

变电站远动数据模型升级功能的设计与实现

周奕帆, 颜友军, 祁忠, 彭闯

(南京南瑞继保电气有限公司, 江苏 南京 211102)

摘要:随着智能化变电站新技术的推广应用,存在大量传统变电站向智能化变电站过渡和改造的场景。针对手工编辑维护远动装置模型工作量大、容易出错等缺点,分析了远动装置的信息结构和对象模型的特征,在此基础上提出了远动组态升级转换方案。结合具体的应用实例,介绍了工具软件程序设计和开发的过程,提出了构成该工具的各个模块,并对其功能进行了详细的阐述。与传统方式相比,该方案能显著降低变电站现场远动改造的难度,提升工程实施效率。

关键词:对象模型;配置工具;远动装置;升级转换

中图分类号: TP76

文献标志码: A

文章编号: 2096-3203(2018)01-0103-08

0 引言

随着数字化、智能化变电站技术的研究和推广以及变电站监控系统的发展,站控层信息融合、综合利用、应用贯通的要求逐步提高,变电站需要具备数据的统一采集、处理、储存、传输、信息校核以及图模源端维护的能力^[1-10]。

远动机作为变电站和主站之间的信息接口,在子站全景数据采集、功能整合、应用贯通、消除信息孤岛等方面的重要性不言而喻。而国内部分地区变电站监控系统^[11-12]建设投运时间早,运行年限长,远动机的性能无法满足现有智能变电站的双平面运行、安全防护等新要求。

为了解决这个矛盾,应对原有的站控层通信设备进行全面的技术升级改造,以适应当前电网的运行要求,消除系统安全运行隐患。今后较长的一段时间将处于传统的变电站向智能化变电站过渡改造的时期^[13]。仅2015—2016年,北京、浙江和福建地区就完成了大量变电站综自系统的改造^[14-15]。改造前后远动数据建模方式差异很大,无法直接复用原先的组态。

在这种状态下,如果人工重做数据组态,不仅工作量大,拉长实施工期,而且数据完整性和正确性难以保证,会造成潜在的电网运行隐患。为了解决这个矛盾,亟需研究和开发模型升级转换功能。本文针对远动数据模型的特点,提出了通用性的解决方案。该方案在运维人员较少干预的情况下,可以实现对远动数据模型的升级和转换。

1 方案概述

为实现远动数据模型升级/转换的功能,首先

要对原有数据模型的版本进行校验和核对。对于可识别的版本,启动数据升级功能。反之,则提示错误后退出,基本流程如图1所示。升级转换有全自动和半自动两种模式。

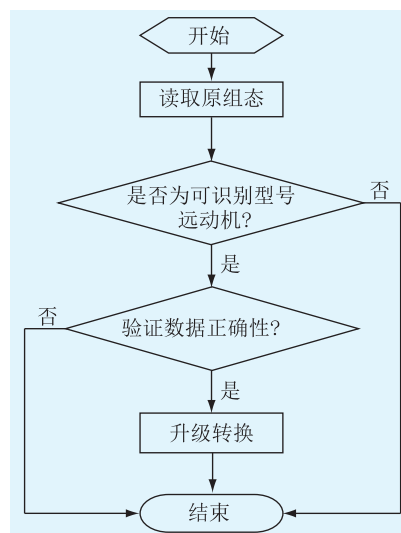


图1 基本流程

Fig.1 Flow chart of upgrade conversion

全自动模式:新旧型号远动机的组态配置信息升级转换由程序自动完成,整个过程不须人工干预。实施过程可通过新旧远动机间的在线交换服务,也可依赖远动机的离线配置工具完成。模式转换的成功实施必须并至少满足以下一个前提条件:

