

变电站电力设备绝缘综合在线监测系统的开发

钟明 骆雯雯

江苏圣通电力新能源科技有限公司湖南分公司

摘要 文章以变电站电力设备绝缘综合在线监测系统的开发为研究方向。针对客户相关需求,系统采用数字波形数据采集装置信息技术监测系统对变电站电力设备状态信息传输、信号传输、模数转换、绝缘信息处理进行采集与处理。结合PC软件设计与开发,用户可按照电力设备绝缘监测需要,每2h对整个变电站进行一次巡视。同时,可通过在计算期间内设置定时器控制计算机与前台通信对数据进行计算、分析、处理。

关键词: 变电站; 电力设备绝缘监测; 在线监测; 系统开发

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.16.066

一、引言

电力设备绝缘性能是决定电力设备安全重要因素,

长期以来,为防止事故发生,电力系统中设备都要进行定期绝缘预防性测试,以此保证电力设备安全、稳定、预防事故发生提供良好保障。但随着我国电力事业不断发展,常规预防性常规测试已不能适应电力安全要求,由于传统预防性试验要求断电,并且两次试验之间间隔较大,所以很难在短时间内检测出设备绝缘故障,同时断电也会带来一定经济损失。对此,深入研究与分析变电站电力设备绝缘综合在线监测系统的开发较为重要。

二、变电站电力设备绝缘综合在线监测系统开发实践

(一) 案例概述

针对现场需要,对110 KV、220 KV变压器54台、0C、PB(避雷器)、PT21台、电容式套管18台、变压器2台变压器,不同装置所要监测绝缘信息存在一定差异,各个装置监测项目列于表格1。

表1 装置监测细目表

设备名称	监测项目
电流互感器 (CT) 耦合电容器 (0C) 变压器套管	介质损耗、泄漏电容
电压互感器 (PT)	电压谐波分析、根部泄漏电流有效值、峰值、PT阻抗
主变铁心	对地电流有效值
磁吹避雷器 (FCZ)	介质损耗、泄漏电容
贝化锌避雷器 (ZnO)	阻性基波电流有效值、阻性电流峰值、容性基波电流有效值、全电流峰值、有功功耗。流有效值、全电流峰值、有功功耗

(二) 系统开发目标

根据客户需求研制一套基于数据采集装置在线监测系统,整个系统设计如下:

(1) 在线监测系统各个运行环节均可通过智能终端自动干预,无须要人为干涉。

(2) 监测系统通过定时启动巡检程序,实现数据和指令传递并对数据进行计算、分析、处理。

(3) 监测系统具备故障报告功能。在巡视期间如发现设备绝缘超标则自动退出巡视进入无间隙检测状态。在检测到超过规定浓度时通过报警信号发送给采用者并将故障信息记录下来。

(4) 对用户进行特定监测。比如:对装置实时监测等等。

(5) 建立完整计算机数据库管理体系,并能为用户提供良好人机交互接口。

(6) 数据采集装置 t根据计算机发出不同指令,将被检测设备电压和电流信号原始数据提供给数据库。

(三) 系统开发及功能实现

1. 系统整体架构

系统采用数字波形数据采集装置技术的在线监测模式,主要包括:子站状态信息传输、信号传输、模数转换、绝缘信息处理。考虑到各系统信号传输、转换、处理、输出等方面都不尽相同,同时变电所电气设备广泛分布。据此在设计阶段在同一母线上进行分区,并在相邻位置安装多个数据采集装置。置于现场数据采集设备,通过A/D变换,将发送端模拟信号以数字形式存储。主控室上位机采用RS-485总线和现场数据采集设备组成主从分布网络。系统总体结构图如图1所示。

