

# 基于 Windows 的分布式电网参数监测系统

陈向阳 佟为明 张荣岭 徐会明 哈尔滨工业大学 401 信箱 (150001)

**【摘要】** 介绍一种以 Windows 为软件平台的电网运行参数监测系统。由于软件开发基于 Windows, 总体硬件采用分布式结构, 选用磁平衡式电压、电流传感器, 在交流采样、计算上采取了提高精度的措施, 因而系统界面友好, 实时性高、测量准确、扩展容易。

**【关键词】** Windows 监测系统 分布式 电网参数

## 引言

电网运行状态参数的监测是提高变电站安全稳定和经济运行的重要手段, 是创建现代化供电企业的重要标志之一, 是变电站实施无人值班和综合自动化的基础。现有的电网运行状态参数监测系统存在实时性差、扩展困难, 界面不够友好等缺陷, 本文介绍了一种性能优异的基于 Windows 的分布式电网参数监测系统。

## 1 系统功能及技术指标

本系统集成微机变送器、RTU、集控站、事故录波和电网谐波分析于一体, 在功能及技术性能上满足“地区电网调度自动化功能规范”和“地区电网调度自动化系统基本指标”的要求, 具有很强的实用性。

### 1.1 基本功能

(1) 状态量监测 (YX): 监测断路器、隔离开关、一次设备状态及告警信号、变压器分接头位置信号。

(2) 模拟量监测 (YC): 监测各段母线电压, 线路电流, 有功、无功功率和频率, 主变压器电流, 有功和无功功率, 油温、室温、直流电压、电流、所用电电压、电流、有功功率、电容器及消弧线圈电流。

(3) 脉冲量测量 (YM): 测量变压器有功和无功电量, 线路有功电量;

(4) 事件顺序记录: 记录保护动作顺序,

开关跳合闸顺序;

(5) 故障录波;

(6) 谐波分析;

(7) 数据处理: 可实现各种类型的计算功能如总加、最大、最小、平均值等统计计算功能;

(8) 报表打印;

(9) 与上级调度控制中心通信;

(10) 人机联系: 主要内容有: a. 画面显示, 如二次图、趋势图、梯形图、棒形图等。b. 数据显示, 如潮流值、实时数据、历史数据、事故记录信息及必要的运行管理数据等。c. 提供图形生成工具软件。d. 提供打印制表工具软件。

### 1.2 主要技术指标:

(1) 电流、电压测量误差  $\leq 0.2\%$ ;

(2) 有功、无功测量误差  $\leq 1\%$ ;

(3) 开关动作分辨率  $\leq 1\text{ms}$ 。

## 2 硬件实现

本系统采用多 CPU 并行工作的分布式结构, 其模块化特点保证了系统具有:

(1) 极高的实时性。因为系统具备事故录波和电网谐波分析之功能, 因而对实时性要求很高。

(2) 扩展容易。可以很方便地对系统的规模进行改变, 可大、可小, 以适应不同的场合要求。

(3) 可靠性高, 维护简易。各功能模块均采用插板式结构, 各模块之间互相独立。若出现某一功能模块的故障, 不影响其它模块的正

常工作，用户只需通过更换模块即可维护整个系统。系统硬件结构如图 1 所示，主要由 5 部分构成：采样层、YC 子系统、YX 子系统、YM 子系统和主机。

a. 采样层：将外部的电压互感器 PT（额定输出 100V）和电流互感器 CT（额定输出 5A）的输出信号转换为 A/D 转换器所能接收的  $-5V \sim +5V$  交流信号。为了减轻外部 PT、

CT 的负担，本系统采用基于霍尔元件的磁平衡式电压、电流传感器（LEM 模块）来完成这一转换。由于采用这种新型电压、电流传感器，因此线性度、稳定性、精度、频率等特性均大大提高，省去了移相、放大、滤波和校正等环节，使输入功耗几乎降为零，对电网侧 PT、CT 影响几乎为零。这是提高系统测量精度的关键措施之一。

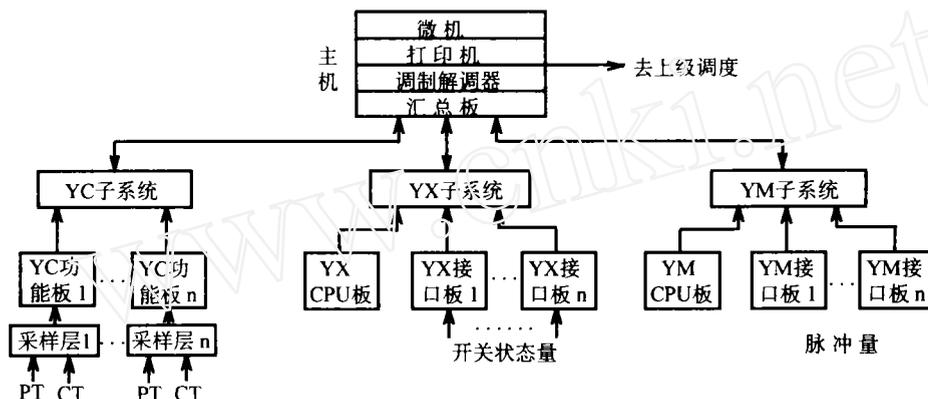


图 1 系统硬件结构

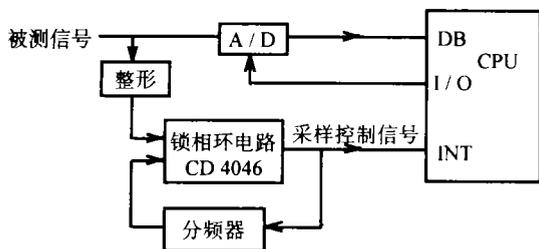


图 2 锁相倍频采样

b. YC 子系统：用于对模拟量的测量。该子系统由各 YC 功能板组成，每个功能板均自带 CPU 独立工作，互不影响。本系统无需传统的模拟变送器，采用二表法测量原理，直接对线路电压、电流进行交流采样，经过运算，得到  $U_{ab}$ 、 $U_{cb}$ 、 $I_a$ 、 $I_c$ 、功率因数、 $P$ 、 $Q$ 、 $W_p$ 、 $W_q$  等参数。采样是在硬件锁相倍频线路的控制下进行的同步采样，因而电网频率的波动不影响测量的精度。

