

基于 Web 技术的变电站自动化

专祥涛, 郑贵林, 柳瑞禹

(武汉大学电气工程学院, 湖北 武汉 430072)

摘要: 比较了现场总线技术和快速以太网技术的优缺点, 分析了快速以太网技术在电力系统实时监控系统中的实现难点及其解决方法。在此基础上, 介绍了 Web 技术在变电站自动化系统中的实现技术可行性和实现方法, 最后说明了 Web 技术在变电站自动化系统中的实现对于电力系统自动化的意义。

关键词: Web 技术; 变电站; ; 自动化; 通信

中图分类号: TM734 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2002)04-0047-03

1 引言

电力系统的快速发展得益于各种新技术在电力系统中的推广和应用, 变电站自动化就是各种计算机技术、电力电子技术、通信技术和信号处理技术在电力系统中应用的例子, 它极大地推进了电力系统的发展, 取得了显著的经济效益和社会效益。

通信技术发展到现在, 已经进入了互连网的时代, Internet 成了生活中不可或缺的一部分。Web 技术采用了快速以太网通信方式, 在界面上以 Web 页展现在我们的面前。但是它的应用在电力系统中还仅仅是局限于管理系统, 在监控系统中的应用还很少。本文着重探讨该种通信模式在变电站自动化系统中的应用。

2 变电站自动化通信的现状

当前的变电站自动化发展已经进入了产品的成熟稳定时期, 各种自动化系统已广泛应用于中低压变电站, 它们所采用的通信方式都是由两级构成。在下层, 采用现场总线技术实现间隔层的数据共享和监控信息的集中, 在变电站层应用一些成熟的局域网技术, 但是整个网络的通信程序需要自己开发, 监控程序也各不相同(跟具体的系统有关), 对于用户的特殊要求还需要复杂的二次开发, 在每一台监控计算机上都需要安装相应的监控程序, 每次软件改动或升级都要为所有的客户计算机进行修改和重新设置, 每增加一台客户计算机都要在其上安装和设置专门开发的客户端软件, 使软件的升级维护工作十分繁琐。远程和移动用户查看监控系统信息除了安装和设置客户端软件外, 还需要建立同主站的专线连接, 十分不便。在上级系统中同样需要安装和配置相应的客户端软件, 这使得安装、升级和维护

的费用大大增加, 当客户采用多种操作系统时, 必须为每种操作系统开发不同的应用软件, 工作量十分庞大, 完全不可能使应用软件跨平台操作。此外人机界面也不太友好。

对于监控的信息上传, 还需要专门的通信用计算机和通信程序, 其中规定的通信协议也比较麻烦。实际上现在各种实用的通信协议有很多, 成熟的协议也比较多, 就目前而言, 应用最为广泛和成熟的通信协议莫过于 TCP/IP 和 HTTP 协议。如果说原来这些协议应用于电力系统通信还有一些问题的话, 那么现在这些问题已经得到了很好地解决。应用这种稳定成熟的通信技术的时代已经到来。

在现有的变电站自动化系统中, 其监控调度系统还没有实现与管理信息系统的有效连接。只是实现了监控调度系统对管理信息系统的信息提供(存在信息的转换), 其中为了保证监控调度系统的安全性, 监控调度方不接受来自管理信息系统的任何信息, 它仅负责提供信息, 这一点从安全性上来考虑, 当然是有道理的。但是它也限制了监控系统信息的有效使用。

当前国际上 Internet 技术日渐成熟和流行, 基于该种技术的各种应用也显示出有别于传统技术的种种优点。应用快速以太网通信的 Web 技术能够做到在不减少当前的系统功能的前提下, 实现信息资源的有效使用。

3 Web 技术的实现

Web 技术应用于电力系统自动化采用主要采用快速以太网通信模式和 TCP/IP、HTTP 协议, 具有很大的优点和技术可行性。

3.1 Web 技术的优点

在变电站自动化系统中应用 Web 技术的关键

在于变电站中要有 Web Server 和 Database Server 服务器。就目前而言,有两种实现模式:单层模式和双层模式。在单层模式中,要求间隔层设备具有 Web Server 和 Database Server 服务器的功能(每台套间隔层设备的数据量比较小),这样该设备就可以直接连入快速以太网网络结构中。在双层模式中,要求在变电站中有一台具有 Web Server 和 Database Server 功能的服务器,而且该服务器能够将所有的监控信息收集。