(1) 新远动机可以直接使用旧远动机的组态配置。

(2) 旧远动机的组态包含新远动机所需的全部配置信息并且无损转换。

半自动模式:组态配置信息升级转换的过程,需要一定程度的干预和再加工,整个转换过程通常由远动机的组态工具来实现。该模式虽然依赖人

工干预,但是灵活性和弹性大,可适应性强,具有更强的适配性。

结合当前的实际情况,变电站远动通信技术的发展经历了总控、站控层组网、IEC 61850 智能化等不同阶段^[13-15]。总控阶段(如图 2 所示)的主要特征是:远动机与二次设备以各种现场总线技术实现信息互通,通信规约多为私有协议。远动机既为调度数据网转发数据,也为变电站监控后台提供数据。站控层组网阶段(如图 3 所示):通信方式早期以串口 RS485 现场总线为主,后期则采用以太网络为主要形式,通信规约一般为 IEC 103 规约及其各种扩展形式。这一时期,远动机和监控后台的数据采集功能开始独立,远动机只为调度数据网转发数据。

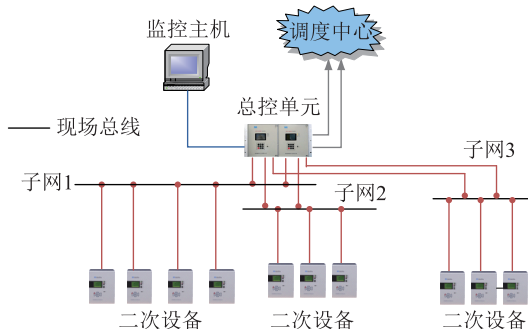


图 2 总控型远动机网络结构
Fig.2 Network topology for master-gateway

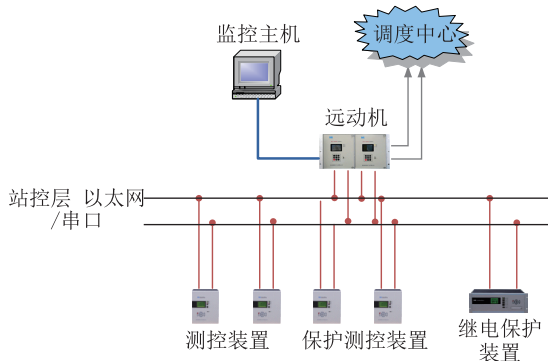


图 3 站控层组网远动机网络结构
Fig.3 Network topology for substation layer-gateway

在当前的智能化变电站阶段(如图 4 所示):基于 IEC 61850 框架的通信方式成为业内共识,远动机与站内的智能设备(intelligent electronic device, IED)的通信方式为多媒体消息业务(manufacturing messaging service, MMS)。除了完成传统的数据转发外,远动机还需要为高级应用提供数据支撑和信道支持。

由于远动机站内通信架构持续演化,导致远动机程序架构和外部硬件结构(板卡插件、通信口数

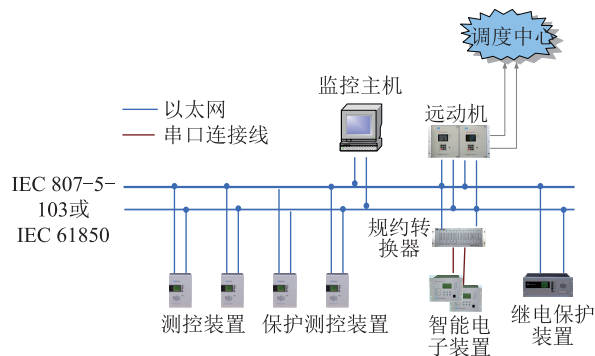


图 4 智能站远动网络结构

Fig.4 Network topology for MMS-gateway

目不同)不断变化,难以满足全自动模式的前提条件。而半自动模式由于其灵活性,适用场景更加广泛。

本文以半自动模式为基础,对远动模型的自动升级功能进行设计。

2 系统设计

2.1 组态模型分析

从远动装置的角色入手进行分析,远动机可以看做变电站和调度系统之间的一个网关装置,采集变电站二次信息并向调度数据网进行转发。从数据角度分析,远动数据分为站控层接入模型、站内二次信息模型、逻辑合成计算模型和转发模型,如图 5 所示。

