

压力容器模拟培训监控系统设计

杨红^{1,2}, 许银萍^{1,2}, 周永念^{2,3}, 杨帆^{1,2}

- (1. 武汉工程大学机电工程学院, 湖北 武汉 430205;
2. 武汉市压力容器压力管道安全技术研究中心, 湖北 武汉 430205;
3. 武汉市锅炉压力容器检验研究所, 湖北 武汉 430013)

摘要:针对压力容器操作培训及考核的实际需要,开发一种半实物仿真的培训考核模拟系统. 基于先进的以太网自动化技术,以网络可编程控制器构建下位机单元,以触摸屏和嵌入式组态软件系统构建现场操作终端,以工控组态软件和通用计算机构建上位机系统,结合改造后的现场执行器,可实现模拟操作的实时监控和动画仿真. 基于组态软件的数据库支持,建立试题库和学员信息库,并可实现面向用户的信息库扩展.

关键词:组态;数据库技术;网络可编程控制器

中图分类号:TP273+.S, TQ053

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2012.08.017

0 引言

压力容器广泛应用于化工、炼油、机械、动力、轻工、纺织、冶金、核能以及运输等工业部门,是生产过程中必不可少的重要设备. 压力容器安全管理人员和操作人员培训是一个集压力容器基础知识、专业知识、安全管理和安全操作知识、法规知识等综合性非常强的专业职能技术培训^[1]. 考试培训机构需要根据大纲要求内容,结合实际情况制定具体的培训考核细则. 目前国内在压力容器培训考核工作中还没有相关的专用培训考核设备,培训考核主要靠讲义、课堂教学、考试等传统方式完成,不能完全满足压力容器种类多,行业覆盖面广,培训质量要求高的要求.

仿真技术综合了当代科学技术中多种现代化尖端手段,极大地扩展了人类的视野、时限和能力,在科学技术领域起到了极其重要的作用^[2]. 近10年来,我国仿真技术得到迅速发展. 从应用的广泛程度看,已经从早期的航空、航天、火力发电和核动力发电部门扩展到今天的军事、电子、通信、交通、舰船、冶金、建筑、气象、地质、机械制造、轻工、技术训练等多种行业和部门,其应用已渗透到系统生命周期的全过程.

半实物仿真作为仿真技术的一个分支,涉及的领域极广,包括机电技术、液压技术、控制技术、接口技术等. 从某种角度上讲,一个国家的半实物

仿真技术的发展水平也代表其整体的科技实力. 半实物仿真是工程领域内一种应用较为广泛的仿真技术,是计算机仿真回路中接入一些实物进行的试验,因而更接近实际情况^[3]. 这种仿真试验将对象实体的动态特性通过建立数学模型、编程,在计算机上运行,这是在飞机与导弹控制和制导系统中必须进行的仿真试验.

实时监控^[4]系统以其直观、方便、信息内容丰富而被广泛应用于金融系统、交通系统、公安系统、教育系统和医疗系统等众多领域,在计算机技术、电子技术和通信技术迅猛发展的过程中,监控系统的技术水平也从初期的模拟信息传输与控制飞速发展到了数字化、网络化信息传输与控制.

1 系统实施方案

考核培训系统的控制系统体系结构如图1所示. 系统基于先进的以太网自动化技术所提供的现场设备开放网络平台,以网络可编程控制器构建下位机单元,实现现场设备控制,以工控组态软件和通用PC为软、硬件平台构建上位机系统,提供图文界面环境;系统基于通用的以太网平台,实现上、下位机间的通信,构建一个上位机对应多个下位机的结构,以方便系统扩展^[5-6].

下位机操作站选用“大工计控”公司的PEC8000和DIO2000网络可编程控制器. PEC8000是基于工业以太网的网络化可编程控制器,有1路

收稿日期:2012-05-18

作者简介:杨红(1971-)男,湖北宜都人,副教授,博士. 研究方向:机电一体化技术、新型高效过程装备技术、虚拟仿真技术等.

