

变电站 GPS 授时方式与二次设备时间同步

陈宏¹, 喻子易²

(1. 湖北省电力试验研究院, 湖北 武汉 430077; 2. 湖北省电力公司, 湖北 武汉 430077)

[摘要] 文章介绍了变电站自动化系统的 GPS 授时原理、授时方式、授时结构和过程, 讨论了用于二次设备与 GPS 时间同步的 5 种授时方式, 以及不同授时方式的现场适用性, 通过分析影响二次设备时间同步的因素, 认为 GPS 授时可以达到站间和站内二次设备时间同步的目的。

[关键词] 变电站; 二次设备; GPS 授时; 时间同步

[中图分类号] TM762 [文献标识码] A [文章编号] 1006-3986(2009)01-0021-03

Discussion on Time Synchronization between Substation GPS Timing Mode and Secondary Equipments

CHEN Hong¹, YU Zi-yi²

(1. Hubei Electric Power Testing and Research Institute, Wuhan 430077, China;

2. Hubei Electric Power Company, Wuhan 430077, China)

[Abstract] The paper introduces the theory, mode, structure and process of GPS timing on substation automatic system, five kinds of time synchronization mode between substation GPS timing and secondary equipments and the field applicability of them are discussed. There obtains the results that GPS timing can keep the time synchronization between secondary equipments in substation and different substations according to the analysis of factors which influence the synchronization among secondary equipments.

[Key words] substation; secondary equipments; GPS timing; time synchronization

电网对变电站自动化系统远动及其他相关电气二次智能电子设备, 要求达到毫秒及以上的时间同步精度。变电站二次设备时间同步的准确性, 决定了事件记录、同步采样等实时数据记录的精确性, 直接关系到对变电站间(异地)、站内(本地)故障的准确分析、判断和处理。

变电站自动化系统属于多厂家产品集成的技术应用方式, 以及网络化的系统分散应用结构, 且存在系统设备匹配和集成应用方式的不确定性。变电站二次设备时间同步过程复杂, 授时方式多样, 二次设备的时间同步性能与系统采用的授时结构、授时方式、授时和被授时设备性能等等因素密切相关。

1 二次设备授时原理

变电站 GPS 授时装置, 通常有串行时间信息报文、脉冲校正信号、IRIG-B 授时编码等 3 种类型的输出信号。图 1 是授时装置的 3 种常规输出信号之

间的关系示意图形, 装置每秒钟发送 1 次授时信号至二次设备。

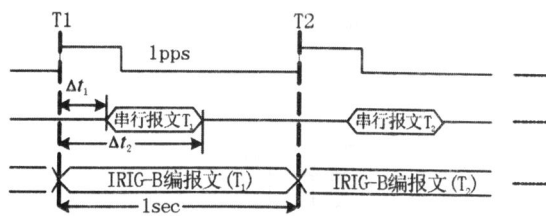


图 1 授时装置输出信号

变电站对上述 3 种授时信号进行选择应用, 期望达到智能二次设备与授时装置时间同步的目的。变电站对二次设备的授时应用方式, 通常有 3 种: 串行报文授时、串行报文和脉冲校正授时、IRIG-B 授时。下面分析授时应用中, 二次设备对信号的接收和处理过程。

1.1 串行报文授时

图 2 是一种在串行报文授时方式下, 二次设备对报文信息的接收和处理过程。其中, 对报文传输所消耗时间的修正, 一般只能根据报文长度和速率等消除图 1 中 ($t_2 - t_1$) 的影响, 但是很多产品

[收稿日期] 2008-05-25

[作者简介] 陈宏 (1966 -), 男, 湖北武汉人, 高级工程师。

没有该功能。

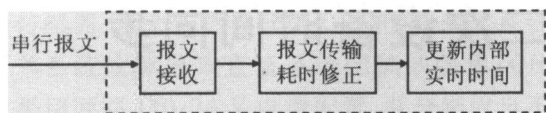


图 2 设备对报文授时的处理

1.2 串行报文与脉冲授时

串行报文与脉冲授时,实际上是串行报文传递时间信息,脉冲进行时间同步时刻校正。图 3 是一种二次设备的收时处理过程,假定串行报文紧随校时脉冲发出、内容为脉冲前沿时刻时间信息。

