

配变监控系统的防窃电功能实现

李 涛,杜晓平,刘焕光
(临沂市供电公司,山东 临沂 276003)

摘要: 介绍一种应用在低压配电网中具有反窃电功能的基于移动 GPRS 的配变监控系统。在硬件上是通过 ADE 7758 反窃电数据采集模块实现防窃电。配变远方终端软件采用 C 语言编程,主站采用 VC++ 6.0 进行编程。通过功率比较法和电量比较法,实现对实时数据的处理和防窃电。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,相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。该系统已经在实际中使用,实践表明其投资少,效果良好。

关键词: 配变监测; 防窃电; GPRS

中图分类号: TM 715 文献标识码: B 文章编号: 1006-6047(2007)11-0095-03

设计了一种应用在配电网公用变低压侧的监控系统,不仅可防窃电,同时可以监测配电变压器的运行状况,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,把数据传至上一级主站,可实现远方三遥,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

配变监控系统如图 1 所示,由 3 个部分组成。

a. 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^[1],实现和远程前置机的实时通信^[2]。

b. GPRS 通信中心。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。

c. 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。

配变监控系统的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。

2 配变监控终端硬件组成

2.1 配变远方终端基本组成

配变监控终端硬件由主 CPU 和从 CPU 2 个部分组成,如图 2 所示。

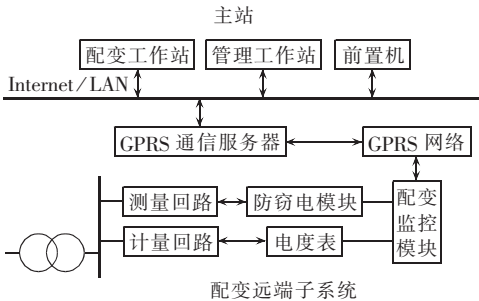


图 1 配变监控系统结构图
Fig.1 Structure of distribution transformer monitoring system

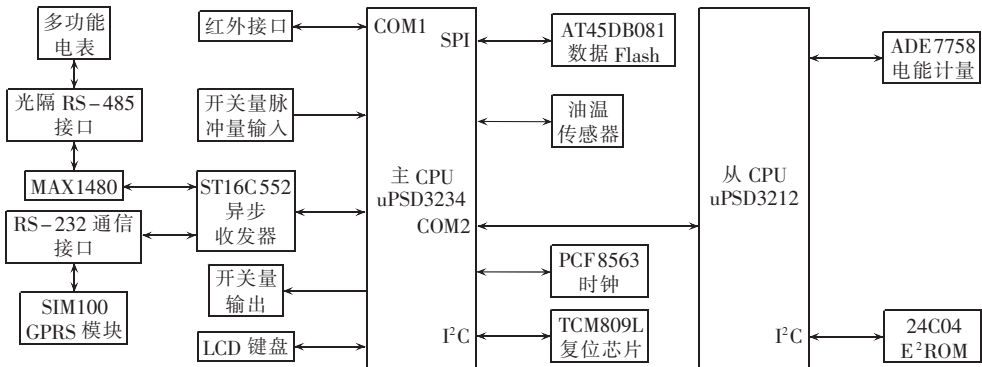


图 2 配变监控终端结构图
Fig.2 Structure of TTU

主 CPU 结合无线数据传输 SIM100 GPRS 模块,以及通用异步收发器(UART-16C552)、TCM 809L 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 SIM 100。

从 CPU 结合高精度的 ADE7758 数字电能芯片作为防窃电模块。

配变远方终端中的电能计量模块 ADE7758 可以实时监测配变的三相电压、电流、有功(无功)功率、功率因数、频率、有功(无功)电量以及油温等运行参数。并通过曲线图或表格等形式可在主站显示,能就地实现动态电能监测,配合主站客户端后台软件实现防窃电,并可记入数据库供用户实时查询。同时当配电变压器出现故障时,如断相或三相不平衡^[3],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

