

# 葛洲坝电厂综合稳定控制装置的功能与实施

周良松<sup>1</sup>, 夏成军<sup>1</sup>, 彭波<sup>1</sup>, 胡会骏<sup>1</sup>, 杨令可<sup>2</sup>

(1. 华中理工大学电力工程系, 湖北 武汉 430074; 2. 葛洲坝电厂, 湖北 宜昌 443000)

**摘要:** 介绍了葛洲坝电厂综合稳定控制装置的功能及其实现, 阐述了该装置的几个技术关键: 直流制动, 紧凑型模块化设计, 稳定控制措施的综合优化, 控制策略表的改进。

**关键词:** 电力系统; 暂态稳定控制

**中图分类号:** TM712

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1003-4897(2000)02-0041-03

## 1 引言

葛洲坝电厂综合稳定控制装置是针对华中电网和葛洲坝区域稳定控制的实际需要研制的。葛洲坝电厂是目前华中电网最大的水电厂, 它能否安全运行直接影响整个华中电网。其原有稳定措施主要是继电保护连锁切机切负荷和固定时间投退制动电阻。对于前者, 由于对系统运行方式、故障类型、故障严重程度等均未判别, 容易造成过切机, 影响电厂的效益、机组寿命和电网稳定。对于后者, 容易造成过制动和欠制动, 影响稳定控制效果。鉴于上述原因, 葛洲坝电厂、华中电网局和华中理工大学电力工程系联合对葛洲坝电厂的原有安全自动装置进行改造, 同时考虑华中电网全网稳定控制系统的规划和发展, 研制了这套微机稳定控制装置, 以提高葛洲坝电厂及华中电网稳定运行水平。该装置已于1998年6月18日投入工业试运行。

## 2 装置的主要任务与功能

本装置的控制对象为葛洲坝电厂500kV出线(包括葛凤线、葛双回、葛双回、葛岗线、葛换回、葛换回等6回线路)、大江分厂发电机组及制动电阻、二江电厂通过联络变压器送往大江电厂的2台发电机组和葛洲坝—上海500kV直流输电线路的直流功率调制。本装置的主要任务是在葛洲坝电厂500kV线路发生单相永久性故障、相间故障(包括两相故障、两相接地和三相故障等)或接收到远方切机信号时, 根据华中电网稳定控制要求, 确定最优稳定控制措施(包括投切制动电阻、进行直流调制、切

大江机组、切二江机组和远切负荷等), 并付诸实施。装置的控制目标是在保证系统稳定的前提下, 尽量不切或少切葛洲坝机组。

装置的主要功能如下:

自动检测就地量和接收远方传来的电网信息, 自动识别电网当前的运行方式。

自动接收上层(高层)自动决策系统传来的控制策略。

当电力系统故障时, 根据检测到的系统状态量的变化、继电保护跳闸信号、断路器位置的变化信号以及少量的远方信号, 自动判别电网发生的故障类型、故障方向、故障范围、以及故障的严重程度。

在策略表中查找相应的控制策略, 确定并发送最优稳定控制措施, 发出切机、切负荷、电阻制动、直流制动等控制命令, 其中一部分命令是发往执行机的。通过面板指示灯立即显示装置动作原因和已经采取的稳定控制措施, 发出中央信号。

跟踪检测事故发展过程, 在发现控制措施没有执行或虽执行但故障有发展时, 及时采取补救措施。

在故障处理过程中, 进行故障录波, 事件自动记录, 对装置动作行为进行解释。所有数据以启动报告形式存于计算机内存和固态盘中, 用于打印或上传报告。

具有可靠的切机闭锁功能, 防止误切机和多切机。装置采取了以下措施:

- a 各开入量输入采用光电隔离, 并经RC电路滤波;
- b 保护输入信号经继电器重动后进入装置;
- c 工作电源、交流采样接有抗干扰元件;
- d 当装置有硬、软件错误或保护和收讯误动时, 闭锁切机;
- e 装置切机量不超过允许的最大切机量;

收稿日期: 1999-06-24

作者简介: 周良松(1967-), 男, 博士, 讲师, 主要研究方向为电力系统稳定与控制, 电力系统自动控制及综合自动化。

具有完善的整定值存贮和修改功能。修改方法有 3 种:

- a 用小键盘修改定值;
- b 在计算机房先离线用配套的《QWD - 96 区域稳定控制装置策略表管理系统》软件修改、填写后,用双机通讯方式传输到装置;
- c 通过 EMS 实时自动修改策略表。

