

# 新一代 B/S 结构 DCS 火电控制系统设计与实现

宫 蕾<sup>1</sup>, 郑均辉<sup>2</sup>

(1. 平顶山教育学院 计算机科学与技术系, 河南 平顶山 467000;

2. 平顶山学院 计算机科学与技术学院, 河南 平顶山 467002)

**摘要:** 传统的 C/S 结构 DCS 火电控制系统设计方法, 上位机与服务器通信中, 服务器需要与多个操作员站通信, 造成负荷过高; 为解决这一问题, 以和利时第五代 DCS 为基础, 设计新一代基于 B/S 模式的 DCS 数据监控系统, 以点对点模式完成通信; 新一代系统中, 服务器相对于每个操作员站都是独立的, 克服当前系统同时通信高负荷的弊端; 给出了关键的底层控制站信息采集模块和 DP 总线信息传递模块的详细设计方案以及相关的软件设计方案, 并给出了关键的 B/S 结构的详细设计方案; 实验结果表明, 以 B/S 结构为基础的 DCS 数据监控系统测量结果误差小, 上位机通信的时长不超过 1 s, 服务器冗余重启切换不超过 1.2 s, 优化效果较为明显。

**关键词:** 监控; B/S 模式; DCS 设备

## A New Generation of B/S Structure of DCS Thermal Power Control System Design and Implementation

Gong Lei<sup>1</sup>, Zheng Junhui<sup>2</sup>

(1. Education College of Pingdingshan, Pingdingshan 467000, China;

2. Pingdingshan University, Pingdingshan 467002, China)

**Abstract:** In view of the traditional C/S structure of DCS thermal power control system design method of PC to communicate with the server, the server needs to communicate with more than one operator station, the load is too high, in order to solve this problem, design a new generation of DCS data monitoring system based on B/S mode, in point to point mode to complete communication, server relative to each operator station is independent, to overcome the disadvantages of the current communication system at the same time the high load. Gives the key underlying control station information acquisition module and DP bus information transmission module of detailed design and related software design, and gives the detailed design scheme of key of B/S structure. Experimental results show that based on B/S structure of DCS data monitoring system of the measurement error is small, the length of the upper machine communication less than 1 s, redundant server restart switch is not more than 1.2 s, the optimization effect is more obvious.

**Key words:** monitoring; B/S mode; DCS equipment

### 0 引言

随着计算机控制技术的不断发展, 计算机监控技术广泛应用于工业、服务业及军事等领域<sup>[1]</sup>。大型 DCS 自动化控制系统在火电领域起到了举足轻重的作用。但是, 随着对控制安全要求的增加, 对火电控制系统中的 DCS 设备性能要求也越来越高。为了解决该领域存在的安全问题, 需要提高基于计算机技术的监控系统的性能, 实现对设备的实时监控和分析, 确保设备和监控系统的安全性和稳定性<sup>[2]</sup>。因此, 如何构建安全有效的监控系统是当前学者研究的重点问题<sup>[3]</sup>。传统的 DCS 控制系统采用单层 DSP 结构构建监控系统<sup>[4]</sup>。该方法虽然能够及时有效构建相应的监控系统, 但是也具有一定的弊端<sup>[5]</sup>。由于该方法主要通过 C/S 结构实现对系统的调控, 尤其在火力发电的具体应用中, 如果上位机的数量过多, 会出现服务器拥塞现象, 引起上位机和服务通信出现高负载问题。

### 1 系统构成

为了解决传统方法存在的弊端, 本文提出一种基于 B/S

结构的监控 DCS 系统设计方法。

新一代监控 DCS 系统由现场模块、B/S 结构服务器模块和监控中心 3 大模块构成, 其中现场模块包括信号监测模块、信息采集模块、数据处理报警模块和数据传递模块 3 部分, 监控中心模块包括监控中心工作站(操作员站)和监控中心数据服务器模块两部分组成。系统总体结构如图 1 所示。

