

# 500 kV 变电站 220 kV 母差保护双重化改造

郭祝平, 邹阳, 王炼

(深圳供电局, 广东 深圳 518001)

**摘要:** 介绍一个 500 kV 变电站进行 220 kV 母差双重化改造工程的概况, 阐述了在改造过程中, 根据施工环节, 详细分析现场工作环境, 制定相关的施工流程, 严格控制危险点, 在保证旧母差保护正常运行的基础上, 安全地接入了新母差保护装置和断路器失灵保护装置, 同时进行了回路优化改造, 实现了 220 kV 母差保护双重化配置, 有效提高了该变电站母差保护和断路器失灵保护动作的可靠性。

**关键词:** 母差双重化; 失灵保护; 危险点; 回路改造; 可靠性

## Improvement of duplicating 220 kV bus differential protection in 500 kV substation

GUO Zhu-ping, ZOU Yang, WANG lian

(Shenzhen Power Supply Company, Shenzhen 518001, China)

**Abstract:** This paper introduces a general situation of a duplex differential protection of 220 kV bus in 500 kV substation. It describes the methods which, according to the construction details and by analyzing the spot working environment and proposing relevant construction flows, connect the new bus differential protection and breaker failure protection without the outage of the former bus differential protection. The dangerous points are under control and circuit modification is optimized. It realizes the duplex configurations of bus differential protection of 220 kV bus and effectively improves the operation reliability of bus differential protection and breaker failure protection in that substation.

**Key words:** duplex bus differential protection; breaker failure protection; dangerous points; circuit modification; reliability

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2007)10-0072-04

## 0 引言

<<防止电力生产重大事故的二十五项重点要求>>继电保护实施细则(以下称细则)对母线保护和失灵保护做了详细的规定:(1)为确保母线差动保护检修时,母线不失去保护,防止母线差动拒动而危及系统稳定和事故扩大,必要时在 500 kV 母线以及重要变电站、发电厂 220 kV 母线采用双重化保护配置;(2)两套母线差动保护的跳闸回路应同时作用于断路器的两个跳闸线圈;(3)用于母线差动的断路器和隔离刀闸的辅助接点、切换回路以及与其他保护配合的相关回路均应遵循相互独立原则按双重化配置;(4)断路器失灵保护按一套配置。

该 500 kV 变电站承担着巨大的负荷供应,根据细则要求,为保证电网稳定,进行了 220 kV 母差双重化改造。由于该站 220 kV 电压等级的开关 CT 均为 6 个绕组,为满足母差双重化和安稳装置接入,需更换为 8 个绕组的 CT。母差双重化的同时利用停电时间进行主变中开关 CT 和 220 kV 线路开关 CT 的更

换、主变和线路保护定检升级,端子箱更换工作。本工程牵涉面广,如何保证工程进行过程中旧母差的正常运行,合理安排时间,严格控制危险点,保证安全有序地完成母差双重化是本项工程的一个难点。本文就这一问题进行讨论,望能为类似工程提供借鉴。

## 1 改造前后母差保护配置情况

该 500 kV 变电站 220 kV 等级的主接线为双母单分段接线形式,共八回出线,三台主变和三个母联分段(如图 1 所示)。改造前采用了南瑞 RCS-915C 保护装置作为 220 kV 母线保护。该装置具有母差保护、断路器失灵、母联充电、母联过流等功能。

本项改造工程新增一面 220 kV 母差保护屏,型号为 RCS-915CD,实现母差保护双重化,同时主变中开关失灵保护在新旧两套母差保护屏分别实现。另外,新上一面独立的 220 kV 断路器失灵公用屏,专门用于实现 220 kV 线路开关失灵保护功能。

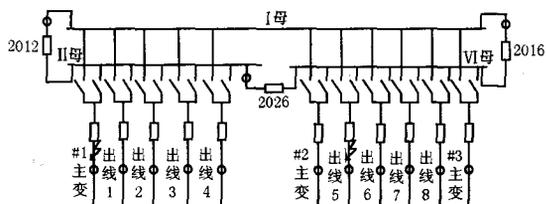


图 1 220 kV 电压等级主接线图

Fig.1 220 kV primary power system

## 2 220 kV 母差保护双重化停电施工原则

本次新母差保护和失灵公用装置的接入牵涉很多二次回路,是一个复杂的施工过程,本着“安全第一,综合利用”的指导思想,确定了以下停电施工的原则:

a) 在整个工程进行过程中,必须保证旧母差保护的正常运行。

b) 由于该站地位非常重要,只能采用 220 kV 间隔轮流停电接入的方式,主变间隔和线路间隔都只有 3 天时间。同时利用停电时间,进行主变变中开关 CT 和 220 kV 线路开关 CT 的更换、主变和线路保护定检升级,端子箱更换工作。

c) 在安装调试和接入运行各个阶段加强质量管理和技术监督,保证母差双重化不留隐患地投入运行。

## 3 危险点分析与控制

本次工程涉及改造二次回路多,工序复杂繁琐。因此工程开始前反复勘察现场,仔细分析存在的危险点,制定了严密的技术方案和安全措施,加强监督,严防漏项。

### 3.1 CT 回路危险点

a) 安稳装置、计量和测控所取 CT 绕组发生变化,CT 回路有所改动,必须及时检查 CT 回路,防止送电时造成 CT 二次开路。CT 回路接入的同时,必须退出安稳装置相关功能连接片,防止安稳装置误动作或出现异常现象。另新旧母差保护和主变保护差动电流回路必须在保护屏一点接地,其他电流回路在端子箱一点接地。

b) 新母差保护装置各间隔电流回路端子排距离很近,没有明显区分标志。因此二次电流回路在接入前,应反复核对相别和对应端子;每开入一相,用钳表测量一次,确保接线正确;接入过程确保不影响其他运行设备,严防 CT 二次开路。

### 3.2 电压回路危险点

二次电压回路在接入前,反复核对相别,且保

证新接入二次回路绝缘良好;接入过程确保不影响设备正常运行,严防 PT 二次短路。加电压试验时注意将外回路断开,防止引起 PT 反充电。

### 3.3 电缆施工危险点

新母差和失灵保护屏对侧电缆未接入。新保护装置带电后,对侧电缆如若未处理好,极易造成直流系统多点接地。因此电缆芯核对无误后,用绝缘胶布分芯包好,同时断开新母差和失灵保护屏电源。

### 3.4 母差失灵误动作危险点

a) 旧母差失灵保护装置运行中,停电改造间隔的旧母差电流回路必须用专用短接线短接,严禁进行任何工作,防止差动回路电流不平衡导致旧母差保护误动作;

b) 新母差失灵保护只能传动停电间隔开关,各个间隔开关必须轮流停电进行。因此传动时接入停电改造间隔的跳闸线以及新失灵保护起动回路;传动后必须退出压板,解开本次调试临时接入的跳闸线和新失灵保护起动回路,防止人为误切调试后处于运行中的开关;接回旧失灵起动回路,以保证双母线改造期间的失灵保护仍起作用。

### 3.5 新母差失灵投入运行危险点

当母差保护测试完所有间隔开关准备投产前,需要统一恢复接入各间隔开关跳闸二次线,而此时的各间隔开关均在运行,因此一旦接线错误会使运行中开关跳开,风险较大。各个间隔有母差保护跳闸线及失灵保护跳闸线共四组跳闸,接入端子多,易混淆。接入前需找准跳闸线的接入位置,并增加可连接端子,做好标识,确保跳闸二次线准确接入相应端子排;接入前必须先测量判断跳闸二次线 R133 无正电位后方可接入(如图 2 所示)。

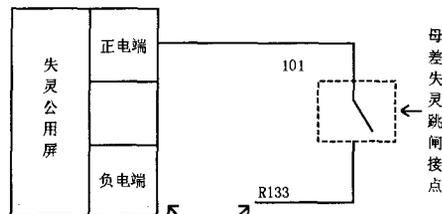


图 2 跳闸线接入测量

Fig.2 Tripping wire

## 4 增加保护可靠性的特殊要求

本次工程严格按照细则要求(文章开头),不仅实现了 220 kV 母线保护的双重化,而且在失灵起动和跳闸回路中也做了以下改进:

### 4.1 主变间隔

失灵保护 RCS-916A 装置因无法区分失灵的断

路器是否为主变单元,无法实现主变变中开关失灵联跳主变三侧功能。而新母线保护装置 RCS-915CD 在支路 1、6、11、16 可接入三跳接点,其他支路接入的是分相跳闸接点,因此可以用于辨别主变变中开关和线路开关,实现主变变中开关失灵联跳主变三侧功能。旧母差保护屏 RCS-915C 仍保留此项功能,本次工程暂不改造。新母差保护主变变中开关失灵与旧母差保护在回路和逻辑判断上有所改进(如图 3 和图 4)。新母差保护起动变中开关失灵开入是由主变保护动作三跳接点(不包括本体非电量保护动作)完成,电流判据由母差保护所采集的变中间隔开关 CT 电流实现,当任一相电流大于失灵相电流定值,则经过失灵保护电压闭锁起动失灵保护。失灵保护起动后经延时跟跳再次动作于该主变间隔断路器,经跳母联延时动作于母联,经失灵延时切除该间隔所在母线上的各个连接间隔。这种新的失灵起动方式节约了单独的过流判别元件,与旧母差失灵起动方式互补,形成了变中开关起动失灵的双重化,增强了判别和动作的可靠性。

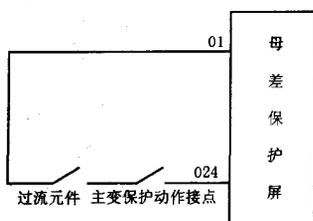


图 3 旧母差失灵起动回路

Fig.3 The former protection operation on failure

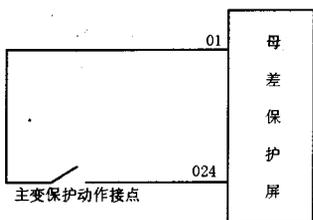


图 4 新母差失灵起动回路

Fig.4 The new protection operation on failure

#### 4.2 线路间隔

接于旧母差保护屏的有关线路间隔“失灵起动”开入接点,全部改接到新上失灵公用屏 RCS-916A 相应的“失灵起动”输入位置。线路间隔的失灵起动和跳闸逻辑均在失灵公用屏上实现。

RCS-916A 每个失灵起动开入均采用双重化配置,任一光耦的意外击穿均不会引起保护的误动作。若两个开入不同,装置将发出失灵起动开入异常报警信号。在回路上,为进一步提高判别与动作的可

靠性。如图 5、图 6 所示虚框内在失灵起动回路和跳闸回路中分别增加了一对操作箱提供的刀闸切换接点。根据运行方式的需要,线路可挂 I 母或 II 母; I 母或 VI 母两种(如图 1 所示)。必须起动回路中刀闸位置判别与失灵跳闸回路中刀闸位置判别故障母线所在一致时,失灵起动开入后经失灵保护电压闭锁,跳闸脉冲才能送到故障母线上间隔的操作箱,实现开关的跳闸。

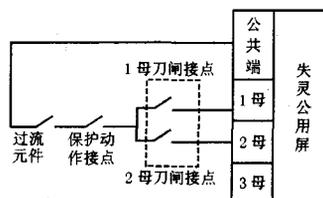


图 5 线路间隔失灵起动回路

Fig.5 Protection operation on failure

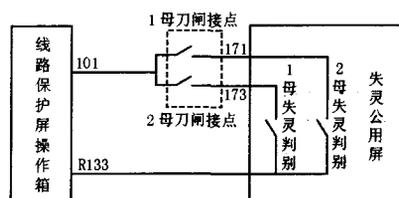


图 6 线路间隔失灵跳闸回路

Fig.6 Outlet of failure protection

#### 5 施工流程与旧母差的正常运行

- a) 做好安全措施,解除该间隔起动旧母差失灵屏的失灵回路;
  - b) 更换开关 CT,接入该停电间隔电流回路以及刀闸回路;
  - c) 接入该间隔的跳闸回路以及新失灵起动回路,进行新母差失灵调试传动开关两组跳闸线圈;
  - d) 传动完毕后解开新母差失灵的跳闸回路以及新失灵起动回路。恢复启动旧母差失灵屏的失灵回路;
  - e) 退出新旧母差保护进行带负荷测试;
  - f) 所有间隔接入调试完毕后,统一接入新母差失灵的跳各间隔开关的跳闸回路。同时将旧母差失灵屏线路间隔起动失灵回路改至新失灵保护屏,完成了双母差保护的改造。
- 整个过程中,只是各个间隔轮流停电,旧母差失灵保护始终在正常运行中。为保证旧母差失灵保护正常工作,不误切母线,必须严格执行流程的 a)、c)、d)。除此以外,停电进行母差双重化间隔的旧母差电流回路必须用专用短接线短接,严禁进行任

