

文章编号 :1007-290X( 2002 )05-0052-04

# 220 kV 新塘变电站自动化系统的应用

毛远翱

(广东省广电集团有限公司 广州增城供电分公司, 广东 增城 511300)

**摘要:** 220 kV 新塘变电站自动化系统采用分层分布式结构, 集变电站测量、保护、就地监视和控制, 远方信息传输及控制于一体。通过 LonWorks 现场总线网络, 将各种保护及测量控制等前置设备及就地监控主站、远动主站、工程师站、自动无功调节主站等联接起来, 实现信息交换和数据共享, 完成对变电站运行的自动监视和控制。

**关键词:** LonWorks; 监控; 现场总线; 分层分布

**中图分类号:** TP273      **文献标识码:** B

## Application of automation system of 220 kV Xintang substation

MAO Yuan-ao

(Guangzhou Power Supply Branch ( Zengcheng ), Guangdong Guang-Dian Power Grid ( Group ) Co. , Ltd. , Zengcheng , Guangdong 511300 , China )

**Abstract:** 220 kV Xintang substation automation system adopts hierarchical and distributed system structure , integrates the measuring , functions of protection , local monitoring and control , remote communication and control into one system . The application of LonWorks network in automation system is emphasized . It links front-end equipment , protection and measuring and local Monitoring and control station , remote control station , engineering station , automatic reactive power regulation station by LonWorks field bus net , It realizes information exchange , date sharing and automatic monitoring , control and regulation of substation .

**Key words:** LonWorks ; monitoring and control ; field bus ; hierarchical and distribute

随着计算机自动化水平的不断提高, 变电站自动化已成为电力企业发展的一个方向。它能提高变电站的运行水平, 降低运行维护成本, 安全可靠, 能真正实现减人增效目的。因此, 增城分公司在 1998 年建设 220 kV 新塘变电站时, 决定采用变电站综合自动化系统, 同时根据新塘变电站的特点及在电网中的重要性, 对它的建设提出了几点要求。

a) 可靠性高。所有足以影响变电站和电网正常运行与安全运行的重要功能都应实现无公用环节的双重化, 以保证系统中任何硬件设备故障和软件功能失效时, 系统仍能不间断地全功能运行。

b) 实用性强。既能适合变电站无人值班运行, 也能适合运行人员进行就地监控和操作, 同时满足系统自动化及运行管理现代化的要求。

c) 先进性和灵活性。系统应用的软硬件技术成熟、先进, 网络结构合理、可靠, 运行维护容易, 能适应变电站今后的扩建, 满足开放式系统的要求, 可以接入任何一厂家的微机保护及自动化装置设备。

针对新塘变电站的特点和要求, 增城分公司采用了四方公司最新的 CSC2000 综合自动化系统。

### 1 CSC2000 综合自动化系统的构成

CSC2000 综合自动化系统采用分层分布式结构, 该系统由以下三部分组成:

a) 间隔层分布式配置综合设备。在间隔层横向分布式地配置站内一次设备( 一台主变压器、一条线路等)。该层的作用: 把模拟量、开关量数字化; 具有独立的保护、测量、就地操作等功能; 上送测量量和保护信息; 接收控制命令和定值参数,

是系统与一次设备的接口。

b) 站内通信网。它的作用是搜集各综合设备的上传信息后, 下达控制命令。通信网采用美国 Echelon 公司生产的 LonWorks 总线型网, 分层分布式总线结构, 三个网络互相独立。为了提高可靠性, 设置了双重化的监控 A 网、B 网。重要的间隔层设备, 如 220 kV 间隔, 主变压器间隔, 中央信号等均同时连接在 A 网、B 网上。110 kV 及 10 kV 间隔设备则连接至 C 网。录波网主要是将分散在各保护装置中的录波插件数据、集中式的专用录波屏的记录数据, 提供给工程师工作站存盘。通信网上所有设备均用对称双绞线电缆连接, 连接方式一样。应用载波监听多路访问(CSMA)-碰撞检测(CD)法进行信息传输。LonWorks 网一个重要特点是改善了 CSMA, 一种新的 Predictive-p-Persistent CSMA, 它能自动地随着网络的繁忙程度, 调整各个节点的随机等待时间。网络繁忙时, 节点的随机等待时间自动加长而拉开, 减少碰撞, 反之则自动缩小, 加大通过率。此外, 它还能设置优先级, 使重要信息等待时间短, 抢先发送, 从而实现在负载较轻时使介质访问延迟最小化, 负载较重时使冲突的可能最小化。

