

某变电站10 kV电容器组断路器控制回路优化设计

石侃¹, 黄坤², 董金涛¹, 李作庆¹, 张元¹

(1. 云南电网有限责任公司德宏供电局, 云南 德宏 678400; 2. 宁波天安设备安装工程有限公司, 浙江 宁波 357400)

摘要: 某110 kV变电站有4台10 kV电容器, 其断路器为ZN63A-12(VS1)型柜内手车式断路器, 相对于其他常规的断路器控制回路, 该断路器控制回路多出了一个PCD电路板。据历史数据统计, 2017年全年, 由于PCD电路板故障, 导致4台电容器控制回路断线故障达8起, 且都与PCD电路板件损坏有关, 严重影响了设备的安全稳定运行, 且增加了运维成本。为此, 针对此类故障进行分析, 并对该断路器控制回路进行优化。

关键词: 断路器; 控制回路; PCD电路板; 桥型整流器

Optimal design of 10 kV circuit breaker control circuit in a substation

SHI Kan¹, HUANG Kun², DONG Jintao¹, LI Zuoqing¹, ZHANG Yuan¹

(1. Dehong Power Supply Bureau of Yunnan Power Grid Co., Ltd., Dehong 678400, China; 2. Ningbo Tian'an Equipment Installation Engineering Co., Ltd., Ningbo 357400, China)

Abstract: A 110 kV substation has four 10 kV capacitors, and its circuit breaker is ZN63A-12 (VS1) cabinet handcart circuit breaker, compared with other conventional circuit breaker control circuit, the circuit breaker control circuit has one more PCD circuit board. According to historical data statistics. In the whole year of 2017, the failure of PCD circuit board resulted in 8 disconnection failures of 4 capacitor control circuits, all of which were related to the damage of PCD circuit board parts, which seriously affected the safe and stable operation of the equipment and increased the operation and maintenance costs. Therefore, this kind of fault is analyzed and the circuit breaker control circuit is optimized.

Key words: circuit breaker; control circuit; PCD board; bridge rectifier

0 引言

某110 kV变电站用10 kV无功补偿装置电容器组, 据历史数据统计, 该10 kV无功补偿装置4台电容器的ZN63A-12(VS1)型断路器控制回路断线故障在一年内发生了8起, 对变电站及部分设备的安全稳定运行造成了较严

重的影响, 同时增加了运维的人力物力成本。本文针对此类断路器控制回路断线故障的原因进行总结分析, 发现控制回路断线的原因有两种, 一是断路器控制电源空气开关在断开状态, 合空气开关即跳开, 有明显短路现象; 二是分、合闸回路的控制回路断线。在此分析的

基础上, 对该断路器控制回路进行优化。

1 故障分析

4台电容器的断路器均采用ZN63A-12(VS1)型柜内手车式断路器。该断路器的控制回路中包括桥型整流器。继电保护专业人员每次到现场处理该故障缺陷, 发现造成故障的原因均为该断路器控制回路中PCD电路板上的整流元件发生故障, 更换新板件后该断路器控制回路断线即复归, 故障缺陷消除。经查明, 控制回路断线的原因均为桥型整流器的二极管元件损坏, 桥型整流器发生故障后导致断路器无法正常工作。造成这一问题的主要原因是由于电容器无功补偿装置操作频繁, 投、切时产生较大的冲击电压和电流导致二极管短路或断路, 引发桥型整流器部分故障, 最终导致断路器控制电源中断。

相对于其他常规的断路器控制回路, 该断路器控制回路中多出一个PCD电路板, 如图1所示。

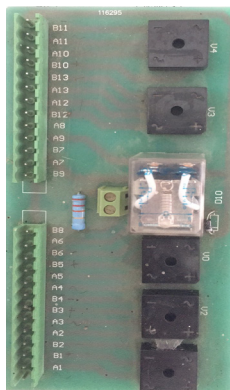


图1 PCD电路板实物图

Fig. 1 Physical picture of PCD circuit board

该PCD电路板由桥型整流器和一个JQX-13F的继电器构成。控制回路断线的原因均为该桥型整流器的某一个二极管元件发生损坏。断路器在对电容器投入的瞬间会发生短暂的充电过程, 该过程相当于一个短路的暂态过程, 对于正好处于较高电压相位的某相会产生较大的冲击电流流过开关触头, 同时, 由于限流电抗器的存在, 又会因阻容振荡产生较高的谐波

过电压, 这是造成电弧成倍增加的根本原因。电容器组在断开前已经被充电, 自身具有一定的电压, 开关接到分闸指令后断开, 电弧熄灭, 外部线路为随着时间而不断变化极性的交流电压, 因此开关断开后将承受反向的电压, 使开关断口承受两倍的正常线路电压, 因此电容器无功补偿装置操作频繁, 投、切时会产生较大冲击电压和电流, 会导致二极管短路或断路。

