

断路器新型限流电路的探讨

许志红, 张培铭, 吴功祥

(福州大学电气系, 福建 福州 350002)

摘要: 介绍在断路器中使用的新型限流电路, 其满足了电力系统中限流技术的要求, 大大提高了断路器的可靠性和分断能力, 是很有前途的限流方案。

关键词: 限流; 故障检测; 固态开关

中图分类号: TM56

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2001)06-0023-03

1 绪论

近年来随着经济的发展和城市大规模的用电需求, 在电能需求不断增大情况下, 建立高效可靠的电力系统是当今人们追求的目标。为了满足这种要求, 断路器的限流技术正越来越多地受到人们的关注。

1993年, 在日本召开的第57届电力能源会议上, 就已经有人提出了限流断路器的想法。其限流装置是由主电路开关(一般采用高速真空开关)、与主电路开关并联的固态开关(大多是GTO开关管)、能量吸收元件、故障检测电路、控制电路以及开关管的驱动电路所组成。在早期的限流装置中, 当系统发生故障时, 由故障检测电路检测到故障信号, 并发出控制指令使固态开关闭合, 同时打开主电路开关。当主电路开关触点分断时, 主电路中的电流将转移到固态开关支路上。此后, 关断可控硅的门极信号, 使固态开关关断。

然而, 在早期的装置中, 主电路开关和GTO开关管是采用并联的方式连接的, 完全未考虑关断GTO管的控制时间, 同时如果故障电流超过GTO管的开断能力时, 此装置将失去控制, 后果严重, 这是其不足之处。

所以, 当故障电流转到固态开关上时, 应考虑主开关(即真空开关)电弧电压的不稳定因素, 取一合适的时间开始换流, 并且适当延长换流时间。如果换流后的电流超过了固态开关的断流能力, 那么也可采用功率转换电路, 来限制短路电流。

考虑到固态开关的断流能力, 应当提供一个辅助断路器与主断路器串联来共同构成限流断路器。

为了实现限流断路器的功能, 本文所介绍的线路包含一个主电路开关(真空断路器); 一个故障检测电路(检测与主电路连接处的故障情况), 判断故

障时间的指令电路(在检测电路发出故障信号时, 命令主电路开关打开以及固态开关闭合), 换流检测电路(监控固态开关中的电流信号), 断路器驱动电路(当换流检测电路检测到换流信号, 并判断电流是一个适合换流的电流值时, 驱动固态开关工作)。见图1。

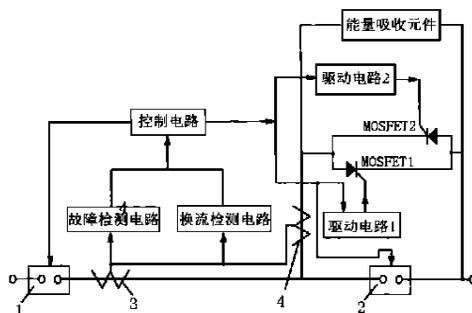


图1 工作原理框图一

另一种限流方案包含一个插入主电路中的固态开关, 一个与固态开关并联的限流阻抗元件, 能量吸收元件, 故障检测电路, 控制电路, 电流检测元件(电流互感器)。见图3。

当电力系统发生短路故障时, 短路电流在4~8ms内将达到其峰值, 如果使电流在达到其峰值电流前将其开断, 就可有效地限制短路电流, 起到良好的限流作用。将电流转入固态开关, 由固态开关关断电路, 就可达到限流的目的。下面就详细介绍采用此线路的限流断路器的原理框图及工作原理。

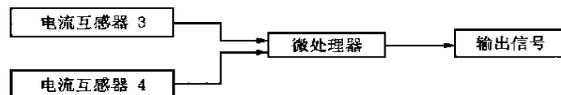


图2 故障检测与换流检测电路示意图

2 线路原理图及工作原理分析

在电力系统中短路电流的检测, 主要有以下两

种方法:1)电流值,2)电流值及电流变化率的检测,在限流技术的运用中,若仅仅采用电流值的检测,此时短路电流已达较大数值,加之在开断滞后的时间段内,短路电流不断上升,一方面会造成开断困难,另一方面由短路电流造成的热效应及电动力也大大增加。随着现代化配电网的飞速发展,城市网更多地采用了环网供电,使得短路电流值进一步提高,这就要求系统能够尽早检测出短路电流,提高系统的可靠性。短路故障产生时,实际到达短路电流峰值的时间与短路瞬间相位、功率因数及故障点在电力传输线上的位置有关。减少电流开断时间,可以起到限流作用,开断时间越早,限流作用越大。为此,介绍如下方案,可以有效地起到限流作用。

