

DOI: 10.7667/PSPC161480

# 智能变电站二次安措防误系统研究与应用

张旭升<sup>1</sup>, 李江林<sup>1</sup>, 赵国喜<sup>2</sup>

(1. 许继集团有限公司, 河南 许昌 461000; 2. 国网河南省电力公司电力科学研究院, 河南 郑州 450052)

**摘要:** 智能变电站在扩建、改建以及检修时, 如何高效可靠地隔离相关的二次设备是个急需解决的问题。提出了二次设备安全隔离的方法和原则, 利用安措防误系统解决二次设备的安全隔离问题。首先, 在分析了二次设备安措信息流和安措防误需求之后, 重新设计安措业务流程, 提出了包含安措开票、整定防误、安措监视、安措执行等四个功能模块的防误系统。之后, 对安措隔离关键技术的技术路线、分析原则、分析规范等方面进行了重点阐述。工程应用表明所提出的实现方案是安全可行的。

**关键词:** 二次设备; 安措; 防误; 校验

## Research and application of the anti-misoperation system for the intelligent station secondary equipment security measures

ZHANG Xusheng<sup>1</sup>, LI Jianglin<sup>1</sup>, ZHAO Guoxi<sup>2</sup>

(1. XJ Group Corporation, Xuchang 461000, China; 2. HAEPC Electric Power Research Institute, Zhengzhou 450052, China)

**Abstract:** How to isolate the relevant secondary equipment safely and reliably from each other in the expansion, renovation, and maintenance of smart substation is a problem to be solved. This paper puts forward the method and principle of the safety isolation of the secondary equipment, which use the anti-misoperation system to solve the problem of security isolation of the secondary equipment. Firstly, this paper studies the information flow and anti-misoperation requirement of the secondary equipment security measures, and then proposes four function modules of the anti-misoperation system which includes security measures billing, setting anti-misoperation, security measures implementation, and security measures execution. After that, this paper expounds the key technology of the security measure, such as technical route, analysis principle, analysis criterion, etc. Application results show the feasibility of the introduced implementation scheme of the anti-misoperation system.

**Key words:** secondary equipment; security measure; anti-misoperation; check

## 0 引言

智能变电站继电保护装置的回路构成形式与传统站有较大区别, 二次回路改为 IEC 61850 规约下的数字报文组成, 模拟量采样回路采用 IEC 61850 9-2 的 SV 报文, 保护跳闸、开入开出等信息采用 IEC 61850 8-1 的 GOOSE 报文。智能变电站改、扩建及装置检修时, 二次设备安措操作主要由跳合闸出口压板、检修压板、GOOSE 发送\接收软压板等多种安措技术组合而成, 存在着压板数量多、不直观、无“明显电气断点”等特点, 在操作过程中容易造成漏投退、误投退等。一旦出现漏投、误投就

会造成严重的电网故障, 例如, 2014 年 10 月某省 330 kV 变电站发生保护拒动, 原因是 3/2 接线形式中间断路器的合并单元投入检修压板, 由于检修不一致导致线路保护功能退出运行, 此时线路发生故障, 线路保护无法动作导致全站失电<sup>[1]</sup>。

因此传统变电站的二次安全措施已无法适应现场检修、消缺工作的需要<sup>[2-4]</sup>。在二次设备安全运维方面, 相关领域的专业人士进行很多深入的研究, 并取得广受赞许的成就<sup>[5-17]</sup>。文献[5-6]对智能站二次系统虚回路链接关系进行研究, 提出具体的安全措施和操作步骤; 文献[7-8]进行虚回路可视化技术研究, 给出了详细的实现方案, 使得安措操作时的虚回路更加具体化; 文献[9-10]则针对二次设备在线监测及运维技术进行深入讨论。这些研究工作, 实

