

地级电网的超高压自动电压控制模式研究

杨 科, 郑 婷, 杜 磊, 顾东健
(国电南瑞科技股份有限公司, 江苏 南京 211106)

摘 要:为提高地区电网的电压调节能力,提出了地级电网中引入超高压自动电压控制系统,将超高压厂站作为各个地级供电区域的的枢纽变电站,通过负荷预测建立枢纽母线的电压控制目标,快速优化各个子供电区域的电压质量,减少调节次数。中山电网的闭环运行结果表明,该方案可以快速提高电压的合格率,并且有效减少了设备动作次数,提高了地区电网经济性。

关键词:地级电网;超高压;自动控制;优化

中图分类号:TM76

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2015)03-0052-02

作为提高电压质量、降低系统网损和提高电压稳定水平的重要手段,近年来自动电压控制技术得到了国内外科研人员和运行人员前所未有的重视^[1-5]。对于地级电网来说,由于受控目标点多且负荷波动频繁,调节设备需要大量的动作次数来控制合理的电压,调节次数越限后就无法调节,使得地区电网的电压调节能力和调节设备寿命大大减弱^[6-8]。为此,提出了地级电网建立超高压自动控制系统,通过负荷预测制定枢纽母线的电压控制曲线^[9],并与传统的 220 kV 自动电压控制系统相结合。这种控制模式不依赖于省级电网的潮流计算,同时又增强了超高压和地级电网的耦合能力,为地级电网的电压控制模式提供了一种新的思路。

1 数学模型

自动电压控制以区域内经济性为目标函数,以安全性为约束条件,同时将控制设备动作次数还原为经济成本,实现全网的优化:

$$\min F = P_{\text{loss}} + \sum_{i=1}^{n_1} \lambda_u (V_i - V_{i\text{lim}})^2 + \lambda_g (Q_g - Q_{g\text{lim}})^2 + \sum_{i=1}^{n_2} \lambda_q (Q_i - Q_{i\text{lim}})^2 + \sum_{i=1}^{n_3} \lambda_T (\Delta X_{T_i})^2 + \sum_{i=1}^{n_4} \lambda_C (\Delta X_{C_i})^2 \quad (1)$$

$$V_{i\text{lim}} = \begin{cases} V_{i\text{max}} & V_i > V_{i\text{max}} \\ V_i & V_{i\text{min}} \leq V_i \leq V_{i\text{max}} \\ V_{i\text{min}} & V_i < V_{i\text{min}} \end{cases} \quad (2)$$

$$Q_{g\text{lim}} = \begin{cases} Q_{g\text{max}} & Q_g > Q_{g\text{max}} \\ Q_g & Q_{g\text{min}} \leq Q_g \leq Q_{g\text{max}} \\ Q_{g\text{min}} & Q_g < Q_{g\text{min}} \end{cases} \quad (3)$$

$$Q_{i\text{lim}} = \begin{cases} Q_{i\text{max}} & Q_i > Q_{i\text{max}} \\ Q_i & Q_{i\text{min}} \leq Q_i \leq Q_{i\text{max}} \\ Q_{i\text{min}} & Q_i < Q_{i\text{min}} \end{cases} \quad (4)$$

式中: P_{loss} 为系统的有功损耗; n_1, n_2, n_3, n_4 分别为电压考核节点个数、无功考核节点个数、可调主变数、可控容抗器数; $V_i, V_{i\text{max}}, V_{i\text{min}}$ 分别为各电压考核点的电压、电压上限、电压下限; $Q_g, Q_{g\text{max}}, Q_{g\text{min}}$ 为当前关口的无功值、无功上限值和下限值; $Q_i, Q_{i\text{max}}, Q_{i\text{min}}$ 分别为各无功考核点的无功值、无功上限值和下限值; $\lambda_u, \lambda_g, \lambda_q$ 分别为电压罚因子、关口无功罚因子、无功罚因子; $\lambda_T, \Delta X_T$ 为主变分头的调节罚因子和可动作次数; $\lambda_C, \Delta X_{C_i}$ 为容抗器的调节罚因子和可动作次数。各个惩罚因子可按电网系统中安全权重来综合考虑,电压安全优先级最高,权重最大,一般取 0.6,而关口无功罚因子、无功罚因子、主变和容抗器调节罚因子都取 0.1。

2 基于地级电网的超高压自动控制方案

2.1 负荷预测的处理

地区电网能量管理系统(EMS)基本可实现系统负荷预测及母线负荷预测功能,能够提供较高质量的负荷预测结果。自动电压控制系统根据母线负荷预测的结果划分为几个不同的区间,然后根据母线负荷预测结果以及电网的拓扑连接关系,计算各自动电压控制关口的负荷预测结果,从而可以判断各自动电压控制关口的负荷变化趋势,为关口母线制定合理的电压控制目标。

