

220kV 备用电源自动投入装置应用

唐梅芳,刘忠勇,潘泳瑜,何广贤,陈超雄,仇志成,林勇刚

(佛山市电力局,广东 佛山 528000)

摘要: 以佛山市 220 kV 桃源变电站为例,介绍了备用电源自动投入装置(简称备自投装置)的主要功能及工作原理。详细分析了桃源变电站 3 种运行方式的判断策略、有关定值设定、装置闭锁和异常判断。具体给出了联切 110 kV 出线开关、旁路代路和线路检修情况下备自投装置的动作程序。现场运行成功地实现了备自投装置的自动检测,智能化断、合相应开关及联切负荷。

关键词: 备用电源自投装置; 电力系统; 旁路代路; 联切负荷

中图分类号: TM 762.1

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2006)11-0114-03

1 备用电源自动投入装置

随着电力系统走向严密的管理方式,加之在电力系统运行中原有的分级原则,备用电源自动投入装置(简称备自投装置)的重要性随之上升。另外,由于系统由原先的集中方式走向分布方式,备自投装置复杂性也势必增大。本文以广东省佛山市 220 kV 桃源变电站为例,介绍备自投装置的应用。

1.1 220 kV 桃源变电站系统接线

图 1 为 220 kV 桃源变电站系统接线图。

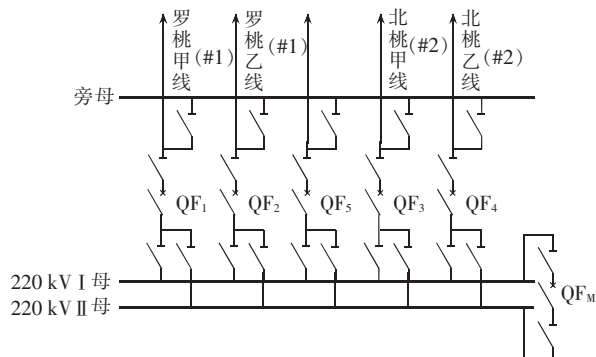


图 1 220 kV 桃源变电站系统接线图

Fig.1 Connection diagram of Taoyuan 220 kV substation system

1.2 对备自投装置的要求^[1]

备自投装置应满足下述 3 种运行方式要求,实施备用电源自投措施。

a. A 方式: 罗桃甲线、罗桃乙线供电,北桃甲线、北桃乙线备用,母联开关合闸。

b. B 方式: 北桃甲线、北桃乙线供电,罗桃甲线、罗桃乙线备用,母联开关合闸。

c. C 方式: 罗桃甲线、罗桃乙线供一段母线,北桃甲线、北桃乙线供另一段母线,母联开关分闸。

备自投装置应具备智能性,自投前可以自动检测可切除的 110 kV 线路负荷功率及方向,根据故障前主供电线路负载功率大小和整定值,切除适量

负荷线路然后自投。

备自投装置应该严格有效地只自投动作一次,具有多重开入闭锁,并智能化地根据自投前后电源进线所带负荷量大小及热稳定情况,联切相应负荷,保证系统稳定平衡。可以灵活适应不同一次接线,避免大电源与小系统解列后对备自投装置正确动作的影响。

2 备自投装置功能实现及具体策略^[2-3]

2.1 判断策略

根据 220 kV 桃源变线路运行情况,可将备自投情况分为 A、B、C 3 种方式。以下介绍各方式状态下备自投判断策略。

2.1.1 运行方式 A

220 kV 罗桃甲线 QF₁ 或 220 kV 罗桃乙线 QF₂ 合闸;母联开关 QF_M 合闸;220 kV 北桃甲线 QF₃ 或 220 kV 北桃乙线 QF₄ 备用。

a. 在延时时间 t_{s2} (跳开工作电源开关延时时间) 内满足条件后,跳开 QF₁、QF₂ 开关。若发跳开命令后在延时时间 t_{s4} (等待备自投结果延时时间定值) 内, QF₁ 或 QF₂ 仍为合位,则发备自投不成功信号。在延时时间 t_{s2} 内满足条件后,根据装置启动前 2 s 罗桃甲线与罗桃乙线功率和 $\sum P_i$ 及 8 回 110 kV 出线功率情况,按定值以过切原则联切相应 110 kV 出线,同时联切 110 kV 电源线。切负荷量计算方式如下: 若 QF₃ 的 $U_a \geq U_h$ (有压定值) 和 QF₄ 的 $U_a \geq U_h$, 且无北桃甲线与北桃乙线检修信号, $P_Q = \sum P_i - P_{s11}$ (P_Q 为联切负荷计算量, P_{s11} 为北桃甲线、北桃乙线允许负荷定值); 若 QF₃ 的 $U_a < U_h$ 或 QF₄ 的 $U_a < U_h$, 或有北桃甲线或北桃乙线检修信号, $P_Q = \sum P_i - P_{s12}$ (P_{s12} 为北桃甲线、北桃乙线单回线允许负荷定值)。

