

配变监视仪的开发与应用

蒲玉兴^{1,3}, 谭立新^{2,3}

(1. 长沙航空职业技术学院, 湖南 长沙 410124; 2. 湖南信息职业技术学院, 湖南 长沙 410200;

3. 湖南大学电气与信息工程学院, 湖南 长沙 410082)

摘要: 配变监视仪(TTU)对配电变压器运行状态进行实时、全面监测,为计算供电可靠性、低压网损、控制电能质量等提供最基本资料,也为配电网的改造、设备的增容及配电运行与管理工作提供准确的数据来源。PDA通过光电接口与TTU进行通讯,完成对TTU的参数设置及运行数据的抄录,同时可将抄录的各类数据通过微机串行口送入微机主站系统,由主站系统对数据进行处理。综述了TTU配变系统的硬件和软件的组成方案及其开发与应用。

关键词: TTU; 配电; 监视仪; 变压器

中图分类号: TM421 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)10-0056-03

0 引言

长期以来,供电部门对配电变压器的监视与管理仅限于人工巡视,配变的运行工况、负荷变化情况、配变的损耗情况等仅靠目测和估算,没有准确的数据,这样一方面造成了配变的利用率低下,另一方面配变还在不断地增容,加大了投资,另外对配变的电能质量无法监测和控制。供电部门很需要一种配变监视仪,以便时刻记录配变的运行工况,给配电运行与管理提供准确的数据,以指导运行管理人员合理地调度配变的使用,提高电能的质量和配变利用率,降低配变损耗。

1 配变监视仪系统及功能设计

配变监视仪的英文缩写为TTU(Transformer Terminal Unit),即变压器数据终端,主要用于监视配电变压器的运行工况,统计负荷变化规律,由于计算机的处理能力已非常强大,配变监视仪的设计应将低压无功补偿控制器的功能集成进去。配变监视仪必须将数据转存到配电管理计算机中才能真正发挥作用,而配变监视仪与PDA掌上抄表器又构成一个独立的抄表系统,用户在现场通过光电接口将PDA与TTU进行通讯,完成对TTU的参数设置及运行数据的抄录,同时可将抄录的各类数据通过微机串行口送入微机主站系统,由主站系统对数据进行处理得到各类报表曲线,以便用户查询了解配电变压器的运行状况。其系统构成框图如图1所示。

配变监视仪应满足以下一些功能:

(1) 采集三相电压、三相电流、中性线电流、配

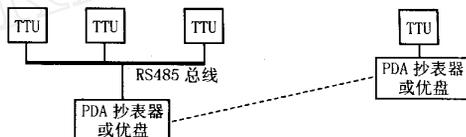


图1 配变监视系统构成图

Fig. 1 Diagram of TTU system structure

变温度数据;

- (2) 计算有功功率、无功功率、功率因数、谐波值;
- (3) 采集电度表的电度量;
- (4) 存储电压曲线、负荷曲线;
- (5) 统计电压合格率、供电可靠性;
- (6) 统计电压、负荷最值发生时刻及持续时间;
- (7) 能够根据功率因数及电压情况进行电容器自动投切;
- (8) 具有多种通讯方式,可以将采集和存储的数据转存到其它计算机中。

2 配变监视仪的硬件设计

根据配变监视仪的功能设计,硬件设计中应具有六大部分:模拟量输入部分、状态量输入部分、开关量输出部分、微处理器及存储部分、通讯接口部分及电源部分等,其构成原理框图如图2所示。

(1) 电源部分:电源直接取用工频220V相电压,三相输入时只要其中一相有电,电源部分就能正常工作,电源采用开关电源电路设计,以便有效地隔离输入与输出,提高抗扰动能力。电源取样部分原理图如图3所示。

