

二次设备时间同步状态在线监测系统研究

李 澄,陈 颢,宁 艳
(江苏方天电力技术有限公司,江苏 南京 211102)

摘 要:针对变电站二次设备时间同步状态的现状,分别提出了常规变电站和智能变电站二次设备时间同步状态在线监测方案及具体的实施过程。根据提出的方案,介绍了同步监测系统的设计方法,包括同步监测装置和监视后台的结构、原理及具体功能。

关键词:二次设备;时间同步;监测系统

中图分类号:TM762 **文献标志码:**A **文章编号:**1009-0665(2012)01-0009-03

随着网络和装机容量的日益扩大,电力系统运行方式日趋复杂,系统内线路或主变发生故障时,将引起系统内相关的主设备保护、后备保护或相邻保护等多个保护的相继动作跳闸。为了分析整个事故的发生及演变过程,自动化系统记录的事件时标起着关键作用,为此各变电站内系统二次设备时间同步的正确性非常重要^[1,2]。变电站中通过配置时钟同步系统来保证事件时标的正确性。另外,为了监视时钟同步系统的运行情况,江苏电网还建立了时钟设备时间同步监测网络,对时间同步系统的运行状况实时监测^[3]。目前对变电站大量的二次设备对时状态还没有有效的监视手段,只能到现场检查二次设备的时间同步情况。

由于技术发展和设备更新的原因,变电站现存的二次设备种类复杂,型号繁多,对时间同步监测主要存在的问题有:(1)传统以及智能站二次设备都未设计时间同步状态监视功能和接口,必须找到不修改现有设备,实现同步监视的方法。(2)各种二次设备的通信接口、规约不同。同步监视获得二次设备装置的时间数据,必须通过通信接口,通信接口、规约不同阻碍了同步监视的实现。(3)时间真实性问题。二次设备有很多是多处理器/板结构的,装置内部同样有时间同步系统,简单监视装置时间并不真实反映事件时标时间的同步状态。为了实现有效、可行二次设备时间同步状态在线监测,根据不同的二次设备对象,设计了分别适用于常规变电站和智能变电站的站内二次设备时间同步监测方案,然后各变电站以统一的接口接入时间同步监测系统。

1 常规变电站监测方案

目前,常规变电站大多采用基于以太网的网络 103 协议完成二次设备与主站间的通信,早期的设

备采用基于 485 的 103 协议或基于以太网的其他协议,为了能适应所有现场的情况,对常规变电站二次设备时间同步的监测设计了 2 种方案:二次设备定时模拟事件方案和开关量遥信方案。

1.1 二次设备定时模拟事件方案

该方案基于网络 103 协议,利用该协议的 UDP 组播信号量、事件信息的发布功能,通过定时发送带时标事件报文来实现二次设备的时间同步状态检测,其具体过程如下:

- (1) 同步监测装置加入二次设备的广播组;
- (2) 受监测的二次设备按照固定的间隔模拟信号变位,每间隔连续发送 3 次具有时标的特定开关量报文;
- (3) 同步监测装置以收到特定事件报文内的时标作为基准时间 T_1 ,以接收到报文的时间作为报文的精确时间 T_0 ;
- (4) 同步监测装置将 T_0 和 T_1 发送到监视后台。监视后台通过比较 T_0 和 T_1 的差值来判断二次设备的时间准确性。

由于报文传输需要时间,当装置已同步时,该方案并不能确保 T_0 和 T_1 的差值为 0,经过实际设备试验及统计,报文传输时间通常小于 0.15 ms,偶尔 T_0 和 T_1 的差值会大于 8 ms,由于二次设备事件时标精度要求通常为 1 ms,为此监测后台采用统计方法,过滤由于传输延迟导致误差较大的数据点,综合分析后才判定二次设备事件同步的状态。

该方案只需在变电站增加同步监测装置,无需增加额外的物理接线和网络,也不改动现有的系统结构,工程实施简单,工作量小且能够满足绝大部分设备的监测要求,用户较容易接受。

由于该方案需要对二次设备软件进行小的修改,对已投运的变电站实现同步监测存在一定困难,为此该方案适合新建常规变电站时使用。

1.2 开关量遥信方案

为满足变电站改造要求以及对高精度要求设备的时间同步监测,设计了开关量遥信方案,如图 1 所示。具体过程如下:

- (1) 同步监测装置与二次设备均独立与时间同步系统时钟对时;
- (2) 同步监测装置在规定时刻 T_0 通过硬接线向二次设备发送对时监测脉冲信号;
- (3) 二次设备受监测脉冲触发生成带时标的事件,该事件包含二次设备时间 T_1 ;
- (4) 监测装置通过通讯接口监测二次设备通讯报文,解析带时标的事件报文提取二次设备时间 T_1 ;
- (5) 根据 T_0 和 T_1 的差值,监视后台进行统计和分析。

