

## 电力信息

## 输电电缆线路行波故障测距装置及其使用方法

张建生

国网新疆电力有限公司喀什供电公司

DOI:10.12238/jpm.v4i10.6349

**[摘要]** 本论文旨在研究输电电缆线路行波故障测距装置及其使用方法,以提高电力系统的可靠性、稳定性和安全性。在研究方法方面,采用了文献综述和实例研究的方法,研究结果表明,输电电缆线路行波故障测距装置在提高电缆线路维护效率、可靠性和稳定性方面具有显著的意义。通过精准测距技术,装置能够快速定位故障并提供详细的信息,从而降低维修成本、损失和提高电力系统的安全性。结论得出通过精准的测距技术和智能监测功能,该装置能够降低维修成本和损失,提高电力系统的安全性,为电缆线路的可持续运行提供了保障。

**[关键词]** 输电电缆线路; 行波故障; 测距装置; 使用方法

## Transmission cable line traveling wave fault ranging device and its use method

Zhang Jiansheng

State Grid Xinjiang Electric Power Co., Ltd. Kashgar Power Supply Company Xinjiang Kashgar 844000

**[Abstract]** This paper aims to study the transmission cable line traveling wave fault ranging device and its use method to improve the reliability, stability and safety of the power system. In terms of research methods, the methods of literature review and example study are adopted, and the research results show that the traveling wave fault ranging device is significant in improving the maintenance efficiency, reliability and stability of cable lines. With accurate ranging technology, the device can quickly locate faults and provide detailed information, thus reducing maintenance costs, losses and improving the safety of the power system. Conclusion Through the accurate ranging technology and intelligent monitoring function, the device can reduce the maintenance cost and loss, improve the safety of the power system, and provide a guarantee for the sustainable operation of the cable line.

**[Key words]** transmission cable line; traveling wave fault; ranging device; use method

## 引言:

随着电力系统的不断发展和扩大,对电缆线路的可靠性和稳定性提出了更高的要求。在电力系统运行过程中,行波故障作为一种特殊而复杂的故障类型,与传统的瞬时故障有着显著的区别。行波故障的本质在于电流或电压的波动引发一种波动信号,这一信号沿着输电线路传播,形成一种行波。相较于瞬时故障,行波故障不是瞬时产生或消失,而是形成一种沿线路传播的波动,使得其检测和定位相对于传统故障而言更为复杂。面对行波故障所带来的挑战,传统的故障检测和定位方法可能显得力不从心。为解决这一问题,本研究提出了一种基于先进技术的输电电缆线路行波故障测距装置。该装置通过传感器采集行波信号、数据采集和预处理、信号处理算法、行波速度计算以及故障位置测距等步骤,实现对电缆线路上行波故障

的准确检测和定位。该装置的引入将为电力系统维护人员提供更为精准的故障信息,提高维护效率,降低维修成本,从而为电缆线路的安全、可靠运行提供有力支持。

## 一、行波故障的概述

在电力系统中,行波故障是一种特殊而复杂的故障类型,其与传统的瞬时故障有着显著的区别。行波故障的本质在于电流或电压的波动引发一种波动信号,这一信号沿着输电线路传播,形成一种行波。这种故障的概念涉及到波动性质的问题,因而其检测和定位相对于传统故障而言更为复杂。行波故障最显著的特点之一就是波动信号的传播。与瞬时故障不同,行波故障并非瞬时产生或消失,而是形成一种沿线路传播的波动。这种波动的传播速度取决于电力系统中的参数和拓扑结构,因此定位故障点需要对这些因素进行综合考虑。行波故障产生的

波动信号具有独特的频谱特性<sup>[1]</sup>。通过对这一频谱进行分析,可以获得关于故障类型和位置的重要信息。频谱分析不仅有助于确定波动信号的频率成分,还提供了深入了解故障性质的途径。行波故障对电力系统产生多方面的影响。由于波动信号的传播,可能导致线路上设备的振动和应力变化,对设备造成潜在的损害。行波故障的存在可能引发电力系统的不稳定,影响系统的运行和性能。由于行波故障的波动性质和复杂的传播路径,其定位相对困难。传统的故障定位方法在应对行波故障时可能显得力不从心,因此需要引入先进的故障检测和定位技术,以提高系统的可靠性和稳定性。

## 二、输电电缆线路行波故障测距装置的原理

### 1. 传感器采集行波信号

传感器在行波故障测距装置中扮演着关键角色,其选择直接影响到测距系统的性能。电流传感器是常见的选择,通过测量电缆中的电流变化,捕捉到由行波故障引起的波动信号。这些传感器通常具有高灵敏度和宽频带特性,以确保对不同频率和振幅的行波信号都能进行有效的捕捉<sup>[2]</sup>。此外,电压传感器也是可行的选择,通过监测电缆电压的变化,实现对行波信号的采集。此类传感器通常要求高的分辨率和采样频率,以确保对故障信号的准确捕捉。