2 PCD电路板工作原理

下面针对该PCD电路板工作原理进行分析。

2.1 桥型整流器

桥型整流器由4个二极管组成, 其原理图如图2所示。

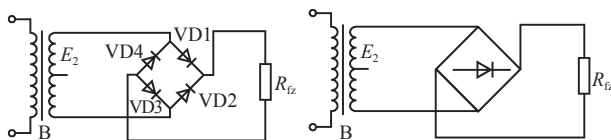


图2 桥型整流器电路图

Fig. 2 Circuit diagram of bridge rectifier

从图3中可以看出, VD1、VD3构成一组正极性全波整流电路, VD2、VD4构成一组负极性全波整流电路。该桥型整流器的作用是将交流电整流成为直流电, 为断路器操作机构提供电源, 用于断路器的分、合闸及储能回路等, 主要适用于早期变电站内无直流电源系统的场景。

由于当前变电站内基本都配置了直流电源系统, 在断路器控制系统中设置整流回路反而增加了可能的故障点, 提高了设备故障率。因此, 针对目前的应用环境, 有必要对现有的断路器控制回路进行改进。

2.2 继电器

PCD电路板的另一个元器件为JQX-13F继电器, 其接线如图4所示。

图4中, 7、8为继电器的线圈; 1、5和2、6为常闭触点; 3、5和4、6为常开触点, 应用于合闸闭锁回路中。

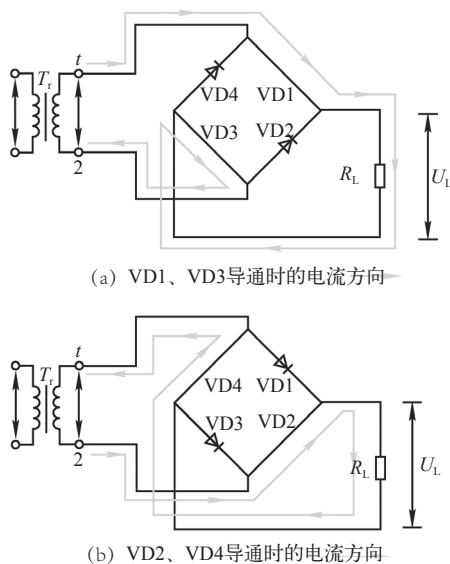


图3 桥型整流器工作原理

Fig. 3 Working principle of bridge rectifier

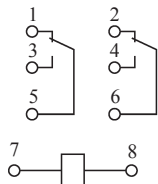


图4 继电器接线图

Fig. 4 Wiring diagram of relay

3 优化方案

根据以上分析,在该控制回路中完全可以取消PCD电路板中的4个桥型整流器,保留JQX-13F继电器的功能。所涉及的4个回路如图5所示,分别为分闸回路、合闸回路、储能回路和闭锁回路。

将以上4个回路的桥型整流器取消后,其控制原理如图6所示。

对改进后的断路器进行相关特性试验以及包括回路电阻、分闸线圈和合闸线圈等电压测试,结果表明断路器的分闸回路、合闸回路、储能回路和闭锁回路功能均正常,不影响实际应用,满足相关标准和规定的要求,且投运后,运行情况良好,故障率大大降低。

通过对该断路器控制回路进行优化设计,取消控制回路中的桥型整流器后,能够有效避免无功补偿装置投、切频繁操作导致的由于二极管损坏而造成的控制回路断线故障,有效减少了故障隐患,提高了变电站中电容器组的运行可靠性。