ADE7758 是 ADI 最新一款高精度、功能先进的数字电度表芯片,适用于三相三线和三相四线应用^[4],其原理结构如图 3 所示,主要由 3 个部分组成。

a. 模数转换及处理器单元。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)及电源监控模块,参考基准模块组成。其集成了 6 路二阶 $\Sigma \Delta$ ADC、数字积分器、参考电压电路,能对电压、电流、功率、能量、功率因数、频率等进行测量。

b. 与 SPI 兼容的串行接口。ADE7758 的输出接口为带 IRQ 的 SPI 口,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。

c. 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,测量精度为 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。脉冲输出模块提供 APCF 路为有功功率输出,VARCF 路为无功/视在功率可选,且输出频率可设置。

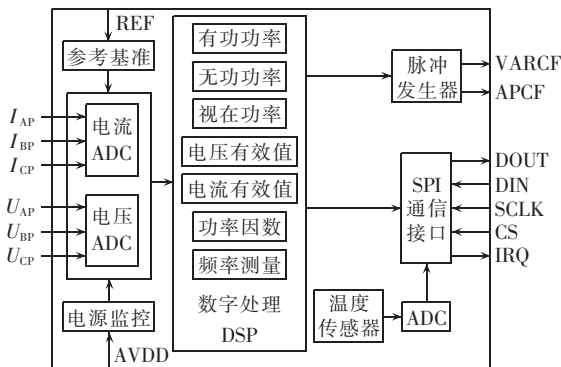


图 3 ADE7758 原理结构框图

Fig.3 Block diagram 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防窃电模块和主站软件以

及 GPRS 通信手段,能自动分析和识别用电异常和窃电的数据特征,如有监测计量异常则在主站报警提示。系统防窃电措施主要有以下 3 种形式。

a. 计量箱门异常开启报警。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,同时本地报警。

b. 接有多功能表,可实现对表计缺相信息报警;电压缺相,电压超下限,电流越上限,电流反极性^[5],电流互感器(TA)短路、开路,电表读数飞走^[6],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。

c. 专用防窃电模块采集的保护回路电压、电流、功率等参数,与计量回路参数相比较,从而发现窃电的用户。系统主站还能以软件分析方式根据用户的电量实时曲线或历史值分析是否用电异常并记录窃电电量,作为追补电量的依据。

3.2 防窃电功能的具体实现

配变远方终端中的 ADE7758 防窃电模块,实时监测用电端的电能值和功率值,并通过 GPRS 网络将监测值送到供电客户端前置机。前置机得到的数据,进行处理分析,并与多功能表抄收的用电客户端电能、功率值比较,用专用防窃电软件进行分析,发现用电曲线不一致时便报警。系统发现用电异常后,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预先设定的异常运行故障特征,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 2 类防窃电方法。

3.2.1 功率比较法

图 4 所反映的是功率防窃电曲线与多功能表计量曲线对比,即通常所说的功率防窃电法。若用户存在窃电现象,窃电时间从 7:00 至 12:00,窃电幅度大约是正常用电的 1 倍。

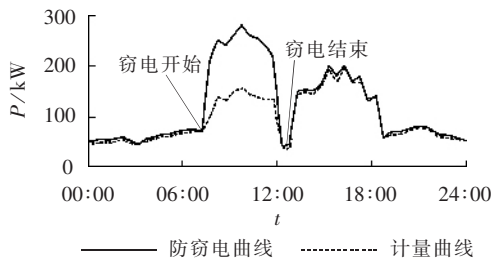


图 4 功率比较法

Fig.4 Power comparison method

3.2.2 电量比较法

电量比较法是利用专用防窃电模块,监视保护回路所反映的负荷,并计算出半小时电量和总电量,然后与计量回路表计电量进行对比,电量曲线对比如图 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。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

