

## 10kV 开关柜技术故障及防范措施分析

沈春延

上海纳杰电气成套有限公司 上海

**【摘要】** 10kV 开关柜作为变电站基础技术设备，需要对 10kV 开关柜相关应用进行深入研究。本文将 10kV 开关柜技术故障作为研究对象，确认故障情况，分析具体原因，从规范安装作业、检查电气接口、统计操作次数、温度变化监测等维度，提供 10kV 开关柜技术故障防范措施，旨在为更多变电站提供技术指导，保障 10kV 开关柜的稳定运行。

**【关键词】** 10kV 开关柜；技术故障；防范措施

**【收稿日期】** 2024 年 4 月 14 日

**【出刊日期】** 2024 年 6 月 23 日

**【DOI】** 10.12208/j.jeea.20240004

### Analysis of technical failure and preventive measures of 10kV switchgear

Chunyan Shen

Shanghai Najie Electric Complete Set Co., LTD., Shanghai

**【Abstract】** 10kV switchgear as the basic technical equipment of substation, it is necessary to conduct in-depth research on the relevant applications of 10kV switchgear. In this paper, the technical failure of 10kV switchgear is taken as the research object. The fault situation is confirmed, the specific reasons are analyzed, and the preventive measures for technical failure of 10kV switchgear are provided from the aspects of standardized installation, checking electrical interfaces, statistical operation times, temperature change monitoring, etc., aiming to provide technical guidance for more substations and ensure the stable operation of 10kV switchgear.

**【Keywords】** 10kV switchgear; Technical failure; Preventive measures

#### 前言

在 10kV 开关柜技术故障中，发热故障出现频率高、影响范围广，是影响变电站稳定供应电力资源的主要技术故障类型，需要对 10kV 开关柜的发热故障进行系统性分析。本文整理相关文献，整合具体 10kV 开关柜发热故障案例，详细研究发热故障内容与相关防范措施，希望可以引起更多变电站的关注。

#### 1 10kV 开关柜技术故障情况

某地变电站采用 10kV 开关柜，采用单母线分段运行供电模式，一段、二段互为备用段。在 2019 年 6 月，变电站开展预防性试验。在 2019 年 7 月 17 日 19 时 23 分，工作人员对安装 10kV 开关柜的配电室进行巡视，闻到室内存在焦糊味，与技术人员在配电室寻找焦糊味的来源，确认在 10kV 一段进

线柜下方形成过高温度，初步判断 10kV 开关柜发生过热类技术故障。因为在本次事件发生时，该变电站正处于负荷高峰期，所以技术人员在确认 10kV 一段 PT 柜电压表、一段电流表没有出现严重的变化后，并联两台主变压器。将 10kV 母联柜合上，断开 10kV 一段进线 001 柜，断开 1 号主变压器高压侧电源柜。在打开 001 柜的柜门后，观察到用于连接 A 相触头母排和 CT 连接的螺丝，在高温影响下已经发红发烫。技术人员立刻开展 10kV 开关柜的维修处理，快速降低 CT 问题，避免因 CT 烧毁引发相间短路，成功规避变电站失电事故<sup>[1]</sup>。

#### 2 10kV 开关柜技术故障具体原因

技术人员对本次 10kV 开关柜发热故障进行分析，确认是在 001 柜内，用于连接 CT 的 A 相触头母排搭接面设计尺寸偏短，即便是后续拉拢螺丝，

还存在长度为 10mm 未搭接铜排接触面。在这种情况下，原本用于压紧母排，强化连接 CT 效果的螺丝，转变成供电功能。该变电站在 2019 年 6 月进行预防性试验，因为 6 月也是变电站的负荷高峰期，所以无法停止所有设备，仅能通过分时段倒换的方式，完成区域性停电检修，这导致进线柜、联络柜需要做频繁的分闸、合闸处理。

因为在 10kV 开关柜的一次设备中，采用硬连接模式，中间位置并没有软铜带缓冲，造成 001 柜内的螺丝发生松动情况，增加接触电阻，进而出现发热现象。而弹簧垫在高温退火作用下，自身弹性下降，无法为母排提供持续的压力，造成螺丝和母

排的接触面积逐渐缩小，继续提高接触电阻阻值。而且，在 2019 年 6 月的预防性试验，变电站不断接受生产任务，在每天的 19 点，变电站进入当天的负荷高峰期，此时的 10kV 开关柜负荷电流约为 420A。但是，松动螺丝传导电流无法达到预期的载流量标准，导致螺丝温度不断提升，引起 10kV 开关柜的发热故障。

### 3 10kV 开关柜技术故障防范措施

为提高本文的参考价值，将以兴业柳钢资源有限公司年产 360 万吨氧化钙 120 万吨碳酸钙项目(一期)项目 10kV 高压开关柜为例，详细分析发热故障防范措施，如图 1 所示。

