

大亚湾核电站 500kV 线路重合闸的特点

张华贵 广东省电力设计研究院 广州 (510600)

【摘要】 大容量核电机组用超高压 500kV 送电,为了免受三相重合闸重合到线路多相永久性故障的再一次严重冲击,宜用单相重合闸,又为了单相重合闸动作的可靠性,宜用简单可靠的重合闸。本文介绍的是大亚湾核电站用的 500kV 线路重合闸——英国 Rocrolle 公司的 MGAA 线路重合闸。

【关键词】 核电站 500kV 重合闸

1 MGAA 重合闸的主要元件及动作情况

1.1 MGAA 重合闸包括单相重合闸和三相重合闸,可以说是两个相同的重合闸,只有个别控制回路不同。每个重合闸见图 1 所示,它包含:

- 1) 保护起动自保持继电器 A;
- 2) 重合闸时间继电器 T_{set} ;
- 3) 重合闸合闸脉冲继电器 CL;
- 4) 重合闸复归时间继电器 T_{reset} ;
- 5) 重合闸自锁时间继电器 LO;
- 6) 重合闸动作次数计数器。

除上述继电器外,还有保护起动触点及重合闸闭锁触点的接入。

从上述可见, MGAA 简单适用。尤其具有

动作次数计数器,可记录重合闸的动作次数,便于故障分析。

1.2 图 1 的 MGAA 动作情况,简述如下:

单相重合闸是由保护单相跳闸起动,三相重合闸则由保护三相跳闸起动。

1) 瞬时性故障

当线路发生瞬时性故障,保护动作。保护跳闸触点起动重合闸的自保持继电器 A,躲开断路器的跳闸时间及保护返回时间的自锁继电器 LO(可整定 0.15s) 延时动作,为永久性故障或非全相再故障准备好 LO 的跳闸回路。经重合闸整定时间 T_{set} 后,其第一出口起动重合闸脉冲回路,经 CL 继电器重合,第二出口起动重合闸复归继电器, T_{reset} 终时复归整组重合闸。

