

# 浅析大桥水库水力发电厂 通讯网络现状及未来发展方向

苏 亚

(凉山州大桥水电开发总公司,四川 西昌 615000)

**摘 要:**介绍了大桥水库水力发电厂计算机监控网络目前的状况及存在的问题,对未来计算机监控网络的建设及远控中心网络建设做初步的规划。

**关键词:**水利发电厂;监控系统网络;远控中心网络

**Abstract:** The current situation and existing problems of computer monitoring network in hydroelectric power plant of Daqiao Reservoir are introduced, and the preliminary planning for the network construction of future computer monitoring and remote control center is carried out.

**Key words:** hydroelectric generation plant; monitoring system network; remote control center network

中图分类号: TM622 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2016)02-0091-04

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2016.02.022

大桥水库水力发电厂位于四川省凉山州冕宁县境内,是安宁河流域开发的龙头电厂,电厂为引水式电厂。电厂最大水头 189 m,设计水头 156 m,最小水头 130 m。安装 4 台立轴混流式水轮发电机组,单机容量 25 MW 共 100 MW。电厂始建于 1993 年 11 月,于 2000 年 6 月投产。大桥水库水力发电厂水库具有年调节性能,是四川电网枯季主力电厂之一。

## 1 大桥电厂计算机网络基本情况

### 1.1 电厂计算机监控系统网络情况

受制于当时的技术与价格等因素,大桥电厂厂内计算机监控系统网络为单星型网络,该结构一般只设置一个独立的网络来连接上位机各节点和现地各控制单元。这种结构的优点是网络设备使用少、结构简单、造价低;但同样也有不少缺点,如过度依赖单一网络,中心节点工作负担过重,单一网络或任一中心节点故障后整个计算机监控系统便趋于瘫痪。

大桥电厂计算机监控系统网络层次分厂站级和现地级:厂站级网络,由 100 Mbps 的工业以太网交换机、2 台上位机操作员站、2 台后台服务器及 2 台通讯机组成,负责全厂设备的监视、控制指令的下达和管理;现地级网络,由开关站 LCU、公用 LCU 和 4 台机组 LCU 组成,负责上位机下达指令的执行,负责机组数据采集及上送,以及和其他设备的管理工

作如励磁系统、调速系统的调节控制和辅助设备监视工作。

### 1.2 省调通信的情况

大桥电厂目前采用光纤网络和省调通讯,通过租用电信的 2 M 带宽,经冕宁及西昌的电信通讯站进行转接,接入西昌电业局通讯网络,从而进入四川省电力系统专用数据网。

## 2 大桥电厂网络系统目前存在的问题

### 2.1 电厂计算机监控系统网络存在的问题

由于大桥电厂使用单星型网络结构,中间节点交换机工作任务重以及设备老化等原因,光纤与交换机之间采用了以太网转换器增加了中间环节,降低了网络可靠性。运行中多次出现上位机操作员站对机组发出指令后,下位机 LCU 不执行或延迟执行的情况。依据国网四川省电力公司规定,国网四川省调度控制中心下发电厂负荷曲线调整指令后,电厂必须在 1 分钟以内完成负荷调整,电厂运行人员必须在规定时间内完成相关操作。运行人员曾经在上位机下达负荷调整指令后,机组负荷并未按照相应指令进行调整,但计算机监控系统简报窗口提示指令已经下发,多次操作无效后,紧急状况下,运行人员只能快速赶到厂房,在现地对机组 LCU 进行负荷调整操作,抢在规定的时间内完成负荷曲线调整。

