

文章编号:1671-6833(2009)04-0112-04

火电厂厂级监控信息系统的设计与实现

崔岩, 高献坤, 张红梅

(河南农业大学 机电工程学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 根据某火电厂一二期工程总体建设目标和要求, 设计了三层体系的 SIS 系统. 针对其网络架构、接口设计、软硬件选型、功能设置等关键问题进行了讨论和分析, 介绍了报表计算, 生产过程监视及数据管理, 性能计算及经济性分析, 机组负荷优化分配, 主辅机状态监测及与寿命计算等子系统的功能及实现方法. 电厂实际运行表明所设计的 SIS 方案是可行的.

关键词: 火电厂; 厂级监控信息系统; 网络架构

中图分类号: TM 621; TP 311 **文献标识码:** A

0 引言

火电厂厂级监控信息系统(SIS)以安全、经济运行和提高发电企业整体效益为目标, 通过采集/存储生产实时数据, 利用各种高级应用软件实现生产过程监视、性能分析优化、故障诊断、负荷分配等功能, 同时将机组状态信息发送给上层的 MIS 系统, 实现整个企业范围内的信息共享, 为企业管理层的决策提供真实可靠的运行数据和科学准确的经济指标^[1]. SIS 系统作为 DCS 系统与 MIS 系统之间的“中间件”, 起到隔离作用, 是电厂信息化架构中的过渡层面, 如图 1 所示.

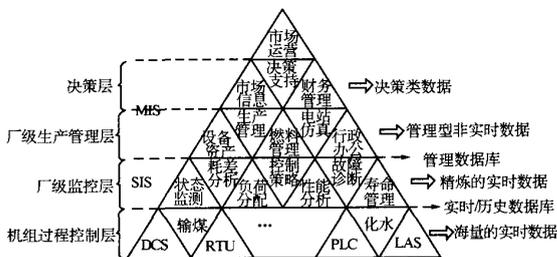


图 1 火电厂信息化系统层次结构示意图

Fig. 1 The hierarchy structure diagram of thermal power plant information system

笔者以某电厂一二期工程 SIS 系统整体规划和建设为例进行阐述和分析. 该电厂一期工程 2

×350 MW 进口燃煤机组采用 Pro control P 分散控制系统, 在现有 C/S 架构的 MIS 系统中整合开发了生产实时系统, 网络采用星型连接和千兆以太网技术, 主服务器为一台 Compaq Alpha ES40 小型机, 系统备份为 Raid5 磁盘阵列, 数据库系统为 Oracle 8 关系型数据库. 其生产实时数据通过读取 POS 服务器的数据库完成, 原理见图 2. 从功能实现上, 其生产实时数据系统仅能起到比较单一的数据收集、存储及展现作用, 系统内部导致“信息孤岛”和数据“截流”, 不能满足对数据的智能分析、跟踪比较, 更不能为决策和数据挖掘服务. 正处于安装调试阶段的二期工程安装 2 × 600 MW 国产燃煤机组, 采用 Hiacs - 5000M 分散控制系统. 经该电厂各级论证, 决定利用二期工程的信息化建设的契机, 对一期工程进行整合, 彻底根治一期生产实时系统所存在的问题.

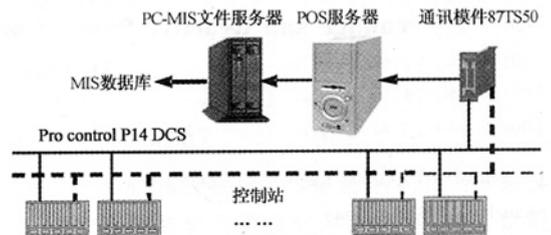


图 2 某火电厂一期工程生产实时数据系统

Fig. 2 Real-time data systems of the first phase project in some thermal power plants

收稿日期: 2009-03-26; 修订日期: 2009-06-29

基金项目: 河南省科技攻关项目(30500057)

作者简介: 崔岩(1965-), 女, 河南南阳人, 河南农业大学副教授, 硕士, 主要从事热能与动力工程、电子测控方面的研究, E-mail: cuiyan6198@163.com.

