

# 湖南 500kV 系统智能稳措设计及实施分析

钟立方, 李国俊, 张斌

(湖南省电力勘测设计院, 湖南 长沙 410007)

**摘要:** 电力系统电网的安全运行十分重要, 抓电先抓网的安全; 电网稳定安全措施有多种, 目前国内正向智能方向发展; 与计算机联网, 实现全网自动稳定控制是一个新技术, 文章重点从设计计算填策略表等, 智能地实现稳定措施, 保证电网安全稳定运行提出看法。

**关键词:** 电力系统; 安全稳定; 智能控制; 设计及运行

**中图分类号:** TM71      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1003-4897(2000)08-0053-04

## 1 电力系统特点及稳定水平

湖南 500kV 系统五强溪至岗市、五强溪至娄底、娄底至云田线路及岗市至云田线路, 500kV 形成菱形网络。湖南电网的特点是西电东送, 北电南送为主, 500kV 与 220kV 电网构成多处电磁环网, 正常不能开环运行。由于电源布局不合理, 负荷密集的湘中地区缺乏强大电源支撑。

与华中电网连接有 500kV 葛洲坝至岗市线和 220kV 咸宁至巴陵线。

经过我院及华中局、湖南省调通局等单位的稳定计算及分析, 500kV 网络稳定水平简述如下:

湖南网络稳定问题主要是网架不够坚强, 500kV 与 220kV 电磁环网运行, 负荷在湘中地区, 高压网感性无功不足, 低压网容性无功不足, 导致高压网的无功大量注入低压网, 因此会产生高压网过电压的问题和高压网元件故障后注入低压网的无功减少。加之低压网的无功支撑薄弱, 容易产生电压崩溃的问题。

从大量的计算表明, 湖南 500kV 网络暂态稳定问题主要是系统受大干扰后受端缺负荷严重, 系统电压崩溃。

500kV 线路单永故障无措施可稳定。三相故障时大部分情况为系统电压崩溃, 需采取切机切负荷措施保持系统稳定。

葛岗线、五岗线三相故障需切五强溪机组切岗市低压电抗器、切岗市及云田地区负荷。

岗云线三相故障需切岗市低压电抗器, 切岗市及云田地区负荷。

五娄线三相故障需切五强溪机组, 切娄底及云田地区负荷。

娄云线三相故障只切云田地区负荷。

500kV 联变基本满足单相故障考核。娄底、岗

市联变三相故障无需措施, 云田联变三相故障需切云田地区负荷。

从计算结果看影响 500kV 线路稳定水平的因素有以下几点:

五强溪电站出力越大系统稳定水平越低。

湖南电网负荷水平越大系统稳定水平越低。

与葛岗线的潮流方向有关, 葛岗线北送比南送方式系统稳定水平高。

故障线路的潮流越大, 所需的措施也越多。

## 2 对安全稳定装置的设计原则及主要技术要求

### 2.1 目前国内的安全稳定装置生产厂家不多, 从用户的反映使用情况不太好

华中电管局组织专业人员到华北局、东北局及华东局、云南省进行调研。

用户反映老产品装置软件不行, 特别是变送器性能不好, 测量不准确, 开关量输入、输出回路及打印机存在不少问题。

通道质量不好, 误码率较高。当输送模拟量太多, 可靠性差。

运行方式多, 利用查表法输送运行方式到主机, 不仅麻烦, 也容易出错, 担心不可靠。

试运行期间发生误动和拒动情况(东北局)。东北局、华北局认为装置问题多, 可靠性差, 今后不搞区域稳定装置, 只搞当地判据, 不传输模拟量, 通道只传开关量。

### 2.2 稳定控制装置设计的主要原则

根据 500kV 网络特点及稳定计算分析, 500kV 网络负荷较重, 远距离送电, 如图 1, 500kV 网络夏季典型潮流图, 当某一线路故障时, 将引起全网大的波动, 电源端功率过剩, 受端功率缺额严重, 导致电压崩溃。为了防止系统的瓦解, 必须在全网系统采取

一系列安全稳定措施,为此安全稳定控制装置必须按以下原则进行设计。

2.2.1 500kV 网络的五强溪水电站、岗市、娄底 500kV 变,必须设置安全稳定控制装置,各厂站就近实时地采集有关数据(必要时传送远方开关量信息)进行运算处理,确定应采取的稳定措施。

2.2.2 由于湖南电网的负荷水平,五强溪电站出力,对电网稳定水平影响较大,将湘网负荷水平,五强溪电站出力分为三档,由湖南省调通局通过现有的调度自动化系统实时地改变各厂站安全稳定控制装置的运行方式,以适应系统运行工况的变化。

