



;9

S)+% , , &&+S(,

\hhd. ##kkk" ^] m}hYW" W@a



GE Fanuc 在火电厂辅控系统应用

! ;9

S)+% , , &&+S(,

\hhd. ##kkk" ^] m}hYW" W@a

目 录

GE Fanuc 公司介绍	01
GE Fanuc 致力于中国电力工业自动化解决方案	02
GE Fanuc 在火电厂公用辅助系统应用	03
火电厂公用辅助系统	03
化学水处理系统	04
输煤系统	04
除灰/除渣/电除尘系统	04
吹灰/定排系统	04
GE Fanuc 在火电厂公用辅助系统解决方案	05
GE Fanuc 在火电厂公用辅助系统成功案例	06
GE Fanuc 在火电厂辅网监控（BOP）应用	15
火电厂辅网监控系统（BOP）	15
GE Fanuc 在火电厂辅网监控系统解决方案	15
GE Fanuc 在火电厂辅网监控系统成功案例	17
GE Fanuc 的新一代混合和过程控制系统—— PPS 系统	20
GE Fanuc 的其它相关产品说明	22
控制器产品	22
Proficy 软件产品	25
嵌入式系统	25
GE Fanuc 火电行业业绩表	26

! ;9

S)+% , , &&+S(,

\hhd. ##kkk" ^] m}hYW" W@a

GE Fanuc 公司介绍

GE Fanuc 公司由美国通用电气公司 (GE) 和日本 Fanuc 公司合资组建, 提供自动化硬件和软件解决方案, 帮助用户降低成本、提高效率并增强其盈利能力。凭借适合于几乎每种工业门类的解决方案和服务, GE Fanuc 提供多样化的产品和服务, 范围包括控制器、嵌入式系统、高端软件、运动控制产品、操作员界面产品、工业计算机和激光设备。

GE Fanuc 总部位于美国弗吉尼亚州夏洛茨维尔, 是 GE 工业系统集团的一部分, 它将 GE 家族广泛的全球性优势与满足本地的用户需求相结合, 设计、开发并维护用户在自动化方面的投资。

GE Fanuc 亚太公司业务遍及整个亚太地区, 包括中国、韩国、日本、东南亚、西亚和大洋洲。位于上海的亚太地区业务总部为这些地区提供市场、客户服务、财务、订单处理和发货管理等服务。

GE Fanuc 在中国构筑了全面高效的销售和支持网络, 致力于为中国用户提供最先进最完善的自动化解决方案。



GE Fanuc 致力于 中国电力工业自动化解决方案

中国电力行业截止到2006年底，全国发电装机总容量达62,200万千瓦，同比增长20.3%，其中火电装机容量48,405万千瓦，水电装机容量12,875万千瓦，分别占总容量的77.82%和20.67%，同比增长为23.7%和9.5%。作为新能源的核电和风力发电所占比例很小，但受国家能源政策扶持，增速较快。近年国家更加大了电力投资，火电仍为电力行业的首要组成部分。

目前，中国的电力总装机容量和生产能力已居世界第二，仅次于美国，但人均占有发电量却排位靠后。随着中国经济的高速发展，中国电力工业发展仍有相当大的潜力和市场，但面对越来越竞争激烈的市场，越来越严格的环境保护的要求，电力生产自动化水平的提高和管理水平的不断进步将越来越重要。

GE Fanuc作为一个全球化的企业，致力于用最先进的工业自动化技术、最可靠的产品性能和全球范围内的服务帮助用户提高生产力。作为最早进入中国的跨国公司之一——GE Fanuc始终如一地为中国市场提供先进而可靠的产品。电力行业一直被GE Fanuc视为最重要的业务领域之一，我们持续不断地关注着中国以及全球电力行业的发展，成千上万来自GE Fanuc的自动化设备正在中国的电厂里良好地运转着。

GE Fanuc以在中国拥有的多年电力行业的工作经验，用国际领先的技术和符合中国国情的行业解决方案，为中国电力工业添砖加瓦！

无论是火电厂的主控或辅控项目，还是水电应用项目，GE Fanuc都能提供技术创新的解决方案。我们的新一代PACSystems作为新一代过程自动化控制器的强大性能，Proficy产品在管理信息系统(SIS)上的完美应用，以及嵌入式产品带来的超高速网络共享内存技术，都为满足电力客户的需求提供了充分保证！

今天，GE Fanuc与中国各大电力公司强强联手，将进一步在中国电力市场取得了卓越成绩！

GE Fanuc不仅仅是一个自动化产品的供应商，更是满足不同客户需求的方案提供者。我们为客户提供良好的物流保障和随时可及的售前、售后服务。更重要的是，我们的自动化专家为您提供专业的项目咨询，从而确保您的自动化系统是最优化的。

GE Fanuc的宗旨是以客户的成功作为衡量自身业绩的标准，一如既往地为客户提供最完善的解决方案，最优质的工业自动化产品和服务，与GE Fanuc的合作伙伴实现业务的双赢。



GE Fanuc 在火电厂公用辅助系统应用



火电厂公用辅助系统

火电厂公用辅助系统是火电厂重要组成部分，是电厂运行的关键组成环节，它主要包括输煤系统、化学水处理系统、除灰/除渣系统、以及锅炉的吹灰/定排、电除尘系统等，更广泛的还包括脱硫系统等。为了提高全厂辅助系统的控制水平、控制方式以及系统运行的安全性和经济性，实现个辅助车间就地无人值守，提高劳动生产率和全厂的自动化水平，电厂辅助系统一般会实行全厂集中监控，并建立公辅网，为实现电厂全厂监控（SIS）打下良好的基础。

GE Fanuc 产品早在 80 年代初期便随着引进设备在中国的火电厂公用辅助系统中广泛推广开来，并在国内、国际火力发电行业享有卓著声誉。

1. 火电厂的辅助系统范围

- 输煤系统
- 循环水加药
- 净水站
- 综合水泵房
- 空压机房
- 除灰除渣系统
- 化学水处理系统
- 凝结水处理系统
- 废水处理系统
- 循环水处理系统
- 锅炉吹灰系统
- 燃油泵房

2. 火电厂辅助系统特点

- 地点分散、相互距离远，除锅炉吹灰系统外其它系统遍布全厂
- 辅助车间控制系统 I/O 点数庞大，可达 2000~6000 点，大部分为非连续控制
- 除循环水系统外，其余系统几乎都是间歇式运行，即在一定的要求后才进行操作，满足一定的条件后，系统停止运行，等待下一次运行
- 主控室要求随时对辅助系统的状态进行掌握，以保证整个电厂的正常运行
- 各系统应处于健康状态，出现问题应及时处理，否则将影响全厂的安全经济运行
- 一个子系统设一个监控点，同时设立公辅网，集中监控
- 各辅助系统的重要信息接入 SIS 网

3. 火电辅助系统对控制器的要求

针对火电辅助系统的特点，对控制系统提出了很高的要求：

- 可靠性要求

系统能够长时间稳定运行，具有一定的冗余特性，避免关键部分的单点失效，主要系统通常采用双机热备控制器，并通常采用冗余和容错的网络拓扑结构。

- 维护性要求

一旦出现故障，系统能够提供充分的故障信息，快速进行故障定位，并进行故障处理。

- 性能要求

辅控系统中的水、煤、灰渣系统 I/O 点数较多，控制对象复杂，要求控制器具有强大的性能，保控制程序实时有效的运行。

- 抗干扰要求

电厂的工艺决定了某些现场具有很强的电子干扰，要求控制器以及控制网络就有强大的抗干扰能了，在强干扰环境中稳定工作。

- 开放性要求

电厂设备种类繁多，制造商来源各异，为了保证设备得到有效监控，各控制器必须具有开放的网络连接能力，保证各种设备都能方便地互连组网，有效得到监控。

输煤系统

煤是火力发电厂的一次能源。输煤程控系统能完成电厂正常运行时的上煤、配煤控制及设备、运行状况的监测及安全联锁、保护等功能，同时对输煤 PC 段进线开关、分段开关状态、母线电压及输煤 MCC 馈线以通信方式进行监测。主要完成卸煤、贮存、分配、筛选、破碎等工作。同时进行燃料计量，计算出正品和煤耗，取样分析和去除杂物等。主要控制：斗轮堆取料机、条皮带机、除铁器、除铁器、除尘器、三通挡板、除木器、给煤机、概率筛、卸料器、梨煤器、刮水器、碎煤机、电子皮带秤、取样装置等等。

