

# 彭城电厂 GPS 统一时钟系统运行经验及建议

郝允哲，厉 恒，郝 赫

（徐州华润电力有限公司，江苏 徐州 221142）

**摘 要：**现在大多数电厂均采用不同厂家的自动化装置：微机保护设备、故障录波装置、电量计费系统、RTU 设备、SCADA、DEH、DCS、MIS、SIS 系统、除灰、输煤、脱硫等自动装置，这些自动装置大多数都有各自的独立时钟，而各时钟都有一定的偏差。全厂各系统不能在统一基准时钟的基础上进行数据统计、分析、交换，而各自动装置独立时钟的同时存在也不利于现场运行维护。文中以彭城电厂为模式主要阐述 GPS 统一时钟系统在电厂的建设方案、运行经验及应用建议。

**关键词：**电厂统一时钟系统；时钟系统拓扑结构；组网协议；应用建议

## 0 引言

随着电厂自动化水平的不断提高，全厂统一时钟要求愈来愈迫切。有了统一时钟，即可实现发电厂各系统在GPS基准时间下的运行监控和事故的事后分析，也可以通过各开关的先后动作顺序来分析事故的原因及发展过程。全厂GPS统一时钟是保障自动化系统安全运行的重要手段，也是提高电厂运行管理水平的一个重要措施。

彭城电厂根据电网调度要求及自身发展的需要，在三期工程建设中新上了一套山东科汇公司的全厂GPS时钟系统，解决了全厂自动化装置时钟不一致的问题，为全厂自动化系统的安全运行提供了统一时钟保障。

彭城电厂装机容量328万kW，分三期建设。一期、二期各为两台32万kW机组，由徐州华润电力有限公司运营；三期两台100万kW机组，由铜山华润电力有限公司运营。

## 1 彭城电厂时钟结构

### 1.1 全厂 GPS 时钟系统

彭城电厂全厂GPS时钟系统分两期建设，2009年实现了对电网控制室继电保护设备、PMU设备、安全稳定装置、RTU远动装置、故障滤波装置、#1-6机发—变组保护装置、DEH、DCS、MIS、SIS、SCADA系统的对时，2011年实现了对#1-4机组6kV保护装置的对时，满足了全厂统一时钟要求，为事故分析提供了全厂统一精准的时间，提高了全厂自动化系统运行的安全性。

