

消弧线圈主从并联运行方式下的综合控制方案

方景辉¹, 赵 扉¹, 周海滨²

(1.嘉兴恒创电力设计研究院, 浙江 嘉兴 314033; 2.西安交通大学电气工程学院, 陕西 西安 710049)

摘要: 变电站低压扩大分段母线方案的大量应用, 多台消弧线圈的并联运行, 尤其是各台消弧线圈自动控制器(以下简称控制器)在复杂多样的系统接线方式下的联机运行问题日渐突出。探讨了变电站低压母线不同并联运行方式下多台消弧线圈及其控制器并联运行的技术原则及存在问题, 从设计、运行角度重点对主从并联运行方式下的控制方式作出分析, 提出多台消弧线圈并联运行自动控制的成熟综合控制解决方案。

关键词: 消弧线圈; 主从并联; 控制方案

A synthetical scheme for the primary and secondary parallel operation mode of arc-suppression coil

FANG Jing-hui¹, ZHAO Fei¹, ZHOU Hai-bin²

(1.Jiaxing Hengchuang Electric Power Design & Research Institute, Jiaxing 314033, China;
2.Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: With the typical design of the substation expansion of the large number of low-pressure bus programme, multiple arc-suppression coil parallel operation, in particular the arc-suppression coil automatic controller (here-in-after referred to controller) in a complex and diverse system on-line connection mode of operation, is increasingly prominent. This paper explores the technical principles and problems of the arc-suppression coil and its controller parallel operation under low-pressure bus in different parallel operation modes, analyses the primary and secondary parallel mode from the perspective of design and operation, and proposes the automatic control mature integrated control solutions of arc-suppression coil of parallel operation.

Key words: arc-suppression coil; primary and secondary parallel mode; integrated control solutions

中图分类号: TM763 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)21-0059-03

0 引言

适应于低压配电网的不断发展, 其供区和电缆出线的超常发展, 系统对地电容电流急剧增加, 单相接地后流经故障点的电流较大, 电弧不易熄灭容易产生间隙弧光过电压, 同时由于电磁式电压互感器铁芯饱和容易引起谐振过电压, 导致事故跳闸率上升, 消弧线圈的配置已常见于220 kV及110 kV变电站低压母线段。

目前, 变电站内消弧线圈补偿容量不断增大, 补偿范围也不断扩大, 低压母线分段布置情况下为适应于运行的需要, 消弧线圈往往装设于多段母线段。国网典型设计方案中低压四分段(及以上)母线的大量应用, 带来了消弧线圈并联运行的问题。目前, 多台消弧线圈的并联运行, 因消弧线圈本身的制造型式及控制方式不同而不尽相同, 有些甚至不能自动控制并联, 因此, 适应于并联运行的控制方式问题亟待探讨。

消弧线圈并联运行包括同一变电站内多台消弧

线圈并联运行及系统内不同变电站的牵手并联运行, 本文侧重于同一变电站内配置于不同低压母线段的多台消弧线圈的并联运行以及该方式下各台自动控制装置的联机控制问题。

1 消弧线圈并联运行的技术原则

消弧线圈并联运行的条件包括:

a. 需并联运行的各台消弧线圈容量及分配、调档方式以及调档范围等是否满足要求。

b. 各台自动控制装置是否能够实现对系统运行方式快速判别、对各自中性点电压及电流测量数据及时交互以及相互间控制方式自动调整, 通过同时调节各台消弧线圈以取得适当补偿, 并保证各中性点的一致性。

为满足并联运行条件, 在消弧线圈的配置上应考虑以下几个方面:

a. 安装于各母线段消弧线圈的容量应合理平衡分布;

b. 在远景建设中, 考虑需并联运行的消弧线圈

型号及技术参数尽可能一致;

c. 各厂家应统一自动控制器通讯接口、通讯协议及控制程序, 保证并机通畅; 同一类型消弧线圈控制器软件版本也尽可能一致;

d. 在系统运行方式改变时, 各台控制器应能快速识别并重新定义, 投入新的控制方式及算法。

2 消弧线圈补偿容量选择及多台并联运行控制方式

2.1 消弧线圈补偿容量选择

对于消弧线圈容量的选择, 应结合设计规程及本地区各变电站系统电容电流的状况以及配电网发展规划而确定。

设计规程中消弧线圈容量选择的参考公式为:

$$Q = 1.35 \times I_c \times U_n / 3^{1/2}$$

式中: i_c 为接地电容电流; U_n 为系统标称电压。

该公式具有一定的局限性^[1]。以10 kV系统为例, 消弧线圈容量的选择应根据各地区10 kV系统电容电流的实际状况, 同时考虑本地区配电网发展规划而定。随着运行数据的变化, 消弧线圈容量的选择也应随时进行调整。

