

Substation in the Application of Power System Synchronization Clock

LI Hong-kui, LI Rui, LI Chun-sheng

(Pingdingshan supply company, Henan Pingdingshan 467001, China)

lihongkui88@yahoo.com.cn

Abstract: At present, electric power systems have become increasingly automated, co-operation between the various substations is particularly important to ensure synchronous operation, there must be a single reliable and high precision time as the basis, GPS synchronized clock in the power system widely used for power system monitoring, protection and control technology has brought profound changes. In this paper, power system automation device clock unified meaning and synchronized clocks use patterns is briefly described in the paper combined with 1000kV Nanyang switch / Substation 101 # to protect a small room in Zibo Memec electric company's T-GPS2000 synchronous clock, the simple described synchronization when the clock signal wiring and use patterns.

Keywords: electrical engineering; synchronization; clock; substation

变电站中电力系统同步时钟的应用

李红奎, 李睿, 李春生

(平顶山供电公司, 河南 平顶山 467001)

lihongkui88@yahoo.com.cn

【摘要】当前, 电力系统的自动化程度愈来愈高, 各个变电站之间的配合操作显得尤为重要, 为了保证操作的同步性, 必须有一个统一可靠, 精度高的时间作为依据, GPS 同步时钟在电力系统中的广泛应用, 给电力系统的监视、保护及控制技术带来了深刻的变化。本文对电力系统自动化装置时钟统一的意义以及同步时钟的利用方式做了简单的描述, 在文中结合 1000kV 南阳开关/变电站 101#保护小室中淄博科汇电气公司生产的 T-GPS2000 同步时钟, 简单的阐述了同步时钟的接线和对时信号利用方式。

【关键词】电气工程; 同步; 时钟; 变电站

0 引言

同步是数字通信中非常重要的问题。所谓同步就是使系统的收发两端在时间上保持步调一致。同步误差小、相位抖动小、以及重复建立时间短、保持时间长是同步系统的主要指标, 也是系统正常工作的前提, 否则就会使数字通信设备的抗干扰性能下降、误码增加。如果同步丢失 (或称失步), 将使整个系统无法工作。

1 电力系统同步时钟的意义

近年来, 电网运行水平逐步提高, 大部分变电站采用综合自动化方案, 有很多变电站甚至无人值守, 实现了远方集中控制、操作, 既提高了劳动生产率, 又减少了认为误操作的可能。采用变电站自动化技术是变电站计算机应用的方向, 也是电网发展的趋势。由于自动化系统 (设备) 内部的实时时钟的工作建立

在脉冲计数的原理上, 因而, 自动化系统实时时钟的时间同步要求是变电站自动化系统的最基本要求。

为解决时钟统一的问题, 大多数现行方案是从外部在固定时间间隔加入一个对时信号, 将装置内部时钟校至标准时间, 从而使装置内部时钟回路的校准只需保证在对时的时间间隔内, 装置时钟和标准时间的误差在允许的范围内。从电力系统的要求来看, 这个对时信号应满足以下的要求: (1) 无地域局限, 即在任何地区可以获得同样的对时信号; (2) 无时间局限, 即在每天 24 小时以内对任何时间可获得同样的对时信号; (3) 抗干扰能力强, 即对时信号应不受各种电磁干扰的影响; (4) 时间准确, 即故障分析要求各微机装置的时间信息精确在 1ms 以内。

利用 GPS 信号作为标准时钟源。尽管成本较高, 但 GPS 信号能满足以上提到的电力系统的要求, 因此 GPS 信号对时的方案还是被很多地方采纳。所谓 GPS 就是“导航卫星全球定位系统”的简称。