现了智能站的二次系统安全措施操作的可视化, 增强了可操作性, 但是它们局限于对二次系统安措操作的事后监视, 无法对安措中非正常操作进行预防。

当前对防误的研究主要着眼于一次设备操作防误, 文献[11]对智能站一次设备的操作防误系统设计进行设计, 文献[12]从调度主站的角度对常规站一次设备防误进行研究, 文献[13-16]则从具体或者宏观方面进行研究, 智能站二次系统防误尚不多见。为了减轻二次设备操作人员负担, 减少失误, 本文提出了基于二次设备在线监测系统实现二次安措智能防误的方案, 该方案基于安全隔离原则, 采用自动化技术, 简化安措操作的执行、校验, 并能自动验证二次设备“安全隔离操作票”的安全可靠性。本文采用的安措票校验技术已在实际工程中得到了应有。

### 1 二次安措防误需求

#### 1.1 防误安措元素分析

安全措施的操作场景主要包括: 1) 变电站改、扩建时; 2) 一次设备在停电或者不停电运行检修时; 3) 二次设备本身试验检修时。二次设备的安全措施, 主要目的是对该设备进行安全隔离, 通常通过二次回路的操作、装置功能压板的投退来实现, 特殊情况考虑光纤的插拔。

二次安措具体的可操作元素主要包括: 功能软压板、GOOSE 发送压板、GOOSE 接收压板、SV 接收软压板、检修硬压板; 装置之间直连的光纤; 对于智能终端, 还有出口硬压板。

#### 1.2 防误安措需求

智能变电站改、扩建、设备检修等不同应用场景下, 应该采用的安措防误措施, 以及措施的可靠实施需要采用何种技术, 需要深入研究。主要包括:

- 1) 安全措施能够对停电或者不停电检修的二次设备进行可靠隔离;
- 2) 安全措施保证检修、运行时的安措能够得到校验及警示(防三误: 误操作、误试验、误整定);
- 3) 安全措施保证“三信息”能够得到安全校对防误(检修装置、相关装置、监控后台三个方面对安措信息进行校对);
- 4) 采用自动化技术, 能够一键式执行安全措施; 一键安措执行服务代替人工操作, 需要保证安措防误的可靠、安措执行的可反演、安措执行异常可追溯;
- 5) 采用可视化技术, 对保护装置、二次回路的运行状态(软压板状态, 交流回路、跳闸回路、合闸回路、启失灵回路等虚回路)能够实时监视并图形化展示。

## 2 安措业务分析

### 2.1 安措信息流

依据《智能变电站一体化监控系统建设技术规范》, 智能变电站普遍采用三层两网架构, 二次设备划分为过程层设备、间隔层设备、站控层设备, 一体化监控系统信息流动网络划分为间隔层网络和站控层网络。二次设备安措信息流依附于这种三层两网架构, 同时又有自己的典型性。

在图 1 中, 过程层设备不具备和站控层进行通信的能力, 需要在间隔层增加数据采集装置, 采用 GOOSE 传输协议, 收集过程层设备的监测信息; 间隔层的保护、测控以及新增的采集装置, 通过站控层网络, 将检测信息传给在线监测服务或者系统。图中绿色虚线示意了监测信息的流动方向。

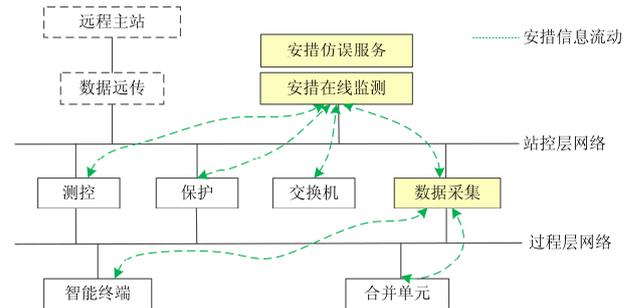


图 1 信息流图

Fig. 1 Information flow chart

安措监测信息主要包括: 二次设备的运行状态、压板状态、自检信息, 已及软压板的控制信息; 过程层、站控层二次回路状态、关键节点状态信息及告警信息; 站控层和间隔层网络端口自检信息及数据流动信息。

