电力系统

计及同调分区和全局优化的电力系统低频减载方案

解大1，**何恒靖**1，**常喜强**2，**姚秀萍**2

1．上海交通大学 电气工程学院，上海市 闵行区 200240；2．新疆电力公司，新疆维吾尔族自治区 乌鲁木齐市 830002

摘要：

电力系统低频减载方案整定是低频减载保护的重要方面，分区低频减载方案的性能直接决定了低频切负荷的效果。针对以往低频减载方案设计方法的不足，提出了一套新的方案整定方法。首先通过分析方案特性，提出了一种基于方案参数取值集合的方案基础集整定方法，该方法能够整定出相对完整的候选方案集合。然后讨论了电力系统发生解列时，单分区的分区组合情形，给出了低频减载同调分区及相关概念的定义，基于电网分区图结合对图的割集的分析提出了建立系统同调分区集合的算法。最后给出了计及同调分区的方案全局优化算法。上述方案整定方法可以获得全局最优方案，使得低频减载方案在不同事故情况下都能有优良的切负荷性能。结合某实际电网，给出了上述方案整定方法的实际算例。

关键词： 电力系统 方案基础集 同调分区 低频减载 割集 全局优化

An Approach to Design Power System Under Frequency Load Shedding Scheme Taking Coherent Area and Global Optimization into Account

XIE Da1, HE Heng-jing1, CHANG Xi-qiang2, YAO Xiu-ping2

1. School of Electrical Engineering, Shanghai Jiao Tong University, Minhang District, Shanghai 200240, China；2. Xinjiang Electric Power Company, Urumqi 830002, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China

Abstract:

Electrical system UFLS(Under Frequency Load Shedding) scheme design is one of the most important aspects of UFLS protection. The quality of the scheme directly determines UFLS effect. Given the disadvantages of traditional scenario design method, a new kind of scheme setting approach is put forth. Firstly, a candidate scheme set design method based on the values of scenario parameters is given by analyzing characteristics of UFLS scheme and a relatively complete fundamental scheme set can be established by this approach. Then recombination of electric partitions under various accidents, especially when the system splits up, is discussed and coherent area and relevant concepts are defined. A method used to find all coherent areas of a system is introduced and it's mainly based on the analysis of cut-set of the system graph derived from dissected sketch map of the grid. Finally a global UFLS scheme optimization algorithm concerning coherent area is brought forward. By the approach above an optimal UFLS scheme which performances well in different severe situation can be found. In the end scheme designing by this approach is given as an example.

Keywords: power system   fundamental scheme set   coherent partitions   under frequency load shedding (UFLS)   cut-set   global optimization

参考文献：

[1] 杨博，解大，陈陈，等．电力系统低频减载的现状和应用[J]．华东电力，2002(9)：14-18． Yang Bo，Xie Da，Chen Chen，et al．Current status of low frequency load shedding in power system and its application[J]．East China Electric Power，2002(9)：14-18(in Chinese)． [2] 孙光辉，沈国荣．加强电网三道防线确保我国电力系统的安全[C]．中国科协2004年学术年会电力分会场暨中国电机工程学会2004年学术年