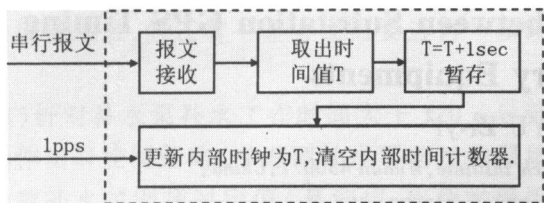


图 3 设备对报文与脉冲的处理

图 3 的授时过程为:接收串行报文并取出时间信息、在接收的信息时间上增加 1 s(即时钟指向下一校时脉冲的前沿)作为暂存时间值 T;校时脉冲触发 T 为设备实时时间,并且清空设备内部最小时间单位计数器。

1.3 RB-B 授时

RB-B 授时过程,如图 4 所示。该方式在二次设备内部,通过解调回路得到 1 pps 信号和时间信息,其后的内部处理类似于上述串行报文与脉冲授时方式。

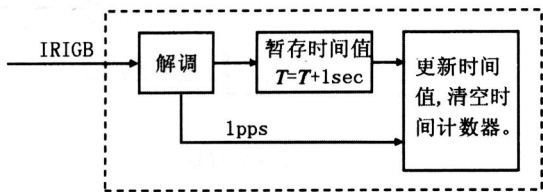


图 4 设备对 RIG-B 的处理

2 变电站常用 GPS 授时方式

2.1 典型系统设备授时

变电站为了常规二次设备时间同步于同一时钟源,通常采用监控网络与脉冲校正、授时专网等应用方式。图 5 的 (a)和 (b)是两种典型自动化系统简化结构,图中标出了授时信号至二次设备统一授时的应用连接方式。其中, TM 为 GPS 授时装置, COM 和 REM 分别为通信管理单元和远动管理单

元, D 为常规二次设备。

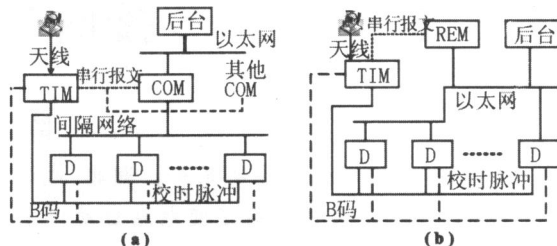


图 5 二次设备统一授时结构

变电站的常规二次设备时钟同步,通常采用两种方式(见图 5):其一,串行报文经通信管理 COM(或远动管理 REM)规约转换后,通过监控网络送达二次设备 D,同时采用授时装置扩展的校时脉冲对二次设备 D 时钟校正;其二,采用 B 码(RIG-B)授时专网同步二次设备 D 的时钟。图 5 中的二次设备 D,一般不会同时采用上述两种方式。

2.2 常用授时方式

变电站自动化系统的二次设备构成,具有多厂家、多型号的特点。综合上述授时原理和典型结构,目前通常用于变电站二次设备时间同步的授时方式如下:

2.2.1 监控网络报文

在图 5 中,单纯采用授时装置的串行报文输出信号,送至 COM 或 REM 环节进行规约转换后,通过监控网络广播的方式送达各个二次设备 D。由于监控网络的任务多重性,难以保障授时装置 TM 串行报文至设备 D 的实时性和稳定性,且各设备 D 的时间信息处理方式不尽相同,该方式既不能满足电网对子站的时间同步要求也不易满足站内二次设备之间的时间同步性能。

2.2.2 监控网络报文与脉冲校正

授时装置的串行由监控网络传送至二次设备,同时二次设备直接接收授时装置的校时脉冲。

2.2.3 RIG-B

从原理上也能够满足时间同步性能要求,并且适合于较远距离传输。

2.2.4 串行报文

参见图 6(a),授时装置的串行报文直接送至二次设备的专用授时端口,无脉冲校正。在授时装置报文输出稳定的前提下,二次设备采用特殊的报文传输延迟修正方式,可以作为监控网络报文的补充形式,在一定程度上满足时间同步的性能要求。

该方式的通用性太差,在现场自动化系统二次设备中很少使用。

2.2.5 脉冲校正与直接串行报文

参见图 6(b), 类似于监控网络报文与脉冲校正方式, 区别是授时装置的串行报文信号直接送至二次设备的专用授时端口。该方式通常作为监控网络报文与脉冲校正方式的补充形式, 用于保障自动化系统特殊二次设备接收时间信息的实时性。

