

[远程控制]

发电机组远程终端单元性能优化策略

文/余利 芦阳
国能长源武汉青山热电有限公司

发电厂原机组远程终端单元因双机冷备、共用自动电压控制模块的配置导致多次出现因设备问题导致双机数据上送异常的情况。从远程终端单元配置优化、AVC策略优化和AVC定值优化三个方面着手，结合现场的实际运行情况开展分析，对13#和14#机组的远程终端单元的整体性能进行优化调节，以提高AVC的投入率以及调节性能。

某电厂机组原远程终端单元（Remote Terminal Unit, RTU）装置为武汉希文生产，型号为XWCK-II，主机采用双机冷备模式，两台机组共用一块自动电压控制（Automatic Voltage Control, AVC）模块进行调节。正常运行情况下，机组AVC控制方式采用远方自动控制。当调度与上位机通信正常，AVC目标值有效时，根据省调主站下达电厂升压变高压侧母线电压设定值（增量值）进行远方自动控制。若调度主站与RTU通信异常，超过15 min后，AVC自动退出远方调节，投入当地自动控制，自动跟踪母线电压计划曲线，实现当地自动控制。

近年来，机组RTU装置故障频发，多次出现装置信号异常、数据上送有明显异常和AVC无法投入的情况。主要暴露出以下问题：①无法满足双主模式要求，若主机板件异常直接影响到两台机组的数据上送；②两台机组共用一块AVC模块，若AVC模块坏了，两台机组AVC均退出，影响AVC投入率；③两台机组的AVC配合曾采用全厂运行模式，两台机组之间存在无功分配失衡的情况，导致调节能力差，需要对无功分配的策略进行调整；④因风电、光伏等新能源介入后，系统运行电压、机组运行电压、机组深调改造等多重因素，目前现行定值已存在诸多不合理之处，需要进行优化

调节。

华中监管局2020年11月所实施的《两个细则》第二十二条明确指出：电力调度机构对安装AVC装置的并网发电厂AVC投运率（包括AVC子站投运率和机组AVC投运率）和调节合格率进行考核，对应安装但未安装AVC装置的并网发电厂按投运率进行考核。其中投运率、调节合格率每降低一个百分点（不足一个百分点的按照一个百分点计算），按AVC装置对应机组额定容量 $\times 0.2$ h的标准进行考核，考核电量不高于AVC装置对应机组额定容量 $\times 2.5$ h。

因此，对机组远程终端单元进行优化策略分析是保证机组安全运行的重要保证，也是提高经济效益的重要举措。综合以上分析，本文从远程终端单元配置优化、AVC策略优化和AVC定值优化三方面着手，结合现场的实际运行情况开展分析，对机组的远程终端单元的整体性能进行优化调节，以提高AVC的投入率以及调节性能。

远程终端单元设备配置优化

原远程终端单元采用双机冷备模式，共用AVC模块，任一设备的异常将直接影响到两台机组的数据上送。一方面系统侧存在系统安全风险；另一方

面,根据《两个细则》的考核,直接影响到机组的AVC投入率,造成考核电量。综合以上分析,需要对远程终端单元的设备配置进行重新优化。

由于两台机组原为公用主机IP地址,因此无法

将两台机组的远程终端单元主机完全分开。考虑到原设备后期出现两台机组AVC相互影响的客观事实,在本次技术改造前期,对整体RTU系统配置进行优化。优化后的系统配置情况如图1所示。

