

基于模拟技术的智能变电站 远动信息快速校验方法

远动装置作为智能变电站与调度主站信息交互的枢纽，其转发远动信息的正确性对于实现变电站远方集中监控，推行电网调控一体化运行至关重要。变电站投运前需开展远动信息校验工作，基于模拟技术的智能变电站远动信息校验方法，利用调度主站模拟系统对远动转发信息进行校验，实现了变电站与调度主站远动信息交互的全过程控制。在工程应用中，该方法保证了远动信息校验的正确性，提高了校验工作的效率，实现了对传统校验模式的突破与创新。

夏立萌 张金祥 宋 巍 郭 飞/国网冀北电力有限公司检修分公司

0 引言

变电站智能化程度的不断提高和调控一体化运行的推广，使得变电站运行方式逐渐转化为“无人值守、远方集中监控”模式^[1]。智能变电站自动化监控系统实现了站内全景数据的采集、处理、监视、控制与运行管理，远动装置通过“直采直送”的方式提供面向调度主站的实时数据交互和远程数据浏览，实现变电站远方集中监控^[2]。远动装置作为变电站与调度主站监控信息交互的枢纽，其转发远动信息的正确性对于电网调控一体化运行至关重要。智能变电站投运前需开展远动信息校验工作，确保站内运行信息准确地转发给调度主站，保证电力调度自动化系统基础数据的可靠性，因此探究智能变电站远动信息快速精准的校验方法具有重要的实用价值。

传统的变电站远动信息校验方式为：变电站验收人员依照调度下发的调控信息序位表就地触发一个信号变位，调度主站接收并显示远动装置转发而来

的动作信号，主站工作人员与变电站验收人员电话联系，根据信号的“0”或“1”状态位变化判断变位信号点，并确认该信号点的描述与变电站触发的信号是否正确对应。以此类推，对调控信息逐个进行校核。以500 kV智能变电站为例，其调控信息有近万个之多，且需要与多个调度主站（通常涉及网调、省调和地调等）核对，该方法使得远动信息校验任务重，效率低，工期长。校验过程中如遇到远动信息配置错误，需就地修改参数，频繁重启远动装置，校验工作重复低效。由于信息的状态位只有“0”或“1”之分，在进行远动转发信息校验时，如有其他遥信的“动作”或“复归”行为，可能造成调度主站核对人员对动作点的误判断^[3-6]。

为了确保新建智能变电站远动装置转发信息的正确性，提高远动信息校验工作的效率，实现对传统校验方法的改进与创新，本文提出一种基于模拟技术的智能变电站远动信息快速校验方法。该方法利用调度主站模拟系统与远动装置实时通信，实现变电站与调度主站远动信息交互的闭环控制，对远动转发信息进行校验，并在工程实践中进行了应用与验证。

1 电力调度数据网概述

变电站配置描述文件（Substation Configuration Description, SCD）描述了站内所有智能电子设备的模型、配置、通信参数、IED之间的数据交换信息与报



夏立萌/硕士研究生

关键词/Keywords

智能变电站·
远动信息·
模拟技术·
校验·

文控制信息等。IEC 61850通信协议将制造报文规范(Manufacture Message Specification, MMS)引入到智能变电站自动化领域,明确定义了MMS如何在应用层交换实时数据和监控信息,为信息共享提供了技术体系的支持。各智能电子设备以映射到MMS的方式与各站控层设备、远动装置之间进行数据与信息的实时交换,实现了网络环境下不同制造厂家设备之间的互操作。

智能变电站技术体系下,站端远动装置、图形网关机以MMS报文采集站内测控装置、保护装置等信息报文,将变电站数据通过远动规约上送给调度主站,具备模拟通道、网络通道、告警直传及远程浏览等调控数据接入方式,支持IEC 60870-5-101、IEC 60870-5-104、部颁CDT和DL/T 476等远动规约^[7]。电力调度数据网络结构如图1所示。