输煤系统控制设备多，工艺流程复杂，现场环境恶劣（粉尘、潮湿、振动、噪音、电磁干扰严重），系统设备分散，且分布面宽、距离远。电厂一般在煤控室设模拟屏或 CRT，同时采用工业电视监视现场运行情况，而且要求与公辅网进行通讯，以实现辅网（水、煤、灰）的集中监控以及电厂管理信息系统（SIS）连结。

输煤系统的主要工艺包括：分炉、分时计量，煤场入场、出场计量；工业电视跟踪、报警；煤源给煤、上煤、配煤程控；煤位、设备电流等模拟量动态显示；历史数据采集、事故记录、趋势图显示；运行报表自动生成，实时、

定时打印；故障诊断。

化学水处理系统

电厂水处理系统一般包括凝结水精处理系统、循环水中水处理系统、工业废水集中处理系统、锅炉补给水处理系统、生活污水处理系统、汽水取样和化学加药系统。

凝结水系统一般包括凝结水精处理系统和体外再生系统，通常由高速混床、阳树脂再生罐、阴树脂再生罐、再循环泵、树脂存储罐、混脂罐、酸碱设备、冲洗水泵、风机等设备组成。

工业废水处理系统控制包括经常性废水处理和非常性废水处理。根据废水水源的不同决定是否投入絮凝反应，以满足环保排放要求。控制设备主要包括排废水泵、PH 调节槽、反应槽、絮凝槽、计量泵、排泥泵、反应槽、浓缩池、凝聚剂溶液箱、助凝剂溶液箱等。

锅炉补给水处理系统完成自然水源的净化过程，最终提供符合锅炉使用的除盐。主要工艺包括混凝沉淀，过滤，离子交换，除盐等步骤。设备一般包括滤池、澄清池、加药设备、过滤器、阳床、阴床、混床、水箱、泵、风机、酸碱储存和计量设备等。

在水系统监控网络操作员站可对以上各车间进行监测、远方操作、运行管理和车间控制系统编程组态，而且要求具备与公辅网进行通讯的条件，以实现辅网（水、煤、灰）的集中监控以及电厂管理信息系统（SIS）连结。

除灰 / 除渣 / 电除尘系统

燃煤电厂产生的大量灰、渣、除少量灰分排入大气外，余者都以灰、渣形式由除灰系统送至灰场。除灰系统分机械除灰（适于小电厂的链条炉）气力除灰和水力除灰三种，又可分为灰、渣混除和灰、渣分除两种。

除灰系统主要控制设备包括空压机、粗灰库、细灰库、除尘器、搅拌机、散装机、风机及管道、泵、阀门等。

除渣系统主要控制设备包括捞渣机、碎渣机、输送机、贮渣仓以及立式排污泵、水泵、浓缩机、缓冲池、蓄水池等。

吹灰 / 定排系统

锅炉吹灰器主要用来定期吹扫锅炉各部分受热面上的积灰，当其不工作时退出炉外。大型锅炉一般配备多台吹灰器，采用 PLC 可实现依据锅炉具体运行经验、燃烧煤种和锅炉状况编制和调整各个吹灰器的操作时间和顺序。

大型锅炉的定期排污系统阀门多，手动操作费力费事，采用程序控制后可以大大减轻劳动强度，提高效率，目前已被广泛采用。

解决方案

GE Fanuc 的自动化硬件平台和 Proficy 家族软件产品可以完全满足现代化大型电站场自动化系统的要求。GE Fanuc 的自动化产品丰富，具有无与伦比的产品性能和产品质量，且其具有良好的开放性，易于与其它系统在任何一级上实现全面的集成，最大限度地保护用户的已有投资，在国内外众多电厂得到广泛应用。

GE Fanuc 控制系统以 PAC (Programming Automation Controller) 系统为核心，结合系列 90-30、VersaMax 等产品为电厂辅助控制系统提供了完善的解决方案。

PAC 控制系统是 GE Fanuc 最新推出的新一代控制产品。完全基于开放架构的 PAC 控制器具有领先一步的产品性能、值得信赖的稳定性，以及多种冗余热备方案更加适合电厂控制需求。

针对水、煤、灰渣的各主要控制对象，主控制器可采用 RX7i 双机热备冗余系统，控制器和监控站之间采用 100M 以太网或者冗余以太网相连，根据需要也可组成单环行以太网或者双环形以太网，以进一步确保网络安全。标准的 TCP/IP 网络协议支持所有第三方厂家的标准以太网设备，可以将辅控网络轻松连接到 SIS 级系统，而无需重复组网。

RX7i 采用 Intel P3 或 PM 处理器，10M 或 64M 用户内存，在满足各种艰巨控制任务的同时，更提供独特的应用组态完全上传功能，更方便用户使用、维护。VME64 高速并行总线技术确保信息流的顺畅，无任何信息瓶颈。基于 GE Fanuc 专利技术的镜像内存技术，同步模块的通讯速率达到了惊人的 2.1G BPS，是大型应用实现无扰动切换的基础。

I/O 系统根据需要，可以在 PAC、VersaMax 或者 Genius 产品系列中选取，并且可以根据现场情况混和使用。例如在粉尘较多的煤、灰区域，Genius 系列 I/O 提供更好的密封性能，而 VersaMax 产品的热插拔能力会给维护带来更多的方便。控制器和 I/O 系统连接总线既可以选择 Genius 总线也可以选择以太网方案，无论那种总线，为了提高系统的容错能力，都可以选择使用冗余双总线结构。两种总线方式都采用电缆连接，也均可以采用光纤通讯介质以提高通讯距离和抗干扰能力。即使采用电缆方式，Genius 总线的通讯距离也高达 2.3 公里，独特的调频通讯机制配合 3 选 2 容错通讯校验，使得 Genius 总线具有极强抗干扰能力，在交直流驱动设备众多的煤系统中更是优势显著。

GE Fanuc 火电辅控方案可以轻松实现从监控站，控制器 CPU、主机背板、电源、通讯网络、同步总线直到现场总线，所有关键系统组件的完全冗余，彻底避免系统的单点失效，使装置能长时间稳定连续运行，保证生产的正常进行。此冗余结构具有灵活的缩放性，依据投资规模和现场情况，各个组件也可以选择采用单模件非冗余结构的更经济的投资方式。

Proficy Machine Edition 软件为 GE Fanuc 的控制产品提供了一个同一的编程组态平台环境。从 I/O 的组态，控制器的程序直到触摸屏面板的画面生成全部完美集成，共享一个底层数据库，无需二次变量定义，更提供了全程冗余配置向导，网络和控制器的冗余配置可以轻松实现，完全符合 IEC61131 标准的 IL、LD、FBD、ST 等编程语言结合全新的符号编程，配合强大的 32 位 C 语言编程，使得应用设计更加方便，维护更加简便。

成功案例

案例一：

GE Fanuc 产品在火电厂灰渣集控

1. 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合资的大型发电企业，电厂三、四期项目共计4×600MW 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，作者为该项目的调试者，下面介绍该项目的解决方案及应用情况。

