

基于源网荷互动模式的智能配电网调度业务优化

刘娅琳, 杜红卫, 赵浚婧, 陈连杰, 韩 韬

(国电南瑞科技股份有限公司, 南京 210061)

摘要:随着分布式电源/多样性负荷的大量接入,配电网结构和运行特性的变化对其调度与控制提出了新要求,配电网运行效率的优化提高成为智能配电网建设的重要目标和迫切需要解决的问题。对配电网调度业务、优化目标以及源网荷互动展开研究,提出了基于调度业务优化的源网荷协调互动流程,探索基于多时间尺度多目标的递进式调度业务优化思路,并提出了优化过程中的动态多时段划分方法。

关键词:智能配电网;优化调度;源网荷互动;调度业务;多时间尺度

作者简介:刘娅琳(1980),女,硕士,高级工程师,主要研究智能配电网运行分析、配电自动化及其高级应用。

中图分类号:TM72 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-9529(2014)07-1290-04

基金项目:国家高技术研究发展计划资助项目(2012AA050214)

Smart Distribution Grid Scheduling Business Optimization Based on Source Network Load Interaction Mode

LIU Ya-lin, DU Hong-wei, ZHAO Jun-jing, CHEN Lian-jie, HAN Tao

(NARI Technology Development Co., Ltd., Nanjing 210061, China)

Abstract: With the large-scale access of distributed power and diverse load, the changes of distribution network structure and operation characteristics pose new requirements for their scheduling and control, and the optimization of distribution network operational efficiency becomes the priority in smart distribution grid construction. This paper studies the distribution network dispatch services, network load optimization objectives and source network load interaction. Then it presents the source network load interaction process based on dispatch business optimization, explores into the multi-objective progressive optimization of dispatch services based on multiple time scales, and proposes the dynamic multi-period division method of optimization process.

Key words: smart distribution grid; optimal scheduling; source network load interaction; dispatch business; multiple time scales

Foundation items: The National High-tech R&D Program of China (2012AA050214)

近年配电自动化的发展,电动操作一次设备、智能配电终端和配电自动化系统在国内大力推广,解决了配电网可靠供电的问题。随着配电网中分布式能源/多样性负荷等新型元素的出现,传统配电网的运行与调度带来了新的挑战。如何充分发挥源网荷的互动作用,实现配电网的高效、优质运行,成为电网新边界条件下要解决的问题^[1,2]。

本文以包含分布式电源/多样性负荷等新型元素的配电网为研究对象,突破传统配电网调度业务的处理方式,在时间尺度和空间尺度上,以实现配电网高效运行为优化目标,探索源网荷互动模式下的智能配电网调度业务优化,并对其关键技术及实现方案进行了详尽的研究。

1 配电网调度业务现状

传统电网调度方式主要是针对负荷的变化,通过调度发电侧电源,最大限度地满足电网功率平衡,负荷是被动的、近乎刚性的对象。传统以人工经验为主的调度业务处理难以充分考虑影响电力系统安全经济运行的各种因素,尤其缺乏对调度周期内复杂电网的全面分析,影响调度计划对生产指导的能力发挥,无法适应调度计划安全经济一体化的需要^[3-5]。

随着电力行业发展,大量分布式电源和多样性负荷接入配电网中并网运行,传统配电网调度没有针对分布式电源并入配电网运行给出合理的调控方案;配电网尚未制定相关需求响应激励措

施,没有与用户侧形成双向互动的需求响应等等问题日益凸显。

近年来,调度目标随着电网规模和时代需求而变化,国内外学者开始了电力系统智能调度的研究,但主要集中在输电网,关注安全稳定运行、风险防御等内容。配电网的网架结构、运行特性及运营管理均与输电网有较大差异,不能直接引用大电网的调度策略和方法。本文就基于源网荷互动模式的智能配电网关于调度业务优化的模式进行探索和研究,其思路如图1所示。

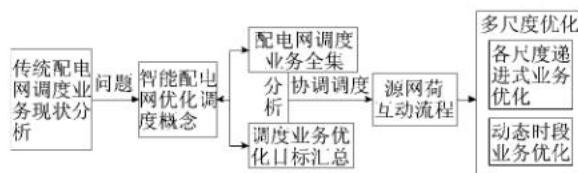


图1 研究思路

2 智能配电网优化调度

智能配电网优化调度是对含分布式电源、微电网、储能装置、电动汽车充放电设施等对象的复杂配电网进行调度,通过运行信息的全景化、配电网评估的定量化、调度策略的精细化、运行控制的自动化,实现配电网中电源、网络、负荷的互动协调,实现配电网安全可靠、优质高效运行。