b. 旁路代路情况。 当有罗桃甲线或罗桃乙线被 220 kV 旁路代路时,用 220 kV 旁路电压、旁路电流及旁路位置信号和手跳信号代替所代线路的相关信号进入备自投判断。当有北桃甲线或北桃乙线被 220 kV 旁路代路时,用 220 kV 旁路电压、旁路电流及旁路位置信号和手跳信号代替所代线路的相关信号进入备投判断。

c. 线路检修情况。当有罗桃甲线或罗桃乙线检修时,则相应线路的信号量均不进入备自投的判断,亦不跳相应开关。当有北桃甲线或北桃乙线检修时,则相应线路的信号量均不进入备自投的判断,亦不合相应开关。母联开关检修时, QF_M 开关位置信号不进入备自投判断。

2.1.2 运行方式 B

220 kV 北桃甲线 QF_3 或 220 kV 北桃乙线 QF_4 合闸;母联开关 QF_M 合闸;220 kV 罗桃甲线 QF_1 或 220 kV 罗桃乙线 QF_2 备用。

a. 满足条件,且延时时间大于等于 t_{s1} (额定跳开合位开关延时时间),充电完成,开放备自投功能。在延时时间 t_{s2} 内满足条件后,跳开 QF_3 、 QF_4 开关。若发跳开命令后在延时时间 t_{s4} 内, QF_3 或 QF_4 仍为合位,则发备自投不成功信号。

b. 联切 110 kV 出线开关。在延时时间 t_{s2} 内满足条件后,根据装置启动前 2 s 北桃甲线与北桃乙线功率和 $\sum P_1$ 及 8 回 110 kV 出线功率情况,按定值以过切原则联切相应 110 kV 出线,同时联切 110 kV 电源线。满足上述条件,且延时时间大于等于 t_{s4} 后,发备自投成功信号;若在延时时间 t_{s4} 内上述 2 个条件均不满足,则发备自投不成功信号。

c. 旁路代路情况。当有北桃甲线或北桃乙线被 220 kV 旁路代路时,用 220 kV 旁路电压、旁路电流及旁路手跳信号代替所代线路的相关信号进入备投判断。当有罗桃甲线或罗桃乙线被 220 kV 旁路代路时,用 220 kV 旁路电压、旁路电流及旁路手跳信号代替所代线路的相关信号进入备投判断。

d. 线路检修情况。当有北桃甲线或北桃乙线检修时,则相应线路的信号量均不进入备自投的判断,亦不跳相应开关。当有罗桃甲线或罗桃乙线检修时,则相应线路的信号量均不进入备自投的判断,亦不合相应开关。母联开关检修时, QF_M 开关位置信号不进入备自投判断。

2.1.3 运行方式 C

220 kV 罗桃甲线 QF_1 或 220 kV 罗桃乙线 QF_2 合闸;220 kV 北桃甲线 QF_3 或 220 kV 北桃乙线 QF_4 合闸;母联开关 QF_M 备用。此方式下,备自投过程分 2 种情况。

情况 1 满足上述条件,且延时时间大于等于 t_{s4} 后,发备自投成功信号;若在延时时间 t_{s4} 内上述 2 个条件均不满足,则发备自投不成功信号。

a. 旁路代路情况。当有罗桃甲线或罗桃乙线被 220 kV 旁路代路时,用 220 kV 旁路电压、旁路电流及旁路手跳信号代替所代线路的相关信号进入备投判断;当有北桃甲线或北桃乙线被 220 kV 旁路代路时,用 220 kV 旁路电压、旁路电流及旁路手跳信号代替所代线路的相关信号进入备投判断。

b. 线路检修情况。当有罗桃甲线或罗桃乙线检修时,则相应线路的信号量均不进入备自投的判断,亦不跳相应开关。当有北桃甲线或北桃乙线检修时,则相应线路的信号量均不进入备自投的判断。

