

# 基于 OPC 通信技术的火电厂 DCS 后台控制

王 杰,高昆仑,王万召

(郑州大学 电气工程学院,河南 郑州 450001)

**摘要:** 提出了基于 OPC 通信技术的后台复杂控制算法应用程序的集散控制系统(DCS)构架。利用组态软件,设计了针对火电厂主蒸汽温度的 DCS 监控界面。采用组态软件 ForceControl<sup>®</sup>自带的 PCAuto.OPCServer 作为 OPC 服务器,利用 Simulink 工具箱搭建系统现场的仿真框图,并采用工具箱自带的 OPC 接口与组态软件 OPC 服务器建立一个连接。同时利用 MATLAB 编写与 OPC 服务器建立另一个连接的后台控制算法应用程序,并将该程序编译成可执行文件以供组态软件随时调用。通过对该系统的仿真实验表明,该系统运行稳定、可靠。

**关键词:** 火电厂; 集散控制系统; 组态软件; OPC; 通信

**中图分类号:** TP 311

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.3969/j.issn.1006-6047.2013.04.026

## 0 引言

在我国火电厂大型机组上,集通信技术、控制技术、计算机技术和图形显示技术于一体的集中管理分散控制的集散控制系统 DCS(Distributed Control System)已经得到广泛的应用,并在机组的监控、管理和安全运行方面发挥着越来越重要的作用<sup>[1-2]</sup>。然而,到目前为止,我国自行研制或者引进的各种 DCS 都采用 PID 控制作为其基本控制策略,其控制效果较原始的手动控制虽然有明显的改善,但是对一些重要的热工自动控制系统,如汽温控制、燃烧控制、机组远程调度控制、机炉协调控制等,简单的 PID 控制无法长期、稳定、有效地对这些热工过程实现有效的控制。在火电厂过程控制中,先进 DCS 的潜能没能得到充分发挥,也使 DCS 的性能/投资比大为降低<sup>[3]</sup>。因此,智能化控制技术手段取代常规控制已成为火电厂 DCS 控制技术发展的必然趋势。

先进智能控制技术是以自适应控制、模糊控制、神经网络技术等为代表的、解决具有不确定性系统控制难题的有效方法<sup>[4]</sup>。DCS 在火电厂的广泛应用为先进控制技术的应用和推广创造了外部条件。然而,由于火电厂机组生产过程的复杂性、对安全可靠的独特要求以及 DCS 本身的相对封闭性,使得先进控制在火电厂 DCS 中的实际应用受到了阻碍,而且进展一直比较缓慢。如何利用 DCS 的先进硬件设备,嵌入先进控制算法,使整个控制系统满足生产过程的控制要求,从而使整个热工过程运行于最佳状态,是大型火电机组控制亟待解决的重大课题。

## 1 火电厂 DCS 及其通信存在的问题

### 1.1 火电厂 DCS 控制技术

在大型火电机组中,热工自动控制有 30 多个主要控制回路。这些热工过程多数采用以 PID 为基础的常规控制策略。PID 控制的优势一方面在于简单可靠,而且早已被工程技术人员普遍接受;另一方面在于其鲁棒性较强,对控制系统的先验性知识要求较低,对过程模型的依赖程度较低。

但是由于火电厂的生产过程特点是分布参数、非线性、多变量、大扰动和有较大滞后,常规 PID 控制难以对其实现有效控制<sup>[5]</sup>。常规 PID 控制的缺点主要表现在 2 个方面:第一,不适用于大滞后对象的控制;第二,对负荷变化的适应性较差。

### 1.2 火电厂 DCS 通信技术

当前火电厂 DCS 中,现场传感器、控制仪表以及工业计算机等硬件设备与工业组态软件之间采用的通信方式繁多。由于技术和知识产权壁垒,商家所采用的传感器、自动化仪表等硬件设备的标准不同,其数据传输协议和方式也不统一,当因构建大型、复杂的 DCS 而需要多家设备集成时,其通信协议的转换和协调不仅提高了成本,延长了开发周期,还会因为协议转换和沟通的附加环节而使得系统的实时性和稳定性下降<sup>[6-8]</sup>。