优化调度对象为分布式电源、微电网、储能装置、电动汽车充放电设施等接入配电网以及负荷,对配电网各种资源进行调度。调度范围是变电站低压侧母线到配变之间的各种电气资源。在时间段划分上,优化调度包括1年之中多个时间尺度的资源调度,分为长期(年度/季度)、中长期(月度/双周)、短期(日前)、超短期(小时)、实时调度(分钟/秒)。

2.1 调度业务全集

智能配电网优化调度主要涵盖两类优化:一类是主动优化、另一类是调度业务优化。主动优化是根据配电网当前网架运行状态分析和指标评估,针对系统薄弱环节确定优化目标进行优化,使得系统运行状态更加高效、经济。依托各时间尺度调度业务,首先确定其多时段的关联关系以及优化目标,进行调度业务的计划编制优化和优化方案安排。本文将对智能配电网调度业务优化的相关技术进行研究,各时间尺度的调度业务全集如图2所示。

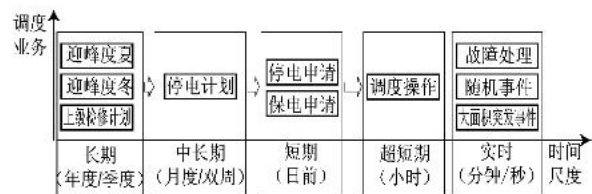


图2 各时间尺度对应的调度业务

2.2 调度业务优化目标

为促进我国配电网的有序发展,加强和规范日趋复杂的配电网的运行和管理工作,合理地确定配电网的运行水平和评估配电网供电能力,指导配电网规划、改造和优化运行,国家电网公司组织制定了《配电网运行水平和供电能力评估标准》。该标准规定了配电网经济运行主要指标、配电网供电能力评估指标体系,适用于配电网生产运行部门评估当前网络运行状态,指导优化运行;配电网规划部门评估当前配电网结构以及评估规划后的配电网,指导最优设计。

智能配电网调度业务优化目标是以《配电网运行水平和供电能力评估标准》为指导,在保证配电网运行一般约束条件下提高配电网的可靠性和经济性。各时间尺度有不同的优化权重,其中实时和超短期以可靠性为主要优化目标,短期、中长期、长期以经济性为主要优化目标。

智能配电网调度业务优化首先保障重要负荷可靠供电和电网的安全供电,以协调平衡优质可靠供电与经济运行为目标,在调度过程中尽量减少或避免破坏负荷的自然用电特性,调度方案最大程度利用清洁能源、减少环境污染,避免或减少分布式电源孤岛运行,尽量降低调度操作代价。

3 配电网源网荷互动流程

智能配电网的调度业务优化需要综合考虑电网的安全性、可靠性、经济性、优质性等。在不同应用状态下,根据实现的目标不同,需要建立多目标自适应调度优化模型,利用智能配电网较强的电源—网络—负荷互动性,实现配电网的高效运行。在空间尺度上,局部就地平衡—区域间互供—整体消纳协调的分布自治、分解协调调度机制;在时间尺度上,建立分布式电源与配电网、配电网与上级电源、配电网与多样性负荷之间的优化调度模型;并研究配电网调度在优化目标、空间

尺度、时间尺度上的协调方式,以实现配电网整体高效运行。

配电网高效运行指标评估体系和配电网运行状态诊断对优化调度系统的优化方向在不同程度上提供了参考和指导。通过指标评估体系和配电网运行状态诊断在安全性、可靠性、经济性、优质性和智能性五个方面的量化评估,分别从负载情况、转供能力、供电可靠率、设备状况、满足用户供电需求、智能化水平等多个角度对配电网的运行水平进行了分析,并指出当前运行状态下的薄弱环节,优化调度根据薄弱环节的缺陷预警,调动源网荷的互动模式,考虑优化负荷分布、提高供电质量、减少电网损耗,提高能源利用效率等等,从而提高配电网的运行水平。