2.2.3 各厂站的安全稳定控制装置,实现远方切机切负荷等,是通过现有载波通道复用方式实现,当切 500kV 变有关负荷时,要通过逐级传送到相邻的 220kV 变电所的远切负荷接受装置来实现,在有条件时,通道采取二取一的方式,或增加就地判据以提高可靠性。

2.2.4 五强溪电站装机 1200MW,占全省装机容量

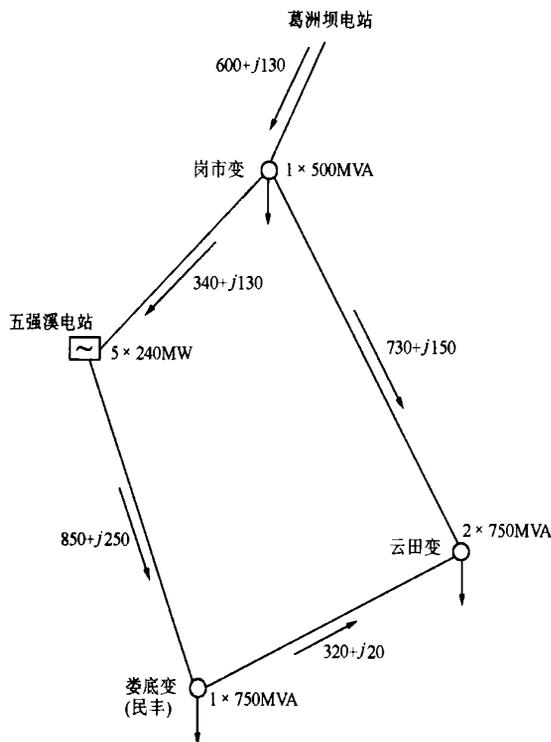


图 1 500kV 网络夏季典型潮流图

比重较大,目前为全省最大电站,它由两条 500kV 线路送出,当 500kV 出线故障时会引起湘中电压过低,必须由微机功控控制切五强溪电站 1~3 台机,并远切湘中地区负荷,才能维持电网的安全稳定,电站的稳定控制装置,可按各线路的  $PO$ ,  $P$ ,  $OP$  及正序

电压  $U_1$  电流等综合组成的各种判据进行处理,再以跟踪作为后备判据。

2.2.5 岗市 500kV 变为系统枢纽变,500kV 系统岗市与葛洲坝电站,五强溪电站及云田变三处相连,石门电厂及 220kV 系统与岗市联变相连,形成高低压电磁环网,当 500kV 系统故障时,微机功控控制发出远方切五强溪电站机组分 1~3CK。并远切云田变地区负荷,远切岗市地区负荷,防止联变过负荷。

2.2.6 云田 500kV 变为湘中负荷中心,它与五强溪—娄底—云田 500kV 线路及五强溪—岗市—云田 500kV 线路相连,当云田变某一台主变过载或 500kV 设备故障时,须切除云田变相邻的 220kV 变的负荷,分三级。云田变还接收五强溪、娄底、岗市方向来的远方切负荷信息,当云田 500kV 设备故障时还可通过载波通道远切五强溪电站机组,切机可分 1~3 台机。

2.2.7 娄底 500kV 变为涟邵地区枢纽变,它由 2 条 500kV 线路与系统相连;五强溪至娄底 500kV 线路及娄底至云田 500kV 线路。娄底 500kV 设备故障时可远切五强溪电站机组,分 1~3 台,并由娄底远切涟邵地区负荷。这样才能保持系统的稳定。

### 2.3 对五强溪电站稳控装置的技术要求

对五强溪电站的技术要求

装置采用双机系统并列运行,并行出口。

运行方式考虑为 15 种,各运行方式下整定值与措施全部自动跟踪。

三种出口方式:切机、低频自动加出力、远方切负荷。

切机数量不超过 3 台,采用按顺序出口方式,其顺序由人工通过键盘输入,任一台机组未运行时自动转切下一台机,切机不成功时 100ms 后自动转切下一台一次。

低频自动加出力只考虑一轮,同时向各运行机组送出脉冲,直到满负荷为止。

远切负荷共四个出口,通过远切盘送出。

装置考虑的故障元件为:五岗线、五娄线、500kV 母线;故障类型分:单永故障,多相故障及无故障跳闸等。

装置对考虑的故障采用策略表与角度跟踪二种方式进行处理,角度跟踪作后备。

策略表内容如下:

运行方式:15 种

故障元件:4 个

故障性质:多相故障、单永故障及无故障跳闸。

湘网负荷分3档。

五强溪开机出力分3档。

葛岗线功率:分5档,其中南送分3档,北送分2档。

湘网负荷与葛岗线功率正常时由五强溪电站计算机的2个RS23212通信获得,装置具备两个通信接口,也可以通过压板手动输入数据。当自动输入时装置定时回送数据进行核对。

