



行业应用成功案例——电力

GE Application Cases - Power



GE梦想启动未来

目录

核电

GE 的CIMPPLICITY HMI和系列 90-30 PLC在核电中的应用 07

火电

FIX软件在荆门热电厂热控系统改造中的应用 19

OpenProcess在热电系统中的应用 21

GE 的PACSystems RX7i PLC在凤台电厂全厂辅网实施中的应用 25

在火电厂灰渣集中用GE 29

基于GE 系列 90-30 PLC的电站锅炉空预器热点检测系统 33

水电

NARI ACESS计算机监控系统在叙利亚迪什林水电站成功投运 39

基于SNP协议通信的GE 系列 90-30 PLC在水电站综合自动化系统中的应用 41

白山大型梯级水电厂远方集中控制计算机监控系统 47

沙河抽水蓄能电站计算机监控系统 51

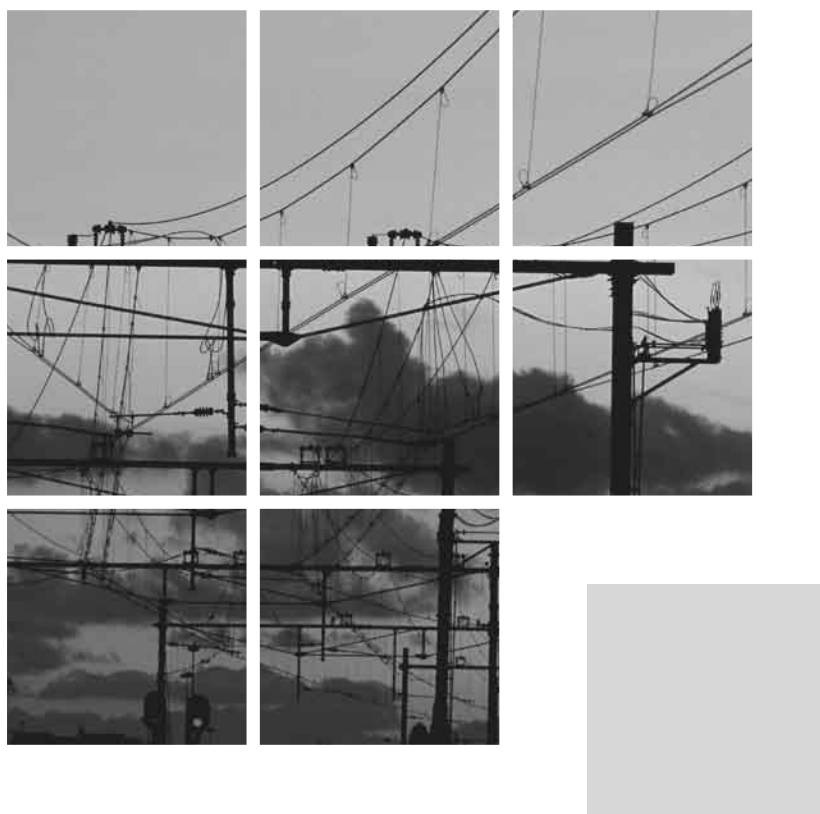
水电厂计算机监控系统主辅机信息一体化 55

网络技术在水电厂 PLC主、备切换中的应用 59

其它

GE 自动化解决方案在燃气—蒸汽联合循环电厂中的应用 65

GE 产品在发电厂生产数据监控系统中的解决方案 75



核电

Nuclear Power

GE的CIMPLICITY HMI和系列 90-30 PLC
在核电中的应用



GE 的 CIMPPLICITY HMI 和系列 90-30 PLC 在核电中的应用

【摘要】 本文主要描述在中国实验快堆核岛厂房通风控制系统中，采用两套冗余的系列 90-30 PLC 和 Versa Max-on 的 I/O 模块构成双 Genius 控制网络，利用双服务器（分优先级）和一个操作员站通过双层冗余以态网（非环型）对系统进行监控。整个系统分 33 个远程 I/O 站，DI928 点、DO480 点、AI56 点、AO40 点，还有近 800 点的消防控制系统防火阀状态信号通过 OPC 方式传送到系列 90-30 PLC 进行连锁控制。利用 CIMPPLICITY HMI 上位监控软件，实现双服务器数据同步以及脚本编写操作对话框，并融入优先级别。

【关键词】 冗余 双服务器 数据同步 脚本 优先级

概述

1. 公司背景介绍

中国四联仪器仪表集团有限公司以重庆川仪为核心组建，是一个集科研、生产制造、销售、进出口贸易、投资为一体的国家计划单列的大型企业集团。也是 55 家国家试点集团之一，现为国内规模最大、产品门类最全、系统集成能力最强的综合性自动化仪表制造企业，荣获中国电子信息 100 强、中国机械工业 100 强、中国电气工业 100 强、重庆工业 50 强。

公司主要生产和经营工业自动化控制系统及仪表、控制软件、分析仪器及成套系统、楼宇自动化系统、电气自动化系统、电子及仪表元器件、IT 专用集成电路、功能材料、工艺工装设备、汽车/摩托车零部件及专用汽车、光学仪器、环境试验设备、电脑加油机等十几个大类产品，是经重庆市科学技术委员会认定的高新技术企业。

公司坚持“川仪在用户身边，用户在川仪心中”的服务宗旨。依托遍布全国各主要城市的 40 多个经营网点，以一流产品竭诚为广大用户提供优质服务。

“十五”期间，公司紧紧抓住宏观经济增长和西部大开发机遇，加快结构调整和产业升级，技术创新成效显著，营销体系更加健全，经营机制日趋灵活，管理水平不断提高，公司经营规模稳居行业之首，企业综合实力进一步增强。

面向“十一五”，公司将以国家级仪器仪表研发与制造基地建设为契机，重点推进以新一代自动化控制系统及智能现场仪表、工程应用软件、系统集成为主体的高新技术研发及产业化，继续大力发展先进的科学仪器、微电子器件、电子功能材料和具有竞争规模的汽车/摩托车零部件，在不断巩固和扩大电力、冶金、石化等传统市场领域的同时，着力培育核电、城市轨道交通、汽车电子、生物医疗及环保分析仪器、运动控制设备及装置等新的市场领域，努力把公司建成体制完备、运转高效、技术领先、管理科学、文化优秀、效益良好，具有国际竞争力和可持续发展能力的企业集团。

2. 项目背景介绍

中国原子能科学研究院创建于1950年，是我国核科学技术的发祥地和先导性、基础性、前瞻性的综合研究基地。

中国实验快堆工程是由国家科技部、国防科工委及核工业集团公司出资兴建，中国原子能科学研究院负责设计、建造和日后的运行。中国实验快堆以钠为冷却剂，热功率6.5万千瓦，净电功率2万千瓦。采用一回路池式结构和钠——钠——水三回路传热系统，并首次设立非能动事故余热排除系统。工程建筑面积达4.4万平方米。

中国实验快堆是由快中子引起原子核裂变链式反应的反应堆。它是解决未来后续能源供应可供选择的先进堆型。“快堆的一个重要特点是，在消耗核燃料的同时，又产生多于消耗的核燃料，实现核燃料的增殖，所以又称快中子增殖反应堆。”

在天然铀中占99%以上的铀——²³⁸不能被充分利用，因此压水堆的进一步发展将受到铀资源的限制。发展快堆可将铀资源的利用率从单一发展压水堆的约1%提高到60%至70%。快堆电站在发电的同时可将铀——²³⁸转化成可裂变燃料钚——²³⁹，钚——²³⁹又可为新的快堆核电站供初装料。这样周而复始，形成核燃料闭式循环体系，就能够使核能大规模持续发展，免除燃料短缺的后顾之忧。

工艺描述

1. 基本功能

• 检测与控制功能总要求

根据项目工艺过程要求，所有检测参数都送通风控制室的计算机系统集中显示、报警、控制、报表打印、数据记录及趋势曲线显示，其中PTL40、PTL70、PTL76、PUV01、PUV03等五个系统可以同时在主控制室显示和报警。在主

控制室对以上五个系统进行控制，优先权最高。多点控制时优先权从高到底的排列是主控制室、通风控制室。消防控制系统所控制的防火阀的状态也在通风控制室的计算机上显示。

• 夏季、冬季温度调节功能

夏季时控制系统通过调节冷水阀门，将房间的温度控制在合适的范围内；冬季时控制系统通过调节热水阀门，将房间温度控制在适当的范围内。夏季冬季温度控制的转换为手动转换。温度设定值可以在线设定。只在冬季对房间温度进行调节，夏季不调节温度。温度设定值可以在线设定。

• 湿度控制功能

在冬季里，当房间内湿度不满足要求时，通过启动/停止加湿泵的方法将房间内的湿度控制在一定的范围内。

• 阀门的控制与连锁功能

所有被控阀门均为电动阀门。在通风控制室、主控制室的计算机可监视阀门状态，并对阀门进行远距离控制。所有阀门根据工艺条件的要求实现连锁功能。

• 风机的控制与连锁功能

所有风机均有手动和远程控制两种控制方式，手动方式在电工种配电间进行，远程控制方式在通风控制室实现；部分风机在主控制室也能控制。远程控制方式可以实现远程手动和自动控制功能，并且可以与相关阀门实现连锁功能。在电工种配电间设有远程和就地控制切换开关，在计算机上可以显示该开关的状态。

当运行风机故障时，控制系统将切除故障风机，同时关闭相应的阀门；自动启动备用风机，同时打开相应的阀门，并给出警告信号。

正常情况时，大功率风机运行。当厂房内断电时，切除大功率风机，同时关闭相应的阀门；自动启用小功率风机，同时打开相应的阀门，并给出相应的警告信号。

当运行机组的风机故障时，控制系统将切除故障机组，同时关闭相应的阀门；自动启用备用机组，同时打开相应的阀门，并给出相应的警告信号。

• 过滤器自动切换功能

具有两路过滤器的系统，当运行的一路过滤器的压差报警时，自动切除该路过滤器并关闭相应的阀门，同时投入备用过滤器并打开相应的阀门。

• 新风机组自动投入功能

当空调机组进风口放射性剂量超标时，代有净化功能的新风机组将自动投入。

• 电加热器的控制与连锁功能

所有电加热器都可以在计算机上实现手动和自动控制。运行条件满足时，电加热器自动投入或切除。所有电加热器

均为三段控制，当温度测量值低于设定值时，依次投入第一段电加热器、第二段电加热器、第三段电加热器；当温度测量高于设定值时，按相反顺序切除电加热器。电加热器后温度过高和风道无风时，电加热器自动切除。

• 与消防控制系统通信功能

该功能应能接受消防控制系统控制的有关信息。

• 与主控制室计算机系统通信功能

该功能应能将通风控制系统的有关信息送往主控制室计算机信息控制系统。

2. 冗余配置

采用双冗余服务器热备方式，主从服务器的数据能够进行热备份，组态软件能够实现在主服务器出现故障时自动切换到从服务器。

网络采用10M/100M Ethernet TCP/IP冗余工业以太网配置。

PLC 控制器采用双机热备冗余配置，在故障时能够实现主站到后备站的可靠的平稳切换。

3. 通信

系统具与消防控制系统的通信能力。

系统具与主控制室计算机信息系统通信的功能。

总体设计

中国实验快堆核岛厂房通风控制系统采用分层分布式结构：系统层和过程控制层。

1. 通风控制系统设计原则

系统采用双机热备冗余配置，单个部件故障不影响整个系统功能执行；当系统模板出现故障时，保证安全；具有在线自检功能，实时显示系统状态。系统本身出现故障时，自动给出报警；所有模板允许带电更换，双机热电系统的模板在故障或更换时自动实现无扰切换；系统的平均无故障运行时间大于20年，平均故障修复时间小于15min。

2. 通风控制系统系统层的设计

系统层包括：冗余配置的系统数据通讯网络；服务器2台；操作员站1台；打印机1台；系统软件和工程软件。

服务器在应用系统建立过程站中是进行系统组态的平台，是工程技术人员用于系统生成、安装、调试、维护的设备。工程师站上配备有功能齐全的工作平台，完成计算机信息系统功能组态、数据下装等工作。在运行期间，服务器用于完成在线组态、历史数据库存储处理、就地监测数据的人工录入、通风系统处理过程的运行管理等功能。

服务器站及监控软件主要完成以下功能：系统配置；数据库生成；动态流程画面生成；控制算法及顺序逻辑组态；

报表生成及管理；系统运行管理和数据库下载；实现画面及流程显示，实时监控管理；实现对通风系统各种工艺流程的操作；实现对部分设备的中控室集中手动；系统运算状态监视；控制调节和参数整定支持，将PLC组态的用于调节系统的所有参数用画面开放出来，用来读取工艺值，整定参数，PID输出趋势图显示等；人机对话管理；报警显示打印；计算机化的报警处理和操作支持；通风系统运行管理等。

打印机功能：打印数据报表、图形拷贝等。

3. 通风系统过程控制层的设计

过程控制层由连接在系统网络上的各个I/O控制站组成。按“合理分散”原则，根据通风系统组成、运行监控特点和要求，在过程控制层设置了2个冗余控制站及33个I/O控制站功能组。

I/O控制站用于采集各类过程监测仪表的信号，并进行信号处理、实现各种数值计算、闭环控制和开环逻辑控制、开关量与模拟量信号输出。站中设有系统数据库，并实时地通过系统网络将信息发送到需要使用的站点上、以及系统层的工程师站和通风系统所需节点上。

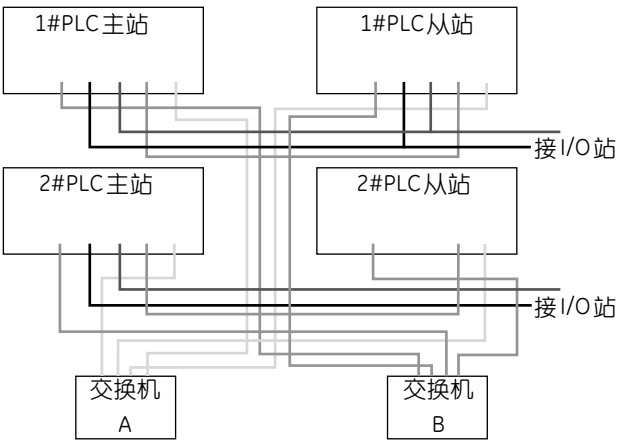
系统实现

根据中国实验快堆核岛厂房通风控制系统的总体设计，通过硬件、软件的设置以及编译下载，使系统实现，达到用户的功能要求。这里主要阐述冗余控制站设置、服务器冗余、双服务器和操作员站的操作优先级实现。

1. 冗余控制站

• 硬件设置

在两个控制柜中分别安放1#PLC主站和2#PLC主站、1#PLC从站和2#PLC从站，保证在任何一个电源控制柜断电时，不影响整个系统的运行。每个PLC站，分别配置电源模块IC693PWR330（1个）；CPU模块IC693CPU364（1个）；接口模块IC693BEM331（3个）；以太网模块IC693CMM321（1个）。



接口模块 IC693BEM331 作用分别为：其中 2 个连接远程 I/O 站，构成双 Genius，达到控制网络冗余；1 个连接另一 PLC 站，使 1#PLC 与 2#PLC 站部分数据可以共享，完成连锁控制。

CPU 内置的以太网通讯接口和以太网模块 IC693CMM321 的网络接口分别连接在交换机 A 和交换机 B 上。保证在交换机 A 上连接的是同一网段 IP，在交换机 B 上连接的是同一网段 IP，但交换机 A 和交换机 B 是不同的两个网段，才能实现冗余双层以太网网络。

• 软件设置

在 Max-ON 工具中必须先创建一个工程文件才能链接到 Versa Pro™ 文件中。

利用 Max-ON 工具在工程中，配置系列 90-30™ 机架、系列 90-30 CPU、以太网模块、网络接口模块等等。

配置系列 90-30 CPU 时，CPU 内置的以太网端口可以被用作一个冗余的同步通讯网，在 CPU 模块的 I/O 属性和系统总线属性里面可以设置。

配置系列 90-30 I/O 设备时，输入 I/O 设备配置信息，使得它和 Versa Pro™ 中创建的硬件配置相匹配。

配置 Genius™ 总线控制器时，Genius™ 总线控制器具有 I/O 属性（输入 Status 状态地址）和系统总线属性。在 Max-ON PLC 运行之前，这些属性必须进行填写。一旦添加总线控制器后，选中它然后点击右键来进行输入。选择 I/O 属性，给 Genius 总线控制器键入输入状态地址，直接键入数值即可；选择 GBC 总线属性，输入总线的名称。通风系统采用双 Genius 网，这时增加第二个总线控制器。

配置每个 Genius 总线上的 I/O 设备时，点击 I/O 类型，一个清单将会列出所有的 I/O 类型，选择 I/O 类型，编辑 I/O 设备用到的地址。同时要为第二个总线控制器的输入数据分配地址。

配置以太网时，在以太网模块或 CPU 模块的 I/O 属性中，设置输入状态地址。在系统总线属性中，为 1#PLC 和 2#PLC 输入 IP 地址。选择激活，然后分别选择第一和第二，这样就可以用以太网作同步，使系统工作在最佳状态。

配置同步数据时，在配置菜单中选中同步数据，就可以指定哪些数据项由主 PLC 同步传送到备用 PLC，可以为 4 种地址类型输入合适的同步数据，每种地址类型最多可以配置 6 组。然后给起始地址输入数值即可。

在配置好上述功能项后，再根据用户自定义配置报警、快速离线检测等等。这一系列都配置好后，保存 Versa Pro 工程文件，关闭 Max-ON 工具，运行 Versa Pro 软件。

使用 Versa Pro 进行硬件配置时，利用 Versa Pro 打开 Max-ON 创建的 Versa Pro 工程文件，以 Max-ON 工程配置摘要作为指南，在 Versa Pro 的硬件配置区域输入 I/O 配置数据。在全局数据接收区的位置，可以选择哪个总线控制器作为第一同步通讯网，哪个总线控制器作为第二同步通讯网。

使用 Versa Pro 在 Genius 总线上配置 I/O 设备时，设置

I/O 设备用于双机热备 CPU 操作；在总线切换模块的 BSM present 选项设置成 YES；在双总线上的 I/O 设备把 BSM 控制器设成 YES；在单总线上的 I/O 设备把 BSM 控制器设成 NO。

用 Versa Pro 打开逻辑文件，把逻辑文件保存到两个 CPU 中，检查 CPU 主站和从站的标志符（%M1017 和 %M1018）、CPU 处于运行模式的标志符（%M1019）、CPU 处于主机状态的标志符（%M1020）以及所有数据都已经同步的标志符（%M1021）。如果设置正确的话，将会看到：每个 PLC 中看到被设置成恰当的 ID 标志位；只有一个 PLC 是主控制器（两个 PLC 中只有一个 %M1020 被置成 on）；经过一个短的周期后，数据同步完成位 %M1021 应该在两个 PLC 中都被置 1；停止和启动主可编程控制器，主机标志位应该重新设定；在备份的 PLC 中，配置的同步数据区域应该不断的更新，用 Versa Pro 强制一个值，主 PLC 会用当前的数据把以前的数据覆盖掉；I/O 设备应该被激活并且运行，若开启某些 I/O 设备，应该显示在主输入地址区域。

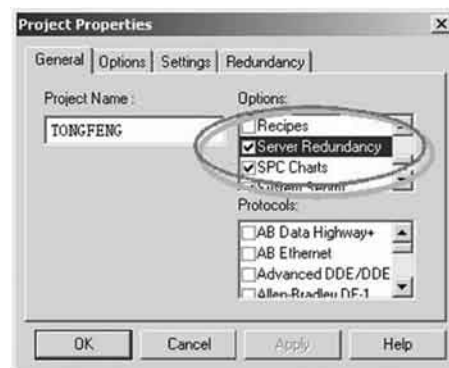
2. 服务器冗余

服务器分别安放在通风控制室（Server1）和主控室（Server2），Server1 为主服务器，Server2 为从服务器，两服务器数据同步。

• 工程项目属性设置

首先 Server1 和 Server2 都安装好 CIMPLICITY HMI Server 版。在 Server2 新建一个共享文件夹 CIM-Redundancy，作为 Server1 服务器数据映射区域。只需要在 Server1 上建立工程项目通过映射的方式，传到 Server2 服务器上，不需要再在 Server2 建立相同的工程项目。

在 Server1 服务器上新建一工程项目文件 TONGFENG，在工程属性中，常规栏选项中，将服务器冗余 Server Redundancy 选上（✓），此时会看到工程属性菜单中新增了一栏冗余 Redundancy 菜单。



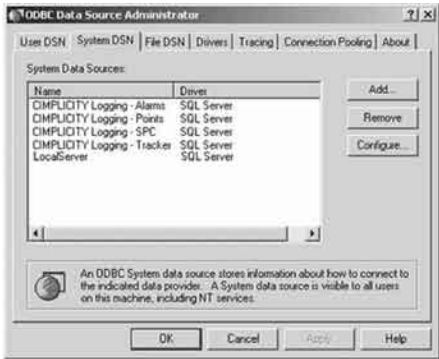
进入冗余 Redundancy 菜单，设置从服务器机器名称和工程路径信息。在计算机名字栏写入 Server2，工程路径是一个虚拟的 I:\ 通过网上邻居设置成 Server2 新建的共享文件夹 CIM-Redundancy。



• 建立数据库

两台服务器之间要进行数据同步，必须建立 SQL Server ODBC 数据源，ODBC 系统数据源存储了如何与指定数据提供程序连接的信息。系统数据源对当前机器上的所有用户可见。分别在主、从服务器上建立数据源。

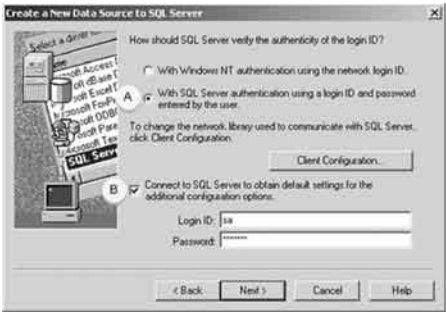
在 Server1 控制面板中，选择管理工具，打开 ODBC 数据源管理器。



在系统 DSN 栏中，新建系统数据源，选择新建数据源类型为 SQL Server，在数据源名称栏填入 Primary on server1，描述也用 Primary on server1，意思是主数据源在 server1 上，那么选择连接 SQL Server 就得选择连接 server1。



在登录可信区选项中，注意图中的 A 和 B 标识，必须选择通过登录用户名及密码访问 SQL Server 数据源。



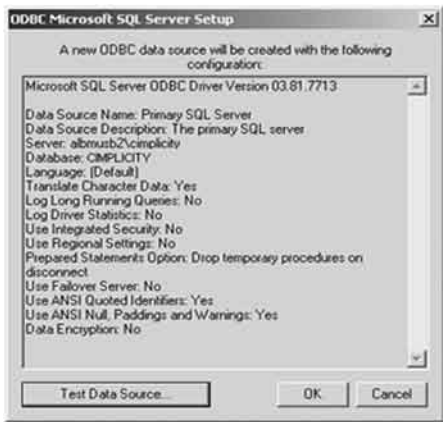
在默认数据库选项中，选择改变默认数据库，并用下拉菜单，将 CIMPLICITY 指定为默认数据库。



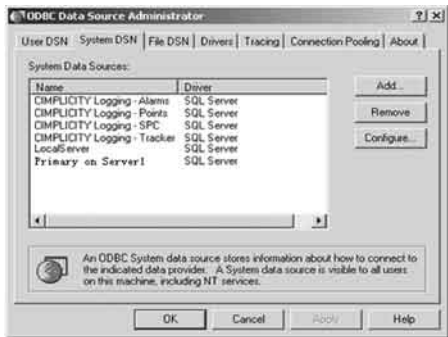
然后选择用字符数据进行转换。一个字符串或者一个数字在进行传输时，对方无法直接接收数据，只能通过 ODBC 内部字符数据转换后，进行传输到对方，对方再进行内部解码后显示出字符串或者数字。



在设置好这些项后，有一个你所建立 ODBC 数据源的详细信息菜单，在你点击测试数据源时，如果建立成功的话，它会显示建立成功的字样，见 12 页。

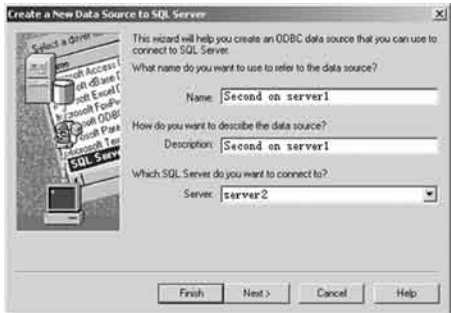


在系统 DSN 栏中，可以看到已经建立好的 Primary on Server1 SQL Server 数据源。



仅仅在 Server1 建立一个 Primary on Server1 数据源不够，还得新建一个主数据在 Server2 上（即从数据在 Server1）的数据源。

在系统 DSN 栏中，再新建系统数据源，选择新建数据源类型为 SQL Server，在数据源名称栏填入 Second on server1，描述也用 Second on server1，意思是从数据源在 server1 上，那么选择连接 SQL Server 就得选择连接 server2。SQL Server 的配置跟建立 Primary on server1 是一样。



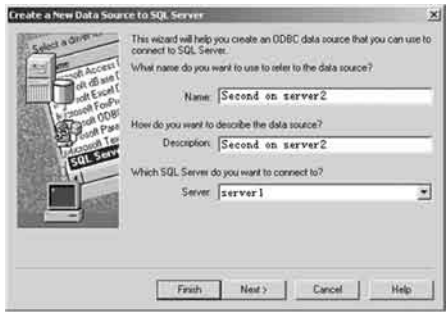
在建立好 Server1 的数据源后，就在 Server2 上建立数据源，跟在 Server1 上的设置一样。

在 Server2 控制面板的 ODBC 数据源系统 DSN 栏中，新建系统数据源，选择新建数据源类型为 SQL Server，在数据

源名称栏填入 Primary on server2，描述也用 Primary on server2，意思是主数据源在 server2 上，那么选择连接 SQL Server 就得选择连接 server2。SQL Server 的配置跟建立 Primary on server1 是一样。

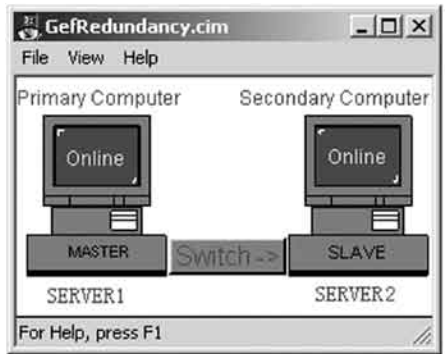


在系统 DSN 栏中，再新建系统数据源，选择新建数据源类型为 SQL Server，在数据源名称栏填入 Second on server2，描述也用 Second on server2，意思是从数据源在 server2 上，那么选择连接 SQL Server 就得选择连接 server1。SQL Server 的配置跟建立 Primary on server1 是一样。