情况 2 在延时时间 t_{s2} 内满足上述条件后,跳开 QF_3 、 QF_4 开关。若发跳开命令后在延时时间 t_{s4} 内, QF_3 或 QF_4 仍为合位,则发备自投不成功信号。联切 110 kV 出线开关。在延时时间 t_{s2} 内满足上述条件后,根据装置启动前 2 s 罗桃甲线、罗桃乙线与北桃甲线、北桃乙线功率和 $\sum P_1$ 及 8 回 110 kV 出线功率情况,按定值以过切原则联切相应 110 kV 出线,同时联切 110 kV 电源线。

a. 旁路代路情况。当有罗桃甲线或罗桃乙线被 220 kV 旁路代路时,用 220 kV 旁路电压、旁路电流及旁路手跳信号代替所代线路的相关信号进入备投判断;当有北桃甲线或北桃乙线被 220 kV 旁路代路时,用 220 kV 旁路电压、旁路电流及旁路手跳信号代替所代线路的相关信号进入备投判断。

b. 线路检修情况。当有罗桃甲线或罗桃乙线检修时,则相应线路的信号量均不进入备自投的判断。当有北桃甲线或北桃乙线检修时,则相应线路的信号量均不进入备自投的判断,亦不跳相应开关。

2.1.4 有关定值设定意义及设定方法^[4]

a. t_{s2} 定值应大于线路故障重合闸时间。

b. 考虑到罗桃甲线、罗桃乙线和北桃甲线、北桃乙线的允许负荷可能不同,故设置 P_{s11} 、 P_{s12} 、 P_{s21} 、 P_{s22} 4 个定值,其中 P_{s11} 为北桃甲线、北桃乙线允许负荷定值, P_{s12} 为北桃甲线、北桃乙线单回线允许负荷定值, P_{s21} 为备用双线允许负荷定值, P_{s22} 为备用单线允许负荷定值)。

若备自投装置判断出可备投北桃甲线、北桃乙线(北桃甲线、北桃乙线有压且 $\geq U_h$,同时无北桃甲线、北桃乙线检修信号),则 $P_Q = \sum P_{-2s} - P_{s11}$ (P_{-2s} 为双线允许联切负荷测定值,此值应由现场微机测定为准)。

若备自投装置判断出仅可备投北桃甲线、北桃乙线中一回线(北桃甲线、北桃乙线有一回线有压且 $< U_h$,或北桃甲线、北桃乙线有一回线有检修信号),则 $P_Q = \sum P_{-2s} - P_{s12}$ 。

若备自投装置判断出可备投罗桃甲线、罗桃乙线(罗桃甲线、罗桃乙线有压且 $\geq U_h$,同时无罗桃甲线、罗桃乙线检修信号),则 $P_Q = \sum P_{-2s} - P_{s21}$ 。

若备自投装置判断出仅可备投罗桃甲线、罗桃乙线中一回线(罗桃甲线、罗桃乙线有一回线有压且 $< U_h$,或罗桃甲线、罗桃乙线有一回线有检修信号),则 $P_Q = \sum P_{-2s} - P_{s22}$ 。

2.2 备自投装置闭锁和异常判断备自投开入闭锁

a. 当备自投装置收到开入信号时,瞬时闭锁备自投功能,并放电;等待该信号消失且再次充电条件满足。

b. 当备自投装置收到保护动作信号时,瞬时闭锁备自投功能,并放电;等待该信号消失后,须等到手动复归信号后,装置功能才重新开放。

3 备自投装置工作原理

3.1 备自投装置输入模拟量^[5]

输入模拟量的采样和计算由单元处理机——DCJ 完成。备自投装置由 7 块 DCJ 板完成对输入模

拟量的采样和计算。

备自投装置共输入42个模拟量,其中220 kV 罗桃甲线切换后电压及两相电流、220 kV 罗桃乙线切换后电压及两相电流由交流互感器插件变换隔离后送采样、计算;依此类推,220 kV 北桃甲线、220 kV 北桃乙线、220 kV 旁路切换后、110 kV 线路单相TV和TA等,计算后的数据由CPU主板提取,进行事故判断。

3.2 旁代工作原理^[6]

当用旁路开关旁代220 kV线路时,投上备自投装置柜屏面上对应旁代压板,旁代一次操作完毕后备自投装置自动转换成根据旁路切换后电压,旁路断路器TA二次电流、旁路开关位置信号计算功率、电流及判断事故,液晶屏上被代线路的电流大小、开关位置的状态将和旁路的电气量完全一致。另外,备自投装置具有按TA一次额定电流值自动修改采样数据比例系数的功能,所以若旁代TA与被代线路TA的变比不相同,亦无须更改各电流值。

