

智能化监测技术在电力设施防外力破坏中的应用探讨

王 雄 郭兴帅 彭铁栓

内蒙古电力(集团)有限责任公司薛家湾供电分公司 内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘要: 电力设施面临人为破坏、自然因素及动物活动等外力威胁,具有随机性、不可预测性且破坏程度不一,防范难度大。智能化监测技术为解决此难题提供有效途径。本文探讨了视频图像、北斗定位与物联网、无人机自主巡检、大数据与人工智能等技术在电力设施防外力破坏中的应用,并结合输电线路、变电站、电缆通道等典型场景的工程实践,展现了智能化监测技术对保障电力设施安全稳定运行的重要作用。

关键词: 电力设施; 外力破坏; 智能化监测; 应用探讨

1 电力设施外力破坏的类型

1.1 人为破坏

人为破坏是电力设施面临的重要威胁之一,其中盗窃行为尤为突出。电力设施中的铜、铝等金属材料具有较高的经济价值,不法分子为谋取私利,常常铤而走险,对电力设施进行盗窃。例如,一些偏远地区的输电线路杆塔上的金具、接地引下线等频繁被盗,导致线路结构受损,电气性能下降,严重影响了电力传输的稳定性和安全性。盗窃行为不仅会造成电力设施的直接损坏,还可能引发停电事故,给周边居民的生产生活带来极大不便,同时也会给电力企业带来巨大的经济损失。施工误碰也是常见的人为破坏形式,随着城市建设的快速发展,各类建筑工程、市政工程等施工活动日益频繁^[1]。在施工过程中,由于施工单位对电力设施保护意识淡薄,或者施工方案不合理、现场管理不到位等原因,经常会出现施工机械误碰电力设施的情况。比如,挖掘机在作业时不小心挖断地下电缆,吊车在起吊作业时碰触高压输电线路等。这些误碰事故往往会导致电力设施短路、接地等故障,引发局部停电,甚至可能造成人员伤亡和设备爆炸等严重后果。

1.2 自然因素

自然因素对电力设施的破坏作用也不容忽视。风暴是一种极具破坏力的自然灾害,强风可能会吹倒输电线路杆塔,使导线断裂、悬垂,导致线路中断供电。同时,风暴还可能伴随暴雨、冰雹等恶劣天气,暴雨引发的洪水会淹没变电站等电力设施,造成设备进水损坏;冰雹的撞击会损伤电力设备的绝缘部件,影响其绝缘性能。山火也是威胁电力设施安全的重要因素,在干旱季节,山林地区容易发生火灾,山火产生的高温会使输电线路的导线弧垂增大,导致导线与地面或其他物体之间的安全距离不足,引发放电事故。山火产生的浓烟和灰

烬会附着在电力设备的绝缘子上,降低绝缘子的绝缘水平,增加闪络的风险,严重影响电力设施的正常运行。

1.3 动物活动

动物活动对电力设施的破坏虽然相对较为隐蔽,但也不容小觑。鸟类喜欢在输电线路杆塔上筑巢,它们搭建巢穴使用的树枝、铁丝等材料可能会掉落在导线上,造成导线短路。而且,鸟类在杆塔上活动时,其排泄物会污染绝缘子,降低绝缘子的绝缘性能,在潮湿天气条件下容易引发闪络事故。鼠类对电力设施的破坏主要体现在啃咬方面。老鼠等啮齿动物会啃咬电缆的外皮和绝缘层,导致电缆绝缘损坏,引发漏电、短路等故障。在一些老旧小区或电缆敷设环境较差的地区,鼠类啃咬电缆的问题较为严重,给电力供应带来了安全隐患。

2 电力设施外力破坏的特点分析

2.1 随机性与不可预测性

电力设施外力破坏具有明显的随机性和不可预测性。人为破坏行为往往取决于不法分子的主观意愿和作案时机,难以提前准确预判。例如,盗窃行为可能在任何时间、任何地点发生,施工单位误碰电力设施也具有很大的偶然性,受到施工进度、现场环境等多种因素的影响。自然因素引发的破坏同样具有不确定性,风暴、山火等自然灾害的发生时间和地点难以精确预测,其强度和影响范围也存在较大变化。动物活动也具有一定的随机性,鸟类的筑巢位置和活动规律、鼠类的出没时间等都难以掌控。这种随机性和不可预测性给电力设施的防护工作带来了极大挑战,使得防护措施难以做到有的放矢^[2]。