2.2 控制方案

在电网实际运行中,在安全约束条件的约束下,尽可能少动作设备来达到快速优化电压质量。在地级电网中,220 kV 枢纽变电所高压侧的负荷水平和负荷变化趋势影响了整个 220 kV 片区的电压质量。而传统的 220 kV 自动电压控制对 220 kV 侧的电压调节能力非常有限,为此,文中提出了地级电网的超高压自动电压控制模式,在地级电网加入超高压变电站模型,通过地级电网的 500 kV 和 220 kV 电压的联合控制,提升地

级电网的电压控制效果和减少无功设备的调节次数。其控制流程如图1所示。

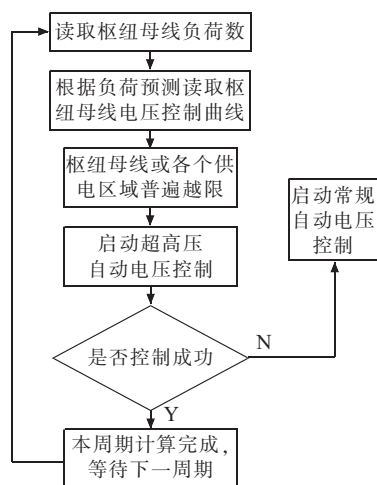


图1 控制流程

该控制策略是在地级电网中引入超高压控制,解决地区电网中控制的盲点。该算法检测到供电区域中枢纽母线(一般是220 kV)越限时,就启动超高压算法,快速解决220 kV电压越限值,整体快速优化该供电区域的质量。该算法比传统算法增加了地区电网的盲点(一般指220 kV母线)调节,使得地区电网电压调节能力大大增强和可靠。

3 算例分析

将文中的方案应用于中山电网EMS中,用户自定义选择常规控制方案和结合超压控制方案。超高压控制方案枢纽母线控制如图2、图3所示,对比结果见表1和表2。

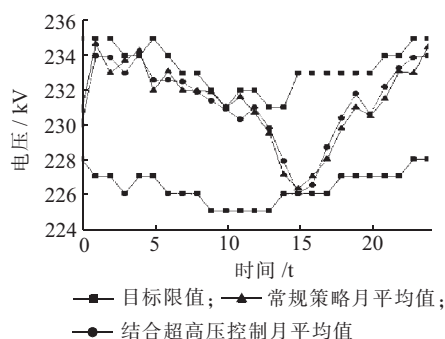


图2 220 kV 控制效果

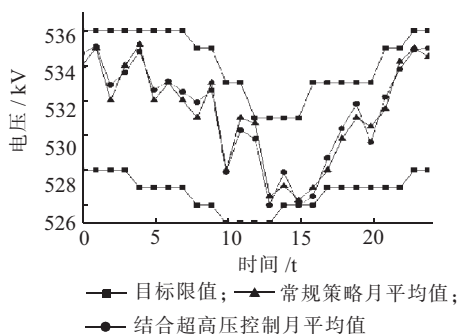


图3 500 kV 控制效果

表1 枢纽母线电压质量对比

控制方法	月度电压合格率/%	月度电压最高值/kV	月度电压最低值/kV
常规控制策略	89.3	537.2/241.3	525.1/225.7
结合超高压控制策略	97.5	535.9/236.5	525.6/227.4

表2 其余母线控制策略效果对比

控制方法	月度电压合格率/%	平均每天动作次数	有功网损比较/MW
常规控制策略	96.8	153	20.36
结合超高压控制策略	98.9	128	17.84

由表1、表2可知,文中的控制方案较常规控制方案供电安全性和经济性都有一定程度的提高。

4 结束语

提出了地级电网中超高压与常规自动电压控制的混合策略方案,该方案不依赖于省级电网的潮流计算,独立运行于地级电网中。中山地区的闭环运行结果表明,该控制策略可有效提高电压合格率,并减少无功设备的动作次数。

参考文献:

- [1] 钟毅,陈蕊.地区电网AVC系统设计与[J].电力系统保护与控制,2008,36(23):41-44.
- [2] 王铁强,成海彦,周纪录.基于分层分区协调控制的河北南网AVC系统设计与实现[J].电网技术,2008,32(26):157-160.
- [3] 郭庆来,孙宏斌,张伯明.江苏电网AVC主站系统的研究和实现[J].电力系统自动化,2004,28(22):53-57.
- [4] 新凡,严庆伟,周帆.基于实时灵敏度分析的湖南电网无功优化控制系统[J].电网技术,2004,28(16):82-85.
- [5] 黄伟,邓勇,丁晓群,等.考虑控制动作顺序的省网电压控制系统[J].电网技术,2007,31(14):79-83.
- [6] 丁晓群,黄伟,邓勇,等.基于分级递阶的地调/中心站模式无功电压控制系统[J].电力系统自动化,2004,28(5):63-66.
- [7] 黄华,高宗和,戴泽梅,等.基于控制模式的地区电网AVC系统设计与应用[J].电力系统自动化,2005,29(15):77-80.
- [8] 孙宏斌,郭庆来,张伯明,等.面向网省级电网的自动电压控制模式[J].电网技术,2006,30(S2):13-18.
- [9] 于汀,郭瑞鹏.基于负荷预测的地区电网电压无功控制方案[J].电力系统保护与控制,2012,40(12):122-124.