2. 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

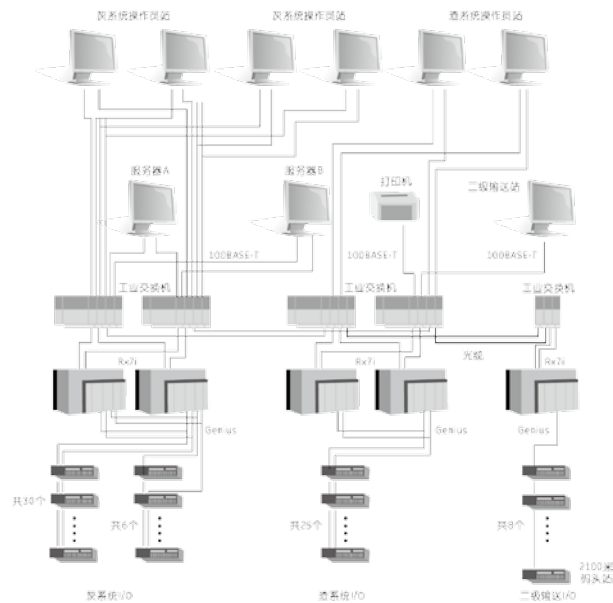
灰渣工艺流程大致为：煤燃烧后的粉煤灰经电除尘收集通过其下各电场发送罐分单元以内旁通密相的形式气力输送至中储灰库分粗细灰存储，再根据需要决定是就地装车还是气力输送至 1.8 公里外的粉煤灰码头装船；煤燃烧后的底渣经工业水混合制成渣浆，通过渣浆泵远程输送至脱水仓，经脱水排渣后可以装车或是通过管式皮带机送至渣码头装船，分离出的水经浓缩池沉淀处理后进入工业水系统循环，总计纳入控制的现场设备开关量 7000 余点，模拟量 280 余路。灰渣集控系统需要完成工艺流程中的设备运行监控和管理，提供真实可靠的实时运行数据，故障信息的分析、比较、诊断和记录，必要时予以声光报警，并支持历史查询。

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。

3. 解决方案

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，网络架构参见下图：



• 系统结构

系统使用了三套 GE Fanuc RX7i 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，通过千兆以太网实现 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。

• 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。

• 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 以太网模块组成百兆双以太网，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。

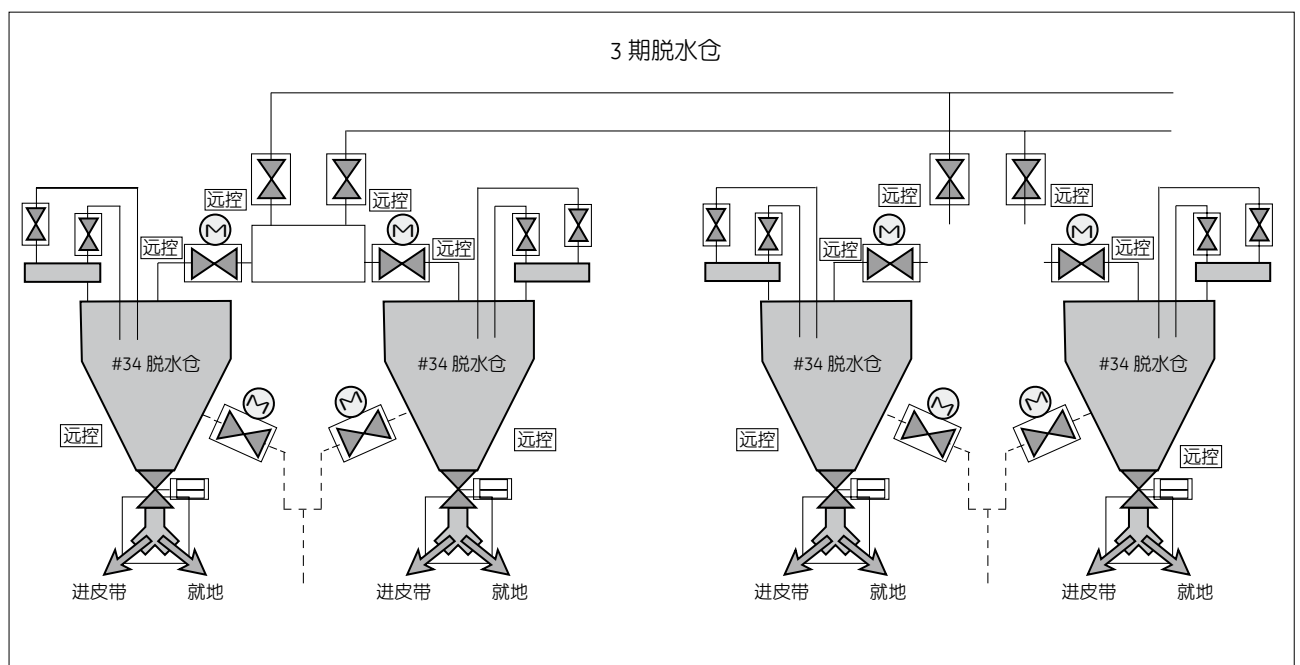
采用双 Genius 总线双以太网后任一条线路不能正常工作，任何一台控制器停机或 BIU 的损坏都不会影响系统对 I/O 的访问和上位机的监控功能，并无切换至备用线路。

• 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，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 2x600MW 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 Fanuc 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。

(浙江华电环保系统工程有限公司 戴未昀)

案例二：

GE Fanuc 的 PACS RX7i PLC

在凤台电厂全厂辅网实施中的应用

1. 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人大压缩，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。

2. 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

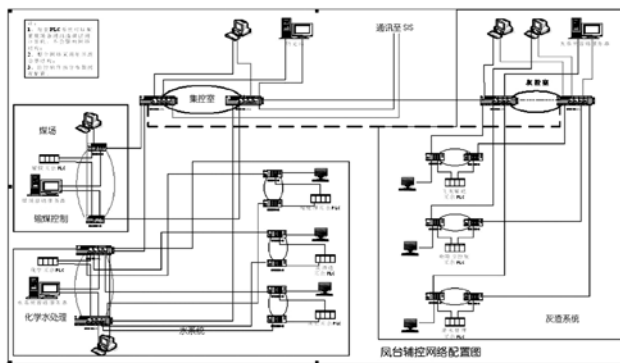
制操作员站实现水系统的集中监控。输煤系统及除灰渣系统也均采用 PC+PLC 组成控制系统，在相应控制点实现对系统运行的监控，待运行稳定成熟后各辅助系统可再全部联网并将操作员站移至集控室内进行监控。

3. 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 400 米	有
废水系统	距水处理 200 米	无
净水系统	距水处理 350 米	无
雨水泵房	距水处理 300 米	无
循环水加药系统	距水处理 320 米	无
超滤反渗透控制系统	距集控室 400 米	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）	距水处理 400 米	有
制氢系统	距水处理 400 米	有
生活污水系统	距水处理 400 米	有
净水加药系统	距水处理 350 米	无
除灰渣系统	距集控室 400 米	有
输煤系统	距集控室 600 米	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。在输煤控制室设 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 PACS 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。

4. 方案技术要求和特点

• 外围控制系统的通信

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，通信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信问题。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信协议。

PLC 的 CPU 统一采用 GE 的 PACS RX7i 系列产品，和上位机通信采用工业以太网，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信介质的分配使用，是实现 CPU 和 I/O 之间通信的途径，使用双绞线，不加中继器，总线最长可达 2.3 公里，保证了通信的可靠。

• 外围控制系统的实时性

主机采用 PACS 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 总线的通信速率可以达到 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。

• 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：

[1] 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。

[2] 通信网络冗余配置，在条件允许的情况下，最好实现通信介质的冗余配置，以提高系统的可靠性和实时性。

[3] 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 PACS 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 模块的通信采用 GENIUS 总线，保证了通信的抗干扰性，同时网络采用双绞结构，实现了通信介质的冗余，增加了控制系统的可靠性。

• 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产品。GE PACS 系统的开放性，确保和上位机监控系统之间的联接。

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。

5. 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 PACS RX7i PLC，硬件统一，这样就为全厂辅助车间连网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。

（安徽浙煤电有限责任公司凤台发电分公司

任
东）

技术管理部 范海

案例三： 基于 GE Fanuc 系列 90-30 PLC 的电站锅炉 空预器热点检测系统

1. 概述

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 200 MW 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（包括碳黑和油滴）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，它要经历碳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 Fanuc 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。

