

龙门滩水电站 10kV 真空断路器单相击穿

原因分析与对策研究

苏培庆

(泉州市龙门滩水资源调配中心, 福建德化 362500)

【摘要】 本文通过分析龙门滩水电站 10kV 真空断路器的一次雷击击穿事故的经过, 探讨真空断路器雷击击穿的产生原因, 提出几点对策与建议。

【关键字】 10kV 真空断路器; 击穿; 爆炸; 对策

1 引言

随着电力系统的迅速发展, 真空断路器在电站的使用已经得到了普及, 电力从业人员应加深对真空断路器的了解, 熟悉常见的故障, 采取预防措施, 提升电站运行的可靠性。本文将详细介绍龙门滩水电站一起 10kV 真空断路器单相击穿事故经过, 分析事故的产生原因, 并提出几点对策与建议。

2 事故经过

一日傍晚龙门滩二级水库区域为雷雨天气, 龙门滩一级电站 914 开关柜冒烟, 并发出警报, 龙门滩一级电站 10kV 接线图见图 1。

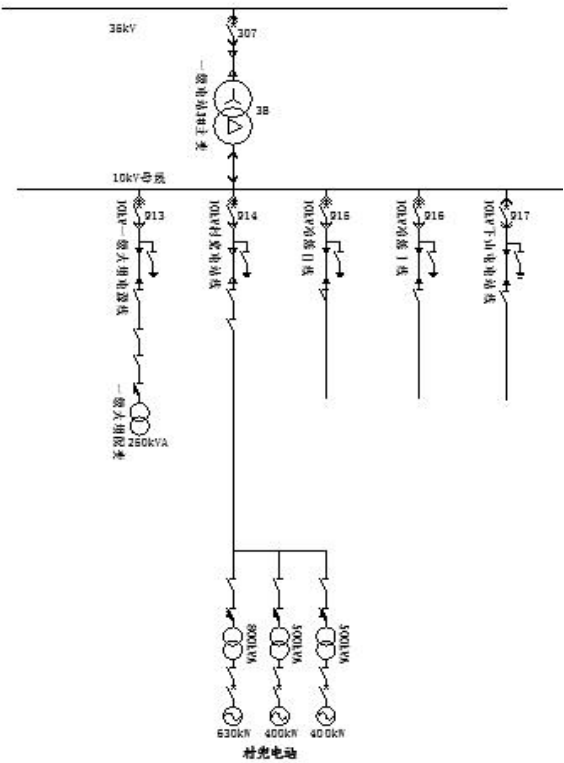


图 1 一级电站 10kV 接线图

现场运行人员检查后发现, 914 开关本体下侧 C 相真空管爆裂击穿, 断路器室内已全部烧黑, 断路器处于断开位置, 如图 2 所示。



图 2 断路器 C 相击穿

3 事故产生原因

事故发生时该区域处于雷雨天气，故障为雷击引起，914 断路器保护动作跳闸，在断路器开断时，真空泡无法正常灭弧，导致 C 相断路器触头间隙被击穿，最终断路器被击穿爆炸。

3.1 核查选型计算结果

查询龙门滩一级水电站增效扩容改造工程初步设计报告，关于 10kV 三相短路电流计算如下：

三相短路电流计算成果

Sj=100MVA， Uj=Up

单位：kA

短路点平均电压	电源名称	短路电流周期分量起始值 I _o (kA)	短路电流有效值 I" (kA)						短路电流峰值 ich (kA)
			0.1 秒	0.2 秒	0.4 秒	1 秒	2 秒	4 秒	
10 (kV)	系统	4.431	4.414	4.464	4.548	4.571	4.572	4.572	11.281
	1F	1.069	1.019	1.034	1.081	1.207	1.289	1.299	2.72
	2F	1.069	1.019	1.034	1.081	1.207	1.289	1.299	2.72
	总计	6.569	6.452	6.532	6.71	6.985	7.15	7.17	16.721

