

二滩电厂安稳装置运行问题分析

郭玉恒, 徐文峰

(二滩水力发电厂, 四川 攀枝花 617000)

摘要: 简要介绍了二滩电厂安稳装置的作用、功能和安控系统策略表的结构。根据二滩电厂第一串接线方式, 对过切、少切、无法判断等问题进行了分析并提出解决办法, 同时总结了装置运行情况。

关键词: 安稳装置; 策略表; 过切; 少切; 误切

中图分类号: TM712 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2004)13-0068-03

0 引言

二滩电厂总装机容量为 330 万 kW, 目前约占四川电网总装机容量的 1/4, 是川渝电网唯一的一个 500 kV 电源点。通过 3 回 470 多公里 500 kV 输电线路送往洪沟, 再分别通过 180 多公里和 140 多公里的 2 回 500 kV 输电线路送往成都和重庆, 由于沿途地理环境恶劣、通道紧张, 普洪一、二线有 4.1 公里线路为同塔架设, 洪龙双回线也为同塔架设, 加上 500 kV 与 220 kV 存在电磁环网, 以上因素引发出功角稳定、电压稳定和频率稳定三大稳定问题, 严重制约二滩电厂电量的送出, 并严重威胁主网的稳定运行。因此, 为确保二滩电厂电量能大量稳定送出或在 500 kV 系统发生故障后, 不至于破坏主网稳定运行, 需在主网配置二滩安控系统, 作为电网稳定运行的第三道防线。经计算分析, 二滩安控系统投入运行, 可以将二滩—普提—洪沟三回线路的单一元件故障的暂态稳定输送限额由 240 万 kW 提高到 294 万 kW, 同时可以提高 500 kV 洪龙双回线和洪陈双回线的输送能力。

二滩安控系统采用的是南瑞稳定技术公司的 FWK 产品, 该产品是一套集中管理分散决策的区域控制的安全稳定控制系统, 二滩电厂的安稳装置属于此系统的一个子站。二滩电厂安稳装置为双机系统, 正常情况下, 双机并列运行, 一主一辅, 主要负责监测二普三回线、二攀一回线及 6 台发电机组的运行工况, 接收攀枝花子站送来的信息, 并进行综合后上送洪沟主站。判断本站四回出线的故障类型、发电机停运状态, 根据事故前的运行方式、事故时的故障类型, 查找存放在装置内的策略表, 确定切机容量和切负荷级数, 经过计算, 自动选择切机对象并向洪沟主站送切负荷级数。接收洪沟主站发送来的远方切机令, 自动选择切机。具有高周切机功能、过负荷

切机功能、二普三回线相间故障瞬时切机和失步切机功能, 任何一种功能动作, 需切除二滩电厂出力最大的一台机组。

二滩安控系统策略表制定原则: 区域性控制、分散决策, 为了有较高的可靠性, 策略表之间在覆盖范围上有重叠。策略表分为: 正常方式策略、特殊方式策略、应急方式、总后备策略(现在已没有)和 OPS 在线预决策。二滩安控系统于 2001 年 7 月 20 日顺利投入正式运行。

1 运行问题分析

1) 为了便于以下问题的分析, 简要画出二滩电厂第一串接线图如图 1 所示。

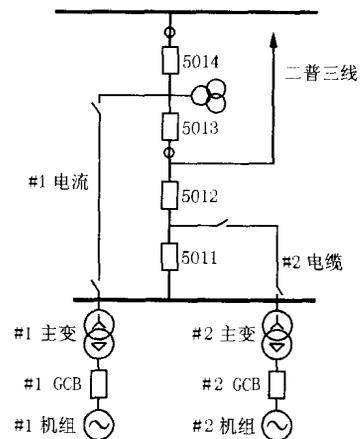


图 1 二滩电厂第一串接线图

Fig. 1 First serial connection of Ertan power plant

2) 500 kV 系统发生故障时, 切机、切负荷是保证系统稳定运行的有效保障

二滩电厂是川渝电网唯一的一个 500 kV 电源点, 并且远离负荷中心, 四川电网网架结构比较薄弱。如二滩电厂按 290 万 kW 送到系统, 大约占四川用电量的一半, 这时, 一旦 500 kV 送出线路发生

故障,就可能造成二滩机组与主网的功角破坏而失步。二滩电厂是送电端,系统故障时,二滩电厂发电机系统电磁功率减小而原动机功率增大,发电机系统轴上出现不平衡功率,机组加速运行,这时需切除部分机组来减少发电机系统的原动机功率,使二滩电厂发电机系统与受电端系统尽量保持同步。切机、切负荷是故障情况下保持系统功率基本平衡的有力措施。

