

Development of Active Drive System for Small Animal Prevention in Cable Trench of Substation

Weixin Du Bo Sun Bao Wang Zhenjun Yan Jianhai Gao

1. State Grid Kuitun Power Supply Company, Kuitun, Xinjiang, 833699, China
2. Silk Road Research Institute for Innovation and Development, Karamay, Xinjiang, 834000, China

Abstract

As an important facility in the power system, substation is responsible for changing voltage, accepting and distributing electric energy, controlling the flow of power and adjusting voltage. However, because substations are mostly built in suburban areas with small population concentration, these areas are often suitable for the growth of small animals. As a result, small animals such as rats and snakes often enter substations, increasing the risk of power accidents. Therefore, how to effectively prevent small animals from entering the cable trench and causing hidden dangers has become an urgent problem for the power industry. As power facilities continue to expand, small animals around substations pose a potential threat to cable safety. In order to solve this problem, this paper presents the design and development of an active drive system to prevent small animals from cable trench in substation.

Keywords

substation; cable trench; active drive system

变电站电缆沟防小动物主动式驱赶系统的研制

杜伟新¹ 孙博¹ 王宝² 闫振军¹ 高健海¹

1. 国网奎屯供电公司, 中国·新疆 奎屯 833699
2. 丝绸之路创新发展研究院, 中国·新疆 克拉玛依 834000

摘要

变电站作为电力系统中的重要设施,负责变换电压、接受和分配电能,以及控制电力的流向和调整电压。然而,由于变电站多建设于人群集中度较小的市郊地区,这些区域往往适合小动物生长。因此,老鼠、蛇等小动物经常会进入变电站,增加了电力事故的发生风险。因此,如何有效防止小动物进入电缆沟并造成隐患,成为电力行业亟待解决的问题。随着电力设施的不断扩展,变电站周围的小动物对电缆安全造成了潜在威胁。为了解决这一问题,论文提出了一种变电站电缆沟防小动物主动式驱赶系统的设计与研制。

关键词

变电站; 电缆沟; 主动式驱赶系统

1 引言

传统的小动物防御手段,如封堵电缆孔洞、使用捕鼠装置等,虽然在一定程度上能够减少小动物入侵的风险,但存在诸多局限性。例如,封堵材料可能因环境因素而失效,猫笼和捕鼠装置可能无法覆盖所有潜在的入侵区域,且需要人工定期检查和维护。因此,如何有效防止小动物进入电缆沟并造成隐患,成为电力行业亟待解决的问题。

2 现有防御小动物入侵方法的局限性

2.1 封堵电缆孔洞的局限性

首先,不同环境下的电缆孔洞大小、形状各异,封堵

材料的选择和封堵方式的实施受到环境因素的限制。例如,在潮湿或腐蚀性环境中,普通封堵材料可能无法长期保持有效性。此外,对于已经铺设好的电缆,封堵孔洞需要专业的施工技术和设备,且施工难度较大,可能影响电缆的正常运行。最后,封堵材料的选择、施工费用以及后续的维护成本都相对较高,增加了防御小动物入侵的总体成本。

2.2 捕鼠装置的局限性

变电站作为电力系统中至关重要的设施,其安全稳定的运行对于保障电力供应至关重要。然而,小动物入侵变电站却可能给其运行带来潜在威胁。目前,变电站主要采取粘鼠板等方法来防御小动物入侵,但这些方法存在着一定的局限性。

就粘鼠板而言,其弊端主要包括:

①人员误踩风险:粘鼠板通常放置在变电站的角落或设备附近,以捕捉可能入侵的小动物。然而,由于变电站内

【作者简介】杜伟新(1970-),男,中国陕西米脂人,从事电力运维研究。

设备众多，空间复杂，工作人员在巡视或维护设备时容易误踩粘鼠板，造成不必要的困扰和伤害。

②地面污染：粘鼠板上的黏附剂容易残留在地面上，形成难以清理的污渍。这些污渍不仅影响变电站的整洁度，还可能对设备的正常运行造成潜在威胁。

③发臭问题：粘鼠板捕捉到老鼠后，如果不及时清理，老鼠的尸体可能会腐烂发臭，引发异味和卫生问题，不仅影响变电站的工作环境，还可能对周围居民的生活质量造成不良影响。

④成本高昂：粘鼠板需要定期更换和清理，这增加了变电站的运行成本。同时，由于粘鼠板的一次性使用特性，也造成了资源的浪费。

⑤局限性：粘鼠板主要针对的是小型啮齿类动物和爬行动物，对于鸟类或大型哺乳动物等可能无法有效捕捉。此外，粘鼠板在极端天气条件下（如高温、低温或潮湿环境）的捕捉效果也会受到影响。

除了粘鼠板外，变电站现有的防御小动物入侵方法还存在其他局限性。例如，一些变电站采用拉合式玻璃窗等防护措施，但这些措施往往无法有效阻拦小动物的进入。在温度较低的时节，小动物可能会寻找温暖的角落过冬，如变电站的电缆盖板内等。这些小动物的活动可能会引发设备故障或安全事故。