鉴于组态软件在复杂控制算法的实现方面的缺陷,要使智能控制技术应用火电厂 DCS 中,必须借助于其他软件开发平台,如 MATLAB、VC 等。该方案的实现,首先要解决的问题就是智能复杂控制算法软件包如何从 DCS 中获取需要的数据信息,以及设计的智能复杂算法控制器利用这些数据信息计算出控制量后,如何将控制数据发送到 DCS 中。除此之外,二者各自的数据格式也是一个不容忽视的问题。只有解决了上述问题,才能将智能控制算法应用到火电厂的热工控制 DCS 中。

收稿日期:2012-02-23;修回日期:2013-03-03

基金项目:国家自然科学基金资助项目(60974005);河南省重点科技攻关项目(102102210376)

Project supported by the National Natural Science Foundation of China(60974005) and Key Technologies R & D Program of Henan Province(102102210376)

## 2 OPC 通信技术

过程控制中的对象连接和嵌入 OPC(Object linking and embedding for Process Control)技术<sup>[9]</sup>为基于 Windows 的应用软件和工业现场过程控制架起了桥梁<sup>[10-11]</sup>。作为工业标准的 OPC 技术,不仅排除了不同软件和硬件之间的通信障碍,而且也很好解决了不同软件之间由于数据格式不一致而带来的通信问题<sup>[12]</sup>。OPC 采用典型的客户机/服务器模式,结构模型如图 1 所示。

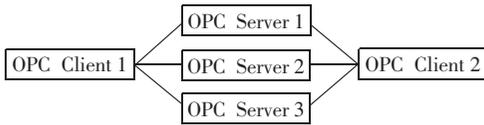


图 1 典型的 OPC 客户机/服务器模式结构图

Fig.1 Typical client/server structure of OPC

OPC 数据存取服务器主要包括服务器对象、组对象和项对象。OPC 服务器对象负责维护相关服务器的信息,并作为 OPC 组对象的容器,可以动态地创建或释放组对象;组对象除了维护自身相关的信息外,还提供包容和组织 OPC 项对象的机制;OPC 项对象则需维护 OPC 服务器中与数据有关的信息,但它并不是实际数据源,仅是指向数据源的连接。三者之间的组织关系如图 2 所示。

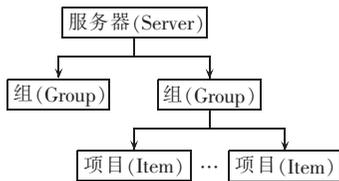


图 2 OPC 服务器组织结构关系图

Fig.2 Schematic diagram of OPC server

OPC 通信标准协议由技术领先的自动化软、硬件厂商联合微软公司开发,它使工业控制在硬件和软件方面都有了统一的依据标准<sup>[13]</sup>。在软件方面,目前几乎国内外所有流行的组态软件都自带有 OPC 通信接口,而且目前主流的计算机程序语言都支持基于 OPC 通信协议的程序开发。值得提出的是,由 MathWorks 公司开发的当今最优秀的科技应用软件之一 MATLAB 在其 7.0 以上版本中还专门集成了 OPC 工具箱。硬件方面,目前几乎所有的 PLC 及其他工业现场硬件设备都支持 OPC 数据通信协议<sup>[14]</sup>。

## 3 系统构架

当前,在火电厂 DCS 中,对现场生产过程的控制多数是由在监控室中的工程技术人员根据现场传输回来的数据信息,并结合自己的经验对相应控制参数进行人为手动调整完成的,这种控制方式对工

人的操作经验有过高的依赖性。也有一些 DCS 对某些参数的控制采用了诸如 PLC 等现场设备的硬件来实现,这虽然可在一定程度上提高控制效率,但是如果算法过于复杂,其硬件实现就很困难。本文基于 OPC 通信技术,设计了嵌入有复杂智能控制器的 DCS。该 DCS 充分利用了算法编程软件在复杂算法实现方面的优势,实现对工业过程的复杂、智能控制,并且无需对原 DCS 进行大的改动,其控制效率也远高于传统方式。系统结构如图 3 所示。