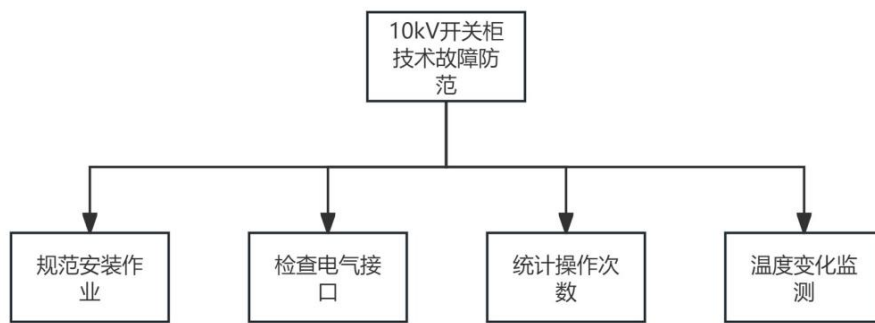


图 1 10kV 开关柜技术故障防范流程图

#### 3.1 规范安装作业，保障安全使用

在安装 10kV 开关柜之前，需要对各类部件进行开箱检验，确认是否符合施工设计标准，是否存在零部件缺漏，检查技术资料、出厂证明是否齐全。可以根据随机抽样方式，对各类部件的尺寸、生产质量等进行严格检查。如果不符合规范，可以考虑做二次检查。如果仍然没有通过检查程序，则要原路退回该批次部件，并通知相关人员处理后续工作。对于接触空间的部件表面，需要检查是否进行预防锈蚀处理；在达到检查标准后，立刻将 10kV 开关柜部件转移到预先准备的存储房间内，保证房间内部的通风与除湿作业，避免部件发生锈蚀、受潮现象。如果是重要部件，还需要对存储房间进行照片存底；安装 10kV 开关柜单位需要组织安装人员，以集中培训的方式，由 10kV 开关柜制造单位向安装人员提供 10kV 开关柜的安装技术学习内容，明确安装重难点内容。在这个过程中，制造单位需要充分解

答安装人员的问题，并在正式开始安装作业时，提供现场指导，向管理人员提供技术建议；在 10kV 开关柜安装过程中，需要根据《电业安全工作规程》(GB 26164.1)，严格落实部件搬运、吊装、安装作业。需要注意，在 10kV 开关柜部件搬运与吊装过程中，需要避免发生磕碰情况，做好现场安装人员的管理工作<sup>[2]</sup>。

作为由兴业柳钢资源有限公司年产 360 万吨氧化钙 120 万吨碳酸钙项目(一期)项目延展的内容，规范安装作业不仅适用于本文研究的发热故障案例，也适合其他 10kV 开关柜故障方案工作中。

#### 3.2 检查电气接口，解决安全隐患

在结束 10kV 开关柜的安装作业后，需要由技术人员与制造单位进行 2 遍检查工作，确认 10kV 开关柜各个部件连接可靠，无技术性问题后，签署姓名、加盖公章。10kV 开关柜的电气接口，主要有一次接口与二次接口两类：对于电气一次接口，技术

人员需要检查电缆出线柜、PT 柜、进线隔离柜、分段柜等部分。通常情况下，沿着 10kV 开关柜的方向，应该设置专用接地导体，以  $240\text{mm}^2$  作为最小截面标准，材料为扁铜排，需要做接地处理的回路都需要与接地导体连接。同时，接地导体还要有与接地网连接的固定接地端子，参考接地导体截面调整端子电气接触面，最小面积不得低于  $200\text{mm}^2$ 。同时检查接地端子是否存在黑框黑字、倒三角形的接地标志，检查是否使用 M12 规格的接地螺栓进行连接。10kV 开关柜的外壳，需要保证可靠接地；对于电气二次接口，技术人员需要对电流、电压、信号、控制回路等进行检查，确认端子排图是否确认，10kV 开关柜的二次冗余接点的数量与位置是否匹配施工设计规范。除此之外，还需要检查土建接口。在本工程中，10kV 开关柜基础采用 Q235B 钢材制成的通长 10#槽钢，检查槽钢与地坪的间距是否大于 3mm。对于 10kV 开关柜的前后位置，是否设置与通长 10#槽钢同等长度的电缆沟。如果在检查电气接口作业中，发现某项内容没有达到施工设计标准，技术人员需要及时指挥安装人员，对问题内容进行二次处理，并做二次检查，避免影响 10kV 开关柜的正常使用<sup>[3]</sup>。