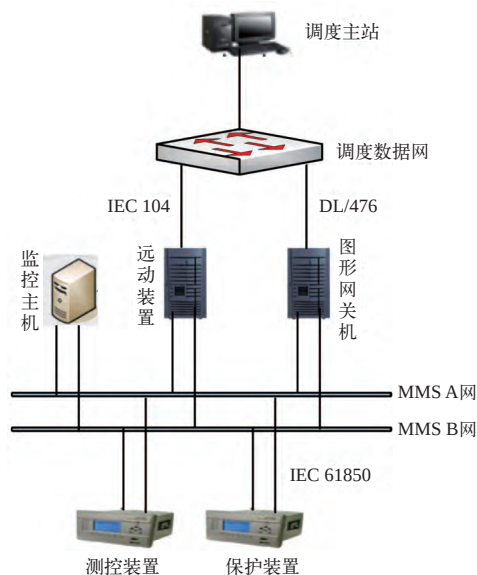


图1 电力调度数据网结构

调度主站以IEC 60870-5-104规约报文格式接收远动装置上传数据,实现遥信、遥控、遥测和遥调四类通用功能^[8]。104远动规约报文以数字编号的形式来描述信息对象,远动装置经下装配置后,形成变电站内信息索引名与调度主站信息对象地址的相互对应关系。当变电站内有信息变位发生时,远动装置接收站内动作信息并分析;当站内动作信息与所配置的索引名对应时,远动

装置则会通过104远动规约报文上送调度主站所对应的调控信息点动作,同时对动作信息打上SOE时标^[9-10]。

2 基于模拟技术的远动信息校验方法

2.1 调度主站模拟系统

在电网调度自动化系统中,遥信、遥控、遥测和遥调四类通用功能是SCADA系统的核心功能,也是电网调控一体化系统高级应用的基础,“四遥”数据的质量关乎调度自动化系统的安全稳定运行,且很大程度上依赖于接入系统的远动装置等厂站自动化设备的性能。应用于校验的调度主站模拟系统应具备完备的远动信息测试功能,以保证电力调度自动化系统基础数据的可靠性^[11-12]。调度主站模拟系统架构如图2所示,包括前置通信模块、基本远动功能模块和高级应用模块。

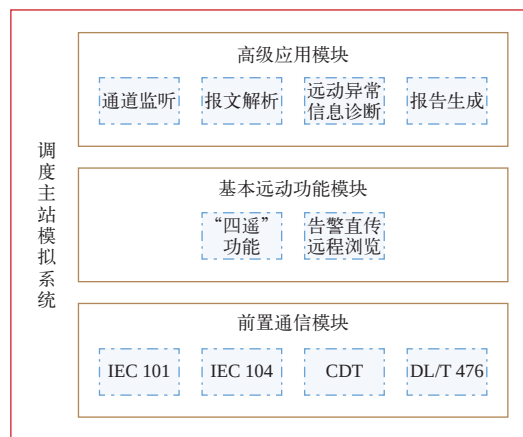


图2 调度主站模拟系统架构

各模块功能如下:

1) 前置通信模块是调度主站模拟系统的基础模块,支持IEC 101、IEC 104、CDT和DL/T 476等远动规约。

2) 基本远动功能模块模拟调控主站“四遥”功能和告警直传、远程浏览功能。

3) 高级应用模块实现通道监听、报文解析、远动信息异常诊断及报告生成等功能。

2.2 远动信息校验策略

远动校验系统包括调度主站模拟系统、远动装

置、变电站间隔层IED设备、电力规约分析仪及各设备之间的连接网络，校验实施示意图如图3所示。

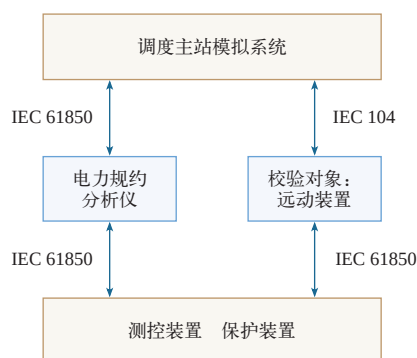


图3 远动装置校验示意图

变电站间隔层保护装置、测控装置采集IED设备运行数据，通过IEC 61850通信协议将运行数据上送远动装置；调度主站模拟系统与远动装置建立通信，通过IEC 104协议获取远动装置实时数据，模拟下发调控指令，同时提供对IEC 104报文解析功能，对被测对象远动装置进行转发信息测试、信息交互功能测试与软硬件性能测试。调度主站模拟系统同时具备IEC 61850通信能力，电力规约分析仪通过IEC 61850通信分别与调度主站模拟系统、保护装置和测控装置建立连接，对二者的报文进行实时比对分析，通过自动监测站端运行信息与远动信息的对应关系，实现信息校验的闭环管理，确保校验结果的准确性与可靠性。

