

主动配电网协调控制系统设计及应用

黄素娟¹, 张晓青¹, 孙保华², 虞坚阳³, 黄伟艺², 宋云翔²

(1. 南京南瑞集团公司, 江苏 南京 211106; 2. 国电南瑞科技股份有限公司, 江苏 南京 211106;
3. 国网常州供电公司, 江苏 常州 213003)

摘要: 分布式电源的不断增多以及电动汽车等多样性负荷的发展, 给配电网的运行控制带来了极大挑战。为充分发挥主动配电网的作用, 适应智能电网的发展需求, 提出一种主动配电网协调控制系统。文中详细阐述了系统总体架构设计、软件架构设计, 以及包含特性分析、态势感知、协调控制在内的应用功能设计, 通过实现电源、电网、负荷的互动协调控制, 充分挖掘配电网中可调可控资源的潜力, 在主动配电网安全可靠运行基础上, 提升分布式电源的有效消纳以及多样化负荷参与电网调峰的能力。文中设计开发出的主动配电网协调控制系统已应用于常州配电网。

关键词: 主动配电网; 协调控制; 系统设计; 分布式电源

中图分类号: TM732

文献标志码: A

文章编号: 2096-3203(2017)04-0025-06

0 引言

随着分布式电源在配电网中的渗透率不断上升, 传统配电网结构和形态发生改变。可再生新能源的接入加剧了系统的随机性和波动性, 使得配电网传统的优化调度方式已无法满足大规模分布式电源接入的现实需求^[1]。主动配电网是实现大量接入配电网的分布式电源进行主动管理的有效解决方案。目前, 国内外正在开展相关技术的研究, 我国也已将主动配电网作为国家高技术研究发展计划的研究方向^[2-4]。文献[5]提出了以24 h为长周期的优化计算与以15 min为短周期的优化调整相结合的分布式能源优化运行方案。文献[6]提出了主动配电网分层能量管理下的分布式能源协调控制体系。文献[7-9]分别研究了分布式发电、柔性负荷以及储能系统与主动配电网的协调发展。

这些文献对主动配电网协调控制研究大多停留在理论分析及仿真上, 本文从主动配电网的特性出发, 综合考虑分布式电源、配电网、储能、柔性负荷等多种可调可控资源, 提出一种主动配电网协调控制系统, 用于配电网正常运行状态下的网-源-荷协调优化调度。

1 系统总体架构

主动配电网协调控制系统是围绕网源荷协调优化控制技术的应用, 运用适应于主动配电网的网-

源-荷协调优化控制机制, 创新配电网的调度控制模式, 通过实现对分布式电源、储能、柔性负荷等配电网可调可控资源的互动协调控制, 提升分布式电源的有效消纳和高效利用以及多样化负荷参与电网调峰的能力, 为网-源-荷的友好互动提供强有力的技术支撑。主动配电网整体架构如图1所示。

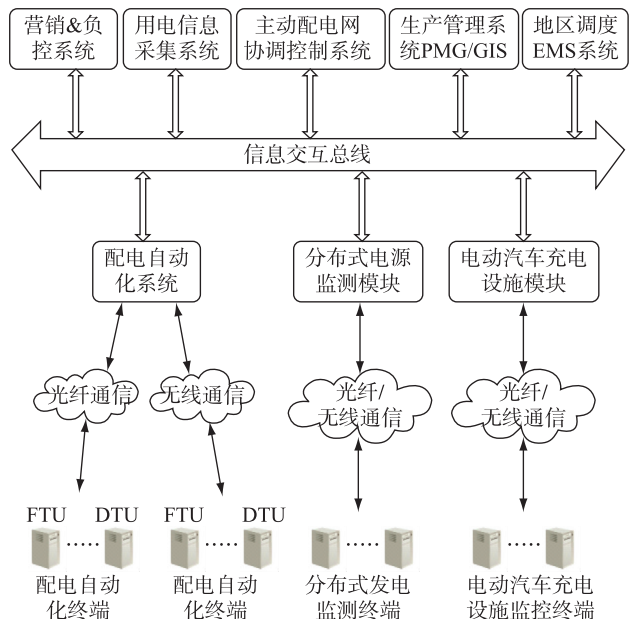


图1 主动配电网协调控制系统架构图

Fig.1 Active distribution network coordination control system

主动配电网管理协调控制系统采用统一的系统和数据模型, 一方面利用目前已有系统, 如配电自动化系统、营销负控系统、用电信息采集系统、PMS、EMS; 另一方面采集分布式电源运行信息、电动汽车充电设施运行信息等。

