

# 变电站 GPS 在线监测系统及其在电力系统中的应用

何泽家<sup>1</sup>,朱足君<sup>2</sup>,陈志兵<sup>1</sup>,朱浩<sup>1</sup>,徐敏锐<sup>1</sup>

(1.江苏省电力试验研究院有限公司,江苏南京 210036;

2.江苏方天电力技术有限公司,江苏南京 211102)

**摘要:**概述了变电站 GPS 在线监测系统的结构及原理,分析和总结了系统运行中存在的问题及解决方法。运行结果表明,系统实现了对全网 GPS 实时监测的目标,提高了电网稳定安全运行管理水平。

**关键词:**联系数;输电系统;可靠性评估;深度优先搜索算法;最小切负荷

**中图分类号:** TM63

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1009-0665(2010)06-0051-03

目前,变电站 GPS 卫星时间同步时钟在电力系统正得到广泛的应用<sup>[1]</sup>,但国内对站端 GPS 卫星时钟设备的运行情况缺乏有效监视,有人监控变电站主要依靠人工巡视,而无人监控变电站时钟设备监测手段更是空白。运行人员无法及时发现厂站内时钟设备发生了失步或故障,仅能观察判断装置是否锁星,全网时间同步精度与准确性更无从准确知晓。因此,需要建立一套 GPS 在线监测系统,实现对全网 GPS 运行情况的实时监测。

## 1 系统结构及原理

时间同步监测装置通过串口规约加脉冲方式或 IRIG-B(DC)码通信接口获得 GPS 的时间与运行状态信息,各地区当地调度中心后台系统作为 NTP 协议的客户端,周期性询问现场监测装置所监测当前 GPS 的时间,监测装置作为一个 NTP 服务器,通过 NTP 协议将现场 GPS 时间发给客户端。后台获得被监视 GPS 的当前时间后与中心站 GPS 基准时间源进行比较得出各个 GPS 的相对时间偏差,并从监测装置获得 GPS 运行信息。后台可以标准规约或文本方式输出 GPS 的相关运行信息,主站监测系统可提供 WEB 方式查询。监测实施后,便于对 GPS 信息进行分层管理,在各个地区调度中心监控本地区 GPS 运行信息,省调度中心对全省各个地区 GPS 信息进行统一管理,如图 1 所示。

## 2 系统组成

### 2.1 GPS 卫星同步时钟

GPS 卫星同步时钟系统由主时钟、时间信号传输通道、时间信号用户设备接口组成<sup>[2]</sup>,安装在调度中心和厂站的二次设备室内。GPS 卫星同步时钟利用 RS232 接口接收 GPS 卫星传来的信号,然后经主 CPU 中央处理单元的规约转换、当地时间转换

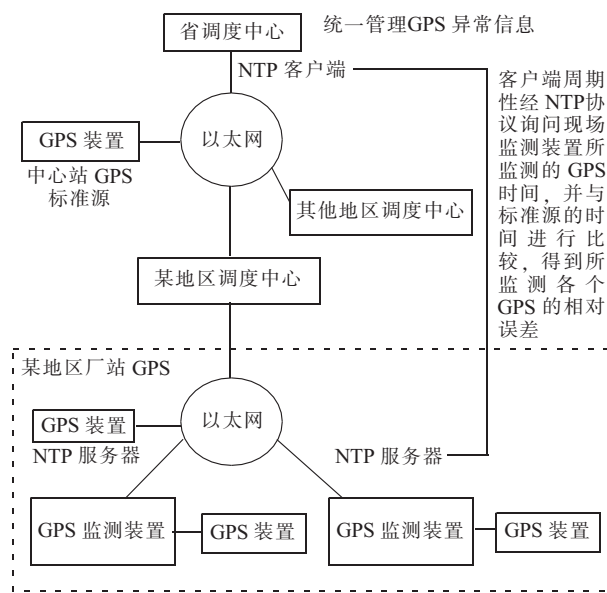


图 1 时间同步监测系统示意

成满足各种要求的接口标 (RS232/RS422/RS485 等)和时间编码输出 (IRIG-B 码、ASCII 码等)<sup>[3]</sup>,实现对站内各种保护、测控以及其他智能单元的对时。同时,中心站高精度的 GPS 卫星时钟可作为 NTP 标准源,用于比较被监视 GPS 与 GPS 标准源间的相对时间偏差。