从对监测信息和信息流分析可以看出, 二次设备在线监测系统<sup>[9-10]</sup>完全支持二次设备安措信息的采集、软压板的遥控, 因此可基于二次设备在线监测系统开发二次安措防误子系统。

### 2.2 安措业务流程

防误系统为了满足安全需求, 安措的操作业务流程设计如图 2 所示, 除了首尾两步, 共有六个主要步骤。首先, 安措监视模块实时监视安措回路中的压板状态, 在正常运行时, 压板状态改变, 立即产生告警, 在安措操作前, 退出相关回路压板状态监视; 第二步, 根据安措方式, 选择需要执行的二次安措操作票; 第三步, 安措防误与相关二次设备共同模拟安措票执行, 确保开票正确; 第四步, 为了避免误整定、误修改, 读取定值压板状态, 并保存; 然后, 一键自动执行安措操作票, 执行完成,

远程和就地运行检修人员根据操作票进行验证, 确保没有错误时, 进入检修。

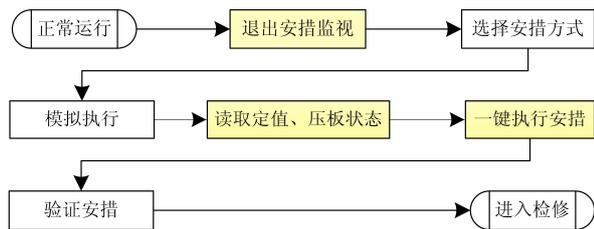


图2 业务流程

Fig. 2 Business process

### 3 安措防误设计方案

根据新的业务流程, 安措防误应包括四个主要模块: 整定防误、安措监视、安措执行、智能安措。它们相互支持, 保证安措票“一键式”操作后, 系统自动执行预先确定的安全操作票, 使得目标装置能够安全可靠地退出运行, 进入检修状态。

#### 3.1 整定防误

整定防误模块主要完成安措操作前后相关装置的压板、定值比对, 防止人为失误。操作前读取检修前压板、定值, 并在磁盘可靠存储备份; 检修完毕投运前, 进行可视化对比验证, 如果异常变化, 需要可视化给出变更位置, 弹出告警窗口, 并向告警客户端发送告警。

#### 3.2 安措监视

监视模块主要有以下功能: 二次虚回路上的各种压板投退顺序正确性监视, 已正确投退的压板突然变更监视。操作完成后, 回路压板应处于稳定状态, 模块监视到压板变更, 立即发出压板变更告警; 告警产生时, 应能根据操作逻辑, 弹出告警原因的对话框; 告警信息应提交给告警客户端和二次回路可视化模块。

#### 3.3 安措执行

安措执行模块的业务流程如图3所示。模块能够读取操作票, 图形显示操作票, 采用图标和文字等方式, 标识操作票状态(未执行、正在执行、执行完成、暂停、执行失败等); 单步执行操作票, 用高亮或彩色等明显方式标识当前操作项; 在操作项执行间隔, 允许执行人暂停操作; 操作项执行失败, 允许执行人选择重试、暂停等操作; 安措完成后, 可对装置标志检修状态。能够顺序执行一组多个不同装置的操作票, 不能同时执行多个操作票。

模块还需要支持操作票预演和日志记录功能: 对一键安措进行预演, 预演不符合规则, 给出告警原因; 对每一步的安措, 能够记录关键步骤以及模块内部之间的互动, 便于追溯安措执行中的异常。

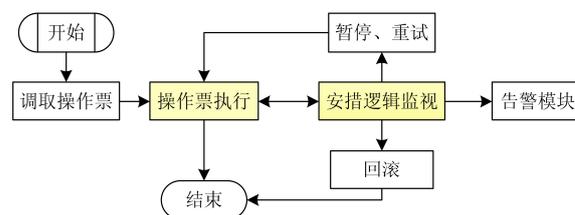


图3 安措流程

Fig. 3 Security measures process

#### 3.4 智能安措

该模块主要完成安措隔离分析, 安措开票, 安措校验, 以及操作票保存、统计、查询等功能。智能安措最重要的功能是安措隔离分析, 模块遵守约定的二次安措隔离原则或者安措操作的压板投退规则, 通过分析得到可靠隔离所必须的操作步骤。

