

变电站报文监听系统设计

黄欣¹, 白玉良², 贺春³

(1. 广州供电局调度中心自动化分部, 广东 广州 510620; 2. 许继集团, 河南 许昌 461000;
3. 国家继电器质量监督检验中心, 河南 许昌 461000)

摘要: 随着变电站自动化技术的发展, 计算机和通信在自动化系统中得到越来越广泛的应用, 随之也对系统维护提出了很高的要求, 尤其是在系统故障分析时, 没有先进的手段就无法对变电站发生事故过程中一次、二次系统运行的全貌进行把握, 通过对比各种报文捕捉方案, 提出了一种比较适合用于变电站的报文捕捉方式, 针对推荐方案阐述了变电站报文监听系统的实现方法, 并结合实际运行经验进行分析。

关键词: 变电站自动化; 规约; 报文监视

Implementation of message monitor system of communication protocol in substation

HUANG Xin¹, BAI Yu-liang², HE Chun³

(1. Automation Dept, Dispatching Center of Guangzhou Power Supply Bureau, Guangzhou 510620, China;
2. XJ Group Corporation, Xuchang 461000, China; 3. National Center for Quality Supervision & Testing of Relay & Protection Equipment, Xuchang 461000, China)

Abstract: With the development of substation automation technology, computer and communication are applied widely in the substation automation system, it is demanded strongly to maintenance of system, specially under the fault analysis. Without advanced method and tools, it can not grasp the truth of what happened in the substation. This paper proposes a good method to solve this problem by comparing some schemes, and gives some actual data of protocol analysis.

Key words: substation automation system; protocol; protocol monitor

中图分类号: TM73; TM764

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2007)11-0052-05

0 引言

在计算机技术、通信技术、电子技术等新技术高度发展的今天, 电力自动化系统也进入了高速发展期, 远程监视、远程控制、Web 信息发布等功能给电力系统工作带来了许多方便之处, 新技术的使用提高了工作效率, 降低了劳动强度, 促进了电力事业的发展。

但是在新技术使用的同时, 掌握新技术需要的知识和技术越来越高, 难度也越来越大, 尤其是当系统中出现一些问题时, 工作人员就显得无从下手, 需要专业的人员进行处理, 在这种情况下, 一个功能强大的工具就显得尤为重要。在通信领域, 系统或者设备之间是通过通信规约进行信息交换的, 通信规约是系统功能得以实现的基础, 在实际运行中, 工作人员一般是通过人机界面来了解系统当前的工作状况的, 只有系统提供的信息才能查看的到。在系统故障或者事故情况下, 为了弄清楚事情的真相, 技术人员需要对各个环节进行仔细的检查, 从设备

或系统提供的信息中还原事情真相, 在这种情况下系统运行过程中出现过的情况需要进行严格的记录。对于通信规约这种在通信线路上传送的二进制数据来说, 也应该能够进行记录和分析, 以便于日后需要时进行判断。

虽然当前很多系统厂商提供的电力监控系统或者设备能够对电力系统的运行工况以及运行过程中的操作等进行记录, 如各种电力保护装置、测控设备、故障录波器等, 但是对通信网络的监视还尚未有成熟的产品。

此次由广州供电局调度中心自动化分部牵头, 由国家继电器质量监督检验中心、广州思维奇(PTSWITCH)计算机科技有限公司共同组成项目组进行联合研发, 开发出了应用于变电站的通信报文示波器, 完成对通信过程中的报文进行录制和分析的功能。

1 变电站报文监听系统简介

为了有效地解决上述问题, 我们使用了“通信

报文监视、分析”这个概念,其原理类似于检测电子电路使用的示波器一样,我们这里的工具是对通信过程中的报文进行记录和分析的,不妨先称为“通信报文示波器”。通信报文示波器应该具备以下四个特点。

第一,具备稳定可靠的海量存储能力。目前主流厂商提供的电力保护和监控设备普遍采用以太网作为主要的通讯手段,具备 10 M、100 M 甚至 1000 M 的通讯速度,这些设备运行时每天都会产生几十兆甚至数百兆的通讯数据,通信报文示波器必须有足够的存储容量记录通讯数据用于运行监视和事故分析。