彭城电厂全厂GPS时钟系统由1面主时钟屏及9面时钟扩展分屏组成。如图1所示。

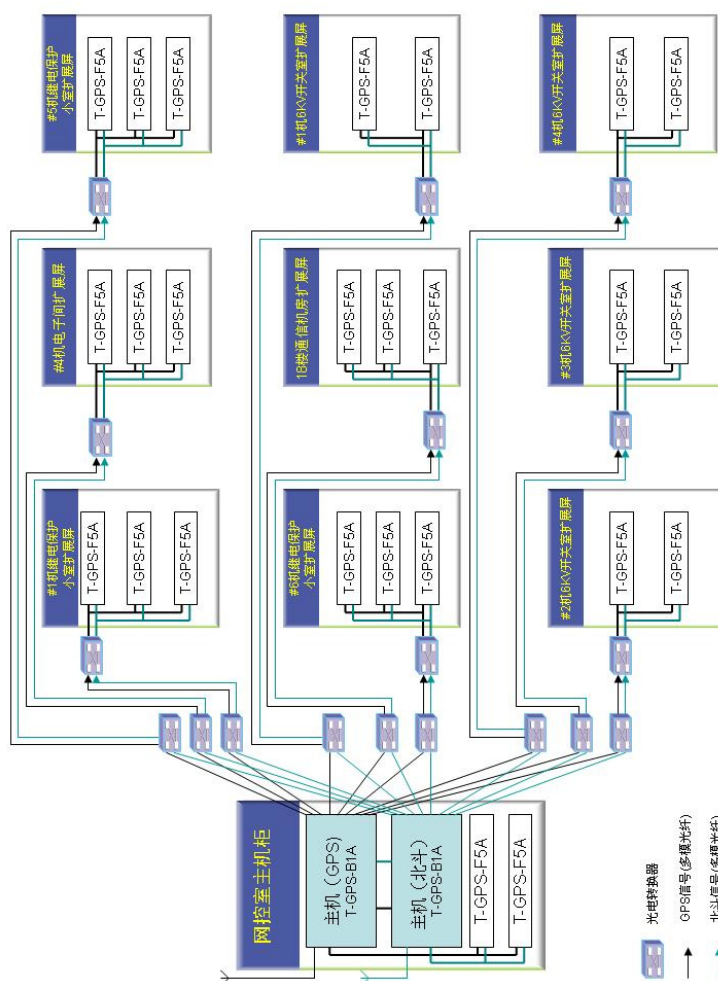


图1 彭城电厂全厂GPS时钟拓扑结构图

### 1.2 主时钟系统

整个电厂配置2台主时钟，型号为T-GPS-B1A，一主一备，冗余热备份工作模式。GPS时钟装置为主时钟装置，北斗时钟装置为备用时钟装置（因太空中的北斗卫星数量较少，信号有中断现象。此问题随着我国综合国力的增强，会逐步得到解决，北斗卫星信号也会在不久的将来作为我国自动装置主用时钟信号），完成GPS卫星与北斗卫星标准时钟信号及IRIG—B码的接收与处理，然后向时钟扩展装置T-GPS-F5A提供标准时间信号IRIG-B码。扩展装置分别设置在电网控制室、#1机继电保护小室、#4电子间、#5、6机继电保护小室、18楼通信机房、#1、2、3、4机6kV开关室。

每台主时钟除了接收卫星信号外，还可以接收另一台主时钟输出的IRIG-B码时间信号，起到两台主时钟装置相互备用的功能。每台主时钟使用卫星信号作为主输入时间基准源，另一台时钟输出的IRIG-B码时间信号作为备用输入时间基准源。当GPS卫星信号中断或GPS卫星时钟接收装置故障时，GPS主时钟装置接收北斗主时钟装置输出的IRIG-B码时间信号作为输入时间基准源；当北斗卫星信号中断或北斗卫星时钟接收装置故障时，北斗主时钟装置接收GPS主时钟装置输出的IRIG-B码时间信号作为输入时间基准源；当GPS卫星信号及北斗卫星信号全部中断时，GPS主时钟装置利用自身的守时系统输出的IRIG-B码标准时钟信号为北斗主时钟装置及时钟扩展装置提供输入标准时钟信号源，从而保证全厂自动化装置时间的一致性。当任意一台卫星信号恢复后主时钟装置即恢复设定的卫星信号对时状态。

### 1.3 时钟扩展装置

GPS主时钟装置、北斗主时钟装置可以采用电缆（网控主机柜中扩展装置距离较近）也可以采用光缆中的一芯（扩展装置屏距离较远）与扩展装置链接授时(见图1)。

每台时钟扩展装置T-GPS-F5A的时钟信号输入皆采用冗余热备份工作模式，时间基准输入信号包括

两路IRIG-B码。时钟扩展装置正常默认接收GPS主时钟装置发出的IRIG-B码标准时钟信号，当GPS主时钟装置无时钟信号输出时，时钟扩展装置接收北斗主时钟装置输出的IRIG-B码时间信号作为输入时间基准源，当GPS主时钟装置与北斗主时钟装置全部故障时（此况很少），时钟扩展装置使用自身的守时系统对自动化装置对时（此时由于各台时钟扩展装置的守时误差，全厂自动化装置时钟时间在短期内误差很小，时间长了就会出现误差，分析事故时应注意），任意一套主时钟装置授时信号恢复后时钟扩展装置即自动恢复正常的时钟接收状态。

#### 1.4 时钟装置电源系统

主时钟装置和时钟扩展装置皆采用冗余热备份电源工作方式，电源可以是110V/220V直流电源，也可以是220V交流电源，视现场电源环境而定。当一路电源中断后，自动切换至另一路电源供电。