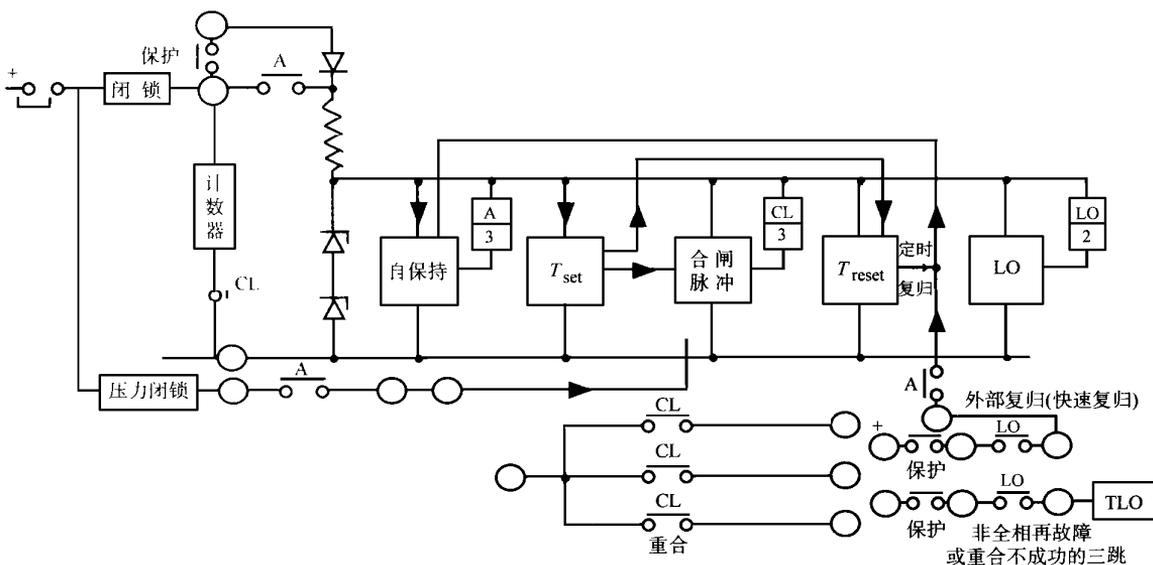


图 1 MGAA 单相重合闸/三相重合闸

(根据需要,也可经外部触点复归整组重合闸)。

2) 永久性故障或非全相再故障

当重合到故障线路上时,保护再次动作,其触点与 LO 继电器的触点构成与门,三相跳闸。

当非全相再故障,亦由 LO 触点与保护触点构成与门三相跳闸。

3) 三相重合闸还需经检无压或检同期才能进行,其控制触点可串在三相重合闸的压力闭锁回路中。

2 1/2 断路器用 MGAA 重合闸的特点

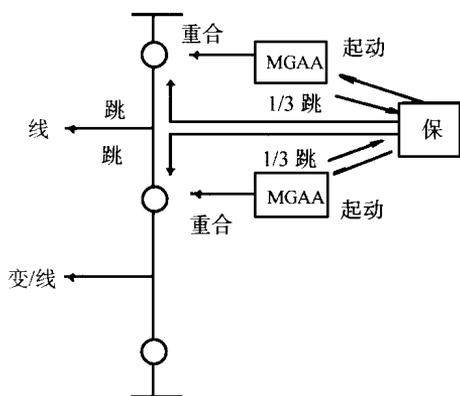


图2 500kV 1/2 断路器用 MGAA 与保护连接图

1) MGAA 重合闸为静止式,便于与各种线路保护配合使用,比较灵活,适用性强。

2) MGAA 重合闸,除可用于双母线单断路器外,只要加上所需的联锁继电器及回路,可用于 1/2 断路器接线为一线一变的串上,也可用于两线的串上。见图2所示。

3) MGAA 重合闸,是单相重合闸与三相重合闸分开,单相重合闸与三相重合闸回路的分开增加了重合闸的动作可靠性。

4) MGAA 重合闸不带选相元件,主要提供重合闸,并经自锁跳闸继电器 TLO 提供非全相再故障或重合不成功时三相跳闸。

5) MGAA 有四种运行方式,用重合闸选择开关,可选用:

- (1) 不投重合闸;
- (2) 只投单相重合闸;

(3) 只投三相重合闸;

(4) 投综合重合闸。

6) MGAA 重合闸由保护起动分单相重合闸起动和三相重合闸起动。

7) MGAA 重合闸返回 $\frac{1}{3}$ 跳的信号给保护,即根据需要沟通保护出口单相或三相跳闸。

8) MGAA 重合闸便于构成各种重合闸闭锁。

3 对 1/2 断路器 MGAA 重合闸的动作要求

500kV 广东大亚湾核电站——增城线,核电站 1/2 断路器为一线一变的串上,增城侧为两线的串上。今以单相重合闸为例,说明 1/2 断路器,按断路器配置 MGAA 的动作要求。核电站侧,发生单相故障时,由保护起动单相重合闸。在核电站侧,线路两组断路器的先后重合顺序可有灵活性,今选择先合母线侧断路器,如整定重合闸时间为 1s,后重合中间断路器,如整定重合闸时间为 1.5s。

当先重合的一组断路器重合成功,另一组断路器才重合。当先重合的一组断路器重合不成功时,则将两组断路器同时三相跳闸,且使后重合的一组断路器不重合。当先重合的一组断路器拒合时,后重合的一组断路器能重合,而拒合的一组断路器,则由三相不一致保护带延时三相跳闸。

至于增城侧还要考虑当发生跨线故障时,中间断路器三跳不重,只有母线侧断路器进行重合闸。

4 MGAA 单相重合闸三跳不重的条件

1) 非全相再发生故障时,由于 MGAA 具有非全相再故障跳闸回路,经 LO 与保护与门回路,线路的两个断路器三跳而不重。

2) 只投单相重合闸时,当发生两相短路、两相短路接地或三相短路时,线路的两个断路器三跳而不重。

3) 当线路故障,由线路保护的第 一段时限或第 二段时限的后备保护跳闸时,线路的两个断路器三跳而不重。

4) 当断路器压力低,则线路故障时三跳而不重。

5) 增城侧不同于核电站侧,为两线一串,发生跨线故障时,则增城侧的中间断路器三跳而不重。

5 MGAA 重合闸的闭锁

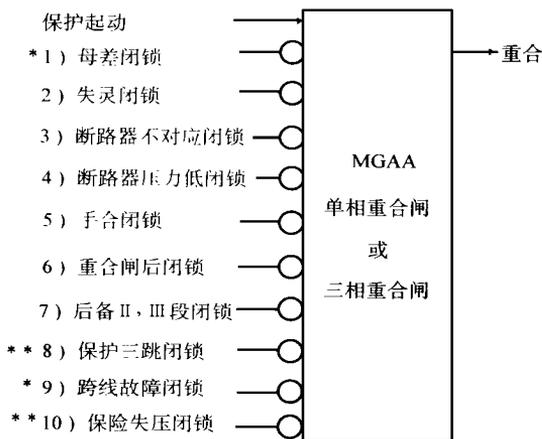


图 3 $1\frac{1}{2}$ 断路器 MGAA 重合闸的各种闭锁

* 500kV $1\frac{1}{2}$ 断路器重合闸,母线侧断路器有母差闭锁而无跨线故障闭锁,中间断路器则无母差闭锁而有跨线故障闭锁。

** 单相重合闸则有保护三跳闭锁,而三相重合闸则有保险失压闭锁。

重合闸有各种闭锁,见图 3 所示,其中 MGAA 的闭锁回路中,需要指出的有 3 项。

5.1 断路器辅助触点不对应闭锁重合闸。

当使用单相重合闸时,重合闸的压力闭锁回路中串有断路器的辅助触点,只有当单相接地,单相断路器跳闸后,即非全相时,单相重合闸的 CL 继电器合闸脉冲才能发出,进行单相重合闸。若断路器的辅助触点检测到非单相断路器开断时,则闭锁单相重合闸的合闸脉冲。这样,增加了 MGAA 单相重合闸的动作可靠性。三相重合闸的压力闭锁回路中,也串有断路器三相辅助触点。

