

基于文件方式的继电保护装置定值远方操作方法

侯先栋¹, 王邦惠², 刘伟¹, 周进¹

(1. 南京南瑞继保电气有限公司, 江苏 南京 211102;
2. 国网烟台供电公司, 山东 烟台 264000)

摘要:研究了继电保护装置定值远方操作方法,在对已有典型方案分析的基础上,提出了基于文件方式的继电保护装置定值远方操作方法。定值管理客户端通过文件方式获取继电保护装置的定值模型,查看及修改继电保护装置定值的操作均以文件为操作对象,通过召唤原始定值文件读取继电保护装置定值,通过下发更新定值文件修改继电保护装置定值。同时本文对该方法实现的细节进行了简单的描述和构想,初步证明在目前已有技术条件下该方法的可行性。

关键词:电力系统自动化;故障信息系统;调度系统;继电保护;保护定值;远方操作;定值文件

中图分类号:TM764.2

文献标志码:A

文章编号:2096-3203(2018)01-0147-06

0 引言

随着电力系统的不断发展,电网的运行方式变化十分频繁。为保证电网的安全稳定、可靠运行,继电保护装置的定值需要随着运行方式的变化进行相应的调整^[1]。由于无人值班变电站的广泛推广和自动化运行水平的提高,通过电力调度数据网及变电站站内网络,由远方定值管理模块查看及修改继电保护装置定值的需求日益增加,通过理论研究和现场实践已经形成了3种典型方案^[2-14]。目前的典型方案分别通过继电保护及故障信息管理系统、能量管理系统(energy management system, EMS)和远程虚拟链路管理装置,在各自现有规约框架内基于规约建模实现,有各自的优缺点^[15]。保护装置与主站之间的典型通信架构为分层组织结构,不同层级使用的通信规约不同,不同规约现有定值服务也存在差异,定值模型从继电保护装置映射到定值管理模块需经过多层映射处理。

针对现有方案的缺点,本文从模型维护角度出发,提出一种基于文件方式的继电保护装置定值远方操作方法,简化定值模型在各通信环节的映射工作,降低定值远方操作系统的复杂度,提高可靠性,实现安全、高效的定值远方操作效果。

1 继电保护装置定值远方操作典型方案分析

继电保护装置定值远方操作目前有3种典型方案,分别通过继电保护及故障信息管理系统、EMS系统和远程虚拟链路管理装置实现。其中,前两种

方案分别通过嵌入在继电保护及故障信息管理系统、EMS系统中的定值管理模块完成相关功能。通过远程虚拟链路管理装置实现,首先需要变电站监控系统实现远方操作,在此基础上通过KVM over IP技术(即将键盘、视频和鼠标数据数字化,并使用IP技术移动键盘、视频和鼠标数据)搭建集中远端管理系统,实现主站端远方操作。

将上述3种方案涉及系统中的定值管理模块称为定值管理客户端,定值远方操作系统可以抽象为定值管理客户端通过网络与继电保护装置通信。前两种方案存在通信规约转换,第三种方案无通信规约转换,客户端无法直接存取装置定值信息。

继电保护装置定值远方操作目前的做法可以抽象为如图1所示。

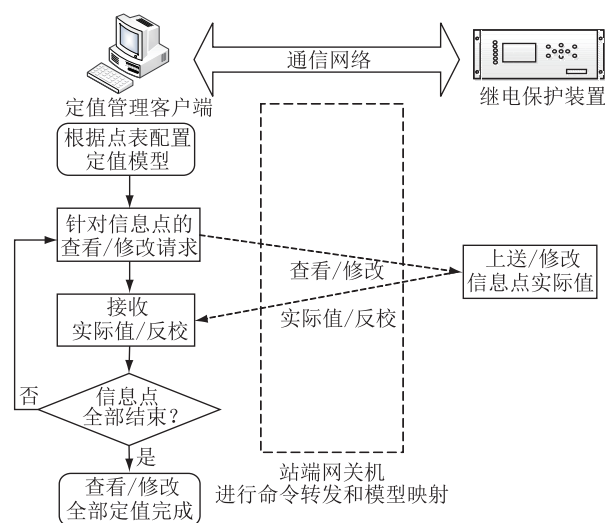


图1 继电保护定值远方查看/修改典型方案流程

Fig.1 Flow of typical schemes of setting remote operation

首先在继电保护装置侧进行定值建模,以点表

的形式提供给定值管理客户端,然后在定值管理客户端侧通过关联模型的方式将定值模型映射到定值管理客户端。定值管理客户端以所有定值信息点为操作对象,通过召唤或修改实际值服务完成查看和修改操作。

