

电压无功自动控制软件及其应用

周邈飞, 赵金荣

(国家电力公司电力自动化研究院, 南京 210003)

摘要: 首先分析电压无功控制(VQC)原理,考虑了分接头的变化及电容器组的投切对无功和电压的综合影响,针对电压、无功的各种运行控制区域给出了相应调节策略。为适应不同电压等级、配置的变电站,提出了一种有应用价值的、在当地后台计算机的监控系统中实现的电压无功自动控制方法。该方法以变电站的一条母线作为一个VQC对象,根据监控系统的采集信号的分类,将VQC运行闭锁条件分为“遥信信号闭锁”、“遥测值闭锁”、“保护信号闭锁”,并可由远方调度端进行监视和控制。

关键词: 电压无功控制; 变电站; 监控系统

中图分类号: TM 761⁺.1

0 引言

电压的稳定对于保证国民经济的生产、延长生产设备的使用寿命有着重要的意义,而尽量减少无功在线路上的流动,降低网损、经济供电又是每一供电部门的目标。

老式变电站通常是人为调节电压无功,这一方面增加了值班员的负担,另一方面人为去判断、操作,很难保证调节的合理性。

目前已有各种电压无功控制装置,通过连接到该装置的各种信号接线,能自动控制一个变电站的电压与无功变化^[1]。这种方式在一定程度上可以满足变电站的运行需求。其缺点在于:调节原理与方式简单,难以适应具有复杂主接线方式的变电站,能处理的信号少,需要人为处理的异常情况多,且硬件设备成本高。

随着变电站自动化的发展,监控系统综合能力的提高,系统的采样精度与信号响应速度均有很大的改善,采集量也有很大的增加。因此,在当地监控系统中,用软件模块来实现变电站的电压与无功的自动调节,理论上所需的条件已具备。本文将从实用性角度出发,研究新的电压无功控制(VQC)调节方法,并在当地计算机后台监控系统中实现。

1 VQC 调节原理

变电站采用改变主变分接头挡位和投切电容器组来改变本站点的电压和无功。

以一台变压器为例来分析各种情况下的电压与

无功调节方式。电压(U)取值于主变的低压侧对应的母线电压,无功(Q)取值于主变的高压侧(或低压侧)无功。

分接头上调后 U 变大,同时用户设备无功消耗增大,因而 Q 增大;分接头下调后 U 变小,同时用户设备无功消耗减少,因而 Q 减小。投入电容器后,就地无功得到补偿,因而 Q 减小,同时 U 增大;退出电容器后, Q 增大, U 变小。

调节策略见图1^[2],区域9为 U, Q 值正常区域。每个指向正常区域的箭头代表一种调节方案,虚线箭头代表第2种调节方案。

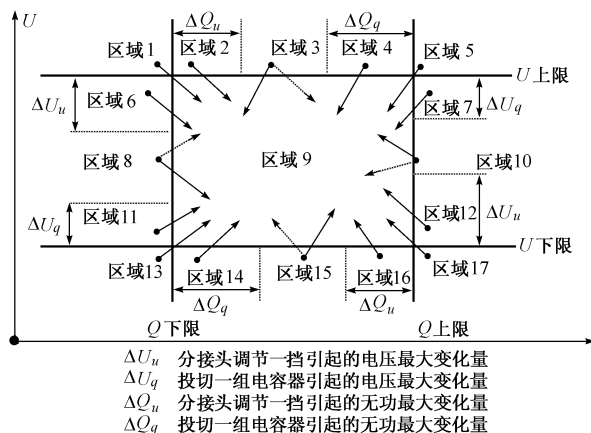


图1 运行控制区域图

Fig. 1 Possible control zone

当 U, Q 值处在区域3, 8, 10, 15中时,系统的调节方案有2种。

当 U, Q 值处在区域1, 4, 5, 6, 12, 13, 14, 17中时,系统的调节方案易于理解,电压越限调节分接头(区域4, 14),无功越限投切电容器(区域6, 12),两

