

# 10kV 高压开关柜的故障及防范措施分析

廖浩

(湖南平高开关有限公司 湖南长沙 410006)

摘要: 电力系统在运行过程中, 会发生各种各样的故障, 如果不及时处理, 就会影响到电力系统的正常运行, 给社会带来不利影响。因此, 必须要加强对 10 kV 高压开关柜的故障分析, 及时采取防范措施, 消除故障隐患, 提高 10 kV 高压开关柜的运行效率。本文将重点对 10kV 高压开关柜的故障及防范措施展开分析。

关键词: 10kV 高压开关柜; 故障; 防范措施

## 1. 引言

10 kV 高压开关柜是电力系统的重要设备之一, 主要用于三相交流 50Hz, 3.6-12kV 电力系统中接受和分配电能, 并对电路起到控制、保护及监测等功能。

据统计, 在历次电网停电事故中, 因 10 kV 高压开关柜故障原因占了较大比重。保障用电的可靠性, 防止因设备故障导致的跳闸停电, 影响居民用电。因此, 为了确保在系统出现故障时, 电力设备和操作员的生命安全, 就需要加强对 10 kV 高压开关柜故障的判断能力, 以最快的速度将其排除, 确保电网的稳定运行。

## 2. 10kV 高压开关柜发生故障的原因

### 2.1 绝缘因素

10kV 高压开关柜绝缘材质、工艺水平、绝缘及阻燃性能参差不齐, 主要有如下问题: 1) 触头盒的屏蔽结构设计存在缺陷: 采用传统型屏蔽网, 缩短了高电位与活门间的距离, 且屏蔽网面积较大, 与树脂结合处难免存在间隙, 容易导致局部放电, 造成环氧树脂老化; 2) 穿墙套管设计不合理: 套管爬电比距不满足 20kV/mm 的要求, 且由于没有采用双屏蔽结构设计, 容易引起套管安装面与内部放电现象, 此外屏蔽线未正确安装在套管内侧, 长期放电引起绝缘破坏导致闪络; 3) 安装附件设计不合理, 在附件处有环氧料, 由于环氧和金属收缩不一致, 安装后排后与环氧不能完全贴平形成小气隙, 在运行中引起放电; 4) 绝缘材料选用不当, 如柜内主绝缘件不耐电弧、不耐高温、不阻燃、吸潮, 击穿强度低; 热缩套厚度不满足要求, 易老化开裂等。绝缘性能的参差不齐导致了大量开关柜绝缘击穿事故的发生。

### 2.2 局放因素

10kV 高压开关柜内结构紧凑, 电场分布复杂, 极易发生电场分布不均匀引起的设备放电事故, 影响设备的安全可靠运行。从调研情况, 设备放电故障占比最多的有如下几个原因: 1) 触头盒内部母排未进行倒角处理, 引起尖端放电; 2) 柜内金属尖端, 包括母排、接地开关、金属螺栓等放电; 3) 热缩套管使用不正确; 4) 母排搭接与接线盒不正确安装而引起放电; 5) 母排在套管与触头盒内安装位置不居中, 引起不均匀电场放电。需提升柜内电场分布均匀性, 减少设备放电事故发生。

### 2.3 温升因素

10kV 高压开关柜温升主要是由发热体产生热量、环境温度及柜体结构、工艺及材料自身属性等因素造成。具体原因如下: 1) 发热体产生热量、导电回路焦耳发热、导磁金属回路涡流损耗发热和全密封环氧树脂浇注互感器磁滞损耗发热; 2) 环境温度过高及金属封闭柜体外壳因防护等级要求造成开关柜发热不能及时传递导致温升严重; 3) 铜排加工工艺不规范、铜排装配/检修工艺不标准、不同金属受热膨胀效应差异、静触指与弹簧长期受力及高温状态下逐步发生永久性变形导致铜排搭接面或手车动触头接触面电阻逐步变大, 温升问题越来越严重。