当继电保护装置与定值管理客户端之间存在多级通信转换环节时,定值模型从继电保护装置映射到定值管理客户端需经过多层映射处理。以通过继电保护及故障信息管理系统实现,站内通信规约使用 IEC 61850 规约为例:首先继电保护装置建立 IEC 61850 模型,然后在故障信息子站处由 IEC 61850 模型映射为 IEC 60870-5-103 模型(以下简称 IEC 103 模型),最后在故障信息主站处由 IEC 103 模型映射为 IEC 61970 模型^[16-18]。

定值模型的多层映射带来了各通信环节映射工作的繁琐和模型的兼容问题,导致定值远方操作系统的复杂度增加,可靠性降低。

2 基于文件方式的定值远程操作方法

由于基于规约建模的远方操作方法不可避免的存在上述问题,本文提出一种基于文件方式的继电保护装置定值远方操作方法。

继电保护装置定值以文件方式在系统中流转,定值管理客户端通过文件方式获取继电保护装置的定值模型,查看及修改继电保护装置定值的操作均以文件为操作对象。通过召唤原始定值文件读取继电保护装置定值,通过下发更新定值文件修改继电保护装置定值。其中,召唤和下发传输环节采用加密传输和防错校验。

由于主站与继电保护装置之间需要通过站端网关机(远动机或者保护信息子站,具体设备与通信构架相关)进行转发通信,文件传输需要站端网关机进行转发。各通信环节不具备文件传输服务的需要扩展相应的规约服务。

查看继电保护装置定值包括如下步骤:

(1) 定值管理客户端响应查看定值请求,下发原始定值文件召唤命令。主站下发文件召唤命令到站端网关机,站端网关机转发给继电保护装置。

(2) 继电保护装置响应原始定值文件召唤命令形成原始定值文件,通过启用加密的文件传输命令将原始定值文件上送给站端网关机,站端网关机通过启用加密的文件传输命令将接收到的定值文件转发给定值管理客户端。

(3) 继电保护装置将校验码上送站端网关机,站端网关机转发给定值管理客户端。

(4) 定值管理客户端完成接收原始定值文件和校验码后,按照校验规则校验接收到的原始定值文件。验证原始定值文件无误后,通过界面对用户展示原始定值文件,完成查看定值操作。

修改继电保护装置定值包括如下步骤:

(1) 定值管理客户端以原始定值文件作为定值模板,修改实际值形成更新定值文件,通过启用加密的文件传输命令将更新定值文件下发给站端网关机,站端网关机通过启用加密的文件传输命令将接收到的定值文件转发给继电保护装置。

