

北川 110 kV 智能变电站主变压器保护及试验方法

刘明忠, 姜振超

(四川电力科学研究院, 四川 成都 610072)

摘要:介绍了国网公司首个投运的智能变电站——北川 110 kV 智能变电站的概况,对主变压器保护系统构成、特点及测试方法进行了深入的探讨,介绍的智能化变电站主变压器保护的试验方法可为今后智能化变电站调试提供参考。

关键词:智能变电站;主变压器保护;试验方法

Abstract: The general situation of 110 kV Beichuan Smart Substation is introduced which is the first smart substation of State Grid Corporation being put into operation. The structure and the characteristics of main transformer protection system are discussed deeply as well as the test method. The proposed test method for main transformer protection in smart substation will provide a reference for the future commissioning of smart substation.

Key words: smart substation; main transformer protection; test method

中图分类号: TM772 **文献标志码:** B **文章编号:** 1003-6954(2011)02-0004-03

0 引言

智能变电站是采用先进、可靠、集成、低碳、环保的智能设备,以全站信息数字化、通信平台网络化、信息共享标准化为基本要求^[1],自动完成信息采集、测量、控制、保护、计量和监测等基本功能,并可根据需要支持电网实时自动控制、智能调节、在线分析决策、协同互动等高级功能的变电站。

北川 110 kV 智能变电站是一个灾后重建工程,也是国网公司第二批智能变电站示范工程项目,是国网公司首个投入运行的智能变电站。智能变电站保护装置及试验方法的检测试验与常规保护装置不同^[2-3],主要表现在以下两个方面。

1)智能变电站继电保护装置输入回路无 A/D 转换装置,电网运行信息由电子式互感器采集,经合并器数据整合后,通过规定的通信协议传输给保护装置,通信介质由电缆变为光纤。

2)智能变电站继电保护装置输出回路无保护开出继电器,跳闸命令 GOOSE 网络传输,通信介质由电缆变为光纤。

智能变电站保护装置调试方法与传统变电站存在较大差异,电量信号变为光纤数字信号,测试手段发生变化,传统的保护测试仪无法直接进行试验。

1 主变压器系统的一次接线简介

北川 110 kV 智能变电站 110 kV 系统采用内桥接线方式,配置三相共箱式气体绝缘金属封闭开关设备 GIS 设计有出线开关 2 组、内桥开关 1 组。配置有载调压双绕组变压器 2 台,变压器主要参数为容量 50 MVA、电压比 $110 \pm 8 \times 1.25\% / 10.5$ kV、短路阻抗比 17%。110 kV 线路间隔配置了组合式电流电压互感器,内桥、主变压器低压侧、主变压器中性点均配置了电子式电流互感器,10 kV 母线配置了电子式电压互感器。主变压器系统的一次接线形式如图 1 所示。

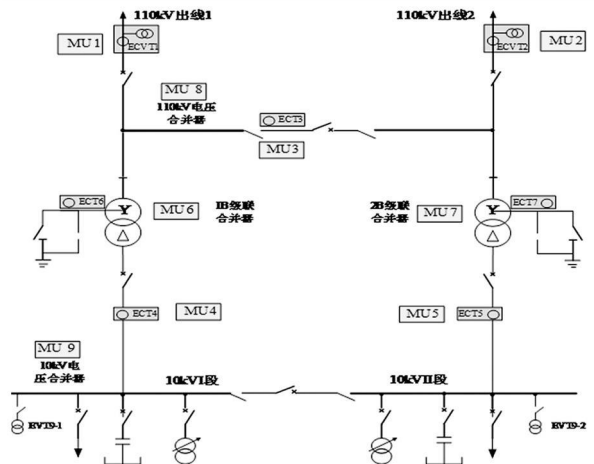


图 1 北川 110 kV 智能变电站主接线及合并器配置

2 主变压器保护系统的特点

北川 110 kV 智能变电站二次系统遵循 DL/T 860(IEC 61850)的通信协议,主变压器保护按主后一体双重化配置。1、2号变压器保护系统相关的 TA 和合并器配置如图 1 所示,采样值网络如图 2 所示,全站组共配置有 9 个合并器,组成采集网络,其通信介质采用光纤,满足线路测控装置、内桥测控装置、备自投装置及 1、2 主变压器保护装置数据采集的需要。为保证主变压器保护采样值的同步性,在级联合并器前端的合并器间采用 FT3 通信协议。电子式互感器与合并器间利用厂家专用通信协议传输数据。变压器保护与级联合并器间采用扩展 9-1 通信协议,实现多达 25 个通道数据的传输。变压器保护系统中有如下特点。

