

FWK-300 在苏北安全稳定控制系统中应用

宋锦海¹,李雪明¹,罗建裕²,胡 宏²,于文杰¹,姬长安¹,方勇杰¹

(1. 国电自动化研究院,江苏 南京 210003; 2. 江苏电力调度通信中心,江苏 南京 210024)

摘要: 介绍了基于 32 位 CPU 和 DSP 技术的分布式稳定控制装置 FWK-300 的基本原理和构成。将其应用于江苏苏北电网建立安全稳定控制系统,在发生预期故障情况下,根据故障严重程度和运行方式,实现迅速切机,保证系统暂态稳定。详细列举了 9 个厂站安全稳定控制装置的硬件配置,经通道及策略表调试后,达到预期目的。FWK-300 装置已在苏北安全稳定控制系统中稳定运行。

关键词: 稳定控制; 分布式; 切机; 电磁兼容性

中图分类号: TP 273; TM 44

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2006)03-0095-03

随着电力系统发展,容量不断增大,以及厂网分离、电力系统市场化,电网结构变得越来越复杂,对系统的安全稳定运行要求越来越高。江苏电网的特点是能源点集中在北部电网,而南部电网则是负荷中心,全网呈北电南送的格局^[1],特别是新上的江苏 500 kV 西通道输电工程,更突出了这个特征。20 世纪 80 年代,根据当时电网的情况,在分析电网内部各种相互制约因素的基础上,一些重要厂站已逐步配置了一定数量的安全稳定控制装置^[1],但是这几年随着电网结构的变化,特别是田湾核电站即将投入运行,以及 500 kV 西通道输电工程投入和新 500 kV 骨干网的建立,原有的安全稳定控制系统已经不能满足现代电网安全稳定运行的需要,因此根据江苏电网 500 kV 西通道的结构特点,在江苏苏北电网范围新建一套以 FWK-300 为主的安全稳定控制系统。本文介绍了分布式稳定控制装置 FWK-300 的基本原理和构成,详细介绍了其在江苏苏北电网安全稳定控制系统中的应用情况,并对其调试运行情况作简单介绍。

1 系统简介

江苏苏北安全稳定控制系统主要由阳城、徐州、彭城、徐塘 4 个电厂和任庄、双泗、上河等 9 个变电站组成,以 500 kV 双通道输电为主,其中阳城电厂至东明变电站为三回 500 kV,田湾核电站由双回 500 kV 在盐都 500 kV 变电站和单回 500 kV 伊芦变电站接入系统。安全稳定控制装置分别布置在这些厂站处,通过光纤或载波连接。由于电网不断建设和完善,工程分为 3 个阶段实施,由开始的以载波为主的通信通道逐渐过渡到以光纤通道为主的通信结构,不同时期系统控制策略也各不相同。通道结构见图 1。

2 FWK-300 分布式稳定控制装置

2.1 FWK-300 系统介绍

FWK-300 是在继承了多年稳定控制装置成功运行经验的基础上,结合现代的计算机、电子技术和

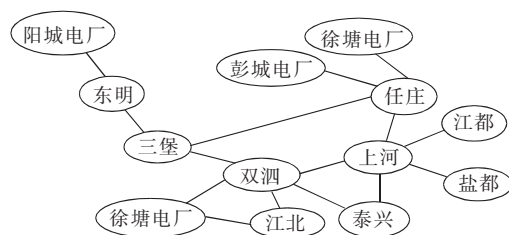


图 1 江苏苏北安全稳定控制系统结构

Fig.1 Structure of safety and stability control system in North Jiangsu power grid

通信技术的发展^[2],设计开发的新一代分布式稳定控制装置^[3-5],其在采样速率和精度、分析和计算的速度、通信速率和接口标准化等方面都有很大提高。FWK-300 基本原理结构见图 2。

