

表 1 AVC 九宫格模式策略表

区号	电压状态	无功状态	AVC 策略
1	电压高	无功倒送	优先切电容 / 投电抗, 校验不通过, 或无电容器可控时, 再降档
2	电压高	无功正常	优先降档, 校验不通过, 或无可调档位时, 再切电容 / 投电抗
3	电压高	无功欠补	优先降档, 校验不通过, 或无可调档位时, 再切电容 / 投电抗
4	电压正常	无功欠补	优先投电容 / 切电抗。如果启动组合策略, 投入可能导致电压越上限, 可以先降档, 再投电容
5	电压低	无功欠补	优先投电容 / 切电抗, 校验不通过, 或无电容器可控时, 再升档
6	电压低	无功正常	优先投电容 / 切电抗, 校验不通过 (比如投入可能导致无功倒送), 或无电容器可控时, 再升档
7	电压低	无功倒送	优先升档, 校验不通过, 或无可调档位时, 再投电容 / 切电抗
8	电压正常	无功倒送	优先切电容 / 投电抗。如果启动组合策略, 切除可能导致电压越下限, 可以先升档, 再切电容
9	电压正常	无功正常	无策略

表 2 AVC 十七宫格模式策略表

区号	电压状态	无功状态	AVC 策略
1	电压高	无功倒送	优先切电容 / 投电抗, 校验不通过, 或无电容器可控时, 再降档
2	电压高	无功正常	优先投电容 / 切电抗, 次选降档
20	电压高	无功合格偏小	优先切电容 / 投电抗, 校验不通过, 或无电容器可控时, 再降档
21	电压高	无功合格偏大	优先降档, 若主变不可调节, 则切电容 / 投电抗
3	电压高	无功欠补	优先降档, 若主变不可调节, 再切电容 / 投电抗
4	电压正常	无功欠补	优先投电容 / 切电抗, 次选降档
40	电压合格偏高	无功欠补	降档, 若主变不可调节, 则不调
41	电压合格偏低	无功欠补	投电容 / 切电抗, 若无电容器可控, 则不调
5	电压低	无功欠补	优先投电容 / 切电抗, 校验不通过, 或无电容器可控时, 再升档
6	电压低	无功正常	优先投电容 / 切电抗, 次选升档
60	电压低	无功合格偏大	优先投电容 / 切电抗, 校验不通过, 或无电容器可控时, 再升档
61	电压低	无功合格偏小	优先升档, 若主变不可调节, 则投电容 / 切电抗
7	电压低	无功倒送	优先升档, 若主变不可调节, 则投电容 / 切电抗
8	电压正常	无功倒送	优先切电容 / 投电抗, 次选升档
80	电压合格偏低	无功倒送	升档, 若主变不可调节, 则不调
81	电压合格偏高	无功倒送	切电容 / 投电抗, 若无电容器可控, 则不调
9	电压正常	无功正常	无策略

2 地调 AVC 运维策略

2.1 AVC 运行参数

为满足多种运行方式的需要, 限值参数可在 AVC 全局运行参数表中统一设置, 也可根据各自厂站实际情况单独设置特殊运行参数。

2.1.1 110 千伏及以下厂站参数配置原则

市南电网的 10 千伏电压动作上下限参照母线电压越限值设置, 预留 0.1 的裕度 (即若 10 千伏母线电压高限 10.7, 则相应 AVC 策略中电压动作上限设置为 10.6); 无

功动作上下限参照电网实际运行情况设置, 调度专业根据地区电网运行实际确定有功分界值、功率因数上下限和无功系数上下限, 对应公式如下:

$$\begin{aligned}
 &\text{若 } P_{HV} \geq P_b, \\
 &\begin{cases} Q_{\max} = P_{\text{real}} \cdot \tan[\cos^{-1}(\lambda_{\min})] \\ Q_{\min} = P_{\text{real}} \cdot \tan[\cos^{-1}(\lambda_{\max})] \end{cases}; \\
 &\text{若 } P_{HV} < P_b, \\
 &\begin{cases} Q_{\max} = Q_c \times \beta_{\max} \\ Q_{\min} = Q_c \times \beta_{\min} \end{cases};
 \end{aligned}$$

其中, P_b 代表有功分界值; P_{real} 代表该站变压器高压侧有功实时值; $\lambda_{\max}$ 代表功率因数上限; $\lambda_{\min}$ 代表功率因数下限;

