

继电保护报文模拟数据系统研究

陈久林,葛永高,蒋一泉,范立新

(江苏方天电力技术有限公司,江苏 南京 211102)

摘 要:继电保护报文模拟数据系统是继电保护功能测试的基础,也是变电站综合自动化仿真测试系统的组成部分。它同基于 PLC 模块的变电站自动化仿真测试系统一起完成对常规变电站自动化系统的系统级测试工作。对继电保护报文模拟数据系统构成进行概要说明,在此基础上进一步说明该报文模拟装置的软硬件构成和后台系统,指出实现报文模拟数据系统的技术要点。继电保护报文模拟数据系统的研发成功为检测变电站综合自动化系统性能提供了很好的检测平台,同时为后期分析变电站事故提供了很好的分析工具。

关键词:变电站自动化系统测试;保护报文模拟数据系统;模拟装置

中图分类号:TM63

文献标志码:A

文章编号:1009-0665(2010)06-0004-03

虽然现阶段国内针对变电站自动化系统研发了少量仿真测试装置^[1,2],但是在功能上存在着比较大的局限性。多数仿真测试装置只对单台保护、测控装置的功能和性能进行测试,很少有仿真测试装置能在实验室中对由大量装置组成的变电站综合自动化进行系统级的功能和性能检测。总之,受到测试手段的限制,国内外关于变电站的检测仍主要集中在对特定功能的验证和小规模的互联互通,系统级的测试目前尚未开展。因此,有必要研发能够客观反映整个变电站综合自动化系统功能和性能的仿真测试硬件与软件,建立系统测试环境,对变电站综合自动化系统整体性能进行测试。变电站综合自动化仿真测试系统中保护动作事件由保护报文模拟数据系统上送,因此,继电保护模拟数据系统是变电站自动化仿真测试系统的组成部分^[3,4],它与基于 PLC 模块的变电站自动化仿真测试系统一起完成对常规变电站自动化系统的系统级测试工作^[5]。另外保护报文模拟数据系统还可以作为保护功能测试系统的重要组成部分,或者用来实现某种保护功能^[6]。本文针对继电保护报文模拟数据系统研究进行介绍。

1 继电保护报文模拟数据系统概述

继电保护报文模拟数据系统通过单个装置模拟在电网正常运行或事故状态下,大量保护与监控系统之间的信息交互,发送批量可设定的变化遥信、事件信息、梯度遥测至监控系统,从而达到变电站综合自动化系统整体性能测试及重现事故发生现场的目的。继电保护报文模拟数据系统由四部分构成:模拟报文发送装置(以下称“模拟装置”)、后台、远程硬件配置工作、被测系统。系统运行结构如图 1 所示。

图 1 所示。

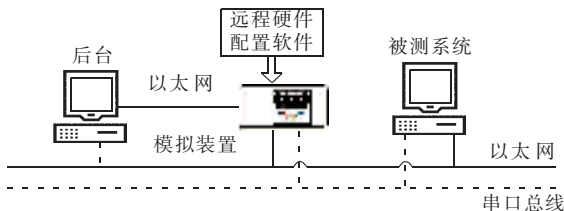


图 1 继电保护报文模拟数据系统运行结构图

后台通过以太网或网络口直连的方式连接至模拟装置,控制模拟装置的运行状态以及模拟数据的发送节奏;被测试系统可以采用串口或以太网络方式连接至模拟装置,模拟装置可同时模拟多个变电站综合自动化主站或子站设备(以下称“模拟设备”)向被测系统发送模拟数据报文;远程硬件配置软件可配置模拟装置硬件的相关属性。

2 继电保护报文模拟装置

2.1 模拟装置硬件

- (1) CPU 采用 IXP4225 芯片,64 MB 容量的 SDRAM,采用嵌入式 WinCE 操作系统。
- (2) 4 个网口,1 个串口物理接口。
- (3) 模拟装置可同时模拟多个变电站综合自动化系统主站和子站设备,通过协议基类可方便扩展网口、串口类协议。
- (4) 模拟装置可以一批次接收后台 1 000 个信号(包括遥信变位、SOE、梯度遥测)的触发。
- (5) 提供远程配置软件,用户可方便地远程配置硬件以及程序调试。