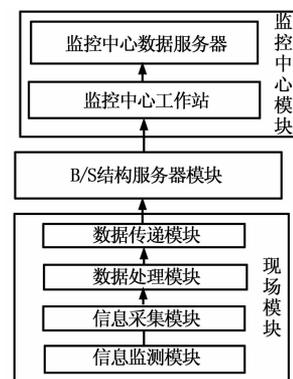


图 1 新一代 DCS 系统总体结构图

收稿日期: 2013-10-12; 修回日期: 2014-01-17。

**作者简介:** 宫 蕾(1982-), 女, 南阳方城人, 硕士研究生, 讲师, 主要从事计算机技术应用方向的研究。

B/S 结构是一种高效率的网络结构, 它是很多软件的载体。本文的 DCS 系统的网络搭建也利用了这种网络结构。系

统首先由现场模块完成数据的采集与传输，经过 B/S 结构服务器的分析与处理，最终传到监控中心，进行数据的监控与分析，完成 DCS 的数据测量等。

## 2 新一代 DCS 系统关键硬件设计

### 2.1 信息采集模块的硬件设计

现场信息采集模块主要是通过各个仪表的接口进行信息交换，完成信息采集。信息采集模块先由温度传感器、电流传感器、电压传感器等传感器模块对信号进行监测，传到信息采集器中，采集到的数据根据底层火电设备通信信号的不同，分别传输到模拟量信息采集模块和数字量信息采集模块，再通过现场的仪表 I/O 接口，把数据传到 MDR26 芯接插件中。

现场火电模拟量信息采集模块对信息采集器件中的原始电流信号进行调控，形成 RS-485 信号，再通过 SNET 总线将该信号传输到上位机中作为调控系统的基础数据。数字量信息采集模块可收集器件的开关信号，再将其传送到控制基站中。信息采集设备的设计图如图 2 所示。



图 2 火电现场 DCS 信息采集模块的硬件设计

### 2.2 数据处理模块的硬件设计

数据处理模块用于实时监控设备情况，能够及时处理异常现象，确保数据迅速传递和数据传递的安全性。当发生异常数据现象时，工控设备将采用音箱发出提示信号，显示出异常结果。数据处理模块采用高智能的 TMS320C6713 处理器对数据进行处理分析，运用 A/D 变换对火电现场数据进行处理，判断数据是否存在异常情况，如果存在，则进行提示；如果出现高危险的提示信号，则终止系统，存储相关日志，数据处理模块采用多冗余设计，用译码电路进行数据转换，分等级进行不同指示信息。

### 2.3 B/S 结构服务器的设计

新一代 DCS 系统与传统系统最大的不同在于采用了 B/S 结构服务器。本文的 B/S 结构服务器大可通过 DP 电缆中的 CAN 总线，根据各个模块反馈的总线数据，完成监控数据的传输。系统的数据传递模块的设计如图 3 所示。总线设计中，包括 CAN 总线接口、控制电路、隔离电路及驱动芯片等的设计。

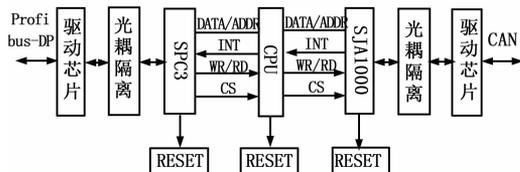


图 3 数据传递模块总线的硬件设计

图 3 中，考虑到数据传递到低延时性，数据处理时选用 PC-AT89C52 芯片；SPC3 是 Profibus-DP 数据处理时的专用芯片，内部有 DP 协议的完善版本，最大传输速率可达 12 Mbps，还能自动检测并调整数据传输速率，智能性较强，另外这种芯片还能迅速集成看门狗，外部时钟设计时为了信号的稳定性，设定了 48 MHz 或 24 MHz，供电量设定为 5 V。