Q_c 代表该站最大电容器计算容量; $\beta_{\max}$ 代表无功系数上限; 代表无功系数下限。

2.1.2 220 千伏厂站参数配置原则

地区电网 110 千伏及以下厂站参与区域关口调节的原则: 1) 优先优化本站电压和无功, 若与区域无功控制相冲突, 则优先确保本站电压、无功在合理范围内; 2) 若同时参与本站和区域无功控制, 易造成设备频繁动作, 则设置该站不参与区域无功控制, 仅参与本站调节; 3) 关口无功越限时优先投切 220 千伏厂站本地的容抗器, 110 千伏及以下厂站的无功调节装置仅作为后备控制手段。

2.2 AVC 运维注意事项

地区电网在运维 AVC 过程中需注意以下几点:

- 1) 正确维护 AVC 运行参数表, 确保 AVC 控制能满足电网多种运行方式需要, 避免策略失效;
- 2) 正确维护 AVC 遥控关系表, 确保控制设备(电容器、电抗器、主变等)遥控点号正确, 避免误动作;
- 3) 正确维护主变下行遥调信息表, 确保升、降档状态与现场一致, 避免反向调节;
- 4) 正确配置 AVC 保护信号表, 确保 AVC 在非正常运行状态下能准确闭锁;
- 5) 控制设备在检修工作完成后要及时解锁, 确保其能正常参与后续的 AVC 自动调节。

3 地调 AVC 缺陷排查

3.1 AVC 策略分析

AVC 策略分为非组合和组合两类, 非组合策略一次仅控制一个设备进行电压无功调节; 组合策略则一次可控制多个设备进行电压无功调节。举例来说, 某变电站的主变无功倒送, 对应 10 千伏母线电压偏低, 接近下限值, 若该站采用的非组合策略, AVC 策略判断切除电容器会导致电压越下限, 则 AVC 不动作保持现状; 若采用组合策略, AVC 策略会先将主变升档拉高母线电压, 再切除电容器将主变无功拉回合理值。反之, 某变电站的主变无功欠补, 对应 10 千伏母线电压偏高, 接近上限值, AVC 动作策略与前者类似。

3.2 控制设备排查

首先检查相关控制设备是否被闭锁(包括设备是否挂着缺陷牌、是否存在保护动作情况等), 闭锁状态下 AVC 是无法控制该设备的; 其次检查相关控制设备遥控、遥调点号、升降档状态是否正确; 再排查 SCADA 下并联电容/电抗器表中的容抗器类型、额定容量是否正确, 若类型和容量填反了, 会导致 AVC 在获取容抗器信息时将电容器误认为是电抗器, 造成控制策略错误, 若额定容量值填写的与实际偏差较大, 会导致 AVC 预判错误, 进而造成误动或拒动; 最后排查现场设备的操作机构、测控装置等是否存在问题。

4 结语

AVC 应用的可靠稳定运行, 对保障地区电网的供电质量至关重要, 在日常的运维工作中, 需要多观察、多思考、多总结, 全面掌握 AVC 策略原理、运维方法和缺陷排查方法, 重视 AVC 巡视和维护工作, 减少人为因素引起的误动作, 提升解决问题的能力, 确保 AVC 有效调节。

参考文献:

- [1] 宋丽. 电力调度自动化 AVC 应用研究分析[J]. 华东科技: 学术版 10(2016): 160.
- [2] 刘楠. 对智能电网无功电压自动控制 AVC 系统的分析[J]. 中国科技纵横, 2018(16): 178-179.
- [3] Vu H, Pruvot P, Launay C, et al. An improved voltage control on large-scale power system[J]. IEEE transactions on power systems, 1996, 11(3): 1295-1303.
- [4] 王南勤, 刘泽辰, 张伟, 等. 基于模型预测控制的含新能源多阶段 AVC 优化策略[J]. 电网与清洁能源, 2023, 39(7): 118-126.
- [5] Ding X, Shi J, Zhou L. The research of the smart automatic voltage control (smart avc)[J]. AASRI Procedia, 2013, 4: 85-89.

作者简介: 谢丰临(1997—), 女, 助理工程师, 本科, 从事自动化运维工作;

王芮(1991—), 女, 工程师, 硕士, 从事自动化运维工作。