

# “8.12” 500kV 福泉变 500kV I、II 母线失压保护动作分析

赵凌

(贵州电力调度通信局, 贵州 贵阳 550002)

**摘要:** 介绍了8月12日福泉变500kV I、II母两套母线失灵保护因一次小干扰而造成误动的过程, 分析了母线失灵保护误动过程中的动作行为, 并根据误动原因提出了相关反措, 为防止今后再出现类似事故提供了经验。

**关键词:** 保护动作分析; 母差保护; 抗干扰

## Analysis of relay protection on 500 kV busbar no-voltage in 500 kV Fuquan substation

ZHAO Ling

(Guizhou Electric Power Dispatching & Communication Bureau, Guiyang 550002, China)

**Abstract:** This paper introduces a wrong action of 500kV busbar protection because of a interference in 500kV Fuquan substation on August 12. It analyses the wrong operation of busbar protection in the process, and according to the event reasons, puts forward the measures to prevent any further similar accident.

**Key words:** analysis of relay protection; busbar protection; anti-interference

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2008)21-0077-03

## 0 引言

随着电网的发展, 电网的安全稳定运行对二次系统的依赖程度越来越高, 一旦发生主保护不正确动作, 将可能会造成系统大面积停电, 甚至失稳。

2007年8月12日19:54, 500kV福泉变发生了一起因风冷控制回路接线错误, 导致主变1组风机按温度启动方式下启动瞬间交流电源串入直流系统, 使两套BP-2A母线失灵保护的失灵启动回路同时感受到干扰, 同时因BP-2A母线装置抗干扰能力未达到设计要求, 保护误动作出口跳闸, 500kV I、II组母线失压的电网事故。

## 1 事故前的运行方式

广东、广西、云南、贵州四省联网运行。  
福泉变500kV、220kV均处于正常运行方式。

## 2 事故经过

2007年8月12日19时54分, 500kV福泉变站内福施I回5011断路器、4号主变5013断路器、3号主变5021断路器、福青线5023断路器、福施II回5031、5032断路器、鸭福II回5041、5042断路器、鸭福I回5051断路器、贵福

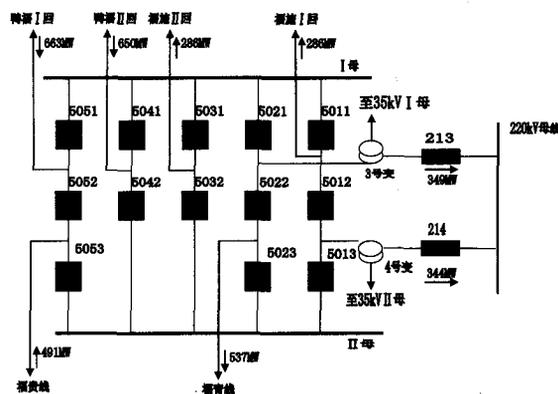


图1 福泉变500kV电气主接线图

Fig.1 Main electric wiring diagram of Fuquan 500kV transformer substation

线5053断路器共十台断路器跳闸, 500kV I、II组母线失压。

5012、5022、5052断路器保持运行。

电源→500kV鸭福I回线→5052断路器向500kV贵福线送出负荷。

电源→500kV福青线→500kV5022断路器→3号主变→213断路器→220kV母线。

220kV母线→214断路器→4号主变→500kV5012断路器→福施I回送出负荷。

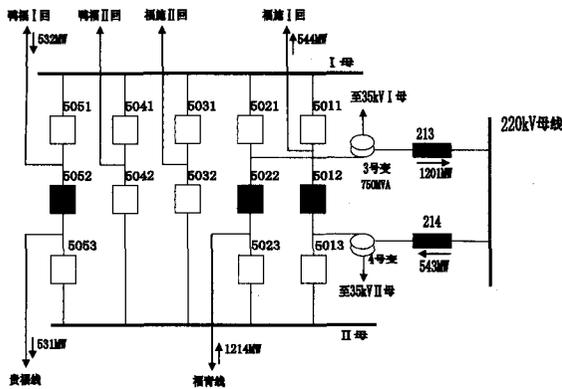


图 2 500 kV 福泉变事故后潮流图

Fig.2 Post-accident power flow chart for Fuquan 500kV transformer substation

3 号主变发过负荷信号。

19: 58, 500 kV 福泉变将上述情况汇报中调后, 中调采取限电、试送等措施, 于 22: 05 恢复所有跳闸断路器。

### 3 保护动作分析

#### (1) 保护配置

福泉变 500 kV 母线保护: 500 kV I 母 BP-2A 母线保护、II 母 BP-2A 母线保护;