• 联机

在 server1 上打开 TONGFENG 工程文件，在工程 Project 栏中选择 Configuration Update，将配置映射到从服务器，也就是映射到从服务器 Server2 的共享文件 CIM-Redundancy 中。在 Objects 中，右键单击 redundancy 选择 Quick View，就会出现主从服务器的运行状态，再 Run 运行整个项目。若设置正确的话，从服务器 Server2 会随主服务器 Server1 的启动而启动。



3. 操作优先级

通风控制室的 Server1、Viewer1 和主控室的 Server2，在操作同一个系统时，操作的优先级分别是主控室高于通风控制室，通风控制室服务器高于操作员站，即 Server2>Server1>Viewer1。

• 总体思路

在操作一个系统的某个阀门时，设立两个变量：一个是通风控制室内部之间的优先级别区分；另一个是主控室与通风控制室的优先级别区分。

利用获取本地计算机名进行判断是属于主控室操作，通风控制室服务器操作，还是通风控制室操作员站操作，然后对变量进行赋值，严禁操作权限比自己低的计算机操作。

三台计算机名分别为 Server2、Server1、Viewer1，变量分别为“PTL40主控”和“PTL40通风”（PTL40表示某个系统），“PTL40主控”表示主控室与通风控制室优先级别的区分，“PTL40通风”表示通风控制室服务器与操作员站优先级别的区分。

当检测到 Server2 操作时，它的优先级别最高，直接赋值“PTL40主控”为 1，不允许 Server1 和 Viewer1 操作，当然“PTL40主控”要融入 Server1 和 Viewer1 的操作条件中。

直到 Server2 操作某个阀门动作完毕时，赋值“PTL40主控”为 0。

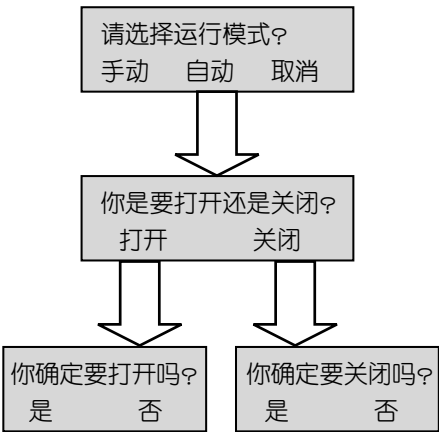
当检测到 Server1 操作时，它的优先级别次之，要判断一下是否“PTL40主控”为 0，若“PTL40主控”不为 0，它就不能操作，将给出一个操作框，提示“主控制正在操作”；若“PTL40主控”为 0，那么就赋值“PTL40通风”为 1，不允许 Viewer1 操作，当然“PTL40通风”也要融入 Viewer1 的操作条件中。直到 Server1 操作某个阀门动作完毕时，赋值“PTL40通风”为 0。

当检测到 Viewer1 操作时，它的优先级别最低，既要判断“PTL40主控”是否为 0，也要判断“PTL40通风”是否为 0，只要有一个不为 0，他就不能操作，将给出一个操作框，提示“主控制或其它正在操作”；若“PTL40主控”和“PTL40通风”都为 0 时，Viewer1 才能对某个阀门进行操作。

• 操作面板

用户要求在某个阀门操作时，都分三级定义。第一，对某个阀操作是“自动”，是“手动”，还是“取消”。第二，选择“自动”操作方式由 PLC 程序完成对其控制；若选择“手动”操作方式，选择对阀操作是“打开”，还是“关闭”。第三，选择对阀操作“打开”，那么确信打开阀么，“是”或者“否”。当然，选择对阀操作“关闭”同样，选择确定关闭阀么，“是”或者“否”。对某个阀门操作“打开”和“关闭”真正的赋值是在按钮“是”上，如选择确定“打开”吗，“是”，就把阀门操作打开置 1；如选择确定“关闭”吗，“是”，就把阀门操作关闭置 1。

根据用户要求，结合以前的经验，若要完成一个阀门的



操作，就得至少画四个区域块进行隐藏和显示，达到“手动”和“自动”、“打开”和“关闭”的操作。再加上优先级别操作，还得添加两个区域块，对禁止操作进行提示“主控室正在操作”或“主控室或其它正在操作”。

但通过隐藏和显示的方式处理区域块有一个弊端存在，就是在画面开发环境下，到处都是区域块，没有办法隐藏，给查看或修改流程图带来不便。不得不采用 CIMPLICITY HMI 特有的另一种方式——VB 语句编写对话框。

根据用户操作面板的要求，仅仅只是一个提问与选择的问题。在 CIMPLICITY HMI Plant Edition “Basic Control Engine Language Reference” 中，有一个“Answer Box”的对话框就可以满足要求。

Answer Box (“Copy files?”, “Save”, “Restore”, “Cancel”) 可以替换成 Answer Box (“请选择运行模式:”, “手动”, “自动”, “取消”); 也可以替换成 Answer Box (“你是要打开还是关闭:”, “打开”, “关闭”) 或者 Answer Box (“你确定要打开吗:”, “是”, “否”) 等等。

在主函数“Select Case r%”到“End Select”段，Case 1 对应的就是选择“Save”后的操作“文件保存”; Case 2 对应的就是选择“Remove”后的操作“文件删除”; Case Else 对应的就是选择“Cancel”后的操作“操作取消”。

由于操作面板分三级，那么在语句编写对话框时，就要用嵌套的方式。比如第一个 Answer Box 对话框是“选择模式”，那么在选择“手动”的时候，就得在函数段 Case1 中嵌套下一个 Answer Box 对话框“打开、关闭操作”。同理，在选择“打开”时，就得再在函数段 Case1 中嵌套再下一个 Answer Box 对话框“确定打开”; 在选择“关闭”时，在 Case Else 中嵌套 Answer Box 对话框“确定关闭”。

• 功能实现

在总体思路和操作面板的基础上，要把两者融在一起，并且实现操作优先级的功能。可以将整个函数分成三段：Sub Server2()、Sub Server1() 和 Sub Viewer1()。在每段函数中，都进行本地计算机名字 Point Get (“\$Local.Computer”) 的判断，Sub Server2() 段，只对“Server2”= Point Get (“\$Local.Computer”) 计算机执行 Answer Box 的程序，否

则就退出Sub Server2()段。同理,Sub Server1() 段只对“Server1”, Sub Viewer1() 段只对“Viewer1”,这也防止了同一网络中,安装有CIMPLICITY-HMI View版的其它操作站对系统进行非法操作。

在投入运行中,不排除一种可能。就是优先级别低的操作站正在操作某个系统,还没有操作完毕,优先级别高的操作站要对其系统进行操作。此时,就得在Answer Box中的每一步Case执行操作增加对优先级别变量的判断,如“PTL40主控”和“PTL40通风”。还得在变量判断后的语句中添加Answer Box“主控室正在操作”或者“主控室或其它正在操作”的提示来退出。

以PTL40系统为例。

```
Sub VIEWER1()
If "VIEWER1" = PointGet("$LOCAL.COMPUTER") Then
If 0 = PointGet("PTL40通风") And 0 = PointGet("PTL40
主控") Then
PointSet "PTL40通风", 1
r% = AnswerBox("请选择运行模式!", "手动", "自动",
"取消")
Select Case r%
Case 1
If 0 = PointGet("PTL40主控") Then
PointSet "自动/手动", 1
r% = AnswerBox("你是要打开还是关闭?", "打
开", "关闭")
Select Case r%
Case 1
If 0 = PointGet("PTL40 主控") Then
r% = AnswerBox("你确定要打开吗?",
"是", "否")
Select Case r%
Case 1
If 0 = PointGet("PTL40 主控") Then
PointSet "打开/关闭", 1
PointSet "PTL40通风", 0
Else r% = AnswerBox("主控室正在操
作!", "确定")
End If
Case 2
If 0 = PointGet("PTL40 主控") Then
PointSet "PTL40通风", 0
Else r% = AnswerBox("主控室正在操作!", "确
定")
End If
End Select
Else r% = AnswerBox("主控室正在操作!", "确
定")
End If
```

```
Case 2
If 0 = PointGet("PTL40 主控") Then
r% = AnswerBox("你确定要关闭吗?", "是",
"否")
Select Case r%
Case 1
If 0 = PointGet("PTL40 主控") Then
PointSet "打开/关闭", 0
PointSet "PTL40通风", 0
Else r% = AnswerBox("主控室正在操作!", "确
定")
End If
Case 2
If 0 = PointGet("PTL40 主控") Then
PointSet "PTL40通风", 0
Else r% = AnswerBox("主控室正在操作!", "确
定")
End If
End Select
Else r% = AnswerBox("主控室正在操作!", "确
定")
End If
Case 2
If 0 = PointGet("PTL40 主控") Then
PointSet "自动/手动", 0
PointSet "PTL40通风", 0
Else r% = AnswerBox("主控室正在操作!", "确
定")
End If
Case 3
If 0 = PointGet("PTL40 主控") Then
PointSet "PTL40通风", 0
Else r% = AnswerBox("主控室正在操作!", "确
定")
End If
End Select
Else r% = AnswerBox("主控室或其它正在操
作!", "确定")
End If
End If
End Sub

Sub SERVER1()
If "SERVER1" = PointGet("$LOCAL.
COMPUTER") Then
```

```

If 0 = PointGet (“PTL40 通风”) And 0 = PointGet
    (“PTL40 主控”) Then
    PointSet “PTL40 通风”, 1
    r% = AnswerBox (“请选择运行模式!”, “手动”,
        “自动”, “取消”)
    Select Case r%
Case 1
    If 0 = PointGet (“PTL40 主控”) Then
    PointSet “自动/手动”, 1
    r% = AnswerBox (“你是要打开还是关闭?”, “打
        开”, “关闭”)
    Select Case r%
Case 1
    If 0 = PointGet (“PTL40 主控”) Then
    r% = AnswerBox (“你确定要打开吗?”, “是”,
        “否”)
    Select Case r%
Case 1
    If 0 = PointGet (“PTL40 主控”) Then
        PointSet “打开/关闭”, 1
        PointSet “PTL40 通风”, 0
    Else r% = AnswerBox (“主控室正在操作!”, “确
        定”)
    End If
Case 2
    If 0 = PointGet (“PTL40 主控”) Then
        PointSet “PTL40 通风”, 0
    Else r% = AnswerBox (“主控室正在操作!”, “确
        定”)
    End If
End Select
Else r% = AnswerBox (“主控室正在操作!”, “确
    定”)
End If

Case 2
    If 0 = PointGet (“PTL40 主控”) Then
    r% = AnswerBox (“你确定要关闭吗?”, “是”,
        “否”)
    Select Case r%
Case 1
    If 0 = PointGet (“PTL40 主控”) Then PointSet
        “打开/关闭”, 0
        PointSet “PTL40 通风”, 0
    Else r% = AnswerBox (“主控室正在操作!”, “确
        定”)
    End If
Case 2

```

```

If 0 = PointGet (“PTL40 主控”) Then
    PointSet “PTL40 通风”, 0
Else r% = AnswerBox (“主控室正在操作!”, “确
    定”)
End If
End Select
Else r% = AnswerBox (“主控室正在操作!”, “确
    定”)
End If
End Select
Else r% = AnswerBox (“主控室正在操作!”, “确
    定”)
End If
Case 2
    If 0 = PointGet (“PTL40 主控”) Then
        PointSet “自动/手动”, 0
        PointSet “PTL40 通风”, 0
    Else r% = AnswerBox (“主控室正在操作!”, “确
        定”)
    End If
Case 3
    If 0 = PointGet (“PTL40 主控”) Then
        PointSet “PTL40 通风”, 0
    Else r% = AnswerBox (“主控室正在操作!”, “确
        定”)
    End If
End Select
Else r% = AnswerBox (“主控室或其它正在操
    作!”, “确定”)
End If
End If
End Sub
Sub SERVER12()
If “SERVER2” = PointGet (“$LOCAL.
    COMPUTER”) Then
    PointSet “PTL40 主控”, 1
    PointSet “PTL40 通风”, 0
    r% = AnswerBox (“请选择运行模式!”, “手
        动”, “自动”, “取消”)
    Select Case r%
Case 1
    PointSet “自动/手动”, 1
    r% = AnswerBox (“你是要打开还是关闭?”, “打
        开”, “关闭”)
    Select Case r%
Case 1
    r% = AnswerBox (“你确定要打开吗?”, “是”,
        “否”)

```

```
Select Case r%
Case 1
  PointSet “打开/关闭”, 1
  PointSet “PTL40主控”, 0
Case 2
  PointSet “PTL40主控”, 0
End Select
Case 2
  r% = AnswerBox (“你确定要关闭吗?”, “是”,
    “否”)
  Select Case r%
  Case 1
    PointSet “打开/关闭”, 0
    PointSet “PTL40主控”, 0
  Case 2
    PointSet “PTL40主控”, 0
  End Select
End Select
Case 2
  PointSet “自动/手动”, 0
  PointSet “PTL40主控”, 0
Case 3
  PointSet “PTL40主控”, 0
End Select
End If
End Sub
```

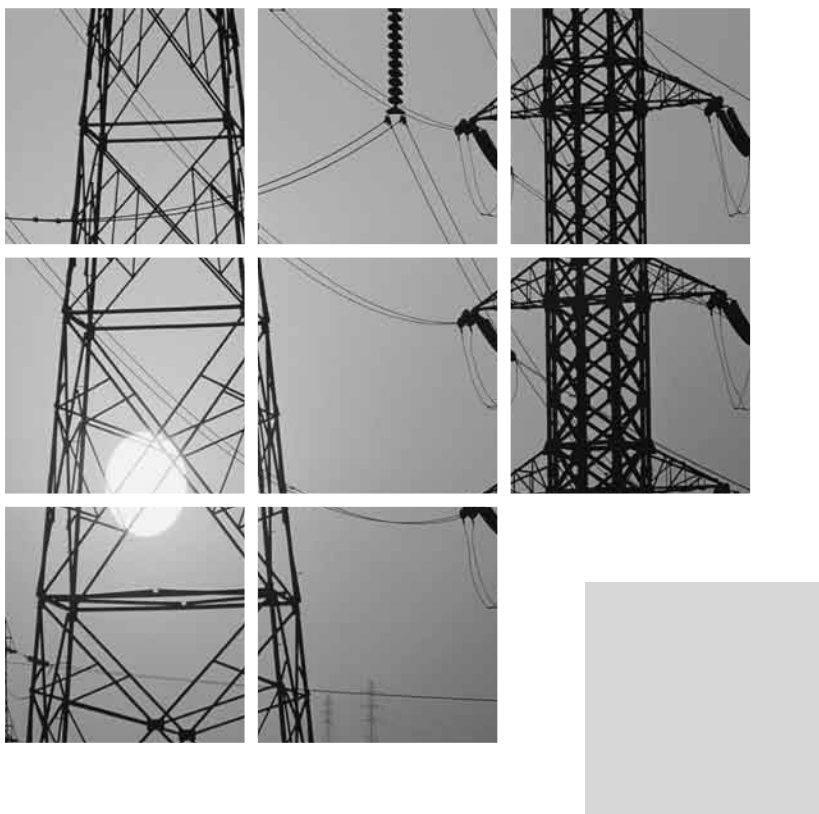
应用总结

中国实验快堆核岛厂房通风控制系统采用全冗余方案：冗余过程控制站、冗余控制网络、冗余以太网通讯、冗余服务器。在自动化控制系统集成项目中实属罕见。通过对整个系统工艺的了解、总体设计以及功能实现，对于全冗余的自动化控制系统有了一个比较深刻的认识，拓宽了知识面，提高了技术能力。

核岛厂房通风控制系统跟其它的系统不一样，给用户创造的价值不会体现得那么淋漓尽致。它不象一般的民用工程的投入，可以提高效率、提高精度、代替人工等等。反应堆是一个不可分割的整体，从铀——238到钚——239，从裂变燃料到热源载体——钠，从反应装置到三废处理，每一环节都不可缺少，它们的共同目的就是实现安全发电。通风系统在里面发挥的作用就是，保证作业人员的身体健康及生产设备的安全，特别是在发生火灾时，减少人员伤亡、防止受灾范围扩大。

使用GE的CIMPPLICITY HMI和系列90-30 PLC全冗余方案，对通风控制系统进行监控，使系统具备高可靠性，对整个中国实验快堆运行的安全作了进一步地巩固。

(汪涛)



火电

Thermal Power

FIX软件在荆门热电厂热控系统改造中的应用

OpenProcess在热电系统中的应用

GE的PACSystems RX7i PLC

在凤台电厂全厂辅网实施中的应用

在火电厂灰渣集控中用GE产品

**基于GE系列90-30 PLC的
电站锅炉空预器热点检测系统**



FIX软件在荆门热电厂热控系统改造中的应用

荆门热电厂#4机组是82年投产的200MW燃煤汽轮发电机组，单元制机、炉集中监控。建厂初期采用单元组合仪表的控制方式，随着形势的发展，原控制方式存在在生产中的实时监控速度慢、保护调节方式难以更新、各种控制仪表之间难于实现通讯联系和运行人员劳动强度大等方面的弊端，为彻底改变这种面貌，2000年2月对现有的热控制系统进行彻底改造为分散控制系统。分散控制系统的硬件由系统网络、人机界面MMI（包括操作员站和工程师站）、控制网络、分散处理单元（DPU）、I/O网络和I/O模块等部分组成，其软件体系包括操作系统（英文Windows NT）、组态软件（FIX32和T500LINTools）和应用软件。

该次热控系统改造主要实现了以下系统功能：

系统功能

- 数据采集系统（DAS）
- 模拟量控制系统（MCS）
- 顺序控制系统（SCS）
- 锅炉安全监控系统（FSSS）
- 汽轮机危急遮断系统（ETS）
- DCS系统与DEH系统通信（向DEHOPU站通过Modbus发送信息）
- DCS系统收集输力强采集前端站现场信号
- DCS系统与燃烧补偿控制系统通信
- DCS系统与温度巡测仪通信
- DCS系统相关信息送至厂级MIS系统

系统 I/O 点数

- MCS 及 DAS：752 点
- 前端采集 TDAS：380 点
- SCS：1045 点
- FSSS：442 点
- SOE：108 点

主要性能

- 实时数据网络 LIN 网通讯速率 100Mb/s
- 控制网络 ALIN 网通讯速率 2.5 Mb/s
- I/O 总线速率 1.2 Mb/s
- DPU 最大处理 I/O 点为 128 点
- 主要 I/O 模块为 8 通道
- 模拟量精度为 0.1%
- 屏幕刷新时间 1 秒
- 系统软件平台为英文 Windows NT

- 报表的生成 (FIX 通过 EXCEL 实现)
- 与汽轮机电液调节系统的通讯通过 FIX 软件 MODBUS 实现的
- 与燃烧补偿控制系统通讯通过 FIX 软件 MODBUS 实现的
- 相关信息送至厂级 MIS 系统的通讯
- 网络系统的配置

该系统运行至今，尚未出现由于上述原因而发生的故障，充分证明了 FIX 软件在电厂热控系统改造中的可推广性。

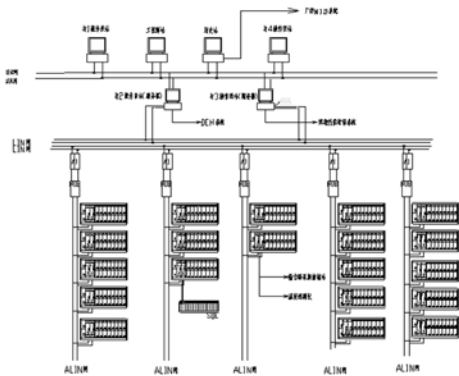
(熊剑敏 胡中朝)

网络结构 (客户和服务 器结构)

客户和服务 器之间的通讯是采用 100Mbps 的冗余 Ethernet 网，通讯协议为 TCP/IP，在每一个服务器或客户站放入两个 Ethernet 网卡，并设置为冗余的结构，实现冗余的 Ethernet 网。

机柜内部采用 2、5Mbps 的冗余 ALIN 网络，服务器与分散处理单元之间采用冗余的 LIN 网。服务器与客户站之间采用冗余的 100Mbps Ethernet 网。

此次热控系统改造的网络系统图见下图：



在此次热控系统改造中，FIX 软件起了举足轻重的作用：

- 上位机 MMI 组态的生成
- 所有与欧陆公司 PLC 的通讯
- 历史数据的收集



OpenProcess 在热电系统中的应用

概述

热电企业的生产一般是以供热为主，发电为辅。热电联产具有节约能源、改善环境、提高供热质量、补充电力供应等综合效益。热电厂的建设是城市治理大气污染和提高能源利用率的重要措施，同时也是提高人民生活质量的公益性基础设施。本文介绍了 GE 公司 OpenProcess 开放型 DCS 系统在热电自动控制系统中的应用。

项目名称

浙江省杭州市红山热电厂 7 号炉 DCS 控制系统

应用背景

杭州市红山热电厂建于 1993 年，建厂初期的规模是 1 台 35t/h 锅炉和 1 台汽机。经过几年的发展，目前已拥有 8 台锅炉；同时即将建立分厂。该厂以管理严格，技术先进出名，在杭州地区，甚至在浙江省都有一定的知名度。相应地，该厂的各项经济、技术指标都是比较高的。而投入自动控制系统如果不能明显提高指标，用户是不会满意的。这就要求我们在已经很高的指标上进一步提高，具有相当的难度。

客户需求

系统的控制对象是 1 台 75t/h 的双炉排链条炉和 1 台汽轮机组。

用户提出实现的自动控制系统必须具备可靠性高，界面友好，使用方便，维护简单，自动控制投入率高等特点。主要的模拟量控制指标如下：

- 汽包水位 $\pm 10\text{mm}$
- 炉膛压力 $\pm 10\text{Pa}$

- 主蒸汽温度 $\pm 5^{\circ}\text{C}$
- 主蒸汽压力 $\pm 0.05\text{MPa}$
- 除氧器压力 $\pm 0.5\text{KPa}$
- 除氧器液位 $\pm 5\text{mm}$

同时要求系统结构可以很方便地扩展，因为他们在7号炉投运后还要继续扩大生产规模；所有的现场数据可以按照用户要求的格式提供给该厂原有的MIS系统，并且不允许为了完成此功能而增加额外的软件或硬件投资。

解决方案

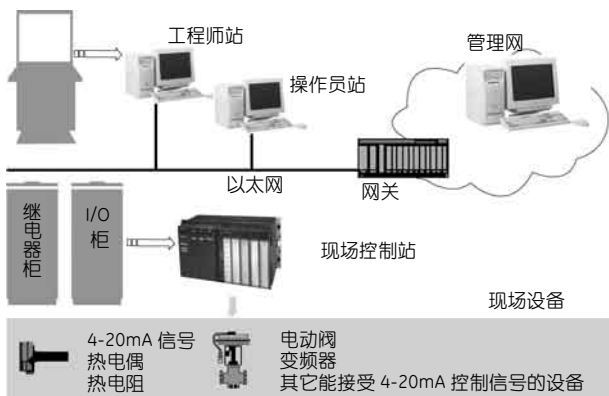
经过对市场上的DCS系统全面的深入了解，我们选用了GE公司的OpenProcess开放型DCS系统来构建控制系统。

OpenProcess系统是GE公司近年推出一套DCS产品。它有两个系列（PA30和PA70），包括软件和硬件两大部分。硬件包括各种全金属封装的功能模块；提供物理安装位置，内置智能并行总线的背板；以及连接电缆。软件基于Windows 2000，包括用户界面组态软件（Plant Edition）和控制策略组态软件（Open Designer）。

通用电气的这套DCS产品有其特色：它的硬件结构简单、功能强大、工艺精良、稳定性好、具备抗电磁干扰的能力，能在各种恶劣环境下工作。软件则获得微软的认证，保证其在Windows 2000下的性能最佳，可靠性最高。内置大型数据库SQL Server。软件的使用界面类似微软的Office 2000，同时提供了大量的图形元素供组态使用；控制组态软件界面类似Auto CAD，其中提供了一千多个控制功能模块供调用，也有高级语言接口。

1. 系统结构

实际项目中我们选用了PA30系列的DCS产品。按15-20%的余量配制I/O模块，选用100M的交换机构建了一个以太网，配置了1台工程师站、1台操作员站。结构示意图如下：



工程师站和操作员站的硬件都使用了研华的工业控制计算机，安装了微软的Windows 2000操作系统。操作员站置于锅炉控制室，安装有界面组态软件Plant Edition的操

作员站版本。完成对现场数据的监视、数据的查询、报表的打印，并可以通过CRT、键盘、鼠标对现场执行机构进行远操。工程师站安放于一个独立的控制室，安装有界面组态软件Plant Edition的工程师站版本，以及控制组态软件。除了具有操作员站的所有功能外，工程师站还可以修改系统各控制回路的控制参数，如P、I、D的值等。

现场控制站配置了一个PA364，3个16通道模拟量输入模块，1个8通道热电偶模块、2个6通道热电阻模块、1个8通道模拟量输出模块、2个16通道开关量输入模块、3个16通道开关量输出模块。现场信号通过相应的I/O模块，经过背板上的总线进入现场控制站的CPU模块，控制程序运行于现场控制站的CPU模块中，输出信号通过输出模块控制现场的执行机构实现自动控制。现场控制站和监管站之间通过以太网联接。这样的结构实现了分散控制以降低控制风险，集中管理以提高管理效率的思想。

系统功能

整个控制系统的功能可按逻辑分为数据采集（DAS）、模拟量控制（MCS）、顺序控制（SCS）、炉膛安全监控（FSS）、汽轮机保护（ETS）。

数据采集系统负责对各种类型的现场信号进行采集、处理、显示、存储和提供查询、报表功能。模拟量控制实现汽包水位的控制、炉膛压力的控制、主蒸汽温度的控制、主蒸汽压力的控制、除氧器压力的控制、除氧器液位的控制以及凝汽器后蒸汽温度的控制。顺序控制则实现各种辅机和阀门的程序启停和机组的连锁保护。炉膛安全监控的主要功能是保证锅炉燃烧系统的安全运行，发生故障时执行预定的保护逻辑。ETS完成汽轮机的跳闸保护功能，并使系统能在机组的各种运行工况下正确、连续、安全运行。

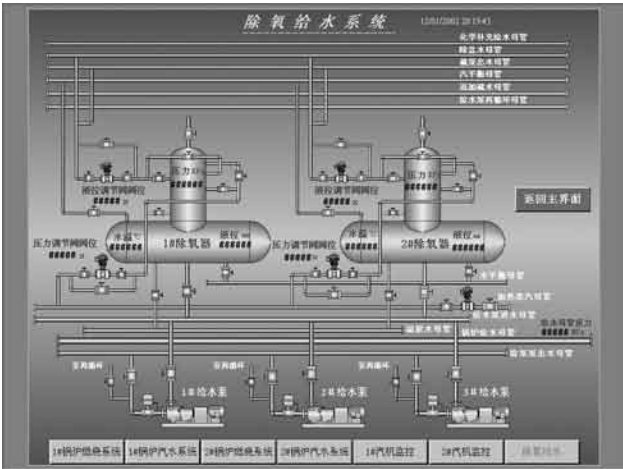
功能的实现

我们使用Plant Edition软件组态开发了人机界面，Plant Edition可完成流程图、趋势图、控制操作面板、报警、报表、总貌、历史记录、诊断画面等的组态。它提供了丰富的图库和大量的实用控件，数据库更可自动生成，大大提高了组态效率；并可提供在线帮助、自建文档、标准C语言编程等手段，应用程序的生成简捷而直观。