2.3 远动信息校验流程

利用调度主站模拟系统进行远动信息校验流程如下：

1) 配置远动转发表和通信通道，依托调度主站模拟系统建立校验平台，监测通道状况、远动信息交互行为及告警直传功能。

2) 模拟调度主站，接收远动装置转发的遥测值、遥信变位（单点、多点），用于远动装置的人工对点测试和多点并发测试，遥控选择、遥控执行及遥控返校全过程测试，并可监测相应遥测、遥信点变化来检查遥控指令的执行结果。

3) 通信报文实时监听、分析比对、存档记录，自动监测站端输出与主站响应的正确对应，

实现信息闭环管理。

4) 错误报文分类显示，缺码容错解析，对报文及数据异常进行诊断分析，完成故障定位及溯源。

5) 自动记录校验进程，保存修改记录，生成校验报告。

3 工程应用

为验证本文所提出的远动信息校验方法的可行性，工程人员搭建了调度主站模拟系统来模拟冀北调控D5000系统，并采用ET-2000电力规约分析仪自动监测站端输出与主站响应的正确对应，以实现信息闭环管理。该方法在裕丰500 kV智能变电站的远动信息传动校验过程中进行了试点应用。

3.1 调度主站模拟系统参数配置

传动校验之前需对传动对象进行参数配置，如图4所示。



图4 调度主站模拟系统配置图

在配置参数窗口中填写RTU地址，本例选择远动装置1，对其通信“通道一”进行配置，下拉通道类型菜单选择“网络客户端”，下拉规约菜单选择“104规约”（如进行“告警直传”功能校验，下拉规约菜单选择“告警直传476规约”）；在配置参数窗口中填写IP及端口号，调度主站模拟系统IP地址“172.23.0.21”，端口号为2404。波特率、数据位、停止位、校验类型及串口号等参数也可进行相应配置。

3.2 远动信息校验

在调度主站模拟系统界面完成参数配置后，导入调控信息点表，即可对变电站远动信息进行校验工作。

在变电站端选择设备遥信点进行实时触发变位，站端遥信变位上传至调度主站模拟系统，遥

信信息界面对应点号遥信值由绿色变为红色，表示遥信信息校验成功，如图5所示。

在变电站选择设备进行遥测加量试验，改变遥测值，站端遥测值上传至调度主站模拟系统，调度主站模拟系统遥测信息界面对应点号的遥测值变为相应值，表示遥测数据校验成功，如图6所示。