收稿日期: 2017-03-01; 修回日期: 2017-04-05

基金项目: 国家电网公司科技项目(能源互联网背景下的分布式储能的优化配置与运行控制关键技术研究)

2 软件架构设计

2.1 设计目标

主动配电网协调控制系统以中压配电网、分布式电源、分布式储能、电动汽车、柔性负荷等为管控对象,在配电自动化全覆盖的基础上,融合 EMS、PMS/GIS、营销、负控、用采等外部系统数据,构建从分布式电源到柔性负荷的协调控制系统,实现主动配电网的全景全量协同管理^[10]。

2.2 软件结构设计

系统软件结构包括操作系统层、应用支撑层和高级应用层。其中操作系统层和应用支撑层是基于配电自动化系统软件平台搭建的统一平台;应用层包含 3 个部分,分别是网源荷特性分析、主动配电网态势感知、网源荷协调控制。作为辅助调度人员进行配电网协调调控的支持系统,系统功能的设置面向实际的业务需求,进而实现主动配电网的安全可靠运行。主动配电网协调控制系统的软件结构如图 2 所示。

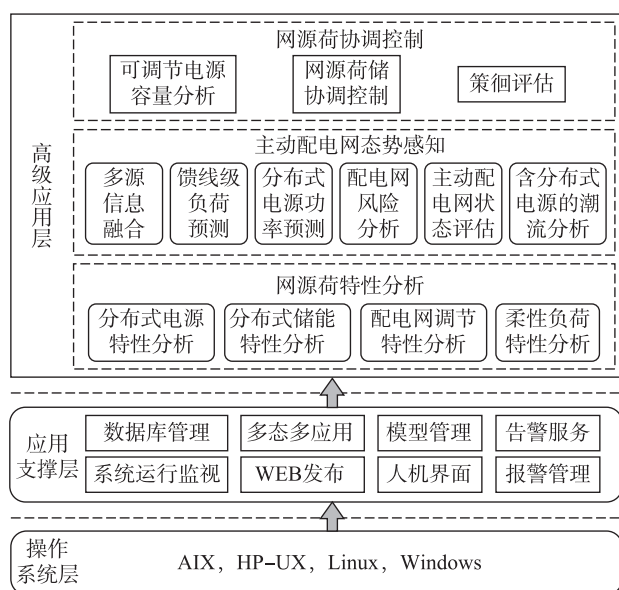


图 2 主动配电网协调控制系统软件结构图

Fig.2 Active distribution network coordination control system software structure diagram

2.3 与其他系统的信息交互

对于主动配电网协调控制系统而言,无论是全局集中控制还是局部自治控制,都需要标准化的信息建模与交互,使得主动配电网信息得到有效的集成和应用,才能完成上层的分析应用功能。因此,通过信息交互总线建立与各分布式电源管理系统、气象系统、用电信息采集系统、DMS 系统、EMS 系统等友好接口。

系统间的信息交互通过遵循 IEC 61968/61970

国际标准的信息交互总线实现,保证接口的统一性和标准化。主动配电网协调控制系统利用信息交互总线从以下各系统获取数据信息的内容。

(1) EMS 系统:变电站图形、模型、实时数据信息;

(2) DMS 系统:配网实时、历史数据;

(3) PMS/GIS 系统:10 kV 配网图形、模型信息;

(4) 用电采集系统:10 kV 配变(含专变)运行信息、可调负荷运行信息;

(5) 营销系统:专变模型、可调负荷模型、充电桩模型和运行信息;

(6) 分布式能源监控系统:分布式电源模型、分布式电源运行信息。

主动配电网协调系统通过主动感知、特性分析和协调控制得出控制策略,通过信息交互总线下发至 DMS 系统、负控系统、营销系统和分布式能源监控系统等,对应系统接收到主动配电网协调控制系统发送的控制策略后,通过分析处理后对相关设备进行相应的控制。

3 功能设计

3.1 网源荷特性分析

网源荷特性分析完成主动配电网可调控资源的特征和性能分析,为上层应用提供数据支撑,主要包括分布式电源特性分析、分布式储能特性分析、配电网调节特性分析和柔性负荷特性分析。