现场数据的获取非常简单，只需要定义端口、设备和点即可。端口的定义包括物理设备和协议的选择；设备组态则是指明现场控制站的型号；点需要确定一个名称以及对应的I/O模块的通道。定义完成后就可以通过点的名称来获取现场数据。

在本项目中，我们利用Plant Edition提供的图形元素和控件，生成了几十张界面，包括系统总貌、分系统流程图、实时数据表、趋势图、控制棒图、相关棒图、报警、历史数据查询、屏幕操作等等。友好的界面既方便用户监视设

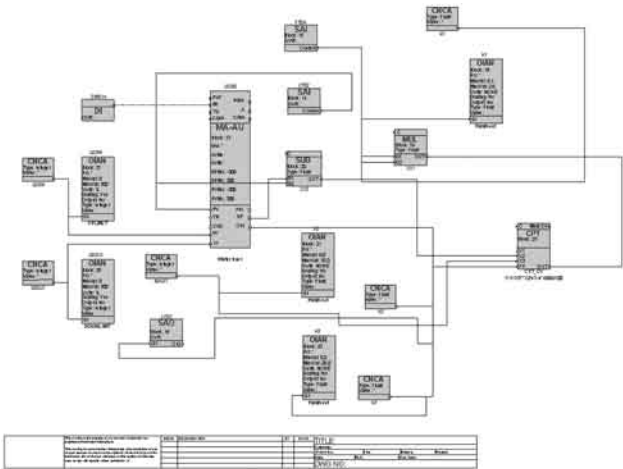
备运行情况，也提高了操作人员通过DCS系统操作现场设备的效率。



Plant Edition内置了功能强大的数据库系统SQL Server，所有的现场检测数据都可以通过简单的组态保存到数据库中。Plant Edition的报表是通过Excel软件来实现的，为了简化软件环境，我们使用Delphi开发了一个ActiveX控件，直接访问SQL Server数据库，提供各种报表的打印。

人机界面组态完成后，生成一组工程文件。将其拷贝到操作员站上，通过Plant Edition操作员站版本的软件就可以运行了。

控制策略的组态需要使用Open Designer软件，Open Designer的控制程序组态非常方便，是标准的SAMA图组态。以汽包水位为例，根据我们的控制策略将要使用的功能模块拖放到图中，然后依照逻辑关系连接各模块的输入和输出端，即可构成一张汽包水位控制的SAMA图。



汽包水位控制SAMA图

常规的控制算法，SAMA图编程就足够了，但是对于热电行业，往往还需要使用其他的控制方法。在本项目中，由于顺序控制的存在，我们还使用了梯形图编程；燃烧控制采用模糊控制算法，该算法用高级语言实现比较容易，我们

使用了C语言编程。OpenProcess对这些编程方法都提供了很好的支持。

控制策略组态完成后通过网络下载到现场控制器中，在系统运行过程中控制算法在现场控制器中完成，完全不受工程师站或操作员站的影响。

实施结果

红山热电厂7号炉DCS控制系统已于2002年7月份完成，运行至今，各项指标均符合国家标准，用户反映良好。同年的8月份，红山热电厂8号炉DCS控制系统开始实施。由于OpenProcess所具有的先进的系统结构，原7号炉的DCS系统可以很方便地扩展，将8号炉纳入系统内。这既降低了用户的投资，也缩短了开发时间，给用户创造了直接的经济效益。

目前我国热电系统的自动化程度与发达国家相比还有一定的差距，为了实现热电系统的自动化运行，业内的科研人员做了大量的工作，也在理论研究和实际应用中取得了一定的成果。江南大学信息工程学院和无锡隆达网络与自动化研究所从1995年起从事热电控制系统的应用，期间经历了计算机控制的三个发展阶段：采用工业控制计算机实现控制系统，采用PLC实现控制系统，到目前的DCS系统。我们获得了大量的实际数据，积累了丰富的工程经验，也在理论研究上取得了一定的成果。为热电自动化事业贡献了一份力量，我们也愿意与广大的同行一起为我国的自动化事业共同努力。

(江南大学信息工程学院 吴滨 吴锡生)
(隆达网络与自动化研究所 王志刚)



GE 的 PACSystems RX7i PLC 在凤台电厂全厂辅网实施中的应用

概述

随着电力市场的进一步开放、电力改革的不断深化和厂网分开、竞价上网的逐步实施如何提高生产效率、降低发电生产成本、提高控制水平是每个现代化电厂急需解决的问题，由于热工自动化技术的发展主厂房的生产人员已大大压缩，辅助车间生产人员占用多、劳动效率低的问题逐渐突出，成为电厂提高控制水平、减员增效的重点。

凤台电厂 2X600MW 火电机组的设计具有较高的控制水平，辅助车间部分在控制点分别按水处理、除灰、输煤三个控制点进一步优化设计，将辅助车间监控点进一步减少和集中，采用成熟可靠的可编程控制器结合飞速发展的以太网控制技术建立全厂 BOP 辅机集中监控网络，实现在单元控制室对全厂辅助车间的监视和控制，不仅提高了控制水平并且实现了减员增效、降低劳动强度的目的。

工程概况和简介

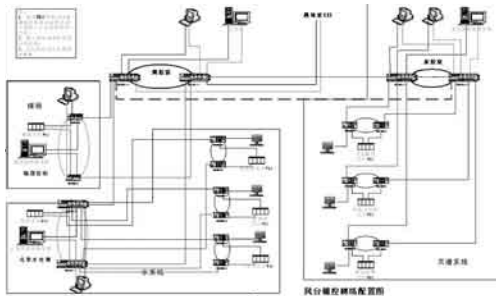
凤台发电厂位于安徽淮南凤台，一期装机容量 2X600MW，预计第一台机组 2008 年 4 月发电，三大主机锅炉、汽轮机、发电机均采用国产东方锅炉厂、汽机厂和发电机厂的产品。各辅助系统的控制采用联网控制，即将化学补给水、净水、废水处理控制系统与凝结水精处理及炉水加药和汽水取样系统的控制设备联网组成一个“水网”，在水网控制室（设在化水控制室）通过水网控制操作员站实现水系统的集中监控。输煤系统及除灰渣系统也均采用 PC+PLC 组成控制系统，在相应控制点实现对系统运行的监控，待运行稳定成熟后各辅助系统可再全部联网并将操作员站移至集控室内进行监控。

辅助车间工艺系统及网络组成和结构

本厂程辅助车间包括锅炉补给水及反渗透系统、综合水泵房系统、制氢站系统、循环水加药系统、废水处理系统、净水系统、除灰渣系统、输煤系统，列表如下：

工艺及程控系统名称	通讯距离	就地操作站
锅炉补给水系统	距集控室400m	有
废水系统	距集控室200m	无
净水系统	距集控室350m	无
雨水泵房	距集控室300m	无
循环水加药系统	距集控室320m	无
超滤反渗透控制系统	距集控室400m	有
凝结水精处理系统（包括汽水取样系统、机组化学加药系统、机组排水槽系统）	距集控室400m	有
制氢系统	距集控室400m	有
生活污水系统	距集控室400m	有
净水加药系统	距集控室350m	无
除灰渣系统	距集控室400m	有
输煤系统	距集控室600m	有

本方案辅助车间采用集中监控方式，具体分四个监控点，即在 #1#2 机组化水控制室里设水系统监控点，在煤控室设全厂输煤系统监控点，在电除尘区设全厂脱硫及除灰渣系统监控点，在 #1#2 机组集控室设全厂辅助系统监视点。并将四个监控点的实时监控系统进行联网，在 #1#2 机组化水控制室操作员站上对全厂水系统进行监控，也可对全厂飞灰系统、渣水处理系统、飞灰分选系统、输煤系统的数据进行监视，同时将实时数据送入厂级实时信息监控系统（SIS）。在系统运行稳定、运行值班员经全能培训的基础上，可在 #1#2 机组集控室对全厂辅助系统进行监控。具体结构图如下所示：



在 #1#2 机组化水控制室里外围控制操作员站上能完成对凝结水精处理系统（包括锅炉取样、加药系统）、锅炉补给水及水务管理系统（包括净化站、化学水处理）、废水（含输煤系统废水处理）、工业水、生活水、循环水加药系统、制氢系统等控制系统的监控。为在系统调试和启动初期方便运行操作，全厂水系统设有以下几个辅助监控点：#1#2 机组凝结水精处理系统辅助监控点、锅炉补给水及水务管理系统辅助监控点（包括反渗透系统）、制氢

系统辅助监控点，在辅助监控点设有供启动调试用的操作员站（兼工程师站）。

在输煤控制室完成对全厂输煤系统的监控，包括从卸煤至主厂房煤斗的整个输煤系统，输煤系统中有关专用装置的信息与输煤系统程控系统进行通信。在输煤控制设 3 台操作员站（兼工程师站）对输煤系统进行监控。

全厂除灰渣系统集中在电除尘控制室进行监控，为在系统调试和启动初期方便运行操作，设有以下几个辅助监控点：#1#2 机组飞灰输送系统、#1#2 机组渣水（含灰场供水系统）系统，在辅助监控点设有供启动调试用的操作员站。

本方案采用相对分散系统数据库网络与集中监控相结合，分水、煤、灰系统三个子系统进行相对集中监控。水、煤、灰每个子系统采用 PLC 直接控制方式，每个系统有自己的独立数据库服务器。在全厂外围控制中心的操作站通过各个子系统的服务器对辅助系统进行控制。

锅炉补给水、废水系统、净水系统、超滤反渗透、凝结水精处理系统分别采用冗余的 PLC 构成程控系统，然后通过以太网交换机构成水网。除灰系统和除渣系统分别采用冗余的 PLC 构成程控系统，然后通过以太网交换机构成灰渣网。冗余 PLC 的 CPU 采用 GE 的 PACSystems RX7i 系列产品，I/O 模块采用 VERSAMAX 产品。CPU 和上位机采用以太网进行数据交换，I/O 模块和 CPU 之间的联系采用 GENIUS 总线。

方案技术要求和特点

1. 外围控制系统的数据通讯

在电厂的辅助系统中，以往控制设备往往不同生产厂商的产品，通讯设备的接口协议也不尽相同。因此，在组建全厂外围控制系统时，存在着许多困难，必须要有统一的通信和接口方式来解决不同种类设备间的通讯问题。凤台外围控制系统不同于以往的控制系统的做法，采用了统一的设备和通用的通讯协议。

PLC 的 CPU 统一采用 GE 的 PACSystems RX7i 系列产品，和上位机通讯采用工业以太网，外围控制系统采用工业以太网，以太网可以提供从工厂设备层到厂级信息的全网络的技术支持，现场总线和 PLC 专用网络还不可能提出这么大范围的信息传输能力。为了符合电厂未来的发展和改造，网络交换机采用模块化结构，具有网管功能，同时支持 IE 浏览器管理。

外围控制系统和 PLC、监控软件接口，以及与第三方通信接口采用 OPC 规范，并且 OPC 支持远程通信。

Genius 总线是采用逻辑令牌环协议控制通讯介质的分配使用，是实现 CPU 和 I/O 之间通讯的途径，使用双绞线，不加中继器，总线最长可达 2.3 公里，保证了通讯的可靠。

2. 外围控制系统的实时性

主机采用 PACSystems RX7i 系列产品，I/O 卡件采用 Versamax 产品，两者之间通过 GENIUS 总线实现连接，满足电厂外围控制系统对于数据通信实时性的要求。GENIUS 总线的通讯速率可以达到 156k。在选用以太网交换机时选用低延迟的工业交换机产品，工业级以太网交换机的收发延迟需要控制在数个微秒级，保证整个网络的传输延迟满足实时控制的要求。

3. 外围控制系统的可靠性

全厂的辅助控制系统关系着全厂辅助系统的稳定可靠运行，系统的可靠性成为构建外围控制系统时需要考虑的一个最主要因素。本着“管理集中，控制分散”的原则，减少风险的集中，采用较好的网络拓扑结构来满足外围控制系统可靠性要求。主要有以下几点：

- 由于电厂电磁干扰大，必须采用光纤介质来增加网络的抗干扰能力。
- 通讯网络冗余配置，在条件允许的情况下，最好实现通讯介质的冗余配置，以提高系统的可靠性和实时性。
- 依据“管理集中，控制分散”原则，电厂运行人员可以在集控室或其它现场控制室对全厂辅助系统实现集中监视和控制，但过程控制数据库要相对分散在水煤灰三个独立的服务器中。

在本系统中，CPU 采用冗余配置，GE PACSystems 系统的冗余，通过光纤来切换工作 CPU 和冗余 CPU，能够达到真正意义上的冗余。

CPU 和 I/O 模件的通讯采用 GENIUS 总线，保证了通讯的抗干扰性，同时网络采用双缆结构，实现了通讯介质的冗余，增加了控制系统的可靠性。

4. 外围控制网络的软件配置的高可用性

除了采用冗余和高可靠的硬件设备组建高可用性外围控制网络，还必须合理配置整个外围控制系统的监控软件架构。监控软件是外围控制系统的核心，所有外围控制子系统的上位机监控软件选择高性能的可靠的统一的产品。GE PAC Systems 系统的开放性，确保和上位机监控系统 InTouch 之间的联接。

由于全厂外围控制系统 I/O 点数庞大，全厂外围控制系统软件架构采用基于分布式过程数据库的客户/服务器（DBC）模式。各系统通过本区域的容错服务器采集辅助系统的过程数据，下层所有的 PLC 只与该容错服务器有接口。这样，每个 PLC 只有一个上位机接口，避免了多台上位计算机和 PLC 接口，大大减轻了 PLC 通信接口的负荷，不仅提高了系统响应速度，而且提高了系统可靠性，解决了全厂外围控制系统速度慢的问题，而且大大提高了系统运行稳定性。

结束语

凤台电厂辅助车间控制系统集成具有许多优势。首先，辅助车间控制系统实现了辅助系统集中监控及综合调度，它能够实现整个电厂辅助系统的优化控制，最大限度地满足电厂机组安全、高效运行的要求。其次，辅助车间控制系统高度的自动化和网络化，可最大限度地节约人力资源，提高劳动生产率，实现效率最大化，满足投资方的要求，实现投资的良性互动。再次，PLC 型号实现了全厂统一，各辅助车间均采用 GE 公司的 PACSystems RX7i PLC，硬件统一，这样就为全厂辅助车间连网造创造了十分有利的条件，同时减少了备品备件的数量。

最后，电厂辅控系统实施是一个必然的发展趋势，辅助车间控制系统的联网，进而与电厂 SIS 系统及 MIS 系统实现联网，真正实现全厂网络化，使电厂竞争力更加强大。

（安淮浙煤电有限责任公司凤台发电分公司任技术管理部
范海东）



在火电厂灰渣集控中用 GE 产品

【摘要】针对当前电力系统监控集成化、网络化发展的特点，本文介绍采用 GE RX7i 作为系统控制器，GE 软件产品作为系统应用程序开发平台在火电厂灰渣集控过程控制的研究并实现。文中介绍了 GE RX7i PLC 控制器及 Field Control I/O 在项目中的实际应用，及其与服务器、工控机之间的网络拓扑、通讯方式，在此基础上通过 Proficy HMI/SCADA CIMPPLICITY、Proficy Logic Developer-Machine Edition、CIMPPLICITY SQL 2000、Server Redundancy 等软件产品实现数据采集和实时显示、历史趋势和报警数据库存取以及与第三方例如 SIS 系统共享信息等功能。

【关键词】灰渣集控 双机双缆双以太网 2100 米 genius 总线 冗余数据服务器 三机互联 SIS 系统

概述

江阴利港电厂是由中信集团和江苏利港电力有限公司等多家公司合资的大型发电企业，电厂三、四期项目共计 $4 \times 600\text{MW}$ 超临界机组，总计投资达到 100 亿元，建成后为无锡乃至整个苏南地区经济的发展和人民生活水平的提高提供强大的电力支持。

火电厂主要辅机系统由除灰系统、除渣系统、化水系统及输煤系统组成。这些系统与电厂生产过程密切相关，它们的正常运行是保证机组稳发满发的必要条件，因此如何可靠、有效地对辅机系统进行监控十分重要。整个灰渣集控系统由气力除灰系统提供商浙江华电环保系统工程有限公司配套提供，笔者作为该项目的调试者，下面介绍该项目的解决方案及应用情况。

项目情况

整个项目可分为 18 个子系统：

- 干灰输送系统（每台炉各一套）
- 底渣系统（每台炉各一套）
- 渣浆泵系统（3、4期各一套）
- 工业水系统
- 厂用仪用空气系统（3、4期各一套）
- 中储灰库系统
- 脱水仓系统
- 浓缩池系统
- 中储灰库至码头二级干灰输送系统
- 码头灰库装船系统

灰渣工艺流程大致为：煤燃烧后的粉煤灰经电除尘收集通过其下各电场发送罐分数个单元以内旁通密相的形式气力输送至中储灰库分粗细灰存储，再根据需要决定是就地装车还是气力输送至 1.8 公里外的粉煤灰码头装船；煤燃烧后的底渣经工业水混合制成渣浆，通过渣浆泵远程输送至脱水仓，经脱水排渣后可以装车或是通过管式皮带机送至渣码头装船，分离出的水经浓缩池沉淀处理后进入工业水系统循环，总计纳入控制的现场设备开关量 7000 余点，模拟量 280 余路。灰渣集控系统需要完成工艺流程中的设备运行监控和管理，提供真实可靠的实时运行数据，故障信息的分析、比较、诊断和记录，必要时予以声光报警，并支持历史查询。

该项目实施的重点在于：第一，工业水及厂用仪用气为全厂 3、4 期设备包括汽机锅等相关主机设备公用，若出现问题会直接导致停炉，对实时性及可靠性要求很高；第二，码头设备远程站距灰库主机网络敷设距离 2100 米，而 Genius 通讯电缆的标准长度为 305 米/卷，意味着中间将有多达 6 个接头，这将考验 Genius 通讯总线的通讯能力，在保证通讯速率的同时还要确保信号的正确率；第三，此控制系统需要向上连接至公司的 SIS 系统，满足 SIS 系统全厂生产过程的实时信息监控要求，响应数据查询需要。

解决方案

通过上述对系统功能需求的分析，本着力求性价比，保证先进性，追求功能完善、稳定可靠的指导思想，基于分散风险、扩展性必须良好、系统功能必须完备的设计原则，笔者通过与 GE 自动化技术工程师的多次交流请益，设计构思了控制系统的解决方案，网络架构参见图 1。

1. 系统结构

系统使用了三套 GERX7i PLC，除灰控制使用双机热备一套，除渣控制使用双机热备一套，二级输送控

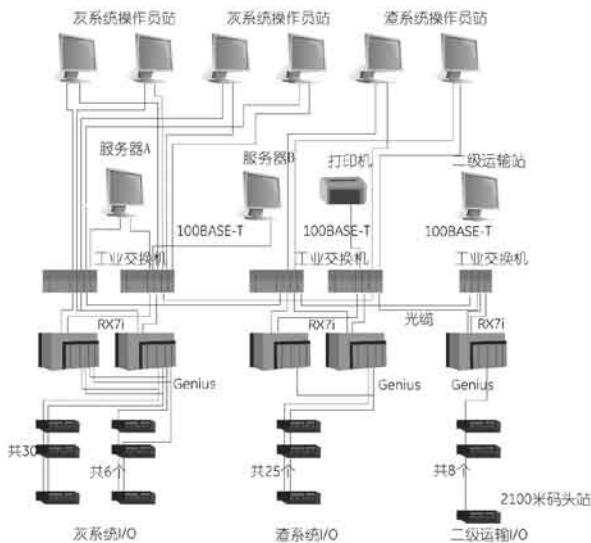


图1 网络架构

制使用单机一套。现场根据工艺要求设有 18 个现场控制站，按就近原则布置，根据实际 IO 点数分别配置有 1-4 个机架，使用 Genius 总线通讯。共设 9 台上位机，配有 21” 大屏幕 LCD，其中 2 台为冗余数据服务器——工程师站，安装 Proficy HMI/SCADA CIMPLICITY 开发版，Proficy Logic Developer-Machine Edition，CIMPLICITY SQL-10 软件实现编程、数据格式转换、组态数据库功能。另外再配置 Server Redundancy 以实现服务器冗余功能。另有 6 台为操作员站，安装 CIMPLICITY HMI 运行版，从服务器获取数据，以降低 PLC CPU 的通讯负荷，另 1 台上位机为二级输送控制系统专用。共配有赫斯曼工业交换机 5 台，通过百兆以太网实现 PLC 和上位机以及上位机间的互联，并连接到 HP 激光打印机，实现趋势和报表的实时打印。

2. 控制系统

中央处理器采用 PACSystems RX7i，具有现代计算机分散控制系统所要求的可靠性、运算速度、处理能力、网络通讯、控制功能、软件组态方式等一系列基本功能，适合从中档到高档的各种应用。它提供了最先进的编程特性，易于组态便于安装，CPU 具有强大的功能，如结构化编程，中断控制，间接寻址及各种功能模块，能完成复杂的操作，拥有庞大的内存、高带宽能满足各种重要的系统要求。

IO 站采用 Field Control I/O，其分布式的 I/O 和控制器带有模块化逻辑控制功能，显著提升系统速度和效率，模块可带电插拔，省配线，安装费用低，高通讯速率，高可靠性。唯一笔者觉得不大方便的是每个 BIU 都需要使用专用编程器独立下载一次，若有模块更改还需重来一次，而这个编程器的使用之处似乎仅限于此，有些浪费。

3. 网络结构

控制器与分布式 I/O 之间采用双 Genius 总线通讯（二级输送部分由于实时性要求比较低采用单缆）。四期灰渣系统

控制站由于进度原因尚未启用，待要接入时无需停机中止程序即可接入总线中。灰系统控制站数量较多，超出了每条Genius 32个站的要求，故在主机架中增加2块BEM731总线单元，组成星形网络，这样又增加了32个站，扩展性非常好，并且网络结构完全符合现场总线的国际标准。

每台工控机各配有两块千兆级以太网卡，各连到一台赫斯曼工业交换机（带光口），与ETM以太网模块组成千兆以太网，从而保证服务器与CPU之间的所有数据信息交换在ms级完成。3部分交换机之间通过光缆互联，各上位机可以直接访问各CPU，实现了3个区域系统的一体化和数据的共享。并可以通过交换机向厂SIS系统发布相关画面和数据，由于系统以扩展性架构作为其关键性的结构原则，所以具有良好的扩展性和兼容性。

采用双Genius总线双以太网后任一条线路不能正常工作，任何一台控制器停机或BIU的损坏都不会影响系统对I/O的访问和上位机的监控功能，并无切换至备用线路。

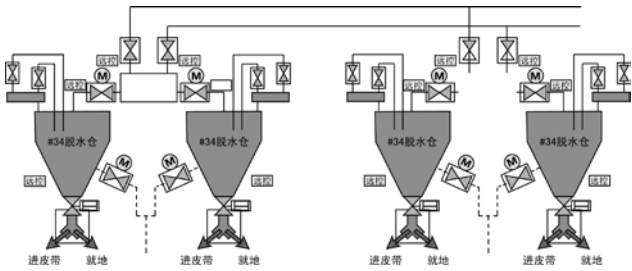
4. 系统功能

组态软件采用Proficy HMI/SCADA CIMPLICITY 6.1，对PLC中的大量数据进行实时显示，并直接参与控制。CIMPLICITY HMI是工业自动化领域Windows应用的领导者之一，功能卓越，并易于使用。它将生产信息通过美观的系统工艺流程图，显示工艺的动态效果（可参见下面3期脱水仓图），监视系统的运行状态。所有人机对话均通过该软件在上位机上实现，而对PLC的运行速度没有影响。

具体而言，实现的功能有：全系统工艺流程和数据显示，显示设备的启停、加卸载状态，以及电流、压力、液位等；用户管理，为不同功能用户分配不同权限；依据权限集中参数设定；在线故障诊断；报警历史查询，记录报警时间，类型，级别，报警组和报警值；实时趋势图显示，用于监视系统运行是否正常；历史趋势显示，记录过去至少60天历史数据，操作员可以方便查看过去某一时刻的数据；新加主机只需简单配置网络地址即可轻易添加至已有项目中；提供ODBC、SQL、OPC等通用接口，有效促进以太网控制系统发展以及企业现场控制层和生产过程管理层的集成，大幅度地降低工程设计和维护费用。

在如今自动化行业中，实时数据浏览和管理的需求日益高涨，数据库的作用进一步突出，本项目在服务器中配置了CIMPLICITY SQL 2000，通过HMI从PLC中获取信息，将数据的实时变化存储于数据库，实现数据库的不断更新，用户通过数据库来分析生产情况、汇总和统计生产数据，作为指挥、决策的依据，同时提供透明化数据库接口，响应来自各工作站、SIS系统、第三方软件的数据查询需求，制作适应各种需要的报表。

编程工具方面，Proficy Logic Developer-Machine Edition软件提供了友好的开发环境，积木化智能硬件组态方式，



3期脱水仓图

使用灵活方便。使用时提供详细的在线帮助，多种编程方式，无论新接触者还是资深程序员都可很快上手，在此不做赘述。

系统应用总结

利港电厂3期2×600MW机组辅机灰渣系统已于2006年10月完成各项软件编程和测试工作，经过试运行和修改阶段，基本调试结束，11月正式投入运行。整个灰渣集控的控制系统全部采用GE产品，分布式的I/O结构节省了大量现场接线，减少了大量维护工作量。试运行情况表明，软硬件平台运行稳定，在系统可用率、系统精度、显示正确性、响应速度以及抗干扰能力等方面完全实现了预定目标。此项目广泛采用冗余技术，双机热备双Genius双以太网双数据服务器给系统加上了数重保险，保证了系统运行的连续性与高可靠性，确保整个机组顺利并网发电。允许对任一现场站断电检修而不影响其它站点，实现不间断运行。系统自身故障不会影响被监测系统和设备的正常运行。码头控制站虽然使用了7卷共计2100米Genius电缆，已很接近GE公司所称的2300米最大通讯距离，但在通讯过程中无需中继器只是简单对接仍可使用正常通信速率通讯而无需降低，使用中未出现数据出错或抗干扰能力低等问题，充分体现了GE产品过硬的品质。管理人员在任一上位机均可对系统进行监视和控制，同时与SIS系统间实现了实时、历史、设备参数等数据的交换工作，实现了无缝连接，达到了透明化管理的要求。