福泉变 500 kV 断路器保护: CSI-121A、LFP-921A。

#### (2) 收集到的主要资料

现场人员检查保护: 500 kV I 母 BP-2A 母差保护、II 母 BP-2A 母差保护失灵保护同时动作出口, 切除 500 kV I、II 组母线上所有断路器。

事故发生后对保护动作报文、故障录波进行调取。

a. BP-2A 母线保护: 无任何报文; 装置上“失灵保护动作”出口板上的“出口 1—16”灯全部亮, 证明母差保护未动, 动作为失灵保护。

b. 断路器保护: CSI-121A 保护报文为: SLCDCK, 即失灵重动出口, 断路器保护本身未动作, 外部失灵跳闸经 TJR 去跳闸。LFP-921A 保护: LTST 即三相联跳出口。非断路器本身保护动作, 保护装置保护显示所有断路器、线路保护事故时模拟量均无异常。

#### c. SOE 报文:

除了各开关变位、500 kV I 母 BP-2A 母线保护动作、500 kV II 母 BP-2A 母线保护动作报文外, 同时还有:

2007-8-12 19: 54: 24-444 3#主变 I、II

套保护风冷启动 (n58)!

2007-8-12 19: 54: 27-567 3#主变油流异常 (n43)!

2007-8-12 19: 54: 27-967 3#主变油流异常 (n43)! 复归

2007-8-12 19: 54: 31-29 3#主变冷却器电机故障 (n37)!

且以上 4 个信号在事故前、事故后只要 3#主变风冷启动均会出现。

#### (3) 保护动作分析

由以上保护、监控系统 SOE 报文可以分析出:

a. 排除了继电保护检修人员、值班人员“三误”的可能性。

b. 排除了一次系统故障的可能性 (联系中调、地调, 事故前电网运行稳定)。

c. BP-2A 母线保护的失灵动作出口, 将 500 kV I、II 母上的 10 个断路器全部跳开。

d. 确认此次事故的发生是由直流系统发生干扰引起, 并针对“3 号主变油流异常”信号多次出现的现象把 3 号主变风冷控制系统作为重点检查对象。

#### 3.1 BP-2A 母线保护检查结果

事故后对 500 kV I、II 母 BP-2A 母线保护进行了失灵动作脉冲展宽试验, 检查 BP-2A 母线保护失灵动作延时是否为装置固有展宽 10 ms。通过微机试验台触点控制失灵开入的接通时间, 检查该保护实际需要多长的开入时间能使失灵保护出口, 试验结果如表 1 所示。

表 1 试验结果表

Tab.1 Test result

	I 母 BP-2A	II 母 BP-2A
动作时间	6 ms 可靠动作 (做 6 次)	7 ms 可靠动作 (做 6 次)
动作时间	5 ms 做 10 次动作 6 次	5 ms 做 6 次动作 3 次

试验发现失灵开入的接通时间小于 10 ms 仍然能使保护出口动作。对失灵触点接入示波器进行监视, 发现断开失灵开入外部触点后, 失灵开入回路的电压有一个缓降过程 (电容器放电过程), 实际上延长了失灵开入的时间。通过波形判断, 失灵开入回路的返回电压约为 50~60 V。失灵开入回路在保护内部使用的是光隔 (光电隔离器), 光隔为电流动作元件, 动作电流约为 2~3 mA, 故该母线保护的失灵开入回路灵敏度很高, 不能有效地躲过直流回路的干扰。拔出保护的失灵开入插件, 发现每路的失灵开入回路均并接有一个 100 nF 的电容器 (干扰吸收回路), 由于电容器存在充放电过程, 实际上展宽了失灵开入回路的时间, 也同时展宽了外部干扰