SJA1000 是 CAN 专用控制器，SJA1000 是一种独立控制器，专用于区域网络控制 (CAN)，它是一种扩展性很强的缓冲调谐，具备 64 字节的先入先出系统结构，并且对 CAN2.0 有很强的支持度和兼容性，能兼容多个识别码，常用的 11 位和 29 位的识别码，具有很高的兼容性，并且速率很高，可达 1 Mbit/s，采用 24 MHz 时钟频率设计，额定电量是 5 V。

CAN 总线附近的光耦隔离器件选用 6N137，这是一款用于单通道的高速光耦合器，其内部有一个 AlGaAs LED 和一个集成检测器构成。CAN 驱动芯片选用 TJA1050。主要是考虑到火电数据收发的高速性，这款驱动芯片符合要求。Profibus-DP 总线附近一端分别采用光耦隔离器件 TLP521 和双向隔离器件 ADuM1201，驱动芯片选用 SN75ALS176。

CAN 总线和 Profibus-DP 总线的通信协议转换数据处理过程。这个过程中形成了两具相互独立的网络：一个是 SPC3 实现的与 Profibus-DP 总线的通信；另一个是 SJA1000 实现的与 CAN 总线的通信，但这两个网络的通信速度可以根据实际需要而不同。若 Profibus-DP 总线要与 CAN 通信设备建立通信时，只需要将 Profibus-DP 总线上接收的数据转移出来即可，转移的位置由用户指定。这时，单片机会根据相应的转换表读取数据，并将处理后的数据传送到 SJA1000 的发送缓冲区中，这里的数据再通过 SJA1000 与 CAN 建立通信，进而完成数据的传递。这样就完成了 Profibus-DP 与 CAN 的整个通信。这里 CAN 总线采用具有 11 位标识符的标准帧数据结构。

## 3 软件设计

### 3.1 信息监测模块工作流程设计

火电信息监测模块首先进行系统初始化，借助控制器向 GPRS 发送配置指令 AT，以便进行网络连接，此时，要与信息采集模块的网络进行互连。

火电信息监测终端连接成功并上电后，首先对系统进行初始化，包括控制的寄存器、GPRS 模块以及各接口等，根据预设的服务器 IP 地址和服务端口号进行 TCP/IP 网络连接。火电监测终端工作流程如图 4 所示。

在图 4 的设计过程中，关键的一步是要接收从数据采集模

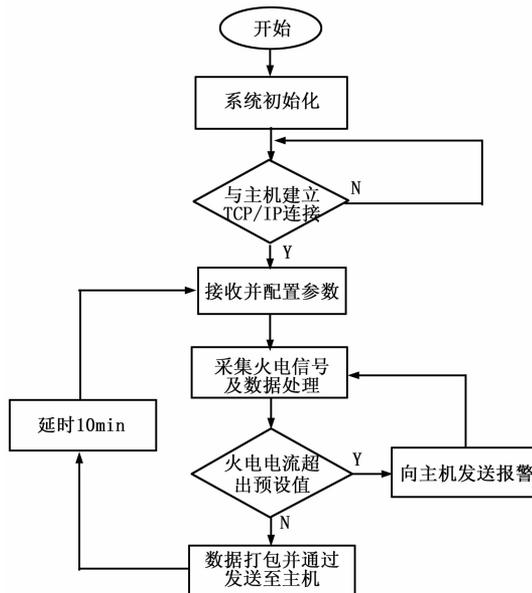


图 4 火电系统信息监测工作流程设计

块中心发来的控制和配置指令, 若没有收到控制指令, 说明电流信号比较稳定, 只需按照系统预设的参数值采样即可; 反之, 则说明火电信号不稳定, 发生了变化, 需要对火电监测终端的工作控制参数和采样频率进行调整, 依据调整后的参数设置进行传感器的数据传输与采样, 然后根据已定义的协议进行格式数据打包, 通过无线网络将采样数据传送至数据采集模块的主机上。