总之，作者要告诉大家，如果您希望您的系统更统一、更灵活、更开放，但同时又能在复杂的应用中表现出最高水平，那么，请选择RX7i，选GE。

参考文献

- [1] 李本藩
计算机在电力系统中的应用概论
中国电力出版社 2001
- [2] 郑辑光
基于工控机的集散控制系统
西安交通大学硕士学位论文 2001

（浙江华电环保系统工程有限公司 戴未昀）



基于 GE 系列 90-30 PLC 的 电站锅炉空预器热点检测系统

【摘 要】空气预热器是火力发电机组重要的换热设备。由于燃料的不完全燃烧以及低负荷或停炉后空预器内气体流速低造成散热条件变差等原因会引起空预器的再燃烧事故。本文介绍了基于 GE 系列 90-30 PLC 的电站锅炉空气预热器热点检测系统的主要内容。目前以 GE 系列 90-30 PLC 为主控制器的空气预热器热点检测系统已在国内外大量应用，GE 可靠的产品质量、友好的用户开发环境以及较高的性价比得到了用户的认可和肯定。

引言

电站锅炉空气预热器（以下简称空预器）是利用锅炉的排烟余热加热空气的热交换器。空预器使锅炉燃烧和制粉系统需要的空气温度得到提高，同时进一步降低排烟温度，减少排烟热损失。目前国内 200MW 以上机组锅炉通常采用结构紧凑、重量较轻、节约场地、布置方便的回转式空预器。但是当空预器受热面上积聚的可燃物（包括破黑和油滴）经氧化升温，达到着火温度就会导致空预器本身的燃烧事故。空预器燃烧有两个条件：受热面上积存有可燃物；空预器内空气、烟气流速低或不均匀，导致散热条件变差。当没有燃烧或部分燃烧的燃料，特别是雾化不良的油气凝聚在空气预热器的传热部件上，温度升高到 350℃ 左右时，沉积物会被烘干并点着。由于着火初期范围较小，很难被发现，当元件温度继续上升至 700℃ 时，就足以导致钢制蓄热元件及整个空预器起火，从而影响整个机组的正常运行。这种燃烧被称为空预器的再燃烧（又称二次燃烧）。此类事故近年在国内湖南石门电厂、广东湛江电厂、沙角电厂等电厂都先后发生过。空预器发生再燃烧，并造成火灾是一个缓慢发展过程，它要经历破黑及油滴的氧化反应到自燃，从一个波纹板箱的燃烧蔓延至相邻波纹板箱，并不断扩大这样一个过程，这个过程往往需要好几个小时。据国外的一些研究和试验表明，从某一部位发生自燃到蔓延至整个波纹板箱至少需

要60~90min, 从一个波纹板箱扩展至相邻波纹板箱所需的时间则更长, 大约需要3~4h。由此可见, 只要能在空预器发生再燃烧的早期做出准确判断, 并及时采取有效措施, 空预器再燃烧造成的火灾损失是可以控制在很小程度内的。因此, 有必要采用着火探测装置, 提早采取有效的防火措施。

本文介绍了基于GE 系列90-30 PLC的电站锅炉空气预热器热点检测系统, PLC完成对专用机械式移动装置的运动控制; 红外探头和热电偶实时检测空预器内部温度场的变化, 并采用基于支持向量机的智能决策方法进行综合判断, 大大提高了空气预热器热点检测的精度。

系统的主要结构与内容

1. 系统的总体结构

空预器热点检测系统的总体结构如图1所示。本系统的电控部分由布置在集控室的一个主控柜和布置在就地的两个就地操作箱构成。系统中测温的传感器采用热电偶和红外传感器。每台预热器上部二次风侧均匀分布有三个热电偶(200MW, 300MW), 对于600MW和1000MW的机组布置有四个热电偶。在预热器下部安装有专用的机械执行机构, 执行机构的小车上安装有两个红外传感器, 同时配套有相应的供电、循环水以及吹扫装置。上部的热电偶用来检测空预器上部的温度场分布, 下部的红外探头由执行机构驱动往复的运动, 配合预热器转子的转动, 可以扫描整个转子蓄热元件受热面, 从而获得转子内部温度场分布。红外探头的安装位置及执行机构的示意图如图2所示。

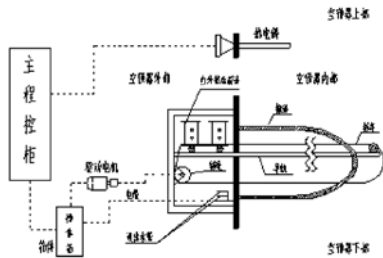


图1 空气预热器热点检测系统结构示意图

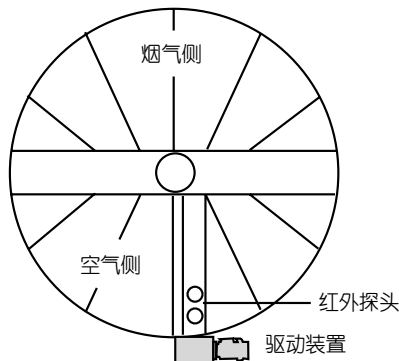


图2 红外探头的安装位置及执行机构的示意图

2. 系统的主控制器结构

本系统的主控制器结构采用上位——下位机的形式, 上位机采用工业控制机, 完成系统的操作界面、数据的存储和设定、与下位机的通讯等功能。下位机选用GE 系列90-30 PLC。

3. GE 系列90-30 PLC 及完成的主要功能

PLC系统选用GE 的系列90-30 PLC系列控制系统, 性能优良, 性价比高。PLC系统具有双机热备功能, 实现PLC主机冗余、电源冗余、通讯模块和通讯总线冗余, 主机、从机可无扰动切换, 增加了系统的可靠性。上位机与PLC之间通过10 Mb/S的高速以太网ETHERNET实现数据的采集和传输, 保证数据传输的高速、可靠。系统具有强大的通讯功能, 支持多种通讯总线协议, 具有开放的网络结构, 可与其它厂家的PLC和DCS进行通讯。系统具有容错能力和强大的自诊断功能。

PLC的微处理器选用高性能的INTEL处理器, 系统运行速度快, 可达0.22ms/K指令。能快速执行PID算法, 并实时刷新计算输出。PLC具有功能强大的梯形图编程软件Versa Pro。

本系统选用的GE 系列90-30 PLC配置如下:

- 电源模块: PWR321
- CPU模块: CPU351
- 模拟量输入模块: ALG223
- 开关量输入模块: MDL645(两块)
- 开关量输出模块: MDL940(两块)

GE 系列90-30 PLC作为下位控制器, 完成的主要功能有:

利用PLC 实现对执行机构驱动电机的控制, 从而能够使红外传感器在固定的轨道上往复运行, 实现对空气预热器转子温度场的实时监控。

- 当系统投入自动运行时, 判断执行机构是否在后位, 如果不在则驱动电机立刻反向运动, 使红外探头向后运行并到后位, 然后往返运行; 此时, 检修状态的前进与后退按钮无效; 当探头离开后位开关向前运行时, 系统自动打开吹气阀, 吹扫红外探头表面的灰尘。
- 当系统发生综合故障时, 系统自动投入检修状态运行, 即使“自动/检修”旋钮打在自动状态, 系统也进入手动运行。
- 程控柜与就地操作箱上按钮的功能相同, 其PLC的逻辑功能已通过硬件电路达到统一。

利用PLC实现对红外传感器、热电偶、前/后位开关、接触器、电源等元件的故障检测。故障包括:

- 红外传感器的故障可分为断线、温度突变、失效故障

- 前/后位开关故障可分为短路、断路故障
- 电源故障包括 +24V 和 $\pm 15V$ 电源的故障检测

利用 PLC 实现空气预热器的火灾报警、预警。目前国内外已经先后研制出空预器热点检测系统并已投入使用 [1-4]。这些检测系统均采用红外传感器或热电偶作为测温元件,将测到的温度值与事先设定的报警阈值相比较,从而判断是否有火情发生。报警阈值的设定过多的依赖于经验和现场工况,容易发生漏报和误报。本系统采用支持向量机 [5] (Support vector machines, SVM) 这一新的分类和回归工具完成空预器火情的智能决策。支持向量机通过结构风险最小化原理来提高泛化能力,较好的解决了小样本、非线性、高维数、局部极小点等实际问题。本系统结合多年对电站锅炉空预器研究的经验基础上,将支持向量机这种机器学习方法应用于空预器热点检测系统的研究,取得了满意的效果。有关此方法的详细介绍,请参见文献 [6][7]。

本系统的应用情况

从 1996 年开始,以西安理工大学信息与控制工程研究中心为技术依托,以东方锅炉股份有限公司所属预热器工程分公司为成果转化基地,对空气预热器热点检测问题进行深入、系统的研究。十几年来,参加研制工作的科研人员在对问题的形成机理充分研究的基础上,先后就恶劣环境下的信号检测与处理方法、机械机构的设计与制造、计算机系统的软硬件设计与实现开展了攻关,相继成功研制出了 HSDS-10、HSDS-20 型电站锅炉空气预热器热点检测系统,并在实际应用中不断改进和完善,形成了具有自主知识产权的成果。截止 2006 年 9 月已在印度督伽坡 (Durgapur) 电厂 1 号 (300MW), 印度撒伽迪 (Sagardighi) 电厂 1、2、3 号 (300MW), 内蒙包二电厂 3、4 号机 (200MW), 华能岳阳电厂 1、2 号 (600MW), 安徽宿州电厂 1、2 号 (600MW), 内蒙乌海发电厂 1、2 号 (300MW) 等十余台 200MW 以上机组上推广应用,取得了很好的社会效益和经济效益,GE 可靠的产品质量、友好的用户开发环境以及较高的性价比得到了用户的认可和肯定。

参考文献

- [1] 刘涵、刘丁、李琦、施卫
电站锅炉空气预热器火灾报警系统的研究, 电子技术应用
1998, 24 (6): 35-36
- [2] 殷国东
回转式空气预热器的热点探测系统, 汽轮机技术
2003, 45 (6): 137-138
- [3] 孟繁兵、刘大俊、牟郁慧、蒋志远
回转式空气预热器热点在线检测系统的研究, 黑龙江电力技术
1997, 19 (6): 331-334
- [4] 徐鲁
邹县三期空气预热器热点检测系统, 山东电力技术
1996, 5: 53-54
- [5] Vapnik V
The Nature of Statistical Learning Theory
New York: Springer-Verlag, 1999
- [6] 刘涵、刘丁、李琦、梁炎明、宋念龙
基于最小二乘支持向量机的电站锅炉空预器热点检测系统研究, 中国电机工程学报
2005, 25 (3): 147-152
- [7] 刘涵、李琦、余进、刘丁
空气预热器热点检测系统的研究, 动力工程
2005, 25 (3): 382-386

(西安理工大学信息与控制工程研究中心
刘涵 李琦 赵跃 梁炎明)



水电

Thermal Power

NARI Acess 计算机监控系统在叙利亚迪什林水电站成功投运

基于SNP协议通信的GE 系列 90-30 PLC在水电站综合
自动化系统中的应用

白山大型梯级水电厂远方集中控制计算机监控系统

沙河抽水蓄能电站计算机监控系统

水电厂计算机监控系统主辅机信息一体化

网络技术在水电厂PLC主、备切换中的应用



NARI Acess 计算机监控系统 在叙利亚迪什林水电站成功投运

概述

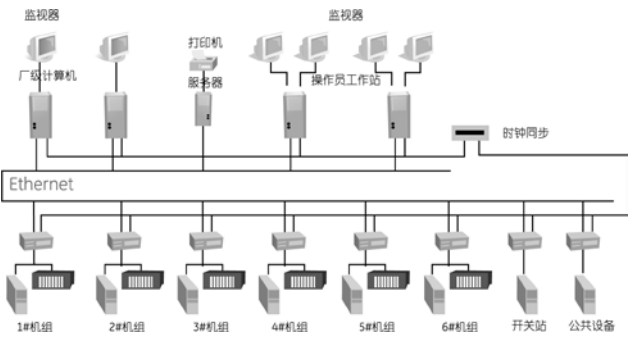
叙利亚迪什林 (Tishrin) 电站位于中东著名国际河流幼发拉底河上，是目前中东地区最大的水电厂。该电站源为前苏联承建，后因苏联解体而下马，海湾战争后叙利亚政府利用国际援助资金继续进行电站建设，迪什林水电站为河床式电站，装机容量 $6 \times 105\text{MW}$ 。整个电站的计算机监控系统选用了南瑞自控公司产品，在通过了叙利亚土地开发署 (GOLD) 和法国拉麦亚 (LAHMETER) 咨询公司等专家的出厂验收后设备于 1996 年上半年远洋运输至叙利亚。电站原计划于 1996 年首台机组投产发电，以缓解叙国用电紧张的矛盾，但因叙方土建施工工期延误，将发电计划推迟了三年，也就是说计算机监控系统设备在现场工地仓储了三年多，加之当地气温异常炎热，给计算机设备带来了一些设备高温老化等问题，给现场投运带了一定的困难。应叙利亚政府邀请，南瑞自控公司派出技术人员于 1999 年 9 月抵达工地，对整个计算机监控系统及首台机组 LCU、公用/厂用电设备 LCU 和开关站 LCU 等进行调试和投运，经过 2 个多月的紧张工作，于 1999 年 11 月计算机监控系统随首台机组并网发电同步投入运行，次日大马士革的阿拉伯文报纸作为重要新闻刊出。

系统结构和功能

1. 系统结构

系统由厂级计算机、操作员工作站、机组 LCU、公用/厂用电设备 LCU 和开关站 LCU 组成，相互间通过以太网进行通信，厂级计算机和操作员工作站均为 DEC Alpha 3000 系列工作站，内装 OSF-1 UNIX 操作系统，各 LCU 工控机选用研华工控机产品，LCU 由 ABB Modcell 智能 I/O 模块组成，机组 LCU Modcell 装置和 GE 系列 90-30 PLC 组成双冗余水机自动控制系统。

系统结构如图所示：



2. 系统功能

• 厂级计算机

采用双机冗余互为备份，主从方式，功能包括全厂计算机监控系统的管理、历史数据管理和存储，系统时钟校对，打印机管理，报表管理和生成，操作票和操作指导，AGC/AVC功能等。

• 操作员工作站

提供全厂设备监视和控制的人机接口界面，运行人员可以通过操作员工作站进行控制操作，负荷调节允许/禁止，有功/无功值设定，启动各种控制流程，报表召唤打印等。

• 机组LCU

- [1] 数据采集和机组发电量的自动累计
- [2] 机组自动开停机，机组事故停机
- [3] 机组自动准同期
- [4] 机组事故顺序记录
- [5] 机组温度巡检
- [6] 提供现地人机界面，便于机旁监视和控制、调节操作

• 公用 / 厂用电 LCU

- [1] 公用设备的数据采集、流程自启动和闭环控制
- [2] 厂用电数据采集，倒闸操作和闭锁
- [3] 公用和厂用设备事故顺序记录
- [4] 提供人机界面，便于在继保室监视和控制

• 开关站LCU

- [1] 开关站设备的数据采集和电度量的累计
- [2] 开关站开关动作的事故顺序记录
- [3] 开关站各同期点的自动准同期
- [4] 开关站设备的倒闸操作和闭锁
- [5] 提供人机界面，便于在继保室监视和控制

工程实施

叙利亚 Tishrin 水电站计算机监控系统为南瑞自控公司开发的 NARI Access 监控系统软件，这套系统当时已成功应用于大广坝、新风江和葛洲坝等国内电厂，但出口至国外尚属首次。在系统出厂前调试过程中，公司专门成立了 Tishrin 工程项目组，并抽出经验丰富的工程技术人员投入到这项工作中，在原系统全中文界面的基础上，对系统进行了西化处理，所有的数据库、画面、顺控流程和报表全部采用英文编制和生成，以满足出口需要。系统出厂验收测试工作由叙利亚聘请的德国监理工程师主持，经过国外专家严格的测试和我方技术人员的密切配合，系统各项功能均达通过出厂验收，整个计算机监控系统顺利出口至叙利亚。

结束语

Tishrin 水电站是一个没有常规的水电站，整个电站的运行监视和操作完全依赖于计算机监控系统。NARI Access 计算机监控系统在叙利亚的投运成功，反映了我们在水电站计算机监控领域的成熟的技术和先进的水平，同时为我们走向国门、走向国外市场积累了一些经验，尤其在国内外市场竞争日趋激烈的今天，积极拓展国外市场空间具有非常重要的意义，Tishrin 水电站计算机监控系统的同步运行为我们提供了一个成功的先例。



基于SNP协议通信的GE 系列90-30 PLC在水电站综合自动化系统中的应用

【摘要】 PLC在水电站综合自动化系统中主要用于数据采集、控制和调节，对电站正常运行有举足轻重的作用，而如何实现PLC与上位机之间的数据通信也是至关重要。本文正是针对系列90-30 PLC只需要与工控机通信的场合，详细比较了系列90-30 PLC四种串行通信协议，并着重讲述了PLC与工控机通过电源模块上485串口利用SNP协议通信的具体实现过程及应注意的事项。实际运行结果表明，此方法稳定可靠，不需要再另行配置串行通信模块、节约成本、经济性强、有较强的应用价值。

【关键词】 SNP协议 综合自动化

引言

水电站综合自动化系统是指代替常规控制设备、监视测量表计、记录设备和保护设备，完成机组的开停机控制、断路器等开关设备的控制，完成电站的优化运行EDC，自动发电控制AGC，自动电压控制AVC，电站机组、变压器、线路等各种运行设备的参数的在线监视，越限参数报警、记录，历史参数查询，事故追忆，报表打印，完成监控系统设备的自检，实现对整个电站所有设备进行控制、测量、监视和保护的自动控制系统。

水电站综合自动化系统的典型结构一般分为两种：集中式和分层分布式。集中式是从20世纪70年代发展起来的，主要就是有一台计算机来完成整个电站所有设备的监控，其缺点是计算机负荷重、实时性差、可靠性较低。自20世纪80年代后期，随着计算机技术的发展，原有的集中式水电站自动化系统逐步演变

成为分层分布式水电站综合自动化系统，这是当前水电站自动化系统发展的最新趋势，它由多台计算机来完成整个电站的监控，可靠性高，可维护性好。分层分布式水电站综合自动化系统按监控系统的结构和功能可分为两层：电站控制层和现地控制层。电站控制层计算机监控系统主要用于综合自动化系统的组态、维护，水电站运行的监视、操作、信息管理、远动和优化控制等。现地控制层由一系列水电站综合自动化装置组成，包括机组现地控制单元、开关站及公用现地控制单元、微机保护测控单元等。

福建漳平泽源水电站YBK2000综合自动化系统结构

福建漳平泽源水电站共两台机组 2 × 6000KW、一台主变和一回 110KV 出线。
其 YBK2000 综合自动化系统网络通信结构图如图1所示：

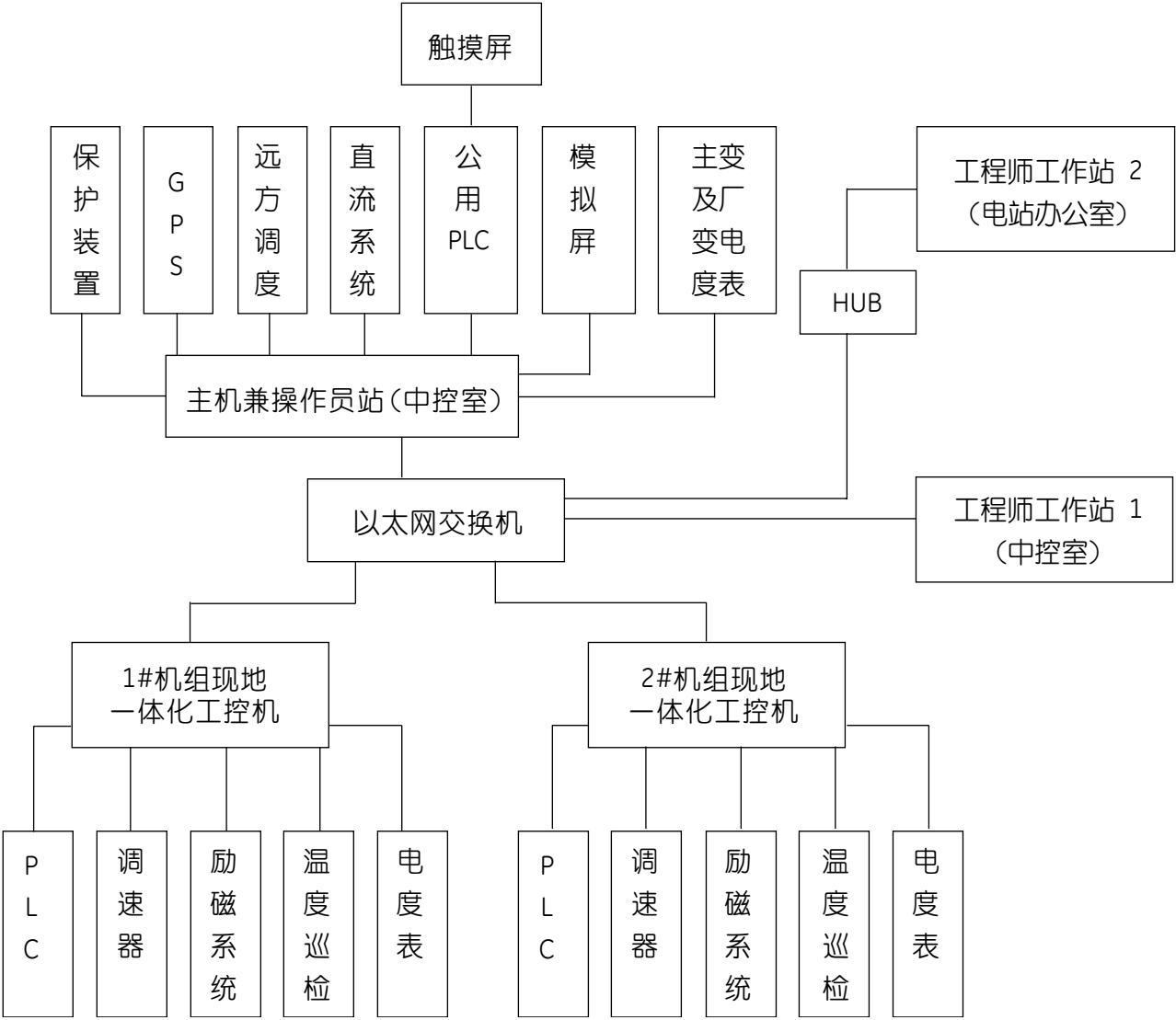


图1 福建漳平泽源水电站 YBK2000 综合自动化系统网络通信结构图

泽源水电站YBK2000综合自动化系统分为两层：电站控制层和现地控制层。电站控制层与现地控制层之间用100M工业以太网联接。

其中机组现地控制单元是整个系统的控制中心。它控制的设备包括水轮发电机组、机组附属装置、轴承油系统、冷却系统、调速器油压装置等。其主要组成设备包括 PLC、一体化工控机、温度巡检装置、转速信号装置、微机自动准同期装置、计量电度表等。其中 PLC 和一体化工控机是整个系统的重要组成部分，PLC 主要完成机组的数据采集、控制与调节，一体化工控机主要完成在现地进行控制操作、实时显示和报警功能。如何实现 PLC 与一体化工控机之间的数据通信，对整个电站实现自动化控制有决定性作用。

电站 PLC 选型配置及功能

1. PLC 选型

根据长期从事中小水电站综合自动化系统的 PLC 实际应用经验，我们选用可靠性高的 GE 公司系列 90-30 PLC 作为现地控制的核心设备。

电站共配置三套 PLC，分别为机组 LCU 屏两套、公用 LCU 一套。

• CPU 选型

根据 PLC 的 I/O、存储器、运行速度和现场实际情况的要求，CPU 选择 IC693CPU350，这是一种中规模、高功能 CPU，主要技术指标如下：

- [1] 自诊断功能：故障信号存在 PLC 的 CPU 故障表中，PLC 的自诊断具体到模块级。
- [2] 系统 FLASH MEMORY，用于固化应用程序及数据。
- [3] 具有位逻辑、数据传送、比较、定点/浮点数据运算、定时/计数、函数运算等高档 PLC 的功能。
- [4] 位、字、定点数据的运算指令的执行速度： $\leq 2 \text{ ms/k}$ 指令。
- [5] 最大 I/O 扩展能力：数字量 I/O：2048/2048；模拟量 I/O：128。
- [6] 具有 RS485 通讯口。
- [7] 具有时间中断、事件中断、过程中断。

• I/O 配置

机组现地控制单元实际 IO 点数为：DI：51 点；DO：34 点；AI：13 点。因需留一定余量，据此选 IO 模块为：

- [1] 开关量输入模板选型为：IC693MDL655，DV24V，32 点，共 2 块。
- [2] 开关量输出模板选型为：IC693MDL740，DV24V，16 点，共 3 块。
- [3] 模拟量输入模板选为：IC693ALG223，4~20 mA，16 点，共 1 块。

公用现地控制单元实际 IO 点数为：DI：24 点；DO：21 点；AI：11 点。因需留一定余量，据此选 IO 模块为：

- [1] 开关量输入模板选型为：IC693MDL645，DV24V，16 点，共 2 块。
- [2] 开关量输出模板选型为：IC693MDL740，DV24V，16 点，共 2 块。
- [3] 模拟量输入模板选为：IC693ALG223，4~20 mA，16 点，共 1 块。

• 串行通信模块

公用屏 PLC 因需要与上位机和触摸屏两个设备通信，故在公用屏 PLC 系统中配置了一块串行通信模块 CMM311，该模块带两个串口，一个口为 232 口，另一个为 232/485 可配置，两串口均支持 SNP、SNP-X、CCM 和 RTU 协议。

• 电源模块

根据 IO 模块和 CPU 模块的耗电量及现场电源要求，最终选择 IC693PWR322 电源模块。该模块参数型号为 24/48/125VDC，输入功率 50W，输出功率 30W。

2. PLC 完成的具体功能

- 按要求完成机组的开机流程控制
- 按要求完成机组的正常停机流程控制
- 按要求完成机组的紧急停机流程控制
- 完成机组实时状态显示、故障信号和事故信号的准确报警
- 完成对 1# 调速器两台油泵、2# 调速器两台油泵、厂内集水井 2 台水泵以及两台空压机的轮换和备用启动控制。
- 完成公用屏的实时状态显示、故障信号的报警、模拟量信号显示。

系列 90-30 PLC 串行通信协议比较

系列 90-30 PLC 与上位机进行串行通信遵循的协议有四种：CCM 协议、RTU 协议、SNP 协议和 SNP-X 协议。

- CCM 协议是基于 ANSI 标准，用带校验位的二进制或 ASCII 码进行异步字符传输。
- RTU 协议即 MODBUS 远程终端单元串行通信协议，它在主机与远程终端之间采用请求——应答式的通信方式，是进行串行通信的最佳也最简单的方式。
- SNP 协议是 GE 公司为 PLC 与相连设备进行小批量数据通信所开发的一种串行通信协议，在进行数据传输前必须首先在 SNP 主站和从站间建立通信连接，每一个 SNP 从站有一个单独的 SNP ID，属于不开放协议，不能通过直接读取数据的缓冲区地址来获取数据信息，只能通过安装 GE 公司提供的软件开发包，调用其中的库函数进行数据读写操作，从而完成数据通信，因此该方法比较复杂。
- SNP-X 通信协议是 GE 公司为 PLC 与相连设备进行大量数据通信所开发的一种串行通信协议，它相比 SNP