2 T-GPS 简介

GPS(全球定位系统)是美国国防部为军事定时、定位与导航的目的所发展的以卫星导航为基础的无线电导航系统,由 24 颗卫星所组成,其中有 3 颗为备用卫星,卫星分布于距地表 20,200 公里的上空,分属于 6 个轨道面;卫星轨道面倾斜角为 55 度。卫星每 11 小时 58 分环绕地球一次,提供全球全天候,每秒一次,持续不断的定位讯号。只要接收天线不被遮蔽,在地球上人—地点,任一时刻, GPS 信号的接收是没有局限的。另外 GPS 信号是 1500MHz 左右的高频信号, GPS 卫星每秒发送一次时间脉冲,不同的 GPS 接收机提供不同的时间精度,从 μs (微秒)到 ns (纳秒)量级的都有,使 GPS 时间信号的准确性大大高于电力系统的要求。在这方面, GPS 信号作为时钟源电力系统的适用性是显然的。

3 GPS 在电力系统中的应用用途

3.1 为电网自动化装置提供时间标记。

电站内安装的故障录波器、事件记录仪、微机继电保护及安全自动装置、远动及微机监控系统采用统一的时间后,有助于分析电力系统故障与操作时各种装置动作情况及系统行为,搞清事故的起因与发展过程。是保证电力系统安全运行、提高运行水平的一个重要措施。

3.2 频率监视

用于频率监视的标准时钟,通过工频钟与标准时间的差异来比较系统频率误差积累情况。如果标准时间不准确,这一比较也就失去了意义。

3.3 相位测量

用于相位测量的同步时钟,同步误差很小,可以保证相位测量的准确性。要保证相位测量的准确性,采样脉冲同步误差要很小,利用广播台及类似手段的对时方式是不合适的,它们的对时误差在毫秒级,而 1 ms 的时间误差对 50 Hz 系统来说就是 18° 的相角差,显然是不能接受的。实际应用中,电站的相位测量装置应采用高稳定度的晶振(1 秒的积累误差不超过 $1 \mu\text{s}$),并每秒被卫星同步时钟的 1 PPS 脉冲同步一次,输入信号采样脉冲可按要求由该晶振时钟信号分频获得,这样可以做到整个系统采样脉冲时间误差在几个微秒以内,对应相角测量误差不大于 0.1° 。

3.4 用于故障测距

可以在阻抗法测距和双端行波测距中使用。特别为研制双端行波测距的装置创造了条件。

3.5 用于继电保护试验

线路纵联保护(如高频相差保护)安装在线路两端的电站里,在系统的时钟统一后,两端继电保护试验装置可按预先约定的时间顺序启动产生模拟线路故障的电压、电流信号,以便更准确地检验纵联保护装置的动作行为。应用 GPS 同步时钟还可以方便地准确测量高频信号在通道的传输延迟,对线路高频保护装置进行校验。

4 T-GPS2000 主要有以下特点

1000kV 南阳开关/变电站所采用的 T-GPS2000 特点如下:

- (1)时间精度高,达微秒级。
- (2)信号接收可靠性高,不受电站地域条件的限制。
- (3)可编程设定的秒、分钟同步脉冲输出,并可经串行口输出时间信息,可方便地由各种自动化装置选用。
- (4)装置的所有信号输出均经光电隔离,抗干扰能力强。
- (5)装置具有多种串行信息输出与交互方式,以满足用户不同的信号利用要求。
- (6)架装式结构,2U、19" 标准机箱,安装使用方便。
- (7)按键控制,使用灵活。

5 南阳站同步时钟的组成

5.1 GPS 信号接收器

该接收器是一专用集成电路模块,其主要作用是接收 GPS 卫星信号,使用该接收器前必须保证天线头安装在室外,而且最好保证天线头往上能够看到 360° 的天空。该接收器输出时间精度为 1 微秒的 1PPS 脉冲,并通过 RS232 串行口输出国际标准时间、日期和接收器所在地理位置(经纬度)等信息。

