

某越南电厂自动电压控制的实现及安全控制策略

陈亮, 周伟, 杨源[✉], 谭任深

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663)

摘要: [目的] 自动电压控制 (Automatic Voltage Control, AVC) 是降低电网损耗、提升电网电压质量、保证电网和机组安全稳定运行的重要手段。[方法] 针对越南电网没有专门的AVC主站、子站装置的实际情况, 设计了基于机组分散控制系统 (Distributed Control System, DCS) 的AVC实现路径, 设计与越南电力调度中心的信息交互方案, 分析了AVC投退及安全约束条件并以DCS逻辑的形式呈现, 实现了电厂无功-电压的有效调节。[结果] 方案满足了越南电网关于自动电压控制的技术合规要求。[结论] 方案可为境外电厂工程自动电压控制的实现提供参考和借鉴。

关键词: 自动电压控制; 分散控制系统; 电厂; 控制逻辑; 无功电压调节

中图分类号: TM611; TM732

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2020)S2-0096-05

开放科学(资源服务)二维码:



Practice and Security Constraint Strategy of AVC in Vietnam Power Plant

CHEN Liang, ZHOU Wei, YANG Yuan[✉], TAN Renshen

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: [Introduction] The automatic voltage control (AVC) system is an important tool for reducing network loss, improving the network voltage quality, and ensuring secure and stable operation of power network as well as the power plant. [Method] Since there was no special AVC device in Vietnam, practice of AVC based on the power plant Distributed Control System (DCS) was carried out, in which the information interaction with Vietnam Power Grid Dispatching Center, and the AVC on/off & security constraint logic in DCS had been established. [Result] Effective regulation of reactive power - voltage has been realized, satisfying the technique requirement of Vietnam power network. [Conclusion] Therefore, it can provide a reference for the realization of automatic voltage control in overseas power plant projects.

Key words: automatic voltage control; distributed control system; power plant; control logic; reactive power - voltage regulation

随着“一带一路”战略的实施, 中国能源建设企业走出国门, 带动中国富余产能和中国标准“走出去”, 赢得了前所未有的发展机遇, 但“走出去”工程也存在制约工期、利润、质量的技术合规风险。

对于电厂工程来说, 接入电力系统工程一般需与目标地电网的既有设施对接, 需要获得电网审批后才能开始建设, 而由于目标地电力工业的体制、发展程度与我国存在普遍差异, 接入电力系统工程合规成为境外工程的关键难点。

自动电压控制 (Automatic Voltage Control,

AVC) 是接入电力系统工程的重要一环。电厂侧自动电压控制是指通过对高压母线的无功-电压值进行合理有效的调节, 使电厂侧高压母线电压值符合期调度望值, 以提升电功率因数, 降低电网损耗、提升电网电压质量、保证系统和机组安全稳定运行^[1-3]。

国内自动电压控制主要是通过分层控制模式, 采用专门的AVC装置实现, 一般由调度AVC主站层、操作层、电厂AVC子站层组成。层级之间的控制指令与信息反馈是通过电力调度数据网传输^[4]。AVC装置已实现了产品系列化, 实施过程中不需要技术人员深度介入, 但设备维护对厂家依赖性大。

越南某电厂项目实施过程中, 越南电网没有专门的AVC主站、子站装置, 因此, 结合当地电网的实际情况, 充分利用电厂既有资源, 实现电厂无功-电压的有效调节功能, 满足当地电网的要求并获准接入, 对于保障项目顺利实施、保证电网电压稳定具有重要的工程意义。

1 国内工程的AVC实现路径

国内自动电压控制的主要实现方式^[5-8]是: 调度端AVC主站下发的电厂主变高压侧母线(节点)电压控制目标值(或直接下发电厂总无功功率目标值), 电厂侧AVC子站系统上位机接收到该值后, 根据电压控制目标值, 结合本地母线电压实测值及机组的运行情况, 通过计算得出电厂需要承担的总无功功率, 按一定的无功分配算法, 将总无功功率合理分配给对应每台机组的AVC子站下位机。考虑到发电机无功功率和电压跟励磁电流息息相关, 所以各下位机直接或通过机组分散控制系统(DCS)向发电机励磁调节器发送增、减磁指令以调节发电机无功出力, 使电厂变高侧母线(节点)电压达到控制目标值, 实现全厂多机组的电压无功自动控制。

