

一起 330 kV 断路器偷跳事件的分析及改进

王德志

(武威供电公司, 甘肃 武威 733000)

摘要: 针对 330 kV 断路器一起分相跳闸事故, 分析了跳闸因保护永跳回路电缆过长、分布电容过大在直直接地时发生“偷跳”, 提出了长电缆跳闸回路应增大出口中间继电器的动作功率, 并使其动作电压大于 60%而小于 70%的额定直流电压, 在设计电缆的走向时, 应将启动跳中间继电器的电缆(操作箱 R 端、Q 端所接电缆)远离强干扰源。

关键词: 断路器; 直直接地; 偷跳; 改进; 功率

Analysis and improvement of a 330 kV circuit breaker's non-fault trip

WANG De-zhi

(Wuwei Electric Power Company, Wuwei 733000, China)

Abstract: This paper analyzes that the cause of a 330 kV circuit breaker's non-fault-trip is that the length of the cable in protection loop is too long and the distributing capacitance of the cable is too big when the situation of DC power supply is short to the ground. And it also puts forward that action power of starting middle relay should be increased and the action DC voltage is between 60% and 70% of the rated DC voltage in this situation, and the cable connected to operation box terminal R and Q for starting to make middle relay trip operation should be away from strongly interfering supply source when the directions of the cables are designed.

Key words: circuit breaker; DC grounding; non-fault-trip; improvement; power

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)05-0119-02

1 事故经过及分析

2007 年 330 kV 变电站一个半接线的边断路器 3322 断路器(主变高压侧边断路器)三相跳闸, 造成局部电网与主网解列。根据当日变电检修人员工作情况, 排除了由于人员现场工作失误导致开关跳闸的因素,(主变保护小室、边断路器断控装置室均锁门)在跳闸过程中后台机及保护装置无任何出口信号, 录波器无突变量启动。

事故后初步分析 3322 断路器 A、C 相首先偷跳(当时后台上报直流系统大约有 3 分钟的接地信号), 经过 2 188 ms 后, 3322 断路器 CSI121A 断控装置三相不一致保护出口, 跳开 3322 B 相开关; 系统出现的零序电压是在 3322 开关 A、C 相跳闸后三相不平衡引起。

由于 3322 开关属于 # 2 主变保护边开关, 主变保护屏在主变保护小室, 而 3322 断控装置位于开关场 330 kV 保护小室, 主变保护屏至断路器控制装置约 140 m 远的距离。3322 断路器主、副跳的永跳回路分别接有四根二次电缆, 主、副跳电缆长度分别

约 140 m, 永跳 R33I 端子对地电容值为 117 nF, 永跳 R33II 端子对地电容值为 113 nF。当时 3322 断路器跳闸的同时直流系统大约有 3 分钟的接地信号(直流接地或交流混入直流系统均发直流接地信号, 直流绝缘检查装置采用 WZJD-5A 型微型直流检测仪), TJR1 与 TJR2 相比, 因为 TJR1 并接有手跳继电器 STJ 的并联分流回路, TJR1 在此情况下更有误出口的可能性, 根据 TJR1 启动值试验, A 相动作电压 128 V、B 相 142 V、C 相 126 V, TJR1 的 A、C 相较 B 相出口动作均灵敏一些, 与故障时记录信号吻合, 根据厂家试验结果, 在 FCX-22J 操作箱在跳闸端子对地电容大于 70 nF 时, 在有或交流混入直流系统时, 将导致出口跳闸继电器误动作。现场模拟直直接地和交流混入时, 与当时跳闸情况吻合, 同时对 WZJD-5A 微机型直流绝缘检查装置进行了检查试验, 排除了由于绝缘检查装置自身引起断路器偷跳的可能性。确定事故为直直接地时, 断路器偷跳。