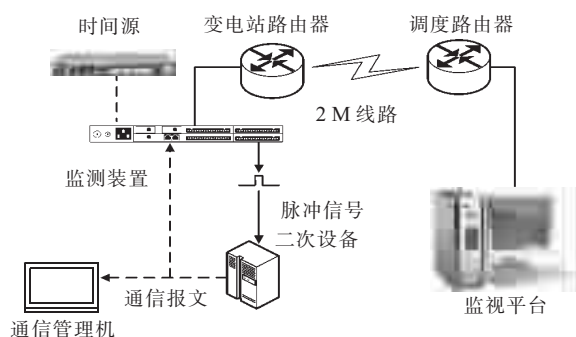


图 1 常规变电站开关量遥信方案

该方案采用实际遥信量触发事件,得到精确时标,可以满足高精度同步监测的要求。另外实施时不需要改动已投运设备的功能,通过 485/以太网 UDP 侦听特定报文即能实现同步监测,该方案适合于已投运变电站的改造,缺点是改造工作量较大,相同较复杂。

2 智能变电站监测方案

目前智能变电站正逐渐成为主流,智能站全站采用 IEC 61850 标准,过程层数据以 GOOSE 报文形式通过交换机网络传输^[4-6]。因此,利用智能站过程层网络的便利条件,用传统变电站模拟事件方案的方法设计了智能站二次设备时间同步监测方案,如图 2 所示。

- (1) 同步监测装置接入过程层网络;
- (2) 二次设备定时发送带时标的 GOOSE 报文;
- (3) 监测装置接收 GOOSE 报文并进行解析,以收到 GOOSE 报文的时间作为基准时间 T_0 ,以报文中数据集中指定字段的时标为二次设备时间 T_1 ;
- (4) 根据 T_0 和 T_1 的差值,监视后台进行统计和分析。

IEC 61850 标准中要求 GOOSE 的处理传输时间小于 4 ms,为此 T_0 和 T_1 的时差理论上小于 4 ms

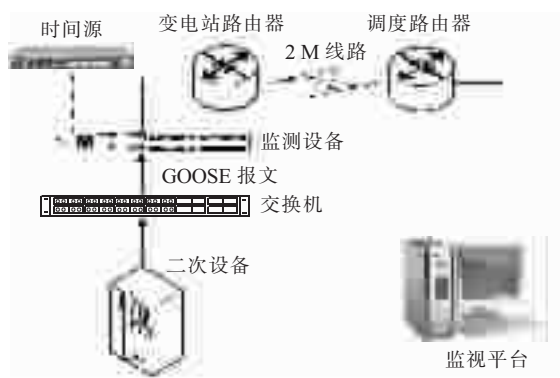


图 2 智能变电站二次设备定时模拟事件方案

(实测 GOOSE 处理传输时间一般小于 2 ms),为此,在智能变电站中采用该方法实现时间同步监测性能较传统站更有保证;另外,GOOSE 是智能变电站的基本功能,实现同步监测一般不需要修改二次设备的软件,仅需修改配置即可。

3 同步监测系统的实现

同步监测系统由分布在各变电站的同步监测装置和监视后台组成。

同步监测装置负责站内二次设备时间同步监视,屏蔽每个站具体的同步监视实现方案,以统一的通信规约与监视后台通信;另外,同步监测装置还完成站内时钟设备时间同步的监测。

监视后台系统完成所有二次设备同步状态的分析 and 判断以及各变电站时钟设备时间同步的监测。

3.1 同步监测装置

同步监测装置的结构如图 3 所示,其主要功能如下:

- (1) 与站内时间同步系统接口。同步监测装置需要监视站内时间同步系统的状态,也需要用标准时间打硬件时标,从而与二次设备时间进行比较。
- (2) 侦听 UDP/GOOSE,捕获二次设备响应的带时标的事件报文、以及 GOOSE 报文,由硬件记录所接收报文的时标,保证时间监测尽可能的精确。这个以太网接口不实现 TCP/IP 栈,仅接收而不发送报文,二次设备网络的安全性不会受影响。
- (3) 侦听 485 线路报文,实现早期设备的串口 103 报文的侦听,用于传统站开关量遥信方案。
- (4) 准确时刻开出信号输出。利用光耦以及固态继电器(根据二次设备物理接口而定)在精确时刻发送同步测试脉冲,为保证输出精确性,每组输出还可补偿线路延迟。
- (5) 与二次设备时间同步监测后台接口。此网络接口实现 TCP/IP 栈,但不与 UDP/GOOSE 侦听口有软件/硬件上的关联,保证跨站内/站外网络的隔离。