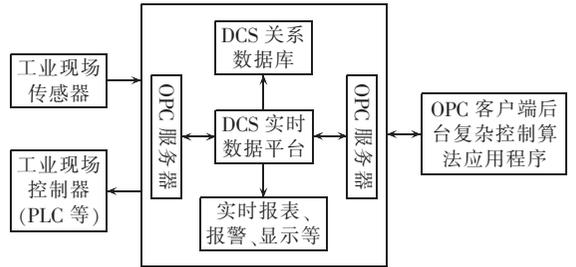


图 3 系统结构图

Fig.3 System structure

系统运行后,DCS 按照一定的采样周期从生产现场采集实时数据。这些数据一方面显示于系统的监控界面上;另一方面被存储到 DCS 的历史数据库中,以备查阅使用。而后台的控制器一旦被 DCS 唤醒,将按照事先设定的周期通过 OPC 数据交换通道读取 DCS 中的实时数据,并利用这些数据信息计算出控制量,再及时将该控制量通过 OPC 数据交互通道传递到 DCS 实时数据平台,由该平台向工业现场控制器发出相应的控制指令,从而完成一个控制周期循环。后台控制算法按照设定的周期,重复上述过程,直至收到 DCS 实时数据平台发出停止指令。

## 4 火电厂主蒸汽温度系统仿真实验设计

在大型火力发电机组中,锅炉主蒸汽温度控制系统稳定、高效、可靠的运行是保证机组安全运行、降低火电厂能源消耗、提高经济效益的重要环节。主蒸汽温度控制的任务是维持过热器出口蒸汽温度在允许的范围之内,并保证过热器管壁温度不超过规定的工作温度。

火电厂主蒸汽温度控制的广义对象模型<sup>[15]</sup>可表示为:

$$G_p(s) = \frac{C_1 G_1(s)}{1 + C_1 G_1(s) H_1(s)} G_2(s) H_2(s) \quad (1)$$

其中,  $G_1(s)$ 、 $G_2(s)$  分别为导前区和惰性区对于减温水流量的传递函数,  $H_1(s)$ 、 $H_2(s)$  分别为导前区和过热主蒸汽温度的检测单元特性。

过热主蒸汽温度动态特性呈现出大延迟、大惯性、变参数的特点,且在不同负荷工况下,动态特性和模

型参数变化较大。选取某锅炉在某工况下,过热主蒸汽温度对减温水流量的动态特性如式(2)所示。

$$\begin{cases} G_1(s) = \frac{8}{(1+15s)^2} \\ G_2(s) = \frac{1.125}{(1+25s)^3} \end{cases} \quad (2)$$

测量单元的特性为  $H_1(s) = H_2(s) = 0.1$ , 导前区采用比例系数为  $C_1=25$  的比例控制器, 则其动态特性描述如式(3)所示, 惰性区动态特性如式(4)所示。

$$G_{dq}(s) = \frac{C_1 G_1(s)}{1 + C_1 G_1(s) H_1(s)} = \frac{200}{225s^2 + 30s + 21} \quad (3)$$

$$G_{dk}(s) = G_2(s) H_2(s) = \frac{0.1125}{(1+25s)^3} \quad (4)$$

整个主蒸汽温度控制系统对减温水流量的动态特性如式(5)所示。

$$G_p(s) = G_{dq}(s) G_{dk}(s) = \frac{200}{225s^2 + 30s + 21} \times \frac{0.1125}{(1+25s)^3} \quad (5)$$

#### 4.1 DCS 的构建

基于系统架构,原有 DCS 无需进行大的改动,只需在 DCS 实时数据库中增加被控对象的控制量,并在 DCS 中添加启动后台控制器的相关指令即可。为验证该系统架构是否合理可行,利用北京三维力控有限公司的组态软件 Forcecontrol 6.1 设计了火电厂主蒸汽温度 DCS,系统监控界面如图 4 所示。