2. 系统的主要结构与内容

• 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。

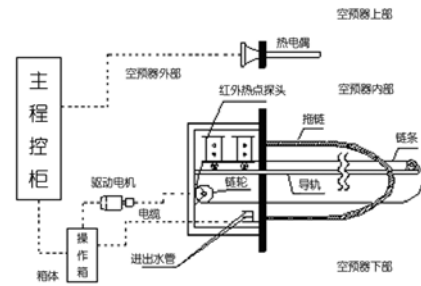


图 1 红外探头的安装位置及执行机构的示意图

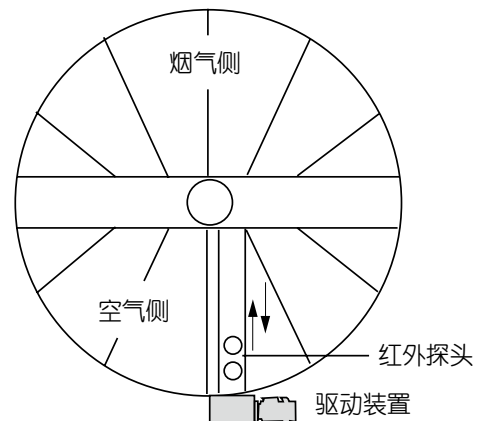


图 2 红外探头的安装位置及执行机构的示意图

• 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 Fanuc 系列 90-30 PLC。

• GE Fanuc 系列 90-30 PLC 及完成的主要功能

PLC 系统选用 GE Fanuc 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 10Mb/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，系统运行速度高，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 Fanuc 系列 90-30 PLC 配置如下

- [1] 电源模块: PWR321
- [2] CPU模块: CPU351
- [3] 模拟量输入模块: ALG223
- [4] 开关量输入模块: MDL645(两块)
- [5] 开关量输出模块: MDL940(两块)

GE Fanuc 系列 90-30 PLC 作为下位控制器, 完成的主要功能有:

- [1] 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。
 - ① 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。
 - ② 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。
 - ③ 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。
- [2] 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:
 - ① 红外传感器的故障可分为断线、温度突变、失效故障
 - ② 前/后位开关故障可分为短路、断路故障
 - ③ 电源故障包括+24V 和 士15V 电源的故障检测
- [3] 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。

3. 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(200 MW), 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 Fanuc 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。

(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)

案例四:

GE Fanuc 系列 90-70 PLC 在上海浦东新区生活垃圾焚烧厂的应用

1. 概述

近年来, 计算机技术及通信技术等相关学科的高速发展, 使计算机综合自动化监控系统(SCADA)在变电站(所)中得到了广泛的应用。浦东新区生活垃圾焚烧电厂项目设计日处理生活垃圾 1000 吨, 设三条垃圾焚烧生产线, 配备两套 8500KW 的汽轮发电机组。

该电厂由上海浦东发展集团投资, 其下属浦城热电能源有限公司负责建设和运行。项目总投资约 6.7 亿元人民币, 其中包括 3000 万美元的法国政府贷款。外资贷款主要用于关键的三条垃圾焚烧生产线和烟气处理的技术和设备设备。它们主要由法国 ALSTOM 和 INGEROP 等公司提供。而汽轮机、发电设备、水处理等均为国内自行生产的设备。全厂设备的控制系统(包括中方和法方)都采用了美国通用电气(GE)公司的双重冗余控制器。



2. 系统结构

上海浦东新区生活垃圾焚烧厂自动控制系统采用 PLC 分布系统，由中方和法方共同完成。共有五个子系统。各子系统通过以太网通讯模块与光纤通讯环网相连，实现真正的系统数据共享；同时，上述各子系统可通过光纤通讯以太环网进行数据互换。

各子系统的 PLC 通过光纤通讯以太环网直接与法方的服务器交换数据信息，各工作站的 CIMVIEW 也通过此环网直接从法方的服务器读取数据，并通过服务器数据库数据进行实时数据刷新，只有这样才能保证整个网络数据一致性，以便各工作站及时显示各系统的实时工况。

• 汽轮发电机组子系统

由锅炉产生的高温高压蒸汽冲入汽轮机从而带动发电机发电。该系统除 DEH 外主要控制设备和系统有：凝汽器水位和凝结水泵的控制、射水泵和射水抽气器的控制、轴封加热器的控制、汽轮发电机冷却装置、旁路系统的控制等。



• 循环冷却水单元

循环冷却水从河水中引取至清水池，经澄清后加入药物，去除杂物后进入冷却塔水池，由循环水泵和工业水泵提供全厂所需的冷却用水。主要控制的设备和系统有循环水泵、工业水泵，通过计量泵的调节实现对冷却水的 PH 值的调节，加药量的调节。对 PH 值的调节可采用非线性分段调节，同时可加入流量前馈信号。

• 锅炉汽水系统

锅炉汽水系统主要是除盐水从给水泵输出，经过除氧器、省煤器、汽包、过热器成为高温高压的蒸汽进入汽轮机，以实现由水到蒸汽的转换。其所涉及的主要控制设备及系统有：给水泵流量的调节，汽包水位的调节，过热汽温的调节，燃料的控制，送风系统的控制。同时，为保证锅炉及相应设备的安全，在发生如送风系统故障，炉膛压力过高或过低，汽包水位过低，过热器出口温度过高，人工急停等情况下锅炉保护系统投入，联锁停相应设备和系统。

• 空气压缩机系统

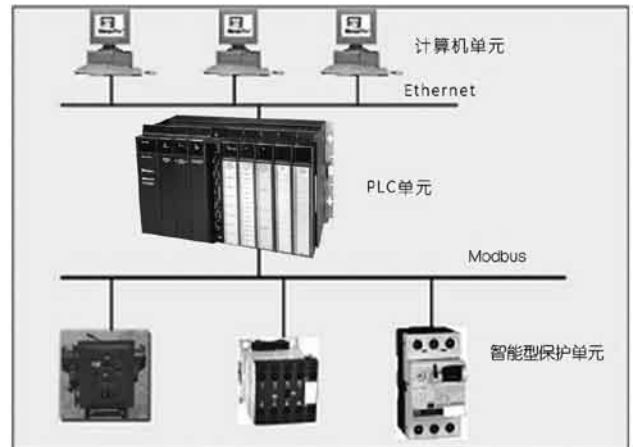
空气压缩机系统通过 PLC 系统控制多台压缩机的加

载、卸载和停机从而保证供气母管的压力或流量。通过设定空压机出口压力设定值上下限，根据压力的情况自动加载或卸载空压机，并根据空压机运行时间的长短来选择空压机的停止。主要控制的设备有：管路阀、空压机、干燥器等。系统除采集本体的温度压力外，还采集压缩机排气压力和过滤器进出口压力。根据需求和可能对压缩机进行调节。同时，系统还采集储气罐和干燥器的压力等信号。

• 高压配电系统

整个系统采用模块化分布式的开放结构，整个网络分为三层，分别为：计算机单元、PLC 单元、智能型保护单元。

第一层为计算机单元，共有三台工控机组成，作为变电所自动化的人机界面及主控单元，他们互为热备用，但平时功能又互相独立。主要功能：监控画面、数据、报表管理，参数修改、程序修改、维修诊断及重点监视下层某一单元。来完成标书所要求的控制、监视、测量、报警、通信和保护等功能。



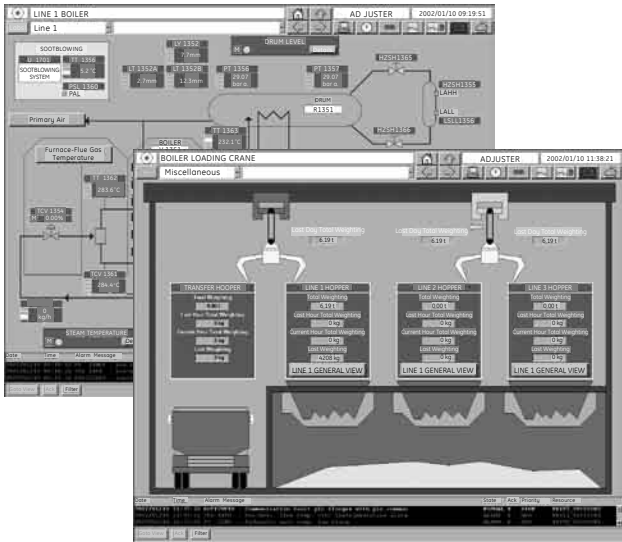
第二层为 PLC 单元，以 PLC 作通信前置机，其通过 Ethernet 与计算机单元进行数据交换，通过 Modbus 总线与智能型保护单元进行通信；并且可以实现复杂逻辑控制。主要功能：对智能型保护单元传送的各种数据进行预处理、转换通信协议、作为通信信息交换的枢纽、完成自切及并解等逻辑操作。

