

天津翔悦

天津翔悦密封材料有限公司



弗莱希波·泰格
金属波纹管有限公司



温州环球阀门制造有限公司



北新集团建材股份有限公司

发电厂电气自动化系统的应用

发电厂电气自动化系统的应用

贵州电力设计研究院（550002） 席英莉 张吴阳

摘要：随着3C技术（电子计算机Computer、控制Control、通信Communication）的发展，对发电厂电气自动化起到了前所未有的推动作用。本文通过工程实例，论述现场总线、工业以太网控制系统在火电厂电气自动化上的应用。在技术、经济方面的优越性、目前面临的问题和发展趋势设想。

关键词：发电厂电气自动化系统 现场总线FCS 分散控制系统DCS

0 问题的提出

贵州盘县电厂（2×200MW）二期扩建工程是我院第一个电气进入DCS系统工程（1998年），采用当时流行的硬接点方式，即电气的模拟量（AI）、电度量（PI）信号、开关量（DI）、控制命令（DO）进入DCS系统中的相应d模块。I/O点数量为：AI（165）、PI（19）、DI（726）、DO（151），其中两机公用为192点，因该工程为扩建工程，大部分公用设施已在一期工程中考考虑，所剩的公用部分点较少，故该两台机公用部分的I/O点分别采集至两台机组的DCS系统。这样的设置，仅DCS系统增加投资180多万元，电缆增加约120公里（DCS机柜均放置在热控电子设备间），再加上安装调试费用（未计及6kV开关柜上综合保护装置及变送器费用）较常规控制增加费用400多万元，且对保护、励磁、快切等微机设备只能反映动作量（采集进DCS系统的DI点），不能反应动作过程，不便于事故追忆、分析等，仅起到控制屏操作改为CRT键盘操作，光字牌信号改为相应的信号画面，电气自动化水平没有根本的提高。

在变电站综合自动化技术日趋成熟、机炉DCS系统普遍应用的今天，对发电厂电气自动化方式如何考虑？我们认为：DCS系统的关键是通信。DCS系统是以能处理多少I/O信息为基点的。为保证通信的完整、系统安全，大部分DCS厂家都采用冗余数据公路，复杂的通信规约和检错技术。而现场总线FCS的核心是充分利用数字智能现场装置的通信功能，以现场总线取代大量的控制电缆，可以从现场得到更多的信息，只要遵循选定总线的总线协议，产品之间是开放的，并具有互操作性。为此，我们与南京东大金智有限公司、北京四方继保自动化有限公司就变电站综合自动化技术和微机保护测控装置如何应用于发电厂的厂用电系统，结合电厂厂用电系统涉及面广、数据量大、动力机械多，实时性要求强等特点等多次进行方案研讨。

1 纳雍发电厂电气系统实施方案

2001年，在贵州纳雍发电厂（4×300MW）工程率先提出并实施“厂用电综合保护及监控系统”（其间得到电力规划设计总院的大力支持和指导）其方案简述如下：

采用分层分布式的系统结构。#1、2机组组成一套监控系统，#3、4机组组成另一套监控系统。采用南京东大金智电气自动化有限公司生产的DCAP-4000发电厂电气监控管理系统。控制对象为：

(1) 厂用6kV所有真空断路器、真空接触器；

(2) 厂用380V电源进线、分段空气断路器；

(3) 重要的厂用380V PC至380V MCC空气断路器；

(4) 成组设备的顺序控制：如倒母线等。

监控系统测量量为：电流、电压、有功功率、无功功率、频率、功率因数、有功电能、无功电能和温度量等。

监控系统信号量为：断路器、隔离开关以及接地开关的位置信号、FC回路熔断器动作信号、继电保护装置和安全自动装置动作及报警信号、运行监视信号、变压器有载调压分接头位置等。