c. YX 子系统：用于对开关状态量的测量。

d. YM 子系统：用于对电量脉冲进行计数。

e. 主机：主机是子系统的核心。在其扩展槽内插有 1~2 块或更多块汇总板，汇总板

用于接收各系统的信息，或下发命令和数据至各子系统。调制解调器用来与上级调度控制中心进行通讯联络。

### 3 交流采样的算法

电力系统中的电压、电流信号并非是理想的频率稳定不变的纯正弦波。首先表现在系统的频率是微变的；其次波形含有高次谐波，且每条线路的谐波情况并不一致。因此为了获得准确的测量值，必须在硬件和软件上采取措施消除或减小上述两个因素给测量带来的误差。

#### 3.1 减小被测信号频率变化对测量精度的影响

对此我们采用锁相技术，利用锁相环将采样信号进行倍频，得到随被测信号频率波动而自动调整的采样频率，从而保证一个周期内采样点数的不变。这即减少了因被测信号频率变化而带来的测量误差，其原理如图 2 所示。

#### 3.2 减小被测信号所含高次谐波对测量精度的影响

在电力系统中，不同线路有不同的高次谐

波,测量结果应能反应基波分量及含有各次谐波的原始信号值。为此我们选择了两种数学模型进行计算。

#### (1) 反应基波分量的算法

设:  $U(t) = \sum U_m \sin(m\omega t + \varphi_m) + A_0$   
将  $U(t)$  分别乘以  $\sin\omega t$  和  $\cos\omega t$ , 然后各在一个基波周期  $T$  内积分, 即可消去各次谐波, 得到基波分量  $U_1$ :

$$d_1 = \frac{2}{T} \int_0^T U(t) \sin\omega t dt = U_1 \sin\varphi_1$$

$$q_1 = \frac{2}{T} \int_0^T U(t) \cos\omega t dt = U_1 \cos\varphi_1$$

从而得

$$u_1 = \sqrt{d_1^2 + q_1^2}$$

如果在一个周期  $T$  内采样  $N$  次, 则:

$$d_1 = \frac{2}{N} \sum_{k=1}^N U(k) \sin \frac{2\pi k}{N}$$

$$q_1 = \frac{2}{N} \sum_{k=1}^N U(k) \cos \frac{2\pi k}{N}$$

其中,  $U_k$  为周期  $T$  内的第  $k$  次采样值 ( $k = 1, 2, \dots, N$ )。

由此计算出的值只含基波分量, 而不含直流分量和各次谐波, 且运算速度较快。

#### (2) 反应各次谐波的算法

对  $U(t)$ , 按有效值定义:

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U^2(t) dt}$$

可采用直矩形法或辛普森算法求此积分。显然, 上式计算出的值反应了包含各次谐波和直流分量的原始信号值, 但运算速度较慢。

## 4 结论

本系统已运行于某 220kV 变电所一年多, 实际使用表明:

(1) 基于 Windows 的软件设计, 使用户界面非常友好。

(2) 分布式的硬件结构使系统具备较高的实时性, 可扩展性和可靠性。

(3) 磁平衡式电压、电流传感器的使用, 减轻了电网侧 PT、CT 的负担, 以及锁相倍频同步采样方式的采用, 使测量具有较高的精度。

(4) 集 RTU、事故录波、电网谐波分析于一体, 是一个多功能电网状态参数监测系统。

#### 参考文献

- 徐会明, 佟为明. LEM 电流电压传感器模块及其应用. 电测与仪表, 1992, (10): 41~44.
- 徐会明, 佟为明. 频率微变的工频信号不同采样方法的比较研究. 微处理机, 1991, (3): 57~63.

## A SYSTEM FOR POWER NETWORK PARAMETER MONITORING WHICH BASED ON WINDOWS

Chen Xiangyang, Tong Weiming, Zhang Rongling, Xu Huiming (Harbin Institute of Technology, 150001, China)

**Abstract** This paper introduces a system which is based on windows for power network parameter monitoring. The Software design is based on MS - windows and the hardware design is based on distributive structure, used magnetic - balance type currente, voltage sensor, AC sample. The system preface seems friendly and have high real - time precise and easy enlargement.

**Keywords** Windows distributive structure power network parameter

(上接 20 页)

## THE INFLUENCE OF CURRENT TRANSFORMER SATURATION ON BUS PROTECTION

HeBenteng, MaYongsheng (Electrical Engineering Department of Zhejiang University, 310027)

**Abstract** Until now, C.T. (Current transformer) saturation is a important problem that affects accurate action of Bus Protection. This paper studies the C.T. saturation in detail by EMTP simulation, and based on this draws some conclusion of C.T. saturation feature. The saturation feature of low short circuit current were discussed mainly.

**Keywords** C.T. saturation Bus Protection Simulation