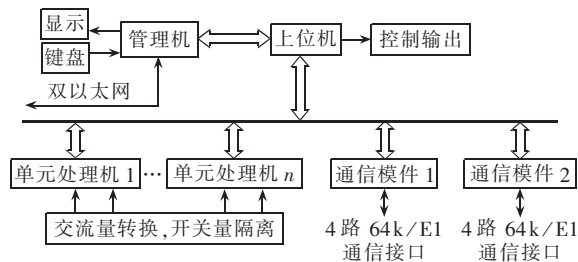


图 2 FWK-300 结构框图

Fig.2 Structure of FWK-300 device

FWK-300 分布式稳定控制装置主要有以下几个方面的特点^①。

a. 高速运算处理能力。采用 32 位 CPU 及 DSP 处理器技术,多处理器的并行应用使装置在信号处理时速度更快;采用的一些新算法使装置在采集数据时更加准确可靠,对数据的分析能力更强。同时系统存储资源非常丰富,内存空间更大,可存储更多的策略表和事件信息、动作信息。

b. 数据采样精度和可靠性高。采用高精度 A/D 采样芯片,每块采样板输入 12 路模拟量,用 3 片 A/D 芯片实现,每 4 路 1 片 A/D 芯片,更加安全可靠。

c. 装置可扩展性。采用模块化结构,使用多块采样板,装置可输入更多量,处理更多线路、主变和机组电气量。可组成较为复杂的控制装置。每套装置最多可处理 20 条线路(三相电压和电流)的电气量。

d. 电磁兼容性好。FWK-300 的电磁兼容性各项指标均已达到目前实验室能检测的最高级别(等级)。许多单项指标已经超出专业标准的要求。

e. 友好直观的图形化界面。采用长寿命、宽温大屏幕彩色液晶作为人机对话显示界面接口,管理机使用实时多任务操作系统 VxWorks。

f. 具有多种通信接口。如常规的串行通信接口(RS-232/RS-422/RS-485)、调制解调器、E1 接口(2M)、64 k 数字同向口(G. 703)接口设备、符合 TCP/IP 协议的以太网接口、专用光纤通信接口。以上几种接口,可以根据用户需要选择。

FWK-300 分布式稳定控制装置可以与在线预决策系统接口,实现“在线预决策、实时匹配”的功能^[6-7]。装置采用模块化、前插式、整体面板结构,一个装置可以根据用户需要由不同的模块组合而成,同时根据功能将强电和弱电完全隔离开在不同的插箱内,增强了系统的电磁兼容性和安全性。

3 苏北安全稳定控制系统实现

3.1 系统主要功能

江苏苏北安全稳定控制系统的目的是在发生预期故障情况下,根据故障严重程度和运行方式,迅速切除阳城、徐州、彭城和徐塘等电厂的机组,保证系统的暂态稳定。系统的运行方式由压板来人工控制,任庄变、上河变、盐都变、泰兴变均可切除阳城、彭城或徐州电厂的机组;双泗变和江北变可以切除阳城电厂的机组;徐州电厂、彭城电厂、徐塘电厂和阳城电厂均为执行站,需被切除的机组必须大于设定的功率门槛定值。若在同 1 个启动周期发生相继故障,实施追加措施处理,例如第 1 个故障要切除阳城电厂 1 台机组,在同 1 个启动周期又发生的故障需要切除 2 台机组,就需要再补切 1 台机组。

各个站之间通过光纤或载波传递切机命令,下面以二期泰兴站切阳城机组为例介绍。

当泰兴站在正常运行方式时,泰斗 5293 和兴斗 5294 双线发生跨线故障,且泰斗 5293 和兴斗 5294 双线功率和大于 1 200 MW、小于 1 800 MW 时,需要切阳城 1 台机组。其切机信号流程如图 3 所示。

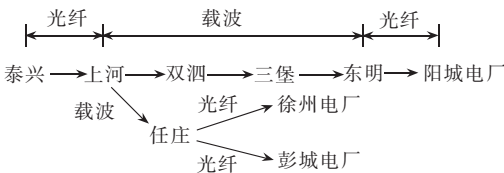


图 3 切机信号流程
Fig.3 Procedure of generator rejection

泰兴发出的切阳城机组命令先通过光纤传到上河,上河站把光纤命令转变成接点信号,经过载波传送到双泗、三堡和东明,最后用光纤送到阳城电厂。

3.2 硬件配置

江苏苏北安全稳定控制系统中每个站都采用双

机配置,完全双重化,每套装置有完全独立的电源、输入、输出及通信回路。2 套装置同时运行,其中一套装置进行调试、修改定值或其他原因退出运行不影响另一装置的正常运行。2 套装置的出口压板各自独立,对于 500 kV 变电站双机处于双主运行工作方式;对于电厂侧,双机处于主辅运行工作方式,当需要切除机组时,主运装置动作切机同时闭锁辅运装置;如主运装置未动作,则延时 35 ms 后辅运装置动作切机同时闭锁主运装置。江苏苏北安全稳定控制系统 9 个厂站安控装置配置如表 1 所示。