1 SIS 系统结构与总体方案

1.1 目标功能

该火电厂一二期工程 SIS 系统拟优先开发的模块主要有:全厂生产过程信息采集与监控、厂级性能计算及经济性分析、厂级负荷优化分配、主辅机故障诊断与操作指导、设备状态检修与寿命计算、统计报表及绩效考核管理,其余模块根据实际需求情况后续开发。

1.2 总体设计方案

网络架构如图 3 所示,为三层体系架构,采用千兆以太网为主干、冗余通讯网络作为 SIS 专用网络信息平台,不存在“单点”故障。通过分布式和集中式相结合的星型网络结构,连接各监控系统接口设备、数据库服务器、功能站、管理站、计算机终端设备和过程管理软件,实现整个系统统一、协调、稳定、可靠的运行。

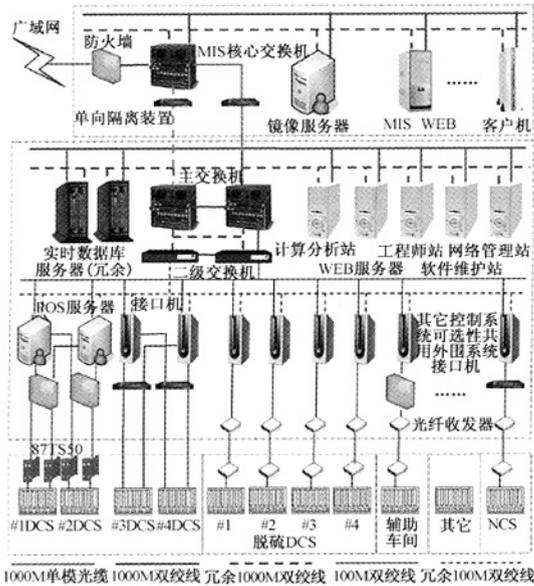


图 3 SIS 系统网络架构

Fig. 3 Network framework of SIS system

系统中接口量大,根据接口的重要性、安全级别和通讯量等,采用部分接口冗余配置,部分接口共用接口设备的策略。其中#1、#2 机组接口机互相冗余,#3、#4 机组接口机互相冗余。如果采集设备直接与其它控制系统通过二级交换机进行连接,则存在从其它控制系统对 DCS 进行干扰的隐患,因此在接口机与#3、#4DCS 间配置单向隔离装置,在#1、#2DCS 与 POS 服务器之间配置高性能防火墙。脱硫 DCS 及其它控制系统的通讯量和安

全级别要求相对低一些,则就近共享接口进行数据采集。一期工程的 POS 服务器通过 PI 数据库服务器的 OPC 接口读取#1、#2 机组实时数据。

2 硬件配置

2.1 实时数据库服务器

作为实时数据库的运行载体,实时数据服务器是全场生产实时数据的管理中心,要求具有很强的处理能力、较高的可靠性和快速的响应速度,历史数据需要可靠的在线压缩存储,且存储时间必须满足生产技术要求。基于此,选用美国容错的 Stratus ft Server 4400,磁盘阵列采用 8×300 GB SCSI 热插拔 SAS 硬盘驱动器,RAID 控制器支持 0、1、5、10 和 50 五个级别,带宽吞吐量可达 320 MB/s,保证了数据访问和存储的性能要求,而且大大增强了数据库的可用性和稳定性。

2.2 网络交换机

2 台 Catalyst 4506 模块化多层交换机作为主交换机,互为热备用,具有故障在线自动切换功能,为布线室、核心层、数据中心和 WAN 边缘提供安全的融合服务,为无阻塞的第 2/3/4 层交换提供集成式冗余可靠性。2 台 Catalyst 3560 二级交换机通过千兆网与主交换机相连,用于控制系统接口连接和汇集。

2.3 单向物理隔离装置

物理隔离的目标是在具备内网向外网传递数据的条件下,抵御黑客、病毒、恶意代码等的恶意破坏和攻击^[2]。在#3、#4 控制系统、SIS 与 MIS 系统之间采用 HRwall - 85M - II,HRwall - 85M - II 独具第五代物理隔离“反射技术”,支持双机热备份,可确保 MIS、SIS 及控制系统的安全。

2.4 防火墙

选用 Sec Path F100 - S,支持外部攻击防范、内网安全、流量监控、邮件过滤、网页过滤、应用层过滤等功能,确保网络安全。

2.5 应用服务器

选用 IBM x Series 3650,具有性能强大、运算速度快、连续运行、可靠性高等特点,独立与实时数据库服务器通信,读取运行数据计算后的结果又返回保存在实时数据库中。