四川大桥水电站计算机监控系统结构图

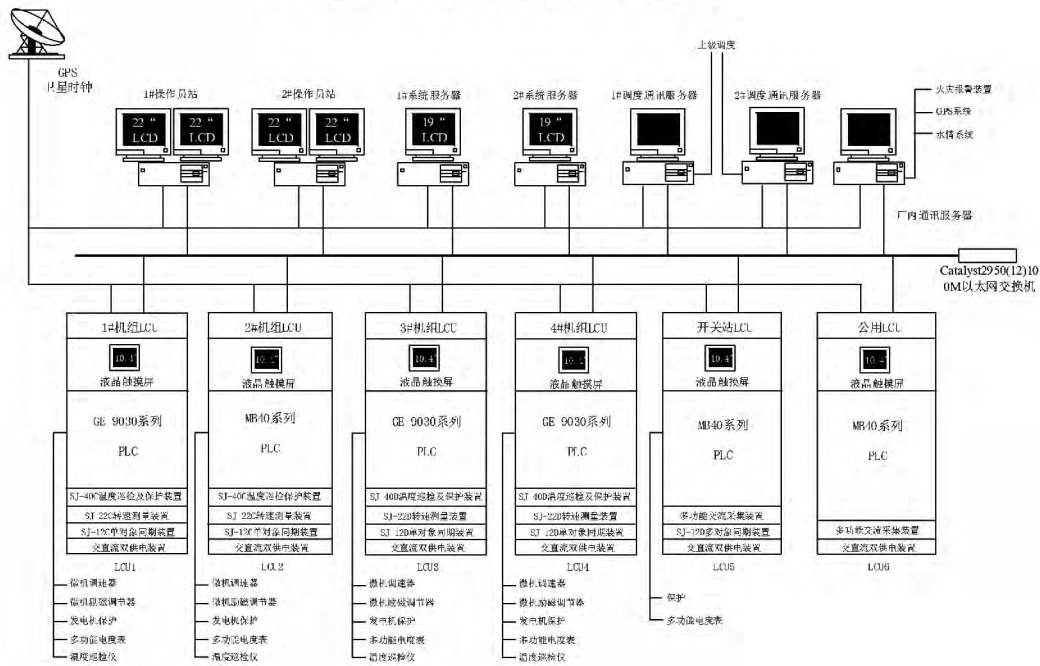


图 1 单星型网络结构图

面对此故障,采用从上位机系统“PING”下位机系统查看网络延迟及数据接收状况发现上下位机网络丢包率高达 13% 造成指令的延迟执行,对机组的安全运行影响非常大,电厂的经济效益也受到很大的影响。

### 2.2 省调通信存在问题

大桥电厂外部网络通信目前采用租用电信带宽的方式,日常使用中可靠性差。由于冕宁电信通讯机房远离县城,机房电源处于农村电网中,农村电网供电可靠性差,经常发生线路故障造成机房停电,且停电时间长,一般为 1~2 天。停电后机房蓄电池组只能保证 3 h 供电时间,因此大桥电厂对外通讯网络经常会出现 1~2 天的中断时间,电厂的实时数据不能上送,国网四川省调度控制中心的各类调令不能接受,严重影响到电厂的安全运行。按照国网四川省电力公司要求,电厂数据网络中断时间不能超过 4 h,超过 4 h 将按 20 000 kW·h 发电量进行处罚。据统计,近 3 年来由光纤线路故障造成通讯中断的情况就有十几起,且中断时间都不低于 4 h,累计处罚电量超过 200 000 kW·h,对电厂的经济效益造成了巨大损失。

## 3 大桥电厂网络及远控中心网络建设方案

### 3.1 大桥电厂站内计算机监控网络改造方案

拟建中的大桥电厂远控中心监控系统通过远控中心通讯服务器与大桥电厂远控中心通讯服务器连接,监视和控制大桥水库水力发电厂的运行设备。为满足远控中心功能要求大桥电厂站内计算机监控系统网络也将做相应的升级建设。计算机监控系统网络建设需结合计算机监控系统配置和设备选型应符合计算机发展迅速的特点,充分利用计算机领域的先进技术,系统达到当前的国际先进水平,建设完成后解决目前计算机监控网络存在的问题,确保电厂的安全稳定运行。

为达到系统升级目的,首先大桥电厂站内监控系统网络结构将由单星型网络改为双星型网络。改造后的监控系统网络满足网络使用的可靠性和安全性,无论监控网络中任何一节点出现故障都不会影响整个网络的运行。同时,将使用传输效率更高,传输质量更可靠的光纤交换机取代以太网转换器,减少故障环节,保障通讯质量。其次,基于现地级网络的机组 LCU 由目前的单 PLC 配置改为双 PLC 配置,即采用双机双网的 CPU 模块构成 CPU 冗余系统。2 个 CPU 模块 1 个为主机运行,1 个为从机运行,CPU 模块之间通过高速内部总线实时备份数据。主 CPU 完成梯形的执行,并且向从 CPU 实时备份数据。当主 CPU 模块出现故障时,从 CPU 能够自动升为主机运行,保证系统运行不受影响。