通信协议能提供更快的数据传输速度。

在泽源水电站中，为编程和应用方便，公用屏PLC通过电源模块上的485串口与触摸屏通信，通过CMM311模块上的485串口与上位机用RTU协议通信。机组屏PLC因只与一体化工控机单个设备通信，从成本考虑可不需再配置一块串行通信模块，可直接利用电源模块上的485串口采用SNP协议通信。本文正是针对这一情况，详细讲述了该方法的具体实现过程，应用效果表明该方法是可行且可靠的。

PLC与一体化工控机采用SNP协议通信的具体实现

在PLC和一体化工控机之间采用SNP协议通信的具体实现步骤如下：

- 安装GE公司提供的SNP驱动软件包HCT_for_VC
(因本公司监控软件是在VC环境下开发，下述SNP通信程序的实现均在VC++6.0开发环境下，故安装此开发包；若开发环境是C++，则可安装另一个软件包HCT_for_C++。正确安装后，安装程序中有四个实例，可参考实例开发)。
- 在VC开发环境下定义通信设备参数(假定用VC开发的SNP后台通信程序为snpcomm.exe)：

首先，在工程设置/C/C++/C预处理程序定义中添加“_MSWNT_SOURCE”，接着在snpcommview.cpp中添加库文件#include“gef_hct.h”，并定义如下通信端口参数：

```
#define DEVICE "default" /* Target PLC */
#define PORT "COM2" /* Port to use to get to PLC */
short ResponseCode; /* HCT return/error code */
unsigned short UserID = -1; /* Session ID from HCT */
MEM_SPEC Address;
HCT_PBSTATUS PBStatus;
```

- 与PLC建立连接

```
ResponseCode = HCT_connect (DEVICE, PORT, &UserID, BLOCKING);
```

if (! (ResponseCode == HCT_CONN_UP))//连接不上则重新建立连接

```
{
    ///////////////////////////////////////////////////
}
```
- 建立连接后，在每一周期检测是否有控制命令，若有，则发送控制命令

```
Address.addr.mtype.mem_type = HCTMEM_M_1;
Address.addr.mtype.begin_offset = 1000;
Address.addr.mtype.length = 1;
Address.addr.mtype.var_type = HCT_BIT;
Address.addr_type = HCT_MEMCODE;
ReturnBuf[0]=1; //写控制位
ResponseCode = HCT_write_req (UserID,
```

```
(MEM_SPEC far *)&Address, (unsigned char far *) ReturnBuf, BLOCKING, &PBStatus);
Sleep (500);
ReturnBuf[0]=0; //500ms后清控制位
ResponseCode = HCT_write_req (UserID, (MEM_SPEC far *) &Address, (unsigned char far *) ReturnBuf, BLOCKING, &PBStatus);
```

- 控制命令发送完后，读取采集的实时数据量

```
//读开入量点
Address.addr.mtype.mem_type = HCTMEM_I_1;
Address.addr.mtype.begin_offset = 0;
Address.addr.mtype.length = 64;
Address.addr.mtype.var_type = HCT_BIT;
Address.addr_type = HCT_MEMCODE;
ResponseCode = HCT_read_req (UserID, (MEM_SPEC far *) &Address, (unsigned char far *) ReturnBuf, BLOCKING, NULL);

if (ResponseCode == HCT_REQ_SUCCESS)//返回正确后解包
{
    DataProcess_DI ();
}
```

//读开出点和模拟量点与读开入点类似

- 采集程序退出时，断开与PLC连接

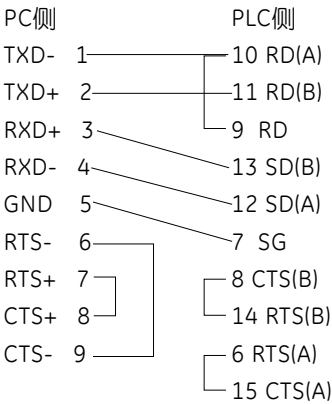
```
ResponseCode = HCT_disconnect (UserID);
```

调试过程中遇到的问题及对策

SNP协议本身属于不开放协议，不能象RTU协议那样直接发十六进制命令到特定缓冲区进行读写数据操作，必须用SNP库函数读取，且一定要在进行数据通信前建立通信连接。

SNP驱动软件一定要装正确。安装正确与否，可用GE公司专用编程电缆和自编SNP通信软件测试。通信正常时，CPU模块上的“PS PORT”按设定周期不断闪烁。

正常通信时，通信线可采用两种：一是用GE专用232-422的SNP通信电缆，但要求上位机与PLC之间的距离不超过12m；二是用自制的422通信线实现，正确连接接法如下页图示：



参考文献

[1] 崔明主编
变电站与水电站综合自动化 中国水利水电出版社
2005.5

[2] GFK-0870 C/C++ 开发工具包
GE 公司技术文档
1999.10

[3] GFK-0356P 9030系列PLC安装和
用户手册 GE 公司技术文档1999.10[4] 徐鲁

[4] GFK-0852D 90系列PLC串行通信
用户手册 GE 公司技术文档1999.10

结束语

福建漳平泽源水电站综合自动化系统现已安全稳定运行近一年时间，实践证明，系列90-30 PLC性能优良，可靠性高，抗干扰能力强。通过电源模块上的485串口采用SNP协议与工控机通信是可行的，稳定可靠，能很好的完成电站自动控制的功能，而且特别针对PLC只需与工控机通信的场合，采用此方法就不需要再配置串行通信模块，节约成本，经济性强，有较强的应用价值。

（杨锋）



白山大型梯级水电厂 远方集中控制计算机监控系统

概述

白山发电厂位于吉林省东南部，松花江上游，是一厂两坝三站的特大型梯级水力发电厂，总装机容量为1700MW，在东北电网中担任调峰、调频和事故备用。白山发电厂生活基地建在吉林省桦甸市，白山电站位于红石电站上游距桦甸市73公里，装有五台300MW发电机组；红石电站距桦甸市35公里，装有四台50MW发电机组；在桦甸市建有白山发电厂生产调度中心。

1999年4月，白山大型梯级水电厂远方集中控制计算机监控系统通过了国家电力公司的技术鉴定，获得了国际先进、国内领先的较高评价；2000年3月通过了国电东北公司组织的系统工程验收，2000年5月白山发电厂通过“无人值班”（少人值守）及创一流验收。白山大型梯级水电厂远方集中控制计算机监控系统从投入试运行到现在，各项功能稳定可靠，所有设备运行正常，取得了非常好的社会效益和经济效益。

系统介绍

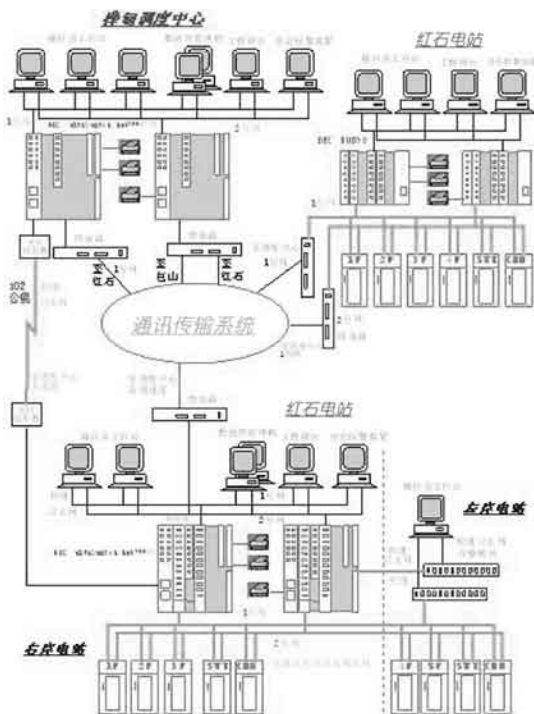
白山大型梯级水电厂远方集中控制计算机监控系统结构是在认真分析研究国内外90年代最新计算机硬件产品、软件产品、网络技术、实时工业控制产品与未来发展趋势，根据白山发电厂的具体情况，在水科院自动化所H9000分布开放式计算机控制系统的标准模式基础上，结合当前计算机技术、网络技术的最新发展，在一个较高起点的基础上设计的一种全新的、分层分布开放式高速网络型冗余梯级计算机监控系统。该系统具有良好的可靠性、可扩充性、可移植性，并支持异型机网络互联。

1. 系统结构

白山大型梯级水电厂远方集中控制计算机监控系统由三个子系统组成：桦甸梯调中心计算机监控系统（简称桦甸系统）、白山电站计算机监控系统（简称白山系统）、红石电站计算机监控系统（简称红石系统）。整个系统采用分层分布的系统结构，共分三层：桦甸调度中心层（CCL）、白山（红石）站级监控层（PCL）以及现地控制单元层（LCL）。三个子系统之间通过远程网络实现互连。系统远程网络采用快速以太网方案作为自动化系统长距离高速通讯网络的主干网络方案。

现地控制单元由高档工业控制微机和可编程控制器组成，工业控制微机完成与主机的网络通信及与现场PLC等通信，PLC完成数据采集和控制功能。采取现地控制单元与专用功能装置既相互配合、又相互独立的设计原则，以提高系统的可靠性和系统的整体性。

白山大型梯级水电厂实施本系统工程后，形成了一个完整的开放冗余网络型分层分布的梯级电站实时闭环过程控制系统，既可通过梯调中心的计算机系统实现整个梯级的集中远方监控，现地无人值班，也可由各电站的厂级监控系统独立完成本站的闭环自动控制功能。



白山发电厂计算机监控系统网络结构图

2. 系统配置

系统的上位机各工作站均采用COMPAQ公司（原DEC公司）的64位Alpha系列工作站，操作系统选用COMPAQ公司的Compaq Tru64 UNIX（原Digital UNIX）操作系统。LCU的主机及通讯服务器和语音报警装置等采用抗恶劣环境的高档实时工业控制微机，操作系统采用微软公司的

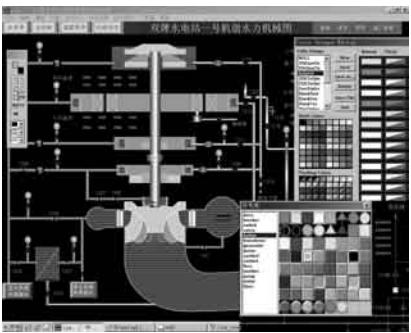
Windows NT操作系统，具有较强的网络功能，支持TCP/IP网络互联互通。

LCU的数据采集控制装置采用美国GE公司的系列90-70可编程控制器，其中白山电站机组控制单元采用系列90-70的双CPU热备系统结构，Genius总线作为现场I/O总线，完成各种数据采集和控制工作。此外，LCU单元还配置有独立的智能装置，自动准同期完成机组的自动并网，温度巡检装置完成机组温度采集及报警，机组测速装置，交流采样装置等。

系统具体配置如下：

• 梯调中心系统

设数据库管理机两台，操作员工作站三台（带双屏显示器），工程师工作站一台，培训仿真系统一套，通讯服务器两台，模拟屏驱动与语音报警装置一套（可电话语音报警），打印服务器两台，GPS时钟一台；网络设备采用双DEC hub900 MultiSwitch机箱冗余结构，配有以太网交换机模块和路由器模块；交换式以太网采用屏蔽双绞线。



• 白山电站计算机监控系统

采用双重冗余光纤网络结构，分现地单元层（LCL）和中央控制层（PCL）两层。PCL层设数据库管理机两台，操作员工作站两台（带双屏显示器），工程师工作站一台，模拟屏驱动与语音报警装置一套（可电话语音报警），打印服务器两台，GPS时钟一台，光纤网络设备网络设备采用交换式DEC hub900 MultiSwitch机箱冗余结构，配有DEC RouteAbout Access EW路由器、快速以太网交换机和以太网交换机模块。根据运行需要，在白山左岸厂房的控制室另设操作员工作站一台。

白山LCL层共设有9台LCU，其中白山右岸设有三台机组LCU、开关站LCU和公用单元LCU共五台LCU，白山左岸设有两台机组LCU、开关站LCU和公用单元LCU共四台LCU。

九台LCU之间无数据交换，所有采集的数据和报警信息均上传给上位机，由上位机接收所有九台LCU的数据，而上位机的控制命令也是分别发送给各LCU主机。

• 红石电站计算机监控系统

采用双网冗余结构，分现地单元层（LCL）和中央控制层

(PCL) 两层。PCL 层设数据库管理机两台（兼作操作员工作站），工程师工作站一台，打印服务器两台，GPS 时钟一台，语音报警装置一套（可电话语音报警），光纤网络设备采用双 DEC hub90 集线器机箱冗余结构，配有 DEC RouteAbout Access EW 路由器和光纤以太网模块。以太网中央控制层采用屏蔽双绞线，现地单元层为光纤双网。现地单元层共设有 6 套 LCU，其中四套机组 LCU、一套开关站 LCU 和一套公用单元 LCU 共六套 LCU 单元。



全厂设有语音报警装置，该装置配置有一块电话语音卡，在事故时能发出事故语音信号，提示运行人员。当无人值班时，可通过设置的电话号码进行电话语音报警和启动寻呼机；并具有电话查询功能，能自动通报设备运行状态。

系统功能

系统主要功能如下：

1. 系统采用全分布的数据库结构，具有远方集中控制功能软件包

因大型梯级水电厂监控系统层次多，结构复杂，系统开发了较完善的梯级水电厂控制权管理和用户授权管理功能，优化了系统功能分布，保证了控制操作的可靠性与一致性。系统可靠的远程高速网络和开发的梯级网络通信软件保证了对梯级电站各控制点和监视点进行实时监控功能的实现，通信采用的不变不送，变位抢送与定时全送相结合的方式，减少了网络资源的占用，提高了系统的实时性，保证在梯调中心可实时监控梯级电站所有的现场信息，这与以前的低速系统具有本质的区别，操作员在梯调中心站看到的信息与在电站现场操作员工作站上的信息完全一致且几乎同时，因而在梯调中心实现了所有监控功能。系统功能分布合理，并提供了完善的开发与维护工具软件系统。

2. AGC 画面参数齐全

AGC 画面具有的参数有目标频率、各站水位、机组禁运区、机组运行上下限等，并且可方便地进行设置点的操作。

白山发电厂的 AGC 主要是利用其调频功能，随着加入 AGC 机组数量的增加，AGC 的调频功能显得越来越稳定，完全可以达到东北电网频率要求 $50 \pm 0.1\text{Hz}$ 的标准，且调节过程比较平稳，机组负荷分配均匀。一般情况下，与调度给

定目标频率的偏差均控制在 $\pm 0.05\text{Hz}$ 之内。AGC 调频的成果是显著的。机组开机速度快、过程平稳，停机动作顺畅。各元件动作正常，开、停机过程中发现问题时，信息清楚，处理方便。越限检查、开停机监视、机组运行实时状况监视、报警信息等方面，能够全面的反映现场故障。上下位机反映的信息一致。

3. 系统具备事故追忆功能

在现场设备出现事故时，系统记录下主辅设备的各种状态，形成曲线和数据，为事后的事故分析提供参考数据。在该系统第一批现场施工时，事故追忆文件就记录了实际现场的事故动作及主辅设备的一些数据变化。

系统特点

系统的特点可归纳为：

- 梯级水电厂远方集中控制计算机监控系统按现场无人值班（少人值守）设计。
- 梯级水电厂监控系统不仅应具有可靠、完善的监控功能，而且还应具有良好的开放性，以确保系统的可扩展性、移植性，以保护用户的硬、软件投资。
- 主要设备采用冗余配置，双主机双网络双通道。保证大型梯级水电厂的高可靠性要求。
- PLC 采用双 CPU 主/备冗余配置，保证数据采集控制设备的可靠性。
- 系统的主干网采用开放式冗余高速网络，以防止通信瓶颈的出现，保证梯调中心系统的实时性。
- 系统数据库采用全分布的系统结构，保证任何局部设备的故障均不影响系统总体功能的实现，提高系统的可靠性和实时性并减少系统网络资源的占用。
- 完善的梯级水电厂控制权切换管理和用户授权管理功能。
- LCU 采用双光纤以太网，以提高系统的抗干扰能力。

结束语

系统在国内水电站首次采用了具有国际先进水平的快速以太网技术，并开发了可靠、高效的梯级网络通信软件，实现了传输距离为 100 公里以上，速率为 100Mbps 的长距离网络互联，突破了网络通信距离的限制，成功的实现了调度中心对电站的全面远方实时监控。

现地控制单元采用抗恶劣环境的实时工业控制微机，双机冗余的 GE90-70 CPU 可编程控制器，并采用主/备 PLC 冗余技术实现主、备机之间的无扰动的自动切换，满足了大型水电机组对系统可靠性的要求。

系统提供了较为完善的开发与维护工具软件系统，标准化

程度高，交互式图形开发软件，具有较强的组态功能，全鼠标驱动，面向目标操作，所见即所得，人机界面友好，易于掌握，操作使用灵活方便，完全满足了水电站监控系统对图形及人机联系开发设计的要求。

桦甸——白山——红石梯级水电站计算机监控系统功能比较完善，系统运行稳定，通过采用冗余技术，操作控制正确可靠，其中现地开停机成功率为100%，远方开停机成功率为100%，AGC动作正确率达到100%，系统可用率高。

（中国水科院自动化所）



沙河抽水蓄能电站计算机监控系统

引言

沙河抽水蓄能电站位于江苏省常州市溧阳境内，是以调峰填谷为目的的一座电站。电站共装2台可逆式水泵水轮机发电电动机机组，单机容量为50MW。主要设备水轮机、发电机及附属设备（包括可控硅励磁系统、微机调速器）。变频装置以及发电机和励磁变压器的保护装置均为法国ALSTOM进口设备。由于设备较多，工况复杂，为实现安全经济运行和“无人值班”（少人值班）的目标。电站采用全计算机监控方式。沙河抽水蓄能电站选用的是南瑞自动控制公司的SSJ-3000计算机监控系统，该系统具有良好的可靠性。可扩充性和可移植性。

监控系统介绍

1. 系统结构

该系统采用基于以太网的开放式全分布结构，结构上分主控级和现地控制两级。如下页图1所示，主控级设有2台操作员工作站，1台工程师工作站，2台通信服务器，2台打印机等设备。现地控制单元级设备共8套LCU，其中2套机组单元，1套公用开关站单元，1套上库闸门单元以及4套辅机控制单元（包括厂用电自切装置、技术供水泵控制装置、渗漏排水泵控制装置和消防供水泵控制装置）。为适应抽水工况的需要，2套机组单元与公用开关站单元各设1块GCM模件构成Genius网用于PLC间交换信息。Genius通信总线通过对等的噪声免除网络最佳化功能，可以提供实时控制数据的高速传送。当机组采用SFC（可控硅励磁系统）启动抽水时，需要公用开关站LCU适时开启SFC冷却水，此功能由机组LCU通过Genius网发送命令给公用开关站LCU来实现。同样对于背靠背抽水两套机组LCU也要通过Genius网交换信息。4套辅机控制装置则构成一RS485网络，使用MODBUS协议与公用LCU的工控机通信。

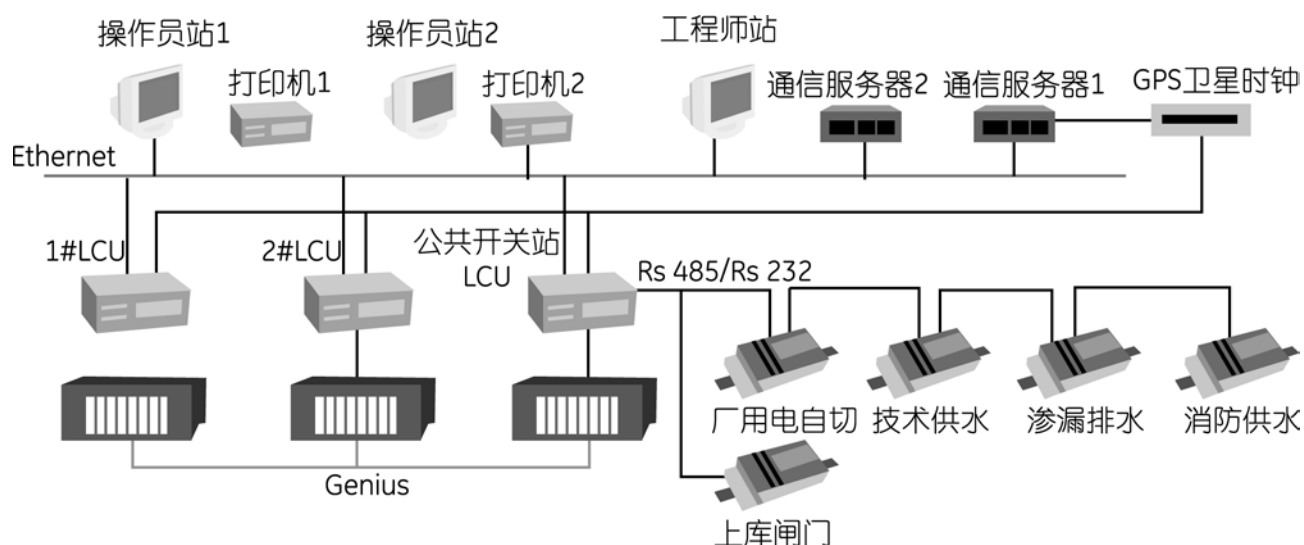


图1 沙河蓄能电站监控系统

2. 主控级配置

操作员工作站采用2台CPU 64位的Sun Ultra 5工作站，双机冗余结构为主/热备用工作方式，两冗余节点均可接收外部数据，但只有主节点可以发出控制信息。主节点定时对备用节点进行数据加载，以保证其数据一致性。网络上各节点计算机均有诊断软件进行实时检测，如主机发生故障，备用机自动投入工作，实现无扰动切换。每台操作员工作站配置21寸双屏显示器，完成全厂设备监控，取消了常规的模拟屏。

工程师工作站采用1台CPU64位的Sun Ultra5工作站，用于培训仿真、系统维护，兼具操作员工作站的全部功能。

通信服务器采用2台ICS工控机，配有Modem用于与省调度中心通信，其中一台还与GPS卫星时钟通信。

系统配置GPS卫星时钟装置1套，ETHERWAY/2 Hub网络集线器1台，主控级与现地单元控制级间用光纤以太网连接。

3. 现地控制单元级配置

机组LCU主要由CONTEC一体化工控机、主用数据采集控制单元（GE 系列90-30 PLC）、备用顺序控制单元（GE 系列90-30 PLC）、SJ-40温度巡检装置以及1台SJ-12微机自动准同期装置组成。

公用设备及开关站LCU主要由CONTEC一体化工控机、数据采集控制单元（GE 系列90-30 PLC）、1台SJ-12C微机自动准同期装置组成。

4套辅机控制装置均配置GE公司的VersaMax系列PLC。由于泵的容量较大，技术供水泵、渗漏排水泵、消防供水泵三套控制装置均配有ABB公司的PSS 65/105软启动器，作为泵的启/停操作接口设备。泵将长时间连续运行，为延长软启动器的使用寿命，控制系统采用带旁路接触器的工作方式，软启动器仅作为启动/停止设备，启动完成电机正常运行后，电机自动切到由旁路接触器供电。每台泵控制电源分别从相应的泵操作电源获取，控制系统对每路控制电源进行监控。

4. 软件系统

系统软件采用基于RISC技术的UNIX环境下的NARI Access。该软件是一个开放

的分布式计算机监控系统，其人机接口采用X窗口系统，Motify用户界面，包括图形显示、报表和记录的显示打印、报警及信息显示、功能键盘管理、应用系统管理等功能。

网络通信使用TCP/IP网络协议，并采用Client/Server模型。其数据库是一个基于开放式网络系统的面向实时监视和控制对象的分布式数据库管理系统，可进行数据库加载、运算处理、备份及数据存取处理，各节点数据库的数据可通过网络共享。软件系统还配有AGC/AVC、交互式图形编辑、报表编辑等模块。

系统功能

1. 主要工况和工况转换流程

电站主要的运行工况由发电、抽水和静止3种。所有流程的控制逻辑均采用PLC梯形图语言编制，减少了通信环节，确保控制的可靠性。

2. 与进口设备的配合和通信

因在机组开停机流程中涉及机组微机调速器、保护装置信号，而实际没有这些信号的硬件线接入监控系统，故通过机组LCU工控机采用MODBUS协议与微机调速器、保护装置进行串口通信，再通过串口通信将所需信号传送给PLC以满足流程控制需要，如SR 489保护定值的切换、功率闭环调节的功率给定值。其中功率给定值由操作员工作站或现地工控机设定，再通过PLC转换为4-20mA的模拟量的输出至调速器。公用开关站LCU的工控机则与变频装置、直流系统、辅机装置采用MODBUS协议进行通信，以便于工作站监视设备。上库闸门LCU则通过光纤RS 232的转换与公用开关站LCU工控机通信，达到在中控室远方监视、操作闸门的目的（参见上页图1）。

3. 冗余PLC的功能

每套机组LCU设有1套冗余顺控PLC控制单元，用于机组紧急停电。一般情况下，该流程与主PLC中的紧急停机流程同时进行；当主PLC故障或失电时，使机组通过这套紧急停机流程停机，确保机组及其附属设备的安全。但主辅PLC的某些输出量可能发生冲突，如灭磁开关的合分、机械制动的投入解除等，为避免这类冲突，辅PLC中的流程尽量简化，并采用与主PLC相同的延时时间和判断条件。该装置具有简单、可靠的特点。

4. 同期特点

由于抽水蓄能电站有抽水和发电两种运行工况，两种工况的机组侧PT相序不同，存在换相问题，故机组LCU同期回路采用继电器切换方式实现接入同期装置的PT换相；并将发电工况与抽水工况作为两个不同的并网对象，设置不同的同期参数以适应2种工况的需要。

5. 运动通信及远方AGC

电站至省调度中心有光纤和载波通信两条通道，分别通过通信服务器1和通信服务器2使用m4F规约实现与省调度的通信。省调可以远方监视机组状态、主要参数，发机组开停机令，并可以调节机组功率（远方AGC），实现遥信、遥测、遥控、遥调功能。

实施结果

由于机组及其附属设备均为法国ALSTOM产品，应外方要求，首先对机组流程进行了严密论证确认其可靠性，再对流程做严格的现场测试。针对测速装置可能误发信号，增设了特殊停机流程，在该流程中屏蔽了所有制动，同时启动顶起油泵减小摩擦防止瓦温升高。此外还有蠕变检测、启动技术供水泵、调速故障检测、网络失电检测等辅助子程序确保机组安全。同时对机组保护的投入作了分类处理，并加入延时及限制条件。还在开机流程中增加了单步执行功能，便于机组调试，确保执行每一步时设备能够正常运作。