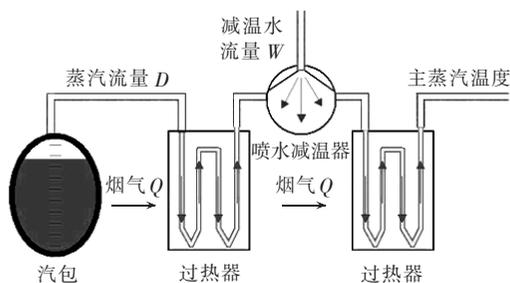


图 4 组态界面图

Fig.4 Configuration interface

在系统界面中,主蒸汽温度设定值为系统的输入量,即期望的主蒸汽温度稳定值,由操作人员根据需要来输入;主蒸汽温度则是被控对象的实际输出量;减温水流量的大小则反映出后台控制算法的计算结果,即控制器输出的控制量。

#### 4.2 OPC 接口程序的设计实现

火电厂主蒸汽温度系统的智能复杂控制器由 MATLAB 语言编写实现,控制算法通过 OPC 接口程序与 DCS 交换实时数据<sup>[16-17]</sup>。MATLAB 为 OPC 提供了专门的接口程序以供创建和配置 OPC 对象、读写和记录数据。后台控制器可以通过 MATLAB 中的 OPC 工具箱提供的相应函数或 Simulink 中的 OPC 功能模块实现与 ForceControl 6.1 的数据通信。

#### 4.3 后台控制算法

鉴于 PID 控制器的性能优良并且已被多数火电厂控制人员掌握和熟练使用,后台控制器仍选用 PID 控制为主要控制手段。但是,由于主蒸汽温度控制系统大滞后、强耦合以及时变等特性,采用参数固定的 PID 控制器很难实现对系统的有效控制,而且 PID 控制器的参数调整也是一个较为复杂的过程。为了更好地解决常规 PID 控制参数难以调整和对精确模型的依赖性问题,出现了模糊自整定 PID 控制系统。通过在控制器的前端加一个推理机,推理机根据系统当前的状态,选择相应的调整规则,实现对 PID 参数的实时调整。模糊自整定 PID 控制系统的结构如图 5 所示。

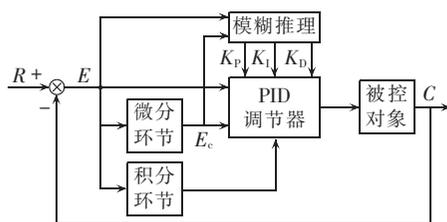


图 5 模糊自整定 PID 控制系统结构框图

Fig.5 Structure of fuzzy self-tuning PID control system

对于 PID 控制器的初始化参数,可以根据系统的大致模型,利用经验公式获得一个初始值,然后在此基础上按式(6)~(8)进行在线的整定修改:

$$K_p = K_{p0} + \Delta K_p \quad (6)$$

$$K_i = K_{i0} + \Delta K_i \quad (7)$$

$$K_d = K_{d0} + \Delta K_d \quad (8)$$

整定后的控制系统可以按照要求,达到预期的控制指标。同时控制规则还可以根据不同的控制对象以及对性能指标的不同要求,灵活合理地修改控制规则。

模糊推理系统的输入为系统期望输出设定值与系统实际输出值的偏差  $E$  及其变化率  $E_c$ , 而推理系统的输出分别对应于 PID 控制器的 3 个参数的修正值,即  $\Delta K_p$ 、 $\Delta K_i$ 、 $\Delta K_d$ 。推理系统采用在线控制的方式,实时地根据  $E$  和  $E_c$  的值,采用相应的控制规则以实现对 PID 控制器各个参数的在线整定。

