偷电的幅度大约是正常用电的 2 倍。

主站对终端进行一般巡测(巡测有功功率和开关状态)时, 终端将有关报警信息返回给主站, 报

警信息包括断相、有电流无脉冲告警, 功率偏差过大告警、窃电模块与计量回路不一致告警等。主站收到报警标志后, 自动记录^[3]; 待一般巡测结束后, 自动对有报警的用户进行详细的数据召测, 跟踪监测这些用户的各种信息, 并分析、综合、计算、筛选得出有关的表格和曲线, 供主站管理人员分析是否有窃电行为。

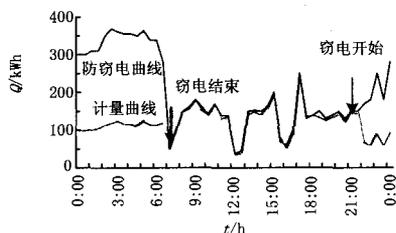


图5 电量比较法

Fig.5 Comparative method of electricity

4 防窃电的功能特点

本系统的防窃电功能具有以下主要特点:

1) 防窃电的实时监控

本系统通过采集、分析实时数据和比较历史数据, 能及时发现计量异常, 异常信息通过 GPRS 移动网络发送出去, 在短时间内通知监控中心的有关人员, 以便尽快发现和处理计量故障, 防止窃电, 从而突破了传统防窃电方法只限于“事后发现”的限制。实时管理有利于及时发现窃电行为^[4], 并为提取窃电的现场证据提供有力的技术保障。

2) GPRS 无处不在的通信优势

通过 GPRS 无线通信, 充分利用 GPRS 通信覆盖面广、可靠性高的优点, 可以实现对所有电力用户的用电监察。配变监控系统巡测时, 可以做到每十几分钟就检查一次所有用户的用电情况, 并通过 GPRS 上报主站。GPRS 通信成本低、系统容量大、抗干扰能力强^[5]。

3) 专用的防窃电软件

专用的防窃电分析软件, 可以对大量的实时、历史数据进行分析和比较, 并及时给出用电异常用户清单, 技术含量高。同时监控主站还包含一个大容量的数据库, 将配变运行参数及每次窃电行为的起始、结束时刻、电量损失等防窃电的信息自动入库, 以便查询, 同时也为查处窃电行为提供了可靠有效的依据。

5 结束语

本文针对在用电实践中发生的窃电行为, 根据

GPRS 无线配变监控的特点, 对电网配变监控系统功能进行了扩展, 加强了防窃电装置。本系统解决方案已经在临沂供电公司投入了正常使用, 并取得很好的应用效果, 可以迅速发现窃电行为, 有效防止窃电供电电量损失。

实践证明, 配变监控系统防窃电在线管理功能的开发与应用, 运用现有系统资源, 拓展实用化功能, 可操作性强, 可行性高, 杜绝了用户窃电行为, 并降低了线损率, 为电力系统减少经济损失及实现电力市场化运营提供了技术保证。

参考文献

- [1] 栗玉霞, 徐建政, 刘爱兵. GPRS 技术在自动抄表系统中的应用[J]. 电力自动化设备, 2003, 23: 52-54.
LI Yu-xia, XU Jian-zheng, LIU Ai-bing. Application of GPRS Technology in Automatic Meter Reading System[J]. Electric Power Automatic Equipment, 2003, 23: 52-54.
- [2] 杨兰. 配电管理系统实现防窃电功能[J]. 电力自动化设备, 2002, 22: 84-85.
YANG Lan. Electricity Larceny Prevention in DMS[J]. Electric Power Automatic Equipment, 2002, (22): 84-85.
- [3] 吕捷. GPRS 技术[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2001.
Lü Jie. GPRS Technology[M]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications Press, 2001.
- [4] 周末, 朱瑞德, 王金全. 基于 GSM 网络的防窃电实时监控方案探讨[J]. 电力自动化设备, 2004, 24: 64-66.
ZHOU Wei, ZHU Rui De, WANG Jin-quan. GSM-based Monitoring and Control System Against Electricity Stealing[J]. Electric Power Automation Equipment, 2004, 24: 64-66.
- [5] 黄承安, 张跃, 于怀中. 基于 GPRS 的远程仪表监控系统[J]. 电测与仪表, 2003, 40 (8): 42-45.
HUANG Cheng-an, ZHANG Yue, YU Huai-zhong. The Design of Remote Meter Control System Based on GPRS[J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2003, 40 (8): 42-45.

收稿日期: 2007-01-12

作者简介:

李景华 (1970-), 男, 工程师, 研究方向为电力系统自动化运行控制与维护;

李涛 (1977-), 男, 硕士研究生, 研究方向为电力系统高压监督与维护; E-mail: litao4541@126.com

杜晓平 (1978-), 女, 硕士研究生, 研究方向为电力系统调度自动化。