作者简介:

杨科(1986),男,江苏无锡人,工程师,从事电网自动电压控制的研究工作;
 郑婷(1988),女,江苏镇江人,工程师,从事电网数据分析的研究工作;
 杜磊(1983),男,山东高唐人,工程师,从事电网自动电压控制的研究工作;
 顾东健(1985),男,江苏南通人,工程师,从事电网状态估计的研究工作。

(下转第57页)

性、能源政策导向性、联网技术性以及体制等问题都在一定程度上制约了其发展,随着分布式电源技术水平的不断提高、各种分布式电源设备性能的不断改进和效率以及并网技术的不断提高,分布式电源将存在巨大潜力,其发电成本会不断降低,应用范围不断扩大,可延伸到生活的各种场所,不仅可作为传统供电模式的一种重要补充,还将在能源综合利用上占有十分重要的地位,将成为未来能源领域的一个重要发展方向。可以预见,分布式电源作为集中供电方式技术不可缺少的重要补充手段,将在电力系统中发挥作用,大规模发展分布式发电技术以及接入配电网已成必然趋势。

参考文献:

- [1] 张国荣,徐宏. 直流微网中的关键技术综述[J]. 低压电器, 2012(15):1-5.
- [2] 吴卫民,何远彬,耿攀,等. 直流微网研究中的关键技术[J]. 电工技术学报,2012,27(1):98-106.
- [3] 肖宏飞,刘士荣,郑凌蔚,等. 微型电网技术研究初探[J]. 电力系统保护与控制,2009,37(8):114-119.
- [4] 王成山,孙充勃,彭克,等. 微电网交直流混合潮流算法研究[J]. 中国电机工程学报,2013,33(4):8-15.
- [5] 黄文焘,邵能灵,范春菊,等. 微电网结构特性分析与设计[J]. 电力系统保护与控制,2012,40(18):149-155.
- [6] 丁明,张颖媛,茆美琴. 微网研究中的关键技术[J]. 电网技术, 2009,33(11):6-11.
- [7] 鲁宗相,王彩霞,闵勇,等. 微电网研究综述[J]. 电力系统自动化,2007,31(19):100-107.
- [8] 郑漳华,艾芊. 微电网的研究现状及在我国的应用前景[J]. 电网技术,2008,32(16):27-31.
- [9] 黄春燕. 引入虚拟电抗的独立运行微电网改进下垂控制[J]. 江苏电机工程,2014,33(4):39-43.

作者简介:

汪志成(1979),男,安徽黄山人,高级工程师,从事电力调度运行管理工作;

葛亚明(1984),男,安徽宣城人,工程师,从事电力调度运行管理工作。

Research on DC Micro-grids and its Multiple Convert Set Coordinated Control Technologies

WANG Zhicheng, GE Yaming

(Jiangsu Electric Power Dispatching and Control Center, Nanjing 210024, China)

Abstract: Distribution generation (DG) and Micro-grids (MG) are two important aspects of intelligent distribution network (IDN). MG provides solution of integration of large-scale distribution sources into power grids. Meanwhile, MG shares the same goal of energy optimization with IDN. Also, it has the advantage of low loss. In this paper, first, MG and its application in distribution network is introduced. Then, the superiority of DC MG and its basic structure are presented. At last, coordinated control technologies of multi-converters in DC MG are analyzed. The discussion in this paper might be useful for the research on DC transmission technologies in MG.

Key words: distribution generation; DC micro-grids; coordinated control; intelligent distribution network

(上接第 53 页)

Research on the EHV Automatic Voltage Control Mode in Regional Power Grid

YANG Ke, ZHENG Ting, DU Lei, GU Dongjiang

(NARI Technology Development Co. Ltd., NanJing 211106, China)

Abstract: In order to improve regional power grid's voltage regulation ability, a method of introducing high voltage level automatic voltage control system to the grid is proposed. The EHV substation is taken as the key position substation in each regional power grid and the voltage control aim in the EHV substation is established based on load prediction. Using this method the voltage quality in this regional power grid can be fast optimized and voltage regulation times can be reduced. The results of the Zhongshan power grid show that the proposed method can rapidly improve voltage qualification rate, reduce action times of equipment effectively, and improve the economical performance of regional power grid.

Key words: regional power grid; EHV; auto-control; optimization

欢迎投稿 欢迎订阅