### 3.2 数据处理模块的软件设计

监控系统的数据库通常采用 SQL 设计数据库, 对基于 B/S 结构的监控系统中的监控数据、服务器运行数据、控制端调控数据以及设备数据等数据进行存储和处理。由于火电电信号不是一直处于稳定状态的, 有时会出现波动, 比如受到雷电、晚间统一用电等影响, 这为火电数据处理的精确性带来了困扰, 为了解决这一难题, 在火电系统数据处理模块设计时, 采用平均值法, 即通过多次测量取平均值, 以降低误差, 经过多次实验, 最后证明取 5 次测量取平均值, 采样间隔为 200 ms 时, 误差和时间上都能满足要求。在选择时, 做如下判定: 如果 5 次测量取平均值的误差在 3% 以内, 则保留并存储数据。否则就放弃该数据, 这时, 只需要计算剩余值的平均值, 并把运算结果回传到采集火电信号的管理主机即可。软件流程设计如图 5 所示。

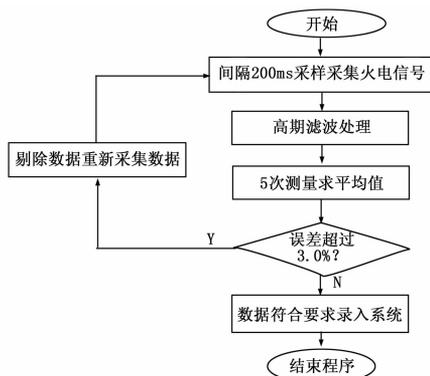


图 5 数据处理软件流程设计

### 3.3 监测中心模块软件设计

监测中心模块软件设计时考虑到易用性和健壮性, 采用 VC++6.0 设计实现, 与 B/S 结构服务器的通信借助 Socket 编程软件来构建 TCP/IP 的请求响应与数据的接收和发送。火电系统监测中心软件主要实现火电信息数据的接收、数据备份、历史查询、实时显示、数据统计分析、报表打印、及时预警等功能。

火电监测中心模块管理软件主要通过 B/S 结构服务器传递过来的数据进行分析, 因为这些数据来自各个监测点, 而设计时为每个监测点都设立了一个固定 ID, 在 ID 信息栏里, 标注该火电检测点的名称, 位置、编号和安全级别、历史异常情况等信息, 如果分析数据, 得出某个检测点数据异常, 就可以通过 ID 及时确定该检测点的位置及相应配置, 及历史异常处理方案, 快速的处理。

## 4 实验与分析

通过实验验证本文设计的监控系统的有效性。实验采用仿真软件构建一个模拟火电实验环境, 并在该模拟环境中设置

20 个不同类型的传感器, 构建信息采集 DCS 模块。统计分析数据, 可得各传感器信息采集器件的坐标, 用表 1 描述。

表 1 传感器信息采集器件的坐标统计结果

| 序号 | 器件类型  | 横坐标参数 | 纵坐标参数 |
|----|-------|-------|-------|
| 1  | 温度传感器 | 43    | 58    |
| 2  | 温度传感器 | 67    | 28    |
| 3  | 温度传感器 | 38    | 43    |
| 4  | 温度传感器 | 52    | 67    |
| 5  | 温度传感器 | 23    | 76    |
| 6  | 压力传感器 | 56    | 62    |
| 7  | 压力传感器 | 89    | 76    |
| 8  | 压力传感器 | 93    | 62    |
| 9  | 压力传感器 | 34    | 52    |
| 10 | 压力传感器 | 48    | 93    |
| 11 | 湿度传感器 | 89    | 56    |
| 12 | 湿度传感器 | 23    | 34    |
| 13 | 湿度传感器 | 28    | 37    |
| 14 | 湿度传感器 | 52    | 64    |
| 15 | 湿度传感器 | 79    | 85    |

