

彭城电厂百万机组 AVC 系统创新设计与调试

郝允哲，郝 赫

(铜山华润电力有限公司, 江苏 徐州 221142)

摘要: 文章针对 AVC 系统精准控制要求, 提出彭城电厂百万机组 AVC 系统先进的设计理念, 设计 AVC 系统一体化功能设计、交流采样、闭锁控制、状态监控等功能模型。同时, 为保障 AVC 系统组成的完整性和机组运行安全, 提出 AVC 系统静态调试与动态调试方法, 保障电厂 AVC 系统精准、安全运行。

关键词: 电厂 AVC; RTU; 设计; 调试

0 引言

随着电厂自动化水平的不断提高,传统的AVC装置越来越不适应电厂安全生产的要求,彭城电厂AVC系统一改传统AVC装置设计模式,摒弃传统AVC装置与RTU独立设置、数据源不统一,有数据测量与传输误差,不利于AVC系统精准控制;AVC装置设置在电子间或继电保护小室,不利于运行监控等缺点。从设计上创新,将AVC装置融合到RTU装置之中,解决测量传输误差,利用互联网技术通过浏览器方式,对全厂MIS用户进行信息发布,满足运行监控及生产管理人员实时查询需求。通过调试验证工程设计的合理性以及系统的调节、闭锁功能,保障系统投入运行后机组安全稳定运行。

彭城电厂装机容量3280MW，分三期建设。一期、二期各为两台320MW机组，分别以母线及发-变-线路组形式由220KV线路送出，徐州华润电力有限公司负责运营；三期两台1000MW机组，以发-变-线路组形式由500KV线路送出，铜山华润电力有限公司负责运营。

1 彭城电厂百万机组AVC系统设计

1.1 RTU、AVC一体化功能

彭城电厂百万机组AVC装置使用上海惠安系统控制有限公司的POWER AVC 3000系统, AVC装置上位机嵌入RTU D200远动主机之中, 下位机嵌入RTU UC630测控装置之中, AVC装置与RTU装置使用实时同源采集, 保证数据一致性和运算精度; 目标调节和反馈在同一装置中完成, 实时闭环调节, 没有通信延时和数据转换精度损失; 直接利用现有RTU设备和现有的通信通道, 节省投资, 安全性高。AVC

上位机采用双主机配置, 支持主备、冗余结构, 安全可靠。如图1所示。

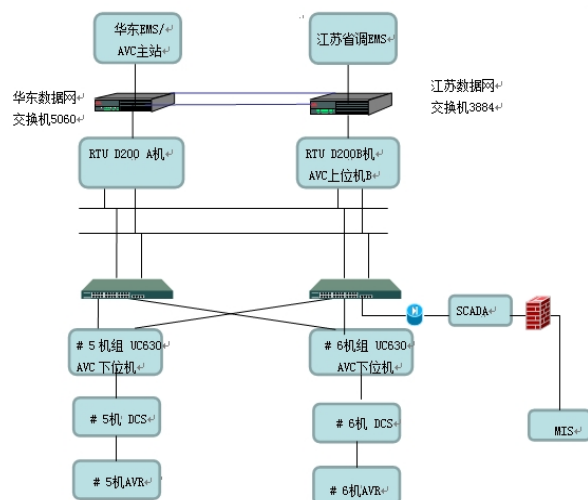


图1 彭城电厂百万机组AVC拓扑结构图

1.2 交流采样功能

利用RTU智能交流采样模块,采集发电机、主变相关参数,采用精度可保证在千分之二范围之内,提高了采样值的精确度和可靠性。

1.3 闭锁 反拉功能

设置发电机机端电压、主变高压侧电压、机组无功、机组机端电流、6kV厂用电电压、发电机组P/Q曲线等相关参数单边闭锁、双边闭锁及越限反拉功能，保证500kV电压运行在计划曲线范围之内。

1.4 DCS/AVC逻辑控制功能

正确设置AVC/DCS逻辑,是保障在AVC系统使用条件下机组安全稳定运行重要条件。逻辑描述如下:

1.4.1 正常投入流程

DCS发出投入指令10s内收到AVC装置反馈的

AVC投入状态信号后,DCS需要把AVR励磁增/减磁控制权限切至AVC自动控制方式,同时屏蔽DCS手动增/减磁方式;若10s后仍未收到AVC装置投入状态信号,DCS不切换AVR励磁增/减磁控制权限,并且输出AVC装置异常告警。