(2) 电压输入部分:电压输入直接取用220V相

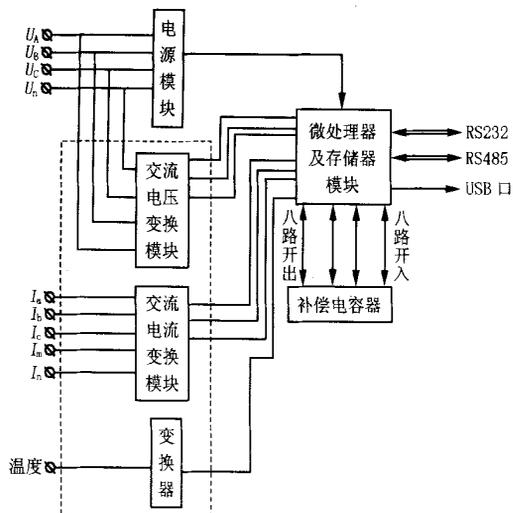


图2 配变监视仪原理框图

Fig. 2 Block diagram of the TTU

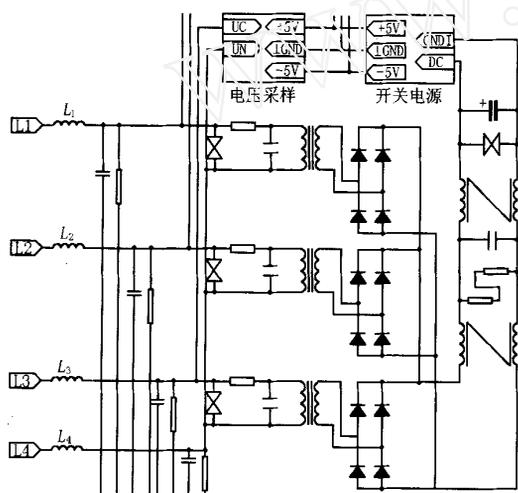


图3 电源取样原理图

Fig. 3 Sampling diagram of power source

电压,采用精密电阻分压形式取得 A/D 能接受的输出电压,电路设计时装加电磁兼容及浪涌吸收器件以提高抗干扰能力。

(3) 电流输入部分:三相电流及中性线电流经外置电流互感器后二次侧作为此部分的输入量,采用电流互感器进行电流变换,副边加精密电阻,将电流信息转换为 A/D 能接受的电压量。电路设计时装加电磁兼容及浪涌吸收器件以提高抗干扰能力。电流输入通道的原理图如图 4 所示。

(4) 微处理器部分:微处理器部分由采样保持 A/D、CPU、时钟芯片、Flash 存储器、RAM、开出通道、开入通道等构成。模入、开入、开出均设有八个通

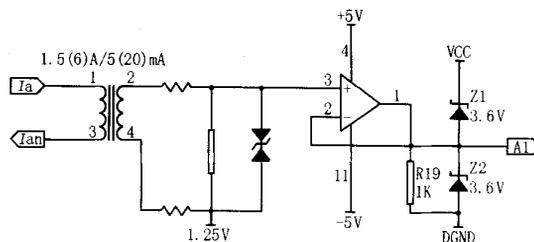


图4 电流输入通道原理图

Fig. 4 Diagram of current import channels

道。模入通道用来接入电压、电流、温度信号;开入通道则用来监视电容器的投入状态;开出通道用于投切电容器。开入、开出均采用光电隔离器件及浪涌吸收器件。A/D 选择 12 位高速 A/D,CPU 选择 16 位单片机,时钟采用硬件时钟,以便记录的数据带有时标,Flash 存储器用来存储采集、计算和统计的数据。所有集成块均采用军工级芯片,以满足户外悬挂运行的要求。

(5) 通讯接口部分:通讯接口设有 RS232 口以满足就地测试、就地抄表的需要,设计一个 RS485 口以便将来联网传输,设计 USB 接口,以便利用 U 盘快速抄取大量的存储数据。

3 配变监视仪的软件设计

程序设计遵循以下原则:

(1) 采样:采用每周波 32 点采样频率进行交流采样,采样间隔时间随电网频率的波动进行调整,以保证每周波 32 点的采样频度,确保计算精度。

(2) 算法:采用傅氏算法进行谐波分析,采用均方根算法进行测量计算。

根据傅氏级数原理,可以得到各次谐波分量的实部和虚部的离散表达式为:

$$X_{Rn} = \frac{2}{N} \sum_{k=1}^N X(k) \cos(nk \frac{2\pi}{N})$$

$$X_{In} = \frac{2}{N} \sum_{k=1}^N X(k) \sin(nk \frac{2\pi}{N})$$

式中: N 为每基频周波内的采样点数, x(k) 为 k 时刻的采样值。

这样就可以得到第 n 次谐波的幅值和相位为:

$$X_n = \sqrt{X_{Rn}^2 + X_{In}^2}$$

$$\text{tg} = \frac{X_{In}}{X_{Rn}}$$

采用离散点的均方根算法的表达式为:

$$X = \sqrt{\frac{\sum x^2(k)}{N}}$$

式中: N 为每基频周波内的采样点数, $x(k)$ 为 k 时刻的采样值。

(3) 通讯: RS232、RS485 端口均采用 IEC870-5-101 规约, 以利于设备互联, USB 接口采用 U 盘传输规则, 以便利用 U 盘快速抄取大量的存储数据。

