

水轮发电机组计算机监控实时仿真系统的实现

余波, 吉雷, 王永强, 曹志峰

(西华大学能源与环境学院 成都 610039)

【摘要】提出了一种水轮发电机组计算机监控实时仿真系统构建方案。通过对水轮发电机组及其辅助设备进行了数字仿真,再结合监控层的应用软件及硬件,构成混合仿真系统,实现了计算机监控系统对水轮发电机组一系列动态过程监控的实时仿真。

关键词 计算机; 监控; 实时仿真; 水轮发电机组
中图分类号 TP391.9; TV736 文献标识码 A

Implementation of Real-Time Simulation System of Supervisory for Hydroelectric Generating Units

YU Bo, JI Lei, WANG Yong-qiang, CAO Zhi-feng

(School of Energy and Environment, Xihua University Chengdu 610039)

Abstract A scheme of real-time simulation system of supervisory for hydroelectric generating units is proposed. The compositional simulation system is constituted by digital simulation to hydroelectric generating units and its auxiliary equipment with combining the software and hardware applied in the layer of supervisory. Series of dynamic processes of supervisory to hydroelectric generating units are simulated real-time in this system.

Key words computer; supervisory; real-time simulation; hydroelectric generating units

近年来,随着计算机技术的不断发展和成熟,计算机监控技术在各类型水电站中得到全面推广应用,对促进水电厂技术进步,提高水电厂的安全、经济运行水平起到了重要的作用。

但是由于技术的复杂性,以及水电厂的高可靠性要求,使得对监控系统的现场调试和人员培训面临非常大的风险。建立水电厂计算机监控实时仿真系统,对即将实施的监控流程进行测试试验,以及对人员培训,都是非常必要的。本文提出了一种水轮发电机组计算机监控实时仿真系统的设计方案。

1 总体目标与设计思想

本文提出的设计方案,拟建立一个对水轮发电机组运行进行全过程监控的实时仿真系统,并使该系统具有代表性、实用性和经济性。为实现上述目标,结合我国水电厂计算机监控系统的发展和实验室现有的设备状况,设计方案对水轮发电机组及其辅助设备对象进行数字仿真,结合与工程实际一致的监控层应用软件和硬件,构建一个实用、经济的混合仿真系统。

2 系统的基本结构

该仿真系统的基本结构如图1所示。由该图可见,仿真系统采用了目前广泛运用的分层分布式典型结构,上位机、现地控制单元(Local Control Unit, LCU)及监控应用软件等,均比照工程实际配置,比采用纯粹数字仿真经济,而且更切合实际。对象仿真部分中微机调速器的电子调节器单元(简称电柜)为实际应用系统;调速器液压系统、水轮发电机组、励磁系统、以及与机组控制流程密切相关的辅助设备,均通过仿真方式实现^[1-2]。

收稿日期:2006-04-21

基金项目:四川省重点学科资助项目(SZD412)

