

9-2SMV 组网智能变电站时钟同步系统重要性讨论

赵晓东, 黄 特, 邓秋根

(南京南瑞继保电气有限公司, 江苏 南京 211102)

摘 要: 简述了智能变电站目前时钟系统网络结构, 分析和比较时钟系统失步的情况下对各类装置功能的影响和后果, 总结出目前阶段智能变电站中时钟同步系统的重要性。结合当前智能变电站建设情况, 提出了时钟同步系统网络结构的改进方法方式, 改进后实现时钟系统双重化有利智能变电站稳定运行、方便维护检修。最终得出结论: 在智能变电站时钟同步系统意义重大, 时钟系统网络结构双重化符合智能变电站的发展水平和应用需求, 是智能变电站系统运行稳定性和可靠性的保证。

关键词: 智能变电站; 时钟同步系统; SMV; 合并单元失步

0 引言

在常规变电站中时钟同步系统主要作用是保证所有测控装置、保护装置、通讯管理机、远动装置等二次设备时间一致, 方便变电站的运行、维护、管理, 尤其对于分析事故而言, 基于绝对时间的信息对于分析事故的前因后果非常关键。相比较常规变电站, 对时系统对于智能变电站更加重要, 时钟失步时可能会导致保护功能退出、测量功能退出等灾难性后果。

本文是基于 9-2 SMV 组网的智能变电站系统的前提下进行分析讨论, SMV 非组网系统对时钟系统的依赖性很小这里不做讨论。

1 时钟同步系统对各类型装置影响分析

1.1 智能变电站的常用时钟同步系统网络架构

如图 1 所示, 智能变电站二次设备网络结构一般分为站控层、间隔层、过程层^[1]。目前一般采用的对时方案为:

站控层的监控系统、远动装置使用基于以太网的 SNTP 对时, 利用 MMS 网络进行网络授时;

间隔层中的保护、测控等装置采用 IRIG-B 和 SNTP 对时相结合的方式, IRIG-B 对时通过敷设电缆传递电信号实现, 同时可以通过间隔层的 MMS 网络接收 SNTP 网络报文对时;

过程层中的智能终端、合并单元使用 IRIG-B 的对时方式, 现场实际使用中通过辐射光缆传递光 IRIG-B 对时信号实现。

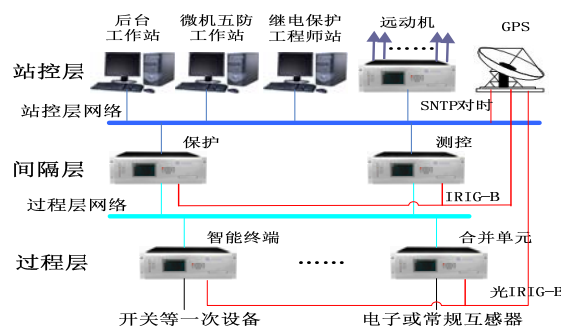


图 1 智能变电站时钟同步系统网络架构

1.2 时钟失步时对各类装置的影响

1.2.1 失步对智能终端影响

对智能终端的而言, 当与对时系统失步时, 智能终端发送的 GOOSE 报文中信号量时间失真, 智能终端采集的一次设备信号有变化时, 测控装置从 GOOSE 报文不能获取到信号正确的 SOE 时间, 不利于变电站的运行维护, 事故分析。但总体来说, 失步对于智能终端来说还是在可以容忍的范围之内的, 不会造成重要功能上的缺少。

1.2.2 失步对合并单元影响

在 9-2 SMV 组网系统中, 保护、测控等二次设备正常工作的有一个重要条件就是数据同步。数据同步是指二次设备需要的采样数据是在同一时间点上采的, 即采样数据的时间同步, 以避免相位和幅值产生误差。对于常规变电站电磁式互感器输出的模拟信号不存在这个问题, 而智能变电站合并单元输出的数字信号就必须含有时间信息。对于需要采集多个合并单元完成某一功能的设备来说, 一旦某一合并单元包含的时间信息错误, 会导致采集的电

流电压的相位和幅值产生误差。当合并单元失步时，对于整个智能变电站的影响可以说是非常重大的。

同步正常时合并单元发送的 9-2 SMV 报文同步标志位为“1”，失步时同步标志位被置成“0”。接收方在检测到同步标志变化后，马上检测到合并单元失步。见图 2。下面会具体分析给保装置和测控装置带来的影响。

```

BFrame 1 (265 bytes on wire, 265 bytes captured)
B Ethernet II, Src: 00:c0:00:00:41:a7 (00:c0:00:00:41:a7), Dst: 01:0c:cd:04:01:a7 (01:0c:cd:04:01:a7)
B IEC 61850 SMV
  AppID*: 0x41a7
  PDU Length*: 251
  Reserved1*: 0x0000
  Reserved2*: 0x0000
  B PDU
    SMV 9-2
    {
      Number of ASDUs: 1
      Start of ASDUs
      {
        ASDU
        {
          ID*: ML2203SMV/LLNO.smvcd0
          Sample Count: 3193
          Config Rev*: 1
          Sample Synced*: TRUE
          Samples {
            }
          }
        }
      }
    }
  