6kV保护测控装置、400V测控装置及相应子网的通信设备均下放到开关柜上安装。

系统分为三层：上位机系统层、通讯管理层、现场保护测控单元层。（见图1）。

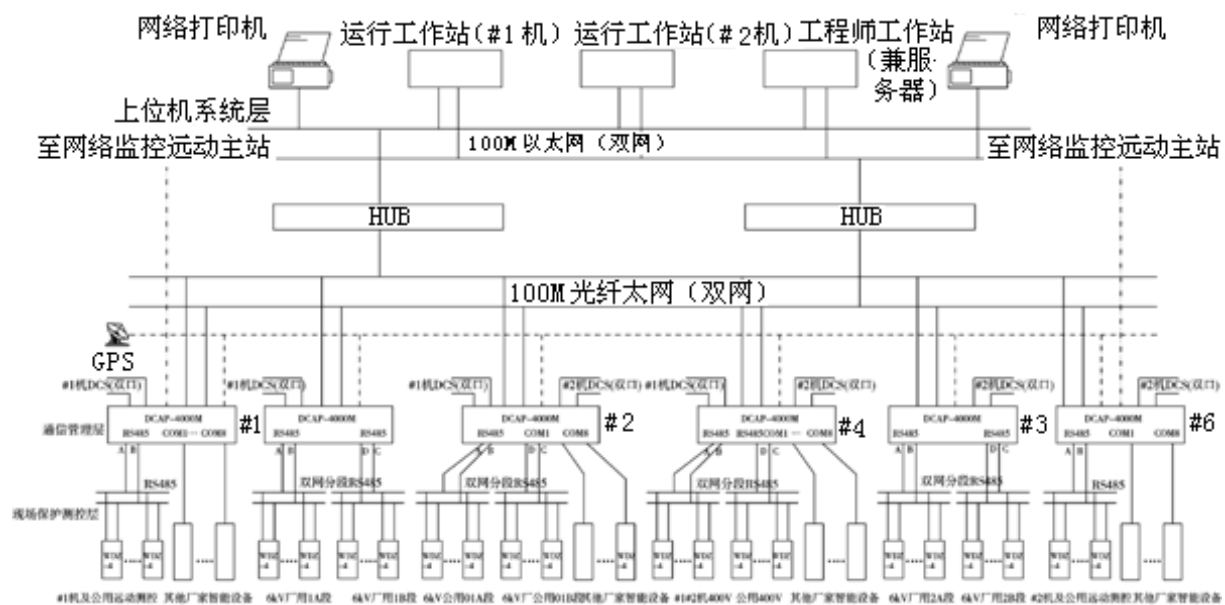


图1 纳雍发电厂#1, #2, 机厂用电综合保护及监控系统结构图

1.1 上位机系统层

DCAP-4000发电厂电气监控管理系统采用Client/Server体系结构，由、运行工作站（操作员站）、维护工程师站 / 数据库服务器、打印机及网络设备组成。操作系统采用Windows NT Server 和Windows NT Workstation，完成对全厂所有电气系统的模拟量、交流量、开关量、脉冲量、数码量、温度量，保护信息等的数据采集、计算、判别、报警、保护，事件顺序记录（SOE），报表统计，曲线分析，人机接口，根据需要向现场保护测控单元层发布命令实现对电气设备的控制和调节（其控制功能的设置是在不增加任何设备的基础上，充分利用网络资源，用于DCS系统尚未调试完成时厂用带电、DCS系统运行中死机时的备份）。

系统采用100M光纤以太网（双网）体系结构，双网同时运行，无缝切换，各节点功能相对独立。上位机系统通过该网络联接通讯管理层。

1.2 通信管理层

本着危险分散、面向对象的配置原则，每套监控系统配置六台DCAP-4000M通信管理主控单元（以下简称主控单元）。其中五台主控单元通过现场总线（双高速RS485网络）分别与两台机组、机组6kV段、公用6kV段综合保护测控装置联网，同时为两台机组的400V测控设置一台主控单元。六台主控单元与上位机系统通过100M光纤以太网（双网）连接。

