

# 合并单元检测技术探讨

刘晓晟

(浙江省电力试验研究院, 杭州 310014)

**摘要:** 合并单元是数字化变电站数字接口的核心功能单元, 涉及变电站内甚至变电站间多种设备, 是保证各类数据准确可靠的关键。在介绍合并单元主要功能的基础上, 分析了合并单元同步方法, 从同步误差、采样准确性等方面系统阐述了合并单元的模拟和数字检测两种方法。

**关键词:** 合并单元; 同步; 准确性; 检测

中图分类号: TM934.43

文献标志码: B

文章编号: 1007-1881(2012)04-0014-04

## Discussion on Test Technology of Merging Units

LIU Xiao-sheng

(Zhejiang Electric Power Test and Research Institute, Hangzhou 310014, China)

**Abstract:** Merging units, which involve a variety of equipments in substations and between substations, are the core function units of digital interface in digital substations and also the key to ensuring the accuracy and reliability of various data. This paper introduces the main functions of merging units. Through the analysis on synchronization methods, it elaborates two methods of simulation and digital test systematically in terms of synchronization errors, sampling accuracy etc.

**Key words:** merging unit; synchronization; accuracy; test

## 0 引言

数字化变电站近年来得到了广泛的推广和应用, 与传统变电站采用电缆互联实现间隔间的信息共享不同, 数字化变电站的信息共享是基于以太网, 数字化标准和数字化设备是必要条件, 各种数字通道的控制和整合也必不可少。为了有效利用电子式互感器等数字设备, 信号必须进行统一处理, 因此 IEC 61850 等数字化变电站标准和 IEC 60044-7/8 等电子互感器标准均涉及到合并单元(Merging Unit, MU)。

合并单元最早出现于 IEC 60044-8 电子式电流互感器标准, 是对二次转换器的数据进行时间相关的采集处理并为二次设备提供相关数据样本的物理单元, 图 1 为标准定义的合并单元及系统框图, 其中 EVTa 的 SC 为 a 相电子式电压互感器的二次转换器, ECTa 的 SC 为 a 相电子式电流

互感器的二次转换器, 其它以此类推。

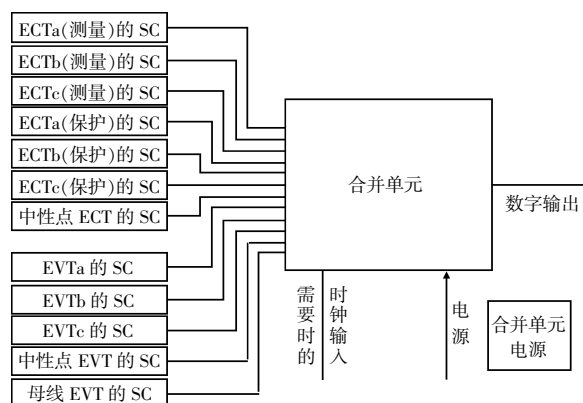


图 1 合并单元及系统

合并单元可以是现场互感器的一个组件或独立单元。IEC 60044-8 电子电流互感器标准指出: 二次转换器也可以从传统电压互感器或电流互感

器获取信号。因此合并单元可以不依赖电子式互感器而独立使用，传统的互感器也可以通过合并单元构成数字化系统。合并单元的独立使用，使得数字化变电站的发展有更大的灵活性，包含合并单元的测量系统如图2所示，其中PC为一次转换器，其可以是电子式互感器或传统互感器；SC为二次转换器。

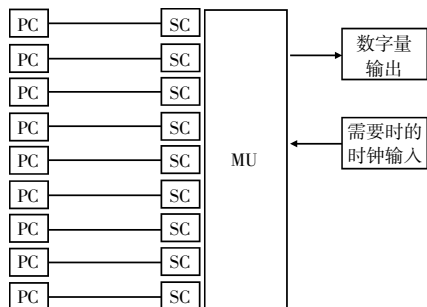


图2 包含合并单元的测量系统

### 1 合并单元技术要求

合并单元是数字化变电站数字接口的核心功能单元，涉及变电站内甚至变电站间多种设备，是保证各类数据准确可靠的关键，因此对合并单元的检测十分必要。合并单元的主要功能是同步、多路数据采集处理和标准数据输出，对其功能提出必要的技术要求，保证检测具有针对性。