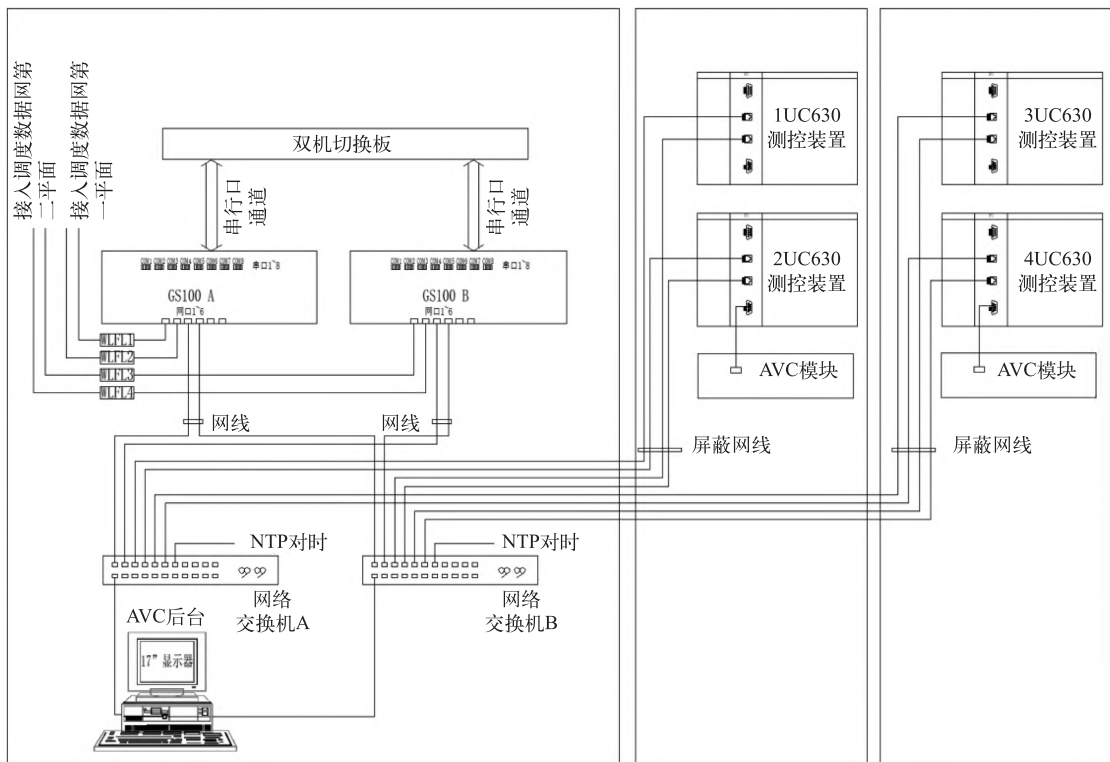


图1 两台机组优化后远程终端单元配置

1) RTU主机屏内安装有GS100A、GS100B两台RTU主机,一主一备的配置方式确保与主站(自动化)之间通信正常,可靠收发指令并执行逻辑运算。两台机组共用一台AVC后台用于接收两台机组的电气量、模拟量以及开关量,并上送至主站。

2) 两台机组分别安装两台测控装置,用于对机组的运行工况进行监测,并实时上送至AVC后台。

3) 两台机组采集单元与AVC执行单元分别安装在1#机和2#机采集屏内,两台机组AVC功能互不干扰。

6) RTU主机经过逻辑运算将执行指令通过网线送至网络交换机,再送至UC630测控单元,最后送至AVC执行单元。两台机组设备之间通信独立,之间互不影响,充分发挥远程终端单元主体带模块的优势。

综合以上情况,优化远程终端单元的设备配置,采用一主一备主机、分机组配置AVC模块、各

设备通道完全分开是保证AVC投入率,减小考核量的重要举措。

远程终端单元性能优化策略分析

1. 远程终端单元逻辑优化

由于机组投产时采用全厂运行模式,运行后发现两台机组并网点较近,两台机组受系统侧无功协调的影响,出现两台机组“抢无功”的情况,即一台机组吸收无功、另外一台机组发出无功,后退出全厂运行模式运行至今。

在远程终端单元设备配置升级后,厂内开展某台机组厂内测试时(双机运行工况),发现该台机组AVC发送增减磁指令时,另一台机组的无功随系统电压变化而轻微调节。即在解除全厂运行模式后,“抢无功”的情况得到缓解,但两台机组的调节性能仍相互影响。出现该工况的原因主要与机组并入系统后的运行方式有关。据与自动化侧人员沟

