

文章编号: 1671- 251X( 2009) 06- 0081- 03

# 基于工业以太网的泵房综合自动化系统的设计

胡晓钦, 张晓光, 尹春荣, 张涛, 马云

(中国矿业大学机电工程学院, 江苏徐州 221008)

**摘要:**为了解决泵房集控系统布局分散、难以统一调度的问题, 文章提出了一种基于工业以太网 TCP/IP 通信协议的泵房综合自动化系统的设计方案, 详细介绍介绍了系统硬件设计、软件设计及其通信设置。现场运行结果表明, 该系统数据传输速度快、稳定性高、能够满足实时性要求, 有效解决了泵房集控中存在的通信问题, 实现了管理层对泵房的统一管理。

**关键词:**热电厂; 泵房; 自动化控制; 工业以太网; PLC

**中图分类号:**TD422. 5      **文献标识码:**B

## 0 引言

热电厂泵房供水系统由循环冷却水系统、工业用水系统、化水系统、消防用水系统等几个部分组成, 它是保证电厂安全、正常生产的关键。其中, 循环冷却水系统负责给汽轮机降温, 根据循环水的回水温度调节循环水的流量; 工业用水系统、化水系统根据水池水位调节水泵组的开停, 一旦工业用水池或者化水池的水位低于设定限值, 就要开启相应的水泵; 消防用水系统则是防止火灾的专用供水系统。泵房供水系统一旦出现问题, 将会严重影响电厂的正常生产, 甚至造成整个电厂的运作瘫痪, 因此, 泵房供水系统的安全性、稳定性、实时性就显得尤为重要<sup>[1]</sup>。目前, 很多热电厂泵房供水系统的布局都很分散, 不方便铺设电缆, 而且都是以手动控制或者就地集控为主, 管理层不能远程控制水泵的运行, 造成操作精度低且不及时、无法联合调度、存在安全隐患等问题。因此, 笔者设计了一套基于工业以太网的网络化监控方案, 以实现对水泵房的自动化控制功能。

## 1 硬件设计

基于工业以太网的泵房综合自动化系统的以太网络使用 CSMA/ CD(载波监听多路访问及冲突检测)技术, 并以 10/ 100 Mbps 甚至更高的速率运行<sup>[2]</sup>。

### 1.1 系统结构

基于工业以太网的泵房综合自动化系统的硬件主要包括西门子 S7- 300 系列 PLC、触摸屏、工控机、变频器、以太网交换机和现场各种测量仪表等, 如图 1 所示。

集控室和总调度室各设 1 台工控机和打印机, 集控室的工控机负责系统的监控任务, 而总调度室的工控机只供观测现场设备的参数, 不具备控制功能。集控室、总调度室、1# 水泵房和 2# 水泵房之间通过以太网交换机组成工业以太网。2 个水泵房各设置 1 套西门子 S7- 300 系列 PLC 和 1 台触摸屏, 1# 水泵房通过调节变频器控制循环泵的运行, 同时通过 Profibus 总线连接 1 个 ET200M 分站, 以控制室外的水源井泵; 而 2# 水泵房则负责工业泵组、化水泵组和消防泵组的运行。

### 1.2 硬件选型

(1) 西门子 S7- 300 系列 PLC: PLC 选用西门子公司 CPU 315- 2DP(128 KB RAM, 1 个 DP 口, 1 个 MPI 口)、PS307(输出电压为 24 V DC/ 输出电流为 10 A)、SM321(DI32/24 V DC 输入)、SM 322(DO32/0.5 A 输出)、SM 331(AI8×16 bit)、SM 332(AO8×16 bit)、ET200M (IM 153- 1)、以太网通信模块(CP343- 110/100 M bps, RJ45 接口, 15 针 D 型接口)。

(2) 触摸屏: 触摸屏选用西门子公司的 TP277, 2 个水泵房各设 1 台。

(3) 以太网交换机: 以太网交换机选用 SCALANCE X- 200 以太网交换机(2 个光纤接口, 4 个 RJ45 接口)。

(4) 工控机: 工控机采用台湾研华 IPC610A

收稿日期: 2009- 02- 11

作者简介: 胡晓钦(1984- ), 男, 中国矿业大学机电工程学院在读硕士研究生, 研究方向为测试计量技术及仪器。E-mail: huxiaoqin2003@163.com

