

智能电网地区继电保护定值整定系统关键技术研究

郝文斌, 洪行旅

(四川成都电业局, 四川 成都 610021)

摘要: 从智能电网发展的角度, 分析了当前地区继电保护定值整定管理的网络拓扑、参数维护及定值与装置管理等相关问题, 提出了智能电网条件下地区级继电保护整定系统总体设计结构。阐述了该智能整定系统的组成, 其中包括整定计算、定值管理及保护重构三部分。同时论述了该系统的网络拓扑、供电方案、自动解环、分界拼接、自动整定、供电组合和继保重构等关键技术。该系统的设计思路能够有效地满足地区级智能电网保护整定系统的管理及技术要求。

关键词: 智能电网; 继电保护; 整定计算; 定值管理; 网络拓扑

Key technology research on local net setting system of protective relaying setting for smart grid

HAO Wen-bin, HONG Xing-lu

(Sichuan Chengdu Electric Power Bureau, Chengdu 610021, China)

Abstract: From the angle of smart grid development, Some current questions about the local net setting system of protective relaying are analyzed, for example net topology, parameters maintenance, setting system and device management. The general designing structure of local net setting system of protective relaying setting based on smart grid is presented. The net setting system is made up of setting compute, setting management and relay protective reconstruction. At the same time, key technology is discussed including net topology, supply power scheme, automatic open-loop, dividing line joint, automatic setting, power supply combination and relay reconstruction. The design ideas of setting system should meet the management and technology demand of local net protective relaying setting system for smart grid effectively.

Key words: smart grid; protective relaying ; setting compute; setting management; net topology

中图分类号: TM77 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2011)02-0080-03

0 引言

随着电力系统的不断发展, 保护整定技术也从手工整定管理发展为微机整定管理, 有效地提高了整定效率及准确性; 网络技术的发展使保护定值实现了集中式管理。可以说, 保护定值整定管理技术^[1-5]得到了飞跃性的发展。但是与未来智能电网的保护整定还有相当的差距。目前的网络整定管理技术存在以下不足之处, 一方面, 网络拓扑及数据维护困难, 网络的拓扑结构及系统参数是由保护整定人员自行维护的, 在电力系统迅速发展的今天, 地区级电网的网络变化也十分频繁, 增加了巨大的电网参数的维护工作。由于地县一体网络是地调和各县调共同分区维护, 网络参数维护的正确性, 决定了最终保护定值计算的结果, 一次网络的维护不到位都可能影响到整个区域网络定值的正确性。另一方面, 目前定值的计算及管理系统与定值的置入

相分离。具体为先有计算系统计算出定值, 进入定值管理系统审批, 现场人员通过网络下载定值, 将定值手工置入保护装置。此过程增加了人为失误的可能性, 必须靠每年的春安和秋安检查进行补充, 增加了大量的劳动开支, 且灵活性较差。随着电网数字化程度的不断加强, 使定值计算系统、定值管理系统和保护装置定值置入智能关联统一成为可能。为了解决以上问题, 本文提出了智能电网^[6-9]下地县一体化继电保护定值整定管理系统构架。

1 智能电网地区级继保定值整定系统结构

继保定值整定系统结构如图 1 所示。

网络平台包括调度中心和其他调度中心间及变电站设备(包括一次及二次设备等), 通过网络平台实现调度中心之间及现场设备的高效通信, 也同时实现 EMS/WAMS 数据采集。统一网络平台为实现设备的数据采集、检测、监视、控制、闭环计算管

理成为可能。



图 1 继保定值整定系统结构图

Fig.1 Structure figure of protective relay setting system

数据中心提供统一编码的数据资源, 保证统一平台应用系统对数据资源的互访问要求。数据中心的数据包括实时采集数据、非实时采集数据及关系数据等。数据中心提供各种数据引擎, 其中主要为基本数据引擎、智能决策引擎及数据可视化引擎等。

继电保护整定系统是统一平台下的高级应用软件系统之一, 其主要实现对一次系统的拓扑感知、智能整定、定值管理、保护重构、远方定值置入、保护装置在线状态监测及智能告警等, 真正意义上, 实现继电保护的智能整定、状态检测。