第三层为智能型保护单元，即就地单元。各就地单元相互独立，互不影响，功能上不依赖于监控计算机。主要功能：保护、测量、控制、通信。是保护、遥控、遥测、通信、遥调的执行单元。

3. 系统功能

• 模拟量数据采集和处理

系统能连续采集，监视模拟电量在主接线显示画面上实时显示电量的数值。当发生越限和复限时，在主接线显示画面上，显示数据采用底色变化方式进行报警显示，在显示画面上用汉字显示出越限和复限发生的时间、地点和内容。具有历史数据存储、统计分析。



• 数字量的采集和处理

能实现对被控对象的状态信号，继电保护信号和信号回路发出的供电系统或设备异常信号（变位的事件顺序）进行实时采集、记录。当发生事件变位时，在主接线显示画面上采用符号闪烁方式进行报警显示，并在显示画面上用汉字显示出事件发生的时间、地点、事件内容和事件性质（紧急或非紧急）。系统还能累计开关操作的次数及切除故障开关动作次数。

• 控制功能

[1] 对发电站的所有断路器等设备实施三级控制。

第一级控制就是具有最高优先级的控制权在设备就地，操作人员将远方/就地切换开关在就地位置时，将闭锁所有远方遥控功能。

第二级控制，即次高优先级的控制权在变电站的主处理器。当设备就地的远方/就地切换开关放在远方位置时，在人机会话单元上能遥控断路器、主变调压等设备，还能闭锁来自控制中心的操作命令。

第三级控制权在控制中心，在控制中心的主处理器上可遥控变电站的所有断路器、主变调压等设备。

[2] 通过人机界面对设备发出命令，对断路器、主变调压等设备进行操作。控制以控点选定和执行控制两个步骤执行。

[3] 执行综合操作命令

将从人机对话单元输入的综合操作命令分解成可直接执行的操作命令，并按正确的顺序执行。其顺序可在系统生成时排定。也可在线根据给定的参数生成。

[4] 具有五防操作功能

含有五防操作软件，符合上海电网运行习惯。

① 故障录波、故障分析

能记录、显示、绘制电网故障时的电压、电流波形，包括能记录暂态短路电流无失真，直流信号及各种控制信号。具有高性能的分析软件，对录波结果进行分析处理，故障报告完整详细，包括故障性质、事件顺序。具有与控制中心故障录波系统进行通讯的功能。

② 事件记录

具有记录事故前 5 分钟、事故后 5 分钟系统采集的所有事件信息的功能并能重放。

③ 人机会话

能显示各种单线图、表格、曲线、条形图、告警、SOE 的功能，具有制作各种报表的功能，报表数据的定义、报表格式的修改能方便地进行。

④ 运行记录

电力系统事件记录，异常记录及正常记录，包括各种日报、月报记录表和准点记录表等，能打印报表时间。综合自动化系统设备运行状态记录。

⑤ 运行信息显示及设备管理

有显示站内各种设备及在线参数的功能，能方便地调用有关的设备参数及运行信息，能方便地输入和修改设定参数。

• 自检功能

监视设备的运行状态，包括微机、PLC 单元、网络通道、智能型保护单元等，并具有强电磁场的抗干扰能力，有诊断故障能力，具有失电保护、闪存和检测功能，在电源恢复后能自动启动并恢复运行。装置自检具有软件自启动及软件触发硬件启动两种方式。

4. 结束语

项目竣工后，该厂拥有 3 条焚烧线，日处理垃圾量 1000 吨。经高温焚烧，不仅可有效消除有害病菌、气体等环境污染源，还使经焚烧处理的生活垃圾减轻约 80% 的重量和 90% 的体积，每年可节省数百亩垃圾填埋用地。新厂还配备两套汽轮发电机，将利用垃圾焚烧时产生的热量发电，并接入上海电网，从而实现多功能的环保效应。

GE Fanuc 在火电厂辅网监控 (BOP) 应用

火电厂辅网监控系统 (BOP)

在电站辅助系统中,传统的 PLC 加上位机的控制技术虽然能解决每个子系统得安全可靠运行,但同时也暴露出管理分散、备件种类多、设备投资大及通信网络复杂等缺点。随着计算机软件技术的迅猛发展,发电厂辅网集中监控 (BOP) 系统开始出现,它集计算机技术、数据库技术和自动化技术为一体,成为电力工业自动化发展的趋势。

辅网集中监控系统实现对锅炉补给水系统、凝结水精处理系统、生活污水处理系统、工业废水处理系统、循环水加药装置、制氢站、加药系统、综合水泵房、除灰系统、除渣系统和输煤系统的集中控制和监控,同时兼顾通信故障情况下的就地辅助监控。辅网集中监控网是基于 TCP/IP 的以太网系统,数据通过各个子网系统的交换机上光纤接口连接到辅控网的核心交换机上组成快速百兆/千兆以太网。一般情况下由中央控制室的辅网操作员站完成对各个子系统的监控与操作,发出的操作指令通过辅网服务器上的过程数据库迅速定位到相应子网系统的控制器上,由控制器程序控制现场相应设备的启动和停止;当辅网网络故障或必要时,可以由子系统的现场操作站接替监控职能。

辅网集中监控系统克服了原有独立且分散的辅控系统的缺点,可以将运行人员减到最少。在基本不提高造价的情况下,BOP 使整个辅助控制系统达到与主机控制系统相当的水平。集中的数据和统一的网络平台使辅助控制系统与电厂其它管理系统的联网的成为可能。

解决方案

GE Fanuc 的 Proficy 系列自动化软件产品为发电厂辅网集中监控系统提供了灵活软件解决方案。Proficy 家族分布式的结构可以轻松搭建 BOP 系统中的实时数据库平台、历史数据库平台、HMI 平台以及可靠的数据连接方案。这些产品包括:

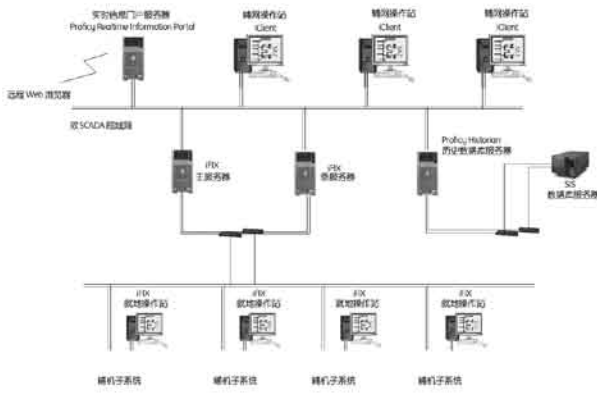
Proficy HMI/SCADA - iFIX 强大的数据采集与监控平台

Proficy Historian 可靠的实时历史数据库

Proficy Realtime Information Portal 灵活的实时信息门户

1. 基本架构

- 由输入/输出模块、PLC 以及就地上位机为核心组成辅机程控子系统
- 由冗余 SCADA 服务器、历史数据库服务器为核心组成辅网集中监控系统中心数据平台
- 由 HMI 软件为平台建立辅网集中监控操作员站组
- 搭建基于 TCP/IP 冗余以太网结构的辅控子系统及辅网集中监控系统两级交换网络
- 依托成熟的 Portal 产品建立辅网集中监控实时信息门户平台



