

无功电压自动控制系统浅析

江 华

(连云港供电公司, 江苏 连云港 222004)

摘 要: 简述无功电压调节的作用, 介绍手动无功电压调节的特点, 着重阐述基于 SCADA 技术的无功电压自动控制系统的原理, 针对 TOP3000 无功电压自动控制系统的应用, 总结无功优化注意事项。

关键词: SCADA; 无功; 电压; 自动控制

0 引言

电压是电能质量的重要指标。高压电网电压质量直接影响电网稳定运行, 电压过高或过低可能引起电网崩溃; 配电网电压质量的好坏, 影响用户用电设备的安全运行和生产效率。

1 无功电压调节的意义

随着社会经济的快速发展, 人民生活水平的不断提高, 用户对电压质量也提出了更高的要求, 所以作为供电企业也必须不断提高调压手段, 使电网在各种运行方式下电压质量都符合规程要求。

用户的用电设备不但要消耗有功功率, 而且要从系统吸收感性无功功率, 为了提高系统功率因素, 从而提高设备利用率, 电力系统就要尽可能使无功实现就地平衡, 因此在各变电站的 10kV 母线和 35kV 母线上安装一定容量的电容器, 来补偿用户用电设备所需要的感性无功, 使系统无功功率无需长距离输送, 减小输电导线上的电流, 达到减小导线上电能损耗的目的。

2 手动无功电压调节及其缺点

手动调节主变有载分接开关档位和投退补偿电容器开关, 这种调节方法简单, 无需增加设备投资, 技术含量低。由于主变有载分接开关调整不但调节了系统电压, 而且改变能改变电力系统的无功功率分布; 投切变电站的电容器也存在同样的问题, 投入补偿电容器使系统功率因素增大, 同时也抬高了系统电压, 切除补偿电容器使系统功率因素降低, 也降低了系统电压, 所以调节主变有载分接开关和投切补偿电容器都是既调节了系统电压, 又改变了功率因素, 当系统出现功率因素或者母线电压越限

时, 要求运行人员在短时间内作出非常合理的调整方案是不可能的, 只能是考虑功率因素越限投切电容器, 母线电压越限调节主变有载分接开关, 有时候发现调节不合理, 在作出微调, 增加调整次数, 同时也增加运行人员的监视工作量和操作次数。

同时手动无功电压调节受监控人员责任心所限, 电力系统发生无功电压越限时, 监控值班人员必须及时发现, 才能做出调整, 假如系统出现无功电压超限, 值班人员没有发现, 则可能使系统无功和电压得不到修正; 另外无功电压手动调节, 也不能做到分区联调, 只能考虑单一变电站无功电压指标合格, 调节带有一定盲目性。

3 基于 SCADA 的无功电压自动控制系统

随着 SCADA 日渐完善成熟, 遥测数据的准确性和遥控的可靠性不断提高, 使延伸使用 SCADA 的各种功能解决电力系统无功电压综合自动调节成为可能, 它可以彻底解决手动无功电压调节的不足, VQC 就是在这一背景下出现的, 它有两种形式, 其一是单变电站的 VQC 系统, 但是它存在一些缺陷: 其一是当系统电压或功率因素出现越限的时候, 各变电站的 VQC 系统都动作, 下级已经作出调整的情况下, 上级还可能调节, 造成下级电压或者无功还要调整, 增加调整次数, 可能经过多次调整才能找到平衡点。其二是不能综合利用各个变电站的无功电压的调整手段, 实现无功电压的分区分层管理。为了解决上面的问题, 就出现了基于调度自动化系统的各个变电站无功电压实现联调的 TOP5000 系统。

