

[断路器]

一起小动物引发的变电站35 kV断路器烧毁事故分析及对策

文/王晓辉 赵雨 柏小辉
国网冀北电力有限公司廊坊供电公司

通过一起由小动物引发的110 kV变电站35 kV断路器烧毁事故，对变电站故障现象、保护动作情况及事故处理过程进行记录，对事故发生原因进行总结分析，最后为避免出现同类故障提出了针对性防范措施。

近年来，防小动物工作已成为变电站安全生产中的一项重要任务^[1]。据事故调查统计发现，由于老鼠、野猫等小动物触碰断路器等一次带电设备而引发的电气设备跳闸、故障的事件频繁发生^[2-3]。2023年9月12日凌晨，某变电站1、2号主变压器保护动作，母联345开关、1号主变压器中压侧301开关、2号主变压器中压侧302开关跳闸。经站内人员现场勘察，此次事故由变电站内小动物引起，本文对此事故发生原因进行分析并提出针对性措施。

故障前运行状态

对故障发生前变电站运行状态进行分析，变电站内1号、2号变压器均正常运行，110 kV 4号母线经1号主变压器降压后为35 kV 4号母线、10 kV 4号母线供电，110 kV 5号母线经2号主变压器降压后为35 kV 5号母线、10 kV 5号母线供电。110 kV 4号、5号母线带电，母联145开关热备用；35 kV 4号、5号母线带电，母联345开关热备用；10 kV 4号、5号母线带电，母联245开关热备用。故障前现场一次设备接线方式如图1所示。

故障描述

2023年9月12日凌晨，某变电站发生故障，变电站110 kV 1、2号主变压器保护动作，母联345开

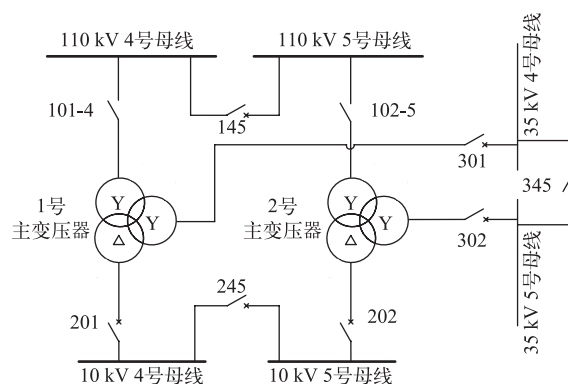


图1 某变电站一次接线图

关、1号主变压器中压侧301开关、2号主变压器中压侧302开关跳闸，35 kV 4号、5号母线失电。

检修人员进行现场勘察，发现变电站母联345开关A、B、C三相均有明显烧毁痕迹，并于母联345开关本体上发现一只野猫尸体。现场初步判断故障为野猫跳到母联345开关本体上，相间电弧起火，导致母联345开关的两侧套管发生相间短路，进一步导致A、B、C三相相间短路，引发断路器三相严重烧损，变电站1、2号主变压器保护正确动作。

对变电站1号、2号主变压器保护动作情况进行记录。



图2 变电站345断路器烧毁情况

1) 2023年9月12日4:08:54:869, 2号主变压器保护B套中压侧过电流一段1时限动作, 故障相别为A、B、C三相, 故障电流为19.986 A, 跳开中压侧母联345断路器, 300 ms后, 中压侧过电流一段2时限动作, 跳开中压侧302断路器。

2) 2023年9月12日4:08:54:871, 2号主变压器保护A套中压侧过电流一段1时限动作, 故障相别为A、B、C三相, 故障电流为19.955 A, 跳开中压侧母联345断路器, 315 ms后, 中压侧过电流一段2时限动作, 跳开中压侧302断路器。

3) 2023年9月12日4:08:55:238, 1号主变压器保护B套中压侧过电流一段1时限动作, 故障相别为A、B、C三相, 故障电流为24.851 A, 跳开中压侧母联345断路器, 313 ms后, 中压侧过电流一段2时限动作, 跳开中压侧301断路器。

4) 2023年9月12日4:08:55:247, 1号主变压器保护A套中压侧过电流一段1时限动作, 故障相别为A、B、C三相, 故障电流为24.472 A, 跳开中压侧母联345断路器, 303 ms后, 中压侧过电流一段2时限动作, 跳开中压侧301断路器。

事故原因分析

根据现场检查情况及保护动作情况, 检修人员初步判断为小动物造成35 kV母联断路器三相短路, 进而导致1号、2号主变压器保护动作。

一方面由于35 kV母联345断路器为LW8-35型落地罐式断路器, 高度较低, 野猫等小动物容易在设备上停留; 另一方面, 由于35 kV母联345断路器处于热备用状态, 当野猫由断路器一相跳到另一相时, 相间电弧起燃, 导致345断路器的两侧套管发生相间短路, 后发展为A、B、C相间短路, 引发断路器三相严重烧损。根据继电保护原理, 整组启动1.6 s后, 中压侧过电流一段1时限动作, 跳开中压

侧母联345断路器, 此时故障仍未切除, 0.3 s后中压侧过电流一段2时限动作, 分别跳开中压侧301、302断路器, 1号、2号主变压器保护正确动作。

现场检查无其他设备损伤, 主变压器油色谱分析试验合格, 保护动作正确, 于是送出35 kV 4、5号母线负荷, 将345开关退出运行。

改进措施

近期已发现多起由于小动物引发的LW8-35型断路器烧毁事故, 由于LW8-35型断路器为落地罐式断路器, 其结构设计使得小动物容易在断路器本体上得以停留, 增大了断路器烧毁的风险。因此, 对35 kV断路器进行改造, 将LW8-35型断路器更换为LW8-40.5AG内置CT式瓷柱式断路器, 使小动物难以在断路器本体上停留。