1.4.2 正常退出流程

DCS发出退出指令,AVR励磁增/减磁控制权限切回DCS手动控制方式。如果10s内DCS装置未收到AVC装置应反馈AVC退出状态信号,DCS装置需产生AVC装置异常告警。

1.4.3 状态异常的处理

在AVC已投入状态下,AVC投入状态消失或AVR自动信号消失或AVR异常信号出现,DCS自动发出AVC退出指令;在AVC退出状态下,AVC投入状态不正确需给出AVC装置异常告警。

1.4.4 DCS 增/减磁设置

DCS装置在AVC投入状态下收到AVC装置发出的增/减磁指令后,需按照固定脉宽输出至AVR励磁装置。“在上述过程中,DCS采用上升沿检测方式检测AVC的增/减磁指令;DCS装置输出至AVR励磁装置的增/减磁脉宽应可在线设置”。

AVC投入信号产生的条件:机组AVC投入、AVR异常信号不存在、AVR自动状态下发投入命令,它们是与的逻辑关系。

AVC退出信号产生的条件:机组AVC退出、AVR异常、AVC手动下发退出命令,它们是或的逻辑关系。

在运行人员选择机组 AVC 退出时,AVR 励磁的调节方式采用原控制方式,DCS 内部逻辑需要保证 AVR 励磁控制回路处于 DCS 控制状态,即运行人员通过点击 DCS 画面上的增/、减磁按钮方式来改变机组的无功出力,以达到调节系统电压的目的。

在运行人员选择机组 AVC 投入输出时,由 AVC 装置直接控制 AVR 系统,即 DCS 把 AVR 增、减磁控制权交予 AVC 装置,运行人员点击 DCS 画面上的增/减磁按钮将无效。

AVC 装置在正常投入运行后需要反馈 AVC 装置投入/退出(DI)信号给 DCS 装置,以保证增、减磁信号的执行,它与增、减磁信号是与的逻辑关系。当有 AVC 投入时,增、减磁信号有效;反之,当有 AVC 退出时,增、减磁信号则无效。

AVC 侧相关信号见表 1,DCS 侧相关信号见表

2。

表 1 AVC 侧相关信号

信号类型	信号名称	备注
DI 信号	机组 AVC 投入	3s 脉冲信号,由 DCS 来
	机组 AVC 退出	3s 脉冲信号,由 DCS 来
	AVR 自动	持续接点信号,由 DCS 转发 AVR 信号
	AVR 异常	持续接点信号,由 DCS 来
DO 信号	增励磁控制	脉冲/脉宽调节方式,AVC 下位机发出
	减励磁控制	脉冲/脉宽调节方式,AVC 下位机发出
	AVC 投入	持续接点信号,AVC 下位机发出
	AVC 退出	持续接点信号,AVC 下位机发出
	增磁闭锁	持续接点信号,AVC 下位机发出
	减磁闭锁	持续接点信号,AVC 下位机发出

表 2 DCS 侧相关信号

信号类型	信号名称	备注
DO 信号	机组 AVC 投入	3s 脉冲信号,运行值班人员控制发出
	机组 AVC 退出	3s 脉冲信号,运行值班人员控制发出
	AVR 自动	持续接点信号,转发 AVR 信号
	AVR 低励	AVR 异常,由 DCS 或逻辑合成,持续接点信号
	AVR 过励	
	AVR 强励	
DI 信号	增励磁控制	脉冲/脉宽调节方式,来自 AVC 下位机
	减励磁控制	脉冲/脉宽调节方式,来自 AVC 下位机
	AVC 投入	持续接点信号,来自 AVC 下位机
	AVC 退出	持续接点信号,来自 AVC 下位机
	增磁闭锁	持续接点信号,来自 AVC 下位机
	减磁闭锁	持续接点信号,来自 AVC 下位机

1.5 WEB发布功能

AVC 系统融合 RTU 与 SCADA 系统。SCADA 采用国电南自的软硬件系统,使用 DL/T 634.5104 传输规约,通过网络交换机 B 与 RTU D200A/D200B 通信,经过软件处理采用浏览器方式,实时显示机组 AVC 系统的运行状态、定值参数、实时/历史曲线、告警信息等,经厂内 MIS 系统对全公司在线用户进行信息发布。