3.1 无功电压自动控制的基本原则和方案

3.1.1 基本原则

a) 安全可靠：要考虑设备当前的状态(如检修或保护等)、设备的安全运行条件、设备的投运率和使用寿命，以及各种异常情况并采取完善的防错措施，避免设备的频繁动作。

b) 灵活通用性：控制方案应能修改，并同时满足大多数用户的共同要求和具体用户特殊的不断变化的要求，还能适用于各种不同的接线方式。

c) 循序渐进性：应能适应不同厂站的实际情况，并据此采取开环或闭环方式，或先采取开环方式，经人工干预来优化和确认控制方案，待系统运行稳定、正确、可靠后再投入闭环运行。

3.1.2 以规则表实现的分区控制

以电压 U 为 Y 轴，无功 Q 为 X 轴，构成 U - Q 运行平面(见图 1)。

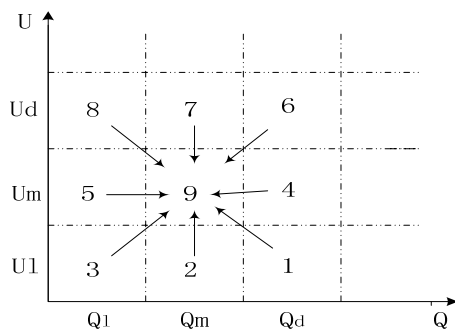


图 1 无功电压调节原理

3.1.3 调节策略

以系统电压、功率因素都合格为目标，电力系统运行在不同的情况下的调节策略如表 1 所示。

表 1 系统运行在不同分区的调节方案

运行分区	电压	功率因素	控制策略
1	越下限	越下限	先投电容器，后调节主变档位
2	越下限	合格	先调节主变分接头，后投电容器
3	越下限	越上限	先调高主变分接头，后退电容器
4	合格	越下限	投电容器
5	合格	合格	退电容器
6	越上限	越上限	先调低主变分接头，后投电容器
7	越上限	合格	先调低主变分接头，后退电容器
8	越上限	越上限	先退电容器，后调主变分接头

3.2 TOP5000 无功电压自动控制系统的应用

公司使用的无功电压自动调节系统是 TOP5000，它运行于调度自动化 Open3000 主站系统上，从长期的运行经验看它可方便地增加需要监视的分站，并且监视分站个数不受限制，分站要有

基本的遥信、遥测、遥控功能即可实现电压与无功的监控，不需增加其他的设备。

厂站监控的顺序可设置，可以考虑上下级厂站关系。采用面向对象的设计方法，厂站下设“监控点”的概念，根据遥信数据动态生成监控点。监控点是最基本的监控单位，主变并列运行在同一监控点内，分列则自动归于两个不同的系统监控点。系统数据流向和简化程序流程如图 2 所示。

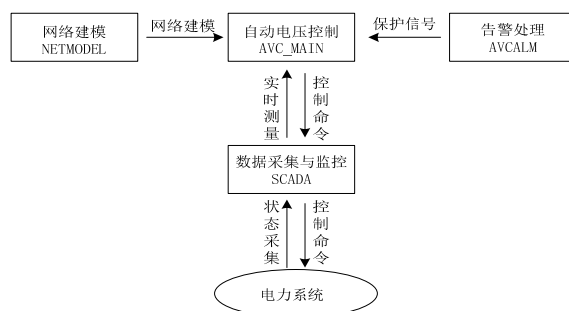


图 2 AVC 系统数据流程图

自动电压控制系统主要由三个模块构成：主程序（AVC_MAIN）、遥控接口（AVC_YK_OP）和告警处理（AVCALM）。AVC_MAIN 是系统的核心，直接获取 SCADA 实时量测数据，实时动态跟踪网络运行方式变化，根据分层分区调压原则，对全网电压无功进行监视和综合分析计算提出相应的调压措施。遥控接口则是 AVC 系统的关键环节，当 AVC 系统处于自动控制状态时，通过遥控接口向 SCADA 发送遥控命令，执行变压器升降和电容器投切。告警处理负责接收 SCADA 保护节点变位信号，并闭锁相关设备。电压无功自动控制系统具有开环和闭环两种运行方式，其闭环运行是否成功将在很大程度上取决于电网基础自动化四遥状况以及 AVC 系统是否考虑了足够有效的安全措施。