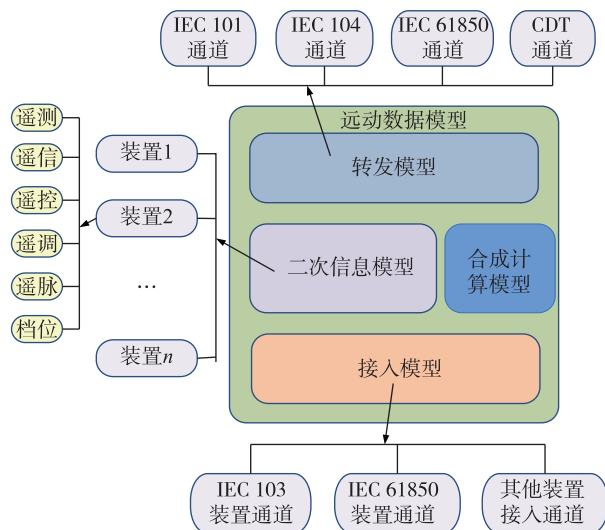


图 5 远动组态数据模型

Fig.5 Data object model of gateway

二次信息模型:包含接入装置和六遥测点信息。合成计算模型:包含算数、逻辑运算等合成信号的信息。

站内接入模型:包含远动机站内数据接入通道的信息,例如 IEC 103 通道、IEC 61850 通道、Modbus

通道。

转发模型:包含远动向调度数据网转发的通道信息,例如 IEC 101 通道、IEC 104 通道、循环远动规约(central daylight time, CDT)通道。

不论远动机厂家和具体型号的差别,数据模型必然符合上述特征^[17-18]。

2.2 组态升级/转换方案

根据组态模型的基本特征,新旧远动机组态按照二次信息、合成计算、接入、转发和规约参数的顺序进行转换。

二次信息模型转换:远动组态二次信息包括接入二次设备的六遥信息和远动本体的六遥信息。接入设备信息在远动装置更新换代后并不会发生变化。IEC 103 规约以组号/条目号标识信息点,而 IEC 61850 以 reference 来标识信息点,可以直接进行模型转换,保存成新远动组态的存储格式(文件或数据库)。远动本体的六遥信息(各通道状态、插件状态等信息),前后两个版本不大可能完全相同。需要根据映射文件来完成转换,无法转换的六遥测点记入异常记录。

合成计算模型转换:对于每一个表达式,首先进行运算符类型的分析。如果原模型包含新远动装置无法支持的运算符类型,该表达式无法转换,并计入异常记录。反之,则对参与运算的六遥测点进行分析,如果全部的六遥测点都在新模型中检索成功,则转换成功。如果出现某些测点在新模型中不存在,则先用空点替代,并计入不完全转换记录。

接入模型转换:首先分析新旧远动模型中插件、端口的数目和分布关系。如果可以兼容,则由程序自动匹配,不能兼容,则提示人工匹配。例如旧远动机插件有 N 个串口,新远动机插件有 M 个串口,如果 $N > M$,则旧远动机的某些串口通道在新远动机上可能需要配置到其他插件的不同端口上。端口配置完毕后,对端口的规约参数需要进行转换(规约参数的转换在后续段落描述)。

转发模型转换:将旧组态转发表的所有六遥信息(包括接入的二次设备信息、远动装置本体信息、合成计算)提取出来,根据标识在转换后二次信息、合成计算模型中检索。如果检索成功,则用检索到的信息替换;如果检索不到,则用占位点替换,以保持调度点号顺序不变,并计入异常记录。

规约参数转换:需要新旧远动机提供各主要规约参数的升级文件。升级文件描述了前后规约参数的映射关系。对于都存在和兼容的规约参数,转换后仍采用旧组态的配置值;新增的规约参数采用