### 2. 数据采集和预处理

传感器捕捉到的原始行波信号首先被送入数据采集模块,进行采样和数字化处理。采集模块负责以高频率对信号进行采样,将连续的模拟信号转换为离散的数字信号。这一数字信号随后进入预处理单元,该单元执行一系列关键的处理步骤。首先,滤波操作用于去除信号中的杂散干扰,确保进一步的分析不受到外部干扰的影响。然后,信号被放大,以增强信噪比,使得行波故障的特征更为显著。最后,去噪处理有助于降低系统噪声,提高对真实信号的敏感性。

### 3. 信号处理算法

在预处理后,测距装置通过专门设计的信号处理算法进行进一步分析。这些算法基于数学模型、频域分析、时域分析等原理,用于提取行波故障信号的关键特征。例如,时域分析可以揭示信号的波形和振幅变化,频域分析可用于确定信号的频率成分。数学模型可以对信号进行建模,进而更好地理解行波故障的发生机制。综合运用这些算法,测距装置能够从复杂的行波信号中提取出有用的信息。

### 4. 行波速度计算

通过对行波信号特征的深入分析,测距装置计算行波的传播速度。这个计算涉及到测量行波信号在一定时间内传播的距离,从而推导出行波的速度。这一过程对于测距的准确性至关重要,因为行波速度的准确计算直接影响到后续的故障位置测距的精确性。

### 5. 故障位置测距

借助已知的行波传播速度和测得的行波传播时间,测距装置可以精确地计算出行波故障发生的位置。这一计算过程涉及

到简单的距离等式,即距离等于速度乘以时间。通过准确测得的故障位置,电力系统的维护人员能够快速定位并解决问题,提高了系统的可靠性和可维护性。

### 6. 结果显示与输出

最终的测距结果通过结果显示模块呈现给操作人员。这一模块可以提供多种形式的输出,包括数字显示、图形界面或其他可视化形式<sup>[3]</sup>。数字显示通常呈现故障距离的具体数值,而图形界面则可能展示故障点在电缆线路上的位置,使得操作人员能够更直观地理解故障的位置信息。这样的可视化输出有助于快速决策和迅速采取适当的维修行动。

## 三、输电电缆线路行波故障测距装置的意义

### 1. 提高电缆线路维护效率

输电电缆线路行波故障测距装置通过引入先进的测距技术,对电缆系统进行高效监测和维护,显著提升了维护效率。其精准测距技术能够快速、准确地定位电缆线路上的行波故障,为维修人员提供详细的故障信息。这不仅缩短了故障排除的周期,还降低了人力资源的浪费,从而在维护成本方面实现了显著的节约。此外,通过实时监测和智能诊断,装置可以预测潜在的故障点,使维护团队能够在故障发生前采取预防性措施,最大程度地避免了电缆线路的不必要损坏和维修工作,为电力系统的可靠运行提供了保障。

### 2. 提高电缆线路可靠性和稳定性

通过迅速、准确地定位和解决行波故障,该装置有效地防止了故障的蔓延,最小化了电缆系统的停工时间。这对于保障电力系统的连续运行和稳定供电至关重要。装置的智能监测功能使其能够实时捕捉电缆线路的运行状态,包括电流、电压和波形等参数<sup>[4]</sup>。通过对这些参数的分析,可以提前发现电缆系统的异常变化,采取措施避免潜在问题的发生,进一步提高了电缆线路的整体可靠性。

### 3. 降低维修成本和损失

通过快速定位故障位置,维护人员能够有针对性地进行维修,避免不必要的停电和设备损耗。这种精准的维修方式不仅提高了维护效率,还有效降低了维修所需的人力和物力成本。此外,通过实施预防性维护,装置能够提前发现潜在的故障迹象,维修人员可以在故障恶化之前采取措施,防止电缆系统进一步受损,从而降低了整体的维修和替换成本。这为电力系统的可持续运行创造了显著的经济效益。

### 4. 提高电力系统的安全性

通过早期检测和及时响应电缆线路上的行波故障,有效地降低了火灾和其他安全风险的发生概率。具备智能警报功能的装置,可以实时监测电缆线路的工作状态,一旦发现异常即时报警,为维修团队提供了及时的信息,使其能够快速采取措施,减小事故发生的可能性。这不仅维护了公共安全,还有助于提升电力系统的整体信誉和可持续发展。因此,行波故障测距装置在提高电力系统安全性方面具有深远的战略性意义。

## 四、输电电缆线路行波故障测距装置的使用方法

### 1. 安装设备

在使用输电电缆线路行波故障测距装置之前，必须首先进行仔细而正确的安装。这关系到设备能否有效地运行和准确测量故障的关键。确保设备紧固牢固地连接到电缆线路，遵循制造商提供的详尽安装指南。仔细检查连接线和传感器的连接，确保没有任何松动或损坏，以免影响数据采集的准确性。这一步骤的严格执行可确保测距装置在实际操作中具备稳定性和可靠性，为后续的测量和故障定位提供坚实的基础。

