

[电线电缆]

一起10 kV穿墙套管发热故障分析及处理措施

文/国网重庆市电力公司永川供电分公司 蒋沁知 肖 懿 赵 昕

主变压器低压侧的10 kV开关间进线一般采用架空穿墙套管和电缆直接进线方式，针对一起110 kV变压器10 kV侧穿墙套管发热故障进行了检测和分析，认为引起该故障的主要原因为穿墙套管连接处的接触电阻增大，根据现场条件进行了处理，最后进行了经验总结。

主变压器低压侧的10 kV开关间进线一般采用架空穿墙套管和电缆直接进线方式，穿墙套管进线的方式相较电缆而言具有易于检修、电气性能稳定及成本低廉等优点，因此变电站内多采用穿墙套管形式进行进线。穿墙套管又叫穿墙管、防水套管和墙体预埋管等，穿墙套管承担主变压器向10 kV配电线路输送电能的作用，对变压器安全稳定运行起着十分重要的作用。高压穿墙套管适用于额定电压10~35 kV，频率15~60 Hz的三相交流系统电站和变电所配电装置上，用来供导电部分穿过隔板、墙壁或其他接地物，起到绝缘支撑和外部导线间固定连接的作用。

穿墙套管的额定电流均大于主变压器额定电流，铜杆直径均能满足载流量要求，不应出现发热现象。

发热现象概述

2019年4月5日，某变电站110 kV变压器10 kV侧穿墙套管A相端部发生严重发热现象，套管外部温度急剧上升，严重情况下达到93.0℃，环境温度32℃，此时穿墙套管处的红外成像图如图1所示。图中可以看出温度最高点集中于穿墙套管与过渡连接排的接线板处，由于穿墙套管外部包裹绝缘层，说明内部金属部分温度更高。若穿墙套

管长时间工作在较高温度的工作环境下，会影响其本体绝缘。若故障未能解决，故障处温度可能会进一步升高，影响运行可靠性。



图1 10 kV穿墙套管红外成像图

发热故障检测和分析

对该主变压器进行停电检查，发现穿墙套管接线板与主变压器侧过渡连接排处已烧蚀成瘤，如图2所示。



图2 连接排烧蚀图

连接处情况恶化引起接触电阻严重增大，接触电阻增大后使得温度升高，最终导致穿墙套管发生发热故障。根据现场工作环境进行检测和分析认为引起接触电阻增大的原因主要有以下三点。

(1) 接线板和连接排处缝隙过大

过渡连接排与接线板的开孔尺寸不同，使得虽然在安装时通过螺栓直接夹紧，但接线板与连接排仍存在较大缝隙。缝隙的存在使得连接处实际有效接触面积减小，接触电阻增大，因此在大电流通过时产生较为明显的发热现象。

(2) 螺栓连接处存在杂质

螺栓连接处长期工作在高温环境下，使得连接处发生了氧化现象。长期处于室外环境使得连接处存在污垢。该穿墙套管故障处存在较多污垢和氧化物，由于未及时清理使得连接处接触电阻增大，加剧了温度的上升。

(3) 连接处紧固螺栓松动

该穿墙套管在安装后未按要求严格收紧螺栓，实际运行中紧固螺栓松动，导致接线板与过渡连接排处接触不良，使连接处接触电阻增大，引起发热。

故障处理后运行情况

故障发生后对A相的套管进行了导电芯棒更换，同时为避免螺栓松动，对导电芯棒两端连接螺栓紧固后，还采取了涂抹强力胶的措施，确保连接稳定可靠。投入运行后，重新对其进行红外检测，处理前后温度对比如下表所示。处理前，A相套管温度异常点高达93.0℃，处理后原异常点温度为34.7℃，处理后没有出现异常发热现象，故障完全消除，如图3所示。

表 发热故障处理前后检测温度 (单位:℃)

检修状态	最高温度	环境温度
处理前	93.0	32.0
处理后	34.7	29.0

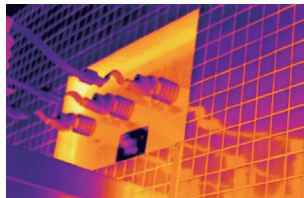


图3 处理后穿墙套管红外成像图

结束语

发生该次故障后，为彻底解决并避免再次发生主变压器穿墙套管发热故障，通过分析与试验，总结出以下几点经验。

1) 加强施工过程中的监督工作，变电站内部事故的发生，是由于施工阶段的施工流程和工艺水平导致的。因此，在变电站施工过程中，运检人员要及时掌握施工重要环节，加强对施工过程的检查和监督，避免投运后因此而发生故障。

2) 加强投运前的专业验收工作，结合累积的经验，对多发、易发故障处进行总结并做好记录，纳入标准化验收卡中，并按要求逐条检查确认，防患于未然。

3) 加强对运维、检修人员的红外检测培训工作，不仅要学会使用仪器，还要明确检查重点，有针对性地对变电站设备进行检查，提高检测人员技术水平。

4) 将原来的经验型工作转化为数据分析型，形成典型案例材料，便于培训和普遍学习，采用直观生动的教学模式。EA

(收稿日期: 2019.04.28)

(编辑: 朱金凤)

DNV GL发布《能源转型展望》报告

一场以技术驱动的能源转型正以惊人的规模和速度推进，带来能源结构的快速去碳化，到2050年我们几乎一半的能源需求将由可再生能源提供。这场转型得益于大幅下降的技术成本及市场力量的推动，但是如果缺少了政策的大胆干预，我们仍然远不能达到巴黎协议中的气候目标。这些是《能源转型展望》(ETO)报告第三版中的部分结论，鉴于DNV GL的独立性与技术能力，该报告已经成为预测能源未来方面备受各方尊重的声音。

转型的速度体现在未来十年的一系列重大节点上。石油将在21世纪20年代达到峰值；电网和可再生能源的资本支出(CAPEX)将在2025年超过化石燃料的CAPEX；天然气将在2026年取代石油成为最大的单一能源；而到2030年即便全球GDP还在增长，但是生产的能源总量将开始下降。

“现有技术可以实现我们期望的未来——包括满足巴黎协议设定的1.5℃升温目标。但到目前为止，为能源转型提供的支持过于分散。例如，德国、日本和中国对太阳能产业的支持对于能源结构的转型来说至关重要，而挪威和中国得益于政府支持，普及电动汽车的速度非常快。我们需要更广泛的政策来支持新兴技术，并持续提供积累期的支持，以加快能源转型”，DNV GL集团总裁兼首席执行官艾瑞民(Remi Eriksen)表示。