LonWorks 网络每个节点都采用耐高压的脉冲变压器隔离, 因而公共总线部分仅仅是无源的电缆, 可靠性极高。每个接点同网络连接处设计了一个小型电磁继电器, 并有相应检测回路, 能在检测到该节点异常时自动脱离网络, 从而保证了其余节点的正常通信。网上增加或减小节点非常方便, 任一节点退出不影响其它节点的通信。新增节点可以设在任意地点, 只要接上总线即可。原有节点移动位置不须网络初始化文件作任何改变。

LonWorks 网络通信速度为 78 Kbit/s, 最大通信距离为 2 km, 最大通过能力为 400 帧/s, 每帧有效字节可以从 0 到 288 个字节, 因此设计时要注意避免过长的帧结构, 以免产生碰撞。如果要传输大块数据时, 可以将其分成几个短分组, 这样就可以在分组传输的间断时间内保证给予优先权的其他信息抢占有媒介。

c) 变电站层的监控及通信系统。它的作用是向下与站内通信网相连, 使全站信息顺利进入数据库, 并根据需要向上送往调度和控制中心, 实现远方通信功能; 通过人机界面和强大的数据处理能力实现就地监控功能, 是系统与运行人员的接口。变

电站层的设备包括 2 个就地监控主站, 4 个远动主站, 1 个工程师工作站和 1 个无功工作站。变电站层也采用分布式结构, 就地监控和远动主站完全相同又互相独立。设有切换电路, 可选择连接至 A 网或 B 网, 可通过串行口或其它通信接口同就地监控 PC 机通信或经 modem 通道连接远方控制中心。变电站层的某一部件损坏不影响其它部件的正常工作, 它们共享网上的信息。

## 2 就地监控主站

就地监控主站 1 和 2 的软硬件完全相同, 都同时连接在 LonWorks 网上, 其中一个作为主站运行, 执行与网络的通信, 另一个处于热备用状态。当主站出现故障时, 备份站自动切换成主站方式, 接管通信; 当主站恢复正常后, 备份站将主站失去的历史数据重新传给主站, 使主站的历史数据库始终是完整的。这种双机热备份方式, 保证不会丢失任何实时和历史数据, 从而增加冗余度, 提高了可靠性。

监控机的 SCADA 监控软件, 可运行于 32 位操作系统 Windows NT4.0 环境下, 该系统有真正的占先式多任务多线程能力, 有最适合 SCADA 应用的环境。当监控机要同时执行几项任务时, 每项任务都运行在自己的环境下, 并有自己的优先级, 由操作系统安排 CPU 执行。占先式多任务多线程技术可以有效地安排所有被装载的任务, 并分配 CPU 去执行最紧要的任务。其核心服务程序, 由同时运行的几个线程组成, 如通信采样、报警生成、历史记录器、打印、网络等线程。每个线程执行各自的任务, 并且能同时运行, 故可靠性高、性能高且数据保持完整。

SCADA 监控系统在事故情况下处理能力非常强大。该系统是建立在基于快速、网络协议式的和事件驱动式的信息传递基础上, 其通信总线可在短时间内通过大量数据而不会产生瓶颈现象。软件内核为每个内部或外部模块分配了 10 000 个信息行。不同模块之间的信息交换是由事件驱动的, 只有新的或变化了的值才进行交换, 这样能够均衡 CPU 的消耗, 保持 CPU 的高性能, 使软件可以接收并处理数千个事件并精确地记录到历史数据库而不丢失任何数据。该系统最多可定义 65 000 个控点, 并可同时处理 65 000 个报警。系统按报警的严重级别可定义 0~50 000 级, 可同时调用多至 20 个不同的