2023年9月20日, LW8-40.5AG内置CT式瓷柱式新断路器到达现场, 二次部分与原来保持一致, 对原345开关进行更换改造, 现场开关如图3所示。



图3 现场开关更换情况

母联345开关更换后, 检修人员首先对新断路器进行多次的分合闸操作, 确保断路器本体可以进行正常的分合闸操作; 接着对新断路器进行机械特性试验和回路电阻试验, 试验结果合格, 见表1, 满足设备安全运行条件。

表1 345新断路器试验结果

参数	厂家要求	试验值
合闸时间/ms	≤ 100	63.6/63.2/64.3
分闸时间/ms	≤ 60	34.5/34.8/34.1
合闸速度/(m/s)	3.2 ± 0.2	3.28
分闸速度/(m/s)	3.4 ± 0.2	3.51
合闸同期性/ms	≤ 3	1.1
分闸同期性/ms	≤ 2	0.7
回路电阻/ $\mu\Omega$	≤ 120	88.3/87.9/87.5

(下转第106页)

高效电机可提升电机系统效率2%~10%，材料结构优化、新型电机拓扑与新型工艺装备是提升电机能效的主要手段。

2) 智能控制是电机系统节能的新趋势，智能控制策略的应用可提升电机系统效率3%~50%，变频调速、预测控制算法与自适应控制技术在提升电机系统效率的同时，也提升了电机系统的运行品质。

3) 系统能效优化是电机系统节能的重要研究方向，除传统的系统匹配技术外，系统能效评估、系统协同设计及系统能量回收，是实现更高水平电机系统节能的重要技术措施。**EA**

(收稿日期: 2024-06-15)

参考文献

[1] 陈金刚, 王强. 高效电机节能设计要点和系统节能发展趋势 [J]. 电气防爆, 2022, (6): 9-11.

[2] 吕黎, 胡卓超, 劳文杰, 等. 超高效电机节能效果测量与分析 [J]. 武汉工程职业技术学院学报, 2022, 34 (4): 20-24.

[3] 左林岳, 朱嘉豪, 赵沂, 等. 高效电机节能系统推广与建议 [J]. 上海节能, 2022, (11): 1419-1422.

[4] 马小路, 王志雄, 段彦敏, 等. 高效电机及电

机系统推广效果分析 [J]. 电气传动, 2022, 52 (18): 10-16.

[5] 朱庭楼, 孙红庆. 智能高效节能电机系统应用与实践 [J]. 能源研究与利用, 2022, (4): 52-55.

[6] 陶丽楠, 王鹏凯, 李君, 等. 机泵系统节能分析方法探讨 [J]. 当代化工, 2022, 51 (7): 1709-1713.

[7] 陈伟华, 李秀英, 姚鹏, 等. 电机及其系统节能技术发展综述 [J]. 电器工业, 2008, 09 (4): 44-52.

[8] 李崇. 电机系统节能评价指标体系研究 [J]. 电机与控制应用, 2016, 43(10)74-77.

[9] 黄先锋, 宿伯萍. 电机系统节能在游梁式抽油机上的使用 [J]. 电机与控制应用, 2016, 43(10): 93-97.

[10] 张庆环, 王旭明, 王婧. 高效电机系统在节能诊断中的应用 [J]. 机电产品开发与创新, 2021, 34(5): 6-8.

[11] 秦宏波. 我国电机系统节能进展和对策 [J]. 电机与控制应用, 2010, 37(6): 1-4.

[12] 董振斌, 刘憬奇. 中国工业电机系统节能现状与展望[J]. 电力需求侧管理, 2016, (2): 1-4+20.

(上接第 86 页)

结束语

由于变电站特殊的地理位置与季节冷暖变化，变电站中野猫、老鼠和麻雀等小动物泛滥，当小动物在高压电气设备附近活动时，极易造成电气设备跳闸或故障，严重影响电网的安全稳定运行。因此，针对小动物造成的设备故障情况进行分析，制定有效的小动物防范措施具有重要意义。

本文针对一起小动物引发的变电站35 kV断路器烧毁事故进行分析，对设备故障前变电站一次设备运行情况进行介绍，描述故障发生后开关跳闸情况与母线失电情况，记录小动物造成电气设备故障时主变压器保护动作情况。针对此次事故进行分析，发现LW8-35型断路器结构设计存在固有问题，容易由小动物引发故障，对该型号断路器进行

更换。同时，为进一步确保变电站电气设备安全稳定运行，变电站运维人员应定期进行全站防小动物检查工作，将小动物隔离在变电站外，避免小动物再次造成变电站电气设备烧毁。**EA**

(收稿日期: 2023-12-19)

参考文献

[1] 胡东元. 小动物引起变电站主变压器跳闸分析 [J]. 农村电工, 2020, 28(1): 45.

[2] 侯方园, 郝力强, 韩建晖, 等. 一起10 kV高压开关柜烧毁故障分析[J]. 电气时代, 2020 (11): 51-52.

[3] 樊立攀. 110 kV变电所主变压器差动保护误动事故分析[J]. 电气时代, 2021 (2): 35-36.