5.2 同步脉冲发生电路

通过前面板编程输出秒、分钟、小时等可控制的同步脉冲信号。脉冲可以是光电隔离的有源 TTL 电平

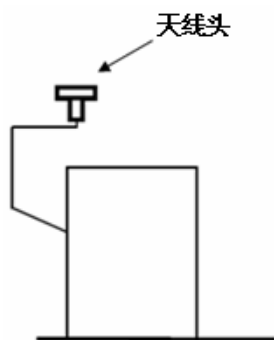


figure1. Antenna diagram
图 1 天线图

或者静态空节点形式输出，南阳开关站同步时钟中有有源 TTL 电平输出 1 个，静态空节点输出 7 个。

1.中心处理单元：对整个系统进行监控。通过前面板 LED 显示和键盘接口，进行人机交互，同时控制对外输出端口的状态。

2.RS-232/422/485 接口：输出可设定的当地时间、日期、位置等信息，波特率可以选择，本设备的波特率可以选择 9600、4800、2400、1200 四个数值。同步时钟通过 RS232/ 422/ 485 串行口在整秒、整分或整时，输出一时间信息。时间信息格式一般是由帧头、时、分、秒、日、月、年及结束符组成，如图所示。自动装置在接收到对时信号后，通过软件校正内部时钟。

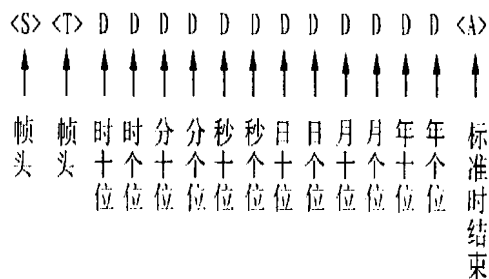


figure2. Time information format
图 2 时间信息格式

5.3 南阳开关站的 T-GPS2000 电力系统同步时钟操作界面

1.电源指示

电源指示灯亮，表示装置已经接通电源，可以使用。

2.失步监视指示

电源开关打开后，LED 显示器显示未经同步的时间信息，失步监视指示灯闪亮，装置得到良好同步后失步

监视指示灯则熄灭。如果在运行中装置失去同步，

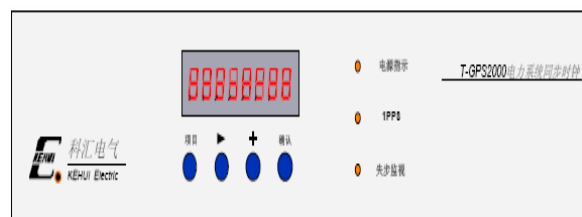


figure3. T-GPS2000 power system synchronization clock interface of Nanyang Switching Station

图 3 南阳开关站的 T-GPS2000 电力系统同步时钟操作界面

则失步监视指示灯亮。

3.1PPS 脉冲指示

装置通电后，LED 显示器显示未经同步的时间信息，秒脉冲指示灯（1PPS）提示是否有秒脉冲输出，当有秒脉冲输出时，秒脉冲指示灯开始每秒闪烁一次。几秒钟后，装置通过接收 GPS 卫星信号计算出自己所处的位置，此后显示器显示标准北京时间，装置进入正常运行状态。1PPS，即 1Pulse Per Second。

4.LED 数码管显示

显示当前时间，在通过面板对 T-GPS2000 操作时，显示设置状态。

5.按键

有“项目”、“▶”、“+”、“确认”等 4 个按键。

6 南阳站同步时钟接线方法

南阳站同步时钟应用的接线方式是广播方式，只要两根线。广播方式比对话方式更适合电力系统同步时钟的应用，使一台同步时钟可以由多台装置同时使用。当多台设备共用一个 GPS 串行输出接口时，要使用 RS422/ 485 接口，如图所示。1 个 RS422/ 485 输出接口可以同步 32 台设备。