2.6 接口机

选用研华 IPC610 作为 SIS 与控制系统(包括机组 DCS、全厂水网络、全厂煤网络、全厂灰网络控制系统、远动 RTU 和 MIS 网)的接口设备。IPC610 具备强大数据缓存功能,从控制系统通信

层 LAN 网络获取现场实时数据,避免 SIS 网直接与控制系统相连,只允许控制系统向实时数据库单向发送(UDP 方式)实时生产数据,以保证在控制系统安全运行的情况下进行实时数据采集。

3 软件配置

3.1 系统软件

实时数据服务器的操作系统采用 Windows Server 2003 企业版,接口机、应用服务器等采用 Windows Server 2003 标准版,功能站和客户机终端采用 Windows XP。

实时/历史数据库平台选用 OSI 公司的 PI,PI 是真正基于 C/S 架构的工厂实时数据集成、应用平台^[3-4],基于时间序列,利用独有的螺旋门压缩技术和二次过滤技术,在保证精度的同时,以数据源的 2 倍速度采集数据,以原形方式长期在线存储实时数据,大大提高了检索速度,降低了数据存储空间。

3.2 支撑软件

3.2.1 网络计算平台 NCE

包括计算调度、系统设置、运行信息、在线查询、运行维护、在线仿真和在线帮助等功能。其软件部分和计算模型部分单独设置,有效的解决了专业人员和软件人员分工协作的问题,使专业人员能对数学模型库进行修改和优化,对电厂设备老化、设备改造引起的性能变化建立新的数学模型,使性能计算、运行优化系统始终符合电厂实际,达到系统升级的目的。

3.2.2 报表管理平台

充分结合实时数据库和关系数据的优势,采用二次重算原理^[5]设计了报表解决方案,见图 4。其报表统计需求为 8 h,计算间隔为 1 h,具有极强的稳定性和迅捷性。

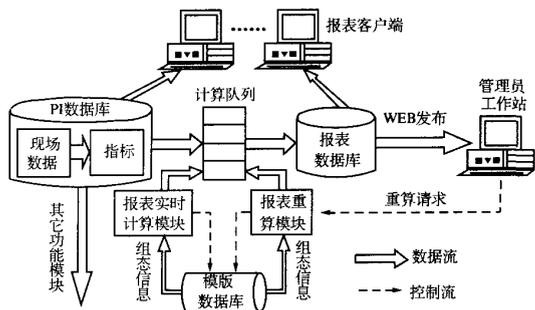


图 4 报表计算方案

Fig. 4 Report form calculating method

3.3 应用软件

如图 5 所示,优先开发的应用模块建立在统一的实时数据平台、计算平台、专家诊断平台等支撑软件之上,是围绕电厂安全经济运行和科学管理开发的专业系统。

IE 浏览/office/专用客户端						
全厂生产过程监控	厂级性能计算及经济性分析	机组负荷分配	主辅机状态监测与故障诊断	设备寿命计算分析	统计报表与绩效考核	运行优化与操作指导
应用支撑平台		网络计算平台	专家系统平台	维护管理平台		
数据平台		实时/历史数据库		关系数据库 SQLServer		
统一数据采集通信		OPC	API	ODBC	COM	
DCS	PLCS	SCADA	其它实时系统	化验数据	外抄数据	ERP EMA

图 5 应用系统的功能体系结构

Fig. 5 Function structure of application system

3.3.1 生产过程监视及生产过程数据管理

通过分布式组态模块进行数据点的组态、统计分析、修改和备份,以参数列表、流程图、趋势曲线、棒图、参数报警列表的形式对全厂生产流程进行监视,以高效压缩方式自动海量存储实时数据。

3.3.2 性能计算及经济性分析

包括机组性能、厂级性能计算。机组性能计算根据机组 DCS 运行数据及历史数据实时计算与监测锅炉、空气预热器、汽轮机、加热器、凝汽器、辅机性能和机组负荷率、煤耗、厂用电率、水耗、能损考核系数、燃煤成本等,计算出机组发电成本等常规性能参数和指标。厂级性能计算根据各机组性能数据和经济性分析评估,对全厂运行性能因子、全厂运行成本、煤耗率、全厂供电量、全厂发电量、全厂用电率、发电机电压品质、氢压、全厂燃料量、全厂燃油量、全厂补给水量、全厂汽水品质指标、全厂辅助用汽量、全厂设备可靠性等指标,进行全厂发电成本计算,用于电价计算。

