

智能变电站继电保护软压板防误操作策略及实现

卜强生¹,高 磊¹,闫志伟²,袁宇波¹,宋亮亮¹,宋 爽¹

(1. 江苏省电力公司电力科学研究院,江苏 南京 211113;
2. 许继电气股份有限公司,河南 许昌 461000)

摘要: 从软压板在智能变电站中的实际应用情况出发,分析软压板误操作给继电保护带来的影响,提出软压板防误操作的基本原则和具体策略,并结合实际智能变电站工程给出继电保护软压板防误操作在监控后台中的具体实现方法,探讨软压板防误逻辑的表达方式和自动生成方法。
关键词: 智能变电站; 继电保护; 软压板; 防误操作; 逻辑策略; 虚点信息
中图分类号: TM 764;TM 73 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16081/j.issn.1006-6047.2016.12.024

0 引言

随着 IEC61850 的应用,智能变电站实现了信号的数字化、网络化,二次设备结构发生了变化,二次回路也由电缆回路变成了数字化的光纤回路,原继电保护装置功能硬压板以及回路出口硬压板也由相应的软压板替代^[1-4]。同时为了避免异常数字信号的影响,继电保护设备增设了接收软压板^[5],可有效隔离异常的 SV 信息和 GOOSE 信息。软压板可实现对装置功能及回路状态的远方遥控操作,提高了操作的效率,也为变电站无人值守和调控一体化提供技术条件,具有一定优越性。

软压板的投/退操作是智能变电站日常运维检修的主要操作任务之一,很多地区已实现了站内监控后台远方遥控操作软压板^[6],并且正逐步向调控中心远方遥控操作发展^[7]。目前,软压板远方遥控操作仅受装置的“远方操作”硬压板和“远方投退压板”软压板的状态影响,没有其他闭锁条件,很可能由于操作不当而误投/退软压板,导致继电保护功能误动作或误闭锁,直接威胁电网第一道防线的可靠、正确运行。本文提出一种智能变电站继电保护软压板防误操作方法和防误逻辑生成方法,监控后台中基于一次、二次设备的运行状态及告警信号,判断继电保护软压板遥控操作引起的后果,有效避免误操作的安全隐患,提升操作正确率,为电网安全运行提供技术保障。

1 软压板应用情况

变电站内二次设备的软压板主要分为功能软压板、出口软压板、接收软压板三大类。功能软压板直接决定装置的某项功能是否投入,如纵联差动保护、距离保护、停用重合闸等功能;出口软压板决定继电保护装置是投跳闸还是投信号,如跳闸、重合闸、失

灵等出口;接收软压板分为 SV 接收软压板和 GOOSE 接收软压板,前者决定装置是否正常处理该 SV 信息,后者决定装置是否正常处理该 GOOSE 信息,仅母线保护和主变保护设置 GOOSE 启动失灵开入、GOOSE 失灵联跳开入接收软压板。因此软压板直接决定了二次设备的运行状态,尤其是继电保护的软压板,直接关系到电网第一道防线的可靠、正确运行。继电保护软压板作用及误操作影响如表 1 所示。

表 1 继电保护设备软压板作用及影响
Table 1 Functions and influences of soft clamps of relay protection equipment

类型	作用	影响
功能压板	决定某项功能是否投入	误投 该保护功能误动作 误退 装置失去该保护功能
出口压板	决定某项功能满足动作条件后是否发出相应的 GOOSE 命令	误投 保护或重合闸动作后,GOOSE 命令误出口 误退 保护或重合闸动作后,GOOSE 命令不能出口,扩大故障范围
SV 接收压板	决定是否正常处理该 SV 报文	误投 保护功能可能闭锁而拒动作,也可能误动作 误退 保护功能可能误动作,也可能拒动作
GOOSE 接收压板	决定是否正常处理该 GOOSE 报文	误投 保护功能可能误动作 误退 保护功能可能拒动作