表 1 苏北安全稳定控制系统装置配置表
Tab. 1 Configuration of safety and stability control system for North Jiangsu power grid

厂站名	设备名	型号规格	数量
任庄变	变电站稳定控制柜	FWK-300	2
	光纤载波转换	GXC-01	4
上河变	变电站稳定控制柜	FWK-300	2
	光纤载波转换	DOT-100	8
	通信接口柜	MTC220	1
盐都变	变电站稳定控制柜	FWK-300	2
	通信接口柜	MTC220	1
泰兴变	变电站稳定控制柜	FWK-300	2
	通信接口柜	MTC220	1
江北变	变电站稳定控制柜	FWK-300	2
	通信接口柜	MTC220	1
双泗变	变电站稳定控制柜	FWK-300	2
	通信接口柜	MTC220	1
徐塘电厂	变电站稳定控制柜	FWK-300	2
	通信接口柜	MTC220	1
徐州电厂	变电站稳定控制柜	FWK-300	2
彭城电厂	变电站稳定控制柜	FWK-300	2

每个单套装置均配备模拟量输入采集和故障判断、策略表控制、开入量采集、开关量输出、显示和通信等模块,根据系统的复杂程序,各模块均可作相应的扩展,既保证了装置的统一性,又提高了装置的灵活性。每个模拟量输入采集和故障判断模块可采集两回线路的三相电压和三相电流共 12 个模拟量;策略表控制模块由 32 位高速 CPU 和大容量存储芯片组成,可适应复杂策略表的判断和存储;每个开入量采集模块可采集保护分相动作信号、母线保护和主变保护的三跳信号、短引线保护跳闸信号等 24 路强电开入信号;开关量输出模块用于切机接点输出和中央信号输出;装置动作信号、电压互感器断线、装置故障信号、通道故障信号、直流消失信号等共 3 组;显示模块具有大屏幕汉字彩色液晶显示,大量的数据在一屏内就可以全部显示而不必频繁翻页,也可显示通过通信接口传来的远方信息;考虑通信通道的复杂性,既可以采用通信模块通过高速的光纤通道(通信速率高达 2 Mbit/s),也可以采用接点方式通过双路独立的载波信号传输命令。

3.3 现场调试及运行

安全稳定控制系统的调试分为当地功能调试和联合调试。江苏苏北的安全稳定控制系统调试是在当地功能调试完毕基础上的系统联合调试,分为 2 部分,一个是通道部分调试,检查各通道是否可靠,是否按设计要求传递信息,可模拟一个切远方机

令,看能否及时准确传递到目的地切机;另一个是策略表调试,检查装置的策略表是否正确等。FWK-300 装置的线路、母线故障、手合故障、短引线故障等及正常运行元件的状态信息,既可采用 UFV-T 专用试验仪进行模拟,也可以采用三相保护试验仪模拟。该系统按照计划分为三期工程分步进行,分别在 2004 年和 2005 年进行了 3 次联合调试,每次均顺利达到预期的调试目的,调试完后很快投入正式运行。在 2005 年 6 月,任庄变两回线相继发生单相瞬时接地和单相永久接地故障中,任庄变 2 台装置均判断正确,查策略表没有切机组的措施,经受了考验。FWK-300 装置在江苏苏北安全稳定控制系统中持续运行一年多以来,运行稳定,得到了用户的认可。

4 结语

随着经济发展对电力系统的要求提高,电力系统的安全稳定性变得越来越重要。田湾核电站的并网运行,将使得江苏电网的复杂性显得更为突出。作为系统的第 2 道和第 3 道防线——安全稳定控制装置的作用将变得更加明显。FWK-300 作为新一代的分布式稳定控制装置将给江苏电网的稳定运行提供保障。随着电网的发展和专业基础理论的突破和应用^[8-9],FWK-300 也会随着技术的发展不断的改进和完善,将朝着具有自适应能力的广域协调控制的安全稳定控制的方向发展。