### 2.2 GPS 监测装置

时间同步监测装置通过串口规约加脉冲方式或 IRIG-B(DC)码通信接口获得 GPS 的时间与运行状态信息,并将 GPS 的运行状态信息即时反映给调度。

#### 2.2.1 GPS 监测装置结构

GPS 监测装置主要由电源输入口、信号输入口、网络口、调试串口以及信号指示灯等五部分组成。由于目前全网 GPS 厂家众多、型号各异,监测系统应同时具备串口、分/秒脉冲、IRIG-B 码输入接口。同时由于涉及到的串口通信规约可能各不相同,脉冲信号电压存在 5 V、24 V、110 V 或空接点等

情况,监测装置应具有一定的灵活性,以满足现场的实际需要。

### 2.2.2 配置工具软件

为便于工程调试及远程更新升级,开发了远程监视管理软件工具。装置通过 10/100M 以太网接口与外界进行信息交流。固件升级通过以太网口进行程序更新、装置 IP 修改及 GPS 通信参数接口配置。

### 2.2.3 GPS 监测方式

经过对现场 GPS 运行情况的充分调研,GPS 监测系统对 GPS 的监测需要考虑有 3 种接入系统方式:(1)串口加脉冲方式(分、秒脉冲),即 GPS 将串口+分/秒脉冲信号送至监测装置,然后通过监测装置 NTP 口接入 GPS 监测系统,如图 2 所示;(2)IRIG-B (DC)接口方式,即 GPS 将 IRIG-B 信号送至监测装置,然后通过监测装置 NTP 口接入 GPS 监测系统,如图 3 所示;(3)NTP 直接上传方式(不经过监测装置),即 GPS 通过 NTP 口直接接入 GPS 监测系统,此方式要求 GPS 自带 NTP 接口,见图 4。



图 2 串口+分/秒脉冲方式



图 3 IRIG-B 码方式

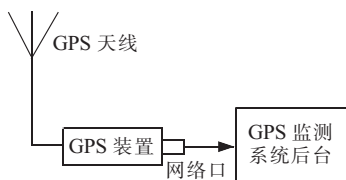


图 4 NTP 直接上传方式

## 2.3 GPS 监测系统后台

时钟设备监测后台软件作为一个独立运行的用户软件,运行于各个地区供电局调度中心与省调中心。通过监测后台,可实时查看所有 GPS 的运行情况,包括电压等级、厂站名称、装置信号、装置状态、GPS 锁星状态、时差状态、与基准源时差、采集间隔、与 GPS 通信时间、脉冲/IRIG-B 方式、IP 地址、补偿与否等。

## 3 运行效果

变电站 GPS 在线监测系统自 2007 年 8 月在江

苏省电力公司调度通信中心上线运行至今已有 2 年多的时间,目前系统运行情况良好,成效显著。

### 3.1 监测站点不断增加

目前,各供电公司新上或改造 GPS 站点在不断接入省调 GPS 监测系统。除此之外,各发电厂 GPS 系统也已开始逐步接入省调 GPS 监测系统。截至 2009 年 12 月 8 日,已接入监测系统内的站点总数达 334 个(包括 3 个电厂侧监测点)。监测装置分布于全省 13 个地级市、县公司的 220 kV、500 kV 变电站、省调度中心与各地区调度中心,安装了后台监测软件 14 套,建立了江苏省电网时钟设备时间同步监测网络。