沙河抽水蓄能电站计算机监控系统监视信号全面、直观；控制流程操作简单，稳定可靠；查询事件报警记录，控制操作记录等方便快捷。系统的配置与功能满足电站的“无人值班”（少人值班）的集中控制要求。但机组开机条件太多，过于苛刻，不便于运行操作；流程中停机条件过多，给成功开机带来一定难度；流程中所需机组调速器和保护装置的信号必须经过工控机由通信实现，不够安全可靠，这些方面还有待于在今后的运行过程中进一步改进。目前电站已进入商业运行阶段。



水电厂计算机监控系统 主辅机信息一体化

概述

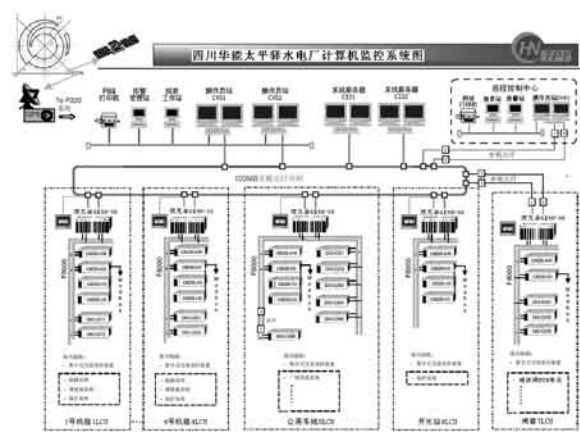
中国华能集团公司控股的太平驿水电厂，位于四川省阿坝州汶川县境内，距成都93km，是岷江上游的一个径流引水式电站，建成于九十年代初期。电站主厂房为地下厂房，总装机容量为 $4 \times 65\text{MW}$ ，设计水头108米，设计年平均发电量为17.2亿kwh。闸首距电站厂房约13km，调压井距电站厂房约3km，开关站布置在厂房对岸，厂房尾水与下游映秀湾电站水库衔接；两回220kv出线，一回接入二台山联合开关站，另一回接入什邡新市变电站，另有110kv出线一回接入地方电网。

2002年四川华能太平驿水电厂（以下简称：太电厂）总体完成了以“无人值班（少人值守）”为目标、以计算机监控系统为中心的综合自动化系统改造。所建成的计算机监控系统采用了法国ALSTOM公司的Alspa P320/C30系统以及GE公司90系列控制器和F8000现场总线。按电厂设计要求它成功地组建了一个开放的、全分布的、具全分散概念的、主辅机数据信息一体化的计算机监控系统。

系统介绍

1. 系统网络结构

新建太电厂计算机监控系统CCSS (Computer Control and Supervision System) 是一个实现了水电厂水轮发电机组与辅机、公用设备，在统一的计算机网络上进行实时数据、控制命令传递的全网络化系统。该主辅机数据信息一体化的计算机监控系统网络架构分为下述三层：



• 上位机管理网络层

该网络采用以太网（Ethernet）标准的TCP/IP协议，是一个具有开放性的管理层网络。

• 厂站控制网络层（S8000-E光纤环网）

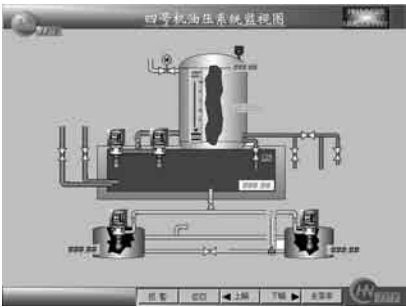
电厂监控系统数据信息流主干网络。ALSTOM公司S8000-E网络是基于Ethernet确定性技术安全协议的100Mbps光纤冗余环网，使用标准的Ethernet通讯规约TCP/IP。

• F8000冗余现场总线控制网络层

该网络是现地控制单元LCU下方的现场总线网络层。GE公司F8000-World Fip网被称为“欧洲的Genius总线”，其传输速率为2.5Mbit，具“时间临界网络”特性。F8000现场总线网络是实现主、辅机数据信息一体化的重要环节。

太电厂计算机实时监控系统的三层网络之间信息流是相通的、无障碍统一的，系统的操作控制或编程都可以在网络的上位机系统进行，系统并能实现远程诊断和远程维护功能，全厂主、辅机监控系统数据信息一体化。这主要得益于系统设计采用了同一家公司的系列控制器和网络产品。

机组的励磁、调速、保护、流量计及交流采样装置等系统、设备与监控系统现地控制单元LCU，以Modbus总线或103串行规约方式进行数据通讯。这样就基本实现了全厂控制设备信息网络化、通信化。



太电厂计算机实时监控系统的三层网络之间信息流是相通的、无障碍统一的，系统的操作控制或编程都可以在网络的上位机系统进行，系统并能实现远程诊断和远程维护功能，全厂主、辅机监控系统数据信息一体化。这主要得益于系统设计采用了同一家公司的系列控制器和网络产品。

议,通过路由器（Router）接入四川电力通讯网与省调度中心成功的实现了广域网络通信。

2. 系统组成

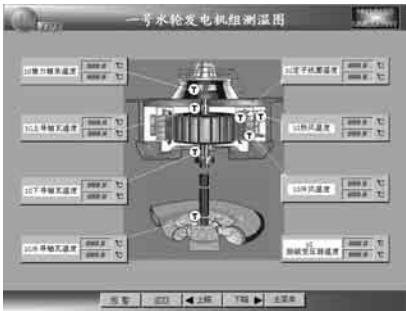
太电厂由Alspa P320系统组建的分层分布式计算机监控系统结构，分为厂站控制级（Centralog）和现地控制单元LCU/现场控制单元FCU级（Controbloc）。

• 厂站控制级Centralog（CIS30）

厂站控制级Centralog（CIS30）采用UNIX Solaris操作系统为平台的SUN工作站。Alspa CIS30系统可支持9台系统服务器（CIS），32个LCU单元，25000个变量规模的系统。其特点是系统运行稳定，抗干扰、抗病毒能力强，具强大的多任务并行处理能力，数据处理速度（SPECint，SPECfp）指标高等。在SUN工作站上可进行动态监视、控制、故障查询和屏幕拷贝等操作。电厂控制级的报表管理站可实现报表自动或手动打印，用户可增加或修改报表（通过EXECL工具）等；语音报警PC工作站可实现语音报警及电话自动拨号报警等功能。

厂站控制级Centralog配置如下：

- 冗余系统数据服务器CIS（Centralog Interface Station）2套。
- 双屏操作员站CVS（Centralog View Station）3套（CVS2、CVS3、CVS4）。
- 系统配置中心CCC（Centralog Configuration Centre）及网关机1套。
- CONTROCAD-NT工程师站1套。
- 语音报警PC工作站（ALM）2套。
- 报表PC管理工作站（CRW）1台。
- 便携式计算机1台。
- GPS时钟1套。
- HP5000激光黑白打印机及EPSON1520喷墨彩色打印机各1台。



• LCU/FCU控制级（Controlbloc）

采用了现地控制单元LCU（Local Control Unit）与现场控

制单元FCU（Field Control Unit）结合组建的。较大程度上实践了具有全分散概念的水电厂主、辅机一体化的计算机监控系统，不再另行设置专用的辅机和公用设备监控系统。所有的机组辅助设备和电站公用设备，根据其控制对象的控制流程和操作要求等，分别采用分布式的、面向对象的现场控制单元FCU，实现就地控制。这些分布在全厂的辅机和公用设备现场的制单元FCU，通过现场总线F8000接入监控系统的机组现地控制单元1-4LCU或公用现地控制单元5LCU或闸首控制单元7LCU系统中，实现了主辅机数据信息网络一体化。



现地控制单元LCU1-7采用GE 公司为法国ALSTOM公司OEM生产的GE系列90-30PLC和网络器件组成。各冗余主控CELL（CPU364）直接连接在传输速度为100/10 Mbps的S8000-E光纤以太环网上，系统数据处理能力快速、可靠、稳定。各LCU均配置有GE 公司生产的2000型TFT触摸屏工控机作为人机界面（MMI），可分别在现地对机组、开关站及公用设备进行监控。MMI的开发平台为GE公司的CIMPLICITY工控软件。开发有开/停机、机组控制、油/气/水控制、断路器分合闸、温度监测等监控画面。MMI通过以太网口直接联入交换机RS2实现与主控CELL（CPU364）的通信。这样在互为热备的主控CELL间切换时，合理地解决了与MMI“2对1”的通信问题。这在采用串行口通信方式所难以实现的。

3. 系统特点

新建太电厂综合自动化系统为全计算机监控系统，是一个开放性的、全分布的（结构分层分布，数据库分布），且具有全分散概念的信息统一的监控系统。其功能较完善，控制对象全面，控制实时性强，可靠性高，人机界面友好，应用界面全汉化，具备一定水平的数据综合处理高级管理功能；完成全厂自动发电控制（AGC），自动电压控制（AVC）功能；建立智能报警、故障自动寻呼、事故分析处理、主辅机设备状态监视系统；形成电话语音，事故查询等多媒体技术功能；系统具备监视和自诊断功能，并能实现系统的远程诊断和维护功能。电站现场逐步实现无



人值班，少人值守，控制实现了在现地和远方操作。

结语

为实现太平驿水电厂监控系统主辅机一体化、信息网络化，在设计阶段（可行性研究报告及招标技术文件）就明确提出现地控制单元（LCU）及现场控制单元（FCU）的控制器需采用同一公司的系列产品，这样在网络通信方面就避免两家产品的不和谐带来的通信障碍。更重要的一点在于LCU与FCU控制器为同一家产品有同样的编程平台和透明、通畅、标准的通信网络，让远程诊断和远程维护成为可能，又使硬件和软件的维护带来极大的方便和好处。

华能太平驿水电厂计算机监控系统实现了主辅机一体化是具有首例实践意义的，而这里又选用了GE公司的控制器和网络产品来实现了这个目标。

采用ALSTOM公司P320系统组建的太平驿水电厂计算机监控系统，应该说总体是成功的。近一年来现场运行工况基本良好，网络可靠控制信息通达，P320上位机系统不够稳定的个别问题近期已得到基本解决。该系统有许多优点，如：P320系统采用GE 90-30和F8000现场总线实现了主辅机一体化、信息网络化、是一个采用了现地控制单元LCU与现场控制单元FCU结合的较大程度地实践了具有全分散概念的系统。又如：P320上位机系统（Centralog），其系统开发平台（Windows NT）和运行平台（Unix）分离化，从理论和实践的意义上提高了系统的可靠性、方便性及界面的友好性。

（四川华能太平驿水电有限责任公司 周强焱）
（四川电力职业技术学院 耿素清）



网络技术在 水电厂PLC主、备切换中的应用

【摘要】传统意义上，PLC主、备切换经常采用继电器方式，这种方式安全可靠，但是，备用PLC无法获得主用PLC中的某些状态量，如模拟量、扫描量等；如果主用PLC中的程序带有顺序标志位，或者需要保持外围设备的继电器，一旦进行主、备切换，程序将无法继续正常运行、外围设备将有可能停运。本文针对GE 系列90-30 PLC利用网络技术提出了一套解决方案，有效地解决了PLC主、备切换中容易产生问题，并应用于实际工程中，获得了不错的效果。

【关键词】主、备切换 网络技术 继电器

【Abstract】 Traditionally, the switch of PLC between master and slave always uses relay, it is reliable and secure, however, slave PLC can not acquire status variables with this method, such as analogue values, digital input status, and so on; if there were some sequence flags or must keep relays of peripheral equipment, program can not run as usual, and peripheral equipment may be stopped when the switch completed. This paper provides a set of method, which is used in GE Series 90-30 PLC with network technology; it can solve problems produced by the switch, and acquires good result in real project.

【Keyword】 switch between master and slave network technology relay

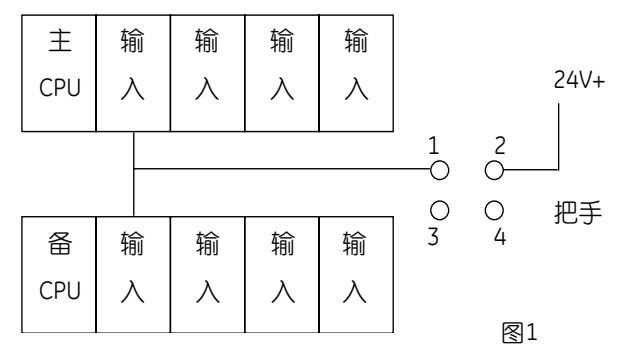
前言

水电厂采用主、备切换的目的主要是为了保证机组可以正常运行，甚至在主用PLC坏掉或者断电的情况下也可以通过备用PLC对机组实施控制和监视，做到

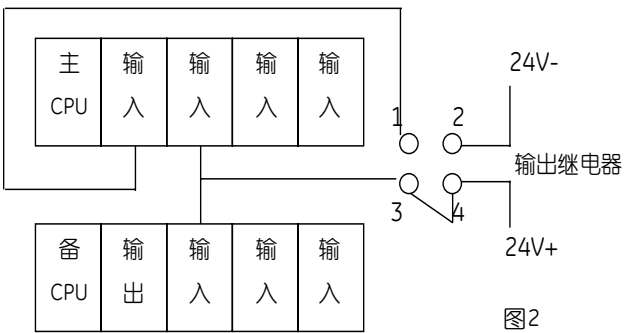
不随便停机，保证电网的正常运行，所以，主、备切换技术一般使用在大、中型电厂之中。为了保证高可靠性，电厂常常采用相同数量的模块组成主、备用PLC，但是，采用这种方式从某种意义上讲不仅增大了电厂的改造成本，而且一旦某种模块的订货周期过长，或者停产将直接影响到电厂机组的复役速度，为电厂造成经济损失。本文针对GE 系列90-30 PLC，利用网络技术提出了一种解决方案，有效地解决了相应的问题。

传统主、备切换方式的原理及弊端

传统意义上的主、备切换是通过把手和继电器来完成的。通过把手切换是当PLC运行正常时的切换方式，一般在PLC的运行盘柜上都有一个主用、备用把手，通过这个把手可以在PLC正常时对主、备用PLC进行切换，图1所示为该方式的原理示意图，当把手切换到主用的时候，节点1、2之间连通，即该输入点的输入模块通道回路连通，主用CPU通过对该输入点输入状态的判断，可以得知应该是由主用PLC对机组进行控制，而备用CPU通过对该点进行判断之后，将会切断备用PLC程序中所有的输出，此时，对机组的控制仅通过主用PLC来实现；如果将把手切换到备用，节点1、2之间断开，即该输入点的输入模块通道回路断开，备用CPU将会得知应该对备用PLC进行控制，而主用CPU将会切断主用PLC程序中所有的输出，此时，对机组的控制仅通过备用PLC来实现。



通过继电器切换是当主用PLC异常时的切换方式，图2所示为该方式的原理示意图，主用CPU控制一个输出继电器，在主用CPU正常的情况下输出继电器一直保持输出状态，节点3、4处于断开状态，即输出继电器闭节点构成的输入



回路断开，通过对该输入点输入状态的判断，备用CPU将会得知是处于主用PLC控制状态，并切断备用PLC程序中的所有输出，机组的控制仅通过主用PLC来实现；一旦主用PLC发生异常情况，则输出继电器失电，节点3、4处于连通状态，即输出继电器闭节点构成的输入回路连通，通过对该输入点输入状态的判断，备用CPU得知处于备用PLC控制状态，恢复所有的输出，机组的控制仅通过备用PLC来实现。

通过上述对传统意义主、备PLC切换原理的介绍，我们不难看出，传统意义上的主、备切换比较简单，大多采用硬节点方式，没有数据传输，对于顺控程序或者不同硬件配置的PLC无法完成数据的完全传送，无法实现真正意义上的主、备切换，一旦在机组运行的时候进行切换将有可能造成机组运行的异常。

新方法原理

通过对上述传统方式原理的分析我们不难看出，采用把手和继电器实现主、备切换是一种安全、可靠的切换方式，但是，这种切换方式有它一定的局限性。随着网络技术的发展，PLC厂家推出了很多网络版PLC，这使得PLC之间可以不再成为以前的信息“孤岛”，也无需再使用第三方软件充当PLC之间交换数据的信息平台，数据交换方式变得多样化，交换的数据量也变得越来越大。将网络技术和传统的把手、继电器结合起来，不仅可以保证主、备切换的可靠性，而且也可以完全克服传统方式的种种弊端，完善主、备切换方式。

传统方法与新方法的比较

综合上述分析，我们通过表格的方式对新、旧两种的方法进行比较。

	可靠性	可操作性	可变性	程序量	调试维护	数据交换量
传统方法	可靠	操作简单 可操作性强	弱	无	维护人员可以不懂程序，出现异常需要查线、改线	无
新方法	可靠	操作简单 可操作性强	强	有一定程序量	维护人员应该可以读懂程序，程序一旦成型可以不做任何更改	可以进行数据交换，交换量较大

表1

由表1可知，新方法与传统方法相比有了很大的改进，无论从整体的性能、还是从维护的效率都完全优于传统方法，因此，该方法应该在水电厂监控，尤其是老厂改造中有较大的前景。

实际项目应用

作者使用上述新方法，采用GE 公司提供的系列90-30 CPU和CMM 321通讯模块，实现了主、备切换的新

方式，并实际应用于电厂之中收到了显著的效果。具体应用方式如下，该项目是技术改造项目，以前老厂使用的主PLC采用系列90-70 PLC，备PLC采用系列90-30 PLC，两套PLC的硬件配置不一样，同时主程序还要保持某些辅机继电器，并要求做辅机之间的轮换，如果采用传统的主、备切换方式是无法控制机组正常运行的，所以，该电厂以前一直采用两套PLC同时输出的控制方式，使主、备PLC之间热备用。但是，采用这种方法无法做到时钟同步，而一些辅机的轮换需要通过时间进行控制，主PLC可能正在对1#辅机进行控制，而备PLC可能刚刚切换到1#辅机，这样会对同一个辅机控制线圈控制两次；有时甚至会出现1#辅机和2#辅机同时启动的情况，这些都是异常情况。由于当时网络技术尚未成熟，所以，电厂只能采用这种方式运行。这一问题也成为了长期困扰该电厂的主要问题之一。作者在对该电厂进行改造的时候，充分考虑到了老电厂的运行方式和安全性要求，采用双CPU，双CMM321方式构成双机、双网的控制方式，即主、备CPU之间采用网络通讯方式通讯，是第一条网路；CMM321之间也采用网络通讯方式通讯，是第二条网路。硬接线部分仍然采用把手和继电器方式。设计意图是在任何一条网路断掉的时候都不会影响主、备PLC之间的数据互传。同时，作者采用网络技术将主用PLC中涉及到辅机轮换，以及主用PLC运行时，采用第几个辅机的标志位按照1秒的发送周期发送给备用PLC，当切换到备用PLC的时候，备用PLC将会根据接收到的标志位继续保持相应的输出继电器，并实现了辅机之间正常的轮换，保证了主、备PLC切换之后机组的正常运行。同时，电厂为了降低改造成本，备用PLC比主用PLC少了很多输入模块，如果采用传统方式进行切换是无法进行数据传输的，一旦从主用PLC切换到备用PLC上位机相关的数据量将会完全丢失，这将给运行人员带来相当大的不便，并产生误解，甚至会出现误操作的情况。通过网络技术作者将备用PLC无法采集到的一些输入点的状态和数值通过主用PLC发送到备用PLC中，这样，一旦主用PLC出现异常情况切换到备用PLC之后，备用PLC就会保持上一个发送周期主用PLC输入点的状态与数值；如果在正常的情况下进行切换，备用PLC仍然可以准确地反映相应输入点的状态与数值。

结论

综上所述，结合网络技术与传统技术成功地解决了该电厂的技术难题，并取得了良好的效果。由此可见，通过使用网络技术可以更好的保证电厂的安全性、可靠性，同时可以增加原有设备的可变性，节约投资成本，减轻维护强度。

参考文献

[1] GE PLC手册[Z]

（中国水利水电科学院自动化所 张捷）



其它

Miscellaneous

GE 自动化解决方案

在燃气—蒸汽联合循环电厂中的应用

GE 产品

在发电厂生产数据监控系统中的解决方案



GE 自动化解决方案 在燃气—蒸汽联合循环电厂中的应用

【摘要】 本文主要介绍GE 自动化解决方案的软、硬件产品：自动控制器（系列90-70、系列90-30、VersaMax、PACSystems RX7i、PACSystems RX3i）、组态软件（VersaPro、Machine Edition、OpenProcess）、HMI/SCADA监控软件（Proficy SIMPLICITY、Proficy iFIX）、实时历史数据库软件（Proficy Historian）及数据分析和Web发布软件（Proficy Info Portal）在燃气—蒸汽联合循环电厂中从现场控制、数据采集、历史存储、数据分析到最终Web发布的应用情况。

引言

济钢燃气—蒸汽联合循环电厂是世界上第一代烧低热值混合煤气的燃机电厂，主要利用现阶段绝大部分钢铁企业中放散掉的富余煤气进行发电。该联合循环发电项目是济钢减少污染、能源再利用、降低生产成本的大胆探索与尝试，在钢铁行业的煤气平衡和利用、降低环境污染、提高资源利用率等方面具有积极的带动作用，是国家大力提倡发展循环经济、建设节约型社会的标志性项目。

概述

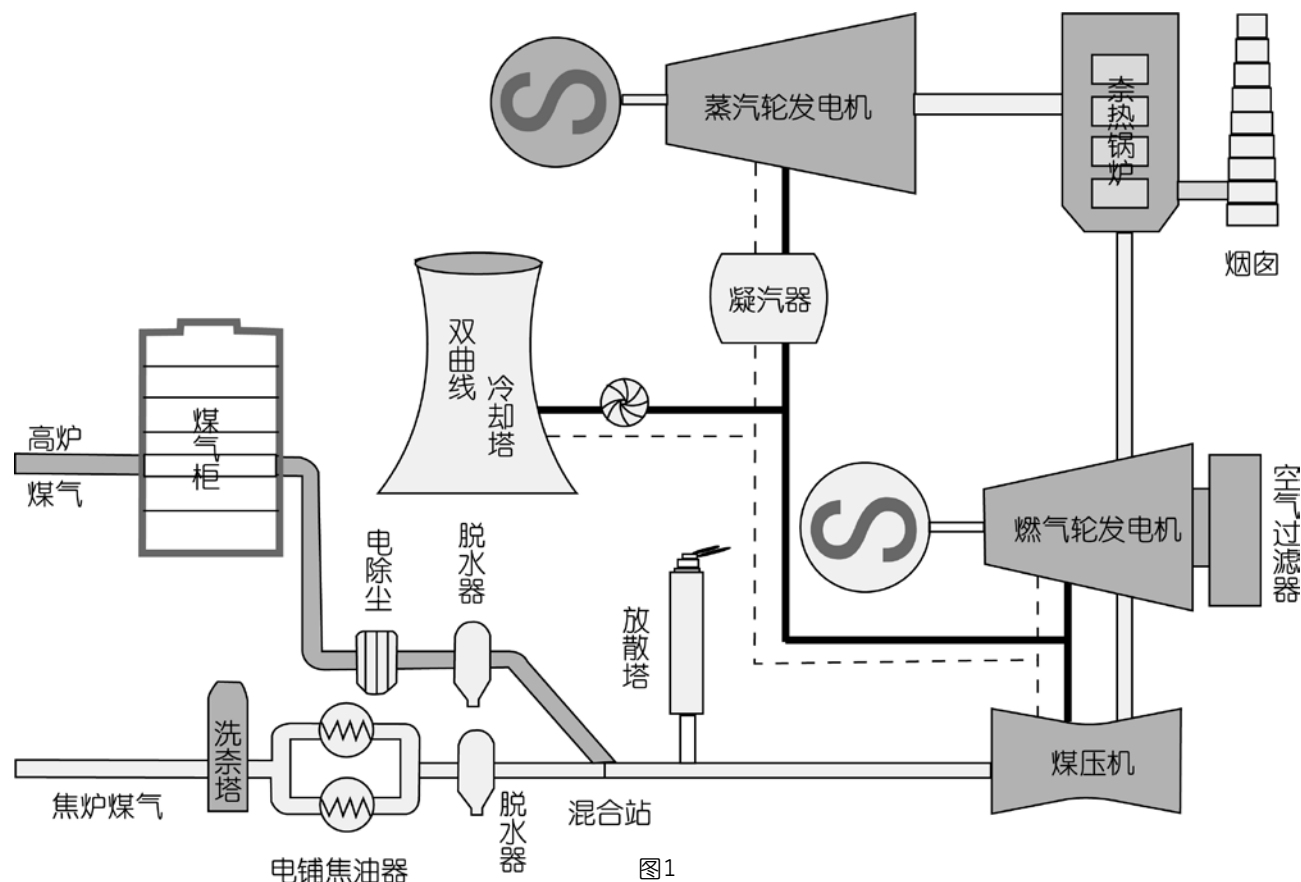
该项目的工艺流程是将炼钢、炼铁产生的高炉煤气与焦化产生的焦炉煤气，分别经过除尘、净化和脱萘、电捕焦以及脱水处理之后，按一定比例混合成低热值的煤气，经煤气压缩机加压到一定压力和温度，送给燃气轮机燃烧膨胀做功带动发电机进行第一次发电，由燃气轮机排出的高温烟气再经余热锅炉产生高温、高压的蒸汽带动汽轮发电机进行二次发电，从而实现联合循环（图1）。整个联合循环电厂的一期工程共有2套机组，由16.5万 m^3 高炉煤气柜、高炉

煤气净化、焦炉煤气净化、2台煤气混合站、2台煤气压缩机、2台燃气轮发电机、2台余热锅炉、2台蒸汽轮发电机、厂用电系统、GIS系统、公用系统和SOE系统几大部分组成。

济钢燃气—蒸汽联合循环电厂，是济钢能源集中管理的一个重要组成部分。作为一个新建项目，无论是在自动化控制，还是生产调度管理上，都需要有一套先进的自动化解决方案来与之配套，更好地保证发电系统的安全稳定运行。

在自动化控制方面，整个项目涉及的设备众多，每个设备都有其各自不同的控制要求，因此，在控制系统的选择上绝对不能一概而论，如何根据各个系统自身的特点选择适合自己的控制器，花最少的钱，达到最佳的控制性能，是整个发电项目控制系统最核心的部分，也是需要考虑最多的部分；在确定了合适的控制器之后，紧接着面临的就是如何在所选用的控制器上满足设备的控制要求，如煤气压缩机和锅炉汽机等大型设备的安全控制及混合站系统的高精度控制等，不仅要有高性能的冗余热备功能，还必须要有先进的控制手段来实现设备的自动控制；在实现了单一系统的控制基础上，面对厂区如此众多的设备，如何将全厂的设备整合成一个完整的系统，实现分布式集中控制，这对整个的网络结构、现场总线以及不同系统间的相互通讯等都是一个大的考验；在整个发电系统大连锁关系确定之后，当机组连锁跳机时，如何快速、准确地判断引起跳机的事件时间顺序及连锁条件，查明跳机原因，也是控制系统职责之一。