2.3 综合局限性

上述方法均属于被动防御手段，即在小动物已经入侵或即将入侵时采取措施进行防御。这种防御方式往往无法从根本上解决问题，且需要持续投入人力、物力和财力进行维护和管理。同时，现有防御方法大多缺乏智能监控和预警系统，无法实时监测小动物的活动情况和入侵趋势^[1]。

3 系统研制

3.1 需求分析：变电站电缆沟防小动物入侵的具体需求

变电站电缆沟是电力系统中重要的组成部分，但同时也是小动物入侵的高风险区域。小动物如鼠类、鸟类、蛇类等，可能会通过电缆沟进入变电站内部，对设备和线路造成损害，引发设备故障、线路短路等问题，给电力供应带来风险和不确定性。因此，研制一套有效的防小动物主动式驱赶系统，对于保障变电站的安全运行具有重要意义。

3.1.1 实时监测与预警需求

系统需要具备实时监测电缆沟内小动物活动的的能力，能够及时发现并预警潜在的小动物入侵风险，监测手段可以包括红外感应、视频监控等，确保对小动物活动的全面覆盖和准确识别。

3.1.2 智能驱赶需求

系统应能够根据监测结果，智能地启动驱赶措施，如发出超声波、电磁波等对小动物有害但对人无害的声音或频率，以驱赶小动物离开电缆沟。驱赶措施应具有一定的针对性和有效性，能够针对不同种类的小动物采取不同的驱赶

策略。

3.1.3 安全性与可靠性需求

系统在运行过程中应确保安全性，不会对变电站设备和人员造成任何损害或影响，同时，系统应具备高度的可靠性，能够长期稳定运行，减少误报和漏报的情况。

3.1.4 易用性与维护性需求

系统应具备友好的用户界面和操作方式，方便运维人员进行操作和管理，系统的维护应简单方便，能够降低运维成本和提高工作效率。

3.2 系统设计

3.2.1 环境监控模块设计

①视频监控技术。视频监控技术是环境监控模块的核心部分，用于实时监控电缆沟内的小动物活动情况，如图1所示。系统采用高分辨率摄像头，结合红外感应技术，确保在光线不足的情况下也能清晰捕捉图像。摄像头捕捉到的图像数据会实时传输至处理器进行分析，一旦发现小动物活动，系统将立即触发报警机制。

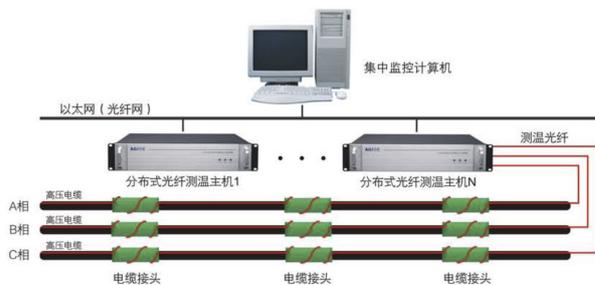


图1 视频监控技术

②远程识别技术。远程识别技术基于图像处理 and 人工智能算法，能够自动识别电缆沟内的小动物种类和活动状态。该技术通过对比预先建立的动物图像库，快速准确地判断入侵动物的类型，并据此选择合适的驱赶策略。此外，远程识别技术还可以结合声音识别，进一步提高系统对小动物活动的感知和响应能力^[2]。

3.2.2 危机处理模块设计

①电磁波技术。电磁波技术利用特定频率的电磁波对小动物进行驱赶。电磁波具有穿透力强、作用范围广的特点，能够有效干扰小动物的活动，迫使其离开电缆沟。系统会根据识别到的小动物种类，自动调整电磁波的频率和强度，以确保驱赶效果的最佳化。

②超声波技术。超声波技术通过发射高频声波来驱赶小动物。超声波对小动物的听觉系统产生强烈不适，使其感到不适并逃离现场。系统采用周期发射超声波的方式，结合红外感应技术，能够精准定位小动物的位置并进行驱赶。同时，超声波设备还具备节能环保的特点，不会对变电站设备和环境造成污染。

③仿生波技术。仿生波技术模拟自然界中某些动物发出的声音或频率，以驱赶小动物。例如，系统可以模拟猛禽

的叫声或天敌的振动频率,使小动物产生恐惧感并主动逃离。仿生波技术具有针对性强、驱赶效果明显的特点,尤其适用于对特定种类小动物的驱赶。

3.2.3 智能驱逐方案的具体实施

在危机处理模块中,系统将根据环境监控模块提供的实时数据,智能选择并组合使用上述三种波技术。例如,当识别到老鼠等小型哺乳动物时,系统可以优先使用超声波和仿生波进行驱赶;而当发现鸟类时,则可以更多地依赖电磁波技术。同时,系统还可以根据小动物的活动轨迹和习惯,自动调整驱赶策略的频率和强度,以实现最佳的驱赶效果。