```

图 2 同步标志位在 9-2 报文中的体现

1.2.3 合并单元失步对保护装置的影响

对于保护装置而言，在合并单元失步可能会影响保护功能，具体情况需要根据保护装置的具体功能具体分析：

1) 对于线路纵差保护，因需要与对侧保护装置进行差流计算，从合并单元采集数据的保护装置本身的也需要进行对时。如果保护装置本身失步或者保护装置所接合并单元失步，线路纵差保护功能将退出。

2) 对于涉及到多个合并单元的动作元件，如果某一合并单元失步，这类保护功能将退出。主变保护的差动保护功能，母线保护的母差保护功能，如果任一合并单元失步，差流计算会出现异常，差动功能退出。线路保护的差动元件需要采集母线电压和线路电流，如果母线电压来自母线合并单元，电流来自线路合并单元，当任一合并单元失步时无法计算阻抗，距离元件功能退出。其他保护功能可以类似分析。

3) 对于只涉及到一个合并单元的动作元件，该合并单元如果失步将不影响该保护功能，如 110kV 线路保护 TV 断线过流保护功能，电流量从线路合并单元采集，当该合并单元失步时，不影响该保护功能。

1.2.4 失步对测控装置的影响

对于测控装置，相比较常规综自而言，在影响开入量的 SOE 时间的正确性方面需要分两种情况分析：常规硬接线开入与常规站类似，测控装置失步开入信号 SOE 时间不正确；GOOSE 开入的时标取自智能终端的 GOOSE 报文内的时标，当测控装置失步而智能终端未失步时，GOOSE 开入的时间正确性不受影响。在测量功能方面，如果涉及到多个不同的合并单元，例如线路电压从母线合并单元采集，线路电流从线路合并单元采集，当任一合并单元失步时，测控装置将无法计算 P、Q、cos 等量。

综上所述：当某个别装置失步时，将可能影响整个系统的功能，其中以合并单元失步导致的后果最严重，所以相对常规站，时钟同步系统对于智能变电站的意义更为深远，每个装置的同步信号是智能变电站稳定健康运行的重要指标，运行维护中应该关注。实际运行中，一套稳定的时钟同步系统设计方案是非常关键的。

2 降低失步影响的三个可行措施

2.1 提高时钟同步系统的可靠性

同步时钟装置应由标准同步钟本体和时标信号扩展装置组成^[2]。目前时钟同步系统的接线方式是 GPS 主时钟给扩展时钟对时，扩展时钟给二次设备终端对时，这种结构是很薄弱的。现在的这种模式，可以通过以下方法改进完善。见图 3。

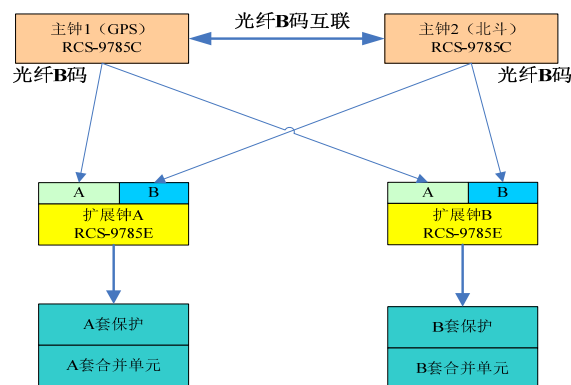


图 3 双重化时钟同步系统结构图

2.1.1 主钟双重化

可以按照一台主钟接受 GPS 卫星系统授时，一台主钟接收北斗卫星系统授时，两台主钟之间通过光纤 B 码互联，当一台主钟失步时还可以通过另一台主钟获取正确时间，最大限度的保证主钟的稳定可靠运行。

2.1.2 扩展时钟源输入双重化

扩展钟的两路B码输入分别来源于主钟1和主钟2的B码输出,每个扩展时钟有两个时钟源,扩展时钟可以根据主时钟对时报文的优劣进行切换。这样能够保证在一台主时钟故障的情况下,扩展钟仍能正常运行。

2.1.3 双套配置保护独立接入扩展钟

站内的保护、合并单元为双重化配置时,可以A套保护、A套合并单元接扩展钟A,B套保护、B套合并单元接扩展钟B,A、B套系统在扩展钟级别的时钟系统独立,有利于扩展钟的运行维护。