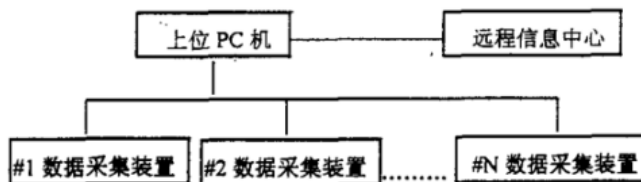


图1 系统总体结构图

该监测系统由上位机完成。该系统负责对数据采集设备进行操作,分析、处理和管理数据。当远程采用者需要资讯时,联络他们。同时,它还能为用户提供数据服务,并具有较好人机接口。现场数据采集设备按照.PC指令,对被测量电力设备电压、电流信号进行同

步整周期取样，并将其输出到PC计算机。该网络特点如下：

(1) 将数据采集装置按照母线电压分段安装，不仅节省电缆，而且还能防止远程传输时电磁干扰；

(2) 上位 PC与现场数据采集装置通过数据总线连接，操作简便、可靠，性价比高；

(3) 任务划分清晰，功能合理，可充分利用上位机优势。PC机既能完成网络中数据处理，又能成为局域网或广域网中结点，方便远程查询和监测绝缘信息。

2. 数据采集装置软硬件设计

根据现场用电设备数目，需要采集288路电压电流信号。根据现场设备地理位置，以及未来设备需要扩大采集设备信号信道，确定在现场设置3套数据采集设备。采用8031单片机作为控制单元，96个信号输入和6个同步整周期取样，可为上位机绝缘状态监测提供详实数据。

(1) 数据采集装置的整体结构

以隔离层为界，整个数据收集设备可分成三大块，系统框架图如图2。

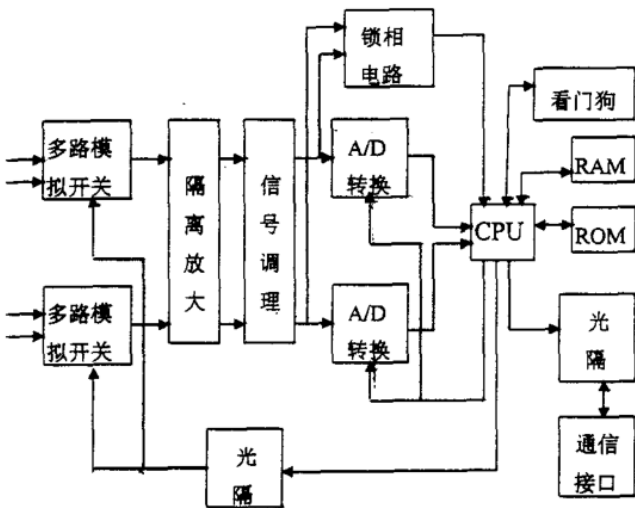


图2 数据采集装置硬件框架

(2) 通道转换电路

信道变换器采用6个16路选择模拟开关AD7506(8)，每个信号输入都有限制-隔离放大器。由于变电所电气设备数量众多，在同一电压等级内，全部装置均有三相电压。在信号分析中，需要对同一装置电压、电流信号进行同步取样。AD7506按同一母线电压分为三个组，第一组三个AD7506中第通道与母线三相电压信号连接，而第二个三个模块AD7506除最后信道之外，其他15组信道都与要监测电力装置电流信号相连。当被监测装置被选择时将第一组三个AD7506电压信号信道维持不改变，而将第二组三个AD7506耦合到母线电压装置电流信号信道进行转换，即可得到连接于同一母线上不同电气装置三相电压和电流信号。将第三组AD7506最后一组通道与母线电压信号相连接，同时，第三组AD7506剩余15个信道与要监测装置连接。将第三套AD7506电压通路维

持不变，并将第一套三个AD7506连接装置电流通路进行转换。

3. 数据采集部分软件设计

采用8031汇编语言编制数据采集设备部件软件。通过上位机调度，实现对变电站各个电气设备电压、电流信号采集，并将数据传输到PC机上。当上位机需要数据时，将数据传输到上位机，并保证软件可满足下一步扩容需要。

