

# 影响数字式合并单元输出特性的关键因素分析

王雄

五凌电力有限公司白市水力发电厂

DOI:10.12238/hwr.v6i8.4552

**[摘要]** 介绍电子式互感器与数字式合并单元的测试现状,分析目前数字式合并单元测试存在的不足,分析影响数字式合并单元输出特性的关键因素,为开展数字式合并单元的专项测试,设计针对性的测试内容和方法,验证传输特性,提高电子式互感器整体性能提供研究和设计方向。

**[关键词]** 电子式互感器; 数字式合并单元; 数字量转换误差; 数字信号异常  
中图分类号: TU 文献标识码: A

## Analysis of Key Factors Influencing Output Characteristics of Digital Merging Unit

Xiong Wang

Wuling Power Corporation Company Limited Baishi Hydropower Plant

**[Abstract]** This paper introduces the testing status of electronic transformer and digital merging unit, analyzes the defects in the current digital merging unit test, analyzes the key factors that affect the output characteristics of digital merge unit, and provides research and design direction for carrying out special testing of digital merging unit, designing targeted testing contents and methods, verifying transmission characteristics, and improving the overall performance of electronic transformer.

**[Key words]** electronic transformer; digital merging unit; digital conversion error; digital signal anomaly

### 引言

近年来,国家电网公司针对电子式互感器组织了入网专业测试。调研电子式互感器及合并单元在现场的应用情况,发现以下现象:第一,现场投运的电子式互感器与合并单元的配合关系与通过专业测试整组试验的不同;第二,招标时由电子式互感器制造企业为自己的装置购置配套的合并单元,容易出现试验与投运所选合并单元不同的情况,且目前合并单元无相应的专业测试报告,招标合并单元时无相应支撑;第三,专业测试后未公布通过测试合并单元的软硬件信息,现场投运时未开展合格产品比对<sup>[1]</sup>。

数字式合并单元是独立的智能设备,在前端数字化接入的前提下,呈现出与模拟式合并单元不同的特点。目前,针对数字化接入的情况,缺少有效的试验验证,特别是当数字信号异常,通信网络异常和光强异常时数字式合并单元的反映和处理机制和输出特性缺少有效考核。信号转变测试的不足给工程应用留下了不确定因素,电子式互感器近年来在现场出现的问题很多都与采集器与合并单元的信号转变有关。

因此,有必要针对数字式合并单元的应用场景和特点,分析影响其传输特性的关键因素,为开展数字式合并单元的专项测试,设计针对性的测试内容和方法,验证传输特性,提高电子式互感器整体性能提供研究和设计方向。

### 1 电子式互感器测试与数字式合并单元测试现状

#### 1.1 电子式互感器测试

电子式互感器现场应用易受电力系统暂态过电压影响导致故障频发,温湿度、电磁场等对其测量性能影响较大,设备现场长期运行可靠性不高。目前,电子式互感器测试的方式是一台电子式互感器本体配置一台合并单元,而在实际运行中一台合并单元需配置多台电子式互感器,甚至需要级联其它合并单元的数据<sup>[2]</sup>。因此,在电子式互感器的测试中,难以全面考核到合并单元在多路数据输入时的性能。

电子式互感器作为一次设备,在测试中需要从一次端施加激励信号。目前,受制于测试设备的能力,电子式互感器测试中施加的激励量与传统互感器基本一致,难以灵活施加不同类型激励信号,无法全面考核电子式互感器的性能,特别是频带和暂态性能。

目前,电子式互感器整组试验的方式只能反应数字式合并单元的基本特性与功能,不能有效考核期可靠性、异常处理机制、光功率接收能力以及配置信息的管理等。一旦电子式互感器整体出现异常,将无法对故障原因进行溯源和定位,且合并单元传输特性考核的欠缺也使电子式互感器整体运行性能存在隐患,给现场运行带来风险。

#### 1.2 数字式合并单元测试

数字式合并单元是电子式互感器的最终输出单元,对电子式互感器前端数据的处理方式、稳定性、可靠性直接关系到电子式互感器的整体性能以及系统安全,是智能变电站数字化采样的关键设备。

经过智能站和新一代站建设,合并单元与电子式互感器整体的可靠性得到了提升。但在实际应用中,存在数字式合并单元检测项目不足,激光功能等关键元器件可靠性不足,采集单元与合并单元接口不统一等问题,从而影响了整体应用<sup>[3]</sup>。

电子式互感器整体试验不能全面考核合并单元的性能,表现在缺少对合并单元进行考核的测试项目,也缺少对采集器与合并单元间配合关系进行考核的测试项目,例如:

- (1) 多路互感器数据的异步接入。
- (2) 合并单元对数字信号的传变特性测试。
- (3) 合并单元对前端数据的容错机制测试。
- (4) 合并单元通信规约、时间性能和网络性能的测试。

因此,有必要分析数字式合并单元输出特性的因素,加强数字式合并单元标准化,可靠性研究,在产品设计层面推动合并单元与电子式互感器接口的解耦,加强对数字式合并单元的专业精细化的检测,促进其可靠性和互操作水平的提升,深化新一代站“三大技术”的研究与应用。

## 2 影响数字式合并单元输出特性的因素

### 2.1 设计不规范的影响

数字式合并单元的前端输入不规范、不统一。目前,各个厂家均在FT3标准协议基础上增加了私有属性,不同厂家的电子式互感器与数字式合并单元之间无法有效通信,给现场应用和互联互通带来不便。

数字式合并单元的信号定义不规范、不统一。目前,各个厂家都是通过自己的习惯定义信号和告警等输出信息,差别较大,增加现场运维人员的理解难度,容易引起操作不当,在出现问题时导致事故扩大<sup>[4]</sup>。

因此,有必要在现有协议的基础上寻找共性,消除个性,定义通用的报文格式和数字通道,统一电子式互感器与数字式合并单元之间的传输协议,提高不同厂家产品之间的互操作性,方便电力用户的现场应用。研究和制定数字式合并单元信息规范,对信号输出的类型、数量和定义等进行统一规定,消除各厂家装置之间的差异,方便现场运维人员正确解读信号,有效降低人为失误引起事故或导致事故扩大的概率。

### 2.2 插值算法的影响

合并单元负责接收多路采集器和级联的数据,多路数据是异步采集、异步传输,合并单元通过插值算法对其进行同步处理。

插值同步是合并单元的一个重要技术环节,对合并单元最终的采样率、带宽、幅值、相位、时间特性、频率特性都产生直接影响。

因此,需对合并单元施加多路异步数据,考核合并单元多路采样数据的同步性,考核基波和频率信号的幅值误差、相位误

差、频率误差和复合误差。

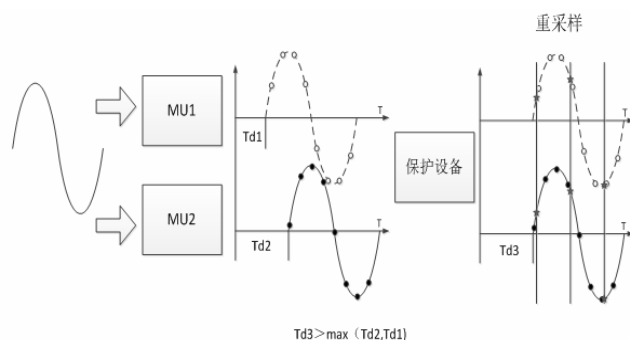


图 1 基于额定延时的重采样

### 2.3 配置参数的影响

数字式合并单元的配置参数一般包括延时配置、幅值配置和相位配置。在智能变电站现场与电子式互感器配合过程中,上述参数往往需要调整,而这些参数的配置往往会引起输出信号幅值和相位的变化,对整体传变特性造成影响。

因此,配置参数调整对传变准确度的影响需要进行考核和验证,保证其对输出无偿的影响在允许的范围。

### 2.4 暂态信号的影响

数字式合并单元对电子式互感器暂态信号的传变精度影响较大,针对合并单元展开暂态测试,保证其暂态信号传变能力,对控制电子式互感器整体暂态性能有很大帮助<sup>[5]</sup>。

罗氏线圈输出一次电流微分信号,需要通过积分还原信号。合并单元采用软件积分时会影响其暂态性能,需要对合并单元施加各类不同短路幅值、合闸角度、衰减时间常数、持续时间的暂态信号,以测试合并单元的暂态特性。

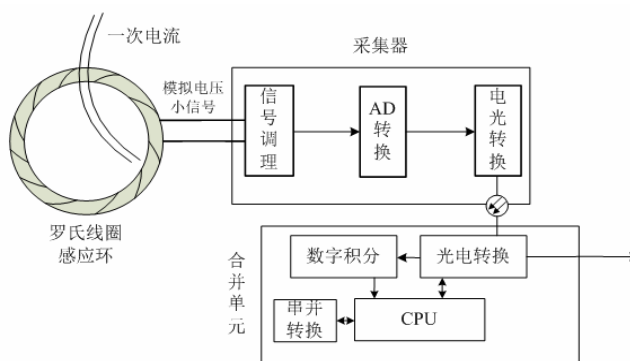


图 2 采用软件积分的电子式互感器采样传递示意

### 2.5 高频信号的影响

当采集器的采样率高于合并单元的输出采样率(如80点每周波)时,数字量的传变会产生带宽变窄的现象<sup>[5]</sup>,但合并单元需要保证最终输出信号不产生频率混叠。因此,需要对合并单元开展抗频率混叠试验。