(2) 定值管理客户端将校验码下发给站端网关机,站端网关机转发给继电保护装置。

(3) 继电保护装置完成接收更新定值文件和校验码后,按照校验规则校验接收到的更新定值文件。继电保护装置验证更新定值文件无误后,等待定值生效命令。

(4) 定值管理客户端下发定值文件生效命令给站端网关机,站端网关机转发给继电保护装置。

(5) 继电保护装置响应定值文件生效命令,执行更新定值文件。定值更新成功后上送定值更新成功应答帧给站端网关机,站端网关机转发给定值管理客户端。

(6) 定值管理客户端接收定值更新成功应答帧,显示修改定值成功,完成修改定值操作。

基于文件方式的继电保护定值查看和修改的流程分别如图 2、图 3 所示,与现有方案相比,主要有以下方面的差异。

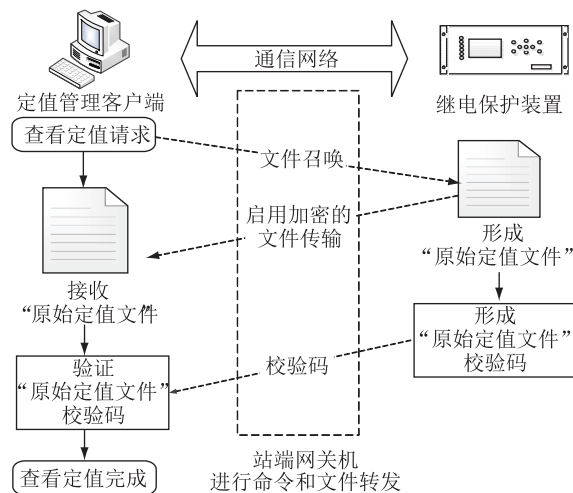


图 2 继电保护定值远方查看基于文件方式流程

Fig.2 Flow of approach of setting remote browse based on operating files

(1) 采用基于文件方式的定值操作方法,定值模型与通信规约无关,仅与定值文件内容的组织方式有关。监控后台、保信主站等不同的自动化系统

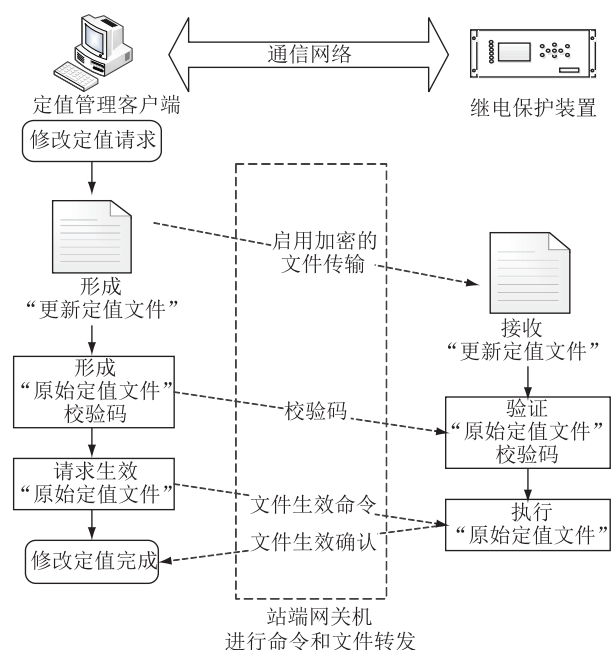


图3 继电保护定值远方修改基于文件方式流程

Fig.3 Flow of approach of setting remote modification based on operating files

客户端无需通过 ICD (IED capability description, ICD) 或者组号条目号的点表方式获取信息模型, 直接通过召唤原始定值文件即可获取定值模型。各通信环节无需模型映射工作, 只需要在各通信环节支持文件传输服务即可。同时, 由于各自动化系统从装置侧获取的原始定值文件模型信息完全一致, 也保证了不同系统中定值模型的一致性。因此, 采用基于文件方式的定值操作方法简化了定值模型在各通信环节的映射工作, 降低了系统的复杂度, 提高了系统的可靠性。

(2) 读取和修改继电保护装置定值操作采用文件传输方式, 而不是对定值信息点通过命令方式逐个操作, 提高了远方操作的效率。其中, 读取定值环节, 装置上送的原始定值文件应包含所有的定值信息。修改定值环节, 可以考虑更新定值文件只包含修改的定值条目, 减少传输内容。

(3) 文件传输采用防错校验, 提高了远方操作的可靠性。

总结以上差异如表 1 所示。

3 定值文件模型

原始定值文件由继电保护装置形成并存储在装置内部, 更新定值文件在原始定值文件的基础上修改形成。原始定值文件和更新定值文件含有继电保护装置的定值模型信息, 继电保护装置侧和定值管理客户端侧对定值文件的解析规则一致。

表 1 基于文件方式与目前方案的对比

Tab. 1 Comparison between new approach and typical schemes

方案	模型处理	操作效率	可靠性
基于文件方式	文件自身包含模型信息, 不需要额外映射工作	文件传输一次写入	采用防错校验
继电保护及故障信息管理系统实现	根据通信分层构架, 逐级建模	逐点操作	没有防错校验
EMS 系统实现	根据通信分层构架, 逐级建模	逐点操作	没有防错校验
远程虚拟链路管理装置实现	站内根据通信分层构架, 逐级建模; 站间不需要建模, 但主站无法获取模型信息	逐点操作	没有防错校验

定值文件应包含必要的模型信息, 包括“装置信息”和“定值组”信息元素。“定值组”信息元素包含“定值条目”信息子元素。

“装置信息”信息元素包括“装置型号名称”、“装置版本”、“定值区号”和“更新时间”属性项。“装置型号名称”和“装置版本”作为装置描述信息, 在定值管理客户端管理界面展示。“定值区号”显示定值文件的内容是装置哪个区的定值内容。“更新时间”显示定值文件形成的具体时间信息。

“定值组”信息元素包括“定值组描述”和“是否允许修改”属性项, 以及定值条目的子元素。“定值组描述”作为定值分组的信息, 在定值管理客户端管理界面展示。“是否允许修改”属性标明了该组定值是否允许被修改。