2.2 模拟装置软件

继电保护报文模拟数据系统装置内软件结构如图 2 所示,其中包含的模块如下。

- (1) 配置数据载入:后台下发配置数据,模拟装

置解析数据后,按“通信接口→模拟设备→协议”模式创建通信架构。

(2) 主通信流程:通信架构创建后,生成以通信接口为核心的通信流程。

(3) 与上位机通信部分:模拟装置与后台制定了统一的通信协议,通过此协议,后台可发送模拟数据命令至模拟装置,同时模拟装置需将模拟数据信息反馈给后台。

(4) 模拟数据:模拟装置接收到后台的模拟数据命令后,将模拟数据分解,并将数据分发给对应的模拟设备,模拟设备经过各自协议进行解析后,发送报文至各个通信接口。

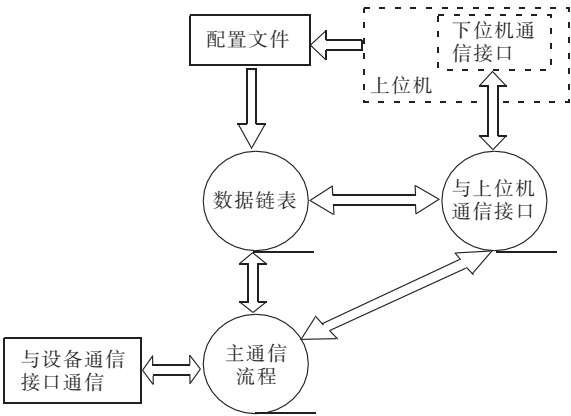


图2 报文模拟装置软件结构

3 后台系统

后台系统的主要功能有:

(1) 数据配置、数值显示:提供友好的人机配置界面,数据可复制、粘贴,并能进行导入、导出操作;用户可以刷新实时数据。

(2) 模拟数据部分:提供统一的模拟数据配置界面,用户可方便地配置遥信变位、SOE、梯度遥测、遥控等数据,并将这些数据下发到模拟装置。

(3) 模拟装置通信控制:通过 TCP 链路方式与模拟装置进行通信,控制模拟装置运行状态以及模拟数据的触发。

(4) 告警输出:采用 UDP 服务端方式实现告警进程,告警信息以 UDP 客户端方式向告警 UDP 端发送数据,利于多进程的告警信息输出。

(5) 历史数据查询:提供历史数据查询以及导出功能。

软件的功能模块关系如图3所示,“模拟数据窗体”组织模拟数据向“下位机通信接口”发送相关命令,通信接口接收到数据命令后通过协议向下位机发送指令。

数据配置通过链表的操作进行配置。内存数据

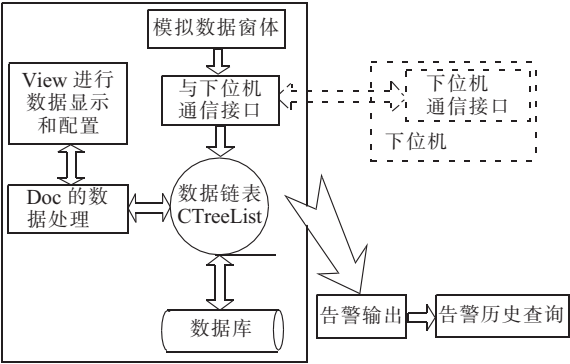


图3 后台系统软件结构图

将被存放在链表中,程序中一切配置数据的引用都从链表中获取,当读、写链表时,链表将自动进行互斥处理。

4 技术要点

4.1 数据存储采用双向链表

后台配置数据存储使用了双向链表技术,程序模块调用数据时,直接利用链表指针进行对数据的访问,从而降低了系统对内存的开销,提高了数据调用的相应速度。链表类为 CTreeList,该类负责对整个链表进行读写操作。

由于程序不同模块都有可能操作节点,因此需做好互斥处理,如通信接口的访问需采用 Wait CommMutex() 和 ReleaseCommMutex() 进行互斥的控制,如图4所示。

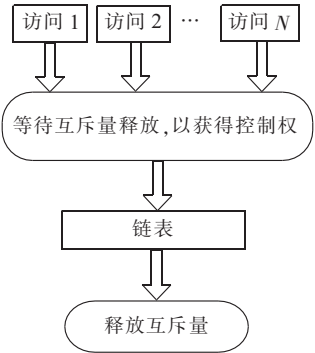


图4 链表数据的互斥处理

4.2 同类型数据统一界面配置

后台软件按“通信接口→设备→通信协议”的层次统一部署配置界面,每种类型的数据统一在同一类型的数据界面(MDI 的 View 窗体)中,从而有利于用户配置时的比较和修改,用户可以方便地复制同一类型的数据,使配置数据时快捷方便。

数据界面配置安排在 CSimulateDevView 类中实现,此类中负责用户配置数据的人机界面对话,CSimulateDevDoc 负责对数据链表读/写操作。主界面中,“配置库”包括通信接口表、设备表、协议表,

