

关于改进天津白庙变电站站控层网络结构的研究

刘雪飞

(天津市电力公司高压供电公司继电保护管理所, 天津 300250)

摘要: 变电站自动化是一项提高变电站安全、稳定和可靠运行水平, 降低运行维护成本, 提高经济效益, 向用户提供高质量电能的一项技术措施。站控层网络结构是变电站综合自动化的关键。本文分析了天津白庙变电站自动化系统中站控层网络结构存在的问题, 同时从该站的实际情况出发给出了四种改进方案, 并对这四种方案的优缺点进行了详细的分析比较。最后, 经过讨论得出了适合该变电站的最佳改进方案。

关键词: 网络结构; 站控层; 变电站综合自动化

Study on improving the network structure of station level in Baimiao transformer substation

LIU Xue-fei

(Relay Protection Management Station, High Voltage Power Supply Company, Tianjin Electric Power Corporation, Tianjin 300250, China)

Abstract: The definition of transformer substation automation is a way, which can make it work more safely, stably and reliably. It is also a technology that can reduce the cost of operation, improve the benefit of economy and supply high quality electricity to the users. The network structure of station level is a key in substation automation system. In this paper, the problems of network structure in automation system of Baimiao, Tianjin are presented. Moreover, four schemes to improve the capability of automation system are given and all of them are based on current situation in the substation. The advantages and disadvantages in the four schemes are analyzed in detail. In the end, the prime scheme is proposed according to the analysis.

Key words: network structure; station level; substation automation

中图分类号: TM764 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2008)18-0029-04

0 引言

变电站综合自动化就是通过监控系统的局域网通信, 将微机保护、微机自动装置、微机监控装置采集的模拟量、开关量、脉冲量及一些非电量信号, 经过数据处理及功能的重新组合, 按照预定的程序和要求, 对变电站实现综合性的监视和调度^[1]。因此, 综合自动化的核心是自动监控系统, 而综合自动化的纽带是监控系统的局域通信网络, 它是把微机继电保护、微机自动装置和微机远动功能综合在一起形成的具有远方功能的自动监控系统。

随着微机技术、数据通信技术、计算机局域网技术和数字信号处理技术的飞速发展, 自动化监控系统日渐成熟, 变电站实现网络控制也是电网技术发展的必然趋势。为了适应现代化电网的发展要求, 天津高压供电公司已经成功建设了一个集控中心和与之对应的 10 个无人值守的 220 kV 变电站, 由集控中心负责这些变电站的运行监视工作。自动

化监控系统一方面把全站的“四遥”量远传到集控中心和调度中心, 另一方面随时接收和执行集控中心的遥控指令。监控系统的可靠性直接影响着电力系统的安全稳定运行, 所以作为监控系统核心的网络结构尤其是无人值守变电站监控系统的网络结构尤为重要^[2]。

下面我们具体讨论天津白庙变电站的网络结构及其存在的问题和解决方案。

1 白庙变电站网络结构的现状

天津白庙变电站高压侧 220 kV 间隔 4 个, 中压侧 35 kV 间隔 33 个, 低压侧 10 kV 间隔 33 个, 220 kV 及 35 kV 一次设备均为 GIS 组合电器。

白庙变电站站控层设备采用的是烟台东方电子 DF1700 分布式变电站监控系统。10 kV 间隔的测控单元为南京自动化设备总厂的 PSL641, 测控信息由保护管理机 PSX600 汇总后以串行接口传到 1710 分处理器。35 kV 间隔的测控单元为西门子公司产品, 由多

个 1710 分处理器分别通过 RS485 总线收集。220 kV 线路及变压器测控是东方电子 DF1721、DF1722、DF1725 测控单元。

站控层网络结构如图 1 所示：

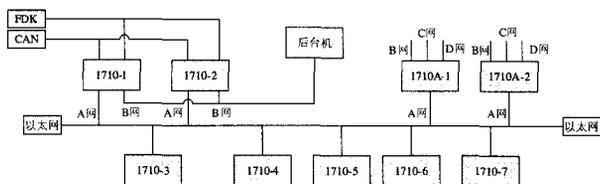


图 1 站控层网络结构现状

Fig.1 Structure of station in present level

220 kV 线路及变压器的 DF1721、DF1722、DF1725 测控单元是挂接在前置机 1710-1 及 1710-2 的 FDK 和 CAN 网络上。站内消防及直流等其他辅助信号由 1710-3 收集，10 kV 及 35 kV 信号由 1710-4、1710-5、1710-6、1710-7 收集。所有分处理器的信号通过以太网连接将信息传到前置 1710-1、1710-2 及远传装置 1710A-1、1710A-2。前置机通过串行口将 220 kV 线路及变压器测控信息发送给远传装置 1710A-1、1710A-2。远传装置将全站信息传送到集控中心及调度中心，且 1710A-1、1710A-2 为双机热备用。其中远动装置 1710A-1、1710A-2 的 A 网连接站内网络，用于获取站内全部信息；B 网将全站“四遥”信息通过数据专网远传到集控中心；C 网将站内信息远传到两级调度中心；D 网通过非数据专网通道连接集控中心。