3.3.3 运行优化及操作指导

包括工况分析、启停过程优化、运行优化指导及值班运行管理等。工况分析通过对单元机组和外围控制系统典型工况分析,建立模型,进行最佳工况寻优,给出优化运行方案及经济性评价,对当前过程进行评估与指导。启停过程优化通过对机组启停历史参数及操作过程的分析,对照有关设备和系统标准曲线进行启停评估,建立不同工况下的启停优化方案,指导运行人员以最经济最安

全的方式进行操作. 运行优化指导为运行人员提供主辅机优化运行参数, 将主要运行参数的实时值和优化值及趋势图同时在画面中显示, 运行人员根据二者的偏差进行调整, 使机组在最优工况下运行.

3.3.4 主辅机状态监测及故障诊断

通过 EN9000 故障诊断系统以棒图、数字、曲线、波形、频谱等直观监测画面, 实时分析出汽轮机、水轮机、压缩机、风机、电机和水泵等大中型机械设备的故障原因、故障点以及主要特征值的变化趋势, 并提供排除故障的对策办法和建议.

3.3.5 机组负荷优化分配

运行在计算分析站的负荷分配程序, 利用 SIS 数据库中的试验、测试数据、性能计算数据和 MIS 系统中的燃料价格、发热量、上网电价等数据, 形成最新各种经济特性曲线, 并通过读取网调或值长下达的负荷指令曲线, 根据各机组的实际运行经济性, 在安排出相应的备用容量后, 计算输出电厂各机组的负荷分配结果及开停机计划, 以等微增原理或动态规划法准确迅捷的分配到每一台机组.

3.3.6 设备状态检测与寿命计算

设备状态检测分析是在专家知识库、典型故障集及征兆集的基础上, 通过计算分析设备状态监测点的监测信息, 利用智能诊断平台对设备异常情况进行诊断, 提出并发布事件发生的原因和处理建议. 例如该系统与锅炉泄漏报警装置接口连接, 将炉膛泄漏信息采集到 PI 数据库中, 经过

诊断分析后^[6], 进行历史存储及发布. 设备寿命计算和分析以设备信息管理模块为基础, 通过对设备的运行时间、超限值累计及其它影响设备寿命的信息在线监测, 来评估设备的状态、性能及残余寿命, 同时给出相应的报警结果.

4 结语

该电厂一期、二期工程的 SIS 系统经过开发、安装、调试和试运行, 已实现了优先开发模块的应用功能, 运行情况良好, 并产生了一定的经济效益, 表明采用上述 SIS 设计方案是可行的.

参考文献:

- [1] 侯子良, 潘钢. 建设数字化电厂示范工程加快火电厂信息化进程[J]. 中国电力, 2005, 38(2): 78-80.
- [2] 周原冰, 丁书耕, 潘亚利, 等. SIS 工程的网络安全防护设计[J]. 中国电力, 2005, 38(6): 64-68.
- [3] 蒋健, 林中达. 基于火电厂 SIS 系统的实时数据库应用研究[J]. 国际电力, 2005, 9(4): 22-25.
- [4] 李蔚, 盛德仁, 陈坚红, 等. 火电厂 SIS 系统中实时数据库平台的选择[J]. 中国电机工程学报, 2003, 23(12): 218-221.
- [5] 闫志鹏, 冯利法, 司凤琪, 等. 基于 PI 数据计算系统的报表解决方案[J]. 华东电力, 2008, 36(8): 98-101.
- [6] 王杰, 王栓, 王志鹏, 等. 基于 SPEA2 的主蒸汽压力鲁棒控制器设计[J]. 郑州大学学报: 工学版, 2008, 29(2): 65-68.

Design and Implementation of Supervisory Information System in Plant Level

CUI Yan, GAO Xian-kun, ZHANG Hong-mei

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: According to three-tier architecture, a representative example case of the supervisory information system (SIS) is introduced in this paper, which is consistent with the actual information conformity target and requirement of the first phase project and second-stage site for some thermal power plant. Several key technological problems including network framework, interface design, configuration of software and hardware, function setting are discussed and analyzed. The report form calculating method, the subsystem such as real time monitoring and data management, performance Calculation and Economic Analysis, operation optimization are all put forward briefly. Practical operation proves this project is effective.

Key words: thermal power plant; supervisory information system; network framework