

一个县级电网 AVC 系统的应用和技术特点

何 东, 吴端华, 洪行旅, 段登伟
(成都电业局, 四川 成都 610016)

摘 要:县级电网建立自动电压控制 (AVC) 系统可以实现电网的无功电压优化协调控制。介绍了一个县级电网 AVC 系统的结构、技术特点以及应用情况。该县级电网 AVC 系统实现了与上级 AVC 系统的协调, 又符合本地实际, 开发了合理的县级电网 AVC 系统的功能模块。实践表明该 AVC 系统在县级电网投入运行后取得较好的运行效果。

关键词:电网; 自动电压控制; 无功; 电压

Abstract: The application of automatic voltage control (AVC) system to county power grid is able to realize the optimal and harmonic control of reactive power and voltage in power grid. The framework, technical characteristics and application of AVC system in a county power grid is introduced. The AVC system of the county power grid has realized the coordination with the AVC system of the higher level, and it is also adapted to the local conditions. Reasonable function modules of AVC system in county power grid are also developed. The practice shows that a good operation results can be achieved with the application of AVC system.

Key words: power grid; automatic voltage control; reactive power; voltage

中图分类号: TM761 **文献标志码:** B **文章编号:** 1003-6954(2010)04-0017-02

0 引 言

县级供电企业对电网电压的传统控制手段主要是以时段划分进行定时控制或是调度人员在发现电压越限时凭经验进行简单的调整。为进一步提高电网的电压质量,降低电网网损,实现电网运行在线控制目标,减轻值班人员人工调整电压的劳动强度,开发并研制电网的自动电压控制系统显得十分必要,它为现代电网安全稳定控制提供了先进的技术手段^[1-3]。

根据一个县级电网的实际情况,对县级电网 AVC 系统的建设进行了研究。该县级电网 AVC 系统能够同时满足上级 AVC 系统的要求,又符合本地实际,对县级电网 AVC 系统存在的问题也进行了分析和论述。

1 县级 AVC 系统的建设

1.1 AVC 系统概况

自动电压控制 (automatic voltage control, AVC) 是提高电能质量、降低系统网损和提高电压稳定水平的新技术。随着计算机技术的迅猛发展,近年来,

AVC 技术的研究得到了国内外科研人员和运行人员的重视。

通常 AVC 系统采用二级电压控制模式和三级电压控制模式。二级电压控制模式最早由德国莱茵-威斯特伐利电力公司 (RWE) 提出,其基本思想是周期性进行全网的最优潮流 (OPF) 计算,得到电压优化控制策略直接下发给发电厂、变电站子站控制设备执行,其控制结构图如图 1。



图 1 二级电压控制模式

三级电压控制模式由法国电力公司 (EDF) 最早提出^[4],是一种分级电压控制方案,目前在法国、意大利、比利时、西班牙等国电网中得到较好的应用,国内江苏电网是第一个实现该控制模式的系统,其控制结构图如图 2。

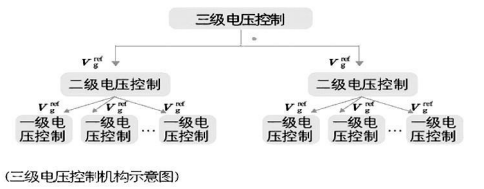


图 2 三级电压控制模式

在三级控制部分,无功优化软件分为优化和校正两种控制模式。在系统正常运行时使用优化控制模式,根据无功优化计算得到的无功电压控制方案自动对无功电压控制设备(如发电机、变压器、并联补偿设备等)进行自动控制,降低系统网损。当出现考核母线电压越限时自动切换到校正控制模式,形成控制方案并下载到厂站端以消除越限。

1.2 双流县级电网现状

截止 2009 年,双流供电局管辖的 220 kV 及以下变电站包括:220 kV 变电站 1 座、110 kV 变电站 8 座(含用户站)、35 kV 变电站 7 座。根据规划到 2012 前将要新投入的变电站有:500 kV 九江等变电站、220 kV 黄水等变电站、110 kV 正兴站、万安站、金桥站等变电站。2009 年,双流局最高供电负荷为 460 MW,最高日供电量为 8 800 MW·h,2009 年完成售电量 2 309 GW·h。