每台保护测控单元可以向上传输的数据有：三相电压、三（两）相电流、 I_0 、 $3U_0$ 、P、Q、f、 $\cos\Phi$ 、有功电度、无功电度、DI等，主控单元与现场测控单元的通讯传输速率达115.2Kbps，系统响应时间应满足：当主控单元连接32个保护测控单元时，扫查一周时间 $\leq 0.3S$ ；当主控单元连接64个保护测控单元时，扫查一周时间 $\leq 0.5S$ 。现场实测，连接最多保护测控装置（43个装置）的一个主控单元，扫查一周时间 $\leq 0.5S$ 。

每台主控单元分别接入DCS系统（双口冗余），其接口和通讯协议可以支持DCS系统MODBUS等通讯规约。

另外，每台主控单元可提供8个RS485/232/422串行接口接入其他厂家的智能设备，包括GPS，通过规约转换，方便地接入100M光纤以太网（双网）。对于保护测控装置及其他厂家的智能设备的接入原则：#1、2机组6kV的主控单元分别接入厂用1A、1B段；2A、2B段保护测控装置并同时接入本机组的直流、UPS、厂用电快切装置等其他厂家的智能设备；6kV公用段的主控单元接入6kV公用01A、01B段保护测控装置并同时接入#1、2机组公用的高备变保护等公用的其他厂家的智能设备；#1、2机及公用400V的主控单元接入400V测控装置；#1、2机组的主控单元分别接入#1、2机组的发变组及高厂变保护、微机励磁、发变组录波、柴油发电机等其他的智能设备，并将机组信息上传至500kV网络监控的远动主站。确保系统的分布界面清晰，便于运行、维护、管理。

1.3 现场保护测控层

现场保护测控层包括6kV厂用电系统的综合保护测控装置、400V系统的测控装置；各段连接的装置数量、通信量（见表1）。发变组及高厂变保护、微机励磁调节器等各种智能设备，通过现场总线与主控单元相连。

表1 纳雍发电厂#1,2机组现场保护测控装置、通信量统计表

	6kV1A, 1B	6kV2A, 2B	6kV01A, 01B	380V测控	#1机组	#2机组
装置数	43台	43台	40台	39台	3台	3台
模拟量	90	90	80	100	30	30
电度量	43	43	40	---	---	---
开关量	344	344	320	234	240	240
字节数	400	400	360	230	90	90

注：1个模拟量2个字节，1个电度量4个字节，8个开关量1个字节。

对于6kV厂用电系统的综合保护测控装置，400V系统的测控装置，系统采用高速RS485作为通讯现场总线网络。为提高网络的可靠性，采用双网联接方式。双网同时运行，无缝切换。当其中一网故障时，系统单网运行，并报警检修，保证系统运行的不间断。

以厂用电综合保护及监控系统为龙头，对发变组保护，微机励磁调节器，厂用电快切装置切等其它智能设备，做好通信协议转换工作。根据这些设备的具体情况，以多种接口，多种协议分别接入主控单元，确保联接方案灵活，可靠，迅速。在设计联络会上，对所涉及的通信口作了逐一配合（见表2）。

表2 纳雍发电厂厂用电综合保护及监控系统通信配合一览表

设备	通信接口	通信速率	通信协议	通信介质	生产厂家
DCS系统	RS485	19.2kbps	modbus	光纤	FOXBOR
网络监控系统	RS485	9.6kbps	部颁pollint	屏蔽双绞线	南瑞科技
自动励磁调节器	RS485	9.6kbps	DBJ	屏蔽双绞线	哈尔滨电机厂
发变组高厂变及	RS485	38.4kbps	IEC870-5-103	屏蔽双绞线	南瑞继保

起备变保护

厂用电源快速切换装置	RS485	9.6kbps	modbus	屏蔽双绞线	镇江华东电力设备厂
柴油发电机	RS485	9.6kbps	modbus	屏蔽双绞线	江苏泰州华德锋公司
机组直流系统	RS485	9.6kbps	modbus	屏蔽双绞线	深圳尤尼菲斯公司