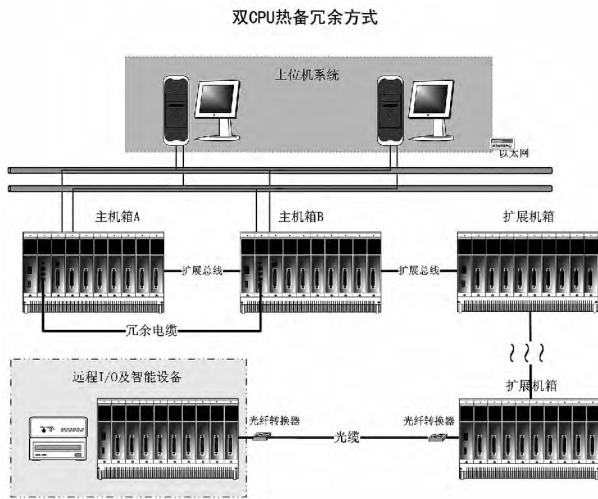


图 2 双 CPU 双星型网络结构图

### 3.2 远控中心网络系统

#### 3.2.1 网络系统结构

整个远控的监控系统网络架构由以下 3 部分组成:

1) 主干网络: 即贯穿四川凉山大桥水电厂远控中心和大桥水电厂监控系统网络的网络, 为 1 000 Mbps 的交换式双星型以太网。在该主干网上连接远控中心上位机设备和电厂监控系统的远控中心通信服务器。

2) 站级网络: 大桥电厂内部的计算机监控系统网络, 由不低于 100 Mbps 的工业以太网构成, 连接电厂内服务器兼操作员站和各个现地控制单元 LCU。

3) 现地级网络: 电厂现地控制单元设备。

为满足国网四川省电力公司要求, 远控中心网络需具备双通道专网配置, 两回专网光纤通道组成如下: 通道 1, 由大桥电厂 220 kV 线路进石棉新棉开关站, 租用新棉开关站带宽接入国网四川省电力公司系统专网; 通道 2, 从位于西昌大桥开发总公司基地内大桥电厂远控中心自建光纤线路至国网凉山供电公司, 由国网凉山供电公司接入国网四川省电力公司系统专网。同时目前正在使用的租用电信 2 M 带宽通道将作为备用通道。建设完成后大桥电厂将同时具备 3 条独立线路与国网四川省电力公司进行数据实时传输和业务下达, 彻底改变目前频繁断链的通讯状况, 对电厂运行的安全性和稳定性有极大的提升。

#### 3.2.2 远控中心设备配置

远控计算机系统由 2 台冗余的历史数据服务器 (含磁盘阵列)、2 台主机兼操作员工作站、1 台工程师工作站、1 套 ON - CALL 系统工作站、2 台系统通讯服务器、2 台远控中心通讯服务器、2 台 1 000 M 工业级交换机、2 套 IEC 870 - 5 - 101 规约通信设备、1 套入侵检测系统 (含入侵检测探头及管理计算机)、1 套时钟同步系统 (主备式, GPS + 北斗卫星)、1 套 UPS (2 × 40 kVA, 并联冗余)、2 台 A3 激光打印机等组成。

远控中心控制网络采用 100 M/1 000 Mbps 工业级以太网, 通过双星型方式连接远控中心上位机设备。控制区网络采用带有 3 层交换功能的 100 M/1 000 Mbps 工业级骨干交换机, 接入贯穿大桥电厂和远控中心的光纤主干网中。

所有需要与外部系统进行交换的数据, 均放置在数据交换服务器的数据库中, 以避免对实时性和安全性要求程度高的计算机监控系统的非法入侵和干扰。网络应用层协议采用国际上通用的、使用范围较广的开放标准, 例如 IEC 61850、IEC 60870 - 5 - 104、Modbus TCP、Ethernet IP、OPC 等。

远控中心计算机系统通过以下方式与电厂通信:

- 1) 主通道: 带宽 155 Mbps 光纤通道, 信息传输采用 RJ45 以太网接口;
- 2) 备用通道: 带宽 155 Mbps 光纤通道, 信息传输采用 RJ45 以太网接口;
- 3) 应急通道: 带宽 2 Mbps 电信光纤通道, 信息传输采用 RJ45 以太网接口。

远控中心计算机监控系统至大桥电厂主备通道的通信接口规约均采用 IEC 60870 - 5 - 104 规约, 应急通道的通信接口规约采用 IEC 60870 - 5 - 104 规约。通道切换应按照如下的切换原则实现切换: 正常情况下主通道运行, 主通道故障时自动切换到备用通道运行; 在主/备用通道正常运行时, 应监听应急通道的状态, 当主/备用通道均故障时自动切换到应急通道运行; 在备用通道运行时如监测到主通道正常, 可自动切换到主通道运行; 在应急通道运行时如监测到主/备用通道正常, 可自动切换到主/备用通道 (主通道优先)。