智能变电站中,除“检修状态”和“远方操作”保留硬压板,其余压板全由软压板实现。常规变电站的保护功能压板也逐渐由软压板替代硬压板。变电站内二次设备的软压板操作已逐渐变为日常运行操作的主要工作之一,在电网正常运行方式调整、异常设备隔离、检修或改扩建时都需频繁操作。随着无人值守、调控一体化、运维操作便捷化等需求提出^[8],软压板远方遥控操作逐渐体现出其优势,正逐渐被推广。但是,软压板远方遥控操作目前仅受装置的状态影响,无其他闭锁条件,且智能变电站运维经验不足、装置中软压板多、软压板功能不统一,这些都将导致软压板远方遥控操作容易出现误操作的情

况,最终造成二次设备功能误动或拒动。现场也曾发生过多起由于压板操作不当而引起的保护误动事故。

因此,有必要参照一次设备遥控操作的五防^[9-13],在变电站继电保护软压板遥控操作过程中加入一些防误操作逻辑,只有满足条件才可正常操作,否则将闭锁相应的操作或预警操作将引起的后果,避免软压板误操作引起的隐患,提升操作正确率,确保二次系统的可靠运行,也为电网的安全运行提供技术保障。

2 软压板防误操作策略

2.1 防误操作原则

变电站中继电保护软压板操作一般分为以下几种情况。

(1)电网正常运行过程中,由于运行要求,需启用或停用某项功能,如系统有稳定要求时需停用重合闸,需投退功能软压板,此时相关一次设备可能处于运行状态,也可能处于检修、冷备用或热备用状态。

(2)电网投产过程中,需启用或停用某项功能、投入或退出某条支路,如母线保护需接入某开关的电流,需投退功能软压板、SV 或 GOOSE 接收软压板,此时相关一次设备一般都处于检修或备用状态。

(3)电网消缺或改扩建过程中,为了安全隔离运行设备,需启用或停用某项功能、退出或投入 GOOSE 出口、退出或投入某条支路,需投退功能软压板、出口软压板、SV 或 GOOSE 接收软压板,此时相关一次设备可能处于运行状态,也可能处于备用状态。

由此,软压板操作过程中,相关一次设备可能处于运行状态或停电状态,增加了软压板操作的风险性。而且不同类型软压板的操作都将直接关系到电网安全防线的正确性和完备性。为了保证二次系统功能的正确和完备,软压板的操作必须遵循以下基本原则:

原则 1 一次设备处于运行状态,软压板操作不能导致其无主保护运行;

原则 2 一次设备处于运行状态,尤其是 220 kV 及以上电压的设备,软压板操作不能导致其无失灵保护运行;

原则 3 一次设备处于运行状态,且保护处于动作、检修不一致等非正常状态,不能操作装置中的软压板;

原则 4 若一次设备处于运行状态,且保护装置处于“投跳闸”状态,即跳闸出口软压板处于投入状态,不能操作本保护装置中对应的 SV 接收软压板;

原则 5 若一次设备处于停电状态,可对软压板进行投退操作。

特殊情况下,当需短时退出保护或临时调整保护配置时,在确认不会引起保护不正确动作的情况

下,可不遵循上述防误原则进行软压板操作。

2.2 防误操作基本流程

不同软压板的作用和影响范围有所区别,但操作时都应遵循上述基本原则,考虑到防误操作实现的统一性和便捷性,所有软压板防误操作可采用相同的流程,具体实现过程中选用不同参数,防误操作基本流程如图 1 所示。