整个过程的原理如图1所示(以两台机组为例)。

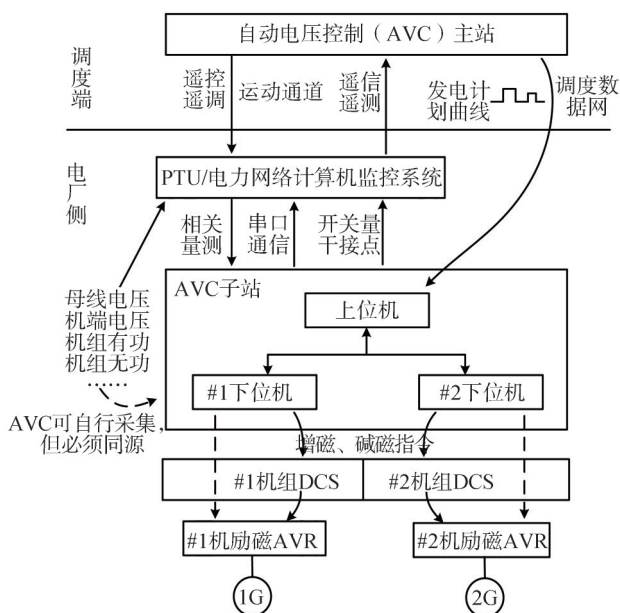


图1 国内AVC主流路径图
Fig. 1 Main approach of domestic AVC

2 某越南电厂的AVC实现路径

2.1 AVC结构

因越南没有专门的AVC主站、子站装置, 考虑到机组分散控制系统(Distributed Control System, DCS)与远动网关、励磁调节器之间已有信号交互, 故选择在DCS系统中增加相应的AVC控制模块, 并设定安全控制逻辑, 以实现机组自动电压控制功能。

越南电力调度中心通过电厂网关(GATEWAY)与DCS网络的AVC模块通信, 完成AVC指令和相关信息的传递。AVC将无功/电压实际值与调度指令值进行比较, 然后向机组励磁调节器发出增、减磁指令, 直至无功/电压满足调度要求。图2为在DCS中实现AVC功能的逻辑框图。

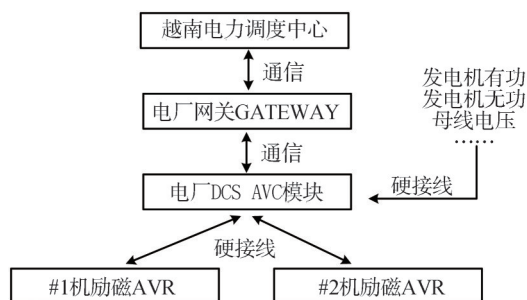


图2 DCS AVC结构图
Fig. 2 DCS AVC structure

2.2 AVC控制方式

设计的自动电压控制系统包含无功控制和电压控制两种方式。每种方式都包含本地自动控制和远程自动控制两种模式^[9]。

本地自动控制是指: 根据调度AVC指令, 手动设定无功/电压值进行自动调节; 远程自动控制是指: 跟踪调度设定的无功/电压目标值进行自动调节。

2.3 与调度端的信息交互

电厂AVC DCS模块应能接收网关转发的调度指令数据, 也应具备独立采集模拟量和状态量, 并经网关向调度端传送的功能。

- 1) 上传调度端的模拟量信息有: 电厂变高侧母线(节点)电压。各机组有功、无功出力。各机组机端电压。各机组定子电流。

各机组频率。

各机组有功出力上限/下限。

各机组无功出力上限/下限。

2) 上传调度端的开关量信息有:

机组开关、刀闸位置信号。

发变组保护动作/状态信号。

机组灭磁开关位置信号。

各机组励磁系统状态信号 (是否故障)。

各机组 AVR 运行/停止 (投入/退出) 信号。

各机组励磁限制保护动作信号。

各机组 AVR 自动/手动信号。

各机组励磁到达最大/小设定值信号 (增/减磁闭锁)。

各机组 PSS 投入/退出信号。

各机组 AVC 允许调度端远方闭环控制。

3) 从调度端接收的模拟量信息有:

母线 (节点) 电压设定值。

各机组无功出力设定值。

2.4 AVC DCS 控制逻辑

2.4.1 AVC 投退逻辑

当机组出现发变组保护动作或故障, 或发电机出口断路器分闸位置时, DCS 的 AVC 模块退出运

行。当励磁系统故障, 或励磁调节器的以下限制动作时, DCS 的 AVC 模块退出运行。

1) 定子电流限制

根据发电机进相和滞相运行区间设定定子电流不超过发电机额定电流。

2) 过励限制

防止空载误强励或励磁电流长时间过大, 铁芯工作磁密升高而饱和, 导致转子绕组过热损坏, 可设定为低于发电机额定励磁电流。

3) 欠励限制

防止发电机定子、转子间的磁场联系过弱而失去静态稳定, 定子绕组端部磁密过高发热, 机端和厂用电压过低, 可设定为 1.05~1.1 倍发电机最小励磁电流。

4) V/Hz 限制

也即过激磁限制, 防止电压过高或频率过低引起铁芯过热。根据发电机频率和设定值计算出当前的机端电压允许值作为限定值。

5) 发电机定子过电压限制

防止发电机定子过电压, 按不超过发电机额定电压的 1.05 倍设定。

AVC 的 DCS 投退逻辑如图 3 所示。

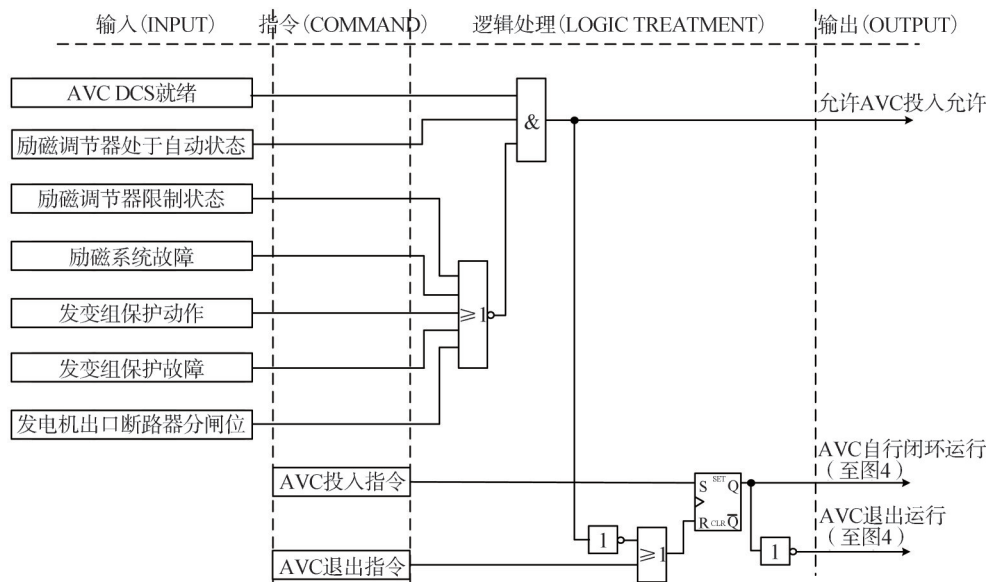


图3 AVC DCS 投退逻辑