具有方便、准确的对时钟功能。装置有 2 种时钟修改方法:

- a 用小键盘手动修改计算机时钟;
- b 用 GPS 对时脉冲信号进行精确对时(精度为 1ms),并且具有防止 GPS 误对时功能;

⑩ 具有完善的通讯功能。可通过通讯方式从便携机接收整定值,也可上传运行报告、定值报告和起动的报告。

⑪ 具有完善的自检和互检功能。能自动检测、报告装置的硬件、软件故障和定值错误。当检测到严重的错误或电源故障时,及时发中央报警信号并闭锁装置出口信号。

⑫ 具有完善的人机对话接口。能通过面板小键盘或大键盘执行各种命令;通过彩色显示器和液晶显示器显示系统实时状态;当装置启动后,装置可通过打印机自动打印最新启动报告,还可召唤打印各种报告。

### 3 装置的总体设计

装置的总体配置和原理图如图 1 所示。控制系统采用“单机双重化”结构,即整个系统由两套硬件和软件几乎完全相同的子系统组成,各子系统具有单独的输入和输出,在出口端将两装置的出口信号并联后出口,每套子系统又分为就地决策机和执行机两部分,各子系统及子系统之间具有完善的自检和互检功能,一旦发现自检出错或互检出错,则可以自动快速闭锁或报警进行人工切换,任何一套子系统故障或退出检修均不会影响另一套子系统的正常运行,保证了稳定控制的高可靠性。

整个装置分为决策机和执行机两部分。决策机负责识别系统运行方式,500kV 线路的故障检测,故障线路和故障类型的识别,查询策略表,优化稳定控制措施,及远方收讯处理。执行机负责大江电厂开机状况和制动电阻投退状态检测,执行决策机的命令。

装置硬件设计主要由三部分组成:

- (1) 数据采集部分

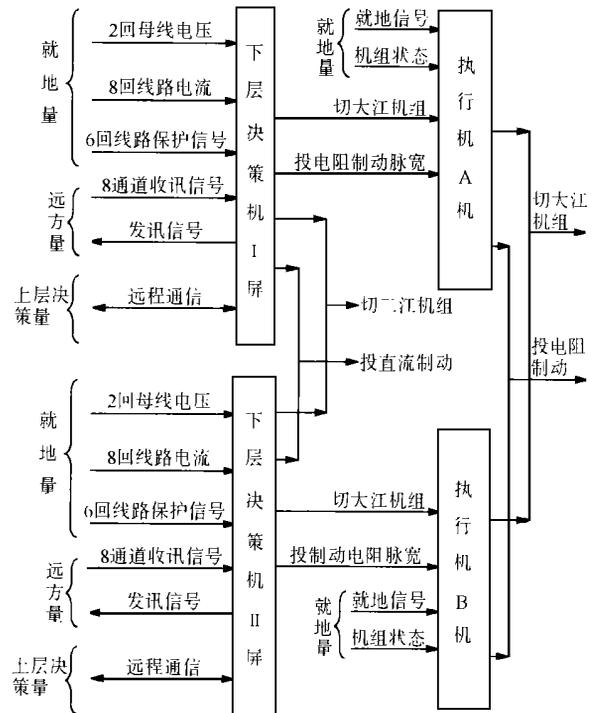


图 1 葛洲坝电厂综合稳定控制装置原理图

包括交流电流、电压等模拟量的采集环节和频率测量环节。为了提高模数转换、速度和数据传输速度,本装置选用 12 位、采样频率为 100kHz、具有 DMA 数据传输方式的 A/D 转换板。

#### (2) 开关量输入/输出部分

包括各出线保护动作信号、远方收讯切机信号的输入和稳定控制动作指令的输出。各开入/开出信号均采用了光电隔离,抗干扰性能好。

#### (3) 数据处理、存贮、打印和显示部分

为了提高装置在工业现场恶劣环境的能力和连续运行时间,本装置实行无硬盘运行方式。采用 EEPROM 存放各种不变数据(如执行程序、小字库、备用定值等),用工业固态电子盘(SSD - Solid State Disk)存放整定值和启动报告。

## 4 技术关键

### 4.1 直流制动

葛洲坝—上海直流输电线为本装置提供了新的稳定控制措施——直流制动。本装置充分利用葛洲坝电厂与直流输电系统的电气距离近,且交流系统本身无功支撑较强的特点,将直流制动作为一项稳定控制措施,与切机和电阻制动、切负荷等措施综合使用。直流制动对于提高交直流系统暂态稳定有着重要意义,但是如果使用固定制动容量和固定制动