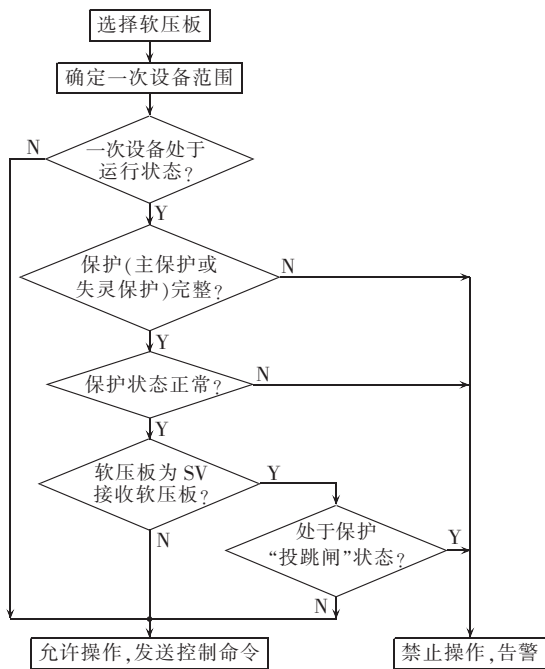


图 1 软压板防误操作判断流程

Fig.1 Flowchart of soft-clamp misoperation prevention

(1)首先需要确定被操作软压板所涉及一次设备范围,即相关开关设备范围。对于功能软压板,一次设备范围为保护范围内所有开关设备,如母线差动保护对应母线上所有间隔的开关设备;对于出口软压板,一次设备范围为该跳闸出口所控制的开关设备或启动失灵、联跳所对应的开关设备;对于接收软压板,一次设备范围为 SV 或 GOOSE 所对应开关设备。

(2)判断所涉及一次设备运行状态,当一次设备为非运行状态时,可直接操作软压板,否则需要继续判断所涉及一次设备的保护完整性,包括主保护完整性或失灵保护完整性,失灵保护相关软压板判断失灵保护完整性,其余软压板判断主保护完整性。

(3)当保护非完整时,禁止操作软压板,否则继续判断所涉及一次设备的保护运行状态。

(4)当保护运行状态非正常时,包括保护动作或检修状态不一致等,禁止操作软压板,否则对于功能软压板、出口软压板、GOOSE 接收软压板可操作,对于 SV 接收软压板,还需判断本保护装置的“投跳闸”状态。

(5)对于 SV 接收软压板,当本保护装置处于“投跳闸”状态时,禁止操作软压板,否则可以操作该软

压板。

2.3 防误操作判断方法

2.3.1 一次设备运行状态判断方法

开关设备运行状态可通过开关及相邻隔离刀闸的位置信号,并辅以电流进行判断,当开关处于“合位”或“有流”,且相邻隔离刀闸处于“合位”时,则该设备处于运行状态。

当所操作软压板涉及多个开关设备时,需判断每个开关设备的状态,然后合成一次设备状态,如图 2 所示,任一开关设备为运行状态,则一次设备状态为运行。

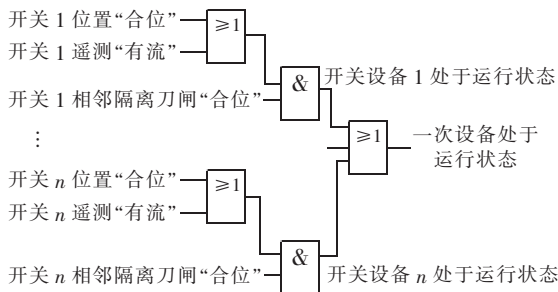


图 2 一次设备运行状态判断逻辑

Fig.2 Judgement logic of “operating” status for primary equipment

2.3.2 保护完整性判断方法

保护完整性分为主保护完整性和失灵保护完整性 2 类。

主保护完整即主保护功能可正常运行且跳闸出口投入,需要主保护相关功能软压板、SV 接收软压板、GOOSE 出口软压板均投入,对于纵联保护还需纵联通道状态正常。

失灵保护完整即失灵保护功能可正常运行且失灵接收信号和失灵出口投入,需要失灵保护功能软压板、电流 SV 接收软压板、GOOSE 失灵接收软压板、GOOSE 失灵出口软压板均投入。