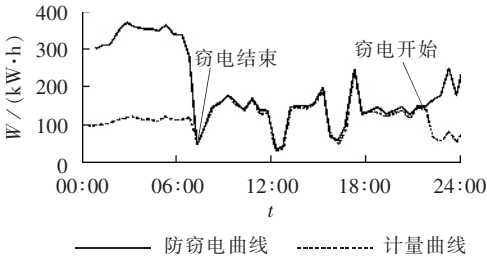


图 5 电量比较法

Fig.5 Electricity comparison method

和判断过程十分直观形象,可操作性极好。对比 2 条曲线可以发现,存在用户故意窃电情况,窃电时间是从 22:00 至第 2 天 7:00,窃电幅度大约是正常用电的 2 倍。

应用前 2 种方法,主站对终端进行一般巡测(巡测有功功率和开关状态)时,终端将断相、有电流无脉冲,功率偏差过大、窃电模块与计量回路不一致等有关报警信息返回给主站。主站收到报警后,自动记录^[7];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。

4 防窃电的功能特点

4.1 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 移动网络可及时通知监控人员,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。

4.2 GPRS 的通信优势

通过 GPRS 覆盖面广、可靠性高的通信网络^[8],能实现对所有电力用户的用电监察。GPRS 通信成本低^[9]、系统容量大、抗干扰能力强^[10]。

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。

4.3 自动记录窃电行为

专用的防窃电分析软件,可对大量的实时、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。

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 结语

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。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(12):52-54.
LI Yu-xia,XU Jian-zheng,LIU Ai-bing. Application of GPRS technology in automatic meter reading system[J]. Electric Power Automation Equipment,2003,23(12):52-54.
[2] 国家技术监督局. GB/T 15148-94 电力负荷控制系统通用技术条件[S]. 北京:中国标准出版社,1995.
[3] 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(1):84-85.
YANG Lan. Electricity larceny prevention in DMS[J]. Electric Power Automation Equipment,2002,22(1):84-85.
[4] 赵洪山. 基于电能测量芯片 ADE7756 的智能电表设计[J]. 电测与仪表,2001,38(9):48-50.
ZHAO Hong-shan. An intelligent watt hour meter based on IC GPRS[J]. Electrical Measurement & Instrumentation,2001,38(9):48-50.
[5] 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(2):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(2):64-66.
[6] 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.
[7] 赵龙. GSM 应用于配变监测的研究[J]. 电力系统及其自动化学报,2003,15(8):55-57.
ZHAO Long. Study on the monitoring system of distribution transformer based on GSM [J]. Proceedings of the EPSA,2003,15(8):55-57.
[8] 王升晨. 电力负荷无线电监控技术[M]. 大连:大连理工大学出版社,1994.
[9] 冯重熙. 现代数字通信技术[M]. 北京:人民邮电出版社,1990.
[10] 吕捷. GPRS 技术[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2001.

(责任编辑:康鲁豫)

作者简介:

李 涛(1977-),男,山东临沂人,硕士,研究方向为电力系统设备故障诊断与维护(E-mail:litao4541@126.com);
杜晓平(1978-),女,山东临沂人,硕士,研究方向为电力系统调度自动化;

刘焕光(1962-),男,山东临沂人,高级技师,研究方向为电力系统设备故障诊断与维护。

Realization of electricity stealing prevention in distribution transformer monitoring system

LI Tao, DU Xiao-ping, LIU Huan-guang

(Power Supplies Company of Linyi, Linyi 276003, China)

Abstract: A distribution transformer monitoring system based on GPRS with the function of electricity stealing prevention is introduced. The electricity stealing prevention is mainly realized in hardware by ADE7758 data acquisition module. The software of distribution transformer terminal unit is written with C language and the software of main station is developed with Visual C++6.0. Both power comparison and electricity comparison are applied to process the real-time data and prevent electricity stealing. Compared with the electricity stealing preventive power meter, using the real-time characteristics of distribution transformer monitoring system to develop the function of electricity stealing prevention is better in detection speed and real-time alarming. The site practice shows its effectiveness and economy.

Key words: distribution transformer monitoring; electricity stealing prevention; GPRS