2. 系统配置

- 就地上位机操作站选用 Proficy HMI/SCADA iFIX 为标准平台，通过标准以太网或设备通信模块，利用专用驱动程序 (I/O Driver) 或 OPC Server 与控制器 (PLC) 的 I/O 地址进行通信，实现对就地设备的操作。
- 辅网集中监控的主/备过程数据服务器选用 1 对冗余 iFIX Scada Server 来建立统一的过程数据交换平台。iFIX 直接与各辅机子系统的控制设备 (PLC) 进行实时通信。

- 辅网历史数据库安装 Proficy Historian Server，过程数据库上的实时数据通过专用的 iFIX 采集器直接送往历史数据库，形成统一的事件查询、数据统计、分析查询数据平台。同时该数据库也作为 BOP 与 SIS 系统进行数据交换的平台。
- 辅网集控室内的操作员站采用 iFIX iClient 作为统一的组态平台。iClient 与 iFIX SCADA Server 形成纯分布式的 C/S 架构，因此操作站的数量可以任意扩展。iClient 从 iFIX SCADA Server 获取集中的过程数据，从 Proficy Historian 获取统一的历史数据，并利用开放的组态平台 (Workspace) 创作出可靠完整的监控界面。
- 实时信息门户 (Web Server) 安装 GE Fanuc 强大的门户平台——Proficy Realtime Information Portal。Portal 可以直接读取 iFIX SCADA Server 的过程数据、Proficy Historian 的历史数据，可以灵活创建各类实时动态画面、趋势、数据统计画面、报表，可以直接转换辅网集中监控站上 iClient 的画面。Portal 所有的画面均直接以 Web 方式发布出去，远程操作通过浏览器便可以浏览所有信息。

安装位置	产品名称	数量
辅控子系统就地操作站	Proficy iFIX SCADA Pak 无限点	4
辅网集中监控数据库	Proficy iFIX SCADA Server 无限点	2
辅网历史数据库	Proficy Historian Server 15000点	1
辅网集中监控站	Proficy iFIX iClient	4
辅网实时信息门户	Proficy Realtime Information Portal	5 Users

3. 系统特点

- 可实现全厂辅助控制系统的联网及集中控制
- 采用统一的数据平台，所有数据共享，维护成本低
- 纯分布式的结构平台，系统扩展十分方便
- 具有压缩能力的历史数据库能保存辅网长期产生的海量数据
- 开放的组态平台可以自由嵌入与连接第 3 方产品
- 实现与 SIS 系统和 MIS 系统的统一连接

成功案例

案例一：

Proficy iFIX在

湖南益阳电厂一期辅网监控系统中的应用

1. 概述

过去国内火电厂 300MW 机组以上的主控系统都普遍采用了 DCS 技术, 但外围辅助系统, 包括除灰系统、除渣系统、化水系统、输煤系统等采用的是独立、分散的常规控制系统, 由于各辅助系统工艺有其不同的特性, 所以采用的控制系统配置不同、技术水平、监控方式各异, 这就势必对每个辅助系统都需配备相当的运行人员, 使劳动生产率不能进一步提高。因此, 在电厂的辅助系统中采用网络集中监控 (BOP) 技术, 用先进、成熟、可靠的技术来实现更新换代是时代发展的必然趋势。

益阳电厂一期工程 2 × 300MW 机组的外围辅助监控系统采用上位机 + PLC 网络监控方式, 自动化水平有较大的提高; 使辅助系统的监控水平逐步赶上主控系统的监控水平。辅助系统控制系统全部采用上位机、可编程控制器、网络控制方式, 结合工艺系统和地理位置的情况组成三个网络控制网络系统, 监控软件采用 GE Fanuc 公司的 Proficy iFIX 及其相关的实时数据库。

2. Proficy 应用软件包的主要特性

上位机的监控软件采用 GE Fanuc 公司的 Proficy iFIX, 它是基于多任务、多平台、实时性好、开放性好的集成软件包。Proficy 软件提供了工业界最为强大的功能, 包括实时过程的监视和监督控制、报警和报警管理、历史趋势、统计过程控制, 基于用户的安全系统, 方便的系统扩展, 网络等。它集成了 COM/DCOM、OPC、VBA、ActiveX 等最先进的现代软件技术, 使所有的应用组件都可以无缝集成到一个系统中, 并且数据可以很方便地在网络上共享。Proficy 软件家族的 iFIX WorkSpace 提供的开发画面采用调度 (scheduler) 报表和 VBA 语言程序, 并与实时数据交互工作, 可以组态所有图形、文本、数据。通过动态和趋势图形工具生成容易操作和理解的画面, 在运行和组态环境之间可快速完成测试对画面的修改, 同时保持实时报警和数据采集。

3. 辅网集中监控系统的控制范围及网络结构配置

• 辅助系统的控制系统范围

- [1] 化学水处理网络控制系统: 包括化学补给水系统、凝结水精处理、化学废水处理、灰水回收处理系统、净水站系统、汽水取样、炉水加药系统、生活污水处理系统。
- [2] 除灰渣网络控制系统: 包括除灰、除渣系统、电除尘系统。
- [3] 输煤网络控制系统: 包括输煤系统程控、燃油泵房系

统、含油污水处理系统、含煤废水处理系统。

• 网络结构及主要设备的配置

每个辅助系统配置二台就地操作站, 并且互为备用。操作系统为 Windows NT4.0SP5, 监控软件采用 iFIX 软件包。

辅网集控室配置 1 对冗余的过程数据库, 采用以太网直接连接辅助系统的 PLC。软件采用 iFIX SCADA Server 软件包。设置 3 台集中监控操作站, 软件采用 iFIX iClient 客户端软件。

整个控制网络系统以 MODBUS PLUS 网作为主干网, 通讯介质使用双绞线屏蔽冗余专用电缆。

• 辅机工艺流程的控制主要实现的功能

- [1] 运行人员可以对三个辅助系统进行统一控制, 如自动、半自动、步操、单操基本监视和操作。
- [2] CRT 画面显示工艺流程及测量参数及控制方式的选择, 参数越限报警、系统故障诊断、报警、顺序运行、参数的成组显示, 当参数越限报警, 控制对象故障或状态变化以及控制系统故障报警时, 以红色闪烁显示报警所在位置, 同时音箱中发出报警声, 持续半分钟, 直到操作人员确认。
- [3] 现场设备故障, 影响程控前进时, 在运行人员干预下设备处于就地操作站操作方式。
- [4] 水煤灰三个网络的上位机中均有完整的系统组态, 数据库管理, 程控逻辑编程和系统调试功能, 运行人员能直接调出各种所需的汉化画面。
- [5] 历史趋势图显示: 用 iFIX 的历史数据显示功能, 可查看各系统的实时值、历史数据值、统计值, 可对曲线进行放大、缩小、打印等。
- [6] 报表制作及打印功能: 可根据用户的要求自动生成日报表、月报表以及其它表格, 同时选择画面上的打印按钮打印画面及报表。报表保存时间根据需要确定。
- [7] 设置了基于用户的安全系统和系统安全性应用程序, 安全系统可保护 iFIX 文件、重要的程序、操作显示画面和配方、数据库模块。系统安全性应用程序包括安全配置和登录两种程序。操作人员登录程序, 输入姓名和密码。在登录后, 操作人员才能访问权限允许范围内的操作。

4. 问题与建议

- 由于辅助系统各个工艺过程不同, 造成了系统的设计正处于逐步完善的阶段, 控制过程依据现场实际存在着大量的修改, PLC 程序也需同步进行, 也造成了上位机数据和画面的修改。所以现场设备与系统的联调工作及整套联调工作宜尽早进行。
- iFIX 在作为 BOP 核心过程数据库时, 由于数据点较多,

对历史数据的大量存取会消耗系统资源，必须加大硬件配置以提高运行速度。因此建议可以采用独立的历史数据库，即分担网络负荷，又有效集中处理分析数据并以备外围系统的存取。