3.1.1 分布式电源特性分析

(1) 分布式光伏:分析分布式光伏的出力特性,分析不同时间段、不同天气类型光伏出力变化率的分布特性分析光伏并网点电压与光伏出力的关联特性等。

(2) 分布式风机:分析一段时期内的出力曲线,分析风速对风机出力水平的影响,分析统计风机所在位置风资源的时间分布特性,分析风机出力变化率的特性分布,分析并网点电压与风机出力的关联特性,风机类型及安装方式对出力分布和出力变化率的影响等。

3.1.2 分布式储能特性分析

根据分布式储能的充放电特性,分析电网各种情况下储能系统的应急响应能力和负荷支撑能力,根据储能历史充放电样本数据,分析不同类型、容量的储能充放电转换效率。包括分析储能充放电特性曲线,储能充放电经济性分析,分析储能对于平抑分布式电源出力波动的影响等。

3.1.3 配电网调节特性分析

在充分考虑分布式发电间歇性和波动性特征的基础上,分析影响配电网消纳分布式电源能力的各个因素;分析节点电压限制和支路电流过载风险对分布式能源接纳能力的影响;分析配电网在某确定的计划方式下的供电能力和最多能接入的分布式发电的容量,为分布式发电的接入和协调控制提供参考依据。

3.1.4 柔性负荷特性分析

柔性负荷特性分析主要是指可调控的负荷特性分析,掌握各种柔性负荷的运行特性,为负荷的调度提供依据^[11]。具体包括负荷中刚性部分与柔性部分所占比重分析,不同类型负荷的用电特性分析,不同负荷对于电价等激励的敏感度分析,不同时间尺度下负荷调节范围及其成本差异分析等。

3.2 运行态势感知

配电网运行态势感知通过对接入配网的各类数据进行融合分析,应用态势感知的先进技术,准确分析出配电网的状态及变化趋势等。配电网运行态势感知主要包括多源信息融合、馈线级负荷预测、分布式电源功率预测、主动配电网风险分析、电网状态评估、含分布式电源的潮流分析等。

(1) 多源信息融合。多源信息融合应用数据挖掘、聚类分析等理论,对多时间尺度的多源测量信息进行清洗、分类、聚合,剔除错误数据,并进行信息融合。多源数据在满足合理性校验后按照人工定义的优先级存放,经判断后将最优数据放入数据库中,为主动配电网协调控制系统的各个应用功能提供数据支撑。

(2) 馈线级负荷预测。通过分析挖掘历史馈线负荷数据资料,分析用电负荷的变化特性规律,提取出影响馈线负荷变化量的相关因素,分析在不同因素影响下负荷特性的变化情况,包括负荷类型、天气情况、日期类型、不同类型负荷比例等。建立馈线级负荷预测模型,实现馈线级负荷的预测。

(3) 分布式电源功率预测。根据实时气象数据、数值天气预报数据以及光伏电站、风电场的实时运行数据,结合历史数据,建立光伏、风机等分布式电源发电预测的模型,对分布式电源短期和超短期的输出功率进行预测。

(4) 主动配电网风险分析。根据分布式电源的出力特点,分析分布式电源接入对配电网影响,结合电力系统风险分析的基本原理,对于节点过电压和设备过负荷进行风险指标计算^[12],为主动配电网安全稳定运行提供决策依据。

(5) 主动配电网状态评估。主动配电网协调控制系统中的量测数据来自多个相关系统,包含实时数据、准实时数据以及离线数据,而且各个点采集到的系统时标有所不同、采集数据类型有所不同,利用这些数据的关联性进行综合分析,准确评估系统运行状态,满足调度监测及辅助决策分析的需求。

(6) 含分布式电源的潮流分析。分析光伏、风机等典型分布式电源的工作原理、运行方式及各自并网运行的特点,分别等效为 PQ, PV, PI 等节点类型^[13],建立含分布式电源的配网潮流计算模型,对含有多种分布式电源的配电网进行潮流计算。提供多种潮流算法,包括前推回代法、牛顿拉夫逊法及最优乘子法等。既能进行辐射网的潮流计算,也能进行环网的潮流计算。

3.3 网源荷协调控制

协调控制的核心在于将主动配电网存在的各类可调可控资源有效充分地利用起来,实现下级到上级的可调度容量和以及反馈信号的提交,上级到下级的控制策略和目标曲线的下发、控制策略的评估等功能。具体包括可调度容量分析、网-源-荷协调控制、策略评估等。