2.2 破坏程度不一,后果严重

电力设施外力破坏的程度差异较大,从轻微的设备损伤到大规模的停电事故都有可能发生。一些轻微的破坏,如鸟类筑巢导致的局部短路、鼠类啃咬造成的电缆

轻微损伤等，可能只会影响局部的电力供应，通过及时抢修可以较快恢复供电。然而，严重的外力破坏，如大型施工机械撞倒输电线路杆塔、山火大面积烧毁电力设施等，会导致大面积停电，影响范围可能涉及整个区域甚至跨区域供电。大面积停电不仅会给居民生活带来极大不便，还会对工业生产、商业活动等造成严重损失，影响社会的正常运转。电力设施外力破坏还可能引发火灾、爆炸等次生灾害，进一步加剧损失的严重性。

2.3 防范难度大，需要全方位监测

由于电力设施外力破坏具有随机性、不可预测性以及破坏程度不一等特点，防范工作面临诸多困难。传统的防范措施主要依靠人工巡检和设置警示标志等，但这些方法存在效率低下、覆盖范围有限等问题。人工巡检需要耗费大量的人力和时间，而且难以做到实时、全面的监测。设置警示标志对于一些故意破坏行为往往起不到有效的威慑作用。

3 智能化监测技术在电力设施防外力破坏中的应用

3.1 视频图像监测技术

视频图像监测技术是利用摄像头对电力设施及其周边环境进行实时监控的一种技术手段。通过在输电线路杆塔、变电站、电缆通道等关键部位安装高清摄像头，可以实时获取现场的图像信息，并将图像数据传输到监控中心。监控人员可以通过监控屏幕随时查看电力设施的运行状况，及时发现异常情况。视频图像监测技术具有直观、实时的特点，能够清晰地显示电力设施周边的施工活动、人员行为、动物活动等情况。例如，当有施工机械靠近输电线路时，摄像头可以捕捉到相关画面，并及时发出警报，提醒监控人员采取措施。同时，视频图像监测系统还可以结合图像识别技术，对采集到的图像进行分析处理，自动识别异常行为和物体，提高监测的准确性和效率。另外，视频图像资料还可以作为事故调查和分析的重要依据，为后续的处理工作提供有力支持。

3.2 北斗定位与物联网技术

北斗定位技术可以为电力设施提供精确的位置信息，物联网技术则实现了电力设施与监控中心之间的实时数据传输和互联互通。将北斗定位模块安装在电力设施上，如输电线路杆塔、电缆标桩等，可以实时获取其地理位置信息，并将这些信息通过物联网传输到监控平台。通过北斗定位与物联网技术的结合，可以实现对电力设施的精准定位和动态监测^[3]。例如，在输电线路防外力破坏中，当有施工机械进入输电线路安全保护区时，系统可以根据北斗定位信息迅速确定施工机械的位置，并判断其与输电线路的安全距离。如果距离过近，系统

会及时发出警报，通知相关部门和人员进行处理。物联网技术还可以实现对电力设施运行状态的实时监测，如温度、湿度、电流、电压等参数，及时发现设备异常情况，保障电力设施的安全运行。

3.3 无人机自主巡检技术

无人机自主巡检技术是近年来发展起来的一种新型电力设施巡检方式。无人机具有机动灵活、视野开阔、可到达复杂地形等优点，能够快速、高效地对电力设施进行巡检。通过在无人机上搭载高清摄像头、红外热成像仪等设备，可以实现对电力设施的全方位、多角度检测。无人机自主巡检技术可以根据预设的航线自动飞行，对输电线路、变电站等进行定期巡检。在巡检过程中，无人机可以实时拍摄电力设施的图像和视频，并通过无线通信技术将数据传输回地面控制中心。控制中心的工作人员可以对采集到的数据进行分析处理，及时发现设备缺陷和安全隐患。与传统的人工巡检相比，无人机自主巡检技术大大提高巡检效率，降低巡检成本，同时减少巡检人员的工作强度和安全风险。特别是在一些地形复杂、交通不便的地区，无人机自主巡检技术具有明显的优势。

3.4 大数据与人工智能技术

在电力设施防外力破坏的复杂工作中，大数据与人工智能技术正扮演着愈发关键且不可或缺的角色，为电力设施的安全稳定运行筑牢了坚实防线。大数据技术犹如一个庞大的“数据宝库”，能够对电力设施运行过程中产生的海量数据进行全面收集、有序存储、深入分析和精准挖掘。通过对历史外力破坏事件数据进行细致剖析，可以清晰地找出事故高发区域，像某些靠近施工场地或人口密集区的电力设施；明确高发时间段，例如节假日期间施工活动增多时；还能归纳出主要的破坏类型，如机械碰撞、违规搭建等。这些宝贵信息为制定针对性的防范措施提供了科学、可靠的依据，让防护工作更具前瞻性和精准性。人工智能技术则如同一位敏锐的