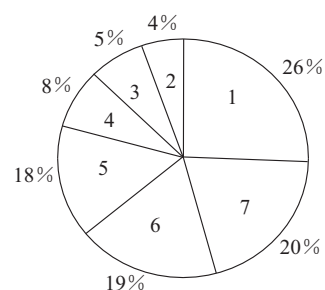
### 3.2 运行维护方面快捷

现在,通过 GPS 在线监测系统和监测装置配置工具软件,可便捷地对异常站点故障原因进行远程分析诊断,大大缩短了工作周期,提高了工作效率。监测系统监测到昆山变出现较大偏差。通过 GPS 监测装置配置工具软件查看,时/分脉冲状态显示为丢失。经现场查看,发现 GPS 监测装置分/秒脉冲信号灯停止闪烁。通过处理,监测站点恢复正常。

## 4 监测站点异常原因分析

### 4.1 异常原因统计

由 2.2.3 GPS 监测方式可知,导致监测站点出现异常的原因主要集中在 GPS 装置本身和网络通信两方面,主要有:装置失星、分/秒脉冲丢失、串口通信中断、GPS 自身偏差大、网络中断、IRIG-B 码异常等。图 5 为 GPS 监测异常原因统计情况。



注: 1 装置失星; 2 其他; 3 IRIG-B 码异常; 4 网络中断; 5 GPS 自身偏差大; 6 串口中断; 7 脉冲丢失

图 5 异常原因各自所占比例

### 4.2 异常原因分析及处理

#### 4.2.1 GPS 装置失星

GPS 装置失星在监测异常中比较常见,主要原因是由于原有 GPS 天线损坏,使得 GPS 失去同步而只能以守时状态运行,导致 GPS 输出时间信号有偏差。GPS 监测系统显示该站点时间偏差较大,通过监测装置软件远程监测,显示串口通信、时分脉冲、通信状态均为正常;经现场查看,GPS 装置失

星。通过更换 GPS 天线,站点恢复正常。

#### 4.2.2 串口 / 脉冲信号丢失

导致监测装置串口 / 脉冲信号丢失的主要原因是部分变电站 GPS 由于运行年限较长,其串口 / 脉冲信号输出端口损坏,从而导致 GPS 输出时间信号有偏差。GPS 监测系统显示该站点时间偏差较大,通过监测装置软件远程监测,显示串口通信中断或时分脉冲丢失。现场查看,发现 GPS 监测装置串口信号灯或脉冲信号灯停止闪烁。通过更换串口或脉冲输出端口(模块),站点恢复正常。

#### 4.2.3 GPS 自身偏差大

在异常站点中,有一部分站点是由于 GPS 自身的输出精度不够,GPS 监测系统显示该站点时间偏差较大,通过更换 GPS 插件,站点恢复正常。

#### 4.2.4 网络中断

出现网络中断的主要原因是部分站点网络防火墙或路由器的设置存在问题,如端口未开放,导致监测站点退出。GPS 监测系统显示该站点通信状态退出,通过监测装置软件远程连接,显示连接不成功。

通过对网络设置的检查,站点恢复正常。

#### 4.2.5 IRIG-B 码异常(旧 IRIG-B 规约)

虽然 IRIG-B 是国际通用标准<sup>[4]</sup>,但是时钟设备制造厂商理解并不一致,部分站点 GPS 输出 B 码与监测装置 B 码规约不一致,导致部分站点监测结果出现超前或滞后 1 s、1 天、时序不正确的情况。通过将原来的 IRIG-B 码监测方式改为串口 + 脉冲监测方式,站点恢复正常。

#### 4.2.6 GPS 运行不稳定

还有极少数站点 GPS 由于运行年限较久,出现运行年限较久,出现运行不稳定情况,GPS 监测系统显示该站点一段时间偏差正常,一段时间偏差异异常。通过 GPS 厂家处理或重新更换 GPS,站点恢复正常。

