

输电线路山火监测预警技术研究

刘利辉

泰昌建设有限公司 浙江 温州 417000

摘要：文章对输电线路山火监测预警技术进行了深入研究。针对山火对输电线路的严重威胁，探讨遥感技术、无人机技术等在山火监测中的应用，并分析这些技术的优势与局限性。通过实时监测、数据处理与分析以及预警系统设计等环节的探讨，本文旨在为输电线路的安全稳定运行提供有效的山火监测预警方案。研究成果对于提升输电线路山火监测预警的效率和准确性具有重要意义。

关键词：输电线路；火监测预警技术；应用

1 山火对输电线路安全的威胁

山火对输电线路安全的威胁不容忽视。当山火爆发时，火势蔓延迅速，火焰高耸，烟雾弥漫，形成一片火海。这样的火势对输电线路构成了直接和间接的威胁。山火产生的高温会直接导致输电线路的金属导体受热膨胀，从而改变导体的物理性能，影响其电气性能。如果温度超过导体的耐受极限，甚至可能导致导体熔断，造成线路中断。山火产生的烟雾和灰尘会附着在输电线路的绝缘子上，降低其绝缘性能。随着时间的推移，这些污染物会逐渐积累，形成导电层，增加线路的泄漏电流，严重时可能导致线路闪络或击穿。山火中的火焰和燃烧物可能会直接接触输电线路，造成线路的短路或接地故障。这些故障不仅会影响电能的传输，还可能引发更严重的火灾事故，威胁人们的生命财产安全。山火还可能对输电线路的杆塔和支撑结构造成破坏。火势可能会烧断杆塔的拉线或基础，导致杆塔倒塌或倾斜，使输电线路失去支撑而断裂。

2 目前输电线路山火监测存在的问题

目前输电线路山火监测存在的问题主要体现在几个方面：（1）监测范围与精度的挑战，由于输电线路往往穿越广阔的地域，包括森林、草原等易燃区域，实现对所有潜在山火风险点进行全面、高精度的实时监测是一项巨大的挑战。现有的监测设备和技术往往难以覆盖所有区域，导致存在监测盲区。（2）预警系统的不完善，尽管有些地区已经建立了山火预警系统，但由于技术限制和缺乏有效的数据支撑，这些系统的预警准确性和及时性有待提高。有时会出现误报或漏报的情况，给输电线路的安全带来潜在威胁^[1]。（3）数据整合与分析能力的不足，输电线路山火监测涉及大量的数据收集、处理和分析工作。目前缺乏高效的数据整合和分析工具，难以对监测数据进行深入挖掘和利用，从而无法准确评估山火对输

电线路的威胁程度，为决策提供科学依据。（4）与其他应急部门的协同能力不足，山火监测和应急响应需要多个部门之间的密切协作。目前输电线路山火监测与其他应急部门之间的信息共享和协同响应机制尚不完善，导致在应对山火事件时存在信息不畅、协同不力的问题。

3 输电线路山火监测技术

3.1 传统山火监测方法

传统山火监测方法主要依赖于人工巡查和瞭望台观测。人工巡查受限于人力和时间的限制，无法覆盖所有区域，容易造成监测盲区。人工巡查对火情的判断往往依赖于巡查人员的经验和直觉，存在一定的误差和不确定性。人工巡查还受到天气、地形等因素的影响，难以在恶劣环境下进行。瞭望台观测是利用瞭望台登高望远来发现火情的方法，通过在高处设置瞭望台，利用望远镜等设备观察林区火情，并及时报告。这种方法相比人工巡查具有更广阔的视野和更高的监测效率，但同样存在局限性。瞭望台的建设需要投入大量的人力、物力和财力，且瞭望台的数量和分布受到地形、气候等因素的限制，无法覆盖所有区域。瞭望台观测也受到天气条件的影响，如雾霾、雨雪等天气会降低观测效果。

3.2 遥感技术在山火监测中的应用

随着遥感技术的不断发展，其在山火监测中的应用越来越广泛。遥感技术通过卫星、飞机等传感器获取地面信息，利用图像处理和分析技术对数据进行处理和分析，从而实现对山火的实时监测和预警。遥感技术具有广阔的监测范围和高度的时效性，通过卫星遥感技术，可以实现对大面积林区的实时监测，及时发现火情并报告。遥感技术可以获取高分辨率的图像数据，提供详细的火场信息，为灭火救援提供有力支持。遥感技术具有强大的数据处理和分析能力，通过对遥感图像进行数字处理和分析，可以提取出火场的温度、湿度、烟雾浓度

