

# 基于站级监控系统的电压无功控制系统的应用与改进

吴皓, 周浩

(浙江大学电气工程学院, 浙江 杭州 310027)

**摘要:** 介绍了基于站级计算机监控系统的电压无功控制系统(VQC),对九区域控制策略进行分析,结合浙江温州小南变的运行情况,从策略和操作平台上提出改进方法,有效地提高了电压合格率。

**关键词:** 变电所; 电压无功控制; 站级监控系统; 九区图

**中图分类号:** TM761

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1003-4897(2004)08-0069-04

## 0 引言

随着计算机技术的发展,目前新建的110 kV及以下变电所基本上都要求采用变电站综合自动化系统以实现无人值班(无人值守)。该系统将全站测量、信号、控制集中于后台数据库,因此通过电压无功控制软件模块,对综自系统所采集的信息进行更加深入的分析判断,控制主变分接头和电容/电抗器,可以实现电压和无功的闭环控制,提高电压合格率、降低无功损耗,最终实现提高经济效益的最终目标。计算机监控系统的自动控制,既可以降低人员的劳动强度,又可以更实时、更科学地控制电压及无功平衡。

## 1 控制要求和对策

### 1.1 控制对象及实现模式

电压无功控制系统(VQC)的目标是实现变电所的无功就地平衡和保证供电电压质量。具体地说,变电所电压无功控制以保证低压母线电压合格率为主要控制目标,同时控制变电所变压器高压侧的无功功率(或功率因数)就地平衡。

该功能的实现模式:通过变电所站内的计算机网络,利用变电所计算机监控系统所获取的模拟量、开关量、闭锁信号、保护信号等,由电压无功控制功能软件进行分析和计算,最后再通过计算机网络输出控制执行命令。

### 1.2 基本功能要求

1) 软件具有良好的扩展性、一定的智能性

软件应能识别一次系统的拓扑逻辑,即通过灵活组态自动辨认运行方式,如多台主变分列运行、多台主变并列运行、主变带多段母线等运行方式,并针对不同的运行方式协调控制相应的设备,以保证不出现误操作。

### 2) 控制方式的灵活性

既要有全自动控制(闭环控制方式),又可以提示运行人员,由运行人员进行手动调整方式(开环控制),或者只对分接头或只对电容器(电抗器)进行自动控制(半闭环控制)。

### 3) 安全可靠的闭锁功能

系统出现异常情况时,如保护动作、温度过高,开关、刀闸状态异常、设备异常、有滑档、设备跳跃等等异常情况,应该可以可靠地闭锁VQC对其的控制,以免加深设备的损坏,扩大事故范围。

### 4) 良好的人机界面

应具备良好的人机设置界面,以有利于运行人员整定参数,并具备完善的实时状态显示,方便调试以及运行维护。

### 5) 完善的动作信息

应包括动作时间、动作对象、动作前后的电压变化、无功功率变化、功率因素的变化等,并且应具有自动存储、方便打印的功能,以利于运行情况的评价和软件质量的改进提高。

### 6) 远方的控制接口

由于目前变电站为无人值班站,VQC应具备比较完善的有关信号供变电站综合自动化系统采集,并可以接受综合自动化系统的控制,如投/退VQC或VQC中的某控制对象。接口应支持多种常用的通讯规约。

## 2 温州地区的应用实例

温州电业局是较早采用电压无功控制系统(VQC)的供电企业之一,所用的系统有CSC-2000系统、DISA系列、RCS系列、以及LSA67和NSC-2000系统的VQC,下面以VQC为例说明其应用情况。

最早应用的VQC是嵌于NSC-100后台系统(习

惯叫 Win98 后台) 的,其 VQC-Win98 软件流程图如图 1 所示。

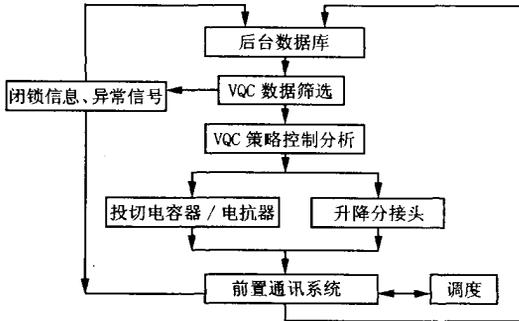


图 1 VQC 系统流程图

Fig. 1 Flow chart of VQC system

VQC-Win98 早期版本采用的是基本控制策略,如图 2 所示。

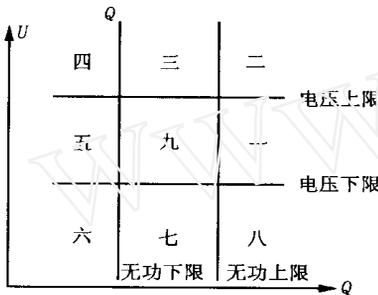


图 2 控制策略九区图

Fig. 2 The nine-zone diagram of control strategy

“九区”为正常工作区,电压无功均在合理的范围,若运行状态在一区~八区,则需控制主变分接头的升降或电容器的投切以使运行状态落在九区。

- 一区: 投电容器、无电容器投时,下调分接头;
- 二区: 下调分接头;
- 三区: 下调分接头,无分接头可调时,切电容器;
- 四区: 切电容器;
- 五区: 切电容器,无电容器可切时,上调分接头;
- 六区: 上调分接头;
- 七区: 上调分接头,无分接头可调时,投入电容器。
- 八区: 投电容器组。