10 MB/100 MB 工业以太网通信接口,2 路 RS485 通信接口,支持 MB + 高速总线,8 路数字量输入(支持 4 路最高 50 kHz 高速输入),8 路数字量输出(支持 2 路最高频率 50 kHz 高速输出),6 路模拟量输入,2 路模拟量输出。DIO2000 是基于 RS485 串行通信的网络化可编程控制器,有 1 路 RS485 通信接口,23 路数字量输入,16 路数字量输出。下位机通过现场检测和执行装置,按照预先编制的控制程序实现对模拟装置操作状态的监测和控制。

上位机选用北京昆仑通态自动化软件科技有

限公司开发的 MCGS 工控组态软件进行软、硬件组态,通过采集和监控下位机上传的实时数据,提供模拟操作监控流程,实现操作可视化,实现操作提示和培训考核功能。上位机与 PLC 之间通过以太网进行通信。以 PEC 8000 为主控制器,DIO 2000 为数字量扩展模块,通过 RS-485 串行线路连接通信。

采用昆仑通态的触摸屏 TPC1062K 作为现场操作终端,方便学生完成压力容器外观检查操作,触摸屏与 PEC 8000 通过 RS-485 串行模式进行通信。

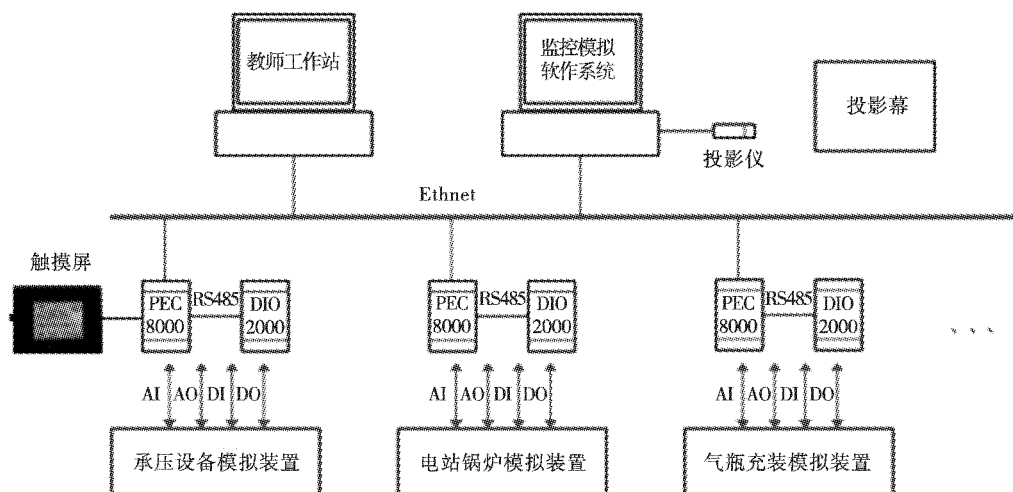


图 1 控制系统结构

Fig. 1 The structure of the control system

2 系统实现关键技术

2.1 系统通信实现

在编程环境 PLC-Config 中获取 PEC8000 上的 IP 地址 192.168.1.181,将 PC 机上的 IP 地址设置成同一网段 192.168.1.X,上位机与 PLC 就能进行通讯。PEC8000 与 MCGS 触摸屏之间的通讯,采用 RS485 接线方式,7 号口接主控制器 PEC8000 上的 T1+,8 号口接 T1-。在 MCGS 组态软件的设备窗口中选择“通用串口父设备”,“莫迪康 ModbusRTU 子设备”,并配置各自的设备属性。PEC8000 与 MCGS 监控界面的通讯,通过以太网进行连接。在 MCGS 的设备窗口里选择“通用 TCP/IP 父设备”,“莫迪康 MODBUS-TCP 子设备”,按表 1 和表 2 进行相应的属性设置。

单个 PEC8000 与 DIO2000 总共有 31 路开关量输入,20 路开关量输出,蒸压釜系统需要 12 路开关量输入,21 路开关量输出,其中触摸屏占用 14 路输出。现场调试时,发现触摸屏上开关量输出