参考文献:

- [1] 胡伟,翟咏梅. 江苏电网安全稳定控制现状分析与展望[J]. 江苏电机工程, 2003, 22(6): 1-5.
HU Wei, ZHAI Yong-mei. Present situation analysis and prospect of Jiangsu power grid safety and stability control system[J]. *Jiangsu Electrical Engineering*, 2003, 22(6): 1-5.
- [2] 戴梅萼,史嘉权. 微型计算机技术及应用[M]. 北京:清华大学出版社, 1996.
- [3] 李函,闵勇,韩英铎. 集中分层式稳定控制系统设计[J].

- 电力系统自动化, 2000, 24(13): 37-40.
- LI Han, MIN Yong, HAN Ying-duo. Design on centralized-hierarchical stability control system[J]. *Automation of Electric Power Systems*, 2000, 24(13): 37-40.
- [4] 高亮,金华峰,宗洪良,等. RCS-992A 系列分布式区域安全稳定控制装置[J]. 电力设备, 2004, 5(5): 73-76.
GAO Liang, JIN Hua-feng, ZONG Hong-liang, et al. RCS-992A distributed regional security and stability equipment[J]. *Electrical Equipment*, 2004, 5(5): 73-76.
 - [5] 段来越,吕世荣,史可琴. FWK 型分布式稳定控制系统的应用[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(15): 90-91.
DUAN Lai-yue, LÜ Shi-rong, SHI Ke-qin. The application of FWK distributed stability control system[J]. *Automation of Electric Power Systems*, 2003, 27(15): 90-91.
 - [6] 方勇杰,戴永荣,李雷,等. OPS-1 在线预决策的暂态稳定控制系统[J]. 电力系统自动化, 2000, 24(3): 56-59.
FANG Yong-jie, DAI Yong-rong, LI Lei, et al. The OPS-1 pre-decision based transient stability control system[J]. *Automation of Electric Power Systems*, 2000, 24(3): 56-59.
 - [7] SATO Y, FUKUI C, NAKAMURA T, et al. New control scheme in the local system stabilizing controller[C]// *IEEE Power Engineering Society Winter Meeting*. [S.l.]: [s.n.], 1999: 944-949.
 - [8] 徐泰山,李碧军,鲍颜红,等. 考虑暂态安全性的低频低压减载量的全局优化[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(22): 12-15.
XU Tai-shan, LI Bi-jun, BAO Yan-hong, et al. Optimal parameter-setting of under-frequency and under-voltage load shedding for transient security[J]. *Automation of Electric Power Systems*, 2003, 27(22): 12-15.
 - [9] KARADY G G, DAOUD A A, MOHAMED M A. On-line transient stability enhancement using multi-agent technique[C]// *IEEE Power Engineering Society Winter Meeting*. [S.l.]: [s.n.], 2002: 893-899.

(责任编辑:李育燕)

作者简介:

宋锦海(1973-),男,江苏淮安人,硕士,主要从事电力系统自动化及安全稳定控制方面的研究和开发(E-mail:songjh@nari-china.com)。

FWK-300 in North Jiangsu safety and stability control system

SONG Jin-hai¹, LI Xue-ming¹, LUO Jian-yu², HU Hong²,

YU Wen-jie¹, JI Chang-an¹, FANG Yong-jie¹

(1. Nanjing Automation Research Institute, Nanjing 210003, China;

2. Jiangsu Electric Power Company, Nanjing 210024, China)

Abstract: The principle and construction of FWK-300, a distributed stability control device based on 32-bit CPU and DSP, are introduced. The safety and stability control system of North Jiangsu power grid is constructed with it. Once anticipated fault occurs, fast generator rejection happens to ensure system dynamic stability according to fault severity and operation mode. The hardware configurations of the safety and stability control devices in nine stations are listed in detail. Expected effect has been reached after the commissioning of channel and strategy table. FWK-300 has been running stably in system for more than one year.

Key words: stability control; distributed; generator rejection; EMC