220 kV 线路和变压器的测控单元所采用的 CAN 和 FDK 两种网络均互为备用，正常工作时双网间通信任务平均分配，某一个网络故障时，另一个网络自动将它的任务接管过来，通过软件保证信息不会丢失。模块间的通信也采用 CAN 与 FDK 双网，提高了对系统突发事件的处理能力，可以确保数据和命令传输的实时性和准确性。FDK 网是烟台东方电子公司自行开发的一种针对变电站综合自动化监控系统通信用的嵌入式网络，其特点是高速、高对时精度、高可靠和低成本。CAN 网具有强有力的检错功能以及优先权和仲裁功能，非常适合在高噪声干扰环境中及需要快速实时处理的场合下使用^[3]。将二者结合起来，以提高对系统突发事件的处理能力，保证数据通讯实时性和准确性。在运行中表现良好，所以这部分网络在改造中予以保留。

在实际运行中，变电站综合自动化系统充分发挥了技术先进、运行可靠的特点。在变电站实现保护监控系统的升级换代、提高变电站的自动化程度、实现调度自动化和自动抄表、建设无人值班变

电站和减人增效等方面发挥了积极的、至关重要的作用。然而，在实际运行中，该变电站自动化系统也出现了一些问题，有些问题已经影响到变电站整体的安全、可靠和稳定运行。

该自动化监控系统存在问题主要是前置 1710-1 及 1710-2 为东方电子旧型号产品，处理器主频 66 MHz；内存容量狭小仅为 4 M，而单前置机运动的数据参数就需要占用 1.22 M 空间，以太网层每台前置机需要建立 10 个连接，每个连接仅收发缓冲区就要占用 64 k 空间，从而导致前置机处理性能大打折扣，致使系统运行极其不稳定、可靠性差，主要表现如下：

1) 后台目前是单机运行。按照天津地区自动化监控系统设计要求，后台应该是主备双机运行互为热备用。如果再增加一台后台机，前置机需要再建立 4 个以太网连接，由于前置机处理性能不高，参数下装后，前置机将无法启动。

2) 前置 1710-1 及 1710-2 到远动 1710A-1 及 1710A-2 串口程序经常走死，无法自恢复。远动和前置通信规约为问答式，程序走死时 1710A 侧正常（一直在发查询报文，但得不到响应）；1710 侧未能解析出查询报文，所以不回答。需要将前置 1710-1 及 1710-2 重起后，才可恢复正常。

3) 信号处理速度不高，实时性差。白庙站全站遥信 2718 个，遥测 959 个，遥控 228 个。由于数据量庞大，优先级低的状态信号刷新速度非常慢。COS 和 SOE 时间差较大。违背了综合自动化系统实时监控的原则。

4) 目前白庙站为两台变压器运行，而设计最终规模是三台变压器运行。若扩建最后一台变压器，加入新主变和若干线路的“四遥”信息后，系统可能无法正常运行或者实时性更差。

2 解决方案

由于该变电站全站均处于运行中设备且一次二次设备投运年限并不太长，大规模停电改造是不可行的，为了解决上述问题，现提出改进方案如下：

方案一：

将前置机 1710-1 及 1710-2 更换成处理性能更高的 1710A 处理器。

优点：该方案思路清晰，能够解决目前存在的问题，几乎不需要更改运行参数。后台机数据库亦无需修改。

缺点：该方案需要更换前置主处理器，而站端几乎所有的设备都处于运行状态，在更换过程中带来很多复杂问题。首先，1710 和 1710A 的物理形状

不一样,新的 1710A 不可能刚好安装在原 1710 的位置上,需要更换适合 1710A 的框架挡板,原位置安装不下两个 1710A;其次,调试过程中站控层监控系统需要退出运行,这样集控中心和两级调度中心将无法监视全站设备状态,无法按照运行要求对站内设备进行控制,并且调试的工期较长。

方案二:

新增加两台 1710A 装置作为前置机,原前置机作分处理器主要处理 220 kV 线路及变压器测控信息(包括新增加的 220 kV 线路及变压器)。

站控层的网络结构如图 2 所示。

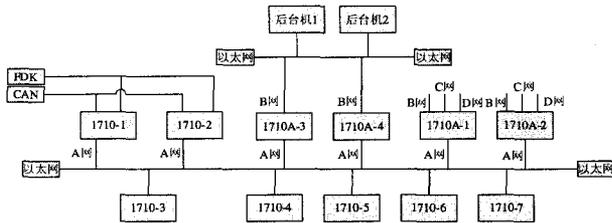


图 2 新增加两台 1710A 后站控层网络结构

Fig.2 Structure of station level after adding two 1710A devices

优点: 这个方案引入了两个新的前置机 1710A-3、1710A-4,原前置 1710-1、1710-2 降格成分处理器,用于收集所有 220 kV 线路和变压器的测控单元所采集的信息。新 1710A 前置机可以在监控屏的空闲位置预先安装,然后进行硬件连线、软件调试。在两个装置软硬件条件都具备以后,再进行原系统的切改。新装置 1710A 和原装置 1710 属于同一类型产品,参数库、通信规约、通信接口均是相近的^[4],所以需要的调试时间比较短,新的 1710A 调试过程中原监控系统仍然可以维持运行。仅仅是切改的过程需要退出监控系统很少的一段时间。

远传系统结构不变,取消原 1710 和 1710A 之间的串行口,220 kV 线路及变压器测控信息由原前置机建立以太网连接传给远动机,提高监控系统的实时性。同时能实现互为热备用的双后台系统。

此外新的 1710A 可以使用原 1710 的绝大部分参数信息,只是在串口设置上需要做相应修改。后台机数据库无需修改。

缺点: 站控层以太网为单网运行。

方案三:

增加两台 1710 A,其用途和方案二一样。增加两台交换机及相应的硬件,将后台网络和站控层网络双重化,增加冗余、提高可靠性。由于远动 1710A 的四个网口中只有一个网口用于连接站控层网络,为了增加可靠性,两台远动分别连在 C、D 两个网络上。

站控层的网络结构如图 3 所示:

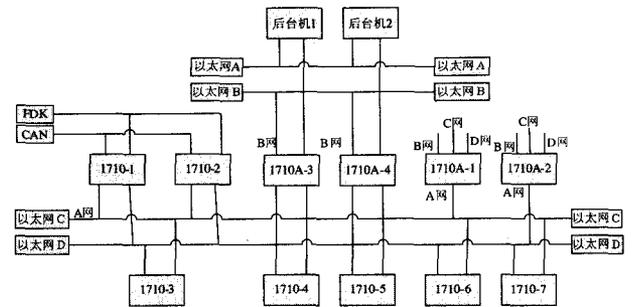


图 3 增加 1710A 和双网冗余后的网络结构

Fig.3 Structure of station level after adding 1710A and achieving double networks

优点: 在前置机功能的切改和实现上继承了方案二的所有优点。后台网络和站控层网络双重化,提高了网络的可用性,使运行更加稳定可靠。后台机数据库无需修改。

缺点: 目前后台机以及所有分处理器均为单网卡结构。如果来实现双网冗余,需要在后台机和分处理器上增加相应的硬件和软件系统。延长了调试时间,增加了系统的复杂程度,增大了调试难度和工作量,减少了调试期间监控系统的可用性。由于所有监控设备均装设于保护室内,设备工作运行环境优越,HUB 的 MTBF 一般大于 5 万小时,它不是整个监控系统使用寿命的瓶颈,退一步讲,可以考虑在 HUB 运行接近 5 万小时的时候予以更换。所以无论从经济性还是从减少施工人员维护人员的工作量的角度考虑,白庙站控层网络都无需双重化。

方案四:

取消前置机。将原前置机 1710-1、1710-2 降为分处理器,用于收集所有 220 kV 线路和变压器测控单元所采集的信息。各个分处理器直接将采集的信息通过以太网连接传送给后台和远动。

站控层的网络结构如图 4 所示。

优点: 取消了前置机,信号到达后台的路径减少了前置机的中转,系统的实时性增强。实现了站控层数据的直采直送^[5],无需引入新的装置。

缺点: 需要修改后台机数据库。由于原前置机将分处理器的 6 个“四遥”逻辑模块整合成 4 个“四遥”逻辑模块传给后台。后台数据库按照这 4 个逻辑模块定义了全站“四遥”的位置。如果取消前置机,后台机将面临处理 6 个“四遥”逻辑模块。“四遥”量的点号和 RTU 号将面临极其混乱的局面。后台数据库中全站的遥信量、遥测量、遥控量、遥调量需要重新录入,后台光字牌系统需要重做。调试