(1) 可调度容量分析。可调度容量分析指在主动配电网分层控制的每一层可实现对本层可调度电源容量和可调度负荷容量的分析,为上层应用提供基本的数据支撑。分析建立在负荷预测、分布式发电预测、网络拓扑、柔性负荷减载合同及电价等信息基础上,并结合各类资源的特性分析,给出本层可调度电源容量和负荷容量。

(2) 网-源-荷-储协调控制。协调控制模块将主动配电网中存在的各类可调可控资源均纳入调控范围,对象包括配电网设备、分布式电源、微网、储能、柔性负荷等。协调控制整体框架如图3所示,分为日前和日内2个时间尺度^[14-19]。日前优化是对分布式电源有功功率、储能的充放电计划及柔性负荷减载量、减载时段的计划。其目标是在确保电网安全可靠运行及可再生新能源利用最大化的前提下,整个优化周期内的电网运行成本最低,运行成本包括分布式电源发电成本、储能充放电成本、柔性负荷减载补偿成本、上级电网与区域配电网之前的购售电成本及网损成本。

日内准实时优化在日前优化结果的基础上,根据当前配电网的潮流分布情况、节点电压情况、分布式能源运行状态以及储能的充放电情况,结合超短期负荷预测,对日前的优化决策进行滚动修正。

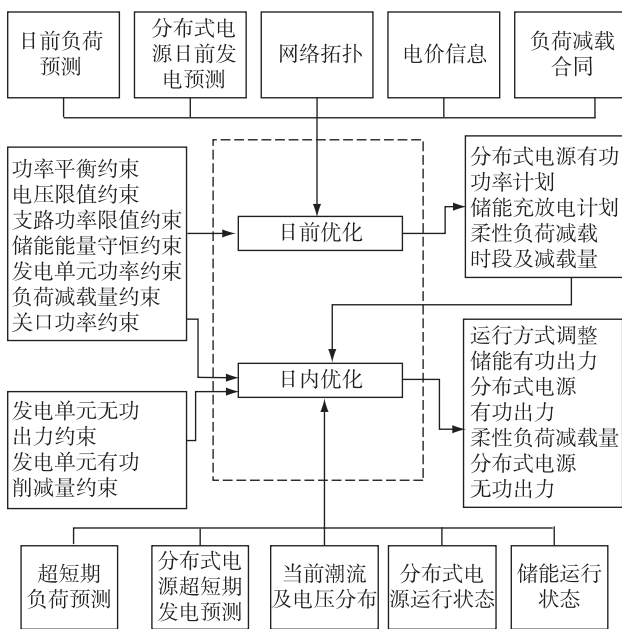


图3 主动配电网协调控制框图

Fig.3 Active distribution network coordinated control block diagram

在配电网运行出现节点电压越限或支路功率越限等异常情况时,将分布式电源无功功率调整和有功功率削减作为一种控制手段。给出的控制策略包括配网运行方式调整,储能充放电功率的调整,可控分布式电源的有功功率削减、无功功率的调整,柔性负荷减载等。

(3) 策略评估。建立优化调度策略评估体系,对运行控制策略的执行效果进行评估,并根据评估结果,更新协调优化调度策略库^[20],为后续策略优化提供基础。

4 系统应用

为探索主动配电网的建设和运维经验,常州供电公司于2016年在武进区规划建设了主动配电网示范区,覆盖范围包括4个变电站供电的47回10(20)kV线路,其中分布式电源16户,柔性负荷4户,并建设有光伏储能一体化充电站。本文设计的主动配电网协调控制系统于2016年12月在常州投入运行,融合了调度EMS、配电自动化DMS、用电信息采集、分布式电源运行监控、电动汽车充电设施运行监控等各类系统中的网源荷信息,从就地主动响应、线路空间均衡、区域综合协调多个层面,通过日前和日内2个时间尺度优化,进行源-网-荷-储各类资源协调控制,达到了优质供电、削峰填谷、储充优化运行、保障新能源消纳、规划指引的目标。常州主动配电网协调控制系统界面如图4所示。