默认值;删除的规约参数直接移除,并计入告警记录。

2.3 程序架构设计

根据上文的方案,本节以南瑞继保电气有限公司的远动机升级为例,进行程序设计(如图 6 所示)。

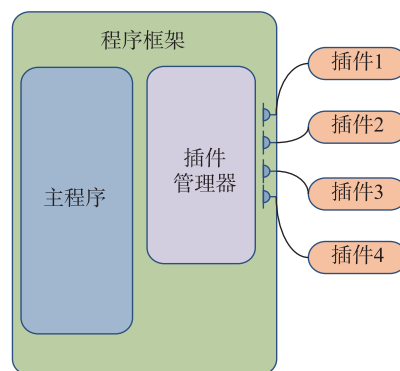


图 6 程序架构

Fig.6 Program architecture diagram

程序架构采用开放式插件的平台,由主程序、插件管理器和插件三部分构成。

其中主程序作为插件系统的宿主程序,是软件应用进程载体。

插件管理器是插件平台的核心部分,负责各功能插件的装载及卸载,管理插件及其状态,定义对象池,用于在各插件间传递对象,并定义接口,所有纳入系统扩展层管理的功能插件必须从该接口派生。它能够快速地使用提供的插件,通过组合这些插件并定义其交互,以积木的方式构件系统功能。

插件是实现模型升级功能的动态库。由于工程现场远动装置型号种类繁多,因此模型升级必然牵涉到多个不同的升级组合方式,每一种升级组合可以定义成一个具体的插件。

2.4 插件接口设计

插件系统提供了插件接口类 ConvertPlugin,如图 7 所示。此类是插件开发的重要类,任何插件必须继承该类。

ConvertPlugin 是一个抽象类,它并没有提供方法的实现,每个插件在继承此类时,必须实现基类的虚函数。插件接口类的函数说明如下:

OpenPrj 函数负责打开原组态,并将打开的结果和数据通知插件管理器。

ReadDevInfo 函数负责读取原组态的二次装置信息,包括远动装置站内接入的保护装置、测控装置、保测一体装置等信息以及远动装置的本体信息。

ReadPointSets 函数负责读取原组态二次装置下对应的测点信息,包括装置下所有的六遥测点信息。

ReadLogicInfos 函数负责读取原组态合成计算信息。

ReadPassage 函数负责读取原组态通道信息,包括对调度转发通道或对站内接入通道信息。

ReadForeTables 函数负责读取原组态调度通道下转发测点信息。

ConvertDevInfo 函数负责转换二次装置信息。

ConvertPointSets 函数负责转换六遥测点信息。

ConvertLogicInfos 函数负责转换合成计算信息,包括新旧组态合成计算表达式格式,存储格式的转换。

ConvertPassage 函数负责新旧组态通道参数的转换,比如 104 通道参数。

ConvertForeTables 函数负责新旧组态转发表数据的转换。

ConvertProtocolPara 函数负责规约参数转换。

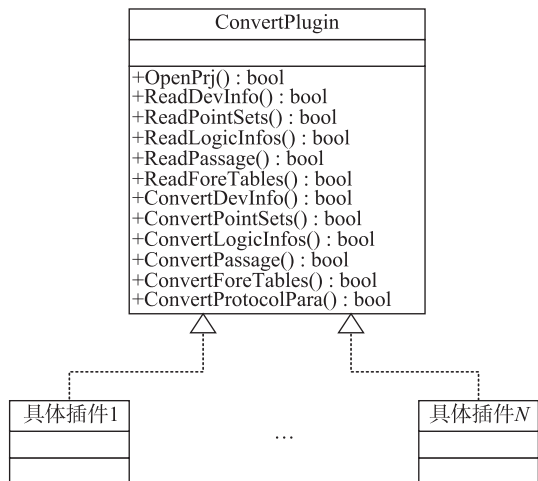


图 7 插件接口设计
Fig.7 Plug-in interface

3 应用实例

按照上文原则设计的远动模型升级工具,首先在浙江省杭州地区 110 kV 昭庆变得到了实际应用,如图 8 和图 9 所示。图 8 是转换配置界面,图 9 是转换结果界面。

通过远动机组态工具的转换功能,先打开旧有远动机的工程组态,再手动配置新旧组态的通信端口对应关系等,最后完成组态转换。整个过程耗时不足 1 h,大大提高了工程实施效率。