时间较长, 工作量繁重, 容易出错。

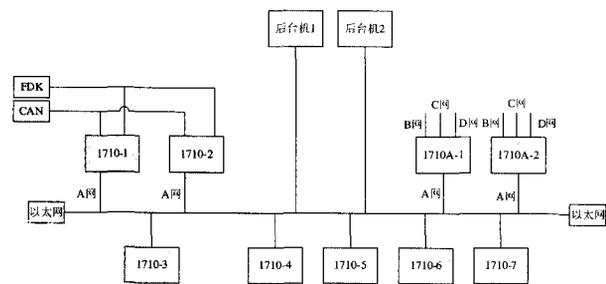


图4 取消前置机后的网络结构

Fig.4 Structure of station level after canceling main devices

3 结论

本文分析了目前白庙变电站站控层网络存在的各种问题, 就站控层网络结构优化提出了四种改进方案, 并详细地分析了每种方案的优缺点。结合实际运行的经验, 考虑到实施各个方案进行改造时所面临的问题, 笔者认为方案二的网络结构可靠性高、稳定性强、改造过程对综合自动化监控系统影响小、施工难度不大、投资也不大, 改造后系统性能提高明显, 具备可扩充性。该方案不但能解决监控系统现在面临的各种问题, 而且可以兼容增加变压器和输电线路后信息量增大的新情况, 富有前瞻性。

参考文献

- [1] 杨立新. 变电站综合自动化技术的现状及发展[J]. 电气自动化, 2006, 28(5):13-15.
YANG Li-xin. Current Situation and Prospects of the

Substation Integrated Automation System[J]. Electrical Automation, 2006, 28(5):13-15.

- [2] 杨奇逊, 孟建平. 变电站综合自动化体系结构[J]. 电网技术, 1996, 20(6): 63-65.
YANG Qi-xun, MENG Jian-ping. Systematic Structure of Substation Composite Automation[J]. Power System Technology, 1996,20(6):63-65.
- [3] 党存禄, 靳路宁, 马安仁, 等. 基于现场总线的变电站综合自动化系统[J]. 甘肃科学学报, 2006, 18(1):95-99.
DANG Cun-lu, JIN Lu-ning, MA An-ren, et al. Integrated Automatic System of Substations Based on Field Bus[J]. Journal of Gansu Sciences,2006,18(1):95-99.
- [4] 田国政. 变电站自动化系统的通信网络及传输规约的选择[J]. 电网技术, 2003, 27(9):66-68.
TIAN Guo-zheng. Selection of Communication Network and Protocol for Substation Automation System[J]. Power System Technology, 2003, 27(9):66-68.
- [5] 任雁铭, 秦立军, 杨奇逊. 变电站自动化系统中内部通信网的研究[J]. 电网技术, 2000, 24(5):42-44.
REN Yan-ming, QIN Li-jun, YANG Qi-xun. Research on Inter-national Communication Network in Substation Automation System[J]. Power System Technology, 2000, 24(5):42-44.

收稿日期: 2007-12-05; 修回日期: 2008-01-12

作者简介:

刘雪飞(1982-), 男, 本科, 主要从事电力系统自动化设备的运行和维护工作。E-mail:liuxuefei2000@163.com

我国自主研发的节能减排的节电技术获得成功

我国自主研发的节电技术——高压电动机现代串级调速技术(内、外反馈方式)日前获得成功, 专家委员会鉴定结论为:“达到了国际领先水平, 具有明显的经济效益和重要的社会效益。”据保守估测, 这一重大节能技术如能较为广泛推广, 可节约的电能相当于3个三峡电站的装机容量, 折合二氧化碳减排年约4亿吨。

据有关专家介绍, 我国能源大多是以电能方式消耗的, 而在国家总用电量中, 有35%-40%是高压电动机消耗的。目前我国绝大多数高压电机拖动的泵、风机的流体流量调节手段仍是采用十分耗能(电)的阀门、挡板等来实现的, 这种落后的工艺带来大量的电能损失, 据估计, 年无谓消耗的电能折合2亿多吨标准煤。因而, 对这些生产流程采用节能工艺改造对我国节能减排任务的完成具有战略性意义。

保定华仿电控有限公司组织由华北电力大学博士生导师王兵树教授等组成的技术团队, 经过近年来潜心研发, 借助于最新的电力电子技术和计算机控制技术, 使串级调速节能技术取得突破。依赖于此技术生产的节能装置经综合测试和使用结果表明, 运行稳定可靠, 节能效果突出, 节电率平均达到电机额定功率的40%以上。

据专家介绍, 此节能装置造价低廉, 对于用户来说, 平均每千瓦只需投入500元至700元, 在一年内基本上就能从节电中收回投入成本。全国总投入600亿至1000亿元, 就基本能实现节电功率6000万千瓦的目标, 如果按燃煤发电折算可减少二氧化碳排放4亿吨, 占总排放量的8.5%左右。