

「高压电缆」

高压电缆线路在线监测技术及应用探析

文/国网广元供电公司 曾生健 黄小青 左金泉 罗军川 廖明星 马进 高铁军

在当前城市输配电网之中，高压电缆得到广泛的应用，但是目前的电缆在线监测技术还不够成熟。为了保护电缆的安全运行，需要做好高压电缆线路在线监测技术的合理分析，才能满足其实际的应用要求。在分析高压电缆线路在线监测技术的基础上，通过110 kV电缆一、二线智能接地在线监测系统的应用，对高压电缆线路在线监测技术进行探讨。

随着工业化、城市化进程的不断加快，大中型城市的电力需求在不断增加。电力电缆凭借其诸多优势，逐渐成为城市电力传输的主要方式。因此，对高压电缆线路的在线监测技术进行分析研究，对于城市电力传输也能提供保障。

高压电缆线路在线监测技术概述

高压电缆凭借其可靠性高、美观以及节约用地等优势，完全能够满足城市电网的实际发展需求，在我国各个城市区域，逐渐替代架空线路，成为城市核心电网的首选。目前，大部分主干电缆管理依旧选择计划检修模式，也就是利用定期的巡视和检测电缆护层、接地线以及接地电流的方式来全面检查电缆运行状况。但是定期的试验与检修，不仅会增大运行维护的人力成本，同时因为计划检修的非连续性，导致电缆绝缘缺陷得不到解决，同时也无法保障潜在故障排查的实时性。

在建设智能电网中，高压电缆护层接地线与接地电流在线监测系统是重要的组成部分，但是目前国内外还缺少明确的标准和规范直接借鉴。就相关的文献资料来看，目前对于电缆绝缘、测

温以及局放等方面的文章较多，但是针对接地在线监测系统方面的论文较少。相对于传统的不连续、离散的监测手段，新一代的实时监测系统得到广泛的关注。目前，我国的部分供电单位针对该项目进行了探索与尝试，但是因为系统本身功能较为单一，仅仅停留在环境监测和隧道防盗等方面，对于接地电缆、接地防盗割在线系统状态分析等方面缺少实质性的突破，所以，做好在线监测系统的建设就显得格外重要。

以110 kV电缆一、二线智能接地在线监测系统为例，对于智能接地在线监测系统进行具体的分析，希望可以弥补电缆线路在线监测的空白，不断提高电缆线路的管理水平和检修水平。

110 kV电缆一、二线智能接地在线监测系统的應用

1. 电缆接地在线监测的必要性

单芯电缆的线芯与金属护套的关系，可看作一个变压器的一次绕组与二次绕组。当电缆的线芯通过交流电流时，其周围产生的一部分磁力线将与屏蔽层铰链，使屏蔽层产生感应电压，感应电压的大小与电缆线路的长度和流过导体的电流

成正比, 电缆很长时, 护套上的感应电压叠加起来可达到危及人身安全的程度, 在线路发生短路故障、遭受操作过电压或雷击冲击时, 屏蔽上会形成很高的感应电压, 甚至可能击穿护套绝缘。

如果屏蔽两端同时接地使屏蔽线路形成闭合通路, 屏蔽中将产生接地环流, 电缆正常运行时, 屏蔽上的环流与导体的负荷电流基本上为同一数量级, 将产生很大的环流损耗, 使电缆发热, 影响电缆的载流量, 缩短电缆的使用寿命。因此, 电缆屏蔽应可靠、合理的接地, 电缆外护套应有良好的绝缘。