在嘉兴地区的配电网中, 新建变电站均采用随调式消弧线圈, 因其能够在零到额定电流范围内实行无级调节, 使得在选择消弧线圈容量上灵活性更大。对一般地区, 补偿容量一般选择650 kVA或750 kVA, 对城镇或中心变电站, 补偿容量则可以达到800 kVA或900 kVA甚至更大。

2.2 多台消弧线圈控制器并联运行的控制方式

目前, 自动补偿消弧控制装置技术在同一变电站内并列运行方式下主要有自动并联、主从并联; 在牵手变电站间主要有集中牵手并联^[2]。应用并联方式时, 应结合实际情况, 从运行场合、安装的消弧线圈种类、通讯方面综合考虑, 因地制宜, 解决消弧线圈并联运行中出现的问题。

自动并联适用于各台消弧线圈相互独立, 不需通讯, 控制总次数较少, 技术难度和工程成本较低场合, 一般用于随调式消弧线圈间的并联, 目前应用较少。

集中并联主要适用于牵手变电站间消弧线圈的并联运行, 随着区域电网调度技术的成熟, 因设备种类繁杂而较少应用。

主从并联方式适用于各种类型的消弧线圈, 其最大的优点在于由同一控制器统一控制各台消弧线圈, 使补偿量得以及时、平稳调整和合理分配, 目前这种控制方式得到了较为广泛的应用。主从并联控制存在的主要问题是早期投入设备与扩建设备间

通信不畅, 在变电站有三段10 kV母线均配置有消弧线圈, 且三段母线并联运行或任意两段母线并联运行时, 会出现由于多台控制器之间的并机不畅, 造成消弧线圈调节紊乱的情况, 部分因接线不规范而不能很好适应运行方式变化甚至不能并联运行。下文将着重对这种控制方式下存在的问题及解决方法进行进一步探讨。

3 主从并联控制方式下多台消弧线圈并联运行控制方案

主从并联是指预设一台消弧线圈控制器(一般为I期投入)作为主机, 其它设为从机, 该控制方式适用于预、随调式消弧线圈间的并联及混合并联。选择主从并联首先应保证消弧线圈容量合理平衡分布; 其次, 如预、随调式消弧线圈混合并联, 应选用随调式消弧线圈作为主机, 如不同厂家控制器并联, 应保证各控制器具备统一的通讯接口、通讯协议及控制程序。控制主机时需单独测量计量系统电容电流, 进而对各机器控制至设定脱谐度进行计算, 最后对从机承担的补偿容量进行指令分配。低压侧母线分列运行时, 主从并联控制器应快速识别各种复杂运行方式并重新定义, 及时准确投入新的方式及算法。一般来说, n 台控制器并联, 从机各控制1次, 主机需要控制2次。

3.1 多台控制器并联运行控制方案

根据变电站低压母线分段情况及运行方式的不同, 现场联机情况复杂, 有可能为二控二联机, 也有可能为一控二和一控一之间的联机, 还有可能多台控制器联机。

下面以典型设计方案中单母线四分段接线, 其中三段母线配置消弧线圈为例(消弧线圈采用上海思源 XHK-II 型自动控制成套装置), 简要叙述在各种运行方式下的自动控制方案:

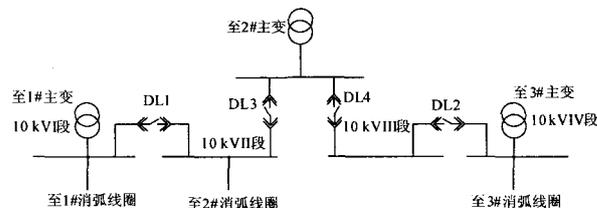


图1 消弧线圈应用于单母线四分段接线中
Fig.1 Arc-suppression coil used in single-four sub-bus connection

3.1.1 运行方式一

三台主变低压侧四分段接线, 其中#2主变拖二段母线运行, I期上#1, #2两台主变。

#1, #2主变低压侧分列运行时, 每台主变低压侧对应一组消弧线圈, 每台消弧线圈各自补偿各段

的电容电流。其关系简单叙述: I_C 为系统电容电流, I_{L_i} 为母线消弧线圈的补偿电流, I_{C_i} 为仅第 1 台消弧线圈控制时其它的 $n-1$ 台消弧线圈补偿后的剩余部分电流^[2], 即

$$I_{C_i} = I_C - \sum_{i=1} I_{L_i}$$

当#1, #2 主变低压侧并联运行时, 系统的电容合并为一个, 系统消弧线圈和控制器有两台, 相对分列, 一台调档则改变系统状态, 另一台也能感觉到, 以为系统发生变化, 从而计算调节从等效和计算原理上讲, 联机前后等效图不同, 算法自然不同, 这是并联运行需要解决的问题。