根据浙江、福建等地前后 23 个变电站的反馈数据,远动系统改造的平均时间由预期的 7~10 个工作日,缩短为 3 个工作日;远动机新旧模型的转换率达到 96.3%,正确率达到 92.7%,改造后的变电站运行情况良好。

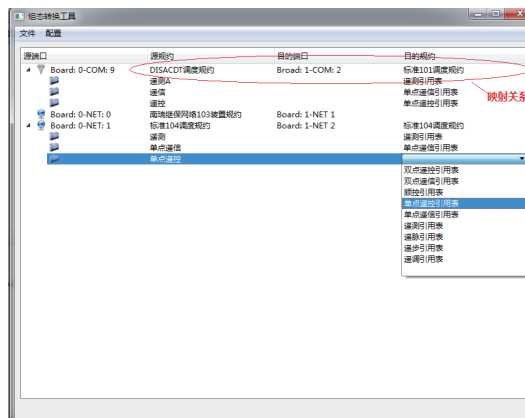


图 8 转换配置界面
Fig.8 Configuration UI

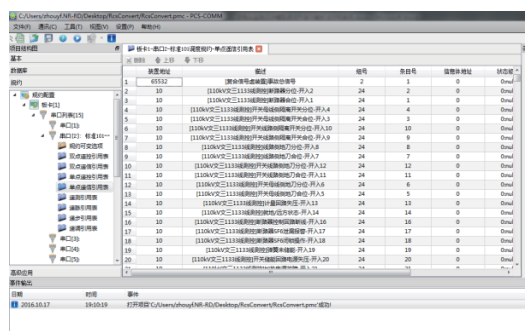


图 9 转换结果界面
Fig.9 Conversion UI

4 结语

本文描述了一种基于远动组态工具的、半自动的变电站远动模型升级方案,设计了一种面向对象的通用远动模型升级转换框架。该方案在常规、智能变电站远动装置升级改造的过程中,能够充分的利用变电站已有的资源(配置产物),减轻远动自动化信息录入、转发、核对的工作量。并且在技术上保证了远动信息转换后的完整性和准确性,降低了人为重做组态导致的风险,使整个改造过程更加合理和高效,值得进一步推广。

参考文献:

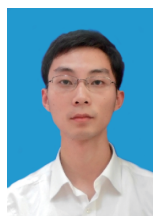
[1] 黄 伟,陆玉军. 传统变电站向数字化变电站过渡研究[J]. 江苏电机工程,2007, 26 (s1):23-25.
HUANG Wei, LU Yujun. The transition from traditional substation to digital substation[J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2007, 26 (s1):23-25.

[2] 胡绍谦,胡 荣,张喜铭,等. 智能远动机的研制[J]. 电力系统自动化,2014,38 (9):119-124.
HU Shaoqian, HU Rong, ZHANG Ximing, et al. Development of smart gateway for substation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2014, 38 (9):119-124.