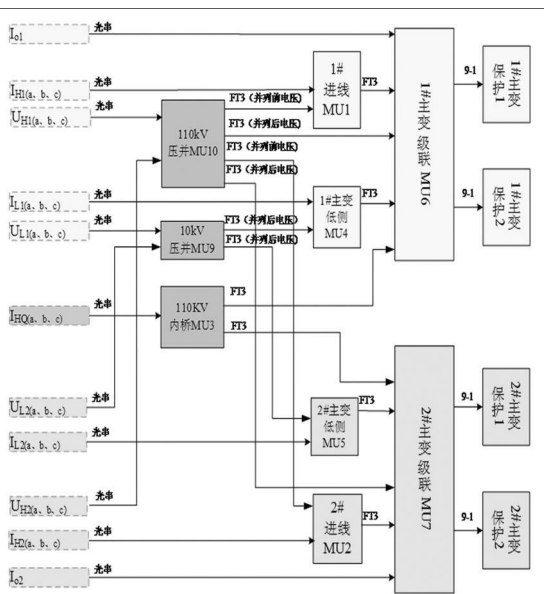


图 2 主变压器保护采样值网络

1) 110 kV 电压合并器

本站未设计 110 kV 母线电压合并器,变压器保护需要的 110 kV 母线电压从线路 TV 及相关的开关量位置取得,110 kV 电压合并器的信号流程图如图 3 所示。正常时电压并列合并器采用 GOOSE 进行切换,GOOSE 中断后自动转为电气量切换,开关量位置与母线电压的输出关系如表 1 所示。电压合并器输出三种类型的电压数据,FT3 协议的并列前电压、FT3 协议的并列后电压、9-1 协议的并列后电压。

2) 主变压器级联合并器

《智能变电站继电保护技术规范》颁布时间不长,厂家设备正在升级过程中;本站中,主变压器虽为

表 1 110 kV 母线电压与开关量位置的关系

	运行方式		电压输出		并列信号
	1L	内桥	2L	I 母 II 母	
分位	分位	分位	0	0	—
合位	分位	分位	=1L	0	—
分位	分位	合位	0	=2L	—
合位	分位	合位	=1L	=2L	—
合位	合位	分位	=1L	=1L	I 母
分位	合位	合位	=2L	=2L	II 母
合位	合位	合位	=1L	=2L	—

注:合位——指本间隔断路器、隔离刀闸均处于合闸位置;
分位——指本间隔断路器、隔离刀闸中任一设备处于分闸位置。

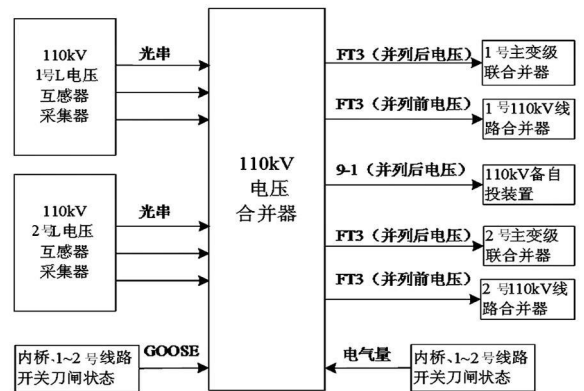


图 3 110 kV 电压合并器信号流程图

双圈变压器,但高压侧采用内桥接线,使得主变压器保护测控装置需要接入三侧电流、两侧电压,即线路的保护和测量电流、内桥的保护和测量电流、变压器低压侧的保护和测量电流、高压侧电压、低压侧电压、主变压器中性点电流,共 25 个采集通道,若由保护装置直接接收,需要占用 5 组光口,不利于保护装置的设计。此外,数据集中器在以往的数字化变电站中采用较多,有一定的运行经验,为此,本站设计上采用级联合并器方式收集 25 个采集通道信息,经数据整合后采用一组光口发送给主变压器保护装置。

3) 10 kV 电压合并器

10 kV 电压合并器接线方式与 110 kV 电压合并器基本相同,只是把进线开关刀闸位置换成了 TV 小车位置,内桥开关刀闸位置换成了分段开关位置,只是母线电压输出逻辑有较大变化,如表 2 所示。

4) 保护输出采用 GOOSE 直跳

保护装置跳闸命令采用 GOOSE 直通方式输出,与其他设备间的开关量信息采用 GOOSE 传送,GOOSE 按双网配置,并列运行,主变压器保护装置的 GOOSE 网配置示意图如图 4 所示。