“定值条目”信息子元素包括“定值条目名称”、“关联关键字”、“数据类型”、“定值范围”、“单位”和“实际值”属性项。“定值条目名称”、“数据类型”、“定值范围”和“单位”作为定值条目的基本信息, 在定值管理客户端管理界面展示。同时“定值范围”又作为约束信息, 在定值管理客户端修改更新定值文件时防止输入超范围的整定值。“实际值”在原始定值文件中表明装置当前定值实际值, 在更新定值文件中表明整定定值目标值。“关联关键字”属性属于装置私有信息, 用于定值条目和装置内部存储信息关联。

在定值管理客户端对原始定值文件修改形成更新定值文件时, 仅“定值条目”的“实际值”可修改, 其他属性不可修改。

以可扩展标记语言 (extensible markup language, XML) 格式的定值文件为例, 对定值文件的必要信息元素进行说明。但需要强调的是定值文件格式不仅限于 XML 文件, 只要继电保护装置侧和定值管

理客户端侧协商一致即可。XML 格式的定值文件 Schema 结构如图 4 所示。

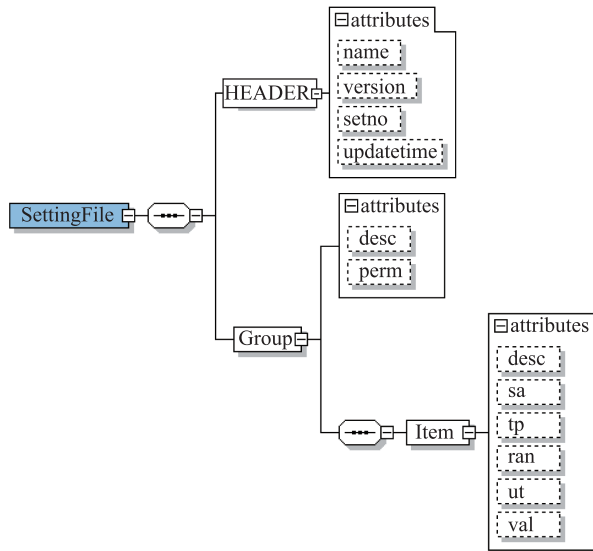


图 4 XML 格式定值文件 Schema 结构示例

Fig.4 Schema structure example of setting file in XML format

Schema 结构图中信息元素关键字对应的元素名称及含义如表 2 所示。

表 2 定值文件信息元素含义

Tab. 2 Implications of information element in setting file

关键字	类别	名称
SettingFile	根元素	定值文件模型
Header	信息元素	装置信息
name	信息属性	装置型号名称
version	信息属性	装置版本
setno	信息属性	定值区号
updateTime	信息属性	更新时间
Group	信息元素	定值组
desc	信息属性	定值组描述
perm	信息属性	是否允许修改
Item	信息子元素	定值条目
desc	信息属性	定值条目名称
sa	信息属性	关联关键字
tp	信息属性	数据类型
ran	信息属性	定值范围
ut	信息属性	单位
val	信息属性	实际值

4 基于文件方式操作方法的可行性分析

基于文件方式的继电保护装置定值远方操作方法的实施应尽量结合目前已有典型方案与系统构架统筹考虑。方案具体应用的约束条件如下,部分相关条件现场基本已具备,部分相关条件不满足的则需要进行改造和约定:

(1) 各通信环节的规约要扩展支持文件的双向传输。目前,保护信息子站与主站之间的传输规约均是以 IEC 60870-5-103 协议为基础扩展而来(以下简称保信主子站规约),在扩展时均有文件上召和下装的服务预留,不需要再扩展。运动装置与主站之间的 IEC 104 传输规约已具备文件上召和下装服务。变电站内遵循 IEC 60870-5-103 的通信规约(包括采用 IEC 60870-5-103 应用层模型的基于以太网链路各类网络 103 规约,以下简称 103 规约),不具备文件上召和下装服务,需要扩展通信服务。IEC 61850 通信规约已具备文件上召和下装服务。详细情况如表 3。

(2) 装置支持生成原始定值文件和执行更新定值文件。

(3) 文件生效命令的约定。

(4) 文件传输环节加密传输、防错校验的约定。

(5) 定值文件信息元素、格式和解析规则的约定。

表 3 规约改造需求

Tab. 3 Demand for transformation of protocol

序号	通信规约	规约改造需求	已有命令码或服务名称
0	保信主子站规约	无需扩展	文件上召: ASDU103/ASDU104 文件下装: ASDU105/ASDU106
1	IEC 104	无需扩展	双向传输: ASDU120~ASDU127
2	103 规约	需要扩展文件上召和下装服务	待扩展
4	IEC 61850	无需扩展	文件上召: GetFile 文件下装: SetFile

