

一种新型厂站 SCADA 系统的设计与实践

叶继明, 任新强, 焦磊

(河南理工大学, 河南 郑州 450001)

摘要: 该厂站 SCADA 系统是针对所辖多个现场电力子站 (如变电站、发电厂) 的大型企业而设计的, 除实现当地 SCADA 监控子系统外, 还需实现远方总工站监控所有现场子站, 以及某一大型子站 SCADA 兼任监控其它子站的功能。该系统利用光纤介质组建以太环网, 保证所有节点机的图形文件、数据共享。采用 TCP/IP 网络协议及 COM/DCOM 技术, 确保所有相关节点机间数据及图形的实时性、一致性。经过前期充分的分析、设计与开发, 该系统现已投入现场运行。实践证明, 它不仅具备一般厂站 SCADA 的功能和特点, 而且具备诸多优越性和先进性。

关键词: 厂站; SCADA; 光纤以太环网; COM/DCOM

中图分类号: TM76 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2005)07-0077-04

0 引言

传统的厂站 SCADA 主要指除实现企业所辖变电站、发电厂的综合自动化外, 还对其它辅助电力设备实现数据采集和监视功能。远方站能实现全系统远方监视及管理, 一般通过互联网经 Web 发布实现。在此功能要求的基础上, 新型厂站 SCADA 还要求全系统图形及数据信息共享, 且能在远方实现监控和维护功能。现基于具体工程来阐述新型厂站 SCADA 的设计与实践。

1 工程概况及用户需求

济源焦化厂现辖一个 110 kV 变电站和一个发电厂, 二者相距 1200 m 左右, 都欲实现综合自动化。变电站需配置 57 个分散保护监控装置, 发电厂需配置 27 个分散保护监控装置, 同时在距 1100 m 外的办公大楼总工室设置总工站, 组建厂站 SCADA 系统。

该厂站 SCADA 具体需求: 变电站及发电厂具备当地监控系统 (即 SCADA), 且为主备双机结构, 同时变电站 SCADA 系统能对发电厂进行实时监控和远方维护, 在变电站能实现二者统一的四通道调度通信功能, 在该厂办公大楼设立的远方总工站能对变电站及发电厂同时实施监控及系统维护。全系统的数据及图形要求共享, 即始终保持一致, 并满足实时性要求。远方维护的内容具体是: 数据库的在线及离线维护、图形的在线及离线编辑、对保护装置定值的修改等。

2 系统分析

分析发现, 该工程有多项特殊要求: 除总工站能同时对变电站机发电厂实时监控及系统维护外, 变电站也必须能对发电厂实现同样功能; 监控端能实现系统维护, 尤其是对数据及图形的维护; 在变电站实现当地及发电厂的多通道调度通信。系统挂接装置多, 数据流量大。这种特殊性可具体解析如下。

一致性表现在:

- 1) 两现场子站的主备机数据及图形要实时保持一致。
- 2) 变电站 SCADA 要能共享发电厂 SCADA 的图形及数据、总工站要能共享变电站 SCADA 及发电厂 SCADA 的图形及数据。

可监控表现在:

- 1) 变电站 SCADA 可实时获得发电厂 SCADA 的实时信息, 总工站可获得变电站 SCADA 和发电厂 SCADA 的实时信息。
- 2) 变电站可对发电厂进行遥控和保护定值修改, 总工站可对两现场子站实现相应功能。

可维护表现在:

- 1) 在变电站可对发电厂 SCADA 进行数据库的在线及离线维护, 总工站可对两现场子站实现相应功能。
- 2) 在变电站可对发电厂 SCADA 进行图形的在线及离线编辑, 总工站可对两现场子站实现相应功能。

针对这些特殊性, 就不可能用调度 SCADA 来简单实现, 因为调度 SCADA 是通过串行方式与子

站通信的,这就不能全部满足系统维护功能。通过互联网实现 Web 的发布也难以适应如此复杂的结构和功能,实时性也难以满足。由于当地监控系统的存在,远方视频监控软件也不足取。只有建立局域网,实现系统间的网络通信,才能保证图形的实时一致性,也较方便实现数据的一致性及时时性、图形文件的传输。同时应对当地 SCADA 升级开发,满足具体功能需求。