第二,高可靠性和良好的抗干扰能力。作为一个检测设备,要具有较高的可靠性和抗干扰能力,例如在变电站工作环境下,其他设备由于快速瞬变、振荡波等电磁干扰的影响可能会出现通信报文丢失或者报文畸变,对于“通信报文示波器”来说,就必须能够将这些数据记录下来,以供事后分析,而不能也受到电磁干扰等的影响出现工作异常。

第三,不干涉通讯网络的正常运行,不降低通讯网络的可靠性。通信报文示波器是用来提高网络可用性,快速排除通讯网络故障的分析工具,通讯网络的可靠性不应该因为通信报文示波器的接入而降低。

第四,高效、统一的数据访问接口。通讯报文既可能来自于相同厂商的设备之间,也有可能来自于不同厂商的设备之间,为保持通信报文示波器在电力系统的通用性,通信报文的记录和访问必须与运行设备无关,与设备供应商无关,并提供统一、高效的数据访问接口。

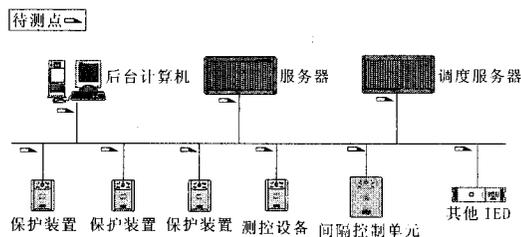


图1 系统结构图

Fig.1 Graph of system structure

通信报文示波器既可以有选择地记录特定设备发出和接受的通讯报文,也可以无条件地记录所有设备发送和接受的通讯报文,并对收集到的报文进行还原、分析、保存,还可以提供灵活的数据访问接口,利用电力系统通讯规约分析软件对通讯报文进行分析,监视电力设备通讯网络的正常运行和事故分析。

2 系统功能

报文录制、分析系统的使用,可以帮助电力系统工作人员对系统中传输的各种规约进行分析,使通道上传输的二进制数据变成含义明确的信息,增强值班人员对系统的监管能力,具体说来有以下功能:

1) 报文录制、分析,通过报文录制和分析可以做以下工作:

a. 在系统故障情况下,通过报文分析,寻找故障前后的征兆。

b. 在系统误操作的情况下,通过报文分析,寻找误操作的原因。

c. 在系统出现异常数据情况下,通过报文分析,寻找异常数据产生的原因。

d. 在其他有任何疑问的情况下,均可以通过报文分析,直接或者间接查找原因。

e. 当设备之间出现通信异常时,可以使用规约示波器查找通信异常的原因。

2) 系统辅助联调

a. 在系统安装、调试过程中,使用规约示波器可以进行辅助调试。

b. 当系统进行升级后,在试验过程中可以通过规约示波器进行分析,验证新功能规约是否正常。

3) 系统通信参数优化

a. 通过对通信过程中各种报文的统计和分析,优化通道的使用。

b. 实时记录通信网络数据流量,进行流量优化。

4) 其他

技术培训。广大继保和自动化工作者可以通过这个工具了解规约以及通信过程,从而全面掌握所使用的规约,提高员工的工作技能。

3 方案对比

3.1 方案1: 选用以太网集线器而不是以太网交换机连接所有通讯设备和电力报文记录分析仪(如图2)

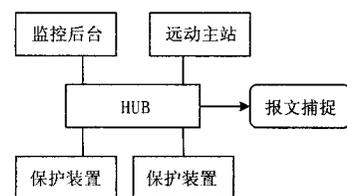


图2 方案1结构图

Fig.2 System structure of scheme 1

以太网集线器在功能上等同于用总线连接所有的通讯结点,任何结点发出通讯报文时,连接到集线器上的所有设备都会收到所有的网络通讯报文包括报文记录分析仪,因此报文的捕捉变的十分简单。

优点:

- 1) 无需大规模改动目前的布线结构,施工简便。
- 2) 集线器强制通讯系统的吞吐速度不会超过 100 Mbit/s,使得报文捕捉非常简单。

缺点:

通讯网络扩展性差,难以支持较多的通讯结点。

为了实现通讯报文的截取降低了整个通讯系统的性能,通讯系统仅仅支持半双工通讯模式,用以太网集线器代替交换机是技术上的退步。

3.2 方案 2 (如图 3)

在每一个设备的以太网端口串连一个特制的无源 T 型接头,类似于有线电视系统中的 T 型接头,它可以旁路部分通过的以太网信号到第三个端口,然后连接到电力报文记录分析仪。

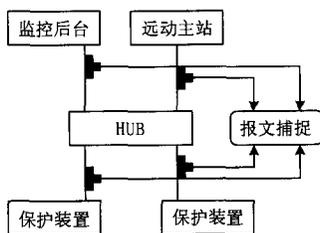


图 3 方案 2 结构图

Fig 3 system structure of scheme 2

优点:

- 1) 不降低通讯系统的吞吐速度。
- 2) 支持对每个网络端口的全速监视。

缺点:

1) 被监视端口, T 型接头以及电力报文记录分析仪相互必须十分靠近以保证物理信号的完整性,当监听端口较多时会极大增加施工难度;对旧站改造困难。

2) 可能因为 T 型接头的不可靠而导致通讯中断。

3) 无法支持千兆网络可靠运行。

4) 电力报文记录分析仪必须提供两倍于被监听端口数量的端口,会造成报文记录设备过于复杂。

3.3 方案 3 (如图 4)

采用支持镜像的智能以太网交换机,当交换机支持报文镜像功能时,交换机会按照用户的设定将用户感兴趣的报文实时复制到镜像端口,报文记录分析仪实时记录镜像端口输出的报文到磁盘上,从

而到达报文截取、记录的目的。镜像端口可运行于 1000 Mbit/s。

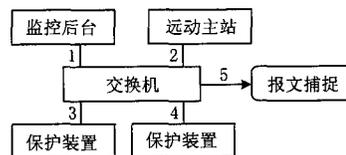


图 4 方案 3 结构图

Fig.4 System structure of scheme 3

优点:

- 1) 不降低通讯系统的吞吐速度。
- 2) 系统改造升级十分容易。
- 3) 报文记录分析仪仅需要一个端口。

缺点:

1) 取决于监听端口的速度和数量,镜像端口可能是报文监听的瓶颈,例如 1000 Mbit/s 的镜像端口理论上支持 5 个 100 Mbit/s 端口或 50 个 10 Mbit/s 端口的双向报文截取。

2) 交换机需要特别的设置,当监听不同收发方向的端口时,端口不具备互换性。

3.4 方案 4

除了用于正常通讯的端口以外,要求二次设备厂家提供一个额外的网络端口用于报文记录;即将从工作端口发出或接受到的报文复制后再从额外的端口发出从而达到报文捕捉记录的目的。

优点:

- 1) 不改动现有的通讯连接。

缺点:

- 1) 依赖于二次厂家设备的改动。
- 2) 捕获的报文可能和正常端口的报文不一致。
- 3) 电力报文记录仪必须支持多个端口。
- 4) 无法监视二次设备的正常端口的故障。
- 5) 对旧站的改造非常困难。

经过反复评估,考虑到变电站通讯系统的实际情况,新系统对电力安全运行的影响,权衡再三,我们最后选用方案三,即采用智能交换机的镜像功能。

4 系统组成

整个系统由硬件和软件 2 大部分组成,分别完成报文的捕捉、存储、管理和分析的功能。

变电站通信监视系统的硬件部分由两个主要设备组成,以太网交换机和通讯监视仪。以太网交换机是站内局域网的核心,负责提供 ISO 定义的第二层(数据链路层)的数据交换;通信监视仪器用