为运行人员及生产管理人员提供方便快捷的监视与查询手段,不到现场即可实时监视 AVC 装置的运行状态及机组的运行参数,提供线路电压、目标电压、电压增量、发电机有功、发电机无功、目标无功、功率因数、AVC 指令等(集中在同一画面上)实时曲线、历史曲线(可存储 2 年的历史数据),满足追忆、查询、分析要求;实时显示 AVC 系统告警信息及 AVC 参数、定值,可及时、快速查询告警原因。

运行值班人员可盘前监控 AVC 装置运行状态,

不需再去保护电子间查看、操作，方便、快捷、有效。

2 彭城电厂百万机组AVC系统调试

机组 AVC 调试的目的是检验 AVC 系统组成的完整性、设计功能满足电网控制要求，同时保障机组运行安全。调试内容主要分为静态调试与动态调试以及功能试验。

2.1 静态调试

通过静态试验，验证AVC运行必备的基本接口、AVC参数修改及保存正确性；数据信号采集与监控系统显示一致性；AVC上位机、AVC下位机、DCS间开关量信号传动正确性。主要完成下面几项试验

2.1.1 AVC 程序版本核对

验证 AVC 中控单元(上位机)版本: Power AVC 3000v230, 执行单元(下位机)版本: Power AVC 3000v230。

2.1.2 AVC 参数设定和记录功能核对

对 AVC 参数进行修改，保存，导入，导出等操作，验证 AVC 装置记录功能是否正常。

2.1.3 数据采集核对

在同一时刻记录 AVC 装置显示的实时数据和 SCADA 监控系统的实时数据进行对比，以保证后台监控系统数据准确性。

2.1.4 AVC 与 DCS 接口设计

根据1.4条AVC与DCS逻辑接口设计，逐条验证接口逻辑的准确性。

2.1.5 开关量信号传动试验

根据设计要求，对AVC上位机、AVC下位机及DCS间开关量信号进行验证试验。

分别在AVC侧和DCS侧强制开出信号，验证上位机主备机、下位机、DCS等相应指示信号的状态准确性。

2.2 开环动态试验

根据 1.4 条 AVC 与 DCS 逻辑接口设计，逐条验证接口逻辑的准确性。分别对下列项目进行测试：

- 1) AVC 投入
- 2) AVC 退出
- 3) AVR 手动闭锁 AVC 投入
- 4) AVC 投入不成功退出
- 5) AVC 退出异常告警
- 6) AVR 手动退出 AVC

7) AVR 异常退出 AVC

8) AVC 装置异常告警

9) AVC 增减磁控制

2.3 AVC调控功能试验

根据 AVC 系统设计设置母线电压调节死区为 0.5kV，调节步长为 2kV，测试上位机主（备）机增减磁性能。

2.3.1 AVC 增减磁测试：

分别设定母线电压目标高于当前值，母线电压目标低于当前值，且偏差大于死区进行测试，应分别有增、减磁脉冲输出。

2.3.2 AVC 增减磁死区测试：

分别设定母线电压目标高于当前值，母线电压目标低于当前值，且偏差小于死区进行测试，应分别无增、减磁脉冲输出。

2.3.3 AVC 越限测试：

设置 AVC 为远方自动控制模式，分别设定母线电压目标高于上限，母线电压目标低于下限，且母线电压当前值在上下限范围内进行测试，应分别为不执行。目标值被舍弃，系统目标值设定为按照前一指令目标值。

2.3.4 AVC 调整步长测试：

分别设定母线电压目标高于当前值，母线电压目标低于当前值，且目标值大于调整步长 2KV 进行测试，目标值应分别被更改为母线电压当前值加、减 2kV，且分别没有增、减磁脉冲输出。

2.4 AVC限值功能试验

根据 AVC 系统定值表分别对 AVC 上位机主（备）机限值功能进行测试。

2.4.1 主变高压侧电压、机组机端电压、机组无功、6kV 厂用电母线电压高增磁闭锁、低减磁闭锁、过高反向调节（反拉）、过低反向调节（反拉）、越上限双向闭锁、越下限双向闭锁试验

以 500kV 母线电压为例说明。

母线电压高闭锁：试验时设定 500kV 母线电压为 519.5kV，设定母线电压上限值（高闭锁值）为 519.0kV，此时上位机显示母线电压高闭锁。

母线电压低闭锁：试验时设定 500kV 母线电压为 505.0kV，设定母线电压下限值（低闭锁值）为 505.5kV，此时上位机显示母线电压低闭锁。

母线电压越上限：试验时设定 500kV 母线电压为 521.0kV，设定母线电压反调值为 520.0kV，此时

上位机显示母线电压越高闭锁, AVC 下位机增磁闭锁, 有减磁脉冲输出。说明 AVC 对母线电压具有高闭锁反调功能。

母线电压越下限: 试验时设定 500kV 母线电压为 504.0kV, 设定母线电压反调值为 505.0kV, 此时上位机显示母线电压越低闭锁, AVC 下位机减磁闭锁, 有增磁脉冲输出。说明 AVC 对母线电压具有低闭锁反调功能。