3 系统设计

3.1 系统结构设计

基于上述分析,该系统采用多模光纤介质,在各网络节点配置 100 M 网络交换机,组建 100 M 光纤局域网。针对当地主备结构,将全系统所有后台机接入网络,实现以太网通信。多模光纤的传输距离能达 2000 m,满足工程需求。本主通信网络与现场的 CAN 网分开。100 M 的通信速率满足实时性。环网满足可靠性。

系统要求变电站能实现本地及发电厂的统一调度通信,又变电站本身是双机结构,靠任何一台机器的串口或多串口卡与调度通信都是不合适的。主备机的切换引起调度通信软件的切换,而通道装置无需切换,故单独设置一台四端口终端服务器接入网络后与调度通道对接实现。

该结构属于分层分布式体系结构,满足电力行业标准要求。

系统结构如图 1 所示。

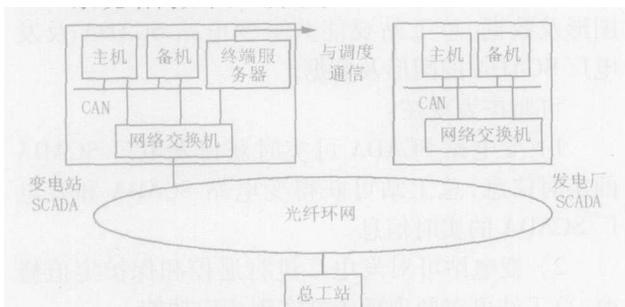


图 1 系统结构图

Fig 1 System architecture

3.2 数据库设计

由于变电站及发电厂各自具备一套 SCADA 系统,可独立运行,所以从可靠性及分层分布结构上考虑,二者必须具备独立的数据库系统。由于变电站当地 SCADA 除监控及维护本身系统外,还需监控及维护发电厂 SCADA 系统,同时总工站实现对二者的监控及维护,另从工程维护及使用上考虑方便

性将应用软件设计为一个统一的版本,故数据记录必须建立唯一索引即 D 标识,才能保证数据记录的唯一性。只有如此也才能实现图形的多站绑定。基于此思想,在生成历史库时,事先将变电站的 SCADA 历史库中表记录 D 强制从 0 开始累计,而发电厂 SCADA 历史库表记录 D 强制从 10000 开始叠加。需要说明的是,由于系统字典表的定义在两子 SCADA 系统中定义是一致的,故 D 号不作相应处理。

现场 SCADA 系统都并存着历史库与实时库,而总工站机器无需与现场装置通过 CAN 直接通信,故不设历史库,只有实时库。

系统初始化时,变电站 SCADA 及总工站设置两个 ODBC 数据源,将变电站及发电厂历史库数据记录一次性读进内存,形成二者总集的实时库,通过 D 号可区分该记录属于哪个现场 SCADA。而发电厂只设本身历史库 ODBC 数据源即可。

两现场子站的历史库表结构完全一致。

3.3 应用软件设计

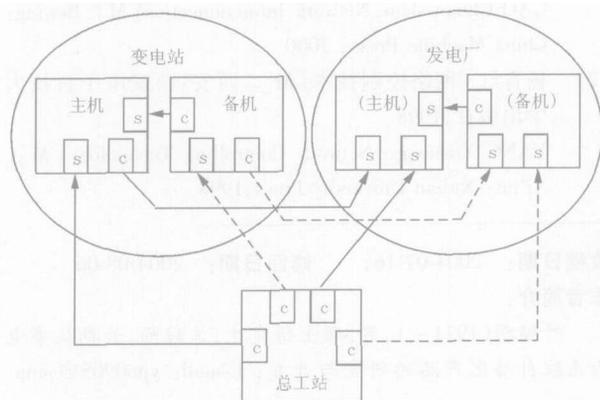
为方便工程维护以及用户使用,本系统所有机器上运行的应用软件都设计为同一版本,这就涉及运行时如何实现功能角色的自动划分问题。软件设计时,主要从以下两方面进行区分:ODBC 配置及 CAN 卡的有无。现场机器都安装了 CAN 卡,同时 ODBC 配置都含本机器的历史库。而总工站未安装 CAN 卡,且 ODBC 配置不含本机的历史库。