#### 1.5 主时钟装置的作用

自动接收太空卫星发出的标准时钟信号，对时钟扩展装置提供IRIG-B标准时钟码；在外部卫星信号中断时，保持准确、完整、统一的时间。

#### 1.6 时钟扩展装置的作用

提供满足自动装置对时的各种接口（并在主时钟装置信号全部中断时自动守时），为自动装置提供标准的对时信号。

### 2 扩展装置输出的对时方式

扩展装置输出对时按接入方式分为：硬对时（硬件对时）与软对时（软件对时）两种。硬对时又可分为脉冲对时及编码对时两种；软对时也可分为报文对时及网络对时两种。

#### 2.1 脉冲对时

此对时方式应用较广，对时信号有秒脉冲（1PPS）对时、分脉冲（1PPM）对时、小时脉冲（1PPH）对时。秒脉冲对时是对毫秒清零，分脉冲对时是对秒清零，小时脉冲对时是对分钟清零。理论上讲秒脉冲对时精度高于分脉冲对时，分脉冲对时精度高于小时脉冲对时。应用最广的为分脉冲（1PPM）对时，即1分钟发一次对时脉冲对秒清零一次，此对时方式即可保持相对较高的对时精度，又可在装置上容易观察。秒对时虽然对时精度最高，可达到毫秒、微妙级，但是要配合软对时方式获取年、月、日、时、分、秒时间信息。此方式接口较多，接线复杂，应用在对时精度要求高的场合。如果装置单独用秒对时方式（它是对微妙清零的），极易存在秒级或者分钟级误差，彭城电厂曾出现过此问题。如#1机6kV开关用的东大金智WDZ-400系列保护装置就是秒对时，装置对时后直接观察还是有秒及分钟级误差，后改为报文对时。应用时千万要注意。

脉冲对时按供电方式又可分为有源脉冲对时与无源空接点对时两种。有源、无源是对时钟扩展装置而言的，而不是被对时设备，这点在实际应用中最容易搞混。有源脉冲是指时钟扩展装置输出的直流脉冲电压信号，而无源空接点是指时钟扩展装置输出的空接点信号（山东科汇的时钟扩展装置输出的无源空接点信号是通过光耦输出的，接点耐压可达直流250V）。彭城电厂无源空接点脉冲对时应用较广，如国电南自的DGT-800系列保护装置、南瑞公司的RCS-900系列保护装置。

#### 2.2 编码对时（IRIG-B码）

IRIG是美国靶场仪器组的简称，是美国靶场司令部的下属机构。IRIG时间标准有两大类：一类是并行码格式，这类格式传输距离较近，应用较少；另一类是串行时码格式，共有六种，A、B、D、E、G、H。它们的区别主要是帧速率不同，IRIG-B即为其中的B型码，国外的进口装置常使用此信号输入方式。B型码的帧速率为1帧/秒，携带信息量大，经译码后可获得1、10、100、1000C/S的脉冲信号和BCD编码的时间信息，时间格式按秒、分、时、日期的顺序排列。IRIG-B码应用最为广泛，具有接口标准化、国际通用、调制解调后的带宽适用远距离传输等优点。

IRIG-B码可分为交流（AC）B码与直流（DC）B码两种。

交流（AC）B码为1KHZ的正弦波调制信号输出，AC码中的大幅值对应DC码中的高电平。

直流（DC）B码又可分为TTL电平、RS485/RS422电平及RS232电平信号输出。彭城电厂#1、2机组DCS系统使用的对时方式为IRIG-B直流B码、RS485接口方式对时，设备为上海新华公司的SDPS-400E系统；RTU使用的对时方式为IRIG-B直流B码、RS232接口方式对时，设备为上海惠安公司的D200系统。

### 2.3 报文对时

报文对时为软件对时的一种，接口有RS232和RS485/RS422两种。时间格式为ASCII码或BCD码或十六进制码，时间信息包括年、月、日、时、分、秒在内的完整时间，通常发送时间为每秒1次，如果选用合适的传输波特率，其精度可以达到毫秒级。

自动装置与时钟扩展装置通信获取年、月、日、时、分、秒在内的完整时间报文信息，再以UDP数据包协议或内部时钟协议方式将时间信息发送到系统内的自动装置。如彭城电厂#1、2、5、6机的DEH系统就采用了RS485串口的报文对时方式；SCADA、电能采集系统采用了RS232串口的报文对时方式。