#### 1.1 同步

合并单元对数据进行同步采集，从而保证变电站二次设备需要的采样数据是在同一个时间点上采得的。能否实现合并单元的同步，成为合并单元能否准确、可靠运行的关键。图3所示为采用时钟脉冲同步的合并单元同步原理，同步信号1为合并单元间同步的秒脉冲时钟信号，同步信号2为合并单元向各转换器发送的采样信号。

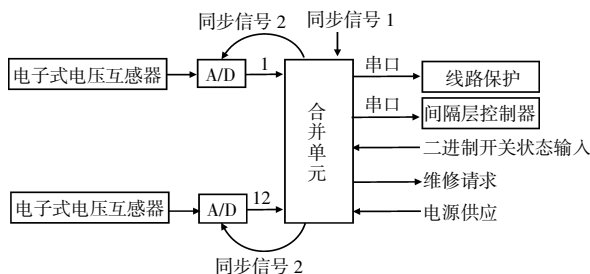


图3 合并单元的同步

同步过程为：由GPS产生秒脉冲同步信号1；合并单元接收同步信号1；判断同步信号1的正确性，如信号错误，发出报警信号，并采用自身守时信号向各转换器发送等间隔的同步信号2；在同步信号1正确时，向各转换器发送等间隔同步信号2。

因此，对合并单元同步技术的检测主要针对同步信号1的接收和同步信号2的发送。其中同步信号1有3种方式：PPS(秒脉冲)方式；IRIG-B码(直流)；IEEE 1588方式。PPS方式是同步时钟发出每秒1次的光学或电脉冲信号；IRIG-B码是含有年份和时间信息的码元；IEEE 1588即网络测量和控制系统的精确定时同步协议标准，通过读写高精度实时时钟(RTC)和计算时间标签来实现同步。

依据IEC 60044-8等标准，对同步信号1的共性要求为：时间触发在从低到高的脉冲上升沿；时钟速率为每秒1个脉冲；时间准确度优于1 μs；合并单元应作合理性检查，时钟信号有误时发送报警信号。

其它技术要求：合并单元利用秒脉冲、IRIG-B(DC)或IEEE 1588同步电子互感器的采样，采样的同步误差不超过±1 μs；每秒第一次测量的采样时刻应和秒脉冲的上升沿同步，对应的同步信号2在每秒内均匀分布。

#### 1.2 多路数据采集处理和输出

在合并单元给多路A/D转换器发送同步转换信号后，将同时接收多路通道的输出数据并对其有效性进行校验，将各路采样数据进行组帧后发送给测量、保护设备。

合并单元数据采集处理功能应通过检测合并单元的准确性来验证。有些数据通道间的同步采用软件插值算法，在这种情况下，即使时间信号完全准确，插值点与实际值仍会存在误差，对于线性插值来说，最大误差的估计值为：

$$R_{max} = \frac{4.935}{N^2} n^2 I_n \tag{1}$$

式中，N为采样点数，n为谐波次数，n=1时为基波。IEC 60044标准规定电子式互感器的采样频率可取为20点/周、48点/周或80点/周等，根据式(1)，N=20时基波最大采样值误差为1.23%，N=48时基波最大采样值误差为0.21%。目前一般

测控装置准确度应达到 0.2%，考虑到谐波等因素的影响，采样频率至少为 80 点/周。

## 2 检测方法

### 2.1 同步检测

图 4 为合并单元的同步信号检测原理，标准时钟源输出标准同步信号 1 至合并单元，由标准频率表等检测表计对同步信号 2 和守时信号进行检测，并接收报警、恢复、失效等信号。