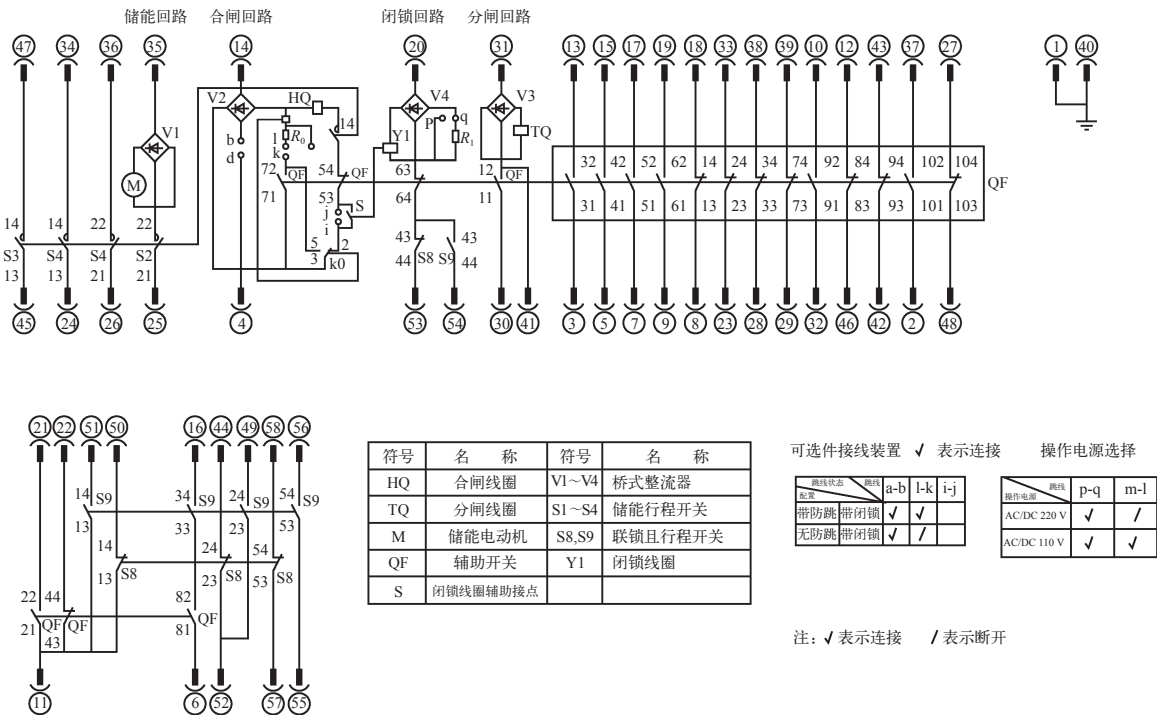


图5 控制回路线路图

Fig. 5 Circuit diagram of control circuit

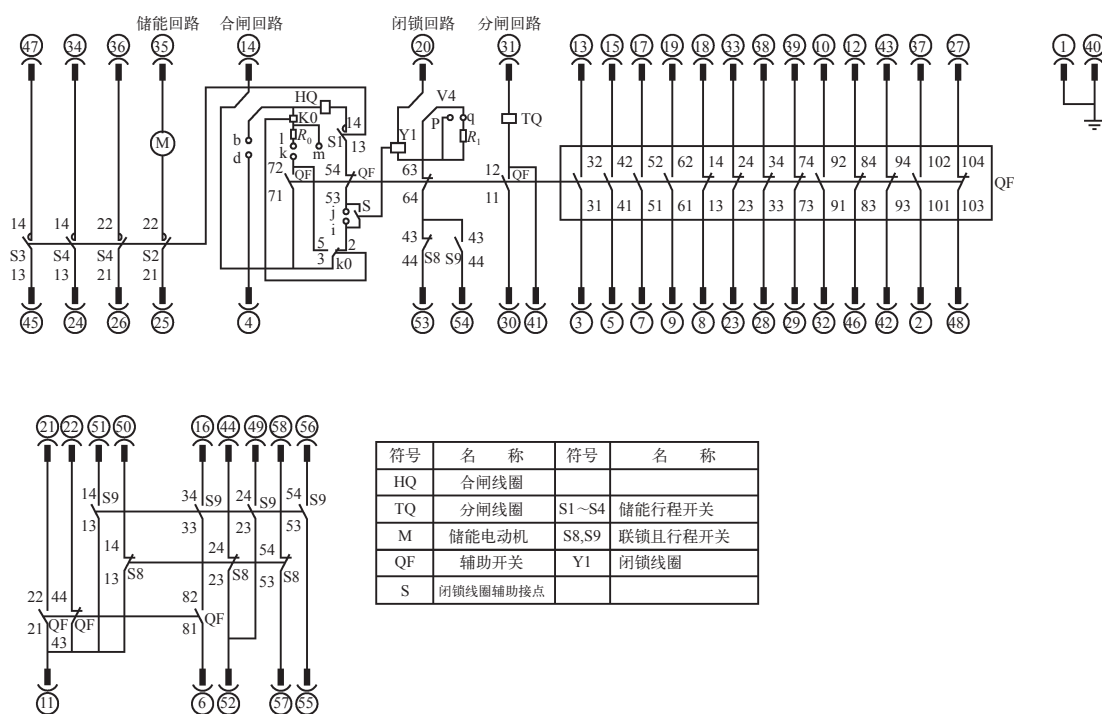


图6 改进后的控制回路线路图

Fig. 6 Circuit diagram of the improved control circuit

4 结束语

通过对ZN63A-12(VS1)型柜内手车式断路器控制回路进行改进,取消了该断路器控制回路中的桥型整流器,避免了由于无功补偿装置投、切频繁操作造成的元件损坏,进而导致控制回路断线,提高了该变电站电容器组的运行可靠性,降低了运维成本,取得了一定的经济效益。

参考文献

- [1] 韩少卫,姚晖,苏建明,等.一起10 kV并联电容器组断路器异常跳闸分析[J].电力电容器与无功补偿,2015,36(4):18-21.
- [2] 张硕颖,金文东.10 kV电容器组断路器控制失效

的分析与处理[J].低压电器,2010(18):54-57.

- [3] 崔勇,王川,牛满萍,等.10 kV电容器组专用断路器控制回路优化设计[J].工矿自动化,2012(10):71-73.

作者简介



石侃

石侃(1988-),男,工程师,主要研究方向为电力系统继电保护。

黄坤(1981-),男,工程师,主要研究方向为电力设备制造及检测维护。

(收稿日期:2020-03-21)EA