(4) 延长 Flash 的使用寿命: Flash 的使用寿命主要取决于 Flash 的擦除、写入次数, 软件设计时, 将存储区设计成循环存储, 尽可能减少对同一存储单元的擦除、写入次数。

(5) 采用软件滤波, 以提高抗干扰性能, 提高数据的可信度。

(6) 采用看门狗技术, 确保软件由于某种原因走飞时能够及时补救。

(7) 采样及算法程序在采样中断中实现。

(8) 通讯接收采用中断方式, 以便及时响应外部命令。

主要程序模块和开辟的数据区以及数据流之间的关系如图 5 所示。

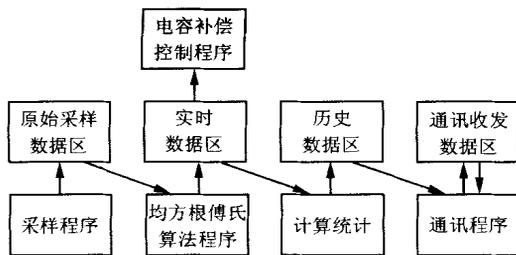


图 5 程序模块及数据流程图

Fig. 5 Flow chart of program modules and data

4 实验与应用

基于以上的设计思想, 开发了 FYX2100 型配变监视仪, 型式试验表明, FYX2100 型配变监视仪抗干扰性能优良, 均达到国家标准要求的最高标准, 温度范围可达 $-40 \sim +70$, 满足户外运行的要求, 测量精度为 0.5% , 满足对测量的标准要求。投入试运行后, 长期运行稳定可靠, 采用 USB 接口的 U 盘进行现场抄数, 瞬间将一个月的电压曲线、负荷曲线、电压合格率、电能数据、各种电气量最值及谐波数据等共计 120 kb 的数据转存到 U 盘中, 给配电管理人员提供了详尽准确的数字依据。

5 结语

FYX2100 型配变监视仪的开发应用改变了长期以来供电部门对配电变压器的监视与管理依靠人工巡视的历史, 该监视仪对配变的运行工况, 负荷变化情况、配变的损耗情况等等时刻记录在案, 对配变的电能质量进行监测和控制, 从而给配电运行与管理提供了准确的数据来源, 以指导运行管理工作合理地调度配变的使用, 提高了电能质量和配变利用率, 降低了配变损耗, 加快了电力系统自动化建设的步伐。

参考文献:

- [1] DL/T630-1997, 交流采样远动终端技术条件 (The Technical Qualification of Remote Terminal for AC Sampling) [S].
- [2] 隋振有 (SUI Zhen-you). 中低压配电实用技术 (Practical Technology of Middle and Low Voltage Distribution) [M]. 北京: 机械工业出版社 (Beijing: China Machine Press), 2001.
- [3] 张积东 (ZHANG Ji-dong). 单片机 51/98 开发与应用 (The Exploration and Application of 51/98 One-chip Computer) [M]. 北京: 电子工业出版社 (Beijing: Publishing House of Electronics Industry), 1994.
- [4] 李朝青 (LI Chao-qing). PC 单片机与单片机 & DSP 数据通信技术 (The Technology of Data Communication Personal Computer and One-chip Computer & DSP) [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社 (Beijing: Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press), 2003.
- [5] 王毅 (WANG Yi). 单片机器件应用手册 (The Used Handbook of Parts and Apparatus of One-chip Computer) [M]. 北京: 人民邮电出版社 (Beijing: People's Posts & Telecommunications Press), 1994.
- [6] 谢宋和 (XIE Song-he). 单片机模糊控制系统设计与应用实例 (Design and Application of Single-chip Processor-based Fuzzy Control System) [M]. 北京: 电子工业出版社 (Beijing: Publishing House of Electronics Industry), 1999.