作者简介:余波(1965-),男,副教授,主要从事水电站自动化方面的研究。

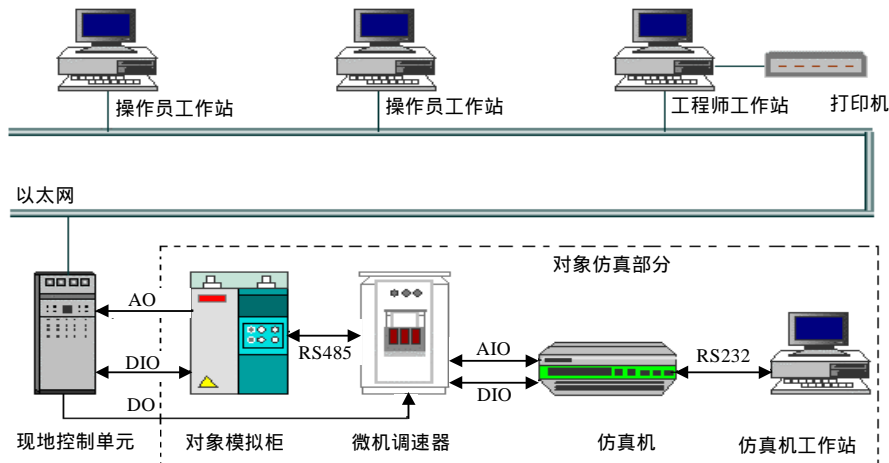


图1 仿真系统基本结构图

2.1 上位机及LCU

该系统上位机包括操作员工作站、工程师工作站。操作员工作站采用双机热备份方式，是集中监视控制中心和人机接口，用以实现系统的实时图形显示、事件发布、报表显示、报警和复归显示，以及系统自诊断信息显示、操作员操作权限登录、设备控制操作等；工程师工作站主要负责程序开发、调试及培训仿真工作，并兼有操作员工作站的全部功能。以上两种工作站均采用惠普PC机。LCU是计算机监控系统中较底层的控制部分，将由控制对象传来的实时数据、事件记录和操作记录等大量信息上报给上位机，并接收上位机的各种指令。LCU上配置的工控机，具有很强的独立工作能力，可与上位机脱离作为一个独立的监控设备。LCU通过以太网与上位机建立通讯联系，并通过DIO、AIO模块对控制对象进行控制及响应。该系统采用了实际工程中使用的国电南瑞公司的SJ500型LCU，拥有16点模拟量输入、48点温度量输入、96点开关量输入和64点开关量输出。此外还配置了SJ-40型温度采集/保护模块(48点)及双微机同期装置^[3]。

2.2 对象仿真系统

对象仿真系统中，微机调速器电柜为实物单元，主要由平板PC、饼干PC和接口板三部分构成。饼干PC与接口板构成微机调速器的核心，可对频率、开度等进行测量，实现对水轮发电机组频率和负荷的智能PID调节与控制。平板PC作为调速器的人机交互界面，为触摸式输入方式。

调速器机械液压系统和水轮发电机组由仿真机，通过数字仿真方式实现，调速器机械液压系统的工作原理，其实质是一个积分环节，采用传递函数可建立如下仿真模型^[4]：

$$G_y(s) = 1/(T_y s) \tag{1}$$

式中 T_y 为接力器反应时间常数(单位为s)，在仿真时可以进行设定。

假定水轮机为理想水轮机，并设压力引水系统为单管、单机的刚性水锤模型，则其数学模型为：

$$G_f(s) = (1 - T_w s)/(1 + 0.5T_w s) \tag{2}$$

式中 T_w 为压力引水系统水流惯性时间常数(单位为s)，在仿真时可以进行设定。

将发电机作为一阶惯性环节对待，其数学模型为：

$$G_g = 1/(1 + T_a s) \tag{3}$$

式中 T_a 为机组惯性时间常数(单位为s)，在仿真时可以进行设定。

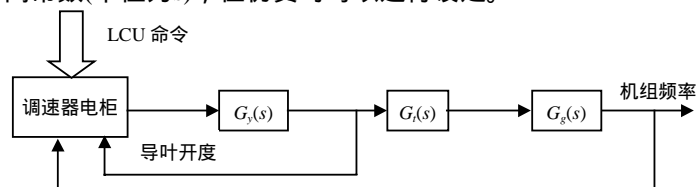


图2 水轮机调节仿真子系统

将调速器电柜与仿真机联合，即构成水轮机调节仿真子系统，如图2所示。由调速器电柜串口输出的水轮发电机组频率及导叶开度信号，为进一步仿真水轮发电机组的运行状态参数提供了依据^[5]。