- 统一了上位机监控软件操作界面可以使系统合理、灵活地进行切换和调用。

5. 结束语

目前益阳电厂一期工程 2x300MW 机组辅助系统投入运行以来，Proficy 家族软件运行正常、功能强大，特别是其优点体现在iFIX的图形功能很强，支持多种图形格式，内容丰富。以及在组态中提供树形结构图，能够浏览所画面中的所有图形对象，组态信息。具有的查找替换功能，可以替换整个图画以及画面中的对象的属性、组态点信息，对于同类型物体，避免重复组态。在现场进行调试编辑与运行时，可以是互相切换进行，支持在线修改，具有画面分层功能，运行时可以根据程序很方便地更换对象的连接数据源，给调试人员带来极大的方便。

iFIX 的数据点管理是独立于画面运行的，直接反映现场信息，数据点一经设定就可以立即反映现场状态。iFIX 提供了数据管理库的输入、输出功能，可以把 TAG 信息输出到 Excel 工具中，可以在 Excel 中方便地完成繁琐的 TAG 点定义设置工作，再从 Excel 回输到数据库中来等等。完全满足工艺控制过程的要求，达到了预期设计的功能。

值得特别关注的是火电厂的辅助系统共同之处就是各个辅助系统的工艺特性不同，地理布置相距可达数千千米。对电厂辅助系统采用网络控制技术，就能实现相对的集中控制，减少值班点，提高辅机设备的自动化的监控水平，解决了以往电厂中辅助系统控制技术落后于主系统的现象；这必将是今后火电厂辅助系统控制技术发展的一个方向。

(湖南益阳发电有限责任公司 潘晓力)

案例二：

Proficy 在日照发电厂辅网监控系统中的应用

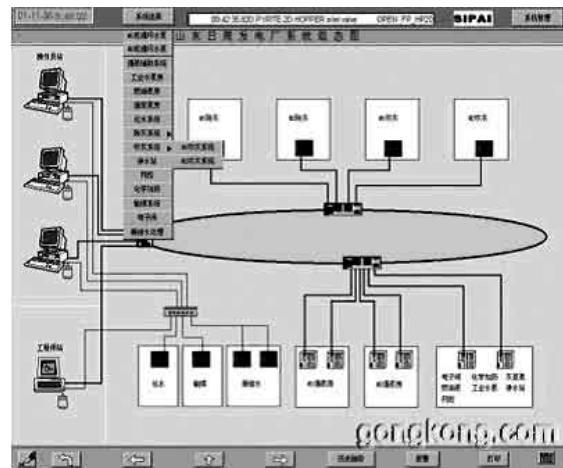
日照电厂 2X350MW 机组主厂房内的设备利用融资从国外购买，锅炉由西班牙 FOSTER-WHEELER 供货，汽轮机、发电机和变压器由 SIEMENS 供货，主设备的控制系统采用了最新生产的具有九十年代最先进技术的分散控制系统。但是外围设备的控制系统如：化水、凝水、渣浆泵、燃油泵、循泵、工业水泵、消防水泵除灰、吹灰、输煤等还是分散就地控制，采用的控制二次设备等大部分是就地手操、远操和组合仪表等常规监控装置，造成主设备控制手段先进，辅助设备的控制手段落后，停留在80年代常规控制仪表的水平。致使机组主值班人员每台机组5人左右，而外围设备值班人员大约在 15人左右。为此，日照电厂对外围控制系统进行了集中监控改造，把原来未纳入集控室控制的设备纳入集控运行，提高电厂自动化水平，达到减人增效的目的。

整个辅网集中监控系统 (BOP) 网络配备 2 台服务器、5 台上位机、1 台 Switch Hub (交换机)。2 台服务器通过光纤环网将有关生产过程信息采集上来并进行处理、分析和监视；5 台上位机再通过以太网从 2 台服务器将有关生产过程信息采集上来并进行处理、分析和监视；反过来，服务器又可控制、干预每个系统的运行情况，上位机可通过服务器实现控制、干预每个系统的运行情况，从而整个外围集中监控系统可实现对每个外围系统的远方监控，极大提高了设备在线管理的水平。

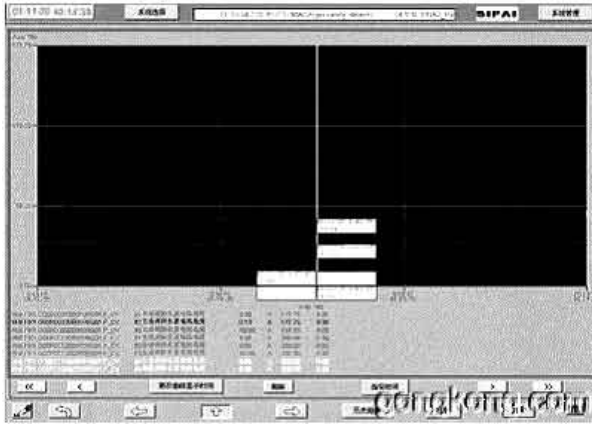
为使本系统具有最大的兼容性，系统软件平台采用 GE Fanuc 公司的 Proficy iFIX 作为首选方案。

软件设计实现以了下功能：

- 兼容多个厂家的不同型号的 PLC。本系统共接入三个厂家的 PLC，分别为：GE90-30、MODECOM、SIEMENS。同时喜同 2 实现了新老系统之间的数据共享。
- 监视画面符合主设备控制系统人机界面的设计风格，按照分级浏览、逐级细化的原则设计画面，采用弹出式窗口、下拉式菜单等多种广为流行的设计手段实现画面的切换和显示，单个画面的工艺流程、信息显示 (包括运行参数、状态、故障情况等) 和各种曲线；且布局要合理、生动，色调柔和。



- 事故追忆系统包括所有进入控制系统或系统输出的开关量和模拟量 (如运行参数、输出指令、状态反馈等) 以及控制系统本身发生的事件 (如卡件或通讯故障等), 所有 I/O 点均可以曲线的形式显示, 为实现系统运行在线分析、诊断提供丰富的数据资源。



- iFix 的“即插即解决”功能完全的联接了使用 ECHO DMS 软件编写的 ORACLE 8.0 关系型历史数据库; 由于它运用了 Microsoft 的系列工业标准, 支持 COM/DCOM、ActiveX 控件、OPC、VBA、Windows NT/2000 和 Internet, 因此具有不可比拟的开放性, 为系统未来的升级做好了铺垫。

日照电厂外围控制系统集中监控改造已完成并投入运行, 是第一家实现外围系统集中监控的电厂。各外围系统就地控制室撤消, 由集控室对所有外围系统生产全过程进行监视和控制, 减少了外围系统运行人员, 减轻了运行人员劳动强度, 实现了企业减人增效, 提高了企业管理和自动化水平。实践证明, 日照电厂外围控制系统集中监控改造是成功的, 为热控系统进一步改造, 提高电力生产自动化水平起到很好的典范作用。

(山东日照发电厂 燕同升 王政)

- 报警功能准确及时的反映现场设备及系统所发出的各种警告, 并根据类别实现分类显示, 对不同级别的报警分别以不同的颜色显示, 并且可以分系统显示报警列表。

Task	Name	Description	Time In	Time Left	Value
11	0000000000000000	汽机轴温报警	10:00:58	10:00:58	OPEN
12	0000000000000000	汽机轴温报警	10:00:58	10:00:58	OPEN
13	0000000000000000	汽机轴温报警	10:00:58	10:00:58	OPEN
14	0000000000000000	汽机轴温报警	10:00:58	10:00:58	OPEN
15	0000000000000000	汽机轴温报警	10:00:58	10:00:58	OPEN
16	0000000000000000	汽机轴温报警	10:00:58	10:00:58	OPEN
17	0000000000000000	汽机轴温报警	10:00:58	10:00:58	OPEN
18	0000000000000000	汽机轴温报警	10:00:58	10:00:58	OPEN
19	0000000000000000	汽机轴温报警	10:00:58	10:00:58	OPEN
20	0000000000000000	汽机轴温报警	10:00:58	10:00:58	OPEN
21	0000000000000000	汽机轴温报警	10:00:58	10:00:58	OPEN
22	0000000000000000	汽机轴温报警	10:00:58	10:00:58	OPEN
23	0000000000000000	汽机轴温报警	10:00:58	10:00:58	OPEN
24	0000000000000000	汽机轴温报警	10:00:58	10:00:58	OPEN
25	0000000000000000	汽机轴温报警	10:00:58	10:00:58	OPEN
26	0000000000000000	汽机轴温报警	10:00:58	10:00:58	OPEN
27	0000000000000000	汽机轴温报警	10:00:58	10:00:58	OPEN
28	0000000000000000	汽机轴温报警	10:00:58	10:00:58	OPEN
29	0000000000000000	汽机轴温报警	10:00:58	10:00:58	OPEN
30	0000000000000000	汽机轴温报警	10:00:58	10:00:58	OPEN