[3] 王文龙,胡 荣,张喜铭,等. 二次一体化框架下变电站站控

- 层体系架构探[J]. 电力系统自动化, 2013, 37(14): 113-116.
- WANG Wenlong, HU Rong, ZHANG Ximing, et al. Substation control layer architecture for secondary integration framework [J]. Automation of Electric Power Systems, 2013, 37(14): 113-116.
- [4] 祁忠, 笃峻, 王开宇. 智能变电站数据源端维护技术方案探讨[J]. 江苏电机工程, 2011, 30(3): 48-50.
- QI Zhong, DU Jun, WANG Kaiyu. Discussion on technical scheme of data terminal maintenance of smart substation [J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2011, 30(3): 48-50.
- [5] 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.
- [6] 苏永春, 汪晓明. 智能变电站全景数据采集方案[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 39(2): 75-79.
- SU Yongchun, WANG Xiaoming. Panorama data acquisition scheme for intelligent substation [J]. Power System Protection and Control, 2010, 39(2): 75-79.
- [7] 王文龙, 李友军, 胡绍谦. 基于 IEC 61850 的变电站自动化系统发展趋势[C]//2009 年中国电机工程学会年会. 中国, 天津: 2009.
- WANG Wenlong, LI Youjun, HU Shaoqian. The development trend of substation automation system based on IEC 61850 [C] // 2009 Annual Meeting of China Society of Electrical Engineering. China, Tianjin: 2009.
- [8] 周邺飞, 徐石明. 智能变电站数据中心初探[J]. 电力系统自动化, 2011, 35(18): 57-61.
- ZHOU Yefei, XU Shiming. A preliminary investigation on data center in smart substation [J]. Automation of Electric Power Systems, 2011, 35(18): 57-61.
- [9] 贾德顺, 张勇, 邹国惠, 等. 基于 IEC 61850 标准的远动保信一体化平台开发与实践[J]. 电力系统保护与控制, 2014, 42(18): 116-121.
- JIA Deshun, ZHANG Yong, ZOU Guohui, et al. Development and practice of telecontrol & relay integration based on IEC 61850 [J]. Power System Protection and Control, 2014, 42(18): 116-121.
- [10] 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.
- LU Chengyu, RUAN Lixiang, DU Qiwei, et al. A new method of quickly verifying the remote information of smart substation [J]. Power System Protection and Control, 2015, 43(11): 128-133.
- [11] 马健, 黄炳体. RCS9700 变电站综合自动化系统的现场应用[J]. 技术与市场, 2012, 18(4): 83-87.
- MA Jian, HUANG Bingti. Field application of RCS9700 substation integrated automation system [J]. Technology and Market, 2012, 18(4): 83-87.
- [12] 李林静. RCS9698A 通信控制器在变电站综合自动化通信系统中的应用[J]. 工矿自动化, 2008(4): 125-128.
- LI Linjing. Application of RCS9698A communication controller in integrated automation communication system of substation [J]. Industry and Mine Automation, 2008(4): 125-128.
- [13] 谢大为, 杨晓忠. 调度自动化系统中远动技术网络化的实现[J]. 电网技术, 2004, 28(8): 34-37.
- XIE Dawei, YANG Xiaozhong. Implementation of networking telecontrol technique in dispatching automation system [J]. Power System Technology, 2004, 28(8): 34-37.
- [14] 洪宪平. 走向网络化的远动系统[J]. 电力系统自动化, 2001, 25(6): 1-3.
- HONG Xianping. Telecontrol system tending towards network [J]. Automation of Electric Power Systems, 2001, 25(6): 1-3.
- [15] 乐光熠, 陈岩, 魏宏俊, 等. 福建电能替代潜力及政策建议[J]. 电力需求侧管理, 2017, 19(3): 43-46.
- LE Guangyi, CHEN Yan, WEI Hongjun, et al. Potential and policy suggestions of electric energy substitution in Fujian province [J]. Power Demand Side Management, 2017, 19(3): 43-46.
- [16] 吴罡, 李琳, 李翔. 110 kV 智能变电站设计方案初探[J]. 江苏电机工程, 2011, 30(2): 31-35.
- WU Gang, LI Lin, LI Xiang. Primary exploration on the design of 110 kV smart substation [J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2011, 30(2): 31-35.
- [17] 王德文, 张长明, 李源, 等. 基于 ACSL/MMS 网关的电力远动通信的研究[J]. 华北电力大学学报, 2008, 35(4): 18-22.
- WANG Dewen, ZHANG Changming, LI Yuan, et al. Study on data communication of a power telecontrol system based on ACSL/MMS gateway [J]. Journal of North China Electric Power University, 2008, 35(4): 18-22.
- [18] 朱永利, 王德文, 王艳. 基于 IEC61850 的电力远动通信建模方法[J]. 电力系统自动化, 2009, 33(21): 72-76.
- ZHU Yongli, WANG Dewen, WANG Yan. A telecontrol communication modeling method based on IEC 61850 [J]. Automation of Electric Power Systems, 2009, 33(21): 72-76.

