

Research on the Calibration Method for Merging Unit of the Smart Substation with Analogue Input

Hui Qi¹, Zhenbiao Qi², Chuangye Zhao¹

¹State Grid Huaibei Electric Power Supply Company, Huaibei Anhui

²State Grid Anhui Electric Power Company, Hefei Anhui

Email: sunnygirl-qh@163.com

Received: Nov. 26th, 2015; accepted: Dec. 12th, 2015; published: Dec. 16th, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

The paper defined the calibration method for merging unit of the smart substation with analogue input, explores the calibration method for the synchronization of sending data in multi-bay merging unit, actualizes the synchronous test of the output SV data in the application of the existing equipment in the station, and solves the problem about calibration of multi-bay merging unit in the intelligent substation commissioning and acceptance stage of relay protection. The method enables the merging unit to run the performance to control and in control, and provides guarantee for the reliable operation of the secondary system of smart substation.

Keywords

Analog, Merging Unit, Multi Bay, Synchronization, Calibration

智能变电站模拟量输入式合并单元校验方法的研究

齐 慧¹, 戚振彪², 赵创业¹

¹国网淮北供电公司, 安徽 淮北

²国网安徽省电力公司, 安徽 合肥

Email: sunnygirl-qh@163.com

收稿日期: 2015年11月26日; 录用日期: 2015年12月12日; 发布日期: 2015年12月16日

摘要

本文明确了模拟量输入式合并单元的校验方法, 探索出多间隔合并单元发送数据同步性的校验方法, 实现了运用站内已有设备对多个合并单元相互配合时输出SV数据的同步性测试, 解决了继电保护专业在智能变电站调试验收阶段多间隔合并单元校验的难题。使合并单元运行性能可控、在控, 为智能变电站二次系统的可靠运行提供保证。

关键词

模拟量, 合并单元, 多间隔, 同步性, 校验

1. 引言

相较于传统变电站, 智能变电站的保护装置接收的电流、电压采样值由二次模拟量变成了经过合并单元转换后的数字量[1]。合并单元的性能质量直接关系到其发送数字量的实时性、准确性。近年来, 发生的多起智能变电站多套差动保护误动事故暴露了智能变电站二次调试工作的复杂性, 同时也暴露了继电保护专业对智能设备调试方法的欠缺与滞后。国网公司也针对此类事故提出明确要求: 在投产验收阶段, 各单位要根据智能变电站特点, 完善智能化变电站设备的试验调试方法, 针对合并单元等智能变电站使用的新型设备, 在验收调试工作中增加核查项目, 采用各种有效试验方法发现和解决可能存在的各种缺陷, 保证二次系统的正确性, 实现设备零缺陷移交[2]。

然而, 目前针对合并单元的校验缺乏检验测试规范及工具, 在分析涉及多间隔合并单元(如母差、主变保护)配合问题时, 无可校验设备和标准规范[3]。因此, 本文对智能变电站模拟量输入式合并单元的校验方法进行研究, 对主变保护、母差保护涉及多间隔合并单元发送数据同步性的校验方法进行探索, 其目的是运用站内已有智能二次设备和保护测试仪对多个合并单元相互配合时输出 SV 数据的同步性问题进行测试, 为主变、母线保护可靠运行提供分析判断的科学依据。成功解决了继电保护专业在智能变电站调试验收阶段, 合并单元现场校验时无可用校验设备和标准规范, 以及多间隔合并单元校验的难题。把握科学性、严谨性、有效性的同时强调了现场工作的可行性和易操作性, 使合并单元运行性能可控、在控, 为智能变电站二次系统的可靠运行提供了保证。

2. 模拟量输入式合并单元的校验

2.1. 校验方法

合并单元测试仪是一种更够对合并单元进行全面的测试的新型试验仪器。目前市场上合并单元测试仪原理基本相同, 工作形式主要分为两种: 一种测试仪能够输出模拟量, 一种测试仪需要借助常规保护校验仪输出模拟量[2]。

两种类型的测试仪都是同时采集输入到合并单元中的模拟量和合并单元输出的数字量, 以模拟量为基准对数字量进行分析比对, 得到数字量的各种数据, 从而判断合并单元的各项性能是否合格。测试方法共分为两种: 采用外部时钟对时法(图 1)和采用合并单元测试仪为主时钟对时法(图 2)。