2 继保整定管理系统相关技术

2.1 网络拓扑自动获取

网络拓扑是保护整定计算的基础, 拓扑的维护目前是靠办理异动申请的方式, 人为进行网络拓扑修改, 维护工作量大, 与数字电网下的智能保护整定计算系统不相复合。在统一智能电网调度平台基础上, 通过 EMS/WAMS 系统采集的状态量是统一共享的, 因此可以通过 SCADA 拓扑能力获取到继保整定所需的拓扑网络, 构成实时的继保整定计算网络。系统参数由相关设备责任单位进行源端维护且保证其正确性。

2.2 供电方案形成技术

目前国内的地县级电力网络多为以 220 kV 电源点向下辐射的供电模式, 即每个 110 kV 变电站在都是由单一电源供电, 一直延伸到供电网络末端。每年调度部门都会制定年运行方案, 确定每个 220 kV 变电站的供电区域。继电保护整定计算就是依据此供电区域模式展开的, 因此, 在系统内部确定供电方案分界是系统归算阻抗计算正确性的保证, 也是原理级继保整定时间自动分级基础。供电方案的自动搜索技术是实现快速方案形成的关键, 流程如图 2。

2.3 自动解环技术

在供电方案形成过程中, 流程中的一个关键环节就是自动解环。根据实际情况地县级电力线路环网一般为同电压等级变电站之间三角环或矩形环。解环过程为, 首先确定起点及环网拓扑, 遍历环内从起点到各拓扑端点的各条路径, 将环网自动解开, 并向下游继续搜索。在形成供电方案的解环过程中要进行遍历路径搜索, 以确定所有的供电方案路径。

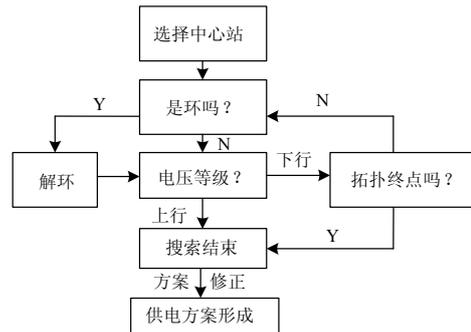


图 2 供电方案形成流程图

Fig.2 Flow chart of power supply scheme

2.4 地县分界拼接技术

地县网络一体化有两个问题需要解决, 第一要求拓扑共用一张网的维护问题; 第二涉及站点较多, 网络节点多, 对系统计算的要求较高, 全网计算速度较慢。为了解决上述问题, 这里提出了分层分区的概念, 以地县两级调度管辖电压等级进行分层, 在地、县及县、县级调度之间进行分区, 分层分区以设备管辖为边界。通过分层分区将整个网络分割成若干个区域, 区域边界之间通过边界网络等值进行, 有效地解决了目前整定计算系统每次整定计算必须进行全网归算的问题, 大大提高了计算的速度。同时分层分区确定了边界, 使得供电方案形成可以按用户权限按层按区进行, 从而形成了供电方案的动态多区域共同维护。

2.5 多区域供电组合

S 表示大电源供电方案, 即上级公司供电方案, A, B, C 为边界厂站, 1、2、3 表示对应子公司, 边界厂站 A 与子公司 1、2、3 临界, 包含的供电方案有 (A1——有源, A2——无源, A3——有源), 边界厂站 B 与 1、2 公司临界, 包含的供电方案有 (B1——有源, B2——无源), 边界厂站 C 与 1、2 公司临界, 包含供电方案有 (C1——无源, C2——有源) 各边界厂站包含的各公司供电方案关系如图 3 所示。

对于上级公司, 考虑的供电方案为 S, A1, A3, B1, C2 (即考虑下级公司有源方案的供电组合影

响)。在组合过程中，为了未简化计算，可不考虑下级供电方案之间的耦合关系。

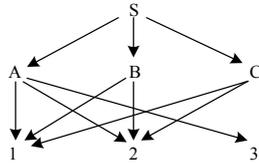


图 3 供电组合实例

Fig.3 Supply power combination instance

对于下级公司的组合供电方案，首先考虑其与上级公司与相邻同级公司之间的边界关系，有相交关系的公司必须予以考虑形成供电组合。以公司 1 为例，其组合的供电方案有 (S, A1, A3), (S, B1), (S, C1, C2) 三种供电方案组合。公司 2、3 的供电方案组合类同。