35 kV及以上单芯电缆的金属护层一般采用交叉互联双端接地或单端直接接地的运行方式。正常情况下金属护层对地只有几十伏的感应电压, 几安到十几安的接地环流, 目前电力电缆多为固体绝缘, 引起电缆发生劣化的原因较多, 有电劣化、热劣化、化学劣化和机械劣化等, 对于中高压电缆(35 kV及以上), 其金属护层只能单点接地, 如果电缆护套因化学、机械甚至鼠虫害等发生损坏而多点接地, 金属护套对地环流就会上升至很危险的数值。一旦电缆接地系统遭到破坏(如接地电缆被盗等), 金属护套的电压将由正常运行时的工频感应电压变为悬浮电压。当电缆金属护层上的悬浮电压将会上升到电缆外护套工频耐压容许值之上, 在这种情况下将导致外护套击穿或护层保护器烧毁, 电缆主绝缘击穿、烧毁, 引发火灾等安全事故, 造成严重的经济损失。电缆接地在线监测示意图如图1所示。

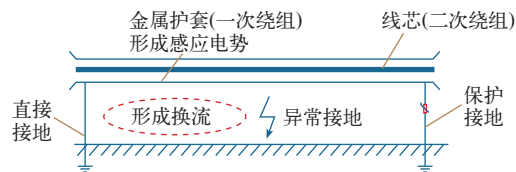


图1 电缆接地在线监测示意图

2. 高压电缆线路接地在线监测系统

通过高压电缆线路接地在线监测系统主要是利用电子技术、无线通信技术、计算机技术等作为基础研制而成, 主要是针对110 kV电缆一、二线智能接地在线监测。

3. 常规线路巡检存在的局限性

- 1) 工作人员持钳形电流表人工测量, 不及时有效。
- 2) 电缆敷设环境复杂, 巡检难度高。
- 3) 巡检人工成本高, 费时费力。

4. 智能接地在线监测系统解决方案

通过实时监测电力电缆接地环流、感应电压、温度等参数来辅助判断电缆线路的运行情况, 各监测参数支持上下限报警; 系统提供关键部位图像拍照等功能, 辅助运维人员及时发现电缆故障区域, 为整个电力电缆系统安全运行保驾护航。

图2为单回路电缆接地方式示意图, 电缆敷设环境为隧道+排管, 单回线路含2台智能保护接地箱, 2台智能直接接地箱。

1#箱: 双CT取电、无线传输, 感应电压监测, 表温监测。

2#箱: 双CT取电、无线传输, 接地电流监测, 表温监测。

3#箱: 双CT取电、无线传输, 接地电流监测, 表温监测。

4#箱: 双CT取电、无线传输, 感应电压监测, 表温监测。

积水井井口位置装设一台摄像机和视频监控箱, 双CT取电, 无线传输, 对井口位置进行监控, 将图像周期回传至服务器。

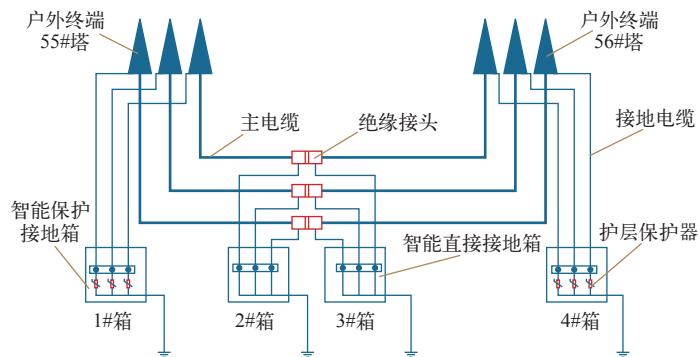


图2 单回路电缆接地方式示意图

结束语

电力电缆的在线监测是以提高供电可靠性为目的, 实现实时对接地环流等指标的在线监测, 达到及时查找排除电缆及接头等隐患, 使电力系统从预防性阶段过渡到预知性阶段, 从而进一步提高电力电缆的安全可靠供电, 减少突发性的事故, 缩短停电户时时间, 减少停电户时数, 确保电力电网的稳定运行, 提高配电电网的供电可靠率。EA

(收稿日期: 2017.09.05)

(编辑: 刘群焱)