不占用 PLC 上的实际端口,所以可直接使用 PLC 上的内部虚拟端口,节约出很多实际输出端口。

表 1 主设备参数设置

Table 1 Setting of the master equipment parameters

设备属性名	设备属性值
设备名称	通用 TCP/IP 父设备 0
初始注释	通用 TCP/IP 父设备
初始工作状态	1——启动
最小采集周期/ms	1 000
数据采集方式	0——同步采集
网络类型	1——TCP
服务器/客户设置	0——客户
本地 IP 地址	192.168.1.10
本地端口号	3000
远程 IP 地址	192.168.1.181
远程端口号	502

表2 次设备参数设置

Table 2 Setting of the secondary equipment parameters

设备属性名	设备属性值
[内部属性]	设置设备内部属性
[在线帮助]	查看设备在线帮助
设备名称	设备0
设备注释	莫迪康 MODBUS-TCP
初始工作状态	1——启动
最小采集周期/ms	100
PLC 地址	1

2.2 系统动画流程设计

MCGS 组态环境中,没有动画插入功能.使用 3Dmax 作出蒸压釜操作培训从开门到关门的五张状态图,每个动作会出现相应的图片.这样做出来

的动画效果很差,每张图片切换时波动大,不能客观、真实地显示蒸压釜的操作流程,而且使用 3Dmax 制作动画,其过程复杂,工作量大.

使用相机直接拍摄现场模拟样机.用三脚架固定住相机,从侧面和正面分别拍摄蒸发釜的动作过程(为了使效果更加明显,尽可能的多拍一些照片).拍出的照片运用 Photoshop 进行处理,裁减掉不需要的东西.最后将每张照片以位图的形式插入 MCGS 中,并进行设置.这里要注意一点,相机拍出的图片像素很高,占用空间大,如果直接贴到 MCGS 中,会导致系统反应慢,甚至出现瘫痪这种情况,所以在插入图片之前要用 Photoshop 将照片的像素改小.

最终的蒸压釜流程效果图如图 2 所示.

