

电厂侧 AVC 子站安全约束控制策略优化

谢 锋¹, 王学民²

(1. 广东珠海金湾发电有限公司, 广东 珠海 519050; 2. 武汉供电公司变电检修公司, 湖北 武汉 430050)

摘要: 针对电厂侧 AVC 子站安全约束控制策略存在的缺陷, 提出了一种新的优化方案, 采用远方控制与就地调节相结合的方式。正常情况下, 电厂侧 AVC 子站由主站远方控制; 当发电机组的一些重要参数越限时, 开放机组的就地调节权限, 允许 AVC 子站反向调节机组无功。该方案改善了电厂侧 AVC 子站的电压调节性能, 消除了功率耦合问题带来的隐患, 提高了发电机组的安全稳定性。优化后的 AVC 子站安全约束控制策略兼顾了电网的无功调节和发电厂的电压安全两方面要求。

关键词: 自动电压控制; 电厂; 发电机; 安全约束; 控制策略; 优化

Security constraints control strategy optimization of AVC sub-station system in power plant

XIE Feng¹, WANG Xue-min²

(1. Guangdong Zhuhai Jinwan Power Company Limited, Zhuhai 519050, China;
2. Substation Overhauling Company, Wuhan Power Supply Co., Ltd, Wuhan 430050, China)

Abstract: This paper studies the defects of security constraints control strategy of AVC sub-station system in power plants and proposes a new optimized control strategy. Remote control mode and local regulation mode are combined in the optimized control strategy. Ordinarily, AVC sub-station system is controlled under remote control mode by master. When some important parameters are over limited, local regulation authority is opened, and reactive power can be regulated reversely. The optimized control strategy improves the voltage regulation performance of AVC sub-station system, eliminates the hidden danger of the power coupling, and enhances the security and stability of the generating units. The reactive power control demand of the grid and the voltage security of the power plant are organically combined in the optimized security constraints control strategy of AVC sub-station system.

Key words: automatic voltage control; plant; generator; security constraints; control strategy; optimization

中图分类号: TM732 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)16-0147-03

1 AVC 系统简介

自动电压控制系统(AVC)^[1-5]作为一种全局性的电网无功调度控制系统, 近几年得到快速的应用与发展。它对优化区域电网的无功潮流, 改善电网供电水平起到了积极作用。

AVC 系统一般由主站和子站组成。主站安装在区域电网的调度中心, 负责系统无功潮流的优化计算, 将节点电压控制命令下达到子站, 并接收子站反馈的状态信息。子站安装在各个无功关键节点, 负责接收主站下发的节点电压值, 结合本地设备运行状态进行目标无功分配计算。电厂侧 AVC 子站在功能逻辑上一般可分为上位机和下位机, 上位机负责计算和分配无功, 下位机负责对机组的控制和信号采集。上位机只有一台, 下位机与发电机组存在一一对应的关系。AVC 系统示意图如图 1。

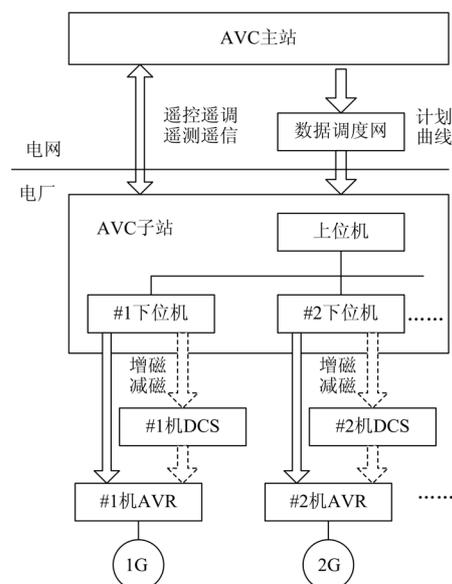


图 1 AVC 系统示意图

Fig.1 Sketch map of AVC system

2 电厂侧 AVC 子站安全约束控制策略^[1-3,5]