“实时表”包括具体设备的通信表、遥测表、遥控表。当双击某个节点即可打开该节点对应的配置窗体。

4.3 FTP 方式下载配置文件

基础数据配置完成后,先进行编译,编译形成的文件在可执行文件同层次目录的“downdata”目录下,该目录下的文件需要传输到下位机,以供下位机在启动通信主流程时读取配置,软件因此设计了FTP 下载文件功能,用户点击菜单的“下载”按钮,即可完成文件下载。程序中 CFtpClient 为 FTP 的封装类,该类中包含 FTP 的链接、断开、设置目录、删除目录、下载目录共 5 个函数。

4.4 主通信架构

目前国内大多数厂家的通信管理单元设计都采用“协议→通信接口→设备”的架构模式,每个通信接口对应一个协议,此类设计存在的一个问题就是当一个通信接口下存在不同协议的设备时(总线式通信模式时经常出现),通信管理单元将不能实现此功能,只能重新开辟一个新的通信接口给不同类型协议的设备。模拟数据系统的装置内程序按“通信接口 (Comm)→设备 (Term)→协议 (Protocol)”的层次搭建通信架构,真实反映现场通信层次,如某通信接口下挂了 M 个设备,则在后台配置中配置该通信接口后,只需将这些设备属性中填写从属于该通信接口下即可;同一通信接口下的各个设备可采用不同的通信协议,通信协议与通信接口具有无关性。通信配置架构见图 5。

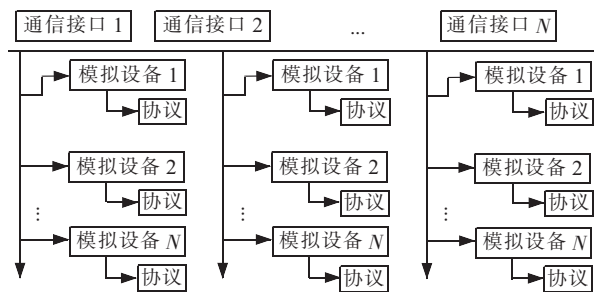


图 5 通信配置架构

4.5 下位机模拟数据实现

首先上位机发出启动指令,下位机接收到命令后,解析模拟数据,派发模拟数据至目标模拟设备,再由模拟设备解析模拟数据,通过设备协议生成相应的报文传输给主站,如图 6 所示。

4.6 硬件装置远程调试和配置

为更好地服务于开发人员以及应用人员对硬件装置的配置,在开发硬件的同时开发了远程调试工具。用户可通过 PC 连接到装置,配置软件可实现远程配置硬件接口参数、下载系统 BIOS 和 Firm Ware、设置装置为程序调试模式。

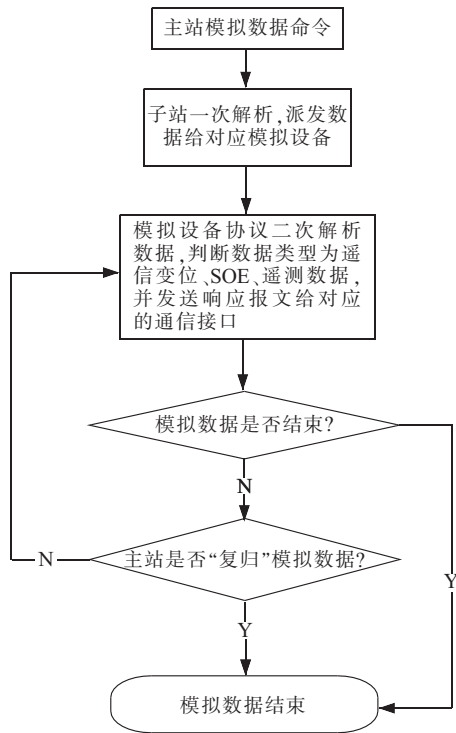


图 6 下位机模拟数据流程

5 继电保护报文模拟数据系统运行

继电保护报文模拟数据系统软件通过测试表明,模拟装置能及时响应模拟数据的发生,在设定时间内能规模化、顺序性向主站发送模拟信号,能有效检测主站有无信号丢失,同时模拟数据系统能够准确地模拟出变电站事故时顺序发生信号,系统能够保存模拟信号的配置和模拟信号输出结果,用户再次使用时只需要将模拟数据配置导入即可再次模拟信号的发生,同时也可以按时间检索模拟数据历史。

6 结束语

继电保护报文模拟数据系统的研发成功为检测变电站综合自动化系统性能提供了很好的检测平台,同时为后期分析变电站事故时提供了很好的分析工具。

若在保护报文模拟数据系统硬件中增加开关量硬节点和光敏传感器,则可检测综合自动化系统开关量变化至后台的反应时间;增加辅助无线模块,在无线模块中设计多组开入、开出量,使之能直接接入二次设备,这样则能不通过实际的开关操作检测二次设备的开入、开出情况,从而能检测综合自动化系统备投、顺控等逻辑操作。