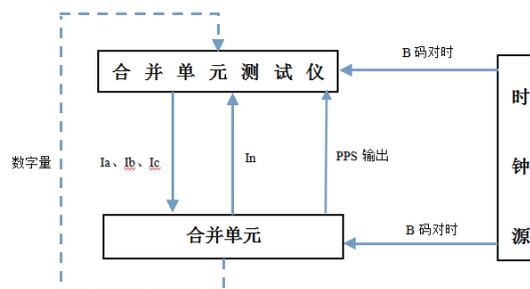


Figure 1. The synchronization method by using external clock

图 1. 外部时钟对时法

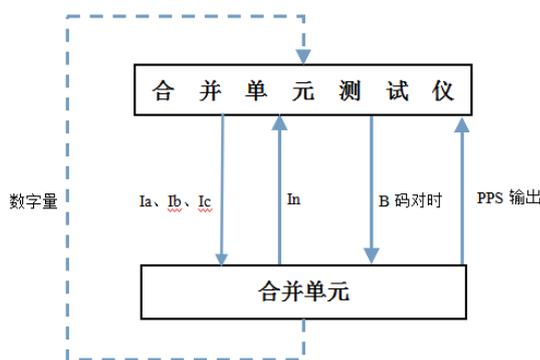


Figure 2. The synchronization method by using the main clock of the merging unit testing instrument

图 2. 采用合并单元测试仪为主时钟对时法

2.2. 校验结果分析

对于合并单元的性能，我们更为关注的是其发送的数字量与其所输入的模拟量之间的误差，也就是说两者之间由于硬件、软件等固有延时所产生的角差、比差。能否精确反应一次系统中的电流、电压量，将直接影响保护动作的准确性和速动性。合并单元测试仪软件集成了合并单元性能的测试功能，易于操作并将会自动生成详细的校验报告。以昂立 Onlly-MT001 型测试仪对文昌宫变电站合并单元测试结果中的角差、比差为例说明，如图 3、图 4、图 5 所示，图中黄色线为输入信号，红色线为输出信号。

由于测试仪软件原因，差值法复合误差不准确，同步法复合误差为 0.2%，比对其他厂家测试仪结果，复合误差满足标准要求。根据统计分析，全站合并单元比差最大约为 $\pm 0.41\%$ ，角差最大约为 $\pm 35'$ ，复合误差最大约为 2.5%。根据 10P 级保护绕组国网标准，合并单元输出数字量比差小于 $\pm 3\%$ ，角差小于 $\pm 60'(1^\circ)$ ，复合误差小于 10%，合并单元的基本性能满足国网要求[3]。

3. 多间隔合并单元校验

3.1. 校验原理

合并单元在采集模拟量、输出数字量的过程中是有误差的，即合并单元准确度测试时幅值误差、相位误差以及复合误差。幅值误差即准确性，相位误差即同步性，当站在系统的角度考虑问题时，多个相关合并单元的准确性和同步性将直接影响差动保护中的差流情况，进而影响系统的正常运行。

智能变电站模式下，主变保护和母线保护将接入多个间隔合并单元，完成对多个数字量的采集和计算。不同合并单元的性能测试结果各不相同，即便每个间隔合并单元的各项误差都在合格的范围内，但

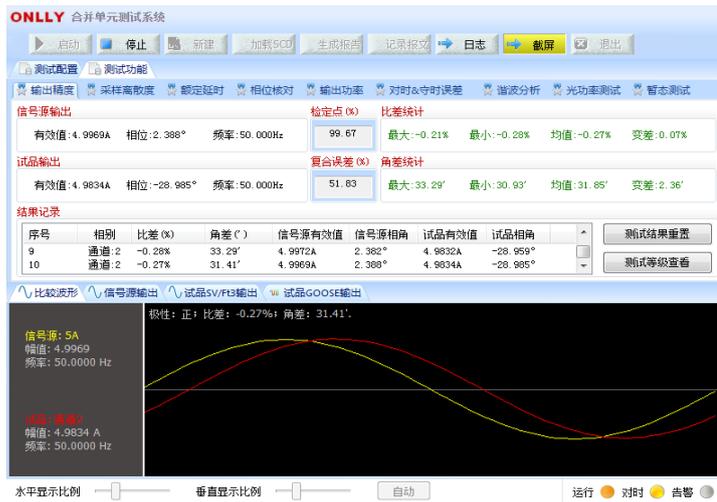


Figure 3. A phase current 1 of protection (double A/D)
图 3. 保护 A 相电流 1 (双 A/D)