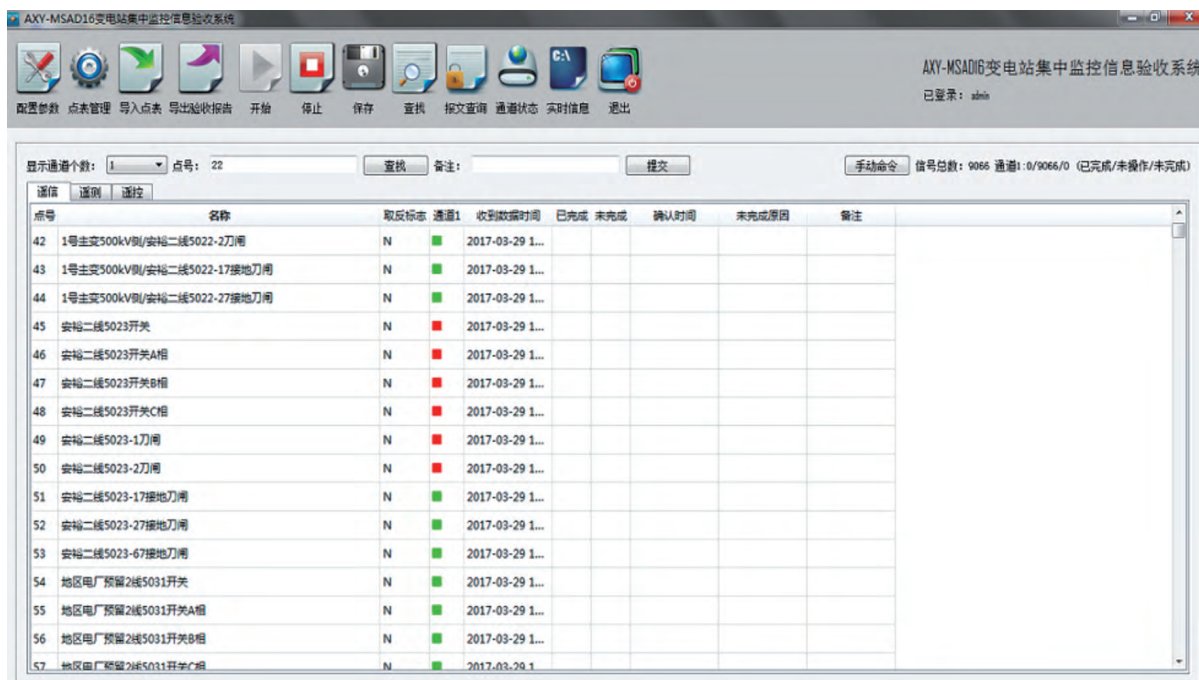


图5 调度主站模拟系统遥信校验

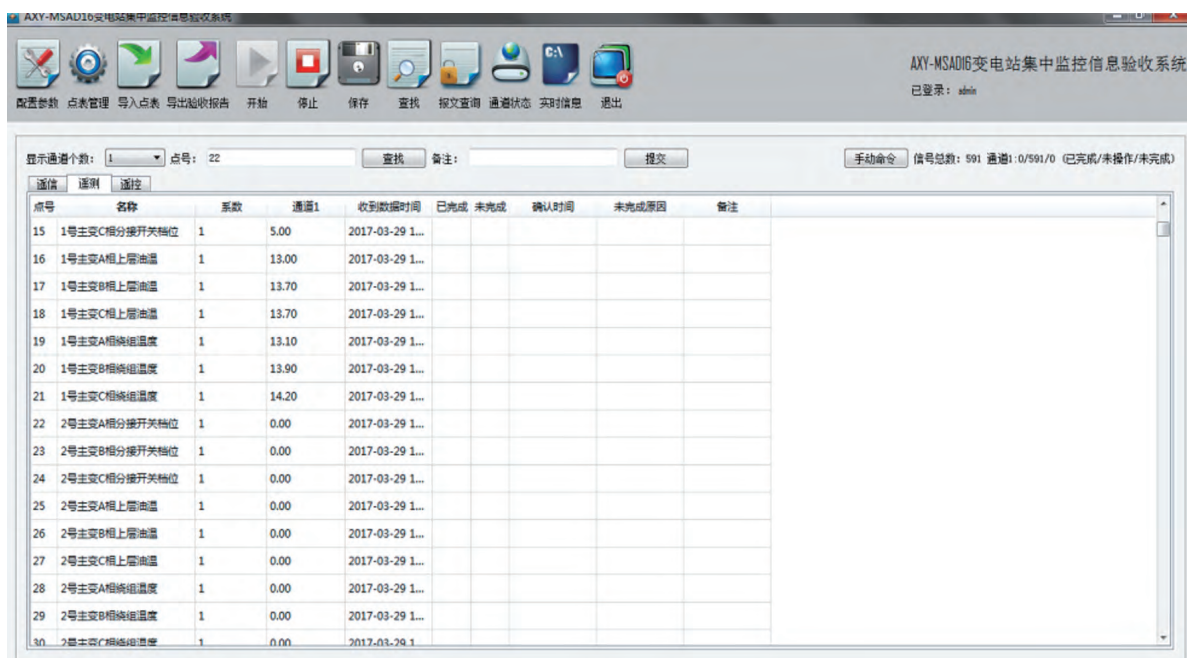


图6 调度主站模拟系统遥测校验

在调度主站模拟系统遥控信息界面选择遥控点号进行测试,选择“遥控”菜单项,再选择相应的“动作类型”,在“遥控类型”处选择“双点”或“单点”,此处以“双点”为例,确定遥控类型后单击“遥控选择”按钮,对话框实时信息框中显示“返校成功”字样,然后单击对话框“遥控执行”按钮,对话框实时信息框中显示“遥控执行成功”字样,变电站站端对应设备响应遥控操作,该设备状态改变后,上传信号至调度主站模拟系统,调度主站模拟系统遥信信息界