单层模式对每一台套间隔层设备的要求比较高,现在已经有公司生产出具有该项功能的智能化设备,其优点有:1) 简化了网络的结构,整个变电站的通信结构只有一层,而且可以实现与整个通信网的统一;2) 在价格上,应用快速以太网通信模块的价格比目前的各种现场总线模块要便宜得多;3) 系统开发费用降低,开发难度下降,而且具有统一的标准性,客户端不需要开发专门的客户端软件,其应用的就是各种网页浏览器;4) 改动和维护简单,只需要修改 Web Server 即可。

在双层模式中,实际上在下层还是采用当前大多数变电站自动化的模式,将各种变电站间隔层设备的信息收集后由 Web Server 和 Database Server 服务器进行再次分配。这种模式除了不具备单层模式的第 2 个优点外,其他的基本上都具有。在目前的技术条件下,这种实现方式是比较容易的,不需要改变目前的变电站的二次系统配置,只需要将原有的监控用通信前置机的下层通信软件在新的服务器上安装,然后对该服务器进行编程即可。它实用于现有变电站自动化系统的改造。

3.2 Web 技术在变电站自动化系统中实现的技术可行性

由前文已经知道,Web 技术的关键在于以太网的通信能否满足电力系统通信的需要。在以太网通信中主要采用了 TCP/IP 协议和 HTTP 协议,在 TCP/IP 协议中,介质存取控制协议应用了 CSMA/CD(载波监听多路访问/冲突检测)。该规则的结果是:在网络负载较轻时,可以实现实时通信,延时很小,而在负载较重时,可能延时比较大。这一点被认为是以太网应用于电力系统实时通信的一个局限性。

以太网被认为是一种非确定性的网络系统。对于响应时间要求严格的控制过程会存在产生冲突的可能性,造成响应时间不确定,使信息不能够按正常传递。

当以太网发展到今天的交换式以太网时,这些

问题已得到解决:

(1) 采用交换机,接入网络的节点各自独占一条线路,避免了冲突。

(2) 采用高速背板交换或微处理器交换,响应时间是确定的。据 ARC 公司的分析,126 个节点的 100M 交换式以太网的响应时间是 2~3ms,几乎可以满足各种控制系统的要求。

(3) 现代以太网采用非屏蔽双绞线,它的抗干扰能力与 4~20mA 模拟传输线路相当,如果需要更强的抗干扰能力可以采用屏蔽双绞线或光纤通讯。

以太网与传统现场总线的性能比较见表 1。

表 1 以太网与传统现场总线的比较

项目	以太网	传统现场总线
实时性	确定性	是
	响应时间	小于等于 4ms
	报文大小	所有规格
可移植性	向上兼容性	高
	开放性	高
	互操作性	高
	标准	IEEE802.3
控制层次	网络安全性	高
	协议	TCP/IP
	商业层	适用
	控制层	适用
物理连接	设备层	适用
	二进制传感器	网关连接
	传输介质	光纤、同轴电缆、无线
	连接设备	控制器、现地设备、远程 I/O
	最多节点数	64000
	每段节点数	1~256
网络管理	节点间距离	最大 40km
	远距离中继器	支持
	即插即用	支持
	拓扑结构	总线、星型、环形
性能	HTTP/WWW	支持
	对 ISO 层次的支持	1,2,3,4,5,6,7
	SNMP	支持
费用	速率	高
	速度	10/100/1000Mbps
	升级能力	高
厂商	连接费用	低
	保养费用	低
	厂商	多

在与传统现场总线的对比测试中以太网显示的明显优势,使其能够完全胜任控制环境中对实时性、可靠性、抗干扰性的严格要求,以太网已被证明是未来控制网络的最佳解决方案。

4 Web 技术的设计及其对变电站自动化的影响

在双层模式中,系统的整体实现分为底层的硬件实现和上层的软件实现两个部分。

系统的底层硬件由数据采集模块和协议转换模块组成。对电力系统设备采用内嵌式的数据采集模块,采集电力载波传输系统的模拟状态量和开关量,对微波设备和光纤设备采用协议转换模块,将通信