PID 参数的整定必须考虑 3 个参数对系统性能指标的影响以及相互之间的互联关系。根据经验,可归纳出在一般情况下,对于不同的  $|E|$  和  $|E_c|$  被控对象对参数  $K_p$ 、 $K_i$  和  $K_d$  的部分要求为:当  $|E|$  较大时,应取较大的  $K_p$  和较小的  $K_d$  以使系统响应加快,且为避免较大的超调,故去掉积分作用,即  $K_i=0$ ;当  $|E|$  大小适中时,应取较小的  $K_p$  和适当的  $K_i$ 、 $K_d$ ,以保证系统的响应速度;当  $|E|$  较小时,应取较大的  $K_p$  和较大的  $K_i$ 、 $K_d$  的取值要恰当以避免在设定值处出

现振荡;当  $|E_c|$  较大时,  $K_D$  可取大些;当  $|E_c|$  较小时,  $K_D$  应取小些。

将系统误差  $E$ 、误差变化率  $E_c$  以及 PID 控制器修正值  $\Delta K_p$ 、 $\Delta K_i$ 、 $\Delta K_d$  的离散论域分为 7 个等级,并选择语言变量负大(NB)、负中(NM)、负小(NS)、零(ZO)、正小(PS)、正中(PM)、正大(PB)来描述这 7 个等级。采用模糊语言变量将 PID 各参数( $K_p$ 、 $K_i$ 、 $K_d$ )调整的经验归纳成的控制规则如表 1 所示。

#### 4.4 DCS 后台控制算法的嵌入

由于 MATLAB 的开放性,由其编写的程序都可以通过自身的编译系统,将源程序编译成可执行文件。这不仅提高了程序的可移植性,还改善了与其他应用程序的兼容性。针对该实验,将后台模糊自整定 PID 控制算法编译生成 exe 文件,并将该 exe 文件及其相应的系统文件按要求归置到相应的路径下,在设计完成的 DCS 中进行相应的调用设置,控制算法就可以脱离 MATLAB 环境运行,实现后台控制算法在 DCS 中的嵌入。

MATLAB 独立应用程序的编译步骤如下:

- a. 在 MATLAB 的 command 窗口中输入 `mcc-B sgl fuzzy_pid.m`,其中 `fuzzy_pid.m` 为后台算法的源程序;
- b. 将生成的 exe 文件及其相关系统文件连带 `MCRinstaller.exe` 放到同一文件夹下并复制到待运行的计算机中;
- c. 在机器上先运行 `MCRinstaller.exe`,然后选择解压目录,安装相应组件。

此外,也可以使用 MATLAB 中的编译系统生成 COM 组件,来完成独立应用程序的发布,进而实现后台复杂控制算法在 DCS 中的嵌入。

#### 4.5 DCS 工业现场的仿真设计

后台控制算法应用程序设计时必须充分考虑实

际工业过程,如采样周期的选取、控制变量的选择和命名等,并与 DCS 数据库中的变量建立起一一映射的对应关系。基于图 3 所示的系统架构,考虑到实验的需要和设备条件的限制,设计被控对象的模型以模拟工业现场。

针对上文选取的火电厂主蒸汽温度模型,利用 MATLAB 中的 Simulink 模块搭建对象的仿真模型,仿真模型与 DCS 之间也采用 OPC 通信技术来完成动态数据的交换。仿真模型如图 6 所示。

图 6 中,Zero-Order Hold 为零阶采样保持器;Transfer Fcn 为线性传递函数模型;Zero-Pole 为以零极点表示的传递函数模型;Gain 表示比例增益运算;OPC Read 和 OPC Write 功能块是 OPC 通信的数据交换接口,前者是读入数据接口,后者是写入数据接口。读写数据的形式可根据实际系统需要设置为同步或者异步方式。鉴于多数工业过程 DCS 的采样周期都为 1 s,并且火电厂主蒸汽温度系统的惯性系数较大,对于该仿真实验,将数据的读入设置为同步方式,系统数据的写入采用采样周期为 1 s 的异步方式。值得注意的是,在设计控制后台算法和仿真模型时,通过 OPC 通信接口进行交换的数据必须是 OPC 服务器中所包含的数据。针对该仿真实验,图 6 中读取的是 OPC 服务器中控制信号的采样值,即控制量,对应于主蒸汽温度系统中的减温水流量;向 OPC 服务器写入的值是系统输出的实际值,对应于主蒸汽温度系统中的出口蒸汽温度。整个 DCS 的数据刷新周期为 1 s。