下面对直直接地时, 高压断路器偷跳进行分析: 大型变压器高压断路器跳闸回路主要有两组永

跳保护出口继电器，TJR1 为 I 路跳闸出口中间继电器，TJR2 为 II 路跳闸出口中间继电器，它们两组的线圈启动主要是靠双重化的两组主变保护(差动、三侧后备、非电量保护，母线保护、失灵等)来启动。各路永跳出口中间继电器线圈启动后，其动作后接点接通断路器的跳闸回路实现断路器跳闸。

众所周知，330 kV 及以上的变电站直流回路众多，其分布范围很广，对地分布电容亦大。另外，随着微机保护应用的增多，由于抗干扰电容的增多，直流回路对地电容往往很大。有分布电容时断路器跳闸启动回路的简化示意图如图 1 所示。

图 1 中，TJR 为跳闸出口中间继电器，101、102 分别直接流电源的正极与负极， C_1 、 C_2 、 C_3 为直流系统对地的分布等值电容。

通常，变电站直流电源的额定电压为 220 V。由于直流绝缘测量仪表的接入，正常工况下直流系统对地电压为 110 V 左右，即图中 A 点对地电压为 +110 V，而 B 点及 C 点对地电压为 -110 V 左右。

当直流电源的正极突然接地，地电位由 +110 V 突然升到 220 V；由于电容上的电压不能跃变，图中的 B 点电位将升到 110 V。此时，瞬间有约 110 V 的电压加在 TJR 的两端。当 C_2 电容足够大，而 TJR 的动作电压又很小时（测量表明，有的动作电压为 60~80 V），TJR 继电器将动作，又由于 SF₆ 断路器动作速度快及动作功率小，很容易偷跳。

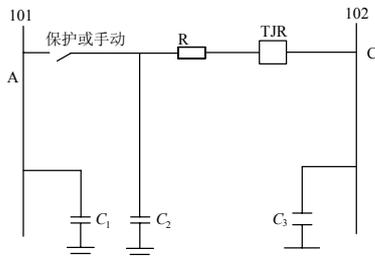


图 1 有分布电容时断路器跳闸启动回路简化示意图

Fig. 1 Simplified circuit of breaker trip start when the distributed capacity exists

通过实验手段，我们对这次事故的出口回路进行了模拟实验，在 A 点进行间歇性模拟直流正接地

现象，在多次试验中，其中一次 I 路跳闸出口中间继电器 TJR1 动作，这说明上述跳闸事故以及理论分析成立。我们与厂家对出口回路进行了改造，增大出口中间继电器的动作功率，并使其动作电压大于 60%而小于 70%的额定直流电压（动作电压为 132~154 V），增大动作电流；改造保护永跳 TJR1 和手跳 STJ 的并联分流回路。通过反复多次直接地模拟，没有出现出口中间继电器误动现象。

2 结论

综上所述，断路器偷跳原因为保护跳闸回路对地分布电容过大，在发生直接地时出口继电器误动。

为防止 SF₆ 断路器偷跳，应采取以下措施：

(1) 增大出口中间继电器的动作功率，并使其动作电压大于 60%而小于 70%的额定直流电压，增大动作电流；改造保护永跳 TJR1 和手跳 STJ 的并联分流回路。

(2) 采用抗干扰能力强而无抗干扰电容的微机保护装置，以减小二次回路的对地电容；开展操作箱 R 端、Q 端对地电容测试，当电容量大于 30 nF 时，应采取措施，对断控装置的操作箱进行更换出口插件或采取相应的措施。

(3) 在设计电缆的走向时，应将启动跳中间继电器的电缆（操作箱 R 端、Q 端所接电缆）远离动力电缆；应针对二次小室分布式设计中存在的断路器永跳回路电缆过长、分布电容过大的问题采取相应的防范措施，尽量使保护柜的位置设计合理，减少电缆过长、分布电容过大的问题。

(4) 应加强对电缆沟、端子箱等易受潮湿的设备进行检查，防止因受潮引起直流接地引发此类事故。

收稿日期：2009-03-28； 修回日期：2009-05-01

作者简介：

王德志 (1974-)，男，本科，工程师，从事继电保护专业技术管理工作。E-mail: wdz8605800@sina.com