Fig. 3 DCS logic of AVC on and off

2.4.2 AVC 安全控制逻辑

AVC 投入运行后, 发电机增、减磁指令由 AVC 发出。当出现以下情况之一时, AVC 应闭锁

机组调节, 发出警报。

1) 发电机无功越闭锁值

上限按不超过发电机额定无功功率设定; 下限

在发电机P/Q平面上应高于励磁调节器P/Q限制曲线,对同一有功功率下的无功下限设定值可按励磁无功设定值的90%~95%^[10]。

2) 主变高压侧母线(节点)电压越闭锁值

上限、下限均按当地电网的要求设定。

3) 机端电压越闭锁值

上限按不超过发电机端额定电压的1.05倍设

定;下限应大于发电机进相试验时的最低机端电压,设为0.92 pu。

4) 厂用电母线电压越闭锁值

上限按1.05 pu,下限应大于发电机进相试验时的最低厂用电母线电压,设为0.95 pu。

5) 转子电流越闭锁值

具体实现逻辑如图4所示。

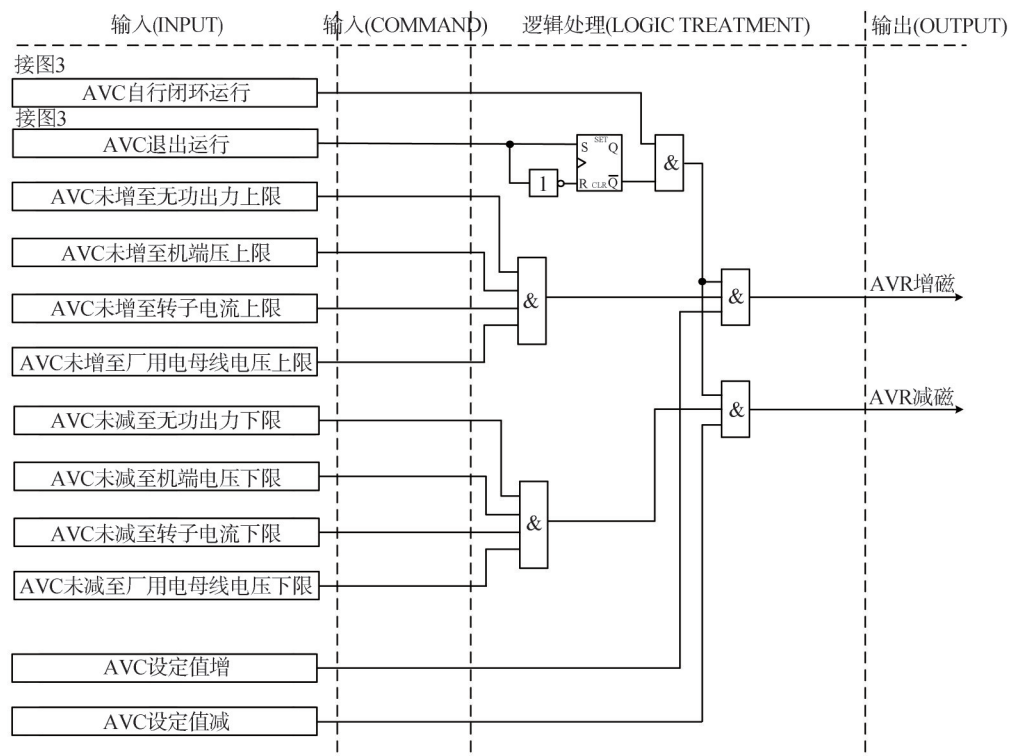


图4 AVC DCS安全控制逻辑

Fig. 4 DCS logic of AVC security constraints

经过调试,机组快速、稳定地实现了无功-电压控制。基于DCS的AVC实现方法,不需专门的AVC装置,节省了成本,便于运行人员的统一监控与维护;提高了系统电压质量和安全稳定运行水平,满足了越南电力调度中心的自动电压控制要求,创造了良好的经济和社会效益。

3 结论

在越南某电厂工程实践中,考虑到越南电网没有独立的AVC主站、子站设备,结合当地电网的实际情况,设计了基于机组分散控制系统(DCS)的AVC实现路径,建立了DCS AVC系统结构,设计了与越南电力调度中心的信息交互方案,分析了AVC投退及安全约束条件并以DCS逻辑的形式呈