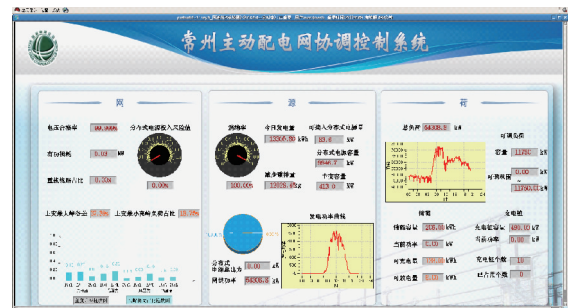


图4 常州主动配电网协调控制系统界面

Fig.4 Changzhou active distribution network coordinated control system interface

5 结论

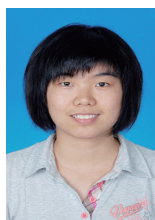
本文针对主动配电网的特征,提出了一种主动配电网协调控制系统的设计方案,该系统通过实现网-源-荷多方资源的互动协调控制,充分发挥分布式电源、储能、柔性负荷等配电网可调可控资源在配电网运行中的作用,在主动配电网安全可靠运行基础上,提升分布式电源的有效消纳和高效利用以及多样化负荷参与电网调峰的能力,为主动配电网的研究和深入开展提供参考和借鉴。

参考文献:

- [1] 王成山,李鹏. 分布式发电、微网与智能配电网的发展与挑战[J]. 电力系统自动化,2015,34(2):10-23.
WANG Chengshan, LI Peng. Development and challenges of distributed generation, the micro-grid and smart distribution system[J]. Automation of Electric Power Systems, 2015, 34(2):10-23.
- [2] 范明天,张祖平,苏傲雪,等. 主动配电系统可行技术的研究[J]. 中国电机工程学报,2013,33(22):12-18.
FAN Mingtian, ZHANG Zuping, SU Aoxue, et al. Enabling technologies for active distribution systems[J]. Proceeding of the CSEE, 2013, 33(22):12-18.
- [3] 程林,刘琛,康重庆,等. 主动配电网关键技术分析与展望[J]. 电力建设,2015,36(1):26-32.
CHENG Lin, LIU Chen, KANG Chongqing, et al. Analysis of development of key technologies in active distribution network[J]. Electric Power Construction, 2015, 36(1):26-32.
- [4] 赵波,王财胜,周金辉,等. 主动配电网现状与未来发展[J]. 电力系统自动化,2014,38(18):125-135.
ZHAO Bo, WANG Caisheng, ZHOU Jinhui, et al. Present and future development trend of active distribution network[J]. Automation of Electric Power Systems, 2014, 38(18):125-135.
- [5] PILO F, PISANO G, SOMA G. Advanced DMS to manage active distribution networks[C]//IEEE Bucharest Power Tech Conference, Bucharest, Romania, 2009.
- [6] 刘东,陈云辉,黄玉辉,等. 主动配电网的分层能量管理与协调控制[J]. 中国电机工程学报,2014,34(31):5500-5507.
LIU Dong, CHEN Yunhui, HUANG Yuhui, et al. Hierarchical energy management and coordination control of active