如表 3 所示,系统所涉及通信环节目前仅站内 103 规约需要扩展文件上召和下装服务,为改造提供了实现的可能。需要特别指出的是,在通信规约具备文件双向传输服务的情况下,站端网关机仍然需要考虑文件转发等细节问题,需要做适应性改动。

评估继电保护装置是否具备文件相关处理能力,需要考虑硬件本身的处理能力,以及是否有文件系统支撑。国内目前新建变电站继电保护装置均采用高性能管理插件,基于 linux 或者 vxworks 等操作系统,具备形成和解析定值文件的能力,为方案实施提供了必要的软硬件基础。已经运行的存量继电保护装置,大部分具备软硬件条件,可以通过升级程序支持该功能。少数没有文件系统支撑的老装置,采用以新装置逐步替换老装置的方式实现该功能。

文件生效命令应考虑和规约解耦,采用各通信

规约兼容的方式实现。具体实现方法可以考虑采用装置虚拟遥控点,当远方客户端在完成更新定值文件传输后,对该遥控点进行遥控执行,以遥控应答报文作为生效命令的应答帧。

文件传输环节加密传输、防错校验可以考虑采用已有的 SM2(椭圆曲线公钥密码算法)、CRC-32-IEEE 802.3(32 位循环冗余校验算法,采用 IEEE 802.3 定义的生成多项式)等成熟方案,无需额外开发。

定值文件信息元素、格式和解析规则的约定。首先,信息元素的约定应符合应用需求,包含必要的信息元素。其次,格式和解析规则要考虑通用性和效率,可以考虑使用 XML 格式或者 E 格式等目前电力系统中信息文件交互过程中经常使用的格式。

5 结论

在分析了基于规约建模的远方操作典型方案基础上,针对传统方案的缺点,提出了基于文件方式的继电保护装置定值远方操作方法。该方法直接通过召唤原始定值文件获取定值模型,简化了定值模型在各通信环节的映射工作。读取和修改继电保护装置定值操作采用文件传输方式,而不是对定值信息点通过命令方式逐个操作,提高了远方操作的效率。文件传输采用防错校验,提高了远方操作的可靠性。

采用基于文件方式的远方操作方法,降低了远方定值操作系统的复杂度,提高了系统的可靠性,可以实现安全、高效的定值远方操作效果。同时对该方法实现的细节进行了简单的描述和构想,初步证明在目前已有技术条件下该方法的可行性。

参考文献:

- [1] 林传伟,卓枕警,周 健,等.福建电网远方不停电修改及核查定值系统的设计[J].电力系统保护与控制,2010,38(5):107-110.
LIN Chuanwei, ZHUO Zhenjing, ZHOU Jian, et al. The design of remote modification and verification system of the setting value without blackout in Fujian power grid[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(5): 107-110.
- [2] 李德文,刘 进,刘 伟,等.继电保护装置远方修改定值模式研究[J].江苏电机工程,2014,33(2):34-36.
LI Dewen, LIU Jin, LIU Wei, et al. Research on the modes of setting group remote modification in relay protection[J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2014, 33(2): 34-36.
- [3] 黄浩声,许小兵,卜强生.基于 IEC 61850 标准的定值模型应用与测试[J].江苏电机工程,2011,30(1):44-47.
HUANG Haosheng, XU Xiaobing, BU Qiangsheng. Application and testing of the setting model based on IEC 61850 [J].