会论文集，中国，海南，2004．[3] Delfino B，Massucco S，Morini A，et al．Implementation and comparison of different under frequency load-shedding schemes [C]．Power Engineering Society Summer Meeting，Vancouver BC，Canada，2001．[4] 陈俊山，洪兰秀，郑志远．电力系统低频减载研究与应用发展[J]．继电器，2007，35(14)：79-82．Chen Junshan，Hong Lanxiu，Zheng Zhiyuan．Investigation and application of under-frequency loading shedding[J]．Relay，2007，35(14)：79-82(in Chinese)．[5] Hsu C T，Kang M S，Chen C S．Design of adaptive load shedding by artificial neural networks[J]．IEE Proc Gener Transm and Distrib，2005，152(3)：415-421．[6] Sanaye-Pasand M，Davarpanah M．A new adaptive multidimensional load shedding scheme using genetic algorithm[C]．Electrical and Computer Engineering Conference，Canadian，2005．[7] Seyedi H，Sanaye-Pasand M．New centralised adaptive load-shedding algorithms to mitigate power system blackouts[J]．IEE Generation Transmission and Distribution，2009，3(1)：99-114．[8] 王葵，潘贞存．一种新型低频减载方案的研究[J]．电网技术，2001，25(12)：31-33．Wang Kui，Pan Zhencun．A new load shedding scheme for limiting under frequency[J]．Power System Technology，2001，25(12)：31-33(in Chinese)．[9] 秦明亮，杨秀朝．减少低频减载方案过切的措施研究[J]．电网技术，2002，26(3)：83-86.Qin Mingliang，Yang Xiuchao．Measures to reduce over-shedding caused by under-frequency load shedding project[J]．Power System Technology，2002，26(3)：83-86(in Chinese)．[10] 王冲，解大，陈陈，等．电力系统低频减载分析软件包的开发和应用[J]．继电器，2004，32(13)：55-58．Wang Chong，Xie Da，Chen Chen，et al．Development and application of power system under-frequency load shedding analysis software package[J]．Relay，2004，32(13)：55-58(in Chinese)．[11] 侯学勇，邱巍，鞠平，等．江苏电网低频减载优化研究[J]．江苏电机工程，2008，27(4)：8-10．Hou Xueyong，Qiu Wei，Ju Ping，et al．Study of optimization of under-frequency load shedding in Jiangsu power grid[J]．Jiangsu Electrical Engineering，2008，27(4)：8-10(in Chinese)．[12] 赵强，王丽敏，刘肇旭，等．全国电网互联系统频率特性及低频减载方案[J]．电网技术，2009，33(8)：35-40. Zhao Qiang，Wang Limin，Liu Zhaoxu，et. al．Study on dynamic frequency characteristics and coordinative under-frequency load shedding scheme for nationwide interconnected power grid of China[J]．Power System Technology，2009，33(8)：35-40(in Chinese)．[13] DL 755—2001 电力系统安全稳定导则[S]．[14] 同济大学数学系．高等数学[M]．北京：高等教育出版社，2002：3．[15] 井广秀，孙含笑，胡家跃，等．驻马店和信阳地区电网与河南主网解列事故分析[J]．电网技术，2001，25(9)：71-73．Jing Guangxiu，Sun Hanxiao，Hu Jiayue，et. al．Splitting accident analysis of Zhumadian and Xinyang regional power networks from Henan provincial power network[J]．Power System Technology，2001，25(9)：71-73(in Chinese)．[16] 王朝瑞．图论[M]．北京：北京理工大学出版社，2002：53，75-98．

本刊中的类似文章

1．张侃君 尹项根 陈德树 张哲 杨德先 吴彤 .大型多分支绕组水轮发电机动态模拟研究[J]. 电网技术, 2009,33(6): 96-101

2．李 鹏，余贻鑫，孙 强，贾宏杰.基于Prony分析的多机系统电磁转矩系数计算[J]. 电网技术, 2006,30(10): 39-44

3．邢 洁，韩学山，武 鹏.使潮流方程直接可解的PMU配置方法的改进[J]. 电网技术, 2006,30(11): 30-34

4．索南加乐，焦在滨，张怿宁，刘文涛，刘 东.基于波形系数的变压器励磁涌流快速识别算法[J]. 电网技术, 2006,30(11): 71-76

5．查晓明，张志杰，孙建军.数字式有源电力滤波技术中谐波电流补偿分量的检测[J]. 电网技术, 2006,30(2): 97-101

6．李 丹，苏为民，张 晶，王 蓓，高 洵，田云峰，吴 涛，贾 琳，苗友忠，许晓菲，李 胜，蓝海波，雷为民."9.1"内蒙古西部电网振荡的仿真研究[J]. 电网技术, 2006,30(6): 41-47

7．徐慧明，毕天姝，黄少锋，杨奇逊.基于潮流转移因子的广域后备保护方案[J]. 电网技术, 2006,30(15): 65-71

8．阮前途，王 伟，黄 玉，田英杰，祝瑞金，傅聚荣.基于燃机机组的上海电网黑启动系列试验[J]. 电网技术, 2006,30(2): 19-22

9．赵 良，李 蓓，卜广全，陈志刚，钟杰峰.云南-广东±800 kV直流输电系统动态等值研究[J]. 电网技术, 2006,30(16): 6-10

10．武新宇，程春田，廖胜利，李 刚.两阶段粒子群算法在水电站群优化调度中的应用[J]. 电网技术, 2006,30(20): 25-28

11．郝文斌，李群湛，马庆安，郑永康.基于支持向量机的变压器励磁涌流仿真实现[J]. 电网技术, 2006,30(1): 60-64

12．陶华 杨震 张民 杨俊新 贺仁睦 石岩.基于深度优先搜索算法的电力系统生成树的实现方法[J]. 电网技术, 2010,34(2): 120-124

13．衣立东 朱敏奕 魏磊 姜宁 于广亮.风电并网后西北电网调峰能力的计算方法[J]. 电网技术, 2010,34(2): 129-132

14．秦晓辉 宋云亭 赵良 覃琴 郭强 申洪.大电源接入系统方式的比较[J]. 电网技术, 2009,33(17): 64-69

15．宋墩文 马世英.电力仿真软件数据编辑环境中的智能感知技术[J]. 电网技术, 2009,33(17): 76-80