等关键信息,为火势评估和灭火决策提供依据。遥感技术还可以对火场进行动态监测和评估,为灭火救援提供实时数据支持。遥感技术还可以与其他应急部门实现信息共享和协同响应,通过建立信息共享平台,可以将遥感数据与其他应急部门的数据进行融合和分析,实现火情的快速判断和响应。遥感技术还可以为灭火救援提供精准的导航和定位服务,提高灭火效率^[2]。

3.3 无人机技术在输电线路山火监测中的潜力

无人机可以搭载各种传感器和设备,如红外线摄像头、热成像仪等,实现对火情的实时监测和预警。通过无人机搭载的传感器设备,可以及时发现火点并监测火势的蔓延情况,为灭火救援提供重要参考。无人机可以在复杂地形和恶劣环境下进行监测,无人机具有较强的适应性和稳定性,可以在高山、峡谷等复杂地形中飞行,也可以在雾霾、雨雪等恶劣天气下进行监测。这使得无人机成为了一种重要的山火监测手段。无人机技术还可以与其他监测手段进行协同作战,通过与遥感技术、地面巡查等手段的结合使用,可以实现对山火的全方位、多角度监测和预警,提高监测的准确性和及时性。无人机技术还可以为灭火救援提供精准的导航和定位服务,提高灭火效率。

3.4 塔上遥感技术在输电线路山火监测中的应用及优势

塔上遥感技术,作为输电线路山火监测的新兴手段,正在逐渐展现出其独特的优势和潜力。该技术通过在输电塔上安装遥感设备,实现对输电线路周边环境的实时监测,为山火预警和应对提供了更为精准和及时的数据支持。由于遥感设备直接安装在输电塔上,因此可以更为精准地监测到输电线路周边的火情,减少了传统监测方法中存在的监测盲区。同时,塔上遥感设备可以通过多种传感器获取丰富的火情信息,如火焰的温度、蔓延速度等,为山火预警和应对提供了更为全面和准确的数据支撑。遥感设备可以实时将监测数据传输至监控中心,使相关部门能够迅速获取火情信息并做出反应。这种实时性不仅有助于及时发现山火,还能为灭火救援提供及时的数据支持,提高灭火效率。塔上遥感技术还可以与其他监测技术实现协同作战。例如,它可以与无人机技术、遥感技术等相结合,形成多层次的监测网络,实现对山火的全方位、多角度监测。这种协同作战的方式可以进一步提高山火监测的准确性和及时性,为电力系统的安全稳定运行提供更加可靠的保障。

4 基于遥感技术的输电线路山火监测预警系统设计

4.1 遥感技术在输电线路山火监测中的优势

在输电线路山火监测领域,遥感技术凭借其独特的优势,成为了不可或缺的监测手段。遥感技术具有广阔的监测范围,通过卫星或无人机搭载的遥感设备,可以实现对大面积输电线路走廊的实时监测,覆盖传统人工巡查难以触及的偏远区域和复杂地形。这使得火情信息能够迅速被获取,为及时发现和应对山火提供有力支持。遥感技术具有高度的时效性,遥感设备能够在短时间内对输电线路走廊进行快速扫描,及时发现火情并报告。与传统的巡查方式相比,遥感技术大大提高监测效率,缩短火情发现和响应时间,有助于在火势尚未蔓延之前采取有效措施进行灭火救援。遥感技术还具有丰富的信息获取能力,通过搭载不同类型的传感器,遥感设备可以获取包括火场温度、湿度、烟雾浓度等在内的多种信息。这些信息对于评估火势大小、预测火势蔓延趋势以及制定灭火救援方案具有重要价值。遥感技术还可以对火场进行动态监测,实时更新火情信息,为灭火救援提供实时数据支持。遥感技术还具有高度的自动化和智能化水平,通过遥感图像处理和分析软件,可以实现对遥感数据的自动处理和分析,提取出火场的关键信息并生成火情报告^[3]。

4.2 遥感监测数据处理与分析

在基于遥感技术的输电线路山火监测预警系统中,遥感监测数据的处理与分析是至关重要的一环。需要对获取的遥感图像进行预处理,包括图像去噪、增强、配准等步骤,以提高图像的质量和清晰度。通过图像分割、特征提取等技术手段,将火场区域从复杂的背景中分离出来,并提取出火场的温度、湿度、烟雾浓度等关键信息。在数据处理过程中,还需要利用先进的遥感图像处理和分析软件,对提取出的信息进行定量化和可视化表达。通过绘制火场温度分布图、烟雾浓度分布图等图表,可以直观地展示火场的空间分布和动态变化情况。还可以利用统计分析方法对火场信息进行深入挖掘和分析,如计算火场面积、火势蔓延速度等参数,为火势评估和灭火救援提供科学依据。在数据分析方面,还需要建立相应的数据模型和算法,对火场信息进行预测和预警。通过对历史火情数据的分析和挖掘,可以建立火势蔓延模型、火险等级评估模型等预测模型,实现对未来火情的预测和预警。

