

AVC 系统封锁逻辑缺陷分析及改进

张 亮, 陈 薇

(南京供电公司, 江苏 南京 210019)

摘 要:“地区电网无功电压优化运行集中控制系统”(以下简称 AVC 系统)承担着全电网电压优化控制、无功优化控制、无功电压综合优化控制的重任。AVC 系统一旦出现问题,会直接影响地区电网的电压、力率等指标,严重的会给用户带来严重经济损失。本文以 AVC 系统主变档位调节异常为案例,进行深入分析,剖析 AVC 系统中封锁逻辑存在的一些问题并提出解决方案。

关键词: AVC; 封锁逻辑; 缺陷

0 引言

AVC 系统主要通过采集电网各节点实时运行数据,以地区电网电能损耗最小和设备动作次数最少为优化目标,以各节点电压合格为约束条件,综合优化处理后,形成各集控中心有载调压变压器分接开关调节和无功补偿设备投切指令。实现全电网电压优化控制、无功优化控制、无功电压综合优化控制。AVC 系统一旦出现问题,会直接影响地区电网的电压、力率等指标,严重的会给用户带来财产损失。受各种因素影响,在实际运行中 AVC 系统可能会出现异常,为此 AVC 系统设置了各种封锁逻辑,用于避免设备异常时 AVC 发出错误指令对电网造成严重不利影响。因此封锁逻辑的设置是否合理,是否发挥作用至关重要。

1 AVC 封锁逻辑分析

1.1 AVC 正常操作逻辑

AVC 系统主要通过采集来的各种数据,自动判定是否存在电压越限或系统力率调整需要。若有需要,则 AVC 根据相应策略对相关设备发出操作指令。操作指令发送至 open3000 后,open3000 核对应遥控关系对照表,检查 AVC 所要操作的设备是否存在(利用设备名称检查,设备名称必须与 open3000 中完全一致),若设备存在,则再检查 AVC 上传的设备对应厂号、遥控号与 open3000 中的是否一致。全部检查确认无误后,open3000 开始向对应设备发出遥控操作命令(包含反校、执行两步)。现场设备执行后返回相关遥测及遥信变化,AVC 通过现场设备返回的信息,综合判断设备执行是否存在异常,

若存在异常,则对各种异常采取相应措施。

1.2 主变档位异常封锁逻辑

根据地区电网需要,AVC 系统对相应主变进行操作并对操作后的返回信息进行判断。若判断设备执行存在异常的(即符合设备封锁逻辑的),则进行设备封锁。通常主变有载调压装置存在以下两大类封锁。

(1) 异常封锁:在实际运行中一般会有以下几种情况造成主变档位异常封锁:①AVC 发令对主变档位进行调节,现场首先返回“0 档”过渡(AVC 操作判成功),但最终档位值一直未返回或返回过慢(超过了 AVC 的操作确认时间),会造成 AVC 判档位异常并封锁。②主变有载调压装置出现故障,造成升降档时出现滑档,会造成 AVC 系统报“档位异常”并封锁有载调压装置。③主变对应母线电压出现突变(一般在 500V 左右),AVC 会封锁主变有载调压装置并报电压异常。④主变轻瓦斯动作,AVC 封锁主变有载调压装置并提示轻瓦斯动作。

上述几种情况中以第一种情况为最常见,常常是因为档位返回值过慢造成 AVC 判档位异常并封锁装置。待监控人员对相关主变进行检查时,往往此时档位值已经传回来(0 档已经被目标档位替代)。监控人员在检查主变档位值、电压及相关设备信号无异常后,只能解锁并重新开放 AVC 中相关主变有载调压装置的调节功能。(此类现象至少占异常封锁的九成以上)

(2) 操作失败:AVC 系统对主变有载调压设备发出操作指令后,若在 AVC 判定周期内相应主变档位未发生变化,则系统判其操作失败。此时 AVC 系统并不会立刻将该主变有载调压装置封锁,而是

会再次尝试发令操作。若 AVC 系统连续操作失败 3 次（即尝试 2 次也失败），则封锁该主变有载调压装置，同时报“操作失败”。

1.3 主变档位操作判定逻辑

原 AVC 系统在判定主变档位操作是否成功时，只将主变档位的第一次变化作为操作结果进行判断。例：主变档位在 5 档时，若主变进行升档操作，则主变档位应该是由 5 档变为 6 档。当主变档位在操作后变为 6 档，则 AVC 其操作成功，反之则判为异常并进行封锁。

在实际运用中上述判定逻辑存在问题，经常会出现异常封锁，给监控人员带来很大麻烦。因为主变的档位值并不是全部由遥测值传送回来，有一部分档位是通过遥信值传送回来（BCD 码或类似的编码）。所以在档位操作过程中经常会出现“0 档”过渡。档位实际变化为“原档位→0 档→目标档位”。老 AVC 系统在判定档位操作结果时，由于只对档位的第一次变化进行判断，经常会把第一时间返回的“0 档”作为最终操作结果进行判断，所以常造成 AVC 报档位异常并封锁设备。为此现在的 AVC 系统调整了判断逻辑，主变档位操作判别逻辑改为如下方法：操作后，除了将主变档位由原档位→目标档位，判为操作成功外，主变由原档位→0 档，也判操作成功。如此顺利解决了原来 AVC 系统对于“0 档”的误判，避免了对监控人员的干扰。