收稿日期: 2003-11-28; 修回日期: 2004-02-12

作者简介:

蒲玉兴 (1965 -), 男, 硕士研究生, 工程师, 讲师, 主要从事电力电子技术及机床电器控制系统的教学与研究工作。

(下转第 66 页 continued on page 66)

- [2] 耿相铭,胡剑凌(GENG Xiang-ming, HU Jiannling). 基于 DSP 的 CompactFlash 卡接口设计 (Design of CompactFlash Card's Interface Circuit Based on DSP) [J]. 电子技术应用 (Application of Electronic Technology), 2001, (9): 68-70.
- [3] 陈波,李宾,何瑞文(CHEN Bo, LI Bin, HE Rui-wen). 远动设备的防雷及过电压保护 (Thunder and Over-voltage Protection for RTUs) [A]. 第二十八届中国电网调度运行会收录论文全集 (The 28th Conference of State Power Grid Dispatching), 2003. 10:1-3.
- [4] 吕跃刚,张新房,徐大平,等 (L ü Yue-gang, ZHANG Xin-fang, XU Darping, et al). Windows CE 在嵌入式工业控制系统中的应用思考 (Consideration on Applying Windows CE to Industry Control Systems) [J]. 单片机与嵌入式系统应用 (Microcontrollers and Embedded Systems), 2002, (9): 1-3.
- [5] 张新房,吕跃刚,徐大平,等 (ZHANG Xin-fang, L ü Yue-gang, XU Darping, et al). 使用 Platform Builder 配置 Windows CE 操作系统 (Configuration RTOS Windows CE by Using Platform Builder) [J]. 单片机与嵌入式系统应用 (Microcontrollers and Embedded Systems), 2002, (7): 8-11.

收稿日期: 2003-11-28; 修回日期: 2004-02-13

作者简介:

胡明(1971-),男,硕士研究生,研究方向为变电站综合自动化及调度系统自动化等;

周有庆(1944-),男,教授,博士生导师,研究方向为电力系统微机继电保护及其自动化技术、输变电新技术等;

王永辉(1972-),男,工程师,主要从事变电站综合自动化产品的设计及其应用推广工作等。

Design of a new communication gateway applied in power system

HU Ming¹, ZHOU You-qing¹, WANG Yong-hui²

(1. College of Electrical & Information Engineering, Hunan University, Changsha 410082, China;

2. XI Group Corporation, Xuchang 461000, China)

Abstract: In this paper, the design principle of communication gateway for power automation system is presented, and then the designs of software and hardware for gateway WYD800 are described in detail. The new communication gateway is based on embedded technology, and takes powerful microprocessor as the central processing unit(CPU). Besides the universal communication interface of two serial ports and two fast Ethernet chips, it provides a PC/104 socket which is one kind of industry standard bus for practical expansion. Applications on the tailored RTOS Windows CE are designed in module so as to be updated easily and be adapted to more complex applications, and the provided user friendly support tool is optional. Furthermore, measures for anti-interference and admissible error are fully taken into account during all the courses of design. The gateway WYD800 is proved real-time, reliable and flexible by applying to automation system of substations and power plants.

Key words: power automation system; communication gateway; embedded system; modularization

(上接第 58 页 continued from page 58)

Exploration and application of transformer terminal unit

PU Yu-xing^{1,3}, TAN Li-xin^{2,3}

(1. Changsha Aeronautical Vocational & Technical College, Changsha 410124, China;

2. Changsha Information Vocational & Technical College, Changsha 410124, China;

3. School of Electrical Engineering and Information, Hunan University, Changsha 410082, China)

Abstract: Transformer Terminal Unit (TTU) monitors the running status of transformer entirely in a real-time manner to provide basic data for computing the reliability of power supply, and the losses of low voltage network, and controlling the electricity quality. It also provides accurate data information for rebuilding the power network, increasing the capacity of the equipment, and managing the power supply. PDA connects with the TTU using the photo-electric interface, sets the parameters of TTU and records the running data of TTU. These data are transmitted to computer system via serial interfaces of the computer, and are processed by the main computer system. This paper describes the composition framework of TTU hardware and software, and its exploration and application.

Key words: TTU; electricity distribution; monitor; transformer