的持续时间。

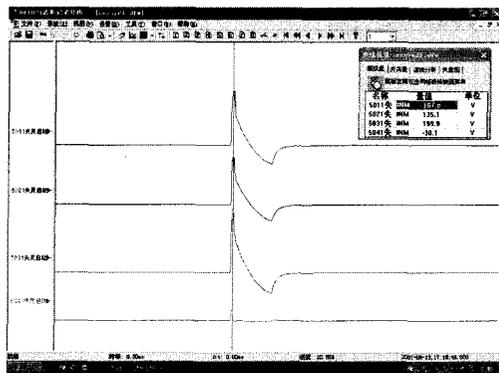


图3 示波器试验图

Fig.3 Oscilloscope test graph

### 3.2 干扰源查找过程

在 500 kV I 母 BP-2A 母线保护上接入干扰监视设备, 监视点为: 5011、5021、5031、5041 断路器失灵开入回路, 直流母线“+”对地回路、直流母线“-”对地回路。

在 2007 年 8 月 13 日 18 时 59 分, 监视设备捕捉到一个强烈干扰, 如图 4。

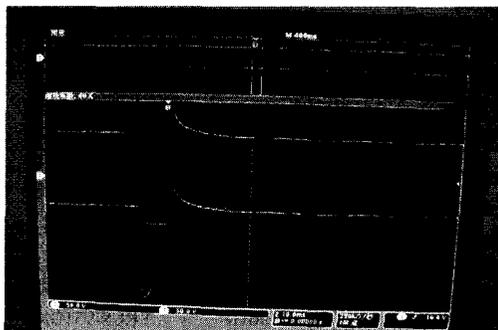


图4 示波器波形图

Fig.4 Waveform of oscilloscope

干扰发生时调查组成员正在 3 号主变风冷控制箱监视, 正好听到风冷控制系统有接触器启动, 温度 1 启动风扇。查看监控后台记录, 此时正好发出“3 号主变 1、2 套保护风冷启动 (n58)”、“3 号主变油流异常 (n43)”信号。

此情况验证了事故调查方向确立时的判断: 干扰源在 3 号主变风冷控制系统。

通过对 3 号主变进行停电检查, 发现控制箱内 501.1 接触器上 K17、K18 回路的两根接线接反, 二次线为厂家原产配线, 无后期改接现象。K17、K18

两回路接反, 造成了交流回路串入直流回路并产生干扰。

通过上述分析, 此次事故的原因为: #3 主变 A 相第一组风冷控制回路接线错误, 导致主变 1 组风机按温度启动方式下启动瞬间交流电源串入直流系统, 使两套 BP-2A 母线失灵保护的失灵启动回路同时感受到干扰, 而 BP-2A 母线装置抗干扰能力未达到设计要求, 造成保护误动作出口跳闸。

## 4 事故暴露的问题及整改措施

### (1) 暴露的问题

a. #3 主变 A 相第一组风冷控制回路中有错线, 设备出厂验收把关存在问题;

b. BP-2A 母线保护抗干扰能力未达到设计要求, 失灵保护启动回路展宽延时不够;

c. 基建单位在安装调试中, 未按照接线图核对接线的正确性, 在调试中没有做启动备用风冷系统试验; 运行单位在对主变定检中, 没有规范风冷系统的试验项目。

### (2) 整改措施

a. 对网内其他变电站和电厂的 500 kV BP-2A 型母线保护进行整改; 同时针对 BP-2B 型保护与厂家沟通, 拟订反事故技术措施计划并实施。具体为在母差失灵开入光耦前增加强电中间继电器 (功率为 5W), 保证小脉冲不会造成保护误动; 另外增加失灵开入回路脉冲的启动延时 (增加 20 ms), 确保能躲过可能遇到的长脉宽干扰脉冲;

b. 基建运行单位在投运验收中要把好关, 在运行维护中规范定检项目, 特别是在主变验收工作中完善备用风冷系统的验收项目;

c. 加大对直流系统瞬时接地和干扰的监测, 继电保护人员要定期对相关信号进行监督分析, 重点排查干扰源, 消除潜在的隐患;

d. 对断路器失灵保护开入、线路保护开入、远跳通道开入等使用光耦的环节, 对直流串扰概率较高的部位, 做到在大修期间安排重点检查, 进行动作功率及脉冲延时试验。

收稿日期: 2008-08-28

作者简介

赵凌 (1974-), 男, 本科, 工程师, 从事电力系统调度通信与继电保护管理工作。E-mail: zlgz@sina.com