其中安措开票主要有3种方式, 自动开票、图形开票、手工填写, 也可以导入工作票。自动开票源于隔离分析得到的通用的安措操作步骤, 但是仍然需要人工增加一些不同地区的安措习惯或者约定, 形成实例化的安措操作票。图形开票, 则是利用可视化二次回路监视界面, 直接拖拽二次回路中的压板到操作步骤列表中, 然后再确定压板目标状态; 可以根据实际需要进行操作步骤顺序调整。

该模块另一个重要功能是操作票安全校验功能, 对于通过图形开票、人工填写、导入等方式获得的工作票, 利用隔离分析自动获得的安措操作步骤, 验证操作票是否正确。

### 4 关键技术

四个主要系统模块中, 二次回路、设备状态可视化监视, 图形开票, 都需要二次回路可视化技术的支持, 是系统的关键, 已有文献<sup>[7-8]</sup>论述; 本文重点讨论自动开票、操作票正确验证等系统难点。

#### 4.1 安措隔离分析方案

传统的智能变电站 SCD 文件包含以下信息:

1) 变电站一次设备模型与电气拓扑信息; 2) 功能视图; 3) IED 能力描述; 4) 通信视图, 通信配置信息; 5) 产品视图; 6) 数据流。在文献[18-20]中, SCD 文件又增加一次设备配置、二次设备配置、通信、压板等信息建模, 成功用于智能站的二次虚回路运维支持。