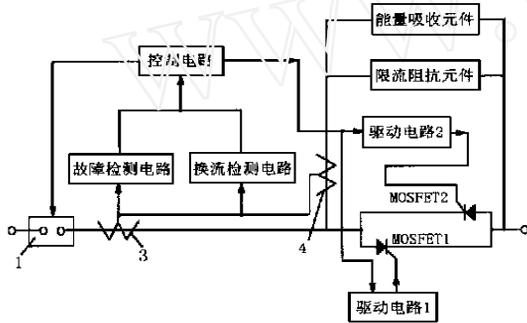


图3 工作原理框图二

1) 辅断路器与主电路开关串联的电路

从图1可以看出,该线路是由电流互感器3、4,故障检测电路,换流检测电路,驱动电路1、2,控制电路以及能量吸收元件组成。辅断路器1与主电路开关2串联接在主电路上,反向并联的MOSFET1与MOSFET2组成固态开关。当系统正常工作时,主电路电流由闭合的辅断路器开关和主电路开关串联的电路中流过。当系统发生故障时,由电流互感器3、4检测出故障电流信号,送给故障检测电路、换流检测电路,由控制电路决定是否进行电路换流控制,再由控制电路对驱动电路1、驱动电路2实施控制,在合适的时刻将主电路开关2打开,同时固态开关MOSFET1、MOSFET2导通,电流转移,一段时间后,由控制电路发出信号关断开关管,从而达到限流开断的目的。但是,当开断电流超过固态开关的断流能力时,辅断路器投入使用,由辅断路器的开关分断电路。由于采用了换流措施,使实际开断电流大大减少。

固态开关MOSFET1、MOSFET2反向并联,它们的门极开关信号分别由驱动电路1、

驱动电路2提供。电流互感器3、4用来检测故障电流及换流电流,给故障检测电路及换流检测电路提供动作信号。

故障检测电路与换流检测电路是由微处理器为核心的状态检测电路组成,见图2。故障检测电路内部含有电流监控、过电流设定等部分。电流监控部分可对电流互感器3、4检测到的电流进行处理。过流设定部分是用来判断电路电流的大小,处理有关的过流值(如短路故障电流值)。微处理器还可通过对监控部分所测的电流值与设定电流值的比较,来判断是否发生短路故障。

判断故障有效的方法是检测电流的变化率,可以通过电流监控电路来实现。

换流检测电路可以判断换流电流及控制合适的换流时间并控制固态开关的动作状态。

2) 含有限流阻抗元件的限流电路

由图3可以看出,固态开关MOSFET1、MOSFET2直接插入主电路,固态开关与限流阻抗元件、能量吸收元件并联替代了图1的主电路开关2。当故障检测电路检测到故障发生时,关断固态开关。此时限流阻抗元件、能量吸收元件电路已经发生作用,开关1可以轻而易举的分断电路,起到了良好的限流效果。

3 控制流程图

在图1电路的基础上,完成其控制与换流过程。参见图4、图5。首先,由故障检测电路判断是否发生故障。一旦故障发生,起动换流控制系统,同时主电路开关2打开,固态开关导通。由换流检测电路判断换流信号是否正常,如果正常那么继续维持固态开关导通状态(由固态开关分断电路);否则起动