于第三层(网络层)到第七层(应用层)的数据记录 and 报文分析。

在选择以太网交换机时,除了考虑如交换速度,端口密度,可靠性等常见技术指标以外,交换机必须具有另外一个非常重要的功能“端口镜像”,即将选定端口的报文复制到设定的监控端口(见图4)。图中的交换机提供5个网络端口,定义为端口1-5,与此同时有4个设备(A, B, C, D)连接到交换机的1-4号端口,另有通讯监视仪接到端口5。在图示例子中,交换机的5号端口设定为监控端口,用户希望监视交A发给C的通讯数据时,用户可以利用交换机的端口镜像功能,设定交换机镜像端口1和2的入口报文到端口5。这样,当A发送数据报文给C时,进入端口1报文将会在交换机内部被复制,原报文依旧从端口2输出,与此同时,复制报文会由监控端(5号端口)输出。同样的原理可以用来监视B到D的数据通讯。

由图4我们可以看出,镜像端口的报文速度是所有镜像端口的总和;在图4中,如果端口1-4运行在100M的速度,那么端口5的报文速度将会是500M。正因为如此,镜像端口速度必须高于工作端口才能保证报文没有丢失。

当复制报文进入通讯监视仪后,监视仪记录每一个收到的报文的时间,报文内容等信息,分类处理后存入内部的数据库。通讯监视仪具有高速的网络数据处理能力和巨大的存储空间支持长时间的不断运行。

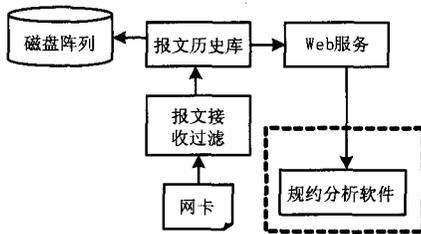


图5 软件结构图

Fig.5 Software structure

软件也有两个部分组成,即系统软件和报文规约分析软件。系统软件安装并运行在通讯监视仪中,负责报文的实时记录和存储,历史报文数据库的管理,提供数据库访问的接口。报文规约分析软件可以安装运行在多台不同的计算机中,用户需要进行通讯网络分析时,该软件工具向历史报文数据库调用用户感兴趣时间段内的报文,按照南方电网故障信息系统接口规范进行分析,得到用户需要的全部信息。

5 分析实例

下面以档位调节控制过程为例,展示报文分析过程。

5.1 发档位调节选择命令



图6 档位调节过程图(1)

Fig.6 Process of tap regulation (1)

5.2 档位调节命令确认

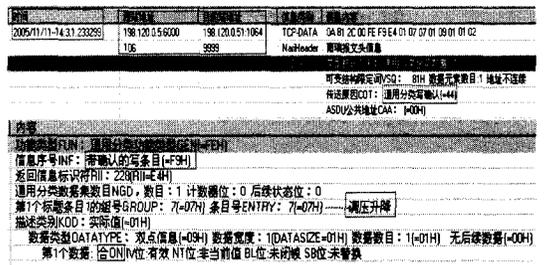
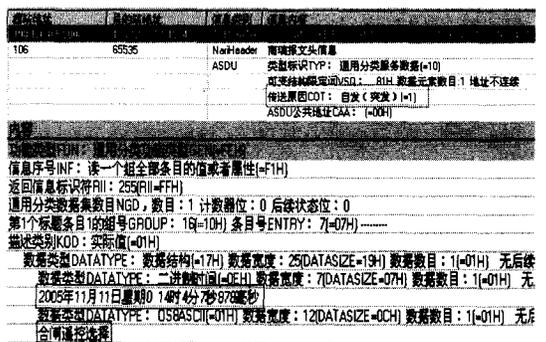


图7 档位调节过程图(2)

Fig.7 Process of tap regulation (2)

选择过程中装置信号



后台软件中的事件信息:

0890. 操作纪录 2005-11-11 14:04:07 操作人:欧阳芳 监

护人:卢绍旭 广州 110 kV 苗圃变 [#1 主变]调压升降 遥控选择成功 合操作

图8 档位调节过程图(3)