面相应点号对应的当前值相应变化,表示遥控功能校验成功,具体如图7所示。

在调度主站模拟系统可进行变电站远动信息调试通信实时监视,选取通道进行总召,并进行告警直传、SOE事项、实时报文和通信通道信息查看,如图8所示。

校验过程中,遥信变位、遥控操作、SOE事项和通信通道连接状态等重要信息及用户自定义的遥测信息(如遥测越限、遥测跳变及遥测死值等),如有这类报文信息,调度主站模拟系统自

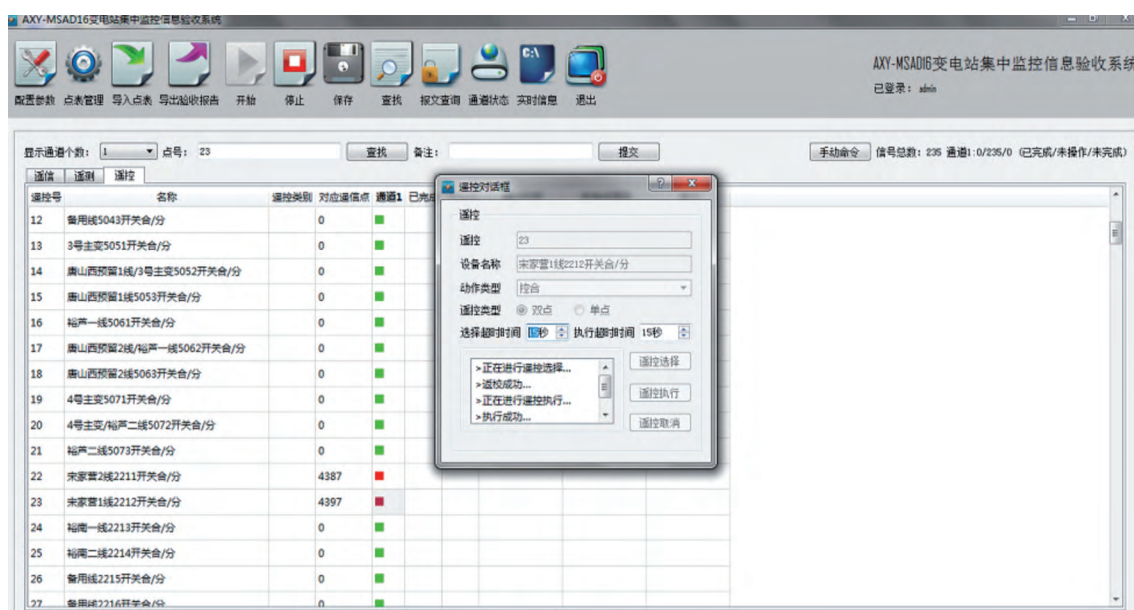


图7 调度主站模拟系统遥控校验

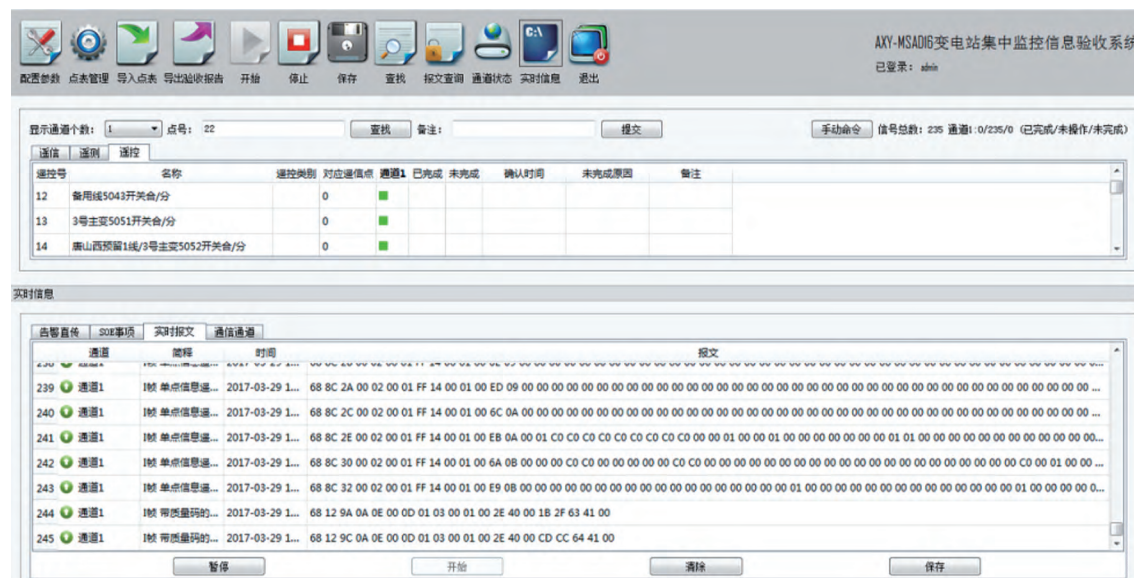


图8 通信实时监视

动生成一条相对应的事件记录。选择该事件记录,系统自动定位生成事件的原始报文数据,并对报文的内容进行解析,便于校验人员快速分析定位故障。

针对远动校验经常出现的远动配置错误、合并信号缺失及信息描述错误等问题,校验系统可增加标准信息表与远动导出点表比对功能,提前发现远动配置错误、合并信号缺失等问题,减少重复操作设备次数,提高整体验收效率;校验系统可规范化管理点表,对于监控信息描述错误可现场修改,并详细记录修改历史,实现了修改后数据信息与原始数据信息对比功能,形成反校核报告,便于故障原因追溯分析。校验工作完成后,调度主站模拟系统可自动生成并导出验收报告。

4 结束语

本文结合调度主站模拟系统,提出基于模拟技术的智能变电站远动信息校验方法,实现对远动信息的快速精准校验,其特点如下:

1) 利用调度主站模拟系统与远动装置实时通信,实现变电站与调度主站远动信息交互的闭环控制。

2) 调度主站模拟系统采用模块化设计,具备完备的远动信息“四遥”校验功能,以保证电力调度自动化系统基础数据的可靠性。

3) 可实现通信报文实时监听、故障定位,自动监测站端输出与主站响应的正确对应,自动记录校验进程,保存修改记录,生成校验报告。

基于模拟技术的智能变电站远动信息校验方法在裕丰500 kV智能变电站远动信息校验工作中进行了试点应用。工程实践表明,该方法可确保远动信息校验的准确性与快捷性,提高远动信息传动校验工作的效率,加快新建变电站接入调控主站的工作进度,实现对传统验收模式的改进与创新。

变电站远动信息的快速精准校验方法在后续研究中仍需不断探索与创新,并根据现场工程实践形成规范化验收管理流程。由于遥控操作是由调度主站发起的闭环过程,建议仍旧进行实际传