系统原有的设备检测信息转换为本系统的监控信息格式。系统的上层软件,依据 Intranet 全面解决方案的模型划分为3个模块:数据库服务器软件模块、Web 服务器及服务器扩展程序模块和通信软件模块。其中数据库服务器和 Web 服务器是关键技术。前者是整个 Intranet 方案中的信息来源,而后者是与其他客户机交互的中心。它接受来自 Web 浏览器的请求,并根据请求生成新的页面发送给 Web 浏览器。这些页面分为动态和静态页面两种。从低层传来的监控信息,经过终端访问服务器,到达服务器。服务器的通信程序对数据进行合法性和有效性检验后写入数据库。来自远程浏览器的操作命令,经过 Web 服务器生成操作表单,再通过 Web 服务器与通信程序接口,由通信程序向低层发送操作命令。

在单层模式中,上述的软件和硬件结合为一体。所采集的开关量和模拟量都在设备本身,所以其实现比双层模式更为简单。但是它对设备的要求比较高,尤其是通信模块。它一方面接受远程浏览器的命令和请求,生成页面返回给远程浏览器或执行远程操作指令。

Web 技术应用到变电站自动化中,有助于提高电力系统的自动化水平,有助于改善电力系统的管理模式。优越性如下:

具有良好的可扩展性,可以在现有的系统的基础上根据需要加入不同的通信设备的监控,只需按统一的数据模型访问和分组处理数据即可。

系统最大限度地保留了已有的各种设备控制系统,将各种设备的监控系统统一到一个公共的信息浏览平台。

加强通信调度指挥能力,对设备和电路连续监视和测量,及时发现缺陷和故障,以利于及时处理缩短维修停运时间,保证电力系统的正常运行,提高其可靠性。

将目前的按时间检修改为按需要检修实现变为可能,检修部门可以实现对设备现状的连续监视,可以方便地实现在线检测与诊断功能。

5 基于 Web 技术的变电站自动化的应用

在孝感某 110kV 变电站的自动化改造中应用了基于 Web 技术的变电站自动化,取得了较好的效果。该变电站采用的方案如下:

在间隔层设备直接采用具有 Web 功能的以太网通信模块,将各种开关量和模拟量集中到该智能化设备中,应用双 CPU 实现功能的可靠性,其采集

模块具有自身的智能化功能与 CPU 模块无关,这样的可以替换的结构可以实现热备用,增加了系统的可靠性。其常规保护功能可以和监控功能合为一体,节约了电缆和设备,实现了功能的统一性,符合今后的发展方向。

对于变压器的差动保护采用专门的保护模块实现,但是其运行参数和监控参数通过专门的通信模块和具有 Web 功能的以太网通信设备连接。在该变电站中没有专门的距离保护,所以其实现比较简单。对于线路只有速断和过流保护,母线没设专门的保护,只是变压器的保护要复杂一些,含有差动保护、零序电流电压保护、过流保护和瓦斯保护等。

在自动设备上,变压器具有有载调压的功能,此外还有一组电容器的无功补偿设备。这些自动化设备的监控都采用具有 Web 功能的智能化设备,全站所有的设备都连接到了具有 Web 功能的智能化设备上,其运行参数和监控参数可以通过以太网以 Web 页的形式进行传送,减轻了中央控制室计算机的负担。

6 结语

基于 Web 技术的变电站自动化系统不仅具有易于开发、使用和维护的特点,而且还满足了供电部门对 MIS 使用上的特殊要求。它还易于与其他系统接口和协同工作。

参考文献:

- [1] 汪源生. 基于 Web 的继电保护信息管理系统的开发和研究[J]. 电力系统自动化, 2001, 25(5).
- [2] 朱磊, 等. 基于 Web 的电力网监控系统的设计与实现[J]. 电力系统自动化, 2001, 25(2).
- [3] 姚强, 梁曼. 基于 Web 技术的电力企业 Intranet 信息网[J]. 内蒙古电力技术, 2000, 18(2).
- [4] 乐琳. Web 技术下 MIS 与调度自动化系统的互联[J]. 湖北电力, 2000, 18(2).
- [5] 邝坚, 等译. 快速以太网[M]. 人民邮电出版社, 2000, 2.
- [6] Stefan Boecking, 著, 严伟, 等译. 面向对象的网络协议[M]. 机械工业出版社, 2000, 6.
- [7] 戴志涛, 等译. 以太网[M]. 人民邮电出版社, 2000, 2.