### 5 仿真实验与结果分析

各部分设计完成后,首先是将生成的后台控制应用程序放置在指定路径下,并在组建好的 DCS 中设置调用该应用程序的命令语句和其他相关参数。

表 1 模糊自整定 PID 参数  $K_p$ 、 $K_i$ 、 $K_d$  控制规则表  
Tab.1 Rules of fuzzy self-tuning PID control( $K_p$ ,  $K_i$  and  $K_d$ )

$E$	$E_c$						
	NB	NM	NS	ZO	PS	PM	PB
NB	PB,NB,PS	PB,NB,NS	PM,NB,NB	PM,NB,NB	PS,NM,NB	ZO,NS,NM	ZO,ZO,PS
NM	PB,NB,PS	PB,NM,NS	PM,NM,NB	PS,NM,NM	PS,NS,NM	ZO,ZO,NS	NS,PS,ZO
NS	PM,NM,ZO	PM,NM,NS	PM,NS,NM	PS,NS,NS	ZO,ZO,NS	NS,PS,NS	NS,PM,PS
ZO	PM,NM,ZO	PM,NS,NS	PS,NS,NS	ZO,ZO,NS	NS,PS,NS	NM,PS,NS	NM,PM,PM
PS	PS,NS,ZO	PS,NS,ZO	ZO,ZO,ZO	NS,PS,ZO	NS,PS,ZO	NM,PM,ZO	NM,PM,ZO
PM	PS,NS,PB	ZO,ZO,NS	NS,PS,PS	NM,PM,PS	NM,PM,PS	NM,PM,PS	NB,PB,PB
PB	ZO,ZO,PB	ZO,PS,PM	NM,PM,PM	NM,PM,PM	NM,PB,PS	NB,PB,PS	NB,PB,PB

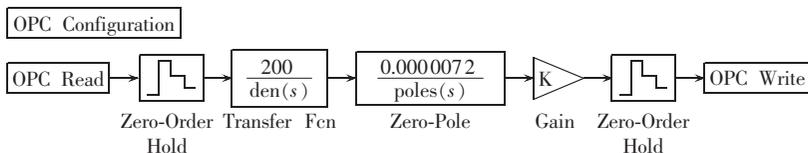
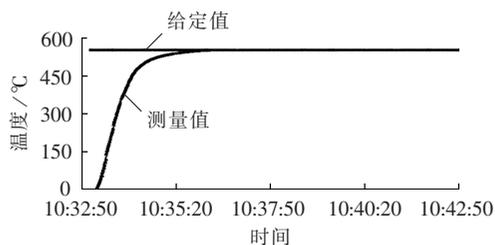


图 6 后台模型 Simulink 框图

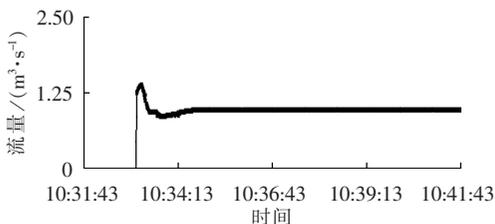
Fig.6 Simulink block diagram of background model

然后,将整个 DCS 程序打包成一个工程安装文件,并连同后台算法应用程序,安装在目标计算机上。相关软硬件安装连接完成后,启动 DCS 并运行控制应用程序,然后打开模拟现场对象的另一台计算机,运行组建好的如图 6 所示的仿真模型,完成整个仿真实验系统搭建和启动工作。

系统运行后,在如图 4 所示的 DCS 界面的主蒸汽温度设定值输入窗口输入温度期望值  $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,并记录下当前时刻为 10:33:03,观察主蒸汽温度测量值与给定值的变化曲线,如图 7(a)所示。数据曲线表明,基于 OPC 通信技术的后台控制应用程序实现了与 DCS 实时数据库的数据交换,并完成了对现场模型的有效控制。由图 7(a)中的实时曲线可以看出,在 10:33:04 时刻,主蒸汽温度的测量值开始发生变化,从图 7(b)中也可以看出在 10:33:04 时刻,控制量也开始发生变化,因此可知,在 DCS 采样周期为  $1\text{ s}$  的情况下,设定值输入后,在下一个采样时刻,后台控制算法就可以根据给定值的变化对控制量作出相应的调整。以上的这些数据充分说明后台控制算法满足系统对实时性的控制要求。