2.3.3 保护状态判断方法

工程应用中可以通过判断保护动作信号、检修不一致信号、控回断线信号等来判断该保护功能是否处于正常运行状态,若存在上告警述信号,则保护处于非正常运行状态。

2.3.4 保护“投跳闸”状态判断方法

保护“投跳闸”即保护动作后能够正常出口,因此保护装置的 GOOSE 跳闸出口软压板投入即可判断保护处于“投跳闸”状态。

3 软压板防误操作实现

智能变电站中软压板遥控操作一般在监控后台进行。而站内一次设备的遥信状态、遥测值状态及二次设备的压板状态、控制回路监测信号、告警信号都上送至监控后台^[14]。因此,可以在监控后台综合利用

这些一次、二次设备信息来实现软压板的防误操作。

基于 IEC61850 标准体系,继电保护软压板模型中遥控模式采用了增强安全型执行前选择遥控方式(SBOW 方式),与开关、刀闸等的遥控模式相同,遥控操作需要经过选择、预置、执行/取消、检查结果 4 个步骤。目前监控后台中刀闸遥控操作前都需进行防误逻辑校核^[15],只有通过防误逻辑校核后才能按增强型 SBOW 流程进行操作,以防止刀闸误操作的发生。监控后台中软压板的遥控操作也可以借鉴刀闸的操作流程,增加防误逻辑的校核,通过校核后才能进行软压板遥控操作。

由此,在监控后台中,软压板的遥控属性关联信息增加“遥控表达式 ID”选项,通过该 ID 选项关联一个逻辑表达式,对软压板防误操作逻辑进行编辑。该表达式可以对站内所有的遥信状态、遥测值、电度量以及虚点信息进行逻辑上的与、或、非以及传统数学上的加、减、乘、除、三角函数等运算,并将运算结果以 0、1 形式展现出来。当实际对某一软压板进行遥控操作时,监控后台自动检测遥控对象关联的逻辑表达式的运算结果。当运算结果为 1 时,则允许遥控操作,进入增强型 SBOW 操作流程;当运算结果为 0 时,则禁止遥控操作,并进行“逻辑不满足,禁止遥控”等字样的告警,防止误操作的发生,同时方便操作员快速定位操作被禁止的原因,发现问题所在。

基建调试阶段或有特殊需求时,监控后台可设置跳过逻辑表达式的检测,直接进入遥控操作流程,保证特殊情况下软压板可操作。

软压板遥控操作的防误逻辑表达式的逻辑量包括一次设备位置遥信状态、电流遥测值状态、继电保护装置压板状态和告警信号等,这些逻辑量都可以直接从监控后台的实时数据库中获取当前状态,并用于逻辑运算。逻辑表达式按照上述防误操作策略编辑,由一次设备运行状态、保护完整性、保护状态、保护“投跳闸”状态 4 个部分组成。某智能变电站中 500 kV 线路保护 B 套的边开关 SV 接收软压板防误操作具体逻辑如图 3 所示。图 3 所示逻辑中,由于 B 套保护的边开关 SV 接收软压板操作将直接导致 B 套保护功能退出,因此防误逻辑中只需判断 A 套主保护的完整性和保护状态。

4 软压板防误操作逻辑生成

4.1 防误逻辑表达式

在进行防误逻辑表达式编辑过程中,由于同一间隔的不同软压板防误逻辑可能存在相同的部分,为了方便快速编写表达式、简化编辑工作量、缩减逻辑表达式长度,可以在监控后台数据库中增加虚点信息,即将数据库中几个实际的遥信状态、遥测状