## 5 结束语

变电站 GPS 在线监测系统在不改变当前 GPS 运行的情况下,充分有效利用现有设备,实现了全网 GPS 的在线监测。该项研究填补了传统对变电站内 GPS 监测的技术空白,大大提高了生产管理水平,对电力系统经济与稳定运行具有重要的意义。

#### 参考文献:

- [1] 高厚磊, 历吉文, 文 锋, 等. GPS 及其在电力系统中的应用[J]. 电力系统自动化, 1995, 19(9).
- [2] 申晓留, 周长玉, 雷 琼. 全球定位系统(GPS)在电力系统中的应用[J]. 现代电力, 2003, 20(6): 74-78.

- [3] 张丽伊. GPS 卫星时钟同步系统在综自变电站中的应用[J]. 科技信息, 2008, 17.
- [4] 熊志昂, 李红瑞, 赖顺香. GPS 技术与工程应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2005.
- [5] 王元虎, 周东明. 卫星时钟在电网应用中的若干技术问题[J]. 中国电力, 1998, 31(2): 10-13.
- [6] 郭振坤. GPS 高精度时间 / 频率同步设备设计和实现[J]. 全球定位系统, 2009, (2).
- [7] MOORE P, CROSSLEY P. GPS Applications in Power Systems I. Introduction to GPS [J]. Power Engineering Journal, 1999, 13(1): 33-39.
- [8] 刘基余. GPS 卫星导航定位原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [9] 金刚平, 徐欣圻. 基于 GPS 的控制系统时间同步[J]. 安徽大学学报(自然科学版), 2002, 26(4): 30-34.
- [10] 杨 光. GPS 和伪卫星组合定位技术及其在形变监测中的应用研究[D]. 河海大学博士论文, 2004.
- [11] 陈 飞, 孙 云. 500 kV 变电站时间同步系统设计[J]. 电力系统自动化, 2004(22).
- [12] 王付卫, 王元冬. GPS 时间同步系统在变电站的应用[J]. 云南电力技术 2008(5).
- [13] 邹 瑄, 张 曦. 330 kV 变电站 GPS 时间同步系统优化设计[J]. 陕西电力, 2009(1).
- [14] 陈 宏, 丁 凯. 变电站 GPS 授时装置实时定时标检测探讨[J]. 电力系统自动化, 2009(7).
- [15] 郭一夫, 郜洪亮. 新型变电站时钟同步系统的研制及应用经验探讨[J]. 继电器, 2007(13).
- [16] 董剑利, 周 丹. 通用 GPS 授时同步监控系统的设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2007(12).
- [17] 邹红艳, 郑建勇. 基于 GPS 同步时钟的统一校时方案[J]. 电力自动化设备, 2004(12).
- [18] 周 斌, 黄国方. 在变电站智能设备中实现 B 码对时[J]. 电力自动化设备, 2005(9).
- [19] 王 峥, 胡敏强, 郑建勇. 基于 GPS 的变电站内部时间同步方法[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(4).
- [20] 李 建, 谢小荣. 北斗卫星导航系统与 GPS 互备授时的分布式量测量单元[J]. 电网技术, 2005, 29(9).
- [21] 凌志勇. 220 kV 变电站 GPS 对时的改造[J]. 大众用电, 2008(12).

#### 作者简介:

- 何泽家(1979-),男,湖北红安人,工程师,主要从事电力系统自动化方面的工作;
- 朱足君(1975-),男,江苏泰兴人,助理工程师,主要从事电力系统自动化方面的工作;
- 陈志兵(1974-),男,江苏泰兴人,工程师,主要从事电力系统自动化方面的工作;
- 朱 浩(1975-),男,江苏盐城人,高级工程师,主要从事电力系统自动化方面的工作;
- 徐敏锐(1976-),男,江苏淮安人,工程师,主要从事电力系统自动化方面的工作。