10kV 高压开关柜向外传递热量的形式主要有对流换热、热辐射、热传导, 发热体产生的热量通过表面向外部空气进行对流换热和热传导传递热量。由于开关柜处于关闭状态, 发热部位的温度不易观察, 在大电流的作用下会长时间发热。随着时间的推移, 长期过热会引起绝缘部件绝缘性能下降, 严重时会导致较大安全事故, 必须引起重视。

### 2.4 人为误操作

电气运行人员在倒闸操作和停送电操作中, 很容易发生误操作事故。误操作所产生的后果轻则损坏设备, 重则发生人身伤亡及大面积停

电事故。误操作事故原因分析如下: 1) 人员因素。发生在开关柜的误操作在很多程度上是因为操作人员部严格执行操作票制度, 或者违章操作; 2) 技术措施不完备。五防功能不全。

## 3. 防范 10kV 高压开关柜故障的措施

### 3.1 提升绝缘性能的应对措施

选择最佳的绝缘结构和绝缘材料在配电开关设备提高可靠性起到了至关重要的作用。10 kV 高压开关柜内的绝缘件(如绝缘子、穿墙套管、触头盒等)应采用阻燃绝缘材料(如环氧或 SMC 材料), 严禁采用酚醛树脂、聚氯乙烯及聚碳酸酯等有机绝缘材料。对现有的触头盒、套管、绝缘子及相间绝缘隔板等绝缘件外形优化, 材质改进。通过电场仿真技术结合试验验证, 对局部电场集中缺陷进行结构优化设计, 合理选择绝缘件形状及尺寸, 降低电场不均匀系数。从而提高产品绝缘可靠性。

### 3.2 局部放电的应对措施

10 kV 高压开关柜所有绝缘件装配前进行局放检测, 单个绝缘件局部放电量不大于 3pC, 爬电比距 $\geq 20\text{mm/kV}$ 。母线制造安装严格按照相关规范进行倒角处理, 固定螺栓外露部分不得超过 3 齿, 母排搭接部分应保证搭接面齐平。在选择触头盒时, 选择屏蔽设计的触头盒, 以达到优化电场, 局放性能显著提升。

### 3.3 温升的应对措施

10 kV 高压开关柜选择合适的母线规格、使用无磁材料及穿心式电流互感器、关键部位增加风机及优化风道设计等措施可以解决开关柜温升问题。同时, 针对风机布置及风道设计, 整柜采用专门的气流通道, 各个隔室单独强制风冷, 风道清晰, 效果集中, 对重点冷却的密封极柱和隔离触头采用“贯流”风冷, 效果较好。

### 3.4 “五防”措施

10 kV 高压开关柜配备一系列的联锁装置, 能够防止出现危险局面和可能引起严重后果的误操作, 因此有效地保护了操作人员和开关柜。10 kV 高压开关柜采用电磁锁, 机械联锁, 五防程序锁, 这三种闭锁方式。以实现“五防”功能如下: 断路器在工作位置时, 手车拉不出; 断路器在试验位置时合闸, 手车不能推至运行位置, 金属活门不能打开; 断路器在工作位置接地闸刀不能合闸; 接地闸刀在合闸状态, 手车不能推至运行位置; 接地闸刀在分闸状态, 电缆室门不能打开; 手车隔离插头不到位, 断路器不能合闸; 线路侧有电时, 接地闸刀不能合闸; 接地闸刀在合闸位置, 手车不能推进; 母线带电时接地闸刀不能合闸。

## 4. 结语

总而言之, 10 kV 高压开关柜在电力系统的运行过程中起着非常关键的作用, 要想保证其工作的稳定性和安全性, 就必须对发生故障的原因进行持续地分析, 并构建出一套科学、健全的管理制度, 从环境、技术、安全距离及性能保护等多个角度对其进行有效的预防, 从而减少高压开关柜的故障发生率, 提升系统运行的安全性和稳定性。

### 参考文献:

- [1]韩鹏,王锐,李东全.10kV 高压柜的故障分析及防范措施[J].中国管理信息化,2020,23(09):109-110.
- [2]郭鹏飞.10kV 高压开关柜的故障及防范措施分析[J].数字通信世界,2018,(01):95+130.
- [3]杨功祥.10kV 高压开关柜故障原因分析及防范研究[J].中国高新区,2017,(19):82.