监控软件运行后会根据上述原则自动显示判断结果:当地机或总工站,依照功能角色完成不同的应用功能。发电厂 SCADA 维护的总是本系统,变电站 SCADA 除完成自身功能外,还能实现发电厂 SCADA 的所有功能。总工站实现的是两现场子站的所有功能,就如同当地操作一样。

3.4 网络设计

从系统分析可定论:本系统的网络结构是非常复杂的。为完成系统的数据通信,必须创建客户机/服务器(C/S)结构。从整个系统全局考虑,总工站为客户端,而现场 SCADA 机器为服务端,且只有主机为服务端,这样总工站只和两现场 SCADA 的主机保持通信。从小范围看,由于变电站 SCADA 还要与发电厂 SCADA 通信,此时发电厂又要建立此通信的服务端,而变电站 SCADA 为客户端。从局部看,主机为服务端,备机为客户端,以此实现主备机间的通信。总工站固定为客户端,始终与现场 SCADA 主机保持通信连接。

这样在现场 SCADA 机上就存在着多个网络通信线程,还包括 CAN通信线程。其中主备机间及现场主机与总工站间通信的线程还是动态创建和终止的,因为主备机一旦切换或备机升为主机,就存在相应通信线程的终止或创建。系统网络逻辑图如图 2 所示。



说明:图中 C 代表网络客户端,S 代表网络服务端。实线代表当前使用,虚线代表备用

图 2 系统网络逻辑图

Fig 2 System network logic

进程间及系统间通信采用的软件技术为 COM/DCOM 技术。

3.5 数据通信设计

后台机实时数据的传递或发送遥控命令或修改实时数据库,存在着数据分流问题,到底是传给发电厂 SCADA 还是对变电站 SCADA 操作,抑或是需网络通信送到远方机器通过 CAN 卡下发还是直接由本机 CAN 卡通信,这就是当初数据库设计的初衷之一。数据记录有了唯一标示,也就能实现数据的选择性流向。D 号介于 0~999 9 之间的属于变电站,而大于等于 10 000 的属于发电厂。

当遥控或修改定值时,存在返码回送,非本地机下发的遥控命令还需通过网络选择性送回源机处理。

传输数据结构多数设计为 (D, Type, Data) 即可。

3.6 图形设计

变电站 SCADA 需能共享发电厂 SCADA 机器上的图形,总工站需共享现场两 SCADA 机器上所有图形,只有如此才能保证全系统图形维护的一致性及共享同一图形文件源。由于全系统通过光纤构成局域网,所有机器之间可登录访问对方,共享图形文件也在情理之中了。

图形组态时,可绑定任一 ODBC 数据源的数据,数据记录事先有了唯一标示,也就保证了组态图元的唯一标示性,自然可实现多子站图形实时数据的刷新。

图形在线编辑时,为保证打开相同图形的实时一致,需通过网络实时发送一消息,以启动其它机器上的图形自动刷新功能。举例说明,假设在总工站上对发电厂图形进行了在线编辑,它应立即通知发电厂 SCADA 主机哪个图形文件进行了修改,发电厂 SCADA 主机立即对该图形进行刷新,同时还要通知备机及变电站 SCADA 主机进行同步更新,但图形文件源始终只保留在发电厂主备机上。

3.7 调度通信设计

由于在变电站端存在本地及发电厂实时数据集,再加上系统的网络设计,实现二者的调度通信已经非常可行。但由于主备结构的存在,从物理实现上又增加了一定的难度。如果两台机器都安装多串口卡,同样存在缺陷,主备机一旦切换,调度通信模块会随之自动切换,但调度通道就需要手动切换或安装通道切换装置来实现在线转移。

基于以上分析,本系统采用终端服务器,将其接入系统网络,上述问题也就随之迎刃而解。同时终端服务器不仅具备通信速率高的优点,还具备可带电插拔方便在线维护的特点,可谓一举两得。

3.8 其它辅助设计

不管是在实现保持数据还是在进行文件的一致性设计,都应慎重考虑当地 SCADA 存在主备结构,应同样通过网络实现备机的一致性,无论系统处于离线还是在线状态。其它过多的具体细节在实现时都应斟酌处理,在此不再过多赘述。