5.2 断路器压力低闭锁重合闸

当断路器的压力正常时,可使重合闸实现 OCO 的循环操作,即永久性故障时,可实现断路器的跳闸—合闸—跳闸的循环操作。当断路器的压力不满足 OCO 循环时,则线路故障时,闭锁重合闸。

5.3 手合到故障上闭锁重合闸

MGAA 利用手合继电器的触点,当合闸到线路故障上,闭锁重合闸。

6 重合闸方式的选用及重合闸时间的整定

为了防止核电机组再受线路多相故障的严重冲击,核电站侧不采用无压检定的三相重合闸。

500kV 的核电站——增城线

1) 500kV 核增线只用单相重合闸,不用三相重合闸。(但三相重合闸装置仍装设,可对增城侧先用无压检定,核电站侧用同期检定三相重合闸。)

2) 500kV 采用快速单相重合闸,不用慢速单相重合闸, $1\frac{1}{2}$ 断路器,母线侧断路器的单相重合闸整定时限为 1s,中间断路器的单相重合闸整定时限为 1.5s。这个无电流时间已可满足 500kV 核增线的故障潜供电流熄弧时间,并可在瞬时故障快速恢复三相供电。

3) $1\frac{1}{2}$ 断路器,当线路任一断路器检修,停用该断路器重合闸时,则留下运行的断路器及重合闸,仍单独执行重合闸的任务。这是 $1\frac{1}{2}$ 断路器的一个优点。如 500kV 核增线,当一个断路器检修时,留下运行的断路器仍能执行重合闸的任务。

4) MGAA 具有自锁跳闸继电器 TLO,它是国外喜欢用的一种出口跳闸继电器,它带掉牌及用按钮电复归。经 TLO 三跳的情况下,说明了线路发生非全相再故障或永久性故障,在未查清故障情况时,一直闭锁住重合闸,只有查清情况后,人为有意识地用按钮复归 TLO 继电器,再投入重合闸。(下转 56 页)

有的要专门加入辅助工作电源。用于低电压的或电流型继电器，就要求加入专门的工作电源才能使执行元件正常工作，继电器设有引入端子，工作电源一般采用直流（或交流）控制电源。目前，也有厂家生产出了不用外加工作电源的 2A 以上的过电流继电器。

时间或带有时间元件的继电器和用被测信号作工作电源的继电器，不专门设工作电源引入端子。

因此，采用上述新型继电器替换老的量度继电器时，除注意安装方式、外形尺寸、技术

参数外，还应注意要否工作电源及选定工作电源的类型和电压等级。

4 结束语

新的控制保护元件将会更多地置换老式元器件，并取代其地位。熟悉新式元器件的特点和技术参数，在替换中才能取得事半功倍之效。

陈远鹏，男，1941 年生，高级工程师，主要从事电气二次线的设计工作。

SOME QUESTIONS IN REPLACEMENT OF CONTROL AND PROTECTIVE ELEMENTS

Chen Yuangpeng (Chongqing Power Design Institute, Chongqing, 400030)

(上接 45 页) 设计人员，对复杂的间断性故障考虑不周，以致本次误动。建议厂家对全国正在运行的该装置进行更改，以确保系统的稳定、安全运行。

曹险峰，男，1971 年生，工程师，从事电力系统继电保护及自动化设备的运行监督工作。

苟同江，男，1971 年生，助理工程师，从事电力系统继电保护及自动化设备的运行监督工作。

CAUSE ANALYSIS AND COUNTERMEASURE ON THE MALOPERATION OF MICROPROCESSOR-BASED TRANSFORMER PROTECTION UNDER COMPLEX FAULT

Cao Xianfeng, Gou Tongjiang (Wujiang du Power Plant of Guizhou Province, 563104, Wujiangdu, China)

(上接 48 页)

5) MGAA 线路重合闸投运以来，运行正常。

张华贵，男，1934 年生，高工，长期从事电力系统继电保护的设计工作。

THE FEATURE OF 500kV LINE RECLOSER FOR DAYAWAN NUCLEAR POWER STATION

Zhang Huagui (Guangdong Power Design Institute, Guangzhou, 510600)

Abstract Nuclear power generating set of large capacity adopts UHV 500kV power transmission. To avoid the severe rush of the three-phase recloser which switches on multi-phase permanent fault, it is suitable to use single-phase recloser. In order to improve the operational reliability of the single-phase recloser, it is appropriate to use the simple and reliable recloser. This paper introduces the 500kV line recloser used for the Dayawan nuclear power station—MGAA line recloser from British Reyrolle Company.

Keywords Nuclear power station 500kV Recloser