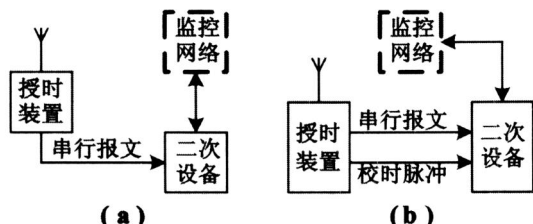


图 6 二次设备补充授时方式

3 对时间同步的影响

变电站 GPS 授时装置和二次设备作为授时信号的源端和宿端, 除了中间过程对二次设备时间同步产生影响外, 设备自身也对同步效果产生影响。

3.1 授时装置

GPS 授时装置内部结构、输出信号的产生方式等, 均会影响授时信号输出的准确性和稳定性。理想的授时装置, 输出信号起始点同步于 UTC 脉冲起始沿。GPS 授时装置通过接收 GPS 模块的 1 pps 脉冲以及相对应的导航报文, 处理产生供授时输出的内部信号; 信号经过均会引起延迟的器件、回路、接口对外输出 (例如, 扩展空接点、串行输出接口、调制输出回路等等)。因此, 图 1 中 GPS 授时装置的输出信号, 在 T1 或 T2 处与 GPS 模块的 1 pps 脉冲上升沿之间, 实际存在超前或滞后的偏差 (各型号授时装置的内部处理方式不同)。

信号稳定性包含两个方面: 其一, 授时装置在与 GPS 同步时, 各输出信号与 GPS 同步信号 1 pps 之间的偏差稳定性; 其二, 授时装置在与 GPS 失锁 (或失步)、依据内部时钟守时, 各输出信号与 GPS 同步后的 1 pps 之间, 偏差的短期和长期稳定性。

很多装置型号的串行报文输出信号, 难以保障较高的准确性和稳定性 (如图 1 的 4)。

3.2 二次设备

二次设备对授时信号的接收过程, 经过采集、转换和处理等均产生延迟的器件或环节。例如, 光电隔离、信号解调、信息处理、内部中断等等。

二次设备在授时信号失去或授时间隔之间, 依靠内部时钟维持时间走时, 常规或通用的二次设备 (如测控、保护单元装置) 大多使用普通晶体振荡器作为内部时基, 稳定度约为每秒 $\pm 20 \sim 30 \mu s$ 的偏差。因此, 授时或校时间隔过长会引起二次设备较大的时间同步误差。

二次设备的故障记录时间值是电网或站内准确分析故障原因和及时消除隐患的依据。可见, 测量输入回路和处理过程存在的延迟, 也会引起记录时间的偏差。

4 影响二次设备时间同步的主要因素

本文忽略了导线对信号传输的延迟因素, 针对文中讨论的现场 5 种授时方式, 及其影响二次设备时间同步结果的主要因素方和适用性汇总于表 1。

表 1 影响二次设备时间同步的主要因素

授时方式	适用性	影响因素方
监控网络报文	授时设备、二次设备、监控网络	成本低, 不能保障站间、不易保障站内设备同步
监控网络报文与脉冲校正	授时设备、二次设备、监控网络、校时间隔	成本低, 适于系统应用, 影响因素方较多
RIG-B	授时设备、二次设备	适于系统应用和单独应用, 成本偏高
直接串行报文	授时设备、二次设备	通用性不强, 可单独应用, 精度不易保障
脉冲校正与直接串行报文	授时设备、二次设备、校时间隔	方式二下的特殊二次设备保障方式, 也可独立使用

5 结论

变电站 GPS 授时可以达到站间和站内二次设备时间同步的目的, 二次设备间的时钟同步不等于其功能间的时间同步。变电站自动化系统的新建、改造和改进等, 应按上述目的进行授时方式的选择。

变电站 GPS 授时方式下影响二次设备时间同步准确性的因素, 涵盖了授时和收时设备两端以及授时信号的中间传递过程, 根据授时方式的不同 (忽略导线的信号传输时延) 主要影响因素来自: 授时设备、收时二次设备和 / 或监控网络等 3 方面。因此, 需要重视相关设备出厂测试和现场验收环节的时间同步性能验证。