串口校时往往受距离限制，RS232串口传输距离为30m，RS485/RS422串口传输距离1200m。彭城电厂在对DEH系统对时时就遇到了RS232接口满足不了传输要求的问题。当时由于时钟扩展装置距DEH装置距离在50m左右，且此面时钟扩展装置只提供了RS232接口，没有配置RS485接口，满足不了DEH对时要求，后经过认证在时钟扩展装置侧将RS232接口转换为RS485接口，满足了DEH系统的对时要求。

### 2.4 NTP 网络对时

NTP为网络时间协议，是计算机同步化的一种软件。它可以使计算机对其服务器或时钟源做同步化，提供高精度的时间校正。它是用于互联网中时间同步标准的协议，它的作用是把计算机时间同步到某些时间标准。NTP的设计充分考虑了互联网同步的复杂性，它提供的机制严格、实用、有效，适用各种规模、速度和连接通路情况的互联网环境下工作。NTP以GPS时间代码传送的时间信息为标准，它的时间传送格式为时、分、秒、毫秒，不含日期。对时精度在互联网上可以精确到毫秒级，局域网上可以精确到微秒级。NTP产生的网络开销甚少，并具有保障网络安全的对策，且距离不受限制，这些策略的采用使NTP在互联网及局域网上得到广泛的应用。彭城电厂的MIS、SIS系统都采用了此种协议对时。

## 3 GPS 卫星时钟装置应用经验及建议

GPS卫星时钟装置应用时应注意以下几点：

(1) 秒对时方式（它是对微妙清零的）不可单独使用，单独使用极易存在秒级或者分钟级误差，若有使用一定要配合报文对时方式同时对时。应用时千万要注意。

(2) 脉冲对时中的有源、无源是对时钟扩展装置而言的，而不是被对时设备，这点在实际应用中容易搞混。

(3) TTL电平为0-5V电压信号；RS485/RS422电平为 $\pm 4V$ 差分电压信号；RS232电平为0-16V电压信号。应用时要搞清楚。

(4) RS232串口有效传输距离为30m，RS485/RS422串口有效传输距离1200m。RS232串口信号与RS485/RS422串口信号在应用中根据接口情况及通讯距离要求可以通过接口转换器相互转换。RS485与RS422接口电平与接线方式是一样的。

(5) 分脉冲对时是对秒脉冲清零的，自动装置在对时中会有分钟级以上的误差，年、月、日、时、分需要人工校正，特别是装置停运后一定要注意校正。

(6) 小时脉冲对时是对分脉冲清零的，自动装置在对时中会有小时级以上的误差，年、月、日、时需要人工校正，装置停运后也要注意校正。

(7) NTP网络对时的时间传送格式为时、分、秒、毫秒，不含日期。若有日期上的误差要在自动装置上人工修改日期。

(8) GPS系统投入运行后，一定要做现场对时精度测试。否则，电网安评要扣分的。

## 4 结束语

本文简要阐述了发电厂统一时钟系统的结构、各功能模块的作用以及各种接口的特点，分享了电厂统一时钟系统建设及运行维护经验，提出了自动装置接入统一时钟系统的建议，对发电厂及变电站统一时钟系统的建设、运行、维护具有一定的指导意义。

### 参考文献：

- [1] DL/T 1100.1-2009,电力系统的时间同步系统 第1部分：技术规范[S].
- [2] 国家电网公司华东公司.QB/HD01-2002 华东电网时间同步系统技术规范[Z].上海:国家电网公司华东公司,2002.
- [3] 山东科汇电力自动化有限公司.T-GPS系列 电力系统同步时钟用户手册[Z].

---

### 作者简介：

郝允哲（1958—），男，彭城电厂通信主任工程师，从事电厂通信自动化工作30余年，E-mail: 13685155868@139.com;

厉 恒（1982—），男，彭城电厂自动化专业工程师，E-mai: 14757683@qq.com;

郝 赫（1985—），男，彭城电厂电气高级技术师，从事电气继电保护工作，E-mail: haohe9663@126.com。