者都越限(区域 1,5,13,17),则综合考虑。

当 U, Q 值处在区域 2,16 中时,电压越限,无功正常。按一般考虑,应该调节主变分接头,但由于无功值接近异常的临界值,调节分接头将引起无功越限,因此,只能投切电容器。

当 U, Q 值处在区域 7,11 中时,无功越限,电压正常。原因同上,只能调节主变分接头。

2 VQC 设计对监控系统的要求

要想真正实现后台计算机的 VQC 调节,需要监控系统有一些新的特性。VQC 运行需求表现在以下几个方面。

2.1 全面的数据采集

监控系统必须能够采集到更多的遥测量、开关刀闸信号及各类保护信号,提供对分接头开关的遥调和电容器开关的遥控功能。完善的信号采集是 VQC 正确运行的基础。

事实上,很多厂家生产的电压无功控制装置都是通过自身的二次回路接线来完成基本的信号采集与控制,只是其信号容量及处理能力有限。

2.2 适应无人值班站

在无人值班站的监控系统中,远方(调度端)能够通过监控系统控制当地后台的 VQC 运行。当地 VQC 必要的运行状况同时能够反映到远方。

2.3 采样精度及信号响应速度

当地监控系统采集信号的响应速度与遥控的可靠性在很大程度上都影响着后台 VQC 的稳定运行,同时 VQC 调节对遥测量的采样精度要求很高。

2.4 遥控、遥调的自动返校执行

通常的监控系统在遥控执行时都采用先选择再执行的方法,这是为了适应人工操作而设计的,VQC 的调节操作,不需人工干预,监控系统应能够实现遥控返校的自动执行。

2.5 数据再处理能力

监控系统应能对采集到的遥信(YX)信号进行“与”、“或”、“取反”处理,遥测量(YC)的总加处理等。对于有复杂主接线的变电站,通过对数据的再处理,可以用简单的信号表现出不同的接线运行方式。

3 VQC 功能与设计

VQC 控制软件的设计应充分利用监控系统的资源。在一个拥有多台主变的变电站中,每台主变可能是独立运行,因此 VQC 应设计成多个功能子模块。一条母线一个子模块,每个子模块有不同的参数设置对应各自母线。在一天中不同高峰、低谷时段,电压无功的上、下限值应不同。通常高峰时间电压的

上、下限值可以稍高,无功的正常值范围要小。

VQC 调节方式可分为:

a. 只调电压:用于只需考虑电压的变电站,多是无电容器的变电站。

b. 只动电容器:用于只需考虑无功的变电站。

c. 电压优先:当任何调节手段都不能使 U, Q 都正常时,优先考虑电压正常。参见图 1,在区域 1,2 中,原理上应退出电容器,若此时无电容器可动(电容器已全部投入或不能使用),则应下调挡位。在区域 16,17,若无电容器可动,则应上调挡位。

d. 无功优先:当任何调节手段都不能使 U, Q 都正常时,优先考虑无功正常。参见图 1,在区域 11,13 中,原理上应上调挡位,若此时挡位无法上调(挡位已到最高挡或有闭锁条件限制不能使用等),则应退出电容器。在区域 5,7,若挡位无法下调,则应投入电容器。

e. 综合:当任何调节手段都不能使 U, Q 全部正常时,VQC 不动作。图 1 即是按照智能方式调节。

为了方便调试,VQC 还可以设置为“只监视不调节”,不实际动作出口,相当于退出遥控出口压板。

在监控系统的遥控单元上增加一个可以自保持的遥控继电器,并对该继电器信号进行遥信采样,远方(调度端)通过下发遥控命令,使监控系统由可自保持遥控继电器产生一个请求当地 VQC 投入或退出使用的遥信信号,VQC 模块以此信号作为闭锁条件决定是否运行。或者,用软件的办法,由监控系统向远方提供一个虚拟的遥控信号,当远方对此下发遥控命令时,监控系统产生一个虚拟的 VQC 投退遥信状态。