2 异常案例分析

2.1 案例过程

设备动作流水表				
2012-12-26				
变电所名称	设备名称	时间	动作情况	动作原因
虎踞变	2#主变	2012-12-26 15:01:00	将由6档降至5档	电压越上限
		2012-12-26 15:04:00	将由7档降至6档	电压越上限
		2012-12-26 15:05:00	操作成功	
		2012-12-26 15:08:00	将由8档降至7档	电压越上限
		2012-12-26 15:09:00	操作成功	
		2012-12-26 15:12:00	将由10档降至9档	电压越上限
		2012-12-26 15:15:00	操作失败	
		2012-12-26 15:15:00	异常封锁	档位异常
		2012-12-26 15:17:00	将由12档降至11档	电压越上限
		2012-12-26 15:20:00	异常封锁	档位异常
		2012-12-26 15:20:00	操作失败	
		2012-12-26 16:08:00	操作成功	
		2012-12-26 16:08:00	将由5档降至4档	人工降档
		2012-12-26 16:13:00	将由5档升至6档	人工升档
		2012-12-26 16:13:00	操作成功	
		2012-12-26 23:51:00	将由5档降至4档	电压越上限
		2012-12-26 23:51:00	操作成功	

图1 虎踞变2号主变AVC动作流水表



图2 虎踞变2号主变档位曲线



图3 虎踞变10kV II 段母线电压曲线

2012 年 12 月 26 日 虎踞变 2 号主变出现反向调节，但 AVC 系统没有及时封锁和告警，反而连续错误操作，造成虎踞变 10kV II 段母线电压严重超限（越上限）。案例相关数据、图表及详细过程如图 1、2、3 所示。

15:01 AVC 系统判定虎踞变 10kV II 段母线电压越上限，随即发令将虎踞变 2 号主变由 6 档降至 5 档，但现场实际操作的是主变由 6 档升至 7 档。由于此主变档位升降过程中会出现“0 档”过渡，按照新的判定逻辑，AVC 系统会认为其操作成功，不会封锁设备也不会报警。

15:04 AVC 系统通过采集到的虎踞变 10kV II 段母线电压，再次判定虎踞变 10kV II 段母线电压越上限，又一次发令虎踞变 2 号主变降档操作——由 7 档降至 6 档（现场再次反向操作——升档至 8 档），同样 AVC 系统又一次因为“0 档”，错误的认为主变档位操作成功，没有封锁设备及报警，造成 10kV II 段母线电压继续升高。

15:08 AVC 系统再次因为电压越上限，发令

降档操作（8 档降至 7 档）。此次操作由于返回信息过慢（现场已经反向操作，升档至 9 档），档位没有变化。AVC 误认为操作指令没有送达，又重发操作指令，造成现场再次反向操作，升档至 10 档。

15:12 因为电压越上限，AVC 系统再次发令降档操作（10 档降至 9 档）。由于现场档位信息返回过慢（实际现场已经反向操作成功，升档至 11），被 AVC 判为操作失败（15:15）。随即 AVC 再次自动尝试操作，发令 10 档降至 9 档（失败后再次尝试操作不作为正式操作行为，不会记录在操作流水中）。现场再次反向操作（升档，升至 12 档），并返回升档后的档位（12 档）。而本应第一时间返回的“0 档”，因为网络或其他原因没有及时上传，主变档位由 10 档直接变为 12 档。由于主变此时返回的主变档位（12 档）与 AVC 操作指令中的目标档位（9 档）不同，AVC 此时报档位异常并封锁了主变有载调压装置。

监控人员及时发现此封锁信息，但误认为是单纯的主变档位返回过慢造成的异常封锁，加之此时 10kV II 段母线电压已经较高，急需主变调节，监控人员立即将其解锁。AVC 系统在 15:17 再次因为电压越上限，发令降档，导致现场档位持续上升。

随后监控人员发现电压严重越限后，认为 AVC 遥控功能可能存在错误，几次尝试通过 open3000 进行人工干预，但现场主变有载调压装置仍然反向执行命令。最终 1 号主变升档至 15 档。

2.2 缺陷分析

从 AVC 角度来分析虎踞变的案例，造成主变连续反向调档，而 AVC 没有及时闭锁的原因有两个方面。

（1）主变操作后，AVC 系统对档位操作结果的判别逻辑有缺陷。为了避免“0 档”造成的大量误封锁，厂家将 0 档作为正常档位加入了档位判别逻辑，使得 AVC 始终认为出现“0 档”就是操作成功，忽视了档位的二次变化才是实际档位值。而主变档位的异常封锁逻辑就是以主变档位操作判别逻辑为基础的。