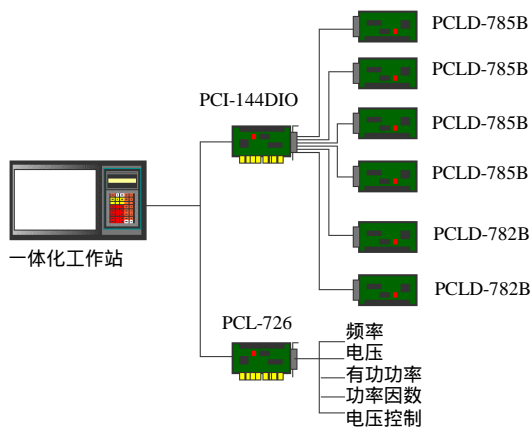


图3 对象模拟柜组成结构

对象模拟柜是以一体化工作站为核心的计算机系统，它接受LCU的开关量控制命令，并通过RS232串口获取调速器中的导叶开度和水轮发电机组频率信号，对命令和信号作出响应后传回至LCU。对象模拟柜主要完成两大类仿真任务，一是仿真与机组顺控流程有关的主要辅助设备状态及工作过程，如蝶阀开或关过程、技术供水投入、切除过程，制动系统投入、切除过程等，以及各过程中的故障设定，该类仿真主要是对开关量输入进行逻辑判断、延时控制，并以开关量输出；二是仿真机组运行状态参数，该类仿真主要是以接受到的频率、导叶开度信号为依据，仿

真机组的有功功率，并根据机组是否与电网并列的状态，仿真机组的电压和功率因数，仿真信号以模拟量方式输出，以满足LCU的要求。对象模拟柜由一体化工作站、D/A卡(PCL-726)、I/O卡(PCI-144DIO)，以及相应的端子板(PCLD-782B, PCLD-785B)等组成，结构如图3所示

2.3 软件系统

对于上位机及LCU等，由于采用了与工程实际一致的配置方式，软件系统可以使用工程实际应用软件。经反复实验，本文设计的仿真系统应用软件采用目前国内具有影响力的南瑞自控公司的EC2000监控软件，特点是采用面向对象的技术和方法，遵循TCP/IP、SQL、ODBC、COM/DCOM、ActiveX、C++、Office、IEC-1131-3、OPC等国际标准，能广泛采用商用软件工具。仿真系统功能齐全，具有良好的开放性、丰富方便的扩展能力，能支持几十种国内外PLC设备。对象模拟柜的软件系统采用国内应用较普遍且方便、可靠的国产组态王软件，利用其实现对各辅助设备状态和机组运行状态参数的仿真。