“智能卫士”，可对监测数据进行智能分析和处理。借助机器学习算法，它能对视频图像、传感器数据等进行快速分析，自动识别施工机械靠近、鸟类筑巢等异常行为，并及时发出警报，以便工作人员迅速响应。另外，人工智能技术还能对电力设施的运行状态进行预测和评估，提前洞察设备可能出现的故障，从而采取预防性维护措施，有效提高电力设施的可靠性和安全性，保障电力供应的稳定畅通。

4 典型应用场景与工程实践

4.1 输电线路防施工机械破坏

在输电线路防施工机械破坏方面，智能化监测技术得到了广泛应用。例如，某电力公司在其管辖的输电线路沿线安装了视频图像监测设备和北斗定位装置。通过视频图像监测系统，实时监控输电线路周边的施工活动，当发现有施工机械进入安全保护区时，系统立即发出警报，并将相关信息发送到监控人员和施工单位的手机上。北斗定位装置可以精确获取施工机械的位置信息，监控人员可以根据这些信息及时与施工单位沟通，要求其停止危险作业，确保输电线路的安全。此外，该公司还采用了无人机自主巡检技术，定期对输电线路进行巡检。无人机可以快速发现线路上的金具损坏、导线断股等缺陷，以及周边施工机械的违规操作情况。通过大数据分析技术，对历史巡检数据和外力破坏事件数据进行分析，找出事故高发区域和薄弱环节，有针对性地加强防范措施，有效降低了输电线路因施工机械破坏导致的故障发生率。

4.2 变电站防盗与入侵检测

变电站作为电力系统的核心枢纽，其安全稳定运行对于保障整个区域的电力供应意义重大。一旦变电站遭遇盗窃或非法入侵，不仅可能导致设备损坏、电力中断，还会给社会生产和居民生活带来极大的不便与损失。为有效防范此类风险，众多变电站积极引入智能化监测技术。以某变电站为例，它安装了全方位的视频监控系统，该系统犹如一双永不疲倦的“眼睛”，对变电站的各个出入口、设备区等关键区域进行24小时实时监控，不放过任何一个细节。同时巧妙结合人脸识别技术和行为分析算法，对进入变电站的人员进行精准身份识别与细致行为分析。一旦发现有可疑人员进入或出现异常行为，系统会迅速发出警报，第一时间通知安保人员前往处理^[4]。不仅如此，该变电站还配备红外传感器和振动传感器等先进设备，对变电站周边进行严密监测。当有人或物体靠近变电站围墙时，传感器能敏锐感知到振动或红外信号的变化，并及时发出警报。通过这些智能化监测技术的协同应用，构建起一道坚固的安全防线，

有效提高了变电站的安全防范能力，为变电站的正常运行提供坚实保障。

4.3 电缆通道防挖掘破坏

电缆通道是电力电缆的重要敷设场所，防止电缆通道被挖掘破坏是保障电力供应的关键。某城市在电缆通道沿线安装了分布式光纤传感系统和物联网监测设备。分布式光纤传感系统可以实时监测电缆通道周边的振动和温度变化，当有挖掘作业发生时，光纤会感知到振动信号的变化，并将信息传输到监控中心。监控人员可以根据振动信号的特征判断挖掘作业的位置和强度，及时采取措施制止违规挖掘行为。物联网监测设备则可以实时监测电缆通道内的环境参数，如湿度、气体浓度等。当环境参数异常时，系统会发出警报，提醒工作人员进行检查和处理，防止因环境因素导致电缆损坏。通过这些智能化监测技术的应用，有效减少了电缆通道被挖掘破坏的事件发生，保障了城市电力供应的可靠性。

结束语

电力设施的安全稳定运行关乎社会生产生活的正常秩序。智能化监测技术在电力设施防外力破坏中展现出显著优势，通过多种技术手段的综合应用，实现了对电力设施全方位、实时的监测与预警。未来，随着技术的不断进步与创新，智能化监测技术将更加成熟和完善，为电力设施提供更可靠的安全保障，助力电力系统朝着更加智能、高效、安全的方向发展。

参考文献

- [1]凌健,余昌佳,潘灵敏,孙小磊,陈昊.基于物联网感知的智慧输电线路运检技术[J].湖北电力,2021,45(03):55-59.
- [2]张朝晖,张益龙.外力破坏影响下的输电线路综合监测与预警系统[J].计算技术与自动化,2021,40(03):67-71.
- [3]李宏伟.电力系统智能化管理的关键技术与实践[J].电网技术,2020,44(4):123-130.
- [4]陈凤翔,杨磊,谢春,徐梁刚.无人机输电线路巡线技术及其应用[J].科技创新与应用,2021,11(25):174-176.