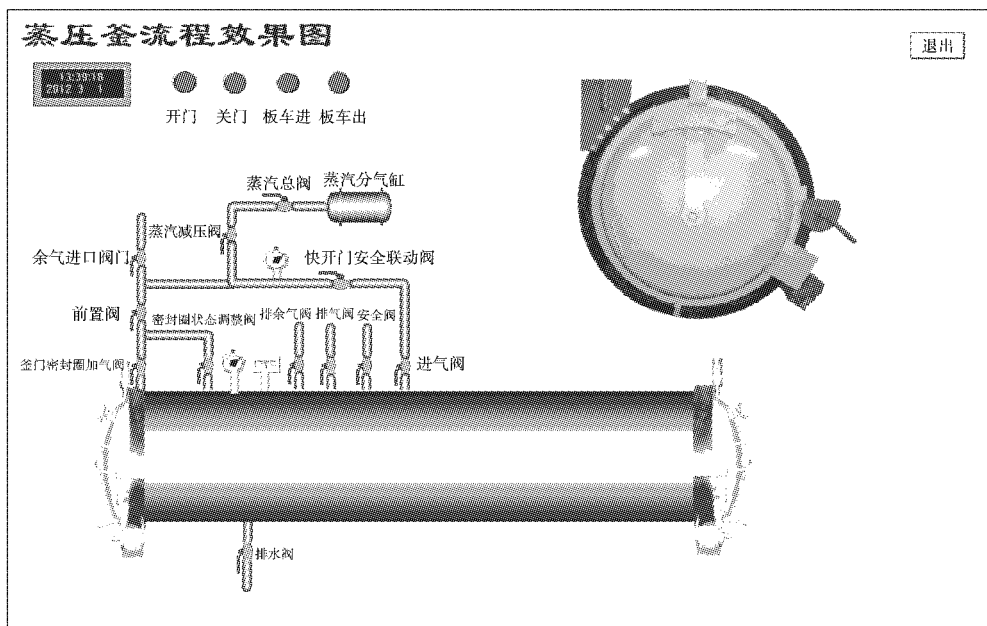


图2 蒸压釜流程图

Fig. 2 The figure of the autoclave process

2.3 数据库系统实现

系统采用数据库^[7]访问方式,通过 MCGS 各种数据属性的设置和构件的操作,实现监控系统与数据库的数据处理和交换功能.整个蒸压釜数据库系统包括试题信息库,学员信息库.在 Microsoft Access 数据库中分别对两类数据库进行编辑,试题信息库需要录入试题名称、试题操作步骤、试题初始条件,学院信息库中包括新学员信息录入和管理. MCGS 不在 ODBC 数据源管理器中指定 ODBC 数据源,而是直接在 MCGS 组态软件中,指定使用的 ODBC 驱动程序和 ODBC 数据库服务器,从而由 MCGS 直接建立起 ODBC 数据库连接,

这种方式可以使工程应用时需要考虑的复杂性降低.

3 系统主要功能

该系统将计算机仿真与压力容器操作系统样机相结合,逼真地模拟出压力容器的实际操作环境,自动记录和回放系统操作过程参数,设置设备常见故障,自动对学员的操作能力进行考核与评价,满足压力容器实际操作技能培训和考核的各项要求,实现了典型工艺设备流程动画的辅助教学,全面提高了培训考核的管理质量.

4 结 语

系统采用上下位机的架构,充分利用上位机处理信息能力超强和下位机稳定可靠的特点,非常适合工业现场.同时基于通用的以太网平台,实现上、下位机间的通信,构建了一个上位机对应多个下位机的结构,方便系统扩展.在 MCGS 中利用 Access 数据库保存数据和处理数据,提高了系统的可靠性和运行效率,同时也使其它应用软件系统能直接处理数据库中的存盘数据.

参考文献:

- [1] 张洪,何世先.如何做好压力容器操作人员的安全技术培训[J]. 沪天化科技,2011(2):160-161.
- [2] 石晓瑛,许智榜.基于 GUI 的 SVPWM 矢量控制系统仿真[J]. 武汉理工大学学报,2011,33(2):128-132.
- [3] 王江,林蔚.激光半主动制导武器半实物仿真系统能量链研究[J]. 红外与激光工程,2011,40(7):1230-1233.
- [4] 刘建甫,骆瑞松.煤矿井下供电实时监测监控系统在某矿的应用[J]. 工矿自动化,2011,8(8):175-178.
- [5] 杨红,付帅.虚拟现实环境下的工控界面构件封装[J]. 武汉工程大学学报,2012,34(1):48-52.
- [6] 刘新宇,徐海潮,初秀民,等.道路照明智能控制系统的设计与实现[J]. 武汉理工大学学报,2011,33(10):69-72.
- [7] 黄会明,黄益宾.芬太尼类反恐活性化合物数据库的研制[J]. 武汉工程大学学报,2010,32(7):31-32.

Design on monitoring and controlling system of pressure vessel simulation training

YANG Hong^{1,2}, XU Yin-ping^{1,2}, ZHOU Yong-nian^{2,3}, YANG FAN^{1,2}

(1 School of Mechanical and Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430205 China

2 Wuhan Research Center of Pressure vessel and Pipeline Safety Engineering, Wuhan 430205 China

3 Wuhan Boiler Pressure Vessel Inspection Institute, Wuhan 430013 China)

Abstract: For the operation training and examination of the pressure vessel, it is really need to develop a kind of hardware-in-the-loop simulation about the training and examination simulation system. Based on the advanced Ethernet automation technology, constructing the hypogynous machine unit by the network programmable controller, building the site operation terminal by the touch screen and the embedded configuration software system, constructing the upper system by the industrial control configuration software and the general computer, combining the modified site actuator, it can realize the real-time monitoring and animation simulation of the simulative operation. Supported by the database of the configuration software, and building the examination and students information database, it can realize the expansion of the customer information database.

Key words: configuration; technique of database; network programmable controller

本文编辑:陈小平