914 断路器型号为福州天宇电气股份有限公司研发的 VB5 户内高压真空断路器，有关参数如下：

VB5 户内高压真空断路器主要参数

序号	项目	参数
1	额定电流	630A
2	短路开断电流	25kA
3	额定关合电流（有效值）	63kA
4	额定短路开断电流开断次数	≥50 次

所选型号最高短路开断电流可达 25kA，额定短路开断电流开断次数 50 次。

3.2 真空断路器故障开断次数统计

经与现场运行人员核对统计，至事故发生的 4 年里，故障跳闸次数如下：

龙门滩一级电站 914 断路器故障开断统计

年份	914 断路器	913 断路器	915 断路器	916 断路器
2015	19	2	1	3
2016	20	4	4	6
2017	15	1	5	3
2018（截止事故）	14	3	2	7
合计	68	10	12	19

综合上表，914 断路器故障总开断次数 68 次，平均年跳闸开断次数达到了 17 次，而其他的如 913、915、916 的最高年平均跳闸开断次数仅约 5 次左右。而该型号断路器的额定短路开断电流开断次数为 50 次。

3.3 综合以上究其原因主要有：

3.3.1、龙门滩水电站 914 断路器故障跳闸次数多，操作频繁，真空泡内部容易积累金属气体污渍，降低真空的绝缘度，加速了真空泡的老化；另外对断路器的维护不到位，真空断路器在开断 50 次故障电流后即应更换真空泡。

3.3.2、龙门滩水电站 914 线路，其中有约 3 公里到 5 公里的线路都在山顶与山涧之间，地形环境较为复杂，灌木丛生，较容易招受雷击；同时线路维护不到位，未及时砍伐较高的树木，造成在雷雨天气经常性的接地，加上 10kV 线路避雷设施少，导致频繁跳闸。

3.3.3、断路器安装处为山区水库周边，环境因素较为潮湿，使用现场未安装除湿器，断路器运行环境较差。

4 对策与建议

4.1 在设备选型时应充分考虑应用场景，提高安全裕度，如操作频繁，跳闸开断次数较多且雷雨天气多的应选择可靠性更高的断路器，另外对频繁开断的断路器应建议每 1 年对真空泡的真空度进行检查与维护；对操作并不频繁的断路器应建议每 2 年进行一次检查及维护清洁^[1]；对开断短路故障电流 50 次的断路器应

更换真空泡。在电站大小修及设备维护时,加强避雷器、真空断路器等设备的预防性试验工作。

4.2 加强对山区线路的巡查,及时排除安全隐患,如灌木较高的应及时砍伐,容易招雷的线路应加装避雷器或换成防雷绝缘子,并且在 10kV 开关柜出口处装设金属氧化锌避雷器^[2]。

4.3 对在水库边的山区电站,由于运行环境较为潮湿,建议可加装除湿器,以改善断路器的运行环境条件。

4.4 在条件允许的情况下,可将处于山涧与山顶之间较容易引雷的线路,及部分灌木无法砍伐的线路引入地下,并做好绝缘处理。

5 结语

本次故障主要为真空断路器维护不到位,真空泡老化,加上雷雨天气线路遭受雷击,真空断路器在断开时无法正常灭弧从而导致真空泡被电弧击穿爆炸。主要预防措施即及时对真空断路器的故障开断次数做好统计并及时维护更换真空泡;并在开关柜出口处加装金属氧化锌避雷器;如断路器运行环境较潮湿应加装除湿器。

参考文献

- [1] 龚莉莉,叶盛 对 VB5 型 10kV 真空断路器检修的若干建议 [J]. 电工技术,2008 年 06 期:55-57.
- [2] 王永宁,李宏博,杜岳凡 架空线路雷击造成断路器断口绝缘击穿的实例分析 [J]. 电工技术,2019, (9):108-111.