通了解，两台机组采用单元出线接入220 kV变电站后，该220 kV母线母联长期处于合位，即两台机组高压侧母线电压几乎等电位。若中调侧仅向单体机组下达指令，如给某台机组下达增磁指令、另一台机组未下达（即测试时的工况），此时两台机组之间调节性能相互制约，影响AVC的调节性能。

针对以上问题，本文提出将母联位置引入AVC执行指令的判据。

1) 母联合位时，若 I 母值班，则双机均按照 I 母电压执行。给 II 母发送指令，无法正常接收指令；反之同理。母联合位时，若当台机组AVC退出，另一台机组AVC仅执行 II 母指令；反之同理。

2) 母联分位时，机组各自执行自身指令。

3) 通过以上逻辑，能够有效区别不同机组的目标无功，主机更准确地对机组无功进行计算，有效提高机组AVC的调节性能。

2. PQ曲线的定值校核

《两个细则》第二十二条中明确指出，AVC 电站投运率免考核时间包括：AVC 机组并网至最小技术出力稳定运行的时间，AVC 机组自最小技术出力至解列的停机时间；AVC达到闭锁条件。即远程终端单元中AVC的定值将直接影响到机组AVC的调节性能，受两个细则的约束可能产生考核电量。AVC定值因其与现场实际运行工况密切相关，且直接影响到机组的可靠运行，因此该定值的调整应该慎之又慎。

原远程终端单元AVC定值中无功功率高低闭锁值为固定值，该定值无法根据实际有功功率的变化而变化，导致AVC调节性能下降。现采用的上海惠安GR90系列远程终端单元，AVC定值中机组的无功功率高低闭锁值是根据PQ曲线（共计20点）确定，能够平滑调整无功定值。同时PQ曲线定值直接影响到机组的正常调节范围，同时若无功功率达到最小（最大）闭锁工况，主机直接下达退出AVC指令，既对AVC调节性能存在影响，同时也影响到AVC的投入率。

AVC无功功率的上下限设定与发电机进相能力、发电机的最小出力以及励磁调节器低励、过励限制器有关。AVC与励磁调节器、发电机PQ曲线应该存在配合关系，即一定有功出力的情况下，AVC允许无功出力应小于励磁调节器低励（过励）

限制器，且小于发电机的PQ曲线。另外，机组进行深调改造后，在深调调试期间出现功率点2 MW，小于原16 MW的有功功率下限，导致AVC直接退出影响投入率。后续执行深度调峰任务时，其有功功率可能会降至16 MW以下。综合以上工况，对PQ曲线定值进行整定，定值见表1。

表1 远程终端单元PQ曲线定值							
点号	P	Q _{max}	Q _{min}	点号	P	Q _{max}	Q _{min}
P_0	0	0	-70	P_10	270	150	-30
P_1	110	200	-45	P_11	280	120	-25
P_2	10	200	-45	P_12	290	120	-25
P_3	150	200	-45	P_1	300	120	-20
P_4	170	200	-40	P_2	310	100	-15
P_5	190	180	-40	P_15	320	100	-15
P_6	210	180	-35	P_16	330	100	-15
P_7	230	180	-35	P_17	350	80	-10
P_8	250	150	-30	P_18	370	80	-5
P_9	260	150	-30	P_19	390	80	-5