3) 切机方式采用切 500 kV 断路器存在多切机、误切线路、解环等问题

在设计初期,切机方式考虑切 500 kV 断路器,原因是切机速度快,但二滩电厂 500 kV 主接线采用的是 3/2 和 4/3 接线,切高压侧存在多切机、误切线路、解环等问题,列出的成组控制方式太多,编制的程序很庞大,装置运行速度慢,不能满足系统稳定。经过多方讨论和切机时间测试,最后决定直接切发电机出口断路器。

4) 在某些运行方式下,安稳装置可能过切机组

二滩电厂切机原则是按保留容量切机。由于保留容量不能做到无级选择,必然存在过切,如果再存在误切机组,系统功率严重缺额,频率下降,无法维持系统暂态稳定。

a. 对 3/2 和 4/3 的主接线,进线侧断路器检修时,该串线路三相跳闸时会误切机组。比如:5011 进线侧断路器停运检修期间,二普三线发生相间故障,保护动作解列二普三线的同时切除了 2 号机组。这时,安稳装置检测到二普三线跳闸并根据二普三回线的断面潮流执行策略,根据保留容量要求,2 号机组有可能列入被切对象,也有可能不列入被切对象,但实际 2 号机组已被解列,所以不管 2 号是否被列入被切对象,切机容量中都应该包括 2 号机组容量在内,否则实际保留容量与要求保留容量相差很大,不能起到稳定系统的作用。解决办法:设计断路器检修连片,该断路器停运检修期间,投入该断路器检修连片,给安稳装置一个信号,此时安稳装置遇到二普三线相间故障或无故障跳闸执行策略时,安稳装置自动把 2 号机组的容量包括到切机容量中。该连片的操作顺序为:在断开 5011 断路器前投入 5011 断路器检修连片,合 5011 断路器前退出 5011 断路器检修连片,原因是往往操作时发生故障几率多些。

b. 在 3/2 接线的出线边断路器和 4/3 接线的出线断路器检修时,变压器和电缆保护动作切除故障的同时会使相应线路解列。装置在这种情况下不

能同时判出一机一线跳闸,只能一个元件一个元件判断。判断谁先跳,在执行策略上不一样。比如:5013 停运检修期间,2 号电缆保护或 2 号变压器保护动作跳开 5011 和 5012 断路器的同时,二普三线被解列。如安稳装置先判断出二普三线跳闸,安稳装置的执行流程是先执行一线跳闸的控制策略,然后执行一机跳闸的控制策略,最后执行一线一机跳闸的控制策略;如先判断出 2 号机组跳闸,安稳装置执行流程是先执行一机跳闸的控制策略,然后执行一线跳闸的控制策略,最后执行一机一线跳闸的控制策略。单机跳闸,二滩电厂不会再切机,线路跳闸有可能需要切机,所以先执行一线跳闸控制策略时,如 2 号机组未被列入被切对象,就存在过切。出线断路器未设计检修连片,所以为了避免这种情况,用机组和线路的判无故障跳闸时间来实现。机组整定为:20 ms,线路整定为:60 ms。

c. 后备策略表中不应设计一回线路后备保护动作控制策略。在 500 kV 系统中,由后备保护来切除严重故障几乎不存在,因为 500 kV 系统配置的主保护都采用的是双重化,线路发生严重故障时,不可能两套主保护都拒动。后备保护往往是系统发生轻微故障时才动作。在系统发生轻微故障时,装置很容易进入后备控制策略,只要启动量持续动作 200 ms,装置就进入后备,如把启动量定值提高,启动量灵敏度就会降低。即使考虑线路发生故障的同时断路器失灵,采取控制措施也无济于事,因为控制措施执行在前,失灵保护动作在后,失灵保护未动作前,故障现象仍然存在系统中。执行的后备控制策略比任何方式下的控制策略都严重。在 2003 年改造中已取消总后备策略方式。

5) 在某些运行方式下,安稳装置在执行策略上可能少切

#1 机组(所有机组同 #1 机)电流量取的是 5014 和 5013 断路器之间的相量和电流,并且只取 A 相。因此在 5014 断路器检修时,遇二普三线发生 A 相线路瞬时接地故障,快速保护动作跳开 A 相后,安稳装置无法采集到 #1 机组电流,从而无法计算 #1 机组功率,认为 #1 机组跳闸,其实 #1 机组是并在网上。解决办法:在 5014 断路器检修时,遇 A 相发生单瞬故障,认为 #1 机组是并在网上,只有二普三线发生单永、相间、无故障跳闸时,才认为 #1 机组解列。这样仍存在一个问题,由于出线断路器的重合时间是不一致的,比如:5012 重合闸时间为 1 s,5013 重合闸时间为 3 s,当遇到 5014 断路器检修