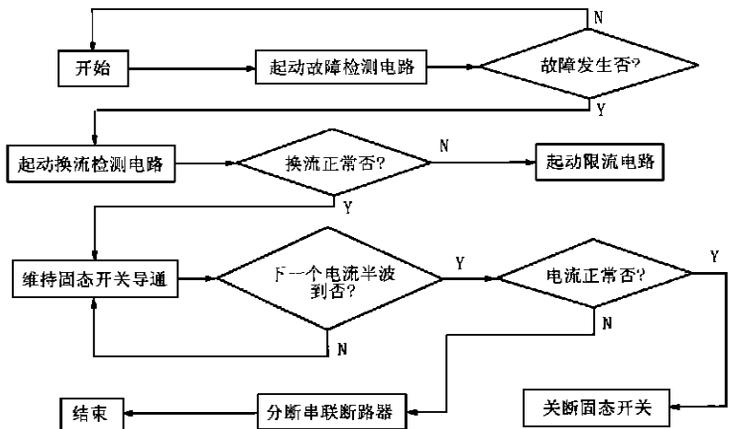


图4 控制流程图

限流电路(由辅断路器1分断电路)。下一个电流半波到来的时候,再一次判断电流是否正常,若是正常,分断固态开关;否则,分断辅断路器,过程结束。在此过程中,通过主电路开关2的电流如图5中曲线a所示,它将逐渐增大,在 t_1 时间内开关打开过程中形成的电弧,将产生电弧电压使主电路中电流逐渐减小(t_1 时间内)。而此过程中通过固态开关的电流如曲线b所示,在 t_2 时刻换流工作已经完成。换流操作开始后,主电路电流和流入固态开关的电流彼此交换,通过观察换流检测电路的输出电流即可得知换流过程是否正常。

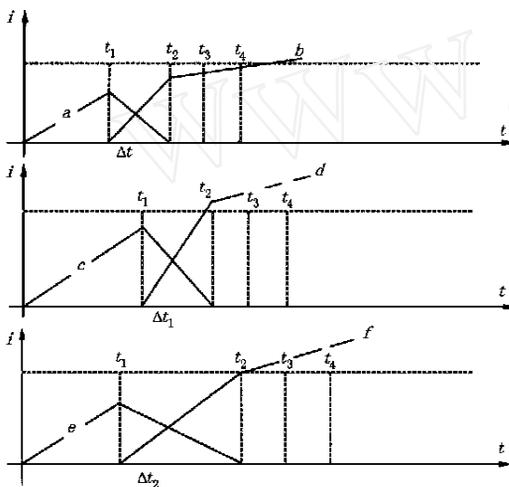


图5 换流控制示意图

当主电路电流和流入固态开关的电流都未超过预设电流值时,则固态开关在 t_3 时刻关断,开断电路在 t_4 时刻稳定。此时电平仍然低于控制标志电流电平,它表明固态开关的断流能力在允许范围之内。

另一种情况,在换流开始前有一长延(t_1 时间

较长),见图5中曲线c、d所示;或者换流时间 t_2 比较长,主电路电流将会超过过流预设值,正如图5中曲线e和f所示。此时换流检测电路将发出一个高电平信号,认为换流异常。即在低于控制电流情况下分断电路是不可能的,那么固态开关的导通状态将持续到下一个电流半周,此后,若是电流仍然无法达到固态开关的设定电流值,那么可由串联的辅断路器来分断电路,固态开关得到保护,固态开关的可靠性大大提高。

4 结论

限流技术的研究领域,是一个广泛的领域。它给传统的断路器提供了一个广阔的发展空间。以电力电子技术为基础的限流方法,在配电系统中具有十分广阔的前景。

本文提出的新型限流线路,具有可靠性高、性能稳定、开关速度快、体积小、功耗小等一系列优点。

21世纪的电器必将是智能化为主的电器。综合各方因素,用系统的方法解决问题,使限流技术实现飞跃,是广大电器同行们的共同目标。

参考文献:

- [1] 钱杞,张培铭. 低压交流断路器的限流技术. 低压电器,2000,(3).
- [2] 陈德桂. 低压断路器中的限流新技术. 低压电器,1990,(1).
- [3] CURRENT LIMITING CIRCUIT BREAKER, United States Patent, Mar. 10, 1998.

收稿日期: 2000-11-10; 改回日期: 2000-12-22

作者简介: 许志红(1963-),女,硕士,副教授,从事智能电器的研究; 张培铭(1943-),男,博导,主要从事智能电器的研究; 吴功祥(1973-),男,助理实验师,主要从事智能电器的研究。

Research on a current limiting circuit in circuit breaker

XU Zhi-hong, ZHANG Pei-ming, WU Gong-xiang

(Fuzhou University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: This paper presented a new current limiting circuit about circuit breaker. It has met a demand for current limiting technologies in the electric power system. It is improving the reliability and switching ability of the circuit breaker. It is a good current limiting scheme.

Keywords: current limiting; fault detecting; solid-state switch