在生产调度管理方面，现在国内大多数电厂都已具备二级网络的厂级信息监控系统（SIS），济钢联合循环电厂在实现对现场生产设备进行实时监控的基础上，如何更好地将全厂生产数据集中，并充分利用，真正实现设备运行状况分析、调度决策制定、生产结构优化、机组性能提高、全厂生产数据和监控的互联、互通及Web信息对外发布等功能，一套适合济钢联合循环电厂自己特点的厂级信息监控解决方案必不可少。



解决方案

为了保证济钢发电系统安全、稳定、高效地运行，出于对自动化控制和生产调度管理两个方面的考虑，在实际调研了大量信息及数据之后，根据现场各系统的实际情况，结合GE 自动化软、硬件产品的特点，我们对整个联合循环发电项目提出如下的一套解决方案（图2），以提高整个发电项目的自动化水平：

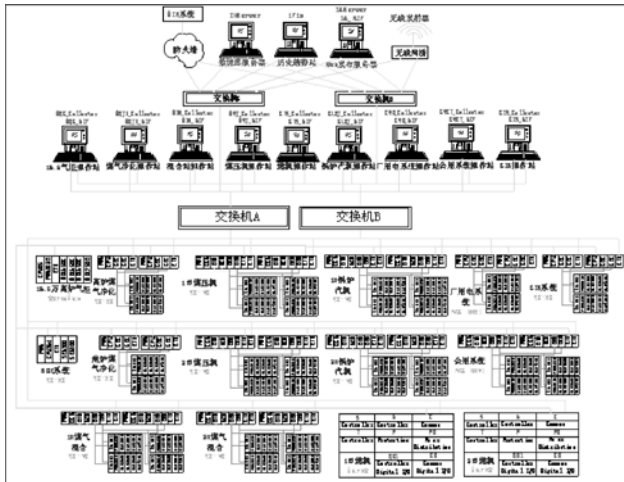


图2

1. 控制系统解决方案

济钢燃气—蒸汽联合循环发电项目，工艺流程复杂，涉及的系统分散，而且对控制的精度和稳定性要求很高，因此必须选用高性能的控制器来完成其控制目标，这对控制系统来说是一个很大的挑战。GE 的自动控制器，采用先进的控制技术，其运算速度和稳定性在同类产品中处于领先水平，而且针对不同的行业、不同的工艺、不同的设备GE 提供一整套、多个系列的控制器，用户可以根据自己的需要，有针对性地选择适合自己的控制器，在实现最佳控制性能的前提下，为用户节约成本。

- VersaMax小型控制器

简单易用、可靠性高、价格经济的特点使其在许多小型控制设备上得到了广泛的应用。它配置灵活,既可以作为远程分布式I/O使用,也可以作为独立的PLC使用,还可以作为分布式控制站使用。

VersaMax I/O采用模块化设计，每个站可支持8个I/O模块，不带扩展最多256个点，模块支持带电插拔，自动地址分配，设定总线地址通过旋转地址开关，无须特殊工具组态。VersaMax为用户提供广泛的开关量（16种开入、12种开出、12种开入/开出混合模块）、模拟量（9种模入、6种模出、3种模入/模出）、RTD、热电偶、高速计数器输入、脉宽调制输出等模块，最高支持12&16位分辨率，接线方式可选，安装快捷方便。

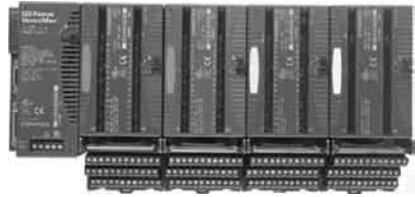


图3

VersaMax PLC (图4) 带有强大的处理器 (0.8ms 每 1K 布尔指令、带有以太网接口的 Ethernet CPU 并支持以太网广播通讯 Ethernet Global Data)、多种网络接口单元 (DeviceNet、Profibus-DP、Genius Bus、Ethernet)、分布式 I/O 支持扩展 (本地和远程 I/O 最多可达 4096 个)。

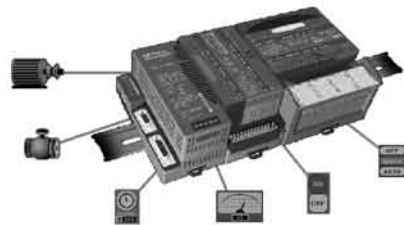


图4

济钢联合循环发电项目中的 16.5 万 m³ 高炉煤气柜系统主要完成对气柜进出口闸阀、眼镜阀、蝶阀等阀门的开关停操作、供油泵的启停控制以及对柜位、油温、水封池液位等的监视。该系统中主要是开关量信号，涉及点数较少，且只实现简单的开关控制，没有模拟量调节回路，属于典型的小型 PLC 控制系统，采用 VersaMax 小型控制器完全能够胜任该系统的控制要求，既经济，又安全、稳定。

- 系列 90-30 PLC 中型控制器

功能强大的CPU、广泛的I/O模块、多现场总线支持、更强的分布性、双机热备功能，构成了GE 系列90-30 PLC 控制器。在既考虑降低成本，又要求强大功能的工程项目中，系列90-30 PLC 作为中型自动化控制器无疑最能体现其优越性。

系列90-30 PLC (图5) 采用高档CPU并配有浮点运算功能, 内存足够大, 开关量的映象区与模拟量的映象区分开、互不影响, 独立、专用的布尔处理器, 能快速处理逻辑运算, 多种编程语言可选, 内置PID, SER指令, 并支持C语言子程序。超过100种I/O模块类型供选择, 开关量、模拟量、热电偶模块、RTD模块、张力计模块、运动控制模块、电力行业特殊模块等, 并支持SNP专用串行协议、RTU Modbus主和从协议、Genius Bus等多种总线协议和以太网TCP/IP、对等通讯等多种通讯方式, Max-On双机热备软件保证了两台PLC之间的热备切换, 在一台PLC故障时可以自动切换到另一台运行, 从而保证生产运行的不间断(图6)。



图5

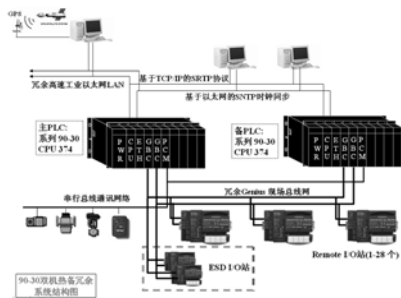


图6

济钢联合循环发电项目中的高炉煤气净化、焦炉煤气净化两大系统主要是对两种煤气进行除尘、去焦、脱水等净化处理。在该系统中，每台机组都有大批的高压电气开关、电动阀门、旋转电机等设备，并且需要实时控制净化水池的液位，满足水清洗的需要，同时煤气含氧量的控制、萘清除的效果都需要进行控制。整个系统所包括的设备相对较多，且高炉煤气净化中的电除尘设备属高电压设备，对煤气中的含氧量有严格的要求，如果氧含量控制不好而超标，就极有可能会引发爆炸，造成安全事故，同时，这两大系统中的煤气均属于强污染的有毒、有害气体，煤气系统的安全稳定必须要得到保证。S90-30强大的功能及其双机热备切换的特性，使其在对危险设备的控制方面表现出不同寻常的可靠性和稳定性。

除此之外，系列90-30 PLC还可以与特殊模块—顺序事件记录模块（SER300和CDC300）构成ms级的SOE（顺序事件记录）系统（图7），用来记录生产过程中事件发生的先后次序，以帮助分析机组跳车时的原因。每个SER300可对256个DI进行事件记录，1ms的分辨率，每个CDC300可记录多达1000个带时标事件，两者之间通过Fast Message和Smart Message进行数据交换。TIM100上则有GPS同步信号接口，每秒钟发一次同步信息，使网络上SER300时钟同步，精度可达100微秒。济钢联合循环发电项目的组成系统复杂，导致跳机的因素众多，要在最短的时间内查明故障原因，一套高速有效的SOE系统必不可少。

S90-30和SER300模块的组合实现了此功能，为故障的分

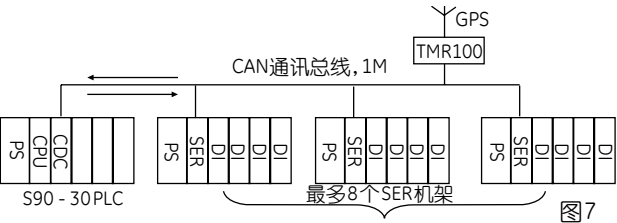


图7

析和排查提供了真实、可靠的依据。

• S90-70系列大型控制器

高性能的处理器、先进的操作系统、极高的控制精度、开放的总线结构、两次数据同步的冗余机制，加上强大的分布式控制结构，使S90-70控制器（图8）成为名副其实的大型实时控制系统。它支持用户内存最多达6M字节，动态分配模拟量和寄存器数量，提供Flash Memory存储用户逻辑程序和系统程序，并且支持硬件中断和开放的总线结构（VME总线）。内部操作系统升级方便，并提供四级密码和OEM口令来限制访问CPU的权限。双机热备冗余（图9）采用两台PLC之间两次数据同步的机制（图10），对输入信号、用户应用程序、输出信号进行两次刷新，真正确保了热备冗余和无扰切换的成功。



图8

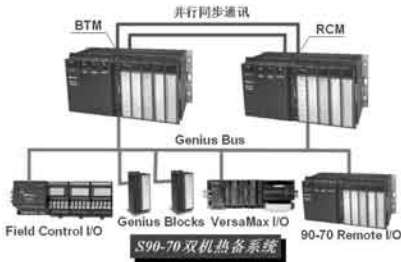


图9

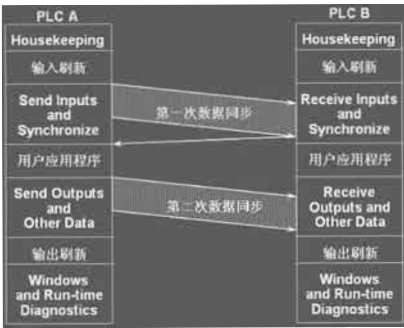


图10

济钢联合循环发电项目中，煤气混合系统和煤气压缩机系统是整个发电工艺中控制的核心部分，也是两大控制难点，煤气混合负责将经过净化处理后的高炉煤气和焦炉煤气按比例混合成热值相对恒定的混合煤气，煤气压缩机则将混合煤气加压到恒定压力，然后供给燃气轮发电机进行

做功发电。燃气轮发电机对热值的波动十分敏感，要求的热值调节精度必须控制在 $\pm 5\%$ 以内，而对混合煤气的压力则要求在 $2.35 \pm 0.5\text{Mpa}$ 以内，且机组不能进入喘振，由于煤气系统是一个时刻都在波动的系统，因而，要达到如此高的控制精度，对控制系统是一个严格的考验。实践表明，S90-70 控制器不仅出色地实现了热值和压力的自动调节，而且其控制精度和对外界煤气管网波动的抗干扰能力都比要求的高，热值波动被控制在 $\pm 3\%$ 以内，压力波动在 $\pm 0.3\text{Mpa}$ 以内，机组安全稳定运行，效果十分理想。另外，对于锅炉汽机系统中锅炉液位的三冲量调节，S90-70 控制器同样表现出优于其它同类控制器的性能，锅炉实现了自动智能补水，充分体现出其对复杂控制的驾驭能力。

• PACSystems 过程自动化控制器

作为 GE 新一代的过程自动化控制器，它继续采用开放的平台——标准 VME-64 总线、17 槽 VME 机架，同时支持现有的扩展机架、系列 90-70 PLC 模块、VMIC 模块和第三方的 VME 模块。处理器采用标准的 Pentium III 300MHz 和 700MHz CPU，底板速度提高到 S90-70 的 4 倍，使用“影像内存技术”的 CMX 网络可以达到 2.1G 的通讯速率，是目前自动控制领域中最快的通讯网络。PAC 在操作系统之上设计了一个通用的、适合于多平台的（包括硬件平台和操作系统平台）、便于移植的、轻便的控制引擎（control engine），集成了包括逻辑控制、运动控制、过程控制和人机界面在内的多领域解决方案，从而保证使用 PAC 系统的用户可以使用其编制的应用程序获得最大的应用收益，并且还可以方便地优化其自动化平台，从而不需重新设计整个系统，就可以不断获得越升的系统性能。

GE 公司的 PACSystems 产品线由以下控制器组成，它们每一个都提供了不同的应用优点：

- [1] PACSystems RX3i (图 11)：标配 Intel Pentium III 300 处理器，应用标准的工业 PCI 总线标准，真正支持热插拔使用。使用 PCI 总线底板来支持高速 PCI 数据传输率，支持标准底板使第三方可以方便的开发 I/O、通信、动作控制、可视和其它模块。RX3i 底板也可匹配 90™-30 系列 I/O 模块。



图 11

济钢联合循环发电项目的厂用电系统，是整个发电厂内部供电的监控中枢，主要完成对 10KV 高压、400V 低压及 UPS 不间断电源等供电设备的监控以及与发电系统中其它各系统之间的通讯联络，系统中绝大部分是高、低压配电柜内开关量的控制点和反馈点，部分是电

压、电流、功率等模拟量的监视信号，其余则是与其他控制器之间的 EGD (Ethernet Global Data) 通讯联络。整个系统涉及用电设备广、点数多、系统复杂、安全级别高，并要求对现场设备能够做出迅速、及时、准确的响应，这对控制系统的速度、实时性和稳定性提出了更高的要求，RX3i 则完全具备以上特点，性能出色、经济实用且易于扩展升级，使其成为厂用电控制系统的最佳选择。

- [1] PACSystems RX7i (图 12)：标配 Intel Pentium III 700 处理器，拥有 4 倍于已有 PLC 底板的速度和 10MB 的可用来编程和文件存储的内存，基于 VME64 的架构支持各种标准的 VME 模块（包括 90™-70 系列 I/O 和多 CPU 结构，可以进行并行运算处理），业界领先的嵌入式系统技术，内置 PMC 子板的 10/100Mhz 以太网卡，并且通过光纤影像内存技术支持冗余系统。



图 12

济钢联合循环发电项目的公用系统，囊括了整个发电工程中的所有公共保障系统，包括氢气供应、燃油供应、冷却塔及循环水等几大部分，各子系统分布于厂区内的不同位置，而要实现统一的监控必须将分散于现场的各个子系统连接到一块，并且实现多系统的集中控制。在这方面，RX7i 可谓具有先天的优势，高效的处理速度、强大的运算能力、分布式的总线结构、灵活的联网特性使之足以胜任多系统的分散控制，为大面积厂区内的集中控制提供了可靠的途径。

2. 组态软件解决方案

一个好的控制系统，除了拥有先进的控制器之外，一个功能强大、易于使用的组态软件也是相当重要的，它直接影响用户使用控制器的效率，并且还会影响到控制系统的运行性能。GE 在提供先进的控制器基础上，从用户的角度出发，为用户提供了适合自己实际应用的组态软件，用户可以根据自己系统的组成结构、硬件情况选用符合自己需要的且成本低廉的组态软件：

• VersaPro (微小型 PLC 的组态软件)

对于 VersaMax 等微小型 PLC 控制器，GE 提供了简单但功能强大的组态软件 VersaPro (图 13)，可以使用户以最低的成本、最快的开发速度完成项目的开发和调试。VersaPro 提供了梯形图 RLD、语句指令 IL、SFC、C 语言等编程语言，并具有梯形图和语句指令相互转换的功能，已

将Motion控制编程和PLC控制编程集成在一起。在对PLC进行组态时，助记符（指令）提示输入、确定变量地址、即拖即放、多窗口编程、编程语言相互切换、程序检错、变量监视表等功能给用户组态和编程带来了极大的方便。济钢联合循环发电项目中的16.5万立方米，高炉煤气柜控制系统的组态及编程就是应用该软件实现，灵活、方便、快捷。

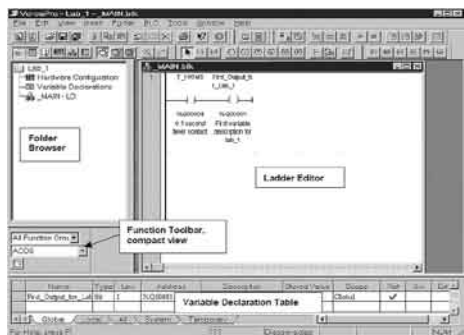


图13

• Max-On（90-30热备组态软件）

针对90-30控制器，GE 提供了Max-On热备软件（图14）来实现两个控制器之间的热备切换。Max-On是一个标准化的热备软件，无须特殊的编程考虑，一个子程序被安装在梯形图逻辑的开始，不需干扰输入和输出，每个扫描周期执行检测，系统应用数据自动同步，自动时钟同步，并实时监测CPU离线、系统总线错误、丢失I/O块、I/O总线失败、模拟量输入超范围等信息（图15）。主CPU既可以采用固定的主A或B，也可以采用浮主或最后一个冷启动为主，并且对于双总线可有重叠的主，通过用户程序可非常容易地进行主从的切换。济钢联合循环发电项目中的

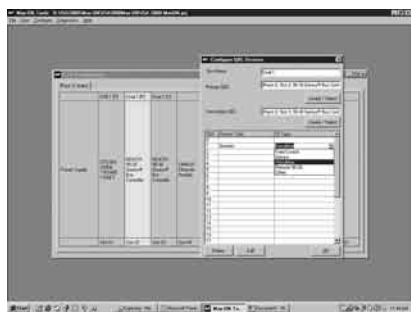


图14



图15

高炉煤气净化和焦炉煤气净化两大控制系统的主从90-30控制器的热备冗余组态即采用了Max-On软件，有效地保证了该两大煤气系统的安全、稳定运行。

• Machine Edition（通用集成组态软件）

CIMPLICITY ME（图16）是一个可以在统一的工作平台上同时开发人机界面、运动控制以及多目标逻辑控制的新一代软件，它可以对GE所有的控制器产品进行编程、组态和诊断，并支持 Logic Developer-PLC、Logic Developer-PC、Logic Developer-State、Motion Developer、View Station不同的组态，为机器级的编程、监控和数据采集和故障分析提供了一个统一的、集成的开发环境（图17）。ME作为一个高等级的组态编程工具，在集成VersaPro所有强大功能的基础上，增加对大、中型PLC控制器的冗余组态功能，并支持GE 最新的PAC System 控制器。新版的Machine Edition增加了对FBD编

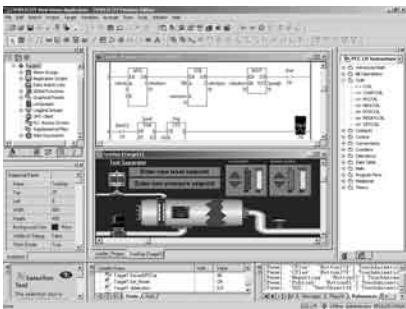


图16

程语言的支持，用户能利用 PACSystems 块状架构和符号变量功能创建应用功能块库，并允许用户自定义功能块以备今后再使用，同时还加快了应用程序的调配。统一的用户界面（用于配置、编程、调试和维护）、统一的数据库（交叉参考、变量表等）、符号编程、标记式开发语言、即拖即放功能、Test修改编辑模式、强大的在线帮助窗口、可重复使用的预配置指令和图形目标的应用库工具箱、用于改善在线故障分析的测试编辑环境，“版本控制、安全访问、稽查跟踪”等功能的集成，使其成为真正意义上的综合开发工具。济钢联合循环发电项目中的煤气混合、煤气压缩机、余热锅炉、蒸汽轮发电机、厂用电、公用系统和SOE等系统的PLC控制部分组态和编程均由其完成，其方便、快速、高效的特点，保证了工程开发和调试的顺利进行。

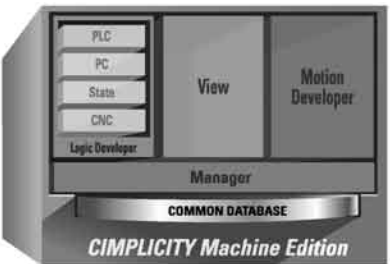


图17

• Open Process（过程自动化的开放系统）

OpenProcess是为解决过程的连续控制策略和可视化操作而设计的一整套集成的混合控制系统（图18）。它提供了包括功能设计、编程组态、文档管理、调试维护在内的一套完整的功能包。其先进的控制策略功能能够和典型的DCS系统相媲美，完整的过程可视化工具包，可完成控制器组态、程序编辑及编译、功能块图表、CAD方式的控制策略设计和组态、I/O定义、程序在线下载、控制变量参数整定、功能报表生成、人机界面（HMI）开发和运行等。OpenProcess不仅兼容了CIMPLICITY HMI许多优秀的特点，而且与CIMPLICITY HMI完美集成。其Designer控制策略软件，使用SAMA图风格的功能块，使得按P&ID图编写逻辑变得非常容易，标签变量定义，且自动传递至Plant Edition HMI。用户通过简单的步骤就可以完成控制策略、HMI数据库、操作控制面板的组态，所有设计、组态、接线图、HMI的图形及维护文档自动生成，降低了系统开发的成本。在济钢联合循环发电项目中，煤气混合站的压力、流量、热值的自动调节在使用OpenProcess控制策略进行调节之后，实现了热值波动控制在 $\pm 3\%$ 以内，达到了燃气轮机对热值稳定的要求，保证了发电系统的稳产；煤气压缩机系统在采用OpenProcess控制策略之后，有效地控制了供给燃气轮机的煤气的压力，使其基本稳定在2.35Mpa，并且有效地防止了机组进入喘振的机率，保证了机组的安全运行；锅炉汽机系统的三冲量调节在使用新的控制策略之后运行平稳，实现了锅炉系统的自动智能补水，有效控制了锅炉液位，保证了系统安全高效地运行。



图18

3. 厂级信息监控系统（SIS）解决方案

作为一套完整的自动化解决方案，不仅要能实现设备层的控制和管理，对于应用层的支持和管理也是十分重要的。一个生产部门，要真正解放生产力、减少流通环节、提高生产运行效率，必须有一套高效的厂级信息监控系统（SIS），从现场设备的运行监控，到生产数据的实时采集、统一存储，再到数据的综合分析、绩效评估，最后到信息的对外发布，形成一个完整的体系。济钢燃气—蒸汽联合循环发电项目作为一个创新性的工程，与高技术含量设备相对应，对提高发电系统的自动化水平而言，一套合理、实用、高效的厂级信息监控系统是十分必要的。

作为自动控制行业领先者的GE，为用户提供了一套成熟、先进的厂级自动化系统解决方案。其主要包括人机接口HMI/SCADA产品CIMPLICITY和iFIX、厂级实时历史数据库产品Proficy Historian以及综合数据分析和Web信息发布产品Proficy Info Portal。用户可以根据自己的需要，灵活地选择适合自己的产品，组建属于自己的厂级信息监控系统。在对济钢联合循环发电项目的实际情况进行分析之后，我们采用以下几个部分来构建整个厂级信息监控系统：

• HMI监控机

实时监视现场生产设备的运行状况并根据工况作出调整是现代自动化控制的一个基本功能，HMI为运行人员提供了方便快捷的操作途径，帮助运行人员及时了解现场设备的运行状况，根据生产的需要实现不同的操作。

[1] GE的Proficy CIMPLICITY上位监控软件（图19）可与100多个厂家的200多种PLC、DCS控制设备通讯，通讯驱动程序可以是内置、DDE、Applicom、OPC等，并实现智能I/O、CNC通讯。它提供包括数值显示、文本显示、对象颜色变化、棒状图、旋转、平移、变量时间趋势图和XY画笔等丰富的数据动态显示功能。其典型的Server与Viewer网络结构，由Server采集控制器的数据并广播给Viewer，Server与Viewer之间使用TCP/UDP协议广播数据点并接受Viewer的数据写请求。CIMPLICITY的冗余配置方式使其既可以从主PLC中读取数据，也可以从PLC中读取数据，当主PLC停止工作时，其自动切换到从PLC通讯，无需编程，保证了监控的连续可靠性。在该系统中，高炉煤气净化系统、焦炉煤气净化系统、煤气压缩机系统、燃气轮发电机系统、余热锅炉系统、蒸汽轮发电机系统、厂用电系统、公用系统和SOE系统均采用CIMPLICITY来作为上位监控软件。



图19

[2] GE的Proficy iFIX上位监控软件（图21）作为原Intellution Dynamics工业自动化软件解决方案家族中的HMI/SCADA解决方案，强大的VBA脚本功能和灵活易学的特点，使得其在国内外有着广泛的用户群。其真正的分布式、客户/服务器结构包括可灵活构造的服务器（SCADA Server）和客户端（iClient、iClientTS和iWebServer），无论是Intellution客户端应用，还是第三方或用户自定义应用均可读取SCADA Server实时数据，实现实时动态画面、趋势、报表、批次控制、MES等应



图20

用。这些应用既可以与SCADA Server运行在同一台计算机；也可通过Intranet、Internet 分布在网络中不同的Server或Client节点上运行，十分适合多节点系统的应用。无论是Server和Client功能运行在单一计算机，实现简单的单机人机界面（HMI），还是网络复杂的分布式多Server和多Client数据采集和控制系统，iFIX都表现出优异的性能。济钢联合循环发电项目中，16.5万m³高炉煤气柜系统由于既要配备给燃气供应厂监控又要给联合循环发电系统监视，故而采用以燃气供应厂为Server，联合循环发电系统作为Client的模式来进行配置，既实现了燃气供应系统调度的需要，同时又满足了联合循环发电系统监视的需要；GIS系统也采用一个Server，多个Client节点的模式，使得多套机组的不同运行人员可以同时监视属于自己范围内的不同设备运行情况。采用这种模式，既降低了成本，又灵活满足了不同系统的需要，可谓一举两得。



图21

• 数据采集器

作为整个厂级信息监控系统的最前端，数据采集是一切数据来源的根本，其采集的准确度、分辨率、实时性是对数据进行归纳、处理、分析的基础，在整个SIS系统中是至关重要的一个环节。GE Proficy为我们提供了方便、快捷、高效的数据采集器来实现实时数据和历史数据的采集：

[1] Proficy Historian历史数据库采集器：作为大型实时历史数据存储软件的Proficy Historian提供有多种采集器：Calculation Collector、File Collector、Fix32 Collector、iFIX Collector、OPC Collector、Server to Server Collector、Simulation Collector、CIMPLICITY Collector等（图22）。这些采集器基本上能够满足对不同厂商上位监控软件数据采集的需要，使用户可以很容易地把分散于不同DCS系统中的数据采集到一个数据库中。在济钢联合循环发电项目中，CIMPLICITY和iFIX都提供OPC功能，我们既可以采用通用的OPC Collector来进行数据采集，也可以用专用数据采集器进行数据采集。针对CIMPLICITY监控软件，我们采用专门用于Proficy Historian从CIMPLICITY端进行数据采集的CIMPLICITY Collector数据采集器，在各个CIMPLICITY HMI监控站上安装CIMPLICITY Collector，并指定连接到安装有Proficy Historian的“IHServer”服务器，在每台CIMPLICITY HMI监控站工程项目的Project→Properties→General→Options中选中“IH Collector”，使采集器随工程的启动——并启动，从而将CIMPLICITY端采集到的数据传送到统一的Proficy Historian数据库中；针对iFIX SCADA监控软件，我们采用其提供的iFIX Collector数据采集器，并在iFIX的启动项目中加入iFIX Collector的引导，从而将所需数据采集到统一的Proficy Historian数据库服务器“IHServer”中。



