

基于 LonWorks 技术的变电站自动化系统

何正友, 钱清泉, 刘学军

(西南交通大学 电气与自动化研究所, 四川 成都 610031)

摘要: 在讨论变电站自动化系统的结构和站内通信要求的基础上, 针对目前变电站自动化系统的现状和发展的需要, 介绍了从 DCS 向 FCS 过渡的现场总线的解决方案——LonWorks, 以及基于 LonWorks 的变电站自动化系统结构及其技术特点。

关键词: 变电站; 综合自动化; 现场总线; 神经元芯片

中图分类号: TM 734

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2000)04-0028-03

0 概述

变电站自动化系统是 90 年代发展起来的多专业综合技术, 是电网运行管理中的一次变革。它以计算机为基础, 实现了电网变电站现代化管理, 从而改变了传统变电站控制室、保护室的主体结构 and 值班维护方式, 充分体现了现代生产的特点, 是当代电网发展的必然趋势。计算机实现运行监视、正常和事故操作、继电保护、变电站电源供电, 以及微机运行一体化功能。站内和站外信息交换由通信网实现。然而变电站自动化系统的结构及站内通信方案的选择, 对保证系统高度可靠性, 提高运行性能, 节约投资, 以及顺利实现目前的自动化向综合自动化的过渡至关重要。因此, 现场测控通信网的解决方案, 是变电站综合自动化的关键技术。

现场总线是 90 年代兴起的一种先进工业控制技术, 它将当今网络通信与管理的观念引入了工业控制领域。从本质上说, 它是一种具有数字通信协议, 连接智能现场设备和自动化系统的数字式、全分散、双向传输、多分支结构的通信网络。现场总线的典型代表 LonWorks 是美国 Echelon 公司在 1991 年推出的局域操作网络, 是一个完整的平台, 采用基于嵌入式神经元芯片的总线技术。它的应用较好地解决了变电站自动化系统的现场级控制及站内通信问题, 可以顺利实现从当今 DCS 向未来的 FCS 的过渡, 它代表了变电站综合自动化的发展方向。

1 变电站自动化系统结构及信息传输

1.1 系统结构规划

根据变电站自动化系统特点及性能要求, 基于

分层分布式的开放结构, 是现代电力系统控制的发展趋势。参见图 1, 系统结构分为变电站级、单元级和过程级。过程级包括如变压器、断路器、电流及电压互感器等生产过程设施。

单元级一般包括测量和控制器件, 负责该单元线路或变压器的参数测量和监视, 断路器的控制和联锁; 另外, 保护装置负责该单元线路或变压器的短路和异常状态保护; 单元级还可能有故障记录装置等。单元级的智能器件应尽可能靠近过程设备, 以减少连接电缆的长度和引入线的电磁干扰。

变电站级包括监控主机、远动及自动控制主机、人工智能应用主机以及用于数据库管理的服务器, 实现软件开发和管理的工程师站。

按分布、开放式系统的构成原则, 各单元应能独立地完成测量、控制、保护, 必要时才通过通信网串行交换信息, 如母线保护。这样按单元分开, 当一个单元的监控、保护设备出现故障或异常时, 可以仅停下该设备进行检查处理, 不致影响其它单元。现在国内外许多变电站自动化系统, 将单元的数据信息集中处理, 在安全性、灵活性和可扩充性方面都带来不利。

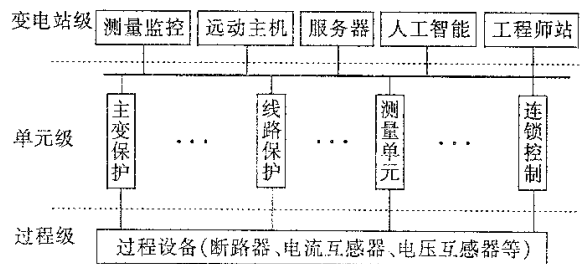


图 1 变电站自动化系统结构

1.2 变电站信息传输

1.2.1 信息种类

变电站信息可按正常与故障、系统与就地等分

类,这里按通信内容,即传送或交换的信息分类可分为以下几种:

- a. 操作信息,如断路器及隔离开关的开/合命令等;
 - b. 测量及状态信息,包括如断路器及隔离开关的位置、状态、器件的运行及异常状态、保护动作情况、正常和事故状态下的测量值等;
 - c. 参数信息,如保护及自动装置的整定值等。
- 这些信息中有数字量,如命令及状态信息;也有模拟量,如测量及参数信息。

1.2.2 信息传送性能要求

- a. 允许传送时间:各类信息传送时间,因其功能特性可能差别很大,事件顺序记录信息和用于保护动作的信息要求传送速度为毫秒级,用于 SCADA 的信息,响应时间不宜大于 1~2 s。
- b. 数据传送的安全性:对各类数据传送的安全性可能提出不同的要求,但一般数据的汉明距离要求 ≥ 4 ,操作信息的残余码率应低于 10^{-14} 。

2 基于 LonWorks 的自动化系统及其特点

2.1 现场总线的选择—LonWorks

现场级的控制网络可分为三个层次:传感器/执行器总线、设备总线和现场总线。传感器/执行器总线面向的对象是简单的、离散的传感器和执行器,传递状态信息,网上交换的是位信息(bit);设备总线面向的是模拟传感器和执行器,网上交换信息是字节(byte),而现场总线面向的是控制过程,可传递控制信息,网上交换的是块信息(block)。LonWorks 是跨越这三个层次的现场总线技术。LonWorks 的应用,能使目前变电站自动化中应用最广泛的 DCS 向未来的 FCS 顺利过渡。

更重要的是,LonWorks 总线具有开放性、互操作性、分散性、容量大、可靠性高等诸多优点,易于实现客户/服务器结构,这与当今基于分层分布的开放式综合自动化发展趋势不谋而合,较好地解决了系统结构功能及站内信息传输问题,可以较好地满足变电站综合自动化高可靠性、高实时性的要求。

2.2 基于 LonWorks 的综合自动化网络

2.2.1 单元级网络

单元级通常由多个智能终端组成,LonWorks 提供的神经元芯片(Neuron)几乎包含了一个现场终端的大部分功能:应用 CPU,I/O 处理单元,通信处理器。因此,一个神经元芯片加上收发器便可构成一个典型的现场测控节点(终端),利用 Neuron 芯片可

制作单元式线路保护、遥测、遥控装置等。由于神经元芯片是 8 位总线,目前支持最高主频 10 MHz,因此,它所完成的功能有限。对于一些复杂的控制功能,如变压器保护、大范围联锁控制、智能调节等,可将神经元芯片作为通信协议处理器,用高性能主机(如 Intel 486 或以上)构成宿主节点的控制终端,完成复杂的测控功能。

2.2.2 变电站级网络

单元级网络以及系统中监控主机、远动及自动控制主机、数据库服务器间的通信由变电站级网络完成。为适应扩建的要求,使用不同时期、不同制造厂的产品,网络要求具有兼容性。变电站网络必须使用符合国际标准的开放式网络标准,现在国际上已有变电站自动化采用的符合 ISO/C8802 标准的局域网,如 8802.3(CSMA/CD)或 8802.4(令牌总线)等,其数据传送速度为 10 Mbit/s。LonWorks 是符合 ISO 标准的工业网,数据传送速度为 1 Mbit/s 左右。对一般变电站,变电站级也可用 LonWorks 网。基于 LonWorks 网的综合自动化网络结构如图 2 示。