- distribution network [J]. Proceedings of the CSEE, 2014, 34 (31):5500-5507.
- [7] 于文鹏,刘东,余南华. 馈线控制误差及其在主动配电网协调控制中的应用[J]. 中国电机工程学报, 2013, 33(13): 108-115.
YU Wenpeng, LIU Dong, YU Nanhua. Feeder control error and its application in coordinate control of active distribution network [J]. Proceedings of the CSEE, 2013, 33(13): 108-115.
- [8] 于汀,刘广一,蒲天娇,等. 计及柔性负荷的主动配电网多源协调优化控制[J]. 电力系统自动化, 2015, 39(9): 95-100.
YU Ting, LIU Guangyi, PU Tianjiao, et al. Multiple coordinated optimization control of active distribution network considering flexible load [J]. Automation of Electric Power Systems, 2015, 39(9):95-100.
- [9] 尤毅,刘东,钟清,等. 主动配电网储能系统的多目标优化配置[J]. 电力系统自动化, 2014, 38(18): 46-52.
YOU Yi, LIU Dong, ZHONG Qing, et al. Multi-object optimal placement of energy storage systems in an active distribution network [J]. Automation of Electric Power Systems, 2014, 38(18):46-52.
- [10] 柳春芳. 主动配电网的一体化设计方法[J]. 电力系统保护与控制, 2015, 43(11): 49-55.
LIU Chunfang. An integrated design method of active distribution network [J]. Power System Protection and Control, 2015, 43(11):49-55.
- [11] 王云,刘东,李庆生. 主动配电网中柔性负荷的混合系统建模与控制[J]. 中国电机工程学报, 2016, 36(8): 2142-2150.
WANG Yun, LIU Dong, LI Qingsheng. Modeling and control of flexible load on hybrid system in active distribution network [J]. Proceeding of the CSEE, 2016, 36(8): 2142-2150.
- [12] 高文鹏,殷庆铎. 主动配电网环境下的信息安全风险与需求研究[J]. 华北电力技术, 2015, 15(3): 38-43.
GAO Wenpeng, YIN Qingduo. Research on cyber security risk and requirements for active distribution network [J]. North China Electric Power, 2015, 15(3): 38-43.
- [13] 张明,周冬旭,嵇文路,等. 含源网荷的智能配电网运行仿真平台研究及应用[J]. 电力工程技术, 2017, 36(2): 7-12.
ZHANG Ming, ZHOU Dongxu, JI Wenlu, et al. Research and application of intelligent distribution network operation simulation platform contains the source and network [J]. Electric Power Engineering Technology, 2017, 36(2): 7-12.
- [14] 陈飞,刘东,陈云辉. 主动配电网电压分层协调控制策略[J]. 电力系统自动化, 2015, 39(9): 61-67.
CHEN Fei, LIU Dong, CHEN Yunhui. Hierarchically distributed voltage control strategy for active distribution network [J]. Automation of Electric Power Systems, 2015, 39(9):61-67.
- [15] 沈欣炜,朱守真,郑竞宏,等. 考虑分布式电压及储能配合的主动配电网规划——运行联合优化[J]. 电网技术, 2015, 39(7): 1913-1920.
SHEN Xinwei, ZHU Shouzhen, ZHENG Jinghong, et al. Active distribution network planning-operation co-optimization considering the coordinating of ESS and DG [J]. Power System Technology, 2015, 39(7): 1913-1920.
- [16] 张喆,李庚银,魏军强. 考虑分布式电源随机特性的配电网电压质量概率评估[J]. 中国电机工程学报, 2013, 33(13): 150-156.
ZHANG Zhe, LI Gengyin, WEI Junqiang. Probabilistic evaluation of voltage quality in distribution networks considering the stochastic characteristic of distributed generators [J]. Proceedings of the CSEE, 2013, 33(13): 150-156.
- [17] 窦震海,牛焕娜,高燕,等. 主动型配电网日前调度策略研究[J]. 农业工程学报, 2014, 30(11): 126-133.
DOU Zhenhai, NIU Huanna, GAO Yan, et al. Study on day ahead dispatch strategy of active distribution network [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2014, 30(11): 126-133.
- [18] 张璐,唐巍,丛鹏伟,等. 含光伏发电的配电网有功无功资源综合优化配置[J]. 中国电机工程学报, 2014, 34(31): 5525-5533.
ZHANG Lu, TANG Wei, CONG Pengwei, et al. Optimal configuration of active-reactive power sources in distribution network with photovoltaic generation [J]. Proceedings of the CSEE, 2014, 34(31): 5525-5533.
- [19] 许大卫,陈天华,陈建华,等. 地区电网与新能源无功电压协调控制[J]. 江苏电机工程, 2015, 34(2): 41-44.
XU Dawei, CHEN Tianhua, CHEN Jianhua, et al. The coordination control of reactive-power and voltage in the regional grid with new energy resources [J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2015, 34(2): 41-44.
- [20] 钟清,余南华,尤毅,等. 主动配电网关键技术特性及评估指标体系[J]. 电力建设, 2015, 36(1): 122-127.
ZHONG Qing, YU Nanhua, YOU Yi, et al. Technical characteristics and evaluation index system of active distribution network [J]. Electric Power Construction, 2015, 36(1): 122-127.