(a) 主蒸汽温度给定值和检测值变化曲线



(b) 减温水流量变化曲线

图 7 系统仿真运行效果图

Fig.7 Simulative result of system operation

此外,通过多次的仿真实验发现,后台控制算法完成一个计算周期所消耗的时间是否满足 DCS 采样周期的要求,主要决定于以下两方面:算法自身的复杂度;运行后台控制算法的计算机性能,计算速度越快,后台算法完成一次计算消耗的时间越短。总之,只要后台控制算法完成一个计算周期的时间不超过 DCS 的采样周期,就能满足控制实时性的要求。

从图 7(b)所示的主蒸汽温度阶跃响应曲线可以看出,系统的超调量为 0,上升时间仅为  $70\text{ s}$ ,调整时间也仅有  $100$  多秒,这些数据充分显示了后台模糊自整定 PID 控制器实现了对火电厂主蒸汽温度系

统的有效控制,而且控制系统性能优良,同时这也验证了嵌入到 DCS 中的后台模糊自整定 PID 控制器实现了对火电厂主蒸汽温度的控制。

## 6 结语

针对在火电厂热工控制 DCS 中,对热工过程的控制采用复杂智能控制技术的瓶颈,本文提出了一种在 DCS 中嵌入智能控制器的系统架构,而 DCS 与控制器之间的数据交互是通过目前工业标准的 OPC 通信技术来实现的。通过对火电厂主蒸汽温度控制系统的仿真实验,证明了该系统构架的合理可行,而且控制器能够满足系统实时性的要求。这为智能控制在诸如火电厂等大型工业过程控制中的普遍应用提供了一种有效途径。

## 参考文献:

- [1] 宋人杰,王强. 组态软件通信接口在 DCS 仿真界面设计中的应用[J]. 电力系统自动化,2007,31(1):93-95.  
SONG Renjie,WANG Qiang. Application of the industrial control configuration software communication interface in the design of DCS simulation operation contact interface[J]. Automation of Electric Power Systems,2007,31(1):93-95.
- [2] LIU Tundong,CAI Gangquan,PENG Xiafu. OPC server software design in DCS[C]//ICCSSE 2009. Proceedings of 2009 4th International Conference on Computer Science & Education. [S.l.]: IEEE,2009:456-458.
- [3] GARCIA J,PALOMO F R,LUQUE A,et al. Reconfigurable distributed network control system for industrial plant automation[J]. IEEE Trans on industrial Electronics,2004,51(6):1168-1180.
- [4] 陈厚肇. 火电厂热工自动化综述[J]. 电力自动化设备,1995,15(1):22-26.  
CHEN Houzhao. Summary of thermal power plant automation[J]. Electric Power Automation Equipment,1995,15(1):22-26.
- [5] 张洪涛,胡红丽,徐欣航,等. 基于粒子群算法的火电厂热工过程模型辨识[J]. 热力发电,2010,39(5):59-61.  
ZHANG Hongtao,HU Hongli,XU Xinhang,et al. Identification of thermo dynamic process through model based on modified particle swarm algorithm[J]. Thermal Power Generation,2010,39(5):59-61.
- [6] ZHANG Lieping,AO Maoyao,ZHANG Yunsheng. On remote monitor and control based on OPC and ASP.NET[C]//Proceedings of the 26th Chinese Control Conference. Zhangjiajie,China: [s.n.],2007:384-387.
- [7] PATTLE R,RAMISCH J. OPC the defacto standard for real time communication [C]//WPDRTS OORTS'97. Geneva,Switzerland: [s.n.],1997:289-294.
- [8] 蒋近,段斌. 基于 OPC 技术的监控主站实时数据传输[J]. 电力自动化设备,2008,28(9):97-100.
- [9] JIANG Jin,DUAN Bin. Real-time data transmission in monitoring master station based on OPC technology[J]. Electric Power Automation Equipment,2008,28(9):97-100.
- [9] 高强,张亮,李月凤. 基于 OPC 技术的虚拟 DCS 监测系统设计[J]. 自动化与仪表,2009,24(12):30-32.