基于新的 SCD 模型, 构建一、二次设备关联及二次设备之间虚回路关联模型。对于需要停电的一次设备, 根据关联模型自动获取与之相关的二次设备。

对于需要检修的二次设备, 通过二次虚回路查

找与之关联的其他二次设备，根据二次设备在停电或者不停电情况的安措原则，分析出能使检修的二次设备可靠隔离的安措操作，自动形成安措操作票。

对于图形开票形成的操作票，或者导入的操作票，可以利用安措规则分析出必须的安措操作，检查票中是否包含这些步骤及操作顺序，最终验证票的正确性。

操作票中，会涉及到很少的一些硬件操作(比如断开光纤、出口硬压板等等)，它们无法进行验证，自动开票也无法自动形成，因此通常需要人工分析，完善补充。

#### 4.2 安全隔离分析

根据第 2 节的需求，安措隔离的主要原则如下：

1) 装置校验或者消缺等现场作业时，应隔离采样、跳闸、合闸、启失灵回路中与运行设备相关的联系，并保证运行设备的正常运行；

2) 单套设备校验或者消缺时，应停役一次设备；双重化配置的二次设备，仅单套设备校验或者消缺时，可以不停役一次设备，但防止一次设备无保护运行；

3) 对于发送侧或者接收侧有软压板的光缆，尽量不断开光纤，断开前保证软压板已断开；

4) 虚回路安全隔离时，采取双重安全隔离措施。首先是检修装置的发送压板，然后是相关运行装置的接收压板，也可考虑检修装置的检修压板。

根据隔离原则，采用如下四个步骤进行分析：

步骤 1) 停用一次设备时，一次设备相关的二次设备需投入检修压板或者退出运行(相关通常指的是、二次设备在同一个间隔)；

步骤 2) 不停用一次设备时，待检修的二次设备需要投入检修压板或者退出运行；

步骤 3) 检修设备的 GOOSE 回路安措实施原则：

a) 投入待检修设备检修压板，并退出待检修设备相关 GOOSE 出口压板；

b) 退出与待检修设备相关的运行设备的 GOOSE 接收压板；

c) 停用一次设备时，按照步骤一停用二次设备外，停用的二次设备之间的 GOOSE 压板可不退；

步骤 4) 检修设备具有 SV 发送回路时的安措原则：

a) 停用一次设备时，按照步骤 1) 停用二次设备外，与该二次设备相关的仍在运行的保护设备需退出 SV 接收压板；

b) 不停用一次设备，停用接收 SV 的保护装置外，这些保护装置 SV 接收压板可不退。

#### 4.3 安措校验规范化

为了便于自动分析出的操作票与人工开票的操作票对比较验，根据安措要求和操作习惯，总结了三种措施来对操作票进行规范。

措施 1)，对于操作票，采用表 1 所示简化的操作票模板，能支持自动开票，也为操作票的导入提供规范的格式。表中，如果一次设备停电，可根据一二次设备的关联关系，确定需要安全退出的二次设备；如果一次设备不停电，根据检修二次设备，确定需要安全隔离的其他二次设备。第三行中，值变化指的是操作票的状态值变化；设备类型，通常说明相关元素类型；虚回路 AppID 是二次虚回路的标识，表中用来表明压板所属回路。

表 1 XX 站安措票

Table 1 XX station security measures sheets

需要停电一次设备：XX 线路				
准备检修二次设备：线路保护装置、智能终端				
序号	安措内容	值变化	设备类型	虚回路 AppID
1	线路保护装置投入 XX 检修压板	0->1	软压板	XX 回路
2	线路保护装置退出 XX SV 压板	1->0	软压板	XX 回路
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

措施 2) 对于操作元素按照所属设备进行分组，一般按照主要保护、断路器保护、汇控柜(智能终端、合并单元)、相关联设备等先后次序。表 1 只列举线路保护一种设备。

措施 3) 对于操作元素按照所属设备进行分组之后，在组内，根据操作任务对安全要求，对操作元素规定不同的先后次序。比如，对于同一台装置，操作元素按照出口硬压板、检修硬压板、SV 压板、GOOSE 压板的顺序；对于相关联设备的操作元素，也可先按照设备分组顺序，再按照同一台装置分组顺序。

#### 5 安措应用

在工程应用中，因为设备检修隔离措施不当，造成事故的情况时有发生，如果采用本安措防误系统进行预防，就可以排除导致事故的安措失当。

图 4 展示了某站 500 kV 线变串一、二次设备关联关系。其中，黑色虚线上部是二次设备，下部是一次设备，与一次设备相关的二次设备采用红色虚线进行分隔；合并单元分为电流、电压两种；橙色曲线表示 SV 虚回路，绿色的表示 GOOSE 虚回路。

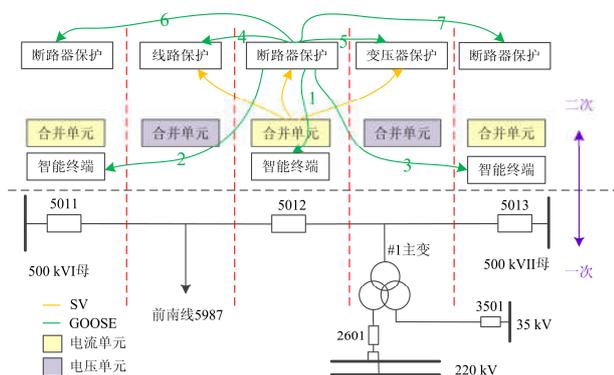


图 4 5012 断路器保护虚回路

Fig. 4 Virtual loops for the 5012 circuit breaker protection

对于文献[1]中因漏退压板导致的全站失电的故障, 可以按照 4.2 节中安措原则对图 4 中 5012 断路器停电检修进行安措预防, 分析步骤及结论如下(500 kV 变电站二次设备应该双套配置, 为了方便仅讨论第一套):

a) 按照步骤 1), 相关二次设备有: 断路器保护、合并单元、智能终端, 它们需要投入检修压板;

b) 按照步骤 2), 断路器保护七条输出 GOOSE 虚回路的发软压板与接收设备的收压板需退出, 与智能终端的虚回路压板根据步骤 3)的 c)可不退;

c) 合并单元有三条 SV 虚回路, 相关接收设备的 SV 接收软压板需退出, 与断路器的 SV 虚回路压板根据步骤 4)的 b)可不退;

d) 智能终端跳闸回路的出口硬压板要退出。

## 6 结语

本文分析了二次安措防误子系统的需求, 在对二次安措操作业务流程进行较为详细的研究后, 设计防误子系统功能模块。然后对子系统中关键的自动开票设计思路、安措分析原则进行了较为详细的探讨, 并结合典型的事案例, 对自动开票分析步骤进行了演示。