何工作,防止差动回路电流不平衡导致旧母差保护误动作。

## 6 结束语

通过以上一系列危险点分析控制以及工程进度合理安排,顺利地完成了该 500 kV 变电站 220 kV 母差保护双重化改造工程。从本次工程可以看到,工作中多分析总结,有助于安全有序地完成工作任务。同时随着电网网架和容量不断地扩大,电力系统安全性与稳定性要求越来越高,而继电保护是保证系统安全与稳定运行的重要方面。因此必须密切重视继电保护装置出厂质量、配置和二次回路的设计、基建施工以及运行维护的各个环节。特别是设计、基建施工部分,需做到不留隐患,方便维护,以保证电网的安全运行。

## 参考文献

- [1] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护实用技术问答(第二版)[M]. 北京:中国电力出版社,2000.  
National Power Dispatch and Commutation Center. Relay Protection Practical Technique Question and Answer of the Power System[M]. Beijing:China Electric

Power Press,2000.

- [2] 广东省电力调度中心. 广东省电力系统继电保护反事故措施汇编[Z]. 广州:广东省调度中心,2004.  
Guangdong Power Dispatch Center. Guangdong Corpus of Relay Protection Restraining Accident Document[Z]. Guangzhou:Guangdong Power Dispatch Center,2004.
- [3] 南京南瑞继保电气有限公司. RCS-915 微机母线保护装置说明书[Z]. 2004.  
NARI-RELAYS Electric Co.,Ltd. Technical Manual of RCS-915 Bus Protection Equipment[Z]. 2004.
- [4] 南京南瑞继保电气有限公司. RCS-916 失灵公用装置说明书[Z]. 2004.  
NARI-RELAYS Electric Co.,Ltd. Technical Manual of RCS-916 Failure Protection Equipment[Z]. 2004.

收稿日期:2006-09-25 收稿日期:2006-11-19

作者简介:

郭祝平(1982-),男,工学学士,从事电力系统继电保护维护工作; E-mail:guozhuping@hotmail.com

邹阳(1977-),男,工程师,工学学士,从事电力系统继电保护管理工作;

王炼(1979-),男,工程师,工学学士,从事电力系统继电保护管理工作。

(上接第 65 页 continued from page 65)

延时  $t_{II DL2}$  时间动作跳开负荷变电站进线 2DL2 开关,从而切断了 1 号变压器的迂回供故障电流的回路后,随即,1 号变压器后备保护已开始返回。而故障还没有消除,2 号变压器仍然供应故障电流,其后备保护不返回,而是继续以整定的第二段时限延时  $t_4=t_3+t_{II DL2}+\Delta t$  时间动作跳开上级进线 DL2 开关。故障最后消除。

## 3 结论

请注意在这里,由于有双回线并列运行,1、2 变压器后备保护的整定的第二段时限比第一段时限延长了  $t_{II DL2}+\Delta t$  (即  $t_4=t_3+t_{II DL2}+\Delta t$ ),已经不是按《导则》整定要求的延长一个  $\Delta t$  (即  $t_4=t_3+\Delta t$ )。这样的整定值的优点是既可满足有双回线并列运行的系统要求,又能避免在特定方式下使事故扩大导致中心变电站母线全部失压、负荷变电站母线全部

失压的事故,满足了保护的选择性要求。缺点是后备保护延长了切除故障的时间。当经过故障计算,被延长了的第二段时限仍然小于变压器设备允许的故障持续时间,第二段时限这样整定,本人认为还是可行的,因为这样有可能避免大面积停电事故。

## 参考文献

- [1] DL/T 684—1999,大型发电机变压器继电保护整定计算导则[S].  
DL/T684-1999,Guide of Calculating Settings of Relay Protection for Large Generator and Transformer[S].

收稿日期:2006-07-25; 修回日期:2006-10-27

作者简介:

朱景富(1956-),男,本科,高级工程师,从事继电保护整定计算工作。E-mail: zhujf163@163.com

(上接第 71 页 continued from page 71)

State Electric Power Dispatching Center of China. Compilation of Power System Relay Protection Regulation[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2000.

作者简介:

古卫婷(1978-),女,助理工程师,主要从事电力系统继电保护的检修和管理工作; E-mail:gwtf931@sohu.com

刘晓波(1973-),男,工程师,主要从事电力系统变电监察工作;

古卫涛(1976-),男,助理工程师,主要从事电力系统变电运行工作。

收稿日期:2006-03-13