- GAO Qiang,ZHANG Liang,LI Yuefeng. Design of virtual DCS system based on OPC technology[J]. Automation & Instrumentation,2009,24(12):30-32.
- [10] 张义,杨建武,涂承媛,等. VC 实现 OPC 技术在 DeviceNet 总线中的应用[J]. 微计算机信息,2009,5(4):282-284.
- ZHANG Yi,YANG Jianwu,TU Chengyuan,et al. Application of OPC technology based on VC in DeviceNet field bus [J]. Microcomputer Information,2009,5(4):282-284.
- [11] 吴鑫,宫亮,杨煜普. OPC 跨平台通信的实现方法[J]. 计算机工程,2009,35(13):240-242.
- WU Xin,GONG Liang,YANG Yupu. Implementation method of OPC cross-platform communication[J]. Computer Engineering,2009,35(13):240-242.
- [12] XU Hong,WANG Jianhua. Using standard components in automation industry:a study on OPC specification[J]. Computer Standards and Interfaces,2006,4(28):386-395.
- [13] FENG J. Communication design between MATLAB and industrial configuration software based on OPC[J]. Microcomputer Information,2008,1(1):295-296.
- [14] HUANG Qingbao,SONG Shaojian. Real-time control system based on MATLAB and PCAuto via OPC technology[C]//2009 IEEE International Conference on Intelligent Computing and Intelligent Systems(ICIS 2009). [S.l.]:IEEE,2009:671-674.
- [15] 陈来九. 热工过程自动调节原理和应用[M]. 北京:水利电力出版社,1982:324-327.
- [16] 冯江涛. 基于 OPC 的组态软件和 MATLAB 的通信实现[J]. 微计算机信息,2008,24(1):283,295-296.
- FENG Jiangtao. Communication design between MATLAB and industrial configuration software based on OPC[J]. Microcomputer Information,2008,24(1):283,295-296.
- [17] SANTOS R A,NORMEY-RICO J E,GOMEZ A M,et al. OPC based distributed real time simulation of complex continuous processes[J]. Simulation Modelling Practice and Theory,2005,13(7):525-549.

#### 作者简介:

王杰(1959-),男,河南周口人,教授,博士研究生导师,博士,主要研究方向为智能计算与智能控制、计算机网络与信息安全、数据挖掘等(**E-mail**:wj@zzu.edu.cn);

高昆仑(1986-),男,河南方城人,硕士研究生,研究方向为智能计算与智能控制、计算机控制(**E-mail**:gaokl2008@126.com);

王万召(1972-),男,河南叶县人,博士研究生,主要研究方向为电站热工自动控制技术与应用。

## Thermal power plant DCS for background control based on OPC communication technology

WANG Jie,GAO Kunlun,WANG Wanzhao

(College of Electrical Engineering,Zhengzhou University,Zhengzhou 450001,China)

**Abstract:** An architecture of DCS(Distributed Control System) is proposed,which has the algorithm application based on OPC(Object linking and embedding for Process Control) communication technology for the complex background control. The configuration software ForceControl<sup>®</sup> is used to design the front interface of DCS monitoring system for main-steam temperature of thermal power plant and its PCAuto.OPCServer is used as the OPC server. The Simulink toolbox is used to build the block diagram for site system simulation and its OPC interface is used to communicate with the OPC server. The interface between the back control algorithm application and OPC server is programmed with MATLAB,which is compiled as an executable file for the convenient call by the configuration software at any time. Simulation and experiment prove that the proposed system is stable and reliable.

**Key words:** thermal power plant; distributed control system; configuration software; OPC; communication