母线电压高双闭锁: 试验时设定母线电压为 530.5kV, 设定母线电压上限值(高双闭锁值)设定为 530kV, 此时上位机显示母线电压越高双闭锁, AVC 下位机增减磁双闭锁, 无增、减磁脉冲输出。

母线电压低双闭锁: 试验时设定母线电压为 495.5kV, 设定母线电压下限值(低双闭锁值)设定为 500kV, 此时上位机显示母线电压越低双闭锁, AVC 下位机增减磁双闭锁, 无增、减磁脉冲输出。

2.4.2 机端电流高闭锁

试验时设定机端电流为 23.795kA, 设定机端电流上限值(高闭锁值)为 23.778kA, 此时上位机显示机端电流越高闭锁, AVC 下位机增磁闭锁, 无增、减磁脉冲输出。说明 AVC 对机端电流具有高闭锁功能, 但不反调。

2.4.3 机组有功低闭锁

试验时设定机组有功为 498MW, 设定机组有功下限值(低闭锁值)设定为 500MW, 此时上位机显示机组有功越低闭锁, AVC 下位机减磁闭锁, 无增、减磁脉冲输出。说明 AVC 对机组有功具有低闭锁功能, 但不反调。

2.5 增减磁脉冲输出精度试验

对 AVC 下位机输出的不同脉宽进行精度测试, 分别为 100ms、200ms、300ms、500ms、750ms 增减磁脉宽进行录波测试, 确定 AVC 下位机增、减磁脉宽输出的稳定性。

2.6 闭环动态试验

2.6.1 AVC 调控速度整定试验

设置 AVC 下位机增减磁脉宽为 500ms, 设置 AVC 上位机脉宽输出间隔为 60s, DCS 增减磁脉宽为 300ms, 查看特定次脉冲输出对机组无功的影响。

2.6.2 AVC 就地自动模式动态投入试验

在 AVC 上位机本地设定电压曲线, 将 AVC 脉宽设定为 500ms, 设定脉冲输出间隔为 15s, 设定 AVC 机组无功的上下闭锁值为 450Mvar 和 45Mvar。

增减磁压板投入, 投入 AVC 系统, 使得机组按照 AVC 设定的电压曲线运行, 检查机组无功跟随电压曲线增减磁动作是否合乎逻辑要求。

3 AVC 系统远方试运行

机组 AVC 系统完成本地调试正常后, 即可出具试验报告, 申请 168 小时的远方试运行。若远方试运行期间无问题即可投入运行, 以获取电网 AVC 系统投运补贴。

4 结束语

本文简要阐述了彭城电厂百万机组 AVC 系统的创新设计理念, 分享了 AVC 系统调试方法及过程, 对发电厂百万机组 AVC 系统的设计、调试具有一定的指导意义。彭城电厂百万机组 AVC 系统自 2013 年 7 月投运至今, 彭城电厂 500kV 自动控制电压合格率 100%, 保障电厂 AVC 系统精准、安全运行。

参考文献:

- [1] 国家电网公司. Q_GDW-08-J107-2010 华东电网 500kV 涉网电厂 AVC 功能技术规范[Z]. 北京: 国家电网公司, 2010.
- [2] 国家电网华东电网公司. 华东电网 500kV 涉网电厂 AVC 运行管理办法(试行)[Z].
- [3] 国家电网华东电力公司. (华东电网调〔2009〕495 号)华东电网自动电压控制(AVC)系统建设大纲暨工作安排[Z]. 2009.
- [4] 彭城电厂#5、6发电机组 AVC 系统调试报告[R].
- [5] 上海惠安系统控制有限公司. UC635 AVC 装置使用说明书[Z].

作者简介:

郝允哲(1958—), 男, 彭城电厂电气主任工程师, 从事电厂通信自动化工作 30 余年, E-mail:

13685155868@139.com;

郝赫(1985—), 男, 彭城电厂电气高级技术师, 从事电气继电保护工作, E-mail: haohe9663@126.com。