[输电线路]

输电线路通道可视化运维管理体系的应用

文/国网承德供电公司　王　炜　王树军　徐　硕　李铁军

针对传统的电网运维管理模式的不足，利用在线监测装置作为技术支持，实施一套输电线路通道可视化运维管理系统，并验证了其在实际工作中的效果。

近年来，各行业对电力企业的供电质量提出了更高要求，但在电网系统中，由于输电线路外部环境的不确定性、内部传统管理模式与当前发展不匹配，导致线路周围外力破坏事件频发，严重威胁电网安全运行，对居民正常用电造成潜在的隐患。

对于那些外力破坏隐患点、位置偏远的杆塔或线路，亟需采用一种新型通道可视化运维管理模式，实时掌握设备情况，有效弥补传统运维管理模式短板，提升线路运维管理的工作效率。

实施效果

1．总体效果

承德供电公司从2015年开始开展输电线路通道可视化运维体系，依托传统的运维资源优势，结合现代信息技术，实现电网、设备、人员、隐患的多维度闭环管理。在平均每年运维线路加500 km，而专业人员仅增加2名，存在极大劳动缺员的情况下，圆满完成输电线路运维工作。据统计，2015年、2016年承德境内无人为责任造成的500 kV及以上输电线路通外力破坏事件，线路跳闸率及故障停运率均为省公司各单位最低。

2．解决边远地区设备巡视困难

承德丰宁、围场坝上地区冬季气候寒冷，最低温度可达－40℃左右，且长时间大雪封山，巡视路径完全被覆盖，巡视环境极端恶劣。但是按照《架空输电线路运行规程》要求，需每10天对上述区域的设备及通道巡视一次。在传统的运维管理模式下，输电运维管理工作面临很大困难。

图1　坝上地区输电通道运维环境

采取新型输电线路可视化运维管理模式后，根据运维经验，实地考察，在气候恶劣的区域杆塔集中安装了在线监测装置，实现了数据信息的实施传输，大大减少了工作人员的工作量。由原来的徒步塔下拍照巡视，变成在监控室内用计算机巡视，由原来的几十人巡视减少到一人巡视，巡视周期由原来的10天减少到1天多次，效率由原来的每人每天巡视3基，增加到每人每天巡视50基。

3．解决市区隐患高发段高密度巡视要求

市区、居民区是输电线路异物、线下施工等典型外力破坏高发区段，传统巡视需要巡视人员高密度的巡视该区域来避免外破隐患。即便如此，巡视人员在短暂离开现场的时间内，依然可能发生外力破坏事件，无法达到实时监控的目的。再加上高目的巡视频率，势必牵扯工作人员大量的精力，如果本地区同时存在多个隐患点，

必然引起巡视质量的下降。

在采取新型输电线路可视化运维管理模式后，专业人员根据现场情况，认真分析，判断出该类型区段周边环境极其复杂，每分钟都有可能发生线路外破事件。在该区域选择合适的安装位置，设置在线监测装置，后台将现场图像采集频率设置为每分钟一次，下表是新型管理模式与传统管理模式下对看护关键数据的对比。

表1　人工巡检费用明细表

名称	隐患点巡视间隔	每基每日巡视次数	每人巡视隐患点数	每日累计看护时间
传统管理模式	2 h	4次	3基	8 h
新型管理模式	1 min	1440次	50基	24 h

图1　隐患高危区每分钟一次数据收集效果

传统的隐患点巡视因为需要工作人员徒步到达现场，需要花费大量时间，而新型管理模式下只需要后台工作人员每分钟截屏即可了解现场情况。在每基每天巡视频频率上也由原来的人工8 h平均4次，增加到设备截图发现危及隐患及时告警后的24 h1 440次。每人每天兼顾的隐患点数也由原来的每人每天3基，变为每人每天50基，在提高工作效率的前提下，也提高了外破高危区高密度巡视的质量，从而大大提升了电网安全水平。

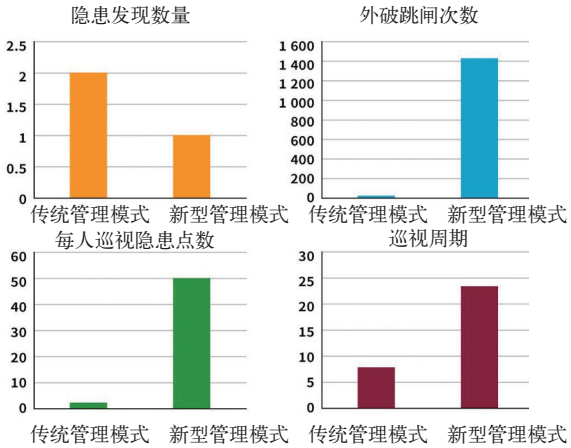

图3　新旧管理模隐患高危区巡视关键数据对比

4．解决通道隐患发现不及时问题

输电线路通道绵延上百里，环境错综复杂，每时每刻都可能产生不同的外破隐患。运维人员由于工作地点相对集中、日常工作繁重等原因，对一些隐患点往往不能第一时间发现，这时就需要分布在各地区的群众护线组织提供有力的补充。但群众护线人员多为当地的普通群众，电力专业知识往往不是十分丰富，在隐患发生后也容易发生遗漏，因此线下施工等外力破坏事件在隐患萌芽期往往不易被专业人员发现。