2.6 自动整定

通过上述的网络拓扑自动获取、供电方案形成、系统参数源端维护已经具备了整定计算的要求。目前国内的整定系统还需要进行网络保护配置及定值单制作。在智能电网下，保护整定系统与保护装置之间已经具备了互动能力，在保护设备接入系统后，整定系统自动可以获取保护的配置，从而解决了保护人工配置维护的问题。针对定值单的管理问题，目前保护生产厂家的保护产品的定值项差异很大，整定原则必需分别配置。智能电网下，国内保护生产厂家定值项将得到有效统一，使整定原则自动设定成为可能。在满足上述条件下，整定系统可以无需人工干预的条件下，自动进行整定计算，形成标准定值单列表。供审核人和批准人进行审批。审批后定值进入待执行状态，且进入装置定值待置区；调度员下令后，自动将定值采用远控方式置入保护装置，流程如图 4。

拓扑获取	供电方案	系统参数	保护配置	整定原则
智能整定计算				
定值单形成				
审核审批				
调度员远方写定值				

图 4 定值整定模块流程图

Fig.4 Flow chart of fixed value setting module

2.7 继保网络重构技术

目前由于地县级网络分布式电源不多，涉及节点较少。电源接入与否要通过办理电源接入申请，通过人工调整相关保护，力求保护定值能够适应小

电源接入及退出的运行方式。

智能电网条件下，大量小电源为分布式接入，且它们的投入与否将是随机的，对系统的潮流随时产生影响；保护配置也由原来的三段式为主的保护形式，改变为全以光纤保护为主保护，三段式保护为后备保护形式；光纤网络形成有效的连通性。因此，采用人工定值调整的方式，已经不能满足电力网络运行的要求。必须继电保护整定系统可以实时调节保护整定值，以适应分布式电源上网的方式变化。继电保护装置可在线进行配置操作，且保护元件可在线检测状态。在保护出现异常时，可以进行保护的自恢复或重新组合，重构满足一次系统要求的继电保护系统。

3 结束语

本文基于智能电网条件下，从未来电力调度系统继电保护整定技术的发展趋势出发，提出了智能电网电力调度继电保护定值整定系统框架结构，并阐述了网络拓扑自动获取、供电方案形成、自动解环、地县分界拼接、自动整定及多区域供电组合及继保网络重构等关键技术，指出了智能继电保护整定管理系统的研究方向，使其真正成为具有主动思考能力的调度支持系统组成部分。

参考文献

[1] 赖业宁, 韦化, 文杰, 等. 220~500 kV 电网继电保护整定计算专家系统[J]. 继电器, 2001, 29(2): 33-36.
LAI Ye-ning, WEI Hua, WEN Jie, et al. Expert system for the setting calculation of relay protection on 220~500 kV power net work[J]. Relay, 2001, 29(2): 33-36.

[2] 吴晨曦, 盛四清, 杜振奎, 等. 地区电网继电保护整定计算智能系统的研究[J]. 继电器, 2001, 32(7): 38-41, 47.
WU Chen-xi, SHENG Si-qing, DU Zhen-kui, et al. Study of intelligent system for the setting calculation of relay protection on local power network[J]. Relay, 2001, 32(7): 38-41,47.

[3] 陈金富, 石东源, 段献忠. 电网继电保护整定计算原则自定义技术研究[J]. 继电器, 2007, 35(S1): 42-45.
CHEN Jin-fu, SHI Dong-yuan, DUAN Xian-zhong. Study on relay setting base on self-define technology[J]. Relay, 2007, 35(S1): 42-45.

[4] 朱骏, 蔡泽祥, 侯汝峰, 等. 面向对象的图像化地区电网继电保护整定软件研究[J]. 电网技术, 2004, 28(22): 24-29.