温州小南变电所 VQC 在实验时情况良好,但投入运行后发现,主变分接头频繁调节,经分析发现问题出自使用分接头来调整无功,即在无功负荷很小的情况下,在电压正常的一、五区,由于无法使用电容来调整无功,VQC 根据控制策略,调整分接头,又

由于分接头调整在实际运行中几乎无法对无功产生影响,使得母线电压在一区时被调整到贴近电压下限,在五区时被调整到贴近电压上限运行。此后分接头将会随着系统电压发生变化,在一区和八区围绕电压下限,在五区和四区围绕电压上限上下调节,造成主变分接头频繁调节。根据分析,对运行策略进行了修改,舍弃了使用分接头调整无功的原则,采用了如图 3 所示的控制策略。

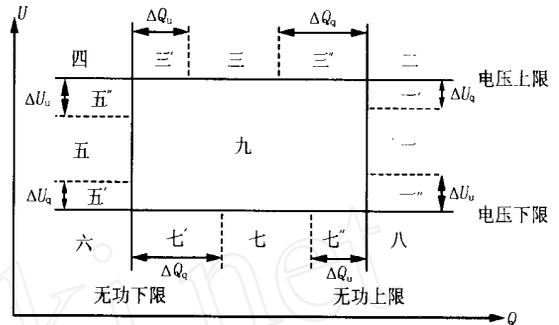


图 3 改进的九区图

Fig. 1 The improved nine-zone diagram

各区域的控制策略如下(这里的无功上下限,若是用无功功率作为限值,就是给定限值;若是用功率因数作为限值,则是用有功功率和功率因数限值折算后的限值):

- 区域 1: U 正常, Q 越上限。  
调节对策:投入电容器组。
- 区域 1: U 正常偏大, Q 越上限  
电压优先:下调分接头  
无功优先:下调分接头,无分接头可调时,投入电容器组。
- 区域 1: U 正常偏小, Q 越上限  
调节策略:投入电容器组。
- 区域 2: U 越上限, Q 越上限  
电压优先:下调分接头,无分接头可调时,强退电容器组  
无功优先:下调分接头。
- 区域 3: U 越上限, Q 正常  
调节对策:下调分接头
- 区域 3: U 越上限, Q 正常偏小  
电压优先:下调分接头  
无功优先:退出电容器组。
- 区域 3: U 越上限, Q 正常偏大  
调节对策:下调分接头,无分接头可调时,退出电容器组。
- 区域 4: U 越上限, Q 越下限

调节对策:退出电容器组。

区域 5:  $U$  正常,  $Q$  越下限

调节对策:退出电容器组。

区域 5':  $U$  正常偏小,  $Q$  越下限

电压优先:上调分接头

无功优先:上调分接头,无分接头可调时,强投电容器组。

区域 5:  $U$  正常偏大,  $Q$  越下限

调节对策:退出电容器组。

区域 6:  $U$  越下限,  $Q$  越下限

电压优先:上调分接头,无分接头可调时,强投电容器组

无功优先:上调分接头。

区域 7:  $U$  越下限,  $Q$  正常

调节对策:上调分接头。

区域 7':  $U$  越下限,  $Q$  正常偏小

调节策略:上调分接头,无分接头可调时,投入电容器组。

区域 7:  $U$  越下限,  $Q$  正常偏大

电压优先:上调分接头

无功优先:投入电容器组。

区域 8:  $U$  越下限,  $Q$  越上限

调节对策:投入电容器,无分接头可调时,投入电容器组。

区域 9:  $U$  正常,  $Q$  正常

正常,保持现状。

注:电压优先时,上调/下调分接头,投入/退出电容器之前,需计算动作后的电压值是否越界;无功优先时,上调/下调分接头,投入/退出电容器之前,需计算动作后的无功值是否越界(强投/强退除外)。电抗器在各区动作与电容器相反,若两者同时存在,程序将先切后投,保证两者不会同时投入运行。

在将 Win98 后台升级为 NT 后台的同时,将 VQC 软件升级为 NT 版,与 Win98 版 VQC 相比,NT 版的 VQC 可以自由地定义自身的数据库,更方便地定义运行方式,这对于很多分期上的变电站尤其方便,而温州大部分变电所远景均为两台或三台主变,但一期均只上一台主变。NT 版的程序数据结构最大配置为四台主变、六段母线、每段母线 4 台电容器 4 台电抗器。