参考文献:

[1] 李书臣,田慧欣. 基于实时仿真技术变电站自动化系统的实现方案[J].青年科学,2010(6):269-270.
[2] 黄 曙,梁晓兵,高新华,等.变电站自动化系统实时仿真装

系统可以采用分散控制的方法,但对 (y_3-y_4, u_2-u_3) 要进行进一步的分析,确定采用何种设计方法。

参考文献:

- [1] DIXON R, PIKE A W, DONNE M S. The Alstom Benchmark Challenge on Gasifier Control [J]. Proc. Instn. Mech. Engrs, Part I, Journal of Systems and Control Engineering, 2000, 214 (16): 389-394.
- [2] SIGURD S. Plantwide Control: the Search for the Self-optimizing Control Structure [J]. Journal of Process Control 2000 (10): 487-507.
- [3] RINARD I H, DOWNS J J. Plant Wide Control: a Review Andcritique [C]. AIChE Spring Meeting 1992, New Orleans, paper 67f.
- [4] TRULS L. Studies on Plantwide Control [D]. Department of Chemical Engineering Norwegian University of Science and Technology, 2000.
- [5] JAMES M R, SMITH M C, VINNICOMBE G. Gap Metrics, Representations, and Nonlinear Robust Stability [C]. Proc. 39th IEEE Conf. On Decision and Control. Sydney, 2000: 2936-2941.
- [6] GEORGIU T T, SMITH M C. Optimal Robustness in the Gap Metric [J]. IEEE Trans. Automat. Contr., 1990, 35 (4): 673-686.
- [7] ZHOU K, DOYLE J C. Essentials of Robust Control [B]. Prentice_Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ, 1998.
- [8] WITCHER M, McAVOY T J. Interacting Control Systems: Steady-state Gain Information [J]. Ind. Eng. Chem. Fund., 1985, 24: 221-235.

作者简介:

郝 飞(1980-),男,辽宁丹东人,工程师,研究方向为发电厂智能优化控制;
刘吉臻(1951-),男,山西岚县人,教授,博士生导师,研究方向为大机组智能优化控制,火电厂综合自动化;
谭 文(1969-),男,江西九江市人,教授,研究方向为鲁棒控制,工业过程控制。

Analysis and Research on the Benchmark Problem of Alstom Gasifier Control

HAO Fei¹, LIU Ji-zhen², TAN Wen²

(1.Nanjing Nari-relays Electric Co., Ltd., Nanjing 211100, China;

2.North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

Abstract: The gasifier control benchmark problem is an issue associated with the control of the multi-variables, strong coupling and nonlinear system model. A nonlinear degree analysis using the gap metric method and linearization operation is carried out for the model firstly. Considering the dynamic behavior of the system, the paper adopts a modified and practical loop variables pairing rule combined with the RGA method in the decentralized control to determine the relationship between the manipulated variables and the controlled variables. Finally the system control structure is proposed in the paper.

Key words: plantwide control; nonlinear degree; gap metric; decentralized control; relative gain array

(上接第 6 页)

- 置的设计与实现[J].继电器,2007,35(4):49-52.
- [3] 莫 峻,谭建成.变电站过程总线采样值传输仿真系统[J].电力自动化设备,2010,30(5):101-103.
- [4] 谌争鸣,陈 辉,陈 卫,等.全数字化继电保护测试系统设计[J].电力自动化设备,2009,29(5):109-112.
- [5] 邓洁清,袁宇波.基于 PLC 模块的变电站自动化测试仿真系统的实现及应用[J].电力系统保护与控制,2009,37(24):157-160.
- [6] 石剑华,黄文韬.基于 GOOSE 报文的简易母线保护的應用[J].广西电力,2010,23(1):45-48.

作者简介:

陈久林(1970-),男,江苏扬州人,高级工程师,主要从事电力系统继电保护的试验与研究工作。

Research on Relay Protection Packet Simulation System

CHEN Jiu-lin, GE Yong-gao, JIANG Yi-quan, FAN Li-xin

(Jiangsu Frontier Electric Technology Co., Ltd., Nanjing 211102, China)

Abstract: Relay protection packet simulation system is basis of function test of relay protection and is also part of transformer substation automation simulation test system. The relay protection packet simulation system completes the system-level test of the transformer substation automation system with transformer substation automation simulation test system based on PLC module. Firstly, this paper describes the structure of relay protection packet simulation system. It explains the software, hardware and background system. Techniques of this system are also included. The successful research and development of the relay protection packet simulation system provides a good test platform for testing the performances of transformer substation automation system and a good tool for analyzing the transformer substation failure.

Key words: transformer substation automation system test; packet simulation system; simulation device