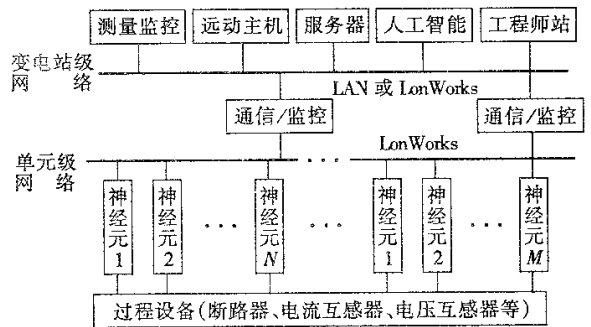


图 2 基于 LonWorks 的自动化系统网络结构

2.3 LonWorks 自动化系统的技术特点

2.3.1 开放性、互操作性好

LonWorks 遵循多种通信媒体,具有通信介质开放的特点,LonWorks 通信协议 Lontalk 符合 ISO 定义的开放系统互连模型 OSI,对用户平等,可使用所有网络操作系统,易于实现客户/服务器结构,符合变电站综合自动化发展的要求。

2.3.2 强大的通信控制节点

Neuron 芯片具有 3 个 8 位 CPU,分别为介质访问控制器、网络处理器及应用处理器,它固化了 ISO/OSI 的全部七层协议及 34 种常见的 I/O 控制对象,很好地实现了从 DCS 向 FCS 的过渡。

2.3.3 通信可靠性高

LonWorks 网络通信协议采用了“网络变量”及“变量捆绑(binding)”,使网络通信设计简化。每帧

有效字节可以为 0~228,且 LonTalk 协议的介质访问控制子层(MAC)对 CSMA 作了改进,采用了一种新的 Predictive P-Persistent CSMA,使负载较轻时,访问延时最小化,负载较重时,冲突概率最小化。充分体现了自动化系统站内信息传输速度快、安全性高的特点。

2.3.4 容量大

LonWorks 技术定义了子区、子网、节点地址的分层逻辑寻址方式,一个测控网上节点数可达 32 000 个,且增删方便,直接通信距离可达 2 700 m(双绞线 78 kbit/s)。

2.3.5 系统分散性好

Neuron 芯片采用超大规模、低功耗集成电路、密封式结构,可防尘、防潮、防电磁干扰,适用于变电站现场的恶劣环境,因而可在传感器或变送器附近就地安装,使各种信号就地处理,节约了大量的电缆。

3 结束语

LonWorks 现场总线的应用,解决了变电站自动化系统的结构和站内通信问题,满足了系统的分布性、开放性和可扩充性的要求,提高了继电保护、自

动控制及监控等的实时性和可靠性。LonWorks 技术用于综合自动化是一种非常现实的先进技术,是变电站综合自动化发展的方向。

参考文献:

- [1] 郑定海. 变电站微机综合自动化系统基本功能[J]. 微机计算机信息, 1996, 1(1): 11-15.
- [2] Bradshaw A T. Field bus foundation or foundation field [J]. Honey Well Journal, 1997(6): 117-189.
- [3] 张云贵. 基于 LonWorks 的现场总线控制系统 EIC2000-LON 的设计[J]. 微机计算机信息, 1998, 14(1): 7-10.
- [4] 潘莹玉. 现场总线技术与变电站综合自动化系统[J]. 电力自动化设备, 1998, 18(4): 51-55.

(责任编辑:余芳)

作者简介:

何正友(1970-),男,工程师,博士研究生,研究方向为小波理论在电力系统故障诊断与继电保护中的应用、调度及综合自动化;

钱清泉(1936-),男,教授,博士生导师,中国工程院院士,牵引动力国家重点实验室主任,研究领域为信息理论与信号处理、监控及综合自动化。

The Integrated Substation Automation System Based on LonWorks Technology

HE Zheng-you, QIAN Qing-quan, LIU Xue-jun

(Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: The structure and requirement of the internal communication of integrated substation automation system are discussed. Based on the present state and develop tendency of the integrated automation system, a field bus solution for the transfer from DCS to FCS—LonWorks is presented. Its structure and technical features are introduced.

Keywords: substation; integrated automation; field bus; neuron chip