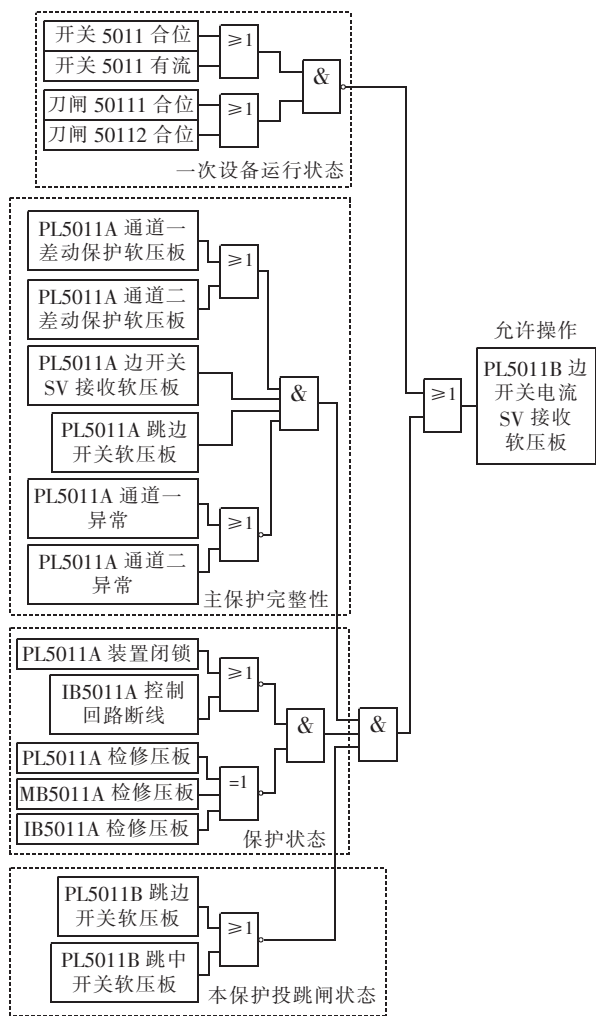


图 3 线路保护 SV 接收软压板防误逻辑

Fig.3 Anti-misoperation logic of "SV accept" soft-clamp for line protection

态、压板状态或告警信号组合成一个信息,并赋予一个虚拟的信息名称。

虚点信息配置在每个间隔下,关联一个虚点表达式 ID,实现虚点信息与数据库中实际信号的关联及逻辑关系。如图 3 中开关 5011 运行状态可用虚点信息表达,如式(1)所示。

$$[S_{1101}] = ([S_{1001}] \parallel [S_{1002}]) \& \& ([S_{1003}] \parallel [S_{1004}]) \quad (1)$$

其中, $[S_{1101}]$ 为开关 5011 运行状态虚点; $[S_{1001}]$ 为 5011 开关位置遥信; $[S_{1002}]$ 为开关 5011 遥测有流状态; $[S_{1003}]$ 、 $[S_{1004}]$ 分别为隔离刀闸 50111 和 50112 的位置遥信。

其他开关设备运行状态和保护完整性、保护状态、保护“投跳闸”状态等都可以采用类似的方法定义虚点信息。图 3 中, PL5011A 主保护完整性虚点信息用 $[S_{1102}]$ 表示, PL5011A 保护状态虚点信息用 $[S_{1104}]$ 表示, PL5011B 保护“投跳闸”状态虚点信息用 $[S_{1109}]$ 表示, 则 PL5011B 边开关电流 SV 接收软压板防误逻辑表达式为:

$$E = (![S_{1101}]) \parallel ([S_{1102}] \& \& [S_{1104}] \& \& (![S_{1109}])) \quad (2)$$

4.2 表达式自动生成

随着继电保护标准化工作的不断推进,智能变电站中继电保护装置的软压板已规范,即不同厂家都具有相同的软压板,且功能相同。同时继电保护的各类信息也基本规范。因此,同一类软压板防误逻辑相同且表达式可以固化,表达式中的逻辑量也可以实现标准化,监控后台可以根据固有的逻辑,从数据库中获取逻辑量,自动生成软压板防误操作逻辑表达式。防误操作逻辑表达式自动生成步骤如下。