表 2 10 kV 母线电压与开关量位置的关系

运行方式			电压输出		并列信号
I 段 TV 分段开关	II 段 TV	分位	I 母	II 母	
分位	分位	分位	=0	=0	—
合位	分位	分位	= U _I	=0	—
分位	分位	合位	=0	= U _{II}	—
合位	分位	合位	= U _I	= U _{II}	—
合位	合位	分位	= U _I	= U _I	I 母
分位	合位	合位	= U _{II}	= U _{II}	II 母
合位	合位	合位	= U _I	= U _{II}	—

注:合位——指 TV 小车处于工作位置或分段断路器(含隔离柜)处于工作及合闸位置;

分位——指 TV 小车处于非工作位置或分段断路器(含隔离柜)处于分闸位置或检修位置。

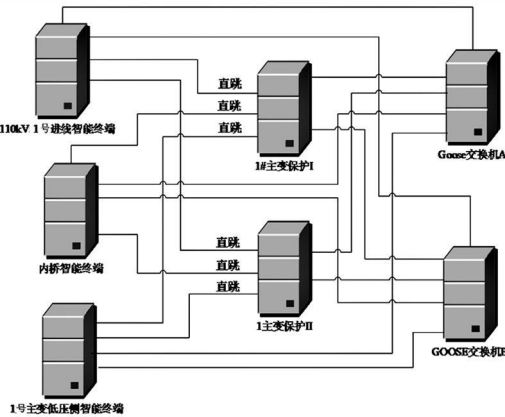


图 4 主变压器保护 GOOSE 配置示意图

3 主变压器保护调试方法

进入智能变电站时代后,常规继电保护测试设备已无法满足智能变电站保护装置试验的需要,保护装置的输入、输出信号均发生了根本的变化,由模拟量转变为数字量。此外,智能变电站继电保护装置试验工作对试验人员提出了更高的技术要求,除需了解保护装置特性外,还需具有一定的网络通信知识,如需要了解采样通道配置情况和数据通信格式等。下面重点介绍一下智能变电站变压器保护装置调试工作。

1) 智能变电站变压器保护一般检测项目

- (1) 外观及接线检查;
- (2) 回路绝缘检查;
- (3) 装置电源检查;
- (4) 人机对话功能检查;
- (5) 模型文件合法性及一致性检查;
- (6) GOOSE 配置文本检查;
- (7) 保护定值、版本与校验码核对;

- (8) SV 数据采集功能检查;
- (9) GOOSE 开入开出量检查;
- (10) 保护装置逻辑功能试验;
- (11) 与站控层通信检查;
- (12) 保护装置其他异常行为试验;
- (13) 装置接收、发送的光功率检查;
- (14) 与其他智能组件互联特性检查;
- (15) 对时功能(或精度)检查;
- (16) 整组传动试验。

2) 智能变电站变压器保护装置测试试验接线

(1) 传统测试仪 + 转换装置的测试接线

测试系统由传统测试仪、厂家提供的专用转换装置、间隔合并器和级联合并器组成。由于智能变电站变压器保护涉及多侧系统,需要多个转换装置,但传统保护测试仪不能接入 GOOSE 信号,致使测试方法不实现闭环。在没有合适的数字式保护测试仪时,本测试方法作为变压器保护装置功能检查还是可行的。

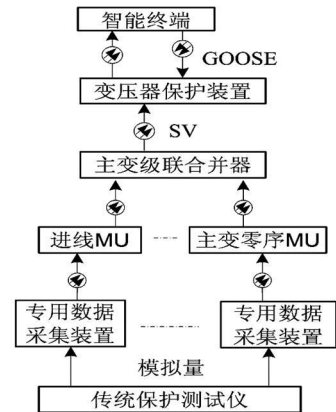


图 5 传统测试仪 + 转换装置的测试接线

(2) 数字式保护测试仪的测试接线

使用数字式保护测试仪进行变压器保护的试验接线简单,数字式保护测试仪可直接发送保护装置所需的采样数据,同时也可接收保护装置发出的 GOOSE 信号,能实现闭环测试。

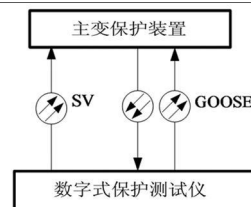


图 6 数字式保护测试仪接线

3) 智能变电站变压器保护试验应注意的问题

数字式保护测试仪输出的采样报文格式需要合

(下转第 81 页)