双流 AVC 系统计划调控的变电站 14 座,其中 110 kV 变电站 7 座,35 kV 变电站 7 座,总装容量为 6 573 MVA,供电面积 1 034 km²。35 kV 及以上输电线路 15 条,线路总长 297 km;10 kV 配电线路 121 条,线路总长 2 490 km。调控 14 座变电站全部接入了远方监控系统,系统具有完善的遥测、遥信、遥控、遥调四遥功能。

2 AVC系统的结构和功能

2.1 县级 AVC系统基本原则

由于无功优化控制管理系统涉及到地区电网的各个方面,横向需联系调度信息管理系统,纵向需联系调度自动化系统,所以系统要求具有安全性、全面性、可靠性、灵活性、模块化设计、易操作性。县级电网 AVC 在具备基本 AVC 功能的同时,还具备充当地区电网 AVC 的子站功能,能够进行局部范围的计算、自动控制。

2.2 系统的结构

县级 AVC 系统应从上往下分为三个层次,即决策管理层、业务处理层、设备执行层。不同的层次负责不同逻辑功能,将具体的技术细节对上层屏蔽。通过有效的层次划分,降低系统的复杂度,提高系统的重用性。

2.3 系统的功能

县级 AVC 系统要依托现有的调度自动化软件,

采集全网实时数据,以全网网损最小为优化目标,以各节点电压合格为约束条件,对电网发生的电压、功率因数越限进行优化管理,生成优化策略和控制命令,并结合负荷趋势预测的结果进行实时控制或给出调整建议。保证全网各节点电压的合格率,并对全网无功配置进行优化控制,达到全网无功潮流最合理流向,使各变电所的电容器和有载变压器分接挡位动作次数尽可能少。实现县级调度自动化系统的“四遥”功能,并与变电站综合自动化系统相结合,减轻调度(集控中心)值班人员的劳动强度。

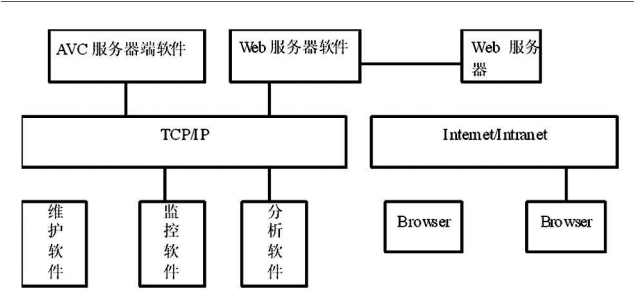


图 3 软件体系结构示意图

为了降低对客户端的硬件要求,实现纯查询用户的客户端零配置,达到满足本系统分布式查询的特点,体系结构采用 Client/Server 和 Browser/Server 结构相混合的形式。

县级 AVC 系统内部的主要软件体系如下。

- AVC 服务器软件
- WEB 数据服务器软件
- 维护软件
- 监控软件
- 分析软件
- WEB 用户浏览器 (Browser)

根据县级电网的实际要求,县级电网 AVC 的功能模块如下。

全网无功优化补偿功能:当电网内各级变电站电压处于合格范围内,控制本级电网内无功功率流向合理,达到无功功率分层就地平衡,提高受电功率因数。

全网电压优化调节功能:当无功功率流向合理,某站 10 kV 母线电压越限运行,分析同电源、同电压等级变电站和上级变电站的电压情况,决定调节哪一级变压器挡位,以达到尽可能少的变压器分接头挡位调节次数,达到最优调节效果。

电压无功综合优化功能:当变电站 10 kV 母线电压越上限时,先调节变压器分接头;越下限时,先投入

(下转第 79 页)

[4] 贾润芳,孙凤娟. 500 kV 变电站 220 kV 系统双母线分段接线方式的施工方案 [J]. 河北电力技术, 2009, 28(2): 11—13.

[5] 刘剑红. 500 kV 变电站 220 kV 母线保护存在的问题及改进 [J]. 湖北电力, 2008, 32(2): 21—22.