图2所示为在表1定值下，机组进相运行时的PQ曲线的配合情况。

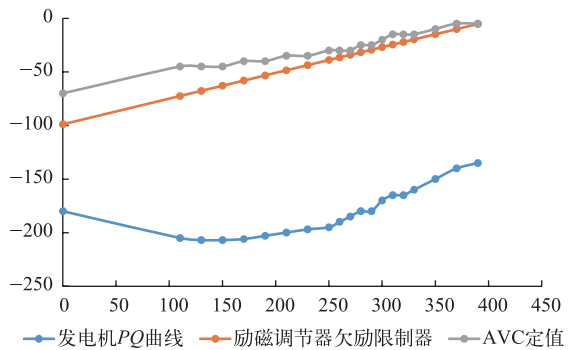


图2 机组进相运行时的PQ曲线的配合情况

整定思路：

1) PQ曲线最小点可直接放在P=0 MW的点，谨防出现深调期间有功出力较小，AVC直接退出的情况，影响投入率。

2) 考虑机组常规运行工况负荷在260 MW左右波动，该区间内设置点步长减小，适量放大Q，保证调节效果。

3) AVC设置的无功出力值应小于励磁调节器、可靠小于发电机PQ曲线值。

从图2中看出，励磁调节器欠励限制器无功远远

(下转第109页)

网故障发生的时刻、解决故障采用的措施、用到的机器设备和用来反馈的子系统均可以进行快速查找，结合实时监控记录的故障修复曲线图，有效预测将来可能发生的故障类型。

电气故障且操作不当会引发火灾，对于此项内容的监测报警是设计电网故障远程监控定位系统的初衷。现有较为常见的是利用烟雾温度传感器进行终端电流大小的监测，电流过大会采集其上面的烟雾信号和热量信号，经软件分析后，把理论安全数据和实际获得的数据进行比对。当超出阈值时会发出警报信号，同时在屏幕上提示具体信息。工程人员按照指示奔赴故障现场，扑救因电路故障引发的火灾，缩短反应时间，最大程度弥补经济损失。

内置的火灾监控系统包括探测器和监控设备，探测器利用的参数值为剩余电流值和温度，配有控制器和防火监控箱，电源母线的末端一般接剩余电流互感器，加固安装，控制器和互感器之间通过屏蔽导线连接。

经过对整体系统的现场测试及参数的不断优化调节，本设计方案可以有效处理采集故障信号，识

别定位故障段，系统具有较强的实用性，后期从功能实现原理及需求实现进行了调节测试，经实际应用后，验证了故障状态监测及定位的合理性，产生了较大的经济效益，快速定位时间的缩短节约了大量的物力和人力，提高了配电网运维的效率。**EA**

(收稿日期：2023-09-08)

参考文献

- [1] 赵晓艳，刘攀. 舰船电气控制故障定位系统设计[J]. 舰船科学技术，2021，43(18): 136-138.
- [2] 赵宏飞，戴晨榕，谭风雷，等. 感温电缆电气故障辨识系统的设计与实现[J]. 电力与能源，2021，42(1): 77-79+82.
- [3] 王益帆. 建筑电气系统故障定位研究[J]. 现代商贸工业，2021，42(4): 158-160.
- [4] 黄欣宇，曾立英，苏邦伟. 低压交流异步电机电气故障分析与诊断方法研究[J]. 内燃机与配件，2018(19): 134-135.
- [5] 陈俐. 智能建筑供配电故障诊断与定位研究[D]. 南昌：华东交通大学，2017.

(上接第95页)

小于发电机的PQ曲线，同时AVC的定值略在励磁调节器之上，既能可靠保证机组的稳定运行，又能保证AVC的调节效果。

结束语

目前机组远程终端单元已于2022年11月完成升级改造，设备配置优化效果明显。

1) AVC投入率能够可靠保证。机组自2022年12月并网后至2023年5月，AVC仅因为深调试期间负荷点降低至16 MW，AVC自动退出外，其他工况AVC均能正确投入，后续对定值调整后未再次

出现退出情况，即远程终端单元设备优化配置效果明显。

2) 通过增加对侧母联的位置的判据，能够可靠判断电压指令并进行调整，调节效果明显优于改造之前。**EA**

(收稿日期：2023-12-11)

参考文献

- [1] 王伟，刘强. ARTU系列远程终端单元在工业自动化领域中的设计和应用[J]. 电气时代，2022(9): 86-88.