### 2.6 数字信号异常的影响

当电子式互感器采集器由于硬件、软件、通信链路不稳定或其他原因发生瞬时或间断性异常时,可能造成数字报文出现

错误帧、丢帧、粘帧或状态标变位等异常情况,需要模拟各种异常情况,测试合并单元的容错机制和异常判别机制。

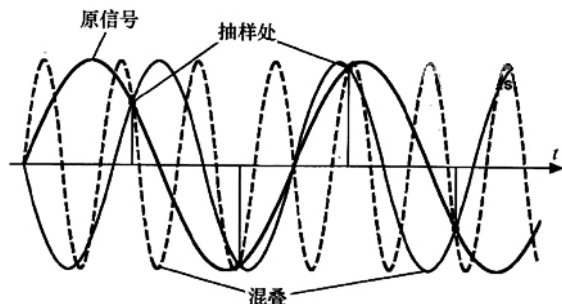


图3 频率混叠现象

### 2.7 光强变化的影响

由于器件、光纤等的老化和环境的累积影响,电子式互感器采集器的输出光强会逐渐降低。合并单元在设计的光强范围内应能准确接收数据,需要开展光强裕度和灵敏度测试。

### 2.8 可靠性不足的影响

根据国网公司对系统内110(66)kV及以上电压等级在运电子式互感器的统计,电子式互感器发生故障率约10%,主要故障有采集器故障、传感器故障、光纤故障、激光供能单元故障、绝缘故障等。上述故障导致保护装置误动、测量异常,危害了电网安全稳定运行<sup>[6]</sup>。

电子式互感器整体试验缺乏验证数字式合并单元可靠性的项目,不能对数字式合并单元软件、硬件和数据传输的可靠性进行有效考核,也不能有效考核其异常处理机制、光功率接收能力以及配置信息的管理等。这些导致数字式合并单元在现场的长期应用可靠性、设备可靠性运行寿命不足,影响电子式互感器整体的质量。

因此,有必要通过试验考核数字式合并单元装置的软件可靠性、硬件可靠性和传输可靠性,总结装置的异常处理机制,分析数字式合并单元装置性能和异常处理机制对电子式互感器整体的影响。

### 2.9 其它影响

根据积累的现场经验,也存在以下几种情况:

第一,电子式互感器本体数据异常时合并单元的处理机制

不同,采样数据的品质位设置混乱。

第二,电子式互感器存在电压与电流之间在级联后同步超差的情况。

第三,合并单元的额定延时配置对电子式互感器整体绝对延时的影响。

## 3 结语

数字式合并单元是连接电子式互感器与保护装置等二次设备的纽带和桥梁,担负着一次和二次设备之间数据转换传输的重要作用,是整个智能变电站数据的来源。数字式合并单元的质量对电子式互感器的整体性能以及智能变电站的安全稳定运行有直接和巨大的影响。数字式合并单元标准规范和测试的缺失不利于制造企业提高产品质量,更不利于电力用户筛选优质产品。

在采集器与合并单元之间设置测试点,针对合数字式合并单元的影响因素进行针对性测试,增加电子式互感器整体试验中未覆盖到的测试项目,可以对电子式互感器整体试验形成有效补充,降低电子式互感器整体应用风险。

## [参考文献]

- [1]王涛,张宁,刘琳,等.有源电子式互感器故障诊断技术的研究与应用[J].电力系统保护与控制,2015,43(18):74-79.
- [2]李国斌,姜睿智,刘星,等.基于电子式互感器的整流变压器阀侧大电流采集方案实现[J].电力系统保护与控制,2014,(18):139-143.
- [3]赵勇,孔圣立,罗强,等.电子式电流互感器暂态传变延时测试技术研究[J].电力系统保护与控制,2014,42(17):125-130.
- [4]徐长宝,高吉普,鲁彩江,等.光学电子式电压互感器暂态特性及其测试技术研究[J].电测与仪表,2016,53(4):84-89.
- [5]殷志良,李敏,袁成,等.数字化变电站合并单元的应用和测试[J].供用电,2011,28(5):37-39,45.
- [6]黄未,周家旭,张武洋.智能变电站合并单元现场测试技术研究[J].东北电力技术,2014,(1):11-12,22.

## 作者简介:

王雄(1986—),男,汉族,湖北黄梅人,硕士研究生,工程师,从事水电厂站生产管理工作。