2001 年小南变电所 10 kV V/II 段母线电压平均合格率 92.97%/92.76%,2001 年年底,将小南变 VQC 升级为 NT 版,系统运行稳定,2002 年全年电

压平均合格率达到 98.91%/98.91%,2003 年 1~5 月份达到 99.88%/99.82%,其他变电所如 110 kV 火车站变、开发区变、上望变等共 8 座变电所均采用改进后的 NT 版 VQC,目前各站运行情况一直良好,为温州局的电压合格率作了很大的贡献。

### 3 VQC 改进的方法

目前的 VQC 实现模式和控制策略都较为明确,并且动作之前都有预算功能,可有效抑制设备的跳跃情况,但还有一些值得考虑的改进地方:

#### 1) 控制、分析的智能化

能够结合负荷预测功能,根据当前实施数据及相应历史数据,自动生成最优控制方案,减少动作次数,提高动作的有效性。这对控制策略的建模提出了更高的要求。

能够结合网络拓扑分析功能,更好、更方便地识别一次系统的各种接线方式,使 VQC 能够更灵活、更方便地运行于接线方式复杂得多的变电站(比如两台三卷变变压器,三侧都为双母带旁母接线方式)。

#### 2) VQC 不依赖后台系统

从小南变情况来看,VQC 的运行可靠性依赖于综自系统,综自系统中的后台又有一个与前置机通信的环节,能否将 VQC 程序置于前置机,以减少通信环节,降低系统的复杂度,提高 VQC 的可靠性。

3) 目前温州地区根据电气区域配置集控中心,设置了调度自动化系统,辖区内的 220 kV 及以下变电所所有信息都上送该系统,根据这种现状,可考虑利用采集的各变电所实时信息进行区域电压无功控制,以降低电网损耗为目标,以设备动作次数最少为目标,以各变电所电压合格为约束条件,进行综合优化处理,从而实现无功补偿设备与调压设备资源网络化运行,进一步提高电网调度自动化水平,提高电力系统运行的稳定性和安全性。

### 4 结论

针对计算机技术的发展,提出基于站级计算机监控系统的电压无功控制,该方法可以不增加硬件设备,不增加电缆接线,只需增加一个 VQC 软件模块,可有效地提高计算机设备的利用率和降低成本。

根据当前运行的 VQC 情况,本文从可靠性、智能化、区域电网控制提出改进意见。希望能更有效地提高电压质量和降低网损。

## 参考文献:

- [1] Q/ZDJ1-2001,浙江省 110 kV 及以下变电所计算机监控系统电压无功控制功能技术规范(The Technological Standard of Voltage-reactive Power Control System Based on Automation System in 110 kV and the Following Substations in Zhejiang Province[S].
- [2] 王梅义(WANG Mei-yi). 大电网系统技术(The Technique of the Great Power System)[M]. 北京:中国

电力出版社(Beijing:China Electric Power Press), 1995.

收稿日期: 2003-07-15; 修回日期: 2003-08-03

## 作者简介:

吴 皓(1971 - ),男,工程师,长期从事电力系统技术工作;

周 浩(1963 - ),男,副教授,长期从事电力系统教学和研究工作。

### Application and improvement on voltage and reactive power control system based on substation supervision system

WU Hao ,ZHOU Hao

(School of Electrical Engineering , Zhejiang University , Hangzhou 310027 ,China)

**Abstract :** A voltage and reactive power control system (VQC) based on substation automation system is presented in this paper. This paper puts forward the improved measures of control strategies and operation system , after analyzing control strategies based on nine-zone control method and combining with operation situation of VQC in Xiaonan substation. It 's verified to improve the eligibility of voltage.

**Key words :** substation ; voltage and reactive power control ; substation supervision system ; nine-zone control method

## 电力培训基地培训信息

第二期“继电保护定值整定与计算”研修班将于 2004 年 5 月 16 日至 23 日,以全新面貌迎接学员们的到来。研修内容包括主设备继电保护整定计算、线路保护整定与计算和整定计算的计算机实现。这一期,电力培训基地联合《继电器》杂志社,聘请到了系统内的权威专家、学者,姚晴林、柳焕章、段献忠到会研讨,师资阵容更加强大。讲师还针对第一期学员反馈的意见和提出的问题进行了重新备课,将增加继电保护规程等新内容。日程安排方面,我们对培训、研讨以及考察的时间做了合理调整,力争做到和谐、有序、高效。

通知正文请登陆中国电力培训网([www.ceptc.com](http://www.ceptc.com))或《继电器》杂志社网站([www.re-press.com](http://www.re-press.com))查阅。

咨询电话: (0374) 3212155 3212363 传 真: (0374) 3212155

联系人: 刘晓森 冯瑾涛 李 卓

来信请寄: 河南省许昌市许继大道 32 号 电力培训基地 邮 编: 461000

### “继电保护定值整定与计算”研修班回执单(复印有效)

单 位				职 务	
姓 名		性 别		手 机	
电 话	车 次 / 航 班 号				