安措防误子系统在实际应用中, 自动开票、验票功能能够保证需要安全隔离的设备可靠隔离, 能减轻运行人员安全焦虑; 一键安措功能, 可提高工作效率。本文中提倡的安措自动化技术值得深入研究和推广。

## 参考文献

[1] 李德金, 张焕云, 刘源, 等. 智能变电站合并单元与保护装置闭锁关系分析[J]. 电力安全技术, 2016, 18(2): 60-63.

[2] 蔡泽祥, 王海柱. 智能变电站技术及其对继电保护的影响[J]. 机电工程技术, 2012, 21(5): 1-4.

CAI Zexiang, WANG Haizhu. Technology of smart substation and its influence to relay protection system[J]. Mechanical & Electrical Engineering Technology, 2012, 21(5): 1-4.

[3] HE Jinghan, LIU Lin, LI Wenli, et al. Development and research on integrated protection system based on redundant information analysis[J]. Protection and Control of Modern Power Systems, 2017, 2: 1-13.

[4] 王海柱, 蔡泽祥, 邵向潮, 等. 智能变电站过程层网络关键对象建模与仿真[J]. 中国电力, 2013, 46(6): 80-84.

WANG Haizhu, CAI Zexiang, SHAO Xiangchao, et al. Modeling and simulation of key objects in process-level network of smart substation[J]. Electric Power, 2013, 46(6): 80-84.

[5] 高亚栋, 朱炳铨, 李慧, 等. 数字化变电站的“虚端子”设计方法应用研究[J]. 电力系统保护与控制, 2011, 39(5): 124-127.

GAO Yadong, ZHU Bingquan, LI Hui, et al. Application research on design method for “virtual terminal” of digital substation[J]. Power System Protection and Control, 2011, 39(5): 124-127.

[6] 胡道徐, 沃建栋. 基于 IEC 61850 的智能变电站虚回路体系[J]. 电力系统自动化, 2010, 34(17): 78-82.

HU Daoxu, WO Jiandong. Virtual circuit system of smart substations based on IEC 61850[J]. Automation of Electric Power Systems, 2010, 34(17): 78-82.

[7] 张巧霞, 贾华伟, 叶海明, 等. 智能变电站虚拟二次回路监视方案设计及应用[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(10): 123-128.

ZHANG Qiaoxia, JIA Huawei, YE Haiming, et al. Design and application of virtual secondary circuit monitoring in smart substation[J]. Power System Protection and Control, 2015, 43(10): 123-128.

[8] 刘蔚, 杜丽艳, 杨庆伟. 智能变电站虚回路可视化方案研究与应用[J]. 电网与清洁能源, 2014, 30(10): 32-33.

LIU Wei, DU Liyan, YANG Qingwei. Research and application of smart substation virtual circuit visualization[J]. Power System and Clean Energy, 2014, 30(10): 32-33.

[9] 秦红霞, 武芳瑛, 彭世宽, 等. 智能电网二次设备运维新技术研讨[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(22): 35-40.

QIN Hongxia, WU Fangying, PENG Shikuan, et al. New technology research on secondary equipment operation maintenance for smart grid[J]. Power System Protection and Control, 2015, 43(22): 35-40.