(1) 生成虚点信息。

① 按开关间隔自动生成如式(1)所示开关设备的运行状态虚点信息 $[S_{BS}]$ 。

② 按保护间隔生成保护完整性虚点信息,分为主保护完整性虚点信息和失灵保护完整性虚点信息,按照 2.3.2 节保护完整性判断方法生成其表达式。220 kV 及以上保护双重化配置的间隔分别生成 2 个主保护完整性虚点信息 $[S_{MPIA}]$ 和 $[S_{MPIB}]$ 、2 个失灵保护完整性虚点信息 $[S_{FPIA}]$ 和 $[S_{FPB}]$ 。

③ 按保护间隔生成保护状态虚点信息,分为主保护状态虚点信息和失灵保护状态虚点信息,按照 2.3.3 节的保护状态判断方法生成其表达式。220 kV 及以上保护双重化配置的间隔生成 4 个保护状态虚点信息 $[S_{MPSA}]$ 、 $[S_{MPSB}]$ 、 $[S_{FPSA}]$ 和 $[S_{FPSB}]$ 。

④ 按保护装置生成保护“投跳闸”状态虚点信息,按照 2.3.4 节保护投跳闸判断方法生成其表达式。对于 220 kV 及以上双重化配置保护装置,分别生成 2 个保护装置的“投跳闸”状态虚点信息 $[S_{PTA}]$ 和 $[S_{PTB}]$ 。

(2) 根据不同类型软压板生成防误逻辑表达式。

根据软压板防误操作原则,继电保护软压板可分为主保护相关功能及 GOOSE 软压板类(A 类)、主保护相关 SV 软压板类(B 类)和失灵保护相关功能及 GOOSE 软压板类(C 类)、失灵保护相关 SV 软压板类(D 类),同一类软压板防误操作逻辑表达式相同,B 套保护中不同类软压板防误操作逻辑表达式依次为:

$$E_A = (![S_{BS}]) \parallel ([S_{MPIA}] \& \& [S_{MPSA}]) \quad (3)$$

$$E_B = (![S_{BS}]) \parallel ([S_{MPIA}] \& \& [S_{MPSA}] \& \& (![S_{PTB}])) \quad (4)$$

$$E_C = (![S_{BS}]) \parallel ([S_{FPIA}] \& \& [S_{FPSA}]) \quad (5)$$

$$E_D = (![S_{BS}]) \parallel ([S_{FPIA}] \& \& [S_{FPSA}] \& \& (![S_{PTB}])) \quad (6)$$

A 套保护的软压板遥控操作逻辑同 B 套保护。

监控后台根据每个间隔或每个装置的虚点信息要求,从数据中获取名称规范的遥信、遥测量,自动生成虚点信息表达式,然后根据式(3)—(6),自动生成每一类软压板防误操作的逻辑表达式。

5 结论

随着智能变电站大规模推广,软压板操作已经

成为变电站日常运维检修的重要工作。软压板操作不当而导致保护不正确动作已严重威胁到智能变电站的安全运行。因此,在软压板遥控操作过程中增加必要的防误判断逻辑,避免人为操作不当而引发事故,为日常运维的安全操作提供有效技术手段,提升智能变电站运维水平,保证智能变电站安全、可靠运行,具有重要意义。

本文提出的继电保护软压板防误操作方法已在实际工程的监控后台中进行了试点,提升了日常运维操作的正确性和安全性。技术成熟后,当需要在调控中心端进行变电站软压板的遥控操作时,也可将该软压板的防误逻辑移植至远动装置中,根据远动装置的实时数据实现防误操作。

参考文献:

- [1] 傅旭华,黄晓明,王松,等. 数字化变电站 GOOSE 技术工程化应用[J]. 电力自动化设备,2011,31(11):112-116.
FU Xuhua,HUANG Xiaoming,WANG Song,et al. Engineering application of GOOSE technology in digital substation [J]. Electric Power Automation Equipment,2011,31(11):112-116.
- [2] 胡道徐,沃建东. 基于 IEC61850 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 IEC61850 [J]. Automation of Electric Power Systems,2010,34(17):78-82.
- [3] 孙一民,刘宏军,姜健宁,等. 智能变电站 SCD 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.
- [4] 侯伟宏,裴愉涛,吴振杰,等. 智能变电站继电保护 GOOSE 回路安全措施研究[J]. 中国电力,2014,47(9):143-148.
HOU Weihong,QIU Yutao,WU Zhenjie,et al. Study on GOOSE isolation measures in smart substation relay protection [J]. Electric Power,2014,47(9):143-148.
- [5] 笃峻,叶翔,葛立青,等. 智能变电站继电保护在线运维系统关键技术研究及实现[J]. 电力自动化设备,2016,36(7):163-168.
DU Jun,YE Xiang,GE Liqing,et al. Key technologies of online maintenance system for relay protections in smart substation and its implementation [J]. Electric Power Automation Equipment,2016,36(7):163-168.
- [6] 沈富宝,王中秋. 苏州首座 220 kV 智能变电站分析[J]. 江苏电机工程,2015,34(2):45-48.
SHEN Fubao,WANG Zhongqiu. Analysis of Suzhou's first 220 kV smart substation [J]. Jiangsu Electrical Engineering,2015,34(2):45-48.
- [7] 祁忠,笃峻,张海宁,等. 新一代继电保护及故障信息管理主站的设计与实现[J]. 江苏电机工程,2014,33(4):8-12.
QI Zhong,DU Jun,ZHANG Haining,et al. Design and implementation of the new generation of relay protection and fault information management station [J]. Jiangsu Electrical Engineering,2014,33(4):8-12.
- [8] 陈晓捷. 500 kV 智能变电站无人值班技术探讨[J]. 电力自动化设备,2011,31(2):149-152.
CHEN Xiaojie. Techniques of 500 kV smart unattended substation [J]. Electric Power Automation Equipment,2011,31(2):149-152.
- [9] 罗钦,段斌,肖红光,等. 基于 IEC61850 控制模型的变电站防误操作分析与设计[J]. 电力系统自动化,2006,30(22):61-64.
LUO Qin,DUAN Bin,XIAO Hongguang,et al. Analysis and design of anti-maloperation for substation based on control model in IEC61850 [J]. Automation of Electric Power Systems,2006,30(22):61-64.
- [10] 袁浩,屈刚,庄卫金,等. 电网二次设备状态监测内容探讨[J]. 电力系统自动化,2014,38(12):100-106.
YUAN Hao,QU Gang,ZHUANG Weijin,et al. Discussion on condition motoring contents of secondary equipment in power grid [J]. Electric Power Automation Equipment,2014,38(12):100-106.
- [11] 黄巍,黄春红,张桂阳,等. 继电保护信息与远动系统的集成[J]. 电力自动化设备,2009,29(6):134-136.
HUANG Wei,HUANG Chunhong,ZHANG Guiyang,et al. Integration of relay protection information and telecontrol system [J]. Electric Power Automation Equipment,2009,29(6):134-136.
- [12] 余南华,黄曙,李先波,等. 变电站五防控制规则自动生成技术思路[J]. 电力系统自动化,2010,34(17):97-99.
YU Nanhua,HUANG Shu,LI Xianbo,et al. Technical ideas of auto-generation of misoperation prevention control rules in substations [J]. Automation of Electric Power Systems,2010,34(17):97-99.
- [13] 龚世敏,刘朝辉,唐斌,等. 智能变电站高压测控装置的应用解决方案[J]. 电力自动化设备,2011,31(12):92-96.
GONG Shimin,LIU Zhaohui,TANG Bin,et al. Application solution of high-voltage measurement and control unit in smart substation [J]. Electric Power Automation Equipment,2011,31(12):92-96.
- [14] 薛晨,黎灿兵,黄小庆,等. 智能变电站信息一体化应用[J]. 电力自动化设备,2011,31(7):110-114.
XUE Chen,LI Canbing,HUANG Xiaoqing,et al. Application of intelligent substation information integration [J]. Electric Power Automation Equipment,2011,31(7):110-114.
- [15] 蒋宏图,袁越,程伟. 智能变电站站控层在线防误的设计与实现[J]. 电力自动化设备,2013,33(8):147-151.
JIANG Hongtu,YUAN Yue,CHENG Wei. Design and implementation of online misoperation prevention for station control layer of smart substation [J]. Electric Power Automation Equipment,2013,33(8):147-151.