在采取新型输电线路可视化运维管理模式后，专业人员根据运维经验，对通道隐患的高发区段进行排查，认真分析，在该段地区加装通道可视化在线监测装置。在外力破坏高发时段，通过终端，增加图像采集频率，在后台智能服务器分析的帮助下，可以有效地发现线下施工等外破隐患，并将其消除在萌芽状态。下表是新型管理模式与传统管理模式下对隐患发现关键数据的对比。

表3　新旧管理模式下隐患发现关键数据对比

名称	隐患发现数量	外破跳闸次数	每人巡视隐患点数	巡视周期
传统管理模式	3次	3次	3基	24 h
新型管理模式	10次	0次	50基	1 h

传统通道隐患发现主要依靠人员正常巡视，发现隐患效率较低，且每人巡视效率有限无法兼顾更多隐患点。采取新型管理方法后可借助智能识别系统，极大限度增加该地区隐患发现和告警的能力，并且可以实现一人同时监控多处隐患点，巡视周期也可以根据需要自行设定。

2017年2月11日，承德公司在采取通道可视化管理体系的某220 kV某线路运维过程中，发现018号杆塔输电线路智能监拍装置拍摄到隐患图片，通过后台智能服务器分析，在最短的时间内判定出该监控区域出现异常情况，并立即将隐患图片推送给主要管理人员及技术人员，为工作人员争取到更多的处理时间，避免跳闸等事故的发生。此次外破隐患发现时，巡视人员并未巡视到该隐患，进一步印证了新型管理体系下的输电线路隐患发现能力得到极大提升。

图4　新型管理体系发现线下隐患

5．解决输电线路“三跨”在线监测

“三跨”是指跨越高速铁路、高速公路和重要输电通道的架空输电线路区段，在所有的输电线路通道中，三跨地区隐患事故发生尤其频繁，且事故发生后造成的后果更为严重，损失更为巨大。按照国家电网公司统一部署，对不满足“三跨”要求的输电线路区段要逐步在近5年内完成杆塔改造。因此对不能立即纳入整改计划的区段，加强设备巡视显得尤为重要，作为巡视重点区域，传统管理模式下的人工巡视显得力不从心。

在采取新型输电线路可视化运维管理模式后，专业人员提前对承德市输电线路“三跨”问题进行集中隐患排查，针对所有不满足三跨运维要求的杆塔上加装通道可视化在线监测装置，通过设定图像采集频率，实现对“三跨”区段的在线监测。下表是对“三跨”区段应用新型管理模式后与传统管理方式关键数据的对比。

表4　新旧管理模式下隐三跨点关键数据对比

名称	三跨点巡视周期	每人巡视三跨点数
传统管理模式	7天	3个
新型管理模式	1天	20个

新型管理体系下“三跨”隐患点巡视周期大大缩短，由原来的7天缩短到一天，每人的巡视点数也有3个增加到20个，同时巡视质量也由之前的“随走随看”，变成现在的定点观看。

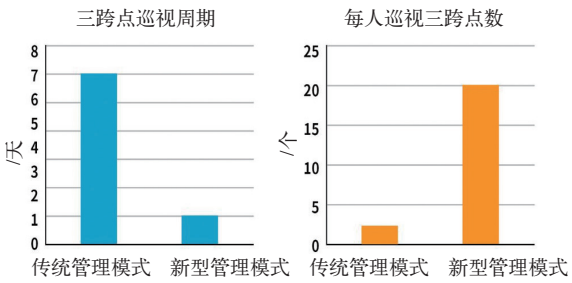

图7　新旧管理模三跨点关键数据对比

结束语

承德供电公司于2015年初开始实施输电线路通道可视化运维管理体系，在现有人员配置产生巨大缺口的情况下，取得了良好的成效，是电力企业在挖掘自身潜力价值，优化企业管理模式下的成功案例。通过长期的研究与实施，形成了一套全新的、完整的通道可视化运维体系，规范了通道隐患的闭环程管理，实现了传统运维方法与现代信息技术的融合，将对电网、设备、人员、隐患的全过程管理以多维度的形式呈现。重点突出，操作规范，具有很强的前瞻性和可操作性，有效地整合各方面资源，降低了企业经营成本，提升了企业经济效益，在解决主要问题的同时，探索出了一条输电线路通道运维管理的新路。EA

（收稿日期：2018.04.24）
（编辑：朱金凤）

（上接第76页）

图7中，直流母线电压通过交流大电网、直流分布式电源以及交流分布式电源逆变、整流所得，系统拓扑结构简单，易于控制。各分布式电源与负荷通过接口直接接入直流母线，然后母线经换流器设备接入电网。直流母线电压为380 V，分布式电源输出功率为0.5 kW，其余参数设置均在允许的范围内。在该直流微网模型中，直流母线与许多电力电子器件直接相连，这些器件之间会相互干扰，影响逆变、整流效率，在母线电压上最易出现纹波和噪声，故仿真原始信号直接从直流母线中采取。

2．直流电压纹波检测仿真

仿真结果可知，对于直流微网母线电压纹波的检测，小波变换不仅能够准确检测出纹波波形及其相关实时值，结合其频谱图还能分析出其中交流量分布状况，从而实现了对纹波的检测。

结束语

直流微电网作为实现多元化新能源利用的有效手段，日益得到社会的重视。本文对直流微电网存在的母线电压纹波问题进行了分析，并采用了小波变换对直流电压纹波进行了检测。并利用该方法对直流微电网中产生的电压纹波问题进行深入的仿真分析。从仿真试验结果可知，该方法能够实现对直流电压纹波的频率、幅值、有效值以及交流量分布等快速又准确的检测，为电压纹波的抑制和治理提供了依据。EA

（收稿日期：2018.05.23）
（编辑：朱金凤）