## 4 整个监控网络系统特点

- 1) 开放。监控系统应完全符合国际标准定义

的开放式环境,如采用 Unix、Windows 等操作系统,其中通信网关机应采用 Unix、Linux 操作系统,编程采用 C 语言等高级语言,应用程序的开发界面采用功能图语言。

2) 分布。功能和数据库分布在系统各节点上。使本监控系统具有更高的效率、更高的可靠度及更好的可扩展性。

3) 高度可靠、冗余。本系统采用冗余全光纤的 1 000 Mbps 交换式快速以太网、冗余系统服务器和冗余电源系统等。

### 5 结 语

整个监控网络系统的建成将有助于大桥电厂的稳定运行,彻底解决大桥电厂目前运行中存在的电

(上接第 83 页)

在故障发生后,PCC 点母线电压有所降低,随着故障线路的切除,母线电压能够快速恢复至故障前水平,系统保持稳定。由于风机保护动作风电场被切除,此时风电场有功出力与无功出力均为 0。

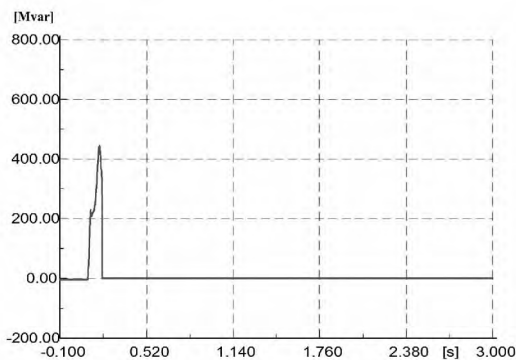


图 12 永磁同步直驱风机接入风电场无功出力变化

### 3 结 论

基于定子通流及转子通流试验的原理及方法,选取 Dig SILENT 仿真平台,建立了含有风电场的电网仿真计算模型。分别考虑接入双馈风力发电机组和永磁同步风力发电机组,进行了  $N-1$  故障仿真。从双馈风力发电机组与永磁同步直驱风力发电机组的仿真分析对比结果可发现,双馈风力发电机组在 A 市内发生故障时保护均未动作,能够较好地为电网暂态稳定提供支撑;而永磁同步直驱风机保护

厂监控系统网络脆弱、对外通讯不稳定等一系列问题。电厂侧更新后的双星型计算机监控系统网络和双 CPU 的 PLC 冗余系统当系统发生故障时,冗余配置的部件及时介入并承担故障部件的工作,从而达到电源的无干扰切换、网络的无干扰配置等积极效果,有效地缩减了系统的故障时间,达到了保证系统正常运行的目的。远控中心计算机监控系统按照上述标准配置建设完成后将能够实时、准确、有效地完成所有被控对象的安全监视和控制任务,并最终实现“无人值班”(少人值守)的运行方式,从而大大提高电厂的经济效益。

作者简介:

苏 亚(1985),从事电厂计算机监控系统维护工作。

(收稿日期:2015-11-11)

动作切机,相比之下,在 A 市的网架结构下,双馈风力发电机组的稳定性要好于永磁同步直驱风力发电机组;因此综合考虑,宜采用双馈风力发电机组接入系统,这对今后的风电场入网暂态稳定研究及其他同类型风电机组的通流试验研究具有一定实际意义。

### 参考文献

[1] 卢锦玲,石少通,徐超,等. 含大型风电场系统暂态电压稳定性分析[J]. 华北电力大学学报(自然科学版),2014,41(1):45-52.

[2] 李升,王家华. 恒速异步发电机型风电场低电压穿越能力仿真研究[J]. 大电机技术,2014(1):24-27.

[3] 吉兴全,刘贵彬,李丹,等. 一种双馈式风机并网的电能质量在线监测方法[J]. 电力系统保护与控制,2014,42(17):145-150.

[4] 王松,李庚银,周明. 双馈风力发电机组无功调节机理及无功控制策略[J]. 中国电机工程学报,2014,34(16):2714-2720.

[5] 刘波,金昊. 永磁直驱风电系统双 PWM 变换器前馈补偿控制[J]. 电力系统保护与控制,2014,42(15):52-57.

[6] 茅靖峰,吴爱华,吴国庆,等. 基于扩张状态观测的永磁直驱风力发电系统 MPPT 自适应滑模控制[J]. 电力系统保护与控制,2014,42(18):58-65.

作者简介:

杜旭浩(1986),硕士研究生、工程师,研究方向为电力系统电能质量及微网。

(收稿日期:2015-11-08)