注：1. 对信息量大的发变组录波，装设共用的交换机，直接与站控层以太网通信。

2. 对发变组录波、自动准同期装置、UPS的故障报警信息以硬接点方式接入机组分散测控装置。

考虑到厂用电综合保护及监控系统首次采用，按业主要求，与热工专业协调，本工程仍保留部分硬接线：发变组的模拟量（AI）；控制对象的分、合闸位置（DI）；控制对象的分、合闸指令（DO）。以电气量接入最多的#1机DCS系统为例（见表3）。

表3 纳雍发电厂#1机组电气至#1机组DCS系统硬接点统计

类型	模拟量（AI）	开关量（DI, DO）
#1机组部分	35	161
#1, #2机组公用部分		72
#1~#4机组公用部分		124
总计	35	367

本工程采用了现场总线方式，充分利用了智能前端设备的通信功能，实现了设备的物理分散。最大限度的节省控制电缆及安装费用。对于单台300MW机组，节省控制电缆约80~100km。其扩展功能：可实现防误、事故追忆、继电保护和故障信息管理、录波分析等高级应用功能（此功能是I/O硬接线方式不能完成的）。

该系统在国内属首创，通过设计回访，充分征求运行单位意见，从2002年投运至今运行情况良好，人机界面友好，采用现场总线方式，解决DCS系统封闭、通信规约不开放、按“点”收费、增加量需增加卡件、控制电缆等造成投资大、且不能充分采集电气智能前端的信息服务电气事故分析等问题。

由于当时对该系统没有可参照的先例，#1, 2机组DCS系统未能按设计要求，每台机提供4对专用DPU作为与厂用电综合保护监控系统通信用。仅用一台普通的工控机与厂用电综合保护监控系统的4个主控单元（8个冗余通信口）相接；带来一些问题：

1. DCS方采用的是普通工控机与专用DPU在数据处理的级别上有较大的差异，数据处理速度慢，向主控单元询检数据周期长；通讯模式采用的是一对多的方式，而不是一对一方式。即工控机的一个普通串行通讯口与#1（#2）机组4个主控单元进行通讯，这样完成整个扫描只能通过轮换查询，按每个主控单元查询命令帧数（主控单元单帧数据的响应时间为0.2s）为4帧计，采用普通工控机的一对多轮询方式，完成一个周期扫描，共要查询16帧数据。不能满足设计要求的系统扫描周期 < 2秒及冗余配置、危险分散。

2. DCS方通讯速率低。设计联络会要求为19200 bps，实为9600bps，主控单元能支持较高的通讯速率38400bps未能匹配。

3. 其数据流向为厂用电综合保护监控系统的4个主控单元经一台普通的工控机后接至DCS系统的上位机层

的工程师站（且无优先级）进行数据处理后传至DCS系统的数据总线供所有的CP及站使用。

这样一来，在DCS方出现了瓶颈现象。面对电气每台机可上传信息5000余点（含动作过程、自检等）信息，显然是力不从心。采取措施修改厂家方案：

1. 筛选与运行无关紧要的点（保留在电气工程师站，便于电气人员事故追忆、分析等），减少为2200点。使每个主控单元询价命令帧数减少。

2. DCS厂家增加一台内含CP的工程师站专用于电气通信控制，增加通信卡件，满足电气的冗余配置，并完善通信软件，提高通信速率。

使系统扫描周期 < 2秒, 满足要求。

针对#1, 2机出现的问题，对#3, 4机DCS系统（上海新华公司）通信作了优化：

1. DCS方采用专用DPU，DCS方为每台机组配备了2台专用DPU（各4个串行口分别与4个主控单元进行主备方式通讯，且其现场主干网采用10M工业网，带宽性能好，询帧处理速度快；与

文章作者： 席英莉

发表时间： 2006-01-16 00:00:00

[\[关闭窗口\]](#) [\[打印文章\]](#) [\[回到顶端\]](#)