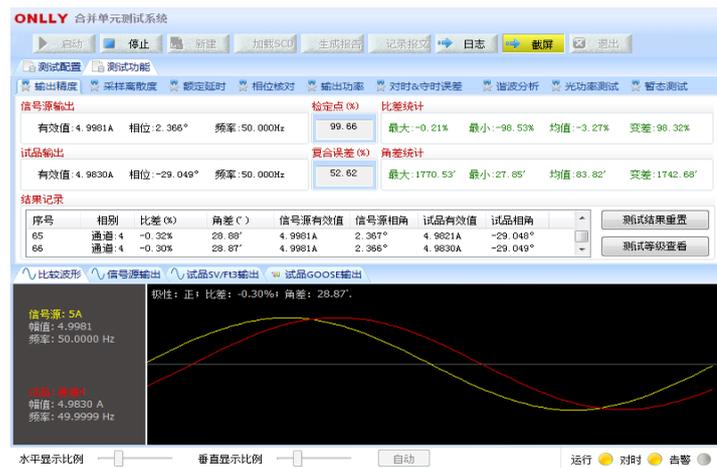


Figure 4. B phase current 1 of protection (double A/D)
图 4. 保护 B 相电流 1 (双 A/D)

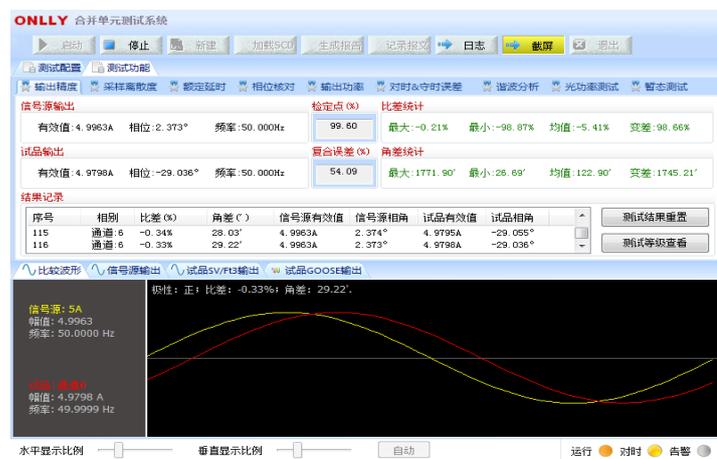


Figure 5. C phase current 1 of protection (double A/D)
图 5. 保护 C 相电流 1 (双 A/D)

是当这些误差在主变保护、母线保护的计算过程中叠加之后，所产生的差流也应在保护正常允许的范围之内[4]。

对于单个合并单元，准确性和同步性有明确的标准，即额定电流下的幅值误差为 $\pm 1\%$ ，相位误差为 $\pm 60'$ [3]。

对于多个合并单元，以两个合并单元为例，考虑最极端的情况，也就是两个合并单元误差相加，我们科学的推导出两个合并单元在同源输入的情况下以其中一个 SV 为基准，另一个合并单元与其比较其幅值误差应不大于 $\pm 2\%$ ，相位误差不大于 $\pm 120'$ 即符合标准。

3.2. 校验方法与分析

3.2.1. 利用保护装置上差流大小分析判断

以主变保护为例进行说明，如图 6 所示。常规保护校验仪同一组三相电流模拟量输出可以认为是同源的，将三相电流输出分别加在主变三侧合并单元保护 A 相电流绕组上，幅值等于各侧额定电流，方向依据主变绕组 YY Δ 接线，分别为高压侧 0° ，中压侧 180° ，低压侧 150° (以高压侧电流为基准)，使主变三侧电流平衡。

按倍数同时改变主变三侧电流模拟量幅值大小，观察并记录主变保护三侧电流大小、角度以及差流变化，同时监视主变故障录波器及全站网络报文分析仪上主变三侧采样值波形变化。

主变三侧开关保护绕组所加模拟量同源，大小及方向满足主变差流平衡。在主变三侧开关合并单元基本性能满足国网相应标准的前提下，在施加不同倍数的额定电流时，主变三侧电流采样值角度应保持不变，主变差流应始终为零 (在误差允许的范围内)。在这种情况下，合并单元变送的采样值将满足主变保护正常运行要求，保证其动作的可靠性。

3.2.2. 利用全站网络报文分析仪进行分析判断

全站网络报文分析仪是智能变电站配置的辅助分析装置，能够实时监测全站 MMS 网、GOOSE 网及 SMV 网，并进行实时分析。另外报文分析仪还具备报文录波功能，并能对录波文件进行离线分析。全站合并单元通过 SMV 网都接入报文分析仪中，为多个合并单元的检验提供了基础。以主变高、中压侧合并单元为例，如图 7 所示，分别在主变高、中压侧合并单元加额定电流大小的模拟量 (5A)。将待测试的两个合并单元保护绕组同极性串联，使用校验仪的同一组模拟量输出，保证合并单元接受的模拟量同源。