不同地区的用户对 VQC 运行的闭锁条件要求各不相同。根据监控系统采集信号的分类,VQC 运行闭锁条件分遥信信号闭锁、遥测值闭锁、保护信号闭锁。

遥信号闭锁主要用于变电站主接线运行方式发生变化时,对 VQC 闭锁。

遥测值闭锁指某个遥测值超出给定范围时,VQC 闭锁。一定程度上可以防止由于监控系统故障导致测量值异常引起的不必要的 VQC 动作。

保护信号闭锁指由微机保护设备以报文通信方式报告给监控系统的信号。当微机保护发出保护动作或故障信号时,相应的 VQC 调节应闭锁。

为了适应无人值班站,一些必要的信号,如 VQC 调节闭锁、调节拒动、调节动作等信号应能反映至远方调度端,便于远方管理。远方还应知道当地变电站后台机系统的当前运行状态。

每一次调节时,相应的 VQC 子模块能记录调节的对象、动作类型及当时的电压值、无功值、主变挡位、上下限和时间。

由于是多模块处理,因此要考虑到设备并列运行的特殊处理。母线并列运行时,并列母线上的电容器均可作为一个 VQC 子模块的电容器调节对象。多台主变并列运行时,VQC 若要调节分接头应该多台主变分接头同时操作。

当 VQC 调节命令发出后,多次发生设备拒动时,应闭锁相应的设备操作。主变分接头在调挡过程中发生滑挡时,VQC 模块能够发出“急停”命令,阻止滑挡继续发展。

4 应用实例分析

下面就南京 110 kV 洪武路变电站的 VQC 应用,分析其实现的方法。该变电站是无人值班站,采用了电力自动化研究院 DISA-1 型监控产品和 LSA 微机保护产品。

洪武路变电站共有 3 台主变、4 个 10 kV 分段,Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ 段母线各配 1 台电容器(见图 2)。在运行使用上,用户有 2 个要求与原设计不相同:①所有的 10 kV 母线并列运行时,停止使用整个 VQC 调节;②任意 2 台主变并列运行时,停止使用有关这 2 台主变的 VQC 调节。

根据以上条件,将 VQC 参数定义成 4 个 VQC 子模块,一个子模块对应一条 10 kV 分段。子模块 1 对应 1 号主变,Ⅰ 段母线,可用电容器为 1 号电容器;子模块 2 对应 2 号主变,Ⅱ 段母线,可用电容器为 2 号电容器;子模块 3 对应 3 号主变,Ⅲ 段母线,可用电容器为 3 号电容器;子模块 4 对应 3 号主变,Ⅳ 段母线,可用电容器为 2 号电容器。Ⅳ 段母线上本没有电容器,这里以 Ⅱ,Ⅳ 分段开关及隔离手车等信号作为使用 2 号电容器的隔离设备。

针对实际运行环境与用户的要求,使用以下几

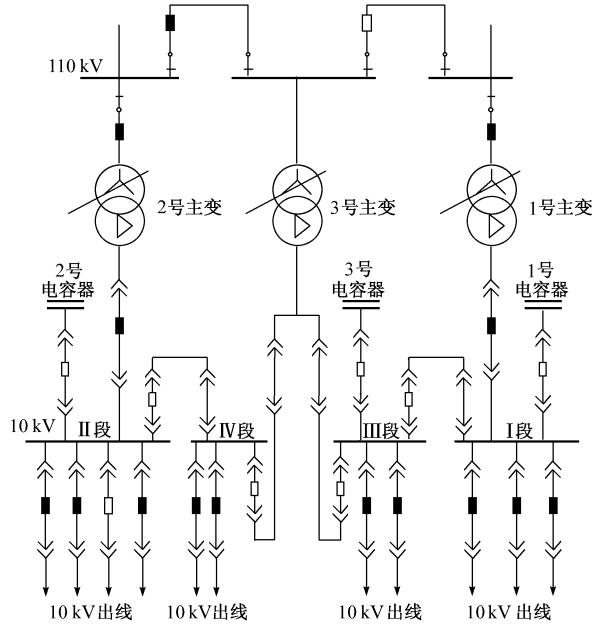


图 2 接线配置图

Fig. 2 Configuration of substation

个设置作为相应闭锁条件:

a. 增加 1 个虚拟的母线,并列 YX 信号,当所有 10 kV 母线并列时,该 YX 状态为“合”。该信号作为整个 VQC 的 YX 闭锁信号。

b. 增加 2 个虚拟的主变,并列 YX 信号。当 1 号与 3 号主变或 3 号与 2 号主变并列运行时,相应的 YX 状态为“合”。该信号作为相应主变的 VQC 闭锁信号。

c. 由于 3 号主变高压侧进线有 2 路,系统将 2 路进线合成 1 个信号,作为 3 号主变高压侧进线信号。

d. 由于 VQC 子模块 3 与 VQC 子模块 4 对应同一台主变,因此,3 号主变同时给 Ⅲ,Ⅳ 段母线供电时,VQC 子模块 4 应退出调节,子模块 3 起作用。系统增加了 1 个虚拟的 YX 信号。当 3 号主变给 Ⅲ 段母线供电时,该 YX 状态为“合”,子模块 4 以此信号闭锁。

以上所说的虚拟 YX 信号是由系统根据实时的 YX 进行处理的,因此 VQC 软件能自动识别各种情况。根据条件变化自动停止或投入使用相应的 VQC 子模块。通过增加自保持遥控继电器,已实现远方控制当地 VQC 运行。当地 VQC 的有关动作、闭锁信号被上传至远方。

VQC 使用过程中,只有当发生主变分接头调节滑挡或设备对调节命令发生多次拒动,以及接收到由保护通信报文传过来的保护动作、故障信号时,即产生需要人为处理的信号时,VQC 才完全闭锁相应的设备,需要人为地解除闭锁。其他一些闭锁情况的

发生,系统都能自动判断,如电容器开关退出运行可以由其隔离设备信号自动闭锁。远方人为解除闭锁也很简单,只要将当地 VQC 退出运行再投入即可。

5 结语

在监控系统中,用当地后台机实现 VQC 自动控制具有信息共享、功能完善、适用性强的特点。在已实现常规“四遥”(遥信、遥测、遥控、遥调)功能的变电站中,通过变电站的远方数据采集设备(RTU)与当地后台计算机通信的方式,在后台机上实现电压无功自动调节,将有广阔的应用前景。随着当今变电站自动化技术的逐步应用,当地后台 VQC 的应用将更加广泛。

SOFTWARE FOR AUTOMATIC CONTROL OF VOLTAGE AND REACTIVE POWER IN SUBSTATION AND ITS APPLICATIONS

Zhou Yefei, Zhao Jinrong

(Nanjing Automation Research Institute, Nanjing 210003, China)

Abstract: The principle of substation's voltage and reactive power controller (VQC) is analyzed at first. The regulating tactics are provided on different control zone of voltage and reactive power, according to integrated influence of voltage and reactive power with tap change and capacitor action. The realization of voltage and reactive power automatic control in unmanned substations with automation systems is illustrated in detail. In conclusion, this paper presents a feasible method realizing on a local background computer to optimize voltage and reactive power control for many kinds of substations with different configurations, voltage levels and scales. This method regards one bus as one object of VQC. The locking conditions of VQC operation may be divided into "remote signal locking", "remote measured value locking", and "microprocessor-based protection signal locking" according to category of acquired signals by the supervisory control system. And the remote SCADA system can monitor and control the VQC operation for unmanned substations.

Keywords: voltage and reactive power control; substation; supervisory control system

参 考 文 献

- 1 孙淑信,游志成,李小平,等(Sun Shuxin, You Zhicheng, Li Xiaoping, et al). 大型变电站微机自动调压系统的研究(Study on PC Voltage Automatic Regulating System in Large-Sized Substation). 电力系统自动化(Automation of Electric Power Systems), 1995,19(7)
- 2 黄益庄(Huang Yizhuang). 变电站微机电压无功综合控制装置(Comprehensive Control of Voltage and Reactive Power by PC in Substation). 中国电力(Electric Power), 1993,26(10)

周邕飞,男,工程师,主要从事变电站自动化监控系统应用研究工作。

赵金荣,男,硕士,系统所副总工程师,研究方向为电力系统厂、站自动化。