电厂侧子站以发电厂升压站母线电压为控制目标，通过调节各发电机励磁来实现电压控制和无功优化。

为了确保 AVC 的调节不影响发电机组的安全稳定运行，电厂侧 AVC 子站设置了安全约束控制策略。

下位机监测发电机组与 AVC 调节有关的重要参数（如机端电压、厂用母线电压、机组无功，以下简称“安全参数”，为叙述方便以 U 代替任一参数），并上传到上位机。

上位机负责安全约束控制。作为安全约束条件，上位机对每一个安全参数都预先设定了高限值和低限值（分别以 U_H 、 U_L 表示）。下位机传送来的安全参数实时值，在上位机内与安全约束条件进行比较：

(1) $U_L < U < U_H$ ：开放机组的调节权限。允许 AVC 根据主站的目标控制值调节机组无功。

(2) $U \geq U_H$ 或 $U \leq U_L$ ：闭锁机组的调节权限。不允许 AVC 系统调节机组无功。

经过安全约束条件判别，确定了允许调节的机组。上位机根据主站的目标控制值，通过优化计算，得出各可调机组应发无功功率，由下位机通过控制单元直接或间接向励磁系统发出增、减磁信号。AVC 子站目标控制模型示意图如图 2。

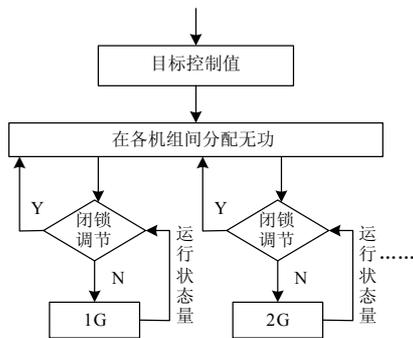


图 2 电厂侧 AVC 子站目标控制模型示意图

Fig.2 Control module diagram of AVC sub-station system

3 存在的问题

基于上述安全约束控制策略的自动电压调节，给发电厂的安全运行带来了新的问题。

现代的大型高压电网的一个主要特点是线路的充电功率大。地处线路末端的发电厂，无功富裕，表现为升压站母线电压长期偏高。AVC 系统为了维持电网电压在一个合理水平，会控制电厂减发或吸

收无功，因此，就会不断给发电机组的 AVR 下达减磁指令，直至实现 AVC 设定的目标控制值或触发某一安全约束条件。通常，厂用母线处于发电厂的负荷末端，所带负荷较重，对发电机机端电压下降更为敏感，因此，厂用母线电压低会率先闭锁 AVC 调节。

出于最大限度利用发电机组无功调节能力的考虑，AVC 子站的安全约束条件的整定范围都会尽可能放宽。厂用母线电压低限值一般整定在电气设备允许长期运行电压的下限（如 6 kV 电压等级整定值下限为 6 kV 甚至更低）。

厂用母线电压经常运行在低限定值附近，对机组安全运行存在很大风险。

如果厂用母线电压在 AVC 控制下已运行在整定值的下限，当发电机组的运行状态由低有功、低无功向高有功、低无功转变时，厂用负荷相应会上升，其厂用母线电压必然下降，并低于 AVC 子站的安全约束条件低限值。电压的这种下降，不是由 AVC 系统调节造成的，而是因负荷的变动自然导致的。对于这种状态，现行的 AVC 子站系统既不会自动进行电压的反向调节，也无法闭锁厂用母线电压的继续下降。厂用母线电压下降过低，可能导致某些对电压敏感的设备跳闸，危及发电机组的安全运行。

为了消除这种潜在的安全隐患，需要优化电厂侧 AVC 子站的安全约束控制策略，增加与机组安全运行密切相关的参数的调节手段。

4 安全约束控制策略的优化

现有 AVC 子站在设计安全约束控制策略时，没有考虑有功功率和无功功率耦合的影响。为了解决功率耦合问题给发电机组带来的安全隐患，可以对安全约束控制策略作如下改进。

(1) $U_L < U < U_H$ ：开放机组的远方调节权限。允许 AVC 根据主站的目标控制值调节机组无功。

(2) $U > U_H$ 或 $U < U_L$ ：开放机组的就地调节权限，闭锁机组的远方调节权限。上位机调节机组无功，直至满足 $U = U_H$ 或 $U = U_L$ 。