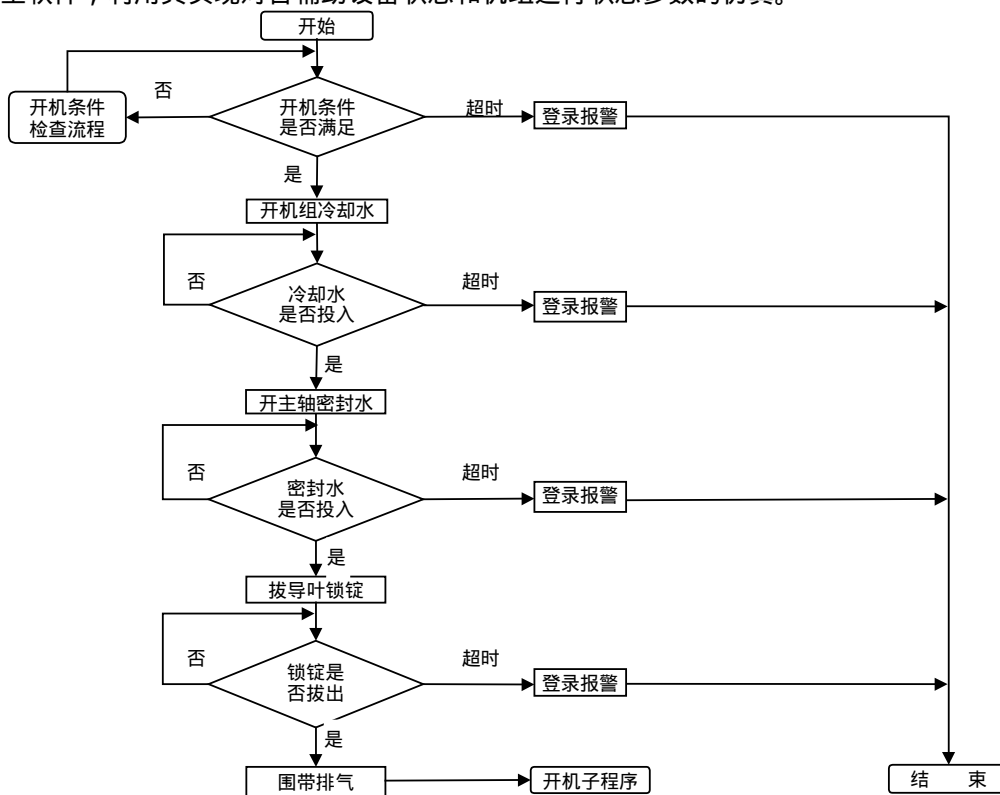


图4 停机转空载部分顺控流程图

(下转第537页)

3 结束语

本文在对Web技术、QoS技术、Web QoS分类技术和PKI技术进行分析的基础上,提出了一种新的基于PKI的Web QoS分类系统,并对该分类系统的工作原理、功能和结构进行了描述。该系统采用PKI技术,利用用户证书对用户的合法身份进行认证,增强了Web服务器的访问安全性;通过Web QoS策略服务器进行用户证书与Web QoS策略的绑定,增强了QoS策略配置的安全性、简便性和灵活性,可以保证关键业务优先得到服务。由于所采用的技术均是目前正在使用的成熟技术,所以该分类系统在实际应用中容易实现,具有较高的实用价值。在实际使用过程中,可以不断结合新的技术,对该分类系统进行进一步的完善,从而更好地满足用户的服务质量需求。

参 考 文 献

- [1] 林 闯, 单志广, 任丰原. 计算机网络的服务质量(第1版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
[2] 汪 弘. 可定制证书的CA系统研究[J]. 计算机安全, 2005, (8): 32-35.

编 辑 熊思亮

(上接第520页)

3 顺控流程仿真

水轮发电机组计算机监控实时仿真系统可实现水轮发电机组的顺控流程仿真,包括机组停机转空载、空载转发电(含同期并列)、发电转空载、空载转停机等,在发电状态下还可实现有功功率及无功功率的调整。图4所示为水轮发电机组停机转空载部分顺控流程图^[6]。

4 结束语

从该水轮发电机组计算机监控实时仿真系统的整体结构上看,该系统接近工程实际,可对实际工程中即将运行的控制流程加以校验,消除错误和缺陷;该系统还可用于对水电工程人员和软件开发人员的仿真培训工作,具有良好的经济性和可扩展性。如将模拟对象柜中的软件重新组态、修改,然后对LCU的IP地址重新定义,并启动其上的另一套监控流程,即可实现对水电厂闸门、公用设备和开关站的实时仿真监控。

参 考 文 献

- [1] 林礼清, 罗 铸, 顾元昌. 水口水电站仿真系统[J]. 系统仿真学报, 2001, 13(1): 50-52.
[2] Devine K L. A digital computer based hydro/substation operator training simulator[C]// Proceedings of the Electric Energy Conference 1985. Newcastle, 1985, 10: 228-232.
[3] 方辉钦. 现代水电厂计算机监控技术与试验[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
[4] 沈祖谕. 水轮机调节(第3版)[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001.
[5] 王定一, 伍永刚, 孙扬声, 等. 水电厂计算机监视与控制[M]. 北京: 中国电力出版社, 2001, 8: 56-95.
[6] Luo Zhu. The first hydropower plant operator training simulator in china[C]//Proceedings of the Conference on Medium-small Hydro Equipment, HangZhou, 1993.

编 辑 熊思亮