[10] 彭少博, 郑永康, 周波, 等. 220 kV 智能变电站检修二次安措优化研究[J]. 电力系统保护与控制, 2014,

- 42(23): 143-148.  
 PENG Shaobo, ZHENG Yongkang, ZHOU Bo, et al. Study of optimization of secondary safety measures of 220 kV smart substation maintenance[J]. Power System Protection and Control, 2014, 42(23): 143-148.
- [11] SUN J W, TANG S W, LIU F. The application of dispatch operation ticket system based on intelligent anti-misoperation method[J]. Applied Mechanics and Materials, 2014: 448-453, 2493-2497.
- [12] 李功新, 周文俊, 林静怀, 等. 基于 D5000 平台的调控操作与防误一体化系统[J]. 电力自动化设备, 2014, 34(7): 168-173.  
 LI Gongxin, ZHOU Wenjun, LIN Jinghui, et al. Integrated dispatch control and anti-misoperation system based on D5000 platform[J]. Electric Power Automation Equipment, 2014, 34(7): 168-173.
- [13] 李辉, 刘盛权, 冉立, 等. 大功率并网风电机组变流器状态监测技术综述[J]. 电工技术学报, 2016, 31(8): 1-10.  
 LI Hui, LIU Shengquan, RAN Li, et al. Overview of condition monitoring technologies of power converter for high power grid-connected wind turbine generator system[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2016, 31(8): 1-10.
- [14] 王涛, 李渝, 顾雪平, 等. 电网关键线路序元搜索方法[J]. 电工技术学报, 2016, 31(2): 153-162.  
 WANG Tao, LI Yu, GU Xueping, et al. Study of grid's key line sequence search method[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2016, 31(2): 153-162.
- [15] 王涛, 张尚, 顾雪平, 等. 电力系统运行状态的趋势辨识[J]. 电工技术学报, 2015, 30(24): 171-180.  
 WANG Tao, ZHANG Shang, GU Xueping, et al. Trends identification of power system operating states[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2015, 30(24): 171-180.
- [16] 张星海, 贾志杰. 四川电网建设运维面临的挑战和解决措施[J]. 高电压技术, 2016, 42(4): 1091-1099.  
 ZHANG Xinghai, JIA Zhijie. Challenges of construction, operation and maintenance in Sichuan grid and countermeasures[J]. High Voltage Engineering, 2016, 42(4): 1091-1099.
- [17] 王成山, 罗凤章, 张天宇, 等. 城市电网智能化关键技术[J]. 高电压技术, 2016, 42(7): 2017-2027.  
 WANG Chengshan, LUO Fengzhang, ZHANG Tianyu, et al. Review on key technologies of smart urban power network[J]. High Voltage Engineering, 2016, 42(7): 2017-2027.
- [18] 杨毅, 高翔, 朱海兵, 等. 智能变电站 SCD 应用模型实例化研究[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(22): 107-113.  
 YANG Yi, GAO Xiang, ZHU Haibing, et al. Case study on SCD application based on demo smart substation[J]. Power System Protection and Control, 2015, 43(22): 107-113.
- [19] 侯艾君, 马凯, 刘俊红. 基于扩展 SSD 的变电站全景建模方法[J]. 广东电力, 2015, 28(12): 64-67.  
 HOU Aijun, MA Kai, LIU Junhong. Panorama modeling method for substation based on system specification description[J]. Guangdong Electric Power, 2015, 28(12): 64-67.
- [20] 孙一民, 刘宏君, 姜健宁, 等. 智能变电站 S C D 文件管控策略完备性分析[J]. 电力系统自动化, 2014, 38(16): 105-109.  
 SUN Yimin, LIU Hongjun, JIANG Jianning, et al. Analysis on completeness of substation configuration description file control strategy for smart substation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2014, 38(16): 105-109.

收稿日期: 2016-09-08; 修回日期: 2017-01-25

作者简介:

张旭升(1966—), 男, 硕士, 高级工程师, 研究方向为电力系统保护等;

李江林(1967—), 男, 本科, 教授级高工, 从事电力系统自动化领域研究开发工作。E-mail: lijianlin@xjgc.sgcc.com.cn

(编辑 姜新丽)