将待测试的两个合并单元保护绕组同极性串联，使用校验仪的同一组模拟量输出，保证合并单元接

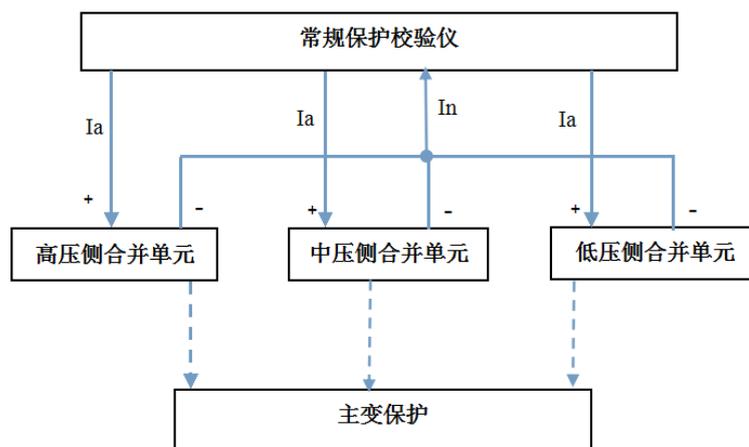


Figure 6. Testing method 1 of multi interval merging unit.

图 6. 多间隔合并单元测试方法 1

受的模拟量同源。配置报文分析仪录波通道及定值，使其越上限自动录波，得到录波文件，包含两侧电流数字量的波形，使用软件对录波文件离线分析。图 8 为录波波形。

暂态分析：以主变高、中压侧保护 B 相电流 1 (双 A/D) 为例，如图 9 所示。

将时标打在电流采样值突变时刻，利用软件中向量分析功能，选中要分析的两个通道，将得到以第一个被选中通道为基准情况下第二个被选中通道的相角差。下图波形显示，主变高压侧 B 相电流 1 与中压侧 B 相电流 1 在这个时刻下相角差为 0.25° 。

稳态分析：以主变高、中压侧保护 B 相电流 1 (双 A/D) 为例，如图 10 所示。

将时标打在电流采样值稳定时刻，利用软件中向量分析功能，选中要分析的两个通道，将得到以第一个被选中通道为基准情况下第二个被选中通道的相角差。下图波形显示，主变高压侧 B 相电流 1 与中压侧 B 相电流 1 在这个时刻下相角差为 0.29° 。

相角差就是在以一个合并单元数字量为基准时，另一个合并单元数字量与基准之间的角度差。两个合并单元的保护绕组同极性串接在一起，保证输入模拟量的同源。即两个合并单元所输入的模拟量完全一样。以此为前提，比较两个合并单元的数字量输出波形。目前，国家并没有明确的两个合并单元之间相角关系的标准规范，所以该试验方案必须得以合并单元测试仪对每个合并单元的测试结果为基础数据