装置可由+P或远方切机信号启动。

所有定值通过人机对话方式改变或PC机传送。

## 2.4 对岗市500kV变电站稳控装置的技术要求。

2.4.1 对岗市500kV变的稳定控制装置的硬件配置、控制策略表等作如下要求:

岗市变的分布式FWK型稳定控制装置采用双机系统,每机配置六个单元处理机、一个通信处理机、一套上位处理机、双机各配一个打印机。

控制策略表内包括运行方式15种,故障线路三回,故障类型两种,单永故障和多相故障,湘网负荷水平分三档,五强溪电站出力分三档,葛岗线潮流分五档,联变潮流分2档。在特殊方式下考虑500kV母线故障。220kV母线考虑两段母线。220kV出线只考虑岗石、回线。在葛岗线检修方式下考虑220kV出线故障切负荷,且220kV故障类型只考虑220kV出线故障切负荷,且220kV故障类型只考虑相间故障。

联变过负荷分3档,分别采取三种不同切负荷措施,过负荷为定时限方式。

500kV系统失步振荡时,除切机切负荷外,还需考虑解列葛岗线。

装置按事故前的运行方式,判断出的故障状态及预定的控制策略表,发出远方切机,远方切负荷的命令。

装有事件顺序记录与故障数据记录,并有自检与自试功能。

岗市500kV变电所的稳定装置为双机系统,当某回线路故障或某个元件故障时,可单独退出不影响装置运行,当岗市变改造扩建时,留有接口。

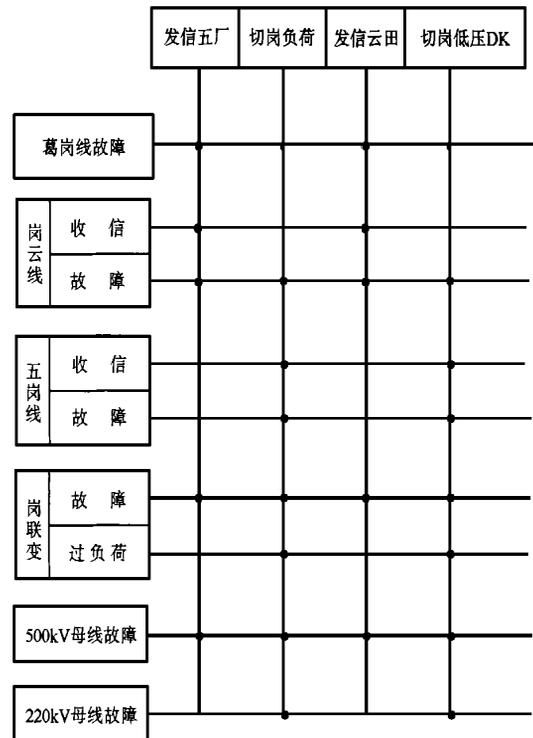
当微机稳定装置退出时,有常规措施投入运行,也可通过载波通道远方切机,远方切负荷。

2.4.2 岗市500kV变常规稳定措施功能见图2。

## 2.5 对株洲云田500kV变电站稳控装置的技术要求

2.5.1 对株洲云田500kV变原有一套MSP-1A型微

机智能功能越限装置,根据系统发展原来的装置不能满足系统的要求,由湖南省调通局提出要求,电科院系统所承担装置改造工作。



注: 联变过负荷分二档。 $I_1/t_1$ 切岗市负荷, $I_2/t_2$ 切网市、云田负荷。

图2 岗市变常规稳定措施功能图

MSP-1B型微机智能装置作如下修改:

MSP-1A只能测量单回路功率、电压、电流等,而MSP-1B能测量双回路的功率、电压、电流等。

MSP-1A的故障记录数据在装置停电后,数据却丢失,MSP-1B则有掉电保护功能,在装置停电后,数据不会丢失。

MSP-1A只留有一个串行口,而没有外界通信功能。修改后的MSP-1B增加与外界通信功能,所有故障记录数据通过串行传送到微机里去,而且附加曲线绘制和数据处理功能。

MSP-1A只能记录两次故障数据,MSP-1B则可以记录三次故障数据。

MSP-1A采用面板式微型打印机输出数据,输出数据量有限,而MSP-1B采用150K台式打印机输出数据量大有助于分析故障过程。

## 2.5.2 云田500kV变稳控装置设计原则

根据华中网局计算结果,云田变,暂时用MSP-1B微机功率越限,正常投入时:

1、2号主变过负荷分3档,切云田地区负荷,含

切云田变低抗。

湘网负荷水平由省调通局送来分 3 档,与云田变 500kV 设备故障(含 500kV 线路故障, #1、2 主变故障 500kV 变 500kV 电抗器故障)组成与门切云田地区负荷,由省调通局送来五强溪电站开机方式与云田 500kV 变 500kV 设备故障组成与门通过岗云线载波通道远切五厂机组。也可通过云—娄—五线载波通道远切五厂机组。

云田 500kV 变接收省调通局 2 个命令。

命令 1:通过 RTU 接收湘网负荷水平分 3 档。

命令 2:通过 RTU 接收五强溪电站开机方式,3~5 台。

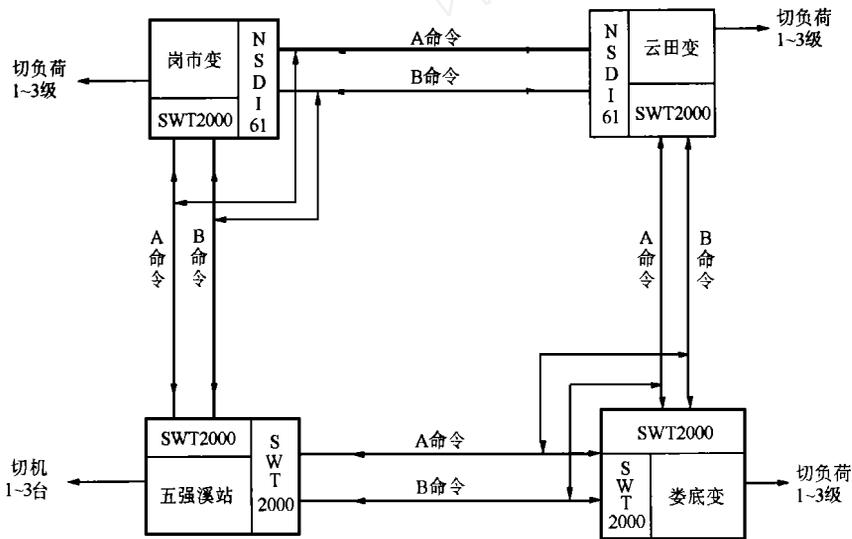


图 3 五强溪电站送出工程五、岗、云、娄 500kV 系统稳定措施通道图

### 3 安全稳定装置与远切通道的配置方式

湖南省 500kV 系统远方切机、远方切负荷通道均为载波机复用通道,五强溪岗市线,五强溪至娄底线,娄底至云田线均与西门子的 SW2000 载波机复用。收、发讯目前均采用 A+B 方式。主要原因是载波机运行不可靠,其二是收讯端不好当地判据。

岗市至云田线的载波机为 BBC 公司的 NSD-61 远方切机,远方切负荷用此方式十多年性能比较稳定。

详见图 3 五强溪电站送出工程、五、岗、云、娄 500kV 系统稳定措施通道图。

### 4 设计经验与体会

设计方面的体会:

微机安全稳定装置从稳定计算到设备选型,都相当复杂,如:计算方面、设计院要算很多方案,运行单位也要算很多方案,几方面要多次开会协商才进入设备选型。选型之前先了解各地的运行情况,统一看法后向厂家提出要求。

总之体会之一安全稳定装置是一个系统工程,涉及面宽,有院内院外几个专业配合,又有设计、运行、制造几个单位协调,问题又很细致,执行起来方方面面都要协调好。

从设计方面看也很繁琐,一个工程新老设备多,不同时间产品不一定能满足接线要求,还要改造老产品,满足工程的要求。除搞好本站设计外对被切端的设计配合也有不少工作量。

从设计时间看周期长,与二次线接口也有一定难度,稳措提出要求,二次线部分不一定能满足要求。

从稳定装置设备方面看,一定要留有扩建改造的可能,一个工程一般都有扩建改造机会,微型型稳措要留有一定接口,才能满足要求。

收稿日期: 1999-10-25; 改回日期: 2000-03-25

作者简介: 钟立方(1954-),女,高工,主要从事电力系统保护和通信研究。

## Design and implementation of intelligent power stability scheme in 500kV system in Hunan, China

ZHONGLI-fang, LI Guo-jun, ZHANG Bin

(Hunan Power Investigation & Designing Institute, Changsha 410007, China)

**Abstract:** It is very important for the power network to operate safely. There are many stability and security schemes for the power network. Currently an intelligent scheme is developing in China. In this paper, the authors give their opinions based on design, calculation and filling scheme form to implement stability scheme intelligently to ensure the power system operating safely and stably.

**Key words:** power system; security and stability; intelligent operation; design and operation