- Jiangsu Electrical Engineering, 2011, 30(1): 44-47.
- [4] 李 芳.不停电修改保护定值的研究[D].北京:华北电力大学,2013.
LI Fang. Uninterrupted power to modify the protection setting research [D]. Beijing: North China Electric Power University, 2013.
- [5] 宋海涛.微机保护定值管理及远方不停电整定技术和系统的研究[D].济南:山东大学,2009.
SONG Haitao. Research on uninterrupted power to modify the protection setting system [D]. Jinan: Shandong University, 2009.
- [6] 丛培杰.电力系统继电保护远方在线操作的研究[D].广州:华南理工,2012.
CONG Peijie. The study of power system protection distant online operation [D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2012.
- [7] 杨丰收,张 凌,黄滇生,等.继电保护远程定值在线修改研究[J].云南电力技术,2010,38(1):84-86.
YANG Fengshou, ZHANG Ling, HUANG Diansheng, et al. Modifying fixed value on-line of relay protective [J]. Yunnan Electric Power, 2010, 38(1): 84-86.
- [8] 陆圣芝,薛钟兵.基于 EMS 一体化的保护定值远方操作研究与应用[J].电力系统保护与控制 2014, 42(20): 150-154.
LU Shengzhi, XUE Zhongbing. Research and application on relay protection setting value remote operation based on EMS integration [J]. Power System Protection and Control, 2014, 42(20): 150-154.
- [9] 丛培杰,游 晔,周 宇.电力系统继电保护装置远方在线操作的实现方法[J].大众科技,2012,14(5):108-110.
CONG Peijie, YOU Ye, ZHOU Yu. Power system protection devices realization of remote online operation [J]. Popular Science & Technology, 2012, 14(5): 108-110.
- [10] 李 枫,祁 忠,曹 斌,等.江苏省 220 kV 保护装置定值自动校核系统的研究[J].江苏电机工程,2015,34(5):37-39.
LI Feng, QI Zhong, CAO Bin, et al. Jiangsu 220 kV relay settings automatic checking system [J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2015, 34(5): 37-39.
- [11] 张 盛,徐 宁,余 璟.江苏地调一体化保护定值单管理系统的设计及实现[J].江苏电机工程,2009,28(6):22-23.
ZHANG Sheng, XU Ning, YU Jing, et al. The design and realization of protection setting management system for Jiangsu dispatching integration [J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2009, 28(6): 22-23.
- [12] 谷海彤,潘 炜.调度集控一体化系统在广州电网中的应用[J].电力自动化设备,2009,29(7):109-112.
GU Haitong, PAN Wei. Application of integrated EMS in Guangzhou grid [J]. Electric Power Automation Equipment, 2009, 29(7): 109-112.
- [13] 曹 重.南方电网开展综合能源服务的实践及成效[J].电

- 力需求侧管理,2016,18(3):1-4.
CAO Zhong. The practice and results of the Southern Power Grid to carry out[J]. Power Demand Side Management,2016, 18(3):1-4.
- [14] 华煌圣,刘育权,王莉,等.远方修改继电保护定值的控制模型及其应用[J].电力系统自动化,2012,36(16):1-6.
HUA Huangsheng, LIU Yuquan, WANG Li, et al. Control model for remote modification of relay protection setting group and its application [J]. Automation of Electric Power Systems, 2012, 36(16):1-6.
- [15] 林青,王文龙.继电保护定值远程安全整定方案研究[J].电力系统保护与控制,2014,42(16):139-143.
LIN Qing, WANG Wenlong. Research on remote safety modification scheme of relay protection setting [J]. Power System Protection and Control, 2014, 42(16):139-143.
- [16] IEC 61850-7-2 Communication networks and system in substations; part 7-2 basic communication structure for substations and feeder equipment-abstract communication services interfaces (ACSI) [S].
- [17] IEC 60870-5-103 Telecontrol equipment and system: part 5-103 transmission protocols-companion standard for the informative interface of protection equipment[S]. 1997.
- [18] IEC 60970-301 Energy management system application program interface (EMS-API)-part 301: common information model (CIM) base [S].

作者简介:



侯先栋

侯先栋(1984—),男,工程师,从事电力系统自动化研究工作(E-mail:houxd@nrec.com);

王邦惠(1965—),男,高级工程师,从事电力系统继电保护及自动化研究工作;

刘伟(1977—),男,高级工程师,从事电力系统自动化研究工作;

周进(1987—),男,工程师,从事电力系统自动化研究工作。

Approach of Relay Protection Setting Remote Operation Based on Operating Files

HOU Xiandong¹, WANG Banghui², LIU Wei¹, ZHOU Jin¹

(1. NR Electric Co., Ltd., Nanjing 211102, China; 2. State Grid Yantai Power Supply Company, Yantai 264000, China)

Abstract: The schemes of setting remote operation are investigated in this paper. Based on the analysis of typical schemes, new approach based on operating files is proposed. The setting management client obtains the protection setting model by setting file, uploads setting file to view protection setting, and downloads setting file to modify protection setting. Implementation details of this approach are described and conceived. The feasibility of this approach is proved under certain technical conditions.

Key words: power system automation; relay protection; fault information system; EMS system; protection setting; remote operation; setting file

(编辑 陈娜)