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

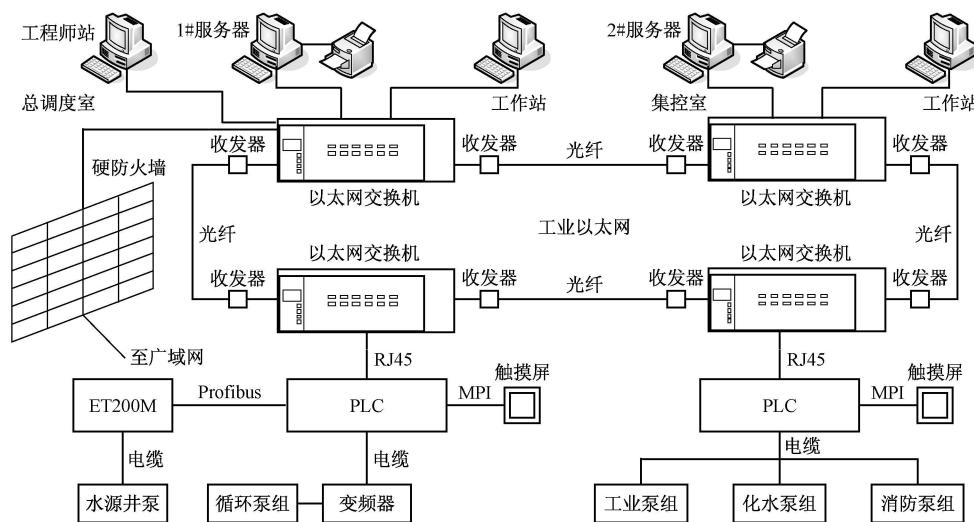


图 1 基于工业以太网的泵房综合自动化系统结构图

(P4 2.4 GB/ 80 GB/ 512 MB/ 1.44 MB/ RC-WR/ INTEL 网卡), 配以三星液晶显示器 960BF。

(5) 以太网卡: 以太网卡选用西门子公司的 CP1613。CP1613 提供标准 PCI 接口, 支持即插即用功能, 通信速率自检测(10/100 M bps)。

## 2 软件设计

基于工业以太网的泵房综合自动化的软件包括下位机软件和上位机软件 2 个部分。下位机 PLC 的组态编程通过西门子 STEP7 V5.4 实现, 上位机人机界面(HMI)采用 WinCC V6.0 和 WinCC Flexible 实现。

### 2.1 下位机软件

下位机 PLC 的控制软件以 STEP7 V5.4 为开发平台进行结构化编程, 将相对独立的功能编写成功能 FC 或者功能块 FB, 然后在主程序 OB 中调用, 这样可减少重复编程量, 简化程序的组织, 并增加程序的可读性和可维护性<sup>[3]</sup>。该软件用到的块:

(1) 组织块: 主要包括 OB1 主程序循环块、OB35 循环中断块(在 OB35 中调用以太网通信收发程序, 以太网通信流程如图 2 所示)、OB40 硬件中断块、OB82 诊断中断块、OB85 程序循环错误块、OB86 机架故障块、OB87 通信错误块、OB100 完全启动块、OB121 编程错误块、OB122 访问错误块等。

(2) 功能块: 主要包括 FC1 水泵状态检测和上位机操作接收子模块、FC2 模拟输入采集子模块、FC5 以太网通信发送系统功能块、FC6 以太网通信接收系统功能块、FC20 半自动模式开泵子模块、FC21 半自动模式关泵子模块、FC22 半自动模式设备故障诊断子模块、FC23 全自动模式开泵子模块。

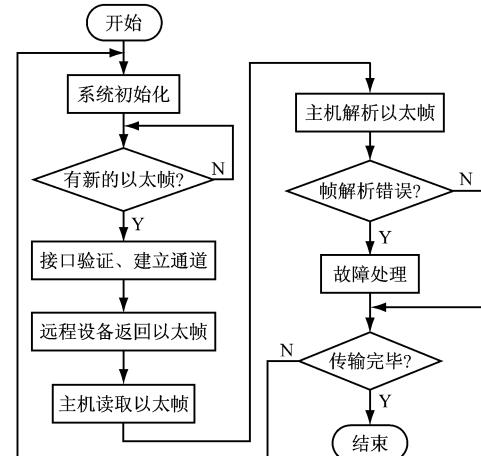


图 2 以太网通信流程图

FC24 全自动模式关泵子模块、FC25 全自动模式设备故障诊断子模块、FC27 设备状态上传子模块、FC28 报警子模块、FC29 报警解除子模块、FC30 启泵控制子模块、FC31 停泵控制子模块、FC41 变频器控制子模块、FB10 模糊控制算法子模块、FB41 PID 调节系统功能块等。

(3) 数据块: 主要包括 DB10~DB14 模糊控制算法数据块、DB50 模糊输入数据块、DB60 循环泵控制回路数据块、DB61 工业泵控制回路数据块、DB62 化水泵控制回路数据块、DB63 消防泵控制回路数据块、DB64 深井泵控制回路数据块等。

### 2.2 上位机软件

上位机 HMI 采用组态软件 SIMATIC WinCC V6.0 和 WinCC Flexible 开发。根据系统的工艺流程, 笔者设计了以下几个基本画面:

(1) 监控系统主画面。运行 WinCC 后随即启动该画面, 在该画面上设置用户登录、工艺画面、实

时曲线、历史趋势、报警画面、参数设置、退出系统等功能按钮。鼠标点击这些按钮，可以自由切换到不同画面，并且具有打印输出功能。

(2) 工艺画面。显示供水系统的运行状况、实时参数，并能动态仿真。在界面上设置手动、半自动和全自动3种操作模式，设置启动、停止、急停、报警确认等操作按钮。

(3) 实时曲线画面。显示循环冷却水的回水温度曲线、工业水池和化水池的水位曲线等。

(4) 历史趋势画面。可以查看数据的历史趋势，以便直观地分析数据变化；也可以打印报表，方便管理人员查询资料。

(5) 报警画面。报警时显示当前报警发生日期时间、报警编号、报警内容、消息文本。可以通过报警解除按钮取消报警，并能查看短期或长期存档的报警信息。

(6) 参数设定画面。可在线更改、设置各项工艺参数、控制参数。

根据管理和操作的需要，本系统设置了管理员级和操作员级2类登录权限，某些操作只有管理员级才能进行设置。

### 3 以太网通信设置

基于工业以太网的泵房综合自动化系统的通信设置包括下位机通信设置和上位机通信设置2个部分，通过通信设置可实现工业以太网的通信功能。

#### 3.1 下位机通信设置

本系统采用CP343-1组态下位机的以太网通信，通过RJ45连接到以太网交换机。

(1) 硬件组态：打开STEP7硬件组态，插入1个CP343-1，在其以太网属性对话框中将第一个PLC通信模块的MAC地址设为08-00-06-01-00-00，IP地址设为192.168.0.1，子网掩码设为255.255.255.0，将第二个PLC通信模块的MAC地址设为08-00-06-01-00-01，IP地址设为192.168.0.2，子网掩码设为255.255.255.0。组态完2个PLC通信模块的地址后，分别进行下载。下位机的以太网通信设置如图3所示。

(2) 网络配置：打开网络组态窗口NetPro，选中#1水泵房的CPU315-2DP，插入1个新的网络链接，设置为TCP连接，点击OK后，在弹出的链接属性窗口中，设置属性为默认值，分别下载到CPU

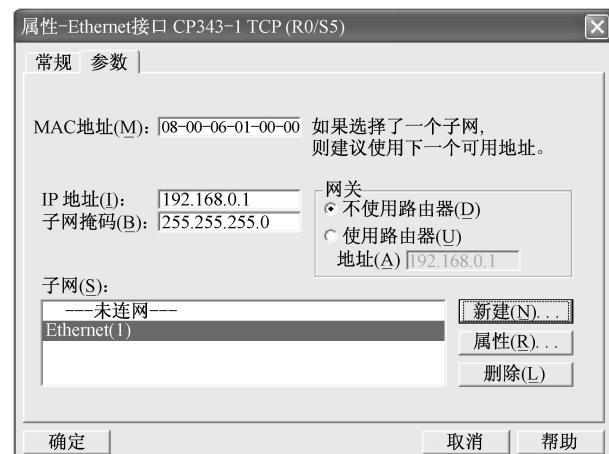


图3 下位机的以太网通信设置示意图

中。至此即完成系统的硬件组态和网络配置任务。

(3) 编制通信程序：在SIMATIC Manager界面中，通过调用FC5(AG\_SEND)和FC6(AG\_RECV)程序块即可实现以太网通信的收发功能。

#### 3.2 上位机通信配置

本系统采用CP1613组态上位机的以太网通信。在2台工控机的PCI槽上分别装上1个CP1613以太网卡，并通过RJ45连接到以太网交换机，以太网交换机之间通过光纤连接，光纤两端分别安装光纤收发器。

点击“开始”→“控制面板”→“设置PG/PC接口”，选择“ISO Ind. Ethernet”选项，点击“确定”即可完成CP1613的通信设置任务。

### 4 结语

基于工业以太网的泵房综合自动化系统的实际运行结果表明：(1) 通过工业以太网提高了管理操作的响应速率以及信号传输的实时性；(2) 工业以太网的运用，增强了管理层对现场控制的宏观决策和统一调度的能力；(3) 工业以太网提高了系统的适应性和抗干扰能力，使热电厂泵房综合自动化系统的无人值守操作更加稳定、安全。

#### 参考文献：

- [1] 冯广志.泵站改造[M].北京：中国水利水电出版社，2005.
- [2] FREEMAN M. Achieving Real time Ethernet [J]. Manufacturing Engineer, 2004, 83(3): 14~15.
- [3] 廖常初. S7-300/400 PLC应用技术[M].北京：机械工业出版社，2006.