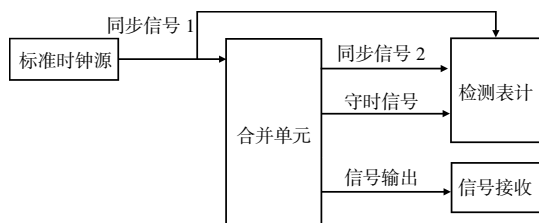


图 4 合并单元的同步信号检测原理

使用标准信号发生器等标准时钟源输出标准 PPS 信号至合并单元，利用 PPS 信号作为“闸门”信号，用高精度计数器或时间测试仪检测同步信号 2 的频率及计数，以确定采样时间的正确性和均匀性。

使用标准信号发生器等标准时钟源先输出异常 PPS 信号，检测是否发出报警信号，然后输出正常 PPS 信号，检测是否发出恢复信号。

针对不同的同步信号方式，还应做相应补充检测。对于 PPS 和 IRIG-B 码(直流)方式，都可以用查看波形的方式进行检测。图 5 为合并单元 PPS 输入波形的技术要求，其中 a 脉冲间隔  $t_1 > 500 \text{ ms}$ ；秒准时沿为上升沿，上升时间  $\leq 100 \text{ ns}$ 。

对于 IRIG-B 码(直流)方式，影响时间精度的主要因素为沿的抖动，由于时间准确度优于  $1 \mu\text{s}$ ，因此沿的抖动应小于  $200 \text{ ns}$ 。

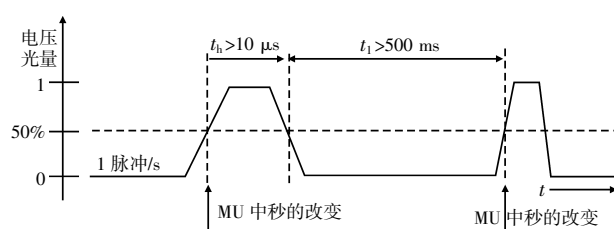


图 5 合并单元的 PPS 输入波形

对于 IEEE 1588 方式，检测时仍采用图 4 的方式，但同步信号 1 采用网络方式进行传递。

在实际应用中，一些合并单元的同步并没有使用采样脉冲，而是采用软件插值计算的方式，在这种情况下，同步信号 2 是插值计算的时间依据，仍要进行上述检测。插值计算方法的准确性还应通过合并单元准确性的检测来验证。

此外，还应进行时钟守时信号测试。对于工频频率 50 Hz 的情况，相位准确度要达到  $0.1^\circ$ ，则时钟误差应小于  $4 \mu\text{s}$ ，即失去同步信号 1 后，应保证一定时间(如 10 min)内，时钟误差小于  $4 \mu\text{s}$ 。测试时可用时间测试仪进行多次测量取平均值，以保证检测准确性。

### 2.2 准确性检测

#### 2.2.1 模拟检测法

检测合并单元的准确性有模拟检测法和数字检测法两种。模拟检测法即采用交流标准源，输出稳定且准确的交流标准信号，合并单元控制二次转换器进行采样，由合并单元管理软件对采样数据进行计算，得出电压、电流、功率、功率因数等，最后将合并单元得出的各项值与标准值进行比较，得到误差。该方法可以充分利用原有的检测设备，在二次转换器侧输入二次电压、电流信号，可保证信号的稳定，工作也容易开展。误差计算时，可采用计算机与标准源和合并单元管理软件直接通信的方法进行数据的自动读取和误差计算。

对交流标准源的要求，可参照《国家电网公司交流采样测量装置校验方法》中的规定，考虑到合并单元各环节数据传输时延的不确定性，对标准源的稳定性要求如表 1 所示。

表 1 检测合并单元的交流标准源要求

被检测合并单元的准确度等级	0.1	0.2	0.5
交流标准源的准确度等级	0.02	0.05	0.1
标准的标准偏差估计值 S/%	0.005	0.01	0.02
交流标准源电流、电压、功率输出稳定度/(%·min <sup>-1</sup> )	0.005	0.01	0.02
交流标准源读数位数	不少于 6 位	不少于 6 位	不少于 5 位