(3) $U = U_H$ 或 $U = U_L$ ：闭锁机组的远方、就地调节权限。不允许 AVC 系统调节机组无功。

经上述优化，安全约束控制策略将决定 AVC 子站的调节：当机组运行正常，各相关参数存在调节裕度时，AVC 子站可以依据主站的目标控制值调节机组无功；当相关参数已达低限值或高限值时，闭锁 AVC 对机组的调节；当相关参数已超越低限值或高限值，威胁机组安全运行时，AVC 子站将反向

调节机组无功, 确保相关参数恢复正常水平, 保证机组安全稳定运行。

5 优化效果

优化后的安全约束控制策略既确保了电厂的电压安全, 又满足了电网的无功调节需求。优化前后 AVC 子站对机组无功调节情况如表 1。

表 1 数据对比

Tab.1 Data comparison

机组参数	优化前		优化后	
	厂用母线 电压低闭 锁调节时	有功 上升后	厂用母线 电压低闭 锁调节时	有功 上升后
P / MW	449	506	456	507
Q / Mvar	-55	-59	-59	-16
U / V	6 050	5 937	6 050	6 052

由表 1 可见, 优化前, 当发电机的有功出力由低变高时, AVC 装置无法阻止厂用母线电压越过闭锁下限进一步下滑。优化后的 AVC 系统解决了这一问题。

6 结束语

电厂侧子站是 AVC 系统实现电厂本地无功控制调节的装置, 它取代了 AVR 的后台控制功能, 直接调节发电机组无功。因此, 它应在确保发电机组的无功电压安全的前提下, 实现电网的无功调节需求。

参考文献

- [1] 广东省电力调度中心. 广东电网发电厂 AVC 自动电压控制系统技术规范(试行)[S].2007.
Guangdong Power Grid Dispatching Center. Specification for the construction of AVC substation of

power plant of Guangdong power grid trial implementation[S]. 2007.

- [2] 李钦, 温柏坚. 广东电网电厂 AVC 子站建设研究[J]. 电力系统保护与控制, 2008, 36 (21): 38-42.
LI Qin, WEN Bai-jian. Research of the construction of AVC substation of power plant of Guangdong power grid[J]. Power System Protection and Control, 2008, 36 (21): 38-42.
- [3] 张继芬, 危剑鸣, 杨耿杰, 等. 电网自动电压控制在大型火电厂的设计与实现[J]. 电力设计, 2005 (1): 60-65.
ZHANG Ji-fen, WEI Jian-ming, YANG Geng-jie, et al. Design and realization of automatic voltage control for power plant[J]. Electric Power Survey & Design, 2005 (1): 60-65.
- [4] 唐建惠, 张立港, 赵晓亮. 自动电压控制系统(AVC)在发电厂侧的应用[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37 (4): 32-35.
TANG Jian-hui, ZHANG Li-gang, ZHAO Xiao-liang. Application of the auto-voltage-control in power plants[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37 (4): 32-35.
- [5] 雷春明, 张晓东. 华能岳阳电厂 AVC 在 DCS 中的实现[J]. 华中电力, 2007, 20 (3): 57-59.
LEI Chun-ming, ZHANG Xiao-dong. The practice of AVC based on the DCS of Huaneng Yueyang power station[J]. Central China Electric Power, 2007, 20 (3): 57-59.

收稿日期: 2009-12-31; 修回日期: 2010-04-18

作者简介:

谢锋(1971-), 男, 工程师, 工学硕士, 主要从事发电厂电气设备维护工作; Email: xiefeng001@126.com

王学民(1971-)男, 工程师, 本科, 主要从事电力系统及其自动化工作。

(上接第 142 页 continued from page 142)

ZHAO Jian-feng, WANG Xun, PAN Shi-feng. Design and experimental study of high-power power quality signal generator[J]. Automation of Electric Power Systems, 2005, 29 (4): 41-44.

- [14] 王兆安, 黄俊. 电力电子技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
WANG Zhao-an, HUANG Jun. Power electronics[M]. Beijing: China Machine Press, 2000.

收稿日期: 2009-09-09

作者简介:

谢倩(1988-), 女, 硕士研究生, 研究方向为电力电子技术及其在电力系统中的应用; E-mail: susyqian@163.com

陈劲操(1956-), 男, 教授, 研究方向为电能质量控制及测试技术。