采用传统 C/S 结构和本文提出的 B/S 结构构建监控 DCS 系统的监控有效率如图 6 所示。

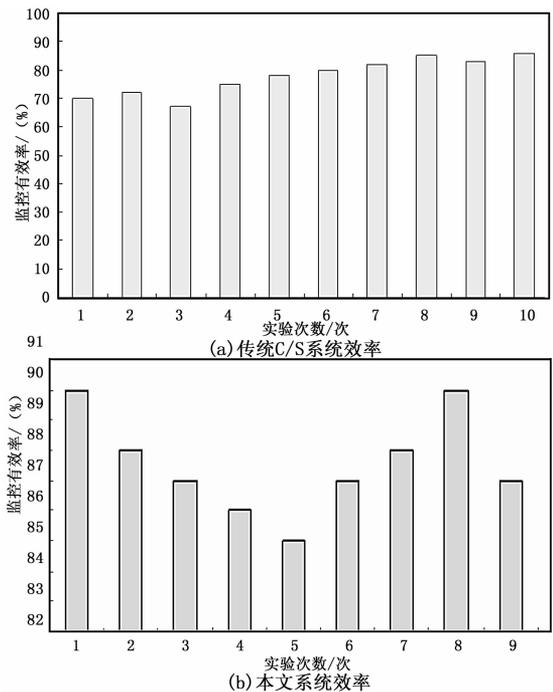


图 6 两种系统效率对比

分析图 6 可得, 采用本文方法构建的监控系统的监控效率高于传统方法。对上述两个实验图进行分析, 能够得到两种算法的监控效率, 用表 2 描述。

表 2 监控结果数据表

| 结构        | 监控效率 (%) |
|-----------|----------|
| 传统 C/S 结构 | 83       |
| 本文 B/S 结构 | 97       |

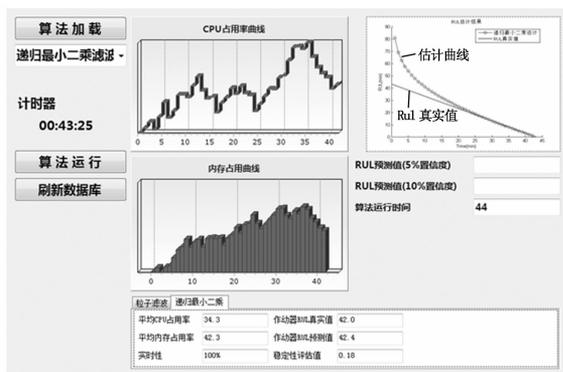


图 6 RLS 算法运行及评估结果

由图 6 可知，算法运行及评估结果界面不仅可以显示加载的算法名称与算法运行时间（如 RLS 算法运行时间为 44min），还可以在算法运行过程中实时地显示算法动态性能评估指标曲线，如 CPU 占用率和内存占用率曲线等。当算法运行结束后可以得出 CPU 和内存的平均占用率及相应算法的稳定性指标计算值，如 RLS 算法的平均 CPU 和内存占用率分别为 34.3% 和 42.3%，稳定性评估指标值为 0.18。同时，其诊断/预测结果信息也会以图例或者文字形式在界面中显示出来以便于 PHM 算法验证用户参考（如图 6 中不仅以坐标图的形式显示了剩余使用寿命（RUL, Remaining Useful life）估计结果曲线，还给出了 RUL 预测值的 5% 和 10% 置信区间）。

同时，PF 算法的诊断和预测结果如表 2 所示。

表 2 PF 算法运行及评估结果

| 故障时刻    | 报警时刻    | 运行时间  | 使用寿命    |
|---------|---------|-------|---------|
| 35.0min | 35.1min | 45min | 42.8min |

从表 2 可知，PF 算法的诊断与预测结果为：AEMA 匝间绕组故障时刻发生在 35 min 时，0.1 min 后算法诊断出该故障，并预测出匝间绕组的 RUL 值为 42.8 min，与理论值 42 min 较为符合，其预测值的 5% 和 10% 置信区间分别为 [41.3, 44.6] 和 [40.1, 47.1]，单位为 min。