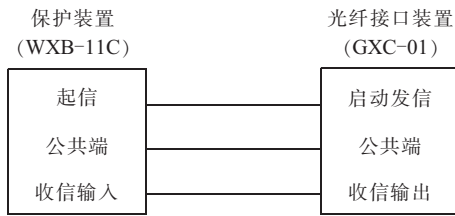


图 5 现场发生的错误接线方式示意

#### 4 进一步的思考

目前南京地区比较老的 220 kV 变电站均为一次有旁路接线方式。旁路保护多采用 WXB-11C,且以前的线路保护均为主保护采用高频保护方式,标准配置为 LFP-901 加 WXB-11C,采用闭锁式通道。在最近的更换保护周期中,各条线路保护均更换为 RCS931 和 PSL602 (带 GXC-01C 光纤接口装置), (使用 PSL602 而不使用光纤差动逻辑的 PSL603 就是为了旁路代时可切换至旁路使用) 均为采用专用光纤式通道。这样的话,在线路旁代时,WXB-11C (允许式)与 GXC-01 (允许式)的配合问题就成为了一个非常普遍的问题。而设计、施工和调试人员如果对保护与收发信机配合的原理把握不够透彻的话,就很容易犯类似错误,而这所导致的后果将是非

常严重的。

#### 5 结束语

作为一名合格的继电保护调试人员,必须对试验过程中的每个现象都做到心中有数,不遗漏任何一个可疑的信号和动作行为。对任何一个可疑点要进行细致而准确的分析,而不能被看似浅显的结论所蒙蔽,这样才能确保电网的安全运行。

#### 参考文献:

- [1] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护实用技术问答 (第二版)[M].北京:中国电力出版社,2000.
- [2] PSL 602(G)数字式线路保护装置 技术说明书[S]. 国电南京自动化股份有限公司,2004.
- [3] 苏文博,李鹏博,张高峰. 继电保护事故处理技术与实例 [M].北京:中国电力出版社,2002.
- [4] 金建源著.输电线路高频保护[M].北京:水利电力出版社,1987.

#### 作者简介:

陈晓 (1982-),女,江苏南京人,助理工程师,从事继电保护方面工作;

葛亚明(1984-),男,江苏南京人,助理工程师,从事继电保护方面工作。

### Discussion of Cooperation Problems about Carrier Current Protection and the Transceiver as Bypass Breaker Operating

CHEN Xiao,GE Ya-ming

(Nanjing Power Supply Company, Nanjing 210008, China)

**Abstract:** Starting from the unusual appearance of the test when simulating reverse fault during the check of the connection between the new-built optical fiber connector GXC-01 and the bypass breaker protection WXB-11C. This paper analyses the reason for the opposite carrier current protection malfunction when there is a fault at the adjacent line, as bypass breaker operating. It also analyses the cooperation between the carrier current protection and the transceiver by permissive logic or blocking logic when normal operation and bypass breaker operation. The related signals from the debugging job is also discussed and summarized.

**Key words:** malfunction; blocking logic; carrier current protection; transceiver; bypass breaker operation; directive element

(上接第 53 页)

### The GPS Real-time Monitoring System for Substation and Its Application in Power System

HE Ze-jia<sup>1</sup>,ZHU Zu-jun<sup>2</sup>,CHEN Zhi-bing<sup>1</sup>,ZHU Hao<sup>1</sup>,XU Min-rui<sup>1</sup>

(1. Jiangsu Electric Power Research Institute Co., Ltd., Nanjing 210036, China;

2. Jiangsu Frontier Electrical Technology Co., Ltd., Nanjing 211102, China)

**Abstract:** This paper presents the principle and configuration of the GPS real-time monitoring system of substation, analyzes the problems existing in practice and summarizes solutions. The results show that this monitoring system can realize the target of GPS real-time monitoring the whole power grid, which can improve the operation and management level of power grid's stability and security.

**Key words:** substation; GPS; real-time monitor; network time protocol; synchronization