图22

[2] Proficy Info Portal实时数据采集器：为给生产分析和Web发布提供实时更新的数据源，Proficy Info Portal提供3种实时数据采集器（CIMPLICITY HMI、FIX和OPC）、多种历史数据采集器（SQL、Historian等）以及报警、质量、关系型等数据源（图23），这些数据源既满足了实时发布数据的需要，同时也为综合数据分析提供了依据。在济钢联合循环发电项目中，针对CIMPLICITY的实时数据采集，我们在CIMPLICITY HMI数据源端配置用于Info Portal实时数据采集的RIF控件，在Info Portal服务器端设置与RIF数据采集端相匹配的通讯端口，从而使Info Portal可以实时地读取CIMPLICITY HMI上的数据；而针对iFIX，我们建立需要采集数据的Fix Node，从相应的节点上采集该节点的实时数据；最后，在历史数据源部分添加Proficy Historian历史数据库“IHServer”的

连接，从而使Info Portal可以读取Historian数据库中的历史数据，然后通过内置的工具集实现综合数据的分析功能。



图23

•历史数据服务器

作为全厂生产数据集中存储和管理的核心，历史数据库系统负责从现场不同系统的数据采集器中获取数据，经过运算、压缩等处理后存储到指定服务器中，并响应其他客户机、Web服务器等数据请求端所发出的读写命令，为其提供所需数据，并为综合数据分析和实时Web发布提供数据支持。

GE 的Proficy Historian作为新一代的企业级实时历史数据库平台，可在极高的速度下进行数据的采集、归档并发布大量实时的现场过程信息，不论在性能、实用性及功能上都代表了企业级历史数据采集和管理的先进水平。其真正的分布式容错架构，利用先存储后转发、自动连接、在线备份、采集器组态信息缓存技术，确保Historian数据库中的生产数据是连续、非中断的。高采集速率使得Historian可以在一台服务器上同时采集100,000个数据点，每秒存储和检索超过20,000个事件，从而在不牺牲速度及性能前提下，采集和检索大量企业级实时、历史数据。其精确的时间标签分辨率，所有采集器自动与服务器保持时钟同步，即使各PC机时间不同，仍能方便、快捷地创建基于“事件时序”的分析报告。同时，Proficy Historian提供广泛的数据分析工具，并完全集成其它Intellution Dynamics的解决方案：iFIX (HMI/SCADA过程监视及控制软件)、iDownTime (设备及生产线停机管理专家系统)、Proficy info Portal (基于Web的趋势和分析解决方案)、Excel加载宏等。开放的ERP应用接口，通过使用OLE DB供应者或软件开发工具包 (SDK) 及多种客户端、客户自定义应用程序访问Proficy Historian数据，开发智能型企业应用，优化供应链管理 (图25)。济钢联合循环发电项目，采用一台Dell 4600 Intel Xeon服务器作为历史数据服务器，安装Proficy Historian软件的服务器组件“Historian Server”、管理工具“Historian Administrator”、Web管理组件“Administrator Web Site”、所需采集器组件“Calculation Collector”、“File Collector”、“Server to Server Collector”、“CIMPLICITY

Collector”、“iFIX Collector”、“OPC Collector”等，报表制作组件“Historian Excel Add-in”和OLE数据库组件“OLEDB Driver”，并指定该数据服务器名为“IHServer”，搜索各数据采集站上的“Collectors”，并向数据库中添加所需要的采集点标签、设置合理的采集周期、归档文件管理及优化实时历史数据库。

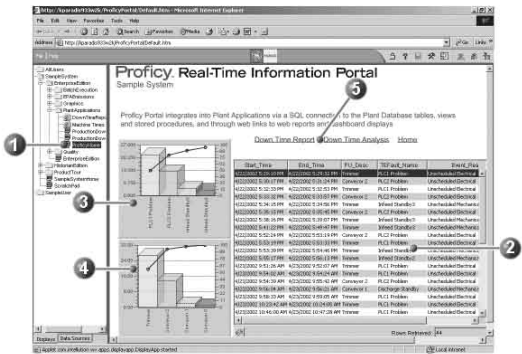


图24

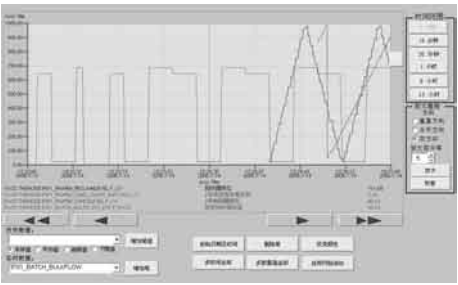


图25

•综合数据分析及Web发布服务器

作为厂级监控系统的最高层，全厂生产数据的综合分析和利用是整个系统的核心所在，信息的对外发布、高层决策的方案制订、生产结构的优化等都必须依赖于数据的综合分析。

GE 的Proficy Info Portal是一个基于Web的生产数据可视化分析工具，它可以实时地从现场采集端采集数据，也可以通过提供一个新的Historian客户端来连接Proficy Historian和第三方的技术并从中检索数据，经处理后再将数据传送给客户端显示。而Info Portal的客户端无须安装其他软件，只需IE浏览器即可实现浏览，是真正意义上的瘦客户端 (图25)。Info Portal作为Historian的高级分析工具，它能够通过内置的多种分析处理工具，经过优化评估，有效地显示关键绩效指标 (Key Performance Indicators) 及生产过程中的其他计量指标，提高企业持续不断地改善产品性能的能力。用户根据现场生产实际情况有针对性地定制显示界面，加之基于时间和基于事件两种趋势以及X-Y散点图表的比较分析数据能力，使得数据分析和性能分析的实现变得十分容易。在与外部程序的接口方面，不但可以与企业级实时历史数据平台Proficy Historian无缝集成，其嵌入式Web浏览器ActiveX技术使

其还可与GE解决方案其他产品HMI/SCADA软件iFIX，生产设备故障诊断专家系统iDownTime™等无缝集成，给用户带来极大方便。济钢的联合循环发电项目，采用一台专门的Dell 4600 Intel Xeon服务器作为Web发布服务器，并安装Microsoft IIS 5.0、Java虚拟机和Proficy Info Portal软件。为采集Web发布所需的实时数据，在此服务器上为各个系统配置一个数据采集端口，并与现场各操作员站上的RIF数据采集器相匹配，通过事先分配好的ID Port端口号，将各采集站上的生产数据实时地采集到Info Portal端；通过在Info Portal上建立与Historian历史数据库“HIServer”的连接，从Proficy Historian历史数据库中得到历史数据。对得到的实时和历史数据：一方面根据整个发电项目的工艺流程，将现场设备的运行状况做成画面实时地对外发布；另一方面运用Info Portal的综合分析工具，经过加工处理之后，形成不同的曲线和评估结果，以直观的方式提供给生产调度决策层，帮助了解机组性能，对比不同阶段和工况下的机组效率，从而做出合理的生产调度决策，优化生产结构。

•现场趋势查询站

生产运行过程中，现场操作人员了解机组运行的趋势是十分重要的，既有利于及时发现机组潜在的危险、调整工艺参数，又能够帮助提高机组的出力及稳定运行，故而一套方便、合理的趋势查询站是十分必要的。Proficy iFIX不仅是功能强大、高效的HMI/SCADA，其独特的趋势显示功能块加上VBA强大的支持，使得iFIX的图表对象Chart Object可以将历史数据和实时数据集成为同一张图表内，并允许添加不同的笔，为每支笔分配多个时间段，方便用户根据

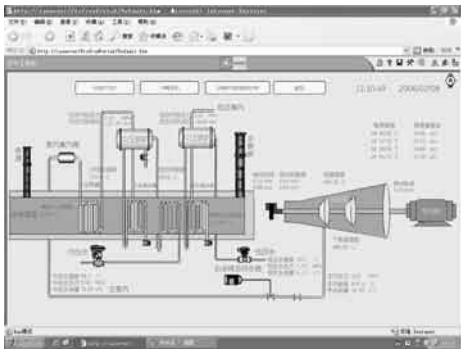


图26

自己的需要查询所需的趋势，而使用其表组向导（Chart Group Wizards）功能则可以生成多种历史图表。济钢联合循环发电项目中，采用iFIX连接到Historian数据库的方式，从IHServer数据库服务器上调用历史数据，再通过VBA编程控制，从而实现不同组合条件的趋势查询功能（图26）。

•浏览客户端

Proficy Info Portal的Web信息发布功能，使用户通过Ethernet可以很方便地在任意一台装有IE浏览器的机器

上只需键入Proficy Info Portal服务器的地址：<http://IAServer/ProficyPortal/Default.htm>，输入自己的浏览权限，即可随时、随地了解机组当前的生产运行状况，极大地提高了整个电厂的办公效率。

通过以上解决方案的实施，济钢联合循环发电项目的厂级信息监控系统实现了现场设备的监控、生产数据的采集和存储、工艺参数及发电指标的查询、子设备工艺流程的监控、历史数据及趋势查询、综合数据分析及绩效评估、Web信息对外发布等功能。

应用总结

通过采用GE的软、硬件自动化解决方案，济钢燃气—蒸汽联合循环发电项目的运行设备和自动化水平都得到了显著提升：

- 机组的安全稳定运行：高性能的控制器，加上系统冗余，使得机组的安全性和稳定性得到了保证，虽然是大型旋转设备以及处在煤气危险区域，但机组从2004年12月投入运行以来未出现因控制系统故障而导致的安全问题。
- 良好的控制精度和控制效果：强大的处理器，加上成熟、先进的控制策略，控制性能和控制精度达到甚至超出了预期的目标，完全满足了发电工艺调节的要求，保证了生产的稳定，减少了跳机时间，整体效益显著提高。
- 维护成本的降低：经济实用的控制系统，加上高可靠性，使得维护人员的工作量降低，设备维护成本也降低。
- 生产效率的提高：SIS系统投用之后，使得现场的生产数据得到了充分利用，经过综合分析之后，为决策层提供了决策依据、优化了生产结构，解放了生产力，机组性能大幅提高。
- 办公效率的提高：SIS系统的投用，增强了企业的信息化，减少中间的流通环节，提高了工作效率。

作为济钢节能降耗、大力发展循环经济亮点的燃气—蒸汽联合循环发电项目，之所以能安全、经济、稳定地运行，在很大程度上与其采用了先进的控制系统和自动化解决方案是分不开的。该项目也是GE在大型联合循环电厂从现场控制器到上层厂级信息监控应用的成功案例，非常具有借鉴意义，并值得推广。

（济钢能源动力厂 姚利）



GE 产品在 发电厂生产数据监控系统中的解决方案

【摘要】 本文介绍了利用工业生产实时历史数据库搭建发电厂生产数据监控系统的解决方案，并且以GE公司的产品举例说明其在实际生产中的应用。

【关键词】 生产数据监控系统 iFIX Proficy Historian Proficy Real-Time Information Portal 厂级生产管理及监视信息系统 SIS

随着电厂工业自动化以及信息化水平的提高，现代电厂也对生产现场的数据有了更高的要求，电厂企业管理决策层需要了解真实而重要的现场实时数据，了解生产现场的各台机组以及设备的运行状况；专业技术人员希望可以在厂内办公室计算机查看系统的实时画面，分析真实可靠的历史数据，为机组跳机事故分析及其它事故分析提供真实可靠的历史数据；同时又能高效、准确地保存电厂生产的大量珍贵的历史数据；更好地实现了电厂安全、经济运行，提升电厂的整体效益和竞争优势。

为了实现上述目标，目前在电厂应用中主要使用了两类方法，一类就是采用如Oracle等传统的关系型数据库保存来自生产现场接口计算机的实时数据，在客户端的开发上采用JAVA Applet、ASP服务器端脚本等和关系型数据库连接来实现应用的要求。这种方案由于没有考虑到电厂生产底层数据和办公等商业业务应用环境之间的区别，最明显的区别在于生产操作是实时进行的，要求极快的数据采集速度，很高的数据读写性能，而商业上使用的关系型数据库所擅长的是处理各种信息的关系。因此数据库服务器中就必须通过创建计划，存储过程，触发器和视图等来优化，同时糟糕的压缩算法使得对数据库和服务器的磁盘空间维护必须投入大量的精力。基于这些考虑，另外一类的解决方案采用了专用的生产实时历史数据库的解决方案，如OSISoft公司的PI实时数据库系统，GE公司的Proficy Historian，Wonderware公司的IndustrialSQL、ABB公司PlantConnect以及国内的中科院软件所Agilor、清华同方DCOSE-

PH、南京明维RealTerm，上海新华XRTDB、上海麦杰OpenPlant等产品。由于这些产品本身就是面向生产过程的数据采集，因此较好地解决了海量数据的采集，数据的压缩存储等问题。它们同时提供了良好的应用开发平台和接口，节省了长期维护和开发的成本，因而在电厂生产数据系统中得到了广泛的应用。下面就以GE公司的产品举例说明在发电厂生产数据监控系统中的应用。

功能较为齐全的生产数据监控系统解决方案，我们可使用 GE 公司的 Proficy HMI/SCADA-iFIX (人机界面/数据采集与监控), Proficy Historian (厂级数据仓库, 原名 iHistorian), Proficy Real-Time Information Portal (企业实时信息门户, 原名: infoAgent) 这三个产品来组建。系统架构可以简单地表示如下:

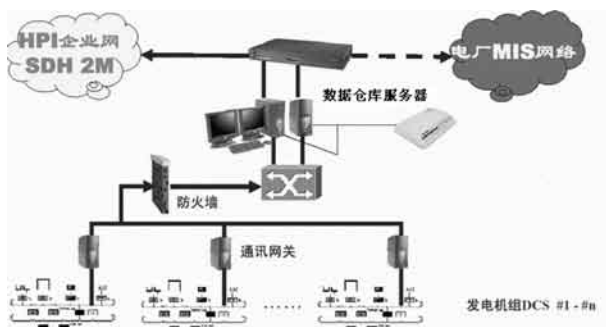


图1 生产数据监控系统架构示意图

Proficy HMI/SCADA – iFIX

它是GE 公司的人机界面/数据采集与监控软件，在工业控制SCADA软件中获得了广泛的应用，它丰富的数据采集驱动接口可以采集分散在电厂各个不同的DCS系统或辅控可编程控制器PLC系统上的实时数据，实时数据库的配置和管理采用类似于Excel表格方式的管理，同时它还提供一套人机界面的开发工具iFIX Workspace，其中包括许多生产现场的图符，只要通过鼠标的拖放等简单的动作就可以达到与现场DCS系统人机界面一致的流程图效果，将现场采集的实时数据直观地显示在用户面前，从而实现远程工艺流程监控，系统的开发和维护非常简单。其开放的

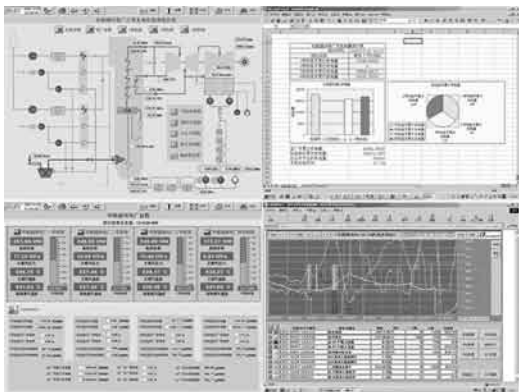


图2 部分用户界面和功能

实时数据编程接口EDA (Easy Data Access), 历史数据编程接口HDA (Historical Data Access) 以及SM2 (模拟驱动) 应用非常灵活, 通过自己编写接口程序就可将数据直接写入iFIX的实时数据库中, 该产品在厂级生产数据监控系统中主要实现生产实时数据的采集以及生产流程图画面的显示。图2中的一部分就是我们在iFIX中模仿西门子公司DCS系统Teleperm XP的OM650操作员界面的生产流程图画面, 效果是比较逼真的。

Proficiency Historian – iHistorian

它是GE 公司的厂级数据仓库软件，其前身就是 iHistorian目前的最新版本是3.0。Proficy Historian提供了如：iFIX实时数据收集器，CSV/XML文件收集器，OPC收集器等种类丰富的历史数据收集工具，iHistorian具备百毫秒级的数据采集速度，毫秒级的过程数据时间分辨率，高达20000个数据/秒的数据存储速度和每秒20000个数据/秒的数据回取速度以及单机10万个过程数据点的采集能力，是目前世界上最快的实时数据库，可以通过定义采集器的过程数据采集死区来优化采集数据量、通过定义过程数据的变化率可以优化数据存储，还可以通过内置的管理配置程序或者浏览器在任何地方管理任何一台iHistorian服务器：可以进行组态数据点、配置采集时间、数据文件管理。和关系型数据库相比较，在数据库管理和应用时无需编制任何程序，简化了系统的维护工作量。此外它还提供了开放的SDK编程接口，极大地提高了产品的应用灵活性。该产品在厂级生产数据监控系统中主要用于生产历史数据的高速采集和高效存储。

Proficy Real-Time Information Portal- infoAgent企业版

它是GE 公司的企业实时信息门户软件，是基于WEB的解决方案。目前的版本为2.0。它采用本地或者远程的API来连接上面的实时和历史数据库，并通过JDBC驱动来连接关系型数据库。由于它提供了丰富的图形对象库，如：饼图，棒型图，图表，表格，曲线等组件，因此可以方便地进行WEB画面开发和配置，发布数据源中的数据。它还可直接将iFIX上的实时生产流程画面以WEB的方式发布，甚至可以将它理解为是在浏览器（如：Internet Explorer）上运行的iFIX软件。而这些只是它所能提供的功能的一部分。该产品在厂级生产数据监控系统中主要是作为基于WEB解决方案的工厂范围的高级数据分析工具。

采用上述解决方案可以满足电厂对生产数据监控系统的要求,而且整个系统的配置和维护都非常方便,目前国内的广东核电大亚湾、岭澳核电站工业计算机数据采集CKD系统,曲靖电厂的厂级监控系统,益阳电厂均使用了该解决方案。图2就是我们在试验平台上,利用上述产品开发的一些用户界面和功能。

上述系统在软件的投资上较为庞大，我们提出了一种简化的解决方案，该方案只采用GE 公司的iFIX软件以及iWebServer软件，由于iFIX自带的实时和历史数据功能，可以利用iFIX的实时数据存取接口EDA和历史数据存取接口HDA 进行开发。该解决方案利用成熟稳定的SCADA软件，并在其基础上进行二次应用开发，使得任何人员都可以在办公室的计算机上通过浏览器了解生产现场的情况，进行数据分析。该解决方案投资少，却能满足目前大部分电厂的应用要求，同时系统具有良好的可扩展性。华能国际电力股份有限公司实时监管系统中遍布全国35家电厂的厂站侧系统就采用了该解决方案。

在这个方案中我们可以在WEB服务器上利用iFIX软件提供的编程接口编写一个服务器端运行的ASP组件，该组件负责读取iFIX的实时和历史数据（如图3所示）；再开发一个iFIX历史数据曲线显示的ActiveX控件，嵌入在IE浏览器中，利用服务器端的ASP组件与ActiveX控件交互的方式读取iFIX历史数据并以曲线的方式显示出来（如下页图4所示）。而实时流程画面以及实时曲线的功能则由iWebServer来实现。

近几年，国内提出了厂级监控信息系统（SIS-Supervisory Information System）的概念，并进行了推广，其实质就是一套针对发电企业生产实时和历史数据的数据仓库系统，它负责收集各台机组DCS（分布式计算机控制系统）的实时数据，进行存储，使之成为整个发电企业生产数据的中心，可提供全厂生产过程的实时监视、管理和优化，以及负荷调度、发电机组性能计算和分析、主机和主要辅机故障诊断、设备寿命计算和分析、设备状态监测和计算分析等功能。目前国内厂级生产管理及监视信息系统（SIS）正处于应用探索阶段，原来在SIS系统投标时所要求的一些先进优化控制、设备维护、寿命管理等功能模块还无法得到完全的开发和应用，系统往往采集存储了大量的数据，但是却无法对其进行进一步的数据挖掘处理，采购的昂贵的硬件设备由于没有软件功能而成为一种摆设，其效益至今未能如设想的那样发挥出来。因此发电厂组建一个

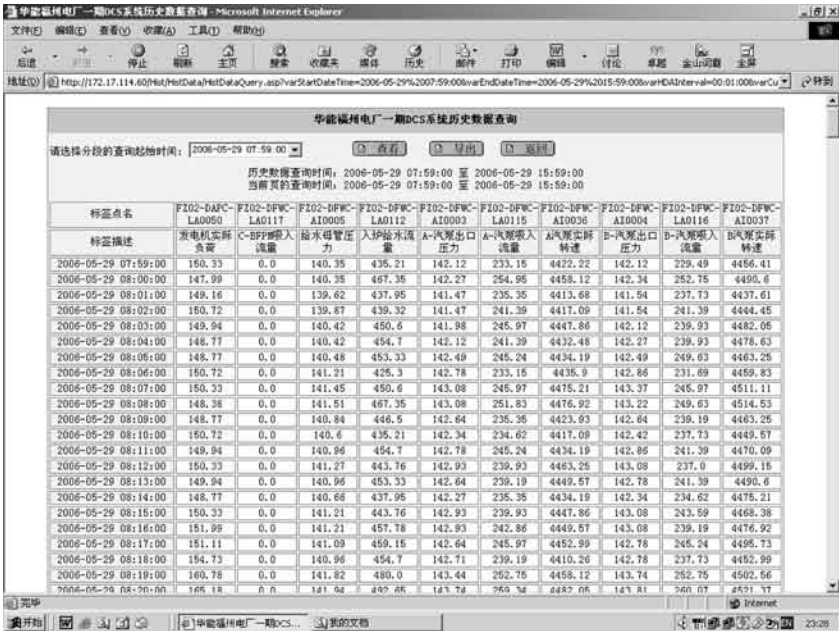


图3 通过服务器端的ASP组件方式读取并显示历史数据

较为成功的生产数据管理系统，必须主要解决以下三个技术环节：一、应根据自己的实际需求来搭建生产数据监控系统，分步实施，不应要求一步到位，同时应为系统的扩展预留接口；二、必须了解电厂的DCS系统以及相关的控制系统的通讯采集接口，以便于将符合要求的实时数据引入生产数据监控系统

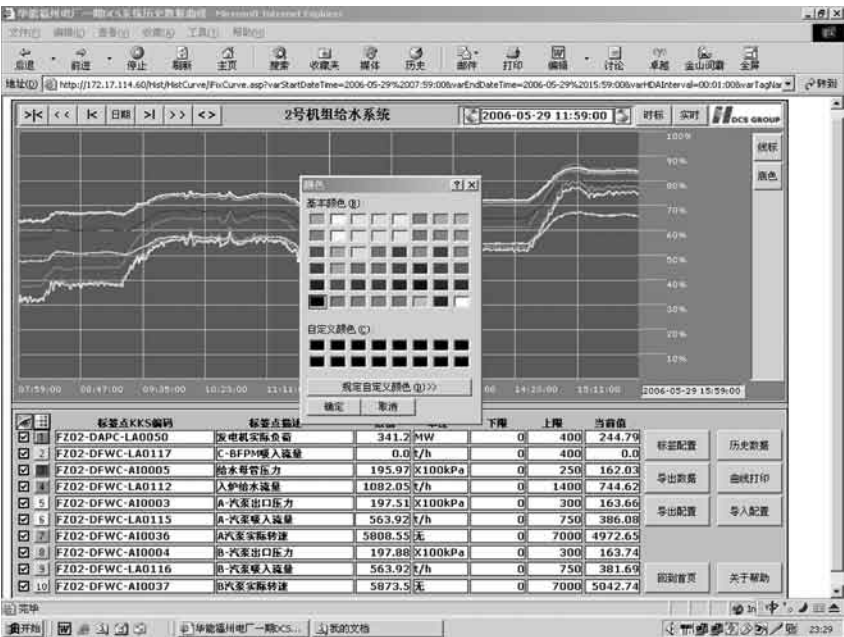


图4 通过ASP组件和ActiveX控件配合实现的历史数据曲线

统；三、必须熟悉用于组建生产数据监控系统的各个软件的应用功能以及开发步骤，以便于开发出符合电厂需求的功能模块。这样我们才能充分利用应用软件提供的强大功能，建立全厂专业级实时数据库，在充分考虑和设置生产系统的网络安全的前提下，采集和存储全厂生产过程数据，在生产和管理之间的架起坚实的信息桥梁。

参考文献

[1] GE , iFIX Electronic Books
[2] GE , iHistorian ElectronicBook
[3] GE , iHistorian SDK Help
[4] GE , Getting Started withinfoAgent
[5] Kevin Bernie, GE AutomationAutomation, 历史数据库Vs.关系数据库, Control EngineeringChina, 2005
[6] 刘胜
iHistorian在电厂厂级实时监视系统中的解决方案
[7](美) W.H.Inmon, 《数据仓库》, 第3版, 机械工业出版社, 2006
[8](加) Jiawei Han, MichelineKamber, 数据挖掘概念与技术, 第1版, 机械工业出版社, 2006

(华能福州电厂检修部DCS班 林昇)

GE 智能平台

亚太区总部

上海办事处

上海市华佗路1号1号楼7层
邮政编码: 201203

北京办事处

北京市经济技术开发区荣昌东街甲5号隆盛大厦A座401室
邮政编码: 100176

沈阳办事处

沈阳市和平区和平北大街69号总统大厦C座907室
邮政编码: 110003

乌鲁木齐办事处

乌鲁木齐市中山路86号中泉广场8楼A座
邮政编码: 830002

西安办事处

西安市南大街30号中大国际商务会馆607室
邮政编码: 710002

长沙办事处

中国长沙韶山北路139号湖南文化大厦1905室
邮政编码: 410011

武汉办事处

武汉市汉口建设大道568号新世界国贸大厦3506室
邮政编码: 430022

成都办事处

成都市总府路2号时代广场B座20楼2011室
邮政编码: 610016

合肥办事处

合肥市淮河路303号邮电大厦6层C座
邮政编码: 230001

南京办事处

南京市汉中路2号金陵饭店世贸中心1661室
邮政编码: 210005

南昌办事处

南昌市北京西路88号江信国际大厦1606室
邮政编码: 330046

杭州办事处

杭州市曙光路122号浙江世界贸易中心世贸大厦602室
邮政编码: 310007

广州办事处

广州市建设六马路33号宜安广场1812室
邮政编码: 510060

厦门办事处

厦门厦禾路189号银行中心1816室
邮政编码: 361003

昆明办事处

昆明市拓东路80号绿洲商业中心2109室
邮政编码: 650011

南宁办事处

南宁市桃源路67号石油大厦1508室
邮政编码: 530022

台湾办事处

台北市南京东路3段70号10楼扬昇大楼
邮政编码: 104

若您在此样本中发现错误或想对我们的资料提出改进意见, 请发送邮件至 GEIPmarketing@ge.com, 您将会有机会赢取一份纪念品!

400-820-8208

www.ge-ip.com