（2）封锁原因分类不够细化。例如同样是档位异常造成档位封锁，很可能是几种不同的情况。监控人员在处理 AVC 异常封锁时，往往会受惯性思维的影响，只针对最常见的情况进行检查，忽视了少数情况。恰恰是比较少见的情况往往是造成后果最

严重的。因此建议封锁逻辑能再细化一些，应该将一些可能会造成严重后果的情况单独分类。如此，可以帮助监控人员更好、更快的处理告警信息，降低人员误判的危险。

3 解决方案

3.1 改进 AVC 对主变档位操作的判定逻辑

将原来改进的主变操作判断逻辑再次改进。对利用遥信值回传并计算出档位的主变，根据其档位的变化特点（原档位→0 档→目标档位），判断两次档位值。第一次判断时，若出现“0 档”或目标档位，都判其操作成功。此外延时进行第二次判断，若其档位值为操作目标档位，则判其操作成功。只有两次全部成功，AVC 才会认为其正常（即操作完全成功）。任何一次错误，AVC 均会判其档位异常并封锁主变有载调压装置。

以 AVC 发令操作主变“将由 5 档降至 4 档”为例，说明判定逻辑的改进。

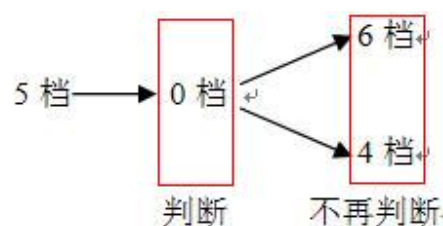


图4 档位操作判定逻辑（旧）

按照旧的逻辑，见图4，AVC 只对操作后的第一次档位值变化进行判断。主变执行操作后，第一时间返回档位值（0 档），AVC 判断操作成功。随后主变档位再次变化，变为操作后的实际档位值。但此时 AVC 系统不再对此后的档位值进行判断。无论最后返回的是 6 档还是 4 档，都不影响 AVC 根据第一次档位变化的判定结果。显然这是不合理的，“0 档”只代表现场主变有载调压装置开始动作，但并不能表示一定是按指令操作或一定能完成此次操作。

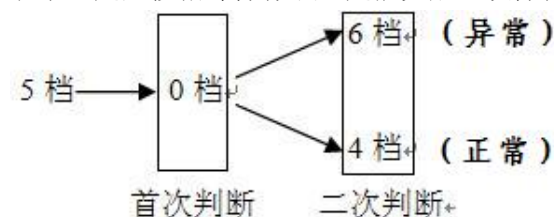


图5 档位操作判定逻辑（新）

按照新的逻辑，见图 5，主变有载调压装置操作后的第一次档位值变化，AVC 只进行初次判定。

只要第一次更新的档位是操作目标档位或“0 档”，AVC 会认为其正常。其主要目的是避免“0”档造成 AVC 误判档位异常，但对于通过遥测值直接返回档位值的，AVC 可以第一时间判定其操作是否正确。对于错误的，第一时间将其闭锁，第二次判断不再起作用。若首次判断结果为正常，则延时进行第二次判断。第二次检查只有一个判别条件：主变档位是否为目标档位。一致则判正常，不同则判为异常同时封锁有载调压装置（“0 档”不再被认为是正常档值）。

3.2 加入“电压反向”封锁逻辑

利用主变升降档时对应母线电压会做相应变化的规律，加入电压反向闭锁逻辑。AVC 对主变有载调压装置进行操作时，在利用主变档位变化判断结果的同时，再附加相应母线的电压变化判别逻辑。利用电压的相应变化可以提高操作的安全性，降低反向操作的可能性，缩短判别时间（电压遥测值一般比档位值返回的快）。“电压反向”的封锁需独立出来，不再归入“档位异常”类。AVC 发现档位反向后，直接提示“电压反向”并封锁相关设备。

3.3 加入“档位反向”封锁逻辑

某些站受其他因素影响，也会出现档位值返回比电压遥测值快的情况。对于此种情况应建立“档位反向”封锁逻辑，将原属于“档位异常”封锁中一些封锁

类型独立出来，作为一个重要信号提示给监控人员。避免由于封锁原因类型过少，造成监控人员可能发生误判。

4 结束语

AVC 系统是一套及其复杂的系统，它是由一整套逻辑相互配合形成的。任何一处细小的修改都可能影响的整个系统的逻辑。因此在监控人员在使用此套系统的同时，也应该多关注这套系统。对厂家的每一次修改（特别是逻辑上的改动）都要做到心中有数，必要时可以根据实际使用情况，提出自己的意见和建议，真正用好 AVC 系统。

参考文献：

[1] TOP5000 培训材料[Z].2012.

作者简介：

张 亮（1980-），男，江苏南京人，工程师，从事电网监控方面工作；

陈 薇（1970-），女，江苏南京人，高级营销师、助工，从事营销工作。