4 系统运行过程中需要注意的问题

无功电压自动调节系统是在调度自动化系统平台上工作的，要达到从全网进行电压无功自动控制，实现无功补偿设备投入合理和无功分层就地平衡与稳定电压的目标，需要调度自动化系统为无功电压自动调节系统提供精确的遥测值，还必须提供正确的主变档位、开关位置及相关刀闸位置信号，并且这些遥测、遥信刷新速度要足够快，否则可能

引起调节系统的不正确动作。为了保证系统正常运行，要注意以下一些问题：

无功电压自动调节系统运行时需要采集各主变的无功功率、各母线电压，调度自动化系统采集提供的这些要测量和变电站现场实际数值会有一定误差，这些误差值是比较稳定的，无功电压调节系统应该具有遥测数据修正功能，而且运行人员应该及时将误差值提供给系统，当现场设备变化使误差发生变化时，也要跟着修改误差数据，否则无功电压自动调节系统按照遥测数据进行自动调节，遥测数值合格，但是因为误差存在造成变电站现场实际值不合格。

由于无功电压自动控制是分区进行的，因此需要采集相关开关、刀闸位置信号，只有这些信号是正确的，系统才能正确识别上下级变电站，从而实现无功电压的优化调节。但是一些老的变电站有的刀闸位置没有上送遥信信号，在这种情况下监控人员需要根据系统远方变化，及时在调度自动化系统修正相关设备位置信号，保证无功电压调节系统能按照实际运行方式正确分区。

由于变电站现场母线电压、主变无功数据发生变化时，调度自动化系统采集的对应数据不能立即跟着变化，因此无功电压自动调节系统要正确设置遥测数据刷新时间，否则将造成系统错误的异常封锁或连续调节。例如主变档位调整后，变电站实际母线电压已经发生相应变化，但是由于数据传输的延时，调节系统没有感受到变化，带来的后果是系统可能判定为主变调档失败，将该主变档位异常封锁，另外一种可能是再一次发调档命令，结果是调节过头，是母线电压超过理想值。

当电力系统发生事故或一些异常时，会造成母线电压、主变无功的瞬时变化，等事故、异常消除后，这些遥测数据又恢复正常。如果出现这些情况，无功电压调节系统不采取措施，系统将跟着作出调

节，故障或异常切除后，系统又做一次相反方向的调节，这种调节是没有意义的，因此当调度自动化系统提供的遥测数据变化达到设定的调节数值时，系统需要设定一定的延时，加以确认系统发生的遥测数据变化不是因为事故或异常造成的，只有遥测数据变化超过确认时间，系统才作出反应。

系统应该能正确计算并记忆每组电容器的实际容量，不应采用人为输入的固定数值，这样便于更精确得到每组电容器投退后对系统电压和无功功率的影响，使得控制更加精确和合理；无功电压自动调节系统还应该正确计算每台主变变化一档以后的电压数值，而且能根据母线电压高低得出不同的数据，当然主变的电压比必须人为输入系统。做到这两点，就可以使系统控制更准确、更合理。

5 结论

电力系统无功电压控制是一项非常重要的工作，对电力系统安全稳定运行有很大影响。原始的手动调节不能实现精确控制，也增加运行人员工作量。借助于调度自动化系统平台可以实现无功电压分区自动控制，达到提高电压合格率、降低系统电能损耗的目的，要想系统能稳定可靠运行，调度自动化系统需要提供准确的遥测、遥信信息提供更为精确的遥测数据，并且运行人员应科学设置相关参数。

参考文献：

- [1] 张永健. 电网监控与调度自动化[M]. 北京: 中国电力出版社, 2008.
- [2] 国家电网公司人力资源部. 继电保护[M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.

作者简介：

江 华(1974-), 女, 江苏连云港人, 从事 AVC 专职工作。