[6] 王世祥,左婧. 母线保护双重化改造中注意事项的探讨 [J]. 继电器, 2008, 36(3): 75—77.

[7] 谭胜兰,张电. 220 kV 母线保护改造的技术探讨 [J]. 华东电力, 2006, 31(16): 81—82.

[8] 国家电网公司. 线路保护及辅助装置标准化设计规范 [S]. 2007.

[9] 四川省电力公司. 四川电网 220 kV 及以上系统继电保护装置编号命名原则 [S]. 2008.

作者简介:

左可飞 (1972—), 男, 本科, 工程师, 研究方向为电力系统运行分析与控制;

崔明德 (1981—), 男, 硕士, 工程师, 研究方向为电力系统运行分析与控制。

(收稿日期: 2010—04—19)

(上接第 18 页)

电容器。同时预算母线电压和负荷变化,防止无功补偿设备投切振荡。

逆调压功能:根据当前负荷水平,在电压合格范围内,进行全电网分析,实现高峰负荷时电压偏上限运行,低谷时偏下限运行等功能。

图形建模功能:采用开放式图形建模结构,以适应电网主接线变化。

控制信息管理功能:对电压、有功、无功、功率因数等曲线图自动存档并生成各种报表。

统计考核功能:对电网无功设备实际运行情况进行统计,为管理层进行考核提供依据。

语音提示功能:对尚不能接入 AVC 的地区或站点,在有人值班的地方设置 AVC 子站将控制指标进行语音提示。

3 AVC 系统运行情况

从实际运行情况看,AVC 系统投运后提高了电压质量,在以下几个方面发挥了明显作用。

1)降损节能效益明显,在县级电网网架基本没变、运行方式基本相同、电量基本相同的条件下,实现了降损节能。

2)减少变压器分接头调节。一般运行情况下,VQC 控制下的调挡次数大约是 5~8 次/天。AVC 投入后,调挡次数便大幅下降,调挡次数平均 2.5 次/天;即使在电网峰谷差和调压压力较大的情况下也只有 4~5 次/天。

3)减轻了调度及监控人员劳动强度。AVC 系统投入运行后,实现了自动调压,从而大大减轻了负荷峰谷交替时段人工劳动强度。

4)提高了电网的安全运行水平。AVC 系统是调控静态无功补偿设备,但它对电网动态运行十分有

利,在一定程度上提高了系统无功的动态补偿能力。

4 结 论

总之,在电网无功优化和控制方面 AVC 系统是目前技术和管理的发展方向,势必替代目前使用的 VQC 装置。在成都双流县级电网已投入使用 AVC 系统中无功和电压控制都取得了较好的效果。下一步将逐步在各县级电网建设 AVC 系统,最终构成完善的地区电网 AVC 系统,以提高整个电网的电压合格率,减少无功传输,优化电网潮流分布,降低网损,同时减轻运行人员的劳动强度。

参考文献

[1] 王 萍. 无功电压优化集中控制系统在青岛电网的应用 [J]. 中国电力, 2007, 40(1): 36—39.

[2] 吴银凤,肖 源,邝先验. 地区电网电压无功优化闭环控制系统设计 [J]. 电气应用, 2007, 26(11): 33—36.

[3] 袁 丁,郭西进. 电压无功优化控制系统在地区电网中的应用 [J]. 电力需求侧管理, 2007, 9(2): 18—20.

[4] 苏辛一,张雪敏,何光宇,等. 互联电网自动电压控制系统协调变量设计 [J]. 电力系统自动化, 2009, 33(14): 22—26.

作者简介:

何 东 (1972—), 男, 工程师, 从事电网运行、调度、继电保护等方面的管理工作。

吴端华 (1964—), 女, 工程师, 从事继电保护方面的管理工作。

洪行旅 (1956—), 男, 高级工程师, 从事电网运行、继电保护和通信自动化方面的管理工作。

段登伟 (1974—), 男, 博士, 高级工程师, 从事电力市场和电网运行方面的研究工作。

(收稿日期: 2010—03—02)