### 3.3 统计操作次数，规避技术故障

10kV 开关柜频繁地操作，会导致一些潜在问题逐渐显现，进而形成影响 10kV 开关柜正常使用技术故障。例如本文研究案例中的 10kV 开关柜，就是因为预防性试验期间，进行 4 次/天的高频率操作，造成螺丝发生松动现象，引起发热故障。在每次操作 10kV 开关柜时，在相应的记录册上进行记录，避免出现遗漏情况。技术人员需要根据是否为年度负荷高峰期，以一个月或一周的频率，对 10kV 开关柜进行检查，确认近期操作次数。如果操作相对频繁，需要及时通知下属单位，通过停电的方式，对 10kV 开关柜的内部连接件进行检查，确认各个位置的传动部件是否可以正常使用。通过回路电阻测试，确认断路器的手车的当前工作状态。如果没有问题，则恢复正常电力资源供应。可以考虑设置操作统计系统，根据当前是否处于年度负荷高峰期，预先输入 10kV 开关柜的操作阈值。当达到操作次数达到操作阈值时，通过连接的预警系统，通知技术人员对发出预警的 10kV 开关柜进行停机检查。这种自

动化统计+预警模式，不仅可以有效提升 10kV 开关柜操作次数统计精度，避免出现数据遗漏现象，还可以减少工作人员的工作量，避免影响变电站正常工作计划<sup>[4]</sup>。

### 3.4 温度变化监测，实现精准防范

为避免出现同类型问题，在本项目中，选择在所有 10kV 开关柜的重要位置，例如触头、CT 等，有贴上温度等级在  $40^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$  之间的温度试纸，以此确认 10kV 开关柜各个元器件当前工作温度，确认近一段时间内的温度变化情况，方便技术人员及时介入，处理发热故障。考虑到本项目建设规模大，如果使用温度试纸确认 10kV 开关柜工作温度是否正常，在后续运营中需要额外支出一笔较大的消耗成本。在综合分析前期投资建设、后期运营回报等内容后，该项目的承接单位根据 10kV 开关柜的运行需求，设计无线温度监测系统。该监测系统通过发射无线射频传输信号，在不接触 10kV 开关柜的情况下，有效确认各个位置的温度异常变化情况。在传感器内部的微处理器可以将 10kV 开关柜的温度数据转化为数字信号，借助无线发射接收模块+通信模块的方式，将数字信号传递给计算机系统，从而对 10kV 开关柜的温度数据进行 7day $\times$ 24hour 的全天候在线监控。在监控系统运行过程中，通过分析计算机系统连接其他监控系统的监控数据，确认 10kV 开关柜是否处于负荷高峰期，对预设的温度管控范围进行精准化调整，综合分析 10kV 开关柜的温度波动情况。如果出现大幅度的温度数据波动情况，直接唤醒预警，通知技术人员 10kV 开关柜的异常情况。同时，确认发生本次预警行为的 10kV 开关柜标号，为技术人员提供精准的位置信息，便于开展 10kV 开关柜的针对性防范与精准化管理<sup>[5]</sup>。可以考虑为 10kV 开关柜配置散热风机，通过创造流动的气流，快速带走 10kV 开关柜表面温度，实现高效率散热，进一步控制发热故障影响。在安装散热风机时，可以优先选择 10kV 开关柜顶部通风口的位置，并在散热风机加装防尘外罩，减少灰尘对散热风机运行造成的干扰。如果选择安装在 10kV 开关柜底部，则要选择横流式风机，以内置方式进行安装；如果选择安装在 10kV 开关柜顶部，则要选择轴流式风机，以外置方式进行安装。

在该项目投入使用后，在 2021 年 6 月~8 月，

对 10kV 开关柜进行跟踪式调查。10kV 开关柜保持稳定的工作状态，没有出现发热故障及其他技术故障，可以验证本文设计的 10kV 开关柜技术故障防范方案具有一定的应用价值。

#### 4 结语

在 10kV 开关柜发生技术故障时，需要确认故障类型、影响范围，设计一套合适的处理方案，并根据本次技术故障完善防范体系，避免在变电站后续运营中出现同类型问题。希望更多变电站可以对 10kV 开关柜技术应用与故障等内容展开多维度分析，及时处理潜在的技术故障，保障 10kV 开关柜高效率使用。

#### 参考文献

[1] 杨雨薇,赵蓉,王柯,等.开关柜局部放电故障分析与处理

[J].机电信息,2023(23):70-72.

[2] 张峰,侯鹏.10kV 开关柜故障原因与应对措施研究[J].科技风,2023(33):90-92.

[3] 梁晓晖.煤矿 35kV 开关柜常见故障及预控措施分析[J].矿业装备,2023(8):161-163.

[4] 杨浩,刘琦,吴泓潇.10kV 开关柜故障原因与应对措施分析[J].电子技术,2023,52(1):234-235.

[5] 边志瑞.10kV 开关柜内部电弧故障的危害与保护分析[J].电子测试,2022,36(13):126-128.

**版权声明：**©2024 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**OPEN ACCESS**