报警器窗口，每一个报警器显示特定类的报警，特别严重的报警直接进入报警弹出框，在屏幕上弹出一个特殊窗口以提示报警信息，同时驱动电铃或事故音响。

SCADA 系统的开放式结构使它可以与其它系统互联。其它系统及应用软件可用标准方法和通用接口交换实时和历史数据。如虚拟文件接口 (VFIs) 是系统与数据文件之间的接口层。利用这些层，系统以通用文件格式记录和保存数据。应用编程接口 (APIs) 允许用户直接从用户程序或应用模块中访问系统数据。支持动态数据交换 (DDE)，能在两个独立应用软件之间交换实时数据。系统的 SQL 接口可以运行用户定义的 SQL 命令，用户将控点作为嵌入参数，以自定义格式组成记录，实现数据的传送。SQL 接口还支持微软公司的开放数据库连接 (ODBC) 接口，允许系统存取各种常用数据库系统文件。

SCADA 系统具有防止外人误操作的功能。它可以在确保安全的前提下对 500 多个用户给予授权使用。根据用户的性质、区域或组织结构特点将用户分组。系统中的每一个控制对象，象控点、图形层、菜单项、宏指令等，指定分配给各个用户组，只有在这个组里的用户才能操作上述对象。用户可以键入唯一的用户标识和口令以进入系统，一旦进入系统后，系统将根据用户的授权组别，隐藏起不属于其授权范围内的对象，或禁止对这些对象操作。系统还能与微机五防装置配合，使就地操作时具有防误操作功能。

SCADA 系统还有丰富多彩，方便友好的人机界面，功能强大的图形界面，庞大的组件库，100 多种通信驱动程序。能自动生成各种报表，记录历史报警及保护事件，可随时查阅、显示和打印。

### 3 远动主站

远动主站采用四方公司的 CSM300C 基本型。它是基于 LonWorks 的分层分布式现场总线网络结构，采用 32 位工业控制 PC 机作为主机，运行在通用的 DOS/Windows NT 操作系统下。远动主站与站内通信网相连，构成 LonWorks 网的一个节点。在站内，远动主站节点与其它节点按照《CSC2000 系统内部通信规约》通信；对站外，远动主站与调度端按照外部通信规约进行通信。远动主站起着承上启下的作用，是一个模拟的网络型

RTU，与传统的变电站端 RTU 相比，具有以下显著的优点。

#### a) 处理容量大且灵活

传统 RTU 的处理容量有明确的限制，规定最多能处理的三遥量 (遥测量、遥信量、遥控量)。因为被采集的数据都是通过二次电缆送到 RTU 端子上，而端子和 RTU 内部有关电路在物理上的数量是有限的，所以 RTU 的最大处理容量就固定了。在 CSC2000 自动化系统中，间隔层的设备已完成数据采集工作。远动主站利用 LonWorks 网就可方便地收集到所需的各种数据，没有端子数等限制。其处理容量主要受 CPU 处理速度、LonWorks 网最大流量等条件限制。在这些限制条件下，它的处理容量非常大，足以满足一个变电站的实际需要。

#### b) 处理速度快，通信方式灵活，可靠性高

远动主站与 LonWorks 网连接，直接把收集到的数据送至独立的数据库，经规约转换后，送至调度主站。大量的工作已由间隔层的前置设备完成，从而使远动主站的负担较轻，使其处理数据的速度更快，容量更大，有更多时间对信息作综合处理，同时大大提高系统的可靠性。

另外，CSM300C 支持目前国内普遍应用的远动通信规约，如 U4F/N4F，CDT，DNP3.0，SC-1801，IEC60870-5-101，FERRANTI，UCA 等。通信规约全部内置于 CSM300C 软件中，调度端可以根据不同的需要选择不同的通信规约，非常灵活。