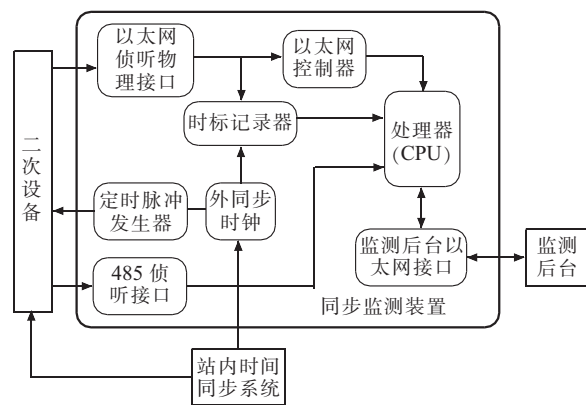


图 3 同步监测装置结构

3.2 同步监视后台

监视后台可以在变电站、地调和省调分级部署，实现对配置的站内 GPS 时钟的时间同步状态和站内二次设备对时状态进行检测，并对历史数据进行统计、分析，绘制数据曲线图。

监视后台与监测装置之间采用 TCP/IP 的通信方式，通信规约为自定义格式。其中监视后台作为客户端，监测装置作为服务端，两者采取长连接的通信方式。

监视后台根据监测装置上传的监测数据与基准时间源的偏差值，显示二次设备对时状态的有效性，并可以按照指定的时间段、监测设备和二次设备分别或组合查询。同时，还可以根据二次设备的型号等参数，从各角度对二次设备的对时精度进行分析并绘制相应的曲线图。

监视后台接收到监测装置上传的二次设备时间 T_1 和基准时间 T_0 并进行差值计算，若连续 $n(n \geq 3)$ 个差值超过设定值时，则判定此二次设备的对时状态有误，并给出告警信息。某二次设备的对时精度曲线如图 4 所示。从图中可以看出，有 2 点的时间偏差值较大。但是由于这 2 点并没有连续出现，因此可以判断，该二次设备对时状态正常。

4 结束语

目前，变电站二次设备时间同步状态尚未实现

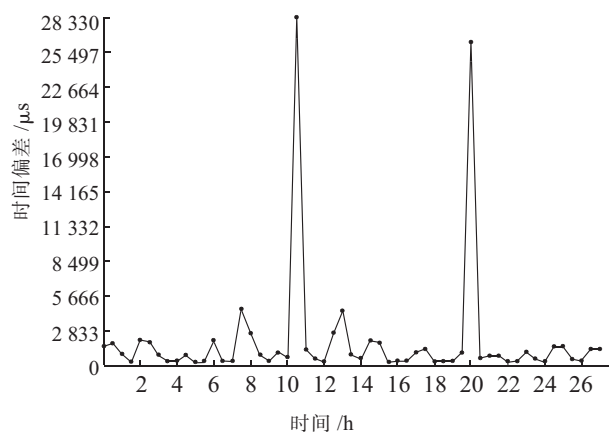


图 4 二次设备对时精度曲线

在线监测功能。本文根据常规变电站和智能变电站的不同特点分别给出了各自的二次设备时间同步状态的在线监测方案及具体的实施过程。还介绍了方案中同步监测系统的实现方法，包括同步监测装置和监视后台的结构、原理及具体功能。

参考文献：

[1] 李 澄,黄 伟,吴 刚. 数字化变电站新技术特点及应用[J]. 江苏电机工程,2007,26(S1): 8-10.

[2] 张 斌,倪益民,马晓军,等. 变电站综合智能组件探讨[J]. 电力系统自动化,2010,34(21):91-94.

[3] 鲁东海,孙纯军,王晓虎. 智能变电站中在线监测系统的设计[J]. 电力自动化设备,2011,31(1):134-137.

[4] 张清枝,左群业,何 刚,等. 智能变电站网络对时测试研究[J]. 电力系统保护与控制,2010,38(21):237-240.

[5] 梁国坚,段新辉,高新华. 数字化变电站过程层网络方案[J]. 电力自动化设备,2011,31(2):94-98.

[6] 樊 陈,倪益民,沈 健,等. IEEE1588 在基于 IEC 61850-9-2 标准的合并单元中的应用[J]. 电力系统自动化,2011,35(6): 55-59.

作者简介：

李 澄(1970),男,江苏无锡人,高级工程师,从事数字化变电站与时钟同步领域技术研究工作;

陈 颢(1987),男,湖北钟祥人,工程师,从事数字化变电站与时钟同步领域技术研究工作;

宁 艳(1983),女,辽宁铁岭人,工程师,从事数字化变电站与时钟同步领域技术研究工作。

Study on On-line Monitoring System of Time Synchronous State of Secondary Equipment

LI Cheng, CHEN Hao, NING Yan

(Jiang Su Frontier Electric Technology Co.Ltd., Nanjing 211102, China)

Abstract: According to the present situation of the secondary equipment synchronous state, on-line monitoring scheme and concrete implement process of traditional sand smart substation are proposed respectively in this paper. Based on the proposed scheme, design method of synchronous monitoring system is introduced which includes structure, principle and function of synchronous monitoring device and monitoring background.

Key words: secondary equipment, time synchronization, monitoring system