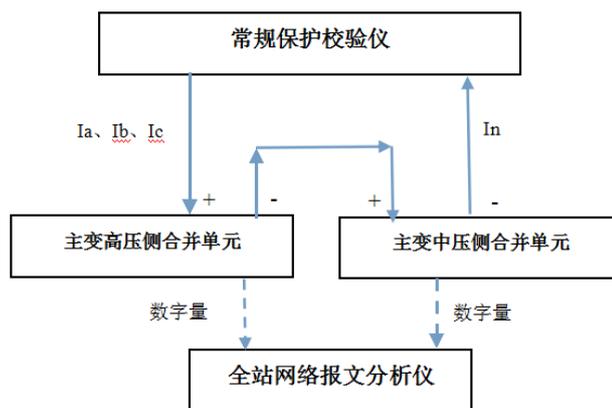


Figure 7. Testing method 2 of multi interval merging unit.
图 7. 多间隔合并单元测试方法 2

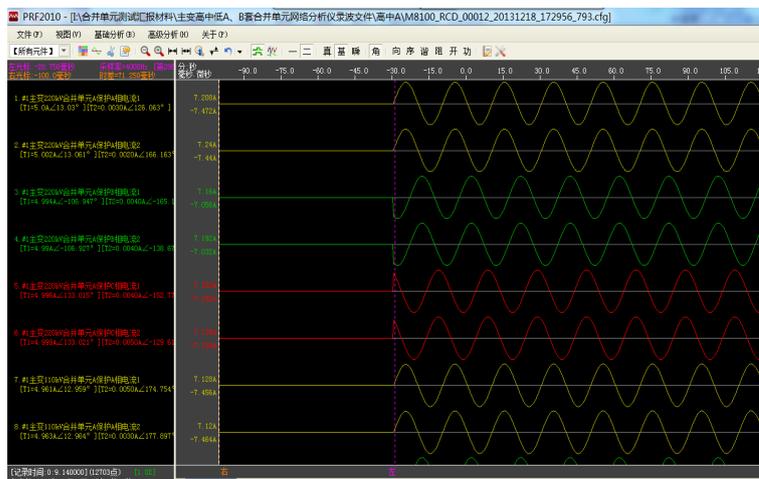


Figure 8. Recorded waveform
图 8. 录波波形

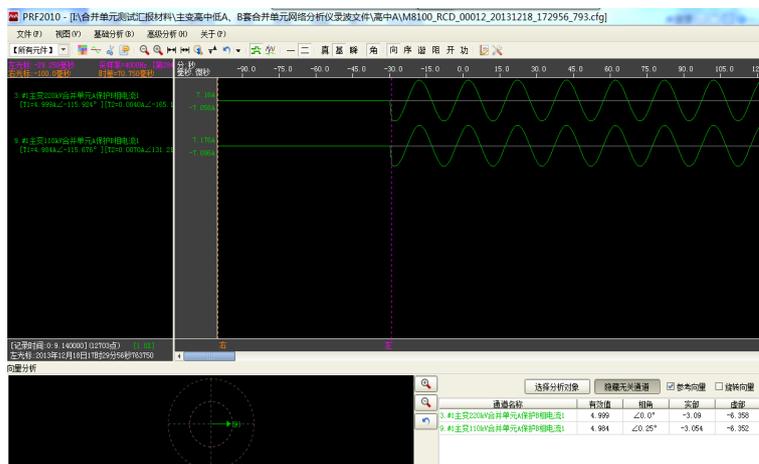


Figure 9. Transient analysis waveform
图 9. 暂态分析波形

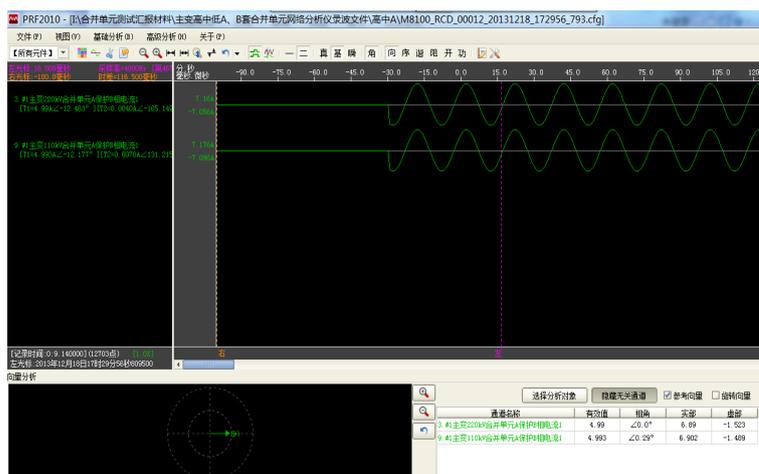


Figure 10. Static analysis waveform
图 10. 稳态分析波形

进行分析。

4. 结论

智能变电站中保护交流采样通过合并单元实现，合并单元的性能质量直接关系到继电保护等二次系统的可靠运行，尤其是一个合并单元给多个保护传送采样值，一旦出现故障将导致多个保护不正确动作，需引起高度重视[5]。本文明确了模拟量输入式合并单元测试方法，探索出主变保护、母差保护涉及多间隔合并单元发送数据同步性的校验方法。实现了运用站内已有设备对多个合并单元相互配合时输出 SV 数据的同步性测试，为主变、母线保护可靠运行提供分析判断的科学的基础数据。把握科学性、严谨性、有效性的同时强调了现场工作的可行性和易操作性，使合并单元运行性能可控、在控，为智能变电站二次系统的可靠运行提供了保证。

参考文献 (References)

- [1] 模拟量输入的合并单元性能检测方案[Z]. 国家电网公司, 2012-04.

- [2] 模拟量输入式合并单元二次性能检测方案[Z]. 国家电网公司, 2012-12.
- [3] 智能变电站技术导则(Q/GDW383-2009) [Z]. 国家电网公司, 2009.
- [4] 继电保护和安全自动装置技术规程(GB14285-2006) [Z]. 国家电网公司, 2006.
- [5] 国家电网公司十八项电网重大反事故措施[Z]. 国家电网公司, 2012.