设置消弧线圈为主、从机运行方式, 即是两台控制器都采样, 仅主机计算, 主机分配调档命令, 主机和从机执行主机的命令进行调档, XHK-II 背板设置运行方式, 以 PD1 和 PU1 表示: 1 代表 1# 控制器, P 表示并联运行方式, D (DOWN) 和 U (UP) 表示主机和从机。这样, 一台机器即有四种可能性:

- a. 独立一台控制器, 无主、从机之分。
- b. 该控制器是主机, 且有从机。
- c. 该控制器是从机。

d. 该控制器是上面一台机器的从机, 但同时也是下面一台机器的主机^[3]。

对于#1、#2 消弧线圈控制器联机的识别, 需将 10 kV I、II 段母分开触点接入作为#1 控制器的 PD1, 作为 2# 控制器的 PU1, 由控制装置自动识别和自动调整算法, 重新计算和调节。

3.1.2 运行方式二

完整三台主变低压侧四分段接线, 消弧线圈分别安装于 10 kV I、II、IV 段母线 (安装于 I、III、IV 等同)。

#1、#2 消弧线圈控制器联机的识别, #1 控制器同运行方式一。

由于 10 kV II 段母线既有可能与 I 段母线并联运行, 也有可能通过 DL3、DL4 及 DL2 与 10 kV III、IV 段母线并联运行, 因此#2 控制器既可能是#1 控制器的从机, 又可能是#3 控制器的主机。所以, 需将 10 kV I、II 段母分开触点接入作为#2 控制器的 PU1, #2 主变低压侧分支 DL3、DL4 及 10 kV III、IV 段母分开触点串联送至#2 控制器的 PD1。

#3 控制器为与#2 控制器联机的从机, 需将#2 主变低压侧分支 DL3、DL4 及 10 kV III、IV 母分开触点串联送至#3 控制器的 PU1。

3.2 消弧线圈并联中电阻运行选线控制问题

随着并联中电阻自动控制消弧线圈器单相接地故障选线技术的成熟, 将电阻放在消弧线圈二次侧,

利用有功分量实现选线的原理具备了优化方案, 在控制器并联运行下可与选线的功能及算法配合。

在简单的两段母线联机运行时, 只有主机投入并联中电阻, 从机不投中电阻仅负责采样, 当发生主机段出线接地时, 主机选出母线, 从机选出母线接地; 当接地线路发生在从机段时, 从机选出故障回路并且送给主机, 主机、从机同时报故障回路。

对于上齐三台主变, 10 kV 母线四分段接线, 其中 I、II、IV 段均配置消弧线圈接线方式而言, 选线原理与上述并联控制方式类似, 故障回路由从机上报给主机, 出线零序电流的采集方式为: 10 kV I、II、IV 段出线的零序 CT 接入#1、#2、#3 消弧线圈控制器, 10 kV III 段出线的零序 CT 需要同时接入#2 和#3 控制器; 消弧线圈配置于 10 kV I、III、IV 段母线时, 10 kV II 段出线的零序 CT 同时接入#1、#2 消弧线圈控制器。

4 结论

现阶段, 变电站低压母线消弧线圈并联问题凸现, 一方面变电站的低压母线接线不断扩大, 消弧线圈容量也随之增加; 另一方面, 较难有成套装置同时完成多台消弧线圈的自动控制。多台消弧线圈自动控制器主从并联方式下应重视并联技术原则, 保证并机通畅, 联机接线正确。在系统运行方式改变时, 联机控制器应快速识别并重新定义, 及时准确投入新的方式及算法。

参考文献

- [1] 邓岳华, 胡晓萌, 区伟潮, 等. 消弧线圈的几个常见问题[J]. 农村电气化, 2005, (5): 53-54.
DENG Yue-hua, HU Xiao-meng, QU Wei-chao, et al. Several Frequently Asked Questions of Arc-suppression Coil [J]. Rural Electrification, 2005, (5): 53-54.
- [2] 余艳, 陈忠仁, 等. 自动补偿消弧装置的并联运行方式[J]. 电力建设, 2005, 26 (3): 51-53.
SHE Yan, CHEN Zhong-ren, et al. Parallel Operation Mode of Automatic Compensation [J]. Electric Power Construction, 2005, 26 (3): 51-53.
- [3] 上海思源电气股份有限公司 XHK-II 型消弧线圈自动调谐及接地选线装置使用说明书[Z].

收稿日期: 2008-11-18 修回日期: 2009-01-11

作者简介:

方景辉 (1981-), 男, 本科, 主要从事变电二次设计工作; E-mail: fang_jinghui@yahoo.com.cn

赵 靡 (1980-), 女, 本科, 主要从事变电二次设计工作;

周海滨 (1981-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为电力系统无功优化与电压稳定性。