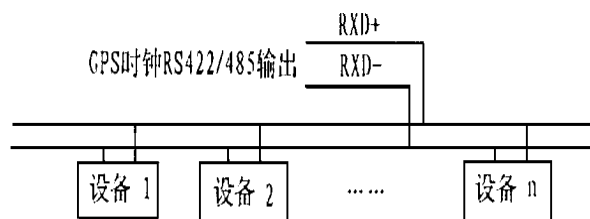


figure4. GPSRS422 / 485 Interface
图 4 GPSRS422/ 485 接口

装置应尽量安装在靠近使用时钟信号的装置处，

在多个装置使用时钟信号时,为减少天线连线的长度,以保证接收到的 GPS 卫星信号具有一定的强度,可使装置安装在靠近天线从建筑物中引出的地方,用电缆把输出信号送到需要同步信号的装置。

7 对时信号利用方式

已有的电网自动化装置是由不同厂家在不同的时期制造的,对时信号利用方式不尽相同。大致有以下几种形式:

(1) 脉冲同步方式

这类装置往往是在正点时接受一小时同步脉冲(1PPH)给内部时钟对时,即使得内部时钟从接收到同步脉冲起开始新的一小时的计时。装置内部时钟一小时之内的走时误差一般是在毫秒级,这样可保证装置之间的相对时间误差在毫秒级。如要进一步缩小时间误差,可使用分(1PPM),甚至秒(1PPS)脉冲对时方式。

(2) 串行口方式

这种方式是装置通过其串行口读取同步时钟每秒一次的串行输出的时间信息对时,用同步时钟串行输出的起始位前沿作为每一秒开始时刻。如果电站每一个装置都专门使用一个串行口对时,显然是不经济方便的。一般是电站的自动装置网络的主机时钟采用脉冲或串行口输入对时方式。其他装置定时地或是在一事件发生后,通过其与主机之间的串行数据通信口接受获取系统对时信息。

(3) IRIG-B方式

一些国外进口的装置,如美国 Hathaway 公司的故障录波器,使用该信号输入方式。IRIG-B 信号每秒输出一帧,按秒、分、小时、日期的顺序排列。IRIG-B

信号有直流电平(TTL 或 CMOS)与 1kHz 调制信号两种形式。每一码脉冲的宽度是 10ms,通过改变直流电平占空比或变化 1kHz 调制信号的幅值来表示逻辑“1”与“0”及标识符(帧起始符、相邻秒、分、小时、日期数据的分隔符)。在装置的设计中一般是使用智能 IRIG-B 信号输出/输入模块,把计算机串(并)行时间数据转换成一信号或作相反转换。南阳开关站的电力系统同步时钟采用的是 IRIG-B 方式。

8 结束语

接收卫星信号的同步时钟,完全可以满足电力系统的要求,这一技术的推广,将大大促进与带动电力系统自动化技术,特别是事故分析、故障测距、稳定判断与控制技术的发展,相信同步时钟在未来新建的变电站,电厂等电力工程中会得到更大规模的应用。

References (参考文献)

- [1] LIU Zhen-ya. State Grid Corporation of materials purchasing standards(2009 Edition)[M].Beijing: China Electric Power Press,2010.
刘振亚. 国家电网公司物资采购标准(2009 年版) [M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
- [2] QIAN Tian-jue,QU Xue-lin.GPS Global Positioning System and Its Application[M].Beijing: Tide Press.1993.
钱天爵, 瞿学林. GPS 全球定位系统及其应用[M]. 北京: 海潮出版社, 1993.
- [3] HOU Xiu-yu. Unified power system clock and GPS applications[J].Fujian Power and Electrical Engineering,1994,(6):49-50
侯秀玉. 电力系统统一时钟与 GPS 的应用[J]. 福建电力与电工, 1994, (6): 49-50.
- [4] DENG Zhong-wei. World GPS Receiver manual[M].Beijing: Aviation Industry Press.1994.
邓中卫. 世界 GPS 接受机手册[M]. 北京: 航空工业出版社, 1994.