为防止旁代操作过程中以及被代线路断路器恢复投运操作过程中系统正好发生故障,因被代线路TA电流突减为零以及旁路TA电流突减为零造成误判断事故,备自投装置在旁代压板刚投上时,自动转换为用本线与旁路两者的电流和进行判断,当被代本线电流小于 $5\% I_N$ 时,则判为旁代一次操作完毕,之后在旁代压板合上期间一直改为用旁路的电流进行判断(这样,被代线路断路器进行TA试验,亦不会影响电流的正确判断);在刚断开旁代压板时,备自投装置又自动转换为用两者的电流和进行判断,当旁路电流小于 $5\% I_N$ 时,则判为本线断路器恢复投运操作完毕,备自投装置改为用本线的电流进行判断。所以有旁代操作时务必遵循“先投先撤”旁代压板的原则。

4 备自投装置试运行^[7]

备自投装置在现场调试、试验完毕后,一般先经过3~5天的试运行,旁代操作时,应先确认要旁代的线路,并确定相应的旁代压板,并必须做到“先投先撤”旁代压板。为防止投错旁代压板或未做到“先投先撤”,旁代全过程中应检查液晶屏中电流显示值是否正确。同时,须注意3点。

a. 当旁路未代路电源线开关时,旁路手跳信号不闭锁备自投。代路后,则本线的手跳信号不闭锁备自投。

b. 代路后先进入充电判断;代路错误异常,闭锁备自投。

c. 旁路代路时,以本线电流与旁路电流之和作为线路电流;当本线电流小于 $5\% I_N$ 时,认为本线跳开,以旁路电流为准计算,撤销旁代时过程相同。

5 结语

备用电源自投装置是一个复杂的继电保护系统,它不同负荷条件下运行时,实际可供备自投方式不同。近些年常用的几种备用电源自投方法中,GFWK-J系统对在使用的备用电源自投装置而言,对系统产生的影响最小,并可以在备用电源自投装置整个使用期内准确动作,因此,被视为一种比较理想的方法。

文中通过对大量现场模式进行分析,对备用电源自投方法提出了应用的建议,这些备用电源自投的方法,对运行中的设备有实际指导意义。

参考文献:

- [1] 周志敏. 开关电源实用技术——设计与应用[M]. 北京:人民邮电出版社,2003.
- [2] 张鹏,郭永基. 基于故障模式影响分析法的大规模配电系统可靠性评估[J]. 清华大学学报,2002,42(3):353-357.
ZHANG Peng, GUO Yong-ji. Large scale distribution system reliability evaluation based on failure mode and effect analysis[J]. Journal of Tsinghua University, 2002, 42(3):353-357.
- [3] 王兆安,黄俊. 电力电子技术[M]. 北京:机械工业出版社,2000.
- [4] 张有兵,程时杰,熊兰. 基于低压电力线实测信道特性的OFDM分析和仿真[J]. 电力系统自动化,2003,27(11):16-20.
ZHANG You-bing, CHENG Shi-jie, XIONG Lan. Analysis and simulation of the OFDM based communication over low voltage power line[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(11):16-20.
- [5] 甘海清,唐梅芳. 论电力系统蓄电池监测系统的优化[J]. UPS应用,2005(11):24-28.
GAN Hai-qing, TANG Mei-fang. The realization of the accumulator's online auto-supervision[J]. Application of UPS, 2005(11):24-28.
- [6] 何希才. 新型开关电源的设计与应用[M]. 北京:科学出版社,2001.
- [7] 刘胜利. 现代高频开关电源实用技术[M]. 北京:电子工业出版社,2001.

(责任编辑:柏英武)

作者简介:

唐梅芳(1975-),女,广东佛山人,工程师,从事现场继电保护试验、设备失效分析和事故处理技术研究(E-mail:123wjk123@sina.com)。

Principle and application of 220 kV automatic bus transfer equipment

TANG Mei-fang, LIU Zhong-yong, PAN Yong-yu, HE Guang-xian,

CHEN Chao-xiong, QIU Zhi-cheng, LIN Yong-gang

(Foshan Electric Power Bureau, Foshan 528000, China)

Abstract: With Taoyuan 220 kV substation of Foshan as an example, the working principle and main functions of automatic bus transfer equipment are introduced. Judgment strategies, relevant settings, blocking and abnormality state determination are analyzed in detail for its three operating modes. Action procedures of automatic bus transfer equipment in cases of 110 kV out-going switch operation, shunt switch operation and line inspection are offered. Functions of automatic detection, intelligent switching on-off and load rejection are realized on site.

Key words: automatic bus transfer equipment; electrical power system; bypass on behalf road; load rejection