#### c) 调试维护手段方便

在线运行时，可通过显示器监视运行状态。各前置装置送来的报文，各 RTU 规约的遥测、遥信、电量和 SOE 数据、RTU 与调度主站的通信数据等都可以在屏幕上直接显示。用户可通过键盘向前置装置下发简单命令，还可以进行网络信息模拟，模拟接收网络报文或模拟向网络发送报文。当需要使用便携式计算机进行调试时，可以使用工控 PC 机的标准串口 COM I 模拟任意一个通道的规约及其参数。当便携式计算机接入 COM I 串口时，系统自动寻找并提示用户输入需要模拟的通道号，COM I 串口将模拟所输入通道的配置与主站通信。这一功能，使远动调试可以在调度端直接进行，灵活方便。

### 4 继保工程师工作站

继保工程师工作站是 LonWorks 网的一个节

点，与站内通信网和录波网连接。它能迅速将分散在各保护装置中的录波插件数据，以及集中式的录波屏的记录数据存盘，通过工控 PC 机将录波数据的波形显示出来，进行分析、计算。通过 modem 接至公用电话网，远传至继保工程师工作计算机，使其可以即时查阅，调用所需的数据。经过授权的继保工程师，还可以进行定值读取，定值修改等有关继保专业的工作。

## 5 无功电压调节工作站

无功电压调节工作站专门用于投退 10 kV 电容器和控制主变压器有载调压机构。它与 Lon-Works 网相连，直接从网上收集有关的模拟量和状态量信息，进行分析计算，按设定的定值及动作逻辑向网上发布调压和投切电容器的命令。调压命令由主变压器保护屏中的 CSI301A 装置执行，达到无功电压综合调节功能。

## 6 结束语

变电站的自动化运行，不仅使运行人员的劳动强度大大减少，而且为调度、运行人员提供准确的实时数据、图形，帮助他们准确掌握设备的运行状态。220 kV 新塘变电站综合自动化系统操作简单，维护量小，运行可靠性高，从投运至今已连续安全运行超过了 1 100 d，取得良好的效果，值得推广。

参考文献：

- [1] 李超群. 220 kV 不夜城变电站自动化系统设计 [J]. 电力自动化设备, 2001, 21(9): 32—34.
- [2] 余永红, 许建昆. 自动化系统在宝盖 220 kV 变电站的应用 [J]. 电力自动化设备, 2001, 21(12): 63—65.

作者简介：毛远翱（1972—），男，广州增城人，助理工程师，长期从事变电站二次设备的设计、安装、运行、维护工作。

## 欢迎订阅《电力自动化设备》杂志

《电力自动化设备》(月刊)，是由国家电力公司主管、国内外公开发行的专业科技期刊。本刊是中文核心期刊、中国科技论文统计源期刊、中国学术期刊综合评价数据库来源期刊，中国电力报刊协会优秀期刊，英国 SA(INSPEC)、俄罗斯 AJ 收入期刊，是《中国期刊网》和《中国学术期刊(光盘版)》全文收录的期刊，江苏省优秀期刊(一级期刊)。

本刊专业范围：电力系统继电保护、远动、通信，信息技术，电网调度自动化，电力系统分析与控制，电力电子，电力市场，配电自动化，城农网建设与改造；变电站、火电厂、水电站、核电站自动控制及综合自动化；技术管理等。

主要栏目：学术讨论，专家论坛，分析与研究，设计与应用，经验与探讨，综述，知识窗，新产品介绍，现场运行分析；其它还有标准化、质量控制、制造工艺及培训园地、技术讲座、科技动态等。

服务对象：电力系统及相关行业从事科研、设计、制造、运行、管理等技术人员及大专院校的专家学者；本刊有较强的针对性，促进我国电力自动化技术和设备的发展与应用，注重导向性、实用性；同时也重视科研、生产实践等技术交流。

发行范围：期刊发行遍及全国(除台湾省外)的电力系统以及电信、石油、铁路、煤炭、化工、电子机械行业，并延伸到国外有关公司。

2003 年杂志订阅及广告征订工作已全面展开。

地址：南京市新模范马路 38 号(210003)

http://www.naef-china.com E-mail: epae@naef-china.com

电话：025-3418700-3321, 3323; 025-3420237(兼传真)

国内邮发代号：28-268 国外邮发代号：MO-4802

每期定价：8.00 元，全年定价：96.00 元 欢迎个人订阅