### 4 结论

由第 3 节仿真结果可得出以下结论：

（上接第 1799 页）

分析表 2 可得，采用本文方法构建的监控系统的监控效率为 97%，高于传统算法，主要因为本文方法采用 B/S 结构构建监控系统，能够解决控制端数据过多产生的监控数据串扰问题，增强了监控系统的有效性。

### 5 结束语

通过对某大型 DCS 设备的仿真验证，可得到以下结论：

（1）采用本文设计的 DCS 设备应用监控系统，大幅提高了工作站的工作效率，减少由于服务器故障导致的所有工作站与控制站失联，无断线问题出现。

（2）设计的 B/S 模式的大型 DCS 数据监控系统测量结果误差小，上位机通信的时长不超过 1 s，服务器冗余重启切换不超过 1.2 s，上位机与控制站通信中断率低于万分之四。

（1）该验证系统具备加载各种 PHM 算法的能力、AE-MA 建模仿真与故障注入能力、PHM 算法性能验证与评估能力以及结果的实时显示能力；

（2）通过比较 PHM 算法的性能评估结果，可以为 PHM 算法用户选取算法提供客观依据，同时也为 PHM 算法设计人员改善算法提供参考；

（3）通过对比半实物仿真与全数字仿真的输出结果，可以不断完善系统的建模与故障注入能力。

### 参考文献：

- [1] 景 博, 杨 洲, 张 勃, 等. 故障预测与健康管理系统验证与确认方法综述 [J]. 计算机工程与应用, 2011, 47 (21): 23 - 27.
- [2] Poll S, Patterson-Hine A, Camisa J, et al. Advanced diagnostics and prognostics test bed [A]. Proceedings of the 18th International Workshop on Principles of Diagnosis [C]. 2007.
- [3] Dzakovic J E, Valentine G S. Advanced techniques for the verification and validation of prognostics & health management capabilities [A]. Proceedings of Machinery Failure Prevention Technologies (MFPT 60) [C]. 2007.
- [4] Paul B H, Delbert T. Condition based Maintenance for Intelligent Electromechanical Actuators [R]. The University of Texas at Austin, 2004: 54 - 58.
- [5] Brotherton T, Grabill P, et al. A testbed for data fusion for helicopter diagnostics and prognostics [A]. Proceedings of the 2003 IEEE Aerospace Conference [C]. 2003.
- [6] Roemer M J, Kacprzynski G J, Orsagh R F. Assessment of Data and Knowledge Fusion Strategies for Prognostics and Health Management [J]. IEEE, 2001, 11 (6): 2979 - 2988.
- [7] 吴 豪. 机电作动器故障预测与健康关键技术研究 [D]. 北京航空航天大学, 2012.
- [8] Arulampalam M S, Maskell S, Gordon N, et al. A tutorial on particle filters for online nonlinear/non - gaussian Bayesian tracking [J]. IEEE Transactions on Signal Processing, 2002, 50 (2): 174 - 188.
- [9] Simon D. Optimal State Estimations [M]. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2006.

### 参考文献：

- [1] 王 迎, 陈仕彬, 朱 洁. 污水处理厂远程监控系统的设计 [J]. 计算机测量与控制, 2011, 19 (10): 2433 - 2436.
- [2] 郑魁彪, 袁 磊, 周 鑫. 基于 C/S 结构的数控设备网络监控系统 [J]. 机械设计, 2012, 8: 5 - 10.
- [3] 张 方, 武 鹏, 霍 锐, 等. 基于 C/S 结构的气象信息网络综合监控系统的设计与实现 [J]. 气象与环境科学, 2009, S1: 279 - 282.
- [4] 厉玉昇, 申双和, 冶林茂, 等. 基于 C/S 架构的紫外线网络监控系统 [J]. 计算机应用与软件, 2008, 7: 154 - 155.
- [5] 彭小军. 基于小波变换的变频器异常定位检测技术 [J]. 科技通报, 2012, 10 (28): 107 - 109.