在调度业务优化的过程中,以调度业务为触发,在各时间尺度上确定以优化调度业务为目标的优化状态。配电网源网荷的互动主要体现在,从时间尺度上考虑,源网荷多级间的协同互动,以及基于调度业务各时间尺度上的源网荷协调互动。随着时间尺度的不同,参与优化的调度业务不同,调度业务和时间尺度所涉及的优化目标也不尽相同。根据调度业务涉及的优化目标,以及期望达到的指标要求,源网荷优化分析得出的指标可提升范围,确定优化指标要达到的目标值。各时间尺度相应优化目标确定的前提下,结合调度策略库,形成调整手段集,并确定优化目标值及源网荷互动策略。最终在调度业务涉及的时间尺度上,形成对应的全局优化方案并进行方案评价及仿真。图3为基于调度业务的源网荷互动流程图。

4 多时间尺度调度业务优化

配电网调度业务在各时间尺度间存在一定的关联关系。长期时,迎峰度夏、迎峰度冬和上级检修计划优化后的调度方案对中长期优化停电计划时有指导作用。中长期优化停电计划后的调度方案给出的就是短期优化处理的停电申请前身。短期优化停电申请、保电申请等业务后的调度方案可以直接制作操作票,这些操作票对应的调度操作就是超短期优化对应的业务之一。

从长期、中长期、短期、超短期和实时五个时间尺度,处理不同的调度业务,各个时间阶段具有不同的调度目标,通过协调配电网规划、改造计

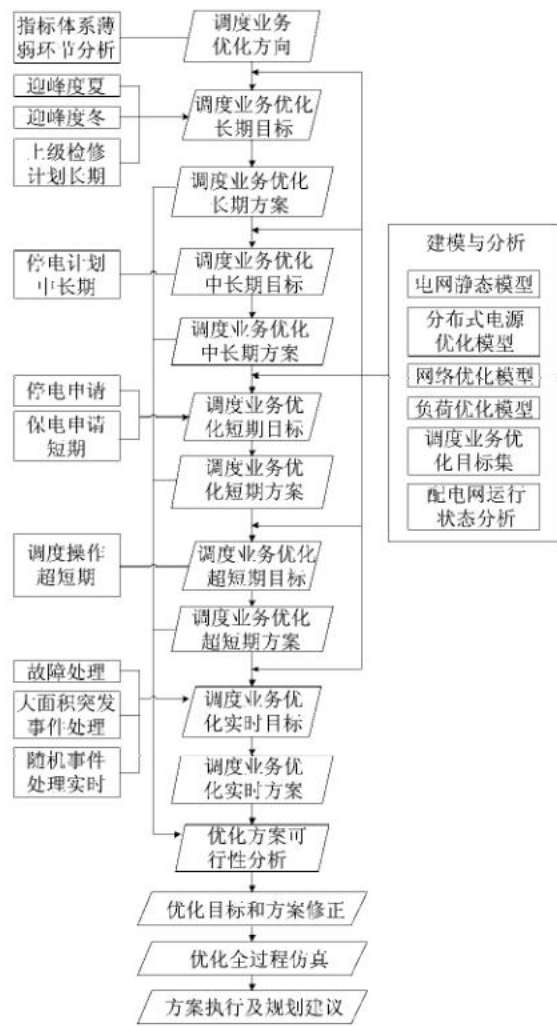


图3 基于调度业务优化的源网荷协调互动流程

划、检修计划、运行方式、设备运行状态、分布式电源出力和负荷的变化趋势,实现电力电量、供电质量和调度操作等调度目标。智能配电网的调度业务优化需要在时间尺度上,形成源网荷互动环境下的多阶段递进式调度优化策略。

4.1 递进式调度业务优化方案

从调度业务角度出发,在各个时间尺度对调度业务的优化之间相互影响、相互制约。某些调度业务的计划制定和执行贯穿多个时间尺度,智能配电网对调度业务的优化在不同的时间尺度需要统筹处理。

例如,对于停电检修业务,通过中长期优化、短期优化和超短期优化,实现对停电检修业务从提交停电计划到调度执行的全过程优化。停电检修业务优化处理流程,每月录入停电检修业务计划申请后,通过中长期优化,得出全网所以停电检修业务的执行日期和时间建议。同时该停电申请

和执行日期作为短期优化的输入条件。各停电申请通过短期全局优化,得到各停电申请的调度操作方案及优化策略。调度员选中的调度操作方案作为超短期优化的递进输入,通过超短期优化,检查调度操作是否会对当天的配电网运行造成隐患,保障停电检修工作安全顺利的执行,保障配电网的安全稳定运行。