2.2 合并单元网络结构改善

一台装置接收合并单元的数目越多,该装置出现故障的可能性越高,如一台典型110kV线路间隔保护装置,需要采集110kV母线电压、线路电流、线路电压才能正常工作,那么这其中涉及到线路合并单元以及母线合并单元SMV数据,其中任何一个合并单元失步,该保护装置的距离保护将退出。我们可以通过网络结构改进,弥补这一缺陷。

在常规方案中,如果任一合并单元失步,任一合并单元失步距离保护退出。见图4。

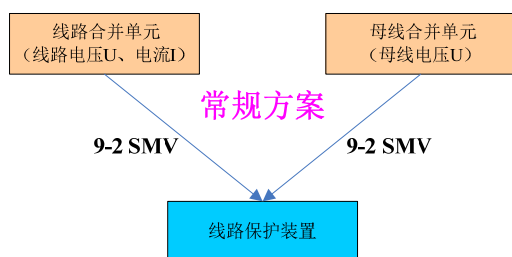


图4 典型间隔合并单元使用常规方案

在改进方案中,见图5,母线合并单元利用光纤直接将母线电压发送给线路合并单元,因为是光纤直连网络时延固定不判失步标志,即使某一合并单元失步也不会影响线路单元接收数据,而此时保护装置也只接收线路合并单元整合完母线电压的SMV,数据源唯一在失步的情况下不影响距离保护功能。

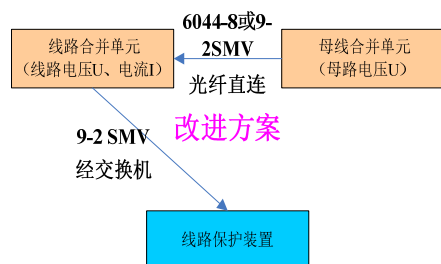


图5 典型间隔合并单元使用改进方案

2.3 利用IEEE 1588 对时将过程层对时双重化

在图1中,整个对时系统中,间隔层的设备可以通过SNTP、IRIG-B两种对时方式进行时钟同步,而过程层中的对时方式很单一只有IRIG-B一种形式。IEEE 1588作为一种亚 μ s级精度的分布式网络时钟同步方案,对数字化变电站的建设有重要意义,为实现IEC 61850 T5级对时精度提供了很好的技术选择^[3]。随着目前1588在智能变电站中的实践使用,可以在目前网络架构下基本不增加成本的情况下,在过程层中使用1588对时给过程层中的合并单元、智能终端进行对时。如图6,过程中增加了IEEE 1588对时后,过程层的装置对时实现了双重化,增强了可靠性。

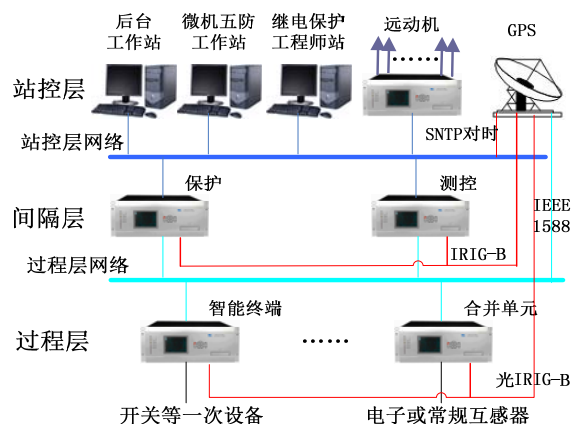


图6 增加IEEE1588后的对时系统网络架构

3 结论

本为介绍了时钟同步系统在智能变电站中使用情况,分析了失步时对各类装置的影响,根据这些影响,提出了对时系统网络结构上的改进方法。通过网络结构的改善,能够较大程度的提高对时系统的稳定性。

参考文献:

- [1] 王文龙,杨贵,刘明慧. 智能变电站过程层用交换机的研制[J].电力系统自动化, 2011,35(18):72-76.
- [2] 广东电网公司. Q/GD 001.1154.3 广东电网变电站GPS时间同步系统技术规范[Z]. 广州: 广东电网公司, 2008.
- [3] 张洪源. 基于IEEE1588的数字化变电站时钟同步技术的应用研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2010.

作者简介:

赵晓东(1983-),男,汉族,本科,工程师,从事变电自动

化系统、智能变电站的设计、调试工作。E-mail:

zhaoxd@nari-relays.com;

黄 特 (1980-), 男, 汉族, 本科, 工程师, 从事变电自动

化系统、智能变电站的设计、调试工作;

邓秋根 (1984-), 男, 汉族, 本科, 工程师, 从事变电自动

化系统、智能变电站的设计、调试工作。