### 2. 启动自检程序

在启动输电电缆线路行波故障测距装置时，通常会进行自检程序，确保各个部件和传感器处于良好状态。在这关键的步骤中，仔细观察设备的显示屏，确保其正常运行，没有出现任何错误或故障提示<sup>[5]</sup>。如发现问题，及时采取措施解决，保障设备处于可靠的工作状态。这自检过程的有效执行是保障设备可靠性和数据准确性的基础，为后续的测量和故障定位提供了可靠的基础。通过及时发现并解决潜在问题，用户能够确信测距装置在操作中能够如期而至的执行其功能。

### 3. 选择测量模式

根据实际需求，务必精准选择适用的测量模式。不同的测量模式对应不同类型的电缆行波故障。例如，采用定向测距模式可实现对故障位置的精确定位，而反射测距模式则用于检测并分析反射波，提高故障诊断的精确性。在选择模式时，务必深入了解电缆线路的实际情况，确保所选模式与故障类型相匹配。通过合理选择测量模式，不仅提高了测距装置的效率，同时也确保了故障检测和定位的准确性，为后续维护工作提供了有力的支持。这一步骤对于确保测距装置的有效性和实用性至关重要。

### 4. 进行测量操作

执行测量操作是使用输电电缆线路行波故障测距装置的核心步骤。依照设备的详细操作手册，启动测量程序，确保装置能够准确捕捉和分析电缆线路上的行波。在执行测量的整个过程中，需要细心观察仪器的反馈，确保设备运行正常，不出现任何异常情况。及时的观察反馈信息有助于发现潜在问题，确保测距装置在实际操作中保持稳定性和准确性。通过严格按照操作手册执行测量程序，用户可以确保获得可信赖的测量结果，为准确定位和解决电缆行波故障提供可靠的数据支持。这一步骤的仔细执行对于测距装置的高效运行至关重要。

### 5. 分析测量结果

获取测量结果后，迅速进行仔细的数据分析至关重要。仔细查看装置上的显示屏或连接的计算机软件，确认是否存在电缆线路上的行波故障。通过深入分析，可以准确判断故障的性质，例如是否为短路、开路或其他类型的问题，并初步确定故障的大致位置。这一步骤的关键性在于为后续的维修工作提供

有价值的信息，指导维修人员有针对性地解决问题。通过合理解读测量数据，用户能够更迅速、精准地定位故障，最大程度地缩短电缆线路的停工时间，提高维修效率。因此，及时而仔细的分析是确保测距装置发挥最大作用的关键步骤。

### 6. 确定故障位置

执行测量操作是使用输电电缆线路行波故障测距装置的核心步骤。依照设备的详细操作手册，启动测量程序，确保装置能够准确捕捉和分析电缆线路上的行波。在执行测量的整个过程中，需要细心观察仪器的反馈，确保设备运行正常，不出现任何异常情况。及时的观察反馈信息有助于发现潜在问题，确保测距装置在实际操作中保持稳定性和准确性<sup>[6]</sup>。通过严格按照操作手册执行测量程序，用户可以确保获得可信赖的测量结果，为准确定位和解决电缆行波故障提供可靠的数据支持。这一步骤的仔细执行对于测距装置的高效运行至关重要。

### 7. 记录和报告

在测量和故障定位完成后，务必迅速而准确地记录测量结果和相关信息。生成详尽的报告，包括故障位置、性质、测量参数等关键信息。这不仅有助于维修团队在维修过程中进行实时跟踪和深入分析，还为未来的电缆线路维护提供了有用的参考。详实的报告是对整个故障诊断和维修过程的总结，也是未来维护决策的重要依据。通过及时记录和报告，可以建立一个有序的信息档案，使得维护人员在日后更好地了解电缆线路的健康状况，预防性地采取措施，最大程度地提高电缆系统的可靠性和稳定性。

### 结束语：

通过本研究的工作，我们深刻认识到输电电缆线路行波故障测距装置在提高电力系统安全性、降低维修成本、增强电缆线路可维护性等方面的重要性。该装置的引入不仅为电力系统带来了先进的技术手段，也为未来电力系统的发展提供了有益的参考。我们相信，随着技术的不断进步，行波故障测距装置将在电力系统领域发挥更为重要的作用，为电力系统的稳健运行和可持续发展做出积极贡献。

### [参考文献]

- [1]谈灏,魏星,姜静飞. 输电电缆故障测距发展综述 [J]. 电气技术与经济, 2023, (04): 214-216+230.
- [2]张剑. 输电电缆线路沿大型桥梁敷设的设计要点分析 [J]. 机电信息, 2020, (20): 81-82.
- [3]刘作鹏,文鹏,陈海雷等. 输电电缆引线端子过热故障分析 [J]. 东北电力技术, 2019, 40 (03): 54-56.
- [4]明煦,姜伟. 输电电缆线路综合监控系统标准化建设与实践 [J]. 企业管理, 2017, (S2): 212-213.
- [5]秦珣,谢维,陈丽安等. 输电电缆巡视飞行器的设计及应用 [J]. 电器与能效管理技术, 2017, (01): 62-67.