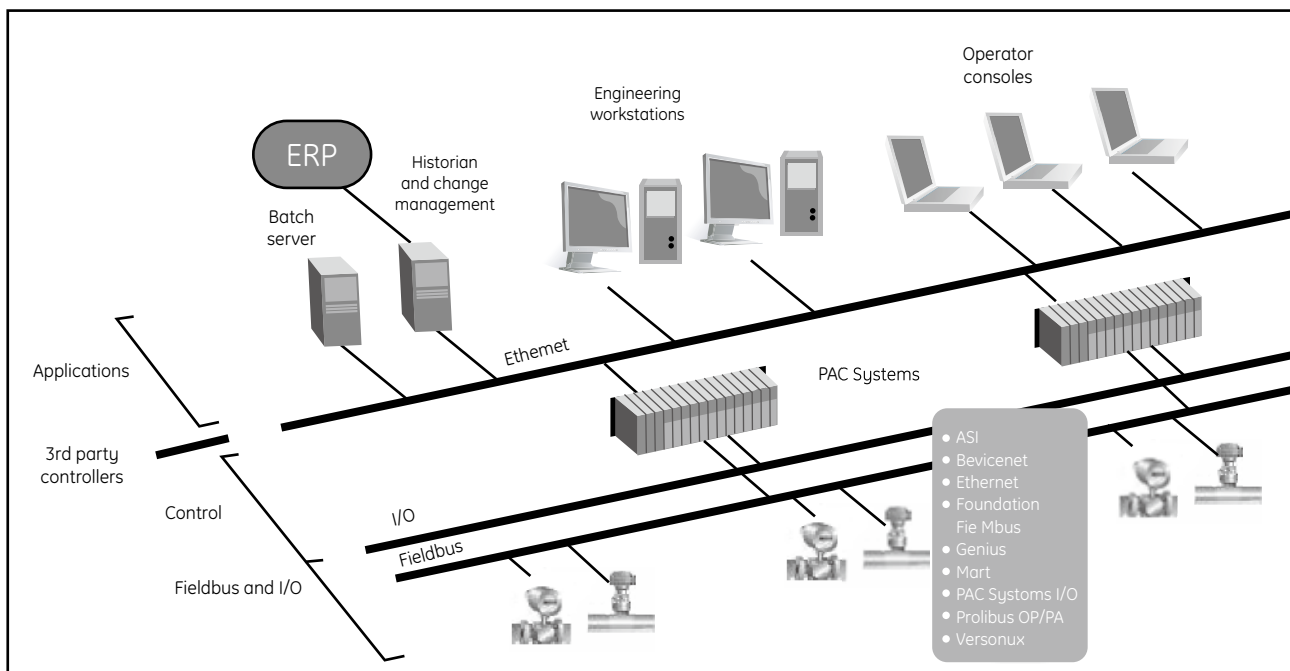
- 电厂工作性质决定了对安全性要求极高, 为实现 24 小时不间断监控, 本系统采用了 SCADA 服务器双机热备和 LAN 冗余结构, 在主服务器产生故障或数据连接失败的情况下, Proficy iFIX 自动从故障服务器自动切换至备用服务器, 接管主服务器的所有功能, 并保持与 View 节点通讯。LAN 冗余则允许在 View 节点和 SCADA 节点之间有链条物理网络连接, 对相同的数据源提供两条网络路径, 当其中一条线路中断时, iFIX 会自动切换到另一网络路径。
- Proficy iFIX 强大的脚本编译功能, 轻松实现了与办公自动化系统 (MIS) 之间的数据传送, 实现远程动态监视生产数据。

GE Fanuc的 新一代混合和过程控制系统——PPS系统

Proficy Process Systems 是 GE Fanuc 专为填补传统 DCS 系统和基于 PLC/HMI 的系统之间长期存在的空白而特别设计的。这一新技术的推出解决了传统系统存在的问题和局限性，并提供了一种解决方案，帮助处于混合和连续过程空间的客户改善运行效率，提高整体业绩并降低总体成本。

Proficy Process Systems 为全面融合系统提供了一个通用的全域命名空间。对用户来说意味着简化的配置和维护。系统中的标签经过一次定义后即可在整个系统中引用和使用，无需配置控制器和屏幕中的标签。Process Systems 的全域命名空间功能可以节省 30% 的系统配置时间。

Proficy Process Systems 还具备强大的控制功能，可处理最艰巨的控制应用。包括增强调整控制的 30 个块在内的一套完整的 140 多个功能块，可满足最常见的控制需求。除了一套标准的功能块外，Proficy Process Systems 还提供用户定义的功能块，可让您自由灵活地准确定义所需的控制算法。对任何控制系统来说，与设备和仪表的连接是必不可少的。Proficy Process Systems 通过包括基金会现场总线、ASI、Profibus DP 和 PA 以及 HART 在内的集成现场总线网络，实现以上功能。Proficy Process Systems 可以结合 Proficy 产品家族中的其它产品轻松实现扩展，增加其它功能。Process Systems 与 Proficy Batch 紧密融合，实现了卓越控制和批次的一致性。Process Systems 的阶段逻辑针对应用提供了所有供应配料的严格差异，例如预称重（食品）和称重及分配（生命科学）。



Proficy Process Systems 包括 Proficy Historian, 外加 Proficy Portal 产品, 提供工厂绩效监控解决方案, 缩短调整控制回路的时间。Proficy Process Systems 针对控制系统工程师的需求提供了一套综合工具, 用于过程自动化系统的设计、执行、文件编制和维护。Proficy Process Systems 基于传统的 HMI/PLC 解决方案价格结构、开放性和灵活性, 使用了与 DCS 分布式控制系统密切相关的批次和连续控制策略及功效。

Proficy Process Systems 可以让您通过使用一个功能全面的系统, 自由扩展、修改并改善过程, 全悉掌握整个过程, 不必忍受既定或传统方式或程序。

Proficy Process Systems 能够在坚持自身特点的同时为您带来不一样的价值。当与我们的 Proficy 软件解决方案结合使用时, 它可以向您提供其他任何单一厂商无法提供的功能。

Proficy Process Systems 与 Proficy Plant Applications 结合构成的全面解决方案可以让您真正获得您的 ERP 厂商承诺但从未实现的最佳运行表现。

Proficy Process Systems 为连续过程行业提供所需的调整控制, 例如电力和能源行业对工厂应用平衡的处理。

Proficy Process Systems 是一个面向连续和混合控制应用的综合过程自动化解决方案。在系统规模和功能性方面, 该解决方案的架构都具有高扩展性, 帮助您经济有效地实施各种应用。工程工作站提供了一个可集中项目或工程的集成开发环境, 其中包括:

- 控制策略、报警和 I/O 配置
- 过程图形开发
- Historian 配置
- Change Management
- 项目文档管理

操作员控制台为过程操作和信息读取提供了一个用户友好型环境。除了为过程监控和控制提供了先进的图形组件外, 操作员控制台还包括报警监控和管理工具, 进行过程和系统诊断并发现和解决问题。

Proficy Historian 可使您有效管理海量的过程数据并将其转化为有用的信息, 从而根据这些信息做出实时决策。企业连接器可使您轻松连接工厂的 ERP 层, 传输诸如进度表、配方和物料等信息。针对批次生产过程, Proficy Batch Execution System 可以作为一个选项添加入 Proficy Process Systems。Proficy Batch 的开发基于 S88.01 标准, 为设计和实施经济有效的批次控制解决方案提供了一套全面易用的工具。