作者简介:



黄素娟

黄素娟(1986—),女,河南睢县人,工程师,研究方向为智能配电网及配电自动化系统(E-mail: huangsujuan@sgepri.sgcc.com.cn);

张晓青(1985—),女,江苏徐州人,工程师,研究方向为智能配电网及配电自动化系统(E-mail: zhangxiaqing@sgepri.sgcc.com.cn);

孙保华(1985—),男,江苏南京人,工程师,从事配网调度自动化及其相关工作(E-mail: sunbaohua@sgepri.sgcc.com.cn);

虞坚阳(1974—),男,江苏常州人,高级工程师,从事电力系统及其自动化系统生产技术管理相关工作(E-mail: yujianyang@js.sgcc.com.cn);

黄伟芝(1992—),男,江苏南京人,助理工程师,从事配网调度自动化及其相关工作(E-mail: huangweizhi@sgepri.sgcc.com.cn);

宋云翔(1966—),男,贵州金河人,高级工程师,从事主动配电网技术与管理工作(E-mail: songyunxiang@sgepri.sgcc.com.cn)。

Design and Application of Coordinated Control System in Active Distribution Network

HUANG Sujuan¹, ZHANG Xiaoqing¹, SUN Baohua², YU Jianyang³, HUANG Weiyi², SONG Yunxiang²

(1. NARI Group Corporation, Nanjing 211106, China; 2. NARI Technology Development Limited Company, Nanjing 211106, China; 3. State Grid Changzhou Power Supply Company, Changzhou 213003, China)

Abstract: With constantly increasing accesses of distributed generators and diversity load development such as electric vehicles, the operational control of distribution network is facing a huge challenge. In order to make full use of active distribution network and meet the development requirement of smart grid, this paper proposes a coordinated control system in active distribution network. The paper elaborates the general architectural design, software architectural design, and functional designs including of characteristic analysis, situation awareness and coordinated control. Through the coordinated interaction and control of source-load-storage being realized, the potential of controllable resources in distribution network is fully exploited, distributed generator optimizes its power generation absorption and diversity load improves its ability of participating in electric network load adjustment basing on active distribution network in safe and reliable operation. The coordinated control system designed and developed based on this paper has been applied in Changzhou distribution network.

Key words: active distribution network; coordinated control; architectural design; distributed generator

(编辑 徐林菊)

(上接第 24 页)

CHEN Ping, LI Qingming. Design and analysis of mathematical morphology-based digital filters [J]. Proceedings of the CSEE, 2005, 25 (11): 60-65.

[14] 刘伟, 孟庆刚, 商皎, 等. 一种新型级联多电平动态电压恢复器的研究 [J]. 江苏电机工程, 2012, 31(5): 27-31.

LIU Wei, MENG Qinggang, SHANG Jiao, et al. Research on a new cascaded multilevel dynamic voltage Restorer [J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2012, 31(5): 39-42.

[15] 吴志坚, 徐星星, 王宝安. 一种新型低压电网动态电压恢复器的仿真分析 [J]. 江苏电机工程, 2012, 31(3): 39-42.

WU Zhijian, XU Xingxing, WANG Baoan. Simulation and analysis of a new type DVR for distribution network [J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2012, 31(3): 39-42.

作者简介:



张宸宇

张宸宇 (1989—), 男, 江苏扬州人, 博士, 从事微网电能质量治理工作 (E-mail: zcy530@sina.com);

邓凯 (1986—), 男, 江苏淮安人, 博士, 从事特高压输电技术工作;

史明明 (1986—), 男, 江苏南京人, 高级工程师, 从事电能质量工作;

郑建勇 (1966—), 男, 江苏南京人, 教授, 研究方向为新能源并网、在线监测与故障诊断;

缪惠宇 (1992—), 男, 江苏南通人, 博士研究生, 从事主动配电网相关工作。

Identification of Voltage Pollution Source Based on Wavelet Transform in DC Active Distributed Network

ZHANG Chenyu¹, DENG Kai², SHI Mingming¹, ZHENG Jianyong³, MIAO Huiyu³

(1. State Grid Jiangsu Electric Power Research Institute, Nanjing, China, 211103;

2. State Grid Jiangsu Electric Power Maintenance Branch Company, Nanjing, China, 210000;

3. School of Electrical Engineering, Southeast University, Nanjing, China, 210096)

Abstract: The voltage problems in the DC voltage bus contains the voltage fluctuation, the voltage sag and the voltage interruption problems. In this paper, the wavelet module is established based on idea of wavelet transform. The voltage pollution source in the DC bus is identified by wavelet transform. In the Matlab simulation, different wavelet function can identify the fluctuation time of the DC voltage and the corresponding wave source, which has a good identification effect.

Key words: Power quality; Wavelet transform; DC power supply system; pollution identification

(编辑 刘晓燕)