时间的制动措施,在制动过程中,容易发生过制动或欠制动的问題,以致不能充分发挥直流制动的作用。本装置采用了时间次最优控制。

#### 4.2 紧凑型模块化设计

微型稳定控制装置的控制过程可以归纳为三个步骤:定时数据采集与计算:对被控各状态量的瞬时值进行检测,并输入计算机作初步计算处理。

实时决策:对采集到的参数进行分析,并按一定的规律和判据,决定下一步的控制过程。包括判断故障类型、判别故障远近等。实时控制:根据决策,适时地对动作控制机构发出动作信号。其中数据采集与处理是整个装置的基础,直接影响装置的速度与性能。

本装置以紧凑型为突破口,力求研制出通用型、模块化硬件系统。研制的基于DMA方式的自动采样控制板和32路同步采样保持板,可以实现32路(或64路、128路)电量的自动同步采样,采样结果用DMA方式送给CPU,较好地解决了数据采集与处理的速度问題。

#### 4.3 稳定控制措施的综合优化

目前应用较广泛的稳定控制措施有:切机、快关汽门、电阻制动及切负荷等。

这几种控制措施各有其特点,如何将多种措施协调综合运用,取得最佳控制效果和经济效益,是稳定控制的一个发展方向。本装置将直流制动、切机、切负荷、电阻制动等措施综合使用,在各种稳定控制措施之间进行综合比较和优化选择,根据电阻制动投切迅速,直流制动灵活经济的优点,在保证系统稳定的前提下,最大限度地不切或少切机组,减少因切机造成的损失和将机组重新并网所需的人力和时间,提高经济效益。

#### 4.4 策略表的改进

大量的仿真研究发现,葛洲坝区域电网发生故障时,其稳定严重程度除了与故障的类型和地点及葛洲坝电厂的总出力,故障前葛凤线等几回输电线

的输送潮流有关外,还与电网的运行方式,鄂东的开机台数和方式有关。应用基于就地量为主结合少量远方信息的综合稳定控制方法,其稳定控制的策略比单纯的局部稳定控制方法更有规律,不但可以较好地简化策略表的结构,而且大大地提高了装置对运行工况变化的适应性。

在此基础上提出了一种基于稳定裕度及灵敏度的策略表类型,该策略表中存放的不是具体的控制措施或其组合的内容,而是该事故下系统的稳定裕度值以及各稳定控制措施基于稳定裕度的灵敏度系数值。应用该策略表,可以有效地实现综合优化选择稳定控制措施的目的,使控制代价最小,而且可以进一步降低策略表的维数。

## 5 结论

本装置开发利用了直流制动这一稳定控制新措施,并和切机、切负荷、电阻制动等稳定控制措施综合使用,进行综合比较和优化选择,充分利用电阻制动投切迅速,直流制动灵活经济的优点,在保证系统稳定的前提下,最大限度地不切或少切机组,提高葛洲坝电厂的经济效益。以就地量为主结合少量远方信息的控制方法,简化了策略表的结构,降低了策略表的维数,提高了装置对运行工况变化的适应性。基于稳定裕度和灵敏度的策略表,进一步降低了策略表的维数而且使得稳定措施的综合优化成为可能。

#### 参考文献:

- [1] 袁季修. 电力系统安全稳定控制. 北京:中国电力出版社,1996.
- [2] 刘玉田等. 电力系统暂态稳定控制综述. 电力系统自动化,1996,(8).
- [3] 朱琪. WHQI型微机稳定控制切机装置. 电网技术,1993,(5).
- [4] 周良松. 在线暂态稳定分析与综合稳定控制系统的研究. 博士学位论文. 华中理工大学电力工程系,1999.

### The function and implementation of the compound stability control equipment for gezhouba hydro plant

ZHOU Liang-song<sup>1</sup>, XIA Cheng-jun<sup>1</sup>, PENG Bo<sup>1</sup>, HU Hui-jun<sup>1</sup>, YANG Ling-ke<sup>2</sup>  
(1. HUST, Wuhan 430074, China; 2. Gezhouba Hydro Plant, Yichang 443000, China)

**Abstract:** This paper discussed the function and implementation of the Computer-based Stability Control Equipment for Gezhouba Hydro Plant. Some of the key technology points were also discussed, such as: modulation of DC power, compact modularization design, optimization of stability control methods, the improvement of control scheme list.

**Keywords:** electric power system; transient stability control