4.3 输电线路山火预警系统的设计与开发

基于遥感技术的输电线路山火预警系统的设计与开发是一个综合性的工程任务。要明确系统的功能和需求,包括实时监测、数据处理、分析预警等功能模块。根据需求和功能设计相应的系统架构和数据库结构,确

保系统能够稳定、高效地运行。在系统开发过程中,要采用先进的软件开发技术和工具,如面向对象编程、数据库管理系统等,以提高系统的可维护性和可扩展性,还需要注重系统的安全性和可靠性设计,确保系统能够抵御各种网络攻击和数据泄露风险。在系统的界面设计方面,需要注重用户体验和易用性,通过设计简洁明了的操作界面和提示信息,降低用户的学习成本和使用难度。同时还需要提供丰富的数据可视化工具和报表输出功能,方便用户查看和分析火情数据。在系统的测试和验收阶段,需要进行全面的测试工作,包括功能测试、性能测试、安全测试等。

5 无人机技术在输电线路山火监测中的应用

5.1 无人机技术监测山火的优势

无人机具备高度的机动性和灵活性,相比传统的地面巡查和遥感监测,无人机能够迅速抵达目标区域,进行精细化的巡查和监测。特别是在地形复杂、交通不便的地区,无人机能够轻松穿越山丘、峡谷等障碍,实现对输电线路走廊的全面覆盖。无人机搭载的高清摄像头和红外热成像仪等设备,能够实时传输火场的高清图像和温度分布数据。这些数据对于及时发现火情、评估火势大小以及预测火势蔓延趋势具有重要价值,无人机还可以通过调整飞行高度和角度,实现对火场的全方位、多角度监测,为灭火救援提供更为精准的决策支持。无人机还具有响应速度快、作业效率高的特点,在发现火情后,无人机可以迅速飞抵火场进行巡查和监测,并将数据实时传输给指挥中心。指挥中心可以根据无人机传输的数据,快速制定灭火救援方案,并指挥现场人员进行灭火作业。这种高效的作业模式大大缩短了火情发现和响应时间,提高了灭火救援的效率。无人机技术还具有成本低、操作简便的优势,相比传统的巡查和监测手段,无人机的购置和运营成本相对较低,且操作简便易学。

5.2 无人机应急巡查输电线路山火热点

在应急巡查过程中,无人机可以通过搭载的高清摄像头和红外热成像仪等设备,对火场进行实时拍摄和监测。这些设备能够捕捉到火场的温度、湿度、烟雾浓度等关键信息,为火势评估和灭火救援提供重要依据^[4]。无

人机还可以通过调整飞行高度和角度,实现对火场的全方位、多角度监测,为灭火救援提供更为精准的决策支持。无人机还可以与地面巡查人员形成互补关系,在地面巡查人员难以到达的区域或存在安全隐患的区域,无人机可以代替地面巡查人员进行巡查和监测。这种互补关系使得输电线路山火监测更加全面、高效和安全。

5.3 无人机与遥感技术的结合优化山火监测效率

在实际应用中,无人机可以搭载高分辨率的遥感设备,如可见光相机、红外相机等,对输电线路走廊进行高精度、高频率的扫描。这些遥感数据可以实时传输给指挥中心,并通过专业的遥感图像处理和分析软件进行处理和分析。通过对遥感数据的深入挖掘和分析,可以提取出火场的关键信息,如火场位置、面积、火势大小等,为灭火救援提供科学依据。无人机还可以与遥感技术进行协同作战,在发现火情后,无人机可以迅速飞抵火场进行巡查和监测,并将实时数据传输给遥感系统。遥感系统可以根据无人机传输的数据进行火势预测和风险评估,并制定相应的灭火救援方案。

结束语

随着技术的不断进步和电力行业的快速发展,输电线路山火监测预警技术的研究与应用将愈发重要。本文虽对相关技术进行了深入研究,但仍需不断完善和创新。未来,将继续关注新技术的发展,探索更多高效、智能的山火监测预警方法,为保障输电线路的安全稳定运行贡献更多力量。也期待与同行共同探讨,共同推动山火监测预警技术的进步。

参考文献

- [1]刘士嘉.段泽龙.高压输电线路山火跳闸原因分析及对策[J].消防界(电子版).2019.v.5;No.60(08):57+59.
- [2]刘毓.架空输电线路山火同步卫星广域监测与杆塔定位[J].电网技术.2018.42(4):1322-1327.
- [3]张云.山火引发输电线路跳闸事故的统计与分析[J].消防科学与技术.2018.30(12):1177-1180.
- [4]陆佳政.周特军.吴传平等.输电线路差异化防山火技术与策略[J].高电压技术.2019.43(8):2524-2532.