802.1x 协议。后来, 802.1x 协议作为局域网端口的一个普通接入控制机制应用于以太网中, 主要解决以太网内认证和安全方面的问题。

802.1x 认证客户端软件集成到数据采集终端, 通过编程编译后后台运行, 在终端检测到网络接口连接后自动运行, 实现网络接入的高安全性。

(3) 接入交换机端口受控方式: 接入交换机支持以下两种端口受控方式。

基于端口的认证: 只要该物理端口下的第一个用户认证成功后, 其他接入用户无须认证就可使用网络资源, 当第一个用户下线后, 其他用户也会被拒绝使用网络。

基于 MAC 地址认证: 该物理端口下的所有接入用户都需要单独认证, 当某个用户下线时, 只有该用户无法使用网络, 不会影响其他用户使用网络资源。

(4) 数据备份及恢复: 出于对数据安全的考虑, 需定期的对相关数据做备份工作, 并以加密压缩的方式保存备份数据。在数据出现错误或者丢失导致系统无法正常运行时, 可迅速将备份数据恢复至系统中, 保证系统正常运行。

总之, 本系统是四川省电力公司为贯彻国家可持

续发展和科学发展观的要求, 利用高新信息化技术手段对发电企业的供热、发电进行实时在线监控的信息化管理系统。该系统采用了 GPRS 无线数据传输、网络数据加密和数据在线采集等新技术。系统正常运行后, 可以按照国家政策合理调度发电机组发电生产, 维护全省电网安全稳定运行大局, 是电力公司对相关电厂协调和监测的有力工具, 具有很高的社会和经济效益。

参考文献

- [1] GB 8566—88. 计算机软件开发规范 [S].
- [2] GB 17859—1999. 计算机信息系统安全保护等级划分准则 [S].

作者简介:

袁 杰 (1968), 男, 四川宜宾人, 工程师, 四川省电力工业调整试验所四川通能电力科技有限公司开发部副经理, 从事发电站机组的调试、测试和新技术研发等工作。

吴晓刚 (1970), 男, 上海市, 高级工程师, 四川省电力工业调整试验所四川通能电力科技有限公司总经理, 从事发电站热工控制研究和调试等工作。

(收稿日期: 2010—12—15)

(上接第 6 页)

理配置, 当采用 IEC 61850—9—1 或 60044—7 报文格式时, 应设置采样率、ASDU 数目、MAC 地址、额定参数、APPID、LDNAME、状态字、datasetNAME 等。

数字式保护测试仪应能输出和订阅 GOOSE 报文。GOOSE 报文的订阅, 可通过直接导入 SCD 文件来配置, 也可直接输入 GOOSE 报文的 GOOSE 控制块索引、GOOSE 标识、应用标识、目标 MAC 地址等进行配置。GOOSE 报文的输出, 可通过导入 SCD 配置文件生成, 也可直接手工配置。

变压器保护试验结果与试验人员对保护装置动作逻辑、测试仪参数配置密切相关。在试验中要注意以下两点: 一是要解决好测试仪与保护装置的互联互通问题, 二是合理安排试验项目和试验顺序, 这才是有效、快速地完成保护装置的检验工作的前提条件。

4 结 语

北川 110 kV 智能变电站是国网公司首个投运的智能变电站。其主变压器保护采用级联方式采集系

统运行信息, 对时钟同步系统的要求低, 间隔合并器与级联合并器间采用 FT3 传输协议, 降低了系统对通信网络的依赖。主变压器保护采用 GOOSE 直跳输出, 符合智能变电站继电保护技术规范, 从运行情况看, 主变压器保护性能稳定。从介绍的智能变电站主变压器保护试验方法可为智能变电站的调试工作提供参考。

参考文献

- [1] 高翔, 张沛超. 数字化变电站的主要特征和关键技术 [J]. 电网技术, 2006, 30(23): 67—71, 87.
- [2] 林金洪. 110 kV 数字化变电站继电保护配置方案 [J]. 南方电网技术, 2009, 3(2): 71—73.
- [3] 黎强, 李延新. 基于数字化变电站的系统保护装置设计 [J]. 电力系统自动化, 2009, 33(18): 77—80.

作者简介:

刘明忠 (1964), 男, 高级工程师, 从事继电保护试验、控制保护新技术研究工作;

姜振超 (1981), 男, 硕士研究生, 从事继电保护试验、控制保护新技术研究工作。

(收稿日期: 2011—01—04)