3.2.4 系统实现:关键技术的实现方法与过程

第一,红外对射围栏与动物体识别传感装置的设置。

①红外对射围栏的设置。红外对射围栏是实现环境监控的重要组件。其工作原理是通过向两端发送红外线,形成一道不可见的防线。当小动物穿越这道防线时,会阻断红外线,从而触发报警机制。在设置红外对射围栏时,需要确保围栏能够完整地覆盖电缆沟的入口和关键区域。首先,根据电缆沟的实际情况,确定围栏的安装位置和高度。然后,将红外对射传感器的发射端和接收端分别安装在围栏的两端,并调整其角度和灵敏度,以确保红外线能够准确地穿越监测区域。②动物体识别传感装置的设置。动物体识别传感装置主要用于识别入侵电缆沟的小动物种类。该装置通常采用红外成像或雷达探测技术,能够实时捕捉小动物的活动图像和动态信息。在设置动物体识别传感装置时,需要将其安装在电缆沟的关键位置,如入口、转角等。同时,需要根据不同的小动物种类和活动习性,对传感装置进行参数设置和灵敏度调整。例如,对于体型较小、行动敏捷的老鼠等小动物,可以适当提高传感装置的灵敏度和捕捉速度;而对于体型较大、行动缓慢的鸟类等小动物,则可以适当降低灵敏度和捕捉速度,以减少误报和漏报的情况^[3]。

第二,超声波驱赶模块和声光驱赶模块的开发与集成。

①超声波驱赶模块的开发。超声波驱赶模块利用高频声波对小动物进行驱赶。在开发过程中,需要选择合适的超声波发生器和控制电路,并根据实际需求调整超声波的频率和强度。具体来说,超声波发生器可以采用压电陶瓷或磁致伸缩等原理,将电能转化为机械能,从而产生高频声波。控制电路则负责接收来自处理器的指令,控制超声波发生器的开关和输出频率。在调试过程中,需要确保超声波能够均匀地覆盖电缆沟内的目标区域,并根据小动物的活动情况实时调整其输出频率和强度。②声光驱赶模块的开发。声光驱赶模块通过发出强烈的声光和震动信号来驱赶小动物。在开发过程中,需要选择合适的声光源和振动器,并根据实际需求设计控制电路和触发机制。声光源可以采用LED灯或闪光灯等原理,产生强烈的光线和闪烁效果。震动器则可以采用电磁式或压电式等原理,产生强烈的震动信号。控制电路负责接收来自处理器的指令,控制声光源和震动器的开关和输

出强度。在调试过程中,需要确保声光和震动信号能够同步发出,并根据小动物的活动情况实时调整其输出强度和持续时间。③模块的集成与测试。在完成超声波驱赶模块和声光驱赶模块的开发后,需要将其集成到系统中,并进行整体测试和调试。在集成过程中,需要确保各个模块之间的接口和通信协议相匹配,以实现数据的高效传输和协同工作。在测试过程中,需要模拟不同的小动物种类和活动情况,对系统的驱赶效果进行验证和优化。同时,还需要对系统的稳定性和可靠性进行测试,以确保其在实际应用中能够稳定运行并满足需求。

第三,公用测控与后台的连接与调试。

①公用测控的连接。公用测控是系统的重要组成部分,负责接收来自红外对射围栏、动物体识别传感装置以及驱赶模块的实时数据,并进行处理和分析。在连接过程中,需要确保公用测控与各个模块之间的接口和通信协议相匹配,以实现数据的高效传输和协同工作。具体来说,可以将公用测控与各个模块通过有线或无线方式进行连接。有线连接可以采用RS485、CAN总线等通信协议,实现数据的高速传输和抗干扰能力;无线连接则可以采用Zigbee、LoRa等低功耗无线通信协议,实现数据的远程传输和便捷部署。②后台的连接与调试。后台是系统的控制中心,负责接收来自公用测控的实时数据,并进行存储、分析和展示。在连接过程中,需要确保后台与公用测控之间的接口和通信协议相匹配,以实现数据的高效传输和协同工作。在调试过程中,需要对后台的数据接收、处理和展示功能进行测试和优化。例如,可以模拟不同的小动物种类和活动情况,对后台的报警机制、数据分析功能和数据可视化效果进行测试和验证。同时,还需要对后台的稳定性和可靠性进行测试,以确保其在实际应用中能够稳定运行并满足需求^[4]。

4 结语

综上所述,随着电力行业的快速发展,变电站作为电力系统中至关重要的设施,其安全运行越来越受到重视,变电站电缆沟防小动物主动式驱赶系统的研制具有重要的现实意义和广泛的应用前景。它不仅解决了传统防御手段的局限性,还推动了变电站智能化管理的发展。未来,应将继续完善该系统,提高其实用性和可靠性,为电力行业的安全运行和可持续发展贡献更大的力量。

参考文献

- [1] 刘毅,徐国栋,张耀勋.变电站小动物事件分析与防治[J].电力安全技术,2024,26(2):55-57+62.
- [2] 刘兴艳,罗世豪,燕侯智,等.变电站小动物智能监控及驱除设计[J].电力系统装备,2019(22):174-175.
- [3] 孙洪健.变电站小动物的危害及防护措施[J].农村电工,2019,27(8):45-46.
- [4] 王雷,楚明月,李世杰,等.动静互联式的变电站小动物主动防御系统分析[J].电子世界,2021(3):194-195.