动,以保证调度主站遥控操作的安全性和基建验收工作的规范性。

参考文献

- [1] 刘振亚. 智能电网技术 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2013.
- [2] 张东霞, 姚良忠, 马文媛. 中外智能电网发展战略 [J]. 中国电机工程学报, 2013, 33(31): 1-14.
- [3] 陆承宇, 阮黎翔, 杜奇伟, 等. 智能变电站远动信息快速校核方法 [J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(11): 128-133.
- [4] 杨清波, 李立新, 李宇佳, 等. 智能电网调度控制系统试验验证技术 [J]. 电力系统自动化, 2015, 39(1): 194-199.
- [5] 辛耀中, 石俊杰, 周京阳, 等. 智能电网调度控制系统现状与技术展望 [J]. 电力系统自动化, 2015, 39(1): 2-8.
- [6] 汪际峰, 沈国荣. 大电网调度智能化的若干关键技术问题 [J]. 电力系统自动化, 2012, 36(1): 10-16.
- [7] 李瑞生, 李燕斌, 周逢权. 智能变电站功能架构及设计原则 [J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(17): 24-27.
- [8] 远动设备及系统 第5-104部分 传输规约 采用标准的传输层文件集的IEC60870-5-101的网络访问 [EB/OL].
- [9] 笃竣, 祁忠. 基于IEC61850的变电站新型远动网关机 [J]. 电力自动化设备, 2011, 31(2): 113-115.
- [10] 樊陈, 倪益民, 窦仁晖, 等. 智能变电站一体化监控系统有关规范解读 [J]. 电力系统自动化, 2012, 36(19): 1-5.
- [11] 张小易, 彭志强. 智能变电站站控层测试技术研究与应用 [J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(5): 88-94.
- [12] 刘焕志, 胡剑锋, 李枫, 等. 变电站自动化仿真测试系统的设计和实现 [J]. 电力系统自动化, 2012, 36(9): 109-115.

(收稿日期: 2017-04-07) EA