作者简介:



周奕帆

周奕帆(1984—),男,硕士,工程师,从事变电站综合自动化、智能变电站相关研究工作(E-mail:zhouyif@nec.com);

颜友军(1988—),男,硕士,工程师,从事变电站综合自动化、智能变电站相关研究工作(E-mail:yanyoujun@nec.com);

祁忠(1978—),男,硕士,高级工程师,从事变电站综合自动化、保信系统、二次设备运维相关研究工作。

Design and Implementation of Upgrading Function for Substation Telecontrol Data Model

ZHOU Yifan, YAN Youjun, QI Zhong, PENG Chuang
(NR Electric Co., Ltd., Nanjing 211102, China)

Abstract: With the development of intelligent substation technology, the transition from traditional substation to intelligent substation will continue for a long time. Aiming at the shortcomings of manual maintenance of the remote device model as heavy workload and error-prone, the characteristics of the information structure and object model of the telecontrol device are analyzed. A remote configuration upgrade conversion scheme is proposed. Combined with the specific application examples, the program design and development process of the tool software are introduced, the modules that make up the tool are put forward, and their functions are described in detail. Compared with the traditional way, the scheme can significantly reduce the difficulty of substation remote transformation and improve the efficiency of project implementation.

Key words: object model; configuration tool; communication gateway; upgrade conversion

(编辑 陈娜)

(上接第 85 页)

Modeling and Parameter Design of Load Converter Based on Virtual Synchronous Motor

HE Guanghui¹, ZHANG Yangfei¹, CHEN Guangyu¹, YUAN Yubo², ZHANG Chenyu², SHI Mingming²
(1. School of Electric Power Engineering, Nanjing Institute of Technology, Nanjing 211167, China;
2. State Grid Jiangsu Electric Power Co., Ltd. Research Institute, Nanjing 211103, China)

Abstract: With the continuous development of power electronics technology, the load converters are constantly being connected to the power grid. So the power grid is progressively developing into a low inertia and less damping network, and the issues of power grid's security and stability are becoming increasingly prominent. Under the traditional control of converter, the load is difficult to participate effectively in the dynamic regulation of the power grid. Virtual synchronous motor technology can provide inertial support for the system so, it attracts people's attention. This paper introduces the principle of the load virtual synchronous motor, and establishes the small signal model of the load virtual synchronous motor, and it also gives a control parameter design method of the load virtual synchronous motor. This method can balance the stability and dynamic performance of the system. The Matlab / Simulink simulation results show that the correctness of the small signal model and the effectiveness of the design method which proves that it can provide some support for the stability of the power grid.

Key words: virtual synchronous motor; small signal model; parameter design; stability

(编辑 杨卫星)

(上接第 102 页)

Research on Oscillation Characteristics and Out-of-step Separation System Scheme for Yunnan Power Grid After Asynchronous Interconnection

XIAO Youqiang¹, YU Qiuyang², CHEN Yixuan¹, FANG Shengwen²

(1. Yunnan Power Grid Corporation Plan Center, Kunming 650011, China; 2. NR Electric Co., Ltd., Nanjing 211102, China)

Abstract: Yunnan Power Grid and China Southern Power Grid have become an asynchronous network. There is a new change in the out-of-step oscillation characteristics of the grid. In this paper, four kinds of multiple serious faults are studied which are under the typical mode of Yunnan Power Grid. The out-of-step oscillation sections can be divided into two types, one is the parallel section and another is the long chain section. Yunnan Power Grid is currently equipped with distributed out-of-step devices, which is not ideal for the out-of-step determination and separation for these two types of out-of-step sections. A method is presented to design an out-of-step system based on the $U\cos\varphi$ criterion and the voltage phase difference criterion. Three out-of-step systems are designed respectively for northwestern Yunnan, northeastern Yunnan and southwestern Yunnan. The strategies of the out-of-step systems are also developed.

Key words: out-of-step oscillation; oscillation center; out-of-step separation; separation system

(编辑 钱悦)