作者简介:



卜强生

卜强生(1983—),男,江苏江阴人,高级工程师,硕士,主要从事智能变电站、继电保护方面的研究工作(E-mail:tc16002315@163.com);

高磊(1982—),男,山东青岛人,高级工程师,硕士,主要从事继电保护、智能变电站方面的研究工作;

闫志伟(1988—),男,河南开封人,工程师,主要从事继电保护、智能变电站方面的调试及应用工作;

袁宇波(1975—),男,江苏丹阳人,教授级高级工程师,博士,主要从事电力系统继电保护的研究工作。

(下转第 168 页 continued on page 168)

Transactions on Power Delivery, 2013, 28(28): 67-74.

- [23] MICHALIK M, LUKOWICZ M, REBIZANT W, et al. Verification of the wavelet-based HIF detecting algorithm performance in solidly grounded MV networks [J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 2007, 22(4): 2057-2064.

作者简介:

朱晓娟(1992—),女,湖北宜昌人,硕士研究生,主要研究方向为配电网故障诊断(**E-mail**:zhuxjswjtu@163.com);
林 圣(1983—),男,湖南宁乡人,副教授,博士,通信作



朱晓娟

者,研究方向为电力系统故障诊断、故障测距与继电保护(**E-mail**:slin@home.swjtu.edu.cn);
张 姝(1988—),女,四川自贡人,博士研究生,研究方向为配电网保护与定位(**E-mail**: ZS20061621@163.com);
何正友(1970—),男,四川自贡人,教授,博士研究生导师,研究方向为信号处理和信息理论在电力系统故障分析中的应用、新型继电保护原理、配网综合自动化等(**E-mail**:hezy@swjtu.edu.cn)。

High-impedance grounding fault detection based on wavelet energy moment

ZHU Xiaojuan, LIN Sheng, ZHANG Shu, HE Zhengyou

(School of Electrical Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: HIGF(High-Impedance Grounding Fault) often occurs in the mid-voltage distribution network with ungrounded neutral point, which is hardly detected by normal zero-sequence current protection. The frequency spectrum of HIGF current obtained by simulation or experiment is analyzed, which shows that the distribution of its high-frequency components is obviously different from that of other disturbed transient signals. The wavelet energy moment algorithm is introduced, the energy moments of high-frequency components are normalized, summed and processed in logarithm, and a method for detecting HIGF is then proposed, which only carries out the wavelet energy moment analysis for the current signals of the first post-fault fundamental frequency cycle to get the detection criterion. Massive simulative and measured data show that, the proposed method has strong adaptability and is not affected by the non-HIGF transient signals of lines.

Key words: distribution network; high-impedance grounding fault; high-frequency component; wavelet energy moment; medium; fault detection

(上接第 160 页 continued from page 160)

Strategy and implementation of soft-clamp misoperation prevention for smart substation protections

BU Qiangsheng¹, GAO Lei¹, YAN Zhiwei², YUAN Yubo¹, SONG Liangliang¹, SONG Shuang¹

(1. Jiangsu Electric Power Company Research Institute, Nanjing 211113, China;

2. XJ Electric Co., Ltd., Xuchang 461000, China)

Abstract: The influence of soft-clamp misoperation on the relay protections is analyzed according to its actual application situations in smart substations, the fundamental principle and specific strategy against the soft-clamp misoperation are proposed, the implementation of soft-clamp misoperation prevention on the background supervisory control platform is introduced based on an actual smart substation project, and the expression and auto-generation of anti-misoperation logic for soft clamps are discussed.

Key words: smart substation; relay protection; soft clamp; anti-misoperation; logic strategy; virtual signal