#### 2.2.2 数字检测法

对于无法采用模拟法进行准确性检测的合并单元，可以采用数字法进行检测，检测原理如图

6所示,同步对时装置发出同步信号后,由时钟准确度高于合并单元的标准时钟信号装置产生独立的时钟信号,数字式标准源根据标准时钟信号产生标准数据,接收同步信号2后将标准数据发送给合并单元进行采样,并通过以太网将采样数据传递至合并管理软件进行计算,得出电压、电流、功率、功率因数等,最后将合并单元得出的各项值与标准值进行比较,得到误差。

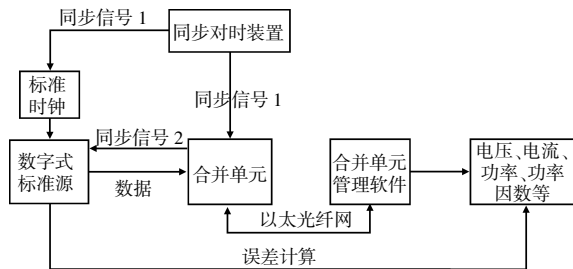


图6 数字法检测原理

为保证合并单元在信号变化时的准确性,数字式标准源输出信号的频率范围应为45~55 Hz,频率的调节单位应达到0.1 Hz,此外数字式标准源除输出稳定的标准信号外,还应能输出谐波信号和“波动”信号,以检测合并单元的计算能力。

采用数字式标准源检测时,还可对数据传输的延迟时间进行检测,计时装置在接到秒对时信号后开始按标准时钟信号计时,数字式标准源同步发送数据,接收到合并单元发送的数据后停止计时,即得到合并单元数据传输的延迟时间。

.....  
(上接第13页)

## 7 结论

采用高效液相色谱分析方法测定绝缘油中的糠醛含量,重现性好,准确度高。使用该方法对浙江电网运行的变压器绝缘油中糠醛含量进行了普测,结果表明,糠醛含量随运行年限的增长有增长趋势,但绝缘油中糠醛含量普遍较小,固体绝缘老化速度正常。对新投运的变压器开展绝缘油糠醛含量的监督,大部分绝缘油含量符合IEC 60296-2003标准要求,但也存在超标现象。

建议尽快修订现行的变压器油标准(GB 2536-1990),增加新油糠醛含量的限值要求,同时加

## 3 结语

随着数字化变电站飞速发展,合并单元作为变电站数字化的核心部件,已经受到越来越多的关注。本文提出的模拟和数字检测方案解决了合并单元同步、准确性、传输时间的延迟检测等,为合并单元的检测做了有益的探索。

## 参考文献:

- [1] IEC 60044-7. Instrument Transformers -part7: Electronic Voltage Transducers[S].1999.
- [2] IEC 60044-8. Instrument Transformers -part8: Electronic Current Transducers[S].2002.
- [3] 周捷,杨永标,沈健,等.一种基于交流信号的模拟合并单元[J].电力系统保护与控制,2009,37(2):65-68.
- [4] IEC 61850. Communication networks and system in substations[S].2005.
- [5] 赵云峰,崔明,吴志勇.新型高授时精度时码终端系统设计[J].电光与控制,2009,16(3):86-90.
- [6] 胡国,唐成虹,徐子安,等.数字化变电站新型合并单元的研制[J].电力系统自动化,2010,34(24):51-54.
- [7] 曹团结,尹项根,张哲,等.电子式互感器数据同步的研究[J].电力系统及其自动化学报,2007,19(2):108-113.

收稿日期:2011-12-16

作者简介:刘晓晟(1969-),男,江苏镇江人,高级工程师,主要从事电测技术监督和电测设备检测工作。

(本文编辑:徐 晗)

强基建阶段绝缘油糠醛含量的监督,保证新油的质量。对运行设备,除了关注绝缘油中糠醛含量的大小外,更要关注糠醛的增长量。

## 参考文献:

- [1] 孙坚明,孟玉婵,刘永洛.电力用油分析及油务管理[M].北京:中国电力出版社.2009.

收稿日期:2011-12-16

作者简介:朱 茵(1984-),女,浙江杭州人,助理工程师,从事化学分析与研究工作。

(本文编辑:徐 晗)