收稿日期: 2001-09-12

作者简介: 专祥涛(1975-), 男, 硕士研究生, 主要从事电力系统自动化和电子智能仪器方面的研究; 郑贵林(1964-), 男, 博士, 副教授, 主要从事测控技术、管理信息系统方面的研究; 柳瑞禹(1963-), 男, 教授, 主要从事电力系统自动化和管理信息方面的研究。 (下转第 65 页)

磁通的旋转角速度函数,功角 δ 表示为:

$$\dot{\delta}(t) = \int_0^t \dot{\delta}(t) dt - \int_0^t \dot{\delta}_0(t) dt$$

则得:

$$d\delta/dt = \dot{\delta}(t) - \dot{\delta}_0(t)$$

因此,用机组转速变换器的转子转速测量值与系统频率测量值,经过运算可得。

3.2 测量方法实现

某厂机组转子磁极对数是 24,转子额定旋转速度 125 r/min,装设有齿数为 24 的机组转速变换器。以此为例,图 3 给出此条件下 δ 值测量原理框图。

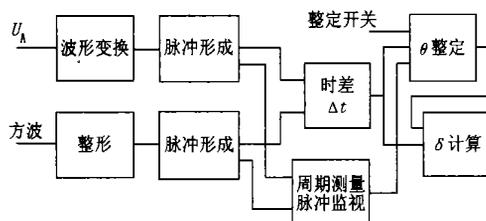


图 3 测量原理框图

U_A 取自机端电压 A 相,方波来自转速变换器;波形变换电路将正弦波变成方波;脉冲形成电路在方波的上升沿发出正脉冲,下降沿发出负脉冲;时差测量只比较正脉冲的时差;周期测量、脉冲监视用于

测量机端电压半波周期,监视前面各部份是否正常;整定开关用于装置投产时 δ 值整定。

3.3 失步预测

测出 δ 、 $d\delta/dt$ 的值后,由(1)式计算出 $\dot{\delta}$,并与 $d\delta/dt$ 比较。若 $\dot{\delta} > 0, d\delta/dt > \dot{\delta}$ 、 $\dot{\delta} < 0, d\delta/dt < \dot{\delta}$, 机组将失步;若 $\dot{\delta} > 0, d\delta/dt < \dot{\delta}$ 、 $\dot{\delta} < 0, d\delta/dt > \dot{\delta}$, 机组震荡后稳定。

4 结论

本文探讨了利用机组转速变换器(齿盘测速)直接测量功角 δ 及 $d\delta/dt$ 值,用于实现基于功角原理的失步预测保护的方法。给出静稳极限角 δ_0 的值,该装置也可同时实现文献[2]的功角特性的同步发电机失磁静稳判据。

参考文献:

- [1] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 1996, 1.
- [2] 郑太一. 功角特性的同步发电机失磁静稳判据[J]. 电力自动化设备, 1999, 19(4).

收稿日期: 2001-06-07

作者简介: 蔡武卫(1968-),男,工程师,从事水电厂自动控制、继电保护及技术监督管理。

Discussion on realization method of out-of-step prediction protection based on δ 、 $d\delta/dt$ principle

CAI Wu-wei

(Manwan Power Plant, Yunxian 675805, China)

Key words: out-of-step forecasting protection; realization method; discussion; rotation rate transformation machine

(上接第 49 页)

The automation system of the power substation based on the application of Web technology

ZHUAN Xiang-tao, ZHENG Gui-lin, LIU Rui-yu

(The college of electrical engineering of Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: This article compares the advantages and disadvantages between the field-bus and fast Ethernet technologies. The difficulties of application of the fast Ethernet in the real-time supervision and controlling system, and their solution are analyzed and then it introduces the feasibility of Web technology applied in the power substation automation system and the method of the application. The importance of the Web technology is also advanced.

Keywords: Web technology; power substation; automation; communication