时,二普三线发生连续性故障,比如二普三线发生 A 相单瞬故障,保护动作切除故障后,5012 重合闸动作恢复二普三线供电,但在 5013 重合期间二普三线又发生相间故障,安稳装置就无法反映 #1 机组的实际功率,安稳装置再次检测到故障并执行策略时,就可能存在一定的误差。要彻底解决此问题,应采用三相测量法。

6) 无法判断机组跳闸

在设计时,考虑到二滩电厂的地下厂房与 500 kV 控制室比较远,并且通道紧张,所以安稳装置中的机组电压取的是 GIS 楼机组进线处的 PT,比如 #1 机组电压取的是 5014 和 5013 断路器之间的 PT。由于机组与变压器之间有个断路器,安稳装置无法判断机组的故障类型,所以在安稳装置中,机组只有一种故障类型——无故障跳闸。而在无故障跳闸判据中有一个条件是电压 U_{U_2} , U_{U_2} 人为整定。因为是无故障跳闸,跳闸后,电压是比较高的,所以 U_{U_2} 整定为 90% 额定电压,这样存在电缆保护和主变保护动作切除两进线断路器后,机组进线 PT 电压也随之消失,无故障中的电压判据条件不能满足,安稳装置无法判断机组跳闸。只有在发电机出口跳闸,安稳装置才能判断出机组跳闸。鉴于此,在这次整改中,把机组的无故障判据条件中的电压整定的很低。

7) 误切机组

2002 年 5 月 18 日,二滩安控装置中的高周切机功能误动作,造成误切两次机组。当时误动的情况为:安稳装置与线路保护公用电流、电压回路。事故时,二普二线处于检修状态,二滩电厂二普二线电压二次回路有工作,更换二普二线线路保护 LFP-901A 装置的程序,所以在做措施时,在线路保护盘上断开了到安稳装置的电压回路,此时安稳装置测到二普二线有 400 mV 以上间断干扰电压,并且频率大于

52 Hz,安稳装置中的高周动作定值为 52 Hz,满足安稳装置动作条件。经过此次事故调查,得出安稳装置误动原因: 安稳装置采样精度差,抗干扰性能差。

高周切机判据安全性不够,不能光采用以一回线发生高周,就认为二滩电厂侧发生高周,应该采取二取二方式。设计中未考虑周全,既然安稳装置已判断该回线路停运,那么安稳装置采集到该回线路的量不能作为安稳装置动作条件。不同功能的判据互相借用参数,导致判据本身不能独立,给整定定值带来不便,有可能整定不好,造成装置误动。根据分析,对安稳装置高周切机功能进行了完善,现装置高周功能正确。

2 结语

二滩安控系统投入运行以来,虽然运行中暴露出一些问题,但总体运行良好。在此期间经受了多次电力系统扰动、正常操作、各种运行方式、线路故障的考验,每次线路故障时,安控装置均正确启动,并按照当时的断面潮流,正确作出判断,为川渝电网的安全运行和消纳二滩电厂电量作出了贡献。

以上分析的问题,希望能为同行在设计同类型主接线时提供帮助。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国电力工业部 (Ministry of Power Industry of PRC). 电力系统安全稳定导则 (Specifications of Security and Stability of Power System) [S].

收稿日期: 2003-09-09; 修回日期: 2003-11-05

作者简介:

郭玉恒(1972-),男,运行主任工程师,从事继电保护管理工作; E-mail: ERTANGYH@elong.com

徐文峰(1974-),男,副总工程师,从事电站运行工作。

Fault analysis of stability control equipment in Ertan hydropower plant

GUO Yurheng, XU Wenfeng

(Ertan Hydropower Plant, Panzhihua 617000, China)

Abstract: This paper introduces briefly the operation, function and the structure of strategy table of stability control equipment in Ertan hydropower plant. According to the first serial connection mode of Ertan hydropower plant, it analyses the problems of over-cut, under-cut and unable to judge, and submits relative countermeasures. Operation status of equipment is summarized.

Key words: stability control equipment; strategy table; over-cut; under-cut; mal-cut