各个时间尺度所有调度业务的递进式优化方案如图4所示。

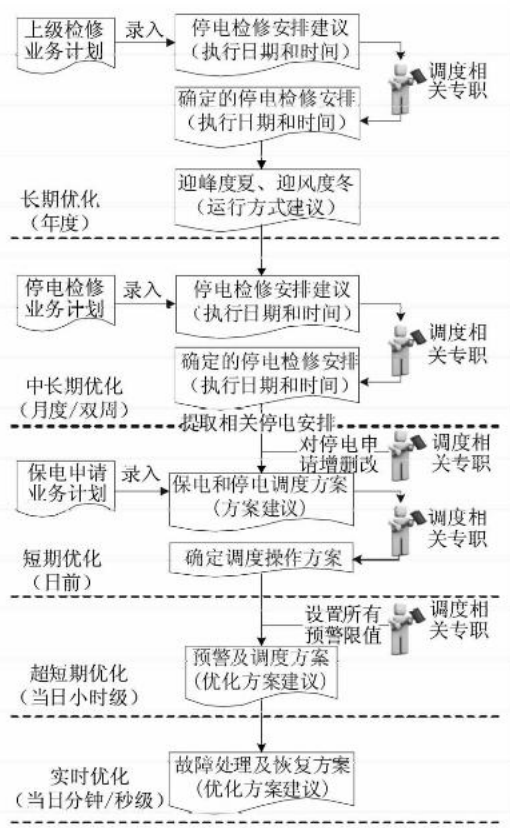


图4 递进式调度业务优化流程

4.2 动态时段的调度业务优化

在智能配电网调度业务优化流程中,针对一个具体的时间尺度,优化时段的划分可兼顾多种因素和模式。针对不同的考虑对象,时间段划分可动态实施。

根据配电网调度业务特性以及处理方式的不同,在各时间尺度上,需要动态划分针对调度业务优化的时间段。例如,针对短期调度业务优化,涉及保电申请和停电申请两类调度业务优化,首先需要解决两类调度业务所有的时间冲突及时间优化,根据所有业务的执行时间及配电网运行状态,动态划分调度业务优化的时间段。

根据天气情况,动态区分冬、夏、春秋三季运

行方式安排;根据当前负荷预测和发电预测数据,动态划分负荷峰谷平各时段,以及分布式电源发电曲线变化趋势划分电源峰谷时段。

5 结语

智能配电网调度业务作为配电网日常调度的重点工作,其优化对配电网的运行效率有着非常重要的意义和作用。针对配电网源网荷的特点,本文从长期、中长期、短期、超短期和实时各个时间尺度所涵盖的配电网优化调度业务出发,研究各个调度阶段的源网荷资源的优化协调方法,建立多时间尺度的调度业务优化流程。智能配电网的调度业务优化根据动态的多时段的优化,实现了基于时间尺度上递进的源网荷互动协调。

参考文献:

- [1] 姚建国,杨胜春,王珂,等.智能电网“源-网-荷”互动运行控制概念及研究框架[J].电力系统自动化,2012,36(21):1-6,12.
YAO Jian-guo, YANG Sheng-chun, WANG Ke, et al. Concept and research framework of smart grid "Source-Grid-Load" interactive operation and control[J]. Automation of Electric Power Systems, 2012, 36(21): 1-6.
- [2] 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,2010,34(2):10-14,23.
WANG Cheng-shan, LI Peng. Development and challenges of distributed generation, the micro-grid and smart distribution system[J]. Automation of Electric Power Systems, 2010, 34(2): 10-14.
- [3] 朱红,余昆,韦磊,等.配电网运行方式调度及其发展趋势分析[J].华东电力,2013,41(4):822-825.
ZHU Hong, YU Kun, WEI Lei, et al. Distribution network operation mode scheduling and its development trend[J]. East China Electric Power, 2013, 41(4): 822-825.
- [4] 张勇军,任霞,李邦峰.电力系统无功优化调度研究综述[J].电网技术,2005,29(2):50-56.
ZHANG Yong-jun, Ren Zhen, Li Bang-feng. Survey on optimal reactive power dispatch of power systems[J]. Power System Technology, 2005, 29(2): 50-56.
- [5] 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.

收稿日期:2014-04-01

本文编辑:郑文彬