4 与现有厂站 SCADA 系统的比较

现有厂站 SCADA 系统采用主站/子站结构,以串行通信方式按规定应用协议进行数据交换,类似于调度自动化模式。通信速率较低,无法实现文件共享。子站间难以实现互联。节点容量不宜过多。

该新型厂站 SCADA 系统完全摒弃传统的结构模式,采用客户机/服务器网络体系结构,节点间通过光纤组建局域网,能充分享用网络性能。软件实现上引入 COM/DCOM 技术,保证了进程通信的透明性及高效率,接口规范。主网采用光纤介质,传输距离远;采用环网结构,可靠性高。

该系统主要技术指标如下:

1) 传输速率 100 Mbps (现有厂站 SCADA 系统

一般不大于 1 200 bps)。

2) 从子站到主监控站或总工站实时量传输时间不大于 0.5 s(现有厂站 SCADA 系统平均不小于 2 s)。

3) 主监控站或总工站监控 10 个子站时, CPU 平均负荷量不超过 25% (现有厂站 SCADA 系统不小于 40%)。

4) 子站被 10 个主站监控时, CPU 平均负荷量不超过 20% (现有厂站 SCADA 系统不小于 40%)。

5) 主监控站或总工站占子站的功能比为 100% (现有厂站 SCADA 系统为不大于 60%)。

从功能及性能上比较,该新型系统较现有厂站 SCADA 系统具有无可比拟的优越性及性价比。

5 结论

对该 SCADA 经过充分的分析、设计、开发、测试,现已在河南济源焦化厂投入运营。从半年多的运行情况看,运行状况良好,用户反映满意。

从设计到实现,该复杂厂站 SCADA 系统大胆采用光纤创建环网,内部引入 COM/DCOM 技术,所设计的结构体系以及数据库科学合理,从根本上保证了系统实现的可行性、实用性及先进性。实践验

证其功能全面、性能良好,值得推广。基于该系统,可保证包含较多总工站点的、更为复杂的厂站 SCADA 系统的实现。

参考文献:

- [1] 高传善. 网络互连 [M]. 北京:机械工业出版社, 2000.
GAO Chuan-shan Network Interconnection [M]. Beijing: China Machine Press, 2000.
- [2] 杨育红. 网络控制技术 [M]. 西安:西安电子科技大学出版社, 1998.
YANG Yu-hong Network Controlling Technology [M]. Xi'an: Xidian University Press, 1998.

收稿日期: 2004-07-16; 修回日期: 2004-08-06

作者简介:

叶继明 (1971 -), 男, 硕士研究生, 工程师, 长期从事电力系统自动化产品的研究与开发; E-mail: yjm0905@sina.com

任新强 (1975 -), 男, 硕士研究生, 工程师, 长期从事电力系统自动化产品的研究与开发;

焦磊 (1977 -), 男, 助理工程师, 从事电力系统自动化产品的设计与开发。

Design of a new SCADA of the power plants and stations

YE Jiming, REN Xin-qiang, JIAO Lei

(Henan Institute of Technology, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: SCADA of the power plants and stations aims at large companies, which control many power field substations (transformer substations and power plants). The SCADA in a great field substation can supervise other substations and engineer station can supervise all field substations. The TCP/IP network protocol and COM/DCOM technique are adopted by a fiber Ethernet loop. It means that all substations' SCADA's share the graphics files and data, keep the consistency of the graphics files and data in real time. The system has come to field operation by thorough analysis, design and developing. It is superior to usual SCADA system.

Key words: power plants and stations; SCADA; fiber Ethernet loop; COM/DCOM

继电保护及自动化迎来黄金发展期

2004年是我国实现“十五”规划的关键年,国民经济的快速增长,带动了电力建设的迅猛发展,使中国继电保护及自动化行业进入了黄金发展时期。继电保护及自动化是一门科技含量高、涉及专业范围广、技术性较强的专业。在过去 50 多年的时间里,我国继电保护及自动化技术经历了从无到有、从机电式到微机型的发展历程,现在行业正逐步向计算机化、网络化、智能化、保护、控制、测量和数据通信一体化发展。这就要求继电保护及自动化行业在上年度所取得较好成绩的基础上在课题研究、产品质量监督、产品检测、产品认证、产品标准研究与制修订、标准的宣传贯彻、企业合作、管理创新、会员发展上下足功夫,开拓创新。