现,实现了电厂无功-电压的有效调节,满足了当地电网关于自动电压控制的技术合规要求,为境外电厂工程自动电压控制的实现提供了参考和借鉴。

参考文献:

- [1] 周宇华, 翟伟翔, 马平. 火电厂自动电压控制(AVC)系统方案设计[J]. 电力系统保护与控制, 2012, 40(9): 128-132. ZHOU Y H, ZHAI W X, MA P. Design of automatic voltage control (AVC) system for thermal power plant [J]. Power System Protection and Control, 2012, 40(9): 128-132.
- [2] 苏杰, 孙金龙, 刘友宽, 等. 基于仿人智能控制的火电厂AVC系优化研究[J]. 电力系统保护与控制, 2018, 46(2): 157-162. SU J, SUN J L, LIU Y K, et al. Research on AVC system optimization of power plant based on human-simulated intelligent control [J]. Power System Protection and Control, 2018, 46

- (2): 157-162.
- [3] 李志恒, 付红军, 孙建华等. 电厂侧自动电压控制系统电压控制策略的改进 [J]. 电力系统自动化, 2011, 35(9): 95-99.
LI Z H, FU H J, SUN J H, et al. Improvement on voltage control strategy used in automatic voltage control system of power plant [J]. Automation of Electric Power System, 2011, 35(9): 95-99.
- [4] 李培洋. 自动电压控制技术在电厂侧的实现技术研究 [J]. 湖南电力, 2018, 38(2): 60-63.
LI P Y. Automatic voltage control technology research on the side of power plant [J]. Hunan Electric Power, 2018, 38(2): 60-63.
- [6] 刘健. 自动电压控制(AVC)子站功能及其建设实践 [J]. 电力建设, 2014, 35(2): 95-100.
LIU J. Function and construction practice of AVC substation [J]. Electric Power Construction, 2014, 35(2): 95-100.
- [7] 吕子岳. 樟山发电公司自动电压控制系统(AVC)工程分析 [D]. 北京: 华北电力大学, 2014.
LV Z Y. Analysis on automatic voltage control system in Zhangshan power plant [D]. Beijing: North China Electric Power University, 2014.
- [8] 翟伟翔, 周宇华, 苏适, 等. 火电厂厂级自动电压控制系统研制 [J]. 电力自动化设备, 2011, 31(11): 130-134.
ZHAI W X, ZHOU Y H, SU S, et al. Development of plant-level automatic voltage control system for power plant [J]. Electric Power Automation Equipment, 2011, 31(11): 130-134.
- [9] 马铭宏, 丁永允, 房国成. 基于DCS系统的自动电压控制设计 [J]. 东北电力技术, 2016, 37(5): 39-41.

MA M H, DING Y Y, FANG G C. Design on automatic voltage control by DCS system [J]. Northeast Electric Power Technology, 2016, 37(5): 39-41.

- [10] 郑敏华, 贾玉强. 核电厂自动电压控制系统安全控制策略探讨 [J]. 中国核电, 2019 (6): 1-8.

ZHENG M H, JIA Y Q. Discussion on safety control strategy of automatic voltage control system in Nuclear Power Plant [J]. China Nuclear Power, 2019 (6): 1-8.

作者简介:



陈亮

1984-, 男, 硕士, 高级工程师, 从事电力系统电气二次线设计 (e-mail) chenliang2@gedi.com.cn。

陈亮

周伟

1983-, 男, 硕士, 高级工程师, 从事新能源工程 (e-mail) zhouwei2@gedi.com.cn。

杨源 (通信作者)

1990-, 男, 硕士, 工程师, 主要从事电力系统电气二次线设计 (e-mail) yangyuan@gedi.com.cn。

谭任深

1988-, 男, 硕士, 工程师, 主要从事电力系统电气二次线设计 (e-mail) tanrenshen@gedi.com.cn。

(责任编辑 李辉)