(下转第 87 页 continued on page 87)

- relay protection[M]. Third edition. Beijing: China Electric Power Press, 1998.
- [4] 田国政, 谭伟. 微机保护装置的发展[J]. 电网技术, 2006, 30(增): 358-361.
TIAN Guo-zheng, TAN Wei. The development of microprocessor-based protection[J]. Power System Technology, 2006, 30(S): 358-361.
- [5] 陈立. 微机保护硬件平台的研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2002.
CHEN Li. Research of microprocessor-based protection's hardware platform[D]. Beijing: North China Electric Power University, 2002.
- [6] 葛耀中. 新型继电保护和故障测距的原理和技术[M]. 2版. 西安: 西安交通大学出版社, 2007.
GE Yao-zhong. New principles and technologies of relay protection and fault location[M]. Second edition. Xi'an: Xi'an Jiaotong University Press, 2007.
- [7] 葛耀中. 自适应继电保护及其前景展望[J]. 电力系统自动化, 1997, 21(9): 42-46.
GE Yao-zhong. Adaptive protection and prospect[J]. Automation of Electric Power Systems, 1997, 21(9): 42-46.
- [8] 刘焕聚. 继电保护整定计算自适应技术研究[D]. 济南: 山东大学, 2006.
LIU Huan-ju. Research of adaptive protection setting calculation[D]. Jinan: Shandong University, 2006.
- [9] 唐茂林, 王伟, 陈军, 等. 基于保护装置模版的四川线路继电保护整定计算系统[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(15): 96-99.
TANG Mao-lin, WANG Wei, CHEN Jun, et al. Line protection coordination system of Sichuan province based on protection devices model[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(15): 96-99.
- [10] 李银红, 段献忠. 电力系统线路保护整定计算一体化系统[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(9): 66-69.
LI Yin-hong, DUAN Xian-zhong. Study on line protection integrative coordination system[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(9): 66-69.
- [11] 段献忠, 杨增力, 程道. 继电保护在线整定和离线整定的定值性能比较[J]. 电力系统自动化, 2005, 29(19): 58-61.
DUAN Xian-zhong, YANG Zeng-li, CHENG Xiao. Performance analysis of relay settings determined according to off-line calculation and on-line calculation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2005, 29(19): 58-61.
- [12] 曾耿晖, 刘玮. 继电保护在线整定系统的探讨[J]. 继电器, 2004, 32(17): 38-42.
ZENG Geng-hui, LIU Wei. Discussion about on-line coordination system of relay protection in power system[J]. Relay, 2004, 32(17): 38-42.

收稿日期: 2010-01-07; 修回日期: 2010-03-31

作者简介:

郑义兵(1981-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为产品创新、机械电子等; E-mail: zhyb911@163.com

任工昌(1962-), 男, 博士, 教授, 硕导, 研究方向为现代设计方法、工业自动化控制等。

(上接第 82 页 continued from page 82)

- ZHU Hao-jun, CAI Ze-xiang, HOU Ru-feng, et al. Research on object-oriented and graph based protective relaying setting software for district power network[J]. Power System Technology, 2004, 28(22): 24-29.
- [5] 葛耀中, 赵梦华, 彭鹏, 等. 微机式自适应馈线保护的研究和开发[J]. 电力系统自动化, 1999, 23(3): 19-22.
GE Yao-zhong, ZHAO Meng-hua, PENG Peng, et al. Study and development of microprocessor based adaptive protection for distribution feeders[J]. Automation of Electric Power Systems, 1999, 23(3): 19-22.
- [6] 薛禹胜. 时空协调的大停电防御框架: 二 广域信息、在线量化分析和自适应优化控制[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(2): 1-10.
XUE Yu-sheng. Space time cooperative framework for defending blackouts: part II reliable information, quantitative analyses and adaptive controls[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(2): 1-10.
- [7] 余贻鑫, 栾文鹏. 智能电网[J]. 电网与清洁能源, 2009, 25(1): 7-11.
YU Yi-xin, LUAN Wen-peng. Smart grid[J]. Power System and Clean Energy, 2009, 25(1): 7-11.
- [8] 谢开, 刘永奇, 朱治中, 等. 面向未来的智能电网[J]. 中国电力, 2008, 41(6): 19-22.
XIE Kai, LIU Yong-qi, ZHU Zhi-zhong, et al. The vision of future smart grid[J]. Electric Power, 2008, 41(6): 19-22.
- [9] U.S. Department of Energy, National Energy Technology Laboratory. Modern grid initiative a vision for modern grid [EB/OL](2007-03-01)[2008-10-10]. http://www.netl.doe.gov/modern_grid/

收稿日期: 2010-01-12

作者简介:

郝文斌(1976-), 男, 博士, 高级工程师, 主要研究方向为电力系统继电保护、变电所综合自动化及调度管理系统等; E-mail: hwb760817@163.com

洪行旅(1956-), 男, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为电力系统继电保护及调度管理系统等。