(1) 关于AD7874的INT信号

AD7874 NT(第四脚)脚通常是高电平，在A/D变换结束之后，AD7874就变成低电平。这样，CPU就可根据这个特征来判定AD7874变换是否已经结束。但是，在采集设备上电时，由于电路不稳定，使AD7874 INT引脚处于较低位置。从AD7874(参见图3)定时可知，INT引脚在RD信号出现时就变成高电平。因此，为了解决以上问题，可在程序初始化一节中，对AD7874进行空读，使INT脚水平提高，具体程序如下：

指令	注释
MOV DPTR, # 8002H	8002H第一片AD7874地址
MOVX A, @DPTR	空读
INC DPTR	8003H第二片AD7874地址
MOVX A, @DPTR	空读

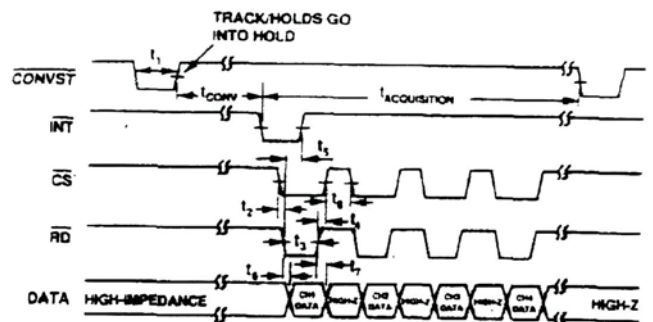


图3 AD7874时序图

(2) 锁相环路锁定信号的检测

唯有当锁相位电路能够追踪到系统频率时，数据采集设备才会进行全周期电压和电流信号采样。CD4046锁相环第1脚(PCP脚)在回路闭锁时是高电平，而在回路锁相时则输出4至5 us窄脉冲，CPU会判断该脉冲出现与否。在硬件电路上将CD4046 PCP脚连接到8031上可采用CPU芯片内部定时器0中断函数来检测出现频率锁定指令脉冲。

(四) 上位PC机软件设计

PC采用中文视窗作为开发平台，该软件在开发过程中可充分发挥其丰富系统资源实现多任务工作环境。

1. 总体设计

(1) 软件设计

软件主要以数据库管理模块、数据分析模块、数据处理模块和数据文档远程通信模块为主。在正常工作状态下，数据分析、处理模块以虚拟对象形式在后台运

行,实现数据与数据传递、分析、处理。在用户对设备绝缘状态有需求时,可通过数据库管理模块将分析处理结果“捕获”到对应数据库,并向用户输出。同时,还可执行远程通信,并在任何时候接受上级命令。在本系统开发阶段,主要完成数据库数据分析与处理模块设计。Windows多任务工作模式使得该系统具备如下特征:

- 1) 各独立软件模块可并行工作而不会互相干扰;
- 2) 软件结构简单、易维护、容错性好;
- 3) 方便软件扩展。在开发各个阶段,在不改变原有软件模块情况下,可随时针对用户需求进行相应功能模块设计。

在编程语言选取上,充分考虑各种编程语言优点,以C、FOXPRO为主要计算机程序设计语言,实现对各种功能模块编写。

(2) 软件功能

数据库管理模块采用 FOXPRO2.5作为程序设计语言,对数据库进行修改、增删、查阅、输出、绘图等工作;数据分析处理模块采用 BORLANDC++3.1作为程序设计语言,用于数据采集设备和数据采集设备数据分析和处理;为实现数据交换,在两个模块中都设置相应软件接口。

2. 数据库及人机界面模块设计

(1) 数据库结构

变电站设备种类很多而且监测内容也不同。为使加工流程更简单,每个设备每个监测项信息被当作独立数据库进行管理。例如针对CT介损会建立相应资料库记录CT介损状态。资料库包含五个栏位: A相、B相、C相、时间、日期。每个资料库记录都与三相装置某一天、某一时刻、某一监测项目的监测资料相对应。将这些资料库作为每日统计资料库,以了解设备监测项目资讯。用户在查询这类数据库时,可获得一天内三相装置某一监测项数据变动。

根据上述每日统计数据库,建立每月设备监测数据。将日统计数据库中数据进行平均值,并将其存储到每月数据库中。通过这种方法,用户在对该数据库进行查询时,可获得月内某三相装置某一监测项目的数据变动。采用这种方法进行数据库设计,其优势在于:

- 1) 各个装置监测项目数据库彼此独立,可实现信息查询快捷、简便;
- 2) 避免数据文件损坏,对其他数据文件造成影响;
- 3) 便于数据库维护。由于各数据库具有较小数据容量,因此可避免数据库频繁更新;
- 4) 与数据分析、处理模块之间数据交换。

3. 数据分析、处理模块设计

监测系统按照电力设备绝缘监测需要,每2h对整个变电站进行一次巡视。它可通过在计算期间内设置定时器,通过定时控制计算机与前台通信,对数据进行计算、分析、处理。当出现异常数据时,系统将自动退出

监测,主机指令持续收集故障设备,在检测到超过一定浓度时,由主机通知用户。在用户做出相应动作后,监测系统重新开始定时巡视。整体流程如图4所示。

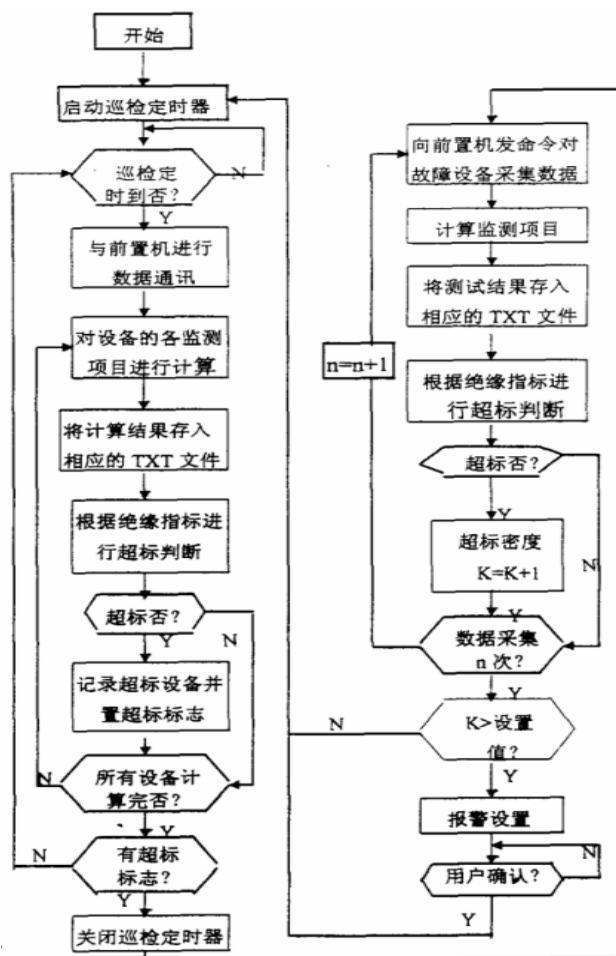


图4 数据分析、处理模块结构图

结论

综上所述,将信息技术应用于测量系统,实现测量过程自动化,并实现数据处理智能化。同时,由于现代科技迅速发展,尤其是电子、计算机、各种传感技术不断发展,为开展带电测试、在线监测等技术发展创造良好条件。

参考文献

- [1] 刘志良. 电力设备状态在线监测技术在炼化企业的应用[J]. 电器工业, 2021 (07): 62-67.
- [2] 张鹏. 变电站绝缘在线监测系统的集成应用及设计[J]. 通信电源技术, 2020, 37 (05): 139-140.
- [3] 戚科孙, 刘春涛, 黄学民, 欧阳聪, 鲍超斌, 夏秋. 容性设备在线监测系统关键技术探讨[J]. 电工技术, 2019 (03): 127-129.
- [4] 蒋程然, 王青云, 史焱毓. 基于IEC 61850的绝缘故障在线监测系统通信研究[J]. 电气技术, 2018, 19 (12): 40-45.
- [5] 徐颖斯. 浅谈变电站大型电力设备绝缘综合在线监测系统的开发[J]. 科技展望, 2016, 26 (05): 94.