Fig.8 Process of tap regulation (3)

以上显示信息与报文分析结果完全对应。

5.3 发档位调节执行命令



图 9 档位调节过程图 (4)
Fig. 9 Process of tap regulation (4)

5.4 档位调节执行命令确认

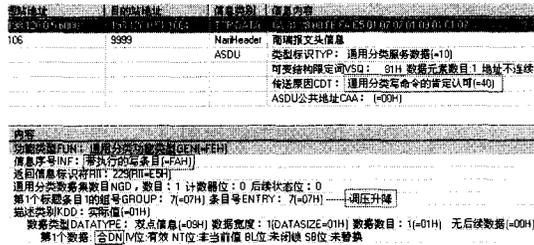


图 10 档位调节过程图 (5)
Fig.10 Process of tap regulation (5)

5.5 档位调节执行后伴随信号

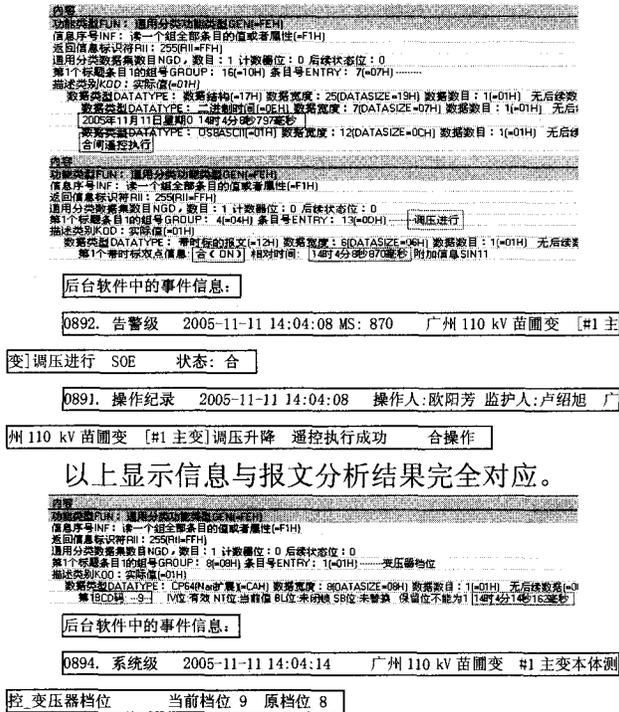


图 11 档位调节过程图 (6)
Fig.11 Process of tap regulation (6)

以上显示信息与报文分析结果完全对应。
5.6 档位调节完毕后信号



图 12 档位调节过程图 (7)
Fig.12 Process of tap regulation (7)

图 12 档位调节过程图 (7)
Fig.12 Process of tap regulation (7)

通过以上分析可以看出,使用报文监听器可以将变电站报文完整地记录下来,并且保存在海量存储器中,当有事故发生需要进行事故分析时,使用报文分析工具对报文进行分析,查找事故时网络通信状况,从而全面地查找事故原因,即使在变电站后台出现故障的情况下,也能从报文监听器中提取报文进行信息分析,从而提高变电站系统的透明度。

6 结语

目前该系统已经在广州苗圃站试运行一年,系统运行稳定,分析效果良好。技术是不断进步的,只有系统监视和诊断的能力不断提高,才能不断推动自动化技术的不断进步,从而全面提高变电站自动化的整体水平,保证电力供应的稳定性和可靠性。

参考文献

[1] IEC 60870-5-103, Telecontrol Equipment and Systems-part 5-103 Transmission Protocols—Companion Standard for the Informative Interface of Protection Equipment[S].

收稿日期: 2006-11-01; 修回日期: 2007-01-31
作者简介:

黄欣 (1972-), 男, 工程师, 从事电力系统调度自动化工作, 主要研究方向为电力系统自动化、调度自动化;
E-mail: huangx@gzpsc.com

白玉良 (1963-), 男, 本科, 主要研究方向为直流输电;
贺春 (1973-), 男, 硕士, 主要研究方向为电力系统自动化、通信规约及规约测试。